

07-ST 001

STEP実用化に向けての 調査研究報告書

(平成7年度)

平成8年3月



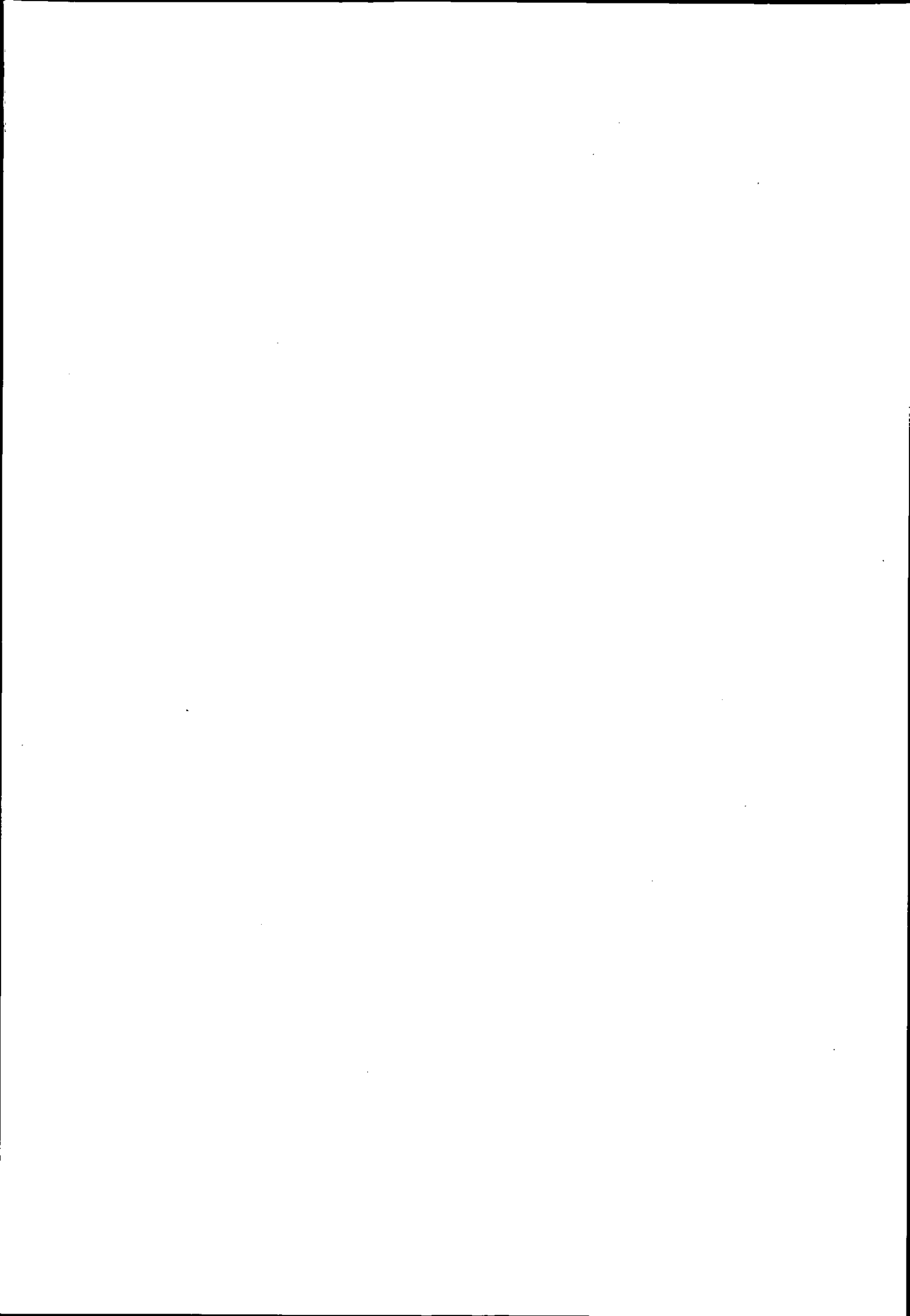
財団法人 日本情報処理開発協会

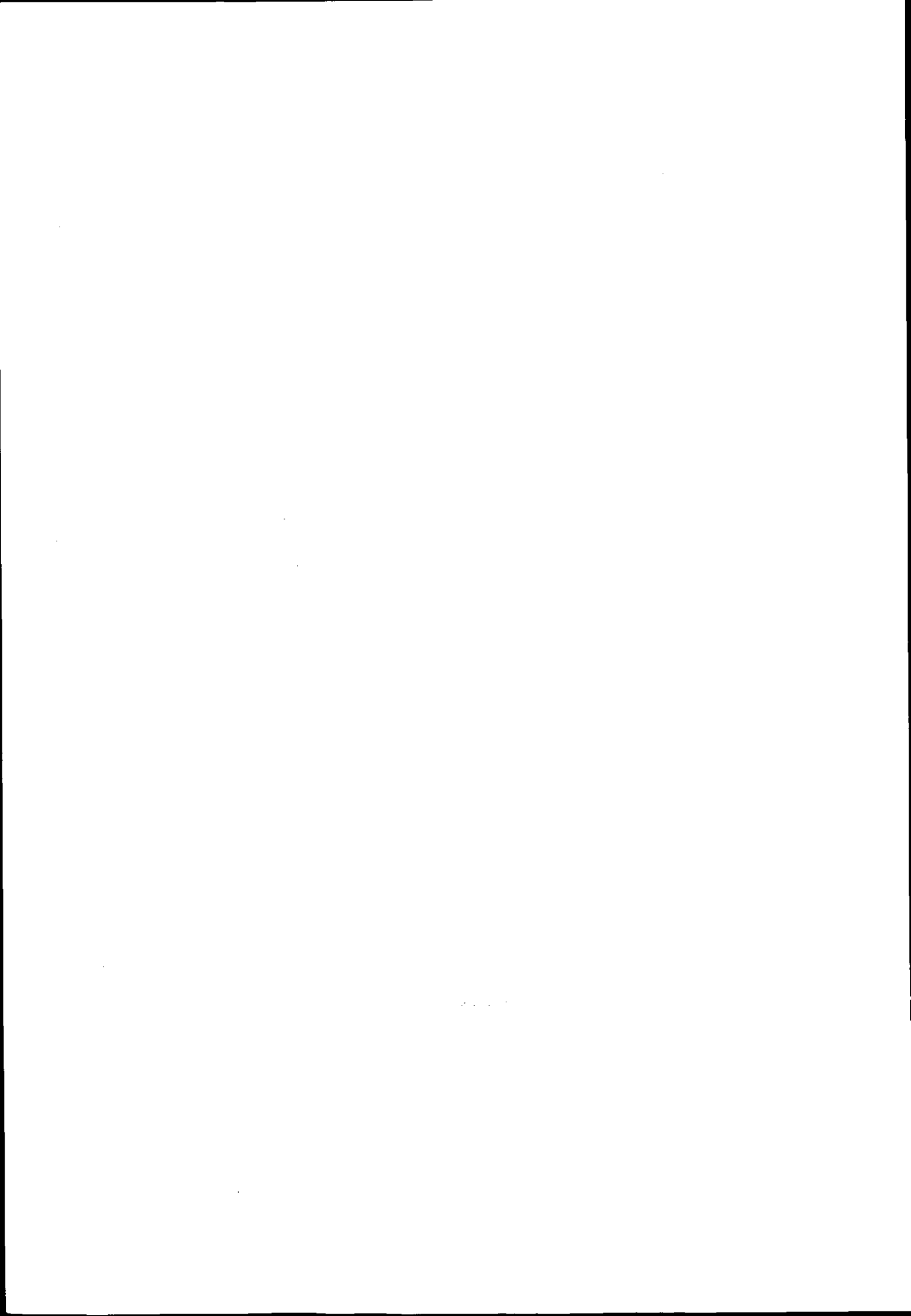






この報告書は、競輪の補助金を受けてとりまとめたものです。





はじめに

本調査研究報告書は、財団法人 日本情報処理開発協会が日本自転車振興会から補助金を受けて実施した「STEP実用化に向けての調査研究」補助事業の平成7年度の成果をまとめたものです。

STEPは製品の設計、生産に係る情報を総合的、体系的に電子化し、その情報を共有するための国際標準で、ビジネスプロセスを変革し設計部門の知的生産性向上に寄与するものです。

日本の製造システムは技術情報の一元化ができない等の種々問題をかかえており、産業の国際競争力を維持していくためには、更に強力なSTEPの推進が必要となっています。

欧米各国は、産業の発展に向けて、官民学軍あげてSTEPの推進に努力しており、日本のSTEP活動に比較して大幅に先行しています。

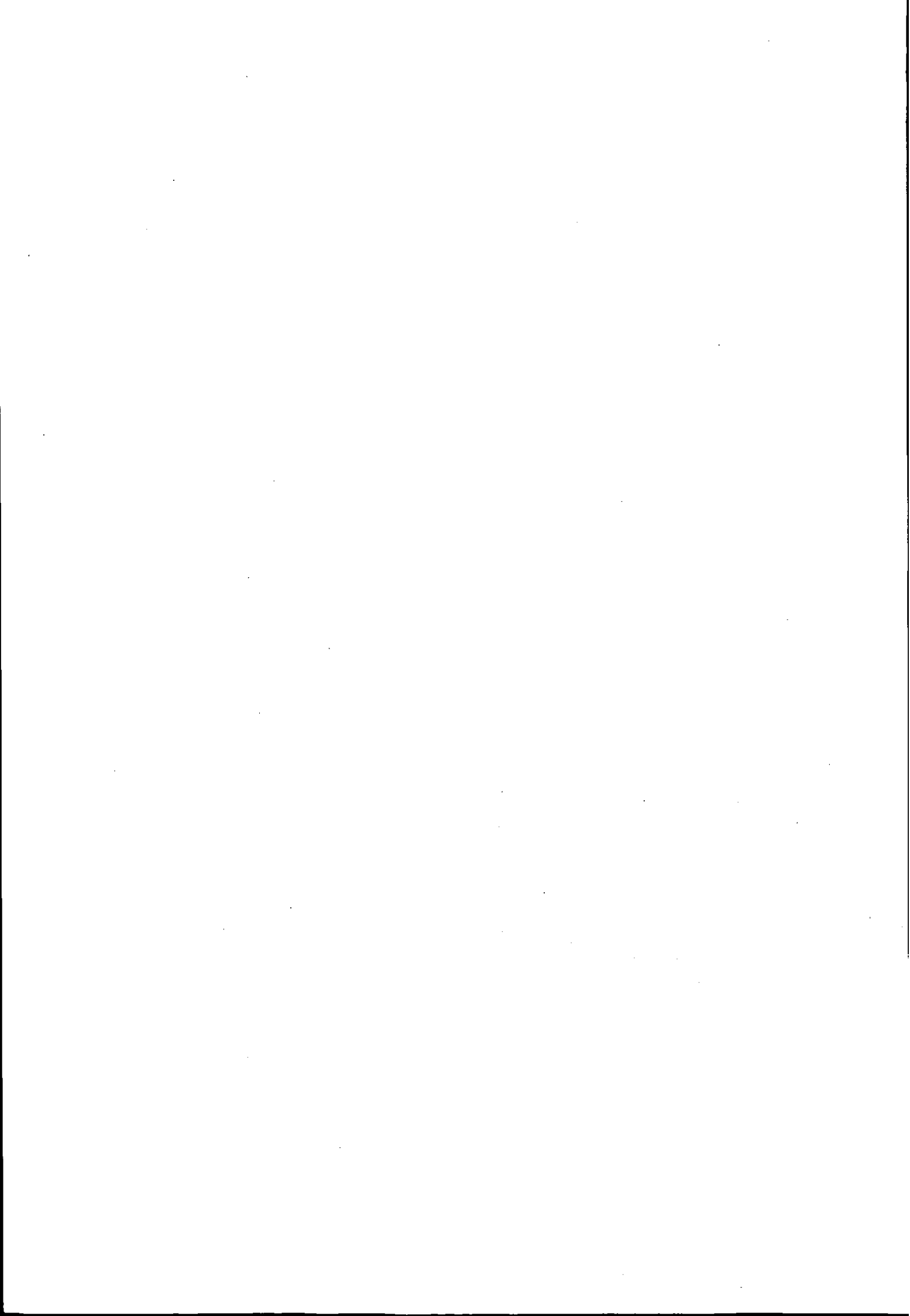
このためSTEPに関する海外の技術・応用動向の調査・研究、STEPの実用化に必要な基盤の調査・研究・開発、及びSTEPの普及促進活動を推進し、機械工業の振興発展の一助となることを目的に、次の3つの観点で活動しました。すなわち、①STEP実用化に関する調査研究、②STEPに関する普及促進、③STEPに関する技術交流を事業内容として進めてきました。具体的には、実用化促進に関する海外文献の調査分析、セミナー開催・デモンストレーションを通してSTEP情報の提供を行うとともに、欧米等の先行しているSTEP活動の動向・技術の調査・分析を行ってまいりました。これらの活動を通じて早期に日本におけるSTEPの確立は急務であると痛感する次第であります。

今後の世界の情報戦略の基盤となる製品モデルの表現と交換に関する国際標準STEPの確立と普及を通して、設計部門等の知的生産性向上に寄与するために本報告書が関係方面に広く活用され、些かなりとも役に立てれば幸甚です。

ここに、ご協力を賜りました関係各位に深く謝意を表しますとともに、ご指導とご支援を賜りました通商産業省機械情報産業局並びに工業技術院標準部の各位に厚く御礼申し上げます。

平成8年3月

財団法人 日本情報処理開発協会



STEP 実用化に向けての調査研究 (平成7年度版)

目 次

I	調査研究の概要	1
1.	調査研究の目的	1
2.	調査研究の範囲及び実施方法	1
3.	調査研究の成果の要約	1
3.1	STEP技術の特徴	
3.2	STEPの価値	
3.3	STEPの問題点と対応策	
3.4	STEP推進センターの課題の抽出(日本の提案)	
II	日本の産業界のSTEPへの期待	9
	総論	9
1.	製造業ユーザ	13
1.1	電機業界	
1.2	家電業界	
1.3	重工業界	
2.	情報産業ユーザ	28
3.	学術研究ユーザ	32
III	STEP利用に関する技術動向の調査	35
1.	米国における技術動向調査	35
1.1	米国STEP関連活動の調査及び情報交換	
1.2	STEP Tools, Inc. Toolkitについての調査	
1.3	STEP利用技術動向について	
2.	欧州における技術動向調査	76
2.1	ProSTEP Toolkitについての調査	
2.2	STEP状況の調査	
IV	国際共同研究の可能性	79

1.	はじめに	179
2.	Boeing社Single Source Product Modelについて	186
3.	Rensselaer Polytechnic Institute(レンゼラー工科大)に おける、STEP実用化の研究 よりEXPRESS-Vの紹介	198
4.	STEPと製造業のシステム化	224
	—GPMEの経験からのシステム開発手法の問題提起—	
5.	規格に対する考え方について	228
	(ダルムシュタット工科大、ProSTEP)	
V	STEP・製品データの交換と共有	245
1.	製品データの表現と交換の国際基準	245
2.	航空機産業におけるSTEP実用実証の状況	245
3.	1995年はSTEPの変曲点	246
4.	STEP国際標準規格の体系	246
5.	STEPの利用方法	247
6.	自動車産業におけるSTEPの利用状況	248
7.	欧米におけるSTEPの取組状況	248
8.	日本におけるSTEPの標準化・実用化	248
VI	STEPデータ交換実験の報告	263
1.	STEP AP201 IS版 製図データ交換実験	263
1.1	概要	
1.2	交換実験の内容	
1.3	効果	
2.	STEP AP 203の実装パイロット 「 α システム」によるデータ交換実証	278
2.1	主旨	
2.2	デモンストレーション用プログラム作成の目的	
2.3	デモンストレーション用プログラムの中身	
2.4	デモンストレーションの実施状況	
2.5	デモンストレーションの概略	

I 調査研究の概要



I 調査研究の概要

1. 調査研究の目的

STEPは製品の設計・生産に係わる情報を総合的・体系的に電子化しその情報を共有するための国際標準で、ビジネスプロセスを変革し設計部門の知的生産性向上に寄与するものである。

日本の製造業の国際競争力を維持していくためには、STEPの実用化を推進する必要がある。欧米各国は、産業の発展に向けて、官民あげてSTEPの推進に努力しており、日本のSTEP活動に比較し大幅に先行している。

調査普及委員会は、平成7年度の活動方針を「STEP推進センターの使命を先見性のある実務に使えるSTEP標準の整備に変える」ことを目標とし、

- ・STEP技術の正しい理解
 - ・価値（ユーザの利点）の明確化
 - ・現在の問題点と解決方法
- に焦点を当てた活動を実施した。

2. 調査研究の範囲及び実施方法

STEPの実用化に関する内外文献等の調査分析、セミナーおよび米国・欧州の技術・応用動向の調査研究を実施した。

具体的には、内外の文献を調査し、内容について勉強したうえで、先見性をもつオピニオンリーダーを選び、今回の活動の目標を説明して協力をお願いし、個別に調査員が現地を訪問する形でヒアリング調査を行った。

3. 調査研究の成果の要約

本年度の調査研究で学んだことは、STEPに代表される次世代情報技術の「先取り方標準」の世界に積極的に参画し貢献するためには、ソフトウェア工学の基礎をしっかりと身に付けておくことの大切さである。先取り型標準は、何も実例のない新しい分野に理論裏付けのある論理的な枠組みを作って、将来の技術開発を先導し相互運用性を実現するという新しい型の標準化である。この方式に対する常識と理解の不足が日本でのSTEPの活動低迷の最大の問題点である。

欧米では、来るべき情報化社会において先取り型標準を制することが新しく創生される市場で主導権を獲得するための必要条件と考えている。STEPは情報モデル共有の「オープンデータベース」を実現する基盤技術であると認識されて、大規模な開発研究が推進されている。日本での認識とは、基本的な考え方が異なっている。

日本でのSTEP活動を活性化するためには、ストラテジーを持って技術シナリオを策定し、経営者に対する長期的メリットと実務担当者に対する現実的メリットを明確に示すことが必要である。

STEPは高度CAL S実現のための情報技術インフラの基本技術であることを明確にする必要がある。このためには、現実の企業のリエンジニアリングを支援する本当の応用について技術シナリオを作りSTEP技術を活用した成功物語を作る必要がある。同時に、ソフトウェア工学の学識経験者、最新のオブジェクト指向技術の高度ソフト技術者等の参画と協力をえて、幅広い組織的な調査研究とその成果の普及活動を強力に実施することが必要と考えられる。CAL SおよびSTEP関連の開発要員の再教育問題を含めて対応策を実施することが必要である。

3.1 STEP技術の特徴

STEPの価値を理解するためには、実務をベースとしたシナリオで最近のソフトウェア工学とオブジェクト指向技術に対する正しい理解を深める必要がある。

「STEPは理解するのが難しい」と言われているが、適切な成功事例を示すことでこの問題は解決できる。

情報技術の視点からの特徴は、次の3つである。

- ・ 共有すべき情報の構造と体系を参照モデルで規定
- ・ 形式言語による情報モデルの厳密な記述
- ・ 論理表現とは独立した実装技術

これをユーザの視点から見ると、
・異なったアプリケーションプログラム間で共有する必要がある情報（データと知識）を使用するコンピュータ技術に関係なく定義できる。

- ・大規模で複雑な対象をモデル化できる
- ・STEPモデルは論理的構造を記述したもので、実際の利用は、データ交換、メモリ共有、とデータベース共有（将来は知識の共有）の形で実行できることになる。

オブジェクト指向技術は発展途上にある。プログラミング言語、モデリング技術、インタフェース技術、システム開発方法論等で技術革新が急激に進展している。インターネットをプラットフォームとした新しいプログラミング言語の実用化等によって、ユーザが直接メリットを享受できるのは、1997年頃からと予想されている。

オブジェクト指向技術に関する用語は流派ごとに異なっており、標準用語が今なを決められない状況にあることも、ユーザの理解を難しくしている要因の1つである。STEPの「アプリケーションプロトコル」は米国東部の用語で、同じ意味を米国西部スタンフォード大学では「オントロジ」と呼んでいる。ユーザに理解しやすい日本語にすると「電子化情報（知識）辞書」とでも呼ぶのがよいと考えられるが、STEPのアプリケーションプロトコルを日本人の英語の語感で理解することは難しい。

仮想企業体の情報インフラの最重要技術であるオブジェクト指向技術は、STEPのアーキテクチャの基盤技術である。情報技術の技術革新の進展によって、STEPのユーザは、新しいソフトウェア技術のメリットをタイムリーに享受できる。

3.2 STEPの価値

CALSは、仮想企業体の情報インフラ開発の指導理念である。このための技術開発として、1994年秋から3年計画で開発が推進されている米国のNIIIPプロジェクトでは、「CORBA規約で記述されたアプリケーションプログラムがインターネット環境上のSTEP情報モデルを使用する」という解りやすい技術シナリオでプロトタイプが開発されており、1995年秋には、第1年度の開発成果として、ユーザの受けるメリットが明確な形で公開されている。

今年度の欧米調査でSTEPの開発には、ISO流とNIIIP流の2つのアプローチがあることが明確になった。米国でも欧州でも企業の経営戦略的な視点で現実のユーザの問題点を解決することを目標としてプロジェクトが計画され実行されている。日本のSTEP推進センタの活動は標準化のためのISO流STEPが中心であったが、欧米ではユ

ーザニーズ主導のN I I I P流STEPへアプローチが変わっている。

日本での開発研究活動で、N I I I P流STEPに焦点をあてているのは、東京大学小山健夫教授指導の造船業界共同開発「S&O財団のGPMEプロジェクト」がある。実務に使えるSTEPを目標とするならば、日本のSTEP推進は、N I I I P流STEPのアプローチを中心とした活動に重点を移すことが必要と考えられる。

N I I I P流STEPを推進すれば、ユーザの受けるメリットとベンダの受け持つ役割が明確にできる。共通の理解の上になつ目標は、次の3項になる。

- ・言語とデータベース管理システムの選択自由なオープンデータベース
- ・異なったアプリケーションプログラム間での情報モデルの共有
- ・標準データモデル利用によるシステム開発業務の効率化

ユーザの視点からみた米国でのN I I I Pプロジェクト第1年度のSTEPに関する成果の焦点は、レンセラー工科大学ハードビック教授が開発した「EXPRESS-V:使う方法だけを知っていればユーザがSTEPモデルを利用できる技術」である。英国のCIMIO社でも同じ考え方の「EXPRESS-M」でユーザとベンダの垂直分業を可能にする技術を開発した。多くのプロジェクトで試用され始めている。

ユーザの抱える共通の問題点を次世代情報技術で解決して、その結果を国際標準として提案していくことが、欧米の先取り型標準に対応する基本常識である。このことは意外なことだが日本のユーザ常識にはない。

3. 3 STEPの問題点と対応策

ユーザ企業のリエンジニアリングを支援するためには、静的なSTEPプロダクトモデルだけでなく、動的なプロセスモデルとシミュレーションモデル等の全てのモデルをオブジェクトモデルとして標準化し、これらを統合化する技術を開発することが必要である。現在ソフトウェア工学の中心課題は、オブジェクトモデルをビルディングブロック方式で組立てることによってシステム開発作業を合理化することである。

米国のSTEP推進の中核体PDESの中長期計画では、21世紀を目標としてSTEPのプラグアンドプレイ化が計画されている。欧州のEMSA(European Marine STEP Association)では、ビルディングブロック方式で、STEPのAPを開発する方法が研究されている。

ボーイング社のジェームス・フルトン博士は、個人提案としてISO会議WG10に「情報システムを厳密に定義されたモデルから自動的に生成するSSPD」を提案している。先取り型標準規格の統合化を前提としたトップダウンアプローチのフルトン博士の提案するSSPDのアーキテクチャと、現場ニーズをベースとしボトムアップアプローチ方法で開発されている日本のGPMEのアーキテクチャは殆ど同じ構成方式であることが今年度の調査の結果明らかになっている。ユーザーニーズ中心の問題解決型のGPME方式のアプローチは、欧米のSTEP関係者からは評価されている。

ユーザの立場からみたSTEPの問題点は、システム開発方法論が十分に検討されたものとなっていないことである。GPME開発の過程で、オブジェクト指向システム分析の事実上の標準となっているランボのOMT法とSTEPで標準とされているIDEF-0を使ってシステムの分析と設計が行われたが、この開発方法論では大規模モデルの設計は困難であって、企業のシステム開発の実務に使うには難しすぎる事が明らかになっている。

3.4 STEP推進センターの課題の抽出（日本の提案）

自由な競争の中で、必要に応じて国際協力を行うことは、極めて重要な日本の命題である。目先の利益ではなく、ユーザの利用しやすいSTEPの開発方法論を提案し開発することは、世界的にも評価され、国際協力がしやすい課題である。

日本の製造業の強みは、ユーザ企業が旧世代の情報技術を使いこなして、合理化を実現してきたことである。旧世代の情報技術の常識が、オブジェクト技術ベースのSTEPの理解を困難にしている。CALSの時代に対応するための情報インフラは、オブジェクト技術の全面採用になる。CALSの目指すものは「知識の共有」である。

小山教授は「知識共有の一番狭い範囲が単なる電子データ交換である。文字や図形を電子的に伝達しても、その情報をもつ意味まで含んで伝達されなければ、電話やファクスの代わりに過ぎず、劇的な業務効率の改善は実現できない。その意味を表すのがオントロジである。情報を電子化しても、伝達した情報が自動的に処理されないと世界は変わらない。」とGPMEの開発コンセプトを明快に説いている。

ユーザとベンダがそれぞれの強さを生かし垂直分業できる

- 1) 知識の共有をベースとしアプリケーションプロトコル開発は目的ではなく結果となる
- 2) 現有システムを使用しながらオブジェクト技術全面採用の次世代情報インフラ

へ容易に移行できる

アーキテクチャとシステム開発の方法論の確立を目標とした調査研究が必要である。

平成8年度の調査普及委員会の重点施策として、「先見性のある実務に使えるSTEP標準の整備」支援を目標とした「STEP（静的プロダクトモデル）とSGML（構造化ドキュメントモデル）とCDIF（動的プロセスモデル）の統合的利用に関する調査研究」を実施したい。

ソフトウェア工学の視点からみると、

- ・STEPはプロダクトモデル仕様記述言語
- ・SGMLは構造化ドキュメントモデル仕様記述言語
- ・CDIFは構造化プロセスモデル仕様記述言語

ということになる。ソフトウェア工学の最近の研究成果を利用すれば、これらを統合化する環境の開発は可能である。

CDIF(CASE Data Interchange Format)は、オブジェクト指向分析、設計とプログラミング等の最近のソフトウェア工学の基本技術をサポートしている。CDIFは既存のCASEツール間で、モデル交換を可能とすることを目標設計である。モデルは、マルチレベル構成で、各レベルのモデルが上位レベルモデルのインスタンスになる方式が採用されている。

CDIFが現在サポートしている技術は、次の3つである。

1)モデル交換基準

- ・エンティティリレーションモデル
- ・データフローモデル
- ・状態遷移モデル

2)メタモデル標準

上位各タイプのモデルの交換を支援するため各タイプのモデルの表現方法標準化した

3)メタメタモデル標準

各タイプのモデルの交換を可能とするためメタモデルの表現方法を標準化した

問題は、CDIFが現在ISO標準STEPが採用している、

- ・EXPRESS
- ・IDEF

をサポートしていない点である。ISO/IEC JTC1/SC7/WG11では、すでにCDIFにEXPRESSとIDEFを統合化するための基本問題の研究を実施している。IEEE委員

会では、数学理論の裏付けをもつCDIFとIDEF統合化の形式言語の設計を完了している。

[参考文献]

Efficient Database Implementation of EXPRESS Information Models

(Dr.Martin Hardwick,David Loffredo, Rensselaer Polytechnic Institute)

Strategy For the Integration of Knowledge-Based Engineering Data

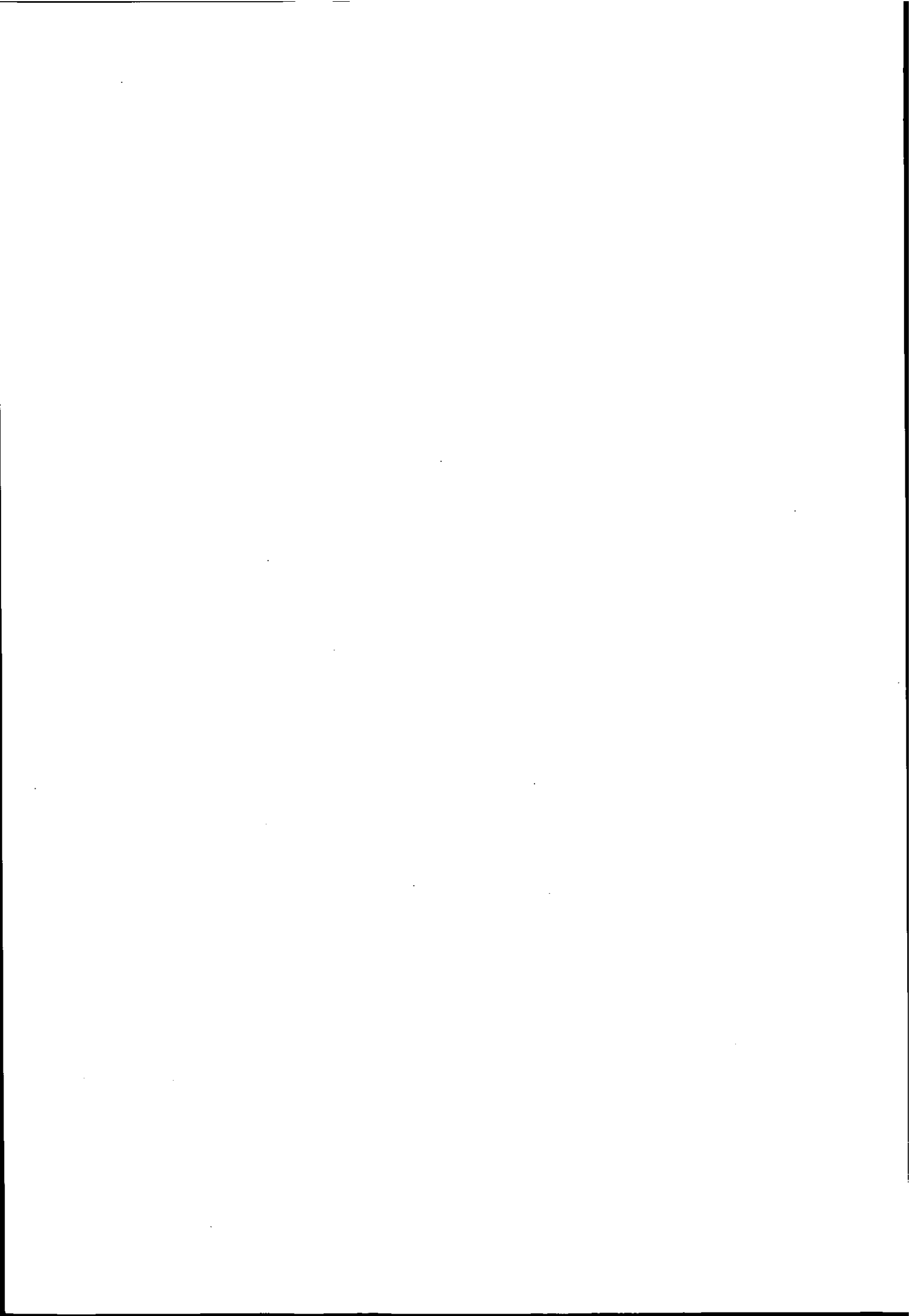
(Dr James A.Fulton, Boeing, SC4/W10 Working draft 1.2 June 19 1995)

Lessons Learned Mapping the AP203 AIM to the AP203 ARM Using EXPRESS-V

(Dr.Martin Hardwick, David Spooner, RPI, EUG'95)

A Survey of Mapping Methods Available within the Product Modeling Arena

(Dr. Thomas Liebich, Robert Armor, Marcel Verhof, EUG'95)



Ⅱ 日本の産業界のSTEPへの期待



II 日本の産業界のSTEPへの期待 総論

1.1 製造業ユーザ

CAD・CAMシステムが実用化されてから久しい。既に多種・多数のシステムが設計製造の現場で利用されており、設計の品質と効率は大幅に向上した。CADの利用拡大に比例してデータ交換が必須となるのは明白である。CADシステム間でのデータ交換はまず図面交換から始まった。専用トランスレータあるいは、IGES、DXFといった標準が急速に実用化された。これに続くものがISOのデータ交換標準規格であるSTEPである。3次元形状データの交換、PDMシステムへの応用、製品ライフサイクルサポートに関してSTEPへの期待は高い。しかし期待はあるもの、多くの企業ではSTEPはまだ実用化の段階には至っていないと考えているのが現状である。IGESの問題を解決し、生産システムの更なる高度化を実現するための必須技術としてSTEPの早期実用化が製造業企業から望まれている。

STEP推進センターの技術政策委員会では、96年2月に業種別CALSプロジェクトのSTEPリーダにお集まり頂き、各業界における設計・製造データ交換の現状とSTEPへの期待に関する情報交換会を開催した。産業は自動車、プラント、建設、造船、航空機、機械である。各産業界におけるSTEPへの期待をまとめてみる。

自動車産業ではSTEPは必須であり、日本におけるSTEP実用化のバイオニアである。自動車では1990年前後に設計がCAD方式に入れ変わり、日産自動車の例ではすでに年3万件ものデータが交換されている。直接の交換相手だけでも150社にもおよぶ。現状では、自社CAD間のデータ交換、日産標準フォーマットによる交換が90%を占め、残りはIGESでわずか10%である。しかしCADとPDMを連携することによる製品開発の期間短縮やサプライヤの設計への参画、生産の一層の海外移転を支える技術としてSTEPに対する期待は大きい。欧米の自動車メーカ、部品メーカ、型メーカと世界同時利用開始を目標に、(社)日本自動車工業会、(社)日本自動車部品工業会を中心に業界をあげてSTEPの規格開発と実用化推進に取り組んでいる。

プラントエンジニアリング産業では、企業をまたがるデータ交換のニーズは現状では殆ど無い。しかし米国のベクテル社、イギリスのSHELLなどではプラントの設計、建設、運転、保全のコスト削減を実現する技術として、プラント向けのSTEPの規格開発と実用化実証が進んでいる。将来プラント建設時の見積り、入札、世界規模での部品調達、プラントの運転・保全業務の電子化を実現する基盤技術としてSTEPが利用されることであろう。この効果ははかりしれない。日欧米の先進企業においてSTEPを中心にプラント・プロダクト・モデルの開発、実証実験の調整の場としてPIEBA SE, (Process Industry Executive for achieving Business Advantage using Standard for data Exchange)が設立されようとしている。日本からもプラントオーナー、エンジ

ニアリング会社の参加が予定されている。プラント CALS 準備会において(財)エンジニアリング振興協会、(社)日本化学工業協会、化学工学会、北九州ヒューマンメディア創造センターなど複数の工業界が連携しプラント分野における設計・調達・建設・運転データのデジタル化およびその共有化の検討が始まっている。

航空機産業ではボーイング 777 機体のデジタル設計の実例に見られるように機体やエンジンの図面はほぼ 100% CAD データで交換されている。また、世界規模での分担設計体制を支えるためにも CAD のデータ交換は必須の現状である。航空機産業では I G E S に代わる 3 次元形状データ交換標準として、また、多数の機体および部品サプライヤーの間での設計変更管理を自動化する技術として STEP が期待されている。部分的ではあるが、1996 年 1 月から機体メーカーであるボーイング社とエンジンメーカーであるロールスロイス社の間でエンジンの 3 次元形状データの交換の実業務に STEP が利用されはじめた。また、1995 年 12 月には、マクダネルダグラス社の C-17 航空機設計の設計変更管理の現場において STEP の利用が開始された。

建設業界においては、(財)建設業振興基金を中心に、設備データの交換を目的に日本業界標準の確立が急がれている。この後継として、Autodesk 社の動向をフォローするとともに、STEP の現状調査と実用実証が計画されている。

造船業界ではシップ・アンド・オーシャン財団を中心に造船 CIM、GPME プロジェクトが実施中である。この中で、製品データのモデル化と交換の標準としては国際標準である STEP を出来るだけ利用する方針がとられている。また(財)日本船舶標準協会、日本造船工業会において STEP の標準開発と実用推進が開始されている。

以上のように業種、企業によって STEP の必要度と取組姿勢はまちまちなが、実用できるのであればすぐにでも利用したいという期待は大きい。しかし残念ながら現状では STEP は簡単には利用できない。標準規格の策定、実用に際してのソフトウェアの開発、実用システム開発用のツールキット群の整備、技術支援センター、運用支援センターなどの環境整備が必要である。重い仕掛けが必要ではあるが、一方ではその効果は大きいため期待が大きいといえるだろう。一企業でこれを実現するには負担が大きすぎる。そのため現在「業界別 CALS」において業界を上げて、あるいは数社の連合により STEP の実用推進が計画されている。これら業界と連携し、産業界全体にわたる STEP 推進のセンター機能として、STEP 推進センターに対する業界からの期待も大きい。

1. 2 情報産業

情報産業の側からも STEP に対しては大きな期待がよせられている。その期待は大きく分けて次の 4 点に集約されるだろう。

まず第 1 点は「CAD システム」を開発する立場からの期待である。言うまでもなく

CADを開発・サポートしているベンダーは、従来のCADデータ交換の標準仕様であるIGESの問題点に悩まされ続けてきた。IGESには曖昧性（仕様の解釈が一意ではない）や多様性（一つのCAD要素の表現の方法に、明示されていない幾通りもの方法がありうる）といった欠陥があり、そのためにベンダーとしては相手のCADシステムがどの様にIGESファイルを作成するかを調査、あるいは相手ベンダーと相談してからでないと思えないものになるIGESプロセッサは開発できないの実情であった。日本自動車工業会ではこの欠陥を是正するためIGESのサブセットである「JAMA-IS」を開発したが、この開発自体がIGESの問題点を如実に物語っている。STEPに対するまず第一の期待は以上のような問題点の一扫である。

第2点はCADを越えた「製造業の技術系システムに対する標準」としての期待である。この一つの例が、最近実用化が進んできた「PDMシステム」とSTEPとの関わり合いである。PDMにおいてはCADデータのみならず、部品表や設計変更依頼書などの製品を表現するデータ全体を幅広く扱うが、この中で特に重要なのが部品表と密接に結びついている「構成データ」である。PDMの導入が進展すると、この構成データも企業間で交換する動きが出てくるはずである。従ってPDMシステムを開発するベンダーにとっては、何らかの標準に準拠して「構成データ」の構造をきめておかないと企業間の異種PDM間のデータ交換ができないことになる。この面で現在、世界の唯一の標準と言えるものはSTEP（具体的にはアプリケーション・プロトコル、AP203）なのである。このプロトコルは、PDMと3次元CADとの間にインターフェースを標準化するときに有用である。さらにPDMにとどまらず、業界ごとの標準プロトコル（自動車、プラント、・等）の制定の進展にともなって新たなパッケージソフトウェアの開発が推進されると考えられる。

3番目は製造業技術部門における「標準化を推進する道具としてのSTEP」に対する期待である。STEPにおいては業務フローの分析方法や業務に必要なデータモデルの分析方法が、その表記方法を含めて決められている（IDEF、EXPRESS-G等）。新たな情報システムの構築にあたってこれらの手法は有効に生かされると考えられる。もちろんISOレベルで検討されている業界ごと・業務ごとのデータモデルも、情報システム構築の参考になることはいままでもない。

最後は「情報共有方法の標準化としてのSTEP」である。この点で情報産業が最も注目しているのがSTEPの中のSDAI（標準データアクセスインターフェース、パート22）である。この規約が実用化されれば、プログラム間でデータを交換するというレベルではなく、異なったベンダーが作った異種のプログラムが同一の製品モデルに同時にアクセス可能というレベルに達することができる。もちろん実用化までには性能の問題などの課題が山積していると考えられるが、今後の検討や実用化実験に期待したい。

以上のようにSTEPは情報産業の観点からも大きな期待が寄せられているが、注意

しなければならないのは、STEPは「プロダクトモデルの標準形式を決めるもの」であることである。STEPを使うことによって「いままで出来なかったデータ交換がすべてできる」といった過度の期待を抱いてはならない。例えば3次元ソリッドモデルのデータ交換は、現状ではSTEPしか有効な標準がないために期待が大きい。しかし自由曲面を含むソリッドモデルのデータ交換は問題があるとの報告もなされている。つまり自由曲面を数学的に厳密に定義することはできるが、自由曲面と自由曲面の交わった線を数学的に厳密に定義することはできない。そのためCADシステムの開発にあたってはそこをいかに近似するか、また近似を前提とした上でいかにソリッドモデルの編集を問題なく行いうるかが技術的なキーポイントである。このような細部ではCADごとに手法が異なるため、たとえデータを受け渡すことが出来てもその後の編集に支障をきたす可能性があることは容易に想像できる。さらに、最近実用化が進展してきたパラメトリック設計（いわゆるフィーチャを扱う機能）に対応した標準化や、トレランスを3次元モデルに組み込む標準化もまだSTEPではなされていない。こういった仕様がないため「STEPは使えない」といった意見もでてくる。

しかし以上のような点は、CAD技術・モデリング技術そのものが発展途上である分野か、今後技術開発をすべき分野なのである。このような領域についてSTEPに解決を求めても無理であろう。STEPに期待をすると同時に、過度の期待をいましめ、適用できる分野と適用できる業務をみきわめつつ、段階的に普及を推進していくのが正しい態度である。その為にいま一番必要なのは、部分的でもよいから実業務に適用して問題点を洗い出していくことであり、この面で製造業ユーザと情報産業との密な連携が望まれる。

以上

1. 製造業ユーザ

1. 1 電機業界 - A

1 はじめに

STEP (Standard for Exchange of Product Model Data) は国際標準化機構 ISO/TC184/SC4で開発中の国際標準である。

STEPの標準化作業は1984年に開始され、今年で12年目である。欧米では早くからSTEPの重要性が認識され、ISOとは別の推進組織も作り活動しているが、国内では、最近のCAL Sの重要性の認識と期を同じくしてSTEPの重要性も徐々に浸透してきたように見える。

以下に情報産業の一員として、STEPに対する期待について私見をまじえて述べる。

2 STEPに対する認識

STEPは単なる製図データの交換標準ではない。業務プロセスとリンクした情報共有のための標準と理解している。

業務プロセスとリンクした情報共有とは、共有情報が業務、即ちエンドユーザーコンピューティングの入力情報として活用できること、並びに、エンドユーザーコンピューティングの出力情報を共有情報とし、他の業務がこれを入力情報として活用できることを言う。これをマシンリーダブルな情報表現と呼ぶ。

これを実現するためには、まず、製品の全ライフサイクルに渡る技術情報とはどのようなものなのか、から始めなければならない。この情報は業務プロセスの進行につれて作り出され、検証されていくものであり、業務プロセスにリンクしている。業務プロセスが違うと、各業務プロセス間で交換、共用すべき情報は微妙に異なる。このため、コンカレントエンジニアリング等の業務プロセスの改善についても検討し、共用すべき情報を拾い出しておく必要がある。これが、コンカレントエンジニアリングやビジネスプロセスリエンジニアリング (BPR) とSTEPとが結びついている所以であろう。

次に、拾い出された情報をコンピュータ処理可能な形式で体系的に表現すること、特に、体系的表現が重要である。情報が体系化されてこそ、その情報の活用が可能となる。従来、図面と呼ばれる体系化された表現形式でやり取りされていることを思えば当然のことであろう。その他、紙ベースの情報交換には様式化された (体系化された) 文書や帳票が使われているのも同様である。これが、必要な情報が相手が活用可能な形式 (マシンリーダブル) できちんと伝わる必要条件である。

コンピュータ処理可能な形式で情報を体系的に表現することを情報モデル化と言う。STEPでは情報モデルを記述するためのEXPRESSと呼ばれる言語が用意されている。これにより、STEP規格文書は曖昧性のある自然言語でなく、EXPRESSで記述されている。このことは、標準の実装に関して、一般的には自然言語で書かれている規格を正しく理解し、それを計算機言語にコーディングする必要があるが、STEPの場合は機械的にコンピュータに実装できる。即ち、標準化は大変だが、実装は容易、これがSTEPの特長の1つである。

また、情報モデルにそったデータ (情報モデルデータ) を各業務プロセスで共有する情報モデルベースのシステムは、BPRやコンカレントエンジニアリングを実現する

と共に、ネットワークでの共有化はバーチャル化（共同作業者が一ヶ所に集まる必要がない）を実現する。このときの共同作業者は社内にとどまらない。ユーザーやジョイント企業も含めた共同作業も可能。これがCAL Sの目標である仮想企業体としてのコンカレントエンジニアリングの基盤となる。

更に、STEPはシステムに独立な形式で情報の交換、共有、蓄積の実現を目指している。これは、アプリケーションをコンピュータのプラットフォーム非依存の形式で（OS等の違いを意識せず）記述することができるように、情報モデルデータをアクセスするインタフェース（アプリケーション側からのAPI）を規定している。これをSDAI（標準データアクセスインタフェース）と呼ぶ。又、情報モデルデータを通信や蓄積を行うに必要なシーケンシャルファイル形式（構文規則）も定めている。これにより、ユーザーにとって貴重な知的資産となる設計データを公的標準で担保することができ、システムが変わったら過去のCADデータが使えなくなるのではないかとの不安の解消に役立つ。

3 STEP推進への期待

STEPの重要性を論ずるとき、一般的に言われているのはCAL Sで言われていると同様に産業競争力の強化である。CAL Sはこのためのコンセプトであり、実現に向けての活動である。STEPはCAL Sコンセプト実現のための基盤技術である。94年11月に通産省の産業構造審議会、情報産業部会の産業情報化小委員会において、高度産業情報化プログラムの原案を発表した。この中で国内において、局所最適化のための情報化は進んでいるが、「情報の孤島」「紙の洪水」「多端末現象」「変換地獄」等の問題点を指摘している。

これを解消していくためには、情報の処理（業務処理）の電子化を行い、ネットワーク化するという考え方から、共有情報を中核として、業務に密着した情報処理（エンドユーザーコンピューティング）を行うと言う発想の転換が必要である。現状の情報の処理を主体とした局所最適化のシステムでは個々のアプリケーションパッケージ等がそれぞれ、不統一なデータ構造を作り出すため、アプリケーション間は一旦紙に落として他に連絡せざるを得ないと言う、情報の孤島、紙の洪水現象を引き起こしている。無理にネットワークで電子的に交換しようとする変換地獄に陥る。

今、インターネットの普及によるサイバースペース（電脳空間）革命と呼ばれる情報革命が進んでいると言われている。

現在、誰もがホームページを使って、サイバースペースに情報を発信でき、誰もがそれを見ることができる。又、サイバースペースに小規模のショッピングモールを開いてのホームショッピングの実験も進んでいる。これらを第一段階と呼べば、取り扱う情報は刻々と変化しない静的な情報であり、規模もまだまだ小さい。

次に、サイバースペースへの巨大な情報発信として、電子図書館の研究が進んでいる。又、ショッピングモールも大規模化していく。これを第二段階と呼べば、静止情報であるが、規模が大きいため、検索を容易にするため、情報と情報との関係づけが必要となる。

次に、サイバースペースの情報が刻々変化し、これを見て迅速な対応を取ると言うアプリケーションがある。例えば、災害時の緊急危機管理システム。このような動的な情報を扱うシステムでは、情報相互の関係づけだけでなく、個々の情報の属性が重要となる。例えば個人の安否に関しては、通報レベルの情報か、当局によって確認され

た情報なのか、いつ時点の情報なのか等。また、個人と住居の関係、その住居の破壊状況、個人の避難先、避難所の救援物資の状況、そこに向かう道路の状況等、情報間の関係づけと属性があつて、知りたい情報を迅速につかみ、効果的な対策をとることができる。このような意志決定支援システムは事業活動でも存在する。これを第三段階と呼べば、情報と情報間の関係付けと情報の属性表現が必要となる。

しかし、以上の段階でもサイバースペースの情報を表示して見る事が中心である。STEPが目指しているのは、以上の情報と情報の関係づけ、情報の属性表現だけでなく、サイバースペースの共有情報を業務処理のエンドユーザーコンピューティングの入力情報とするマシンリーダブルな表現である。これを第四段階と呼べば、動的な情報を属性、関係づけを含むマシンリーダブルな形でのモデル化が必要である。

しかし、この第四段階のシステムでSTEPがカバーする範囲はまだ狭い。プロダクトと管理情報、マーケット情報、物流情報、等との関係づけ、マニュアル等のドキュメントとの関係づけ等が事業活動では必要である。今、これを検討しているのが日本版CALSである。

STEPの重要性はCALSの中核技術としての先進性である。

今後、情報産業にとって重要な技術は、サイバースペース、オブジェクト指向、情報モデル化技術であり、CALS、STEPはこれを目指している。

情報産業としてはSTEPの先進性を学び、STEPが持つCAD/CAM分野という狭い分野をより広い分野に拡大して、産業情報化の基盤づくりを目指していくことが重要であろう。

4 おわりに

STEPは今後の産業分野の基盤技術であると言われている。この基盤技術は標準化プロセスに参加してこそ得られるものであり、標準は出来てから利用すればよいと言う考え方はことSTEPに関するかぎり通用しない。STEP規格の初版は購入すれば誰でも手に入るが、初版だけで英文で2000ページを越えている。しかも大部分はEXPRESS言語で記述されている。この規格文書の裏に膨大なノウハウがかくされており、このノウハウは標準化プロセス参加者がシェアしている。

ユーザーがSTEPを適用したペーパーレスシステムを構築しようとしたとき、ビジネスプロセスをどう改善するのか、どのAPを選択するのか、から始め、不足情報(社内用)の情報モデル化が必要になるかも知れない。そして、情報モデルをベースとしたオブジェクト指向型の業務ソフトが必要となる。情報モデルの構築はユーザーの問題であるが、システムベンダーもこのようなことに対応しなければならず、このためにはSTEP規格の裏にあるノウハウを必要とする。

更に、このノウハウはCAD/CAM分野に限らず、幅広い分野でBPR推進、情報の孤島や紙の洪水現象解決のための情報モデルベースの次世代システム構築の基盤ともなる。

情報モデル化技術の担い手の数が国内の産業競争力を左右する。幸い、95年度より、通産省のCALSに関するプロジェクトもスタートした。これを契機に情報モデル化技術の重要性の認識も広がってきたが、行動を起す人はまだ少ない。

米国のソフト待ち、という考え方では日本の情報産業の明日はない。CAD/CAMという特殊な分野の人に任せるとの考え方も間違ひである。

多くの人が幅広く情報モデル化への行動を開始することを期待する。

電機業界 - B

1. はじめに

情報産業の中に位置して、10数年に渡りソフトウェア製品としてのCADシステムを開発し、販売・サポートなどを通じてユーザに製品を提供してきたNECのベンダの立場から、STEPに対する期待を述べていく。

2. ベンダのSTEPへの認識

2.1 STEP自体への期待

現在では、全世界的に企業活動が行われるようになっており、これらは製造業でも全く変わらない状況になってきている。たとえば、部品の調達などにおいても世界で一番安価なところから買ってくる事とか、製品の設計は日本で行い、生産は人件費の安価な国に分散しているといったことも普通に行われる様になってきている。

このような企業活動が行われる場の環境の変化が発生している中において、情報の電子化の推進とそれに伴う電子化された情報の共有化、異なる製品（例えばCADや文書作成ツール）によって作られたデータの交換についての重要性は以前に比較しても更に増してきているのは確かであろう。

製品情報の交換という意味では、従来からの2次元CAD、3次元CADの形状データ交換のフォーマットであるIGESの存在を指摘できるが、上記の目的として使う為には製品全体の情報が含まれておらず、ある種の限界があることがはっきりしてきている。その限界を認識した上で登場してきたのがSTEPであると言えるが、現在まだいくつかの問題が残っている。

例えば

- ・STEP全体の仕様が最終的に非常に膨大になるであろうこと
 - ・多くのAPがまだ作成中であり、かつ今後も長期に渡り継続的に規格の開発が続いていくこと
 - ・STEPを実現するためにはかなりの計算能力が要求されること。すなわちハードウェア側の能力の制約が存在していたこと。
 - ・STEPを実現するためには、多くの新規の情報技術を取り入れる必要があること
 - ・逆説的であるが、実用的にはIGESでもかなりのことができるのでSTEPまで必要な領域が現時点では少ないこと
 - ・STEP自体のビジネスとしての市場が日本ではまだ本格的に立ち上がっておらず、現在の日本における企業の業績その他の要因から、そこへの投資が限定的な、かつ先行投資のレベルにとどまっていること
- などを上げることができる。

いくつかの上記のような状況へ中においてSTEPに対するベンダとしての取り組みが遅れたのは否定できない。

しかし、現時点における一部海外でのSTEPを用いた航空機業界や自動車業界における実験を通じての結果によるSTEPシステム自体の有効性は疑いもなく、将来的にはSTEPを用いた技術が企業における設計および製造部門を中心とした技術分野を統括的にサポートする時代がくるのは確実である。ある意味で、STEPは今後の技術分野における非常に大きな情報のインフラになり、そこに多くのかつ大きな情報産業におけるビジネスが発生しうると考える。そこにSTEPに対するベンダ側からの期待が集中してくる。

営利企業であるからには、最終的に利益を上げることが活動の目的であるという行動原理は否定できないところであり、STEPが将来のメシの種として有望であることは確かであろう。

2. 2 STEPに対するベンダの役割

STEPが実用化された際におけるベンダとしての役割は以下が考えられる。

- ・CADやPDMといったベンダの商品の中でのデータ交換のための基本的な備えるべき機能としてのSTEP対応の実現、ユーザへの提供。それによる製品提供側の責任の遂行
 - ・個別ユーザあるいはより大きな括りとしての業界団体向けの業務システム構築における、システム構築技術を持っているSierとしてのSTEPシステムの実現または、STEPシステムの提供。この提供形態の中には、外部のSTEP関連ツールの調達と利用という形態も当然含まれる。
 - ・上記のSTEPの実際の場合への適用を通じた上での各種のAP規格の検証と提案を行うということによる、STEP規格開発への貢献
- すなわち、製品提供のための活動が中心になろう。

2. 3 STEPシステムに関連することから得られるものに対する期待

現状ではSTEP自体がビジネスになっているとは言えないのもまた事実である。このような場において、ベンダがSTEPに関連することで期待するメリットとしては、STEPで使われる最新のIT技術を吸収していくことが上げられる。

STEPで使われる要素技術としては

- ・オブジェクト指向技術
OOT、OODB、CORBA・・・
- ・システム（プロセス）分析・構築の方法論
AAM、ARM、AIM
EXPRESS、IDEF

などが即座にあげることができる。

これらの技術は単に勉強すれば獲得できるものではなく、実際の製品への適用・実装を通じて得られるものである。これらを実践していく場としてのSTEP開発の場が与えられることがあり得るのではないかという部分もSTEPに対する（STEPセンターに対するという方がより正確であろう）期待である。これらをベンダとして習得し、STEP（製品および利用技術の両者）をユーザに対して実用に供することが可能な域にまで早期にも持ち上げることがベンダの活動として重要であろう。

これにより、STEPおよびその回りに明確な市場が形成され、ビジネスとして十分な規模として見えてきて、更にSTEPに対する発展へと結びつくという好循環へと持ち込めるからである。こうなれば、ベンダとしても更に積極的に動くこと可能な環境が整う事になる。

3. 終わりに

最後にSTEPに対する期待を簡単にまとめれば以下である。

- ・日本企業の設計から生産までの企業活動全般に渡って、その本来の目的とする企業間での情報の共有化、データ交換を正確に行えるようになり、本来重複していた作業の重複の排除による時間と労力の節約によって得られる初期の目的とする効果を上げるような所まで育成される。
- ・それにより関連するSTEP関連のビジネスが立ち上がり、市場が形成されそこでベンダとしてのビジネスチャンスを得られること。
- ・STEPに関連する新しい情報技術を内部に蓄積されうること。

このように、STEPのユーザおよび、STEPを含むシステムを提供する側のベンダの両者にとって、好ましい状況が生じるようになるようなSTEPの発展を期待したい。

以上

電機業界 - C

まず、以下に述べることは、筆者の所属する業界や業務の立場を代表するものではなく、多分に筆者の個人的主観に基づいた意見であることをお断りしておきます。

図面というものは二つの顔を持っている。
 その一つは、物作りをするために必要な情報の集合としての顔。
 もう一つは、管理上必要な情報の集合としての顔。
 そしてこの二つの顔は次のような役割を分担している。

【表 1：図面の持つ役割】

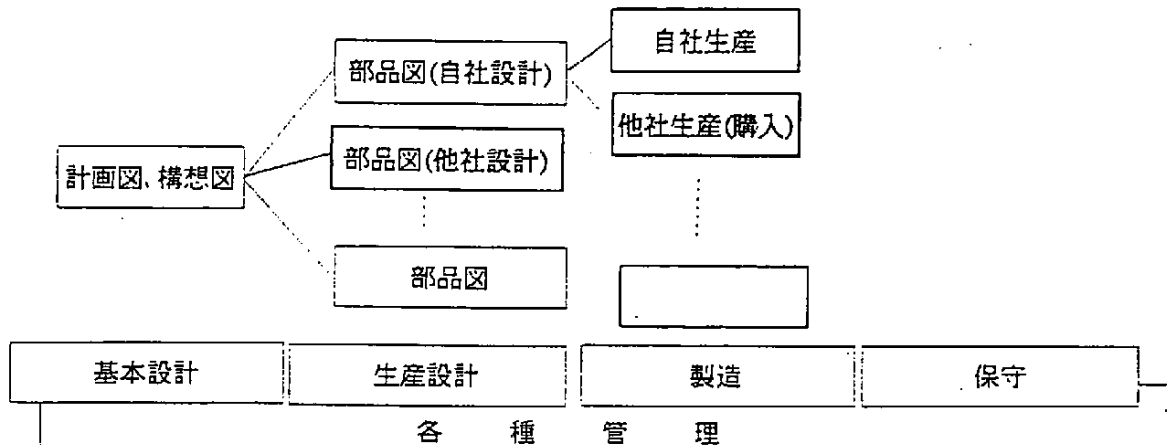
区分	使用目的	最重要項目	補足
物作り	(1)設計者間の意志伝達 (2)製造装置に渡す数値データ	数値 属性	一般の人には形状は見えなくてもよい。 (真に設計、製造に係る人だけが見ればよい)
管理	(1)顧客、官庁等への提出資料 (2)ライフサイクルに渡る保守用資料	形状 管理情報	設計者以外の人(部品調達者、顧客、保守)に、製品の形を理解してもらうための手段として形状が必要。

図面の持つ二つの役割に従って、コンバータも二つの役割を担わされている。

【表 2：コンバータの持つ役割あるいはコンバータへの期待】

区分	コンバータの役割あるいはコンバータへの期待
物作り	図面の持つすべての情報に関して厳密なデータ交換が必要。
管理	必ずしも厳密なデータ交換は不要。(形状(厳密でなくてよい)レベルのデータ交換で可)

一方、製造業におけるコンバータの位置付けは図 1 のようになる。



小 ← 担当部署の広がり → 大
 小 ← コンバータの必要性 → 大
 大 ← 交換の厳密性・内容の多様化 → 小

【図 1：生産工程とコンバータの位置づけ】

STEPの役割には、(1)公共的(標準的)なコンバータと(2)理想的なコンバータの二つの役割を期待したい、(1)公共的(標準的)なコンバータとしてのSTEPへの期待。

STEPを公共的(標準的)コンバータとして見たときには、変換機能に大きな期待を寄せるべきでない、世の中に何百というCADシステムが有り、各社がそれぞれの都合で自分にあったCADシステムを使用している一方で、最近の「バーチャル・カンパニー」と言う言葉に代表されるように企業間の取引きが、合従連衡的に変化する時代において、CADデータ交換の必要性は論を待たない。

しかしながら、表2に示す「物作り」の点から見て満足できるコンバータを作ることは大変難しい、実際、二つのCADシステム間のダイレクトコンバータにおいてさえ、100%の交換を実現しているコンバータは世の中に存在していない、まして、三種類以上のCADシステムにおいて100%の交換を達成することは現状では不可能である。

加えてSTEPコンバータの場合には標準化の面から、

(a)複数のCADユーザならびにベンダ間で仕様の合意に達するまでには長い時間が必要である、

(b)長い時間をかけた結果、合意された内容は最新の技術に対応できない、

という課題(宿命)を抱えている、

CADユーザとしては図面データの交換は現実の課題であり、長い時間をかけて解決する課題ではない、

これまでCADはソフトウェアの面からも、ハードウェアの面からも高価であった、今後も高機能・高性能なCADは高価であるかもしれない、だが、必ず価格は低下してくる、

図1に示すように、生産設計の段階においては複数の企業が業務を分担することが多く、各種のCADが使われデータ交換の必要性も高いが、この段階で使われるCADは汎用的なCADが多く低価格化が一段と進み、厳密なデータ交換を必要とする場合にはコンバータを使うよりは同一のCADシステムを使うことの方がが多くなる、少なくとも、経済的な理由により同一CADシステムを使う代わりにコンバータでデータ交換するケースは減少してくる、

しかしながら、生産設計段階の図面あるいは保守用の図面には、顧客への提出用の図面として、あるいは官庁への申請・届出用の図面として使われるものも多く、今後電子データ化が進むなかで、特定のCADシステムに偏らない中立的なデータ形式(厳密な記述よりも普遍的な記述を重視したもの)が求められる、STEPはこのような用途のデータを作るためのコンバータとして使うことが期待できる、

2)理想的なコンバータとしてのSTEPへの期待

CADの低価格化が進み、複数のCADシステムを使い分ける企業が増加するとしても、コンバータに対するニーズは根強く残り、ますます高機能なコンバータを要求される、

図1において、基本設計に使われるCADシステムは高価なものが多く、基本設計から生産設計の段階までを同一のCADシステムで統一することは経済的負担が大きい、開発の初期段階において、基本設計と生産設計をコンカレントに進行させ、かつ、設計変更に対応していくためには、図面に書き込まれた設計者の意志を100%伝達できる交換機能の優れたコンバータが要求されるが、このようなニーズに合致したコンバータはまだ存在していない、

STEPへの期待の第二の点は、このような理想的なコンバータの実現性への追求(検証)にある、

以上をまとめると、理想的なコンバータを追求しつつ、途中段階での成果を公共的(標準的)なコンバータとして製品化する二つの役割をSTEPに対して期待したい、

1. 2 家電業界

■ 1. 電機業界を取り巻く背景

電機産業における弱電分野は、市場の動向、消費者のニーズ、技術トレンドを先読みし、商品をタイムリーかつ他社に対して戦略的に消費者に対して提供していく必要がある。市場でのお客様は不特定多数であり、先にも述べた様に時代を読んだ消費者ニーズというものを常に把握しておく必要がある。いわゆる見込み型の大量生産という形態である。

電機弱電分野に於いては昨今、市場の成熟化が急速に進んでくるとともに、業界全体として技術的なトレンドがアナログからデジタルへ急速にシフトしている時期であると考えられる。新しい技術が利用された新規市場を開拓していく可能性を多く秘めているとともに、新興工業国から生み出される既存分野での低価格商品に対する差別化を図っていける機会でもある。

技術的成熟分野に於いては従来型技術の効率的流用による新市場の開拓、生産性、設計効率の向上によるコストダウン、品質の向上が必要不可欠になって来ている。新しいアイデアによる従来の既成概念にとらわれない柔軟さと設計の機敏さがこの分野に於いてはさらに重要になってくる。

新技術を利用した商品カテゴリーに関しては、企業間での技術提携が盛んに行われるようになって来ている。特に、マルチメディアと定義される応用分野においては、デジタル技術をベースにしネットワーク利用を前提としたまったく新しいコンテンツ主導型のビジネスもインターネットを中心に出現してきている。

その様な背景をもとに商品戦略の形態も大きく変わりつつある。全ての技術を自己開発していくという形態から、企業のコアコンピタンスに、より力を投入し、それを戦略的に利用し不得意分野は切り捨て、足りない部分はアライアンスを他企業と組み、新規事業へ参入していくというスタイルである。

このような設計スタイルが確立してくる背景の一つとして情報技術及びネットワーク技術の進歩があげられる。ここ1~2年におけるインターネットの普及及びそれにまつわる技術、ビジネスには目を見張るものがある。情報の入手という点に関しては、インターネット上で幅広く企業から情報が公開され、企業間でのビジネスチャンスが大きく広がってきているのではないか。

さらに、アメリカでは情報スーパーハイウェイ構想が打ち立てられそれに基づく開発・研究活動が盛んである。電子的な技術交換と電子商取引によりマルチメディア企業体を形成していくための電子技術データ交換の仕組、企業改革プロセス全体を概念的にさし示しているCALSも世界中で注目を集めるようになってきている。

このように、インターネットの普及、CALSによる電子技術交換により各企業がBPRを行った結果として、技術分野ではコンカレント・エンジニアリングが確立し、業務分野では電子商取引が確立する。この2つの融合により仮想企業が形成することとなるであろう。そして、仮想企業社会に於いて重要となる1つのファクターが技術データの交換である。

海外への開発、設計の移転、それに伴う海外部品メーカーからの部品調達、海外企業との技術提携など言語、文化を超えた設計技術情報の交換が重要視されてきている。商品を作るための情報が1つの世界共通国際言語の様にふるまうことが可能であれば、企業提携による共同開発も非常に効率的に行うことが可能となるであろう。

以下に、電機業界における背景をまとめた。

●電機業界を取り巻く背景)

1. 経済動向、景気

- ・バブルの崩壊→不景気
- ・市場の成熟

2. 円高、価格破壊

3. 技術の変化、新技術の普及

- ・商品形態の変化 (パッケージ→コンテンツ、アナログ→デジタル)
- ・新技術の普及 (コンピュータ、ネットワーク、マルチメディア)

4. 消費者ニーズの変化

- ・価値観の多様化 (情報化社会に於ける)

■2. 電機業界のSTEPへの期待)

今後、商品開発、設計に於いて、ネットワーク分散環境下におけるオープン化された状況での技術情報の電子的な交換及び共有が重要になって来る。すでに設計の効率化、商品品質の向上に対する改善活動は限界に達し、今後、何らかのブレイク・スルーが必要となってくる。企業内外を含めた設計の協調動作的ふるまいにより上記のビジネスニーズを満たし生産活動を改革していけるのであれば、その中核になるデータあるいは、協調的に連携を持ったデータが重要となるであろう。そのデータは、ツールに依存しないものである必要があり理想的には商品を市場に送り出すために必要な技術情報を効率的に網羅している必要がある。

STEPの目指す所は、Product Data Modelの表現、交換、共有であり、ビジネスニーズからくる設計支援環境改革をしていく為の1つのキーになりうる。STEPを規定するアーキテクチャーがProduct Data Modelを表現するための矛盾のない要件を満たし、各分野別の利用者がProduct Data Modelに関してデータの冗長性なく、かつツールに依存することがないような形で協調動作的に扱えるのであれば、STEPに対するニーズはさらに、産業会を取り巻く背景ともからんで、高まっていくのではないか。

本章では、STEPに期待する内容をビジネスニーズの視点で箇条書にし、以下の様な項目に従ってまとめた。

1. 経営的な視点)
2. 情報システムの視点)
3. 設計の形態
4. 設計支援環境の改革を行っていく上でのSTEPへの要件

1. 経営的な視点)

- ・商品の差別化
 - ・企画力 →市場ニーズの把握、情報収集、独創性
 - ・技術力 →設計情報の集約、有効利用、最適化設計
 - ・価格 →最適化設計、海外設計
 - ・デザイン →独創性（自由曲面設計）
 - ・Time To Market →同時並行設計（コンカレント設計）
- ・新市場の開拓、創造
 - ・企業経営、開発戦略
- ・市場ニーズ、技術動向に伴った企業体質の改善
 - ・財務体質、商品開発体制、販売体制、企業の若さ、活発さ
- ・商品開発、設計、製造の海外展開
- ・企業のコアコンピタンスの強化
- ・企業提携→仮想企業
- ・新規事業への参入
- ・ビジネスに結び付く新技術の育成、開発

2. 情報システムの視点)

- ・ダウンサイジング
 - ・分散環境への移行（Network Computing & Downcosting）
- ・設計データの
 - ・スムーズなデータ流通
 - ・矛盾の無いデータ交換
- ・グローバルな
 - ・設計システムの構築
 - ・グローバルデータベースの構築
 - ・論理的仮想総合データベースへのダイナミックな共有
- ・分散環境下に於ける
 - ・協調動作設計（コンカレント・エンジニアリング）
 - ・設計ツールの個別最適化
 - ・サーバ、クライアント環境の整備
- ・集中と分散の最適化
 - ・設計ツール
 - ・設計データ

3. 設計の形態)

- ・商品の複雑多様化に伴うCAE Toolの有効利用
 - ・2次元設計から3次元設計への段階的移行
 - ・2次元設計と3次元設計の協調動作関係（3Dモデルと2次元図面の連双）

- ・最適化設計の促進（3次元設計、解析、CAM）
- ・エンドユーザーコンピューティングによるCADの個別最適化
 - ・多様なデータのマネジメント及び連携
- ・ネットワークによる同時並行設計
 - ・情報の有効利用、共有をベースにした設計業務の同時並行作業
 - ・インタラクティブなコミュニケーションによる協調動作設計
- ・最新ITテクノロジーによる設計プロセスの改革
 - ・PDM、分散DB、ミドルウェアなどによる設計プロセスの改革
- ・ツールオリエンテッドからデータオリエンテッドへ
 - ・ツール依存しないデータのアーカイブ
 - ・知的財産としての設計データの継承
 - ・グローバルに利用可能なプロダクトデータモデル（設計データ）

4. 設計支援環境の改革を行っていく上でのSTEPへの要件

- 1) 設計フローにおけるデータの垂直的な統合を可能とする
 - ・設計の上流から下流へのシームレスな電子データの流れ
- 2) 設計フローの各デザインステージにおけるデータの水平的統合
 - ・設計関連部門とのデータの共有
- 3) Product Data Model を中核にした協調動作型設計の実現
 - ・ダイナミックなデータ共有
 - ・PDMと連携したグローバルなデータベース構築及び管理
- 4) 企業の知的財産継承という意味でのアーカイブ・データ
- 5) 企業毎に個別最適化されたAP開発を可能とする容易な拡張性
- 6) 産業別に特化した形のAP構築を容易にする基本APのライブラリー化
- 7) Product Data Model のスコープ自由に可変可能なAP相互の運用性の確保

1. 3 重工業界

一般的に重工業界では、船、各種プラント、鉄骨構造物などの一品受注製品から車両、航空機、エンジン、機械部品など中量受注製品まで幅広い製品を設計生産しており一括して論ずることは難しい。ここでは、主に一品受注製品を対象にビジネスニーズとSTEPへの期待について記述する。

1) ビジネスニーズとSTEP

昨今の円高により日本の製造業は、非常に厳しい試練に立たされている。特に重工業界国際競争力の維持のため生産性向上が重要な課題になっている。このために種々の施策が講じられており、以下に具体的に述べる。

① ホワイトの生産性向上

重工業界では、ホワイトの生産性の向上などを目的として設計などの業務のCAD化を推進してきている。また、より一層の設計費用削減などのために海外設計会社の活用など設計の外部化も進められている。これに伴い部門間や社外とのCADデータ交換のニーズが高まっている。

② 機器調達コスト削減

重工業界では、各種機器などを購入し、組立を行うという特徴があり、最近では、調達コスト削減のため海外などから購入するケースが増加している。このような機器の3次元データや図面データを電子データで入手することにより、整合性の確認や干渉チェックができ設計の効率化も図れる。また、これに関して、海外では、様々なCADを利用しているケースが多く、異機種CAD間のデータ交換の機会も増大している。

③ フレキシブルな生産体制

重工業界では、生産コスト削減のため従来の下請け企業だけでなく、海外も含めたフレキシブルな生産体制を構築することを目指している。この生産をより効率よく行うためにCADによる電子データを直接下請け企業へ送り、NCなどの生産情報として活用することが増えてきている。

2) STEPへの期待

ここでは、前述のような状況にある重工業界におけるSTEPへの期待をデータ交換のレベルに分けて具体的に記述する。また、図Xに業種APレベルでのSTEPによる情報交換のイメージと効果について示す。

① 共通APレベルの情報交換

ビジネスニーズで述べたように重工業界では、CADデータ交換に対するニーズが高まってきている。これに対応するためにこれまでは、IGESなどを利用するケースが多かったが、IGESには交換規約が厳密でないためデータ交換に手間と手戻りを生じ

ていた。このような I G E S レベルのデータ交換を S T E P で既に制定されている A P 2 0 1 や 2 0 3 を利用することで手間のかからないデータ交換の実現が期待される。重工業界では、多くのメーカーや加工業者と情報の交換を行うことが多く、従来は図面で行っていたものを現在の S T E P で形状や Configuration の情報を交換することだけでもかなりの効果が期待できる。

② 業種 A P レベルの情報交換

情報交換をより高度にするには、業種 A P レベルでの S T E P データ交換の実現が求められる。例えば、造船の場合、船主や船級協会に各種図面の承認を得る必要があるが、これを電子データで行うには A P 2 0 3 レベルでは機能不足であり、造船 A P (A P 2 1 8 Ship Molded Forms など) を使うことが必要となる。重工業界では、このほかにもプラント関係 A P、建築関係 A P、N C に関する業種 A P などの利用が必要であり、これら A P の早期制定と実用化が期待される。さらに重工業界では、異なった製品(プラントと鉄構など)をプロダクトミックスで製造しており 各 A P 間で Interoperability がとれることも必要である。

③ プロダクトデータの情報共有

S T E P の効果を更に加速するにはプロダクトデータを共有することが求められる。これは、S T E P P A R T 2 2 に考えられている S D A I を使ってプロダクトデータの共有を図るようなことを意味する。重工業界では、プラントなどのように複数の企業で設計生産を分担するケースが多く、このプロダクトの情報を企業間で共有することにより大幅な効率化を実現できる。実際に B 7 7 7 プロジェクトでは、C A T I A という同一 C A D であるが、米国ボーイング社と日本の航空機メーカー間の情報をリアルタイムで共有することにより、設計効率、品質面で大きな効果を得ている。S T E P の考え方を利用することによりこのようなデータ共有を異なる C A D 間でも実現できるようになることになり、C A L S の目指すバーチャルエンタプライズの実現が期待される。

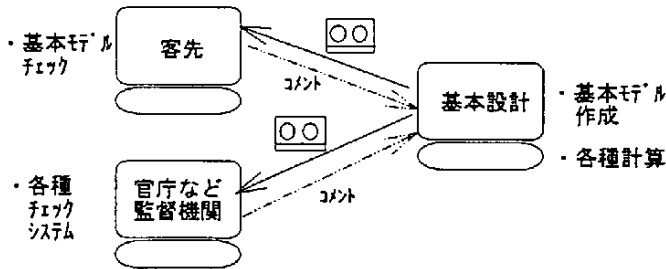
④ 知識レベルでの情報交換・共有

現状の S T E P は、プロダクトの静的データを表現していると考えられるが、共同設計など複数の設計者が動的にプロダクトのモデルを扱うにはモデルの定義意図など知識レベルの情報交換・共有を行うことが必要と考えられる。これは、例えば、A P 2 0 2 の Generative draughting レベルようなことを実現することを意味する。現在、S T E P では知識レベルでの情報交換・共有については今後の課題になっているが、早期にこのレベルの検討を進めることが期待される。

STEPを利用した業務プロセス

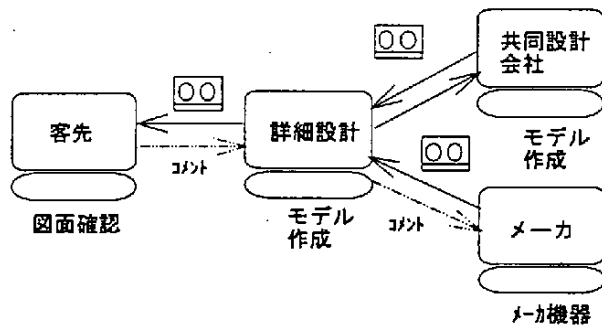
効果

基本設計



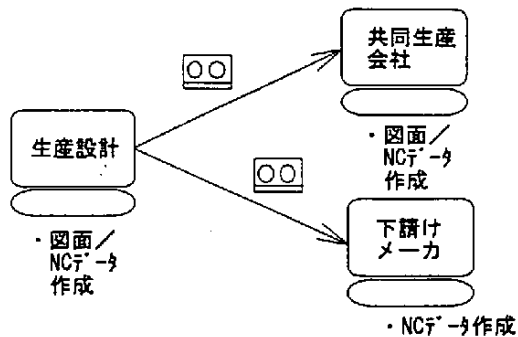
- ① 図面承認作業の効率化
 - ・現在は、紙の図面で行っている図面の承認をSTEPを利用して行うことにより承認作業のスピードアップが図れる。
- ② チェック作業の高度化
 - ・現在は、図面及び計算書で行っているチェックをSTEPを利用してモデルを送ることによりチェック内容の高度化が図れる。

詳細設計



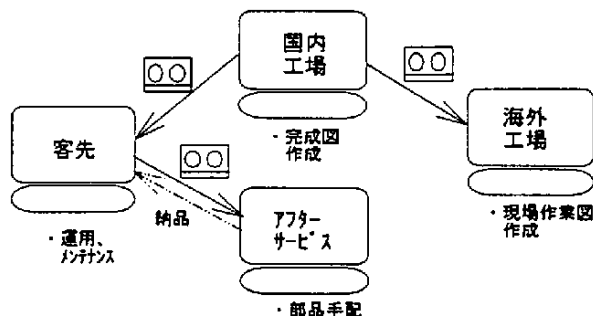
- ① 図面確認作業の高度化
 - ・現在は、図面ベースで客先の確認を行っている。これをSTEPファイルを送り、モデルによる詳細な確認作業を行うことにより設計変更を減少できる。
- ② 共同設計の柔軟性、効率の向上
 - ・現在では、共同設計を行う場合、CAD情報を交換することは少ない。今後は、STEPを利用することで共同設計先の柔軟度を高め、設計効率を向上できる。
- ③ メーカー図のモデル化の効率化
 - ・現在は、メーカー図面をCADで授受することは少なく、モデル作成上ネックになっていた。今後、STEPでメーカー情報を直接CADに取込むことによりモデル生成効率を上げられる。

生産設計



- ① 共同生産の柔軟度、効率の向上
 - ・共同生産を行う場合、従来は図面やNCテープを転送していた。これをSTEPを利用することにより、モデルに相手の生産ノウハウを付加することができ、共同生産の柔軟性と効率を向上できる。
- ② 下請けメーカーの生産の効率化
 - ・下請けメーカーのCADシステムにSTEPでモデルを転送することによりメーカーCAMシステムを利用でき、生産効率の向上と納期の短縮が期待できる。

生産・運用



- ① 海外生産への柔軟な対応
 - ・海外では、より詳細な作業指示図面が必要になることが多いがSTEPでモデルを転送することにより現地の状況に応じた指示が可能になる。
- ② アフターサービスの対応向上
 - ・現在、客先には完成状態の図面を渡しているが、STEPでモデルを転送することにより決め細かいアフターサービス対応が図れる。

図 STEPを利用した業務プロセスと効果

2. 情報産業ユーザ

情報産業における STEP への具体的な期待

一民間企業の立場から、製品データの表現と交換の国際規格である STEP への期待について述べる。STEP はその規格の規模と技術を先取り型している特徴から、必ずしも他分野の状況を短絡的に対比できるわけではないが、総合的な意味で他規格の状況を参考にしても損は無いであろう¹。そこで、他分野とのアナロジーも含めて、STEP への期待と要望を具体的に列挙する。

(1) 実用への考慮

- 実際に利用されることを念頭においた具体的な規格であって欲しい。
 - － 規格の利用・実用を促す配慮が望まれる。規格は利用されて初めて意味を持つため、利用・実装を促進するための配慮が必要である。(特定のメーカーや製品を意識するという意味ではない。)
 - － 規格のための規格開発であってはならない。
- 実用化され、普及している他の技術の歴史を参考とする。これまでに開発されてきた標準は数多くあるが、結果的に普及度の高い標準と、低い標準に分類される。何故差がついたのか、その理由を評価し必要ならば STEP 規格開発への参考とする。

典型的な例(デファクト標準を含む)を以下に示す。

普及度高	≫	普及度低
HTML	vs	SGML
TCP/IP	vs	OSI
Open GL	vs	PHIGS
GIF, TIFF	vs	CGM

(2) 他の規格との関係

- 他の規格や団体の標準開発方法を評価し、長所があるならば、その方法論を参考とする。例えば、

IEEE	(Institute of Electrical and Electronic Engineers)
ITU	(International Telecommunications Union)
IETF	(The Internet Engineering Task Force)
OSF	(Open Software Foundation)

等。

(3) STEP 規格関連情報の公開

- STEP 規格の状況を公開文献で定期的にアナウンスする。以下に例を示すが、雑誌やインターネット等を有効に利用すべきである。
 - － 情報処理学会の場合、学会誌である「情報処理」に ISO/IEC JTC1 の活動報告を掲載している。内容は、ISO/IEC JTC1 の活動と日本の対応、各規格の進捗状況 (CD, DIS, IS)/ 問題点、投票状況、各分野のトピックス、専門委員会報告等²である。STEP においても、今後の日本の産業界と公的な標準活動との連携を図る上で、このような情報公開は重要と思われる。

¹STEP も 'Normative references' として他の規格を参照している。

²例えば、情報規格調査会、「情報技術の国際標準化と日本の対応」、情報処理, Vol. 36, No. 10, pp.994-999, 1995.

- IEEE Computer Society の場合、機関誌である COMPUTER に毎月 Standards という連載記事を掲載している。幅広く、各種の規格 (ISO, ITU, ANSI, IEEE, OSF, X/Open, IETF, OSI, ...) に関する啓蒙を行なっている。例えば、規格への批判や要望も取り上げている³。
- ACM の場合は、規格関連の記事を不定期に掲載している。例えば、ITU, ISO, IEEE の規格を取り上げて、利用しやすい規格と利用しづらい規格を比較し、その理由を議論している⁴。

● インターネットの積極的利用

- WWW による情報提供

- * 日本でも公的な組織が WWW を利用して STEP 関連の公開可能な最新情報を提供してはどうか？⁵。例えば、既に、ISO TC 184⁶, NIST⁷, PDES⁸, NIIP⁹等は既に WWW を利用して最新情報を提供している¹⁰。
- * 経費的にも短期間の展示会に比較して低予算で広範囲な情報提供が可能である。(展示会が必要無いということではない。)
- * WWW は広域な対話型揭示版的な情報伝達手段なので、これまでの、展示会、セミナー等の活動を補助する手段のうちの一つとして位置付けるべきである。WWW の専用の情報を用意するというよりは、他の目的のための情報を併用した方が効果的である。過去のセミナーや展示会の概要、今後予定されているセミナーや展示会の案内、STEP 関連文献等の既に用意されている情報をできるだけ WWW でも提供する方針がいいと思う。また、余裕ができれば、物理ファイル等の配布を行なうことも可能である。これまで印刷業者に印刷物を外注している程度の感覚で、公開可能情報を WWW で公開すべきである。あまり、見てくれの飾りに時間や経費をかける必要はない。

- メーリングリストの運用

日本の産業界のベンダー、ユーザが参加できる STEP 関連のメーリングリストを運用してはどうか？ 例えば、NIST は STEP 関連のメーリングリストをテーマ毎に複数運用し、STEP に関する公開議論の場を提供している。日本でも、ベンダー、ユーザ、学識経験者がそれぞれの立場で意見を交換する一つの手段として、STEP 関連のメーリングリストの運営が考えられる。学識経験者専用の STEP 関係のメーリングリストが⁴, 5年前から大学の先生のボランティアで開始されているが、それとは別に産業界のユーザが自由に参加できるメーリングリストを運営が望まれる。

● 公開レビュー

- JIS 規格では規格(案)のレビューを広く国内に告知し、希望者にレビューを委託している例¹¹もある。形態はともあれ、STEP も一般への公開レビューを検討してはどうか。

今後上記の期待が妥当であるかを評価し、妥当なものについては実現を期待したい。

³例えば、C. Severance, 'The value of the formal standards process', IEEE Computer, Vol. 28, No. 8, pp.82-83, 1995.

⁴R. Rada, J. Berg, 'Standards: Free or Sold?', Communications of the ACM, Vol. 38, No.2, pp.23-27, 1995.

⁵現状では、千葉大学の池田研究室が STEP 関連の各種 URL 情報を提供している例がある。しかし、他サイトの URL を東ねているサービスであり、日本の情報は提供されていない。http://www.hike.te.chiba-u.ac.jp/ikedadocumentation/STEP.html

⁶http://www.iso.ch/meme/TC184.html

⁷http://elib.cme.nist.gov/pub/sc4/

⁸http://www.sera.org/pdesinc.html

⁹http://www.niip.org/

¹⁰次節「WWW 上の STEP 関連情報について」を参照のこと。

¹¹雑誌やインターネットのネットニュースで告知し、レビュー希望者に規格(案)を配布しレビュー依頼をしている例がある。

WWW上のSTEP関連情報について

現在、WWW上でどの程度のSTEP関連の情報が提供されているかを調査した。WWWでは多くの検索エンジンが提供されているが、その中でも大規模で高速とされるDEC社(Digital Equipment Corporation)のAlta Vistaを使用して、STEP関連の情報を検索した。

- 検索エンジン : Alta Vista
- URL = <http://www.altavista.digital.com/>

今回は、個々のURLの内容には立ち入らず、マクロな情報量の傾向を把握するにとどめた。具体的には、検索条件に対してヒットするURLの件数を集計してみた。検索条件としては、次ぎに示すキーワードを使用し、単体キーワード指定と複合条件(AND)の場合について検索した。なお、Alta Vistaは表層的な文字列のマッチングによる全文検索であり、単体キーワード指定の場合は、STEP関連以外の情報も数多くヒットすると予想される。従って、複合条件検索による結果に注意されたい。

● 検索キーワード

次ぎに示すキーワードを組み合わせて検索条件とした。

検索キーワード

- ・ STEP
- ・ ISO 10303
- ・ EXPRESS
- ・ SDAI
- ・ DATA EXCHANGE
- ・ PRODUCT MODEL
- ・ CAD
- ・ CAM
- ・ CAE
- ・ OMG
- ・ CORBA
- ・ IDL
- ・ NIIP
- ・ PDES
- ・ NIST
- ・ JAPAN

● Alta Vista での検索結果

以下に、検索結果を示すが、Alta Vista が蓄えている情報は日々変化(概ね、増大)するため、1996年3月時点での結果であることを留意されたい。

項番	検索条件	URL ヒット件数
1.	STEP	20,000
2.	ISO 10303	1,000
3.	EXPRESS	20,000
4.	SDAI	400
5.	DATA EXCHANGE	200
6.	PRODUCT MODEL	60
7.	CAD	90,000
8.	CAM	30,000
9.	CAE	20,000
10.	OMG	6,000
11.	CORBA	9,000
12.	IDL	10,000
13.	NIIP	300
14.	PDES	1,000
15.	NIST	30,000
16.	STEP ∩ ISO 10303	800
17.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ EXPRESS	174
18.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ SDAI	82
19.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ EXPRESS ∩ SDAI	68
20.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ DATA EXCHANGE	9
21.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ PRODUCT MODEL	2
22.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ CAD	200
23.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ CAM	time out
24.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ CAE	time out
25.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ OMG	27
26.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ CORBA	24
27.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ IDL	29
28.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ NIIP	7
29.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ PDES	63
30.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ NIST	96
31.	STEP ∩ ISO 10303 ∩ JAPAN	4

(注) URL ヒット件数欄で time out とあるのは、Alta Vista からの応答が time out になったことを示す。Alta Vista へのアクセスが増大し負荷が閾値を越えたか、その時点でシステムを停止していたと思われる。

3. 学術研究ユーザ

バーチャル・エンタープライズとSTEP

バーチャル・エンタープライズ (VE) の例として、AgileWeb, Inc.の試みがある。AgileWeb, Inc.は、アジリティーの解釈として、新しいビジネスと生産のフィロソフィーであり、顧客のどのような要求に対しても"YES"と答えられる能力であり、十分に統合化された企業と同等の応答が返せる能力であるとしている。この企業は、19のメンバー企業からなる仮想企業を構築している。それぞれの企業はすでに特定の分野で活動をしている固有技術を持った企業である。19社の年間総売り上げは、約250億円、総従業員数は2000人である。すなわち、個々のメンバー企業はコア・コンペテンシー(核となる能力)を持っており、それぞれが独立して企業体を経営しているが、特定の製品に関しては、ダイナミックに仮想企業を関係するメンバー企業同士で構築する。顧客は、AgileWeb, Inc.に対して、19社の持つ設備、人的資源、技術、経験をあたかも1つの企業のように考えて製品を注文できる。製品の開発や生産に関係したメンバー企業は、その貢献の度合いに応じて利益を得る。メンバー企業の核となる技術としては、製品の設計、ラピッド・プロトタイプング、電気機器設計、電子設計、通信システム、工場自動化設備、電子部品装着、PCボード設計・製造、プラスチック射出成形、チューブ・ワイヤ加工、ダイカステイング、板金加工、コーティングなど広い分野の業種をカバーしている。AgileWeb, Inc.はバーチャル・エンタープライズを構築するためのツールキットを開発し、メンバー企業を仮想企業として統合化し運用に関する契約プロトコルなどのツールを提供する。

STEPとの関連を明確に打ち出しているバーチャル・エンタープライズ関連のプロジェクトとして、IBMを中心としてコンソーシアムを組織して進められているNIIP (National Industry Information Infrastructure Protocol, エヌトリプルアイピーまたはニープ)がある。1994年9月から開始されたこのプロジェクトにはIBMの他にDEC、ジェネラルダイナミクス、ITI、NIST、TI、STEP Toolsなど現在では18の企業と大学が参加しコンソーシアムを形成している。昨年のAUTOFACT'95ではIBMとSTEP Toolsがデモを行っていた。そこに展示されていた成果はまだフェーズ1の途中であり、製品として出しているわけではないが、CALS、バーチャル・エンタープライズやアジャイル・マニュファクチャリングの一つの実現システムのコンセプトがオープンになったものとして注目すべきである。

NIIPコンソーシアムの目的はバーチャル・エンタープライズのためのソフトウェア・アーキテクチャを開発することである。そして、この方式を標準化し他国に使用することである。このために以下のような目標を掲げている。

- ・多くのビジネス・システム、データ、計算環境を統合化できる標準を指向したソフトウェアのインフラとなるプロトコルを確立する

- ・現在あるまたこれからできるデファクト標準やシステム技術を利用して標準化されたVEを構成できるようにする。

- ・VEが構築できるソフトウェア、ツール、技術ドキュメントを提供できるようにする。

NIIPの参照アーキテクチャによって作られるソフトウェアは分散指向、オープン、特定の組織に縛られないVEを作ることができる。また、新しく出てくる技術を吸収してより高度なシステムにすることも可能になる。このための技術としては、共通の通信プロトコルの利用、システムとアプリケーションを共通にするためのオブジェクト・テクノロジーの採用、共通のインフォメーション・モデルの仕様と交換、統合化したVEを実現するための共通の協調管理方式の採用が挙げられ、具体的な標準化を指向した技術としてとして以下の技術を採用する。

- ・インターネット

VEを構成するメンバーが共通のネットワークを持っていないならばインターネットが利用できる。これによりどのような企業にも道を開く。

- ・オブジェクト・テクノロジー (OMG)

ソフトウェアにモジュラリティーを持たせ、拡張可能なためには、ソフトウェアをオブジェクトとしてコンポーネント化することである。

・ワークフロー (WfMC)

ビジネス、エンジニアリング、マニュファクチャリングを統合し、情報の流れを管理するためには、ワークフローの技術が必要である。

・STEP (ISO10303)

STEPについては、NIIIPは、STEPが定義した標準によって作られた情報を、仮想企業メンバーがネットワーク上でデータベースとして共有することが可能なようにプロトコルを拡張する。このプロトコルは次のような要件を満たす。

- 1) 異なったアプリケーションが、一つの論理データベースのデータを相互に操作できること
- 2) 種々のアプリケーションが設計作業の異なる局面を同時に開発できること
- 3) 異なったチームメンバーによって使われた設計仕様を論理文書に統合化できること

このため、STEPで規定されているAP開発のガイドラインが使われる。

このほかに、VEを構成したときの協力の仕方、責任の持ち方などについてはルールを確立し知識管理サービスを行う。

NIIIPプロジェクトは現在フェーズ1であり、これの終了が1996年の秋である。現在の技術は、図1に示すように13のメタクラスにあたるコンポーネントが決められており、このメタクラスのからできる資源を用いてVEを構築する。このためにNIIIP Common Language (NCL)が作られている。13のメタクラスは3層の構造になっており、さらに、5つのサブシステムに分類されている。ここで例えば、1層はエンドユーザーにサービスをする部分で、プロジェクト管理サブシステムのDesktopとAgentはエンドユーザーのためにVEをコントロールする機能を提供する。

1.

