



半導体前工程 (ウェハ加工工程)の 課題とIT技術

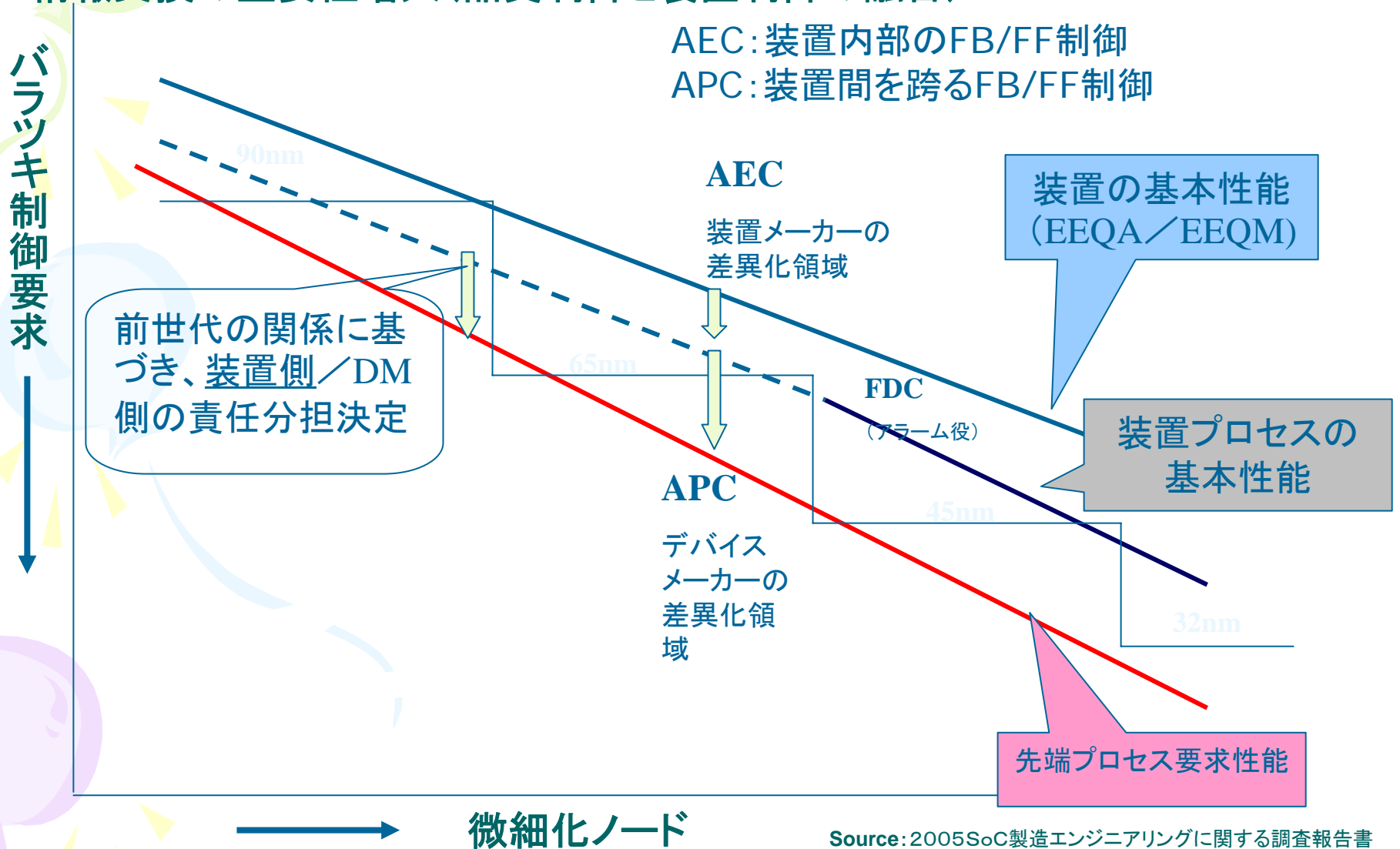
2007年7月26日
NECエレクトロニクス(株)
本間 三智夫

目次

- 半導体前工程の課題
- これまでのIT化の歴史
- 情報連携
 - 機能別情報
 - 階層的情報
 - IT化の方法
 - IT化の課題
- まとめ

半導体前工程の課題(品質)

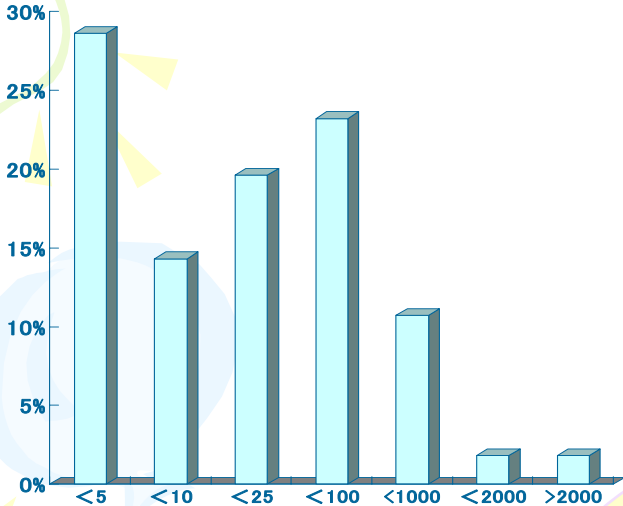
バラツキ制御要求の増大を解決するためには、装置メーカーとデバイスメーカー間の情報交換の重要性増大(品質制御と装置制御の融合)



