

## 第2回：開発と生産のプロセス分析

1. プロセス分析とは
2. 生産プロセスの記述
3. プロセス分析の事例
4. 情報システムとしての生産・開発活動

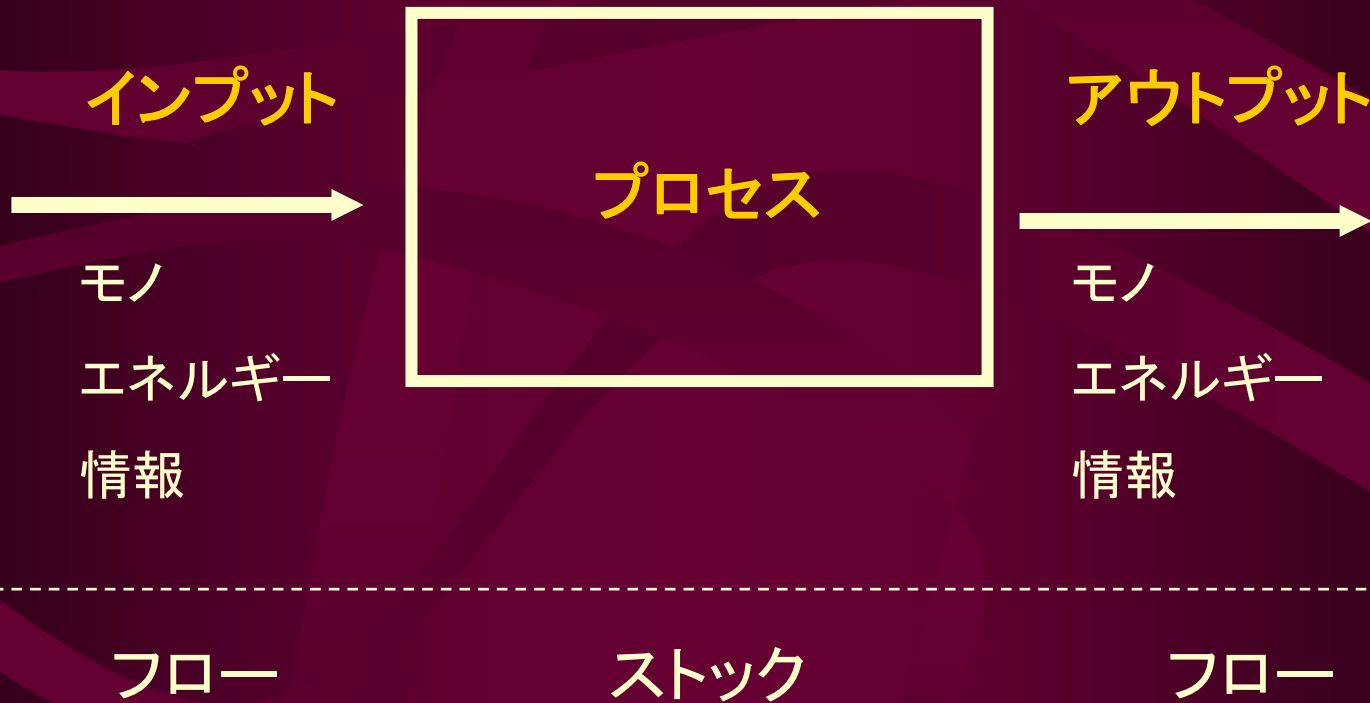
東京大学経済学部

藤本隆宏



# 1. プロセス分析とは

プロセス = 「過程」「手順」



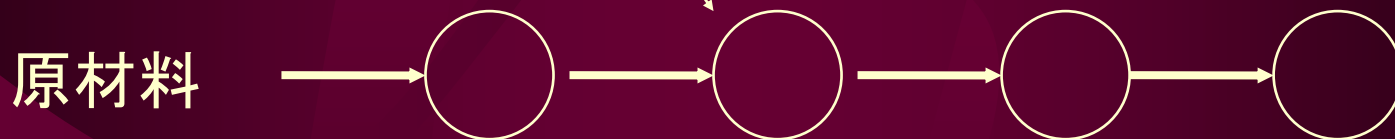
## 2. 生産プロセスの記述

生産のプロセス＝「**工程**」

製造企業の組織の中で、インプットを取り込み、それを組織にとってより価値(value)の高いアウトプットに変換する部分

工程という言葉の二つの用法に注意

(1) 個々のワークステーション



(2) 材料から製品にいたる連鎖

まず、**工程流れ図**(プロセス・フロー・チャート)で記述する。

(伝統的な生産管理論は、まずモノの流れに着目)



「**問題解決**」(problem solving) :

工程流れ図を使って、工程を**分析・診断**し、  
問題を発見し、**改善**の処方箋を作る。

### 3. プロセス分析の事例

#### 工程流れの書き方(慣例)

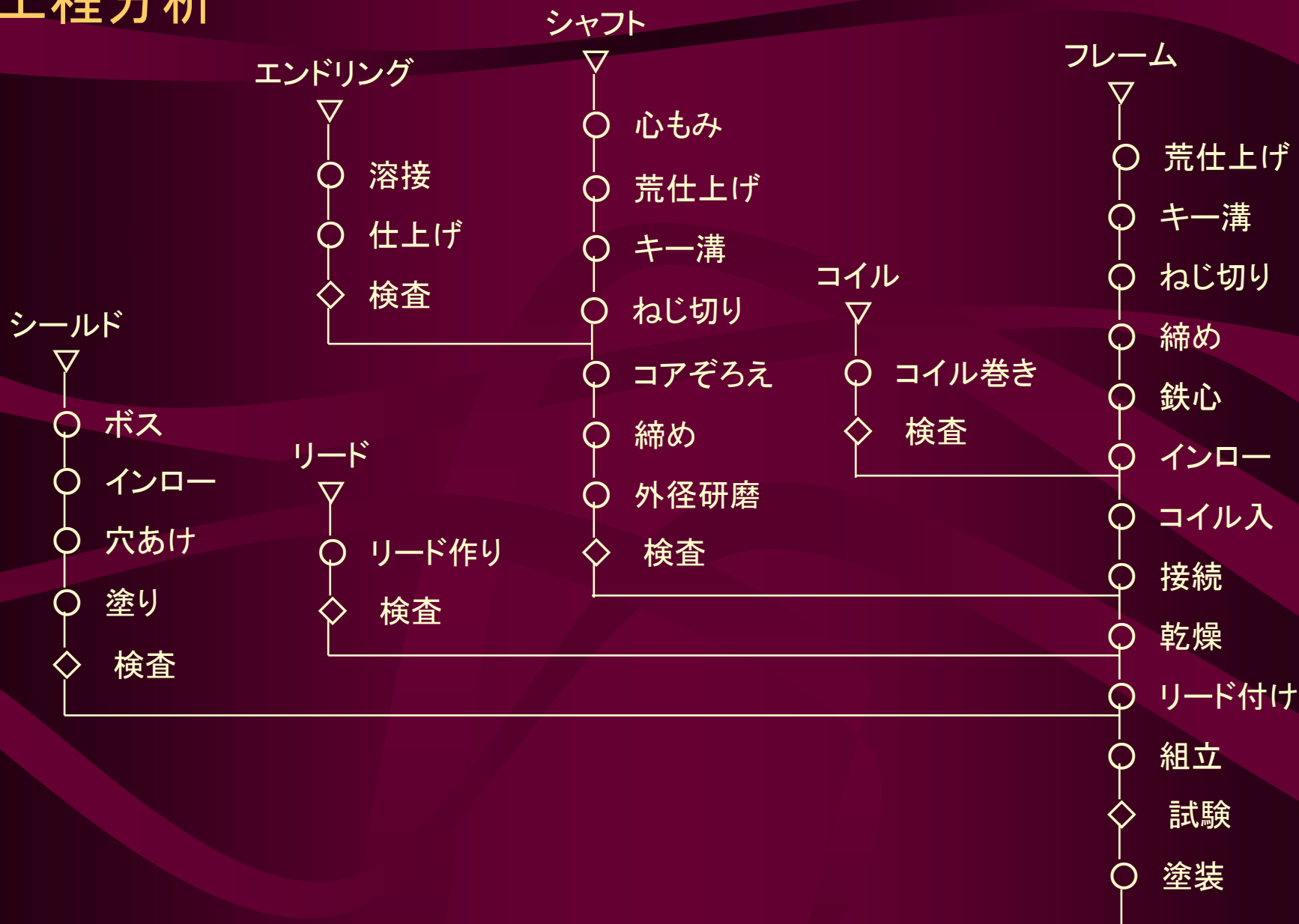
フロー = →

工程 = ○

在庫 = ▽ (原材料、仕掛品、完成品)

