

生産システム革新マネージャー育成講座

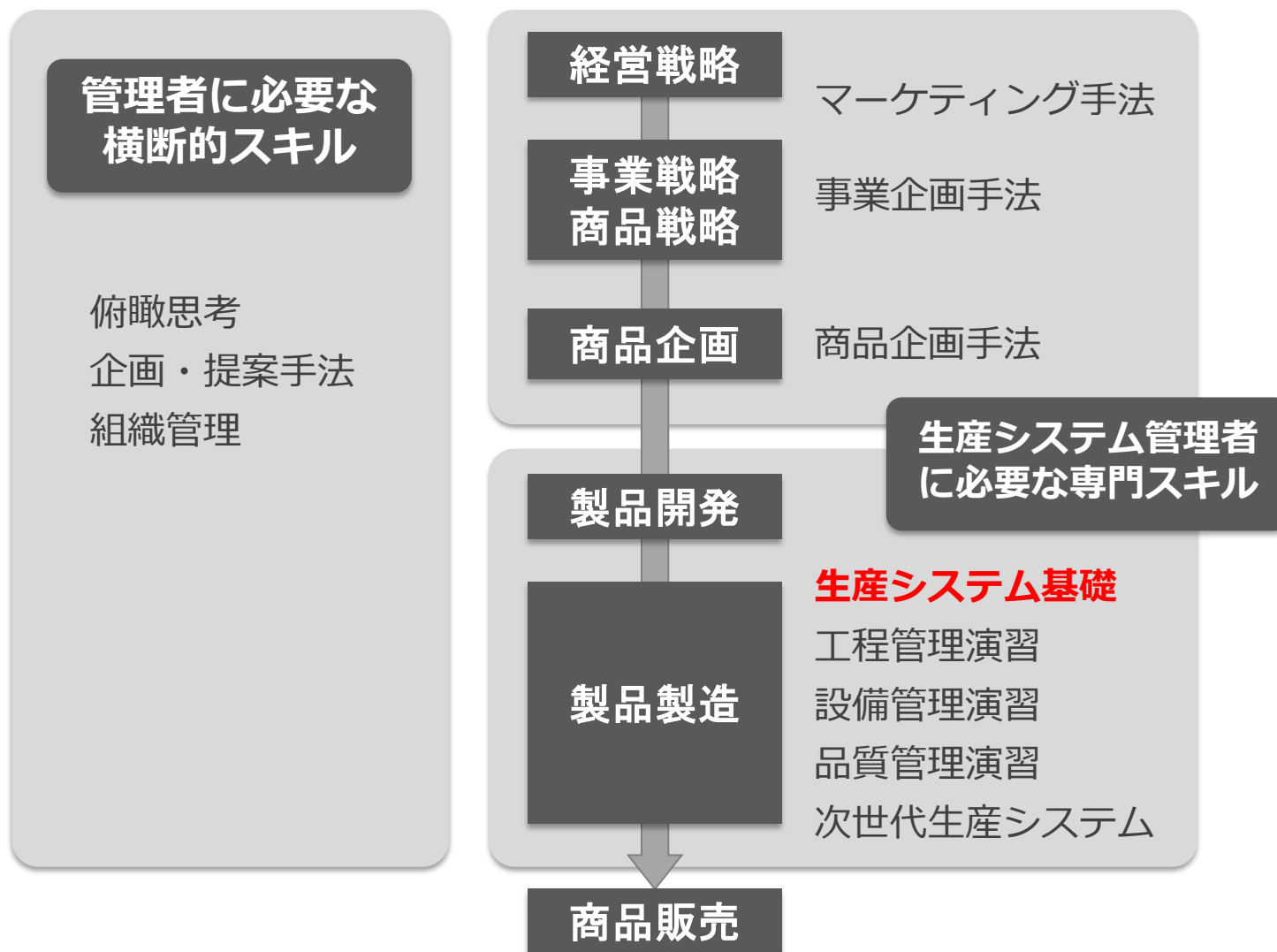
生産システム基礎

プログラム4

中央総合学院

教育プログラム開発チーム

経営プロセスと本科目の位置付け



科目のねらい

生産システムの管理者に必要な知識と能力

生産システム（主に品質管理、工程管理、設備管理）の基礎を
再認識し、工場の総合的管理の視点から、原価低減に拘った
問題点の抽出～課題の優先順位付け、要因の絞り込み～対策の
発想のノウハウを習得する。



問題の発見力と解決力の向上

目 次

1.ものづくりの基礎概念

ものづくりとは -----	5
現場の管理 -----	10
ものづくりの競争力 -----	19
トヨタ生産方式 -----	30

2.工程管理の基礎

工程管理とは -----	41
納期と在庫管理 -----	44
工程計画 -----	53
工程統制 -----	62
I E（インダストリアル・エンジニアリング） -----	68

3.設備管理の基礎

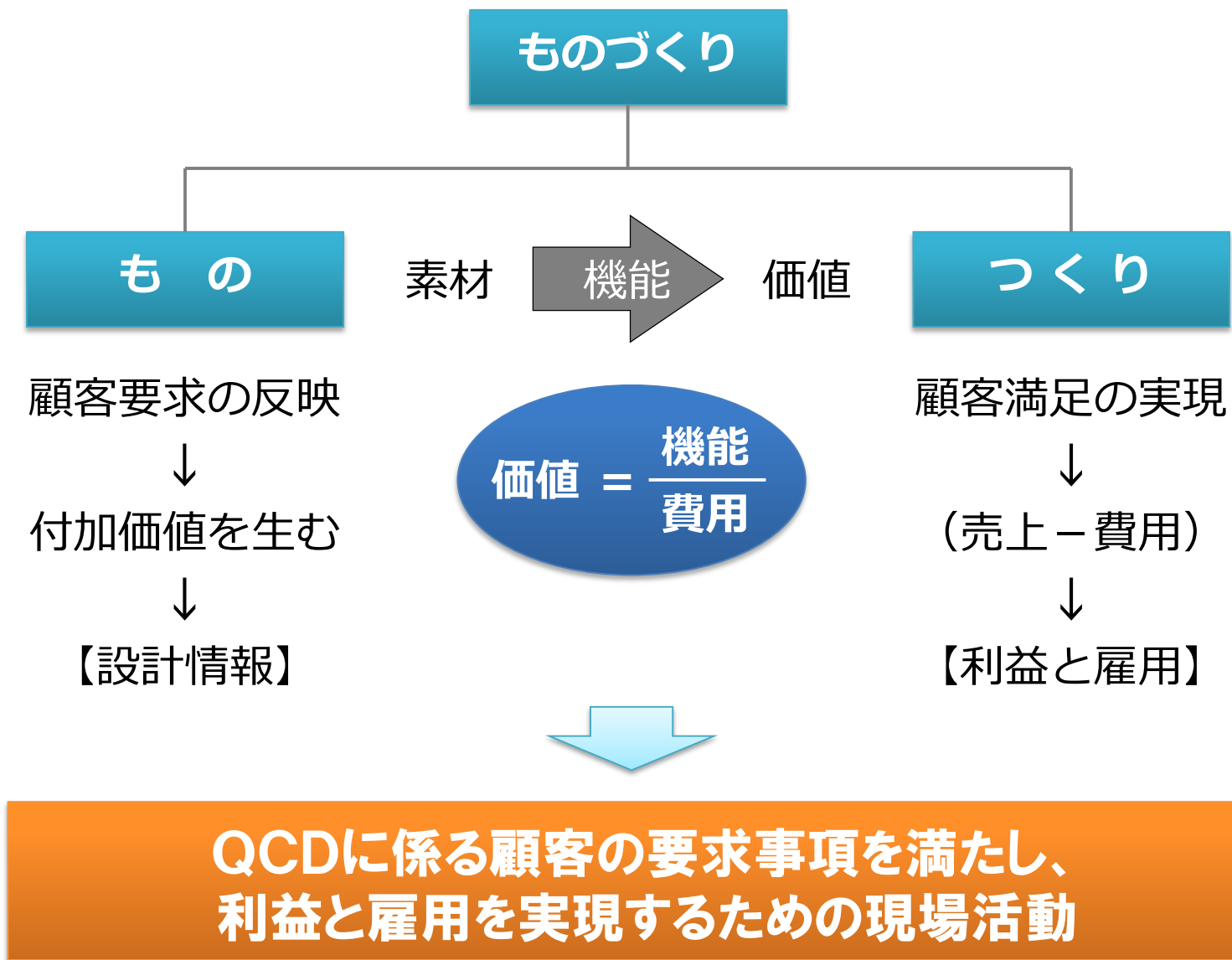
設備導入段階の管理 -----	83
設備運用段階の管理 -----	96
設備処分段階の管理 -----	128

4.品質管理の基礎

品質とは -----	132
品質管理とは -----	138
品質の維持活動 -----	151
品質の改善活動 -----	158

1. ものづくりの基礎概念

ものづくりとは、



素材に付加価値を付けるとは

設計情報の名称を『コップ』とした例です。

コップならば、「飲み易さ」「持ち易さ」「安全性」など、コップに求める機能を顧客は『付加価値』として評価します。素材が紙であれガラスであれ、どちらもコップと呼びます。庭石の窪みに雨水が溜まってもコップとは、呼びません。



紙コップ：飲用



グラス：飲用



つくばい：景観



庭石＋雨水：偶然性

設計の意図がある

意図がない

生産と製造

モノを作ることを一般的に生産・製造などと表す。

生産 (production)

生産要素に機能をつけて価値に変換するプロセス
有形ならば「製品」、無形ならば「サービス」

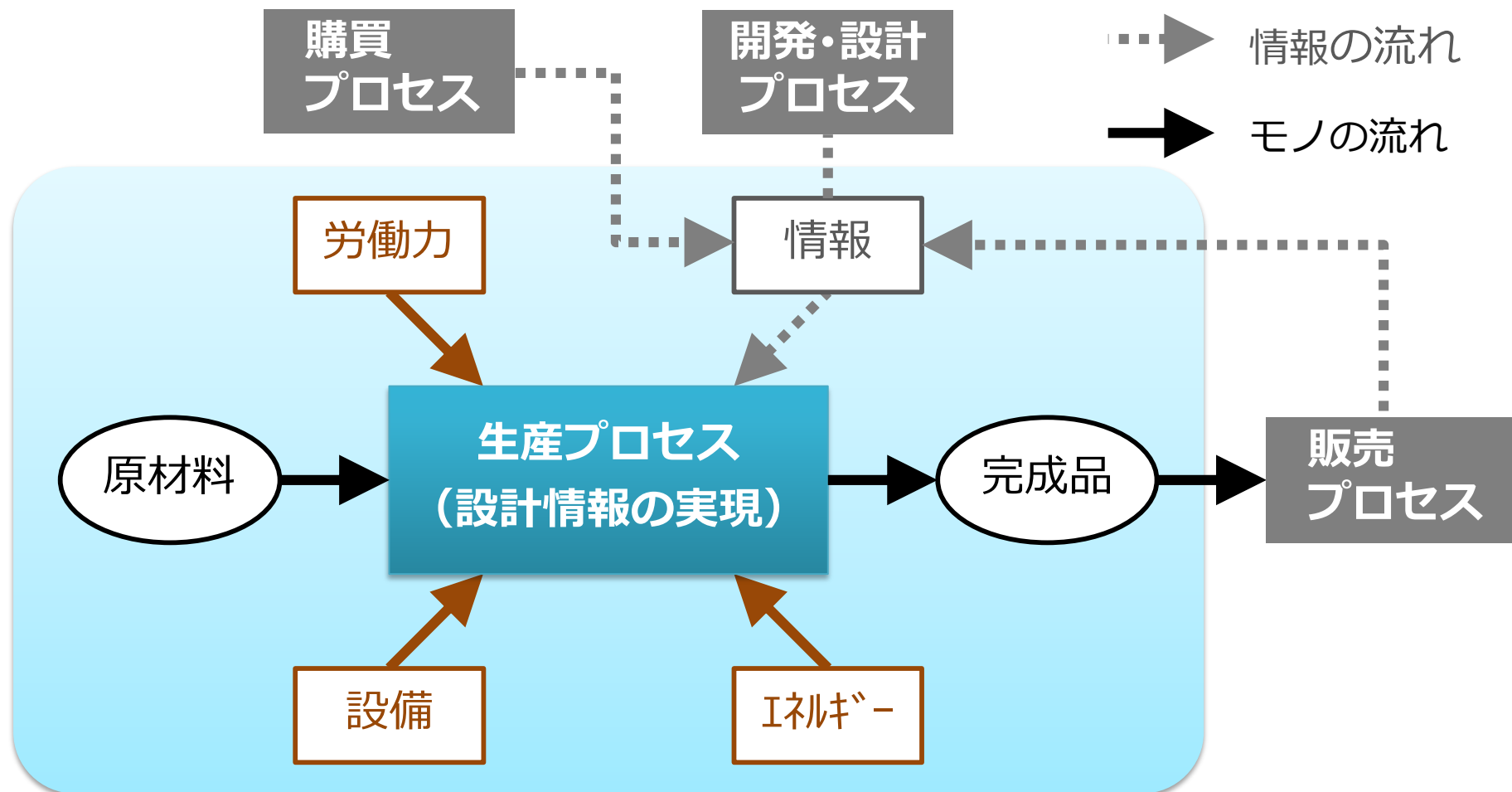
製造 (manufacturing)

有形財の生産に適用（サービスには製造を使わない）
開発・設計・購買・販売を含むこともある（広義）

※本講座では、『製品製造』に関連する解説をします。

生産システムとは

原材料を加工して設計情報（製品の機能・形状）を経済的に実現するプロセス全体のことです。



演習1

課題： 自社の任意の製品の「生産の流れ」を整理してください。

原材料：



労働力：

設 備：

エネルギー：



完成品：

問題発見のプロセス

【鳥の目】（俯瞰して見る）

工場**全体を対象**として、広角の目線で、出来る限り**多くの問題点**を抽出する。

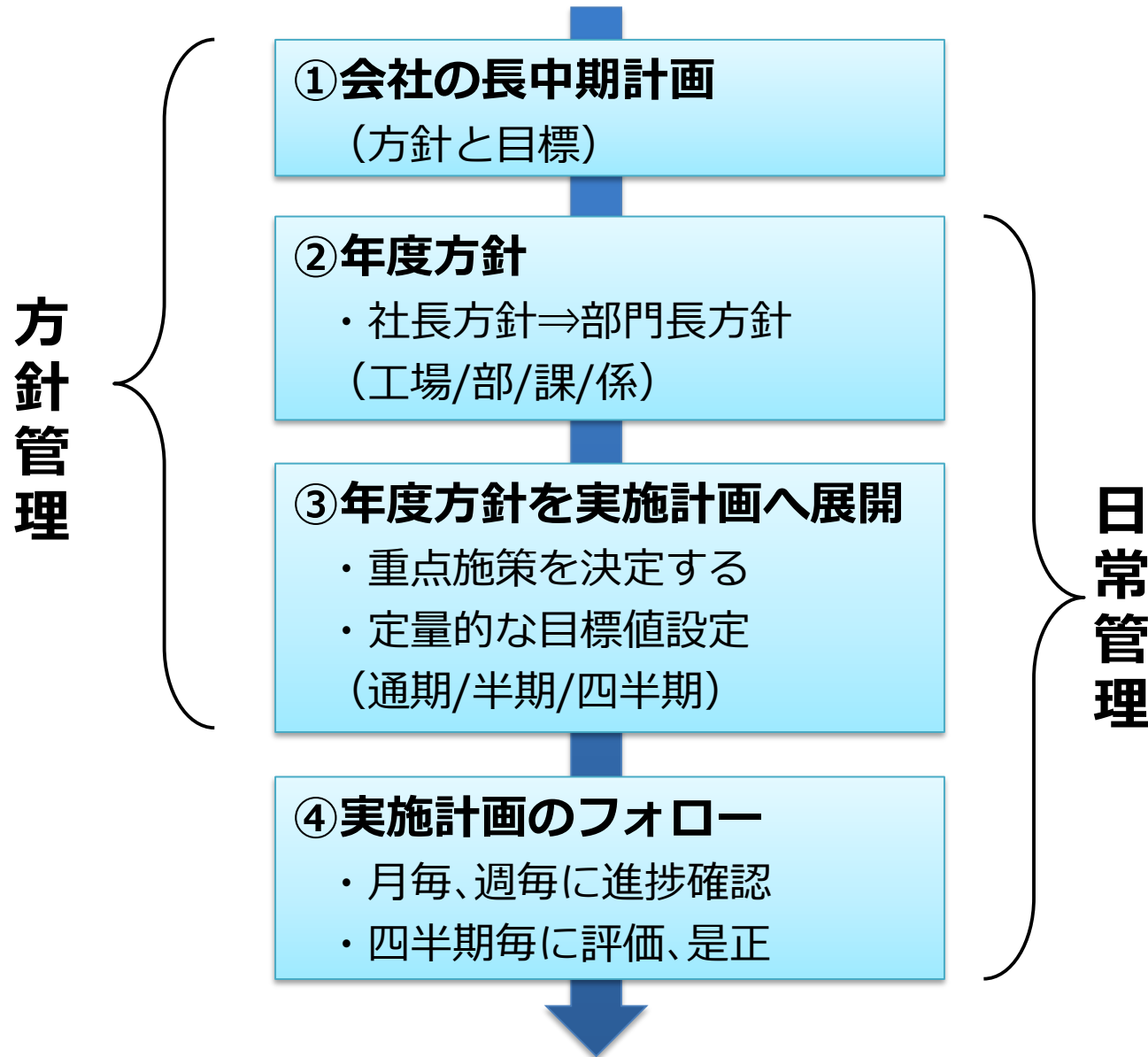
【人の目】（考察してみる）

問題点毎に派生する**問題を予測**し、その問題が周囲に与える**影響を分析**する。

【虫の目】（絞込んでみる）

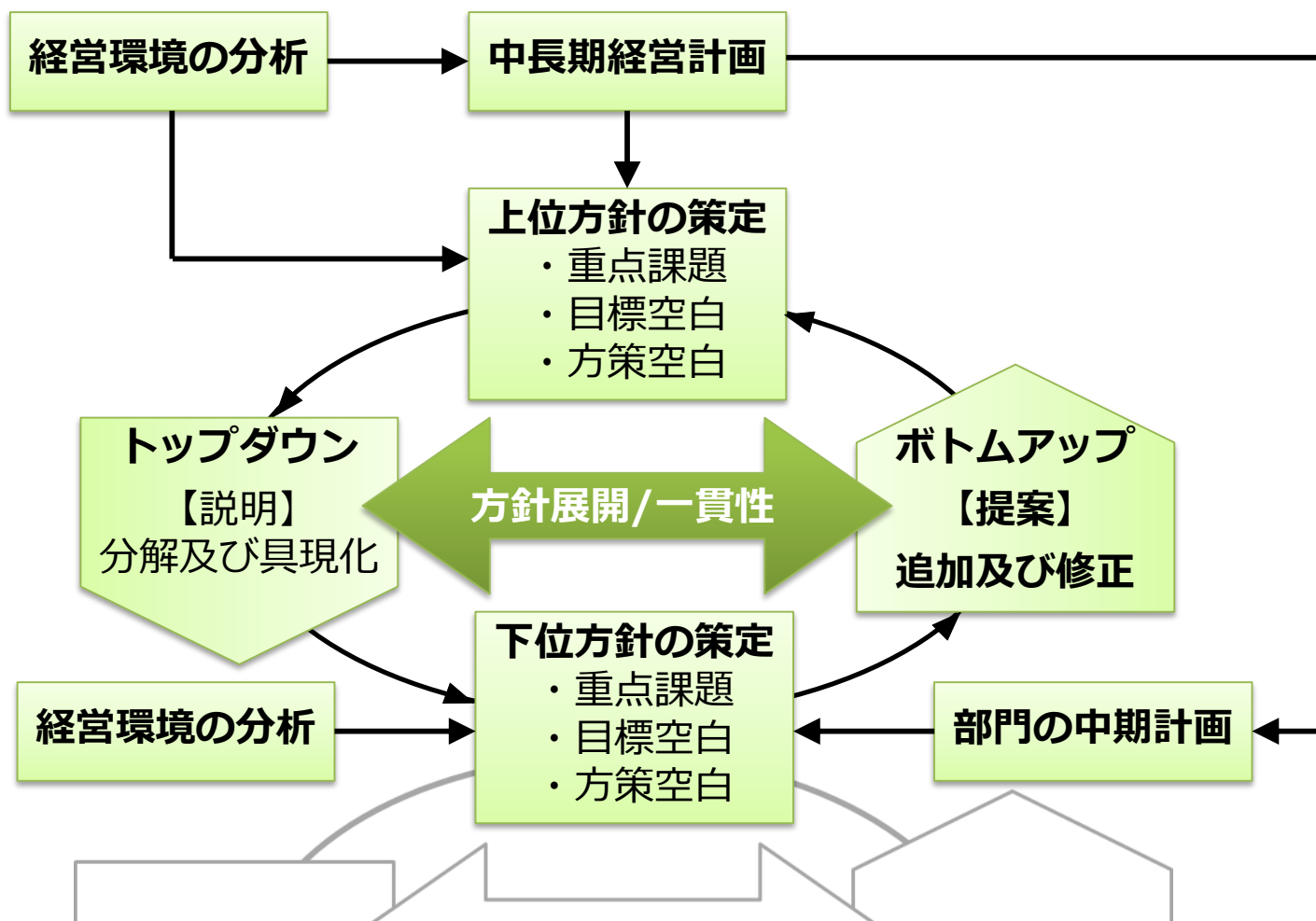
問題の発生に影響度の高い**要因を絞込み**、課題解決に**有効性の高い方策**を導く。

方針展開の体系



方針管理とは

方針を、全部門及び全階層の参画のもとで、ベクトルを合わせて重点指向で達成していく活動。



日常管理とは

日常的に行うべき業務を効率的・効果的に実施するために不可欠な管理のことであり、**標準化**を基本として自部門が果たすべき業務の質と量の**維持**と**向上**を図ることです。

業務の目的・目標を明確にし、管理項目と指標を定め、目標と現実の差を発生させている要因を絞り込み、差を収束させる**改善活動**を持続的に展開することを指します。



維持活動と改善活動

現場管理者の役割

日常管理

①品質管理

- ・ 作業標準を遵守、自工程の品質を保証する
- ・ 不良品の流出防止、再発防止策をとる

②工程管理

- ・ 工程計画を作成し、日程の実績を統制する
- ・ 在庫計画を作成し、実績を統制する
(標準リードタイムを守る)

③設備管理

- ・ 作業標準の遵守、自工程品質を保証する
- ・ 不良品の流出防止、再発防止策をとる

④労務管理、安全衛生管理

- ・ 作業者のモチベーションを維持、向上する
- ・ 作業者のスキルアップを計画し、実施する

維持活動とは

S : Standard (標準)	<ul style="list-style-type: none">標準を定め、常に最新版を管理する。
D : Do (実行)	<ul style="list-style-type: none">標準を遵守しながら同時に問題点を探す。
C : Check (評価)	<ul style="list-style-type: none">問題点が周囲に及ぼす影響を予測する。影響の緩和度、予防度、検知度を把握する。問題の危険性を評価する。問題解決の優先順を決める。
A : Act (処置)	<ul style="list-style-type: none">問題解決の目的と目標を明確にする。



標準遵守の中から問題発見

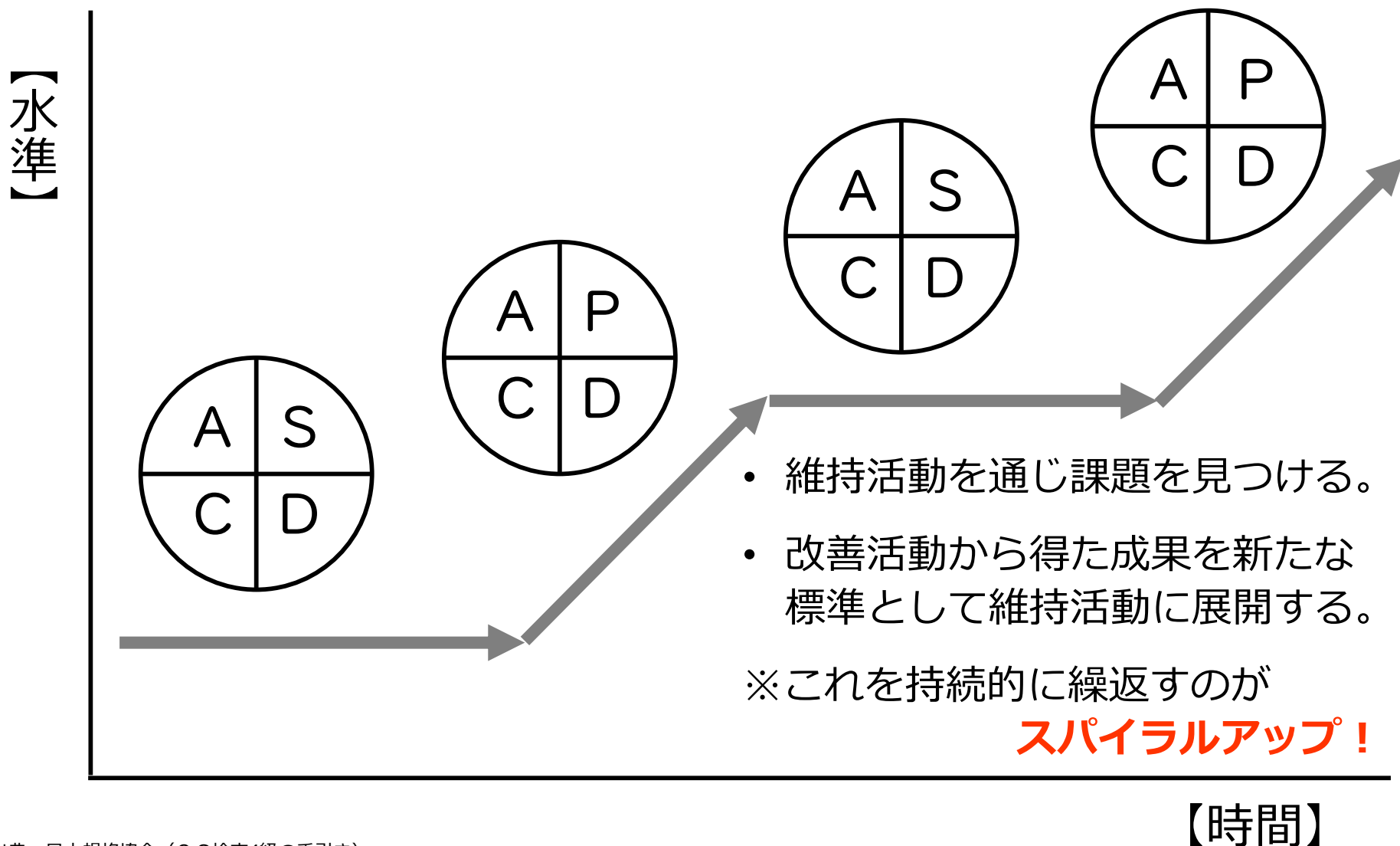
改善活動とは

P : Plan (計画) 目的と整合した改善計画	<ul style="list-style-type: none">• 目標を設定する。(項目と指標)• 現状を把握する。(目標と現実の差の有無)• 要因を解析する。(差が発生する要因)• 方策を立案する。(有効性を診断する)
D : Do (実行)	<ul style="list-style-type: none">• 計画に沿って方策の実行と是正をする。
C : Check (評価)	<ul style="list-style-type: none">• 目標に対して問題解決の達成度を検証する。
A : Act (処置)	<ul style="list-style-type: none">• 目標と実績の差を処置する。(フィードバック)• 成果の歯止めを実施する。(標準化)