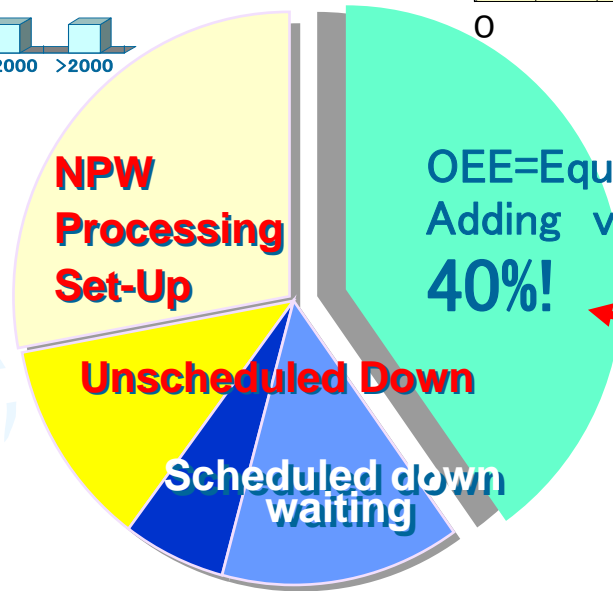
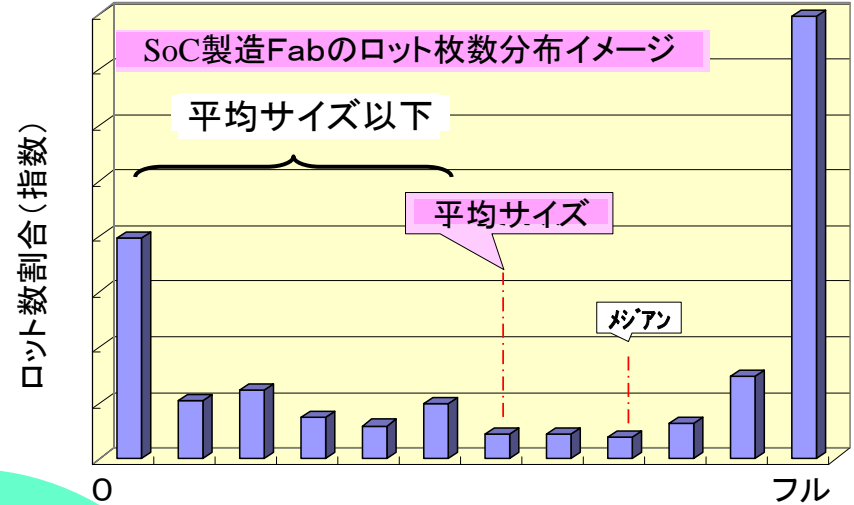
半導体前工程の課題(コスト)

オーダーサイズ、ロットサイズの縮小は、装置の有効稼働率OEEを下
げている(管理粒度の枚葉化)

