

経済産業省委託調査

平成15年度基準認証研究開発事業

機械生産プロセスシステムの標準化調査研究 成果報告書

平成16年3月

財団法人日本情報処理開発協会
電子商取引推進センター

この報告書は、平成15年度受託事業として（財）日本情報処理開発協会電子商取引推進センターが経済産業省から委託を受けて、電子商取引推進協議会（ECOM）の協力を得て実施した「平成15年度基準認証研究開発事業（機械生産プロセスシステムの標準化調査）」の成果を取りまとめたものです。

本調査研究は、平成15年度経済産業省からの委託事業である基準認証研究開発事業（機械生産プロセスシステムの標準化）として実施したものである。本調査研究は、平成13年度より3年計画の事業として計画された事業であり、本年度は最終年度に当たる。

本調査研究の目標は、機械生産において設計と製造の中間に位置する、生産準備工程とも言う工程設計における情報要件の標準化とデータモデル化を行い、これを国際標準化機構の「産業オートメーションシステムとその統合」技術専門委員会の「産業データ」分科会（ISO/TC 184/SC 4）に提案することであった。また、金型工業会と協力して、設計から製造への加工に必要な情報（加工属性）を調査し、既存の国際規格を金型部品作成の実務に適用する上での要件の分析を行ない、必要に応じて国際規格の改善提案を行なうことであった。

本調査研究の成果を受けて、工程設計の標準化を日本と米国から ISO/TC 184/SC 4 に提案した。その結果、ISO10303-240（AP240）として国際標準化が決定され、坂本千秋氏をプロジェクトリーダーとして作業が進められている。一方、加工属性の研究結果としては、金型部品の加工においても既存の国際規格である ISO10303-224（AP224）に不足している機能が存在することを ISO/TC 184/SC 4 に報告し、改善案を提示した。現在これらの提案をベースに国際標準化の作業が進んでいる。

本書では、本年度の活動成果を活動の経緯を踏まえて報告するものである。

平成16年3月

財団法人日本情報処理開発協会
電子商取引推進センター

目 次

1. まえがき	1
1.1 機械生産プロセス標準化と STEP の役割	1
1.2 国際標準化の動向	1
1.3 本研究の位置付け	2
1.4 達成目標	2
1.5 研究成果	3
1.6 本研究プロジェクトで用いる表記法	4
2. 活動要約	6
2.1 目的	6
2.2 実施体制	6
2.3 スケジュール	6
2.4 実施事項	6
2.5 得られた成果（技術的成果と国際標準化に関する成果）	7
2.6 国際規格案の内容・提案先・提案方法	7
2.7 今後の課題	7
3. 委託業務実施計画	8
3.1 研究開発の目的	8
3.2 実施計画の細目	8
3.3 研究場所	8
3.4 実施期間	8
3.5 実施計画日程	9
3.6 研究体制	9
3.7 委員会／分科会名簿	9
4. 実施結果および考察	11
4.1 加工のための属性情報の調査研究	11
4.1.1 金型設計製作における問題点	11
4.1.2 現在の金型設計製作のフォロー	11
4.1.3 中間フォーマットの必要性	12
4.1.4 モールドベース加工に必要な加工情報	13
4.1.5 モールドベースに必要な加工形状	13
4.2 属性情報の検討	20
4.2.1 必要な加工情報の検討	20
4.2.2 グループの表現	21
4.2.3 配置情報の表現	23

4.2.4	プレートの表現.....	23
4.2.5	穴グループの表現.....	25
4.2.6	ポケットの表現.....	26
4.2.7	長穴の表現.....	32
4.2.8	溝の表現.....	34
4.2.9	連続曲線の表現.....	35
4.3	AP224 利用上の課題.....	36
4.3.1	AP224 を金型部品に適用する場合の課題.....	36
4.3.2	解決策の検討.....	38
4.4	マシニングプロセスモデルの研究開発.....	44
4.4.1	Mapping Table の作成.....	44
4.4.2	実証テスト.....	70
4.5	国際規格提案骨子作成と国際標準化計画立案ならびに国内普及活動.....	76
4.5.1	AP240 国際標準化計画.....	76
4.5.2	AP240 適用計画.....	77
5.	AP240 関連規格の調査分析と普及のシナリオ.....	105
5.1	関連する国際標準.....	105
5.1.1	IMTF(Integrated Manufacturing Task Force)とその成果の概要.....	105
1) Executive Summary of Integrated Manufacturing Task Force, SC4 N1302, 2002-03-20. [2]106		
5.1.2	IMTF での検討内容.....	107
5.1.3	AP240 の役割.....	111
5.2	CAD/CAM の利用状況.....	112
5.3	活用条件と課題について.....	114
5.3.1	AP240 の活用イメージ.....	114
5.3.2	AP240 利用により期待される効果.....	120
5.3.3	活用されるために必要とされる条件.....	122
5.3.4	効果的な利用促進の課題.....	123
5.4	普及のシナリオ.....	124
5.4.1	効果の検証.....	124
5.4.2	利用環境の整備.....	124
5.5	普及促進.....	125
5.6	ヒアリング調査実施内容.....	126
5.7	ヒアリング調査結果.....	126
5.7.1	A 社.....	126
5.7.2	B 社.....	130
5.7.3	C 社.....	132
5.8	おわりに.....	133
6.	結論.....	134
6.1	まとめ.....	134

6.2	技術開発.....	135
6.2.1	得られた成果.....	135
6.2.2	当初の目標に対する達成状況.....	136
6.2.3	今後の課題.....	136
6.3	国際標準化.....	137
6.3.1	「マシニングプロセスモデルの位置付け」に関する国際調整.....	137
6.3.2	IMTF での検討内容.....	138
6.3.3	もう一つの IMTF の成果, AP240 : Process plans for machined parts の開発開始.....	139
6.3.4	まとめ.....	139
6.3.5	A.1 Base Documents.....	140
6.3.6	A.2 Documents, discussed in IMTF.....	140
6.3.7	A.3 Output Documents of IMTF.....	140
7.	あとがき.....	144
8.	参考文献.....	145
9.	付録：議事録、研究発表・文献等.....	146
9.1	委員会議事録.....	146
9.2	研究発表・文献等.....	175
9.2.1	AP224 修正提案レポート (ISO/TC 184/SC 4 SEDS Report No.907)	175
9.2.2	AP224 修正提案レポート (ISO/TC 184/SC 4 SEDS Report No.908)	176
9.2.3	AP224 修正提案レポートの実現提案 (ISO/TC 184/SC 4 SEDS Report No.907)	178
9.2.4	第 40 回 ISO/TC 184/SC 4 (ドイツ) 国際会議における説明資料	179
9.2.5	第 41 回 ISO/TC 184/SC 4(フランス)国際会議における説明資料.....	197
9.2.6	第 42 回 ISO/TC 184/SC 4(アメリカ)国際会議における説明資料.....	219

1. まえがき

1.1 機械生産プロセス標準化と STEP の役割

次世代生産システムにおいては大量生産・販売方式からコンピュータ・ネットワークを用いた消費者のニーズの多様性に合わせたフレキシブルで高品質な生産方式，すなわち軽量(lean)で，俊敏(agile)で，柔軟(Flexible)で高品質な生産形態の実現が必須である．この目的のためにはハードウェアの高機能化と共に，生産に関わる知識・技術・資源の高品質な表現と再利用・再編可能な形式での蓄積と交換を可能とする情報モデル化技術と，それを用いた生産設計支援システムが重要となる．すなわち空間的・時間的に分散する生産活動が必要とする加工知識・技術・資源をコンピュータ・ネットワーク技術によって支援するためには多様な知識・技術を外在化させるための情報モデル化技術を確立することが重要である．また生産技術・生産システムの進化とは，生産知識・技術・資源の再利用・再編・蓄積の中で，新たな生産知識・技術を生成する事であると考え，生産知識・技術・資源の利用・蓄積を可能とする機械生産プロセスシステムの標準化が必要とされる．しかし，製品モデルを外在化させる情報モデル化技術として国際規格 STEP が提案されているが，生産設計を支援する体系的なモデル化技術とはなっていない。

1.2 国際標準化の動向

CAD データ交換国際標準開発から出発した国際規格 STEP は製図モデルから機械製品・電気・造船・建築・プラントなどモデル化対象を拡大する一方、製品のライフサイクル支援を視野にいられた PDM(Product Data Management)まで対象とする領域まで拡大したが、機械製品の設計・生産準備・加工・組み立て作業を一貫して支援できる規格体系とはなっていない。1994 年、ISO/TC184/SC4 において 3 次元製品モデル交換のための AP203 規格が制定されてから、欧州自動車産業界を中心とする Automotive Core Model AP214 および Machining Feature による機械部品製造用 AP224 の制定まで 7 年を要している。途中、いくつかの AP 開発が計画されながら、規格制定にまでいたらず開発途上におかれている。一方、ISO/TC184/SC4 において次世代 CNC 工作機械のための CNC データモデル ISO14649 の開発が開始され、その記述仕様が EXPRESS 言語を用いていることから STEP 技術との関係が注目され、ISO14649 規格を STEP/AP における ARM として位置付け、他の AP との連携のもとで利用するため、STEP/Resource Model を用いた AIM 開発が米国を中心として行われた。これを ISO/TC184/SC4 に対して AP238 とする提案がなされ、今日その開発が推進されている。一方、日本では STEP 技術の具体的利用が望まれながら、CAD システム間の 3 Dモデル交換においてさえ、完全なデータ交換ができない等の理由から、STEP 技術開発に懐疑的見方が広まりつつあった。このような状況の中で、ECOM において STEP 国際規格開発活動の継続と、その技術波及を目的として STEP 技術の具体的応用分野の一つとして、機械生産プロセスを選定し、設計から生産・加工・組立・計測にいたる設計／生産活動を支援するシームレスな STEP/AP series の実現を目指して生産設計データモデル開発を目

的とした「機械生産プロセスシステムの標準化」の研究を通して国際規格開発に貢献することとした。

1.3 本研究の位置付け

2001年3月、米国マイトルビーチで開催された ISO/TC184/SC4 会議において日本は加工プロセスのモデル化と工程設計 AP 開発が必要である事を主張し、マニフクチャリング活動全体を通して STEP 技術の位置付けと、今後必要とされる技術開発テーマを調査するために Manufacturing Task Force(Team Leader:岸浪)が結成された。本 Task Force には日本のほかに米国、英国、ドイツ、スウェーデン、韓国などが参加し、日本のリードのもとで、石川義明氏提案の STEP Framework をベースに manufacturing における STEP 技術の位置付けを整理した Task Force Report を提出し、機械製品の設計・生産を通じた技術情報を共有するために Process Plan AP の必要性を指摘した。この提案に米国が同調することにより日米共同で Process Plan AP の共同開発が開始された。幸にして日本側では ECOM において「機械生産プロセスシステムの標準化」がプロジェクトとして認められことに伴い、坂本千秋氏が日本側の開発担当者として日米共同開発の体制がとることができた。この規格は現在 AP240 と規格番号が与えられ、今日、DIS レベルにある。その内容の詳細は本報告書に記載されている。この AP 開発により、設計・加工フィチャー抽出・生産準備・工程設計・CNC モデルデータ生成のためのシームレスな規格群が整備されるはずである。

AP240 開発にあたっては、shop floor を対象とした生産準備のための AP213 が存在していたが、開発が中断しており、また一方では AP238 開発チームは工程設計機能の一部を包含しているため本研究との調整が必要であった。さらに ISO14649 CNC データモデルと AP238 の開発方針の乖離など、規格開発の難しさを否応なく経験させられた。

本プロジェクトの活動は ISO 活動における日本の代表的貢献であると同時に、規格制定活動と企業の技術開発要求の狭間で苦悩した技術者の成果でもある。

1.4 達成目標

本研究の達成目標は以下の5点にある。

- ① 生産技術・生産システムのデジタル化のレベルを高めるための基盤技術として機械製品の設計・生産に関わる技術情報の側面からみたプロセス・モデルとプロセス間で共有または交換する必要なデータモデルの整理と、既存または現在開発されつつある関連する国際規格がどの領域に対応できるかを明確にし、必要な新たなプロセスとデータモデルを明らかにする。
- ② 生産知識・技術・生産資源の共有化を目的に、情報モデル化技法として国際規格 STEP/EXPRESS を導入することで地域、海外を問わずグローバルな国際的生産環境に対応できる生産プロセス情報の標準化を目指す。

- ③ CAD/CAM システムのインターフェースとして製品モデル国際規格 STEP/AP224 を導入し、加工特徴情報の外在化を通して加工技術情報、生産資源モデルとの相互の機能と役割を明確にすることにより、CAD/CAM システムの統合を可能とする工程設計データモデルを明らかにする。
- ④ 加工特徴群の加工に必要な加工知識・技術・工具・生産資源の体系化と、その利用および蓄積を目的として、工作機械機能モデルおよび工具モデルとのインターフェースを提案し、生産技術情報および資源データベースの分離と、その単独での開発を可能とする構造を明らかにする。
- ⑤ 製品モデルから加工特徴モデルへの変換モジュール、加工特徴群の加工に必要な生産技術情報と生産資源決定のための生産技術情報と生産資源モデルをモジュール的に組合せることを可能とする柔軟な生産設計支援システムのプロトタイプを開発する。

1.5 研究成果

本研究の達成目標に対して以下の研究成果を得ることができた。

- ① 2001 年 3 月に開催された ISO/TC184/SC4 マイトルビーチ会議において生産に関わる国際規格の位置付けの整理と必要な規格群を明らかにするため Manufacturing Task Force(Leader: 岸浪)の設置が決議され、2002 年 11 月に開かれた ISO/TC184/SC4 福岡会議で、その調査結果 Task Force Report を提案し、工程設計データモデルの開発が必要であることを明らかにした。
- ② ISO/TC184/SC1 で開発している次世代 CNC データモデル ISO14649 を国際規格 STEP の観点から調査し、生産知識・技術・生産資源の共有化のためには、STEP 情報モデル化技法を基本とし、生産プロセス情報の体系化を進め、地域、海外を問わずグローバルな国際的生産環境に対応できる生産プロセス情報の標準化研究を推進した。
- ③ 3D 製品モデルから国際規格 STEP/AP224 に準拠した加工特徴抽出モジュールを開発し、その実用性を確認すると共に、工程設計のための入力モデル生成システムのプロトタイプを開発し、CAD/CAM システム統合の可能性を実証した。
- ④ 加工特徴群の加工に必要な加工知識・技術・工具・生産資源の体系化と、その利用および蓄積を目的として、工程設計のためのデータモデルを開発し国際規格 AP240 の開発をリードした。なお AP240 においては工作機械機能モデルおよび工具モデルとのインターフェースを具備し、生産技術情報および生産資源モデルの分離と、その単独での開発を可能とする構造を提案している。
- ⑤ 製品モデルから加工特徴モデルへの変換モジュール、加工特徴群の加工に必要な生産技術情報と生産資源決定のための生産技術情報と生産資源モデルをモジュール的に組合せることを可能とする柔軟な生産設計支援システムのプロトタイプを開発した。

1.6 本研究プロジェクトで用いる表記法

本研究では、モデルを表記し、データモデルとして処理可能とするための方法として、EXPRESS-G 図式表記法と IDEF-0 図式表記法を用いる。以下の節ではそれぞれの表記方法について述べる。

1) EXPRESS-G 図式表記法

EXPRESS-G 図式表記法は、形式的データ仕様記述言語 EXPRESS の図式によるモデル表記法である。EXPRESS は、部品記述、部品構造の記述、部品の保守などの、部品のライフサイクル全般にわたり必要とされる情報モデルの形式的記述を目的として ISO TC184/SC4 (Industrial data and global manufacturing programming languages) により開発された。EXPRESS において、モデルの構成子はエンティティと呼ばれ、オブジェクト指向言語におけるオブジェクトクラスの概念と同等に考えられる。エンティティは、それ自身を特徴付ける属性により定義される。さらに EXPRESS には、エンティティの上位型/下位型関係の概念が存在する。これは、属性継承により上位型の性質を下位型が受け継ぐ関係である。EXPRESS-G 図式表記法の表記方法の例を図 1.1 に示す。エンティティは長方形の箱で表示する。

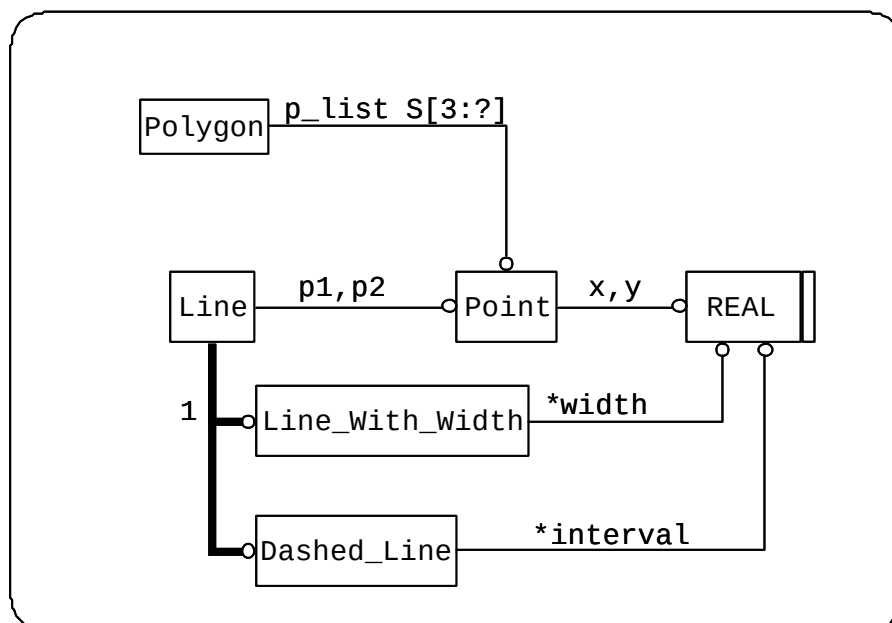


図 1.1 EXPRESS - G 図式表記法の例

その属性はエンティティから延びる細線で示される。属性名は細線の上に記述し、エンティティとエンティティ属性を区別するために、属性の側に丸印を付ける。さらに、属性のデータ型がリスト型または集合型かを示すための L[:], S[:]記号や、その属性に制約が規定されていること

を示すためのアスタリスク(*)記号が用意されている。また、上位型/下位型関係は太線で示され、下位型の側に丸印を付ける。

2) IDEF-0 図式表記法

IDEF-0 図式表記法は、システムの決定機能、動作、作業をモデル化するために設計された機能モデル化手法であり、ある作業における入力、出力、制御情報を図式的に記述するものである。

IDEF0 図式表記法の表記方法を図 1.2 に示す。プロセスなどのアクティビティは長方形の箱で示される。この箱の左側からの矢印で入力データを、右側からの矢印で出力情報を記述する。また、この出力情報を得るために使用する制御情報を、この箱の上側からの矢印で記述し、この作業で使用するシステムやソフトウェアなどのメカニズムは、

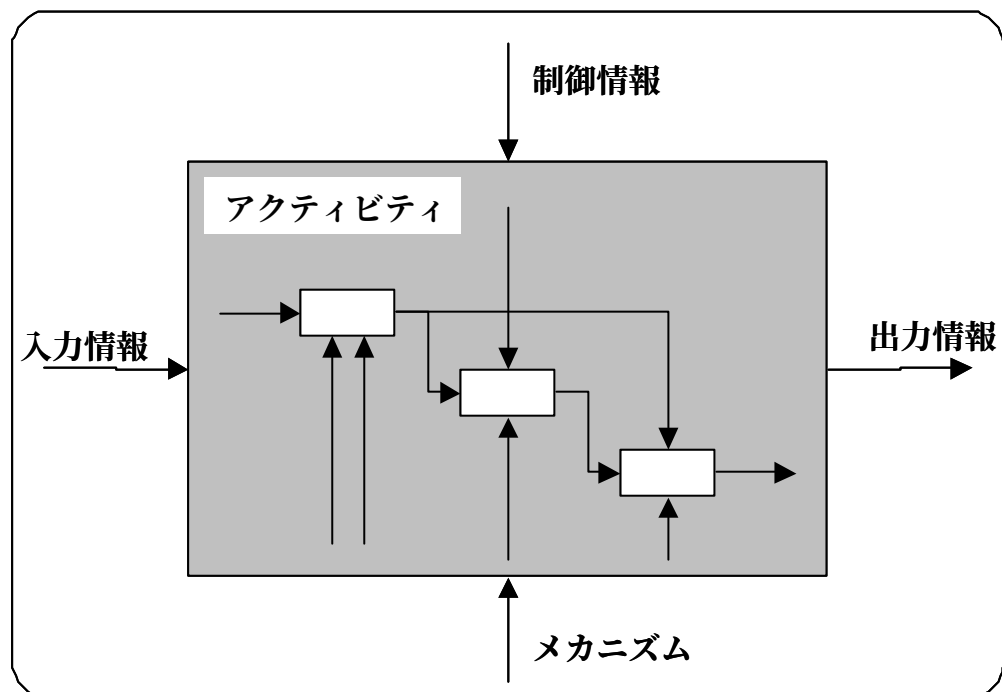


図 2 IDEF - 0 図式表記法の例

箱の下側からの矢印で記述する。さらに、IDEF0 図式表記法は、プロセスの内部を再帰的にサブアクティビティに分解することを可能とする表記法である。

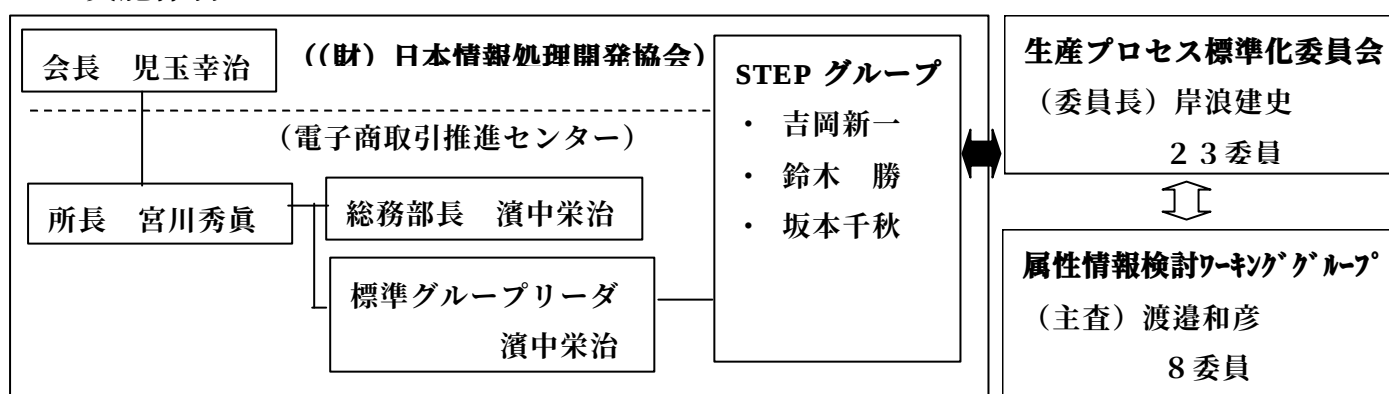
2. 活動要約

2.1 目的

金型製造などの機械系製造業では、設計工程に設計支援システム（C A D）、生産準備工程には製造支援システム（C A M）などに代表される様々なコンピュータによる情報システムが導入されているが、個別のシステムへの依存度が強く、異なったシステム間で情報交換をする場合には、人間による情報の解釈と変換を必要とすることが多く、機械生産工程の自動化と情報化の阻害要因となっていることが指摘されている。

本研究は、設計から製造工程まで統一的に情報管理が出来る「製品情報の表現方法（製品モデル）」を開発し、例えば金型設計からマシニングセンター（MC 装置）を使った加工作業のための情報を一元的に利用できる環境を構築する。 また研究成果を産業界で広く普及活用するために国際標準提案を目指す。

2.2 実施体制



2.3 スケジュール

① 加工のための属性情報の調査研究	・ 要件の調査研究	・ 要求仕様検討 ・ モデル作成	・ モデル作成 ・ 規格文書作成
② マシニングプロセスモデルの研究開発	・ 研究開発環境の整備 ・ モデルの作成と検討	・ 参照モデル作成 ・ 規格文書作成	・ 詳細モデル作成 ・ 規格文書作成
③ 国際標準化活動と国内普及活動	・ ISO/TC184/SC 4での活動と国内での研究成果発表	・ マシニングプロセスモデルの国際規格提案（新規）	・ 加工のための属性情報の国際規格化提案（改訂）

2.4 実施事項

①加工のための属性情報の調査研究

金型設計の製品加工のための公差、仕上げ情報等の加工属性情報に関してモデルの標準化が不十分なこともあり、異なったシステム間での加工情報の交換について、前年度までの検討成果をもとに、国際標準モデルを応用して加工対象を限定した実務モデルの検討を進める。

②マシニングプロセスモデルの研究開発

機械製品の加工工程では素材から製品を削りだすための最終製品形状、ミゾ・穴などの必要な加工情報、工具情報、工作機械の作業情報、及び加工順番などの工程設計情報について、昨年度まで実施した成果の詳細を詰め、国際標準機関（ISO/TC184/SC4）が要求する国際標準としての条件を見たすレベルの内容の実現を行なう。

③国際規格提案作成と国際標準化活動計画立案及び国内普及活動

- a) 国際規格案の作成 : ISO/IEC 専門業務用指針に従い、照会段階を目指す。
- b) 国際標準化活動推進 : ISO/TC184/SC4で関連する国際標準開発機関と連携して進める。
- c) 関連組織との連携 : 本研究開発に関連する国内外の組織と連携して効率的に開発を進める。

2.5 得られた成果（技術的成果と国際標準化に関する成果）

マシニングプロセスモデルの研究開発成果として、ISO10303-240DIS 原案を作成し、DIS 投票が開始された。

加工のための属性情報の調査研究成果として、ISO10303-224 に関する修正提案を提出し、検討が始まった。

2.6 国際規格案の内容・提案先・提案方法

ISO10303-240 は機械加工の工程設計における、設計結果を表現するデータモデルの国際規格である。この規格は国際標準化機構の「産業オートメーションシステム及びその統合」の技術専門委員会 ISO/TC 184/SC 4 に提案し、米国と共同提案し、国際標準化のプロジェクトリーダーとして提案した。

ISO10303-224 は機械加工のための形状フィーチャを表現するデータモデルの国際規格である。この規格の機能不足を国際標準化機構の「産業オートメーションシステム及びその統合」の技術専門委員会 ISO/TC 184/SC 4 に報告し、英国が提案している国際標準の改正のプロジェクトの作業アイテムとして追加した。

2.7 今後の課題

ISO10303-240、ISO10303-224 の規格開発そのものは順調であるが、実用化の推進のための活動が今後重要になる。

3. 委託業務実施計画

3.1 研究開発の目的

本研究では、主に機械加工又は製造の準備工程に必要な工程設計情報を表現できるマシニングプロセスモデル及び加工精度、表面仕上げ粗さ等の製品属性情報表現の検討を実施し、その成果を国際標準として提案する。

従来、機械加工又は製造の準備工程における製品モデルの標準化は、設計工程における設計情報の標準化に比べて取組みが不十分であった。本研究開発の成果により設計から製造加工まで統一的な製品情報の受渡しを可能とする基礎的なフレームワークが作り上げられることを目的とする。

3.2 実施計画の細目

①加工のための属性情報の調査研究

金型設計に利用される設計支援システム（CAD）間では形状表現情報の流通は実用化されて来ているが、製品加工のための公差、仕上げ情報等の加工属性情報に関してモデルの標準化が不十分なこともあり、異なったシステム間での加工情報の交換が難しく、実務で利用できるモデルの実用化が強く望まれている。

本年度は、前年度までの検討成果をもとに、国際標準モデルを応用して加工対象を限定した実務モデルの検討を進める。

②マシニングプロセスモデルの研究開発

機械製品の加工工程では素材から製品を削りだすための最終製品形状、ミゾ・穴などの必要な加工情報、工具情報、工作機械の作業情報、及び加工順番などの工程設計情報が必要である。

本年度は昨年度まで実施した成果の詳細を詰め、国際標準機関（ISO/TC184/SC4）が要求する国際標準としての条件を見たすレベルの内容の実現を行なう。

③国際規格提案作成と国際標準化活動計画立案及び国内普及活動

- a) 国際規格案の作成 : ISO/IEC 専門業務用指針に従い、照会段階を目指す。
- b) 国際標準化活動推進 : ISO/TC184/SC4で関連する国際標準開発機関と連携して進める。
- c) 関連組織との連携 : 本研究開発に関連する国内外の組織と連携して効率的に開発を進める。

3.3 研究場所

東京都港区芝公園 3－5－8 機械振興会館 3 階

財団法人日本情報処理開発協会 電子商取引推進センター

3.4 実施期間

平成 15 年 4 月 1 日 ～ 平成 16 年 3 月 19 日

3.5 実施計画日程

実施項目	平成15年									平成16年		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
①加工のための属性情報調査研究												
②マシニングプロセスモデルの研究開発												
③国際標準化活動と国内普及活動												
ISO/TC184/SC4 会議 AP240 ワークショップ (日本)			▲ ドイ ツ		▲ 日本		▲ フ ラ ンス					▲ ア リカ

3.6 研究体制



3.7 委員会／分科会名簿

（a）機械生産プロセス標準化委員会

番号	氏名	勤務先及び役職
1	岸浪 建史	北海道大学光学部長
2	田中 文基	北海道大学大学院工学研究科 助手
3	菊地 慶仁	北海学園大学工学部電子情報工学科 教授
4	杉村 延広	大阪府立大学機械システム工学科 教授
5	平岡 弘之	中央大学精密機械工学科 教授
6	鈴木 宏正	東京大学精密機械工学科 教授
7	小林 一也	富山県立大学機械システム工学科 助教授
8	土屋 正春	株式会社三菱総合研究所 安全技術研究部 主任研究員
9	井上 和	株式会社富士通九州システムエンジニアリング 取締役
10	大高 哲彦	日本ユニシス株式会社 理事

11	小島 律昭	株式会社小松製作所 真岡工場製造部
12	小尾 幹男	石川島播磨重工業株式会社 汎用機械事業部
13	石川 義明	設計生産工学研究so
14	岩壁 清行	株式会社日本デザインエンジニアリング 代表取締役
15	小島 俊雄	産総研 ものづくり先端技術研究センター長
16	水野 徹	ファナック株式会社 次世代 CNC システム開発室
17	伊藤 哲史	株式会社グラフィックプロダクツ 取締役
18	村上 敬亮	経済産業省 情報経済課課長補佐
19	木戸 達雄	経済産業省標準課 情報電気標準化推進室長
20	鈴木 晴光	経済産業省素形材産業室課長補佐
21	八田 勲	財団法人日本規格協会 標準部部長
22	坂本 千秋	財団法人日本情報処理開発協会
23	鈴木 勝	財団法人日本情報処理開発協会
24	吉岡 新一	財団法人日本情報処理開発協会

(b) 属性情報検討分科会

番号	氏名	勤務先及び役職
1	渡邊 和彦	双葉電子工業株式会社 精機商品企画グループ
2	吉田 智雄	株式会社牧野フライ製作所金型加工技術センター
3	堀川 正美	株式会社エービー 白河事業所 取締役
4	鰐坂 昌広	日立造船情報システム株式会社 システム開発部
5	浅野 直樹	デジタルプロセス株式会社 デジタルエンジニアリング部
6	竹原 由憲	株式会社エスアイアイデイ PLM 営業本部
7	岩壁 清行	株式会社日本デザインエンジニアリング 代表取締役
8	坂本 千秋	財団法人日本情報処理開発協会
9	吉岡 新一	財団法人日本情報処理開発協会

4. 実施結果および考察

4.1 加工のための属性情報の調査研究

本研究は、汎用の金型設計製作における調査研究としてプラスチック金型を中心に取り上げ、プラスチック金型に必要な加工属性の特定と表現を調査研究するものである。

プラスチック金型に含まれる加工形状の種類は様々であり、全ての形状表現を定義するには多くの時間を必要とするため、本研究では段階的に加工形状定義を進めて行く。第一段階として、金型製作に利用される切削加工の内、穴加工・単純ポケット加工・スライド加工等の使用頻度の高く、形状データが無くても表現が可能と思われる単純加工形状から定義していく。

形状情報が必要な複雑な形状、自由曲面等の定義は次段階と考えている。

4.1.1 金型設計製作における問題点

製品メーカーでは、製品のライフサイクルが短くなっている現在、開発リードタイムの短縮が強く求められている。開発セクションでは、これに対応するため3次元による製品設計を行いDMU（デジタル・モックアップ）による解析、検証を行い、開発リードタイムの短縮を行っている。

3次元（3D）で設計された製品は、金型発注を行う場合3D データで発注するのが自然の流れではあるが、幾何公差、加工精度など、設計者の設計意図を3D データでは表すことが不可能なため二次元（2D）図面を別途製作して発注していた。

しかし、この2D 図面を作成する作業は設計と同等の時間を要するため開発リードタイムの短縮を行う上で大きな障害になっている。

製品の競争力を高めるためにも開発リードタイムの短縮は必要不可欠であり、具現化する手法として3D データによる高効率な金型設計・製作の早期実現が叫ばれている。

4.1.2 現在の金型設計製作のフォロー

現在の一般的な3DCAD/CAM システムを利用した金型設計・製作フォロー（図 4-1）を示す。

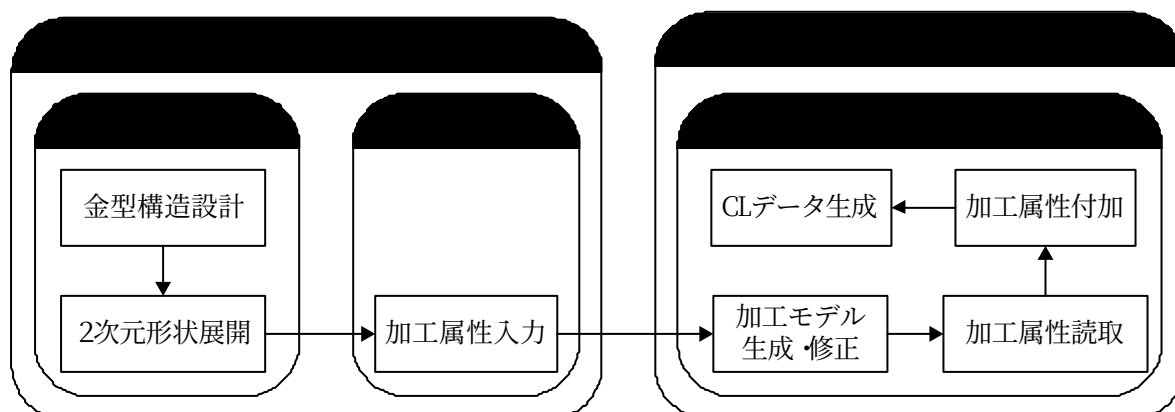


図 4-3 現在の金型設計・製作フォロー

3D データでは、加工情報は付加されていないのが現実である。そのため、金型設計者の設計意図を具現化する加工データを生成するために、複数の工程を踏まなくてはならない。

たとえば、キリ穴、リーマ穴、タップ穴と仕様が異なる加工形状も 3DCAD 内では同様の形状で表現されているため、3D データを見ても加工形状を判断することができず、伝達する手法として 2D 図面および仕様書の作成を余儀なくされている。

2D 図面および仕様書の作成には、構造設計時間と同等の時間と労力を掛け作成しているが、記述ミスなどの人為的ミスも誘引している。

さらに、加工属性を付加する場合、人が読み取る作業のため、ミスを 0% にすることは不可能である。

このことは、金型製作に求められる《 短納期 》、《 低価格 》を達成する上で大きな障害となっている。

具体的には、2D 図面および仕様書の作成には、平均的に 50～60 時間掛けており、加工属性を付加するために行っている、数値の入力および加工判断の人為的ミスは 5% 前後あると言われている。

数値の入力および加工判断の人為的ミスは、加工現場でのデータ確認・確認がもれた加工ミス時の加工修正など影響が大きい。

設計者の設計意図を加工者にダイレクトに渡せることが必要である。

ダイレクトに渡すためには、3D データに加工情報を付加すれば可能となり、あるべき金型設計・製作フォロー（図 4-2）に示す斜線部分を省くことが可能となり、入力工数の削減・人為的ミスの削減に繋がる。

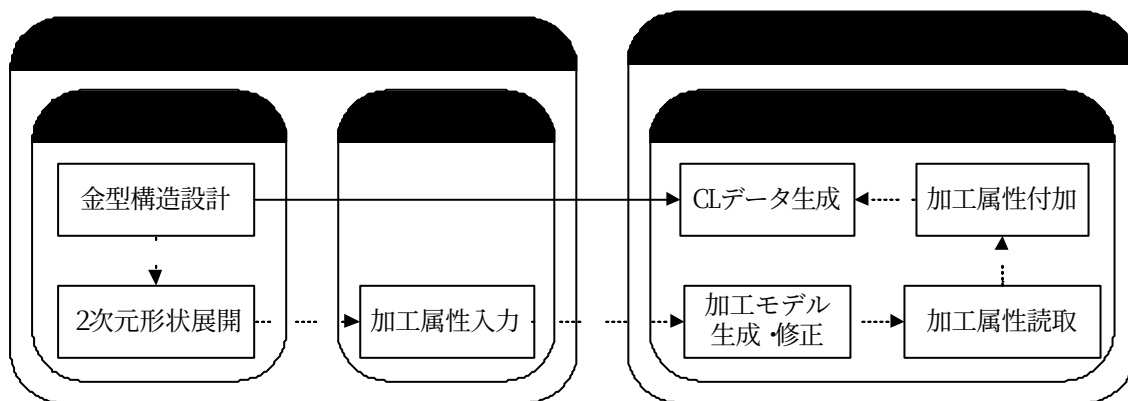


図 4-4 あるべき金型設計・製作フォロー

4.1.3 中間フォーマットの必要性

金型の設計製作において、一種類の CAD/CAM システムで運用されるケースは少ない。

CAD システムにおいて、モデリング形状が複雑になれば与えるパラメーターが多くなりオペレーティングが難しくなりスキルが無い人材では利用できない。

CAM システムは、加工方法により分かれており穴加工を得意とするシステム、粗加工を得意とするシステム、自由局面形状を得意とするシステムなど、求める加工により様々である。

このようなことから、業務に最適なシステムを選択することは必要となり、異なる複数の CAD システムで作成されたデータを異なる複数の CAM システムで受け取ることが必要となる。

CAD システムから CAM システムへの理想的なデータの流れを図 4-3 に示す。

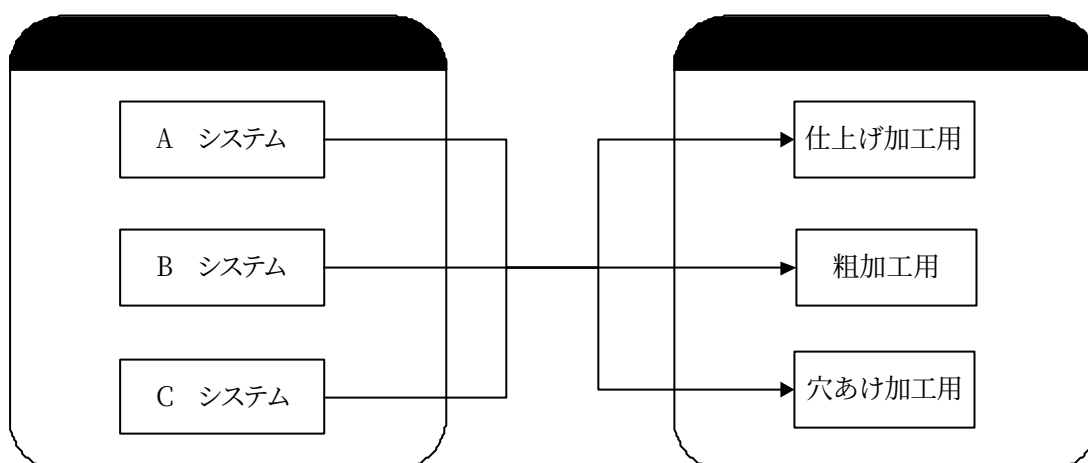


図 4-5 CAD から CAM へのデータの流れ

4.1.4 モールドベース加工に必要な加工情報

現在はプラスチック用金型をターゲットに研究を進めているが、プレス金型も同様の加工が多く必要性もあると考える。

今後は、プレス用金型も視野に入れ研究を進めていく必要がある。

4.1.5 モールドベースに必要な加工形状

プラスチック金型図面から利用されている金型部品をリストアップし、部品に関連する加工形状を穴加工とフライス加工に分類し抽出した。

表 4-1 モールド金型用部品に使われる穴加工形状

部品分類	部品名	仕上げ	逃がし	座グリ	タップ	デーパ	温調穴
エジェクタピン関連	ストレート	○	○	○			
	段つき	○	○	○			
	スリーブ	○	○	○			
	角	○	○	○			
	周り止めピン						
エジェクト補助部品	エジェクタガイドピン	○	○	○	○		

部品分類	部品名	仕上げ	逃がし	座グリ	タップ	デーパ	温調穴
	エジェクタガイドブシュ	○	○	○			
	サポートピラー		○		○		
	ストップピン	○					
	ストップリング				○		
	スプリング		○	○			
	エジェクタロッド		○	○	○		
	確認スイッチ		○	○			
コアピン関連	ストレート	○	○	○			
	段つき	○	○	○			
	角	○	○	○			
位置決め関連	テーパーピン	○	○	○	○		
	テーパーブロック						
	ノックピン	○	○				
スライド関連	スライドブロック		○	○			
	スライドコッター	○	○	○	○		
	スライドレール	○	○	○	○		
	アンギラピン	○	○	○	○		
	スライドカム	○	○	○	○		
	抜け止めプレート				○		
	スプリングプランジャー						
キャヴィ・コア関連	ブロック		○	○	○		
	シリンダー		○	○	○		
	ブロック止め		○	○	○		
スプールブッシュ関連	フランジ	○	○	○		○	
	ショルダー	○	○	○	○	○	
ロケートリング関連	フランジ用		○	○	○	○	
	ショルダー用		○	○	○	○	
ランナー・ゲート関連	ランナーロックピン	○	○	○		○	
	ゲートブッシュ	○	○				
	ゲートブッシュ ツバ付	○	○	○			
ガイド関連	ガイドピン ツバ付	○	○	○			
	ガイドピン ストレート	○	○		○		
	ガイドブシュ ツバ付	○	○	○			
	ガイドブシュ ストレート	○	○		○		
	抜け止めプレート				○		

部品分類	部品名	仕上げ	逃がし	座グリ	タップ	デーパ	温調穴
	サポートピン	○	○	○			
	抜け止めネジ		○	○	○		
型開き制御関連	プラボルト		○	○	○		
	引っ張りリング			○	○		
	防止プレート				○		
	樹脂ロック	○	○	○	○		
	金型ロック	○	○	○	○		
	スプリング		○	○			
	プッシャーピン	○	○	○	○		
冷却関連	カブラー		○	○	○		○
	回路板				○		○
	冷却パイプ		○	○	○		○
	O リング						
	バッフル板		○	○	○		○
	止め栓						○
	カートリッジヒータ						○
	ヒータ止め		○	○	○		
その他	アイボルト				○	○	
	ショットカウンター				○		
	スペーサ				○		
	断熱板				○		
部品なし	ランナー溝						
	ゲート穴	○			○	○	
	金型取り付け穴						
	金型クランプ溝						
	金型取り付け溝	○			○	○	

止まり穴の先端形状は、特別な指示があるものは今回の調査対象図面にはほとんど発見されなかった。大半がドリル加工のままである。

指示があった加工もフラット形状であり、モールドベースに利用される穴の先端形状は円錐（ドリル加工）とフラット（スクエアエンドミル加工）の二種類であった。

表 4-2 モールド金型用部品に使われるフライス加工

部品分類	部品名	長穴	ポケット	スプライン	スロット	循環溝
エジェクタピン関連	ストレート	○	○			
	段つき	○	○			
	スリーブ	○	○			
	角	○	○			
	周り止めピン	○				
エジェクタ補助部品	エジェクタガイドピン					
	エジェクタガイドブシュ					
	サポートピラー					
	ストップピン					
	ストップリング					
	スプリング					
	エジェクタロッド					
	確認スイッチ		○			
コアピン関連	ストレート					
	段つき					
	角			○		
位置決め関連	テーパピン					
	テーパブロック		○	○		
	ノックピン					
スライド関連	スライドブロック		○			
	スライドコッター	○	○	○	○	
	スライドレール	○	○	○	○	
	アンギラピン	○	○	○	○	
	スライドカム	○	○	○	○	
	抜け止めプレート		○		○	
	スプリングプランジャー					
キャヴィ・コア関連	ブロック		○	○	○	
	シリンダー		○	○	○	
	ブロック止め		○			
スプールブッシュ関連	フランジ					
	ショルダー					
ロケートリング関連	フランジ用		○			

部品分類	部品名	長穴	ポケット	スプライン	スロット	循環溝
	ショルダー用		○			
ランナー・ゲート関連	ランナーロックピン					
	ゲートブッシュ					
	ゲートブッシュ ツバ付					
ガイド関連	ガイドピン ツバ付					
	ガイドピン ストレート					
	ガイドブシュ ツバ付					
	ガイドブシュ ストレート					
	抜け止めプレート		○			
	サポートピン					
	抜け止めネジ					
型開き制御関連	プラボルト					
	引っ張りリング					
	防止プレート					
	樹脂ロック					
	金型ロック					
	スプリング					
	プッシャーピン					
冷却関連	カブラー					
	回路板					
	冷却パイプ					
	O リング					○
	バッフル板					
	止め栓					
	カートリッジヒータ					
	ヒータ止め					
その他	アイボルト					
	ショットカウンター					
	スパーサ					
	断熱板					
部品なし	ランナー溝			○		
	ゲート穴					

部品分類	部品名	長穴	ポケット	スプライン	スロット	循環溝
	金型取り付け穴					
	金型クランプ溝					
	金型取り付け溝					

フライス加工を必要とするモールド金型用部品は少なく、穴加工が大半であることが判明した。

加工形状の個数で判断するとモールドベースにおける加工形状の80%近くが穴加工である。残りの20%のうち、15%が単純フライス加工、4%がスプラインを利用した複合形状フライス加工であり残りの1%がワイヤー放電加工であった。

以上の事から、穴各種・長穴・ポケット・スロット・循環溝で95%近くの加工を表現することが可能であり、大きな効果を得られる。

以上の事から、穴各種・長穴・ポケット・スロット・循環溝に絞って、加工属性の定義を進める。

形状の定義を進めるためには、加工対象となるプレートの定義も進める。

プラスチック金型は複数枚の板から構成されているが、現段階では単体の板を対象に定義を進める。

プラスチック用金型部品の多くは、複数枚に関連し板間での加工精度を要求することも少ない。

また、複数の部品を同軸で利用することも多いため、将来的には複数枚の板に対応できることが望ましいと考える。

代表的なモールド金型部品（図4）を示す。

サポートピンを例にとると、4本1セットで利用することが多く、5枚の板に関連し、3種類の部品と複合して使用されている。

代表的なモールド金型部品

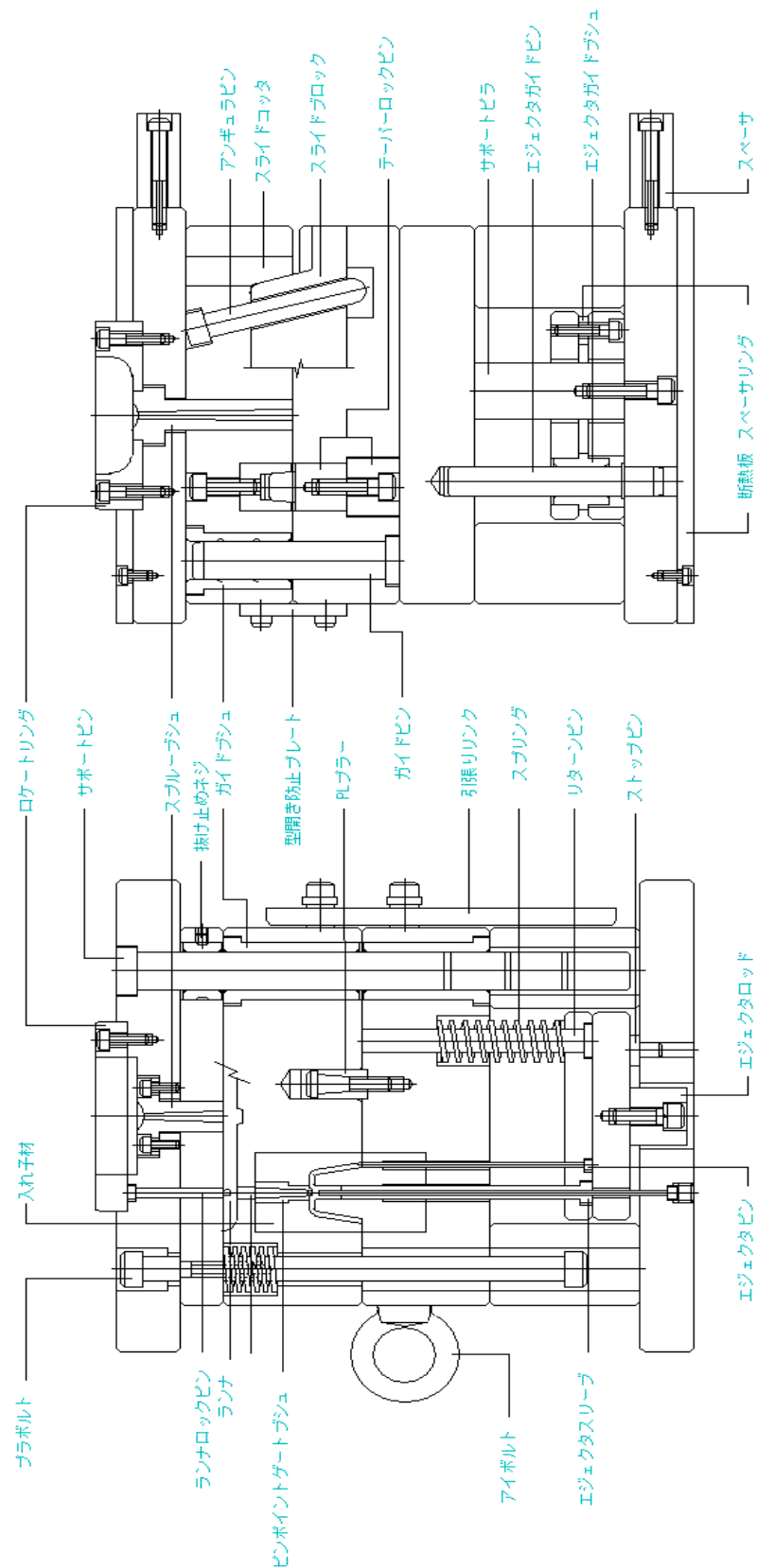
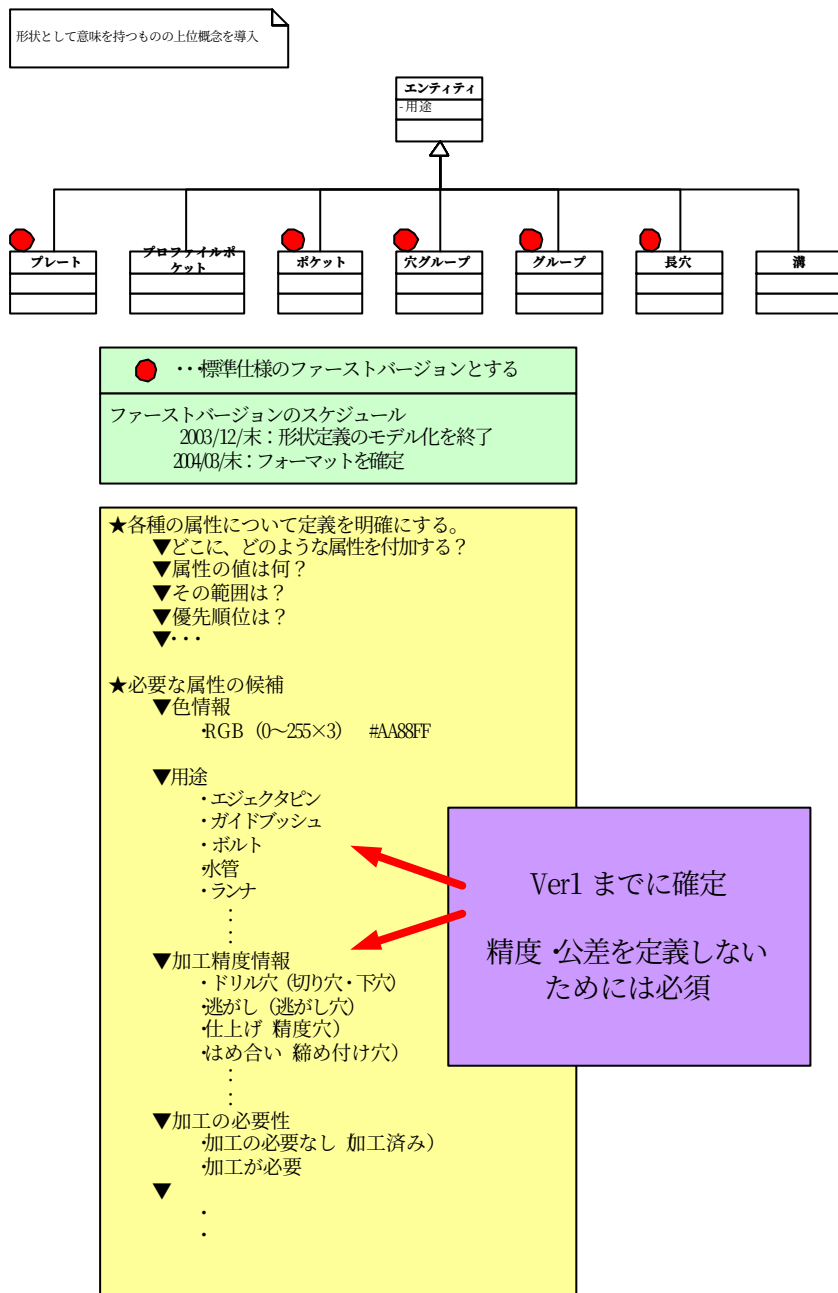


図 4-6 代表的なモールド金型部品

4.2 属性情報の検討

4.2.1 必要な加工情報の検討



対象形状は、利用頻度の高い加工形状から定義を行う。

モールドベースにおける全ての加工形状をカバーすることは大きな労力と長い時間が掛かるため、現実的ではない。

大半の加工が単純形状からなっているので、単純形状だけでも効果は大きい。

必要と思われる属性情報は、1) 加工寸法、2) 加工精度・公差、3) 用途 (関係する部品名など)、4) 加工の必要性 (社内で行う加工なのか? など)、5) カラー (社内運用での判断方法などに利用) が考えられるが、《 2) 加工精度・公差 》と《 3) 用途 》は密接な関

係がある。

加工に必要となる精度・公差は、対象となる製品により、使用される金型部品が決定され、使用される金型部品により加工公差が決定されることが多い。

また、各社独自の金型部品（入れ子、スライド）も要求値は様々だが、レンジはほとんどが同じである。

以上の事から、加工形状用途をキーに加工精度・公差を導き出すことが可能であることが予測できる。

効果としては、加工の狙い値を標準化することにより、検査方法の標準化ができ加工精度の向上が考えられる。

以上の事から、加工精度・公差情報を付加せずに加工形状用途を付加しユーザ定義ファイル（公差テーブル）を利用することとする。

4.2.2 グループの表現

構成要素としてポケット、穴グループなどの各種加工形状を持ち1つ上の階層の配置位置を基準とする。

構成要素として、グループを持つことも可能とするが、同一階層には1つのグループしか持たない。

構成要素としてのグループは、同じ階層の配置情報を基準とする。

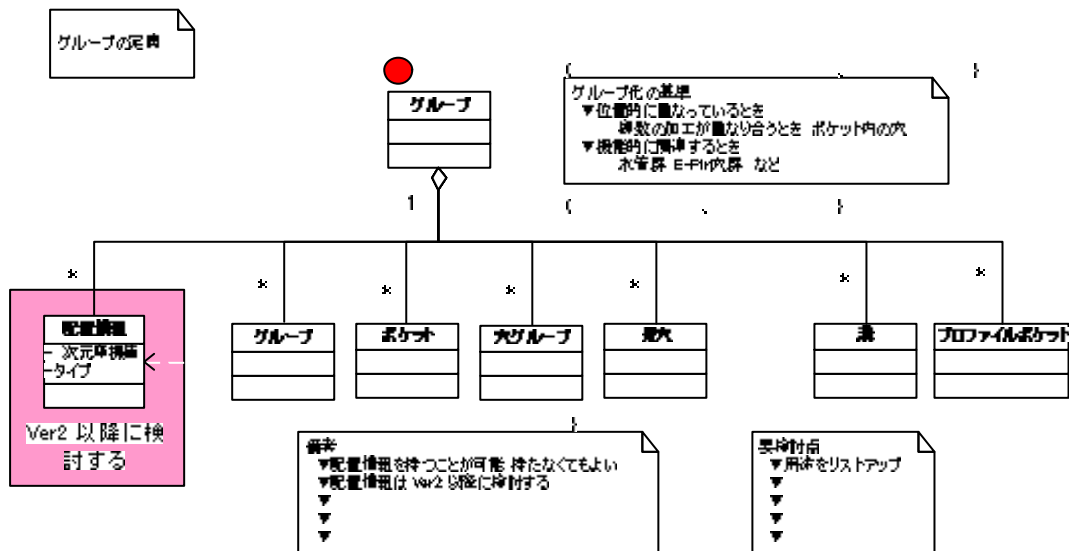


図 4-7 グループの定義

グループは配置情報を持っていない場合は、1つ上の階層の配置情報と一致する。

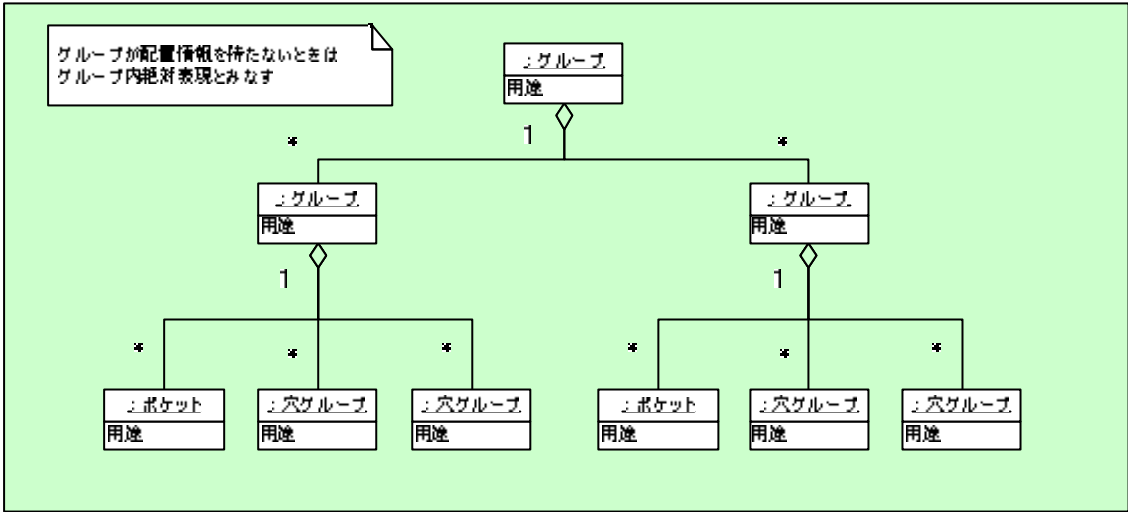


図 4-8 配置情報を持たない構造

グループとして、仮想原点を設ける。プレートの原点から配置位置情報を持たせる。

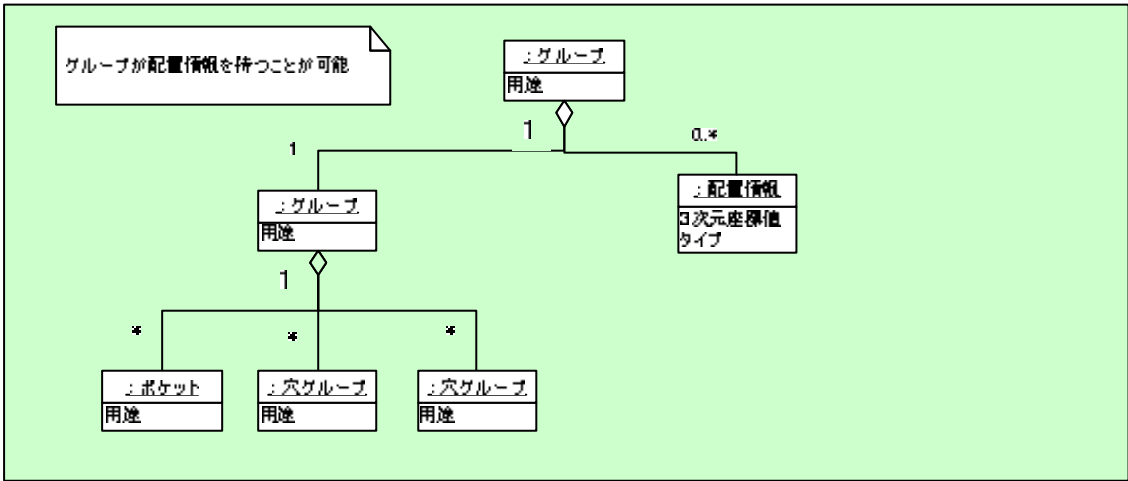


図 4-9 配置情報を持った構造

グループ化を行う場合、機能単位で行う。

入れ子用ポケットは、ポケットと入れ子を止めるボルトの座グリがある。

ポケットとボルト座グリは加工開始面が異なるが、設計意図としては同一で扱うことが望ましい。

4.2.3 配置情報の表現

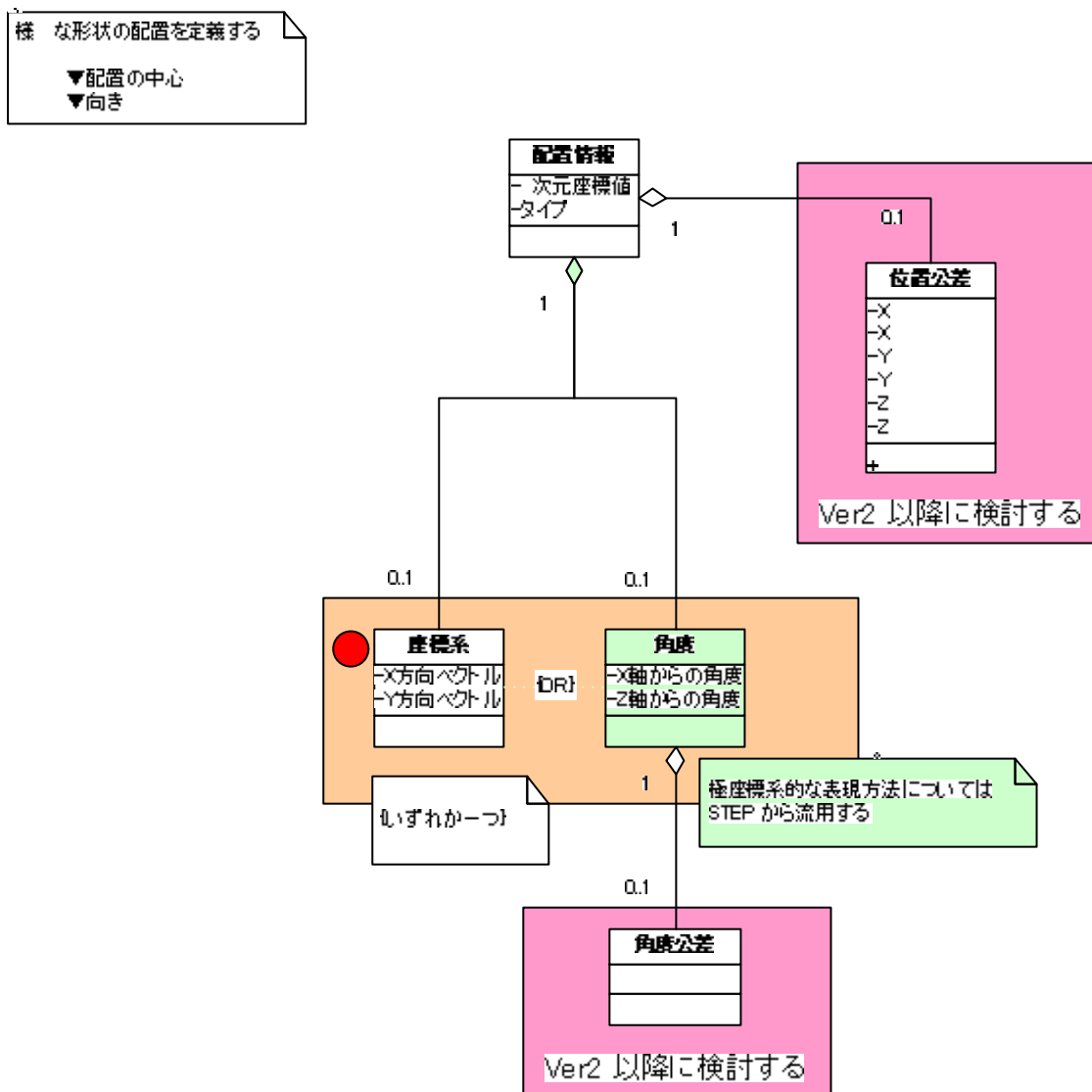


図 4-10 配置情報の定義

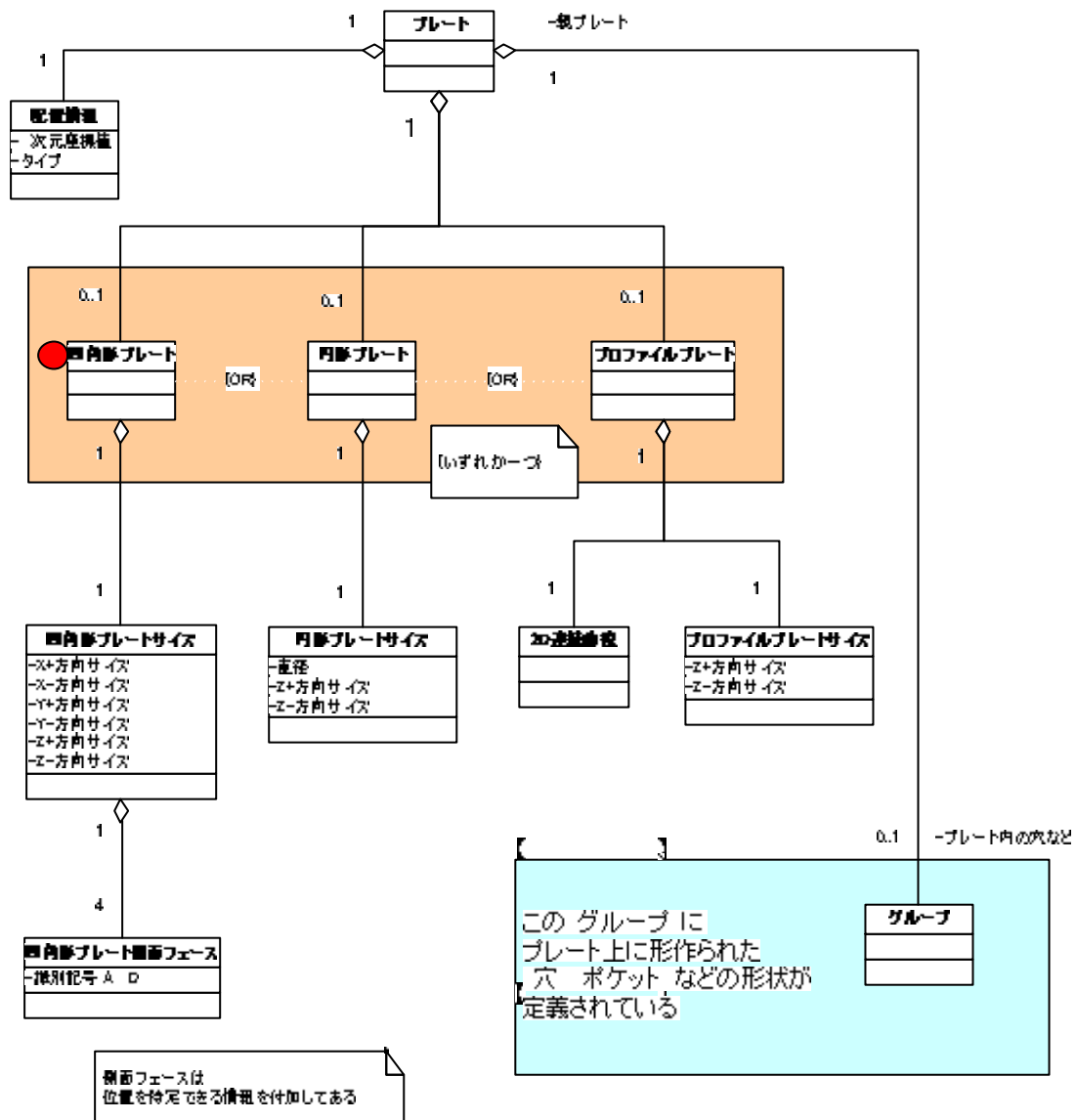
4.2.4 プレーットの表現

プレート形状は、スイープにて立体化した四角形プレート、円形プレート、プロファイルプレートの三種類とし、側面が曲面、屈折面などの平面以外の形状は対象外とする。

プレートには、フェイスを特定した加工が多々存際するため、フェイス ID をつける必要がある。

フェイス ID は、側面は+X 方向を基準として半時計回りの順番とし、上下面は+Z 方向を基準とする。

プレートの定義
四角形・円形・プロファイルの 種類



側面フェースは
位置を特定できる情報をつ加してある

最初のパージョンでは
◆ ファイル - プレート
すなわち
◆ ファイル内のルート形状は プレート
とする
将来的にモールドベース全体を表現する必要があるときに
仕様を協議すればよい

4.2.5 穴グループの表現

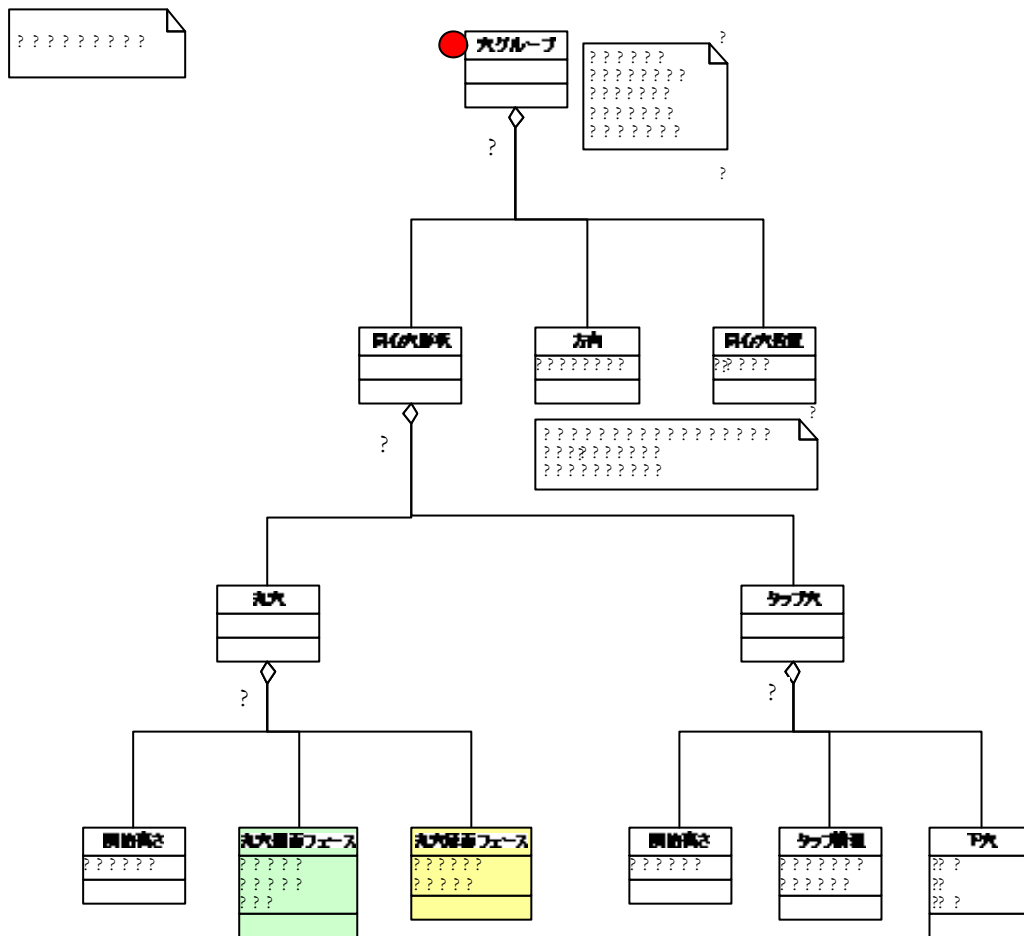
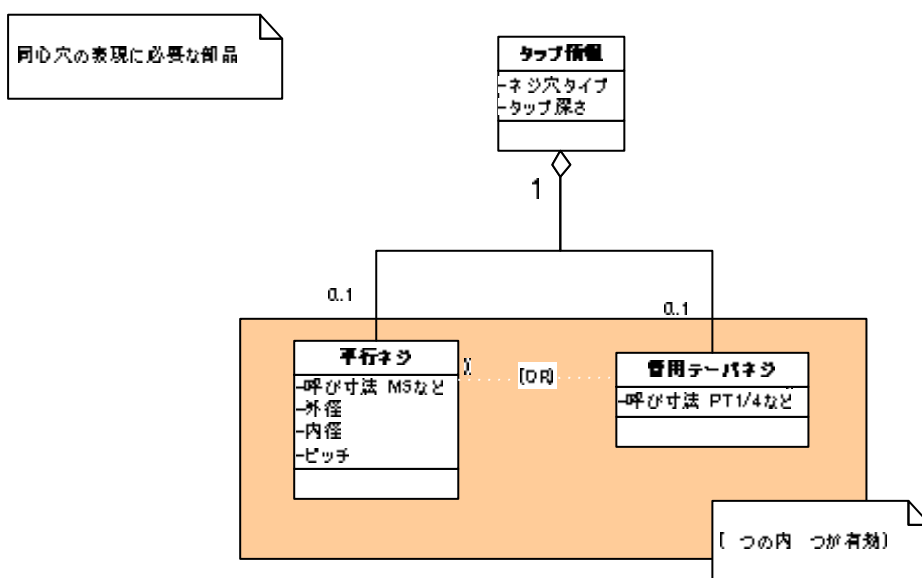


図 4-12 穴グループの定義



4.2.6 ポケットの表現

ポケットには、クローズドポケットとオープンポケットの二種類が存在したが、オープンポケットはクローズドポケットが他の形状と干渉し結果的に切れた形状であると判断し、クローズドポケットの定義だけにする。