発見した問題を解決(3ム除去)

スパイラルアップとは



演習2

課題：TPOにより損失の大きさが異なる体験をしてください。

繁盛している「まんじゅう屋」と暇な「寿司屋」の話

科 目	金 額
売 価	5 0 0 円
材 料 費	2 0 0 円
人 件 費	1 5 0 円
その他経費	8 0 円
利 益	7 0 円

Q：まんじゅう屋の店員がまんじゅう1皿を、寿司屋の店員が寿司1人前をお客様へ提供する前に床に落し売り物にならなくなってしまいました。
この時のまんじゅう屋と寿司屋の損失は、それぞれ何円ででしょうか？

会社の目的と工場の目的

会社の目的

会社の目的は、社会的責任を果たすことです。

そのためには、会社が長期的に存続することが求められ、
そのためには、利益を上げ続けることが不可欠となります。

【主な社会的責任】

- コンプライアンス（法遵守の経営）
- 環境保全、安全衛生、品質保証（質と量の保証）
- リスク管理（戦略、財務、労務、災害などのリスク）
- 社会貢献（納税義務、株主還元、雇用の保証など）

工場の目的

工場の目的は、長期安定利益と短期最大利益を上げて、会社に事業貢献を果たすことです。

利益の視点

目標

売上目標、利益目標の達成度で会社は評価される。
(売上高 - 売上利益 = 売上原価)

手段

会社を持続的に成長させるために必要な投資の源。

結果

正しい事業プロセスを経た結果が手元に残る利益。
(売上高 - 売上原価 = 売上利益)

売上と利益と原価の関係

製造原価は、「製品の製造に要した材料費と労務費と経費で構成され、利益の増減に大きく影響します。」

売 上 高	売 上 利 益				
	売 上 原 価	(期初－期末) 棚 卸 在 庫 高			
		変 動 費	販 売 費 ・ 一 般 管 理 費		
			製 造 原 価	材 料 費	直接材料費
		間接材料費			
		固 定 費		労 務 費	直接労務費
					間接労務費
			経 費	直 接 経 費	
				間 接 経 費	

演習3

課題：自社の「製造原価の要素」を整理してください。

直接材料費：	高・中・低
間接材料費：	高・中・低

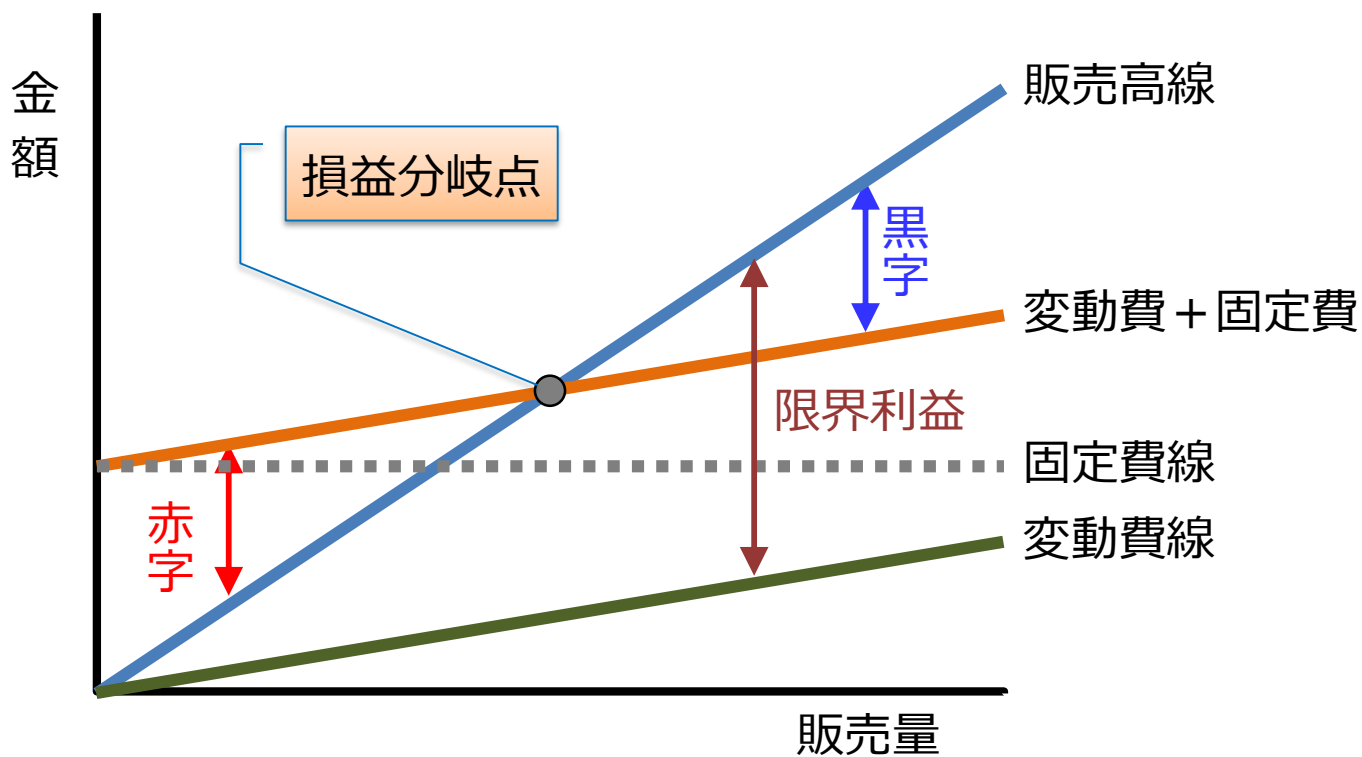
直接労務費：	高・中・低
間接労務費：	高・中・低

直接経費：	高・中・低
間接経費：	高・中・低

損益分岐点とは

$$\text{損益分岐点} = \text{固定費} \div (1 - (\text{変動費} \div \text{販売高}))$$

損益分岐点は、「幾ら売ったら利益が出始めるのかを示す販売高のことを指します。」



ものづくり力を分析する視点

品質 (Q) : 顧客の要求事項を満しているか？

原価 (C) : 製品をつくる際の費用が多すぎないか？

納期 (D) : 材料が製品となるまでの期間が長すぎないか？

安全 (S) : 事故防止と健康維持の策が講じられているか？

士気 (M) : モチベーションが高く保たれているか？

適応 (F) : 周囲の変化に柔軟に適応できているか？

5 S : 5 S 活動が有効に機能しているか？



生産性へ反映する

生産性とは

売上げや利益をあげるために、どれくらいの投資が必要であったのか「インプット」と「アウトプット」の比率から投資した経営資源（ヒト、モノ、カネ、情報）が、いかに効率良く付加価値を生み出したかを分析することです。

付加価値の算出式には、中小企業庁方式と日銀方式があり詳細については、後述します。



売上と利益への経営資源の貢献度

付加価値

中小企業庁方式

$$\text{付加価値} = \text{売上高} - \text{外部購入価値}$$

外部購入価値は、材料費、購入部品費、外注加工費、運送費などが該当しますから控除式とも言います。

日銀方式

$$\begin{aligned} \text{付加価値} = & \text{経常利益} + \text{人件費} + \text{賃借料} + \text{減価償却費} \\ & + \text{金融費用} + \text{租税公課} \end{aligned}$$

日銀方式の付加価値は、製造工程で積み上げられていくという考えに基づいています。

生産性分析

労働生産性 [単位：円/人 or 数量/人]

価値生産性 = 付加価値 ÷ 従業員数

数量生産性 = 生産数量 ÷ 従業員数

従業員ひとり当りの生産高の比率 ⇒ 高いほど貢献度高です。

労働分配率 [単位：%]

労働分配率 = 労務費（or人件費） ÷ 付加価値 × 100

付加価値に占める労務費の比率 ⇒ 低いほど貢献度高です。

生産性分析

労働装備率 [単位：円/人]

$$\text{労働装備率} = \text{有形固定資産} \div \text{従業員数}$$

労働装備率は、一般的に生産性と比例の関係です。

有形固定資産は、土地、建物、機械設備などが該当します。

有形固定資産回転率 [単位：％]

$$\text{有形固定資産回転率} = \text{売上高} \div \text{有形固定資産} \times 100$$

投資に対する収益性の良否を示す指標です。

資産価値については、設備管理で後述します。

生産性分析

売上高付加価値率 [単位：％]

$$\text{売上高付加価値率} = \text{付加価値} \div \text{売上高} \times 100$$

付加価値率は、自社の加工度の高さを示す指標で、一般的に収益性と比例の関係です。

総資本回転率 [単位：％]

$$\text{総資本回転率} = \text{売上高} \div \text{総資本} \times 100$$

自社の資産運用の効率を示す指標です。

通期で総資本の何倍の売上げをあげたかの値です。

トヨタ生産方式が生まれた背景

如何なる環境変化においても生延びるために徹底的に**ムダ**を排除し
原価低減をし尽くした末に行き着いた生産の仕方。

【影響度の高い環境の変化】

- ・ 原油相場の高騰（1 バレル：3ドル⇒5ドル⇒11ドル）
- ・ 低成長時代の到来（10%⇒5%⇒1%）
- ・ 円高不況に突入（1ドル：360円⇒240円⇒120円）
- ・ 顧客需要の多様化（多品種少量、短納期）
- ・ 労働人口の減少（40代：1,877万人⇒10代：1,131万人）

本流トヨタ方式

Q（品質）

自動化を徹底して**品質**を確保し、

D（納期）

リードタイム短縮を邁進すれば、

C（原価）

利益は、必ず後から付いてくる。

例）トヨタは、「在庫価値1万円の製品を1日放置すると
220円の儲けを逸する」と勘定している。

トヨタ生産方式の2本柱

自動化 「ニンベンの付いたジドウカ」

異常を検知したら生産を停止し、その場で解決させ、絶対に後工程へ流さないという異常に対する姿勢。

得られた成果は、徹底的に横展開する経営思想。

ジャスト・イン・タイム 「必要なときに必要なものを必要なだけ」

不要な在庫がない状況は、会計的にキャッシュフローが良化し、収益性の向上に寄与する。

異常の検知度が向上し、損失を抑制する効果がある。

「生産が停滞するのは、そこに必ず異常を伴っているから」

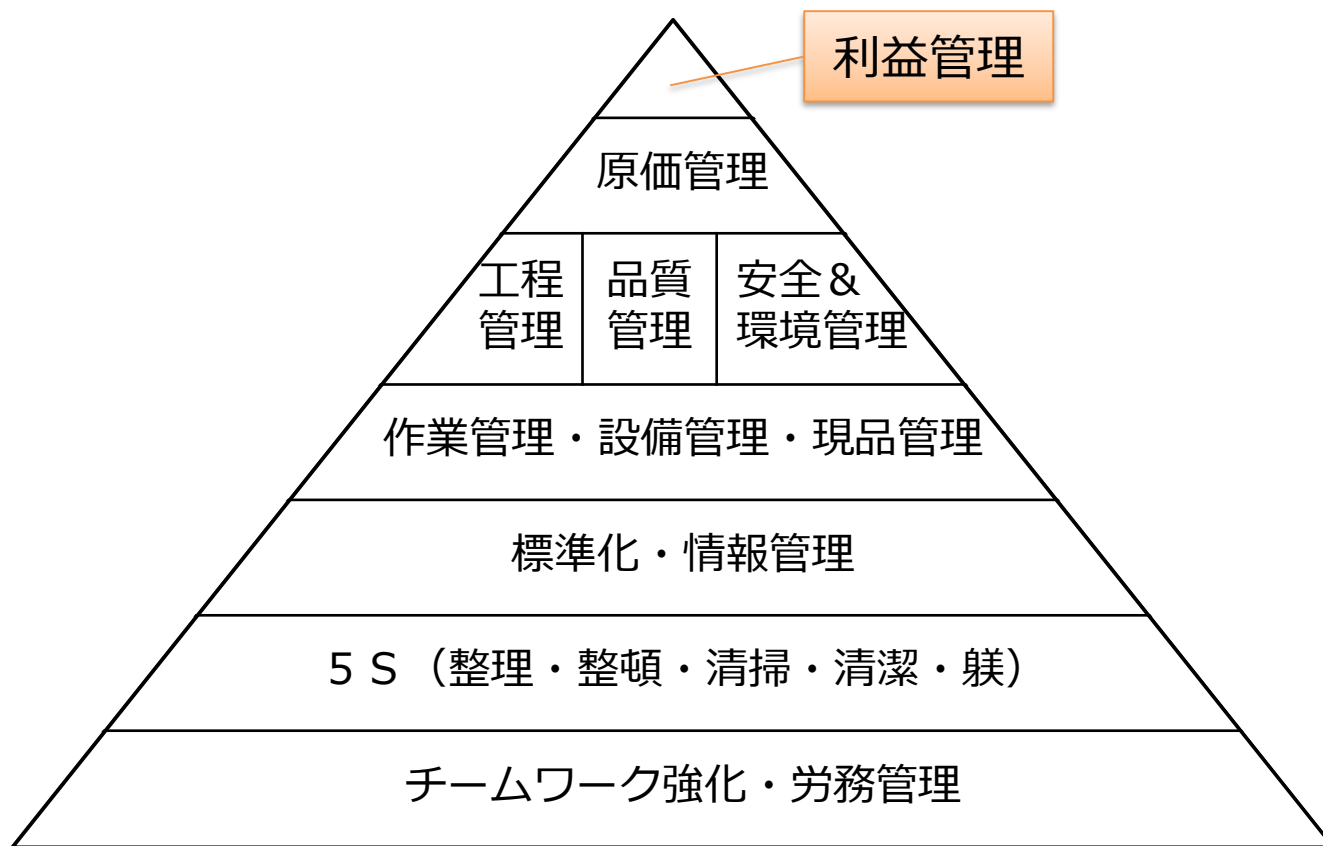
4つの仕組み/**カイゼン**(Kaizen)

トヨタ生産方式が目指すのは、「より良いものを、より早く、より安く」です。現状維持に満足することなく、より良いものづくりを常に追及する姿勢が求められます。

日常管理を通じて問題やムダに気づいたり、やり難さを感じたりすることがあるはずです。これらを放置することなく、「もっと良い方法はないか、もっと安全で楽なやり方はないか、このムダは省けないか」などと考え続け、「昨日より今日、今日より明日を良くしよう」という気持ちで行動することが「**カイゼン**」です。

4つの仕組み／目で見える管理

仕事の進み具合が正常か異常かを誰もが**目で見え**判断でき、素早い対処につなげることを目的にトヨタの現場で発祥した。機能の有効性が認められ、以下の管理に拡大して発展した。



4つの仕組み／なぜなぜ分析（トヨタの5W1H）

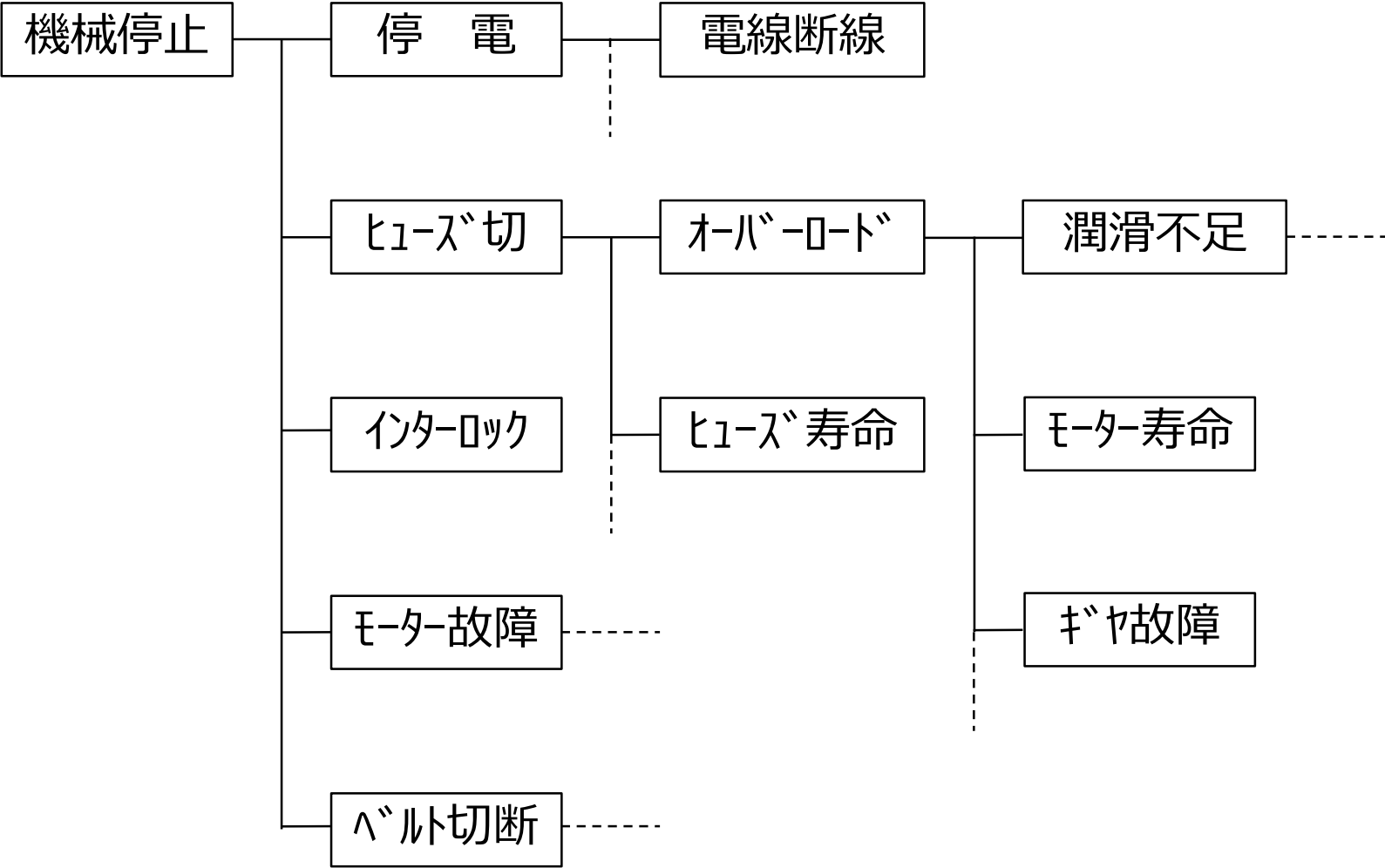
「 真の原因を追究して、どの様に対処するか 」

ナ ゼ	原 因	対 処
なぜ機械が止まったか。	オーバーロードが掛かってヒューズが切れた。	正常なヒューズに交換する。
なぜオーバーロードが掛かったのか。	軸受部の潤滑が不十分だったから。	潤滑油を差す。
なぜ十分に潤滑しないのか。	潤滑ポンプの軸が摩耗して汲上げが不十分だった。	軸を交換する。
なぜ摩耗したのか。	切粉が入ったから。	切粉を除去する。
なぜ切粉が入ったのか。	濾過器が付いてないから。	濾過器を付ける。

※ 徹底的に横展開して、標準化で歯止め！
※※ 自動化と併用してこそ効力を発揮！！

5ナゼよりも系統図（N7）

要因の絞込みは、一般的に5ナゼよりも系統図が適しています。



4つの仕組み/ムダ取り

「付加価値と無関係な作業時間を徹底的に排除すること。」

区 分	内 容	代 表 例
正味作業時間	付加価値を高める作業時間	<ul style="list-style-type: none">• 切削時間• 組立時間
付帯作業時間	付加価値を高めていないが不可欠な作業時間	<ul style="list-style-type: none">• 段取替え時間• 清掃時間
付随作業時間	標準作業に含まれない非定常な作業時間	<ul style="list-style-type: none">• 教示時間• 修理時間
ム ダ	付加価値と無関係な時間	<ul style="list-style-type: none">• 7つのムダ

ムダ取り/7つのムダ

つくりすぎのムダ	現時点で必要でないモノをつくること。
手待ちのムダ	材料切れ、故障で仕事ができないこと。
運搬のムダ	長距離運搬や仮置き、積替えをすること。
加工そのもののムダ	過度に高水準な仕上げをすること。 慢性的に不必要な作業を繰り返すこと。
在庫のムダ	在庫を必要以上に持ち過ぎて、保管の手間を掛けること。
動作のムダ	探す、屈む、持替える、調べる、など付加価値が得られない作業をすること。
不良を作るムダ	不良品をつくって廃棄、手直し、つくり直しをすること。

演習4

課題：自社で散見される「ムダ」を整理してください。

ムダの区分	具 体 例	リ ス ク
		高・中・低
		高・中・低
		高・中・低
		高・中・低
		高・中・低

2. 工程管理の基礎

工程管理とは

生産管理は、「顧客が要求する品質・数量・納期の通りに且つ標準の原価で製造するための管理活動です。」言い換えると「工場の売上目標と利益目標を実現するために製造原価の計画と統制（P D C A）をすることです。」

$$\bigcirc : \text{売価} - \text{利益} = \text{原価}$$

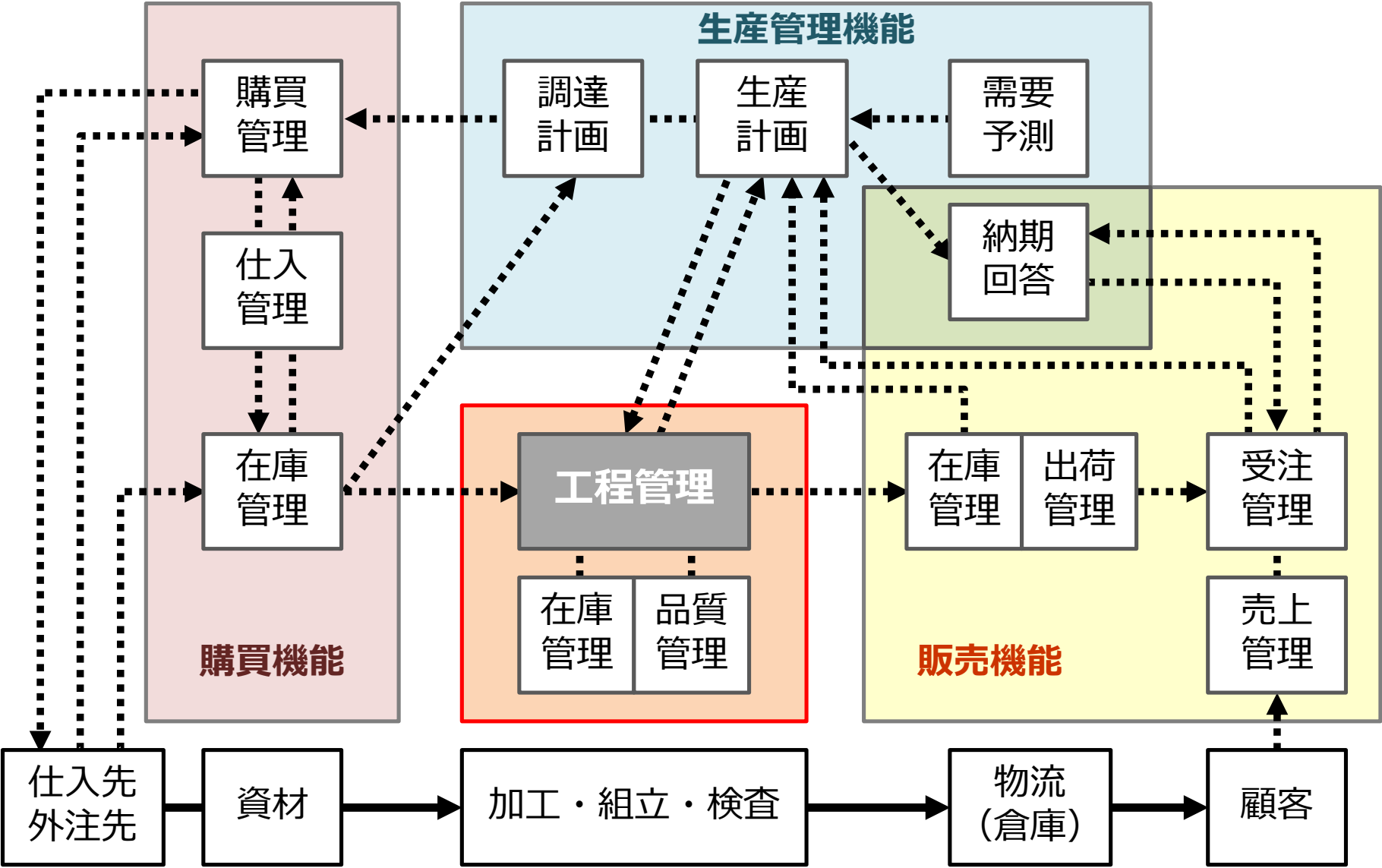
$$\times : \text{売価} - \text{原価} = \text{利益}$$