NIIP Components, Subsystems, Layers

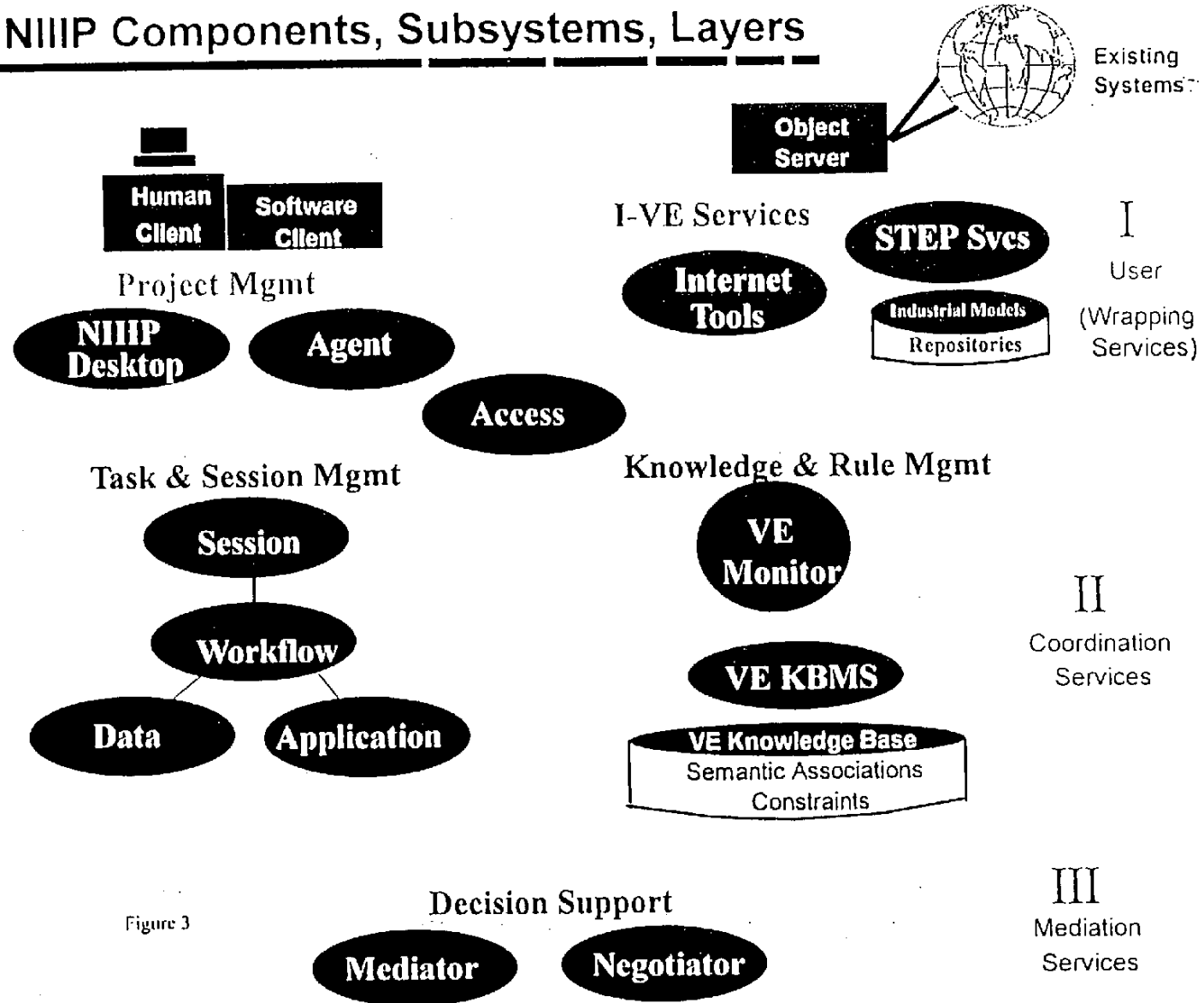
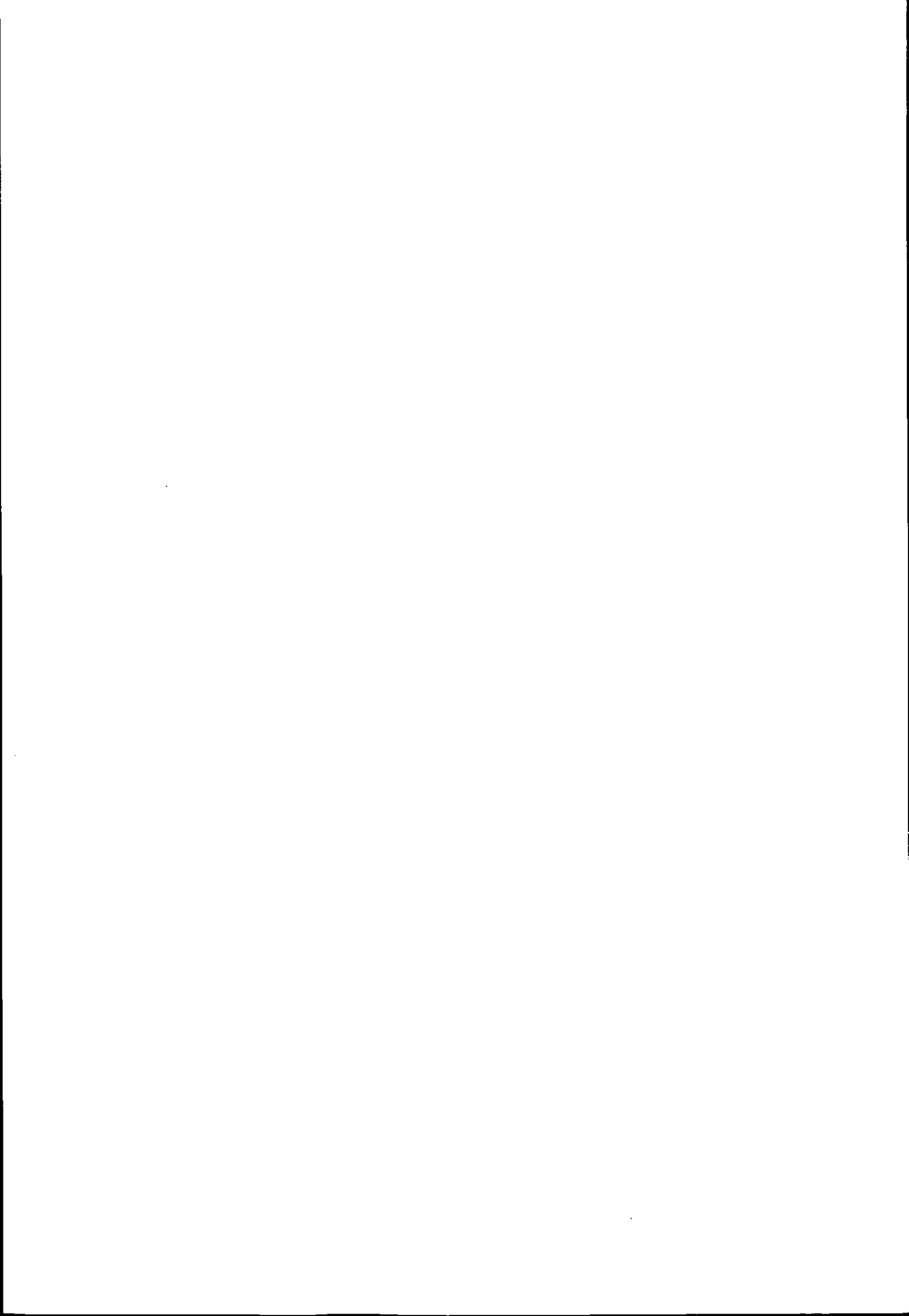


Figure 3

Ⅲ STEP利用に関する 技術動向の調査



III STEP利用に関する 技術動向の調査

1. 米国における技術動向調査

1. 1 米国STEP関連活動の調査及び情報交換

1. 出張者 ; 日本コンピューターグラフィックス協会、STEP推進センター
安藤 真佐男
2. 用務 ; 米国STEP関連活動の調査および情報交換
3. 出張期間;平成7年2月20日 ~ 3月10日 (19日間)
4. 訪問先、面会者 ;
 - 1) STEP Tools Inc ; David Loffredo(Product mgr), Blair Downie(Product mgr.)
 - 2) PDES Inc, ; Robert Kiggans(General Manager), Martha Nicolson,
Bill D. Anderson(Technical consultant)
 - 3) EDS / Unigraphic ; Carol Liets(Product Mgr), Joseph M. Lackner,(Product Mgr.)
 - 4) Warthen Technology Information Services ; Barbara D. Warthen
 - 5) NIST ; Michael J. Wozny, Howard M. Bloom, B. Smith
 - 6) US IMS Secretariat Manager; C. Andrew Wan
 - 7) Fujitsu System Business of America; Atsuo Tanaka(Cad Software)

5. 配布資料

- 1) Introduction To Japan STEP Promotion Center(JSTEP 安藤), 11p

6. 入手資料(STEP 推進センターにファイル)

<STEP Tools Inc>

- 1.(OHP) Application Programming with ST-Developer , 1冊
- 2.(OHP) Information Modeling Using EXPRESS
3. 価格表、カタログ、プロシャーシート

<PDES Inc>

- 1.(OHP) Presentation to Japan STEP Promotion Center (SCRA, PDES Inc), 1995.2.27,59p
- 2.(OHP) PDES,Inc, 1994.7,29p
3. カタログ、プロシャーシート

<EDS, Unigraphics>

1. (OHP) Status of Unigraphics STEP Activities, 1995.3.1,20p

<NIST>

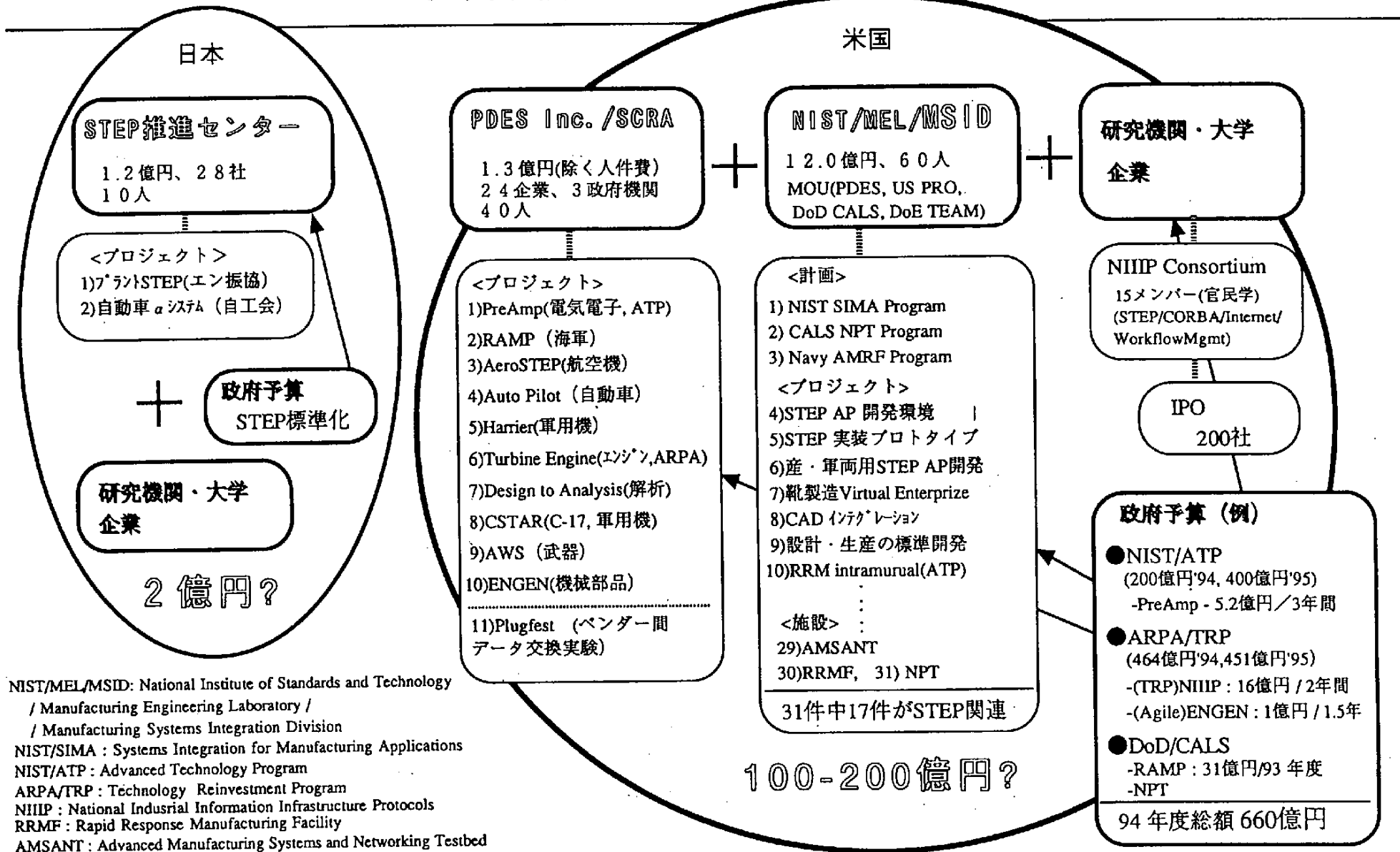
- 1.(OHP) NIST , An Overview, 38p
- 2.(OHP) Technical Program of the Manufacturing Systems Integration Division, MEL / NIST, 33p
3. Manufacturing Systems Integration Division (MSID プロジェクト一覧) , p151-p227
4. Technical Program Description ; Systems Integration for Manufacturing (SIMA), 1994.7, 87p
5. Guide to NIST, 116p
- 6.カタログ、プロシャーシート

7. 報告内容

- 1) STEP 投資規模、1995.4.14、1p (添付)
- 2) NISTにおける米国の設計・生産システムの開発(STEPを中心として) ,1995.4.7, 4p (添付)
- 3) NIST / MSID プロジェクト一覧(1994年度) 、 1995.4.7, 4p (添付)
- 4) STEP 関連組織の概要, 1995.4.14, 1P (添付)

以上

STEP 投資規模

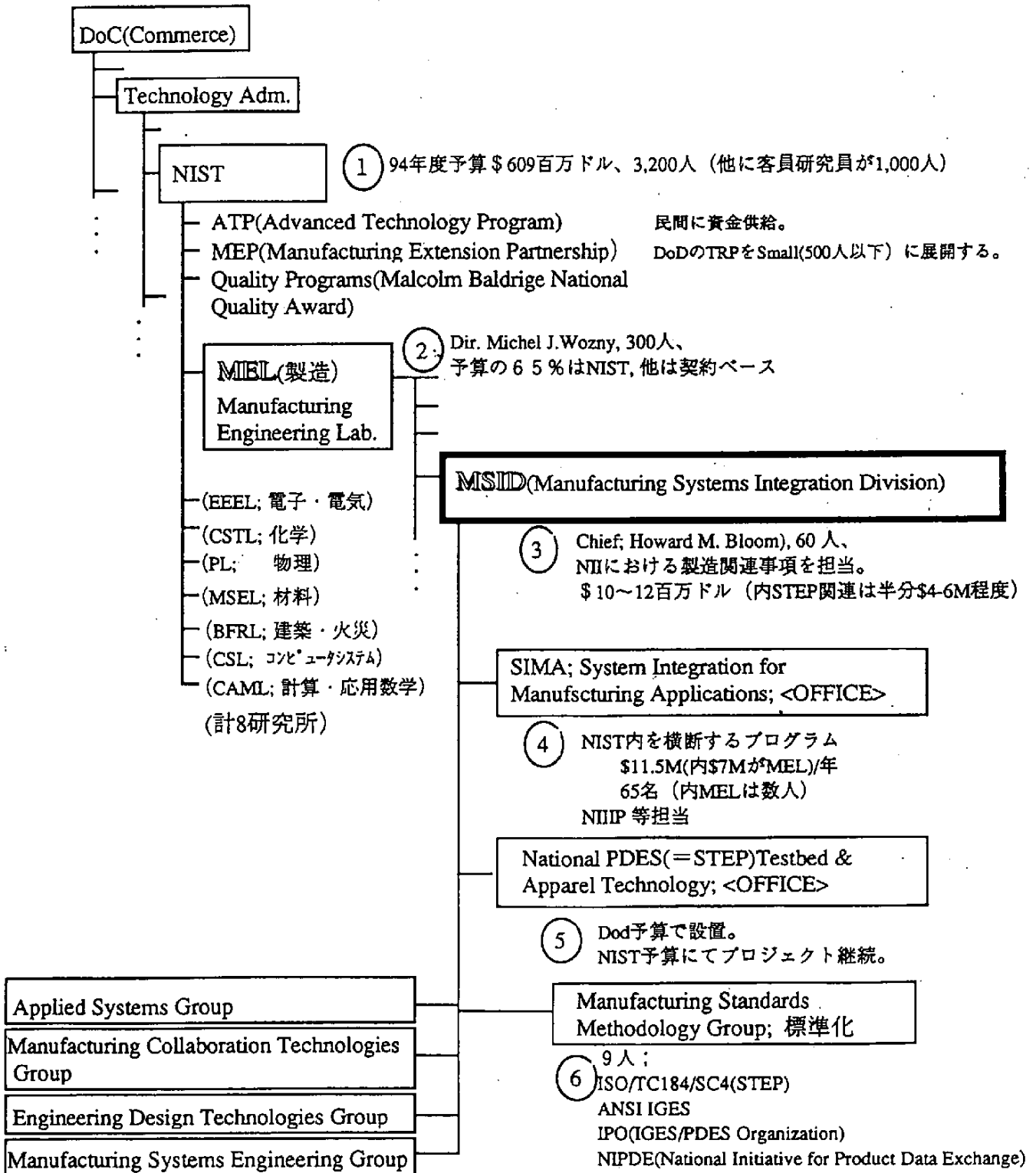


NIST/MEL/MSID: National Institute of Standards and Technology
 / Manufacturing Engineering Laboratory /
 / Manufacturing Systems Integration Division
 NIST/SIMA : Systems Integration for Manufacturing Applications
 NIST/ATP : Advanced Technology Program
 ARPA/TRP : Technology Reinvestment Program
 NIIP : National Industrial Information Infrastructure Protocols
 RRMF : Rapid Response Manufacturing Facility
 AMSANT : Advanced Manufacturing Systems and Networking Testbed
 NPT : National PDES Testbed
 IPO : IGES / PDES Organization
 ENGEN; Enabling Next GENERation Mechanical Design .

NISTにおける米国の設計・生産システムの開発 (STEPを中心として)

1.はじめに： 3月13日にNISTのMEL(Manufacturing Engineering Laboratory)を訪問いたしましたので、ご報告いたします。

2.体制： MEL内のMSIDが、設計・生産システムの研究・開発および標準化を担当。30のプロジェクトが動いている。このうち、約半数が製品データ交換 (ISOの言葉ではSTEP)に係わる。



3. NIST / MIEL (製造研究所)の MSID の状況：

Mission:

- 1) NII構想における設計・生産関連事項の実現
- 2) 米国製造業の競争力強化
- 3) 設計・生産活動においてVirtual Enterpriseを実現する為に必要となる基盤技術および標準の国家的な研究・開発

プロジェクト：

- 1) 3計画 (プログラム) のもとで、30プロジェクトが94年度実施中
 - 1) NIST SIMA プログラム
 - 2) CALS NPT プログラム
 - 3) Navy AMRF プログラム
- 2) 内、17件が、STEPとかかわる。

(AMSANT, NPT, NIIP, STEP ISO化等も1つのプロジェクトとして管理)
(詳細は、別紙"NIST/MSIDプロジェクト一覧"参照)

MOUs (外部との連携)

- 1) PDES, Inc (Product Data Exchange)
- 2) US PRO (Product Data Exchange)
- 3) DoD CALS (Product Data Exchange)
- * 4) GE eal ((Product Data Exchange)
- * 5) DoE TEAM (Manufacturing Systems Integration)
- * 6) AMTEX Partnership (Apparel Manufacturing Technology) * ; 予定

CRADRA's (Cooperative Research and Development Agreement)

- 1) NIIP Consortium (Virtual Enterprises)
- 2) IBM (Product Data Exchange)
- 3) P.D.I.T (Product Data Exchange)
- 4) GM (CIM Framework) 他9件

付属施設：

- 1) AMSANT (Advanced Manufacturing systems and Networking Testbed) 部分的にSTEP
- 2) NPT (National PDES Testbed) 100% STEP
- 3) ATEP/CMS (Algorithm Testing and Evaluation Program for Coordinate Measuring Systems) ——
- 4) EDL (Engineering Design Laboratory) 部分的にSTEP
- 5) RRMF (Rapid Response Manufacturing Facility) 部分的にSTEP
- 6) PPT (Process Planning Testbed) ——
- 7) CAME (Computer-Aided Manufacturing Engineering) Laboratory ——

4. 予算関連

1) 米国政府R&D予算

- 米国における科学・技術の年間投資総額は \$ 150B以上と言われている。
- 連邦政府はこのうち 45% を負担している。1992年度の連邦政府のR&D予算は総額で、\$ 70.5 Billion. 内訳はDoD 52%, HHS 15%, NASA 12%, DoE(Energy) 11%, その他10%。

2) NIST/ATP; リスクが高いな技術開発を米国企業が行う場合の支援。

1) 1990年開始。1993年、\$ 50M、1994年、\$ 200M、1995年は \$ 400M程度。1997年までに \$ 750 Mn意増大する計画。(大統領計画として)

2) 現在までに、912のプロポーザル(総額 \$ 1.5Billion)がDOC/NISTに提出されている。このうち89件(総額 \$ 247M)が採用された。89件に対応する民間負担分は \$ 268M。

3) 1件/1社当たり \$ 500K ~ \$ 20Mの範囲、3年以内。Joint ventureの場合は5年以内。

4) \$247Mの内訳

電気・電子	; 33%
生産	; 17%
情報・通信	; 16%
材料	; 13%
エネルギー・環境	; 12%
化学	; 6%
バイオ	; 3%

3) ATPプロジェクトの例; PreAmp

SCRA(South Carolina Research Authority, 州の非営利団体、PDES Incの親会社)が実施中のPreAmpプロジェクトは、ATPで採用されたプロジェクトの一つである。

予算)	政府分	民間分
92/7 - 93/7;	\$ 1.9M,	\$2.5M
93/8 - 94/6;	\$ 1.6M,	\$2.5M
94/7 - 95/6;	\$ 1.7M,	\$1.7M
合計	; \$ 5.2M,	\$6.7M

内容)

- 製品設計、製品製造、および生産設計分野におけるCEに必要な技術の定義とデモ実施
- Intelligent Information Sharing
- Automated Manufacturing Process Rule Specialization
- Shared Database Access (STEPのSDAI)

PreAmp参加企業)

SCRA, Boeing, DEC, HP, Hughes Aircraft, Rockwell, Martin Marietta, STEP Tools, Mentor Graphics, Versant, Arthur D. Little, Intellicorp, Battelle, D.Appleton Co. International TechneGroup Inc.

Pre Competition)

参加企業は、95/6のプロジェクト終了までは、Pre Competitionj状況。それ以降の商品化段階で競合となる。

4) DoD / ARPA / TRP (Technology Reinvestment Project)

- 1993 年度、\$ 472M。
- 軍事および民需で利用可能な" dual-use" 技術の開発
- Small defence企業の民生市場への移行を支援
- STEPと大きく関係するNIIP はTRPで認められたプロジェクトの一つ。

5) NIST / MEP (Manufacturing Extension Partnership)

- TRP を米国Small企業 (500人以下, 37 万社) に展開するプログラム。以下から成る。
 - NIST / Manufacturing Technology Center(MTC)が全米7ヶ所にあるが、これに加え、TRP Manufacturing Extension Center を23-30ヶ所設置予定。
 - 70 のMOCs(Manufacturing Outreach Center)
 - STEP(State Technology Extension Program)
 - LINKS (National structure of communications, data system, evaluation, field agent training, tool development, and linkages with technology sources.
- TRPの予算の一部もこのプログラムを通して執行される様子。

以上

NIST/MSID プロジェクト一覧 (1994年度)

例) ○ 1) プロジェクト名、(2人年-3人) (予算元)

└ ○ : STEP関連 └ (NISTスタッフの年間工数- スタッフ数)

- 1) AMSANT(Advanced Manufacturing Systems and networking testbed) (2人年,3人), (STRS ?)
- 2) AGILE Manufacturing Development of CASTING (, 1人), (ARPA)
- 3) Apparel product data exchange standard (APDES)/Customer-driven apparel manufacturing) (2.5人年,4人), (DLA,STRS)
アパレル向けSTEP AP 開発
- 4)Application Protocol development environment(APDE) (-, 5人), (-)
STEPのAP開発環境改善。開発ツール。ツールへのリモートアクセス、文書のSGML化、など
- 5) APs for DoD and Industry (1.2人年, 2人), (DoD, STRS, Industry)
DoDのTDP(Technical Data Pckage)をSTEP AP に書き換える。PDES Inc がIndustry 側のリエゾン

- 6) Computer integrated manufacturing Framework (1.1人年, 5名), (STRS/SEMATECH)
SEMATECK(米半導体組合)による半導体向けCIM フレームワーク。これをOMG/CORBAベースに改造する。NIIP(Internet, OMG, STEPのcombine)の第2年度のパイロットプロジェクトとして、SEMATECH Frameworkが提案されている。
- 7) Computer - Aided manufacturing Engineering (CAME) (3人年, 6名), (OA)
- 8) Dimensional tolerancing and computational metrology (2.5人年, 3名), (STRS)
the NIST ATEP-CMS (Algorithm Testing and Evaluation Program for Coordinate Measuring Systems)nの開発。他
- 9)Engineering Design Testbed (1.0人年, 2名), (STRS)

- 10) Enhanced Integration of CAD with design support and manufacturing engineering systems(-, 3名), (STRS)
CADと設計支援 (解析, Virtual Reality)や生産システム (Manufacturing engineering system, MEP. (例)としてプロセスプランニング) の間でのデータ交換。STEP AP203を利用予定。
- 11) Flexible Design - For- Assembly (DFA) through conceptual assembly (1人年, 1名),
- 12) Industrial Fellowship program -- Black & Decker manufacturing (0.4人年, 1名)
- 13) Integration of real - time scheduling and shop floor data collection (0.75人年, 3名) (STRS,NAVY)
- 14) Intelligent processing of metal powders (0.5人年, 1名)
- 15) Manufacturing information technology transfer project (MITT) (2.8人年, 7名), (STRS)

- 16) Manufacturing Standards Development (9人年, 9名), (NIST)
ANSI IGES, ISO/TC184/SC4(STEP), IPO(IGES/PDES organization)
B. Smith, A.Barnard, J. Crusey, S. Gray, M.MITCHELL, C.Randall, E. Trager, J.Wellington,
B.Conroy(after March,1 Sharon Kemmerer)

- 17) Multi - Agent manufacturing systems (2人年, 4名), (ATP,STRS)

18) National PDES Testbed program office (--, 5名), (DoD, NIST)

このProgramのもとで、以下のプロジェクトが実施されている。

- Application Protocol Development Environment (APDE)
- STEP Implementation Prototypes
 - Tank Automotive Command(TACOM)
 - AIAG(the Automotive Industry Action Group)
- APs for DoD and Industry ; Technical Data Package AP Suite and Requirements Management System
NIST, Air Force, PDES Incでチームを組んで、STEPベースのTechnical Data Packageの開発を提案している。AWS, F-22プロジェクトがこれに当たる。
- STEP Conformance Testing Service

19) NIST /NADEP North Island Reverse Engineering production System(REPS) (1人年, 2名), (NAVAIR)

○ 20) NIIP (National Industrial Information Infrastructure Protocols) (--, 4名), (ARPA TRP)

製造業におけるVirtual enterpriseを実現するためのSTEP, OMG/CORBA, Internat, Workflow management Coalitionの統合

STEP SDAI(ISO10303 Part 22)のOMG CORBA IDLとのbinding

94年度 ; 1) Participated in spiral development cycle 0 NIIP Reference Architecture (Short)

95年度 ; 1) Document and contribute to a chapter regarding NIIP adopted computing standards to the NIIP Reference Architecture Long Document

2) Contribute to spiral development Cycle 1 NIIP STEP Toolkit Definition

3) Track status of SDAI/IDL binding proposal from ISO/TC185/SC4 Working Group 7

4) Extend the NIST STEP class library to support level 2 implementation of STEP part 22 and validate the C++ binding

5) Demonstrate Cycle 1 NIIP STEP Toolkit

<NIIP プロジェクトについて>

- ARPA TRP のプロジェクト。官、民、大学 15社・機関で組合(Consortium)を結成し、受託。主契約者はIBM. NISTもメンバーの一機関として参画中。

- 期間・予算 ; 1) 94-95年度(94/10-96/9)の2年間、\$ 16M (?) / 2年を予定
2) その後、更に2年間の延長予定。

- 参加企業 ; CAD Framework Initiative, Digital Equipment Corp., Enterprize Integration Technologies, General Dynamic / Electric Boat Division, IBM, International TecneGroup, Lockheed Aero. System, Magnavox Electric Systems; NIST, Rensselaer Polytechnic Institute(RPI), STEP Tools Inc., Taligent, Texas Instrumnts, UES Inc., University of Florida

○ 21) Persistent object base(POB) technology evaluation for engineering (--, 5名), (ARPA)
- SDAI/C++ と Open OODBインターフェースなど

(○) 22) Process planning applications (2.4人年, 5名), (STRS)
- 将来 ISO 10303-49(Process Structure and Property) が標準となった場合、整合性が必要となる。)

23) Process planning testbed (0.8人年, 3名), (STRS)

○ 24) Rapid response manufacturing (RRM) intramural project (2.7人年, 4名), (ATP)
96年にSTEPにintegrated resource として追加の計画。

25) Reference model architecture / Joint architecture (3.75人年, 6名), (OA)

- 26) SIMA Production (2人年, 4名)
 - CAD/CAM/CAE, 生産エンジニアリング、スケジューリング、シミュレーションの間、データ交換で発生するであろう不具合点の抽出と解決
- 27) STEP conformance testing (--, 4名)
 - AP203 テストデータの開発、 Conformance Test Systemの開発、 ATS ガイドラインの問題解決など
- 28) STEP Implementation Prototypes (--, 7名)
 - 各種パイロットプロジェクトとの連携
 - NIST で開発したSTEP Tool kitsのメンテナンス (EXPRESS のIS Part 11へのアップグレード、STEP class library のIS Part 21 へのアップグレードなど)
 - STEP Implementor's Forumの立ち上げ
 - Electronic Commerce Resource Centers トレーナー向けSTEPトレーニング実施
- 29) System Integration for Manufacturing Applications Program (SIMA計画) (1.5人年, 2名), (STRS)

(NISTの8研究所全体では、合計65人年)

 - 政府のHPCC(High Performance Computing and Communication)*の一部として、NISTがSIMAを1994年開始した。94年以降のNISTプログラムは、HPCC イニシアティブで言うカテゴリーIITA(the Information Infrastructure Technology Applications)に分類される。
 - (*)The High performance computing act of 1991. Senate Bill S-4, The National competitiveness act of 1993.
 - SIMA計画の目的；
 - 1)NII(National Information Infrastructure)で必要とされるHPCC技術の開発と実用化を加速させること。
 - 2)この技術を実際の生産現場に適用しテストすること。
 この技術は、個々の企業を"Virtual Enterprise"の一員として電子的に連携(interact)させる事を可能とし、ひいては21世紀に向けて世界最高の製品を生産できるように、米国の製造業界を変身させる事につながる。
 - SIMA計画の対象；

設計・生産におけるコンピュータシステムのインテグレーションおよびネットワークキングを改善するための技術と標準。この計画にはNISTの8研究所が参画する。設計・生産分野では製品データ交換(STEP)にまた電子商取引分野では電子データ交換(EDI)に重点を置く。
 - <関連開発・プロジェクト>
 - ARPA TRP プロジェクトであるNIIPは、この関連プロジェクト。DoE(Energy)のTEAM (Technologies Enabling Agile Manufacturing)プログラムでも、同種のことを実施している。Plant STEP consortiumの設立が予定されている。
 - SIMAプログラムでは、いくつかのプロジェクトをNPT(National PDES testbed)プログラムと共有している。
- 30) Systems Integration for Manufacturing Application (SIMA) : Integration project (3.5人年, 5名), (STRS, DoE TEAM)
 - <1994年>
 - Express のC++ binding, Express からExpress-Gへのコンバージョンツールの開発。
 - ISO 10303(STEP)Part 11, EXPRESS(DIS版), STEP-Part 21, SDAI(DIS版), ISO 11404, Language Independent Datatypes(DIS版) 開発への参加
 - ISO/TC184/SC5(アーキテクチャーおよび通信) /WG1 およびISO/TC184/SC5/WG2 のモニタリングおよびレビュー。
 - セミナー実施、review NISTIRへの寄稿、その他
 - <1995年>
 - Cycle 1 仕様の作成、プロトタイプの開発
 - 標準化への寄与
 - NIIP, Sematech CIM Framework, DOE TEAMプロジェクトの開発および標準化活動の調整

<本プロジェクトから標準化開発への貢献>

- ISO10303 (STEP) Part 11 EXPRESS, およびSTEP(ISO TC184) Advisory group,
- OMG Common object Service Interface Definition Language(IDL), およびOMG ManSIG
- ISO/IEC JTC1 / SC21/WG7 Open Distributed Processing
- ISO/TC184/SC5(アーキテクチャーおよび通信) /WG1 およびISO/TC184/SC5/WG2
- ISO TCx/SC22/WG11

<関連開発>

1. AMSANT (the SIMA Advanced Manufacturing Systems and Networking Testbed)の設置および関連活動
2. ARPA TRP NIIP
3. DOE TEAM
4. Sematec CIM Application Framework Specification
5. ISO/IEC JTC1/SC21/WG7
6. OMG(Object management Group) -ManSIG(Manufacturing Special Interest Group) and
OMG-CORBA

- 31) Virtual Enterprise for custom, therapeutic footwear manufacturing (2人年, 5名),(STRS)

- CTF (Custom, Therapeutic (治療) Footware) 向け生産システム、およびSTEP APの開発

以上

STEP 関連組織の概要

名称	規模	特徴など
NIST / MEL / MSID (政府機関)	60名 \$ 10 - 12 M / 年	1) 政府機関として、研究、開発、調整、標準化を実施 2) NII 構想において設計、製造システムを担当 3) PDES Inc, NIIP の会員としても、人材を派遣
PDES Inc. (米国STEPセンター)	常勤 18名 非常勤 20人年+ \$ 1.2 M / 年 (人件費以外) メンバー ; 24企業, 3 政府機関	1) 24企業、3政府機関(Nist,Navy,Army)の組合 2) 州の非営利団体SCRA(South Carolina Research Authority)の下部組織 3) PreAmp, RAMP, ENGEN は政府の資金援助があるが、AeroSTEP, AutoPILOTなどは無し。参加企業の自己負担。 4) 競合各社を1つのプロジェクトに集め管理する力、プロジェクトの企画力、プロジェクトマネジメント力が優れ、これが求心力となって、組合組織が成立している。 5) プロジェクトにおける役割分担 a) PDES ; スケジュール・予算管理、必要スキル・工数の算出およびメンバーへの配分 b) エンドユーザ企業 ; 要求仕様の提示、開発 c) 会員メンバー、ベンダー ; 配分された項目に関する技術サポートおよび開発 (class1メンバーは2人年分の義務) d) 各メンバー、ベンダーはPilot プロジェクト期間中は、プレ競合状態として活動。終了後、商品開発において競合状態となる。
STEP Tools Inc Tool Kitベンダー	12名 Dr.Msrtnie Hardwick	1) 従業員はRPI(Rensselaer Polytechnic Institute)と兼任。RPIでResearch, STEP Tools で商品開発。オフィスもRPI構内に設置。 2) NIIP メンバー 3) PDES Inc のメンバーとして、PreAMP, Plugfest, AutoPilot、AeroSTEPなどに技術支援している。
Warthen Technology Information Services	1名 Barbara D. Warthen	1) ISO TC184 / SC4 (STEP)/ WG3 のConvener 2) US TAG to STEP のメンバー 3) ニューレター、Product Data Internationalの出版
EDS / Unigraphics / Process Specific Application(PSA)部門	10数名	1) IGES, STEP 関連製品のマーケティング、および開発 2) PDES Incのメンバーとして、プロジェクトに参画
US TAG to STEP	10数社で構成	Boeing, GM, Ford, NIST, WTIS(Warthen), PDIT, STEP Tools, ITI, AutoDesk, McDonnell Douglas, IBM, AIAG, PDES Inc
IPO		IPO会議には常時100数十社が参加 累積参加企業は500社
NIIP Consortium	15社 IBM; ARPA/TRP の主契約者	CAD Framework Initiative, Digital Equipment Corp., Enterprize Integration Technologies, General Dynamic / Electric Boat Division, IBM, International TecneGroup, Lockheed Aero. System, Magnavox Electric Systems, NIST, Rensselaer Polytechnic Institute(RPI), STEP Tools Inc., Taligent, Texas Instrumrnts, UES Inc., University of Florida

1. 2 STEP Tools, Inc. Toolkit についての調査

1. 場所、出張期間、出張者、目的

場所 STEP Tools, Inc. (米国 NY 州オールバニ)

出張期間 '95. 11. 27~12. 11

出張者 島山哲郎 (調査普及委員, 事務局) 安藤英俊 (調査普及委員, 東京大学)

目的 STEP Tools, Inc の STEP ↔ 既存 CAD/CAM/PDM system の変換システム開発環境開発キット (ST-Developer, ST-EXPRESS) 購入前の調査。

2. 調査内容

STEP Tools, Inc. の開発環境のコンセプトは、自分のワーキングフォームである ROSE というリポジトリ内に、ターゲットとする STEP AP のデータ格納用データを作成する。SDAI は 2 通り用意されており、C late binding と C++ early binding である。C++ binding は ROSE の C++ class library を利用するようになっており、利用出来る機能が充実している様子である。

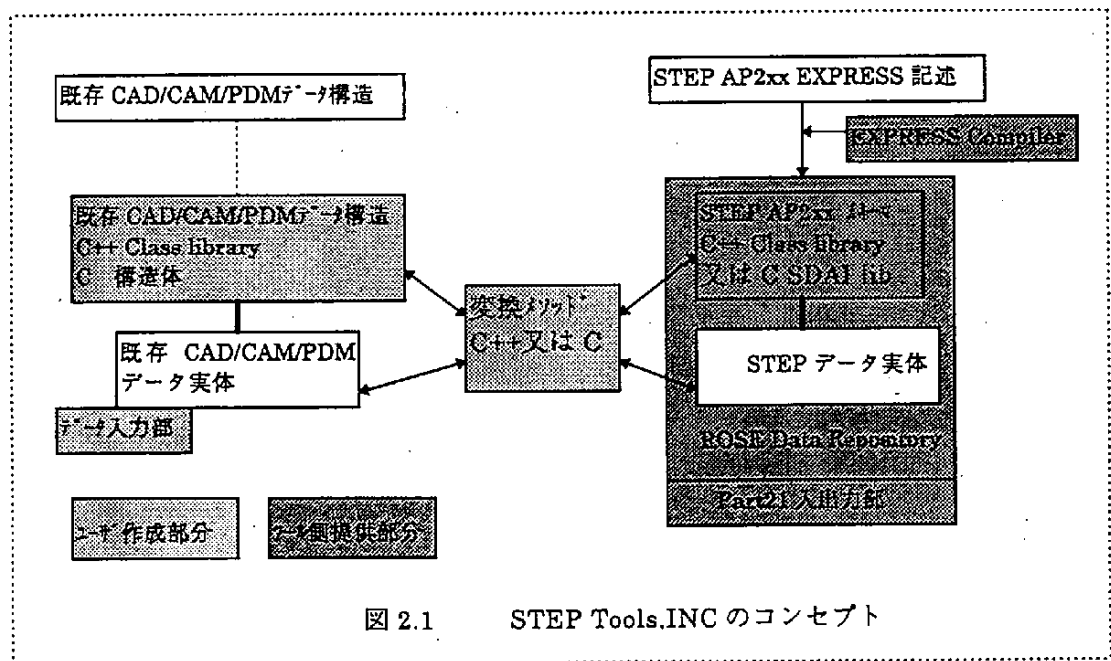


図 2.1 STEP Tools, INC のコンセプト

3. ST-Developer コースについて

ST-Developer の STEP Tools, Inc. 小冊子による基本構成を図 2.1 に示す。

3 日間に渡って、ST-Developer コースが行われた。これは、STEP Tools, Inc. の製品の中心をなすものである。午前中、製品についての説明、午後実際にシステムを操作して見るというパターンであるが、午前中の内容と午後の演習内容が必ずしも一致していないこと

があった。

4. 実際の利用方法について

ユーザの、この様なツールキット利用の最大目的は、或る特定の CAD/CAM system から STEP への変換システムの製作である。以下この目的に沿って STEP Tools, inc. からヒアリングした ST-Developer の利用内容を整理する。なお、ST-Developer はその動作の中心として、ROSE という名称の Object 指向 Database 的な Working Repository を持つ。ST-EXPRESS コンパイラはこの Repository の中に EXPRESS で書かれたスキーマから「データの入れ物」と辞書を生成する。ユーザはその中に自 CAD/CAM system のデータを入れ込む作業を行うことになる。この Repository 中のデータは、別のユーティリティコマンドにより、Part21 形式のデータに書き出し可能である。

C または C++ の環境で使用されるが、C は SDAI late binding, C++ を用いる方法は、ROSE C++ Liarly を用いた early binding 方式を取る。

また、short form や複合スキーマを扱おうとする時には C++ でないとうまくいかない時がある模様。

ITI 社の PDE lib. の幾何変換ライブラリに相当する様なものはない。但しこの様な spline, NURBS, Bezier 間の変換ライブラリは多数市販されているので、ST-Developer の利用にあたって致命的ではないと考える。

CAD/CAM system と STEP 間の変換で行わなければならないことを、整理しておく。

変換すべき STEP AP を選定 (AP201,202,203,)

変換すべき CAD/CAM system のデータ (ファイル) 構造

変換部作成方式の選択 (C late binding, ROSE C++ library を用いた C++ early binding)

変換部作成 (各方式を使用するコーディングそのものとなる)

CAD/CAM system のファイルの読み込みモジュール作成

Part21 file への書き出しモジュール (ST-Developer が提供)

4.1. C late binding での利用

AP203 に基づく SDAI C でアクセス可能な Database と SDAI 用辞書を ROSE の中に生成する。

```
%expfront -sdai -validate part-203 (ST-EXPRESS 使用)
```

STEP Tools, inc. の SDAI C ライブラリ関数を用いて、ROSE 中の AP203 の Database にデータを書き込むプログラムを作成。このプログラムにヘッダファイル sdai.h を include させる。sdai.h は SDAI C binding 関数をサポートしていて、reference は reference manual に詳述されている。

```
%cc myprogram.c -lrose -lsdai
```

myprogram.c の記述方法はレファレンスマニュアルを読みながら製作する以外にはない。全てのプログラム開発がそうであるように、なにがしかの工数はかかるであろう。変換したい CAD/CAM system のデータファイルの読み込みルーチンは自作してリンクする必要あり。(例えば, read_mycad.c というプログラム)

4.2.+ early binding での利用について

C++を使用する時には, ROSE C++ binding を用いる。まず, ROSE の中に EXPRESS 記述スキーマのクラスライブラリを生成する。各エンティティ毎のクラスライブラリが生成される。例えば AP203 全体のクラスライブラリを生成する。以下のコマンドはコンパチブルである。

```
%expfront -rose part-203.exp
又は%express2c++ -classes -workingset part-203
```

STEP Tools, Inc の ROSE C++ library を用いて C++の変換プログラムを作成する。このプログラムには ROSE 用ヘッダファイル rose.h, 及び ROSE 中に生成された EXPRESS 記述スキーマのクラスライブラリを include する。

```
%CC -Iclasses -I$ROSE/include c++_myprogram.c classes/*.c ¥ -L$ROSE/lib -lrose
```

c++_myprogram.c の記述方法は ROSE Library レファレンスマニュアルを読みながら製作する以外にはない。全てのプログラム開発がそうであるように、なにがしの工数はかかるであろう。また CAD データを読み込む部分は別途製作リンクする。

4.3. ROSE Repository 内のオブジェクトやインスタンス操作について

ROSE Repository 内のオブジェクトやインスタンス操作コマンドについては, デバッグ用として開発されたものが多いせいか, 非常に種類が揃っている。この部分については, 計算機を用いた実習でかなり詳細に行った。

機能としては, ROSE 中に生成された「クラスの集合体」の内容表示, 2群の「クラス集合体」の違いの比較, オブジェクトやインスタンスの表示・生成・消去, 「クラス集合体」の edit 機能等, 開発時に必要な機能はおおよそ揃っている。

各コマンドについては「STEP Utilities Reference Manual」に詳述されている。

5. EXPRESS-G について

STEP Tools, Inc の製品では, EXPRESS-G は EXPRESS でのデザイン結果を図示化する

ためだけのものである。ProSTEP の製品は EXPRESS-G の線図から EXPRESS スキーマを生成するモジュールが存在するが、STEP Tools, Inc. の製品は graphical editor にはなっていない。

機能としては、

EXPRESS-G 表示用ファイルへの変換、画面表示

```
%express2expg -v part-203.exp
```

EXPRESS-G 表示画面を編集

```
%expgedit part203.exg (拡張子が exg)
```

但し、編集結果は元ファイルには自動的に反映されないため、expgsetopts コマンドで、.exg ファイルを更新する必要がある。勿論元の EXPRESS スキーマは更新されないためエディタで編集する必要がある。

2つの exg file 比較

```
%expgdiff -v part-42.exg part-203.exg
```

EXPRESS-G に関するコマンド群も「STEP Utilities Reference Manual」に詳述されている。

6. EXPRESS によるモデリングについて

2日間に渡って行った。これも午前中説明、午後から課題に対しての EXPRESS コーディングと実際に計算機にインプットしての検証というパターンであった。

特筆すべきこととして、David Roffredo (STEP Tools, Inc. のプロダクト開発マネージャ) は、EXPRESS そのものは process (Roffredo は dynamic activity と表現) も扱える、と述べた。これに関しては今後 study する必要があるかも知れない。

6.1. EXPRESS の文法について

文法についての講義があった。詳細は割愛する。日本規格協会「製品モデル表現とその利用技術」等を参照して欲しい。

6.2. EXPRESS モデリングの演習問題について

練習問題については、以下の2題があった。

(1) 学校の学生と選択科目についてのデータ構造の設計

- ・ 学生, 教官, 選択科目, 科目のある教室, 履修結果

(2) 書店の在庫管理, 発注のためのデータ構造の設計

- ・ 書店, 本その他, CD, コンピュータソフト, マルチメディア関係も扱っている。

この演習で、データ構造検討段階でやはり最初は EXPRESS-G による「図」を書かざるを得ず、やはり ProSTEP の様に EXPRESS-G から EXPRESS スキーマを生成可能であれば便利である、と感じた。

7. その他

IGES to STEP Converter, DXF to STEP Converter について

これに関しては、STEP TOOLS, Inc. も特に製品の目玉として扱っている様子ではなく、調査期間中も特に言及はしなかった。IGES Ver. 5.1 相当のデータ構造を EXPRESS で記述したファイル (IGES.exp) が存在する。これを元に、IGES file の幾何情報部分を AP203 幾何部分に変換する部分が存在する模様。(サードパーティ開発?)

詳細は、STEP 推進センターに存在する、STEP Utilities Reference Manual 参照。

STEP Tools, Inc. の販売製品は様々なプラットフォーム上で稼働するが、Sun 版、NT 版では対応製品に大きな違いがある。例えば、Windows-NT 版ではデータベースオプション製品が一つも存在していないし、現在のところリリースプランもない。

また、ST-Developer 自身の機能についても

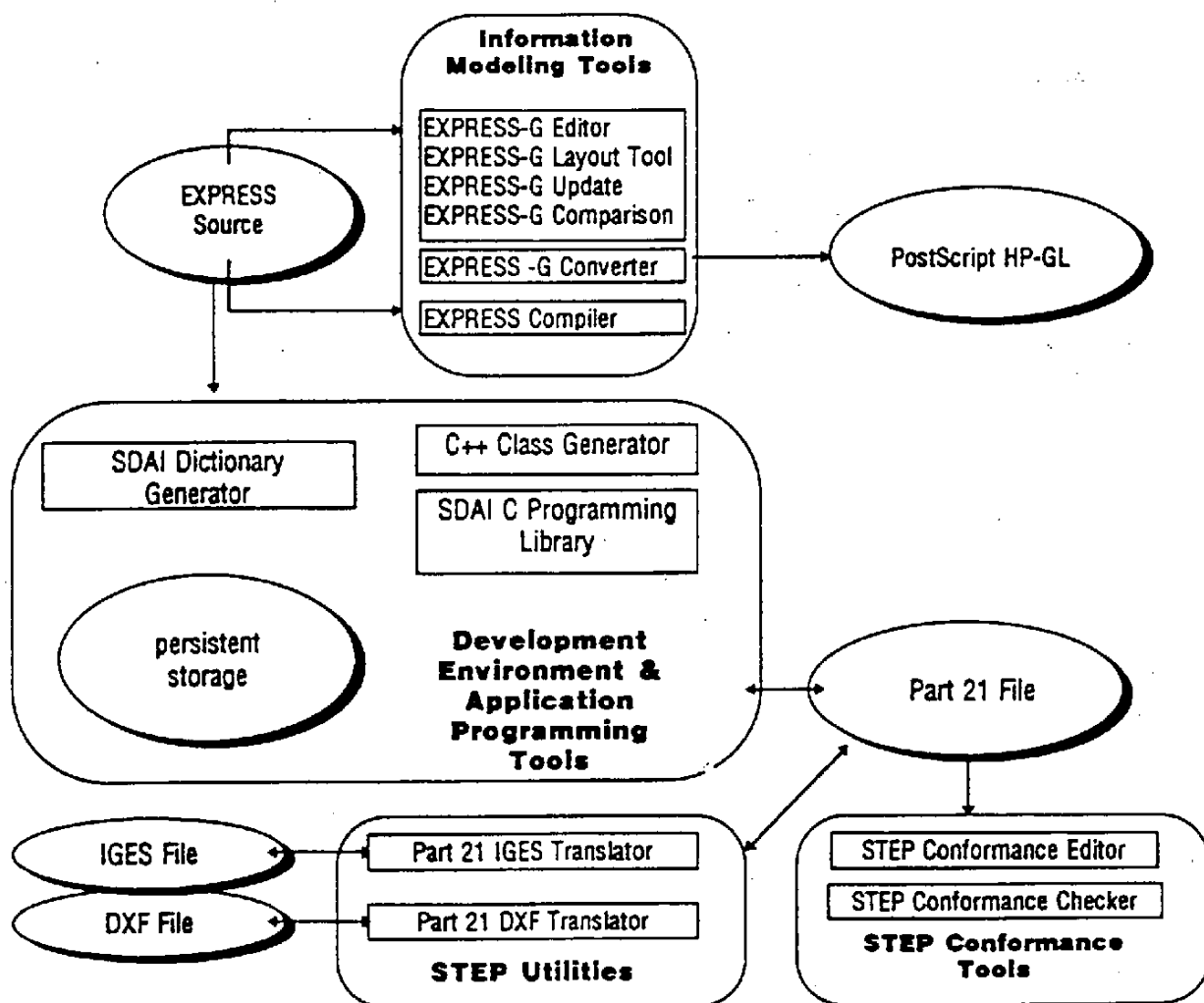
- ・ Windows-NT 版には、Conformance Tool がない
- ・ stepeditor がない

という大きな機能差がある。STEP Tools, Inc 側も基本的には Sun 上で開発を行うべきであるという話をしている。また上記機能についても Windows-NT 版への移植・強化の計画は今のところない、ということである。

Web <http://www.steptools.com>

1. Technical Specification

ST-DEVELOPER™ for UNIX is a set of integrated tools, which support information modelers and system designers in the development of EXPRESS based information models and the implementation of such EXPRESS based information models. The package is grouped into four sets of tools:



ST-DEVELOPER™ contains tools for the information modeler, a development environment including application programming tools, and ready to use applications to verify conformance of Part 21 files to a predefined data model as well as to provide IGES and DXF data in Part 21 notation.

1.3 STEP 利用技術動向調査

1.3.1 EXPRESSモデルの商用データベースへの実装実験の調査

1.3.1.1 はじめに

STEP のデータ交換の段階として、最も基本的な段階として、ファイルによるデータ交換、次にメモリを共有するアプリケーション間のデータ交換、次の段階としてデータベースの共有、最も高位な状態として知識ベースでの共有という段階が言われている。STEP の実装は、この第3番目のデータベースの共有が行われている段階である。Rensselaer 工科大から、商用データベースの Oracle, OpenODB, Versant, ObjectStore の4種類のデータベースに EXPRESS モデルを実装した論文が発表されたので、これを紹介する。

1.3.1.2 論文の概要

前述のように、商用データベースの Oracle, OpenODB, Versant, ObjectStore に実際に EXPRESS データモデルを実装する上での方法論と得失を議論した論文である。上記は代表的リレーショナルデータベースやオブジェクト指向データベースをカバーし、我々が STEP のモデルをデータベースに実装しようとしたとき、参照出来るものである。一般に、データベースにモデルを実装しようとした場合、以下の要素がある。

- ・データベースのデータ構造の定義

これは、DDL(Data Definition Language)を用いて行なわれることが多い。

ObjectStore は C++ のクラスそのものをデータベーススキーマとする。

EXPRESS から DDL へ情報をマッピングする時、場合によっては情報の一部が失われることもある。論文はこの点について議論されている。

- ・データベース内のデータ問い合わせ処理

これは、DML(Data Manipulation Language)を用いて行われる。その典型的なものは SQL である。STEP データモデルの場合、SDAI(Standard Direct

Access Interface)との兼ね合いが出てくる。論文ではこの点についての議論もなされている。

数種類のデータベース実装方式が述べられているが、結論として、各データベースの構造によって最適な実装方法は異なって来ることを述べて有る。

Rensselaer 工科大 Dr. Martin Hardwick の許可を得て、当該論文の全訳を参照として掲載させて頂く。

EXPRESS 情報モデルの有効なデータベース実装について
Martin Hardwick and David Loffredo レンセラー工科大学 STEP TOOLS,inc.

概要

EXPRESS は、ISO STEP で利用され、色々な業種のプロダクトモデル定義に利用される。これらがデータベースに実装されて、様々なアプリケーションから利用可能になる。ここでは、4種類のデータベースへの写像について述べ、マッピングを実装する側とデータベースを使う側の両方の視点から、各方法の得失を議論する。

1. 始めに

データベースは製品に対して、異なった面から複数のエンジニアがコンカレントに作業可能にすることにより、タイム to マーケットを短縮できる。[Win88]しかしながら、産業界はこれらのデータベースをコンカレントエンジニアリング用には使っていない。これには、この報告書としては、以下の2つの理由があると考えている。

1. いままでのデータベースはエンジニアリングアプリケーションが必要とする性能が出せない。
2. エンジニアリングアプリケーションが、尋常ならぬ複雑さのデータモデルに対抗して動く必要がある。

最初の問題は、アプリケーションに対して、メインメモリをデータキャッシュにすればよい。根本的な話はいたって簡単である。エンジニアが作業を始めたら、以降用いるデータを名前を付けて、メインメモリ速度と同等の速度でアクセス出来るように名前を付けて、メインメモリ上にロードしておく。オブジェクト指向CAD業界は、このサービスを、広いレンジのサービス、速い応答速度、最適混合を供給することにより、提供しようと競争している。

しかしながら、依然、2つめの問題が残っている。エンジニアリングアプリケーションは、実世界のシミュレーションを扱う為に、複雑な構造のデータモデルを必要とする。このようなモデルの複雑さに、アプリケーションのコードはどうしても縛られてしまう。その結果、開発者はうまくいくモデルに対してコードを作らざるを得ない。このようなモデルが、Dessault の CATIA や Lockheed の CADAM や McDonell Douglas の Unigraphics 等のポピュラーな CAD システムであり続けて来た。

エンジニアリングアプリケーションは、各々、このようなモデラに対して作成されて来たが、それらは経済的基盤は弱い。モデラは頻繁に変わり、その度ごとにベンダ側はアプリケーションを手直ししなければならない。もし、アプリケーションが広まると、モデラのベンダはよく、対抗アプリケーションを出す。おおよそ、モデラの基盤は貧弱なものでしかない。汎用目的のデータベースは、そのようなものが出来ると、モデラのユーザがベンダから離れて行ってしまうので、遂に作成されないままであった。

本当のところ、民生用にせよ、軍事用にせよ、製品の複雑なデータベースを記述するのは、モデラのベンダであって、決して製品の開発者ではなかった。これでは、過去の既に存在しないアプリケーションにデータが拘束されて、新たに市場に投入される新たなアプリケーションが使えないという、企業戦略的にも好ましくないことになる。産業界は、このことに気付いてなく、これがエンジニアリングデータベース市場がまだ小さい大きな理由である。

プロダクトモデル交換の PDES/STEP 標準は、エンジニアリングデータの共通モデルを規定する。それは、エンジニアリングデータベースの市場を発展させるキーである、アプリケーションの開発者は、安心してこのモデルを扱うアプリケーションを開発できる。ソフトウェア基盤の開発者も、STEP データを扱うツールを安心して開発出来る。企業も自分製品の記述をこのようなデータベースに安心して保管出来るようになる。

ISO STEP で規定される、EXPRESS 情報モデルは、データベースに写像されて、情報インフラストラクチャを生成するような論理構造を記述出来る。もし、この報告書の最初の 2 つの仮説が正しければ、数多くの企業はこのような写像手法で作成されたデータベースを使える。この様なゴールに達するためには、写像は実装するのに簡便でメンテもやりやすく、利用も簡便でなければならない。この報告書では、4 つのデータベースに EXPRESS モデルを実装した例で、その設計要素を分析する。

2.EXPRESS

EXPRESS は、特定のテクノロジーに依存しない。この独立性は、プロダクトデータ交換の情報モデルを開発する時に大きな利点である。EXPRESS データモデルは様々なデータプロセッシング技術に展開可能で、現在の、そして将来のエンジニアリングシステム間のプロダクトデータの交換基盤として利用される。EXPRESS 情報モデルに対して、4 段階の実装レベルが提唱されている。[Wils90]

ファイル交換--プロダクトデータはアプリケーションから STEP Part21 アスキー

ファイルのような物理的ファイルで入出力される。[Part21]

Working Form Exchange--プロダクトデータは、標準ソフトウェアコールを用いることにより、テンポラリワーキングデータベースを通して、入出力される。

Database Exchange--プロダクトデータは、データベースマネジメントシステム(DBMS)に入出力される。DBMSは、標準交換ファイル、標準アクセスファンクションコール、SQLのような標準DMLによってアクセス可能でなければならない。

Knowledgebase Exchange--プロダクトデータは、KBMSに入出力される。システムは、Database Exchange 以下の実装レベルを全てサポートし、実装モデルに規定される有効な拘束が利用出来る。

EXPRESS モデルのファイルと Working form による実装は、最初に現われ、今最も広く行われている。データベース実装は、まだ一般的ではない。Knowledgebase Exchange は、研究されてはいるが、まだ使えない。

EXPRESS モデルで製造データベースを定義しようとする所は、企業データを格納してSDAI(Standard Data Access Interface)に基づくツールで共有出来る。SDAIはEXPRESSに基づくデータベースに対し、共通アクセスプロトコルを規定する。このプロトコルは、実装を横断的に持ち運び可能な統合環境エンジニアリングアプリケーションを製作することにより、統合製品データベースのコストを減らせる。

SDAIはアクセスプロトコルを規定するが、実際のデータベース上にSDAIが如何に配置されるかは規定しない。この報告書は、このようなデータベースの総合的実装の問題も言及する。実装過程と総合的な問題の明快な理解は、SDAIの発展と可搬エンジニアリングツールの開発に寄与し、もっと広いユーザがEXPRESSによる情報モデル作成とデータベースを利用することを加速する。

3.実装過程

この章では、EXPRESS モデルをデータベースに実装するプロセスを研究する。実装の各段階、問題、方針、設計、最終結果についてである。

実装過程は2つの段階に分けることが出来る。第一の段階では、EXPRESS 情報モデルを選択し、そのモデルを用いてデータベースを定義する。これは、モデルのスキーマが実装しようとするDBMSのスキーマに変換されなければならない事を意味する。普通、ここでは、ターゲットのシステムのDDL(Data model)にEXPRESSから写像する。

データベースが定義されたら、2番目はSTEPで定義されたデータのトランスファーである。同じ情報モデルを扱う他のツールとの統合が可能となる。この段階では、EXPRESSで定義したモデルと、データベースのDMLの統合をはかるソフトウェアを試作する。

3.1.EXPRESS/DDL マッピング

実装の最初は、EXPRESS情報モデルを選択し、そのモデルを用いてデータベースを定義する。実装者は、このモデルを目的とするDBMSのスキーマに変換しなければならない。この変換は、EXPRESSから目的とするデータベースのDDLへのマッピングを行わなければならない。

EXPRESSから他のモデルへの写像は、いくつかのグループで研究されて来ている。例として、McDonnell/Douglas[Egge88]、Rutherford Appleton Laboratory[Mead89]、Rensselaer[Ragh92]のデータエンジニアリングプログラムはEXPRESSモデルからリレーショナルモデルへの写像を示している。

SandersonとSpoonerはEXPRESSとネットワーク階層、リレーショナルモデルとの間の写像について述べている。[Sand93]

あるオブジェクト指向データベースシステムは、C++をDDLのように使用する。C++マッピングは、TrondheimのNorwegian Institute of Technology[Totl92]、STEP Tools[STI92c]、NIST[Clar90]で行われて来た。その他のプログラム言語に対する作業は、SDAI bindingとして、STEP WG7で行われている。[Part22]

実装しようとする人は、上記結果を利用可能なところは使えるが、あるデータベースはどれにも当てはまらない。こんな時には、データベースシステムを解析して、しかるべきEXPRESS/DDLマッピングを規定しなければならない。

EXPRESS情報モデルは、既存のデータベースシステムには未経験のものである。特に、下記のようなEXPRESSのフィーチャ(特徴)はデータベースシステムのネイティブなデータモデルで原形の情報を保つために何がしかの書き直しや他の操作が必要かも知れない。

エンティティ -- 独立性を持って、複数の属性値を持つインスタンス(最も基本となる「粒」)

継承 -- EXPRESSの継承モデルは豊富である。単純な継承や、複合継承、AND/OR

継承, さらにインスタンスは型のセットをとれる。

プリミティブタイプ (基本型) -- EXPRESS は7つの基本型を持つ。整数(integer), 実数(real), 番号(number), 文字列(string), バイナリ(binary), ブーリアン(boolean), ロジカル(logical)。なお既存型に拘束を加えることにより, 新しい型を定義可能。

列挙型(Enumeration) -- 列挙された値のセットは, 分割された名称となる。

Selects 型(Selects) -- EXPRESS の Select 型は, 強く型付けられた構造体(union)に似ていて, 非連結型の集合に用いられる。Select 型は, いくつでも基本型を連ねて作成可能で, 属性の繰り返し (ネスト) 深さも自由である。

集合型 (Aggregates) -- EXPRESS は順序型(Array,List), 非順序型(Set,Bag)集合の両方を持つ。

EXPRESS/DDL マッピングを行おうとする時には, これらの構造をよく知っておかなければならない。データベースのネイティブなモデルに依存して, 派生属性, 局所や大域拘束, “ユニーク” (単一) や “インバース” (逆) 節を定められる。

3.2.EXPRESS/DML Software

次に, EXPRESS で定義されたデータベースにデータを入力する DML の設計と製作を行わなければならない。このプロセスは, いくつかの設計の決定がある。最初の決定はどのようなスタイルでデータにアクセスするか。少なくとも3通りのスタイルがある。アップロード/ダウンロード形式。キャッシュ SDAI binding。直接 SDAI binding。

データアクセス形式が決まると, 次はプログラムのアーキテクチャ。EXPRESS 定義をソフトウェアで利用可能にするには2通りの方法がある。コード生成方式 (early binding) とデータ辞書を通しての利用。 (late binding)

最後に, ソフトウェアに EXPRESS の拘束 (constraint) を扱わせるか。そうなら, これをどうやるか, というのを考えなければならない。

3.2.1.アクセス形式

最初の問題は, EXPRESS/DML のソフトがどうやって EXPRESS で定義されたデータを利用者に使えるようにするか, である。最前述べたように少なくとも3つの方法がある。アップロード/ダウンロード形式。キャッシュ SDAI binding。直接 SDAI binding である。

最も素直なアプローチは, EXPRESS 定義のデータセットを Part21 形式ファイルでアップ

ロード/ダウンロードする方法である。この方法では Part21 ファイルをそのまま突っ込んで、ネイティブのデータベース管理システムを通して操作することが出来る。データベースの中味はやはり Part21 形式でダウンロードして、ワークフォーム（作業場所）を持ったアプリケーションで操作出来る。

ワーキングフォーム（作業場所）をバインディングするということは、EXPRESS で定義されたモデル全体に対して、例えば Part21 ファイルのようなものだが、全体をメインメモリ上に持ってきて EXPRESS オペレーション（操作）ライブラリでアプリケーションが扱えるようになる。ただし操作は EXPRESS に基づいている限り、オペレーションは SDAI プロトコルかそれに類したものになる。

ワーキングフォームバインディング形式で作られたプログラムは、メモリ上にデータを持って来て取り扱い、終わると全体データを再び書き込む。ワーキングフォーム（作業場所）バインディングは、メモリ上でデータを扱うので極めてよい実行パフォーマンスを示す。

ワーキングフォーム（作業場所）バインディングは、Part21 形式ファイルで全て入出力されなければならないが、同様に他のソースからのデータも持って来て作業出来る。次のレベルのデータベースアクセスはデータベースから直接データセットを読み書き可能な SDAI である。このキャッシュ SDAI はメモリ内の EXPRESS で動かすワーキングフォームを、データベースのキャッシュとして使おうというものである。アップロード/ダウンロードプログラムは、ワーキングフォーム内の SDAI ライブラリに直接作られる。必要なデータはデータベースから一旦メモリ内の作業場所に転送され、SDAI オペレーション（操作）で操作され、データベースに戻される。

最後のものは、元々のデータベース操作上に形成された、EXPRESS 駆動のプログラムバインディングを通して、データベースにアクセス可能となる。この"Direct SDAI"を使うと、アプリケーションは中間キャッシュなしで直接データベースを操作する。

各々の方策のメリットは、データベースシステム、情報モデル、アプリケーションの要請の各方面から見なければならない。例として、CAD の複合の幾何情報を扱うアプリケーションは速いアクセスを要求する。もし、幾何データが問い合わせ処理（クエリー）アクセスに最適となりレシヨナルデータベースに入っているとして、キャッシュ SDAI バインディング形式が、直接 SDAI 方式よりよいパフォーマンスを示すかもしれない。それは、キャッシュメモリ方式は、全体のモデルを一旦メモリ上に持って来ていて、実はメインメモリはデータを探すのに比較的成本（時間）が安い。ところが、直接バインディング方式は個々にデータにアクセスするのに時間的コストがかかってしまう。

3.2.2. バインディング形式

2番目の設計上の問題点は、データベースにアクセスするソフトウェアの構造をどうするかということである。選んだ EXPRESS 情報モデルの「内容」が使えるようであればならない。これには、個々の情報モデルに対して専用のソフトウェアを生成する（またはコーディングしてやる）（即ち、early binding）、または、個々の情報モデルのデータ辞書を表現する働きを持つ、汎用ソフトウェアを書いてやる方法（late binding）がある。この2つの方法は、Figer 1 に図示する。

コード生成（early binding） -- この方法は、個々の情報モデルに対して専用のソフトウェアを生成する。EXPRESS コンパイラは個々の情報モデルの構造や機能に対して、それを処理する専用のコードを生成する。コンパイラは、ロード/ダウンロードプログラムや、データ変換機能のライブラリも生成する。

EXPRESS コンパイラで生成されたコードは、公開されたデータベースの API や確かでは無いにしろもっと高いパフォーマンスを提供するようなドキュメントになって居ない（非公開）機能も利用できる。コンパイラは、非公開機能がアップデートされればそれにあうようにアップデートすればよいので、不利点はないはずだ。

多くのデータベース API は C であるが、C++ が選択するにはよいであろう。C++ は、強力な型チェック、継承のサポート、クラスに結合するメソッドを選択出来る機能、既存の C API と共存可能である。

Data Dictionary (late binding) -- この方式は、個々の情報モデルに対するデータ辞書とともに機能する、汎用のプログラムを一つ生成する。このソフトウェアは、データ辞書の型と属性名称を通して、データベースをアクセスする。強力なデータ辞書を持つシステムには有効である。

EXPRESS 情報モデルの拡張書換があるインターフェースは、コード生成でパフォーマンスがよいかも知れない。「書換」とは、インターフェースとデータベース間でデータが移動する時、データが結合/分解されるということだ。late-binding インターフェースは、実行時に辞書を参照しながらこの操作をインタプリタ的に行わなければならない。それに対し、生成されたコードは、高速でコンパイルされる。

EXPRESS コンパイラは、容易に変更されるテンプレート（雛型）からプログラムを生成出来る。

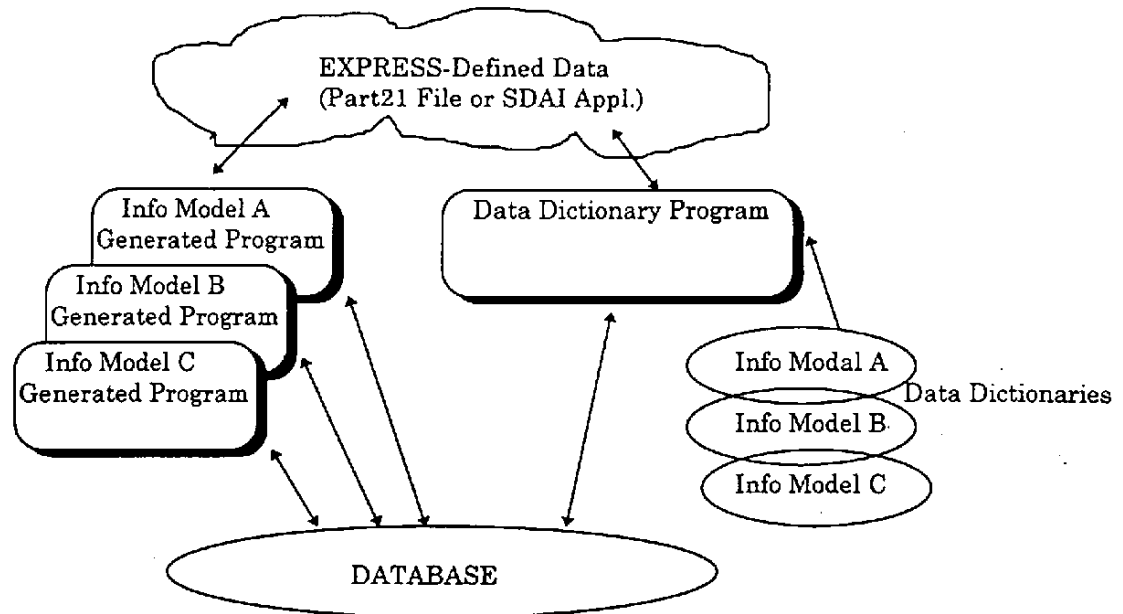


Figure 1: Code Generation vs. Data Dictionary Access

よって、生成されたインタフェースは辞書インタフェースより最適化しやすいであろう。それに、生成された後も、人間の手である型・属性のアクセス格納の最適化修正が出来る。辞書に基づいた汎用型プログラムは、単一構造で扱わなければならない、特定のエンティティ、属性への細かいチューニングは出来ない。

ある構造に対してはコードを生成し、残りに対しては辞書という、混合型方法も使うことが出来る。情報モデルのある一部しか使用しないアプリケーションに対しては、扱うけれども使用しないモデルの数を減らし使うべきモデルの型チェックはちゃんと出来るという利点がある。しかし、データベースインタフェースは通常この方法では利点はない。なぜならば、インタフェースは通常、全ての情報モデルを使用しなければならないからだ。

情報モデルの大きさも考慮しないとイケない。モデルは数百の定義を含み得る。例えば、AP203を定義するリレーショナルテーブルは、SQLの1800行以上となる。この多くの定義はデータベースシステムにかなりの負荷であろうし、実装する側も数々のパラメータの調整や、付加テーブルが必要となるだろう。実験すれば、既存のデータベースがこのような大きな情報モデルを扱えるかどうか分かる。この様な既存システムの限界から、サブセットモデルの利用の必然性が出てくるかも知れない。他のアプローチとして、情報モデルのEXPRESSの「ビュー」を作り出す研究もあり、これは特定のシステムに対し、簡便で負荷も小さい。[Hard94]

3.2.3. 「拘束」について

EXPRESS の主たる特徴は、拘束の明示的な表現である。実装の3番目の問題は、このEXPRESS 情報モデルの拘束をどのように扱うか、である。データベースシステムに依っては、この拘束のいくつかは有効に出来る。

異なったアクセス形式は、この拘束がいつどのように評価されるかに影響する。バッチ式拘束確認は、アップロード/ダウンロード方式のオプションでしかない。拘束はまた、キャッシュや直接 SDAI 方式のプログラムでも相互的に評価できるだろう。有効チェックは、個々の拘束のプログラムコード生成や、辞書に基づく EXPRESS インタプリタによって行われるであろう。

3.3. 設計の決定

これらの要素を考慮した挙句の果てに、設計決定のマトリックスを見出した。ソフトウェアに依って提供される機能（アクセス形式）とソフトウェアが書かれている形式（バイディング形式）の組み合わせである。

Early-bound Upload/Download	Early-bound Cashed SDAI	Early-bound Direct SDAI
Late-bound Upload/Download	Late-bound Cashed SDAI	Late-bound Direct SDAI

Table 1: Software Design Option

拘束条件の有効性を見ると、以下の様なアプローチがある。

Upload/Download	Cashed SDAI	Direct SDAI
Batch 評価	Batch 又は対話的評価	Batch 又は対話的評価

Table 2: 拘束評価オプション

これらの設計要素に加えて、データベースのデータモデルと EXPRESS の表現構造間の関連を理解して書けなければならない。

4. 実装研究

前章までで、EXPRESS のデータベースへの実装の動機と有利点を述べて来た。我々は、また、実装過程をテストして、2つの明らかな作業点と、設計するにあたって考慮しないといけないいくつかの問題点を見い出した。

この章では、4つの実装試験の結果を述べる。このプロジェクトは前章に述べられた全ての方法が含まれる。ファイルアップロード/ダウンロード、キャッシュ（間接）SDAI、直接 SDAI バインディング。

個々の実装はデータベースの特徴の解析、EXPRESS のデータベースモデルへのマッピング（写像）、EXPRESS/DML ソフトウェアの詳細を研究している。

実装は、ORACLE, OpenODB, Versant, Objectstore で行われた。ORACLE は、リレーショナルの代表的なもので、よくコンフィギュレーションコントロールデータの管理に利用される。ヒューレットパッカートの OpenODB はオブジェクト指向とリレーショナルのハイブリッドシステムで、大きな会社でリレーショナルシステムの代わりに、また石油化学工業界で利用されている。Versant と Objectstore は、両方とも C++ に基づいた OODB 系で、CAD データベース分野で、特に賞用されている。

このプロジェクトは、STEP Tools, Inc. の ST-Developer を、STEP と EXPRESS の開発のサポートに利用した。このパッケージは、ROSE C++ と SDAI C ワーキングフォームライブラリを、アプリケーションの開発用に含んでいる。これらのライブラリは、Part21 ファイルハンドリング、EXPRESS データ辞書、アクセスのプログラミング、メモリ内のワーキングフォーム（作業場所）/キャッシュ（間接）管理に利用された。ORACLE と OpenODB のプロジェクトでは、ST-Developer の EXPRESS コンパイラに特殊なコード生成部を负荷した。このパッケージは、拘束の有効化に用いる EXPRESS インタプリタにも含まれる。

4.1. 評価過程

これらの実装は、都度、結果を評価して比較しないとならない、各過程がある。この章では2つのグループの過程について述べる。

最初のグループは、EXPRESS/DDL 写像の評価である。この指標は、如何に情報モデルの EXPRESS 情報モデル内の情報を忠実にデータベースの DDL に写像出来るか、ということである。よい写像は、オリジナルの EXPRESS モデルの概念の多くをデータベースの中に取り込めるということである。それには2つの大きな段階がある。

EXPRESS が保存される段階 -- EXPRESS の表現がデータベース内に保存出来る尺度。写像の間に、オリジナルのスキーマの一部は失われる可能性があります。データ値が正しく保存されても、属性名や型区分が連結されてしまっている、等。これらの損失は、元々のデータ辞書からオリジナルの EXPRESS を再生するのを不可能にしてしまう。

EXPRESS の置き換えられる段階 -- データベースのモデルに適合する尺度。例えば、存在する継承のような特徴が、どれぐらいの正規化や置き換えを必要とするか、ということ。大幅な書換を必要とするモデルは、ネイティブなデータアクセス方法では扱うのに難しいだろう。辞書に簡単に取り込めるようにするには、どの程度まで、悪くなってしまうか？

2 番目は、EXPRESS/DML ソフトウェアの評価である。これらの評価は、ソフトウェアのパフォーマンス面の特性や、ソフトウェアの作成、メンテナンス性の難易度を示す。それらは、少なくとも 6 点ある。

問い合わせのパフォーマンス -- 問い合わせを主として、アプリケーションがデータをトラバース、アクセスした時のパフォーマンス指標。

操作パフォーマンス -- CAD システムのようなアプリケーションが、操作法に従って、データをトラバース、アクセスする時のパフォーマンス。

実装の難易性 -- 実装作業の規模・複雑さの尺度。作成するコードの種類に依っての変化や、コードの難易性、実装に要求される専門性。

メンテナンス性 -- ソフトウェアをデータベースの新バージョンに合わせる時の難易性の尺度。EXPRESS モデルの改編、その他。メンテナンス性は、コードの大きさや複雑さに逆比例し、実装言語や、型チェック、プログラミング技術のようなソフトウェアエンジニアリング面に依存する。

カスタマイズ性 -- エンドユーザの要求に応じて、様々なカスタマイズが出来る難易度。

ユーザサービス -- 元々のデータベースサービスが提供するものと同様、どの様なサービスをインタフェースソフトウェアが提供可能かの尺度。ある設計のものは、ネイティブのデータベースより、有効なサービスを提供出来るであろう。例えば、実装ベースでは、単純なクエリーで記述するには難しい置き換えがあったり、元々の DML をちょっと替えた位では、SDAI インタフェースは難しいとかとすることである。

4.2.2 つのアップロード/ダウンロード実装

最初の 2 つの実装はアップロード/ダウンロードアクセスの実装である。ORACLE インタフェースがレンセラー大学内のプロジェクトの一部で行われた。OpenODB で似たようなインタフェースが、STEP Tools, Inc. と Hewlett Packard の間のプロジェクトで開発された。Figure.2 はアップロード/ダウンロードインタフェースの構造を表わしている。

ORACLE は、ここで調査した中では、最も広く利用されている。リレーショナルデータベースの強みは、多量のデータを高度に正規化して表形式で格納し、この大きなデータセットを効果的に問い合わせ言語で検索可能であるということだ。

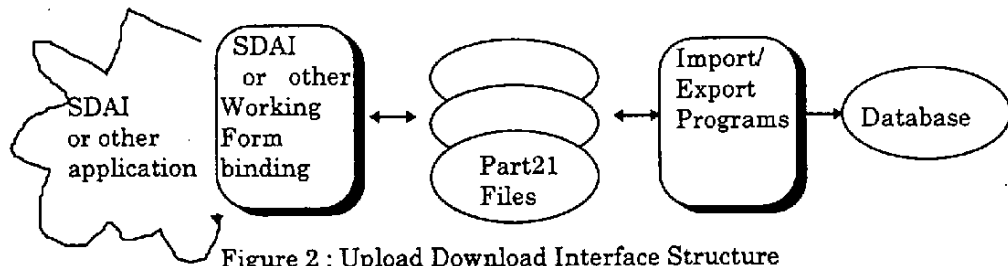


Figure 2 : Upload Download Interface Structure

Hewlett Packard の OpenODB は、認識されているリレーショナルシステムの強力さとオブジェクトデータモデルが結合したものである。このシステムは、オブジェクト管理機能を、リレーショナル機能に取り入れ、SQL に基づいた新たなオブジェクト問い合わせ言語 OSQL を提供する。

OpenODB は HP の初期 IRIS テストプロトタイプ時の商用バージョンで、ALLBASE/SQL リレーショナルシステム上に構築された。OpenODB データモデルは、オブジェクト、型、機能(Function)に基づく。「機能」は従来の属性に基づいて振る舞ったり、OSQL やその他外部のソフトで記述出来れば、格納可能である。

4.2.1. ORACLE EXPRESS/DDL マッピング

この ORACLE 実装は、(Ragh92)に述べられた、EXPRESS からリレーショナルモデルへの写像を用いている。

エンティティは、各々の属性のコラム(欄)の表に格納される。各表は、各インスタンス(実体)を識別する識別子欄を持っている。基本属性を持つ値はここに置かれる。エンティティインスタンスや、セレクト、集合等の複合値は識別子を含む外部キーとして格納される。

エンティティの継承は、表に正規化される。各々のエンティティの型の局所的な属性は、区別されたテーブルに入れられる。これらのテーブルは、エンティティの識別子で強力に連結されている。単独のエンティティのインスタンスでは、型の階層の全てのテーブルに渡って、識別子が付加される。

ORACLE の基本データは、EXPRESS の基本データの様に、広く使えない。Boolean や logical 型は、整数値とみなされ、列挙型は、string として格納される。

EXPRESS Type	ORACLE Type
REAL	float/double
INTEGER	integer
BOOLEAN	integer
LOGICAL	integer
STRING	varchar
BINARY	number
ENUMERATION	varchar

Table 3: Corresponding EXPRESS and ORACLE Primitive Types

定義された基本の型は、一番おおもとなる基本型として扱われる。対応する EXPRESS と ORACLE の型は、Table 3 に示す。

ORACLE がサポートする唯一の集合型はタブルの表である。EXPRESS の集合型は、特定の集合型インスタンスの全てのエレメントを集める外部キーを用いてシミュレートされる。リレーショナルモデルは、union 構造を直接的にはサポートしていない。そこで、EXPRESS の Select 型は、各々の可能な型への表欄として疑似的にサポートする。各々のタブルの一欄のみが値を持つであろう。他の欄は空値である。

EXPRESS は型や属性名称の長さの制限はないし、多くの情報モデルがかなり長い名称を持っている。ORACLE は、表やコラム (欄) の名称を 30 字に制限している。この名称の衝突の問題は名称短縮 (?) アルゴリズムで解決する。

4.2.2. ORACLE EXPRESS/DML ソフトウェア

ORACLE へのファイルアップロード/ダウンロードシステムは、コード生成を用いて実装された。開発には、特定の EXPRESS 情報モデルから 3 種類のプログラムを生成する特別な EXPRESS コンパイラを使用する。

最初のプログラムは、SQL "ORACLE TABLE" ステートメントを用いてデータベーススキーマを生成する。これらのステートメントは、ORACLE の SQL インタプリタの sqlplus を用いて実行される。これは、前節で記述された写像を用いた情報モデル構造を全て構築する。

2 番目のプログラムは、STEP AP21 ファイルの内容をデータベースに取り込む。ファイルは、静的 SQL を用いる C++ で、ORACLE ProC を ORACLE データベースを操作するのに用いる。アップロード/ダウンロードプログラムは、ファイル I/O や、インメモリでの EXPRESS 定義のデータの操作のために、ROSE C++ ライブラリを用いる。

このアップロードプログラムは Part21 形式のファイルをメモリ内に読み込み、ORACLE

データベースに接続し、個々のオブジェクトと参照を作り出すため、SQLを使う関数を呼ぶ。ORACLE データベースは複数のデータセット（ファイル）を持てる。アップロードプログラムは、もし、ファイルが存在していれば、上書きするよりも、新しいバージョンを作る。昔のバージョンは手で消した方がよからう。

3番目のプログラムは、ORACLE データベースの内容を Part21 ファイルに吐き出すものである。これは、ORACLE に接続して、特定のデータを選択し、属性値を抽出するのに SQL を使用し、メモリ内にオブジェクトを生成するため、関数を呼び出す。全てのデータセットが変換された時、メモリ内のオブジェクトは、STEP Part21 ファイルである。

EXPRESS の拘束条件は、バッチモードでは、ST-Developer の apconform ツールで評価出来る。このツールは EXPRESS インタプリタを含み、拘束条件となる、全ての where 節と大域(global)ルールを評価する。

4.2.3. OpenODB EXPRESS/DDL マッピング

OpenODB のデータモデルは EXPRESS の特徴をかなりサポートしているが、同一ではない。EXPRESS のある程度の構造は疑似的にやらなければならない。

OpenODB データモデルはオブジェクト指向で、識別子や複合（連想？）格納（associated stored）、導出機能（属性）をもつオブジェクト型をサポートする。EXPRESS のエンティティタイプは容易にこれらのオブジェクトタイプに写像出来る。各々の明示属性は、stored function として表現可能である。

継承モデルは、EXPRESS の単独、複合継承をサポートする。さらに、EXPRESS AND/OR 継承も、OSQL の"ADD TYPE" "REMOVE TYPE" を利用し、インスタンスに付加したり消去したりする事で表現可能である。

OpenODB は、EXPRESS のほぼ全ての基本型をサポートしている。Logical と enumeration は、オブジェクトタイプを定義する時、シミュレート可能である。オブジェクトインスタンスが列挙型の値を表現する。定義された基本型はおおもとになる基本型として扱える。OpenODB と EXPRESS の型対応は Table 4 に示す通り。

ORACLE では、EXPRESS の Select 型は、可能な型のタプルとして表現された。使用されている欄だけ値が入っていて後は空値である。

OpenODB は、EXPRESS の順序がない集合型（Bag と Set）をサポートする。順序型の集合型（List と Array）は、インデックスとエレメント欄のタプルの Bag としてシミュレートされる。集合の入れ子は、エレメント欄と複数インデックス欄のタプルの Bag としてシミュレートされる。

OSQL は、機能の導出、格納両方に用いる。EXPRESS の"inverse"節は OSQL 内のクエリーの機能にマッピング出来る。EXPRESS の派生属性"where"節と"unique"節は、今現在とりあえず扱わないが、将来のプロジェクトでは着目されるであろう。

EXPRESS Type	OpenODB Type
REAL	float/double
INTEGER	integer
BOOLEAN	boolean
LOGICAL	Class(three instances)
STRING (N)	char (var n)
BINARY (N)	binary (n div 8)
ENUMERATION	Class(fixed instances)

Table 4: Corresponding EXPRESS and OpenODB Primitive Types

4.2.4. OpenODB EXPRESS/DML ソフトウェア

OpenODB へのアップロード/ダウンロードインタフェースもまたコード生成法で実装された。やはり、3つのコードを生成する特別な EXPRESS コンパイラを使用する。

最初のコードは、OSQL の "CREATE TYPE" と "CREATE FUNCTION" を使って、データベーススキーマを決定する。これらは、iosql という OpenODB の OSQL インタプリタで実行される。これは、情報モデルのマッピング構造を全て決定する。

2番目と3番目は、OpenODB Oaci というプログラムインタフェースと ROSE C++ ライブラリを、STEP Part21 ファイルと OpenODB データベース間で、EXPRESS に基づくデータを変換するのに用いられる。これらのプログラムは、ORACLE の時と同様の動きをする。そして、ORACLE 同様、拘束のチェックは、ST-Developer の apconform というツールが行う。

4.2.5. 分析

リレーショナルモデルと EXPRESS は、際立って異なっている。この差は、ORACLE に入出力するとき、多くの集合、分解を実装プログラムで行うことになる。

この操作は時間を食う。直接 SDAI は、各々の操作でこの欠点を負うことになるだろう。ORACLE へのアップロード/ダウンロード方式は、ORACLE への入出力の時にしかこの欠点が現われないので、なかなか良いと考える。データが一旦 ORACLE の中に入れば、強力なクエリーで実行出来る。同様、一旦出てしまえば、ファイルベースのアクセス用に作られたアプリケーションで、そこそこ利用出来る。

コード生成法を利用することにより、ORACLE クエリー最適プログラムを利用出来る。データ辞書は動的 SQL が必要だが、これはあまり有効でなく、またリレーショナルシステム間でも可搬性がよくない。

実装は素直でメンテもやりやすい。アップロード/ダウンロード方式プログラムは、アッ

ブロード/ダウンロードグループの最初の例として開発された。次には、これらのプログラムはパラメータ化され、EXPRESS コンパイラを調整して、プログラムを生成するときに、特定のシステム用に生成するようにすることである。パラメータ化されたプログラム雛型は、汎用エディタで修正可能だ。

OpenODB と ORACLE の実装は、同じ特徴を持つ。が、OpenODB が EXPRESS に近い分だけ、実装コストは安くついた。

4.3. キャッシュ (間接) SDAI

Versant への間接 SDAI binding は、NIST ATP の PreAmp プロジェクトの一部として行われた。Figure 3 が間接 SDAI binding の構造を示している。

Versant は Versant Object Technology 社 (元々は Object Sciences Corporation) のオブジェクト指向データベースシステムである。Versant は永続 C++ クラスライブラリと集中管理型のデータチェックイン/アウト、問い合わせ機能を持つ。改良 C++ コンパイラがスキーマ形成に用いられるが、オブジェクトモデルは C/C++ からは分離され Smalltalk [Vers93] のようなプログラミング言語へのバインディングを持つ。

4.3.1. Versant EXPRESS/DDI Mapping

Versant データモデルはオブジェクト指向で、C/C++ に緩く基づく。

EXPRESS のエンティティと継承関係は、SDAI C++ binding (Part22) に定められた方法に似た方法で Versant のクラスに写像される。

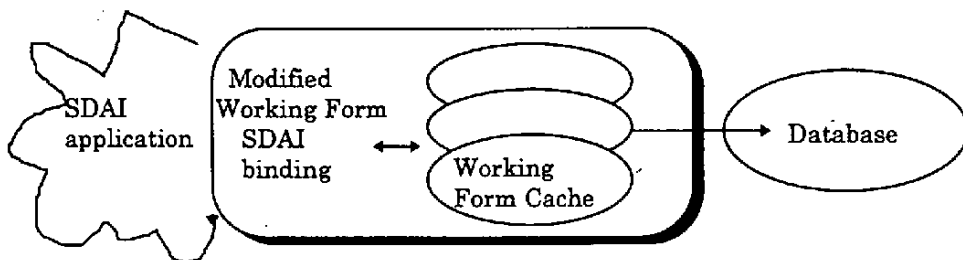


Figure 3: Cached SDAI Interface Structure

Versant の基本型は、C と C++ に基づいていて、typedefs がハードウェア間での可搬性を持っている。EXPRESS プリミティブは、Table5 に従って扱われる。

Union は Versant のオブジェクトモデルにはないので、EXPRESS Select 型は class として疑似的に扱われる。select class は、select 型の各々の型の属性と、どのフィールドが使われたかという付加的な属性も持つ。

aggregates はサイズ属性とエレメントタイプへの動的ベクトルを持つ class へ写像される。

EXPRESS Type	Versant Type
REAL	o_float/o_double
INTEGER	o_4b
BOOLEAN	o_boolean (typedef char)
LOGICAL	o_boolean (typedef char)
STRING (N)	Vstr of o_lb
BINARY (N)	Vstr of o_lb
ENUMERATION	Vstr of o_lb

Table 5: Corresponding EXPRESS and Versant Primitive Types

4.3.2. Versant EXPRESS/DML ソフトウェア

Versant へのキャッシュ (間接) SDAI インタフェースは、データ辞書アクセス法を用いた。全てのサービスは、既存の SDAI アプリケーションにリンク出来る単一のライブラリに依って提供される。

Versant インタフェースは既存の SDAI C ライブラリのワーキングフォーム (作業場所) を拡大する。オリジナルライブラリは、Part21 ファイルをメモリ内のワーキングフォームに読み書き出来る。そして、メインメモリ内で SDAI 操作を用いてデータ生成、消去、操作出来る。インタフェースは、メモリ内のワーキングフォームで Versant データベースのトランスファーを行う機能を追加する。

メモリキャッシュから Versant へ変換する時、インタフェースライブラリは最初にデータベースへ接続を確立して、SDAI EXPRESS データ辞書内容と Versant データ辞書内の定義された型を比較する。EXPRESS 定義で消失している Versant の型は、前節で述べてような写像を用いて生成される。次に、Versant データオブジェクトを、Versant C API を呼ぶデータ辞書を使用することによって、生成、満たす。

データベースからメモリキャッシュに変換している時、インタフェースライブラリは、最初に EXPRESS と Versant データ辞書をチェックして、全ての型と整合がとれているかを確認する。もし、EXPRESS データ辞書が失われていたら、(情報消失はあるものの) それは Versant の辞書から再生される。一旦両辞書が同期がとれると、メインメモリオブジェクトは SDAI ライブラリから生成される。これらのオブジェクトの属性値は Versant C API を使うことにより、持ってこれる。

SDAI ライブラリは、EXPRESS インタプリタを介してのインタラクティブな拘束評価を提供する。このインタプリタは、メモリ内のワーキングフォームに働き、派生属性の"where"節、"inverse"節と大域ルールを評価可能である。前のインタフェースで、データセットはファイル形式でも有効確認が、バッチ形式でも出来る。

4.3.3.分析

Versant データモデルと EXPRESS は良く似ている。これは、キャッシュ SDAI によるアプローチを楽にしており、Versant とメモリ内のワーキングフォーム間のデータ移動を最小の操作で可能になる。これは、前の2つのインタフェースよりデータベースへの入出力が素早く出来るという事である。

ネイティブの Versant インタフェースと SDAI バインディングは両方ともアプリケーションに対してよいパフォーマンスを与える。SDAI バインディングは最小のクエリー、Versant のネイティブシステムはもう少し多いが、ORACLE や OpenODB とは比較にならない。(程少ない?)

インタフェースは、コード生成法の代わりに、データ辞書を用いて単一辞書として構築された。これは、エンドユーザのインタフェース操作には簡単になるが、開発側には製作やメンテが少々複雑になる。おまけに、エンドユーザ側ではインタフェースをカスタマイズ出来ない。

ワーキングフォーム形式 SDAI ライブラリのインポート/エクスポート拡張は、最悪、分離されたアップロード/ダウンロードインタフェースと同様の実装とメンテで出来る。SDAI binding は複雑なソフトウェア部品の集まりで、要求された実装、デバッグにコストが掛る。このインタフェースの際立った利点は、既に存在しているワーキングフォーム SDAI ライブラリに対して行っていた時間や投資をてこ入れ出来るということである。インポート/エクスポート拡張が限られた量の負荷で出来るように。

4.4.直接 SDAI 実装

Objectstore に対する直接 SDAI binding の実装は、Object Design 社と STEP Tools, Inc. の共同研究として行われた。Figure.4 は、直接 SDAI 結合の構造を表わしている。このプロジェクトは、SDAI C++バインディングの先駆けとして、代わりに ROSE C++バインディングを行った。

Object Design 社のオブジェクト指向データベース Objectstore は、特別なクラスライブラリ無しに、C++の永久オブジェクトを作る。カスタマイズされた C++コンパイラがスキーマを作るのに用いられる。データ辞書サポートやクエリーに基づくアクセスは元々制限されているが、最近のバージョンでは拡張されて来た。[Obj94]

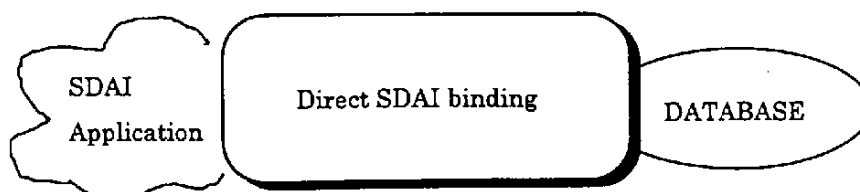


Figure 4: Direct SDAI Interface Structure

4.4.1.ObjectStore EXPRESS/DDL マッピング

ObjectStore のデータモデルは C++ である。ObjectStore の永属性は言語依存のものなので、どのクラスライブラリでも永続オブジェクトを作れる。我々は、ROSE C++ クラスライブラリを EXPRESS 構造の元として使った。エンティティと継承関係は、RoseStructue クラスのサブクラスに、SDAI C++ Binding の方法を用いて写像される。

EXPRESS のプリミティブは、表 6 に従い、C++ に写像される。C++ の enum 型は全ての型を通してユニークでなければならないが、EXPRESS は多くの列挙型に、内容の重複を許す。EXPRESS を C++ にマッピングする時、ネーミングの変換が C++ enum メンバーをユニークにするのに用いられる。

EXPRESS Type	ObjectStore Type
REAL	float/double
INTEGER	int
BOOLEAN	BOOLEAN (typedef char)
LOGICAL	LOGICAL (typedef char)
STRING (N)	char *
BINARY (N)	BINARY class
ENUMERATION	enum

Table 6: Corresponding EXPRESS and ObjectStore Primitive Types

Select 型は特別の RoseUnion クラスにモデル化される。これらのサブタイプは普通の C の union の属性を内蔵し、どの union member が今セットされたか追跡出来る。

Aggregate (集合型) は、パラメタ化された C++ クラスに写像される。これらのクラスは、RoseAggregate を起点とする階層から派生し、List, Set, Bag, Array の各型の区別を保ち続ける。これらのサブクラスも各型を定義出来る。

4.4.2.ObjectStore EXPRESS/DML ソフトウェア

Objectstore への直接 SDAI インタフェースは、コード生成を用いて行った。情報モデルが定義する C++ クラスを EXPRESS コンパイラを用いて生成する。

このインタフェースは、ROSE C++ ライブラリに基づく。[STI92] ROSE は C++ ワーキングフォームのライブラリで、Part21 ファイルの読み書きや、SDAI ライクな操作でメインメモリ上のデータを生成、消去、操作出来るものである。ObjectStore のシステムは、既存のアプリケーションから限られた変化で C++ データを永久化出来る。そこで、ヒープメ

メモリに移すよりも ROSE ライブラリを ObjectStore のメモリに、永久オブジェクトとして生成するよう変更した。

開発者は、この変更されたライブラリを用いて ObjectStore 上で ROSE 操作の全てを行える。ただし、特別なアクセスや、ObjectStore のトランザクションの開始終了に ObjectStore 特有の機能を使う。

コンパイラが生成した拘束評価機能は制限がある。EXPRESS コンパイラは、単純な派生属性を C++メンバ関数として生成出来るが、"where"節や大域ルール (global rule) 相当のコードは生成しない。SDAI ライブラリで用いられるインタプリタパッケージは、また、ROSE ライブラリと共に動くが、ObjectStore 用に改変した機能ではテストしていない。これまでのインタフェース同様、データをファイルに書き出し、バッチ的に拘束評価する。

4.4.3. 分析

この場合、ObjectStore のモデルと EXPRESS モデルで用いられている ROSE/SDAI C++ バインディングは同じなので、直接結合は明白な選択である。この2つのモデル間の変換は同等のコストである。

このインターフェースは CAD の様なアプリケーションには、極めてよいパフォーマンスを示す。ObjectStore はそのようなアクセスに最適化されているからだ。ROSE ライブラリは、ある種の問い合わせ処理に基づいたアクセスもサポートするが、ORACLE や OpenODB にはかなわない。

データベース上で直接動作するので、このインターフェースはシステムで提供するトランザクション処理やロッキングが使える。さらに、生成された C++クラスに新しいメンバ関数を拡張していくことにより容易にカスタマイズ出来る。

この実装プロジェクトは、技術的には低い努力で可能であった。ObjectStore システムはプレーンな C++のアプリケーションを永続化するので、35,000 ステップにも及ぶ既存の ROSE ライブラリコードと我々の長年の積み重ねを投入することが出来た。一般的には、直接 SDAI 結合は、各データベース用にカスタマイズされたライブラリが必要である。SDAI ライブラリは、単純なアップロード/ダウンロードアプリケーションに比べて、遙かに多くの機能を提供しなければならない。それでこの方法は他の方法に比べて、以外に高額の実装コスト、メンテナンスコストがかかる。

5. 結論

EXPRESS モデルを用いて作成する統合プロダクトデータベースは多くの利点がある。これを利用することにより、企業全体のデータを保管、設計サイクルの短縮、複雑なエンジニアリングアプリケーションのコストを減らすことが出来る。

プロダクトデータベースは、EXPRESS 情報モデルに於いて2段階で作成可能である。最初に、目的とするデータベースシステムのDDLに写像してやらなければならない。あるシステムへのマッピングは既に行われた。

第二に、EXPRESS で定義されたデータをデータベースに入出力するDMLを作成しなければならない。このソフトウェアは、データ全体をファイルとして変換したり、キャッシュデータセットとして変換したり、必要な個々のデータエレメントとして変換する。EXPRESS モデルをデータ辞書やコード生成によってソフトウェア (DML) に結合する。最終的に EXPRESS モデルの拘束をサポートする為のソフトウェアを選択する。

この実装では、EXPRESS とデータベースモデルの間でどこまで類似しているか、というのが設計を決める要素となる。高い類似性はキャッシュ SDAI や直接 SDAI に向いていると思われる。また、それ以外のシステムは、アップロード/ダウンロード方式がもっとも良からう。

さらに、実装にかかる労力は、明らかにデータベースが提供するアクセスのインタフェース方式に左右される。アップロード/ダウンロード方式が最も労力が少なく、直接 SDAI 方式が最もコストがかかる。

これらの結果から見るに、実装者の観点からは、コード生成方式でアップロード/ダウンロード方式のソフトウェアを作るのがもっとも良い。このソフトは、キャッシュバインディングを作るときのワーキングフォーム SDAI と統合出来る。このアーキテクチャの利点は幾つかのシステムへのインタフェースを一緒に統合出来るということだ。さらに、ワーキングフォームバインディングはデータベースに対して、エンジニアリングアプリケーションが必要とするキャッシュマネージャの機能を提供する。これは、Figure 5 に示す。

これらの実験から、コード生成方式は既存の EXPRESS コンパイラの最小の手直しで済むし、アップロード/ダウンロード方式の限られたスコープは直接 SDAI 方式に比べて遙かに労力が少なくて済む。さらにワーキングフォーム SDAI バインディングの開発・メンテナンスコストは、幾つかのプロジェクトで分散出来る。

ORACLE and OpenODB Early-bound Upload/Download	Early-bound Cashed SDAI	ObjectStore Early-bound Direct SDAI
Late-bound Upload/Download	Variant Late-bound Cashed SDAI	Late-bound Direct SDAI

Table 7: Approaches used by the Implementations Studies

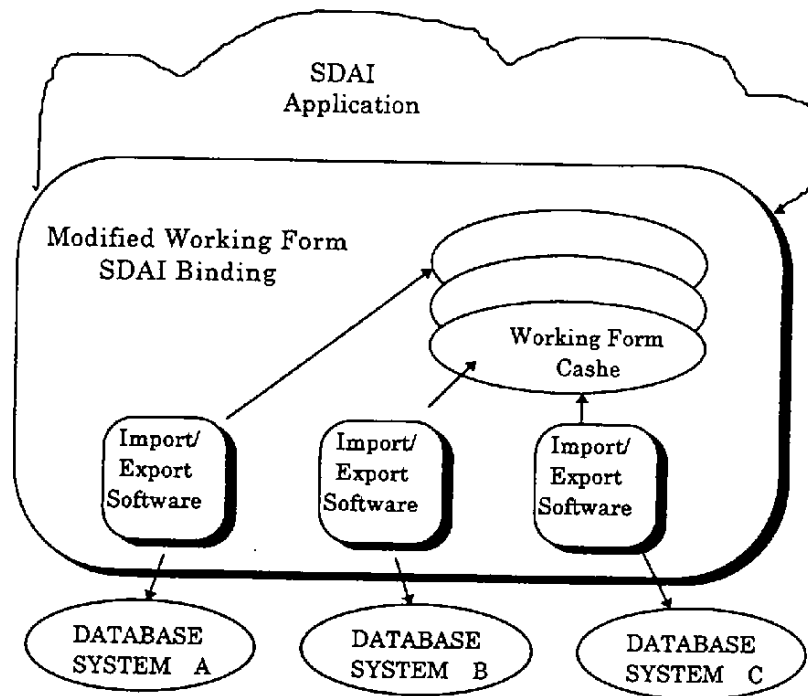


Figure 5: Vendor Preferred Interface Architecture

6. 謝辞

ObjectStore と Versant での作業を行った Alok Mehta, ORACLE での作業を行った Vijay Raghavan に重ねて感謝いたします。また、Versant で SDAI バインディングを行ってくれた Charles Gilman にも感謝いたします。

7. レファレンス

- [Clar90] S. Clark, An Introduction to the NIST PDES Toolkit. NISTIR 4336, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, May 1990.
- [Egge88] J. Eggers, Implementing EXPRESS in SQL. Technical Report ISO TC184/SC4/WG1 Document 292, ISO, October 1988.
- [Hard91] M. Hardwick, et. al., Managing Change Using STEP/EXPRESS. Technical Report 91016, Rensselaer Design Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, 1991.
- [Hard94] M. Hardwick, Towards Integrated Product Databases Using Views. Technical Report 94003, Rensselaer Design Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, 1994.
- [Mead89] M. Mead and D. Thomas, Proposed Mapping from EXPRESS to SQL. Rutherford Appleton Laboratory, May 1989
- [Objc94] ObjectStore Reference Manual. Part No. 300-100-001 3C, Object Design, Inc., 1994
- [Open92] OpenODB Reference Document. Part No. B2470A-90001, Hewlett Packard, 1992

- [Part21] STEP Part 21 - Clear Text Encoding of the Physical File Exchange Structure. ISO/DIS 10303-21, 1993
- [Part22] STEP Part 22 - Standard Data Access Interface, D. Price (Ed.). ISO TC184/SC4 WG7 Document N350, 1994
- [Ragh92] V. Raghavan, STEP Relational Interface. Master's Thesis, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, December 1992
- [Sand93] D. Sanderson and D. Spooner, Mapping between EXPRESS and Traditional DBMS Models. *Proc. of EUG'93*, Berlin Germany, October 2-3, 1993
- [STI92a] ST-Developer - SDAI Library Reference Manual. STEP Tools, Inc., 1992.
- [STI92b] ST-Developer - ROSE Library Reference Manual. STEP Tools, Inc., 1992.
- [STI92c] ST-Developer - STEP Utilities Reference Manual. STEP Tools, Inc., 1992.
- [Tot92] T. Totland, Translation of Definitions and Data from EXPRESS to C++. Diploma Thesis, Norwegian Institute of Technology, Trondheim, January 1992
- [Vers93] Versant ODBMS System Reference Manual. Versant Object Technology, 1993
- [Wils90] P. R. Wilson, Information Modeling and PDES/STEP. Technical Report 90017, Rensselaer Design Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, 1990.
- [Win88] R. Winner, "The Role of Concurrent Engineering in Weapon Systems Acquisition", Report R-338, Institute for Defense Analyses, Alexandria, VA., 1988.