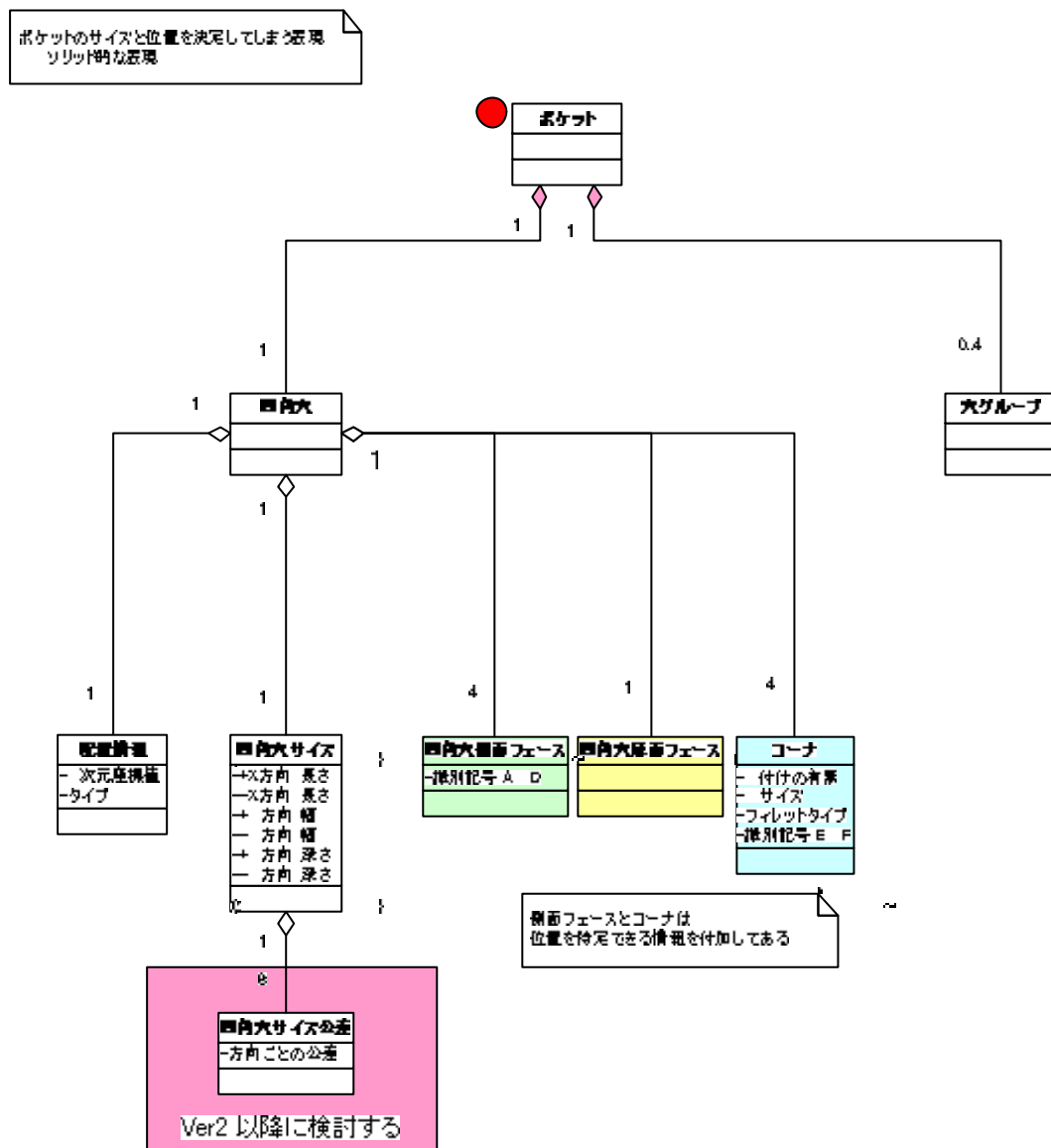


図 4-14 ポケットの定義

ポケットの定義を行うにあたり、以下4つの項目について検討を行った。

1) 表現方法の検討

表現方法をワイヤフレーム的表現とソリッド的表現のどちらにするか？を検討。

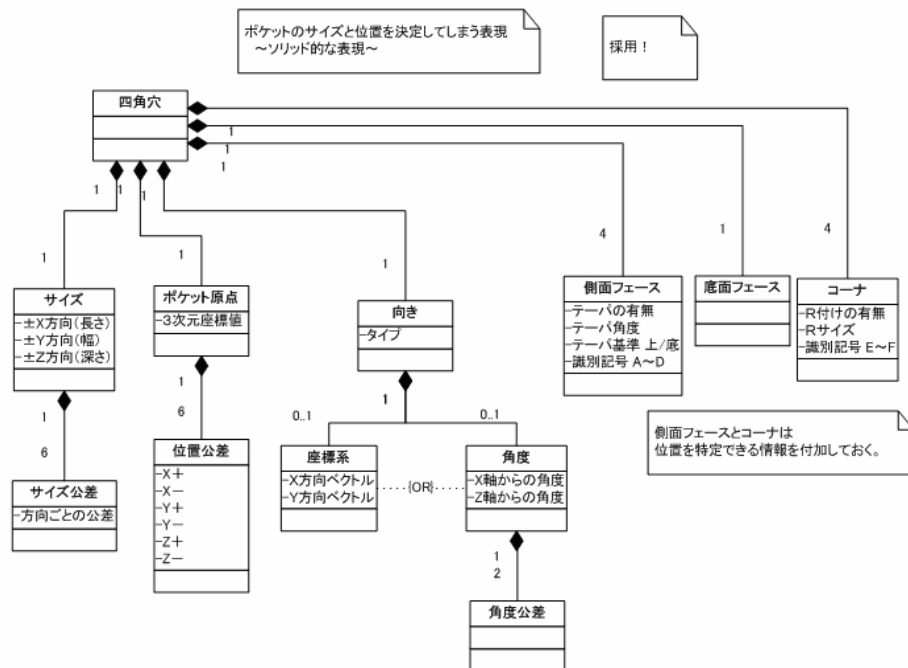


図 4-15 ソリッド的な表現

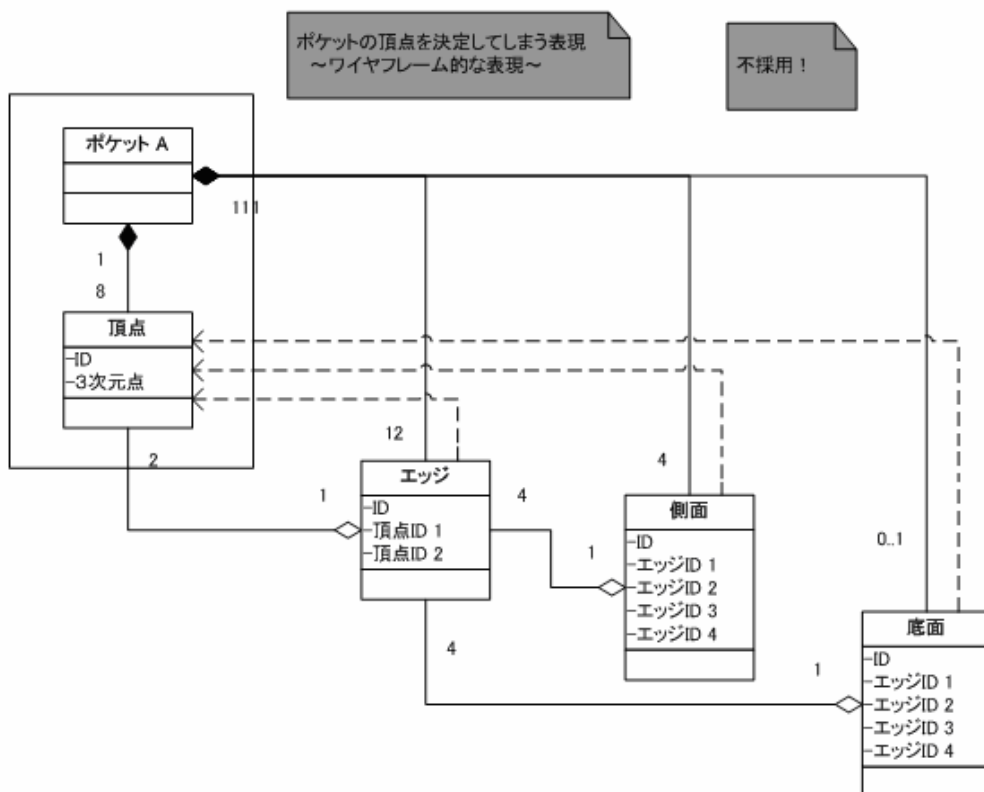


図 4-16 ワイヤフレーム的表現

汎用性が高いソリッド的表現を採用した。

2) 構成要素の検討

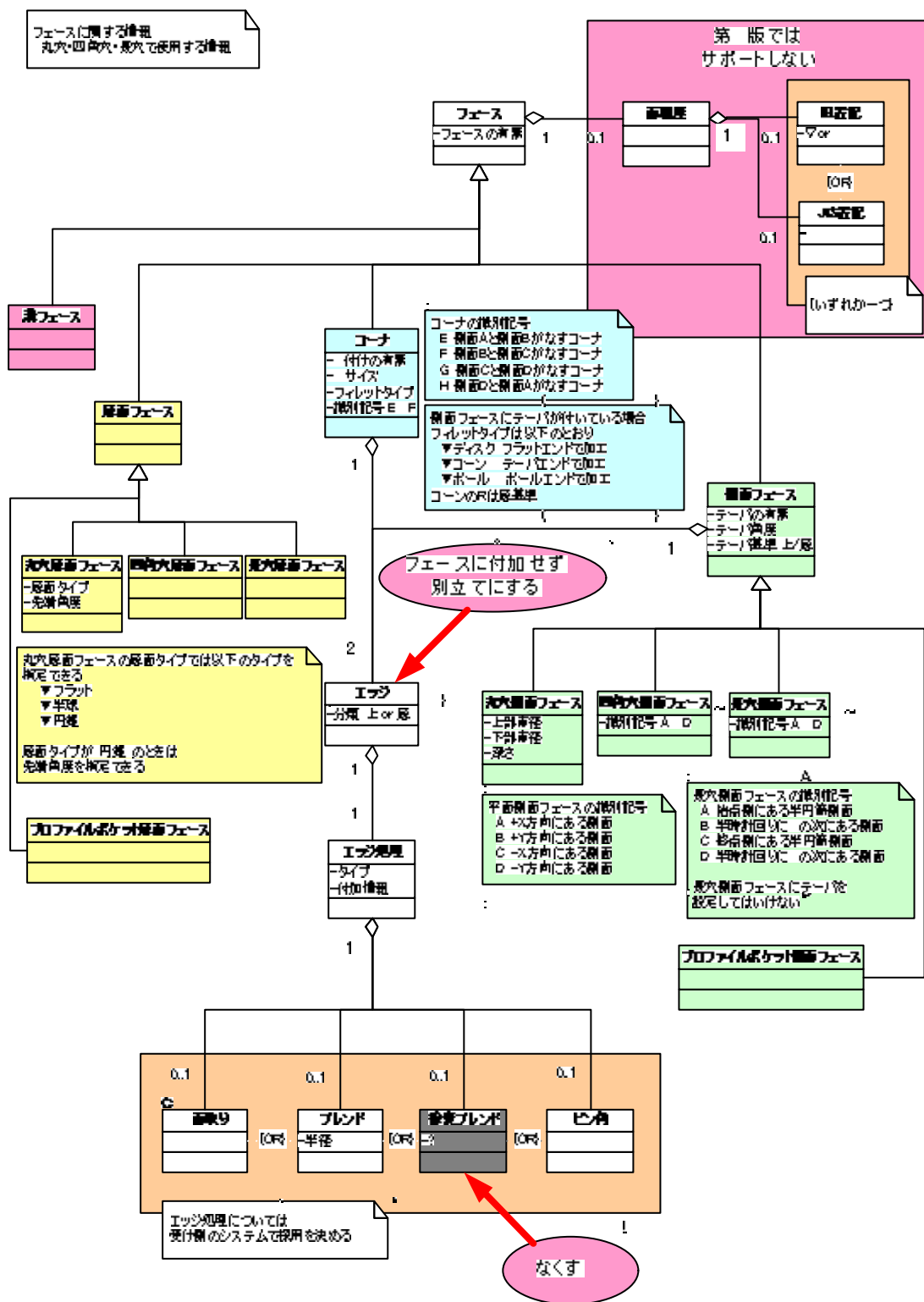


図 4-17 ポケット構成要素

ポケットの構成要素として、直角度、平行度などの幾何公差も本来なら必要と思われるが、現実的には利用されていない公差のため省いた。

利用される可能性の無い情報は、混乱を招く可能性があるため付加しない。

2) コーナ部の検討

コーナ部の逃がしを四角穴と逃がし穴のグループとして定義するか、四角穴+穴グループで定義するか？を検討した結果、汎用性の高い四角穴+穴グループで表現する。

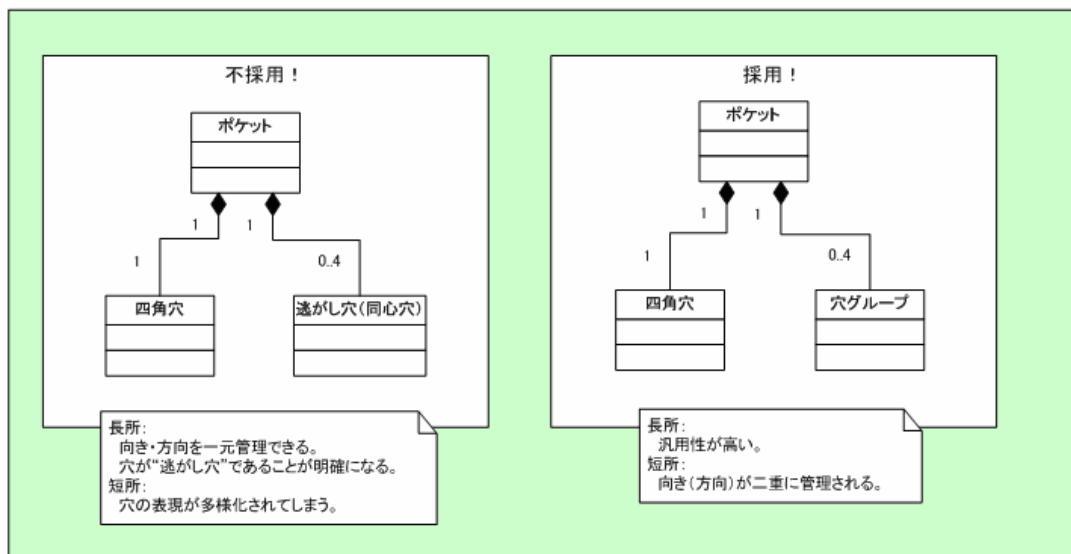


図 4-18 コーナ部の検討

四角穴の定義に穴グループを加える。

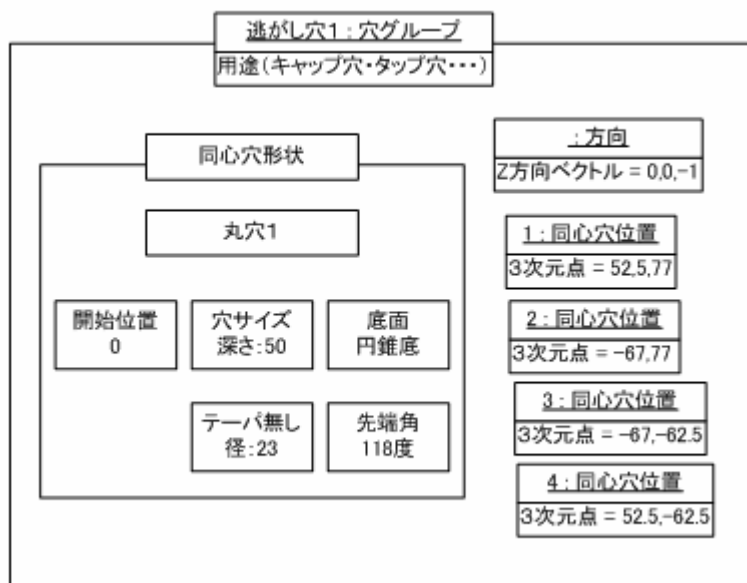


図 4-19 逃がし穴グループ

3) ポケットにおけるグループの検討

ポケット加工には、入れ子を止めるためのボルトの座グリ穴、もしくはタップ穴が吹かされることが多い。

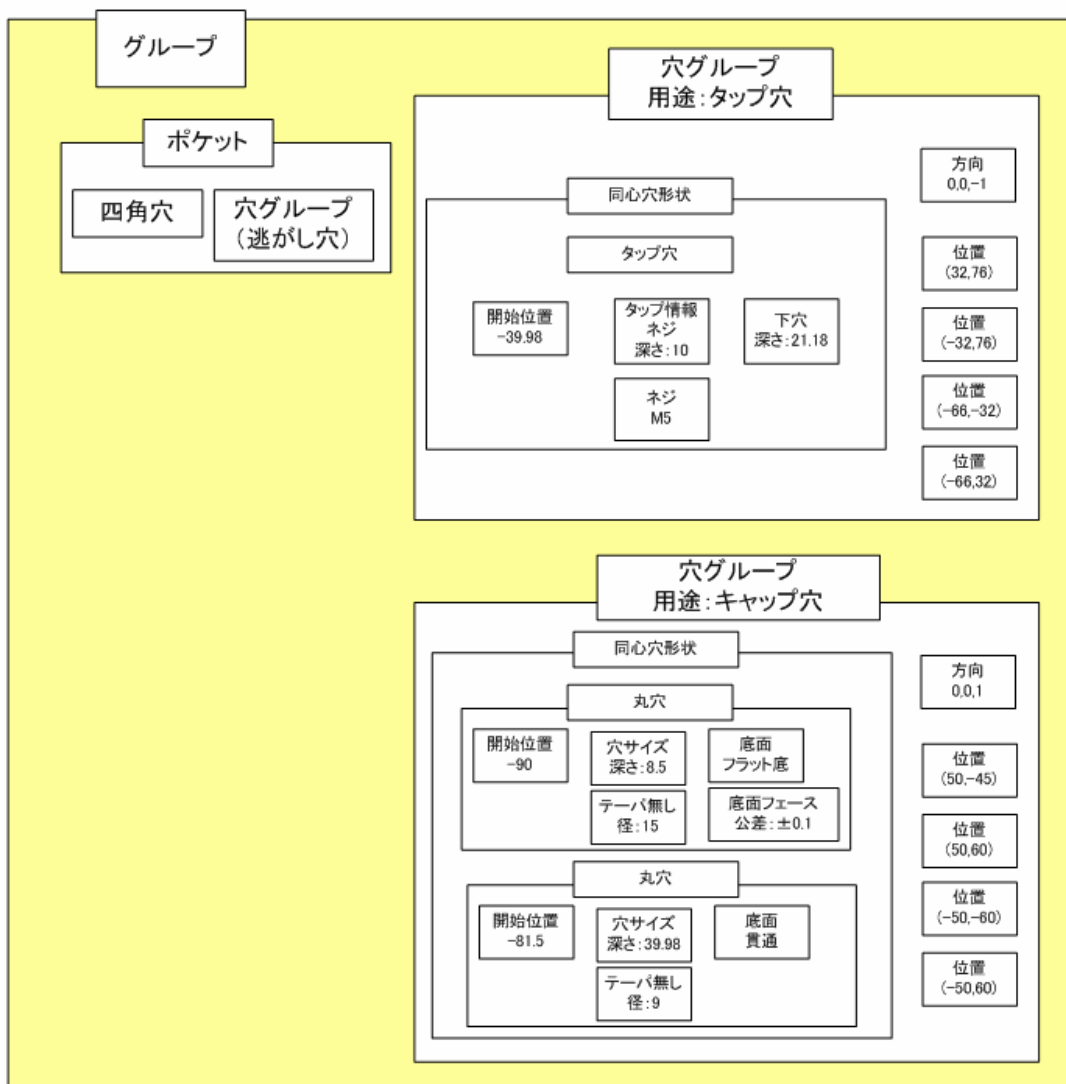


図 4-20 ポケット一式

設計意図を伝えるためにはグループでの表現が必要である。

従来は単純なポケットだけで製作される金型が大半を占めていたが、近年は製品形状の複雑化に伴い、金型構造も複雑になっていることからポケット内に複数ポケットがあるような型構造が多く見られるようになってきている。

複数のポケットで1つの機能を有しているため、設計意図としてグループ化されていることが望ましい。

このことから複数のポケットをグループ化する必要があると判断しグループ表現を可能とした。

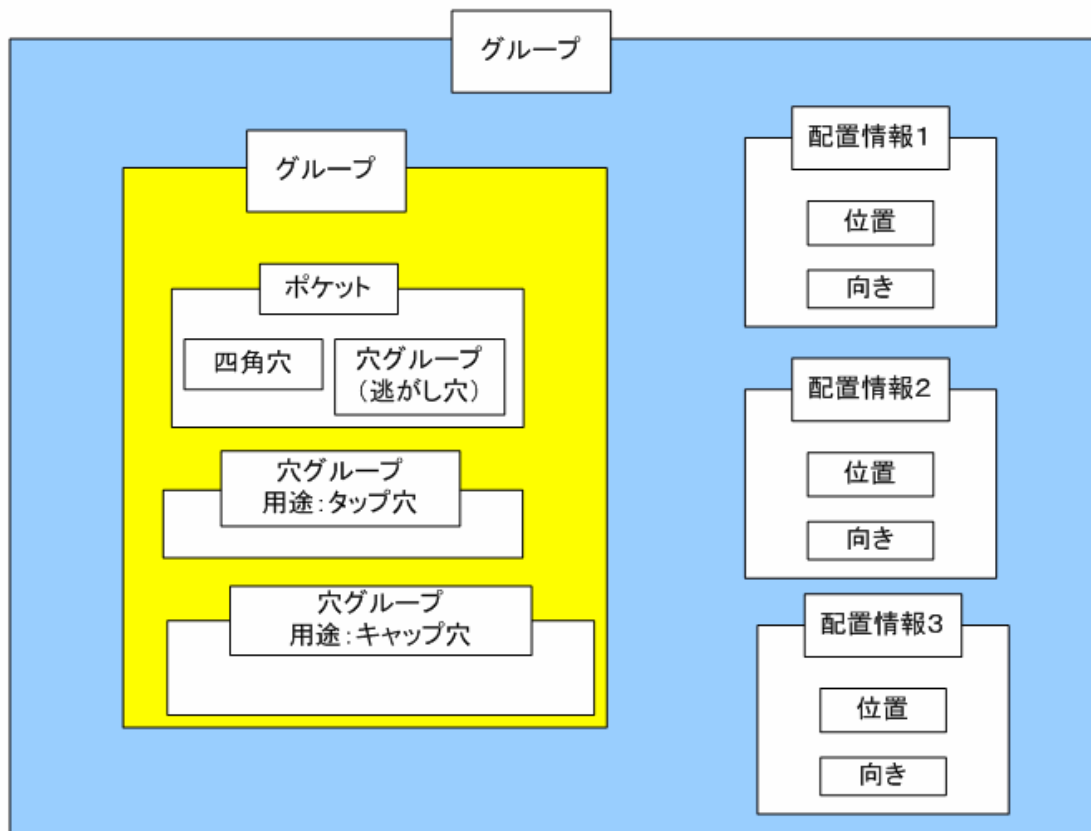
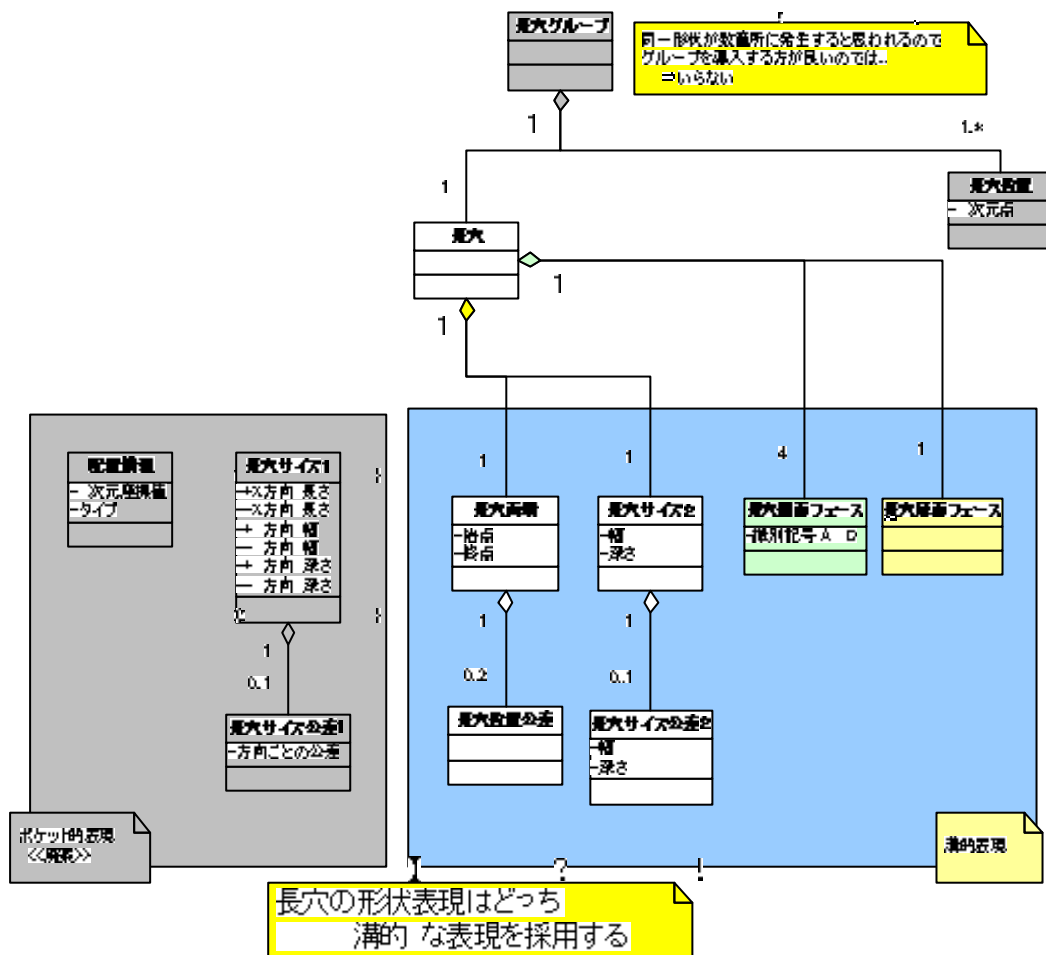


図 4-21 ポケットグループ

4.2.7 長穴の表現

長穴形状は、位置決めとして利用するためのポケット的な表現、単純に、逃がしとして利用する溝的な表現が必要なのか検討を行った。

長穴を独立したエンティティとして定義する



長穴を独立したエンティティとして定義する

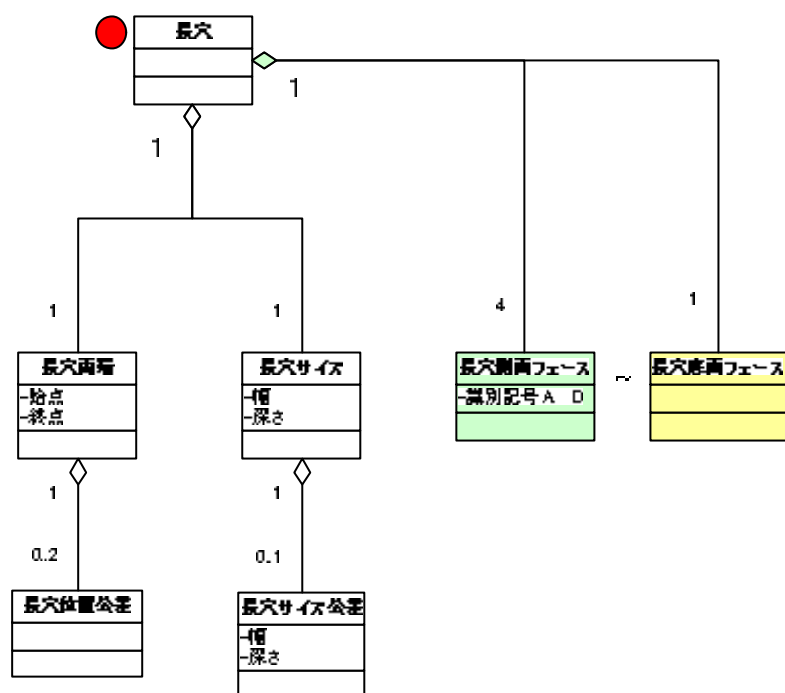
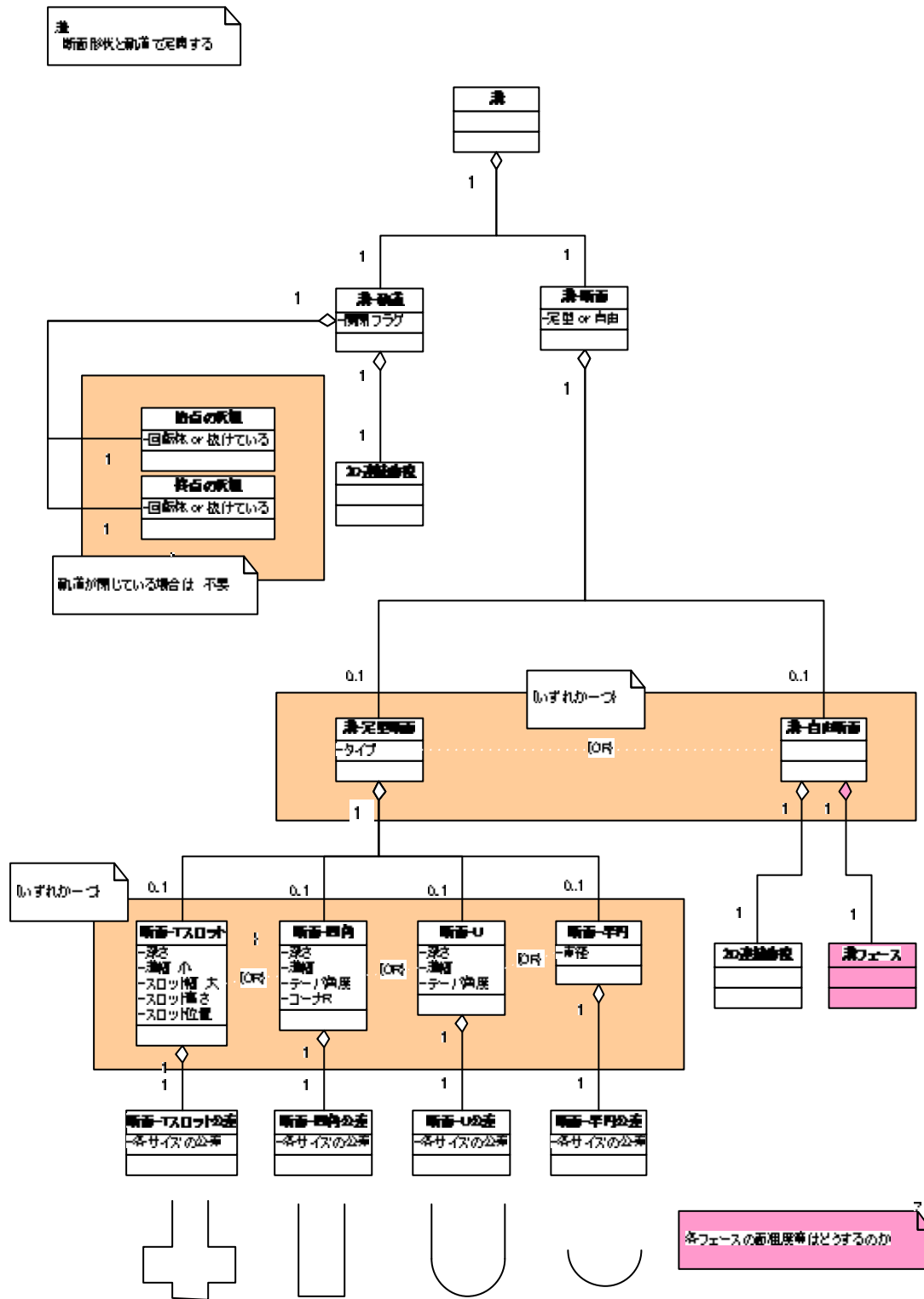


図 4-23 長穴の定義

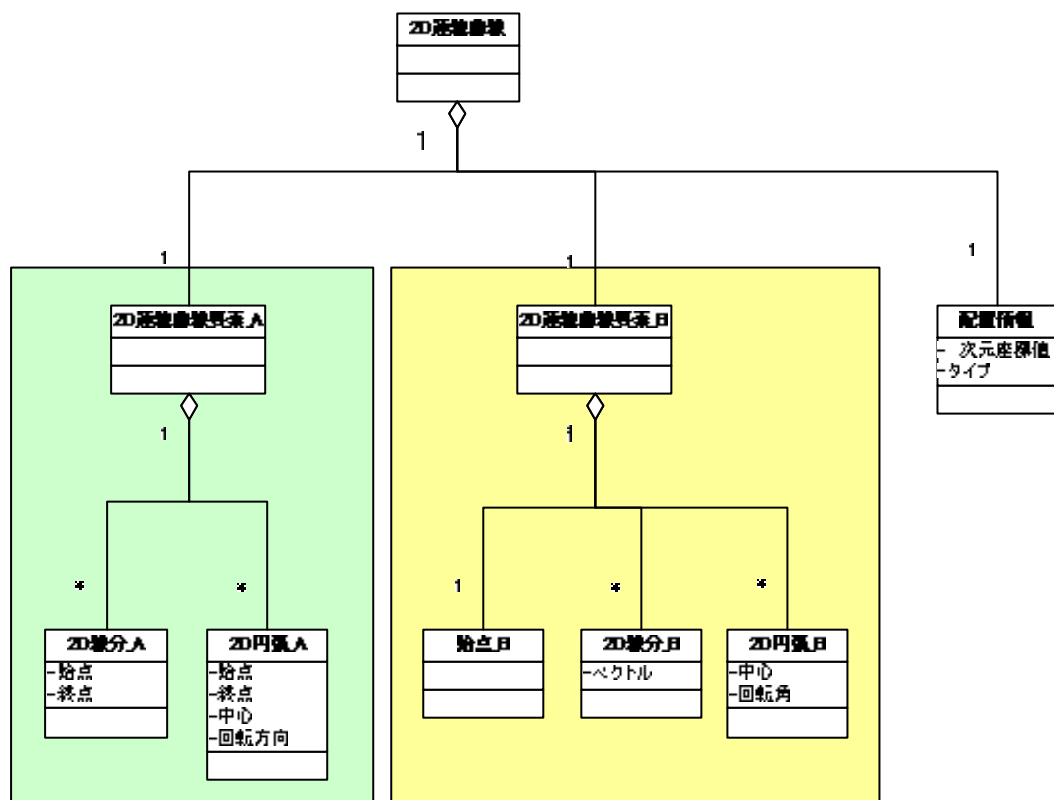
4.2.8 溝の表現



4.2.9 連続曲線の表現

プロファイルポケット、プロファイルプレート、ランナー溝などに利用できるよう、形状表現が比較的行きやすい形状を対象としている。

連続曲線は プロファイルポケット プロファイルプレート や 溝 等の定義に使用する



定義に関しては
どちらかの方式が有力

前提

- ▼ 次元平面上にある“一筆書きできる”曲線群
- ▼ 分岐は認めない
- ▼ 途切れていることは認めない
- ▼ 閉じていても開いていても良い

4.3 AP224 利用上の課題

4.3.1 AP224 を金型部品に適用する場合の課題

加工のための属性情報の調査研究では、AP224 の加工フィーチャを金型部品に適用することを検討した結果、以下の2点に問題があることがわかり、AP224 の SEDS Issue として登録し、その解決方法について国際的な討議が行われている。

(1) ループ状の溝 (Slot) を表現できない。

現状の AP224 では、図 4.3.2 に示すように、溝は必ず2つの End_condition (終端形状) を持たねばならない。従って、図 4.3.1 に示すようなループ状の溝、つまり、End_condition を持たない溝が表現できない。

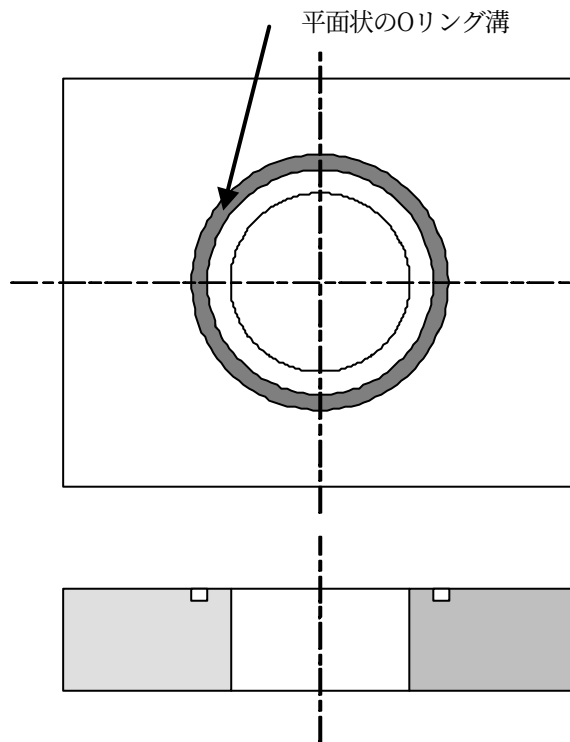


図 4.3.1 ループ状溝 (Slot) の例

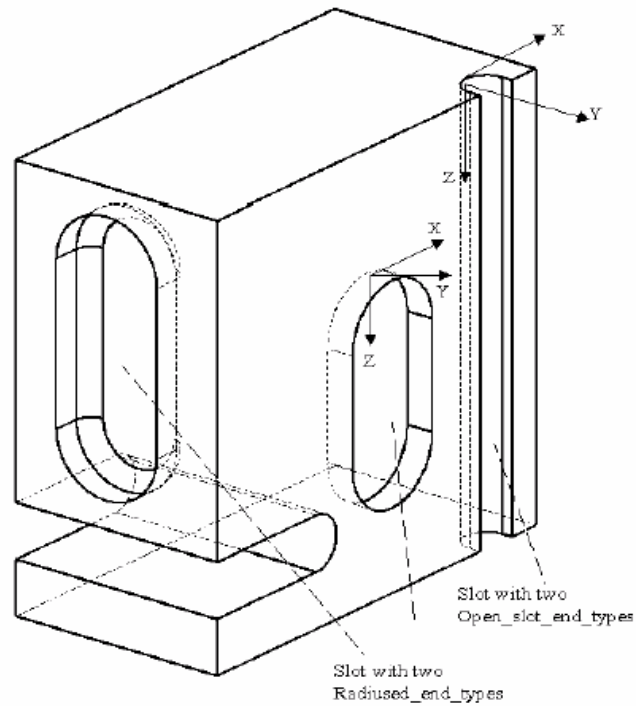


図 26 AP224 で定義される溝 (Slot)

(2) ポケット (Pocket) の側面壁のテーパ角度が 1 つしか持てない。

図 4.3.3 には、代表的なポケットの例を示す。金型部品のポケットでは、側面壁毎にそのテーパ角度が異なることがあるが、現状の AP224 では、それを表現できない。図 4.3.4 にポケットのデータ構造を示すが、その属性の中の `change_in_boundary` が、側面壁のテーパ角度を示すものであり、現状の構造では、1 つのポケットに、1 つの `change_in_boundary` しか持てない。

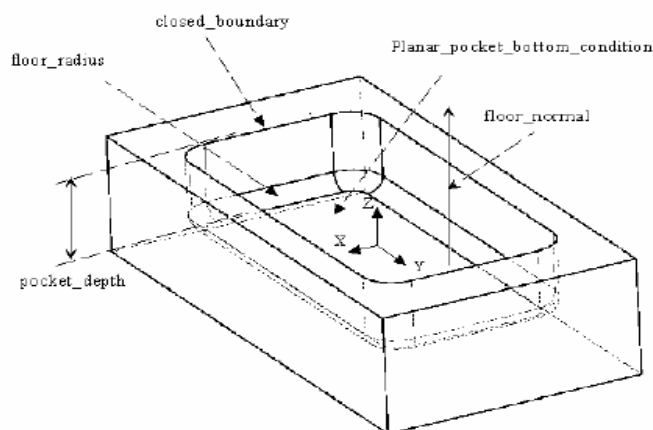
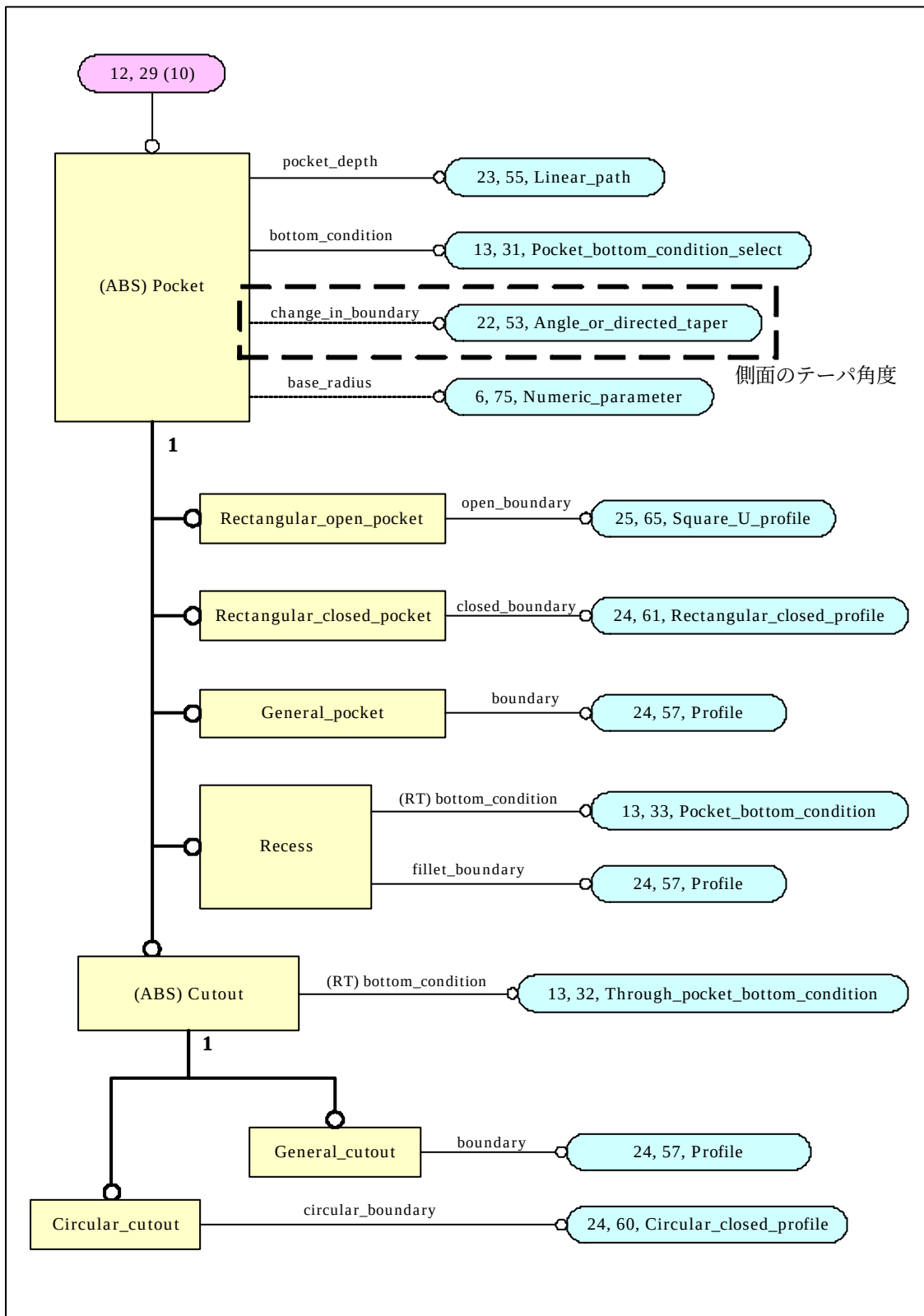


図 4.3.3 ポケットの例 (Rectangular_closed_pocket)



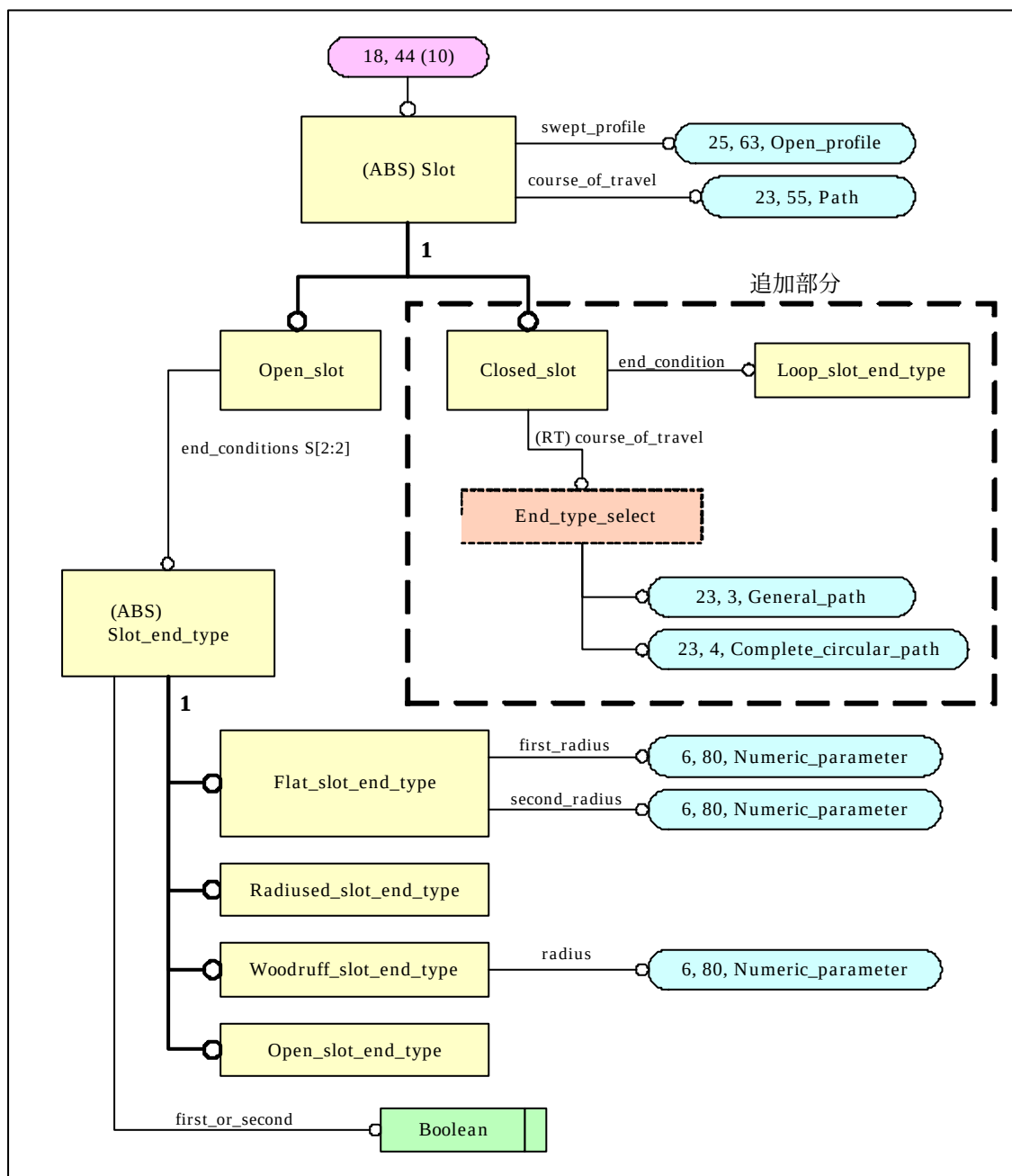
Page A.12

図 4.3.4 ポケットのデータ構造 (AP224)

4.3.2 解決策の検討

(1) ループ状の溝 (Slot) の表現

AP224 SEDS への登録を受けて、AP224 の開発リーダーである米国の Len Slovensky から図 4.3.5 の改訂案が示されている。従来からの end_condition を持つ溝を Open_slot とし、ループ状の溝のために Closed_slot を追加している。この構造で、問題を解決できる。ただし、Closed_slot の属性である end_condition は、不要である。



Page A.18

図 4.3.5 溝のデータ構造の改訂案

(2) ポケット (Pocket) の側面壁のテーパ角度

単に側面壁のテーパ角度を複数持たせるだけであれば、図 4.3.4 の `change_in_boundary` を集合体にすれば済むが、各 `change_in_boundary` が、どの側面壁のテーパ角度であるかを示さねば、データ構造としては完全ではない。

そこで、日本からは、次に示す案を提案しているが、まだ、国際的な合意には達していない。

[日本の改訂案]

(a) `change_in_boundary` をリスト構造 (`L[0:?]`) とする。

(b) 以下に示す `L[0:?]` のカウンtrルを用いて、側面壁との関係をつける。

ポケットの側面壁は、ポケットの輪郭形状 (`boundary`) を示す幾何形状と対応している。例えば、図 4.3.3 の `Rectangular_closed_pocket` の輪郭形状 (`boundary`) は図 4.3.4 に示すように `Rectangular_closed_profile` で表現される。`Rectangular_closed_profile` は、図 4.3.9 に示すように、`profile_length`、`profile_width` および `corner_radius` で表現され、その際の、X 軸、Y 軸の方向も規定される。この場合のカウンtrは、プラス X 軸上にある形状（この場合は、直線）から時計廻りに図 4.3.6 のように行うものとする。ただし、`corner_radius` は、カウンtrしない。

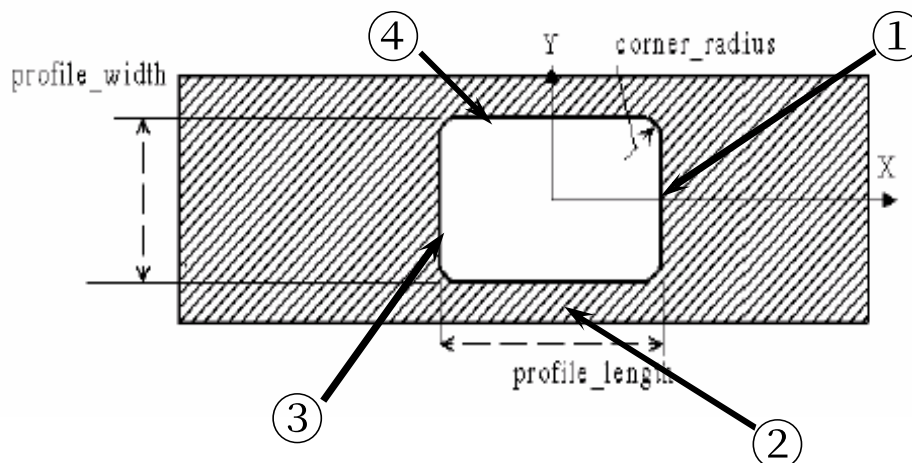


図 4.3.6 `Rectangular_closed_profile` におけるカウンtr

また、`Open_profile` (図 4.3.10) で示される輪郭形状に対しては、開口部から時計廻りにカウンtrする。ただし、`Square_U_profile` (図 4.3.7) および `Tee_profile` (図 4.3.8) では、コーナーの R はカウンtrしないものとする。

以上で述べたルールは、一般の `Closed_profile` および `Open_profile` にも適用可能であり、これにより、`change_in_boundary` で示すテーパ角度と側面壁を示す幾何形状との関係を持つことが可能になる。

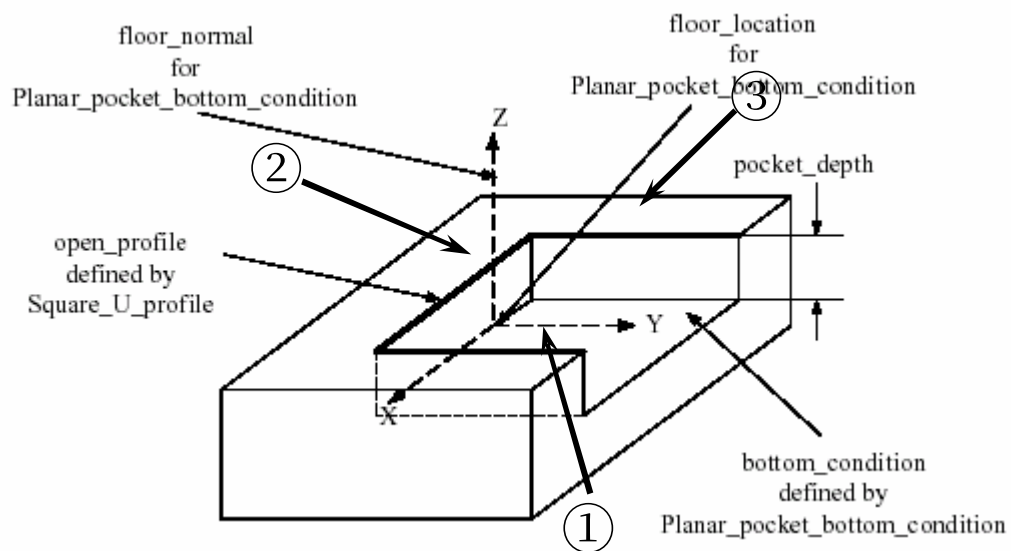


図 4.3.7 Square_U_profile におけるカウント

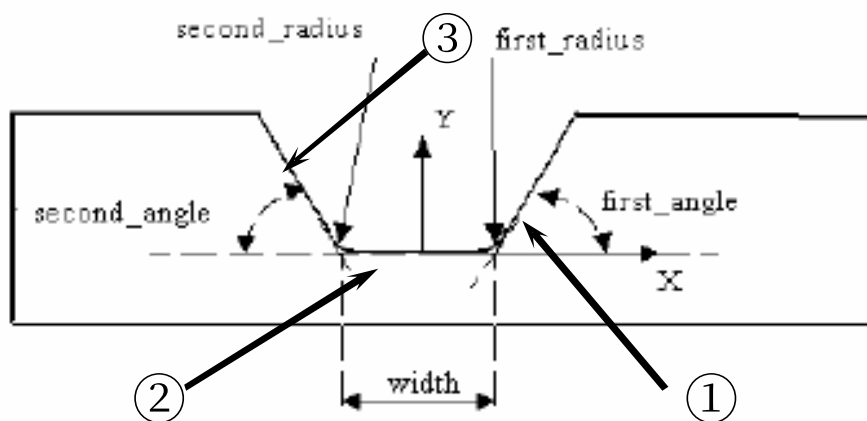


図 4.3.8 Tee_profile におけるカウント

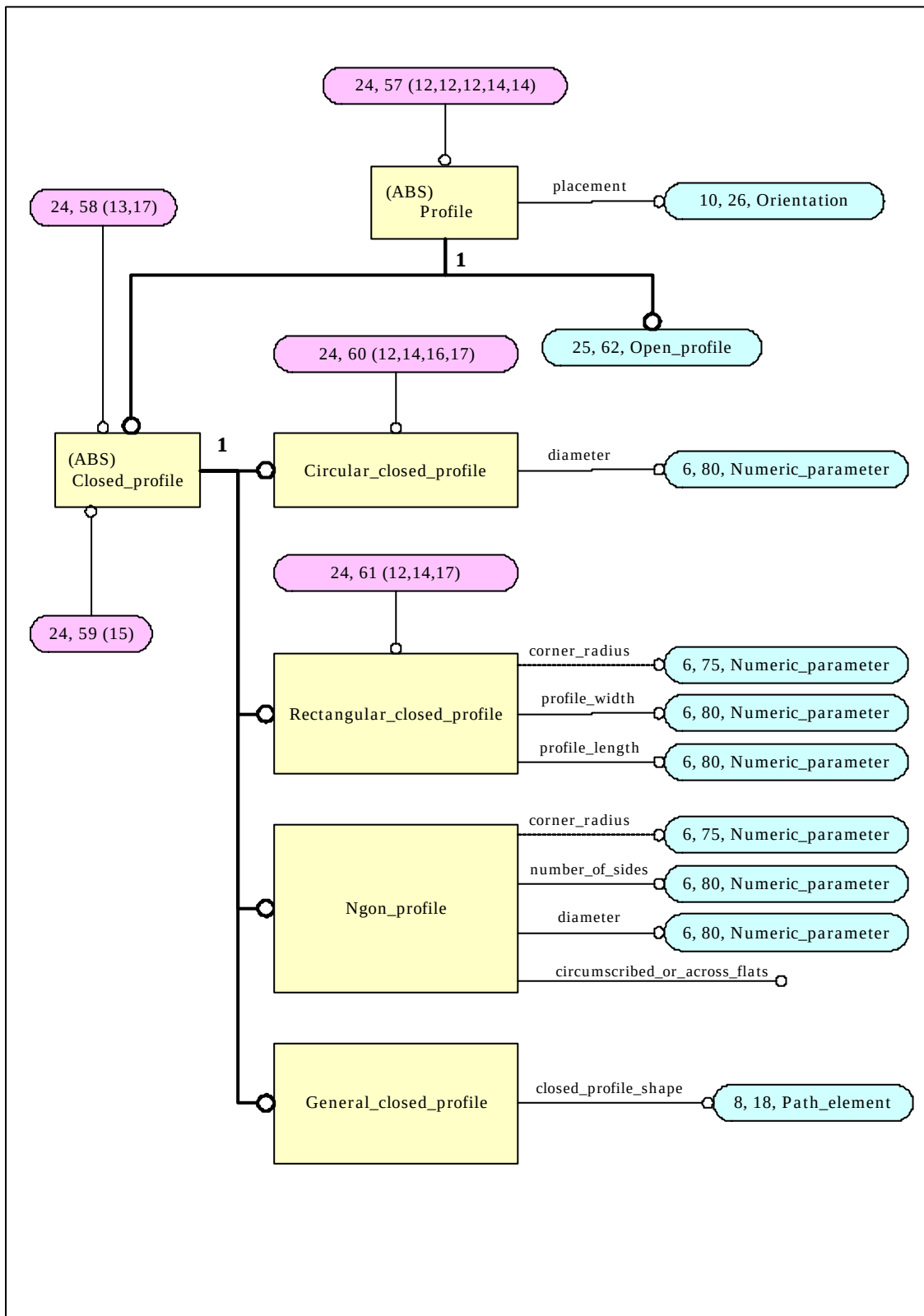
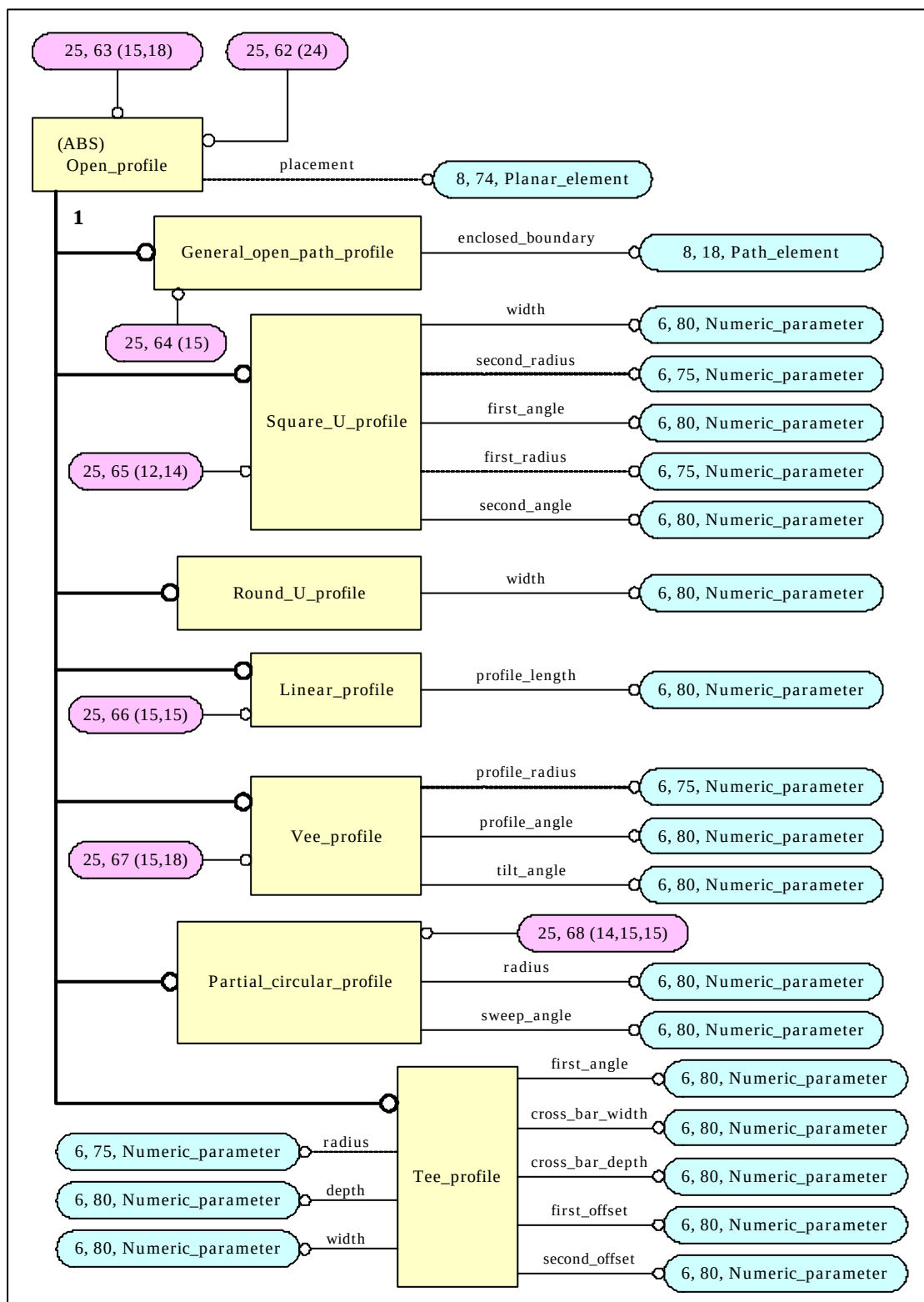


図 4.3.9 Profile および Closed_profile のデータ構造



Page A.25

図 4.3.10 Open_profile のデータ構造

4.4 マシニングプロセスモデルの研究開発

4.4.1 Mapping Table の作成

本節では、マシニングプロセスモデルの国際標準化のために、マシニングプロセスモデルに関するアプリケーションプロトコル作成手順のうち、Mapping Table を作成する。

(1) はじめに

アプリケーションプロトコルでは、まず、応用分野における業務の流れと入出力情報をアプリケーションアクティビティモデル(Application Activity Model：AAM)としてまとめるとともに、応用分野別の情報要件をまとめる。次に、その情報要件からアプリケーション参照モデル(Application Reference Model：ARM)を作成する。これは、応用分野特有の用語で記述した情報モデルであり、機能単位 (Unit of Functionality：UoF) としてまとめられる。

一方、STEP では、実際に交換するデータを記述するデータモデルは、十分に整理、統合されたリソース (Integrated Resource) をベースに作成される。すなわち、図 4.4.1 に示すように、AIM は、リソースの下位型として定義されることになる。なお、図 4.4.1 は、EXPRESS-G 表記法を用いており、詳細は後述するが、図 4.4.1 の四角い箱はエンティティを表し、太い実線は上位下位関係、細い実線は属性関係、丸印は関係の方向を表し、下位型あるいは、属性型の方に丸をつける。実際、AIM のほとんどのエンティティは、リソース中で定義されたエンティティをそのまま使うか、その下位型として定義されている。この ARM とリソース構成要素との関係を記述したのが Mapping Table である。従って、最終的な交換モデルである AIM 作成には、Mapping Table を作成することが必要不可欠となる。

Mapping Table が作成された後に、その Mapping Table をもとに、必要なエンティティ要素をリソースから参照し、必要であれば下位型エンティティや、特殊なエンティティを作成し、アプリケーション翻案モデル (Application Interpreted Model：AIM) を作成する。以上、アプリケーションプロトコルを作成する手順を図 4.4.2 に示す。図 4.4.2 は、IDEF-0 表記法に基づき記述している。この表記法は、四角い箱をアクティビティ、箱に左から入る矢印が入力情報、箱の右から出て行く矢印が出力情報、箱の上から入る矢印が参照情報、箱の下から入る矢印が、アクティビティを実行するメカニズムを表している。

以降、本節で用いる表記法、実際のマッピングテーブルについて ARM と関連リソース、マッピングテーブル、具体例という形式で説明していく。

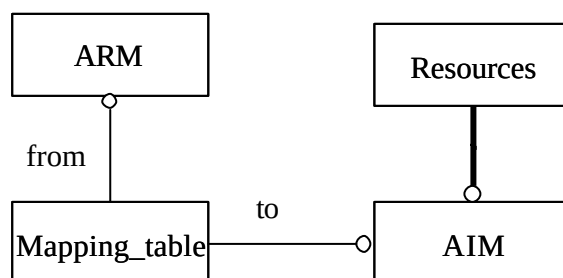


図 4.4.1 ARM と AIM、Resource との関係

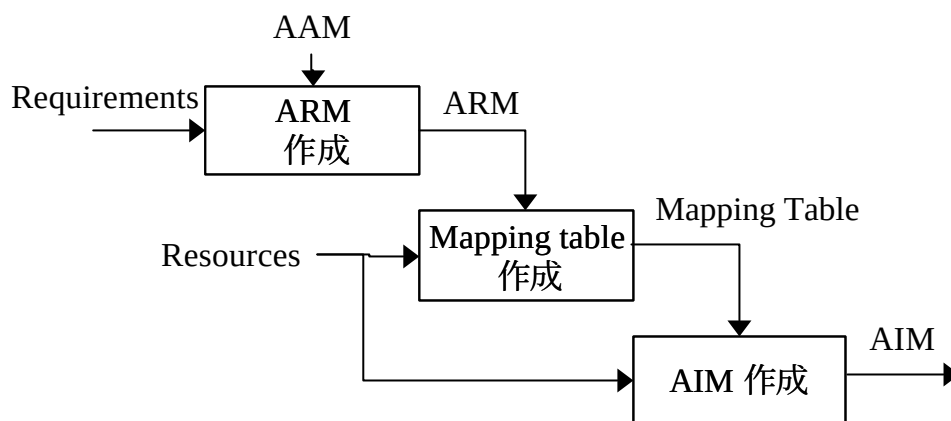


図 4.4.2 アプリケーションプロトコル開発手順（AAM 作成以降）

(2) 本節で用いる表記法

本節では、ARM とリソース、マッピングテーブルについては、EXPRESS-G を用いて記述し、その具体例を記述するために EXPRESS-G 表記法を拡張して用いる。以下、図 3 に示すその表記法について簡単に述べる。

EXPRESS では、定義される基本オブジェクトをエンティティと呼び、その性質をあらわすために、属性を持つことができる。EXPRESS-G では、図 3(a)に示すように、エンティティを箱で表し、属性を、箱から出した細い線で表現する。箱の終端は、丸印で表し、属性の型を示す。省略可能属性は、破線で記述する。複数の値から構成されている属性は、その性質から、順序付けられたリスト(L)、順序付けられていない非重複な集合 (S) 等で表現される。エンティティの値のことをエンティティインスタンスと呼ぶ

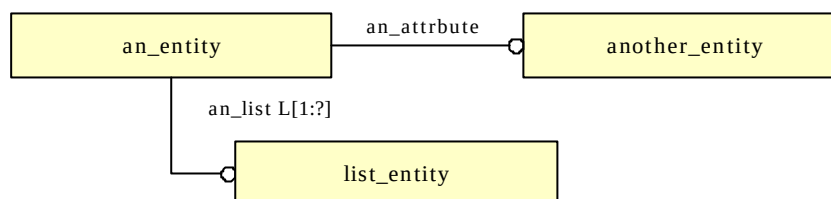
複数のエンティティを、エンティティが持つ共通の性質によりいくつかのカテゴリーに分類した場合、カテゴリーごとに共通な属性を持つ総称的な上位エンティティとその性質を受け継ぐ下位型エンティティを定義することができる。上位型で宣言された属性は下位型によって継承され、このようなエンティティ間の関係を継承関係と呼ぶ。EXPRESS-G では、図 4.4.3(b)に示すように、エンティティから出した太い線で表現する。箱の終端は、丸印で表し、下位のエンティティを示す。インスタンス化されないエンティティを抽象上位型といい、EXPRESS-G では、(ABS) をエンティティ名の前に付ける。

共通した性質のない複数のエンティティをまとめるために、EXPRESS では、選択データ型 (Select Type)が用意されている。EXPRESS-G では、図 4.4.3(c)に示すように、選択データ型は、先頭部分に線が入った破線の箱で表現する。選択肢となるエンティティやデータ型は、細い線で結ばれ、丸印によって、選択肢であることを明示する。

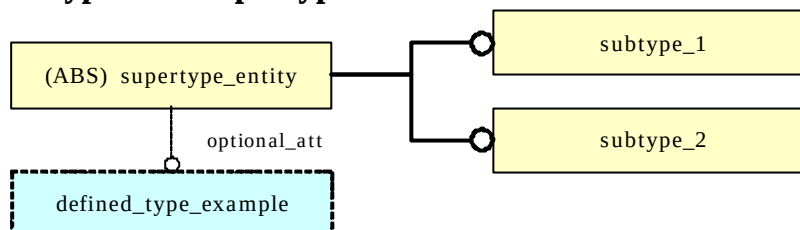
具体例を表すために、エンティティインスタンスを表現する必要がある。そこで本節では、図 4.4.3(d)に示すように、エンティティの箱の後ろに斜線を入れ、その中に#付きの数字を入れることで、インスタンスを表現することとする。この数字は、同一エンティティのインスタンス中で一意な値をとるものとする。また、集合やリストとなる属性の場合、その位置を示す数字を□内

で表示することとする。図 4.4.3(d)は、図 4.4.3(a)のモデルのインスタンスを表している。

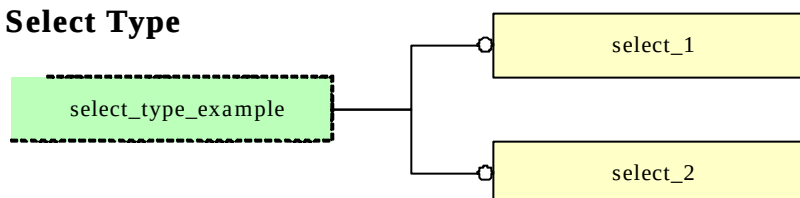
(a) EXPRESS Entity



(b) Subtype and Supertype



(c) Select Type



(d) Entity Instance

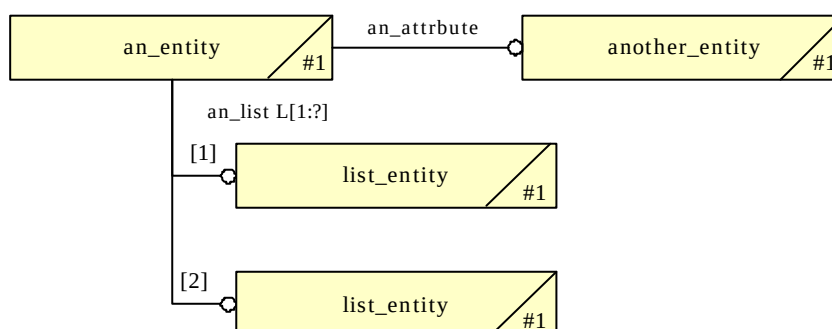


図 4.4.3 本節で使用する表記法

(3) 工程設計情報のマッピング

本節では、製品製造に必要な工程設計情報のマッピングについて説明する。工程設計情報の構造は、図 4.4.4 に示すように組立品（Manufactured_assembly）あるいは、単品の部品

(single_piece_part) など製品データを表す part_version は、その製品を加工するために必要な工程設計情報である process_plan_version を属性として持つ。その process_plan_version は、ある工作機械における工程設計情報(machining_process)を持つ。また、ひとつの machining_process は、あるセットアップにおける工程設計情報(single_setup_process)を持ち、single_setup_process が一連の加工作業(machining_operation)を持つといった構造になっている。

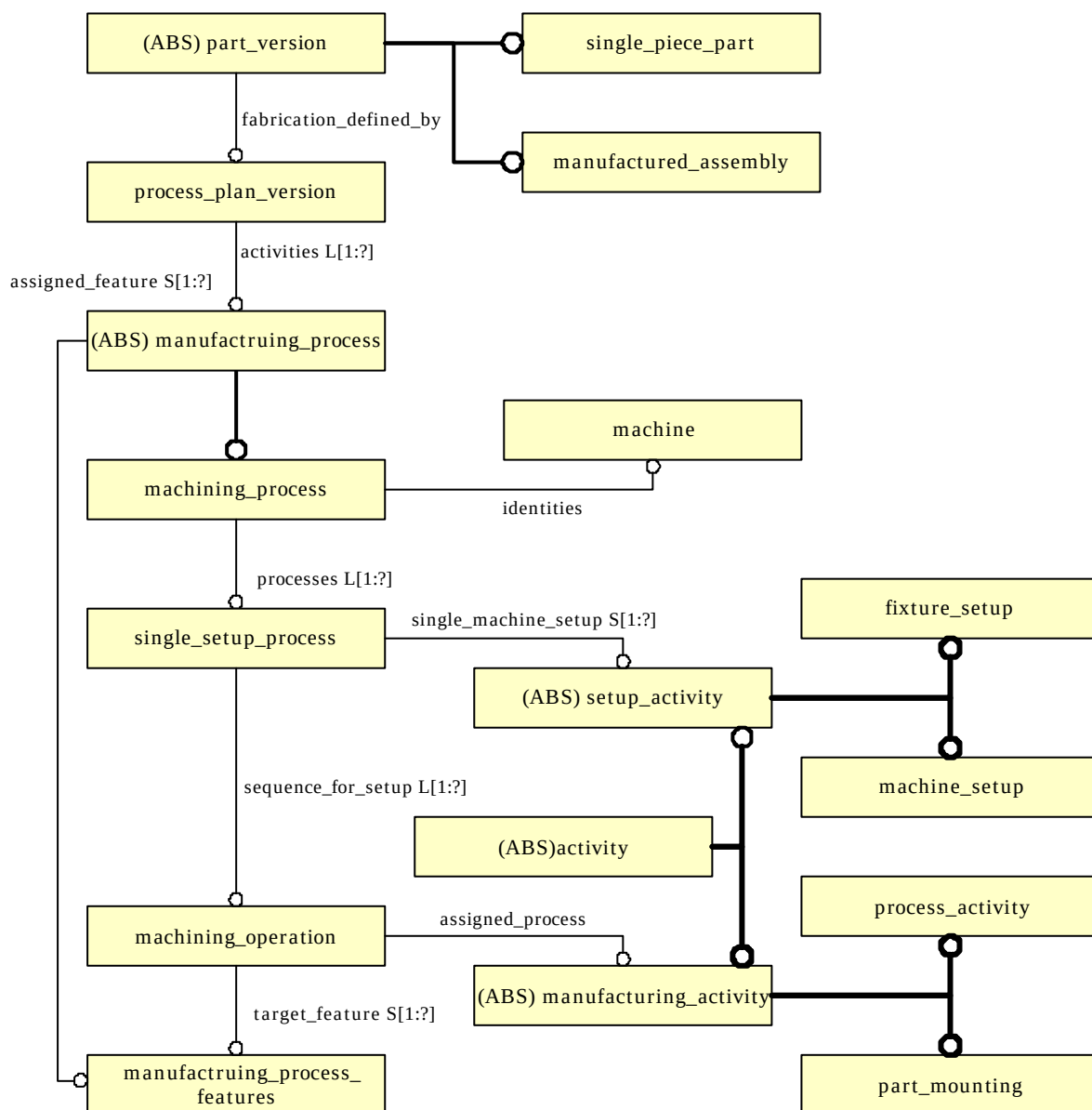


図 4.4.4 ARM の構造

次に、図 4.4.5 に示す工程設計情報に関連するリソースモデルの構造について説明する。

リソースモデル中では、工程設計情報を表現できるエンティティの候補は、Action あるいは Action_method である。その両者の定義は、ISO10303-41 で規定されており、それらに関連したアクティビティは、ISO10303-49 にも規定されている。Action とは、アクティビティを表すもの

であり、その結果を記述したものである。Action は、Action_method によって規定された定義を持つ必要がある。一方、Action_method は、アクティビティを定義するものであり、目的と効果などを記述したものである。Action や Action_method には、Action 間の関係や、Action_method 間の関係が定義されているが、Action 間の関係が置き換え関係(replacement_relationship)という単純なものしか用意されていないのに対し、Action_method では、並列関係や直列関係、順序付きの直列関係を記述することができる。例えば、自動車のオートマのギヤチェンジを考えてみると、ドライブ、バック (reverse)、パーキング、ニュートラルのポジションがあるが、それらを Action_method ととらえてみる。それらのポジションは、同時に発生することはないため、直列関係となる。従って、ギヤチェンジを親とした親子関係でモデル化すると図 4.4.6 のようになり、対等関係でモデル化すると図 4.4.7 のように記述することができる。

また、Action からは、その下位型である property_process から Action の結果となる Product の property_definition や、shape_definition と直接関係付けることができる。さらに、Action の結果となる Product の定義に対しては、Action の下位型である、Product_definition_process から関係付けることができる。しかしながら、Action_method からは、直接関係付けることはできず、必ず Action を介して関係付けを行う必要がある。

これらの条件から、工程設計情報と対応付けることができるエンティティは、Action か Action_method かを検討してみる。図 4.4.5 で説明したように、工程設計情報は、ある工作機械上の工程リスト、ある工作機械上のあるセットアップにおける工程リストなど、ある工程の順序付けられたリストでまとめられた部分で表現されている。従って、そのような親子関係が記述できる Action_method が、それらの工程及びその集合体を記述するのには適している。しかし、同時にそれらの工程は、フィーチャと関連付ける必要があるため、フィーチャと関連付けを行う Action_method には、対応する Action を定義する必要がある。本来的な定義から考えると、ARM 上で定義した Process に対応する Resource のエンティティは、Action であることが望ましい。しかしながら、Action には、順序関係を記述するリソースが存在しないことと、Action には、必ず Action_method が必要となるため、構造が複雑となる。従って、上述した制約から、ほとんどの工程情報は、Action_method の下位型として定義する必要がある。

この他、ISO10303-41, ISO10303-49 リソースでは、Action, Action_method を実行するものを表現するためのエンティティである Action_resource や、Action, Action_method の振舞い、能力などを表現するためのエンティティである Action_property, などが用意されている。

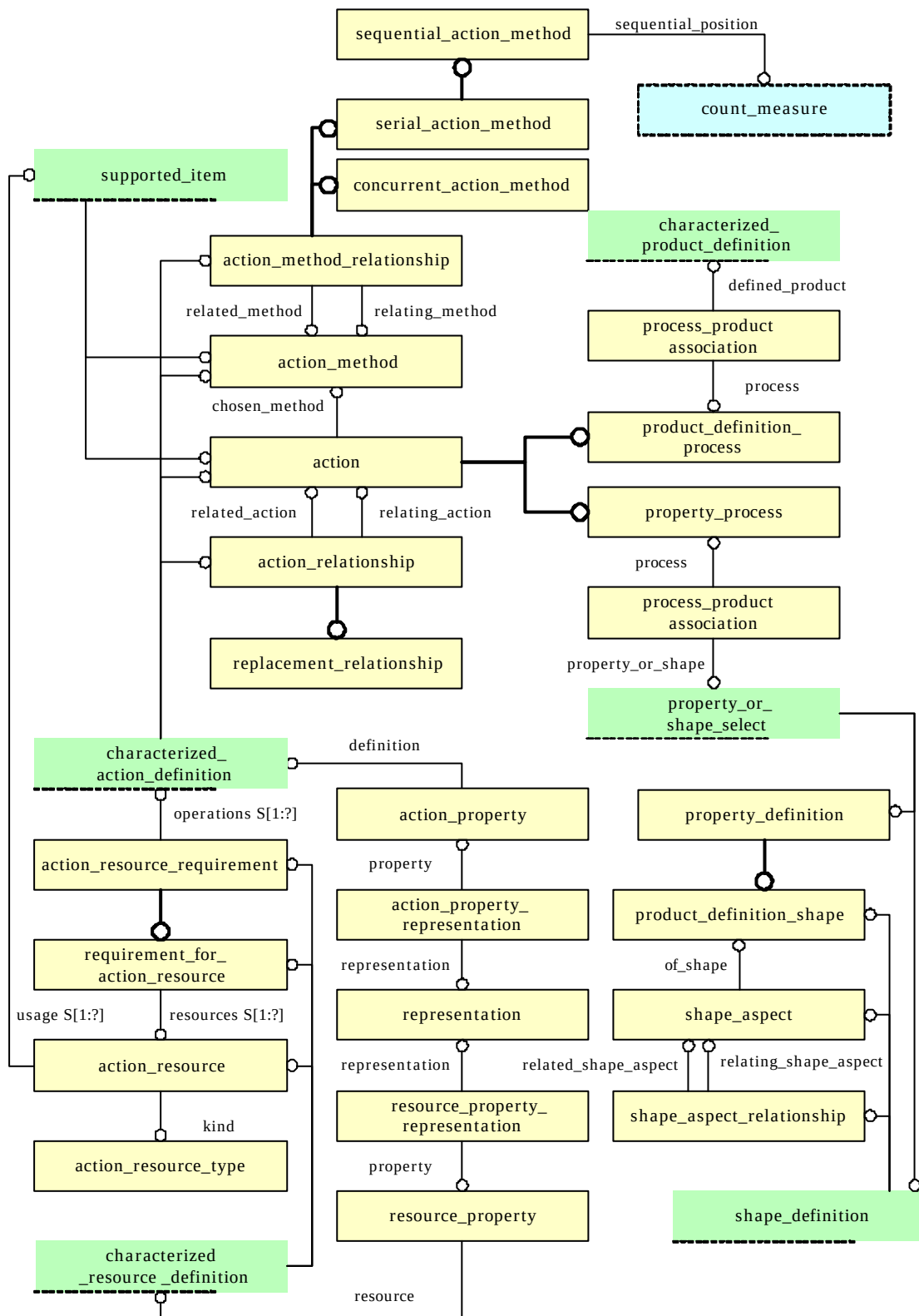


図 4.4.5 工程設計情報に関連するリソースモデルの構造

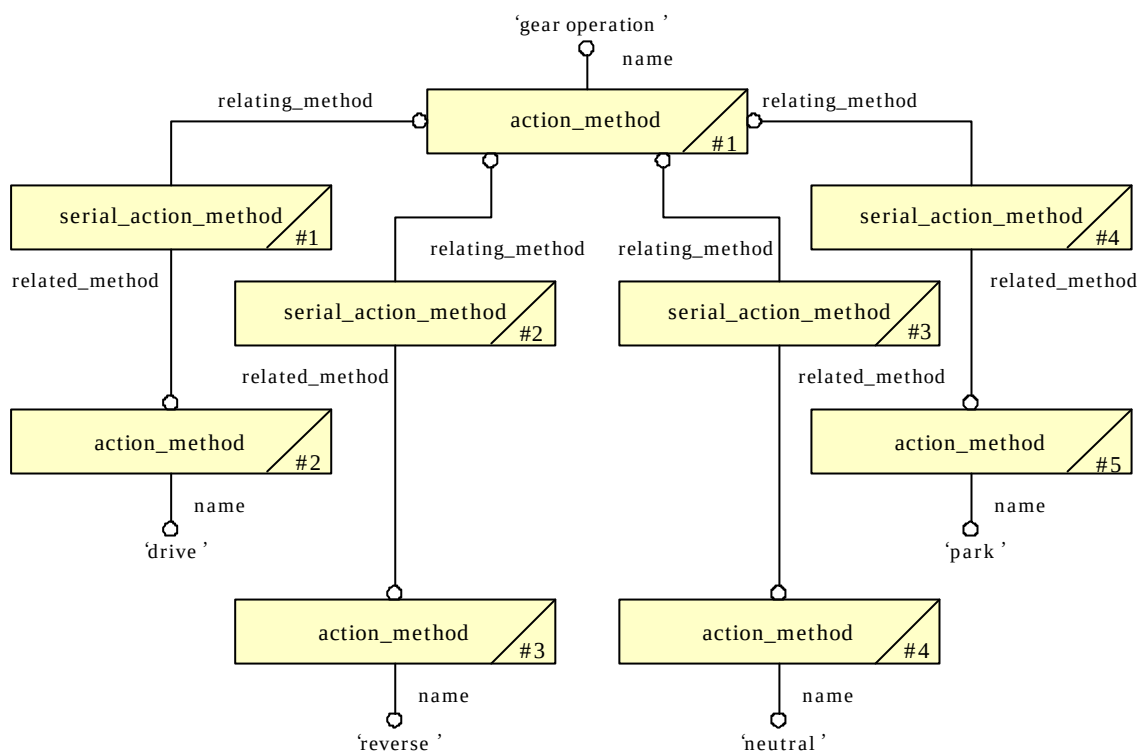


図 4.4.6 親子関係による Action_method 間の関係付け方法

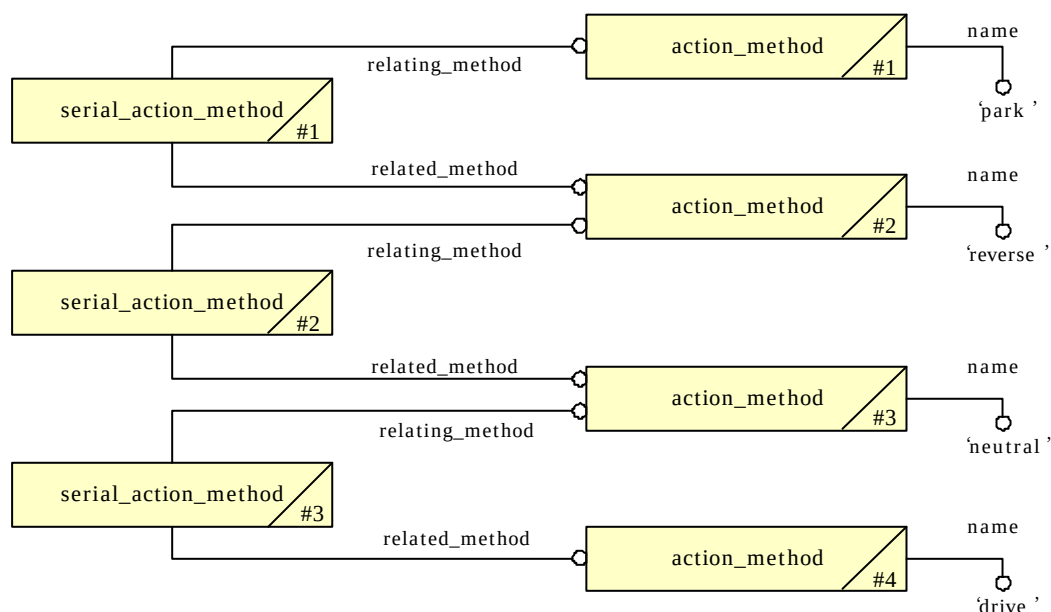


図 4.4.7 対等関係による Action_method 間の関係付け方法

つぎに、ARM のエンティティとリソースのエンティティとの関連を表した表である、マッピングテーブルを作成する。マッピングテーブルの表記法は、規格上で規定されている方法に従って記述する必要があるが、大変にわかりにくいため、本節では、図 4.4.8 に示すように、EXPRESS-G に従った表記法で記述することとする。

図 4.4.8 は、Single_piece_part の Mapping Table である。Single_piece_part は、AIM では、

product_definition_formation としてマッピングされることを意味しており、付加的な条件として、以下のような記述がある。

```
product_definition_formation<
product_definition.formation
product_definition
product_definition.frame_of_reference->
product_definition_context<=
application_context_element
application_context_element.name='part definition'
```

ここで、<-と->は、属性参照を表しており、矢印がその方向、<=は、上位型下位型関係を表しており、矢印はその上位型を示している。'エンティティ名.属性名'で、エンティティの属性を表している。図 4.4.8 の左は、Single_piece_part から、process_plan_version への fabrication_defined_by 属性が AIM においてどのような経路で参照されるかについて記述したものである。なお、process_plan_version は、product_definition_process の下位型となる。

