

# STEP実用化に向けての 調査研究報告書

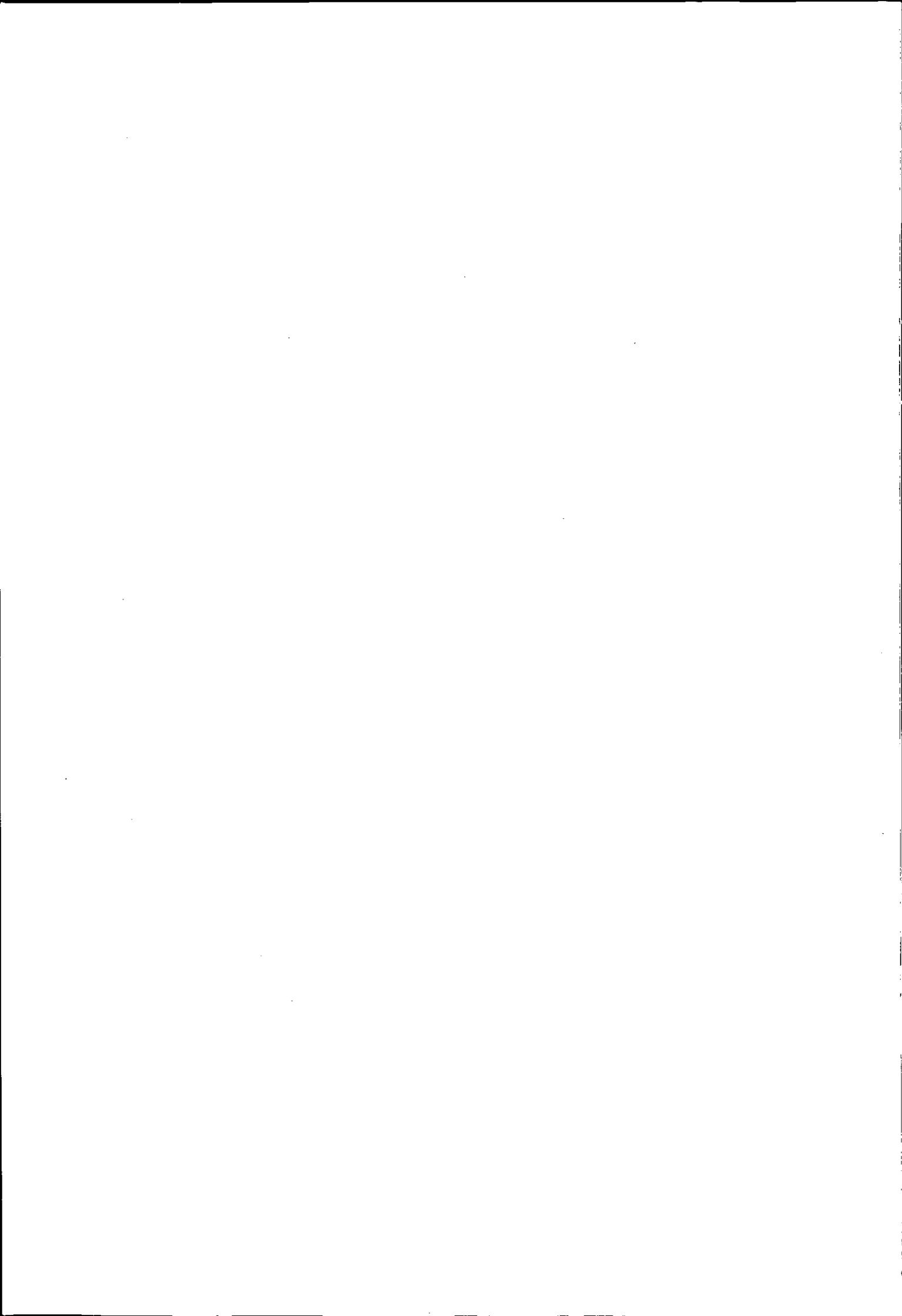
(平成9年度)

平成10年3月



財団法人

日本情報処理開発協会  
STEP推進センター





**KEIRIN**



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、日本自転車振興会からの補助事業「STEP 実用化に向けての調査研究」（平成9年度）の成果をまとめたものです。

STEP (Standard for the Exchange of Product model data) 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、これら情報を共有化するための国際標準であり、ビジネスプロセスを変革し設計・製造部門の知的生産性向上に寄与するものです。

我が国では近年製造業における生産活動効率化・合理化の観点から、生産拠点の国際展開や国際調達が加速される中で、産業の国際競争力を維持・拡大していくためには、更に強力なSTEPの推進が重要な課題になってきています。

欧米各国は、自国産業の発展に向けて、官民産学あげてSTEPの普及促進、活用推進に努力を傾注しており、我が国に於いてもSTEPの更なる普及、活用促進が急がれる情勢であります。

このため当センター内に「調査普及委員会」を設置して、STEPに関する海外の技術・応用動向の調査・研究、STEPの実用化に必要なインフラストラクチャーの調査・研究、及びSTEPの普及促進活動を推進してまいりました。

本調査研究は、STEP実用化のための調査研究及び普及を目的としたものであり、今年度はとりわけ次の様な活動を行い、ここにその成果をとりまとめました。

- ①海外に於けるSTEP関連技術・実用化に関する動向の把握を行うとともに、関連機関との意見交換による調査活動
- ②生産・調達・運用支援統合情報システム(CALS)との連携による、STEP実証事例を主とした技術交流の実施
- ③STEP普及のためのセミナー開催、CALSEXPOでのデモ・展示、ICCAS'97へのパネル展示

これらの調査研究の成果が今後の我が国におけるSTEPの普及促進及び実用化推進のために貢献できることを期待してやみません。

最後に調査研究に当たってご協力を賜った調査普及委員会の綾日天彦委員長を初めとする各委員、並びに関係各位に深く謝意を表するとともに、ご指導とご支援を賜った通商産業省機械情報産業局の関係各位に厚く御礼申し上げます。

平成10年3月  
財団法人 日本情報処理開発協会  
STEP推進センター長  
中西 英夫

## 【平成9年度調査普及委員会 委員一覧】

委員長	綾 日天彦	三井造船(株) 技術本部	技術顧問
	青山 英樹	慶応義塾大学 理工学部	システムデザイン工学科
	安藤 英俊	山梨大学	総合情報処理センター 助教授
	井越 昌紀	東京都立大学 工学部	精密機械工学科 教授
	伊藤 厚示	松下電器産業(株) 生産技術本部	ものづくり支援センターグループリーダー
	江村 弘	三菱電機(株) 設計システム技術センター	システム応用技術部
	小笠原 隆	(株)トヨタケーラム	エンジニアリングシステム部 部長
	奥田 稔	ソニー(株) 情報システムセンター	エンジニアリングシステム部 統括部長
	片山 健史	新日本製鉄(株) エレクトロニクス・情報通信事業部	産業システムソリューション第2部
	川廷 寿継	(株)ゼクセル情報総括本部	情報企画部 主査
	菊島 信	石川島播磨重工業(株) 技術本部	管理部企画グループ 課長
	岸浪 建史	北海道大学 工学部	精密工学科 教授
	斎藤 恒雄	三井造船(株) TNプロジェクト室	部長
	竹内 淳一	日本アイ・ピー・エム(株) 製造システム事業部	第2インテグレーション営業部長
	田淵 寛	三井造船(株) 技術本部	主査
	坪内 茂樹	雇用促進事業団 高度ポリセンター	素材、生産システム 助教授
	富山 篤優	(株)東洋情報システム東京産業事業部	プロジェクトシステム部 課長
	中井 裕司	川崎重工業(株) 情報システムセンター	開発2部 係長
	原田 泰弘	日本電気(株) 製造業システム開発本部	技術応用システム開発部 課長
	弘中 健一	(株)日立製作所ソフトウェア開発本部	言語図形設計部 主任技師
	星野 正広	富士通(株) 政策推進本部	情報企画部 担当課長
	宮下 清	富士ゼロックス(株) 生産プロセス改革部	2グループ 課長
	山崎 一博	(株)ケー・ジー・ティ	エンジニアリング技術グループ 部長
	横田 秀明	(株)富士総合研究所	解析研究グループ

## STEP推進センター

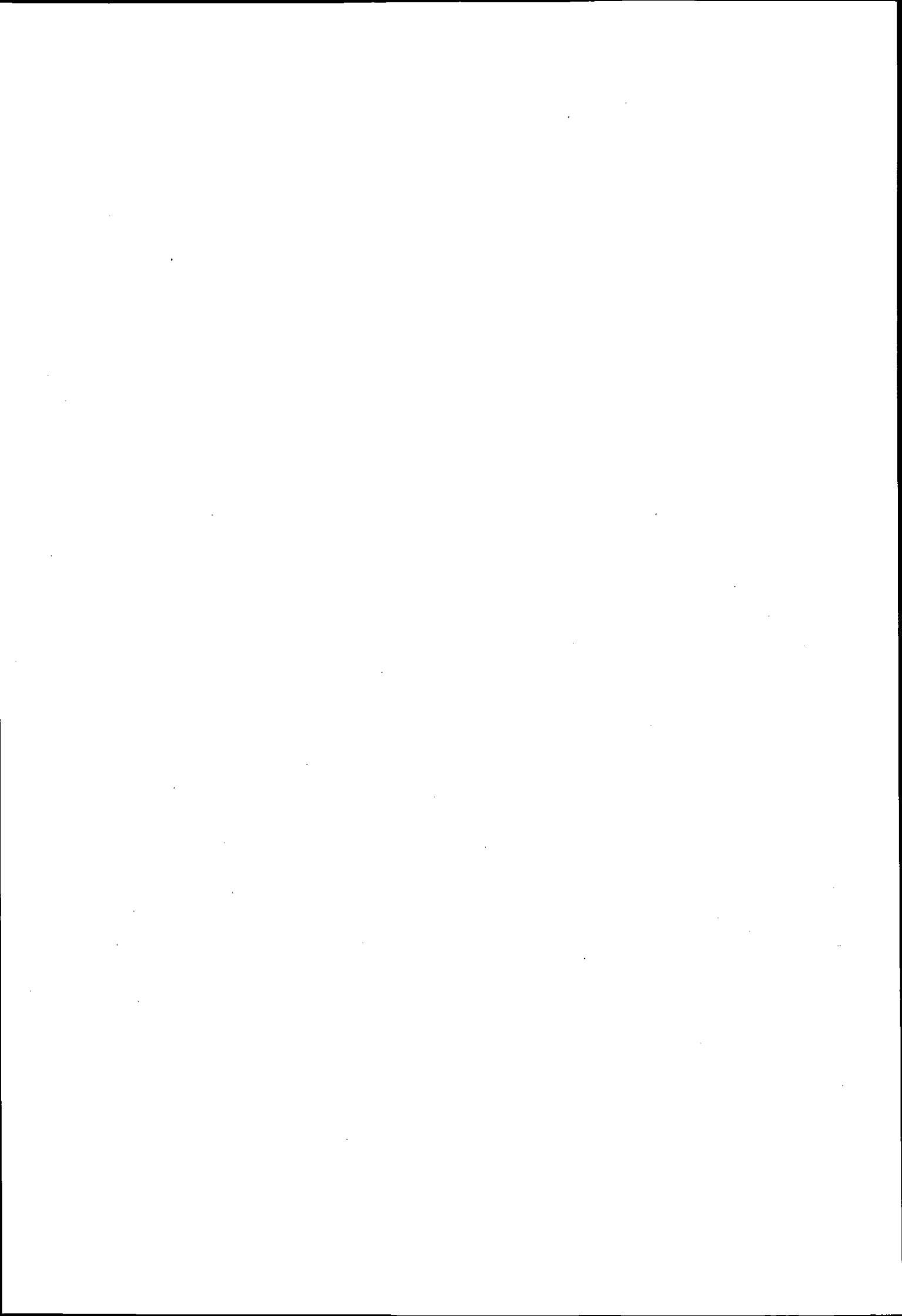
藤田 信夫	事務局次長
杉本 岑生	技術部長
堀越 裕道	主任研究員
奥 保正	主任研究員
上田 正二	主任研究員
松崎 幸一	主任研究員
安藤真佐男	主任研究員
竹内斎之郎	主任研究員
池田 徹	主任研究員
小高 浩	主任研究員
大越 和夫	主任研究員

# STEP実用化に向けての調査研究報告書

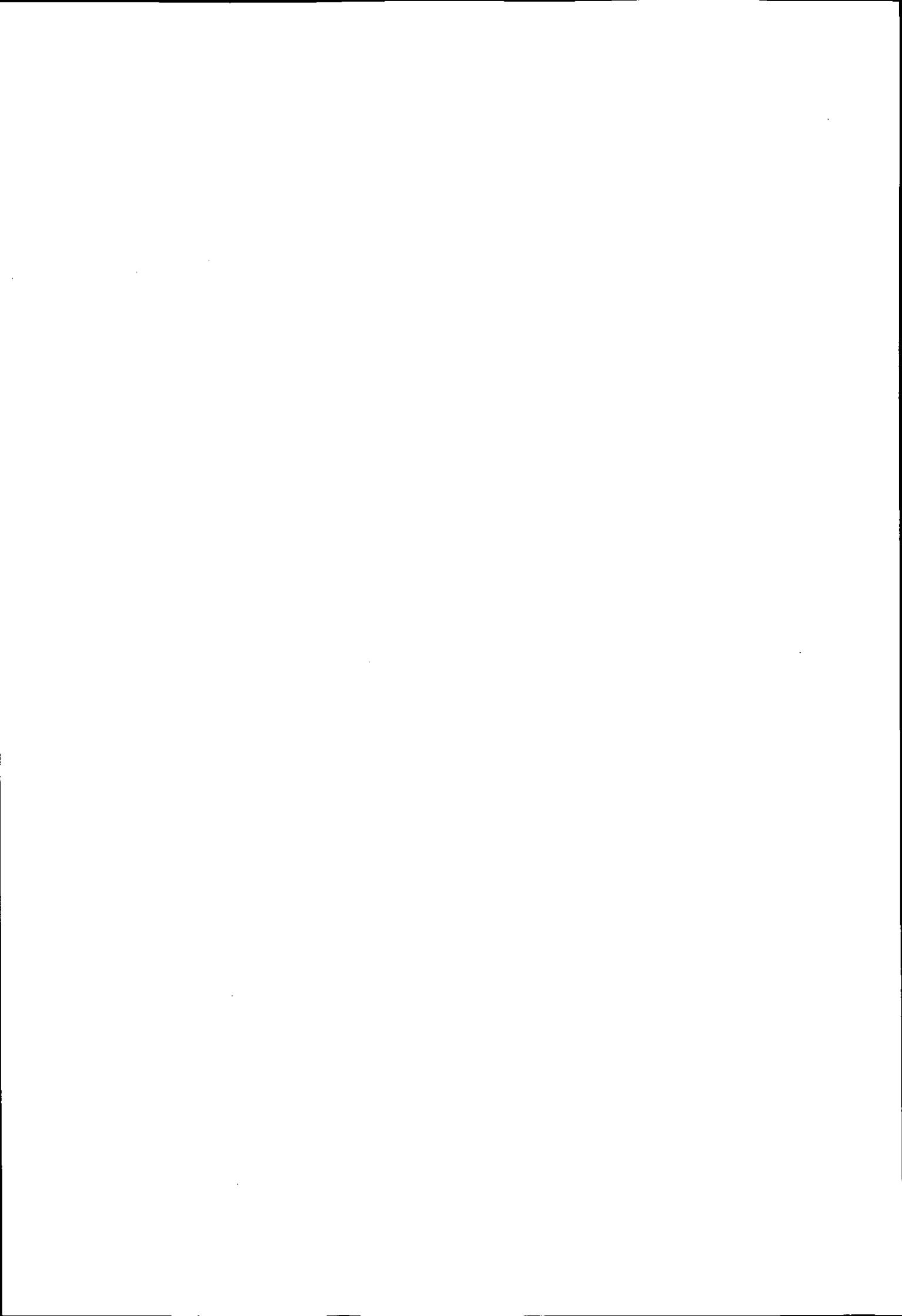
(平成9年度版)

## 目 次

I. 調査研究の概要 .....	1
II. STEPに対する自動車業界の期待 .....	9
III. STEPに関する調査報告 .....	13
1. 実用化動向 .....	13
1. 1 産業界の実用化動向 .....	13
1. 2 生産設計プロジェクトの紹介 .....	28
1. 3 STEP実装ガイドの紹介 .....	35
1. 4 AP203解説書の紹介 .....	41
2. STEP 関連技術動向 .....	43
2. 1 HLDAIプロジェクトの紹介 .....	43
2. 2 製品モデル記述言語としての EXPRESS と Java の言語機能比較 .....	48
2. 3 マッピング技術の動向 .....	69
2. 4 DMAC (Design and Modeling Council) .....	77
3. 海外調査報告 .....	83
3. 1 STEP 技術動向および関連技術 .....	83
3. 1. 1 RPK University .....	83
3. 1. 2 Institut Produktionstechnik und Automatisierung(IPA) .....	94
3. 1. 3 A DATA EXCHANGE ENGINE .....	106
3. 2 STEP 実証プロジェクトの状況 .....	114
3. 2. 1 RISESTEP .....	114
3. 2. 2 Dassault Systemes .....	119
3. 2. 3 MARITECH .....	130
3. 2. 4 NIIP .....	152
3. 3 STEP の展開 .....	161
3. 3. 1 STEP Tools, Inc. ....	161
3. 3. 2 IBM Charlotte .....	170
IV. 平成9年度調査普及委員会活動一覧 .....	179



# I. 調査研究の概要



## I. 調査研究の概要

調査普及委員会 委員長 綾 日天彦

### 1. 調査研究の目的

STEP 推進センター調査普及委員会は、平成9年度の活動方針を前年度に続き「STEP をユーザが実務で使うための問題点と解決方法」を明らかにすることを重点課題とした。このため、

- STEP 実用化の実態
- 次世代情報技術の提供する新ソリューションの可能性
- ユーザニーズの変化とユーザ利点の明確化

を目標とした調査研究活動を実施した。

コンピュータの世界には、インターネットに触発されて、かつてのパソコン革命より遙かに大きな影響をもたらすコミュニケーション革命が始まっている。この情報技術環境の変化は、STEP 実用化に大きな影響をもたらす。今年度の調査活動は、インターネット新時代に対する STEP の価値を明らかにすることに重点を置いた。

「STEP とは何か」「先進ユーザは STEP の価値をどう考えて使い始めているか」「誰が STEP の実装をするのか」「将来へ向かっての技術開発は何を狙ってどう展開し始めているか」を、経営幹部および設計/生産現場の技術者に理解できる形にまとめ、日本の製造業が「STEP を如何に使って行けば良いか」を考えて行くために役立つ情報を提供することを調査研究活動の目標とした。

### 2. 実施方法

STEP 推進センター技術部の組織活動は、2年目を迎えて軌道に乗った。セミナー開催、国際的な ICCAS'97(1997.10.)、CAL S EXPO International'97(1997.11.)の展示会出展などを通して、内外のオピニオンリーダーとの積極的に交流した。

国内では、業種別 CAL S プロジェクトで STEP 実証実験が進行し、STEP 推進センター技術部支援グループが「CAL S/STEP と CAL S/SGML 連絡会」の運営を担当した。実証実験の成果を利用し、実用化の問題点とその解決策を調査研究した。

海外調査では、ユーザニーズ主導で STEP の利用技術開発を積極的に進めている欧州と、情報技術革新を先導している米国の実態調査を実施した。前年に引き続き、'98年2月 IPO (IGEG/PDES Organization) Meeting (米国内ユーザのための STEP 利用に関するワークショップ) に参加し、世界的視点で方向性と流れを調査した。

### 3. 成果の要約

#### 3.1 STEP 技術の特徴

「STEP とは何か」の本質を理解することは、今後の課題と将来の可能性を検討するための要件である。'98年2月のIPO Meeting（米国内ユーザ対象のSTEP利用に関するワークショップ）に参加し、Dr.M.Hardwickの「STEPとは何か何故重要か」の講義に出席して、STEPの本質と現状および今後の課題に関する解りやすい資料を入手した。ユーザの要求とSTEP利用価値を関連づけた解説が含まれている。

STEP技術の特徴は、「特定システム（ハード・ソフト）からデータを独立させて、データを資産として長期保証する」ことである。

- 国際標準として、コンピュータの翻訳できる製品データモデルを創る方法論を規定する。
- STEPの実装により、製品のライフサイクルを通して、意味を保持した製品データの交換と共有を実現する。

業界別CALS実証実験の成果報告には、「STEPの本質について十分な知識を持たずに発言した意見」が含まれている。業界を代表する意見というのではなく、個人の発言として判断する必要があることは改善を要する問題点である。問題解決には、正しいSTEP教育が必要である。「STEPはCADを主対象としたものではなく、ライフサイクルを通して、様々なアプリケーションの全てのデータ型を共有し利用可能とすることを目標としたものである」ことを衆知徹底させる必要がある。

STEPアーキテクチャは、情報工学の基礎理論をベースとした「先取り型標準」として検討され、10年以上に及ぶ数百年の努力の結晶である。オブジェクト技術をベースとし「情報工学の正規化技術」を基盤としているSTEP技術は、将来インターネット技術と融合して、知識情報共有標準へ進化し、次世代PDMの中核技術として発展できる。STEP技術の特徴は、次の5項である。

- Computer Interpretable Language
- Shared Database
- Semantics(Application Protocols) : Product Data Model
- Structured Navigation
- Life Cycle Support

欧州でSTEPの基盤技術を研究しているKarlsruhe大学では、STEPデータとSGML文書を結びつけて、設計開発時の文書を製品マニュアルの作成に使用することを目的としたDocSTEPプロジェクト（1996.11から2年間）が行われている。STEPアーキテクチャを、知識情報共有標準へ進化させることに焦点をあてた注目すべき研究プロジェクトで

ある。

### 3. 2 STEP の実用化

「先進ユーザは STEP の価値をどう考えて使い始めているか」、米国自動車業界 Big-3 の CAD/CAM マネージャーは、Autotech'97 で「STEP を適材適所で活用していく」と意図表明している。米国造船業界の MARITECH プロジェクトでも同じ考えで開発が進められている。

建築の世界では、世界的な規模で建物のライフサイクルを通して、利用するアプリケーション間で建物モデルデータを共有することを使命とした IAI(International Alliance for Interoperability)が組織されている。STEP と IAI は、1997 年 6 月正式にリエゾン関係が「お互いの組織は最終ゴールがほぼ同じである」ことが確認され、技術的な協力関係をつくることが同意されている。

一連の業種別 CALS の実証実験で STEP は、形状データ交換に関しては、完全なソリューションを提供出来ないことが明らかになっている。STEP の ISO 化を推進した学識経験者が 1990 年前半に「形状を取り扱う技術は完成状態にある」と誤認したことに原因があるとの指摘が正しかったものと思われる。最近、形状処理技術は、奥が深い問題であることが再認識されて多くの研究開発が行われ、その成果が新製品化される動きが活発になっている。

データ交換標準は、自動化の孤島間にデータを運ぶメカニズムを提供するだけである。最新の CAD 技術の進歩によって、CAD データ交換では、3つの困難が生じている。

1. パラメトリック、形状特徴、製品構造のような最近のデータ形式への対応
2. NURBS、Bezier のような数学的な自由曲面のフォーマット間の翻訳によるデータの完全さの喪失
3. アプリケーションが必要とする計算精度の差による数値精度の喪失

現在の STEP は、IGES のように成熟した状態ではないが、意味を含んだ複雑なデータモデルの表現が可能であるので、上記問題の解決に役立つように拡張が可能である。今年度は、最新の情報技術で問題の解決を提案しているマイクロソフト社の DMAC、Spatial Technology 社の Data Exchange Engine、Cad lab 社の Wireframe/Surface/Solid 混在モデルなど形状処理技術に関する新しい技術と STEP の関係を調査した。

### 3. 3 実用化支援技術の開発

「誰が STEP の実装をするのか」、STEP を実装するのはベンダーである。ユーザが STEP を利用するためには、STEP に関連する新技術を統合的に利用できる環境の整備が必要である。

日本の STEP 推進センターでは、IPA 事業として HLD AI を開発した。平成 10 年度には、会員企業へその成果が公開提供される。PDM 用データモデルを作成し、応用規格 (AP203, AP210, AP212, AP214, AP232) の間での相互運用性の検討が行われることが計画されている。

1994 年から 3 年計画で進められた米国 ARPA (Advanced Research Project Agency) 資金による NIIP (National Industrial Information Infrastructure Protocols) プロジェクトは、STEP と OMG のオブジェクト技術標準とワークフロー管理およびインターネット技術を統合化して、製造業を仮想企業化するためのプロトコルを開発した。STEP サービスとして、3 機能を開発した。

- レベル 1: CORBA で STEP 交換ファイルに場所の透明性を提供
- レベル 2: EXPRESS 言語で定義のモデル IDL 組込みのアプリケーションで使用
- レベル 3: IDL インタフェースの中へ STEP-SDAI の組込み

オブジェクトモデル共有によってシステムの異質性克服を目標とした STEP は、NIIP プロジェクトによって、OMG 標準と統合化し「データ統合」の基盤技術になった。この開発を主担当した IBM Charlotte を訪問し、実用化の状況を調査した。IBM は STEP の主要領域を PDM と考えており、ダッソーシステムの協力で CATIA の PDM データ交換機能の強化を計っていることが明らかになった。

その直後、調査団が帰国してから 2 月 25 日に、IBM とダッソーシステムズは、NIIP/STEP の成果を基に新たな PDM II (Product Development Management II) 市場に向けて、業務改革、コンサルティング、導入サービスなどの統合ソリューション提供を目的として、Charlotte に新会社 ENOVIA を設立し、業務提携を発表した。

ダッソーシステムズのシャーレス社長は、「ダッソーシステムズは、デジタル・エンタープライズというビジョンを実行できるようになる。」と語っている。PDM II ソリューションは、PDM (Product Data Management) と VPDM (Virtual Product Development Management) の 2 分野を統合する。CAD とは独立したオープンでコラボレート環境を実現し、製品のライフサイクルを通じて、各地に分散する部門や仕入先、パートナーとの間で、製品とプロセスに関する情報をグラフィカルに定義し、管理、共有を可能とする。

新しい低価格で高速な Java 対応の Web ブラウザーと、この製品の持つ 4D グラフィック機能とを利用することで、仮想製品モデルの情報および、あらゆる活動において必要な情報を入手できるとしている。STEP の実用化支援技術は、インターネット技術上で次世代 PDM として製品化されて行くことが明らかにされた。

### 3. 4 STEP の将来への対応

「将来へ向かっての技術開発は何を狙っているか」、STEP の技術小委員会(TC184/SC4) は、今風にいうと「デジタルモックアップ」と「デジタルプロセス」の国際規格開発を使命としている。1998年2月現在、ユーザに興味深い主要な新規テーマは、

- Java Binding for SDAI
- High Level Information Planning Model for Product Life Cycle Support
- Design & Configuration of Mfg System
- Engineering Analysis
- SGML & Industrial Data

などである。

STEP の対象には、製造業務とその管理業務で交換されるデータ：製造資源データ、材料のフローに関するデータなどが含まれる。企業の技術開発の目標である、新しいソリューション提供の基盤技術の標準化を目標としている。

STEP を可能とした情報技術は、

1. ハードウェアと OS の発展
2. オブジェクト技術の実用化
3. ソフトウェア開発技術の進展

などであった。インターネットは、これら情報利用技術のパラダイムを変えた。サンマイクロの企業情報システム用 JavaBeans と、マイクロソフトの ActiveX (OLE+Java)の出現によって、ソフトウェア開発技術は、大きく変貌し「作る時代から利用する時代へ」の移行が始まる

このような背景から考えると、Java Binding for SDAI 開発によって STEP は、

- CAD データ交換規約としての役割は減少し
- PDM 統合化技術としての地位を確立し
- 電子著作物（コンテンツ）による知識共有の基盤技術として発展する

方向へ向かうと予測される。

インターネット上のデータ共有には、さまざまなフォーマットを自由に組み合わせる方法が実用化されている。Web ブラウザーで表示可能であれば、インターネット上では、どんなデータでも使える方向に技術開発が進んでいる。

東京大学小山教授は、「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。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 研究の目標を明

快に説いている。知識共有技術の研究成果は、インターネットベースの次世代 STEP 技術と融合して、将来の電子著作物（コンテンツ）の基盤技術になる。

情報技術の変化に対応できる STEP の基本理念は、今こそ重要性を認識して貰える好機を迎えている。STEP は、インターネット環境でデータベースの役割を、データウェアハウスから、電子文書クリアリングハウスへ進化させる中核技術へ発展させることを新たな目標にして、普及を促進したい。

#### 4. 今後の課題

##### 4. 1 ユーザの参画

先進導航的な研究から、経営現場への本格導入への移行は、実効の発揮が確実であると確認された段階で行われる。ユーザは情報技術を使って、業務改善を行い企業競争力を強化することを求めている。日米の自動車業界が、標準化より開発期間の短縮を重視して「単一 CAD の使用」を推進していることは、企業の経営判断としては正しいと受け止めて、対応策を検討する必要がある。

STEP はこれまで技術面での説明が強調されて、業務改善面での問題は殆ど論じられて来なかった。業種別 CALS 実証実験の多くは、STEP の規格化された部分の実証に焦点を当てた実験を行って、STEP の未成熟な面も改めて確認した結果を出している。

今後ユーザを積極的に参画させるためには、STEP の真価を誰にでも理解できるように明確にすることが課題である。21 世紀への大きな潮流は「デジタル革命」である。

##### ● STEP はデジタル革命で重要な役割を担う

ことを明確にして、次世代製造技術の核とすることに重点を置いた活動をすれば、ユーザは積極的に参画してくると予想される。

製造業のシステム開発の歴史は古く、様々な方法で専用システムを開発してきた。共通の問題点は、基盤技術が陳腐化して最新技術の恩恵を享受できないこと、デジタル革命に対応できないことである。

##### 4. 2 国際協力

米国造船業界の MARITECH(Advanced Information Technology Projects for the U.S. Shipbuilding Industry)、欧州航空機・自動車業界の RISESTEP(Enterprise Wide Standard Access to STEP Distributed Database)などを見ると、何れも自国の製造業の国際競争力を強化することを明確な目標として、この核になる技術が情報技術であるとし、ユーザニーズにソリューションを与える基盤技術に STEP を位置づけて、プロジェクトを推進している。

新しい情報技術によるデジタル革命は、今始まったところである。自国の製造業が最新の情報技術に直ちにアクセスすることができ、急速な技術進歩を利用して業務の大幅な改善の機会を得られることに、焦点があたっている。ユーザニーズを先取りし、新しい情報技術で解決して、その結果を国際標準として提案し、知的所有権で競争力を創ることが、欧米の先取り型標準に対する基本常識である。日本での STEP 活動を、世界に通用する方式に変える必要がある。

新しく規格となった SDAI(ISO 10303-22)は、データの共有化とデータベースへ STEP を移行させた。アプリケーションをモデルデータから分離する標準インターフェイスを提供して、異なるアプリケーションが同じデータを共有することを可能とする。しかし、現行仕様は手続き型インターフェイスで、基本的な機能が決められているだけである。

ユーザのニーズに応えるためには、

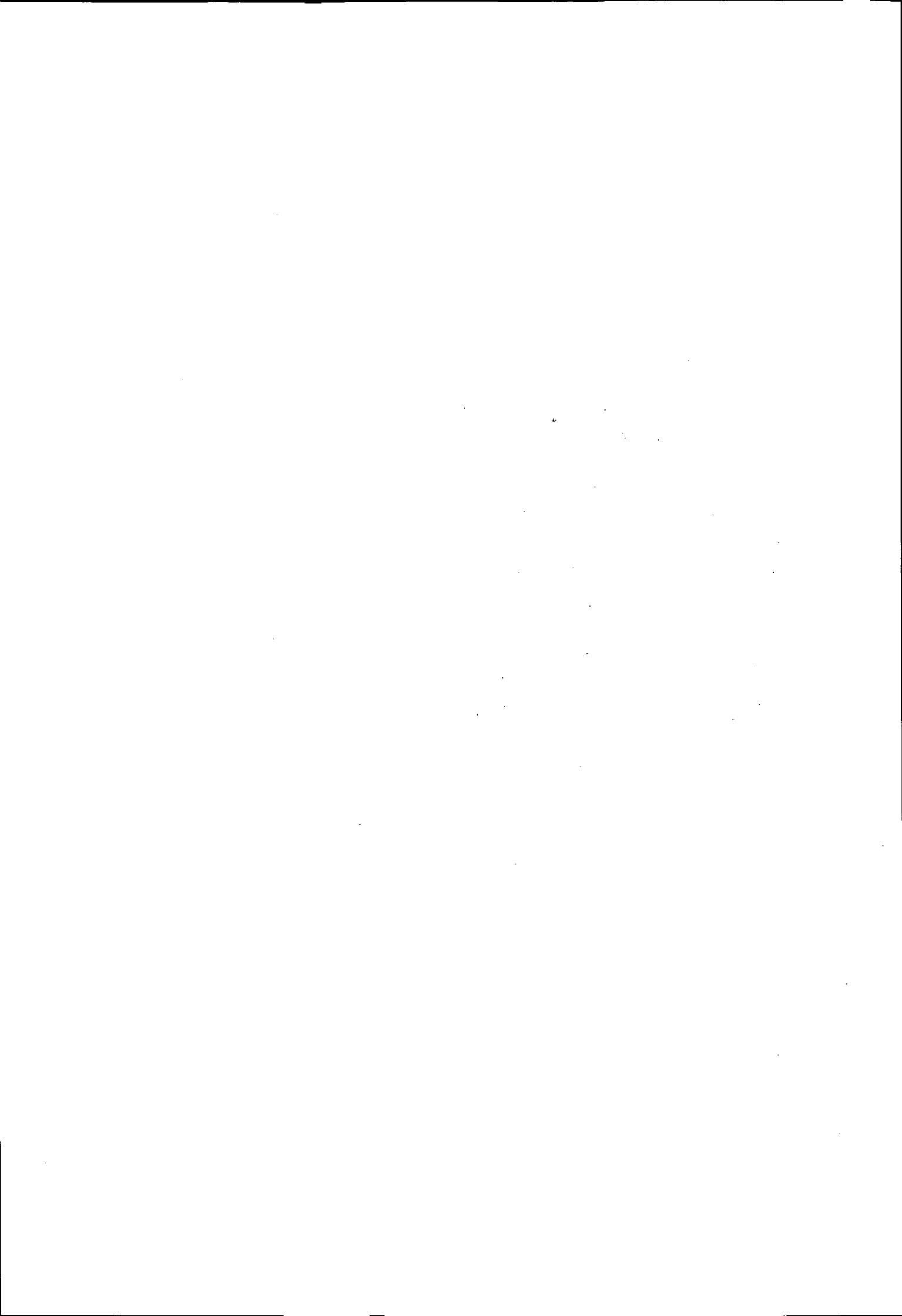
- STEP 交換ファイルのリーダー・ライター
- SDAI インターフェイスを備えた PDM
- 特定 CAD/CAM/CAE/PDM とのインターフェイス
- 幾何形状要素間の表現の変換
- インターネットブラウザとの統合化

などのミドルウェア技術の開発が次の課題となっている。

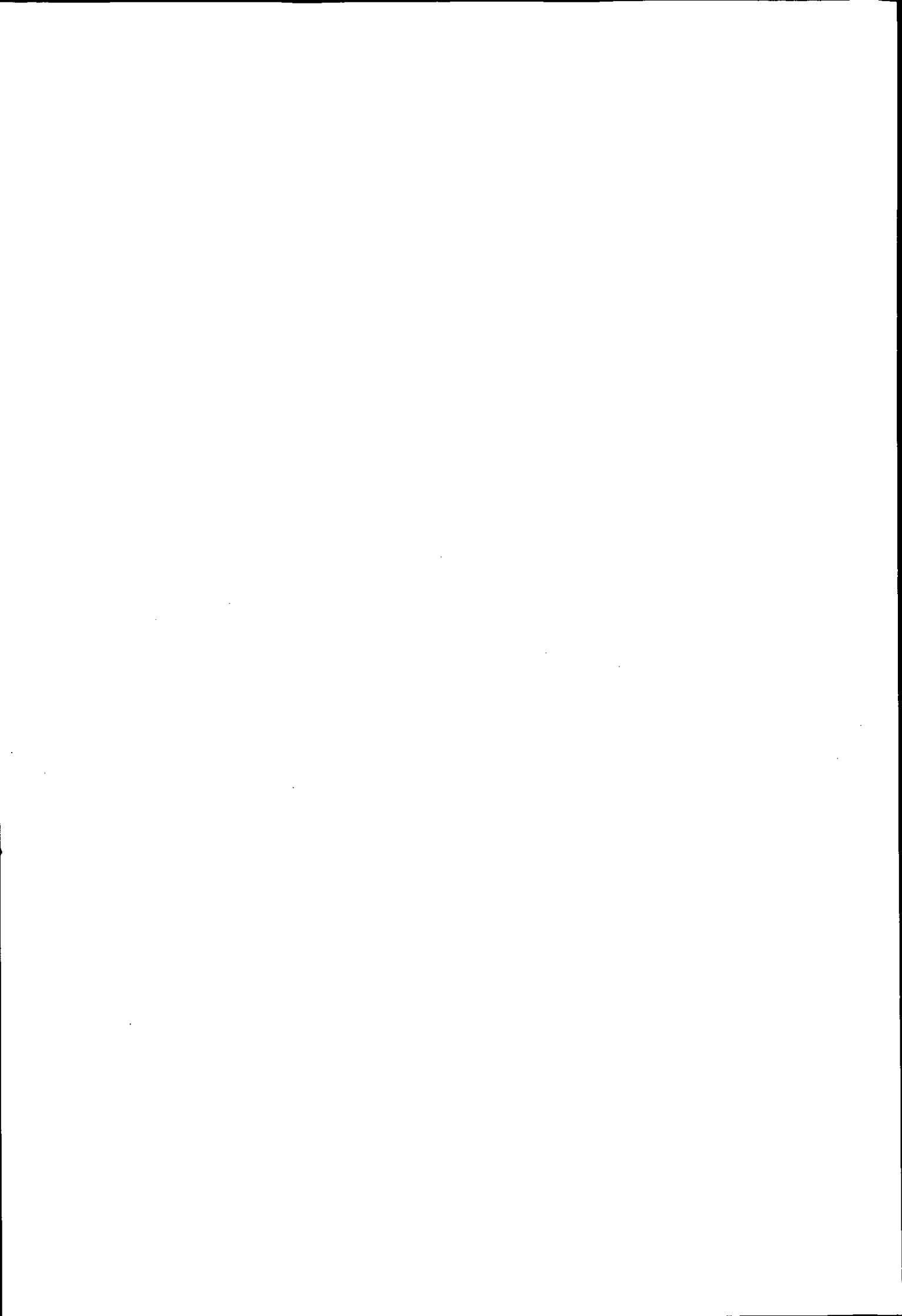
IPA の STEP 推進センター HLDIAI プロジェクト (STEP-SDAI の高レベル化) は、新しい情報技術を使いこなす基盤となる情報技術を開発したものである。HLDIAI プロジェクトおよび関連する CEO 協議会 CEED プロジェクト (日本製造業のニーズに基づいたコンテンツアーキテクチャ開発) は、欧米のプロジェクトの後追いでは無いので、日本製造業の直面する問題の解決に焦点を当てて発展させれば、日本からの情報発信の核となる可能性をもっている。

インターネットは国境のない情報流通を加速している。競争と協調のバランスがこれからの情報技術開発の最重要課題になる。世界に向かって発信するためには、創造的技術の開発が必要となる。創造的技術は、ユーザニーズに基づいて基礎知識から発想することによって生まれる。

基本を完全に理解することが、STEP 新時代の用途開発の鍵となる。設計生産さらに運用保守までのライフサイクルで、製品モデルの情報をシームレスに利用できる方向に STEP を拡張していくことが、次世代 STEP の目標である。産業界とコンピュータベンダと大学研究機関の役割分担を明確にして、インターネットの時代にふさわしい、国際的な産学共同研究を推進する必要がある。調査普及委員会は、平成 10 年度この問題の解決に貢献することを目標として活動する。



## Ⅱ. STEPに対する自動車業界の期待



## II. STEP に対する自動車業界の期待

マツダ株式会社 情報システム本部 主席 岡田 吉誼

近年、商品開発プロセスへの CAD システムの導入が広まっていくにつれて、異なる CAD システム間のデータ交換のニーズも飛躍的に増大している。その中で、IGES はデータ交換の手段として自動車業界においても大きな役割を果たして来た。

自動車工業会（以下、自工会）では、1993 年に日本の自動車業界の標準として IGES のサブセットである JAMA-IS を制定し、今日では自動車メーカーやパーツサプライヤの多くが自社 CAD システム用に JAMA-IS トランスレータを開発し運用している。また同様に、主要な商用 CAD システムも、JAMA-IS トランスレータをパッケージ販売するまでに広く普及している。

マツダにおいても、1994 年には自社 CAD に JAMA-IS トランスレータの実装を完了し、パーツサプライヤとの製品形状情報交換のうち、3次元形状データの交換に関しては、大半が JAMA-IS を使っているのが現状である。しかし、IGES は、サーフェスモデルに基づく形状データに限ってのデータ交換手段であるため、自動車の開発業務における今後のソリッドモデルの適用拡大や、形状データ以外の製品構成情報・属性情報の交換へのニーズの高まりに対しては、発展性が期待できないものである。

このような経緯の中で、製品情報交換としての STEP への関心が強まり、また自動車用の STEP を構築しようという世界的な業界の動きなどもあって、1995 年よりドイツ、アメリカ、フランスの自動車業界団体と協力して、自動車用の STEP である AP214 の規格化検討に取り組むことになった。特に 1996 年からは、自動車 CALS の活動の一環として、国際標準 AP203 実用化のための実証実験と AP214 推進活動がこれまでにない規模で精力的に進められた。

現在、AP214 は国際規格原案が国際投票を通過する段階まで規格化が進んでおり、AP203 については、自動車部品の 3次元ソリッドによるデータ交換が十分に可能なレベルに達して来た。

このようにして Post IGES としての STEP は、時間を要しているものの次第に現実のものに移行していると言える。しかし、さらに今後を想定すると STEP への期待は一層大きく、それは当初 IGES の延長線上に求めたものを遥かに凌駕するものであるように思われる。

我々が、STEP への取り組みを継続している間に、自動車のビジネス、顧客ニーズ、および情報技術は大きく変化しており、自動車 CALS の実証実験にも見られるように自動車開発のデジタル・プロセス化が急速にクローズアップされて来た。それは、設計段階において、すべての部品をデジタル化し組み立てていくことで、従来は試作して組み付けてみなければわからなかった干渉などの問題点を事前に検証するデジタル・モックアップへのアプローチであったり、あるいは生産段階において治具、設備をデジタル化してワークと共に総合モデル化し、実際の自動車製造実施以前に組み付け性などの妥当性を検証するデジタル・ファクトリへのアプローチであったりする。

さらに、製品・プロセス情報管理の分野では、単なる形状データの取り扱いだけでなく、設計構成、品質、性能、コスト、生産要件など製品情報を体系的に管理する PDM や、ゲート管理、変更管理、リリース管理などマネジメント情報の DB の導入が始まろうとしている。究極的には自動車の開発・生産に関わる全部門がネットワークを介して連携し、グローバルにコラボレーションを行うことにより飛躍的な生産性の向上、品質の向上を図ろうとするものである。

このようなデジタル・プロセス化を実現していくためには、情報技術分野にも新たな課題が提起されることになる。例えば、図面に替り、

- 3次元モデル上での設計意図の表現方法
- 多様なシステムの大規模インテグレーション
- PDM 上の製品表現方法
- グローバル・ネットワークを介してのバーチャル空間の共有

といったことである。

これは端的に言えば、図面を媒体とする伝統的で確立したこれまでの秩序から、デジタル・モデルを媒体としデジタル情報を密に共有する新秩序への飛躍とも考えられる。結論的に言えば、この新秩序を構築するに際しての参照モデル、製品表現の規範として STEP の役割に期待するところが大きいのではないかということである。

データ互換性の確保にまつわり、異なる CAD/CAM システム間でいかにデータ授受をキチンと行うかは、IGES、STEP に求められる一つの課題であった。しかし、部品を各 CAD/CAM システムで3次元モデルの定義をし、これらをアセンブリーしてデジタル・モックアップを作成し、検証結果をフィードバックするという業務の一部を取り出して見ると、定義された情報量の規模、リアルタイムで進んでいる協調活動を考える時、もはや「翻訳のコンセプトによるデータ交換」は間に合わないのではないかという気がする。

自社開発の CAD/CAM システム主体から、幾つかの市販 CAD/CAM システムへの移行という世界的な傾向も合わせて考えると、CAD データ交換という古典的な世界では、

- ダイレクト・インターフェイスの見直し
- CAD ベンダー間での新たな協調
- 非現実的であるが、STEP Native な CAD/CAM システムの構築

など、多様な解決策とのトレード・オフの問題になるのではないだろうか。むしろ今後は設計や開発が完了し長期に大量なデータを保存する際の形式として STEP の有用性が大きくなるように考える。

グローバルな環境で、多数の企業間で PDM を参照し、デジタル・モックアップを共有しながらコンカレント・エンジニアリングが進行するような近い将来像を想うと、図1に示すように時間、空間を超えて、拠点との間、あるいは企業間で開発環境を共有することが想定される。情報を取り寄せて加工し、またフィードバックするというだけでなく、仮想的に同じサイトで同時的に仕事を行うという図であるが、このような環境をシェアする上で最も重要なことは、共通のプロトコルの確立である。

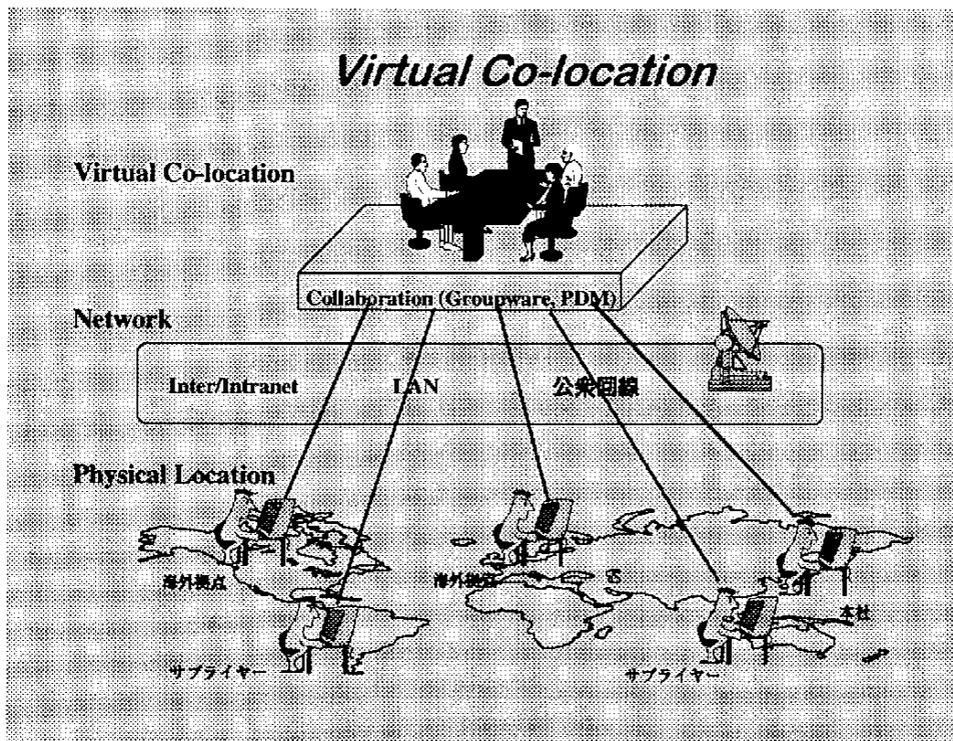


図1. Virtual Co-location

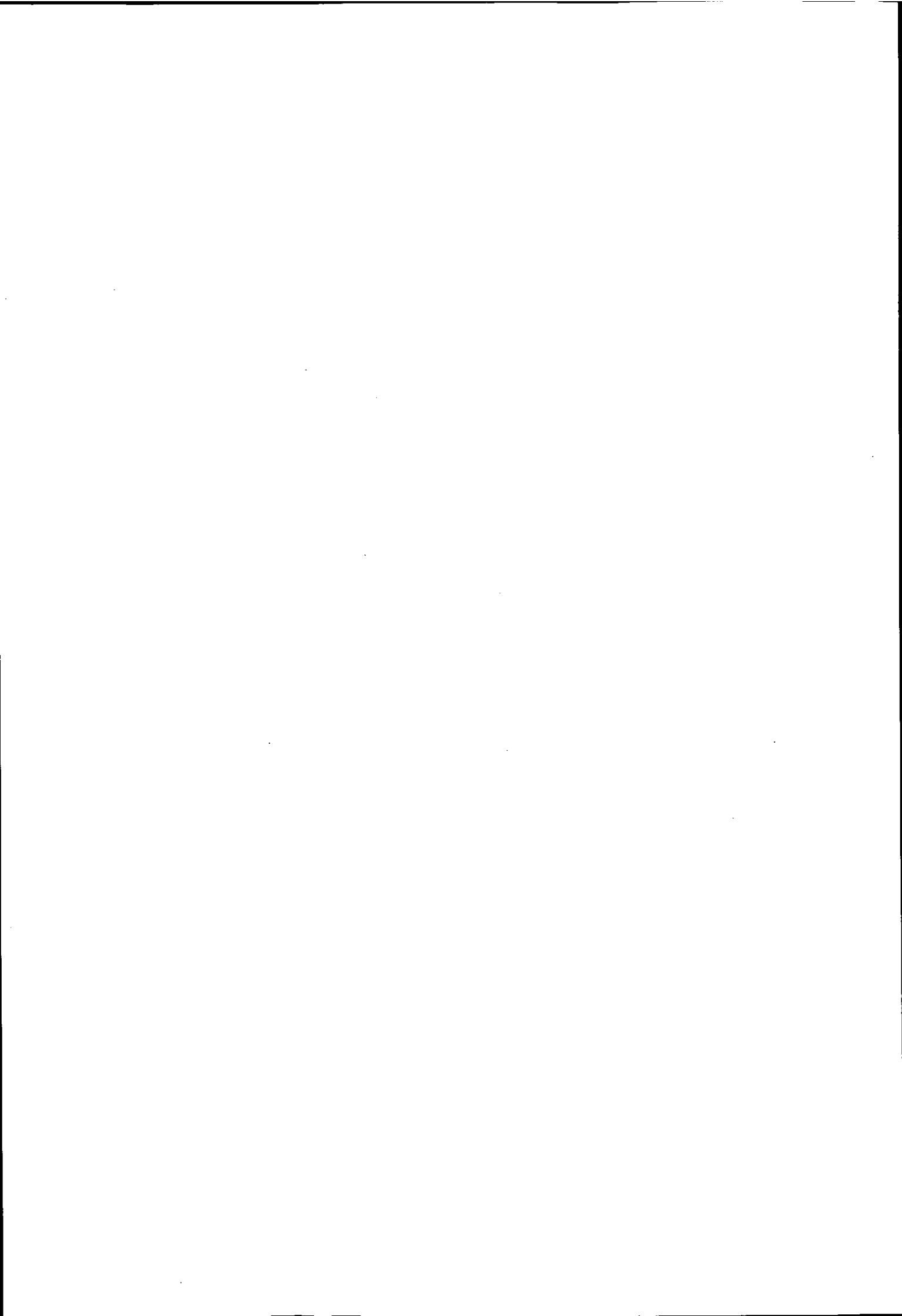
プロトコルの内容は、正に部品表現、製品表現の約束であり、ここに STEP の本来的な存在意義があるわけであるが、これを実体のあるものにするためには各企業での製品表現の検討、PDM の基本設計の時点が勝負と言えるかもしれない。その観点からすれば、検討・設計のためのガイドやテンプレートといったものが、これから一番に必要な気がする。

結論すると、これからの開発環境を共有する際の基本プロトコルとして、STEP への期待が大きいと言ったわけであるが、元来が標準やプロトコルには馴染みが薄く、長い間欧米の二番煎じで済まし、なんとか歩調を合わせることができるようになったのは、ここ5、6年というのが日本の業界の実状である。

AIAG などに比べると 10 年位の差を感じるわけだが、歩調を合わせるレベルから約束事のシナリオ作りで世界のイニシアティブが取れるようなレベルに向かうことも今後の大きな課題と思う。このためには、国のレベルで取り組むこと、業界で取り組むこと、企業で取り組むことの役割を鮮明にし、標準の世界化に貢献する努力と姿勢が大切であると痛感する次第である。

これまで述べてきたことは、一企業はおろかとても業界を代表するような見解ではないことをお断りしておく。STEP の論議では、よくそれは「建前」ですか、「本音」ですかと言われるが、その点で言えば本音に近いところを私見として述べさせていただいた。

### Ⅲ. STEPに関する調査報告



### Ⅲ. STEP に関する調査報告

#### 1. 実用化動向

##### 1. 1 産業界の実用化動向

###### 1. 1. 1 全体的な動き

海外企業では、実業務に STEP を利用するところがいくつかあらわれてきた。一方、国内企業では STEP の実用化に踏み切っているところはまだない。業務の中で STEP を利用するためには、業務に使っているデータが STEP 規格にあてはまるかどうかをスタディしておく必要がある。また、業務データを STEP 規格に当てはめて見て、具体的なビジネス・パートナーとの間でデータ交換を実施していくことにより、本当に業務に使えるどうかの判断が出来る。これらを目的とした STEP 実証実験が、ここ 2 年間で CALS プロジェクトで実践されて来た。初年度は、STEP の規格の内容理解と、実証実験方法を確立することであった。最終年度にあたる今年度は、トランスレータを開発して、具体的に業務データによる交換実験を行うことにより、規格としての利用価値を検証した。この結果、使えると判断した業界があらわれ始めており、平成 10 年度以降に STEP の実用化に踏み切る企業があらわれつつある。各業種がどのような成果を得たかについては、1. 1. 3. 節で説明する。

一方、実証実験とは別に海外企業が製品モデルデータの交換規格として STEP を採用する動きがあり、これらの企業と業務提携している国内企業は、現在運用中のシステムについて STEP 対応をせまられている。まず航空機業界ではボーイング社（米国）が航空機の部品表データの交換規格に STEP (AP203cc1) を利用することを決めた。国内企業はこの受け入れのため、トランスレータ開発を含めて STEP 対応を急がされている。現在ボーイング社と調整中の段階であるが、早ければ平成 10 年度中にも STEP を実用化する見込みである。これについては 1. 1. 4. 節で説明する。

###### 1. 1. 2 CALS プロジェクトにおける STEP 実証実験

この 1 年間で最も目立った活動である CALS プロジェクトの STEP 実証実験を取り上げる。通産省・IPA がこれまで推し進めていた「企業間高度電子商取引推進事業」（通称：CALS プロジェクト）も、この平成 10 年 3 月をもってその活動を終了した。CALS を実践するにあたっていくつかの重要な技術要素が必要であるが、STEP もその 1 つである。STEP の利用により製品モデルのデータ交換・共有がどこまで行えるかを実証しようというのが、各業種が共通して持っている活動目的である。この活動を「STEP 実証実験」と呼ぶことにする。