2. 欧州における技術動向調査

2.1 ProSTEP Toolkitについての調査

1. 場所, 期間, 出張者

場所 ProSTEP GmbH, Berlin (ベルリン南東部, 旧東ベルリン)

期間 96.3.5~3.7

出張者 畠山哲郎 (調査普及委員, 事務局) 安藤英俊 (調査普及委員, 東京大学) 奥保正 (調査普及委員, 事務局)

目的 ProSTEPのSTEP変換システム開発環境ツールキットの使い方の調査

2. 調査内容

2.1. PSstep_Caselibの基本的考え方

基本的原理はSTEP Tools, Inc.と殆ど差はない。自分のワーキングリポジトリ内にAP2xxのデータスキーマ構造をEXPRESS working form generatorによって生成, またworking formからSDAIのInterface (SDAI)を生成する。ユーザはそのInterfaceを用いて変換プログラムを記述する。SDAIは3種類のいずれかを選択可能。詳細は後述。

なお, チュートリアルテキスト, レファレンスマニュアル等事務局にあるので, 詳細は問い合わせて頂きたい。

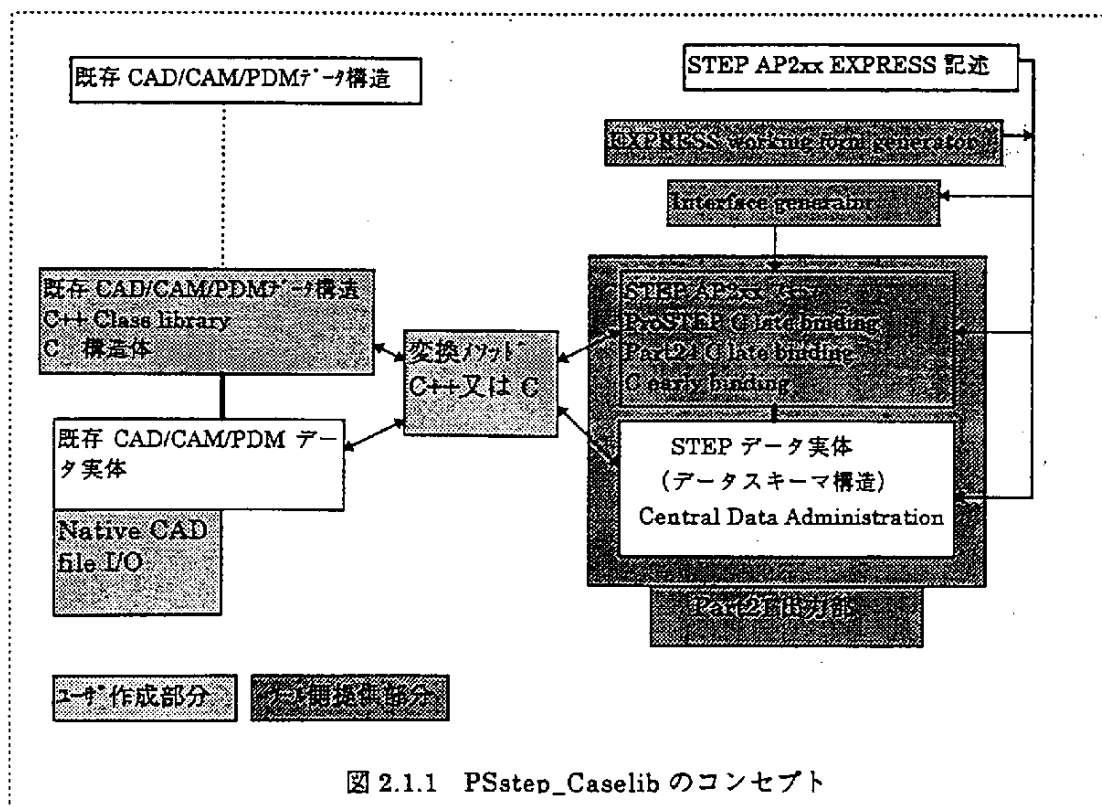


図 2.1.1 PSstep_Caselib のコンセプト

2.2. PSstep_caselib チュートリアルコースについて

2日半に渡って行われた。1日は EXPRESS modeling と PS_EXPRESS について、1.5日は ProSTEP SDAI と Part21 (テキスト形式) についての内容。マシン実習はなく、講師が自ら操作して見せるという形式。

EXPRESS modeling と PS_EXPRESS に関しては、ProSTEP の協力会社のソフトウェア開発会社の GIDA GmbH から講師が来た。

2.2.1. EXPRESS modeling について (GIDA Dr. Luts Blencke)

EXPRESS 文法関連についての記述は割愛。Dr. Blencke が EXPRESS の特徴として述べた事項を以下に紹介。

EXPRESS は data driven static approach である。即ち、ある時間の断面で捉えたデータ構造を記述する。エンティティ (情報の単位) 間の関係を拘束条件 (constrain) として明示的に表現する。属性 (attribute) は「情報の単位」として最小である。継承関係を表現 (subtype, supertype) 出来る。

2.2.2. PS_EXPRESS について

GIDA で作成された、EXPRESS の Graphical editor である。EXPRESS モデルを視覚的に試行錯誤で扱える。特徴は下記のとおり。

- ・どの範囲を 1 ページとするか設定可能 (ページレイアウト機能)
- ・他スキーマのコピーと再利用可能 (コピー後編集可能)
- ・graphic の EXPRESS-G から EXPRESS 記述を生成する。但し文法的チェックは行わない。

大きなモデル (特に AP214) のメンテナンスには便利である。Ship AP 開発にも利用している所がある。

しかしながら、全く他の方法で記述された EXPRESS 記述を取り込んだ時には、互いに関連する要素や属性記述の記述位置がまちまちなため、図示は可能だが、必ずしも満足出来るものとは限らない。

2.2.3. PSstep_Caselib について (Mr. Peter Dupont)

Peter Dupont 氏は ProSTEP で Part24(C binding)のエディタである。

PSstep_Caselib はそれ自体エンジニアリングデータベースマネジメントシステムを持つ。

(Central Data Administration, CDA)であり、STEP tools,inc.の ST- Developer では ROSE に相当するものである。

また、大きく Development Tools と Application Tools の 2 つの部分に分かれる。

Development Tools は下記のものを含む。

- ・EXPRESS Parser EXPRESS 文法チェック

- ・ EXPRESS Linker スキーマ同志の内部レファレンスを生成。
- ・ EXPRESS Working Form generator SDAI で使う EXPRESS スキーマ準備

Application Tools は下記のものを含む。

- ・ ProSTEP SDAI and Part24 SDAI C late binding
- ・ STEP file scanner and formatter
- ・ Database (Central Data Administration)

2.2.3.1. PSstep_Caselib 概要

- ・ Part11 に基づく EXPRESS のフル規格サポート
- ・ 3 種類の SDAI binding を選択可能
 - Part24 に基づく C late binding
 - C++ early binding
 - ProSTEP C late binding
- ・ Part21 に基づく STEP ファイルの scanner/formatter

ST-Developer では SDAI は 2 通りサポートされており、やはり C late binding と C++ early binding である。STEP Tools,inc. の C++ binding は ROSE C++ library を利用するようになっているが、ProSTEP C binding も、PSstep_Caselib の便利な機能を用いる。

2.2.3.2. PSstep_Caselib を用いて STEP との変換プログラムを開発する手順

考え方は、ほぼ STEP Tools,inc. と同じである。

即ち、CDA(Central Data Administration)内に EXPRESS workig form generator により AP2xx データ格納場所を生成、さらに、3 種類の SDAI Interface を生成して、ユーザがターゲットとする CAD/CAM システムから読み込んだデータを SDAI を用いて AP2xx 格納場所に格納する方式。格納されたデータは、Part21 出力用 formatter により、Part21 形式に出力出来る。

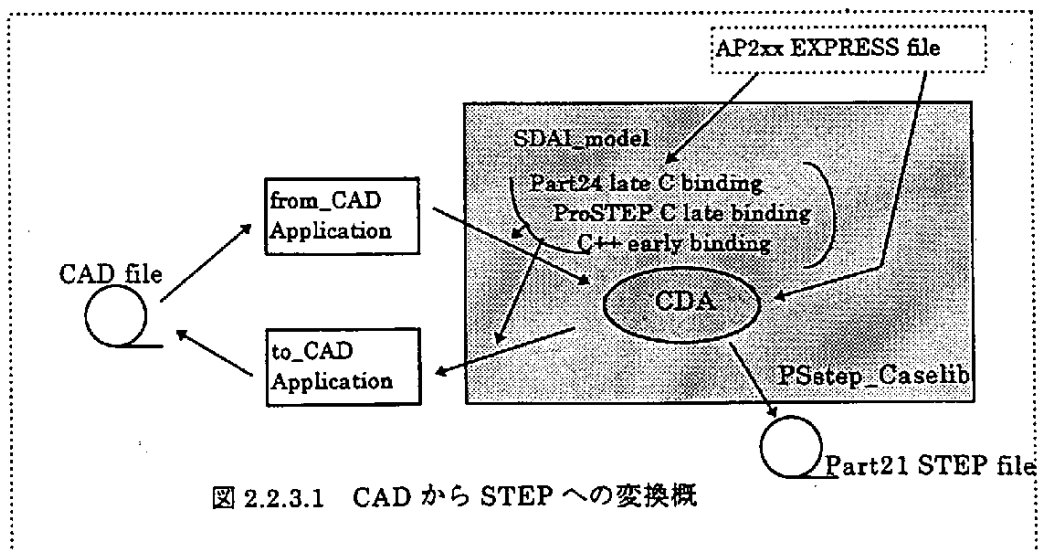


図 2.2.3.1 CAD から STEP への変換概

- ・ EXPRESS スキーマファイルの文法チェックパーザ

```
$ exparse.exe <ソースファイル名>
```

- ・ AP203.exe のスキーマの内部レファレンスを生成。結果は EXPRESS Definition Library (EDL) 中に生成される。

```
$ exlink.exe EDL_AP203 AP203.exp
```

- ・ STEP AP203 の Working form を生成する。このプロセスは同時に Part24 late C binding と ProSTEP C binding 用の meta data (辞書) を生成。

```
$ ewf.exe EDL_AP203 -l 内容リスト作成 -g C early binding 生成
```

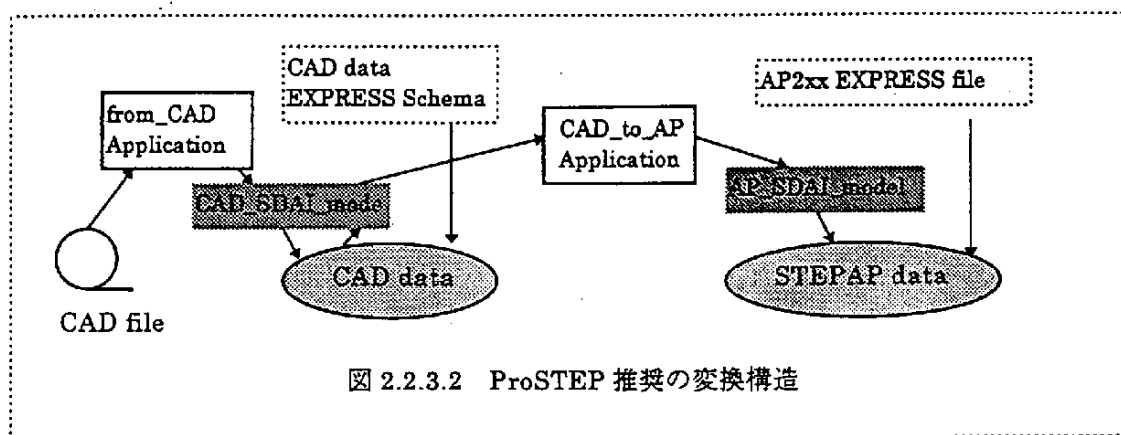
- ・ C early binding の生成。全てのエンティティタイプの初期マッピング用 C の構造体生成や put, get, modify, list, get_all のアクセスルーチン生成。

```
$ ecgen.exe EDL_AP203
```

この状況で、CDA 中に AP203 のデータの格納場所が生成され、SDAI の3方式のいずれかを利用して、CAD システムからの変換プログラムが作成可能な状況になった。

CAD のネイティブなデータの読み込みルーチン (メソッド) と変換ルーチン (メソッド) はいずれにせよ、ユーザがコーディングする必要がある。

Perter Dupont は下記のような生成法が最もポータビリティのある方法として推奨した。



この方法は、CAD file や AP の構造が変化したとき修正箇所が分かり易く、メンテナンスがやりやすい。

2.2.3.3. EXPRESS-M のインテグレーションについて

英 CIMIO 社の Mapping 言語 EXPRESS-M を PSstep_Caselib に組み込む作業が行われている。作業はかなり進んでおり、今回成功例のデモを見ることが出来た。

EXPRESS-M は CAD と AP の EXPRESS 記述間のマッピングルールを記述することにより、SDAI を駆動する C プログラムを生成する。EXPRESS-M は片方から他方へのマッピングルールの記述なので、両方向には 2 種類のマッピングルールの記述が必要である。

PSstep_Caselib version 3.5 now available

SDAI C late binding according to ISO 10303-22/24.



ProSTEP
PRODUKTDATEN
TECHNOLOGIE
G M B H

PRODUCT DATA REPRESENTATION AND EXCHANGE

ISO TC184/SC4/WG7 N392 Date: July 31, 1995 Part 22-DIS Title: STEP data access interface

ISO TC184/SC4/WG7 N394 Date: July 28, 1995

Part 24-CD Title: Standard data access interface - C language late binding

- The new version contains a completely implemented concept of **schema instances** for validation and inter-model references.
- **SELECT type path** information is handled as described in Part 24 and conforms to the requirements stated in Part 21.
- The access to explicit and **INVERSE attributes** is performed by the `sdaiGetAttr()` function as required.
- The `sdaiFindInstanceUsers()` function gets all direct predecessor instances (by entity reference) independently of an existing **INVERSE** specification.

```
*** sdaiFindInstanceUsers No.1 ***
*** sdaiGetMemberCount predecessorNPL ***
==>Number of predecessors of inst. of type ELEMENT = 1
```

- Alternative usage of so-called **persistent labels** and session identifiers is possible; Example:

```
*** sdaiGetPersistentLabel No. 2 ***
==>Pred. instance of inst. of type ELEMENT: 0201000000bac003=#300
```

- **Validation level 2**, including the **INVERSE** attribute validation, is supported independently of the **EXPRESS** schema used.
- The new version contains a completely implemented concept of the **Part 21 SCOPE** feature.
- The concept of **non-persistent lists** in the SDAI is supported as required, e.g. for use by validation and navigation functions.
- Copy instance functions are available as **'deep'** copy functions for **SCOPES** and as **'flat'** copy functions, either into the same or into another SDAI-model.

STEP file handling is convenient and conforms to ISO 10303-21

- In the **STEP file header**, the schema name can be followed by an object identifier {...}, which is mandatory for STEP files conforming to the standards.

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('Header section created by set_head!'), '2;1');
FILE_NAME('P2test.stp', '1995-10-19T15:08:27+01:00', ('Mr. Freak'), (
'SDAI ltd.'), 'Version 3.5', 'PSstep_Caselib', 'authorisation: none');
FILE_SCHEMA(('sdai_test_schema ( empty object id )'));
ENDSEC;
DATA;
#10=...
```

PSstep_Caselib version 3.5 now available

Generator of C early binding structure and access functions to the CDA

Principle of application - Example for writing complete instance data

```
ES_ini      (configfile);
ES_c_model ("tp2_schema", "model_1", "repository_1", &modell);
ES_act_model (modell);

    { /* application block */
      ES_item          item_1;
      ES_item_organizational_data  org_dat1;
      /* put an instance of org_data */
      if (Rc = ES_put_item_organizational_data(&org_dat1))
          do_on_error(Rc);
      /* org_dat1_id has the identifier of the newly
       * created instance */
      item_1.id          = "12345.666";
      item_1.name        = "myname";
      item_1.description = NIL_STRING;
      item_1.a_type       = "PART";
      ES_SETP(item_1.a_org_data, &org_dat1);

      /* put the instance into the Central Data Administration */
      if (Rc = ES_put_item(&item_1.id))
          do_on_error(Rc);
    } /* end application block */