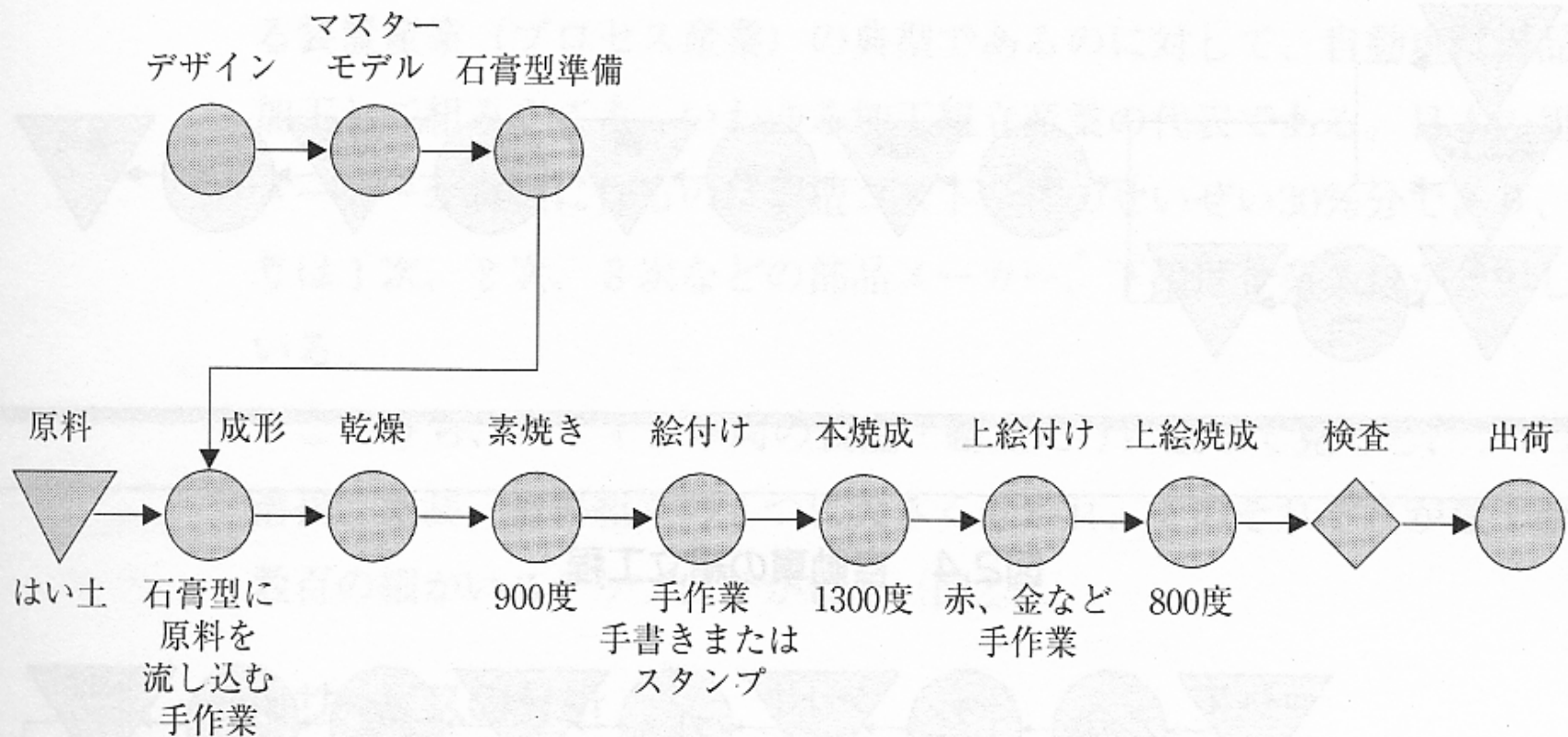
検査 = ◇

# 工程分析



# 例：有田焼の磁器

## 伝統磁器製造工程の概要（高級ウイスキーボトルの例）

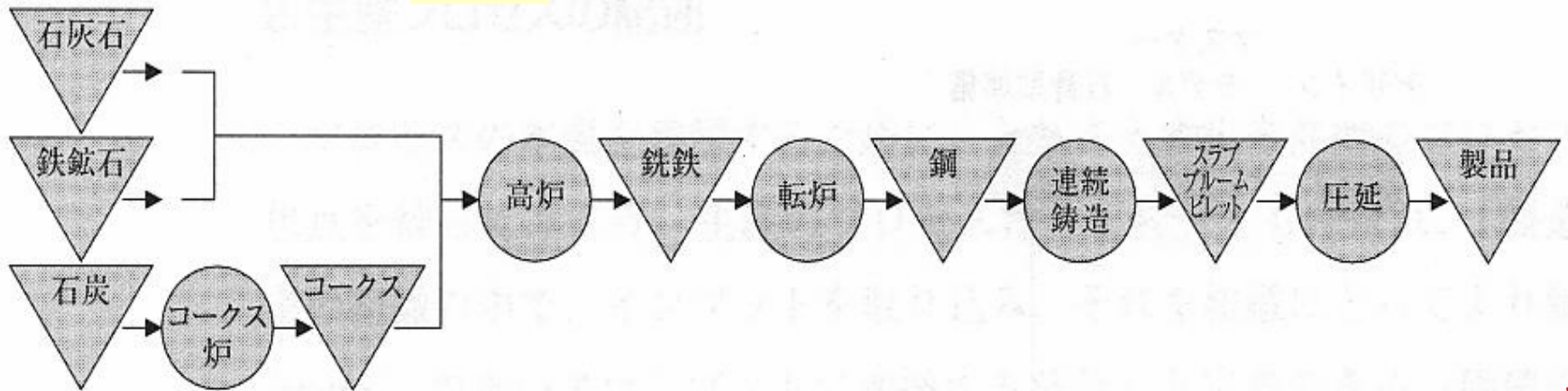


注1：原料加工工程、および仕掛品・製品在庫は省略。

2：工程フローダイアグラムの書き方には、特に厳しいルールがあるわけではないが、一応の決まりごととして、加工は大きな○、運搬は小さな○、停滞（在庫・手持ちなど）は▽、検査は◇で表すことが多いので、覚えておくと便利である。

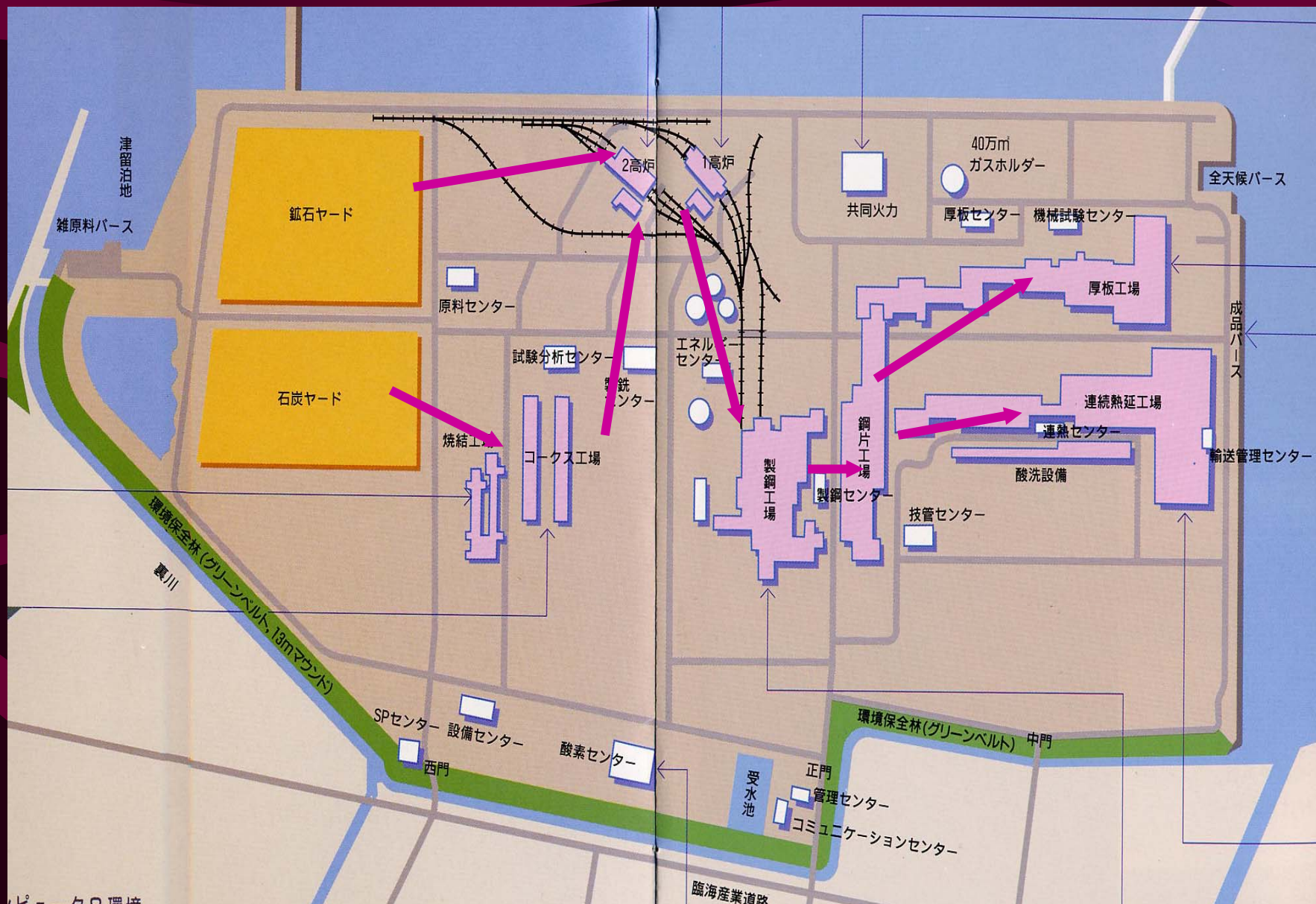
# 例：鉄鋼製品

## 一貫製鉄工程（転炉・連続 casting）



藤本隆宏 『生産マネジメント入門』日本経済新聞社 2001 ( I p18 図2.3)

