

PSLX技術フォーラム2005  
半導体製造工程における原価管  
理オブジェクトの開発

2005年6月15日

一橋大学

尾畑裕

# 半導体産業に適した 「元気が出る原価管理システム」 のプロトタイプ構築

- JEITA・STRJと一橋大学尾畑研究室との共同プロジェクト  
このプロジェクトをPSLXコンソーシアムプロジェクトと連携
- オブジェクト指向原価計算のモデルを使って半導体前工程の原価管理システムのモデルを構築

# PSLXコンソーシアムプロジェクト

- 半導体産業におけるPSLX対応オブジェクト指向原価管理システム(2004-)

- 参加団体

電子情報技術産業協会(JEITA)

- 半導体技術ロードマップ専門委員会

一橋大学

法政大学

富士通

東芝

# 半導体前工程原価管理の問題点

- 複雑な工程・工程数の多さ
  - 工場で起きていることが見えない
  - 現場における意思決定の財務的帰結がみえない
- エンジニアリング情報とマネジメント情報のギャップ
  - 現場で改善を行った成果がコストに反映されない
  - 自分たちでコントロールできない要因でコストが変化する
  - コストがフィードバック情報として役立たない

# コストシステムに起因する理由

- コストへの影響要因が事前に明らかにされていない
- コストシステムがどんぶりすぎる
- コストが現場にとってコントロール可能な要因と結びついていない
- コスト情報がタイムリーにでてこない
- 計算仮定が決めうちで、経営者が仮定を選択できない

# オブジェクト指向原価計算による解決

- 行動や意思決定の財務的帰結が見えやすい透明性あるシステム
- 現場にとって意味のある情報とマネジメントにとって意味のある情報とが有機的に結びついている
- コストの内訳情報が自由に引き出せる(ドリルダウン機能)
- コストの構成要素の一部を過去の平均実績や予定値に自由におきかえることができる
- プロセス軸、製品軸、設備軸のように、集計軸を自由に切り替えることができる
- 経営者が、計算仮定を選択できる

# オブジェクト指向コストモデルの 原価概念

原価を1つの要約数字とは見ない

コスト情報利用者が、コスト情報を引き出すための出発点となる起点となるもの

その起点から、芋づる式に、個別のデータ、さまざまな視点からのディテールや要約データを引き出す

# オブジェクト指向原価計算の特徴

- 計算の途中で、未決定項目があっても計算を継続できる
- プロセスとインプットの関係やプロセスとアウトプットの関係、プロセス間関係を管理する層、消費量、生成量を管理する層、単価を管理する層が分離されており、それらを独立して変化させることができる



## (続き)

- プロセス間の関係として前プロセスのアウトプットが後プロセスのインプットとなるというインプット・アウトプット関係以外の多様な関係パターンが用意される。
- ドメイン・オブジェクト・モデル層とエイジェント・モデル層に分けられる。
- GUIナビゲータによる対話型原価計算  
原価計算プロセスの体感

# プロトタイプに取り入れられた機能

- 以下、オブジェクト指向原価計算の原理を応用したプロトタイプにより提供可能になった機能について紹介する

製品軸

作業軸

設備軸

計画入力

再計算

マスター情報  計画情報反映

製品名 製品A  
 製品タイプ タミ-  
 製品価格 10000.0  
 計画生産量 30000

レシピ名	使用設備	レシピ回数	プロセスタイム
ウェハ洗浄1	洗浄装置A	1200	1500.0
ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置A	1200	900.0
膜厚検査1	膜厚測定器A	3600	600.0
Low-K塗布1	塗布装置A	1200	1200.0
キュア1	アニール装置A	1200	1400.0
外観検査1	外観検査装置A	1200	200.0
ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置B	1200	900.0
露光現像1	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査1	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査1	合わせ検査装置A	1200	500.0
外観検査2	外観検査装置A	4800	800.0
エッチング1	ドライエッチ装置B	2400	1400.0
エッチング1	ドライエッチ装置A	1200	1100.0
レジスト乖離1	アッシング装置A	1200	800.0
レジスト乖離1	洗浄装置B	1200	700.0
外観検査3	外観検査装置A	1200	200.0
露光現像2	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査2	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査2	合わせ検査装置A	1200	500.0
エッチング2	ドライエッチ装置A	1200	1400.0
エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
レジスト乖離2	アッシング装置A	1200	700.0
レジスト乖離2	洗浄装置B	1200	700.0
エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

用力費計 9950.14(万円) [詳細](#)

材料費計 18576.0(万円) [詳細](#)

設備費計 38225.0(万円) [詳細](#)

アイドル費 -171.33(万円) [詳細](#)

総原価 66579.81(万円)

単価 22193.27(円)

[レシピ展開](#)

[設備展開](#)

