

生産システム革新マネージャー育成講座

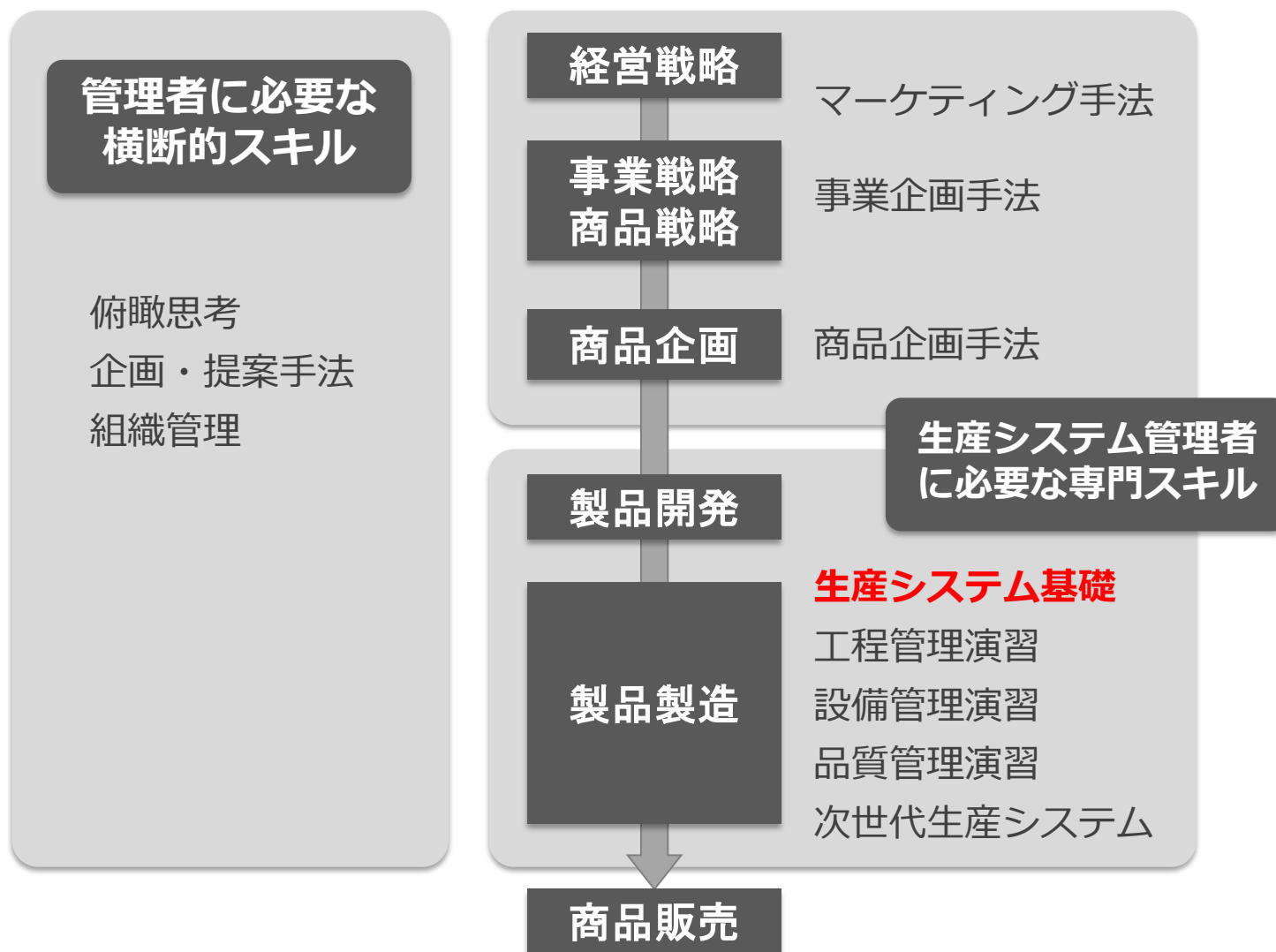
生産システム基礎

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

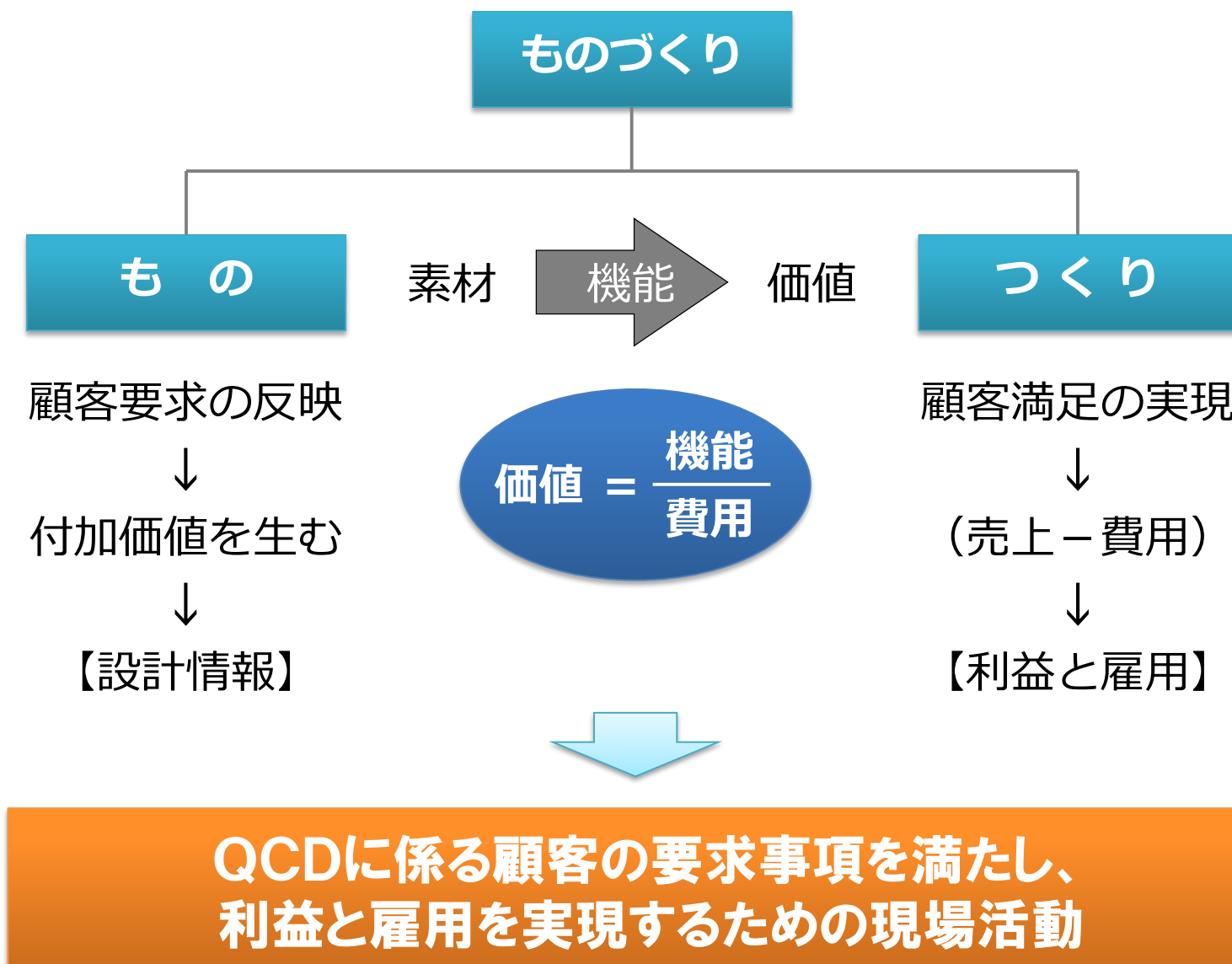
設備導入段階の管理 -----	83
設備運用段階の管理 -----	96
設備処分段階の管理 -----	128

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」

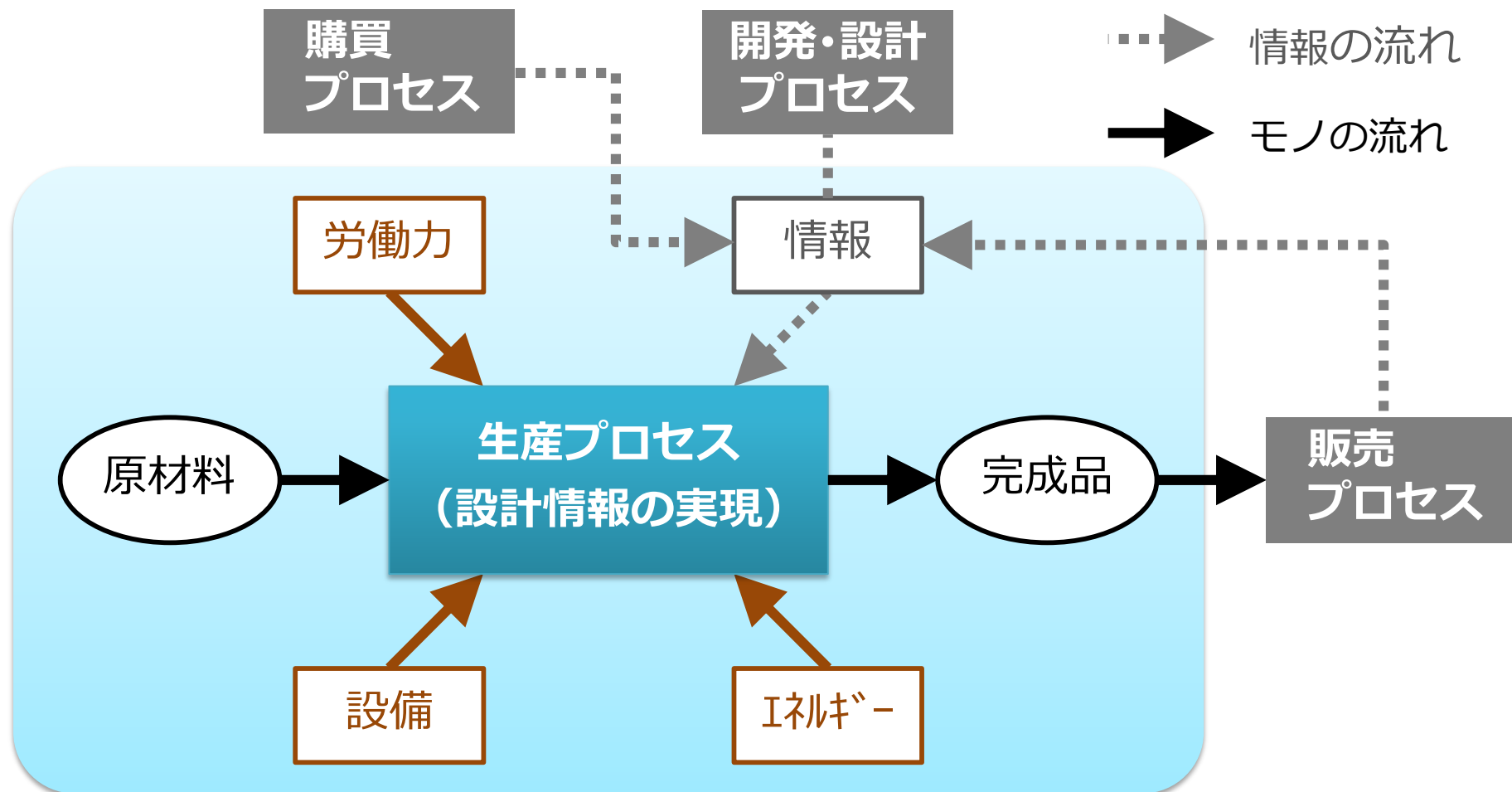
製造 (manufacturing)

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。

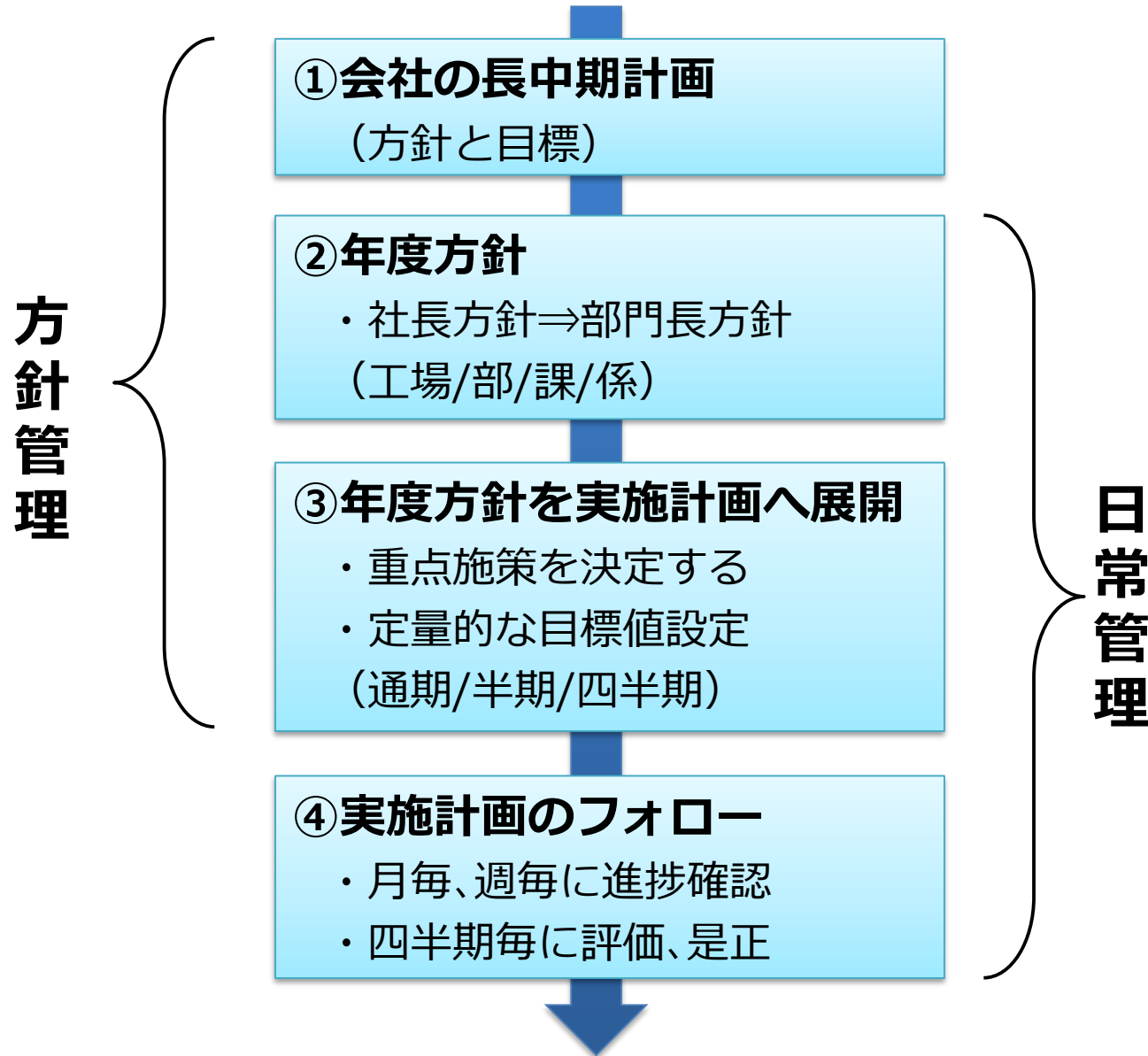
【人の目】（考察してみる）

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）

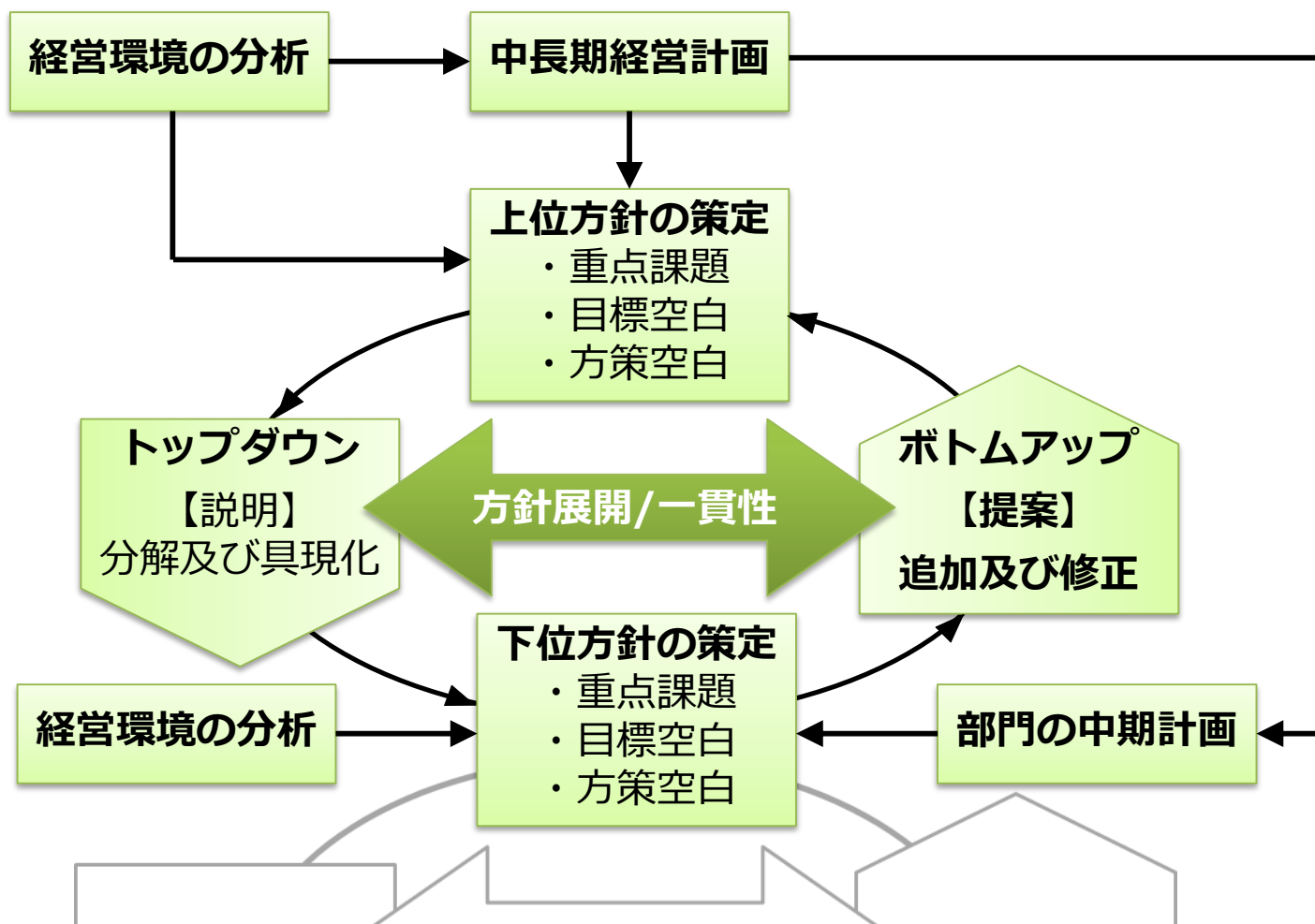
問題の発生に影響度の高い**要因を絞込み**、課題解決に**有効性の高い方策**を導く。

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)	標準を定め、常に最新版を管理する。
D : Do (実行)	標準を遵守しながら同時に問題点を探す。
C : Check (評価)	- 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)	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