$$\times : \text{原価} + \text{利益} = \text{売価}$$

工程管理は、「在庫の質と量と所在」の正常を維持するために「作業者、設備、資材を有効活用する管理活動です。」

製造プロセスに関連するモノと情報の流れ

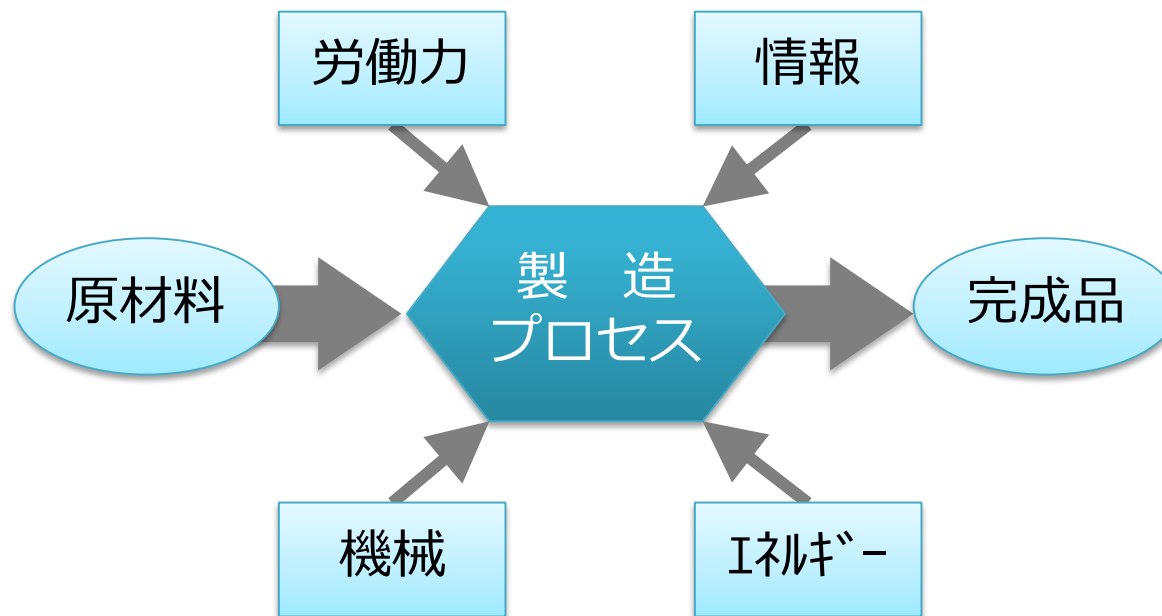
.....➡ 情報の流れ
——➡ モノの流れ



製造プロセスとは

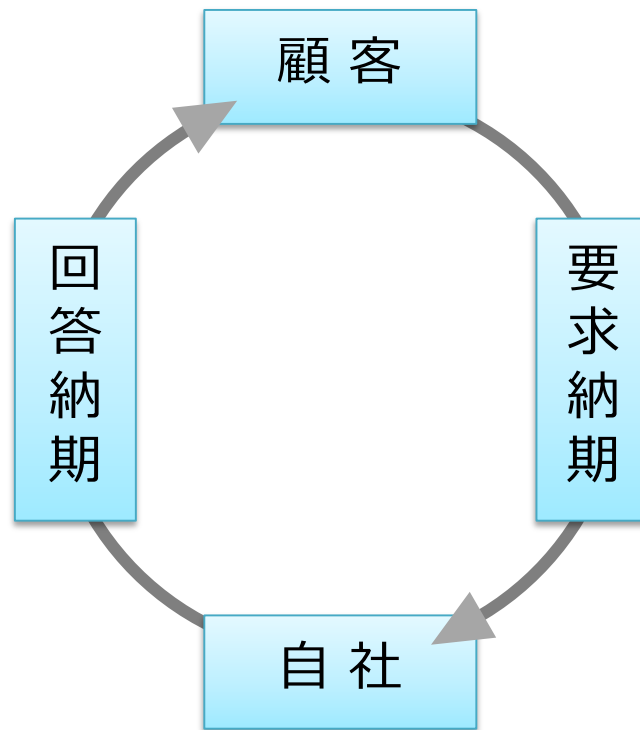
原材料を設計情報の通りの製品（機能・形状）に加工、組立、検査をして付加価値を得る場所のことです。

$$\text{付加価値} = \text{売価} - \text{資材費}$$



納期とは

「いつ」「何を」「幾つ」必要なのかという顧客の要求に
自社が回答して、両社で合意した「納入期日」を指します。



【納期の評価】

納期達成率（遵守率）

【納期遵守】

「いつ」＝ 時期を保証

「何を」＝ 質を保証

「幾つ」＝ 量を保証

演習5

課題：自社の任意の製品の納期の決まり方を整理してください。

製品名：_____

市場や顧客から 得られる情報	
自社の対応の 仕方や交渉 できる範囲	

在庫とは、

顧客の需要変動に臨機応変に対応するために保有する原材料、仕掛品、完成品のことを指します。

材料在庫

仕入先から納入された後、生産投入される間の材料と部品

仕掛在庫

生産投入～完成検査～荷姿に至る間の材料と部品

完成在庫

荷姿出荷に至る間の完成品

在庫の影響

在庫を保有する目的については、上述の通りですが、在庫には以下の悪影響を伴いますから在庫量の管理が重要です。

■ 在庫には常に管理費用が伴う

在庫保管により床を占有し償却費を損失

同様に外部倉庫利用により賃借料を損失

在庫管理者の人件費が生じる

■ 在庫期間に応じて商品価値が低下する

値引販売や廃棄に伴う利益損失

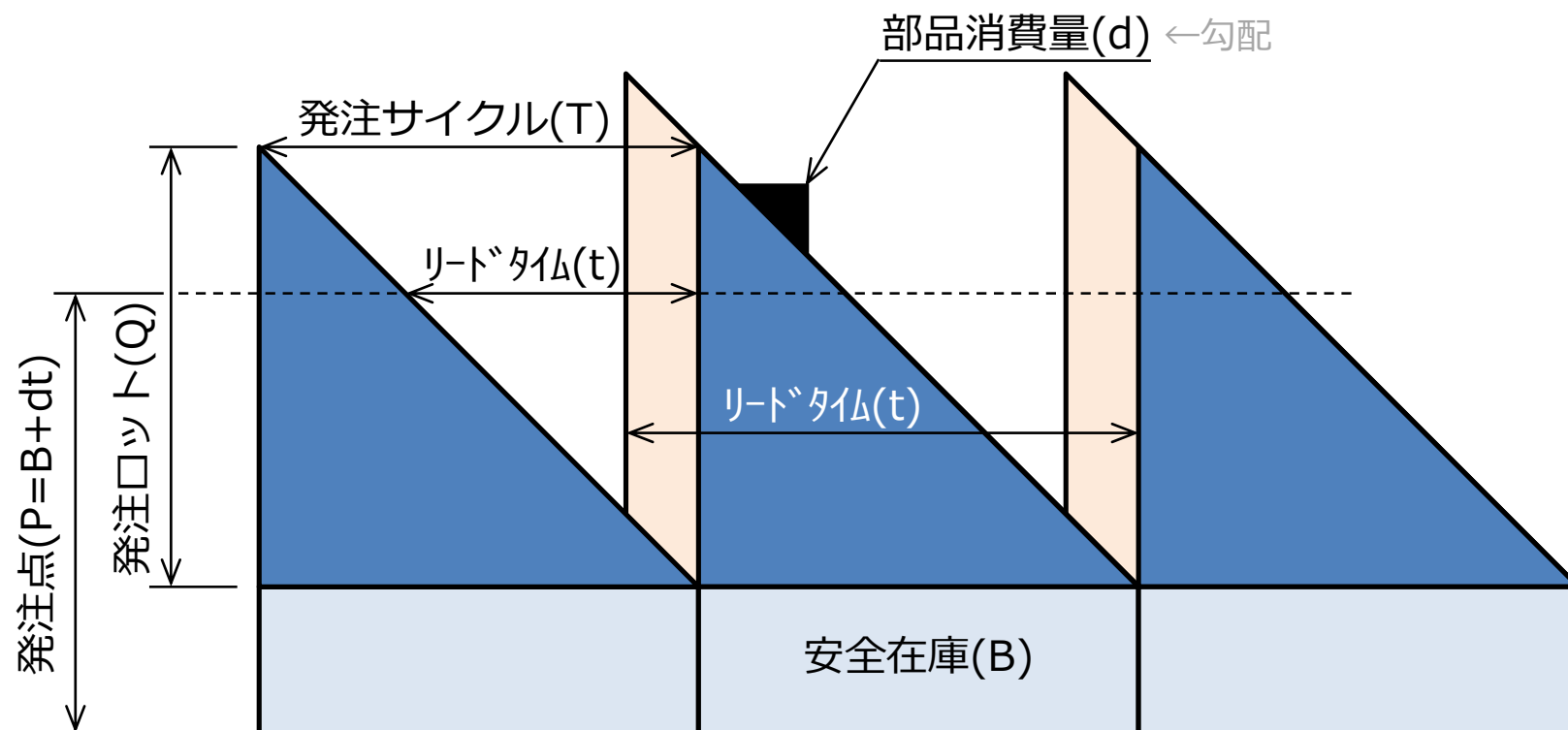
陳腐化や品質劣化に伴う利益損失

生産形態と納期・在庫の関係

製造業の受注～生産～出荷の形態は、4種類に分類できます。

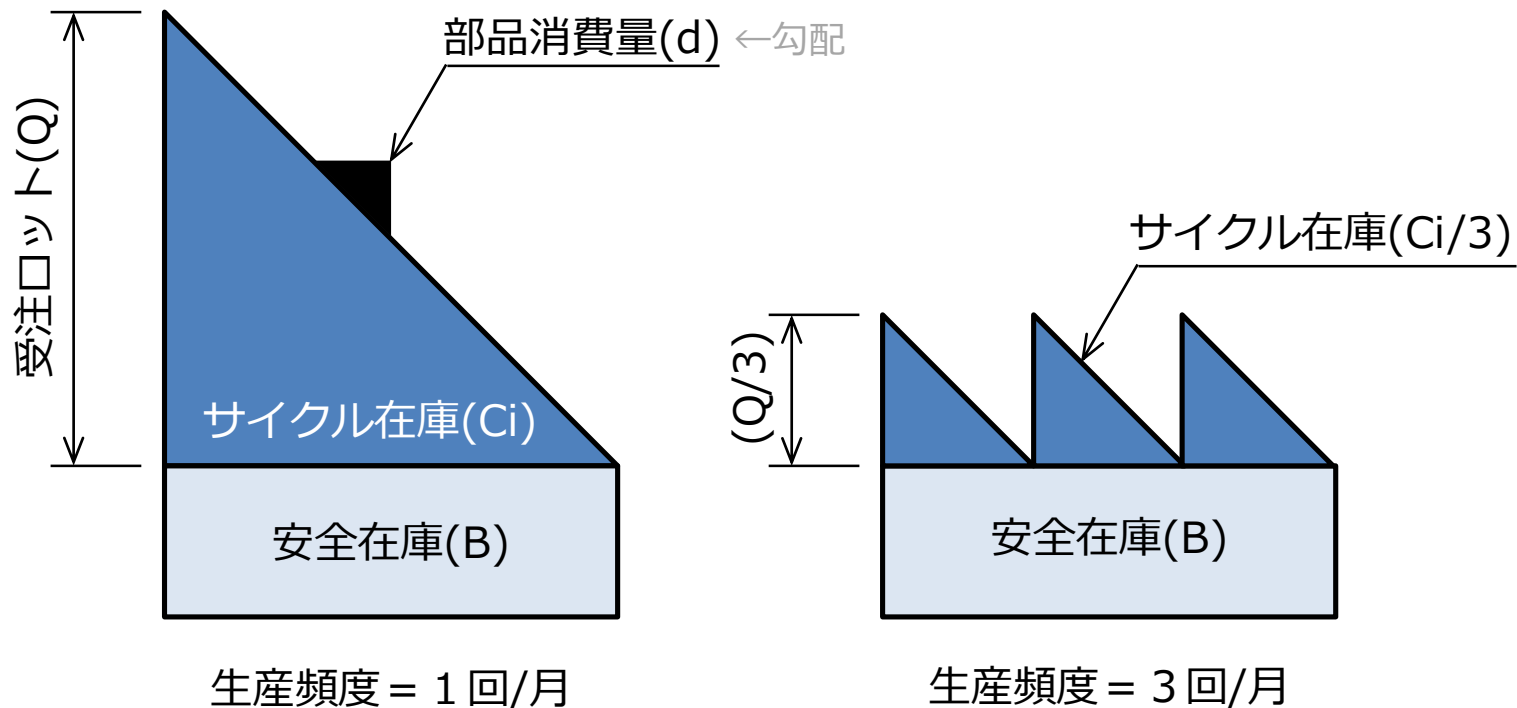
フロー 生産形態	受注 在庫	設計	受注 在庫	仕入 or 加工	受注 在庫	組立 & 検査	受注 在庫	出荷	代表的な 業種・品種
個別受注生産	◎ —	➡	▽	➡	▽	➡	▽	➡	造船、住宅 産業用機械
繰返し受注生産			◎ ▽	➡	▽	➡	▽	➡	電子部品、 消耗部品
受注組立て生産					◎ ▽	➡	▽	➡	BTOパソコン 半導体製品
見込み生産							◎ ▽	➡	家電品、 一般消費財

生産・消費・在庫・リードタイムの関係



上図は、繰返し受注生産における生産、消費、在庫、リードタイムの関係です。三角形の勾配は、消費が進む毎に在庫が減る様子を表しています。リードタイムと在庫は、正比例の関係にあります。

生産Lotと在庫の関係



上図は、繰返し受注生産における生産Lotと在庫関係です。
生産の頻度を増すことで、部品消費量(d)が一定でもサイクル在庫の量を減らすことができます。
但し、段取替え回数（付帯作業時間）が増す影響を伴います。

ものづくりに関連する〇〇タイムの例

生産リードタイム	生産開始から完成までの所要時間（期間）
サイクルタイム	作業に必要な正味時間 = 稼働時間 ÷ 生産数 （工数計算において重要な値となる）
タクトタイム	計画上必要な生産量 = 稼働時間 ÷ 必要数 （ライン生産のピッチタイムと同様）
標準時間	その工程の仕事に求められる力量と熟練を 併せ持つ作業者が作業標準の通りに正常な ペースで遂行したときの必要時間。 標準時間 = 正味時間 + 余裕時間

演習6

課題：自社の任意の製品の在庫日数を整理してください。

製品名： _____ 生産体系： _____

仕 入 調 達 日 数		}	仕 掛 在 庫 日 数
材 料 在 庫 日 数			
加 工 所 要 日 数			
組 立 所 要 日 数			
検 査 ・ 包 装 所 要 日 数			
完 成 品 在 庫 日 数			
出 荷 物 流 所 要 日 数			

工程計画とは

製品を「いつ」「誰が」「どこで」「何を」「どの様に」製造するのかを計画することです。

【工程計画の4つの機能】

- (1) 手順計画：作業の手順や方法等の決定
- (2) 工数計画：作業や生産設備等の仕事量を検証
- (3) 負荷計画：日程計画と工数計画から作業の負荷を検証
- (4) 日程計画：生産計画を工程毎、日毎に配分した計画

なお、各々は単独で行うものではなく、相互に関連し合って調整の末に成り立つものです。

手順計画

製品製造において設計情報を実現する上で必要な要素作業、作業順序、作業条件を決めることです。

【手順計画の2つの機能】

- (1) 工程設計：資材（材料・部品）と資源（作業者・設備）の最適化により品質と原価の両立を図る。
- (2) 作業設計：工程設計に付随する作業を品質と原価の観点から適正化し、作業標準に展開すること。

なお、各々の詳細を以下に解説します。

工程設計

設計情報の実現に最適な資材と資源を選択し、製品完成までの製造プロセスを設計することです。この工程設計の段階で投資額、製造原価が決まるので利益確保に重要な要素です。

【工程設計の6つの機能】

- | | |
|-------------|----------------|
| (1) 作業方法の選択 | (4) 作業経路の決定 |
| (2) 内外製の決定 | (5) 工程レイアウトの決定 |
| (3) 生産能力の決定 | (6) 作業設計へ展開 |

なお、各々の詳細は別の項で後述します。

作業設計

「作業設計」の目的は、上述の通りですが、作業設計の成果物である作業標準を作成する際の要点を以下に示します。

【作業標準作成の要点】

- | | |
|----------------|-------------------|
| (1) 文書の適用範囲 | (6) 管理者に求める職位、職務 |
| (2) 作業、検査の目的 | (7) 作業の時期、場所、環境 |
| (3) 材料、部品の規格 | (8) 作業手順、方法 |
| (4) 設備、機器の使用条件 | (9) 製品品質の規格、特性 |
| (5) 作業者に求める力量 | (10) 安全、品質、生産性の水準 |

工数

「工数」とは、仕事量の全体を表わす尺度で、仕事を一人の作業員で遂行するのに要する時間です。(引用：JIS Z 8141-1227)

「1人の作業員」または「1台の設備」による「仕事量」の単位を指します。

【単位の例】

(1) 人・日

(4) 台・日

(2) 人・時

(5) 台・時

(3) 人・分

(6) 台・分

※ 複数名が不可欠な作業であっても工数は、1名換算で算出します。

工数計画

「工数計画」とは、「製品毎」「工程毎」に必要な仕事量を検証する作業です。

以下の用途に適用される影響度の高い値です。

【用途の例】

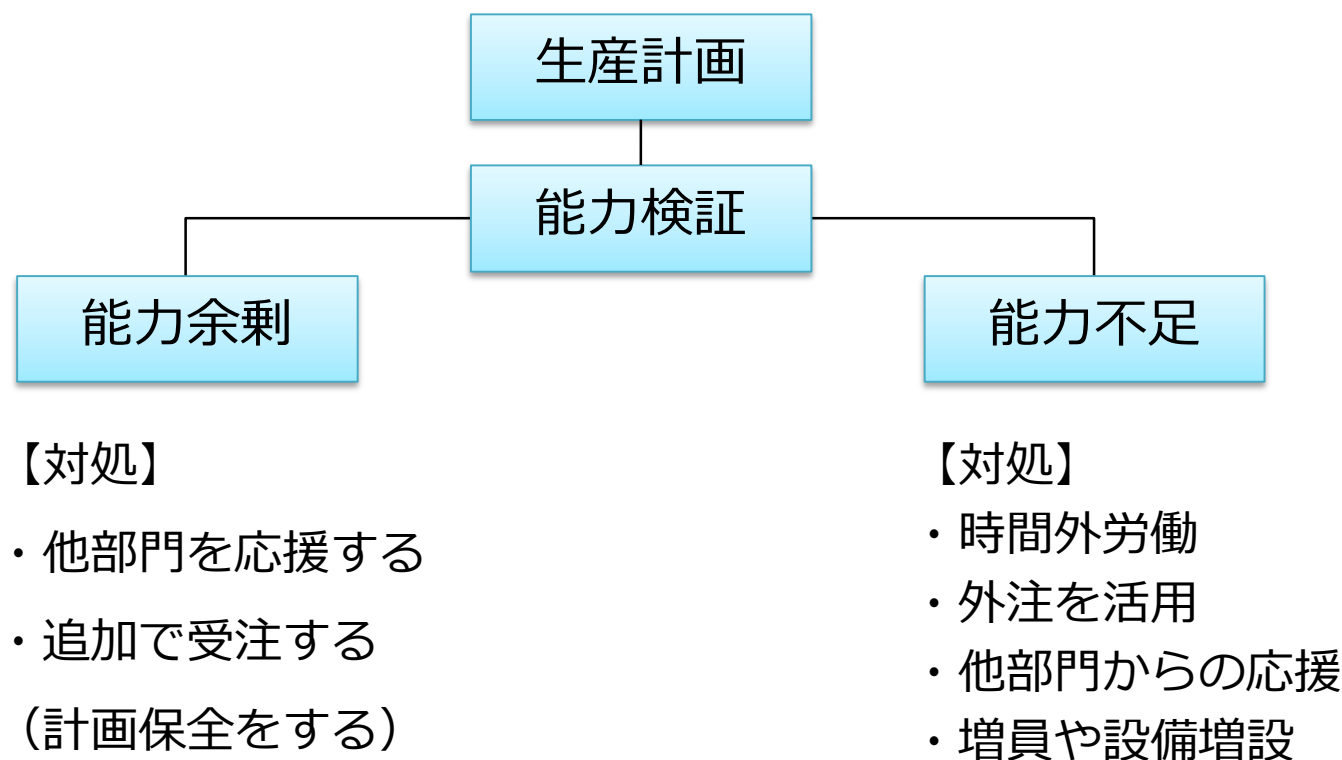
- | | |
|----------|----------|
| (1) 負荷計画 | (4) 人員計画 |
| (2) 日程計画 | (5) 設備計画 |
| (3) 生産計画 | (6) 原価計算 |

「工数」と「標準時間」の関係性が極めて高いことは、別の項で後述します。

負荷計画

生産部門または職場ごとに課す仕事量、即ち生産負荷を計算し、計画期間全体に渡って各職場に割付ける活動。

これは、顧客の需要に応じた生産計画を全うできる生産能力を現状の工程が保有しているかの検証と是正をすることです。



日程計画

顧客の要求納期を満たすために製品を「どの工程で」「いつ」「何を」製造するのかを計画することです。

【日程計画の5つの機能】

- (1) 受注に対して納品の質と量と時期を保証
- (2) 工程の生産能力に適合した仕事量と稼働率を維持
- (3) 資材の調達計画（時期）の基準
- (4) 在庫計画の基準
- (5) 中長期計画に対応する人員計画と設備計画の準備

日程計画

日程計画（生産計画）は、計画の期間により、「大日程」「中日程」「小日程」に3分類されます。

計画の種類 （ 期間 ）	【 大 日 程 】 （ 通期 ）	【 中 日 程 】 （ 1 カ月～半期 ）	【 小 日 程 】 （ 1 日～1 週間 ）
計画の単位	月、四半期	日、週、月	時間、輪番、日
計画の基準	当期売上計画	当月受注実績	週次納品計画
計画の対象	製品グループ / 品目	製品品目	製品品目
計画の目的	<ul style="list-style-type: none">・ 資金計画・ 設備計画・ 人員計画 （資材計画）	<ul style="list-style-type: none">・ 資材手配・ 工数、負荷計画・ 人員計画・ 外注計画	<ul style="list-style-type: none">・ 作業手配・ 外注手配・ 進捗管理の基準・ 余力管理の基準

工程統制とは、

生産の日程計画と標準原価を同時に満たすために作業者と設備の能力を発揮できる様に工程を統制することです。

【工程統制の4つの機能】

- (1) 作業手配：日程計画に基づく作業指示と資材手配
- (2) 進捗管理：日程計画と実績の差の検知と是正
- (3) 余力管理：負荷と能力の差を検知し、負荷を平準化
- (4) 現品管理：在庫(材料、仕掛、完成)の質と量と所在を管理

なお、各々の詳細を以下に解説します。

作業手配

「作業手配」は、差立とも言い「作業の着手と完了の時期」、業内容」（品名、数量、材料、部品、図面等）、「作業手段」（設備、治工具等）を作業者へ製造指示をすることです。

【製造指示書の項目の例】

・ 製造番号	・ 工程名	・ 作業数
・ バーコード/QRコード	・ 作業名	・ 良品数/不良数
・ 発行年月日	・ 仕向先	・ 品質要件
・ 製品名	・ 納期	

進捗管理

日程計画と実績の差を日々検知し、遅れに対して的確な是正を講ずる
ことです。

遅れの分類	主な原因	主な対策
生産能力不足	<ul style="list-style-type: none">追加注文、割込み注文作業者の欠勤	<ul style="list-style-type: none">時間外労働他部門からの応援外注を活用
稼働率の低下	<ul style="list-style-type: none">不良品の発生過多想定外の設備故障段取替え過多	<ul style="list-style-type: none">品質管理の推進設備管理の推進5 S、目で見える管理
資材の欠品	<ul style="list-style-type: none">納期遅れ発注ミス	<ul style="list-style-type: none">短期的：督促、緊急発注中期的：仕入先診断生産管理システムの見直し

余力管理／現品管理

■ 現品管理

計画段階で予測した負荷（仕事量/生産量）を生産開始以後に進捗管理と同時に余力（生産能力－負荷）の検証と是正をします。

活動の内容は、上述の工数計画、負荷計画と同様です。

■ 現品管理

在庫（材料、仕掛、完成）の質と量と所在の管理です。トヨタの目で見る管理に代表される様に仕事の進み過ぎ、遅れ過ぎを早期検知することは、ものづくりに関連するあらゆる指標の異常を顕在化できます。※ 特に在庫の停滞を注視！

演習7

課題：以下のケースワークで腕試しをしてみましょう！

組立係には、A・B・C・D・Eの5工程があり、各々の工程あたりに1名の作業者が配属されていますが、現在は多能工化が図られていない状況です。

同工程の稼働時間＝2,400分/週、固定費＝60万円/週です。

次週の生産予定は、製品X＝100個、製品Y＝75個です。

日程計画を実施した係長は、定時間内に生産し切れないことに気が付き、付加価値額の高い製品Yの生産を優先し、余った稼働時間で製品Xをできるだけ生産することにしましたが週単位で赤字の見込みです。「皆さんならどうしますか？」

※製品情報を次ページに記します。

演習7

【製品情報】

製品X：

- (1) 売 価 = 9,000円 材料費 = 4,500円
- (2) 工程順 = A工程 ⇒ B工程 ⇒ C工程
- (3) 工 数 = A工程：20分、B工程：15分、C工程：10分

製品Y：

- (1) 売 価 = 10,000円 材料費 = 4,000円
- (2) 工程順 = D工程 ⇒ B工程 ⇒ E工程
- (3) 工 数 = D工程：5分、B工程：30分、E工程：5分

IEとは

IE（アイ・イー）は「ムダ」「ムラ」「ムリ」を省き生産効率の改善を目的とした分析手法の総称です。

【IEの主な分析手法の例】

- (1) 工程分析：在庫の状況（加工、運搬、検査、停滞）を分析
- (2) 連合作業分析：作業者と設備の連携の状況を分析
- (3) 動作分析：1サイクル中の作業者の作業内容を分析
- (4) 稼働分析：作業者の作業構成と設備の稼働状況を分析
- (5) 時間分析：作業者の動作の要素に掛かる時間を分析

なお、各々の詳細を以下に解説します。

改善項目と分析手法の有効性の関係

改善項目 \ 分析手法	工程分析	連合作業分析	動作分析	稼働分析	時間分析
工程レイアウト	◎				
運搬経路、停滞状況	◎				
作業内容、稼働状況				◎	
手待ち、移動	◎	◎			◎
作業編成		◎			◎
作業方法、作業順序		◎	○		◎
作業時間		◎		○	◎
出来高のバラツキ			○		○
動作方法、動作順序			◎		○
作業エリアの配置			◎		