# 例：鉄鋼製品（製鉄所のレイアウト）



# 例：製鉄所の工程（1）



高炉

焼結機



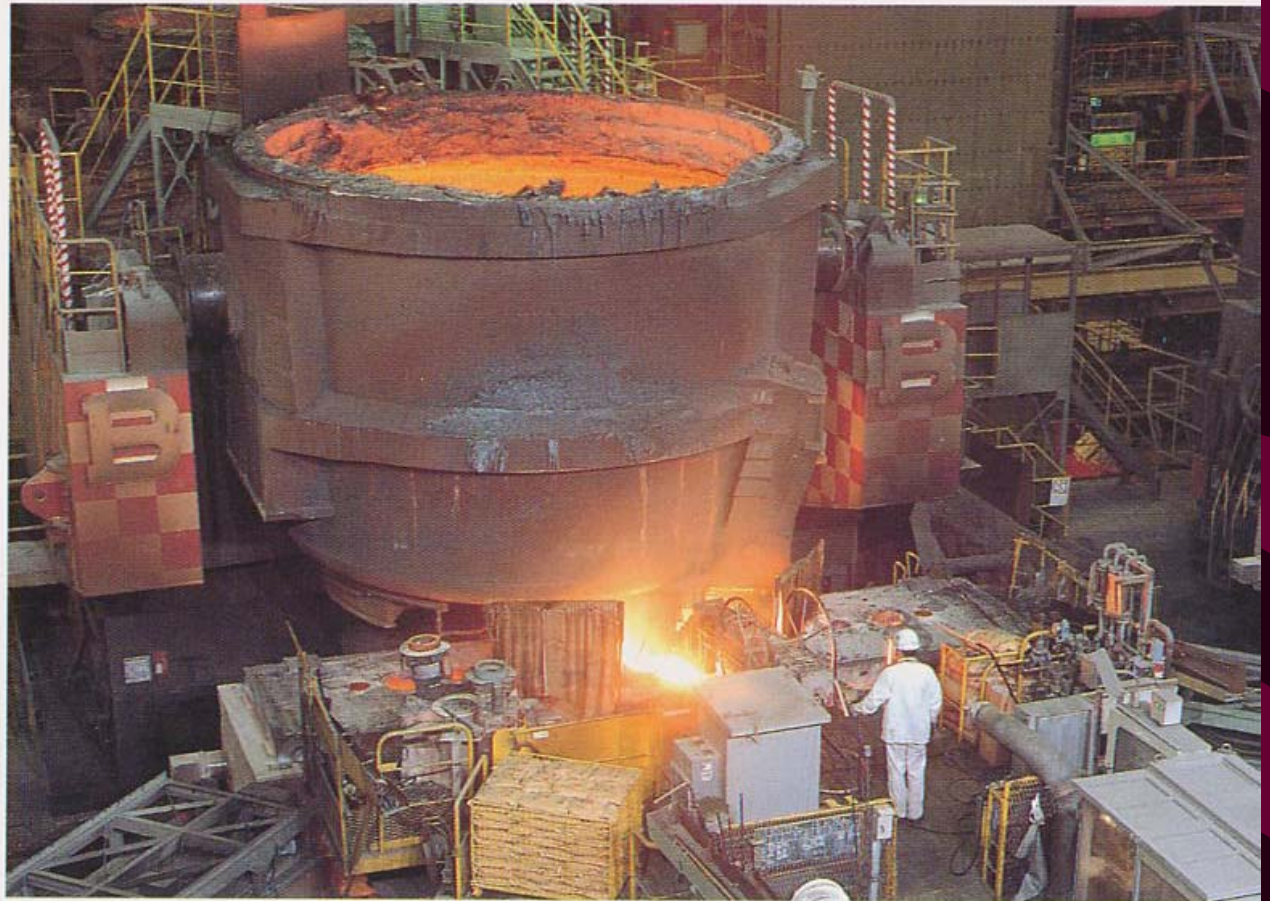
コークス炉



高炉

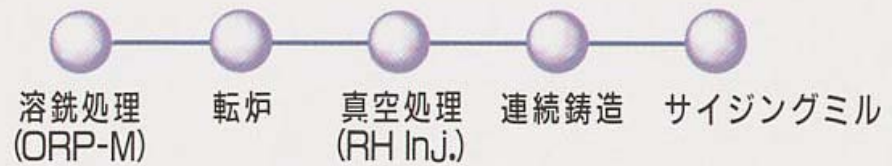
# 製鉄

## 例：製鉄所の工程（2）

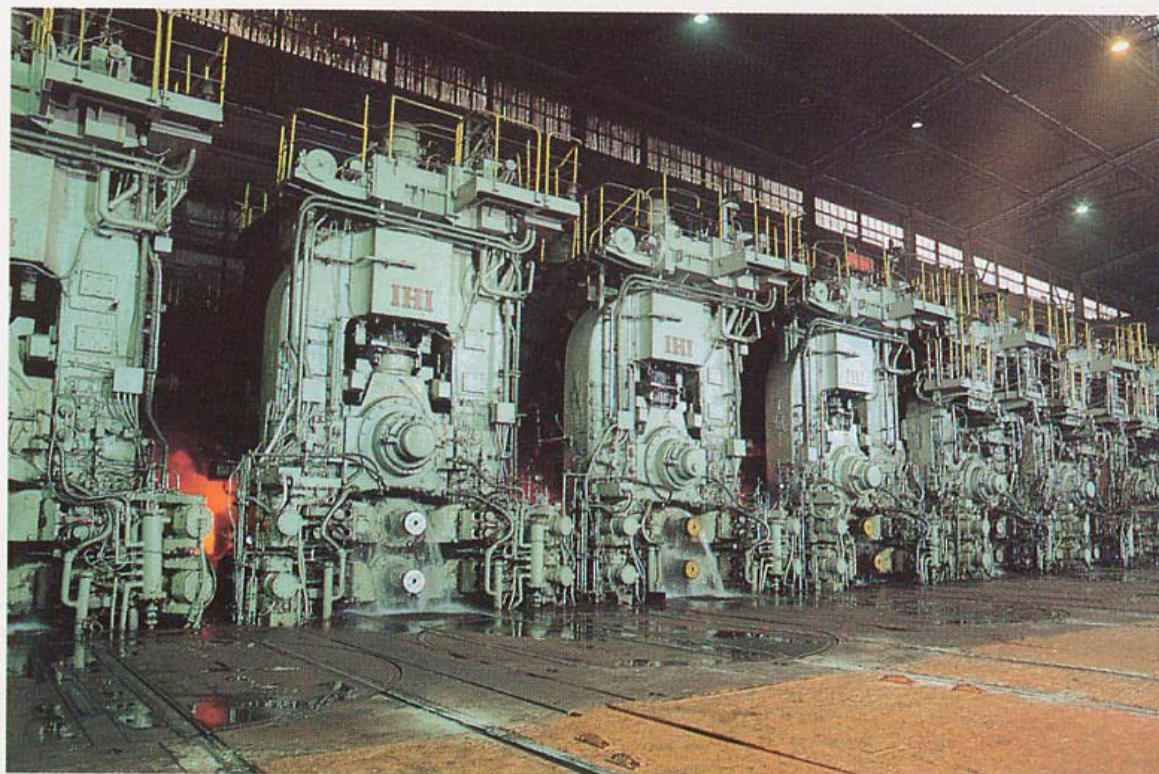


連続鑄造機

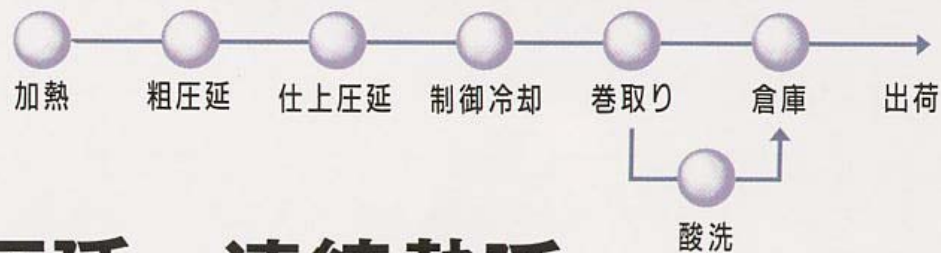
# 製鋼



## 例：製鉄所の工程（3）



仕上げ圧延機

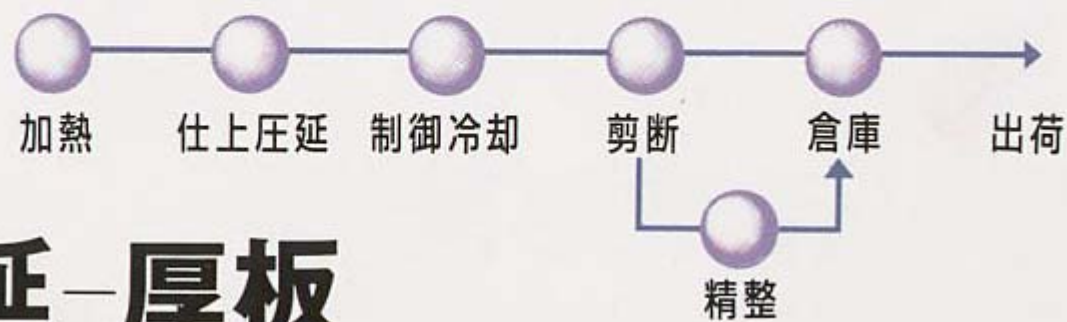


# 圧延—連続熱延

## 例：製鉄所の工程（4）



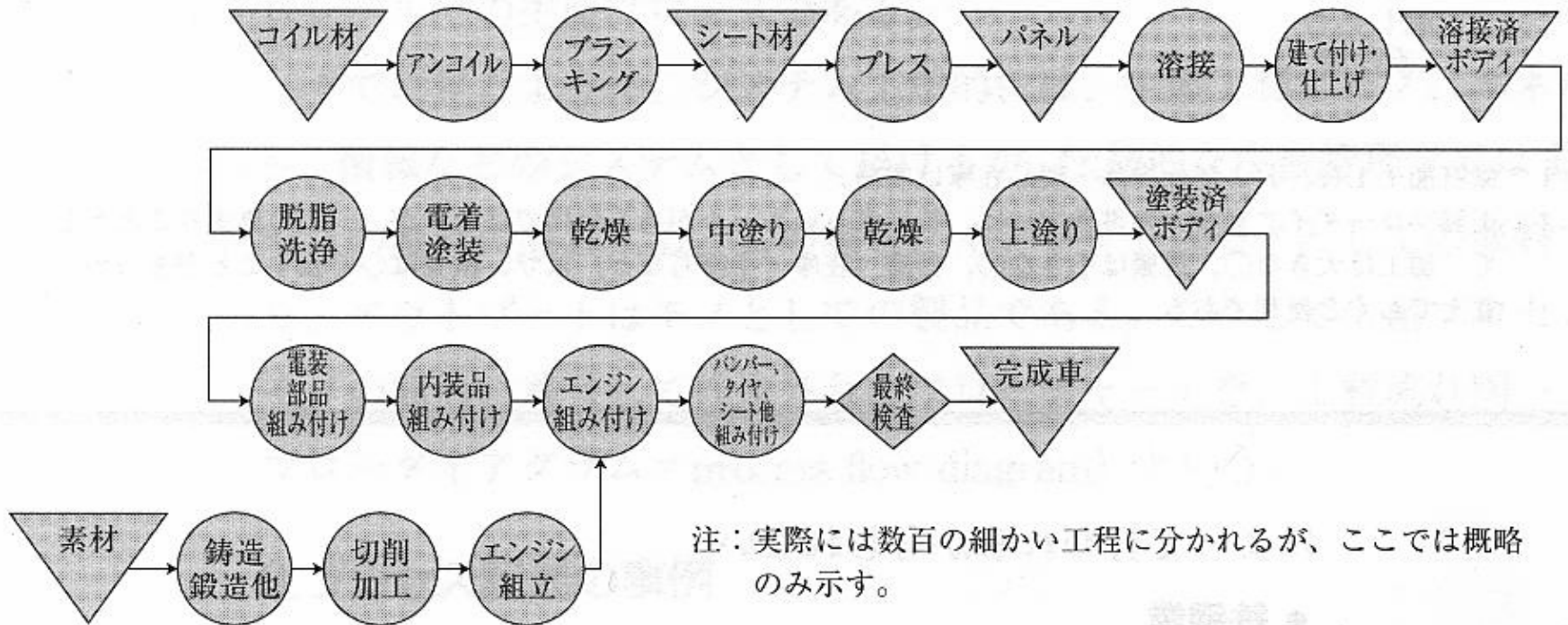
出荷



# 圧延—厚板

# 例：自動車の生産工程（自動車メーカーの内製分）

## 自動車の組立工程



## 例：自動車の生産工程（1）

### 車体用パネルの プレス成形

## プレス

鋼板を切断、プレスしてルー  
フ、フロア、ドアなどのパネ  
ル部品をつくります。鋼板に  
は軽量化のため高張力鋼板や  
鋳に強い高防錆鋼板などが使  
われます。