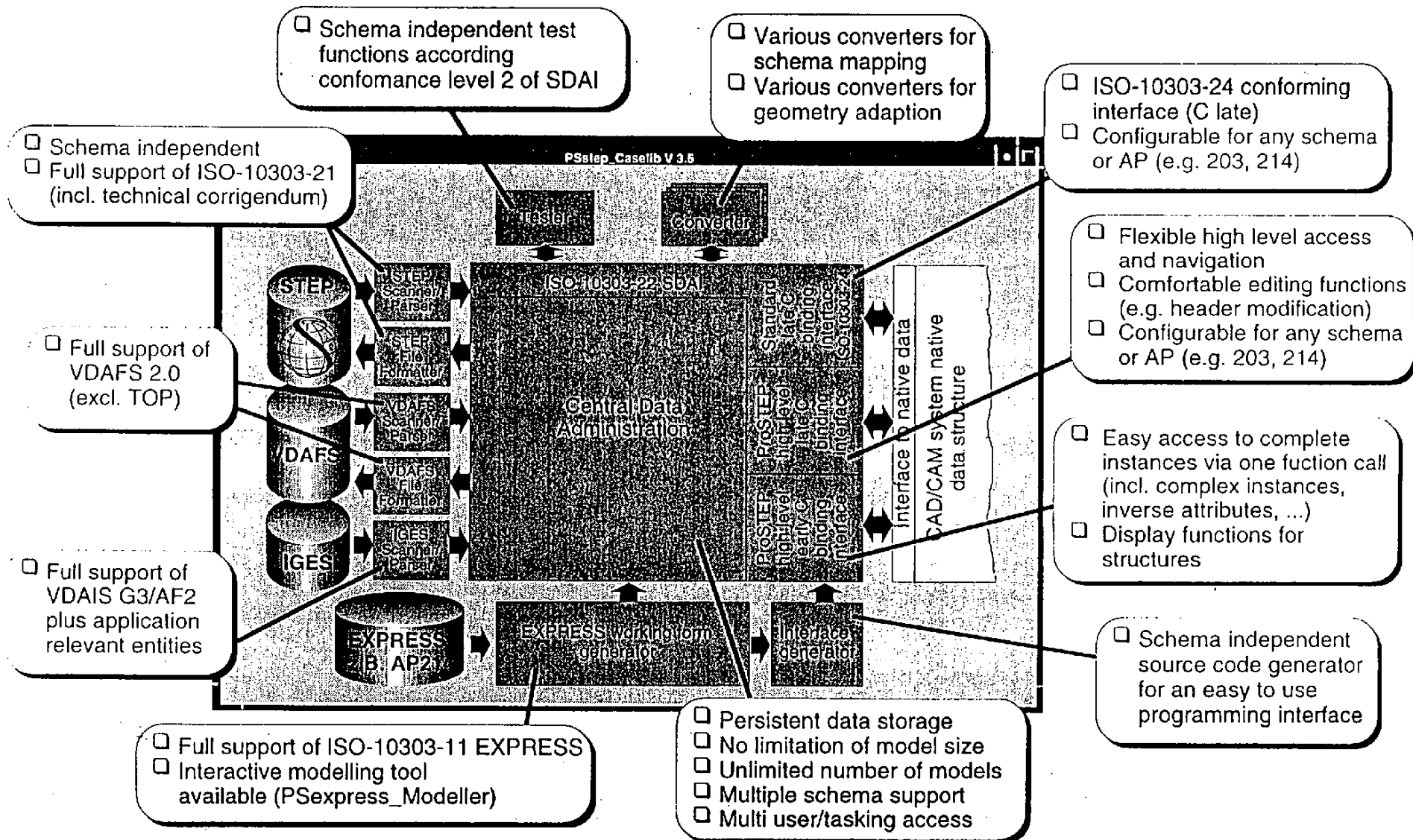
ES_cl_model(modell);
ES_end();
```

- The ProSTEP C Early Binding Generator is a component of the PSstep_Caselib that simplifies and reduces the effort involved in the development of applications.
- It generates C source code that can be compiled with an ANSI C compiler on various UNIX platforms as well as on Windows-NT and MS-DOS.
- The generated functions access the Central Data Administration (CDA) as the common EXPRESS and STEP storage.
- Data written via Part 24 SDAI or ProSTEP SDAI can therefore be read using the C early binding interface. Conversely, data written via the C early binding interface can be read using Part 24 SDAI or ProSTEP SDAI.
- This version supports access to explicit and INVERSE attributes.
- The basis for the generation is an EXPRESS schema. For each schema specified, files are generated containing a C structure. Some routines are also generated (put, get, list) for each entity type.
- Additionally, some common functions are available to initialize the early binding interface and to manage instances within models.
- The functions of the ProSTEP SDAI can be used simultaneously with the generated C early binding functions.

contact: in Germany: bugow@prostep.darmstadt.gmd.de in USA: turcotte@ida.com in UK: +44-1789-772478

The PSstep_Caselib Version 3.5 and optional extensions

Available for: AIX, IRIX, HP-UX, OSF/1, Solaris, CLIX, MS-DOS and Windows-NT



- ❑ Schema independent test functions according conformance level 2 of SDAI

- ❑ Various converters for schema mapping
- ❑ Various converters for geometry adaption

- ❑ ISO-10303-24 conforming interface (C late)
- ❑ Configurable for any schema or AP (e.g. 203, 214)

- ❑ Flexible high level access and navigation
- ❑ Comfortable editing functions (e.g. header modification)
- ❑ Configurable for any schema or AP (e.g. 203, 214)

- ❑ Easy access to complete instances via one fuction call (incl. complex instances, inverse attributes, ...)
- ❑ Display functions for structures

- ❑ Schema independent source code generator for an easy to use programming interface

- ❑ Persistent data storage
- ❑ No limitation of model size
- ❑ Unlimited number of models
- ❑ Multiple schema support
- ❑ Multi user/tasking access

- ❑ Full support of ISO-10303-11 EXPRESS
- ❑ Interactive modelling tool available (PSexpress_Modeller)

- ❑ Schema independent
- ❑ Full support of ISO-10303-21 (incl. technical corrigendum)

- ❑ Full support of VDAFS 2.0 (excl. TOP)

- ❑ Full support of VDAIS G3/AF2 plus application relevant entities

2.2 STEP 状況の調査

2.2.0. 概要

ProSTEP のツールについての調査を行った折、欧州各国の企業を訪問し、STEP に対する活動状況を調査した。ただし、今回、欧州の Ship Product Model を指導している T.U. Berlin の Dr.Nowacki にはあいにく面会が出来なかった。

期間 平成8年3月3日～15日

調査者 安藤英俊（東大木村研，調査・普及委員）
奥 保正（STEP 推進センター主任研究員）
島山哲郎（STEP 推進センター主任研究員）
柴田貴之（STEP 推進センター，NEC）

訪問先及び寸評を以下に述べるが、詳細な報告書は次々ページ以降に付加するので、参照して頂きたい。

2.2.0.1. Kokums Computer Systems（独，ハンブルク）

船舶用 CAD/CAM system TRIBON のベンダー。AP218(Ship structure)のオーナーである。該社のシステムは当センターの会員企業にも導入されている。

2.2.0.2. Det Norske Veritas（ノルウェー，オスロ）

ノルウェー船級協会。EMSA(European Marine STEP Association)のチェアを務める。Nauticus という CAD システムを持つ。Nauticus は static, dynamic 両方のモデルから構成される。

2.2.0.3. Lloyd's Register（英，ロンドン）

ロイド船級協会。AP216(Ship moulded forms), AP226(Ship mechanical system)のオーナー。SEASAFE というインハウスの CAD system を持つ。AP216 実装パイロットプロジェクトを展開。EMSA の次期チェアに内定している。

2.2.0.4. EPM Technology（ノルウェー，オスロ）

EXPRESS-based Database system のベンダ。当製品は、リレーショナルデータベースでもない、オブジェクト指向データベースでもない、EXPRESS oriented なデータベースとうユニークなものである。

2.2.0.5. CIMIO Ltd. (英、ロンドン近郊ヒースロー空港近く)

CAD++という STEP 変換ツールのベンダであるが、EXPRESS-M というマッピング言語が著名。造船、プラントに強い。AP221, AP227 実装に実績。

2.2.0.6. MATRA DATAVISION (仏、パリ近郊)

CAS.CADE という、開発者向けのソフトウェアフレームワークを供給。STEP native をと
なえ CAS.CADE の幾何データ構造は出来るだけ Part42 に、また管理用データの構造は出
来るだけ Part41, 44 に合わせた構造にしている。また X-STEP という CAS.CADE に基
づく変換環境を提供。ProSTEP の会員でもあり、AP214, AP203 の実装を行いつつある。

2.2.0.7. 各論

以降のページに各社での調査内容を記述する。

2.2.0.8. 総論

欧州の造船業界では、既に欧州全体で virtual enterprise 状態で船を製造する方向に向かっ
ていて、そのために STEP は必要不可欠との認識を持っている。船級協会も造船会社との
設計情報の交換、保存の観点から STEP は不可欠と考えている。しかしながら、各社や船
級協会の企業としての立場からの情報は STEP ではカバー可能とは考えておらず、各社或
いは業界として独自のプロダクトモデルを研究・開発している。欧州で展開されている様々
な ship product model projects については、Det Norske Veritas の所でまとめた資料が存
在するので参照して頂きたい。

英国の CIMIO 社のツールは、造船や Plant の STEP 開発に利用され、実績をあげている。
AP214 の実装テストが既に ProSTEP や MATRA で開始されている。また、AP203 とのイ
ンターオペラビリティもテストされ始めている。

2.2.1. Kockums Computer Systems Consulting GmbH

訪問日時：96年3月4日（月）10:00～15:00

面談者： Dr. Thomas Koch (Director)

Matthias Grau (Associate Project Manager)

Yuanxie Janke-Zhao (Analyst)

アジェンダ：

5 min	Welcome	Dr. Thomas Koch, Director Product Development TRIBON
15 min	Introduction to KCS	Dr. Thomas Koch
30 min	Introduction to JSTEP	
20 min	Overview Shipbuilding AP's	Matthias Grau
20 min	Modeling Concepts in use	Matthias Grau
20 min	Overview AP 218	Dr. Yuanxie Janke-Zhao
10 min	Discussion	

2時間の予定であったが、実際は4時間近くの meeting となった。

Kockums Computer Systems (以下 KCS) は、造船用 CAD/CAM system TRIBON の開発元として造船会社の間では有名で、当センターの会員会社の中にもユーザが何社かある。該社は元々 Kockums Shipyards Computer として 1977 年に発足、Celsius Industries のメンバー会社である。

2.2.1.1. TRIBON についての紹介

今回の訪問目的は TRIBON では無いので詳しくは触れないが、固有の Product information model と思われる TRIBON product model に基づき、central storage(repository)形式のデータベースを備え、そのプロダクトモデルから造船業の作業に必要な、装備リスト、ダイヤグラム、図面、パーツリスト、3D モデル等の作成、或いは FEM 解析等が可能になっている統合システムである。

コンセプトとして、シーケンシャルな作業をコンカレントな作業にして時間と費用を削減する、ということである。

KCS は ESPRIT Project を始めとして、各種の Ship product model の研究開発や STEP Ship AP 開発に積極的に参加しているが、その構造をそのまま TRIBON product model としてはなく、知見は生かしているものの、特に STEP Ship AP はあくまで Business 上のデータ交換用と考えている様子で、TRIBON とは一線を画している。

2.2.1.2. KCS の STEP に対する取り組み

KCSに限らず、造船会社はその思想の根底に「Ship Product Model」のイメージ（添付のKCS資料中を参照）を持っており、その一部がShip APとして検討されている。彼らはAP203は（造船用には）大きくて複雑すぎると考えている様子で、それ故、プロダクトモデルを幾つかに分割して開発している。

KCSはAP218（Ship structure）のオーナーである。しかしながら、欧州の造船会社と船級協会（DNV Lloyd）は一体となったSTEP Ship AP開発体制を確立しており、その中心がEMSA（European Marine STEP Association）である。彼らはShip AP間のインターオペラビリティが保証されるよう、Ship Common Modelの考え方を設け、APの開発方法論を合わせている。また、Building Blockという、AICやUoFよりももっと小さな構成単位を設け、それを用いてUoF、APを構築するようにガイドラインを設けている。Building Blockの単位で必ずAP間のインターオペラビリティが保証されるという考え方である。また、EXPRESSの使用ガイドラインとして、ANDORやOPTIONALを使わない等の細かい取り決めがある様子である。

なお、AP218は、1992年頃のNIDDESC projectの成果と1993年頃のMaritime projectの成果を反映して開発が進められている。

また、Ship APはまだISになっていないが、既にサブセットでのimplementationを初めている模様。

2.2.1.3. 入手資料について

入手資料を以降に添付する。

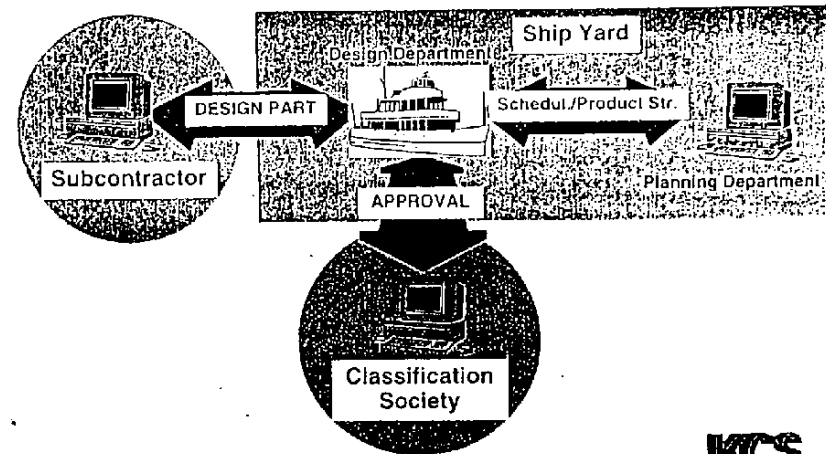
The Ship Product Model in TC184/SC4 (STEP)

- STEP product model development
- Shipbuilding APs
- Ship Common Model
- Modelling Concepts



© Kongsberg Computer Systems 1995

Data Sharing/Exchange Scenarios during Ship Design Process



© Kongsberg Computer Systems 1995

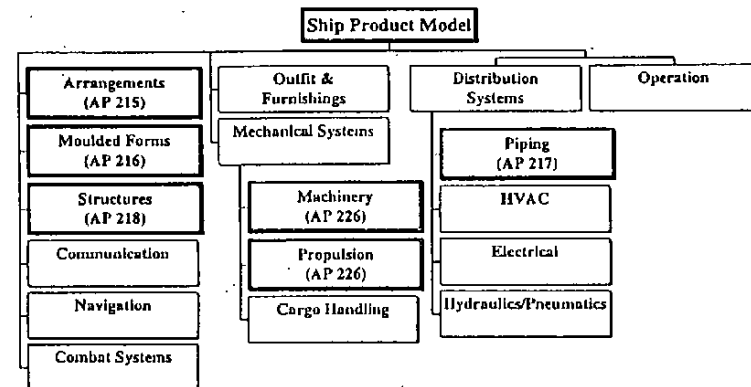
Product Modelling in SC4

- WG2 - parts library \Rightarrow ISO 13584
- WG3 - product modelling \Rightarrow ISO 10303
shape, visual presentation, materials, draughting, mechanical products, life cycle support, FEA, manufacturing, civil engineering, ship, process, offshore, kinematics, documentation, sheet metal, automotive
- WG9 - Electrical and electronic applications \Rightarrow ISO 10303



© Kongsberg Computer Systems 1995

The Ship Product Model



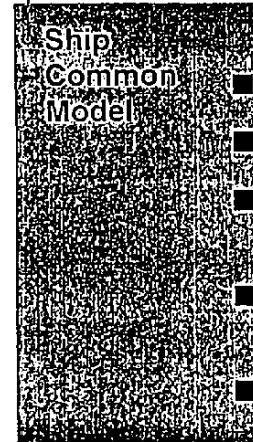
Ship APs in SC4

AP title	Owner
215 Ship arrangement	Newport News Shipbuilding
216 Ship moulded forms	Lloyds Register
217 Shipping	NASSCO
218 Ship structures	Kockums Computer Systems
220 Ship mechanical systems	Lloyds Register

© Kockums Computer Systems 1991



Scope of APs



- AP 215 compartments, cargo, stability
- AP 216 moulded forms, shape, hydrostatic
- AP 217 piping parts and systems, connectivity, operating conditions
- AP 218 ship structure, structural elements, material, manufacturing
- AP 226 propulsion, auxiliary and deck machinery

© Kockums Computer Systems 1991




Other participants in STEP ship standardisation

- Germanischer Lloyd
- SENER
- Odense Steel Shipyard
- Kvaerner
- NAVSEA
- Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering
- Japan Marine Standards Association
- Mitsubishi Heavy Industries Group
- Kawasaki Heavy Industries
- Sumitomo Heavy Industries
- Ishikawajima-Harima Heavy Industries

© Kockums Computer Systems 1991



Scope of AP 215

- compartments
 - design requirements → 
 - properties (shape, administrative, physical)
 - adjacency, access
- cargo
 - assignment to compartments
 - weight, centre of gravity
- stability
 - intact, damage

link to 216

+
Ship
Common
Model

© Kockums Computer Systems 1991



Scope of AP 216

- moulded form of
 - hull
 - compartment boundaries
 - structural elements
- shape definitions
 - offset tables, wireframe, surfaces
- hydrostatic properties

+
Ship
Common
Model



© Kachuma Computer Systems 1995

Scope of AP 218

- product structure
 - by space, connectivity, system, assembly
- structural elements incl. features
- loading and boundary conditions
- material properties
- classification survey
- shape definitions
 - wireframe, surface, solid
- manufacturing properties

+
Ship
Common
Model



© Kachuma Computer Systems 1995

Scope of AP 217

- piping parts and components
- assemblies, systems, pipe-lines
- connectivity
 - penetrations, ports, support
- operating conditions (pressure, flow, ...)
- analysis properties (roughness, ...)
- class approval information

+
Ship
Common
Model



© Kachuma Computer Systems 1995

Scope for AP226

- propulsion
 - power (Diesel, gas, electric, steam)
 - transmission
 - propulsor
 - manoeuvring
- auxiliary machinery
- deck machinery
 - no piping, no electrical systems

+
Ship
Common
Model



© Kachuma Computer Systems

Status of the ship APs

- preparatory stage
- working draft
- CDC - committee draft for comment
 - 3 months ballot
- CD - committee draft (for ballot)
 - 3 months ballot
- DIS - draft international standard
 - 5 months ballot
- FDIS - final DIS
 - 2 months ballot
- IS - international standard

AP time axis

226

218, 215

217

216



© Kongsberg Computer Systems 1995

The Ship ARM Framework

topological relationships



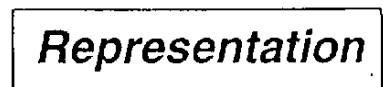
Set

properties, config. management, life-cycle aspects



Set

representation of properties in different ways



© Kongsberg Computer Systems 1995

The Ship Common Model

Common for all ship APs:

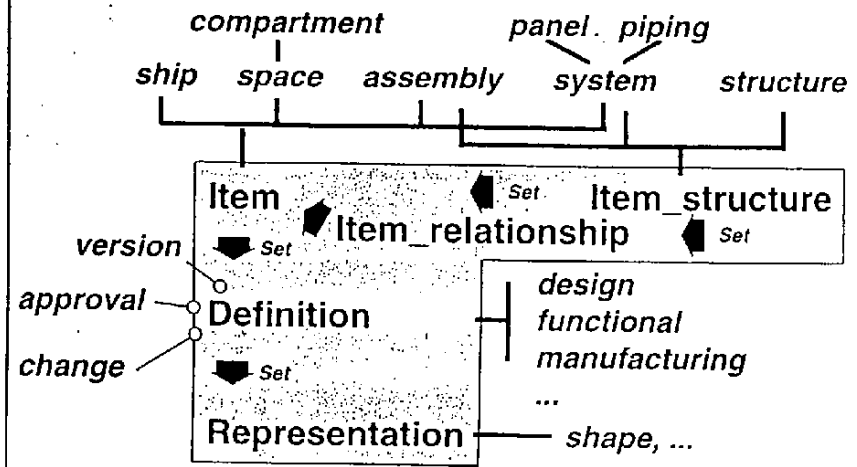
- modelling framework
- ship identification and general characteristics
- life cycle concept
- configuration management
 - version & history, change, approval
- location concept

- BBs
- approvals
 - changes
 - definitions
 - events
 - general_characteristics
 - generic_product_structures
 - global_axis_characteristics
 - local_co_ordinate_systems
 - representation_resources
 - ships
 - spacing_grids
 - versions



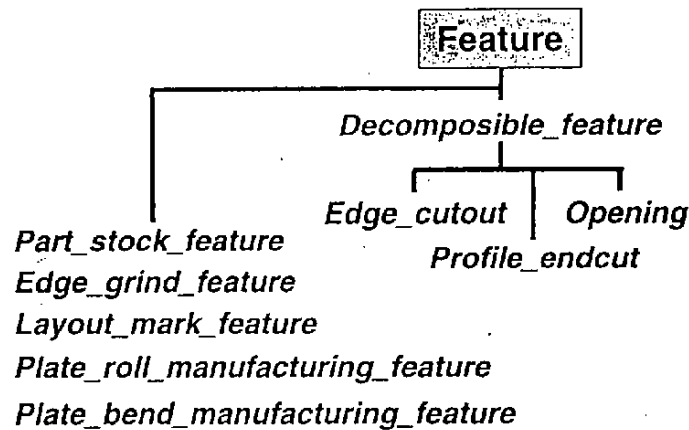
© Kongsberg Computer Systems 1995

Some ship ARM concepts



© Kongsberg Computer Systems 1995

More ship ARM concepts



© Kvaerner Computer Systems 1998

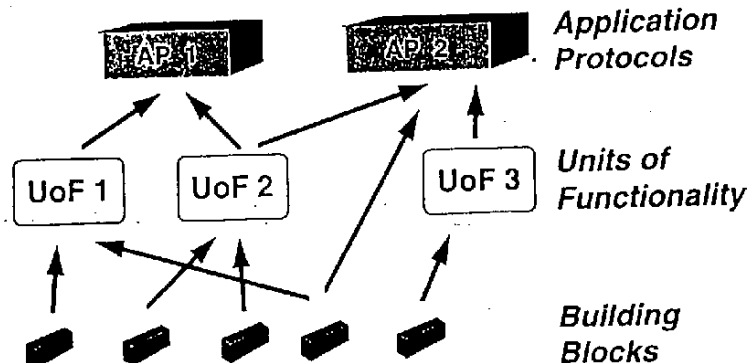
Building Block concept

- Documents:
 - Application Modelling Framework for MARITIME
 - AP Development Guidelines for Shipbuilding (The Cookbook)
- to model requirements (ARM)
- to support modularity
 - to make subsets
 - to allow for extensions



© Kvaerner Computer Systems 1998

Building Block concept



© Kvaerner Computer Systems 1998

Building Block concept

- small EXPRESS models:
 - import - model - export
- rules for EXPRESS usage
 - no ANDOR, avoid OPTIONALS
- support for configuration control
 - BB server
 - date - revision - status

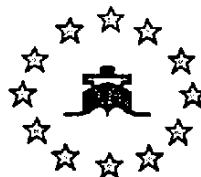


© Kvaerner Computer Systems 1998

EMSA



EMSA



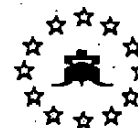
European Marine STEP Association

EMSA is a community of European companies in the marine sector, seeking to improve their communication capabilities by promoting ISO's product model standard STEP.

European Marine STEP Association

Feb 96

EMSA Members



Member

- Det Norske Veritas
- Germanischer Lloyd
- Kockums Computer Systems AB
- Kvaerner a.s.
- Lloyd's Register
- Odense Steel Shipyard
- SENER
- Vulkan Schiffbau und Maschinenfabrik

Associate member

- Astilleros Espanoles
- CADCENTRE
- GEC Marine/VSEL
- Howaldtswerke-Deutsche Werft
- Intergraph Norge
- IRCN
- Marine Management Systems
- Marintek
- Napa Oy

Member locations on map:

- Norway: Det Norske Veritas
- Germany: Germanischer Lloyd
- Sweden: Kockums Computer Systems AB
- Norway: Kvaerner a.s.
- UK: Lloyd's Register
- Denmark: Odense Steel Shipyard
- Spain: Astilleros Espanoles
- France: SENER
- Germany: Vulkan Schiffbau und Maschinenfabrik
- UK: Classification Soc. (multiple), Shipyard (multiple)
- Denmark: Classification Soc., Shipyard
- Spain: Shipyard
- UK: Shipyard, Software Vendor
- UK: Shipyard
- Germany: Shipyard
- Norway: Software Vendor
- UK: Research Institute
- Spain: Research Institute
- UK: Software Vendor

European Marine STEP Association

Feb 96

2

04-03-1996

EMSA objectives



- *co-ordinate and continue projects*
- *define common priorities*
 - *for specification and implementation*
- *represent members in SC4*
- *promote STEP*

Organisation



- *EMSA Board (2 meetings per year)*
- *Technical Committee (3 plenary meetings)*
- *Rotation of Chairman and Editor roles*
- *Task forces*
- *Workshops*

04-03-1996



Strategy

- Promote APs 215, 216, 218
- Encourage similar initiatives on other continents
- Promote the Building Block methodology
- Implement EMSA Protocols

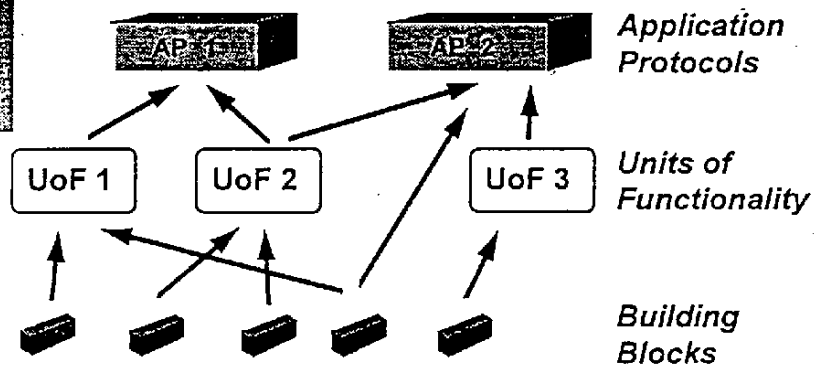
European Marine STEP Association

Feb 96

5



Building Block concept



European Marine STEP Association

Feb 96

6

04-03-1996

Building Block concept



■ Documents:

- Application Modelling Framework for MARITIME
- AP Development Guidelines for Shipbuilding (The Cookbook)

■ to model requirements (ARM)

■ to support modularity

- to make subsets
- to allow for extensions

European Marine STEP Association

Feb 96

Building Block concept



■ small EXPRESS models:

- import - model - export

■ rules for EXPRESS usage

- no select, avoid optionals

■ support for configuration control

- BB server
- date - revision - status

■ support for AP editing

- ARM editing guidelines

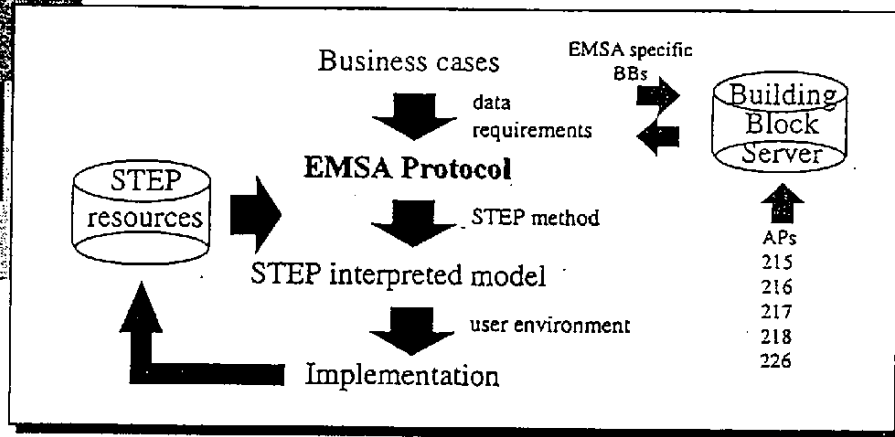
European Marine STEP Association

Feb 96

8

04-03-1996

EMSA Protocol



European Marine STEP Association

Feb 96

9

Business cases



Criteria:

- *interest to EMSA members*
- *model availability*
- *cost benefits*

Priorities:

- *Early design to towing tank*
- *Classification approval by rules*
- *Production model assembly strategies*
- *Classification approval by analysis*

European Marine STEP Association

Feb 96

10

04-03-1996

EMSA recommendations



- *Similar organisations in other parts of the world.*
- *One common Building Block Server.*
- *Collaboration on STEP level.*
- *Collaborations and developments driven by business needs and business relationships.*

04-03-1996

2.2.2. Det Norske Veritas (ノルウェー船級協会)

訪問日時：96年3月11日(月) 10:00～15:00

内、DNVは10:00～12:00

面談者： Dr. Leif Buene (Head of Information Systems Department)
Bjorgulf Haukelid (Head of Information Services)
Jochen Haenisch (Senior Research Scientist)
Elling Rishoff (Project Manager of NAUTICUS development)

内容：

Agenda

Information meeting between JSTEP, EPM and DNV

DNV Høvik, Monday, March 11

- 10.00 Welcome
- 10.15 Introduction on JSTEP and GPME
- 10.45 The interest of DNV in STEP by Bjoergulf Haukelid, EMSA Chairman
- 11.00 The Nauticus project (Common Ship Description, architecture, ...)
- 11.15 Technical aspects of international activities like EMSA, SeaSprite, Marvelous
- 11.30 Discussion

- 12.00 Lunch

- 13.00 Presentations and demonstrations by EPM Technology
- 14.30 Discussion
- 15.00 Wrap-up

2.2.2.1. Det Norske Veritas (以下 DNV) の紹介

DNVの目的は海洋に関する生命、財産、環境の安全保証であり、そのために船の製造運用の情報も扱っている。その Information technology として Ship class application も開発運用している。その中で STEP は造船会社、船主等との情報交換の手段として重要な技術と考え、発展に寄与している。

2.2.2.2. Nauticus について

Nauticus は、DNV のサーベイサービス (船舶の新造、メンテ運用両面) をサポートするために開発されて来た。そのため、CAD/CAM system は KCS の TRIBON、メンテナンス

システムは、SpecTec の Amos とインテグレーションされており、static, dynamic の両方のモデルを扱う。一種のアプリケーションフレームワークでもある様子。インテグレーションに CORBA に代わって Microsoft COM を用い、Visual C++ が開発ツール。データモデル構造は独自のもので、STEP との共通部は少ない。なお、Nauticus に関する資料は送付してもらうよう依頼中。

2.2.2.3. DNV の STEP に対する取り組み

DNV は現在 EMSA (European Marine STEP Association) のチェアマンを務めている。その他 STEP 以外の欧州 ESPRIT 関連の Ship product model project にも積極的に参加している。各プロジェクトについては別添の資料参照。

Ship AP の技術的側面は KCS での情報と同じ。Ship piping(AP217)については、Plant の AP221, AP227 とハーモナイズを試みたが ship AP とは異なる ARM を持ち、Plant AP は既に CD になっており今からハーモナイズするのは困難との意見。



Information Meeting JSTEP, EPM, DNV

Det Norske Veritas
March 11th, 1996

European Marine STEP Association

03-08-1996

1



Projects overview

EMSA

- sets technical goals
- co-ordinates on SC4 level
- collaborates internationally

Marvelous
EU
virtual simulation
technical review

ShipSTEP
EU
AP development
user scenario impl

SeaSprite
EU
AP development
user scenario impl

Maritime II operation
N
operational
commercial implementation

CalLab
N
Nav
AP development

EDImar
EU
business data STEP
AP/2G

JMS
G
AP development

Promodis
EU
AP development
user scenario impl

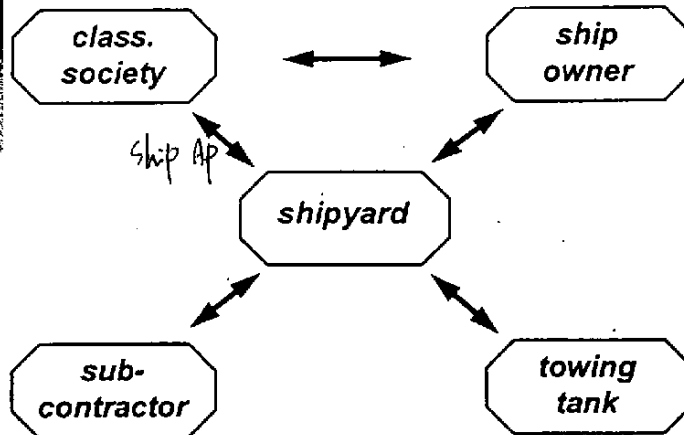
European Marine STEP Association

03-08-1996

2

03-08-1996

Business cases



European Marine STEP Association

03-08-1996

3

Technological basis



- the shipbuilding APs
- ARM in Express
- the Ship Common Model integration
- Building Block approach
- Parts 21, 22, ...
- CORBA
- EDI
- SGML

business oriented K/S 21
50

building block approach

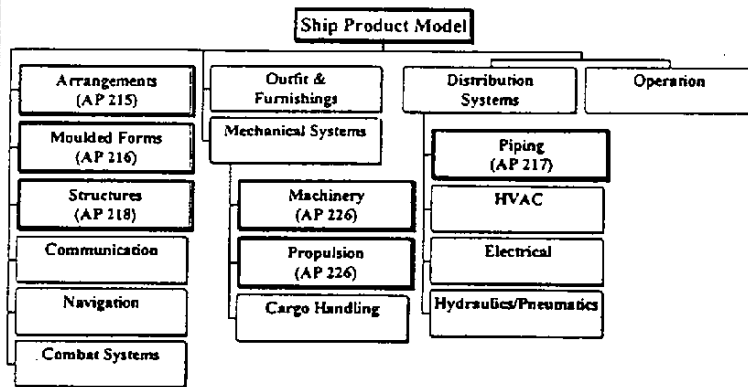
European Marine STEP Association

03-08-1996

4

03-08-1996

The Ship Product Model



European Marine STEP Association

03-08-1996

5

Status of the ship APs



Standardisation process:

AP time axis:

- preparatory stage
- working draft
- CDC - committee draft for comment
 - 3 months ballot
- CD - committee draft (for ballot)
 - 3 months ballot
- DIS - draft international standard
 - 5 months ballot
- FDIS - final DIS
 - 2 months ballot
- IS - international standard

226
218, 215
217
216



European Marine STEP Association

03-08-1996

6

03-08-1996

Application Protocol contents



Requirements

4 Information requirements

- 4.1 Units of functionality
- 4.2 Application objects
- 4.3 Application assertions

...
Annex G: Application reference model



ARM

building blocks

5 Application interpreted model

- 5.1 Mapping table
- 5.2 AIM EXPRESS short listing

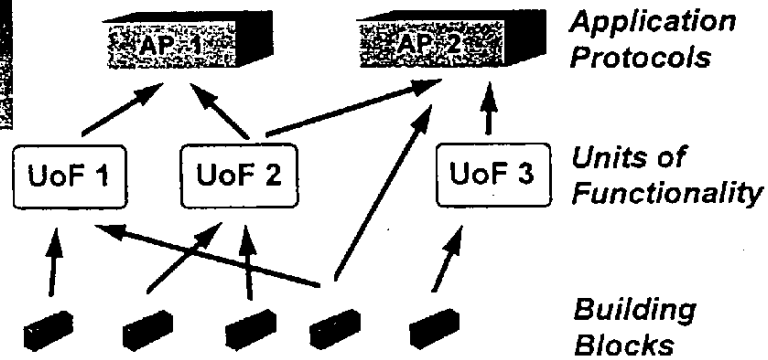
...
Annex H: AIM EXPRESS G



AIM

AIM EXPRESS

Building Block concept



Building Block concept



- **Documents:**
 - *Application Modelling Framework for MARITIME*
 - *AP Development Guidelines for Shipbuilding (The Cookbook)*
- *to model requirements (ARM)*
- *to support modularity*
 - *to make subsets*
 - *to allow for extensions*

European Marine STEP Association

03-08-1996

9

Building Block concept



- *small EXPRESS models:*
 - *import - model - export*
- *rules for EXPRESS usage*
 - *e.g. avoid optionals, ...*
- *support for configuration control*
 - *BB server*
 - *date - revision - status*
- *support for AP editing*
 - *ARM editing guidelines*

European Marine STEP Association

03-08-1996

10

03-08-1996

The Ship Common Model



Common for all ship APs:

- modelling framework
- ship ID and general characteristics
- life cycle concept
- configuration management
 - version, change, approval, history
- location concept

BBs

approvals
 changes
 definitions
 events
 general_characteristics
 generic_product_structures
 global_axis_characteristics
 local_co_ordinate_systems
 representation_resources
 ships
 spacing_grids
 versions

European Marine STEP Association

03-08-1996

11

Bobby Bledsoe

The Ship ARM Framework



*ship topology,
the individual thing*

Item

Feature

Set

*properties, function,
life-cycle aspects
of the thing*

Definition

Set

*descriptions of
properties, how
they are presented*

Representation

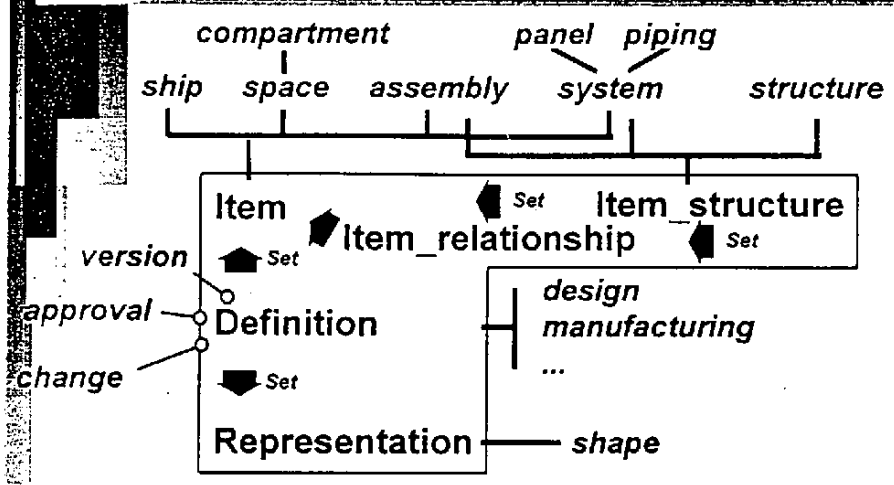
European Marine STEP Association

03-08-1996

12

03-08-1996

Some ship ARM concepts



The Partners



- DNV (prime contractor), SINTEF, METIS (Norway)
- Bremer-Vulkan, TU-Berlin, BIBA (Germany)
- Kockums Computer Systems (Sweden)
- RDM, TNO (The Netherlands)

Esprit Maritime

1996-02-21

6

Maritime Objectives

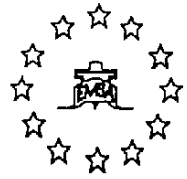


- Develop a *life-cycle product model* for maritime products, in particular ships.
- Develop scenarios of *information exchange* between parties involved in *design and maintenance* phases.
- Define and develop a *visual presentation* component for verifying and interpreting product model data.
- Contribute to ISO/STEP *standardisation* efforts.
- *Demonstrate* the method for selected scenarios.

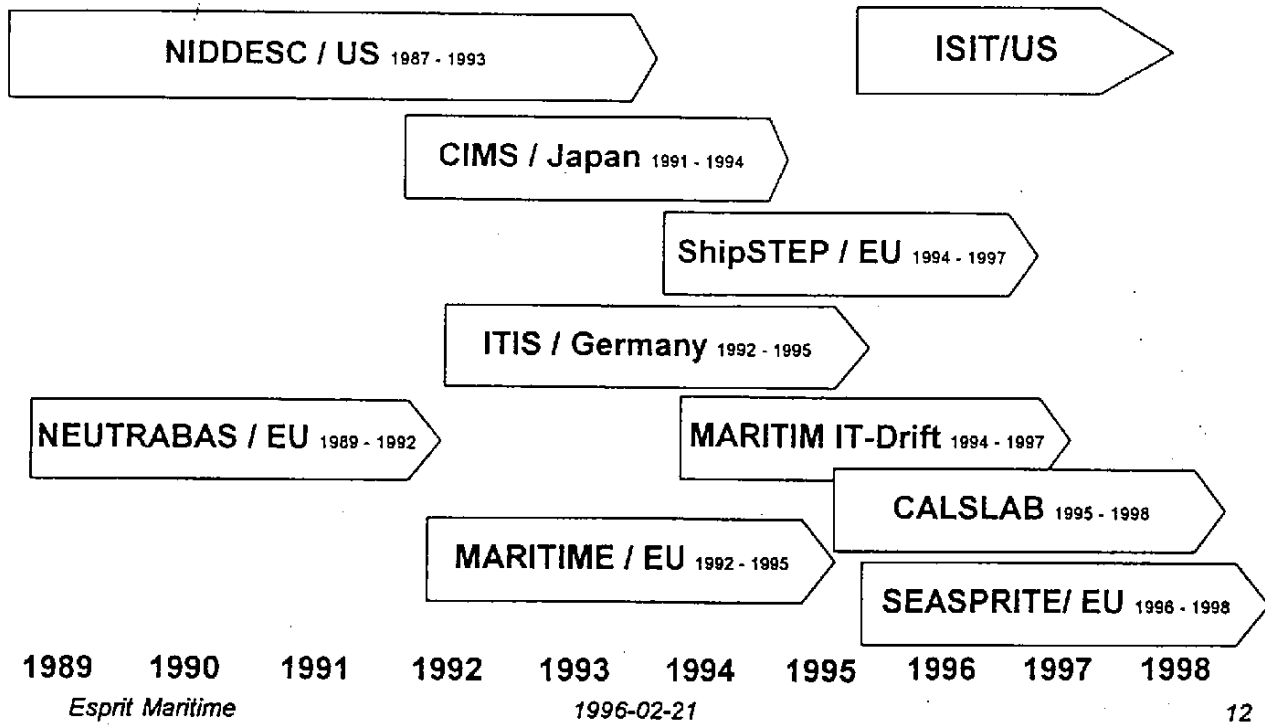
Esprit Maritime

1996-02-21

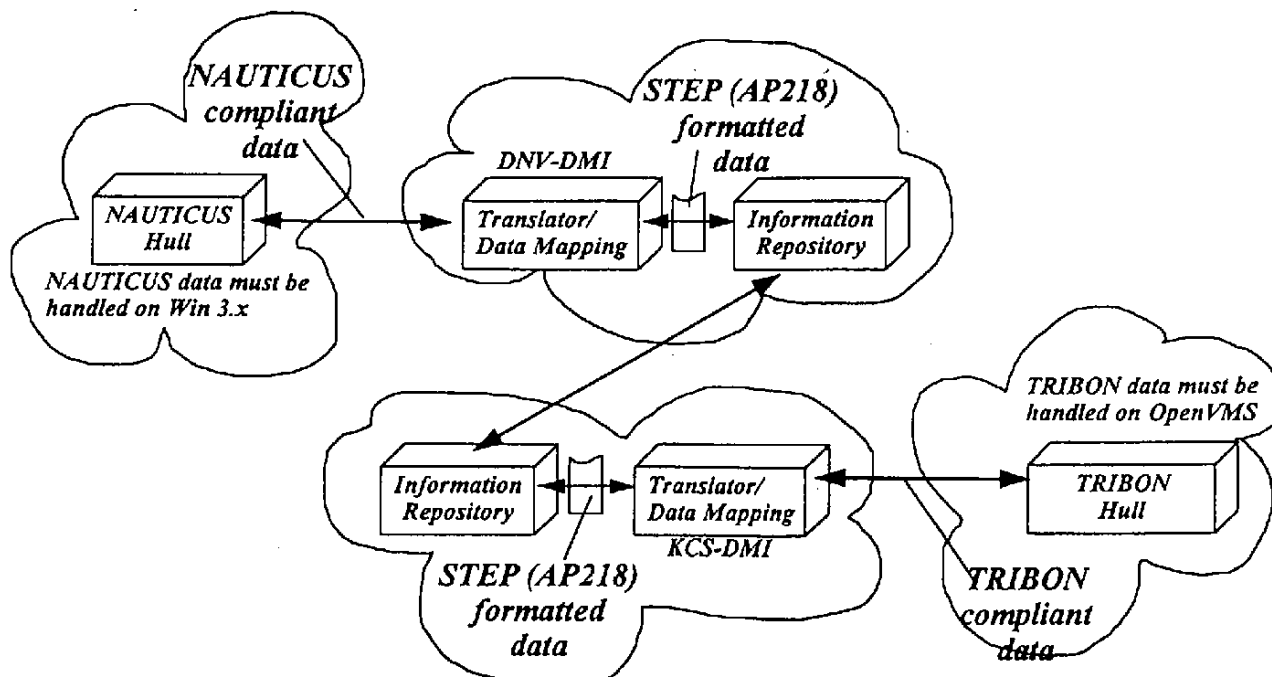
7



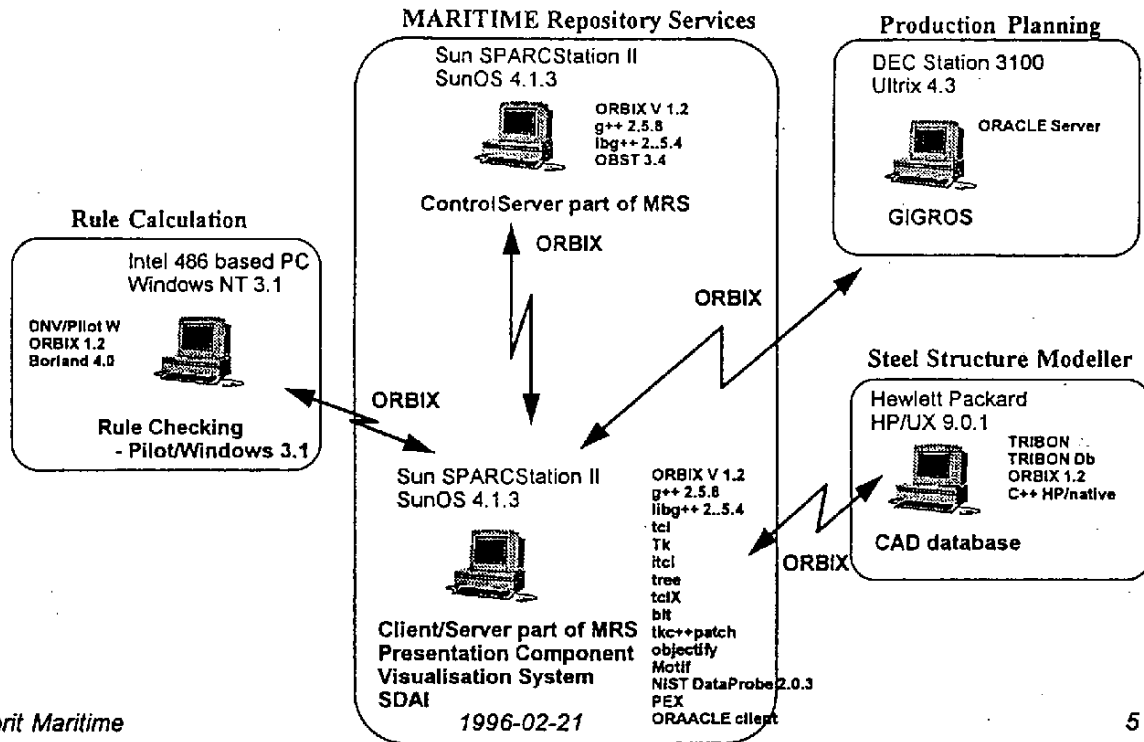
Historical view



Exchange scenario



Demonstration scenario



Esprit Maritime

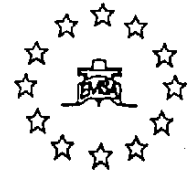
5

Lessons learnt



- Covers a real need.
- The right way for efficient collaboration in the maritime industries!
- CORBA is a promising, stable platform.
- Demanding complex solution.
- Model too complex for C++ compilers.
- STEP/EXPRESS tools not mature.
- Modelling requires consensus
 → a slow process.

Outlook - SeaSprite



Vision

- *from paper based → electronic data exchange*

Goals

- *standardisation of 215, 216, 218*
- *software support for information management (EDI, SGML)*
- *solutions based on industrial needs*

Esprit Maritime

1996-02-21

9

Partners in SeaSprite



- | | |
|-------------------------------|----|
| • BMT | UK |
| • Det Norske Veritas | N |
| • Istituto Superior Tecnico | P |
| • Kværner a.s. | N |
| • Kockums Computer Systems AB | S |
| • Lloyd's Register | UK |
| • MARIN | NL |
| • Mærsk | DK |
| • Napa OY | SF |
| • Odense Steel Shipyard | DK |
| • SINTEF | N |
| • Vulkan Schiffbau Verbund | D |

Esprit Maritime

1996-02-21

10

Outlook - Marvelous



Vision

- *virtual maritime enterprises*

Goals

- *define requirements to technology needed in all life cycle stages*
- *try out existing technology*

Partners in Marvelous



- | | |
|--------------------------------|----|
| • Astilleros Españoles | ES |
| • BIBA | D |
| • BMT | UK |
| • Chantiers de L'Atlantique | F |
| • Det Norske Veritas | N |
| • Fincantieri | I |
| • Germanische Lloyd | D |
| • Howaldtswerke-Deutsche Werft | D |
| • Lloyd's Register | UK |
| • Odense Steel Shipyard | DK |

2.2.3. Lloyd's Register of Shipping

訪問日時：96年3月12日（火） 10:00～12:00

面談者：Technical planning and Development Group
 Jerry Goodwin (Senior principal surveyor)
 Rob Haward (Product modeling specialist)
 Dr. John M. P. Kendall (Product modeling specialist)

内容：

Agenda

Introductions	10:00
Lloyd's Register Business and STEP Activities	10:15
JSTEP Activities and GPME	11:00
Discussion on STEP	11:30
Summary and Conclusions	12:00

2.2.3.1. Lloyd's Register(LR)のビジネスと情報技術の利用について

船舶、海洋構造物、その他工業領域でのサーベイを行っている訳であるが、船舶の記録が最も大きく、数千件に渡るデータを20年近く保存する必要がある。造船会社はCAD/CAM systemを保有するので当然LRも保有する。STEPは造船会社と船舶の設計情報を交換する手段として必要な技術である。

2.2.3.2. LRのSTEPに対する取り組みについて

LRはEMSAの次のチェアを務めることが決定している。またAP216, AP226のオーナーである。

APに対する開発方法論はKCS, DNVと同じ。

LRはインハウスのCAD systemのSEASAFEとAP216の変換処理系のテストを行っている。開発ツールは英国CIMIO社のCAD++とEXPRESS-Mを利用している。彼らは、AP216に大幅な変更が加えられても、EXPRESS-Mは2日間の修正だけで処理系の変更が済んだ、とEXPRESS-Mの有効性を強調していた。また、AP216による実証実験も開始しており、KCSのTRIBONやMarin, NAPA, CVのVSELとAP216によるデータ交換のパイロット実装を始めている。(添付資料参照)

2.2.3.3. その他

CALSについては軍事的色彩が強いとの意見が出た。

Standardising Data Exchange

A Brief Guide to STEP and the *ShipSTEP* Projects



STEP is the informal name for an ISO data exchange standard called ISO 10303. STEP will help companies share engineering data electronically by standardising the data that is exchanged. STEP is different from related earlier standards because the area of engineering data that STEP aims to standardise is very large.

Company to Company Exchange

STEP will describe all engineering products for their complete life cycle and will provide an integrated set of definitions for products.

It has been developed as a solution to existing product data-related problems in engineering companies. For example, data often needs to be re-created because of incompatibility between CAD systems or because IT systems are being run alongside traditional paper-based systems. Other examples include problems relating to external requirements, such as the US Department of Defence Continuous Acquisition and Life cycle Support (CALC) initiative; this wide-ranging study requires companies to deliver technical information electronically.

How will STEP be used?

Not only does STEP standardise the data across a number of engineering applications but it describes different ways in which it can be implemented. File Exchange is the only method that has been fully described to date, however it is possible to use STEP descriptions as the basis of database access functions or the structure of a database itself.

With so much variety it would be easy for STEP to be too big and too ambiguous to be useful. To avoid this, the STEP standard has user-specific parts, each of which describes:

- the standard data definitions for that particular application area
- how that data will be exchanged or shared
- how to test software that claims to conform with STEP for that area.

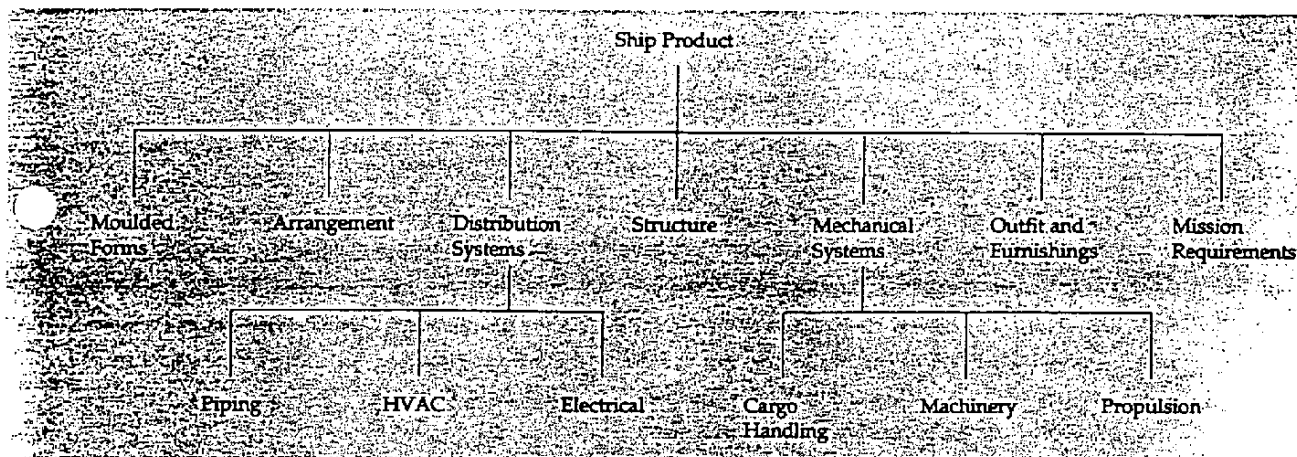
For example, particular application areas that have been standardised already include the exchange of 2D engineering drawings and the exchange of 3D models and all their related configuration and approval data. Others under development include Logistic & Life cycle Support and Electrotechnical Plants. The STEP standard refers to these user-specific parts as application protocols.

What is being done about STEP in the Shipping Industry?

STEP application protocols are being developed to meet the specific needs of the Shipping Industry. The work that has been done has split the whole shipping product information into seven key areas which, in time, will become STEP application protocols. These are shown below.

What is the ShipSTEP project ?

The ShipSTEP project aims to create the STEP application protocols for ship moulded forms and ship mechanical systems. These two documents will be the main deliverables. However, the project will develop pilot software to enable the electronic transfer of data to be made. The project began in January 1994 and is scheduled to last three and a half years.



Framework for ship-related STEP application protocols.

This framework was agreed by the companies and organisations working to develop STEP in this area. These include General Dynamics Electric Boat Division, Bremer Vulkan, Navsea, Newport News and Det Norske Veritas.

Companies participating in the ShipSTEP project are:

- Lloyd's Register, London
- Vickers Shipbuilding & Engineering Limited, Barrow-in-Furness
- Kockums Computer Systems (UK), Newcastle
- Det Norske Veritas, Oslo
- Odense Steel Shipyard, Odense

And in cooperation with a number of other companies in similar projects such as:

- The MARITIME project
- The ITIS project
- STEP Marine Propulsors project, Massachusetts Institute of Technology, USA
- Navy Industry Digital Data Exchange Standards Committee, USA.

**Lloyd's
Register**

For more information, contact:
Jerry Goodwin
Technical Planning & Development Department
Lloyd's Register of Shipping
71 Fenchurch Street
London, EC3M 4BS, UK

Tel: 071-709 9166
Fax: 071-488 4796
Telex: 888379 LR LON G

Direct Line: 071-423 2634

© Lloyd's Register of Shipping 1994
September 1994

Lloyd's Register Business and STEP Activities

Jerry Goodwin
Systems Development Group
Technical Planning & Development Dept



Overview

- About Lloyd's Register
- LR's Classification Activities
- LR's use of IT systems
- Data Exchange needs
- LR software products
- EDI and STEP
- Shipbuilding AP's and Projects
- Conclusions

Lloyd's Register

LR:

- is an International Classification Society
- operates in Marine, Offshore and Industrial fields
- has over 2000 exclusive technical staff
- operates in 110 countries
- from over 225 offices worldwide

Lloyd's Register

LR's Mission:

" to secure for the benefit of the community high standards of design, manufacture, construction, maintenance, operation and performance for the purpose of enhancing the safety of life and property both at sea and on land"

LR Software Products

- ShipRight
 - Ship Structural Design by Rules
 - Structural Design Assessment
 - FEM, sloshing, ultimate strength
 - Fatigue Design Assessment
 - Hull Condition Monitoring

LR Classification Activities

Lloyd's Register:

- Develops and publishes standards for design and construction of ships' hulls and essential systems

LR provides:

- Design assessment and approval
- Surveys during construction
- Surveys during operation
- Advisory services

LR Data Exchange Needs

Lloyd's Register requires:

- rapid exchange of information at critical times in ship life-cycle
- information available at the location and time when it is required
- seamless exchange of data between CAD/CAM and LR's own applications
- data created at design stage re-usable for operational support & maintenance

Lloyd's Register's use of IT



Design Approval



Contract Admin



Ship Records



Trials Data

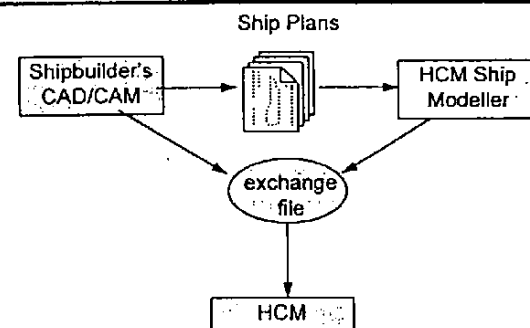
Proposed standards for EDI

- IGES - captures geometry
- no product information
- National standards
 - PDES (USA)
 - VDAFS (Germany)
 - SET (France)
- Proprietary (eg DXF)
- ISO 10303 (STEP)

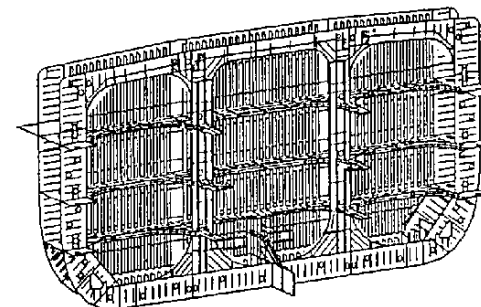
ISO 10303 STEP

- *Provides a mechanism that is capable of describing product model data throughout the life-cycle of a product in a form that is unambiguous and independent of any particular software and hardware platform*
- EXPRESS - human readable but computer interpretable product modelling language

Case Study - Hull Condition Monitoring



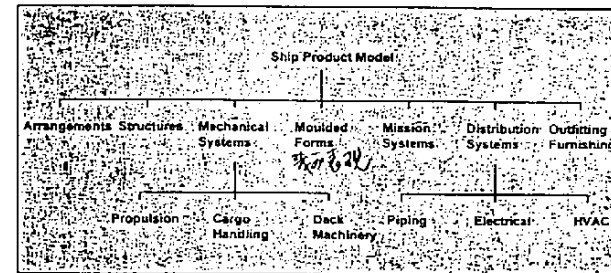
ShipRight HCM Model



CAD Model Visualization

- Essential for understanding of physical data
- Virtual walk through of ship model is feasible
- Aids discussion with clients concerned with alterations and repairs
- Equally useful for design and in-service support

STEP Shipbuilding Planning Model



ShipRight Software Architecture

- Product Model *(inhouse of LR)*
 - defined using EXPRESS
- Base object classes
 - C++ derived from EXPRESS
- User interface
 - MS-Windows VC++
- Calculation Routines
 - FORTRAN DLL's

Status of Shipbuilding APs

Part:	Title:	CDC Due:
• AP216	Moulded Forms	July 1995
• AP217	Piping Systems	March 1996
• AP215	Arrangements	June 1996
• AP218	Ship Structures	June 1996
• AP226	Mech Systems	March 1997

*AP216 cover
in 22/11/95*

Marine STEP Projects

- | | | | |
|--------------|---------|----------|---|
| • Neutrabas | ESPRIT | 1991/93 | Tu. Berlin |
| • MARITIME | ESPRIT | 1993/95 | DMV + KIS + TNO |
| • NIDDESC | USA | 1992 - ? | Many Industrial Data ... modification |
| • ShipSTEP | EU | 1994/95 | LR 主 |
| • ITiS | Germany | 1994/96 | General project |
| • MARVEL-OUS | ESPRIT | 1995/97 | 11-12-1-27X2-22 (4312)
D. 11-12-20/10 Z. |
| • SEASPRITE | ESPRIT | 1996/99 | 12-11-27X1/10
(11-12-20) |

MARVEL-OUS Project

- Maritime Industry's Virtual Enterprise Linkage - Open User Syndicate

Objective::

- Harmonisation of user requirements for the use of information technology and communications technology in manufacturing and engineering across the maritime industry

ShipSTEP Project

AP216: Hull Moulded Forms

- Lloyd's Register of Shipping
 - Odense Steel Shipyard
 - Kockums Computer Systems
 - MARIN ship mould tool base
 - Napa oy 71-21-10 1/10-10
 - Vickers Shipbuilding & Engineering
- AP development & pilot implementation**

SEASPRITE Project

Objectives:

- Resolve issues on core ship AP's Arrangements, Mld Forms, Structures,
- Resolve inter-operability issues
- Develop methodologies for DEM (Data Exchange Management)

EMSA Membership

Founded: November 1994 to promote
Marine STEP in Europe

• Full Members:

OSS, Kvaerner, VSV

KCS, SENER, LR, DNV, GI, - 27-2000yds

• Associates:

HDW, AESA, VSEL, Napa, IRCN, 75-2000 yd 4 11 192

CADCentre, Maritech, Intergraph

4-27-1994 10-4-1994
(1994)

Nacira bas
Maritime 01-27-1994
71-0-07-1-3?

Conclusions

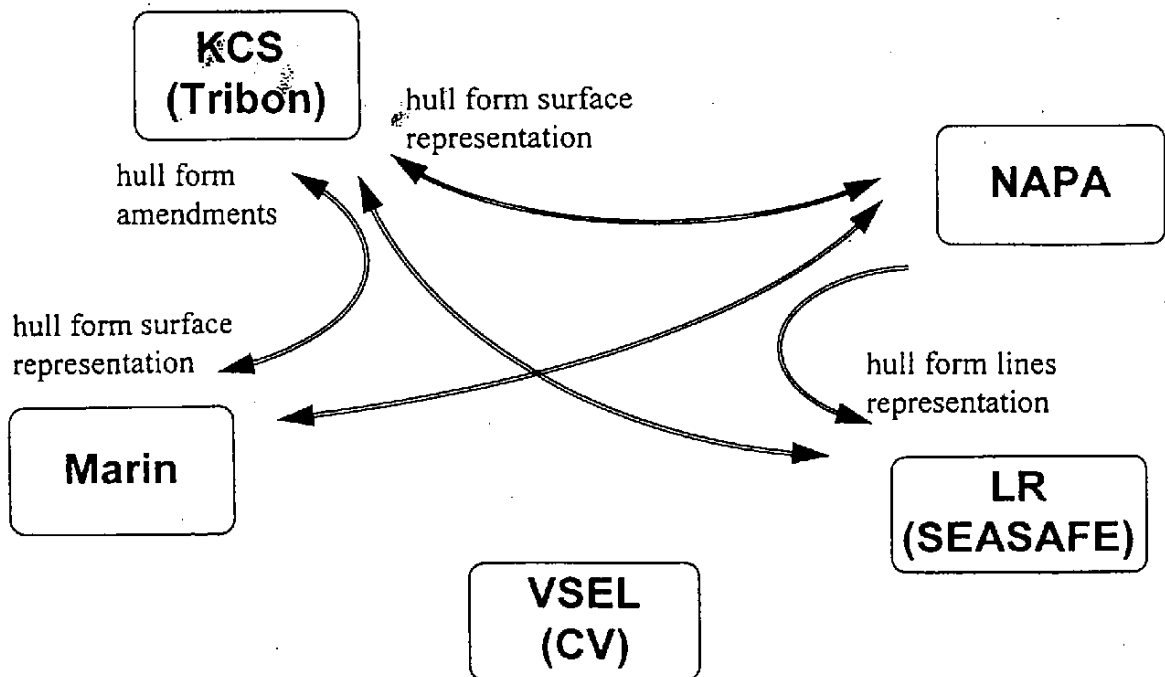
- LR's business objectives are enhanced by being able to rapidly exchange data with our clients
- LR has a vested interest in the développement and use of STEP for both safety and commercial reasons → 安全と経済的交換の促進
- LR is successfully using STEP methodology for its own software products

ShipSTEP Implementation

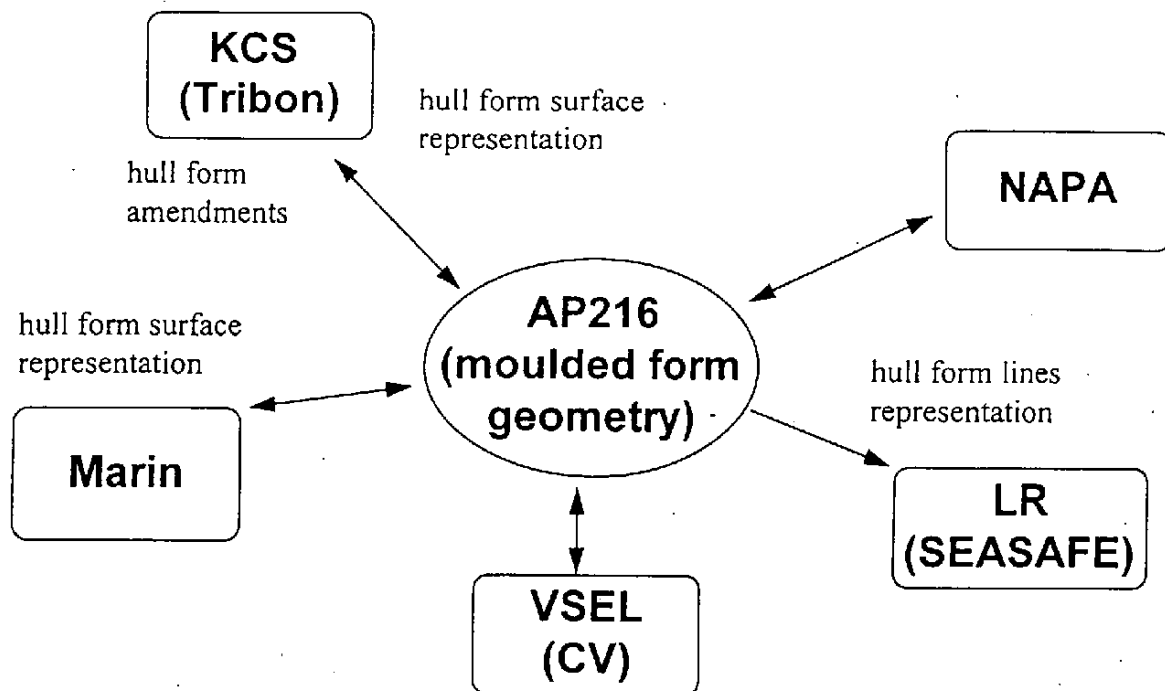
Exchange scenarios:

shipbuilder ↔ model basin
shipbuilder ↔ classification society
hull form design ↔ structural design

ShipSTEP Pilot Implementation



ShipSTEP Pilot Implementation



ShipSTEP

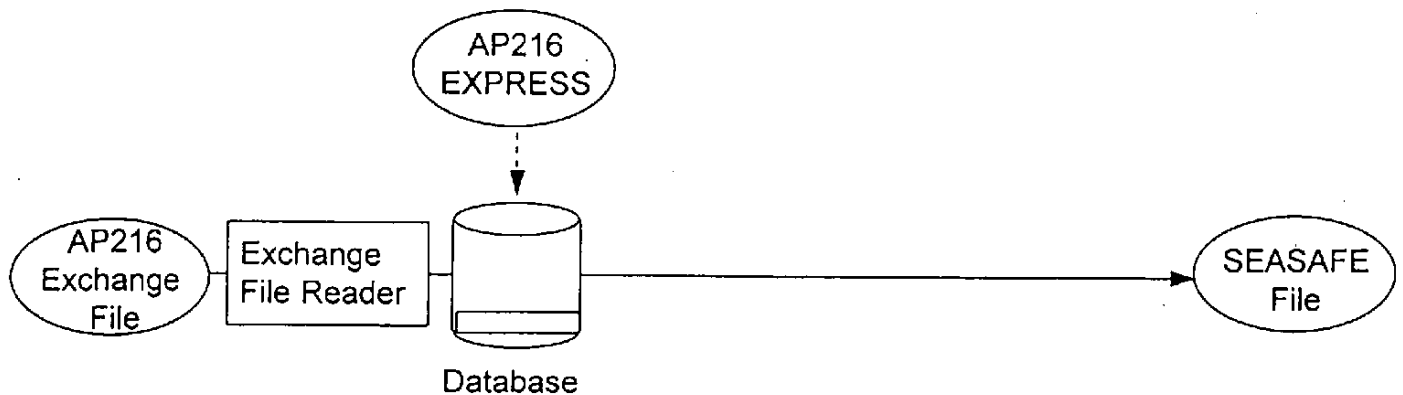
CIMIO: CAD++

- **Components**
 - **EXPRESS Parser**
 - **SDAI Function Libraries**
 - **Part 21 Reader / Writer**
 - **EXPRESS - M Parser and C Code Generator**
 - **Part 21 File Viewer / Editor**
 - **Part 42 Geometry Viewer**
- **Scored 46/65 on Metrics**
- **Good Support for Geometry**

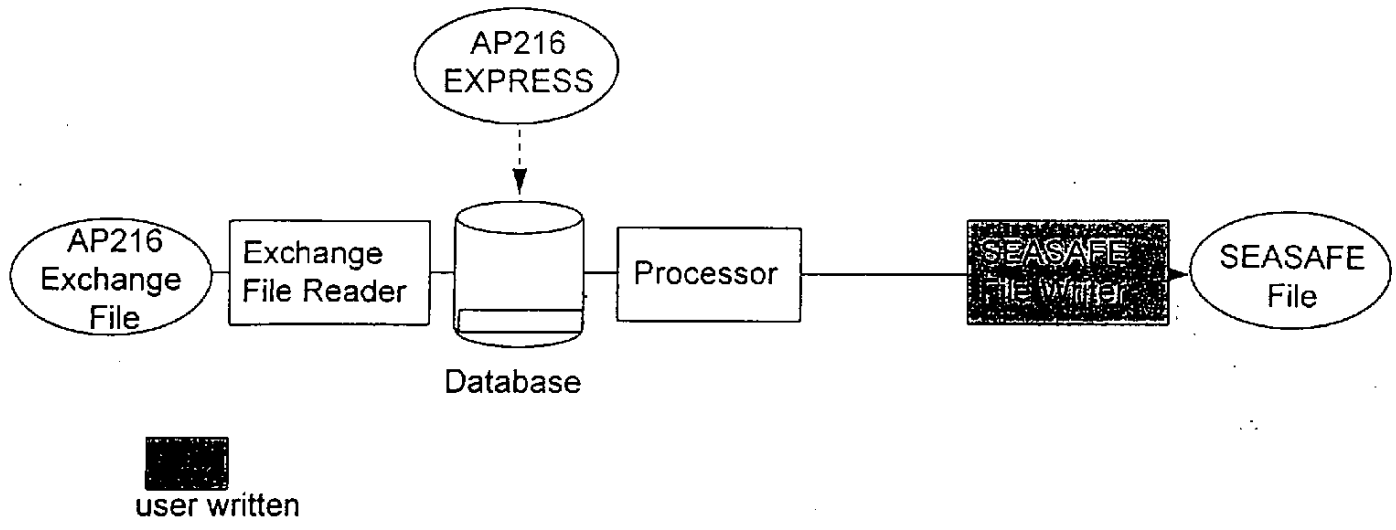
ShipSTEP Implementation Modules



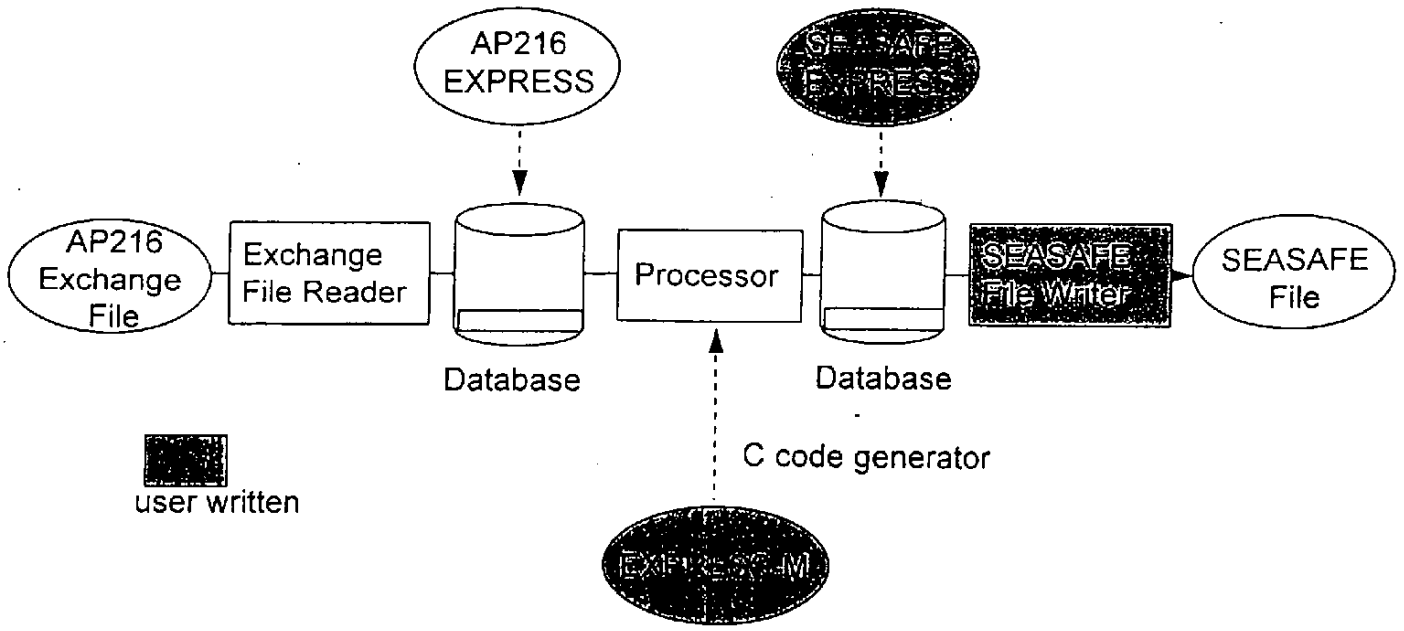
ShipSTEP Implementation Modules



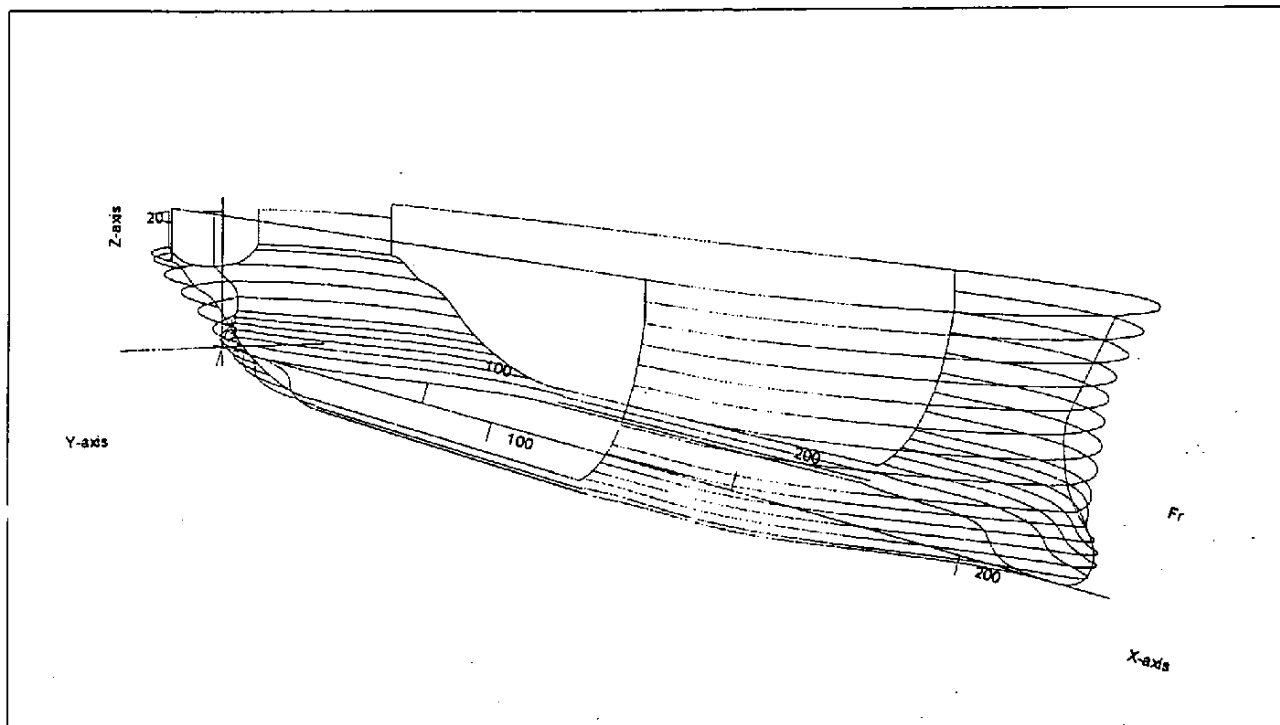
ShipSTEP Implementation Modules



ShipSTEP Implementation Modules



SEASAFE representation



2.2.4. EPM Technology

訪問日時：96年3月11日（月）10:00～15:00

このうち、13:00～15:00がEPM Technology

面会者：Kjell Bengtsson (Vice President Sales and Marketing)

：Jorulv Rangnes (Managing Director)

内容：

13.00 Presentations and demonstrations by EPM Technology

Market trends

company and products overview

Introduction of EXPRESS and ISO10303

Demonstration of the EXPRESS Data manager

14.30 Discussion

JSTEPから訪問を申し込んだ所、JSTEPがDet Norske Veritasも訪問することを知って、DNVまで来てくれた。JSTEPへのプレゼンテーションはDNVへのPRもかなり意識したものであった。なお、Web <http://www.nettinfo.no/jotne/epm-technology/>

2.2.4.1. EPMのプロファイルについて

STEPに注力している有力会社の子会社や一部門という会社ではなく、独立系のR&Dのソフトウェア会社。100%ノルウェー資本の会社で関連会社にNorske DataとEPM consultantsの二社がある。ESPRIT ProjectでのR&Dが主要な活動舞台の様様。EXPRESSは単にISO10303-11だけのものではなく、Open Data Systemのキーであるとの信念を持っている。

2.2.4.2. EXPRESSの紹介

特に、EXPRESSについて強調してコメントがあった。EXPRESSはSTEPだけでなく、POSC(Petrotechnical Open Software Corporation), GIS(Geographical Systems - ISO TC211/CEN287), PLCopen (Programmable Logical Controllers - IEC1131-3), PDXI Process Simulators, また、医療、金融領域でも適用が検討されているとの紹介があった。

2.2.4.3. EXPRESS Data Manager についての紹介とデモ

EXPRESS Data Manager (以下EDM)は、EPMの言葉によれば、リレーショナルでもオブジェクト指向でもない、EXPRESS orientedのデータベースシステムである。EXPRESS CompilerはEXPRESS schemaをコンパイルしてその構造をデータベース中に生成し、合わせてC late binding用のSDAI辞書を生成する。該社の提供する

EDMInterface は SDAI のスーパーセットであり、その下で動く EDM サーバはマルチユーザ環境を実現させる。

普通、EXPRESS で定義された構造をデータベースのスキーマとする為にはなにがしかの DDL(Data Definition Language) にマッピングする必要があり、その過程である種の情報の欠落が発生するが、EPM では原則的にそれは無い。また、マルチアクセスは SDAI のスコープ外であるが、これをサポートしていることになる。

また、Part21 形式の STEP file の Scanner/Parser/Formatter も備える。

詳細は別添資料参照。

EPM Technology a.s Company Overview

Established in 1994 - 100% Norwegian controlled

Carries on activities and products from Norsk Data and EPM Consultants

New IT solutions in the emerging Product Data Technology market

The first company in Norway to focus on STEP/CALS Technology



EPM Technology a.s - Products -

EXPRESS Data Manager Product Line

Specially designed database technology for the emerging EXPRESS-based PDT standards - includes a multi-user client/server architecture - with support for Concurrent Engineering

Product Data Technology - Consultancy Services

Focused on product models and life cycle aspects.



EXPRESS Data Manager User Profiles

EXPRESS modellers (PDT Standards, BPR and more)
validation and extensive manipulation of Express schemas. The *EDMSupervisor* provides functionality for quering both the source schema and dictionary model

Application developers
development of STEP agents providing STEP level 1, Level 2 and Level 3 implementation

End Users
persistent storage for SDAI compliant applications, validation of data, quality assurance



EXPRESS Data Manager Product Family

EXPRESS Data Manager is a software integration platform for EXPRESS that is currently packaged as three products:

EXPRESS Data Manager - persistent SDAI repository with the following modules:

EDMServer
EDMclient (EDMInterface)
EDMSupervisor

The SDAI Developers Toolkit

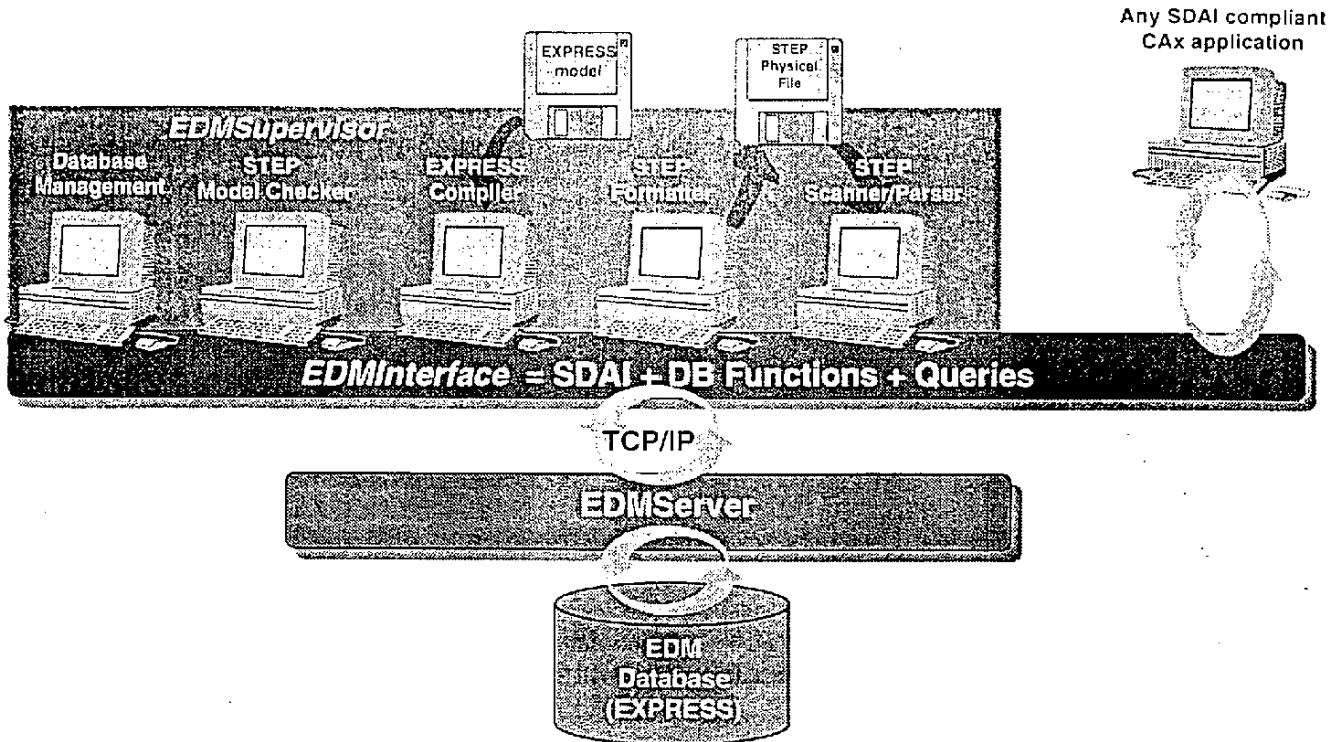
toolkit for application development with the following modules:

persistent or volatile SDAI repository
EXPRESS Compiler
STEP File Handling

The Model Checker (full functionality planned release Q2-96)
module for automatic validation of application data in accordance with an EXPRESS schema

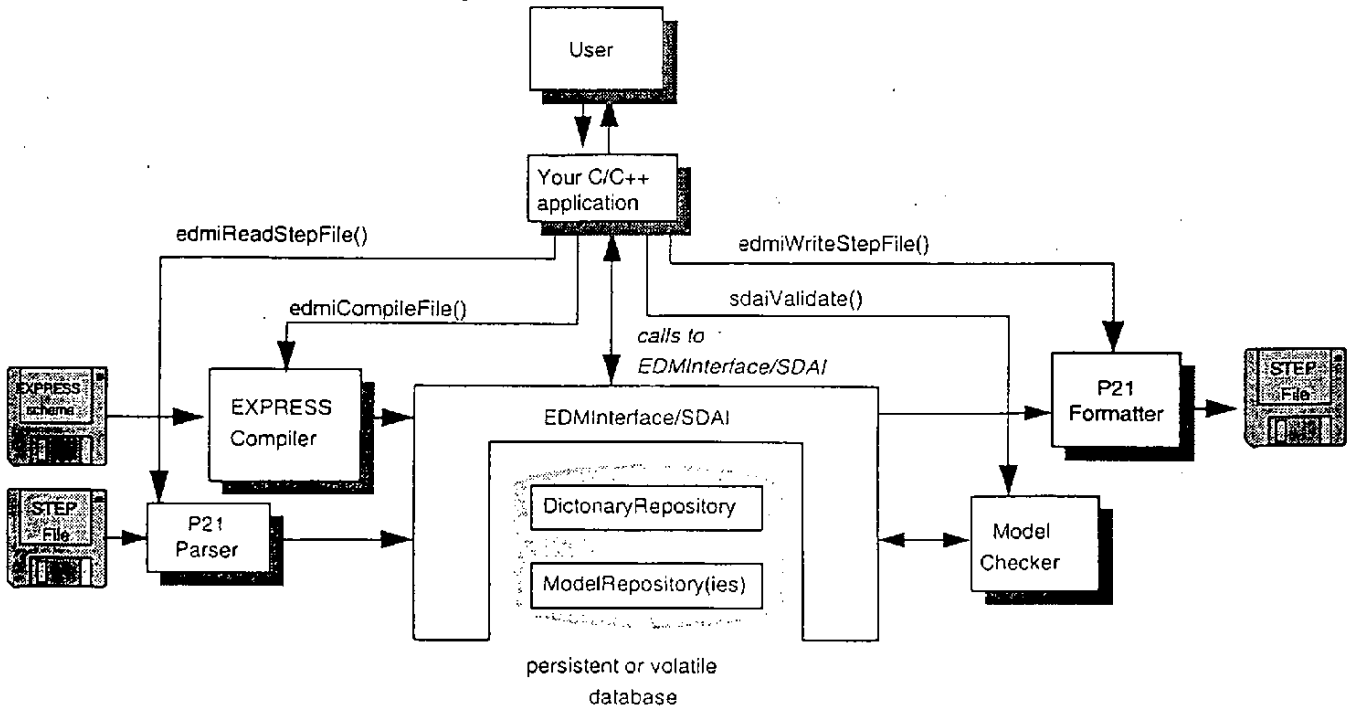


EXPRESS Data Manager System Architecture



EPM TECHNOLOGY Jotne

EXPRESS Data Manager SDAI Developers Toolkit, modular overview



EPM TECHNOLOGY Jotne

EXPRESS Data Manager Environment

EXPRESS Data Manager multi-user system
the client/server architecture currently requires EDMServer to run on a unix system.
EDMclients run under unix, Windows NT, Windows 95. TCP/IP is used to communicate
between EDMServer and EDMclients

EXPRESS Data Manager single-user system
runs under unix, Windows NT and Windows 95

SDAI Developers Toolkit
runs under unix, Windows NT, Windows 95

Model Checker
runs under unix, Windows NT, Windows 95

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

EXPRESS Data Manager Business benefits

EXPRESS-based core gives leading edge performance and functionality for enterprises that acknowledge the use of EXPRESS

Provides a Software Integration Platform and supportive tools for EXPRESS based standards such as STEP, CALS, POSC, GIS, PLCopen, PDM and other Product Data Initiatives

Greatly enhanced flexibility and ease when validating and implementing EXPRESS information models. Direct implementation of conceptual model - no transformation between conceptual and implemented schema

Provides solutions for long time archiving by using STEP Physical File

Complete product suite and toolkit for implementing and integrating EXPRESS based applications

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

EXPRESS Data Manager Features

Implements the EXPRESS language as defined by ISO 10303 Part 11

Generates an EXPRESS Data Manager database automatically from any EXPRESS schema

Uses ISO 10303 Part 22 : SDAI as the Application Programming Interface

Extensions to SDAI provides database functionality such as queries, access control, e.t.c.

Supports multi-user, multi-processing, data sharing and concurrent access in a heterogeneous system environment



EXPRESS Data Manager Schema Operations

Automatic creation of database by compiling any EXPRESS schema using the *EXPRESS Compiler* and storing a correct schema as a dictionary model

Queries all models equally, e.g. reconstructs any schema as a whole, or part of it in an EXPRESS syntax from the dictionary model, displaying inheritance graphs, implicit and explicit complex entities, retyped attributes, origin of inheritance e.t.c.

Browses the dictionary models at two levels (i) source code schema (hypertext functionality) and (ii) dictionary model structured by the *EXPRESS Compiler* and with complex entities.

Dictionary models may also be presented in an EXPRESS-G layout.

Deletion of schemata (dictionary models)



EXPRESS Data Manager EXPRESS Compiler

Parses any Part 11 schema with extensive error reporting.

Automatic creation of repository

correct EXPRESS schemas can be stored in persistent or volatile repository accessed through EDMInterface (SDAI)

Supports USE FROM, REFERENCE FROM

multiple schemas in a file, and multiple files handled. Dictionary models made of all or of a selected set. Generation of new long form schema from short form.

Flexible compiler options

for functionality and performance reasons; complex entity handling, parse only, creating dictionary model, extensive checking, e.t.c.

EXPRESS schema browsing

provided at two levels; dictionary model (result from compiler) and source code, schemas, entities, types, functions, procedure and rules. Build information chains providing next and previous. Browsing also available as EXPRESS-G

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

EXPRESS Data Manager STEP File Handling

Late binding implementation.

STEP File Handling is schema independent

STEP names (ld's) maintained in read and write operations

STEP File reading

reads any Part 21 file and creates an SDAI model of dictionary model created by the EXPRESS Compiler. Options for preparsing, parse only and short names

STEP File formatting

formats any SDAI model as a Part 21 file

Data browsing

capabilities to browse all application data, granularity of models, entities, types, functions, procedure and rules. A link between schema/dictionary model browsing and application data will be developed

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

EXPRESS Data Manager Advanced system support

Scripts

scripting capabilities for *EDMSupervisor* commands to be used for automated user input (macros) and to log commands for replaying (testing, support and QA)

History

history of *EDMSupervisor* commands gives extensive recording of commands with time stamp, command output and status. Filter for history on failing commands only

EDMInterface trace

trace capabilities for tracing all calls to *EDMInterface* reporting function name, arguments, results and status. *EDMInterface* trace can be enabled/disabled under run-time

EDMServer trace

trace capabilities for tracing all commands to the *EDMServer*

automatic update of INVERSE

automatic calculation of DERIVE

attributes will be provided together with the Model Checker.



EXPRESS Data Manager Operations on Application data

Models

creation and deletion of models

Entity instances

creation, deletion and manipulation of entity instances

Object browsing

viewing instances - structure and values, in a populated application data model

Queries

selecting instances by a WHERE clause - attribute value conditions

Prototyping

provides a generic tool for creation of application models and for the manipulations of instances, e.g. create, delete and modify instance



EXPRESS Data Manager Model Checker

Generic validation of Application models

validates the data model against global rules, WHERE rules, UNIQUE, INVERSE, required attributes, attribute data types, attribute data value, aggregate size, array sparseness, e.t.c. Granularity on data item to be validated, at model, instance type, and individual instances. Granularity on rules and constraints to be validated, is at all applicable ones or at a selected set

Provides necessary extensions to the sdaiValidate functions

a generic Model Checker needs functionality beyond what is provided by the specified sdaiValidate functions which are currently not designed to give necessary information

Schema specific Model Checkers will be offered

as some customers spend most of their time validating data models according to one specific schema, there is an option to purchase optimized Model Checker applications, e.g. AP203 Validator, AP214 Validator

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

EXPRESS Data Manager Public Relations

March 1994 issue of "Engineering Data Newsletter" published by Datamation LTD

The Article: "Engineering requirements for Database Systems"
by S.B. Harris - University of Leeds

"The suppliers list includes three database systems that may be used as a STEP repository. One, namely EPM's EXPRESS Data Manager has been designed to support the STEP model."

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

EXPRESS Data Manager Reference customers

Norwegian MoD - CALS Lab : Practical use of CALS

TNO, Holland - EXPRESS Data Manager purchase- Engineering Analysis

ESPRIT PRODEX - Data Exchange : R&D 50% financed by EU

Statoil, Norway - conversion of CAD database

Statoil Norge, Norway - implementation of technical IT system for Oil&Gas

ASTRA, Sweden - long archiving of clinical data by the use of EXPRESS

Ericsson, Sweden - EXPRESS Data Manager for Maintenance Systems / Process Plants

H gglunds Vehicle, Sweden - development of a new generation PDM system,
Complete EXPRESS Data Manager

AFNOR, France - Development of Query and Update Specification for CEN287

FEMSYS , UK, Developer of advanced FEM applicattions

ABB Corporate Research and Development, Sweden - EXPRESS Data Manager, Model Checker

ESPRIT VEGA - Virtual Enterprises: R&D 50% financed by EU

Principia, France - Express Data Manager and Developers Kit - Engineering Analysis

IVF, Sweden - Research for SME CAE/CAD/CAM applications

Loral , USA - Major Defense Contractor

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

“ The EXPRESS way to the future ”

Jorulv Rangnes, President EPM Technology a.s

- Product Data Technology Status
- What is EXPRESS ?
- Who is using EXPRESS ?
- EXPRESS in ISO 10303 / STEP
- CAE/CAD/CAM - PDM Integration
 - A case study

Home of *EXPRESS Data Manager*

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

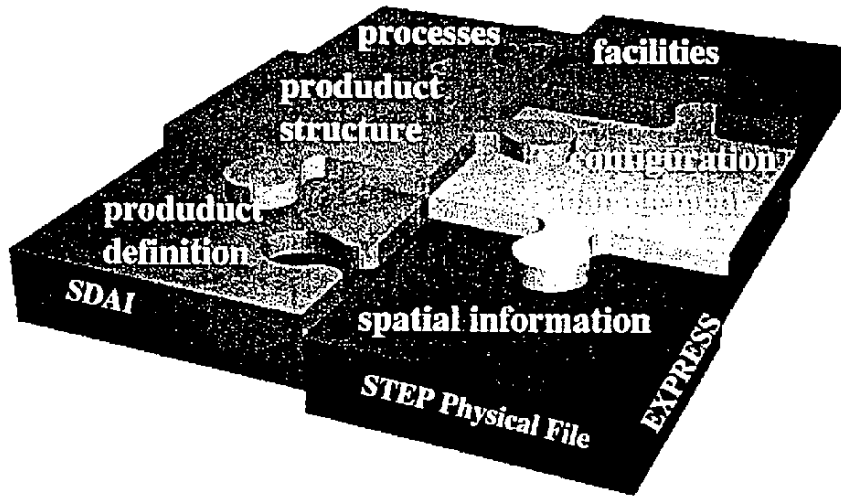
Company Introduction

- Develops, supports and markets the EXPRESS Data Manager product line:
 - data modellers, system integrators using EXPRESS for modeling
 - application developers: STEP compliant software development
 - end users: data sharing, data exchange and data validation
- Product Data Technology experts,
- Staff with 10+ years experience - PDT
- Offices in Europe and the USA
- Clients in Germany, France, UK, Sweden, USA, Norway, Belgium

EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

EXPRESS Data Manager

- a generic software integration platform-
- 100% based on ISO standards -
- provides user control of the data -



EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

CAE/FEM



CAD



After years of promises ;

CAM

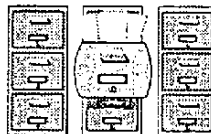


PDM



Still isolated islands
with limited capabilities
to communicate, and share
information and object data

MRP II



Documentation



EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

CAE/FEM

CAD

CAM

PDM

MRP II

Documentation

**EXPRESS is the glue
that brings it all together**

EPM TECHNOLOGY Jotne

EXPRESS is:

A formal object orientated information language based on Entity relationship attribute model with generalization / specialization and constraint specification.

Readable to humans and processable to computers

Originally developed to describe formal information models of mechanical products

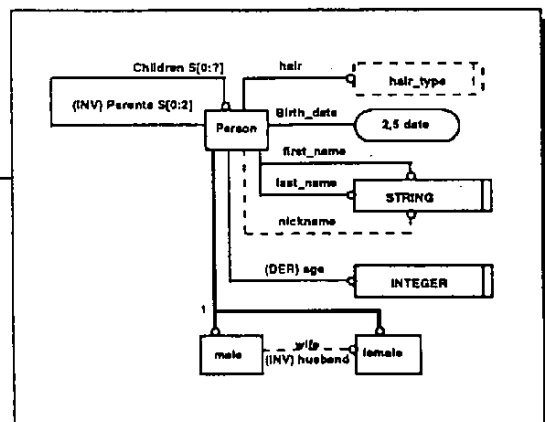
Developed as a part of the STEP standard

EXPRESS is Part 11 in the ISO 10103 standard and has since autumn 1994 been an international standard

EXPRESS is not:

A programming language

A method

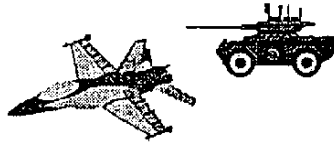


EPM TECHNOLOGY Jotne

POSC
Petrotechnical Open
Software Corporation



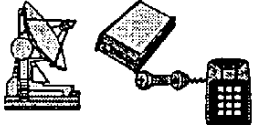
CALS
MIL-STD's



GIS - Geographical Systems
ISO TC 211/ CEN 287



EDI / UN EDIFACT



PDXI
Process Simulators



**EXPRESS is the enabler for
Open Data Systems**

STEP / ISO 10303



Others :
Medical
Financial

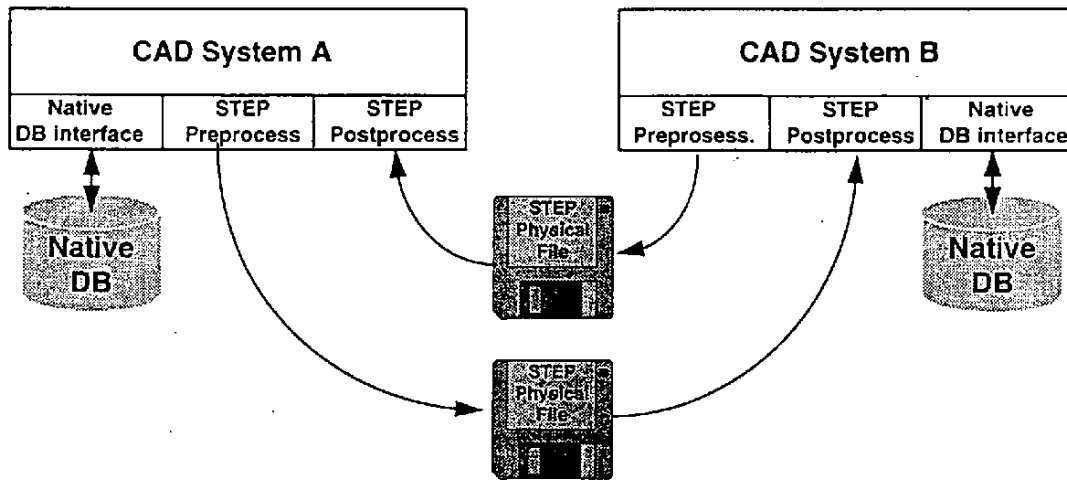


PLCopen
Programmable Logical Controllers
IEC 1131-3



The number of EXPRESS users is growing fast.

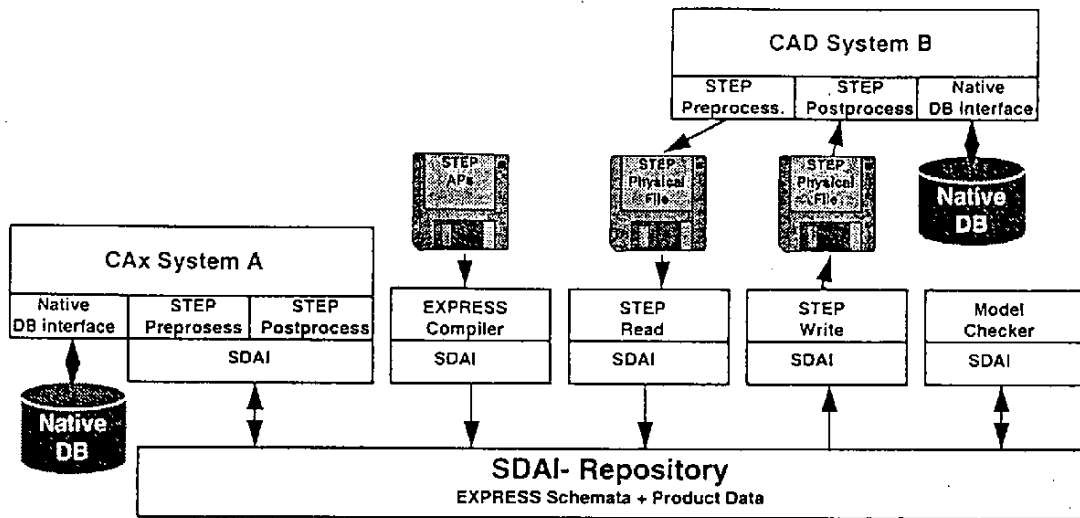
EPM TECHNOLOGY Jotne



First Generation STEP implementation:

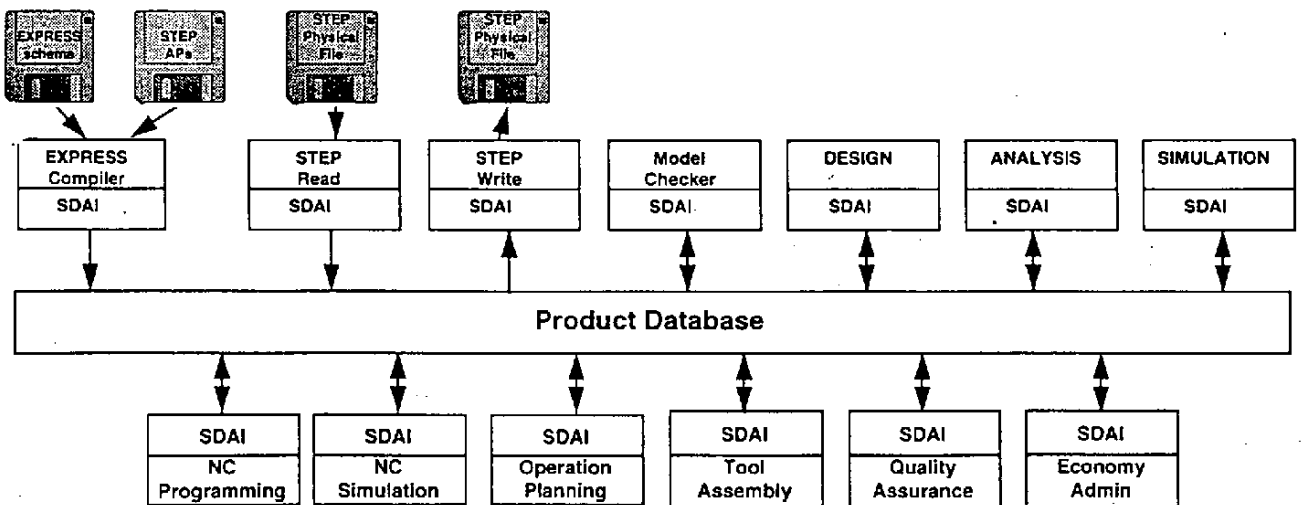
Hardcoded STEP APIs in Post and Preprocessors
No available STEP/EXPRESS Tools

EPM TECHNOLOGY Jotne



Today's STEP implementation:

Standard Data Access Interface
 STEP/EXPRESS Functions; EXPRESS Compiler, STEP Read,
 STEP Write and Model Checker



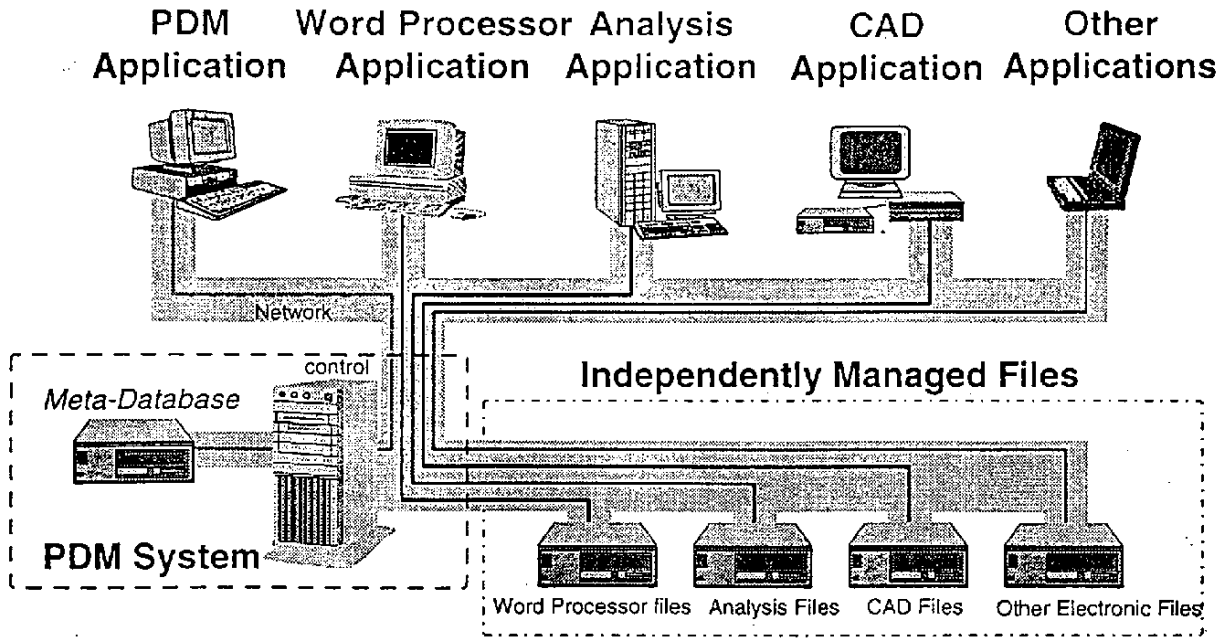
Tomorrow's STEP implementation

Concurrent Engineering
 Concurrent shared access to a consistent product database
 Integration of processes and data in a product's life cycle
 STEP methodology used for long time archiving and standardization





Typical PDM System Configuration



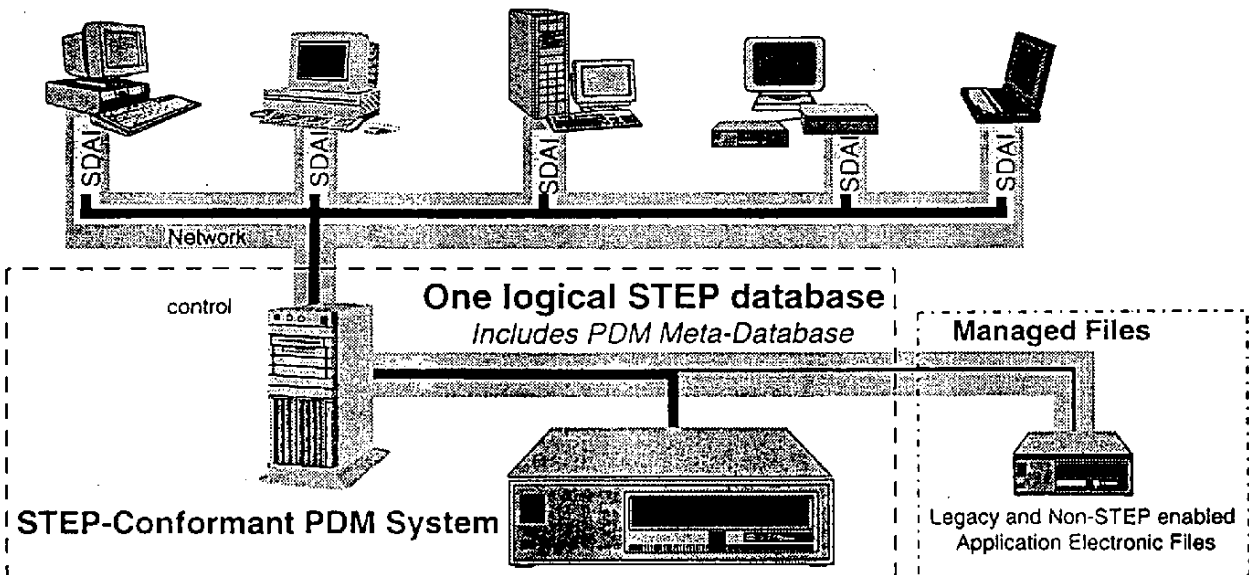
One logical database maintained by the PDM system via meta-data



STEP Based Data Sharing/Repository

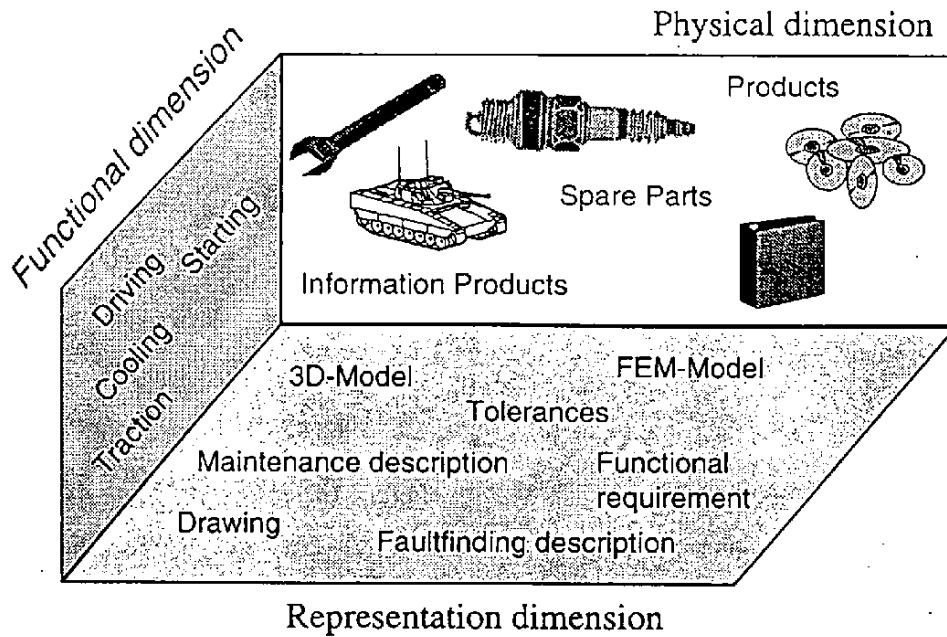
Possible PDM environment with STEP

PDM Application Word Processor Application Analysis Application CAD Application Other Applications

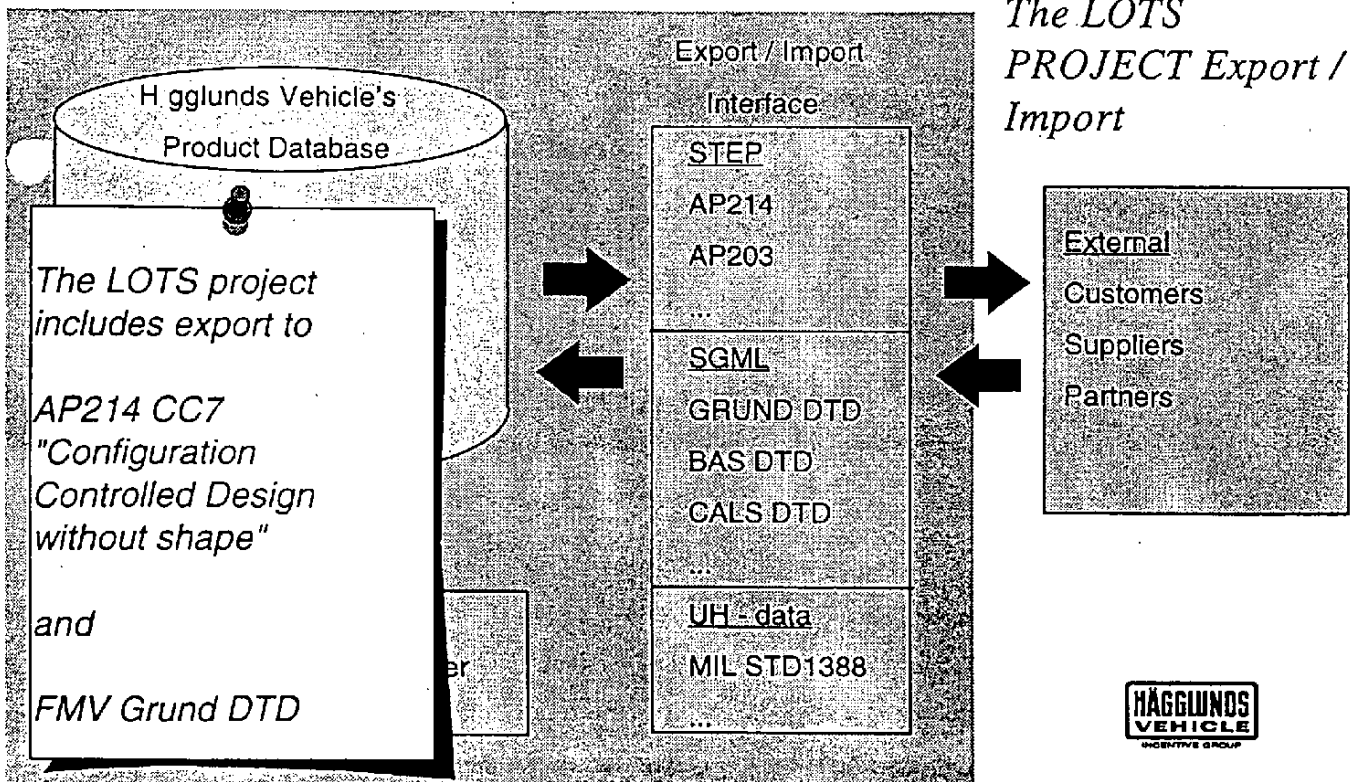


PDM Case Study - The Product Model

Products, Functions and Representations



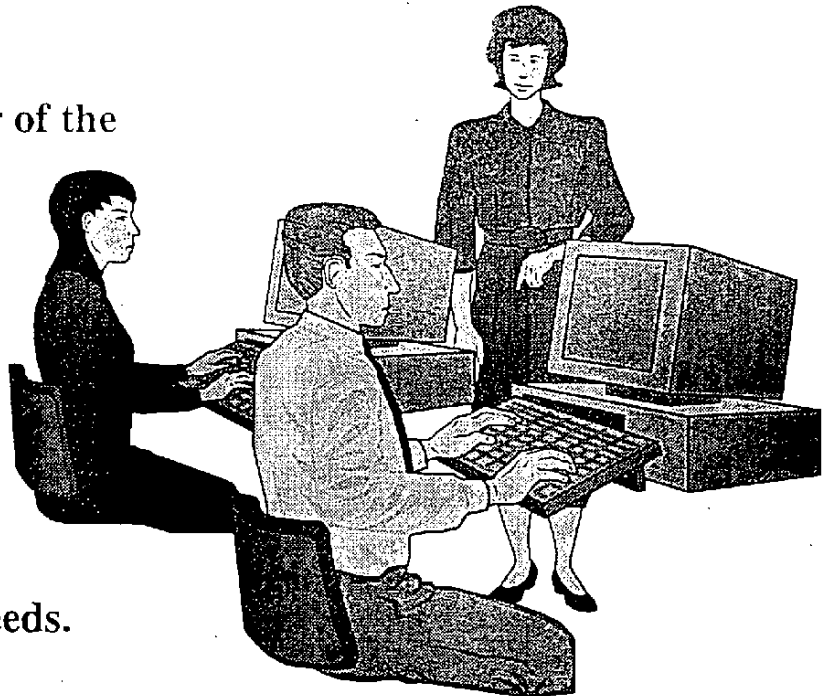
EPM TECHNOLOGY  **Jotne**



EPM TECHNOLOGY  **Jotne**

For Open Data Systems :

**Start to explore the power of the
EXPRESS language for
your next software
applications project.**



**See us in suite Beacon H
to discuss your project needs.**

EPM TECHNOLOGY Jotne

2.2.5. CIMIO Ltd.

訪問日時：96年3月13日（水） 10:00～12:00

面会者：Adrian Laud (Managing Director)

内容： 会社概要

STEP Data Warehouse について

プロダクトの紹介

その他

Adrian Laud 氏は、STEP は使えるようにあるべきだとの強い信念を持っているようであり、STEP はデータをベンダーの持ち物からユーザのものとし、ユーザ自身がどうするかを決定出来る環境を作り出すものだ、と述べた。

2.2.5.1. 会社概要

該社は1986年に設立され、CAD/CAM product data の交換、共有にビジネスをフォーカスした会社である。該社のツールキット CAD++は造船、プラントの欧州プロジェクトで特に多用されている模様。Lloyd's は JSTEP 訪問の折、CAD++と EXPRESS-M を開発環境として利用していると明言してくれた。該社は EXPRESS-M という、レンセラー工科大の EXPRESS-V に似たマッピング言語を開発しており、これが同様のツールベンダ他社との差別要因となっている。ProSTEP は EXPRESS-M を Prostep_Caselib にインテグレートし、SDAI をドライブする（本来は人間がコーディングする）部分を自動的に生成する様にしつつある。また EPM の開発環境とのインテグレーションも考えられている模様。なお、Web <http://www.cimio.co.uk/>

2.2.5.2. STEP Data Warehouse のインプリメントについて

AP221 (Plant process), AP227 (Plant 配管) に基づく Data strage を RDB を用いて構築した。ETAP (Eastan Trough Area Project) 内で開発、96年7月から実用に使われる予定。論理的モデルは EPISTLE Generic Entity Framework に準拠、物理データは POSC/Caesar EPISTLE implementation になっている模様。

添付のスライド資料参照

2.2.5.3. その他プロダクト

該社の提供する開発環境を総称して CAD++ と称している。個別プロダクトとしては、EXPRESS-M を 4GL 的に用いて SDAI C late binding 環境を提供する XM_DATAMAP、主要な市販 CAD/CAM native data との出入力モジュールを付加した CAD++SDE、STEP

AP203を含む主要市販 CAD/CAM native data 間の変換が可能な convertX 等。

2.2.5.4. EXPRESS-M について

EXPRESS-M が CIMIO 社の他の STEP 関連のベンダーに対しての差別化要因と考えられる。ProSTEP が自社の PSstep_Caselib にインテグレーション作業を開始した他、EPM のツールにも組み込めるらしい。EPM の SDAI はパフォーマンスが最も良い、ProSTEP はサポートがしっかりしているとのコメントがあった。

2.2.5.5. ISO での Mapping 言語 EXPRESS-X の開発に関する情報

96年6月の神戸会議で Mapping 言語開発の New Work Item が Rensselear の Dr. Martin Hardwick から出る予定であるが、これに関して、3月11日(月)に、Dr. Martin Hardwick が CIMIO 社を訪問して打ち合わせをしている。これに関して、Dr. Hardwick からメールが回っていたので、そのまま掲載する。

On Tue, 26 Mar 96 13:27:54 EST hardwick@rdrc.rpi.edu wrote:

This is a brief note to report on the progress of the project to start a New Work Item (NWI) on EXPRESS mapping languages.

I met with Ian Bailey the author of EXPRESS-M at CIMIO in London on Monday March 11. At this meeting we agreed on an approach to merging EXPRESS-V and EXPRESS-M to create an initial version of EXPRESS-X.

The goal of this merger is to create a working version of EXPRESS-X that can be modified during the ISO STEP standardization process. We are keen to get other inputs for the initial document.

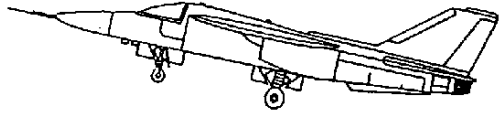
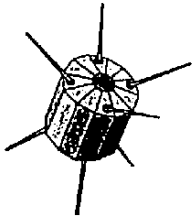
The initial plan calls for EXPRESS-X to be divided into three levels.

1. The lowest level will consist of the basic mapping construct of EXPRESS-M.

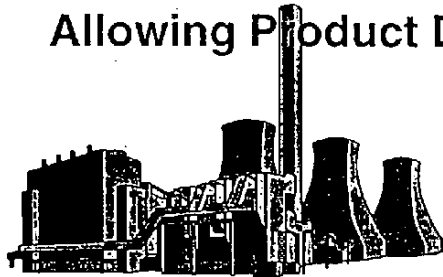
A system that uses this level of EXPRESS-X will be able to call these mapping to create destination data from source data.

2. The next level will consist of the EXPRESS-V language with an addition that allows an EXPRESS-V view to call an EXPRESS-M map. A system that uses this level of EXPRESS-X will be able to create views of the source data and use those views to update the source data.

CIMIO Ltd



Allowing Product Data to be Shared



 CIMIO
1989-2000

 CAD++
1992-2000

CADCAM Vendors using CAD++

AutoCAD	Intergraph
CADCentre	MatraDatavision
ComputerVision	Rebis
Delcam	SDRC
Division	Spectrographics
EDS	Virtual Solids
FEGS	XCAD
IBM / Dassault	Zyqad

 CIMIO
1989-2000

 CAD++
1992-2000

CIMIO Ltd

Formed 1989

Focused on developing ISO Standard CAD data integration and exchange tools (CAD++)

Worldwide Dealer Network

Supplier of STEP based tools to 15 CADCAM vendors

Supplier of STEP tools for STEP projects for

PISTEP, SPIN-NL, ProcesBase, PlantSTEP, ShipSTEP, PIPIN

Developer of STEP Data Warehouse for ETAP

First commercial implementation

Partner Companies

Aegor
AutoSolve
CADDETC
Datakit
EPM
EuroSTEP
ProSTEP

 CIMIO
1989-2000

 CAD++
1992-2000

 CIMIO
1989-2000

 CAD++
1992-2000

Projects using CAD++

PRODEX
PISTEP
SPIN OFF
ATLAS
ShipSTEP
PlantSTEP
ETAP

C/M/O
CORPORATION

CAD++
CORPORATION

CAD++ is used for

Sharing CAD design data with contractors and customers

Sharing CAD design data between different CAD systems in house

Migrating from one CAD system to another

Sharing combined geometry and attribute product databases

Sharing and exchange of attribute only product data

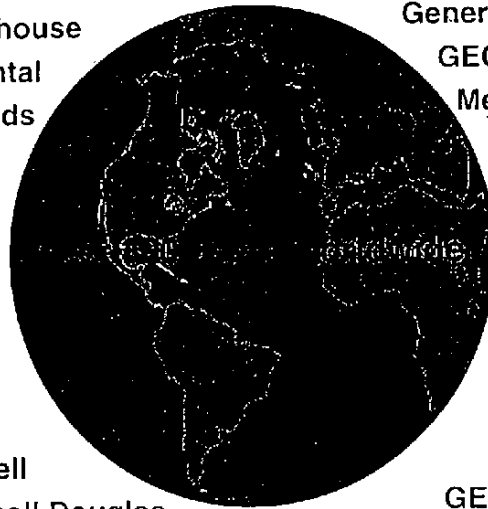
C/M/O
CORPORATION

CAD++
CORPORATION

-150-

CAD++ Users

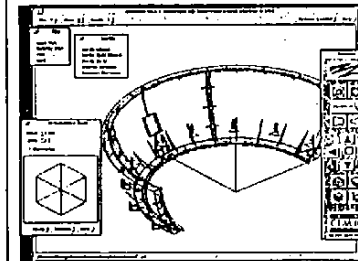
Westinghouse
Continental
Courtaulds
Boeing
Honda
AT&T
RAF
BOC
BNFL
US Navy
Honeywell
Mc Donnell Douglas



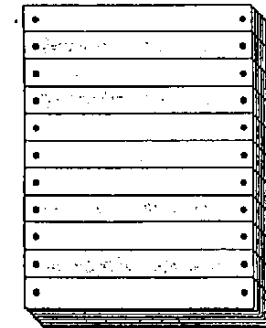
General Electric
GEC Alsthom
Merlin Gerin
Ericsson
Rover
Ford
FIAT
ABB
Toyota
Unilever
Peugeot
GEC Marconi

Product Data

Geometry



Alpha/Numeric



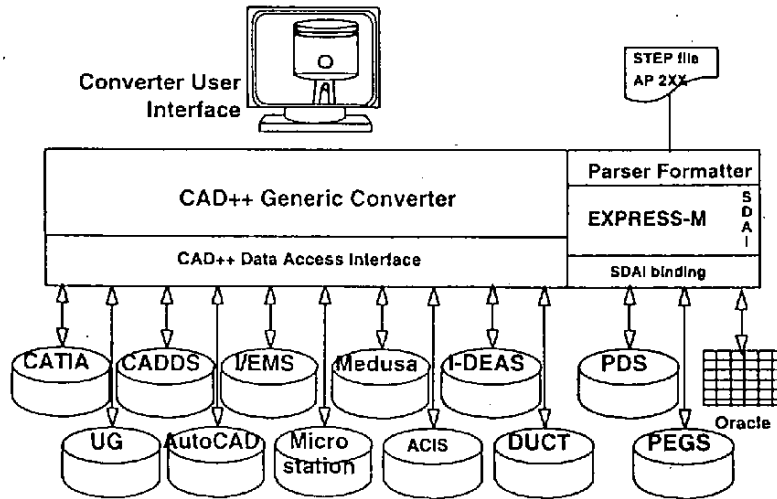
C/M/O
CORPORATION

CAD++
CORPORATION

C/M/O
CORPORATION

CAD++
CORPORATION

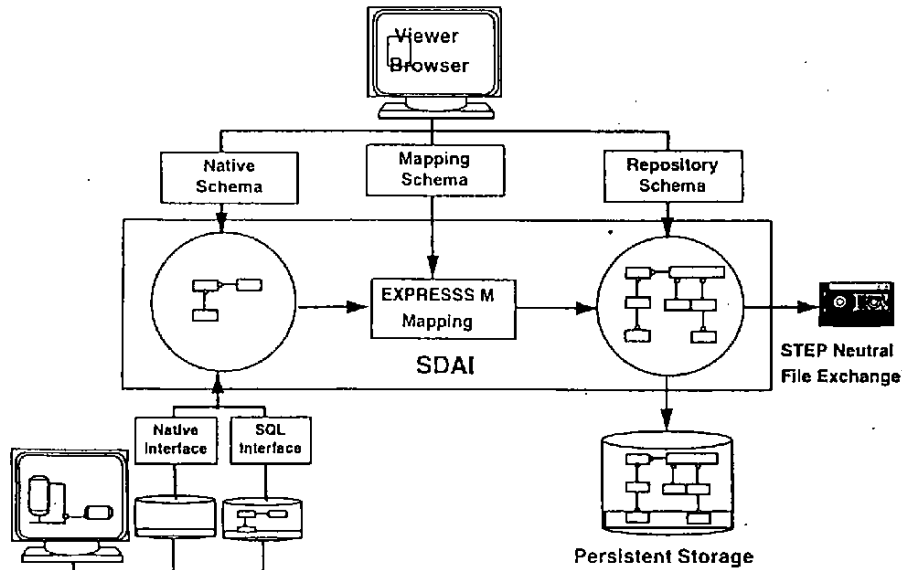
CAD++ Architecture



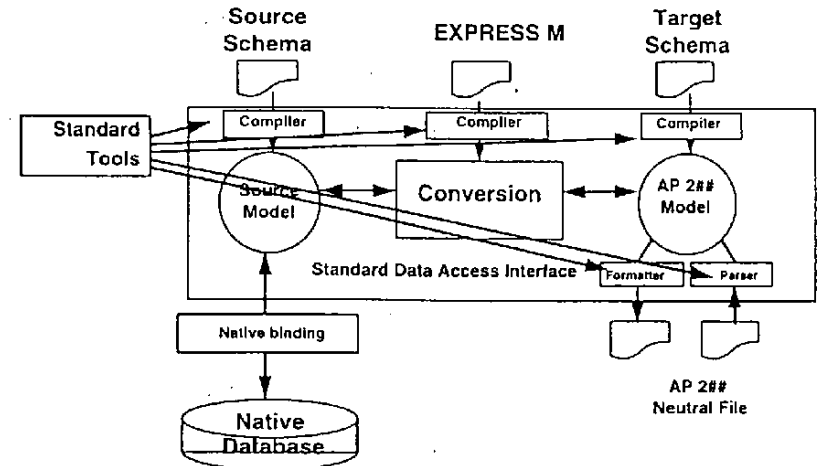
Benefits of the Two Model Architecture

- Standards Based
- Cost effective development
- Flexible, low maintenance cost

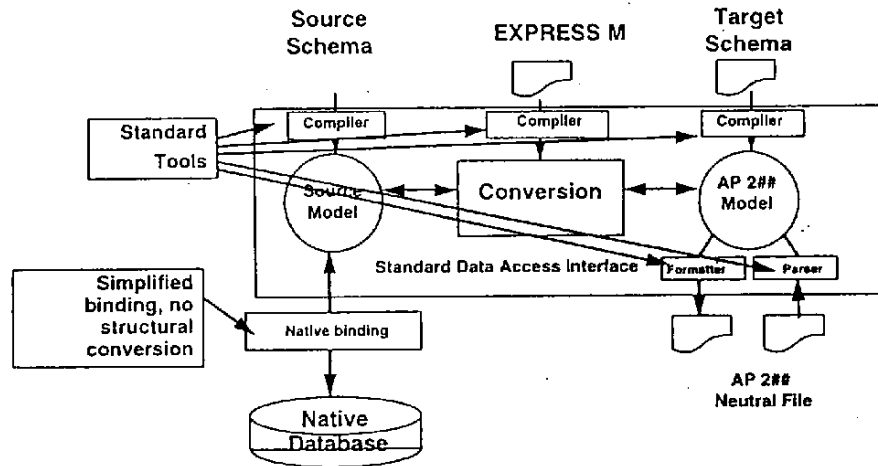
CAD++ STEP environment



Standards based



Cost effective development



Key features of the environment

Late C binding SDAI - can handle any AP (data driven)

Parser / formatter for STEP files

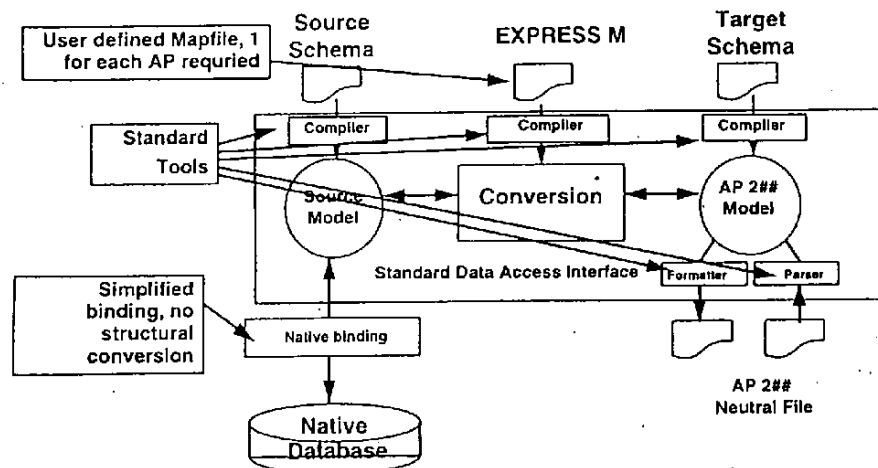
Independence of any system allows data from disparate sources to be integrated with ease

e.g. AP203 design data, assembly data, config data

AP221 geometry data, attribute data

EXPRESS-M provides automatic creation of code to map data between disparate models

Flexible, low maintenance cost



EXPRESS-M

Defines how to populate one STEP model from another

Handles multiple source and target schemas

Readable by man and machine

Supports arithmetic operations on attributes

Allows external functions to be called for complex conversion

Compiler creates the code to perform the mapping

Conclusions

Only one interface between a given system and CAD++ is needed to support *all* exchange requirements

CAD++ supports Product, Model and Drawing data

CAD++ technology with SDAI and EXPRESS-M provide an efficient means of supporting AP interfaces and AP interoperability

CAD++ technology minimises support for evolution

There are currently interfaces for 16 Mechanical CAD system and 5 for Process Plant

CAD++ users can take advantage of any new interfaces

 **CIMIO**
SOFTWARE SPECIALISTS

 **CAD++**
SOFTWARE SPECIALISTS

-153-

For further details



Brunel Science Park

Englefield Green

Surrey

TW20 0JZ

Phone ++ 44 (0) 1784 438038

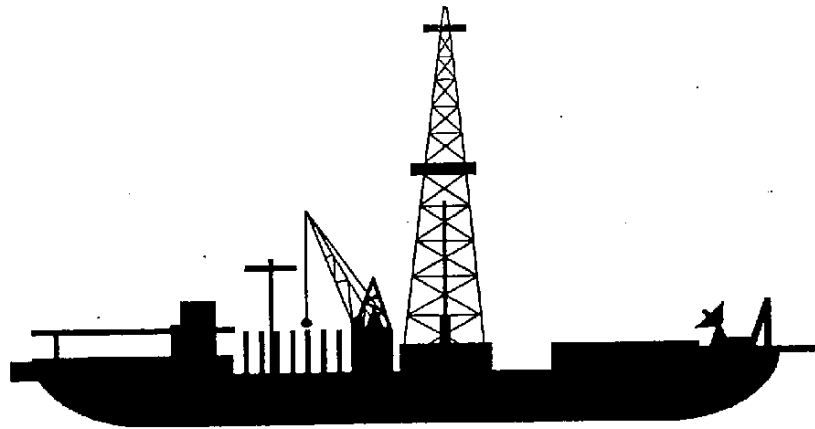
Fax ++ 44(0) 1784 872870

Email sales@cimio.co.uk

 **CIMIO**
SOFTWARE SPECIALISTS

 **CAD++**
SOFTWARE SPECIALISTS

CIMIO Ltd Implementing a STEP Data Warehouse



CIMIO

CAD++

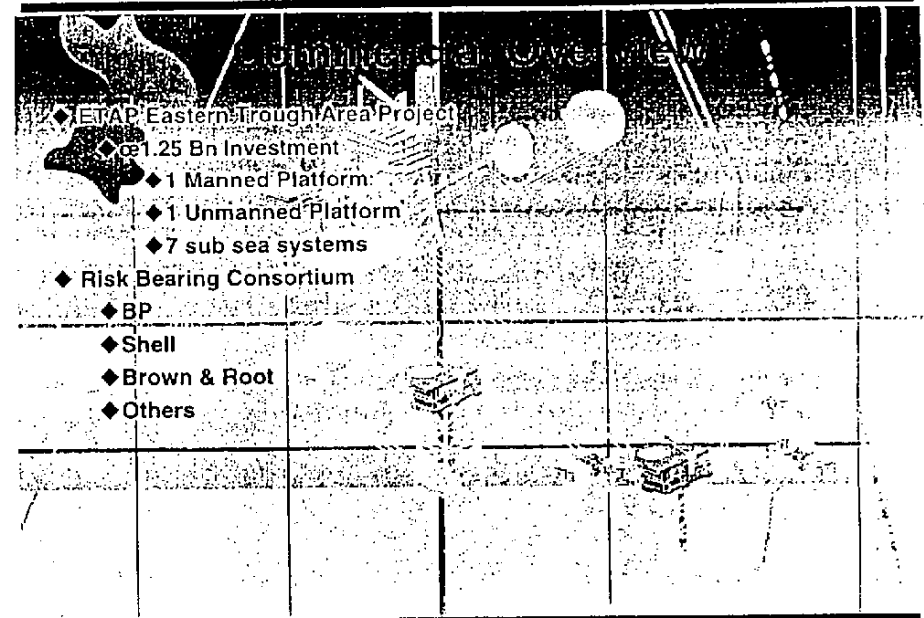
-154-

Implementing a STEP Data Warehouse

- ◆ Commercial Overview
- ◆ Business and Strategic Benefits
- ◆ Implementation Scope
- ◆ Data Warehouse Architecture
- ◆ Development Requirements
- ◆ Lessons Learned
- ◆ Next stages

CIMIO

CAD++



CIMIO

CAD++

STEP Data Warehouse

- ◆ Objective
 - ◆ To provide a single, ISO compliant database for all design data
 - ◆ To eliminate manual data re entry
- ◆ Benefits
 - ◆ Reduced cost of transferring data from design to operations
 - ◆ Better definition of design data, helps downstream users know what design data is available
 - ◆ Allows multiple design contractors to exchange design data
 - ◆ Allows operators and maintenance providers to use their own applications on data common to the project

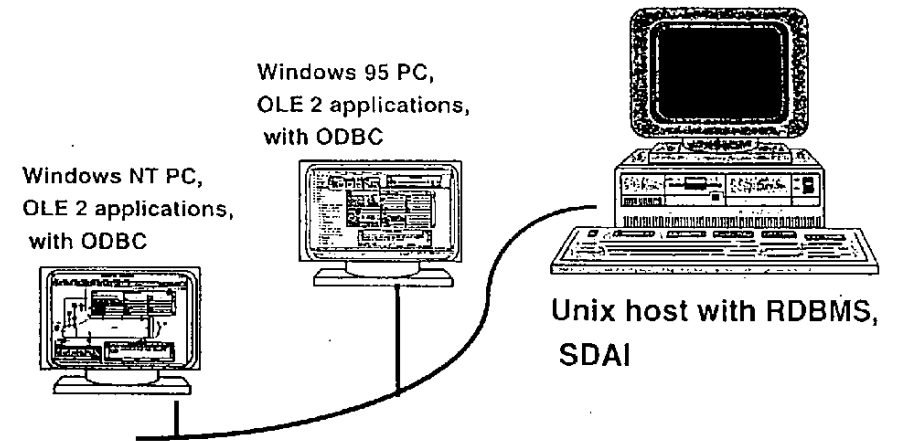
CIMIO

CAD++

Based on ISO and ANSI Standards

- ◆ Model based on STEP AP221 and AP227
 - ◆ AP221 for 2D schematic data, AP227 for 3D spatial data
- ◆ STEP Standard Data Access Interface for all data exchange
 - ◆ Flexible and efficient,
 - ◆ EXPRESS-M, the high level mapping language, reduces maintenance costs
- ◆ ANSI SQL and ODBC API for end user applications
 - ◆ Low implementation costs, fast development times, end user friendly
- ◆ Persistent storage can use any ANSI SQL compliant RDBMS
 - ◆ Vendor independence,
 - ◆ proven technology, low risk
 - ◆ existing investment

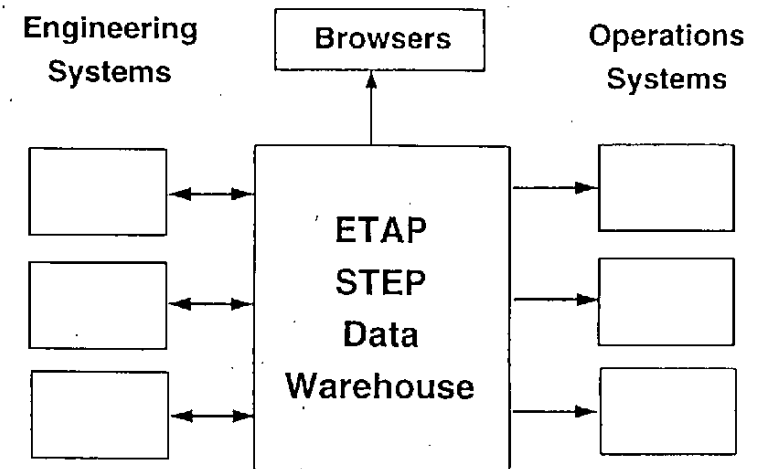
Hardware Architecture



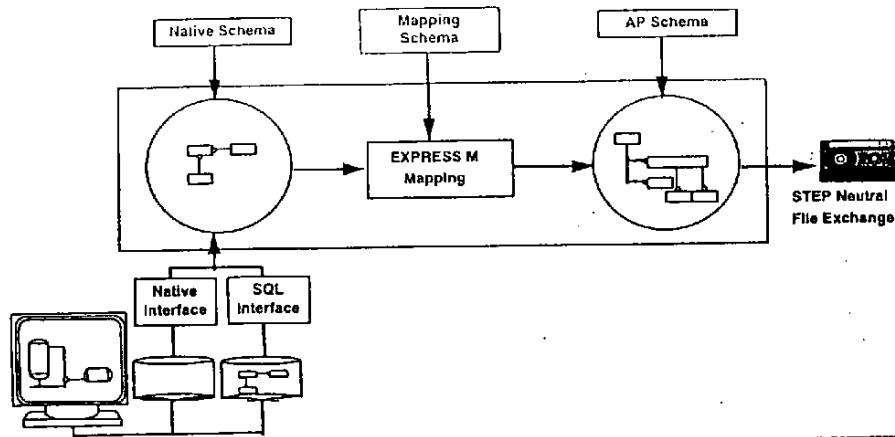
Supports Industry Standards

- ◆ EPISTLE Generic Entity Framework for warehouse logical data model
 - ◆ A common model accepted by all Process Industry Companies
- ◆ POSC/Caesar EPISTLE implementation for warehouse physical model
 - ◆ Highly flexible and efficient
- ◆ OLE for all client applications
 - ◆ Seamless linking between different applications
- ◆ Object oriented design and implementation
 - ◆ Maximise re use of code
 - ◆ Minimise cost
- ◆ Unix server, MS Windows client
 - ◆ Use existing hardware, reduce implementation costs

Warehouse Architecture



Source Applications create a STEP file

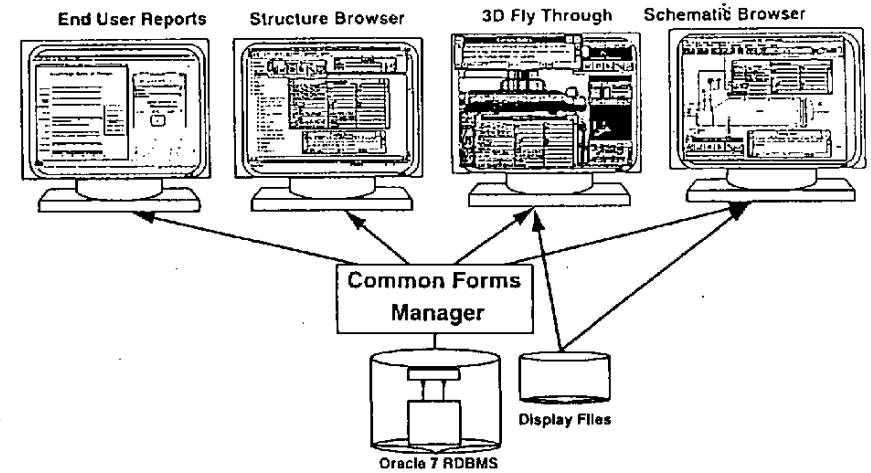


CIMIO

CAD++

—156—

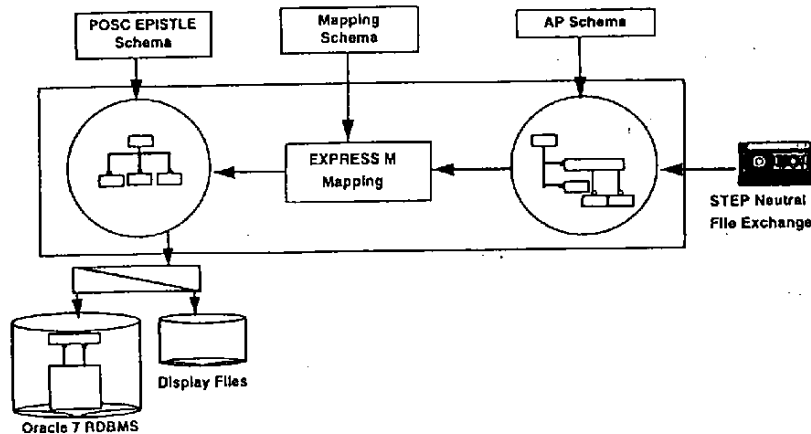
Data Browsers



CIMIO

CAD++

The STEP file is loaded into the Warehouse



CIMIO

CAD++

Development Requirements

- ◆ Interfaces from existing design applications to AP221
- ◆ Data Warehouse Logical Model
- ◆ Data Warehouse Physical Model
- ◆ Data Browsers
- ◆ Data Managers

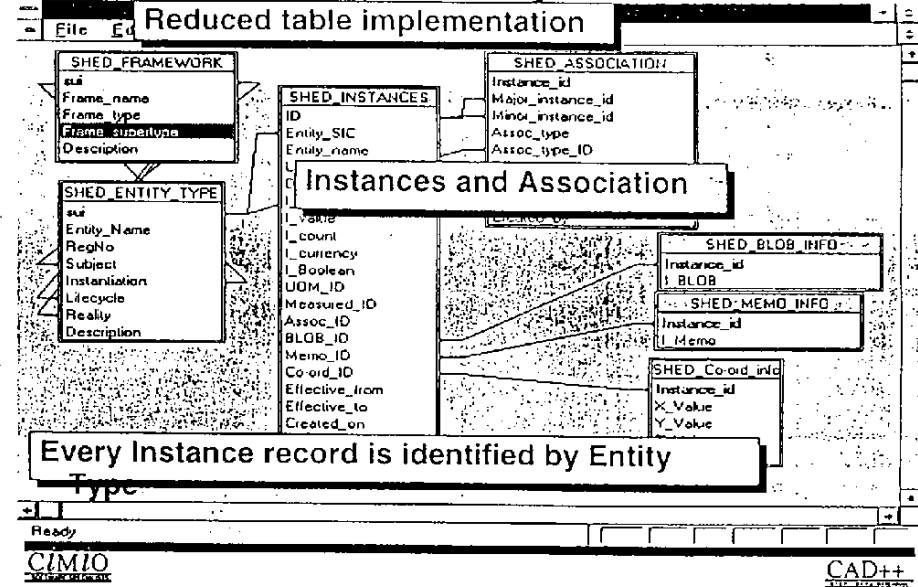
CIMIO

CAD++

Interfaces from existing applications to AP221

- ◆ Brown & Root Mechanical Data sheet application
- ◆ Brown & Root Equipment Item Register
- ◆ RaPID
- ◆ PDMS
- ◆ Euclid Structural Analysis
- ◆ ProII Mass Balance Calculation Data

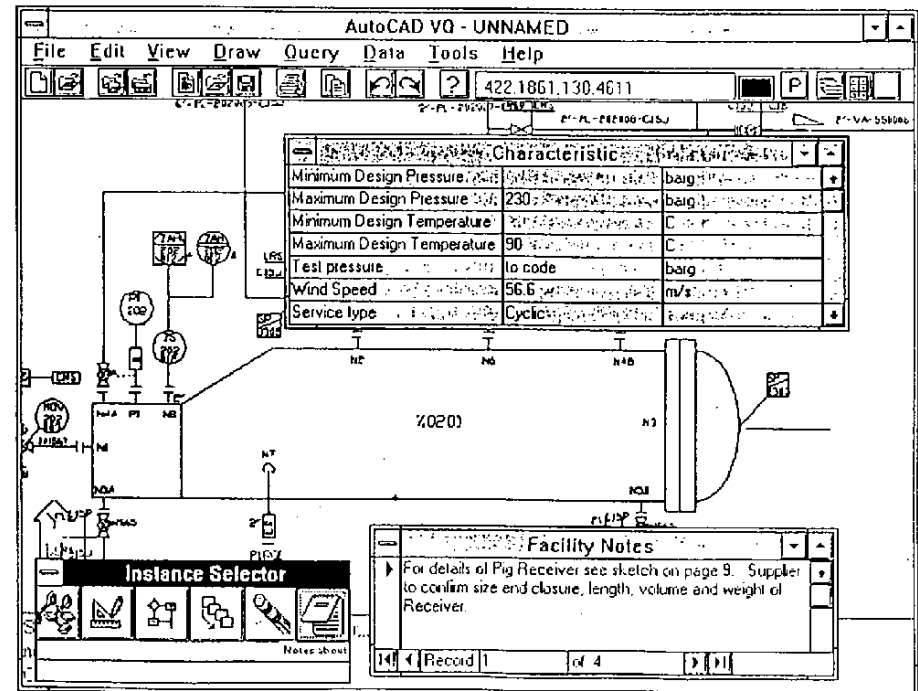
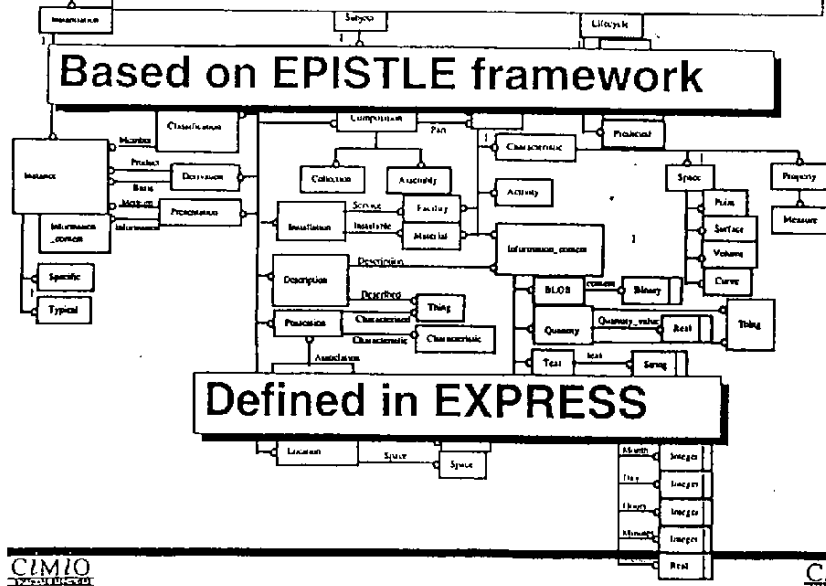
Data Warehouse Physical Model



-157-

Data Warehouse Logical Model

Based on EPISTLE framework



Microsoft Access - [Form: Class_browser]

File Edit View Records Window Help

electrical equipment

- flange
- internal
- nozzle
- outlet
- plate
- ring
- support
- vent
- vessel
 - water seal vessel
 - vertical vessel
 - vacuum vessel
 - tank
 - storage vessel
 - silo
 - separator
 - reactor
 - pressure vessel
 - pig receiver
 - horizontal vessel
 - hopper
 - drum
 - coalescer

Instance Selector

Insta:

V20001	→	+
V20201	→	+

Characteristic

Minimum Design Pressure		barg
Maximum Design Pressure	230	barg
Minimum Design Temperature		C
Maximum Design Temperature	90	C
Test pressure	to code	barg
Wind Speed	56.6	m/s
Service type	Cyclic	
Hazard Area Classification	Control Panel in Zone 2	
Basic code	BS5500 and BS 8010 F	
Local Environment (Housing)	Outdoor	
Local Environment (Exposure)	Exposed	

Facility Notes

The receiver is to be installed horizontally to allow multiple receipt of pigs and scraper pigs into the vessel. Supplier to provide for multiple receipt, i.e. cassette.

Record 2 of 4

Form View

Microsoft Access

File Edit View Security Window Help

Knowledge Base of Pumps

Select Facility

pump

capacity

Enter Criteria for Characteristics

>12 <15 m3/h

top up pump

slope pump

sea water booster

portable water

light MCs

hydraulic bore

gas oil

fuel oil

feed pump

cooling water

closed drains

0 The Pump Co

- Sage Pumps Ltd
- Sage Pumps
- J Blough Pumping Equipment
- Grate Pumps Inc.
- Grate Pumps Inc.

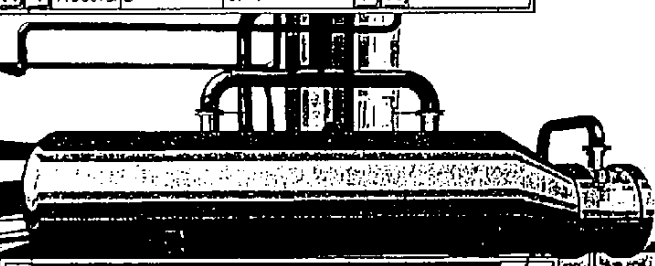
Oracle 7 RDBMS

-158-

Facility Notes

The receiver is to be installed horizontally to allow multiple receipt of pigs and scraper pigs into the vessel. Supplier to provide for multiple receipt, i.e. cassette.

Record 2 of 4

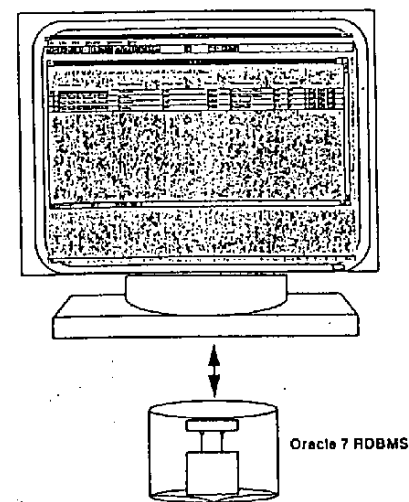


Characteristic

Minimum Design Pressure		barg
Maximum Design Pressure	230	barg
Minimum Design Temperature		C
Maximum Design Temperature	90	C
Test pressure	to code	barg
Wind Speed	56.6	m/s
Service type	Cyclic	
Hazard Area Classification	Control Panel in Zone 2	
Basic code	BS5500 and BS 8010 F	
Local Environment (Housing)	Outdoor	
Local Environment (Exposure)	Exposed	

Instance Selector

Consolidation and Version manager



conflicts

STEP Data Warehouse - Characteristics Consolidation

Design Name	Design Status	Design Type	TAG ID	Characteristic	Value	UDM	Action
Flare Stack Fire Control Schematic	Released	P&ID	V4506	Max Operating Volume	200	M3	[Icons]
Flare Stack Fire Control Schematic	Pending	P&ID	V4506	Max Operating Volume	180	M3	[Icons]
Flare Stack Fire Control Schematic	Released	P&ID	V4506	Overall Height	3.4	M	[Icons]
Flare Stack Fire Control Schematic	Pending	P&ID	V4506	Overall Height	3.36	M	[Icons]

Record 1 of 4

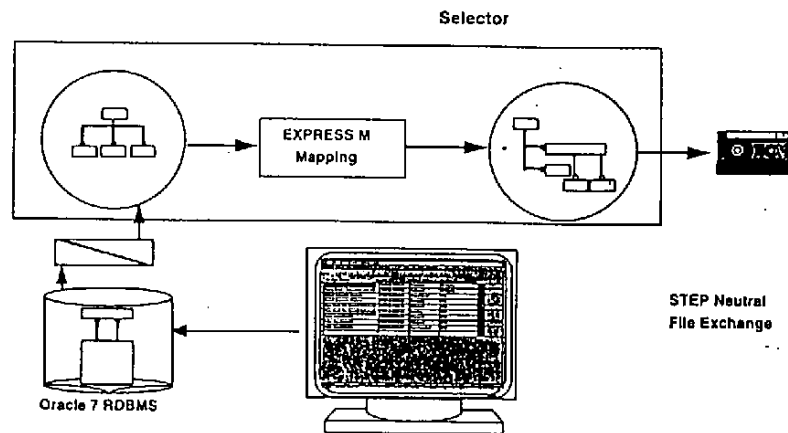
Microsoft Access - [Design]

STEP Data Warehouse - Designs Available

Design Name	Design ID	Design Status	Design Type
Piping Detail - Separation Unit 12B	ETAP-D-1890-45	Released	3D Piping
Piping Detail - Separation Unit 14B	ETAP-D-1890-56	Released	3D Piping
Overall Capacity Analysis	ETAP-D-8956-34	Unapproved	PFD
Overall Capacity Analysis	ETAP-D-8956-23	Released	PFD
Flare Stack Fire Control Schematic	ETAP-D-8923-12	Released	P&ID
Flare Stack Fire Control Schematic	ETAP-D-8923-22	Pending	P&ID
Pump requirements	ETAP-D-6745-56	Released	MTO
Valve requirements	ETAP-D-6745-56	Released	MTO
Valve requirements	ETAP-D-6745-34	Superseded	MTO

Record 1 of 9

Data Selection for Issue



Key issues

- ◆ Correct identification of existing data
- ◆ Common API
- ◆ Separate logical and physical models
- ◆ Flexible data interfaces for applications

Correct identification of existing data

- ◆ Source applications have not been designed for exchange
- ◆ Many source applications duplicate data
- ◆ Integrity of the data cannot be assured
- ◆ The models used by applications need to be identified

Flexible Data Interfaces

- ◆ Internal data model will evolve
- ◆ Data models of external applications will evolve
- ◆ Interface system must buffer these changes
- ◆ Interface system should minimise maintenance
- ◆ SDAI and EXPRESS-M are the key to this

Common API

- ◆ Single method of access to the data
- ◆ Operates at the Logical model level
- ◆ Maps between the Logical and Physical models
- ◆ IDL is at the core of OLE and CORBA
 - ◆ enables distributed data models
 - ◆ high level of code reuse
- ◆ OLE is available on PCs and supported by many Windows applications

Physical Model Design

- ◆ RDBMS is mature technology with standard API
- ◆ In built facilities for data sharing
- ◆ Object models do not map easily
- ◆ Use of reduced table model provides flexibility
 - ◆ High degree of form reuse
 - ◆ Data queries simplified

Next Stages

- ◆ Phase 1 complete
 - ◆ Logical and physical data warehouse model
 - ◆ 3 read interfaces
 - ◆ P&ID Browser and structure browser
- ◆ Phase 2 for Q1 96
 - ◆ 3D geometry interfaces
 - ◆ More application interfaces
 - ◆ Version Management

CIMIO
SOFTWARE SPECIALISTS

CAD++
THE 3D EXPERT

- 161 -

Next Stages

- ◆ Phase 3 for Q2 96
 - ◆ Data selector for exporting data
- ◆ Phase 4 for Q3 96
 - ◆ Write interfaces for operations application

CIMIO
SOFTWARE SPECIALISTS

CAD++
THE 3D EXPERT



© Copyright CIMIO Ltd 1996

CIMIO
SOFTWARE SPECIALISTS

CAD++
THE 3D EXPERT

2.2.6. MATRA DATAVISION

訪問日時：96年3月14日（木）10:00～15:00

面談者：Vincent Dagot(Product Manager,Product marketing group)
 : Vincent Ruelland(Business Development Manager,CAS.CADE Unit)
 : Frederic Maupas(Advanced Projects Department)

内容：

Welcome	V.Dagot
Company presentation	V.Dagot
Matra Datavision strategy in data exchange	V.Dagot
Visit of the DECC	V.Dagot
The AIT initiative in Design & Manufacturing	V.Dagot
CAS.CADE prentation	V.Ruelland
Matra Datavision Industrial approach to STEP	F.Maupas
Q & A	

該社は、CAD/CAM 開発者向けのアプリケーションフレームワークの CAS.CADE と CAD/CAM system の Euclid3, STRIM, Prerude を販売するが、CAS.CADE のコンポーネントを利用した X-STEP なる STEP 変換環境を提供する。なお、MATRA は 95 年に CIGIGRAPH を傘下に収めている。CAS.CADE は幾何形状として Part42 compliant, 設計管理用情報として、Part41 44 compliant なデータ構造を持つ。AP203 class 6 AP214 class 1 のデータを出力可能。ProSTEP, SIMIO 社とビジネスパートナーを組んでいる。

2.2.6.1. 会社概要と CAS.CADE について

割愛する。

2.2.6.2. Data Exchange Competence Center (DECC)について

Matra はユーザの CAD/CAM system の環境について以下のように述べている。

- ・企業内では異なるシステムが存在し、システム横断的に業務を行う必要がある。（概念設計～詳細設計～生産・・・）
- ・その間、データは変換再利用される。
- ・各 CAD/CAM system は異なったデータの表現を行うので変換に伴う曖昧さを排除する必要あり。
- ・最初はいかなる標準も 100%の解決は与えない。

それ故に、Matra はユーザサポートと変換検証を行う。

DECC では、X-STEP を変換エンジンとした Advanced Exchanger で、STEP AP203 class6, AP214 class 1, IGES, SET, VDA, 等の標準, STRIM, EUCLID, CADDs, CATIA

等の Native データ間での変換実証をサポートしている。(別添スライド参照)

2.2.6.3. AIT (Advanced Information Technology) について

欧州に於ける、自動車、航空機(エアバス)製造を基本シナリオとした情報技術の統合プロジェクトである。Matra は Open IT-Vendor として参画している。(別添スライド参照)

2.2.6.4. Matra の STEP に対する考え方について

Matra は ProSTEP round table (実装の為にベンダーの皆さんは知恵を集めよう) に参画し活動。また、CAS.CADE のデータ構造を極力 STEP のデータ構造に合わせようと努力している。

CAS.CADE の提供するデータ定義言語 CDL(CAS.CADE Definition Language) は EXPRESS と双方向にマッピング可能であるが、EXPRESS to CDL では若干の制限事項もある。(添付スライド参照)

CAS.CADE を用いて STEP 変換プロセッサを構成可能である。(別添スライド参照)



Matra Datavision Strategy in Data Exchange



-164-



Main Reasons for Data Exchange

- Work distribution across different systems
 - Need to re-use / transfer data
 - Conversion for use in another application



=> Contractor-subcontractor relationship



Main Reasons for Data Exchange (con't)

- Migration from old/obsolete system
 - Generally uni-directional transfer
 - Mainly drawings



Standard Interfaces

- CAD/CAM systems manage different geometry representations
 - Exact- or faceted B-REP
 - Bezier surfaces / NURBS
 - Multi- or mono view drawings
- Necessity to find a common language
 - Ambiguities coming from translation/accuracy





EUCLID STRIM Prelude

Data Exchange Impact

- No standard interface gives at first 100% result
- Necessity to define:
 - Exchange methodology
 - Relevant entities to be transferred
 -



Need for expertise



EUCLID STRIM Prelude

**Matra Datavision invests in the
Data Exchange Competence Center
to give its customers the benefit
of its industrial expertise**



EUCLID STRIM Prelude

The D.E.C.C. Means

	CATIA	CADD5	EUCLID 3	STRIM	Adv. Exch.	AutoCAD	Unigraphics
IGES	X	X	X	X	X	X	X
SET	X	X					
STEP					X		X
VDA-FS		X	X	X			
DXF						X	X
UNISURF	X		X				
SPAC	X						



EUCLID STRIM Prelude

The D.E.C.C. Goals

- Assistance or service to customers
 - Occasional transfer up to complete migration
 - Qualification of data exchange problems
 - Seeking for solutions
 - Confidentiality
- Support for subsidiaries & distributors
 - Pre- & Post-sales





The D.E.C.C. Goals (con't)

- Capitalization on technical expertise
 - Define optimal transfer methodology
 - Collect & centralize technical information
 - Specific developments (flavoring tools, utilities,...)
 - Conversion tools (IGES/Works,...)
 - ...
- Certification of our own interfaces

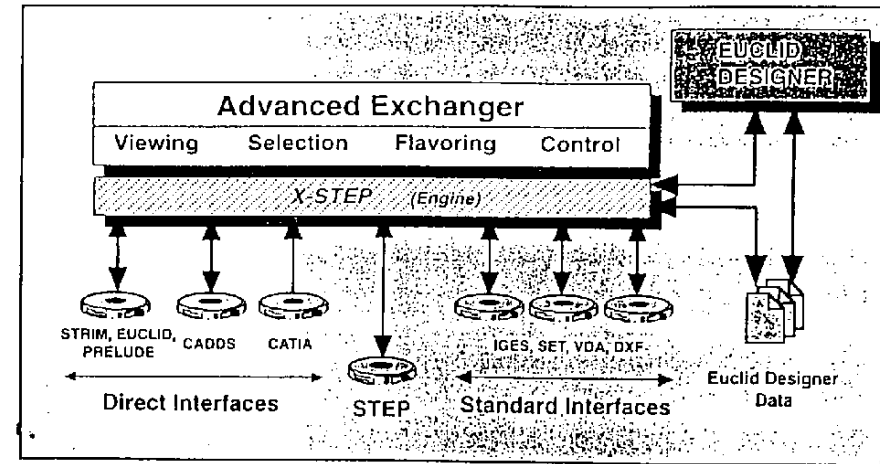


3D Data Exchanger

IGES, VDA, SET, STEP, U3...	Complete set of industry standard interfaces
EUCLID 3 Direct interface	Direct communication for free
Syntax checking	Avoid to launch long conversion process on corrupted files
Automatic optimisation	Decrease the model "size", allow to handle larger models
Geometry Quality Checker	Clean-up of surface geometry
Surface Healing	Transform a "bad" geometry into a high quality model Automatisation of a long, expensive and tedious process



Advanced Exchanger



STEP Technology

- CAS.CADE creates STEP geometry (part 42)
- Supported STEP interfaces
 - AP 203 - CC6
 - Solid B-Rep
 - AP 214 - CC1
 - Manifold surfaces with topology
 - Advanced & faceted solid B-Rep
 - Basic product information
- EUCLID DESIGN MANAGER compliant with:
 - Part 41 - product definition
 - Part 44 - product structure





EUCLID STRIM Prelude

Data Exchange Matra Datavision Strategy

Expertise



Data Exchange Competence Center

Dedicated products



3D Data Exchanger
EUCLID/Advanced Exchanger

New technology



Native STEP geometry

Standardization



ProSTEP AFNOR AIT



WHAT IS THE AIT PROJECT?

- Advanced Information Technology in Design and Manufacturing
- European Project for Automotive and Aerospace Industry

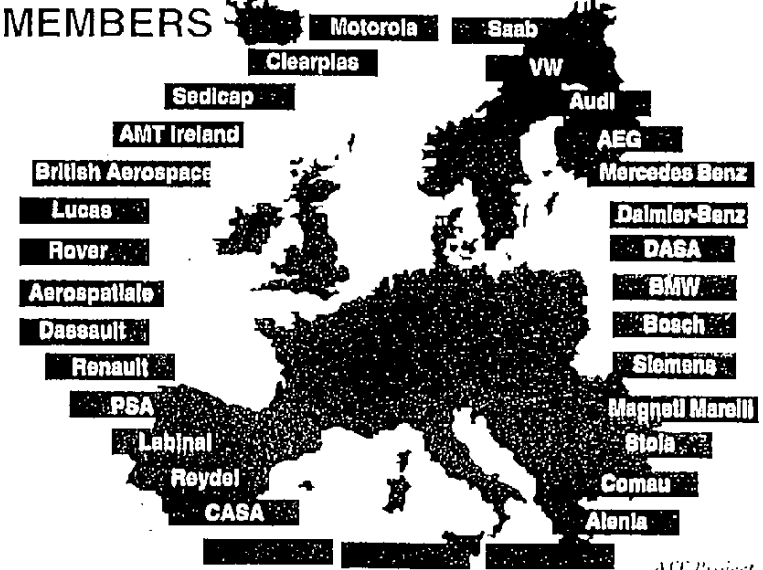
Presentation by Jean-Marc Vleurinck

- 167 -

THE AIT INITIATIVE IN DESIGN AND MANUFACTURING

Presentation by Jean-Marc Vleurinck

MEMBERS



AIT Project



GOALS

- Efficient and innovative use of IT
- Cross-sectorial approach
 - Automotive
 - Aerospace
 - Suppliers
- Integration of IT
- Technology development with IT vendors

AIT Project

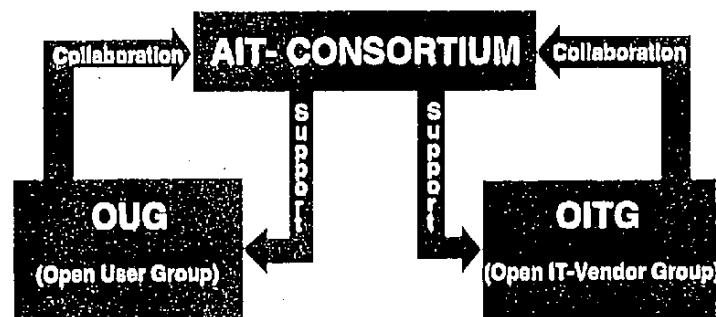
-168-

WORK PACKAGES



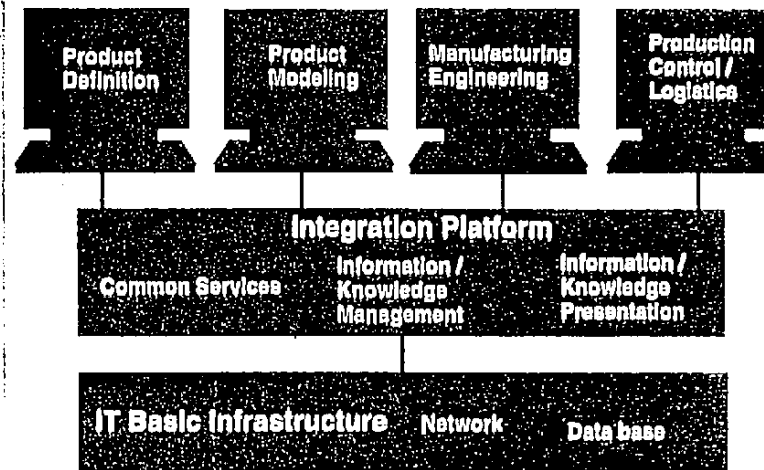
AIT Project

OPEN CONSORTIUM STRUCTURE



AIT Project

IT REFERENCE MODEL



AIT Project

INVOLVEMENT OF MATRA DATAVISION

- Member of OITG
- Partner in several accepted projects :
 - AIT -IP (integration platform)
 - Risestep
 - ODEM
- Partner in several proposed projects
- CAS.CADE proposed as integration toolkit
- Company involvement

AIT Project

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

Frédéric MAUPAS

JAPAN STEP Promotion Center

JAPAN STEP Promotion Center

What is STEP ?

STEP is an acronym for a Serie of standards developed under the auspice of the ISO :

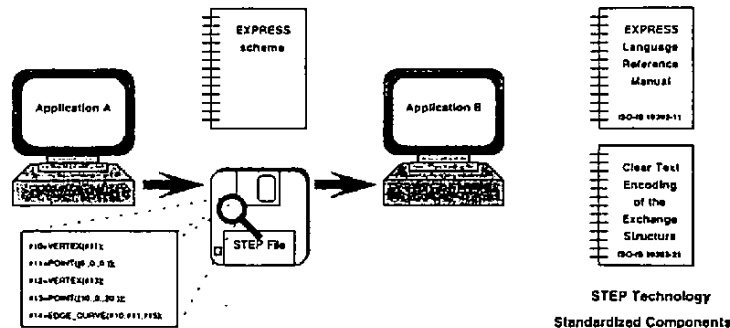
- 10's Serie : Specification language.
- 20's Serie : Implementation methods.
- 30's Serie : Conformance Testing and Accreditation.
- 40's Serie : Integrated Generic Resources.
- 100's Serie : Integrated Application Resources.
- 200's Serie : Application Protocols.
- 500's Serie : Application Interpreted Construct.

A distinction has to be made between **STEP Technology** and **STEP Models**.

STEP Technology

- Part 11, EXPRESS Language Reference Manual, provides a formal way to specify data.
- Part 21, Clear Text Encoding of the Exchange Structure provides EXPRESS dependent formal rules to map EXPRESS defined data onto a physical file.

Both Part 11 and 21 are ISO standards.



- Part 22, SDAI, provides EXPRESS dependent access functions to a DB (under development).
- Definition of conformance levels for EXPRESS based tools and processors.

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

STEP Models

Based on STEP Technology, data models are designed and standardized

STEP Models are splitted into :

- **Generic Integrated Resources** : a set of application independent models specifying the Generic Product Model.
- **Application Integrated Resources** : a set of application specific model that completes the Generic Product Model for a specific application.
- **Application Protocols** : a set of models defining an application specific interpretation of subsets of Generic and Application resources, optionally constraining them further on and adding its own application resources.
- **Application Interpreted Construct** : a set of application specific constructs that defines a common mapping of a user concept.
- **Abstract Test Suites** are developed for each Application Protocol.

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

STEP Technology Tools

Facts

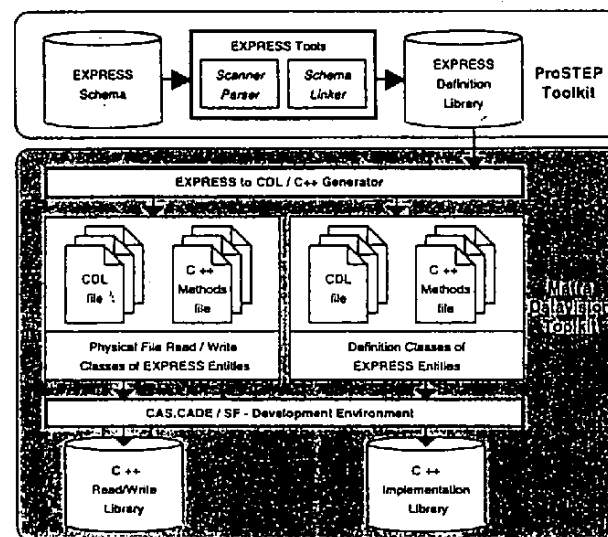
- STEP Technology is quite mature and wellknown.
- Data exchange will be industrially performed with STEP in the near future.
- EXPRESS is not a computer programming language.
- Clear Text Encoding rules are based on EXPRESS constructs.
- The number of entities in an Application Protocol is very important.
- CAS.CADE, Matra Datavision new development environment, includes :
 - CDL, a specification language, independent of any implementation,
 - CDL Compiler that creates data dictionary and extracts C ++ classes,
 - a set of re-usable libraries.

Conclusion

- an automatic transcriptor EXPRESS to CDL is required.
- the EXPRESS constructs have to be kept somehow in order to be able to read / write entities instances from a physical file.

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

EXPRESS to CDL/C ++ Transcriptor



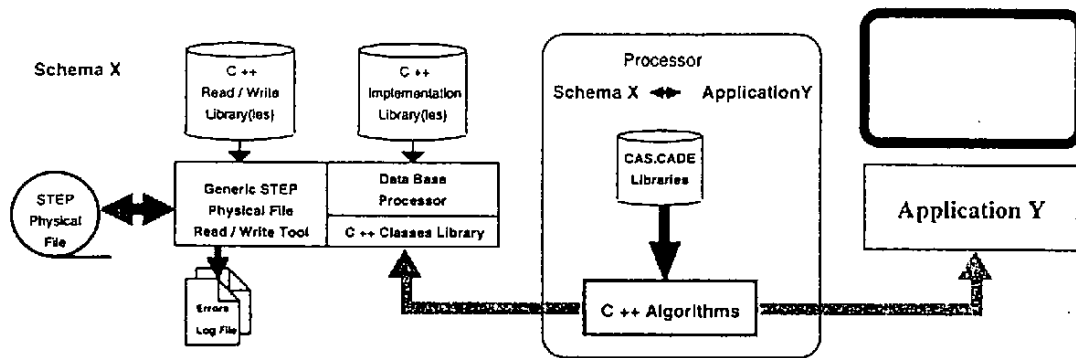
The definition of an entity and its physical file implementation rules are disjoint because :

- the definition is independent of any implementation.
- the processor developer is only concerned by entity definition.

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

Processor development Architecture

- Generated libraries allows to Read / Writes files.
- C ++ algorithms and CAS.CADE libraries can be used to transform Schema X instances into Application Y instances.



Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

JAPAN STEP Promotion Center

Implementing STEP Models

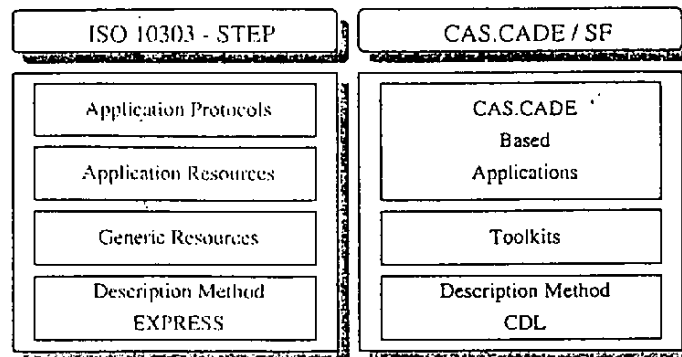
CAS.CADE/SF : a basis for open applications

- CAS.CADE/SF Libraries : STEP Compliant Building Blocs.
- CAS.CADE/SF Data Structures are STEP Compliant as much as possible :
 - Always covers STEP data scope,
 - Keeps entities structures as much as possible,
 - Extensions and/or modifications : easily mappable onto STEP, or provided as an input for future STEP resources.

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

Matra Datavision's Applications

- Designing applications based on CAS.CADE provides *de facto* STEP compliant applications.



- The development of applications (trade) data models (e.g. EUCLID Designer, DESIGN Manager, EUCLID Analyst) is based on the STEP integrated and application resources, with the same approach than CAS.CADE/SF, i.e. being as much as possible STEP Compliant.

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

JAPAN STEP Promotion Center

ProSTEP

- Matra Datavision was early involved in the first phase of ProSTEP.
- Matra Datavision is a founding member of the ProSTEP Association.
- Matra Datavision is an active member of the ProSTEP round table, where CAD/CAM vendors meet monthly to coordinate, specify and test AP214 processors.
- ProSTEP round table meets frequently the PDES Inc implementors to ensure homogeneous implementations and interoperability between AP203 and AP214.
- Matra Datavision is an active member of the ProSTEP STEP/PDMI project (Product Data Management).
- Matra Datavision is a partner of the "KUKA" pilot implementation project (STEP based EDM and CAD integration)

Matra-Datavision's Industrial Approach to STEP

Today's State of the Art

STEP Technology

EXPRESS to CDL is a prototype, with limitations :

- mono schema,
- multiple inheritance is not handled
- select type containing heterogeneous type is not automatically processed

However, for AP214 CC1 schema (about 350 entities), 95 % is automatically generated, and 5 % needs hand made correction is required.

Today's State of the Art

JAPAN STEP Promotion Center

STEP Interface

Processor based on AP214 CC1 :

- Solid BRep
- Faceted BRep
- Manifold surface with topology
- Geometric assemblies
- basic product definition

Basic file control routines (triggered before the mapping) are implemented.

The mapping strategy is to obtain a CAS.CADE/SF model as closed as possible to the file one. Healing (curve and surface continuity, increasing accuracy in topology, ...) will be performed in a second stage.

The ProSTEP test rally shows interoperability with AP203 based processors on Solid BRep exchange.

Today's State of the Art

AP203 V.S. AP214 for Solid BRep Shape Models

Edge Geometry :

AP203 does not allow to provide multiple representation of the edge_curve geometry, i.e. 3D and 2D curve defined in the parametric space of the surface (pcurve).

AP214 does allow this facility.

Degenerated Toroidal Surface:

This entity is not supported in AP203.

Strategy :

The mapping of STEP Shape model onto CAS.CADE/SF should cover the overall part 42, i.e. should be AP independent.

The mapping of CAS.CADE/SF shape model is however dependent of the targeted AP.

Today's State of the Art

Preparing the future

STEP based Research Projects

- **ESPRIT PLUS** : implementing the STEP companion Standard : Standard Parts Libraries
Partners : INA, SEAT,
MATRA DATAVISION, SPRING, FAST, VW-GEDAS
ENSMA (Proj G. Pierra), IMW
- **ESPRIT GEM** (Generic Engineering analysis Model) : implementing STEP FEA model
Partners : FIAT, DORNIER,
MATRA DATAVISION, FRAMASOFT + CISI, CAESAR SYSTEM, GfS,
FEGS, DIODORE SYSTEME, FEMSYS, LMR SYSTEM (R. Goult), TNO
NAFEMS

- **ESPRIT SIMAID** (Simulation and Animation for interactive design) : implementing STEP Kinematic model exchange
Partners : SIEMENS, FIAT
MATRA DATAVISION, CEIT, TGI

- **ESPRIT AIT Integration Platform** : development of AIT Integration Model conformant components mainly based on CORBA and STEP
Partners : DAIMLER-BENZ, RENAULT, BRITISH AEROSPACE, FIAT,
MATRA DATAVISION, IBM, BULL, SILICOMP, DASSAULT SYSTEMES,
COMPUTERVISION,
IITB

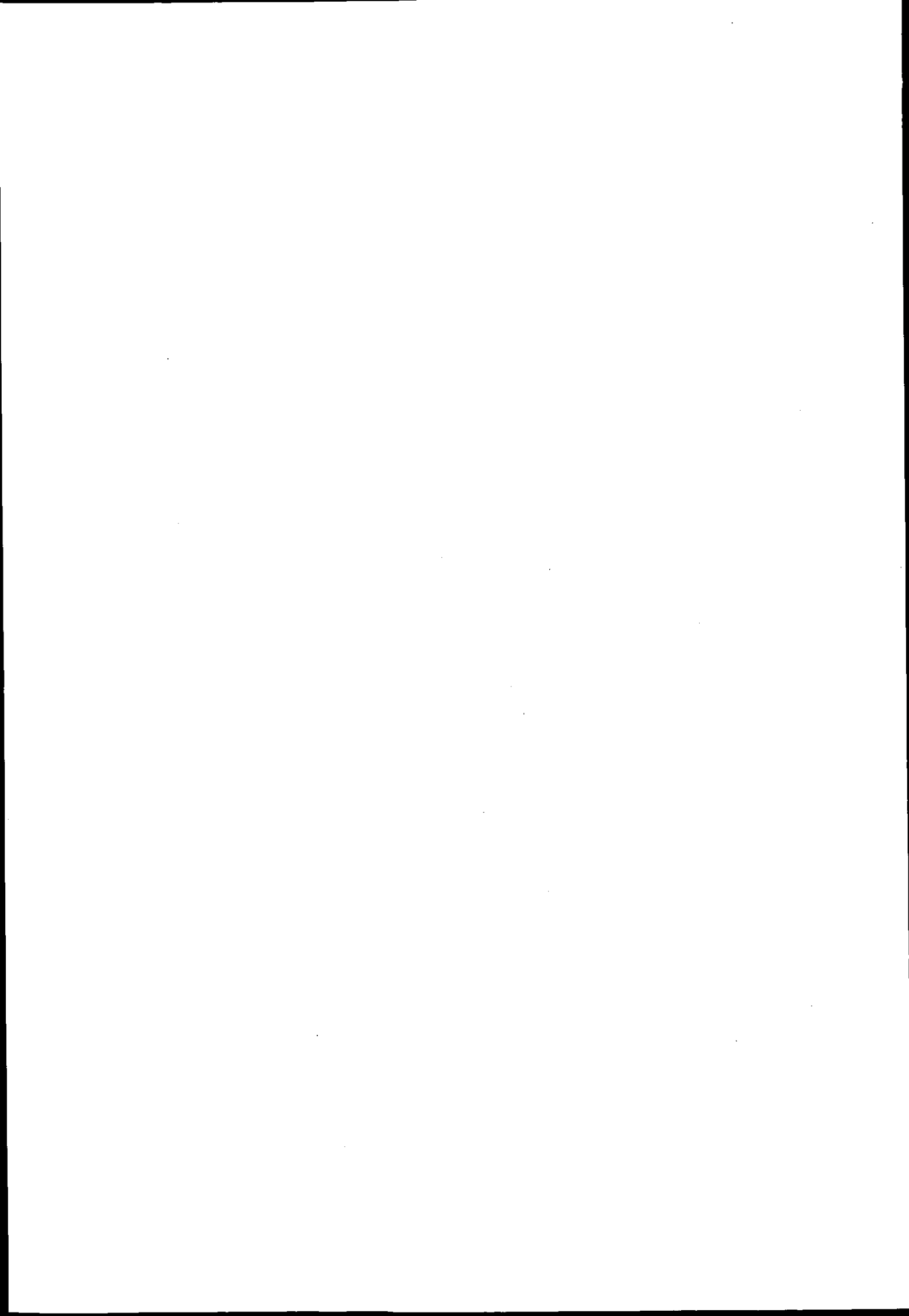
Preparing the future

JAPAN STEP Promotion Center

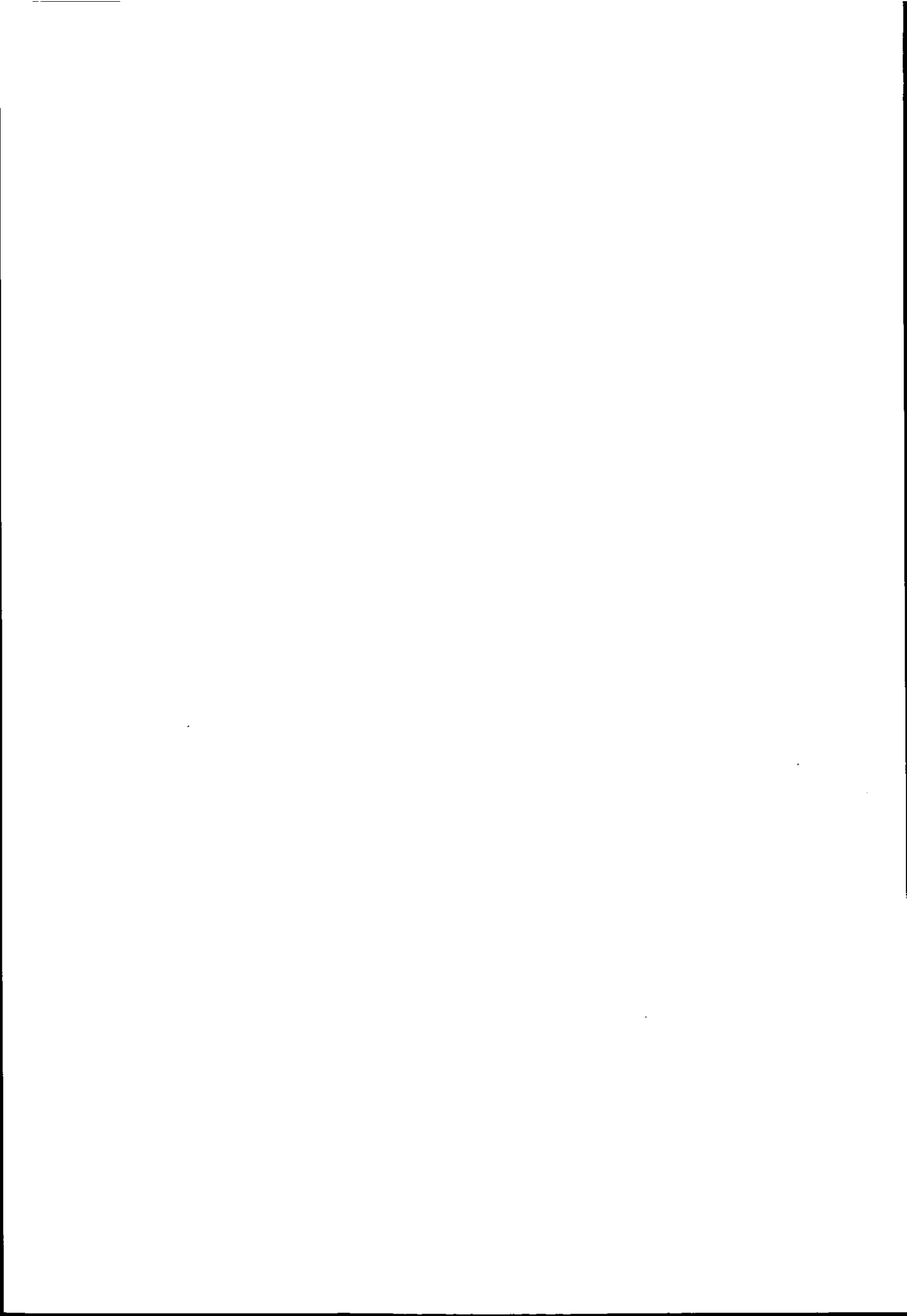
- **ESPRIT AIT RISESTEP** : implementing STEP distributed Product Data Bases (SDAI - CORBA)
Partners : AEROSPATIALE, BMW, ROVER, ROVER, VOLVO,
MATRA DATAVISION, DASSAULT SYSTEMES, BULL, GIDA,
CADDTC, CSTB.

- Matra Datavision is active member of AIT consortium (European Aerospace and Automotive industry consortium), and is participating to the pilot phase (specification phase), and is one of the 3 software vendors in the AIT Steering Committee.

Preparing the future



IV 国際共同研究の可能性



IV 国際共同研究の可能性

1. はじめに

この章では、次のような内容の調査事項を述べる。

- ・ Single Source Product Data model
(SC4/WG10 内で Boeing 社 James Fulton 博士より将来の STEP の進むべき方向の提案の一つとして提出されたもの)
- ・ EXPRESS-V
(Rensselaer 工科大 Martin Hardwick 博士より提唱されている、STEP に基づくデータベースとユーザシステム間のマッピング開発用拡張 EXPRESS)
- ・ STEP と製造業のシステム化 ～製造業システム化の要件と STEP の情報モデリング技術としての役割 (Stanford 大 Yan Jin 博士)
- ・ ProSTEP の STEP 開発戦略について。

1. 1 エンジニアリングデータとビジネスオブジェクトについて

以降の議論を進めるにあたり、以下に STEP のビジネスオブジェクト、エンジニアリングデータ領域に於ける位置づけと、各技術がどの部分で何を指しているかを予め述べるので、予備知識として理解して頂きたい。

OMG(Object Management Group)は、人間の知識活動が自然言語、或いはデータ等の形になったものとして、Business Object という概念を提唱する。Business Object は STEP の位置づけを考察する上で重要であると考えられる。OMG は Business Object について次のような記述を行っている。「ビジネス領域での活動実態の表現。少なくとも、ビジネス上の名称と定義、属性、ふるまい、関係及び制約を含む。Business Object は、例えば人、場所、または概念を表現する場合もあろう。Business Object の表現は自然言語モデリング言語またはプログラミング言語による場合もあろう。」

この観点から見れば、STEP も Business Object の一部分であり、しかもエンジニアリングデータ領域の全てを表現している訳ではない事は理解出来る。

この関係を図 7.1.2.1 に示す。

1. 2 S T E P の持つ経営的・技術的意味

これを述べる前に、今までの legacy な CAD/CAM/PDM system のデータやいわゆる事務系の情報の意味を考察して見る。

事務系のデータは、細かく見ていくと例えば「名前」や「日時」や「金額」等の様に比較的単純化・抽象化し易い項目が多いと考えられる。そのため RDB への実装が進み、それを使用するアプリケーション側が必要な構造に抽出する、という仕組みが完成された。

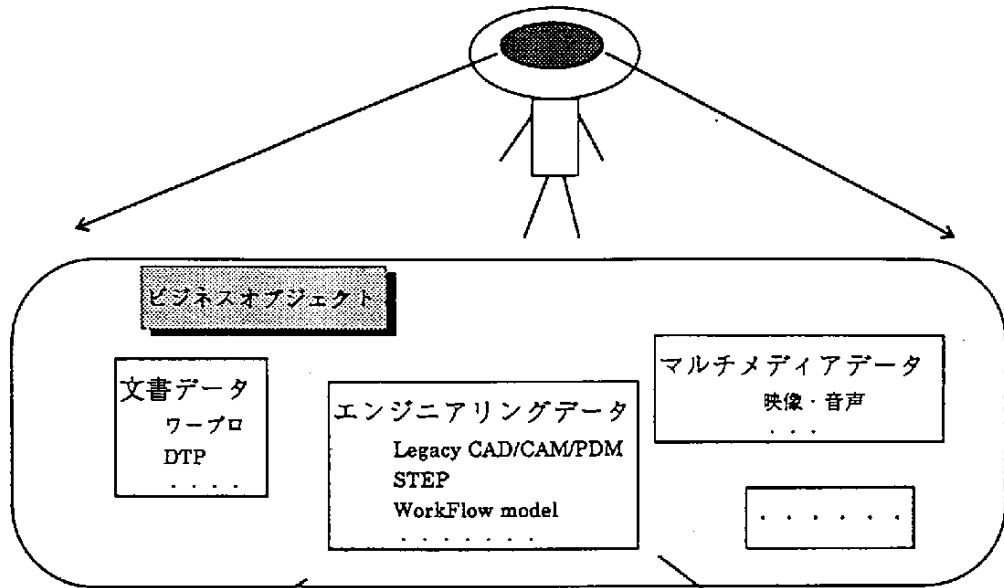


図 N.1.2.1 ビジネスオブジェクトが内包するデータ

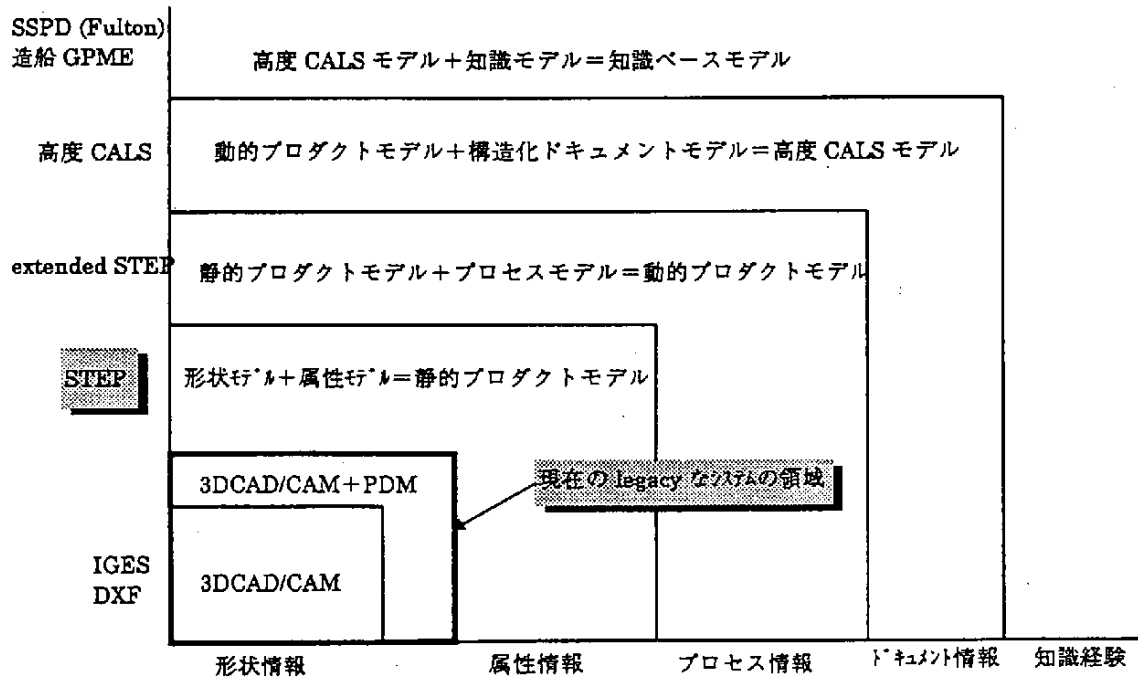


図 N.1.2.2 エンジニアリングデータ領域内のマップと STEP の位置づけ

RDB+SQL,4GL+Applicationの3層構造である。

ところが、エンジニアリングデータはデータを細かく見て行った時或るグループで初めて意味をなすものや、同じ線でも、ものの幾何形状を表現したり、中心線であったりして、事務系データの様には単純化・抽象化出来なかったと考えられる。

さらにインタラクティブな操作で利用側が速いレスポンスを要求するため、アプリケーション側の都合の良いデータ形式を取らざるを得ない。

そのため、エンジニアリング系は、データ+Applicationとして一枚岩のような発達をして来たと考えられる。

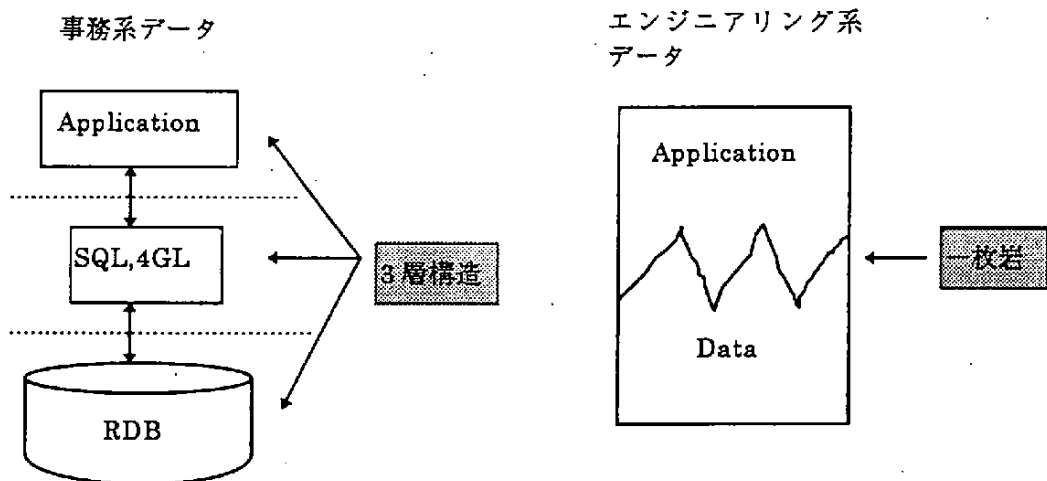


図 N.1.2.3 事務系データとエンジニアリングデータの比較

この意味は、現状製造業のデータは使用するアプリケーションに依存しており、企業の情報インフラ戦略の急所をそのアプリケーションに押さえられてしまうと云うことである。また事務系の情報はアプリケーションから切り離されることにより、例えば銀行系のオンラインのように企業間の協業実現の容易さを作り出して来たが、製造系では障害が大きい。ここで、STEPの持つ経営的・技術的意味は以下の様にまとめられる。

○アプリケーションに左右されない、経営資源としてのデータ構造

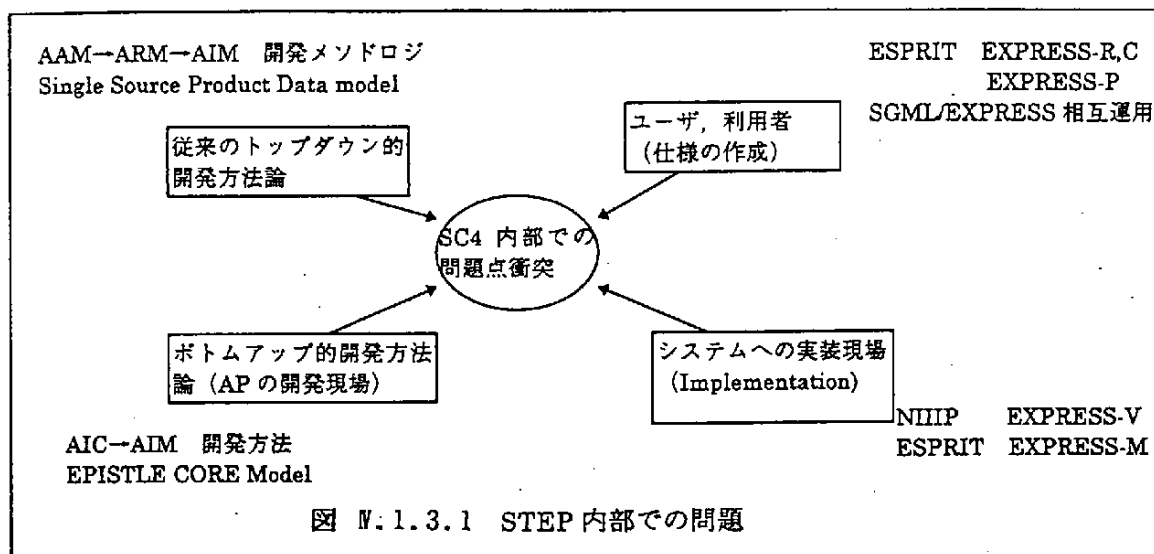
- 一次世代情報技術にも対応するモデル駆動型オープンアーキテクチャ
- 製造情報共有のための国際合意
- 堅固な構造を持つモデルで保存に適す

1.3 STEP内部での問題

94年末に第1版がリリースされ、実際に米NIIP Projectや欧州ESPRIT等のProjectで実際に使用され、また大量のAPが開発されている現状、トップダウンで決めた枠組みの

方向と、実際に利用する側からの提案や、実際に AP 作成を行っている現場からの提案がぶつかり合い、最適点を模索している様な気配である。

また、STEP の静的プロダクトモデルの領域から広がって行く方向の提案もある。



①実際に利用している側からの提案

- ・「仕様」を記述可能な EXPRESS の提案 (ESPRIT, EXPRESS-R,C)
- ・AP 間の相互運用性が欲しい。(NIIP, ESPRIT 他 多数)

②実装している側からの提案

- ・Legacy なシステムとの相互運用の簡易化 (EXPRESS-V,M)

③ AP を作成している現場からの提案

- ・AIC(Application Interpreted Constructure)の提案 (PDES,inc)
(AP 共通部の部品化と再利用による AP 開発効率向上)
- ・EPISTLE Core Model(EPISTLE/Shell)
(リソースに論理層をかぶせることにより参照作業を軽減)

④ STEP から外の領域に拡大

- ・「プロセス」を記述したい。(ESPRIT Proj. EXPRESS-P etc.)

⑤将来の STEP の戦略に関する提案

- ・Single Source Product Data model の提案 (SC4/WG10)
(STEP 以外の、知識モデル等の領域技術の統合戦略)
- ・EXPRESS next version (SC4/WG5 N248 P2)

⑥パラメトリック、形状特徴 (Part48)についての動向。

SC4 内で開発は開始されているものの、主導者がいなく混迷している技術領域である。

特に Part48 はエディタが辞めて開発が放棄された。日本にもチャンスがある領域。

1.4 STEPに隣接する領域での動向

先般、現状のSTEPのドメインはエンジニアリングデータの中の静的プロダクトモデルの領域であることを述べた。その外部にはプロセスモデル、知識モデル、また文書データ、あるいは自然言語の領域が存在する。

これについては、Boeing社 James Fulton 博士がまとめられているので、そちらを参照することにする。

1.5 各動向、問題点のマップによる整理

1.3や1.4で述べた、各問題、動向を以下のマップに整理する。STEPと周辺については、図V.1.5.1の様に整理した。

STEP内部のマップは図V.1.5.2の様に整理した。

また、EXPRESSに着目したときの動きを図V.1.5.3の様に整理した。

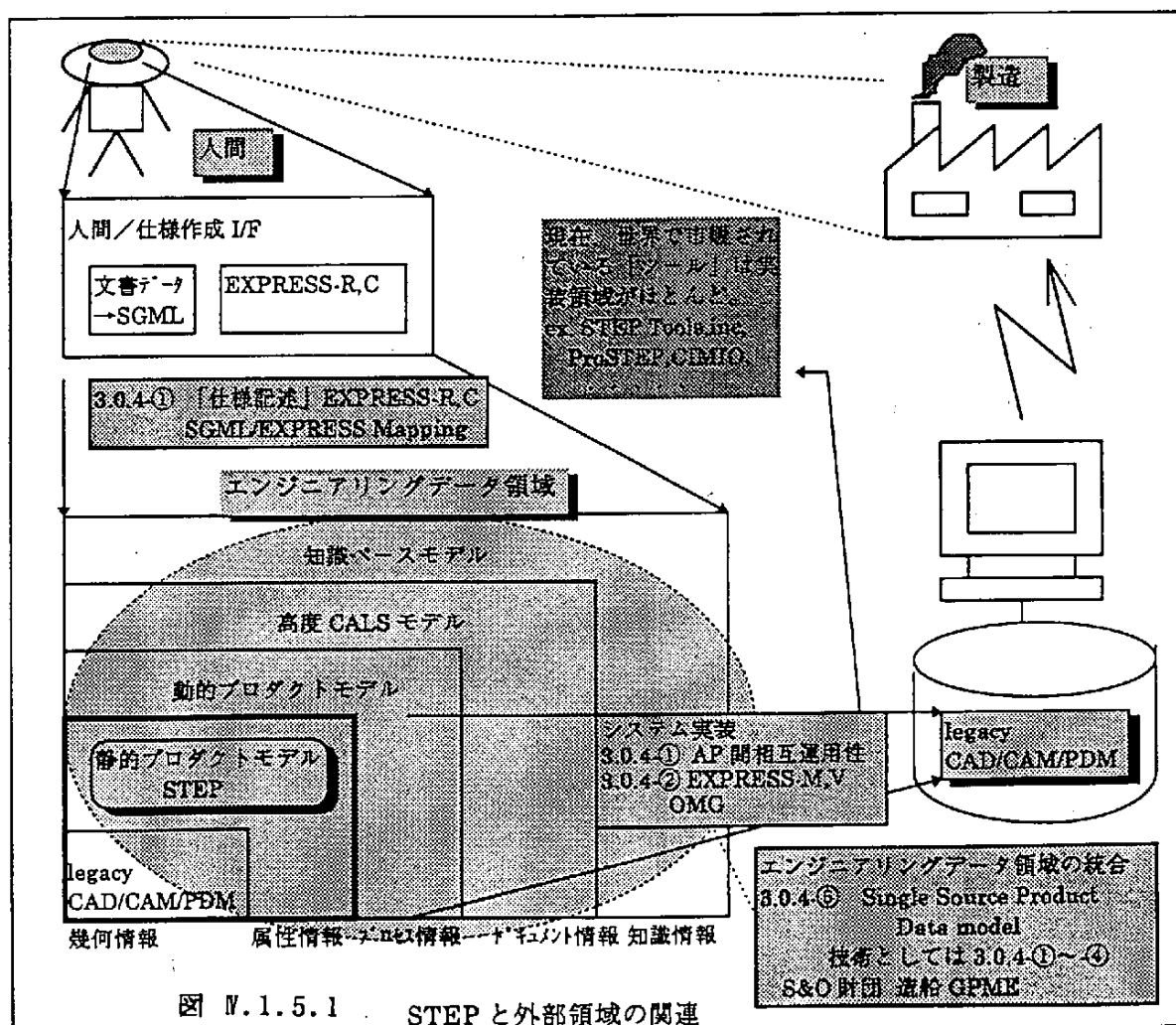


図 V.1.5.1 STEPと外部領域の関連

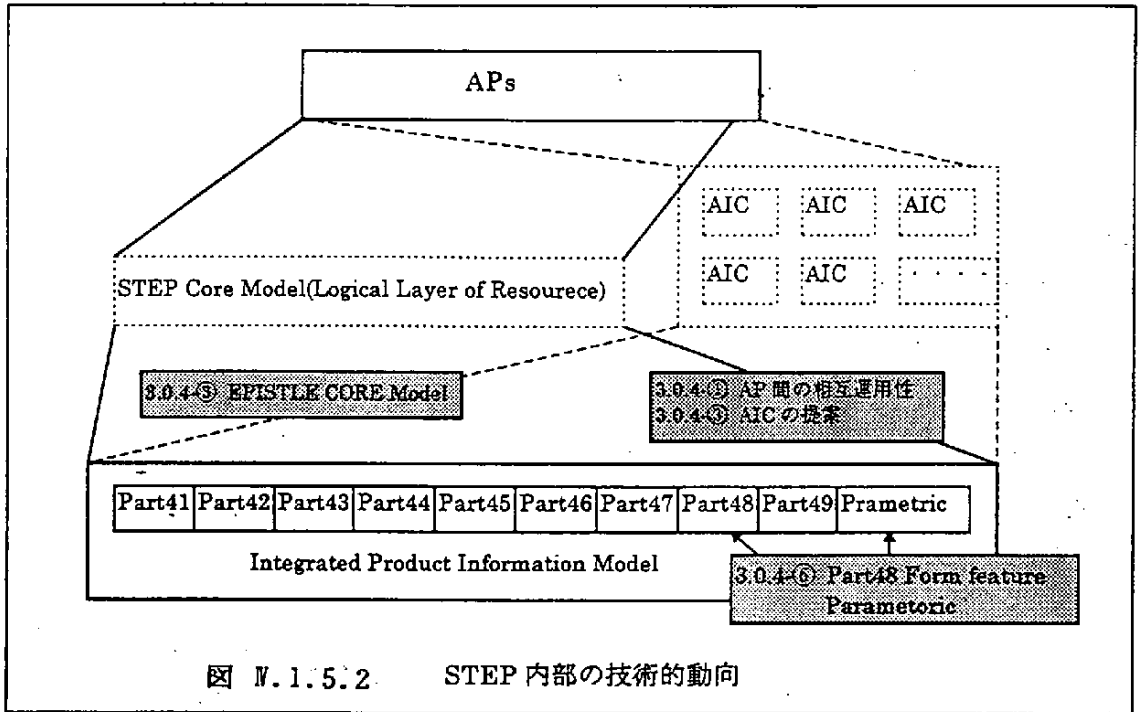


図 N.1.5.2 STEP 内部の技術的動向

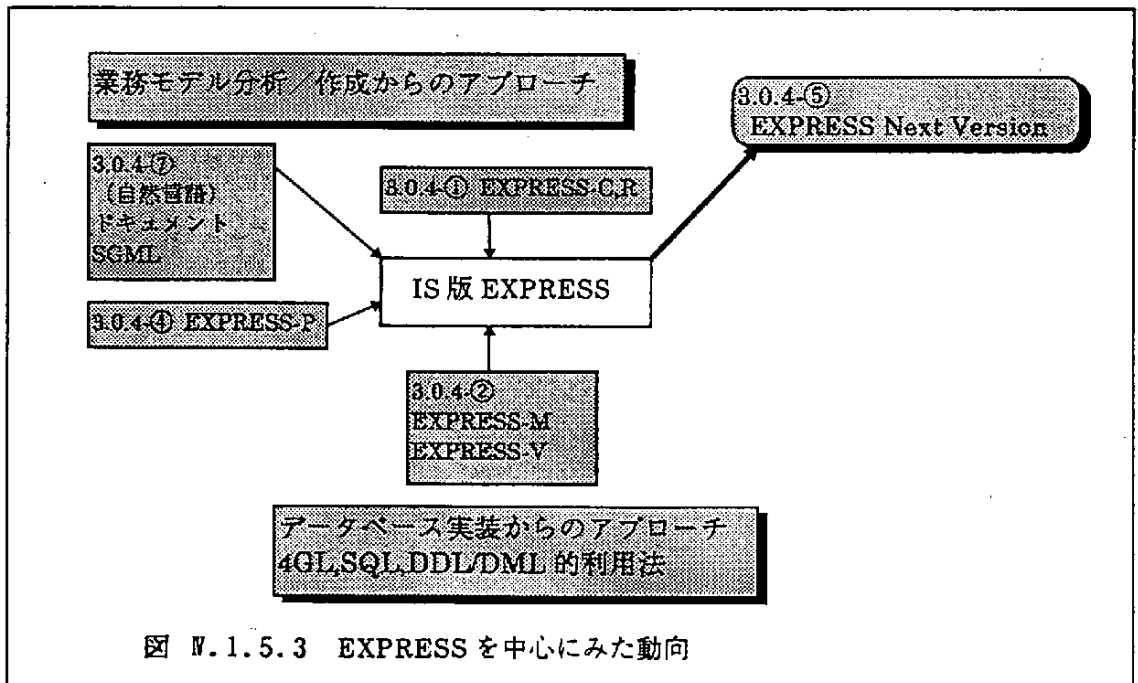


図 N.1.5.3 EXPRESS を中心にみた動向

1. 5. 1 James Fulton 博士 (Boeing 社) の Single Source Product Data model の位置づけ

Fulton 博士の提案されているモデルは、エンジニアリング領域の全てのデータ (幾何モデル、管理モデル、ワークフローモデル、加工モデル) を、現状規格や技術が存在する領域はその規格を利用して、STEP をベースとしたモデルに統合して行こうという提案である。

1. 5. 2 Martin Hardwick 博士 (Rensselaer 工科大) の EXPRESS-V の位置づけ

Hardwick 博士から提案されている EXPRESS-V は、ユーザシステムのデータと、STEP の AP に基づいたデータベース間のマッピング記述を行うために開発された。いわば、RDB に対する SQL や 4GL なものと理解可能である。EXPRESS-V のマッピング記述は双方向変換を可能とする。

類似のものに英国 CIMIO 社の EXPRESS-M がある。これは、片方向の変換記述であり従って双方向行おうとすれば2組の変換記述が必要となる。

ちなみに、Hardwick 博士からマッピング言語開発に関する提案が ISO に提出される予定である。('96/6 神戸会議)

2. Boeing社 Single Source Product Modelについて

Boeing社 情報サポートサービス部門のJames Fulton博士は、STEPの審議の場に、将来のプロダクトモデルに対する提案として、Single Source of Product Data Modelの提唱を行っている。但し、これは博士自身の技術者としての意見であって、Boeing社の意見ではない。

この論文の骨子は、エンジニアリングデータ領域を、静的なデータ構造表現としてのSTEPを核として、プロセスフローや知識等を記述する、他の工業規格を統合して、記述することを提案している。STEP領域での新しい技術動向として注目される。

以下、氏の論文の一部の訳を、Fulton博士の許可を得て記載し、参照とする。

題名：知識ベースのエンジニアリングデータの統合戦略について。(95/6月のISOワシントン会議に作業ドラフトとして提出された。)

なお、Fulton博士の論文の全訳は、STEP推進センターにあるので、必要な方は是非問い合わせ願いたい。

(以下論文の引用)

1. 状況：産業標準によるSSPDの支援

直接的なインターフェースを使って高価なネットワークを構築したり維持することなく、複数アプリケーションを情報交換可能とする本質的手段として、Single Source of Product Data(SSPD)がデータ資源管理の専門家により提唱されている。利用可能な標準の出現と共に、SSPDの成功の期待を持ち得るようになってきている。これらアプリケーションの多数が、現在、商業的に即座に利用できる形(commercial off-the-shelf;COTS)の標準に準拠したプロダクトに実装されつつあり、これによって、ソフトウェア開発の産業コストがさらに下がる。

本ドキュメントでは、産業標準を利用することにより最適化したSSPDの利点を取り込み、SSPDの範囲と機能を拡張する戦略を説明する。*

1.1 新たに出現した産業要求事項

SSPDへの移行を促進する情報システムに対して、複数の産業要求事項がある。

1.1.1 古典的プロダクト・データのツール独立の交換

SSPDは、企業の業務内容再構成(Business Process Re-engineering;BPR)の過程を通じて多数の企業が定めつつある統合化された一群のビジネス・プロセスを支援する。これら企業は、プロダクトデータを扱うに利用するツールに、不要な変種を減らそうと強力に努力しているものの、異なるプロセスが異なる表現と異なる操作を備えた異なる展望を要求することがしばしばである。さらに、グローバルな競争によって企業はそのビジネスパートナーやサプライヤ、カスタマとの情報伝達の確立を単純かつコスト削減した状態でせざるを得なくなっている。この鍵は、情報の各ユーザに対し、共通の論理的データ・セットの良好に統合化された見通しを与えることにある。

1.1.2 プロダクト知識のツール独立の交換

予見可能な程度の未来においては構造設計では産業界の主要ツールとして古典的CADに頼ることになるが、知識ベースエンジニアリング(knowledge-based engineering;KBE)をサポートするツールを使って甚大な量の設計が行われつつある。KBEは、通常のCADで行われているように固有データのインスタンスだけで設計するのではなく、同様のパーツの大きなクラスにその設計を適用可能とする一群の規則を使って設計を行う。有効なKBEは、設計の体系的再利用を支援し、それによって、設計コストが削減できる。

1.1.3 プロダクトデータモデルのツール独立の交換

SSPDが企業内の広範囲のツールをサポートするためには(また、その企業のサプライヤ、カスタマ、およびビジネスパートナーがデータを共有したいと考えるより広範囲のツールまでサポートするためには)、そのデータ

上で許容される操作（および誰が許容されるか）についてや、その条件下でその操作を実行するプロセスについてや、SSPD内で利用可能な各ツールとデータが要求するデータ間の関係について、SSPD内で利用可能なデータを明確に定義する必要がある。これらの定義とマッピングは、CASE（コンピュータ支援ソフトウェア・エンジニアリング）ツールを使って徐々に開発されるようになってきている。

CASE ツールは、ちょうど二年前に CAD ツールがそうであったとほぼ同じ状況にある。すなわち、他のツールとの経済的通信手段を備えないスタンドアローンのプロダクトである（一部は、複数のローカルな統合の視点を持つ）。CDIF（CASE データ交換フォーマット）が統合標準として使われているもの[5 ページ、1.2.2 節を参照]、まだ完全ではなく、産業界で利用されている全ツールにまで敷衍されてはいない。

* 本論文は、TC184/SC4 と JTC1/SC7 とのリエゾンを務める著者が配布したものであり、一部は ANSI X3T2 への参加を元にしていて。単に議論を顕在化することを目論んだものであり、必ずしもボーイング社の立場を明らかにしたものではない。

1.2 産業標準

Acronym	Name	US Agency	US Status	International Standards Agency	Int'l Status
CDIF	CASE Data Interchange Format	EIA	DPANS	JTC1/SC7/WG11	WD
CG	Conceptual Graphs	X3T2	WD	JTC1/SC7/WG11	proposed
CSMF	Conceptual Schema Modeling Facilities	X3T2	WD	JTC1/SC21/WG3/CSMF	WD
CSML	Conceptual Schema Modeling Language	X3T2	proposed	JTC1/SC21/WG3/CSMF	proposed
DSE	Diagrams for Software Engineering			ISO/IEC JTC1/SC7/WG11/P7.19	
EXPRESS	EXPRESS	IPO	ANS	TC184/SC4	IS
IDEF0	ICAM Definition Language for Functions	IEEE P1320.1	WD	JTC1/SC7/WG11	proposed
IDEF1X	ICAM Definition Language for Data	IEEE P1320.2	WD	JTC1/SC7/WG11	proposed
IGES	Initial Graphics Exchange Specification	IPO	ANS		
IRDS	Information Resource Dictionary System	X3H4 ²	canceled	JTC1/SC21/WG3/IRDS	IS
KIF	Knowledge Interchange Format	X3T2	WD	JTC1/SC7/WG11	proposed
NTAM	Natural language Information Analysis Methodology	?	?		
PCTE	Portable Common Tool Environment	X3H4 ³	WD	JTC1/SC22/WG22	IS
PDDES	Product Data Exchange using STEP ⁴	IPO	ANS	TC184/SC4	IS
SED DI	Software Engineering Data Description and Interchange	IEEE CS		ISO/IEC JTC1/SC7/WG11/P7.28	WD
SEDDR	Software Engineering Data Definition and Representation	IEEE CS		ISO/IEC JTC1/SC7/WG11	WD
STEP	STandard for the Exchange of Product model data	IPO	ANS	TC184/SC4	IS
SUMM	Semantic Unification Meta-Model ⁵			TC184/SC4 JTC1/SC7/WG11 JTC1/SC21/WG3/CSMF	input

Figure 1. Industry Standards

データ交換の産業標準は、異なるツール間でのデータ交換や、以前のツールから新たなツールへのデータ変換、および、特定のベンダーへの依存性の減少を産業規模で可能とするアプローチを提供する。図 1,2,3 は、それぞれ、関連の標準、組織および語句を特定している。

1.2.1 STEP(Standard for the Exchange of Product model data)

STEP は ISO10303 の非公式名であり、ISO TC184/SC4 により開発され 1994 年に国際標準として承認されたものである。

2 1994 年まで

3 1994 年から

4 'PDES' という名称はかつては米国プロダクトデータ標準を指したが、現在、STEP の米国承認を指す

5 SUMM は標準ではなく、IPO が作成した技術ペーパーであり、EXPRESS の改善で TC184/SC4 が、CSMF の改善で X3T2 が、また、CDIF の改善で JTC1/SC7/WG11 が利用している。

利用技術の実装と独立した状態で利用可能な標準を提供するために、STEP は 3 つの独立のコンポーネントを開発しなければならなかった。すなわち、共有するデータを定めるプロダクトデータモデル、これらモデルの定式化で使うモデリング言語 EXPRESS、および、これらモデルで定めたデータの交換手段を開発しなければならなかった。

プロダクトデータモデル： STEP は実際は、それぞれが ISO10303 の個別なパートとして公表された関連規格のファミリーである。このファミリーの一部のメンバー（200-299 の番号の付いたパート）は、アプリケーションプロトコル(AP)と呼ばれ、別々に実装できる。AP は、下位番号のパートで定められた概念を再利用および適用する（リソースモデルと呼ばれる）が、各 AP が自己充足的となるようにこれらの概念はその AP 内にコピーされる。STEP の各パートは、プロダクト・ライフサイクルの適当なドメイン内の国際専門家委員会によって開発された。STEP が開発したプロセスは、各アプリケーションプロトコルが単に良好に定められた産業ニーズに適合することを保証するだけでなく、共有データを必要とするであろう他の AP との良好な統合化も保証する。

EXPRESS： 各 STEP モデルは、EXPRESS モデリング言語を使って定式化されるが、この EXPRESS も STEP のパート(ISO 10303-11)である。EXPRESS は、コンピュータ間で自身を交換可能とする言語であり、国際的に理解されている文法と規則を利用した言語であり、かつ、プロダクトデータに必要な大規模なモデルに対して複雑な制限を加えるに十分な言語を、STEP に与えるために開発された。

標準データ交換： STEP の主要目的、データを利用するために使うであろう各種技術に関してニュートラルな形式で、STEP モデル内で定められたプロダクトデータを企業に共有可能とさせることである。STEP には、データ交換を実行可能にする下記の 4 つのレベルが定められている。

レベル 1 ファイル交換： データ交換の最も単純な形式は、EXPRESS モデルの厳格な機能として内容が構成された "物理" ファイルの形式である。この EXPRESS モデルが、データをインスタンスとするモデルを定める。この交換の形式は ISO 10303-21 で実装される。

レベル 2 共有データ： データ交換のより複雑な形式は、共有メモリを通してのデータ交換サポートと見なされた。この交換の形式は、初期のプロトタイプを超えては実装されたことがない。

レベル 3 共有データベース： データベース技術に基づいた他の交換の形式は、STEP データを含むデータ

ベースに標準インターフェースを提供する方法である。これは ISO CD 10303-22 "標準データアクセス・インターフェース(Standard Data Access Interface;SDAI)" で実装される。

レベル 4 知識交換： 産業界に知識ベースのエンジニアリング(KBE)に向かう顕著な動きがあると STEP は認識していた。そのため、知識交換をその構造のレベル 4 と定めた。このレベルの交換を達成する公式の活動はほとんど行われていない。パラメトリック・デザインはこの交換形式から利益が得られると考えられ、このパラメトリック・デザインの要件を定める作業が行われたことがある。さらに、IGES/PDES Organization の Dictionary Methodology Committee は、Semantic Unification Meta-Model(SUMM)に関する技術レポートを発行した。このレポートは言語の意味統一(semantic unification)を支援する形式論理を説明した。^6

プロダクトデータ交換の媒介物として STEP に予想される技術的利点には下記の事項が含まれる。

◆ モデルドリブンのアーキテクチャ

◇STEP データは公式のモデリング言語(EXPRESS)で精密に定められており、この言語自体が企業間でのデータ交換のためのコンピュータ・センシブルな形式である。

◇交換するデータのフォーマットは、交換が現行の物理ファイルフォーマットにより成されても、あるいは、提案されている標準データアクセス・インターフェース(SDAI)で成されるにしても、モデルから厳密に導出可能である。COTS コンパイラは、現在、EXPRESS モデルを文法解釈して物理ファイルにコンパイルしたり、リレーショナルデータベースやオブジェクト指向データベースのスキーマを発生することが可能である。

◇交換データのフォーマットは、そのデータを発生させたテクノロジーとは完全に独立である。

◇このアーキテクチャは STEP モデルと独立である。どの様なデータでも EXPRESS でモデル化可能であり(また、他のツールから EXPRESS にモデルを翻訳できる)、正確に同じアーキテクチャを使ってデータを管理できる。これは、STEP データを他のデータに統合化でき同じ環境内ですべてを管理できることを意味する。

◆ STEP モデルに関する国際的コンセンサス

◇各種 CAD ツール間でのデータ交換を支援するに必要な詳細モデルを開発するには、非常に大きな努力が必要である。STEP プロセスによって、ユーザ間でコストをシェアできるようになる。

◇STEP プロセスは、また、潜在的カスタマやサプライヤまたはパートナーが購入するであろう国際的な高機能を保証している。

◇Airline Industries Association(ALA)と Air Transport Association(ATA)は、自組織の標準を産業分野に流布させる牽引車として STEP を採用している(特に AP208)。

STEP を SSPD に組み込むことの産業界の利益としては、情報システムを実装するコストと時間の削減、新プロセスとテクノロジーへの転換中の情報の消失リスクの低減、および、新しいビジネス機会への機敏な応答などがある。これらの利益は下記の事項の結果である。

◆ 再利用可能モデル： 再利用可能のモデルが STEP によって産業分野で最小の費用で構築されてきた。これらのモデルは各産業分野のニーズに合わせて拡張と刈り込みができる。

◆ ベンダー支援： 国際標準として STEP が承認されており、自社プロダクトを STEP 準拠にし始めているベンダー数は増加している。この影響として、ジオメトリデータについてのオープンアーキテクチャが産業界に与えられており、その中で相互利用可能な COTS プロダクトの最適な類型を取り出すことができ、それによって、これらコンポーネントを調達するに必要な時間を低減できる。

◆ システム・ジェネレーション： 多数のシステム・コンポーネントがモデルからジェネレートでき、それによって、費用が掛かりエラーが発生しやすいこれらコンポーネントのハンドコーディングの量を減らすことができる。

◆ 標準転換のアプローチ： ある STEP 準拠ツールを他のツールにリプレースすることで、それが他のベンダーのツールからの転換であっても、情報消失の危険性を低減できる。以前のツールからニュートラルな STEP 形式へとデータと抽出し、次に、新たなツールに挿入することができる。

◆ 上流互換性： この標準自体が進化するであろうが、上流互換性の可能な最高のレベルを適切に保証し、問題となる分野を特定する一般のプロセスが存在する。

◆ 向上した市場位置： STEP 形式で利用可能にデータを作ることで、企業はそのプロダクトデータに対し増しつつある要求に応じることができる。

◆ ビジネス・パートナーシップの機敏な確立： 新たなビジネスパートナーとの有効な意志疎通の確立は、歴史的に長期に渡り費用の掛かるプロセスであった。標準 STEP 形式で利用可能なデータとプロセスを使うと、企業はそのデータとプロセス定義をビジネスパートナーのそれらと比較・改変できるようになる。同時に、どのような STEP 準拠ツールセットでも選択可能になるため、重要なビジネスパートナーに対して専用 CAD ツールを提供する必要が小さくなる。

ここでいったん Fulton 博士の論文の参照から離れる。この後博士は、CDIF(Case Data Interchange Format) CSMF(Conceptual Schema Modeling Framework)について述べている。CDIF は、本来 CASE tool データ交換用の規格であるが、プロセス記述が可能であり、すでに企業内でも CASE tool に記述されているモデルは多い。CSMF は、一言でいってしまえば概念を記述可能なものということであるが、これは、エンジニアリングデータ領域内での異なった規格間での情報の交換に利用可能と考えられる。以下、再び、博士の論文に戻る。以降、博士は、Single Source Product Data について、具体的な目標と提案を述べられている。

以下、Fulton 博士の論文を再び参照する。

2. 目標： 産業標準の SSPD への統合

情報システムの品質とコストおよびスケジュールに与える重要性に与える Single-Source Product Data (SSPD)の利点を最大にするために、産業標準統合化を SSPD に持ち込むターゲットを企業は確立する必要がある。

2.1 モデル・ドリブンのオープンアーキテクチャ

ターゲット・アーキテクチャはオープンなモデル・ドリブンとする。これは、アーキテクチャの各コンポーネントが良好に定められた機能的役割を提供し、明確に定められた標準を通して他のコンポーネントと通信することを意味する。さらに、包括的で統合化されたモデルを使って、ビジネスプロセスからソフトウェアの実装に至るビジネスのすべてのパートの役割を定めることも意味する。

2.1.1 プロダクトデータとプロダクトデータモデルのための包括的なテクノロジー独立の交換標準

ターゲット・アーキテクチャ内では、プロダクトデータやプロセスデータ、および、データとプロセスの定義を含むすべてのデータについて単一のソースが存在することになろう。異なるテクノロジーにより作成されたデータ間には、恣意的境界が存在しない、すなわち、古典的 CAD により作られたか KBE ツールにより作られたかによらず、関連の構成や幾何形状とシステムのデータは単一のクエリーでアクセス可能となろう。KBE は徐々に広範囲のエンジニアリングに適用され、CAE または CAD から分別不能にまでなるだろう。同様に、知識ベースのソフトウェア・エンジニアリング(KBSE)が、システムを開発する手段として徐々に従来のソフトウェアエンジニアリングに置き換わろう。プロダクト、プロセス、データまたはソフトウェアの設計のいずれのためであろうと、すべての計算機ツールは、関連標準にそれらが準拠していることと同種ツール間で最高のツールであるかどうかに基づいて、アーキテクチャ内でのそれら個々の役割を満たすように選択されよう。ツールは、本質的情報が消失しないことを保証する標準コンバージョンプロセスを通じて置き換えられるだろう。

このアーキテクチャはすべてのユーザをサポートする。当該ビジネスにおいて合理的である程度まで、企業のビジネスパートナーやカスタマおよびサプライヤは必要とするデータを過不足なくアクセスできると保証するビューを通じて、自分のツールを SSPD にリンクすることで通信を行う。

2.1.2 情報システム開発と保守のための意志決定支援環境としてのモデルサービス

標準準拠モデリングツールは、情報システム開発ライフサイクルの各種タスクをサポートするように開発する。これらツールは、プログラム固有のリポジトリ内に統合化され、それ自体が相互に結合して企業のプロセスとデータおよびソフトウェアとハードウェア実装の包括的な定義と構成を含んだ仮想的な統合リポジトリとなる。定義と構成の変更に関しては、モデルで変更のシミュレーションと分析を行ってから決定することになる。

モデルの変更は、システムを変更させる唯一の手段となり、後始末のタスクではなくなる。

2.1.3 モデルからの情報システムコンポーネントの作成

情報システムへの大部分の変更は、さらに人的介入を伴わないでモデルから行われる。ビジネスのプロシージャやソフトウェア、データ構造に対する変更は、モデルから直接コンパイルされる。ハードウェアの変更の展開と取得および購入したソフトウェアはモデルの変更の承認によってトリガーが掛けられる。ソフトウェアの手作業による作成は時たまにしか行われず、できあがったプロダクトがモデルに照らして適切であり正確であると保証されたときのみ行われる。

(以下、Fulton 博士の論文からいったん離れる。)

以上、Fulton 博士は、SSPD について具体的なゴールを示された。以下、博士は各標準（技術）の具体的な役割について、詳細に述べられておられる。以下、再び、Fulton 博士の論文に戻る。

2.2 標準の調整

オープンアーキテクチャ等の策定で重要な実際の任務は、そのアーキテクチャの各要素すべての関係を総合的に定める標準の調整されたファミリーを採択することである。現在、図 5a の一般的アーキテクチャで示したように、企業は独立にそれぞれのテクニックや標準を用意しなければならない。(図 5a は省略) 目標とする環境では、標準が単に相互運用できるだけでなく、各標準を担当する組織がアーキテクチャを定める各要素内で良好に定められた機能を持つようにならう。下記では、図 5c で図示するような各種組織の役割と責務を割り振ることのできるたたき台としての方法を示す。また、過渡的アーキテクチャを図 5b に図示する。(図 5b は省略)

2.2.1 STEP の役割

現在、STEP は、データを交換すべきプロダクトのモデル、そのモデルを定式化するための言語(EXPRESS)、および、これらモデルのインスタンスの交換フォーマットを定めている。ターゲット環境で、STEP は、モデルとそのインスタンスの交換では他の標準に依存しながら、プロダクトデータモデル(オントロジー)に焦点を当てることになる。これらオントロジーは、アクセス可能な論理データ(オブジェクト)ストラクチャを規定するばかりではなく、そのストラクチャに対して実行可能な基礎的論理操作(メソッド)も規定する。

2.2.2 CDIF の役割

現在、CDIF の中心的役割は、各種言語とツールを調整してデータとプロセスをモデル化することである。ターゲット環境では、現在の CASE ベースのモデルはもちろん、EXPRESS、IDEF および KIF にまでその範囲は拡張するが、その役割の中心はそのままであろう。CDIF は、これら言語のいずれについて元々定式化されたモデルであっても、それらを交換するに適切な交換フォーマットを提供し、さらに、交換時に発生可能な情報の消失があれば、それらについての指針を提供する。

2.2.3 CSFM の役割

KIF に由来する概念スキーマモデル化言語(Conceptual Schema Modeling Language; CSML)を使って、各種モデルを統合化する方法を中心にして、その回りで CSFM の議論は行われていた。ターゲット環境では CSMF は、モデルが CDIF 標準に適合する限りアプリケーションのインスタンス操作がモデルの規則に適合することを保証する方法で、モデル、データおよびオブジェクトの交換管理のためのテクノロジー・ニュートラルなテクニックを実装するための標準を定める。図 5 では、CSFM をアーキテクチャに接続する直線は、他の標準を接続する直線とは異なる。STEP と CDIF ではモデルやデータの交換フォーマットを定め、一方、CSMF では各種モデル間の関係と変換を定めているからである。

2.2.4 その他の標準の役割

オブジェクトのインスタンスに関するデータ管理は、リレーショナルモデルとオブジェクト指向モデルの2通りのパラダイムに大きく区分されるようになろう。これら2つのパラダイムについての標準はSQL (Structured Query Language)とCORBA(Common Object Request Broker Architecture)である。この管理には、物理データ構造とプログラミング言語への論理オブジェクト(データとメソッド)の拘束、および、システム内で交換するその他のオブジェクトのニュートラルな物理表現の定義が含まれる。また、異なる、恐らく異質のデータ管理システム間でのデータのやり取りも含まれよう。

IRDSおよびPCTEという2つのリポジトリ標準が、SQLとCORBAで提供された一般的枠組み内でCASEモデル内に既に加えられている。これらのリポジトリ標準は、これらモデルの交換と維持のためのモデルと方法のコンテナを有効に与えている。しかし、これらの方法は、モデルの内容には依存しないが、逆に、モデルを利用できるかどうかはリポジトリを通じて相互に接続されたツール内に組み込まれていると仮定している。

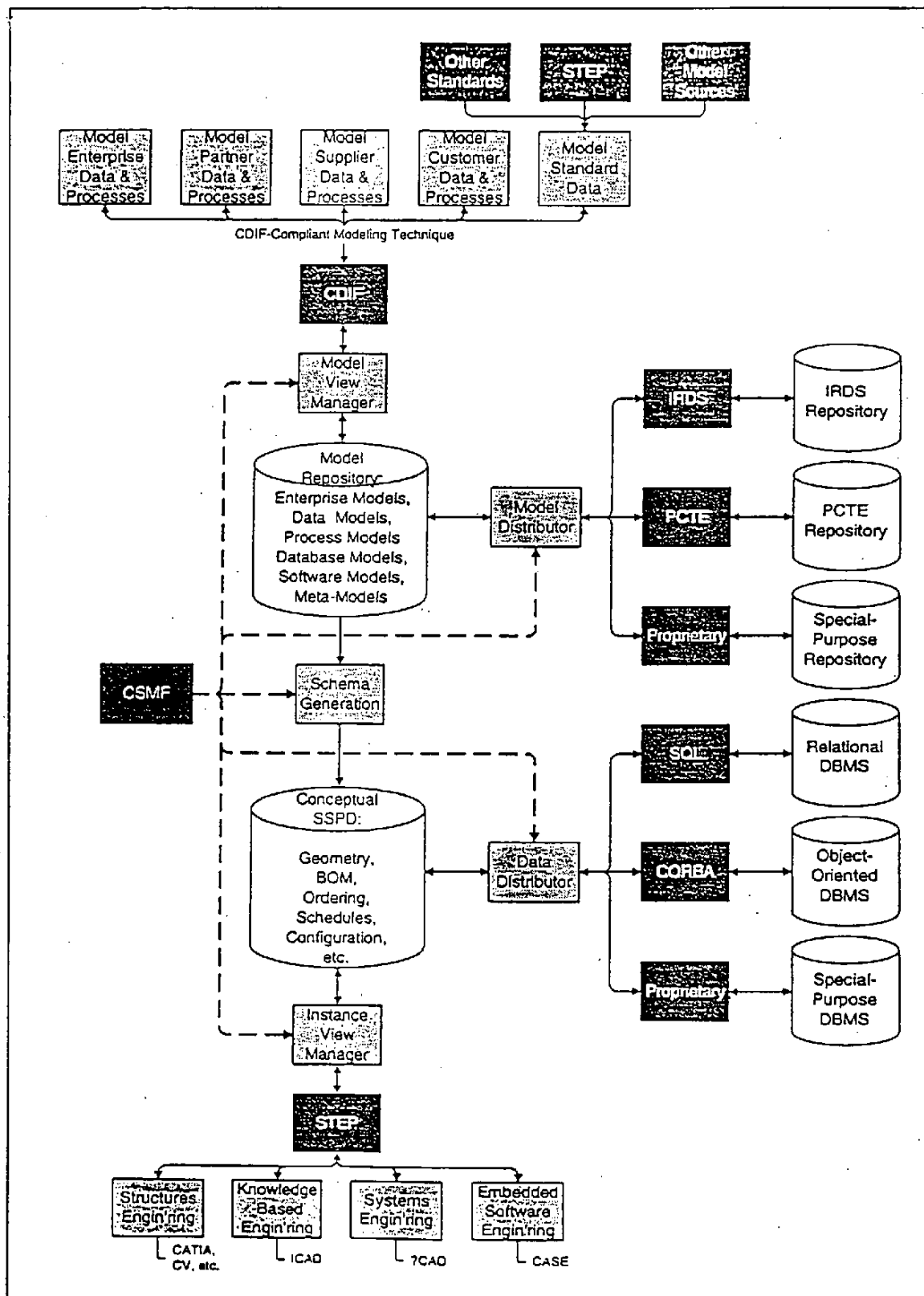


図 5C. アーキテクチャにおいてターゲットとする各種標準の役割

2.3 利点

上記ターゲットを達成する産業界の利点を下記に示す。ただしこれらのみには留まらない。

- ◆下記による新プロダクト開発のコストと時間の削減
 - ◇改良されたプロダクト・コンポーネントの再利用促進
 - ◇変化の影響度の分析精度の向上
 - ◇知識ベース・エンジニアリングの利用による設計生産性の向上

- ◆下記による必要な情報システム実装のコストと時間の削減
 - ◇改良されたプロダクトとソフトウェア・コンポーネントの再利用促進
 - ◇変化の影響度の分析精度の向上
 - ◇標準準拠 COTS プロダクトの利用可能化
 - ◇付加価値非付与インターフェースの構築維持の削減
 - ◇標準設定機関の専門性を利用することによる研究開発投資の効率化
 - ◇規則からソフトウェアを作成する能力の拡大

- ◆下記による長期データ保有コストの削減
 - ◇標準準拠ツール間のデータ変換可能性の改善
 - ◇固有インスタンスではなく保存規則によるボリュームデータの削減

- ◆下記による有効なパートナーシップ完成のコストと時間の削減
 - ◇企業データモデルに組み込まれた信用標準データモデル
 - ◇実装されたデータ交換標準に基づく信用
 - ◇標準準拠 COTS プロダクトに基づく信用

- ◆下記によるプロダクト品質の改善
 - ◇改良されたプロダクトとソフトウェア・コンポーネントの再利用促進
 - ◇変化の影響度の分析精度の向上
 - ◇カスタマとの意志疎通の改善

以上、Fulton 博士は、各標準（技術）を統合して行くことの、産業的な利点を述べられた。これをもって、以降、博士は将来の STEP の有るべき方向について、以下の提案を SC4 に対して行われた。以下再び氏の論文を参照する。

3. 計画案：単一ソースのプロダクトデータへの知識ベース・エンジニアリング標準の統合化

ターゲット環境を確立するためには、特定の効果的テクノロジーと標準を開発しなければならない。下記は、一部は個々の企業が、また一部は標準設定機関が並行的に実施可能な複数の共同作業を説明するものである。これらタスクの完了のスケジュールは図 6 で示唆する。^7 このスケジュールは、このタスクに合理的資源を割り振りできるとの仮定の下で最適化したものである。

3.1 知識ベース・エンジニアリング・ツールのためのプロトタイプ・ニュートラル交換言語

上記で述べたように、KIF(知識交換フォーマット)は知識交換のための標準言語として ANSI X3T2 が提案しており、ISO/IEC JTC1/SC7/WG11 による国際標準化の目標でもある。しかし企業にとってのその価値は、知識交換を決定するであろう対象のビジネスパートナーが標準としてそれを認めるかどうかには依存するだけでなく、主に、交換を必要とする知識を捕捉するその能力に依存する。この目的に KIF が適合するかどうかについ

では研究を行う必要がある。

ボーイング社は特に、自社航空機の特定パーツの設計のための製産で ICAD を利用しているが、ボーイング社にとって最も価値ある研究は ICAD の交換言語として KIF が利用できるかどうかの探索である。よって、最初の提案作業は KIF と ICAD 間の翻訳プロトタイプ開発であり、そのトランスレータを使って ICAD システム間で知識交換をデモンストレーションすることである。この交換機能のクリティカル・テストは、情報が無くなることなく知識間で交換されることをデモンストレートすることである。

ICAD と KIF 間での知識の翻訳は、ターゲット環境の一部に過ぎず、その知識を他の KBE ツールと交換できなければそれ自体では大きな重要性はない。よって、第二の作業は、ボーイング社のビジネスパートナーとなる可能性のある企業が同様の作業を促進し、設計パーツに対して利用されている KIF 以外の KBE ツールと KIF 間での翻訳を試作することである。

各 KBE ツールそれぞれについて、KIF が知識交換に十分であるとデモンストレーションできると、次に重要なステップはツール間での知識交換をサポートできるとデモンストレートすることである。これは単に KIF を両方のツールに "フック" し "スイッチを切り換える" 必要があるだけではない。異なるツールは異なる情報モデル、すなわち、異なるボキャブラリを持つと予想される。KIF は共通のシンタクスを提供でき、それを使って各ツールはトランスレータを通じて相互にやり取りするが、情報を交換するためにはそれら個々の情報モデルが統合されていなければならない。他の言葉で言うと、一つのボキャブラリの単語を他のボキャブラリに翻訳するには、これらの単語は共通の組の概念と規則にマップされていなければならない。このマッピングが行なわれると、このタスクではツール間での知識交換をデモンストレートし情報の消失がどの程度かを計測する。各ツールが他のツールにおいては有効な相関を持たない概念を有する可能性があるため、ある程度の情報消失があろうと考えられる。受け取り側のツールが知識を記録することは可能だが、送り側のツールが可能であった種類の操作を実行できないことがあろう。この種の状況は単に起こり得るのみならず、異なるツールを特定の機能に対して採用する環境では好ましくもある。

適切なスキルを持つチームを構成できると仮定すれば、プロジェクト開始から一年以内に各言語に対してプロトタイプを開発できると考えられる。

3.2 データとプロセス・モデルのためのプロトタイプ・ニュートラル交換言語

各種モデリング言語の操作性共通リポジトリへの統合を支援するためには、これら個々のツールがそれぞれ必要とする情報を通信できる標準の交換フォーマットが存在しなければならない。現在の形式の CDIF は広範囲の CASE ツールについて十分であるが、今のところ EXPRESS, IDEF または KIF をサポートしていない。CDIF を拡張してこれら言語にまで広げるには、他のアプローチについて研究を実施しなければならない。

3.2.1 論理ディクショナリ/ディレクトリと標準モデリング言語のプロトタイプ・インターフェースの構築

CSMF 特別チームが ANSI X3T2 で探索しているアプローチは、SUMM に基づき KIF で表現したオントロジーを開発し、モデリングツールのための共通のメタモデルとしてそれを利用可能とするというものである。このアプローチを検証するには、このアプローチに従ったツール間でモデルを交換可能であることをデモンストレートするタスクを開始する必要がある。LDD(Logical Dictionary/Directory)プロジェクト[1 ページ 1.1.3 節参照]は、ボーイング社が利用中の複数の特定のモデリングツール間でのモデル交換のための方法を開発することによるタスクなどで始まった。ターゲット環境のための基礎を提供するには、LDD などのモデル・リポジトリを利用可能とし、下記主要標準が定めると同じモデルを交換する作業の必要がある。

- ◆ EXPRESS
- ◆ CDIF
- ◆ IDEF
- ◆ KIF

これら言語のそれぞれに対して、下記の複数のタスクを実行する必要がある。

- ◆ 標準の交換形式がモデルリポジトリとの間でインポートとエクスポートを行えるインターフェースの構築
- ◆ モデルリポジトリ内で形式的に定めたパラダイムとしての各言語に対するメタモデルの開発
- ◆ メタモデルに従ったモデルを情報を消すことなくツールとモデルリポジトリ間で交換可能であることのデモンストレーション
- ◆ 各言語固有のメタモデルをビューとしてマップ可能な包括的で統合化されたメタモデル開発によるメタモデル統合化
- ◆ 一標準から他の標準へのモデルリポジトリによるモデル交換のデモンストレーション、および、双方向への情報消失の程度の調査。

3.3. 標準の調和の促進

上記タスクと同時に、また、上記タスクが利用可能になったときにその結果を利用して、各標準を調整してそれら標準が首尾一貫した操作共通の共同的アーキテクチャとする作業が必要である。

3.3.1 産業標準としての KIF の促進

KIF は、KBE(knowledge-based engineering)を使った古典的プロダクトデータの定義の統合と、モデル化言語の統合という、両者のための基礎を担う数学的基礎と推進力を備えるように見える。標準設定機関は、KIF がこれら目標をサポートするかを努めて評価しなければならない。特に、下記事項を行わなければならない。

- ◆ ANSI X3T2 は ANSI 標準として KIF の採択を促進しなければならない。
- ◆ ISO/IEC JTC1/SC7/WG11 は国際標準として KIF の採択を促進しなければならない、さらに WG11 には、下記としての KIF を評価するよう求められる。
 - ◇東縛条件の仕様のための現行 CDIF 交換言語内での副次的言語
 - ◇CDIF に代わる交換言語
- ◆ ISO/IEC JTC1/SC21/WG3/CSMF は、Conceptual Shema Modeling Frameworks(CSMF)の中で利用する Conceptual Schema Modeling Language(CSML)として KIF の評価に努めなければならない。
- ◆ ISO TC184/SC4(STEP)は、下記に努めなければならない。
 - ◇プロダクト知識の交換を支援する言語としての KIF の評価
 - ◇東縛条件の叙述的仕様のための EXPRESS 言語の副次的言語としての KIF の評価
 - ◇パラメトリック・デザインの交換のための言語としての KIF の評価
 - ◇EXPRESS と KIF 間でのモデル翻訳を可能とする方向の EXPRESS の定式化
- ◆IEEE IDEF は下記に努めなければならない。
 - ◇IDEF0 と IDEF1X 定式化のための言語としての KIF の評価
 - ◇ISO/IEC JTC1/SC7/WG11 への CDIF 標準化と統合化のための言語の提示

3.3.2 個々の標準設定機関の役割の調整促進

違った標準が全体的なパズルの重要な一部を形成し、強力な協力関係無しではできあがった標準が簡単に相互運営できないと、各種標準設定機関のそれぞれが認識している。それにも関わらず、この協力関係を生み出すとの保証を拡大する資源はほとんど存在しない。

3.3.2.1 重要機関への参加

リソースを適切に割り振り、これら標準設定機関のすべてが共通認識の上でターゲットに向かって収斂しなければならない。特に下記に注力しなければならない。

- ◆ CSMF(Conceptual Shema Modeling Frameworks)に対して
 - ◇ANSI X3T2
 - ◇ISO/IEC JTC1/SC21/WG3/CSMF
- ◆ CDIF(CASE Data Interchange Format)に対して
 - ◇EIA CDIF
 - ◇ISO/IEC JTC1/SC7/WG11
- ◆ STEP(STandard for the Exchange of Product model data)に対して

- ◇WG5/P2(EXPRESS)
- ◇WG10(Architecture)
- ◆ IDEF(ICAM Definition Language)に対して
 - ◇IEEE IDEF0 Committee
 - ◇IEEE IDEF1X Committee
 - ◇IDEF Users Group

3.3.2.2 各種機関協同の調整に関するワークショップ

これら諸機関の参加者の共同会議を組織し、共通のターゲットに各標準を収斂させる方向性とプロセスに関するブレインストームを行わなければならない。

3.4 単一ソースのプロダクトデータへの標準の組み込み

これら活動の利点を企業が取り込むには、企業のプロダクトデータ管理システムにこれら標準を統合化するプロセスを適切に配置する必要がある。

3.4.1 SSPD への STEP の統合化

幾何学的プロダクトデータを産業界が SSPD に組み込むときには常に、STEP と SSPD の間の関係という問題が持ち上がるだろう。産業標準としての STEP が公表され、STEP 準拠ツールの利用可能性が増すにつれ、企業のサプライヤ、カスタマ、ビジネスパートナーは徐々に STEP 形式のプロダクトデータを要求するようになるだろう。STEP を自身のデータモデルに組み込むか、単に STEP 準拠のインターフェースを構築するかに関わらず、市場の力によってデータに STEP のビューを備える必要が出てこよう。

3.4.1.1 SSPD への STEP AP203 の統合化

SSPD に対して現在計画されているデータと管理されたプロダクト幾何形状設定のために STEP が定めるデータとの関係を決定するには、プロダクトデータの企業固有モデルと STEP AP203 の比較の必要がある。共通の言語内でこれらモデルを表現できる方法が必要である。その翻訳の後でさえ、差違を調整できるように二つのプロダクトデータモデルを互いにマップするには、まだ多大な努力が必要である。このマッピングが達成できると、SSPD の究極のデータ構造に関して、他との交換のために SSOD から STEP 準拠のデータを抽出する適切なテクニックに関して、決定が成し得る。

3.4.1.2 SSPD への STEP KBE AP の統合化

SSPD への STEP の統合化に基づき、また、知識交換のための言語としての STEP への KIF の統合化と KIF への ICAD の統合化の結果に基づき、産業界は KBE ツールの STEP を通じた SSPD への統合化を評価し計画する位置に来よう。潜在的には、上記作業の初期の結果に基づいて、限られた範囲の短期的統合化を行い得る。

3.4.2 SSPD への統合モデル・リポジトリ

データとシステムの簡単な再構成をサポートするオープンなアーキテクチャに SSPD を構成するには、モデル・リポジトリを SSPD と結びつけて、どのようなモデリングツールがそのソースであるかに関わらず、モデル・リポジトリ内でのデータとプロセスの定義が、SSPD を操作するソフトウェアとデータ構造を駆動するようにならなければならない。

(以上で引用終わり)

以上、Fulton 博士の「知識ベースエンジニアリングデータの統合戦略」から、Single Source Product Data についての紹介をかいつまんで行った。なお、Fulton 博士の論文の全日本語訳は、STEP 推進センターにあるので、ご希望の方は問い合わせ願いたい。

3. Rensselaer Polytechnic Institute(レンセラー工科大)における、STEP 実用化の研究 より EXPRESS-V (View) の紹介

3.1 STEP 実装に対するユーザニーズへの解としての EXPRESS-V

EXPRESS-V は、NIIP(National Industrial Information Infrastructure Protocol) プロジェクトでの STEP の実装を行う手段として、Rensselaer 大学で開発されて来た。発想としては、丁度事務系のデータで、RDB(Relational Data Base)から、SQL(System Query Language)によって、各ユーザが自分に必要なデータを「ビュー」によって抽出し、手元のアプリケーションで修正し、結果を再び元の RDB に書き込む、という作業と全く相似である。例えば、STEP AP203 の構造を持つデータベースから、EXPRESS-V を用いて、各ユーザが自分の作業に必要な情報を抽出、手元の使い慣れたシステム (この場合、CAD/CAM/PDM) で作業、結果を再び元のデータベースに戻す。

即ち、EXPRESS-V は事務系データベースに於ける SQL と同等の機能を果たすものであり、いわば AP203 等のデータ構造と各ユーザ手元の CAD/CAM/PDM システムのデータ構造間のマッピングを取るものと考えればよい。

この構造は、ユーザに対して、以下の利点を与えられられる。

- ・アプリケーション非依存のデータベース構築
- ・データとは無関係に、ユーザの好ましい道具を利用可能
- ・AP203 の様な巨大なデータ全体をシステム上でハンドルしなくて良い。
(その結果データは軽い)

3.2 EXPRESS-V の必然性

データベースから目的とするデータ構造の抽出は、SQL でも可能とは思われるが、SQL は、RDB 用に開発されたものであり、EXPRESS で定義されたデータ構造には不向きである。

3.3 EXPRESS-V に対する調査について

Rensselaer 工科大学の Dr. Martin Hardwick の好意により、EXPRESS-V についての論文の邦訳と参照の許可を頂いた。

EUG(EXPRESS User's Group)'95 で発表された、「Lessons Learned Mapping the AP203 AIM to the AP203 ARM Using EXPRESS-V」の全訳を次々ページ以降に掲げる。

3.4 その他のマッピング技術に対する調査について

EXPRESS-V と、その元になる技術の理解を助けるため、マッピング言語の動向も併せ調査した。

同じく、EUG(EXPRESS User's Group)'95 で発表された「A Survey of Mapping Methods Available within the Product Modelling Arena」の一部の邦訳を、著者の Dr. Thomas

Leibich(独 Muenchen CAB 研究員) , Dr. Robert Armor(ニュージーランド Auckland 大学) , Mr. Marcel Verhoef (オランダ Delft University of Technology)の好意と許可を得て, その一部を参考として掲載させて頂いた。

この論文については, EXPRESS-M(英 CIMIO 社) , EXPRESS-V(米 Rennelaer 工科大) , EXPRESS-C(欧州 ESPRIT Project PISA) , XP-rules(仏 CSTB) , View Mapping Language(ニュージーランド Auckland 大学) , EDM (米 UCLA) , KIF (米 Stanford 大学, DARPA) についての簡単な紹介と比較が記述されている。

なお, この論文の全訳は, STEP 推進センターにあるので, 必要な方は申し入れて頂きたい。

EXPRESS-V を利用しての AP203 AIM から ARM へのマッピングでの知見
 Martin Hardwick David Spooner the ROSE team
 Rensselaer 工科大学

1. 始めに

AP203 AIM は、3次元の機械設計のための STEP 情報モデルである。データベースの世界で「正規化」として知られる作業により、AP203 の設計者は、AP203 情報モデルを正確な、メンテナンスし易いものにした。正規化の効用は、広くデータベースの世界に知られている。正規化の弱点もまたよく知られてる。その最たる弱点は、大きな概念を小さな概念に分割することである。AP203 では、正規化の効用 (STEP ではインテグレーションと云う) はドラマティックである。40 の正規化前のモデル (ARM) は 500 の正規化モデルになる。

リレーショナルデータベース (RDB) 技術は、「ビュー」の定義により、正規化の効用 (データの正確、拡張性、共有性) を、不利益 (データ有効性減少) を被ることなしに享受してきた。各々の「ビュー」は、あるアプリケーションの要求に対して合致するバージョンのデータを抽出する。このアプローチは、各アプリケーションが自分の立場でデータを利用することを容易にする。

EXPRESS-V プロジェクトは、「ビュー」を用いることによって正規化が STEP に与えた諸問題を減少させることが可能かを実験することから始まった。RDB は宣言的 (定義的) 言語をそのビューの定義に用いる。それは SQL と呼ばれる。それは、他の目的にも利用可能だが、我々はこのビューの引き合いに出すだけにとどめる。宣言的言語では、ユーザは自分の作業に何が必要か記述する。どういうオペレーションを遂行するかを記述する必要はない。RDB は強力な、このようなオペレーションの最適化システムを備えている。このやり方は、データベースが今の状態で「ビュー」を作り出すのに最も適している。

EXPRESS-V プロジェクトは、STEP に対してビューを記述するテストである。ビューは、AP203 の AIM を AP203 ARM にマッピングする者である。これが選ばれた訳は、NIIP プロジェクト [NIP94] で必要だったからであって、EXPRESS-V を全く知らない人間によって定義された中立モデルであったからである。

次章で、我々が EXPRESS-V を推進する動機付けとなった NIIP の要求事項を述べる。次章で今日までの EXPRESS-V の開発状況を述べ、最終章で、得られた幾つかの知見を述べる。この言語の最新のユーザマニュアルは、<http://www.rdrp.rpi.edu> で得ることが出来る。

2. 動機付けのシナリオ

仮想企業体の情報基盤は、下記の様な機能を持たなければならない。

・パフォーマンス -- 全ての通信は、さらに遅れをもたらすので、作業を要するデータは、一

回の通信で配信されなければならない。

- ・コンカレント性 -- 配信されるデータは必要なもののみだけであるべき。なぜなら、不要な情報を配ることは、必要以上にデータベースをロックし、他作業者の作業性を妨げる。
- ・解釈性 -- データを受け取ったシステムは、データを更新出来なければならない。

システムはその内部構造が自分に分かった時にのみ、データを扱える。製造業用のデータのややこしさは、製造業用のアプリケーションの主たる問題点である。[Mor93] 大学用の小さな管理データベースでも 20 前後のリレーションで定義される。プロダクト情報は、300 近くのリレーションで始められる様で、製品が複雑になって行くと、どんどん大きくなって行く。製造業のアプリケーションに必要な定義の量は、即、コストに跳ね返る。もし、アプリケーションが 300 の定義を持っていて、各定義にもう平均 100 行の追加コードが必要とすると、そのアプリケーションは 30,000 行の定義コードを必要とすることになる。アプリケーションは、このコードの氾濫で作成してメンテするのが困難だ。標準は、製造業にとって重要な戦略で、複数企業間でコストを分割して安くあげることが出来る。

STEP 標準は、異なる製造用のアプリケーションでプロダクトデータを共有可能なよう、デザインされて来た。STEP の技術者は、製造業のアプリケーションのために (情報モデルという) 正規化されたオブジェクトモデルを造ってきた。これらは、オブジェクト指向のデータ記述言語 EXPRESS[ISO94b,Sch94]で記述されている。モデルは、RDB が正規化されている理由と同じ理由で正規化されている。データをもっと明瞭に、複数のアプリケーションが共有しやすいように。STEP でオブジェクトモデルの正規化は必要であるが、コストは高い。製造データは多くのアプリケーションで共有しなければならないので、正規化が必要だ。しかし、正規化は往々にしてモデルを扱うのに困難にするから、コストが高つく。(図 2 a をみよ) 最前述べたように、製造用のアプリケーションのコードライン数は、即、コストに跳ね返ってくる。正規化されたモデルに対してアプリケーションのステップ数を増やしていくことは、より多くのアプリケーションがデータを共有出来ることの利益によって、帳消しになるようにも見える。

実験によれば、Humvee の全地形型車両の車軸の STEP データベースを造った。それは Pro/E の車軸のデータを変換して作った。データベース中のモデルは約 500 のデータ定義を含む。車軸のファイルを含むデータベースの大きさは 2MB で、80,000 のインスタンスを含む。もし実験をスケールアップして、完全な車両のデータベースを構築するとしたら、1,000 倍の規模になるだろう。このデータベースは単に車両の機械部分のデータをカバーしているにすぎないことに注意して欲しい。もし STEP が拡大して、他の種類のデータまで含むことになったらデータ定義とインスタンス数は膨大なものになるだろう。

情報基盤は、STEP で定義された情報を扱うアプリケーションが要求される。この一つのレベ

ルは、EXPRESS で書かれた情報の CORBA/IDL への変換で達成出来る。例えば、CAD システムは、形状を表示するために STEP データベース中のデータを見つけなければならない。下記の IDL 仕様は CAD が幾何形状を表示したいオペレーションを他システムに対して提供するだろう。