IE7つ道具

- (1) 工程分析 (2) 動作研究 (3) 時間研究
- (4) 稼働分析 (5) 連合作業分析

以上は、前出に同じ。

- (6) **ラインバランス分析**：ラインの工程間の所要時間の差を分析して、
負荷の均等化に展開を図る（関連する指標：ライン編成効率）
- (7) **マテリアル・ハンドリング**：無用な運搬はないかを見つけて省く

*事務改善：I E 手法は、製造現場以外の改善にも有効

工程分析

材料が製品になるまでの工程を「加工」「検査」「運搬」「停滞」の分類で記号を使って図表化する分析です。

【工程分析の2つの機能】

- (1)-1 製品工程分析：生産開始から完成までのモノの変化の過程を分析
- (2)-2 作業工程分析：工程毎に作業や設備が設計情報を実現する過程を分析

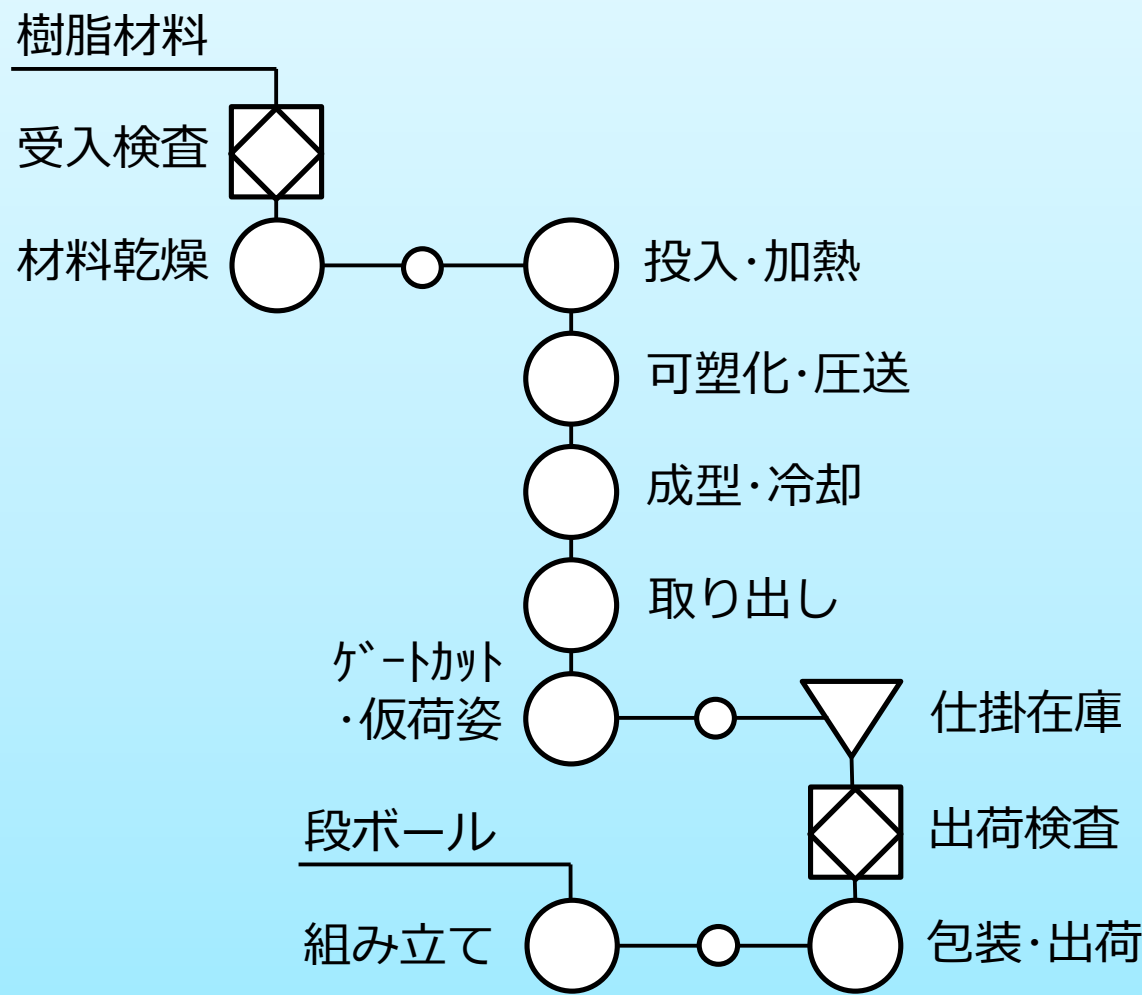
なお、各々の事例を以下に提示します。

工程分析の適用する記号

記 号	分 類	内 容
○	加 工	設計情報（性質・形状）を実現している工程 よって、部品の組立ても含む
◇	検 査	製品の質を照合し、合否判定する工程
□		製品の量を照合し、合否判定する工程
○ or —	運 搬	在庫（材料、仕掛、完成）の移動中
▽	停 滞	在庫（材料、仕掛、完成）が停滞中