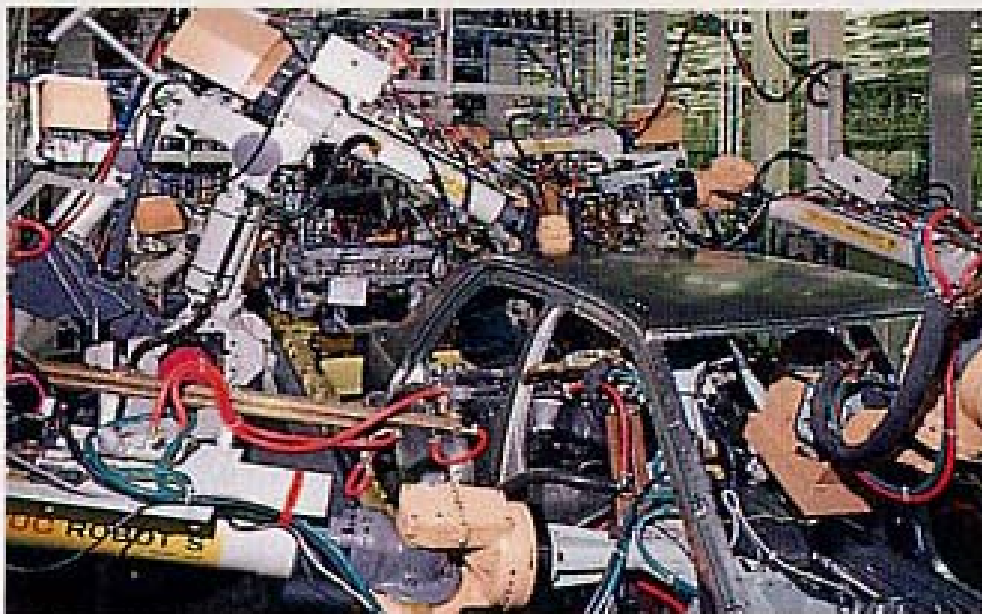


## 例：自動車の生産工程(2)

### 車体の溶接

## 車体組立

プレス加工されたいくつものパネルが自動溶接ロボットで素早く組み立てられます。非常に高い精度が要求される工程であり最も自動化が進んでいます。



## 例：自動車の生産工程(3)

### 車体の塗装

## 塗装

組み立てが終わったボディは十分に洗浄され、塵や埃を厳重にシャットアウトしたブースの中で下塗、中塗、上塗と入念に塗装されオーブンで焼付処理されます。



## 例：自動車の生産工程（4）

### 最終組立（1）

#### 艤装

コンピュータ管理のもとで、シート、計器類、バンパー、窓ガラスなど内外装部品が取り付けられます。



## 例：自動車の生産工程(4)

### 最終組立(2)

## ユニットマウント

艤装を終えたボディにエンジン、トランスミッション、アクスルといった主要ユニットが組み付けられます。



## 例：自動車の生産工程(4)

### 最終組立(3)

## オフライン

すべての部品が取り付けられた後、ガソリン、オイル、冷却水などを注入しエンジンを始動させます。車は自走しながらファイナルテストへ向かいます。



## 例：自動車の生産工程(5)

### 最終検査

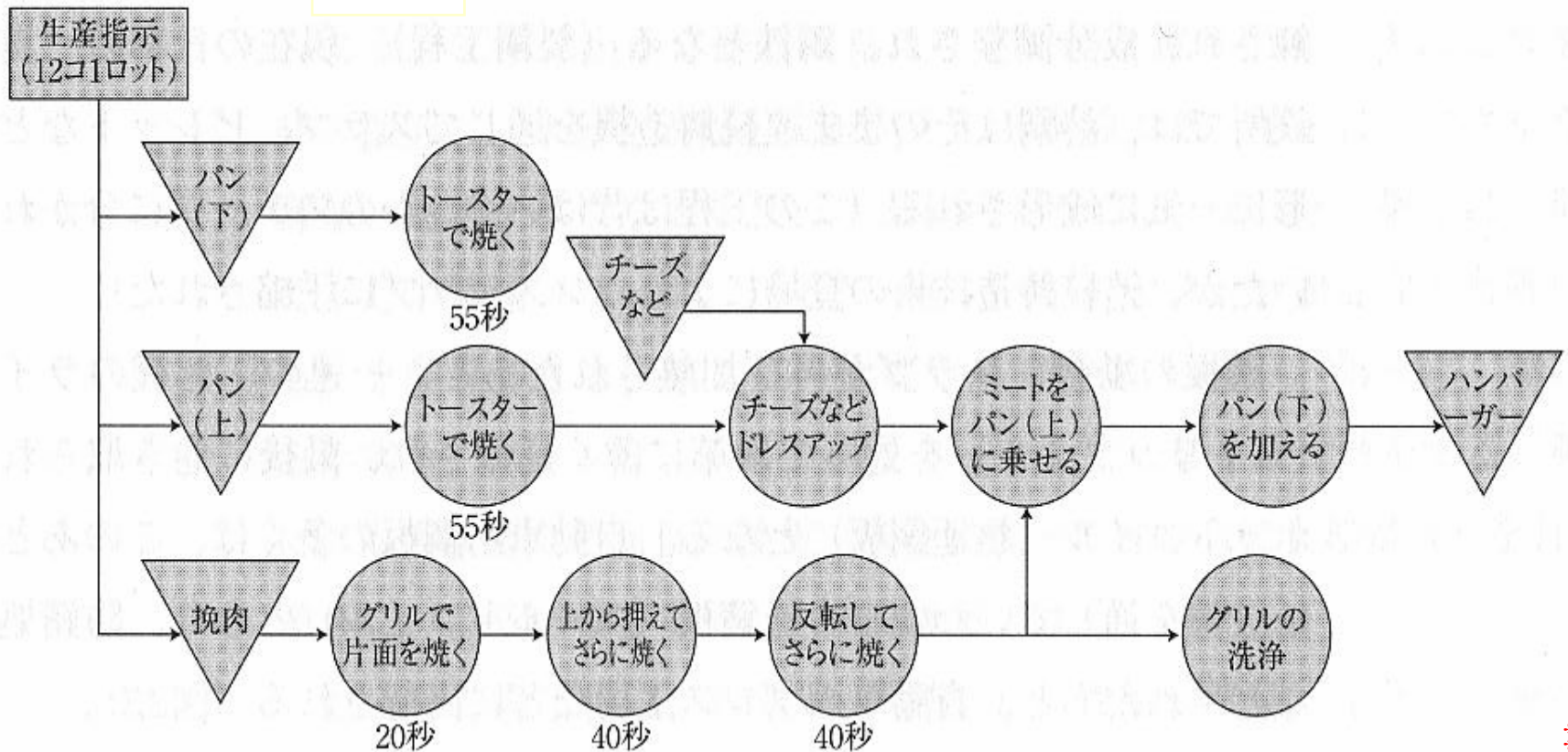
### 最終検査

サスペンション、ブレーキ、計器、ランプなどの点検・調整の他、排出ガス検査、高圧シャワーによる水漏れチェックが実施されます。

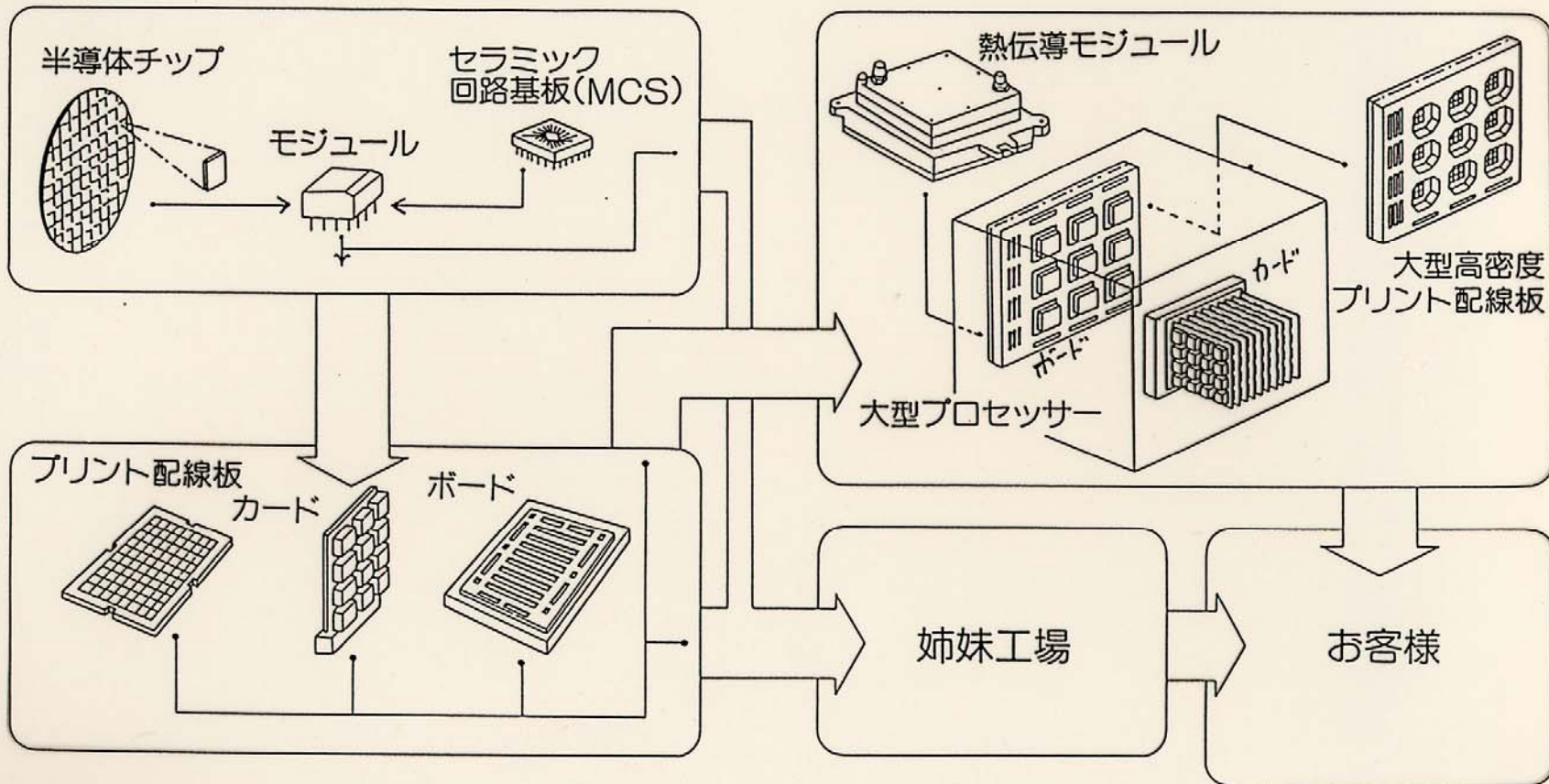


# 例：マクドナルドのハンバーガー

## マクドナルドのチーズバーガー生産工程



# 例：大型コンピュータの組立



# 工程分析の重要な概念

サイクルタイム (cycle time)

アイドルタイム (idle time: 待ち時間)

スループットタイム (throughput time)

生産能力 (production capacity)

ボトルネック (bottleneck)

良品／不良品 (defect)

歩留り (yield)

ダウンタイム (down time: 故障・停止時間)