10 業種 CALS プロジェクトのうち、STEP 実証実験を実施した業種は、自動車・

航空機・プラント・船舶・建設の5業種である。また業種 CALS プロジェクトと並行して活動している NCALS 実証事業でも、具体的な循環水ポンプの3次元モデルを対象において、実利用上の課題を検討した。

CALS プロジェクトの STEP 実証実験の概要は表-1に示す通りである。

表-1. 業種-STEP実証実験の概要

業種	STEP 規格	活動テーマ	活動内容
自動車 (V-CALS)	AP214	AP214 規格化活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ARM バリデーション</li> <li>・ AIM バリデーションなど</li> </ul>
	AP203cc2 AP203cc6 AP214	STEP 実用化推進活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AP203cc2 処理系の実装評価と交換実証実験。</li> <li>・ AP203cc6 処理系の実装評価と交換実証実験。</li> <li>・ AP214 処理機能の実装評価と交換実証実験。</li> <li>・ インターフェイスの交換実証実験。</li> </ul>
プラント	AP231	プロセスモデル (AP231) 共有化の実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AP231 標準作成作業。</li> <li>・ AP231 ARM レベルによる交換実証実験。</li> </ul>
	AP221	AP221 データ交換の実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AP221 の標準作成作業。</li> <li>・ AP221 による交換実証実験。</li> <li>ライオン・メイン・リンク・コンストラクタン</li> <li>メイソン・リンク・コンストラクター・リンク・コンストラクタン</li> <li>リンク・コンストラクタン</li> <li>メイソン・リンク・コンストラクター・リンク・コンストラクタン</li> </ul>
	AP227	空間モデル (AP227) 共有化の実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AP227 の標準化作業。</li> <li>・ トランスレータ開発 (下記)。</li> <li>ARM-AIM、AP225-AP227、各社内製システム</li> <li>・ 国内共有化実証実験。</li> <li>・ 海外との交換実証実験。</li> </ul>
	AP23XYZ	運転・制御・保全モデル (AP23XYZ) の標準策定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラント運転のリスク管理。</li> <li>・ 計測制御概念設計情報、運転と設計情報。</li> <li>・ 運転支援の標準化。</li> </ul>
	AP212	電気モデルの標準化と実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AP212 モデル作成。</li> <li>結線図、機構制御、制御回路、配線設計</li> <li>・ 電気関係国内標準作業。</li> </ul>



STEP データ交換を含む実証実験

(表-1の続き)

業種	STEP規格	活動テーマ	活動内容
航空機	AP203ccc6	組立シミュレーション実証実験	・組立シミュレーションの実現のため、異種 CAD 間設計情報交換用に AP203 を利用した交換実証実験。
船舶	AP203ccc6	異種 CAD 間の AP203 による交換実験	・参加企業各社が保有する 3D-CAD と AP203 との双方向トランスレータ開発。 ・船用 3次元 CAD システムで作成された船殻構造データ（形状・構成管理データおよび一般管理データを含む）の交換用に、AP203 を利用した交換実証実験。
建設	Part106	Part106 の規格内容の調査研究	・関連する他応用規格（AP225）との関係調査。 ・国内建設産業の業務実態を踏まえた建築コアモデルの研究開発。
	AP225	AP225 の規格内容の調査研究と交換実験	・生産設計、実施設計、設備用の各 CAD システムへの AP225 の実装方法の調査研究。 ・AP225 トランスレータ開発。 ・AP225 による交換実証実験。
	AP228	AP228 の規格内容の調査研究	・AP228 を国内で利用する場合の適応性の評価。 ・設備 CAD データ交換仕様との対応関係の研究。
	AP230	AP230 の規格内容の調査研究	・AP230 を国内で利用する場合の適応性の評価。 ・国内建設産業の業務実態を踏まえた鉄骨工事データモデルの研究開発。

### 1. 1. 3 STEP 実証実験とまとめ

業種別に STEP 実証実験の目的とまとめ、ならびに実証実験を必要とした背景について説明する。なお要約のため、一部箇条書きとなっている。

#### 1. 1. 3. 1 自動車

##### 【概況】

##### ○STEPへの取り組み

－当業界でのSTEP活用は、円滑なデータ流通、共有のための諸施策の1つと考えている。

－IGESからSTEPへの移行について

点・線・面はIGESでノウハウが確立されている。移行についてはコストメリットとの兼ね合い。ただし、STEPトランスレータの安定化と、IGESトランスレータの維持に係わるベンダ側の都合で加速される可能性もある。

##### ○STEPへの期待・当面の目標

－AP203/cc2、cc6の早期実用化。

－AP214規格開発(2000年IS化見込み)。実用化にあたっては規格の応用範囲を限定して利用(2001年以降)。

－STEPへの移行(JAMA-IS/IGES->STEP)を1998～2000年の間に行う。

－CADデータに付随するタグ(製品属性、構成情報)のデータ授受。

##### 【標準化活動】(V-CALS)

AP214を使用して、設計活動の結果としての形状を一括して授受するだけでなく、設計意図を含めた製品モデルを、そのライフサイクルに渡って関係者で共有することを目指しており、AP214プロトタイプシステムを作成して、この概念の実証を行う。

##### 【実用化推進活動】(V-CALS)

すでに国際規格(IS)となっている製品形状データおよび製品構成管理データの交換規格であるAP203の実用性を、実証実験を通じて評価する。とくに近年その利用が本格化しつつあるソリッドモデルを重点に、各CADベンダーの提供するSTEPトランスレータの有効性と改善の働きかけ、CADユーザの利用上の留意事項の整理を行う。また設計の進行とともにダイナミックに変化するCADデータの交換に際して、対象データのバージョンなどの構成管理情報の伝達についての有効性について実証する。

##### ○AP203cc6(ソリッドデータ)交換実験

###### [活動目的]

① AP203cc6を使ったソリッドデータ交換を実用レベルにする。

②自動車業界で広く利用されている CAD システムの中から選択された4つの CAD システム (CADCEUS、CATIA、I-DEAS、UniGraphics) 間で、ソリッドデータのスムーズな交換を実現する。

③1998年4月から実務展開できること。

[活動成果]

(傾向・実用性評価)

ソリッドデータの完全な交換成功率は87%に向上  
CAD間の交換率を個別に見ると交換率に開きがある。

(向上した理由)

- (1)トランスレータの修正・改善 - CADベンダの努力
- (2)データ交換ガイドラインの設定・運用
- (3)検証ツールによるデータ交換ガイドライン適用の実質化
- (4)実用的なV-CALS評価値を設定・適用

(交換時の問題点)

規格としてはカラー、グループ・レイヤなどの集合概念の欠落。  
曲面の微小パッチが原因でトリム解除が発生。  
回転面のデータ授受で問題が発生。  
曲面の品質(微細なうねり)が悪いとデータ授受に問題が多い。

[技術課題]

実戦データによる交換実績の増加。  
VCALS評価値の実戦を通じたりファイン。  
データ交換ガイドラインの実戦を通じたりファイン。  
AP203トランスレータの残項目の修正・改善。  
検証ツールの改善(たとえば曲面の品質のより子細な検証)。

○AP203cc2 (サーフェイスデータ+構成管理)

[活動目的]

トヨタ、日産、マツダ、三菱、デンソー、スズキ、ヤマハが利用している内製CAD(ワイヤフレーム/サーフェイスモデラー)によるSTEP交換実験。従来の紙ベースの部品属性・構成情報とIGES相当の幾何データ(位相なしトリム面)を授受する。実務適用できる品質を目指す。

[活動成果]

トリム面解除からデータ交換成功率を分析。解除の率が低いほど成功率は高い。

(傾向)

形状データの交換はIGESを上回る。  
トリム解除に関しては、データ交換したほとんどがその現象が見られず、数%以下である。

現業務は IGES で行っているが、トリム解除に関しては 10 数%であることから、STEP データによる交換が IGES に比べて遜色ないことが分かって来た。

#### 【結論】

形状データに関しては AP203cc2、AP203cc6 いずれにおいても現状の I G E S を上回る傾向にある。また構成管理データに関しても、AP203cc1 は実用に耐えられると考えている。

今後の活動については、実用化を前提として具体的なビジネスパートナーとの間で交換実験を行ってゆく予定にしている。4 月以降は、自工会/部工会の共同プロジェクトとして、活動を継続の予定。

### 1. 1. 3. 2 航空機

#### 【概況】

##### ○STEP への取り組み

多様な異種 CAD の 3 次元ソリッドモデルの交換手段として STEP に期待。機体メーカーは、多様な CAD システムを利用しているエンジン・装備品会社との間での形状データの交換手段として STEP に期待。ボーイング社は、P S C M データのみ STEP での交換を計画しており、日本の各社でも対応が必要となる。機体会社間では、形状データの交換は CATIA で統一している。一部ではダイレクトコンバータや IGES でデータ交換を行っているが、IGES では交換率が悪いなど問題あり。

##### ○STEP への期待・当面の目標

##### －組立シミュレーション

組立シミュレーション用に、エンジン・装備品会社と機体メーカーとの間で 3 次元モデル交換（装備品：電装品、油圧機器など）の実用化が検討されている。

#### 【実用化推進活動】

##### ○組み立てシミュレーション実証実験（航空機 C A L S）

##### －AP203cc6 データ交換

##### [活動目的]

航空機の共同開発に参加する機体、エンジン、装備品会社において、コンカレントエンジニアリングによる設計作業の実施を前提として、部品設計から組立シミュレーションによる干渉チェックとその是正処置の実施までの一連の設計作業を実施することにより設計作業の効率化を実証する。

##### [活動成果]

##### （データ交換率）

プリミティブ実験では、完全なソリッドデータ交換は 90%程度。

単品実験、組み立てシミュレーションでもデータ交換に不具合発生。

単品実験ではプリミティブ実験に比べると変換レベルは下がり、CAD に

よる差も出てきている。

(交換上の問題)

モデル作成時の手順

微小線分などの不要要素の存在

トランスレータのバグ

CADトランスレータのSTEP規格の解釈の差—インポート部分

CADシステムの違いによるトレランスの差

(不具合対策)

運用上の基準を設けた。

[技術課題]

(問題と解決策)

- ・ 相手CADのトレランス値をSTEPファイルに反映させる方法
  - uncertainty\_measure\_with\_unit
- ・ 色情報
  - Product\_Category エンティティを利用
- ・ ブーリアン演算の履歴情報が伝達できない
  - 組み立て部品の加工検討時に、ソリッドデータを分解したいが不可能

(実用上の課題)

- ・ STEPは近似データとの認識をもつ必要がある。

(残された問題点)

- ・ データ交換の判定基準が個々にまちまちである。
  - (例) ISAP、PDES、航空機
- ・ 1つのソリッドデータが正しくトランスレートされたという判定方法がわからない。
  - 体積・表面積が一致する判定ではだめ。各CADでの計算方法が異なる。
- ・ 交換対象となるすべてのソリッドが正しくトランスレートされたかの判定方法がわからない
- ・ プリミティブ形状(例えば球)について、個々のCADごとに生成するSTEPデータの中身が違う。
- ・ 個々のCADのヒーリング処理が不明確

【結論】

現状のAP203では部品形状のみのデータ交換での利用。

- ・ トレランスを変えることによりSTEPファイルの読み込みが可能な場合がある
- ・ STEP変換は近似計算(CAD毎に曲線・曲面の幾何学的な性質は異なる)
  - NC加工を行う部品には適用不可

－図面作成に限定すれば適用可能

・設計業務への適用基準

設計作業項目により、適用すべき評価基準が異なる→今後の課題

◎組み立てシミュレーションへの適用は可。

### 1. 1. 3. 3 プラント

#### 【概況】

##### ○ 背景

プロセスプラントの EPC コントラクティングを取り巻く環境は、設備への投資抑制や競争入札の激化などに見られるように、仕事のやり方についてあらゆる面で抜本的な改革、合理化が生き残りには必須のものとなってきている。これの打開策として関連企業間での電子的に情報を交換したり、(将来的には)共有する必要がある。これまでも、エンジニアリング会社では、ライセンサ、プラントオーナー、ジョイベン、サブコン、ベンダ等の企業との間で、プラントオーナーの要請に基づき、個別的に規約を定めてデータ交換を行っている。こうした中で、とりわけ、海外のプラントオーナーからの要求で、完成図書の一部をなすエンジニアリングデータを STEP (AP221) 形式で納入しなければならない状況になっている。

##### ○STEP への期待・当面の目標

－エンジニアリング会社では、国内・海外企業との連携のために、設計情報の共有化が必要な状況にあり、この解決策として「標準」に基づくデータの管理、交換および共有化が期待されている。

－プラントオーナー側でもプラント設備の維持管理等を目的としたデータの長期保存用にハードウェアやソフトウェアに依存しないSTEPの利用が期待されている。

##### ○ 海外における取り組み

・ 米国では、プラントオーナー、エンジニアリング企業が中心となり、AP を開発し、CAD システムベンダーの実装を促進している。

・ 欧州では、国際石油メジャーが中心となり、AP の開発および実証実験を行っている。プラントの発注では、AP221 による設計情報の提出を義務付けようとしているし、プラントの運転や保全などに設計情報を活用することを狙っている。また、ある保険会社は、プラントの保険業務に STEP を利用し、業務の合理化を推進することを狙っている。最近では、国家施策として STEP 準拠を推進してきている。

・ 米国と欧州では、プラント関連 STEP に対する考え方が大きく違っている。

(米国) NIST が中心となり、フロントエンド設計分野とプラント設計分野での AP 開発

・ PlantSTEP AP227 の開発および実証実験

・ PDXI AP231 の開発

- (欧州) ESPRIT の傘下で各種プロジェクトを実施
- ・ EPISTLE 欧州のプラント関連 STEP の推進組織
  - ・ ProcessBase(ESPRIT) AP221 の開発
  - ・ PIPPIN(ESPRIT) AP221 による実証実験
  - ・ PISTEP (英国) AP221 の開発
  - ・ USPI-NL (オランダ) AP221 の開発と実証実験
  - ・ POSC/CAESAR (ノルウェー) OIL&GAS 関連の NWI を提案

【標準化活動】 (P-CALS) & 【実用化推進活動】 (P-CALS)

- プロセスモデル (AP231) 共有化の実証
- AP221 データ交換の実証
- 空間モデル (AP227) 共有化の実証
- 運転・制御・保全モデル (AP23XYZ) の標準化策定
- 電気モデルの標準化と実証

【結論】

- ・ AP221 を用いてデータ交換をするには、日本が定める標準規格類（仕事をすすめる上で通常使う用語という意味）を AP221 のクラスライブラリとして登録し、それを実データとして利用する必要がある。クラスライブラリそのものを標準化していくことが必要であり、それには、業種横断的なとりまとめ機関が必要となる。
- ・ NIIP の例にもあるように、テキストファイルによるデータ交換では時間がかかりすぎて実務に耐えられないため、これを解決するための一つの手段としてメタオブジェクトとしてのビジネスオブジェクトを利用することが提唱されている。さらに、このビジネスオブジェクト自体の標準化が今後の課題となってきている。
- ・ CALS プロジェクト (P-CALS) 以降の活動については、各社が成果を持ち帰って企業ベースで Implement する時代になってきている。
- ・ ポスト P-CALS については、エンジニアリング振興協会より「プラント統合データ・ウェアハウスの構築と、これをベースとした企業間 EC の実証事業」計画が、採用決定されている。

1. 1. 3. 4 船舶

【概況】

- 背景
  - －近年、複数国内造船所で共同受注し、設計・建造を分担する事例が多くなっており、データの授受の効率化が重要になりつつある。
  - －現状でのデータ交換の事例は
    - ・ 造船所間や造船所と外注先との間での DXF や BMI, IGES ベースでの図面デー

## データ交換

- ・造船所間や造船所と外注先との間の各社独自のフォーマットを用いた部品データ交換

である。

－STEP の様な統一的なデータ交換規約があれば上記のデータ交換が効率的に正確に行える様になるし、これらで表現出来ていないデータも交換可能となり、一層の効率化が図れる。

### ○ 当面の STEP 活動の目標

- ・ STEP 制定作業のフォローアップ
- ・ STEP の運用ルールや利用方法等の検討

### 【標準化活動】（船舶 CALS）

船用の STEP 規格化作業に関しては欧米が中心となり制定作業中である。

国内の対応としては、（財）日本船舶標準協会の STEP/船用 AP 専門分科会に大手造船七社と日本海事協会が参加し、船用の STEP 規格化作業に対して、

- ・国際会議へ出席する事による最新の情報の入手
- ・海外より提案された仕様の検討とコメントの提出の活動を行っている。

船用として、現在下記の AP を制定作業中である。

AP215：区画構成・配置情報

AP216：推進・耐航性能や排水量に関する船型情報

AP217：配管情報

AP218：船体構造情報

AP226：機関システム情報

### 【実用化推進活動】（船舶 CALS）

1. 各社利用の CAD と AP203 トランスレータの開発
2. 各社の異種 CAD で作成した構造データの、1. を利用した交換実験の 2 つのテーマに取り組んでいる。これは、欧州を中心に現在開発中の AP215～AP218、AP226 の実用を意識したスタディと位置づけている。

#### ○ AP203 トランスレータ開発

〔活動目的〕

・参加企業各社が保有する 3 次元 CAD と AP203 との双方向トランスレータを開発する。

#### ○ AP203cc2 データ交換実験

〔活動目的〕

・STEP による異種 3D-CAD システム間のデータ交換の実用性を検証する。  
実験参加企業が保有する船用 3 次元 CAD システムで作成された船殻構造データ（形状データ、構成管理データおよび一般管理データを含む）を、AP203 を利用

して変換し、それを他社の3次元CADシステムに取り込んで、どこまで共有できるかを明らかにする実験を行う。

#### 〔活動成果〕

実験結果としては構成管理データ及び一般管理データは上手く交換出来たが、形状データに関しては、各社の形状データの表現が異なっている為に上手く取り込めないデータ及び精度が不良なデータが一部あった。

#### 【結論】

今後の活動については(財)日本船舶標準協会に対応する。このメンバーは船舶CALSのメンバとラップしており、この組織で、船用APの進捗をにらみながら、データ交換を先々考えることにしている。

### 1. 1. 3. 5 建設

#### 【概況】

##### ○背景

建設産業では、ここ数年の間パソコンの著しい普及とともにCADもかなり使われるようになってきた。実際使用されているCADのほとんどは、2次元の製図用であるが企画段階から生産設計に至るまで幅広く使われている。データ交換の方式はDXFがデファクト標準になっているが、この方式の欠点は早くから指摘されており、単に変換率の問題だけでなく建造物の構成要素を識別したり、その属性や数量を何とか伝達したいといった願いには根強いものがあった。

これがSTEPやIFCへの取り組む動機の一つになっている。

##### ○STEPへの取り組み

直に業務に利用するというレベルではなく、欧州主導で進められている標準化の中に日本独特の方式でも優れたものや日本のモデラーに共通した考え方は組み込んでおかないと実用化された時点で困ることになるという考え方である。

企業から見た場合、STEPはCADのプロダクトモデルデータの交換標準であり、現時点ではSTEPよりもむしろ3Dの属性を扱えるCADシステムを生産プロセスの中でどのように使うか、もしくはこのような道具を使うことにより、どのように生産プロセスを変えられるかといった議論の方に関心がある。

また、企業は既にCADシステムを個別に開発することから市販のCADシステムを採用する方向に傾いている。これらのCADシステムがどのようなデータ交換方式を採用するか、どの程度の内容が交換可能かということには関心があり、この観点でSTEPやIFCに注目している。

##### ○STEPへの期待・当面の目標

- ・属性を持った 3D-CAD システム間のデータ交換の実現
- ・建設生産システムの変革に向けた必要条件の 1 つ
- ・グローバルスタンダードとしての実効性

#### ○建設分野における AP と進捗状況の概要紹介

##### ・ Part106 :

建築分野の中核的なモデル BCCM(Building Construction Core model)に関する規格であり、イギリスおよびドイツを中心に開発が進められている。STEP の規格体系の中では、Application Resources に位置付けられ、以降に示す建設分野の AP 間のモデル的な整合を図ることを目的としている。なお、1997年6月の ISO/STEP の会議において米国 Autodesk 社の提案により設立された IAI(International Alliance for Interoperability)と正式にリエイゾンを経ることが確認されている。現在のドキュメントステータスは WD である。

##### ・ AP225

建築物の構成要素の形状表現を主体とした規格であり、ドイツを中心に開発が進められている。建設分野の規格の中では、開発作業が最も早く、現在、FDIS のステータスにある。

##### ・ AP228

暖房(Heating)、換気(Ventilation)、空調(Air Conditioning)といった建築設備(前述の3つの設備要素を略して、HVACという)を主な対象とした規格であり、フランスを中心に開発が進められてきたが、昨年、キャンセルとなることが確認された。

##### ・ AP230

鉄骨構造物の構造解析、部材設計、接合部設計、詳細設計を主な対象とした規格で、イギリスを中心に開発が進められている。本規格は、英国が中心となっている欧州の共同研究開発プロジェクト Eureka 130 CIMsteel の成果をベースに双方緊密な関係の下で開発が進められている。現在のドキュメントステータスは WD である。

#### 【標準化活動】

#### ○Part106

Part106 の内容分析とわが国の業務実体を考慮した国内版の BCCM の検討を中心に以下の作業を実施した。

- ・ Part106 に規定される BCCM (Building Construction Core Model) の調査研究
- ・ AP225、AP230 におけるモデルと BCCM との関係の分析
- ・ IAI で検討中の IFC Core Model と BCCM との関係の分析
- ・ 上記成果に基づく日本版 BCCM の策定

#### ○AP225

AP225 (DIS 版) に対して、国内の業務実体を考慮した ISO への修正提案をとりまとめ、日本建築学会を通じて ISO に提言を行った。この結果、提案した内容の大半が、時期 FDIS に組み込まれることが確定した。

#### ○AP228

わが国における業務モデルを検討した上で、国内の業務実体と AP228 との差異の分析を中心に下記の作業を行った。

- ・ AP228 に規定されるモデルの調査研究
- ・ 国内の業務実体と AP228 との差異の分析
- ・ 建設 CAD データ交換コンソーシアムで検討されている設備分野のデータ交換標準と AP228 との机上データ連携実験による双方の情報モデル間の整合性の評価

#### ○AP230

AP230 の内容分析と AP230 の開発グループの要請による AP230 の規格開発支援、ならびにわが国における鉄骨工事モデルの検討を中心に以下の作業を実施した。

- ・ AP230 ならびに Eureka130 CIMsteel project の調査研究
- ・ (AP230 開発グループの要請による) わが国の地震荷重に関する仕様と鋼材規格のとのとりまとめ、ならびに AP230 開発グループに対するこれらの提案
- ・ 国内の鉄骨工事データモデル仕様の策定

#### 【実用化推進活動】

AP225 について下記要領にて実証実験を実施した。

#### ○目的：

- ・ AP225 を介したデータ交換ならびに開発したシステム環境の業務利用を想定した評価
- ・ 業務として実施設計、生産設計、設備設計の各業務フェーズ間のデータ交換を想定

○対象とする規格：

- ・仕様の確定度合いと実装支援ツールの有無を考慮し CD 版を選定

○実装方式：

- ・ ARM レベル
- ・ CC1 (Conformance Class 1) 対応
- ・開発ツールとして Toolbox (西独 Concad 社) を利用

○評価の視点：

- ・ CAD データモデルの表現内容と AP225 における表現内容の差異の分析とデータ交換における AP225 の表現内容の妥当性の評価 (データ交換に対する論理的な変換効率の評価)。
- ・ システム的な効率の分析と将来的な技術動向を考慮した本実証実験のシステム構成の妥当性の評価 (データ交換システムに対する物理的な評価)。
- ・利用者から見た本データ変換の有効性の評価

【結論】

建築分野の規格については、未だ開発途上のものが多く、また、冒頭に述べたわが国の考え方を示し、国際標準としての仕様の中にそれを組み込んでいくという観点からも、今後とも、継続的なフォローが必要である。今後の活動体制については、現在検討中である。

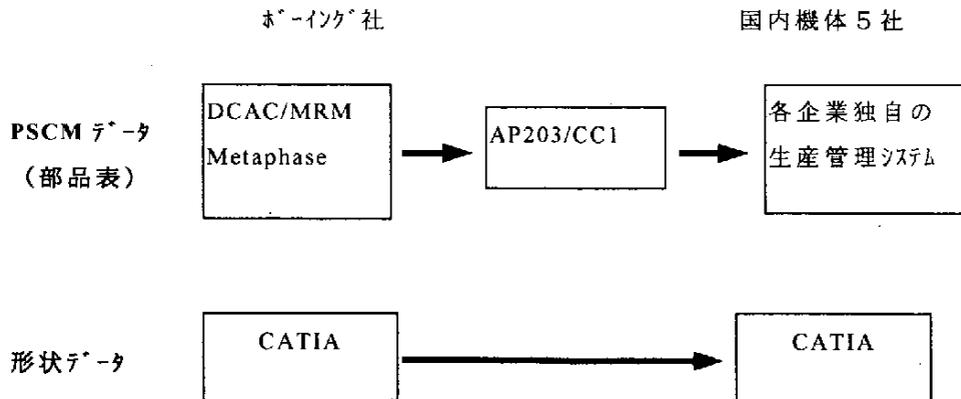
1. 1. 4 海外企業との協調

海外の企業が STEP 利用に踏み切ってくると、この企業と提携関係にある国内企業は、現在運用中のシステムについて STEP 対応する必要性が出てくる。このような状況にある業界としては、航空機・プラントがある。

航空機業界ではボーイング社 (米国) が航空機の部品表データの交換規格に STEP (AP203cc1) を利用することを決めたため、国内企業はこの受け入れ作業を進めている。

○ボーイング社～国内機体 5 社間の部品表データ交換

航空機業界では、ボーイング社 (米国) が提携関係にある国内機体 5 社との間で、「部品表」データ交換について、今後 AP203cc1 で実施する意向を示している。早ければ平成 10 年中にも実施される見込みである。構想では、形状データは CATIA データそのものを渡して、部品表データだけを AP203cc1 で送ろうという考えでいる。



即ち、ボーイング社から AP203cc1 データとして送られてくる部品表データは、国内航空機業界の標準として検討されている「共通部品表」に一旦変換され、その後は各機体5社は展開された共通部品表から必要なデータを各自の生産管理システムに読み込む形を取ろうとしている。ボーイング社と国内機体5社との間で、情報の内容についての調整が行われている。

ボーイング社は部品表のデータ交換については今後 STEP (AP203cc1) を利用する予定である。幾何形状を含まない AP203cc1 データの交換は精度などの問題がないことから判断すると、部品表などのデータ交換には STEP が利用されていくことが予想される。

## 1.2 生産設計プロジェクトの紹介

本項では、標準化調査プロジェクト委員会で活動している9つのWGの1つ、生産設計プロジェクトでの活動について紹介する。

生産設計プロジェクトでは、平成7年度より特に一般機械加工分野を対象に、設計から生産準備にいたる情報の流れにおいて、AP203、AP224を中心にしたSTEPの有効利用を検討してきた。今年度は、昨年度から開発していたSTEPの有効利用を実証するデモプログラムが動き出し、その成果を広報するためのプレゼンテーション資料を作成し、普及活動に活用した。

### (1) プレゼンテーション資料の概要

21世紀に向けた産業技術を目指した“真のCAD/CAM統合とは”を焦点に、STEPの利用技術と、国内外の標準化活動との関係を紹介している(図1.2-1)。



図 1.2-1 設計から生産への情報伝達

背景として、設計部門と生産準備部門で異なるCAD/CAMを使用している状況を想定する。設計部門では3次元ソリッド形状を作成しており、生産準備部門は、その形状を有効活用し、効率化を図りたい。

そこで、3次元ソリッドデータの形状伝達には、既に国際規格(IS)に制定され、著名な市販CADが対応している、AP203(Configuration Controlled Design)が有効であることを紹介する。しかし、AP203では形状を伝えることができても、加工に必要な加工特徴(穴、ポケットなどの意味)までは伝えることができない。これらの情報を表現する規格にAP224(Mechanical Product Definition for Process Planning using Form

Feature)がある。ただし、AP224 は国際規格に向けて審議中(DIS)であり、ほとんどの市販の CAD/CAM はまだ対応していない。

本 WG の検討結果としてまず、形状と加工特徴の関係をルール化することで AP203 から AP224 への変換がある程度可能であることがわかり、AP203 を入力とした形状から加工特徴を認識する仕組みについて Counter Bore Hole を例に紹介している (図 1.2-2)。

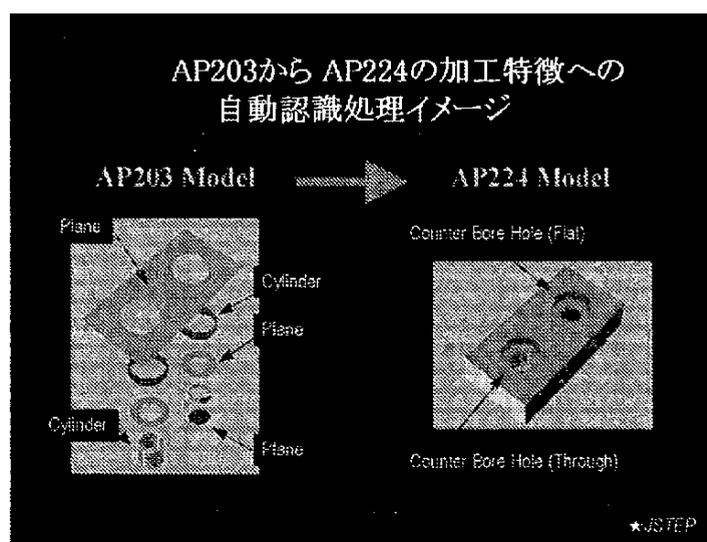


図 1.2-2 加工特徴の自動認識

次に、AP224 で表現されたモデルから NC プログラムが自動的に生成できる過程を紹介し、AP224 が生産準備としての製品モデルの表現に十分であることを説明している。NC プログラムの作成には、行程設計、作業設計といった工程を踏むが、これらは設備、工具、治具といった生産資源情報や作業の種類、使用工具、切削条件といった加工技術情報をそれぞれデータベース化することで自動化できる。これらの一連の流れを自動化したデモシステムに、あるサンプルデータを用いて実行した結果、NC プログラムが自動生成され、工具シミュレーションにより工具の動きを確認できた。

本資料は、設計部門から生産準備部門へ、さらには製造部門へと情報の流れを円滑にし、自動化を実現する“真の CAD/CAM 統合”が、STEP 技術で表現した製品モデルを“生産資源情報”、“加工技術情報”、“CNC モデル”といった他の標準技術とうまく連携させて初めて実現できるということ (図 1.2-3)、また、これらを広くみている機関がないことから生産設計 WG でフォローし、産業界へ貢献していく方針であるということに結んでいる。

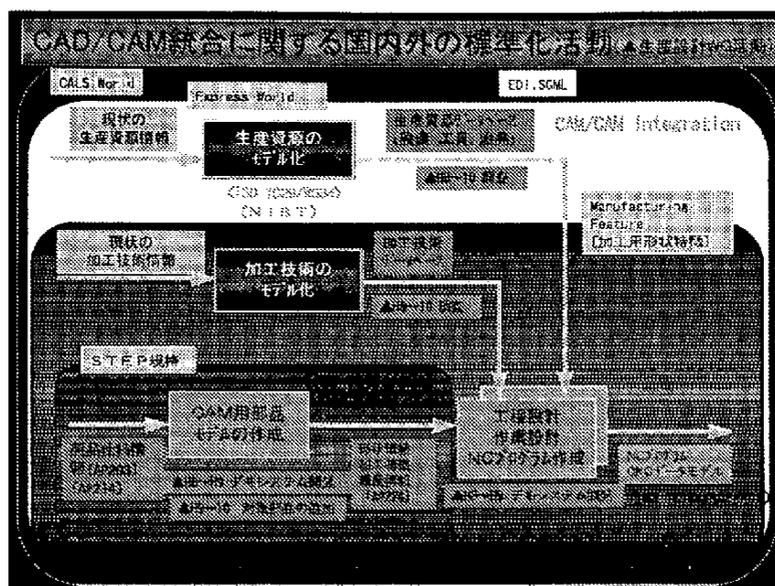


図 1.2-3 CAD/CAM 統合に関する標準化活動

本資料は、ナレーションを入れたものを CD-ROM にて提供できる用意がある。

## (2) デモプログラムの概要

デモプログラムでを使用したサンプルデータを図 1.2-4 に示す。

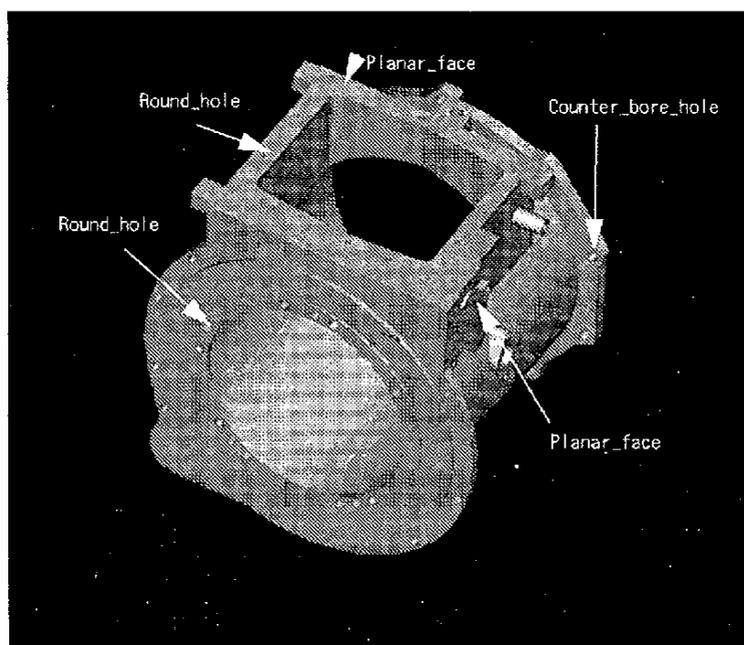


図 1.2-4 サンプルデータ

### <第 1 ステップ>

AP203 CC6 の Part21 データを読み込み、形状情報から加工に必要な加工特徴、精

度情報を自動認識し、AP224 のモデルへ自動変換する (図 1.2-5)。

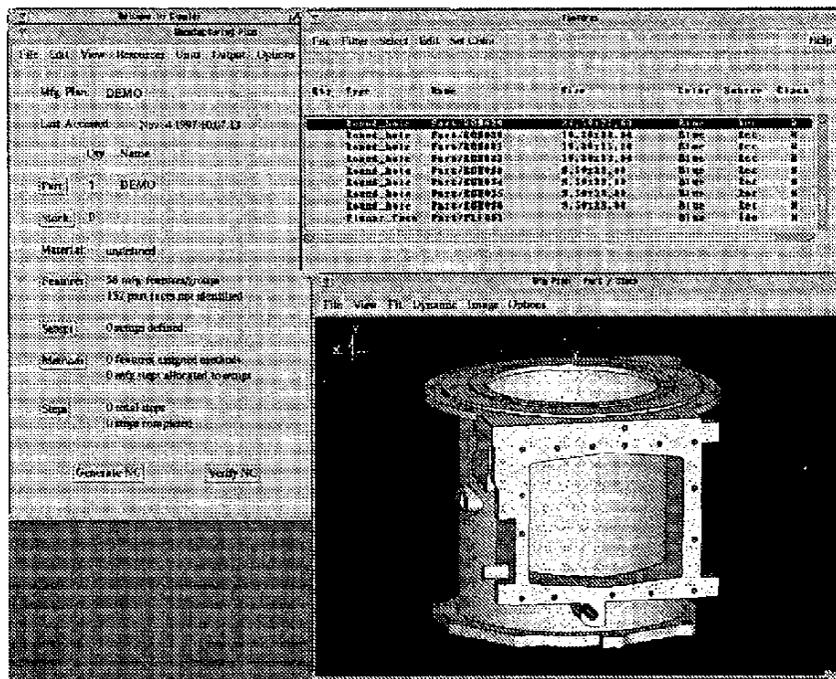


図 1.2-5 加工特徴の自動認識結果

<第2ステップ>

AP224 のデータを入力として加工技術データベース、生産資源データベースを参照し、工程設計、作業設計を自動化し、さらに NC プログラムを自動生成する (図 1.2-6、図 1.2-7)。

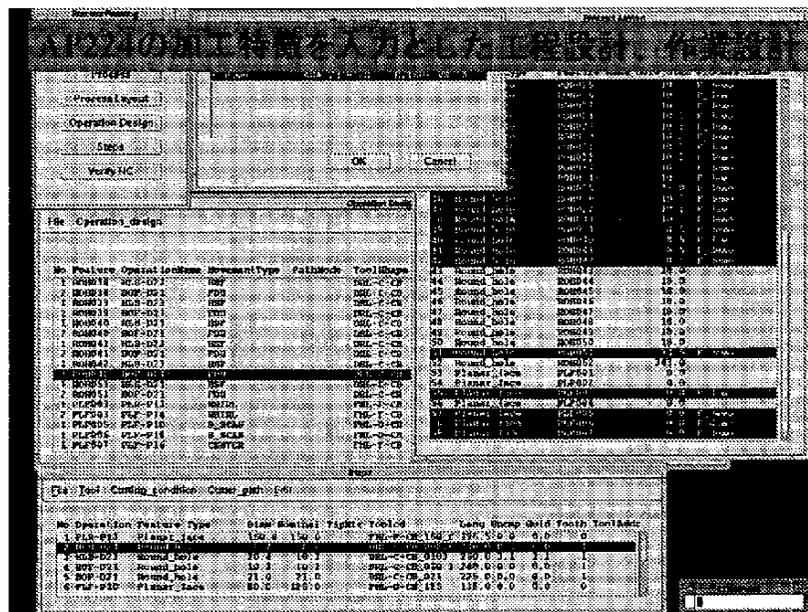


図 1.2-6 工程設計、作業設計の実行

## 加工技術データベース

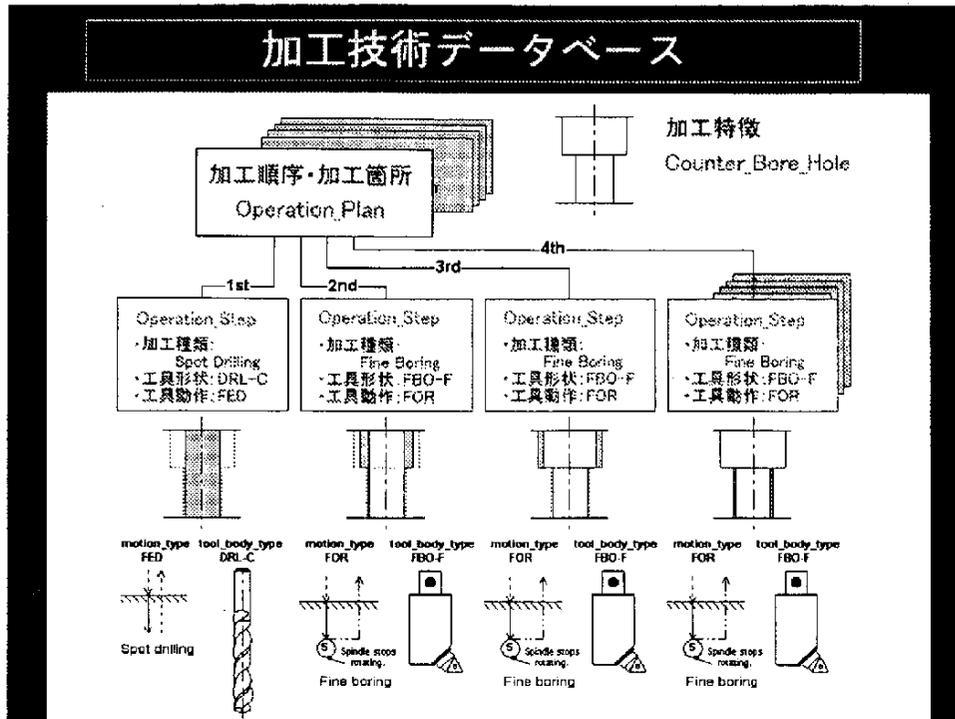


図 1.2-7 加工技術データベース

### <第3ステップ>

NC プログラムの検証として、工具のシミュレーションにて工具の動きを確認する。

### (3) 成果の広報活動

生産設計 WG での活動成果を、セミナー、ショーを通じて広報した。また、成果について個別の依頼があり、これに対応した。本年度の広報活動を次に記す。

#### ①CALS/STEP セミナー「CALS/STEP による製造業のデジタル・プロセス改革」

—北海道—

開催期日：平成9年8月20日（水）

開催場所：北海道大学学術交流会館

主催：精密工学会北海道支部

共催：(財)日本情報処理開発協会 STEP 推進センター

協賛：北海道通産局、北海道、札幌市

参加者：96名

#### ②CALS Expo 1997 International 出展 —東京ビックサイト—

開催期間：平成9年11月4日（火）～7日（金）

開催場所：東京ビックサイト 東ホール1

主催：CALS 推進協議会(CIF)、CALS 技術研究組合(NCALS)

(財)日本情報処理開発協会(JIPDEC)、(社)日本電子工業振興協会(JEIDA)  
協賛 : American Defence Preparedness Association/National Security  
Industry Association(ADPA/NSIA)、  
US CALS Industry Steering Group(ISG)  
参加者 : 約10万人

③ (財) 製造科学技術センターへの個別デモ -東京-

日時 : 平成9年11月12日(水)  
場所 : STEP推進センター会議室、マシン室  
参加者 : 8名

④ (社) 日本自動車部品工業会への個別デモ -東京-

日時 : 平成9年11月19日(水)  
場所 : 日本自動車部品会館 6階 第2会議室(高輪)  
参加者 : 36名(23社)

⑤ CALS/STEP セミナー「CALS/STEPによる製造業のデジタル・プロセス改革」

-福岡-

開催期日: 平成9年12月18日(水)

開催場所: 福岡ソフトリサーチパーク

主催 : 九州通商産業局

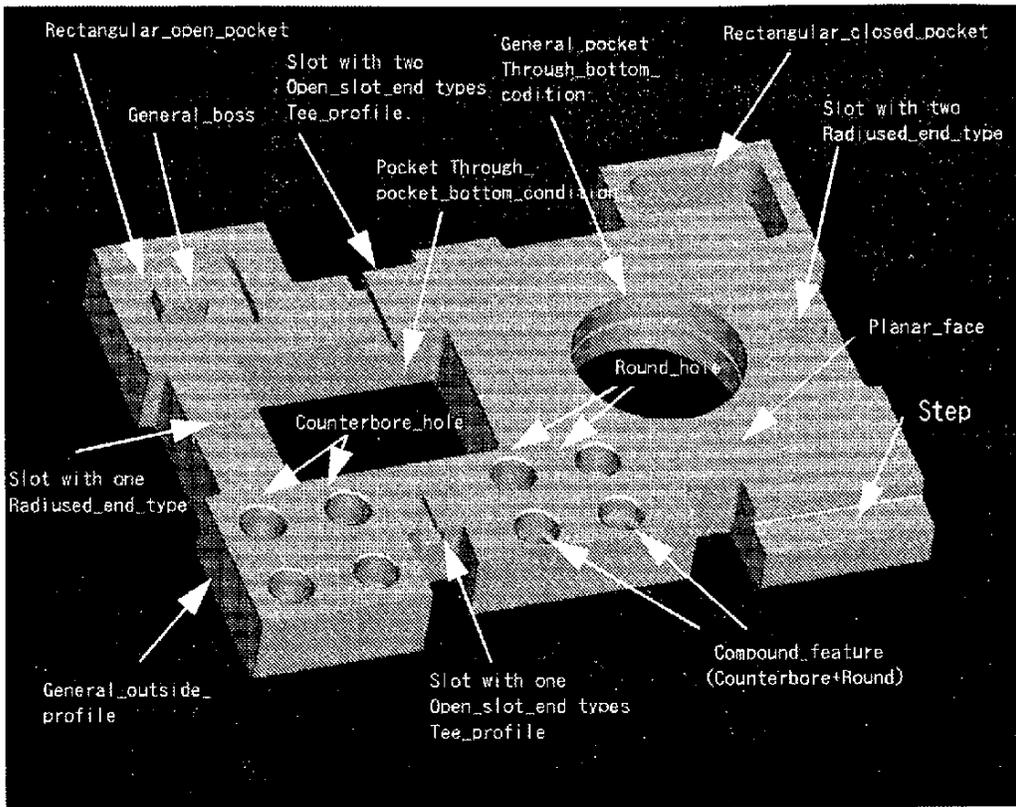
(財)日本情報処理開発協会 STEP推進センター

参加者 : 58名

(4) 今後の活動

生産設計プロジェクトでの本年度の成果では、STEP技術とその周辺の情報整理、活用することで、設計から生産準備業務、生産現場へと情報の流れを円滑にできる仕組みを説明した。しかしながら、簡単なモデルでの検証のため、実際の業務に適用できるのかが見えていない。

今後は、実際の業務に適用できるか、AP224で表現できる加工特徴の網羅性の観点(図1.2-8)からデモンシステムを見直し、その成果を広報していく予定である。



### 1. 3 STEP 実装ガイドの紹介

STEP の国内普及には、STEP の効果を見極め利用者を増やすとともに、利用するための環境を揃えることが大切である。本節では、STEP 利用環境の作成を支援する「STEP 実装ガイド」について紹介する。なお、今年度の活動は、この「STEP 実装ガイド」を作成するための準備作業として、実装を実現している STEP ツールの利用例を調査した。

#### 1. 3. 1 目的

STEP の効果については、海外の事例、国内の実証プロジェクトの活動事例を紹介するなど一般には普及しつつある。しかしながら、事例で紹介されている STEP トランスレータは、海外製品がほとんどである。一方、国内の CAD、PDM においては、STEP の実装に関しては、STEP の難しさ、煩雑さが先行して国内に広がってしまっているため、STEP への対応がほとんどされていない。

そこで「STEP 実装ガイド」を作成し、STEP 実装（トランスレータの開発など）の手順を理解してもらうために、STEP ツールを利用した実装方法について紹介する。

「STEP 実装ガイド」は、CAD、PDM などを提供しているシステムベンダーが STEP 実装の際に、またシステム利用者もシステムベンダーへ STEP 実装を促したり、内製システムに対する STEP 実装の際の手助けとなることを目的とする。

「STEP 実装ガイド」が多くの方に利用されることで、国内システムの STEP 対応が促進されることを期待する。

#### 1. 3. 2 「STEP 実装ガイド」の概要

現在、STEP を実装し提供しているシステムが利用している STEP 開発ツールおよび、STEP 推進センターで開発した HLDIA(High Level Data Access Interface)を用いた STEP 実装手順、実装例について紹介する。

「STEP 実装ガイド」の目次予定を図 1.3-1 に示す。なお、「STEP 実装ガイド」は 98 年 6 月に刊行を予定しており、現在製作中であるため内容の変更があることをご理解頂きたい。

##### (1) STEP の実装とは

「STEP 実装ガイド」の第一章では、STEP の実装についての概説と STEP 開発ツールを用いた一般的な手順について紹介する。STEP 実装には、データ交換を目的とした Part21 というデータの構造をテキスト形式で表現する方法、データ共有を目的とした Part22 (SDAI : Standard Data Access Interface)という関数を用いてデータベースを構築する方法がある。

これらの目的に対し、STEP という規格をどのように使用するか、また STEP ツールをどのように使用するかを概説する。

1. STEP の実装とは
  1. 1 STEP 実装とは
  1. 2 STEP ツールの概要
  1. 3 簡単な実装手順
  1. 4 簡単な実装例
2. AP203 CC6 の実装例
  2. 1 AP203 CC6 実装手順
  2. 2 AP203 規格書の活用と解釈方法
  2. 3 実装のポイントと注意点
  2. 4 実装例
3. AP231 の実装例
  3. 1 AP231 実装手順
  3. 2 AP231 標準仕様書
  3. 3 シナリオと実現する仕組み
  3. 4 実装に当たってのポイント
  3. 5 STEP Tools 社のツールを使った実装法と例
4. AP203 CC1 の実装例
  4. 1 PDM の紹介
  4. 2 STEP 対応実装手順の紹介
  4. 3 HLDAI を利用した実装例の紹介
  4. 4 実装上の HLDAI 利用効果
5. STEP 開発ツールの紹介

図 1.3-1 「STEP 実装ガイド」の目次 (98年3月現在)

## (2) AP203 CC6 の実装例

「STEP 実装ガイド」の第二章では、ProSTEP 社の STEP 開発ツール PSstep\_Caselib を用いて、データ交換を目的とした 3次元 CAD 向けに、STEP 規格 AP203CC6 への STEP 実装を立方体のソリッドモデルを例にして紹介する。

図 1.3-2 に ProSTEP 社の STEP 開発ツールを用いた実装手順を、図 1.3-3 に ProSTEP 社の STEP 開発ツールを用いた実装の流れを示す。ここでは、マッピングという形式はとらずに、AP203 AIM のデータ構造に実際のデータをプログラムで与えていくやり方を紹介する。

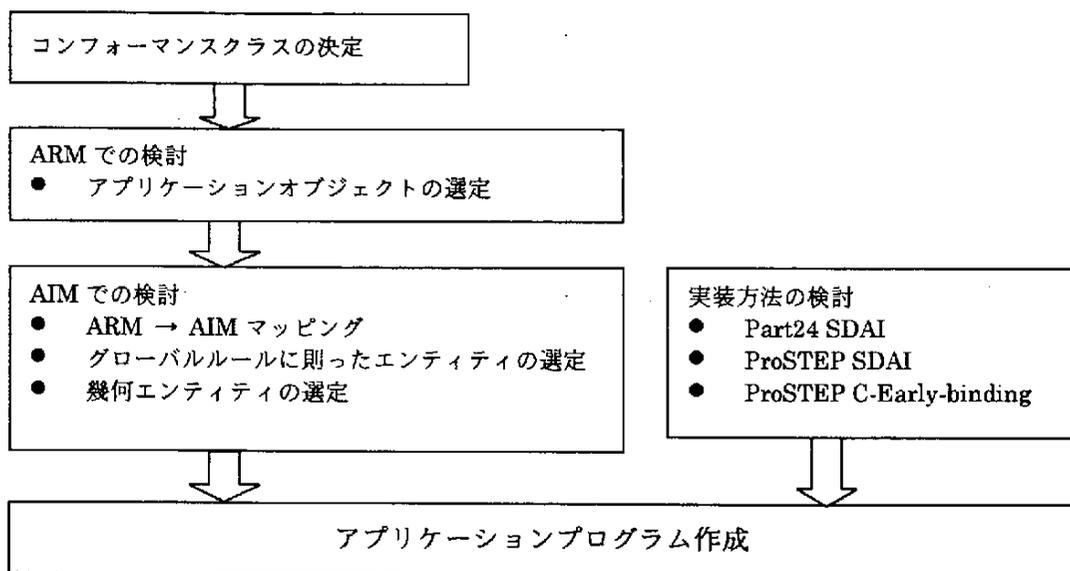


図 1.3-2 ProSTEP 社の STEP 開発ツールを用いた実装手順

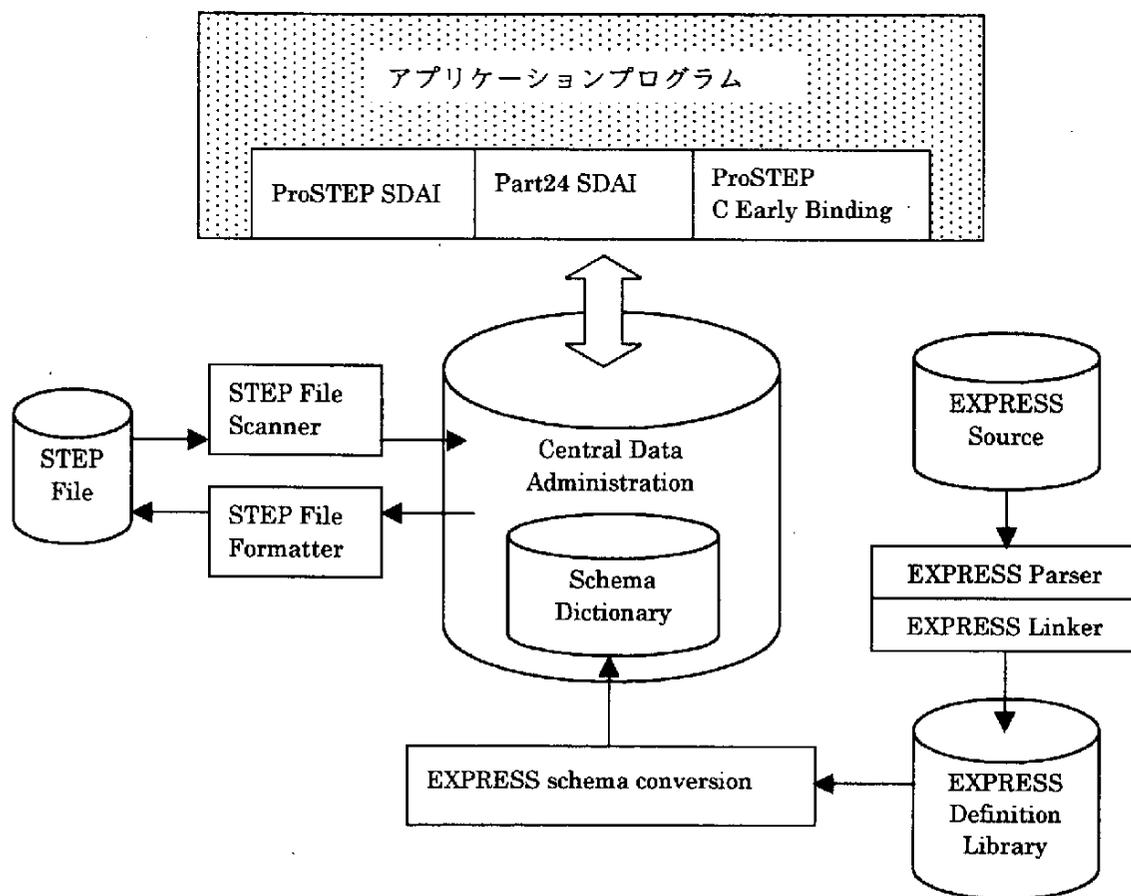


図 1.3-3 ProSTEP 社の STEP 開発ツールを用いた実装の流れ

### (3) AP231の実装例

「STEP 実装ガイド」の第三章では、STEPTool 社の STEP 開発ツール ST\_Developer を用いて、AP231 の 4 つの UoF(PFD、Heat\_transfer\_equipment、Material\_transfer\_equipment、Substance\_model\_data)についてデータ交換を目的にした STEP 実装を、ARM レベル (AP231 は WD 段階であり、AIM はまだ無いため) で実装した例にて紹介する。

実装方法としては、各企業のデータモデルを EXPRESS で記述し、STEP Tools,Inc 製品の EXPRESS-X (注) を用いて、AP231 とのマッピングを行っている。