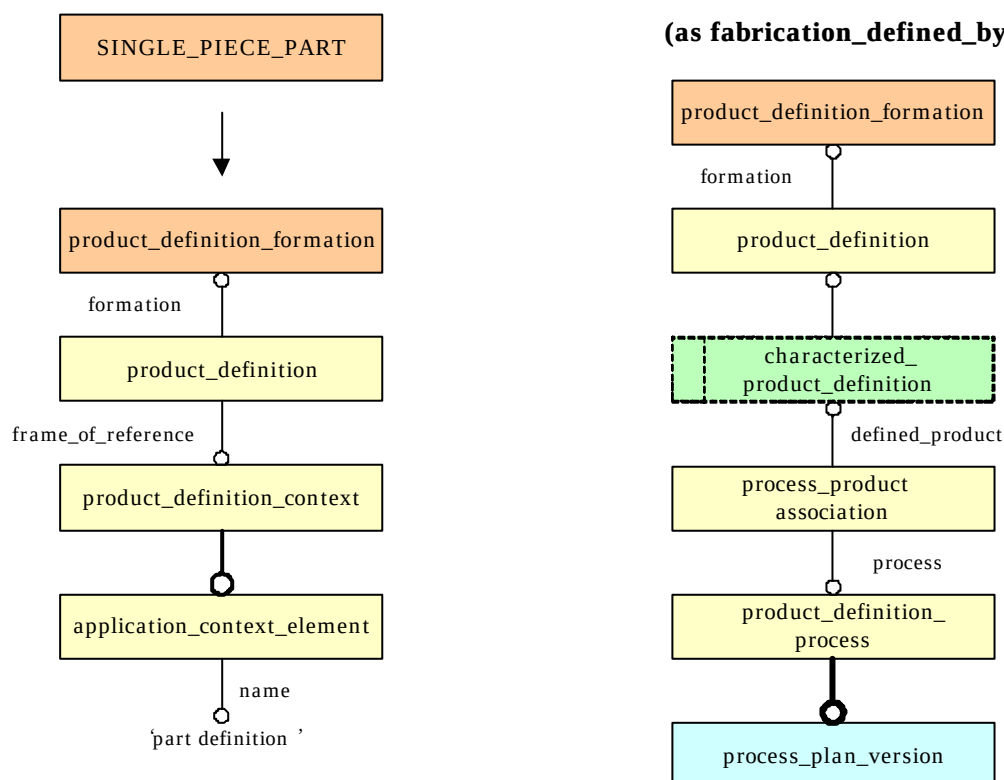


図 4.4.8 Single_piece_Part の Mapping Table

図 4.4.9 は、Process_plan_version の Mapping Table である。Process_plan_version は、AIM では、Action の下位型である product_definition_process の下位型としてマッピングされる。図 4.4.9 はさらに、process_plan_version から manufacturing_process への activities 属性参照経路を示している。

図 4.4.10 は、Manufacturing_process の Mapping Table である。Manufacturing_process は、

AIM では、Action_method の下位型としてマッピングされる。Manufacturing_process は、抽象上位型であるため、本来インスタンス化する必要はない。しかしながら、process_plan_version から manufacturing_process への参照は、順序を持つリストとなっているため、sequential_method エンティティを用いて順序付けを行う必要がある。さらに、process_plan_version は、Action の下位型であるため、必ず Action_method を持つ必要がある。以上の点を解決するため、Manufacturing_process をインスタンス化して machining_process など Action_method の下位型をまとめるインスタンスとする。Manufacturing_process と machining_process との関係は、sequential_method の下位型である Manufacturing_process_relationship エンティティを用いて表現される。図 4.4.11 は、その関係表現をインスタンス図にて表したものである。

図 4.4.10 はさらに、Manufacturing_process から shape_aspect への assigned_feature 属性参照経路を示している。Manufacturing_process は抽象上位型であるため、下位型である machining_process の継承属性は、この経路と同じ経路によって shape_aspect へ参照される。ただし、そこで発生する action は、Process_plan_version とはならないことに注意すべきであろう。

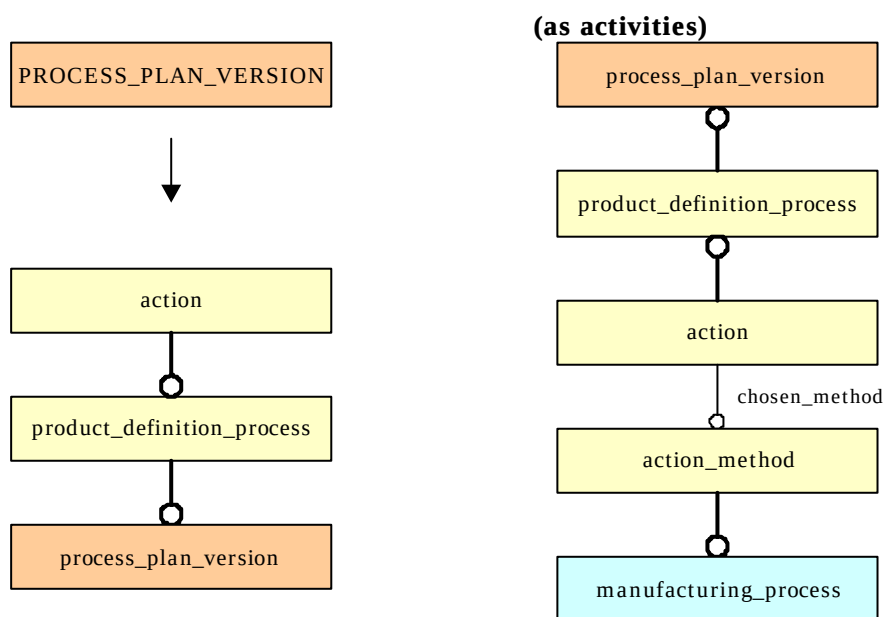


図 4.4.9 Process_plan_version の Mapping Table

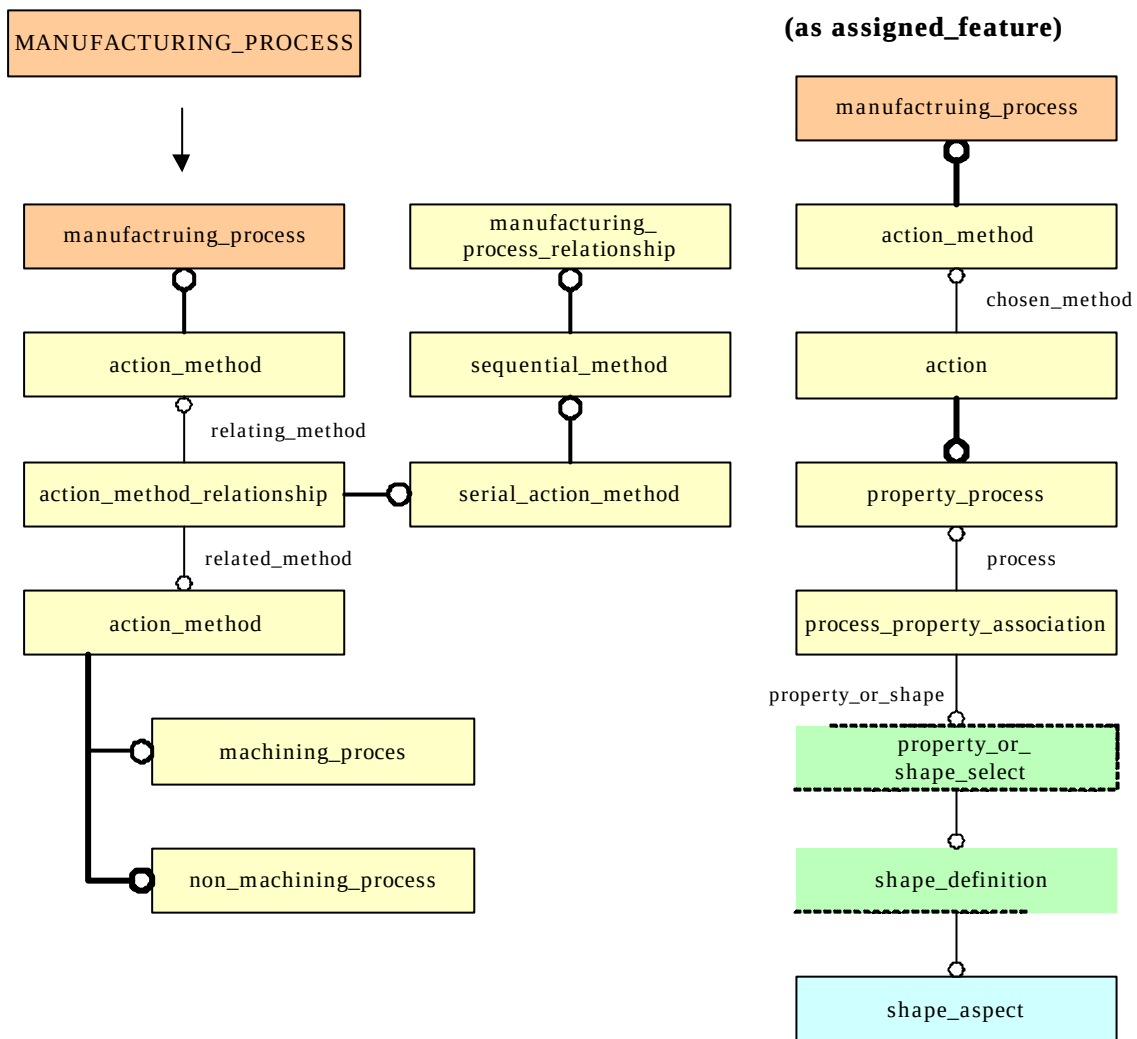


図 4.4.10 Manufacturing_process の Mapping Table

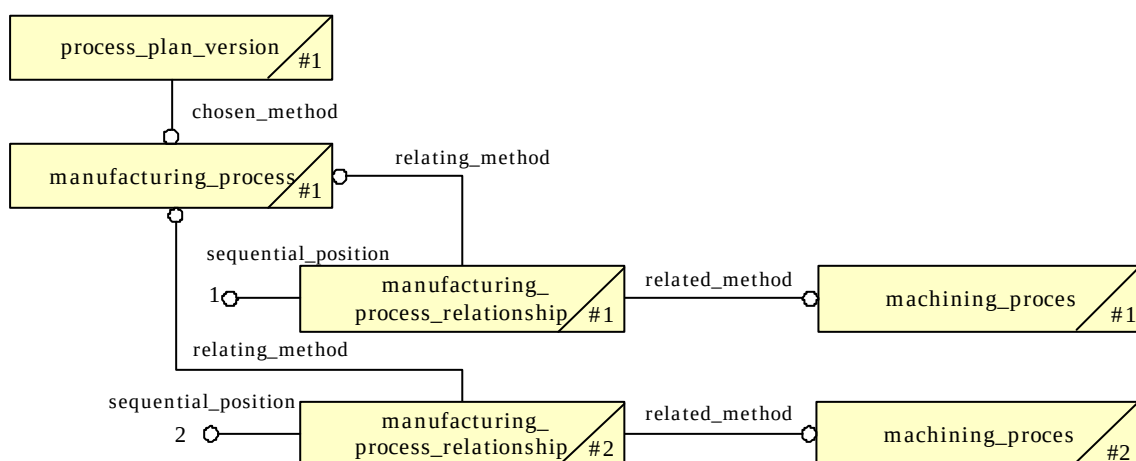


図 4.4.11 Manufacturing_process と machining_process の関係インスタンス図

図 4.4.12 は, Machining_process の Mapping Table である. Machining_process は, AIM では, Action_method の下位型としてマッピングされる. 図 4.4.12 はさらに, Machining_process

から machine への identifies 属性参照経路と, Machining_process から single_setup_process への process 属性参照経路とを示している。

図 4.4.13 は, Single_setup_process の Mapping Table である。Single_setup_process は, AIM では, Action_method の下位型としてマッピングされる。図 4.4.13 はさらに, Single_setup_process から setup_process の下位型への single_machine_setup 属性参照経路と machining_operation への sequence_for_setup 属性参照経路とを示している。

図 4.4.14 は, Machining_operation の Mapping Table である。Machining_operation は, AIM では, Sequential_method の下位型としてマッピングされる。図 4.4.14 はさらに, Machining_operation から shape_aspect への target_feature 属性参照経路と manufacturing_activity への assigned_process 属性参照経路とを示している。

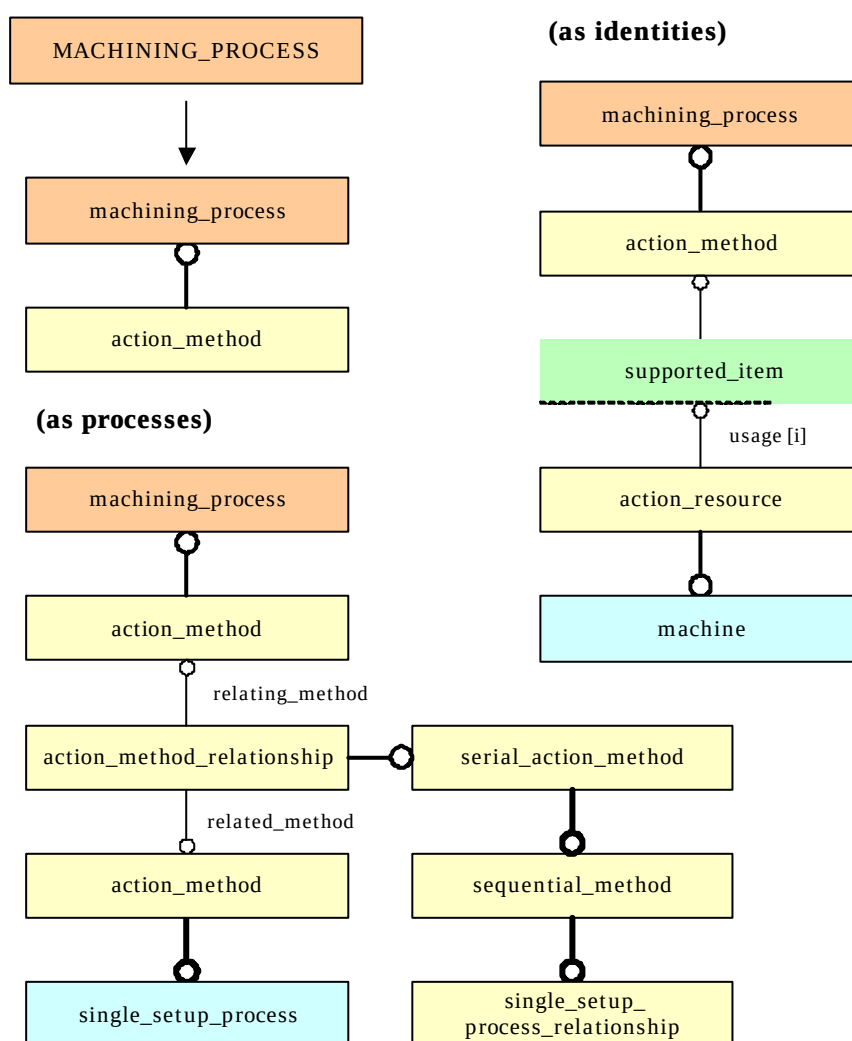


図 4.4.12 Machining_process の Mapping Table

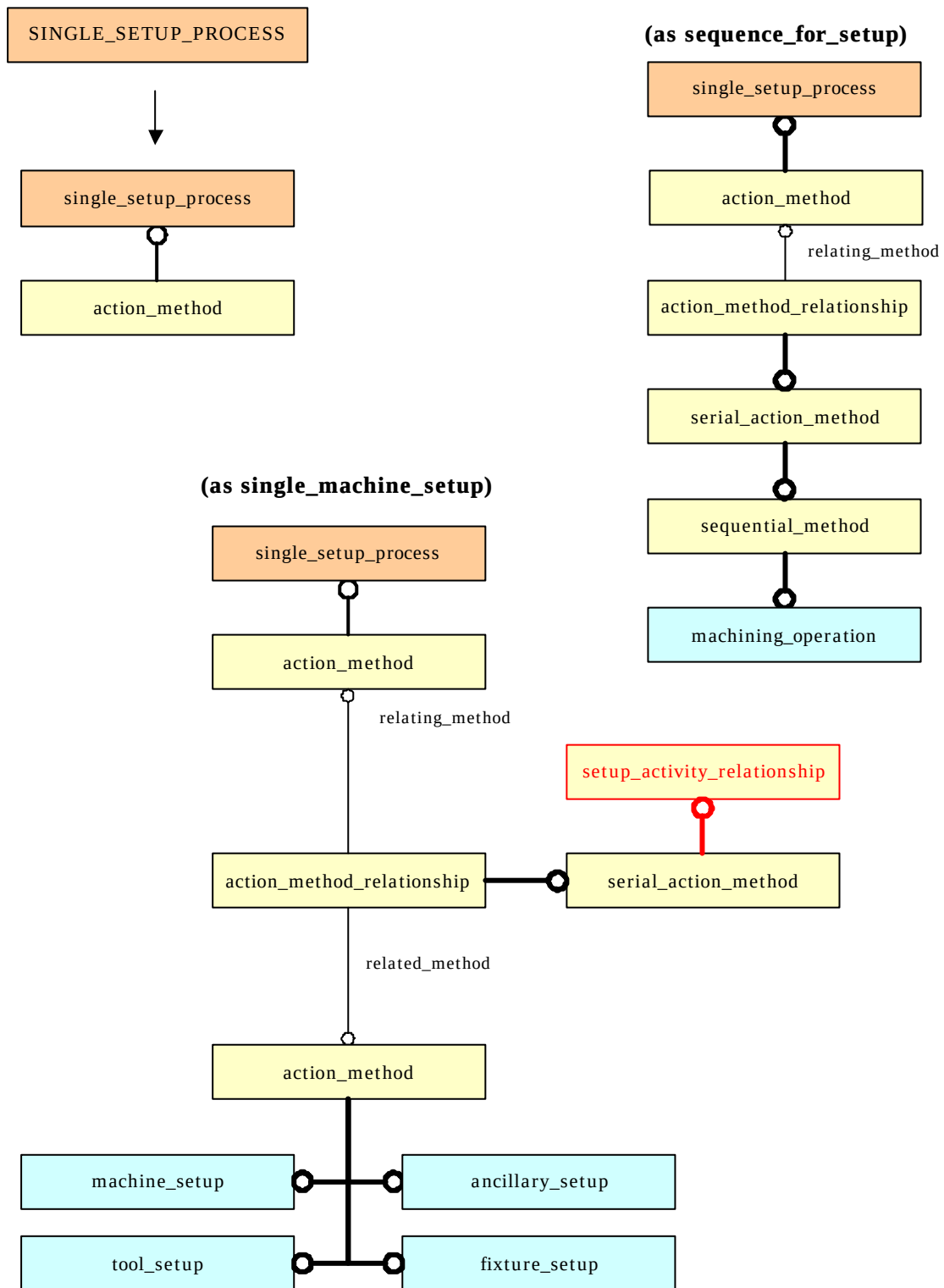


図 4.4.13 Single_setup_process の Mapping Table

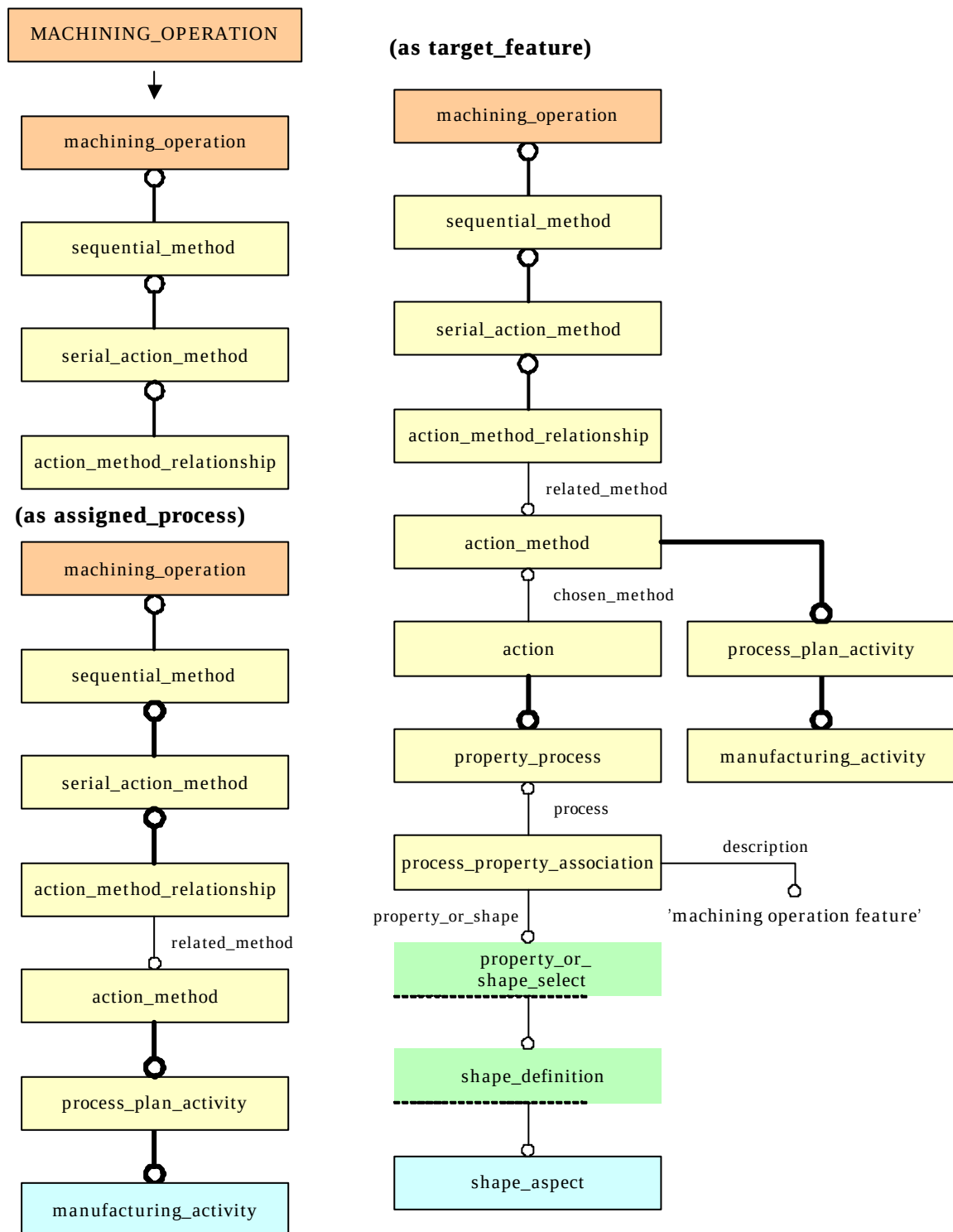


図 4.4.14 Machining_operation の Mapping Table

図 4.4.15 は、ARM に基づく工程設計情報の例であり、図 4.4.16 は、図 4.4.15 を AIM で記述した例である。これより、図 4.4.15 の情報をすべてマッピングできたことがわかる。

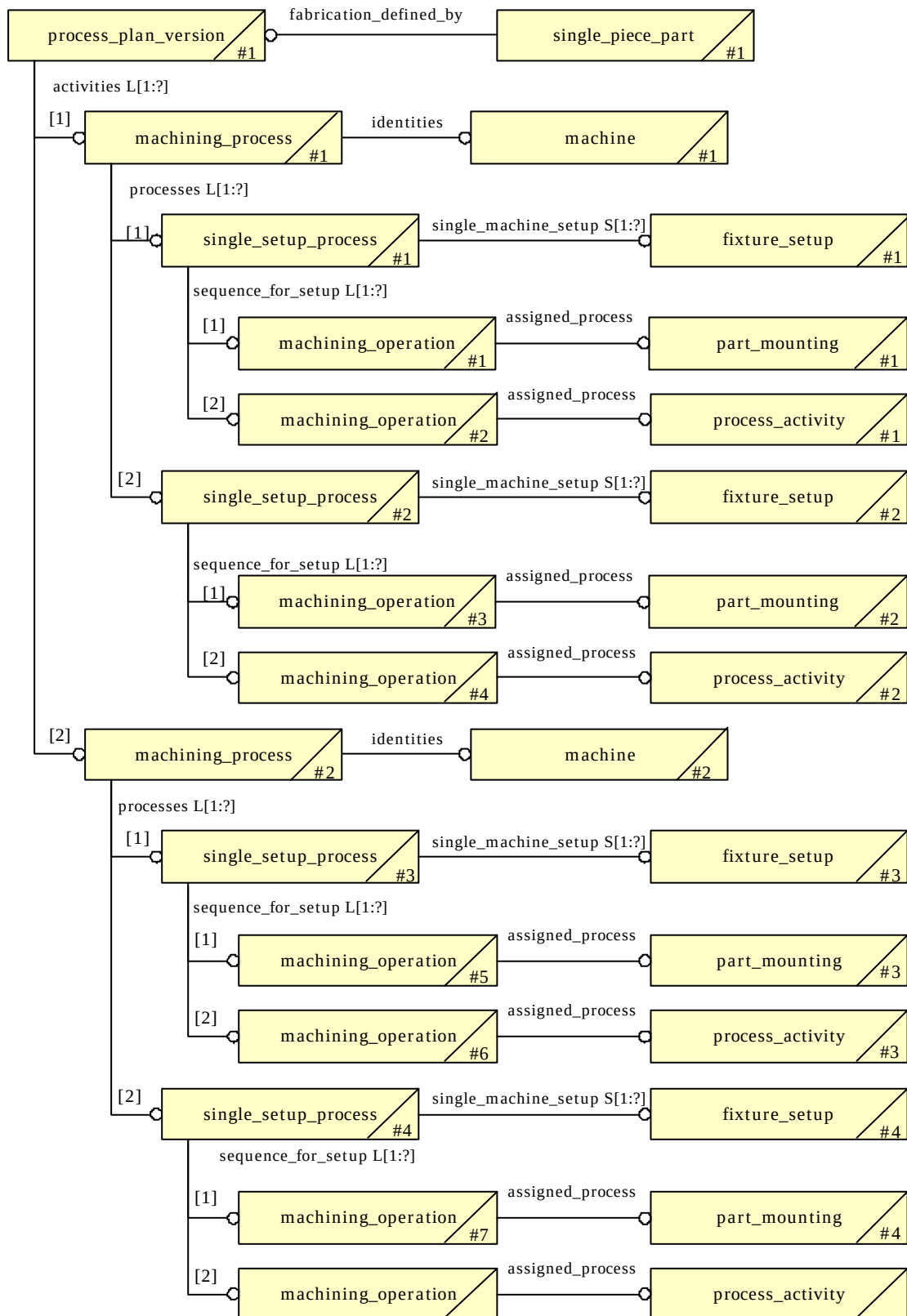


図 4.4.15 ARM に基づく工程設計情報の例

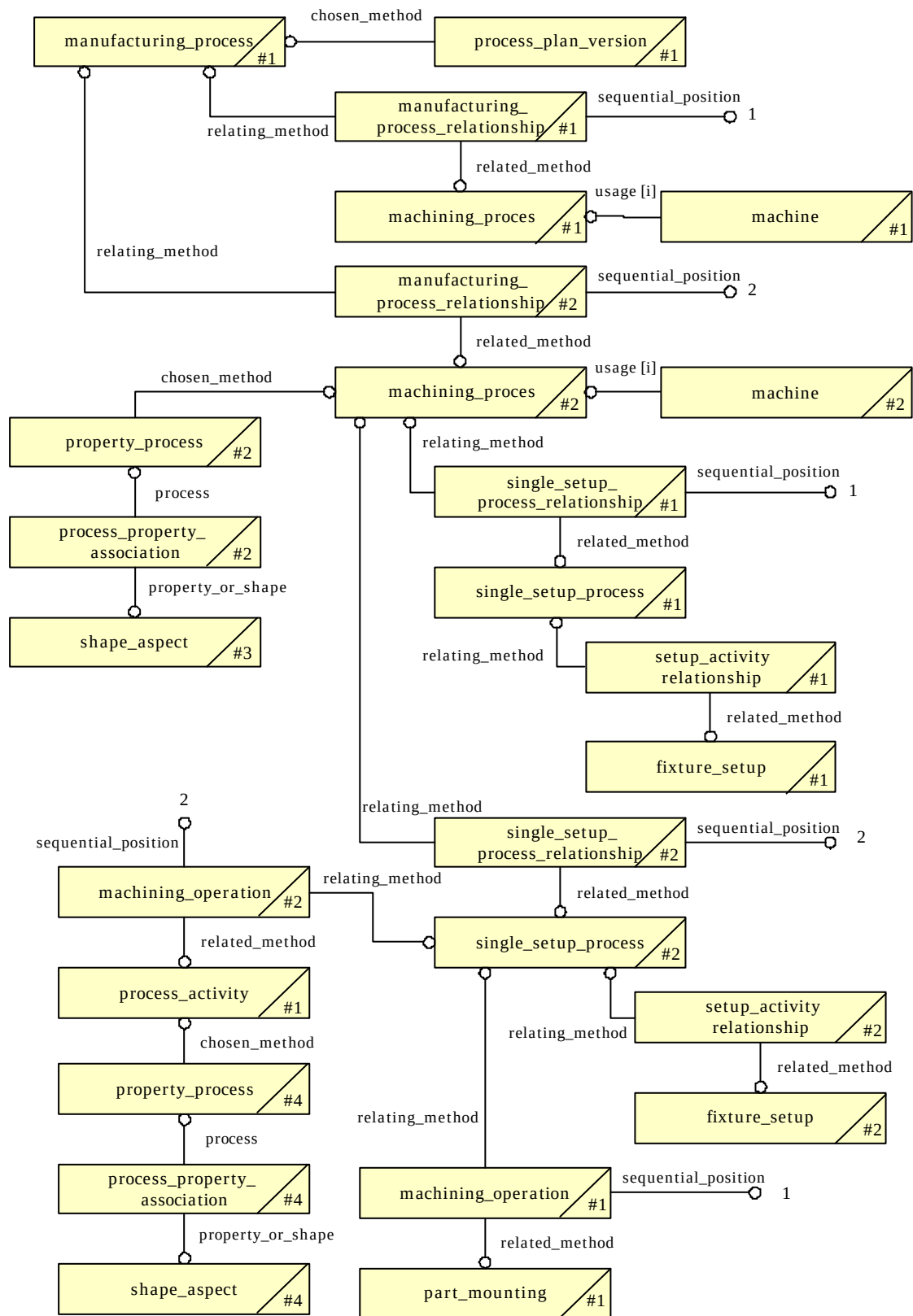


図 4.4.16 AIM に基づく工程設計情報の例

(4) Feature 情報のマッピング

本節では，製品対象の Feature 情報，Feature 間の関連情報，加工前と加工後形状のマッピン

グについて説明する。Feature 情報は、図 4.4.17 に示すように shepe_aspect の一要素である Manufacturing_process_feature などで表現する。Feature-Tree のような Feature 間の関連情報は、Feature 間の依存関係を示す Feature_dependency や、同列の Feature 間の関係を示す Feature_interaction で表現する。

次に、Feature に関連したリソースについて図 4.4.18 を用いて説明する。リソースモデル中で Feature 情報を表現するエンティティは、shape_aspect 及び characterized_object である。これら shape_aspect, characterized_object と、それらに関連した relationship である、shape_aspect_relationship, characterized_object_relationship を用いて Feature 関連情報を表現する。しかし、それだけでは表現できない Feature のまとまりを表現するために、group エンティティなどを利用する必要がある。

図 4.4.19 は、Shape_aspect 及び Manufacturing_process_feature の Mapping Table である。Shape_aspect は、AIM では、shape_aspect としてマッピングされる。Manufacturing_process_feature は、AIM では、characterized_object の下位型である feature_definition の下位型としてマッピングする。この方法は、Machining_feature を定義したアプリケーションプロトコルである ISO 10303-224 と同じマッピングである。

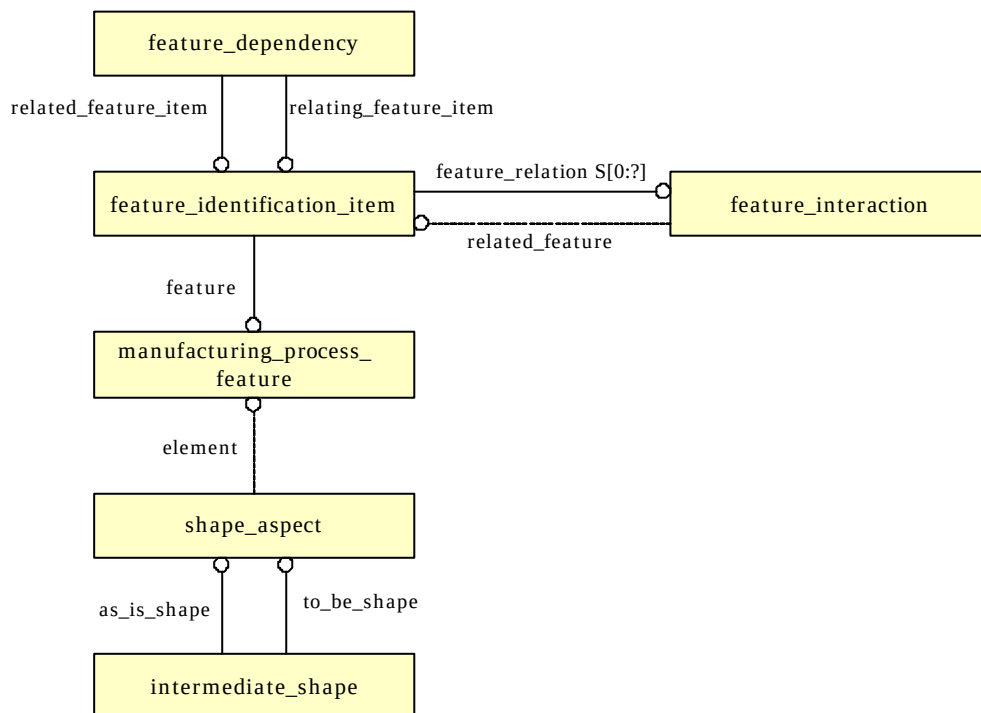


図 4.4.17 Feature に関連した ARM エンティティ

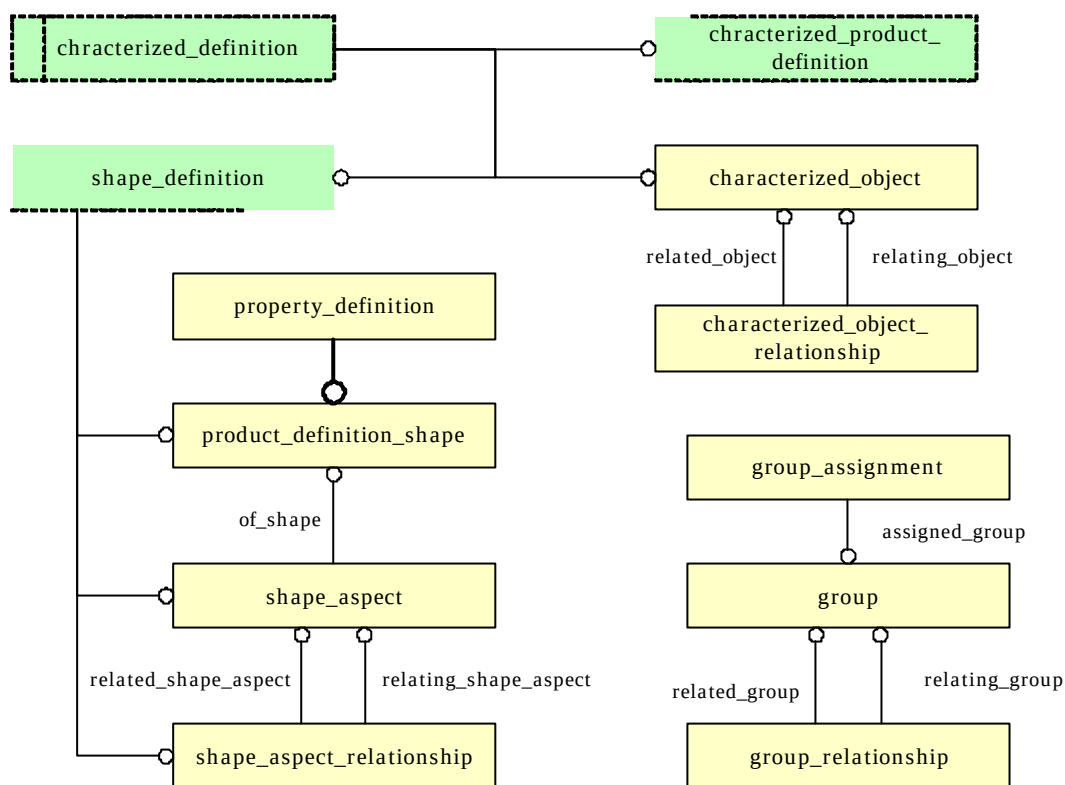


図 4.4.18 Feature に関連したリソース

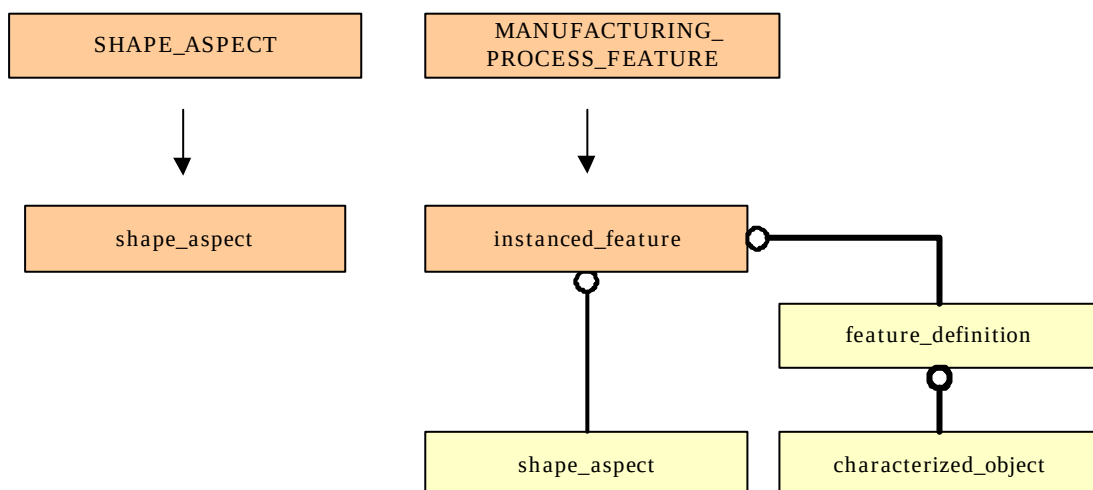


図 4.4.19 Shape_aspect および Manufacturing_process_feature の Mapping Table

図 4.4.20 は, Intermediate_shape の Mapping Table である. Intermediate_shape は, AIM では, shape_aspect_relationship としてマッピングされる. 図 4.4.20 はさらに, Intermediate_

shape から shape_aspect への as_is_shape 属性参照経路と， to_be_shape 属性参照経路， Manufacturing_process から Intermediate_shape への in_process_shape 属性参照経路とを示している。

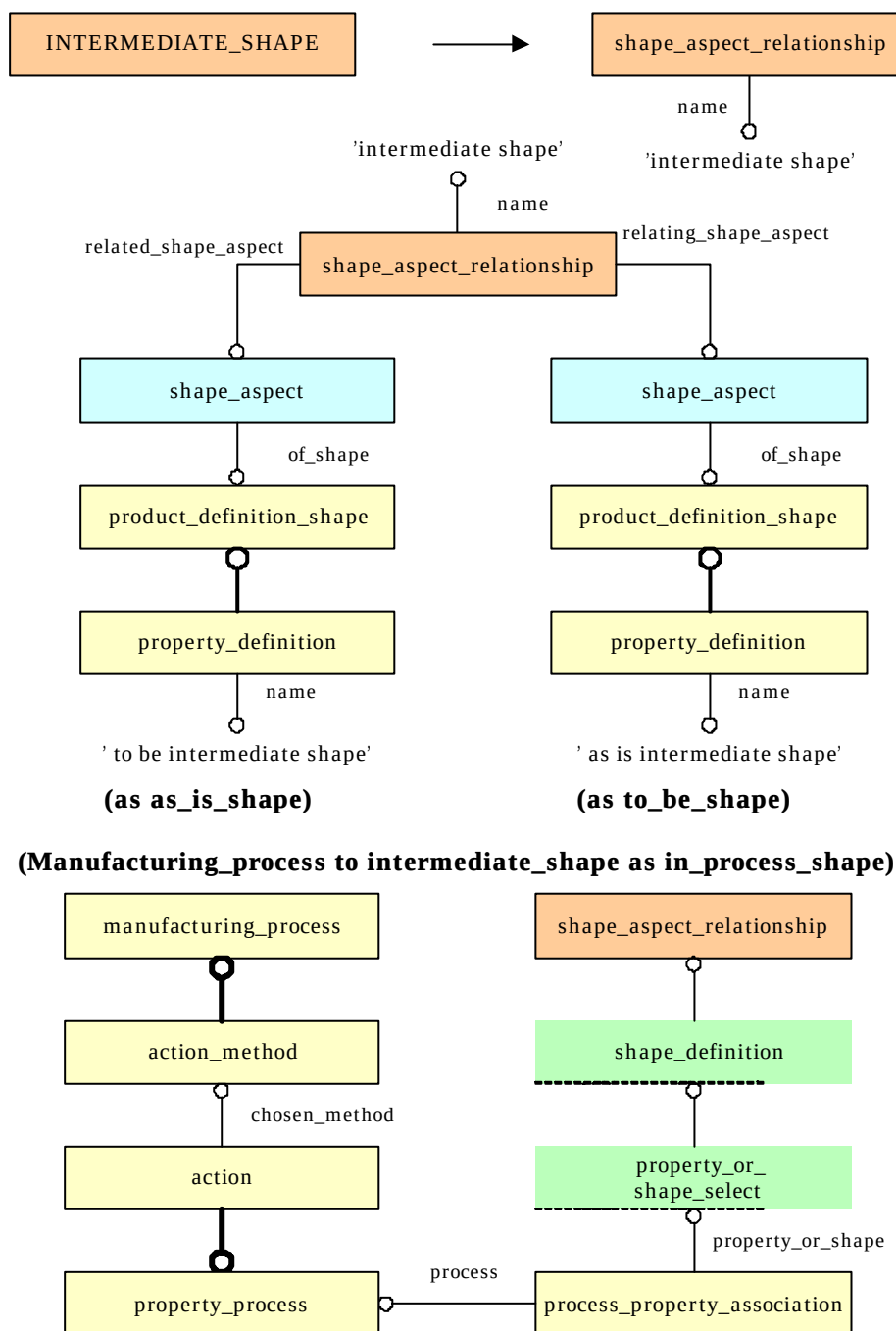


図 4.4.20 Intermediate_shape の Mapping Table

図 4.4.21 は， Feature_identification_item の Mapping Table である。 Feature_identification_item は， AIM では， group エンティティの下位型である class エンティティの下位型としてマッピングされる。 図 4.4.21 はさらに， Feature_identification_item から feature_interaction への feature_relation 属性参照経路と， Manufacturing_process_feature への feature 属性参照経路

とを示している。

図 4.4.22 は、Feature_dependency の Mapping Table である。Feature_dependency は、AIM では、group_relationship エンティティの下位型としてマッピングされる。図 4.4.22 はさらに、Feature_dependency から Feature_identification_item への relating_feature_item 属性参照経路と related_feature_item 属性参照経路とを示している。

図 4.4.23 は、Feature_interaction の Mapping Table である。Feature_interaction は、AIM では、group_relationship エンティティの下位型としてマッピングされる。図 4.4.22 はさらに、Feature_interaction から Feature_identification_item への related_feature_item 属性参照経路を示している。

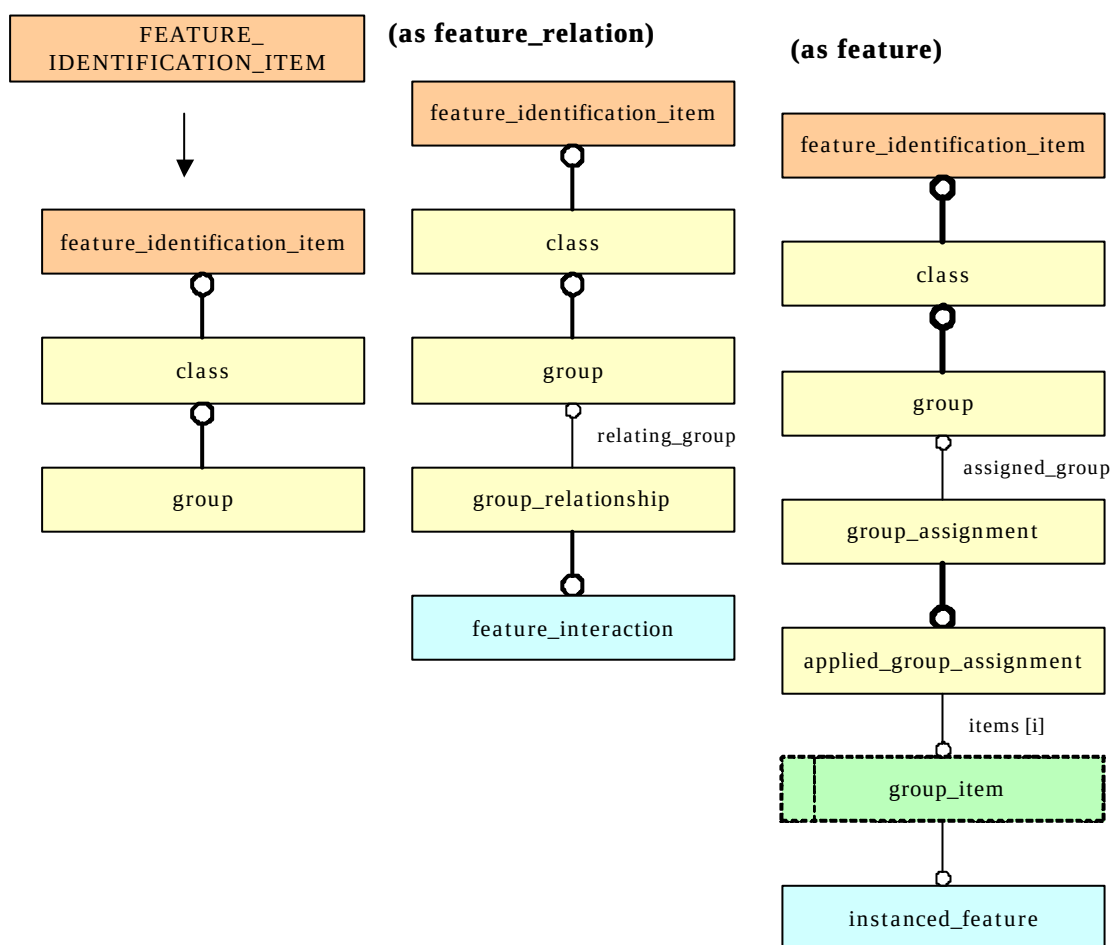


図 4.4.21 Feature_identification_item の Mapping Table

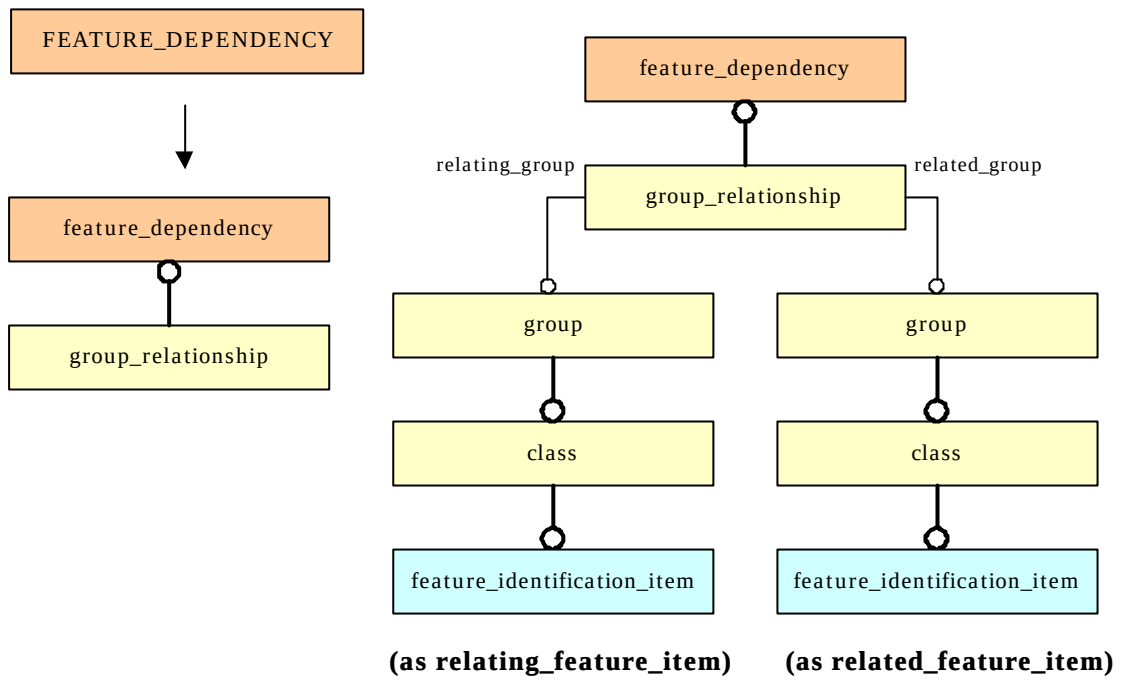


図 4.4.22 Feature_dependency の Mapping Table

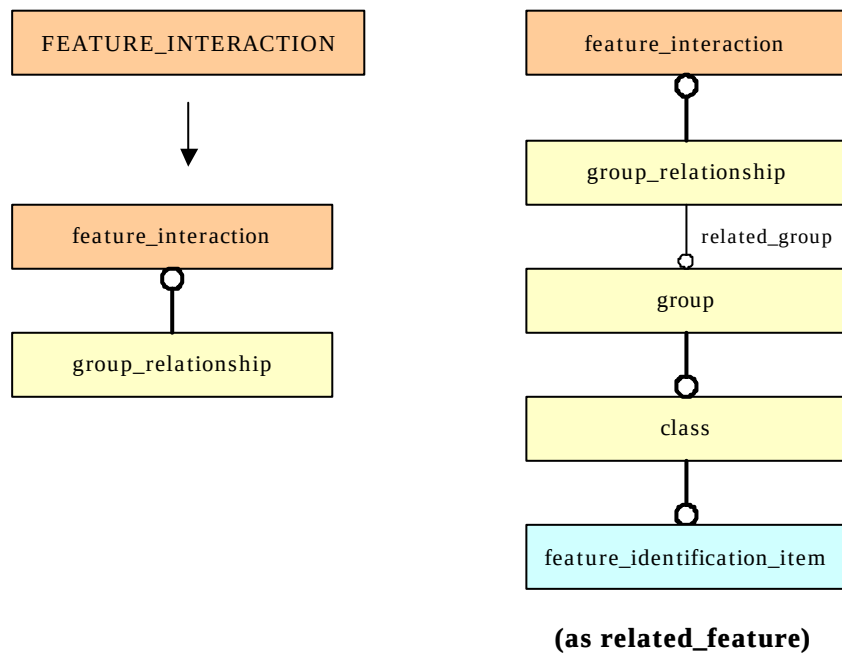


図 4.4.23 Feature_interaction の Mapping Table

図 4.4.24 は, ARM に基づく Feature-tree の例である. Tree 構造を図 4.4.25 にしめす. 図 4.4.26 は, 図 4.4.24 を AIM で記述した例である. これより, 図 4.4.24 の情報をすべてマッピングでき

たことがわかる。

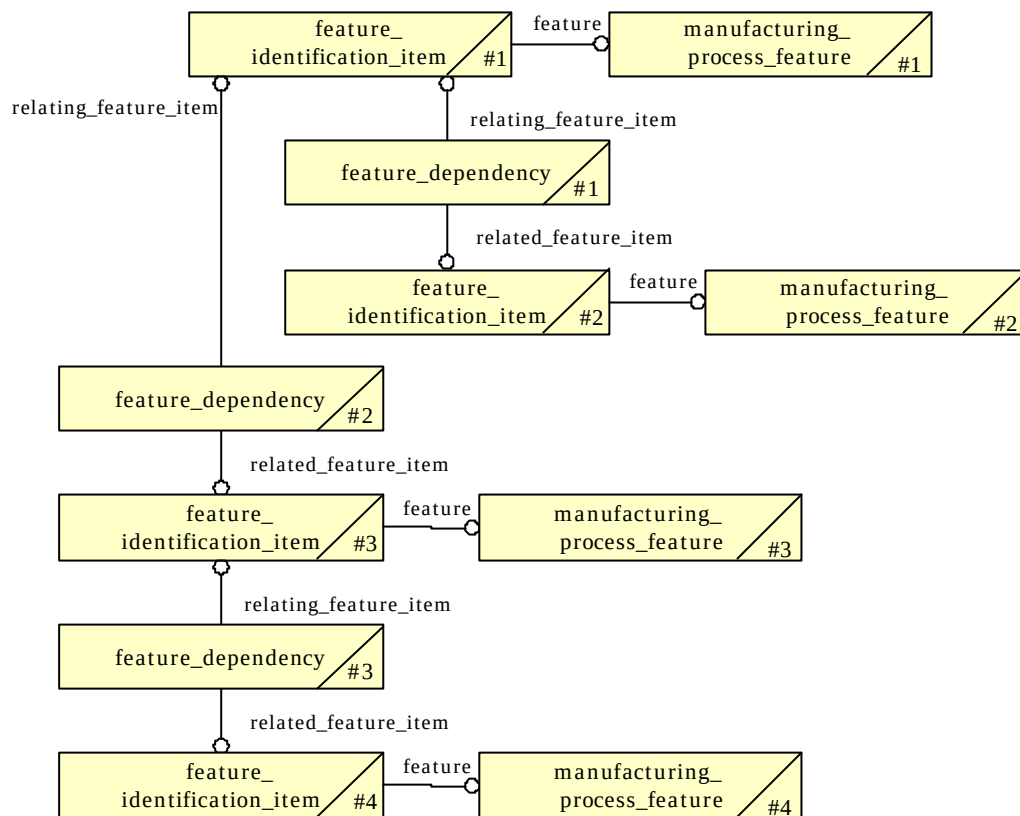


図 4.4.24 ARM を用いた Feature Tree 記述の例

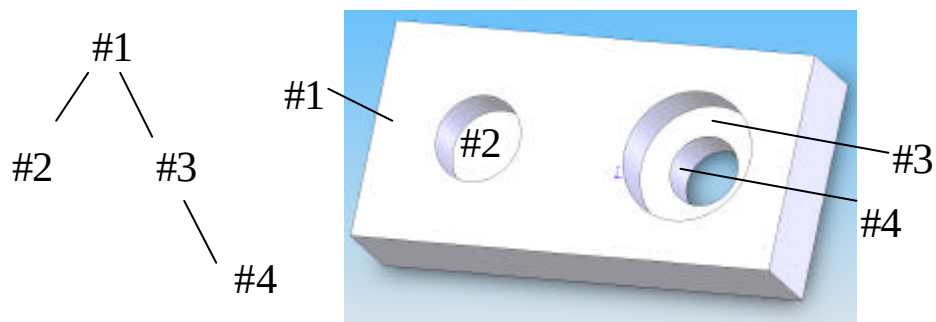


図 4.4.25 対象とした Feature Tree

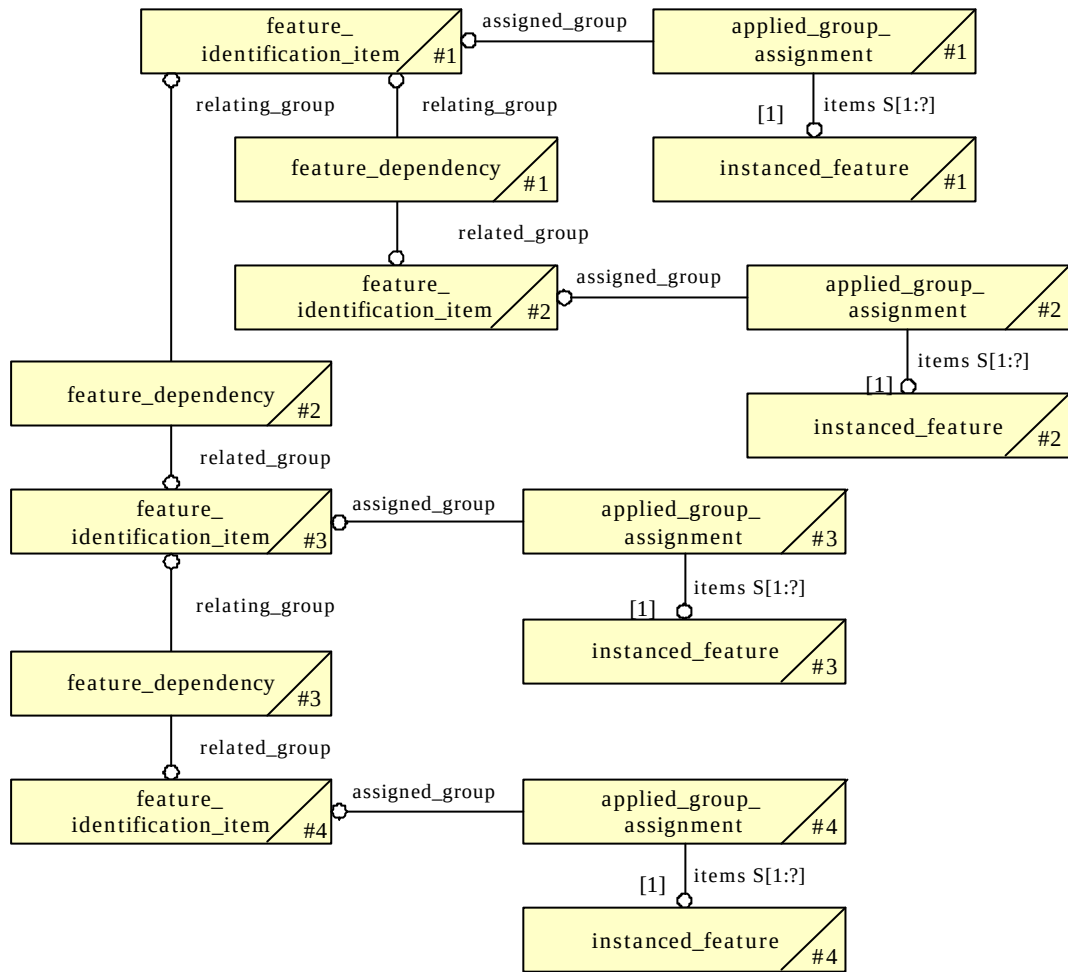


図 4.4.26 AIM を用いた Feature Tree 記述の例

(5) Fixture 情報のマッピング

本節では、製品製造に必要な治具（Fixture）情報のマッピングについて説明する。Fixture 情報の構造は、図 4.4.27 に示すように治具組立品（Fixture_assembly）とその構成部品（Fixture_assembly_element）から構成されている。Fixture は、Fixture を準備する setup_activity の一つである、fixture_setup から参照され、治具で固定された部品を工作機械に入れる作業である part_fixture_mounting を参照している。また、Fixture は、あるセットアップにおける加工作業である single_setup_process の属性である、クランプの位置(clamp_position)から、保持する治具として参照される。

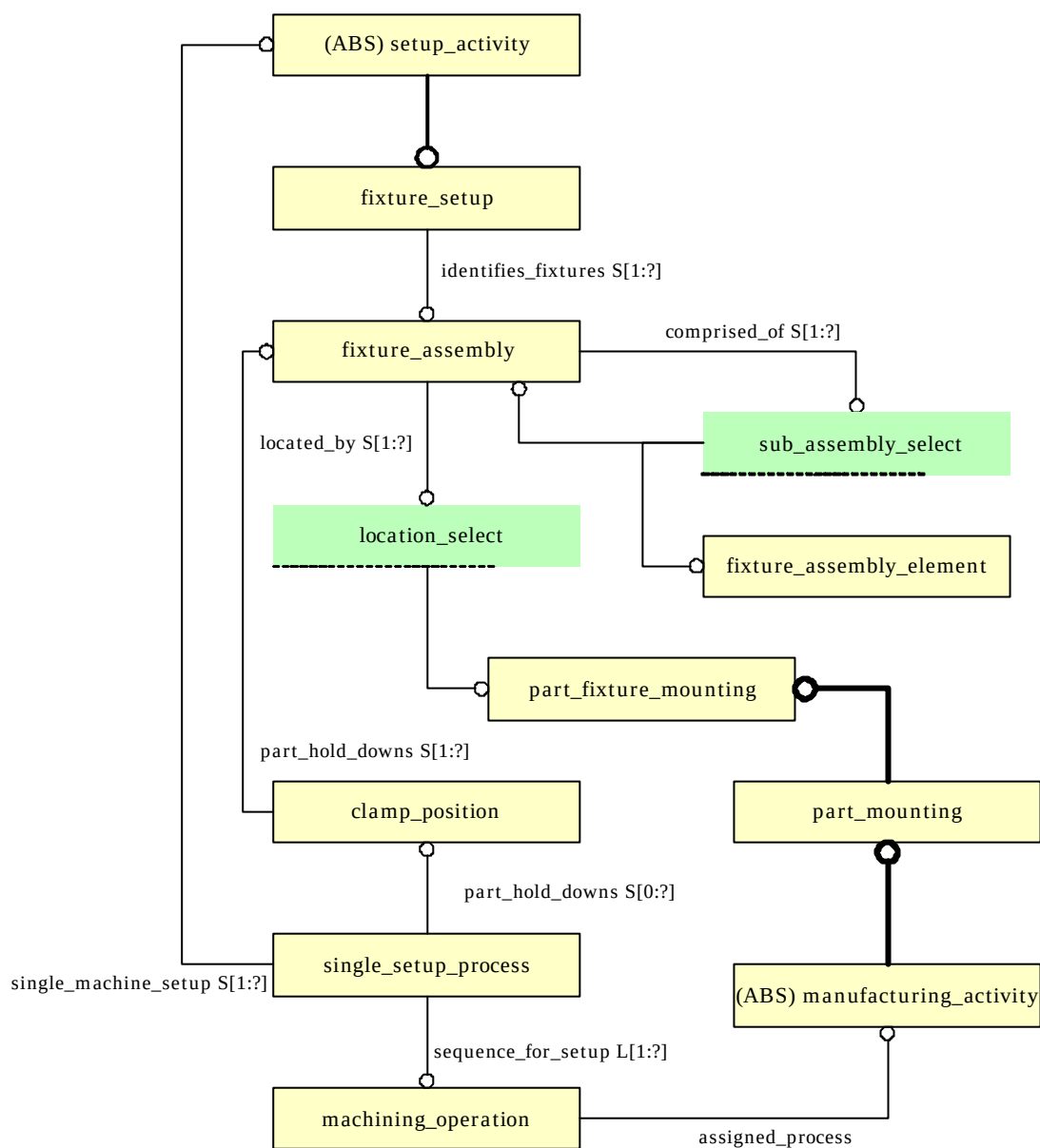


図 4.4.27 Fixture に関連した ARM エンティティ

図 4.4.28 は, Fixture_setup の Mapping Table である。Fixture_setup は, AIM では, action_method エンティティの下位型である process_plan_activity エンティティの下位型としてマッピングされる。図 4.4.28 はさらに, Fixture_setup から Fixture_assembly への identifies_fixture 属性参照経路を示している。

図 4.4.29 は, Fixture_assembly の Mapping Table である。Fixture_assembly は, AIM では, action_resource エンティティの下位型としてマッピングされる。図 4.4.29 は, Fixture_assembly から Fixture_assembly あるいは Fixture_assembly_element への comprised_of 属性参照経路と part_fixture_mounting への located_by 属性参照経路とを示している。

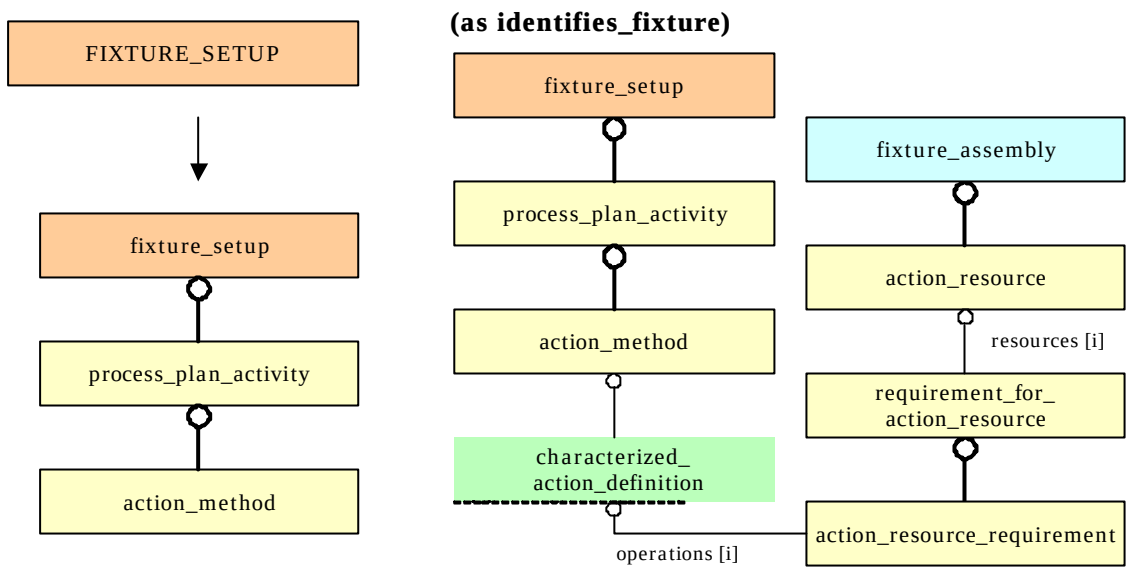


図 4.4.28 Fixture_setup の Mapping Table

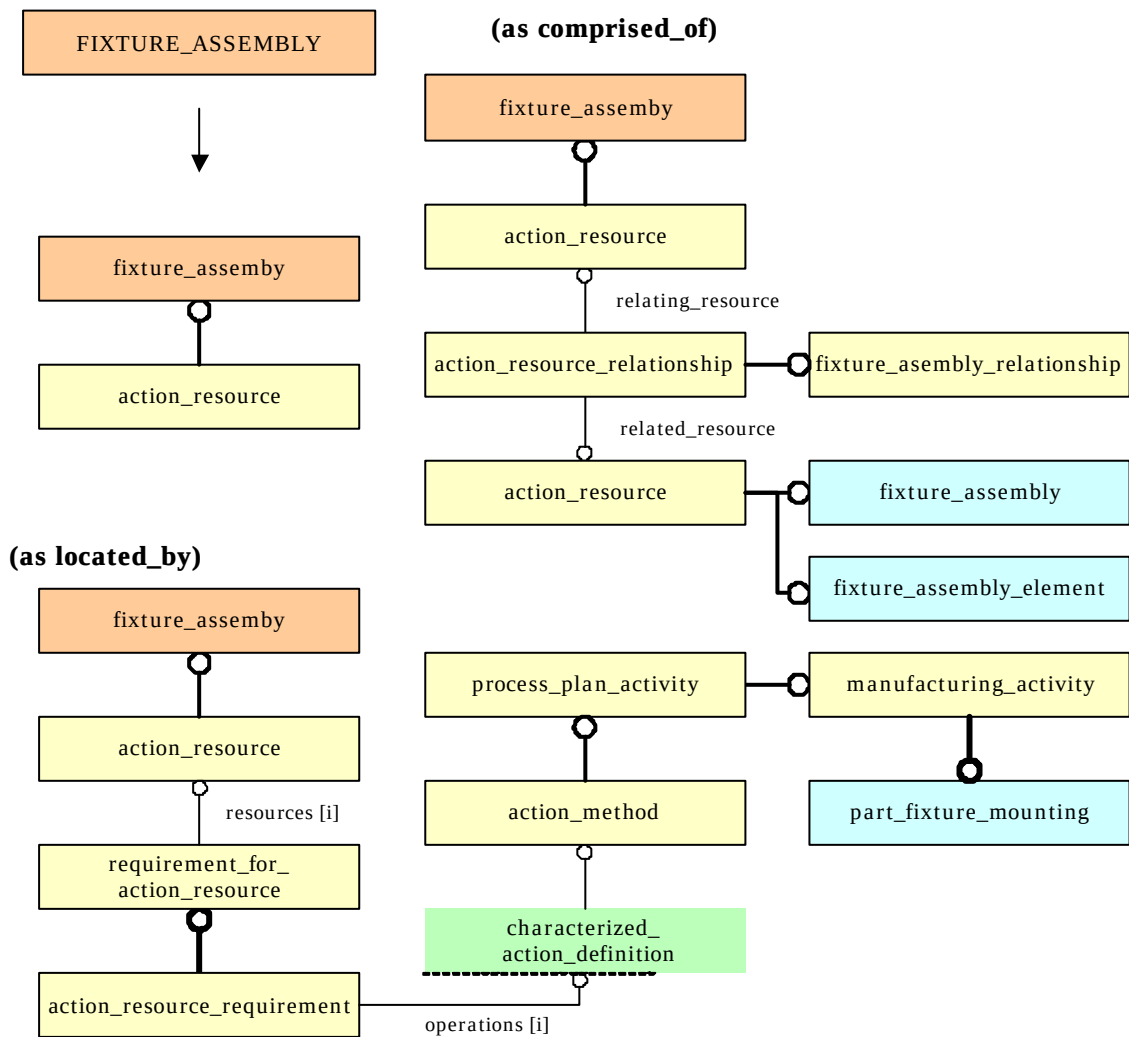


図 4.4.29 Fixture_assembly の Mapping Table

図 4.4.30 は、Clamp_position の Mapping Table である。Clamp_position は、AIM では、

resource_property エンティティの下位型としてマッピングされる。図 4.4.30 はさらに、Clamp_position から fixture_assembly への part_hold_downs 属性参照経路と Single_setup_process エンティティから Clamp_position エンティティへの part_hold_downs 属性参照経路とを示している。

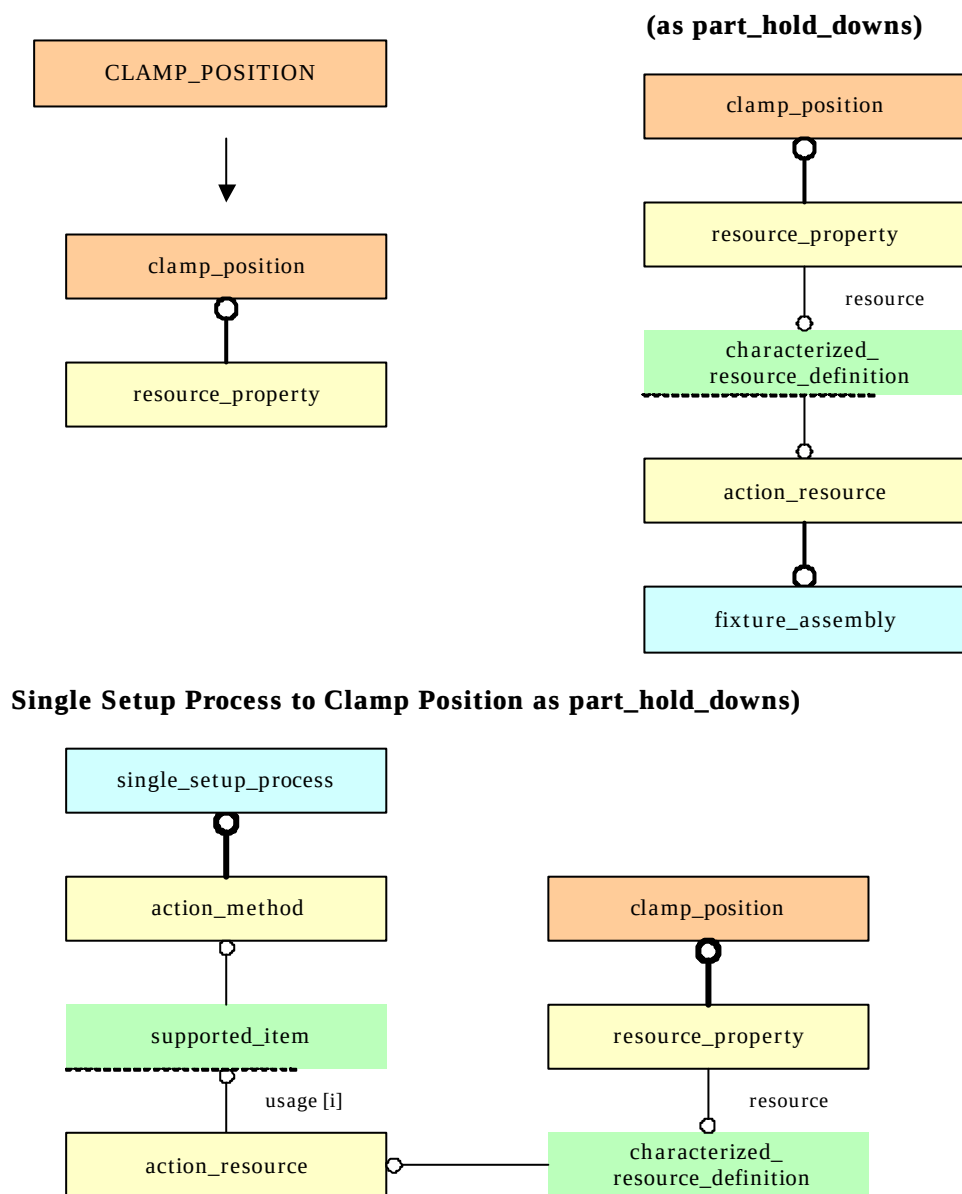


図 4.4.30 Clamp_position の Mapping Table

図 4.4.31 は、ARM に基づく Fixture_setup, Fixture 構造, Clamp_posiotion を記述した例である。図 4.4.32 は、図 4.4.31 を AIM で記述した例である。これより、図 4.4.31 の情報をすべてマッピングできたことがわかる。

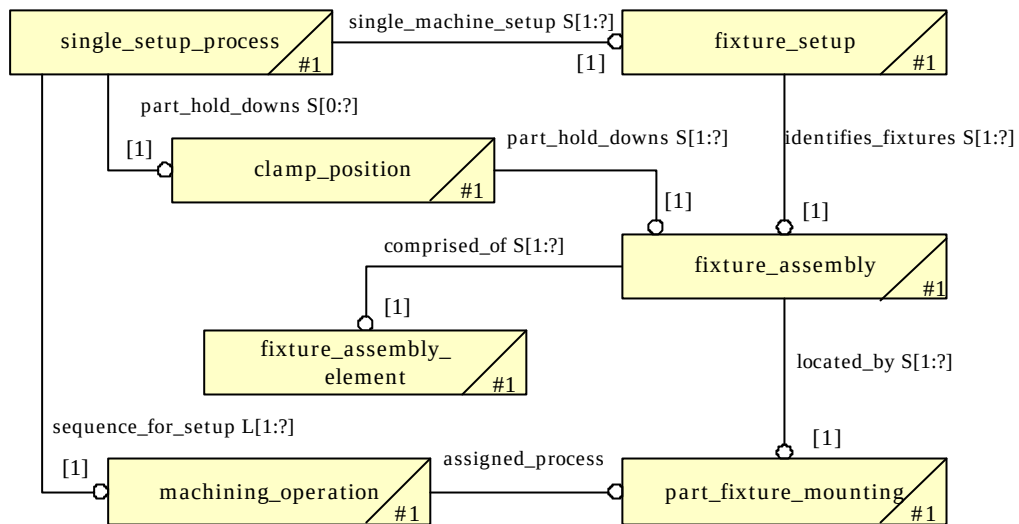


図 4.4.31 Fixture_setup の ARM 例

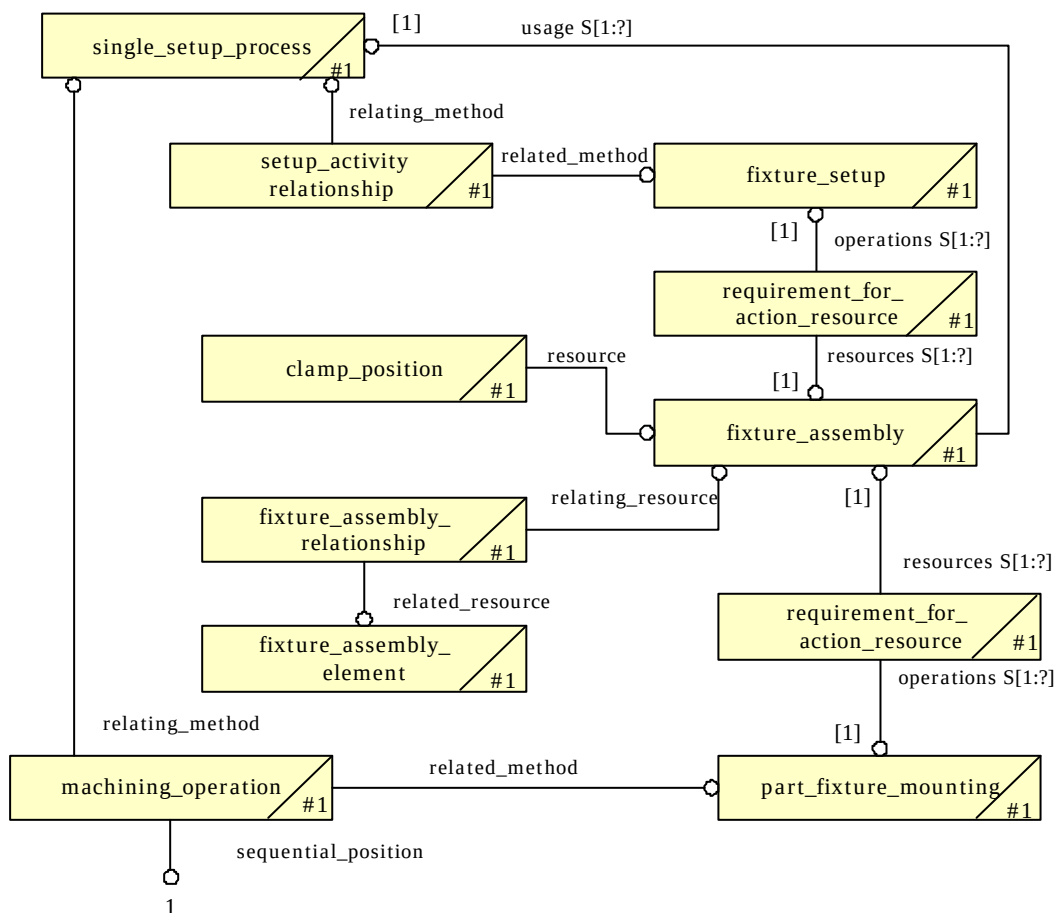


図 4.4.32 Fixture_setup の AIM 例

4.4.2 実証テスト

(1) 目的

ISO 10303 AP240 の規格におけるスキーマ及びマッピング試験を行なう

(2) 試験方法

ISO 10303 AP240 の規格におけるスキーマ及びマッピングを実装した試験システムを構築し、それを用いて試験内容の各項目に従って試験を実施する。

(3) 試験内容

- ・ 図 4.4. 1 に示す流れの中で作成される Macro Process Planning と Micro Process Planning の情報を記述することで、AP240 の実証テストを行う。
- ・ 使用するモデル部品の仕様を図 4.4. 2 のように設定する。
- ・ Micro Process Planning を行うために必要となる Macro Process Planning データの渡し方に関する仕様を設定する。
- ・ 上記の仕様を実現するデータフォーマットは、別途設定する。
- ・ ネジ穴の仕様、仕上げ面粗さおよび取代の記述方法を設定する。
- ・ 加工技術データベースのアクセス方法は、加工フィーチャ情報を XML 形式で与えて、
加工作業＋作業内容＋加工順序を返すものとする。
- ・ Micro Process Planning の結果を AP240 の Property_parameter で記述するルールを別途設定し提示する。

(4) 試験結果

AP240 をベースにした工程設計を行うシステムを想定して、データの関係やその実現性に関して実証テストを行った。

① 形状特徴の自動認識と基本面について

形状特徴を、FLAT_FACE や OUTSIDE_PLANE などの面要素(基本面と呼ぶ)のものと穴やポケットなどの容積型のものに大別して考える。一般的に形状特徴の自動認識では後者の容積型が対象になっている。事実、基本面を自動認識することは、幾つかの制約を持たせなければかなり厳

しい。一方これらの面形状は一目瞭然であり、しかもその数も限られているので、敢えて自動認識する必要はないものと考えられる。容積型の形状特徴に関しては、試験用のもの(図 4.4.2-1)を全てクリヤすることができ、AP224/240 のスキーマにマッピング出来ることを確認した。また基本面に関しては、CAD の画面を通して、人手で指定するのが最も有効と判断されその実現性を確認した。

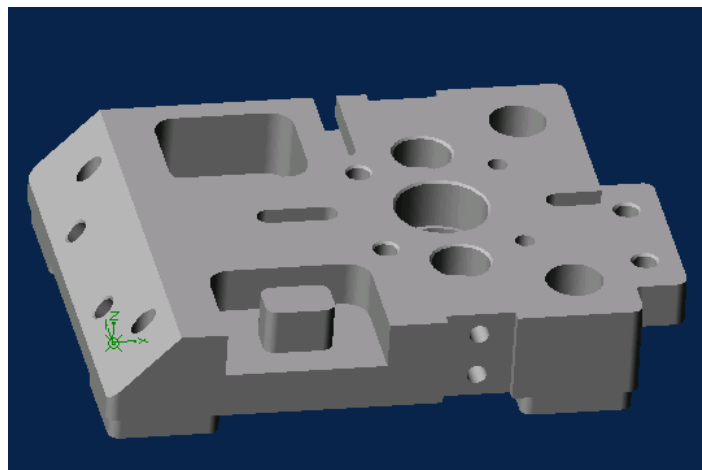


図 4.4.2-1 テストピース 1

問題 1：基本面は上記のようにマニュアルで指示する方法を取っているが、むしろ仕上げ精度などをあらかじめ設定しておいて、それを手がかりに基本面を定める方法も検討の余地がある。