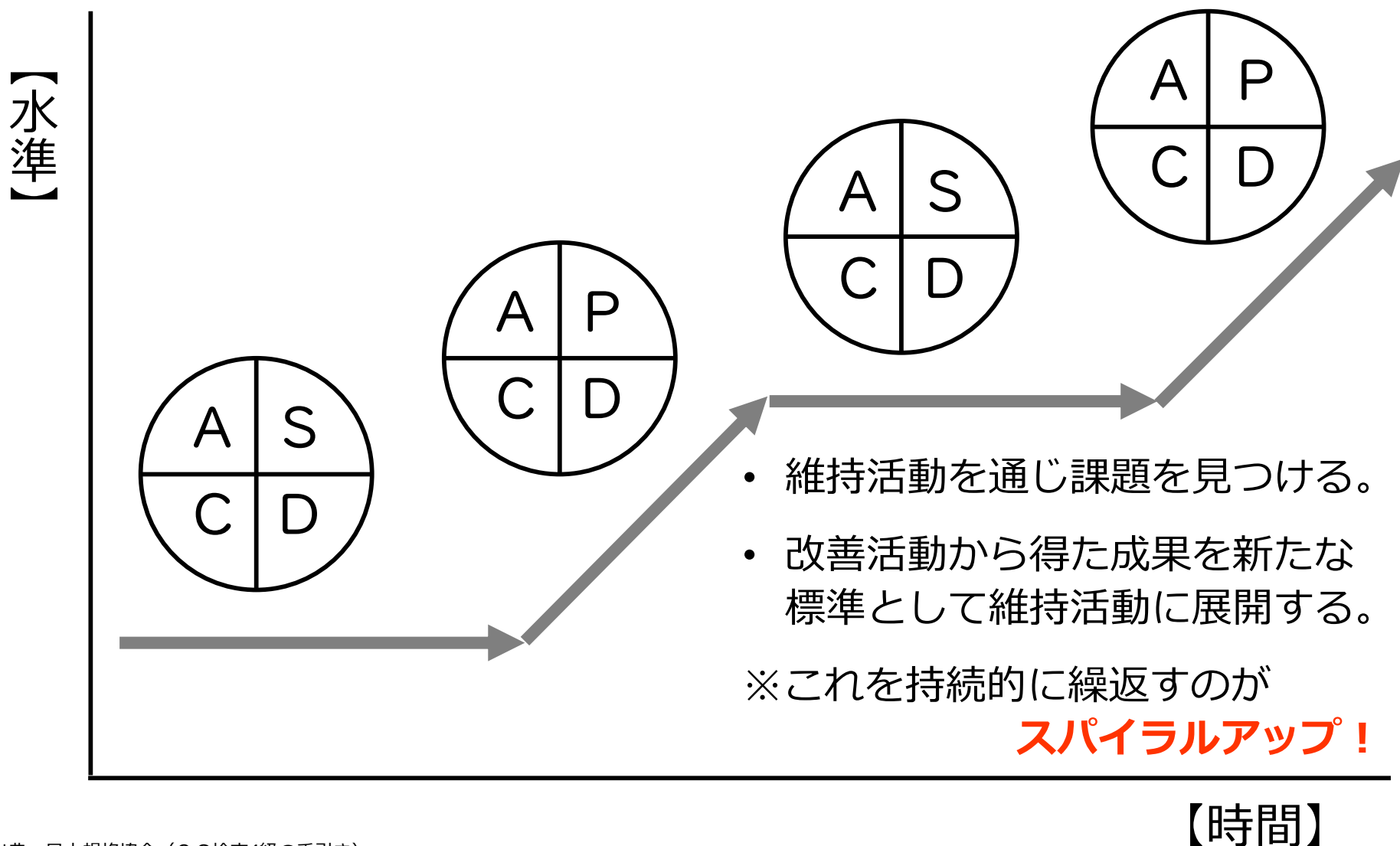
改善活動とは

P : Plan (計画) 目的と整合した改善計画	• 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)	• 計画に沿って方策の実行と是正をする。
C : Check (評価)	• 目標に対して問題解決の達成度を検証する。
A : Act (処置)	• 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

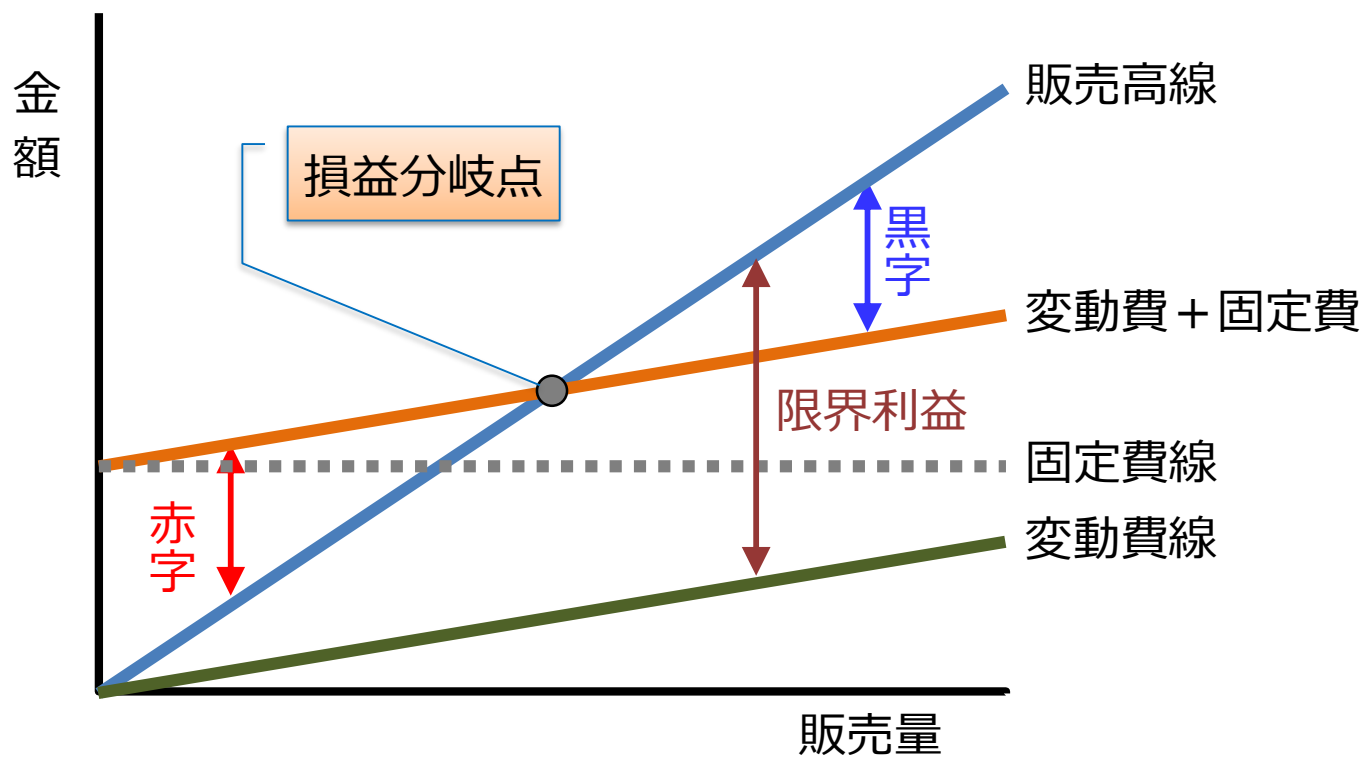
直接労務費：	高・中・低
間接労務費：	高・中・低

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

従業員ひとり当たりの生産高の比率 ⇒ 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」

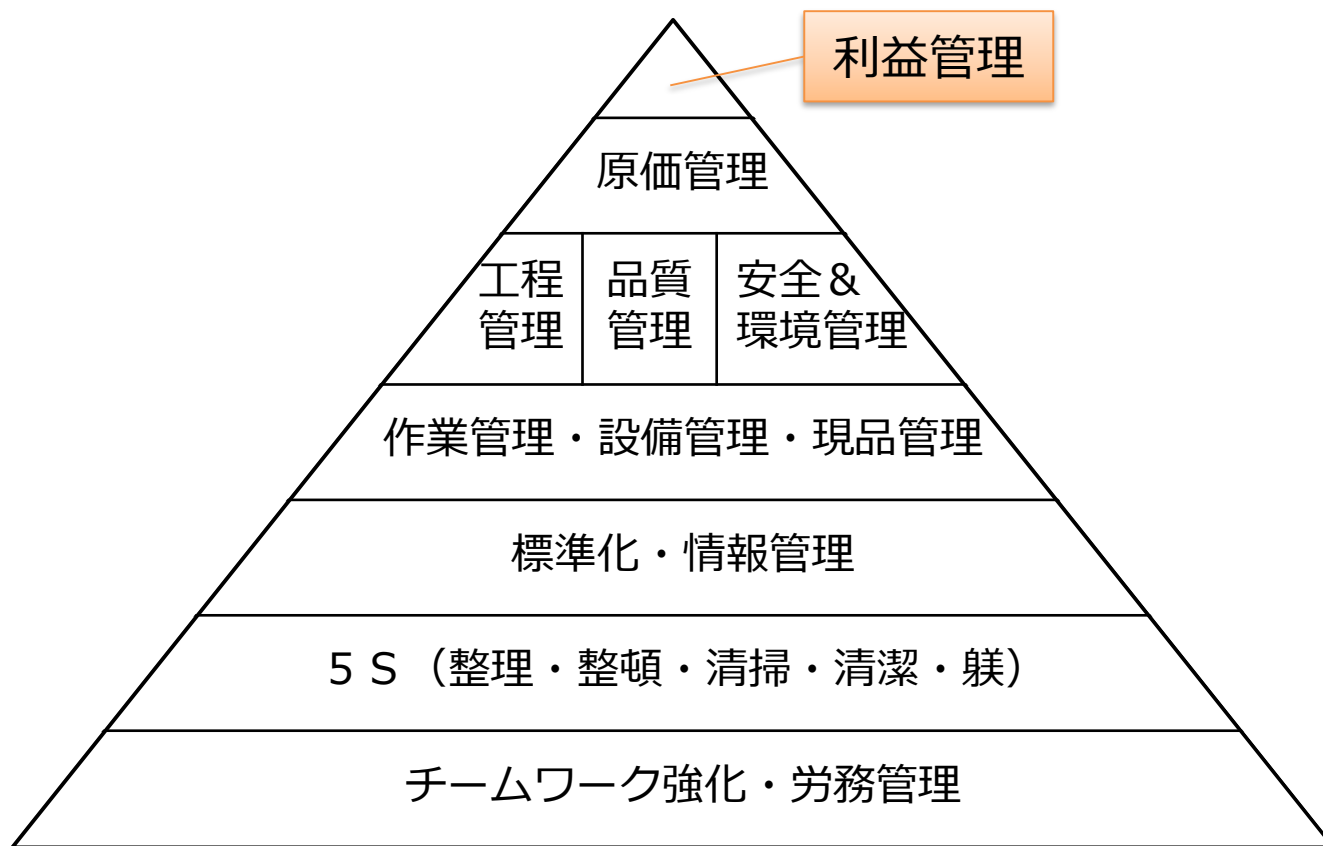
4つの仕組み/**カイゼン**(Kaizen)

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 」

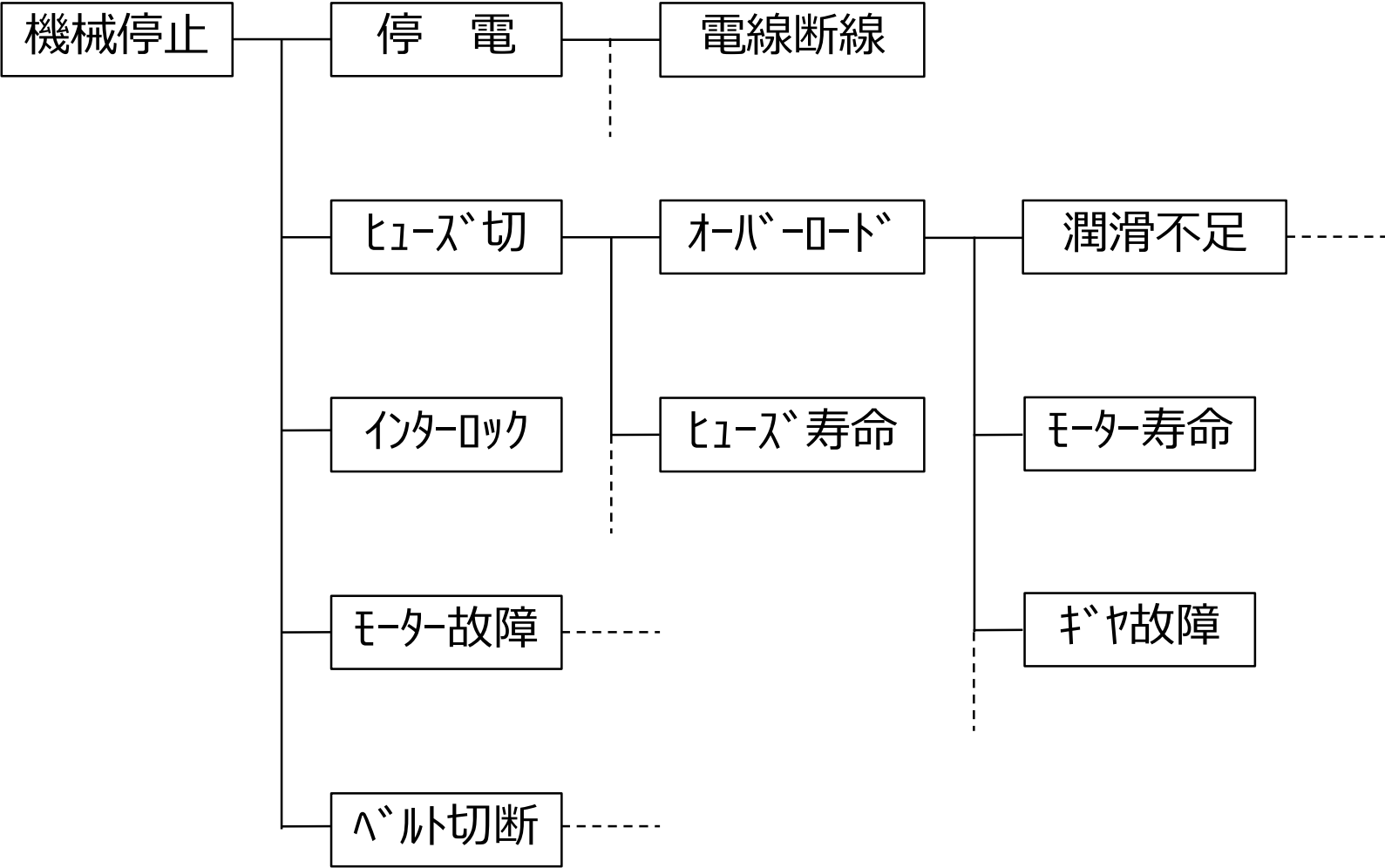
ナ ゼ	原 因	対 処
なぜ機械が止まったか。	オーバーロードが掛かってヒューズが切れた。	正常なヒューズに交換する。
なぜオーバーロードが掛かったのか。	軸受部の潤滑が不十分だったから。	潤滑油を差す。
なぜ十分に潤滑しないのか。	潤滑ポンプの軸が摩耗して汲上げが不十分だった。	軸を交換する。
なぜ摩耗したのか。	切粉が入ったから。	切粉を除去する。
なぜ切粉が入ったのか。	濾過器が付いてないから。	濾過器を付ける。

※ 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	• 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	• 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	• 教示時間 • 修理時間
ム ダ	付加価値と無関係な時間	• 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。」

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

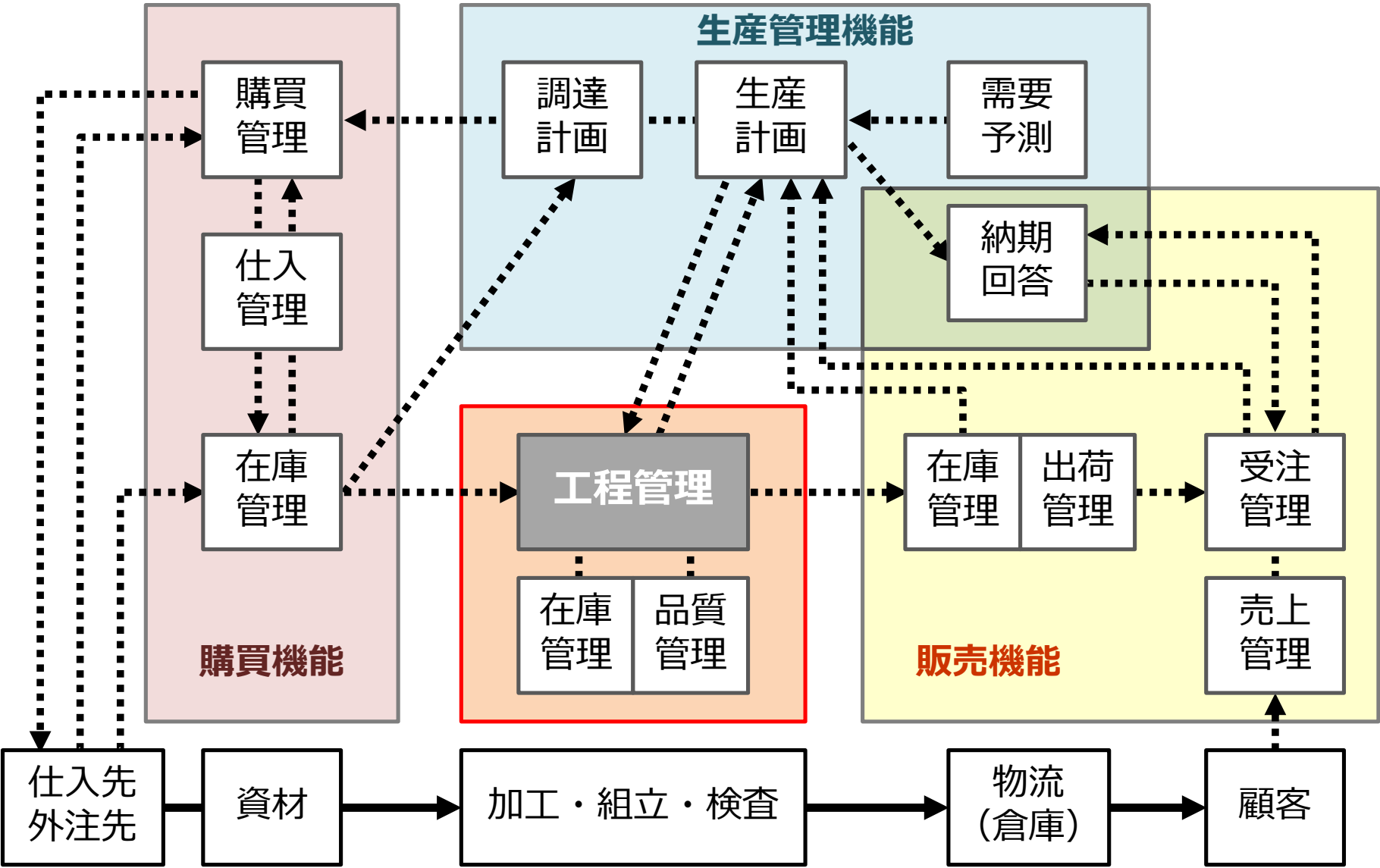
$$\times : \text{売価} - \text{原価} = \text{利益}$$