算入費目  材料費  レシピ用力費  減価償却費  アイドル用力費

償却費の処理  設備毎に配賦  全体配賦  ボトルネック配賦  機会原価で配賦

アイドル用力の処理  設備毎に配賦  全体配賦

# 製品軸、作業軸(レシピ軸)、 設備軸の選択

製品軸

作業軸

設備軸

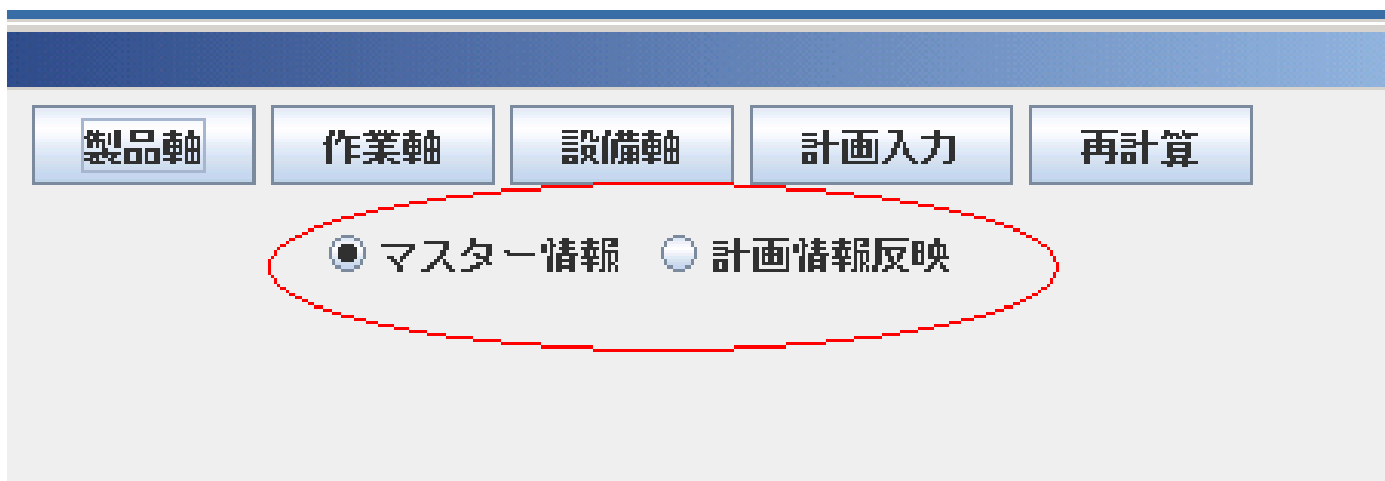
計画入力

再計算

マスター情報     計画情報反映

# マスタ情報とインスタンス情報の切り替え

マスタ情報(1ウエハーあたり、1分あたりの計算)と  
インスタンス情報(月間生産枚数を反映した計算)  
とを切り替えることができる



# 計算方法の選択

計算要素を選択できる

減価償却費の処理方法の選択

アイドル用力の処理方法の選択

算入費目

材料費  レシピ用力費  減価償却費  アイドル用力費

償却費の処理

設備毎に配賦  全体配賦  ボトルネック配賦  機会原価で配賦

アイドル用力の処理

設備毎に配賦  全体配賦

# ドリルダウン機能

- 総括的情報から詳細情報へドリルダウンが可能

レンズ乖離1	洗浄装置B	1200	700.0
外観検査3	外観検査装置A	1200	200.0
露光現像2	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査2	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査2	合わせ検査装置A	1200	500.0
エッチング2	ドライエッチ装置A	1200	1400.0
エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
レジスト乖離2	アッシング装置A	1200	700.0
レジスト乖離2	洗浄装置B	1200	700.0
エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

レシピ展開      設備展開

# ドリルダウン機能 (製品原価内訳の例)

製品名	製品A		
製品タイプ	ダミー		
製品価格	10000.0		
計画生産量	30000		
用力費計	9950.14(万円)	<a href="#">詳細</a>	
材料費計	18576.0(万円)	<a href="#">詳細</a>	
設備費計	38225.0(万円)	<a href="#">詳細</a>	
アイドル費	-171.33(万円)	<a href="#">詳細</a>	
総原価	66579.81(万円)		
単価	22193.27(円)		
レシピ名	使用設備	レシピ回数	プロセスタイム
ウェハ洗浄1	洗浄装置A	1200	1500.0
ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置A	1200	900.0
膜厚検査1	膜厚測定器A	3600	600.0
Low-K塗布1	塗布装置A	1200	1200.0
キュア1	アニール装置A	1200	1400.0
外観検査1	外観検査装置A	1200	200.0
ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置B	1200	900.0
露光現像1	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査1	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査1	合わせ検査装置A	1200	500.0
外観検査2	外観検査装置A	4800	800.0
エッチング1	ドライエッチ装置B	2400	1400.0
エッチング1	ドライエッチ装置A	1200	1100.0
レジスト乖離1	アッシング装置A	1200	800.0
レジスト乖離1	洗浄装置B	1200	700.0
外観検査3	外観検査装置A	1200	200.0
露光現像2	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査2	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査2	合わせ検査装置A	1200	500.0
エッチング2	ドライエッチ装置A	1200	1400.0
エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
レジスト乖離2	アッシング装置A	1200	700.0
レジスト乖離2	洗浄装置B	1200	700.0
エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

[レシピ展開](#)     [設備展開](#)



# 絞り込み後視点切り替え

レシピ名 エッチ検査1

使用設備 原子間力式顕微鏡A

設備展開

処理時間 24000

ロットサイズ 25

材料費 0.0円

詳細

用力費 4000.8円

詳細

# 改善効果のシミュレーション

- レシピのプロセスタイムを変更してみる
- エンジニアの活動の財務的な成果を事前に予測

製品軸	作業軸	設備軸	計画入力	再計算
<input checked="" type="radio"/> マスター情報 <input type="radio"/> 計画情報反映				
レシピ名	使用設備	プロセスタイム		
露光現像1	インライン露光装置A	45.0		
露光現像2	インライン露光装置A	45.0		
バリアシード膜形成1	メタルCVD装置A	70.0		
メタル研磨1	CMP装置A	60.0		
エッチング1	ドライエッチ装置A	55.0		
エッチング1	ドライエッチ装置B	35.0		
エッチング2	ドライエッチ装置B	35.0		
エッチング2	ドライエッチ装置A	70.0		