問題 2：容積型の形状特徴を自動認識するに当たって対象とする基本面を先ず指定して、それに関係しているものを抽出する方が効果的ではないか？との提案があった。事実この方が認識のロジックは幾分簡素化され処理時間の短縮に貢献すると考えられる。ただこのことは後述する基本面の加工を色濃く意識したものであるため初期の段階で、これを意識する事が妥当か否かの問題が残る。また実在する形状認識のシステムのほとんどが基本面という概念を持っていないことなどにも配慮する必要がある。

問題 3：認識した形状を AP224/240 にマッピングすると、図 4.4.2-3 のように、形状特徴を示すエンティティからは、単純にその構成要素の面要素を SET で束ねてポイントするだけの形になる。これで形状特徴と形状自体の関係は付くが、どれが側面でどれが底面かなどの判別ができない結果となる。認識の過程では当然のことながらこれらの関係を有しており、マッピングしてそれが失われるのは問題であり、改善が望まれる。

問題 4：自動認識された形状に対して、除外などの編集機能が必要である。本サンプルでは下部の足を構成している 4 ケの部分ボスとして認識するが、これは元々素材形状の一部であるとする、その形状は以降の工程設計の対象から外しておく前処理が必要である。勿論これら編集処理は、マニュアル作業となる。

問題 5：加工工程設計に廻していくには、形状そのもののデータに加えて、surface roughness や removal thickness などの値をセットしてやる必要があり、形状認識が完了した時点で、形状

特徴と編集と合わせてこれらの値を付加する作業が必要である。

問題 6：図 4.4.2-1 のテストピース 1 に加えて、図 4.4.2-2 のテストピース 2 に関しての形状特徴の認識結果からは、コーナのラウンドが外向いたポケットの認識に不具合が見出された。これについては更に認識ロジックの改善が必要になる。

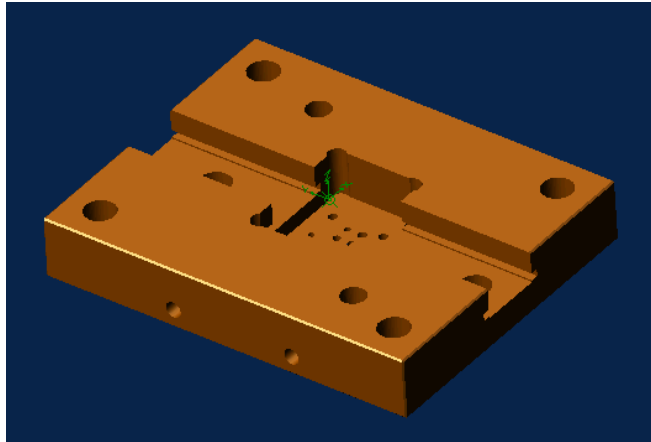


図 4.4.2-2 テストピース 2

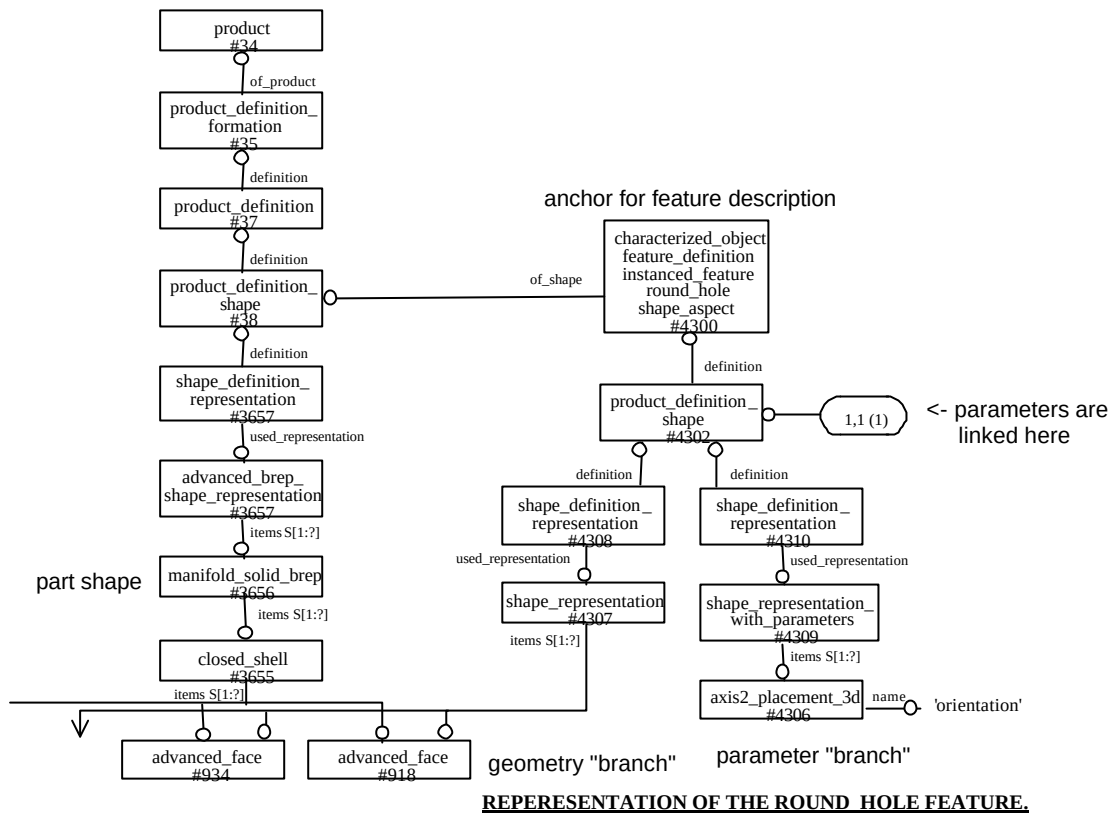


図 4.4.2-3 形状特徴から形状データのポイント

(1) 工程設計と基本面の関係

工程設計では先ず、工作機械の軸方向を定め対象となる基本面を求めて、それに付随する容積型形状特徴を処理していく流れが一般的である。そのような意味からも、どこかの時点で基本面を認識しておく必要がある。この軸方向と対象面の関係は、双方のベクトルの関係から自ずと決定される。ところが厄介なのは工作機械のテーブルが回転可能なものの場合である、この場合対象となる主面とその両側の面が加工可能な面になる。なお両側とはクランプで固定されていない側である(図 4.4.2-4)。

問題 1：工程設計に当たっては、工作機械のテーブルの回転機能を使っているか否かによって加工対称(面)が大きく左右される。然るに AP240 のスキーマではこの機能の使用の有無が明示できない。

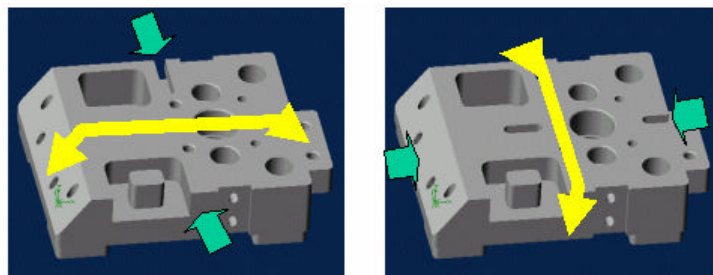


図 4.4.2-4 クランプ方向とテーブル回転による加工可能面

② 基本面に関する容積型形状特徴の抽出

前述のように加工対象とする基本面は、工作機械の軸方向との関係で求まる、次にこの面に属する容積型の形状特徴を求めることになる。この方法としては、基本面の edge curve を共用している容積型形状特徴を抽出すればよい。この処理は現行の AP224/240 のインスタンスから例えば Express-X にて検索すれば容易に決定できる。ただ問題はこれらの容積型形状特徴(の edge curve)が複数の基本面に及んでいる場合で、その容積型形状のベクトルの向きを加えて判断する必要がある。例えば図 4.4.2-5 の場合では、ポケットが面 A と面 D の双方に関係しているので、ベクトルが一致する面 A のみが対象となり、面 D は対象とならない。

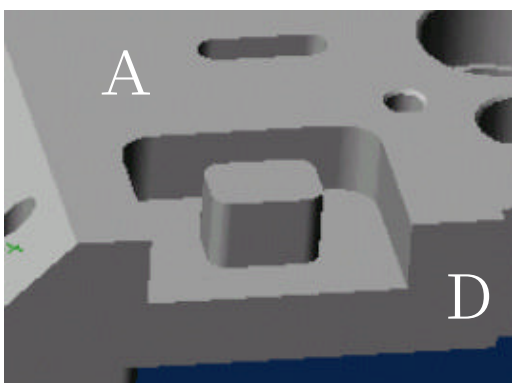


図 4.4.2-5 複数の基本面に属する加工形状

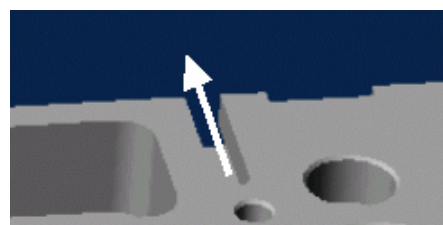


図 4.4.2-6 スロットのベクトル方向

問題 1：SLOT のベクトルは(AP224/240 では)スライド方向を指しており、この為複数面に属する図 4.4.2-6 の場合などの判別には使えない。

③ AP240 インスタンスデータのステイタス

AP240 のスキーマの守備範囲は大きくて、単に形状特徴だけ(AP224 の範囲)から工程設計のデータを次々にインスタンス化して埋め込んでいき、Macro 工程設計データ、Micro 工程設計データへと発展していく。ただこれらの途中でのデータでも十分意味はあり、それなりの目的には対応できるものであることを考え、さらに複数の間でデータ交換を行うことを考えると、一体どの時点までのデータが埋め込まれているのかを、簡単に見れる仕掛けがないと運用はし難いと判断される。

問題 1：AP240 のスキーマにインスタンスのステイタスが見える仕組みを実現する必要がある。

今回のテストでは、主として形状認識から Macro 工程設計までについての検討を行った、今後 Micro 工程設計について更なる検討をする必要がある。

(5) 今後の対応について

本試験は、ISO10303-240DIS 提案スキーマを利用して実施したものであり、この結果は重要である。次回の ISO10303-240 の審議を行なっている ISO/TC 184/SC 4 国際会議に報告し修正する。従って、国際標準の原案としては本試験結果を反映した形とするべきであり、国際的な合意を作成した上でより使いやすい規格の実現を満たすものとする。

4.5 国際規格提案骨子作成と国際標準化計画立案ならびに国内普及活動

4.5.1 国際標準化計画

本事業の成果であるプロセスプランニングデータモデル（AP240）と金型加工属性（AP224 訂正）の国際標準化計画について述べる。

これらの規格を開発する ISO/TC 184/SC 4/WG 3 は非常に大きな組織であり、チーム制をとっており、AP240、AP224 は T24 が担当している。さらにその規格開発案件毎にプロジェクトが設置されている。現在、日本の坂本氏が T24 の Deputy Leader と AP240 開発プロジェクトのリーダーを勤めている。なお、AP240 開発プロジェクトのエディタには ISO/TC 184/SC 4/WG 3 の Deputy convener である米国の Len Slovensky 氏である。

(1) AP240 のステイタスと今後の計画について

AP240 は現在 DIS 投票中であり、IS 化に向けて以下のようなタイムスケジュールを予定している。

1) DIS 投票完了	2004 年 5 月 4 日
2) DIS 投票結果分析の国際ワークショップ	2004 年 6 月
3) DIS 投票コメントへの対処方針決定	2004 年 7 月
4) DIS 投票コメントへの対応完了確認	2004 年 8 月
5) FDIS 文書の送信	2004 年 9 月
6) IS 化	2005 年 2 月

(2) AP224ed3 のステイタスと今後の計画について

AP224 は英国がプロジェクトリーダーを勤め、現在 CD 段階である。日本から提案した修正案を国際規格に早急に反映させるために、英国に協力して以下のようなタイムスケジュールで IS 化することを予定している。

1) 日本の意見を盛り込んだ DIS 投票開始	2004 年 7 月
2) DIS 投票完了	2005 年 1 月
3) DIS 投票コメントへの対処方針決定	2005 年 2 月
4) DIS 投票コメントへの対応完了確認	2005 年 7 月
5) FDIS 文書の送信	2005 年 8 月
6) IS 化	2005 年 12 月

4.5.2 AP240 適用計画

4.5.2.1 AP240 の位置付け

AP240 (Process plans for machined products) は、図 1 の STEP Manufacturing Suite の中で、基本的には Macro Process Planning (概要工程設計) の役割を持つ規格である。ただし、AP238 は、NC マシンで加工される工程の Micro Process Plan (詳細工程設計)

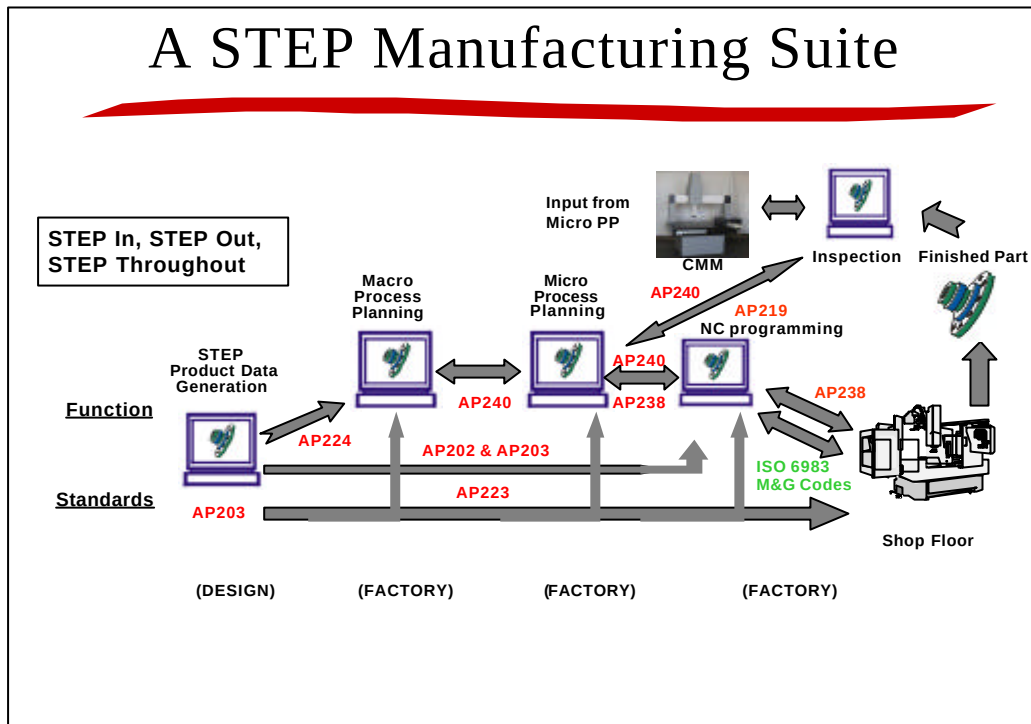


図 4.5.1 STEP Manufacturing Suite

表 4.5.1 Manufacturing に関連する Application Protocol (AP)

APs for Manufacturing

- AP202 - Associative draughting
- AP203 - Configuration controlled 3D designs of mechanical parts and assemblies
- AP219 - Dimensional inspection information exchange
- AP223 - Exchange of design and manufacturing product information for casting parts
- AP224 - Mechanical product definition for process plans using machining features
- AP232 - Technical data packaging core information and exchange
- AP238 - Application interpreted model for computer numeric controllers
- AP240 - Process plans for machined products

のみを対象としているため、それ以外の工程の Micro Process Plan を記述するために、AP240 は Micro Process Plan を記述する機能も保有している。ただし、Micro Process Plan のための詳細なデータスキーマは規定していない。

4.5.2.2 設計生産システムの統合と AP240

図 4.5.2 には、設計・生産プロセス統合に関する課題を示すが、その中の工程設計情報を記述するためのデータモデルとして、AP240 を活用することができる。現在は、この工程設計を支援するシステムが非常に少なく、工程設計の結果がコンピュータデータとして、残らないケースが多いが、AP240 はこれの改善に寄与できると考えられる。

図 4.5.3 に示すシームレスな設計・生産プロセスの中で、概要工程設計情報を AP240 で、詳細工程設計情報は AP238 (ISO14649) で記述したものが図中の「工程設計情報」となる。この情報は、生産管理システムや NC プログラム作成などの CAM システムで活用することになる。また、この段階での中間ファイルとして、異なるシステム間でデータ交換が可能となる。

4.5.2.3 AP240 を適用した設計・生産統合システムのイメージ

平成 15 年度に、製造科学技術センターでは、設計・生産プロセスの統合プロジェクトを企画するための準備委員会が設置された。そのプロジェクトのねらいは、図 4.5.3 に示す「シームレスな設計・生産プロセス」の実現であり、具体的なテーマとしては、

- ・ 工作機械・金型業界向けに、図 4.5.4 の点線の範囲をカバーするパッケージソフトの開発
- ・ 既存の NC プログラムからの加工技術情報の自動抽出
などが挙げられる。

その前者のために、現在検討されているシステム（プロトタイプ）の構想を図 4 に示す。

このシステムは、

- ・ 加工形状特徴（加工フィーチャ）の抽出機能
- ・ AP240 を使用した工程設計機能

から構成される。

図 4.5.5 には、当面の対象とするモデル部品の仕様を示す。このモデルには、図 4.5.6 に示す加工フィーチャが含まれている。

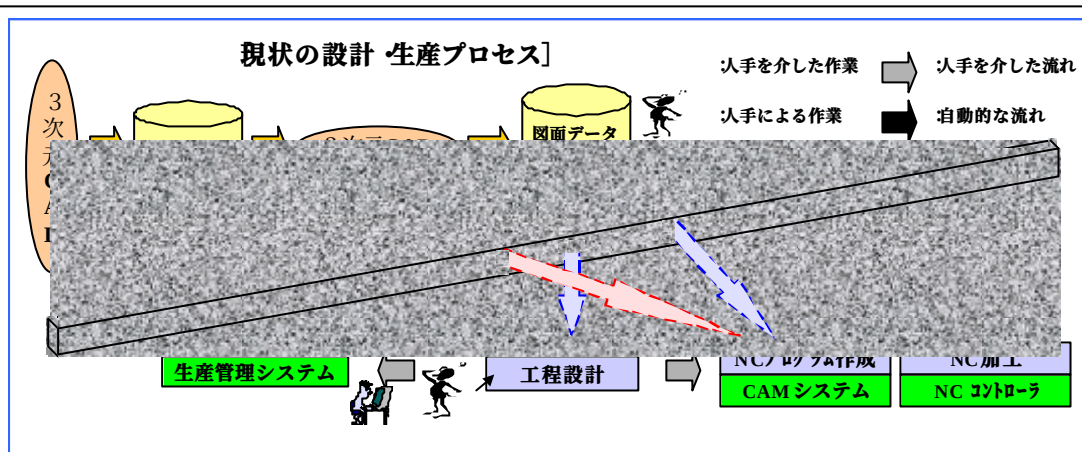
以下では、このプロトタイプシステムの機能の概要を紹介する。

4.5.2.4 加工フィーチャの抽出機能

この機能は、AP203 または AP214 の 3 次元形状情報から加工フィーチャを抽出するものであり、以下の 3 つのステージから構成される。

(1) Base Feature の入力

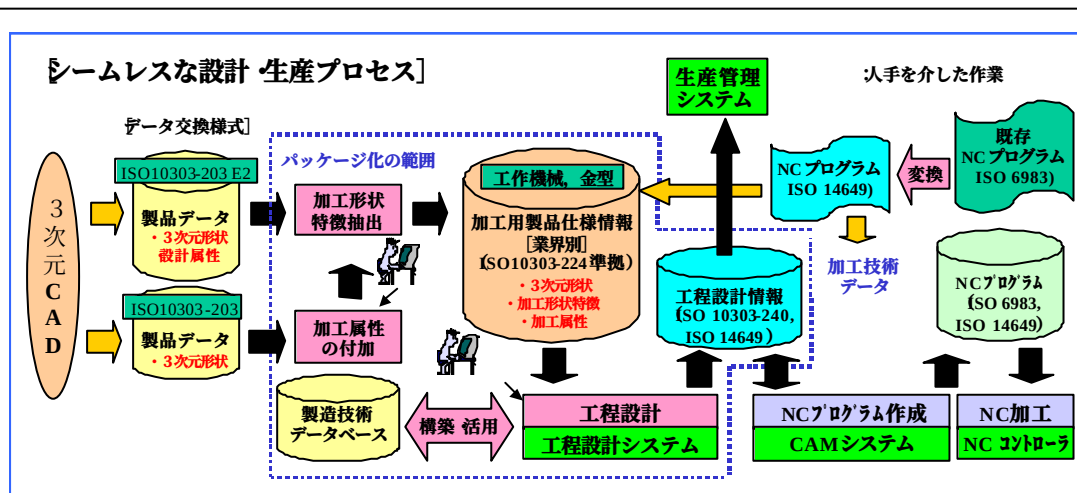
加工フィーチャは、図 4.5.7 のように、Base Feature と Volumetric Feature に大別される。



現状の設計・生産プロセスの問題点]

- ・加工用製品仕様情報が、設計部門から生産部門にうまく渡せない。
(3次元形状データと加工属性データを一体化して渡せない。)
- ・実務に適用可能な加工用製品仕様情報モデルがサポートされていない。
- ・生産準備の中核である工程設計業務を支援するシステムが、非常に少ない。
(工程設計の結果が、コンピュータデータとして残らない。)
- ・工程設計、NCプログラム作成などに使用された加工ノウハウを再利用できない。

図 4.5.2 設計・生産プロセス統合の課題



シームレスな設計・生産プロセスの特徴]

- ・加工形状特徴 (加工フィーチャ) を利用して、3次元形状データと加工属性データを一体化した加工用製品仕様情報を、設計部門から生産部門に渡す。
- ・3次元形状データと設計属性データから、加工形状特徴を、自動的に抽出する。
- ・工程設計システムを活用して、工程設計の結果をコンピュータデータとして残す。
- ・工程設計、NCプログラム作成などに使用された加工ノウハウを再利用可能な環境を提供する。
(工程設計情報の整理・体系化ツール、既存NCプログラムの解析ツールなどの提供)

図 4.5.3 シームレスな設計・生産プロセス

今回のシステムの入力情報は、仕上げ面粗さなどの属性情報を持たない形状情報から加工フィーチャを作成することになるため、この Base Feature は、マニュアルで入力することになる。

また、次のステージでは、入力された Base Feature に付属する Volumetric Feature を自動抽出することになるため、無駄のない、迅速な自動抽出を実現できることになる。

図 4.5.8 には、モデル部品の中で、人手で入力が必要となる加工フィーチャを示す。

(2) Volumetric Feature の自動抽出

モデル部品の最終仕上げ形状から、Volumetric Feature 自動抽出する。この際には、既に入力されている Base Feature と関係を持つ幾何形状から、Volumetric Feature を探し出す。

図 4.5.9 には、モデル部品の中で、自動抽出可能な加工フィーチャを示す。

(3) 属性の入力

上記で作成された加工フィーチャについて、仕上げ面粗さなどの属性を入力する。

図 4.5.10、図 4.5.11 には、この属性入力画面の例を示す。

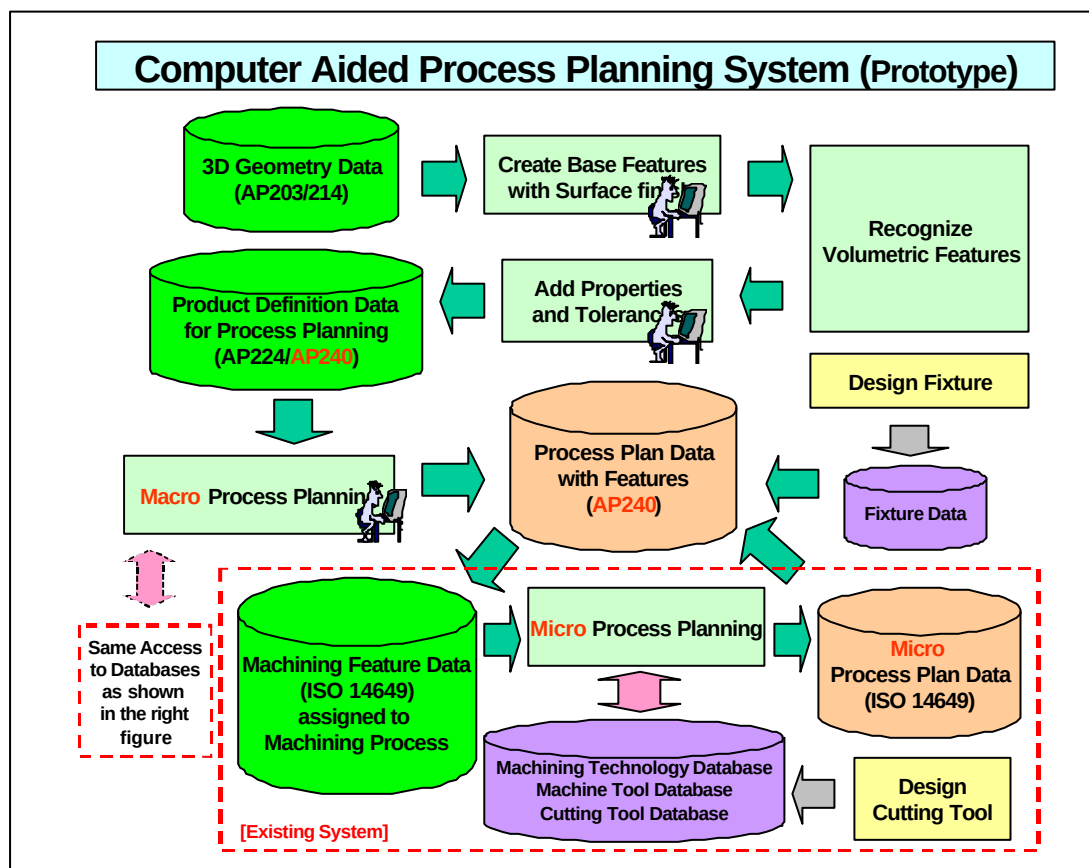


図 4.5.4 AP240 を活用した工程設計システム（プロトタイプ）

Shape of the Sample Part_1

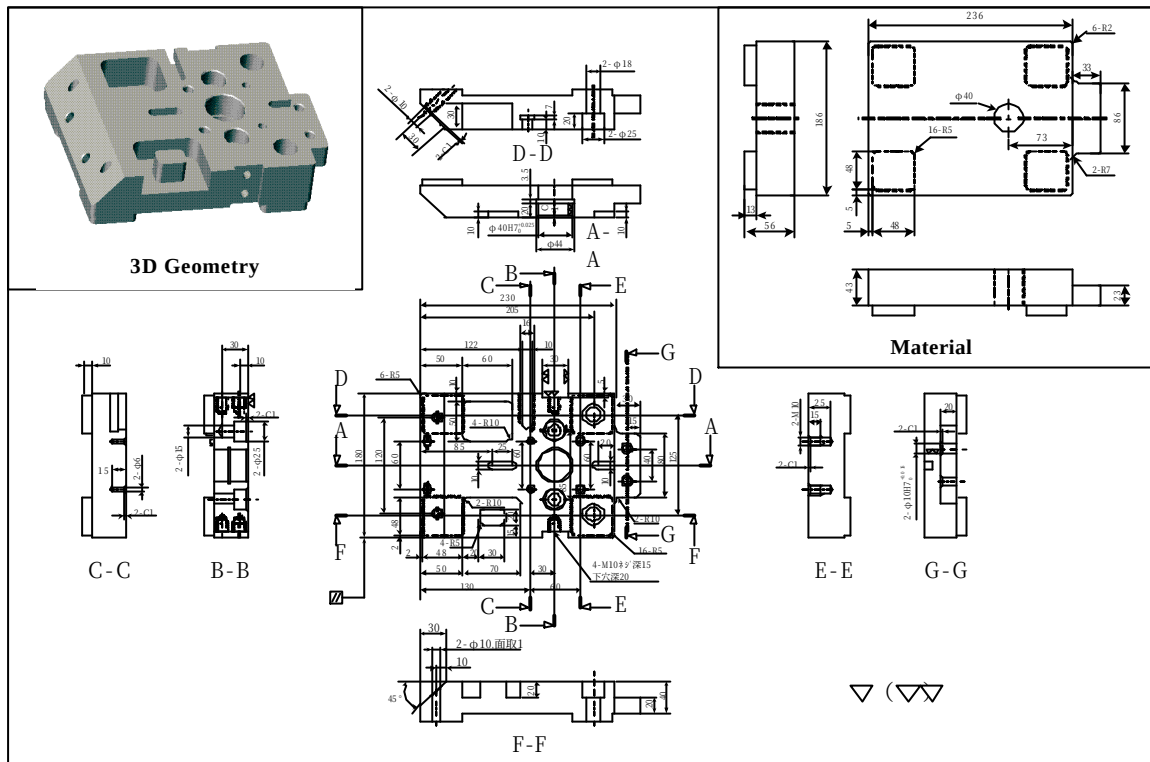


図 4.5.5 モデル部品の仕様

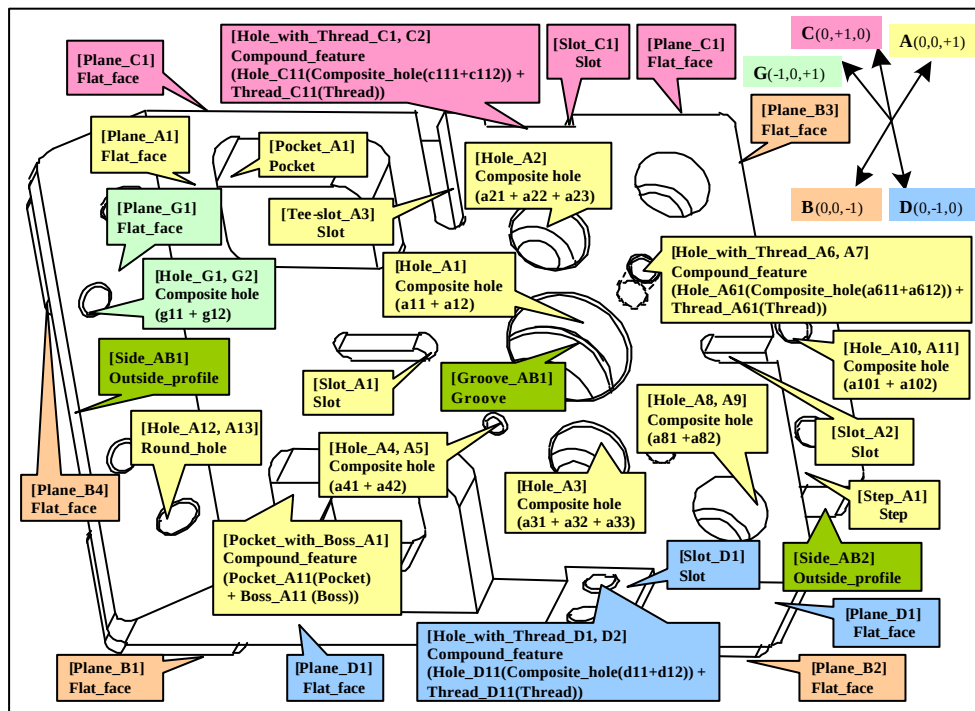


図 4.5.6 モデル部品に含まれる加工フィーチャ

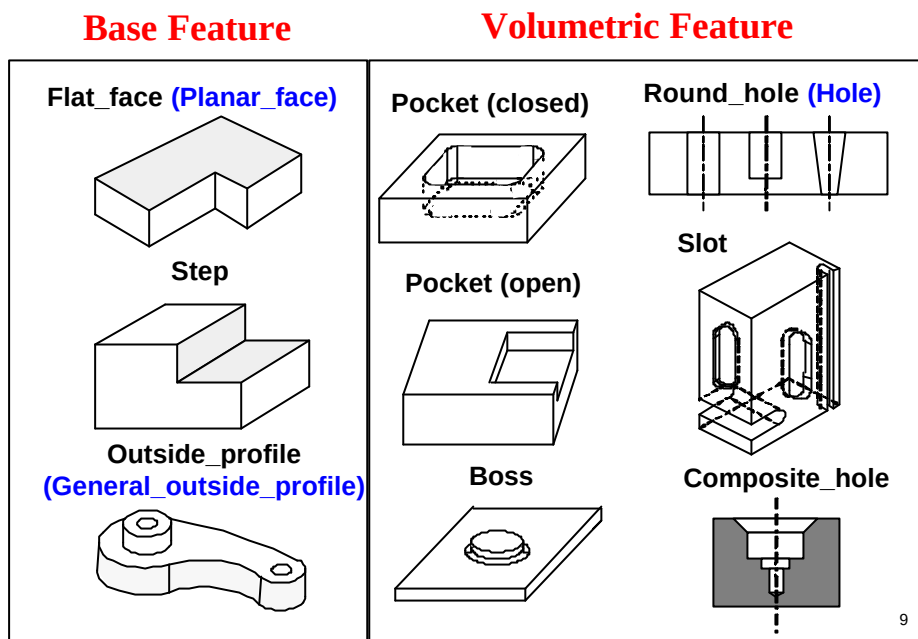


図 4.5..7 加工フィーチャの分類

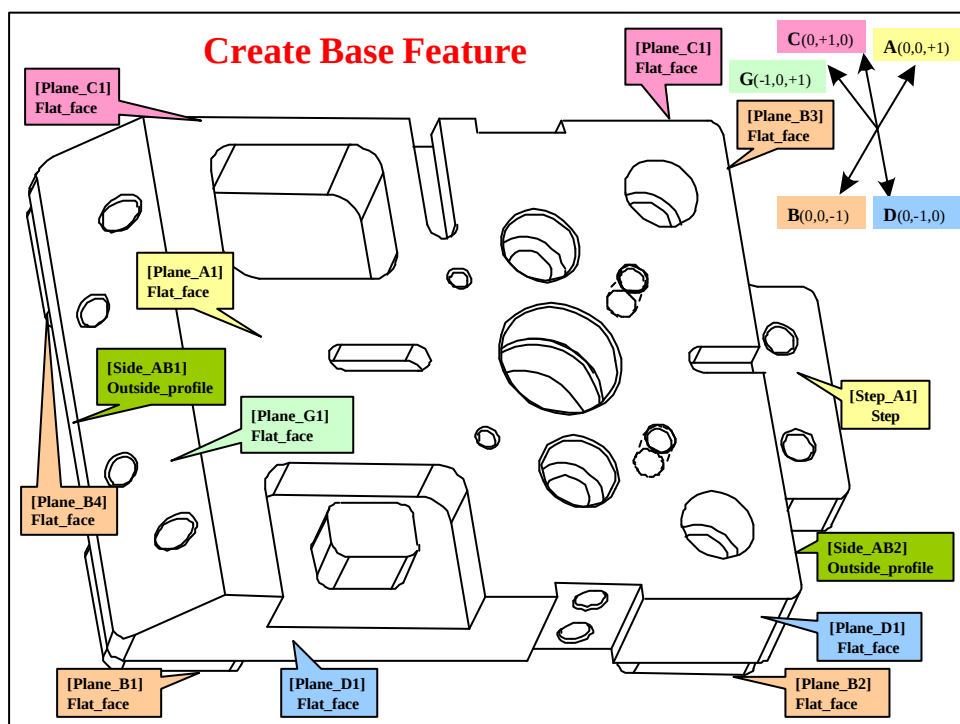


図 4.5.8 人手で入力する加工フィーチャ

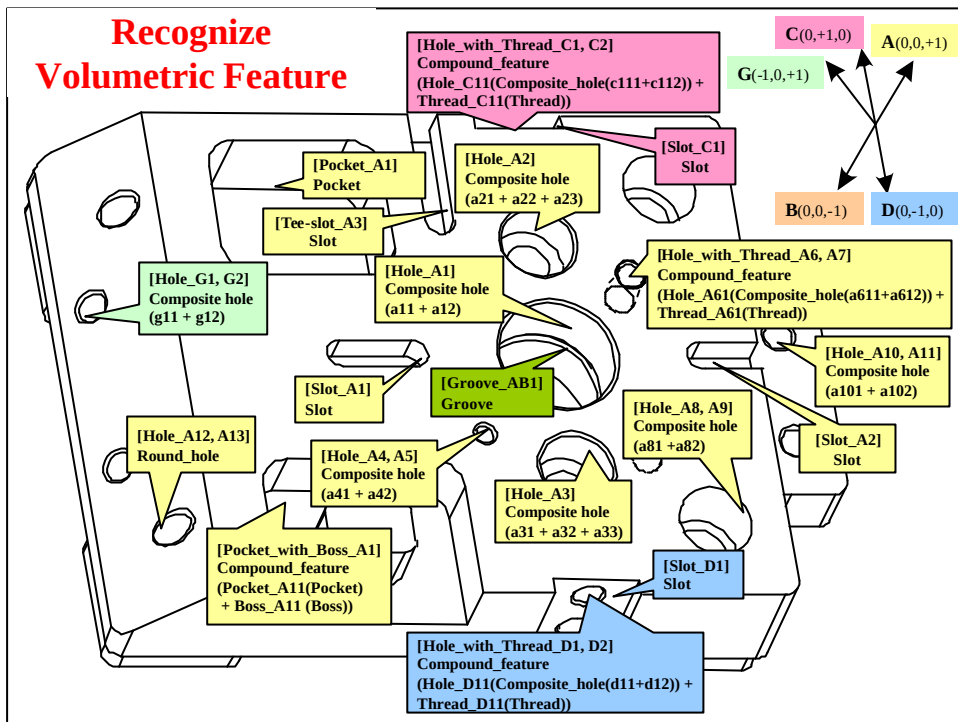


図 4.5.9 自動認識可能な加工フィーチャ

Add Properties to the Round_hole

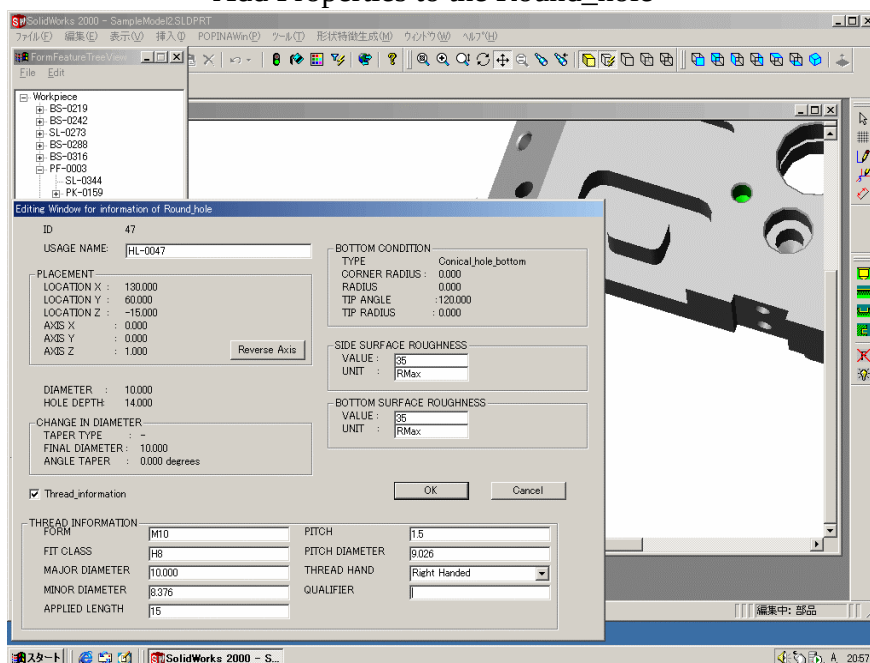


図 4.5.10 「穴」の属性情報の入力

Add Properties to the Slot

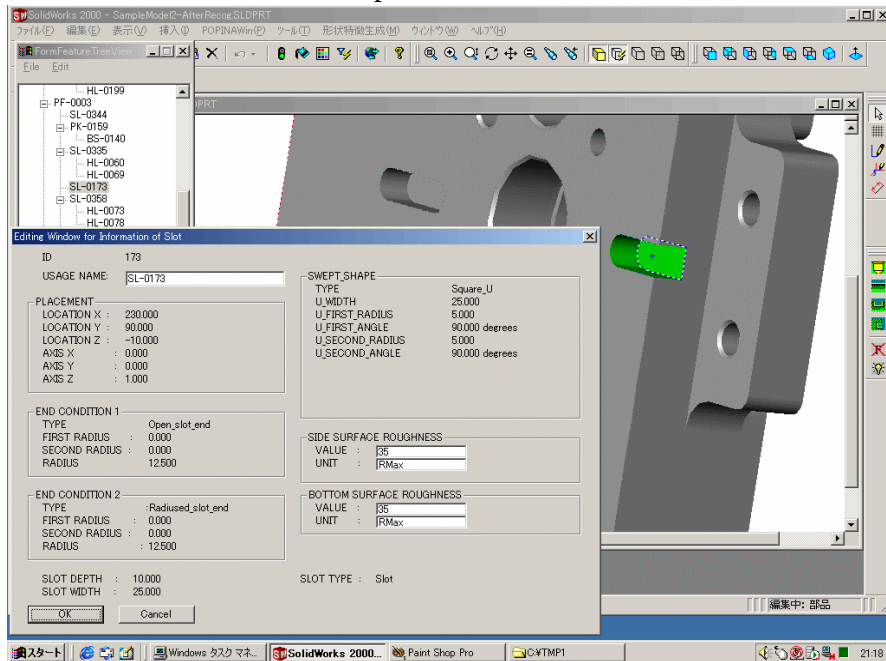


図 4.5.11 「溝」の属性情報の入力

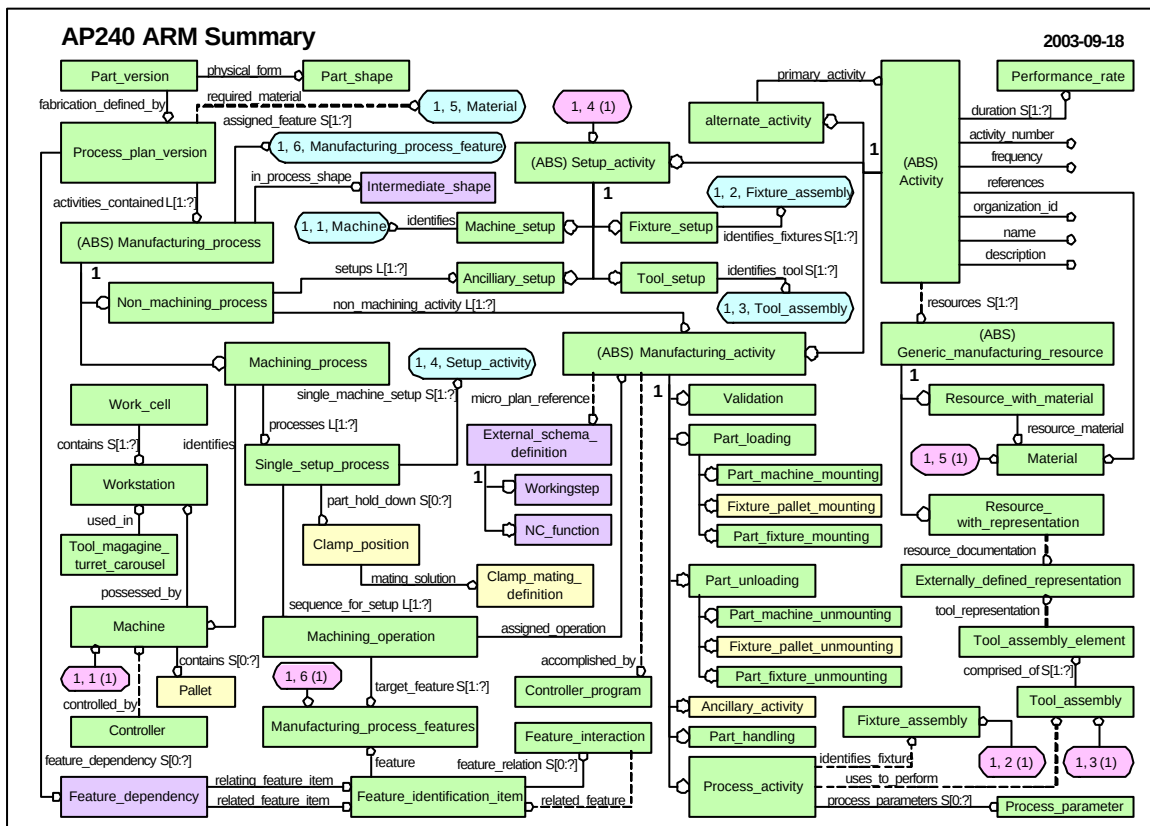


図 4.5.12 AP240 の ARM (要約)

上記で作成される加工フィーチャは、AP224 で規定される加工フィーチャである。しかし、AP224 には、Base Feature と Volumetric Feature の関係を示す構造が表現できない。一方、AP240 では、Feature_identification_item (図 4.5.12 参照) を用いてこの関係を表現可能としている。

4.5.2.4 AP240 を活用した Macro Process Plan (概要工程設計) 機能

このプロトタイプシステムでは、生産技術者が立案した概要工程設計の結果を、工程毎に表 4.5.2 に示す 6 つの手順でシステムに入力することになる。つまり、概要工程設計立案に関しては、システムは一部の機能を除いて基本的にはサポートしない。

以下では、各手順の内容を紹介する。

表 4.5.2 Macro Process Plan (概要工程設計) の手順

Macro Process Plan is composed of the following operations for each Machining process
1. Select a Machine Tool for the Machining process
2. Input relationship between Machining processes
3. Input the type of Part mounting
4. Input the Axis relationship between the machine tool Spindle and the Part
5. Input Clamping positions
6. Assign Features to the Machining process
[After Micro Process Plan and Fixture (and Tool) Design]
(7. Determine the detail of Setup activities)

(1) 工程で使用する工作機械の指定

[Select a Machine Tool for the Machining process]

表 4.5.3 に示すように、当該工程で使用する具体的な工作機械の名称を入力することになるが、その工作機械を選定した理由も入力できるように配慮している。

(2) 前後の工程間の関係入力 [Input relationship between Machining processes]

図 4.5.13 に示す 3 つのタイプから選択する。

- ・タイプ A ——— 工程毎に使用する工作機械が変わる。

表 4.5.3 工程で使用する工作機械の指定

1. Select a Machine Tool for the Process

[Input Requirements for a Machine Tool]

- (1) Type of Machine Tool
- (2) Minimum axis range motion of X_axis,
Y_axis and Z_axis
- (3) Number of control axis
- (4) Table Indexing function
- (5) Maximum spindle speed

[Select a Machine Tool for the Process]

- (1) Machine Tool Manufacturer
- (2) Company model

2. Input relationship between Machining processes

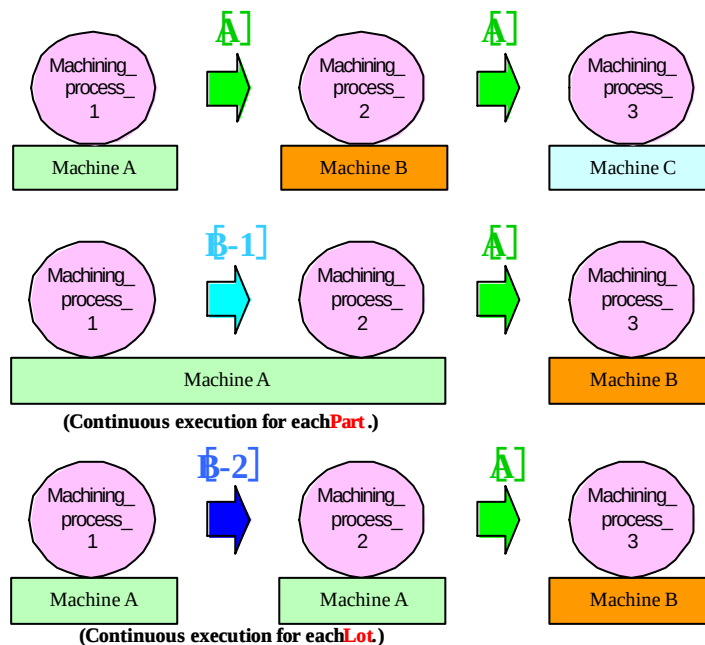


図 4.5.13 前後の工程間の関係入力

- ・タイプ B ——— 同一工作機械上の連続した工程、部品 1 個ずつの加工。
- ・タイプ C ——— 同一工作機械上の連続した工程、ロット単位の加工。

(3) 部品の工作機械への取り付け方法の入力 [Input the type of Part mounting]

図 4.5.14 に示す 3 つのタイプから選択する。

なお、Part mounting type C は、機外でパレット上に、治具と部品をセットしておき、それをパレットチェンジャで、工作機械上に取り付けるタイプである。

(4) 工作機械主軸と部品の位置関係などの入力

[Input the Axis relationship between the Machine tool spindle and the Part]

ここではまず、工作機械主軸と部品の位置関係を、図 4.5.15 に示す 3 つのタイプから入力する。さらに、部品の治具への取り付け面を指定する。

この入力情報は、手順(6)において、当該工程に割付可能な加工フィーチャの候補を表示するために使用される。

(5) クランプ位置、役割の入力 [Input the Clamping positions]

当該工程でのクランプの概略位置を入力する。また、できれば、指定して位置の持つ役割を、Clamp、Locator、Jack の中から指定する。(図 4.5.16 参照)

- ・ Clamp ——— 部品を押える機能
- ・ Locator ——— 部品を位置決めする機能
- ・ Lack ——— 調整可能な Locator

(6) 加工フィーチャの割付 [Assign Features to the Process]

ここでは、図 6 に示したモデル部品に含まれる加工フィーチャを、加工する工程に割付ける。モデル部品の工程設計として、3 つの工程で加工する案が考えられるが、その第 1 工程を例として、加工フィーチャの割付機能を説明する。

まず、表 4.5.4 の(1)に示すように、第 1 工程に割付可能な Base Feature の一覧表を示し、その中から実際に割付ける Base Feature を指定する。割付可能な Base Feature を表示するために、手順(4)で入力された情報が活用されている。

また、Feature の中の一部作業のみを、当該工程に割付けることも可能としている。表 4.5.4(2) の Plane_C1 および Plane_D1 がそれに相当する。この場合には、指定された Feature の加工に必要な加工作業を加工技術データベースから設定し、その加工作業の中から当該工程に割付ける作業を指定する。

表 4.5.5 には、同様に、第 1 工程への Volumetric Feature の割付を示している。実際には、この場合、第 1 工程に割付けられる Volumetric Feature は無い。

図 4.5.18 には、第 1 工程に割付けられた加工フィーチャを示す。

以下、第 2 工程への割付の状況を、図 4.5.19、表 4.5.6、表 4.5.7、図 4.5.20 に、第 3 工程への

割付の状況を、図 4.5.21、表 4.5.8、表 4.5.9、図 4.5.22 に示す。
最後に、加工フィーチャの割付一覧表（表 4.5.10）を表示する。

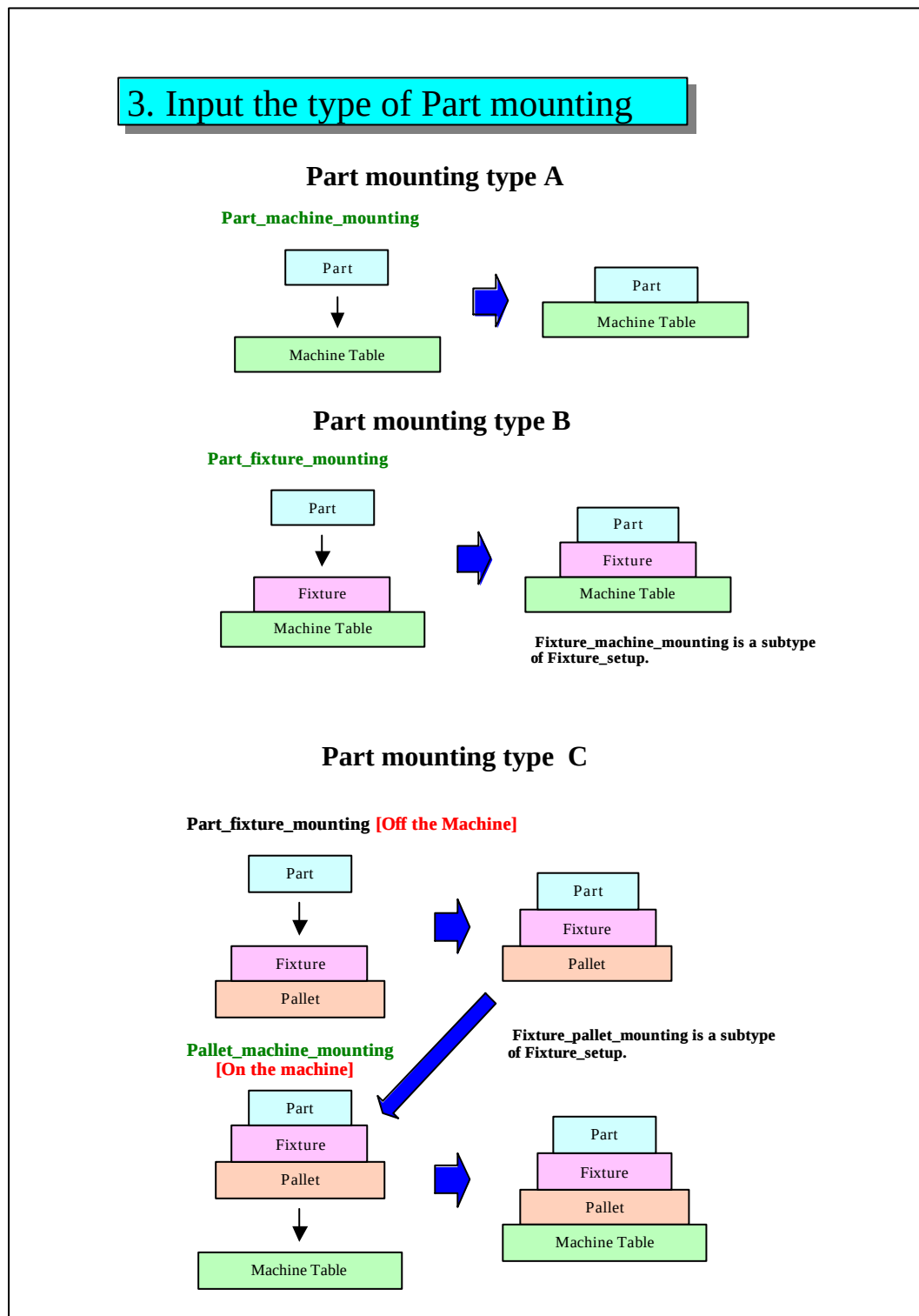
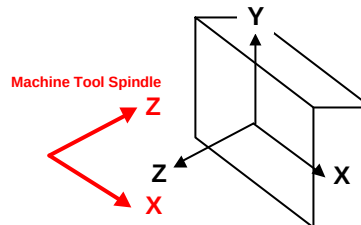


図 4.5.14 工作機械主軸と部品の位置関係などの入力

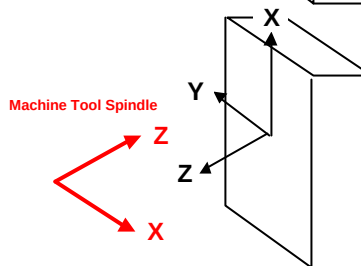
4. Input the Axis relationship between the machine tool Spindle and the Part

5.1 Input the relationship between the machine tool spindle and the part

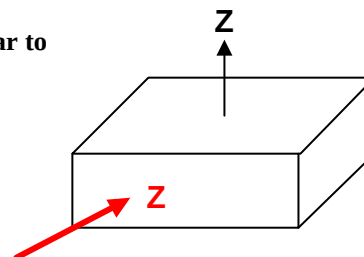
- (a) The Z_axis of the Spindle is parallel to the Z_axis of the Part, and the X_axis of the Spindle is parallel to the X_axis of the Part



- (b) The Z_axis of the Spindle is parallel to the Z_axis of the Part, and the X_axis of the Spindle is parallel to the Y_axis of the Part



- (c) The Z_axis of the Spindle is perpendicular to the Z_axis of the Part



- (d) Others

Machine Tool Spindle

5.2 Indicate the face of the Part which is faced to the Fixture

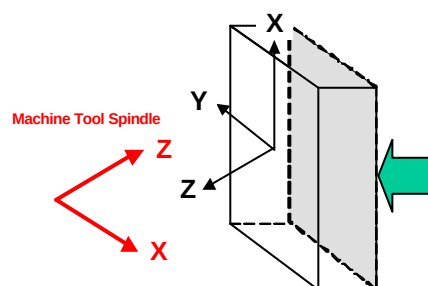


図 4.5.15 部品の工作機械への取り付け方法の入力

5. Input Clamping Positions

Indicate the Clamping Position(s) [] and
Input the position type for each Clamping Position,
Clamp, **Locator** or **Jack**

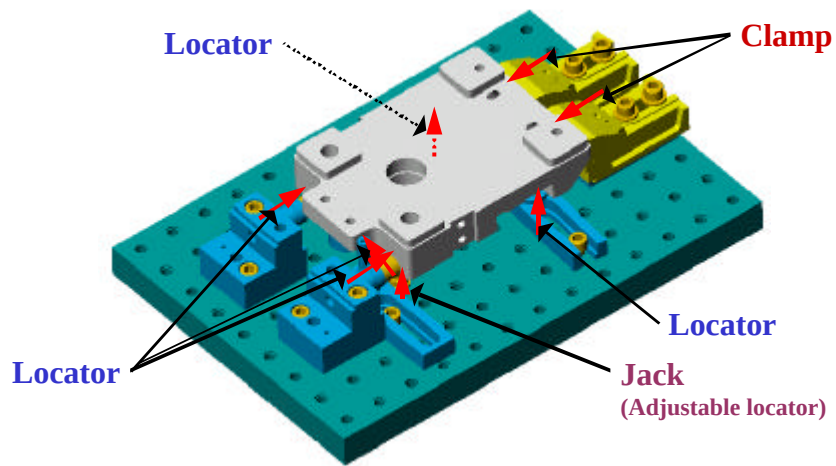


図 4.5.16 クランプ位置、役割の入力

6. Assign Features to the Process (1st Process)

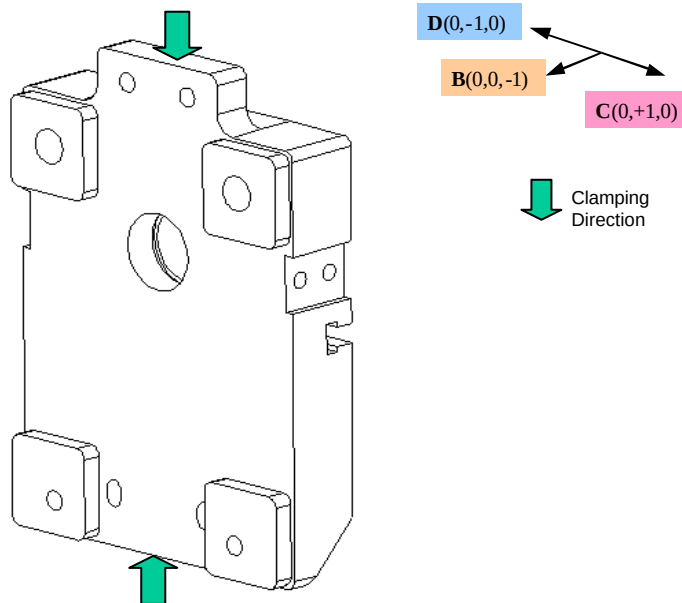


図 4.5.17 第 1 工程での加工姿勢

表 4.5.4 第 1 工程への Base Feature の割付

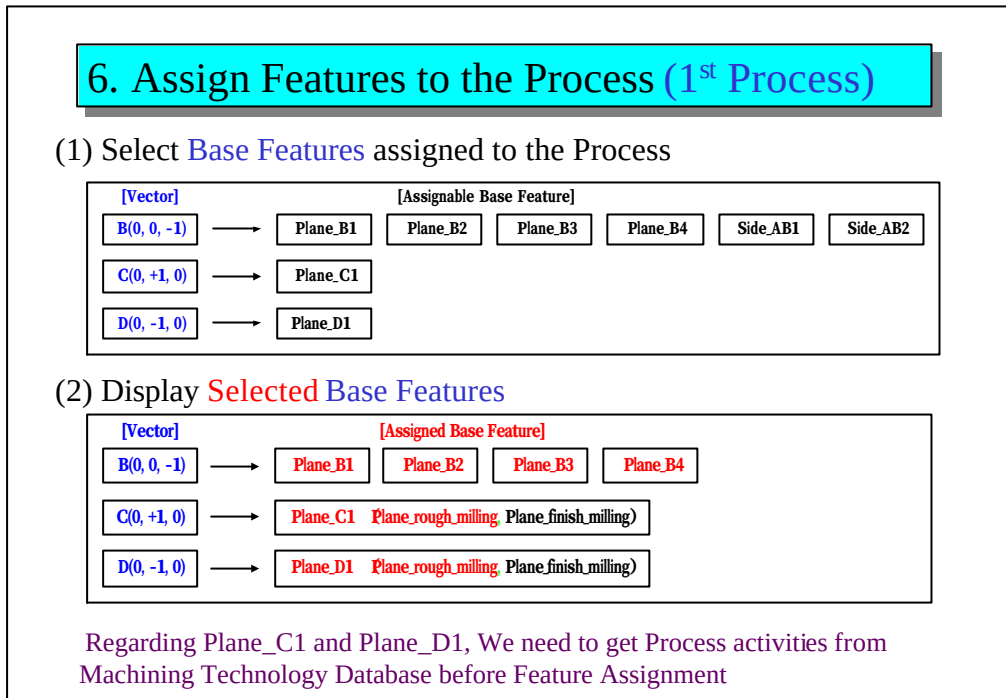
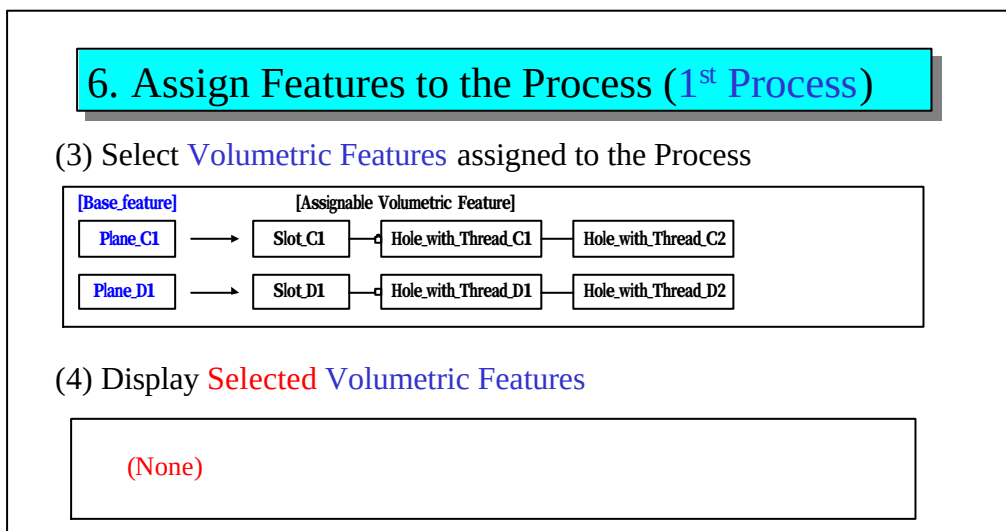


表 4.5.5 第 1 工程への Volumetric Feature の割付



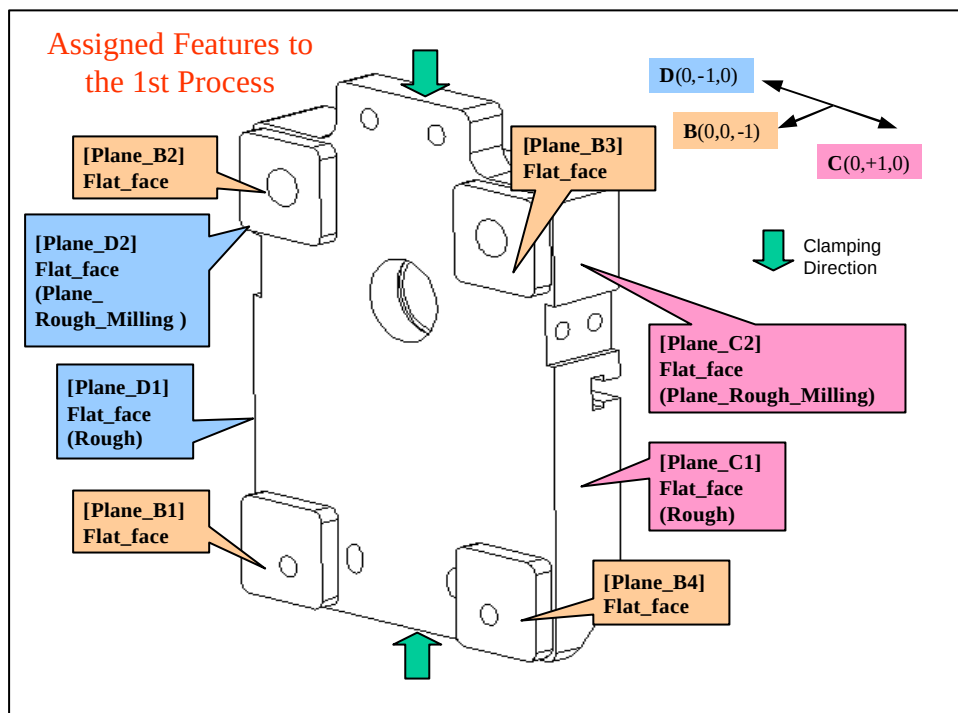


図 4.5.18 第1工程に割付けられた加工フィーチャ

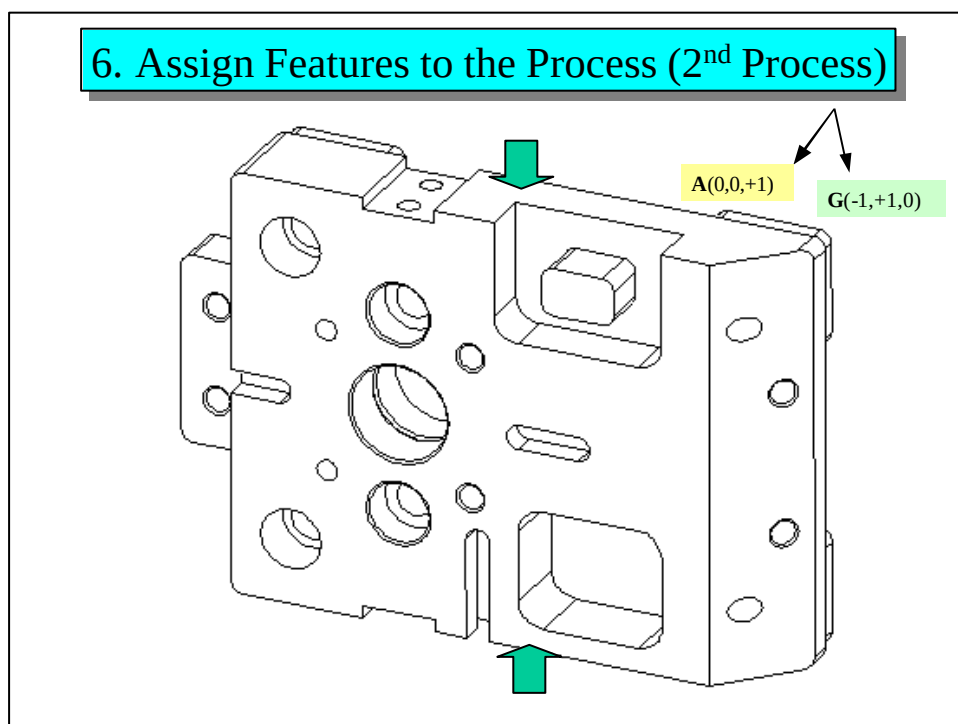


図 4.5.19 第2工程での加工姿勢

表 4.5.6 第 2 工程への Base Feature の割付

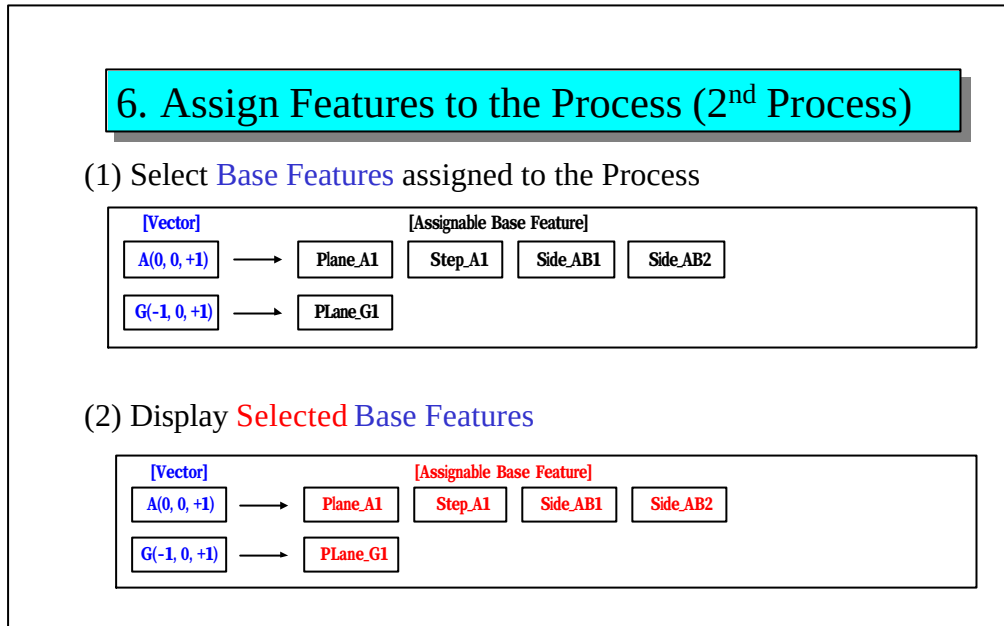
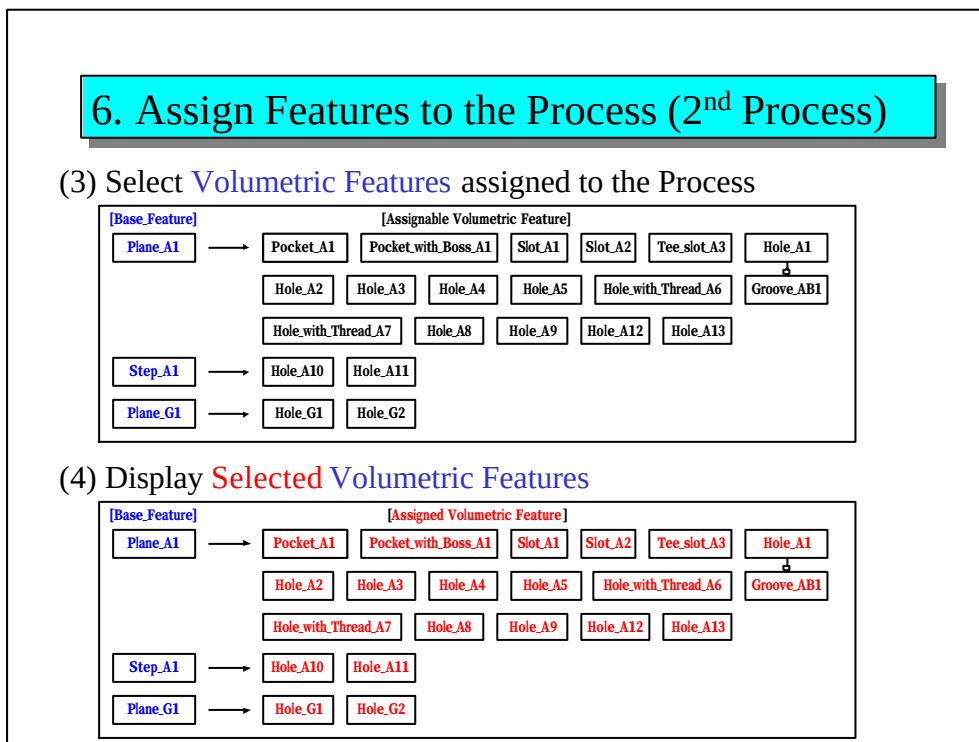


表 4.5.7 第 2 工程への Volumetric Feature の割付



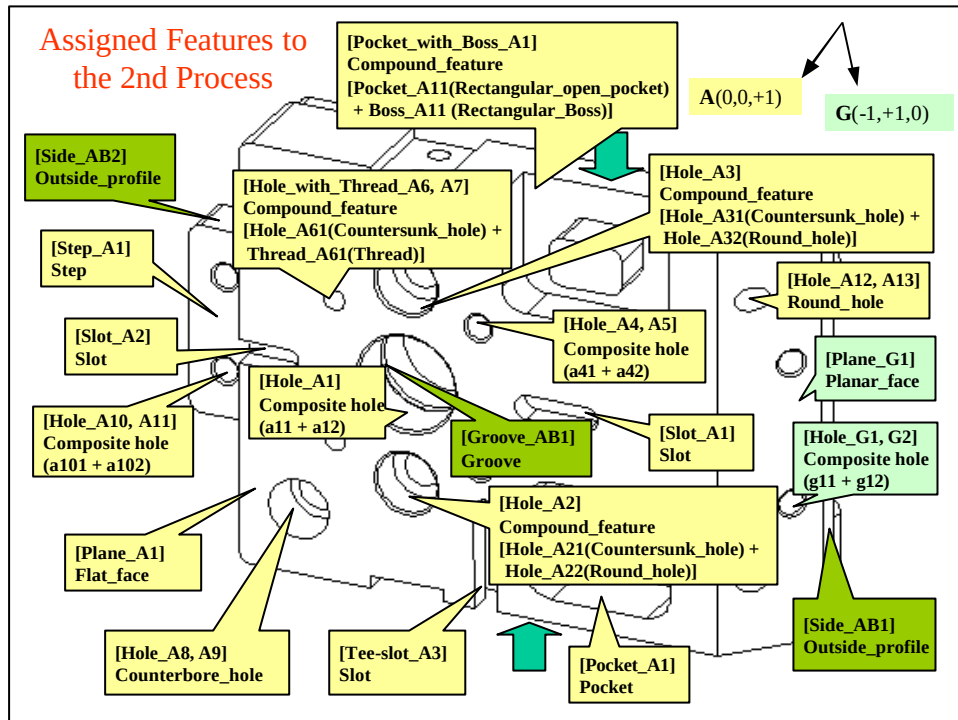


図 4.5.20 第2工程に割付けられた加工フィーチャ

6. Assign Features to the Process (3rd Process)

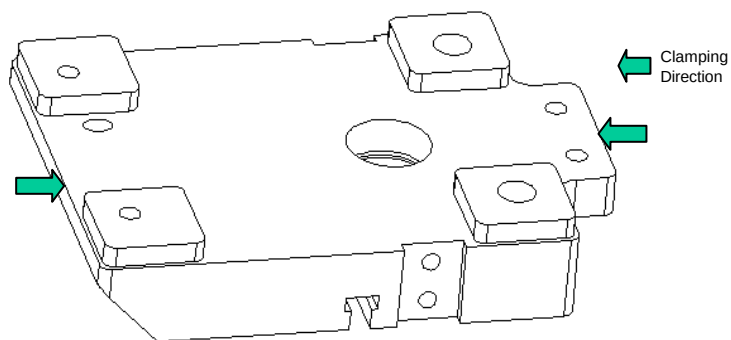


図 4.5.21 第3工程での加工姿勢

表 4.5.8 第 3 工程への Base Feature の割付

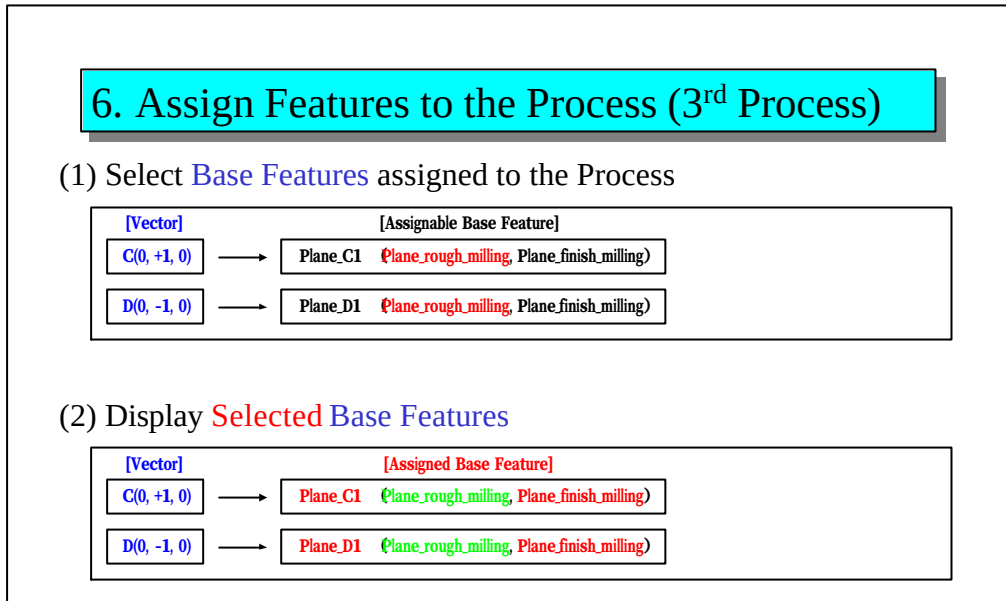
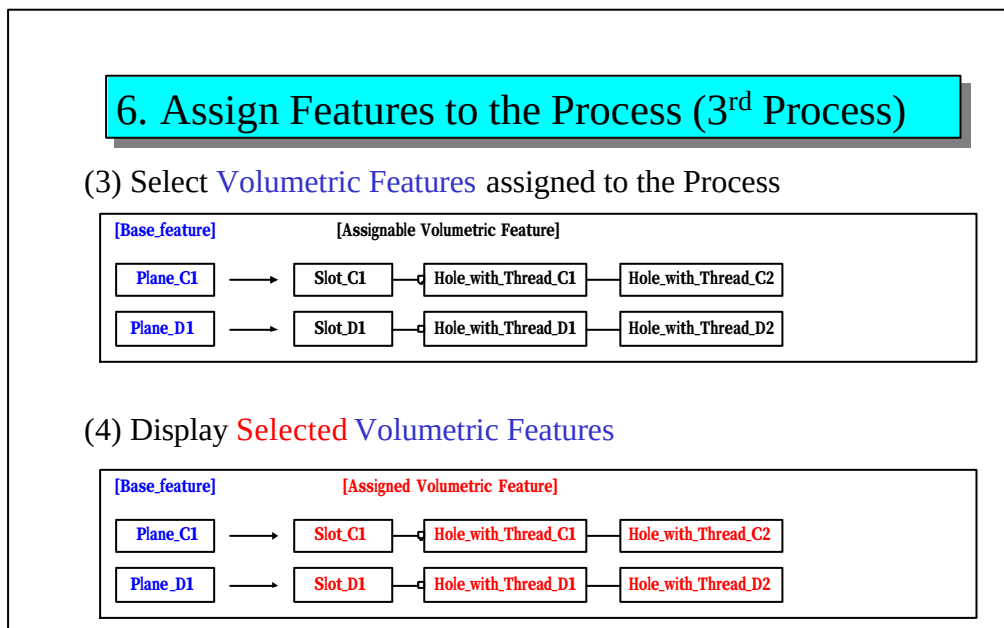