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

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

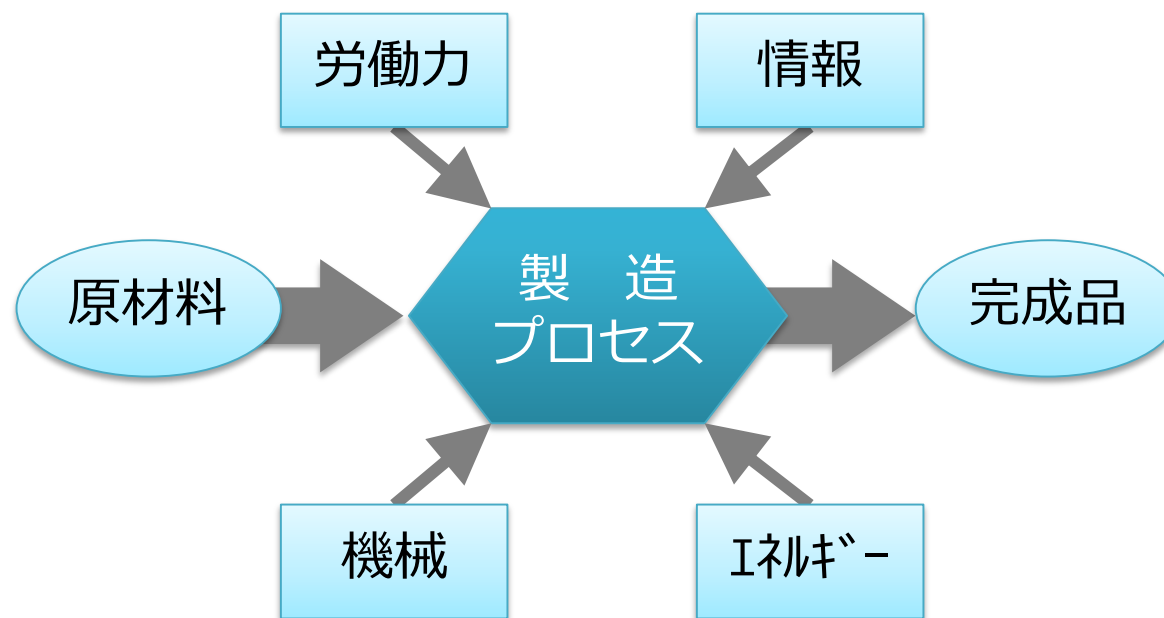
.....➡ 情報の流れ
——➡ モノの流れ



製造プロセスとは

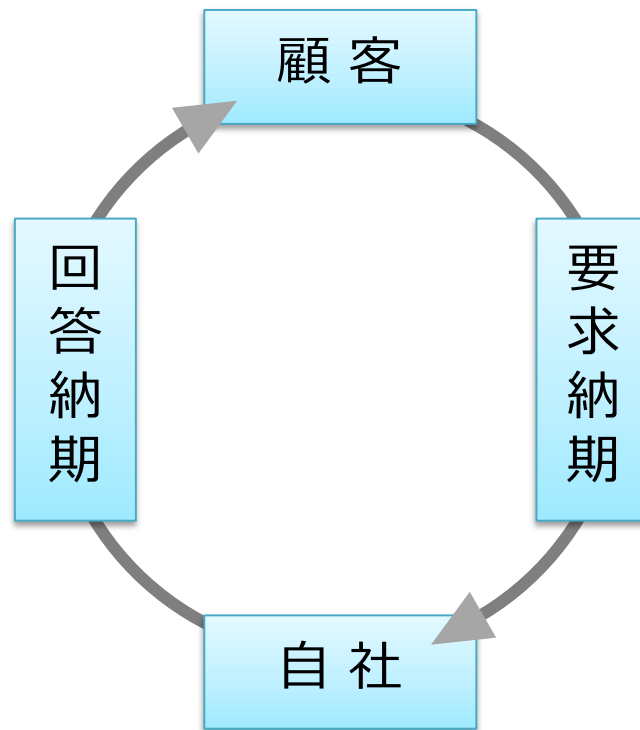
原材料を設計情報の通りの製品（機能・形状）に加工、組立、検査をして付加価値を得る場所のことです。

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



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

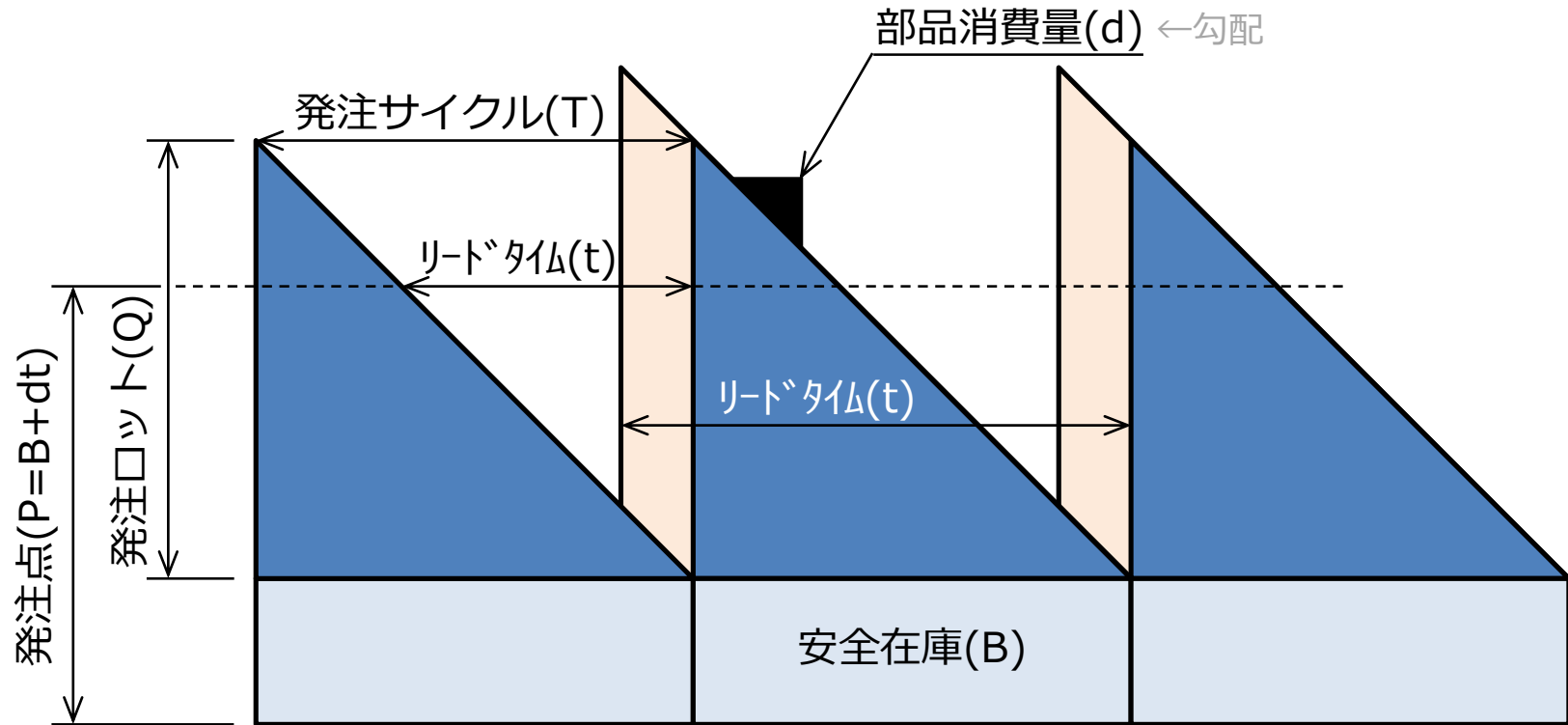
陳腐化や品質劣化に伴う利益損失

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。

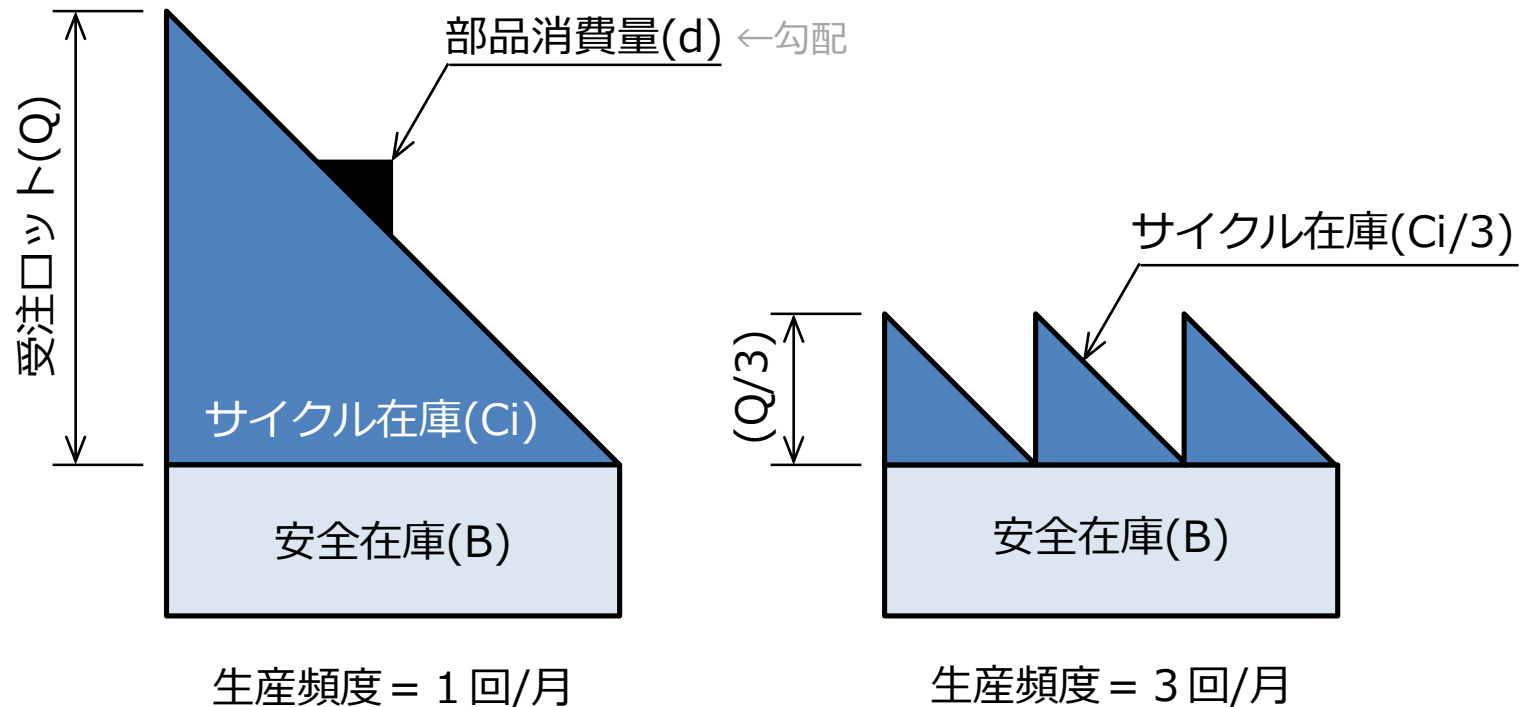
フロー 生産形態	受注 在庫	設計	受注 在庫	仕入 or 加工	受注 在庫	組立 & 検査	受注 在庫	出荷	代表的な 業種・品種
個別受注生産	◎ —	➡	▽	➡	▽	➡	▽	➡	造船、住宅 産業用機械
繰返し受注生産			◎ ▽	➡	▽	➡	▽	➡	電子部品、 消耗部品
受注組立て生産					◎ ▽	➡	▽	➡	BTOパソコン 半導体製品
見込み生産							◎ ▽	➡	家電品、 一般消費財

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（作業員・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】

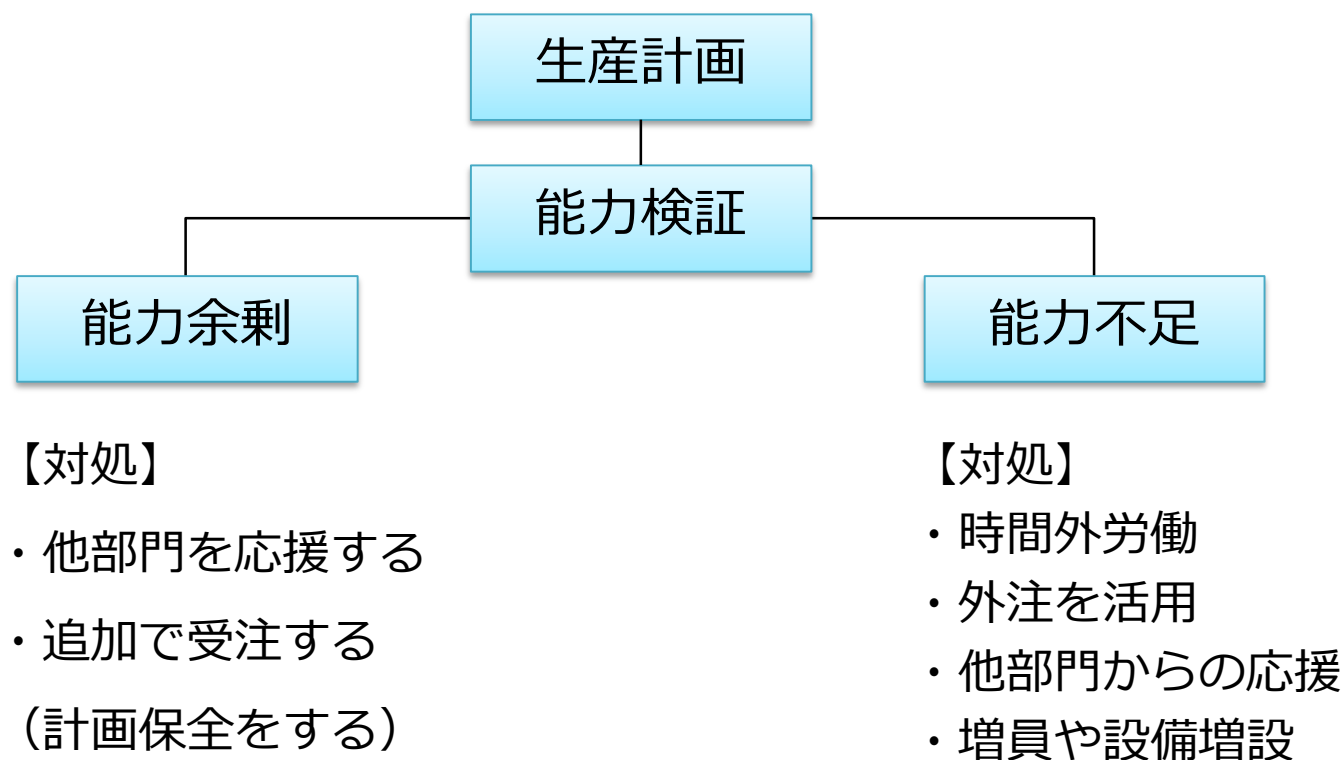
- | | |
|----------|----------|
| (1) 負荷計画 | (4) 人員計画 |
| (2) 日程計画 | (5) 設備計画 |
| (3) 生産計画 | (6) 原価計算 |

「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 ヲ月～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	・ 資金計画 ・ 設備計画 ・ 人員計画 （資材計画）	・ 資材手配 ・ 工数、負荷計画 ・ 人員計画 ・ 外注計画	・ 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	- 追加注文、割込み注文 - 作業者の欠勤	- 時間外労働 - 他部門からの応援 - 外注を活用
稼働率の低下	- 不良品の発生過多 - 想定外の設備故障 - 段取替え過多	- 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	- 納期遅れ - 発注ミス	- 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。トヨタの目で見え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

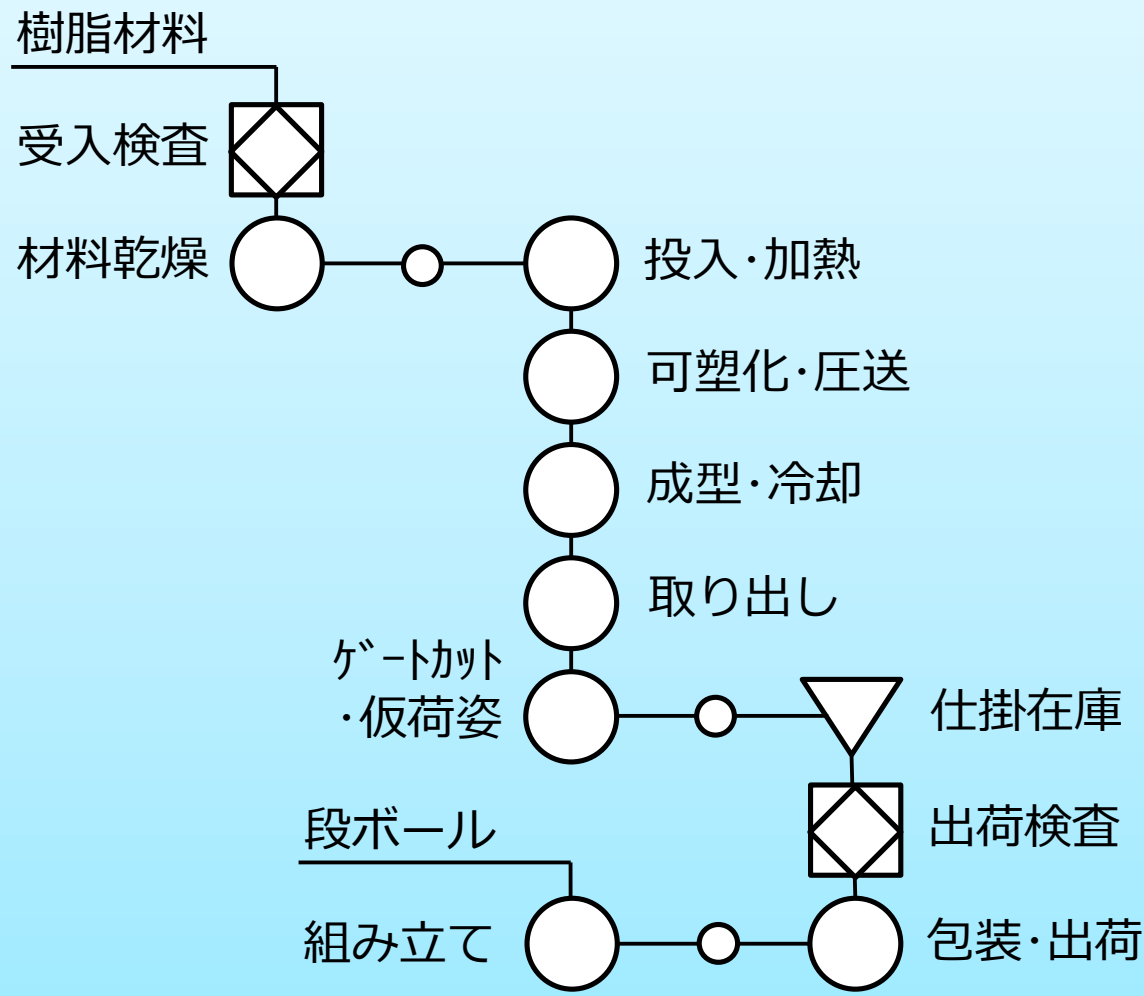
なお、各々の事例を以下に提示します。

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)	・ 空手（取りに行く）    ・ つかむ    ・ 運ぶ    ・ 位置決め    ・ 組み合わせ    ・ 使う    ・ 分解    ・ 放す    ・ 調べる	・ 探す    ・ 選ぶ    ・ 前置き（準備）    ・ 考える	・ 保持    ・ 避け得ぬ遅れ    ・ 避け得る遅れ    ・ 休む