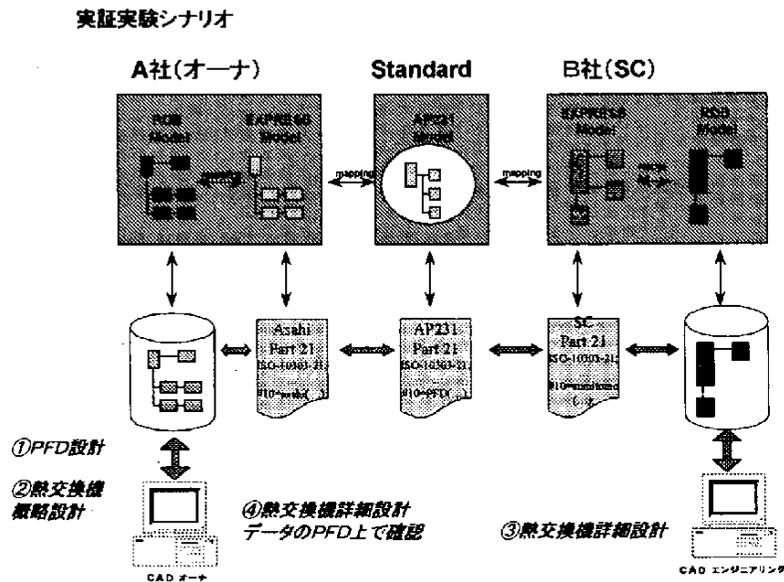


図 1.3-4 AP231 を用いたデータ交換

注) 国際標準のマッピング言語としては、同名の EXPRESS-X が検討されており、1998 年 6 月のドイツでの ISO 会議にて、NWI として提案される予定である。

### (4) AP203 CC1の実装例

「STEP 実装ガイド」の第四章では、STEP 推進センターで開発した STEP 開発ツール HLD AI を用いて、国内製の PDM システムに STEP (AP203 CC1) を実装した例について紹介する。

データの共有を目的にした PDM システムへの対応では、CAD のデータ交換とは異なり、利用者が対話的に指示する内容 (図 1.3-5) により、STEP データベースに対してデータの検索/生成/更新/削除などを行う必要がある。既存の PDM システムの機能を意識した STEP への対応例 (図 1.3-6) について紹介する。

なお、PDM システム固有の APM(Application Program Model)と AP203 AIM とのマッピングには、EXPRESS-HLD AI (HLD AI 向けに開発した言語) を使用している。

Obbligato/STEP Administrator (部品管理)			
製品検索	部品検索	構成検索	グローバル
1	EPROCT-44	E-Product	標準部品フラグ FALSE
2	PLT	Plate	FALSE
3	LBA-1	L-bracket assembly-1	FALSE
4	LBA-2	L-bracket assembly-2	FALSE
5	RDA	Rod assembly	FALSE
6	NBA	Nut-bolt assembly	FALSE
7	NT0123	Nut	TRUE
8	BLT0123	Bolt	TRUE

図 1.3-5 PDM システムの操作画面

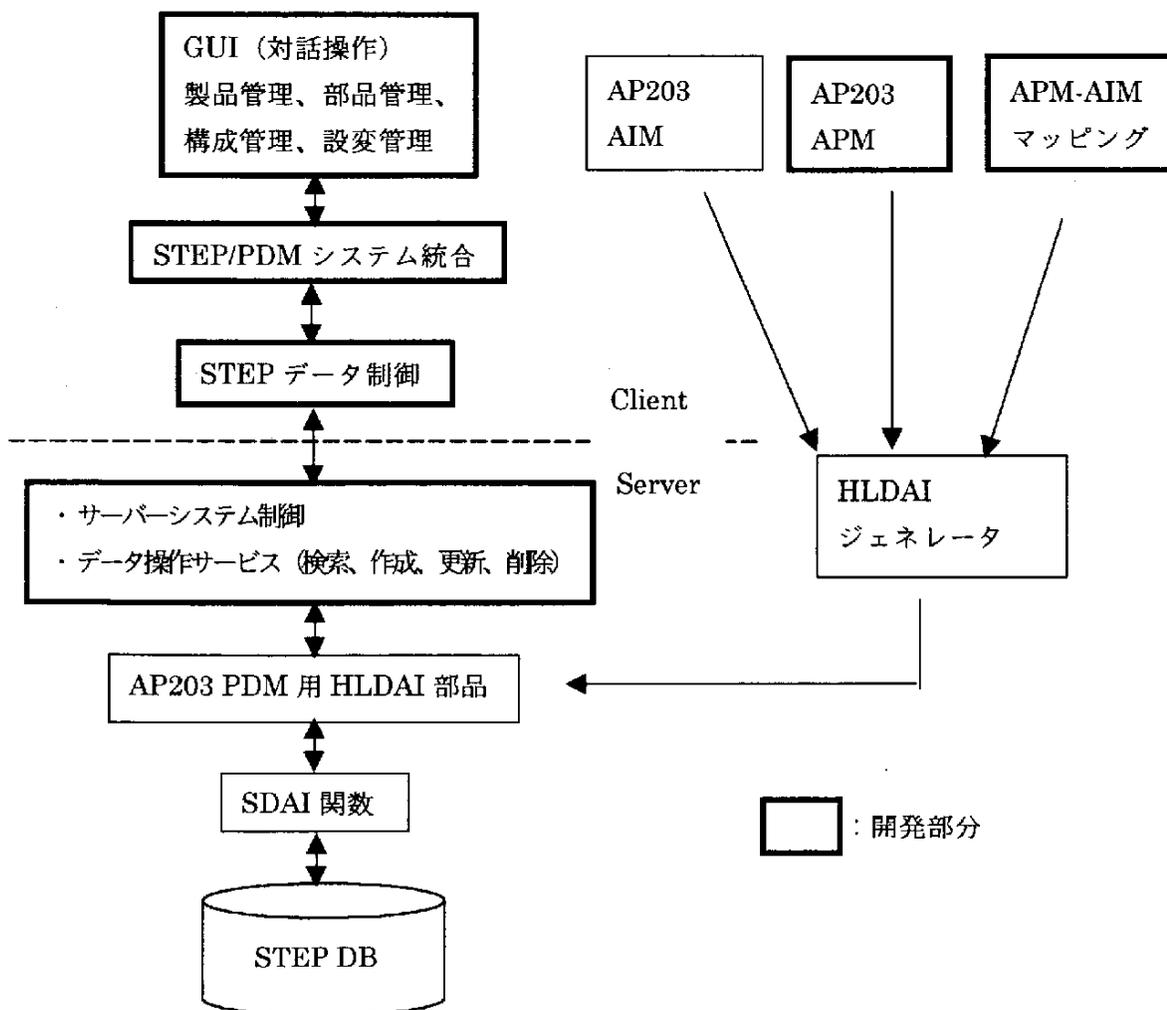


図 1.3-6 PDM システムでの STEP 実装

(5) STEP 開発ツールの紹介

「STEP 実装ガイド」の第四章では、STEP 推進センターで押さえている STEP 開発ツールについて紹介する。ここで紹介した STEP 開発ツールは、STEP 推進センターにて、会員向けに評価環境を提供している。STEP 推進センターでの評価環境を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 STEP ツールの動作環境 (98.3 末現在)

	ツール名(Version)	マシン (OS)	備考 (開発元)
1	ST-Developer(V1.5)	SUN(Solaris2.5)	STEP Tools,Inc.
2	PSSTEP_Caselib(V3.6) PSexpress_Modeler(V3.0)	SUN(Solaris2.5.1)	ProSTEP
3	ST-Developer(V1.5)	PC9800(WindowsNT /3.51,4.0)	STEP Tools,Inc.
4	PSSTEP_Caselib(V3.6)	PC9800(WindowsNT /3.51,4.0)	ProSTEP
5	CAD++(V3.1)	PC9800(WindowsNT /3.51,4.0)	CIMIO
6	EXPRESS DATA MANAGER SDAI Developer Kit	PC9800(WindowsNT /3.51,4.0)	EPM Technology

## 1. 4 AP203 解説書の紹介

### 1. 4. 1 周辺動向

1994年12月にSTEP規格の第1版がリリースされてからこれまでに15部のSTEP規格がIS化されたが、このうちAP(Application Protocol)は3つあり、AP201(明示的な2次元製図)、AP202(製品形状と関連した製図)、それに今回解説書の対象となったAP203(設計における形態管理)がある。

AP203はリリースされた他の2つのAPと比較すると、実用的な観点ではかなり注目を浴びているAPである。米国を例にとると、AP203規格の実証プロジェクトとして、著名なところではAeroSTEP(航空機)、AutoSTEP(自動車)などがあり、数年前から今日まで継続してプロジェクト活動が行われている。また最近ではCADベンダの活動を中心としたデータ交換プロジェクトが盛んであり、米国ではSTEPnet(参加企業数22社)、欧州ではProSTEPプロジェクト(同31社)などがその例である。

このように、いろいろなプロジェクト活動の中でデータ交換実験が行われているAPは他に例はなく、いずれ世界的な規模で普及されていくことは間違いない。この理由として、1つは全業種に共通したAPであること、もう1つはCADベンダによる実務レベルのトランスレータ開発が大きく貢献している点が上げられる。

一方AP203の実用化について見ると、GM社が1996年5月にSTEP Translation Center(STC)の運用を開始して、GM社関連部門間でCADデータ(ソリッドデータ)の交換を実施している。またボーイング社では機体を構成する部品の「製品構成情報」のデータ交換用にAP203を利用しようとしている。

国内企業ではまだ実用化には到達していないが、実用化を前提とするデータ交換の実証実験について積極的に取り組んで来ており、今後1、2年以内にはいくつかの企業がAP203を使って業務を行っていくことは確実と見られている。

### 1. 4. 2 解説書の目的

以上の通りAP203の実用化が間近にあることから、STEP推進センターではAP203規格の内容を広く理解して頂くこと、あるいはAP203の利用状況を正確に知ってもらうことを目的として、本解説書を刊行した。解説書は、規格書の内容を詳細に説明するためのものではなく、あくまでもAP203をこれから勉強する方々、AP203をこれから利用する方々を対象としている。解説書の構成を次に掲げる。第2,3章はAP203規格の概要、第4,5,6,8章は利用状況と関連資料、第7章は関連ツールの紹介となっている。

なお、AP203を業務として深く関わりを持つ方々(例えばトランスレータ開発者など)に対しては、本書の内容理解だけでは不十分であり、AP203規格書を熟読することにより、規格の内容をより正確に理解できるものと思われる。

## □「AP203解説書」 構成

1. 概況
2. AP203 規格解説
  - 2.1. AP203cc1 / 製品構成と形態管理
  - 2.2. AP203cc2-6 / 3次元形状
3. 関連統合リソース解説
  - 3.1. Part41 (製品記述の基本要素)
  - 3.2. Part42 (幾何および位相の表現)
  - 3.3. Part43 (表現構造)
  - 3.4. Part44 (製品構造形態)
4. AP203 利用概況
  - 4.1. 国内プロジェクト概況
  - 4.2. 海外プロジェクト概況
  - 4.3. Implementors' Forum Issue について
5. AP203 実証実験報告
  - 5.1. V-CALSc2 実証実験報告
  - 5.2. V-CALSc6 実証実験報告
  - 5.3. 航空機 CALS/WG5 AP203cc6 実証実験報告
  - 5.4. 船舶 CALS AP203cc2 実証実験報告
  - 5.5. 実証事業 SWG42 3次元CADデータ交換報告
6. 参考資料
  - 6.1. 市販CADシステムのAP203エンティティ対応調査
  - 6.2. AP203関連の過去掲載資料一覧
7. AP203 関連ソフトウェア
  - 7.1. CADシステム一覧
  - 7.2. 関連ツール紹介
    - 7.2.1. PSCM EDITOR (V-CALS)
    - 7.2.2. STEP/Works (ITI 社)
    - 7.2.3. STEP Quality Tool (V-CALS)
    - 7.2.4. PSstep\_Caselib (ProSTEP 社)
    - 7.2.5. PSdata\_Migrator (ProSTEP 社)
    - 7.2.6. STEP Tools 社の AP203 関連ツール
    - 7.2.7. 海外 STEP 開発ツール
8. AP203 データ交換環境
  - 8.1. JSTEP AP203 データ交換環境
  - 8.2. STEPnet

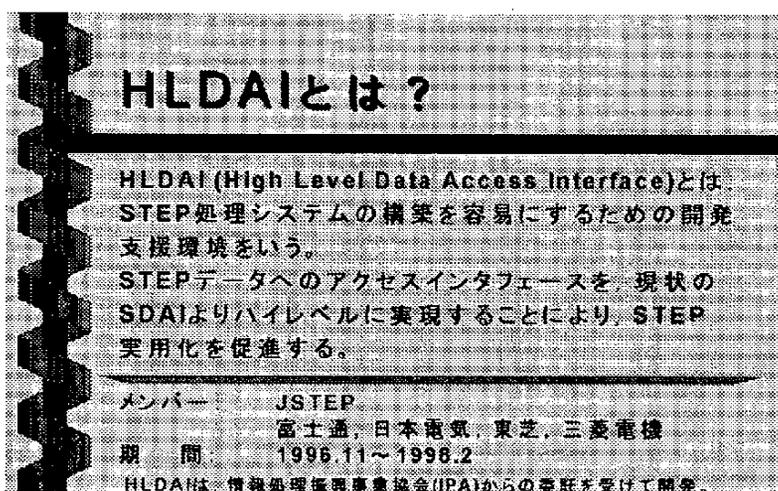
## 2. STEP 関連技術動向

### 2.1 HLDAI プロジェクトの紹介

#### 2.1.1 はじめに

STEPデータ交換処理システム開発のための Application Program Interface (API) は、現状では使い勝手の点で不十分であり、STEPの実用化を難しくしている一因である。STEPの実用化を推進するには、STEP交換システムの開発環境を整備し、開発効率を向上させることが非常に重要である。

STEP推進センターでは、この現状を解決するために、通産省の「企業間高度電子商取引推進事業」の一環として、開発支援環境HLDAI (High Level Data Access Interface) を開発し、STEPデータ交換処理システムの構築支援の仕組みの実用性、有効性を実証した。(図 2.1.1～図 2.1.2)



**HLDAIとは？**

HLDAI (High Level Data Access Interface)とは、STEP処理システムの構築を容易にするための開発支援環境をいう。

STEPデータへのアクセスインタフェースを、現状のSDAIよりハイレベルに実現することにより、STEP実用化を促進する。

---

メンバー： JSTEP  
富士通、日本電気、東芝、三菱電機

期間： 1996.11～1998.2

HLDAIは、情報処理振興事業協会(IPA)からの委託を受けて開発。

図 2.1.1 HLDAIとは



**HLDAIプロジェクト**

**目標** HLDAI (High Level Data Access Interface)を開発することにより、「より効率的にSTEP処理システムの構築が行える環境」を整備する。

**内容**

- STEPデータをハイレベルでアクセスするためのライブラリを生成するHLDAIジェネレータの試作開発
- HLDAIを用いたCADデータ交換システムの実証
- HLDAIを用いたPDMでのSTEPデータ活用システムの実証
- マッピング言語EXPRESS-XのISO規格開発への貢献

STEP実装方式に照準をあてた研究開発プロジェクト

図 2.1.2 HLDAIプロジェクト

## 2. 1. 2 目的

STEPの応用規格（アプリケーションプロトコル）はAIM（Application Interpreted Model）と呼ぶ詳細なモデルを定義しており、実際のデータ交換はAIMで行われる。STEPの規格はEXPRESSと呼ぶ言語で、AIMのデータ構造や制約を厳密に表現している。このAIMは厳密にモデルを定義する一方で、逆に利用者の理解を難しくさせているという点がある。このことがSTEPの敷居を高くしている最大の要因である。HLDAIでは、このAIMに対して、より業務に近いAPM（Application Program Model）で処理を記述する事によりデータ交換・共有の処理システム開発が、より容易にできるようになる。HLDAIでは、アプリケーションプログラマに代わってAIMからAPM、APMからAIMへと自動的に変換する。つまりアプリケーションプログラマはAIMにそれほど熟知していなくてもSTEPシステムの開発が可能になる。（図2.1.3～図2.1.4）

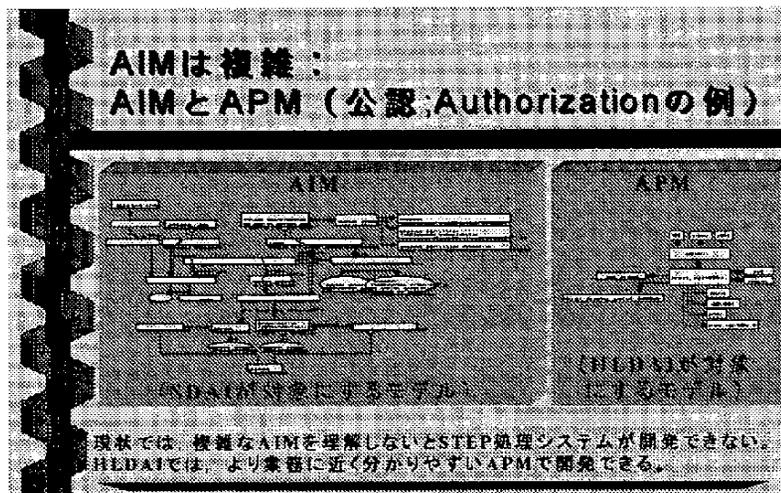


図2.1.3 AIMは複雑

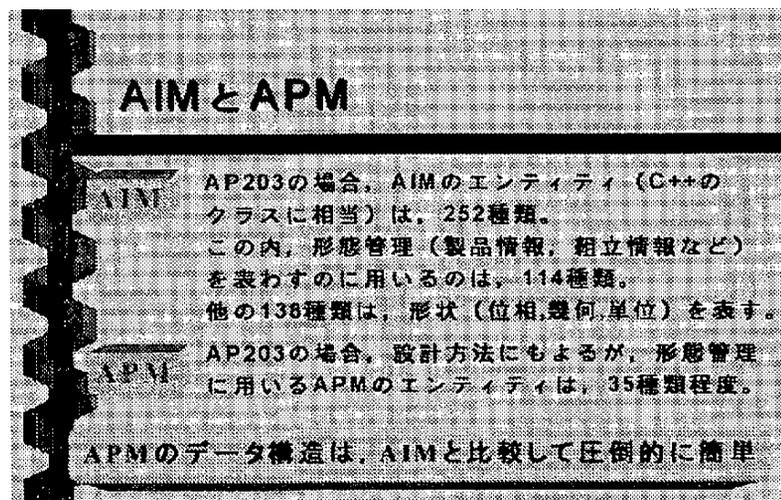


図2.1.4 AIMとAPM

### 2. 1. 3 HLDAI ジェネレータ機能

本機能は、EXPRESS 言語およびマッピング記述言語で記述されたHLDAI 定義ソース（AIMスキーマソース、APMスキーマソース、マッピング記述）を入力とし、AIMとAPM間の変換処理およびSTEPデータベース内のAIMインスタンス操作処理を含む処理を行うHLDAI ライブラリをソースコードとして生成するものである。アプリケーションは、このHLDAI ライブラリを利用することによって容易にSTEPデータにアクセスすることができるようになる。(図 2.1.5)

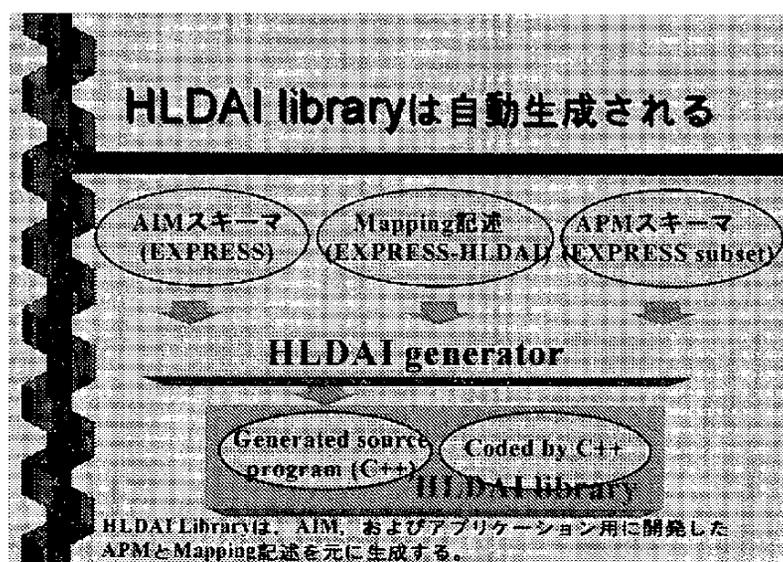


図 2.1.5 HLDAI library は自動生成される

### 2. 1. 4 HLDAI による CAD データ交換機能

本機能は、HLDAI ジェネレータが生成したHLDAI ライブラリを利用して、CADデータのデータ変換を行うものである。すなわち、CADデータをファイルから読み込み、そのCADデータをAIMデータへ変換してSTEPデータベースへ格納するもの、およびSTEPデータベース中のAIMデータを取り出し、そのAIMデータをCADデータへ変換してファイルへ出力するものである。この際のCADデータフォーマットとしては、BMI (Batch Model Interface) 及びIGES (Initial Graphics Exchange Specification) を用いる。なお、本機能のAIMデータはAP202を対象としている。(図 2.1.6)



図 2.1.6 HLDAI の適用事例：CADデータの交換

### 2. 1. 5 HLDAI による PDM での STEP データ活用機能

本機能は、HLDAIジェネレータが生成したHLDAIライブラリを利用して、既存PDMシステムにてSTEPのデータを取り扱うものである。すなわち、利用者により指示された処理区分と処理区分に応じた処理対象情報を受け取り、処理区分に応じて、データベース名が示すデータベースに対する接続、切断の処理、データベースの中の製品データに対する部品属性値の検索、生成、変更、削除の処理、検索の処理結果（部品属性値を含む）の利用者端末への表示の処理を行うものである。

また、利用者により指示された製品データ名、STEPファイル名、入出力種別（入力または出力）を受け取り、STEPデータベースから製品データ名が示すAIMデータを取り出し、STEPファイル名のファイルに出力する機能、及びSTEPファイル名が示すファイルからAIMデータを取り出し、STEPデータベースに製品データ名で出力する機能を提供する。なお、本機能のAIMデータは、AP203の構成管理データを対象としている。（図2.1.7）

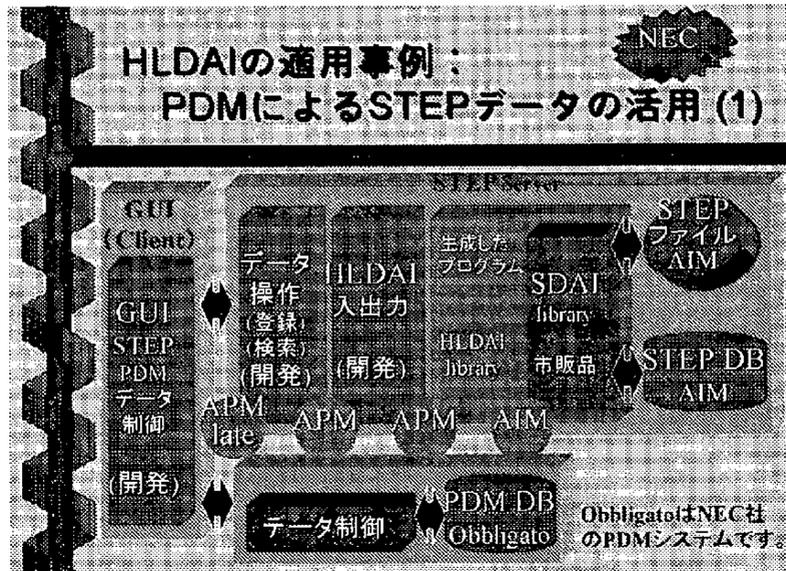


図 2.1.7 HLDAIの適用事例：PDMによるSTEPデータの活用（1）

### 2. 1. 6 まとめ

今回開発したHLDAIをCADデータ交換およびPDMでのSTEPデータ活用という具体的システム構築において利用した結果、STEPの実装システム開発の効率が向上する事が明らかになりその実用性、有効性が実証された。

なお、HLDAIの成果物（仕様書、ソースコード）はJSTEP会員における利用及び製品化を目的に公開される予定である。HLDAIを利用してSTEP交換システムの実装、ひいてはSTEPの利用が促進される事が期待される。

## 2. 2 製品モデル記述言語としての EXPRESS と Java の言語機能比較

### 2. 2. 1 はじめに

CAD データ交換国際規格(ISO 10303)の規格文書の規定部の記述は ISO 10303 - Part11 で定められている形式記述言語 EXPRESS で表現することが規定されている。EXPRESS の特徴はオブジェクト指向言語であり、人間の可読性を改善するため、そのサブセットとして図式表現法 EXPRESS-G が用意されている点にある。この交換規格を実装するためには EXPRESS 記述を他の実装言語に変換して用いる必要がある。

一方、最近マシンに依存せず、ネットワークを介してアプリケーションの交換を可能とする実装言語 Java が注目されてきている。Java はオブジェクト指向言語として認識されており、またそのサブセットとして Java 図式表記法(Java-g)が提案されている。

対象を表現し、その意味を検討する上で EXPRESS-G は広く利用されている。もし Java-g が EXPRESS-G の表現機能を包含するのであれば、Java はモデルの形式表現とその実行を同時に行える可能性があり、EXPRESS 記述を置き換える可能性がある。

本調査では以上の背景のもとで、EXPRESS と Java の機能比較を行ったので、その結果について報告する。

### 2. 2. 2 Java の特徴

Java は、一般的に「インターネットのようなオープンな分散コンピューティング環境でアニメーションやインタラクティブな操作を簡単に実現できる安全性の高いオブジェクト思考のプログラミング言語」として認識されている。

この Java 言語を仕様から見ると、全く新しいというよりはむしろ、ネットワーク時代における“renewal”であり、C++や祖先の Smalltalk などの既存言語の混合と認識でき、実際 Java は C++に基づいているので、“C” “C++” “Objective C” “Eiffel” “Ada” を既に知っているプログラマならすぐに簡単に使えるようになるのが長所の一つといえる。逆に“COBOL”のような古い言語、“Visual Basic” “Power Builder”のような新しい言語を使っているプログラマにはとっては簡単とは言い難い。

Java の大きな特徴としては「マシン・アーキテクチャニュートラル」ということが挙げられる。ただし、これは Java がどんな OS でも CPU でも動作するというのではなく、各 OS、CPU 上に実現された Sun Microsystems から正式にリリースされている Java の実行環境がなければならない。

次に、Java がサポートしている主なオブジェクト指向技術を以下に示す。

- (1) モジュール化と情報隠蔽を可能にするインスタンス変数とメソッドを一緒にまとめる機能
- (2) 新しいクラスとその振舞いは既存のクラスで定義できる継承機能
- (3) ポリモーフィズムと呼ばれる、メッセージが複数のオブジェクトに送られたときでも、オブジェクトの性質によって決定される機能

### 2. 2. 3 Java-g

Java-gとは、VTT Technical Research Centre of Finland の Research Scientist である Kari Kaitanenn 氏によって提案されている、Java のためのデータ記述言語 (Graphical Data Description Language for Java) である。

この Java-g はインターネット上で公開されているが、まだ開発過程であり、その開発段階の状態の"JG book" (version 1.97, updated 18.2.1998, PDF-file)をはじめ、スライド及び仕様などが閲覧及びダウンロードできるようになっている。また、Java-g は主に以下のような目標 (JG スライドより引用) を掲げ、主に EXPRESS-G、UML、OMT を参考に設計されている。

- (1) Java のインプリメンテーションデータ構造を簡単かつ曖昧さのない定義・表示・スケッチを可能にすること
  - (2) Java のデータ型・インターフェース・パッケージ・動的データ構造・コンポーネントなどの構造及び Java の API を完全にサポートすること
  - (3) 他の図式表記法である EXPRESS-G や UML などとの交換可能性
- ※ JG 関連のホームページ: <http://www.vtt.fi/cic/java/java-g/>参照

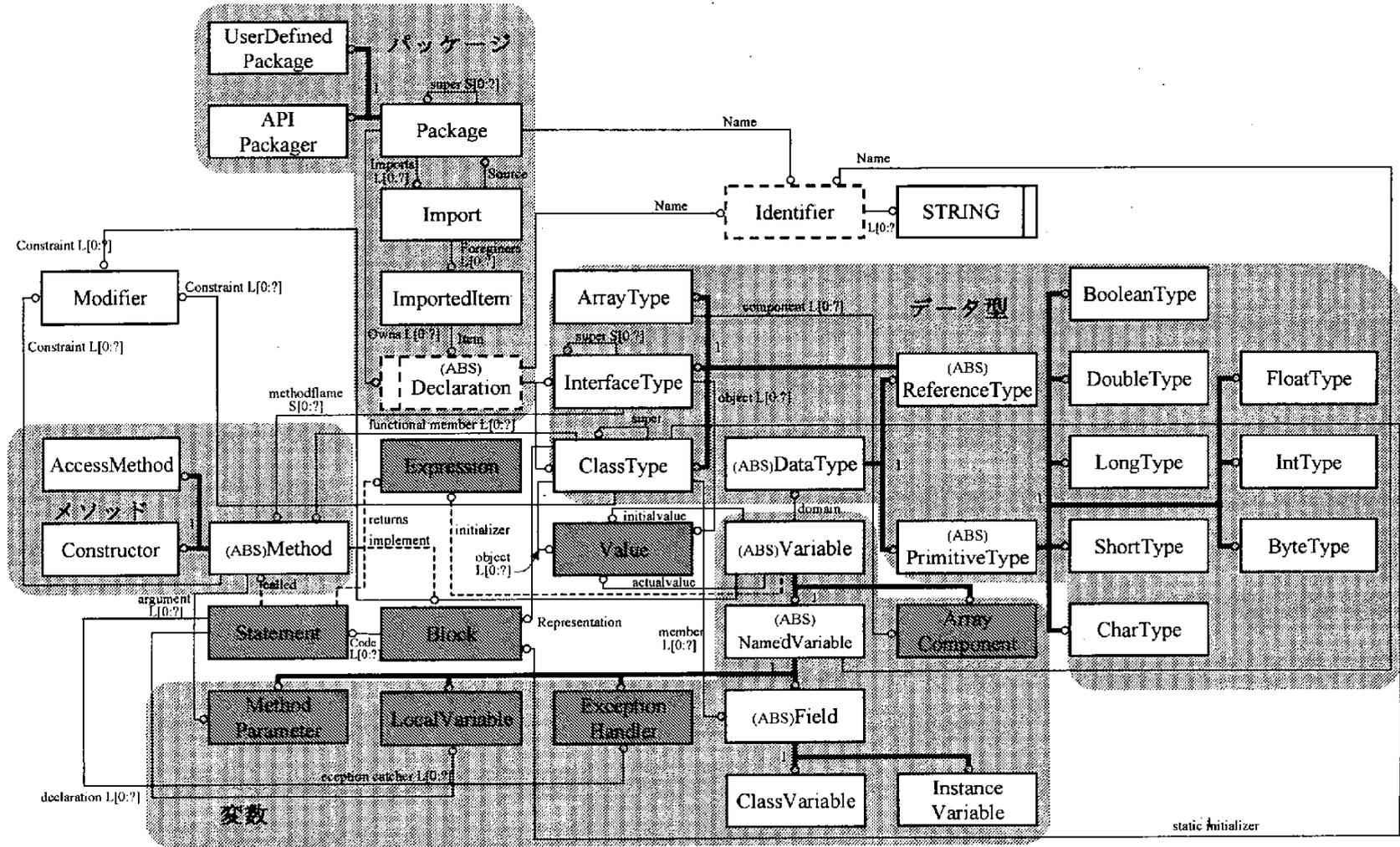
### 2. 2. 4 Java の言語構造とその Java-g 表記法

図 2.2.4.1 は Java の構造を EXPRESS-G で表現したものである。Java の構造は、上位下位関係によって、データ型のグループ、変数のグループ、メソッドのグループ、そしてそれらをまとめるパッケージのグループの 4 つから成っている。

- (1) データ型のグループは、Java では参照型と基本型の 2 種類からなっており、更にそれらが細かく分けられている。
- (2) 変数のグループは識別子をもつグループと、識別子を持たない配列の要素とに分かれ、識別子を持つものはさらに細かく分けられている。
- (3) メソッドのグループはフィールドを操作するためのアクセスメソッドとコンストラクタに分けられている。
- (4) これらをまとめるパッケージにはユーザーが定義するパッケージと、Application Programming Interface、通称 API と呼ばれるパッケージの 2 種類がある。自パッケージで宣言するクラスやインターフェースのリストをもつこと、またインポート文により参照するクラスやインターフェースを持つことが可能であることが表されている。

斜線の入っているエンティティは、現時点で Java-g 表現不可能な項目であることを示している。

図 2.2.4.1 EXPRESS - G で表現した Java の構造



### 2. 2. 4. 1 パッケージ及びパッケージ間参照

Java ではパッケージと呼ばれる集合にクラスを集めることを許している。パッケージは、ネストレベルなどによって作業を系統立て、他の人によって提供されるライブラリコードからその仕事を分離するのに用いられる。

パッケージの中で直接宣言できるものは、クラスとインターフェースである。パッケージ宣言の形式を以下の図 2.2.4.1-1 に示す。

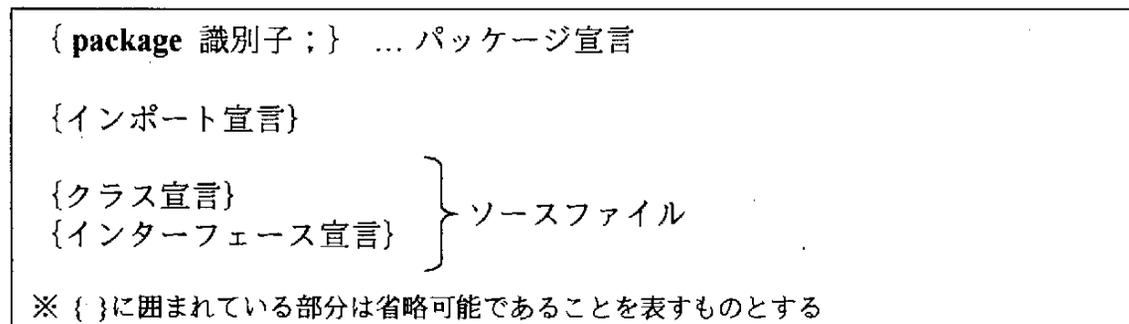


図 2.2.4.1-1 パッケージ宣言の形式

パッケージ宣言は省略可能であり、省略可能されたときはデフォルトパッケージとよばれる無名のパッケージの中に自動的に組み込まれる。

また外部で宣言されたパッケージ内の項目を、インポート宣言によって使用可能にすることができる。インポート宣言にはパッケージにおける完全名(クラスやインターフェース名まで)を指定する方法と、パッケージ自体を指定する方法の 2 種類があり、そのインポート宣言の形式を以下の図 2.2.4.1-2 に示す。



図 2.2.4.1-2 インポート宣言の形式

図 2.2.4.1-2 の①のようにした場合、その識別子で表される1つのクラスやインターフェースがインポートされ、②のようにした場合はその識別子のパッケージに含まれる全てのパッケージ、クラス・インターフェースをインポートする。これは、後に説明するクラスや、メソッド、変数を参照する際にフルパスを入力せず、短縮形で参照することを可能にするためのものである。但し、他のパッケージから参照しない場合や、直接プログラム内で完全名を用いて参照する場合はインポート宣言は省略可能である。

以下の図 2.2.4.1-3 にこれらの Java - g 表記を示す。

パッケージ A クラスA

パッケージ B クラスB

a. 箱の色と完全名を書くことでパッケージを区別



b. パッケージを表す直方体を用いてパッケージを区別

図 2.2.4.1-3 パッケージに関する Java - g 表記

全てのクラス・インターフェースは必ずある一つのパッケージに含まれる。よって、aのようにクラスやインターフェースを表す箱をパッケージ毎に異なる色で塗りつぶし、クラス・インターフェースの識別子にそのパッケージ名を付して表す。しかしbのように、直方体を用いてパッケージ自体を表し、そのパッケージに含まれるクラスやインターフェースを表す箱に細い実線で結びつけることでも、クラス・インターフェースがどのパッケージに属しているのかを表現できるが、多くのスペースを使うことになるので余り望ましくない方法であると言える。

#### 2. 2. 4. 2 データ型

Java は、強く型付けられた言語であり、全ての変数がデータ型をもたなければならない。型は、変数が適用し得る値または式から導出される値と、それらの値に作用できる演算を限定し、その演算の意味を決定するものである。変数は、型とその識別子という2つのコンポーネントから成っている。

データ型は大きく基本型、参照型の2つに分類される。

##### 基本型 (primitive type)

Java の基本型には 8 種類あり、その範囲と Java - g 表記をまとめたのが表 2.2.4.2 である。整数はすべて 10 進数・16 進数・8 進数を扱うことができる。基本型は Java - g 表記では、長方形の右側に垂直な線を付け、その名前をその中に入れる。

表 2.2.4.2 基本型の範囲とその Java-g 表記

基本型	範囲	Java-g表記
byte	1byte -128~127	byte
short	2byte -32768~32767	short
int	4byte -2147483648~2147483647	int
long	8byte -9223372036854775808L~ 9223372036854775807L	long
char	2byte Unicode文字一文字	char
float	4byte IEEE754浮動小数点数 ±3.40282347E+38	float
double	8byte IEEE754浮動小数点数 ±1.79769313486231570E+308	double
boolean	1bit true(真)、false(偽)のいずれか	boolean

#### 参照型 (reference type)

Java の参照型には3種類あり、それらはクラス型、インターフェース型、配列型である。Java でクラスとはオブジェクトの構造と機能を規定するための型であり、インターフェースとは、そのインターフェースを実装するクラスで継承したいメソッド名と定数を宣言するための型である。但し、クラス型とインターフェース型は 2.2.4.3 において詳しく説明する。

#### 配列型(array type)

Java では関連する一連のデータを配列オブジェクトに格納して、それらに同じように操作することを可能にする。その要素を定義するデータ型は、基本型でも参照型でもよい。以下の図 2.2.4.2-1 に配列の宣言形式を示す。

{修飾子} データ型名 識別子 [] ;

※ {} に囲まれている部分は省略可能であることを表すものとする

図 2.2.4.2-1 配列の宣言の形式

配列の Java - g 表記法を以下の図 2.2.4.2-2 に示す。

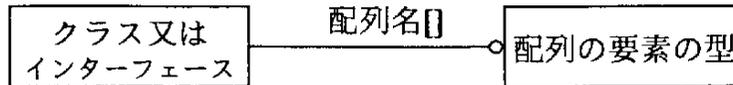


図 2.2.4.2-2 配列の Java - g 表記

配列は、配列を作る要素のデータ型の箱側に白丸を付け、その配列を属性として持つクラスやインターフェースと線で結ぶ。またその配列名をその接続した線上に書く。

また、配列に指定できる修飾子は、2.2.4.4 のフィールドに指定できる修飾子に等しい。

### 2. 2. 4. 3 インターフェース

インターフェースとは、多重継承、つまり 2 つ以上のクラスからクラスを派生することが Java で禁止されているために、メソッドの名前と定数フィールドを多重継承するのに用いられる型のことを言う。よって、インターフェースクラスはインスタンス化されることはない。

また、インターフェース自身も互いに継承することで派生することが可能である。

インターフェースの宣言形式を以下の図 2.2.4.3-1 に示す。

```
{修飾子} interface 識別子 {extends節}
{
  {定数フィールド宣言}
  {メソッド名宣言}
}
```

} インターフェース本体

※ {} に囲まれている部分は省略可能であることを表すものとする

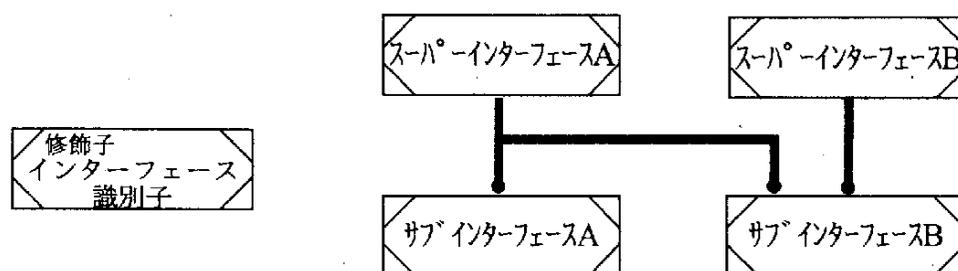
図 2.2.4.3-1 インターフェースの宣言の形式

インターフェースに指定できる修飾子は 2 種類であるが、元々インターフェースは実装部分を提供しないので明示しなくても abstract 宣言はされているといえる。以下の表 2.2.4.3 にインターフェースに指定できる修飾子とその意味を示す。

表 2.2.4.3 インターフェイスに指定できる修飾子

修飾子	定 義	JGでの表記
public	外部のすべてのオブジェクトから参照可能	PUBLIC・P
abstract	暗黙にabstract宣言されている	ABSTRACT・ABS

インターフェイスはユーザー自身が定義するか、ある別のインターフェイスを拡張することで得られ、拡張される側のインターフェイスをスーパーインターフェイス、拡張して得られるクラスをサブインターフェイスと呼ぶ。Java はインターフェイスには多重継承を許している。extends 節とは、継承するスーパーインターフェイスを指定するもので、複数ある場合はカンマで区切って並べる。また、特にスーパーインターフェイスを必要としない場合は省略することが可能である。以下の図 2.2.4.3-2 にインターフェイス及び extends 節の Java - g 表記法を示す。



a. インターフェイスと修飾子

b. インターフェイスの継承

図 2.2.4.3-2 インターフェイス及びインターフェイスの継承に関する Java - g 表記

インターフェイスは長方形の四隅に斜めに線を引いて表し、これらに修飾子が宣言されているときには、長方形の箱の左上にやや小さい文字で記入する。また extends 節は太線でスーパークラスとサブクラスを結び、サブクラス側に黒玉をつけて表現する。

図 2.2.4.3-2 bでは、サブインターフェイス A はスーパーインターフェイス A を継承、サブインターフェイス B はスーパーインターフェイス A を継承するとともに、サブインターフェイス B も多重継承している。

#### 2. 2. 4. 4 クラス

クラス型は 2.2.4.2 で述べたように、データ型の一つとして位置づけられている。クラスの宣言形式を以下の図 2.2.4.4-1 に示す。

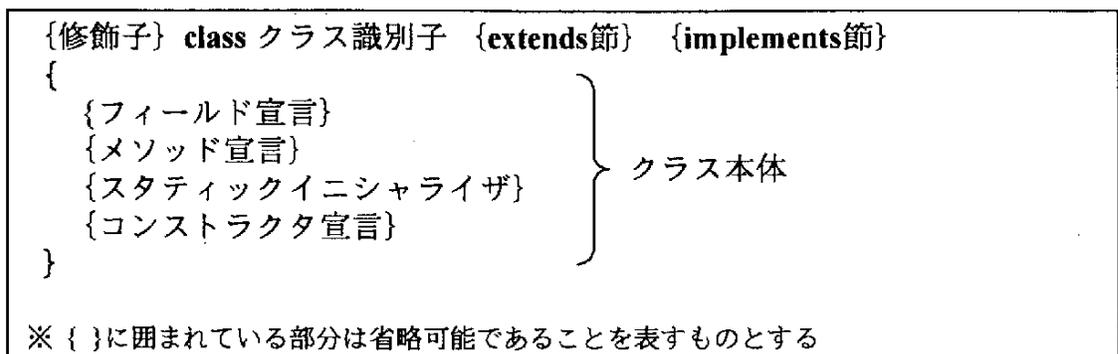


図 2.2.4.4-1 クラスの宣言の形式

クラス宣言において、修飾子とはクラスにスコープや継承に関する制約を加える役割を持っている。クラスに指定できる修飾子は以下の表 2.2.4.4-1 に示すように 3 種類ある。但し修飾子は省略可能である。

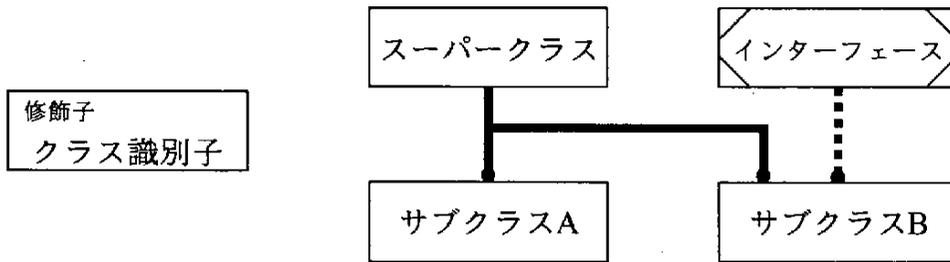
表 2.2.4.4-1 クラスに指定可能な修飾子

修飾子	定 義	Java-g表記
public	外部のすべてのパッケージから参照可能	PUBLIC・P
abstract	直接インスタンス化されない	ABSTRACT・ABS
final	スーパークラスとしてサブクラスを作らない	FINAL・F

Java - g で修飾子は Java 記述のままか、もしくは他の修飾子と区別できる程度に省略化して表している。

クラスはある別のクラスを拡張することで得られ、拡張される側のクラスをスーパークラス、拡張して得られるクラスをサブクラスと呼ぶ。Java は単一継承のみをサポートしているのですべてのクラスはスーパークラスを唯一つもっている。extends 節とは、継承するスーパークラスを指定するもので、特にスーパークラスを必要としない場合は省略することが可能であり、その場合はスーパークラスとして次の 2.2.4.5 で述べる Java API 中の java.lang.Object クラスをスーパークラスに指定したとみなされる。implements 節とは、実装するインターフェースを指定するもので、複数指定可能であり、その場合はカンマで区切ってその識別子をならべる。特にインターフェースを実装しない場合は書かない。

以下の図 2.2.4.4-2 にクラス及び extends 節と implements 節の Java - g 表記法を示す。



a. クラスと修飾子

b. クラスの継承とインターフェースの実装

図 2.2.4.4-2 クラス及びクラスの継承・実装に関する Java - g 表記

クラスは長方形の箱で表し、これらに修飾子が宣言されているときには、長方形の箱の左上にやや小さい文字で記入する。また extends 節は太線でスーパークラスとサブクラスを結び、サブクラス側に黒玉をつけて表現する。implements 節は、インターフェースとそのインターフェースを実装するクラスを太い点線で結び、クラス側に黒玉を付けて表現する。図 2.2.4.4-2 b では、サブクラス A はスーパークラスを継承、サブクラス B はスーパークラスを継承するとともに、インターフェースを実装している。

### クラス本体

次に、クラス本体のフィールド宣言・メソッド宣言・スタティックイニシャライザ・コンストラクタ宣言について説明する。

### フィールド

フィールドとは、インスタンス変数のことを言い、メソッドと合わせてクラスのメンバと呼ばれる。メンバの名前の scope はそのメンバの属するクラスが宣言されている部分全体である。またクラスのメンバとは、宣言されたメンバに加えスーパークラスから継承したメンバも含まれる。

フィールド宣言の形式を以下の図 2.2.4.4-3 に示す。

{修飾子} フィールドのもつ型 フィールド識別子 ;

※ { } に囲まれている部分は省略可能であることを表すものとする

図 2.2.4.4-3 フィールドの宣言の形式

フィールド宣言において、修飾子は以下の表 2.2.4.4-2 に示す通り 8 種類あり、省略してもよいが組合せて用いることもできる。修飾子に続いてそのフィールドの型を宣言し、その後そのフィールドの識別子を書く。

表 2.2.4.4-2 フィールドに指定可能な修飾子

修飾子	定 義	Java-g表記
public	すべてのクラス・メソッドから参照可能	PUBLIC・P
protected	自クラスの所属するパッケージと自クラスとすべてのサブクラスで参照可能	PROT
final	初期値から値を変更不可能	FINAL・F
private	外部のすべてのクラスメソッドから参照不可能	PRIV
static	クラスのすべてのインスタンスに共通	S・STATIC
private protected	自クラスとすべてのサブクラスで参照可能	略
volatile	コンパイラに変数を最適化させない	VOLATILE
transient	オブジェクトの永続的な状態の一部ではない	Trans

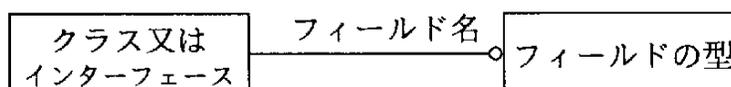


図 2.2.4.4-4 フィールドの Java - g 表記

Java - g ではクラスやインターフェースが、あるデータ型で定義されるフィールドを持つとき、図 2.2.4.4-4 のようにそのフィールドを持つクラスの箱とそのフィールドの型を表す箱との間を線で結び、データ型側の端に円を付ける。そしてその関係線上にそのフィールド名を記入する。

また Java - g では、実際にプログラムには表わされていないが、プログラマー自身の判断によってそのクラスとフィールドとの関係を詳細に表現できるように、データ型側に付ける円の中に描く図形でその役割を分類できるように規定している。以下にそれらをまとめた表 2.2.4.4-3 を示す。

表 2.2.4.4-3 フィールドに関する Java - g 表記～端点部分の種類

———●	プロパティ ... 重さ・高さ・値段など
———●	分解 (part of) ... その一部を成しているもの、部品
———◎	その他・接続関係 ... 隣接したり、付属しているもの

Java - g では更に、クラスと型とを結ぶ関係線の種類によっても、それらの関係を表現できる。この関係を表 2.2.4.4-4 に示す。

表 2.2.4.4-4 フィールドに関する Java - g 表記～関係線の種類

<u>フィールド名</u> ○ .....フィールド名○	クラス又はインターフェース中で、円のついている型のフィールドが定義されている線の上にそのフィールドの名前を記す。線が点線の場合は選択的なフィールドであることを表している。(例：if - elseの中でのフィールドなど)
<u>フィールド名</u> ○ [INV]フィールド名 .....フィールド名○ [INV]フィールド名	クラス又はインターフェースのいずれか2つが互いに同じインスタンス間でフィールドを持ち合う関係を示しており、円のついている型のもつフィールド名は線の上に書き、円のついていない型の持つフィールドは逆属性と呼ばれ、そのフィールド名は線の下に[INV]と記した右に書く。線が点線である場合は選択的なフィールドであることを表す。

### メソッド

メソッド宣言はメソッドの呼び出し式によって呼び出されるようなコードを記述するものである。メソッド宣言の形式を以下の図 2.2.4.4-5、メソッドの Java - g 表記法を図 2.2.4.4-6 にそれぞれ示す。

<pre> {修飾子} 戻り値の型 識別子(仮引数の型 仮引数名) {throws節} {   // 実装部分 } </pre> <p>※ { }に囲まれている部分は省略可能であることを表すものとする</p>
--

図 2.2.4.4-5 メソッドの宣言の形式

メソッドの宣言はまず、修飾子を宣言し、続いてそのメソッドの戻り値のデータ型がある場合はそのデータ型を、ない場合には void を記す。その後メソッドの識別子を書き、次は ( ) の中に仮引数となる変数を、型、仮引数名の順に記す。ただし、複数の仮引数をとる場合は、この型と名前のセットをカンマで区切って並べる。その後、実装時に発生する例外処理のための throw 節を記す。

メソッドの Java-g 表記は図 2.2.4.4-6 のように規定されている。左側がクラス内で定義されているメソッド、右側がインターフェース内で定義されているメソッドの表記法である。いずれもクラス・インターフェースを表す箱の下にさらに箱を付けて、その中に修飾子、戻り値の型、識別子、引数の型などを記す。またスコープの差によって、public ・ protected ・ private の順に内側へ図のような角型の線で仕切って行くよう規定されている。

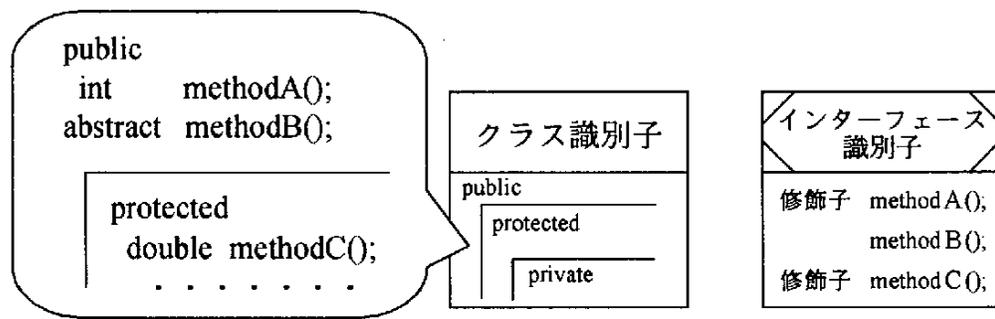


図 2.2.4.4-6 メソッドの Java - g 表記

次にメソッドに指定できる修飾子を表 2.2.4.4-5 に示す。

#### コンストラクタとイニシャライザ

コンストラクタとは、新規のクラスのインスタンスを初期化するのに使われ、スタティックイニシャライザとはそのクラスが最初にロードされる際、クラスの初期化を助けるのに用いられる、実行可能なブロックのことをいう。これらは実装言語の機能であり、よってここではこれ以上の説明を書略する。

表 2.2.4.4-5 メソッドに指定可能な修飾子

修飾子	定 義	JGでの表記
public	すべてのクラス・メソッドから実行可能	PUBLIC・P
protected	同一パッケージ内であれば実行可能	PROT
final	オーバーライドすることができない	FINAL・F
private	外部から実行できない	PRIV
abstract	メソッドに実装部分がない	ABSTRACT ABS
native	Java以外の言語でメソッドを記述する時	N・NATIVE
synchronized	同時に複数のsynchronizedメソッドは実行不可能	SYNC
private protected	自クラスとサブクラス内でのみ実行可能	略
static	staticな変数にアクセス	STATIC

#### 2. 2. 4. 5 API(Application Programming Interface)

Java の言語仕様の予約語とされているのは、データ型や修飾子、分岐やループを司る実行文など、ごくわずかな基本的な事柄のみを記述するための用語に過ぎない。それだけでは不十分な表現方法を補助するために、開発環境 JDK(Java Development Kit)中にライブラリとして、様々なメソッドを含んだクラスやインターフェースがパッケージで用意されている。

最も基本的かつ中心的な機能を含んでいる、java.lang パッケージの中には Java の 8 種類の基本型に対し、それぞれに“オブジェクトラッパー”と呼ばれる、Byte・Short・Integer・Long・Float・Double・Boolean・Character クラスが用意されている。それらは、クラス型のインスタンスや配列といったオブジェクトしか操作することができないメソッドで、基本型のインスタンスも操作したいときに、クラス型のインスタンスであるオブジェクトに型変換するために存在している。

また、オブジェクトラッパークラスの Byte・Short・Integer・Long・Float・Double には抽象上位型の Number クラスがある。この Number クラスは抽象上位型であるので、直接インスタンス化されることはないが、このクラスのインスタンスを作成すると、サブクラスである Byte・Short・Integer・Long・Float・Double クラスのいずれかが、その文脈に応じてインスタンス化される。これらのオブジェクトラッパークラスのように API で提供されるクラスは以下の図 2.2.4.5-1 のように、Java-g 表記では点線で描かれた長方形