表 4.5.9 第 3 工程への Volumetric Feature の割付



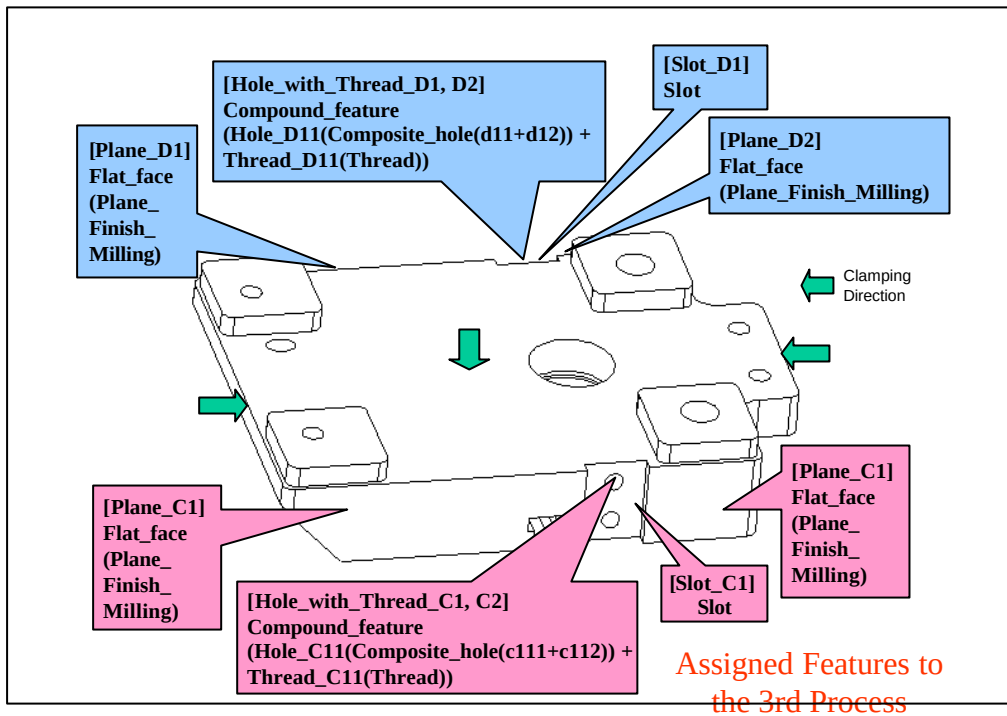


図 4.5.22 第 3 工程に割付けられた加工フィーチャ

表 4.5.10 割付けられた加工フィーチャの一覧表

Feature Assignment Table	
Process	Assigned Feature [Base_Feature] → [Volumetric Feature]
1st	Plane_B1 Plane_B2 Plane_B3 Plane_B4
	Plane_C1 Plane_rough_milling)
	Plane_D1 Plane_rough_milling)
2nd	Plane_A1 → Pocket_A1 Pocket_with_Boss_A1 Slot_A1 Slot_A2 Tee_slot_A3 Hole_A1
	Hole_A2 Hole_A3 Hole_A4 Hole_A5 Hole_with_Thread_A6 Groove_AB1
	Hole_with_Thread_A7 Hole_A8 Hole_A9 Hole_A12 Hole_A13
	Step_A1 → Hole_A10 Hole_A11
	Plane_G1 → Hole_G1 Hole_G2
3rd	Plane_C1 (Plane_finish_milling) → Slot_C1 → Hole_with_Thread_C1 → Hole_with_Thread_C2
	Plane_D1 (Plane_finish_milling) → Slot_D1 → Hole_with_Thread_D1 → Hole_with_Thread_D2

4.5.2.4 Micro Process Plan（詳細工程設計）機能

Micro Process Plan（詳細工程設計）の位置付けを図 4.5.23 に示す。これは、表 4.5.11 に示す手順で実施される。

(1) 加工フィーチャの加工に必要とされる加工作業の設定

[Generate Process Activities for Features]

まず、加工技術データベースを参照して、加工フィーチャの加工に必要とされる加工作業および作業方法を自動的に設定する。

表 4.5.12 には、第 3 工程に割付けられた加工フィーチャに関する加工作業の一覧表を示す。表中の作業方法の詳細を示す情報は、図 4.5.24 および図 4.5.25 に示す加工プロセスデータモデルを使用して記述されている。

(2) 工程内の加工作業順序の設定 [Sequence Process Activities]

次に、(1)で設定された加工作業の工程内での順序を設定する。これも、加工技術データベースを参照して、自動設定される。

表 4.5.13 には、表 4.5.12 の加工作業の加工順序を示す。表 4.5.12 の加工順序は、工具交換回数を最小とする順序に設定されている。

(3) 加工以外の作業の設定 [Add other Manufacturing Activities]

ここでは、表 4.5.14 に示すような、部品の取付け、取外しなどの加工作業以外の作業を設定する。

(4) 加工時間の見積り [Determine Performance rate for each Activity]

上記で設定されたすべての作業に対して、作業時間の見積りを行う。

(5) 工具段取り情報の設定 [Specify Tooling Requirements]

上記の(1)で設定された工具刃先を工作機械に取り付けるために必要となる工具ホルダーなどを準備する情報、すなわち工具段取り情報を設定する。

図 4.5.26 から図 4.5.30 までに、第 3 工程用の工具段取り情報を示す。

[治具段取り情報]

さらに、治具設計が完了した段階で、図 4.5.31 に示すような治具段取り情報を設定することになる。

以上で紹介してきたすべての情報は、図 4.5.12 に示した AP240 のデータモデルで記述可能である。

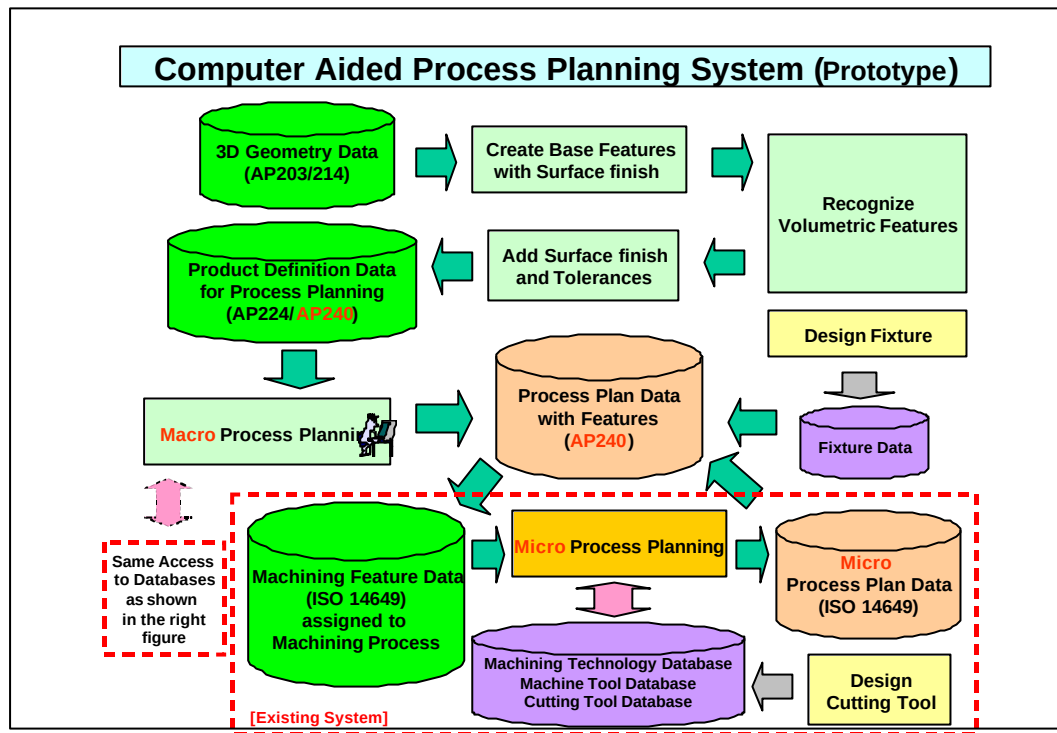


図 4.5.23 Micro Process Plan（詳細工程設計）の位置付け

表 4.5.11 Micro Process Plan（詳細工程設計）の手順

Micro Process Plan is composed of the following operations for each Machining process

1. Generate Process Activities for Features

2. Sequence Process Activities

3. Add other Manufacturing Activities

(4. Determine Performance rate for each Activity)

(5. Specify Tooling Requirements)

(6. Generate Operator Instructions)

表 4.5.12 加工フィーチャ毎の加工作業（第3工程）

1. Generate Process Activities for Features

An Example for the 3rd Process

Process	Machining Process Feature			Seq	ID of Workingstep	Operation Type	Tool Body	Tool Path Strategy
	Id	No	Type					
3rd	Head_D1, D2	2	Planar_face (Finish)	1	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill	Unidirection
	Slot_D1	1	Slot	1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
				2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
	Hole_D1, D2	2	Compound_feature	1	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill	-----
				2	Hole_D1,D2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink	-----
				3	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap	-----
	Hole_D11,D21	2	Countersunk_hole					
	Thread_D11,D21	2	Thread					
	Head_E1, E2	2	Planar_face (Finish)	1	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill	Unidirection
	Slot_E1	1	Slot	1	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
				2	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
	Hole_E1, E2	2	Compound_feature	1	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Twist_drill	-----
				2	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink	-----
				3	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap	-----
	Hole_E11,E21	2	Countersunk_hole					
	Thread_E11, E21	2	Thread					

加工プロセスモデル [Operation Data]

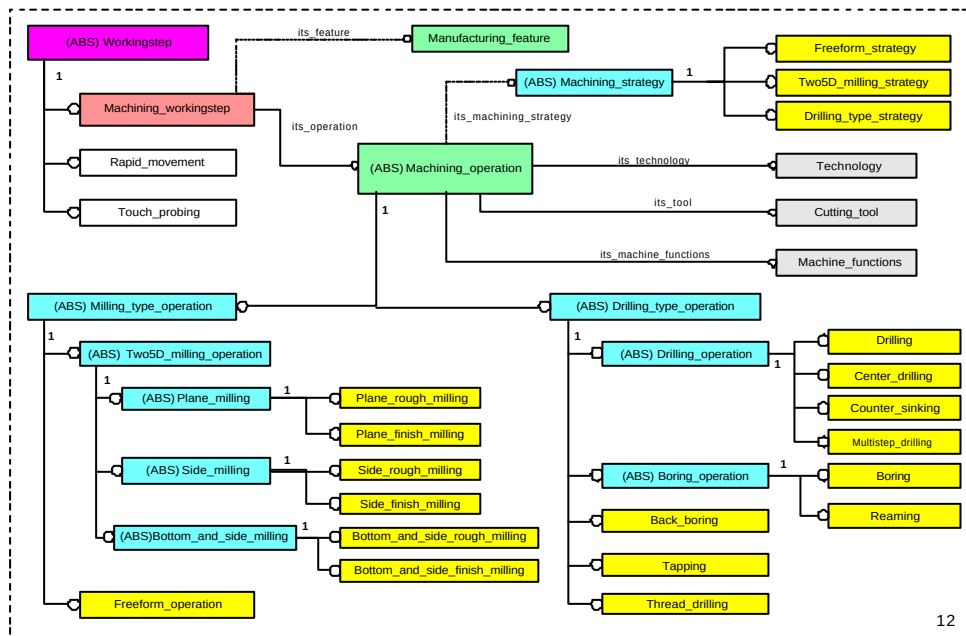


図 4.5.24 詳細工程設計情報を記述するためのデータモデル（ISO 14649）

加工プロセスモデル [Machining Strategy]

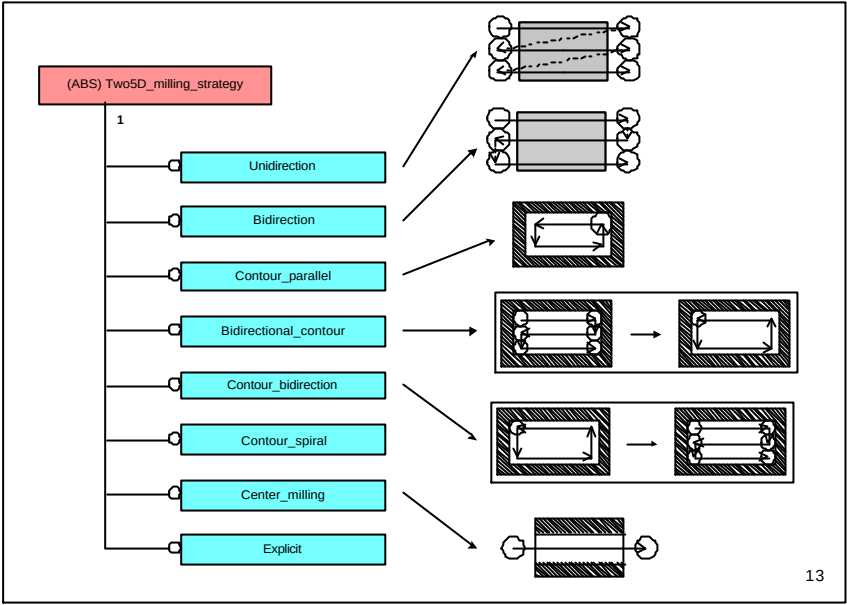


図 4.5.25 工具の動き方を記述するためのデータモデル (ISO 14649)

表 4.5.13 第 3 工程の作業順序

2. Sequence Process Activities

An Example for the 3rd Process

Seq	ID of Workingstep	Operation Type	Tool Body
1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
[Table Index]			
3	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
4	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
5	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Twist_drill
[Table Index]			
6	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill
7	Hole_D1,D2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink
[Table Index]			
8	Hole_E1,E2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink
9	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap
[Table Index]			
10	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap
[Table Index]			
11	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill
[Table Index]			
12	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill

表 4.5.14 残りの作業の設定と加工時間の見積り

3. Add other Manufacturing Activities

- Part loading
- Part unloading
- Validation
- Ancillary activity

4. Determine Performance rate for each Activity

- Allowed time
- Performance rate

5. Specify Tooling Requirements

Tool Assemblies for the 3rd Process

1. Facemill

Facemill
NSE400R-503S32
NIKKEN

Holder
BT40-C32-120
NIKKEN

Pull Bolt

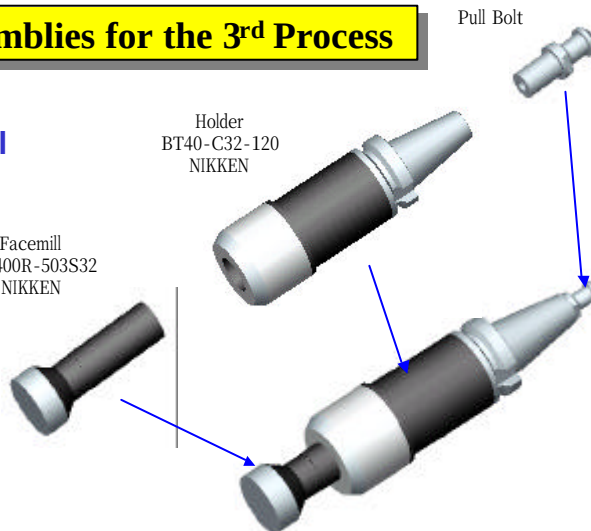


図 4.5.26 第 3 工程用の工具段取り(1)

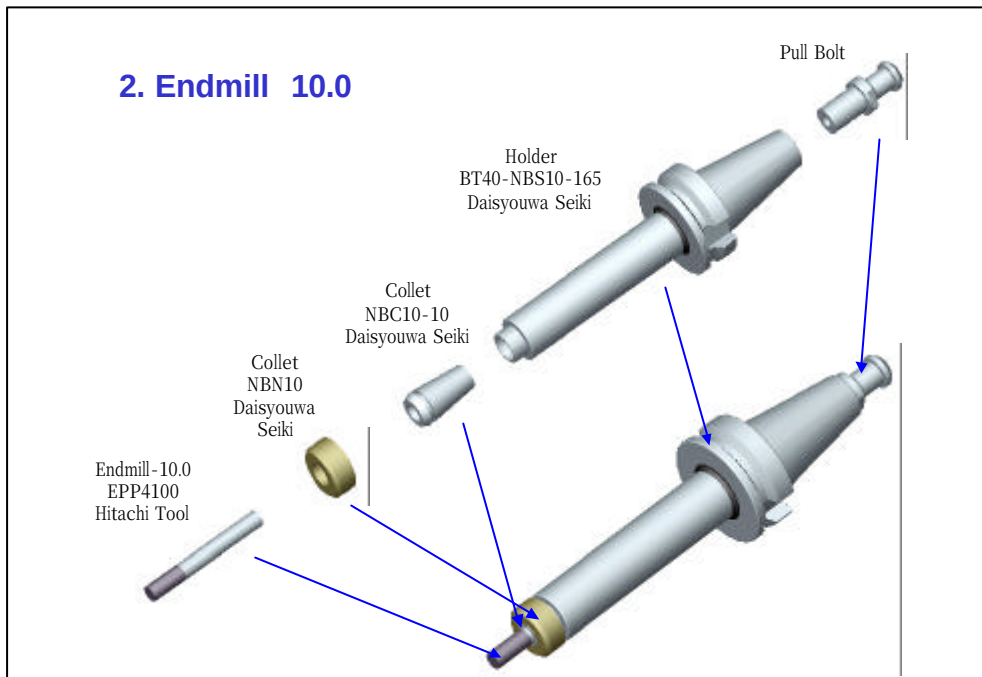


図 4.5.27 第3工程用の工具段取り(2)

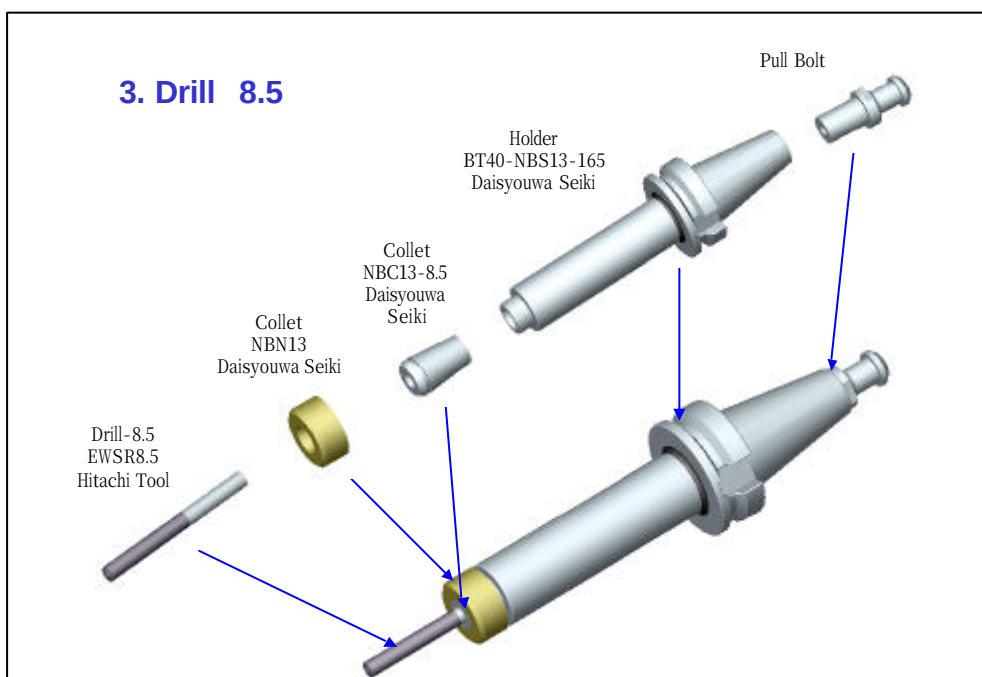


図 4.5.28 第3工程用の工具段取り(3)

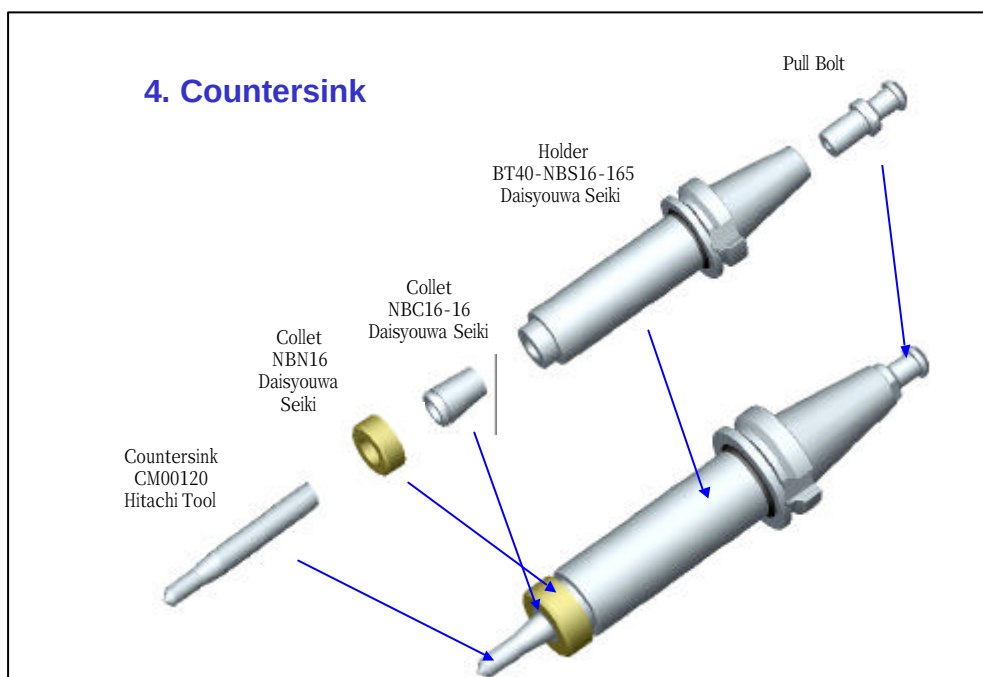


図 4.5.29 第 3 工程用の工具段取り(4)

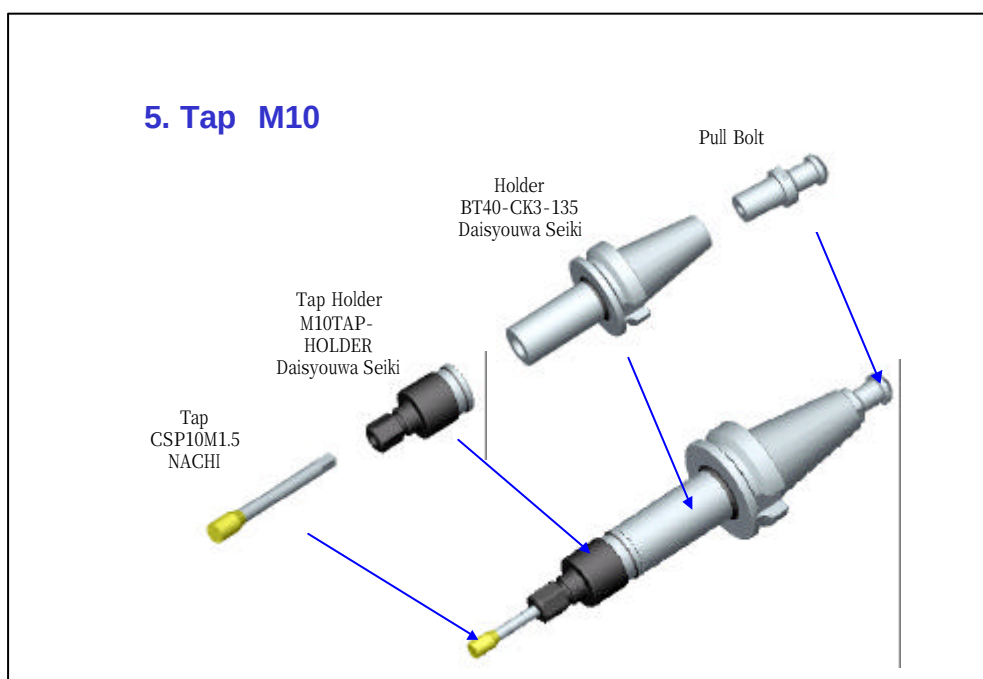


図 4.5.30 第 3 工程用の工具段取り(5)

Fixture Assembly for the 3rd Process

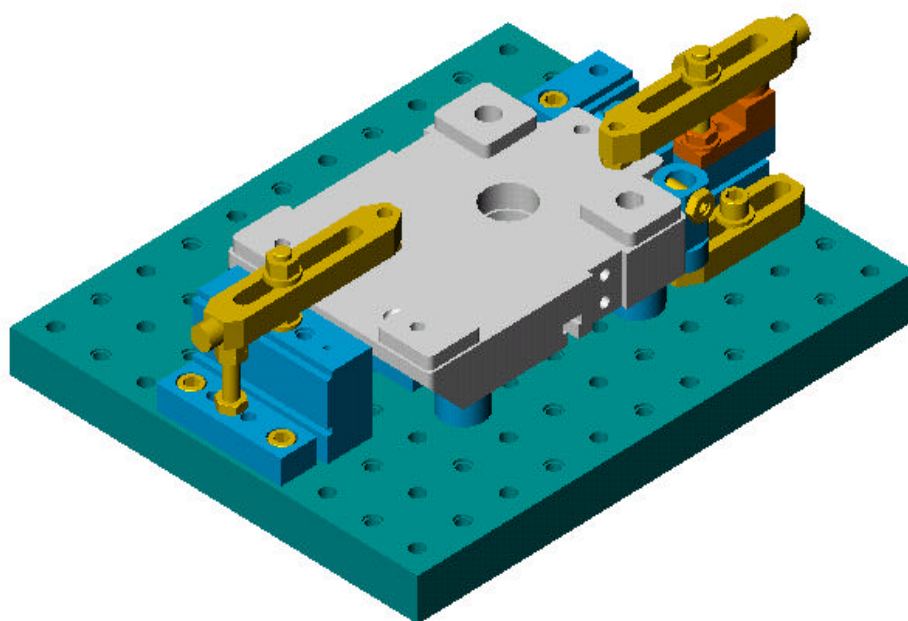


図 4.5.31 第3工程用の治具段取り

5. AP240 関連規格の調査分析と普及のシナリオ

製造業における国際競争が急速に厳しさを増している現在において、我が国の製造業は今まで以上に設計開始から生産までの期間を短縮し、なおかつ高品質を維持することが求められている。それを実現するためには、IT を高度に利用することで効率の向上を図ることが必要不可欠であり、企業の生き残りをかけた競争を勝ち抜くための重要な要素であると言える。

我が国の製造業における設計部門での IT の利用は、3 次元 CAD を中心に急速に普及してきている。また、生産部門の中核である加工部門においても、NC マシンの制御データを生成する CAM の普及は、高精度で効率の良い加工の実現に貢献している。設計企画段階から製品出荷までの期間をいかに短縮していくかには、設計部門と生産部門の両者の連携が必要とされるが、現状では十分な連携がなされているとは言えない。その原因としては、企業内での組織構造の問題もあるが、もう一つの大きな原因として両者が共有可能なデジタル製品モデルの表現方法が存在していないという点があげられる。

現在、電子商取引推進センターが中心となって開発を進めているマシニングプロセスモデル国際標準 (AP240) は、設計部門と生産部門の両者が、製品の仕様だけではなく、それを生産するために必要とする加工の情報までをデジタル製品モデルとして共有するための必要とされる規格である。AP240 を活用することにより、設計部門と生産部門とをより密接に連携することが可能になると期待される。

今回は、そのような効果が期待される AP240 を、我が国の産業界に普及させ、本来の効果を発揮させていくために必要とされる条件と課題を整理し、普及のためのシナリオを検討し作成した。

5.1 関連する国際標準

現在、AP240 として開発が進められているマシニングプロセスモデルの開発を開始するにあたっては、その必要性について国際的な賛同を得るために、平成 10 年から日本から ISO TC184/SC4 に働きかけが行われてきた。国内において ECOM により生産過程の全体統合の中にマシニングプロセスモデルを位置付ける研究を行い、その成果を ISO TC184/SC4 Industrial Data の場に持ち込んで国際調整が進められた。

5.1.1 IMTF(Integrated Manufacturing Task Force)とその成果の概要

(1) 第 1 段階の研究

マシニングプロセスモデルの研究開発の第 1 段階として、平成 10 年から生産過程全体を一貫してデジタルデータで統合することを目指すためには、個々の業務分野ごとに個別に活動モデルを検討するアプローチだけでは不十分であり、製品の生産過程全体を対象とした活動モデルが必要であるとの認識に立って研究が行われた。この研究において I-AAM(Integrated Application Activity Model)が開発された。

(2) IMTF(Integrated Manufacturing Task Force)の編成

この成果に基づいて、ISO TC184/SC4 チャールストン会議(平成 12 年 10 月)において、日本から下記の提案が行われた。

- ① 生産過程全体を一貫してデジタルデータで統合するのに必要な規格群を構築するためには、TC184/SC4 とそれに関連する規格群について生産過程全体を統合する立場からの見直しが必要である。
- ② 工程設計に関する規格 AP213 が管理データに限定されたものであって、工程設計の結果としての技術データを含む規格を開発すべきである。
- ③ これらを集中的に検討する Task Force を ISO TC184/SC4 のもとに編成すべきである。

この日本提案を受けて、下記を任務とする Integrated Manufacturing Task Force (以下「IMTF」という)が ISO TC184/SC4 のもとに編成され、日本がリーダーを務めた。(ISO TC184/SC4 決議 第 477 号)

- ① Integrated Manufacturing が対象とすべき範囲を定義し、
- ② この範囲全体を網羅する Integrated AAM を作成する。
- ③ Integrated AAM に照らして、現状の SC4 及び関連規格を評価して、重複や不足を識別する。
- ④ これらをもとに、現状の SC4 及び関連規格の拡張要求を作成する。

(3) IMTF の活動

IMTF では TC184/SC4 で製品の生産過程に関わる規格開発を担当している各作業グループのメンバーのほか、SC1/WG7、又 ISO TC29/WG34 の参加を得て、生産過程の全体統合に関して、広く活発な検討が行われた。

当初の日本提案は「生産技術と工場生産との統合」という意味合いで“Integrated Manufacturing”という用語を用いた。一方、TC184/SC4 の欧米のメンバーは、更に生産管理、生産現場の実行管理を含む「生産工場全体の統合」という理解であって、“Integrated Manufacturing”の対象範囲に関するこの認識の差を相互に理解するまでに議論が行われた。結局は“Integrated Manufacturing”という用語は後者の意味で用いることとなった。

この議論の過程で下記の作業項目が追加され、この作業に SC4 WG10 Framework Project の日本のメンバーが参画した。

- ⑤ SC4 Industrial Data Framework[1]の視点から“Integrated Manufacturing 全体モデル”を作成する。

(4) IMTF の終結

IMTF は平成 14 年 3 月の SC4 マートルビーチ会議にて下記の報告書を取り纏めて終結した。(ISO TC184/SC4 決議 第 527 号(平成 14 年 3 月))

1) Executive Summary of Integrated Manufacturing Task Force, SC4 N1302, 2002-03-20. [2]

2) Final Report Integrated of Manufacturing Task Force, SC4 N1303, 2002-03-20, [3]

下記の附属文書を含む。

- 3) Requirements Definition Document (RDD) for “Integrated Manufacturing”, SC4 N1304, 2002-03-20. [4]
- 4) I-AAM for “Integrated Manufacturing Technologies”, SC4 N1305, 2002-03-20. [5]
- 5) Macro and Micro Process Planning, SC4 N1306, 2002-03-20. [6]
- 6) Issues Log against SC4 N1214 --1216, SC4 N1307, 2002-03-20. [7]

(5) IMTF の成果 AP240 : Process plans for machined parts の開発

この IMTF での検討を経て、「工程設計の結果としての技術データを含む規格を開発すべきである」との理解が広がり、これを背景にアメリカにて「工程設計の技術データを含む新たな規格の開発が必要」との動きが起こった。数年にわたる日本の働きかけの結果として、平成 14 年に日米の共同プロジェクトリーダーのもとに工程設計に関する規格の新規開発提案が各国の支持を得て決定し、現在 AP240 : Process plans for machined parts の開発が進行中である。AP240 の開発は順調に進み、平成 16 年中には正式に ISO 国際規格として認められる見込みである。

5.1.2 IMTF での検討内容

以下に、IMTF の Executive Summary[2]に沿って、IMTF における検討概要を説明する。

(1) “Integrated Manufacturing” の位置付け

Integrated Manufacturing、即ち生産過程の全体統合を検討する場合、製品から出発して「製品の生産」という立場と、生産設備から出発して製品生産のための「生産設備の運用」という二つの立場からのアプローチがある。この二つの関係の理解を助けるために、製品のライフサイクルと生産設備のライフサイクルが交差することを示す図が SC4 Industrial Data Framework[1]において展開されている（図 5-1）。

設計－生産－運用－支援－廃棄からなるライフサイクルは、製品においても、生産設備においても同じ順序をたどるが、「製品の生産」のために「生産設備を運用」する時点で両者は交差すると考えられる。

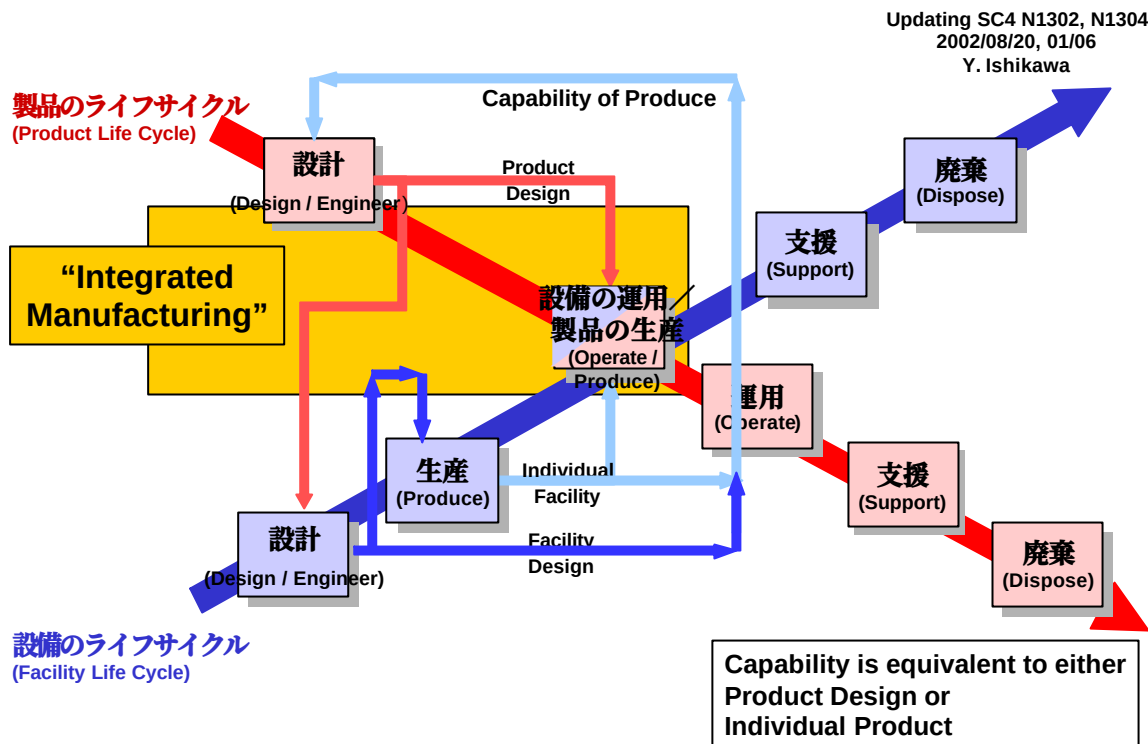


図 5-1 “Integrated Manufacturing” in
Life Cycle of Product / Facility

(2) “Integrated Manufacturing” の全体モデルと対象範囲、構成要素

Integrated Manufacturing のように広範囲な活動モデルを検討する場合、管理業務(Business)、技術活動の実施(Operate)、手段(Means)の 3 階層に区分した図を用いて諸活動を位置付ける方式が SC4 Industrial Data Framework[1]において提案されている。

この方式を用いて、図-5-1[2][4]において Integrated Manufacturing 全体モデルは関連する諸活動を位置付けし、Integrated Manufacturing の対象範囲とその構成要素が図解された。

即ち、

- ① 製品開発のための計画管理／プロジェクト管理、製品の設計形態を規定する形態管理、詳細設計を含む製品設計を上流の活動として Integrated Manufacturing の対象外とし、
- ② “Integrated Manufacturing” は、これらから必要な情報を受け取る所から始めて、大きく下記の二つに区分される活動を対象範囲とする。
- ③ 客先要求仕様を実現するための生産すべき製品の生産指示形態を決定し、生産された製品の形態を記録する形態管理、生産計画、資材調達、及び生産現場の実行管理等、生産の諸管理活動に関わる “Integrated Manufacturing Management”、
- ④ 生産技術及び生産設備を運用して製品を生産する実際の生産活動に関わる “Integrated Manufacturing Technologies”。

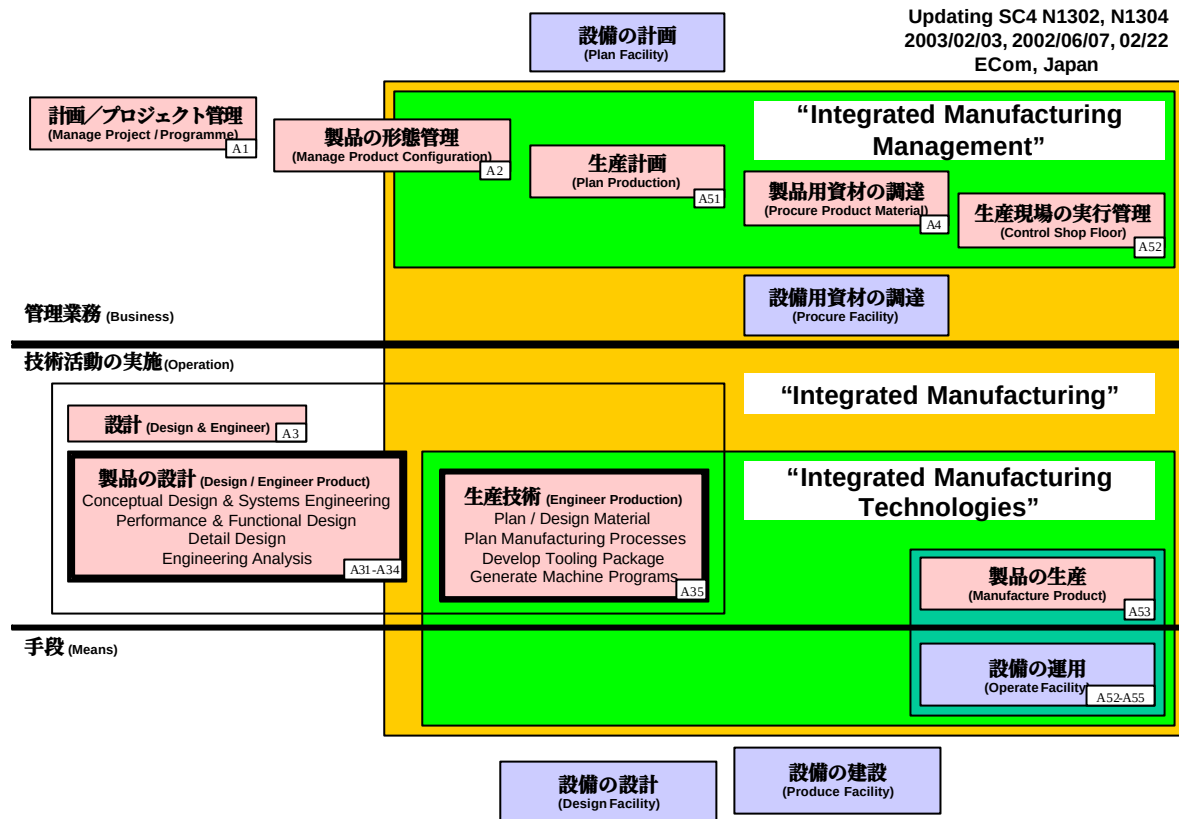


図 5-2 “Integrated Manufacturing” の全体モデル

(3) 規格群の統合に対する産業界の要求事項

デジタルデータによる生産過程の統合、更にその上流である製品設計を含めた統合の実現を目指す産業界が、この実現を支えるべき規格群に対して要求する事項が、改めて下記のように確認された。

第1 要件：下記の局面での使用できる、一貫性のある規格群を提供すべきこと。

- ① 製品のライフサイクルでの諸活動を通じて、又
- ② 企業や企業連合内での機能組織の間、専門分野の間、及び
- ③ 産業の階層的供給連鎖上に生きる企業間。

第2 要件：そこで実現すべき一貫性のある製品モデルとは、

- ① 一度だけ定義し、必要な都度使用できる様に、重複なくかつ最少限のものであるべきこと、
- ② STEP (Standards for The Exchange of Product model data) の AP (Application Protocol) 間及び関連する規格との間での相互運用が可能であること、
- ③ 規格の改訂にあたっては、大幅な技術変更を伴う場合であっても、最低限改訂された上位仕様へのデータ変換を通じて、データ資産の上位互換性を確保すべきこと。

(4) 活動モデルにおける対象範囲の比較

日本から提案した I-AAM[8]をもとに Integrated AAM が検討された。この Integrated AAM と、先立って開発されている二つの代表的な活動モデル[9]、[10]について、それぞれがカバーしている対象範囲

を表 5-1[2][4]にて比較した。

表 5-1 各モデルの対象範囲 (SC4 N11302、 N1304 2001/10/04 ECom)

An “Overview”	I-AAM	ISO 16100-1	SIMA Part 1
Business			
Manage Project / Programme A1	Not Defined	Not Defined	Not Defined
Manage Product Configuration A2	Plan Production A3	Plan Enterprise Resources A3	Develop Production Plan A41,A42,A44
Plan Production A51	Procure Product Materials A4	Acquire Resources A4	Not Defined
Procure Product Materials A52	Control Shop Floor A51	Execute Manufacturing Orders A5	Control Production A45
Plan Facility	Not Defined	Plan Equipment A3	Not Defined
Procure Facility	Procure Facility A4	Acquire Equipment A4	Procure Facility A47
Operation			
Design & Engineer A3	----	----	----
Design / Engineer Product A31-A34	Not Defined	Design Product A1	Design Product A1
Engineer Production A35	Engineer Manufacturing Process A1	Engineer Process A2	Engineer Manufacture of Product A2
Manufacture Product A53	Not Defined	Not Defined	Produce Product A4
Means			
Design Facility	Engineer Production System A2	Not Defined	Engineer Production System A3
Produce Facility	Not Defined	Not Defined	Provide Production Facility A47
Operate Facility	Operate Production System A52-A55	Control Equipment & Process A6	Manage Production Facility A46

(5) “Integrated Manufacturing 全体モデル” 上での STEP AP と関連規格の位置付け

次に、Integrated Manufacturing を実現する上で、開発済み、及び開発中の規格の充足状況を確認するために、STEP AP と関連規格を“Integrated Manufacturing 全体モデル”を用いて図 5-3[2][4]にて識別し、位置付けた。マシニングプロセスモデルは、“Integrated Manufacturing 全体モデル”においては、P-A351 : Engineer Manufacturing for Mechanical Parts / Assembly、及び F-A6 / P-A53 : Operate Facility for Produce Products)を含む Integrated Manufacturing Technologies、と位置付けられている。

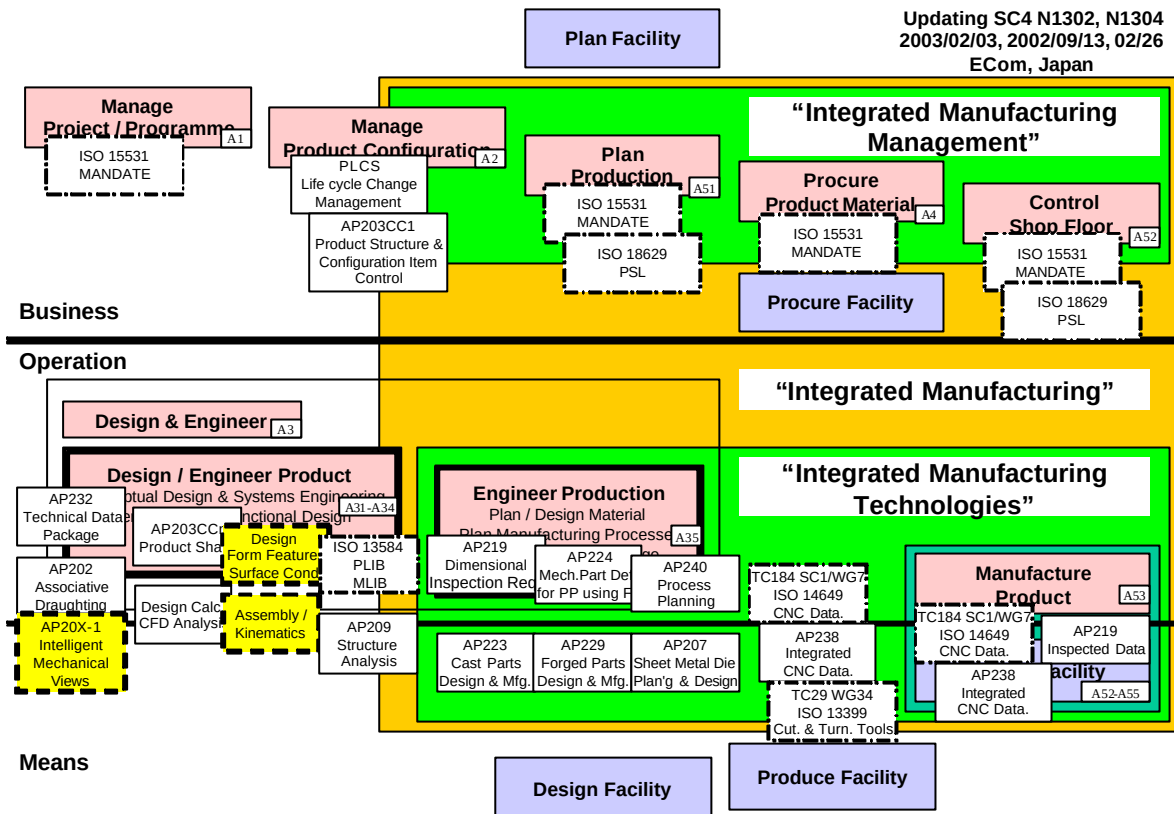


図 5-3 全体モデルにおける STEP AP の位置付け

5.1.3 AP240 の役割

図 5-4 に設計段階から生産段階にいたる開発工程の流れにおいて、AP240 が果たす役割を示す。設計の段階で製品の形状、仕様が決定され、3 次元形状データを含んだデジタル製品モデルが作成される。このデジタル製品モデルデータは、ISO 10303 の AP224 または AP203E2 により表現することができる。AP240 はこのデジタル製品モデルデータを受けて、実際に加工を行う際に必要とされる工程のデータを追加し、マシニングプロセスモデルとして実際の加工の工程に引き渡すことができるようにするものである。

実際に加工を行う工程に関しては、それをサポートする国際規格が開発されており、AP240 の完成により、設計段階から生産段階にいたる流れを、一貫したデジタル製品モデルでトレーサビリティを確保して統一することが可能となる。

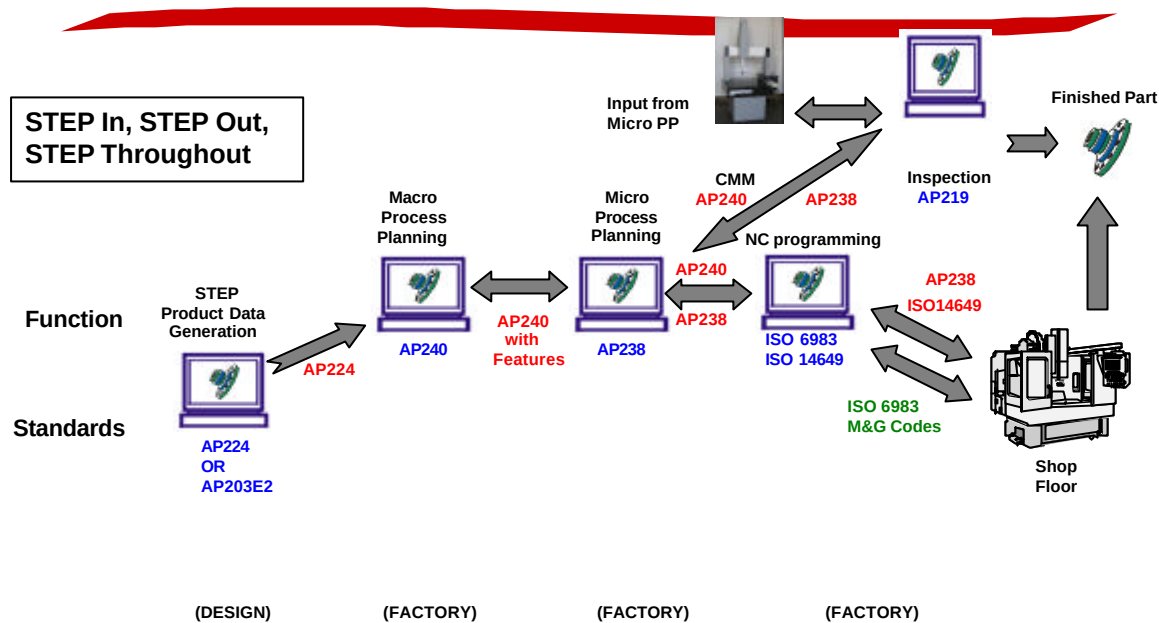


図 5-4 設計から生産への流れにおける AP240 の役割

5.2 CAD/CAM の利用状況

国内の製造業の設計部門においては、1990 年代後半から、急速に設計の 3 次元化が進んできている。図 5-5 は、製造メーカーから金型メーカーに対して発注する際に、3 次元 CAD (3D CAD) で作成された 3 次元デジタルモデルにより発注が行われた割合の変化について調査された結果を示している[11]。いずれの製造メーカーからの発注においても、3 次元デジタルモデルによる発注の割合が、1990 年代後半から急激に増加していることがわかる。2000 年代では、いずれも 60% を越える割合になっている。

このように、設計の 3 次元化が急速に進む背景には、3D CAD の普及があることは間違いない。国内産業の最大手である自動車メーカーを筆頭に、大手製造業では製品設計の方法は 3D CAD を利用した 3 次元設計にほぼ移行していると言える。3D CAD の種類としては、I-DEAS、UniGRAPHICS、Pro/ENGINEER、CATIA 及び CADSEUS を加えた大手 CAD ベンダーによる寡占化が進んできているものと見られる。ただし、船舶設計に関しては、造船専用の CAD が用いられることが多い。3D CAD で作成した 3D デジタル製品モデルの利用方法としては、各ユニットのモデルを組み合わせ、全体のレイアウト検討、干渉チェック、生産性検討に利用されており、設計担当者から生産担当者までが一同に介してコンカレントエンジニアリングが実践されている。

しかし、現状の 3D CAD には、公差や表面粗さなど、加工に必要な属性情報に関して、3 次元デジタルモデル上に表記するための十分な機能が備わっているとは言えない、というのが 3D CAD を使用する製造メーカーの共通の認識である。このため、属性情報については、3 次元デジタルモデル上には表記せず、専用の別図面を作成して指示している場合がほとんどである。形状に関しては 3 次元デジタルモデルの表現力が高いためそちらに任せ、属性情報に関しては最もわかりやすいと考えられる図面を作成している。その図面は従来の 2 次元図面であったり、斜視図であったりと様々な工夫されている。3 次元設計を進める多く

の企業では、正規の図面は従来の2次元図面から3次元デジタルモデルに移行しており、属性情報に関してだけ別の図を作成することは管理上の点から言っても問題があることは否めない。できれば、製品に関する情報は、一つの標準的な表現方法に統一できた方が望ましい。AP240は、この属性情報も含めて加工に必要とされるデジタル製品モデルを表現するための枠組みであるため、その活用により現状の問題点を解決に繋がることが期待される。

製造業の設計部門における3D CADの普及により、加工を受け持つ金型メーカーへの発注に占める3次元モデルデータの割合も急増している。しかし、3次元モデルデータを受け取る側の金型メーカーでは、3次元データへの対応が不十分で、2次元CADデータや紙の2次元図面が、CAMへの入力データとして、図5-6に示すようにまだ数多く利用されているのが実状であり、3次元化推進により業務効率改善を図ることが必要とされる[12]。

我が国の金型業界では、メーカー系列の崩壊、中国をはじめとする低コストの海外製造業者による猛迫の影響を受けて、急激な構造変化に対処することを迫られている。このような環境下において、世界の約4割のシェア確保を可能としてきた日本の金型業界が得意とする技能と信頼を基盤とするビジネスモデルだけでは、過酷な国際的競争を勝ち抜き市場シェアを維持することは困難であると考えられる。このような変革の時代に企業競争力を維持していくためには、顧客が要求する品質、コスト、納期に的確かつ迅速に応えられるサービスが重要とされ、それを実現するための業界横断的企業インフラをITの高度利用で構築していくことが必要不可欠である。AP240の活用は、設計部門と金型メーカーを含む加工部門とを、3次元デジタル製品モデルを共有して繋ぐことを可能にするものであり、業界横断的企業インフラの構築を推進する基盤技術の一つになると考えられる。

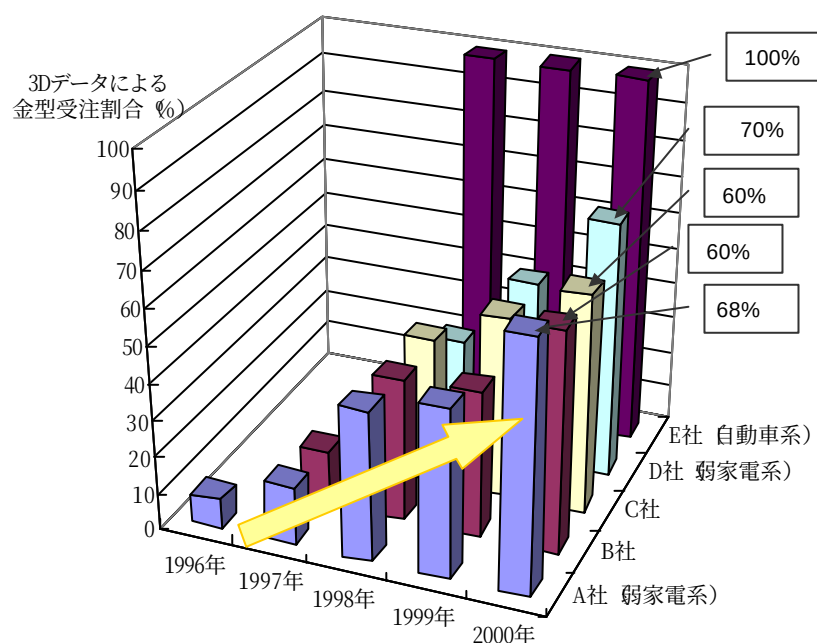


図 5-5 金型総受注量における 3 次元モデルデータによる受注量の推移

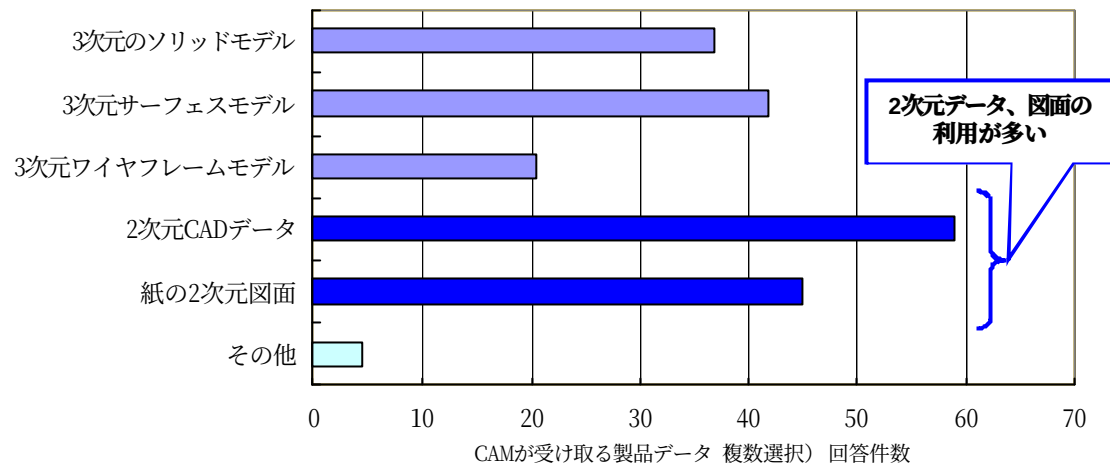


図 5-6 CAM が受け取る製品データ

5.3 活用条件と課題について

5.3.1 AP240 の活用イメージ

(1) 工程設計支援システムのイメージ

AP240 の活用イメージを明確にするために、AP240 を利用した一つの工程設計支援システムを想定し、どのように AP240 が活用できるかの検討を行った。

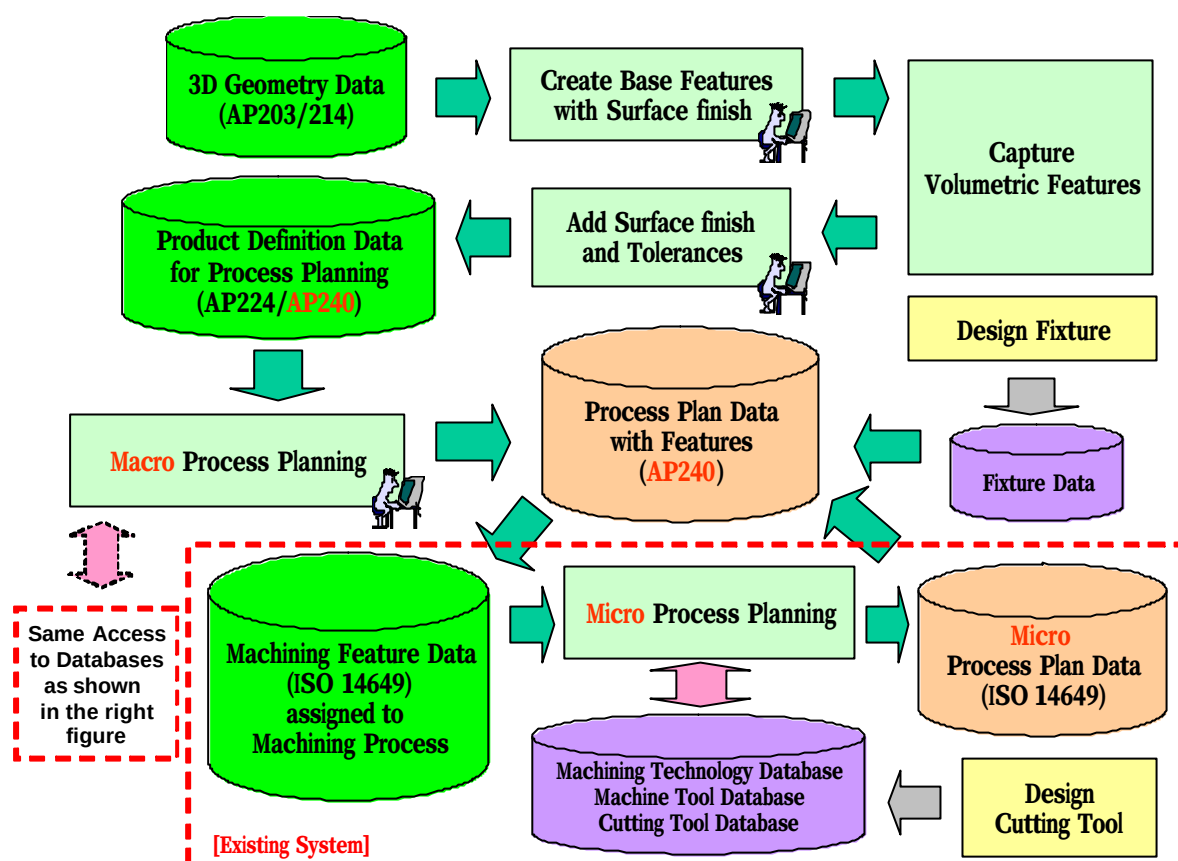


図 5-7 AP240 を利用した加工工程設計支援システム

図 5-7 に今回想定した AP240 を利用した加工工程設計支援システムの流れを示す。ここでは、AP203、AP214 で出力された 3 次元形状データを入力として用い、出力としては AP240 で表現された加工工程設計データを出力することを目的としている。

AP203、AP214 で作成されて 3 次元形状データにおいて、加工フィーチャは自動認識する。このとき、フィーチャについては、Base Feature (平面) と Volumetric Feature に分類し、Base Feature は人間が指定することにした。フィーチャの分類については、図 5-8 に示すとおりである。

Base Feature

Volumetric Feature

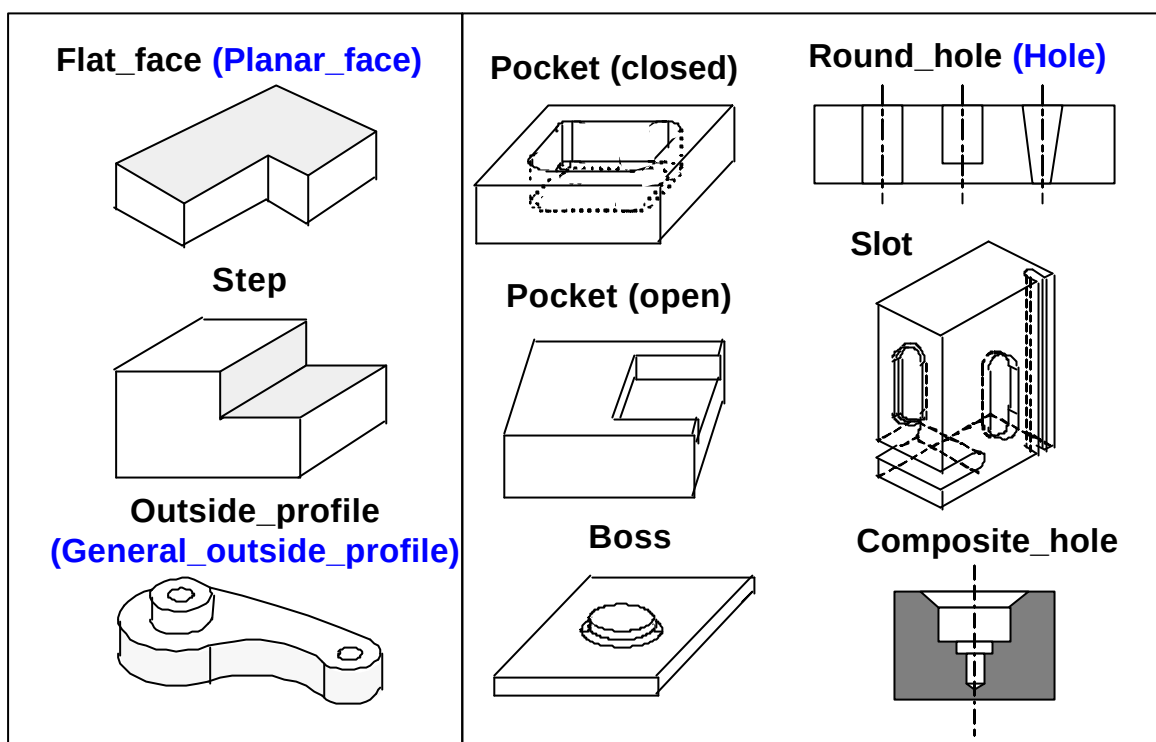


図 5-8 フィーチャの分類

フィーチャが特定された後に、仕上げ面粗さ等の属性情報を入力する。これにより、フィーチャ情報、属性情報が付いたデータが AP240 で表現される。

次の段階で、工程設計情報を指定する。工程の数、工作機械の種類、クランプ位置を指定する。今回のシステムでは、各工程について、システムが自動的にその工程で加工可能な Base Feature の候補を自動的に表示する。また、選択された Base Feature に属する Volumetric Feature が自動的に表示されるため、その工程で加工する Volumetric Feature を人間が指定することになる。

図 5-9 に具体的な手順を検討するために想定したサンプルモデルを示す。図 5-には、サンプルモデルを加工する基本的な方針を示す。ここでは、3 つの工程に分けて加工することとしている。

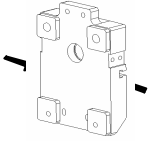
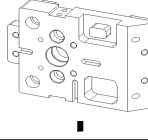
図 5-に、第 2 工程において加工する対象となるフィーチャの情報を示す。

図 5-に、今回想定したシステムで、第 2 工程の工程設計を行う手順を示している。最初に、第 2 工程で加工可能なスピンドルのベクトルに対して、そのベクトルで加工可能な Base Feature が示されるので、その中から実際に第 2 工程で加工を行う Base Feature を選択する。今回の例では、全ての Base Feature を選択している。

次に、選択した Base Feature に属する Volumetric Feature が表示されるので、その中から、実際に加工する Volumetric Feature を選択する。Side_AB1、Side_AB2 については、属する Volumetric Feature が存在しないため表示されない。ここでは、Plane_A1 に属する、Hole_A1、Grove_AB1 は親子関係になっていくことも考慮されている。

フィーチャが決定されると、そのフィーチャの加工方法を自動的に決定する研究開発は、以前から行われてきており、その成果を利用することで各工程における加工方法の詳細を自動的に作成することができ、図 5-には、第 3 工程に割り付けられたフィーチャから、加工方法を設定する過程をしめしている。

117

工程番号	使用工作機械	クランプの方向	加工フィーチャ割付の考え方
1	横型マシニングセンタ (テーブル回転機能付き)		B面のPlanar_face およびD, E面のPlanar_face (荒加工)
2	横型マシニングセンタ (テーブル回転機能付き)		A面およびC面のすべての加工フィーチャ
3	横型マシニングセンタ (テーブル回転機能付き)		D面およびE面のすべての加工フィーチャ

[工程の定義]

同一の工作機械上で、人手によるセットアップの変更なしに、連続的に加工が継続可能な作業の範囲

図 5-10 サンプルモデル加工の基本方針

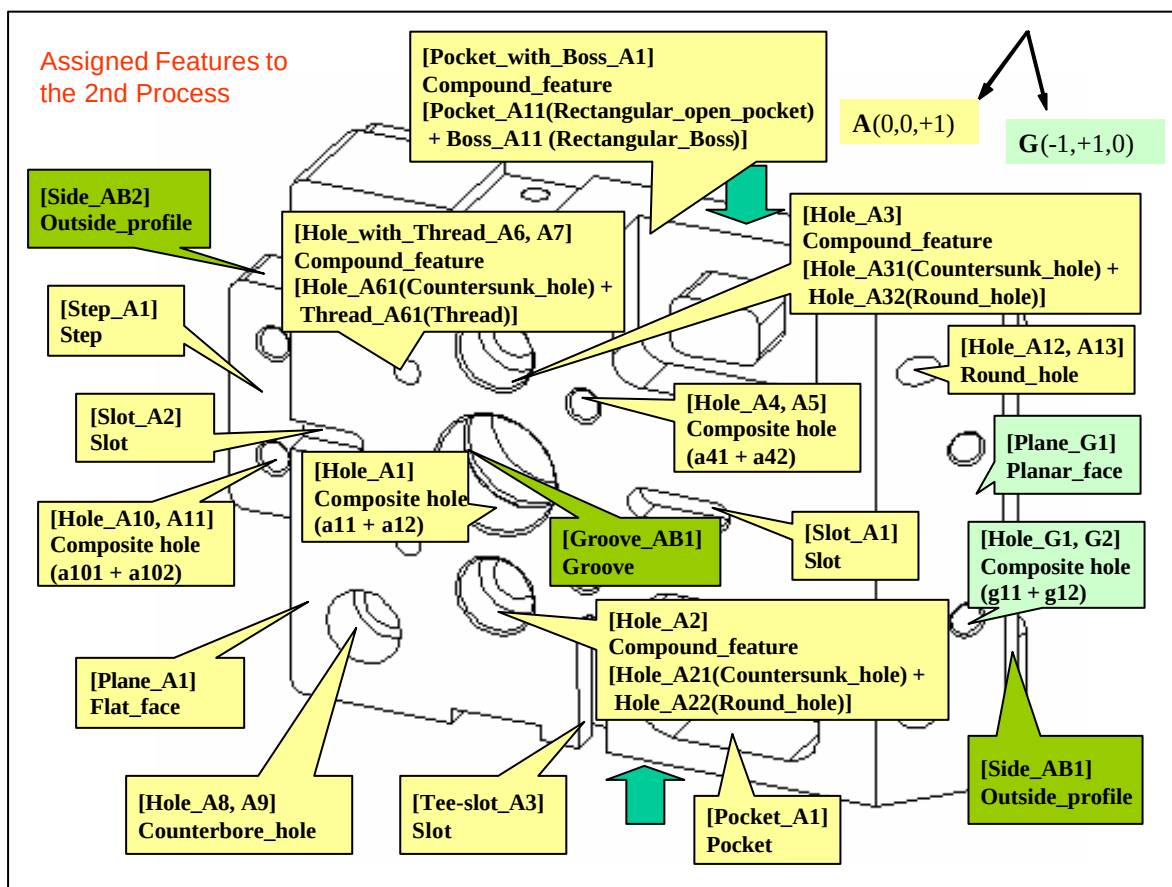
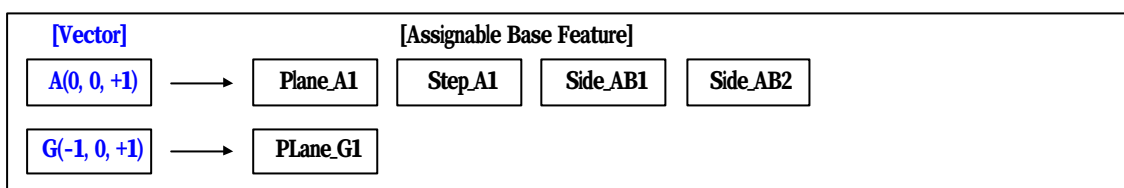
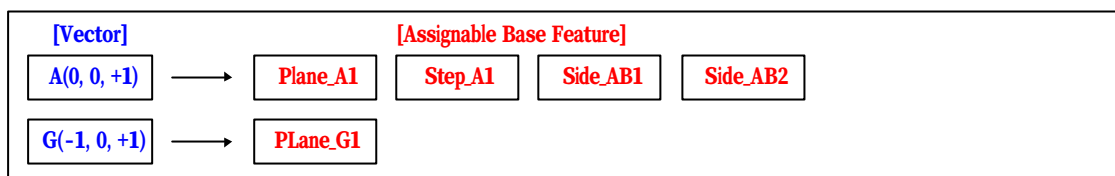


図 5-11 第 2 工程で対象とするフィーチャ

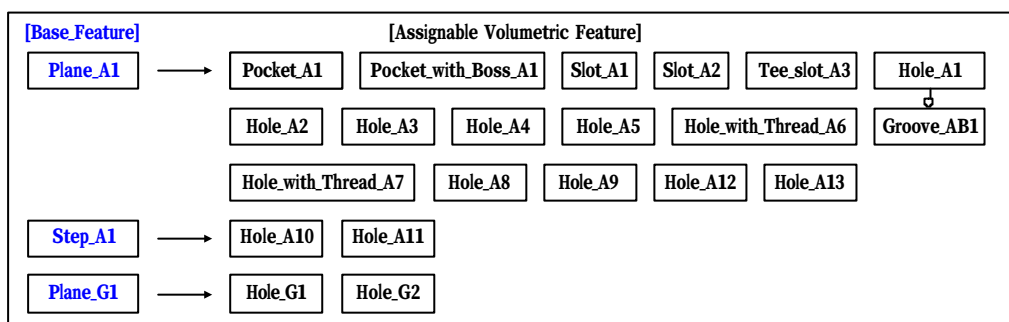
(1) Select **Base Features** assigned to the Process



(2) Display **Selected Base Features**



(3) Select **Volumetric Features** assigned to the Process



(4) Display **Selected Volumetric Features**

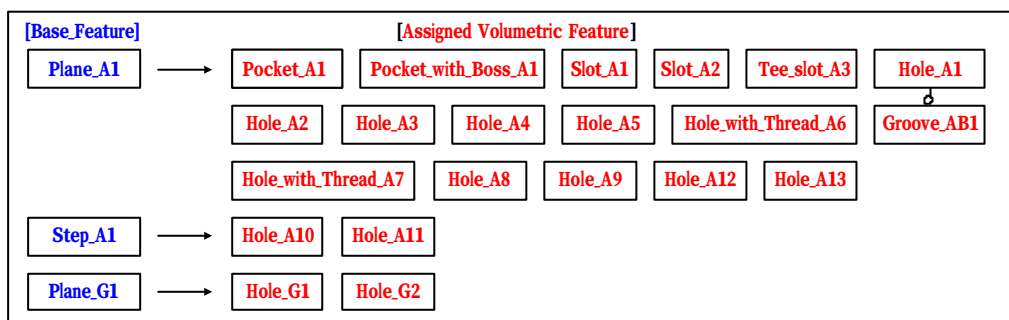


図 5-12 第 2 工程における工程設計

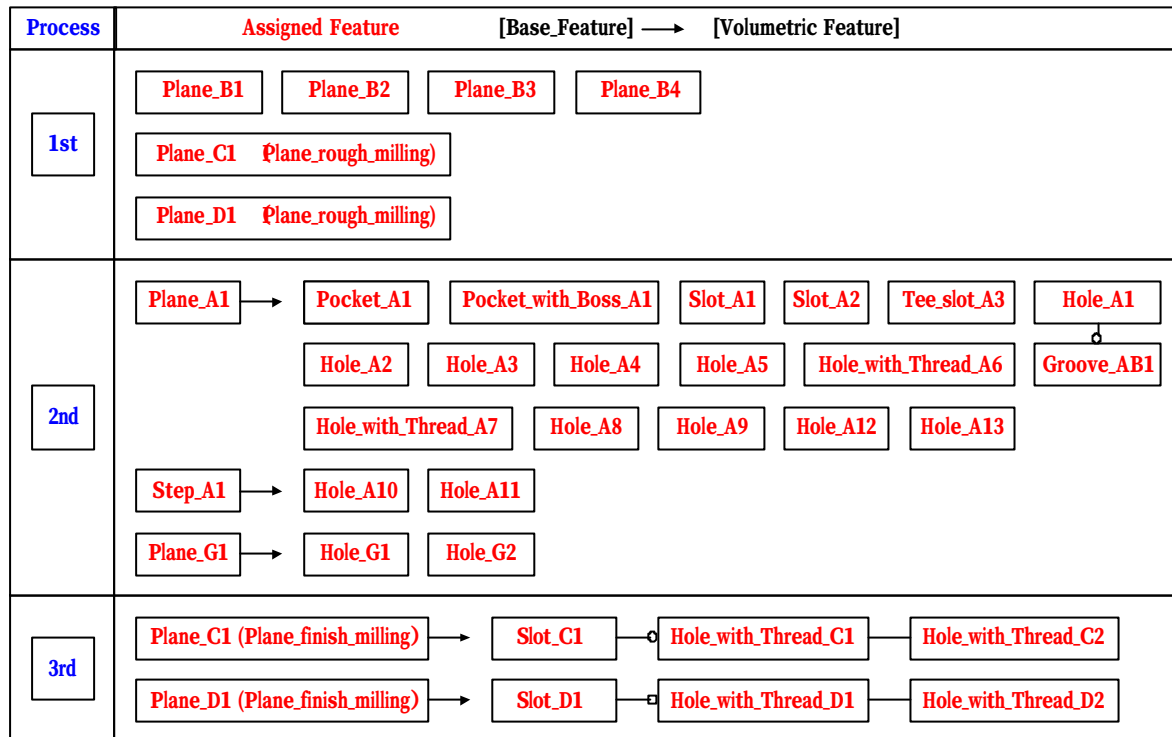


図 5-13 工程へのフィーチャの割付

Process	Machining Process Feature			Seq	ID of Workingstep	Operation Type	Tool Body	Tool Path Strategy
	Id	No	Type					
3rd	Head_D1, D2	2	Planar_face (Finish)	1	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill	Unidirection
	Slot_D1	1	Slot	1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
				2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
	Hole_D1, D2	2	Compound_feature	1	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill	-----
				2	Hole_D1,D2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink	-----
				3	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap	-----
	Hole_D11, D21	2	Countersunk_hole					
	Thread_D11, D21	2	Thread					
	Head_E1, E2	2	Planar_face (Finish)	1	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill	Unidirection
	Slot_E1	1	Slot	1	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
				2	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
	Hole_E1, E2	2	Compound_feature	1	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Twist_drill	-----
				2	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink	-----
				3	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap	-----
	Hole_E11, E21	2	Countersunk_hole					
	Thread_E11, E21	2	Thread					

図 5-14 工程のフィーチャごとの加工方法割付

5.3.2 AP240 利用により期待される効果

(1) 工程設計作業の効率向上

- 現状では熟練した経験者に任されている工程設計作業に関して、システムにより支援することで、今よりもより広いレベルの技術者が確実に行うことができるようになる。

- これにより、従来は限られた技術者に集中していた作業を緩和し、業務の集中によるタイムラグを無くすことで、設計作業の効率向上を図ることができる。

(2) 工程設計ノウハウの蓄積

- 工程設計に関する全ての情報を、標準化された表現方法で蓄積することができる。
- 従来は、NC プログラムしか残せず、工程設計の詳細については、担当者の経験としてしか蓄積されてこなかったが、AP240 利用によりデジタルで表現できる形式でノウハウとして蓄積することができる。
- 標準化された表現方法を利用するため、工作機械や CAM システムに変更があっても、工程設計に関するノウハウは、将来的にわたって活用されることが補償される。
- これにより、蓄積されたノウハウを迅速に明確に引き出すことが可能となるため、従来の経験者だけにたよっていた方法を脱却して、業務効率を改善することが可能になる。

(3) 生産データのトレーサビリティ確保

- 現状においては、実現されていない設計終了後から生産段階にいたるまでの、設計データのトレーサビリティを、AP240 の利用により確保することができる。
- これにより、品質を補償する裏付けデータを確実に保存することができる。

(4) 工程設計データの流通性向上

- 標準モデルで加工モデルを作成することができるようになり、異なるメーカーの加工機で同じ加工をスムーズに行うことができるようになる。
- 現状の CAM では、加工工程指示書、NC プログラム、工具軌跡図などを出力しているが、AP240 の利用により、一つのファイルで全てを表現することができるため、データ流通性が向上する。

(5) 工作機械における加工効率の向上

- 本来は、使用する工作機械に合わせて加工条件の変更が必要であるが、現状の方法では CAM 段階では使用する工作機械が決められないため、加工担当者が詳細な加工条件を決めている。そのために、一番遅い工作機械に合わせて条件を決定していることが多く、工作機械の性能を最大限に発揮させていない。
- AP240 の利用により、工作機械の情報を参照することができるため、使用する工作機械に最適な加工条件を自動的に生成することで、常に最大限に工作機械の能力を発揮できる加工データを得ることができるようになる。
- 同様に、工作機械情報を参照することで、実際に加工する前の段階で加工時間を求めることができ、複数の工作機械を利用した最適なスケジュール管理を実施することができるようになる。
- AP240 の利用することで、工程やフィーチャごとに加工情報を持つことができるため、全

体の工程や各フィーチャの加工段階で、何%の加工が終了しているかを把握することができるようになる。現状では、加工の進み具合を正確に把握することは難しい。これにより、工場全体の工程管理に利用可能である。

(6) 加工シミュレータの入力データとしての利用

- 実際に加工する以前に、工具の動きなどをチェックするためのシミュレータへの標準的な入力データとして、AP240 を利用することが可能である。
- 従来の方法では、シミュレータ用に入力データを作成する必要があったが、AP240 の利用により工程設計データをそのまま入力データとすることができるため、作業の効率向上が図れる。
- 正確なシミュレーションのためには、使用する工作機械の詳細な特性が必要とされるが、AP240 で参照できる形で工作機械の特性を整備することにより、精度の良いシミュレーションを効率よく行うことが可能となる。

5.3.3 活用されるために必要とされる条件

5.3.1 で示した AP240 活用のイメージをベースに、活用されるために必要とされる条件を整理した。

(1) プロトタイプシステムの供給

- AP240 を利用した工程設計支援システムのプロトタイプを開発し、それを無料あるいは比較的安価で手に入れやすい形で公開し、日本の産業界での適用を進めて効果を確認することが必要である。

(2) 工程設計支援エンジンの供給

- 工程設計支援システムのコア部分をエンジンとして、アプリケーションインターフェースを公開して、既存の CAM 等に容易に組み込めるよう整備して供給することが必要とされる。

(3) 加工技術データベース

- AP240 で利用可能な加工技術データベースを構築する枠組みを用意する必要がある。

(4) 属性情報の入力

- 設計段階において 3 次元 CAD で入力された属性情報は、自動的に参照できるようにすることが必要とされる。

(5) 品質トレーサビリティの要求

- 製品において、それが生産された段階から、設計の段階にいたるまで、品質のトレーサビリティを補償することが市場で求められた時には、CAD から CAM の間で、デジタルデータを用いてトレーサブルにする AP240 は必要不可欠なものになると考えられる。

5.3.4 効果的な利用促進の課題

5.3.1 で示した AP240 活用のイメージをベースに、工作機械メーカ及び CAM ベンダーからヒアリング調査により得られた意見を基に、効果的な利用促進を行うために必要とされる条件を整理した。

(1) 工程設計作業の効率向上に効果があることを示すこと

- 現状の手順の一部を、AP240 を活用した工程設計支援システムにより置き換えたときに、コスト削減や工数削減の効果が、どのように現れるかを示す必要がある。

(2) 蓄積された加工ノウハウの利用イメージを示すこと

- AP240 を利用し表現する加工ノウハウを、どのようにデータベースに蓄積するか、その枠組み、入力の方法について、具体的なイメージを示すことが必要である。
- 蓄積された加工ノウハウを、どのように利用して工程設計を行うことができるか、具体的なイメージを示すことが必要である。

(3) プロトタイプシステム、エンジン部分の開発費用確保

- 上記のように非常に多方面にわたる効果が期待される AP240 を利用した工程設計支援システムであるが、効果的な利用促進のためには、プロトタイプシステムを開発し、その実績を基にエンジン部分を産業界に供給していく必要がある。
- この技術は国内産業界で共通に利用することで、産業競争力促進のためには、より効果が大きいと考えられるため、その開発のための費用は、国からの支援を受けて確保し、成果を産業界に供給する仕組みが望ましいと考えられる。

5.4 普及のシナリオ

AP240 を利用した工程設計を普及するにあたり、そのシナリオを検討した。

普及のシナリオを以下の 3 段階に分けて考え、各段階において実施すべきことをまとめた。

- (1) 効果の検証
- (2) 利用環境の整備
- (3) 普及促進

5.4.1 効果の検証

(1) 主な実施内容

- プロトタイプシステムの開発
 - AP240 を利用した工程設計支援システムのプロトタイプシステムを開発する。
 - 3 次元 CAD データを入力データとして、工程設計をスムーズに行うことができるシステムの実現を目指す。
 - プロトタイプシステムとして、CAD、CAM とは独立のシステムとする。
- プロトタイプシステムの実業務適用による効果の確認
 - プロトタイプシステムを実業務に適用することで、工数削減やそれに付随する効果を確認する。
 - 従来の工程設計手順で実績のあるモデルを選択して、それにプロトタイプシステムを適用した場合について、従来の手順との比較検討を行う。
 - 確認された効果について整理し、加工関係の学会等への発表、機械加工関係への雑誌への投稿、ホームページ上での紹介を行う。