# 計算方法の変更

減価償却費をいれなくて計算してみる

ボトルネック設備の時間だけですべての減価償却費を計算(あるいはボトルネック設備の時間に任意の機会原価レートを設定)

総原価	22194.83(万円)	エッチング2	ドライエッチ装置A	1200	1400.0
単価	7398.28(円)	エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
		レジスト垂離2	アッシング装置A	1200	700.0
		レジスト垂離2	洗浄装置B	1200	700.0
		エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
		ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

レシピ展開 設備展開

算入費目  材料費  レシピ用力費  減価償却費  アイドル用力費

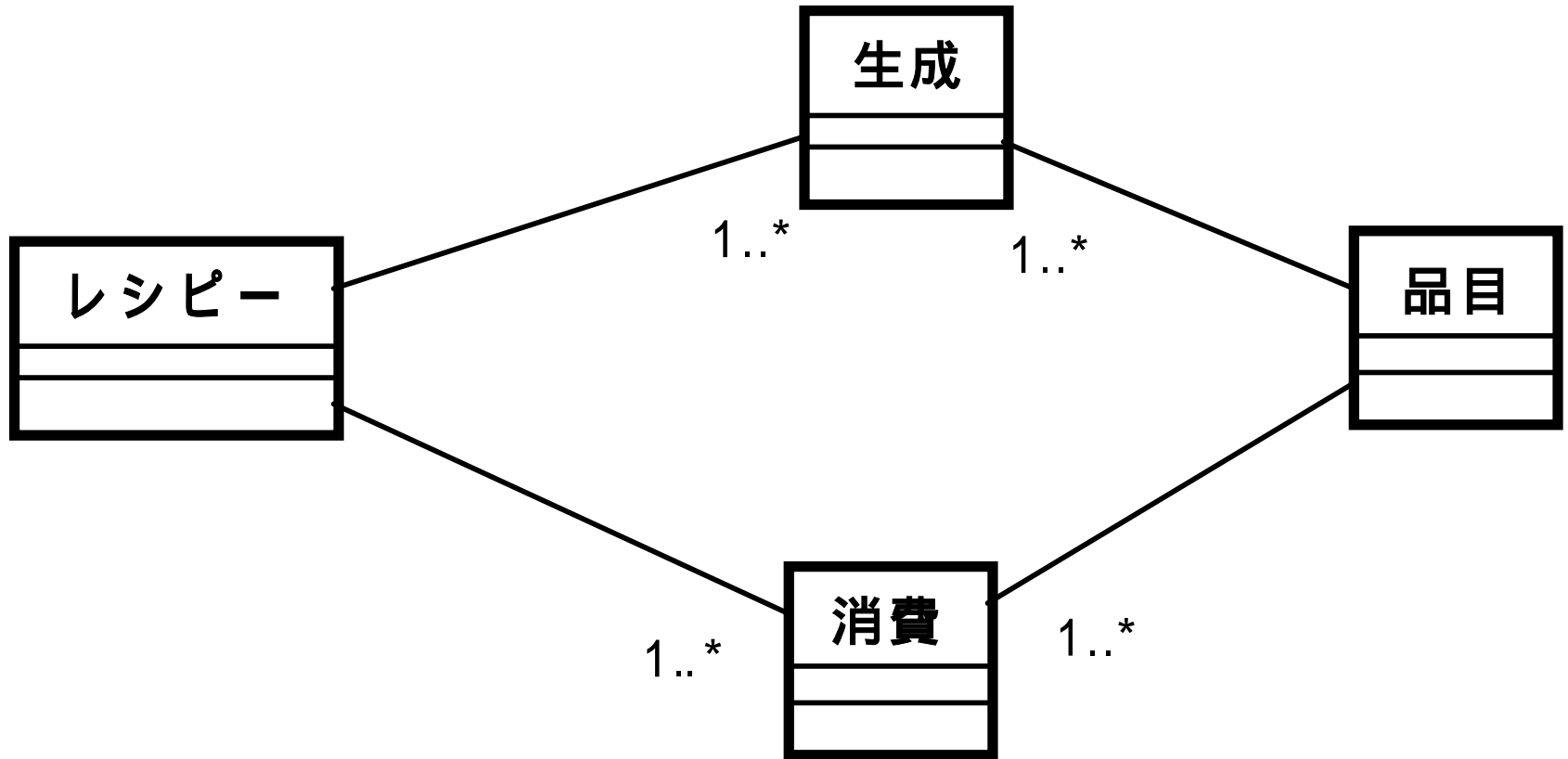
償却費の処理  設備毎に配賦  全体配賦  ボトルネック配賦  機会原価で配賦

アイドル用力の処理  設備毎に配賦  全体配賦

# 基本モデル

- PSLXのドメイン・オブジェクト・モデルを拡張
- 「レシピ」が作業(マスター情報)に相当
- 「レシピ」は、「品目」を消費し、「品目」を生成する。
- 「レシピ」に、設備と作業員が割り当てられる。