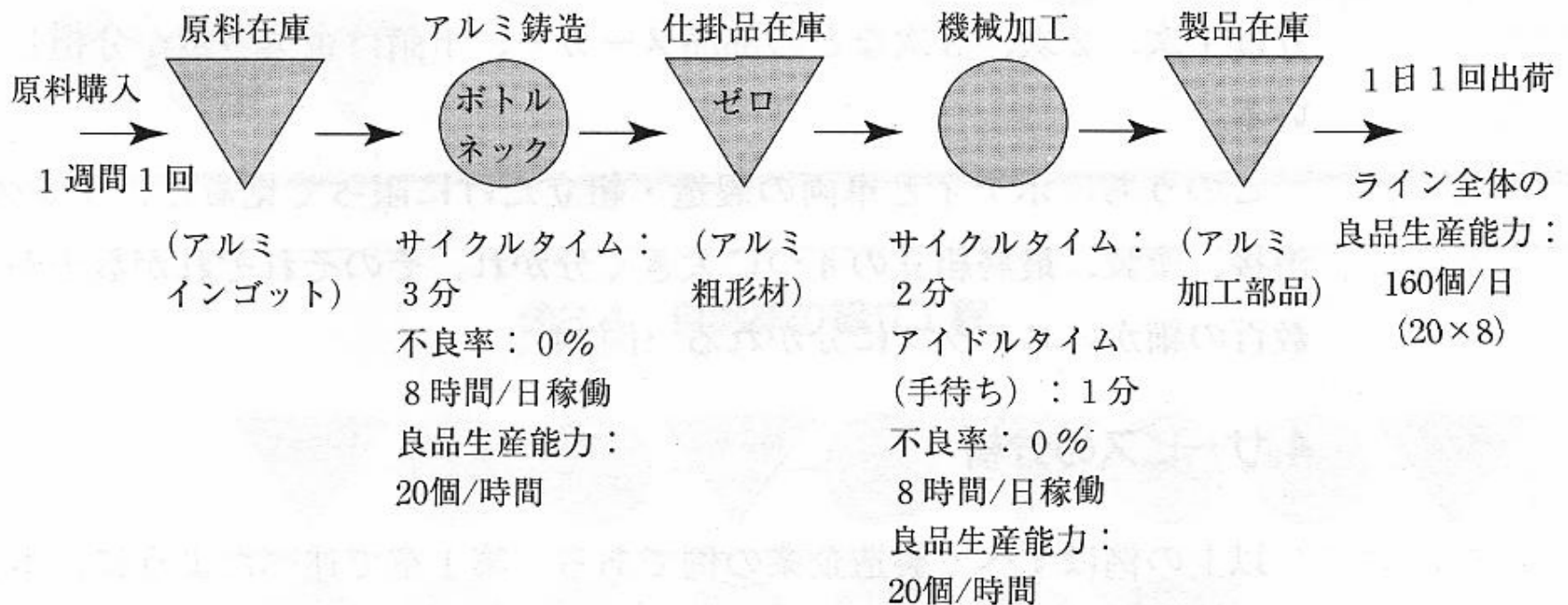
段取り替え時間 (set-up time)