# 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。

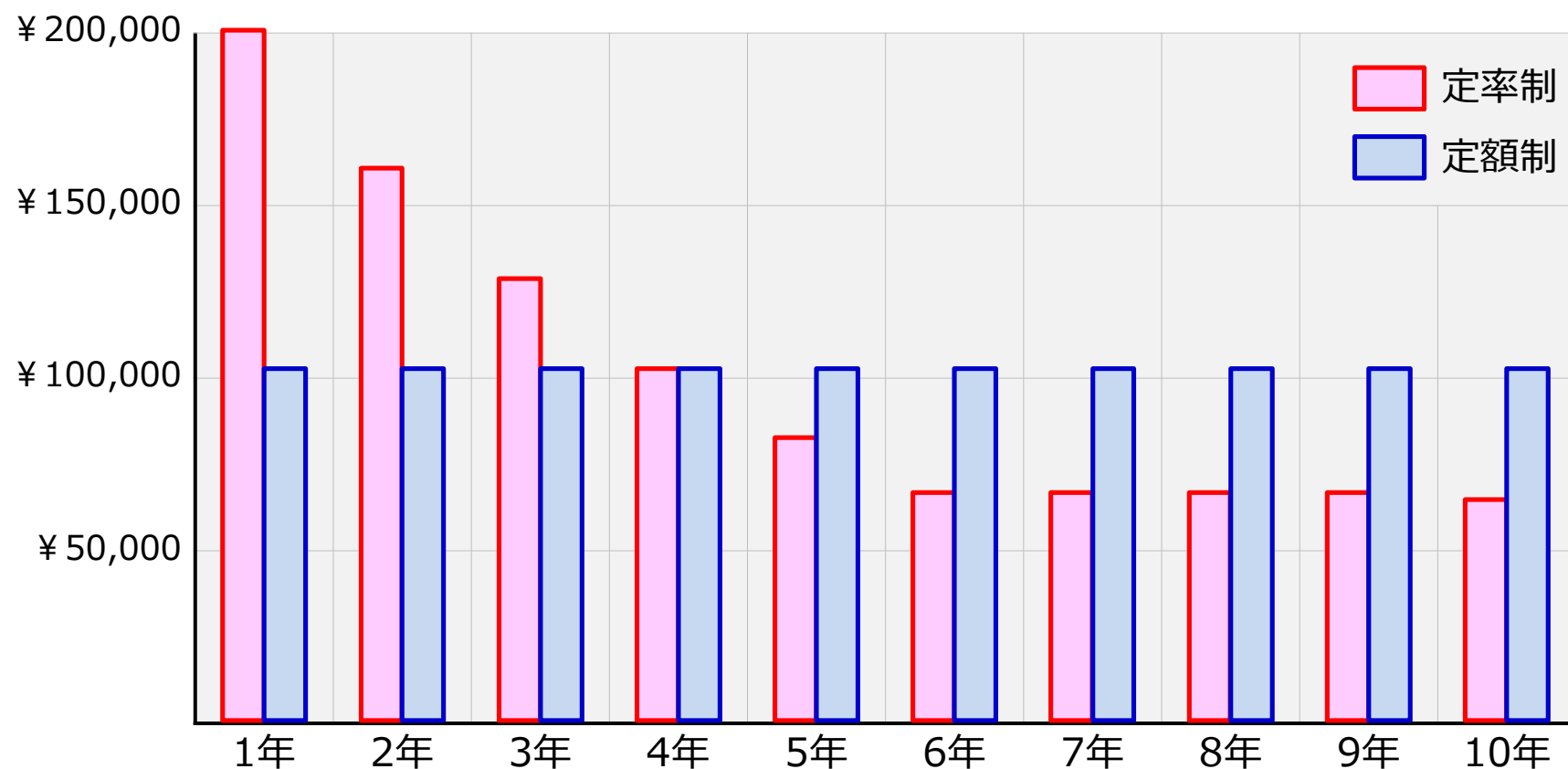
国税庁が法定で定めた耐用年数表が基本となります。

<https://www.keisan.nta.go.jp/h30yokuaru/airoshinkoku/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

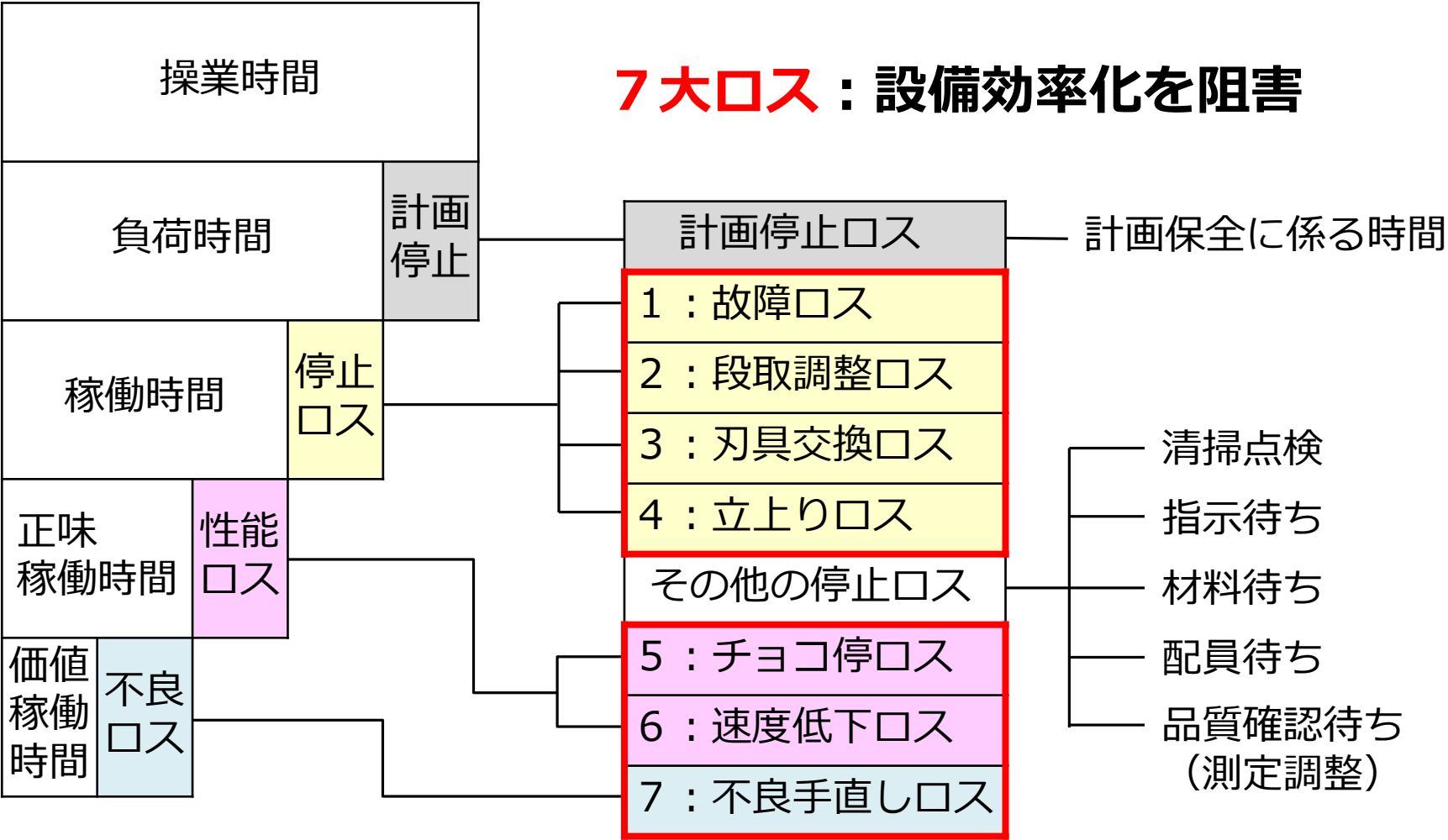
作業時間		
負荷時間		計画 停止
稼働時間		停止 ロス
正味 稼働時間	性能 ロス	
価値 稼働 時間	不良 ロス	

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

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

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

# 設備効率の7大口ス/TPM



# 演習9

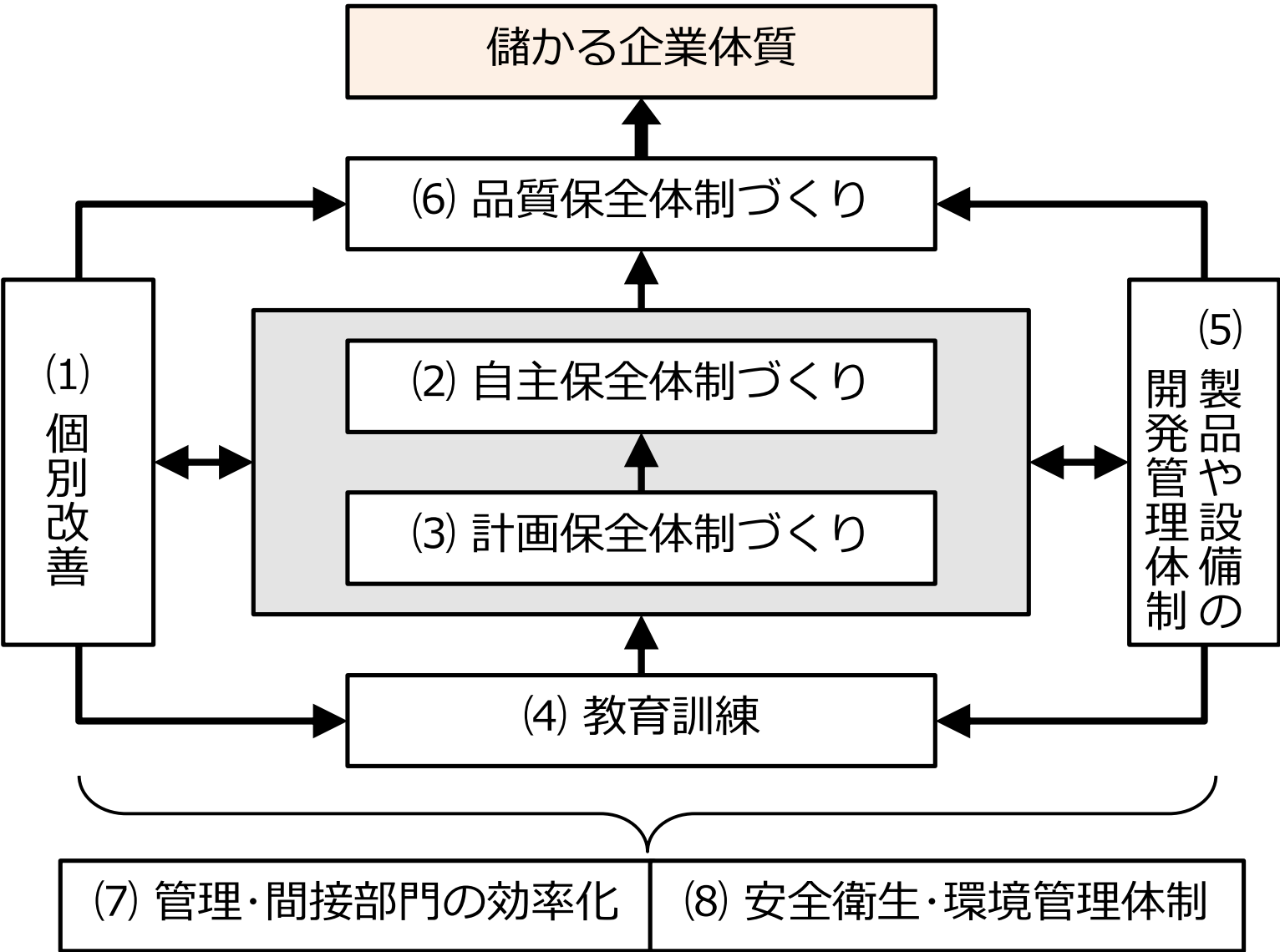
課題：自社の任意の工程で散見されるロスを整理してみてください。

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

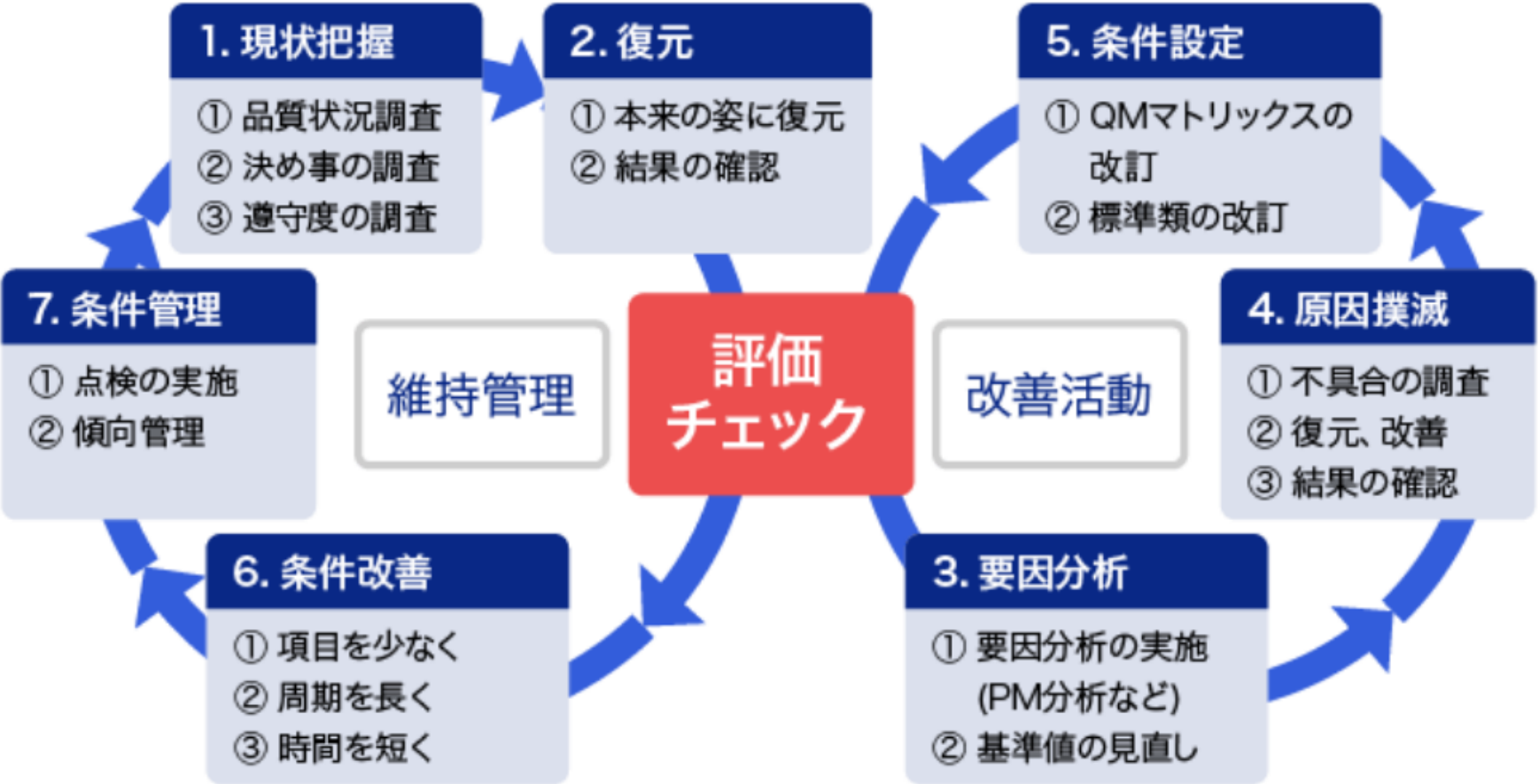


# 自主保全の7ステップ/TPM

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	- 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。   - 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。   - 取引先企業や工場訪問者に良いイメージを与える。   - 競合より顧客（市場）要求に応えられる体質ができる。	

# 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ロ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易い環境整備
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	• Q C ストーリー     • Q C 7 つ道具     • なぜなぜ分析     • I E 手法（作業分析）	• 改善の整理、改善の P D C A     • 現状把握力の向上     • 解析力の向上     • 作業の改善力の向上
基本条件 整備	• 5 S 教育     • エフ付け方法     • 給油、増締め方法     • ワンポイントレッスン     • 目で見える管理の方法	• 5 S 活動の能力向上     • 異常の検知能力の向上     • 復元、処置、維持管理の能力向上     • 教育指導能力の向上     • 条件設定、維持管理能力向上
安全衛生 環境整備	• K Y T 4 ラウンド     • 省資源（分別回収）     • 黄エフ、緑エフ	• 安全に対する異常検知能力の向上     • 環境保全マインドの向上     • 安全に対する意識の向上



# 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	- 資格取得者数の目標設定   - スキル教育対象者の選定   - 教育計画の作成
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やすい職場を目指し、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

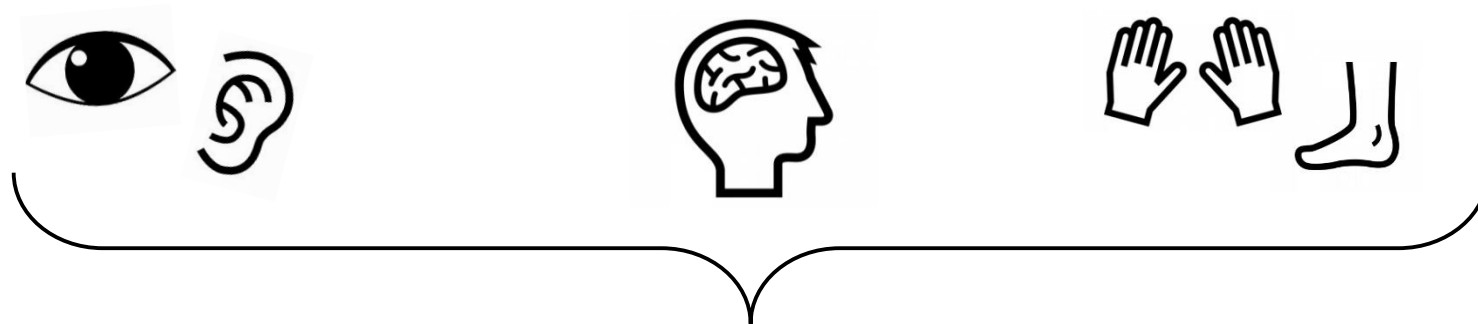
人工知能（Artificial Intelligence）の頭文字を取ったもので、人間の知的能力をコンピュータ上で実現したものです。

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)