# 基本モデル

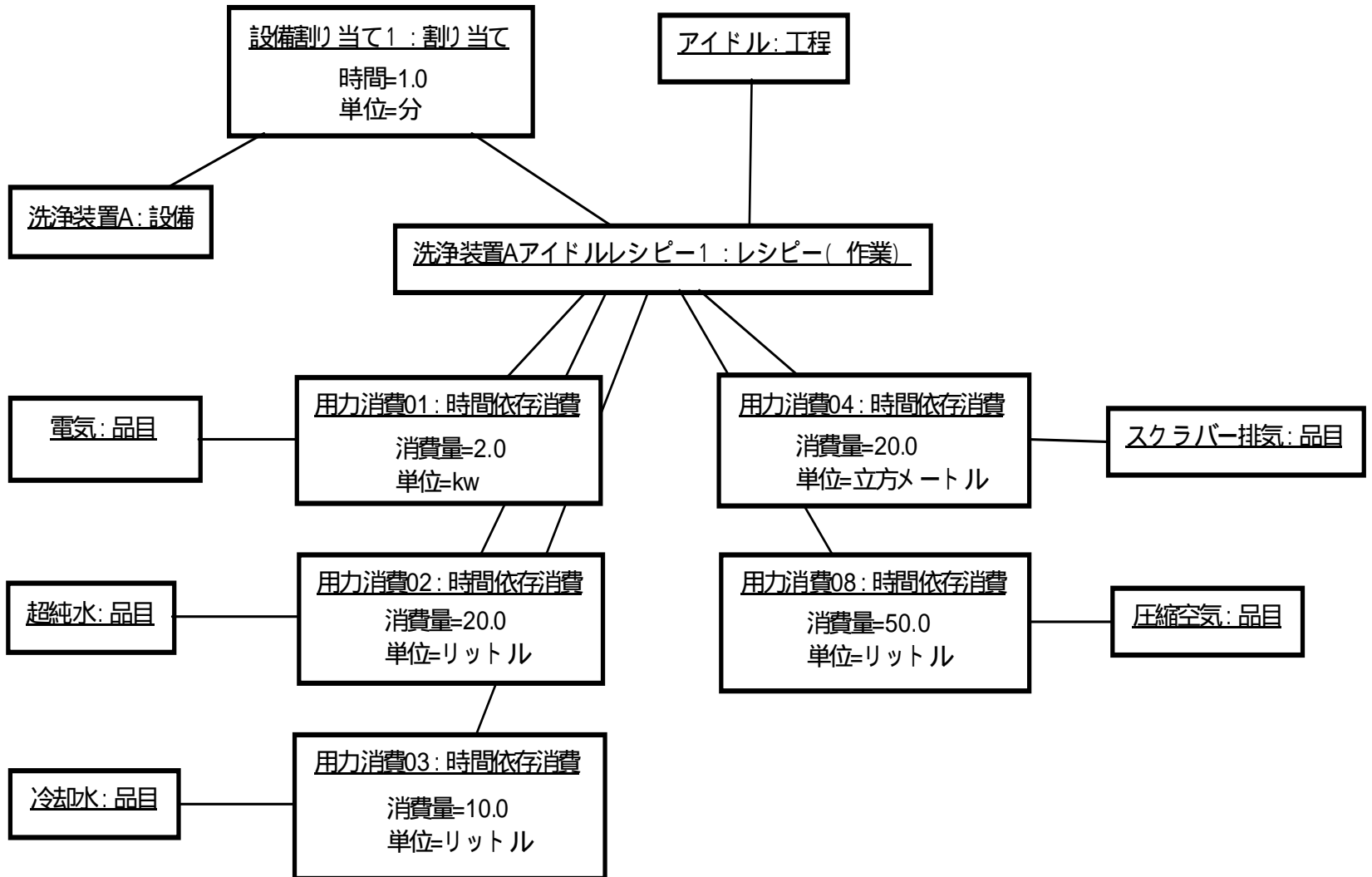




# M2\_層間膜形成におけるウエハを例にした オブジェクト図の例

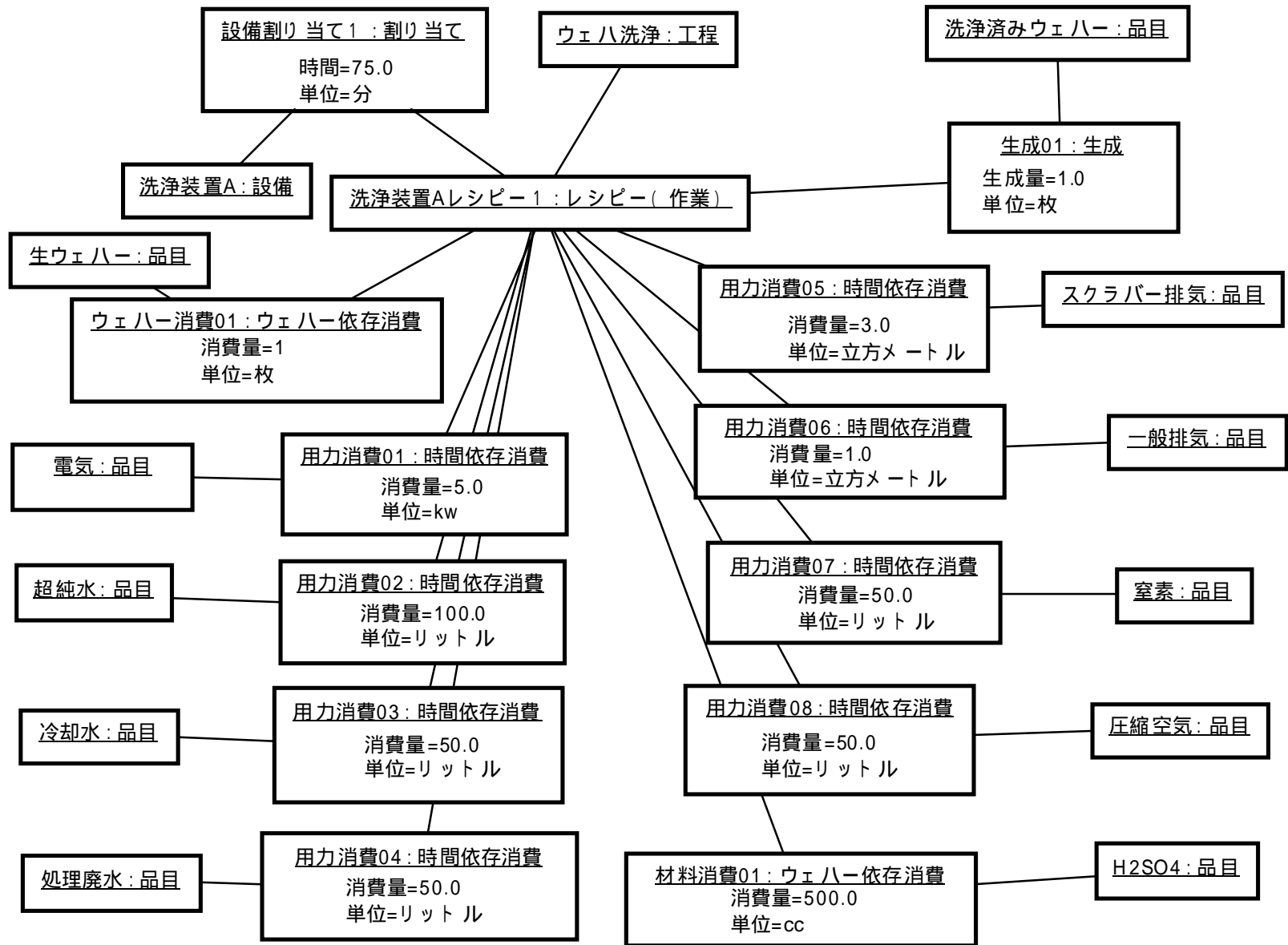
- アイドル時と加工時で異なるオブジェクト図ができる
- 次の図は、JEITAより提供を受けたサンプルデータに基づくオブジェクト図である