# プロセス分析の例：ボトルネックをみつけて生産量を増やす(1)

## プロセス分析 (数値例)

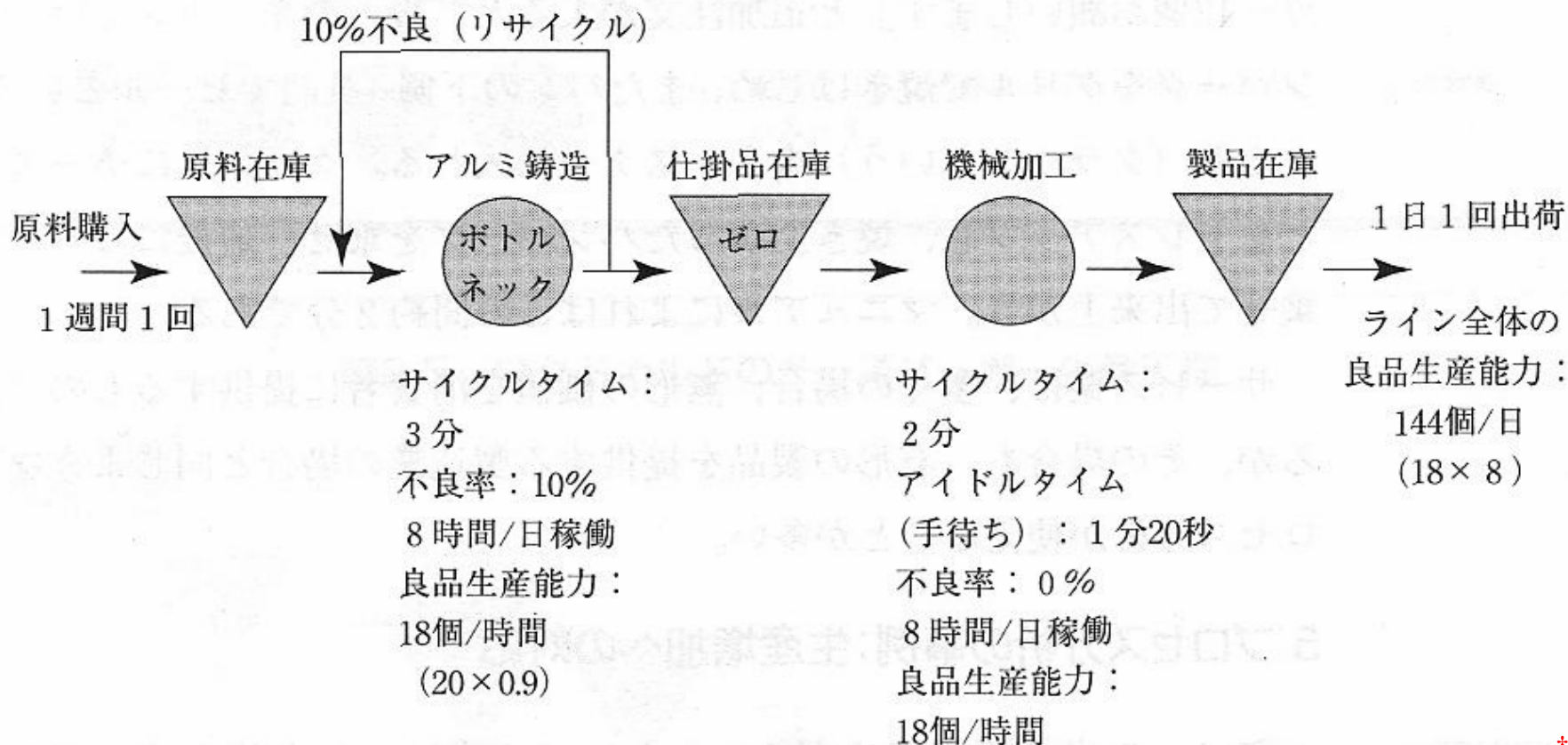
### 1：不良率ゼロのケース

スループットタイム：5分



## プロセス分析の例：ボトルネックをみつけて生産量を増やす(2)

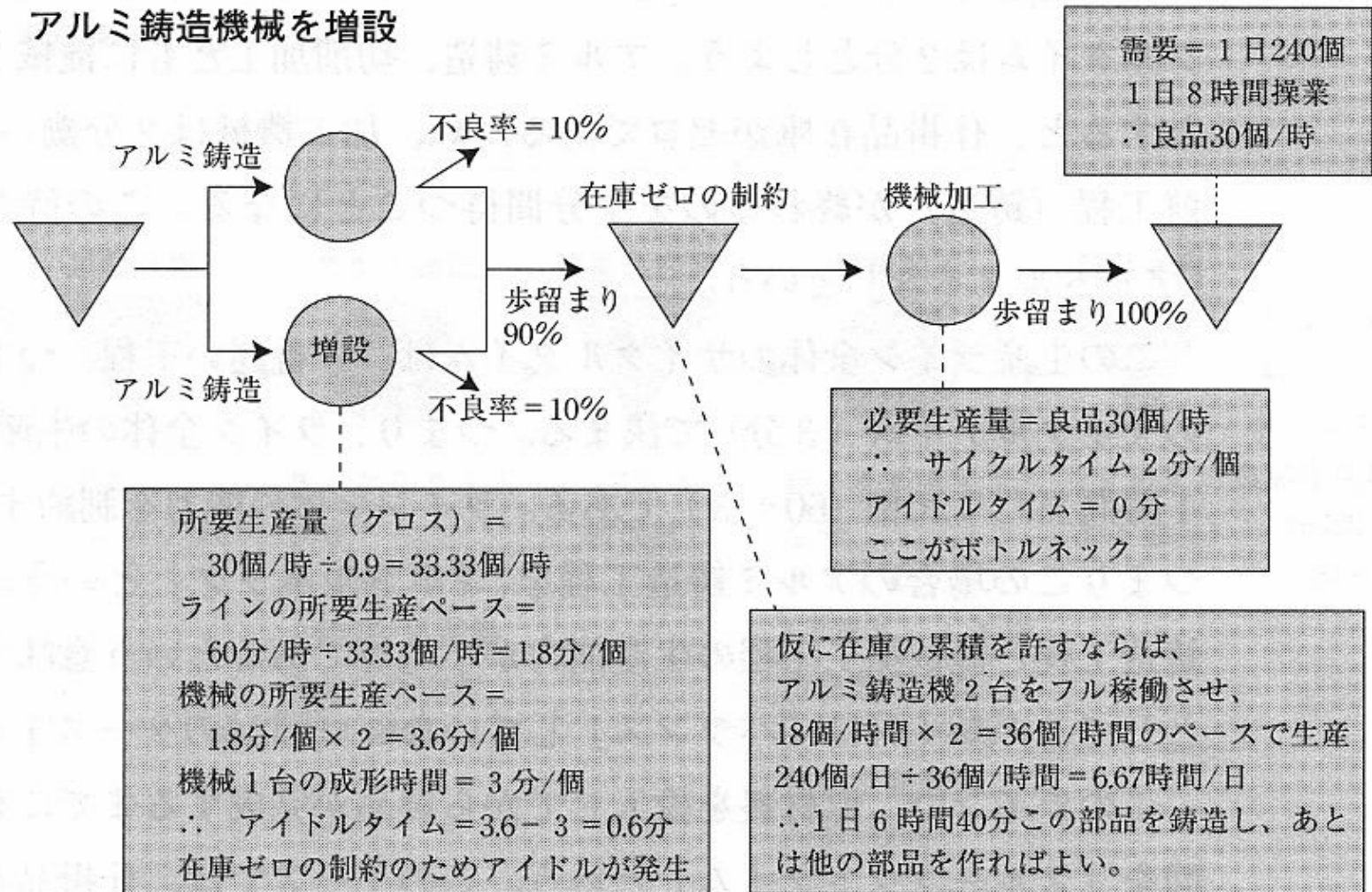
2：鋳造の不良率10%のケース…生産能力は？



# プロセス分析の例: ボトルネックを見つけて生産量を増やす(3)

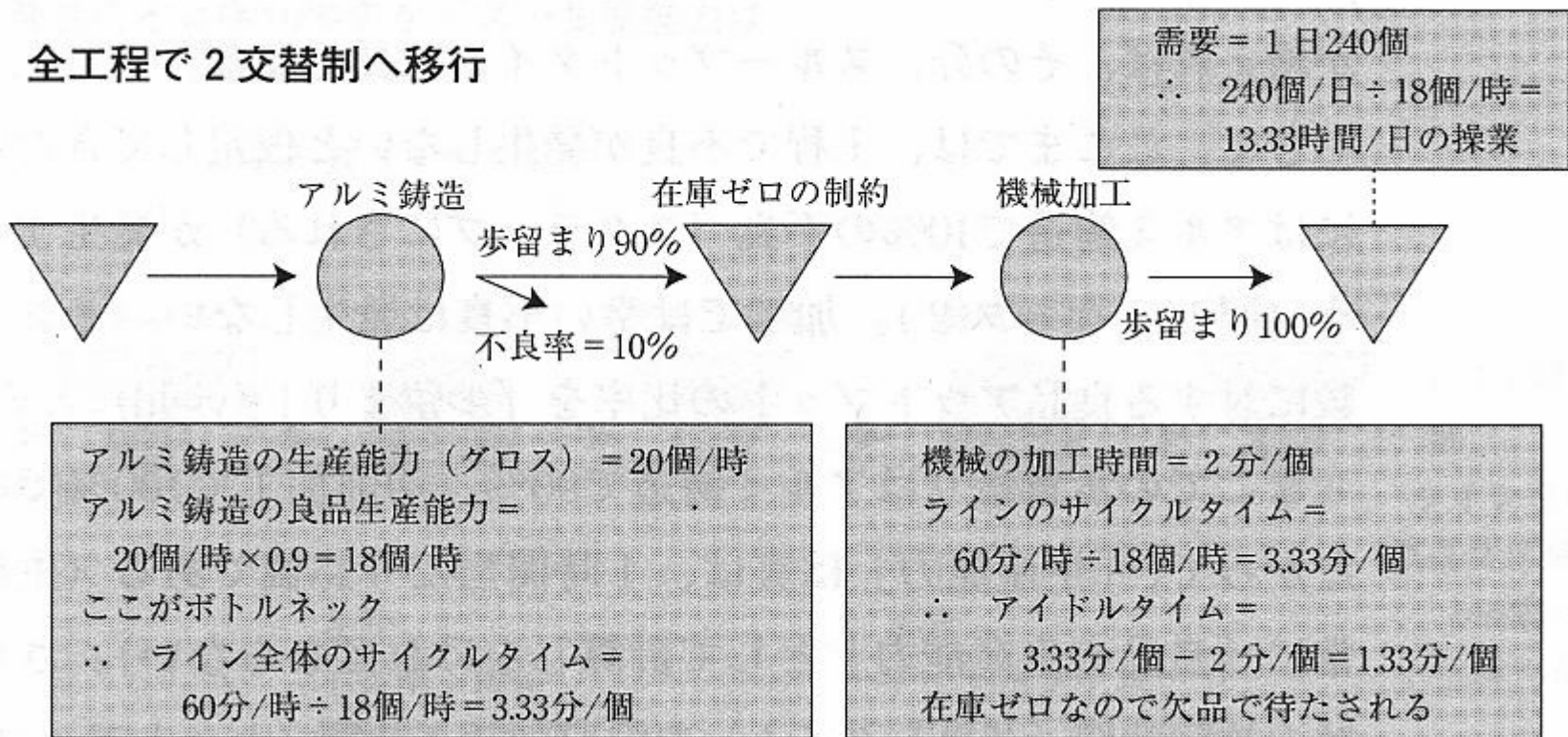
## プロセス改善分析の例 (日産240個への増産)

### 1. アルミ casting 機械を増設



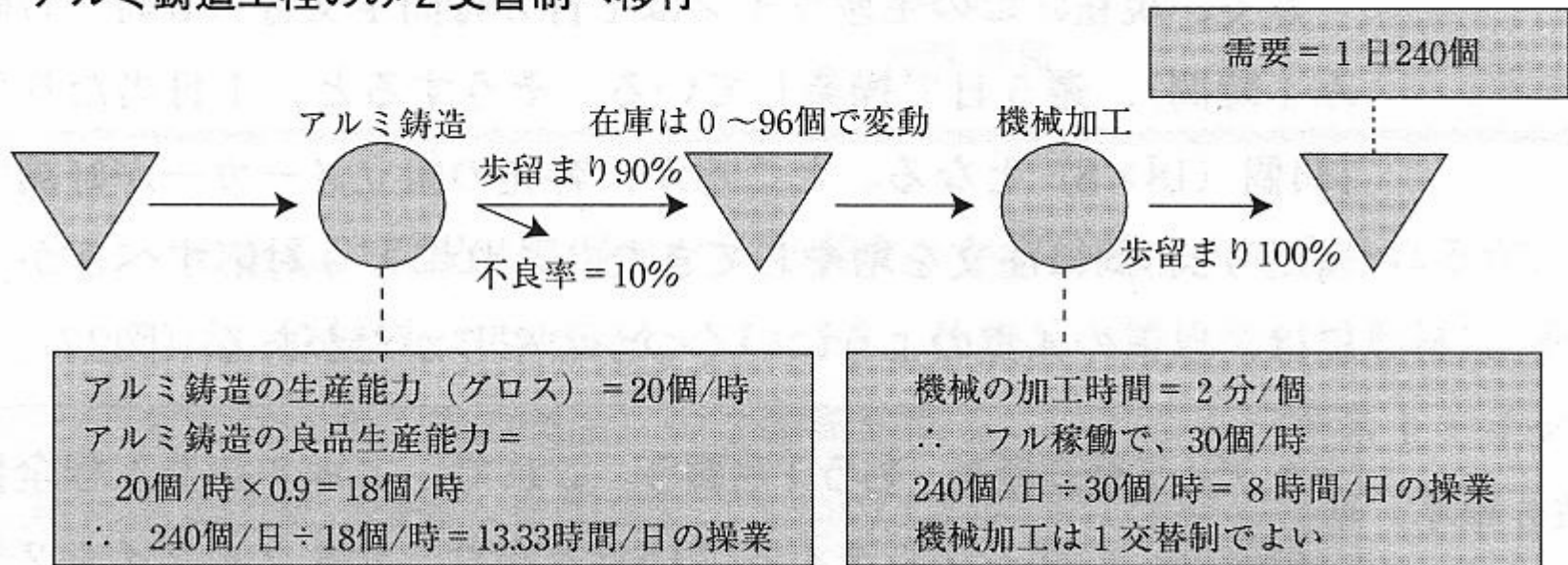
# プロセス分析の例: ボトルネックをみつけて生産量を増やす(4)

## 2. 全工程で2交替制へ移行



# プロセス分析の例：ボトルネックをみつけて生産量を増やす(5)

## 3. アルミ鋳造工程のみ 2 交替制へ移行



# プロセス分析の応用: ボトルネックと「制約条件の理論」

制約条件の理論 (Theory of Constraints; TOC) (ゴールドラット)

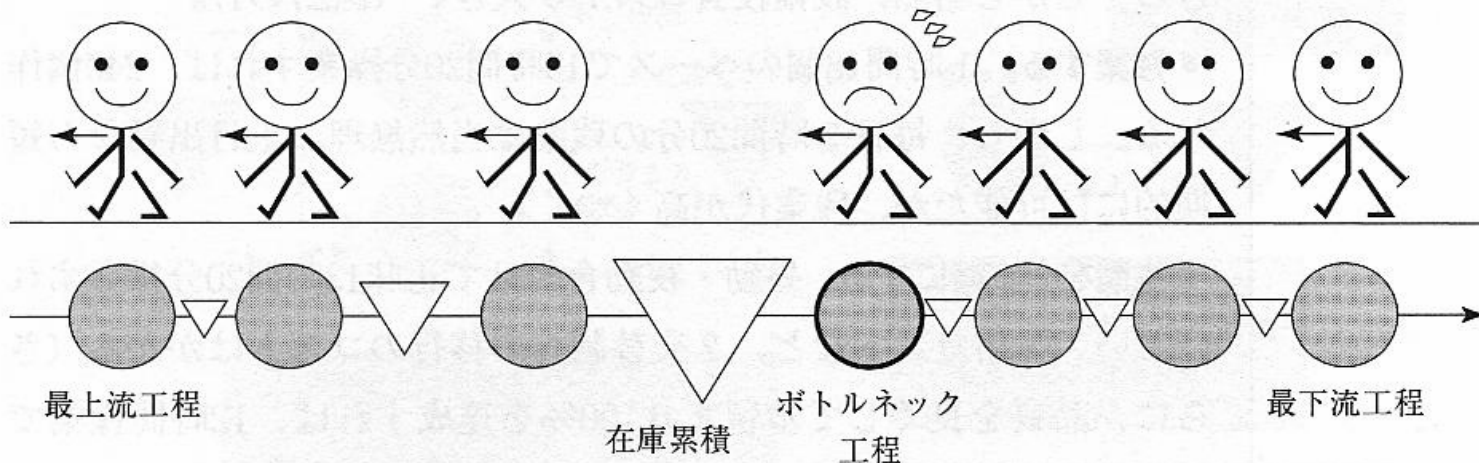
ボトルネックを見つける → ボトルネックをフル稼働に → 同期化

「遠足の子供の隊列」のアナロジー・・・

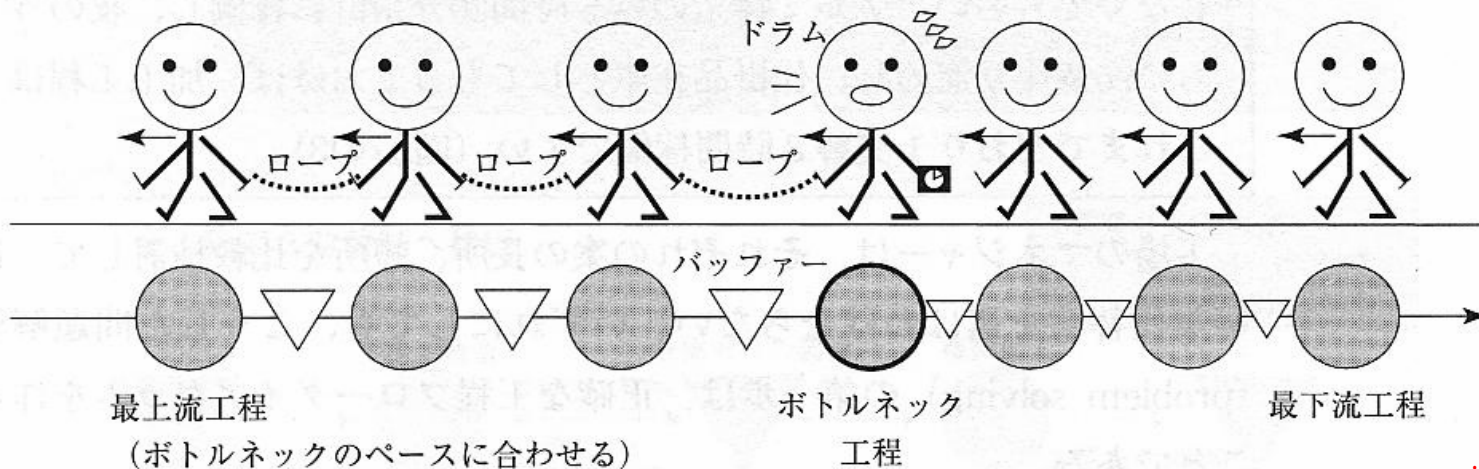
「ドラム・バッファ・ロープ」

# 「ドラム・バッファー・ロープ」のアナロジー

放っておくと先頭はどんどん先に行ってしまう



そこで、前の子をロープでつなぎ、遅い子が拍子をとる



## 4. 情報システムとしての生産・開発活動

プロセス・フロー・チャート(モノの流れに着目)