Hot-Lot、試作製品、プロセス試作等、SoCでは構成枚数の小さいロットの割合が多い。



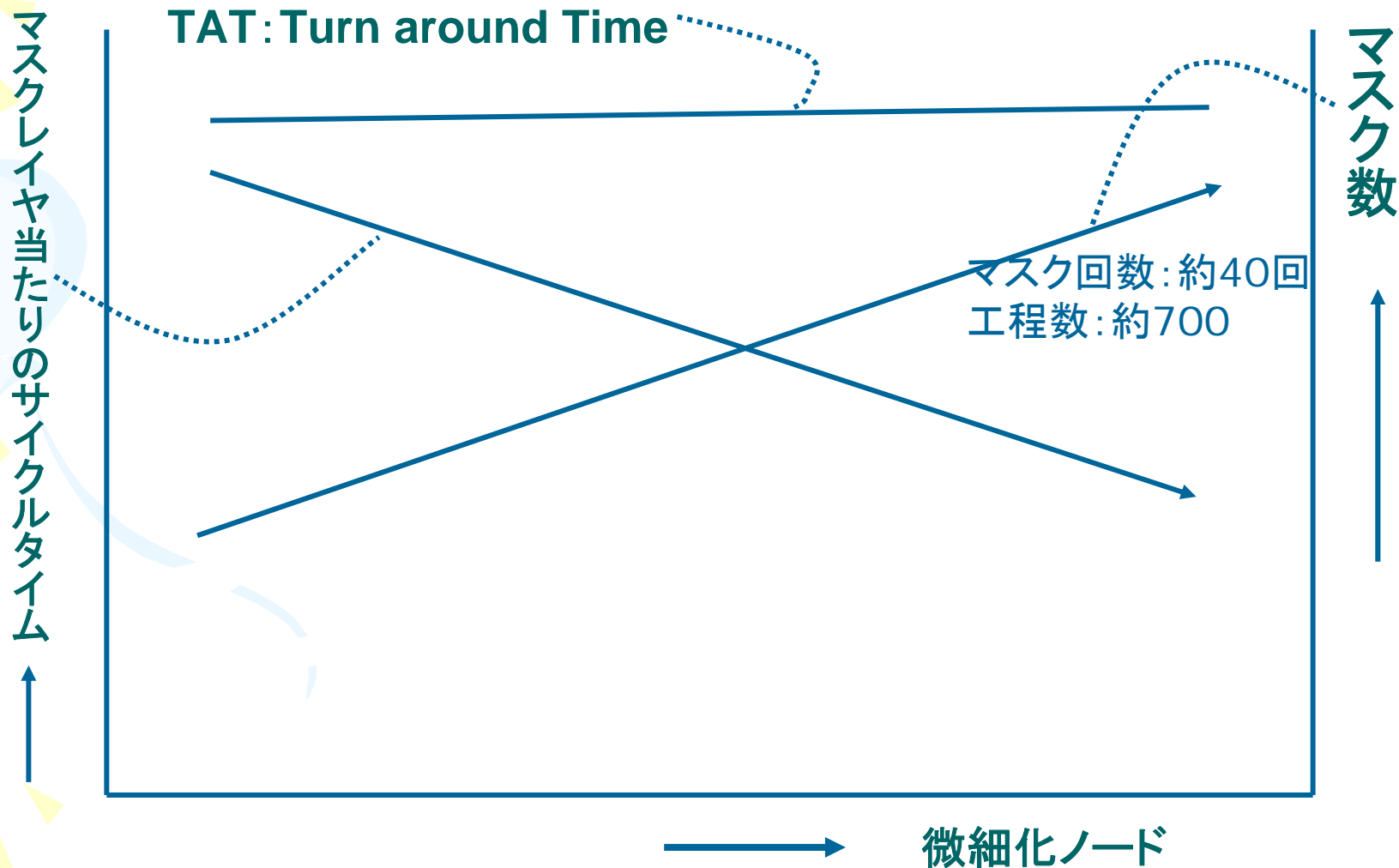
オーダーサイズの分布イメージ



OEE: 装置が加工している時間率(有効稼働率)

半導体前工程の課題(納期)

微細化により、マスク回数(工程数)が増加するため、顧客TAT要求を満たすために、工程内のサイクルタイムを短縮しなければならない(生産性とサイクルタイムのバランス問題解決)



半導体前工程の課題(フレキシビリティ)

見込み、まとめ生産のリスクをさけるために、こまめ生産を実施しなければならないが、段取り低減、搬送時間低減などの対策を実現しなければならない。(装置観点とウェハ観点の情報統合)