# ウェハ洗浄(アイドル時)のオブジェクト図

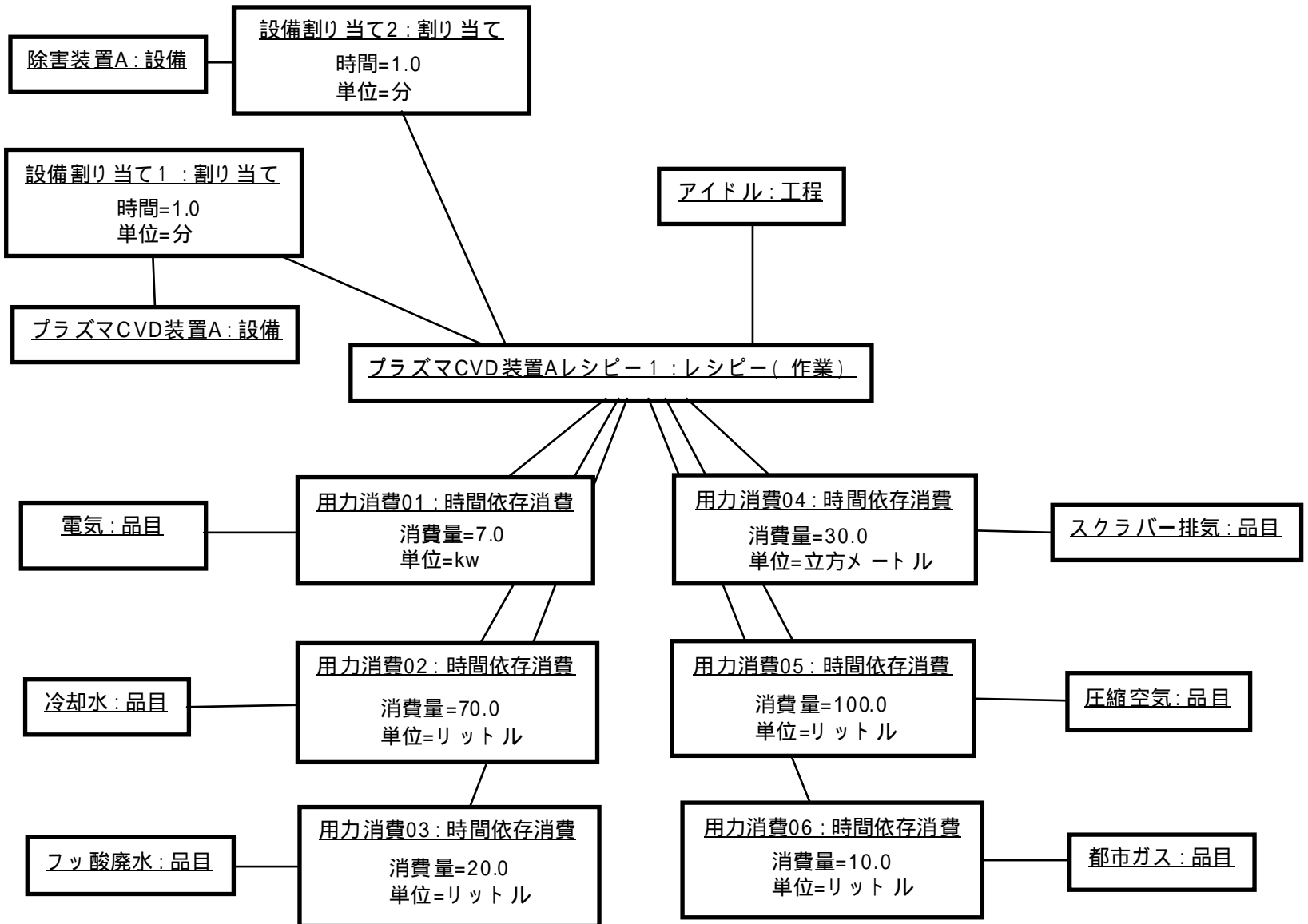




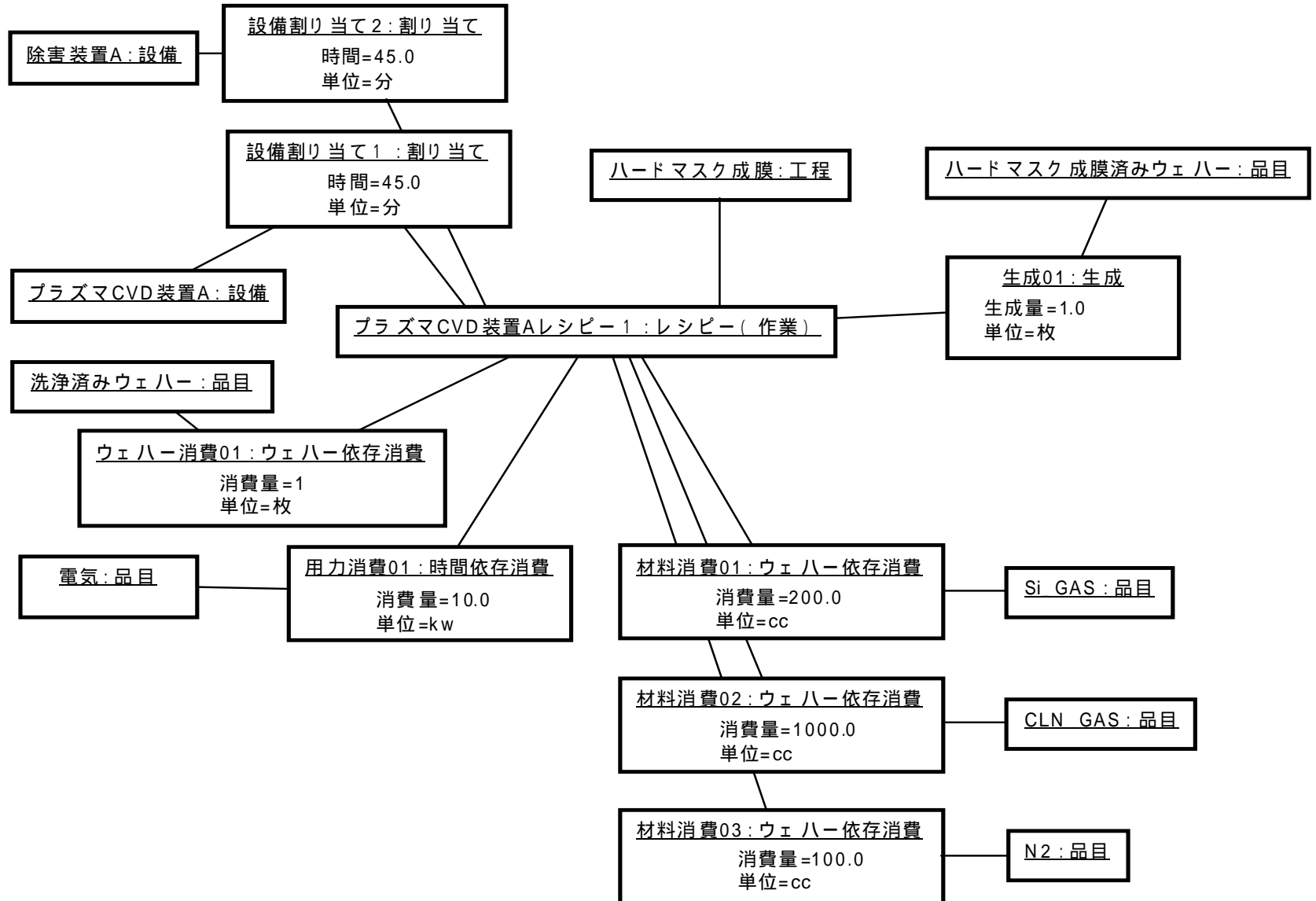
# ウェハ洗浄(処理時)のオブジェクト図



# ハードマスク成膜(アイドル時)のオブジェクト図



# ハードマスク成膜(処理時)のオブジェクト図



# 基本モデルについての検討課題

- PSLXのドメイン・オブジェクト・モデルは、マスター情報としての作業(PSLXの最新版のオートロジーでは機能(Function)とよばれている)は、品目を消費し、品目を生成する。インスタンス情報としては、ロットを消費してロットを生成する。生成されたロットが別の作業(機能)で利用されるときには、ある作業で生成されるロットと別の作業で消費されるロットが同じものであることをロットトレースオブジェクトにより表現する。