製品工程分析の例

【樹脂成型工程のフローチャート】



作業者工程分析の例

【樹脂成型工程の工程分析表】

	工程名または 在庫の状態	距離 (m)	時間 (秒)	分析記号			
				○	◇	○	▽
1	フルコンバックに入った材料をホストクレーンで移動	100	600			●	
2	材料をホッパーに移す	0	180			●	
3	成型機をスタートさせる～1サイクルで停止	0	90	●			
4	製品を取り出す	15	5	●			
5	重大欠陥の有無を選別する	0	5		●		
6	ゲートのカッターで切断する	0	5	●			
~~~~~中略~~~~~							
12	製品仕様に準じた検査を実施	0	60		●		
13	製品を段ボール箱へ入れて包装	2	10	●			
14	台車に載せて出荷倉庫へ移動	30	180			●	
15	出荷倉庫で保管	0	—				●

【マシニングセンター 3 台持ちの連合作業表】



# 動作分析

1 サイクル中の作業者の仕事を 17 の基本動作に分類し、  
「ムダ」「ムリ」「ムラ」を取除くための分析です。

	【第1類】 仕事上必要となる 要素	【第2類】 遅れの原因となる 要素	【第3類】 仕事が進まない 要素
対処方法	安定させる	短縮する	削除する
動作要素 (サブリック)	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 空手（取りに行く）</li><li>・ つかむ</li><li>・ 運ぶ</li><li>・ 位置決め</li><li>・ 組み合わせ</li><li>・ 使う</li><li>・ 分解</li><li>・ 放す</li><li>・ 調べる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 探す</li><li>・ 選ぶ</li><li>・ 前置き（準備）</li><li>・ 考える</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 保持</li><li>・ 避け得ぬ遅れ</li><li>・ 避け得る遅れ</li><li>・ 休む</li></ul>

# 動作経済の4原則

作業をする上で身体的疲労を軽減するために繰返し考えて蓄積された経験的な動作の原則のことです。

## (1) 回数を減らす

- ・ 取置き、持替え、などの補助的な動作の回数を減らす。

## (2) 同時に行う

- ・ 両手活用、多機能工具を効果的に活用する。

## (3) 距離を短くする

- ・ 間詰めにより距離を短縮する。

## (4) 負荷を減らす

- ・ 軽労化と安全性を増し、リズミカルな作業。

# 稼働分析の例

ランダムの日時・頻度で任意の工程の作業者の作業構成と設備の稼働状況を観測し、配分の傾向を分析します。

【ワークサンプリングの例】

区分	時刻 工程	8:30	9:15	10:30	11:00	11:45	13:15	14:20	15:30	16:00	16:50	合計	比率
主作業	切 削 加 工		✓	✓		✓			✓			4	40%
	バリ取り作業				✓							1	10%
	試 料 着 脱									✓		1	10%
付帯作業	段 取 替 え	✓										1	10%
	教 示						✓					1	10%
	清 掃										✓	1	10%
余裕	手 待 ち							✓				1	10%
	不 在											0	0%

# 時間分析

標準時間を設定する際に作業者の仕事を細かな要素に分割し  
その要素毎の所要時間を分析する手法です。

## 【時間分析の2つの手法】

- (5)-1 **ストップウォッチ法**：要素作業を実際にストップウォッチで測定し、紙に記録する手法
- (5)-2 **P T S 法**：要素作業の構成を分類して、要素毎に予め定められている標準時間を当てはめて算出する手法

なお、各々の事例を以下に提示します。



# ストップウォッチ法の例

													レディング	98%
No.	要素作業		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均時間	正味時間
1	部品Aを取り治具へセットする	個	4	3	4	2	3	3	3	3	3	4	3.2	3.1
		読	4	22	40	56	73	90	1'07	1'23	1'40	1'58		
2	部品Bを取り部品Aへセットする	個	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3.3	3.2
		読	8	25	43	60	76	93	1'10	1'26	1'43	1'62		
3	ビスを1本取ってドライバーの先端へセット	個	5	5	6	5	5	4	5	5	5	5	5.0	4.9
		読	13	30	49	65	81	97	1'15	1'31	1'48	1'67		
4	部品Aと部品Bをねじ締めしてドライバーを置く	個	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2.8	2.7
		読	16	33	51	68	84	1'00	1'17	1'34	1'51	1'70		
5	治具から完成品を取出し、通函へ入れる	個	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3.0	2.9
		読	19	36	54	70	87	1'04	1'20	1'37	1'54	1'73		
		個												
		読												
		個												
		読												
		個												
		読												
		個												
		読												
		個												
		読												
	合 計	個											17.3	17.0
		読												

PTS法の例 (Mini-MOST)

Mini MOST [®] 計算用紙								補正× 1	
No.	手の使用	要 素 作 業	同時	シーケンス・モデル				頻度	TMU
1	右	部品Aを取り、治具へセットする		A 16 B 10 G 6 A 16 B 10 P 16 A 10	1	84.0			
				A B G M X I A					
2	右	部品Bを取り、部品Aへセットする		A 16 B 10 G 6 A 16 B 10 P 24 A 10	1	92.0			
				A B G M X I A					
3	右	電動ドライバーを取る		A 10 B 10 G 6 A 0 B 0 P 0 A 10	1	36.0			
				A B G M X I A					
4	左	ビスを1本取って、ドライバーの先端へセットする		A 16 B 10 G 16 A 16 B 10 P 16 A 16	1	100.0			
				A B G M X I A					
5	左 右	部品Aと部品Bをねじ締めしてドライバーを置く		A B G A B P A	1	74.0			
				A 0 B 0 G 0 M 16 X 10 I 32 A 16					
6	右	治具から完成品を取出して通函へ入れる		A 10 B 10 G 6 A 16 B 10 P 16 A 16	1	84.0			
				A B G M X I A					
7				A B G A B P A		0.0			
				A B G M X I A					
8				A B G A B P A		0.0			
				A B G M X I A					
9				A B G A B P A		0.0			
				A B G M X I A					
10				A B G A B P A		0.0			
				A B G M X I A					
標準時間 = 16.9 秒								TMU合計 470.0	

# 3. 設備管理の基礎

# 設備投資の仕方の2分類

設備の新規採用や買替えを行う設備投資では、購入かリースを選択する方法が一般的です。

	購 入	リ ー ス
メ リ ッ ト	長期利用を考えるとリースより割安になる場合が多い。設備の要不要に応じて移転や買替え、売却が自由に出来る。	購入のような多額の初期費用が不要であることが最大のメリットです。手持ちの資金を他の案件に有効活用できる。
デメリット	初期導入費用が高額になる負担が増える。利益留保が少なければ長期借入れの交渉が必要となる。減価償却計算、償却資産税の申告など事務手続きの負担も増える。	リース料には、本体価格、保険料、固定資産税、金利、リース会社の利益が含まれるので購入に比べれば支払総額は割高となる。途中解約がし難い。出来たとしても違約金が発生。

# 設備購入により固定資産増

固定資産の金額増分の現預金が減るか長期借入金が増えます。

貸借対照表（設備導入に係る項目）			
借り方		貸し方	
科目	金額	科目	金額
【資産の部】		【負債の部】	
1.流動資産	100,000,000	1.流動負債	150,000,000
・ 現金	10,000,000	・ 買掛金	30,000,000
・ 預金	40,000,000	・ 短期借入	120,000,000
・ 売掛金	50,000,000	2.固定負債	100,000,000
2.固定資産	150,000,000	・ 長期借入	100,000,000
・ 設備	75,000,000	【純資産の部】	
・ 土地	25,000,000	1.資本金	75,000,000
・ 建物	50,000,000	2.利益余剰金	25,000,000
借方合計：	250,000,000	貸方合計：	250,000,000

# 設備購入により減価償却費増

設備購入により**売上原価**を構成する経費の中の**減価償却費**が増加するので会計上の利益を圧迫しますが実際には、**現金**が毎年**流出**する訳ではないので**所得控除**の意味合いが強いです。減価償却費の算出には、定率制と定額制の2通りがあります。

損 益 計 算 表	
科 目	金 額
売 上 高	1,000,000
<b>売上原価</b>	<b>800,000</b>
<b>営業総利益</b>	<b>200,000</b>
販売費・一般管理費	150,000
<b>営 業 利 益</b>	<b>50,000</b>

# 耐用年数

減価償却資産が利用に耐える年数を指し、減価を各年度に費用配分する計算の基礎となります。

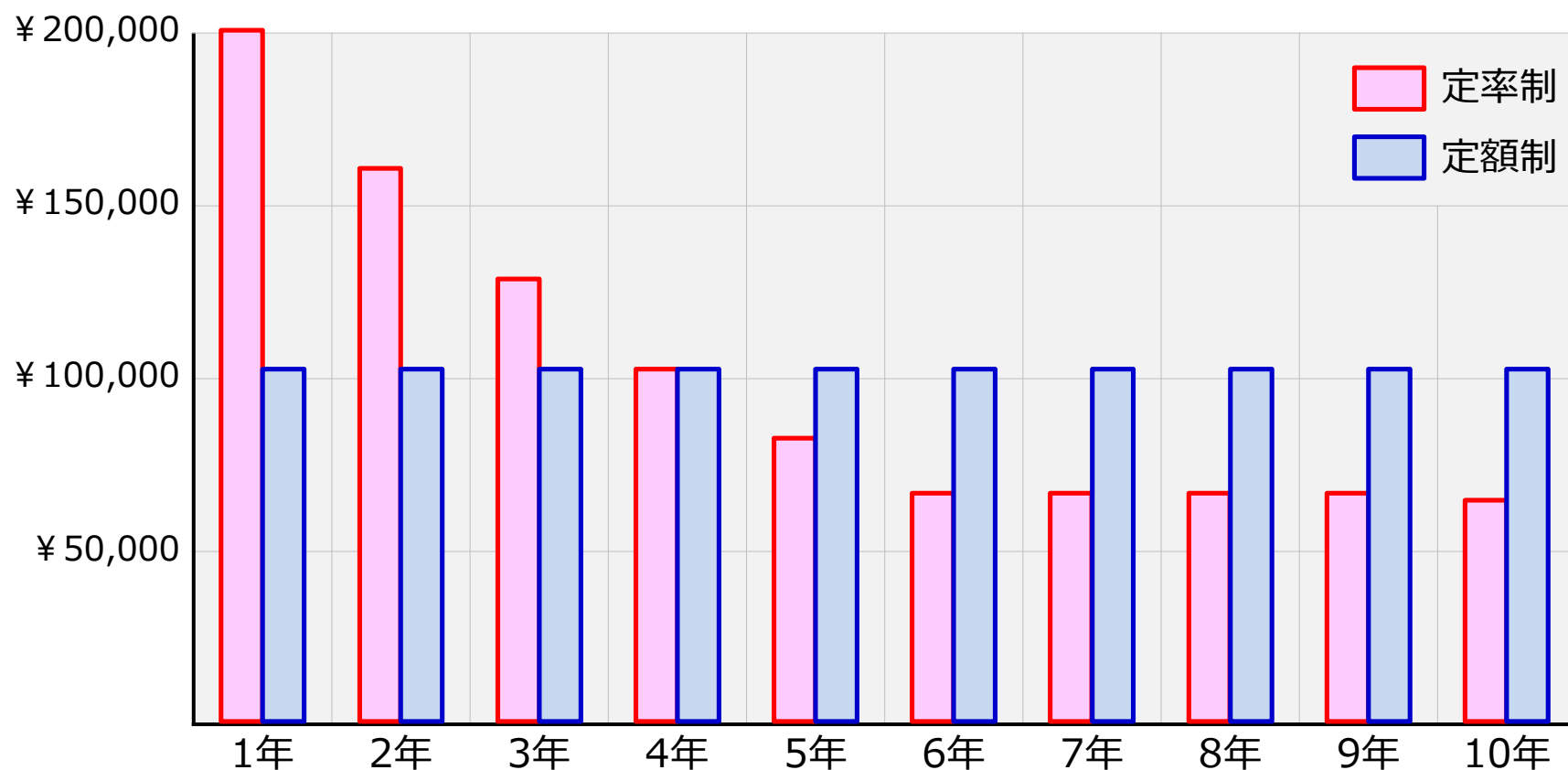
国税庁が法定で定めた耐用年数表が基本となります。

<https://www.keisan.nta.go.jp/h30yokuaru/aoiroshinkoku/hitsuyokeihi/genkashokyakuhi/taiyonensukikai.html>

機械・装置の耐用年数表		
設備の種類	細 目	年数
食料品製造用設備		10
繊維工業用設備	炭素繊維を除く	7
プラスチック製品製造用設備		8
金属製品製造用設備		10
電子部品・デバイス製造用設備		6

## 減価計算の例

取得価格：¥1,000,000 耐用年数：10年 における定率制と定額制の減価計算の例を以下に記します。





# 設備投資の目的の4分類

設備投資の目的毎に評価すべき内容を以下に記します。

投資目的	評価すべき内容
買替投資	運転コスト削減効果のみを評価
拡張投資	増産による利益増加を評価
製品開発 改良投資	プロダクトミックス拡張による利益増加を評価 ※プロダクトミックスとは、取扱う製品の種類と量の組合せ
戦略投資	産業構造の将来を予測した先行投資 基礎研究を含む。

# 設備投資の評価方法の4分類

## 1.回収期間法 (pay back)

「設備投資額 + 増加運転資本 - 残存価額」を「営業キャッシュフロー」で回収するのに何年かかるかの値です。

**利点**：計算が簡単。 銀行への返済計画に合致

**欠点**：時間価値を無視

## 2.投資収益率法 (return on investment)

予想営業利益（利払前） ÷ （設備投資額 + 増加運転資本）

**利点**：投資後の会計的利益率を評価基準にしている

**欠点**：時間価値を無視

# 設備投資の評価方法の4分類

## 3.現在価値法 (discount cash flow)

「設備投資＋営業キャッシュフロー」を資本コストで割引いた  
正味現在価値 (net present value) がプラスかどうか？

**利点**：理論的にはこれが最も正確（理にかなっている）

**欠点**：資本コストや営業キャッシュフローの推定が困難

## 4.内部収益率法 (internal rate of return)

現在価値法と原理は同じ。

正味現在価値 = 「0」となる割引率を試行錯誤で発見

**利点・欠点**：現在価値法の場合と同様

# 割引率＝資本コスト

割引率とは、将来受け取る金額を現在価値に換算するときの1年あたりの割合で示したものです。

$n$  年後に受け取る金額 ( $C$ ) の現在価値 ( $PV$ ) と割引率 ( $r$ ) の関係は、以下の式で表されます。

$$PV = C / (1 + r)^n$$

将来の現金は、現在の現金よりも確実性が低く、その分を割り引くのが妥当であり、その割合が割引率です。

リスクが高いほど割引率は高くなり、結果として現在価値は、小さくなります。（割引率＝10%前後の算出事例が多い）

# 設備投資評価の算出例

[単位:百万円]

年	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
設備投資・運転資本	100											
売上高		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
売上原価・販売管理費		190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
営業利益		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
支払金利		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
税引前利益		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
法人税等		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
税引後利益		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
減価償却費		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
営業キャッシュフロー		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
正味現在価値 (NPV=1.1)	-100	15.5	14.0	12.8	11.6	10.6	9.6	8.7	7.9	7.2	6.6	4.5
累積キャッシュフロー	-100	-83	-66	-49	-32	-15	2	19	36	53	70	
ROI(営業利益ベース)	0.1											
IRRと対応するNPV	0.11	15.3	13.8	12.4	11.2	10.1	9.1	8.2	7.4	6.6	6.0	0.0

# 設備投資の評価方法の簡略版

作業者 1 名の雇用に必要な金額と設備投資により削減が見込まれる工数を乗じた値を上限金額と決めて運用する中小企業が多く見られます。

## 【参考】日本流のローコスト自動化戦略

最先端技術に拘らず、単純なメカ的な仕掛け（からくり）を活用した設備を社内で開発し内製化に取り組んだ結果、投資額の大幅な低コスト化（従来の数分の一）を実現できました。

**特徴：**構造が単純なので故障し難く、故障したとしても修復し易い  
利点も兼ね備えています。

# 内製化による低コストの例

## 【無人搬送車の事例】

	内製化	既製品を購入
投資コスト	3 5 万円	4 0 0 万円
運転コスト	数万円／年	2 0 万円／年