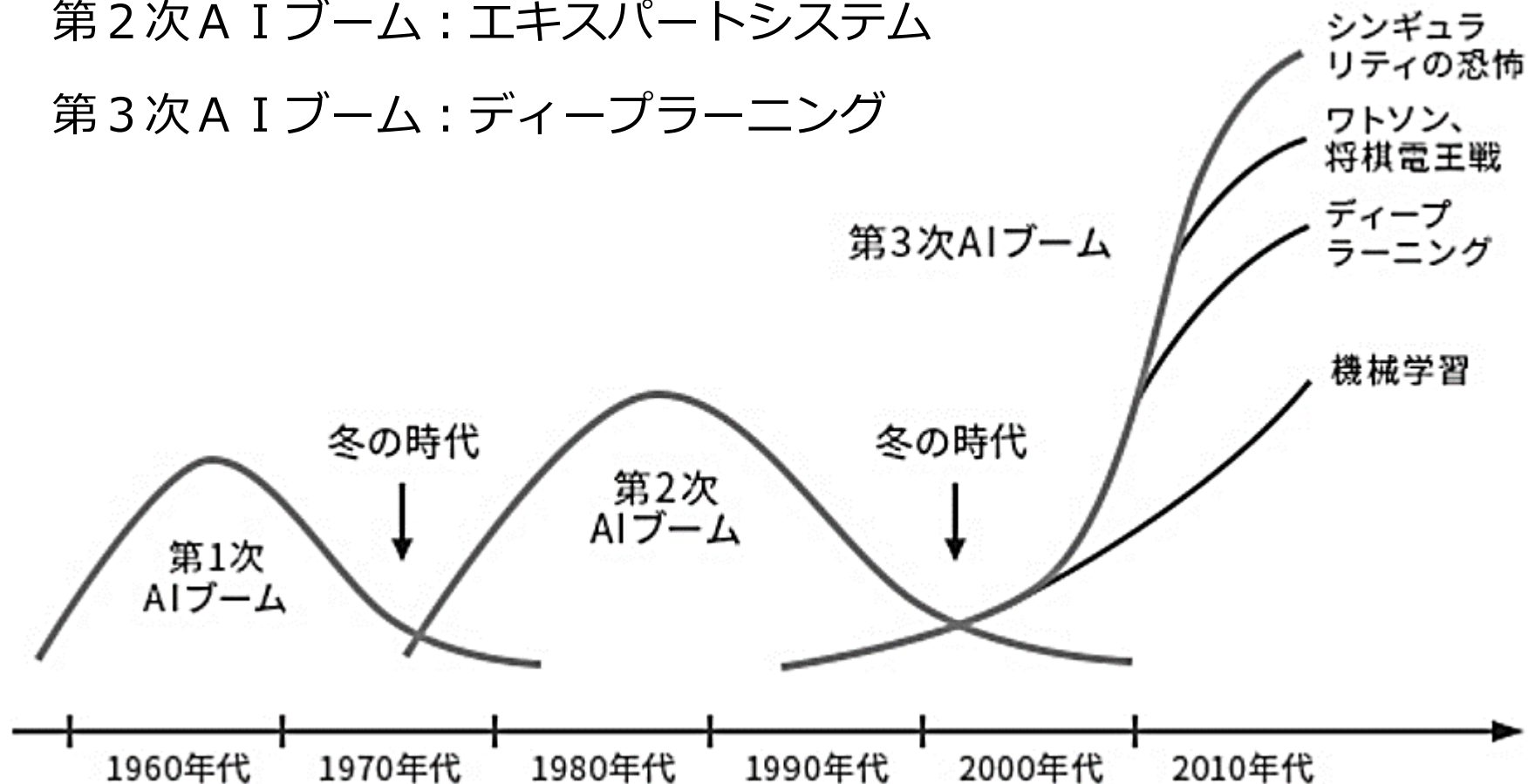
- ・ 社会のあらゆる情報がネットワークを通じて自由にやり取り
- ・ 集まった大量のデータから新たに価値を生む形で再利用
- ・ 機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に
- ・ 多様かつ複雑な作業についても自動化が可能に

# 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

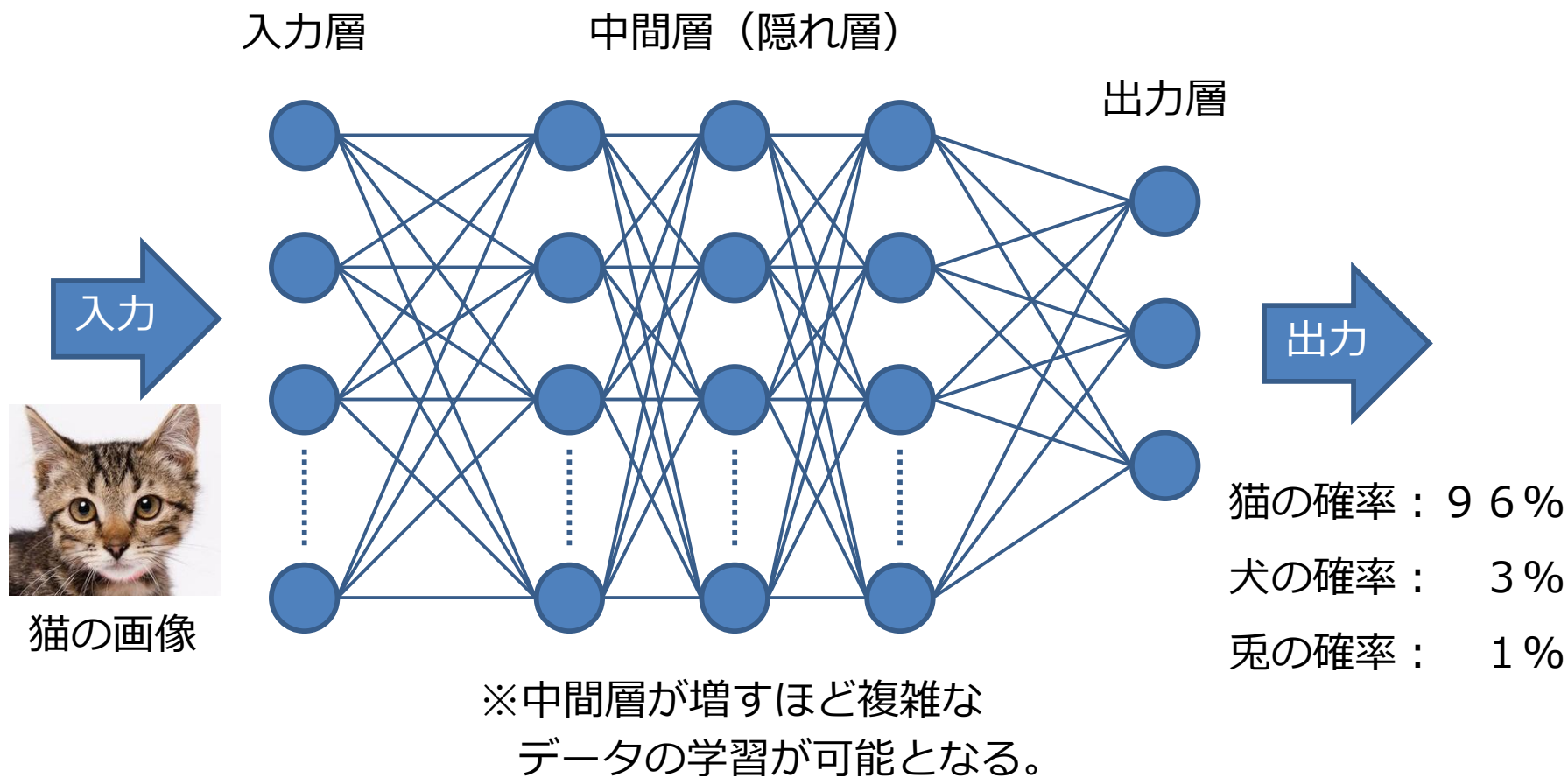
## 第3次A Iブーム：ディープラーニング（深層学習）

データの特性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。

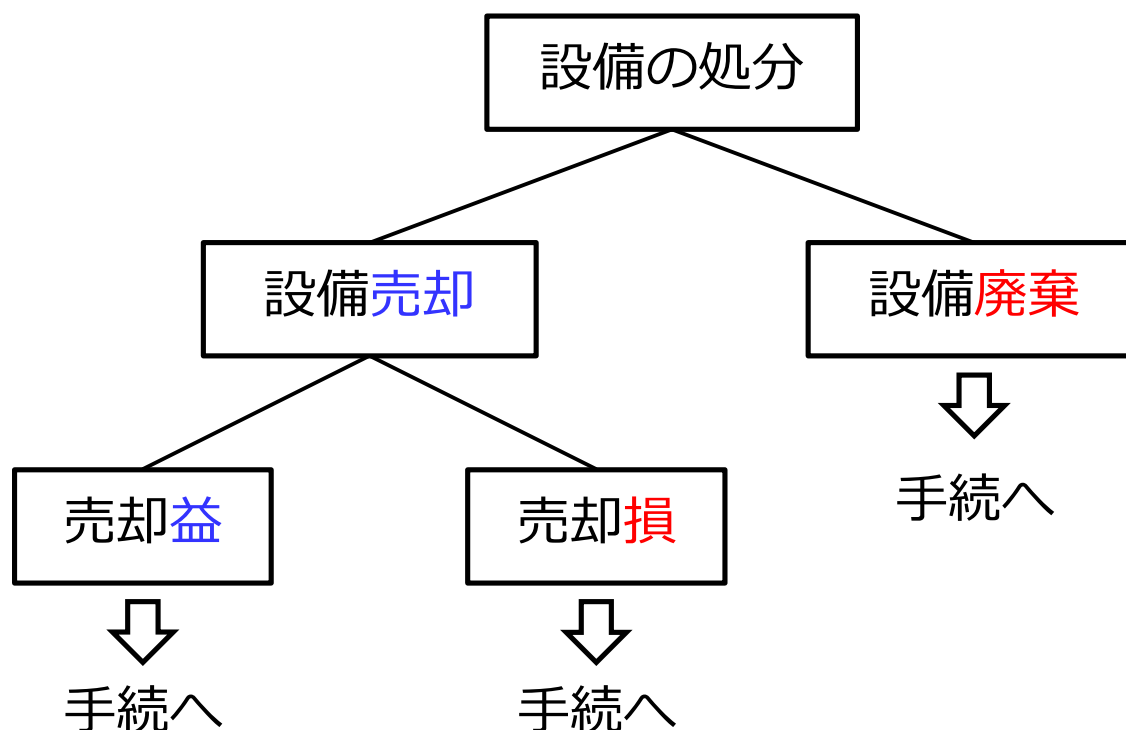
# 演習 11

**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】

# 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

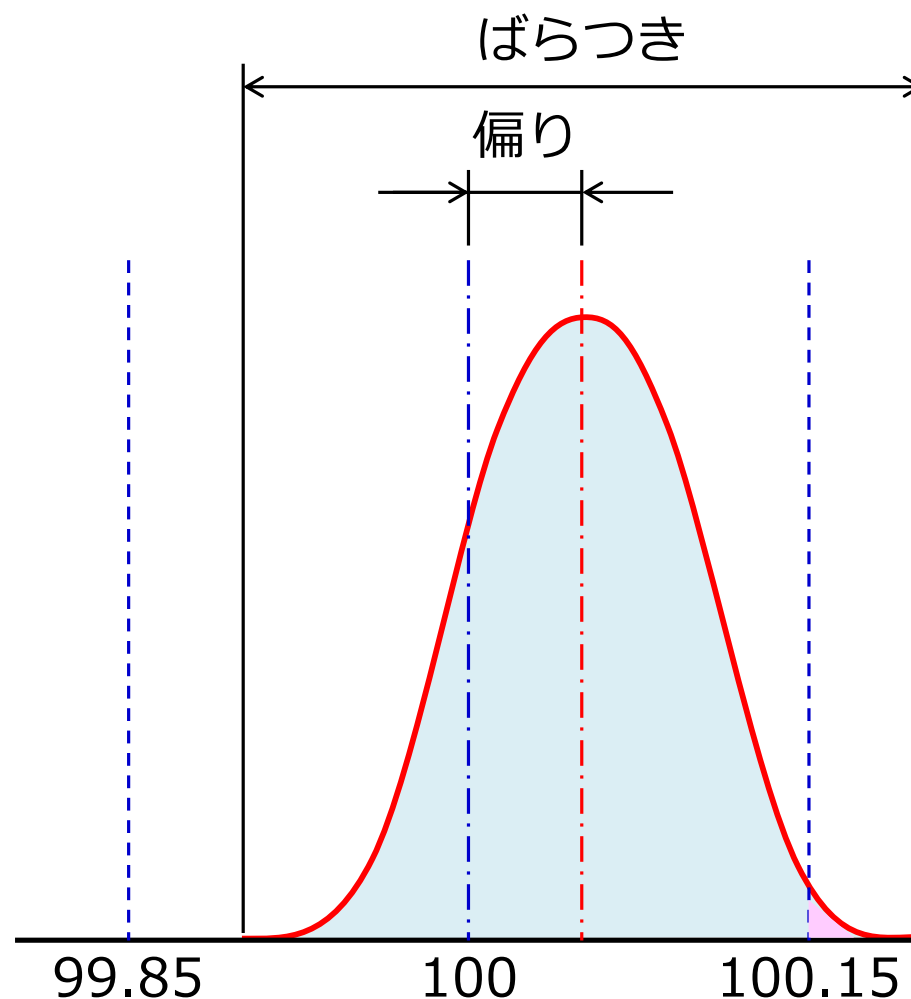
## 【機械設計図面と寸法測定結果の例】

### (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。

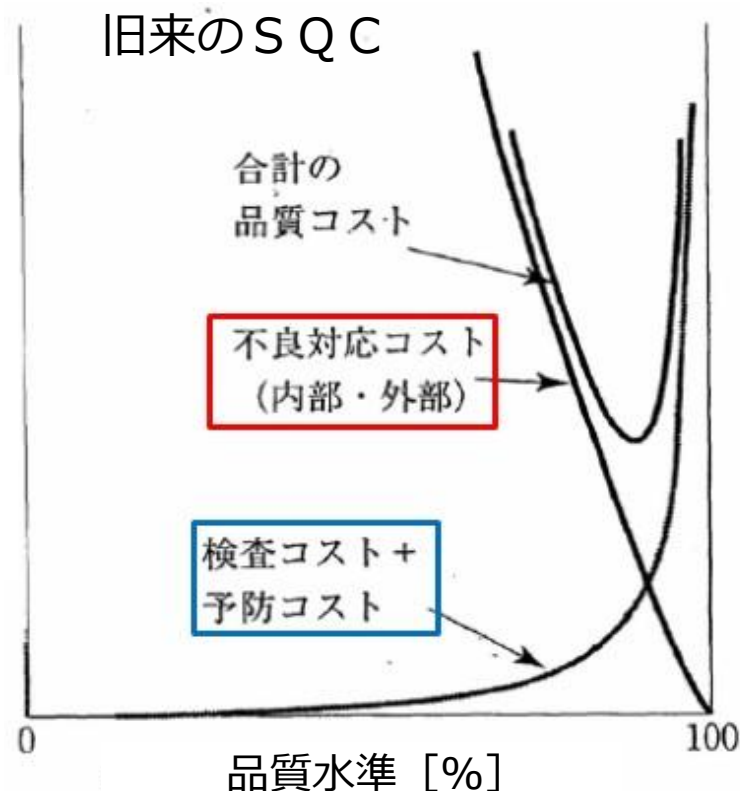
検査は、適合品と不適合品の選別に終始するのではなく、  
不適合品の再発防止に展開を図ることが重要です。

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

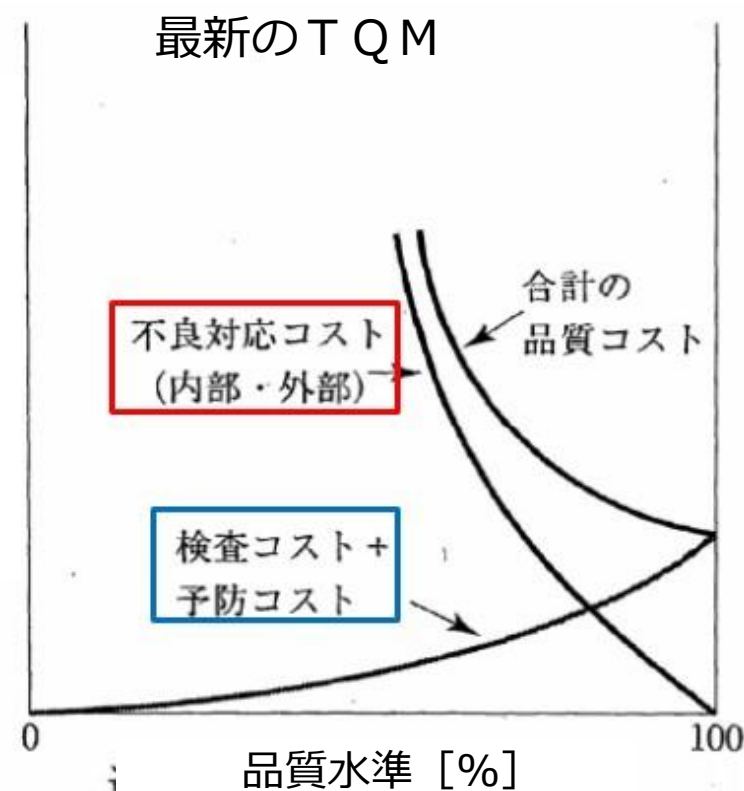
旧来のSQC

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
• 材 料  • 部 品		
• 作 業 者  • 検 査 員		
• 設 備  • 治 工 具  • 金 型		

# 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	
1980	バブル景気	冷戦終結	デミング賞ブーム TQCの普及
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)

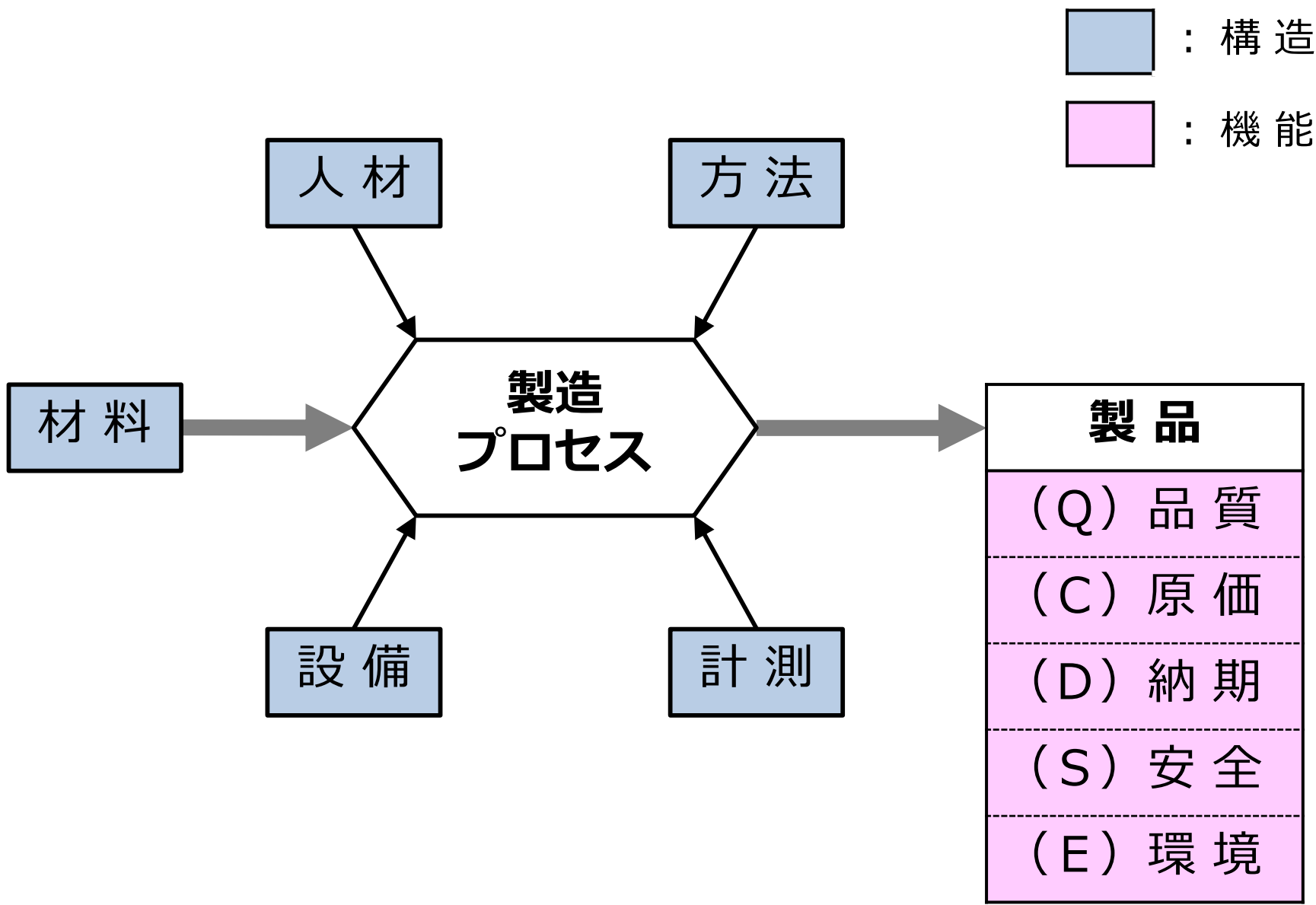
## **TQC** (Total Quality Control)