# 作業を中心としたモデル

- 作業を中心としたモデルは、上流工程で作られたひとつのロットが、さまざまに分岐してさまざまなロットに利用されていくような場合に柔軟な処理が可能になる
- しかし、半導体製造ラインの場合、ひとつのロットのウェハが最初の小工程に投入され、そのロット単位で、最終工程まで流れていく

# 概念モデルと実装モデル

- 概念モデルとしては、作業中心のモデルをつくり実装用のモデルとして、ひとつのロットが、工順にしたがってさまざまな作業を経験していくかたちのモデルを利用するのはどうか。

# 原価管理固有のドメイン・オブジェクト

- PSLXのドメイン・オブジェクトが、多くの場合、原価管理用のドメイン・オブジェクトとしても利用可能
- しかし、生産管理上の管理項目でないために、PSLXでは定義されていないオブジェクトで、原価管理上必要なオブジェクトも存在する
  - たとえば、間接費の配賦の基礎となる物量基準(サービス受益関係等)

# 業務アクティビティの把握

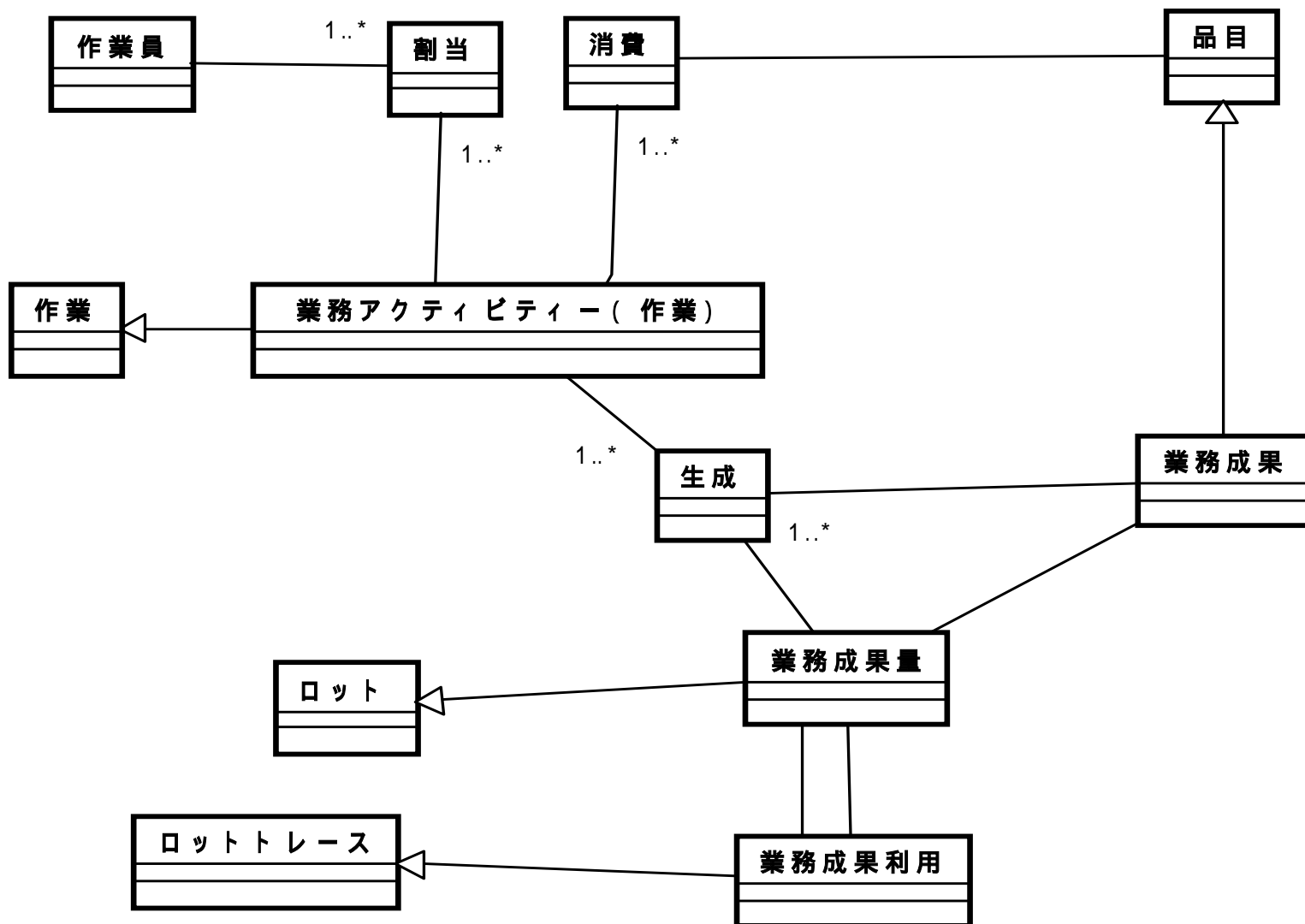
- PSLXでも業務アクティビティは、作業として認識されるが、そのアクティビティから生成される品目は存在しないと考える
- 原価計算においては業務アクティビティのコストを製品に跡付けるためには品目のインスタンスであるロットに管理づける必要がある。
- 品質確認・メンテナンスは頻度を通じて、各ロットへ関連づけられる