# 演習8

**課題：** 自社の任意の工程に導入した設備の「投資目的」と「投資の費用回収を評価した内容」を整理してみてください。

投 資 品 目	投 資 目 的	費 用 回 収 を 評 価 し た 内 容



# TPMとは

T P M（Total Productive Maintenance）は、「**事故**ゼロ」「**故障**ゼロ」「**不良**ゼロ」の観点から、製造業の**生産性向上**を目的とした**マネジメントシステム**です。

T P Mの管理指標は、**設備総合効率**です。

$$\text{設備総合効率} = \text{時間稼働率} \times \text{性能稼働率} \times \text{良品率}$$

T P Mの活動理念に**ロス**の**未然防止**による**儲かる体質**づくりを掲げており、儲け（利益）イメージは、全員参加による生産性向上と信頼性向上の追求です。

# TPMの推移

年 代	T P M の 推 移	
1960	P Mの時代	事後保全から予防保全への転換期
1970	TPM第1世代	製造部門と保全部門の兼務体制
1980	TPM第2世代	設備効率の7大ロスの削減を対象に活動
1990	TPM第3世代	生産効率の16大ロスの削減を中心に活動
2000	TPM第4世代	利益の追求、キャッシュフロー経営
2010	TPM第5世代	AI、IoT、ロボティクスを有効活用

経済活動の変遷に応じて、システムの機能に変化を求めた背景は、品質管理が SQC ⇒ TQC ⇒ TQM へと変化した経過と同様の理由です。

## 故障と保全/TPM

### 故障 (failure)

設備が設計で狙った機能を失うこと（機能障害）

【参考】故障モード (failure mode)

故障状態の形式による分類（故障の仕方） JIS Z 8115

### 保全 (maintenance)

設備の故障や性能低下を事前に防ぎ（予防保全）

また、これが起こったときは復旧させること（事後保全）

## 保全の5分類/TPM

名 称	内 容
(1) 事後保全	故障が発生したら修理する。 特徴) 稼働時間のロスを覚悟しなければならない。
(2) 予防保全	継続的な点検と部品交換をする。 特徴) まだ使える部品を廃棄するロスが予測される。
(3) 改善保全	故障し難い設備構造に改善する。 特徴) 専門の固有技術が不可欠で、教育時間が必要となる。
(4) 保全予防	メンテナンスフリーな設備を設計する。 特徴) 故障時に修理不能となる覚悟が必要となる。
(5) 予知保全	部品の劣化状態を監視して故障発生の間際で部品交換する。 特徴) ロスが最少となる理想の状態。汎用のICT技術が向上しており、投資額も益々安価になり、今後の主流となる。

# 設備総合効率/TPM

設備総合効率 = 時間稼働率 × 性能稼働率 × 良品率

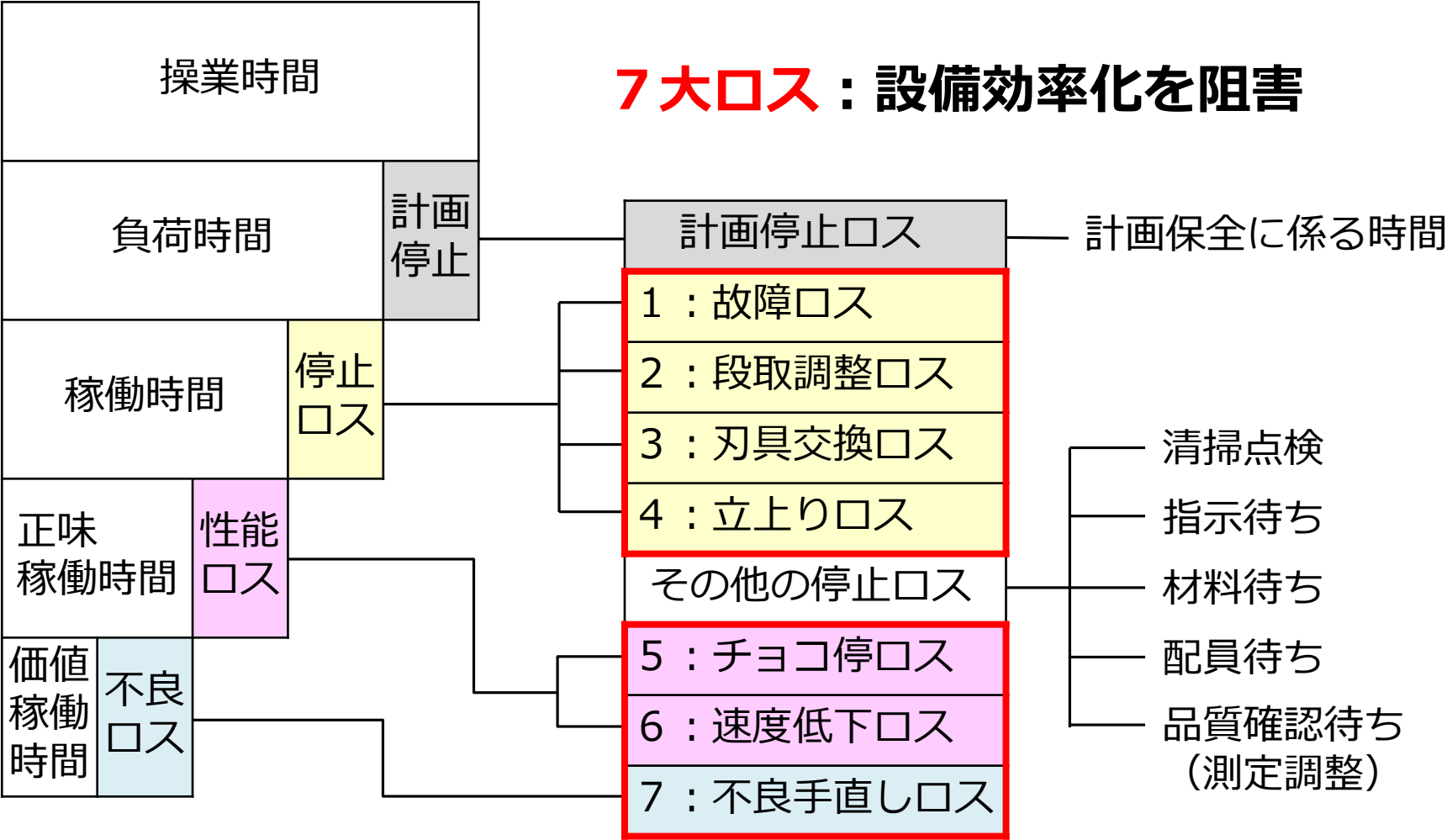
作業時間		
負荷時間		計画 停止
稼働時間		停止 ロス
正味 稼働時間	性能 ロス	
価値 稼働 時間	不良 ロス	

$$\text{時間稼働率} = \frac{\text{稼働時間}}{\text{負荷時間}}$$

$$\begin{aligned} \text{性能稼働率} &= \frac{\text{正味稼働時間}}{\text{稼働時間}} \\ &= \frac{\text{基準サイクルタイム} \times \text{加工数}}{\text{稼働時間}} \end{aligned}$$

$$\text{良品率} = \frac{\text{価値稼働時間}}{\text{正味稼働時間}}$$

# 設備効率の7大口ス/TPM



# 演習9

課題：自社の任意の工程で散見されるロスを整理してみてください。

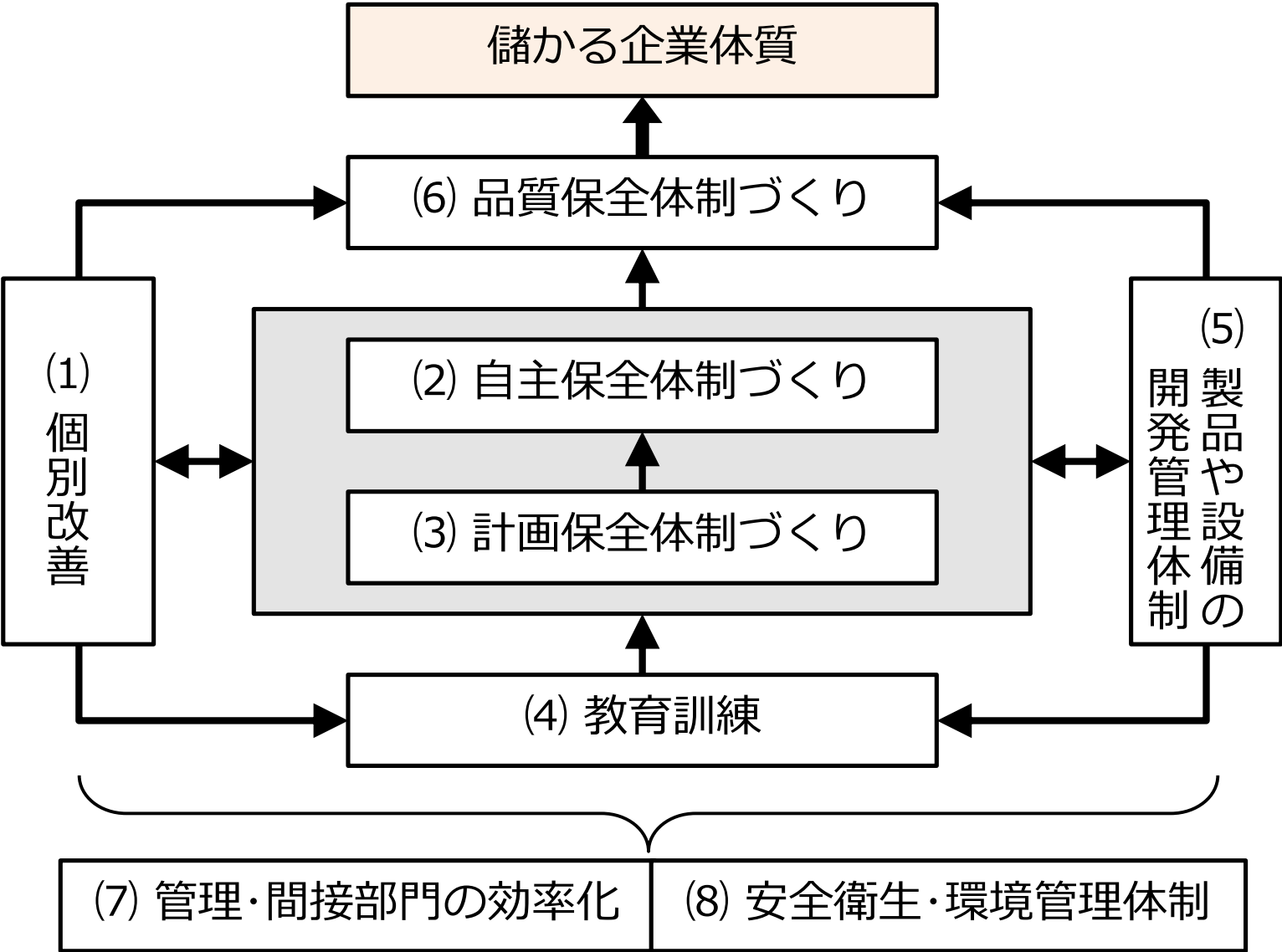
ロスの種類	ロスの具体的な内容	影響度
故障ロス		高・中・低
段取調整ロス		高・中・低
刃具交換ロス		高・中・低
立上りロス		高・中・低
チョコ停ロス		高・中・低
速度低下ロス		高・中・低
手直しロス		高・中・低

# TPMの8本柱

名 称	機 能
(1) 個別改善	設備毎にロスを調査し定量化して、ロスを削減し儲けを導く
(2) 自主保全	自分の設備は自分で守る自主自立体質を築く
(3) 計画保全	設備の劣化診断と復元、さらに改良保全による寿命延長を行い、故障ゼロと最適保全費を図る
(4) 教育訓練	仕事をする上で必要な知識や技能を整理し、ロスの削減と防止のためのスキルアップを図る
(5) 開発管理	製品や設備の開発・設計段階にて、生産時発生が予測されるロスを防止し垂直立上げを図る
(6) 品質保全	不良発生の予防と検知によりロスの削減を持続的に図る
(7) 管理・間接	生産現場のロスの削減と予防を支援すると同時に自部門へ展開
(8) 安全・環境	災害ゼロ、公害ゼロ、ゴミゼロ、更に省資源、省工ネ（CO ₂ 削減）労働条件の良い職場の実現を図る



# TPMの8本柱の関係図

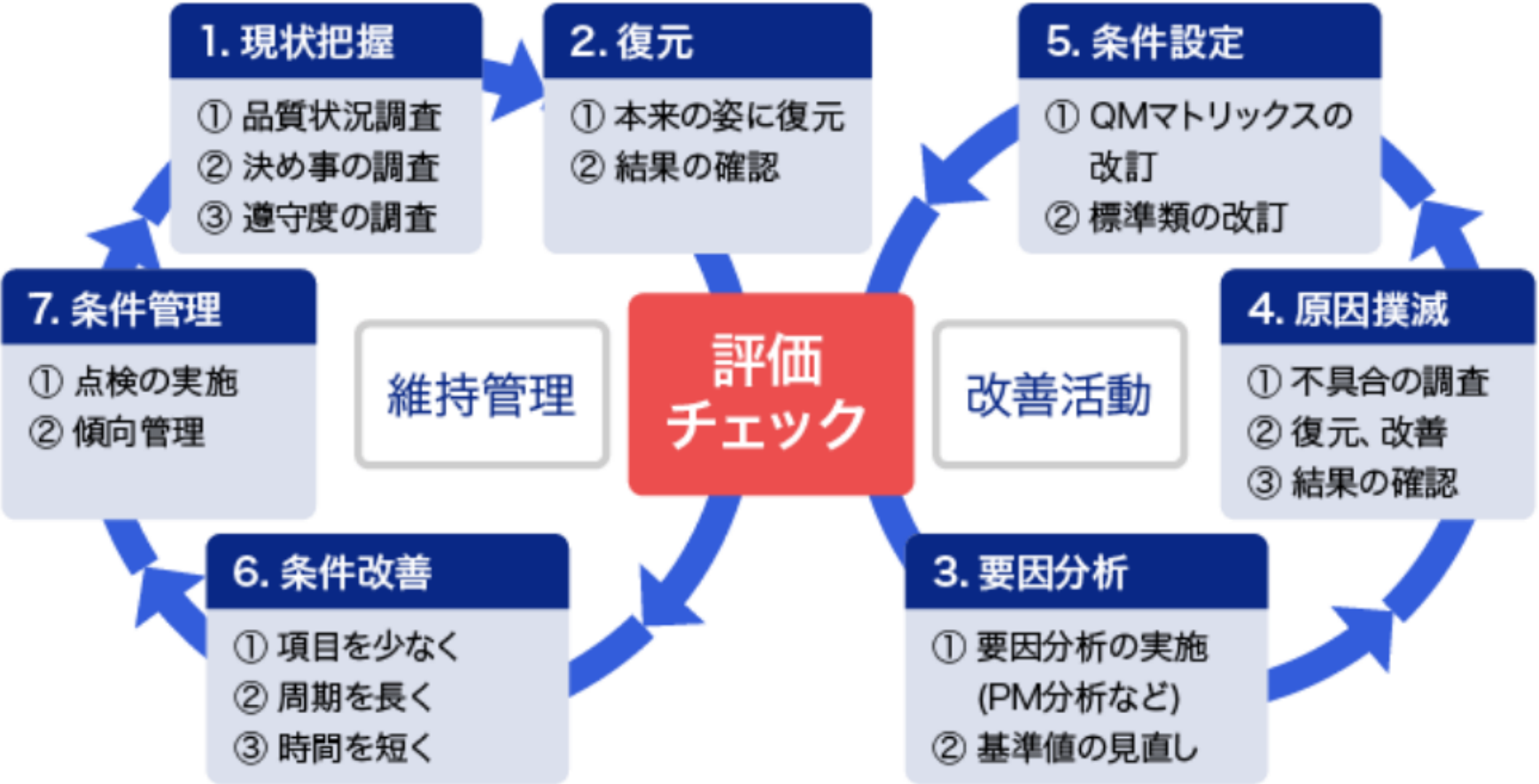


# 自主保全の7ステップ/TPM

STEP	名 称	活動内容
STEP 1	初期清掃 (清掃点検)	設備本体を中心とする ゴミ・ヨゴレの一斉排除と給油、増締めの実施および設備の不具合発見と復元
STEP 2	発生源、困難個所 対策	ゴミ・ヨゴレの発生源、飛散の防止や清掃・給油・増締め・点検の困難個所の改善による清掃・点検時間の短縮
STEP 3	仮基準の作成	短時間で清掃・給油・増締め・点検を確実に維持できる行動基準の作成（日常、定期に使用できる時間枠を示してやる必要がある）
STEP 4	総点検	点検マニュアルによる点検技能教育と総点検実施による設備微欠陥の摘出と復元
STEP 5	自主点検	効率よく確実に維持できる清掃給油点検基準、自主点検チェックシートの作成・実施
STEP 6	標準化	各種の現場管理項目の標準化を行い維持管理の完全システム化の推進（現場の物流基準、データ記録の標準化、金型治工具管理基準、工程品質保証基準 等）
STEP 7	自主管理	会社方針・目標の展開と改善定常化によるムダ排除・コストダウンの推進、保全記録の確実な実施と解析による設備改善の推進

# TPMと品質管理

## 品質保全の8の字展開の例



# 設備の信頼性/TPM

信頼性とは、設備が設計通りに機能を発揮する確率を指します。

## 1.MTTF (mean time to failure)

最初に故障するまでの平均期間（対象：修理不可能品）

## 2.MTBF (mean time between failure)

修理完了から次に故障するまでの平均期間

## 3.MTTR (mean time to repair)

故障の発生～復旧までの平均修理期間

※ 保全活動の目標は、MTTFとMTBFの最長化とMTTRの最短化

## 可動率と稼働率/TPM

**1.可動率** (availability) = 平均UT ÷ (平均UT + 平均DT)

可動率を高めると設備総合効率の向上に寄与します。

- ・ **アップタイム (UT)** = 設備が動作可能な時間
- ・ **ダウンタイム (DT)** = 設備が動作不能になる時間
- ・ **チョコ停** = 故障ではないが、設備が短時間停止する状態  
※ダウンタイムが増大する影響度の高い要因となります。

**2.稼働率** = 「時間稼働率」と「性能稼働率」がある

詳細は、設備総合効率の項をご参照ください。

演習10

課題：下記の稼働状況を踏まえて、以下の問1～問6を算出してください。

■稼働状況

負荷時間	=	1 7 0 時間
加工数量	=	4 , 0 0 0 個
基準サイクルタイム	=	2 分
総停止時間 (含む故障時間)	=	2 4 時間
故障回数	=	3 回
故障停止時間	=	8 時間
不良数	=	3 0 0 個

【問1】時間稼働率は、何%ですか？	
【問2】性能稼働率は、何%ですか？	
【問3】良品率は、何%ですか？	
【問4】設備総合効率は、何%ですか？	
【問5】MTTRは、何時間ですか？	
【問6】MTBFは、何時間ですか？	

# C-TPMとは

TPMは、多くの実績を上げてきた反面で、「期間が長い」「費用が掛かる」「内容が複雑で導入し難い」など活動の負担が大きいとの意見も多く、10～50人規模の企業を対象として体質の強化、競合との差別化や従業員の資質の向上、生産現場の問題解決の手段として新たに開発された生産性向上のマネジメントシステムが「C-TPM」です。

C-T P M	呼び方	意 味
C	Compact	コンパクト－中小企業－チャレンジ
－	－	活動をつなぐ
T	Total	全員参加
P	Productive	生産的な
M	Maintenance	メンテナンス、マネジメント

# C-TPMの効果

有形効果	P	生産性 1.2 ～ 2 倍 故障件数 1 ／ 5、設備効率 1.5 ～ 2 倍
	Q	納入クレーム 1 ／ 4、工程不良率 1 ／ 5
	C	製造原価 3 0 %削減
	D	製品在庫：半減
	S・M・E	休業災害ゼロ、改善提案件数 3 倍、公害ゼロ
無形効果	<ul style="list-style-type: none"><li>設備や仕事の重要性を理解し「自分の設備は自分で守る」のように人の意識が変わる。</li><li>ロス低減を実現し、日常管理の必要性を理解して、やればできるという自信がつく。</li><li>取引先企業や工場訪問者に良いイメージを与える。</li><li>競合より顧客（市場）要求に応えられる体質ができる。</li></ul>	



# C-TPMの4本柱とねらい

4 本柱	活動のねらい
生産効率化	ライン、設備の効率を阻害する口スの実態の把握と改善の必要性の理解し、改善の手法を習得・活用しながら成果を上げ、再発しない仕組みをつくる。
基本条件整備	設備や仕事を教材に小集団活動を行うことで、問題意識の向上、職場の5 S と設備の性能を阻害する故障、チョコ停、品質不良を低減し、維持管理する仕組みをつくる。
人材育成	仕事に必要な運転・保全・改善のできる人の育成と職場に必要な資格の取得を通じて教育の進め方と必要性を理解する。
安全衛生環境整備	安全で災害・公害のない職場の構築と地域環境に適合した環境の整備を行う。

# 生産効率化の7ステップ/C-TPM

基本STEP		実施事項	
STEP 1	テーマ選定	・問題点をつかむ	・テーマを決める
STEP 2	現状把握と目標設定	◇現状把握 ◇目標設定	・事実を集める ・特性値を決める ・目標を決める
STEP 3	活動計画	◇実施事項を決める	・日程、役割などを決める
STEP 4	要因分析	・特性値の現状を調べる ・要因を解析する	・要因を上げる ・対象項目を決める
STEP 5	対策の検討と実行	◇対策の検討 ◇対策の実行	・対策のアイデアを出す ・対策を具体化し内容を確認する ・実行方法を検討する ・対策を実行する
STEP 6	効果の確認	・対策結果を確認する ・成果（有形・無形）をつかむ	・目標値と比較する
STEP 7	標準化と管理の定着	◇標準化 ◇管理の定着	・標準を制定・改廃する ・管理の方法を決める ・関係者に周知徹底する ・担当者を決める ・維持管理されていることを確認する

# 基本条件整備の7ステップ/C-TPM

STEP	名称	活動内容	活動のねらい
STEP 1	整理	職場の不用品、不急品の撤去を行う	作業領域拡大と動きやすい環境整備
STEP 2	整頓	職場で必要なものがいつでも必要な時に使い易い状態にする	探すムダの徹底排除と効率化
STEP 3	清掃	職場のゴミ、汚れ、異物などをなくし、キレイな状態にする	交渉の原因である潜在欠陥の顕在化と復元、故障の低減を行う
STEP 4	清潔	STEP1～3がルールとして維持できていること、設備の汚れの元を源から断ち、維持し易い様に改善する	設備の汚れ、異常の発生源を断ち、目標時間内に整理・整頓・清掃ができる様に保全性を向上する
STEP 5	給油	自職場の設備の給油が必要な個所を調査し、適油・適量の給油状態の確認をし、目で見える管理を行う	設備の給油個所に適正な給油状態を確認し、設備の故障・チョコ停の排除を行う
STEP 6	増締め	正しい締め付け、緩み止めを学び、自職場の設備の増締めが必要なボルト・ナットの点検を行い、管理し易い目で見える管理を行う	増締めの必要個所の確認、工具の使い方、チェックマーク、合いマークの付け方を実行し、設備の故障・チョコ停の原因の排除を行う
STEP 7	習慣化	5 S、メンテナンス、管理すべき項目を明らかにし、守れる基準の作成と維持管理できる仕組みをつくる	清掃・点検・給油・増締めが定期的に確実に実行される様に小集団活動カレンダーを作成し実践する

# 人材育成/C-TPM

4 本柱	手 法	主な教育内容
生産効率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q C ストーリー</li> <li>• Q C 7 つ道具</li> <li>• なぜなぜ分析</li> <li>• I E 手法（作業分析）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 改善の整理、改善の P D C A</li> <li>• 現状把握力の向上</li> <li>• 解析力の向上</li> <li>• 作業の改善力の向上</li> </ul>
基本条件 整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 S 教育</li> <li>• エフ付け方法</li> <li>• 給油、増締め方法</li> <li>• ワンポイントレッスン</li> <li>• 目で見える管理の方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 S 活動の能力向上</li> <li>• 異常の検知能力の向上</li> <li>• 復元、処置、維持管理の能力向上</li> <li>• 教育指導能力の向上</li> <li>• 条件設定、維持管理能力向上</li> </ul>
安全衛生 環境整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K Y T 4 ラウンド</li> <li>• 省資源（分別回収）</li> <li>• 黄エフ、緑エフ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全に対する異常検知能力の向上</li> <li>• 環境保全マインドの向上</li> <li>• 安全に対する意識の向上</li> </ul>

# 仕事に必要なスキル/C-TPM

区分		項目	主な教育内容
仕事に必要なスキル	仕事の質向上	保全	生産効率化：Q Cストーリー、Q C 7つ道具、I E手法 なぜなぜ分析など
		改善	基本条件整備：5 S、ワンポイントレッスン、エフ付け
		その他	安全衛生：K Y T、ヒヤリハット、黄エフなど
	運転技術向上	運転	多能工化：固有技術や技能、各工程の作業、P Cなど
		階層別	新人教育、作業主任者教育、管理者教育など
		資格	公的資格：安全、ボイラー、クレーン、フォークリフト グラインダー、玉掛けなど

# 仕事の質向上の6ステップ/C-TPM

展開STEP			主な実施事項
STEP 1	現 状 把 握		他の柱を効果的に実施するために必要なスキルを洗い出し、マスタープランを作成する
STEP 2	準備計画の作成		各教育内容別の準備計画を作成する
STEP 3	教材準備	進捗に応じて 内容別に繰り返し実施する	各教育内容別の教材を作成する
STEP 4	教育実施		活動内容に合致した教育を実施する
STEP 5	教育評価		教育内容が体得されているかを確認する
STEP 6	ス キ ル 管 理		スキルアップのPDCAを展開する

# 運転技術向上の6ステップ/C-TPM

展開STEP		主な実施事項
STEP 1	現状把握	現場の人材に現在どのようなスキルがあるのか調査スケジュールを作成
STEP 2	必要スキルの洗い出し	今後、必要になるスキルを洗い出し一覧表にまとめる
STEP 3	スキルの棚卸	必要スキルと現場のスキルを把握する