まとめ生産

工程1 NPW A A A A NPW B B B B NPW C C C C

工程2

段取り作業

段取り作業

- 見込み生産
- 大きなWIP、納期増大
- 大きな品質事故

作りすぎのムダ
機会損失
工程間の在庫の増大

こまめ生産

工程1

工程2

段取り作業

段取り作業

段取り作業

段取り作業

段取り作業

段取り作業

段取り作業

段取り作業

段取り作業

新製品・試作
品の投入

A B A NPW C A B B B C D E

- オーダにあった生産
- 開発と合わせた生産

- 段取り作業の増大
- 品質確認作業の増大

- 徹底した段取り時間の削減
- 搬送スケジュールの高度化
- 迅速な品質管理技術確立、等

NPW:非製品ウェーハ

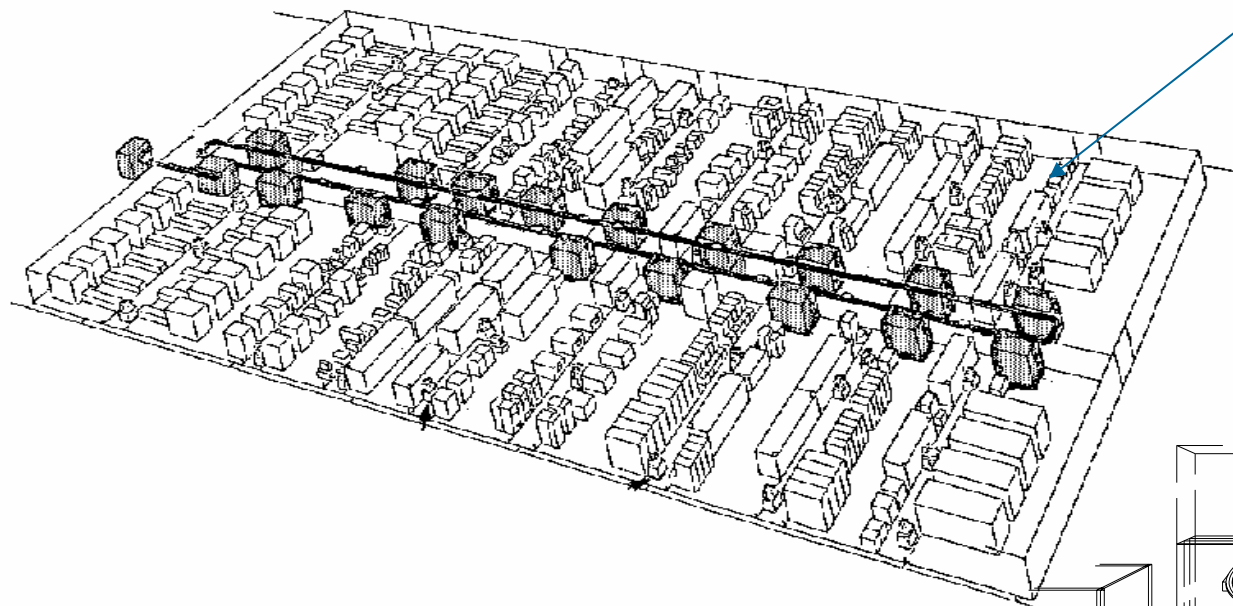
これまでのIT化の歴史

それぞれの管理機能の自動化と人支援機能の高度化のIT化が進んできた

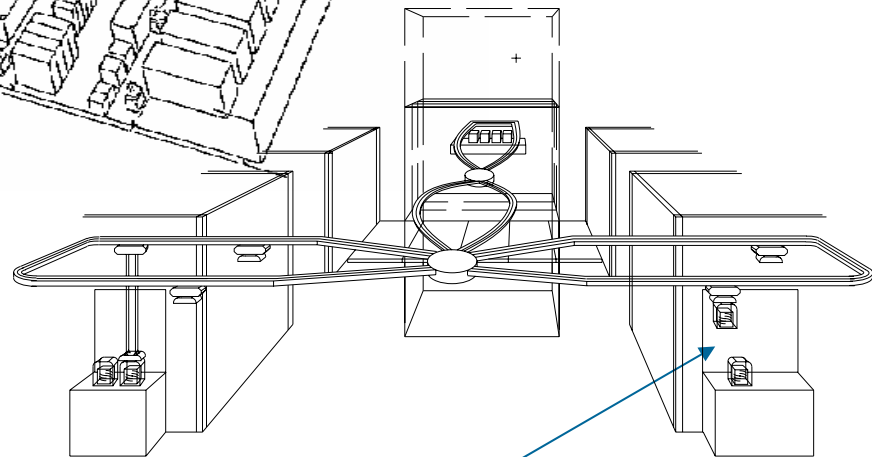
AGV/RGV: ロット付自動搬送車 OHT: 吊り下げ式天井搬送車

年代	1985	1990	1995	2000	2005
ウェハサイズ	5	6インチ	200mm		300mm
生産制御	全工程 条件設定 作業報告	ライン化 率向上	製品作業 完全自動化	特殊 作業 自動化	ロット単位 の枚葉情 報制御
品質管理	PC利用による 履歴の統計解析	管理図管理 システム化	歩留管理 システム APC/FDC	情報の 統合化	EESの 利用拡大
生産管理	仕掛・実績 把握	進捗管理 実績管理	予測管理 生産シミュレータ利用	作業指示 高度化	
搬送	人手 搬送	工程間AGV	工程間天井搬送	工程内AGV/RGV	高速化 OHT登場