(2) 並行して実施しておくこと

- プロトタイプシステムの内容紹介パンフレットやホームページでの紹介資料作成
- 加工データベースの利用イメージの明確化
- 既存の CAD/CAM システムに AP240 を利用した工程設計支援機能を組み込む場合に必要とされる要件の調査
- 既存の工程設計システムの機能についての調査

5.4.2 利用環境の整備

(1) 主な実施内容

- エンジンの開発
 - AP240 を利用した工程設計支援システムのエンジン部分を、既存の CAD/CAM 等、他のアプリケーションに組み込めるようなエンジン部分として開発する。
- 加工データベースの枠組み明確化
 - 加工データベースに蓄積すべきデータを明確にし、データベースの枠組みを示す。
 - 加工データベースを利用して、工程設計がどのように変わることができるのか、具体的なイメージを示す。
 - 加工データベースを産業界で共有できる仕組みの実現可能性について検討を行う。

- 既存の NC プログラムが加工ノウハウを抽出し、それを加工データベースに蓄積する技術について研究開発を行う。

(2) 並行して実施しておくこと

- プロトタイプシステムの改良と、ソフトウェア信頼性の向上
- 設計支援システムおよびエンジンの供給体制及びサポート体制に関する検討
- CAD/CAM システムとの連携により、より効果的なシステムとして発展できる可能性について、ユーザのニーズ調査を実施
- 加工データベースの公開方法について、知的所有権も含めて考慮すべき点に関する調査を実施

5.5 普及促進

(1) 主な実施内容

- システム及びエンジンの供給開始
 - プロトタイプシステムをベースに開発した設計支援システム及びそのエンジン部分を産業界に供給する仕組みを構築し供給を開始する。
 - 同時に、システム及びエンジンの利用についてのサポートを開始する。
- 加工データベースの構築
 - 設計支援システム及びそのエンジンで利用可能な加工データベースの構築を行う。
 - 加工データを産業界で共有できるデータベースとして公開する仕組みを立ち上げ、そのデータベースにデータの蓄積を開始する。

(2) 並行して実施しておくこと

- 関連雑誌、ホームページ等により、システム及びエンジンに供給、加工データベースの構築について広く知らせる活動
- システム及びエンジンの適用事例集の作成
- システム及びエンジンの活用説明セミナーの実施

5.6 ヒアリング調査実施内容

国内の機械加工分野において、工程設計作業に関する現状及び今後必要とされるシステム利用に関して、工程設計標準モデルの工程設計への適用の観点から、工作機械や CAM システムを提供している企業に対して、ヒアリング調査を行った。

今回実施したヒアリング調査先を、表 5-2 示す。

表 5-2 ヒアリング調査先

組織	主要業務	実施日
A 社	工作機械の開発 CAM システムの開発	2004 年 1 月 26 日
B 社	CAM システムの開発	2004 年 2 月 4 日
C 社	CAM システム、加工シミュレーションシステムの開発	2004 年 2 月 5 日

5.7 ヒアリング調査結果

5.7.1 A 社

(1) 現状の問題点

- 現状では、CADからCAMが繋がっていない。例えば、CADで作成した穴を、穴として利用できるCAMがない。
- 設計者は加工がわからない。必要な公差によって加工方法は変わるが、設計者にはそれがわからない。
- CADからCAMにシームレスに繋げることにより、業務効率を改善することが、第一の目的と考えられるが、複合的に期待されることとして、技術の保存、ノウハウの蓄積がある。
- 標準データで加工モデルを作ることができれば、異なるメーカーの加工機に持って行くことができ、それは大きなメリットと言える。
- 公差については、設計者が正しく理解していないことが多い。± 0.0001という公差が、平気で図面に書かれたりする。加工のためには、なぜそのような公差に決めたのか、嵌め合い部品のように相手があるのかないのか、という情報が必要とされる。設計の要件を加工する側にどのように渡すのかが重要である。
- 同じ形状であっても、切削方法が異なることがある。金型メーカー、成形メーカーは、それを第一に考える。
- 穴が何のために空いているのか、その目的を加工のためには知る必要がある。それを知るための情報が公差であるが、十分に機能しているとは言えない。設計側と加工側とのコミュニケーションをとるためのものが必要である。
- 設計の段階で、パーツの機能までを指定することができると良い。固定なのか可動なのか、加工法に影響してくる。

(2) 工程設計の現状

- 現状では、金型メーカーにおける工程設計の段階は、各社に1人あるいは2人ぐらい存在するプロフェッショナルに依存している。そのプロフェッショナルの仕事は広範囲で多岐に渡り、ソフトウェアに代替することは難しいと考えられている。また、彼らは非常に忙しいため、後継者を指導する時間もなく、人材を育成できないでいる。このことは、どこの会社でも最も困っていることのひとつになっている。
- そのようなプロフェッショナルの具体的な業務としては、第一段階としては、過去の図面を探すことである。過去の図面で同様の加工を行っている例があれば、その時の工程設計仕様を利用することができる。過去の例が無い場合には、設計を起こすことになるが、担当する部門を決めることから、工程設計の図面のチェックまで広い範囲の仕事を行う。

(3) AP240 ベースの工程設計支援システムについて

- AP240をベースとした工程設計支援システムを考えた時に、誰が利用するのかが、現状の仕事をベースに考えるとイメージしにくい。今までにない新技術として、押し売りをしないと普及しないのではないかな。
- ISO6983のNCコードの羅列は、見る人が見ると、その内容を理解できるが、AP240データは中身を見てもわからないだろう。
- 工程設計支援ツールを考えた場合、CAD/CAMベンダーがサポートするのか、加工機械メーカーがサポートするのか微妙なところである。二面性を持っているといえる。ただし、工程設計支援ツールだけでは、新しい業務分野ができるとは思えない。
- CAM側から見ると、CAMが変化し、よりCAD的になると考えられる。
- 工程設計支援ツールのイメージとしては、もう一つ、別の何かの自動化が可能になって欲しい。それが何なのかは明確に言えないが、データの蓄積が必要とされるものだと考えられる。ユーザが望んでいるのは、もう一つ先の段階にあると思う。
- 工程設計支援ツールは、金型設計段階、生産・製造の上流段階で使用するようになるだろう。

(4) 加工情報データベースの必要性

- 工程設計支援ツールには、そのツールで利用するための加工情報を蓄積したデータベースが必要になると考えられる。そのデータベースに、誰がデータを入力するのが問題である。
- 既存のNCデータを吸い上げて、AP240に変換して蓄積していくことも考えられる。
- データは設計ノウハウであり知的財産的要素を持つため、それだけで勝負ができ、商売としても成立するが、データベースの枠組みだけでは商売にならない。その枠組みに何が入っているかが問題である。
- ただし、枠組みがあれば、そこに知的財産を蓄積できる可能性は理解できる。蓄積することにより、何らかの得をし、損はしないという感じはある。
- CAMの段階で、加工時間を推定することは、現状では難しい。生産管理に使用するためには、かなり精度を高めないと難しい。現状では、生産管理の方法は、各社各様である。
- 設計から出されたデータを基に、工程設計をいかに自動化するかは、必要とされている機能である。
- データを蓄積するだけでは使えないため、蓄積したデータを有効に利用できるようにすることが必要である。フィーチャ単位で、過去の要件を呼び出すような機能があると有効と考えられる。

(5) AP240 利用で期待される効果

- 現在のCAMでは、加工工程指示書、NCデータ、工具軌跡図などを出力しているが、AP240を利用すると一つのファイルにすることができるのではないかな。AP240を使用することで、画面上に形状を表示することも可能になると考えられる。現状は、形状の表示は、CAMの出力とは別のファイルを表示

することになる。

- CADからNCデータまでのトレーサビリティをとりながら、過去の要件を蓄積し、再利用を可能にすることが、一番重要な点であると考えられる。
- また、同じデータを利用して、ビューアでの確認も工作機械での加工も行うことができるのは、非常に重要な点である。
- 金型メーカでは、従来の設計手法を大幅に変えるパラダイムシフトにつながる可能性がある。
- 従来のCAMに代わるもの、CAMに含まれて従来とは異なるものに発展する可能性はある。CAMベンダーとしては、今後、どの方向に進むべきかが課題となっている。技術の保存、工程設計の自動化など、どこに可能性があるかを検討している段階である。

(6) AP240 利用と普及に向けての取り組み方

- 金型メーカはAP240導入により得すると思われるが、CAMベンダーに対しては得になることはない。複数ベンダーがサポートするようでないに対応しないだろう。逆にCAMを変えても良いことになるため、ベンダー側としては後ろ向きにならざるを得ないと考えられる。
- CAMベンダーを考えた時に、顧客から強い要望がないと動かないだろう。AP240の普及を考えた場合には、顧客側に売り込むことができると有効である。
- 普及にあたっては、導入することで、どのようなところに競争力を付けることができるかを示せば良い。
- 一つのベンダーで閉じられるのであれば、AP240は不用である。複数のベンダーが参加する活動があり、AP240に対応していないと業界では受け入れられないというイメージが必要とされる。
- システムの供給側から考えると、AP240に対応することは、開発工数はかかるが、アプリケーションとそれに付随するツールが拡販できれば基本的に問題ない。システムの利用者側から考えると、データの再利用が効率よくできれば効果があがる。
- どこかの企業や団体が、率先して進め、効果を確認していかなないと推進できないと思われる。
- なかなか気楽に取り組めるものではない。加工に関する情報、ノウハウを入力するだけでも、相当な作業になるだろう。一方、ビューアを開発するだけであれば、それほど時間はかからないと考えられる。自動化を行うところが大変なのは。
- 製造現場で、加工に関する情報を、このように入力して蓄積していけば良い、ということを示せると良い。

(7) シミュレーション機能への利用

- CAMと実際に工作機械で加工する段階の間に、シミュレーションの段階が入ることがある。多軸の加工機の場合には、部品、治具、加工機の干渉の問題があるため、シミュレータで確認をする必要がある。
- また、一つの部品に200～1000の穴が開けられることになるため、実際に加工をする前に加工漏れをチェックする必要がある。現状では、人間の目で見てチェックを行っている。
- CAMが出力する工作機械用のデータと、ビューワで表示するデータは、従来は異なるものだったが、AP240でそれを同じデータにすることが可能と考えられる。
- 工作機械側にシミュレーション機能を用意し、その入力にAP240を使用することは、いろんな面で効果的であると考えられる。工作機械の詳細な情報は、通常は公開されていないため、工作機械側にシミュレーション機能を持たせられると、精度の高いシミュレーションが可能になる。

(8) 工程管理への利用

- NCデータでは、ストロークの全範囲は、実際に機械を動かしてみないとわからない。CAMでも、機械

の詳細な情報がわかっていないと、オーバートラベルになってしまう。工作機械により、スピンドルスピードが異なるため、加工速度も変わってくる。

- 複数の性能が違う工作機械を持つ現場では、加工担当者が空いている機械で加工するのが普通である。CAMでNCデータを作成する人は、作成したファイルをサーバに記録し、そのファイルを加工担当者がダウンロードして工作機械に入力する。
- 本来は、工作機械毎に条件の変更が必要であるが、CAMの段階では使用する工作機械を決められないため、加工担当者が決めている。あるいは、一番遅い工作機械に合わせて条件を決定していることもあり、その場合にはせっかくの工作機械の性能を発揮できないことになる。
- ワークの向きなどは工作機械によって得手不得手があるため、本来は、NCデータは機械毎に作るべきである。
- AP240では工作機械の情報を利用できるため、加工の前に複数の工作機械用に工程設計を行ったデータを用意し、それに従って加工時間を算出することで、最適なスケジュール管理を実施できる可能性がある。また、異なる工作機械を、同一のデータで扱うことができる可能性がある。
- 現状では、加工の途中で、全体のどれだけ加工できたかを示す方法がない。AP240には、工程毎、フィーチャ毎の加工情報が含まれるため、全体であるいは各フィーチャで、何%の加工が終了しているかを示すことができるはずである。これは、工場全体の工程管理にも利用することができる。
- 現状のCAMでは、加工予想時間を求めることができるが、これは切削長から推定したもので、コーナでの工具の加減速などの影響等を考慮していないため、信頼できる値になっていない。

(9) その他

- シミュレータについては、工作機械のパラメータは基本的に公開されていないため、機械ベンダーが作るシミュレータでなければ信頼性の高いものにならない。

5.7.2 B 社

(1) 現状の問題点

- 現状における工程設計は、ノウハウを持った経験者が、設計された形状を見て、頭の中で加工の工程を組み上げている職人芸に近い領域である。
- 実際に加工を行う前に、加工のシミュレーションを行って、削り残しがないかどうかをチェックすることは行われている。

(2) 加工情報データの蓄積

- 工程設計のデータ蓄積を促進するために、既存のNCプログラムからノウハウを吸い上げる仕組みを、北大工学部で研究開発している。工具の仕様を指定する必要があるが、工具の動き方からどのようなフィーチャを加工しようとしているかが求めることができる。これにより、NCプログラムをベースに、AP240の形でノウハウの蓄積ができるのではないかと考えている。

(3) AP240 ベースの工程設計支援システムについて

- 工程設計の完全な自動化は難しいと考えている。ただし、何らかのかたちでサポートする仕組みは必要であると思う。
- ワークの取り付け・取り外しもAP240で記述可能である。
- 今回の工程設計支援システムに関しては、加工を行っている人たちにとってニーズがあるものと考えられるが、以下のような課題があると思う。
 - 誰が、どのタイミングで行うものなのかを示すことが必要。
 - 加工を知った人でなければできない。設計者ができるものではない。
 - 属性情報を付け直す必要がある。CAD で入力してあるものを参照せずに再入力が必要であるのは使われない原因になる。
 - CAD で入力されている情報は、自動的に参照できるようにすることが必要。
 - 何かしらの入力作業が必要であり、そのための時間が必要である。従来の方法より短縮できることを示すことが必要。
- CADからCAMまで、統一された一つのシステムで利用されているところでは、必要性は低い。
- ただし、その統一されたシステムの中で、工程設計を担当する一部分になることができれば有効であると考えられる。
- AP203E2には公差、粗さの情報が含まれているので、これを取り込まれて入力となるのであれば、Base Featureも自動認識できるようになるはず。
- 基本的には、CADとCAMが別々のプラットフォームであることを想定している。
- グループとしてサポートするCADはUGであるため、ファイルのインターフェースもUGが持つ仕組みをそのまま利用している。AP203E2へのトランスレータはUGが開発することになる。
- CAM側のシステムベンダーにとっては、CAMを工程設計の領域まで拡大することができるので、自社製品の付加価値を上げることができるだろう。

(4) 製造メーカーのニーズ

- 最近、1、2年の製造メーカー動きとしては、図面レスへのニーズが高くなってきている。CADからCAMへと、図面を使わずにデジタルデータだけで情報を伝達し、設計から加工までを行えるようにすることが望まれている。
- 現状では、設計から3次元データが出されても、それを加工にダイレクトに利用できない。また加工の結果を設計に対して、データを介してフィードバックすることができないことが問題になっている。
- 実際にはお客様はCAD/CAMを統一していることは多くなく、適材適所でCAD/CAMを使い分けている。そのような中で、図面を少なくしたいと言う要望も増えてきている。
- その点では、AP240は工程設計を記述する標準であり、CAD/CAMベンダーは一つの驚異として注目する必要があると考えている。ユーザの要望を解決できることがわかれば、ベンダーも自社製品に取り込む開発が進むと考えられる。
- ただし、普及という点に関しては、普及のために必要とされる項目を、もっと数多くあげて検討を進める必要があると考えられる。

(5) AP240 利用で期待される効果

- 工程設計に関するシステムをベンダーとして開発することを考えたとしても、考慮すべきポイントは以下に示すように多岐にわたり、最初から開発しようとするのと相当の工数が必要とされる。AP240は、工程設計に必要とされる情報を含んでいるため、これをベースに開発すれば開発時間の短縮を図ることができると考えられる。
 - 形状の取り込み
 - フィーチャの認識
 - 属性情報の追加
 - その他
- このような工程設計を行わなければならないような加工が、どのくらいあるのかを把握しておく必要があるだろう。プレートに穴だけあれば良いような場合でも、工程設計をする必要があるのか。
- 工程の複雑さにかかわらず、工程設計の内容をデジタルデータとして保存しておけることが重要であると考えられる。

(6) CAD から NC へのトレーサビリティ確保

- 現状では、CADからNCへのトレーサビリティがとれていない。外部に注文するために必要なデータとして、共通なデータフォーマットを利用することができれば、トータルとしてコスト削減を図ることができると考えられる。
- 工程設計の段階においてトレーサビリティが取れていないことを問題にすることも、普及促進を進める点で考慮する必要があるのではないかと。認証制度の枠組みの中で参照するようなものになれば、一気に普及することも考えられる。
- なにかしら事故が発生した時に、手順を要求されることが今後は考えられる。そのような時に、手順書のような形で残せていれば、責任の所在を明確にすることができる。
- いずれにしろ、CAD、工程設計、NCプログラムを、セットで残しておくことが必要と考えられ、そのためにAP240は有効な規格であることをアピールして行く必要があるだろう。

(7) AP240 利用と普及に向けての取り組み方

- アプリケーションがなければ進まない。工程設計支援のエンジンとしてコア部分を供給することが、普及を進める前提になると考えられる。国のプロジェクトとして工程設計支援ツールを開発し、安価で公開することができれば利用が促進されることが考えられる。
- CAMでそれなりにシェアを持っているベンダーが工程設計部分に機能を拡大していくために利用すれば、支持されることが考えられるが、シェアの低いCAMベンダーが取り組んでも厳しいと思われる。

5.7.3 C 社

(1) 現状の問題点

- 現状では、加工の手順の決定は、熟練者の経験に任されている。2段のポケットの加工手順にしても、1段目の深さで全体を加工した後2段目の深いところを加工するか、二つのポケットに分けてそれぞれを加工するかは、いろいろな条件で変わってくる。
- CADからNCプログラムの流れの中で、一番難しいところが、現状でもシステム化できないで残っている。
- 以前に、AI（人工知能）を利用して、加工工程設計システムの構築にチャレンジしたことがある。言語としてはLISPを使用して、設計者の知識を埋め込む事を目指したが、ノウハウの蓄積は難しく、知識を入れても新しい場面に適用したときには現実的では無い解を出すこともあり、実用化はできなかった。
- いかにオペレータの負担を減らすことができるかがポイントであると考えられる。
- 加工工程設計を行うシステムとしては、Mill-Planがある。

(2) AP240 普及のために

- 現時点でCADデータからNCプログラムまで流れる仕組みが手作業も含めてあると思うが、それに対して今回考えているシステムを置き換えた時に、コスト削減や工数削減の効果が、どのように現れるかを示せると良い。
- 工程設計のデータを標準の表現方法で蓄積しようという方向性は、非常に良い考え方であると思う。ただし、普及のためには、現状と比較して、それによる効果がどれだけ上がるのかを示すことが必要である。

(3) AP240 の利用方法

- VERICUTのような加工シミュレーションシステムの入力として使用することは可能であると考えられる。
- VERICUTは、NCマシン上での干渉や削り込みのシミュレーションを行うシステムであるが、入力としてはNCプログラムを用いる。NCプログラムには工具や加工機の情報が含まれていないため、ユーザが入力する必要がある。ただし、正しい値を入力しているかの保証はなく、信頼性を上げるためには、このデータの精度を上げる必要がある。
- AP240で表現するデータには、工程設計のデータが全て含まれるため、正確なシミュレーションを行うための入力データとして十分に使用できると考えられる。
- 顧客からはVERICUTでのシミュレーションで確認を行った後に、データを納品することが求められることもある。

(4) 国内 CAM ベンダーの状況

- 日本国内のCAMユーザは、海外のユーザに比べると、パスの細かな出力方法などへのこだわりが厳しく、要求が厳しい傾向がある。CAMベンダーとしては、その要求に対応していくことが求められる

め、CADのように大手海外CADベンダーに市場を独占されることなく、国内のCAMベンダーが存在価値を発揮していると考えられる。

(5) 加工情報データベースの活用方法

- AP240を利用したシステムを活用するためには、加工情報のデータベースが必要と考えられるが、そのデータベースを作っていく上での指針があると、ベンダーも取りかかりやすくなると考えられる。
- AP240を利用することで、工程設計の情報を標準の表現方法で蓄積できるようになることは、非常に意味があると思う。ただし、そのように蓄積したデータはノウハウであり、そのノウハウをどのように利用して工程設計を行うことができるかのイメージを示して欲しい。
- 今回のサンプルでも、最初の段階で加工の工程を三つの工程で行うことが決められているが、なぜ、この三つの工程に分けることになったかがノウハウであり、そのノウハウが蓄積したDBの中からどのように得られるのかを示すことができれば、システムの効果を納得させることができるだろう。ただし、非常に難しいことだと思う。
- 加工する精度の問題、加工する形状の類似性、加工する面の面積などから、ある程度判断して行くことはできないだろうか。

5.8 おわりに

本業務では、製造業における設計部門と生産部門とで共有可能とするデジタル製品モデルを実現するAP240に関して、それを活用する具体的なイメージを示し、活用されるために必要とされる条件について、製造業に関係するエンジニアからの意見を参考として検討し整理を行った。また、効果的な利用を促進するにあたって課題となると考えられることについても、リストアップすることができた。それを基に、AP240の普及を進めるために効果があると考えられるシナリオを作成した。

AP240は、過酷な国際競争に直面している我が国の製造業において、現状の問題を解決し、産業競争力をさらに強化するために有効な規格であると考えられ、期待される効果は大きい。今回の業務が、AP240を普及させ、我が国産業界の発展に結びつくことができれば幸いである。

6. 結論

6.1 まとめ

本研究における最大の成果として Process Plan AP240 の DIS 化をあげることができる。ISO/TC184/SC4における Manufacturing Task Forceによる STEP/APsのレビューから始まり、工程設計 AP の規格開発とその DIS 化を3年間の短期間で実施できたことは、ECOM/JSTEP 組織が長年にわたって STEP 活動を継続し、毎回、国際会議に多くの専門家を派遣し、諸外国に多くの知人を持ちえたこと、生産技術に関して日本に多くの専門家がいたこと、また世界は生産技術に関して日本を高く評価していたことが、このような成果に結びついたと言える。

生産設計に必要な生産資源（工作機械・工具）のモデル化に関しては今後の研究成果が期待される領域であるが、工程設計プロセスとのインターフェースが重要であることを十分認識して研究開発する必要がある。また CAD/CAM のインターフェースとしての加工特徴情報モデルに関しては国際規格 STEP/AP224 が制定されているが形状特徴の観点が強く、CAD と工程設計のインターフェース（すなわち工程設計の入力モデル）としては有効であるが、工程設計の出力モデルとしては十分とはいえない。本研究において、STEP/AP224 をベースに3D製品モデルから加工特徴を抽出し、工程設計 AP(AP240)を介在させ CAD/CAM 統合システムの開発を推進している段階にあるが、工程設計結果の表現には、加工機能の観点から再整理した加工特徴モデルの体系化が必要とされる。

生産技術・生産システムの進化とは、生産知識・技術・資源の再利用・再編・蓄積の中で、新たな生産知識・技術を生成する事であると考え、生産知識・技術・資源の利用・蓄積を可能とする基盤的生産技術情報モデル化技術が必要とされる。この目的のために、生産技術および生産システムにおける、あらゆる加工知識・技術・資源を再利用・再編可能な形式で外在化し蓄積・交換することができる情報モデル化技術 STEP/EXPRESS の更なる展開が望まれる。

6.2 技術開発

本調査研究によって得られた技術的な成果について報告する。

6.2.1 得られた成果

本調査研究が対象としてきたマシニングプロセスモデルは、生産設計に必要な生産資源（工作機械・工具）の情報モデル化に関しては今後の研究成果が期待される領域であり、本研究はその端緒となる試みであり、これを国際的な枠組みで実施し、国際標準案として可否を問えるまでまとめ上げたことである。

従来、機械製造業においては、製品設計から製品加工の間には技術的なギャップが存在しており、それぞれ独立した技術体系、組織を持っている企業も少なくない。

また、日本の製造業の強みがこの製品加工にあると従来言われてきている。しかし、トヨタ生産方式のコンセプトである「売れるものを売れるだけ作る」ことで、企業が利益を生み出すためには、売れるものを作る必要があるのは当然のことであり、製造業の基本はいかに売れるものを開発し、さらに、それを消費者の負担可能な価格で消費者が望むだけ提供し、利益を出せるかと言うことである。このため、従来の設計・製造システムの高度化は、設計工程の CAD の導入と製造工程の CAM の活用という 2 つの方面から実施されてきている。しかし、製品の設計結果である CAD データをベースに如何に効率良く加工するかまた、如何に初期投資を少なくして生産を行なうか等、企業のニーズに従った加工方法の検討を行なう加工工程設計の分野における IT 化はあまり進展していなかった。

本調査研究では、この加工工程設計そのものを標準化するものではない、加工工程設計で作成される情報を表現する方法を表現する方法を標準化するものである。従って、従来は企業ごとに製造現場のエキスパートの経験に裏打ちされた加工工程設計のノウハウを、国際的に共通な方法でコンピュータシステム上に表現する標準を作成したことである。製品そのものの相違、製品を作成するために使用する機材、人件費、物流体制など、製品を効率良く生産するために考慮せねばならない条件は多岐に渡る。このため、工程設計の担当者は、その生産現場における最も経験のある技術者がこれらの条件を考慮して、その環境などを考慮して考える最善の工程設計を行い、製品の生産を行なってきた作業工程を表現する手段を作成してきたことになる。

工程設計の上流にあたる製品設計の分野では、2 次元 CAD システムから 3 次元 CAD システムへの移行が進んでいる。同様に、工程設計の下流にあたる製品製造においても、CAM の 3 次元化が進行しており、データの流通を図るためには、この工程設計のシステム化が必要である。世界的な大企業であれば、自社システムとして工程設計情報を管理するシステムも構築できるであろう。しかし、わが国の大多数を占める中堅、中小企業においては、工程設計支援する汎用のツールがシステムベンダから提供されなければ、工程設計システムを構築することはまず不可能である。この意味でシステムベンダが工程設計支援システムの提供におけるリスクを少なくする国際標準の開発は重要である。

なぜなら、国際規格そのものは実際の強制力を持たないが、利用者が国際規格に準拠することを求めれば、相手はそれ以上の技術的な正当性を作成することが非常に困難になるからである。このことが技術的な強制力として働くことを期待できる。

一方、加工のための属性情報の調査研究の成果としては、加工対象を金型部品に限定し業務効率を上げるための要件の抽出に焦点を当ててきた。この成果として、金型部品の加工に必要な加工形状とそれに付随して必要な情報要件が抽出できた。この分科会には、多くのシステムベンダもオブザーバとして参加いただいております、金型産業における加工属性情報のニーズとその表現方法とを確認することができた。さらにこの加工属性情報を国際標準であるISO10303-224 との対応付けも実施し、このサブセットと位置づけ可能とする調査を実施し、国際標準の機能不足をも明示した。

これらの成果に一貫していることは、製品ライフサイクルにおける設計から生産に必要な情報の共有における理解と関連する規格群の整理が重要であることであり、これこそがとりもなおさず、設計・製造に渡るデータモデルのフレームワークである。

6.2.2 当初の目標に対する達成状況

マシニングプロセスモデルの開発は、目標通りデータモデルの基礎的なフレームワークを構築できたものと評価しており、当初の目標は達成したものと考えている。

一方、加工属性に関する調査研究は、加工形状特徴に付加する製造に必要な加工属性についての利用者の視点からの要件抽出であり、最も効果の大きな形状特徴に関するデータモデルを作成したことは非常に優れた成果であるといえる。従来のCAD データと加工形状特徴の間のギャップを埋めるべく開発されたISO10303-224 にこの研究成果により、修正提案を提出できたことは、この技術開発のレベルを示しており、当初の目標は達成している。

6.2.3 今後の課題

本調査研究がスコープとしてきた生産設計に必要な生産資源（工作機械・工具）のモデル化に関しては、生産に携わる人々の間では重要であることが認知されているが、従来はそれほど注目されてきたわけではないが、今後も研究を続ける必要がある領域である。設計生産に従事する立場からは、大いに成果が期待される領域でもある。生産資源（工作機械・工具）のモデル化においては加工手段、工作機械、工具決定される工程設計プロセスとのインターフェースが重要であることを十分認識して研究開発する必要がある。また、CAD とCAM のインターフェースとして重要な規格として加工特徴情報モデルに関しては国際規格 ISO10303-224 が制定されている。ISO10303-224 はその規格の名称が示す通り形状特徴の観点が強く、CAD と工程設計のインターフェース（すなわち工程設計への形状入力モデル）としては有効であるが、工程設計の結果を表現する出力モデルとしては十分とはいえない。現在は、マシニングプロセスモデルの開発を通して、ISO10303-224 をベースに3D製品モデルから加工形状特徴を抽出し、工程設計データモデル（ISO10303-240）を介在させCAD/CAM 統合システムの開発を推進している段階にある。この工程設計結果の表現には、マシニングプロセス以外にも存在するさまざまな加工機能の観点から、再整理した加工特徴モデルの体系化が必要である。

6.3 国際標準化

6.3.1 「マシニングプロセスモデルの位置付け」に関する国際調整

機械生産プロセスシステムの標準化において、生産過程の全体統合におけるマシニングプロセスモデルの位置付けに関して研究し、その成果を ISO TC 184/SC 4 Industrial Data に持ち込んで国際調整を行った。

1) 第 1 段階の研究

本研究の第 1 段階の研究として、平成 10 年度から、“生産過程全体を一貫してデジタルデータで統合する”ことを目指すためには、TC 184/SC4 での AP (Application Protocol) 開発で行われていた、個々の業務分野ごとに活動モデル AAM (Application Activity Model) を個別に検討するアプローチだけでは不十分で、製品の生産過程全体を対象とした活動モデルが必要である、との認識に立って研究を行った。この研究で I-AAM (Integrated Application Activity Model) を開発した。

2) IMTF (Integrated Manufacturing Task Force) の編成

この成果を TC 184/SC 4 に持ち込んで、下記の提案を行った。(平成 12 年 10 月)

- ④ TC 184/SC 4 が掲げている、生産過程全体を一貫してデジタルデータで統合するために必要な規格群を構築するためには、TC 184/SC 4 と関連する規格群について、生産過程全体を統合する立場からの見直しが必要であり [21]、
- ⑤ 工程設計に関する規格 AP213 が管理データに限定されているのは不十分であって、工程設計の結果としての技術データを含む規格を開発すべきである [22]。
- ⑥ これらの問題を集中的に検討する Task Force を TC 184/SC 4 のもとに編成すべきである。

この日本提案を受けて、TC 184/SC 4 のもとに、下記を任務とする Integrated Manufacturing Task Force (以下「IMTF」) が編成され、日本がリーダを務めた。(TC 184/SC 4 決議 第 477 号)

- ⑥ Integrated Manufacturing が対象とすべき範囲を定義し、
- ⑦ この範囲全体を網羅する Integrated AAM を作成する。
- ⑧ Integrated AAM に照らして、現状の SC4 及び関連規格を評価して、重複や不足を識別する。
- ⑨ これらをもとに、現状の SC4 及び関連規格の拡張要求を作成する。

3) IMTF の活動

IMTF では TC184/SC4 で、製品の生産管理を含む生産過程に関わる規格開発を担当している各作業グループのメンバーのほか、SC1/WG7、又 ISO TC29/WG34 の参加を得て、生産過程の全体統合に関して、広く活発な検討が行われた。

日本提案は「生産技術と生産現場との技術的統合」という意味合いで“Integrated Manufacturing”という用語を用いた。一方欧米のメンバーの理解は、更に生産管理、生産現場の実行管理を含む「生産工場全体の統合」というものであった。“Integrated Manufacturing”の対象範囲についての、この認識の差があることを相互に理解するまで、議論が沸騰した。最終的には“Integrated Manufacturing”という用語は後者の意味で用いることとなった。

この過程で下記項目が追加され、この作業に SC4 WG10 Framework Project の日本のメンバーが参画した。(平成 13 年 6 月)

- ⑩ SC4 Industrial Data Framework [13]の視点から“Integrated Manufacturing 全体モデル”を作成

する。

4) IMTF の終結

IMTF は“ Integrated Manufacturing 全体モデル ”等 [33]～[36]の検討（平成 13 年 10 月）を経て、報告文書 [41]～[45] を取りまとめて終結した。（平成 14 年 3 月）（TC184/SC4 決議 第 527 号）

6.3.2 IMTF での検討内容

以下に、IMTF の Executive Summary [41]に沿って、IMTF における検討概要を説明する。

1) “ Integrated Manufacturing ” の位置付け

Integrated Manufacturing，即ち生産過程の全体統合を検討する場合，製品から出発する「製品の生産」という立場と，生産設備から出発して製品生産のための「生産設備の運用」という立場の二つのアプローチがある。この二つの関係の理解を助けるために，製品のライフサイクルと生産設備のライフサイクルが交差することを示す図が SC4 Industrial Data Framework [13]において展開されている。

この図を用いて，図-6.3-1 において Integrated Manufacturing が位置付けられた。[41][43]

即ち，設計－生産－運用－支援－廃棄からなるライフサイクルは，製品においても，生産設備においても同じ順序をたどるが，「製品の生産」のために「生産設備を運用」する時点で両者は交差する。

（尚，その後，新規の製品開発と，その新規製品を生産する生産設備を新規工場建設か，既設工場の改修かのいずれかで実施するかは，企業の最高意思決定事項に属するものであって，新製品開発の初期段階で同時に併行して検討される，ことが明らかにされた。これを踏まえて，“ Integrated Manufacturing ”は「既設の生産設備の運用による製品の生産」に対象範囲を絞り，生産技術の検討過程で既設の生産設備に不足があれば生産設備の変更要求を提出することとし，生産設備の新規建設／改修のための設計・管理・調達・建設は“ Integrated Manufacturing ”の対象範囲からは除外することとした（平成14年8月）。この報告書に記載の図-6.3-1はこの最新版を載せており，[41][43]の元の図とは異なっている。）

2) “ Integrated Manufacturing の全体モデル ” と対象範囲，構成要素

Integrated Manufacturing のように広範囲な活動モデルを検討する場合，管理業務(Business)，技術活動の実施(Operate)，手段(Means)の 3 階層に区分した図を用いて諸活動を位置付ける方式が SC4 Industrial Data Framework[13]において提案されている。

この方式を用いて，図-6.3-2 において “ Integrated Manufacturing 全体モデル ”として，関連する諸活動を位置付けし，Integrated Manufacturing の対象範囲とその構成要素が図解された。[41][43]

（尚，この図は “ Integrated Manufacturing ” の対象範囲に関する上記図-6.3-1 に対応している。）

即ち，

- ⑤ 製品開発のための計画管理／プロジェクト管理，製品の設計形態を設定する形態管理，概念設計から詳細設計に至る製品設計を，上流の活動として Integrated Manufacturing の対象外とし，
- ⑥ “ Integrated Manufacturing ”は，これら上流の活動から必要な情報を受け取る時点から始めて，大きく下記の二つに区分される活動を対象範囲とする。

- ⑦ 客先要求仕様を実現するために生産すべき製品の生産指示形態を決定し、生産された製品の形態を記録する形態管理、生産計画、資材調達、及び生産現場の実行管理等、生産の管理活動に関わる“Integrated Manufacturing Management”，
- ⑧ 生産技術、及び生産設備を運用して製品を生産する実際の生産の技術活動に関わる“Integrated Manufacturing Technologies”。

3) マシニングプロセスモデルの“Integrated Manufacturing 全体モデル”における位置付け

“Integrated Manufacturing 全体モデル”において、マシニングプロセスモデルは、P-A351 : Engineer Manufacturing for Mechanical Parts / Assembly、及び F-A6 / P-A53 : Operate Facility for Produce Products を含む Integrated Manufacturing Technologies、と位置付けられている。

4) “Integrated Manufacturing 全体モデル”上での STEP AP と関連規格の位置付け

次に、Integrated Manufacturing を実現する上で、開発済み、及び開発中の規格の充足状況を確認するために、STEP AP と関連する ISO 規格を“Integrated Manufacturing 全体モデル”のうえで図-6.3-3、図-6.3-4 にて識別し、位置付けた。[41][43]

6.3.3 もう一つの IMTF の成果、AP240 : Process plans for machined parts の開発開始

この IMTF での検討を経て、「工程設計の結果としての技術データを含む規格を開発すべきである」との日本提案の理解が広がり、これを背景に米国にて「工程設計の技術データを含む新たな規格の開発が必要」との動きが起こった。即ち、数年に亘る日本の働きかけの結果として、日米の共同プロジェクトリーダーのもとに、工程設計に関する規格の新規開発提案が各国の支持を得て決定し、AP240 : Process plans for machined parts の開発が開始された。（平成 14 年秋）

6.3.4 まとめ

1) AP240 : Process plans for machined parts の開発

工程設計の結果としての技術データを含む工程設計 AP240 の規格開発が進行中であり、現在 DIS の段階にある。

2) “Manufacturing Suite”としての STEP 関連規格群

以上のように“生産過程全体を一貫してデジタルデータで統合する”ことを目標として、機械生産プロセスシステム標準化の研究と国際標準化を展開してきたが、この活動により、下の表と図-6.3-5 のように、“Manufacturing Suite”（機械生産のための一揃えの AP 群という意味）としての STEP 関連規格群が整備される見通しとなった。

プロセス	内容	対象データ	規格
製品設計	製品形状の設定	設計データ	AP203：形態管理された設計データ
	（加工形状特徴の設定）	加工形状特徴	AP224：加工形状特徴の定義
生産技術	加工形状特徴 （の抽出又は設定）	加工形状特徴	

	工程設計	工程設計データ	AP240：工程設計データ
	NC データ準備	CNC データ	ISO 14649：CNC データモデル
生産	NC 加工	CNC データ	AP238：ISO 14649 の AIM

参考文献

6.3.5 A.1 Base Documents

- [1] ISO 10303 Product data representation and exchange -
Part 203 Configuration controlled 3D designs of mechanical parts and assemblies
- [2] ISO 10303 Part 213 Numerical control process plans for machined parts <Project withdrawn>
- [3] ISO 10303 Part 214 Core data for automotive mechanical design processes
- [4] ISO 10303 Part 219 Dimensional Inspection <TBD>
- [5] ISO 10303 Part 224 Mechanical product definition for process planning using machining features
- [6] ISO 10303 Part 238 AIM for ISO 14649-10 <TBD>
- [7] ISO 13399 Cutting tool data representation and exchange
- [8] ISO 14649 Physical device control - Data model for computerized numerical controllers --
Part 10 General process data
- [13] SC4 N1167 SC4 Industrial Data Framework, ISO TC184/SC4 Standing document, 2001-08-01

6.3.6 A.2 Documents, discussed in IMTF

- [21] Proposal for Integrated Manufacturing Strategy, JSTEP, 2000-October
- [22] Proposal of New Process Data Model based on AP213, C. Sakamoto, 2000-October
- [23] Terminology for Digital Manufacturing, C. Sakamoto, 2001-February
- [24] Machining Process Model and Machining Feature, T. Kishinami, 2001-February
- [33] “Integrated Manufacturing”—“Overview” and Scope--, SC4 N1214, 2001-10-22
- [34] Recommendations for “Integrated Manufacturing”, SC4 N1215, 2001-10-22
- [35] I-AAM on “Integrated Manufacturing”, SC4 N1216, 2001-10-22
- [36] Comments and Proposals for Further Requirements for Manufacturing Tasks, SC4 N1266, 2002-01-18

6.3.7 A.3 Output Documents of IMTF

- [41] Executive Summary of Integrated Manufacturing Task Force, SC4 N1302, 2002-03-20
- [42] Final Report of Integrated manufacturing Task force, SC4 N1303, 2002-03-20
- [43] Requirements Definition Documents for “Integrated Manufacturing”, SC4 N1304, 2002-03-20, superseding SC4 N1214 and N1215
- [44] I-AAM for “Integrated Manufacturing Technologies”, SC4 N1305, 2002-03-20, superseding SC4 N1216
- [45] Macro and Micro Process Planning, SC4 N1306, 2002-03-20

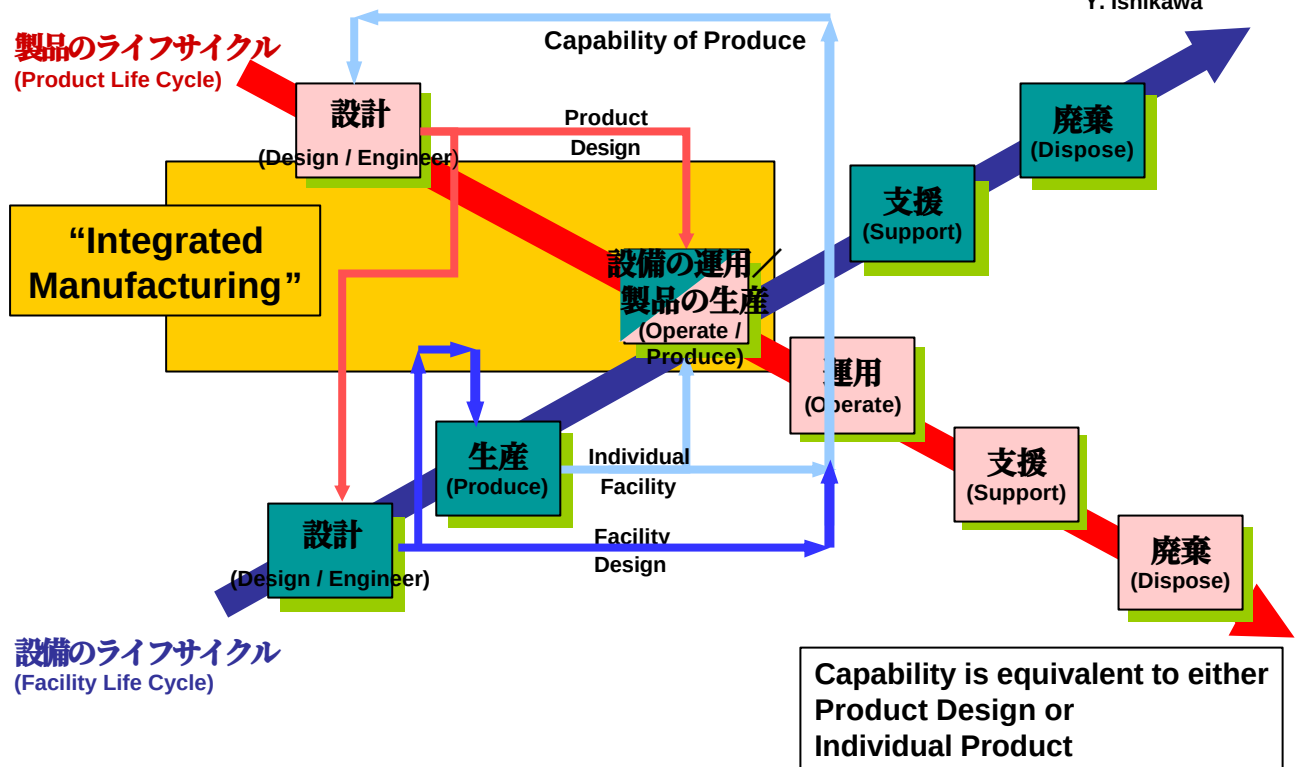


図-6.3-1 製品と設備のライフサイクルにおける
“Integrated Manufacturing”

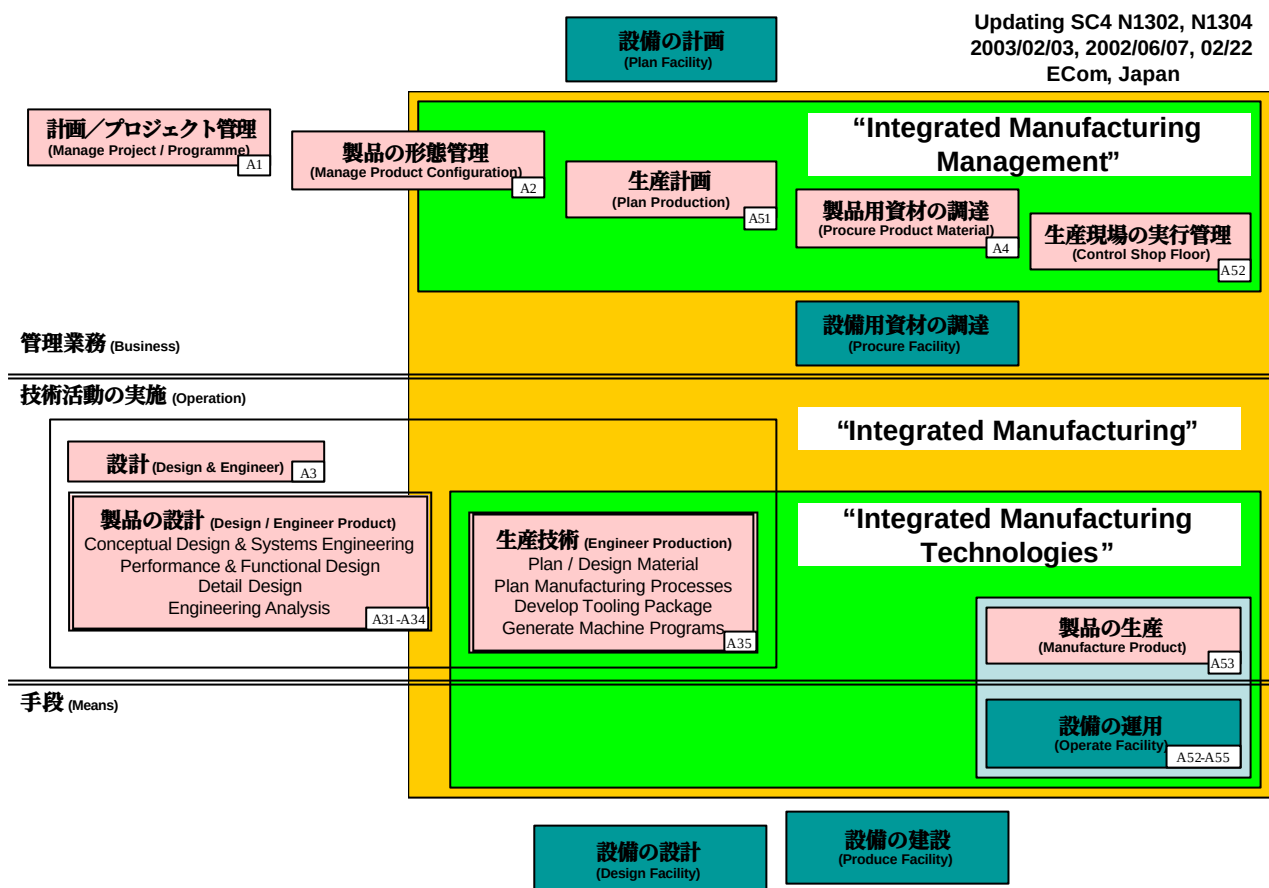


図-6.3-2 “Integrated Manufacturing”の全体モデル (Overview)

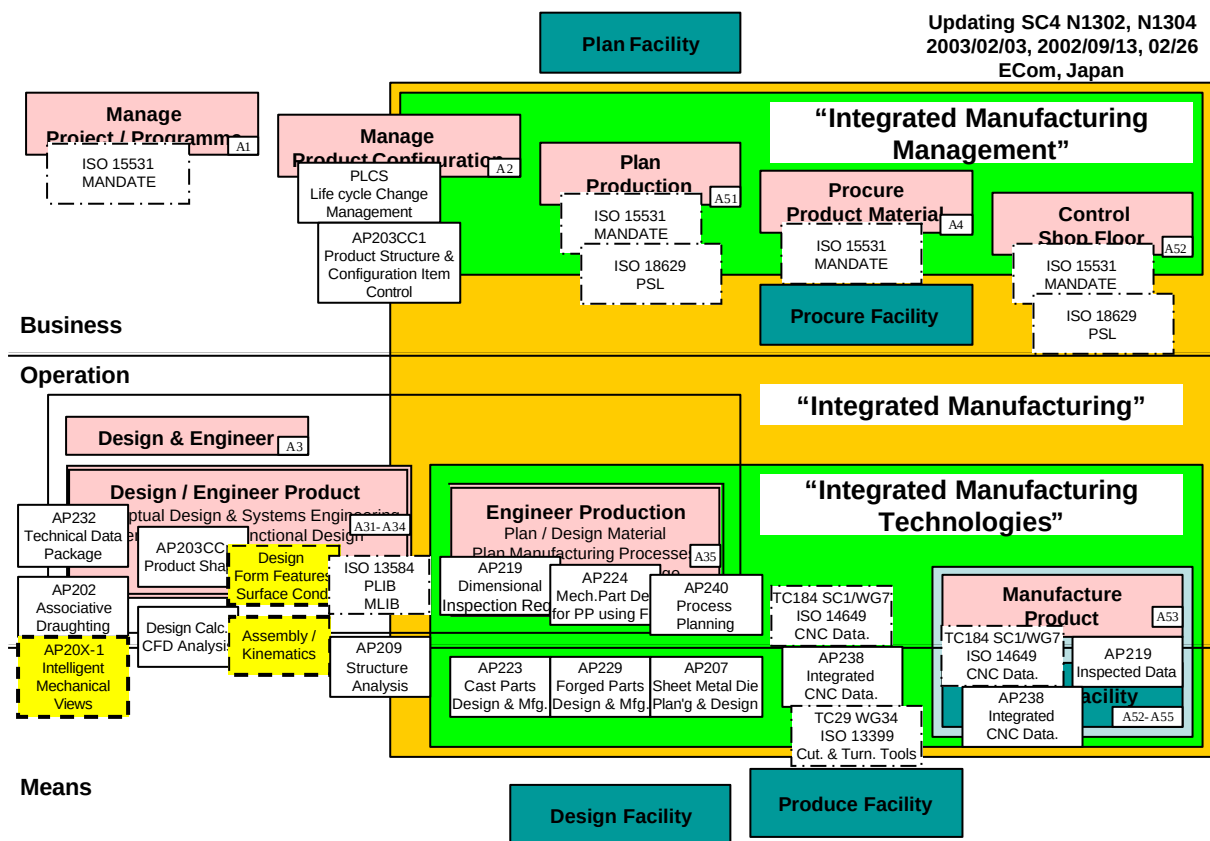


図-6.3-3 STEP APs & Rel. Std.s on the “Overview”

7. あとがき

本年度は、本研究の最終年度（3 年目）であり、すべての活動は終了したことになる。

本報告書の前章までに述べてきたように、本調査研究では、新たな国際規格提案・開発などの成果を上げることができたが、国際規格は、単に開発されただけでは意味を持たず、実際に広く使用されて初めてその価値があることを再認識する必要があると考えられる。その意味において、本調査研究により開発された工程設計に関する国際規格（AP240）を活用して設計・生産プロセス統合のための新たなプロジェクトを企画するために、平成15年度に製造科学技術センターに設置された調査委員会の今後の動向を見守りたい。

一方、設計・生産プロセスに関して、新たな国際規格を必要とするものは、少なからず存在している。例えば、3次元 CAD を今後ますます活用していくには、形状データの品質保証（Product Data Quality）のしくみが不可欠であり、そのための国際規格が必要と考えられる。

このような規格開発を進める際にも、本調査研究と同様に、基準認証研究開発事業として進めていくことが望ましいと思われる。

最後に、本調査研究に、3年間従事いただいた岸浪委員長をはじめとする委員の方々に、厚く御礼を申し上げたい。

8. 参考文献

9. 付録：議事録、研究発表・文献等

9.1 委員会議事録

本章では、機械生産プロセスシステムの標準化研究のために組織した委員会、機械生産プロセスシステムの標準化委員会と加工属性研究 WG の議事録を掲載する。

平成 15 年度 第 1 回 生産プロセスシステム委員会 議事録

日 時：2003 年 7 月 8 日(火) 14:00～17:15

開催場所：機械振興会館 6 階 61 会議室

出席者：

委員：伊藤哲史(加工技研)、石川義明(法政大)、平岡弘之(中央大)、橋本雅之(JSA)、
田中文基(北海道大)、鈴木宏正(東京大)、大高哲彦(日本ユニシス)、岩壁清行(NDE)、菊地
慶仁(北海学園大)、土屋正春(三菱総研)

オブザーバ：河内千恵(JIPDEC)、奥 保正(NEC)

事務局：坂本千秋(MER)、吉岡新一(ECOM)、鈴木 勝(ECOM)

(敬称略)計 15 名

配布資料一覧

- ・ 生産 15-01-01：平成 15 年度実施計画書
- ・ 生産 15-01-02：平成 14 年度第 5 回委員会議事録（案）
- ・ 生産 15-01-03：AP240 に関する報告
- ・ 生産 15-01-04：パラメトリックス・アセンブリに関する報告
- ・ 生産 15-01-05：製品モデルデータの品質保証プロトコルと北大での取り組み

議事：

1. 配付資料と議事の確認、前回議事録案の承認(吉岡)

2. 本年度実施計画書の説明(吉岡)と Q&A

Q：研究内容①の 2 番目の文章の意味がよく分からない。

A：去年実施した加工属性特性の研究結果を受け継いで、国際標準のデータモデル(AP224 か AP240)で表現し、加工対象をモールドベースか何かに限定して、実務にどれだけ適用できるのかを検討する。

Q：③の a)と b)を合わせて、AP240 の開発という一つの項目ではないか。今回の書き方では、AP240 の次にも規格開発を考えているようにも取れる。

A：AP240 の開発しか考えていない。

Q：①は国際標準にはまだつながらないのではないのか。

A：その前準備の段階である。

3. 今年度の坂本さんの位置づけ紹介

- ・ ECOM（JIPDEC）の派遣研究員であり、事務局の一員である。

4. AP240 の進捗に関する報告(坂本)

(1) ISO TC184/SC4 Stuttgart 国際会議（6/22～27）と、その前の ISO TC184/SC4 WG3 CD Ballot Comment Resolution Workshop（6/20～21）の報告

- CD Ballot で日本以外から ARM に対するコメントが出ていない。 工程設計を理解している人がどれだけチェックしてくれたのか不安である。
- スウェーデンからのコメントは、提出前に詳細が省かれたために内容が不明となったので、取り下げられた。
- フランスからは、AP238 や 14649 などとの整合性がとれていないとのコメントが出されたが、整合性がとられている証拠を示して却下した。
- CD コメントに関しては全て解決したので、本年 9 月には DIS Ballot を開始したい。

⇒DIS Ballot に進めるには、想定以上に時間がかかることを覚悟すべきである。（大高氏）

(2) AP240 のデータモデルの説明

- ARM の変更点
- AIM の変更点
- Mapping の内容についていくつかの疑問があるが、Resource の構造からやむを得ない。

(3) Machine Tool の Configuration Model (NIST Model) の説明

- 「AP240 に Machine Tool Model が必要である」という CD コメントが米国から出された。この開発方法について、札幌 Workshop（8/12～14）でもう一度議論することになった。

(4) AP240 を用いた新しいプロジェクト

- 日本で検討している CAD/CAM 統合プロジェクトの紹介をした。
- 同上プロジェクト内で実施する ISO 6983 形式(従来の NC データ)から ISO 14649 形式への変換に関する北大の研究開発を紹介し、議論が行われた。

Q：工具の制御情報には企業のノウハウが含まれているので、変換が可能にあるとそれが外部へ流出することになるのではないか。

A：加工メーカーが NC プログラムを外に出すことはありえない、外部に出すのではなくて、自分のために行う変換である。

(5) AP238 と ISO14649 の関係に関する米国からの Resolution 案について

- Stuttgart では米国が Resolution 案を取り下げたが、まだ決着はしていない。
- 日本からは、AP238 の形式では工作機械の加工速度に対応できないことを主張した。
- AP238 と ISO14649 のどちらを使用するかはユーザの選択に任せればよいのでは。

(6) AP223 (Casting)の復活

- 日本ではメーカーごとにやり方が異なるし、マーケットは小さいと思うが、米国ではどこが本当に求めているのか把握してほしい。
- 自動車のターボチャージャーや航空機エンジンのファンなどでは、精密鑄造金型が必要になる。
- 産業界は標準がなくて困っているとは思えないが、日本のニーズを坂本氏が調査する。

5. Assembly/Parametrics について(大高)

(1) 前回の議事録のその後

- Part 109 の CD 投票で独・仏・英が棄権したのは、レビューするリソースが足りないためであった。
- Part 1101/1102 の DTS 投票で米国が反対したのは、誤解によるものであることが判明したが、他の Module と同じように XML/HTML 対応をして、反対を消すために Confirmatory Ballot にかきたい。

(2) Stuttgart 会議の報告

- SASIG の会議が同時並行で開催されたが、PDQ の活動で SC4 と協力してゆきたいという意図がある。しかし、SASIG 側での SC4 とのリエゾン関係を結ぶ決議は持ち越しになった。
- Part 108 は DIS Ballot 中であるが、T24 や IAI からの要求はスケッチ機能を少し追加すると実現できそうなので、投票後に対応してユーザを増やしたい。
- PDES Inc.が提案している Part 111(Design Feature)は実際には Modeling Feature の規格であり、コマンドをすべて ENTITY 型にしている。
- 韓国が提案している Part 1xx(履歴型で使用する 2D コマンドの標準化)は、技術的な問題が多くあるので、日本は反対する。

6. 菊地委員からの Stuttgart 会議報告

- SAISG の Digital Plant は、スウェーデン王立研究所の Dr. Kjellberg が以前提案していたことを継承するものであるが、日本の取り組みについて JAMA と話をする必要がある。
- IDW (Industrial Data on the Web)のセッションから、STEP で利用するファイルの拡張子 (.stp、.step、.p21) を MIME タイプとして登録する Resolution が出されて承認された。
- IDW は (XML、Ontology も関係しており) の動向についてフォローする必要がある。 =>事務局にフォローをお願いする。
- EXPRESS 11 ed2 の言語バージョンの問題は、FDIS 投票の直後に TC を発行して対応することになった。

7. PDQ への取り組みに関する議論

- 配布資料「生産 15-01-05」に関する田中先生の説明を受けて議論した。

- データ構造が異なるとデータ品質保証不可というのは言い過ぎであり、不適切である。
- JMA/JAPIA の PDQ 活動の成果として、3 次元モデルの品質と言う概念が広まり、以前のようにひどいデータは少なくなった。
- PDQ の対象は何か、想定している適用場面は何か、OEM とサプライヤとの間の関係はどうか、などについて明記した方がよい。
- 修正アルゴリズムまで公開する必要はないのではないか、既に PDQ ツールは市販されており、今更修正アルゴリズムを研究する必要はないのではないか。 PDQ ツールベンダーに任せれば良い。
- 修正段階では、データ利用者とデータ作成者の対話が必要ではないか。
- 品質項目の用語は設計者向けにする必要がある。
- 実際問題として OEM はデータの保証をしないし、CATIA などのベンダが STEP 対応を積極的に行うとは思えないので、実際に困っている弱者（サプライヤー）の立場から見た提言がほしい。
- 3 次元データの手直しにより、既に設計済みのところまで影響が出るようなことがある、このようなデータの修正は非常に困る。（事実上、修正不能である。）
- 3 次元データの修正を実際に行おうとするとデータ修正による影響範囲を把握する必要があるが、現状では客観的なものさしは無い。 3 次元データの修正の影響を客観的に把握できれば、企業間取引においても、弱者（サプライヤー）から強者(OEM)へのデータ修正に必要な期間や費用交渉も可能となる。 現状では弱者（サプライヤー）側の主張のよりどころがない。
- ベンダが既に手がけているようなことはやらないで、弱者（サプライヤー）が喜ぶようなことに取り組むべきである。
- 合理的な PDQ（幾何形状）の評価基準を作成し、その影響範囲や難易度及び工数（費用）などを見積もることが可能とするツールが望ましい。

8. 加工属性WGの状況報告(岩壁)

- モールドベースに関するデータ要件を検討して来て、現在は穴とポケットは完了した。現在はスロットについて検討している。

9. 次回の予定

- 岸浪委員長と相談してから決めたい。

以上

平成15年度基準認証研究開発事業
第2回「機械生産プロセスシステムの標準化」委員会

1. 日時：平成14年9月18日（木）10:30-13:00
2. 場所：機械振興会館4階 ECOM A 会議室
3. 出席者：岸浪健史（北大）、井上 和（富士通）、石川義明（法大）、伊藤哲史（加工技術研究所）、大高哲彦（ユニシス）、小林一也（富山県立大）、鈴木宏正（東大）、田中文基（北大）、土屋正春（MRI）、平岡博之（中央大学）、水野 徹（ファナック）、坂本千秋（事務局）、鈴木 勝（事務局）、吉岡新一（事務局）
4. 配布資料
 - ・ 生産 15-02-01：平成15年度第2回委員会議事録（案）
 - ・ 生産 15-02-02：AP240 札幌 WorkShop 議事録
 - ・ 生産 15-02-03：AP240 開発状況
 - ・ 生産 15-02-04：AP240ARM
5. 議事
 - （1）報告
 - 1) AP240 の進捗に関して （坂本委員）

札幌会議の報告と DIS 化の状況を報告され、DIS 投票開始に近いことが報告された。
 - 2) アセンブリ／パラメトリックスに関して （大高／杉村委員）

ISO10303-108 の DIS 投票結果と ISO10303-109 の DIS 投票への状況が報告された。
 - 3) その他関連事項

金型工業会を中心にした属性 WG の状況を、事務局より議事録をベースに説明した。

今年末にまでにデータモデル開発完了を目標に活動している。
 - （2）今後の取組みに関して

基本的に現状の枠組みではなく、新しい枠組みテーマで考える。

以上

平成 15 年度 第 3 回 生産プロセスシステム委員会 議事録

日 時：2003 年 11 月 12 日(水) 10:30～13:00

開催場所：機械振興会館 6 階 61 会議室

出席者：

委員：岸浪建史（北海道大）、石川義明(法政大)、平岡弘之(中央大)、橋本雅之(JSA)、
田中文基(北海道大)、大高哲彦(日本ユニシス)、井上 和（富士通）、土屋正春(三菱総研)

オブザーバ：奥 保正(NEC)

事務局：坂本千秋(MER)、吉岡新一(ECOM)、鈴木 勝(ECOM)

(敬称略)計 13 名

議事：

1. 配付資料と議事の確認、前回議事録案の承認(吉岡)

2. ISO 会議報告

(1) マニファクチャリング

坂本氏より、ポアティエ会議におけるマニファクチャリング関係の活動について報告された。

- AP240 に関しては、札幌のワークショップで変更されたことについて技術的な議論があった。
- AP238 とつなぐために、マニファクチャリングアクティビティの周辺について修正の意見があった。これについては、DIS のコメントとして審議することになった。
- 日本からは、工作機械の仕様の情報を追加して示した。
- フィーチャーを階層構造にすることに関して、説明用の例を用意することが求められており、今後準備していく予定である。
- 日本で進めている、AP240 実証のための工程システムについて紹介した。
- AP238 に関して幾何公差、寸法公差（GD&T）を追加することについて議論があった。AP238 の ISO14649 の ARM を使用しているが、ISO14649 には ARM が無いため、どのように実現するかが問題である。AP238 に ARM を追加すると、当初の前提が崩れると考えられる。
- AP240 の立場からは特に問題はない。SC4 としてはどうあれば良いのかは、JNC の会議で議論する。
- 坂本氏が AP240 チームのプロジェクトリードになり、L.Slovensky がエディタになった。
- AP224E2 の SEDS Issue を日本から提出し、これを E3 に織り込んでもらえるように要請を行った。
- CastingAP（旧 AP223）開発について NWI 提案があった。
- Dimensional Tolerance（寸法公差）は、AP224E1 で最初に開発されたが、AP214、AP203

(Module1050)、AP224 と Harmonization されていないことについて問題提起された。それぞれの開発主体で議論されたが、方向性は見出せなかった。T24 としては、調査チームを作って、調整を進めることになった。

- ASAM (Association for Standardization of Automation and Measuring Systems) で進められている試験データの標準モデルである ODS の活動内容について紹介された。将来的には SC4 に提案することが検討されている。
- Consistent Manufacturing Strategy に関する参加メンバーのイメージを聴取した。次回までに議論のための図を、坂本氏が用意する。

田中委員より、ISO13399 に関する活動について報告された。

- ISO13399 の walk through が開催され概要が紹介された。
- EuroStep と Royal Institute of Technology (Sweden) で開発された工具モデルのデータ入力補助システムのデモが行われた。ディレクトリ構造には PLIB が使用されている。
- ISO13399 は TC29 で審議されているが、国内で対応し切れていない。

(2) パラメトリック

- 108 については次回会議で最終 IS を確認する予定。

3. 札幌会議の追加報告

前回委員会で宿題項目となっていた内容について、事務局より説明した。

4. 加工属性 WG の活動について

事務局から加工属性 WG の活動経過について報告された。

- 加工属性をどのように持たせるかを現在検討しているところで、今年中にまとめる予定である。
- AP224E2 の機能不足分として WG の活動を反映し SEDS Issue として提出することになり、活動計画を経済産業省に報告して了解を得ている。

5. 今後の取り組み

本委員会で行ってきた活動の来年度以降について議論した。

- IS になった後でも、最低限の受け皿が必要とされる。
- ECOM 事務局としては、基準認証事業のフォローアップ制度の範囲内で、引き続き活動ができるのではないかと考えている。
- フォローアップだけでなく、産業への適用の検討が必要ではないか。

- 産業界に使われるための検証について、重要であるが現時点ではスキームはない。産業界が中心になって行うべきであると考えられている。ただし、活動により新たな提案に結びつくのであれば、基準認証事業の対象になると考えられる。
- 設計における品質の問題、3次元設計データにおける設計属性の問題を、次のテーマとして取り上げることも可能と考えられる。
- 設計から製造、廃棄までをトータルで考えて、AP240 に引き続き必要と考えらえる規格を提案することが一番理解されやすいだろう。
- 環境問題、品質問題も含めて、その規格により産業界が拡大するテーマがあれば良い。
- 基準認証プロジェクトの提案提出は今週末（11月14日）が期限となっている。
- 品質（PDQ）、設計属性をテーマとして、提案資料の作成を進めることにする。
- どちらも新規のテーマとして提案し、品質は基準認証、設計属性は社会基盤のテーマとする。
- ECOM 吉岡さんを中心にまとめる。

6. 次回の予定

- 12月17日 10:30～13:00

以上

平成 15 年度 第 4 回 生産プロセスシステム委員会 議事録

日 時：2003 年 12 月 17 日(水) 10:30～13:00

開催場所：機械振興会館 4 階 ECOM A 会議室

出席者：

委員：石川義明(法政大)、杉村延広(大阪府大)、鈴木宏正(東京大)、平岡弘之(中央大)、
橋本雅之(JSA)、田中文基(北海道大)、大高哲彦(日本ユニシス)、井上 和(富士通)、
土屋正春(三菱総研)

オブザーバ：竹内斎之郎(NSSOL)

事務局：坂本千秋(MER)、吉岡新一(ECOM)、鈴木 勝(ECOM)

(敬称略)計 13 名

議事：

1. 配付資料と議事の確認、前回議事録案の承認

2. ISO TC184/SC1 会議報告

坂本氏より、資料 04-02 に基づき、11 月 19 日、20 日に行われた SC1、SC1/WG7 の会議内容について報告された。

- TC184 会議(18 日、19 日)の報告があった。
 - ISO23570(電気供給インターフェースの標準)の開発を進めるために、JTC1/SC25/WG3、IEC SC65C のメンバを招待して議論をすることになった。
 - SC1 Chair の Peter Mueller の新しい任期が確認された。
 - ASAM と新たにリエゾン関係を持つことになった。
 - BSAD の結論として、TC184 は現行の組織のままとする。
- リエゾンからの報告があった。
 - TC29/WG34 から、ISO13399 が ISO14649 の要求仕様を合わせたデータ構造を完全に満たすようになれば、ISO14649-111 及び-121 は国際規格から取り下げる。
- SC1/WG7 からの報告があった。
 - ISO14649 の一部は、STEP の Integrated Resource となるのではないかという意見がだされ、次回の SC4 会議で議論されることになる。
 - 新たな開発プロジェクトとして、3 次元測定器用のプログラムがスタートする。
 - アメリカから SC1/WG7 の公式メンバを出すように要請することになった。

3. AP203ed2 状況確認

資料 04-05 に基づき、事務局から AP203ed2 の状況について説明された。

- JP10 は表面仕上げの問題に関する事で、ed2 で予定されていたにもかかわらず提案に含まれていない。

- JP11 は幾何公差、寸法公差について、AP203、AP214、AP224、AM1050 について不整合があるということ。JP12 も位置寸法に関するものである。
- 現状では、議論をするためのメーリングリストが立ち上がりつつあるが、最終的にどの場で調整されることになっているかは明確になっていない。
- 公差に関する不整合については、日本としても検討するためのタスクフォースを作る必要がある。TC213 国内審議委員会とも連携をとって進めることとする。
- AP203ed2 に対しては、日本からは No とした。JP11 をその理由とした。AP による取扱の違いが明らかになっているため。

4. 規格開発の状況

本委員会が中心となって開発している ISO 規格の状況について、事務局から報告された。

- AP240 は 12 月 4 日に DIS 投票が開始された。締切は 5 月 4 日。
- Part109 は DIS 投票が反対ゼロで承認された。2 月の会議の直後に IS 文書として発効するように準備中。

5. AP224 機能拡張提案の状況

資料 04-03 に基づき AP224 SEDS の内容について事務局から説明された。

- 以下の 2 点について SEDS AP224 として提出した。
 - ポケットに複数のテーパ角度を定義する方法
 - エンドレスの溝を定義できるようにする方法
- AP224ed3 に含めることで進行中。

6. 報告書作成について

資料 04-04 に基づき、今年度の報告書目次案について説明された。

- 4 章の「研究開発実施結果および考察」について、委員に執筆の協力をお願いしたい。
 - 金型属性モデル（渡邊）
 - AP224 利用上の課題（坂本）
 - Mapping Table の作成（田中）
 - 実証テスト（井上）
 - AP240 適用計画（坂本）
 - AP240 関連規格の調査分析と普及のシナリオ（土屋）
 - 結論（岸浪）
- 原稿締切は、2 月 2 日（月）をお願いしたい。2 月 20 日に印刷発注の予定。
- 事務局より報告書作成についての注意事項が説明された。別途、文書にて執筆者には連絡する。

- 著作権については事務局に属するものとする。
- 国際規格に引用されることもあるため、規格を引用する場合には事務局に問い合わせのこと。
- 報告書の内容を論文等に引用する場合には、引用元を明記のこと。

7. 今後の取り組みについて

資料 04-06 に基づき、今後の取り組みに関する状況について、事務局から報告された。

- 基準認証研究開発事業として、「製品の 3 次元形状データの品質保証基準に関する標準化」の提案書を作成し提出している。
- プロジェクトの位置付けとしては、今回の後継ではなく、新規のプロジェクトである。
- 基準認証開発事業は、国際規格の NWI 提案を目的としている事業である。
- 既存の STEP のデータ構造と、どのように折り合いをつけて行くかが難しい点になると考えられる。
- 今後、経済産業省からのヒアリングが予定されており、補足説明資料の作成等、以下の点につき注意して進めることが必要とされる。
 - 必要性、ニーズをビジブルにわかりやすく表現することが必要である。
 - 規格の実現性を明確にすることが求められる。
 - 研究としての体制、国際標準化の体制の両方について説明する必要がある。
 - 研究開発の効果について、ある程度、マクロで経済的なコストを言えるようにしておくことが必要である。

8. 次回以降の予定

- 2 月 18 日 10:30～13:00

以上

平成 15 年度 第 5 回 生産プロセスシステム委員会 議事録(案)

日 時：2004 年 2 月 18 日(水) 10:30～13:00

開催場所：機械振興会館 4 階 ECOM A 会議室

出席者：

委員：石川義明(法政大)、杉村延広(大阪府大)、平岡弘之(中央大)、

橋本雅之(JSA)、田中文基(北海道大)、大高哲彦(日本ユニシス)、井上 和(富士通)

事務局：坂本千秋(MER)、吉岡新一(ECOM)

オブザーバ：竹内斎之郎(NSS)

(敬称略)計 10 名

議事：

1. 前回議事録案の承認

2. 成果報告書原稿レビュー

第一章と第六章のレビューを行なった。

特に問題は指摘されなかった。

3. ISO TC184/SC1&SC4 会議への議論

坂本氏より、今月末から来月始めにかけてアメリカで開催される予定の、ISO/TC184/SC1 会議の議題と ISO/TC 184/SC 4 会議の議題について報告された。

• ISO10303-224 (AP224) について

- 現在、日本からの昨年末に、ISO/TC 184/SC 4 に対して SEDS レポートを提出し、AP224ed3 へのインプットとした。規格の仕様案も提出したが反応はない、国際会議にて進捗を確認する。

• ISO10303-240 (AP240) について

- 現在 DIS 投票中であるが、日本でマッピング及びスキーマ試験を実施したところ、問題点を検出した。今回の SC4 国際会議にて報告し、解決を図るものとする。
- 現状の規格案では、工程数を表現できないが、工程数を表現できるようにする。

• SC1/WG7 について

- ISO14649 の開発元である ISO/TC 184/SC1 から、ISO14649 の一部を切り出し、STEP の Integrated Resource とすることを提案することになり、次回の SC4 会議で議論される。
- SC1 のリソース案は AP240 には影響が無いが、AP238 (アメリカ提案) には重大な影響がでると思われる。
- 日本としては、「SC1 でもう少し議論してから提案したらどうか」という慎重論を展開する予定である。

4. AP203ed2 状況確認

- 議論をするためのメーリングリストが立ち上がっており、次回国際会議の前日（2/28）にコメントレビューセッション会議が開催される。（出席予定は、平岡先生、吉岡）
- 公差に関する不整合については、日本としても検討するためのタスクフォースを SC4 国内対策委員会に設立され議論した。TC213 国内審議委員会（大園先生）にも連絡したが回答はなかった。
- 公差に関しては AP214 の仕様を変えないことが国内の専門家の結論であった。
- 公差に関する国内の検討結果は、ISO/TC 184/SC4 に報告する。

5. 規格開発の状況

- AP240 は 12 月 4 日に DIS 投票が開始された。投票締切は 5 月 4 日。
- Part109 は DIS 投票が反対ゼロで承認された。2 月の国際会議の直後に IS 文書として発効するように準備中。

6. 今後の取り組みについて

- 本年度の活動は今回の会議で終了する。
- 来年度以降は AP240 規格開発についてはフォローアップ活動として IS 化まで実施する予定である。
- 来年度以降、MSTC にて AP240 を応用した工作機械を含めた機械生産プロセスシステム研究のプロジェクトが検討される予定である。
- 今後の、STEP 標準化方針を決めるためには、「どのような業種でどのように使われているか」という普及状況を把握する必要がある。
- STEP は産業インフラであり、インフラの整備とメンテナンスが重要である。この活動を維持するためには、産業界にて使われていること PR していくことが今後重要となる。

以上

機械生産プロセスシステムの標準化委員会

ISO TC184/SC4 WG3 T24 AP240 札幌 Workshop 議事報告

日時 : 2003 年 8 月 12 日(火)～14 日 (木)

開催場所: 北海道大学ファカルティハウス エンレイソウ 第 2 会議室

出席者 : Len Slovensky (US, Northrop Grumman Information Systems, ISO TC184/SC4 WG3 Deputy Convener and ISO TC184/SC4 WG3 T24 AP240 Co project Leader), Martin Hardwick(US, STEP Tools, Inc, ISO TC184/SC4 WG3 T24 leader),岸浪健史 (日本、北海道大学)、田中文基 (日本、北海道大学)、石川義明 (日本、法政大学)、井上和 (日本、富士通九州システムエンジニアリング)、坂本千秋 (日本、設計生産研究所, ISO TC184/SC4 WG3 T24 Deputy leader and ISO TC184/SC4 WG3 T24 AP240 Co project Leader)、吉岡新一 (日本、ECOM) 執筆

議事

1. AP240 の AAM , ARM, Mapping Table のレビュー

Application Object, Application Assertion および Mapping Table の審議

1.1 Application Object および Application Assertion

(1) AP238 Schema との関係

- ・ Manufacturing_activity が、AP238 の Workingstep および NC_function を参照する構造とした。
- ・ NC_function がカバーする Tool_change、Table_index などの Activity は、AP240 から除外した。

(2) 各工程における中間形状の表現

- ・ Manufacturing_process の属性に、Intermediate_shape を追加した。

(3) Manufacturing_feature の階層構造の表現

- ・ Feature_tree を Feature_dependency とし、その属性を変更した。

1.2 Mapping_table

- ・ 日本からの提案で、Manufacturing_process、Manufacturing_activity などの Mapping を変更した。

2. AP240 の今後の開発スケジュール

1. DIS Document への札幌ワークショップ結果の折込み

- ・ 担当 Len Slovensky ——— 8 月末まで

2. 上記 DIS Document の Review および Internal Check List の作成

- ・担当 坂本 ――― 9月15日まで
- 3. WG3 Convener への送付
 - ・担当 Len Slovensky ――― 9月20日頃
- 4. ISO 事務局への送付
 - ・担当 Len Slovensky ――― 10月上旬
- 5. DIS 投票開始予定
 - ・10月下旬から11月上旬
- 6. DIS Comments の審議
 - ・2004年2月末の SC4 Meeting で、できるだけ Early Comments を集めて、Workshop を開催する。

以上

追加報告（追加討議報告）

1) AP240 の ARM と AIM の対応付けについて

Q: ARM で工程を表現する AO である、Manufacturing_Process が Action_Method にマッピングされているが、Action にマッピングしていない理由は？

A: Manufacturing_Process は Action_Method 表現する方が、他の AP との整合性を考慮すると整合性がとれるものとする。

確かに、Action にマッピングする考え方もあるかもしれない、ある意味で、Action と Action_Method の2つの面を持つ概念であり、微妙な入り組んでおり、悩ましいところである。

しかし、他の entity との関係などを考慮すると、Action_Method にマッピングしたほうが整理しやすいと思う。 また、他の AP も同様にマッピングされようとしており、妥当だと思う。

2) AP240 と ISO13399 との関係について

Q: 工具の分類規格である、ISO13399 との整合性について

A: 札幌会議において、ISO13399 を含む概念である、部品ライブラリデータを表現できる様、ISO13584 のデータモデル構造を取り込んだ。

3) (Casting AP) の revise について

Q: Casting AP の開発をアメリカが企画しているようだが、ユーザは誰か？

また、Casting AP を必要としている産業規模はどれくらいを想定しているのか？

A: ISO TC184/SC4 への提案者である、Len Slovensky から、具体的な回答は得られなかった。対象製品に精密鑄造は含まれると言う見解を得た。

平成15年度 第1回 加工属性 WG 議事録 2003/07/10

日時：2003/07/10 13:30～17:30

場所：ECOM（芝公園）・機械振興会館4F ECOM C会議室

双葉電子工業（茂原）	： 渡邊氏（分科会リーダー）
アルモニコス	： 山川氏
エービー	： 堀川氏
設計生産工学研究所	： 坂本氏
デジタルプロセス	： 浅野氏
電子商取引推進協議会	： 吉岡氏
日本デザインエンジニアリング	： 岩壁氏、伊澤氏
牧野フライス製作所	： 吉田氏
日立造船情報システム	： 鯨坂氏
エスアイアイディ	： 竹原氏

内容：

（溝について）

- ・ ループか、端面が開いているか、閉じているかの定義が必要。
 - ループ形状のものを別定義すればよい。
 - ループはどのような形状でもよい
 - 端面処理は無視
- ・ 特殊溝の端面処理について → 回転面？ 抜けている？
- ・ 下図形状は？ → ブッシュを利用するため、考える必要なし



- ・ T スロットは？ 逃がしの形状有無？ → 設計者によるのでは？

※ 特殊溝を作った背景

- ・ 金型としてよく利用される
- ・ 幾何公差を表現する → 課題として設定

＊（モデル化の最終段階で）検証作業が必要

＊形状としては、プレートのみ

＊全体の構成を調整する必要あり

＊フォーマット決定は、専門部隊でやれば効率的なのは？

次回、プレートと全体構成について話す。

→ 部会で詳細に

第2回 プレート、全体構成、公差についての方向性、その他、今後のスケジュール

→ 部会について決定

全体会議は月1回ペース

次回 8月28日について

以上

平成15年度 第2回 加工属性 WG 議事録 2003/08/28

日時：2003/08/28 13:30～17:30

場所：金型年金会館（湯島）・3F会議室

双葉電子工業（茂原）	：渡邊氏（リーダー）
日本デザインエンジニアリング	：岩壁氏（サブリーダー）
設計生産工学研究所	：坂本氏
電子商取引推進協議会	：吉岡氏
デジタルプロセス	：浅野氏
牧野フライス製作所	：吉田氏
日立造船情報システム	：鰐坂氏
日本ユニシス	：藤井氏
日本ユニシス・エクセリューションズ	：関谷氏
山形カシオ	：高谷氏
エスアイアイディ	：竹原