STEP 4	人材育成・計画作成	<ul style="list-style-type: none"><li>資格取得者数の目標設定</li><li>スキル教育対象者の選定</li><li>教育計画の作成</li></ul>
STEP 5	人材育成の実施	教育実施とフォロー
STEP 6	効果確認	スキル充足率や資格取得者数の推移を確認

# 安全衛生・環境整備の6ステップ/C-TPM

STEP	活 動	主な実施事項
STEP 1	現状把握	災害の発生要因を特定し、全員の意識を安全確保に導く ・ 過去の災害調査とデータ解析      ・ モード調査 ・ 危険個所の見える化
STEP 2	保護具の着用	職場で保護具が必要な作業について機能的な選定と着用 ・ 必要保護具の洗い出し      ・ 着用実施と困難作業の顕在化
STEP 3	安全装置復元	職場の必要個所に適正に配置され、機能を発揮しているか？ ・ 安全装置の点検と復元
STEP 4	災害モード対策	災害発生モードを選定し、職場を点検、復元、改善する 3－1 はさまれ、巻き込まれ災害対策 3－2 転倒、転落、墜落災害対策 3－3 打撲、切れ刺し災害対策 3－4 火傷災害対策      3－5 感電災害対策
STEP 5	衛生・環境面の取り組み	環境整備された働き易い職場を目指し、改善と資源再利用 ・ 騒音、暑熱、重筋、粉塵、照度などの調査と改善計画 ・ 分別回収の実施
STEP 6	維持管理	災害を再発させない仕組みの構築し、安全な環境の維持継続 ・ 安全パトロール      ・ ミドリ十字      ・ ヒヤリハット計画



# AIとは

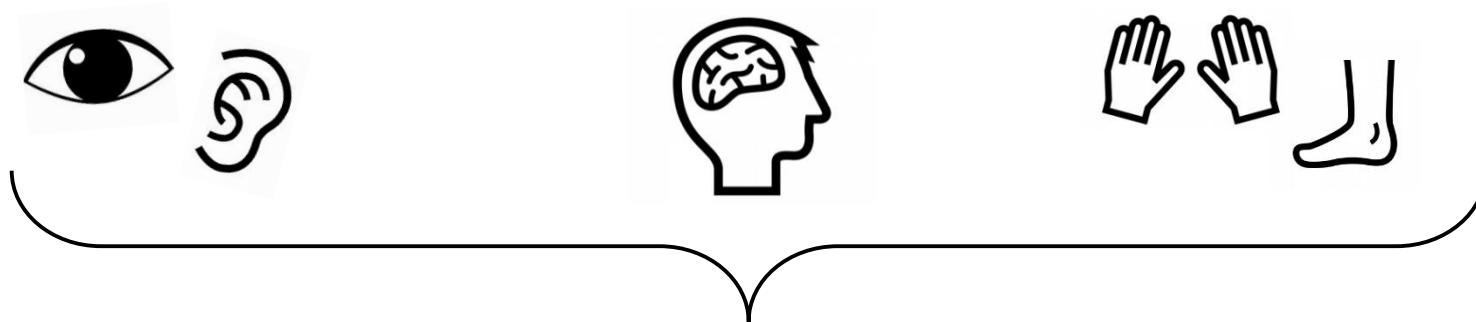
人工知能（Artificial Intelligence）の頭文字を取ったもので、人間の知的能力をコンピュータ上で実現したものです。

A I の定義は、多くの専門家がそれぞれの定義をしているが、統一されたものは未だなく、主な説を以下に記します。

- ・「知能を持つメカ」「心を持つメカ」
- ・「究極には人間と区別が付かない人工的な知能のこと」
- ・「人工的につくった知的な振る舞いをするシステム」
- ・「データの特性から目の付けどころを自ら選んで覚えることができるコンピュータ」

# AIとIoTによる支援

I o T + ビッグデータ・A I + ロボティクス



## インダストリー4.0

(第4次産業革命)

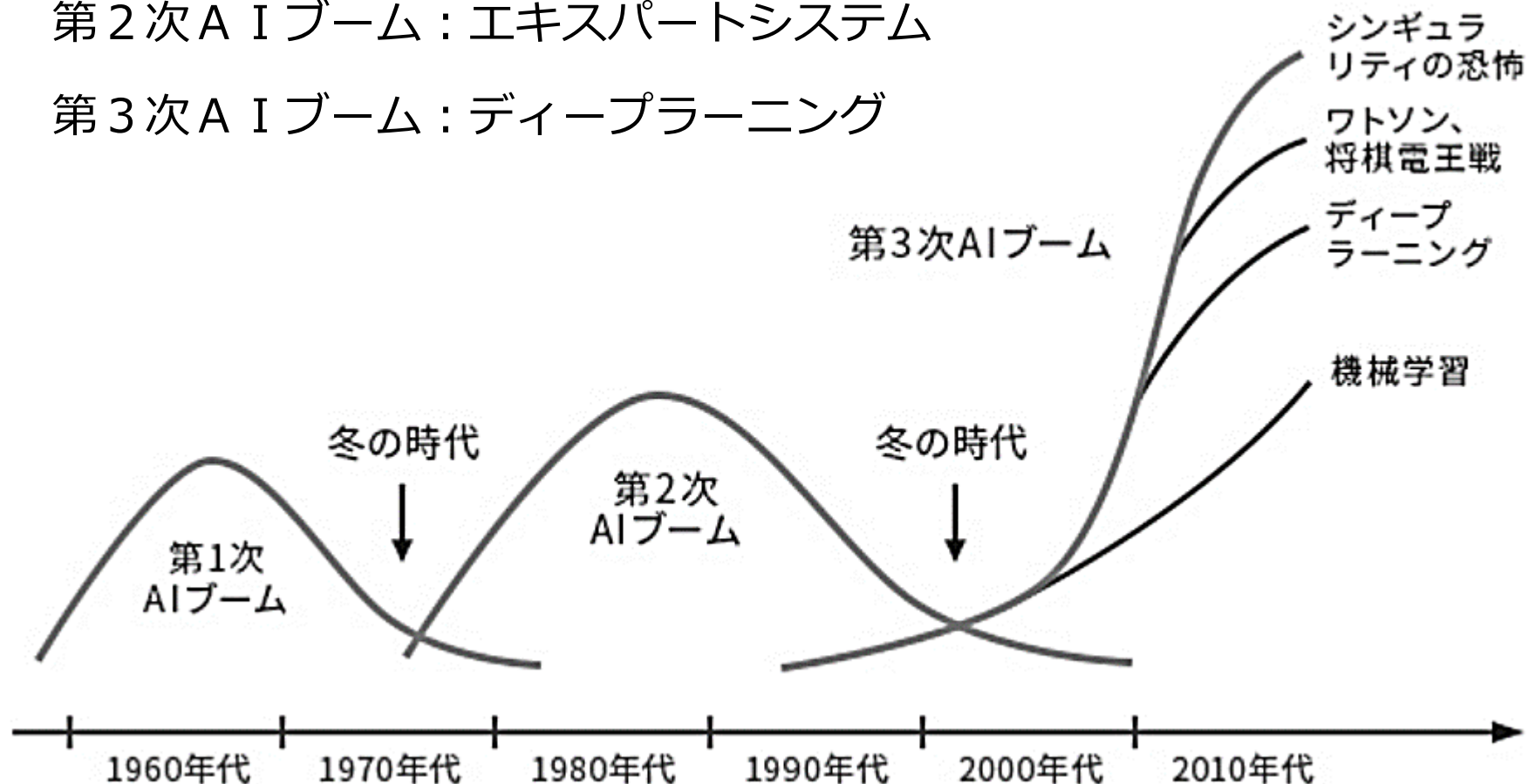
- ・ 社会のあらゆる情報がネットワークを通じて自由にやり取り
- ・ 集まった大量のデータから新たに価値を生む形で再利用
- ・ 機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に
- ・ 多様かつ複雑な作業についても自動化が可能に

# AI(人工知能)の歴史

第1次A I ブーム：推論と探索

第2次A I ブーム：エキスパートシステム

第3次A I ブーム：ディープラーニング



# AIの歴史

## 第1次A Iブーム：探索と推論

あるルールの中で目標を達成できるようになったレベル。

（例）チェスや将棋の対戦ゲーム、迷路脱出ゲームなど

## 第2次A Iブーム：エキスパートシステム

専門家により教え込まれた領域に限定した機能を果たせるようになったレベル。ただしA Iは、社会的通念を持たないことから多くの誤解を生産する例が続出しました。

（例）Q：発熱したときに体温を下げる対処方法は？

A：①解熱剤を飲ませる ②殺してしまう

※ブームが去る影響度の高い要因となった。

# AIの歴史

## 第3次A Iブーム：ディープラーニング（深層学習）

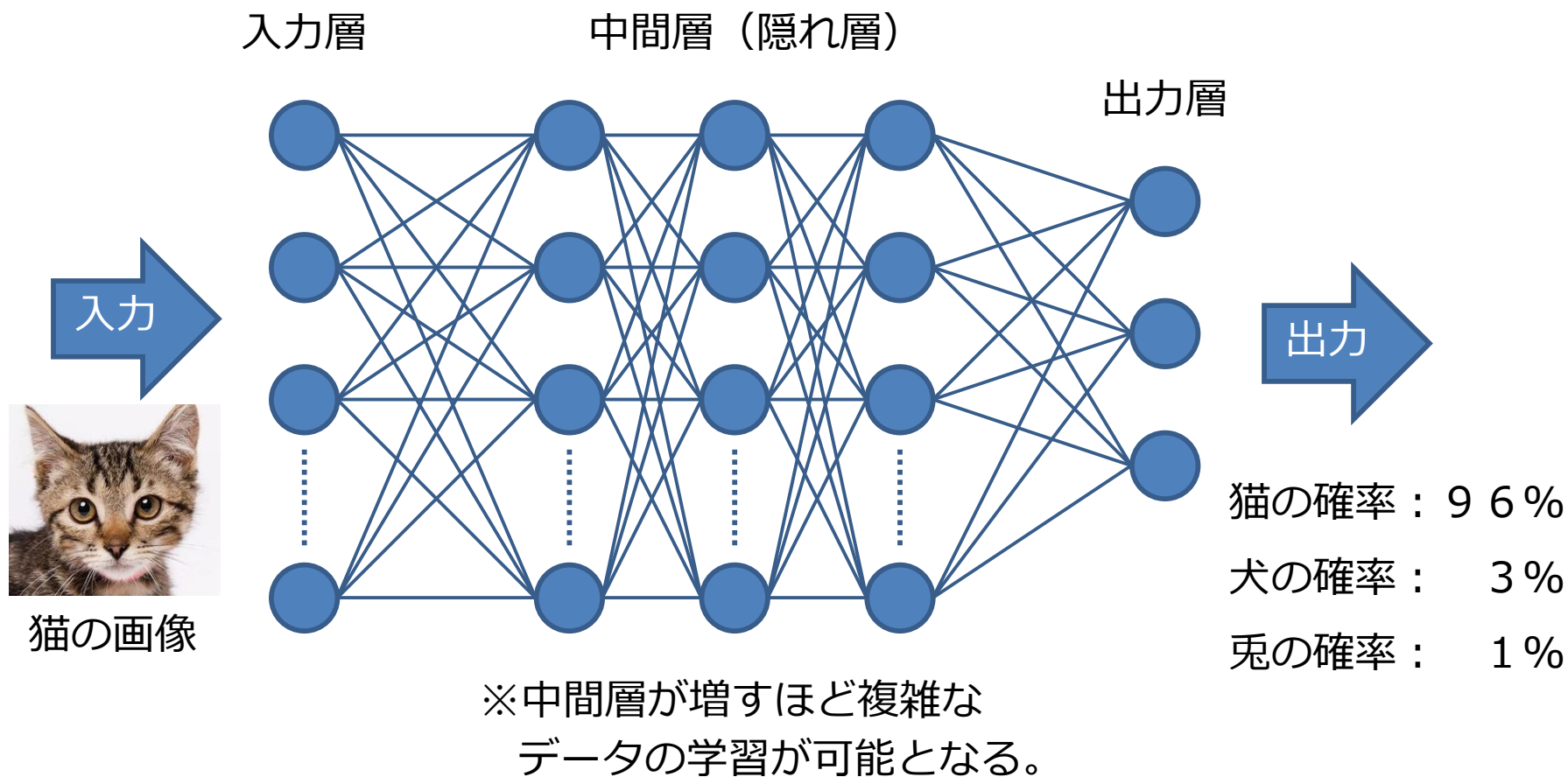
データの特徴から特徴量をコンピュータが自ら生成し、反復して覚えることで活用できる状況と認知されるに至りました。

深層学習技術の発展とビッグデータの普及が第3次A Iブームを起こす影響度の高い要因と言われています。

### *関連するキーワード：ニューラルネットワーク

深層学習の仕組みとして人間の神経細胞を模倣したモデルをニューラルネットワークと呼び、データを取り込む入力層とデータを処理する中間層（隠れ層とも呼ぶ）、結果を出力する出力層で構成されています。

# ディープラーニング／画像認識の例



# 設備管理での活用例 / AI・IoT

## 設備故障の「なぜなぜ分析」に適用

【なぜ】	【原因を検知する方策】
(1) 設備停止（ヒューズ切）	・ ヒューズ切れにより、電気信号が遮断されるので、異常発生部位の特定は容易にできる。
(2) オーバーロード	・ 駆動モーターの電流値を監視し、電流の上昇により、従動側の軸の過負荷を検知できる。
(3) 軸受の潤滑不十分	・ 軸受の温度をセンサーで監視し、異常発熱を検知することで潤滑不足を予測できる。
(4) オイルポンプの軸摩耗	・ 軸の回転を振動センサーで監視し、異常振動を検知することで軸の変形を予測できる。
(5) 切粉の混入	・ 対象部位を粘度センサーで監視し、粘度変化からオイルの劣化や異物混入を検知できる。

## 演習 11

**課題：**購読意欲を引こうと「10年後に無くなる職業」の見出しで、雑誌やネットニュースは、読者の不安を煽っていますが、AI・IoT・ロボティクスの普及により、10年後に製造業はどの様に変化が予測されるか？ 以下に記入してください。

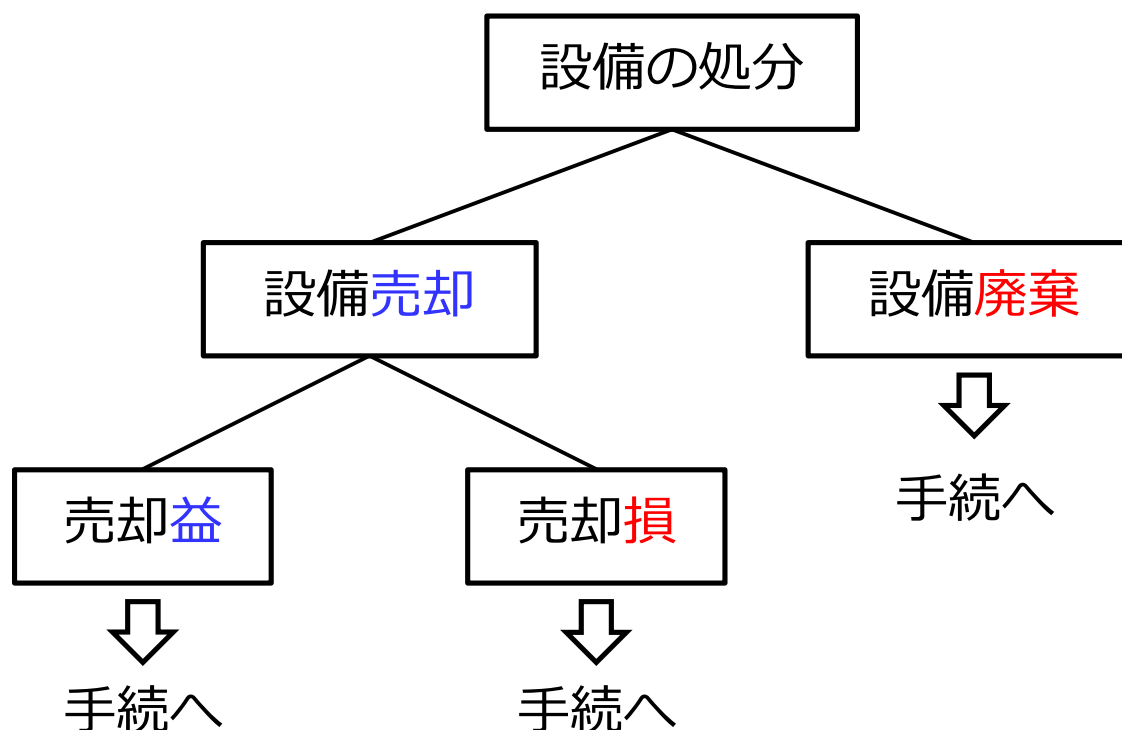
【MEMO】

[illegible]



## 設備の売却と廃棄

投資の目的を全うした設備を売却または廃棄する場合には、  
「**税務・会計**」に関連した手続きと「**法務**」（産業廃棄物）  
に関連した手続きを適切に行うことが求められます。



## 設備の売却時の手続

設備を売却した際、売却額が簿価を超える場合は**売却益**に、その逆は**売却損**になりますから損益計算書に計上します。

固定資産と流動資産の**増減**を貸借対照表に反映します。

**簿価**が残っている設備を売却した場合は、原価を構成する経費のうち減価償却費を**差引く**必要があります。

同様に固定資産台帳から対象設備を**削除**し、税務署へ**除却**の申請をします。（怠ると翌年の償却資産税の対象に）

※ 設備投資の段階で試算した通りに**採算が取れた**のかを検証し、結果を次の投資計画へ反映します。

## 設備の廃棄時の手続

税務・会計に関連する手続きは、設備**売却時**と**同様**ですが、設備を廃棄することは、**ゼロ円**で売却するのとは異なり、産業廃棄物として**適切に処分**された証として「産業廃棄物管理票」（マニフェスト）を**5年保管**する義務があります。

- (1) 排出物発生：排出業者は、マニフェストを発行  
（**A票**、**B1票**、**B2票**、**C1票**、**C2票**、**D票**、**E票**）
- (2) 排出物運搬：**A票**（発行控）は排出業者へ戻る
- (3) 中間処理へ：**B1票**は運搬業者へ、**B2票**は排出業者へ戻る
- (4) 中間処理終了：**C2票**は運搬業者へ、**D票**は排出業者へ戻る
- (5) 最終処理終了：**E票**は排出業者へ戻る  
（※**C1票**は、中間処理業者の控え）

## 3. 品質管理の基礎

# 品質とは

顧客の目線から見た製品やサービスの「あるべき姿」です。

良い品質とは、「最高級や最上級」を求める意味ではなく、

顧客の「利用目的や条件」に適合した品質を指します。

## (1) 設計品質（狙いの品質）

自社の製造力、管理力、採算性を考慮し、顧客要求を実現するために設計上で狙った品質を指します。

## (2) 製造品質（出来映えの品質）

設計情報により製造した製品が設計品質にどれくらい適合していたかの度合いを示す品質を指します。

# 設計品質と製造品質

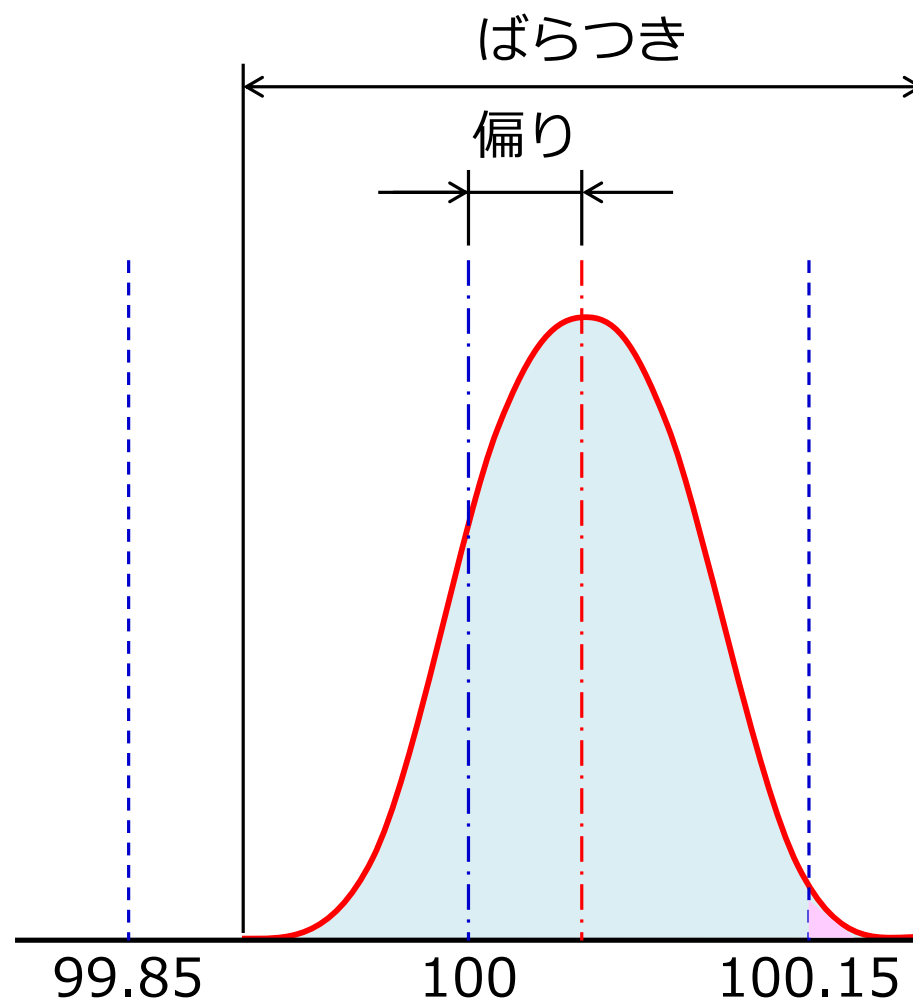
## 【機械設計図面と寸法測定結果の例】

### (1) 設計寸法

規格値	$100 \pm 0.15$
規格中心	100
規格上限	100.15
規格下限	99.85

### (2) 寸法測定 (n=100)

平均値	100.05
標準偏差	0.05
Max値	100.14
Min値	99.89



# 品質特性とは

JIS Q9000によると「要求事項に関連する製品、プロセス又はシステムに本来備わっている特性」と定義されます。

**要求事項**とは、（顧客から）「明示されたり、暗黙の内に了解されたり、義務として要求されるニーズまたは期待」なので顧客ニーズに対応した**製品特性**と言えます。

## 【関連する帳票類】

- (1) 市場・顧客：カタログ、仕様書
- (2) 製造プロセス：QC工程表、作業標準書

# 検査とは

顧客が求める品質の製品やサービスを提供し続けるために  
**不適切**なものを事前に取り除く活動を指します。

規格などの要求事項を満たしているものを**適合品**、満たしていないものを**不適合品**と呼びます。

検査は、適合品と不適合品の**選別に終始**するのではなく、  
不適合品の**再発防止**に展開を図ることが重要です。

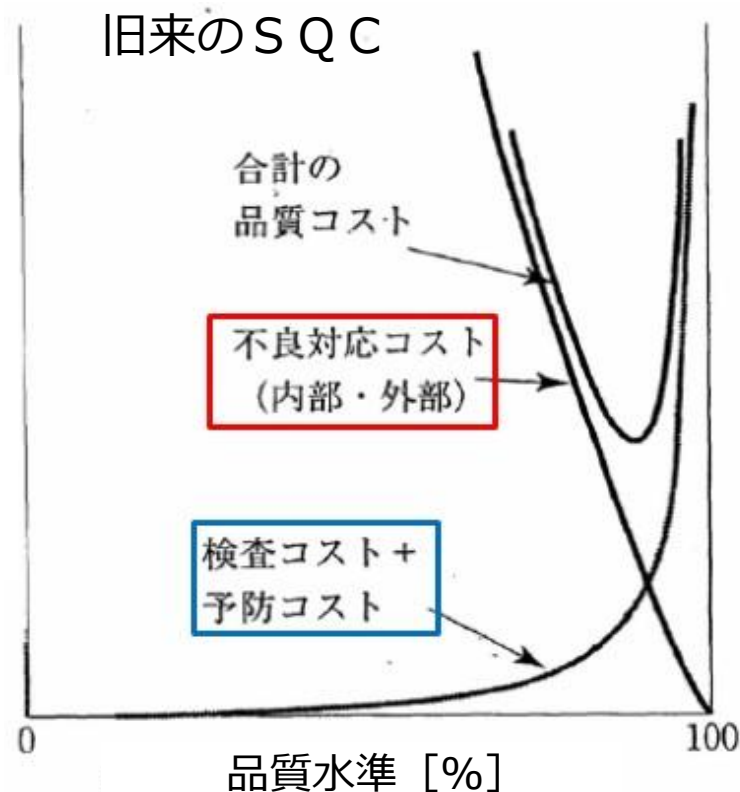
不適合品の**発生予防**には、「**ばらつき**」と「**偏り**」を限界内に**傾向管理**することが有効です。



# 品質コストの考え方

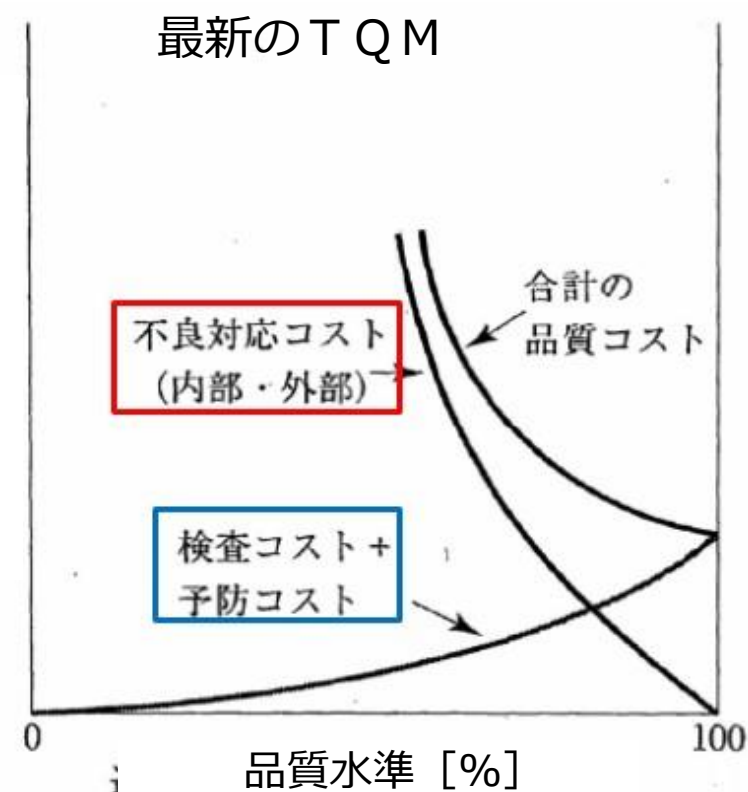
旧来のSQC

良品1個当たりのコスト



最新のTQM

良品1個当たりのコスト



上図は、縦軸に「コスト」横軸に「品質水準」を配し、品質水準を上げると「リスクに伴うコスト」は下がるが「管理に伴うコスト」が上がる関係を表しています。

# 演習12

課題：自社の任意の工程の「リスクに伴うコスト」と「管理に伴うコスト」に何が該当するか整理してみてください。

	リスクに伴うコスト	管理に伴うコスト
<div><div>• 材 料</div><div>• 部 品</div></div>		
<div><div>• 作 業 者</div><div>• 検 査 員</div></div>		
<div><div>• 設 備</div><div>• 治 工 具</div><div>• 金 型</div></div>		

# 品質管理とは

買い手の要求に合った品質の製品またはサービスを**経済的**に作り出すための手段の体系。

前出の「製造品質」が「設計品質」を**満たせない**状況があるならば、そこには品質に係る**問題**や**課題**が必ず存在します。

**問題**を解決するには、事実に基づき原因（影響度の高い要因）を特定し、**原因に適応**した対策により解決を図ります。

**課題**を達成するには、目的に適合した目標を定め、目標に到達するための**方策を推定**した中から確実性の高い策を絞込み、実行により達成を図ります。

# 品質管理の歴史

年 代	主要な出来事と品質管理の普及状況		
	日 本	世 界	品 質 管 理
1940	太平洋戦争	第2次大戦	SQCの普及 デミング賞創設
1950	神武景気	朝鮮戦争、ワルシャワ条約	
1960	日米安保条約 岩戸景気	OPEC、ASEAN、EC発足 中国文化大革命	QCサークル活動 の活性化
1970	円切上げ 為替変動相場制 大阪万博	第1次オイルショック ベトナム戦争 第2次オイルショック	デミング賞ブーム TQCの普及
1980	バブル景気	冷戦終結	
1990	1USD=80円切る	湾岸戦争	ISO認証の普及
2000	人口減少	同時多発テロ、SARS流行	(TQC⇒TQM)
2010	ゼロ金利、大震災	中国台頭、世界人口70億	ISOブーム一服
2020	東京オリンピック	新型ウィルス流行	「次のブーム？」

# SQC/TQC/TQMとは

## **SQC** (Statistical Quality Control)

デミング博士が1950年に来日し、講演で「抜き取り検査」「管理図」など「統計的品質管理」を紹介し、製造品質の管理に普及しました。  
(不良発生の規則性を見出す目的)

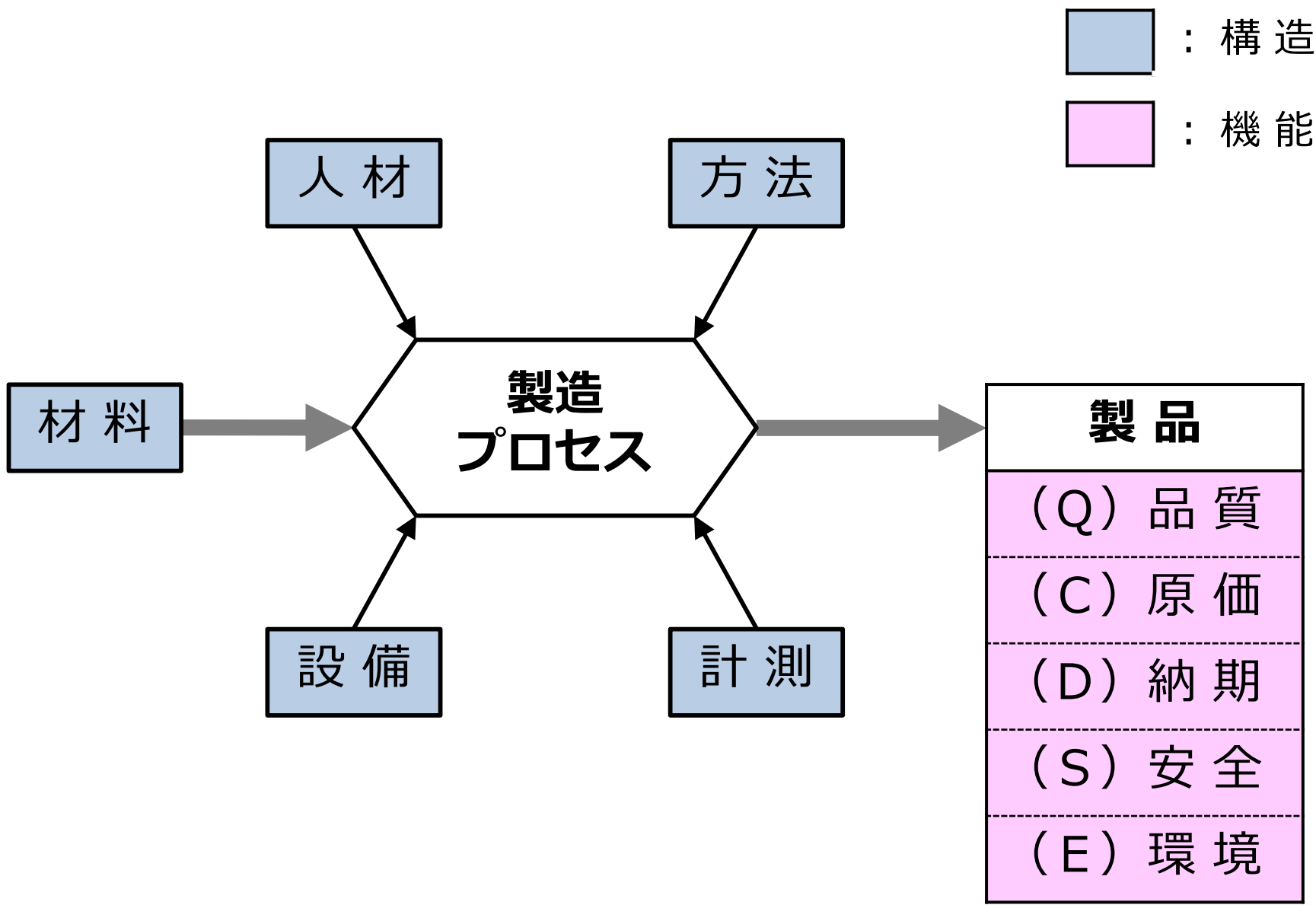
## **TQC** (Total Quality Control)

管理の対象を広義の生産システム全体へ拡大し、全社的品質管理と呼ぶ様になりました。(関連:デミングサイクル)

## **TQM** (Total Quality Management)

ISO認証の普及に伴いトップダウンでTQCを行う総合的品質管理と呼称を変えました。

# 製造プロセスの構造と機能



# 品質管理の基本

## ■ 品質管理活動の基本

顧客へ提供する製品やサービスの「**質を一定**」に保つ取組み、  
即ち、データの「**ばらつき**」を少なくする活動を指します。

※ **ばらつき**を表す基本統計量には、「**範囲**」と「**標準偏差**」  
があり、詳細の解説は、後述します。

## ■ 現場で行う品質管理の基本

工程管理の基礎講座で解説した日常管理の維持活動（SDCA）  
と改善活動（PDCA）を通じた**スパイラルアップ**と同様です。

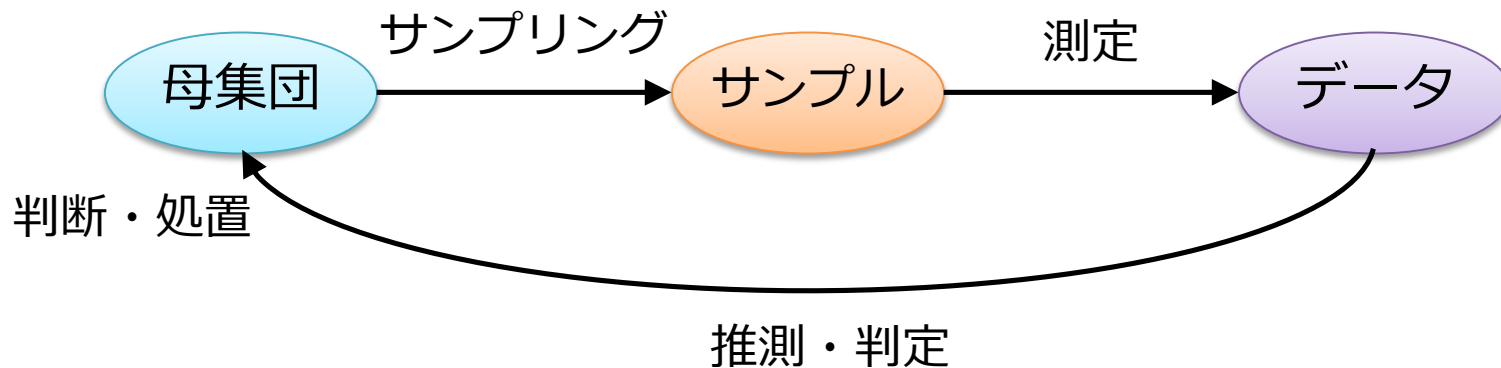
## 母集団とサンプル(標本)

母集団の特徴を正確に把握するには、経験や勘に頼らず、事実をデータから客観的に判断することが重要です。

【事例】 ○○小学校の先生が生徒の身長を把握しようと思い、全校生徒 から 60人 を抽出し、身長を測定しました。このデータの「ばらつき」から傾向を判断する場合の

母集団 = 全校生徒

サンプル = 60人の生徒





# ランダムサンプリング

サンプルは、母集団の姿をできる限り反映していなければならないので、母集団を構成する要素に偏りなく何れも**等しい確率**でサンプルに含まれる様に**無作為**に取る必要があります。

## 【事例】

	1年生	2年生	3年生	4年生	5年生	6年生
男子	5人	5人	5人	5人	5人	5人
女子	5人	5人	5人	5人	5人	5人

## 【数値データの種類】

計量値：**機器**を使って求められる値（寸法、重量、時間など）

計数値：目で**数える**ことができる値（不良数、傷の数など）

# 演習13

**課題：**以下の条件から、どのような情景かを想像しますか？

統計的見地から推測してください。

## 【条件】

- (1) 東北地方の山村に100軒ほどの集落があります。
- (2) 全世帯の貯蓄高の平均は、¥ 100,000,000 です。

## 【MEMO】

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# 基本統計量

## 分布の中心位置 を示す統計量

- (1) 平均値 = データ群の中心となる値。
- (2) 中央値 = 大きさの順に並べた中央の値。

## 分布のばらつき の大きさを表す統計量

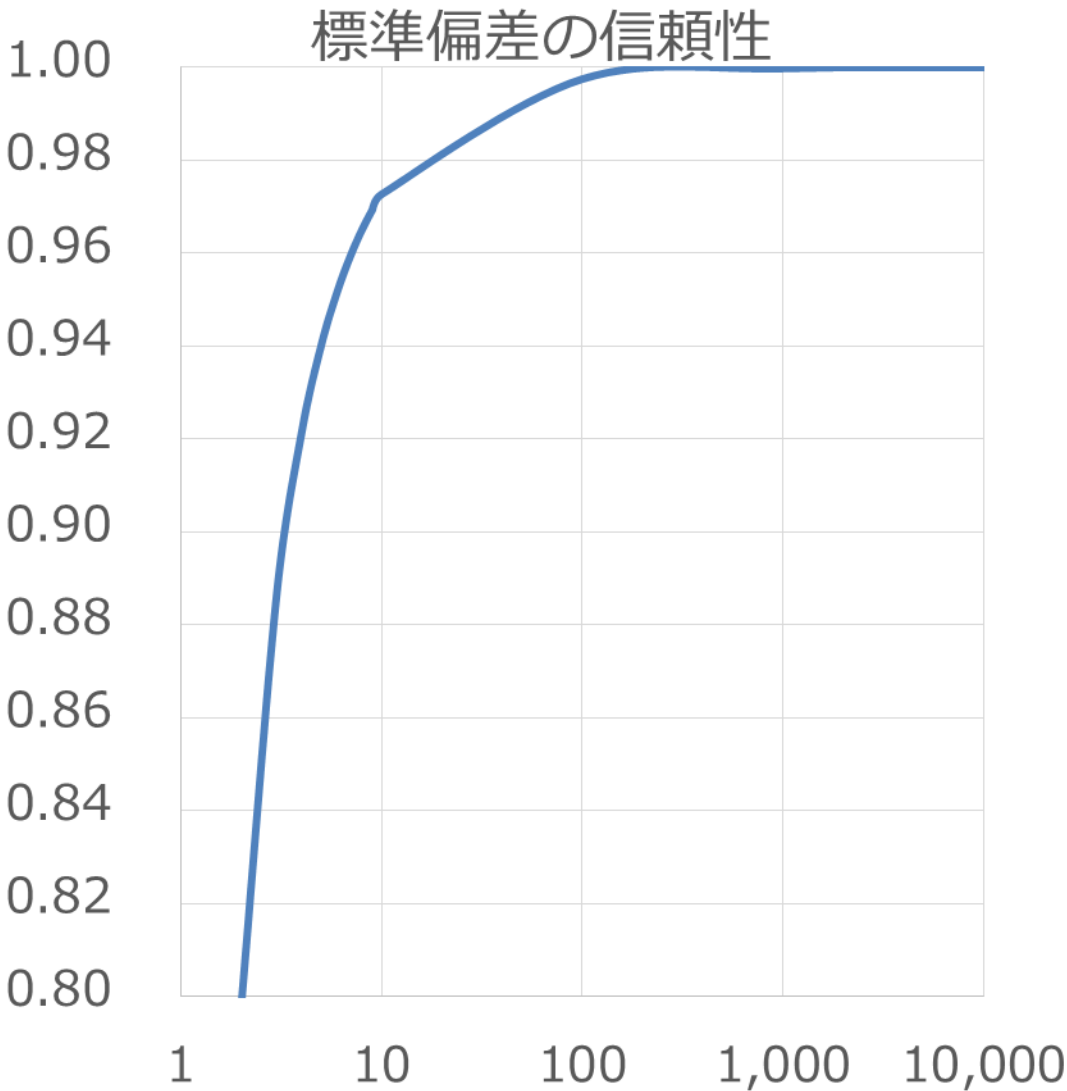
- (3) 範囲 = 値は、最大値－最小値の間に分布している。
- (4) 標準偏差 = 個々のデータと平均値の差の平方和を  
※ (データ数－1) で割った値の平方根。

## 分布の偏り の大きさを表す統計量

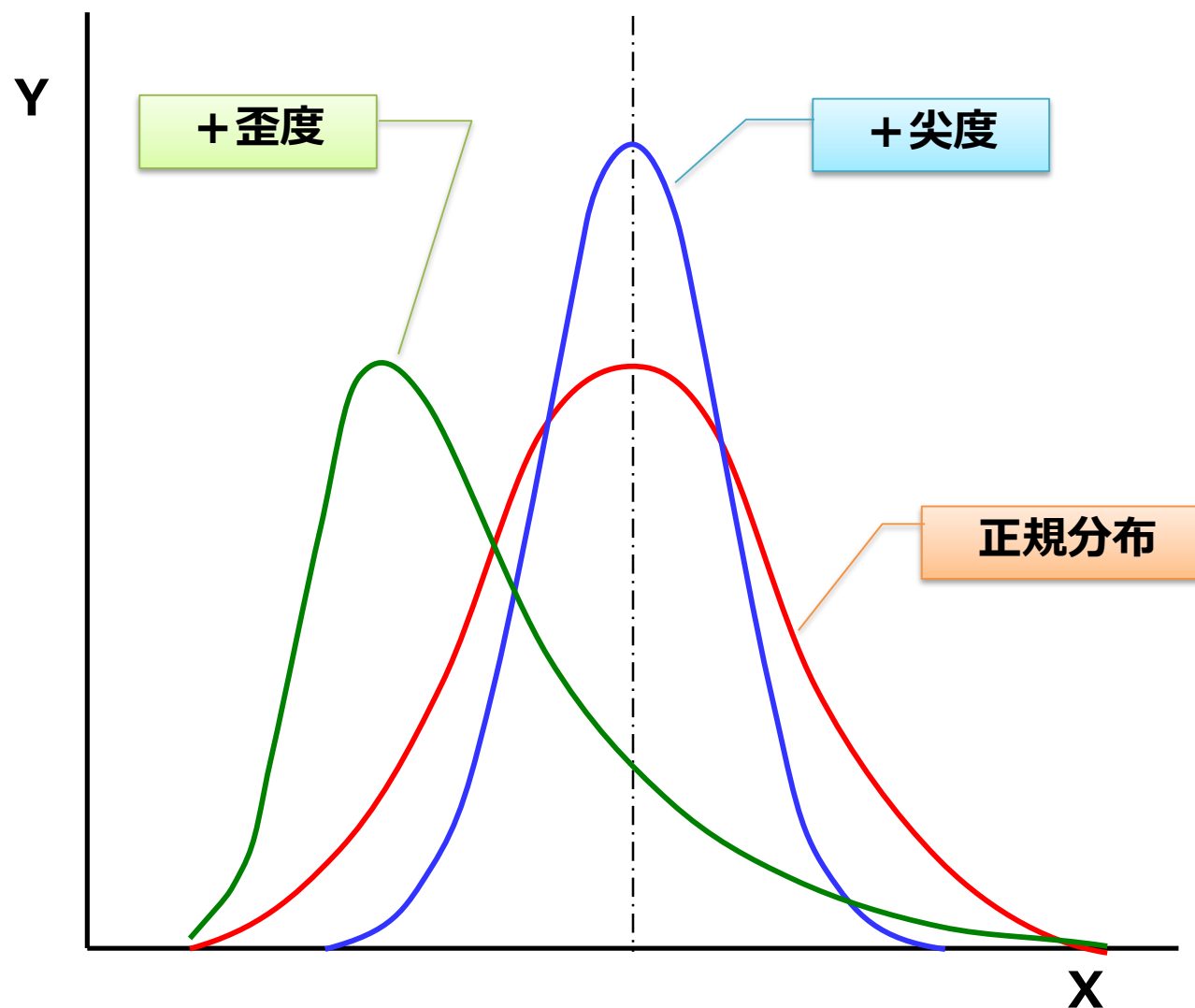
- (5) 尖度 = データ分布の上下の偏りを示す指数。
- (6) 歪度 = データ分布の左右の偏りを示す指数。

# データ数と標準偏差の信頼性

データ数	信頼性
2	0.7978846
3	0.8862269
4	0.9213177
5	0.9399856
6	0.9515329
7	0.9593688
8	0.9650305
9	0.9693107
10	0.9726593
100	0.9974780
1,000	0.9997498
10,000	0.9999750



# 尖度と歪度の例



# Excelを使った基本統計量

	演 算 式
(1) 平 均 値	= AVERAGE(A1:A100)
(2) 中 央 値	= MEDIAN(A1:A100)