..... 厳密な定量分析に適する

しかし、製造システム全体(製品開発・購買・生産・販売・消費)を把握するためには、製造企業の活動を「**設計情報**」の流れとしてとらえる視点も必要。

参考文献:『能力構築競争』中公新書

開発・生産・マーケティングの連携が重要に・・・共通項は**設計情報**

製品開発活動は、本質的に「**設計情報の生産**」

情報技術の発達(CAD, CAE, PDM, ERP, SCM・・・)

ものづくりシステムの分析は、実は、設計情報の分析である

生産資源 = 設計情報 + 媒体

設計情報

メディア [ 物質  
エネルギー ]

製品も、仕掛品も、金型も、数値制御プログラムも、作業熟練も、  
作業マニュアルも、みなこの形で表現できる

# 「設計情報＝価値説」による開発・生産システムの再解釈

「**情報**」(広義の)とは、モノやエネルギーのパターンであって、潜在的に、人間にとって意味のある何か他の物やことがらを表象(represent)するもの。

われわれ消費者は、製品そのものではなく、製品に体化した「**設計情報**」の束を消費する

「製品」とは、有用な「**付加価値＝情報**」(value-carrying information)、即ち「製品設計情報」が、有用な**メディア**(素材＝モノまたはエネルギー)の上に刻印されたものである。

「付加価値＝情報」は、企業の**ものづくりシステム**の中で、創造され、蓄積され、転写され、最終的には「製品」の中に流れ込み、そこに結晶化する。

企業は、製品に託して、情報の束を発信する。消費者はそれを受信し、意味を解釈し、それによって、**顧客満足**(customer satisfaction)を創造する。

# 製品とは設計情報が媒体＝素材に転写されたものである

製品とは、設計情報を素材(媒体)に転写したものだ



製品設計情報

媒体(メディア)＝素材

製品＝情報＋媒体

# 「ものづくり」を「設計情報の創造・転写のシステム」と読み替える

**製品** = 情報の束

**販売** = 製品に託した情報の束を消費者に対して発信する活動

**生産** = 製品設計情報を、原材料・仕掛品の上に繰り返し転写する活動

**製品開発** = 製品設計情報を創造し、生産工程に配備するまでの活動

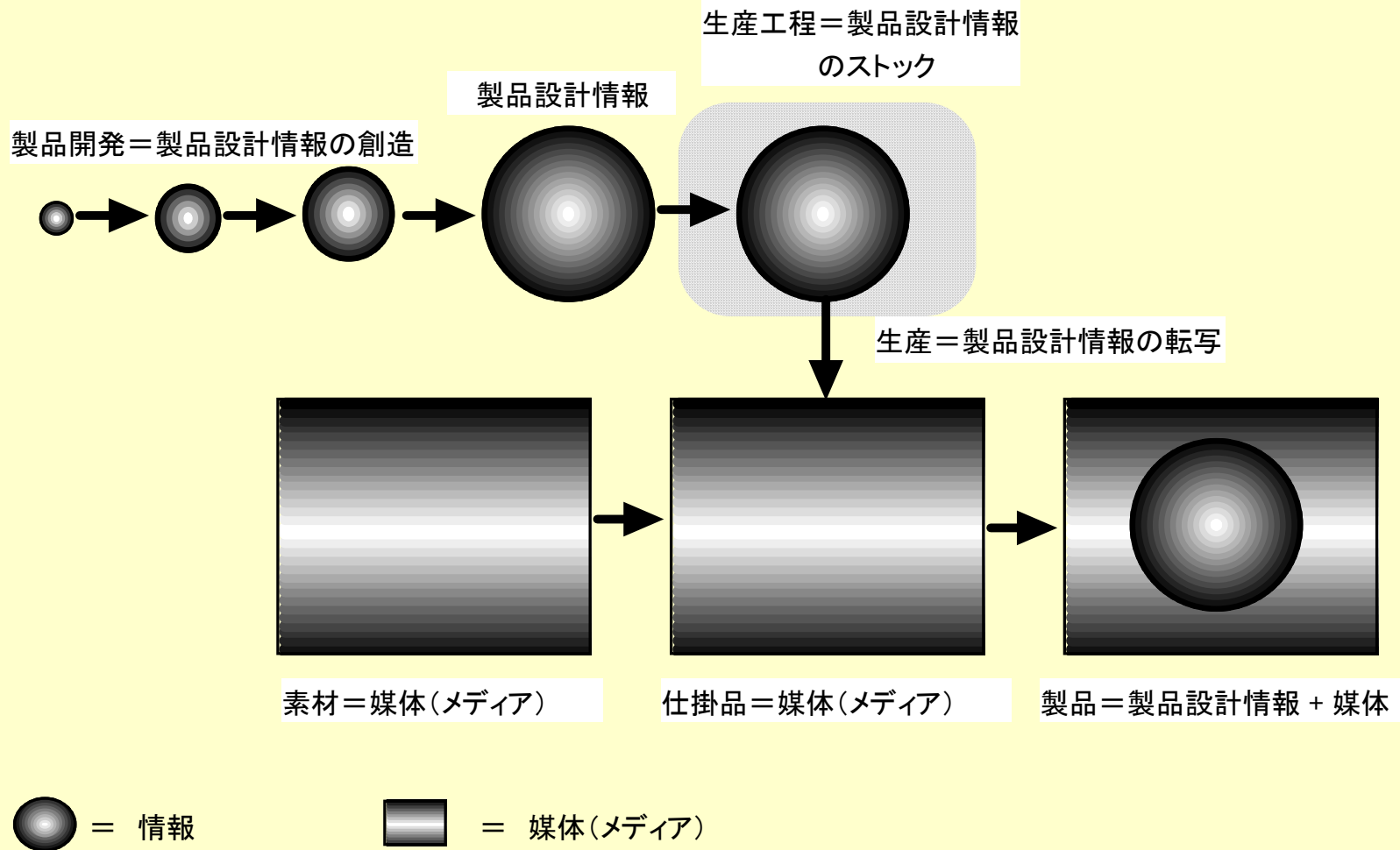
**消費** = 消費者が、製品に体化した情報の束を処理し、顧客満足に変換する過程

**競争** = 複数の情報の束(製品)が、消費者を説得しようとして競うこと

# 生産＝設計情報の転写

# 開発＝設計情報の創造

開発は設計情報の創造である; 生産は設計情報の転写である



## 例：自動車の車体デザインとプレス工程

お客さんが  
カッコいいと  
思ってくれる  
ボディの  
デザイン

設計情報



厚さ0.8ミリの鉄板

素材＝媒体

お客さんが  
カッコいいと  
思ってくれる  
ボディの  
デザイン

これを創造するのが**開発**

この二つを結合するのが**生産**  
(設計情報を素材に転写すること)

厚さ0.8ミリの鉄板

これを買ってくるのが**購買**

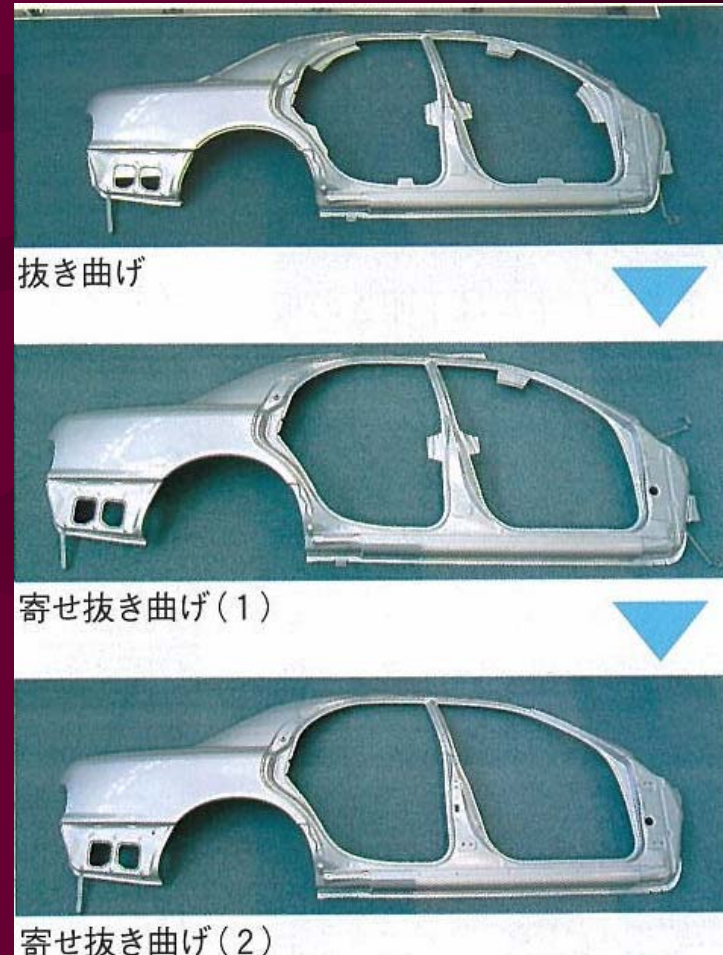
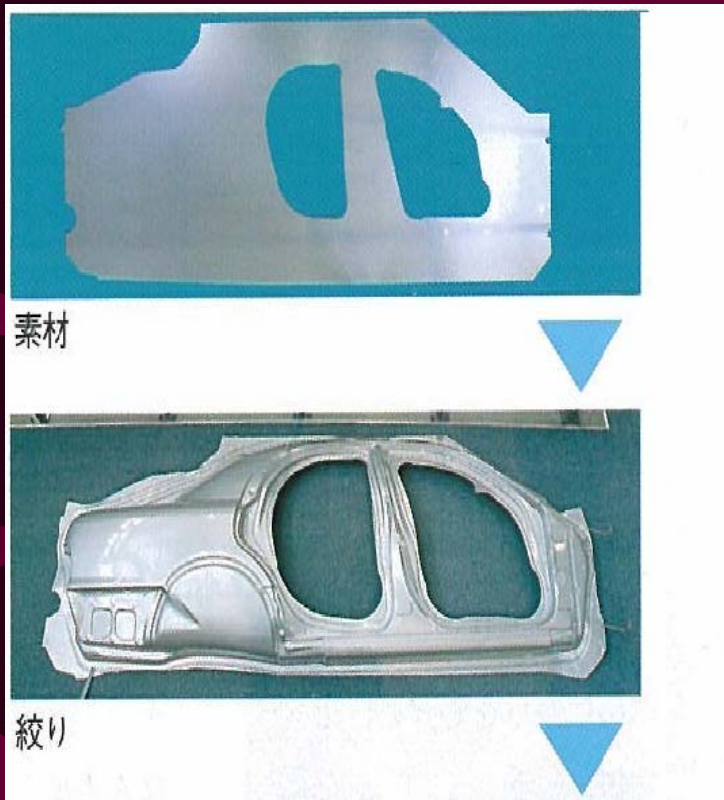