の中に名前を書いて表す。同様に API のインターフェースもインターフェースの箱を点線で書くことによって表すことができる。

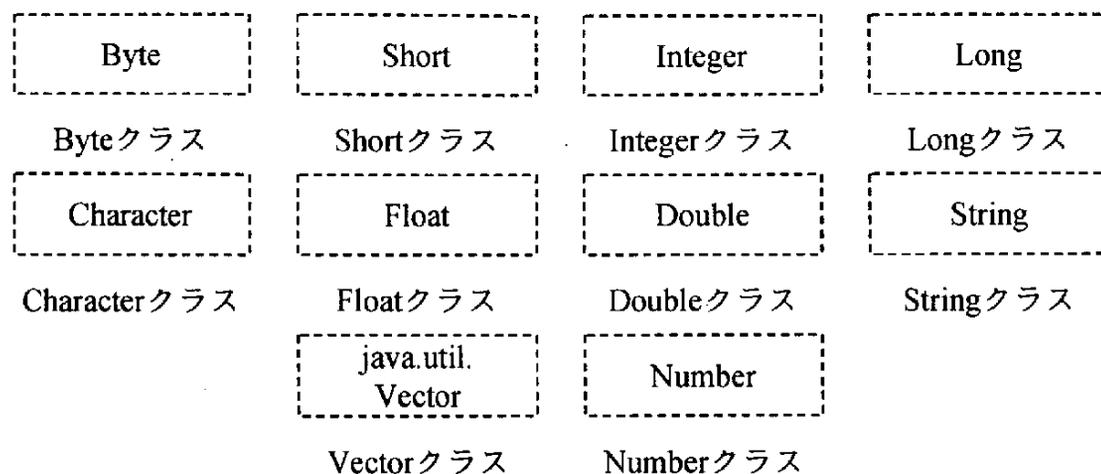


図 2.2.4.5-1 API クラスの例

またオブジェクトラッパークラス以外にも様々な API が用意されており、例えばインスタンスを作成して文字列を扱うことができる String クラスや、動的な配列を表現することができる Vector クラスなどがある。

この Vector クラスをはじめとする、Hashtable や Bitset クラスは、動的データ構造を持っており、Java-g ではそれに対し、以下の図 2.2.4.5-2 のような表記法を用意している。

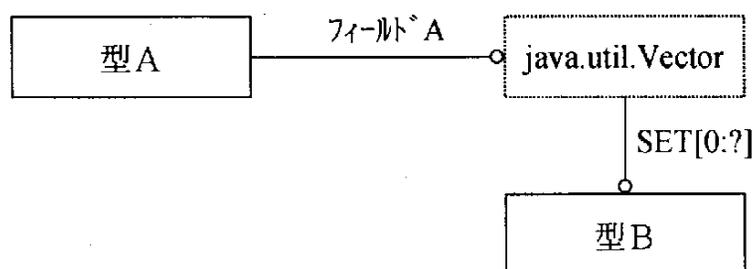


図 2.2.4.5-2 動的データ構造の Java-g 表記

Vector クラスは API の java.util パッケージのクラスであり、図のように点線の箱で完全名を中に記す。Vector クラスは必要に応じて自動的に要素を 10 個単位に格納数を増やすので、常に 0 個以上の要素を持つといえる。よって、EXPRESS のように SET[0:?] を用いて、要素数が 0 以上であることを表し、動的なデータ構造を表現している。

## 2. 2. 4. 6 その他

Java の予約語には 2.2.4.1 から 2.2.4.5 において説明したもの他に実行文として用いられるものとして用いられるものがある。

また Java - g 表記には以上のほかに、多ページに渡って定義を行い、その中で別々のページにある定義間に関係があるような場合、ページ番号及び参照番号によってページ間参照を表現することができる。Java - g のページ間参照表記法を以下の図 2.2.4.6 に示す。

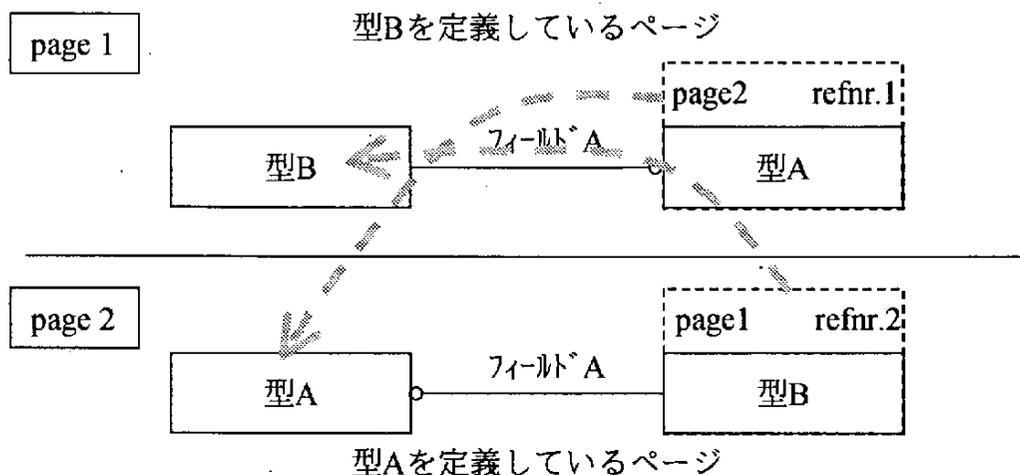


図 2.2.4.6 ページ間参照の Java-g 表記

Java-g では、複雑なプログラムにおいて、その図が見つらなくなるのを防ぐため、1つのクラス又はインターフェースの定義ごとに異なるページに分けることを勧めている。このような理由からページ間参照を行ないたいとき、参照されている型を表す箱の上に点線で囲んだスペースを作り、その中の左側にはその参照されている型が定義されているページ番号を、右側にはその参照番号を記入する。

この図では、page1 は型 B が参照されていないので、型 B の宣言を行なっていることが読み取れる。逆に page2 で型 A が参照されていないので、型 A が定義されていることが読み取れる。

以上のことより、Java及びJava - gの主な特徴をまとめる。

### ● Javaの特徴

- (1) スーパークラスを唯一持つ単一継承のみ許している
- (2) データ型とそれを操作するメソッドが一つのクラス内にカプセル化されている
- (3) 単一継承を補佐するために機能の多重継承をインターフェースで用意している

### ● Java - gの特徴

- (1) アルゴリズム記述するメソッドのシグネチャ部分は表記することが可能
- (2) フィールドに関する制約を表記するJava - gは規定されていない
- (3) フィールド内容をより詳しく分類する表記法が用意されている

## 2.2.5 対応表

以上の EXPRESS と Java の言語仕様及びその図式表記法を比較し、その概念等から考えられる対応関係を以下の表 2.2.5-1 及び表 2.2.5-2 に示す。

表 2.2.5-1 EXPRESS - G 表記を持つ EXPRESS の用語と Java の対応関係

Java \ EXPRESS	パッケージ	クラス	インターフェース	配列	基本型	メソッド	フィールド	修飾子	extends節	implements節	import文	実行文	既存API	新規API作成
スキーマ	◎													
インタフェース仕様										◎				
エンティティ		◎												
型 (TYPE)		★												◎
NUMBER													◎	
REAL					◎									
INTEGER					◎									
STRING													◎	
BINARY														◎
LOGICAL														◎
BOOLEAN					◎									
ENUMERATION													★	◎
SELECT													★	◎
ARRAY				★									★	◎
LIST													★	◎
SET													★	◎
BAG													★	◎
明示属性							◎							
省略可能明示属性							△					★		
誘導属性							◎							
逆属性							△							
ABSTRACT								◎						
サブタイプ									◎					

表 2.2.5-2 EXPRESS - G 表記を持たない EXPRESS の用語と Java の対応関係

Java \ EXPRESS	パッケージ	クラス	インターフェース	配列	基本型	メソッド	フィールド	修飾子	extends節	implements節	import文	実行文	既存API	新規API作成
AND														
ANDOR														
関数						◎								
手続						◎								
規則												★		
定数							★							
局所規則												★		
局所変数												★		
総称														◎
一般化集合体														◎
被集合体														◎

◎はそれが用語と図式表記法ともに EXPRESS から Java に置換えることが可能であることを表している。ただし、新規 API 作成のところに付いている◎は、既存の API から継承させ新しいクラスを作ることで置換え可能であるということを表す。

☆はそれが機能的にはその印の付いている部分で代替機能として置換えられているが、きちんとした対応関係がないことを表している。

○はそれが用語のみ EXPRESS から Java へ置換え可能であり、図式表記法は置換えることが不可能、つまりそれを表す図式表記法が存在しないことを表す。しかし、この○がついているのは、EXPRESS - G も存在しない用語のみであるので、Java - g が EXPRESS - G を包含しなくなるということではない。

△は、それが Java では表記できないが Java - g では表現が可能であることを言っている。これは、省略可能な(Optional)明示属性と逆属性にのみある。

そしてこれらの印が書かれているセルに■がかかっている場合は、それがラベル宣言が行なえないということを表している。例えば、誘導属性で考えた場合、識別子及びデータ型、そしてそれを導出する式は Java でも記述可能である。しかし EXPRESS 記述の DERIVE に当たる文を Java では記述できない。このような場合をラベル宣言がないと呼ぶことにする。以下に、これらの対応関係に付いて対応理由などについて説明を加える。

- スキーマ

スキーマに対応するものは、その内部で宣言するものの有効範囲を定める役割を持つという点でパッケージに対応するといえる。

- インタフェース仕様

EXPRESS では外部スキーマから USE と REFERENCE によって参照するものは、Java では他のパッケージから参照するものは import 文で表す。

- 型(TYPE)

定義データ型は他のデータ型を用いて新しい型を作成し、名前を付けるものであり、Java ではこの役割はクラスの継承を用いて新しいクラス即ち型を作成している。

- NUMBER

数値データ型の役割を果たすものは、範囲が制限されてしまうが整数型、浮動小数点型をサブクラスとして持つ API 中の NUMBER クラスである。

- REAL

実数データ型は、範囲が制限されてしまうが、Double 型(クラス)である。

- INTEGER

整数データ型は、範囲が制限されてしまうが、Long 型(クラス)や Int 型・Integer ク

ラスである。

- **STRING**

文字列データ型は、API 中の StringBuffer クラスもしくは、String クラスの文字数に関する規制をゆるめた StringBuffer クラスである。

- **BINARY**

2進データ型に対応するものはないが、String または StringBuffer クラスから継承して新しいクラスを作り、対応するクラスを作る必要がある。

- **LOGICAL**

論理データ型は Java には UNKNOWN がないため、対応するクラスがない。よって対応する新しいクラスを作成する必要がある。

- **BOOLEAN**

ブールデータ型は Java でも Boolean 型(クラス)に対応する。

- **ENUMERATION**

列挙データ型は、その役割を果たす Enumeration インターフェースが JavaAPI 中にすでにあるので、それを用いて新しいクラスを作る必要がある。

- **SELECT**

選択データ型は、その役割を果たす新しいクラスを作成することが必要である。

- **ARRAY**

配列データ型はその index によって Java の配列型でも置換えることが可能であるが、様々な宣言を持ち得るので、それに対応するようなクラスを API 中の Vector クラスを継承するなどして、新しいクラスを作成することが必要である。

- **LIST · SET · BAG**

リストデータ型及び集合、多重集合データ型は、様々な宣言を持ち得るため、それに対応するようなクラスを API 中の Vector クラスを継承するなどして、新しいクラスを作成することが必要である。

- **明示属性**

明示属性は Java の通常のフィールドとそれぞれのエンティティやクラスとの関係も含め、何ら違うところがない。

- 省略可能な明示属性

これは、Java では特に規定されていないが、Java - g 提案者 kari 氏によると、意味上では例えば if~else 節のなかに現れるローカル変数であるとも言えるので、その Java - g 表記は存在する。

- 誘導属性

誘導属性はそのラベルのみが宣言できない。EXPRESS と同じく、属性名及びその値の型名、更にはその値を出すための式などを書く宣言方法は存在する。

- 逆属性

これは、Java では特に規定されていないが、Java - g 提案者 Kari 氏によると、プログラムを作成する側の判断でその関係を見出すことは可能であるので、Java - g 表記法は存在する。

- ABSTRACT

抽象型は Java の修飾子 abstract で置換えることができる。

- サブタイプ

自クラスがどのクラスの下位型であるかは extends 節が自クラスの上位型を書くことにより、置換え可能である。ただし、多重継承をおこなった場合には不可能である。

- ONEOF

Java では、下位型拘束は常に EXPRESS の ONEOF 関係によって決定しているので、暗にこの機能は継承時に果たされている。

- AND・ANDOR

Java にはこれに該当する言語構造はない。

- 関数・手続

関数・手続の役割はメソッドが果たしている。これらは EXPRESS - G 表記を持たなかったが、Java - g ではメソッドのシグネチャ部分は記述可能である。

- 規則・局所規則

これらは Java では実行文で行なうので、宣言としては存在しない。

- 定数

EXPRESS と同様の初期化式と、Java 特有の修飾子 final static を用いて宣言が可能である。しかし明示的に定数であることが言えない、即ちラベル宣言を持たない。

● 総称・一般化集合体・被集合体

これらに対応する機能は Java にはないので、対応するクラスを作成する必要がある。

2. 2. 6 まとめ

製品モデル表現における形式言語としての観点から、EXPRESS と Java の言語機能を比較し、以下の結論を得た。

Java は既存の API をベースに必用な API を開発することにより、多重継承関係を除いて、EXPRESS の機能を包含することが可能である。

Java は実装言語であるとともに形式言語としての役割を果たすことが可能である。

Java-G は EXPRESS-G と同様にインスタンスに対する制約を表現できないが、EXPRESS-G の持つ表記をほぼ包含し、EXPRESS-G では表現できない関数や手続きに相当するメソッド名を表記できる特徴がある。

備考：

Ada	ISO 8652
C++	ISO/IEC DIS 14882
COBOL	ISO1989
Eiffel	Interactive Software Engineering Inc. が提案し、現在 public domain であるオブジェクト指向プログラミング言語。
Objective C	Stepstone 社を創立した Brad Cox によって開発されたプログラミング言語。
OMT	James Rumbaugh らによって提案された Object-Oriented Modeling Technique。
Power Builder	米国 PowerSoft 社が開発した Windows 環境のクライアント/サーバシステム開発ツール。
Smalltalk	Xerox で開発されたプログラミング言語。ANSI で、規格化中。
UML	Rational Software 社によって開発された Unified Modeling Language。
Visual Basic	Microsoft 社の製品。

参考文献：

- (1) JIS 産業オートメーションシステムおよびその統合 —製品データの表現及び交換—  
第 1 1 部記述法 EXPRESS 言語、日本工業標準調査会、1996
- (2) Kari Kaitanen: jg book(version 1.93), VTT(<http://www.vtt.fi/cic/java/java-g/jg.htm>)

## 2. 3 マッピング技術の動向

### 2. 3. 1 はじめに

現在 STEP ISO 会議では WG11 で EXPRESS マッピング言語 EXPRESS-X の開発作業が NWI として提出されようとしている。マッピング言語とは、意味的に等価だが表現形式の異なる2つのデータ構造同士の対応関係を記述する言語であり、特に EXPRESS マッピング言語では EXPRESS で記述されたスキーマ同士のマッピングを記述することを目的としている。

EXPRESS マッピング言語が今日必要とされている理由の一つは、ファイル変換プログラムの記述の高度化である。従来 C/C++などで開発されてきたトランスレータのデータ構造変換部分を、より高度なマッピング言語で記述することによって、開発の容易性や保守性を高められるという利点がある。また別の要求としては AP 開発時に用いられる ARM と AIM の対応関係を記述するマッピングテーブルのかわりに、マッピング言語による記述を利用したいというものもある。これにより曖昧性を排除し計算機によるチェックをかけた ARM から AIM、あるいはその逆を自動的に生成したいという要求もある。さらに、複雑で理解しにくい AIM の構造をマッピングによって利用者から隠し、利用者はあたかも ARM 相当のデータにアクセスすることによって AIM を操作できるような環境を提供しようという動きもある。

このような様々な要求事項から幾つかの種類の EXPRESS マッピング言語が今日までに開発されてきたが、それらを統一し使いやすくしかも強力なマッピング言語として規格化しようというのが現在の EXPRESS-X 開発の出発点であった。JSTEP では HLD AI 開発に関連して EXPRESS-X 開発に参画してきた。ここでは EXPRESS-X 開発のきっかけとなった幾つかの代表的な EXPRESS マッピング言語を簡単に紹介して比較し、EXPRESS-X の今後の動向を検討する。

### 2. 3. 2 EXPRESS-M

#### 2. 3. 2. 1 言語の背景と特徴

EXPRESS-M は Ian Bailey によって PhD 研究として開発されたマッピング言語である。このプロジェクトは英国 CiMiO 社がスポンサーであり、現在同社からツールキットとして EXPRESS-M コンパイラなどが入手可能である。開発当初の利用目的としては AP の相互運用性の問題を解決することが大きな目的であった。EXPRESS-M ではバッチ的なデータの一括変換のためのトランスレータを EXPRESS をベースとする高級言語で記述するために、EXPRESS 言語を文法的に拡張するような形で様々なマクロステートメントを追加している。EXPRESS-M は基本的に手続的な記述によってマッピングを記述する。マッピングは 1 対 1、1 対 n、m 対 1、m 対 nなどを扱える。一つのマッピング単位では単一方向のマッピングしか記述できないが、反対方向のマッピングを別に定義すればよい。

### 2.3.2.2 文法

EXPRESS-M では MAP ステートメントによって、写像元のエンティティ集合から写像先のエンティティ集合への写像仕様の集合としてマッピングを定義する。

```
MAP 写像先のエンティティ集合 <- 写像元のエンティティ集合;  
    写像先のエンティティ名.属性名 := 写像元の属性からの算出式;  
    ...  
END_MAP;
```

#### (1) オプションな写像

写像先のエンティティへ必ずしも写像されない場合には以下のように記述する。

(b への写像が条件付きの場合)

```
MAP a, OPTIONAL(b) <- x;  
    IF 条件式 THEN  
        b に関する写像記述;  
    END_IF;  
    a に関する写像記述;  
END_MAP;
```

#### (2) 条件付きの写像

条件などによって写像先に写像されるエンティティが異なる場合などには以下のようにして記述する。

(b または c に写像される場合)

```
MAP a, ONEOF(b, c) <- x;  
    IF 条件式 THEN  
        b に関する写像記述;  
    ELSE  
        c に関する写像記述;  
    END_IF;  
    a に関する写像記述;  
END_MAP;
```

この他にも単一エンティティの集積への写像、直接的なインスタンス生成、外部変数の利用やエンティティインスタンス生成の抑制、外部関数呼び出しなどのための様々なステートメントがある。また複雑な構造同士の写像記述を簡潔に記述するためにキャストというステートメントで写像記述を階層的に分割する方法なども提供されている。

### 2. 3. 2. 3 マッピング記述例

```
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;
```

### 2. 3. 3 EXPRESS-V

#### 2. 3. 3. 1 背景と特徴

EXPRESS-V は Martin Hardwick らによって RPI (レンセラー工科大学) で開発されたマッピング言語で、主として米国 NIIP(National Industrial Information Infrastructure Protocols)プロジェクトにおいて AP203 の AIM データを ARM のエンティティ単位で検索することを目的として開発された。基本的には AIM から ARM 方向へのマッピングを目的としており、NIIP では EXPRESS-V を用いてネットワーク上のサーバにある製品データを、Netscape などのブラウザで ARM 相当の製品カタログとして検索するデモンストレーションが行われた。EXPRESS-V 言語では ARM が EXPRESS で定義されていることを前提としているが、STEP では必ずしも AP 開発の段階で ARM の EXPRESS 定義を行わない。従って EXPRESS-V を利用する場合には利用者が ARM を EXPRESS で定義する必要がある。

#### 2. 3. 3. 2 言語文法

EXPRESS-V では1つの ARM エンティティを複数の AIM エンティティから構成するためのマッピングを記述するため、1対nのマッピング記述となる。m対nのマッピング記述はできない。基本的には宣言的な VIEW 定義部と手続的な COMPOSE 定義部からなり、

VIEW 定義部で ARM エンティティと AIM エンティティの対応関係を記述し、COMPOSE 定義部で実際の属性の代入などのエンティティの参照関係の組立手順を記述する。

#### (1) VIEW 定義部

```
VIEW ARM エンティティ名
FROM (AIM エンティティ名 1, ... , AIM エンティティ名 n)
WHEN 条件式;
VIEW_ASSIGN
    属性名 := 対応する AIM エンティティ名や属性名;
    ...
END_VIEW
```

VIEW\_ASSIGN...END\_VIEW;間で定義する属性の対応関係において、属性毎の個別の条件などを指定する必要がある場合には、以下のように記述する。

```
FROM(関係する AIM エンティティ名 1, ...)
WHEN 条件式;
BEGIN
    属性名 := 対応する AIM エンティティ名や属性名;
    ...
END;
```

#### (2) COMPOSE 定義部

COMPOSE 定義部では VIEW 定義部で構築された ARM エンティティ同士の参照関係を記述する。ARM エンティティが参照する他の ARM エンティティ名を指定して行く。

```
COMPOSE ARM エンティティ名
WHEN 条件式;
VIEW_COMPOSE
    属性名 := 参照する ARM エンティティ名;
    ...
END_COMPOSE;
```

VIEW 定義部と同様に、VIEW\_COMPOSE...END\_COMPOSE;間で定義する属性の参照関係において、属性毎の個別の条件などを指定する必要がある場合には、以下のように記述する。

```

FROM(関係する ARM エンティティ名 1, ...)
WHEN 条件式;
BEGIN
    属性名 := 参照する ARM エンティティ名;
    ...
END;

```

### 2. 3. 3. 3 マッピング記述例

```

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.relatiing);
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.relatiing;
END_VIEW;

```

## 2. 3. 4 BRIITY

### 2. 3. 4. 1 言語の背景と特徴

BRIITY は DaimlerBenz の Günter Sauter が中心に開発しているマッピング言語で、同社が Kaiserslautern 大学と共同で行っている INFINITY プロジェクトの中で開発された。BRIITY の名前の由来は BRIdges heterogeneITY から来ている。中心的開発者である Sauter は EXPRESS-X マッピング言語のプロジェクトにおいても活発に活動しており、BRIITY の持つ様々な特徴が今後の EXPRESS-X 開発にもかなり影響を与えると予想される。特に最近では他のマッピング言語に見られない BRIITY の特徴である Cascaded Mapping やマッピング記述のネスト化などの考え方が EXPRESS-X にも導入されそうな兆しがある。BRIITY では EXPRESS データモデル以外にもリレーショナル型やオブジェクト指向や ER データなど同士の相互マッピングが記述できる。また BRIITY を開発した際には、特定技術への非依存、双方向マッピング、マッピングの完全性、マッピングコードの可読性と理解のしやすさ、条件付きマッピング、グラフやネットワーク構造のマッピング、エンティティ生成・更新・削除、インスタンス ID の利用、コーディングのコンパクト化とマッピングの効率化などが十分に考慮された。

BRIITY はもともとファイルベースのトランスレータ作成などを目的としたマッピング言語ではなく、データベース上に様々な形式で保存されている（ソース）データをユーザやアプリケーションが理解しやすいターゲット形式に変換し、ターゲットデータへの変更をデータベースに反映する仕組みを提供している。この点では EXPERS-SDLAI（後出 2.3.5）と目的が似ているが、BRIITY は宣言的な記述を可能な限り行うようになっている。

### 2. 3. 4. 2 マッピング記述例

```
MAP record_date <- PARTITION _p_highschool: _cv:=oo_schema.CV ID(OID,STRING,STRING)
                    PARTITION _p_college: _cv:=oo_schema.CV ID(OID,STRING,STRING);

PARTITION _p_highschool:
  ON_RETRIEVE
    end_date <- _cv.eo_highschool;
    exam_result <- _cv.highschool_result;
    IDENTIFIED_BY (_cv.eo_highschool, _cv.highschool_result);

PARTITION _p_college:
  ON_RETRIEVE
    end_date <- _cv.eo_college;
    exam_result <- _cv.college_result;
    IDENTIFIED_BY (_cv.eo_college, _cv.college_result);

END_MAP;
```

## 2. 3. 5 EXPERS-HLDAI

### 2. 3. 5. 1 言語の特徴

EXPRESS-HLDAI は JSTEP の HLDAI プロジェクトで開発された EXPRESS マッピング言語である。EXPRESS-HLDAI は他のマッピング言語と比べた場合に、データの個々の属性値に対しての操作をきめ細かく記述することができる。そのためファイルトランスレータの様にバッチ的にデータを変換することだけでなく、むしろ対話的にデータのきめ細かな更新を行うようなアプリケーションでの利用に適している。マッピング記述としてはオブジェクト指向プログラムの、コンストラクタやデストラクタの記述、属性値の SET、GET の記述などがあり、非常に手続的な記述法となっている。

### 2. 3. 5. 2 マッピング記述例

```
SCHEMA_MAP sample08_MAP ;

GLOBAL
    DECLARE aim INSTANCE OF sample08_AIM ;
    DECLARE apm INSTANCE OF sample08_APM ;
END_GLOBAL ;

VIEW x : apm::x ;
    DECLARE $a_b_c_d_e INSTANCE OF aim::c||aim::d||aim::e ;
    x() ; BEGIN
        NEW $a_b_c_d_e ;
    END ;
    ~x() ; BEGIN
        DELETE $a_b_c_d_e ;
    END ;
    FROM(itor0 : aim::c||aim::d||aim::e )
    WHEN TRUE ; BEGIN
        $a_b_c_d_e := itor0 ;
        x1 := $a_b_c_d_e.d1 ;
        x2 := $a_b_c_d_e.e1 ;
    END ;
    SET CASE $$ OF
        x1 : $a_b_c_d_e.d1 := x1 ;
        x2 : $a_b_c_d_e.e1 := x2 ;
    END_CASE ;
    END SET ;
END_VIEW ;

END_SCHEMA_MAP ;
```

### 2. 3. 6 おわりに

以上 EXPRESS をベースとしたマッピング言語の代表的なものを紹介した。これらのマッピング言語の開発で培われたアイデアが、議論され修練されて EXPRESS-X としてまとめ上げられるのが理想的であるが、それぞれの言語の特徴の中には両立が難しいものも多い。例えば手続的記述と宣言的記述などである。EXPRESS-X の開発グループの中では、可読性と保守性などの点からできる限り宣言的な記述を行う方向を目指しているが、宣言的な記述が非常に困難な場合も多い。特に EXPRESS-HLDAI が扱おうとしている属性デ

ータの対話的・部分的更新などは、手続的に書かざるを得ない場面がほとんどと思われる。表1に各マッピング言語の特徴をまとめてみた。

手法	EXPRESS-M	EXPRESS-V	BRIITY	EXPRESS-HLDAI
更新伝播	-	-	○	○
スコープ	-	○	-	-
ソースデータモデル	EXPRESS	EXPRESS	EX,ER,OO,RDB	EXPRESS
ターゲットデータモデル	EXPRESS	EXPRESS	EX,ER,OO,RDB	EXPRESS
ネスト化	-	-	○	-
ターゲット:ソース	1:1	n:1	1:n	m:n
パラダイム	手続的	宣言的	宣言的	手続的
オブジェクト保持	-	-	○	○
オブジェクト生成	○	○	○	○

(○:機能あり)

表1:各マッピング言語の特徴の比較

EXPRESS-X は当初 EXPRESS-V と EXPRESS-M を比較的安直に足しあわせた様な仕様からプロトタイプを始めようとしたが、それぞれの言語の特徴で相容れない部分についての調整が難しく、プロトタイプの言語仕様がなかなか決まらなかった。また最近では BRIITY の記述性が見直されてか、新しい方向への拡張の試みなどもなされており、なかなか区切りがつけられないが、NWI 提出の前後でようやく CD 版の言語仕様ができるはずである。EXPRESS-HLDAI には長所が多いが、現在の EXPRESS-X 開発メンバーの目的意識はまだ EXPRESS-HLDAI の目指すところまでは考えられていない点も多く、EXPRESS-X の言語仕様とは大分異なっている。HLDAI プロジェクトも終了した今、日本として EXPRESS-X 開発に今後どのように関与して行くか考慮する必要がある。

#### <<参考文献>>

- (1) [Bailey95] ISO TC184/SC4/WG5 N243, EXPRESS-M Reference Manual, CIMIO Ltd, July 1995
- (2) [Hardwick94] M. Hardwick, Towards Integrated Product Databases Using Views, Design & Manufacturing Institute technical report 94003, Rensselaer Polytechnic Institute, 1994
- (3) [Hardwick&94] M. Hardwick, D.L. Spooner, M. Kilty and Z. Jiang, Mapping EXPRESS AIM's To ARM's Using Database Views: A Comparison of Three Approaches, Design & Manufacturing Institute technical report 94041, Rensselaer Polytechnic Institute, 1994
- (4) [HLDAI98] STEP 推進センター, HLDAI1.0 版ユーザーズガイド, 1998

## 2. 4 DMAC (Design and Modeling Council)

### 2. 4. 1 DMAC とは

1995年1月に米国の大手CADベンダーを中心に、MS WindowsのOLE 2.0 (Object Linking and Embedding: オブジェクトのリンクと埋め込み)の機能を拡張して3次元CADデータを扱えるようにする提案が行われ、OLE for Design and Modeling (OLE for D&M)としての仕様検討が開始された。

その米国での仕様検討団体をDMAC (Design and Modeling Council)と称し、日本でも96年3月にDMAC-Jが設立され本格的な活動が着手されはじめた。

その目標は、Windowsアプリケーション上のCAD/CAM/CAE等の3次元CADデータをOLEの機能を使ってMS Word, MS Excel等のOAソフト並の手軽な利用が出来るようにする事を目指すものである。(図2.4.1参照)

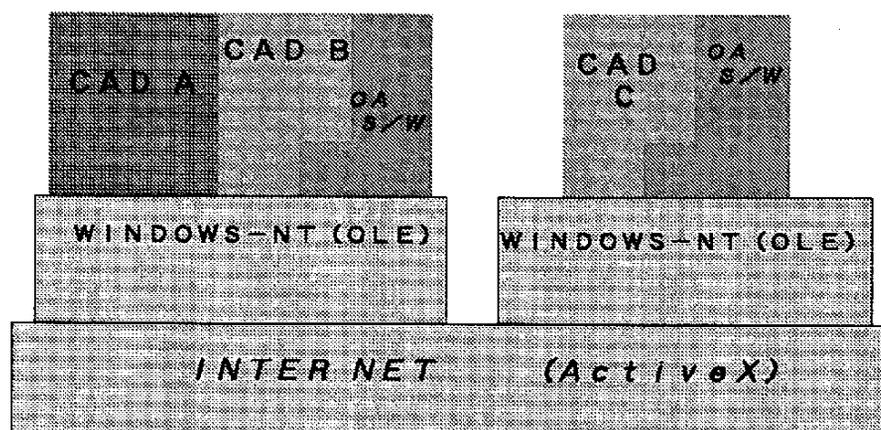


図2.4.1 OLE for D&Mの構造

この機能は、当然同じ計算機上の異なったシステム間のデータ共有だけでなくネットワークを介したデータ共有の可能性も意味する。すなわち、OLE for D&MはWindowsを利用したプロダクトモデルのデータ共有するしくみとして大きな可能性と期待がかけられるものである。

### 2. 4. 2 OLE for D&Mの仕様

現在、OLE for D&M仕様は2つの仕様から構成されている。最初に提案された仕様はCompound Model Interfacesと呼ばれる仕様である。これは異なったCAD関連アプリケーション間、CADとOAソフト間の表示データの共有をおこなう事を目的とするもので、表示編集業務の効率化をはかるための仕様である。

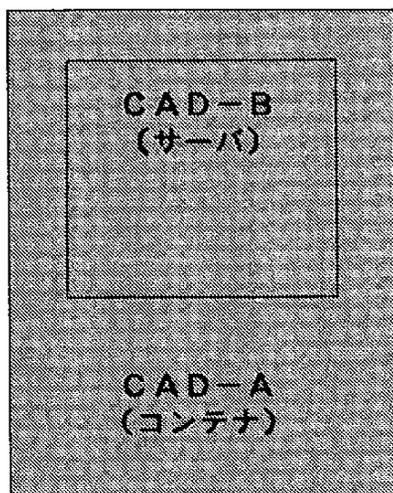
また、新しく提案された仕様は、Geometry and Topology Query Interfaces(G&T Query Interfaces)と呼ばれるもので、異なったCAD関連アプリケーションの間で解析、加工に必要な幾何データの共有(通信)をおこなうためのものである。

### (1) Compound Model Interfacesとは

OLE for D&M仕様では、データを受け取る側（埋め込まれる側）すなわち容器の役割を果たすアプリケーションをコンテナ、データを送る側（埋め込む側）のものをサーバと称する。

Compound Model Interfacesでは、コンテナがCAD/CAM/CAE等の場合にはCADニュートラル機能、またコンテナがWord/Power Point等のOA関連ソフトである場合はアプリケーションニュートラルと称する。（図2.4.2参照）

(1) CADニュートラル



(2) アプリケーションニュートラル

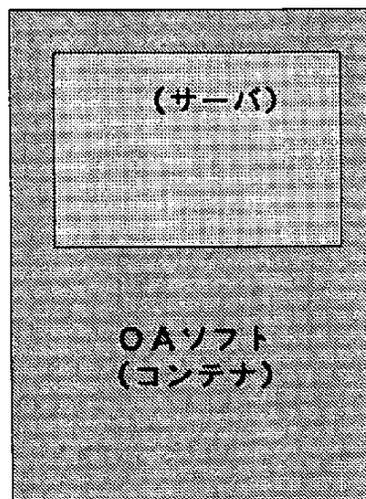


図2.4.2 Compound Model Query Interfaces

いずれの場合も、コンテナ上ではサーバのCAD関連アプリケーションが作る3次元幾何データ（オブジェクト）の自由な表示、移動が行なえる。また、In-Place Activationと称する機能でサーバ側オブジェクトをダブルクリックする事でサーバ機能が再起動出来てデータの再編集も自由におこなえる。

以上のようにCompound Model Interfaces仕様によりWindows環境下で3次元CAD関連アプリケーションを2次元のOAソフトなみに利用出来るようになった。

### (2) G&T Query Interfaces

Compound Model Interfacesの場合にはコンテナとサーバ間のアプリケーションではデータの受け渡しは行われずに単純に表示編集のみが行なえた。G&T Query Interfacesではサーバからコンテナへ必要なデータを通信する事ができる。すなわちコンテナ側のアプリケーションはサーバ側のデータを利用して解析、加工等の業務を行なう事ができる。

（図2.4.3参照）

本機能の特徴は、従来のデータ交換方式のように全てのデータを変換してから利用する

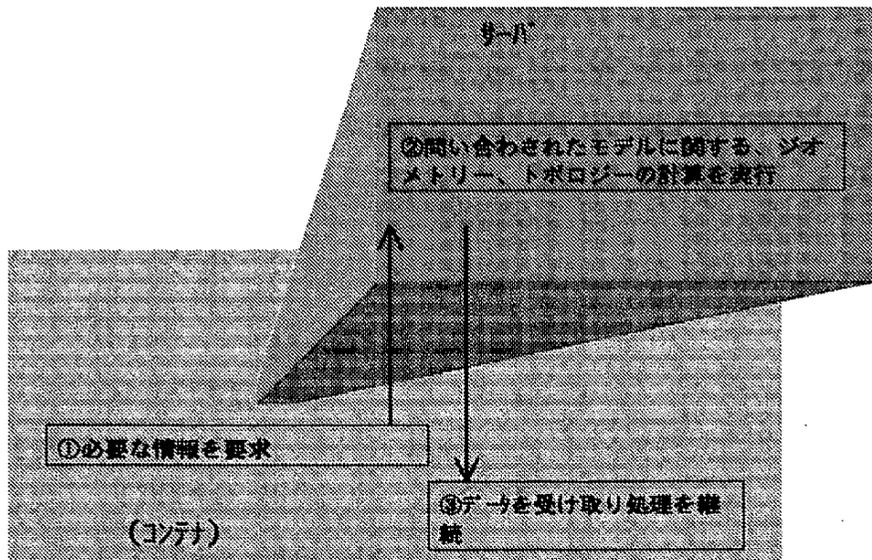


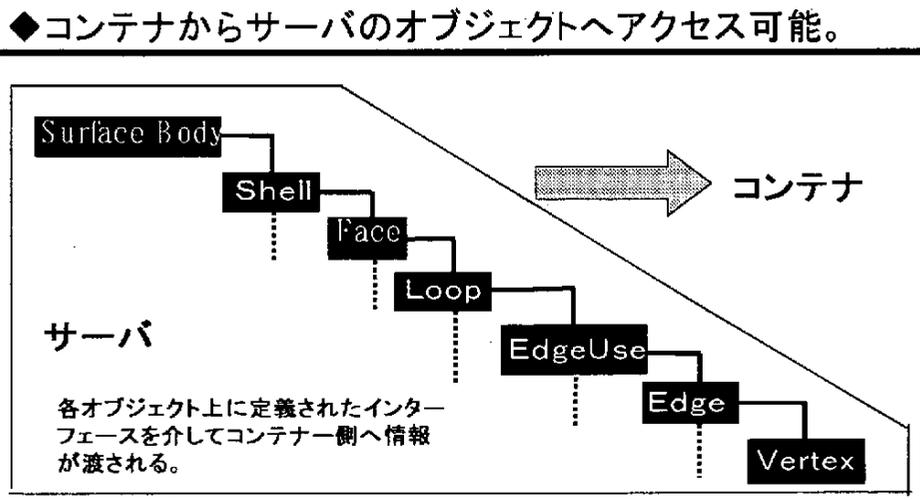
図2. 4. 3 G&T Query Interfaces

ものでなく、コンテナ側で目的の業務を行なうための必要最小限のデータをコンテナ側からサーバ側へ要求する事で必要最小限のデータ共有が行なえる非常に効率の良い方式である。

さらに、サーバ側へ要求されたデータはサーバ側のエンジンを用いて処理がおこなわれるために、体積の計算や面積の計算等はサーバ側で行い、そのデータは変換誤差が全く無い画期的な方式である。(従来のデータ変換方式では2つのCAD間で幾何データ変換誤差による誤差が生じる。)

図 2.4.4 は G&T Query Interfaces のコンテナ側からサーバ側のアクセス出来るオブジェ

図2. 4. 4 G&Tクエリーインターフェースによるアクセス



クトを示す。

このようにトポロジ的に結合された各オブジェクトのインターフェースを全て利用する事が出来る。

図 2.4.5 に、これらのオブジェクト上で利用出来るインターフェースの一部をしめす。

例えば 図 2.4.5 の IDMSurfaceBody オブジェクトの GetVolume インターフェースをコンテナ側からクエリーすることでサーバにより計算された体積を利用する事が出来る。

#### 図 2. 4. 5 G&Tクエリーインターフェースの内容例

### SurfaceBodyオブジェクトインターフェースの内容

- IDMSurfaceBody
- EnumShells: Shellのリスト
- EnumFaces: 面のリスト
  - EnumEdges: エッジのリスト
  - GetDocument: ドキュメントレベルインターフェース
- IsSolid: ソリッドの確認
- GetRangeBox: 境界枠
- GetVolume: 体積
- GetGeometoryForm: ジオメトリ/トポロジ情報
- IDMAlterSurfaceBody
- GetAlternsBody:

#### 2. 4. 3 DMACの利用プロジェクト

OLE for D&M 仕様に着目してその機能を積極的に取り入れ成功をおさめつつあるプロジェクトとして、米国の情報技術を利用して造船業再生を目指した MARITEC (1994-1998) プログラムの中に COMPASS (Commercial Object Model of Products/Processes for an Advanced Shipbuilding System) プロジェクトというものがある。

本プロジェクトでは造船設計部門で使いやすくてごろな設計とデータ管理システムを実現する事を目指している。

すなわち図 2.4.6 の様に、設計者が一つデスクトップコンピュータ上で必要なアプリケーションソフトを利用して、製品モデルデータへアクセスが可能とするシステムの開発を目指している。

この機能の実現のために、Windows-NT 環境、インターグラフの Jupiter 技術、Newport News Shipbuilding のオブジェクト指向的プロダクトデータモデリングシステムが使われている。

この中では、特にインターグラフの Jupiter の機能が大きな役割を果たしており、リスト表示、要素の表示、計算ライブラリ等多くの設計アプリケーションを一つのデスクトップコンピュータ上でサポートしている。

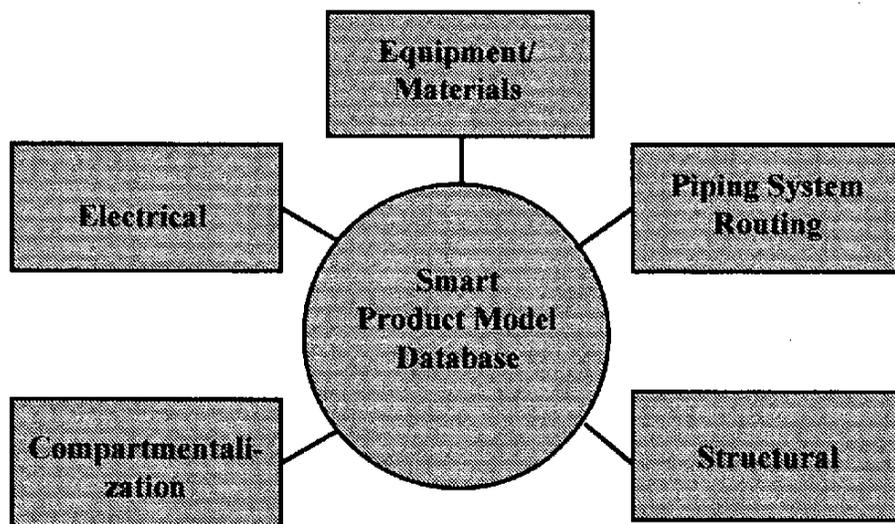


図2. 4. 6 COMPASS Core Applications

Jupiter の主要技術は、Windows による統一的な操作性を実現するグラフィックインターフェース (GUI)、3次元表示のための OpenGL グラフィックインターフェース、3次元プロダクトモデルデータを異なったアプリケーション間で表示、移動等の編集機能を実現する OLE for D&M 仕様があげられる。

特に、OLE for D&M 仕様(Compound Model Interfaces)はドキュメントデータ等の2次元オブジェクトデータから3次元のプロダクトモデルデータまで含めた統一的な Windows アプリケーションの利用を可能とする技術であり、オフィスオートメーション統合による効率的設計開発環境の実現に大きな役割を果たすものである。

さらに、また Jupiter システムは Newport News Shipbuilding の w s V I V I D システムで使われている製品(product)と工程(process)のためのスマートプロダクトモデルシステムと連携する事により、マルチユーザでエンジニアリング、製造、空間の設計等をパフォーマンス良く、同時アクセスが出来る環境を可能としている。

COMPASS での最終的目標は、全ての対象とする船に関するデータを設計者のデスクトップ環境からアクセス出来てさらに、管理も行える事を目指すものである。

そこでは複数の設計者による (マルチユーザによる) CAD 設計、エンジニアリング解析、文書作成、解析計算、パワーポイントドキュメントの作成が可能となる。また、このようなデータを使用した、ワークフロー管理、業務規則、分散データへのアクセス、グラフィカルドキュメントへのアクセス、テキストの改訂、朱入れの設計環境を目指している。

COMPASS プロジェクトではこのようにマルチユーザ環境のコンカレントエンジニアリング環境も実現可能なインフラを提供出来るものである。

このようにプロジェクトの実現のために、OLE for D & M の Compound Model Interfaces 仕様は大きな役割をになっている。

#### 2. 4. 4 OLE for D&M の位置づけについて

OLE for D&M 仕様は Windows の COM を利用した 3 次元オブジェクト共有のためのものである。基本的な設計方針としてはコンテナ/サーバ間で必要なデータ通信を行なうためのインターフェース関数を DMAC 協議会で協議して定義する事で仕様（インターフェース）の拡充が図られている。

したがって OLE for D&M 仕様ではコンテナ/サーバ間で必要最小限のデータ共有が図れるという非常にコンパクトなものである。（STEP のように全てのデータを変換する必要は無い。）

また、使用環境から見ると OLE for D&M は Windows 環境の COM、分散環境下でのデータ共有も Active-X という MicroSoft 社のプロダクトに頼っているが STEP はプラットフォーム、OS に依存しない。また、分散環境の実現にも OMG 規格の CORBA が使用されており本格的標準指向のものである。

したがって、長期保存やすべての環境に対応するようなデータ共有のための用途には STEP が有利であるが、Windows 環境下での手軽なデータ共有に、OLE for D&M は非常に魅力的なものであると言える。

今後、OLE for D&M 仕様は拡張されつつあり、さらに魅力あるエンジニアリング環境の提供が期待されるものであると考える。

#### [参考文献]

- 1) OLE D&M 入門 [第 1 回] Windows 上で自由な 3 次元データ参照を実現する  
OLE D&M, 根本真史, NIKKEI COMPUTER GRAPHICS 1996 年 1 月号,  
pp.164 - 170
- 2) OLE D&M 入門 [第 2 回] OLE D&M を支える OLE 複合ドキュメントのアーキテクチャ, 萩原正義, NIKKEI COMPUTER GRAPHICS 1996 年 2 月号,  
pp.141 - 146
- 3) OLE D&M 入門 [第 3 回] クリップボードによるデータ転送と 3 次元 CAD データ形式, 萩原正義 木村友則, NIKKEI COMPUTER GRAPHICS 1996 年 3 月号,  
pp.222 - 227
- 4) OLE D&M Custom AppWizard による OLE コンテナ開発ガイド,  
DMAC 協議会
- 5) OLE for Design and Modeling ジオメトリ/トポロジ クエリーインターフェース  
Verion1.0 概要文書, DMAC 協議会
- 6) OLE for Design and Modeling ジオメトリ/トポロジ クエリーインターフェース  
Verion1.0 プログラムリファレンスガイド, DMAC 協議会
- 7) MARITECH Advanced Information Technology Projects for the U.S. Shipbuilding  
Industry, Robert W.Schaffran Andrew Dallas, ICCAS97, pp.11 - 29

### 3. 海外調査報告

#### 3. 1 STEP 技術動向及び関連技術

##### 3. 1. 1 RPK University

訪問日時: '97年10月15日 13:30~17:00

訪問場所: RPK University of Karlsruhe : Kaiserstrasse 12 D-76131 Karlsruhe, GERMANY

Phone: 721-608-4156, Fax: 721-66-1138

面会者: Mr. Gunter Stab : Dipl.-Inform.

Mr. Stefan Rude : Dr.-Ing.

Mr. Jurgen Kunz : Dipl.-Ing.

Mr. Vich Jourkevic : 他2名

入手資料:(1)EXPRESS-C & ECCO (OHP 資料)

(2)DOCSTEP (OHP 資料)

(3)"Interoperability between AP212 and AP214" Project Overview (OHP 資料)

内容:

13:00 Welcome、General Explanation

13:30 JSTEP Introduction

14:00 STEP Related Work at RPK

17:00 Adjourn

RPK では、STEP の「基盤技術」「応用技術」を研究／一部試作している。今回の訪問では、ECCO、DOCSTEP、AP212&AP214 インターオペラビリティ、ROBCAD など、STEP に関する研究の成果を聞くことができた。また、実装されている EXPRESS-C と ECCO 環境のデモを見ることができた。研究室の原資は、国の事業や個別企業から出資されており、ドイツ国内の国家事業／民間事業など、STEP に関する多くのプロジェクトに積極的に参加している。訪問した研究室は、新築した研究棟に最近引越しをしたばかりであり、個室、会議室、計算機ルームなど、1階と2階部分に十数部屋を確保していた。

##### 3. 1. 1. 1 General Explanation

Mr.Rude 氏より研究室の体制、研究内容についての一般的な紹介があった。30名の研究員がおり、機械と電器とコンピュータに関する研究テーマを取り上げている。国内のベンダと10大学との交流が有り、工業界のニーズを検討するリサーチプロジェクトにも参加している。研究の興味はコンピュータ科学、教育、DB、知識ベース、CAD/CAM、PDM など幅広い。

研究室の体制は、テーマごとに別れており、現在 Product Modeling、Process Planning、Information&Expert System、CAD/CAM Management & Organization、Computer Center の5テーマ。Product Modeling では、CAD が単なる製図ツールと考えずに、Product Modeling、設計プロセスなどへの拡張を考える。Process Planning では、マニファクチャリング計画／アセン

ブリ計画/品質計画などを考える。Information & Expert System では、DB 技術、I/F システムなどを考える。CAD/CAM では、CAD の世界を外部に接続する、モデリングシステムの生成、情報技術構造などを考える。また、研究室は ESPRI プロジェクトにも参加しており、5 年～10 年先の自動車/航空機の Mechanical 部分に着目しているとのコメントも有った。

### 3. 1. 1. 2 STEP Related Work at RPK

#### (1) EXPRESS-C & ECCO toolkit

EXPRESS-C & ECCO ツールキットは、STEP ベースのソフトウェア開発支援環境である。この開発が始まった理由は次のようなものである。ISO の EXPRESS 言語は、プロダクトデータのコンセプト記述にとって非常に強力である。しかし、現状の EXPRESS ではプロダクトデータのプロセスの記述ができないのが最大の欠点でもあり、ISO では EXPRESS-2 の議論が進んでいる。また、EXPRESS の構造に合わせた SDAI は、低レベルな I/F なので非常に使いにくいという欠点も、これらを改善する必要が有った。

ECCO ツールキットは、EXPRESS-C コンパイラを含む開発環境と、開発環境から作り出される実行環境の 2 つの環境から成る(図(1)参照)。

EXPRESS-C はプロダクトデータの挙動の記述ができることが最大の特徴であり、その名前の通り、従来の EXPRESS を拡張した言語仕様となっている。通常、STEP の世界ではプロダクトモデル定義に EXPRESS 言語を用い、プロダクトデータの処理プログラムは別にプログラムを作成している。しかし、EXPRESS-C を利用することによって、プロダクトデータ定義とプロダクトデータ操作のための高レベルの記述が可能となる。EXPRESS-C により Schema 間のマッピングも記述しており、EXPRESS-C の記述性の高さを実証している。ECCO の機能としては、この EXPRESS コンパイラのほか、STEP ファイル入出力、GUI を利用したインスタンスのチェックビューイングなどがある(図(2)(3)参照)。EXPRESS-C & ECCO ツールキットはこの研究室のベース技術を提供するもので、関係しているプロジェクトはすべてこの EXPRESS-C & ECCO ツールキットを利用している。ECCO を利用している外部ユーザー一覧を図(4)に示す。

#### (2) DocSTEP(Kunz 氏)

DOCSTEP はドキュメントの自動生成、管理システムである。これは、プロダクトの構造とドキュメントの構造は非常に良く似ていて、1 対 1 対応ができることからドキュメントの自動生成ができると考えられている(図(5)参照)。本プロジェクトは 1996 年 11 月 1 日にスタートした 2 年間のプロジェクトであり、フランスから AIRBUS 社、CAP Gemini Innovation 社など、フィンランドから VTT 社、VALMET 社など、ドイツから RPI が参加している。

DOCSTEP のシステム構成は、製品データベースとしては STEP データベース、文書データベースとしては SGML データベースを持ち、相互に関連を持たせながら PDM システムにより統合管理する方式である(図(6)参照)。AIRBUS 社では、これを航空機の技術ドキュメントに利用しており、現行機種と最新開発機種の技術的な差異部分のドキュメント作成に効果を出している。また、製紙機械の製造メーカーである VALMET 社では、取扱いと保守のためのマニュアル作成に利用し、20 ヶ国語への翻訳が簡単にできたという成果が出ている。さらに、AIRBUS モデル、

VALMET モデルおよび AP214 モデルを EXPRESS-C でマッピングし、DOCSTEP での統合化を目指している。これらの作業は DOCSTEP ユーザグループを作って引続き検討を進める予定である。

### (3) Interoperability between AP212 and AP214 (Gunter Staub)

SIGGRAPH CAE などの電器系 CAD データと、CATIA などの機械系 CAD データの交換と共有を目的とした AP212 と AP214 のインターオペラビリティの実験である(図(7)参照)。

基本的な考え方は、情報要求→UoF→ARM→AIM へと情報が展開されるそれぞれの過程で(図(8)参照)、順番に AP 間の Interoperability をとって行くもの(図(9)参照)。現在は ECCO ツールを使って AIM ハーモナイゼーションを行っている段階である。また、Issue resolution、AP212 と AP214 のコアモデルの開発、STEP 実装形式の改善の調査などが今後の作業とされている。この内、Part21 ファイルでデータ交換するためには、Multiple AP を記述できることが必要となる。この問題は 2 月の ISO Orlando 会議で Multiple schema 実装問題として取り上げられている。結論として強調されていたのは、現状の STEP は AP-interoperability が特徴とはなっておらず、また AP-interoperability 実現のためにはさらなる努力とリソースが必要であるということであった(図(10)参照)。

### (4) CAPE Solutions

製品の設計/分析は CAD/CAE の分野であり、製造は CAM 分野である。この中間に位置しプロセスの設計とシミュレーションを行うのが CAPE の領域である。CAPE は Computer Aided Production Engineering の略であり、1)CAD と CAM 間の橋渡し部分で、2)製品のライフサイクルステージをサポート、3)プロダクトからプロセスに注目点を変更したものと位置付けている。CAPE Solutions として、RobCAD、VALISYS、PART、DYNAMO などのそれぞれの実験が行われている。実装は STEP AP214 CC1 を利用しており、メモリ不足や AIM→ARM マッピングなどが大きな課題として上がっている。

このプログラムの 1<sup>st</sup>バージョンは、PS\_CaseLib を利用し、2<sup>nd</sup>バージョンは、ST\_Developer を利用している。3<sup>rd</sup>バージョンはこれらの実装をふまえて、Application+ECCO を利用する。

AP214 を利用しているため、AP214 の規格開発の成功を願っているとのこと。日本の自動車メーカーの貢献が大きく期待されている。

### (5) ECCO Tool のデモ見学

今回見学できたものは、開発中の ECCO Ver1.7(Linux 用)である。ECCO Ver1.6 には Windows NT/95 用も用意されている。前述した通り、ECCO Tool 環境は EXPRESS-C コンパイラを含む開発環境と、開発環境から作り出される実行環境の 2 つの環境から成る。

ECCO 開発環境では EXPRESS-C コンパイラの実演があった。ファイル(assembly.exp、step.exe(AP212)、mapping.exp)を入力として C++ソースファイルを生成するもので、assembly.exp や mapping.exp はいずれも EXPRESS-C で記述されている。この C++ソースファイルを自動コンパイルして Late Binding オブジェクトコードを生成し、ECCO 実行環境が出来上がる。

ECCO 実行環境では、プロダクトデータに関する操作が GUI 環境を利用して簡単に操作できる。インスタンスはダイアログボックスに名称などを入力すれば生成され、属性値はドラッグ&ドロップで簡単に変更できたりする。インスタンスの Viewing やインタプリタ環境によるステップ実行も可能であり、プログラム開発者には非常に便利な環境であると言える。現在、JAVA インターフェース(JAVA Frontend)も提供されているということであった。

その他、Web Site の URL は <http://www-rpk.mach.uni-karlsruhe.de/> で、6ヶ月毎に最新情報に更新しているとのこと。また、STEPに関する質問に対して後日 Stab 氏から回答があったので、その内容を以下に列挙する。

---

---

## QUESTIONNAIRE

### 1.Applied Technology

#### 1-1.How degree does the industry have interests on STEP in your country?

At the moment the major interest is shown in the mechanical industry (manly automotive oriented). Some interests are also from the building industry. In addition, there are strong signs, that the process industry will use STEP soon.