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。

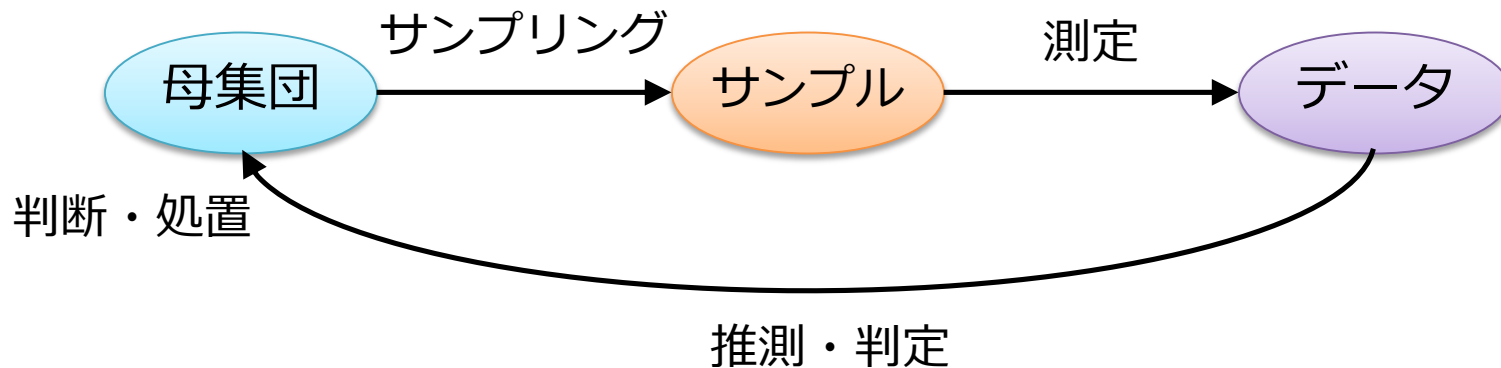
## 母集団とサンプル(標本)

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

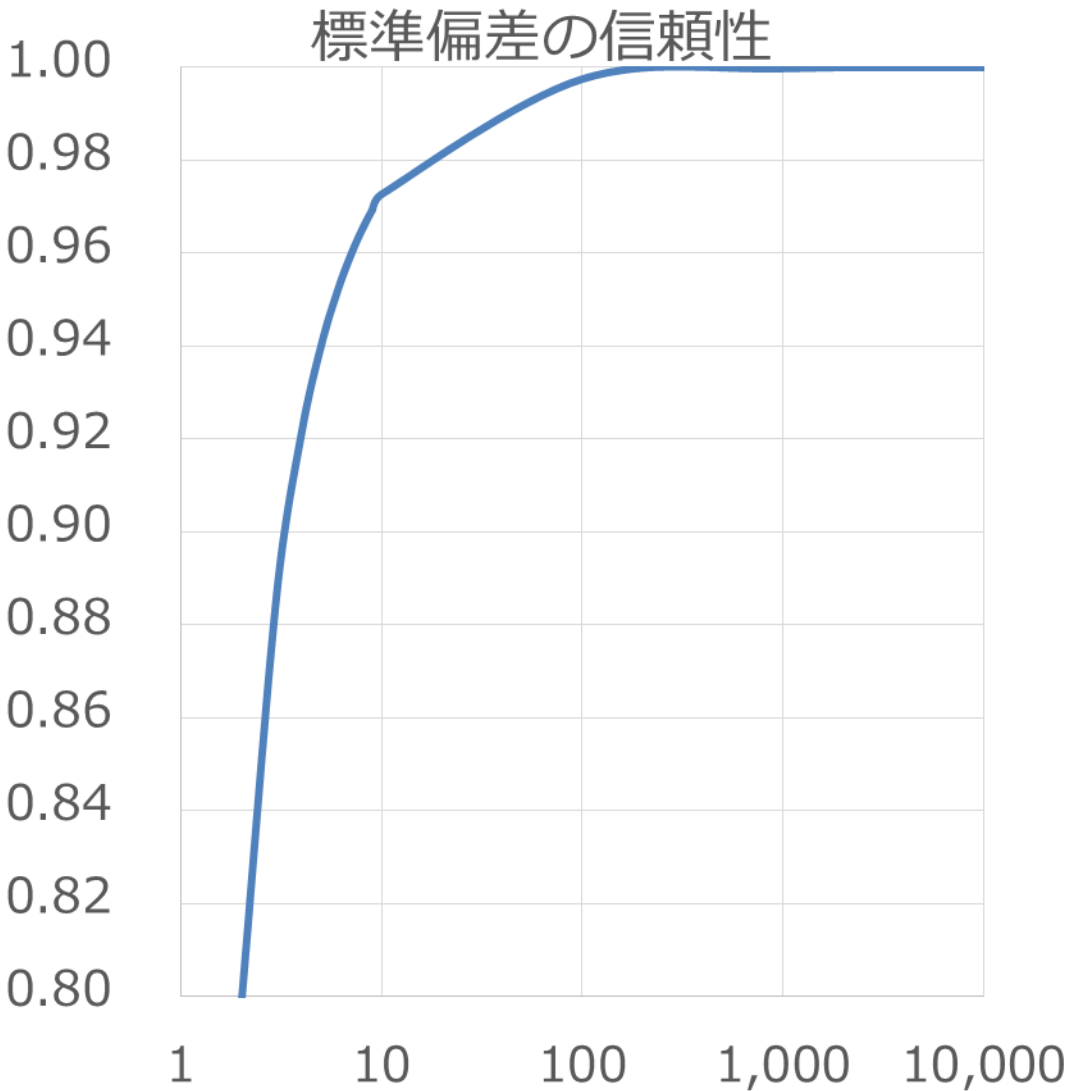
- (3) 範囲 = 値は、最大値－最小値の間に分布している。
- (4) 標準偏差 = 個々のデータと平均値の差の平方和を  
※ (データ数－1) で割った値の平方根。

## 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。

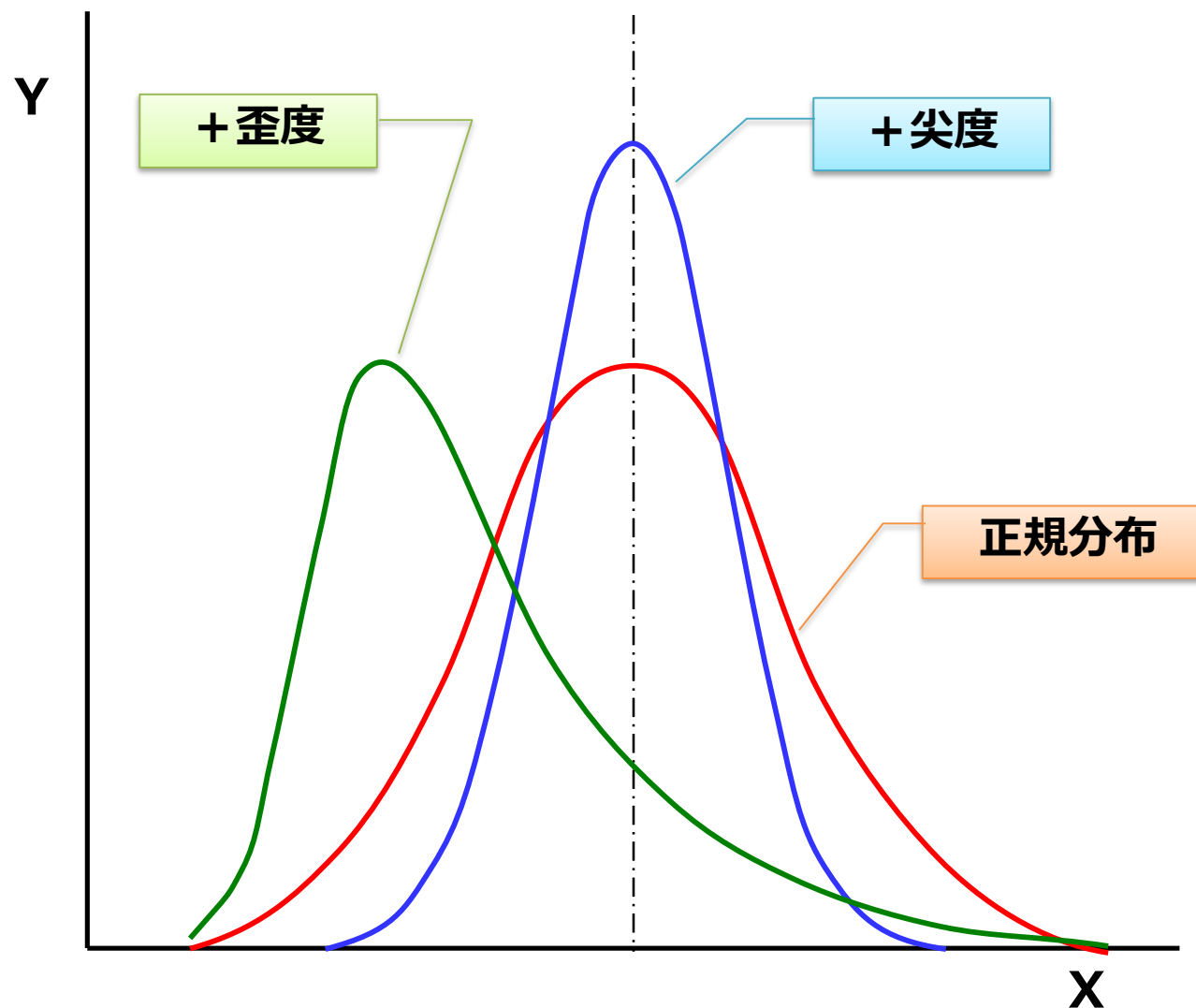
# データ数と標準偏差の信頼性

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。

## 【QC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
• 工程名    • 工程番号    • 製品名    • 作成日    • 作成者	• 人（作業者、管理者）    • 設備（含む金型、備品、動力）    • 材料（含む部品、包材）    • 方法（作業手順、制約）    • 測定（検査、選別）	• 特性規格    • 検査規格    • 校正規格
〈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。