# プレス工場で起こっていること・・・生産＝転写

- **金型**＝「かっこいいボディ」の**設計情報**が鉄の塊の中に埋め込まれている。
- 1分に10回近いペースで、その情報が、  
1000トンを超えるエネルギーを使って、鉄板に「**転写**」される。印刷と同じ。
- つまり、プレス生産は、金型が持っている設計情報を鉄板に**転写**する活動。
- しかし、うまくやらないと、鉄板は破れる、ゆがむ、しわがよる。つまり転写ミスがおこる。
- いかにか**速く**、**安く**、**正確に**転写するかが、現場の腕のみせどころ！

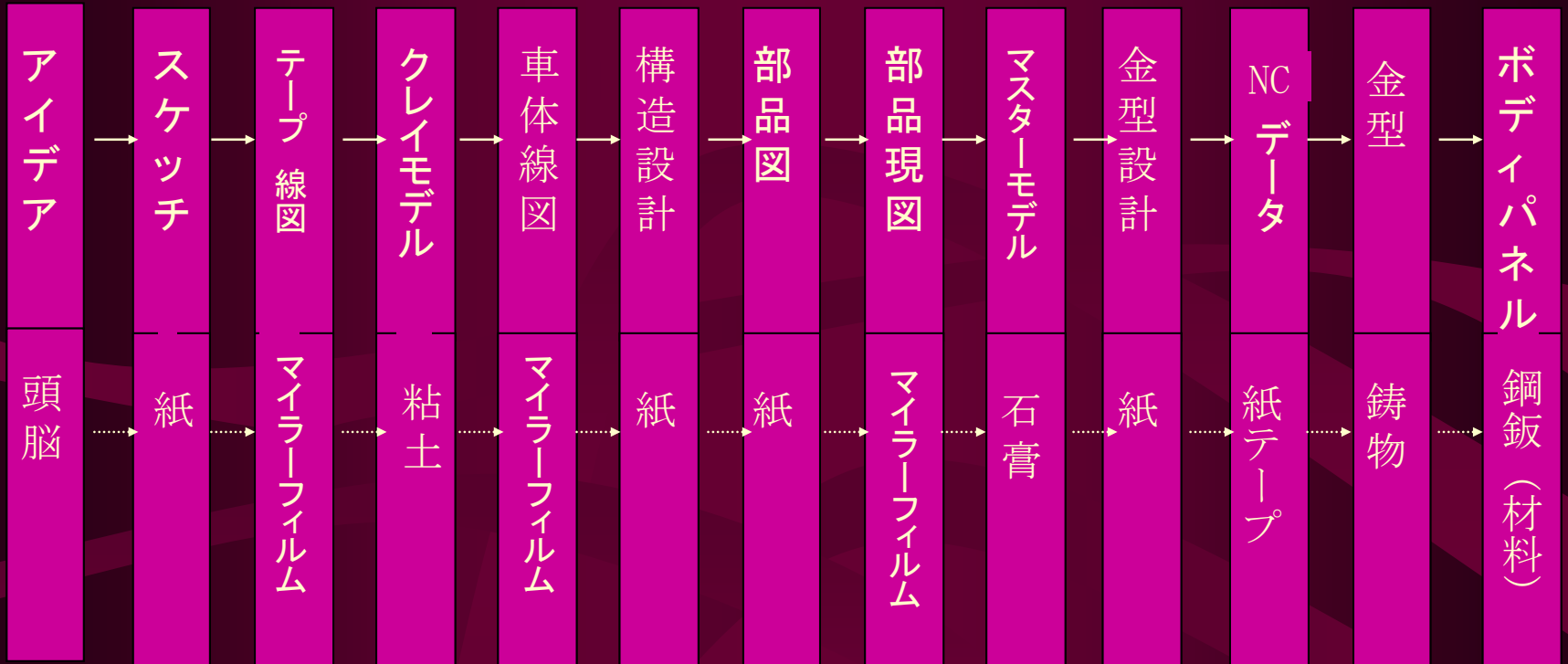


# プレス工程： 鉄板が金型の持つ設計情報を吸収し、 クルマのサイドボディに変身する



つまり、金型が持つ設計情報を、鉄板という素材に**転写**する

# 開発・生産活動は設計情報の創造・転写である: ボディ・パネル開発の例



コンセプト創造と製品計画

製品設計

工程設計

生産

製品開発

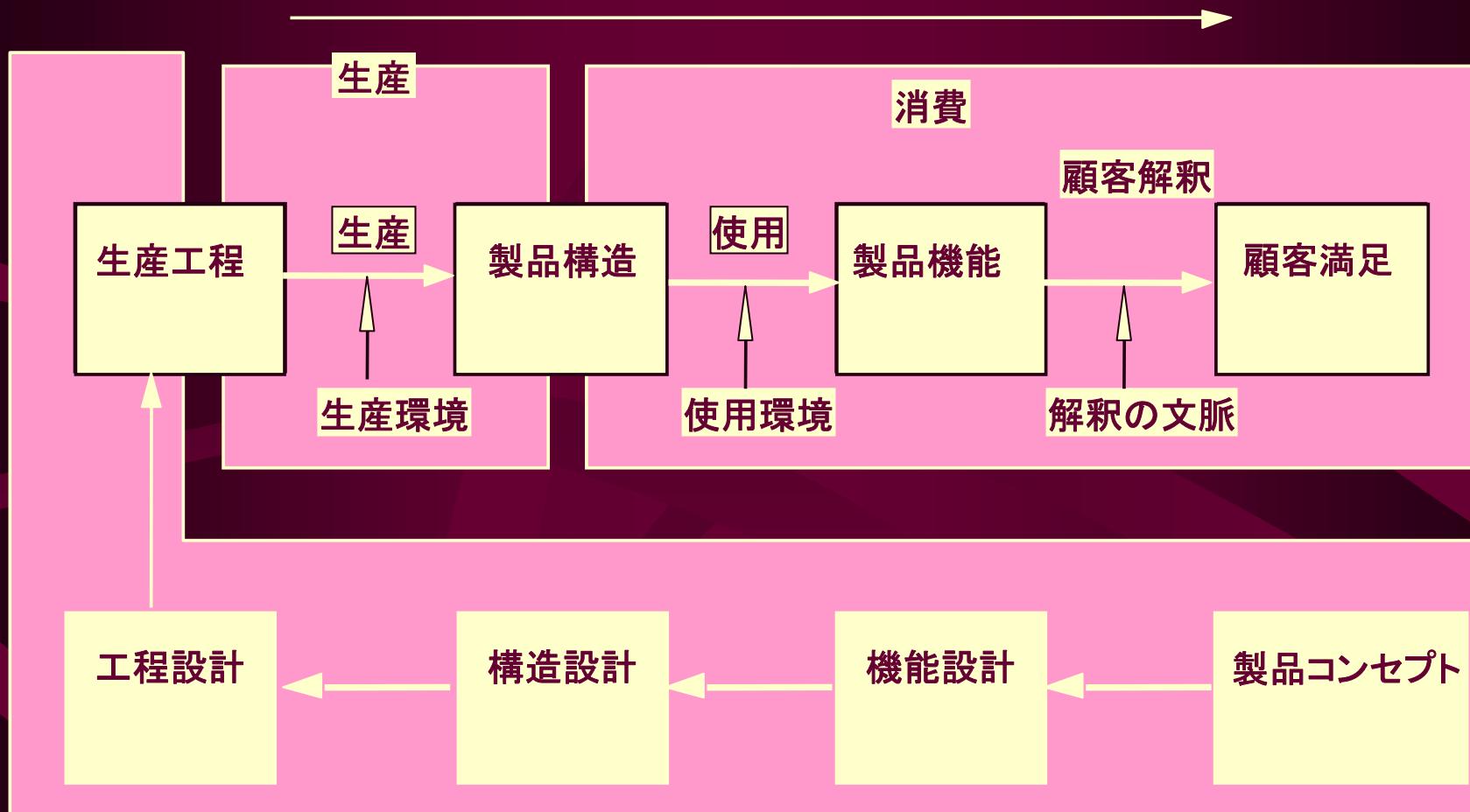
凡例

-----▷ 転写

—▶ 変形

# 製品開発とは顧客満足過程のシミュレーションによる 設計情報の創造プロセスである

顧客満足過程 (シミュレーションされる側)



製品開発 (シミュレーションする側)

復習:

製品とは、設計情報が素材(媒体)に  
転写されたものである

お客さんが  
カッコいいと  
思ってくれる  
ボディの  
デザイン

厚さ0.8ミリの鉄板

設計情報を創造するのが開発  
設計情報を素材に転写するのが生産  
それをお客さんに発信するのが販売



# まとめ：設計情報の視点から開発・生産活動を読み替える

- 製品開発・・・ 新しい設計情報を**創造**すること
- 生産・・・ 設計情報を工程から製品へと繰り返し**転写**すること
- 消費・・・ お客が製品の中に仕込まれた情報から満足を得ること

以上の視点から、もの造りの仕組み(ルーチン)を読み替えていく

もの造り＝開発・生産・購買のトータルシステム(販売も一部入る)

もの造りの組織能力＝

他社よりも上手に、現場での設計情報の**創造と転写**を行ない、それを自社製品の競争力に結び付ける、組織全体の**実力**

もの造りの組織能力は、簡単には真似されない。

すぐには買ってくることも出来ない。蓄積するしかない。