#### 1-2.What do you think about the major role of STEP nowadays?

Product data exchange, data sharing, process standardization, etc.?

The major role of STEP nowadays is definitely data exchange - it is not proven, that data sharing and STEP come together. Process standardization is (at least at the moment) out of scope for the companies (but definitely needed to some degree when coming to a more co-operative form of work)

#### 1-3.How do you think about other technologies than STEP, for example, the Microsoft OLE, Design & Modeling, CORBA and so forth.?

Interesting technologies - it is necessary that STEP and these technologies works together (in order to use these technologies in a cooperative way). OLE for D&M, CORBA, VRML, etc. are not directly competing with STEP

#### 1-4.What do you think about the suitable field or industry in which STEP would be used ? Do you know any movement to establish new APs in your country?

Systems Engineering, Requirements Management, Bid Preparation, Simulation, Mechatronics, Parametrics, etc. New APs: (coming from the ESPRIT SEDRES project) it is supported by Germany.

1-5. What is the major difficulty for the practical use of STEP in your country?

Education in and Awareness of STEP

## 2. Implimentation

2-1. What is the most concentrated area of STEP business in your company?

Research and development for improvement of STEP

2-2. What do you think comes as next product after CAD/CAM and PDM in relation to STEP?

Sorry, I do not have really an idea

2-3. How do you feel about the current form of STEP implementation? Do you have any effective tool-kit which assists the implementation?

The commercial STEP implementations are up to now not stable and efficient enough. In addition, they cover only a too small subset of an AP (up to now). For implementation purpose we use our ECCO tool for efficient processor implementation (commercial pilot implementations with SAP, ABB)

2-4. What do you think of current STEP? (Can the standards catch up the technology progress? etc.)

Current STEP seems to be good for the replacement of older Standards (IGES, VDA-FS, ...). But a standard can never really catch up the technology progress. But we need STEP solutions in the area of Parametrics, etc. In addition, the STEP AP development should be cheaper, much more efficient, and the resulting APs much more interoperable. The standardization process adds additional overhead.

## 3. Infra-structural Technology

3-1. What do you think is the next theme of business in relation to STEP?

Dynamic, distributed, co-operative work between manufacturers and suppliers

3-2. What are the circumstances about the cooperation with industries, academics and the government in your country?

Cooperation between industry and academic on a case by case basis - at the moment (almost) no government funding for STEP related activities (but this may change within one year!)

4. Others

4-1. How do you feel current status of consuming much time for standardization in ISO?

The current standardization process consumes definitely too much time -but this may be directly influenced by the current STEP architecture.

4-2. What do you think the government should do to spread STEP?

Money for Education and Awareness (e.g., high support larger pilot projects dealing with STEP).

Maybe, the government should give a company only a public order, if the company uses STEP (or at least STEP technology) - in analogy to ISO 9000 ff.

4-3. How does an industry make the common consent for AP development? Do you have any mechanism for that?

Industries go to the ProSTEP association

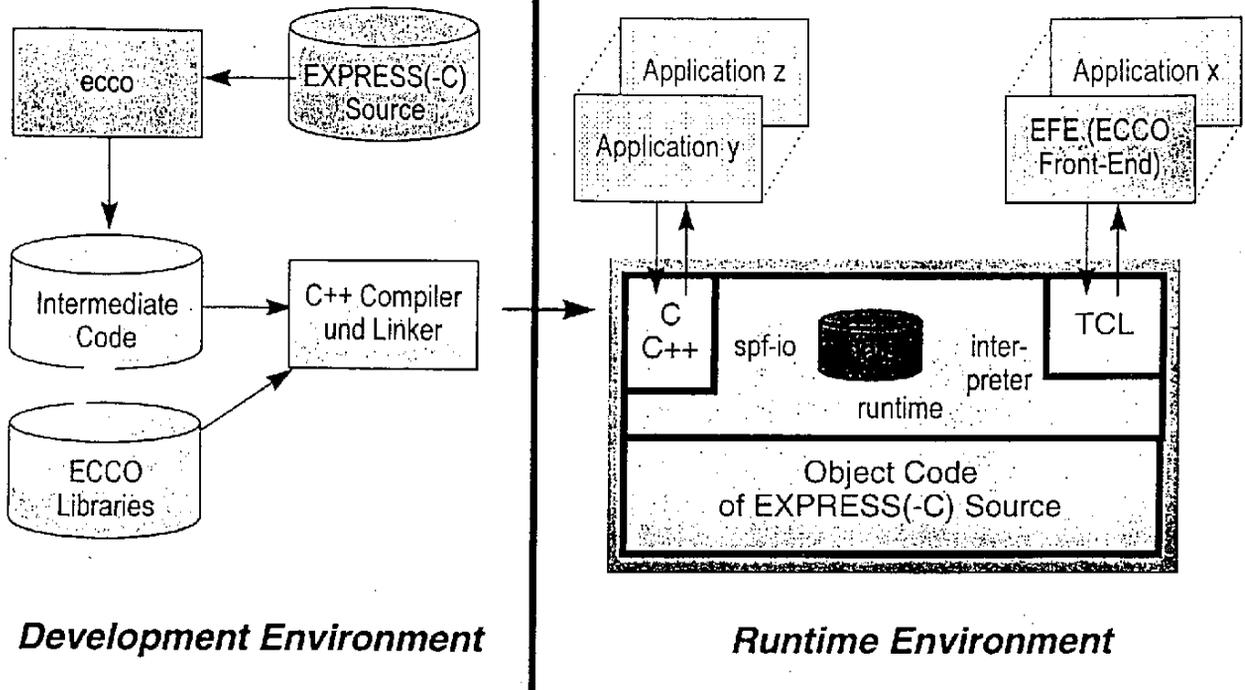
4-4. Are there any non public organizations (like Initiatives) for STEP promotion and what is people's expectation to the organization?

... the ProSTEP association

The expectation is that almost all STEP related questions and work is done by ProSTEP GmbH <I think you have enough information of ProSTEP and its role in Germany (Europe)>

---

—以上—



### □ EXPRESS compiler

- » support of all EXPRESS constructs
- » extensive semantic checking routines (uninitialize variables, ...)
- » fast turn-around times for development and testing of EXPRESS schemas

### □ STEP file reader/writer

- » internal and external mapping supported
- » multiple schema support

### □ instance checking facilities

- » a single instance or all instances can be checked against the formal specified integrity constraints
- » error position in the EXPRESS source is shown
- » a log-file can be generated



## instance viewer/manipulator

- » extensive manipulation of instances
- » visualization of partial types, derived and inverse attributes
- » drag & drop for easy manipulation of instances

## graphical views

- » inheritance graphs on ENTITY level
- » instance graphs of the whole population
- » inheritance graphs on single instance level

## EXPRESS source-level debugger

- » step-by-step execution of statements
- » examination of (temporary) results (local variables, parameters, ...)



Universität Karlsruhe (TH)

## ECCO — Functionality (2)

RPK

Institut für Rechneranwendung  
in Planung und Konstruktion

☞ (3)

## Debis, Germany

- » Model evaluation, Prototyping

## Siemens, Germany

- » AP212 ARM validation

## SAP, Germany

- » STEP-Processor prototype implementation

## ProSTEP, Germany

- » Integrity constraint checking (AP214 Processor "test-rally")

## ITI-Michigan, USA

- » Integrity constraint checking

## Scania, TII, Svdertdlje, Sweden

- » Data Modelling in EXPRESS/EXPRESS-C

## Volvo, Schweden

- » Data Modelling in EXPRESS/EXPRESS-C



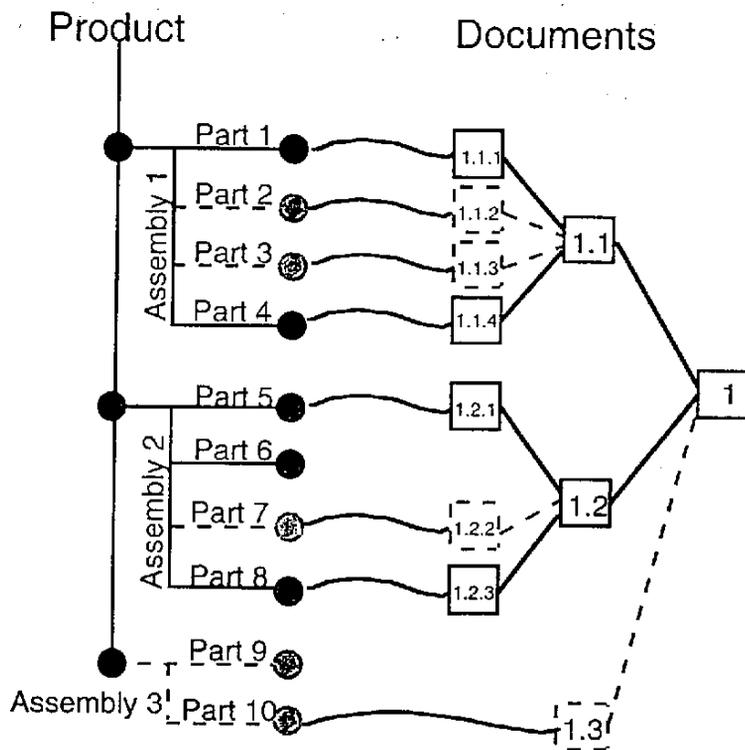
Universität Karlsruhe (TH)

## ECCO - Users

RPK

Institut für Rechneranwendung  
in Planung und Konstruktion

☞ (4)



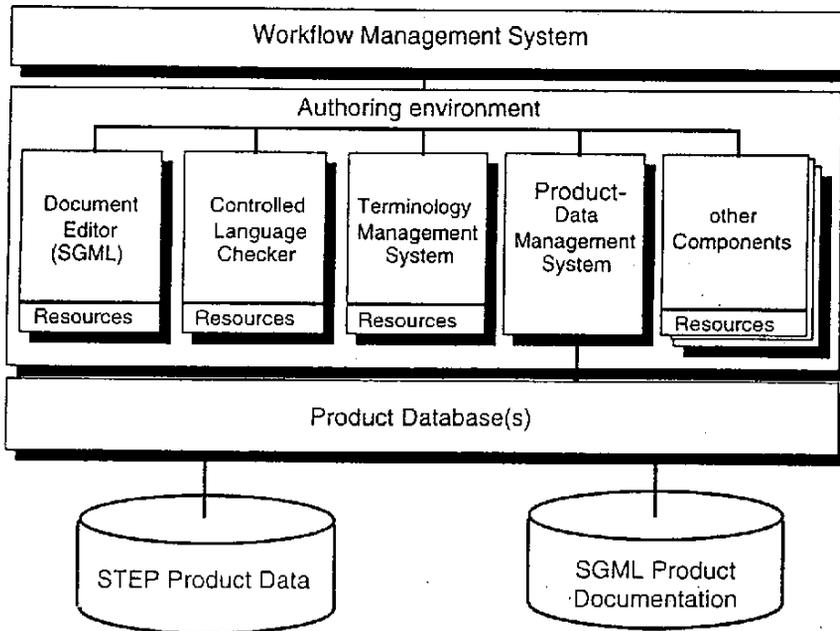
**DOCSTEP**

Document configuration according to the product configuration



12 / 20

图(5)



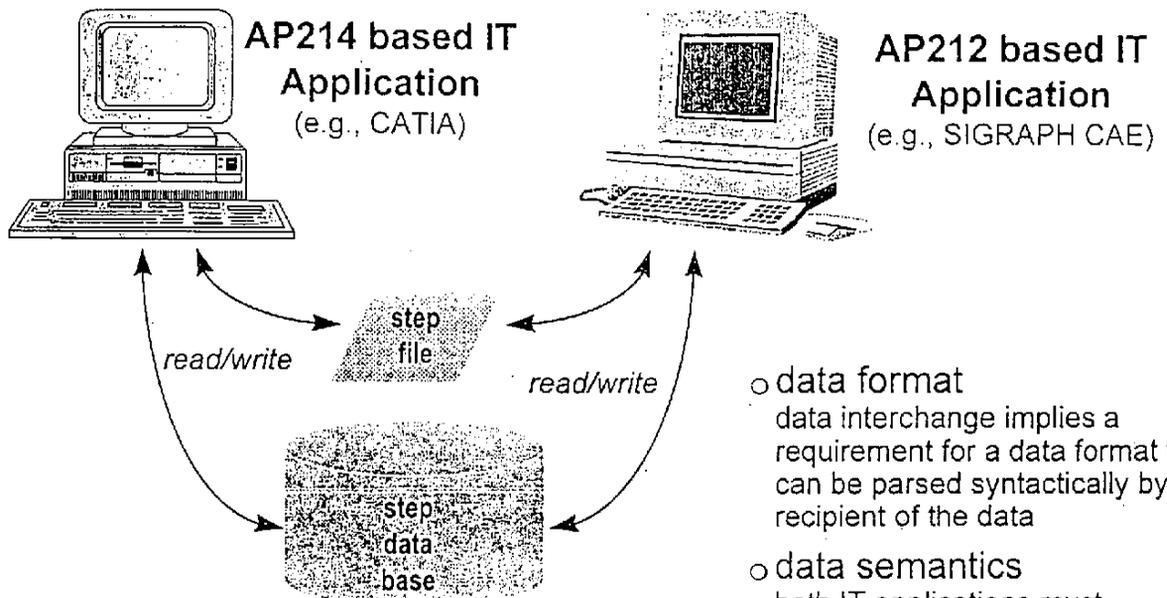
**DOCSTEP**

DOCSTEP System Architecture



17 / 20

图(6)



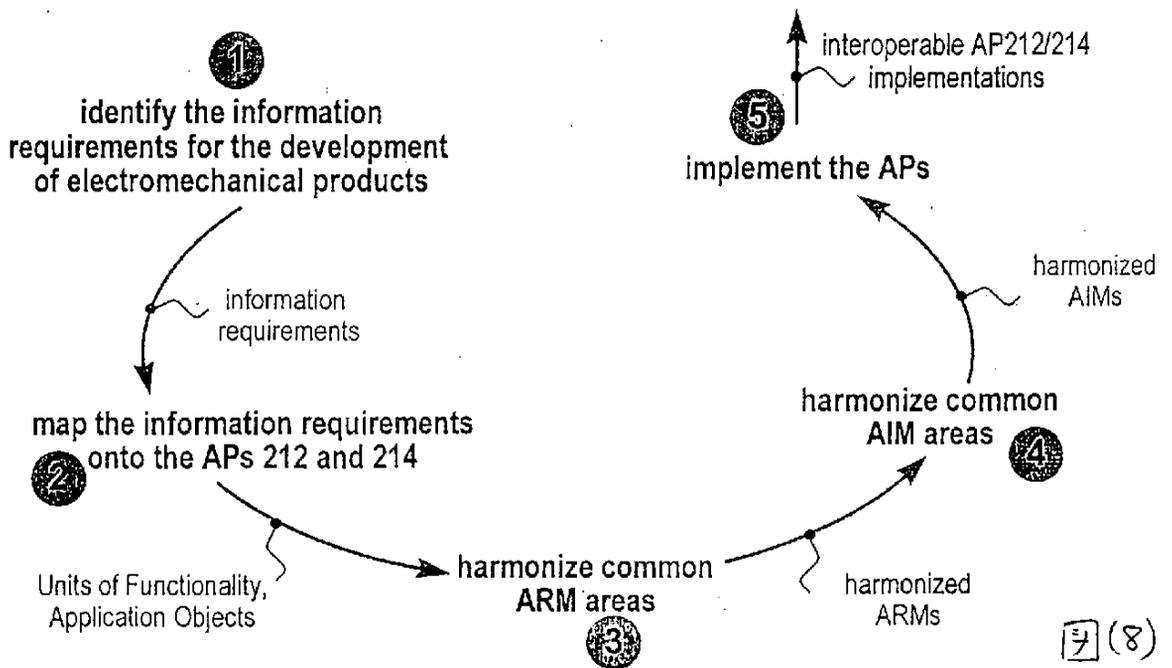
AP-interoperability is the ability to exchange interpretable data between two (or more) IT applications which are based on different APs, i.e., to have a meaningful communication between IT applications

- data format  
data interchange implies a requirement for a data format that can be parsed syntactically by the recipient of the data
- data semantics  
both IT applications must understand the data

7 (7)

G. Staub (R)

## General Approach – Requirements driven AP Harmonization



7 (8)

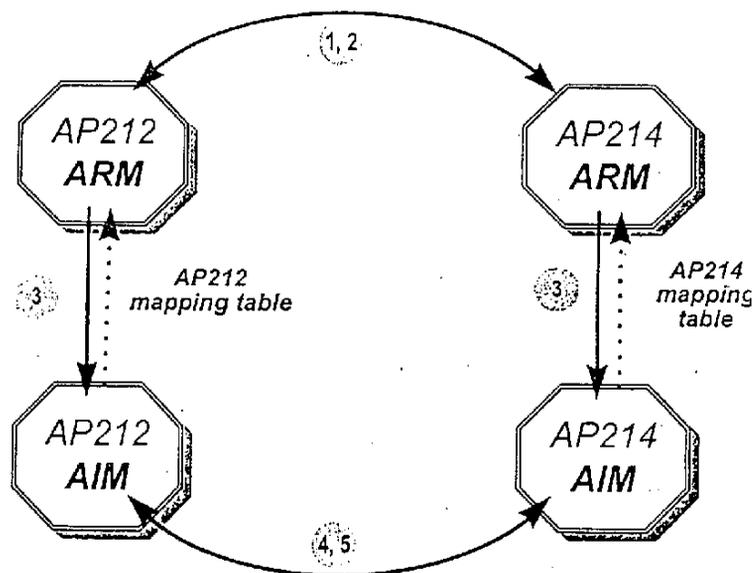
G. Staub (R)

# Strategy for Reaching AP Interoperability

**RPK**

Institut für Rechneranwendung  
in Planung und Konstruktion  
o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H. Graessner

1. identification of semantic counterparts on the ARM-level
2. specification of a formal, bi-directional mapping on the ARM-level
3. follow the mapping-table entries of both APs
4. specification of a formal, bi-directional mapping on the AIM-level
5. implement the AIM-level mapping specification for AIM data exchange



ARMs (and AIMS) are specified

- at the same abstraction level
- using the same specification language (EXPRESS)

□(9)

G. Sauer (P)

## Conclusions

**RPK**

Institut für Rechneranwendung  
in Planung und Konstruktion  
o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H. Graessner

### ☞ AP-interoperability is not a “built-in feature” of STEP

- each AP is developed to exchange/store data for one application domain
- no monitoring enforces AP teams to investigate the relationship of the owned AP to any other AP
- no focus on AP-interoperability within
  - » STEP architecture and methodology
  - » AP development process
  - » STEP description methods and implementation forms
- AIM is understood (users, vendors, ...) to provide the commonalty between APs - but it does this only in a limited way. The ARM-interpretation process is a crucial point

### ☞ AP-interoperability comes not for free

- additional effort and resources needed by AP teams for discussions, meetings, rework and modification of parts of the AP, ...
- additional person outside the AP teams necessary (“mediator”)

□(10)

G. Sauer (P)

### 3. 1. 2 Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

日 時： 1997 年 10 月 16 日, 10:00-13:00

訪問先： Mr. Thomas Haller, Dipl.-Ing., Information Processing,  
Fraunhofer Institute Manufacturing Engineering and Automation

場 所： Stuttgart, Germany

調査者： 奥 保正 (STEP 推進センター, 主任研究員)

堀越裕道 (STEP 推進センター, 主任研究員)

上田正二 (STEP 推進センター, 主任研究員)

小高 浩 (STEP 推進センター, 主任研究員)

調査目的：

Fraunhofer IPA 研究所の Information Processing の部門において STEP 応用技術として Quality Assurance を対象とした STEP アプリケーションを研究している。今回、当研究所の企業との係わり方、ならびに研究プロジェクトの一つとして行なわれている、自動車製造の Process Chain の中におけるカーメーカーと部品メーカーの間で検査のための Neutral Interface 開発について、その概要を調査。

調査内容：

#### (1) IPA 研究所の概要

##### 1) 組織

当 IPA 研究所はドイツにおける製造応用研究のリーダー的存在であり、37 の地に 47 の研究所と、そのほとんどが科学者か技術者である 8,000 人をこえる従業員を抱えている。1996 年には 10 億マルクのビジネスを行い、その 3 分の 2 は企業およびパブリックセクターとの契約研究によるものであり、さらに企業との契約による収入の 50%強が SME (Small and medium-sized enterprises) によるものである。

組織は次の様にわかれており、今回訪問した Mr.Haller は、Production Technology Information Processing 部門に属している。

- Corporate Planning and Control
  - ・ Organization Development
  - ・ Enterprise Logistics
  - ・ Enterprise Systems Development
  - ・ Production Management and Information Systems
- Automation
  - ・ Robot Systems
  - ・ Assembly Systems
  - ・ Handling Systems
  - ・ Cleanroom Production Technology
- Production Technologies
  - ・ Quality Management
  - ・ Information Processing

- ・ Testing Engineering
- ・ Surface Engineering
- ・ Coating Technology

## 2) 研究対象分野

IPA 研究所は次の様な分野に特にフォーカスをあてている。

- Materials technology, components
  - Production technology
  - Information and communications technology
  - Microelectronics, microsystems technology
  - Sensor systems, testing and measurement technology
  - Process engineering
  - Energy and construction technology, environmental and health research
- Technical and economic studies, information transfer

## 3) 研究所のプロジェクト作業範囲

研究所では、依頼者の実使用にむけて製品とプロセスを開発する。ソリューションは、依頼者と直接コンタクトし、要求を満足するよう構築する。提供されるサービスは、次の通りである。

- Optimization of product, development of prototype, optimization of process
  - techniques and development of new process
  - Support in the implementation of new technologies, organizational and operating methods through
    - ・ trial tests at demonstration CTR equipped with the latest technology
    - ・ training of employees on the contracting company's premises
      - ・ follow-up service and support following the introduction of new processes and products
- Technological consultation in the form of
  - ・ feasibility studies
  - ・ market surveys
  - ・ analysis of trends
    - ・ eco-audits
    - ・ calculations of economic viability
  - Additional services
    - ・ Information on the availability of financial support, in particular for small and medium-sized companies
      - ・ Certification and attention of quality and safety

## 4) プロジェクト

Fraunhofer IPA 研究所が企業と提携して行なっているプロジェクトは、次のようであり、企業と密接に係わっている。

(プロジェクトサイズ DM) : (プロジェクト数)

> 650,000	5
> 400,000	35
> 100,000	40
> 50,000	110

## (2) Neutral Interface 研究概要

現在、カーメーカーと部品メーカーとの間でSTEPファイルを用いて設計データの交換が行われているが、その設計データの検査には、適切なデータフォーマット標準がなく各メーカーともそれぞれのCADで実施するなど苦慮しており、Neutral Interfaceが求められている。当研究所では、この要求に応えるべくDMIS(Dimensional Measuring Interface Standard)という標準を用いて、以下のようなメンバー構成でNeutral Interfaceの研究を行なっている。

(参加メンバー) : (役割)

・ BMW	・カーメーカー/ユーザー
・ KWS	・モールドカンパニー
・ IPA	・情報処理、計測技術、インプリメンテーション
・ GIDA	・STEP技術、ツール、データモデリング
・ System Consult	・インプリメンテーション
・ ProSTEP	・STEP標準、技術

現在のDMISの特徴、ならびに製品のレベルは次のようである。

- Programming language for measuring devices(e.g.coordinate measuring machines)
- Complete description of measuring process(geometry, tolerance, machine parameters)
- Incomplete description of inspection task(machine and part setup, clamping material properties, alignment instruction etc.)
- Only a few organizational data can be transferred, difficult integration with PDM systems
- DMIS can't use CAD surface data for freeform measurements

DMISとSTEP AP214のカバーするインフォメーション・クラスは添付資料7ページのようにあり、現在のSTEPファイルでは、DMISの機能を置換えることはできないと考えられている。しかしながら、今後の開発の展望は次の様であり、DMISからSTEPへのマッピング手法を開発しSTEPファイルを用いてのNeutral Interfaceが期待される。

- Interconnection of systems at other car makers and suppliers during field test
- Neutral STEP interface as basis for the development of new inspection

and CAQ software

- Enhancement of STEP standard (AP219 ?)
- Further enhancement of the data model for CAQ applications
- Complete mapping of DMIS to STEP

### (3) まとめ

IPA 研究所では、そのサービス範囲もプロトタイプ作成から製品・プロセスの最適化、新技術のトライアルテスト、教育、さらに新技術の市場調査に至るまで広範囲に亘っている。企業が当研究所にコンサルテーションを依頼すれば、なんらかの解決策を見出せる体制が整えられていると思われる。

このような体制を背景に企業との共同研究プロジェクトが積極的に推進されており、4) プロジェクトの項に示したように、その数は 190 にも上っている。企業との緊密な連携の上に培われる技術は、企業の要求によるものであり、研究が完了すれば即、産業界に役立つものであると容易に想像できる。

Neutral Interface 開発については、カーメーカー、サプライヤーをはじめとして、ProSTEP など関係各企業・研究所を含めた開発体制を取っており、非常に实际的である。また、当 Interface は現在の STEP 技術を補うものであり、今後どのような Interface 開発がなされるのか、改めて AP219 (Inspection planning) のようなプロトコルが提案されてくるのか、注意を払う必要がある。

---

# Neutral STEP conform description of inspection tasks and its application in RPD

Dipl.-Ing. Thomas Haller

Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation

(FhG-IPA)

Department of Information Processing

Nobelstrasse 12

D-70569 Stuttgart, Germany

---

TD4023/Products - Ed. 10 11 98



Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 1

Information processing  
manufacturing technologies

---

## Information processing for quality assurance in the development of car body parts

- |                                   |                          |  |
|-----------------------------------|--------------------------|--|
| BMW AG                            | <input type="checkbox"/> | car maker / user   |
| KUKA Werkzeugbau<br>Schwarzenberg | <input type="checkbox"/> | mould maker / user   |
| Fraunhofer Institute IPA          | <input type="checkbox"/> | information processing, Q methods,<br>measuring technology, implementation |
| GIDA                              | <input type="checkbox"/> | STEP methods and tools, data modeling                                      |
| System Consult                    | <input type="checkbox"/> | implementation   |
| ProSTEP                           | <input type="checkbox"/> | STEP fundamentals and standardization                                      |

---

TD4023/Products - Ed. 10 11 98

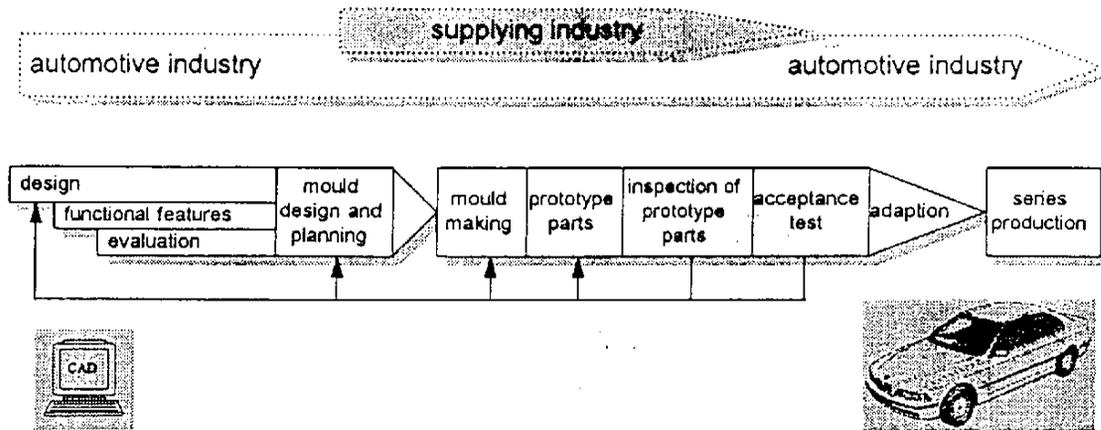


Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 2

Information processing  
manufacturing technologies

## Process chain



10-4623/Produktion 2001, 12.11.98

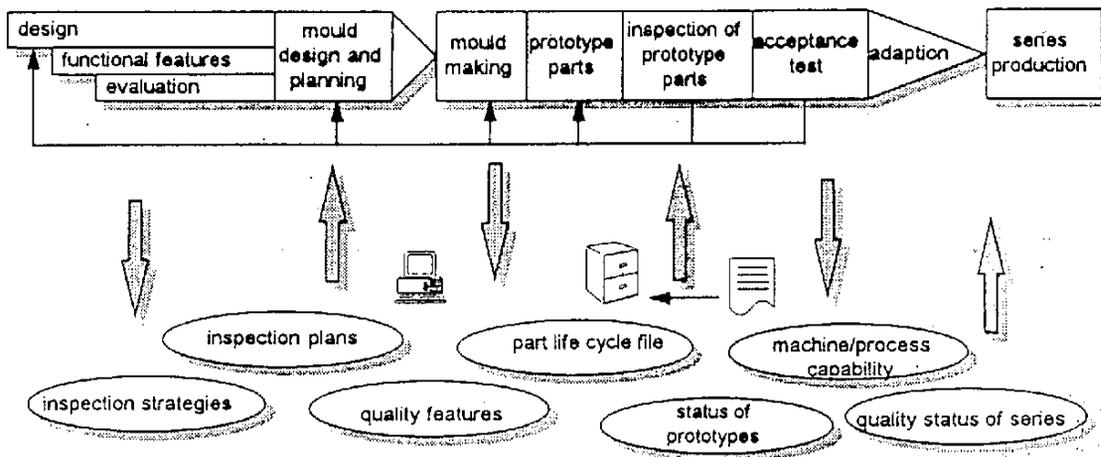


Seite 3

Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Information processing  
manufacturing technologies

## Quality data



10-4623/Produktion 2001, 12.11.98

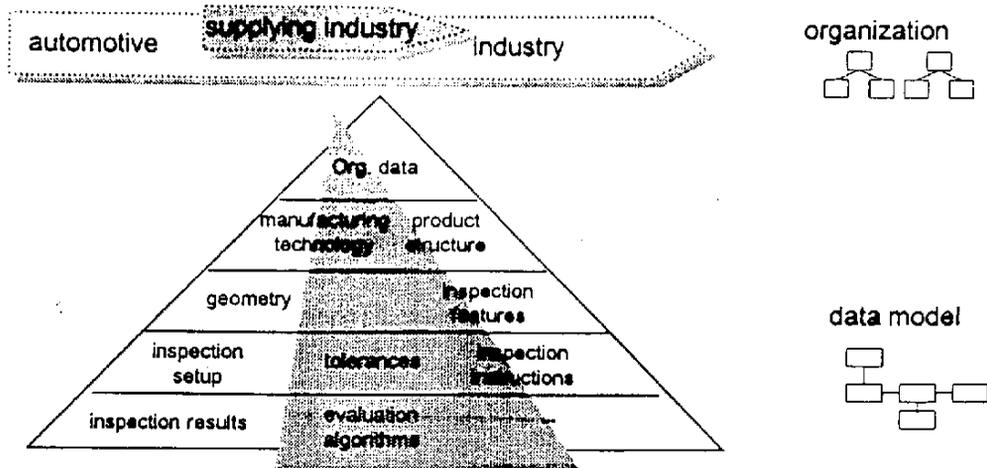


Seite 4

Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Information processing  
manufacturing technologies

## Data flow between engineering partners



10-0023/Prozesse, Ed. 10.11.98

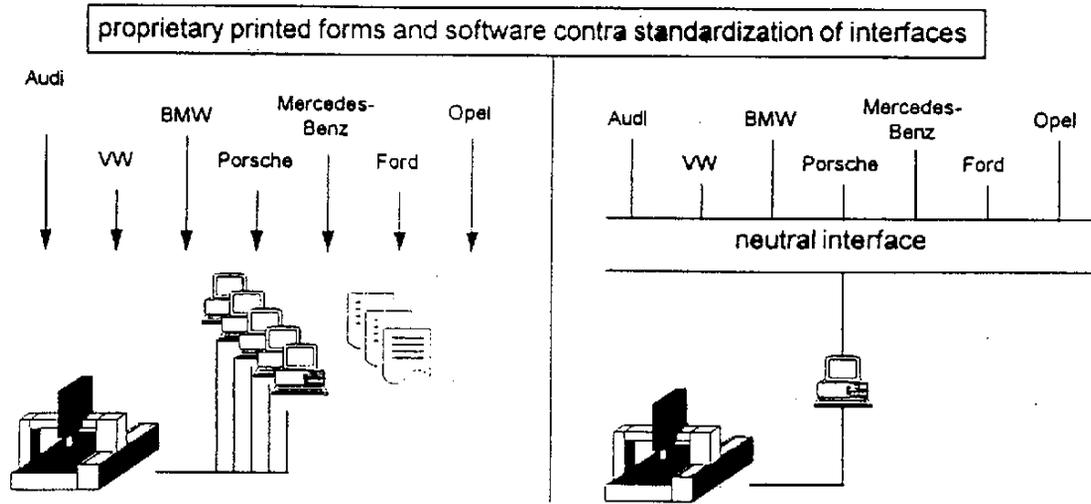


Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 5

Information processing  
manufacturing technologies

## Situation of supplying industry



10-0023/Prozesse, Ed. 10.11.98



Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 6

Information processing  
manufacturing technologies

## What about DMIS?

DMIS: Dimensional Measuring Interface Standard

- Programming language for measuring devices (e.g. coordinate measuring machines)
- complete description of measuring process (geometry, tolerance, machine parameters)
- incomplete description of inspection task (machine and part setup, clamping, material properties, alignment instruction etc.)
- only a few organizational data can be transferred, difficult integration with PDM systems
- DMIS can't use CAD surface data for freeform measurements

**STEP will not replace DMIS - it will provide additional features!**

TDV423/Prozesse, Essn., 18.11.98

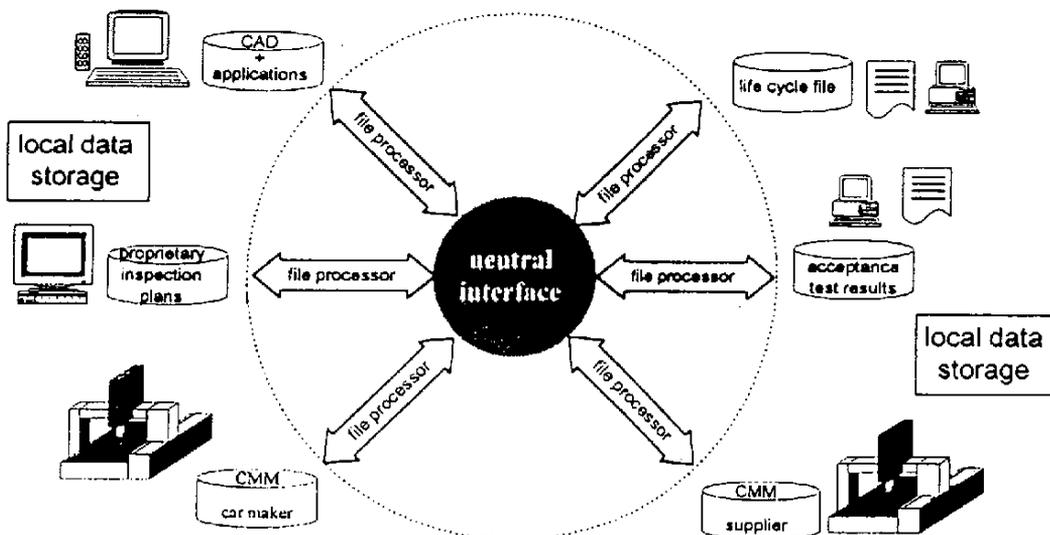


Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 7

Information processing  
manufacturing technologies

## Neutral interface for inspection tasks



TDV423/Prozesse, Essn., 18.11.98

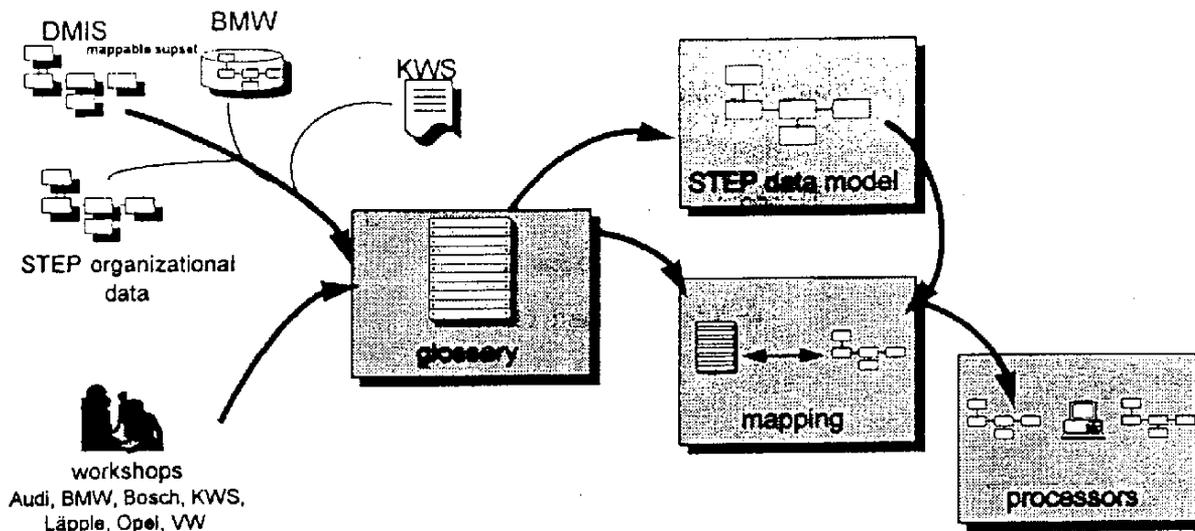


Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 8

Information processing  
manufacturing technologies

## Stages of development



TO-HB23/Produktiv. Entf. 15.11.98

Seite 9



Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Information processing  
manufacturing technologies

## Coverage of information classes

	VDAFS	DMIS	AP214	AP214 Org.	inspection plan interfaces
organizational data			X	XX	XX
graphical description of inspection task			X		X
clamping					X
alignment					X
setup		X			X
geometry	X	X	XX		XX
tolerances (ISO1101)		XX	XX		XX
results and evaluation	X	XX			X
coordinate systems	X	XX	XX		XX
machine movement and measuring		XX			X
sensors		XX			X
file and machine parameters		XX			X
programming language elements		XX			
process control and information systems		X			X
input/output		X			

TO-HB23/Produktiv. Entf. 15.11.98

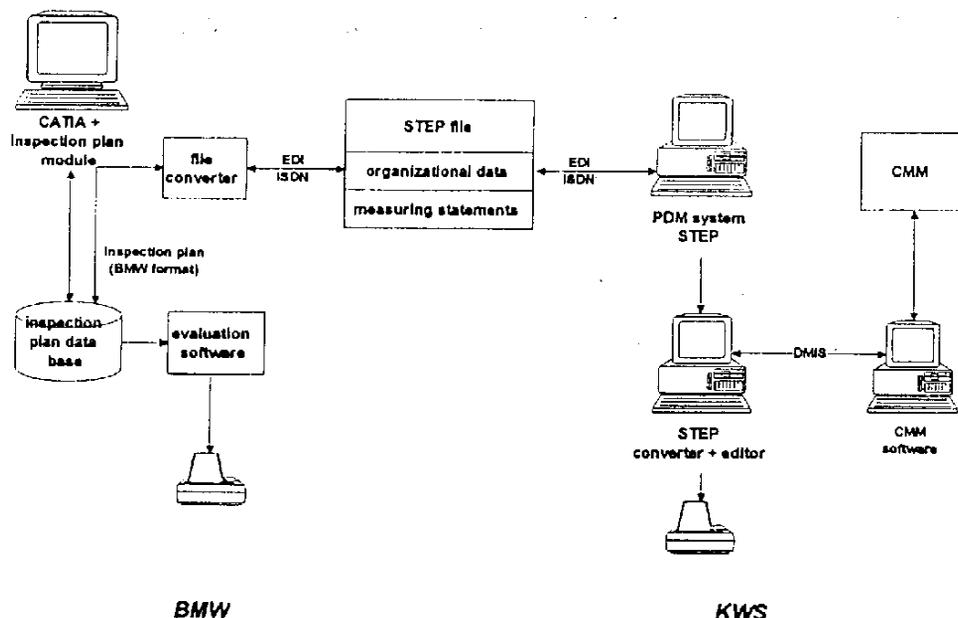
Seite 10



Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Information processing  
manufacturing technologies

## Prototype Application



TD-402/Prozess Ess. 13.11.98



Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 11

Information processing  
manufacturing technologies

## Cartesian point in STEP notation

```
#37=DIMENSIONAL_EXPONENTS(1.000000,0.000000,0.000000,0.000000,0.000000,0.000000,0.000000);
#38=LENGTH_UNIT(#37);
#89=CARTESIAN_POINT(",(2.534000,-0.328000,0.164000));
#90=AXIS2_PLACEMENT_3D(",#89,#91,$);
#91=DIRECTION(",(0.000000,0.000000,1.000000));
#92=GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT('POINT','CARTESIAN',(#38));
#93=SHAPE_REPRESENTATION('M01L3210',(#90,#94,#95,#96,#97,#98),#92);
#94=DIRECTION('ANTASTRICHTUNG',(0.000000,0.000000,-1.000000));
#95=DESCRIPTIVE_REPRESENTATION_ITEM('COMMENT','M01 Bodenblech hinten');
#96=DESCRIPTIVE_REPRESENTATION_ITEM('COMMENT','H0001 F BASISPUNKTE SNR:9999999');
#97=DESCRIPTIVE_REPRESENTATION_ITEM('COMMENT','&B001');
#98=DESCRIPTIVE_REPRESENTATION_ITEM('COMMENT','%/ Z - Richtung%n');
#99=SHAPE_ASPECT('SOLL';-Z --ZW BK NE',#40,.T.);
#100=PROPERTY_DEFINITION('SHAPE',,#99);
#101=SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION(#100,#93);
```

TD-402/Prozess Ess. 13.11.98



Fraunhofer  
Institute  
Manufacturing Engineering  
and Automation

Seite 12

Information processing  
manufacturing technologies

## Cartesian point and tolerance in DMIS notation

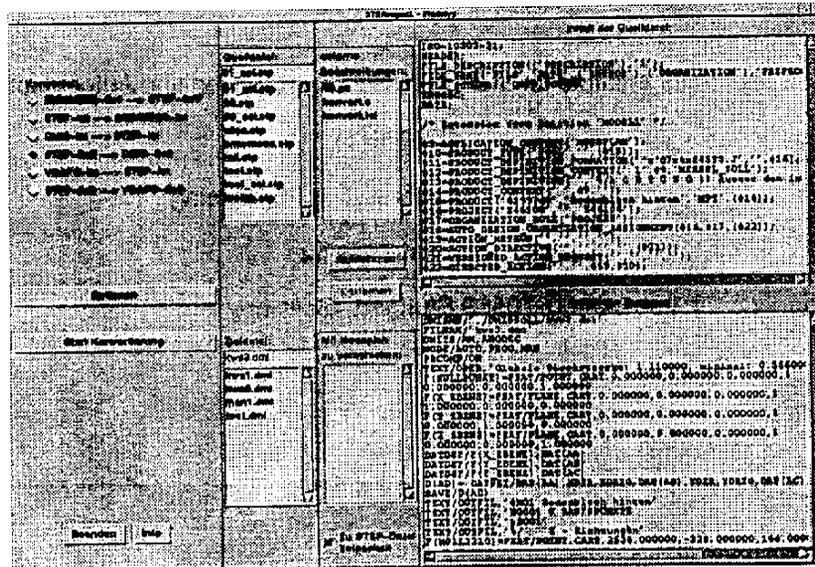
```

TEXT/OUTFIL,'#M01 Bodenblech hinten'
TEXT/OUTFIL,'H0001 F BASISPUNKTE'
TEXT/OUTFIL,'&B001'
TEXT/OUTFIL,'%/ Z - Richtung%n'
F(M01L3210)=FEAT/POINT,CART,2534.000000,-328.000000,164.000000,$
0.000000,0.000000,1.000000
MEAS/POINT,F(M01L3210),1
GOTO/2534.000000,-328.000000,264.000000
PTMEAS/CART,2534.000000,-328.000000,164.000000,$
0.000000,0.000000,1.000000
GOTO/2534.000000,-328.000000,264.000000
ENDMES
T(XM01L3210)=TOL/CORTOL,XAXIS,-0.500000,0.500000
T(YM01L3210)=TOL/CORTOL,YAXIS,-0.500000,0.500000
T(ZM01L3210)=TOL/CORTOL,ZAXIS,-0.500000,0.500000
OUTPUT/FA(M01L3210),TA(XM01L3210),TA(YM01L3210),TA(ZM01L3210)
    
```

SNR:9999999'



## User interface for STEP file processors



---

## Outlook on further development

- Interconnection of systems at other car makers and suppliers during field test
- neutral STEP interface as basis for the development of new inspection and CAQ software
- enhancement of STEP standard (AP 219 ?)
- further enhancement of the data model for CAQ applications
- complete mapping of DMIS to STEP



### **3. 1. 3 A DATA EXCHANGE ENGINE**

#### **A PROPOSAL FOR 3D MODEL DATA EXCHANGE USING THE ACIS KERNEL MODELER**

##### **3. 1. 3. 1 Executive Summary**

The use of CAD/CAM in Japanese manufacturing companies has changed gradually over approximately the last 10 years. It has evolved in much the same way as other manufacturing companies throughout the world, starting with the use of 2D drafting systems (CADAM) running on main frame computers, changing to the work station based 2D CAD and 3D CAD of today. Over this period some of these companies have also developed their own CAD systems for use by their designers and engineers for the design of their companies products.

Over the years CAD/CAM systems have proliferated, old technology has been replaced by new giving users of CAD systems more choices than ever before. Many companies who use these systems have created management groups to oversee the use of CAD/CAM systems within the company. For the purpose of efficiency some of these departments have striven to limit the number of different types of systems used within a given company. In spite of these efforts, because of the variety of systems that have become available over the years, many companies currently find themselves using several different CAD or CAM systems supplied by multiple vendors. Furthermore, this trend of multiple system use and the changes to take advantage of new technology can be expected to continue with the advent of more powerful PC based CAD/CAM systems.

CAD/CAM users find themselves in a situation where they need to pass the model data produced in their company between many different software systems. This can happen within the same department of a company or between different departments within that company. This situation will most certainly occur when the corporation wishes to pass their data to outside suppliers for production of components or tools and dies required for the production of their products. This exchange of various forms of data between CAD/CAM systems has become critical to the effective utilization of any CAD data within the modern manufacturing company.

The process of DATA EXCHANGE between different CAD/CAM software is not easy. Many problems have been encountered since that very first day when more than one CAD system appeared on the market thus giving potential purchasers a choice. This paper will discuss some of the problems encountered in the data exchange process and

some of the solutions proposed to help solve them. It will then go on to propose how the use of the ACIS kernel from Spatial Technology Inc. can reduce the effort involved in developing data exchange software. The use of ACIS as a core technology for data exchange will enable software developers to produce data exchange and other 3D related software speedily and with richer functionality than has been possible until now.

### **3. 1. 3. 2 Data Exchange**

#### **(1) Why Data Exchange is Important**

With increased competition in the CAD/CAM industry software makers come and go. The CAD/CAM systems they sell also change and old technology is replaced by new. Within all this change there is one constant, the content of the data that the users produce. This content represents the user's knowledge, an investment that will help him produce his products and profit. The data needs to be passed to other CAD or CAM systems to be refined or used to produce tools. These tools in turn are represented by data and represent value to someone else. In many cases the CAD data needs to be kept for several years in some cases beyond the working life of the product. The CAD data can be reused in the design of new products at some point in the future. If during this time the original CAD system has been replaced then the data needs to be converted to work with the new system. This leads one to the conclusion that it is the data that is important to CAD users not the CAD systems they use to produce it. Unfortunately CAD systems have their own proprietary data formats and users data tends to be locked into the CAD system that produced it. If the user wants to modify it in some way he must use the original CAD system to do so. If the user must change his CAD system to an incompatible one then he must translate his old data to the new one.

#### **(2) Many to Many Data Exchange**

Because the different CAD/CAM vendors have proprietary data formats the data must be converted from one CAD system to another. In most cases this is not a trivial task. In the past users have often approached this need for data exchange by producing specialized data conversion software on an as needed basis. This kind of approach leads to the need to produce a one to one conversion program for each system to another. This MANY TO MANY situation is shown in figure 1.

The need to maintain each of these special programs in synchronization with the many CAD systems is a very great burden for the user companies. This approach is therefore not an optimum solution to the data exchange problem.

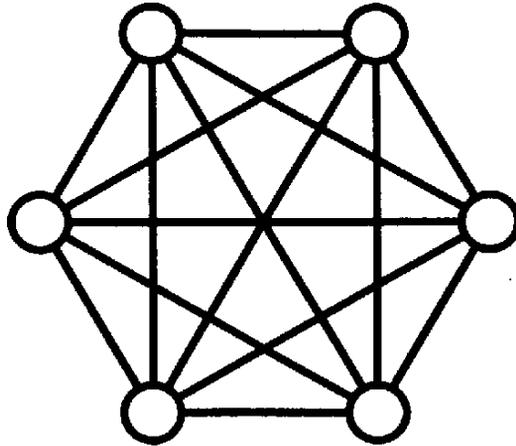


Figure 1

**(3) Many to One Data Exchange**

A better solution to the problem of exchanging data between many different CAD/CAM systems is to use a single data format as a central basis for data exchange. This can be called the MANY TO ONE strategy and is illustrated in figure2.

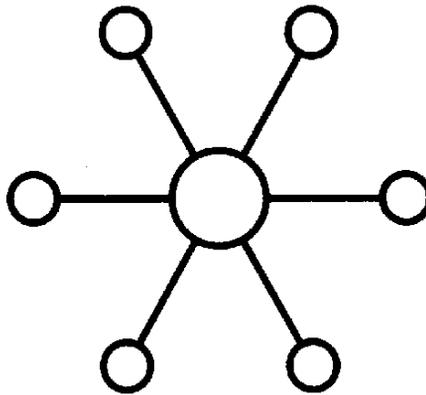


Figure 1

This strategy reduces the need to maintain separate conversion programs for each system. This is achieved by integrating the conversion software into one program that uses a single internal representation for 3D models. Conversion need only be done from each system to and from this common model.

**(4) Differences Between Modeling Tolerances.**

In addition to the different file formats and model representations used by different

CAD/CAM vendors. Major differences exist between the tolerances used by the software. The tolerances represent the precision to which the model data is built. These differences can be seen as gaps between surfaces that are supposed to be joined, vertices that do not lie on edges or surfaces and surfaces which should be tangent but are not. These kinds of problems most often occur when models are exchanged from a CAD system that uses a lower precision than the receiving system. Models that exhibit these problems must be fixed up in some way to the higher precision tolerance. Any mechanism that is intended to promote the smooth exchange of 3D model data must be able to overcome these differences between the precision of the models.

**(5) A Common 3D Model Representation.**

The single internal 3D representation and requirements for handling tolerance differences can be achieved using an open architecture modeling kernel which satisfies the following conditions;

- 1) It must have an OPEN ARCHITECTURE that is widely accepted in the industry.
- 2) It must be possible to EXTEND the basic architecture in order to satisfy the special needs of the Manufacturing Corporation.
- 3) It must be OBJECT ORIENTED, and exploit reuse, encapsulation, and extensibility offered by this technology.
- 4) It must have a HYBRID REPRESENTATION, being able to represent, wire frame, Surface and Solid models.
- 5) It must be MULTI DIMENSIONAL, being able to represent 2D, 2.5D and 3 dimensional models.
- 6) It must be available on all major software platforms and be efficient on Windows, and allow the leveraging of LOW COST PC workstations.
- 7) It must be compatible with other CAD/CAM systems, and allow for TRUE DATA EXCHANGE as opposed to DATA TRANSLATION.
- 8) It must be able to heal the gaps between models of differing precision and handle any remaining differences in a flexible way.
- 9) It must be available for licensing to the other CAD/CAM vendors used by the company. This would then allow those vendors to produce their own DATA EXCHANGE functions compatible with the proposed Company common 3D data model.

Companies can realize a COMMON 3D MODEL representation with an OPEN ARCHITECTURE that meets the above specification today. This can be achieved by using the ACIS 3D Toolkit and its associated HUSK technology.

### 3. 1. 3. 3 The ACIS Solution

#### (1) ACIS Component Technology

The ACIS 3Dtoolkit is an OBJECT ORIENTED 3D kernel. The ACIS technology is available as a software component and is licensed by over 360 customers world wide. ACIS is the market leader in 3D modeling kernel component software. ACIS has a HYBRID REPRESENTATION and can represent WIREFRAME SURFACE and SOLID MODELS in a common data structure. ACIS is MULTI DIMENSIONAL and can represent 2D, 2.5D and 3 dimensional geometric models. ACIS is available today on all popular workstations including PCs and a wide variety of third party software is available from software vendors world wide

#### (2) The ACIS Geometry Bus

Many CAD/CAM vendors use ACIS as the kernel modeling technology in their systems. The ACIS OPEN ARCHITECTURE allows diverse software systems to EXCHANGE DATA directly without the need to convert data representations. This is possible because all ACIS based systems have access to the ACIS GEOMETRY BUS.

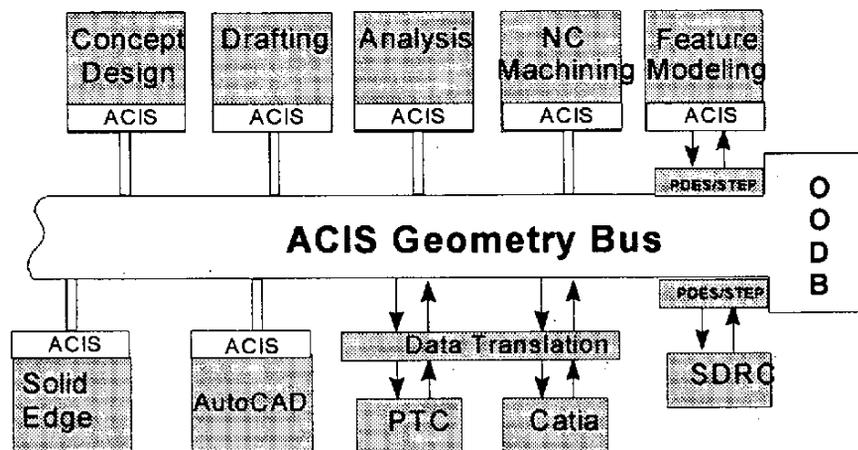


Figure 3

The standard ACIS .SAT file which all ACIS based applications can read and write enables the ACIS geometry bus. The ACIS GEOMETRY BUS is shown in figure 3.