【内容】

これまで検討してきたことを、実際に適用するために、山形カシオ殿に来ていただいた。

双葉電子工業殿で、パイロットラインを構築。

→ マシニングセンタ導入なども含め、牧野フライス殿にコーディネートしていただく。

STEP1 特化したケースで加工データまでの流れを構築

→ 山形カシオ殿（テストケース） → MB 発注 → 双葉電子工業殿

→ 加工

STEP2 実績、フィードバック、全体へと展開（お客様は UG だけではないため）

→ 他システムへの展開

（渡邊様）

産総研をよび、中間的なビューワに関して対応していただけるようにしたい

（岩壁様）

他システムへの展開に当たって、インポート関連のライブラリを提供できれば、

比較的インプリメントは簡単にできそう

情報受け渡しファイルは、テキスト形式がよいのでは？

シンタックスチェッカのようなものの提供？ ・・・維持が楽
API を提供？ ・・・顧客への展開がやりやすい

リファレンスプログラムのような形で、（ライブラリというブラックボックスではなく）ソースを公開すれば？

→ ある程度のメンテは必要？

加工属性 WG で決定するフォーマットは、STEP が利用可能になるまでの役割。

→ 3 年間ぐらいをめどとして考える

山形カシオ殿では、3 年前に金型設計をモールドベース設計まで 3D 化している

→ 製品部まわりは 3D、モールドベースは 2D だと設計変更対応でミスが発生
しかし、現状の金型メーカーは、2D を多く使っている。どの程度、3D 化が進むか？

これまでの図面に変わるための物として、無償ビューワを用意するつもり（だった）。
3D のモールドベース設計は、やってみるとわかるが、非常に効果がある。

→ ビューワを起点に 3D 化を進めるきっかけとなってほしいという思いもある

（重要）

1. 中間フォーマットを決定
2. リファレンスのように公開する

以上

平成15年度 第3回 加工属性 WG 議事録 2003/10/08

日時：2003/10/08 13:30～18:00

場所：金型年金会館（湯島）・3F会議室

双葉電子工業（茂原）	：渡邊氏（リーダー）
日本デザインエンジニアリング	：岩壁氏（サブリーダー）
アルモニコス	：山川氏
設計生産工学研究所	：坂本氏
電子商取引推進協議会	：吉岡氏
牧野フライス製作所	：吉田氏
日立造船情報システム	：鯨坂氏
シマトロンジャパン	：木原氏
エスアイアイディ	：竹原

内容：

◆仕様検討

【プレート】について検討した。1ファイルに複数の【プレート】を定義したり、将来的にアセンブリ表現を導入する可能性があること等を考慮し、プレートにも基準位置とその基準位置から割り振ったサイズを盛り込むことにした。

また、【公差】についても再検討したが、多くのシステムで【公差】情報なしに、加工まで繋いでいる現実があるので、第一バージョンでは盛り込まないことにした。その結果、以下の情報のみを対象とすることになった。

- 形状定義
- 穴用途
- 穴タイプ

実際のファイル表現についても検討する時期に来ている。

以上

平成15年度 第4回 加工属性WG 議事録 2003/11/06

日時：2003/11/06 13:30～18:00

場所：金型年金会館（湯島）・3F会議室

双葉電子工業（茂原）	：渡邊氏（リーダー）
日本デザインエンジニアリング	：岩壁氏（サブリーダー）
アルモニコス	：山川氏
電子商取引推進協議会	：吉岡氏
デジタルプロセス	：浅野氏
牧野フライス製作所	：吉田氏
シマトロンジャパン	：木原氏
エスアイアイディ	：竹原

内容：

◆仕様検討

前回のWG後に提案した仕様案をベースに【プレート】について検討した。【プレート】内にある穴や溝などの加工形状を1つの【グループ】に格納することを決めた。

ファーストバージョンについては、リリース次期を優先する為、ターゲットを絞り込むことにした。具体的には以下の要素をターゲットとする。

- プレート
- グループ
- 穴グループ
- 長穴
- ポケット

次回は、属性の定義を明確にすることにした。

- ▼何にどのような属性を付加するのか
- ▼属性の値は何？
- ▼その範囲は？
- ▼優先順位は？

◆ファーストバージョンのスケジュール

以下のスケジュールを目標とする。

- 2003/12/末：形状定義のモデル化を終了
- 2004/03/末：フォーマットを確定

以上

日時：2003/11/28 13:30～17:30

場所：金型年金会館（湯島）・3F会議室

双葉電子工業（茂原）	： 渡邊氏（リーダー）
アルモニコス	： 山川氏
シマトロンジャパン	： 木原氏
設計生産工学研究so	： 坂本氏
デジタルプロセス	： 浅野氏
エスアイアイディ	： 竹原

内容：

- コーディングを考慮する必要あり。
- 標準的な加工手法に関してまとめる必要あり → 双葉電子工業殿
- 加工および部位の標準的な名称がないことも問題となっている

（STEP203）

以下の記述を提供

- ・カラー、レイヤなどの情報
- ・公差、幾何公差などの情報

※ただし、加工フィーチャは対応しない

→ 今後、STEPの進み方も考慮していく必要がある

明確化する必要がある項目

どこにどのような属性をつけるか？

その範囲？

優先順位は？

- 幾何公差などの情報は、最初の提供バージョンでは必要ないと思う。 (竹原様)
- 用途を提供することにより、運用で利用していくほうがよいと思う。 (竹原様)
- 部品との連携なども要求されるかもしれない

○用途は、

- ・何に使われるか？
- ・どの部品につくか？

などの情報が必要だと思われる。

→ 現合 という情報も必要だと思われる

◆仕様検討

属性定義の概略について検討した。その中で「様々な部品や加工箇所の名称が統一されていないことが問題である」と再確認された。名称の統一をこのWGで行い、金型工業会の標準用語にすることを目指すことにした。これらの洗い出しを渡邊氏が行い、次回のWGで検討することにした。

モデルが確定した後、中間フォーマット(XML で記述する予定)を策定する作業になる。その際、多くの課題があることを竹原氏から説明された。

課題は以下の通り。

- ▼仕様策定のノウハウがない
- ▼どのスキーマを選択すればよいのか？
- ▼浮動小数点を的確に表現する方法が分からない
- ▼素人には手におえない
- ▼お金がない
- ▼メンバの中に詳しい関係者がいない
- ▼XML 関連の団体へのコネが（ほとんど）ない

仕様作成作業に XML の専門家を招く必要があることについては、認識して頂いた。ECOM に STEP を XML で表現することに係わった人がいる（らしい）ので、当たって頂く事になった。

以上

平成15年度 第6回 加工属性 WG 議事録 2003/12/18

日時：2003/12/18 13:30～17:30

場所：ECOM（芝公園）・機械振興会館 6 F 6 D 4 会議室

双葉電子工業（茂原）	：渡邊氏（リーダー）
アルモニコス	：山川氏
電子商取引推進協議会	：吉岡氏
シマトロンジャパン	：木原氏
日立造船情報システム	：鯨坂氏
デジタルプロセス	：浅野氏
エスアイアイディ	：竹原

内容：

○AP224 についての説明

ISO10303-224 への要望についての対応（坂本様に対応していただいた）

・既存のもので流用可能なものは、できるだけ利用

○国際標準について

ISO 10303-224	フィーチャについて定義	国際標準（IS）
ISO10303-28	XML へ変換について定義 （→Edition 2 への取り組み）	技術標準（TS）
ISO10303-11	データモデルの表現方法	国際標準（IS）
ISO10303-40	データリソース	国際標準（IS）

※ 放電加工に関する取り組みも、このあたりを考慮する必要あり

（ISO14649）→ 坂本様に相談

○渡邊様が作成された穴の用途、穴情報について

・EXCEL でまとめた情報の説明

◆仕様検討（表現方法）

吉岡さんに STEP の XML 表現について説明していただいた。それによると、現状は以下の通り。

▼EXPRESS で表現されたデータベースを XML に変換する手法が ISO 10303-28 として規格化されている。

▼ただし、国際標準として認可されたわけではなく、推奨の段階で留まっている。

▼既存のものは DTD を採用されている為、XML Schema を用いた規格を策定中。
これを国際標準にしたい模様。

金型属性の仕様を策定する場合には、以下の2通りの案から選択するのが良さそうである。

A案：STEP の XML の不足分を拡充して使用する。

B案：STEP の XML を参考にし、独自に規格化する。

これまでの流れから、我々の規格は STEP AP224 に比較すると、かなり単純なものになっているので、A案は普及の妨げになる。B案を採用したいところだが、今後の普及を考えると XML Schema を採用したいところなので、参考となる部分が少ないように思える。

吉岡さんの話では、「ビジネスに繋がらない為、XML 関連のコンソーシアムが、規格作成に協力してくれる可能性は低いのではないか」とのことだった。答えはでなかった。

◆仕様検討（モデリング）

前回「様々な部品や加工箇所の名称の統一」をこのWGで行い、金型工業会の標準用語にすることを目指すことにした。これらの洗い出しを渡邊氏が行うということであったが、不十分なもののしか得られず、継続して検討することにした。

以上

平成15年度 第7回 加工属性 WG 議事録 2004/01/22

日時：2004/01/22 13:30～17:30

場所：金型年金会館（湯島）・3F会議室

双葉電子工業（茂原）	：渡邊氏（リーダー）
アルモニコス	：山川氏
設計生産工学研究so	：坂本氏
シマトロンジャパン	：木原氏
デジタルプロセス	：浅野氏
電子商取引推進協議会	：吉岡氏
日本デザインエンジニアリング	：岩壁氏、伊澤氏
日立造船情報システム	：鯨坂氏
牧野フライス製作所	：吉田氏
エスアイアイディ	：竹原

内容：

○同軸のグループ定義について、もう少し検討したい

→実際の図面を元に、モデル図を検討（渡邊様）

・同軸のケースについて、表してみる

・プレートのフェースに名前をつける必要はあるか？

→抜き勾配などを考えると、つけておく必要がある。

→定義方法については、こちらで決める必要あり

→識別記号 A,B,C,D

・加工基準面という概念は、加工側は気にするが、設計側はさほどプライオリティが高くない。

・「形状が渡る」ということが重要

・位置公差は記述しなくてもOK → 運用でカバーすることが可能

何に対しての位置公差かを記述

○（重要）「形状と用途が渡る」ということを目標と設定する

→ 受け取った側で、ある程度プレートなどに関する知識が必要となる

→ テーブルを参照できる形に。また、これを提供していくことも。

・用途に関しては、ある程度絞っておく必要がある。

→ 渡邊様にご検討していただく

◆仕様検討（モデリング）

明確になったのは以下の点。

- ▼公差・精度情報は Ver.2 以降に盛り込む。
- ▼それらは用途やタイプで分類する。
- ▼位置情報は全て、絶対座標値で表記する。
- ▼XML 表記は、業者に頼らずにやる。

部品名称については、海外との取引が行われるようになった頃、辞書の必要性が出てきたため、金型工業会でまとめたものがあるらしい。これをベースに穴のタイプを追加することで、必要な名称の統一ができそうである。これについては、Ver.1 までに完成させる。

以上

平成15年度 第8回 加工属性 WG 議事録 2004/02/10

日時：2004/02/10 13:30～17:30

場所：ECOM（芝公園）・機械振興会館4F ECOM A会議室

双葉電子工業（茂原）	：渡邊氏（リーダー）
設計生産工学研究所	：坂本氏
電子商取引推進協議会	：吉岡氏
電通国際情報サービス	：金山氏
日本デザインエンジニアリング	：岩壁氏
エスアイアイディ	：竹原

内容：

機械生産プロセスシステムの標準化研究としての委員会は今回が最後になる。

加工属性 WG としての活動は一区切りを付ける。

今後の金型加工データに関する研究テーマについて議論した。

◆セキュリティ

金型業界で大きな問題となっていることは、中国を始めとする海外への図面流出である。金型の発注者より保守用に図面を要求されると、金型メーカーは図面を提出せざるを得ない。この図面を使って、金型のリプレースを海外で行うケースがあり、業務と共にノウハウまで流出している。知的財産の保護の観点から、経済産業省より「図面流出を行わないよう」指針が提示されている。

これを技術的に防ぐ方法が産業技術総合研究所で研究されているらしく、金型業界として使えそうなものなのか、調べることになった。

以上

9.2 研究発表・文献等

9.2.1 AP224 修正提案レポート (ISO/TC 184/SC 4SEDSReport No.907)

Section 1. GENERAL INFORMATION (completed by SC4 Secretariat/WG Convener):

SEDS Report Number: 907

Date Submitted: 2003-12-10

Status: Open 200312-10

Assigned WG: 03

SEDS Team Leader:

SEDS Team Members:

Section 2. ENHANCEMENT AND DISCREPANCY INFORMATION (completed by Author of SEDS Report):

Author: Chiaki Sakamoto

Email Address: chiaki_sakamoto@paw.hi-ho.ne.jp

Part and Clause where Issue Originates: ISO 10303-224 edition-2 4.3.178 and 4.3.179

Other Parts Affected by the Issue: None

Related Issues: None

Summary/Abstract/Keywords: Pocket to Angle_taper and Directed_taper

Problem Description:

In the current version, Pocket has the change_in_boundary defined by zero or one Angle_taper or Directed_taper. In the application for Injection molding, Pocket requires the change_in_boundary defined by zero, one or many Angle_taper or Directed_taper.

Conditions Under Which the Issue Was Discovered: Application for Injection molding.

Proposed Solution (Optional):

4.3.178 Each Pocket has the change_in_boundary defined by zero, one or many Angle_taper.

4.3.179 Each Pocket has the change_in_boundary defined by zero, one or many Directed_taper.

Section 3. RESPONSE INFORMATION (completed by SEDS Resolution Team Leader):

If Accepted, Resolution:

Section 4. FOLLOW-UP INFORMATION (completed by WG Convener):

Class:

Priority:

Impact of Change:

Further Action Required:

Action Required by SEDS Coordinator/WG Conveners/QC/SC4:

9.2.2 AP224 修正提案レポート (ISO/TC 184/SC 4SEDSReport No.908)

Section 1. GENERAL INFORMATION (completed by SC4 Secretariat/WG Convener):

SEDS Report Number: 908

Date Submitted: 2003-12-10

Status: Open 2003-12-10

Assigned WG: 03

SEDS Team Leader:

SEDS Team Members:

Section 2. ENHANCEMENT AND DISCREPANCY INFORMATION (completed by Author of SEDS Report):

Author: Chiaki Sakamoto

Email Address: chiaki_sakamoto@paw.hi-ho.ne.jp

Part and Clause where Issue Originates: ISO 10303-224 edition-2 4.2.206

Other Parts Affected by the Issue: None

Related Issues: None

Summary/Abstract/Keywords: Slot_end_type

Problem Description:

In the current version, Each Slot_end_type is either a Flat_slot_end_type,

Open_slot_end_type, Radiused_slot_end_type or a Woodruff_slot_end_type.

In the application for Injection molding, Loop_slot_end_type is required as a Slot_end_type. Loop_slot_end_type has no end.

Conditions Under Which the Issue Was Discovered: Application for Injection molding.

Proposed Solution (Optional):

4.2.206 Add Loop_slot_end_type as a Slot_end_type.

Section 3. RESPONSE INFORMATION (completed by SEDS Resolution Team Leader):

If Accepted, Resolution:

Section 4. FOLLOW-UP INFORMATION (completed by WG Convener):

Class:

Priority:

Impact of Change:

Further Action Required:

Action Required by SEDS Coordinator/WG Conveners/QC/SC4:

Section 3. RESPONSE INFORMATION (completed by SEDS Resolution Team Leader):

If Accepted, Resolution:

Section 4. FOLLOW-UP INFORMATION (completed by WG Convener):

Class:

Priority:

Impact of Change:

Further Action Required:

Action Required by SEDS Coordinator/WG Conveners/QC/SC4:

以上

9.2.3 AP224 修正提案レポートの実現提案 (ISO/TC 184/SC 4SEDSReport No.907)

1. I propose the following solution for sed5 907.

"Pocket" has L[1:?] of "angle_or_directed_taper" for "change_in_diameter" as an optional attribute.

The count of L[1:?] for the pocket boundary starts as follows.

a) In case of "Open_profile",

the count starts clockwise from the right hand side geometry of the open area

in "Open_boundary".

b) In case of "Closed_profile",

the count starts clockwise from the geometry on the plus X axis.

In the above both cases, we do not count radiuses for

"Rectangular_closed_profile",

"Square_u_profile" and "Vee_profile".

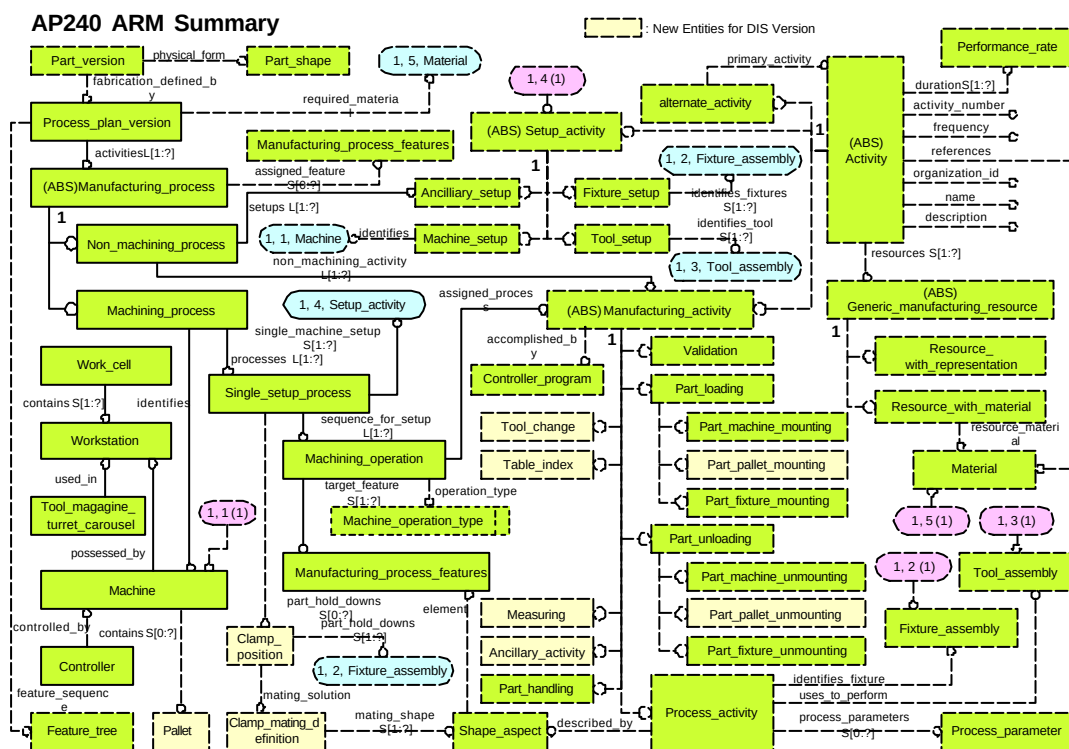
Comment) I suppose only "Rectangular_closed_pocket" and "Rectangular_open pocket"

are used in the application for injection molding,

2. I absolutely agree to the proposal from L.Slovensky for sed5 908 .

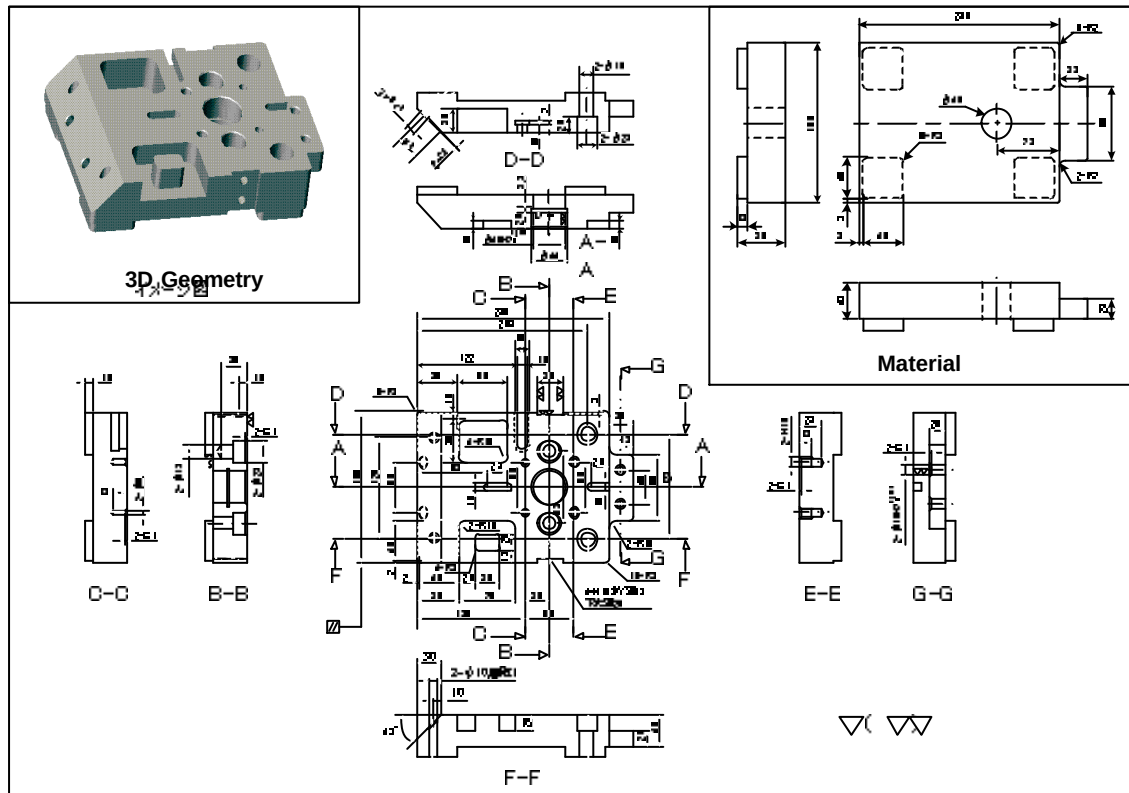
以上

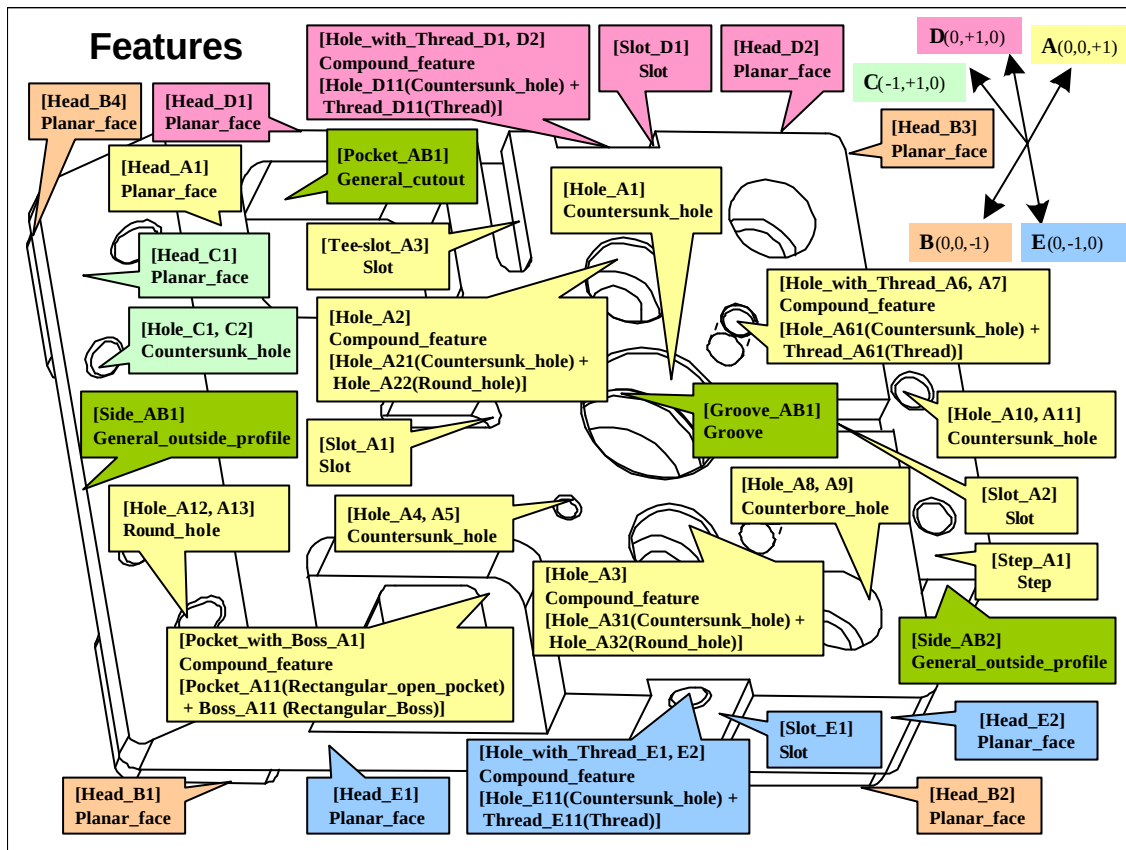
Summary of AP240 ARM



Sample Part for Example

Shape of the Sample Part



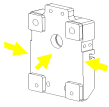
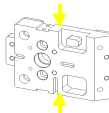


Feature List of the Sample Part

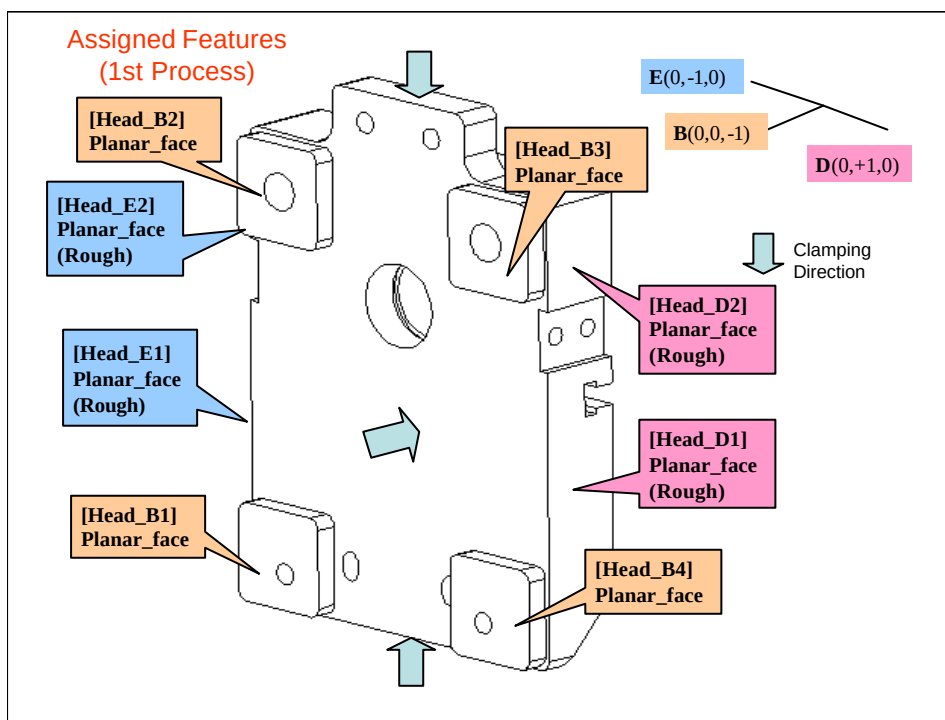
Feature List of the Sample Part											
	V	Group	Name	Id	Feature Classification		V	Group	Name	Id	Feature Classification
1	A	Planar_face	Head_A1	#901	Planar_face	30	AB	Pocket	Pocket_AB1	#941	General_cutout
2		Step	Step_A1	#902	Step	31		Profile	Side_AB1	#942	General_outside_profile
3		Pocket	Pocket_with_Boss_A1	#903	Compound_feature	32			Side_AB2	#943	General_outside_profile
4			(Pocket_A11)	#904	Rectangular_open_pocket	33		Hole	Groove_A1	#944	Groove
5			(Boss_A11)	#905	Rectangular_boss	34	B	Planar_face	Head_B1	#951	Planar_face
6		Slot	Slot_A1	#906	Slot	35			Head_B2	#952	Planar_face
7			Slot_A2	#907	Slot	36			Head_B3	#953	Planar_face
8			Tee_slot_A3	#908	Slot	37			Head_B4	#954	Planar_face
9		Hole	Hole_A1	#909	Countersunk_hole	38	C	Planar_face	Head_C1	#961	Planar_face
10			Hole_A2	#910	Compound_feature	39		Hole	Hole_C1	#962	Countersunk_hole
11			(Hole_A21)	#911	Countersunk_hole	40			Hole_C2	#963	Countersunk_hole
12			(Hole_A22)	#912	Round_hole	41	D	Planar_face	Head_D1	#971	Planar_face
13			Hole_A3	#913	Compound_feature	42			Head_D2	#972	Planar_face
14			(Hole_A31)	#914	Countersunk_hole	43		Slot	Slot_D1	#973	Slot
15			(Hole_A32)	#915	Round_hole	44		Hole	Hole_with_Thread_D1	#974	Compound_feature
16			Hole_A4	#916	Countersunk_hole	45			(Hole_D11)	#975	Countersunk_hole
17			Hole_A5	#917	Countersunk_hole	46			(Thread_D12)	#976	Thread
18			Hole_with_Thread_A6	#918	Compound_feature	47			Hole_with_Thread_D2	#977	Compound_feature
19			(Hole_A61)	#919	Countersunk_hole	48			(Hole_D21)	#978	Countersunk_hole
20			(Thread_A62)	#920	Thread	49			(Thread_D22)	#979	Thread
21			Hole_with_Thread_A7	#921	Compound_feature	50	E	Planar_face	Head_E1	#981	Planar_face
22			(Hole_A71)	#922	Countersunk_hole	51			Head_E2	#982	Planar_face
23			(Thread_A72)	#923	Thread	52		Slot	Slot_E1	#983	Slot
24			Hole_A8	#924	Counterbore_hole	53		Hole	Hole_with_Thread_E1	#984	Compound_feature
25			Hole_A9	#925	Counterbore_hole	54			(Hole_E11)	#985	Countersunk_hole
26			Hole_A10	#926	Countersunk_hole	55			(Thread_E12)	#986	Thread
27			Hole_A11	#927	Countersunk_hole	56			Hole_with_Thread_E2	#987	Compound_feature
28			Hole_A12	#928	Round_hole	57			(Hole_E21)	#988	Countersunk_hole
29			Hole_A13	#929	Round_hole	58			(Thread_E22)	#989	Thread

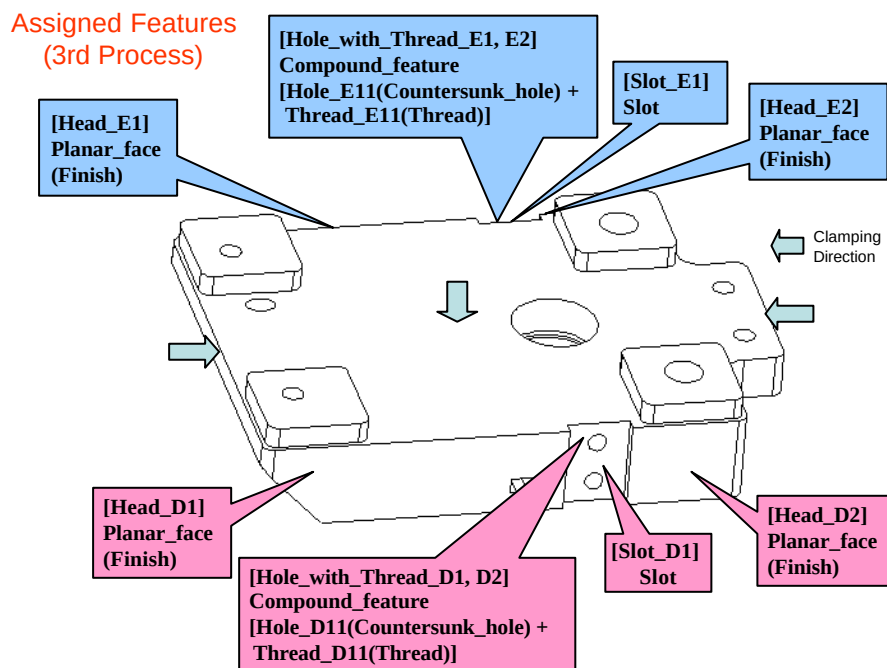
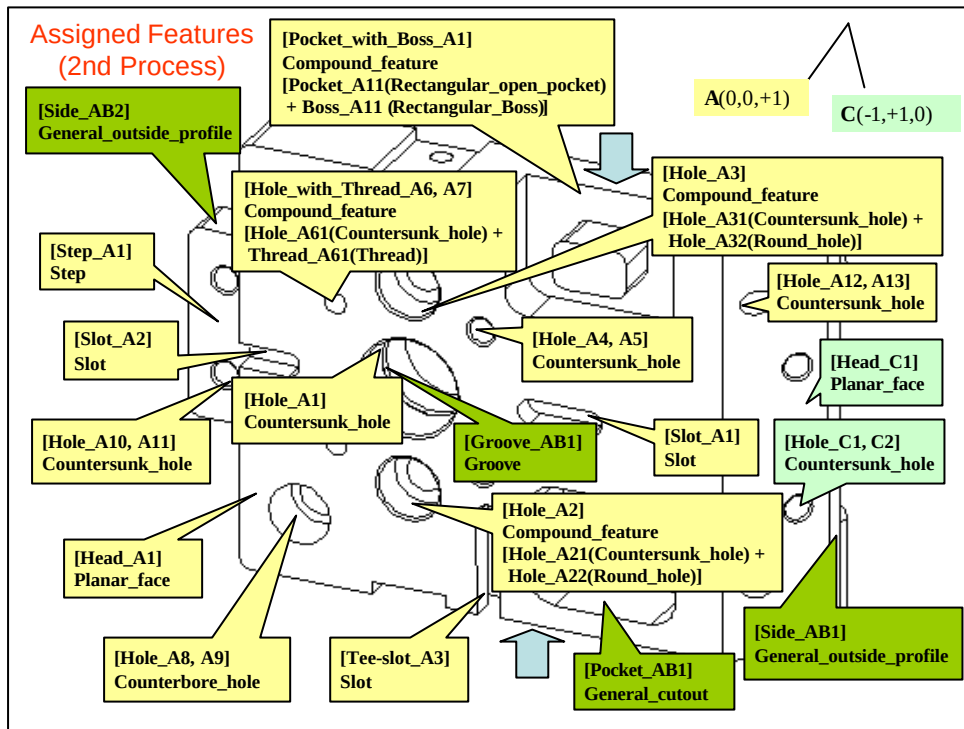
Macro Process Plan

Macro Process Plan for the Sample Part

Machining Process	Machine Tool	Clamping Directions	Strategy for Feature Assignment
1st	Horizontal Milling Machine with Table Indexing		All Planar_faces in B All Planar_faces in D and E (only Roughing)
2nd	Horizontal Milling Machine with Table Indexing		All Features in A and C
3rd	Horizontal Milling Machine with Table Indexing		All Features in D and E

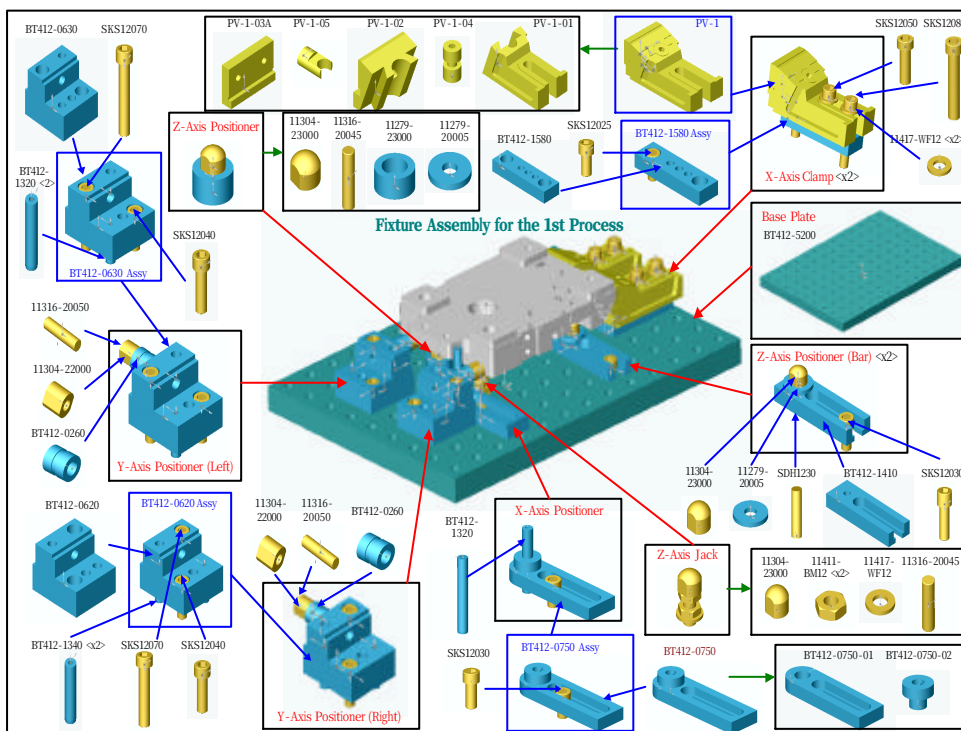
Macro Process Plan (Features assigned to each Process)



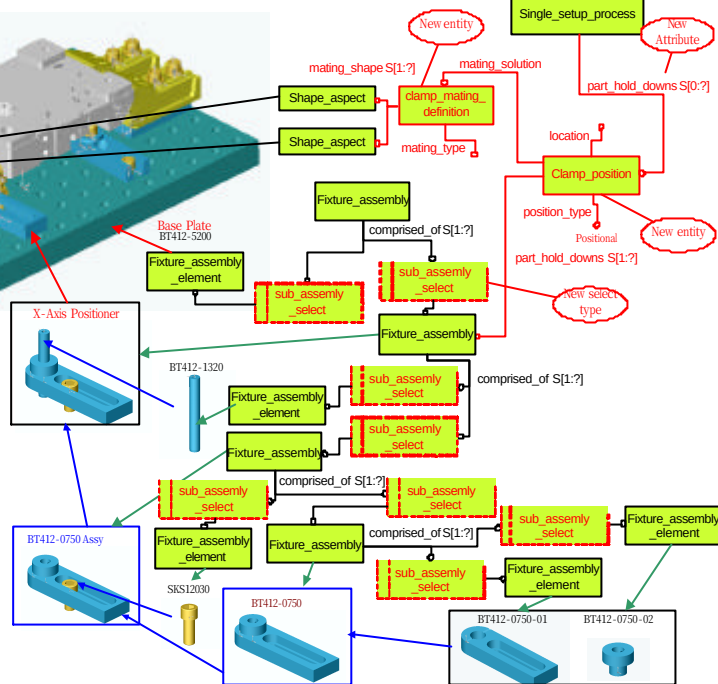


Fixture Setup

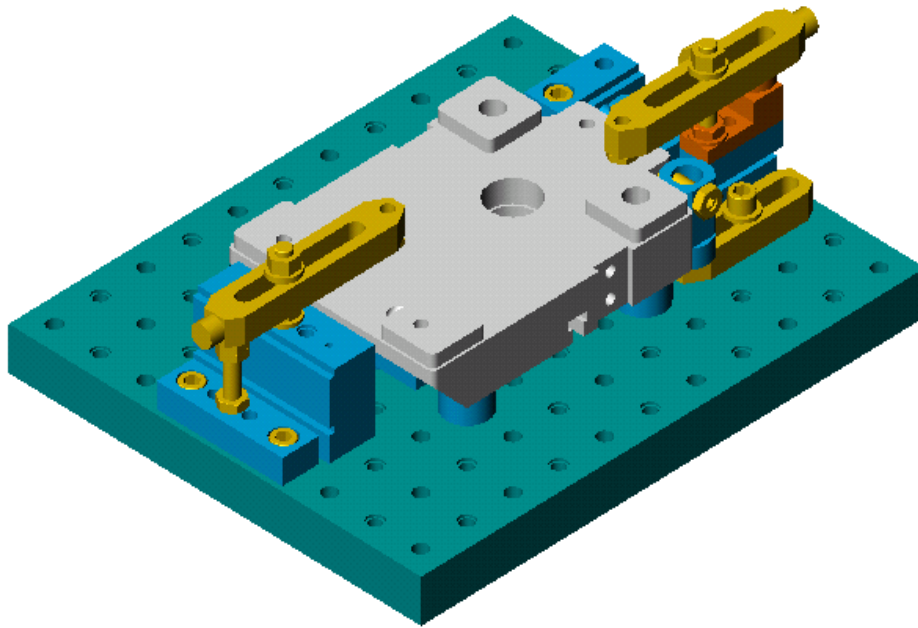
Fixture Assembly for the 1st Process



A 3D CAD model of a fixture assembly. The base is a teal-colored plate labeled "Base Plate BT412-5200". On top of the base are several blue and yellow components. A grey component is being positioned by a purple robotic arm. A red arrow points to a specific feature on the base plate, and a yellow box labeled "Fixture_assembly_element" is shown with a red arrow pointing to it.



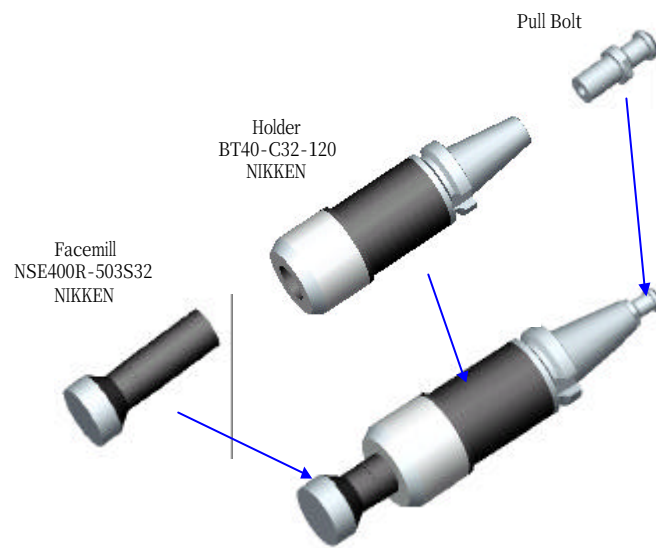
Fixture Assembly for the 3rd Process



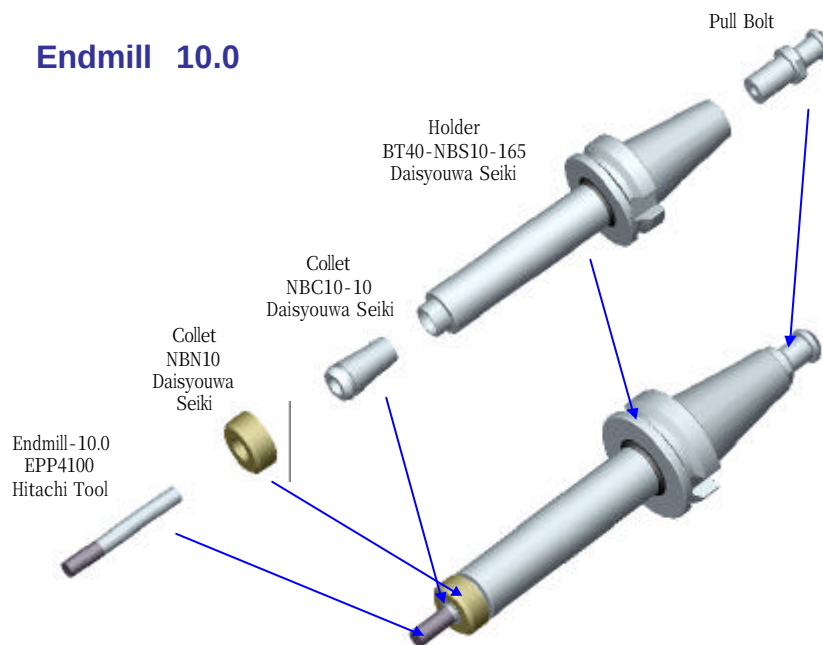
Tool Setup

Tool Assembly
for the 3rd Process

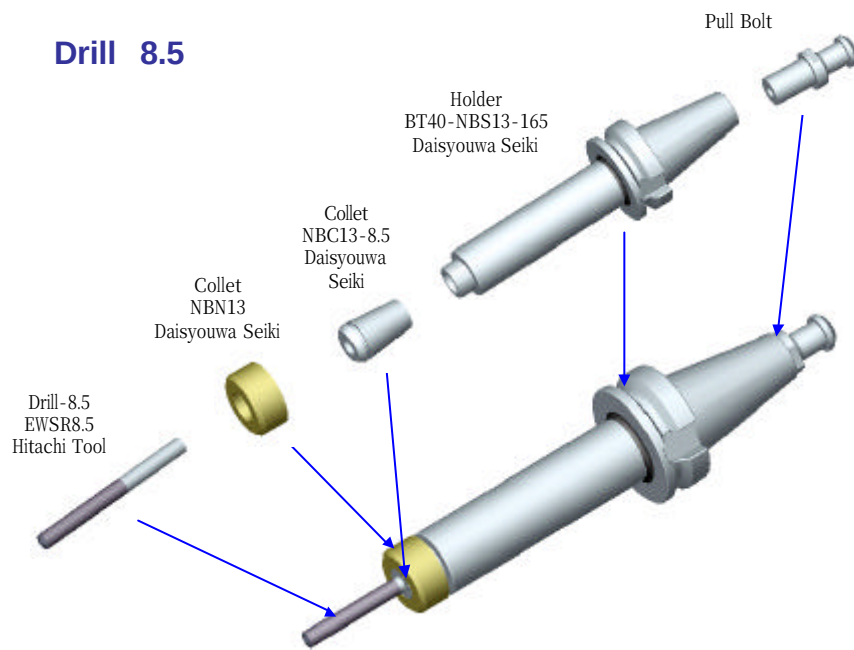
Facemill



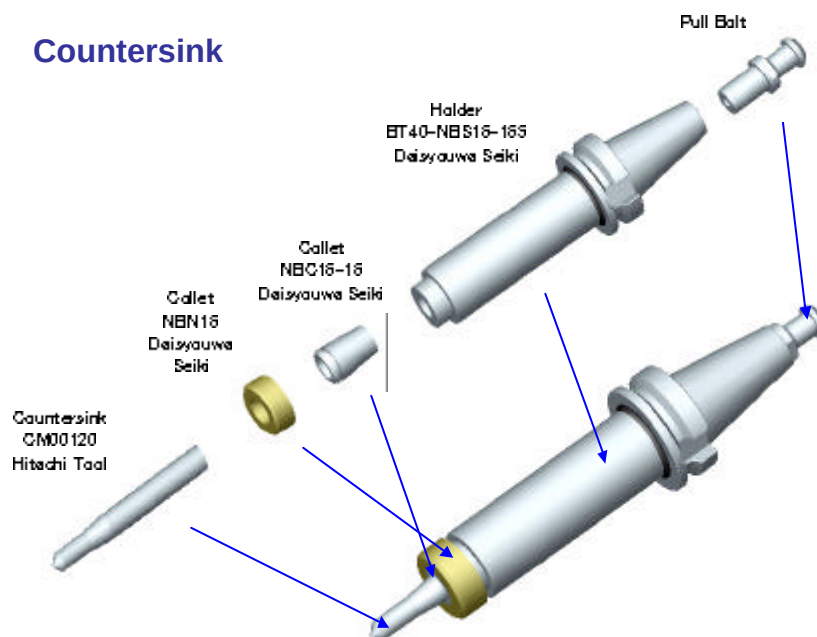
Endmill 10.0



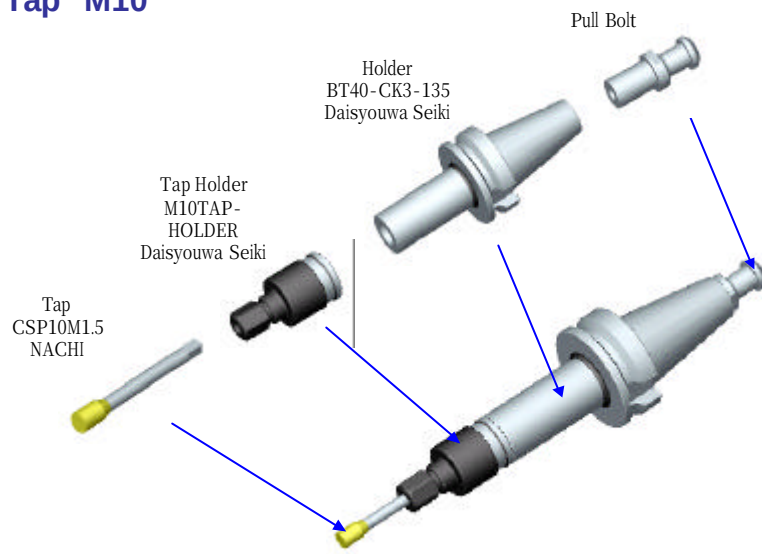
Drill 8.5



Countersink



Tap M10



Micro Process Plan
for the 3rd Process
Using Property_parameter

Workingsteps and Operations for Features assigned to the 3rd Process (Micro Process Plan)

Process	Machining Process Feature			Seq	ID in Workingstep	Operation Type	Tool Body	Tool Path Strategy
	Id	No	Type					
3rd	Head_D1, D2	2	Planar face finish	1	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	End mill	Undirection
	Slot_D1	1	Slot	1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
				2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
	Head_D1, D2	2	Compound feature	1	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill	-----
	Hole_D1, D2	2	Counterbore hole	2	Hole_D1, D2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore	-----
				3	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap	-----
	Head_E1, E2	2	Planar face finish	1	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	End mill	Undirection
	Slot_E1	1	Slot	1	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
				2	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
	Head_E1, E2	2	Compound feature	1	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Twist_drill	-----
	Hole_E1, E2	2	Counterbore hole	2	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore	-----
				3	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap	-----

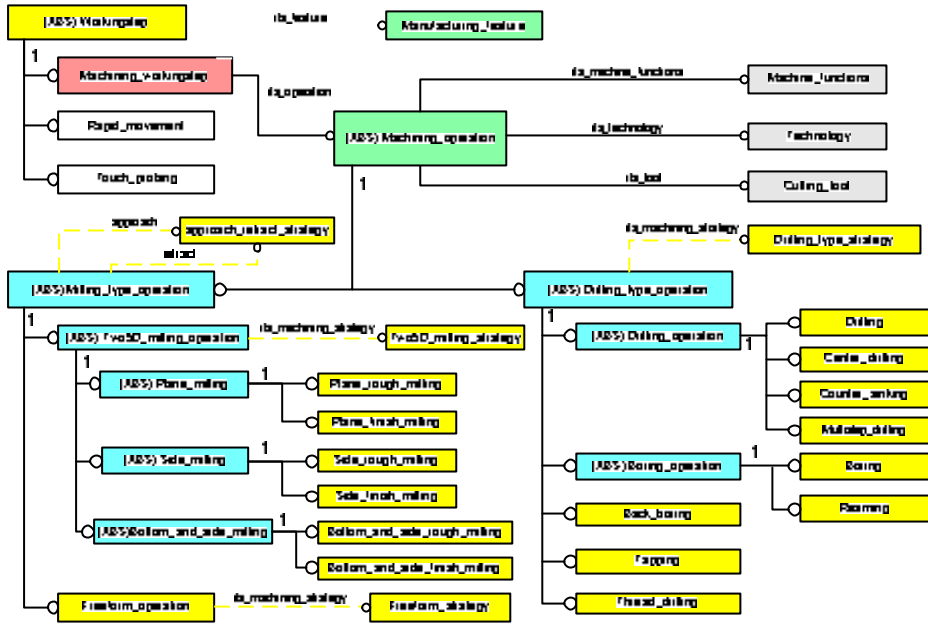
Sequence of Workingsteps for the 3rd Process (Micro Process Plan)

(Plan A Minimizing Table Indexes)

Seq	ID in Workingstep	Operation Type	Tool Body
1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
2	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill
3	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
4	Hole_D1, D2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore
5	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap
6	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	End mill
[Table Index]			
7	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
8	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Twist_drill
9	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
10	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore
11	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap
12	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	End mill

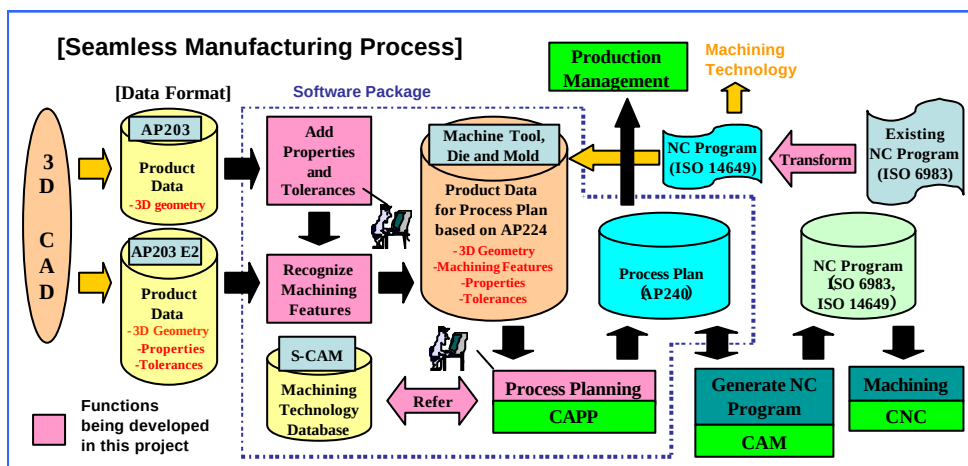
Plan B Minimizing Tool Changes

Seq	ID in Workingstep	Operation Type	Tool Body
1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
[Table Index]			
3	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
4	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill
5	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill
[Table Index]			
6	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill
7	Hole_D1, D2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore
[Table Index]			
8	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore
9	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap
[Table Index]			
10	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap
[Table Index]			
11	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	End mill
[Table Index]			
12	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	End mill



Machine Tool Configuration Model (Reference from AP240)

New Project Plan using AP240



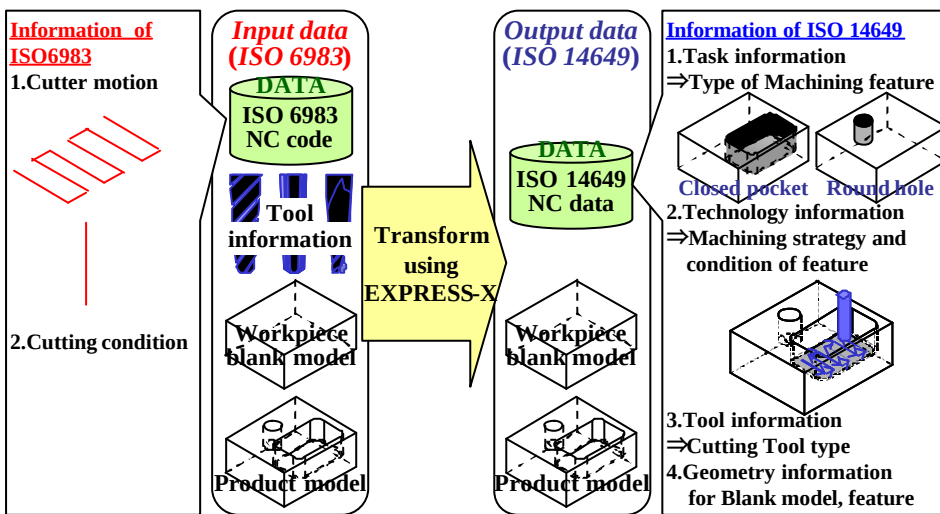
Features of Seamless Manufacturing Process]

- To develop **Product Data Model for Process Plan** based on AP224 in order to realize Seamless Manufacturing mainly for **Machine Tool Builders** and **Die and Mold Manufacturers**
- To recognize Machining Feature from 3D Geometry with **Property(Surface Finish)**
- To create Process Plan using CAPP and **Machining Technology Database**
- To prepare a tool in order to **manage** Machining Technology Database

Transform ISO 6983 to ISO 14649

Objective of this research

No. 1



Benefits

-Revive legacy data and extract knowledge of process planning



Research for transforming from ISO6983 data to ISO14649

Graduate School of Engineering,
Hokkaido University



AP240 Workshop in Sapporo, Japan

[Meeting Place]

Hokkaido University in Sapporo, Japan

[Meeting Schedule]

Aug. 12th(Tue) 8:00 - 17:00 AP240 DIS Document

13th(Wed) 8:00 - 17:00 AP240 DIS Document

14th(Thu) 8:00 - 12:00 AP240 DIS Document

[Hotel]

Sapporo Aspen Hotel

TEL +81-11-700-2111

(Single Room 8,300 yen/night, Twin Room 15,600 yen/night,
excluding Tax and Service fee,
Discount price for Hokkaido university)

[Hotel Reservation]

Machiko Tamada, Hokkaido University

E-mail tamada@minf.coin.eng.hokudai.ac.jp

TEL +81-11-706-6447

以上

Overview of CAPP system using AP240 (Prototype)

2003-10-22

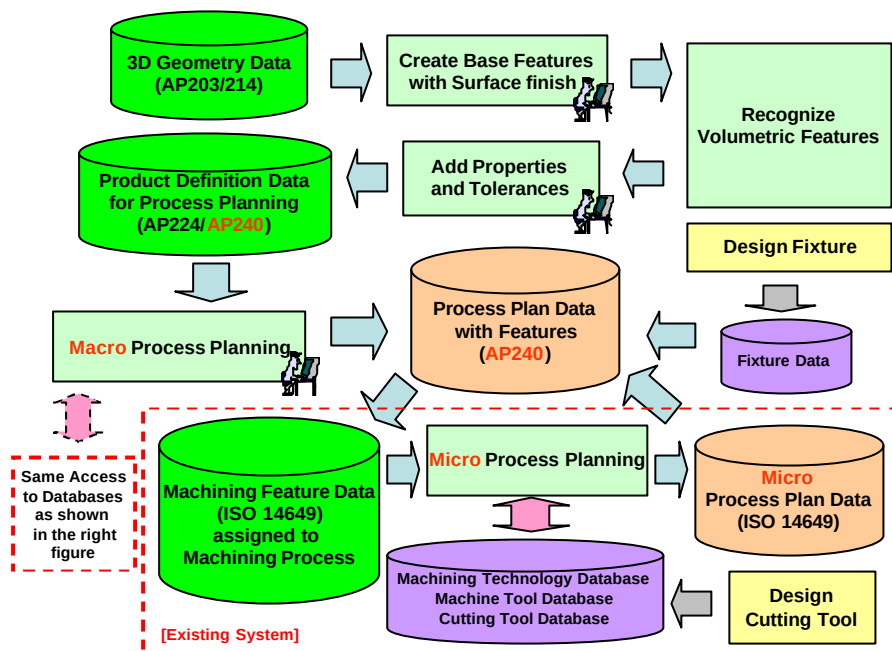
Manufacturing Engineering Research Inc.

C.Sakamoto

1

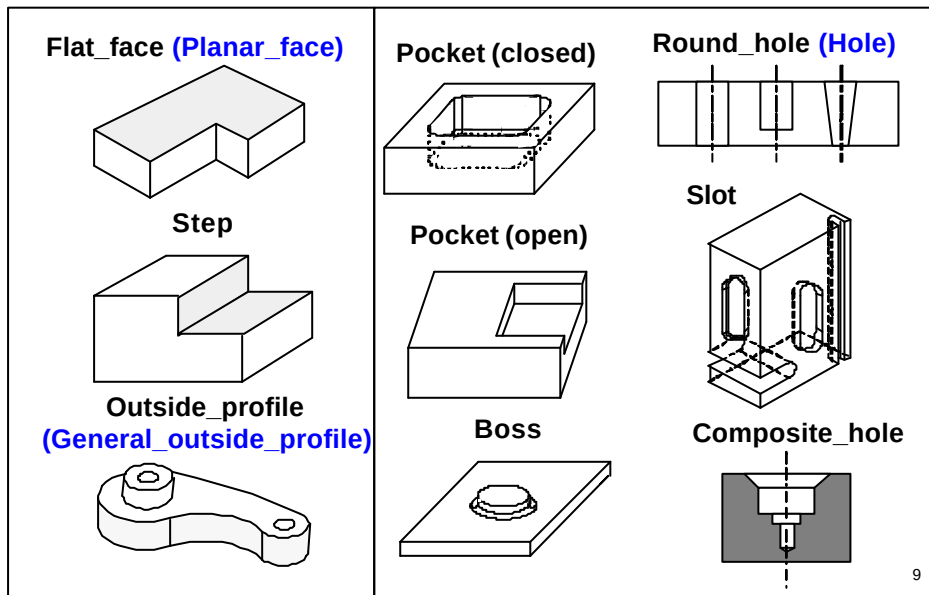
Flow of CAPP System

Computer Aided Process Planning System (Prototype)



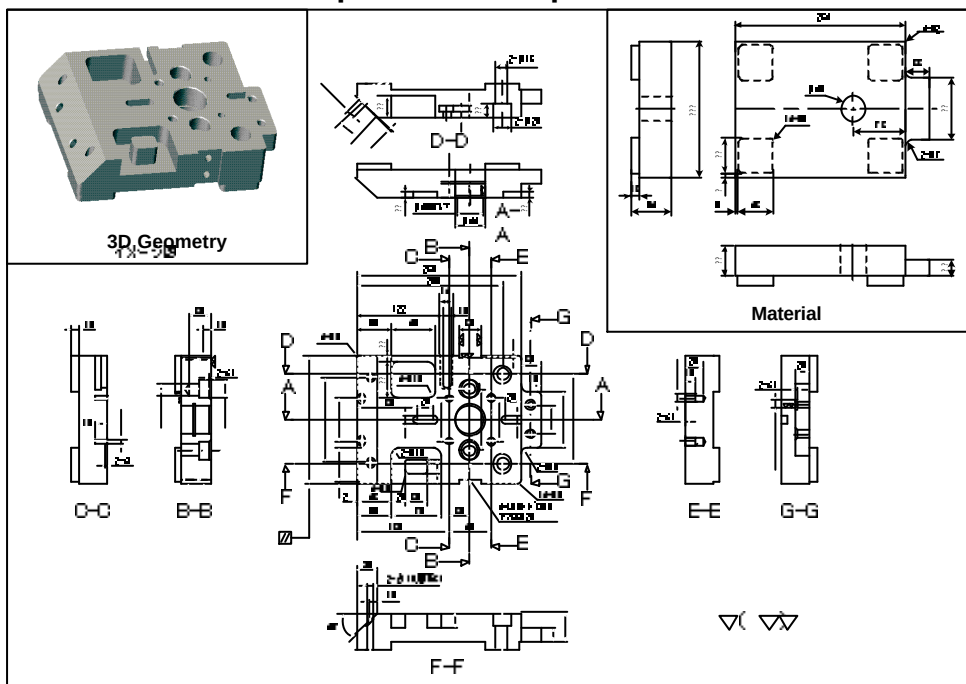
Base Feature

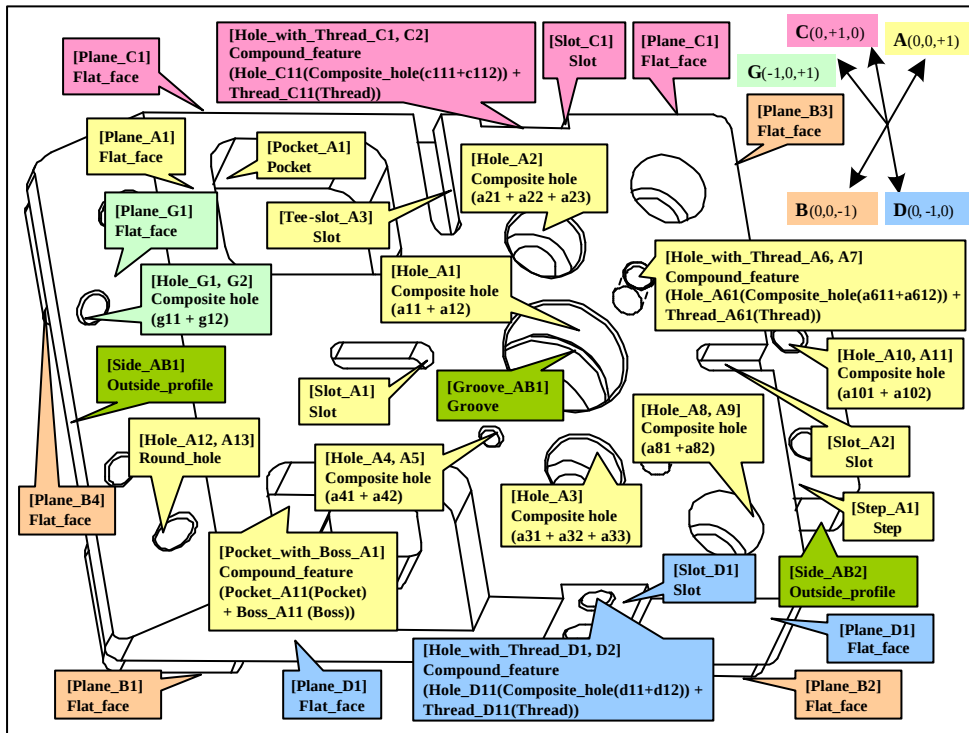
Volumetric Feature



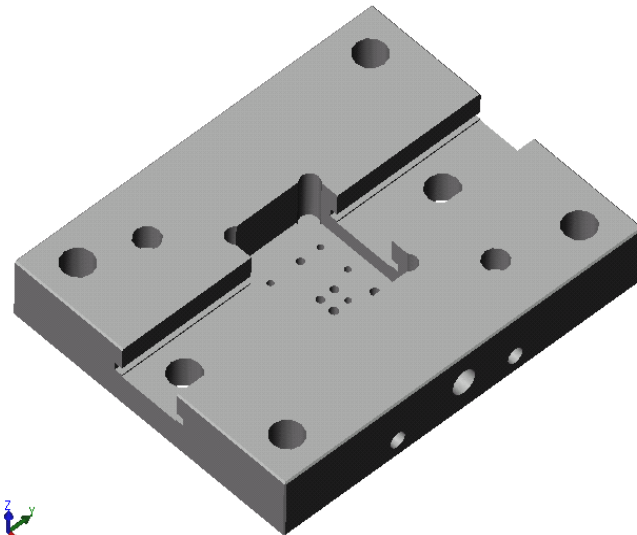
Specification of Sample Parts

Shape of the Sample Part_1



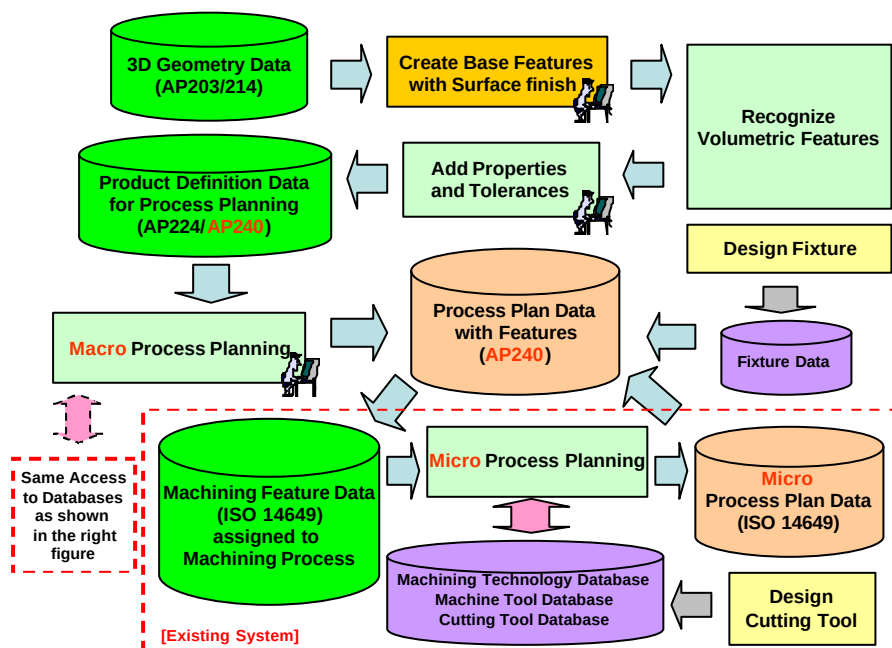


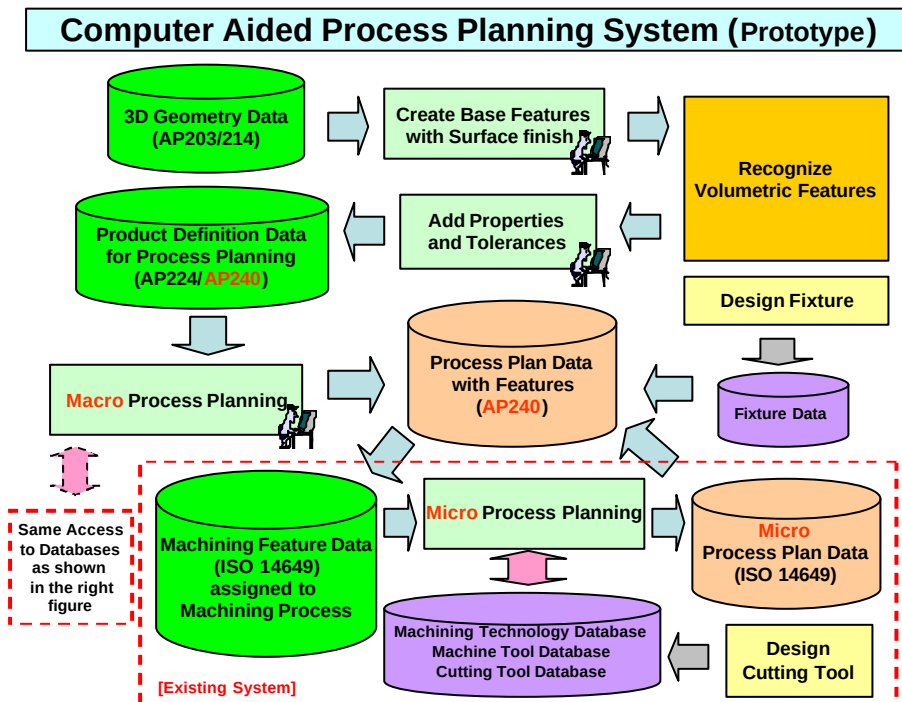
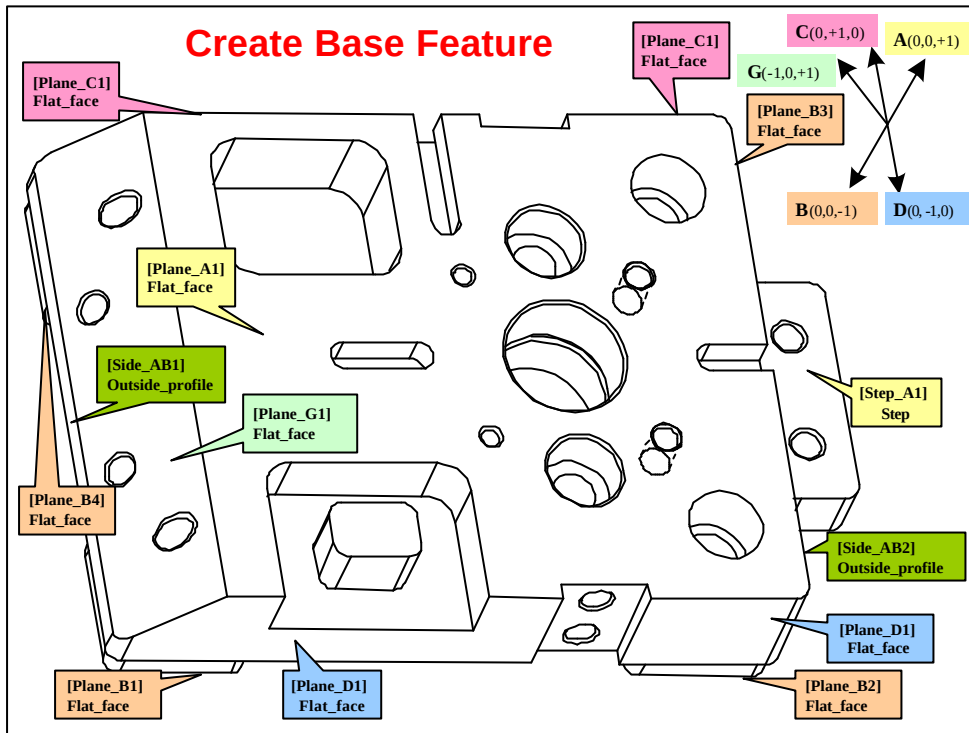
Shape of the Sample Part_2

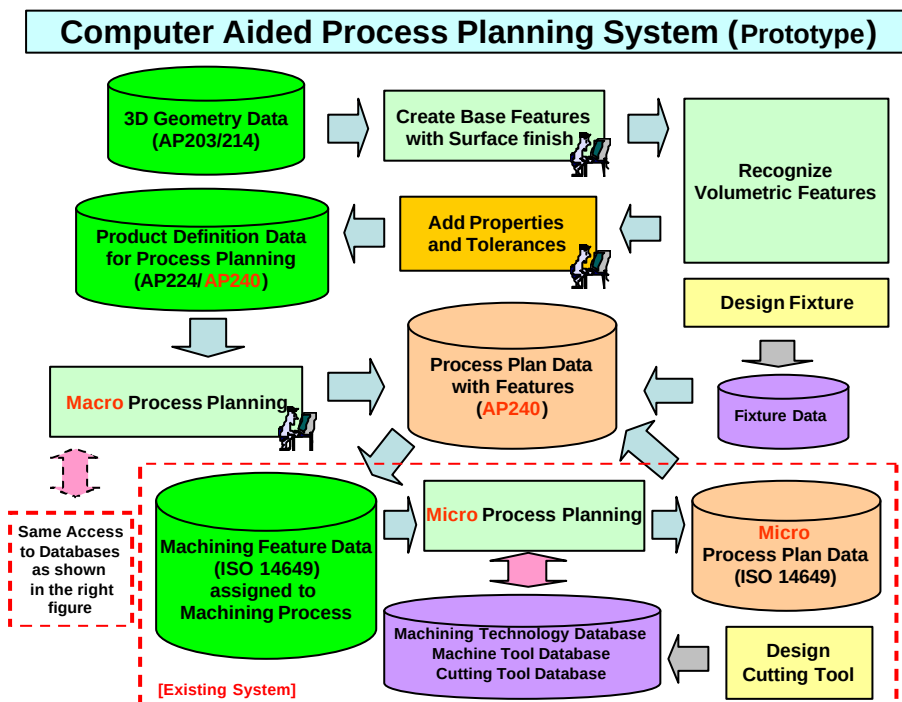
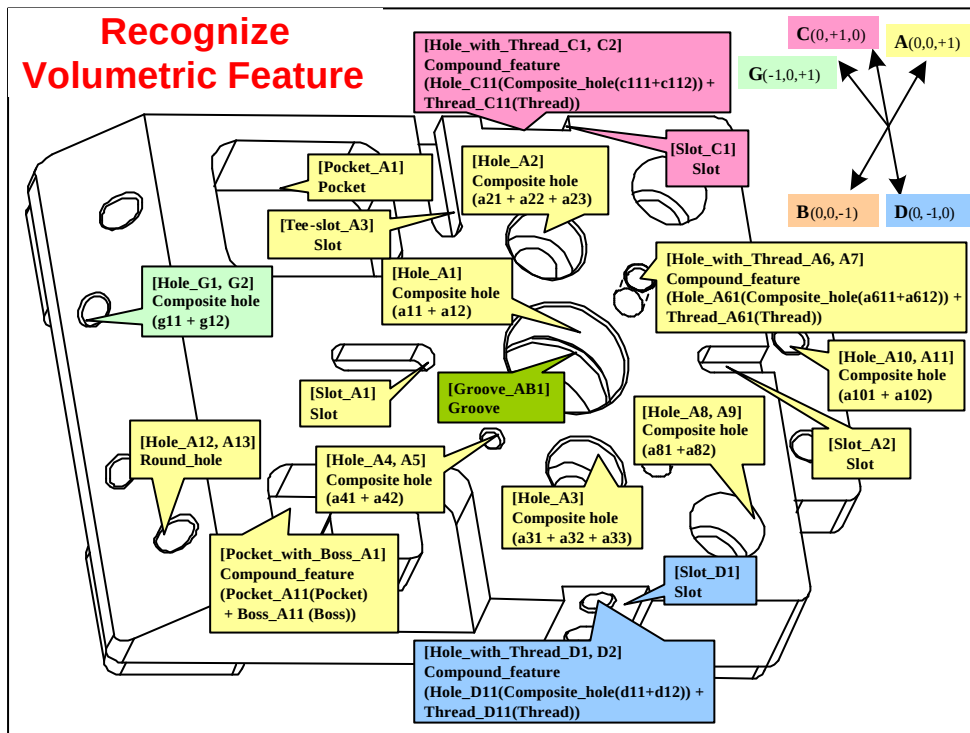


Function of Each Stage

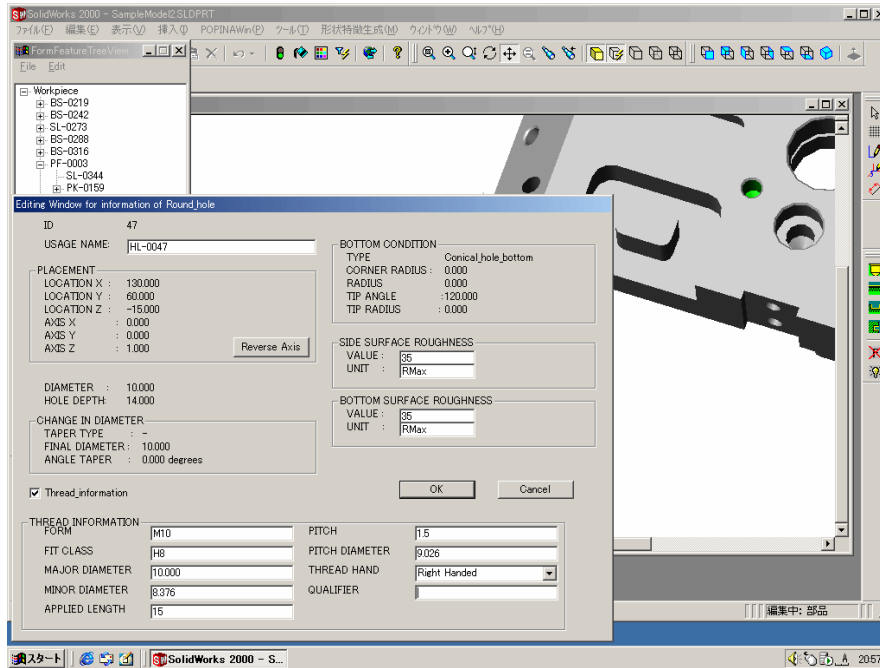
Computer Aided Process Planning System (Prototype)



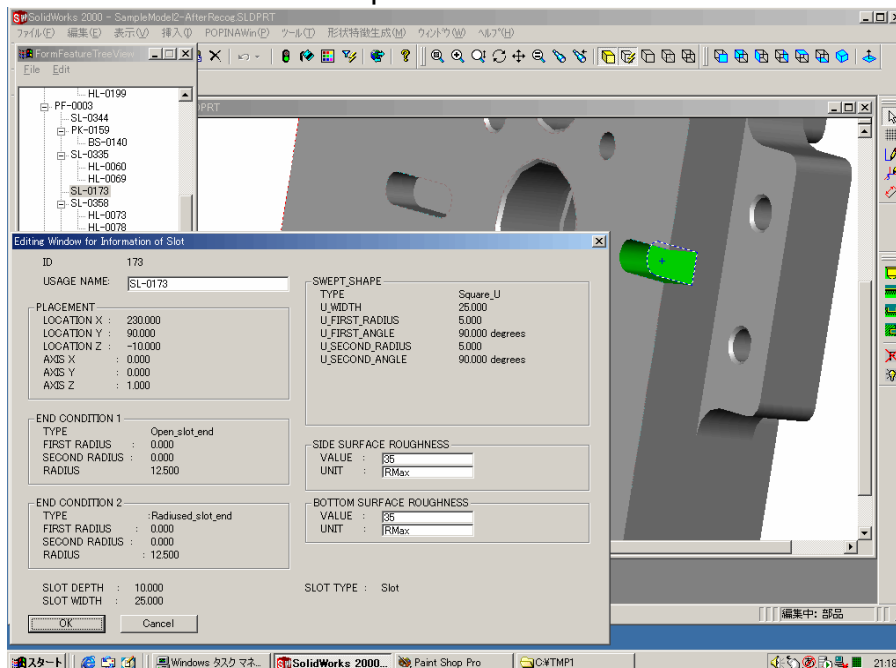




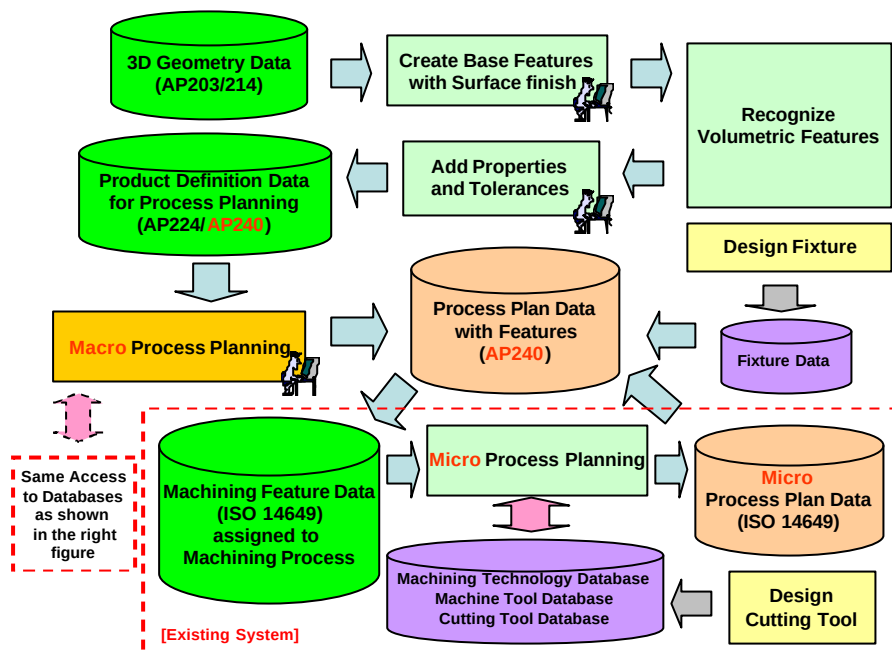
Add Properties to the Round_hole



Add Properties to the Slot



Computer Aided Process Planning System (Prototype)