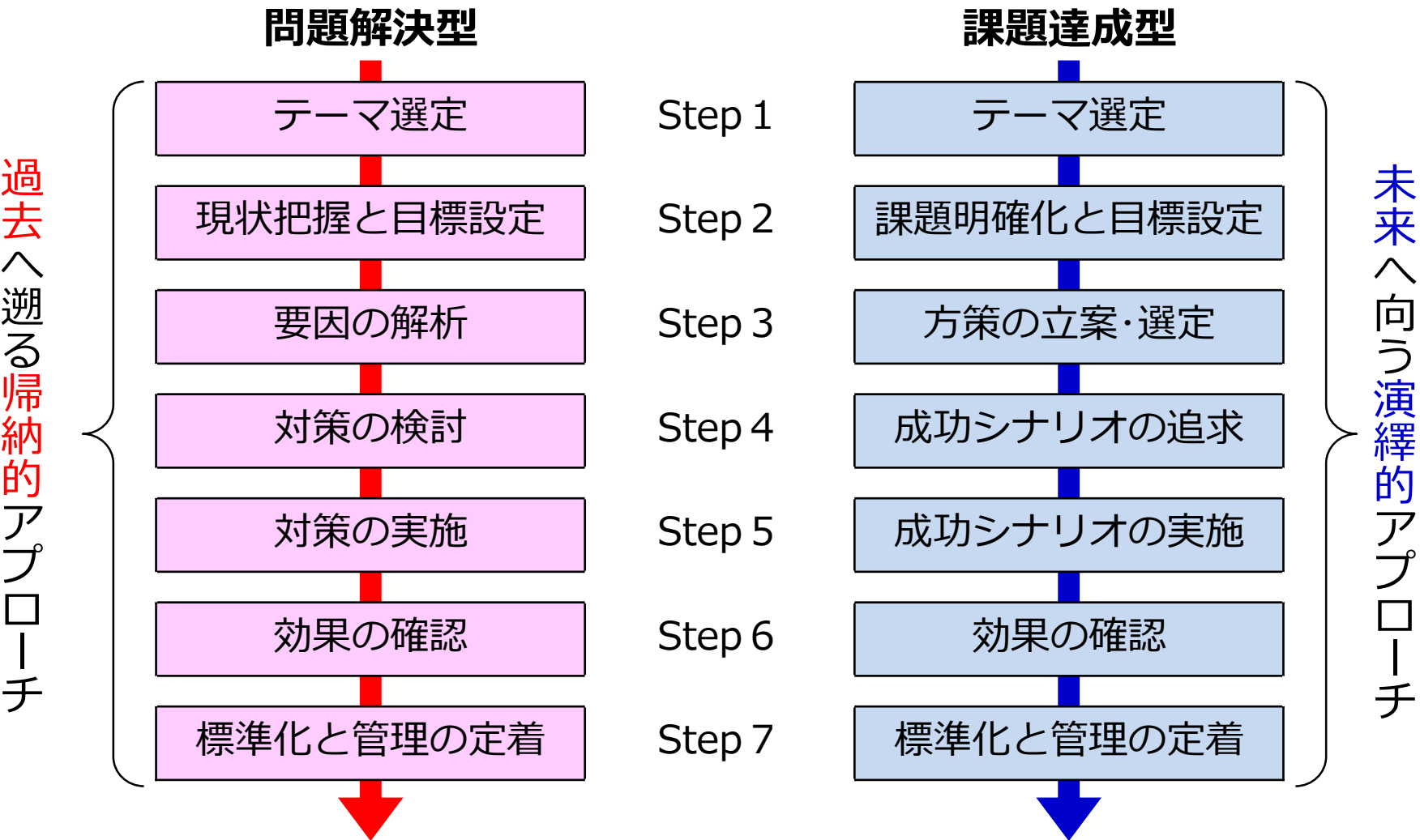
ヒューマンエラーも同様の意味で用います。

## 【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。

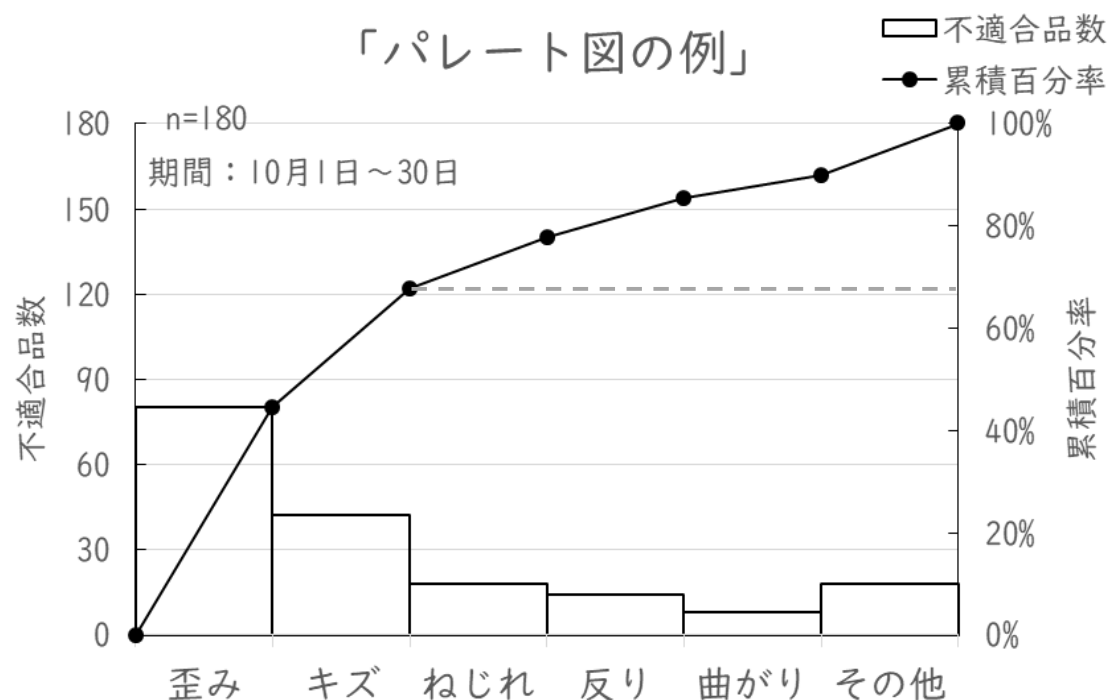


# QC7つ道具

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）

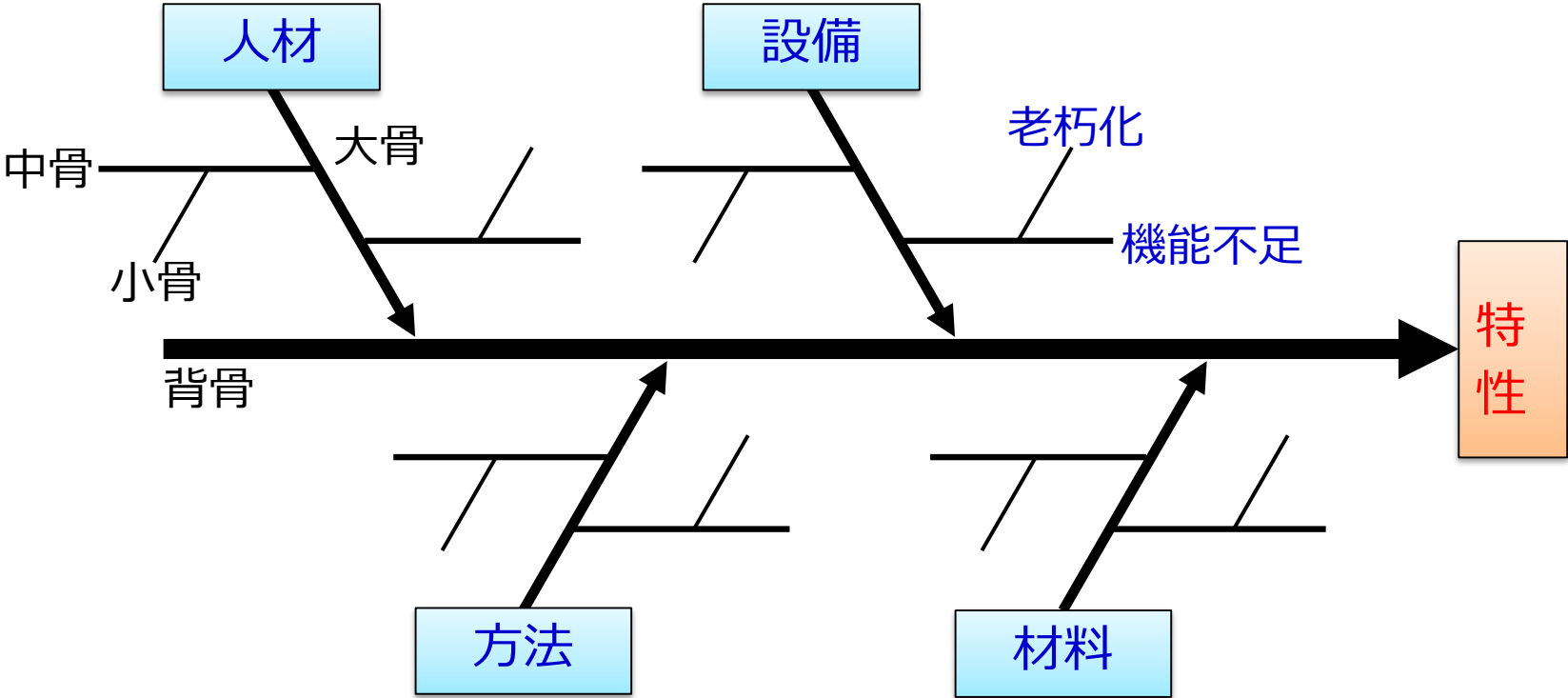


### 【機能】

- 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

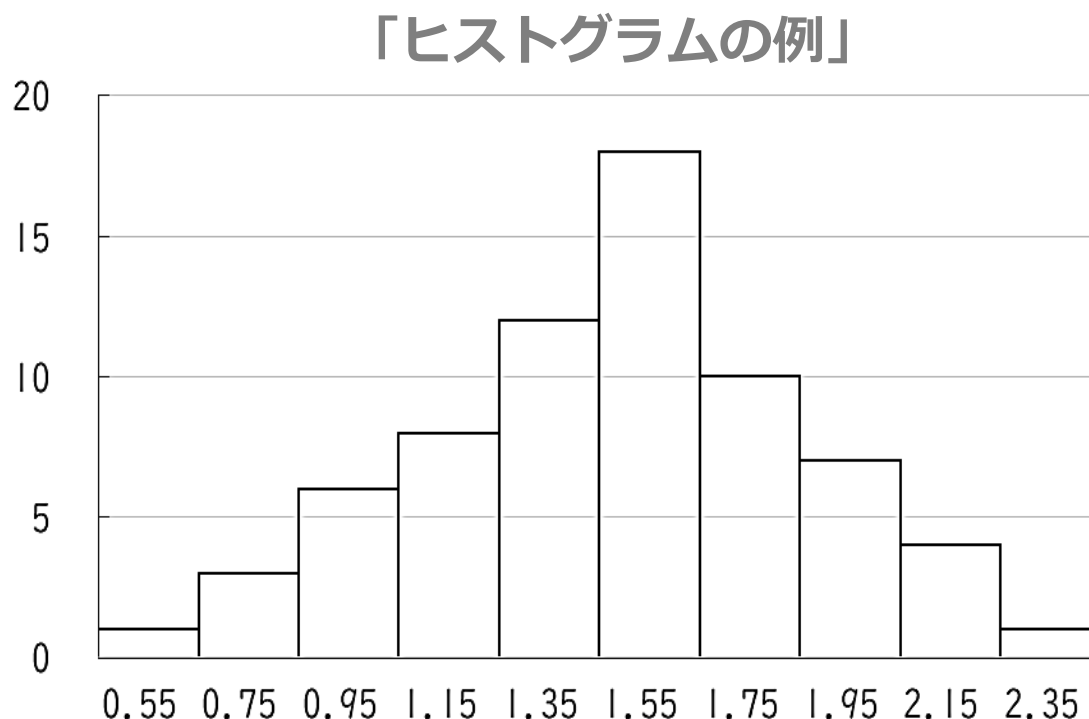
	5/16	5/17	5/18	5/19	5/20	5/23	5/24	5/25	5/26	5/27
No.1	2.0	1.0	1.4	1.2	1.6	0.7	1.1	2.1	1.5	1.7
No.2	2.3	1.3	1.6	1.3	1.9	0.5	1.8	1.2	1.4	1.3
No.3	0.8	1.3	1.6	1.3	1.7	1.0	1.5	1.2	2.2	2.0
No.4	0.7	1.5	1.0	1.2	1.4	0.9	0.7	2.1	1.6	1.4
No.5	1.4	0.9	2.1	1.0	1.5	1.1	1.9	1.7	0.9	1.7
規格	規格下限 = 0.2					規格上限 = 2.6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

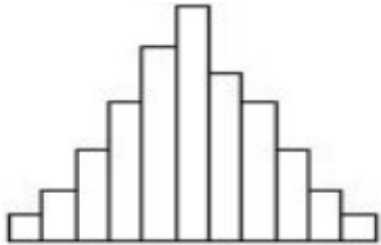
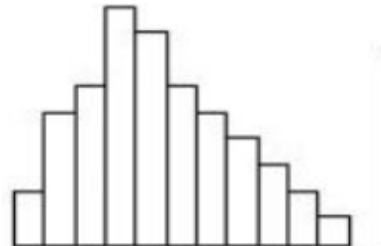
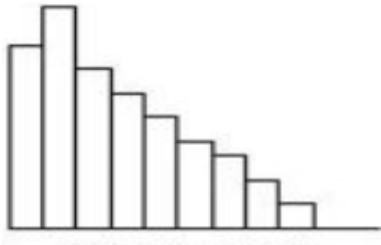


## 【見方】

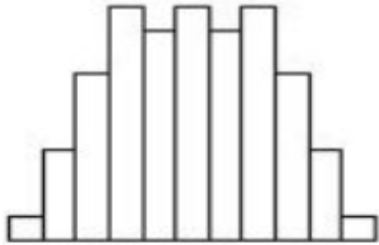
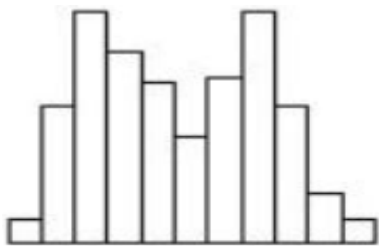
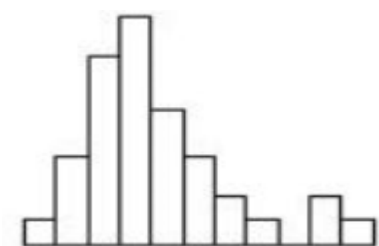
- ① 中心値の位置
- ② ばらつき方
- ③ 分布の形状
- ④ 異常値の有無



# ヒストグラム/考察

  (a)一般型	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。
  (b)片すそ引き型	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。
  (c)絶壁型	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。

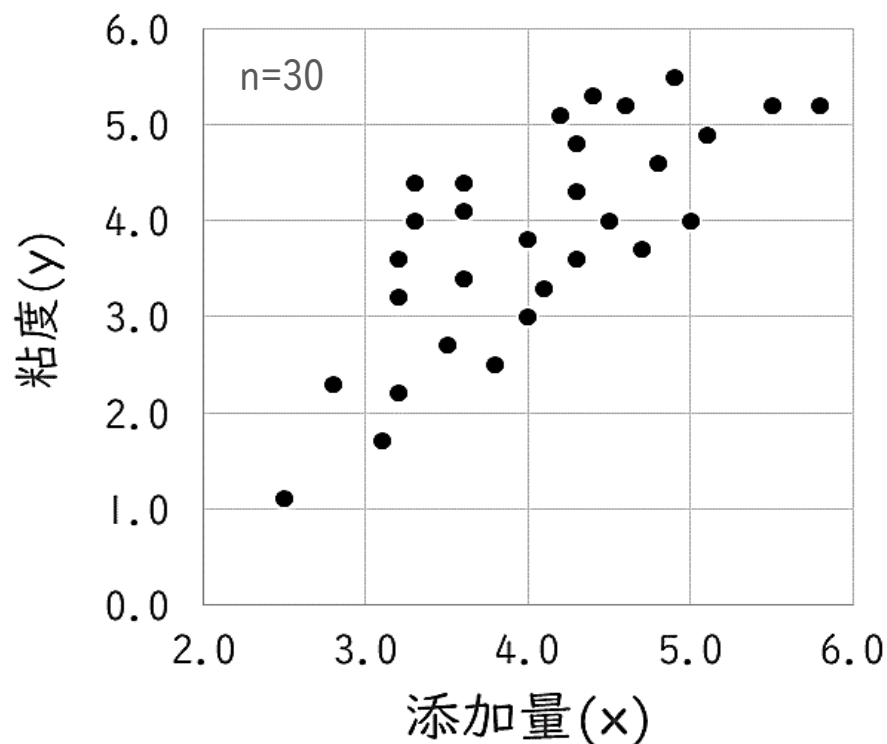
# ヒストグラム/考察

  (d)高原型	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。   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。
  (e)ふた山型	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。   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。
  (f)離れ小島型	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。   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。

## 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。

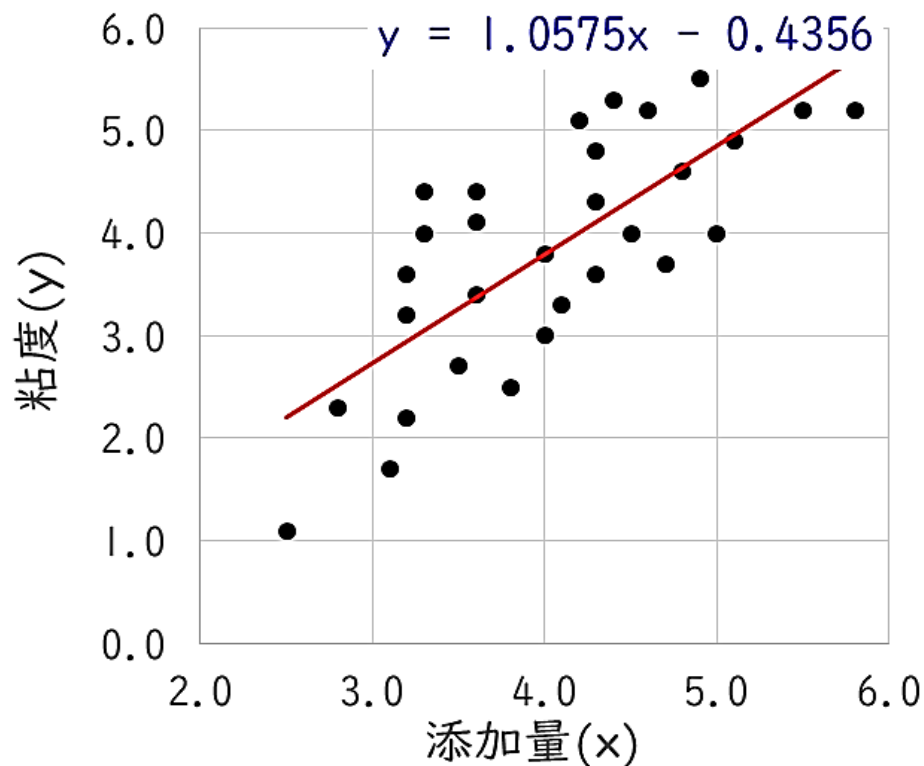
「散布図の例」



## 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」



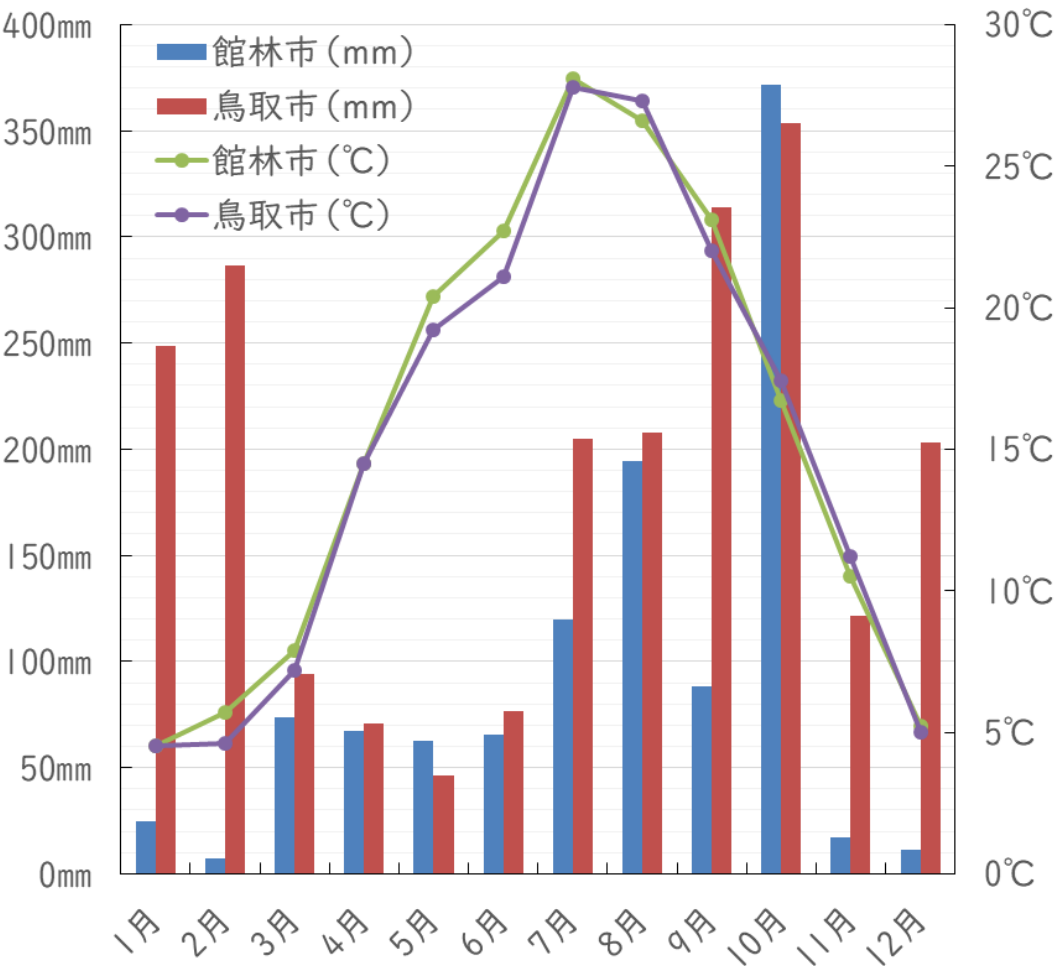
### 【手順】

- 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

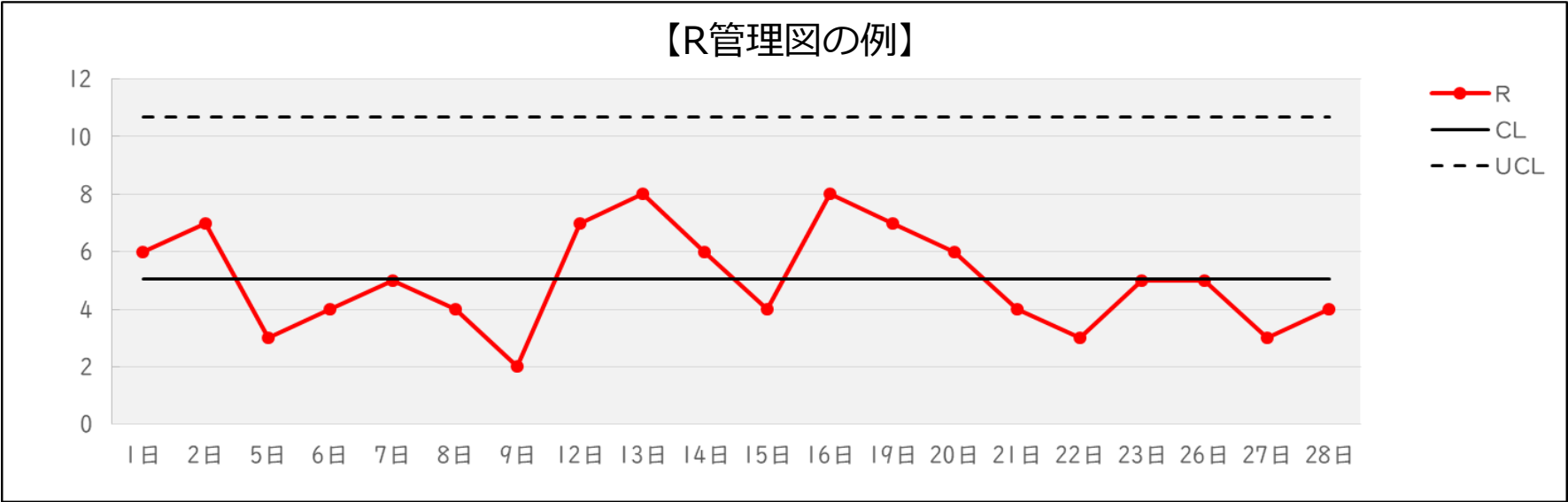
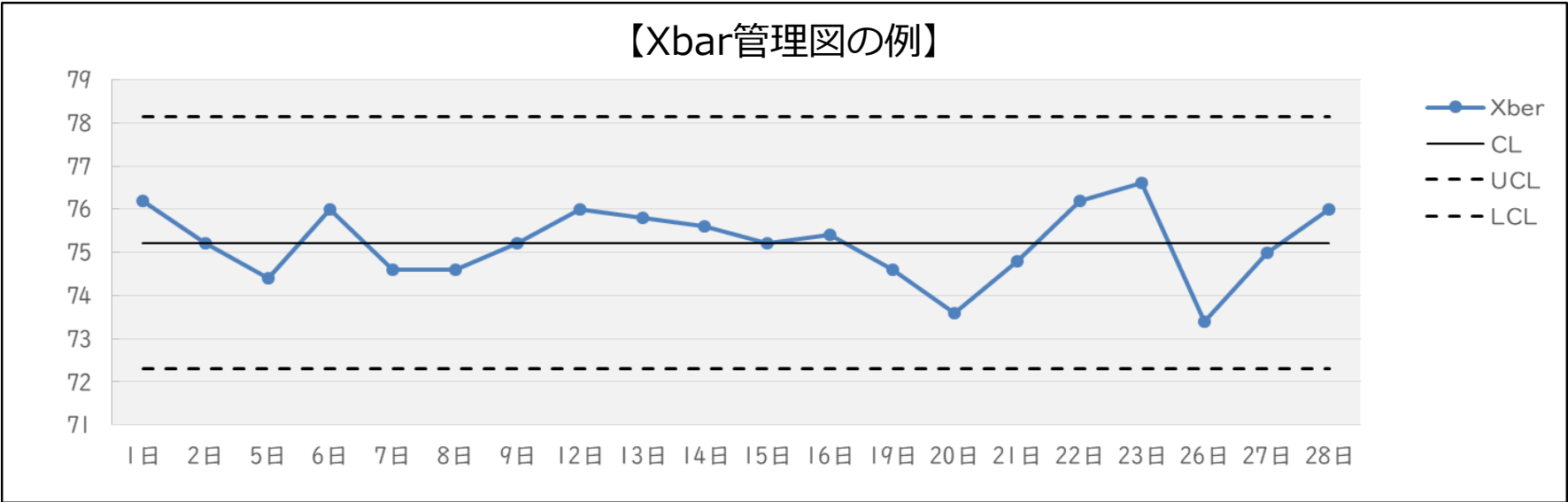
抜取り検査などで連続的に取得したデータを取得順に打点して打点の並び具合に「**くせ**」の有無を見るのが管理図です。