```
interface CAD {
    BOOL display (in shape s);
};
```

アプリケーションが、示したような要求を出したとき、形状を表示するシステムは、形状の詳細全てを見つけなければならない。我々の車両の例では、プロダクトデータベースは、80 百万以上のインスタンスを含んでいる。これらのインスタンスは、500 以上の EXPRESS 記述で構成される。これらの定義は、形状とは無関係なフィーチャやファンクショナルティの定義を行っている。情報基盤は、表示機能に必要十分な情報の詳細を返すだけで良いのだ。例えば、AP203 の各インスタンスは、形状が使う、[ISO94c] 製品定義のプロダクトバージョンを持っている。情報基盤は、これらの表示すべき形状を探す必要がある。

Figure 1 はアプリケーションサーバで規定される情報構造を記述している。図の上半分は、アプリケーションサーバのクライアントがアクセス可能なインターフェースの規定について書いて有る。下半分はクライアントの要求に対して、STEP と CORBA の組み合わせでどの様にアプリケーションサーバが応答するかを述べている。

上半分は、2 つに EXPRESS モデルを示す。最初の EXPRESS モデルは STEP で規定される AIM モデルである。このモデルは、STEP のフルデータベースである。2 番目はやはり STEP で規定される、ARM モデルであるが、これは情報意図だけを記述している。このモデルは、アプリケーションが扱える AIM 中のオブジェクトを記述する。クライアントが (CORBA 経由で) これらのオブジェクトのオペレーションの要求を出したら、アプリケーションサーバは、この要求を受け取って、AIM で記述されたオブジェクトの詳細を読みとって、処理する。これらの詳細はデータベースサーバからアプリケーションサーバに供給される。図 1 に供給が、左側の大きな矢印に示される。クライアントからの CORBA による要求は図 1 の右半分の大きな矢印で示す。

例えば、クライアントがあるオブジェクトに対して処理要求を出したとしよう。このオブジェクトは、WWW ページや、RDB に対する問い合わせ処理等の結果で所在が分かるものだったりする。クライアントは、オブジェクトに対する処理要求を IDL で規定して要求する。このオブジェクトに対するアプリケーションサーバが CORBA によって起動される。サーバに入ったオブジェクトは、AIM データへのポインタを持っている。サーバ内のアダプタは、このポインタ

の置かれた詳細データの配信要求をデータベースサーバに出して、STEP I/O ライブラリによって詳細データが抽出されて、最終的に CAD システムによって処理される。

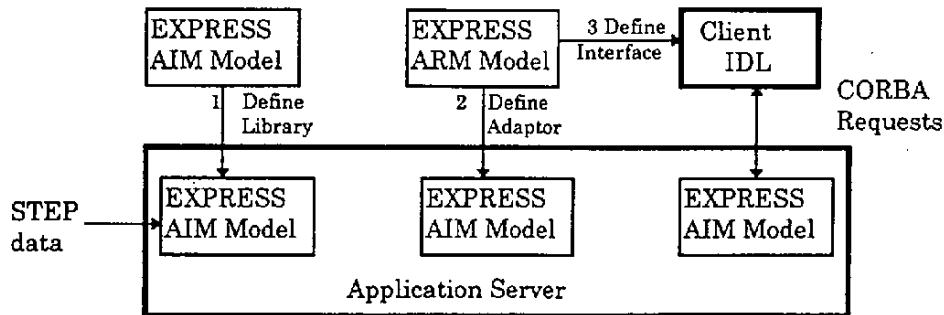


Figure 1 : Defining an Application Server for the Infrastructure

EXPRESS コンパイラは、3つの機能をアプリケーションサーバ（この場合、CAD/CAM システムや PDM や BoM エディタ等）に自動化する。最初に、AIM モデルからコードを生成する。このコードは、アプリケーションサーバが、データベースサーバから配信されたデータを読んでトラバースするために使う I/O ライブラリを規定する為に使われる。第2に、EXPRESS コンパイラは、ARM モデルからアプリケーションサーバ用のオブジェクトアダプタを規定するコードを生成する。このアダプタは、アプリケーションサーバが ARM モデルの関連した範囲のオブジェクトの要求を受けるのに利用される。3番目に、クライアントがサーバに処理を要求できるような、IDL を ARM モデルから生成する。この IDL モデルは、図1の上半分に示される。（形状の様な）構造を規定する IDL のごく一部がコンパイラによって生成される。構造に適用されるメソッドはプログラマやデータベース管理者によって IDL に付け足される。IDL に付け足されたメソッドはどれでもアプリケーションサーバがメソッドを処理するコードを提供する。例えば、CAD システムを含むサーバは形状を表示することが出来る。

アプリケーションサーバに対しての IDL インタフェースを規定する ARM モデルは、どの様な EXPRESS モデルでも良い。我々が用いたモデルは STEP で規定されたものの一つである。それは、多くの数のアプリケーションがこのモデルで規定されたオブジェクトを処理出来るからである。しかしながら、AIM モデルと ARM モデル間の関連を提供するモデルは、データベース管理者によって提供されるであろう。例えば、あるアプリケーションは形状データを集めてアセンブリにするようなデータベースのビューであるだろうし、（これは我々が使うビューである）他のアプリケーションは、鑄造に必要な部分を認識するようなビューであるかも知れない。

AIM と ARM モデル間の関連は EXPRESS-V[Wen95]という言語を用いてデータベース管理者によって定義される。この言語は異なった EXPRESS モデル間のインスタンス間を写像する。図 2 は EXPRESS-V の処理の断片である。図 2a は、Shape Object を生成するような EXPRESS-V、図 2b は、Shape Object を規定する EXPRESS 記述、図 2c は同じ Shape Object の EXPRESS 記述から EXPRESS コンパイラで生成された IDL 記述である。

図 2a の EXPRESS-V が、shape_definition_representation が AIM データベース内に見つけた時に、どの様に Shape Object インスタンスを生成するかと言うのを示している。インスタンスは、図 2b で示されるような属性を含む。正確な内容は、EXPRESS-V コード (断片だけが示されている) に記述された条件による。内容は 3 つのデータタイプに分割される。各々のタイプは、EXPRESS-V による AIM から ARM へのデータから生成される。

- ・ AIM へのポインタ集合。AIM へのポインタは ARM オブジェクトが示すデータ存在場所を示す。これらのポインタは処理する時に、AIM データをトラバースするのに便利である。なぜなら、このポインタは、全ての「内容物」の存在場所を直接さすからである。

- ・ STRING 属性の集合。これらの属性は「ユーザプロパティ」を記述し、それは、WWW ブラウザや RDB 用に ARM オブジェクト位置を見やすくするような、インデックスやカタログに挿入される。

- ・ 関連を示すポインタの集合。これらのポインタは、ある ARM オブジェクトに関連した、他の ARM オブジェクトの AIM 内での関連を示す。例えば、形状が Product のバージョンを規定するのに使われていれば、この Product は、shape_in を指す。これらの関連は、データベースがトラバースされるとき、有用である。

```

View shape
FROM (shape_definition_representation AS aim_s)
WHEN TRUE;
  off_shape := aim_s;

  WHEN (PRODUCT_DEFINITION IN
        TYPEOF (aim_s.definition.definition));
  BEGIN
    with_product_definition := aim_s.definition;
  END;
  user_name := off_shape.definition.name;
  ---Expressions to calculate properties and relationships not shown
END_VIEW;

```

Figure 2a. Partial EXPRESS-V mapping for an ARM Object.

図中の基盤は、Humvee の車軸を用いてテストされて来た。実験では、STEP データベースは、Pro/E の車軸データを変換することによって作り上げた。オリジナルのデータは、92,000 の STEP AIM エンティティインスタンスを持つ。これらのインスタンスは、EXPRESS-V によ

て 84 の ARM オブジェクトにまとめられる。2つのアプリケーションサーバが実装された。一つは STEP 形状データを表示, もう一つは, 形状データとアセンブリデータを表示する。最初のサーバは, AutoCAD を持ち, もう一方は, Pro/E である。WWW のページがインターネット上の WS から ARM オブジェクトを要求するために作成された。デモは, 異なるユーザが異なるアプリケーションを用いて, 同じ作業でオブジェクト (表示) というサービスを得ることが出来る, ということを示す。

```

ENTITY shape
  off_shape : shape_definition_representation; -- pointers to AIM
  with_product_definition : property_definition;

  user_name : STRING; -- user level properties
  key : STRING;

  describes : LIST OF assembly; -- relationships to other ARM objects
  shape_in : LIST OF part;

END_ENTITY;

```

Figure 2b. Partial EXPRESS Definition for an ARM Object.