半導体工場イメージ



装置

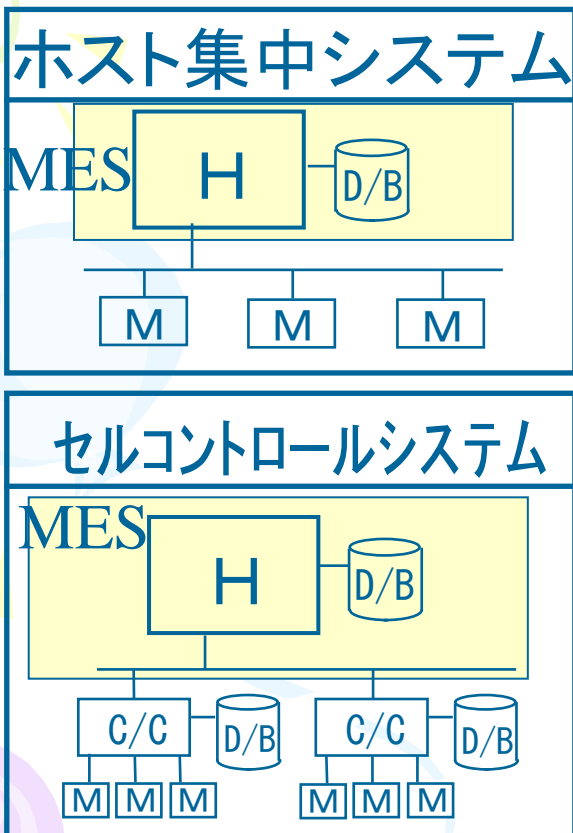


OHT: 吊り下げ式自動搬送者

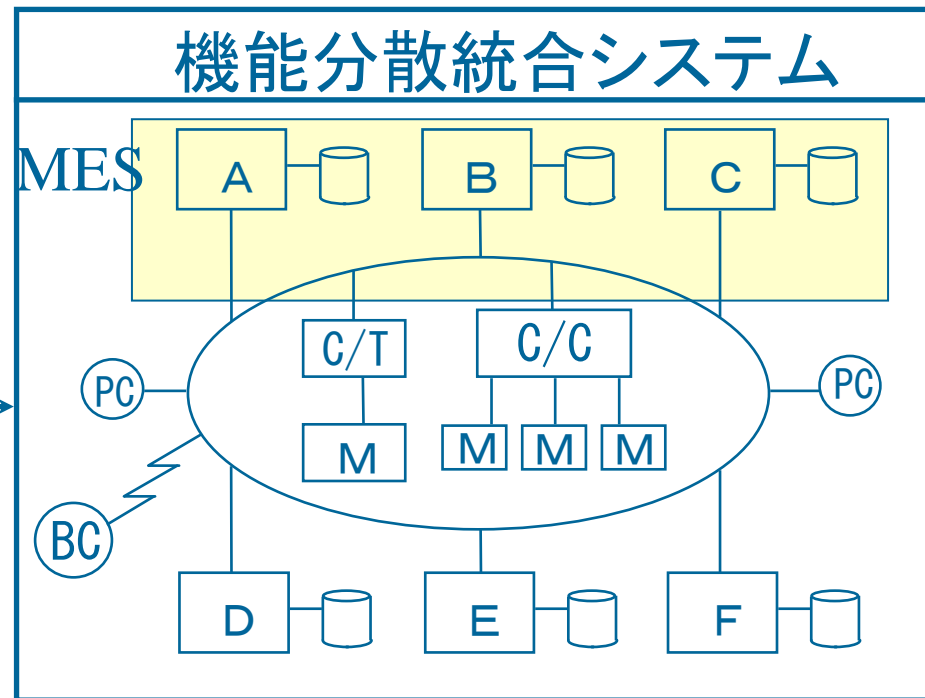
ソフトのプラットフォーム

従来のソフトのプラットフォームは、MESが役割を果たしていた

(200mm時代以前)



(200mm時代：1990年代)



MES：工場ホスト(ネットワークを含む)

H：ホスト

C/C：セルコントローラ

PC：データ出力ターミナル

M：装置

C/T：通信端末

BC：他システムとのネットワーク

D/B：データベース

A~F：各種機能サーバー(条件の指示, 作業報告の収集, 品質情報管理,

稼働情報管理, 作業順序の指示, 搬送コントロール etc)

情報連携の課題(階層を跨る情報連携)(1)

階層を跨った情報連携により、バラツキ制御を行う、また、装置状態と連携したディスパッチングを行う仕組み作りが必要

生産管理情報

Factory System

品質管理情報
(プロセス制御
情報)

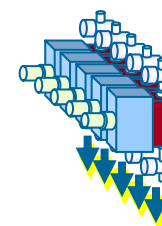
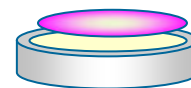
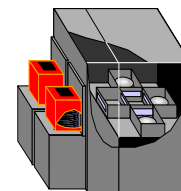
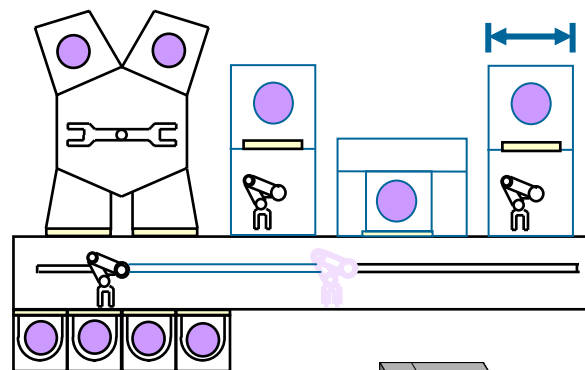
Equipment group