The ACIS GEOMETRY BUS can be the enabling technology for the data exchange needed for the COMMON 3D MODEL REPRESENTATION proposed in this document.

It offers a complementary alternative to data conversion to neutral formats such as STEP.

### **(3) ACIS and STEP**

STEP, Standard for the Exchange of Product Model Data, refers to International Standard 10303, Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange. EXPRESS information models describe the data within a STEP file. EXPRESS is an information modeling language that has been defined as part of the STEP standard. Since the data in the STEP file is defined by EXPRESS models and not by the application that generates the data, STEP is more suitable for neutral product data exchange, such as product ID's vendor codes, etc. SAT is the better choice for 3D-model exchange between ACIS applications since it eliminates translation. The STEP representation for 3D geometry and topology is a subset of that which can be represented within a SAT file. Therefore ACIS is a very good choice for the implementation of STEP geometry and topology. Users of ACIS-based products can benefit from STEP by using it as the primary means of data exchange with NON-ACIS applications. This would eliminate the need to support several data exchange solutions.

### **(4) The ACIS Husks**

Customers can extend the ACIS architecture. Many of the ACIS extensions are encapsulated in software modules called HUSKS. These HUSKS can be PLUGGED into the kernel and thus extend the basic technology in an infinite number of ways.

Many of the available husks can be used by A Corporation to realize the DATA EXCHANGE technology proposed in this document. The most applicable of these husks is the BODY HEALING HUSK. When data is exchanged between different CAD systems small gaps can occur between surfaces and other geometric elements. This occurs because each vendor uses different geometric algorithms that work to different numerical tolerances. The BODY HEALING HUSK is designed to analyze a model and repair many of the geometric and topological problems.

### **3. 1. 3. 4 The Data Exchange Engine**

It is proposed that a DATA EXCHANGE ENGINE could be developed using ACIS. This engine would implement the many to one data exchanged paradigm described the preceding sections of this document.

The Data Exchange Engine would be an integrated data exchange environment and will include the following features;

- Data input output modules for reading and writing STEP files. Other modules such as IGES , OLE4G&T or direct converters for popular CAD systems. These modules only need to translate data to and from the ACIS internal structures. This implements the MANY TO ONE concept. These other modules might be developed on an as needed basis in priority order that would be determined by need.
- Real time rendering for visual inspection of the models being converted.
- Visual highlighting of problems in the models
- Editing functions to enable interactive repair of the models.
- Scripting capability, using SCHEME, which will allow for fine-tuning of the data exchange process between diverse CAD systems.
- Reporting capability that would output a textual report of the conversion process and the state of the model.

This is not intended to be a comprehensive list of the functionality of the Data Exchange Engine.

#### **(1) Required Software Modules**

The Data Exchange Engine would be implemented with the following software modules:

- The ACIS 3D Toolkit.
- The ACIS Body Healing Husk.
- The ACIS Graphical Interaction Husk.

#### **(2) System Architecture**

A proposed scenario for the architecture of the Data Exchange Engine is outlined in Figure 4. It consists of several input, output data exchange modules that utilize ACIS as the engine for implementing the DATA EXCHANGE BUS.

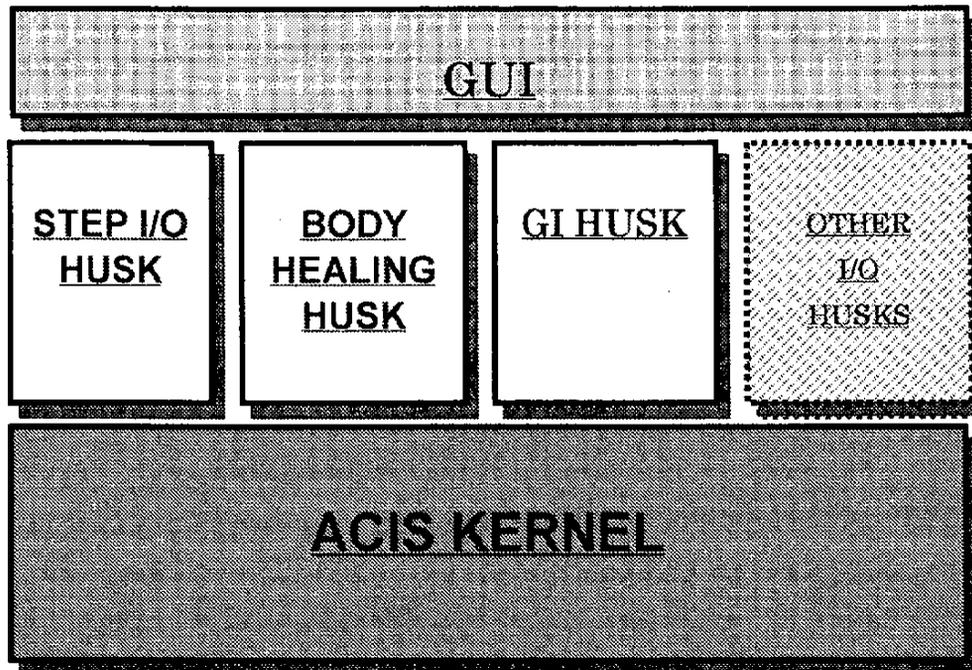


Figure 4

### 3. 1. 3. 5 Conclusion.

We have outlined a proposal for a DATA EXCHANGE ENGINE. This engine would be based on the ACIS 3D Toolkit consisting of the ACIS Kernel Modeler supported by various specialized Husk modules. It implements a MANY TO ONE data translation strategy thereby reducing the cost of supporting many different translators. It is proposed that the main Translation format be a recognized standard such as STEP supplemented by the SAT file format which is the native format for the ACIS kernel and is widely used in the industry. This solution will allow the data owner to maintain their data in an independent form. The ACIS kernel will allow them to access their data and manipulated it programmatically. Data owners will have the freedom to manipulate their data independently from the CAD system that produced it and thus be in total control of their investment.

### 3. 2 STEP 実証プロジェクトの状況

#### 3. 2. 1 RISESTEP

所在地 33 rue Fernand Forest Suresnes Cedex France  
電話番号 Tel:33(1)46 97 38 53  
ファックス番号 Fax:33(1)46 97 38 50  
調査年月日 1997.10.13 (月)、調査時間 14:00~16:30  
調査者 奥、堀越、小高、上田 :STEP 推進センター 主任研究員  
面談者 [職位、職務内容 (電子メール)]

Herve Portier :Technical&Industrial Processes Department Director

Frederic Feru :Manufacturing CIM Department  
CAD/CAM,PDM System Expert

(frederic.feru@siege.aerospatiale.fr)

Nicolas Figay :Manufacturing CIM Department Research Project Leader  
(nicolas.figay@siege.aerospatiale.fr)

Hetzel Jacques :Manager

入手資料

- ・ RISESTEP Task6.1 Public Annual Report
- ・ GicFrance Information Integration towards French enterprises Competitiveness
- ・ AEROSPATIALE THE GROUP
- ・ revue AEROSPATIALE

#### (1) AEROSPATIALE 社の概要

- ・ フランスの国策企業を前身とし、1984年に AEROSPATIALE と名づけられた、フランス産業を代表する製造会社で、航空機、ヘリコプター、宇宙&防衛、ミサイルの部門がある。
- ・ グループ全体の人員は37,358人、売り上げは49,226MF.F.で、フランス国内3割、輸出7割の比率である。
- ・ ヨーロッパの航空宇宙と自動車産業で進められている RISESTEP (enterPRISE wide access to STEP distributed databases)プロジェクトのリーダーを務めている。

#### (2) RISESTEP プロジェクトの内容

##### プロジェクト概要

ヨーロッパの航空機と自動車の企業が集まって1993年に AIT(Advanced Information Technology in Design and Manufacturing)というイニシャチブが組織され、10余りのプロジェクトが活動している。その中の1つに RISESTEP があり、1996/1-

1998/2 (26ヶ月) の予定で、分散環境でのデジタルモックアップの可能性の評価を行っている。トータル予算は39MF.F.。

#### プロジェクトの目的

RISESTEPは広範なプロジェクト参加者もしくは virtual enterprises 間のインテグレーションの改善を目指し、コンカレント エンジニアリング アプリケーションのための分散デジタルモックアップの協働が可能なミドルウェア環境の開発を目的とする。データ交換と蓄積には ISO STEP 標準を、配布には OMG CORBA 標準を用いて、新たなテクノロジーを開発するのではなく、どちらかというとも既存のテクノロジーをインテグレートすることを狙っている。プロジェクトの最終成果物はユーザーシナリオに基づいた分散デジタルモックアップインテグレーションのソフトウェアデモンストレーションである。

#### 参加企業、機関

<フランス>

AEROSPATIALE (aerospace)

BULL (IT)

DASSAULT Systems (CAD systems)

MATRA DATAVISION (CAD systems)

RENAULT (automotive)

CSTB (research center)

<イギリス>

Rover (automotive)

CADDETC (STEP Tools)

<ドイツ>

GIDA (STEP Tools)

ProSTEP (STEP Tools)

BMW (automotive)

<スウェーデン>

VOLVO (automotive)

#### スケジュール

プロジェクトはつぎの6つの WorkPackage (WP) にブレイクダウンされて進められている。

WP1: STEP データベースならびに分散オブジェクト管理技術の調査 (1996/1-1996/5)

WP2: ユーザー要求と機能仕様の具体化 (1996/1-1996/5)

WP3: アークテクチャ設計とプロトタイピング (1996/5-1996/10)

WP4: 基本 IT サービスの実装 (1996/7-1997/3)

WP5: 分散デジタルモックアップのデモンストレーションの開発 (1996/12-1998/1)

WP6: プロジェクト管理、ならびに他プロジェクト、STEP、OMG コミュニティとの連携 (1996/1-1998/3)

(3) STEP への取り組みに関するコメント

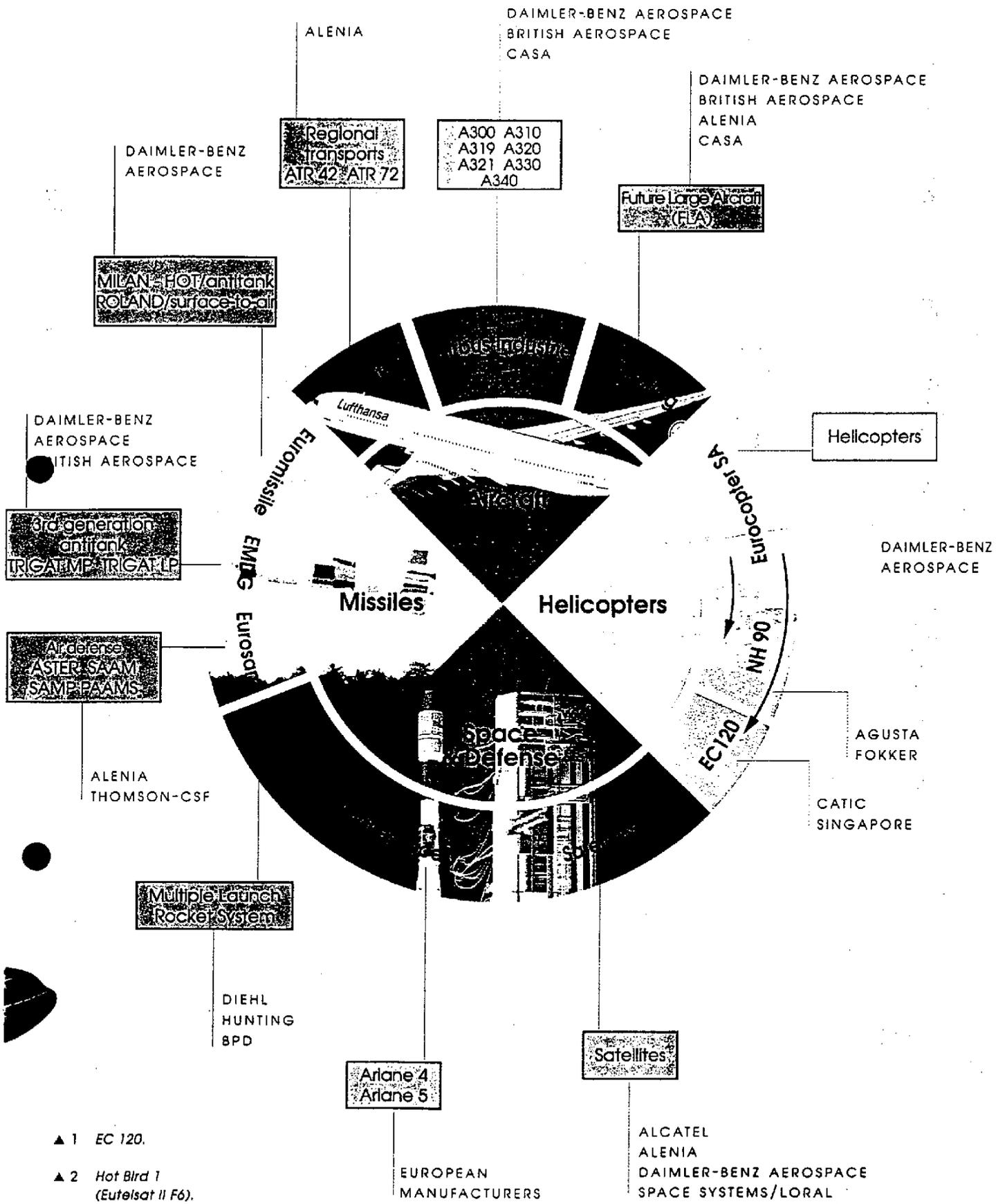
- RISESTEP は AIT プロジェクトの一環として推進されており、フランス、イギリス、ドイツ、スウェーデンのメンバーで構成されたユーザードリブンのプロジェクトである。AIT と同じように EU の IT プログラムである Esprit に組み込まれており、プロジェクトそのものが相互によく組織化されていると感じる。

AIT プロジェクト (ESPRIT7704)

RISESTEP プロジェクト(ESPRIT20459)

- RISESTEP(AEROSPATIALE)ではユーザーの立場で AP203,214,208,209,202 の規格を検証して意見、要望を出しており、規格開発で ISO での直接の活動はしていないとのこと。
- フランスにおける STEP 取り組みはそれなりに活発に見えるが、各機関の STEP 専従者は思ったより少なく、GOSET で10人程度、AEROSPATIALE でも10人余りということだった。
- STEP の役割として、データ交換、共有、プロセス標準化に加え、データの長期保管(アーカイビング)を上げている。
- 今後注力する AP として、System Engineering を上げており、航空宇宙産業として SEDRES(System Engineering Data Representation&Exchange Standardisation)プロジェクトを推進するとのこと。(SEDRES については ISO フローレンス会議で紹介された。)
- STEP 実用化の課題として、システム開発のインタフェース、ツール類の不足、幾何精度の問題、AP間のインターオペラビリティ(AP214、AP203)を上げている。
- 今年(1998年)2月で RISESTEP プロジェクトが終了する予定なので、その時点での成果の調査が必要である。

以上



- ▲ 1 EC 120.
- ▲ 2 Hot Bird 1 (Eutelsat II F6).
- ▲ 3 Airbus A330.



**RISESTEP**  
ESPRIT 20459

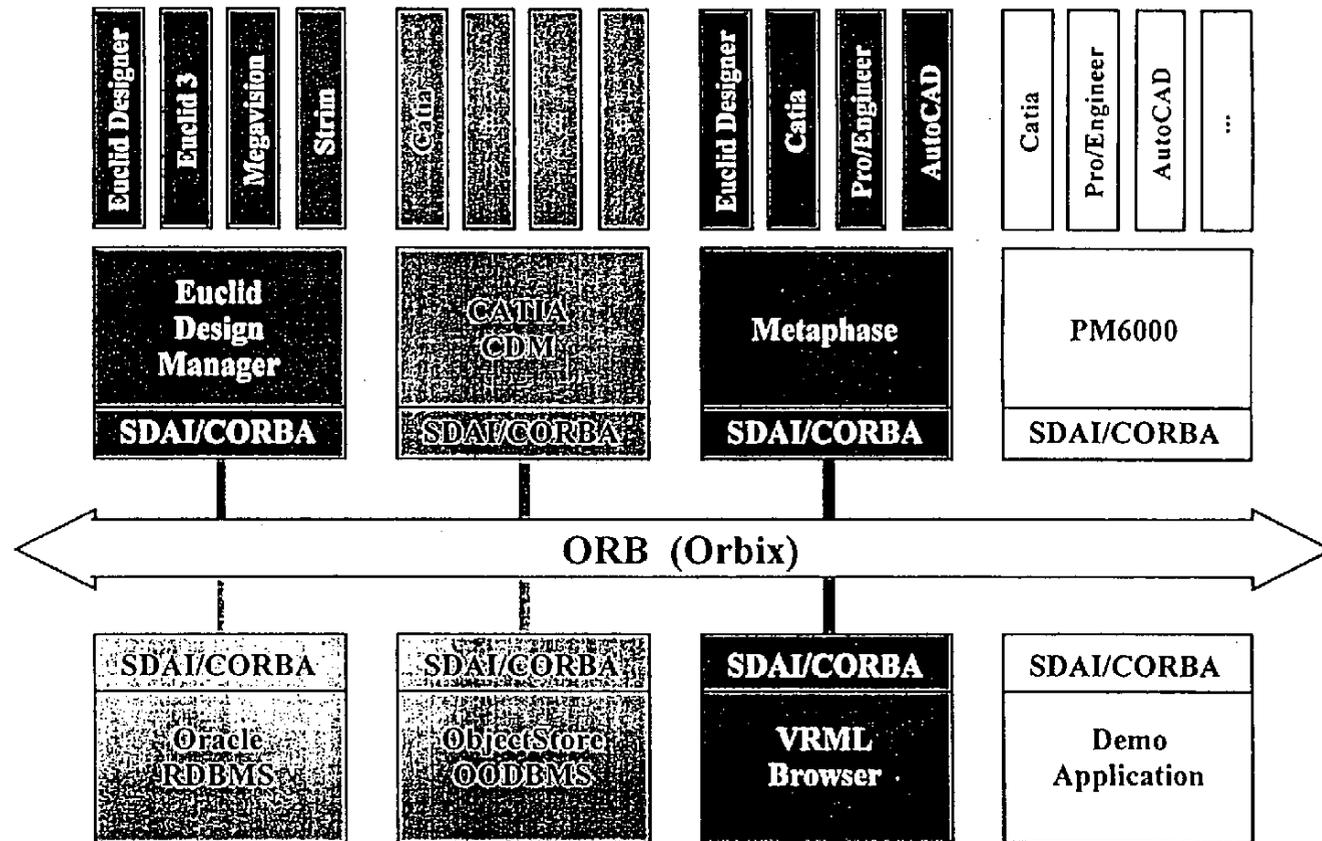
## Enterprise Wide Standard Access to STEP Distributed Databases

- 118 -

## DEMONSTRATOR PLATFORM



An AIT Project



### 3. 2. 2 Dassault Systemes

日 時： 1997 年 10 月 14 日、14:00-17:00

訪問先： Mr. Philippe Orbinot (Aerospace Competence Center)  
Mr. Xavier Thoer (Automotive Competence Center)  
CATIA Sales & Marketing, Dassault Systemes

場 所： Suresnes, France

調査者： 奥 保正 (STEP 推進センター, 主任研究員)  
堀越裕道 (STEP 推進センター, 主任研究員)  
上田正二 (STEP 推進センター, 主任研究員)  
小高 浩 (STEP 推進センター, 主任研究員)

調査目的：

CAD/CAM/CAE ソフトウェア開発会社である Dassault Systemes (DS) 社を訪問し、CAD ベンダーとしての STEP への取組み、ならびに DS 社が参画しているプロジェクトについて最新状況を調査。

調査内容：

#### (1) Dassault Systemes 社の概要

Dassault Aviation の子会社であり、CATIA の開発を行なっている。ヨーロッパでは最大のソフトウェア開発ラボラトリーである。従業員数は 980 名を数え、その 73% がエンジニアである。1992 年に Dassault Systemes of America を設立し CADAM および PCADAM をプロダクトとして傘下に収めて機械系 CAD/CAM のリーダー的存在となっている。IBM と強力なパートナーシップを結んでおり、また、1997 年に PC CAD の Solid Works に出資するなど、ビジネスを拡大している。

主なビジネス指標 (1996 年) は、次の通りである。

- Consolidated Revenue 1,400 MFF / M\$ 280
- Consolidated Net Income 342.5 MFF / M\$ 68.5
- Consolidated Staff 1,194 people
- Installed Base 9,000 customers, 100,000 seats
- Growth +55% on net income

“To Make Better Products, Faster, Cheaper, Affordable for More People” を目指して、以下の業界に展開を図っている。

- Aerospace & Space : From 3D Digital Mock-up to the Virtual Product Model  
Based on Technology, Knowledgware and Processes
- Automotive : External Body Design, Body-in-White, Powertrain,  
Electrical Design, Concept/Packaging
- Machinery : From 2D to 3D Fully Integrated Solid processes
- Consumer Goods : New CATIA V4 Functionality
- AEC/Plant Design/Shipbuilding : A New Generation of Products

## (2) CATIA STEP

### 1) STEP への取組み

Dassault Systemes (DS) 社の STEP に対する取組みは、次の様である。

- STEP 規格の標準化ならびに STEP 関連プロジェクトへ積極的参画する。
- データ交換と共有に STEP 規格をサポートし、かつ CATIA-STEP トランスレータを提供していく。
- CATIA アプリケーションをサポートするための STEP データ構造を構築する。
- AP が IS (国際規格) 化された場合に実装対応する。

### 2) AP への対応状況

製造業で適用が考えられている、あるいは一部トリアルユースが始まっているいくつかの Application Protocol (AP) への対応状況は、以下の通りである。

- AP203 (Configuration controlled design)
  - ・ CATIA V414 より対応。
  - ・多くの Tolerance/Geometry の問題が Healing Capabilities により解決された。
  - ・今日 "state of the art"といわれている。
- AP214 (Core data for automotive mechanical design processes)
  - ・ CATIA V417 より対応している。
  - ・ ProSTEP の推奨により V418 機能を更新。
  - ・"state of the art"といわれている。
- AP221 (Functional data and their schematic representation for process plant)
  - ・ 1996/12 よりプロトタイプが使用可になっている。
  - ・アセンブリ、基本幾何形状などの Read/Write が可能。
  - ・ SPI-NL へ参加。
- AP227 (Plant spatial configuration)
  - ・ 1996/6 よりプロトタイプが使用可になっている。
  - ・機器、パイプ、接合部などの Read/Write が可能。
  - ・ PlantSTEP プロジェクトへ参画し実証実験を実施。
- AP212 (Electrotechnical design and installation)
  - ・現在 CD (Committee Draft)の状況。
  - ・自動車業界の請負市場にとって重要。
  - ・標準化活動に参画している。
- AP207 (Sheet metal die planning and design)
  - ・ FDIS (Final Draft IS)の状況。
  - ・ドキュメントリーダーは GM/EDS。
  - ・DS にて研究中。
- AP209 (Composite and metallic structural analysis and related design)
  - ・ CD (Committee Draft)の状況。
  - ・解析サブセットについて DS にて研究中。

-AP202 (Associative draughting)

- ・ IS の状況。
  - ・ AP202 単独の規格に対して産業界の興味が不足している。
  - ・ DS は AP214 に関係付けてソリューションを提供する。

### 3) STEP インターフェース

現在サポートされている CATIA の STEP インターフェースは、次の様である。

-CATIA V418

- ・ curve\_bounded\_surface (CC2) のサポート。
- ・ PART46 (AP214) のカラー、レイヤー等のサポート。
- ・ AP203 クラス 1 の最小サブセットのサポート。

-CATIA V419

- ・ Mixed Geometry (cc2 + cc6)のサポート。

計画中のサポート機能は次の通りである。

-Short Term

- ・ AP203 のカラー、レイヤー、グループのサポート。
- ・ Standard Parts のサポート。
- ・ Annotations/Notes のサポート。
- ・ 生成ファイルサイズの縮小化。
- ・ Module の Building Block アプローチ。

-Long Term

- ・ 大容量ファイルの管理
- ・ ProSTEP の AP214 に対する要求へ対応。
- ・ PDES,Inc.の AP203 に対する要求への対応。
  - ・ ProSTEP/PDES とのテスト実施。

### 4) STEP プロジェクト

DS が参画しているプロジェクトは次の様であり、ここでも航空機と自動車が STEP のリーディング・インダストリーであることがわかる。(添付資料参照)

-AeroSTEP/PowerSTEP

-ProSTEP

-PDES Inc/ STEPNET

-ISAP

-VCALS(IBM Japan)

このなかで特に ProSTEP と行なっている Test Rally プロジェクトについて以下の様な説明があった。

- ・ 参加企業数：34
- ・ テストケースモデル：・ アセンブリ、・ サーフェイス、・ 表示
  - ・ 実使用テストケース：・ 自動車業界のユーザから提供、
    - ・ 単一CADシステムで作成

・問題点の解決

STEP の問題点としては、Data Explosion、Tolerances、Accuracy や Sender / Receiver 間でのデータ検証があげられている。これらの問題点を 2 ヶ月ごとに開催される ProSTEP の Round Table にのせて早期に解決を図っている。

(3) まとめ

Dassault Systemes (DS) 社では、ユーザの要求に応える形でトランスレータを開発・提供しており、「STEP が製品データの交換と共有を共にサポートする技術」と認識している。今後更に、ProSTEP, PDES Inc のプロジェクトに積極的に参画し問題点を解決するとともに、現在提供している AP203, AP214, に加え、上に述べた AP221, AP227, AP212, AP207, AP209, AP202 等のアプリケーションプロトコル(AP) を研究し、トランスレータを提供していく計画である。

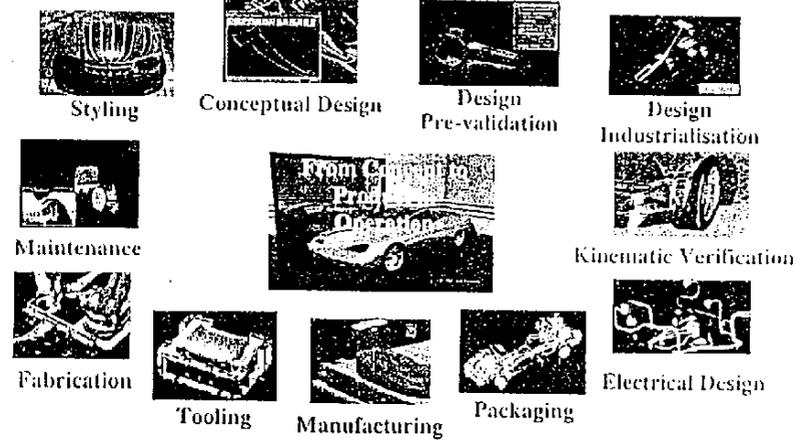
今後センターとして、STEP 規格の IS 化状況と各 CAD ベンダーの STEP トランスレータ開発状況については、機能面も含めて継続してフォローが必要と考える。

# DASSAULT SYSTEMES THE MARKET

DS - Market 961018 16

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1998

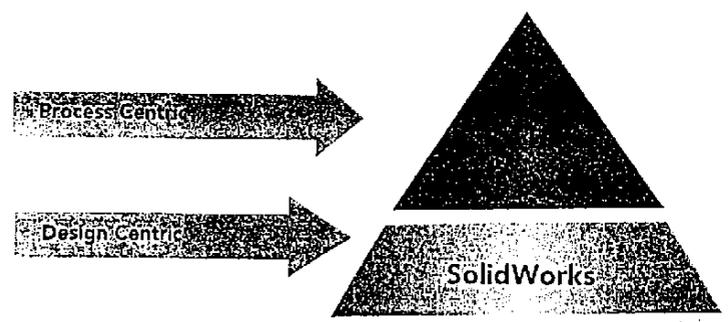
## PROCESS CENTRIC MARKET



DS - Market 961018 18

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1998

## MARKET STRUCTURE



DS - Market 961018 17

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1998

## PREMIER GLOBAL CUSTOMER BASE

CATIA-CADAM : 9,000 customers  
100,000 seats

SolidWorks : 3,000 customers  
6,500 seats

DS - Market 961018 19

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1998

**EXPORTS REPRESENT  
82 % OF OUR REVENUES**

26 %

60 %

14 %

DS - Market 961018 20

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1996

**AUTOMOTIVE**

**Standard System For the Automotive Industry**

**End-to-End processes support:**

External Body Design, Body-in-White, Powertrain, Electrical Design, Concept/Packaging

**References:**

Americas

Chrysler, GM/Saturn, Mantruck, Motor Panels, Standard Motor Products...

Europe

Audi, BMW, Ferrari, Fiat, Gaz, ItalDesign, Lada, Magneti Marelli, Mercedes Benz, Nedcar, Pininfarina, PSA, Porsche, Renault Sport, Rolls Royce, Rover, Saab Scania, Sauber, Valéo, Volkswagen Group, Volvo, Volvo Truck...

Asia

Daewoo, Honda, Hyundai, Isuzu, KIA, Mazda, Mitsubishi, Telco, Suzuki...



DS - Market 961018 22

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1996

**AERONAUTICS & SPACE**

**Standard System for the Aerospace, From 3D Digital Mock-Up to the Virtual Product Model Based on Technology, Knowledgeware and Processes**

**References:**

Americas

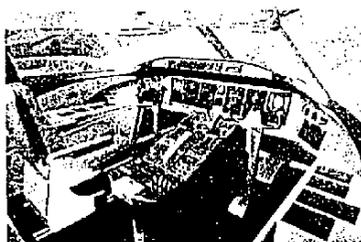
Boeing, Bombardier (Canadair, de Havilland, Learjet, Shorts), Cessna, Gulfstream, Lockheed-Martin, Pratt & Whitney, Sikorsky...

Europe

Aérospatiale, Alenia, Agusta, British Aerospace, CASA, Dassault Aviation, Deutsche Aerospace, ESA (Ariane Space), Eurocopter, Gamesa, MAPO, SAAB Aircraft, Sabca, Sncma...

Asia

AVIC, AIDC, Kawasaki Heavy Industries, Fuji Heavy Industries, IPTN, KAL, Mitsubishi Heavy Industries, Samsung Aerospace...



DS - Market 961018 21

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1996

**MACHINERY**

**From 2D to 3D Fully Integrated Solid processes  
Increased penetration of CATIA**

**References:**

Americas

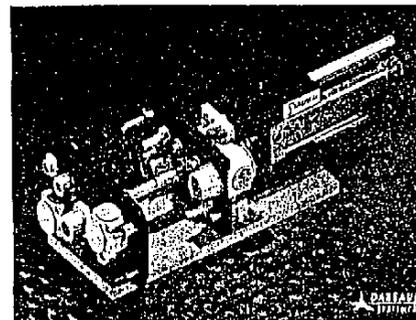
Bombardier Transport Division, Hamisch-Ieger, Rockwell Graphic...

Europe

ABB, Bosch, Case Poclain, Claas, GEC Alsthom Transport and Powergeneration Divisions, Grundfos, Huard, Iscar, Kufu, Man B&W, Mayer Textil, Staubbli, Valmet...

Asia

Daewoo Heavy Industry, Kawasaki Heavy Industry, Mitsubishi Heavy Industry...



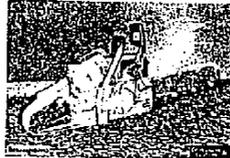
DS - Market 961018 23

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1996



## CONSUMER GOODS

New CATIA V4 Functionalities  
New Major Customers



### References:

#### Americas

Black & Decker, Goodyear, IBM, Motorola,...

#### Europe

A.E.G., Canon, Dim, Geberit, Art de la Table / Guy  
Degrenne, Dassault Automatismes et  
Télécommunication, Electrolux (Husqvarna, Flymo),  
Gardena, Grundig, L'Oréal, Miele, Nordica, Siemens,  
Tadiran, Outils Wolf...

#### Asia

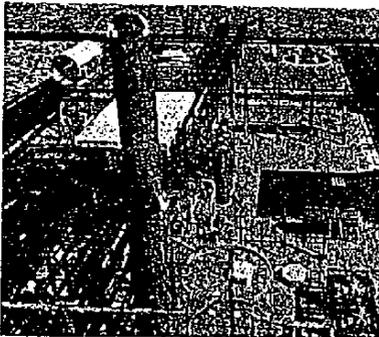
Matsushita Panasonic, Kokuyo, Konami...

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1994

DS - Market 961013 24

## ABC/PLANT DESIGN SHIPBUILDING

New Market Opportunity to Further  
Extend CATIA Growth  
A New Generation of Products



### References:

#### Americas

Chrysler, General Dynamics Electric Boat, ITER, P&H  
Mining, Pennsylvania Power & Light, Techint...

#### Europe

ABB Flakt, Deutsche Babcock, DVO, EPZ, Huels,  
Krantz-TKT, Lurgi, Meyer Werft, Technip, Valéo...

#### Asia

Chiyoda, Hanjin Heavy Industries, Kajima, Samsung  
Heavy Industries...

#### Australia

Australian Defence Industry, Transfield...

DASSAULT SYSTEMES S.A. 1994

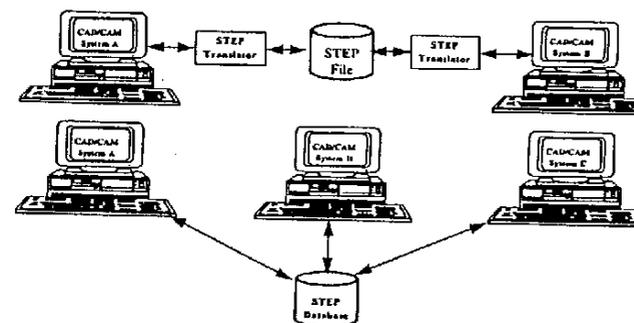
DS - Market 961018 25

# CATIA STEP INTERFACES

## STEP Strategy

### What is STEP

- ▢ Standard for the Exchange of Product model data
- ▢ A series of International Standard (ISO 10303) for the computer sensible representation and exchange of product data (mechanical, electrical, ....)
- ▢ A neutral description of product data throughout the life cycle of a product independent of any particular software application
- ▢ A base for neutral file exchange, sharing product database and archiving



- STEP support both exchange and sharing of product data

## DS Involvement in STEP

### Pilot Projects:

- AeroSTEP / PowerSTEP
- ProSTEP
- PDES Inc / STEPNet
- ISAP
- VCALS (IBM Japan)

### Major projects

#### AeroSTEP project:

- AP203 in IS status
- Boeing, GE Aircraft, Pratt & Whitney, Rolls-Royce
- CATIA, Unigraphics (EDS), CADD5 (CV)
- Used for B777 project from mid 95

#### ProSTEP project:

- AP214 in <sup>DIS</sup> status
- Same geometry as AP203/Part42
- CATIA, UG, HP, SDRC, PTC ...
- Test rallies participation

### AeroSTEP/ PowerSTEP project

#### Issues and Concerns :

- **Data explosion :**
  - File size increases when converted from the CAD/CAM system to STEP
  - PART 21 specifies all data in one file
- **Tolerances :**
  - Incompatibility between CAD/CAM systems core modeling tolerances
  - Need for a "healer" when reading the STEP file
- **Verification from sending system to receiving system :**
  - Mass properties analysis
    - Center of gravity
    - Volume
    - Number of solids count

### Major projects

#### PDES Inc / STEPNET Tests

- Extensions, Upward compatibility
- Model Quality, Accuracy problems
- Round tests, PDM Net

#### International STEP Automotive Project (ISAP) :

- GM, Bosch, Ford, Delphi, BMW, Mercedes, ...
- CATIA, UG, CV, ProE, Intergraph, SDRC, Syrko, ...
- AP203 / AP214 interoperability
- ProSTEP and PDES Inc working together

### ProSTEP project

#### ProSTEP Round tables:

- **Round Table meeting every two months :**
  - Dassault, CV, UG, HP, ProE, Intergraph, SDRC, AutoCAD, ...
  - VW, Bosch, Mercedes, Hella, ...
- To ensure high quality, compatible STEP processors (based on AP214) which meet user needs
- To have such a capability in place by the time that the full International Standard version of AP214 is published
- Accelerate development



## International STEP Automotive project

### ISAP objectives:

- ▣ Accelerate use of STEP by international automotive industry
- ▣ Demonstrate STEP based data exchange
- ▣ Integrate European and US STEP activities
- ▣ Evaluate application protocol interoperability and testing compatibility
  - configuration controlled design (AP203)
  - core data for automotive mechanical design processes (AP214)
  - drafting, sheet metal, electrical AP (202, 207, 212)
- ▣ Pratical pilot test for exchange for systems combination



## Status for different APs

### AP214 / Core Data for Automotive Design

- ▣ Product available since CATIA V417
- ▣ Shares and have benefit of common PART42 (geometry) with AP203
- ▣ Updated following ProSTEP association recommendation in CATIA V418
- ▣ "state of the art" according to STEP development associations and competition



## Status for different APs

### AP203 / Configuration Controlled Design

- ▣ Product available since CATIA V414
- ▣ Intensive test thru PowerSTEP project
- ▣ Many tolerance/geometry issues solved
- ▣ Several updates made in following CATIA version
- ▣ Today "state of the art" according to main STEP development associations and competition



## Status for different APs

### AP221/ Process Plant Data & Schema Rep

- ▣ Prototype available since December 96
- ▣ Read and Write capabilities for:
  - Assembly and Connection of Material
  - Specification by property or by information content
  - Basic geometry
- ▣ Participate to SPI-NL

## STEP Interface products

### CATIA 4.1.8

- Support of curve\_bounded\_surface (CC2)
- Support of PART46 (AP214) colors, layers,...
- Support of minimal subset of class 1 (AP203)
- Support of assembly structure with CDSR approach

### CATIA 4.1.9

- Support of mixed geometry
- Usage of CATIA INITIAL MODEL for visual presentation options, tolerances and unit

## STEP Issues and concerns

### Data Explosion

- File size increases in STEP format with more and more information exchanged :
  - Net change : exchange only what is changed
  - Standard Parts : identified parts are not exchanged
- PART 21 specifies all data in one file :
  - Define links between files (in process)

*2016/2000/2*

## DS Involvement in STEP

### Pilot Projects:

- PlantSTEP (defining AP227)
  - Prototype available
- Partnership with GOSET, representing french government at ISO STEP committees
  - Proposal for Interface Certification on AP203 made
- RISESTEP (EEC project with Aerospatiale, BMW, Renault, Matra, ...)
  - Demonstration available (CORBA architecture)
- Contacts with AIAG, GALIA, JAMA, VDA

## STEP Issues and concerns

### Tolerances / Accuracy

- Incompatibility between CAD/CAM systems core modeling tolerances :
  - Need for a "healer" when reading the STEP file
  - Round trip test OK is mandatory
- Geometric data not used only to describe parts but for meshing or NC tool path
  - Satisfactory tolerance needed
- Lack of definition of "valid model" for a receiving system

### 3. 2. 3 MARITECH

訪問日時: '98年1月28日 13:30~16:00

訪問場所: MARITECH Program Office : 4301 N.Fairfax Drive, Suite 700 Arlington,  
Virginia USA

Office: 703.516.6015, Fax: 703.516.6065

面会者: Mr. Robert Schaffran : MARITECH Program Manager,  
Defense Advanced Research Projects Agency  
Mr. Andrew Dallas : MARITECH Deputy Program Manager, Office of  
Naval Research

Mr. Ben Kassel : David Taylor Research Center

Mr. Michael B. Ferguson Jr. : Maritime System Technology Office

入手資料:(1)MARITECH 紹介資料 (ICASS'97 用の OHP 資料)

(2)MARITECH Advanced Information Technology Projects for the U.S.  
Shipbuilding Industry

Robert Schaffran, Andrew Dallas

内容:

13:30 JSTEP Introduction

14:00 Overview MARITECH

15:00 Discussion

MARITECH は、アメリカ政府が起こした造船業界の産官共同の組織である。そこでは大小 9 つのプロジェクトが動いており、1998 年までに 5 年間の全体計画が終了する。昨年の ICCAS'97(造船業界の国際会議)において、MARITECH プロジェクトから多くの成果が期待できるとの報告があったため、訪問調査することとなった。今回は STEP 技術を応用したプロジェクトの実態をヒアリングでき、また、プロジェクトの内容を解説した論文(入手資料 2)の翻訳の承認をもらうことができた。

#### (1) MARITECH:

もともと 1993 年にアメリカ政府が National Ship Building Initiative プログラムを始動した。この目的は、アメリカ海軍の軍艦をもっと効率的に作る事が出来るようにするため、アメリカの造船業界を支援するものであった。MARITECH はその中の中核要素であり、アメリカ海軍(NAVY)主導のもと、産官共同で行う 5 年間(1994~1998 年)のプロジェクトとして発足した。総予算は 230M\$(約 290 億円)である。発足当時、ほとんどのアメリカ造船業者は国際競争力が低下しており、設計部門と組立部門の生産性を改善するためのリエンジニアリングが必要な状況であった。

MARITECH EC/IT プロジェクトでは、船の設計と組立工程全体の時間とコストを削減する電子情報&交換システムの開発と実装を目的として推進されてきた。MARITECH IT プロジ

プロジェクトでは造船プロセスを次の 5 つの領域に分類し、領域ごとに必要となる支援プロジェクトを設けた。

1) Product Development:

- Commercial Object Model of Products/Processes for Advanced Shipbuilding System(COMPASS)
- A First Principles Approach for shipbuilding Integrated Process and Product Development(FIRST)

2) Supplier Relations:

- Shipbuilding Partners and Supplies enabling the Shipbuilding Virtual Enterprise(SPARS)
- Electronic Data Interchange and Electronic Commerce(EDI/EC) Between Shipyards and Suppliers

3) Factory Operations:

- Shipbuilding Information Infrastructure Project(SHIIP)
- Process Improvement Tools for Ship Construction

4) Policy and External Environment:

- Maristep Ship Product Model Exchange Project
- MARITECH Agile shipbuilding Tool Kit(MAAST)
- NSnet

5) Life Cycle Support:

- MariSTEP
- Process Improvement Tools for Conversion, and Repair

**(2) COMPASS プロジェクト:**

総合的、低価格、次世代、Windows ベースの造船用設計・データ管理システムを開発するプロジェクトである。Intergraph の Jupiter システムがこのプロジェクトの核の技術となり、Microsoft の COM/OLE 技術を積極的に採用している。造船の設計と組立プロセスに対する強力なツールとインフラを提供するものなので、アメリカ国内のすべての企業が本プロジェクトに興味を持っていると強調していた。本プロジェクトでは、他システムとデータ交換する場合にのみ AP203 を利用しているが、主機能は COM/OLE を採用している。また、プロジェクトの成果は'98 年 6~7 月頃にデモで見られるということである。

**(3) FIRST プロジェクト**

COMPASS コンピュータシステムを強化するプロジェクトである。統合設計、エンジニアリング解析、製品企画を支援する。COMPASS で開発した製品モデルを共有し、造船所リソース計画と直接リンクし、設計部署では Rapid Prototyping(RP)にも利用可能となる。

**(4) SPARS プロジェクト**

造船会社と海事サプライアとの電子取引ができる仮想企業サーバ(Virtual Enterprise Server)の開発と、そのプロトコルを開発するプロジェクトである。これは造船向けの新しい NIIP プロジェクトと言っており、既存の NIIP ホームページには本プロジェクトの情報が載っていない。STEP ツールベンダーである STEP Tools,Incもメンバーであり、実装部分を担当している。開発には C++、JAVA 言語を利用し、データ交換には、基本的に造船用の AP である AP215、AP216、AP217、AP218 を利用している。仮想のサーバとクライアントによって共通の計算機プラットフォームを提供でき、情報管理システムではユーザがリアルタイムに企業間データにアクセスすることができる。Structural data model exchange と Pipe and Structure exchange のデモを、今年の夏に予定している。

#### (5) EDI/EC プロジェクト

海事サプライアと造船所間の取引を改善するための、デジタル製品カタログのプロトタイプ開発と評価のプロジェクトである。現状のコミュニケーション技術とデータ交換標準を使って、18 の海事サプライアのデジタル製品カタログを作った。ISO 規格である P-LIB 規格も検討しており、実装には Internet/Java を利用しているとのこと。

#### (6) SHIP プロジェクト

造船所間に渡る電子情報フレームワークの開発と展開プロジェクトである。設計と製造部門に渡る情報インフラとなるミドルウェアの開発が目的である。実装部分のリーダーは General Dynamics/Electric Boat 社の Tomas Rando 氏である。彼は ISO STEP の SDAI 言語 Binding 分野で、IDL/Java WG のプロジェクトリーダーでもある。実装は C++ late binding で AP217 を利用しているとのことであるが、Java または IDL インタフェースでの実装も検討されているようである。ISO STEP の WG へもネットワーク利用のための言語 Binding 仕様を多く提案している。

#### (7) プロセス改良ツール開発プロジェクト

造船所が船の組立てと補修をどのようにしているかなどの従来のプロセス知識を利用して、プロセス技術を検証するプロジェクトである。

#### (8) Mari-STEP プロジェクト

異なる造船情報システム間での、3-D 製品モデルデータの交換プロジェクトである。設計、製造、保守部門向けに、容易に、速く、コストがかからずに、信頼性の高いデータ交換を提供するしくみ。STEP 技術としては、基本的に STEP の造船関係 Application Protocol(AP)を利用するので、プロジェクト独自の新しい AP の開発は考えていないとのこと。ただし、本プロジェクトでは、ISO 審議中の規格とは少し違った仕様を利用している様子である。また、Florence 会議以降 AIM を使用していないとのコメントもあった。Computervision Inc.、Intergraph Corp.など、4 種類の CAD 間のデータ交換を行っている。

#### (9) Tool-kit MAAST プロジェクト

MAAST は、仮想造船企業に対し、機動的、協調的、分散的な船舶設計・建造を可能にする電子情報フレームワークを提供し、米国造船所全体の効率を向上させるプロジェクトである。

#### (10) NSnet プロジェクト

アメリカ造船企業に対し、緊急連絡技術や電子商取引に必要な情報を提供するためのプロジェクトである。実態は NSnet というインターネット上の Web Site を構築し、ここに船情報の電子ライブラリ、トレーニングと教育のツールなどを整備して活用して行くもの。

#### (11) 成果とまとめ

MARITECH プロジェクトでは、造船業界の情報インフラの設計、開発、展開を成功させることが重要と見ている。

STEP 技術に関しては、ShipAP の開発などではヨーロッパ企業の参加が多いこともあり、規格開発や実装に対してはヨーロッパが非常に盛んという認識を持っている。出席者の Ben kassel は STEP 実装の技術者であり、ISO 会議で P-LIB 関係の WG にも参加している。また実装に関しては、「ARM アプローチを利用している」ということより、Implementable ARM の利用も検討しているようである。DARPA では毎年 2~3M\$ を調査費用として投入しており、日本の独自技術や ISO の動きを調査している。

MARITECH は今年が全体計画最後の年であり、各プロジェクトからの成果報告が夏頃よりデモンストレーションされる予定。今後 MARITECH はアメリカ海軍(NAVY)の中に引継がれ、イメージシステムなどを取り込んだ商業ベースの造船システムの開発を目指し活動を続けて行くとのことである。

MARITECH プロジェクトを解説した論文(入手資料(2))の日本語翻訳の承認をもらえた。Web Site の URL は <http://www.nsnet.com> である。

## MARITECH 米国造船工業用高度情報技術プロジェクト

Robert W. Schaffran, MARITECH Program Manager  
Defense Advanced Research Projects Agency

Andrew Dallas, Deputy MARITECH Program Manager  
Office of Naval Research

### 序文

1993年に、米国政府は造船工業と共同で、全国造船イニシアティブを発足させ、米国の造船所の民間競争力向上に向けての意欲的な探求に乗り出した。造船工業が防衛産業基盤の重要な要素であることは、大統領にも議会にも明白であった。民間において造船が成功すれば、艦艇建造に有利であり、経済的に強くなり、雇用が生まれ、さらには軍からの発注量が減少している期間中も造船工業の基盤を温存できて国家の安全保障に寄与する。全国造船イニシアティブの目的は、競争力のある商船を設計、製造でき、また艦艇を現状より遥かに優れた効率と費用対効果で建造できるような米国造船工業の発展を助けることである。

MARITECH プログラムは、全国造船イニシアティブの主要要素であり、米国造船工業と共同で実施する5ヶ年計画(1994年～1998年)連邦プログラムである。本プログラムでは、造船工業の船舶設計、建造プロセスを改善するための技術開発分野を特化し、そこに投資を行う。MARITECH プログラムをスタートしたところ、米国造船業者が外国の同業者と競争できるためには、大半の米国造船業者はまず彼らを追いつくことから始めなければならないことが明らかになった。それには設計、建造プロセスのリエンジニアリングが必要になる。さらに重要なことは、自分たちの業務慣行を変更しなければならない。そのためには、米国造船業者は、次のことを実行する必要がある。

- ・ 自らを見直して、国外の顧客にどう対応し、いかにして価値を付加するかを学ぶこと。
- ・ 国内、国外のサプライヤとの関係、提携を構築すること。
- ・ 競争力向上のため、お互いに、場合によっては外国の造船所との協調体制を確立すること。
- ・ 軍民のいかなる顧客に対しても、迅速に船舶を設計、建造できる能力を育てるため、人材および情報資源を利用すること。

MARITECH プログラムが進展するにつれ、核になる使用可能技術は電子情報技術(IT)であり、IT を適切に開発、実行することが、米国造船所に国際競争力をつけさせる上で主要な役割を果たすということが明らかになった。この技術は過去3、4年間に急速な発達を遂げた。総合情報技術システムによって、造船関係者は市場・製品開発、設計・建造、ライフサイクル支援を含む全造船コンティニュームを電子的にリンクできるようにすべきであ

る。情報技術の大部分は米国で開発されたものであるから、米国の造船所は最新の技術に直ちにアクセスすることができ、この急速な技術進歩を利用して自分たちのプロセスを大幅に改善する機会がもてる。

本書では、MARITECH イニシアティブを説明し、その適合性、公開性が全体枠組みにどう位置づけられているかを示す。MARITECH IT 活動の最終目標は、全造船コンティニュームを対象に、低価格、高性能の船舶設計、建造のための造船所、サプライヤ、船級協会等からなる分散型多国籍チームの早期設立を容易化するような電子情報インフラを保有することである。

## 造船用情報システム

### 造船コンティニューム

造船コンティニュームには、三つの異なるフェーズがあると考えられる。すなわち、概念形成と市場形成（契約前審査活動）、詳細設計・製作（船舶引渡しまでの契約後審査活動）、およびライフサイクル支援（引渡し後活動）がそれである。船舶の一生を通じた支援に必要な全ての能力、属性、強健性をもつことが、造船関係者にとって適切な情報システムであるとするならば、情報システムはコンティニュームの全ての面に取り組みなければならない。全プロセスを考慮してはじめて、造船関係者がカスタムメイドの情報管理ツールから袂を分かつことができる。カスタムメイドの情報管理ツールは、他のソリューションとの相互運用が不可能な専用ソリューションなので、全体プロセスではしばしば機能不全を生じがちである。

しかしながら、造船コンティニューム全体を対象にする情報システムは、単一の IT ソリューションとしては巨大すぎる。従って、造船用に開発する情報システムは、数多くの IT ベンダーが提供する多数の統合ソリューションから形成する必要がある。プラグ・アンド・プレイ環境の動向に沿うよう、IT ソリューションは標準化され、共通のオープン・アーキテクチャを使用するものでなければならない。システムの大きさからいって、造船用 IT システムの開発にどこか一社が卓越するのは困難であり、またプラグ・アンド・プレイ環境からいっても、恐らくそれは望ましくない方向であろう。

造船 IT システムの各フェーズを細部段階まで分解すると、その全体像がはっきりする。図 1 は、本書で用いる造船コンティニュームの全体分解図である。

概念形成と市場形成フェーズは、市場分析、製品または構想の開発、見積り、マーケティングからなる。情報を迅速に入手し、その情報にしたがって迅速に行動しなければならない。分野が異なると、必要なスキルの組み合わせと情報の種類も異なる。例えば情報の種類については、市場分析には全体レベルが、製品モデル自体には非常に精密なレベルが、

その他では中間のレベルが要求される。さらに、本システムのユーザーは業務部門から技術部門におよび、それぞれのスキル、バックグラウンドが異なるのに加え、情報の用途も恐らく多様である。どこでも、いつでも顧客の問い合わせに迅速に対応するには、遠隔地から効率よくこの情報にアクセスできることが不可欠である。

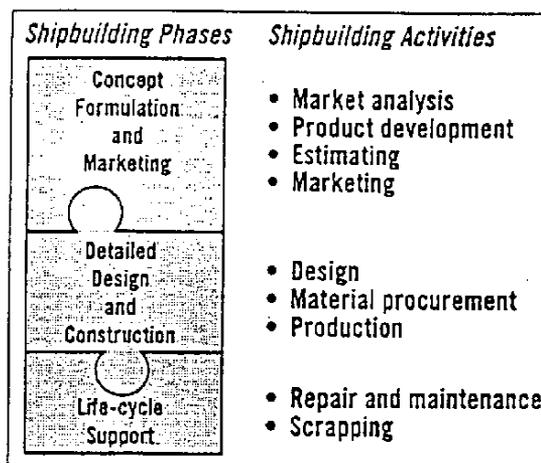


Figure 1.  
The Shipbuilding Continuum

詳細設計・製造フェーズは、設計、資材調達、製造の3段階で構成される。このフェーズで関連する機能としては、設計・技術機能が代表的なものである。品質が高くきめの細かい情報が必要であり、概念・市場形成フェーズとは異なる。ここでの情報は船舶を設計、建造するのに使用される。情報の種類は範囲的には限定できるが、それでも造船所以外も含めた多数の出所から情報を収集することになる。しかし、製品モデルに関する情報の管理は、やはり造船所が行うことになるであろう。

ライフサイクル支援フェーズは、やはり高度の品質ときめの細かさが必要なので、詳細設計・製造フェーズと同じような情報が要求される。ただし、船舶建造に用いられる船舶製品モデルは、その船の一生を通じて更新していかなければならない点に違いがある。製品モデルを更新するための情報は、その船舶に携わってきた船主と造船工場から提供される。従って、情報、情報の源泉プログラム、情報の精度の面で造船所が管理することは少なくなる。

表1に各フェーズの特性の違いを示すが、造船用全体ITシステムにおいてはこの違いを認識することが必要である。

### 造船とIT業界

造船はIT業界にユニークな機会をもたらした。前節に述べたように、造船支援に適切な情報システムは、非常に高度なものである必要があり、情報モデルも同じく高度でなけれ

ばならない。造船を支援するために開発したソリューションは、すべて他の産業に移植して使用することが可能である。また、造船企業が国際的であるという事実も過小評価すべきではない。造船工業向けに開発したソリューションが成功を収めるためには、世界中の情報技術ベンダーが提供する別の IT ソリューションと透明性をもち、それとシームレスに運用できなければならない。造船は画期的な課題を突き付けたが、他産業でのニーズに取り組んでいる IT ベンダーがこのソリューションを使用することができる。

Characteristic	Concept Formulation and Marketing	Detailed Design and Construction	Life-cycle Support
Type of information	Varied	Design and construction	Design and maintenance
Granularity of information	Coarse-moderate	Fine	Moderate
User qualifications	Varied	Very proficient	Moderately proficient
User requirements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quick response</li> <li>• Remote access</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High level of detail</li> <li>• High quality</li> <li>• Remote access</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update product model</li> <li>• Latency of information</li> <li>• Remote access</li> </ul>

Table 1.  
Vital Characteristics for Developing an Advanced Information System for Shipbuilding

このような複雑で要求事項の多い造船工業向け IT システムの開発では、次の 4 つの問題が生じる。

- ・造船 IT システムは、オープン・アーキテクチャと標準ベースのアプローチにより設計しなければならない。
- ・造船コンティニューム支援に使用される情報モデルには、造船工業の合意が必要である。造船 IT システムが支援すべき情報は種類とユーザーが多様なので、合意を得ることは大変な仕事である。
- ・造船用 IT システムをサポートするツールの設計・開発に当たっては、造船工業あげて IT 業界を支援しなければならない。支援体制の調整ができていないと、造船業界は IT 業界が対応できるだけの重要項目を準備することができない。
- ・情報システムをサポートするツールの実際の開発においては、造船工業が IT 業界をリードしなければならない。ツールの使用と要求事項を定義できるのは、造船関係者しかない。

#### MARITECH 情報技術プロジェクト

MARITECH プロジェクトでは、米国の造船所が民需分野で競争力をつけるために必要とされる最先端の電子化情報通信システムを開発・展開中である。このシステムは、同時に米海軍の艦艇取得をサポートし、低コストでの艦船の設計・建造を容易にすることになる。造船 IT システムの開発に対し MARITECH は、前述の 4 つの問題点に取り組んでいる。情報技術の開発担当者は、米国造船業界とチームを組んで、造船コンティニュームの部品に対するソリューションを提供している。IT の開発担当者と造船業者とは共同で作業しながら、標準の課題および情報モデルとシステムをサポートする IT ツールの開発に取り組ん

でいる。

標準ベースで共通のアーキテクチャを使用するソリューションの開発を促進するため、MARITECHでは各プロジェクトに対し次のトップレベルの要求事項を守るよう求めている。

- ・アプリケーション開発（企業リソース計画、製品データ管理、電子データ交換など）の確立したクラスで作業を行うこと
- ・全世界に分散する造船事業の企業提携形成をサポートすること
- ・企業レベルの情報共有を対話的かつ応答的に行えるようにすること
- ・オープンかつ広く認められている標準を利用すること

このトップレベルの要求事項はさらに、情報工学、オブジェクト技術、プロセス技術、製品データ伝達の4つに大別される。各分野のそれぞれの要求事項は以下の通りである。

- ・情報工学
  - － データおよび通信の高周波数帯伝送により運用すること
  - － オープン・プロトコルを使用すること
  - － システム・インテグリティを保全すること
- ・オブジェクト技術
  - － 米国造船ビジネスオブジェクトの統合モデル開発における中核として機能すること
  - － 分散オブジェクトネットワークで運用可能な頑丈なオープンアーキテクチャを使用して、ビジネスオブジェクト・モデルを開発すること
  - － オブジェクト・サービス・アーキテクチャを構築すること
- ・プロセス技術
  - － レガシー・プロセスおよび管理システムにより稼働できること
  - － ユーザー中心の設計アプローチを開発すること
  - － 集中制御および分散制御を設定すること
- ・製品データの伝達
  - － レガシー製品データで稼働すること
  - － 関連するSTEPアプリケーションをサポートすること
  - － 分散オブジェクト技術と統合すること

#### プロジェクトの説明

現在、9つのMARITECH ITプロジェクトがあり、図2に示す造船コンティニュームの各フェーズに取り組んでいる。各プロジェクトは、全情報システム（インフラストラクチャ、ツール、コンテンツ）における複数の分野を扱っている。インフラストラクチャ・プロジェクトは、情報の完全共有を造船コンティニューム全域で可能にするためのプロトコルの開発と合意形成に取り組んでいる。ツール・プロジェクトは、船舶設計、製造プランニング、データ交換などのタスクを実行するためのアプリケーションの開発に取り組んでいる。コンテンツ・プロジェクトは、共有しようとするデータの様式、機能を扱っている。

図2には、各プロジェクトが取り組んでいる情報システムの様子が示されている。

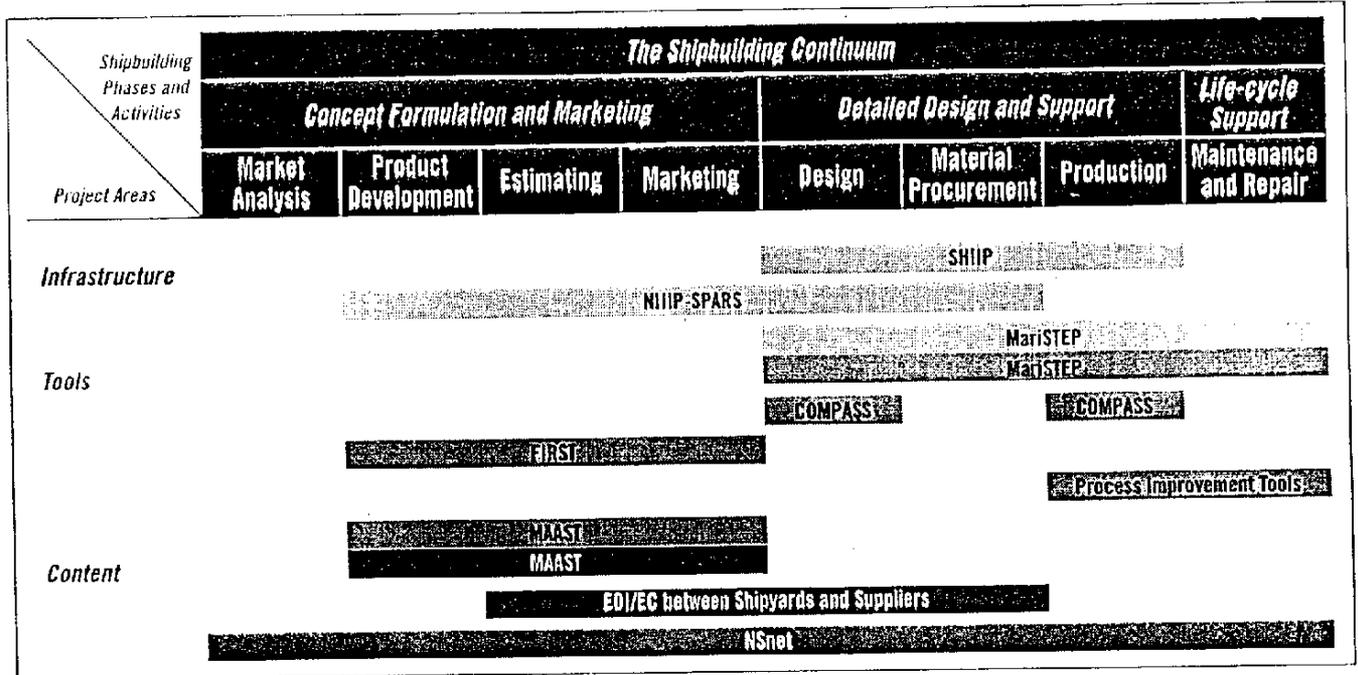


Figure 2. MARITECH Project Mapping onto the Shipbuilding Continuum.