```

interface shape {
  attribute shape_definition_representation off_shape;
  attribute property_definition with_product_definition;

  attribute string user_name;
  attribute string key;

  attribute sequence<assembly> describes;
  attribute sequence<part> shape_in;
}

```

Figure 2c. Partial IDL Definition for an ARM Object.

3. EXPRESS-V の基本的な原理

データベース用語では, ビューは, データベースの「遠近画」である。ビューは, ユーザや特定のアプリケーションに合わせて, 一つの物理的なデータベースに対し, 数多く存在するであろう。ビューは, データベース中で, ビューを作り出したユーザやアプリケーションにとって用事のないものは省略される。それは, データベース中でその構造とかタイプで要不要の認識をする。ビューを作り出すことの目標は, データベース利用にあたり, 使う人やアプリケーションが簡単にデータを使えるようにすることにある。

多くの場合, データベースのビューは, 問い合わせ処理によって参照されたときに初めてデータベースから派生し, ビュー内のデータは物理的には格納されている訳ではないので, ある意味では仮想的である。これは, ビューが直近のデータであることを意味する。とは言いながら,

時には、ビューを物理的にデータベースに格納してしまうことが便利な事もある。例えば、分散型データベースでパフォーマンスの向上のためにリモートのノードにコピーを置くことは意味がある。このようなビューは実体化したビューと呼ばれる。

実体化されたビューの概念は、STEP 標準にとって有用な概念である。前章で述べた様に、STEP プロダクトモデルは、完全に曖昧さの無いプロダクトモデルの記述なので、使う側や特定のアプリケーションからは、必要以上に複雑である。もし、STEP プロダクトモデルの実体化ビューが簡便に生成出来れば、それは不要な複雑さを排除出来、他のモデルの部分はまた、それが必要とされるアプリケーションで利用可能な形式にも出来る訳で、プロダクトモデルの利用が簡便にもなるし、効率的にもなる。

これが EXPRESS-V の目指す所である。STEP の情報モデルは EXPRESS で記述されているので、EXPRESS-V は EXPRESS の拡張である。EXPRESS-V の実装は、2つの部分を含まなければならない。EXPRESS-V コンパイラの最初の部分は、実体化ビューの記述と必要コード生成のための、文法と意味チェックを行う。2番目の部分は、ビューの実体化のためのランタイムシステムと、ビューに対する変更の、ビューが作成された大元の EXPRESS プロダクトモデルの実体への伝搬である。

EXPRESS-V を用いた実体化ビューの仕様は、3つのスキーマの記述が必要で、そのうち2つは普通の EXPRESS スキーマである。最初の一つ目は、ベーススキーマと呼ばれ、ビューが導出されるオリジナルのプロダクトモデルを記述する。2つめは、実体化ビューのプロダクトモデルのスキーマを規定する。つまり、ビュー内でのエンティティタイプと各々のエンティティタイプの属性。この2つは普通の EXPRESS スキーマとして定義される。

3番めのスキーマがマッピングスキーマで、EXPRESS-V の拡張により、機能強化された部分である。マッピングスキーマは、元のスキーマ内のエンティティとビューのスキーマのエンティティ間で双方向のマッピングを規定する。各々のマッピングは下記の情報を規定する。

- ・ビュースキーマ内のエンティティが生成された元のスキーマ内のエンティティのグループ
- ・このエンティティタイプのグループに対して規定された属性。それは、生成されるビューのエンティティの新しいインスタンスに対して正しい状態を与えるようなもの。
- ・ビューのインスタンスが一旦生成された時、その属性値がいかに導出されるかという規定
- ・ビューのインスタンスに対する操作が元のデータベースのインスタンスに如何に反映されるかというスペック

EXPRESS-V 仕様は、ベースとなるスキーマのエンティティタイプのグループとビュースキーマ

マのエンティティタイプ間のマッピングを定義するものである。ビューモデルの元となるモデル（つまりベーススキーマの具現）からの実体化（つまり、ビュースキーマの具現）のためには、各々のマッピング仕様は元となるモデルの適切なエンティティの実体に適用されなければならない。これは、マッピングに関係している元のインスタンス（実体）の全ての組み合わせに対してマッピング適用が必要ということである。

例えば図3の上のマッピングは、元となるスキーマとビュースキーマ内の3つのエンティティのマッピングを定義している。このマッピングを実体化するには、元スキーマ内の一番目のタイプのエンティティは、2番目、3番目のエンティティの全ての組み合わせを考えないといけない。各々のエンティティの組み合わせによって、生成されるビューインスタンスにマッピングされる属性が決定されてくる。属性が「真」なら新しいビューインスタンスが生成される。

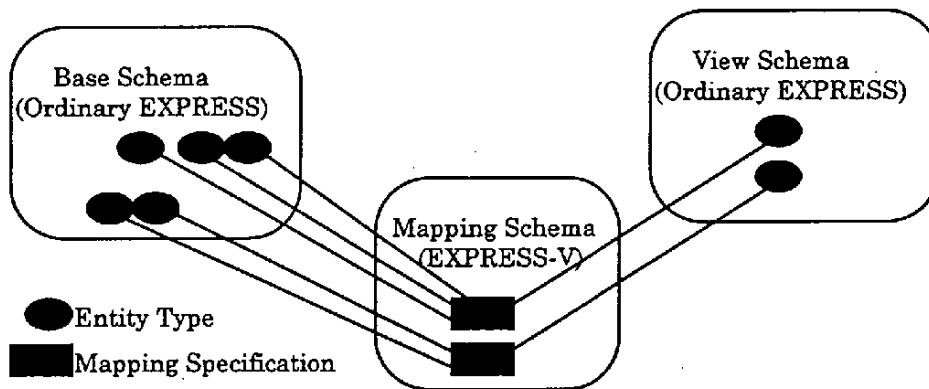


Figure 3. Operation of EXPRESS-V

一旦ビューモデル内に新たなインスタンス（実体）が生成されると、属性値を導出してやる必要がある。多くの場合、値は元のインスタンスの属性値から直接導出できる。このような場合には、各々の属性を規定する、派生の算出の単純なステートメントが全てである。しかしながら、その他の場合には、属性の算出はすんなりとは行かない。例えば、何か関連する2つのビューインスタンス（実体）があって、この関係が片方または両方のビューインスタンスが、他の方を指すというようは関係でモデル化されているとしよう。もし、最初のビューインスタンスが生成されたとき、2番目はまだビューモデル内に存在しないかも知れない。もし、最初のビューインスタンス（実体）が2番目を指すとするならば、2番目を指すべき、最初のビューインスタンスの属性は、一時的に初期状態であり続けなければならない。その値は、以降に2つめのビューインスタンスが生成されたとき、初期化されなければならない。

これは、初期のころのこのパスでは属性が算出されないようなインスタンスの生成に対して付加的な経路を設けて置くようなことを考えてやる必要がある、ということである。ビューインスタンス間の与えられたようなややこしい関係では、いくつかの属性導出経路があるだろう。

複数の導出経路がある場合の決定や、何本必要か、などは、オブティマイザ（最適化モジュール）が出来ることでもあろう。しかしながら、EXPRESS-V 文法は、ビューの設計者にどの属性があとで導出に必要なかを特定させ、そのような属性に対してどの経路をとるかを特定可能にするような構造を含んでいる。

ビューモデルは、アプリケーションで用いられると、アプリケーションはビューモデルのエンティティを変えるようだ。よって、この変更を元のモデルのオリジナルのエンティティに対して波及させてやる必要がある。EXPRESS-V の文法は、これをどうやるかを規定出来る構造を含む。文法は3つのケースに対応する必要がある。

- ・ビューインスタンスの属性値に対する変更
- ・新たなビューインスタンスの生成
- ・ビューインスタンスの削除

最初のケースでは、マッピングが、派生してきた元のインスタンスの属性値が変更されるべきかを規定する必要がある。これは、元のインスタンスに対して新値を規定する指示ステートメントの順列で行うことが出来る。2番目のケースではマッピングは、生成に元のインスタンスのどれが必要であったか、属性の導出に、どの元の値が必要であったかを規定しなければならない。3つめのケースでは、元のインスタンスでどれが削除されないといけなさをマッピングが規定しなければならない。

ビューの更新を元のデータベースへ反映することは、いつもいつも必ずしも簡単なことではない。例えば、RDBのビュー更新の問題は、長い間、問題として知られてきている。結論として、EXPRESS-V は、元のインスタンスへの変更反映の規定に制限がある。にも拘わらず、EXPRESS-V の文法は、幅広いアプリケーションをサポートするのに十分な機能である。

その他の問題として考慮しないといけないのは、いつ、ビューに対しての変更を元データベースに反映させるか、という事である。

- ・変更は決して元のモデルに反映されない
- ・変更は即座に反映されるべき
- ・ユーザによって指定されたあるポイントで反映する

この最後の選択が最も柔軟で、EXPRESS-V もこの方法をとっている。

最後に、ビューの変更が元のモデルに反映された時、ビューモデルを元データモデルと一貫したものとするために、付加的な更新がビューモデルに対して必要である。これは、差分的にでも、元モデルが更新された時にビューを再構築する方法でもどちらでも可能である。EXPRESS-V では後者の方法をとった。つまり、ビューの更新が元モデルに反映されると、ビ

ユーは元モデルから再導出される。

4. 結言にあたって

我々が実装した、EXPRESS-Vは <http://www.rdr.cpi.edu> で利用できる。このマッピングについては、AP203 の概念より得たもの以上に、また NIIP で実装されたアプリケーション側からの要請によって、洗練を続けていく。

我々がこのプロジェクトから得た知見は以下の4点。

- ・「ビュー」は STEP で有用である。NIIP プロジェクトで、我々は STEP ファイルを読んで内容を調べ、ARM オブジェクトを探し出すような「プロセス」を作った。一例として、80,000 の AIM インスタンスを持つ車軸のアセンブリデータ。EXPRESS-V はこの中から 84 の ARM オブジェクトを探し出した。このオブジェクトは、エンジニアが形状やパートやパートバージョンとして認識出来るようなコンセプトとなっている。

- ・宣言型言語は、AP203 AIM から ARM マッピングを記述するのに使える。一般的に、宣言型は、手続き型より使うのに楽だ。

- ・STEP データの更新はリレーショナルデータより複雑である。データ更新は、「ビュー」の曖昧さの理由により RDB にとっては別の問題となる。[Kel86] STEP データベース更新は、STEP は幾何データが複雑なので、もっと難しい。[Har94] RDB では、システムは、ビューが生成された宣言の逆を辿って計算する。我々が研究している解決策は、ビューの下にあるデータがどの様に更新されるか、と言うことをユーザが宣言してやる必要がある。

- ・最適化は重要である。リレーショナルのビューでは、最適化の重要性は明示的に示されたものであった。しかしながら、適用される最適化の種類は異なった種類のものである。

今まで我々は、EXPRESS-V の「ビュー」を最適化するのに3点のポイントを発見した。まず、第一に最初の EXPRESS-V の問い合わせ処理はビューのエンティティの属性を決定する順序を分析し、決定する必要がある。ある属性は AIM 中のエンティティのみに依存する。これらは最初に導出される。或るものの属性はビュー中の値に依存したりする。一例として、NIIP 内のオブジェクト（以降データと訳す）は、他の NIIP データに対するポインタを持っていたりする。このようなポインタは、NIIP データが本当に存在するまで導出が出来ない。そこで、そのような時には2番目のパスで算出しなければならない。例えば、NIIP のデータは（自分内の）他の各々のデータ（オブジェクト）の属性を記述する主値を持っていたりする。そのあるものは、他の NIIP のデータ内の属性値を含んでいたりする。例えば、パートバージョンのキーはパート名に含まれていたりする。値が、2番目のパスから導出されたポインタから、導かれることもある。そういう時には、3番目のパスで属性値が導出される必要がある。

NIIP のデータは、4番目のパスで属性を決定する必要があったことはまだない。しかし、ど

れだけのパスが属性決定に必要であるかの上限は分からない。二つめのパスに対する要求があった時には、このパスで計算するような新しいオペレータを含むよう、言語を拡張した。しかし、3番目のパスがいることが分かった時には、このアプローチは間違いであることが分かった。それで、我々は、EXPRESS-Vのプリプロセッサの最適化処理を開発中である。それは、属性値を記述する表現を、最初のパス、2番目のパス、・・・と分割して行くものである。そのプリプロセッサの出力は、手書きで作ったプログラムコードによく似ている。この新しい処理は、どのパスでも属性を決定出来ない循環型を検出出来る。

最適化処理の2番目の利点は、EXPRESS-Vがインタプリタのようにコンパイル出来ることである。あるEXPRESS構造は、コンパイル時に処理タイプの結果が明示されなく、分からないので、コンパイラにとって難物である。そこでEXPRESS-Vをインタプリタとして用いることにした。しかしながら、多くのEXPRESS-Vマッピングはシンプルである。これらはコンパイル出来る。コンパイラとインタプリタのハイブリッドで、難しいものはインタプリタ側が処理し、残りはコンパイラされたものが処理する。この方策は、また次のような利点がある。即ち、コンパイラ側が最初のビューを生成、インタプリタ側が以降の更新を受け持つ。

3つ目の最適化は、ビューの更新の速度を向上させる。EXPRESS-Vは実体化ビューを生成する。これはビューが算出されて格納され、大元のデータベースがビューの更新として、更新されることである。以下の手続きがビューの中の値が更新される時に、実行される。

- ・ビューマッピングの中のUPDATE宣言が、大元のデータベース更新に使用される。
- ・新しい、大元のデータベースの値は、ビューのデータベースを更新する時に用いられる。

ビュー全体の再計算は、非効率である。その代わり、依存マトリックスが、データベース更新にあたって、ビューのエンティティに影響があるかを見る為に導出されなければならないだろう。理想的には、この依存マトリックスは、新しいビューを導出するに必要な最小限の表記を特定するものであって欲しい。NIIPのデータベースでは、AIMデータベースの変更は、ARMビューに何ら影響を及ぼさない。多数の人々は、ARMのビューの限られたエンティティに対して変更する用事がある。これらのエンティティを特定することは、各々のビューの定義の静的・動的解析どちらも必要である。静的解析は、各エンティティが全域に及ぼす影響を特定するために、動的解析は個々のエンティティがビューに及ぼす影響を見るために、必要である。分析は、値の変更が、新たなエンティティに対してビューに影響を及ぼす様な事を引き起こす状態になると、複雑になってくる。例えば、変更が、判定値に対して前回「偽」だったものが「正」になるような変化をもたらす場合。このような問題に対して、我々はもっと深く研究していくつもりである。

References

- [Elm94] R. Elmasri and S. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, 2nd edition, Benjamins/Cummings Publishing Company, Redwood City, CA., 1994.
- [Kel86] A.Keller, "The role of semantics in translating view updates", *IEEE Computer*, Vol.19, No.1, January 1986.
- [Har94] M. Hardwick, D. Spooner, M.Kilty and Z.Jiang, "Mapping EXPRESS AIM's To ARM's Using Database Views: A Comparison of Three Approaches", *Proceeding of the Express Users Group*, 1994.
- [Har95] M. Hardwick, B. Downie, M. Kutcher and D. Spooner, "Concurrent Engineering with Delta Files" *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.15, No.5, January 1995, pp 62-68.
- [ISO94a] *Industrial Automation Systems -- Product Data Representation and Exchange -- Part 1, Overview and Fundamental Principles*, ISO 10303-1, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1994.
- [ISO94b] *Industrial Automation Systems -- Product Data Representation and Exchange -- Part 11, Description Methods: The EXPRESS Language Reference Manual*, ISO 10303-11, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1994.
- [ISO94c] *Industrial Automation Systems -- Product Data Representation and Exchange -- Part 203, Application Protocol: Configuration Controlled Design*, ISO 10303-203, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1994.
- [Mor93] K.C. Morris, M. Mitchell, C. Dabrowski and E. Fong, "Database Management Systems in Engineering", in the *Encyclopedia of Software Engineering*, John Wiley and Sons, 1994, pp 282-308.
- [NIP94] National Industrial Information Infrastructure Protocols, "Concepts and Guidelines for the Reference Architecture", <http://www.niip.org>
- [OMG93] *The Common Object Request Broker: Architecture and Specification (CORBA) Revision 1.2*, OMG TC Document 93.12.43, Object Management Group, Framingham, MA, December 1993. (Available by anonymous ftp from <ftp.omg.org>.)
- [Sch94] D. A. Schenck and P. R. Wilson, *Information Modeling the EXPRESS Way*, Oxford University Press, Oxford, England, 1994.
- [Wen95] J. Wen, "The EXPRESS-V Language," Technical Report, Laboratory for Industrial Information Infrastructure, (<http://www.rdrp.rpi.edu>), Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, 1995.

<参考：マッピング言語の調査>

以下に、参考資料として、'95 EUG(EXPRESS User's Group)の論文に掲載された、マッピング用言語についての論文の抜粋を掲げる。

マッピング言語の調査

この部分では我々は調査した全てのマッピング方法をマッピング仕様記述例と共に概略説明することにする。最初、我々は4つの命令法的言語を紹介するが、これらの言語は EXPRESS 志向型である。その後では非命令法的仕様記述形式を用いている2つの EXPRESS 関連方法を紹介し、この部分は EXPRESS 固有型でない3つの一般的仕様記述表で閉じることにする。

EXPRESS-M 言語

EXPRESS-M は STEP 規格 [Bailey, 1995年] における AP の相互操作性の問題を解決するために最初は PhD の一部として開発された。この言語は STEP で使用するために必要とされたため、EXPRESS に極めて類似するように開発された。これは EXPRESS の全ての標準型式及び機能を使用し、且つ SDAI と一緒に使用できるようにするためであった。EXPRESS-M は一つのコンパイラによりサポートされている。このコンパイラは C コードを作る。C コードは ISO-10303-22 に適切に適合している如何なる最近の連結 SDAI と組み合わせても機能する。

EXPRESS-M マッピングは一方向的であり、一回に全てのモデルをマップする（モデルの部分的更新なし）。2つの図式におけるそれぞれのユニークな種類の組合せのために定義された一個のマップがあり、一つの物体の値に基づいたマッピング間の区別がマップの仕様においてなされなければならない（下記の例に示した通り）。EXPRESS の機能及び外部機能を用いて全範囲の式を表わすことができる。EXPRESS-M は、EXPRESS の繰り返し構造を用いて、及び局所的及び全体的変数をマッピング用に指定させて、命令法的プログラム作成形式を使用している。EXPRESS-M は EXPRESS 定義された型式間のマッピングの仕様記述を許し、且つ単純型式と複雑型式の間の値を変形するために明示的計算を利用している（下の図に示した通りである）。EXPRESS-M は最近数年間にかなり発展し、他のマッピング言語から優れたアイデアの内の多くを機上に取り上げた。

```
MAP ONEOF(support_connector, element_connector) <- component_relationship;
IF quality = support_connection THEN
  MAP support_connector <- component_relationship;
  identified_by := {INTEGER}id;
  related := {structural_element}related;
  relating := {structural_element}relating;
  type_of := un_known;
END MAP;
ELSE
  MAP element_connector <- component_relationship;
  identified_by := {INTEGER}id;
  related := {structural_element}related;
  relating := {structural_element}relating;
  type_of := un_known;
END MAP;
END IF;
END MAP;
```

EXPRESS-V 言語

レンセラー工学研究所の設計・製造研究所では、関係データベース [Hardwick, 1994年] に比較し得る図を受け入れるために EXPRESS に対する追加として EXPRESS-V 言語を定義する作業が行われた。EXPRESS-V の実行は Step Tools 社の製品である ST-Developer に基づいている。EXPRESS-V は統合データベースから「ビュー」を開くことを許す。言語は下記のための方法を提供している：

1. 応用により実際に必要とされるエンティティを統合データベースから選択する方法及び
2. 統合データベースにおけるエンティティの簡素化 (例えば、応用条件モデル (ARM) への応用解釈モデル (AIM) [Hardwick 及びその他, 1994年])

EXPRESS-V は読み出し専用「ビュー」及び読み書き「ビュー」間のサポートの区別を明確に行う。EXPRESS-V は選択及び変形工程を定義するビュー宣言を EXPRESS に導入する。ビュー宣言は作成節及び削除節並びに読み/書きのビューのための特別更新節を含むことができる。

例の場合、元図式は最初に中間図式にマップされ (例えば、選択はこの工程で行われる)、且つ結果は先図式にマップされる。support_connector のためのコードのみがここでは示される。

```
VIEW support_connector1
FROM (component_relationship)
WHEN (component_relationship.quality = 'support_connection');
VIEW ASSIGN
  identified_by := Real to Integer(component_relationship\
    building_component.id);
  type_of := 'un_known';
FROM (structural_element1)
WHEN (structural_element1.off = component_relationship.related);
BEGIN related := component_relationship.related; END;
FROM (structural_element1)
WHEN (structural_element1.off = component_relationship.relatng);
BEGIN relating := structural_element1; END;
END_VIEW;
```

```
VIEW support_connector
FROM (support_connector1)
WHEN TRUE;
VIEW ASSIGN
  identified_by := support_connector1\building_component.identified_by;
  type_of := support_connector1.type_of;
  related := support_connector1.related;
  relating := support_connector1.relatng;
END_VIEW;
```

EXPRESS-C 言語

EXPRIT-III プロジェクト PISA 内では、情報モデル作成言語 EXPRESS-C が定義されている [Staub 及びその他、1994 年] (ここで“C”は「構想的」を意味する)。EXPRESS-C は静的及び動的の両方の (振る舞い) 特性をモデル作成することにより EXPRESS の能力を拡大及び強化している。これは、EXPRESS V2.0 開発目標の中で示唆しているように、EXPRESS の完全なオブジェクト指向型のバージョンに向けた第一歩と看做することができる。

カールスルーエ大学においては、ECCO と呼ばれるジェネレータが開発された。これは EXPRESS 及び EXPRESS-C 仕様からコードを作成し、且つ ISO-STEP Part21、物理ファイル読み/書き機能性のレベル 2 の柔軟な実行を組み込んでいる。ECCO はグラフィック・サポート環境をも提供している。EXPRESS-C は主にマッピング表記法として目指された訳ではなく、マッピング言語としてのその用法はより最近になって率先的に進められてきた。EXPRESS-C においては、マッピングはトランザクション節中にイベントと呼ばれるものの内容として記述されている。EXPRESS-C は命令法的モデル作成言語である。これは両方向のために取引節を仕様記述することにより二方向図式を許している。

```
TRANSACTION t_map_component_relationship;
LOCAL
  socr : SET OF component_relationship;
  sosc : SET OF structural_connector := [];
END_LOCAL;
socr := POPULATION('BSSC.COMPONENT_RELATIONSHIP');
REPEAT i := 1 TO HIINDEX(socr);
  sosc := sosc + map_component_relationship(socr[i]);
END_REPEAT;
END_TRANSACTION;

FUNCTION map_component_relationship
  (cr : component_relationship) : structural_connector;
LOCAL
  sc : structural_connector;
END_LOCAL;
IF (cr.quality = support_connection) THEN
  sc := compare (support_connector(support_connection.un_known) ||
    structural_connector (map_structural_component(cr.related),
    map_structural_component(cr.relating)) || structural_component(cr.id));
ELSE
  sc := compare (element_connector(element_connection.un_known) ||
    structural_connector (map_structural_component(cr.related),
    map_structural_component(cr.relating)) || structural_component(cr.id));
END_IF;
make_instances_persistent([sc]);
RETURN(sc);
END_FUNCTION;
```

SDAI 及び C++

次のように主張できるかも知れない。即ち、ISO-STEP 規格自体により提供されている解決案はこれらの問題を解決するのに充分円熟しており、新しい形式主義又は仕様記述言語は必要でない。Part22 Standard Data Access Interface [ISO, 1993b] はこれらの問題と取り組むことを目指していたのではないのか？ SDAI はより専門化した方法が行っているようには構想的明確性を提供してないが、それでもモデル変換を支援するアプリケーションプログラム作成インタフェースを促進する。

COMBINE プロジェクト内ではパーザ・キット及びデータ交換システム [Lockley 及びその他, 1994年] が開発され、両方とも SDAI の C++ の binding を開発した。両方のツールともユーザーが EXPRESS スキーマから直接 C++ のクラスセットを生成し、C++² において豊富な製品モデルへのアクセスをプログラマに与えている。パーザ・キットは統合設計システムにおいて中心的データベースを自由に操作するオフ・ライン・ツールに対するインタフェースを構築するために使用されており、データ変換システムはオン・ライン・ツールを助成するのに使用されている。両方のシステムとも総括的、スキーマ依存型の部分を持ち、これが Part21、物理ファイルから C++ モデルへの変換及びその逆を行う。プログラマは振る舞いと機能を C++ クラスに追加し、この機能の構築、開発、維持及び再利用を行うために標準のオブジェクト指向プログラム作成技術を使用している。この例において、我々はデータ変換システム (DES) のための C++ で書かれたマッピング・コードの抜粋を示すことにする。発生した C++ クラスの構造は現実のまま使用され、機能性は各クラスに追加されなかった。重要でない例³ さえ実行するために必要なコード量の充分な印象を与えるために全ての追加されたマッピング機能性がここでは示されている。DES は商品化された入手可能なオブジェクト指向データベース「Object Store」を使用して実現され、抜粋の中で示した機能性の多くは「Object Store」がその製品と共に供給している C++ api に依存している。

注2) 両方ともいつでも late-binding が可能であるが、この場合は C early-binding を指す

```
void Example1(/* os_database *kdb, SdaiModel *mod */)
{
    SdaiString entname("bssc_material");
    SdaiEntityExtents *ext = mod->GetEntityExtents(entname);
    if (ext->Instances()->cardinality() != 0) {
        os_cursor c1(*ext->Instances());
        bssc_material_ptr bmp = (bssc_material_ptr) c1.first();
        while (bmp != NULL) {
            if (bmp->ClassifiedBy() && (bmp->ClassifiedBy()->cardinality() > 0)) {
                os_cursor c2(*bmp->ClassifiedBy());
                CEString *name = (CEString *) c2.first();
                while (name != NULL) {
                    pss_material_ptr prp = pss_material::create(kdb, mod);
                    prp->Name(new (kdb, CEString::get_os_typespec()) CEString(*name));
                    name = (CEString *) c2.next();
                }
            }
            bmp = (bssc_material_ptr) c1.next();
        }
    }
}
```

XP-RULES

XPDIはCSTBがSTEP製品モデルの仕様及びプロトタイプ実現のために開発したツール・セットである。XPDIはEXPRESSスキーマ[XIG、1994a]を開発するためにグラフィック及びテキストのユーザー・インタフェースをモデル作成者に提供している。更に、SDAIインタフェース定義のLisp late binding 実現はXP-RULES基本言語[XIG、1994b]により動的作動を可能にするために実行された。このシステムにより規則に基づく問題から得た経験はXP-RULES言語の開発をもたらした。

XP-RULESは二方向図式の定義を許し、且つマッピング法の宣言的様相による高水準の適応性を提供している。Lisp又はCコードの集積は可能である。システムはSDAIリポジトリにインタフェースできるXP-RULESの定義から実行可能な内容を発生させることができる。XP-RULES言語の表記法はできるだけEXPRESSに類似するよう維持されて来た。XP-RULESはCOMBIプロジェクトにおいてマッピングを行うためにCABが巧く使用して来た。

```
RULE BSSC_component_relationship->PSS_structural_connector :
LET BSSC_component_relationship A component_relationship IN
MODEL BSSC THEN EXECUTE
  IF ( quality OF BSSC_component_relationship
      IS EQUAL TO "support_connection"
      THEN CREATE PSS_connector A.support_connector IN MODEL PSS
      ELSE EXECUTE
        IF ( quality OF BSSC_component_relationship
            IS EQUAL TO "element_connection"
            THEN CREATE PSS_connector A.element_connector IN MODEL PSS))
AFFECT RESULT OF F_real2int (id OF BSSC_component_relationship)
TO identified_by OF OBJECT PSS_connector
EXECUTE conversion_GET ( OBJECT BSSC_related , related OF
BSSC_component_relationship )
AFFECT OBJECT BSSC_related TO related OF OBJECT PSS_connector
EXECUTE conversion_GET ( OBJECT BSSC_relating , relating OF
BSSC_component_relationship )
AFFECT OBJECT BSSC_relating TO relating OF OBJECT PSS_connector
AFFECT "un_known" TO type_of OF OBJECT PSS_connector
```

View Mapping Language (図式マッピング言語, VML)

VMLは二個の任意のスキーマ(又はスキーマのバージョン)間のマッピング仕様記述のための二方向型、高水準及び宣言的言語である。宣言的形式は開発者がクラス間の通信を着想するであろう水準の近くに配列したレベルにおけるマッピングの定義を可能にするために選択された。VMLはマッピング作業者が直接仕様の詳細の実装を行わなくてもよいような工夫をしている。この範囲においては、VMLはマッピングを記述するために使用されているオペレータ内に内在する多大な量の意味論を含む極めて単純な記述法を使用している[Amor、1994年]。

下記に示したマッピングはVMLの品質を強調している。inter_classはマッピングに供

されている二つのスキーマのそれぞれから得たクラス（単／複）の間にマッピングが発生し得ることを記述している。invariants 部分が行われるべきマッピングに満足な条件を記述している。invariants 部分はマッピング内で作成される本質の属性のための初期値を記述している。equivalents 部分は相互間でマッピングされているクラスにおける属性間の関係を記述している。

等価であることは宣言的方法で等式によるか又は関数により、あるいは前記の二つの方法で記述するのが不可能な場合、手順向きマッピングにより記述できる。VML に関連するマッピング・システムは基本的種類（例えば、実数から整数）のための自動形式変換を行い、且つ種類が本質参照である属性のためのポインタ変換を行う（参照本質のクラスのための inter_class マッピングに基づいて、例えば下記のマッピングにおいて related = related）。

```
inter_class([component_relationship], [support_connector],
  invariants( quality = 'support_connection' ),
  equivalences( id = identified_by, related = related,
    relating = relating ),
  initialisers( type_of = 'un_known' )
).
inter_class([component_relationship], [element_connector],
  invariants( quality = 'element_connection' ),
  equivalences( id = identified_by, related = related,
    relating = relating ),
  initialisers( type_of = 'un_known' )
).
```

VML に関連するマッピング・システムはここで記述されている他の諸言語より一般的アプローチをデータ・マッピングに対して取っている。即ち、次のような意味においてである：マッピング・システムは逐次的環境の中で演じるように構成されているばかりでなく、完全なモデル変換も取り扱っている。マッピング・システム複合設計ツール又はデータベースの同時連結を許し、且つ全ての連結されたツールに伝播され得るモデルに対する増分変更を受け入れている。従って、このシステムはどの変更がどの設計ツールに伝播され、且つどの変化が特定の設計ツールに対して際立っているか探索することにより統合システムにおいてモデルの全体的な一貫性を確認することができる。

VDM 仕様記述言語 (VDM-SL)

専用マッピング技術の需要は疑問視でき、次のように主張することもできるであろう：即ち、一般的に使用可能な仕様記述言語はマッピング問題に向けるのに充分であるということである。この部門においては、我々はこの問題分野で適用するための正式な仕様記述言語 VDM-SL の適性を検討することにする。VDM-SL は恐らく現時点において利用可能な最も知られていて、且つ円熟した正式な仕様記述言語の内の一つである [ISO、199

3c]。

VDMは「ウィーン開発法」を意味する：これは計算システムの正式な明記及び開発のための技術の集大成である。これは「VDM-SL」と呼ばれる一個の仕様記述言語から成る：即ち、抽象的条件の仕様とコード水準まで掘り下げた詳細設計仕様の間を人が確立するのを許すデータ及び操作を洗練するための規則である；又、一つの証明理論でもあり、その中では明記されたシステムの特性及び設計上の決定の正しさについて厳しい議論を交わすことができる。

VDM-SLを用いる時には、仕様作成者は二つの問題に直面する：a) VDM-SLは継承タイプのモデルに欠けているため、EXPRESS エンティティ定義は直接的に VDM-SL 等価に翻訳できない。b) 結果的に得られる仕様は、実行可能システムが出来る前に、良く定義された api (例えば、ISO-STEP、Part22 SDAI 定義の提供) を持つデータ変換システムに組み込まなければならない。しかしながら、これらの制約にも拘らず、マッピング例は VDM-SL において比較的容易に明記できる。これは下記の抜粋が示している通りである：

```
MapCompRela2StructCon : hssc-component-relationship →  
                        pss-structural-connector-type  
MapCompRela2StructCon (cr)  $\triangleq$   
  let sc = mk-pss-structural-connector  
          (MapStructCompTp2StructElemTp (cr.related),  
           MapStructCompTp2StructElemTp (cr.relating)) in  
  if cr.quality = SUPPORT_CONNECTION  
  then mk-pss-support-connector (sc, UN_KNOWN)  
  else mk-pss-element-connector (sc, UN_KNOWN)
```

VDM-SLは型継承の不足を補償する極めて豊かな種類のシステムを持っている。その上、VDM-SLが提供している抽出機能は極めて強力であり、従って、マッピングは簡潔のままであり得る。極めて複雑なマッピングについては、高水準含意マッピング定義の作成から始め、例えば、洗練化のための定義を用いて漸次的に抽象化レベルを下げ、強いては完全に明示的（且つ実現可能な）マッピング・アルゴリズムを創造することができる。開発工程中に仕様作成者を支援する多数の優れたツールが存在している。例えば、IFAD VDM-SL ツール・ボックスである。これはこのマッピング仕様を作成するのに使用された物である。このツールキットは結果的に得られる仕様から C++コードを発生させる可能性を提供しており、このことはデータ変換システムへの組み込みを可能にしている。デルフト工業大学においては、この方法は類似のマッピング実験に応用され、成功している。

知識交換フォーマット (KIF)

エージェント通信言語 (Agent Communication Language, ACL) は知識交換フォーマット (KIF) を中心としているが、この KIF は ARPA 知識共有イニシアチブにより開発された物であり、現在、スタフォード大学で強化されている [Khedro 及びその他、1994 年]。ACL/KIF は本来はメッセージ表に従いアプリケーション間で明確な情報を交換するために開発されたが、組み込むべきツールの多様性により、翻訳も主要調査課題であった。ACL/KIF は 2 つの翻訳問題を確認している：

1. 語彙翻訳。但し、種々のエージェントの実現に内在する抽象化の差異から生じる物 (本報告書の意味ではマッピング) 及び
2. メッセージの論理構造にエージェントが課した制限から生じる問題の結末と取り組む論理翻訳。

この言語の使用及びエージェント基準の体系のサポートはソフトウェアの組み込みがデータ・ファイルの交換又はデータベース管理システムの唯一の使用を越えるようにしようと努力している。言語は異なるエージェントがそのネイティブの着想の中で送ったメッセージ間の二方向のマッピングを取り扱う必要があるため、言語は部分的には正式なマッピング表記法と看做することができる。仕様記述はその表現性を強化するための各種の拡大を伴った第一順位の論理に基づいている。KIF は宣言的及び知識基準の表に従っている。マッピングのための KIF 公理の実現は Lisp に基づいている。KIF は製品データ技術分野内で開発されており、スキーマレベルで EXPRESS をサポートすることもなければ、例レベルで STEP 物理ファイル・フォーマットをサポートすることもない。しかしながら、ACL に埋め込まれた KIF の利点はオン・デマンド (必要な都度) のデータ交信と翻訳である。なぜならば、これはメッセージ基準だからである。従って、EXPRIT プロジェクトにおいては、VDM-SL のオブジェクト指向タイプの VDM** が定義された。大容量データではなく極めて際だったデータの塊がアプリケーション間で交換できる。

```
(<= (pss!support_connector ?ent) (bssc!component_relationship ?ent)
    (= (bssc!component_relationship.quality ?ent) support_connection))

(<= (pss!element_connector ?ent) (bssc!component_relationship ?ent)
    (= (bssc!component_relationship.quality ?ent) element_connection))

(<= (= (pss!support_connector.identified_by ?ent) ?id)
    (= (bssc!component_relationship.id ?ent) ?id)
    (= (bssc!component_relationship.quality ?ent) support_connection))

(<= (= (pss!element_connector.identified_by ?ent) ?id)
    (= (bssc!component_relationship.id ?ent) ?id)
    (= (bssc!component_relationship.quality ?ent) element_connection))

(<= (= (pss!support_connector.type_of ?ent) ?type)
    (= (bssc!component_relationship.quality ?ent) ?type)
    (= ?type support_connection))

(<= (= (pss!element_connector.type_of ?ent) ?type)
    (= (bssc!component_relationship.quality ?ent) ?type)
    (= ?type element_connection))
```

工学データベース (Engineering Data Base, EDM)

EDM-2はA/E/C分野で使用するためにUCLAで開発された斬新な言語、データベース・システム及び環境である (Eatman 及びその他、1995年)。EDM-2は伝統的データベース・システムには見られない3つの主要特徴を含んでいるが、これらの特徴は統合設計環境の開発には極めて重要である：即ち、

1. 動的モデルの仕様記述及び発展：集積環境における中心的スキーマはシステム内で利用すべき新しいアプリケーションを考慮し、且つ特定のユーザー需要のための既存のスキーマの新しい見方を組み込むために何時でも変更できる。
2. 内蔵型管理：スキーマ中に明記されているか又はモデル開発時に急ぎの際に定義されている制約を用いることにより、一つのモデルの完全性はどの段階においても確定できる。パラメータが変更された制約は何時でも再検査できるため、この方法によれば、一つのモデルの全体的一貫性は一つの設計が進行するにつれて監視できる。
3. 明示的翻訳の定義：アプリケーション間の翻訳のための高水準サポートは (二方向的に) EDM-2に組み込まれている。

マッピングの定義は EDM-2 言語において二つの構造物によりサポートされている。MAP は特別な種類の本質が一つの種類からもう一つの種類に翻訳できる工程を定義している。

4番目の例のために示した EDM-2 コードにおいては、単一の MAP 定義があり、この定義はマッピングに関係する各種類を定義し、且つマッピングを行うために使用すべき手続き (この場合、何等かの C コード、簡便さのために省略) を示している。二番目の構造物、MAPCALL はモデルにおける特定例のための MAP の使用法を記述している。

マッピング工程は MAPCALLS に適切なパラメータを与えるための何等かの制御構造を必要としている。これらの構造は選択、分解、普遍化及び組立を含んでいる。制御構造を用いて MAP を一つの工程にグループ化することは特定種類のための翻訳装置を形成することになる。

```
CREATE DE bssc_component_relation KEYNAME
DESC "BSSC component_relation class ";

CREATE DE pss_support_connector KEYNAME
DESC "PSS support_connector class ";

CREATE DE gen_part KEYNAME
ATTR(bssc: bssc_component_relation, pss: pss_support_connector)
DESC "Generalized beam class ";

CREATE MAP components
(bssc_component_relation)
RETURN (pss_support_connector)
IMPL $MAP_METHODS/ components.so
DESC "Mapping from BSSC model to PSS model";

CREATE MAPCALL component_mapping
MAP components
(bssc)
RETURN (pss)
REF gen_part
DESC "Map call with reference to generalized object.";
```

類別及び結論

本報告書において我々は広範囲のマッピング言語を紹介したが、これらの言語は二つの（セットの）図式間のマッピングを明記する能力を提供している。多くの場合において、これは言語間の唯一の類似点である。なぜならば、これら全ては幾つかの極めて異なる言語表を持つマッピングの異なる領域を目標にしているからである。

我々の調査の次の段階で計画された比較はマッピング言語のより詳しい分析を示してくれるであろうが、一方、我々は本報告書が利用可能な言語の種類、仕様記述の形式及び発揮すべき領域がどんな物なのか一つの概念を読者に与えることを希望する。多分、本報告書から引き出せる唯一の結論は次の通りである：即ち、あらゆる状況下で使用できるマッピング言語は一つもないということ、又、集積グループが置かれているマッピング環境の種類に応じて、これはこれらの言語の内のいずれが彼等の需要に対して最良の解決を提供してくれるか確定するであろうということである。しかしながら、調査された言語の類別は表 I⁵に示した通りである。主要特性の記述は下記のフォーマットに従っている：

1. 言語の主要強調点の一行紹介
2. それが依拠している図式言語
3. テキスト表記法は？
4. グラフィック表記法は？
5. 言語は手順向き、宣言的、機能的及びその他の内のいずれか？
6. 部分的マッピングの記述は可能か又は全体的マッピングのみか？
7. 単純マッピング二方向用に使用できるか又は一方向マップのみか？
8. マッピング・システムは研究用ツール、商品又は単に理論のいずれか？

上記の類別フォーマットのリストは決して完全ではない（図式バージョン移動、マッピングによる図式変更、及びその他を必要とするであろう）。マッピング言語の選択は明らかに取り組まれているプロジェクトに大いに依存する。逆に、各集積設計システム開発者の全ての需要に対応できるマッピング言語が一個もないことは明白である。次の程度までは我々は信じている：即ち、ここで調査された言語の多くは STEP が成長するに連れて来る 10 年間に亘り発展及び成長するであろうということである。この場合、各言語は集積システムの広範囲の分野の中で一つの特別な活動範囲を満たしている。

言語	開発場所	主要特徴
EXPRESS-M	CIMIO 社、Surrey、英国	AP 操作性問題と取り組む EXPRESS 中に組み込まれている テキスト表記法 グラフィック表記法なし 一部宣言的、一部手順向き 全体変換 一方向マッピング 商品化実現
EXPRESS-V	レンセラー工科大	EXPRESS スキーマにビューを加える EXPRESS に組み込まれている テキスト表記法 グラフィック表記法なし 一部宣言的、一部手順向き 全体変換 二方向マッピングが提案されている 商品に加えて研究の実現
EXPRESS-C	ESPRIT プロジェクト PISA	EXPRESS のモデル作成能力を強化する EXPRESS に組み込まれている テキスト表記法 グラフィック表記法なし 手順向き 全体変換 一方向マッピング 研究の実現
XP-RULES	CSTB、ソフィア・アンティボリス、フランス	AI 環境におけるマッピングと取り組む SDAI の Lisp late binding、EXPRESS 両立型 テキスト表記法 グラフィック表記法なし 宣言的 全体及び部分変換 一方向マッピング 研究の実現
View Mapping Language	オークランド大学、ニュージーランド	総括的マッピング言語 言語依存型 (EXPRESS と連結する) テキスト表記法 グラフィック表記法 宣言的 全体及び部分変換 二方向マッピング 研究の実現

言語	開発場所	主要特徴
EDM	設計計算センター、UCLA	動的データベース言語及び環境 EDM 図式言語に組み込まれている テキスト表記法 グラフィック表記法 宣言的 全体及び部分変換 一方向マッピング 研究の実現
KIF	DARPA 知識共用イニシアチブ、米 国	エージェントとの協力に取り組む 言語依存型 (EXPRESS との連結なし) テキスト表記法 グラフィック表記法なし 宣言的 要求次第で変換 一方向マッピング 研究の実現

表 1 : 調査された言語の類別

4. STEPと製造業のシステム化

— GPMEの経験からのシステム開発手法の問題提起 —

1. はじめに

エンドユーザを対象にしていろいろな製品を提供する製造業は、経済的・社会的にかつてない厳しい状況の中にあつて、設計・生産活動の効率化と高度化を図り、生産性と品質の向上やリードタイムの短縮を実現する努力を続けている。一方、近年の情報技術の進展は様々な業務活動にさらに高度な支援を可能にしている。

STEP技術は、広い分野にわたる製造工業のシステム統合化を支援するための情報モデルの国際基準として、その地位を確立しはじめている。本文は、組立産業の統合システム化を支援するGPME (General Product Modeling Environment) の開発プロジェクトに参画した経験から、製造業システム化の要件とSTEPの情報モデリング技術としての役割の関連について議論する。

2. 製造業システム化の要件

これまで製造業においては、部分的システムを導入することによってシステム化によるメリットを享受してきた。業務全体の効率向上のためにの本格的なシステム化は、CIM (Computer Integrated Manufacturing) を実現することであると認識されてきた。製造業におけるCIMは、設計から生産に至る業務を統合化して画期的な業務の合理化を実現、融合化するものである。これを実現するためには、対象としている製品および生産の情報モデル化され、統合化でコンピュータ上実現されなければならない。

CIMを可能にするプロダクトモデルとは、設計・生産・製品情報として十分詳しい情報レベルで、製品そのものの形状・属性だけでなく、その製造の各過程の業務・工程をも表現したものである。この実現には、各々の業務や工程における知識とデータを抽出・整理し、整合性と統一性を持つように抽象化・定式化を行い、情報の交換と共有が可能なようにそのモデルを構築する必要がある。そして、プロダクトモデルのデータとしては、製品全体やそれを構成する各部品の形状情報や加工情報だけでは十分でなく、部品それぞれが接続される相手の情報やその組立順序、更には工場設備など形のない様々な関連情報や関係情報までもが必要となる。

生産に関係する情報を付加したプロダクトモデルのほかに、生産設計および工程管理のために、生産活動そのものを直接記述する「プロセスモデル」も明確化し

なければならない。組立産業の特徴の一つは、設計コストと比べ単位製品（例えば、船、ビル、橋梁など）の生産コストが高価なことである。現在、このようなプロセスの設計および管理はほとんど人間の経験に頼っている。組立産業の効率向上のために、製品情報に基づく生産プロセスの情報のモデルおよびシステム支

援は強く要求される。

つまり、プロダクト（製品）およびプロセス（生産過程）のモデル化は製造業システム化の重要な必要条件である。

3、STEPと業務情報モデリング

製造業における業務情報のモデル化は、あるシステムにおける製品および生産プロセスに関する情報（の意味あい）の記述およびシステム間の交換のためである。記述用の情報モデルは、実装の効率を考慮しなければならない。一方、情報交換のためのモデルはいかにデータの持つ意味を正確にシステム間において伝えるかを配慮しなければならない。この意味を表すフレームワークは「オントロジ」とよばれている。（以下、「業務情報モデル」や「プロダクトモデル」は「オントロジ」のことであり、「モデリング」は「オントロジを構築する」のことである）

STEPは広い産業分野にわたって、業務情報を記述するためのオントロジを定義している。STEPはもともと情報交換のために開発されてきたが、最近、システム実装レベルでも応用されて、産業界の情報モデル標準を決める手法として注目されている。

業務情報モデリングの立場から見れば、STEPは「モデリングの方法論」、「階層的なモデル構造と幅広い産業範囲」および「静的情報モデル」という三つの特徴がある。

(1) STEPのモデリング方法論

製造業務（設計と生産含む）情報をモデル化することは極めて難しい。その原因は、膨大な部品数、複雑な部品形状と機能および挙動による製品情報の複雑さ、および製品の変更の対応そしてヒューマンインテンシブによる生産プロセスの不確実性と複雑さにあると思われる。オブジェクト技術の出現により、複雑な情報とデータ構造はより簡単な方法による記述と管理ができるようになったが、知識表現レベルでのモデリングの方法論はまだ確立されていない。

STEPは、情報モデリングのためのメタモデリング手法として方法論はしっかり整理されていると考えられる。STEPのモデリング方法によると、モデリングの作業は業務プロセスの分析からはじまる。まず、IDEF0の記述法によって、AAM（Application Activity Model）を作ってモデリングの業務範囲を決める。そして、モデリングしようとするアクティビティを注目して、機能要素（UoF：Unit of Functionality）を定義する。更に、各機能要素を表現するために必要なオブジェクトとオブジェクト間の関係を抽出して定義することによって、ARM（Application Reference Model）を構築する。最後に、ARMをSTEPがすでに提供しているベース情報モデルへのマッピングすることで、AIM（Application Interpreted Model）を構築する。

その方法論の有効性を確認するためには、さらに時間がかかるとかもしれないが、実際に業務情報の分析などのために、役に立つ方法である。このように作ったプ

ロダクトモデルは、業務範囲および支援する機能との関係ははっきりあらわされておらず、モデルの応用と拡張に重要な情報となっている。

一方、実用（あるいは実装）的な観点から見れば、このモデリング方法は二つの問題点がある。一つは、モデリングは業務プロセスから始まるが、できたモデルはどのように業務プロセスの中で応用されるかについては、モデル自身はなんの情報も持っていない。この問題の原因はSTEPはデータ交換のための静的な情報しか考えていないからと言えよう。この方法のもう一つの問題点は、ARMからSTEPリソースへのマッピングはとても難しく、高度な専門知識が要する。実際にこのステップを専門家に任せるケースが多い。

このような問題点を持っているため、ユーザが実務に使うという視点からみるとSTEPの方法論でプロダクトモデルを構築することは難しい。STEPのモデリングプロセスを支援するシステム環境開発が必要であろう。

(2) STEPのモデルの構造と業務範囲

STEPのもう一つの特徴は、階層的なモデル構造および幅広い産業範囲である。階層的なモデル構造はモデルの再利用と管理のために、効率的である。広い分野にわたって共通である情報モデルは共通リソースとして定義し、分野毎のモデルはAP (AP: Application Protocol) として構築される。STEPは階層的なモデル構造で幅広い産業範囲を対象として標準化を狙っている。現状としては、共通リソースである部分は構築されたが、産業業務に直接関係するAPの構築は、数多くの分野についてまだ完成されていない状況である。

STEPのAPのような業務の細かいところまでカバーするモデルを構築することは、産業界からの協力と技術のコミットメントが要求される。ビジネス・インセンティブとモデリング手法、方法論および実装技術などの要素が全部揃わなければならない。機械系産業界においては、このような要求は明白である。STEPの普及は進展しているが、造船も含めて、組立産業（あるいはAEC: Architecture, Engineering and Construction産業）においては、これらの要素はそれほど揃っていないので、実際に使用できるAPができていないケースが多い。このような状況の中で、業界のビジネス・インセンティブと技術を高めるために、AutoDeskはSTEPと独立にIAI (Industry Alliance for Interoperability) をAEC業界を中心に設立して推進している。

実際に実行システムのモデリングを行う場合に、今後STEPの普及を念頭に置いて、できるだけSTEPの提供している部分を利用することは戦略的であると思われる。

(3) データ交換するための静的情報モデル

STEPの3つ目の特徴は、データ交換のための「静的情報モデル」である。STEPはそもそも、システムの間で、静的なプロダクトデータを交換するためのものであり、モデルの実行効率というよりも、データ/情報伝達の意味あいの正

確さが重要ポイントとされた。STEPのオントロジにおいて、コンピュータの間で意味の正確な伝達のために、概念の定義を細かくして、意味の曖昧さをなくした。その結果、モデルの構成は膨大になった。

最近、STEPモデルを直接にシステムの実装モデルとして使用するようになった。モデルの構成の膨大さのため、実行効率を考えた場合、直接STEPモデルを利用すると効率的な問題になるかもしれないが、コンピュータの技術革新による価格性能の向上を考えれば、実行効率は将来は問題にならなくなるかもしれない。

システム実装から見た問題点は、製品および生産過程における動的な情報はSTEPモデルに入っていないことにある。STEPとしても、この問題を認識しており、対策を検討されている。

5. おわりに

以上、具体的なプロダクトモデリング支援システムを構築する立場から、STEPのモデリング技術の側面について議論した。製造業において、CALSの普及のために、業務データがシステムの間そして企業の間で流れることは不可欠である。データの意味をあらわすおよび交換するために、知識情報のオントロジの共有は必要である。STEPは国際的に共有されるプロダクトオントロジになりつつある。一方、上述した産業業務モデリングの難しさにより、STEPが全面的に完成することは、かなり時間が要すると考えられる。このような状況の中、「STEPを採用する」のストラテジとしては、「APの完成を待つ」、「STEPの参照モデルとできた部分を使用して、規格決定をまって合流する」および「APの開発に参加する」などがありえる。システム開発の観点から見れば、第2の中間的な方針の採用が合理的であると考えられる。

5. 規格に対する考え方について

(ダルムシュタット工科大、P r o S T E P)

95年9月26日に行われた、調査・普及委員会主催のセミナーにて、ダルムシュタット工科大のHans-Joerg Speck氏は以下の様に「標準」について述べている。

- ・コンセンサスを得るには時間がかかる。
- ・結論は最新の技術を反映しているとは言えない、妥協の産物である。
- ・「標準」は100%の問題解決を決して与えない。
- ・SC4の構成は企業組織とは比較可能なものではない。

また、ISO10303については以下の様に述べている。

- ・ISO10303は、Plug & Play 技術ではない。
- ・「既製品が棚にならんでいるような」流通品ではない。
- ・企業組織の抱える問題を解決するものではない。

しかし、ISO10303について、以下の様にも述べている。

- ・下記の様なデータプロセッシングを全てサポートする。
 - プロダクトデータの交換
 - プロダクトデータの保管
 - プロダクトデータの取り扱い、管理
 - プロダクトデータの流通
- ・安定性及び特定の実装技術・ベンダーの戦略等から独立をする助けを提供。
- ・世界中の情報技術の様々な分野の専門家がISO10303に対して努力している。

上記記述はダルムシュタット工科大 Dr. Anderi の考え方の影響を大きく受けていると考えられるが、STEP という標準の本質を捉えている。確かに、STEP のごく一部が標準としてリリースされるにも約10年かかり、今なお多くのAPが開発中であることは言うまでもない。また、パラメトリックの様な最新の技術は論議の途上であり、標準として盛り込まれるのはまだまだ先である。また、先に述べたようにSTEPは静的なプロダクトモデル構造の記述であり、企業活動に必要な情報をすべては表さない。それらを考慮してもなおSTEPはこれまでの標準に比較してエンジニアリングデータ分野で利益がある。

これらの記述は、欧米からの提案がISOの場に提出された時、それは既に先端の技術ではなく或る程度「こなれて」しまっている、と云うことを示す。

Dr. Anderi の考え方は、ProSTEP にはかなり影響を与えていると思われるが、3月8日にダルムシュタットを訪問して ProSTEP の規格開発・実装・企業利益の考え方等ヒアリングしたが、上記考え方は出て来なかった。今回、Dr. Anderi の規格への考え方と ProSTEP の戦略は一応分けて考えておくことにする。

5. 1 ProSTEP 訪問について

下記日程で ProSTEP ダルムシュタットを訪問

訪問日時・場所： '96年3月8日（金） 10:00～15:00 独 Darmstadt (Frankfurt)

面談者： Mr. Uwe Stelter (営業方面) Semens 出身

agenda : Overview JSTEP (including V-CALS activity)
 Overview ProSTEP
 Demonstration STEP-based PDM system (Prototype)
 Data exchange manager
 About STEP consultant
 About the toolkit purchasing etc.

ダルムシュタット訪問の目的は、主に ProSTEP ツールキット購入の商談と、購入にかこつけて、ProSTEP の規格開発・メンバー会社への宣伝・利益還元戦略についてコンサルタントを求めたものであった。

このコンサルテーションについては、ProSTEP から数ページのペーパーが届くことになっている。('96年3月25日現在、まだ届いていない)

5. 1. 1 DXM (ProSTEP Data Exchange Manager) について

上記製品の Demo を見学した。これはデータ変換を一元的に管理するためのツールであり、基本システムのリストプライスは約 8000US\$程度。

以下の機能を持つ。

- ・データ送受信 (ISDN 等を利用) 及び管理
- ・データを全て集めて変換順にする
- ・データ変換プロセッサのコントロール
- ・動作ログを取る
- ・DXM データベース管理
- ・データ変換の可否通知

図面管理システムで、遠隔地の工場等へ夜間に出図するという自動出図機能があるが、

DXM は出図の代わりにデータ変換を自動運転で行うようなものである。なお、変換したい CAD/CAD system の数だけデータ変換プロセッシングモジュールが必要ということになる。

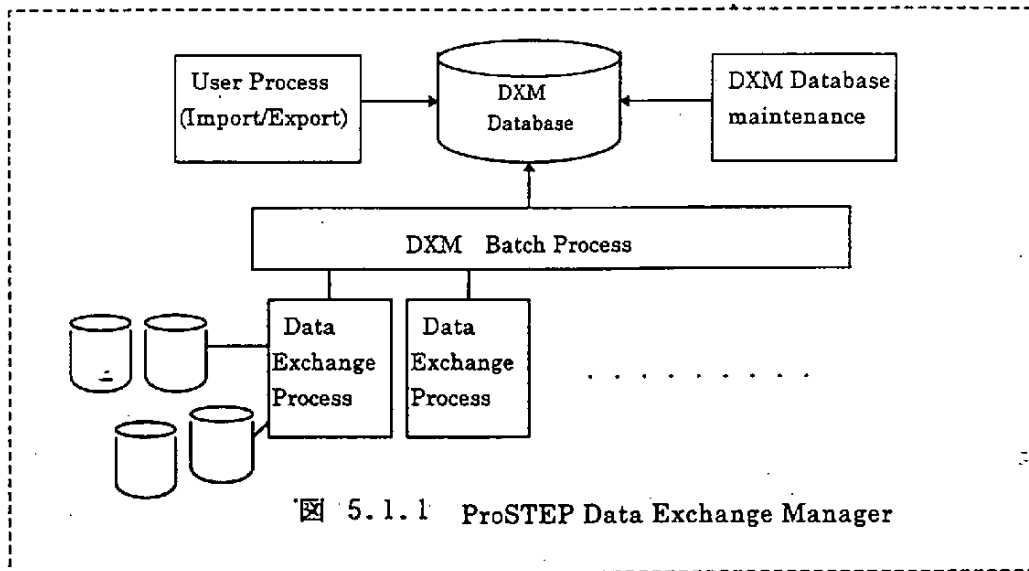


図 5.1.1 ProSTEP Data Exchange Manager

5.1.2 STEP-based PDM (Prototype)について

ProSTEP では、AP214 に基づいた PDM system のプロトタイプが開発されている。目標とする所は下記のようなシステムである。

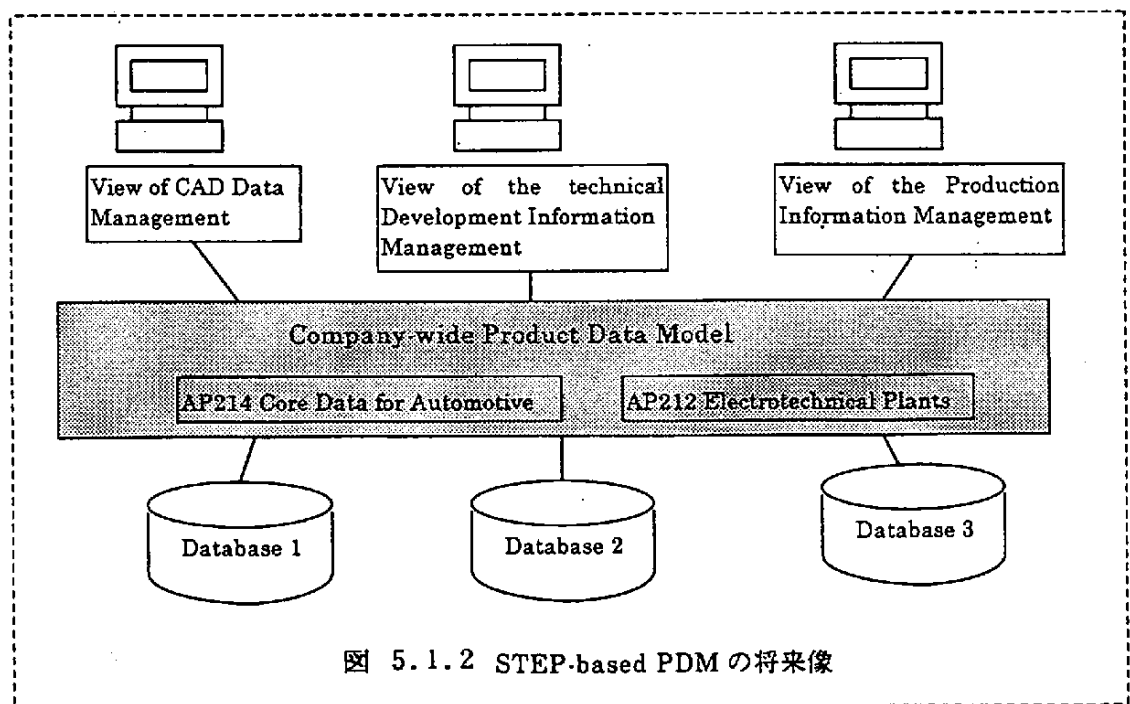


図 5.1.2 STEP-based PDM の将来像

このシステムについては、すでに'95年9月26日の、ダルムシュタット工科大 Spec 氏のセミナーにて紹介されており、スライド等はその記録の中に存在するので参照して頂きたい。ここで、着目すべきことは、AP214 と AP212 に基づく大きな企業全体にわたるプロダクトデータモデルを用意しておき、そこから各作業に要する「ビュー」を切り出そうという思想を最終ゴールとしていることである。これは、NIIP Project で行っている、AP203 の AIM からユーザ側システムの ARM へマッピングを行って必要な情報を取り出し、作業するという思想に非常に近い。

5. 1. 3 その他の情報

PSstep_Caselib への EXPRESS-M の組み込みについて

ProSTEP は英 CIMIO 社の EXPRESS-M を PSstep_Caselib とインテグレーションしようとしており、具体的なワークは既に開始されている。EXPRESS-M でマッピングルールを記述することにより、PSstep_Caselib の SDAI を駆動する C プログラムを生成する模様。

ProSTEP の日本の V-CALS に対する関心について

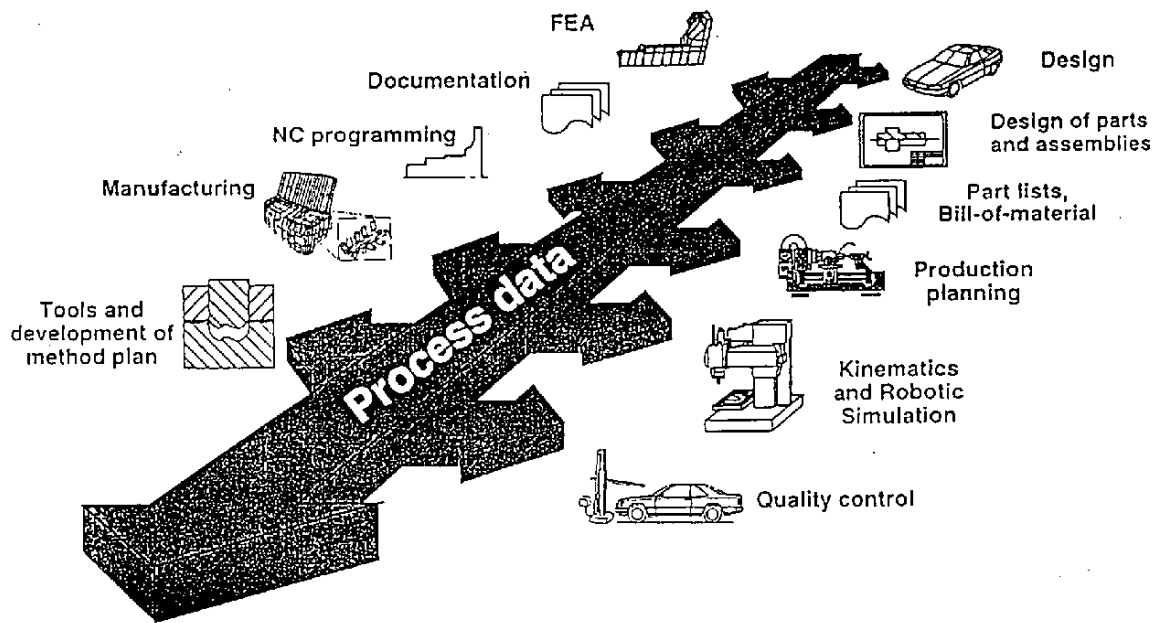
日本の V-CALS に対する ProSTEP の関心は非常に強く話題となった。訪問した側も V-CALS の情報を持ち合わせていなかったが、以下のような回答をしておいた。

- ・ V-CALS の中には STEP 関連の開発・実証は当然含まれる。
- ・ V-CALS は今 Planning 中で MITI と予算の交渉中である。
- ・ JSTEP は STEP については調整する役目を負っているので、JSTEP が STEP 関係のコンタクト窓口となる。
- ・ 実行段階では ProSTEP との協力関係は当然出てくると考える。

ProSTEP の Plant 関係の動きについて

ProSTEP は化学プラント関連の会社から個別に相談を受けて、AP212, AP221 領域での活動を始めている様子である。Esprit 等のプロジェクトではなく、あくまでもある会社の内部でのコンサルティングの模様。

Processes and Product Data of a Process Chain



ProSTEP

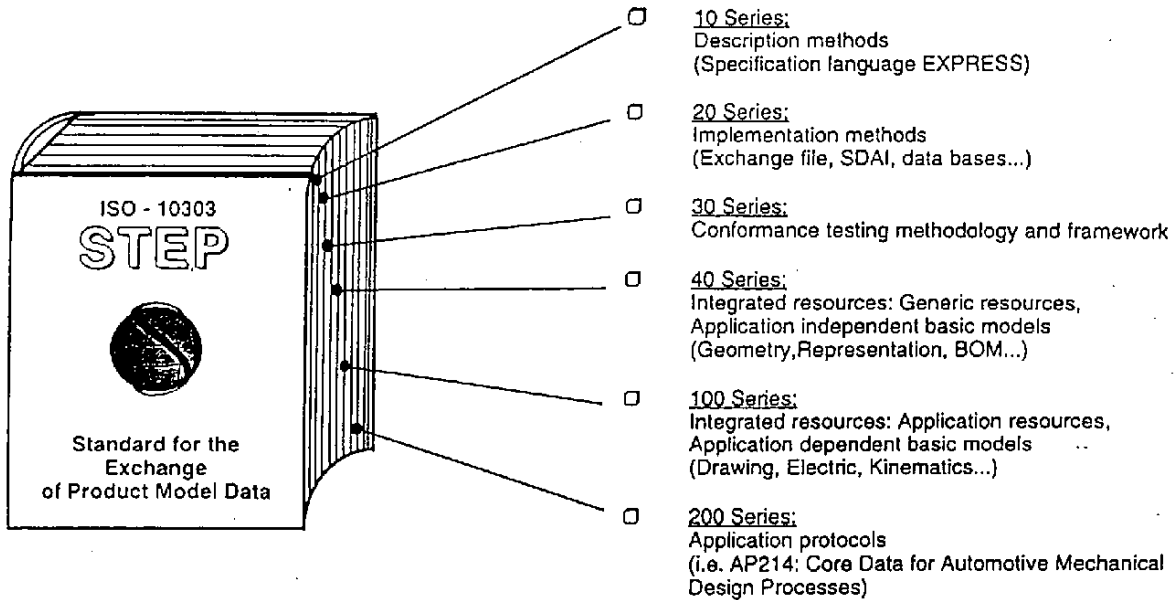
Strategic Importance of STEP

- Basis for description, management and exchange of product data of different CAD/CAM systems
- Support for the philosophy of open systems architectures
- Improved automation capabilities for development and production processes
- Possible system-neutral data archiving (long-term archiving)

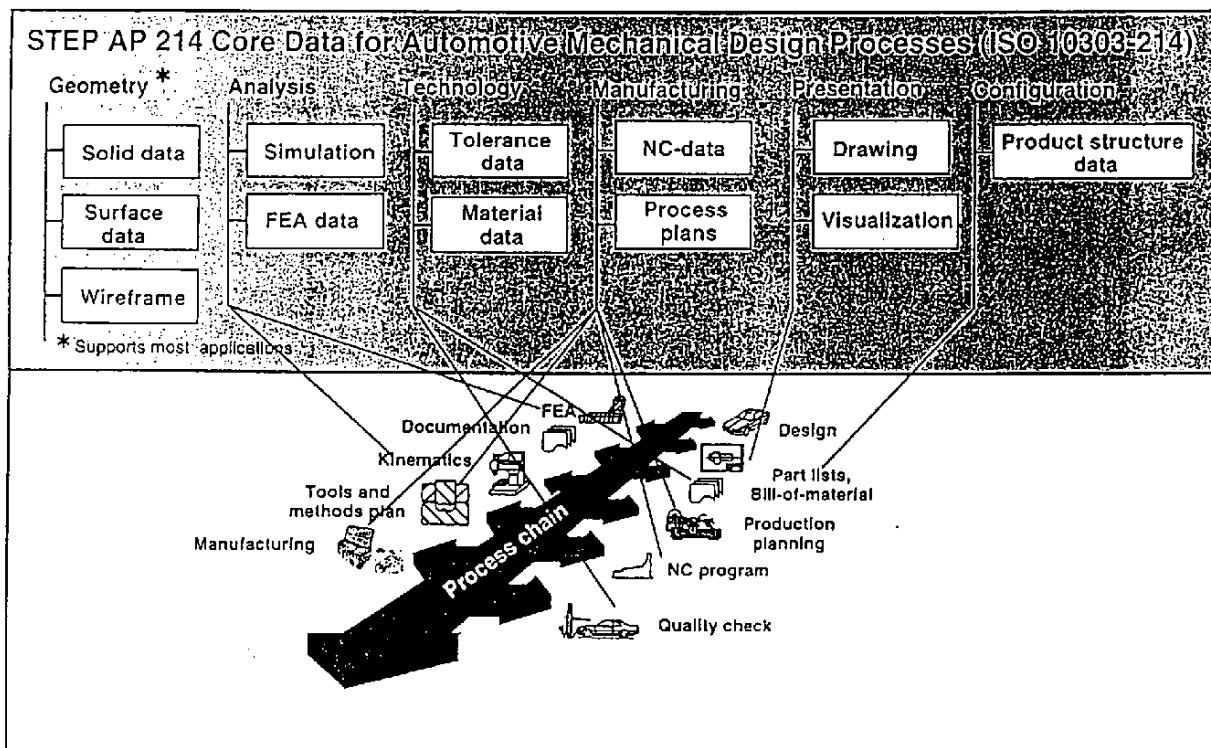


STEP - ISO 10303 Standard Series

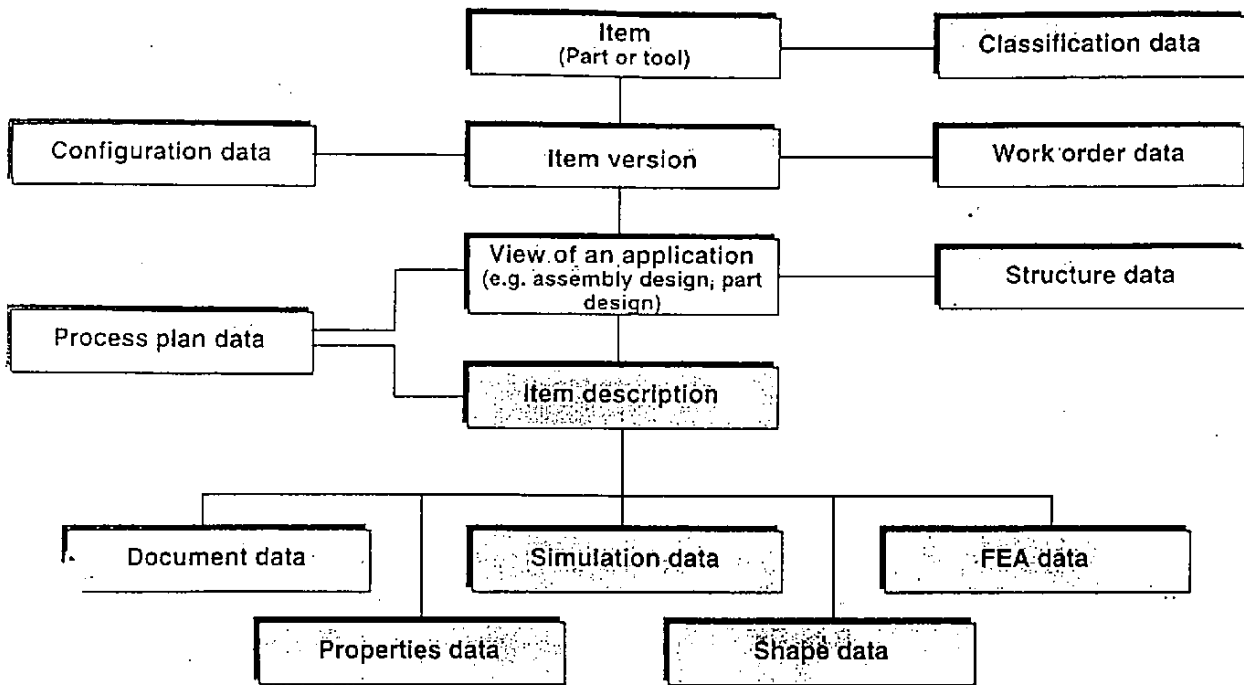
Objectives : Standard for neutral description of product data
 Development : in the ISO Technical Committee 184 SC4 with approx. 500 experts from more than 20 nations
 Development period : since 1984
 Current volume : approx. 10,000 pages specification (incl. appendices)



Scope of STEP AP 214 (ISO 10303-214)



Application Protocol AP214 Overview

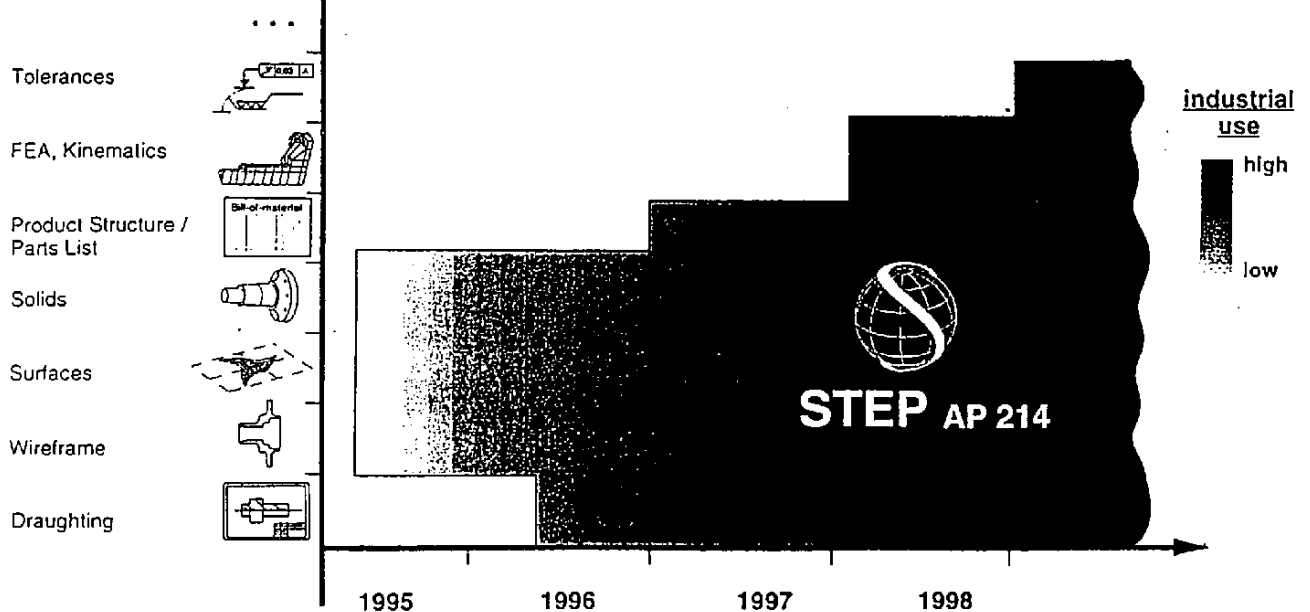


ProSTEP

Folien und Vortr./PDM/engl-sw/TP 1/ AP214 Overview

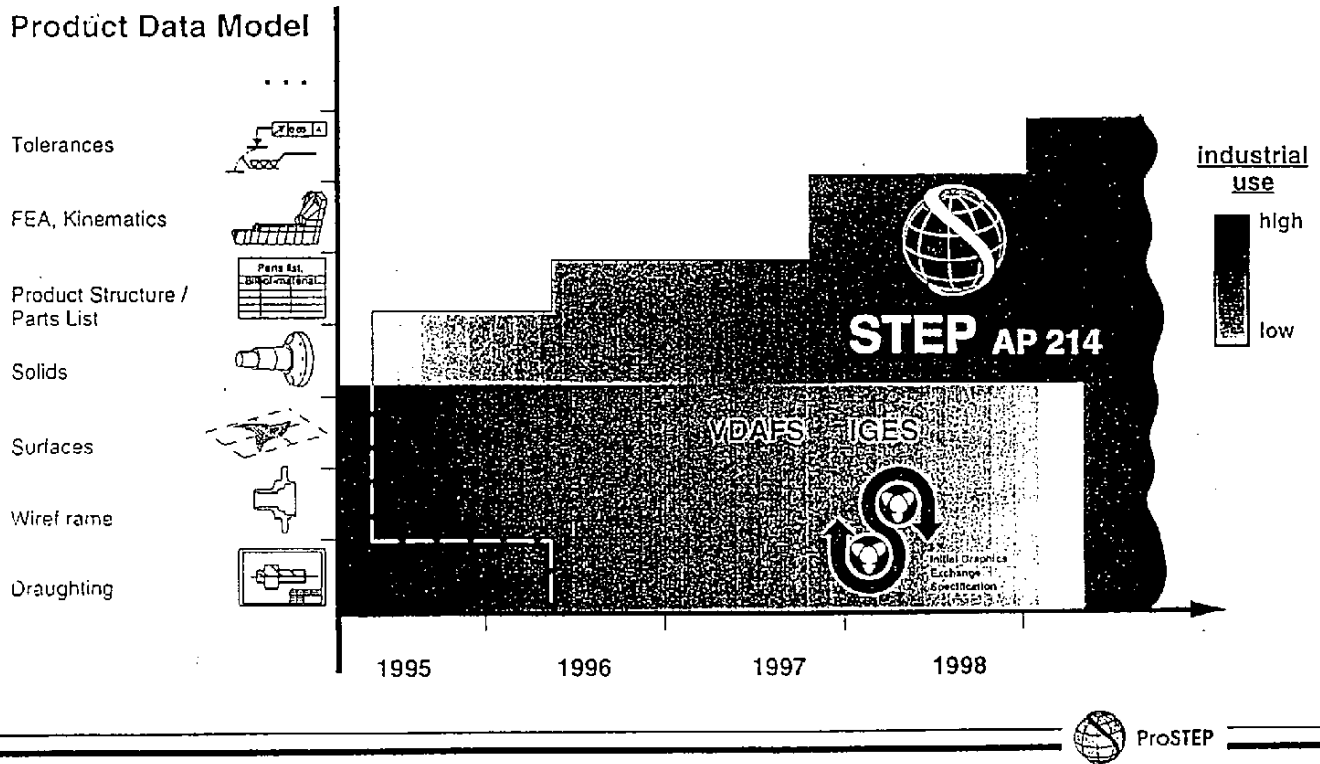
Migration to the use of STEP-AP214 for mechanical applications

Product Data Model



ProSTEP

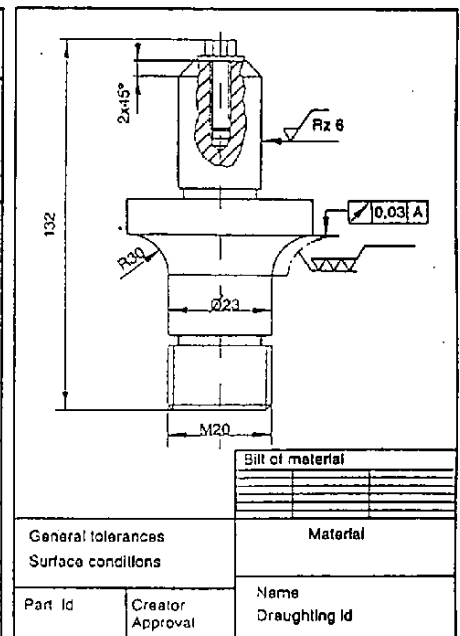
Migration to the use of STEP-AP214 for mechanical applications



SSS-214; HS/007E

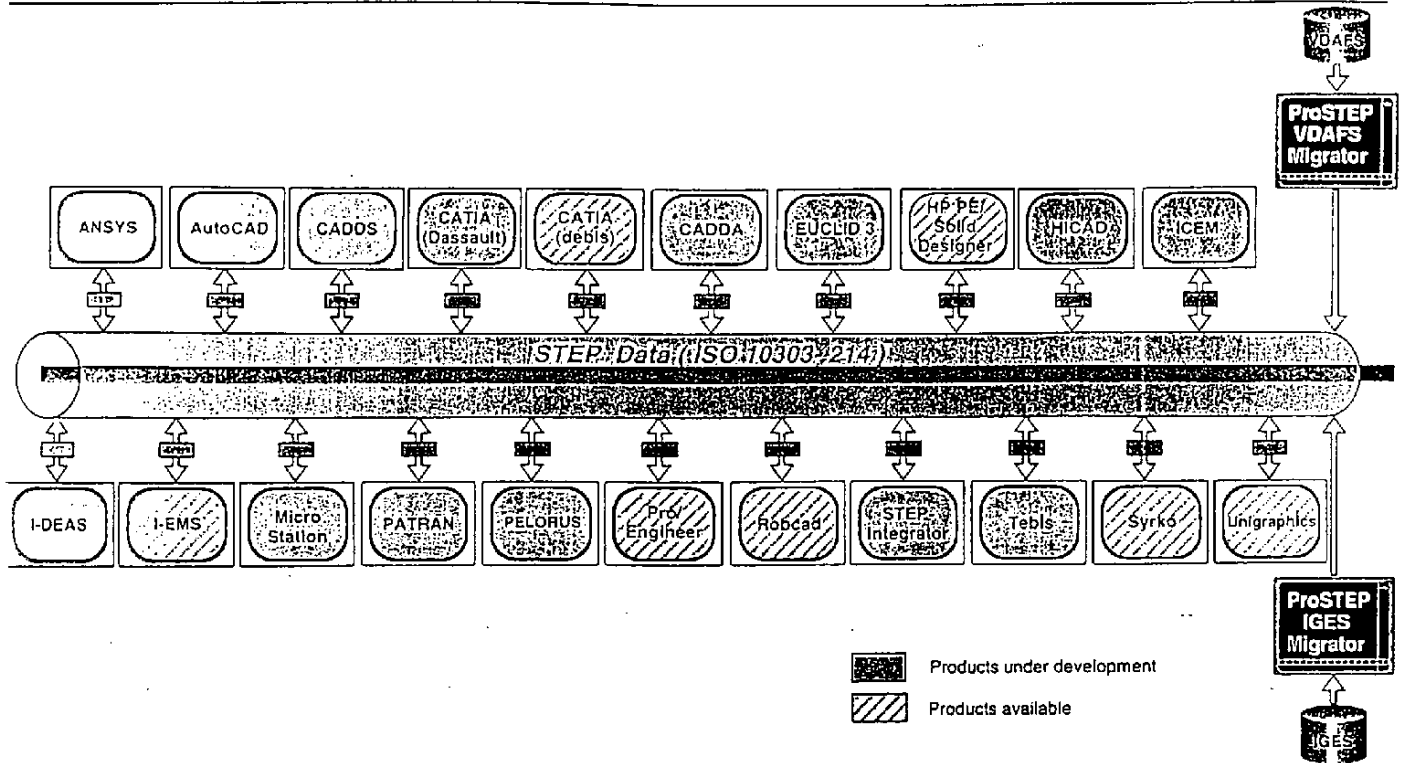
Comparison IGES and STEP

Computer interpretable Product Data	IGES V 5.1	STEP AP 214
Geometry and Topology (2D, 3D)	X	X
Draughtings with Dimensions (layout, reference of 3D geometry)	X	X
Product Configuration (version, bill of material)	-	X
Product Properties (material, weight, function)	-	X
Surface Conditions (coating, roughness, hardness)	-	X
Tolerances (form, location, size, fitting)	-	X
External References (native-format, documents, clay-models)	-	X
Finite Element Data (net, load, result)	-	X
Kinematics (joints, moving range)	-	X
Form-Features (pocket, slot)	-	X
Process Plan (tools, resources, parameter)	-	X

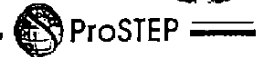


STEP Processors on the Basis of the AP 214 Specification

(Development Harmonized at the "Round Table" of the ProSTEP Association)



©-Nutzer/Folien und Vorträge/eng/sw/44 CAD/CAM Datenaustausch



Scope of AP 212 Electrotechnical Design and Installation

Function	Product	Installation	Documentation	Release & Configuration	Data elements	Signal	Classification & Item designation
<ul style="list-style-type: none"> hierarchical structure functional connectivity 	<ul style="list-style-type: none"> product structure physical connectivity product identification 	<ul style="list-style-type: none"> 2D geometry node, section, route 	<ul style="list-style-type: none"> drawing, symbol external reference note 	<ul style="list-style-type: none"> approval effectivity work order 	<ul style="list-style-type: none"> technical attributes 	<ul style="list-style-type: none"> message carrier 	<ul style="list-style-type: none"> classification system object reference designation

ISO/IEC 10303-212 Electrotechnical Design and Installation

Electrical Applications

Circuit diagram

Cubicle layout

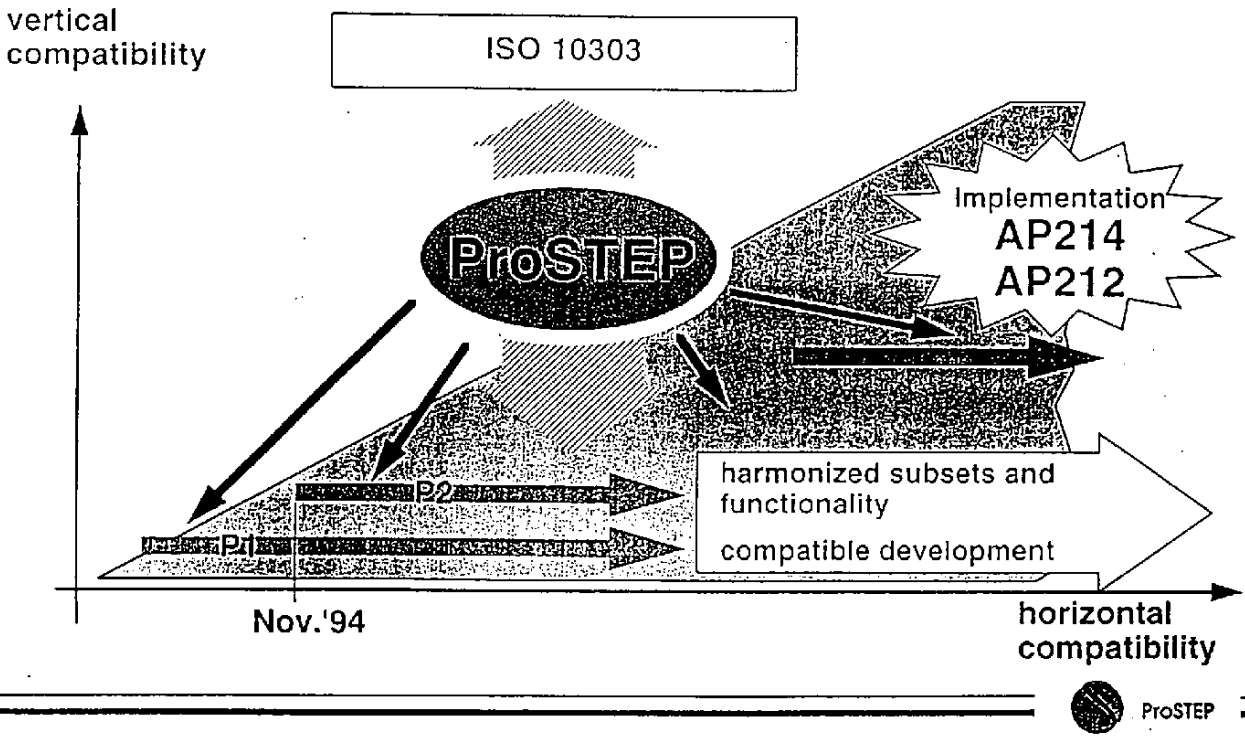
List of parts

Qty	Unit	Description	Product id.	Rev. des.
1	100%	1 terminal	2 WA 1	-01
1	100%	2 terminal	2 WA 2	-01
1	100%	3 terminal	2 WA 3	-01
1	100%	4 terminal	2 WA 4	-01
1	100%	5 terminal	2 WA 5	-01

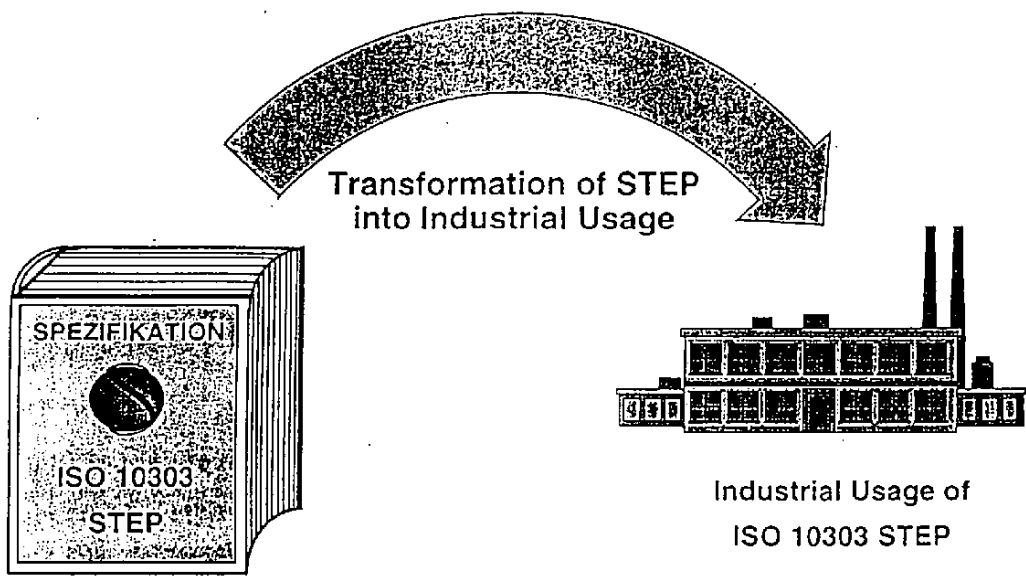
Function diagram



ProSTEP approach for the fast implementation and improvement of ISO 10303



ProSTEP Corporate Objectives



ProSTEP on one Page

Initiative

- 1991 6 major automotive companies launched the ProSTEP project to improve and accelerate the introduction of STEP into industrial usage
- 1993 Foundation of the ProSTEP Company and the ProSTEP Association to continue this cooperation on a wider and permanent basis

Goals

- ➔ powerful product data standards
- compatible and high quality products
- ➔ fast, wide and cost effective introduction of STEP

Association

- 131 members in 11 nations
- users, vendors and research organisations
- user driven workprogram
- services for vendors and endusers
- non profit organization

Company

- 5,0 Mil US\$ revenue in 1995
- provider of STEP products, projects and services
- represented in UK, Germany and USA
- profit organization with reinvestment principle



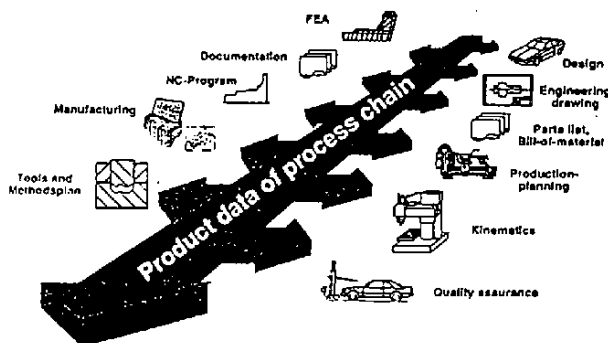
ProSTEP
Produktalenttechnologie GmbH

C-Nutzer/ Folien Trippner/USA-Reise/ProSTEP on one page

Goal and

Strategy

Optimization of development/
production processes and data flow



Standards

implementable and workable
international standards

Products

compatible IT-solutions

Usage

- simultaneous engineering
(data exchange and data sharing)
- open system strategy
(usage of open PDM systems)



Background

Standards	ISO 10 303 (STEP)				AFNOR Z68-300 (SET)				DIN 66 301 (VDAFS)				ANSI Y 14.26M (IGES)												
Products	AUTOCAD	SYRKO	CADDS	CATIA	UNIGRAPHICS	INTERGRAPH	I-DEAS	EUCLID 3	HP/PE Solid Designer	ROBCAD	I-EMS	STEP-INTEGRATOR	PROSTEP	MIGRATOR	PRO/ENGINEER	ICEM	VW-IT	HICAD	Tebis						
Usage	ACG EUROPE	ADAM OPEL	AUDI AG	BMW AG	VOLVO DATA AB	FORD AG	IT AUTOMOTIVE	ROBERT BOSCH	DAIMLER BENZ	PORSCHE AG	JOHNSON CONTROLS	MTU GMBH	ROCKWELL GOLDE GMBH	SIEMENS AG	TRW	FAHRWERKSYSTEME	SCANIA AB	VW AG	WOCO	SYBASE GMBH	ABB CORPORATE RESEARCH CENTER	PIERBURG GMBH	BEHR GMBH & CO	ZF FRIED-RICHSHAFEN	...

world-wide more than 1000 products

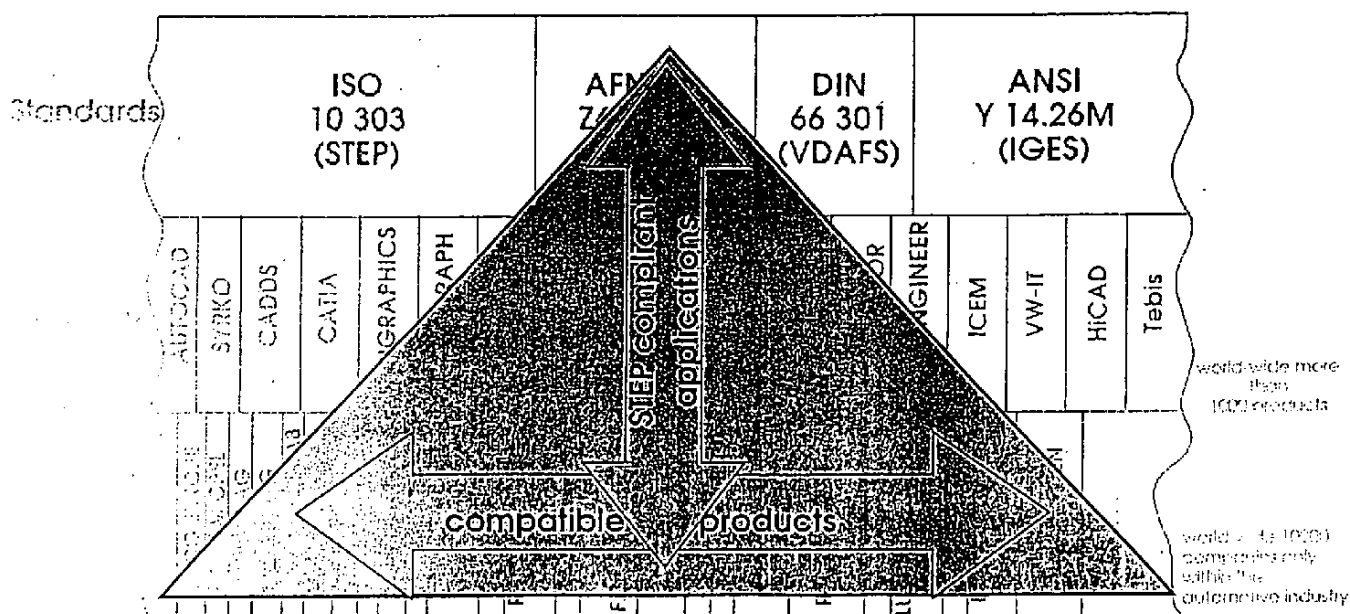
world-wide 10000 companies only within the automotive industry

HS025-E-140295



ProSTEP

IT - Strategy

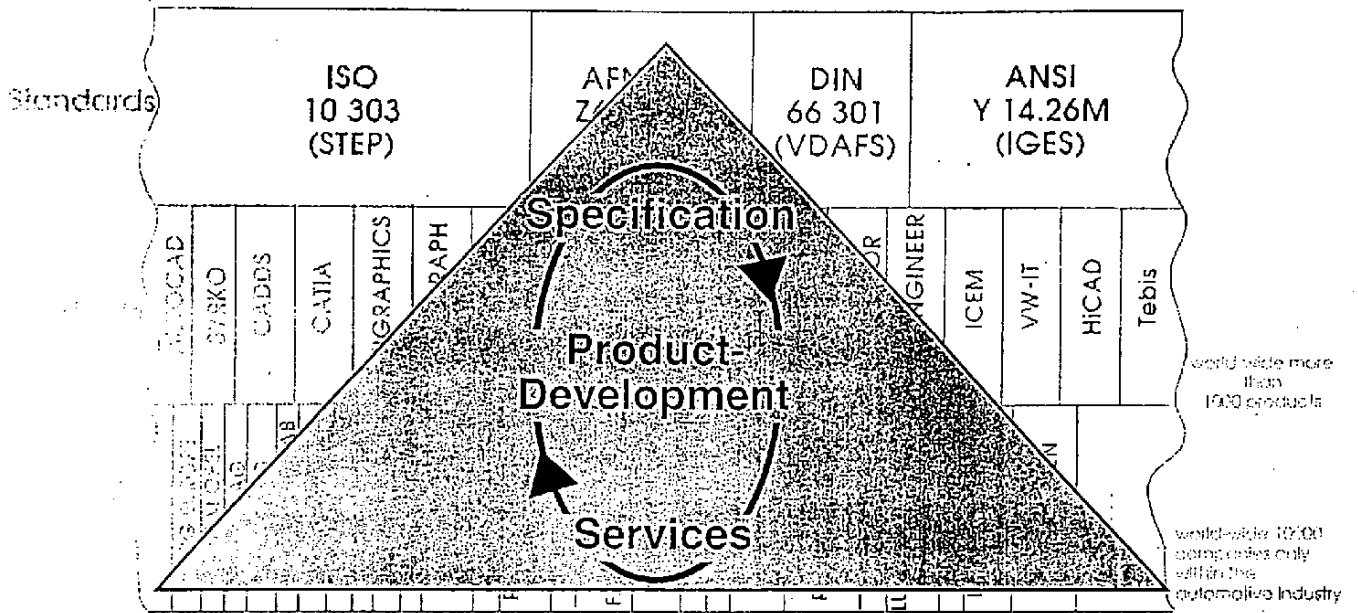


HS025-E-140295



ProSTEP

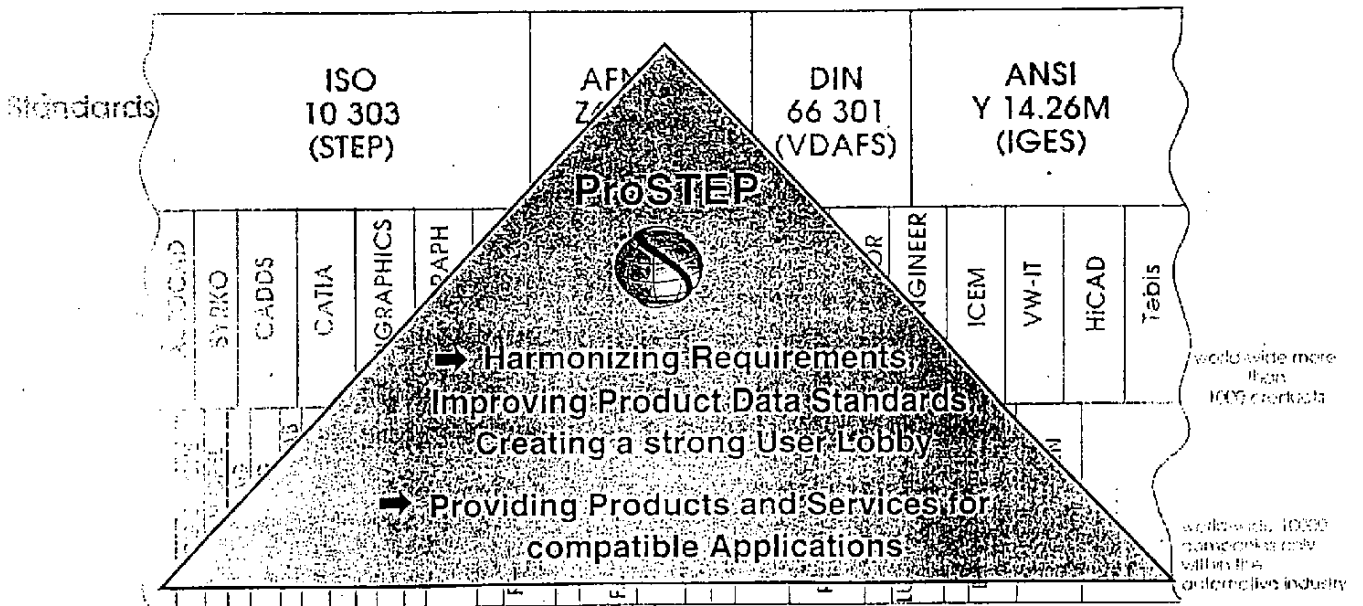
Integrated Approach for Compatible Solutions



HS025-E-140295



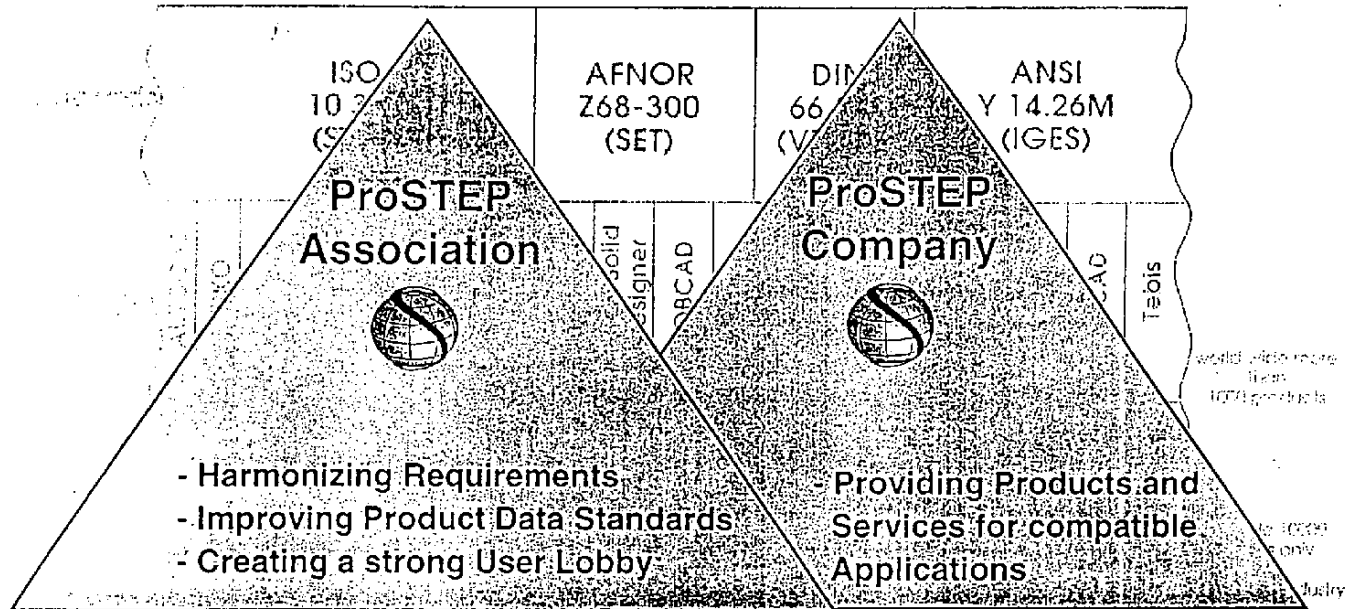
ProSTEP Concept



HS025-E-140295



ProSTEP Organization

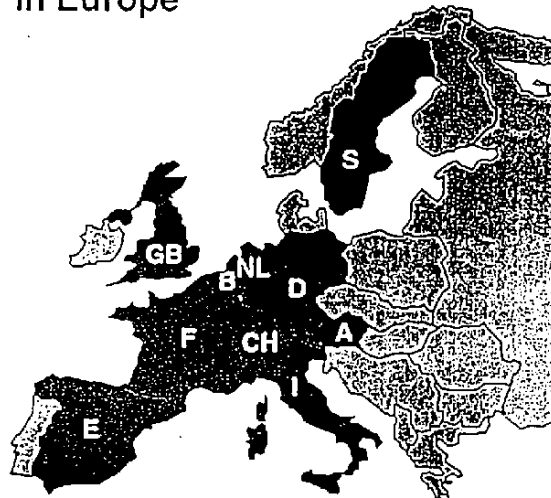


HS025-E-140295



ProSTEP Association Members in Europe

ABB Corporate Research Center
 Adam OPEL AG
 AGRA Systems GmbH
 AEG Schienenfahrzeuge GmbH
 Alfa Institut AG
 Alias Research Inc., Canada
 ANSYS Inc.
 Audi AG
 Autodesk GmbH
 AUTOLIV GmbH
 Behr GmbH & Co.
 Bentley Systems Europe
 Bertrandt GmbH
 BMW AG
 Branson Ultraschall
 CADFORM Engineering GmbH
 Carl Schenck AG
 CEFE CAD/CAM-Entwicklungsges.
 CEMIT GmbH
 CERN
 COMPUTERVISION GmbH
 concad Softwareentw. Ges. mbH
 CONTACT Software GmbH
 Daimler-Benz AG
 Dassault Systèmes
 debis Systemhaus GmbH
 DELPHI Automotive Systems
 Digital Equipment GmbH
 Eaton Controls GmbH & Co. KG
 EDAG AG
 EDS Unigraphics GmbH
 Eigner - Partner GmbH
 EuroSTEP GmbH
 Evans & Sutherland GmbH
 FernUniversität Hagen
 FHG IGD
 FHG IAO
 FHG IPK
 Filterwerk Mann + Hummel GmbH
 Ford AG
 FSV e.V.
 GALIA
 GIDA mbH
 Heidemann-Werke GmbH & Co. KG
 Henniges GmbH & Co. KG
 Hewlett-Packard GmbH
 HS Millwolda - FB Masch.bau/FWT
 IBM Deutschland GmbH
 ICEM Systems GmbH
 Inst. f. Fertigungstechnik (IFW)
 Inst. f. Maschinenwesen Clausthal
 Inst. f. RPK, Universität Karlsruhe
 Inst. f. Vorkstadiektnik Forskning (IVF)
 Intergraph Deutschland GmbH
 Interuniversitäres Zentrum für CIM (IUCCIM)
 IRP e.V.

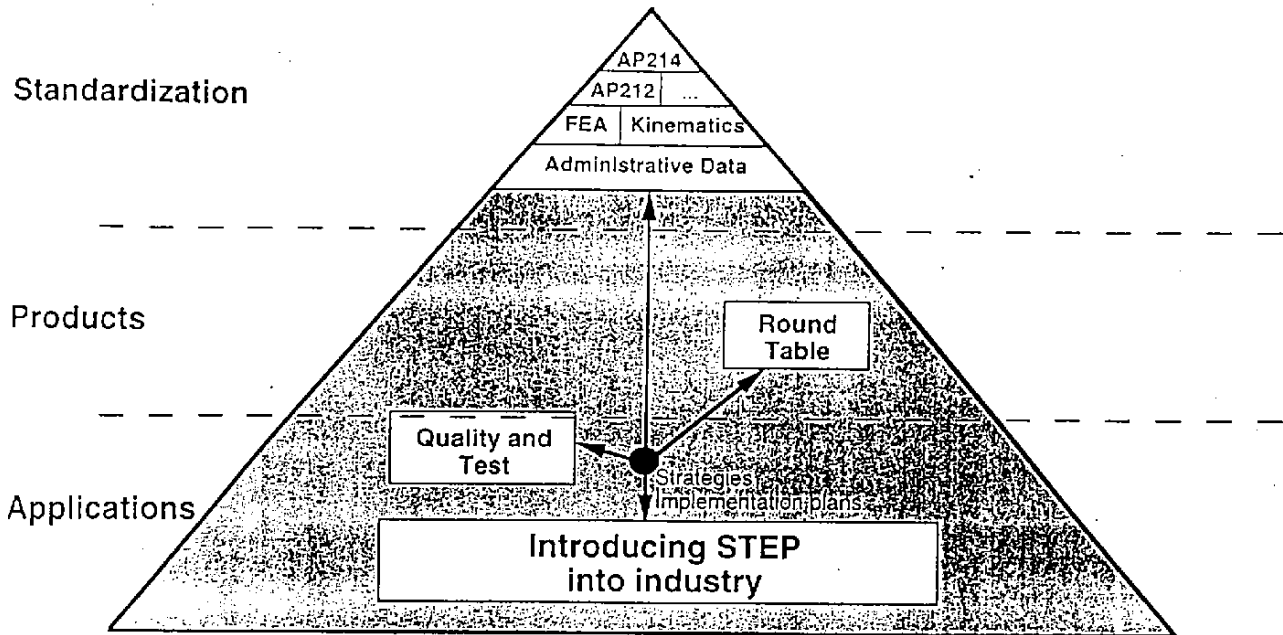


ITT Automotive Europe GmbH
 IVECO S. p. A.
 J. Eberspächer
 Johnson Controls GmbH
 KEIPER RECARO GmbH - Co
 KIK GmbH - CAD/CAM Labor
 KNORR-BREMSE GmbH
 Kulbenschmidt AG
 KUKA Schweißanlagen+Roboter GmbH
 KUKA Werkzeugbau GmbH
 Leopold Kostal GmbH & Co. Kg
 Längerer & Reich GmbH
 Lisa Dräximaler GmbH
 Lucas Automotive GmbH
 Lunke & Sohn AG
 MacNeal Schwendler GmbH
 MAN AG
 MAN Nutzfahrzeuge AG
 MAN Roland Druckmaschinen AG
 Mannesmann AG

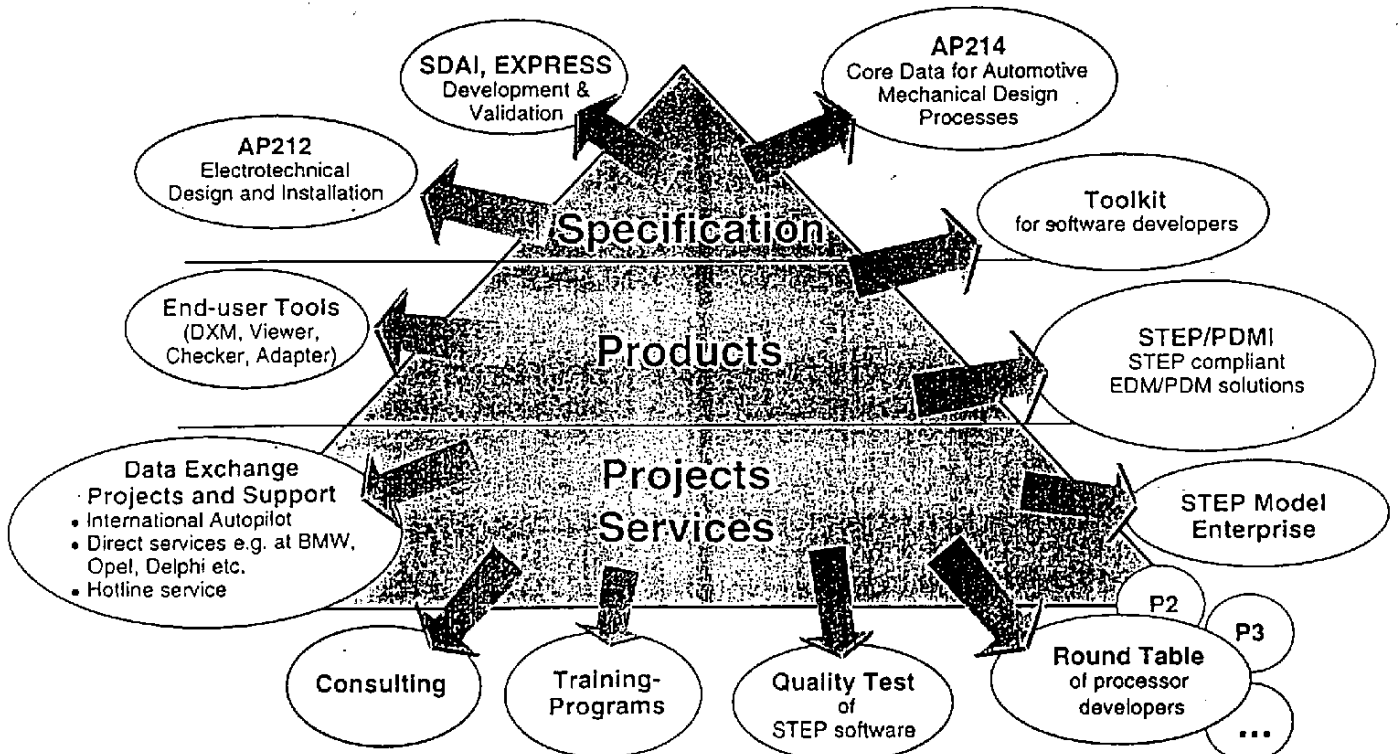
MATRA DATAVISION GmbH
 mental Images GmbH & Co KG
 Mercedes-Benz AG
 MSG Mahle Service GmbH
 MTU München GmbH
 Object Design GmbH
 ORACLE Deutschland GmbH
 Parametric Technology GmbH
 PEBRA GmbH
 Petri AG
 PGAM GmbH
 Phoenix AG
 PIERBURG GmbH
 PIXEL GmbH
 Porsche AG
 Robert Bosch GmbH
 Rockwell Golde GmbH
 Rover Group Ltd.
 Rucker GmbH
 RWE Energie AG
 SAP AG
 Scania AB
 SDRC Inc.
 Seeber GmbH
 Siemens AG
 SIEMENS NIXDORF AG
 Solifab GmbH
 STEYR DAIMLER PUCH GmbH
 strässle Informationssysteme GmbH
 Sybase GmbH
 Technoflow Tube-Systems GmbH
 TECNOMATIX GmbH
 TECOPLAN INFORMATIK GmbH
 Telekom Fernmeldeamt Kiel
 TEMIC Telefunken microelectronic GmbH
 TH Darmstadt - DIK
 Theorem Solutions Ltd.
 TNO Product Centre
 TRW Fahrwerksysteme GmbH u. Co. KG
 TU Berlin - Inst. Schiffs-Meerestechnik
 TU München - IWB
 Uni Erlangen - Inst. FAPS
 Uni Jaume I - Dept. de Tecnologia
 Uni Kaiserslautern - FB Maschinenwesen
 Uni Paderborn - RechnerIntegr. Produktion
 VDMA e.V.
 Verband der Automobilindustrie e.V.
 VOLKSWAGEN AG
 VOLVO Data AB
 VW-Geda GmbH
 Wiechers & Partner GmbH
 Wilhelm Karmann GmbH
 Witzemann GmbH
 WOOD F. J. Wolf & Co
 WTCM-Mechanical Engineering
 ZF Friedrichshafen AG

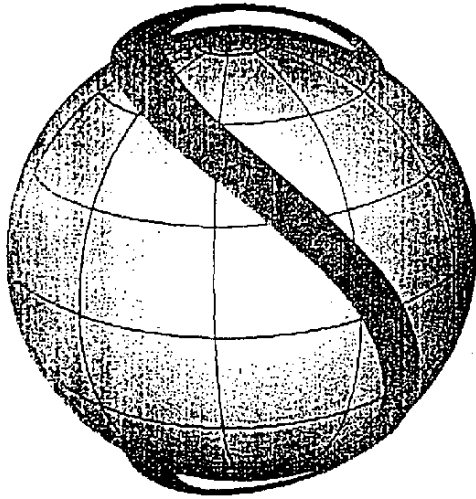


Interaction between ProSTEP-Activities



Integrated Approach for Introducing STEP to Industry





USA:

ProSTEP/IDA (Chicago)

Melrose Park, IL 60160
Phone: +1-708-344-1815
Fax: +1-708-344-2840

United Kingdom:

ProSTEP/GHI (Birmingham)

Temple Grafton, Alcester
Warwickshire B49 6NS
Phone: +44-789-772867
Fax: +44-789-772478

Germany:

ProSTEP GmbH (Frankfurt)

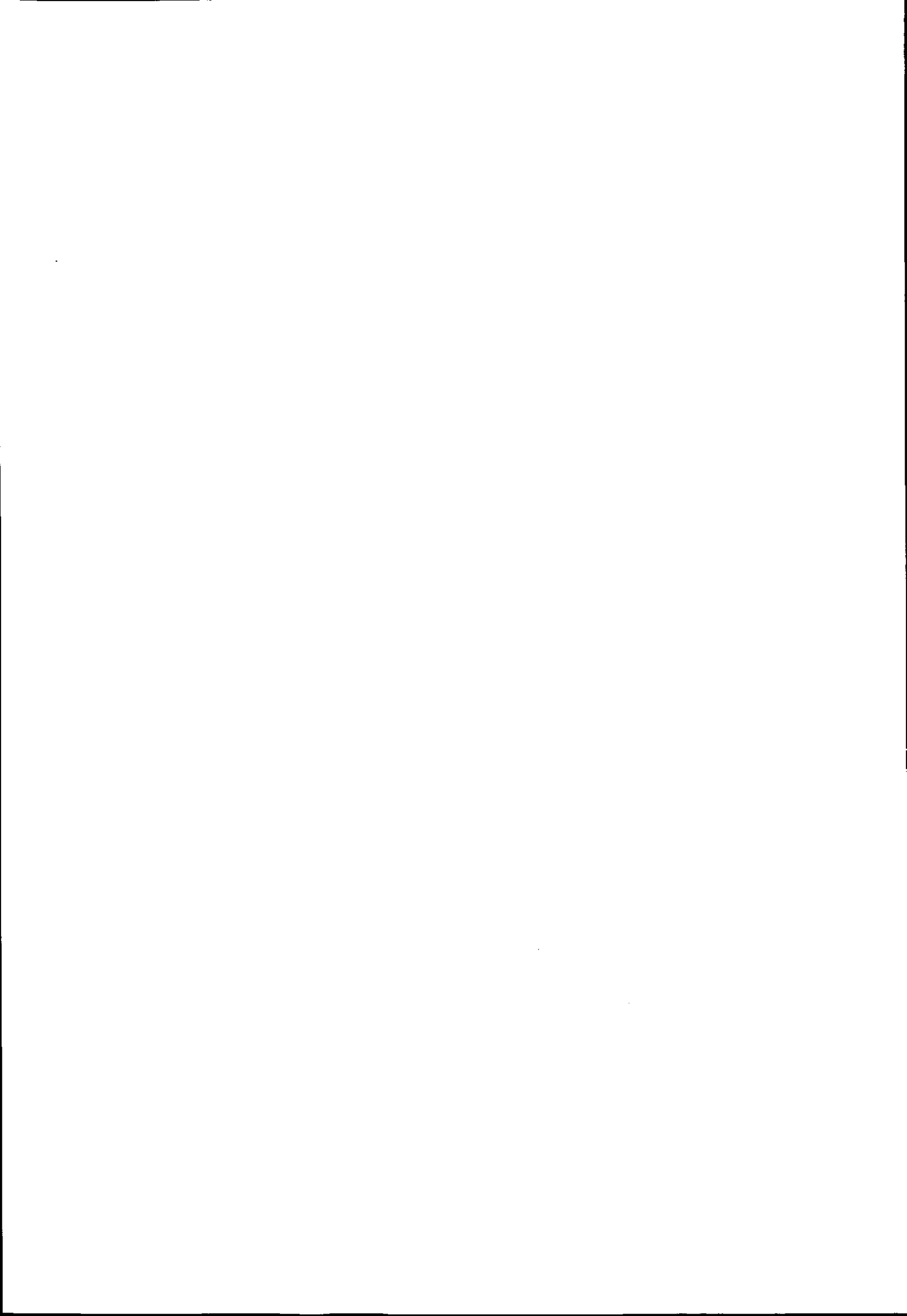
Julius-Reiber-Str. 15
64293 Darmstadt
Phone: +49-6151-9287-0
Fax: +49-6151-9287-26

ProSTEP GmbH (Berlin)

Rudower Chaussee 5
12489 Berlin
Phone: +49-30-6392-6040
Fax: +49-30-6392-6050



V STEP・・・製品データの交換と共有



STEP -- 製品データの交換と共有

安藤 真佐男

財団法人 日本情報処理開発協会
STEP 推進センター

STEPは製品データのデジタル表現およびその交換に関する国際標準規格ISO10303の通称である。1984年から審議が開始され、10年を経て第一版が94年12月に発行された。CADのデータ交換としてすでに米国標準IGES等が利用されているが、交換の対象は図面と3次元形状データであった。これに対しSTEPは3次元形状データを核にし、範囲を設計から生産準備、生産、運用まで製品のライフサイクル全体に広げ、かつデータ共有を狙った画期的なものである。

第一版発行後の現在は、追加としての産業別製品モデル（アプリケーションプロトコル）の標準化、およびSTEP第一版の実用化を目的にした多数の実証パイロットプロジェクトが日欧米で実施されている。またSTEPはCALSを実現する重要技術であり、CALSの面からも実用化が加速されている。実務におけるSTEPの実用化が1～2年内には始まると見込まれる。

以下にSTEPの規格の体系および利用の状況について述べる。

1. 製品データの表現と交換の国際標準

STEPはStandard for the Exchange of Product model dataの略であり、製品データのデジタル表現およびその交換に関する国際標準規格、ISO10303の通称である。正式名称はISO 10303, Industrial automation systems and integration, Product data representation and exchangeであり、1984年から審議が開始され、10年を経て第一版が94年12月に発行された。

CADのデータ交換としてすでに米国標準IGES、独自動車工業界標準VDAS、仏標準SET、アファクト標準DXFなどがあるが、交換の対象の実質は図面データであった。これに対しSTEPは形状データを核にし、範囲を設計から生産準備、生産、運用まで製品のライフサイクル全体に広げた画期的なものである（図1）。

各国で利用中のこれらのデータ交換標準を、序々にSTEPに移行していくことを前提にISOにおいて規格の開発が進められ、現在も規格開発が継続されている。

CALSにおいても製品データの交換標準としてはSTEPを採用することが決まっております。製造業に於ける国際情報インフラとしてSTEPは重要な技術である。

.....
STEP - Product data representation and exchange

Masao Ando

Japan Information Processing Development Center
Japan STEP Promotion Center(JSTEP)

2. 航空機産業におけるSTEP実用実証の状況

STEPの利用は航空機産業が先行している。1994年・95年にジェットエンジンを題材にしたAERO STEPパイロットプロジェクトが米国で実施された。STEPの利用のイメージと実用化の現状の例としてAERO STEPパイロットプロジェクトの概略を述べる（図2、図3）。

このプロジェクトには、航空機メーカーであるBoeing社をプロジェクトリーダーとし、エンジンメーカー3社と各社が利用中のCADシステムを提供するCADベンダー3社の計7社が参加した。ここでは、Boeing 777の機体とエンジン間の形状がSTEPで表現されBoeing社からエンジンメーカーに提示された。GE Aircraft Engines, Pratt & Whitney, Rolls-Royceの3エンジンメーカーは、この形状インターフェースに合致するようにそれぞれが開発した既存エンジンをモデル化し、幾何形状、部品表データをSTEP形式によってBoeing社に戻した。このプロジェクトにより機体と3つのエンジンの設計の形状の整合性、設計管理がSTEPにより可能であることが実証された。

プロジェクトに参加したCADベンダーは、Dassault Systems, Computervision, EDS Unigraphicsの3社である。競合するCADベンダーおよびエンジンメーカーの調整とプロジェクト管理はPDES Inc.が担当し、成功裏にパイロットプロジェクトを終えた。参加メーカー4社は今後とも継続してSTEPの実用化を推進することを共通認識とする覚書を1994年12月に調印した。引き続

き、STEPを実際のプロダクションで利用するプロジェクトが、95年目標で開始されている。

3. 1995年はSTEPの変曲点

1994年12月のSTEP第一版により、STEPは国際標準として既に発行したとすることができる。しかし、予定されている規格分冊の全体のうち約2割に当たる12分冊のみが第一版では発行した段階であり、STEPはまだまだ規格の開発中であり、未完成と考えるべきである。現在、第一版には含まれていなかったプラント、自動車、建築、造船、プリント基板、シートメタル、NCなど産業別・業務別のSTEP標準規格の開発の最中である。今後3年間に多数の追加分冊がISO標準として発行される予定である。

一方で、第一版に含まれる12分冊の範囲でも利用の効果は大きく、日欧米を中心に航空機、自動車産業を中心に実用実証プロジェクトがすでに開始されている。実用化に必要なSTEPソフトウェア開発ツールキットの整備、および主要CADシステムにおけるSTEP対応トランスレータの開発も開始されている。

1995年は、第一版に含まれなかった規格分冊の開発および産業界におけるSTEPの実用化が急激に進展する変曲点である(図4)。

4. STEP国際標準規格の体系

4.1 体系

STEPの範囲が広範であるため、規格は分冊方式となっている。グループ分けされ、各規格の分冊は、パート(Part)、アプリケーションプロトコル(AP)、アブストラクト・テスト・スイート(ATs)と呼ばれる(図5)。

<Part>:

- ・概要と基本原理 (Part 1)
- ・記述方式 (Part 10番台)
- ・実装方式 (Part 20番台)
- ・適合性試験方式と構成 (Part 30番台)
- ・統合共通リソース (Part 40番台)
- ・統合応用リソース (Part 100番台)

<AP>:

- ・アプリケーションプロトコル (AP 200番台)

<ATs>:

- ・アブストラクト・テスト・スイート

4.2 規格の概要

規格の内容とその利用方法を述べる。

1) 概要と基本原理 (Part 1)

STEPの概要と基本原理

2) 記述方式 (Part 10番台)

EXPRESS言語の仕様。STEPではPart 40, 100 および AP 200番台は、製品モデルを表現する規格である。製品モデルはEXPRESS言語で記述することになっている。

3) 実装方式 (Part 20番台)

・Part 21 (STEP交換ファイルの構造)

アプリケーションプロトコルで規定された製品データを、CAD/CAMシステム間で交換する場合の物理ファイルの構造を規定する。

・Part 22 (標準データアクセスインターフェース)

CAD/CAMシステムからSTEPデータモデルへのアクセスインターフェースを規定する。

4) 適合性試験方法と構成 (Part 30番台)

アプリケーションプロトコルおよび実装方式のテスト方法を規定する。

5) 統合共通リソース (Part 40番台) および統合応用リソース (Part 100番台)

アプリケーションプロトコルから参照されるリソース(基本要素)。統合リソースは汎用の属性を持ち全てのアプリケーションプロトコルで共通である。

6) アプリケーションプロトコル (AP 200番台)

業種・業務別の製品モデル。アプリケーションプロトコルでは、5)の統合リソースを参照し、リソースの属性を業種・業務固有の要件に応じて制約すること等により、製品モデルを定義する。STEPの利用者はリソースを直接利用することは無く、適切なアプリケーションプロトコルを選択してデータ交換を行う。

7) アブストラクト・テスト・スイート

対応するアプリケーションプロトコルのテスト項目。

4.3 ISO第一版の状況

第一版ではAP 201 (製図) と AP 203 (三次元モデルおよび製品構成管理) の2個のアプリケーションプロトコルおよびそれを支える10個のパートの合計12文書がIS (国際標準) として出版された(図6)。その他に40以上の規格がISOにて審議中である。ここ3-5年の間に主要なAPの標準化および実用化が予定されている(図7)。規格案の数は各国の提案により増加中である。

4. 4 アプリケーションプロトコル (AP)

規格開発の観点からは、製造業全体の製品モデルを一つのモデルで表現することは困難であること、また規格利用の観点からは、製品モデルの全てを同時に利用するケースは稀であること、によりSTEPでは産業別、業務内容別に必要な製品モデルを抽出し標準化している。これをアプリケーションプロトコルと呼ぶ(図8)。

STEPではアプリケーションプロトコルの規格の開発手順および表記方法が以下のように決められている(図9)。

1) スコープの明確化

対象とする業務、製品、製品データの範囲、ライフサイクルの段階を明確にする。

2) AAM (アプリケーション作業モデル) の記述

対象業務のフローを明確にし、必要な製品データが生成されるプロセスを記述する。IDEF0 (Integrated Computer Manufacturing Definition-0) 図式表記法で記述する。

3) ARM (アプリケーション参照モデル) の記述

必要データの構造、データモデルを各産業、各業務の言葉で記述する。IDEF1X図式表記法、EXPRESSなどで記述する。

4) AIM (アプリケーション翻訳モデル) の作成

各産業、各業務の言葉で記述されたモデル (ARM) をSTEP共通の統合リソースを用いて記述する。適当なリソースを選択し、その属性に拘束を加えるなどして表現する。EXPRESSまたはEXPRESS-Gで記述する。これをAIMと呼ぶ(図10)。

ARMとAIMの対応を明確にするための表をマッピングテーブルと呼ぶが、これも作成する。他のアプリケーションプロトコルとの重複部分はAIC (Application Interpreted Construct) として抽出する。

5) Conformance Requirement, ATSの開発 テスト項目等の開発。

5. STEPの利用方法

設計、製造等に係わる製品データは、一般的には、各企業においてCAD/CAM/CAEあるいはPDM (Product Data Management) システムを利用して生成される。各企業で生成された製品データは、各社固有の形式である。これらのデータを各システムの間で交換するに、固有形式のデータをSTEPアプリケーションプロトコルで決められている標準製品モデルに変換するデータトランスレータが必要である。

各CAD/CAM/CAE/PDMアプリケーションシステムの利用者は各アプリケーションシステムとSTEP AP間のトランスレータを利用することによりデータの交換が可能となる。このトランスレータの開発を支援のために、STEP開発用ツールキットが市販されている。

5. 1 STEP交換ファイルによる製品データ交換

CAD/CAM システムのデータとARMの写像表を作成すると、CAD→ARM→AIMのデータ変換が可能となる。この写像を用いると、CAD/CAM システムのデータをアプリケーションプロトコルで定義されたSTEP製品モデルデータに変換できる。変換結果をPart21形式の物理ファイルとして作成すると、ファイルを介して異種のCAD/CAM システム間で製品データを交換できる。物理ファイルをここではSTEP交換ファイルと呼ぶ。(図11)

STEP、言い替えるとCADの利用者は通常はトランスレータを利用してデータ交換を行えばよく、アプリケーションプロトコルおよびトランスレータを開発する必要は無い。

5. 2 CADベンダーのSTEP対応トランスレータ

欧米の主要CAD システム(CATIA, Unigraphics, Compu tervision, Intergraph, SDRG, MSC/ARIES, ProEngineer など)はAP203のトランスレータを製品として出荷または出荷を予定している。今後はAP214のトランスレータが予定されている。

5. 3 標準データアクセス・インターフェース (SDAI) による製品データの共有

規格開発中のSDAI(Part22)をCAD/CAM システムが実装すると、データベースを介した製品データの共有化が実現される(図12)。

5. 4 STEP開発ツールキット

トランスレータを開発する際等に利用できる開発ツールが欧米のSTEPツールキットベンダーから販売されている。例を以下に示す。

1) EXPRESS 検査プログラム

EXPRESSで記述されたソースコードの構文チェック。

2) STEPビューワー

トランスレータで生成したSTEP交換ファイルの内容確認。

3) コードジェネレータ

EXPRESSソースコードからC++の定義体などの生成。

6. 自動車産業におけるSTEPの利用状況

自動車産業においては日欧米が共同で、自動車メカニカル設計向けのSTEPアプリケーションプロトコル、AP214の規格を1997年目標で開発中である。また構成管理設計アプリケーションプロトコルAP203を利用した3次元形状データの交換実験が始まっている。

日本自動車工業会では、STEP推進センターの3次元設計WGおよび製品管理WG等と連携しAP203, AP214等のSTEP規格検討および実用化検討を実施している。実用化の第一段階としてトヨタ、日産、三菱、マツダ各社のCADシステムの間でのSTEPによる形状データ交換実験をアルファシステムとして94年から95年にかけて実施した。今後はベータシステム、および実用システムの開発が予定されている(図13)。

ドイツでは、現在利用中のIGES, VDAFSを1999年目標でSTEP AP214に移行する計画で準備を進めている(図14)。また米国でもGM, FORDで実用化に向けたプロジェクトが開始されている(図15, 図16)。

7. 欧米におけるSTEPの取組状況

欧米と日本のSTEPの取組状況と比較すると、投入資金、人材、プロジェクトの数面で大差があるのが現状である。

米国は自国の産業強化戦略に製造業の復権政策を掲げ、その中にSTEPの技術開発が盛り込まれている。NIST(National Institute of Standard & Technology)/ATP(Advanced Technology Program)やTRP(Technology Reinvestment Program)の下に、1994年で推定100億~200億円程度の資金が投下され、STEPの実質的な技術開発・普及機関のSCRA/PDES inc(South Carolina Research Authority/Product Data Exchange using STEP)

が、民間企業の間でSTEP実装実験のプロジェクトをリードし、その結果をSTEP規格案としてISOに提案を行っている(図17)。

8. 日本におけるSTEPの標準化・実用化

8. 1 STEP推進センター

STEP推進センターは現在会員会社29社、2団体、8大学、委員会等への参加者約200名の規模で運営されており、日本におけるSTEPの標準化、実用化推進の中核を担っている。STEP推進センターの活動は各種の委員会、部会中心に推進されている(図18)。

(1) ISO標準化

ISO/STEP国内対策委員会は、ISO/STEPに対する国内審議委員会であり、日本代表としてISO会議に参加している。メンバーはSTEP推進センターの会員企業、学術委員および各産業の代表として、エンジニアリング振興協会、化学工学会、日本自動車工業会、日本建築学会、日本船舶標準協会、電気学会、電子情報通信学会が参加している。産業別のSTEP国際標準の開発および実用化を推進している。

(2) STEPのJIS化

JIS原案を作成するJIS原案作成委員会およびJIS化に向けた先行調査を行う標準化調査研究会がSTEPのJIS化を担当している。

(3) テーマ別STEPの研究、実用検討

プロジェクト推進部会ではテーマ別にSTEPの技術検討および実用化検討を行っている。1995年度は発電プラントWG、3次元設計WG、製品管理WG、アクセスインタフェースWG、生産設計WG、アセンブリモデルWG、パラメトリックスWGと7WGが設置されている。

(4) 調査普及活動

調査普及委員会では動向調査、各種セミナーの実施によりSTEPの普及をはかっている。

8. 2 日本におけるSTEP国際標準化活動

STEPは1984年にISO/TC184/SC4において、国際協同開発として規格開発が開始された。これに対応する国内審議は、社団法人精密学会(現在の精密工学会)に工業技術院標準部から委託され1985年国内対策委員会が設置されて開始された。国内対策委員会は、1985年2月か

らISO/TC184/SC4(STEP)会議に参加を始めて以来、現在まで日本代表として標準化活動を継続している。1997年に国内対策委員会は社団法人日本コンピュータ・グラフィックス協会(NICOGRAPH)に移管された。またSTEP推進センターは1997年7月に財団法人日本情報処理開発協会に移管された(図19)。

1990年に現STEP推進センターの前身であるSTEPセンターが発足し990年から4年間、STEPによるデータ交換プロトシステム(EXPRESS処理システム等)の開発およびこれを用いた図面の交換実験(AP201)を実施した(図20)。

この10年における国内での審議と国際提案、STEPにおける調査研究、各種普及活動等で大きな成果をあげている。

8. 3日本におけるSTEP実用化

日本においては、自動車、プラントがSTEPの規格開発、研究、実用検討に積極的である。また造船、機械、建築でもSTEPの検討が始まった(図21)。

95年6月に設立された生産・調達・運用支援統合情報システム技術研究組合(NCALS)では火力発電プラントのポンプシステムを対象としてSTEPをはじめとしたCALCの実証研究を実施している(図22)。

STEP推進センターでは、これらのプロジェクトと連携し、日本におけるSTEP実用化推進をはかっている。

(1) 自動車産業

日本自動車工業会、およびSTEP推進センターによりSTEPの規格開発および、実用化推進が実施されている(前述)。

(2) プロセスプラント

エンジニアリング振興協会、およびSTEP推進センター発電プラントWGを中心に、プラントのライフサイクルを支援するための情報モデルとしてPPM(プラント・プロダクト・モデル)を作成中である。その第一段階として系統設計情報(STEP AP221)と3次元配管設計情報(STEP AP227)を中心としたGPAP(General Plant Application Protocol)を開発している。

(3) CALS実証事業におけるSTEPの実用化推進

生産・調達・運用支援統合情報システム技術研究組合(NCALS)ではSTEPを活用した、図面交換(AP201, AP202)、3次元形状データ交換(AP203)、製品データ管理システム(AP203)、ライフサイクル製品サポート支援(AP208)、SDAI(Part22)などが計画されている。

9. むすび

「テクノロジーは常に進歩する。標準とはある時点におけるテクノロジーの固定である。」と言われる。STEPは標準化と考えるよりも、設計生産システムの高度化を実現するための技術開発と考えるべきである。技術開発を継続し、STEPの実用化、およびより多くの日本発のISOへの提案が産業競争力の維持のため必須である。

(参考文献)

- 1) 製品モデル表現とその利用技術-STEP。木村文彦・小島俊雄他、1995年4月。日本規格協会。
- 2) 特集: プロダクトモデルとCADデータ交換国際標準STEP。精密工学会誌、1993年12月。
- 3) STEPの最新動向。八木、安藤、森、日経CG、1995.6。
- 4) プロダクトモデルの構築のための国際規格「STEP」とSTEP推進センターSTEP交換処理システムの紹介。畠山哲郎、横田秀明、中村伊知郎、CALC Pacific'95 予稿集、1995.10
- 5) 自動車産業のSTEP。加藤、CALC Pacific'95 予稿集、1995.10
- 6) Development of General Plant Application Protocol。太田吉美、CALC Pacific'95 予稿集、1995.10

以上

図1。STEP：製品データのライフサイクルサポート

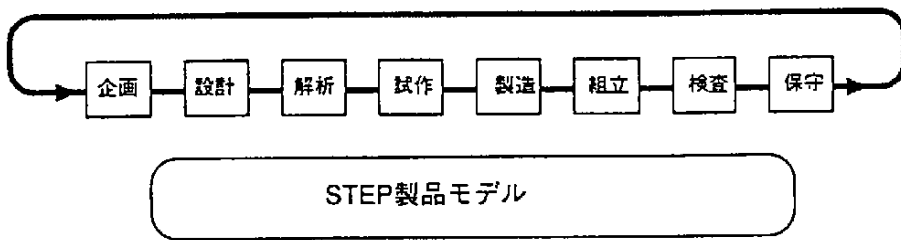
STEP - Standard for the Exchange of Product Model Data
製品データのモデル表現とその共有

1994.12 に第一版がISO 国際標準として発行。引き続き追加規格の開発中。

ISO10303 (Industrial Automation Systems and Integration -
Product data representation and exchange)

ISO TC184 / SC4

ライフサイクル全般にわたる製品データのモデル

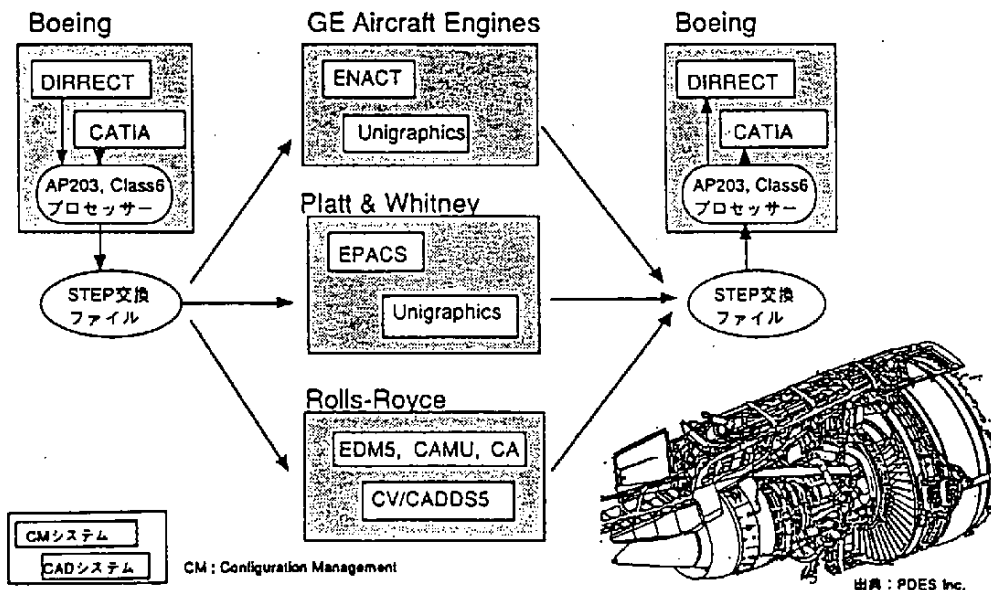


JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図2。AeroSTEPパイロットプロジェクト-1

Aero STEPパイロットプロジェクト



出典：POES Inc.

JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図3。AeroSTEPパイロットプロジェクト-2

Aero STEPパイロットプロジェクト、1994年実施

Boeing 777エンジンの製品データをSTEP国際標準でモデル化し交換できるか？

三次元形状データ (CADデータ)
 部品構成データ (Configuration management、部品表データ) > STEP AP203 Class 5&6
 DPA (Digital Pre-Assembly)の実験

ボーイング社が機体の形状データをSTEPでモデル化しエンジンメーカ3社に提供

ボーイング → GE,
 → プラット&ホイットニー (エンジンサプライヤー)
 → ロールスロイス

エンジンメーカがそれぞれのエンジンの形状および部品表データを作成し返送

ボーイング社にて、3つのエンジンと機体の整合性を確認

Interface / fit / clearance

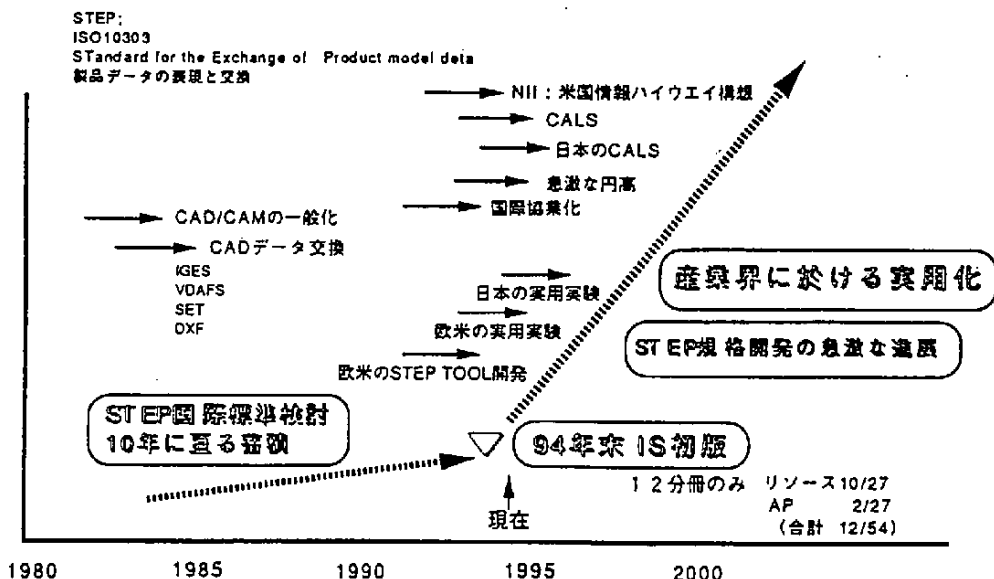
STEPの実用性が検証された。

1995年中にSTEPをプロダクションユースとして使用する計画

JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

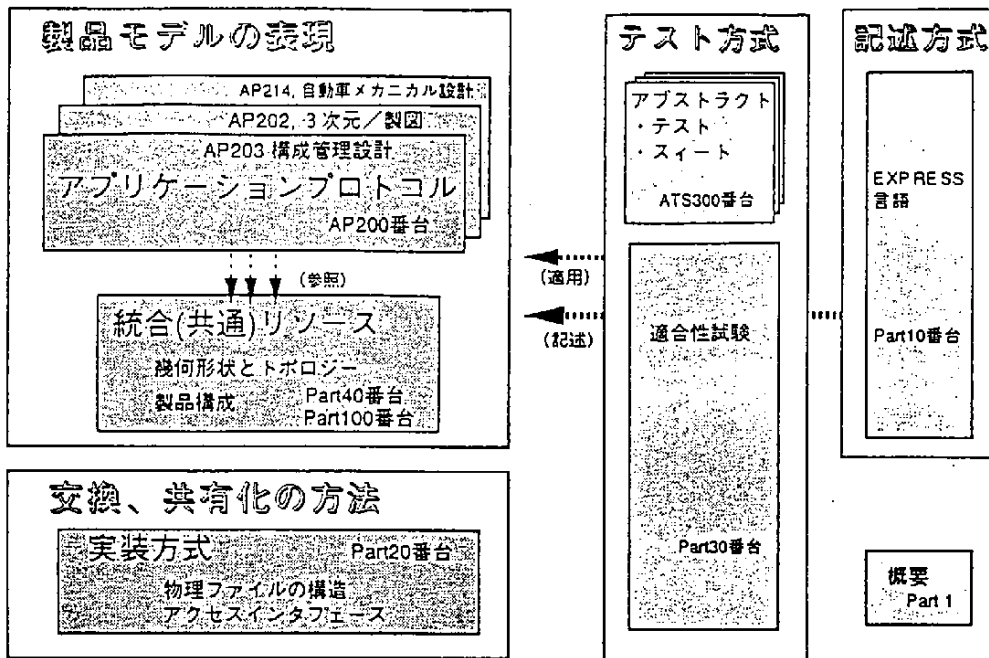
図4。1995年はSTEPの変曲点



JSTEP

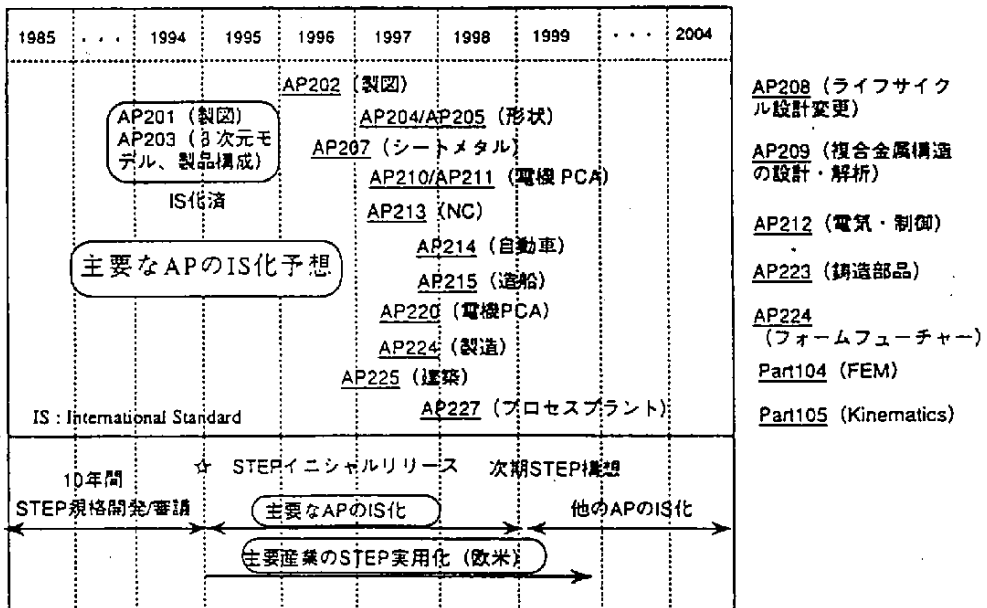
(C) Copyright,STEP推進センター1995

図5。STEP：規格の体系 (ISO10303-XXX)



(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図7。STEP APの国際標準化の状況



JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP)1995

図 6. ISO 10303, STEP Parts and Application Protocols(AP)

Overview (概要)

- Part 1 * Overview and fundamental principles(IS)
(Amendment 1 for STEP Part1 Overview)(WD)
- Part x Parametrics (WD)

Description Methods(記述方式)

- Part 11 * The EXPRESS Language reference manual(IS)
(The EXPRESS Language reference manual - Edition2) (WD)
- Part 12 The EXPRESS-I Language reference manual(CD)
- Part 13 STEP Development Methodology (WD)

Implementation methods (実装方式)

- Part 21* Clear Text encoding of the exchange structure (IS)
- Part 22 Standard Data Access Interface(SDAI) (DIS)
- Part 23 C++ Language Binding to the SDAI(CD)
- Part 24 C Language Binding to the SDAI(CD)
- Part 25 FORTRAN Language Binding to the SDA (CD)
- Part 26 IDL Language Binding to the SDA (CD)

Conformance testing methodology and frameworks
(適合性試験方式と構成)

- Part 31 * General Concept(IS)
- Part 32 Requirements on testing laboratories and clients(DIS)
- Part 33 Structure and use of Abstract Test Suites(CD)
- Part 34 Abstract Test Methods for Part 21 Implementations (CD)
- Part 35 Abstract Test Methods for Part 22 Implementations (WD)
- Integrated generic resources (統合共通リソース)
- Part 41 * Fundamentals of product description and support (IS)
- Part 42 * Generic and Topological representation (IS)
(Generic and Topological Extension to Part42)
- Part 43 * Representation structures(IS)
- Part 44 * Product structure configuration(IS)
- Part 45 Material(DIS)
- Part 46 * Visual Presentation (IS)
- Part 47 Shape Tolerances (DIS)
- Part 48 Form Features(中止)
- Part 49 Process Structure and Properties(DIS)

Integrated application resources (統合応用リソース)

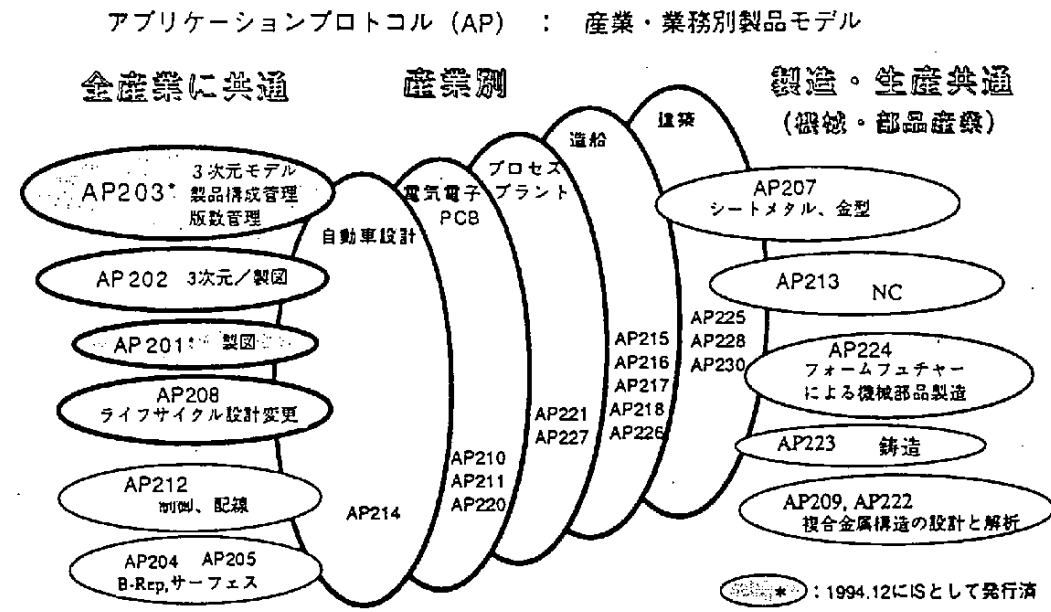
- Part 101* Draughting Resources (製図)
- Part 102 Ship Structure (船舶)(中止)
- Part 103 Electrical/Electronics Connectivity(電機)(WD)
- Part 104 Finite Element Analysis (解析)(CD)
- Part 105 Kinematics (機構) (DIS)
- Part 106 Building Construction Core Model(WD)

*Application Protocol(AP,アプリケーションプロトコル)

- AP201* Explicit Draughting (製図)(IS)
- AP202 Associative Draughting (三次元モデルと製図)(DIS)
- AP203* Configuration Controlled design (構成管理設計) (IS)
- AP204 Mechanical Design Using Boundary Representation (機械設計 - B-Rep)(DIS)
- AP205 Mechanical Design Using Surface Representation (機械設計 - サーフェス)(DIS)
- AP206 Mechanical Design Using Wireframe (機械設計 - ワイヤフレーム) (中止)
- AP207 Sheet Metal Die Planning & Design (板金・金型設計) (DIS)
- AP208 Life Cycle Product Change Process (ライフサイクル設計変更) (CDC)
- AP209 Design Through Analysis of Composite & Metallic Structure
(複合金属構造の設計と解析) (CD)
- AP210 Printed Circuit Assembly(PCA): Design and Manufacture
(プリント基板 - 設計と製造) (DIS)
- AP211 Printed Circuit Assembly: Test Diagnostics and Remanufacture
(プリント基板 - 検査) (WD)
- AP212 Electrotechnical Design (電機設備・制御) (CD)
- AP213 Numerical Control(NC) Process Plans for Mechned Parts (NC - 工程計画) (DIS)
- AP214 Core Data for Automotive Mechanical Design Processes (自動車設計) (CD)
- AP215 Ship Arrangement (造船 - アレンジメント) (CDC)
- AP216 Ship Molded Form (造船 - モールド) (CDC)
- AP217 Ship Piping (造船 - 配管) (CDC)
- AP218 Ship Structures (造船 - 構造) (CDC)
- AP219 Dimensional Inspection Process Planning(製造-検査) (中止)
- AP220 Printed Circuit Assembly(PCA): Manufacturing Planning
(プリント基板 - 生産計画) (CD)
- AP221 Process Plant Functional Data and Its Schematic (プロセスプラント-系統図) (CD)
- AP222 Design Engineering to Manufacturing for Composite Structures
(複合構造 - 設計, 製造)(WD)
- AP223 Exchange of Design and Manufacturing Product Information for Cast Parts
(鋳造部品の設計・製造) (CDC)
- AP224 Mechanical Product Definition for Process Planning using Form Features
(形状特徴を利用した機械製品製造) (CD)
- AP225 Structural Building Element using Explicit Shape Representation (建築) (CD)
- AP226 Ship's mechanical System (造船 - 機械システム) (CDC)
- AP227 Plant Spatial Configuration (プラント - 配管) (CD)
- AP228 Building Services : Heating, Ventilation and AC (建築 - HVAC)(WD)
- AP230 Building Structural Frame; Steelwork (建築 - Steelworks)(WD)

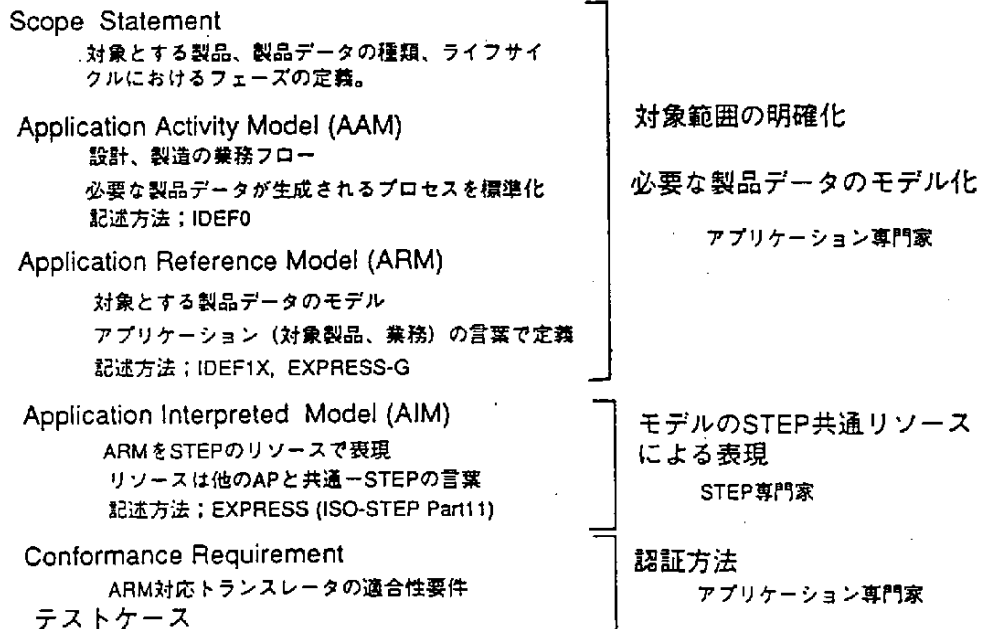
- * :第一版として発行済
- (WD) : Working Draft準備中
- (CDC) : Committee Draft for Comment準備中
- (CD) : Committee Draft準備中
- (DIS) : Draft International Standard準備中
- (IS) : International Standard発行済

図 8。STEP AP(アプリケーションプロトコル)



(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図 9。STEP AP規格の構成と開発手順



JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図 1.0。AP AIMモデルのEXPRESS記述 (AP203部分)