装置管理情報

Equipment

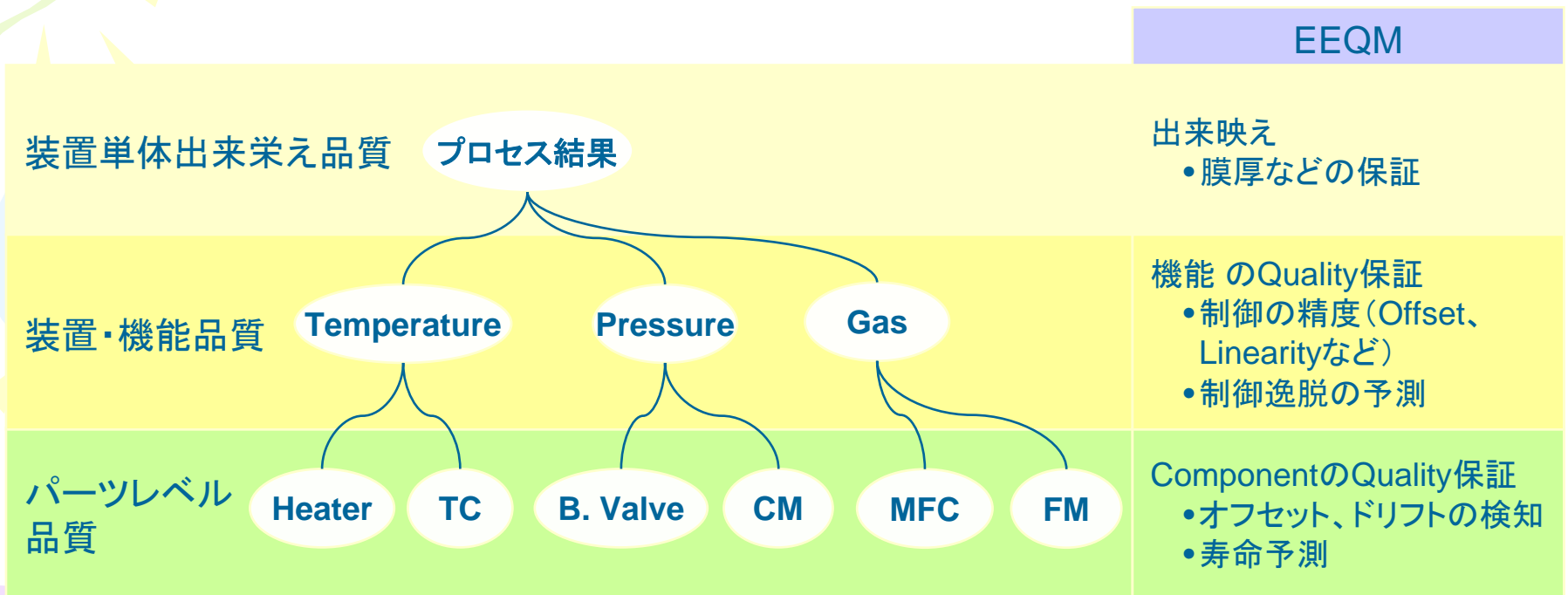
Inner equipment module

parts



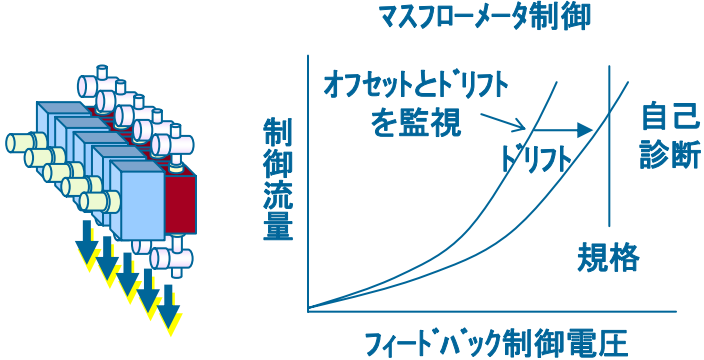
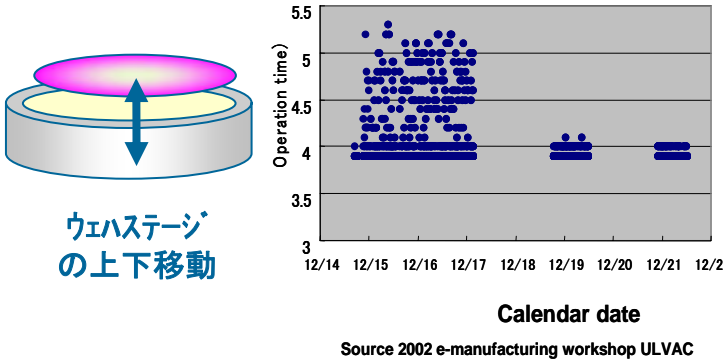
階層的品質管理-装置・プロセス制御-

日本が得意な装置・プロセスの品質管理技術を製品の品質に結びつける技術開発が重要



- プロセス結果(出来栄)は装置の各機能によって支えられる
- 装置の各機能は各パーツによって支えられる

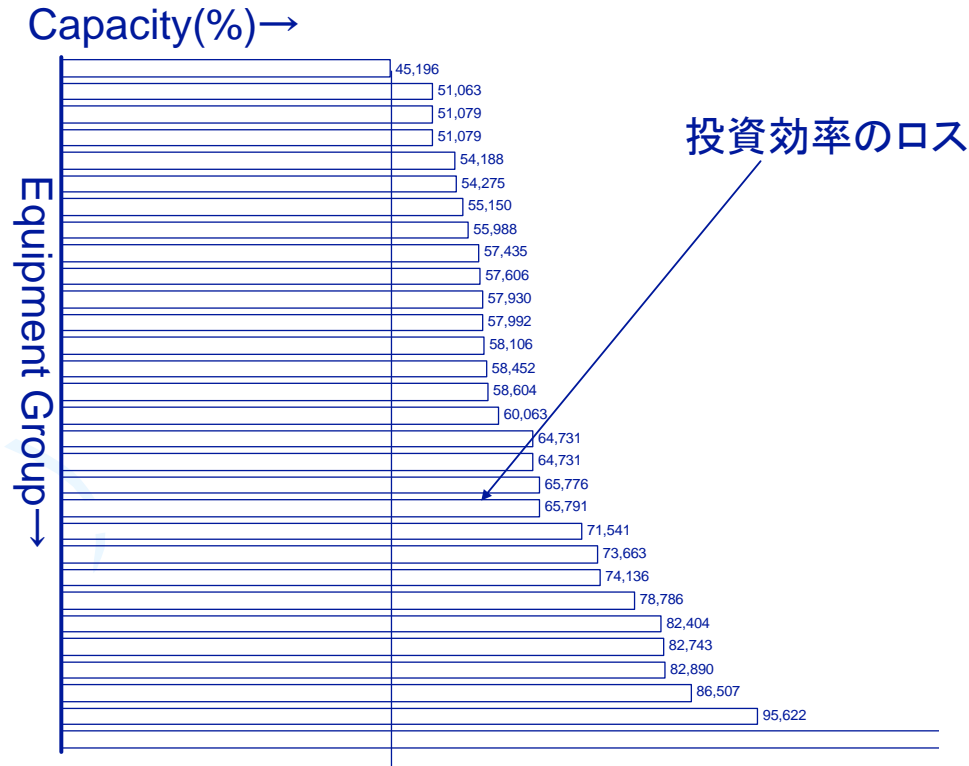
階層的装置管理・实例

レベル	例	内容	図解
<p>パーツ レベル</p>	<p>マスフロー メータ</p>	<p>●関係曲線のドリフトを監視し、ドリフト量が規格に達すると、装置が自己診断してアラームを発する。それにより、マスフローが故障する前に変更する。</p>	 <p>マスフローメータ制御</p> <p>制御流量</p> <p>オフセットとドリフトを監視</p> <p>ドリフト</p> <p>自己診断</p> <p>規格</p> <p>フィードバック制御電圧</p>
<p>機能 レベル</p>	<p>ウエハ ステージ</p>	<p>●ウエハステージの上下移動時間を監視し、異常な時間分布がでてきたら、メンテナンスを実施し、故障前に処置をとる。</p>	 <p>ウエハステージの上下移動</p> <p>Operation time</p> <p>Calendar date</p> <p>Source 2002 e-manufacturing workshop ULVAC</p>