(3) 範 囲	= MAX(A1:A100) – MIN(A1:A100)
(4) 標準偏差	= STDEV(A1:A100) ←サンプル = STDEVP(A1:A100) ←母集団
(5) 尖 度	= KURT(A1:A100)
(6) 歪 度	= SKEW(A1:A100)
(7) 最 頻 値	= MODE(A1:A100)
(8) 最 大	= MAX(A1:A100)
(9) 最 小	= MIN(A1:A100)
(10) 合 計	= SUM(A1:A100)
(11) 標 本 数	= COUNT(A1:A100)

## 工程能力指数(Cp/Cpk)

工程能力とは、設計品質に対して製造品質の**ばらつき**が、どの程度規格内に納まるのか**質的**な**能力**を指します。

$$C_p = (\text{規格上限} - \text{規格下限}) \div (6 \times \text{標準偏差})$$

$$C_{p k} = (\text{規格上限} - \text{平均値}) \div (3 \times \text{標準偏差})$$

または、

$$(\text{平均値} - \text{規格下限}) \div (3 \times \text{標準偏差})$$

の小さいほうの値

工程能力指数の値が**大きい**方が**工程**は、より**安定**しています。

※ 詳細は、設備管理の演習の項で後述します。

# QC工程表

材料保管～完成出荷に至るまでの全工程を対象に品質を保証する目的で  
工程毎の「製造条件」と「品質特性」を記した一覧表を指します。

## 【Q C 工程表の基本的な構成】

分類的要素	原因系要素	特性系要素
<ul style="list-style-type: none"><li>• 工程名</li><li>• 工程番号</li><li>• 製品名</li><li>• 作成日</li><li>• 作成者</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 人（作業者、管理者）</li><li>• 設備（含む金型、備品、動力）</li><li>• 材料（含む部品、包材）</li><li>• 方法（作業手順、制約）</li><li>• 測定（検査、選別）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 特性規格</li><li>• 検査規格</li><li>• 校正規格</li></ul>
〈備考〉 諸注意事項を記載		



# 作業標準書

作業条件、管理方法、使用材料、使用設備、諸注意などに関する**基準**であり、**良い品質**の製品を**経済的**（安く、速く、楽に）につくる行動を**規定化**したものです。

## 【作業標準書の基本的な構成】

• 適用範囲（製品名、工程名）	• 作業の時期、場所、環境
• 作業、検査の目的	• 作業の手順、方法、急所
• 使用する材料、部品	• 異常時の処理
• 使用する設備、機器	• 製品の品質特性、測定方法
• 作業者に求める力量	• 管理者に求める力量、職位
• 安全、品質、生産性の水準を確保する上での諸注意	

※ 詳細は、工程管理の演習の項で後述します。

# 5S

職場の管理の前提となる整理、整頓、清掃、清潔、しつけ（躰）について、ローマ字表記の頭文字です。 / 出典：JIS Z 8141:2001 5603

- (1) **整理**：必要品と不要品に分けて不要品を処置すること。
- (2) **整頓**：必要品を取出し易く、使い易く配置すること。
- (3) **清掃**：必要品に付いた異物を除去すること。
- (4) **清潔**：異常の発生の予防と検知をすること。
- (5) **躰**：決めたこと、決められたことを遵守すること。

※ 詳細は、設備管理の演習の項で後述します。

# 目で見える管理

管理すべき対象が**正常**なのか、**異常**なのかを考えなくても  
「目で見えて判断」でき、**迅速**な処置に展開する仕組みです。

【目で見える管理の対象と観点】

観点 対象	品質 (Q)	原価 (C)	納期 (D)	安全 (S)	環境 (E)
人材	作業標準	手待ち	F I ・ F O	ポカヨケ	教育訓練
設備	定期点検	可動率	生産 L / T	安全装置	設備仕様
材料	仕様書	歩留り	在庫日数	M S D S	負荷物質
方法	関連する法規制や製品規格、社内標準				
測定	不良率	標準原価	納期達成率	労災件数	E M S

# 工程FMEA

工程設計で決めた標準が守られなかった場合に起こり得るリスクを予測し、可能な限りの軽減措置を取る手法です。

工程FMEAは、最も普及している**10点法**と簡潔に診断できる**4点法**が広く採用されています。

**10点法**：リスク優先数 = 影響度 × 発生頻度 × 検知度  
特徴) 相対評価で及第点が不明確

**4点法**：危険指数 =  $\sqrt[3]{\text{影響度} \times \text{発生頻度} \times \text{検知度}}$   
特徴) 絶対評価で及第点が明確

※ 詳細は、設備管理の演習の項で後述します。

# ポカヨケ

ポカミスを起こしても重大な**事故**や**故障**につらがない様に講じた**対策**のことです。

ポカヨケの**機能**には、**異常**発生の**予防**と**検知**があります。

## 【ポカヨケの身近な例】

- |                                      |
|--------------------------------------|
| • 電子レンジは、蓋が空いていると作動しない。              |
| • 電子レンジは、作動中に蓋を開けた瞬時に停止する。           |
| • 自動車のシフトは、P と N でなければ、セルモーターが起動しない。 |
| • 自動車は、走行中にエンジン停止スイッチを押しても機能しない。     |
| • ファンヒーターは、振動が加わると自動消火する。            |

*受講者からポカヨケ事例のご意見を頂戴する。

# ポカミス

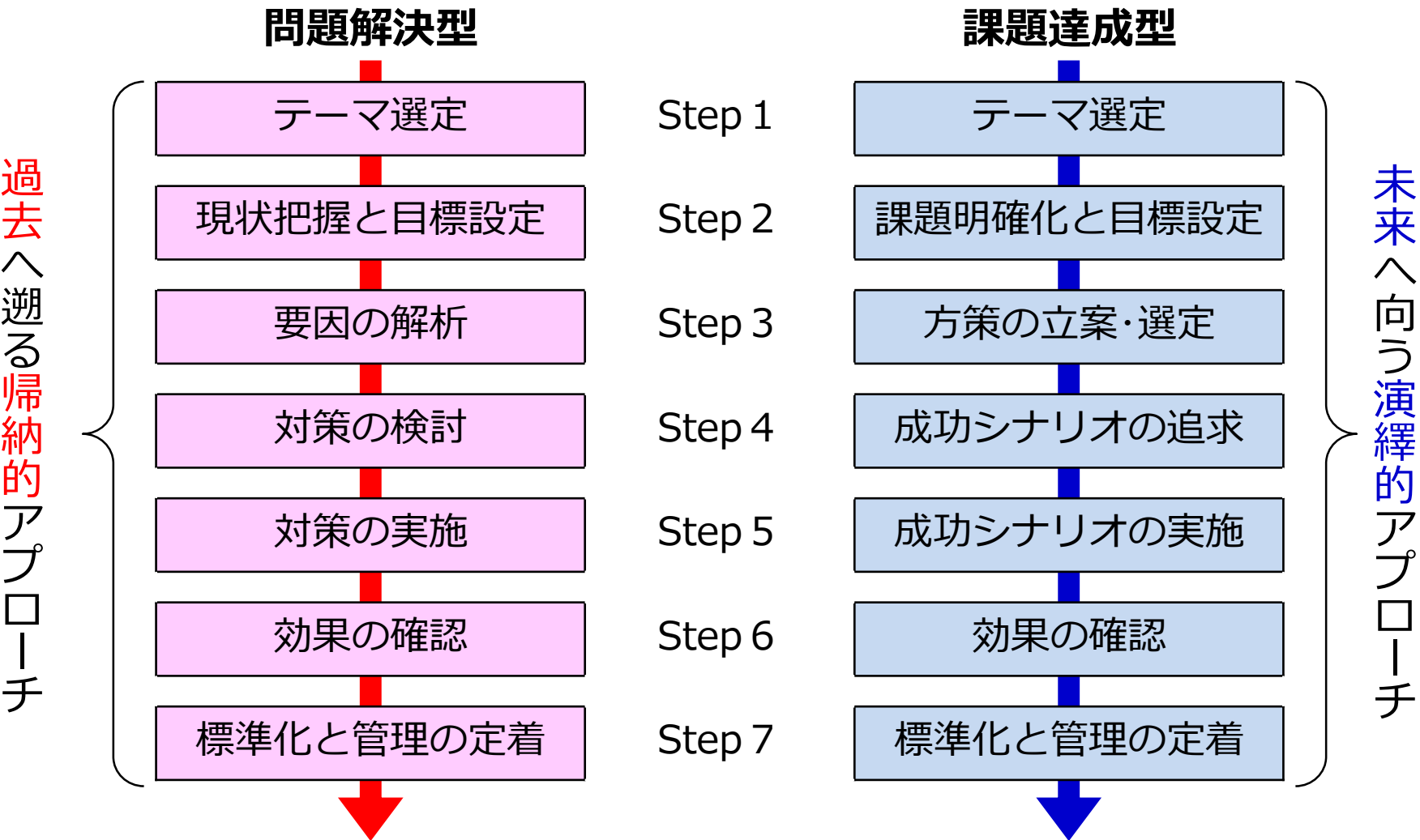
人だからこそ起こすミスを指します。そしてポカミスは、  
起こって初めて気づくという特徴があります。  
ヒューマンエラーも同様の意味で用います。

## 【ポカヨケの4 分類】

• 錯誤（うっかり）	し様としたことは間違いなかったが、 動作が不正確であった。
• 過誤（思い込み）	勘違いや早とちりで、し様としたことが、 そもそも間違っていた。
• 失念（し忘れる）	不正確な記憶や目標を見失った場合に 起こり易い。
• 違反（やらない）	違反が見つかり難い、守らなくても影響が 少ないなどの意識が違反を誘発する。

# QCストーリー

問題解決と課題達成のためのデータに基づく推進手順です。



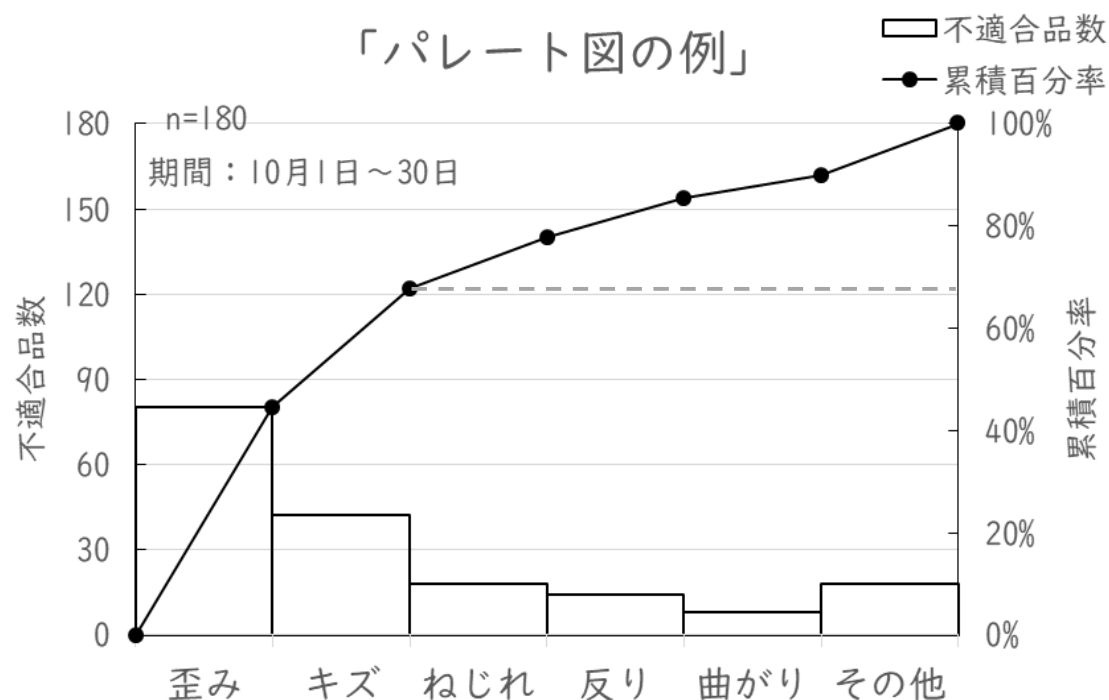
# QC7つ道具

QC7つ道具の種類と用途 (◎：特に有効なもの、○：有効なもの)		パ レ ー ト 図	特 性 要 因 図	チ ェ ッ ク シ ー ト	ヒ ス ト グ ラ ム	グ ラ フ	管 理 図	散 布 図
・テーマの選定		◎	○	○	○	○	○	
・現状把握 目標設定	現状を把握する	○	○	○	○	◎	○	
	目標を設定する	○			○	◎	○	
・活動計画の作成						◎		
・要因の解析	要因と特性の関係を調べる		◎					○
	過去の状況や現状を調べる	○		◎	◎	◎	◎	
	層別してみる	○	○	○	◎	○	◎	◎
	時間的変化を見る					○	◎	
	相互の関係を見る	○				○		◎
・対策の検討と実施			◎			○		
・効果の確認		○		○	◎	○	◎	
・標準化と管理の定着				◎	○	○	◎	



## パレート図／QC7つ道具

項目毎に棒グラフで度数の**高い順**に**左から**並べて、累積百分率を折れ線で表した図を指します。（その他は、必ず右端に配置）

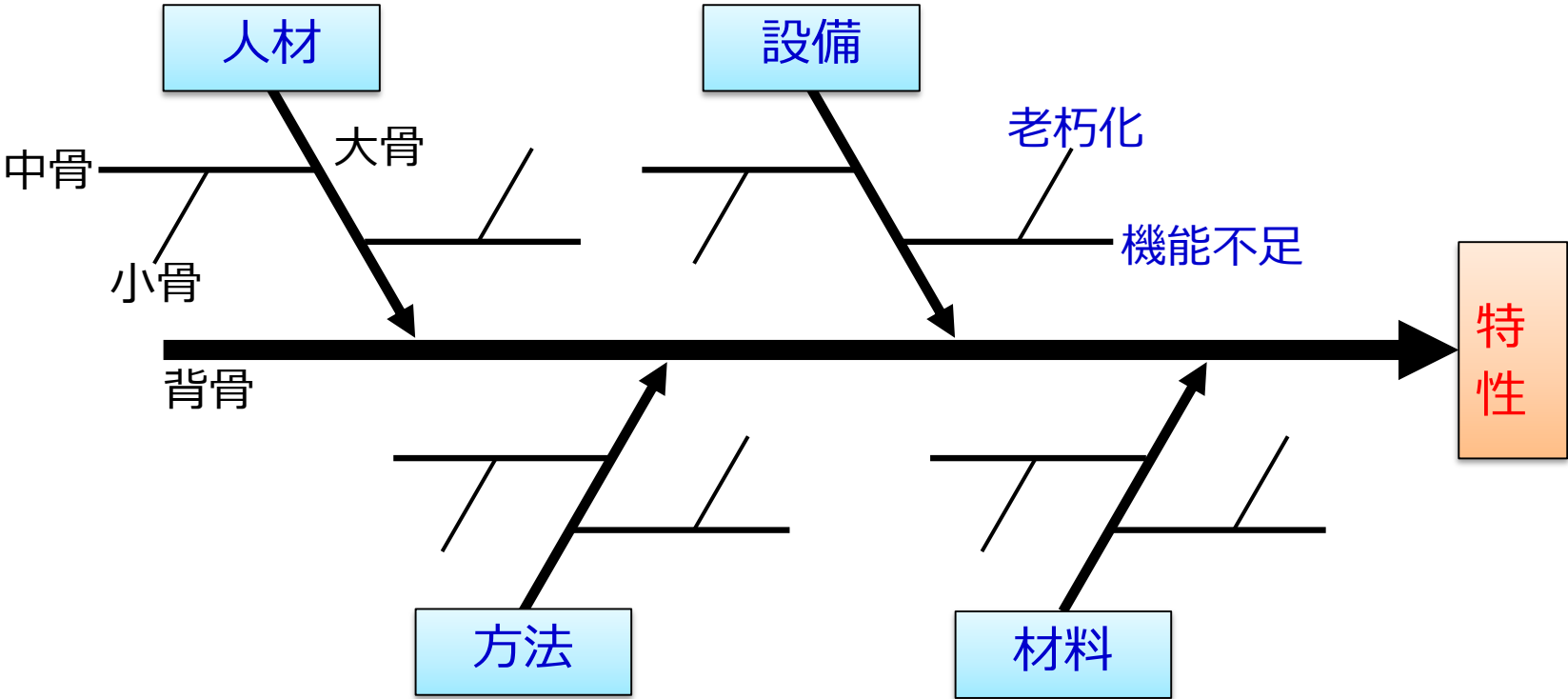


### 【機能】

- ① 影響度の高い項目を絞り込む。
- ② 改善の前後を比較し成果を評価する。

# 特性要因図／QC7つ道具

ある**特性**とその**要因**の関係を系統的に表した図を指します。  
問題の因果関係を整理し、原因を絞込む際に役立ちます。  
要因の抽出には、問題（課題）の関係者が可能な限り集って、  
ブレインストーミングなどを用いると効果的・効率的です。



# チェックシート/QC7つ道具

データを取る際は、手間を掛けずに簡単に且つ整理し易い形が望ましく、その有効的な手法がチェックシートです。

## (1) 記録用チェックシート：実態調査が目的

例) ・ 抜き取り検査表、・ 度数分布表、・ スキルマップなど

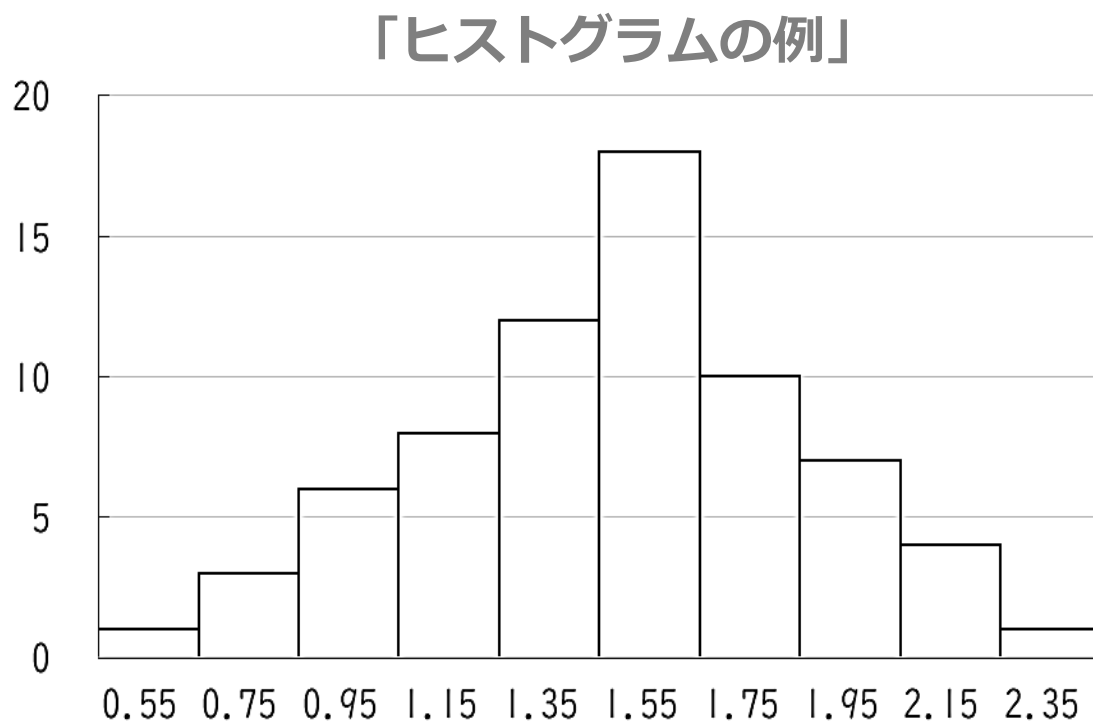
	5/16	5/17	5/18	5/19	5/20	5/23	5/24	5/25	5/26	5/27
No.1	2.0	1.0	1.4	1.2	1.6	0.7	1.1	2.1	1.5	1.7
No.2	2.3	1.3	1.6	1.3	1.9	0.5	1.8	1.2	1.4	1.3
No.3	0.8	1.3	1.6	1.3	1.7	1.0	1.5	1.2	2.2	2.0
No.4	0.7	1.5	1.0	1.2	1.4	0.9	0.7	2.1	1.6	1.4
No.5	1.4	0.9	2.1	1.0	1.5	1.1	1.9	1.7	0.9	1.7
規格	規格下限 = 0.2					規格上限 = 2.6				
判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

## (2) 検査用チェックシート：点検や確認が目的

例) ・ 設備点検表、・ 工程抜け確認表など

# ヒストグラム/QC7つ道具

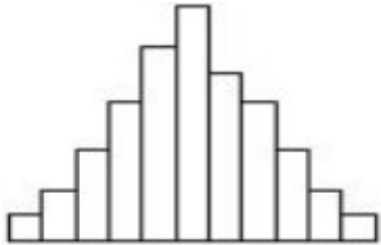

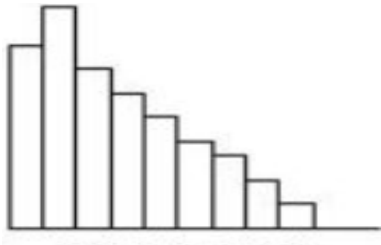
データの分布状況を視覚的に認識するための手法です。  
縦軸に度数、横軸に階級を取るので度数分布図とも呼びます。



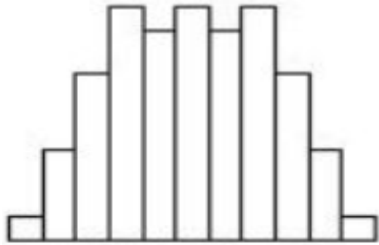
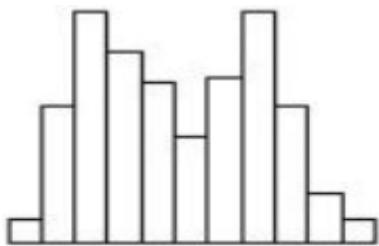
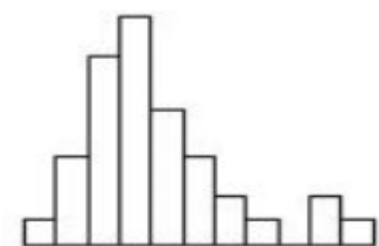
## 【見方】

- ① 中心値の位置
- ② ばらつき方
- ③ 分布の形状
- ④ 異常値の有無

# ヒストグラム/考察

 <p>(a)一般型</p>	<p>安定した工程から得られたデータのヒストグラムは、中央が高く、左右が均等に裾を引いた山型になります。</p>
 <p>(b)片すそ引き型</p>	<p>ある特殊な条件下のデータの場合に現れることが多い型です。 例えば工程の状態が急に变化した場合にこの型になります。</p>
 <p>(c)絶壁型</p>	<p>全検をして不適合品を除去した場合に良く見られる型です。 規格を僅かに逸した不合格を合格側に捏造した場合もこの型になります。</p>

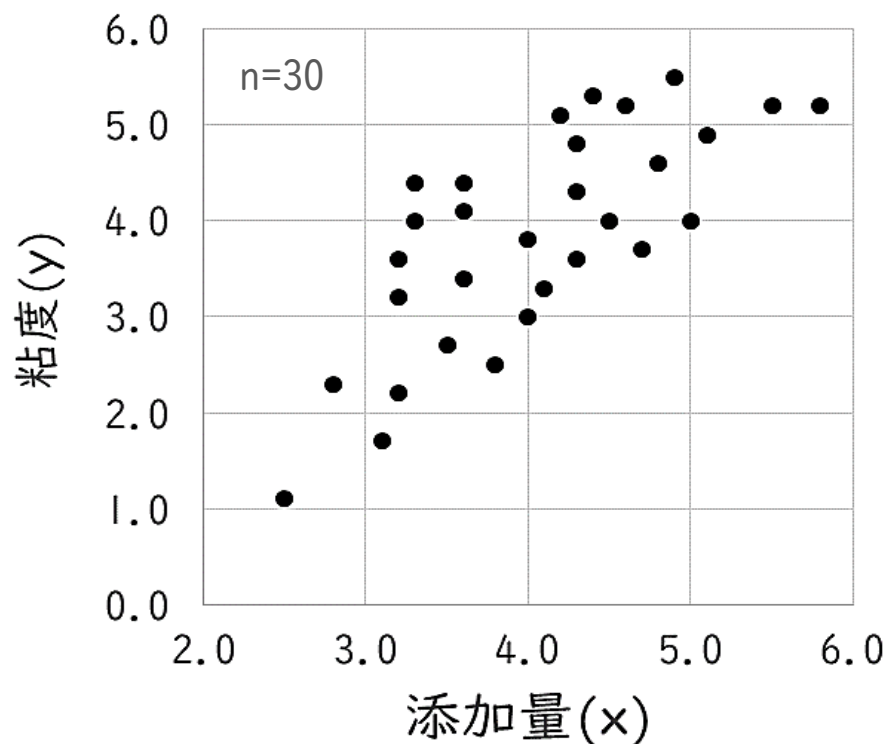
# ヒストグラム/考察

 <p>(d) 高原型</p>	<p>複数の機械で生産された製品のデータが混在している場合に見られる型です。</p> <p>機械別のデータを層別してヒストグラムを作り直すと解消されます。</p>
 <p>(e) ふた山型</p>	<p>平均値の異なる2つのデータが混在していることが予測される型です。</p> <p>データを層別してヒストグラムを作り直すと解消されます。</p>
 <p>(f) 離れ小島型</p>	<p>工程異常や異なる標本の混入や測定ミスなどによる異常値が検出された型です。</p> <p>この場合は、異常値に影響度の高い要因を絞り込み処置します。</p>

## 散布図/QC7つ道具

2つの特性（変量）を横軸（x）と縦軸（y）にとり、データを打点し、相互の相関の強弱を見る機能を持つ手法です。  
作業条件出しの段階で用いると特に有効です。

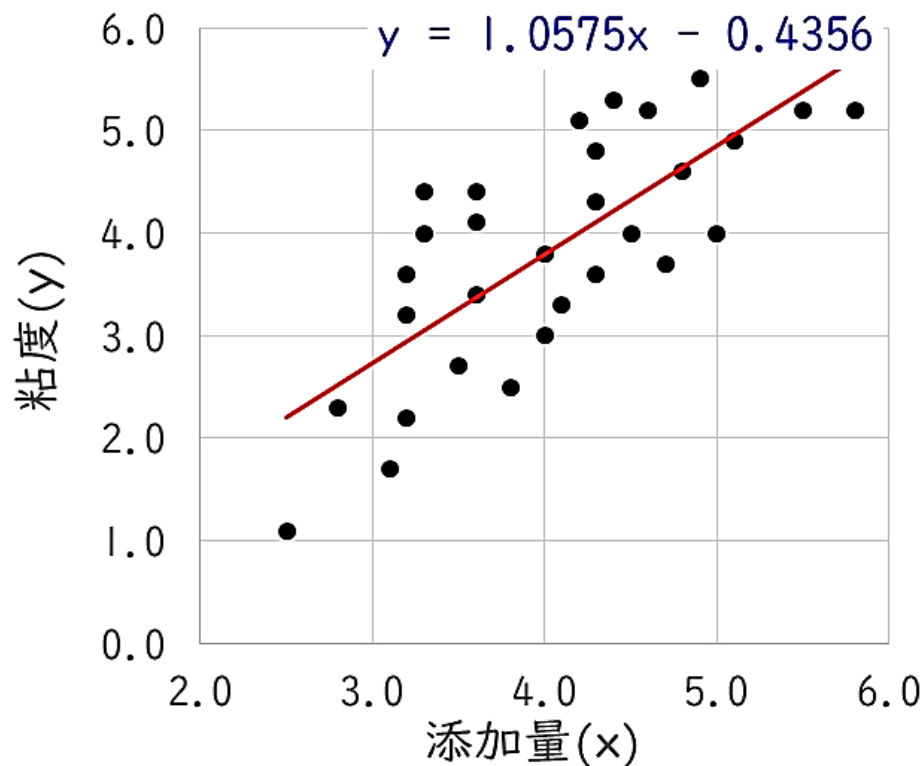
「散布図の例」



## 回帰分析／散布図から派生

上述の相関図では、2つの変数の相関の強弱を示す機能と解説しましたが、回帰分析は、この相関の傾向を示す「直線の式」を求める分析手法です。

「回帰分析の例」



### 【手順】

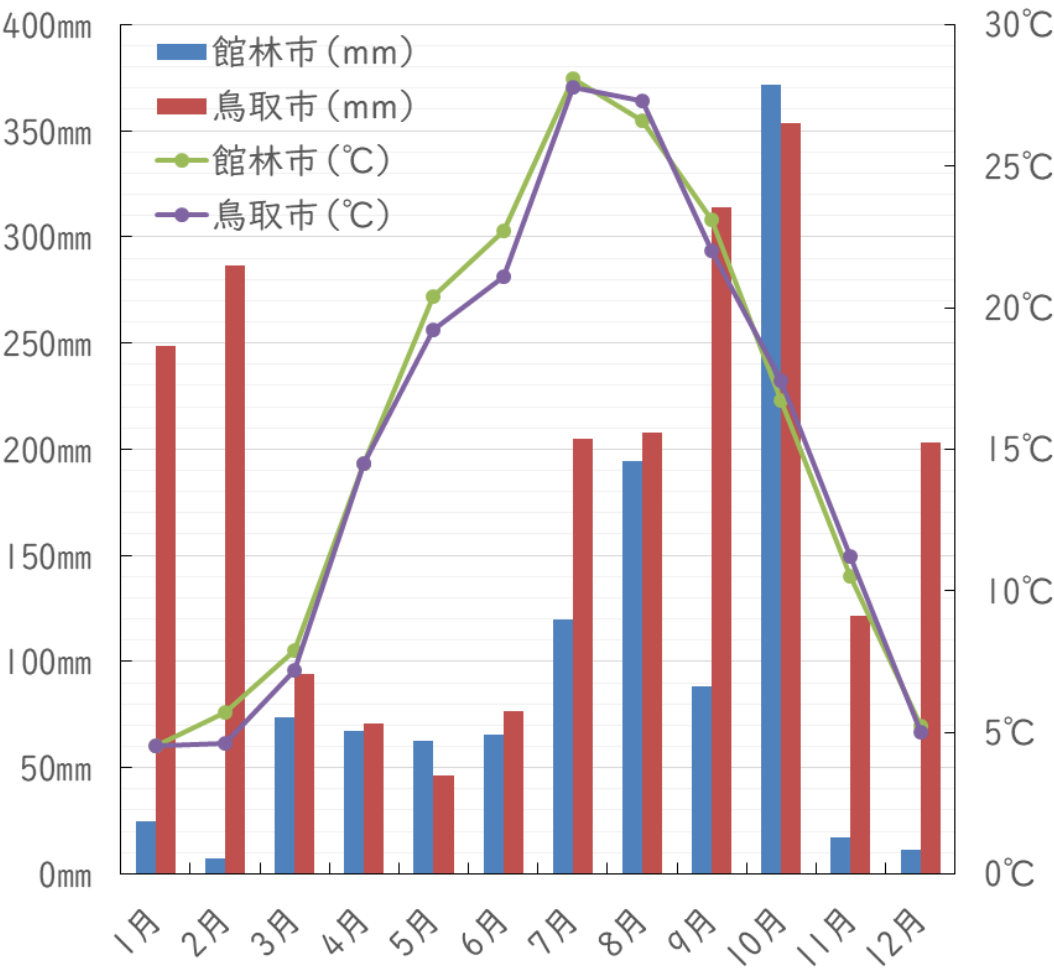
- ① Excelのグラフ機能で散布図を描きます。
- ② 打点を右クリックして近似曲線を追加から線形近似を選択します。
- ③ グラフに数式を表示を選択して終了です。



# グラフ/QC7つ道具

データの特徴を理解し易く図示したものがグラフです。

「気温と降水量の年間推移の例」



## 【見方】

- ①折れ線（推移）  
連続的な変化を考察
- ②棒線（比較）  
差の変化を考察

## 管理図／QC7つ道具

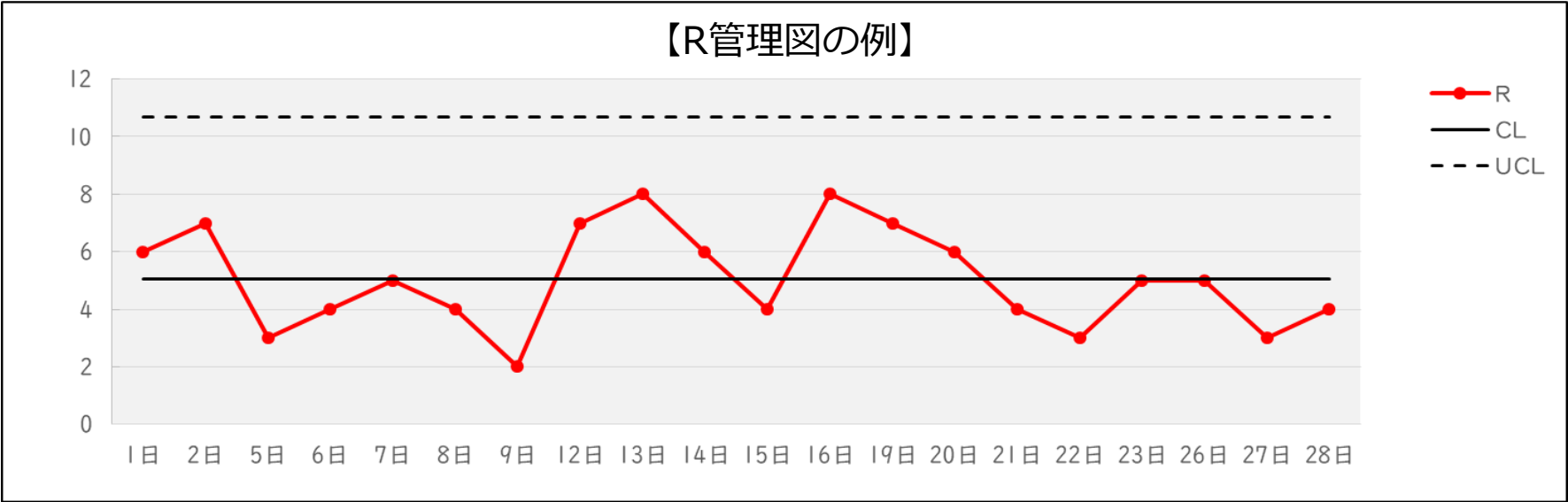
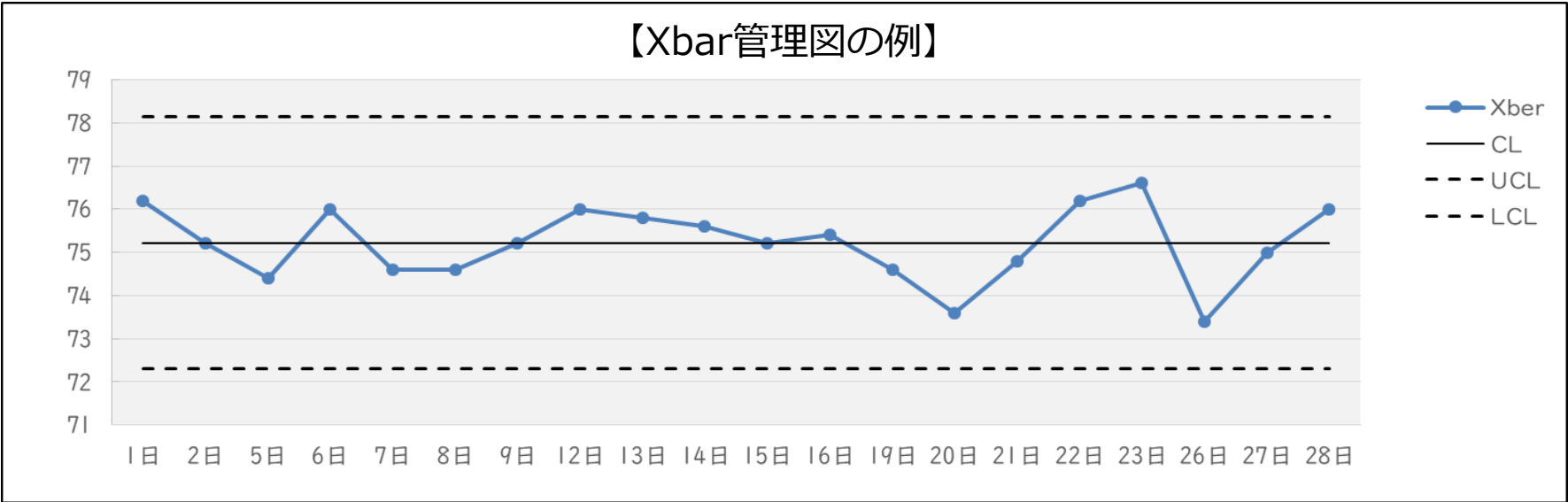
抜取り検査などで連続的に取得したデータを取得順に打点して打点の並び具合に「**くせ**」の有無を見るのが管理図です。

データから得た中心線（CL）と上側管理限界線（UCL）、下側管理限界線（LCL）を引き、打点が**限界線の外**にあったり、連続的に中心線より**上側（下側）に偏って**あったりすることを

「**くせ**」がある状態と言い、リスクの可能性を検知する機能を持ちます。

製造プロセスで良く使われるものにXbar-R管理図とシューハート管理図があります。

# Xbar-R管理図の例



## 「クセ」のある状態／管理図

- (1) 打点が中心線より上側（下側）のどちらか一方に7点以上連続で並んでいる。
- (2) 打点が中心線の上側（下側）どちらか一方に多く出ている。
  - ・ 連続する11点中の10点                      ・ 連続する14点中の12点
  - ・ 連続する17点中の14点                      ・ 連続する20点中の16点
- (3) 打点が管理限界線に接近している。（ $\pm 2\sigma$ より外側）
  - ・ 連続する3点中の2点                      ・ 連続する7点中の3点
- (4) 打点が連続7点以上、上昇（下降）傾向を示している。
- (5) 打点がある周期で上下に変動している。

# 層別

データの共通点や特徴、クセなどに着目してグループ（層）に母集団を分けて考察してみることを指します。

## 【層別の事例】

- (1) 時間別：時刻、日にち、午前/午後、昼夜、曜日、週、季節
- (2) 作業者別：個人、年齢、習熟度、男女、班、直、など
- (3) 設備別：機種、号機、型式、精度、新旧、ライン、工場
- (4) 材料別：製造元、仕入先、産地、銘柄、ロット、保管期間
- (5) 環境別：気温、湿度、天候、季節、照明（照度）

## 参考文献（推薦HP）

生産マネジメント入門Ⅰ【生産システム編】（日本経済新聞出版社）

生産マネジメント入門Ⅱ【生産資源・技術管理編】（日本経済新聞出版社）

トヨタ生産方式 一脱規模の経営をめざして―（ダイヤモンド社）

本流トヨタ方式・Jコスト論（Jコスト研究所）

M O S T：画期的な標準時間の設定法（日本能率協会マネジメントセンター）

中小企業の現場革新プログラム 図解C-T P M入門（JIPMソリューション）

「モノ」と「情報」の流れ図で現場の見方を変えよう!!（日刊工業新聞社）

〈イラスト図解〉工場のしくみ（日本実業出版社）

品質管理検定4級の手引きVer3.1（日本規格協会）

人工知能は人間を超えられるか（角川E P U B選書）

本教材は一部、他の著作権の対象となる情報を引用しており、出典を明記しております。利用にあたっては厚生労働省の利用規約をご確認ください。

中央総合学院

教育プログラム開発チーム