```

AIM EXPRESS expanded listing
*)
SCHEMA config_control_design;

TYPE ahead_or_behind = ENUMERATION OF
  (ahead,
   behind);
END_TYPE; -- ahead_or_behind

TYPE approved_item = SELECT
  (product_definition_formation,
   product_definition,
   configuration_effectivity,
   configuration_item,
   security_classification,
   change_request,
   change,
   start_request,
   start_work,
   certification,
   contract);
END_TYPE; -- approved_item

TYPE area_measure = REAL;
END_TYPE; -- area_measure

TYPE axis2_placement = SELECT
  (axis2_placement_2d,
   axis2_placement_3d);
END_TYPE; -- axis2_placement

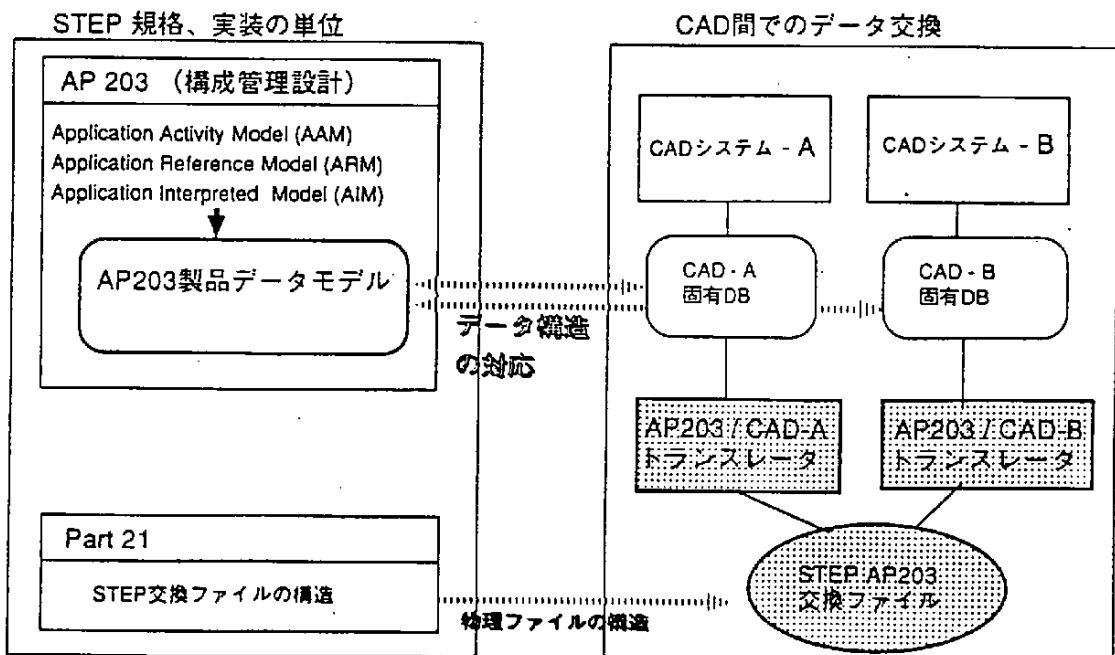
TYPE b_spline_curve_form = ENUMERATION OF
  (elliptic_arc,
   polyline_form,
   parabolic_arc,
   circular_arc,
   unspecified,
   hyperbolic_arc);
END_TYPE; -- b_spline_curve_form

TYPE b_spline_surface_form = ENUMERATION OF
  (surf_of_linear_extrusion,
   plane_surf,
   generalised_cone,
   toroidal_surf,
   conical_surf,
   spherical_surf,
   unspecified,
   ruled_surf,
   surf_of_revolution,
   cylindrical_surf,
   quadric_surf);
END_TYPE; -- b_spline_surface_form
    
```

JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図11。交換ファイル(Part21)によるデータ交換



JSTEP

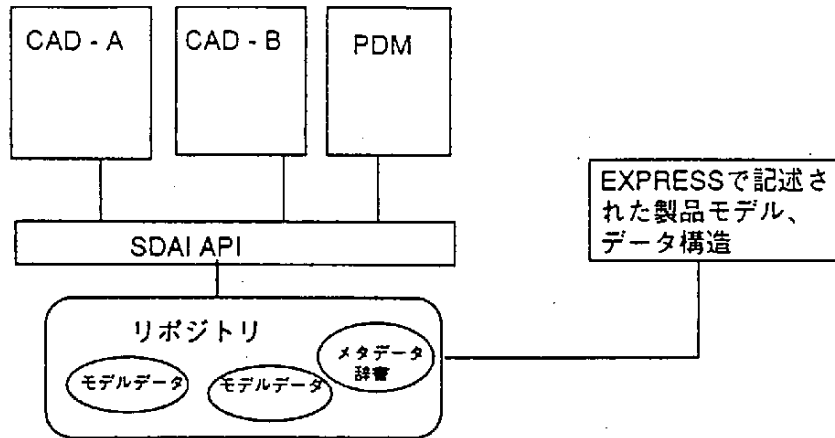
(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図12。SDAI (Part22) によるデータ共有

SDAI : Standard (STEP) Data Access Interface (Part22)

SDAIの言語バインディング : C++(Part23), C (Part24), IDL (Part26)

SDAIは現在開発中でIS未登録。



JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図13。自動車産業：日本自動車工業会 (JAMA)

●自工会-CADデータ交換標準化WG

IGESサブWG (1992~1995) 自動車版IGESサブセット (JAMA-IS)の開発
STEPサブWG (1992~) STEPの規格検討および実用化推進

●AP214 (Core Data for Automotive Mechanical Design Processes) 規格開発

日米欧による国際共同開発 (ISO 会議 およびAP214 Work Shopへの参加)。
日本の業務システムに基づき技術/ノウハウを標準に盛り込むことで、使える規格に。
JAMAから200件以上の要件を提案し半数以上が既採用。
AP214は1997年にIS (International Standard)化予定。競争はすでに開始。

●STEP実用化：パイロットシステムの開発と評価計画

パイロット (アルファシステム) : 1994~1995、STEP実用性評価、STEP実装技術
AP203 (Configuration Controlled Design - 3次元形状、製品構成)
日産、トヨタ、三菱、マツダの各CADシステムの間でのデータ交換実験

パイロット (ベータシステム) : 1995~1996、実用システム構築準備
AP214の段階的実用化

実用システム開発 : 1997~

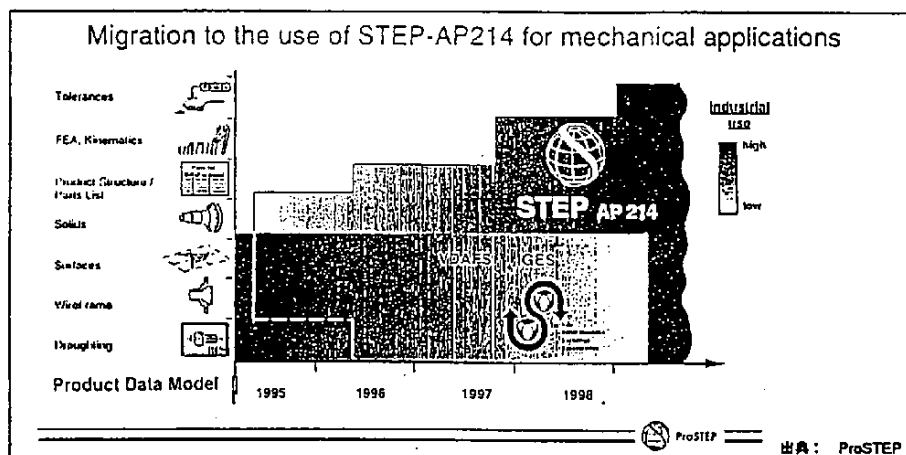
JAMA : Japan Automobile Manufacturers Association

JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図14。自動車産業：ドイツ

- 110種のCADソフトが利用されている。
うち25種が、多くの企業で頻繁に利用されている。
- 1999年目標でIGES, VDAFSからSTEP AP214に移行の計画
- ProSTEP：AP214（自動車メカニカル設計）の国際標準規格開発
STEPツールキットの開発と販売
主要CAD/CAMのSTEPトランスレータの開発



JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図15。自動車産業：米国

- AUTO Pilot プロジェクト (PDES, Inc.), 94年～95年

STEPによるデータ交換・共有化のパイロットシステム開発とインフラ整備

GM	External Partners
Saturn Corporation	STEP Tools, Inc.
Saginaw Division	IBM (CATIA)
Lansing Automotive Division	ITI, Ohio
Powertrain Division	Dassault Systems (CATIA)
Die Management Group	SHERPA
NAO Design Team	ITI, Michigan
Corporate Info Management	Unigraphics
EDS	
Hughes	

- ENGEN (Enabling Next GENERATION Mechanical Design) プロジェクト (PDES, Inc.)

設計意図情報（幾何、パラメータ、拘束、フィーチャー、作成履歴）

1995～96年

FORD, SDRC, MacNeal-Schwendler Corp. CV他参加

- PDES, Inc. / AIAG, MoU (1995.5)

自動車産業におけるSTEPの開発と実用化促進活動のコーディネータ

AIAG : Automotive Industry Action Group

JSTEP

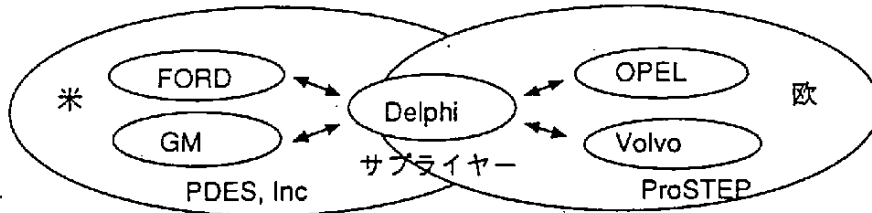
(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図16。自動車産業：欧米共同プロジェクト（計画）

- 1995年夏、開始予定（現在計画中）

自動車メーカーと共通サプライヤーの間でのデータ交換

- 参加メンバー（当初）



- 対象データ：AP203（3次元形状、製品構成）、AP214（自動車機械設計）
- 長期計画として：AP210(PCA,PCB), AP212（電気、コンピュータ制御）

PCB：Electronic Printed Circuit Board

PCA：Electronic Printed Circuit Assembly

出典：PDES, Inc.

JSTEP

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図17。STEP米国の状況

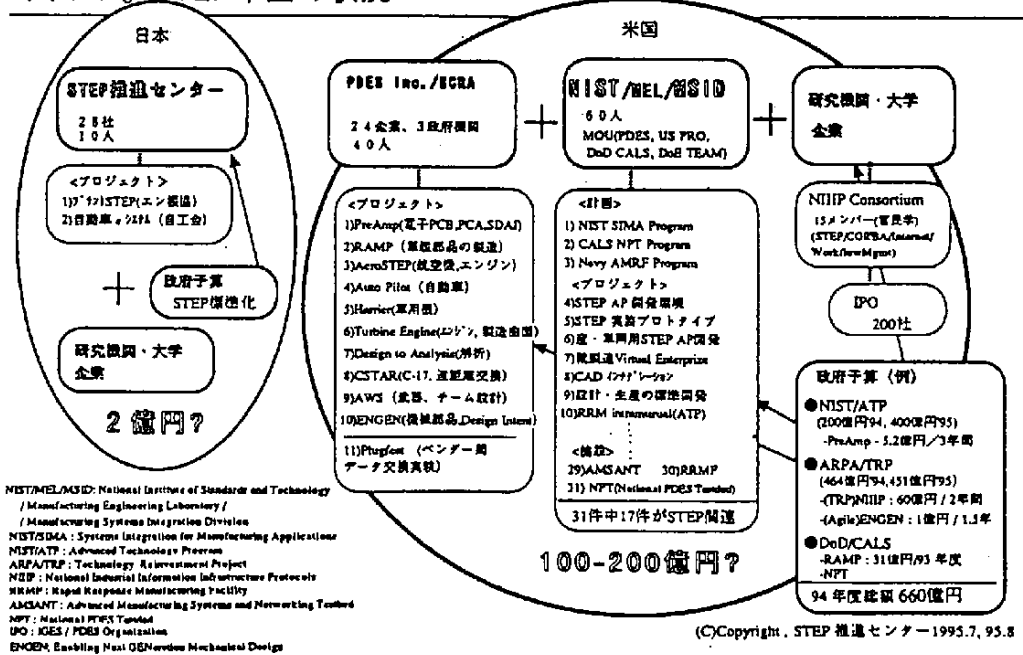
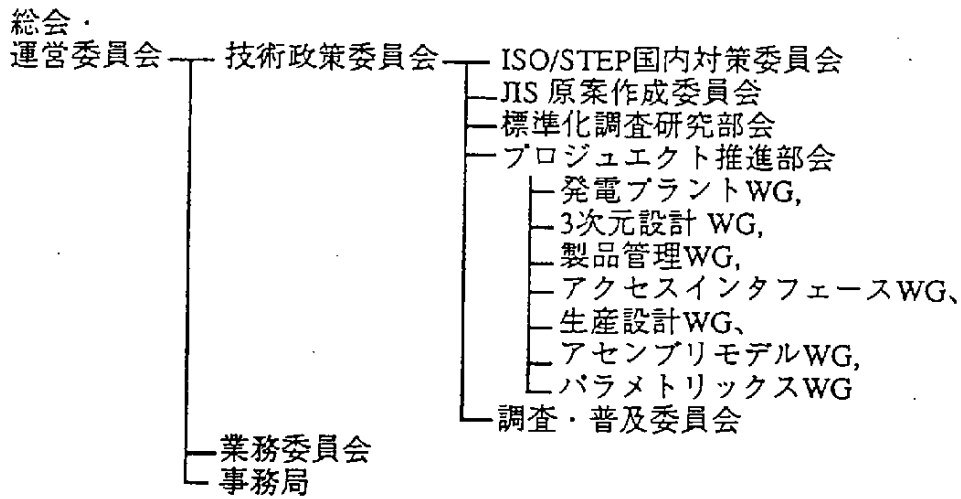


図 1.8。STEP推進センターの委員会構成



ISO国内対策委員会リエゾン団体
 エンジニアリング振興協会、化学工学会、
 日本自動車工業会、日本建築学会、
 日本船舶標準協会、電気学会、電子情報通信学会

図 1.9。STEP推進センターの経緯

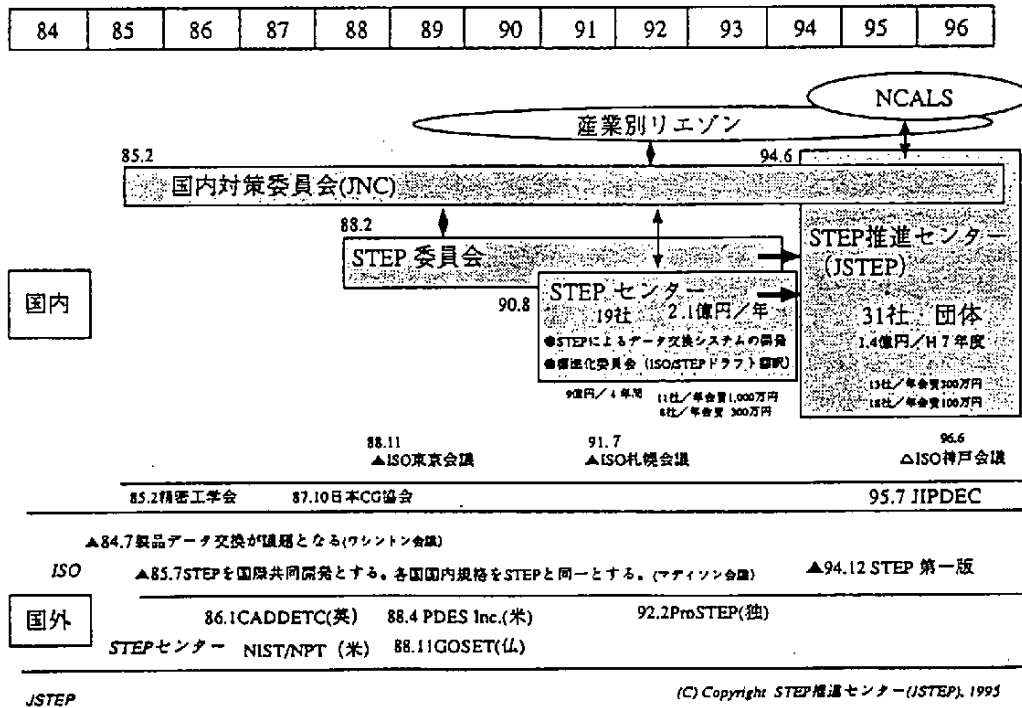


図20。STEP推進センターにおける交換実験

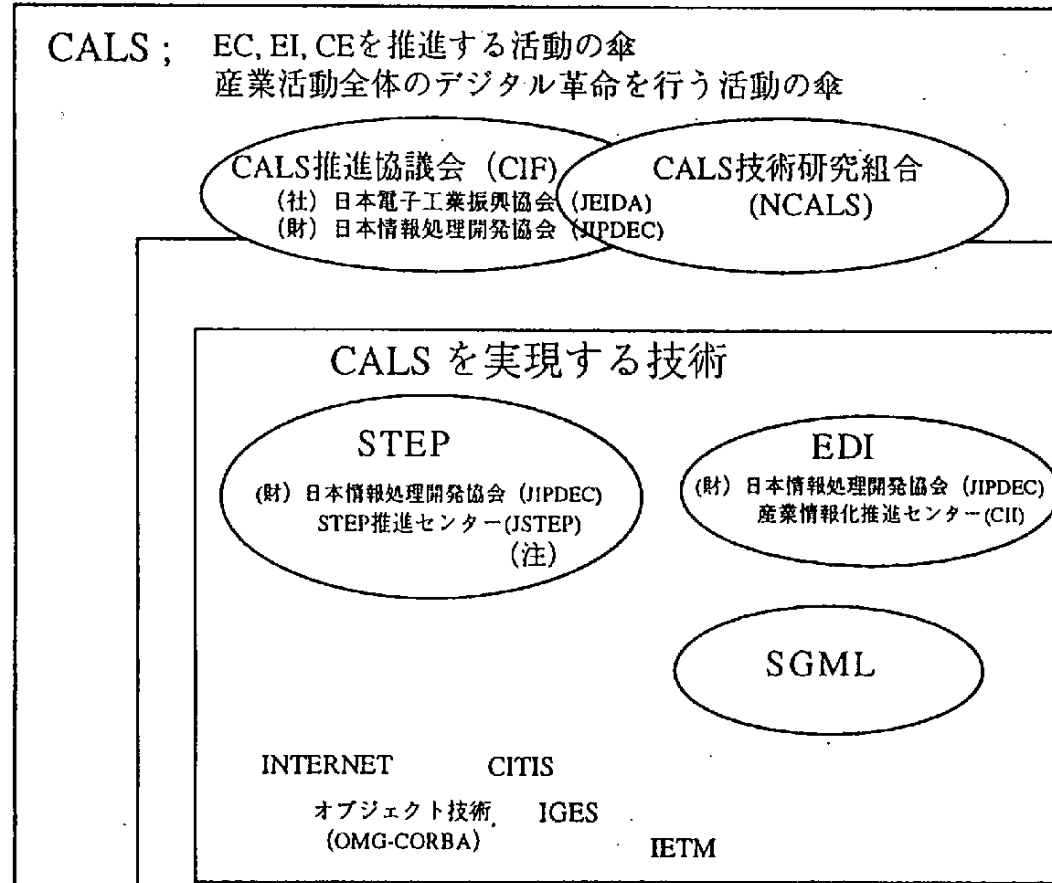
- OSTEP交換処理システム V01 (92年3月)
 - ・3次元ソリッドモデル (92年3月)
 - 日本ユニシス (株)、(株)日立製作所
 - ・2次元基本幾何形状 (92年11月)
 - 沖電気工業 (株)、新日本製鐵 (株)、富士通 (株)、三菱電機 (株)
- OSTEP交換処理システム V02 (93年3月)
 - ・自由曲線・曲面形状 (93年3月)
 - シャープ (株)、日産自動車 (株)、日本電気 (株)
- OSTEP交換処理システム V02改良版 (93年11月)
 - ・製図データ・AP201 アトランタ版 (93年11月)
 - シャープ (株)、(株)東芝、日本電気 (株)、(株)日立製作所、富士通 (株)、三菱電機 (株)
 - ・製図データ・AP201 DIS版 (94年3月, 11月)
 - (株)東芝、日本電気 (株)、富士通 (株)、三菱電機 (株)
- OSTEP交換処理システム IS対応版 (95年10月)
 - ・製図データ・AP201 IS版 (95年10月)
 - (株)東芝、日本電気 (株)、(株)日立製作所、富士通 (株)、三菱電機 (株)

(C) Copyright STEP推進センター(JSTEP), 1995

図21。日本におけるSTEPへの取組

産業	概要	推進母体
CALS	火力発電を例にしたSTEPの実証研究 AP201, AP202, AP203, AP208他	生産・調達・運用支援統合情報システム技術研究組合(NCALS)
自動車	自動車向けAP214の開発 AP203による自動車形状データの交換実験	日本自動車工業会
プラント	プラント向けAP221, AP225, AP227の開発 プラントデータ交換の検討	エンジニアリング振興協会 化学工学会
造船 機械	造船CIM構想の中でのSTEP活用計画 CAM分野への取組	日本船舶標準協会 STEP推進センター生産設計WG
建築・建設	STEPの検討を開始	建設産業情報化推進センター 日本建築学会

図 2 2。 CALS と ST_P



CALS :

- '85 Computer-Aided Logistics Support
- '88 Computer-Aided Acquisition and Logistics Support
- '93 Computer Acquisition and Life-cycle Support
- '94 Commerce At Light Speed

STEP: Standard for Exchange of Product Model Data

製品の全ライフサイクルに亘るプロダクトモデルデータのデジタル表現と交換・共有化の国際規格 (ISO10303)

IGES : Initial Graphics Exchange Specification

形状・製図データ交換のためのANSI規格

SGML : Standard Generalized Markup Language

電子的な文書を扱うための計算機言語。文書データ交換の国際標準 (ISO8879)

EDI : Electronic Data Interchange

伝票などビジネスデータ交換国際規格 (ISO9735)

CITIS : Contractor Integrated Technical Information Service

OMG -CORBA :

Object Management Group -
 Common Object Request Broker Architecture

(注) STEP推進センターは95.7.1付けで (社) 日本コンピュータグラフィック協会(NICOGRAPH)から(財) 日本情報処理開発協会 (JIPDEC)へ移管。

(C) Copyright, STEP推進センター、1995.7

「企業活動の電子化の最新動向チュートリアル」参加者募集
- CALS, EDI と関連技術 -

企業活動の情報化の最新動向は、従来の情報化（すなわち、伝票、帳票、文書、図面をコンピュータ処理しても紙は依然として残っている）から紙には頼らないグローバルな企業活動そのものの電子化へと新しい形態を取りつつある。

この企業活動の電子化の最新動向について、EDI 推進協議会、CALS 推進協議会および STEP 推進センターの協力により、斯界の権威者が CALS に代表される電子取引システムの効用や SGML、STEP などの電子化を支える情報技術と標準化活動を解説する。

日 時 平成 7 年 11 月 21 日（火）10：00～17：00
会 場 工学院大学 3F 312 教室（東京都新宿区） *参加申込の方には詳細を後日送付。
主 催 情報処理学会 情報システム研究会
協 賛 日本情報システム・ユーザー協会
参加費 会員：10,000 円 研究会登録会員：6,000 円 学生：3,000 円 非会員：15,000 円
(いずれも資料代を含む)
*日本情報システム・ユーザー協会会員の方は会員扱いとします。
資料のみ 4,000 円（送料込）
申込方法 本学会告欄の行事申込書により郵送、Fax、または e-mail で送付のこと。
申込締切 平成 7 年 11 月 2 日（木）
申込/照会先 (社) 情報処理学会 チュートリアル係
〒108 東京都港区芝浦 3-16-20 芝浦前川ビル 7F
Tel.(03)5484-3535 Fax.(03)5484-3534 e-mail:sig@ipsj.or.jp

プ ロ グ ラ ム

開会の挨拶 山本毅雄（情報大）

第一部「電子化された企業活動の領域とその効用」

[10：00～11：00]
社会経済を変える電子取引 大久保秀典（東芝物流）

[11：00～12：00]
欧米と日本における CALS 活動 平林寛治（富士総研）

[12：45～13：45]
マルチメディアと電子図書 石塚英弘（情報大）

第二部「企業活動の電子化を支える技術と標準化活動」

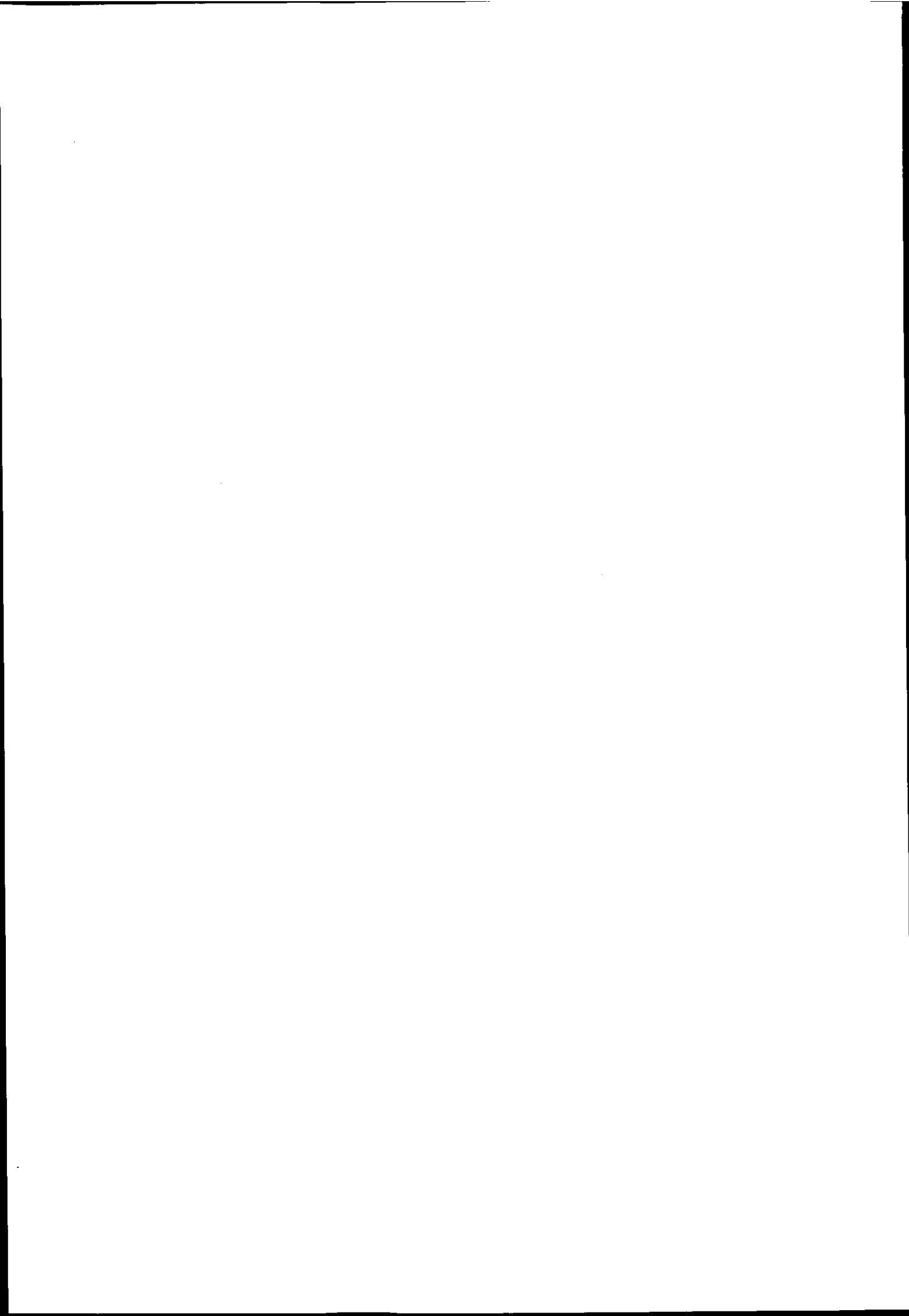
[13：45～14：45]
ドキュメント関連の技術体系 田中省三（富士通）

[15：00～16：00]
STEP -製品データの交換と共有 安藤真佐男（STEP 推進センター）

[16：00～17：00]
ドキュメントサービス技術とワールドワイド互換性について 及川一成（富士ゼロックス）

閉会の挨拶

VI STEP データ交換実験の報告



VI STEP データ交換実験の報告

1. STEP AP201 IS版 製図データ交換実験

1.1 概要

製造業における CAD/CAM/CAE システムの普及は、生産システムにおけるデータの可般性、すなわちファイルによるデータ交換、分散データベースによるデータ共有やデータ資産の長期保存等に関するユーザの強い要求を生み出した。ISO 10303 "プロダクトデータの表現と交換" (Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange) は、ISO TC184 によって 1984 年から着手され 1994 年に第 1 版を制定するにいたったプロダクトデータの交換と共有に関する国際規格であり、標準化を進めてきたコミュニティも含めて STEP (STandard for the Exchange of Product model data) の愛称で呼ばれている。STEP は、現在の生産システムにおけるデータの可般性に関する問題を解決する切り札として期待されている。

日本情報処理開発協会 STEP 推進センターでは、前身である 1990 年に発足された STEP センターの頃から、ISO の標準化活動に対する国際貢献と、規格への国内ニーズの反映を目的とした様々な活動を行ってきた。その一つである STEP 交換処理システムの開発は、審議中の規格を実装面から検証することを目的として、STEP センター設立当初より継続してきた活動である。

現在、CAD/CAM/CAE システム間のデータ交換には、ANSI の IGES 規格や商業的に優れたシステムのデータ形式などが目的に応じて利用されているが、規約の厳密性や近代性の面で多くの問題点を抱えている。STEP はこれらの問題点を解決する切り札として期待できるが、STEP を普及させるには各産業界が足並みをそろえて取り組む必要がある。今回のデータ交換実験は、STEP 第 1 版が制定された時期をとらえて、STEP 交換処理システムを利用したデータ交換を複数の商用 CAD システム間で実施し、これを各種ショー等で公開することにより、STEP の有用性を広く知らせることを目的としている。

今回のデータ交換実験作業に関して、日本自転車振興会の補助金で行った作業は以下のものである。

- 1) データ交換のための図面作成
- 2) データ交換のための画面作成
- 3) データ交換のためのアイコン作成

これらの成果物は、特定の商用 CAD システムに依存しないものであり、STEP の検証や普及に広く活用できる。

1.2 交換実験の内容

1.2.1 構成

(1) 交換実験の環境

本交換実験は、三菱電機（株）、（株）日立製作所、富士通（株）、（株）東芝、日本電気（株）の5社（以下、それぞれ三菱電機、日立、富士通、東芝、NECと記す）の参加で行った。参加5社は、自社のCADシステムおよび、STEP推進センターが開発した交換処理システムを使用して製図データ交換を行った。

表 2.1a に CALS Pacific '95 での交換実験環境、表 2.1b に Nicograph '95 での交換実験環境を示す。

表 2.1a CALS Pacific '95 での交換実験環境

参加社名	CAD 名称	CAD 動作マシン(OS)	交換処理システム動作マシン(OS)
三菱電機	図王	APRICOT(Windows/NT)	同左
日立	HICAD	FMV(Windows 3.1)	SUN(SunOS) *2
富士通	ICAD/SX	SUN(SunOS)	同左
東芝	CS-21	Dynabook(Windows 3.1)	Dynabook(Windows 3.1) *1
NEC	CAE2D	PC98(Windows/NT)	同左

*1… 東芝はCADシステムと交換処理システムを別々のマシンで動作させた。

*2… 日立の交換処理システムは富士通の使用マシン上で動作させた。

表 2.1b Nicograph '95 での交換実験環境

参加社名	CAD 名称	CAD 動作マシン(OS)	交換処理システム動作マシン(OS)
三菱電機	図王	APRICOT(Windows/NT)	同左
日立	HICAD	FMV(Windows 3.1)	SUN(SunOS)
富士通	ICAD/SX PC	FMV(Windows/NT)	同左
東芝	CS-21	Dynabook(Windows 3.1)	Dynabook(Windows 3.1)
NEC	CAE2D	PC98(Windows/NT)	同左

(2) 実験内容

本実験は、商用のCADシステム間でSTEP AP201 IS版に基づいて図面データを交換する方法で行った。実験では便宜上、表 2.2 に示すように対象範囲を限定して交換を行った。

表 2.2 STEP AP201 IS 版の交換実験対象範囲

Drawing (図面)	
Drawing_sheet (製図用紙)	
Drawing_view および Drawing_definition (ビュー)	
2D_geometric_element のうち	点, 直線, 円(弧), 楕円(弧)
Model_placed_annotation のうち	Linear_dimension (直線寸法)
	Radius_dimension (半径寸法)
	Diameter_dimension (直径寸法)
	Angular_dimension (角度寸法)
	Text (文字列)

本実験は、前述の参加5社を2つのグループに分け、各々のグループで行った。第1のグループは富士通と東芝、第2のグループは三菱電機、日立、NECである。2つのグループの交換実験の内容を以下に示す。

[第1グループ]

第1グループは CALS Pacific '95 と Nicograph '95 で同一内容の実験を行った。

(a) 実験その1

①東芝の CS-21 から交換処理システムを通して図面1(2.2章参照)の図面データを STEP の AP201 に基づいた STEP ファイル(Part21形式、以下同様)に出力する。

②富士通の ICAD/SX (ICAD/SX PC)で交換処理システムを通して上記STEP ファイルを入力する。

③CS-21 で①の変換前の図面データを表示、ICAD/SX (ICAD/SX PC)で②の変換後の図面データを表示して2つの図面を比較し、変換前後で図面が一致することを確認する。

(b) 実験その2

もう少し複雑な図面を使用して、(a)とは逆に ICAD/SX (ICAD/SX PC)から CS-21 へ図面データを送り、同様の比較を行う。

[第2グループ]

第2グループは CALS Pacific '95 と Nicograph '95 で内容を変えて2つの実験を行った。

(a) CALS Pacific '95 での実験

①NECの CAE2Dで図面2(2.2章参照)を表示後、図面を一部変更(注記文字列を追加)する。この図面を交換処理システムを通して STEP の AP201 に基づいた STEP ファイルに出力する。

②日立の HICAD で交換処理システムを通して上記STEP ファイルを入力する。その後、HICAD 上で図面を一部変更(注記文字列を追加)し、再度交換処理システムを通して STEP ファイルを出力する。

③三菱電機の図王で交換処理システムを通して上記STEP ファイルを入力する。

④CAE2D、HICAD、図王でそれぞれ①、②、③の図面データを表示して3つの図面を比較し、追加した注記文字列を除いて一致すること、追加した注記文字列が正しく渡ることを確認する。

(b) Nicograph '95 での実験

①三菱電機の図王で図面3(2.2章参照)を表示後、図面を一部変更(注記文字列を追加)する。この図面を交換処理システムを通して STEP の AP201 に基づいた STEP ファイルに出力する。

②日立の HICAD で交換処理システムを通して上記STEP ファイルを入力する。その後、HICAD 上で図面を一部変更(注記文字列を追加)し、再度交換処理システムを通して STEP ファイルを出力する。

③NECの CAE2D で交換処理システムを通して上記STEP ファイルを入力する。その後、CAE2D 上で図面を一部変更(注記文字列を追加)し、再度交換処理システムを通して STEP ファイルを出力する。

④図王で交換処理システムを通して上記STEPファイルを入力する。

⑤図王, HICAD, CAE2Dでそれぞれ①, ②, ③の図面データを表示して3つの図面を比較し, 追加した注記文字列を除いて一致することを確認する。また, 図王で①と④の図面データを同時に表示して, 同様の比較と確認を行う。

1. 2. 2 使用データ

CALS Pacific '95 および Nicograph '95 でのデータ交換実験のデモンストレーションの場で, 来場者の目を引き, 一層のデモ・普及効果を発揮するため, デモンストレーション用のプログラムに付随するオープニング画面, アイコン, および交換用のデータを作成した。

(1) オープニング画面, およびアイコン

デモンストレーションを行っていない間, 図 2.1a, 図 2.1b(ともにオープニング画面)を参加各社の端末に表示して, STEP交換処理システムの宣伝効果を上げた。

また, アイコンとして図 2.2a, 図 2.2b を使用した。

(2) 交換用データ

デモンストレーションに用いる交換用のデータとしてCADで作成した図面1(フランジ), 図面2(平歯車), 図面3(ディスプレイ)を用いた。

これらのCAD図面の要素数は以下のとおりである。

表 2.3a フランジの要素数

直線	277	直線寸法	7
円(円弧)	38	半径寸法	5
楕円(楕円弧)	1	直径寸法	0
文字列	98	角度寸法	1

表 2.3b 平歯車の要素数

直線	108	直線寸法	15
円(円弧)	54	半径寸法	2
楕円(楕円弧)	0	直径寸法	1
文字列	32	角度寸法	1

表 2.3c ディスプレイの要素数

直線	259	直線寸法	18
円(円弧)	22	半径寸法	0
楕円(楕円弧)	0	直径寸法	0
点	1	角度寸法	0
文字列	65		

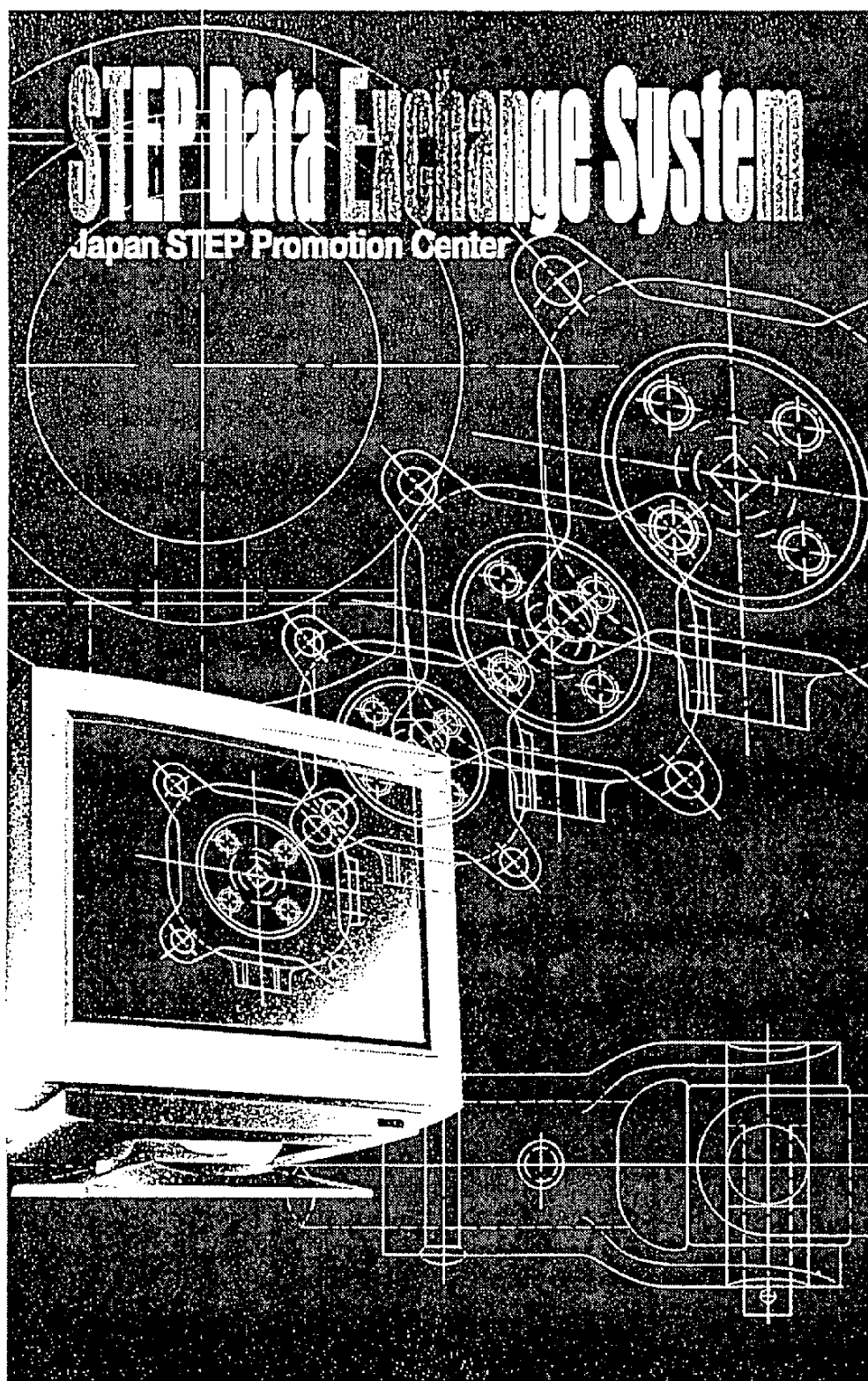


図 2.1a オープニング画面(a)

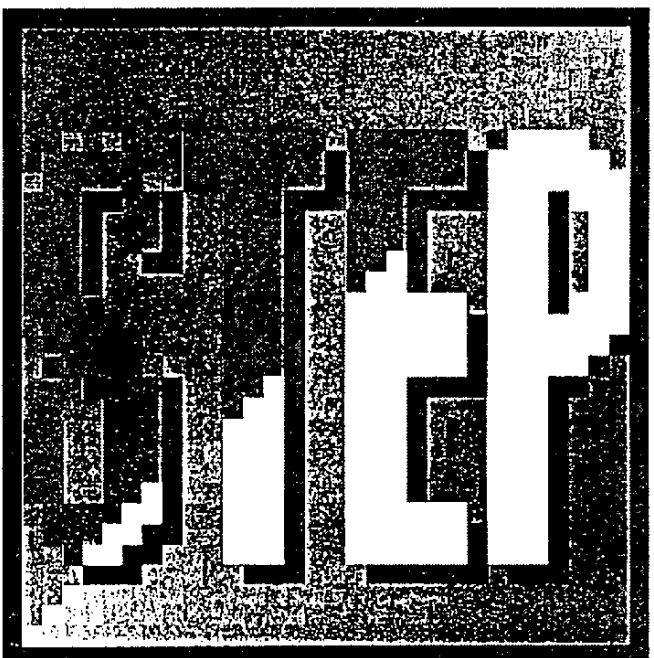


図 2.2a STEP 交換処理システムのアイコン

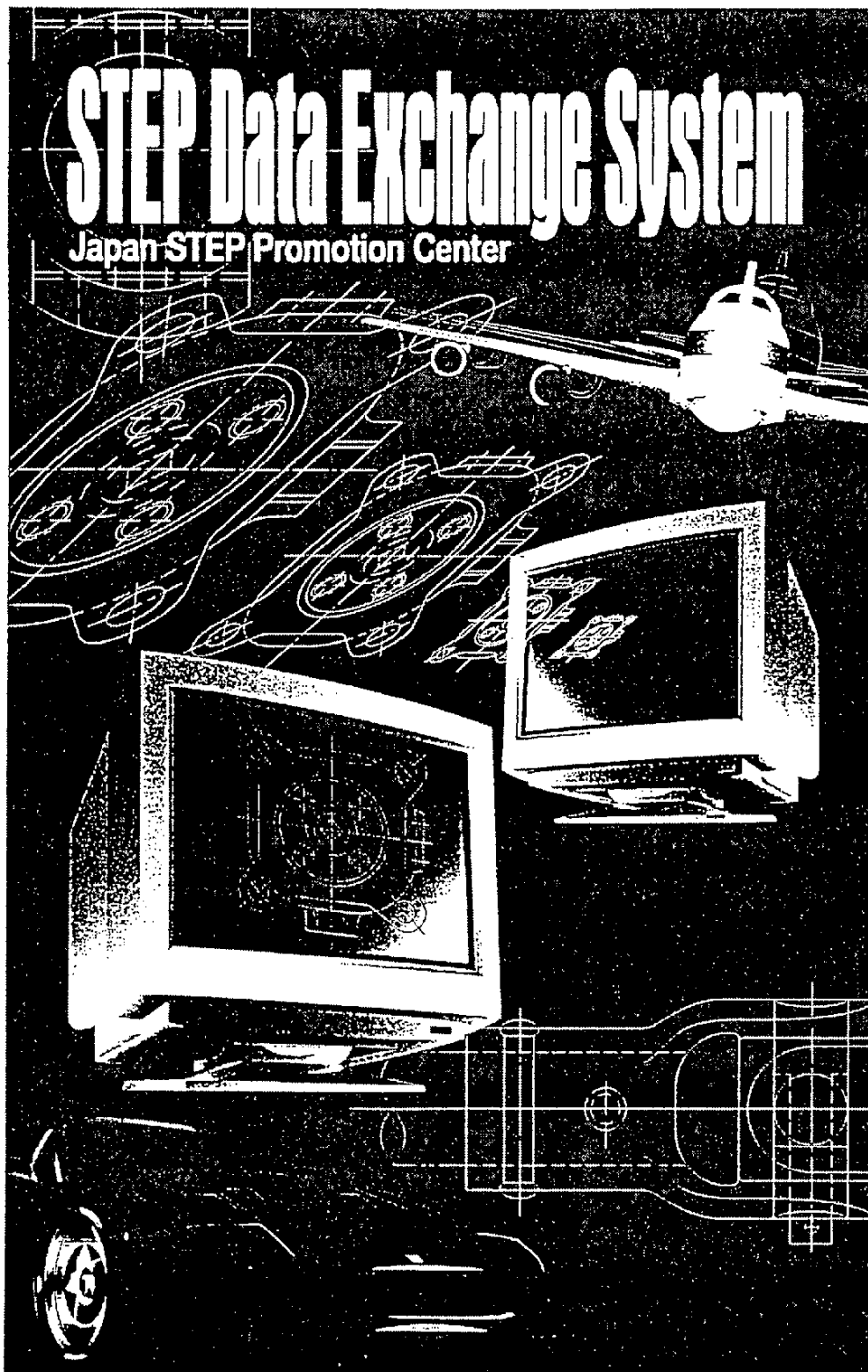


図 2.1b オープニング画面(b)

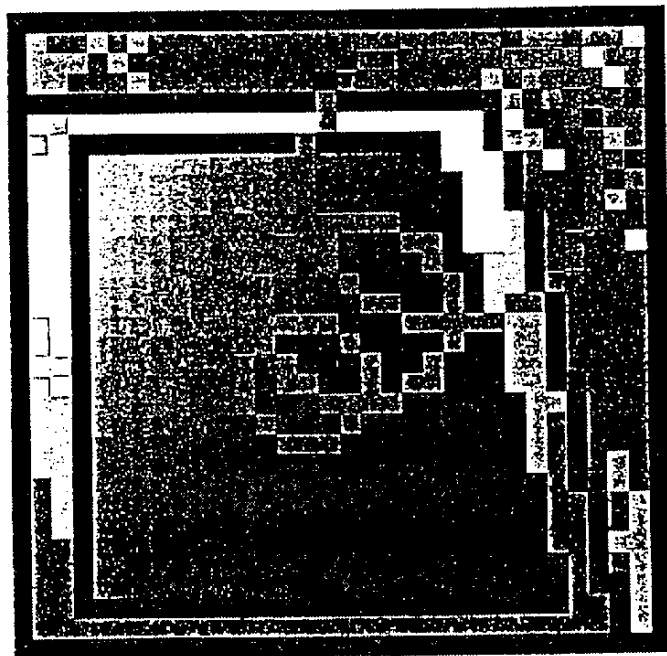
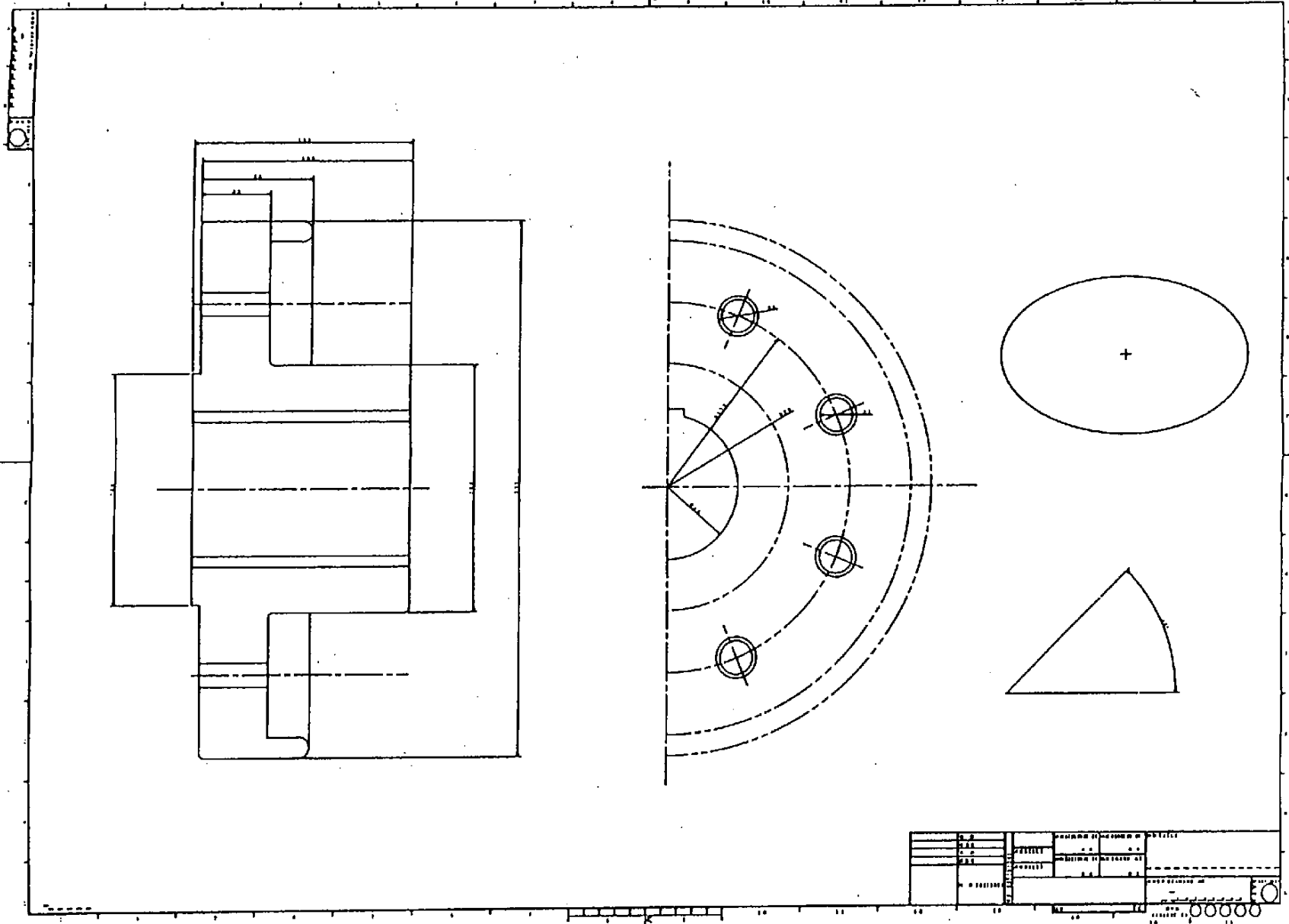
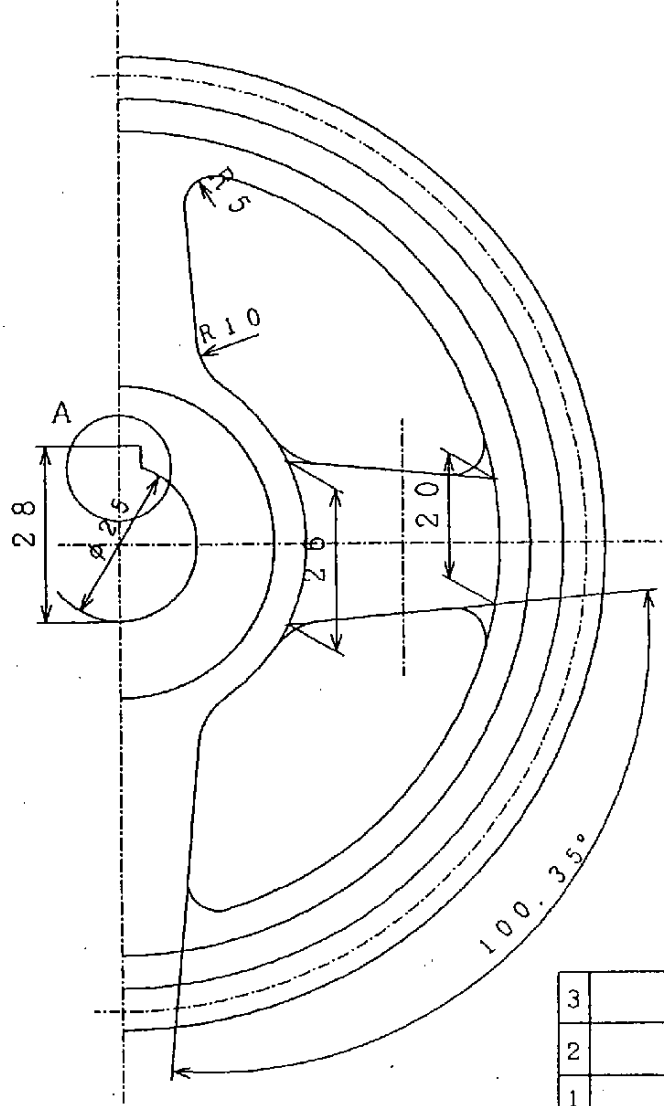
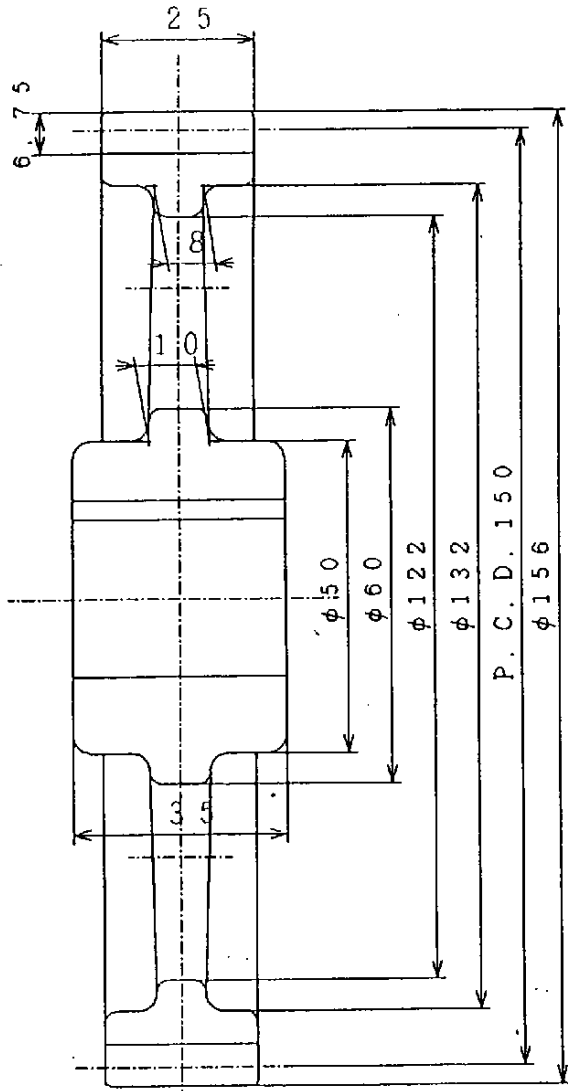


図 2.2b STEP ビューアのアイコン

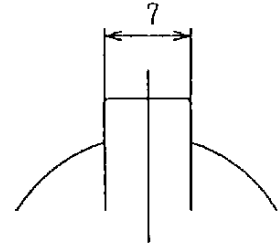


図面1 ブロンズ

ML-301



平歯車		
工 具	歯形	標準
	モジュール	3
	圧力角	20°
	歯数	50
基準ピッチ円直径		150.00

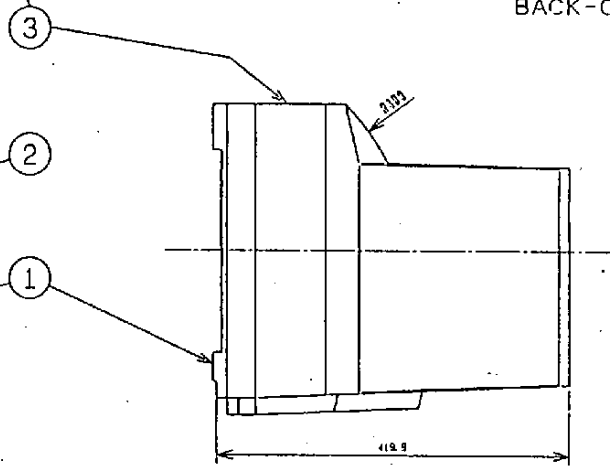
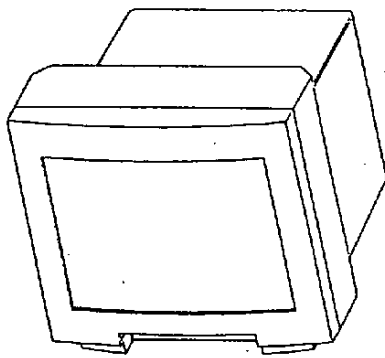
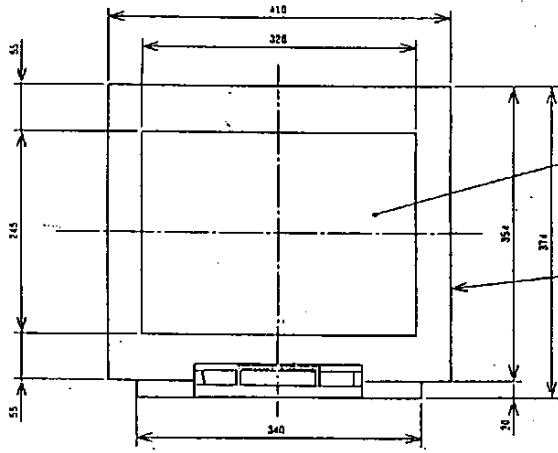
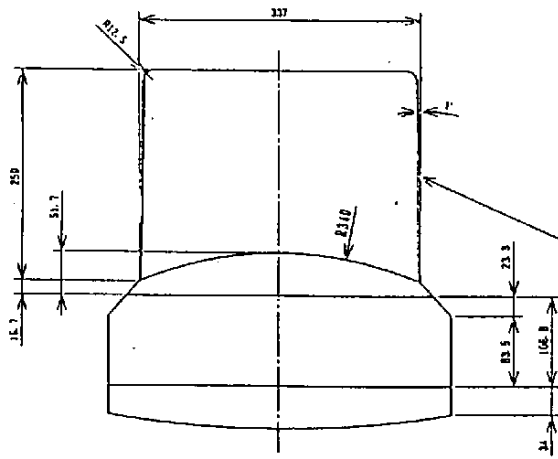


A (2 : 1)

3	FC15	1	木イキ	
2	材質	個数	重量	工程備
1	尺度	平歯車		
	1 : 1			
	三角法	ML-301		

図面 2 平歯車

STEP-D000



品番	品名	数量	単位
1	STEP-D001	FRONT-PANEL	1
2	STEP-D002	CRT	1
3	STEP-D003	BACK-COVER	1

1. CRTトノ当り面ハ別途採与スルCRT球面Rト合致スルヨウ金型加工ノコト
2. 本図ハ製品形状寸法ニ關スルモノデアリ樹脂、色調、組立二次加工仕様ハ下記図ニヨル
3. 組合部品
 FRONT-PANEL : STEP-D001
 CRT : STEP-D002
 BACK-COVER : STEP-D003

別紙
仕様

2D-CAD

66 ㊦ 99

製	川	製	川	STEP製造センター向け	CAD
設	川	製	川	1:5 95-10-9	
三菱電機株式会社				DISPLAY-ASSY	
作	川	製	川	STEP-D000	
設	川	製	川		
検	川	製	川		

図面3 ディスプレイ

なお、デモンストレーションではこれらの図面中の作成者欄に各会社名を記入しながら交換する様子を実演した。

1. 2. 3 実験結果

今回のデータ交換実験でSTEP AP201 IS 版に対する検証と、交換処理システムの実効性が確認できた。

1.2.3.1 STEP AP201 IS 版の検証結果

(1) AIM 構造の解釈の相違点について

STEP AP201 IS 版 AIM 構造に関して、2D_geometric_element の AIM エンティティに解釈の相違が認められた。

2D_geometric_element の AIM エンティティには、point と curve が存在するが、curve についてはその下位型として複数のエンティティが存在している。したがって、curve で示されるエンティティは各社の CAD システムに合わせてまちまちであるが、STEP 規格の点から見るといずれの場合も問題はない。

(2) AIM 構造の解釈の不明点について

STEP AP201 IS 版 AIM 構造に関して、以下の項目について解釈が不明であるとの結論を得た。

(a) trimmed_curve の parameter_value の定義域について

trimmed_curve の trimming_preference=parameter の場合、trim_1, trim_2 とも parameter_value が選択されるが、その値の定義域はドキュメント上に明記されておらず、結果としてドキュメントを読む側の判断に委ねられることになる。

今回、参加各社はそれぞれ

- ・0.0 から 1.0 までの範囲とする。
- ・ラジアン値 -3.141592 から 3.141592 までの範囲とする。
- ・ラジアン値 0.0 から 6.283184 までの範囲とする。
- ・degree 値 -180.0 から 180.0 までの範囲とする。
- ・degree 値 0.0 から 360.0 までの範囲とする。

等の判断をしており、データ交換のために交換社側で取り決め方針を設定して実験を行った。

(b) Text to text_string の PATH について

annotation_text_occurrence から text_literal に至るパスでは、以下のように省略可能なパスが存在する。