2つのラインバランス

- 1、装置能力の違いによるラインバランス
 - ネット設備の能力以上の能力を持つ設備はムダに能力を持っていることになる。
 - 大規模ラインほど台数の調整で、設備のムダ能力が小さくなる(ラインバランスがよくなる)

装置能力の違いによるラインバランス



2、ジョブフローラインの仕掛の脈流によるラインバランス

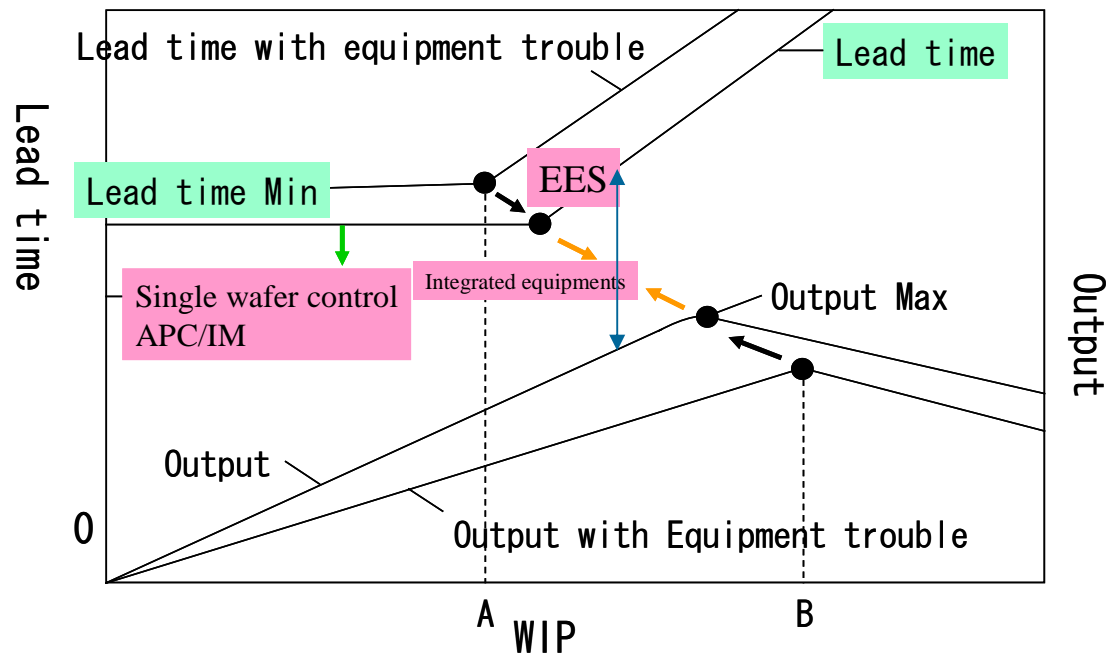
装置の台数が異なる生産では、工期を一定レベルに設定すると、ラインのスループットが犠牲になる。設備が不安定だったり、多品種化で専用設備が多くなると、さらに生産能力低下が大きくなる。

仕掛ロット数

仕掛が工程のよりバラツキ
時間経過とともに変化する

工程

Relation between WIP and Lead time/Output



IT化の方向

- IT化するドメイン(機能と階層)を限定する
- リソースをそのドメインで利用できる構造にモデル化する
 - 再利用化できる構造化を図る
- リソースを利用する業務者を決める(場合によっては自動化を考える)
- その後、リソースモデルを集合した新たなコンポーネントを作る。
- この、コンポーネントをベースに機能別の判断ルールや業務フローなどを個別に決定し、コンテンツ化する

工場の能動的可視化と俊敏な実行体制

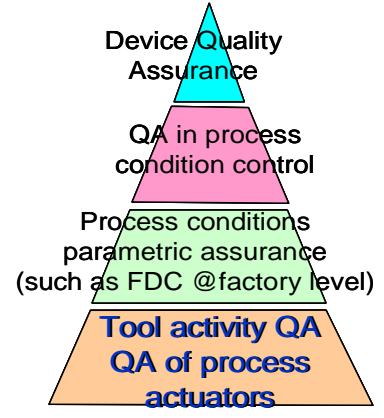
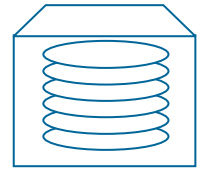
■工場の変化する状況を戦略的に分析し、解決施策を導き出す

リソース

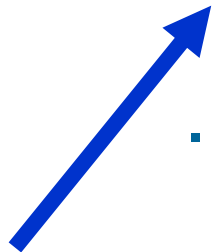
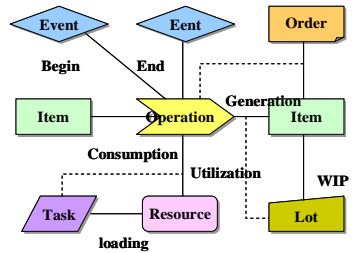
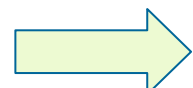
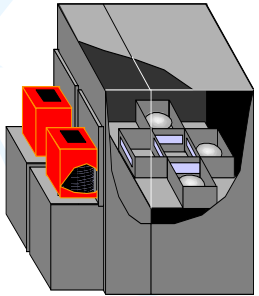
能動的な可視化