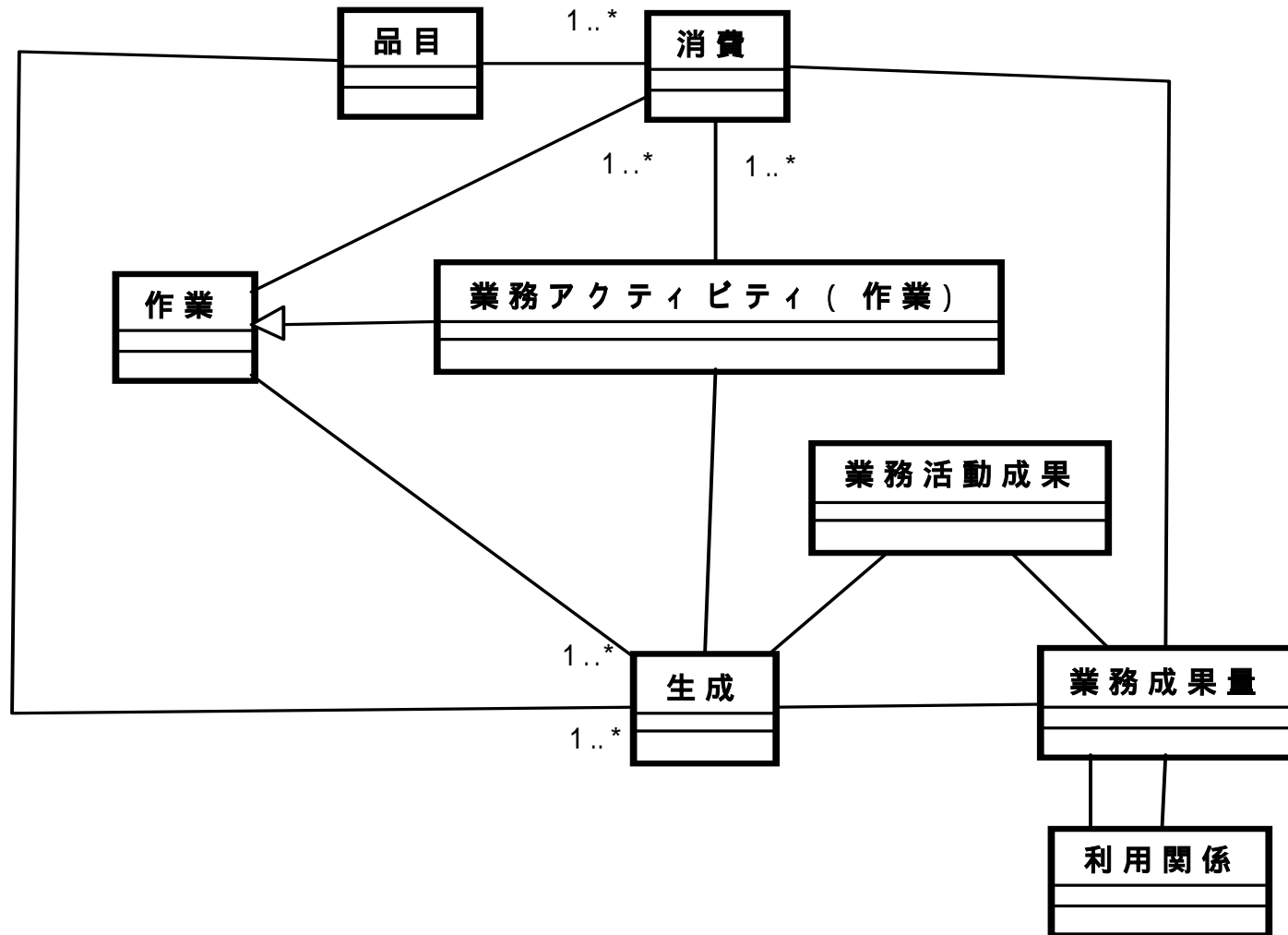
# 業務アクティビティを表現するモデル

- 業務アクティビティ自体は、作業オブジェクトとして表現することができる。その作業の成果を、各製品が利用する関係については、生成クラス、消費クラスのサブクラスとして「サービス生成クラス」「サービス利用クラス」を設けるなどが考えられる。品目のサブクラスとして「活動成果」といったクラスを置くことも考えられる。

# モデル1 (活動成果を品目のサブクラスと考える)



# モデル2 (活動成果を独自クラスと考える)



# PSLXコンソーシアムのプロジェクト としての今後の当面の課題

- 原価管理用のオントロジー、ドメイン・オブジェクト・モデルの構築
- 原価管理についてのメッセージング規約についての検討
- 時間要素を使った原価計算モデルの検討

# 原価管理における時間要素

- 伝統的な原価計算においては、オーダーの納期が長いか短いかの影響を原価計算のなかに反映するような手段が用意されていない。
- 資源消費がいつ行われるかということと、原価との関係を明示的に示すこともおこなわれていない。

これができるとスケジュールのコスト的な評価が可能になる

ボトルネックの変化にも対応

# 原価に時間要素を組み入れることができる と可能になること

- スケジュールのコスト的な評価
- 納期短縮のコスト的影響の明確化
- MTTRの改善のコスト改善評価
- など