The following 4 operations should be done

for Each Machining Process

1. Input the Machining Process Number

2. Select a Machine Tool for the Process

[Input Requirements for a Machine Tool]

- (1) Type of Machine Tool
- (2) Minimum axis range motion of X_axis, Y_axis and Z_axis

- (3) Number of control axis
- (4) Table Indexing function
- (5) Maximum spindle speed

[Select a Machine Tool for the Process]

- (1) Machine Tool Manufacturer
- (2) Company model

3. Input Clamping Positions

(1) Input the relationship between the machine tool spindle and the part
 Display the Intermediate Shape (as is shape) the part

(a) The Z_axis of the Spindle is parallel to the Z_axis of the Part, and the X_axis of the Spindle is parallel to the X_axis of the Part

(b) The Z_axis of the Spindle is parallel to the Z_axis of the Part, and the X_axis of the Spindle is parallel to the Y_axis of the Part

(c) The Z_axis of the Spindle is perpendicular to the Z_axis of the Part

(2) Indicate the face of the Part which is faced to the Fixture

(a) Others

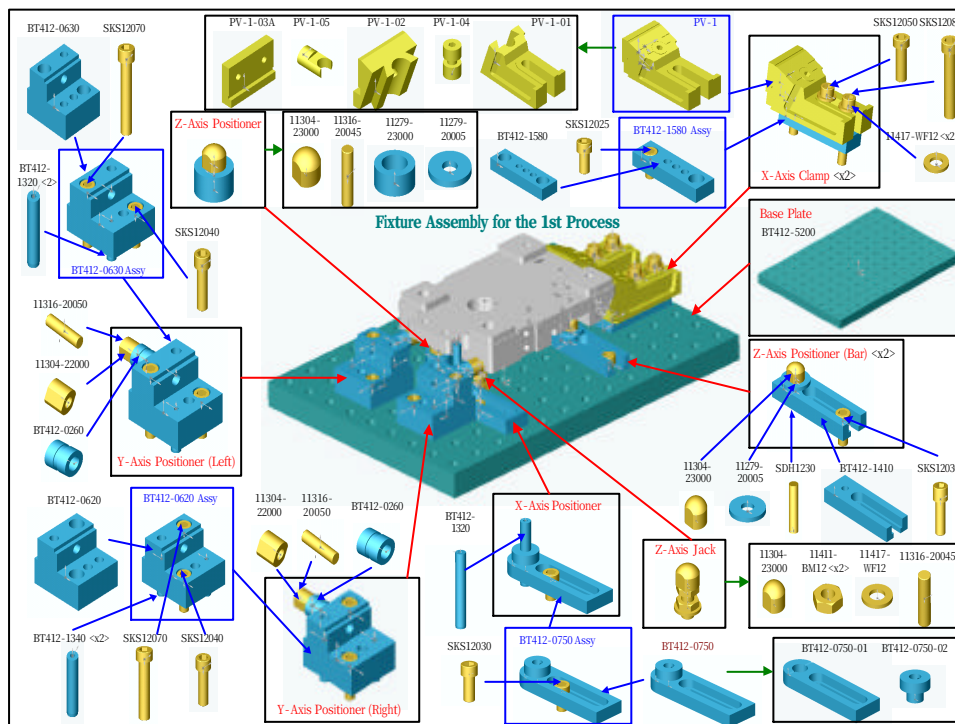
(a) Indicate the Clamping Face(s)

(b) Indicate Clamping Position(s) on each Clamping Face

and

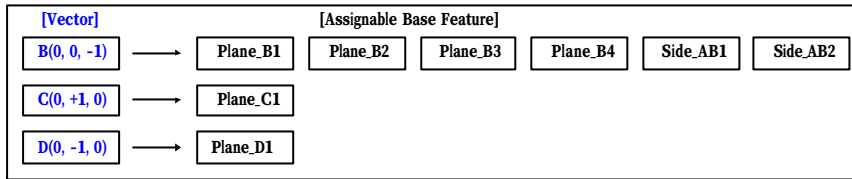
input the position type, that is, **Clamp, Positioning, or**

Jack

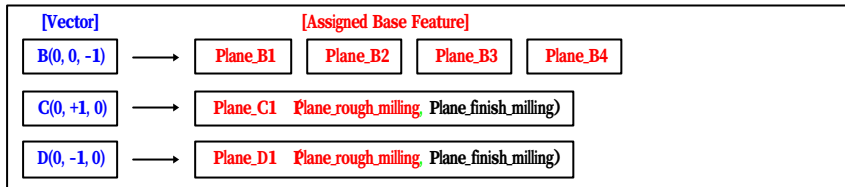


4. Assign Features to the Process (1st Process)

(1) Select **Base Features** assigned to the Process



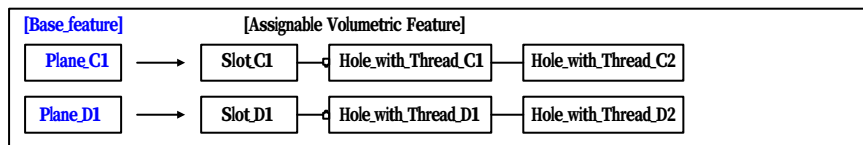
(2) Display **Selected Base Features**



Regarding Plane_C1 and Plane_D1, We need to get machining operations from Machining Technology Database before Feature Assignment

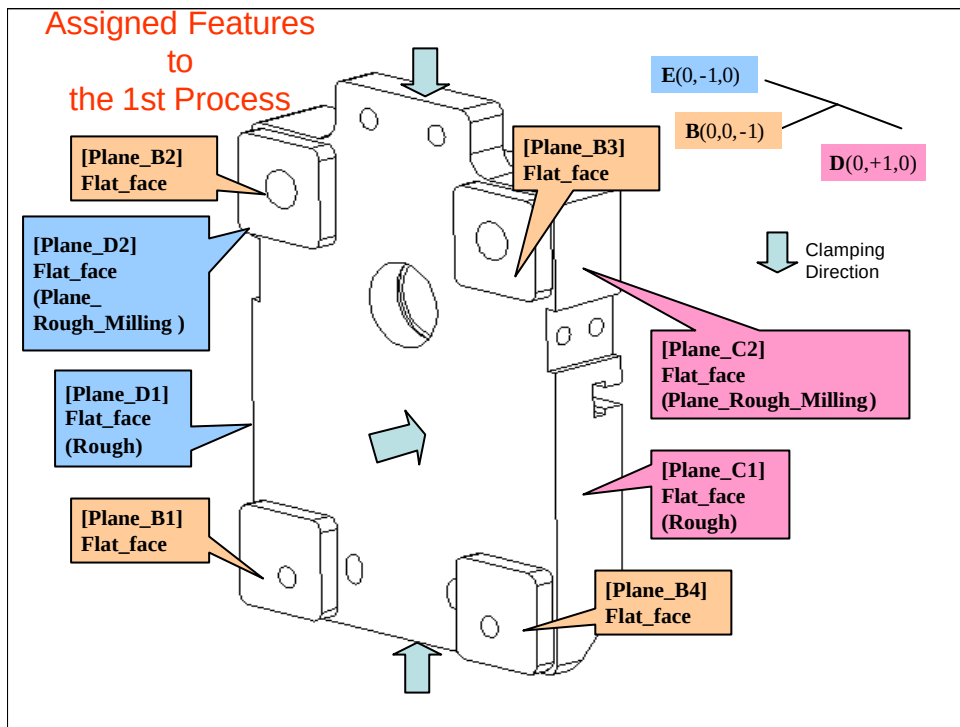
4. Assign Features to the Process (Continued)

(3) Select **Volumetric Features** assigned to the Process



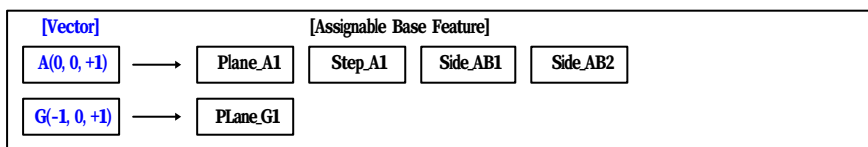
(4) Display **Selected Volumetric Features**

(None)

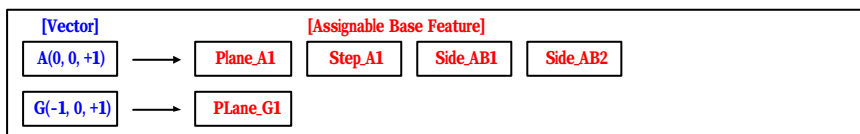


4. Assign Features to the Process (2nd Process)

(1) Select Base Features assigned to the Process

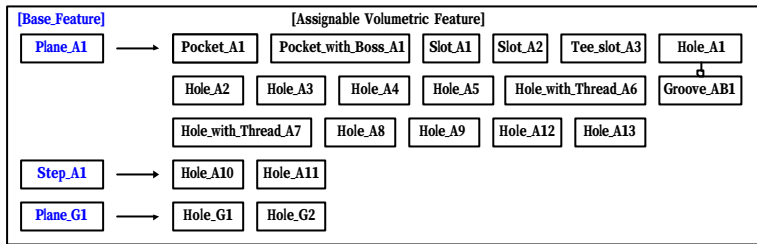


(2) Display Selected Base Features

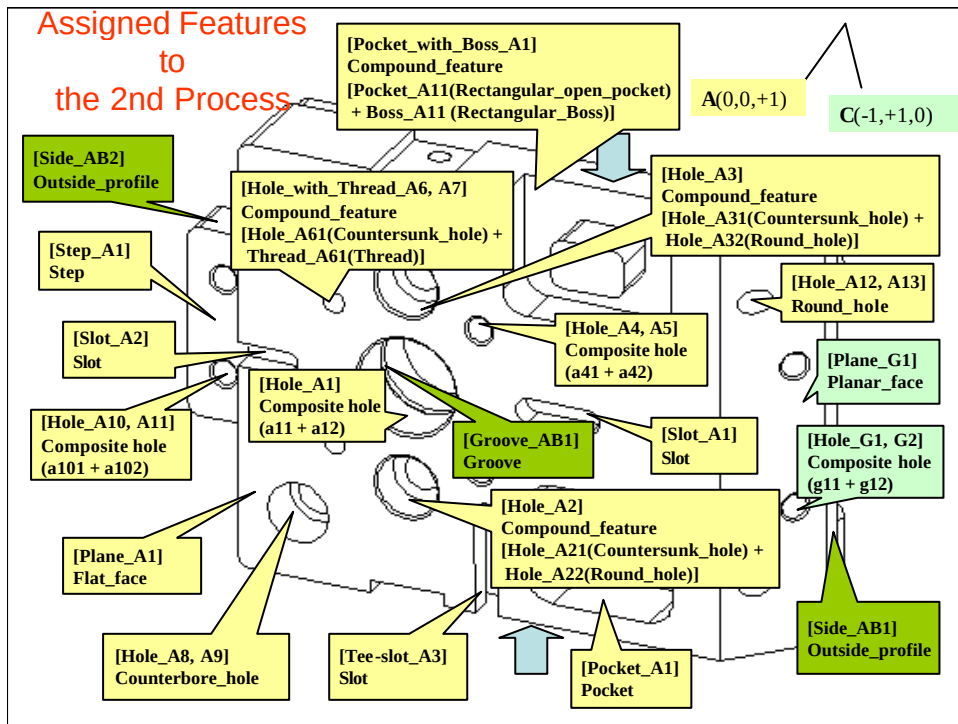
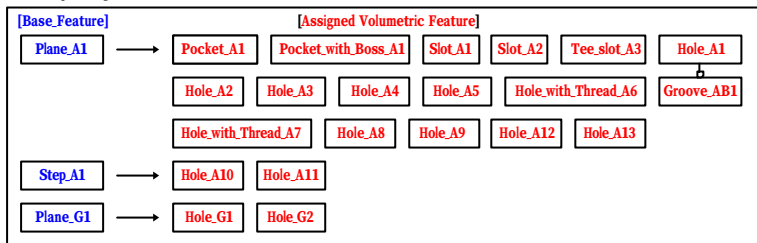


4. Assign Features to the Process (Continued)

(3) Select Volumetric Features assigned to the Process

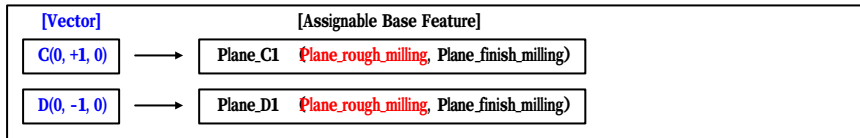


(4) Display Selected Volumetric Features

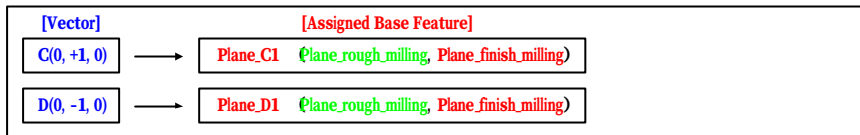


4. Assign Features to the Process (3rd Process)

(1) Select **Base Features** assigned to the Process

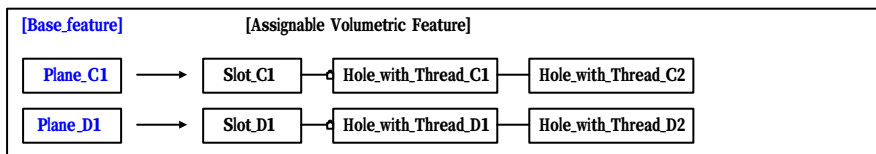


(2) Display **Selected Base Features**

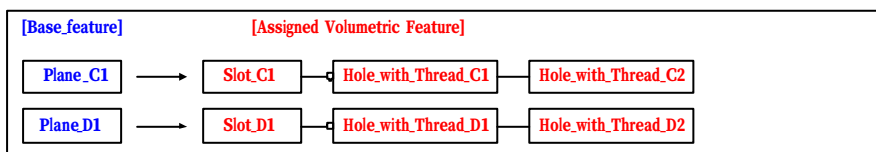


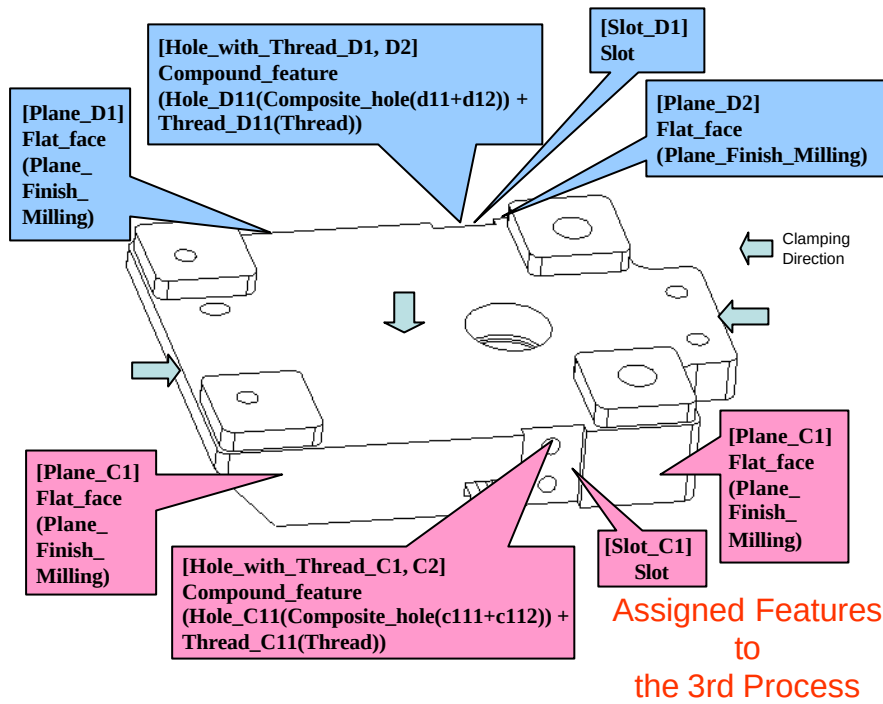
4. Assign Features to the Process (Continued)

(3) Select **Volumetric Features** assigned to the Process



(4) Display **Selected Volumetric Features**

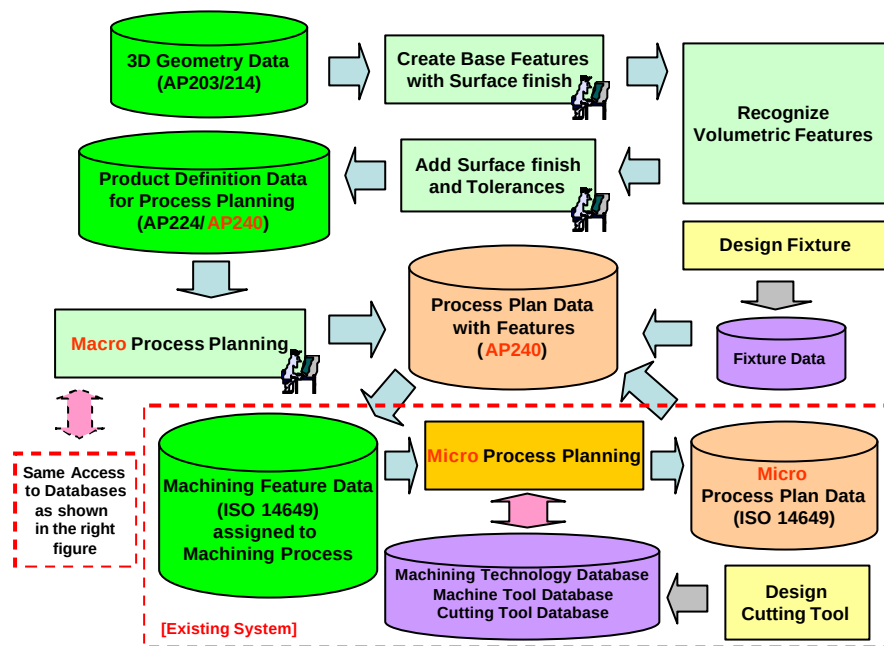




Feature Assignment Table

Process	Assigned Feature		[Base_Feature] → [Volumetric Feature]	
1st	Plane_B1	Plane_B2	Plane_B3	Plane_B4
	Plane_C1	Plane_rough_milling		
	Plane_D1	Plane_rough_milling		
2nd	Plane_A1	Pocket_A1	Pocket_with_Boss_A1	Slot_A1
			Slot_A2	Tee_slot_A3
			Hole_A1	
		Hole_A2	Hole_A3	Hole_A4
			Hole_A5	Hole_with_Thread_A6
			Groove_AB1	
3rd		Hole_with_Thread_A7	Hole_A8	Hole_A9
			Hole_A12	Hole_A13
	Step_A1	Hole_A10	Hole_A11	
	Plane_G1	Hole_G1	Hole_G2	
3rd	Plane_C1 (Plane_finish_milling)	Slot_C1	Hole_with_Thread_C1	Hole_with_Thread_C2
	Plane_D1 (Plane_finish_milling)	Slot_D1	Hole_with_Thread_D1	Hole_with_Thread_D2

Computer Aided Process Planning System (Prototype)



The following 3 operations should be done for Each Machining Process

1. Generate Machining Operations for Features

An Example for the 3rd Process

Process	Machining Process Feature			Seq	Tool/Workholding	Operation Type	Tool Body	Tool Path Strategy
	Id	No	Type					
3rd	Head D1, D2	2	Planar finish	1	Head_D1, D2 Finish	Planar_finish_milling	End mill	Under cut
	Slot D1	1	Slot	1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
				2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
	Hole D1, D2	2	Compound feature	1	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Feed drill	-----
				2	Hole_D1, D2 Chamfering	Counter_boring	Counterbore	-----
				3	Hole_D1, D2 Fagging	Fagging	Fag	-----
	Head E1, E2	2	Planar finish	1	Head_E1, E2 Finish	Planar_finish_milling	End mill	Under cut
	Slot E1	1	Slot	1	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
				2	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	End mill	Contour_parallel
	Hole E1, E2	2	Compound feature	1	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Feed drill	-----
				2	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_boring	Counterbore	-----
				3	Hole_E1, E2 Fagging	Fagging	Fag	-----
	Hole D1, E2	2	Compound feature	1	Hole_D1, E2 Drilling	Drilling	Feed drill	-----
				2	Hole_D1, E2 Chamfering	Counter_boring	Counterbore	-----
	Thread D1, E2	2	Thread	1	Thread_D1, E2	Thread_milling	Thread mill	-----
				2	Thread_D1, E2	Thread_milling	Thread mill	-----

2. Sequence Machining Operations

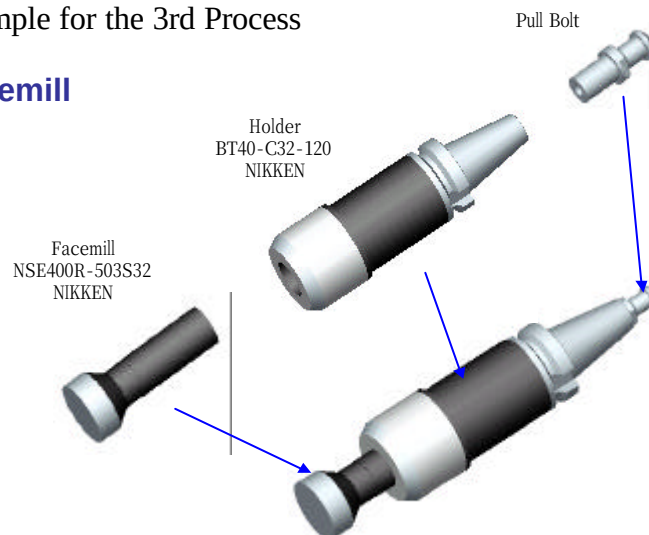
An Example for the 3rd Process

Seq	ID of Workingstep	Operation Type	Tool Body
1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
[Table Index]			
3	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
4	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
5	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Twist_drill
[Table Index]			
6	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill
7	Hole_D1,D2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink
[Table Index]			
8	Hole_E1,E2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink
9	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap
[Table Index]			
10	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap
11	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill
[Table Index]			
12	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill

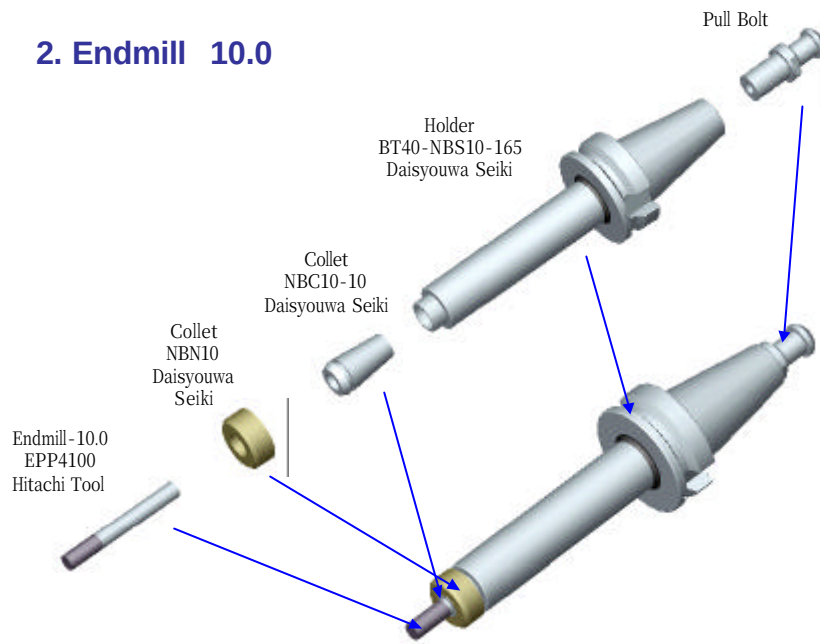
3. Design Tool Setup

An Example for the 3rd Process

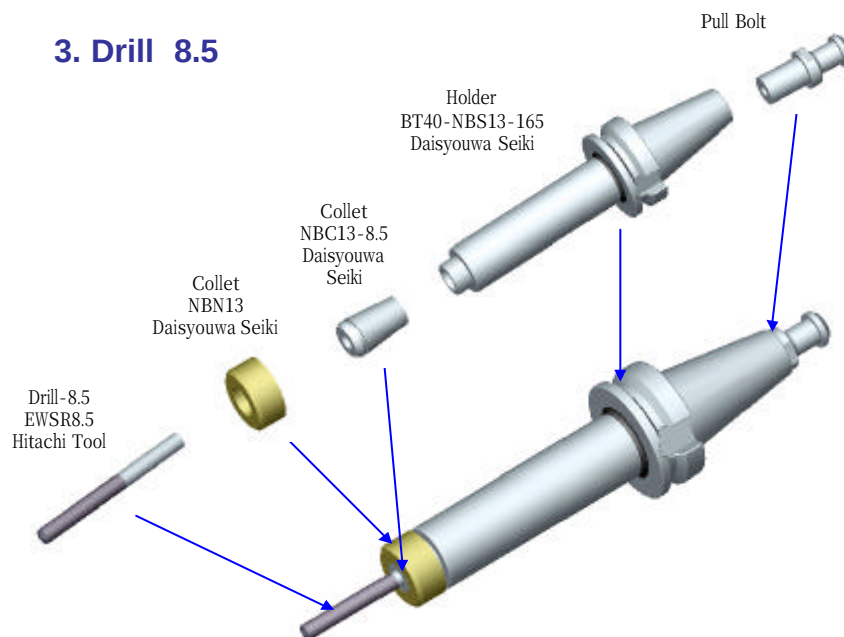
1. Facemill



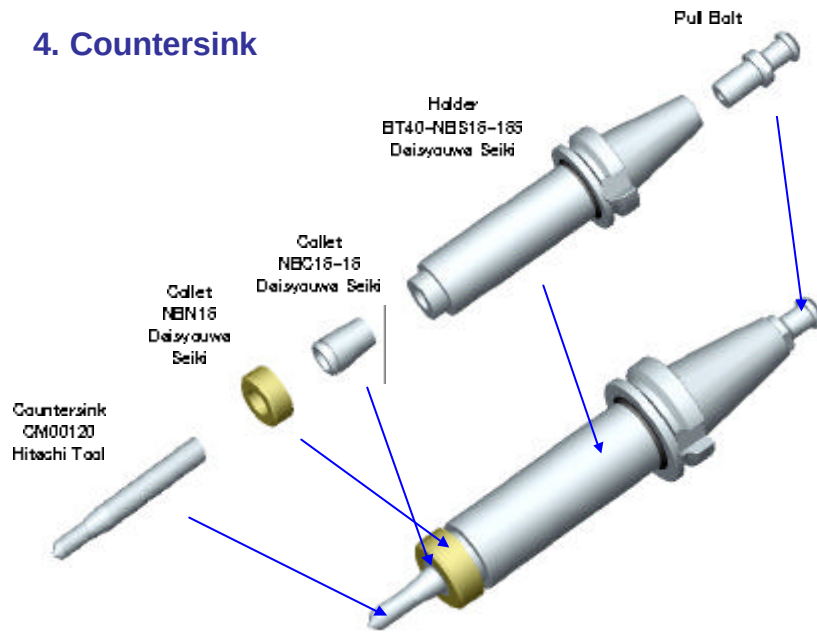
2. Endmill 10.0



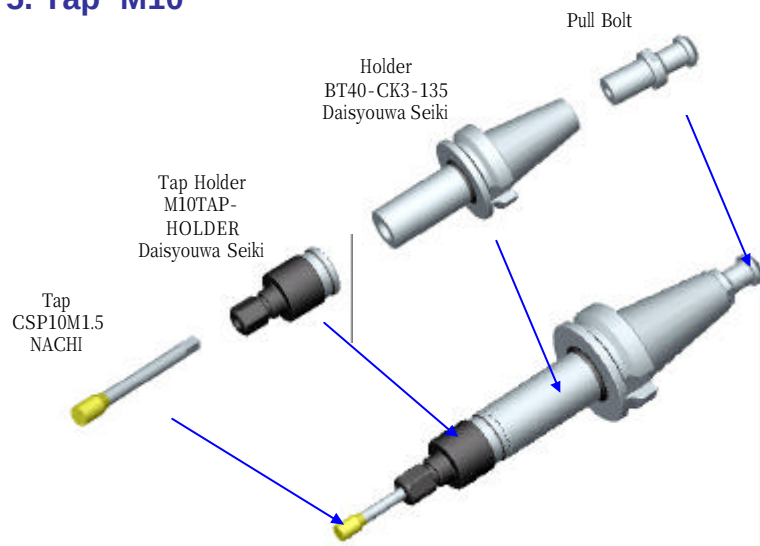
3. Drill 8.5



4. Countersink

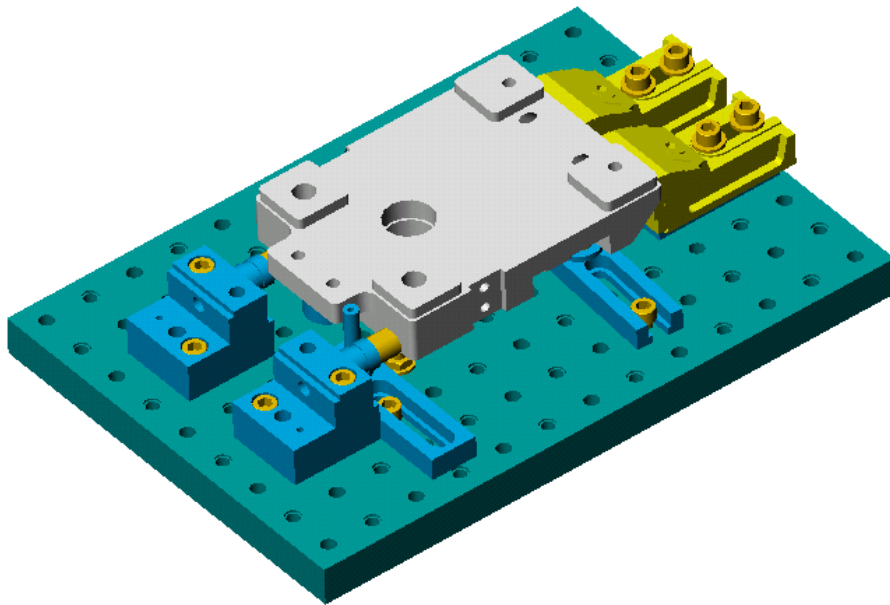


5. Tap M10

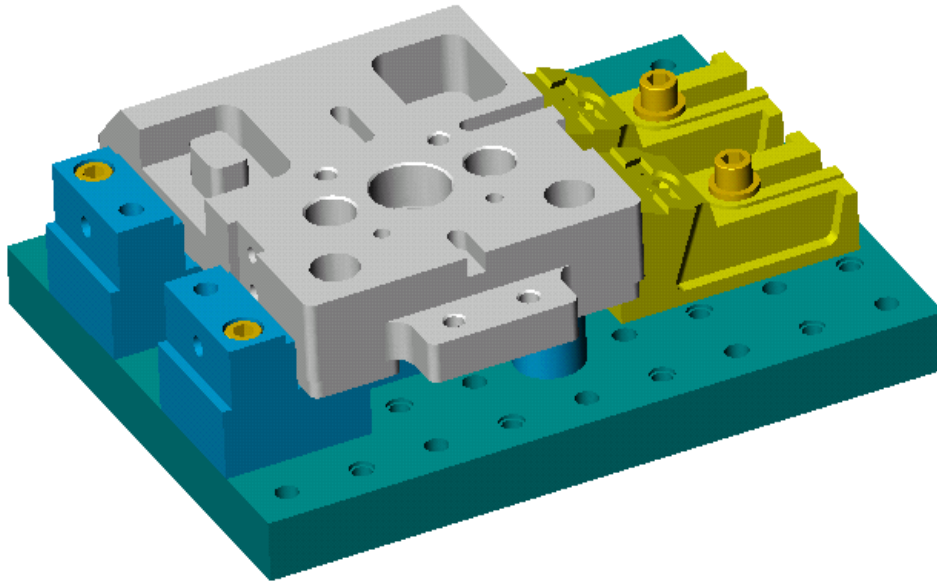


Capture Fixture Shape (Optional)

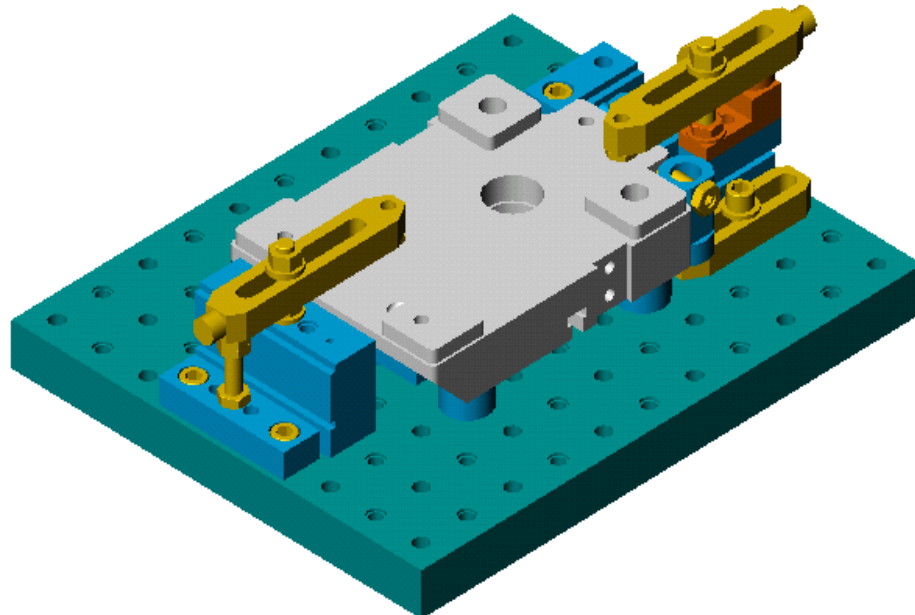
Fixture Assembly for the 1st Process



Fixture Assembly for the 2nd Process



Fixture Assembly for the 3rd Process



**Generate NC Program
(Optional)**

以上

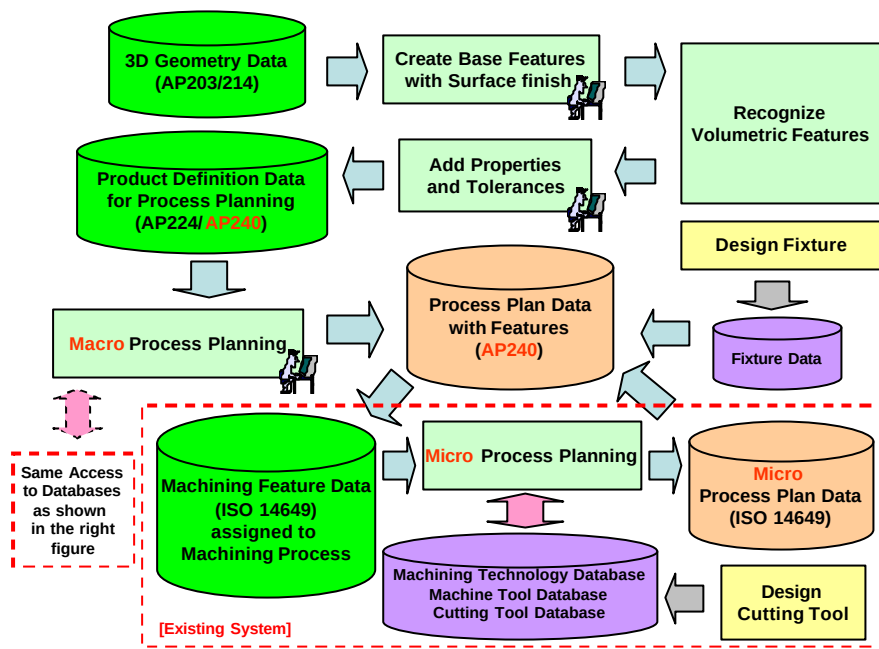
Overview of Feature_based Process Planning system using AP240 (Prototype)

2004-03-04

T.Inouye, C.Sakamoto

Flow of CAPP System

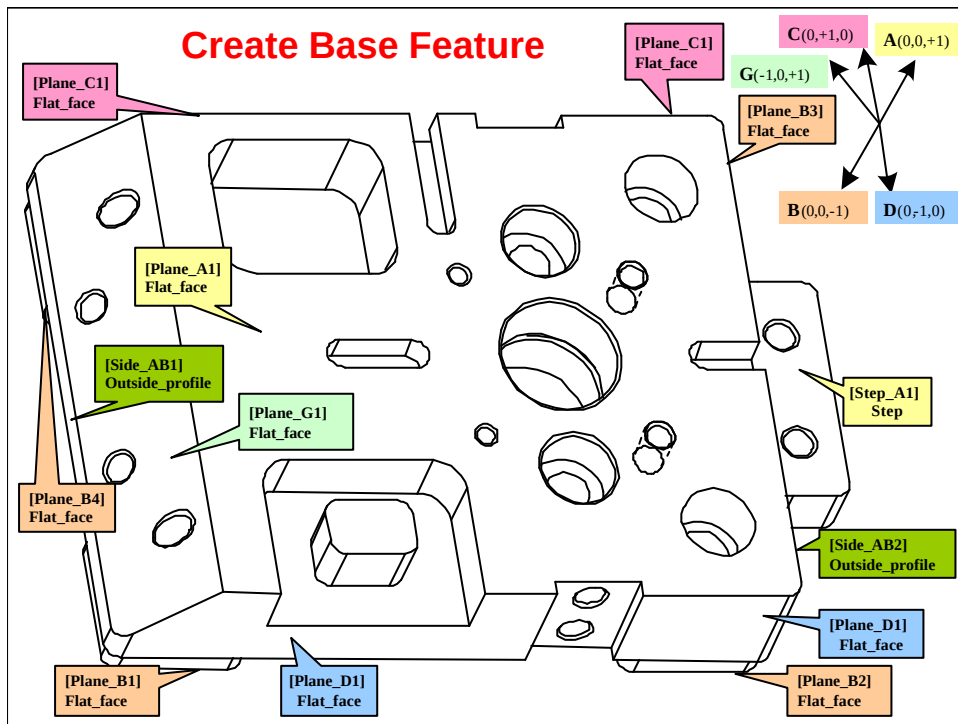
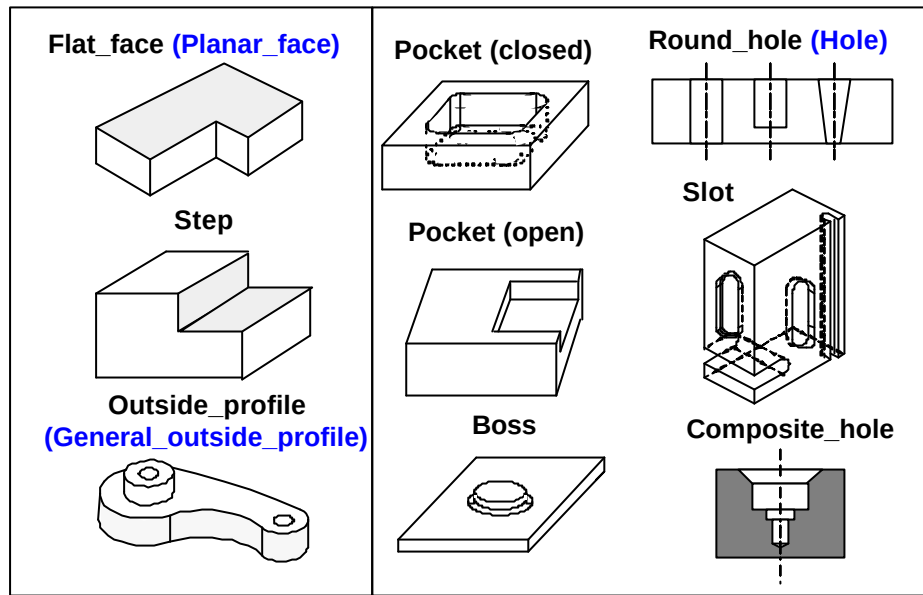
Computer Aided Process Planning System (Prototype)



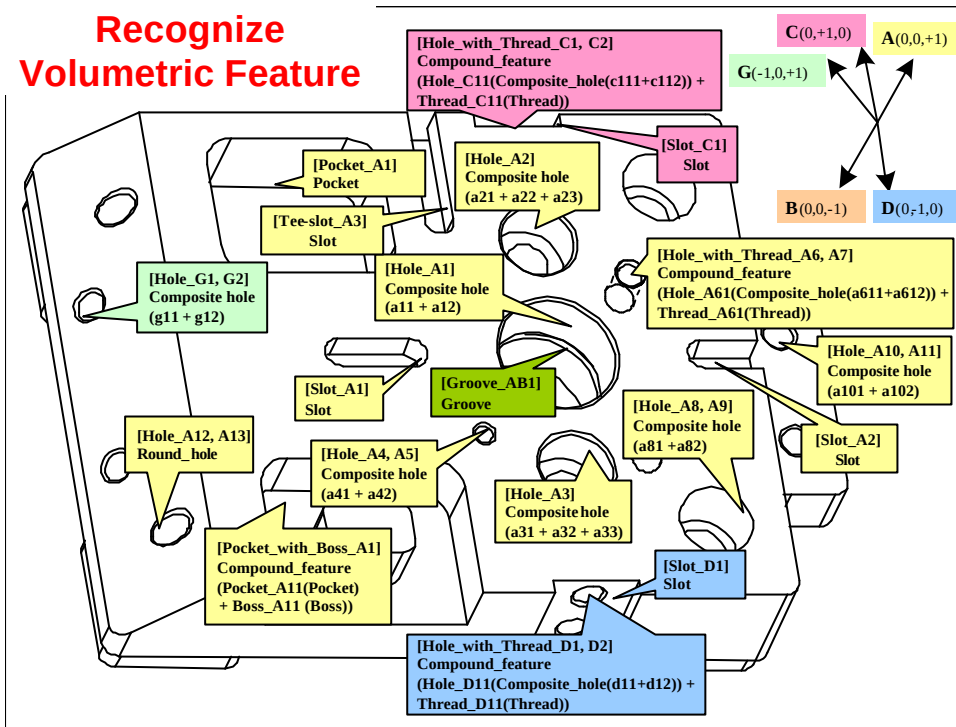
Specification of Sample Parts

Base Feature

Volumetric Feature

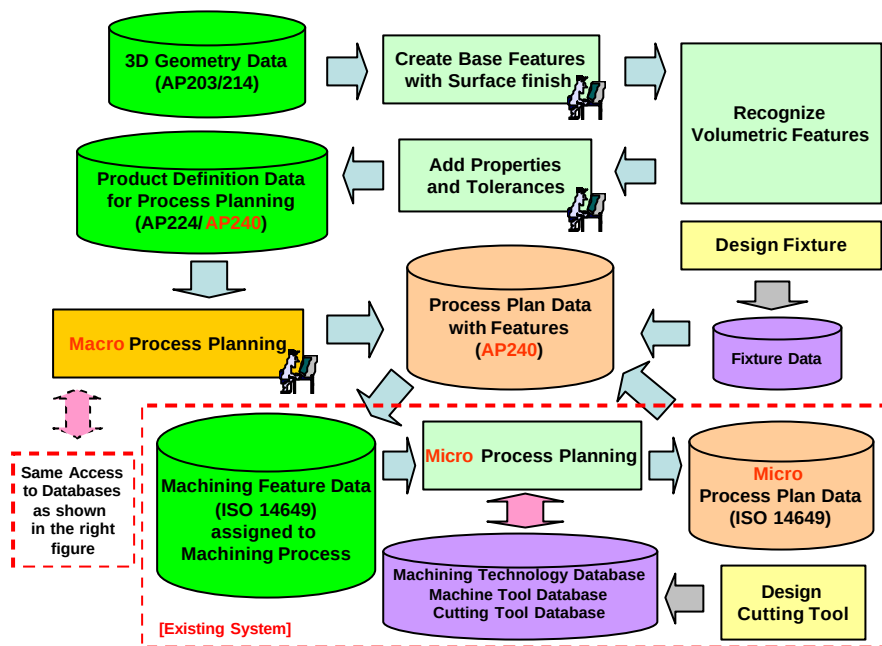


Recognize Volumetric Feature



Functions for Process Planning

Computer Aided Process Planning System (Prototype)



Macro Process Plan is composed of the following operations for each Machining process

1. Select a Machine Tool for the Machining process
2. Input relationship between Machining processes
3. Input the type of Part mounting
4. Input the Axis relationship between the machine tool Spindle and the Part
5. Input Clamping positions
6. Assign Features to the Machining process

[After Micro Process Plan and Fixture (and Tool) Design]

- (7. Determine the detail of Setup activities)

1. Select a Machine Tool for the Process

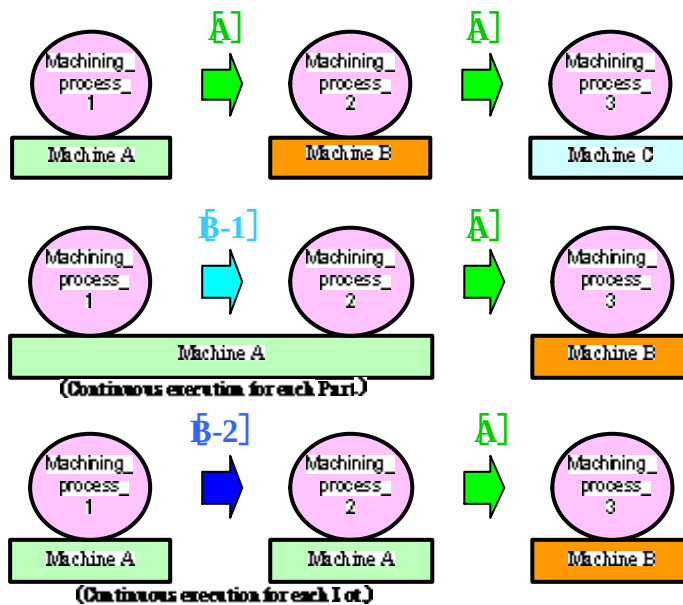
[Input Requirements for a Machine Tool]

- (1) Type of Machine Tool
- (2) Minimum axis range motion of X_axis, Y_axis and Z_axis
- (3) Number of control axis
- (4) Table Indexing function
- (5) Maximum spindle speed

[Select a Machine Tool for the Process]

- (1) Machine Tool Manufacturer
- (2) Company model

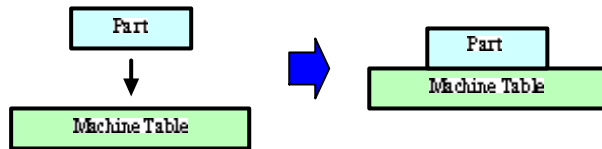
2. Input relationship between Machining processes



3. Input the type of Part mounting

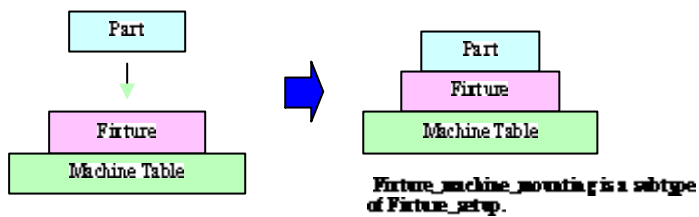
Part mounting type A

Part_machine_mounting



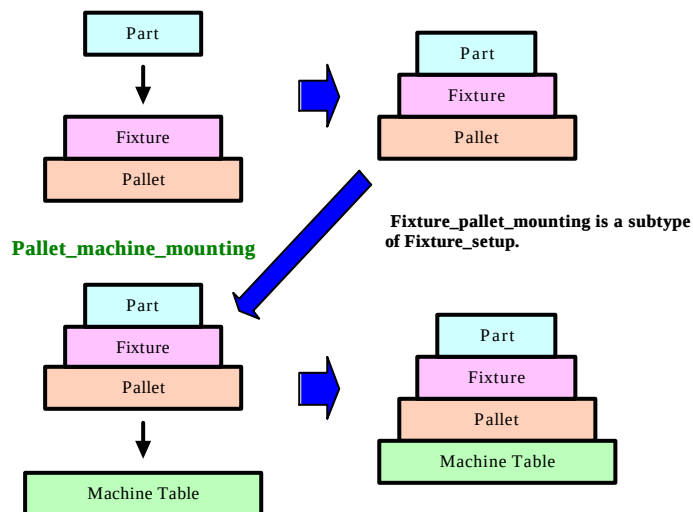
Part mounting type B

Part_fixture_mounting

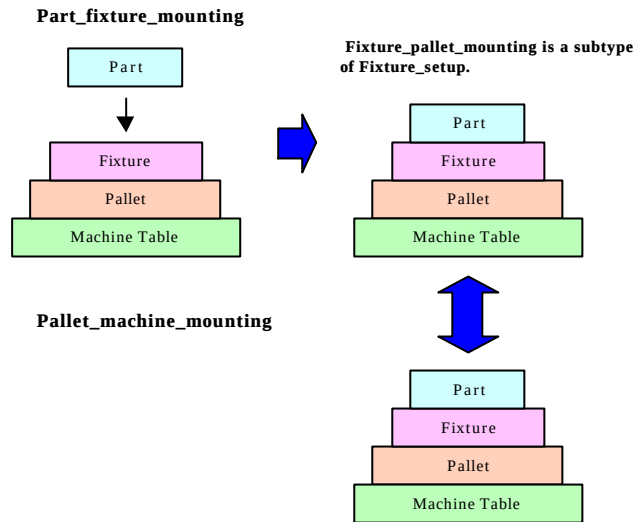


Part mounting type C_1

Part_fixture_mounting



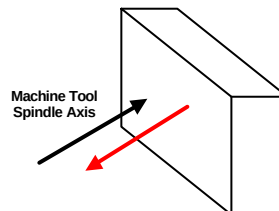
Part mounting type C_2



4. Input the Axis relationship between the machine tool Spindle and the Part

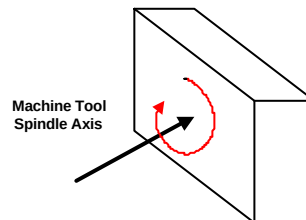
5.1 Input the relationship between the machine tool spindle and the part

- (a) Input the Vector of the Part parallel to the Machine Tool Spindle Axis.



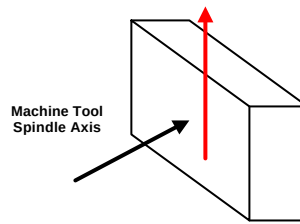
[Milling machine]

- (b) Input the Rotation Angle of the Part to the Machine Tool Spindle Axis.

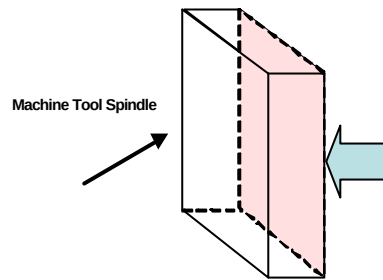


[Milling machine with Index Table]

- (c) Input the Rotation Axis of the Index Table in the coordinate system of the Part.

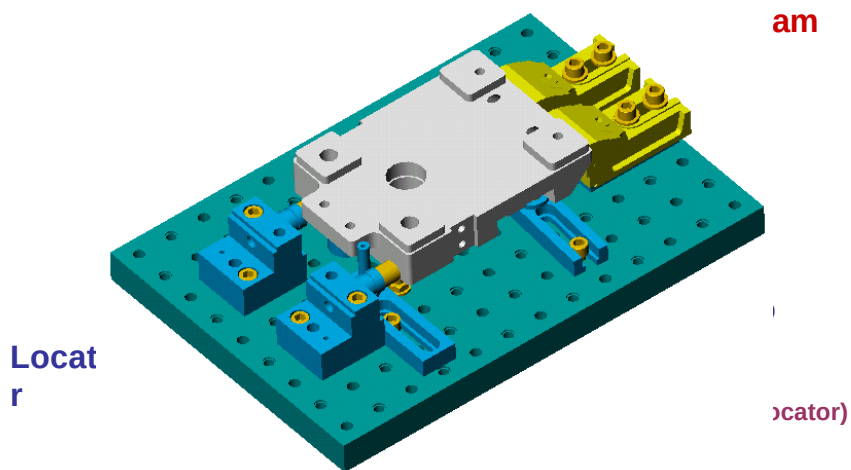


5.2 Indicate the face of the Part which is faced to the Fixture

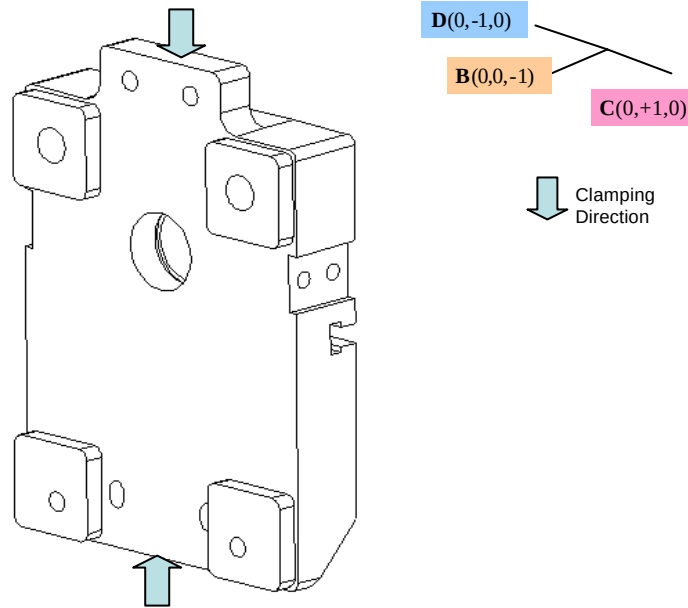


5. Input Clamping Positions

Indicate the Clamping Position(s) [-] and Input the position type for each Clamping Position, **Clamp**, **Locator** or **Jack**



6. Assign Features to the Process (1st Process)



6. Assign Features to the Process (1st Process)

(1) Select **Base Features** assigned to the Process

[Vector]		[Assignable Base Feature]
$B(0, 0, -1)$	→	Plane_B1 Plane_B2 Plane_B3 Plane_B4 Side_AB1 Side_AB2
$C(0, +1, 0)$	→	Plane_C1
$D(0, -1, 0)$	→	Plane_D1

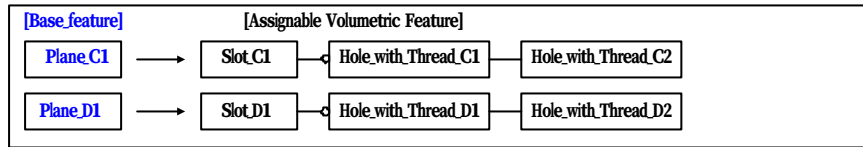
(2) Display **Selected Base Features**

[Vector]		[Assigned Base Feature]
$B(0, 0, -1)$	→	Plane_B1 Plane_B2 Plane_B3 Plane_B4
$C(0, +1, 0)$	→	Plane_C1 Plane_rough_milling Plane_finish_milling)
$D(0, -1, 0)$	→	Plane_D1 Plane_rough_milling Plane_finish_milling)

Regarding Plane_C1 and Plane_D1, We need to get Process activities from Machining Technology Database before Feature Assignment

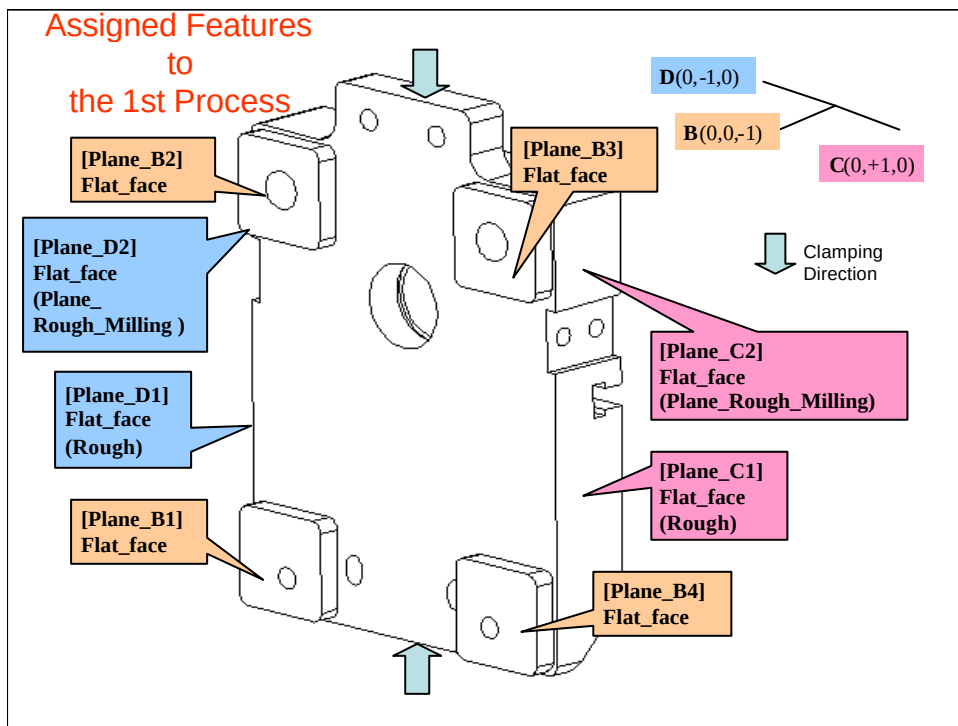
6. Assign Features to the Process (1st Process)

(3) Select **Volumetric Features** assigned to the Process

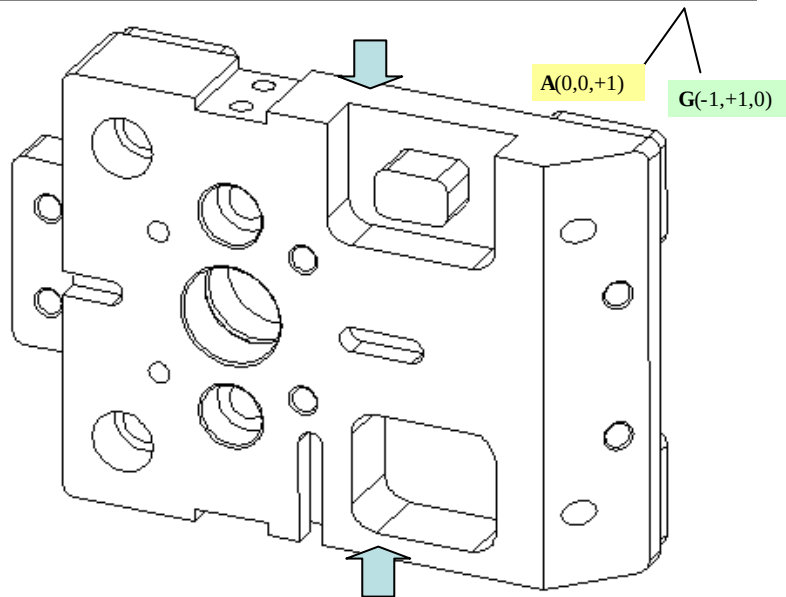


(4) Display **Selected** Volumetric Features

(None)

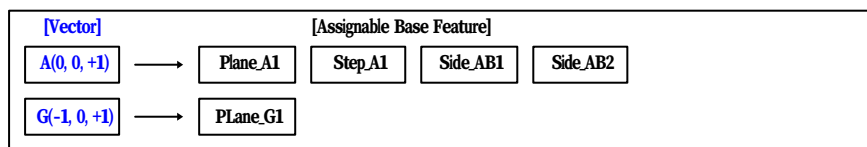


6. Assign Features to the Process (2nd Process)



6. Assign Features to the Process (2nd Process)

(1) Select **Base Features** assigned to the Process

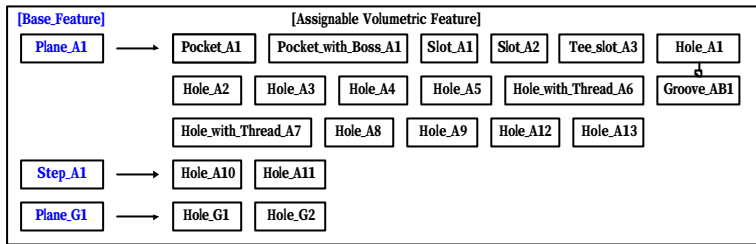


(2) Display **Selected Base Features**

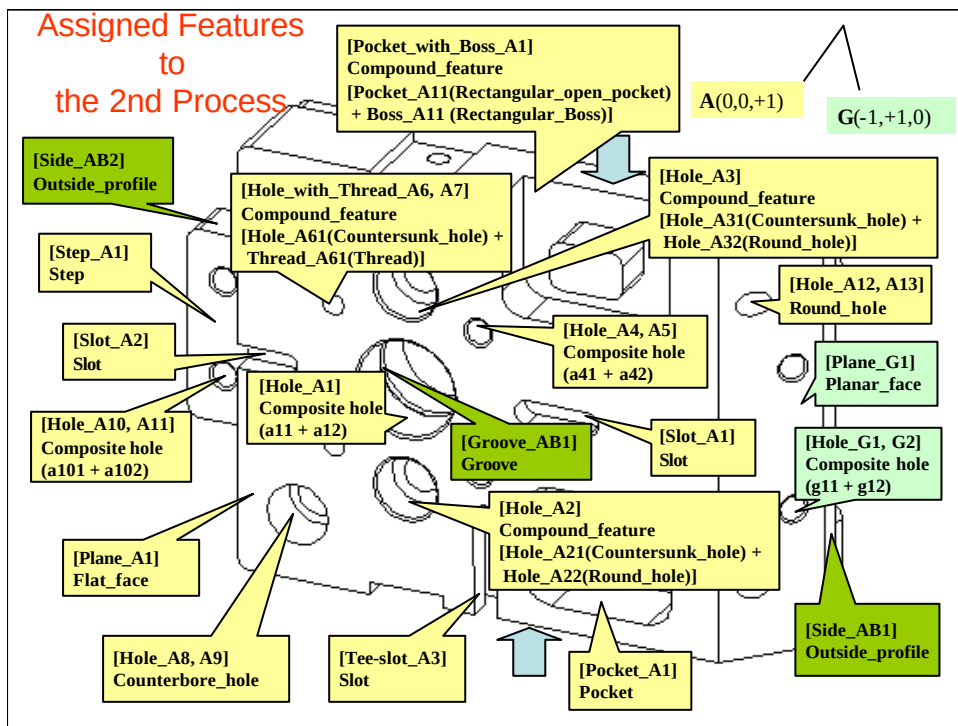
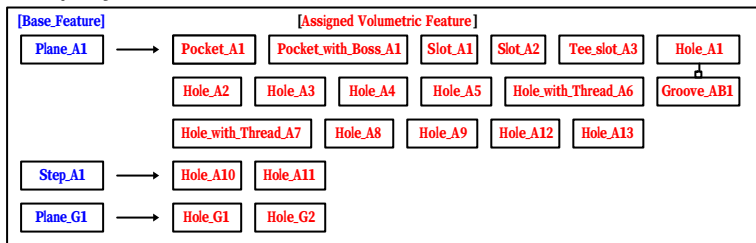


6. Assign Features to the Process (2nd Process)

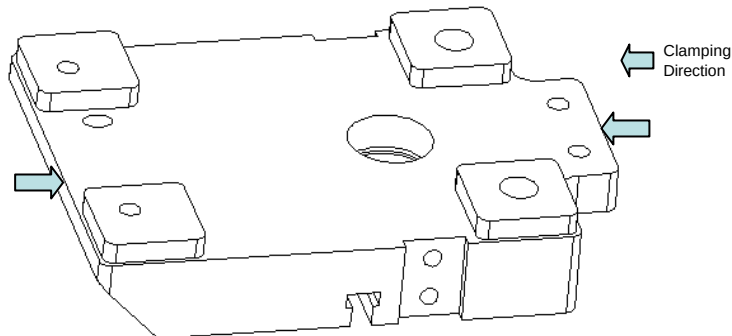
(3) Select Volumetric Features assigned to the Process



(4) Display Selected Volumetric Features



6. Assign Features to the Process (3rd Process)



6. Assign Features to the Process (3rd Process)

(1) Select **Base Features** assigned to the Process

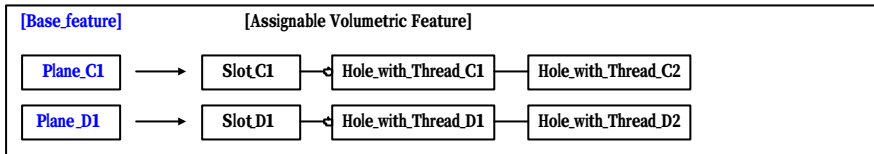
[Vector]	[Assignable Base Feature]
C(0, +1, 0)	Plane_C1 Plane_rough_milling , Plane_finish_milling)
D(0, -1, 0)	Plane_D1 Plane_rough_milling , Plane_finish_milling)

(2) Display **Selected Base Features**

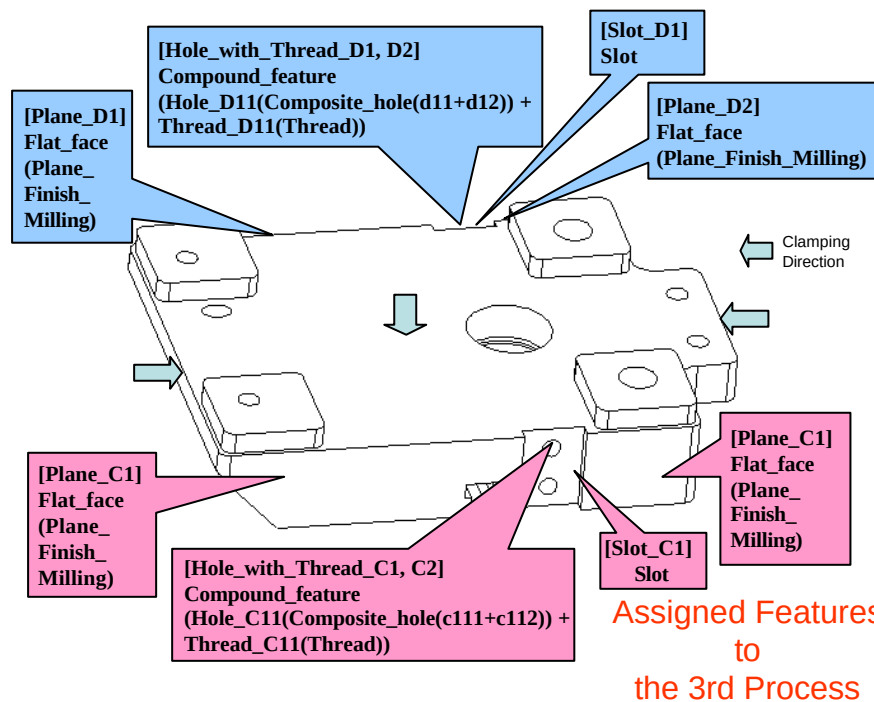
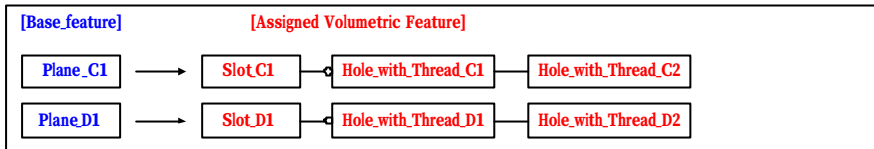
[Vector]	[Assigned Base Feature]
C(0, +1, 0)	Plane_C1 Plane_rough_milling , Plane_finish_milling)
D(0, -1, 0)	Plane_D1 Plane_rough_milling , Plane_finish_milling)

6. Assign Features to the Process (3rd Process)

(3) Select **Volumetric Features** assigned to the Process



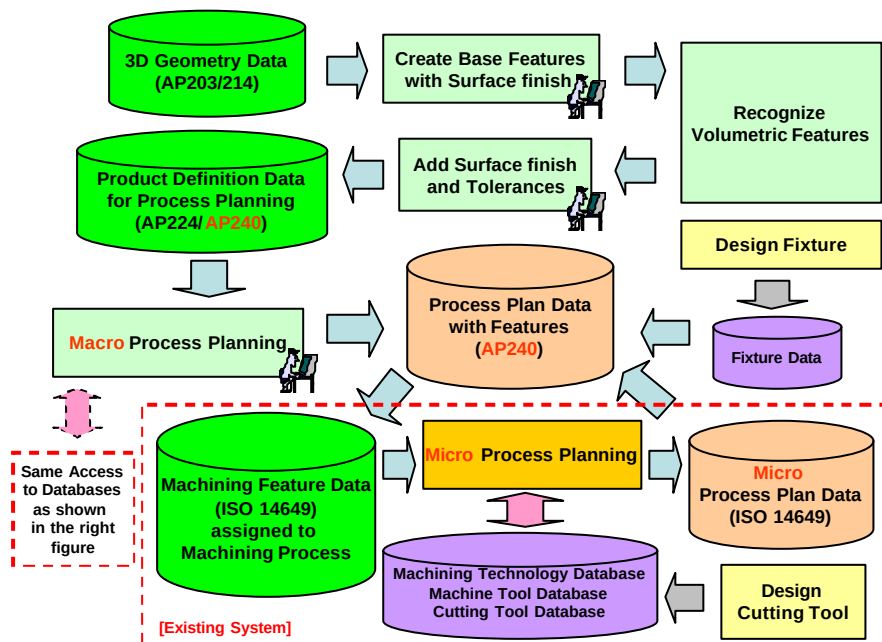
(4) Display **Selected Volumetric Features**



Feature Assignment Table

Process	Assigned Feature	[Base_Feature] → [Volumetric Feature]
1st	Plane_B1 Plane_B2 Plane_B3 Plane_B4	
	Plane_C1 Plane_rough_milling	
	Plane_D1 Plane_rough_milling	
2nd	Plane_A1 → Pocket_A1 Pocket_with_Boss_A1 Slot_A1 Slot_A2 Tee_slot_A3 Hole_A1	
		Hole_A2 Hole_A3 Hole_A4 Hole_A5 Hole_with_Thread_A6 Groove_AB1
		Hole_with_Thread_A7 Hole_A8 Hole_A9 Hole_A12 Hole_A13
	Step_A1 → Hole_A10 Hole_A11	
	Plane_G1 → Hole_G1 Hole_G2	
3rd	Plane_C1 (Plane_finish_milling) → Slot_C1 Hole_with_Thread_C1 Hole_with_Thread_C2	
	Plane_D1 (Plane_finish_milling) → Slot_D1 Hole_with_Thread_D1 Hole_with_Thread_D2	

Computer Aided Process Planning System (Prototype)



Micro Process Plan is composed of the following operations for each Machining process

1. Generate Process Activities for Features

2. Sequence Process Activities

3. Add other Manufacturing Activities

(4. Determine Performance rate for each Activity)

(5. Specify Tooling Requirements)

(6. Generate Operator Instructions)

1. Generate Process Activities for Features

An Example for the 3rd Process

Process	Machining Process Features			Seq	ID of Workstep	Operation Type	Tool Body	Feed Path Strategy
	ID	No	Type					
3rd	Head_D1, D2	2	Planar face finish	1	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill	Undirection
	Slot_D1	1	Slot	1	Slot_D1 Rough	Slot_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
				2	Slot_D1 Finish	Slot_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
	Hole_D1, D2	2	Compound feature	1	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Real_drill	———
				2	Hole_D1, D2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore	———
				3	Hole_D1, D2 Fagging	Fagging	Fag	———
	Head_E1, E2	2	Planar face finish	1	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill	Undirection
	Slot_E1	1	Slot	1	Slot_E1 Rough	Slot_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
				2	Slot_E1 Finish	Slot_and_side_rough_milling	Endmill	Contour_parallel
	Hole_E1, E2	2	Compound feature	1	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Real_drill	———
				2	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore	———
				3	Hole_E1, E2 Fagging	Fagging	Fag	———
	Hole_E1, E2	2	Compound feature	1	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Real_drill	———
				2	Hole_E1, E2 Chamfering	Counter_boring	Counter_bore	———
	Thread_E1, E2	2	Thread	3	Hole_E1, E2 Fagging	Fagging	Fag	———

2. Sequence Process Activities

An Example for the 3rd Process

Seq	ID of Workingstep	Operation Type	Tool Body
1	Slot_D1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
2	Slot_D1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
[Table Index]			
3	Slot_E1 Rough	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
4	Slot_E1 Finish	Bottom_and_side_rough_milling	Endmill
5	Hole_E1, E2 Drilling	Drilling	Twist_drill
[Table Index]			
6	Hole_D1, D2 Drilling	Drilling	Twist_drill
7	Hole_D1,D2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink
[Table Index]			
8	Hole_E1,E2 Chamfering	Counter_sinking	Countersink
9	Hole_E1, E2 Tapping	Tapping	Tap
[Table Index]			
10	Hole_D1, D2 Tapping	Tapping	Tap
11	Head_D1, D2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill
[Table Index]			
12	Head_E1, E2 Finish	Plane_finish_milling	Endmill

3. Add other Manufacturing Activities

- Part loading
- Part unloading
- Validation
- Ancillary activity

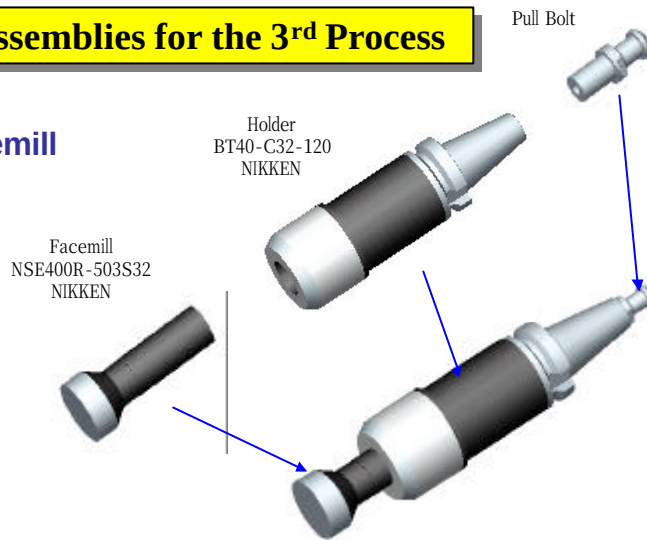
4. Determine Performance rate for each Activity

- Allowed time
- Performance rate

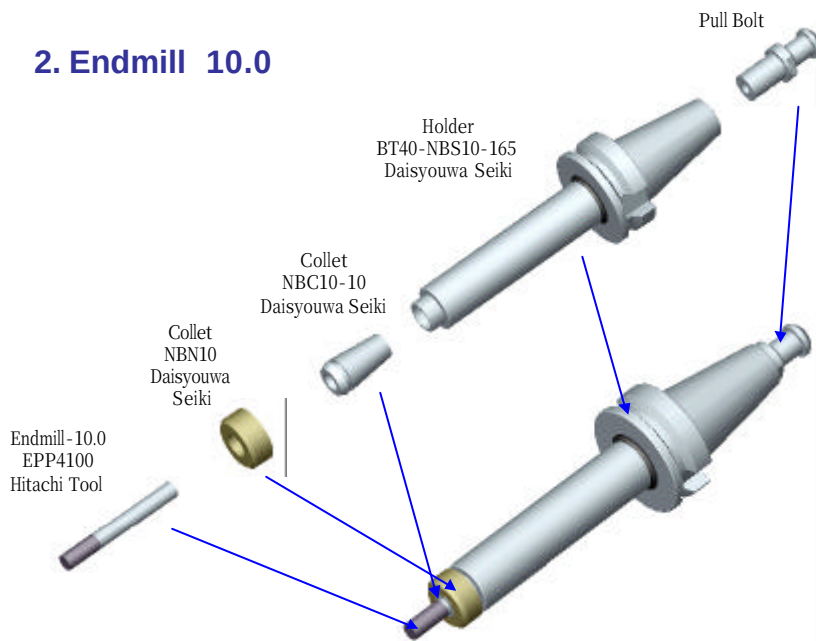
5. Specify Tooling Requirements

Tool Assemblies for the 3rd Process

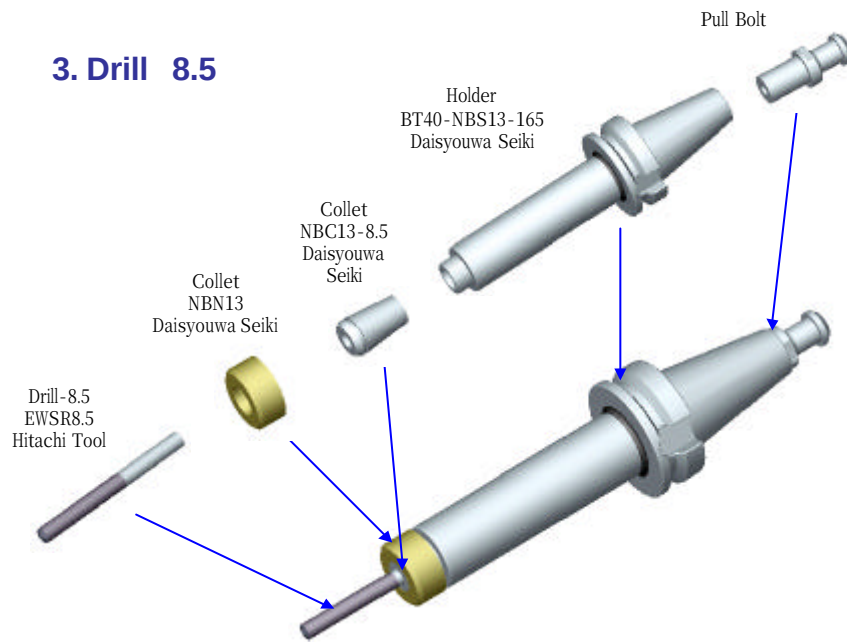
1. Facemill



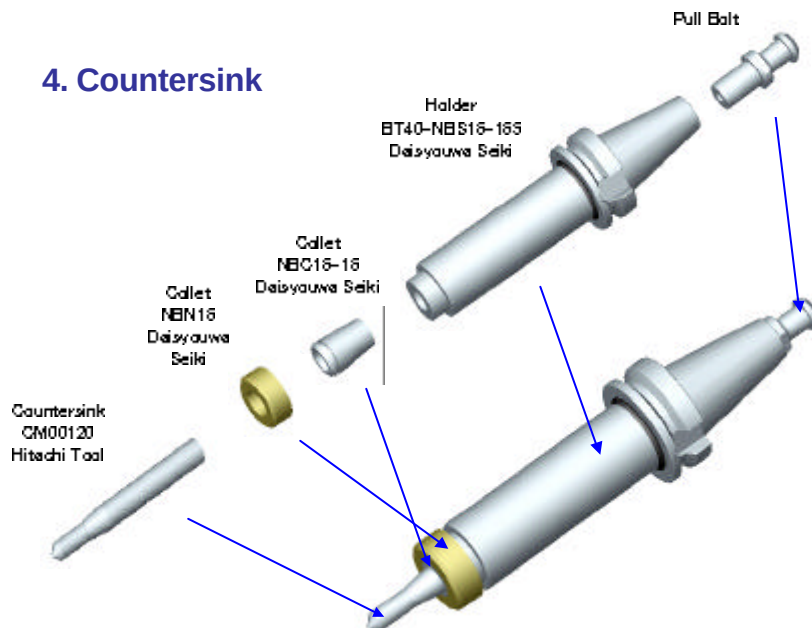
2. Endmill 10.0



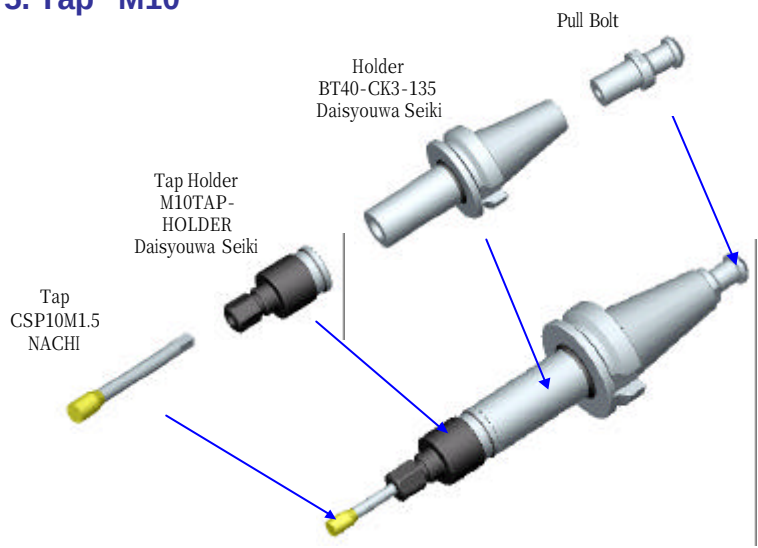
3. Drill 8.5



4. Countersink



5. Tap M10



以上

禁 無 断 転 載

平成15年度 経済産業省 受託業務
基準認証研究開発事業
機械生産プロセスシステムの標準化調査成果報告書
平成 16年 3月 発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会
電子商取引推進センター
東京都港区芝公園3丁目5番8号
機械振興会館 3階

TEL: 03 (3436) 7500

印刷所 (所 名)
(住 所)
TEL:

この資料は再生紙を使用しています。