解決・実行

製品



装置



・戦略に従った
分析、検討

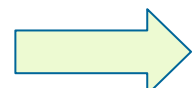
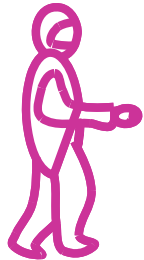
責任と権限

専任部隊



固有技術者

人



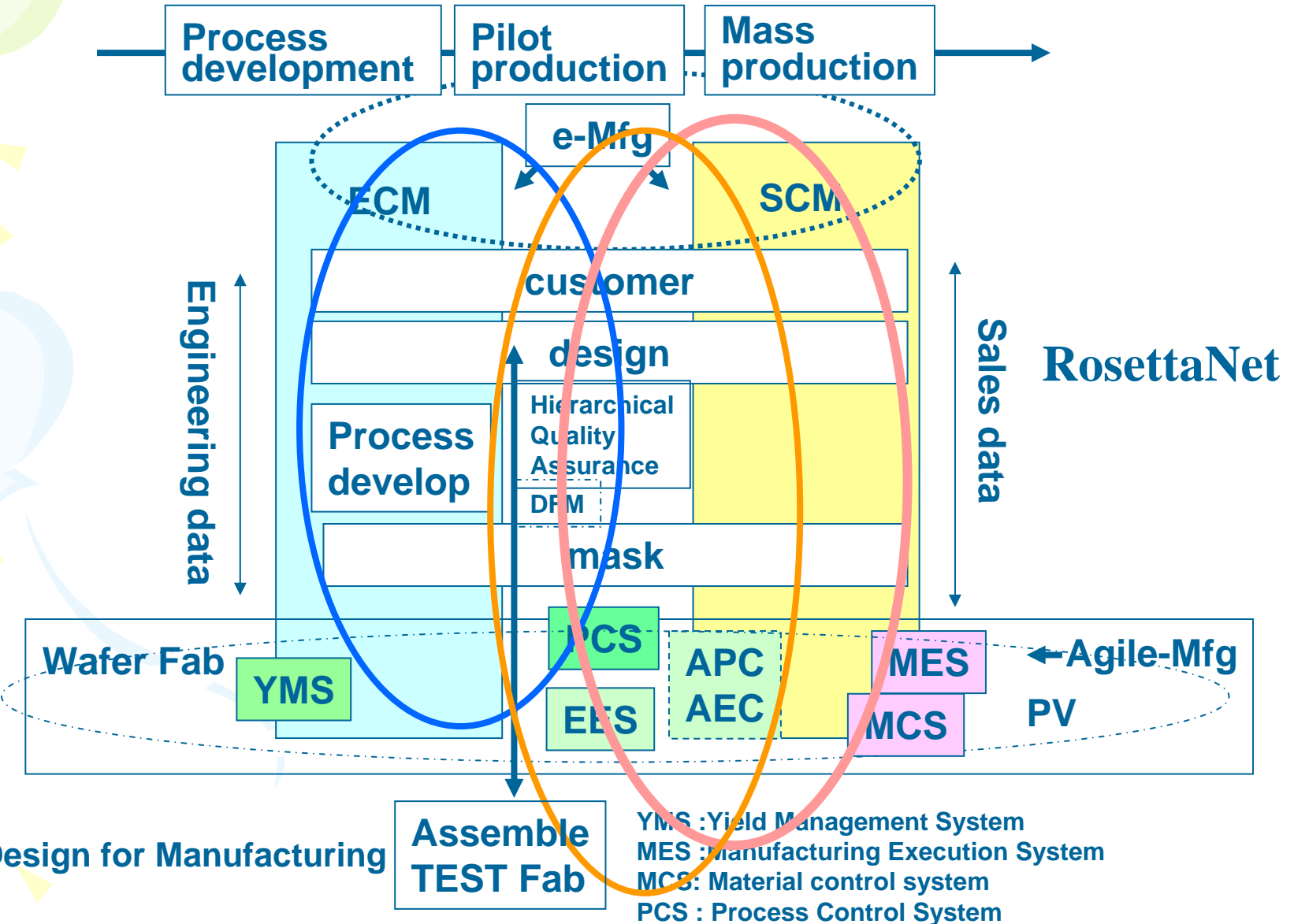
- ・再利用／構造化
- ・プラットフォーム化
- ・モデル化
- ・階層化

IT化の課題

- コンテンツを以下に特許や著作権で守れるかの研究が不十分
 - 技術移転できるものと秘密として秘匿しなければならないものの区別が難しい
 - 例: プロセスレシピは特許になるのか
- 設計情報と販売情報の連携は、どのようにして実現すればいいのか

ECMとSCMの融合

設計情報と販売情報は流れるように連携する必要がある



まとめ

- 半導体前工程は、微細化と多品種化の進展にともない、情報量の爆発的増大と業務領域を跨る情報の連携のニーズが増大
- これまでのIT化は、機能毎のシステム開発
- 今後は、機能化や階層間を跨るITシステムの開発が重要
- 今後のITシステムは、ドメインの最適化と再利用できるコンポーネントの作成がプラットフォーム作成で重要
- コンテンツの特許化、著作権化の研究が重要
- ECMとSCMの統合化を指向