以下に、現在進められている9つのそれぞれのプロジェクトについて説明する。

### プロジェクト 1：造船情報インフラストラクチャ・プロジェクト (SHIP)

SHIP プロジェクトは、イントラネット環境での造船所内部の情報インフラストラクチャを開発することに焦点を当てている。データベース管理システムやアプリケーションに加え、情報技術の拡散が造船工業において今日特に問題を生み、造船所内での情報共有を困難にしている。例えば一つの要素部品を取り上げても、その作成者、作成理由、作成目的によって、造船所内で表示が違ふ。各部門が専用のデータベースシステムをもち、それぞれが別の部品/情報の表現を要求する。部門間でこの要素部品に関する情報を共有することは難事業である。

SHIP プロジェクトでは、図3に示すような“ミドルウェア”を作成することで、情報拡散から起きる問題を解決しようと試みている。ミドルウェアは、エンドユーザーと全社ソフトウェア開発担当者とを現在使用中の低レベル情報技術から隔離するもので、標準ベースで市販の民生品を使って組み立てられる。

ミドルウェアの開発がうまく行くと、造船所全域での情報交換が可能になる。開発が正しく行われれば、新しく高性能、低価格のソフトウェア・ソリューションが実用化されたときには、将来技術開発を利用して、より頑強なシステムに変更することも容易になる。

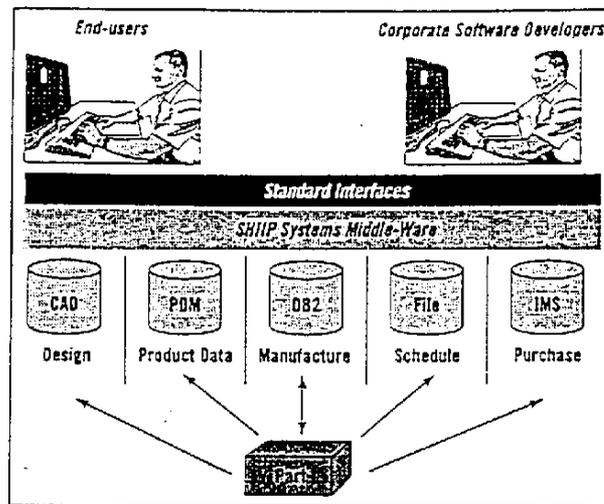


Figure 3.  
SHIP Systems Architecture

SHIP ミドルウェアの作成は、多数のユーザー固有造船アプリケーションから構成されることになるので、Java 演算環境、事業オブジェクト・フレームワーク、事業オブジェクト、SHIP デスクトップおよびエージェントが含まれる。一般的に、これらのアプリケーションが、現在レガシー・システムに常駐している情報と今後の情報技術の進展を処理することになるであろう。

- ・Java コンピューティング環境。Java コンピューティング環境は、今日もっとも期待されている技術の一つで、全てのオペレーティングシステムにおいて広く業界に受け入れられている。また異論はあるが、分散型仮想環境での運用には最適のアプリケーションと考えられる。
- ・ビジネスオブジェクト。ビジネスオブジェクトは新しい概念であり、運用と情報のコンテンツを含むビジネスアプリケーションのセットだと考えることができる。OMG (Object Management Group) では、「事業分野における活動状態にある事象の表現であり、少なくとも事業名と定義、属性、挙動、関係、役割、政策、制約が含まれる」と定義している。ビジネスオブジェクトは、単一のアプリケーションからは独立していて、企業全体で使用可能である。ビジネスオブジェクトは、解りやすい業務単位ごとに、民生用市販品として購入可能になるであろう。
- ・ビジネスオブジェクトフレームワーク。ビジネスオブジェクトフレームワークは、オブジェクト指向データベース管理システムであり、企業全体のビジネスオブジェクトを格納、管理、アクセスする。また分散型企業のビジネスオブジェクトを管理するのに使用するツールを直接サポートする。
- ・SHIP デスクトップ。SHIP デスクトップにより、ユーザーは SHIP の全機能にアクセスできる。システムの単一ポイント入口、および企業全体で使用・共有されるビジネスオブジェクトを示すアイコンを備え、また SHIP システムのサーバー・ベースのツールを実行し、指定クリックして映像を検索する能力も備えている。

- ・エージェント。知能エージェントは新規ユーザーが企業データを翻訳するのを支援し、(通報への応答のような) 機械的に行われるタスクをオフロードし、資源へのアクセス、経営管理記録の維持を行う。

プロジェクト2：造船仮想企業を可能にする造船パートナーとサプライヤー(NIIP-SPARS)

SPARS は、拡張米国造船企業(注：ネットワーク上の仮想企業の意)を設立・運営するための情報インフラストラクチャを対象にする。このプロジェクトは主として、かつて全国産業情報インフラストラクチャ・プロジェクト(NIIP)で開発した技術を造船工業に展開する。NIIP 技術は拡張企業を支援して、多重分散した現地の組織と運営、多重組織および異質のプロセス、製品、環境を可能ならしめる。SPARS 概念の説明を、図4に示す。

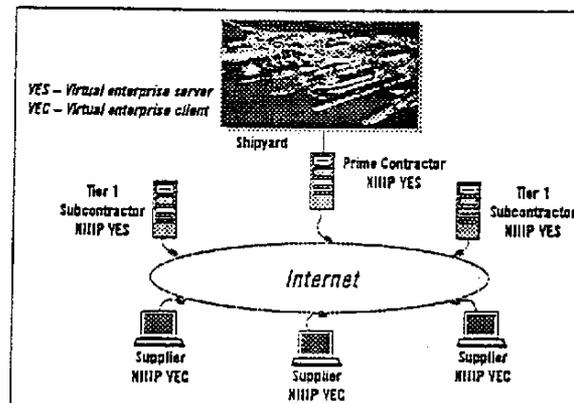


Figure 4.  
SPARS Concept

SPARS により推進されて、仮想企業サーバー(VES)と仮想企業クライアント(VEC)が発達しつつある。VEC は、普通の PC に最小限の特別ソフトウェアを備えたものであるが、VES が提供する情報を抽出するための低価格のサプライ・チェーン・アクセスを提供する。VES は、組織のファイアウォールの外にある演算用プラットフォームであり、サプライチェーンを管理するサービスを提供する。このサービスには、次のものが含まれる。

- ・入札管理プロセスに使用される事務データと技術データの突き合わせ
- ・複雑な多層業務処理のワークフロー管理
- ・インターネット経由の標準ベース事務計算処理
- ・技術データ翻訳サービス
- ・入札データの製品データ管理
- ・共同設計支援ツール

SPARS プロジェクトは2つのフェーズからなる。フェーズ1では、SPARS は VES を作成するのに既存の標準と技術を使い、情報の伝達には既存の電子データ交換(EDI)と技術データ交換(TDI)とを使用する。別のプロジェクトで開発された NIIP 共同デスクトップが、

そのインタフェースである。デスクトップは、ウェブベースの GUI、インターネット通信、および電子ホワイトボード機能からなる。VES はデータを実行し、企業の管理機能を処理する役をする。フェーズ 2 では、新しく出現しつつあるオブジェクト指向技術が VES に導入される。例えば、情報伝達インフラストラクチャとしてのオブジェクトリクエストブローカー、造船オブジェクトモデル、造船知識ベース管理システム、造船エージェントなどを VES の中で発展・展開させることが重要視される。

完成した暁には、SPARS には多くの利点がある。このインフラストラクチャにより、米国造船業者間で迅速かつ有効なパートナーの結成が容易になる。また提供されたオープンな共通インフラストラクチャを複製すると、多くのユーザー、プロジェクト間で再使用できるので、立ち上がりコストが減少する。さらに、新規の革新技术を展開する際にレガシーシステムを保護しておく、情報システムの再構成に関連するコストを最小化できる。最後に、いったん捕捉された情報は、幾度でも使用するのだからコストもエラーも減る。

### プロジェクト 3 : MariSTEP 製品モデル交換プロジェクト

このプロジェクトには、二つの目的がある。一つは、中立的なファイル転送ツールを実行することで、これにより参加造船所の全 CAD システムが三次元船舶製品モデルのデータを伝達・共有することが可能になる。もう一つは、製品モデルデータベースのプロトタイプの開発によって、米国造船所と CAD システム開発会社によって実装されたデータ変換プログラムと製品モデルデータ・アーキテクチャの使い方をテストすることである (図 5 参照)。

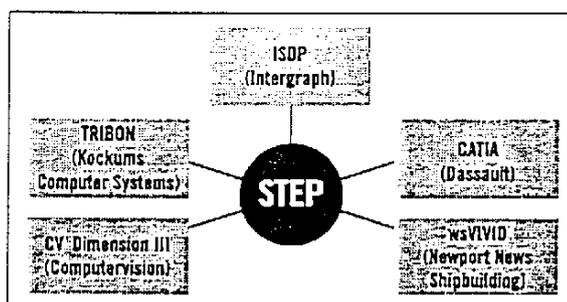


Figure 5.  
MariSTEP Data Exchange

米国造船業界は、国際的民間市場の挑戦に対抗して、大変革を成し遂げつつある。この変革に対応して、このチームに所属する造船関係者は、現在自分たちのプロセスをリエンジニアリングし、情報システムを更新しつつある。

この動きの重要な要素として、各造船所では製品モデルのモデリング技術の実証を進めている。この技術は幾何形状の表示のほかに、その船舶またはクラスの全製品ライフサイクルに対する属性と関係のデータも含んでいる。これを実施するには、各種の造船所、船

主、ベンダー間で製品モデルのデータを交換し、またデータの格納、検索用に製品モデルのデータベースをサポートする翻訳メカニズムが必要になる。MariSTEP プロジェクトは、これらの必要な要素を一つずつ処理している。例えば造船所の既存の CAD 情報システムに必要な改良を加え、これらの要素を利用できるようにする。

造船所において基本製品モデル技術を実行するには、船舶の製品モデルデータの標準的記述、CAD 情報システム・アーキテクチャの改良、データ変換メカニズムの開発が必要になる。海軍・業界間デジタルデータ交換標準委員会(NIDDESCC)が開発したアプリケーションプロトコルは、国際標準化機構(ISO)の STEP(Standard for the Exchange of Product)モデルデータに組み入れるための製品モデルデータの標準記述を規定している。AP が MariSTEP プロジェクトのベースである。

MariSTEP は、複数の造船所がそれぞれの CAD ベンダーの支援を受けて 3 年計画で進めている。開発中に、次の活動とソフトウェア製品が完成する予定である。

- ・各造船所が合意したプロセスに合致する中立的な製品モデルデータベース(PMDB)の原型作成
- ・合意したプロセスにより定義した代表船舶のデータセットによる PMDB の普及
- ・合意したプロセスをサポートするため、造船所内部の製品モデルデータセットの拡張
- ・ NIDDESC/STEP AP と整合するフォーマットで STEP 製品モデルのデータ交換ができるようなデータ変換プログラムの開発

結論的には、各参加造船所は、社内の会社特有な製品モデルデータセットのコンテンツの拡張を既に終え、MariSTEP プロジェクトの最初の段階で合意された造船プロセスをサポートする STEP データ変換プログラムを開発したと思われる。

#### プロジェクト 4 : 高度造船システム用製品 / プロセスの商用オブジェクトモデル (COMPASS)

COMPASS の目的は、総合的・低価格・次世代・Windows™ ベースの造船用設計・データ管理システムを開発することである。図 6 に示すように、COMPASS はアプリケーション環境を製品データモデル環境と統合することにより、設計者の核アプリケーションを単一のデスクトップに統合している。この実行には Windows™ NT 環境、Intergraph の Jupiter 技術、および Newport News Shipbuilding ws VIVID のオブジェクト指向製品データ・モデリングシステムを使用する。こういったシステムは、市場標準のオペレーティングシステムに基づいているので、設計者や技術者にとって融通性があり、非常に堅牢なデスクトップ演算システムである。

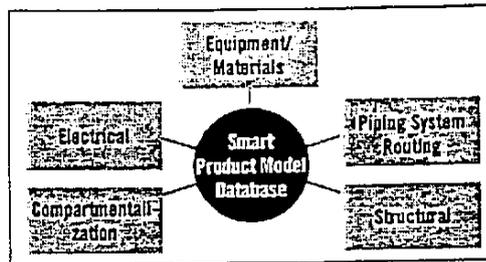


Figure 6.  
COMPASS Core Applications

Intergraph の Jupiter システムが、このプロジェクトで使われる核技術である。Jupiter は基本のオブジェクト指向オペレーティングシステムとして、Microsoft の COM/OLE (Component Object Model / Object Linking and Embedding)を使用する。また Jupiter には、Windows™ GUI、設計 / モデリング用 OLE (Intergraph が開発したグラフィックス標準)、OpenGL グラフィックス・インタフェースが含まれている。この Jupiter システム技術について、以下に一つずつ説明する。

- ・ COM/OLE. COM は言語によらない呼び出し標準で、OLE はこれを基盤にしている。OLE は、異種のアプリケーションで作成された文書やデータ間の対話を体系化する複合の文書技術である。
- ・ Windows™ GUI. Windows™ GUI は、1 億台ものデスクトップをサポートしているデファクト・スタンダードである。単純で使い易いオペレーティングシステムなので、月に 1,000 万人の割合で利用者が増えている。
- ・ 設計 / モデリング用 OLE. この技術は、オフィスオートメーションと統合するための標準インタフェースを定義する。表示と位置指定のモデル統合に対するインタフェースも定義する。
- ・ OpenGL. OpenGL は、すべての NT システムで使用可能な三次元表示システムである。

Jupiter 技術を使うと、表示リストサポート、グラフィックス・エンティティおよび数学ライブラリ、持続性、提携性およびアプリケーションフレームワークサポートなどの多くのアプリケーションサービスが可能になる。

製品/プロセスに対するスマート製品モデリングシステムである Newport News Shipbuilding ws VIVID システムが、COMPASS 構成要素中のもう一つの核である。これを使うと、技術、工作、三次元表示の提供を受けながら、高性能、マルチユーザー、コンカレントのアクセスができる。また効率的な機能ベースの構造詳細化も可能である。

これら技術により、拡張製品モデル(EPM)の作成・使用が容易になる。デスクトップから船舶に関するデジタルデータにアクセスし、管理することがはじめて可能になった。この中にはベンダーや CAD 図面、技術解析、ワープロ、表計算、パワーポイント文書が含まれている。このデータで作業すると、EPM によりユーザーとワークフローの管理、業務規

則、分散データへのアクセス、図形文書へのアクセス、高速のテキスト検索、見直し/赤線入れ機能が得られる。

#### プロジェクト 5: 造船統合プロセス用ファーストアプローチと製品開発 (FIRST)

このプロジェクトは、上記の COMPASS プロジェクトに大幅な強化を加えるものである。FIRST は COMPASS プラットフォームの拡張であり、一つの連携、または連繋パッケージ中の代替船舶設計の考案、解析、見積り用の解析ツールを提供する。FIRST は COMPASS により開発した製品モデルを共有し、造船所企業リソース計画システムと直接リンクする。

FIRST では次の技術が使用され、COMPASS と統合される(図 7 参照)。

- ・ *FlagShip* - 最先端の統合船舶工学設計環境であり、船殻形状設計、構造設計、流体力学、安定性、推進設計を扱う。
- ・ *ESTI-MATE* - 新しく開発された新造船設計用コスト積算ツール
- ・ *PERCEPTION* - 生産プランニングおよびリソース管理システム
- ・ 多分野最適化 - 現在開発中であるが、設計、性能、製作の多分野の特性に関し、迅速、強固に船舶設計を最適化する能力を提供するツール

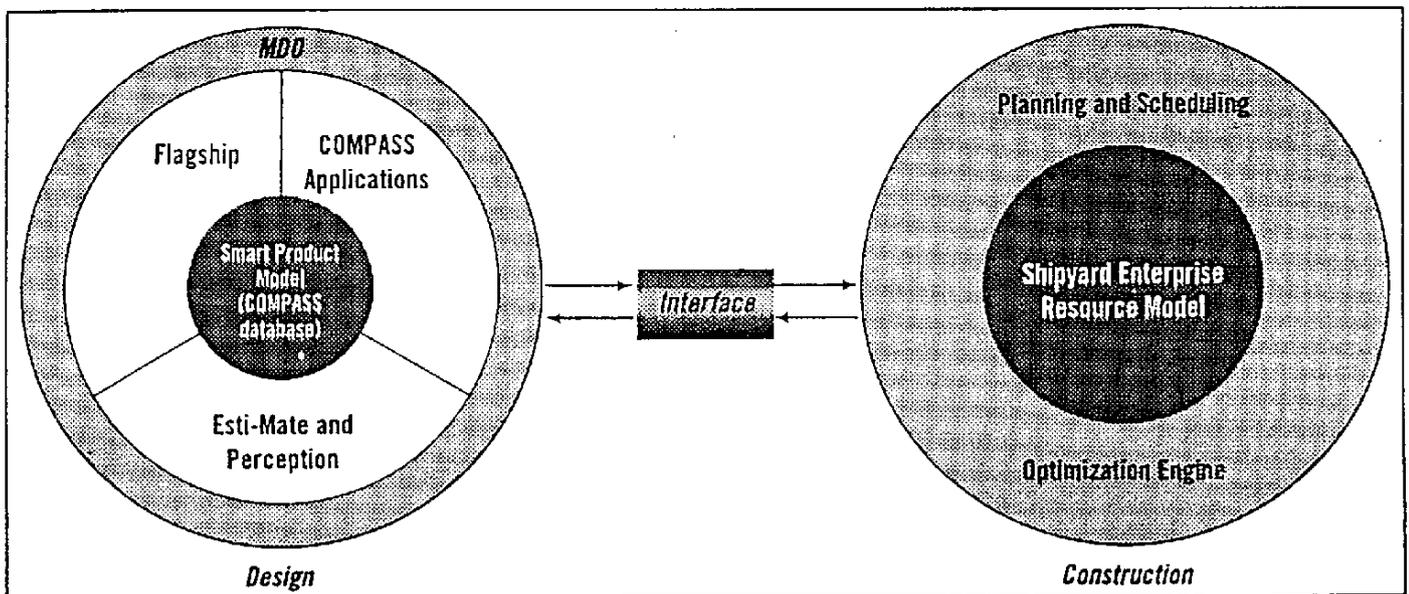


Figure 7.  
FIRST-COMPASS System

FIRST は、これら技術を利用し多数のユニークな機能を有するので、COMPASS-FIRST パッケージが最先端の造船用設計・技術ツールとなった。このパッケージは、新規設計の迅速な原型作成を可能にし、設計プロセスと造船所の詳細プランニングプロセスとのリンクにより、造船所のプランニングおよび船舶建造プロセスの高レベル要素を捕捉し、複雑な

システムの技術・製造プロセスに最適化演算を適用する。

#### プロジェクト6: 船舶建造、改造、修繕に対するプロセス改良ツール

このプロジェクトでは、新造船、修繕船企業の管理を改善するための一連のコンピュータベースのツールを開発する。このプロジェクトの中心は企業モデルであり、企業が提供する製品・サービス、その製品・サービスを生むために実施するプロセス、そのプロセスステップを実行するのに要する設備、およびそのプロセスを実行するための手持ちの人的資源と資材を定義する。目標は、適正な人材、必要な器材、必要な資材を適正な時に適正な場所に投入することである。プロセスツールは、図8に示す8つの主要構成要素からなる。

- ・ 作成者 - 企業モデルを作成、編集する。
- ・ 解析 - 統計ベースの性能、報告書生成ツールを提供する。
- ・ スケジューラ - 資源を動的に組み合わせてステップを処理し、プロセスステップを時間間隔に結び付ける。
- ・ シミュレーター - 手持ち資源に基づきイベントを模擬する。
- ・ マネージャー - 当該イベントの実際の性能を監視、記録する。
- ・ モニター/コントローラー - 実際のイベントの進捗を監視する。
- ・ エージェント - オペレータとコンピュータとのインタフェースを提供する。
- ・ プロセスベース - 全体企業モデルのオブジェクト対象データベースを含む。

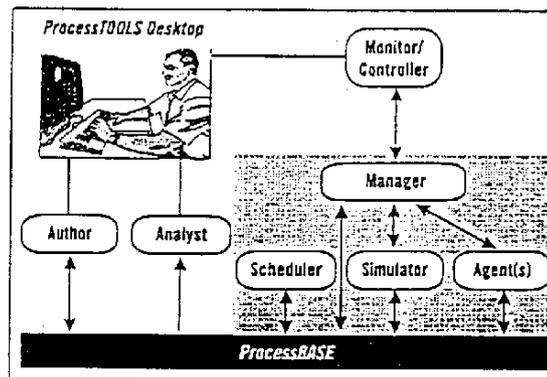


Figure 8.  
Process Improvement Tools

このツールを使用することにより、造船所の管理者は絶え間のない変化の運用環境下で、計画、日程調整、監視、計画変更をリアルタイムで行うことができる。あるジョブを実施するのに労働力が過剰か過少か、適正な資格のある労働力を投入できるか、そのジョブを実施するのに適正な器材が利用可能かつ稼働可能か、そのジョブを実施するための所要資材の状況はどうかなどについて、このプログラムは直ちに決定する。このツールは実施中の全てのジョブを監視し、即座に日程問題を指示する。修正動作も即座に決定され、実現性を確かめるためのシミュレーションも行われる。最後に、本ツールは性能メトリックスを開発、維持し、実性能を過去の性能と比較する。

#### プロジェクト7: MARITECH 機動性造船ツールキット(MAAST)

MAAST は、仮想造船企業(VSE)に対し、機動的、協調的、分散的な船舶設計・建造を可能にするツールを提供し、米国造船所の効率を向上させる。図 9 に示すように、MAAST の中核はプロセス、製品、事業モデルからなる企業・情報モデルを開発し、またそれを拡張(仮想)企業の運営、経営に対しどのように使用するかを開発することにある。MAAST は、初期設計や見積りなどの契約前企業活動、および VSE 形成に集中している。サポート情報モデルの規定および設計に対する重要な要求事項として、契約前活動用に開発したデータが契約後にも使用可能なことが要求される。

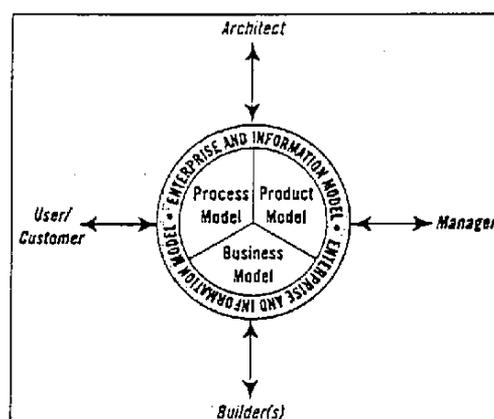


Figure 9.  
MAAST Information Model

MAAST は、主に技術成果を目的とするプロジェクトであり、拡張企業をサポートに必要な企業・情報モデルを作成するための情報、通信、プロセス技術における進歩を追求する。

- ・ **情報技術** MAAST は、分散人工知能、共同企画、知的エージェント、オブジェクト指向設計ツールの進歩を利用し、分散環境でのモデリングおよびデータ表示を改良する。
- ・ **通信技術** MAAST は、インターネット、CORBA、DirectPC などの通信技術の進歩を利用し、拡張企業を支援する情報交換を改良する方法を提供する。
- ・ **プロセス技術** MAAST は、業務プロセスのリエンジニアリング、ワークフロー管理などのプロセス技術を用いて、拡張企業の形成、運営のための業務プロセスをモデル化し、分散設計、製造プロセスをサポートするための企画を体系化する。

こういった技術の開拓、利用が上手くできると、拡張企業が実現でき、最終的には顧客との対話、設計、契約プロセスのいずれも改善されることになる。MAAST の結果は、現在利用可能な最先端技術を利用する次世代業務の始まりでもある。

#### プロジェクト 8 : 造船所、サプライヤ間の電子データ交換、電子商取引(EDI/EC)

本プロジェクトでは、舶用品サプライヤ 18 社向けに電子製品カタログを開発している。このプロジェクトでは、迅速な原型作成プロセスを造船所で使用し、このカタログの内容、書式を評価し、継続的な改良を続ける。プロジェクトの目的は、「米国舶用品サプライヤが電子製品カタログを開発、テストし、低価格、普遍的、順応的な電子商取引を造船工業

で実行する」ことである。副次的目的として、「造船所・業者間の完全購買サイクルのコンテキスト内で、中立的な標準をどれだけ上手く実行できるか」を評価する。

もしも現行標準が有効でないことが判明した場合には、プロジェクトチームは標準の改定を勧告し、現行標準を再テストすることになる。図 10 に示すように、ISO 10303-STEP, ISO 13584-PLIB などの現行標準をテストする。また HTML, VRML, Java などの最近のインターネット標準、および CORBA などのオブジェクト情報技術も評価する。

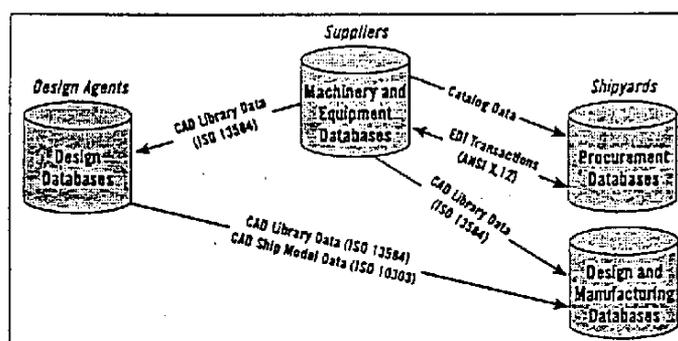


Figure 10.  
EDI/EC between Shipyards and Suppliers

本プロジェクトのために設立された全国チームには、造船所、舶用品サプライヤ、船舶設計エージェント、CAD/CAM ベンダー、情報技術者が参加している。提案されたデジタル製品カタログが造船所・設計エージェント要求に合致しているか、さらには舶用品サプライヤの対応能力、技術データのプラットフォーム間相互伝達に関する CAD ベンダーの能力などについて、チーム員がそれぞれの専門知識により評価する。

現在開発しているデジタルカタログでは、市場、技術、購買データが電子マルチメディアフォーマットで示されている。本プロジェクトは、インターネット技術への過去の巨大な投資を利用し、民生用市販ソフトウェアを最大限活用する。

電子製品カタログの設計目標は次のとおりである。

- ・できるだけ多数のユーザーに利用されること（始めは、CD-ROM とインターネット上で利用できるようにする）
- ・標準のカタログ情報と最先端の電子ツールを含めることで、融通性と拡張性をもつこと
- ・新規および近未来の技術や標準を容易に組み込めるような高レベルのアーキテクチャを有すること
- ・開発コストが最小であること
- ・ベンダーが社内の自社電子製品カタログを維持できるように、維持コストが最小で、簡素なものであること

本プロジェクトの最終目標は、サプライヤと造船所とが利用可能な最新の情報技術を使って、業務をオンラインで完全に遂行できる基盤を築くことである。

### プロジェクト9: NSnet

NSnet は、造船工業への情報技術の技術伝達エージェントおよびサポータとして設計されている。その主要目標は、新規および近未来の情報通信技術に米国海運産業を導入し、情報技術を海運産業の業務慣行に組み込むために必要な企業文化のインフラを提供することである。NSnet の参加者は、これまで述べたプロジェクトの調査メンバーやその他海運業界の人々と密に連絡を保ちながら、新技術を業界中に広げる。業界がその業務慣行に情報技術を組み込むのに要する文化インフラも提供する。NSnet チームには学識経験者、技術者、造船関係者も参加し、彼らが新情報技術と教育・訓練を実用化する牽引力になる。

NSnet (<http://www.NSnet.com>) は、ごく初期の www(worldwide web) サイトの一つとして 1994 年にスタートした。図 11 に NSnet のホームページを示すが、海事関係リンクのディレクトリとして役立つ。www 技術を ftp (news and file transfer protocol) サーバー、電子会議室、メールリストサービス、その他関連のコンテンツ開発リソースが補足する。NSnet は過去 4 年間、電子通信、電子商取引の促進に関わり、米国造船工業に基本的電子インフラストラクチャを構築するのに重要な役割を果たした。本プロジェクトは、造船関係者やその他海事関係者にフォーラムを提供した。ほんの数年前は通常の電話、郵便、テレックスが業界を席卷していたが、これにより新しいコミュニケーション手段が導入された。電子コミュニケーション利用のメリットやインフラは十分明らかになり、米国造船工業で広く具体化しつつある。従って、最早これが NSnet の最大力点ではなくなってきた。

**NSNET**

Maritime Links Search  
NSnet University  
Documentation Center  
Maritime Events  
Discussion Groups  
User Directory  
Maritime Projects  
MARITECH Projects  
NSRP  
ShipNet  
CMA  
Site Sources  
News Archive  
About NSnet  
Feedback

Welcome to NSnet, the Maritime Industry's chart to news, information and services

News at a Glance

Changes to the NSnet Home Page  
MARITECH Principal Investigator's Meeting  
The spread of non-indigenous species through ballast water release

The NSnet Home Page is undergoing a facelift to help readers navigate more easily. Looking for NSnet's Hot Links? Don't worry. Those links are still available and even easier to use. New information categories have been added, plus you can do word searches. Just click on the "Maritime Links Search" button at the left to try it out.

Other new items include "NSnet University," a collection of Web-based educational resources and the Documentation Center's new online library catalogs. Updates and additions to NSnet resources will be described here and this information will be archived weekly at the "News Archive" button at the left.

Another added resource at NSnet is information on late-breaking news items relevant to the maritime industry, like the ones above. Short descriptions of the news stories will be provided here along with links to more information. Plans are in the works to add forums for online discussions of hot topics. These stories will also be archived at the "News Archive" button.

Figure 11.

NSnet Home Page at <http://www.nsnet.com>

もしもデータの中味が貧弱だったり、あるいはデータに内容がないと、いくら通信や検索能力のスピードが速くても意味ない。従って、NSnet は現在コンテンツ開発の分野に力点を置いている。NSnet プロジェクトは、UMTRI (University of Michigan Transportation Research Institute ミシガン大学運輸研究所)の Documentation Center Catalog (文書化センターカタログ) へのオンラインアクセスを開発した。また NSnet では、UMTRI 経由で各種白書やその他教育資料へのオンラインアクセスも提供している。

NSnet プロジェクトは、要請に応じ共同作業要員および教育の分野にも力を入れている。これにより、造船所の人たちは組織中あるいは世界中に分散している仲間と一緒に働くことが可能になる。この結果、支援や情報を外部から得るための時間が短縮されるので、生産性と効率が向上する。

### 結論及び勧告

以上述べた 9 つの MARITECH IT プロジェクトは、米政府および米国造船工業にとって相当な投資である。造船コンティニュームの全ての面に取り組もうとしているが、これから埋めて行かなければならない技術的問題が、なお多く残されている。ビジネスオブジェクト、製品データ管理、企業資源計画、大規模可視化ツール、会話型 CAD VRML、Java/STEP 製品データ交換、および COM/STEP などの分野で、標準の開発と展開が必要である。

造船情報インフラの設計、開発、展開を上手くやると、ツール（アプリケーション）の追加、コンテンツの改良に対するユーザーからの牽引力が生じるものと期待される。MARITECH はツールとコンテンツの開発のサポートを行っているが、このインフラで与えられる力をフルに発揮するには、まだやらなければならないことが沢山ある。新しい IT 開発が起これ、それを引き続きサポートしなければならない。要するに、われわれは造船の IT 爆発に関しほんの緒に就いたばかりである。

プロジェクトそれ自体が答えの全部ではない。造船工業がこの技術を完全履行し利用することができるようになるには、その前に取り組まなければならない重要な文化的チャレンジがあると認識している。技術的チャレンジには既に取り組みつつあるし、場合によっては、克服するのも容易であろう。しかし、文化的チャレンジはより骨が折れるかもしれない。

伝統的に、米国の工場はこれまでピラミッド組織であり、情報は従業員を通じて上から下に流された。IT の強力な特性を利用すると、造船所の誰もが必要な時にいつでも情報にアクセスできる。強力な特性が機能する、つまり IT が機能するには、信頼がなければならない。経営陣と労働者との間に険悪な関係があるような産業では、こういったことは難しい。

造船所の壁の外部で複数の造船所がチームを組んで設計・建造のデータを共有する能力が、ITによって提供される。ITにより、国内国外の他社を含めた企業拡張が可能になる。またサプライヤ、金融機関、船主、その他との電子的チームづくりも可能になる。従来互いに競争してきた米国の造船所にとっては、この全分野でのチームづくりというのは好ましくない場合もある。

米国で開催される ICCAS 2000 において、MARITECH IT の最終成果を提示し、達成した数多くの効果を開示できることを望むものである。

### 3.2.4 NIIIP

#### (1) NIIIPとは

NIIIP (National Industrial Information Infrastructure Protocol) は米国の21世紀に向けた情報技術による産業競争力強化のためのプロジェクトである。プロジェクトでは主に高速情報ハイウェイを使った製造業の分散/協調作業(Collaboration)と電子商取引(Electronic Commerce)のための技術開発を行ないバーチャルエンタープライズの実現を目指して取り組まれている。

表3.3.4.1. The NIIIP Consortium Members

**International Business Machines (IBM)**  
**CAD Framework Initiative (CFI)**  
**Digital Equipment Corporation (DEC)**  
**Enterprise Integration Technologies (EIT)**  
**General Dynamics, Electric Boat Division (EBD)**  
**International TechneGroup Incorporated (ITI)**  
**Lockeed Aeronautical System Co. (LASC)**  
**Hughes Defense Communications**  
**National Institute of Standards and Technologies(NIST)**  
**Rensselaer Polytechnic Institute (RPI)**  
**STEP Tools Inc. (STI)**  
**Taligent**  
**Texas Instruments (TI)**  
**Concentus Technology Corporation**  
**University of Florida (UFL)**  
**Wright-Patterson AFB**

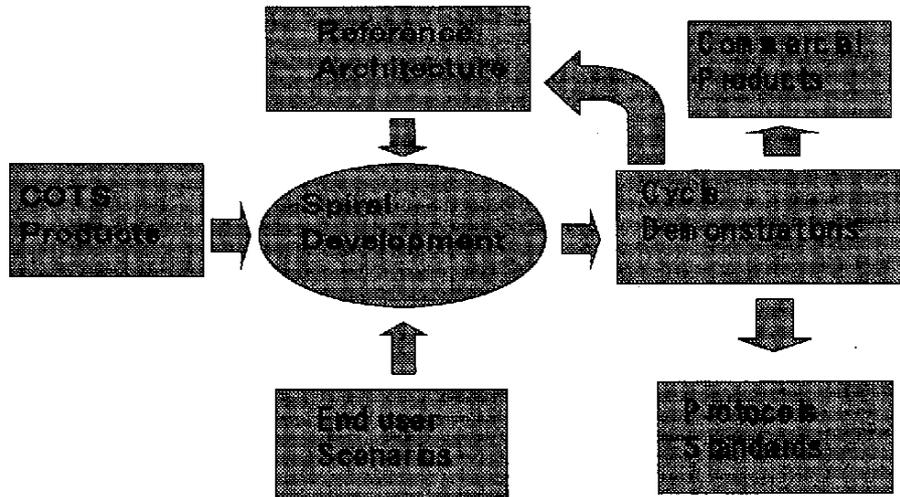
プロジェクトへの取り組みに関しては、参加企業間で(NIIIPコンソーシアム 表3.2.4.1) 協調的開発を進めバーチャルエンタープライズの業務経験を体験出来るような取り組み方が行われている。すなわち、プロジェクト遂行により、参加企業はバーチャルエンタープライズのための情報インフラ整備と業務経験をあわせて持つことができる。また、参加している多くの企業は米国における有力な情報ベンダーとユーザでありNIIIP活動で得られた技術と経験と情報インフラを使い今後、指導的役割を果たせるようになる事も期待されている。プロジェクトの最終ゴールではただちに米国製造業が情報技術による世界的競争力がもてるようなシナリオが描かれている。

本プロジェクトの予算は TRP (Technology Reinvestment Project) とNIIIPコンソーシアムのメンバーが総予算6000万ドルを半額ずつ負担して取り組んでおり、94年9月から着手され99年3月完了を目標に進められている。

## (2) N I I I Pの開発方法論について

N I I I Pの開発は技術的なリスクを最小に押さえられるようにラピッドプロトタイプ  
ング的なスパイラル設計法が採用されている。(図 3.2.4.1)

図3. 2. 4. 1 NIIP Processes



ここでは最終的なゴールまで開発を2つのフェーズに分けて、さらにそのフェーズ内を細かいサイクルの実証に分けて開発が進められている。

まず、最初のフェーズは94年9月から97年12月に実施された。そこでは主にフィジビリティスタディ (FS) による技術的可能性の追求が行われた。また、最終サイクルでは、リファレンスアーキテクチャーを作成して、いくつかのシナリオによるデモが行われ、そこでN I I I Pの目指すバーチャルエンタープライズが可能性のあるものである事が示された。

第2フェーズは98年1月から99年3月を目標に計画されており、最終的にはN I I I Pの目指すバーチャルエンタープライズの完全な実現が行われる予定である。このフェーズではN I I I P標準を整備、準拠製品の市場への供給、教育、コンサル、サービス等のサポート体制の確立も計画されている。このように、最終的にはエンドユーザーがバーチャルエンタープライズシステムを簡単に取り組めるようなアプリケーションソフト、オペレーティングシステム、データベースシステム等の供給が出来る事までをプロジェクトの目標としている。

## (3) N I I I Pアーキテクチャーについて

### 1) N I I I Pのエンタープライズモデル

N I I I Pの製造業のモデルはビルディングブロックに似た単一機能の業務コンポーネントの集まりで構築されている。このような考え方をもとにしてN I I I Pでは業務をコンポーネントのパッケージで表わすという概念が導入されている。

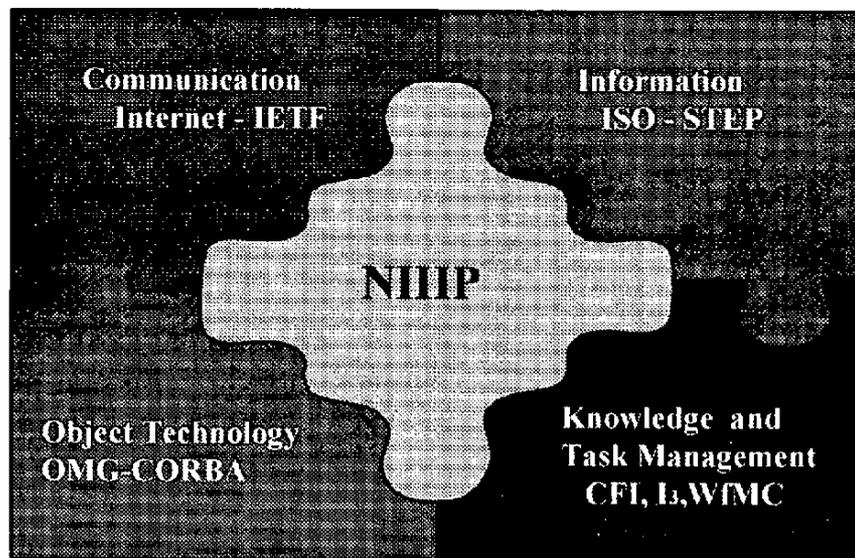
したがって、N I I I Pでバーチャルエンタープライズを表現するには、その業務を表わすコンポーネントパッケージと組み合わせを表わすレイヤーで表現する事が行われる。また、N I I I Pプロトコルは内部および相互関係を表すオブジェクトの組み合わせを規定する。このようにN I I I Pのエンタープライズモデルでは、様々な形態のバーチャルエンタープライズをコンポーネントパッケージの組み合わせで表現出来る。

## 2) 標準化技術

N I I I Pの目指すバーチャルエンタープライズでは、企業はネットワークを介して、そのマーケット、コスト、技術を共有する。そのため分散環境下の業務パッケージを結ぶ情報ハイウェイ構築とアクセスするための専門技術が必要となる。N I I I Pでは個別のコンポーネントパッケージを結ぶ固有のプロトコルを使用するのではなくネットワークを介してすべてのパッケージ間で簡単な情報共有ができるように標準技術を採用している。図3.2.4.2にN I I I Pの使用する基本構成技術（ビルディングブロック）を示す。

- ① 通信：インターネット
- ② アプリケーションの相互運用：CORBA（オブジェクトマネジメントグループ（OMG））
- ③ 製品データの表現と交換：STEP（国際標準化機構（ISO））
- ④ プロセス管理：ワークフロー（ワークフローマネジメント連合（WfMC））

図



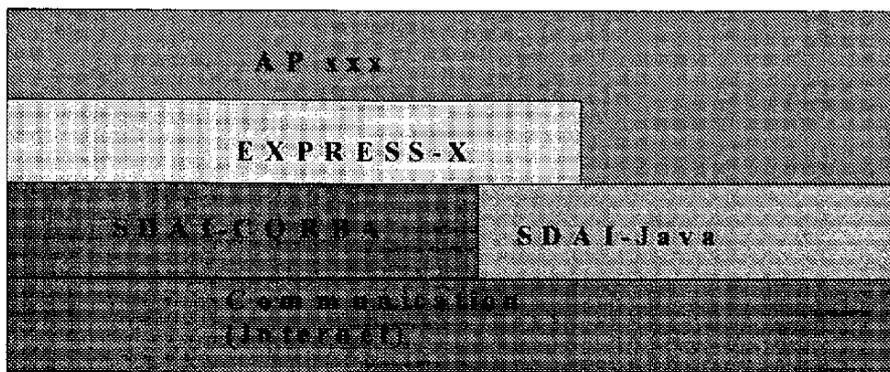
これらの基本技術はN I I I Pの活動を通じて必要があれば拡張され、推進母団体の中で新たな標準として整備する事が積極的に行われている。

・OMGは世界のソフトウェアコンソーシアムであり分散オブジェクトの標準化を進めている。N I I I Pの活動を通じてOMG標準にはバーチャルエンタープライズを実現出来る仕様の拡張が行われた。たとえば、ソフトウェア相互のモジュラーと拡張フ

フレームワークを与えて、インターオペラブル、再利用、オブジェクト指向のインターフェースを利用したポータブルなソフトウェアコンポーネント環境の実現が提案されている。このようなNIIIPインターフェースとプロトコルは新しいOMG標準として採用されその結果、商品として広く一般の市場で活用出来るようになる予定である。

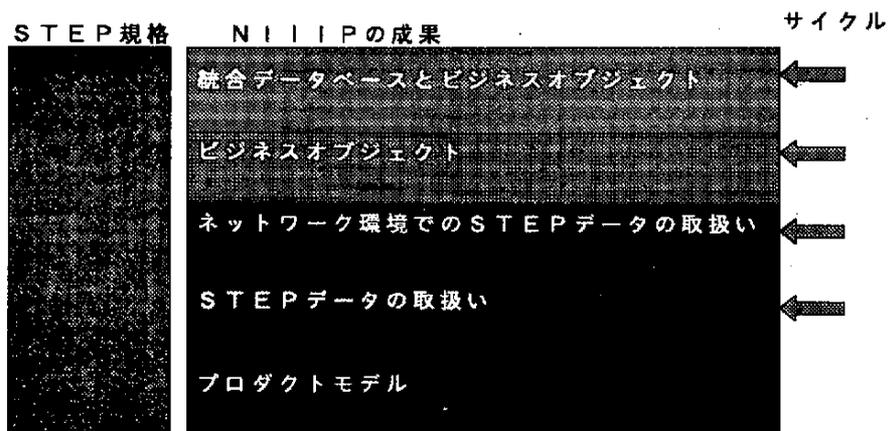
- ・NIIIPはSTEPで定義される情報標準へも新しいプロトコルを提案する事で貢献している。(図3.2.4.3) 例えばフェーズ1の中でアプリケーションプロトコルを含むSTEP標準の実証とネットワーク環境下でSTEPデータのハンドリングを行なうため

図 3.2.4.3 STEP NIIIP Protocols



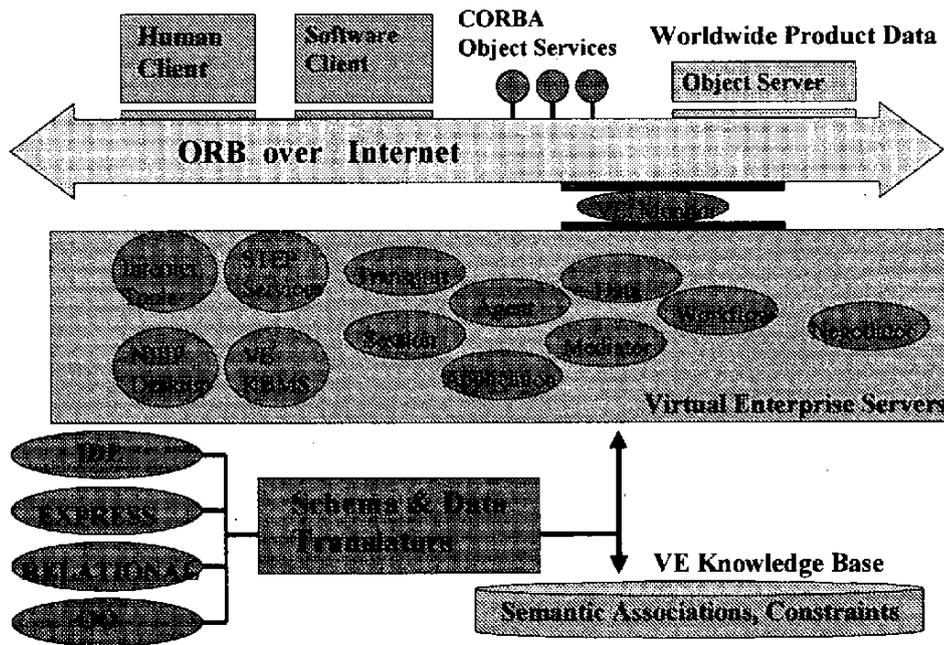
の言語バインディングの拡張、実際の業務モデルとAP間マッピングを行なうためのマッピング言語の提案等バーチャルエンタープライズに参入するものが製品モデルの全てのライフサイクルステージで製品モデルのデータベースへアクセス、通信が出来て製品モデル情報を共有することで協調的な開発環境を提案する仕様の提案をISOの場で行ないIS化が進められている。(図3.2.4.4) このようにSTEPに対してNIIIPではその実証活動を通じて大きな成果をもたらしつつある。

図 NIIIPとSTEP規格



・NIIIPでは業務エンジニアリングと製造タスク管理をワークフロー技術で実現している。インターネットやOMG規格を利用したWfMCの拡張を行ない実現している。そこではプロセス管理のインターフェースにCFIやOMGの標準を拡張している。管理サービスの知識では、NIIIPは参加者、責任、バーチャルエンタープライズ内の権利を定義している。管理知識は能力の分類リソースの要求に対する操作等バーチャルエンタープライズを協調的に運営するうえでの規則が決められている。

図3.2.4.5 NIIIP Reference Architecture



### 3) NIIIP Reference Architecture

NIIIPのフェーズ1の活動を通じてNIIIPプロトコル、サプライチェーンのためのプロダクトデータ共有、NIIIP Reference Architecture (図 3.2.4.5) 等の技術的成果が得られている。全ての成果はNIIIPドキュメントの中に収められており、その内容はバーチャルエンタープライズとしてのビジネスシナリオを中心にまとめられている。そこではバーチャルエンタープライズの製品のプロセス、インターオペラビリティなどを解決するため目的に応じたソリューションが得られた結果を中心にまとめられている。このNIIIPドキュメントはパブリックドキュメントでありバーチャルエンタープライズを構築、検討するものが自由に参照できるようになっている。