```
annotation_text_occurrence <=  
annotation_text_occurrence { => draughting_annotation_occurrence }  
<=  
  
    styled_item  
    styled_item.item ->  
    representation_item =>  
    geometric_representation_item =>  
        { composite_text  
    composite_text.collected_text[I] ->  
        text_or_character
```

```
text_or_character = text_literal }
```

```
text_literal
```

省略可能なパスに関しては、その省略によって以下に示すように参照することのできるデータの個数が変わるため、この部分を省略するか否かについては問題がある。

composite_text の属性 collected_text は、text_or_character を SET[2:?] の範囲で保持している。したがって、現状では省略/非省略お混同したデータが存在するものの、text_literal を 1 個しか持たない annotation_text_occurrence については、composite_text から text_literal に至るパスは省略するものと解釈した。

当然、上下交差値のように、複数の text_literal を保持するデータについては、composite_text から text_literal に至るパスは省略せず、存在するものとする。

(3) CADとSTEP間でデータ交換を行う場合の制限事項

今回の交換実験において、

- ・STEP側の情報をCAD側で吸収できない。
- ・CAD側の情報をSTEP側で吸収できない。
- ・必要とされるSTEPの情報をCAD側から出力できない。

という問題が見受けられた。これらの問題は、STEP AP201 の規格化の際に問題となるべきものであるが、実験で初めて明らかになることもあった。

(a) ビュー情報について

STEP側に見られるようなビュー情報をCAD側で保持していない場合がある。具体的には、

- ・ビュー情報を持たない。
- ・ビュー情報はないが、レイヤ単位に交換できる。

というような場合である。

後者の場合、要素からビュー行列情報を調整するのではなく、暫定的に行列情報を固定値で出力するような操作が行われている。

(b) text alignment について

STEP の Text_literal の規格での文字の alignment 情報は、STRING 形式で 'left', 'center', 'right' である。CAD側でこれに対応する文字情報で text_alignemnt 情報を持たない場合があり、alignment 情報を吸収できないケースがある。

逆に、CAD側でSTEP側よりも複雑な alignment 情報を持つ場合がある。たとえば、上右、上中、上左、中左、中中、中右、下左、下中、下右の計9つの alignment が存在する場合があった。

(c) シンボルのマップについて

CAD側ではSTEPのシンボルを記号としてではなく文字コードとして扱うものがある。たとえば、本来 annotation_symbol_occurrence として対応付けされるべきシンボルの情報が、annotation_text_occurrence として存在せざるをえない状況が発生している。

これについては、STEP AP201 IS 版から見ると、データ構造上問題となるため、今後はCAD側で文字表記された情報を何らかの手段であらかじめシンボル情報に変換しておく必要がある。

(d) 文字の縦横サイズについて

STEP AP201 IS 版では、文字サイズとして文字高さや文字幅の情報を保持する。しかし、CAD 側では文字サイズに関していくつかの制限があるケースが存在する。

たとえば、

- ・文字サイズの縦横比は 1:1 である。
- ・文字サイズは CAD 側で規定された数だけしかなく、ユニークな文字サイズの設定ができない。

(e) 文字列の Surrounding box について

文字列には文字の縦横サイズとは別に、Surrounding box の情報が存在する。これは文字間隔や行間隔を規定するために存在している。しかし、文字列の表示を CAD 内部で操作している場合、STEP 側から情報を渡しても CAD 側で文字間隔や行間隔を設定できないケースが存在している。

1.2.3.2 交換処理システムの実効性

今回のデータ交換実験を通して、STEP 推進センターが開発してきた交換処理システムが、STEP AP201 IS 版のデータ交換に対して実効があることを確認できた。また、結果的に Windows/NT 版交換処理システムが UNIX 版と同様の実効性を持つことも確認できた。

データ交換実験で使ったいくつかの図面について、交換処理システムの交換性能を以下に示す。

表 2.4a 図面 1 の交換性能

		東芝	富士通 *1
CAD→STEP	CAD データ入力	3 秒	1 秒
	CAD→STEP 変換	5 8 秒	4 0 秒
	STEP データ出力	2 7 秒	1 0 秒
STEP→CAD	STEP データ入力	1 6 秒	7 秒
	STEP→CAD 変換	3 7 秒	2 2 秒
	CAD データ出力	5 秒	2 秒

*1… UNIX 版での性能値

表 2.4b 図面 2 の交換性能

		三菱電機	日立	NEC
CAD→STEP	CAD データ入力	—	1 秒	1 秒
	CAD→STEP 変換	—	2 8 秒	2 6 秒
	STEP データ出力	—	1 0 秒	8 秒
STEP→CAD	STEP データ入力	9 秒	1 3 秒	7 秒
	STEP→CAD 変換	1 5 秒	1 7 秒	1 1 秒
	CAD データ出力	0 秒	2 秒	0 秒

1. 2. 4 効果

本交換実験を CALS Pacific '95、および Nicograph '95 でデモンストレーションしたことによる効果を以下に述べる。

- ・STEPの普及促進に寄与した。(CALS Pacific '95 においてはSTEP推進センタースに多くの来場者があり、資料は4日間で1,500部配布した。)
- ・交換実験でのSTEP交換処理システムがSTEP規格に基づいたデータ交換を行う場合の有力なアプローチの一つであることを実証した。
- ・STEP規格の第一版に合わせて交換実験を行うことにより本規格がCALS実践のために今後ますます重要性を増すものであることを示した。

以上.

2. STEP AP203の実装パイロット

「αシステム」によるデータ交換実証

2.1 主旨

(社)日本自動車工業会(JAMA)と(財)日本情報処理開発協会・STEP推進センター(JSTEP)との連携により開発したαシステムの紹介を広く日本の国内外に実施して、日本でのSTEP実用化プロジェクトの状況について正しく情報発信(併せてAP203実装の問題点報告)をする。

αシステムを広く一般へデモンストレーションするために、STEP推進センター配下調査普及委員会管轄の予算をSTEPデモンストレーション用プログラム作成に充当したので、その概要について以下に述べる。

(注)αシステムは、JAMAとJSTEPとの連携にて開発したSTEP/AP203の実装パイロットである。

2.2 デモンストレーション用プログラム作成の目的

背景)

- 1) 日本のSTEP実用化プロジェクトの現状を海外へ正しく情報発信する事が重要だと考える。
・旧STEPセンター成果物に関する情報発信以降、日本からは何もSTEP実装化の現状について国内外ともに情報発信をしていない。
- 2) 通産省および諸先生方(木村教授、岸浪教授ほか)などへのαシステム紹介を通じて、「STEP実用化パイロットの現状を国内外へ情報発信すべき」との見解を承った。

必要性と目的)

- 1) 日本の産業界のSTEP実用化パイロットのトップランナーとして、STEP推進センターの立場より国内外のプレゼンテーションの場へ積極的な参画が必要。こうした場を通じて、特に日本国内でSTEP標準の普及促進(現実にデータ交換の標準としても、IGESに替わりSTEPが実用化の域にある事例紹介)の一助とする。
- 2) 海外に対しては、実用化の観点から大きく出遅れた日本のSTEPに関する失地回復を目指して情報発信する。

2.3 デモンストレーション用プログラムの中身

CALS Pacific'95、ニコグラフ'95、ISO/STEP神戸国際会議など国内外の展示イベントの場で、上記目的の達成を図るため、αシステム紹介のデモンストレーション用のプログラム作成等をJAMAへ委託した。委託の中身については、

- ・デモンストレーション用ソフト追加/修正
 - ・データ交換用データ作成/準備他
- などである。

なお作成ソフトの概要については、図-1を参考として添付する。

2.4 デモンストレーションの実施状況

(1)CALS Pacific'95でのデモンストレーション(10/30~11/2、東京晴海)

東京晴海で開催されたCALSPACIFIC'95で、国内で初めて一般ユーザに向けてαシステムのデモンストレーションを実施した。なお、このときの様子は日経メカニカル1995.11.27号の20~21頁に、「STEP推進センター、STEP準拠のデータ交換を実証」(自工会と共同で異CAD間の設計プロセスをデモ)のタイトルにてその紹介記事

が、掲載されている。この中では、デモンストレーションの実際のCADの画面を参考図として、 α システムとそのデモの様子が詳しく解説されている。

(2) ニコグラフ'95でのデモンストレーション(11/20~22、幕張メッセ)

開会式後の巡視の場にて、通産省機情局次長の一柳さん、富士通の山本会長にパネルを使用して α システムの概略を説明した。ニコグラフ'95の場では、最大20名/回の見学者に都合4回/日のデモンストレーションを実施した。

参考) 海外での α システムの紹介 - デモンストレーション用プログラム作成の参考 -

(3) AUTO-TECH'95での α システム紹介(米国デトロイト・コボホール)

AUTO-TECH'95で α システム(オリジナル版)を紹介。後で分かったことだが、AUTO-TECHでは各セッションが主体で、セッションの休憩時間帯に各ブースでデモを見せるスタイル。AUTO-TECH'95を通じて、今後の参考として感じた部分について述べる。

- 1) AIAG関係者(GM等)からJAMAの紹介(α システム)に対し、以下のような反響があった。
 - ・AIAGのAutoSTEPフェーズ1ではCCIを実装していないのでJAMAは先行している。
 - ・JAMAによるIGESとSTEPの比較結果は大変興味深い。
- 2) データサイズ、パフォーマンス、精度などの比較結果を何人かから聞かれた。
 - ・IGESよりデータサイズ、パフォーマンスが優れているとの結果に対し喜んでいった。
 - ・AIAGはCC6(SOLID)を実装したがIGESではSOLIDがうまく変換できないため結果としてIGESとの比較が出来ていない。

- 3) 今後デモで観客を集めるには、“音”を出したり、女性のナレータ等の仕掛けが必要かもしれない。

今回のAUTO-TECH'95にて、SASIGのメンバー(AIAG, JAMA, GALIA, VDA)と懇談する場を持てた。その中で、日頃素朴な疑問として思っていた項目を彼等に質問した。以下はその際のやり取りである。

Q1) いつ頃AIAGは、IGESからSTEPへ切り替えるのか?

A1) STEP/AP203, AP202がカバー出来たところで。

Q2) AP203は、分かるが、何故AP202(Associative Draughting)が必要なのか? 米国では、3次元モデル(ベースはソリッド)が主体で動いていると聞くが?

A2) Manufacturingでは、公差の指示の問題(Tolerance-Issue)のためどうしても必要。現状では、AP202(に期待する)しかない。

Q3) では3Dモデル(Product Model Data)からダイレクトに出せば、図面も作れる筈では?

A3) 本来必要な(2次元の図面上の指示でない) Tolerance-Model(公差)がない。

Q4) AP203で、グループ、レイヤー、色がないのは?

A4) 単にミステークだと思う。(GM/Don Stoneの見解)

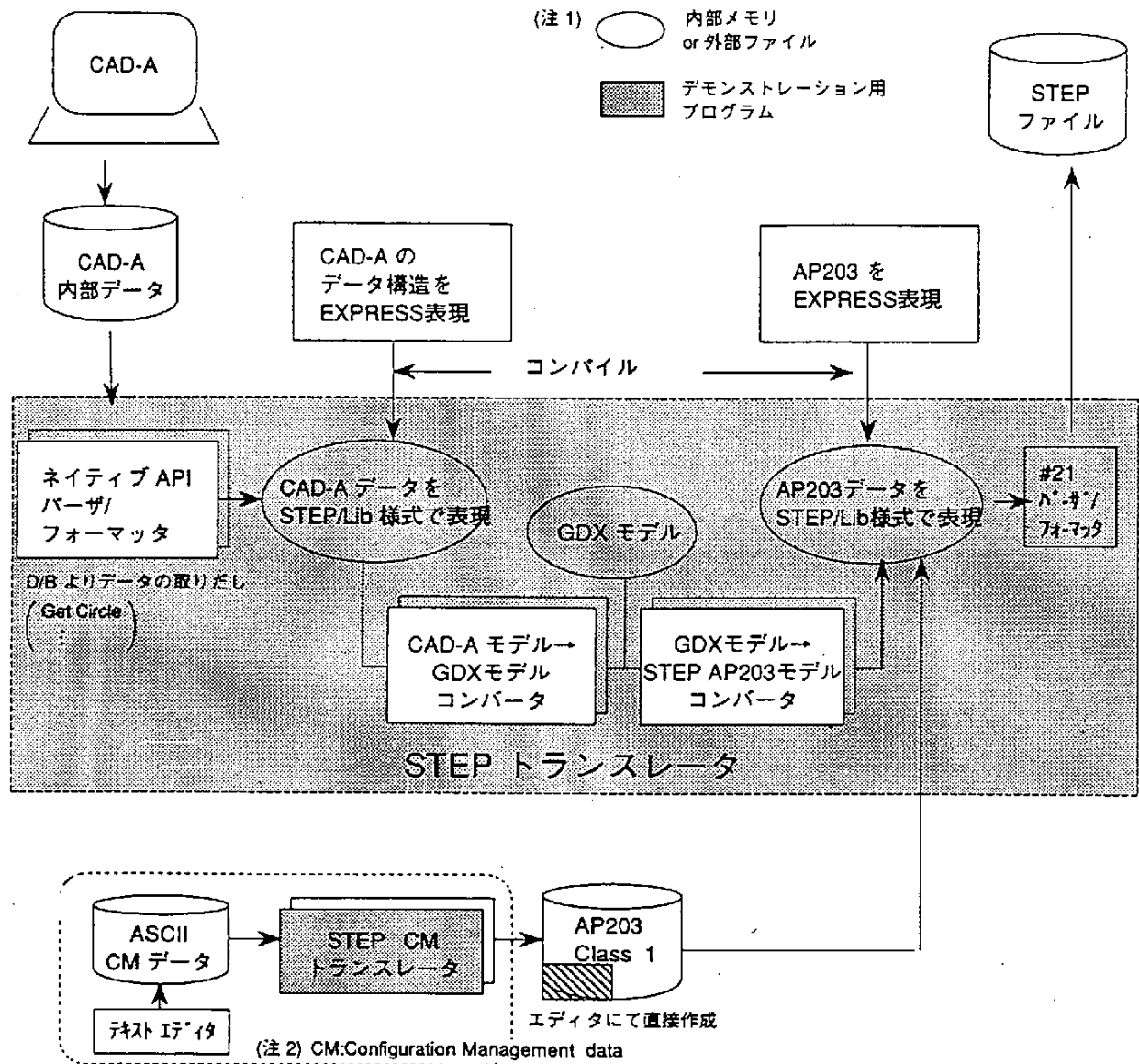
2.5 デモンストレーションの概略

デモンストレーションの概略については、添付の図-2を参照して欲しい。この中では、従来のCAD/CAMデータ交換様式のデファクトであるIGESに比較してSTEP規格のもつ本来の有用性をSTEP/AP203をベースに大筋のシナリオを設定した。

そのシナリオは、日米自動車問題の環境の中で、今後益々海外からの部品調達が拡大する。現地差別化の進展、海外部品も含めてコスト低減に向けた部品共通化など一層の多様化の傾向が強まる。

この環境の中で、エンコパ(エンジンコンパートメントの略称)設計検討を想定する。エンコパの中でラジェータ/サプアセンブリのレイアウト検討を行う。ここでは、「形状データとPSCMのドッキング」をベースにしたSTEP/AP203規格のもつ有効性を表現した。サプライヤーとして、海外特に米国サプライヤーも含め場面設定した。

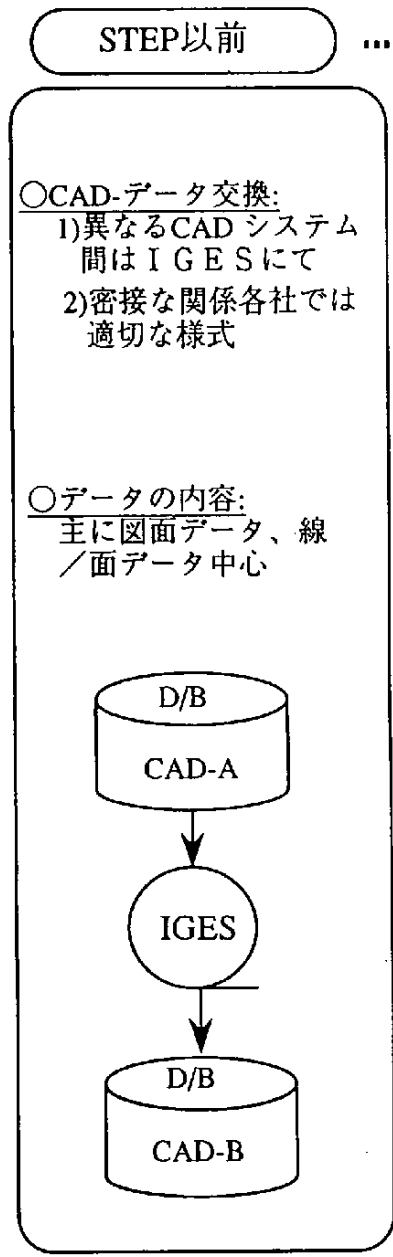
α システムの構成



—JAMA—

All Rights Reserved ; Japan Automobile Manufacturers Association

図-1

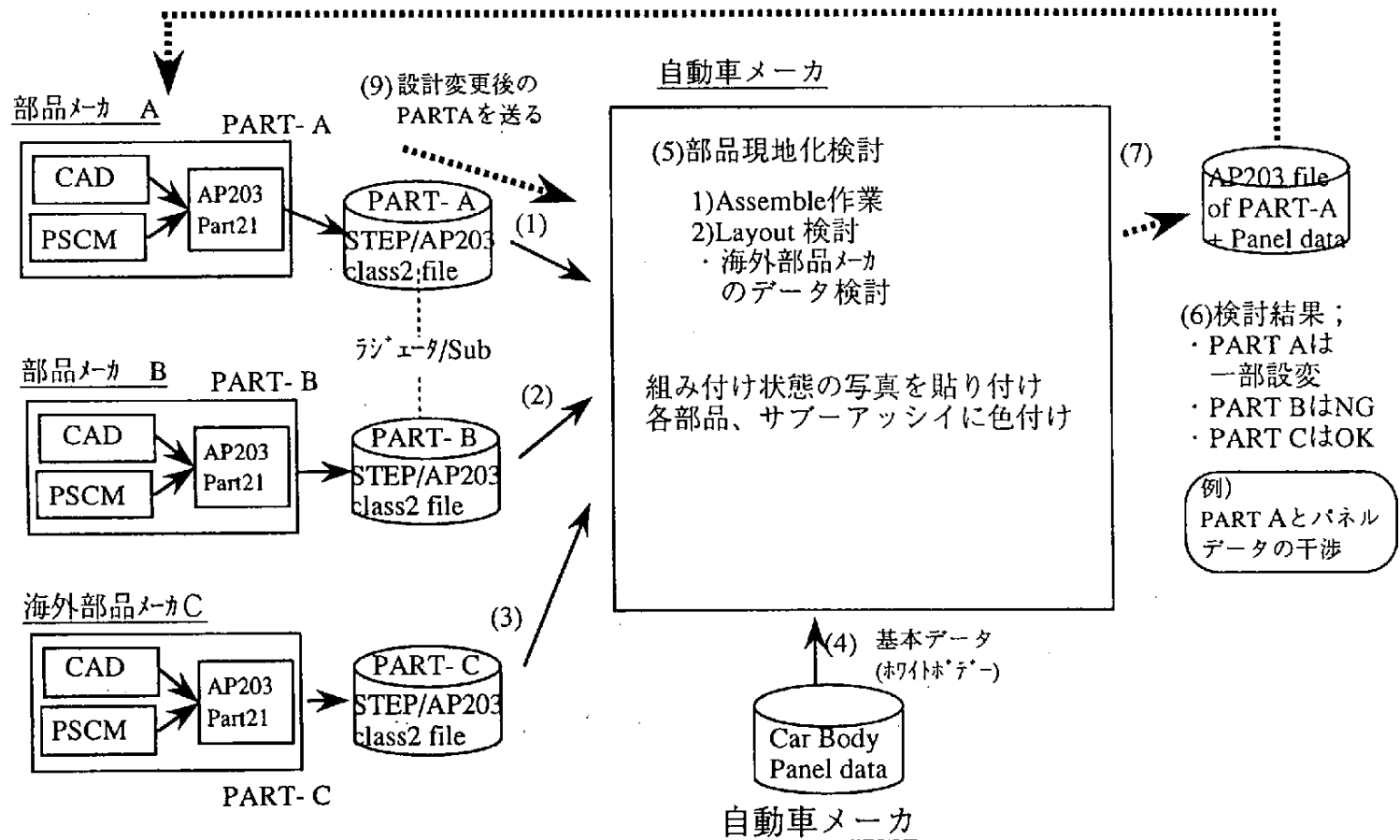


STEP/AP203 以後

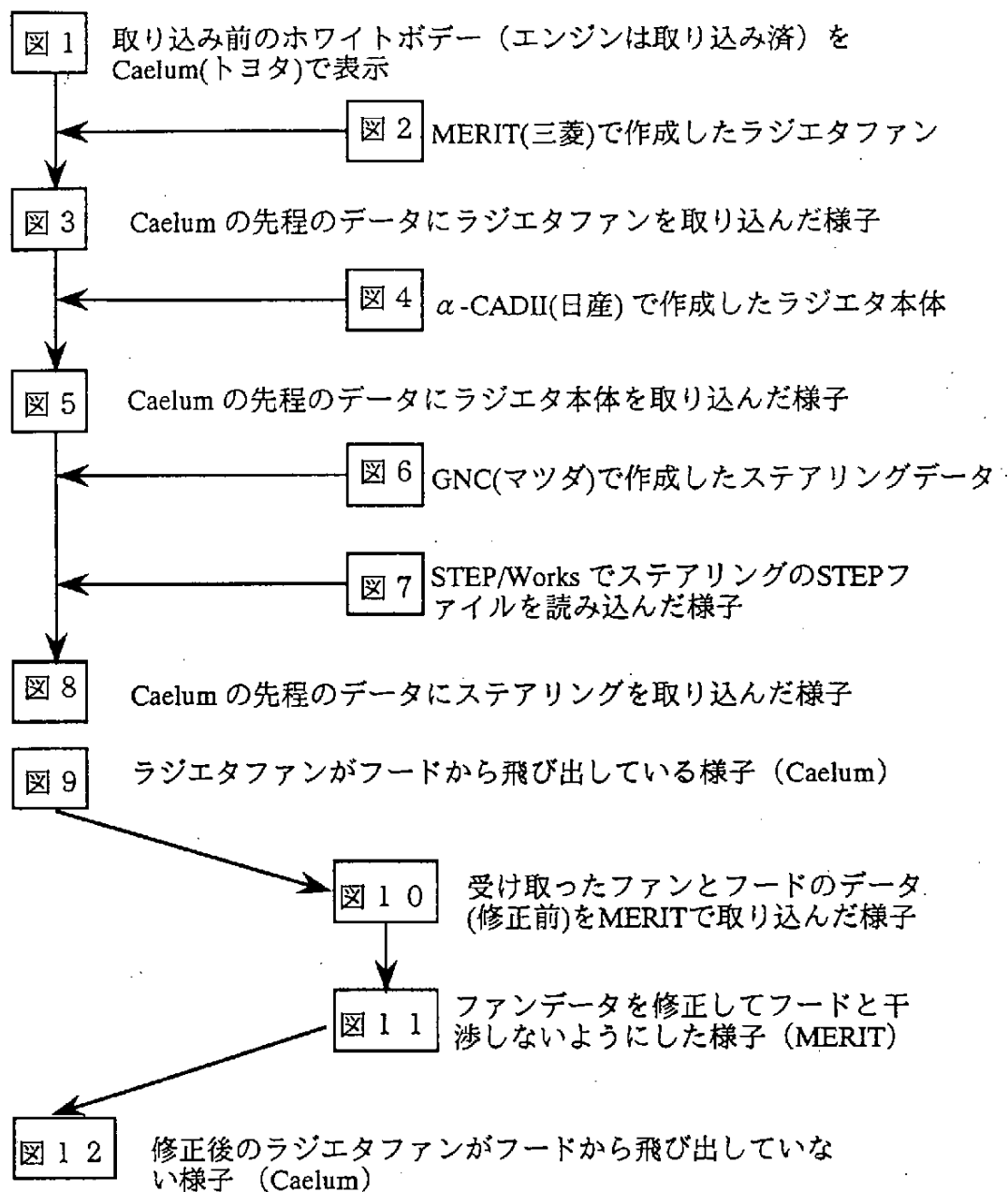
- 重要な点: STEP/AP203はCADデータとPSCMデータを結合
- STEPによりCADデータ交換は更にワールドワイド化

図-2

(8)設計変更依頼; PART AとPART A周辺のパネルデータを部品メカAへ渡す

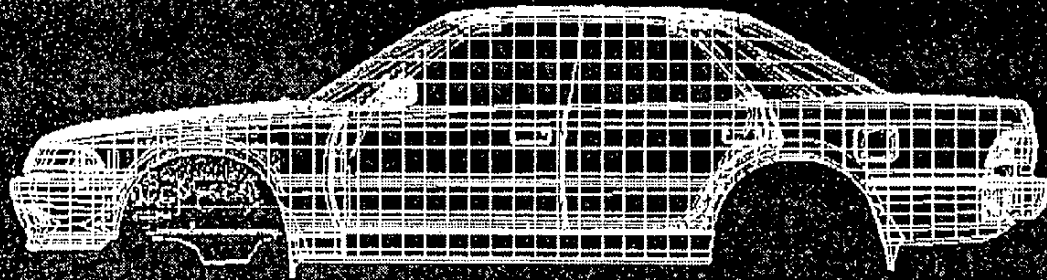
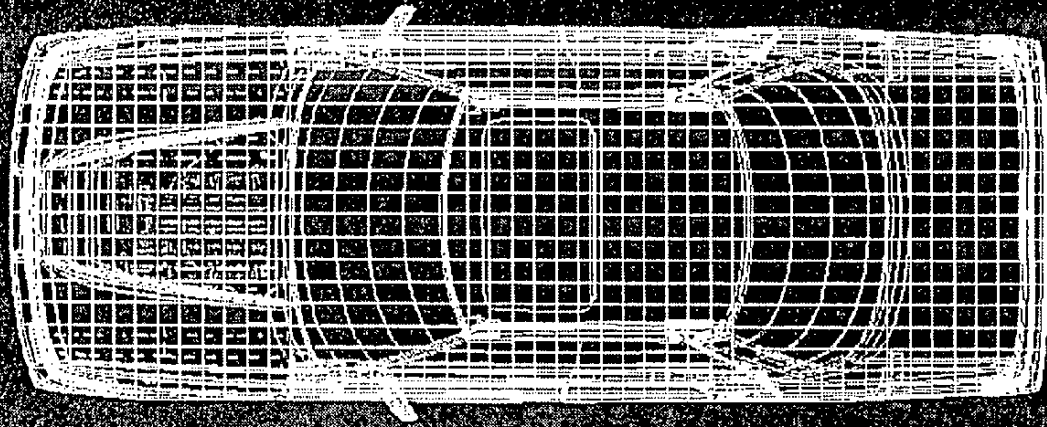


デモの様子



トランスレータ実行例

- 図 1 3 左上はpscmモジュールの入力となるファイルでアッセンブリ情報等が記述されている。その下は設計、承認等に関するデータが記述されているファイル。右下でpscmモジュールを実行している。実行後作成されたクラス1ファイルの内容が右上に表示されている。
- 図 1 4 トランスレータの実行画面。左上は入力ファイル
- 図 1 5 実行後作成された実行ログファイルの中身を表示



シェイ
 SAVE
 ヘルプ/SAVE

 COPY
 オフ
 RECOVERY
 WORKFILB
 ビュー
 PACK
 GARBAGE
 USED
 HOST GET
 HOST PUT

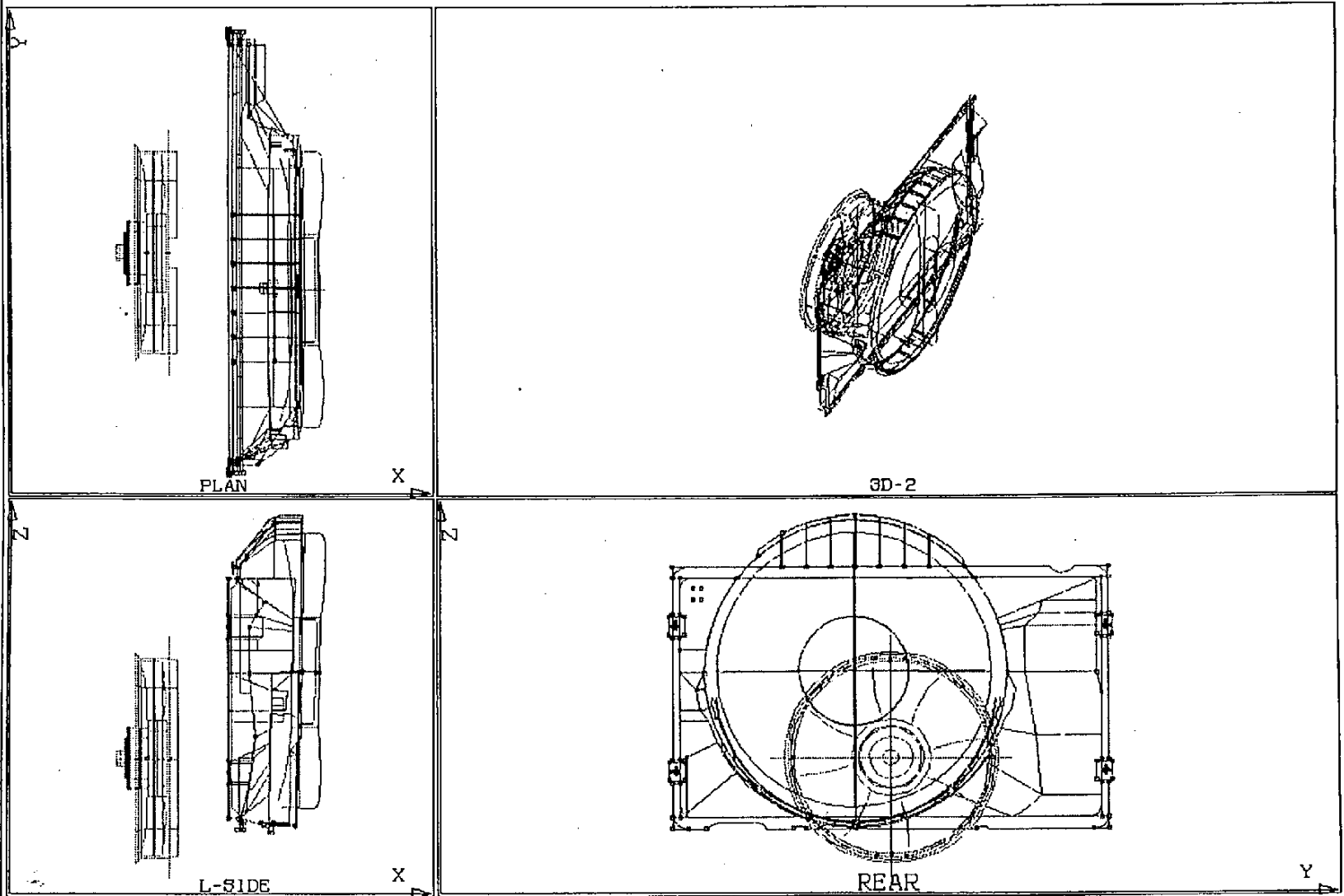
DATABASE
 タブ ショ DATABASE
 END

CANCEL
 3D/DEPTH
 SZOOM/MOVE
 MZOOM RT ZR
 SCALE
 + + - -
 VIEW

コマンドを選択して下さい

図1 取り込み前のホワイトボデー (エンジンは取り込み済)

ATX /MERIT- PROD DATE: 08/02/19 15:30:50 LAYER*: 0 <CNT, DBP> BMPG SET : RX27-AA-DEMO1/NGPAN
 V-03.01.10 SIZE: 2816 (% 68.8 / X 400.0) ELEMENT <VER, BEL, DBP, MBK> MODEL: BASE



PFK: <=PAGE=>	P PIC : OFF M J MODE : GLOBAL	LCB : *CURRENT	<INPUT>	<=PAGE=>
HIT AVAILABLE PFK			DIAL : OFF >D2 >D3 MW >R	PNT-END
			ZOOM MZOM MOV1 REF1	PNT-CNTR
			+ = MOV2 RBF2	PNT-SECT
* E-OFF >RET			ZRET MGAL	CHECK-PNT
BOX-CHG			D3ZR DBTR TILT BLO	L1BT >OFF
DESK-CALC				

図 2 ラジエタファン MERIT(三菱)

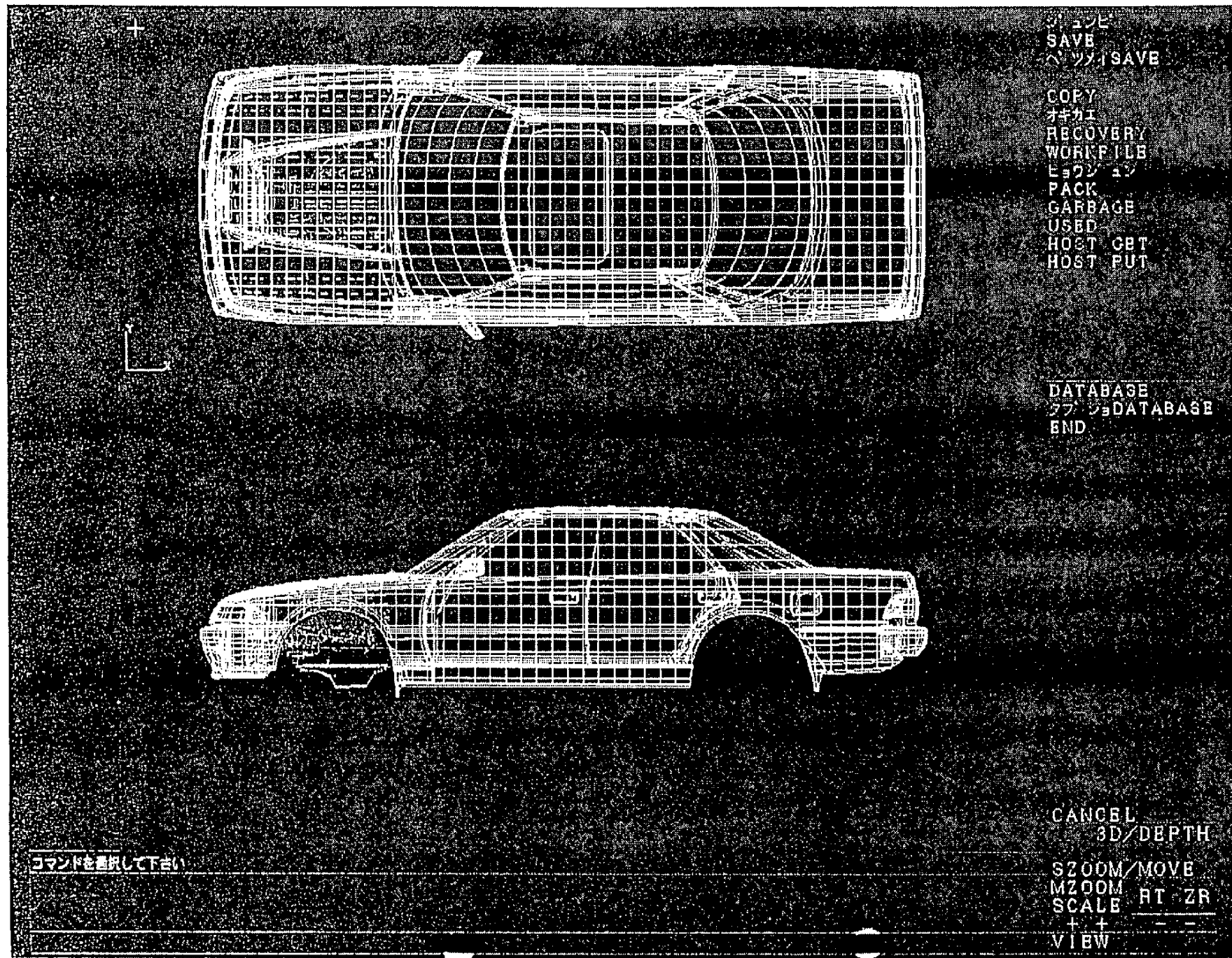
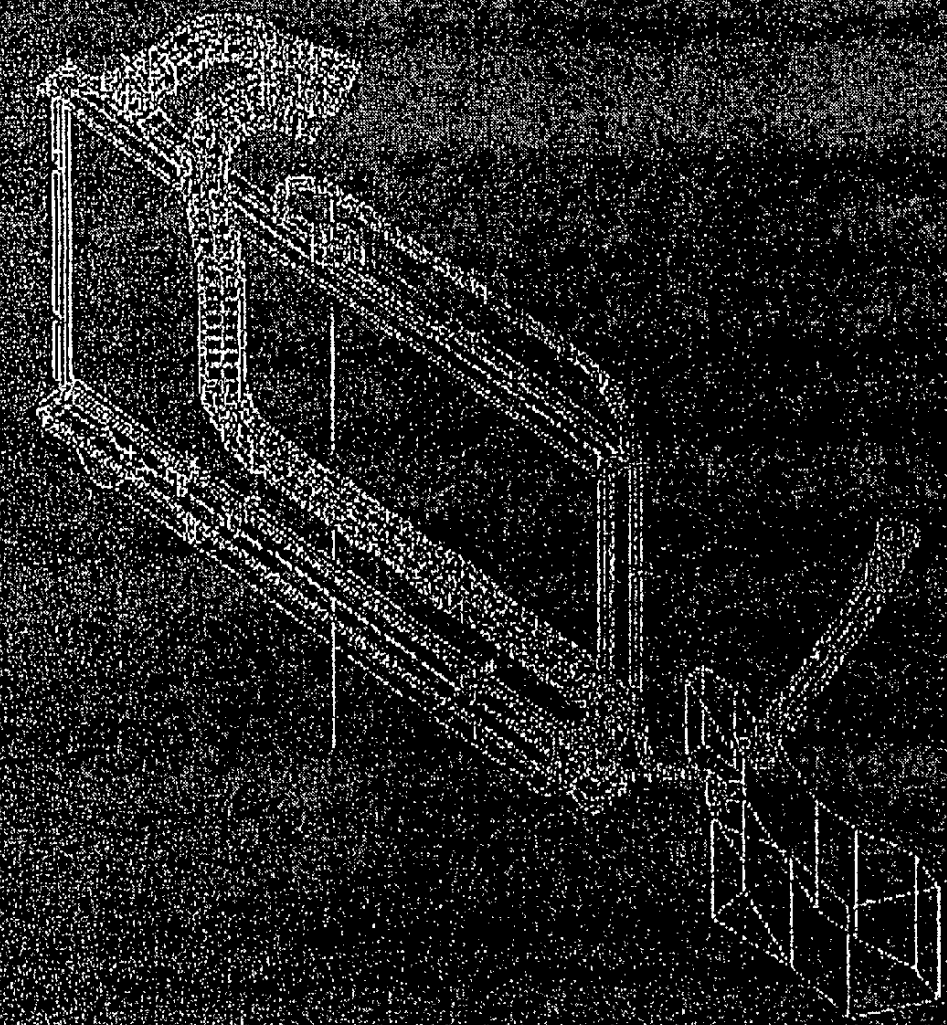


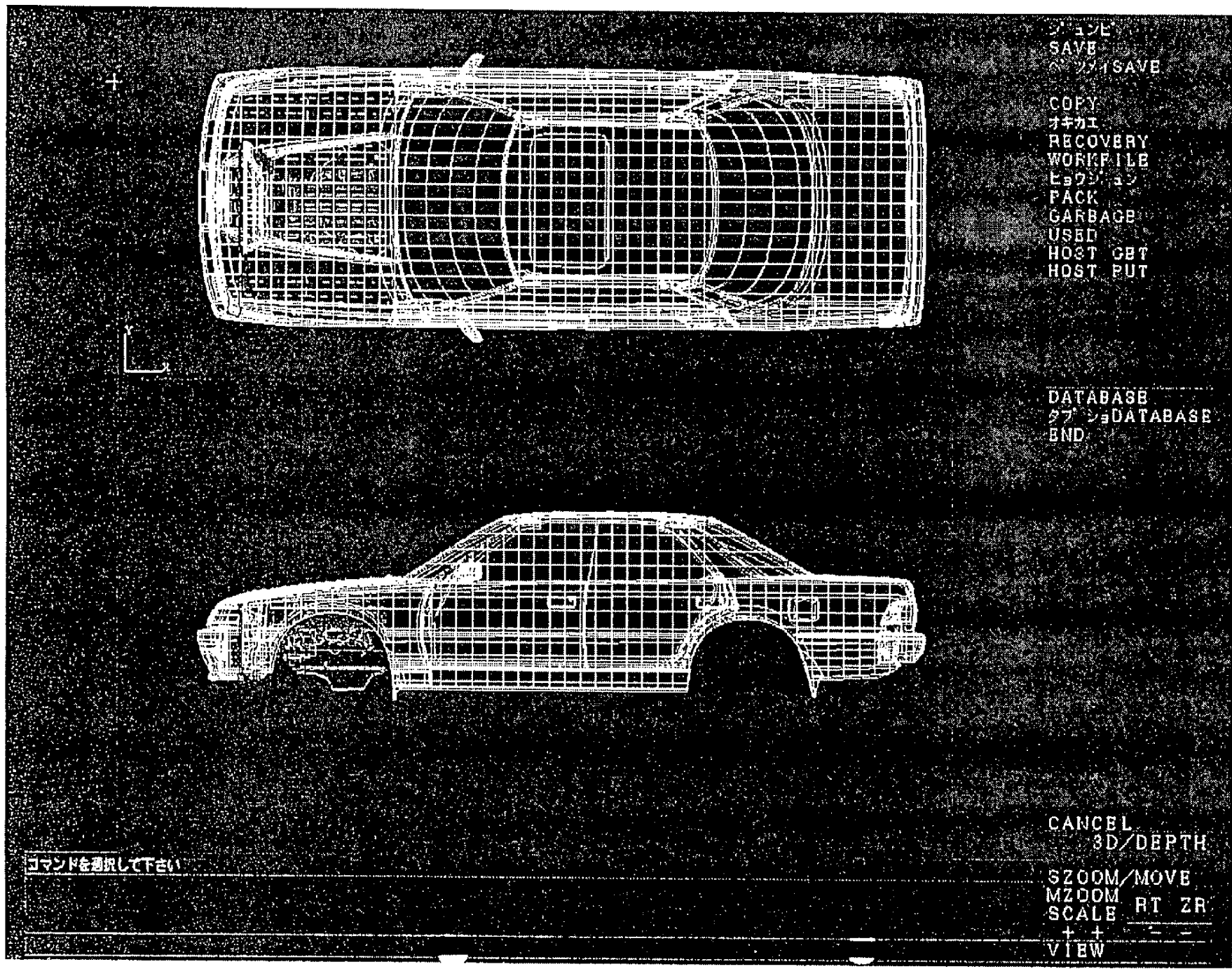
図3 ラジエタファンを取り込んだデータ



VIEW	FRNT*150+	VIEW = 3001	FRONT	LY
#GROUP	SIDE ISO-	GROUP =	1501	SF
ELMT	PLAN RDT.	LAYER = 0	1501	AUX
CHLO	REAR	COLOR = 0	2	APPL
NO	2DIDE = 0.000	REN MTX (GL LQ)		
ERHSE	*30	(*X Y Z) END		

MATRIX LAYOUT PROJECT DEFINE-VIEW
 2DTRNS SECTION ANALYSIS CHANGE-LINE
 COPY SYNTHESIS GROUPING
 WORPRO
 DRAFT FILE-ACCESS

図4 ラジエタ本体 α-CADII(日産)



ショウ
 SAVE
 オフラインSAVE
 COPY
 オキカ
 RECOVERY
 WORKFILE
 エディタ
 PACK
 GARBAGE
 USED
 HOST GET
 HOST PUT

DATABASE
 タブ ショ DATABASE
 BND

CANCEL
 3D/DEPTH
 SZOOM/MOVE
 MZOOM RT ZR
 SCALE + + - -
 VIEW

コマンドを選択して下さい

図5 ラジエタ本体を取り込んだデータ

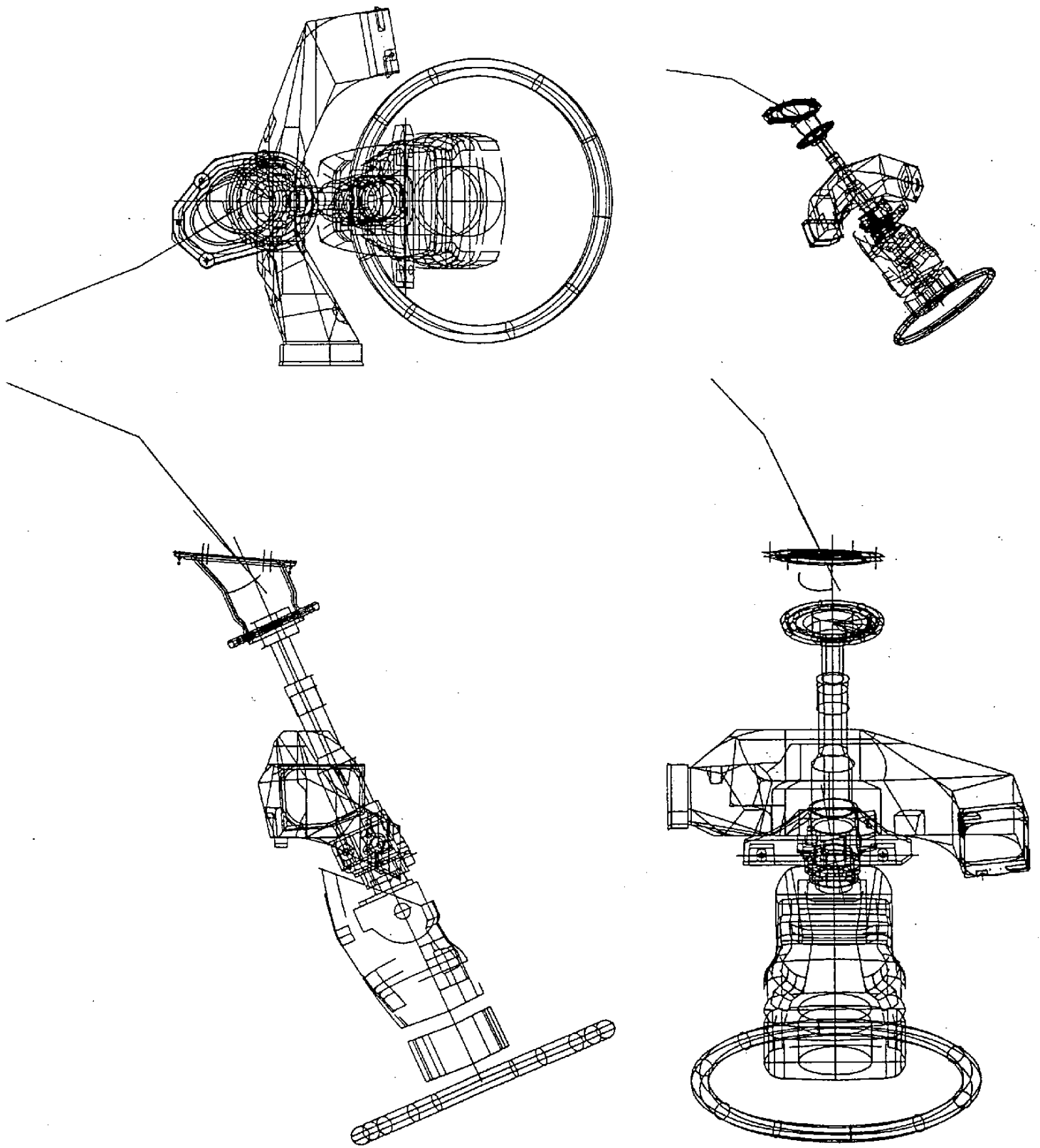


図 6 ステアリングデータ GNC(マツダ)

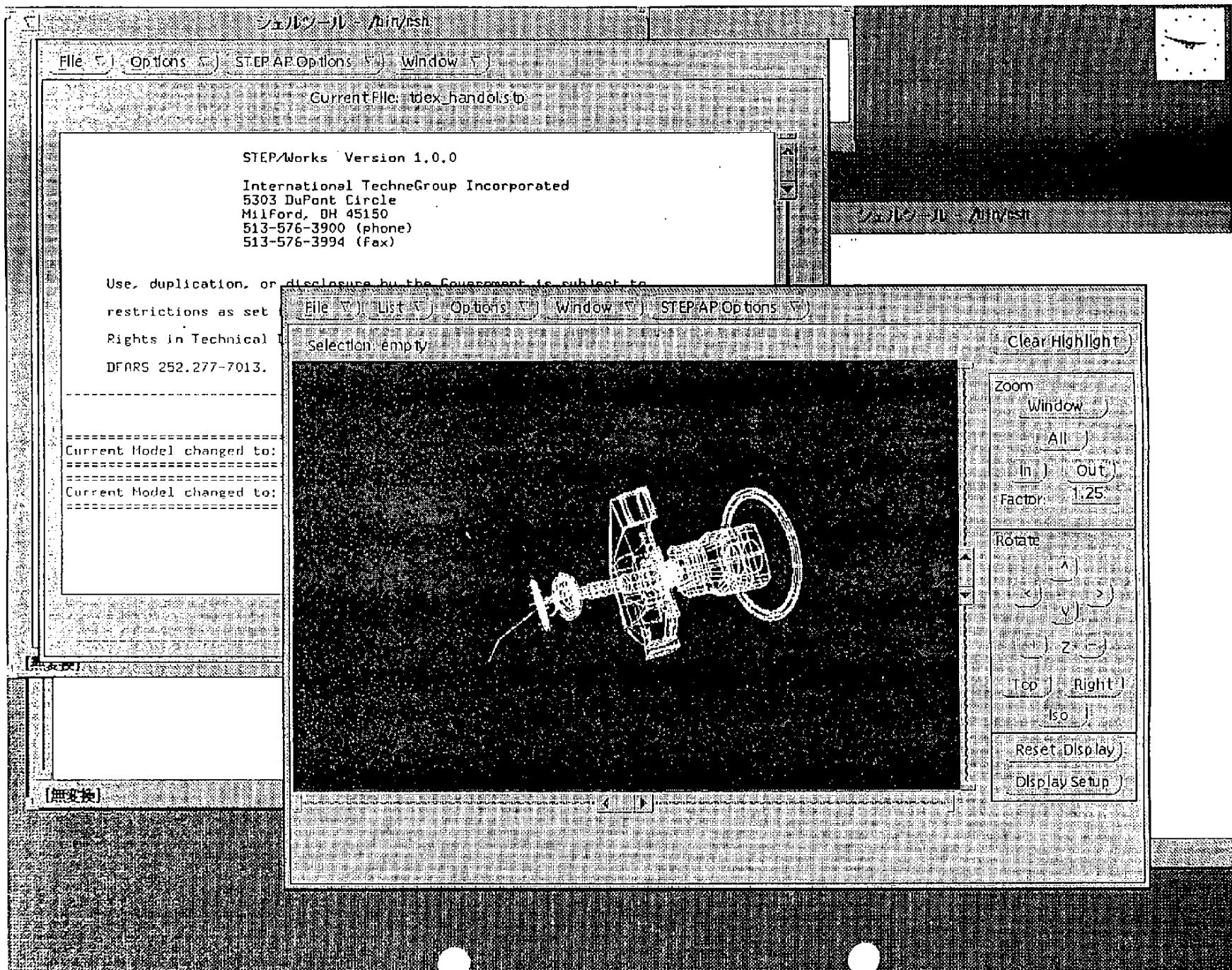


図7 STEP/Works でステアリングのSTEPファイルを読み込んだ様子

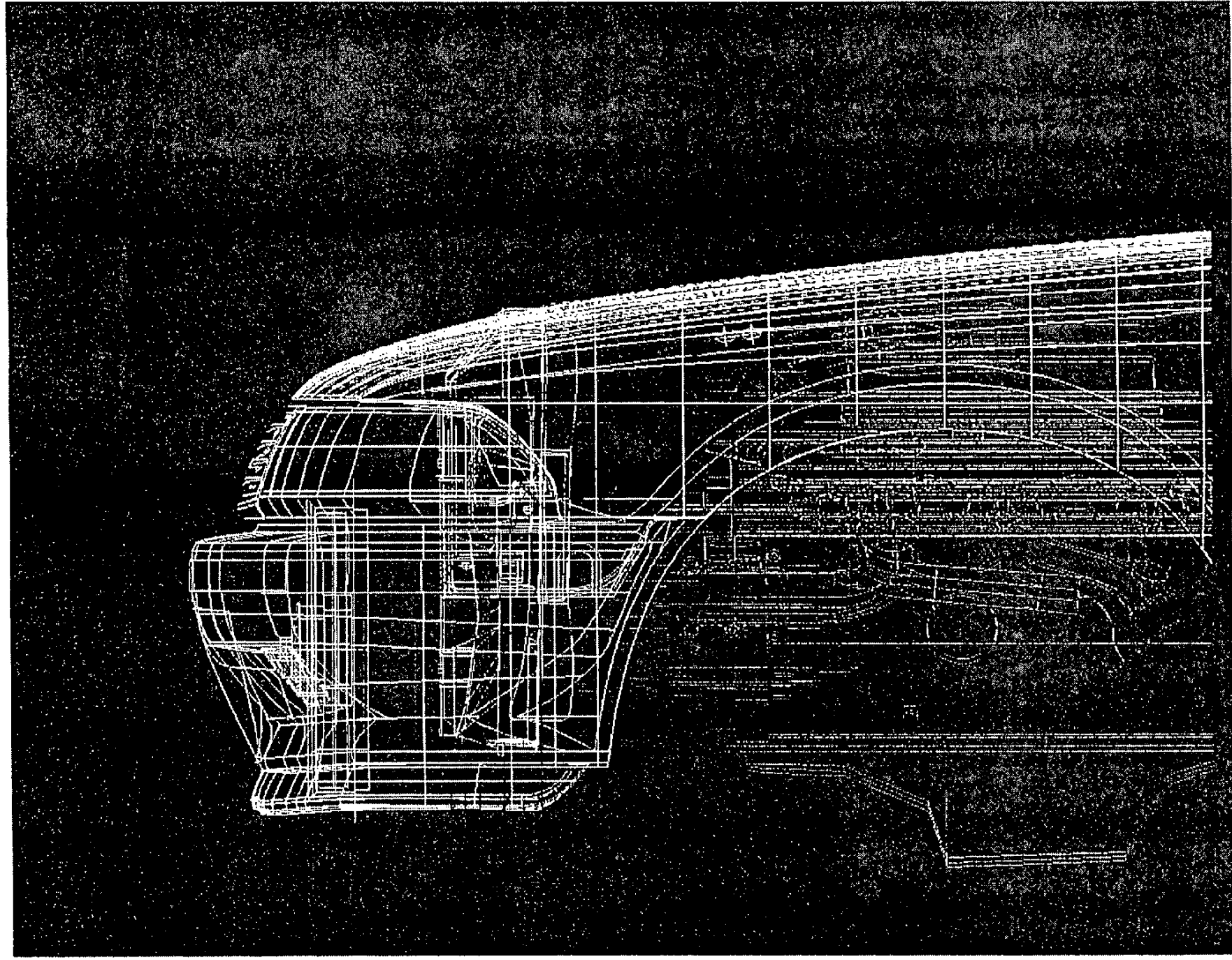
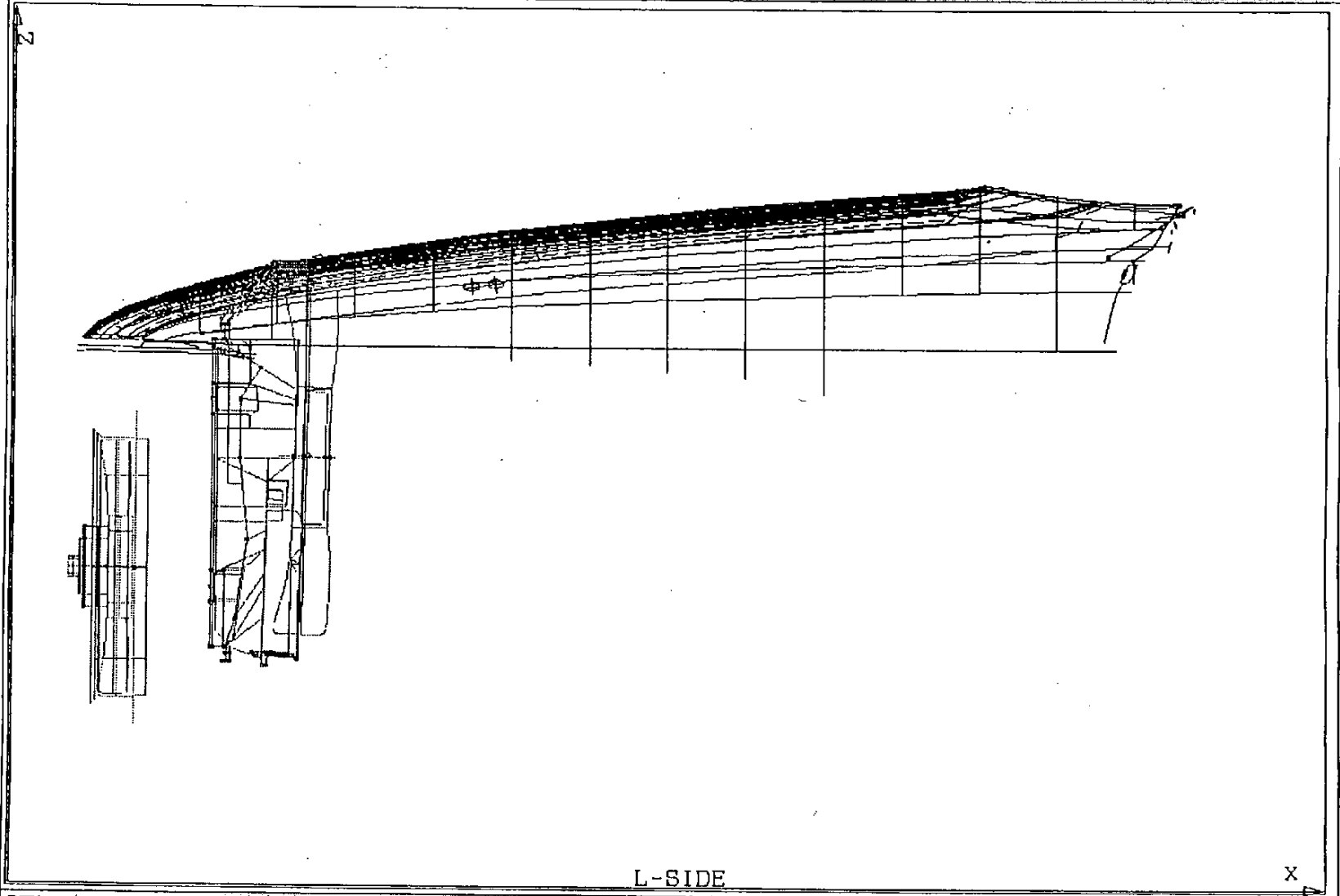


図9 ラジエタファンがフードから飛び出している様子

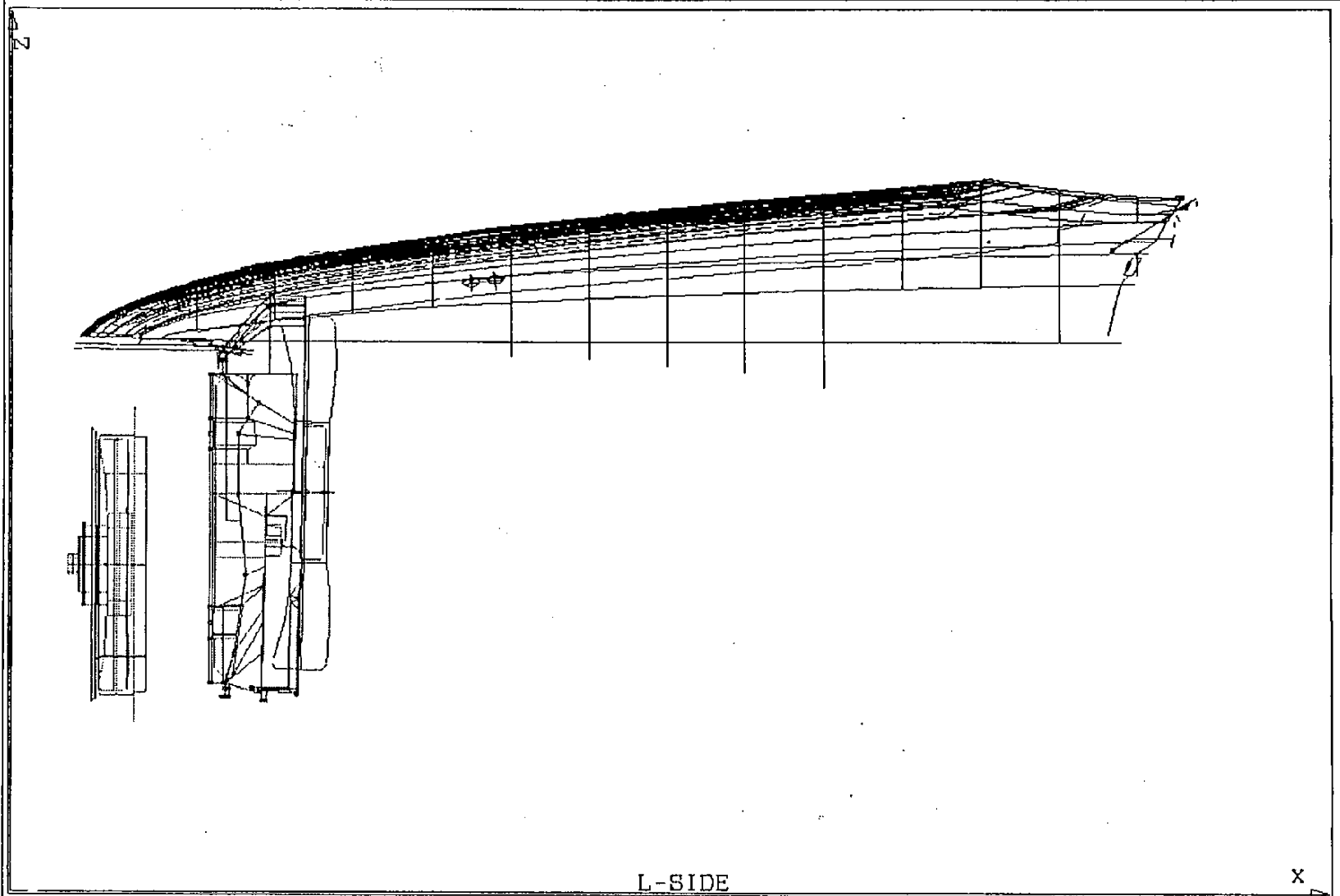
ATX: /MERIT- PROD DATE: 08/02/19 15:31:40 LAYER*: 0 <CNT, DBP> BMPG BET: KX27-AA-DEMO2/FRM_CAELOM
 V-03.01.10 SIZE: 2816 (% 68.8 / % 400.0) ELEMENT <VER, BEL, DBP, MBK> MODEL: BASE



PFK: <=PAGE=>	P. PIC: OFF M I MODE: GLOBAL	LCB: <CURRENT>	<INPUT>	<=PAGE=>
E-OFF >RET BOX-CHG DEBK-CALC	HIT AVAILABLE PFK		DIAL: OFF >D2 >D3 MW >R ZOOM MZOM MOV1 REF1 + = MOV2 REF2 ZRET MGAL D3ZR D3TR TILT BLO	PNT-END PNT-CNTR PNT-SECT CHECK-PNT LIST >OFF

図10 ファンとフードのデータの修正前 MERIT

AIX /MERIT- PROD DATE 08/02/19 15:25:42 LAYER# 0 <CNT: DSP> SMPG BET : RX27-AA-DEMOS/RAD_OR
 V-03.01.10 SIZE 2816 (% 68.8 / % 400.0) ELEMENT <VER, BEL, DBP, MBK> MODEL: BASE



PFK: <=PAGE=>	P: PIC: OFF M: MODE: GLOBAL	LOB: *CURRENT	<INPUT>	<=PAGE=>
E-OFF >RET BOX-CHG DESK-CALC	HIT AVAILABLE PFK		DIAL: OFF >D2 >D3 MW >R ZOOM: MZOM MOV1 REF1 + = < MOV2 REF2 ZRET MGAL D3ZR D3TR TILT BLO	PNT-END PNT-CNTR PNT-SECT CHECK-PNT LIBT >OFF

図 111 ファンとフォードのデータ(修正後) MERIT

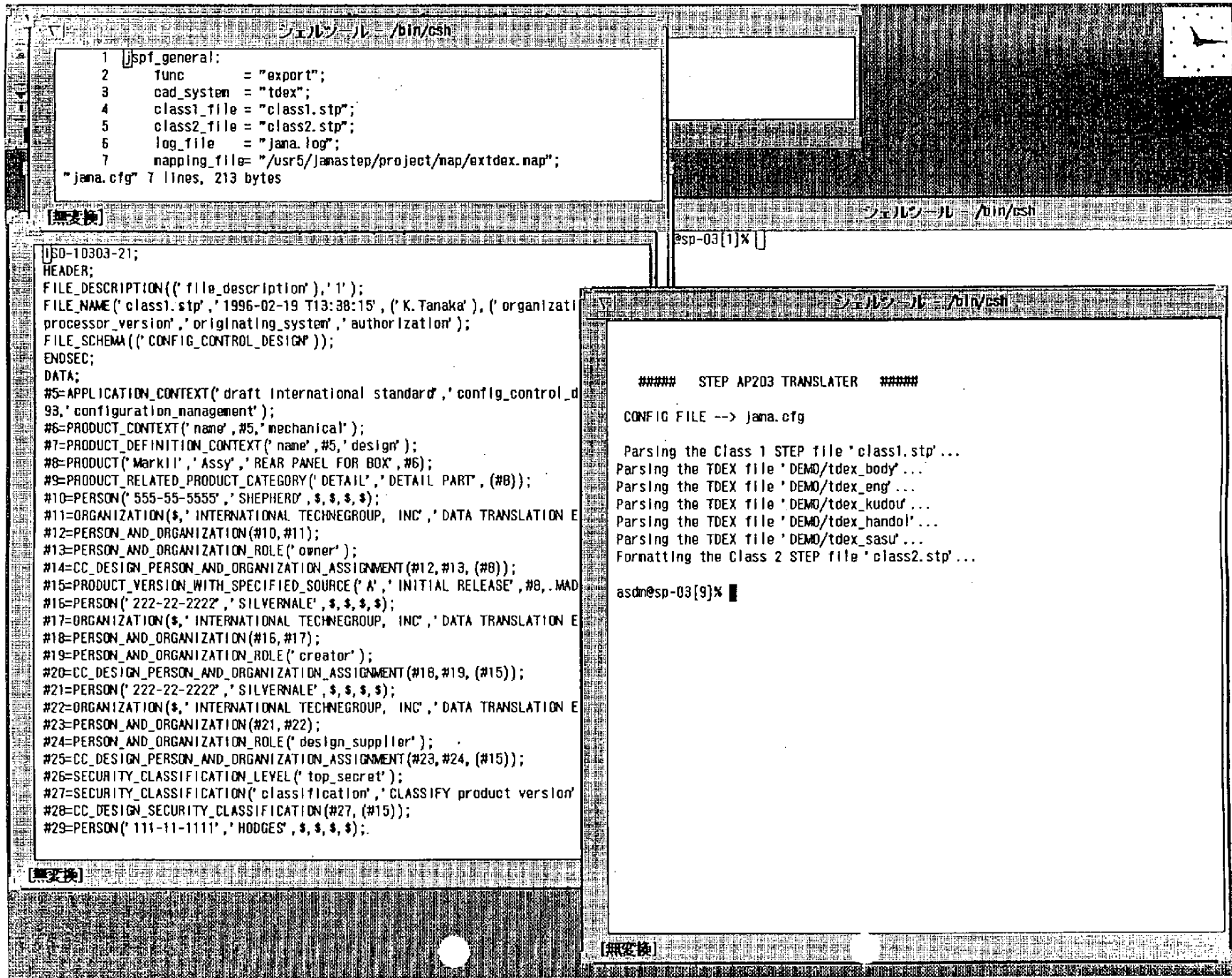


図 1 4 トランスレータ実行の様子

```

/bin/csh
Native Entity Summary
-----
Entity Name                               Count
-----
Tdex Arc                                  316
Tdex Bezler                               12
Tdex Entity                               14
Tdex Line                                 751
Tdex Spline                               504
-----
Total                                     1597
-----

Native Entity Summary
-----
Entity Name                               Count
-----
Tdex Arc                                  1338
Tdex Entity                               3
Tdex Line                                 2221
Tdex Spline                               1314
-----
Total                                     4876
-----

STEP Header Data
-----
File Description
  Description      : file_description
  Implementation Level : 1
File Name
  Name             : class1.stp
  Time Stamp      : 1995-04-28 T14:02:13
  Author          : M.Yoshida
  Organization    : organization
  Preprocessor Version : preprocessor_version
  Originating System : originating_system
  Authorisation   : authorization
File Schema
  Schema Identifiers : CONFIG_CONTROL_DESIGN
-----

STEP Entity Summary
-----
Entity Name                               Count
-----
Application Context                        1
Approval                                   21
Approval Date Time                         21

```

```

/bin/csh
Date And Time Assignment                14
Date Time Role                          14
Direction                                14927
Document                                  5
Document Type                            5
Geometric Set                            5
Geometrically Bounded Surface Representation 13
Line                                      7326
Local Time                               35
Mapped Item                              6
Next Assembly Usage Occurrence           6
Organization                             56
Person                                    56
Person And Organization                   56
Person And Organization Role              35
Plane                                     1
Product                                   7
Product Context                           1
Product Definition                        2
Product Definition Context                 1
Product Definition Shape                  13
Product Definition With Associated Documents 5
Product Related Product Category          7
Product Version With Specified Source     7
Quasi Uniform Curve                       3358
Representation Context                    7
Representation Map                         6
Security Classification                   7
Security Classification Level              7
Shape Definition Representation            13
Trimmed Curve                             9969
Vector                                    7326
-----
Total                                    229507
-----

Assembly Summary
-----
Part ID: MarkII, Version ID: A
Part ID: body, Version ID: model
Part ID: shasi, Version ID: model
Part ID: engine, Version ID: model
Part ID: kudou, Version ID: model
Part ID: handol, Version ID: model
Part ID: suspension, Version ID: model
-----

Processing Time
-----
Elapsed CPU time : 00:06:16
Elapsed Clock time: 00:13:57

```

図 15 実行ログファイル

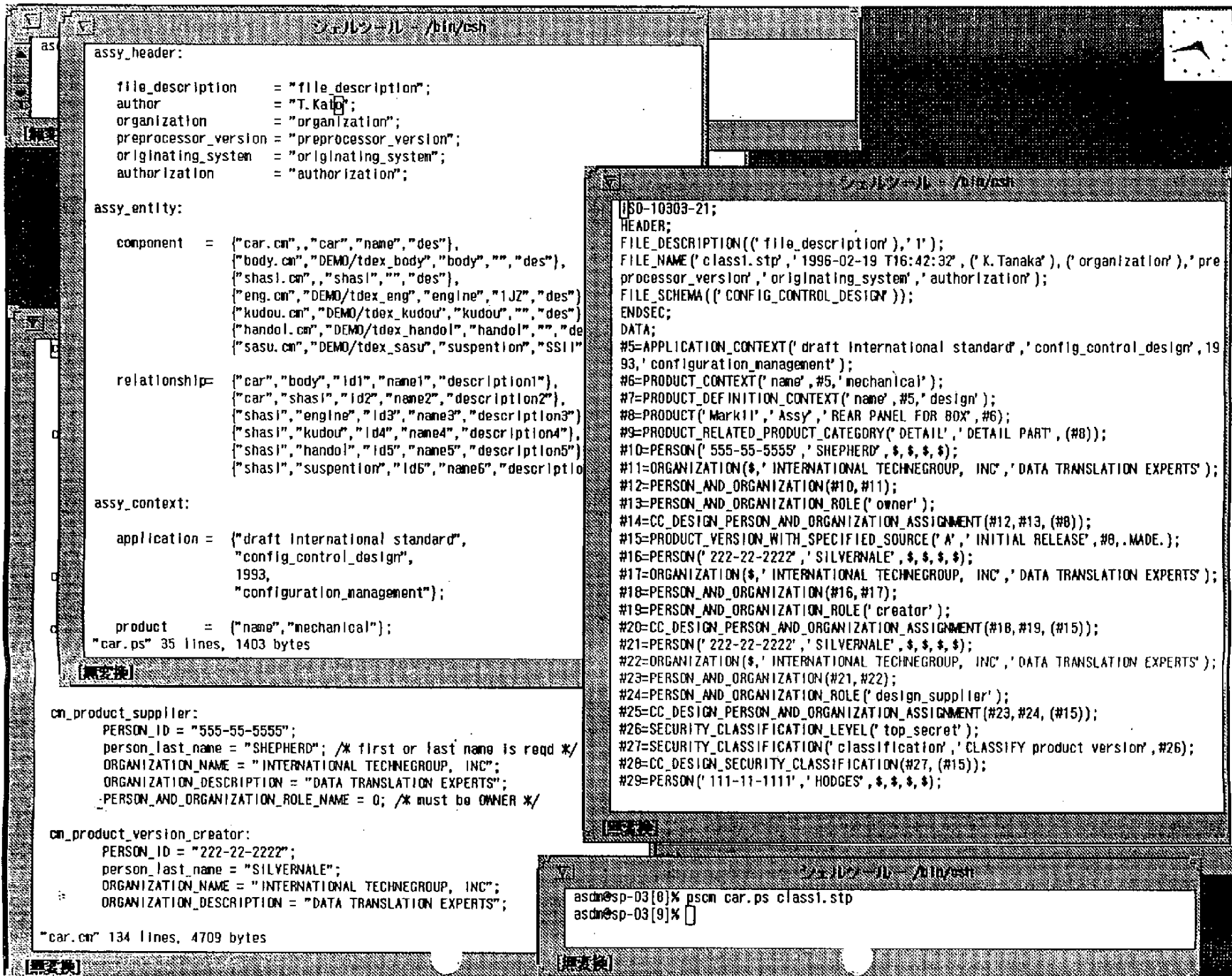


図 1.3 pscm モジュールを実行しクラス1ファイルを作成

——禁無断転載——

平成8年3月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会
STEP推進センター
東京都新宿区西新宿7丁目5番25号
西新宿木村屋ビル 9階
TEL 03 (3362) 3171

印刷所 株式会社 昭和工業写真印刷所
東京都港区三田5丁目14番3号
TEL 03 (3452) 8451