#### (4) N I I I P実証プロジェクト

N I I I Pは以下の具体的なプロジェクト遂行で進められている。

##### 1) S M A R T(Solution for MES-Adaptable Replicable Technology)

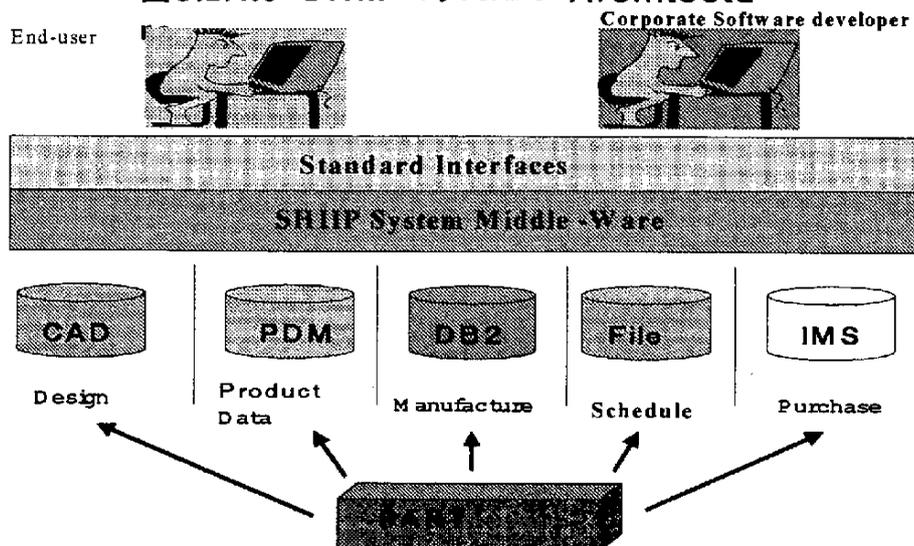
SMART はバーチャルエンタープライズによる設計製造サイクルの短縮が最大の目標である。当初の問題意識としては「日本の自動車産業の新製品発表サイクルタイムは米国の半分であり、そのことが米国の産業衰退につながっているとの危機意識にあった。」

そこでSMARTプロジェクトの開発目標は、同一企業体内だけでなく異なった複数の企業体間でも企業情報システム (EIS Enterprise Information System) や生産の実行(MES Manufacturing Execution System)が支障なく行なえるように、情報の統合と相互運用が可能になる環境を実現して、製造サイクルタイムの削減を可能とするものである。 S M A R Tの開発目標は企業間の水平な情報共有のみでなく、現場と設計工程などの垂直な情報共有もそのターゲットとしてはいつている。同様に現状のレガシデータと新しいバーチャルエンタープライズを実行できる情報システムの共有方法に対するソリューションもふくんでいる。

主な開発項目を以下に示す。

- ・MES環境のオブジェクトモデルの定義と開発。
- ・MES相互運用に関わるオブジェクトサービスの定義と開発。
- ・MESのためのSTEPアプリケーションプロトコル適用技術開発と必要な拡張が行われた。ここではAP203、AP213、AP214が対象に取り組みされている。
- ・MES環境用のKBMSと Mediators モデルの定義と開発。
- ・MES環境のワークフローモデルの定義と開発。
- ・MES環境のスマートエージェントの定義と開発。

図3.2.4.6 SHIP Systems Architecture



## 2) SHIIP (Shipbuilding Information Infrastructure Project)

DARPA/MARITECH プログラムで資金提供を受け、造船業界の情報化による構造改革を行なうというものである。

SHIIPプロジェクトの最大の焦点はシップヤード内のイントラネット環境の情報インフラ開発である。すなわち、今日の造船業界内の特異な問題としてデータベース管理システムやアプリケーションなどの情報システムの増大があげられている。この問題はシップヤード内の情報共有を困難にしている。例えば極端な話として一つの部品がシップヤードにある場合に、それを誰が設計したのか、またなぜ作られたのか、作られた目的はなんなのかにより様々な情報表現がなされている。すなわち、各々の部門でそれぞれのデータベースシステムを持ち異なった部品情報が持たれている。これらの部門間での一つの部品に対する情報共有の多重化問題が現在、大きな問題として浮き上がってきている。

以上の解決策としてSHIIPプロジェクトでは図 3.2.4.6 のようにミドルウェアを設ける事により情報表現の多重化問題の解決を図ろうとしている。このミドルウェアは現在使用可能な技術をベースとしておりエンドユーザや応用ソフト開発者が生の情報(low-level information technologies)に触れる必要が無いような環境を提供している。また、このミドルウェアは標準化技術を使用しており、しかも市販のソフトウェアツールが自由に使える環境を提供できるものでもある。

また、SHIIPプロジェクトのミドルウェアは多くの内製造船用アプリケーションの使用も可能にしている。Java環境、ビジネスオブジェクトフレームワーク、ビジネスオブジェクト、SHIIPデスクトップ、エージェントの技術が織り込まれている。さらに、これらのアプリケーションは現状のレガシーシステムと将来開発されるであろう情報技術も取り込めるものでもある。

SHIIPプロジェクトフェーズ1サイクル1の実証実験の紹介を簡単に行なう。

(シナリオ)

建造時にシップヤードでパイプの構成に問題が生じて、現場の作業者がパイプの問題点を修正するためのエンジニアリングレポート(ER)を作成した。

エンジニアリングレポートはデザインチームに電子的に送られて、そこで設計者は現場からの情報(ER)で要求事項を全て満足される様な再設計を行なう、設計が進むと発注まで含めて処理が行なえるものというものである。

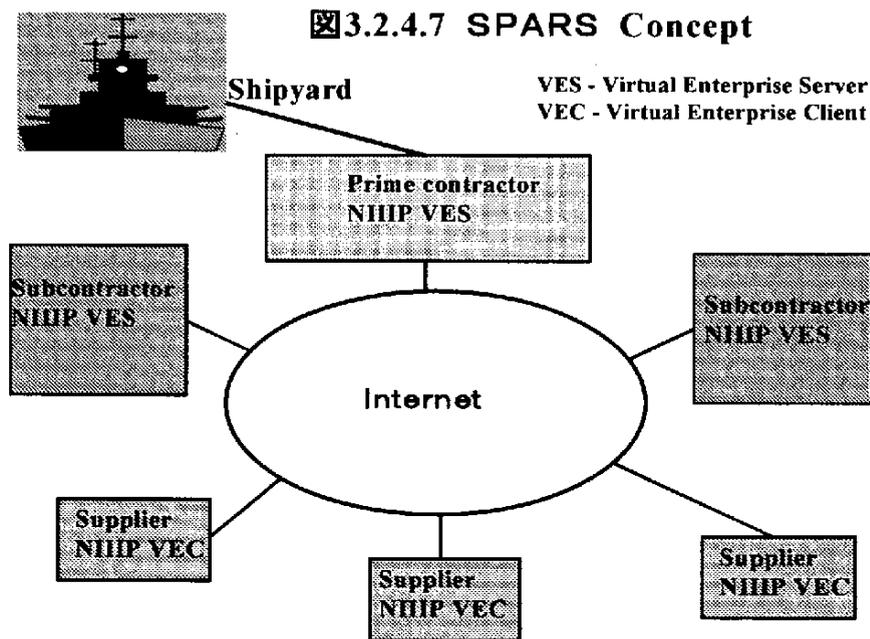
以上のように、現場、設計部門、発注部門のデータ共有がスムーズにおこなえるという技術シナリオである。

このシナリオはNIIPのデモの中で、もっとも効果が理解しやすく高く評価されている。製品モデルとしてはSTEPのAPが使用されており、サイクル1ではAP203を使用した表示(Visualization)、サイクル2では表示(Visualization)と朱入れ、サイクル3ではAP217が使用され表示(Visualization)のデモが行われている。

3) N I I I P - S P A R S (Shipbuilding Partners and Suppliers Enabling  
The Shipbuilding Virtual Enterprise)

S P A R S プロジェクトは N I I I P の新しいプロジェクトで DARPA/MARITECH の  
資金提供を受けた、造船業界の情報化による構造改革を行なうというものである。

主なコンセプトは V E S (Virtual Enterprise Server) と V E C (Virtual Enterprise  
Client) を設けて E D I (Electric Data Interchange) と T D I (Technical Data Exchange) に  
よる企業間でのサプライチェーンを確立しようとする試みである。(図 3.2.4.7)



4) L I T E

おもにバーチャルエンタープライズ内で E C を実現するためのツールを開発するもので、  
特に中小規模の企業 (SME) が使える価格性能費が高くしかも使いやすいツールが現状  
少ないとの問題意識から開発が行われたプロジェクトである。

このプロジェクトを通じて E C R C (Electronics Commerce Resource Center) の設立も  
計画されている。

5) A M M P L E (Affordable Missile Manufacturing Pilots - Linking Enterprises)

A M M P L E は D O D の主要な戦略ミサイルの製造企業とその供給者間でバーチャルエ  
ンタープライズを実現するためのプロジェクトである。

おもに、バーチャルエンタープライズへの参加企業に V E S 、 V C S を設けてサプラ  
イチェーンを確立しようとするものである。

#### (5) おわりに

N I I I Pではパイロット的バーチャルエンタープライズ運転経験を分け合うためにパブリックフォーラムを通じてその結果の公開を積極的に行なっている。また WWW上のホームページ(<http://www.niiip.org>)には最新の情報が提供されており協調的計算機環境、推奨技術、技術的問題の議論の場が提供されている。この原稿を書くにあたり多くの有益な情報はN I I I Pのホームページの情報を参考にしている。

また、98年2月にOrlandoで開催されたISO国際会議でレンセラー大学の Dr. Martin Hardwick、MARITECH訪問時の Robert W.Schaffran, Andrew Dallas 氏のプレゼンテーションと議論も大いに参考にさせていただいた。

#### 「参考文献」

- 1) Virtual Enterprise Computing, 97/3 Daratech 資料
- 2) NIIIP Home Page (<http://www.niiip.org>)
- 3) MARITECH Advanced Information Technology Projects for the U.S. Shipbuilding Industry, Robert W.Schaffran 他, ICASS'97
- 4) CIF 技術部会 平成8年度成果報告書, pp.2-14 - 2-18)

### 3. 3 STEP の展開

#### 3. 3. 1 STEP Tools, Inc.

日 時： 1998 年 2 月 1 日、 13:00—17:00

訪問先： STEP Seminar at ISO Orlando meeting

場 所： Orlando, Florida USA

調査者： 堀越裕道 (STEP 推進センター, 主任研究員)

調査目的：

今回、ISO オーランド会議開催されだ “What is STEP and Why is it so important?” という STEP Tools, Inc.主催のセミナーに出席し、STEP Tools, Inc.ではカスタマーの要求に対して、実際にどのように STEP Solutions を提供しているかについて 3 つのケーススタディを通して調査。

調査内容：

#### (1) ケーススタディ

STEP Tools, Inc.ではカスタマーの問題点の現状分析を行ない、それを STEP の基本機能である Data Exchange (データ交換)、Data Sharing (データ共有)、Internet Collaboration (インターネットとの協調) の 3 種類の Solutions に大きく分類する。

<u>Cause</u>	<u>Response</u>	<u>STEP Solutions</u>
・ More variable work load	・ More teaming, More supplier involvemen	==> STEP Data Exchange
・ Changed expectations from customers	・ Collaboration, concurrent engineering	==> STEP Data Excahnge
・ Higher rate of changes to products & processes	・ Less paper, agile manufacturing	==> STEP Data Sharing
・ Cost driven business	・ Flatter organization, deploy standards	==> STEP Data Sharing
・ More competition for skilled labor	・ Better computer tools	==> STEP on the Internet
・ Higher expectation from workforce	・ Electronic design and manufacturing	==> STEP on the Internet

それぞれの STEP Solution の説明は以下の通りである。

#### ・ Data Exchange (データ交換)

作業を改善するためにカスタマーとサプライヤ間で製品データの交換を行なう。

#### ・ Data Sharing (データ共有)

内部及び外部のサプライチェーン各社による使用のために製品データを標準のデータベースの中に保管する。

- ・ Internet Collaboration (インターネットとの協調)  
製品データへのアクセス及び使用を容易にする。

次に、STEP Tools, Inc.での3つのケーススタディを示す。

### ① ケーススタディその1 - Design to Manufacturing

会社名：

- Rayton Missile Systems Division

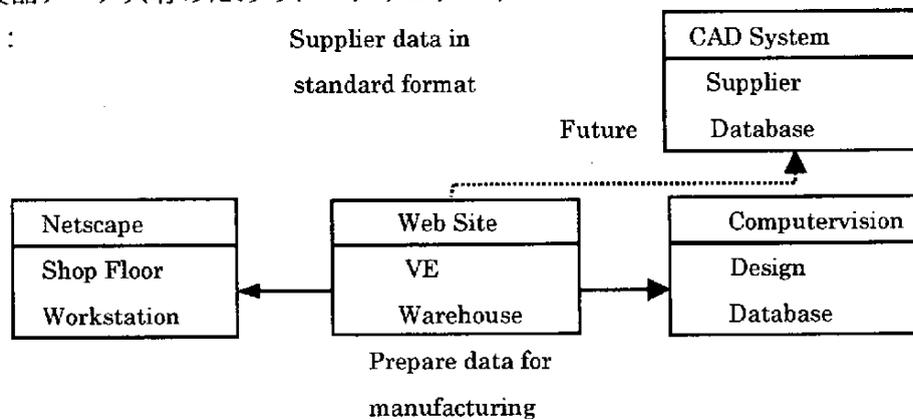
目的：

- 製造データ準備のための時間を減らす事。

解決策：

- WWW を利用した表示
- 製品データ共有のためのデータウェアハウス

シナリオ：



製造への効果：

- インターネットですべてからでもアクセス化
- データの正確性の確保
- モデルの容易な理解

### ② ケーススタディその2 - Virtual Products

会社名：

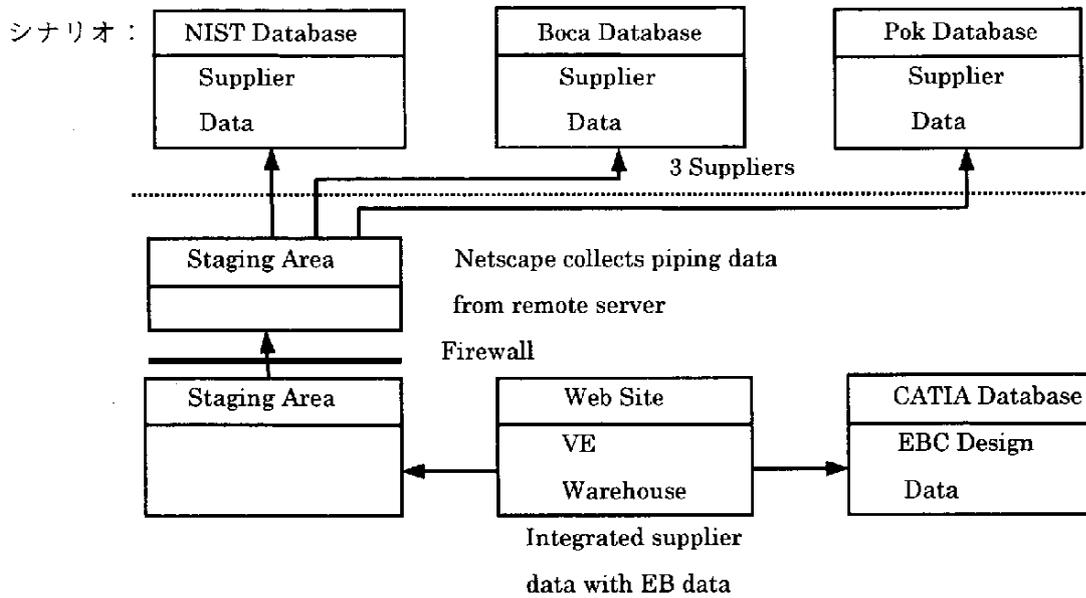
- General Dynamics, Electric Boat Division

目的：

- 他の造船会社との協同作業
- 標準部品の使用

解決策：

- 製品の仮想アセンブリ
- 製品データ共有のためのデータウェアハウス



サプライヤへの効果 :

- 多くのコントラクタとの協業
- インターネットを介して 'データの適正さ' を確認
- プロジェクト状況の共通理解

### ③ ケーススタディその3-Information Infrastructure

会社名 :

- European Space Agency, France

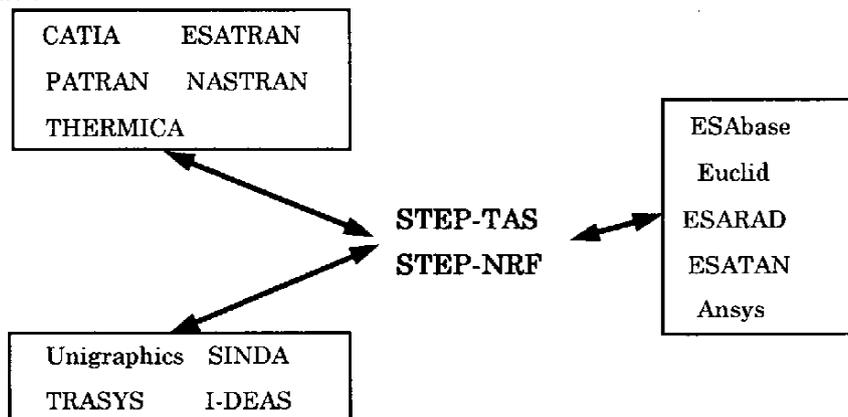
目的 :

- TAS(Thermal Analysis for Space)のための基盤構築。
- 会社独自の適用業務と COTS との統合化

解決策 :

- 仮想製品試験
- 分析結果ファイルのデータウェアハウス

シナリオ :



STEP-TAS Thermal Analysis for SPACE

STEP-NRF Neutral Results File

エンジニアリング解析への効果：

- － 標準をベースにした基盤
- － COTS ツールのプラグ・アンド・プレイ
- － 外部努力を活用した拡張性と適合性

## (2) まとめ

いずれの場合にも、カスタマーと詳細に現状分析を行ない、STEP の基本機能である Data Exchange (データ交換)、Data Sharing (データ共有)、Internet Collaboration (インターネットとの協調) を基に提案を行い問題解決を図っている。実際には、現段階ではなかなか STEP を標準ファイルとして実用のシステム構築を行なった前例がないため、費用対効果などコスト的な面でカスタマーがどこまで受け入れてくれるか難しい面もあると思うが、今後実用化が進むにつれて、数字で表せるより明示的効果がでてくることにより、STEP に対するカスタマーのアクセプタンスも徐々に大きくなると思われる。

国内でも実用化プロジェクトを推進し、一日も早くカスタマーが STEP 実用システムを構築していくことを期待したい。



**The Business Case for STEP  
(with demonstrations)**

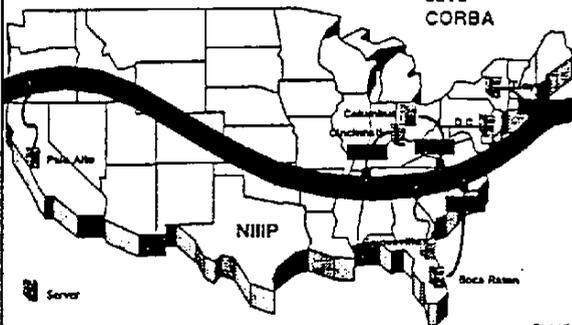
**STEP Tools, Inc.**  
Rensselaer Technology Park  
Troy, New York 12180

(518) 275-2848 (518) 275-8471 fax  
info@steptools.com <http://www.steptools.com>

**Connectivity** **STEP Tools, Inc.**

http  
Java  
CORBA

INTERNET →



Server

**Overview** **STEP Tools, Inc.**

- Background
  - Content and connectivity
- Customer Objectives
- STEP Tools, Inc.
- Deployment Case Studies
- Getting Started

**Overview** **STEP Tools, Inc.**

- Background
- Customer Objectives
  - More competition for labor
  - More variable work load
  - Higher rate of change
  - Higher expectations
  - Cost driven business
  - Changed customers
- STEP Tools, Inc.
- Deployment Case Studies
- Getting Started

**Information** **STEP Tools, Inc.**

- Standard for the Exchange of Product model data
- A world (ISO) standard
  - Universally available through local and global standards organizations
- Inclusive
  - Configuration controlled 3D assemblies (203) - 1995
  - Associative draughting (202) - 1997
  - Design for Analysis (208)
  - Form features for NC design (224)
  - Process plans for NC design (213)
  - Printed Circuit Boards (210)
  - Models for ship building, process plant and others
- Integrated
  - Applications operate across process domains
- Reliable
  - Testing organizations in USA, Europe and Japan

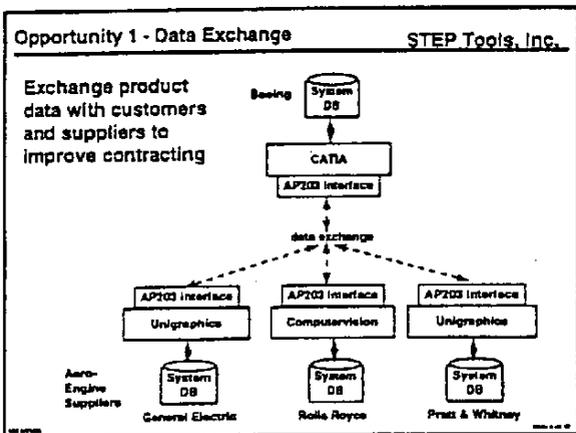
**Customer Objectives** **STEP Tools, Inc.**

CAUSE	EFFECT	RESPONSE
More competition for skilled labor	Less skilled work force	More pictures Better computer tools
More variable work load	More focused capabilities	More teaming, More supplier involvement
Higher rate of change	More changes in products and processes	Less paper, agile manufacturing
Higher expectations from workforce	Better computer skills, Information access	Electronic design and manufacturing
Cost driven business	IT budgets shrink, less support structure	Flatter organizations, deploy standards
Changed expectations from customers	More customer involvement	Collaboration, concurrent engineering

**Mapping opportunity to solutions** STEP Tools, Inc.

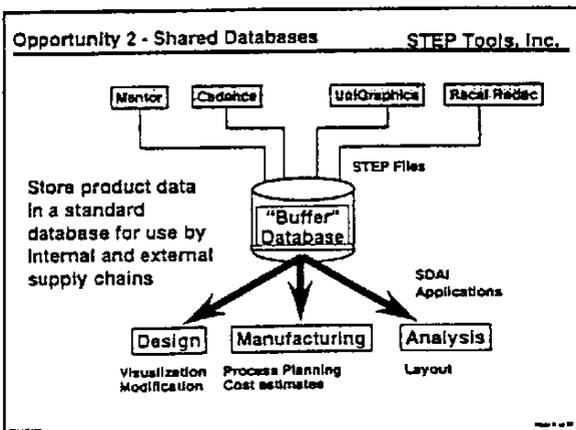
More variable work load	=>	STEP Data Exchange
Changed customers	=>	STEP Data Exchange
Higher rate of change	=>	STEP Data Sharing
Cost driven business	=>	STEP Data Sharing
More competition for labor	=>	STEP on the Internet
Higher expectations	=>	STEP on the Internet

**Opportunity 3 - Internet Collaboration** STEP Tools, Inc.



**Overview** STEP Tools, Inc.

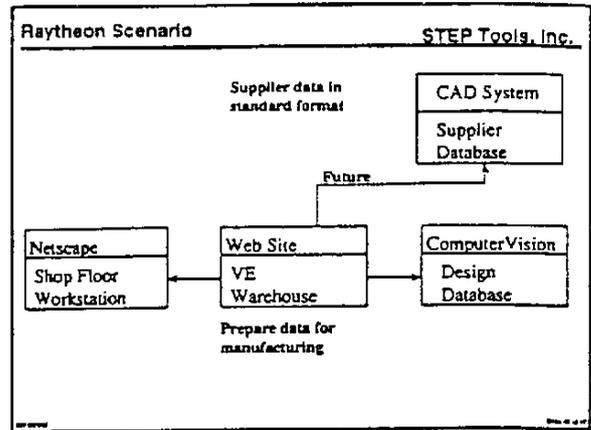
- Background
- Customer Objectives
- STEP Tools, Inc.
  - Mission
  - Customers
- Deployment Case Studies
- Getting Started



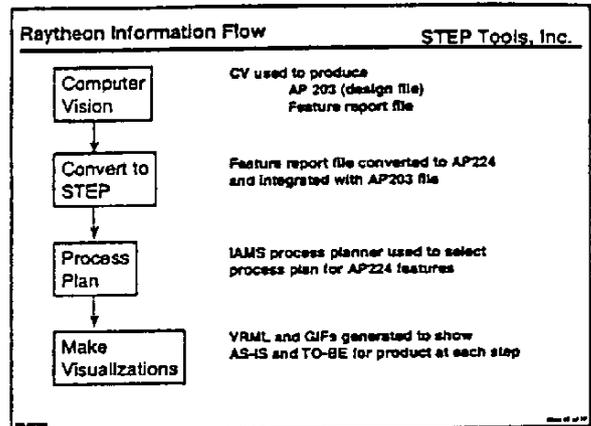
**STEP Tools, Inc.** STEP Tools, Inc.

- A market leader for STEP software products
  - Software tools
  - Classes
  - Consulting
- Working on Object Databases since 1978
- Concurrent Engineering since 1982
- STEP since 1984
- Incorporated 1991
- >200 customers
- Distributors in Europe and Far East
- Revenue growth >50% in 1994, 1995, 1996 and 1997

Customers	STEP Tools, Inc.
<b>Customers</b> Bentley Boeing British Aerospace CTC Climatron Deicam EDS Unigraphics ESA Ford General Dynamics General Electric General Motors Gintec Hitachi Zosen IBM Lockheed Martin NASA Newport News Raytheon Samsung Sherpa Toyota	<b>Projects</b> IBM National Industrial Information Infrastructure Unigraphics AeroSTEP project CALS Roadmap 2000 Ford Allied Signal AP203 demonstration GM Boeing Sheet Metal Project Integrated Product Processing Initiative PreAmp SDAI shared database project Rapid Response Manufacturing Raytheon Manufacturing Optimization Wright Patterson Geometry Database General Dynamics Simulation-Based Design ESPRIT InterRob project  <b>Distributors</b> Esprit Concept, France CADDETC - UK EuroSTEP - Germany, Sweden and Finland OSI - Japan Nani - Korea C-STEP - China Exartech, Axon - Taiwan Applied Logistics - Russia



- Overview
- STEP Tools, Inc.
- Background
  - Business Objectives
  - STEP Tools, Inc.
  - Deployment Case Studies
    - Design to manufacturing
    - Virtual enterprise
    - Infrastructure for European Space Agency
  - Getting Started



- Case Study - Design to Manufacturing
- STEP Tools, Inc.
- Who
    - Raytheon Missile Systems Division
  - Goal
    - Reduce time spent preparing data for manufacturing
  - Why
    - 500 plans per year, 100 hours per plan including 50 hours to make drawings
    - Reduce time to 17,500 hours per year from 50,000
  - How
    - World Wide Web visualization
    - Warehouse for sharing product data

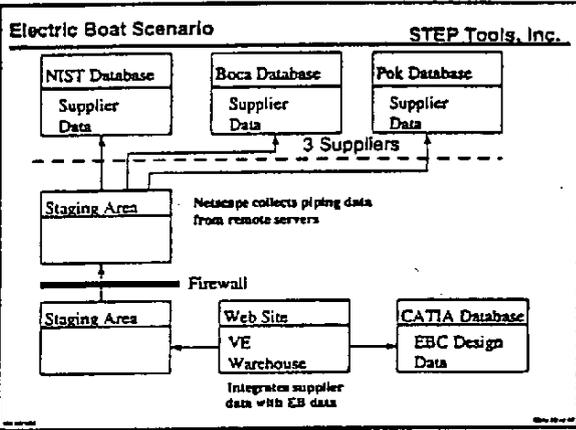
- Proof of concept demonstration
- STEP Tools, Inc.
- On-line presentation shows
    - CV report file
    - AP224 file
    - Process plan
    - AS-IS and TO-BE visualization
  - Benefits for Manufacturing
    - Anywhere on the Internet
    - Confidence in correct data
    - Easy to understand models

**Case Study 2 - Virtual Products** STEP Tools, Inc.

- Who
  - General Dynamics, Electric Boat Division
- Goal
  - Team with other ship builders
  - Use standard parts
- Why
  - Customer requires cooperation
  - Less orders from customer
- How
  - Virtual product assembly
  - Warehouse for sharing product data

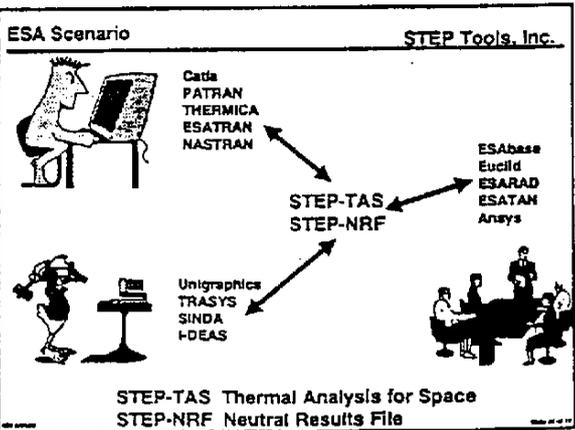
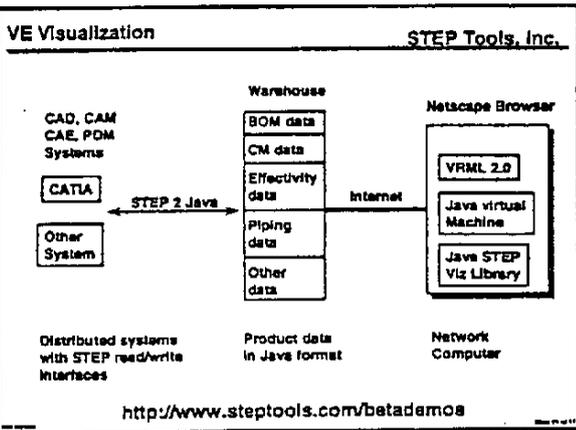
**Proof of concept Demonstration** STEP Tools, Inc.

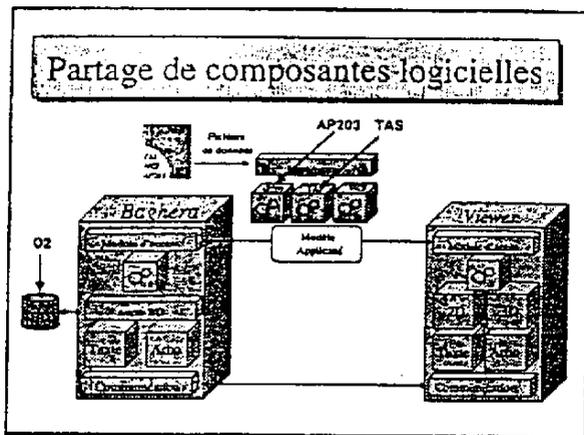
- On-line demonstration shows
  - Piping data from the suppliers
  - An application changing piping assemblies
  - Visualizations
- Benefits for the supplier
  - Work with many contractors
  - Verify "data fit" over the Internet
  - Equal understanding of project status



**Case Study 3 - Information Infrastructure** STEP Tools, Inc.

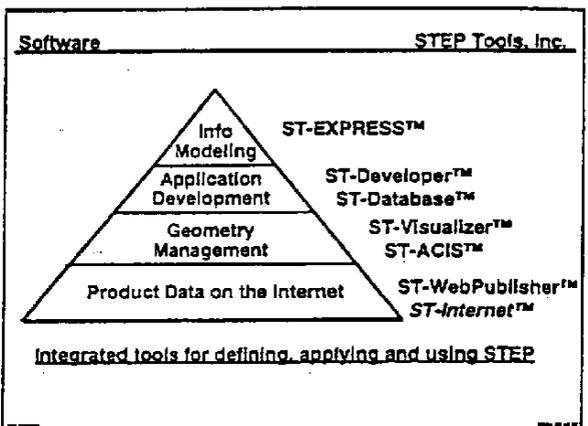
- Who
  - European Space Agency, France
- Goal
  - Infrastructure for Space Thermal Analysis applications
  - Integrate COTS with in-house applications
- Why
  - Easier integration with internal and external systems
  - Standard database
- How
  - Virtual product testing
  - Warehouse for Result Files





- ### STEP Standards STEP Tools, Inc.
- Full (released standards)
    - AP201 - Explicit Drafting (1995)
    - AP203 - Configuration Controlled Assemblies (1995)
    - AP202 - Associative Drafting (for other AP's) (1997)
  - Nearly released
    - AP207 - Sheet Metal Die Planning and Design
    - AP213 - Numerically controlled plans for machined parts
  - Coming soon
    - AP210 - Electronic printed circuit board assembly
    - AP212 - Electro technical design and installation
    - AP214 - Core data for Automobile design and manufacture
    - AP224 - Parts for Process Planning using Machining Features
    - AP227 - Plant spatial configuration
  - In the pipe line
    - AP's for ship building, AEC, manufacturing, data packages

- ### Proof of concept Demonstration STEP Tools, Inc.
- On-line demonstration shows
    - STEP File containing STEP TAS information
    - World Wide Web pages generated using ST-WebPublisher
  - Benefits for Engineering
    - Infrastructure based on standards
    - Plug and play COTS tools
    - Extensibility and compatibility with external efforts



- ### Overview STEP Tools, Inc.
- Background
  - Customer Objectives
  - STEP Tools, Inc.
  - Deployment Case Studies
  - Getting Started
    - Select a standard
    - Software

- ### Summary STEP Tools, Inc.
- #### STEP and STEP Tools, Inc.
- World wide processing of product information
    - Common integrated database
    - Internet compatible infrastructure
    - Product model for many applications
  - Consequences
    - Reduced costs for data sharing
    - More inter-operability for applications
    - Integration across the supply chain

### 3. 3. 2 IBM Charlotte

日 時： 1998 年 1 月 29 日、 13:30-17:00

訪問先： Mr. Don Stone, Consultant- STEP Services, Manufacturing Industry

場 所： Charlotte, North Carolina, USA

調査者： 奥 保正 (STEP 推進センター, 主任研究員)

堀越裕道 (STEP 推進センター, 主任研究員)

竹内斎之郎 (STEP 推進センター, 主任研究員)

小高 浩 (STEP 推進センター, 主任研究員)

調査目的：

IBM Charlotte 事業所は、製造業の本部として CAD/CAM システム及び PDM システムの開発をはじめとし、IBM の STEP 推進の中心として活動している。今回、STEP への取組み、STEP セミナー開発、及び今後促進されるであろう PDM において STEP をどこまで考慮しているかの知見を得るために調査を行なった。

調査内容：

#### (1) STEP への取組み

IBM では、STEP 技術に対する強化を目指し、Boeing や Chrysler など製造業の主要な企業のパートナーとして種々のプロジェクトを実施している。また、政府主導の NIIP や STAMP などのプロジェクト、ならびに米国の STEP センターとして活動している PDES, Inc.の主導する Electromechanical をはじめとするプロジェクトへ参加している。

STEP のアプリケーションプロトコル(AP) は、AP201 (明示的な 2 次元製図)、AP202 (製品形状と関連した製図)、AP203 (設計における形態管理)の 3 つの規格が IS 化され、AP203 規格を中心にその実用化は航空機、及び自動車業界で進められている。今後、STEP 技術が大きく展開される分野として、建築、造船、プラント業界が予想されているが、特に石油関連の POSC/CAESAR プロジェクトを軸にプロセスプラント業界が活発に動いており、IBM Charlotte もこの分野への取組みを強化している。

また、IBM で扱っている CATIA システムに関しては、ダッソーシステムズ社の協力のもとに、AP203 のアプリケーションプロトコルをはじめとする STEP 規格への対応を強力に推進している。

#### (2) STEP セミナー開発

IBM Charlotte では、STEP カスタマー向けに STEP 教育セミナーを開発し、年 4 回開催している。現在 AP203 を中心に 5 コース開発されているが、今後必要に応じて拡充していく予定である。

[ STEP Training Seminar ]

##### ①STEP Overview

Describes STEP capabilities, features, applications and reviews  
a number of STEP pilots projects

## ②AP203 Overview

Describes how AP203 can be utilized to support design, exchange and management of product data

## ③AP203 Detail for programmers

Describes how AP203 support exchange of configuration management information, parts and drawing release systems and piece parts and assemblies

## ④EXPRESS

Describes the structural facets of the EXPRESS language from data types to data rules with a focus on data structuring

## ⑤SDAI Overview

Describes the capabilities and environment required of a data access interface to create and manipulate data that was described using the EXPRESS data modeling language

### (3) STEP と PDM

STEP Services 部門では、PDM を STEP の主要領域と捕え、AP232 (Technical data packaging core information and exchange)へのマッピングに PDM の EXPRESS-X モデルを使用する STAMP プロジェクトや、Boeing 社と日本の機体 5 社間の AP203 (Configuration controlled design) CC1 を用いた STEP データ交換プロジェクトなど、STEP と PDM に関連したプロジェクトに積極的に参加している。

また、ダッソーシステムズ社と協同で CATIA の PDM データ交換機能の強化を図っている。AP203 の CC1 (Conformance Class 1: 適合性クラス 1) に関しては、PDES, Inc.より以下の 4 つのサブセットが提案されており、ダッソーシステムズ社の CATIA ではレベル 1 (Minimal) の実装が既になされ、さらにレベル 2、レベル 3 のサブセットの実装を検討している。

#### [ レベル 1 : Product Identification (Minimal) ]

このサブセットは、製品構成や設計変更あるいはエフェクティビティの情報なしで、部品を認識するのに使用される。このサブセットの中の全てのエンティティは簡単なインスタンスで表される。このサブセットを使用すれば廉価なトランスレータを開発することができる。（\*印は、上位型エンティティを示す。）

- application\_context
- \*application\_context\_element
- application\_protocol\_definition
- approval
- \*approval\_assignment
- approval\_date\_time

approval\_person\_organization  
approval\_role  
approval\_status  
calendar\_date ( or ordinal\_date or week\_of\_year\_and\_day\_date)  
cc\_design\_approval  
cc\_design\_date\_and\_time\_assignment  
cc\_design\_person\_and\_organization\_assignment  
cc\_design\_security\_classification  
coordinated\_universal\_time\_offset  
\*date  
date\_and\_time  
\*date\_and\_time\_assignment  
date\_time\_role  
local\_time  
mechanical\_context  
organization  
person  
person\_and\_organization  
\*person\_and\_organization\_assignment  
person\_and\_organization\_role  
product  
product\_category  
\*product\_context  
product\_definition  
product\_definition\_context (or design\_context)  
\*product\_definition\_formation  
product\_definition\_formation\_with\_specified\_source  
product\_definition\_shape  
product\_related\_product\_category  
\*property\_definition  
security\_classification  
\*security\_classification\_assignment  
security\_classification\_level

[ レベル 2 : Product Identification, Structure and Effectivity ]

このサブセットには設計変更情報はなく、部品とアセンブリ構造を認識するために使用される。数量と共に全てのタイプの製品関係を表す。このサブセットは、レベル 1 のエンティティならびに次のエンティティを含む。

alternate\_product\_relationship  
area\_measure\_with\_unit  
are\_unit  
\*assembly\_component\_usage  
assembly\_component\_usage\_substitute  
cc\_design\_certification  
certification  
\*certification\_assignment  
certification\_type  
configuration\_design  
configuration\_effectivity  
configuration\_item  
context\_dependent\_unit  
conversion\_based\_unit  
dated\_effectivity  
design\_make\_from\_relationship  
dimensional\_exponents  
\*effectivity  
length\_measure\_with\_unit  
length\_unit  
lot\_effectivity  
mass\_measure\_with\_unit  
mass\_unit  
\*measure\_with\_unit  
\*named\_unit  
next\_assembly\_usage\_occurrence  
product\_concept  
product\_concept\_context  
product\_definition\_effectivity  
product\_definition\_relationship  
\*product\_definition\_usage  
promissory\_usage\_occurrence  
quantified\_assembly\_component\_usage  
serial\_numbered\_effectivity  
\*si\_unit  
specified\_higher\_usage\_occurrence  
supplied\_part\_relationship  
volume\_measure\_with\_unit

volume\_unit

[ レベル 3 : Engineering Change Identification ]

このサブセットは部品のバージョンとそれらの関係を認識するために使用される。レベル 1 あるいはレベル 2 のサブセットと連携して使用され、レベル 1 あるいはレベル 2 及び次のエンティティを含む。

- \*action
- \*action\_assignment
- action\_directive
- action\_method
- \*action\_request\_assignment
- action\_request\_solution
- action\_request\_status
- action\_status
- change
- change\_request
- directed\_action
- \*executed\_action
- start\_request
- start\_work
- versioned\_action\_request

[ レベル 4 : Conformance Class 1 Entities ]

このサブセットは、これまでに述べたサブセットに含まれていない CC1 エンティティを含む。ここにリストされたエンティティとレベル 1, 2 及び 3 のエンティティと共に使用された場合、全てのエンティティとなる。これらは、所属、種々の関係や参照文書に使用される。

- \*address
- approval\_relationship
- cc\_design\_contract
- cc\_design\_specification\_reference
- contract
- \*contract\_assignment
- contract\_type
- document
- \*document\_reference
- document\_relationship
- document\_type

document\_usage\_constraint  
document\_with\_class  
organization\_relationship  
organizational\_address  
organizational\_project  
personal\_address  
product\_definition\_with\_associated\_documents  
shape\_aspect  
shape\_aspect\_relationship

#### (4) まとめ

IBM Charlotte の STEP の取組みでは、ISO 国際会議に参加し STEP 規格開発に貢献し、STEP に関する状況を正確に把握すると共に、実用化プロジェクトに参加し幅広い分野から実装技術を蓄積している。

また、STEP セミナーでは、単発的でなく体系的なコースが開催されており、要請があれば海外でも開催するとのことであった。STEP 実用化の立上がりの時期には、こういったものを利用することも一つの方法であると思う。

STEP と PDM では、規格化についても PDM での STEP 技術の検討がはじまり、PDES, Inc. や ProSTEP を中心に PDM スキーマの検討が始められている。IBM が扱うダッソーシステムズ社の CATIA にも PDM データ交換機能の実装が進められている。これら標準化の動き、ならびに商用 PDM システムの対応状況を注視していくことが必要と考える。

(なお、1998 年 2 月 26 日付け(日本時間)で、IBM とダッソーシステムズが PDM II 市場に向けて提携を行った。ホームページ <http://www.ibm.co.jp> のプレスリリースに掲載された内容を添付する。)

[ご参考資料] IBM (R) とダッソーシステムズがPDM II 市場に向けて提携

1998年2月26日

(米国ノースカロライナ州シャーロット&フランス・パリ2月25日(現地時間)発)

IBMコーポレーション(本社:米国ニューヨーク州アーモンク、会長:ルイス・V・ガースナー)とダッソーシステムズ(本社:フランス・パリ、会長:ベルナル・エデルステン)は、新たな市場であるPDM II(Product Development Management II)市場に向けた、業務改革、コンサルティング、導入サービスなどの統合ソリューション提供を目的に提携したと発表しました。

PDM IIによって、お客様は製品の開発プロセス全体において、業務管理の実施や、製品自体の情報、デザイン、開発、製造などのプロセスに関する情報を含む大量のデータの適切な利用ができます。

IBMとダッソーシステムズのPDM IIソリューションは、PDM(Product Data Management)とVPDM(Virtual Product Development Management)という2つの分野を統合しています。お客様は両社のPDM IIソリューションを利用することで、製品のライフサイクルを通じて、より優れたデータ管理やモデリング、シミュレーション、製品情報の管理を行なえます。

IBMとダッソーシステムズの合意内容は次のとおりです。

- ダッソーシステムズが全額出資の関連会社としてエノヴィア社を設立し、PDM IIソリューションの開発を行ないます。本社はノースカロライナ州シャーロットです。
- IBMは新たに世界的規模で2つの組織を設立します。1つはIBM PDM IIソリューションズで、エノヴィア社の製品の営業と販売を担当し、もう1つはIBMエンタープライズ・エンジニアリング・サービスでコンサルティング、導入サービスを提供します。
- ダッソーシステムズはIBMの製品データ管理ソリューション「プロダクトマネージャー(Product Manager TM)」をソースコード、知的所有権、各種スキル、商標を含め、4,500万ドルで買収します。最終的な承認は、当局の規制条件や通常の締結条件を満たしていることを確認した上で行われます。

この発表に関連して、ジョエル・レムキがエノヴィア社のCEOとして指名され、ダッソーシステムズ社長であるベルナル・チャーレスに報告します。レムキ氏はIBMグローバル・マニュファクチャリング・インダストリー・ユニットにおけるソリューション部門のゼネラル・マネージャーでした。

IBMとダッソーシステムズが提供するPDM IIソリューションは、以下の2つの製品ラインとなります。これらはCADとは独立したオープンでコラボレートな環境を実現し、お客様は製品のライフサイクルを通じて、各地に分散した部門や仕入先、パートナーとの間で、製品とプロセスに関する情報をグラフィカルに定義し、管理、共有できます。

- ENOVIA VPM(Virtual Product Model):VPDMに向けたソリューションで、パイロット・プロジェクトによるテストを経て、1998年中頃に販売開始する予

定です。このソリューションは、製品の定義と製造プロセスの明確化、構成、最適化が可能で、より優れた製品開発に向けた業務改善を実現します。製品の異なる部品間や、部品の製造、組み立てをおこなうプロセス間を関連づけます。さらに、設計、開発、製造などを担当する関連部署にあらゆる変更を送れます。

- ENOVIA. PM (ProductManager) : PDMに向けたソリューションです。製品データと文書のよりよい管理が可能となります。このソリューションは、製品のライフサイクルを通じて、データの配布プロセスを管理し、様々な地域で情報を得ることを可能にします。

これら2つのPDM II ソリューションは、ERP (エンタープライズ・リソース・プランニング) が生産プロセスを統合するのと同様に製品開発プロセスを統合します。さらに、各地にある部門間のプロセスと製品のライフサイクル全体のプロセス相互のやりとりを可能にします。

お客様はPDM II ソリューションを、IBMとダッソーシステムズの新しい低価格で高速なJAVA対応のWebブラウザであるCATweb navigatorと、この製品の持つ4Dグラフィック機能と合わせて利用することで、仮想製品モデルの情報および、あらゆる活動において必要な情報を入手できます。

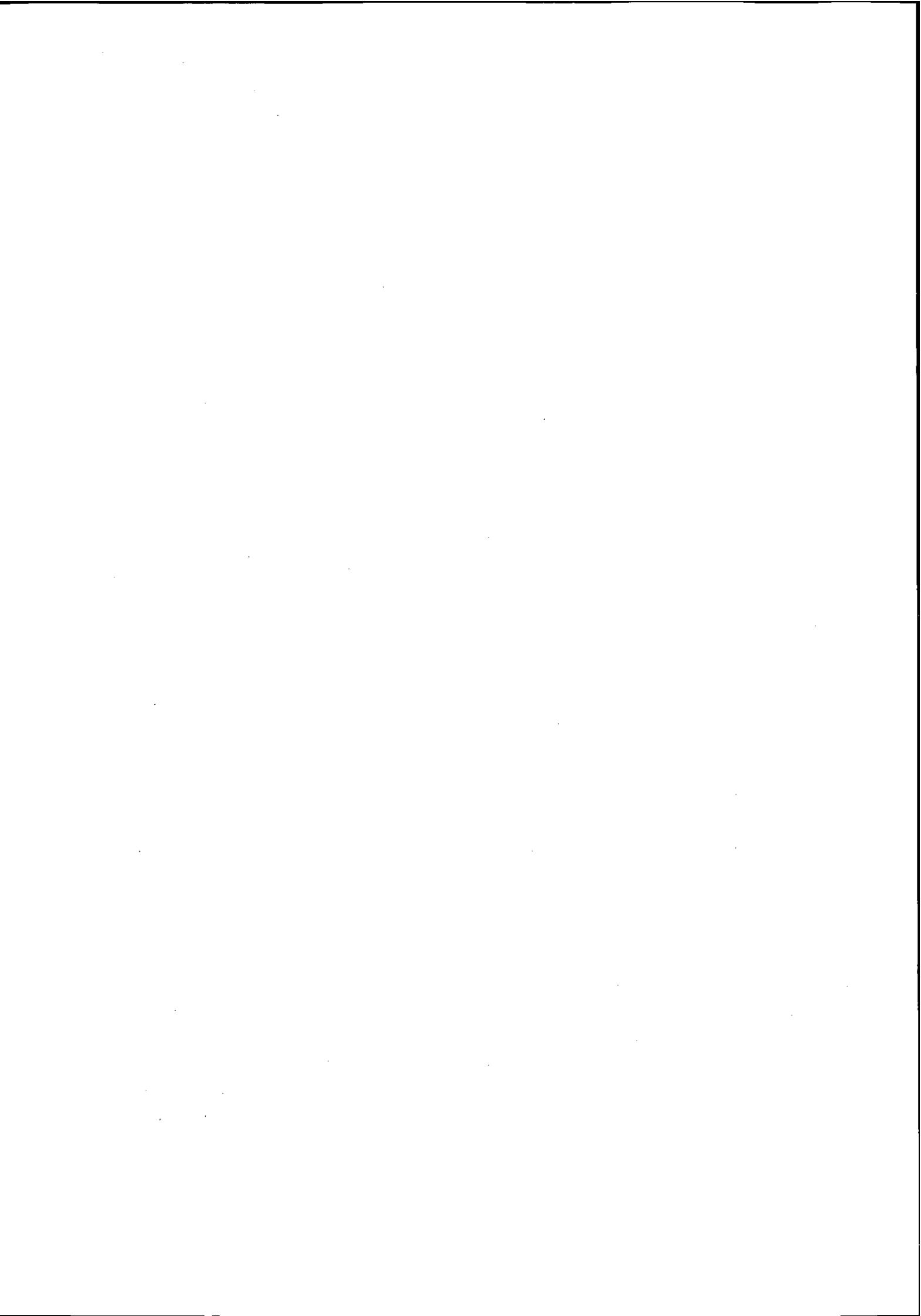
ダッソーシステムズ会長兼CEOであるベルナル・エデルステンは、次のように語っています。「今回の合意は新しいPDM II マーケットでのIBMとダッソーシステムズの長期に渡る協力関係を強化するものです。これらの新たな製品ラインによって、我々はお客様に革新的な製品・ソリューションを提供し、株主への価値を高めると我々の長期的なコミットメントを実行してきます。

ダッソーシステムズの社長であるベルナル・シャーレスは、次のように語っています。「今回の発表によって、ダッソーシステムズはデジタル・エンタープライズというビジョンをさらに実行できるようになります。IBMとダッソーシステムズの提携によって、コンサルティングから実施までお客様の要求に応えられます。真に統合された製品のポートフォリオを作成することで、製品開発への志向と我々のお客様が行なっている全社レベルでの製品データ管理に対応できます。」

「我々は、新たな統合されたPDM II ソリューションに含まれるプロダクトマネージャーを機能拡張するための研究開発に投資していく予定です。既にプロダクトマネージャーを利用しているお客様は、新たな製品ラインを早く利用でき、投資を保護できます。」

IBMグローバル・マニュファクチャリング・インダストリーのゼネラルマネージャー、グレッグ・ロックは次のように語っています。「新しいエノヴィア社のソリューションによって、お客様はより多くの改善と品質を高めるのに役立つでしょう。また、設計の初期段階での情報共有へのニーズに対応し、さらに製造部門での製品情報の一元管理も可能となります。ダッソーシステムズの研究開発への投資と、IBMのサービス、コンサルティング能力によって、我々は世界でお客様にソリューションを提供できます。」

以上



#### IV. 平成 9 年度調査普及委員会活動一覽



#### IV. 平成9年度調査普及委員会活動一覧

##### (1). セミナー開催

###### 1) 欧州における STEP 技術の最新動向—ICS 社

期 日 平成9年6月17日  
場 所 当協会 STEP 推進センター会議室 (東京都江東区)  
参加者 20名  
内 容 ETAP プロジェクトと ICS 社システムの紹介

###### 2) CALS/STEP による製造業のデジタル・プロセス改革

期 日 平成9年8月20日  
場 所 北海道大学学術交流会館会議室 (北海道札幌市)  
参加者 96名  
内 容 STEP の紹介

###### 3) CALS/STEP による製造業のデジタル・プロセス改革

期 日 平成9年12月18日  
場 所 福岡ソフトリサーチパーク会議室 (福岡県福岡市)  
参加者 54名  
内 容 STEP の紹介

###### 4) AP203 の基礎と概要

場 所 青海フロンティアビル会議室 (東京都江東区)  
期 日 平成9年8月29日  
参加者 102名  
内 容 アプリケーションプロトコルの解説として AP203 関連

###### 5) プラント関連 AP の概要

期 日 平成9年11月13日  
場 所 タイム24ビルセミナールーム2 (東京都江東区)  
参加者 43名  
内 容 アプリケーションプロトコルの解説として AP221 関連

##### (2). 展示会出展

- 1) ICCAS\*97(10月)にパネルの展示
- 2) CALS EXPO International 1997(11月)に STEP、HLDAI 紹介のための映像、パネルによる紹介と AP224 (生産設計) のデモを出展

##### (3). セミナーテキスト

- 1) 「CALS/STEP による製造業のデジタル・プロセス革新」(1997.8.20)
- 2) 「AP203 の基礎と概要」(1997.8.29)
- 3) 「プラント関連 AP の概要」(1997.11.13)

4) 「CALIS/STEP による製造業のデジタル・プロセス改革」(1997.12.18)

(4). 報告書

- 1) 平成9年度 STEP 実用化に向けての調査研究報告
- 2) AP203 解説書
- 3) CALS/STEP 連絡会技術討論資料集-I
- 4) STEP 用語集

(5). 海外調査

1) 欧州調査

期間：平成9年10月13日～17日

調査員：JSTEP 技術部 上田 正二、堀越 裕道、小高 浩、奥 保正

訪問先：

- ①AIT AEROSPATIALE (Paris, フランス) 10月13日 (月)
- ②Dassault Systemes (Suresnes Cedex, フランス) 10月14日 (火)
- ③RPK University of Karlsruhe (Karlsruhe, ドイツ) 10月15日 (水)
- ④Institut Produktionstechnik und Automatisierung(Stuttgart, ドイツ)

10月16日(木)

- ⑤ CAD-LAB (Bologna, イタリア) 10月17日 (金)

2) 米国調査

期 間：平成10年1月27日～2月2日

調査員：JSTEP 技術部 堀越 裕道、竹内 斎之郎、小高 浩、奥 保正

訪問先：

- ①MARITECH (アーリントン)
- ②IBM (シャーロット)
- ③Dr. M. Hardwick より NIIP プロジェクト状況調査 (オーランド)
- ④ISO 会議での STEP Tutorial に出席 (オーランド)

以上

— 禁無断転載 —

平成10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

東京都江東区青海2丁目45番

タイム24ビル 10階

TEL 03 (5500) 0521

印刷所 菱電印刷株式会社

東京都中央区湊3丁目5番10号

TEL 03 (5566) 0681