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

生産システム革新マネージャー育成講座

# 工程管理演習

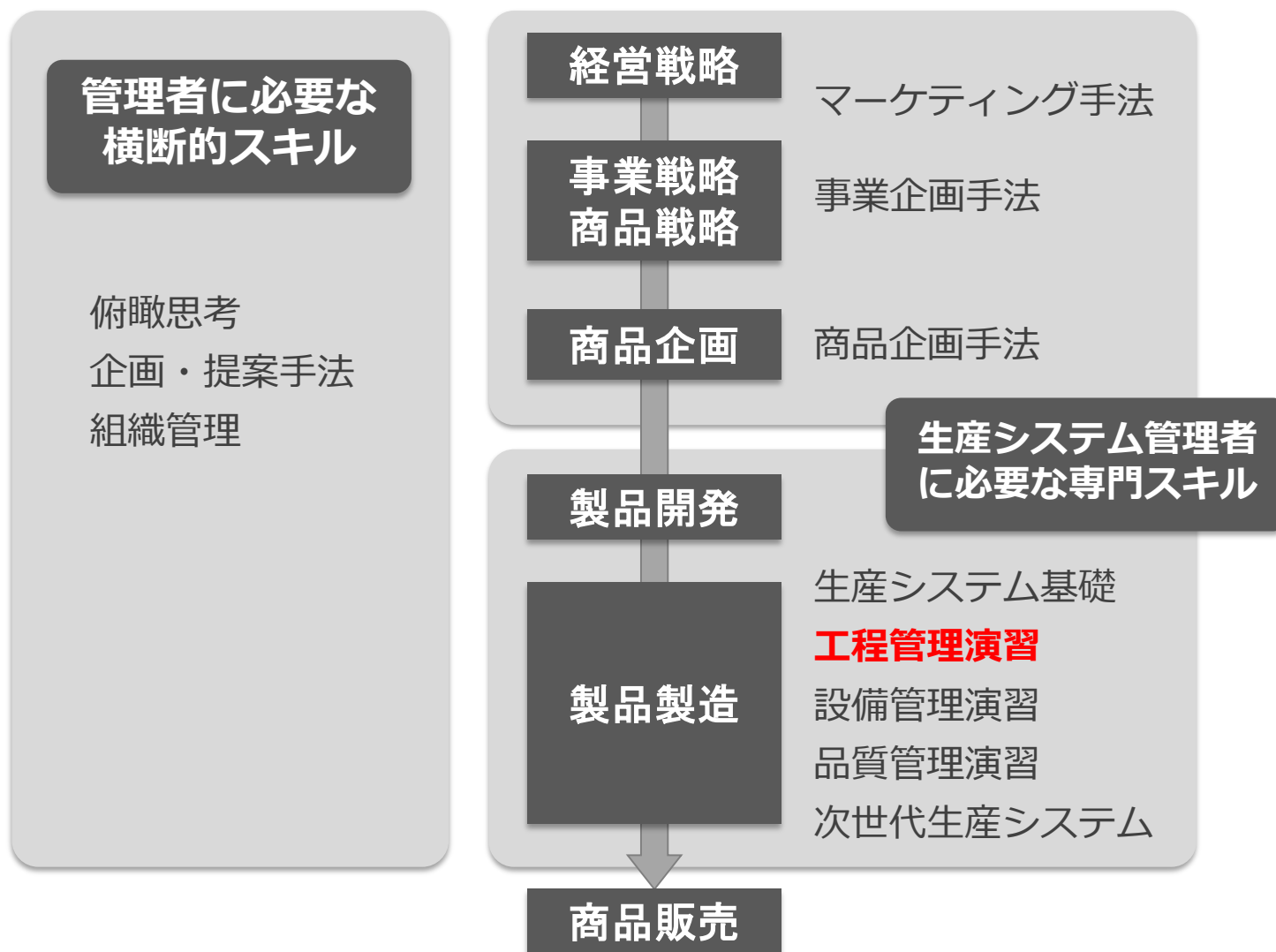
---

## プログラム5

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



# 学科の目的

## 生産システムの管理者に必要な知識と能力の習得

顧客需要が多様化し、多品種少量短納期が市場で求められる状況において、自社が競争力を示すには、顧客の要求事項を満たし、且つ利益の出る体制を構築することが不可欠です。本章では、原価低減を目的とした工程の在庫・作業者・設備を効果的・効率的に運用する手法の習得を目指します。



在庫と作業者と設備の適正化力の向上

# 目 次

---

## 1.工程計画

手順計画	-----	5
工数計画	-----	9
負荷計画	-----	10

## 2.工程統制

進捗管理	-----	18
余力管理	-----	20
在庫管理	-----	27

## 3.工程分析

I E（インダストリアル・エンジニアリング）	-----	39
------------------------	-------	----

# 1. 工程計画

# 工程設計の機能

## 【工程設計の6つの機能】

- (1) 作業方法の選択（生産形態を決定する）
  - (2) 内外製の決定
  - (3) 生産能力の決定
  - (4) 作業経路の決定
  - (5) 工程レイアウトの決定
  - (6) 作業設計へ展開（標準作業を決定する）
- 
- The diagram illustrates two feedback loops in the engineering design process. A curved arrow labeled '繰り返す' (Repeat) points from step (3) '生産能力の決定' (Determine production capacity) back to step (2) '内外製の決定' (Determine in-house/outside production). Another curved arrow labeled '繰り返す' points from step (5) '工程レイアウトの決定' (Determine process layout) back to step (4) '作業経路の決定' (Determine work route).



# 作業設計の要点

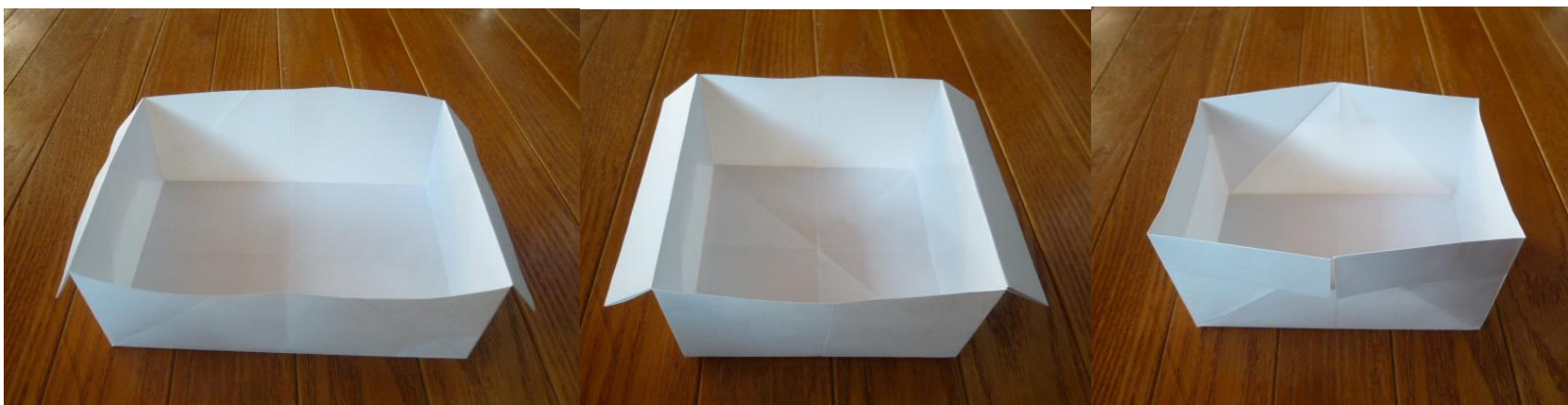
## 【作業標準作成の要点】

- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| (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 |

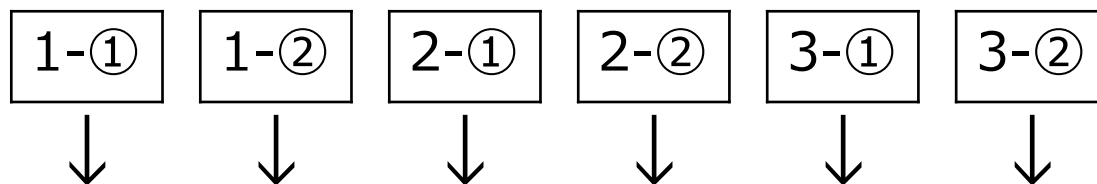
※ 作業標準規定の事例と様式例を別紙添付します。

## 演習1 / 作業標準の作成～作業指導

**課題：** A 4 コピー用紙から折り紙の要領で箱を作るための作業標準を 4 5 分間で作成し、その成果物を使い、他のグループへ作業指導をし、実作業で評価するグループ演習です。



指導時間 = 10分



作業時間 = 5分



演習1 / 作業標準の作成

発行：      年    月    日

規格No			承認	審査	作成
標 題	作業標準書				
対象機種		使用材料			
使用機械		補助材料			
使用工具		作業環境			
保護具		関連法令			
作業者力量		管理者力量			
発行履歴      初 回 発 行：      年    月    日					
手順	作業名	作業内容	備 考 (急所)		

# 工数の用途

## 【工数の用途の例】

- (1) 負荷計画：生産負荷を計算し、各工程へ最適配分する。
- (2) 日程計画：納期遵守と生産効率を両立させる。
- (3) 生産計画：年度の販売と利益の目標と生産能力を検証。
- (4) 人員計画：生産計画を全うする人員の過不足の検証。
- (5) 設備計画：生産計画を全うする設備の過不足の検証。
- (6) 原価計画：売上 - 利益 = 原価 を成り立たせる。

# 日程計画の作り方と制約条件

顧客と約束した納期（品目、数量）と生産効率（L/T、スループット、等）を両立させることを意識した計画を作ります。

## 【制約条件】

- (1) 標準時間
- (2) 生産リードタイム
- (3) 稼働カレンダー
- (4) 就業時間（稼働時間）
- (5) 立上げ時間、立下げ時間、段取替え時間、等
- (6) 機械・設備の能力
- (7) 治具・金型の情報
- (8) 作業者の情報

## 演習2／課題説明

モデル工程の日程計画を作成するグループ演習です。  
前月25日に受注確定した2月の生産計画を立ててください。  
対象の工程は、マシニングセンターが2台設置されていて、  
それぞれの機械に作業者が1名就いています。  
就業時間は8時間/1日で、2月は土曜と日曜だけが休日です。

2020年 2月						
日	月	火	水	木	金	土
1/26	1/27	1/28	1/29	1/30	1/31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

## 演習2/課題説明

### 【製品情報】

- 製品 A は毎月継続的に受注していて 2 月は 1,000 個を受注し、毎日最低 50 個の出荷が要求されています。材料は発注後 7 稼働日目に納品されます。加工工数は 1 2 分/ 1 個です。
- 製品 B は隔月継続的に受注していて 2 月は 400 個を受注し、毎週末に 100 個の出荷が要求されています。材料は発注後 5 稼働日目に納品されます。加工工数は 1 5 分/ 1 個です。
- 製品 C は個別受注品です。2 月は 60 個を受注し、一括出荷が要求されています。材料は発注後 15 稼働日目に納品されます。加工工数は 2 0 分/ 1 個です。

## 演習2/課題説明

### 【課題】

製品A、製品B、製品C、それぞれの

(1) 発注計画（仕入先は、土・日・祝祭日が休日）

(2) 生産計画

(3) 出荷計画

の日程表を作ってください。

### 算出条件

- ・在庫量は最少を意識してください。
- ・時間外労働は、しません。      ・多能工化は、来ています。
- ・計算を単純化するために機械の立上時間、立下時間、段取替え時間、清掃等の付帯作業時間を無視します。
- ・機械の故障や不良品の発生も想定しません。



演習2／日程計画

【製品A】

1月	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日
発注数														
生産数														
出荷数														

2月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
発注数														
生産数														
出荷数														

2月	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日
発注数														
生産数														
出荷数														

演習2／日程計画

【製品B】

1月	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日
発注数														
生産数														
出荷数														

2月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
発注数														
生産数														
出荷数														

2月	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日
発注数														
生産数														
出荷数														

演習2／日程計画

【製品C】

1月	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日
発注数														
生産数														
出荷数														

2月	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
発注数														
生産数														
出荷数														

2月	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日
発注数														
生産数														
出荷数														

## **2. 工程統制**

# 進捗管理の手順

## 【 進捗管理の手順 】

- (1) 「計画」と「実績」の「進みと遅れ」の差を検知します。
  - (2)-1 遅れが検知された場合は、計画を調整します。
  - (2)-2 進みが検知された場合は、次の計画に反映します。
  - (3) 「遅れ」の原因を絞り込み、解消する対策を立案します。
  - (4) 対策を実施し、遅れが解消したのを確認します。
- ※ 適宜これを繰り返します。

# 進捗管理の対策の仕方

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	・ 追加注文、割込み注文    ・ 作業者の欠勤	・ 時間外労働    ・ 他部門からの応援    ・ 外注を活用
稼働率の低下	・ 不良品の発生過多    ・ 想定外の設備故障    ・ 段取替え過多	・ 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	・ 納期遅れ    ・ 発注ミス	・ 短期的：催促、緊急発注    ・ 中期的：仕入先診断    ・ 生産管理システムの見直し

# 余力管理の手順

## 【 余力管理の手順 】

- (1) 現在の「負荷」を仕事量/生産量の比率で検証します。
- (2) 人、機械、原材料など、現在の「生産能力」を検証します。
- (3) 「余力」は、「負荷」と「生産能力」との差から算出し、その値が大きいときは「余力調整」をします。  
調整は、作業配分を見直して「負荷」と「生産能力」を均衡させます。

※ 調整が難しい場合は「日程計画」が調整できないかの検討に展開します。

# 余力管理の対策の仕方

負荷と生産能力の差を日々検知し、生産能力の不足と余剰  
に対して的確な是正を講ずることです。

(1) 「負荷」 > 「生産能力」の状態（不足）のときは、

- ・ 時間外労働で補う。
- ・ 外注先を活用する。
- ・ 他職場から応援してもらう。

中期的には、  
生産効率の改善を図る。

(2) 「負荷」 < 「生産能力」の状態（余剰）のときは、

- ・ 仕事量を増やす。
- ・ 新規受注を図る。
- ・ 他職場へ応援に行ってもらおう。

改善活動をする  
余裕時間に充てる。



## 演習3 / 課題説明

モデル工程の余力を最大に引出すグループ演習です。

対象の工程は、マシニングセンターが4台設置されていて、  
全ての機械を1名の作業者が操作しています。

就業時間＝8時間/1日（2時間毎休憩）、5日間/1週です。  
時間外労働は、していません。

加工対象の製品A、製品B、製品C、製品D、を機械に固定  
する治具は、共通ではありません。

### 【課題】

各稼働日あたりに、何をどの機械で何個、生産すると余力が  
最大になるかを検討し、一覧表に記入してください。  
また、割当てた根拠を記載してください。

## 演習3 / 課題説明

### 【付帯作業要素】

製品の品種に関わらず共通の所要時間です。

- ① 加工ロット毎に材料を倉庫から台車で運搬する。： 5 分間
- ② 生産品種の段取替え（機械の治具）をする。： 3 0 分間
- ③ 機械から完成品を外して出荷台車へ載せる＋治具の切粉を除去する。： 1 分間
- ④ 台車から材料を取ってM C 機へ装着する。： 0.5分間
- ⑤ 機械間の歩行時間： 0.5分間
- ⑥ ロット毎に完成品を倉庫へ台車で運搬する。： 5 分間

演習3 / 課題説明

【製品 4 品種の生産情報】

	加工時間	ロットサイズ	生産数/週
製品A	4分/個	60個/ロット	300個/週
製品B	5分/個	50個/ロット	300個/週
製品C	6分/個	50個/ロット	250個/週
製品D	8分/個	40個/ロット	200個/週

演習3／余力管理

【生産割当表】

		月曜	火曜	水曜	木曜	金曜	週合計
製品A	1号機						300個
	2号機						
	3号機						
	4号機						
製品B	1号機						300個
	2号機						
	3号機						
	4号機						
製品C	1号機						250個
	2号機						
	3号機						
	4号機						
製品D	1号機						200個
	2号機						
	3号機						
	4号機						

## 【割当てた根拠】

A full-page sheet of white graph paper with a light gray grid. The grid consists of small squares, approximately 1 cm by 1 cm each. There are 20 columns and 20 rows of squares. A thicker vertical line runs down the left side, creating a margin. A thicker horizontal line runs across the top, creating a header area. The intersection of these two lines forms a top-left corner.

# 在庫管理の目的

在庫の「質と量と所在」を正常に維持することです。  
余力管理は、以下の手順で行います。

- (1) 在庫の「質と量と所在」の標準を決定します。
- (2) 上記「標準」と「実際」の差を検証します。
- (3) 差の許容限界を超えたときは「在庫調整」をします。

在庫の「量と所在」は、工程流動の速度で調整をします。

※ 在庫の「質」の管理については、品質管理で解説します。

# 在庫管理の対策の仕方

在庫の標準と実際の差を日々検知し、工程毎の不足と余剰に対して的確な是正を講ずることです。

- (1) 「標準」 < 「実際」の状態（余剰）のときは、
  - ・ 部材の納入時期を遅延させる。
  - ・ 仕掛工程以前の生産量を絞り、以後工程の生産を加速する。
  - ・ 中期的には、生産  $L/T$  の短縮を図る。
- (2) 「標準」 > 「実際」の状態（不足）のときは、
  - ・ 部材の納入を催促する。
  - ・ 発注時期を見直す。
  - ・ 負荷計画と余力管理をやり直す。

## 演習4/課題説明

モデル製品の仕掛在庫量を最少にするグループ演習です。

対象の工程は、旋削工程、切削工程、研磨工程の3工程です。

旋削工程：旋盤4台、切削工程：フライス盤8台、

研磨工程：研磨機8台が設置されています。

作業者は、設備毎に1名が専属しています。

就業時間＝8時間/1日（2時間毎休憩）です。

時間外労働は、していません。

製品は、A，B，C，Dの4品種を同時に生産しています。

### 【課題】

工程の仕掛在庫を最少に押える生産配分を検討してください。



演習4 / 課題説明

【製品4品種の生産情報】

	加工時間/個			ロットサイズ	生産数/日
	旋削	切削	研磨		
製品A	2分	12分	12分	5個/ロット	100個
製品B	5分	5分	15分	5個/ロット	80個
製品C	6分	5分	6分	5個/ロット	60個
製品D	10分	4分	8分	5個/ロット	50個

※ 加工時間には、付帯作業時間を含んでいます。

※ ロット単位で工程間を流動しています。

# 演習4 / 課題説明

【機械情報】

	保有台数	機械仕様	段取時間
旋 盤	4台	共 通	共 通 30分/回
フライス盤	6台	共 通	
研 磨 機	8台	共 通	

- ※ 全機械が製品 A , B , C , D の加工ができます。
- ※ 加工する製品の品種替え時間は、共通で30分/回です。
- ※ 機械の故障や不良品の発生も想定しません。

演習4／在庫管理

【生産割当表】

		1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間	7時間	8時間
旋盤 1号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
旋盤 2号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
旋盤 3号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
旋盤 4号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								

演習4／在庫管理

【生産割当表】

		1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間	7時間	8時間
フライス盤 1号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
フライス盤 2号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
フライス盤 3号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
フライス盤 4号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								

演習4／在庫管理

【生産割当表】

		1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間	7時間	8時間
フライス盤 5号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
フライス盤 6号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								

演習4／在庫管理

【生産割当表】

		1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間	7時間	8時間
研磨機 1号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
研磨機 2号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
研磨機 3号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
研磨機 4号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								

演習4／在庫管理

【生産割当表】

		1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間	7時間	8時間
研磨機 5号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
研磨機 6号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
研磨機 7号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								
研磨機 8号機	製品A								
	製品B								
	製品C								
	製品D								

## 【割当てた根拠】

[illegible]



## 3. 工程分析

# IE(Industrial Engineering)の解説

I E（アイ・イー）は、生産効率の改善を目的とし「ムダ」「ムラ」「ムリ」を検知するための分析手法の総称です。

## 【I E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

# 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し、モノの流れや作業者の動きの概要を理解するための分析です。

## 【工程分析の2つの機能】

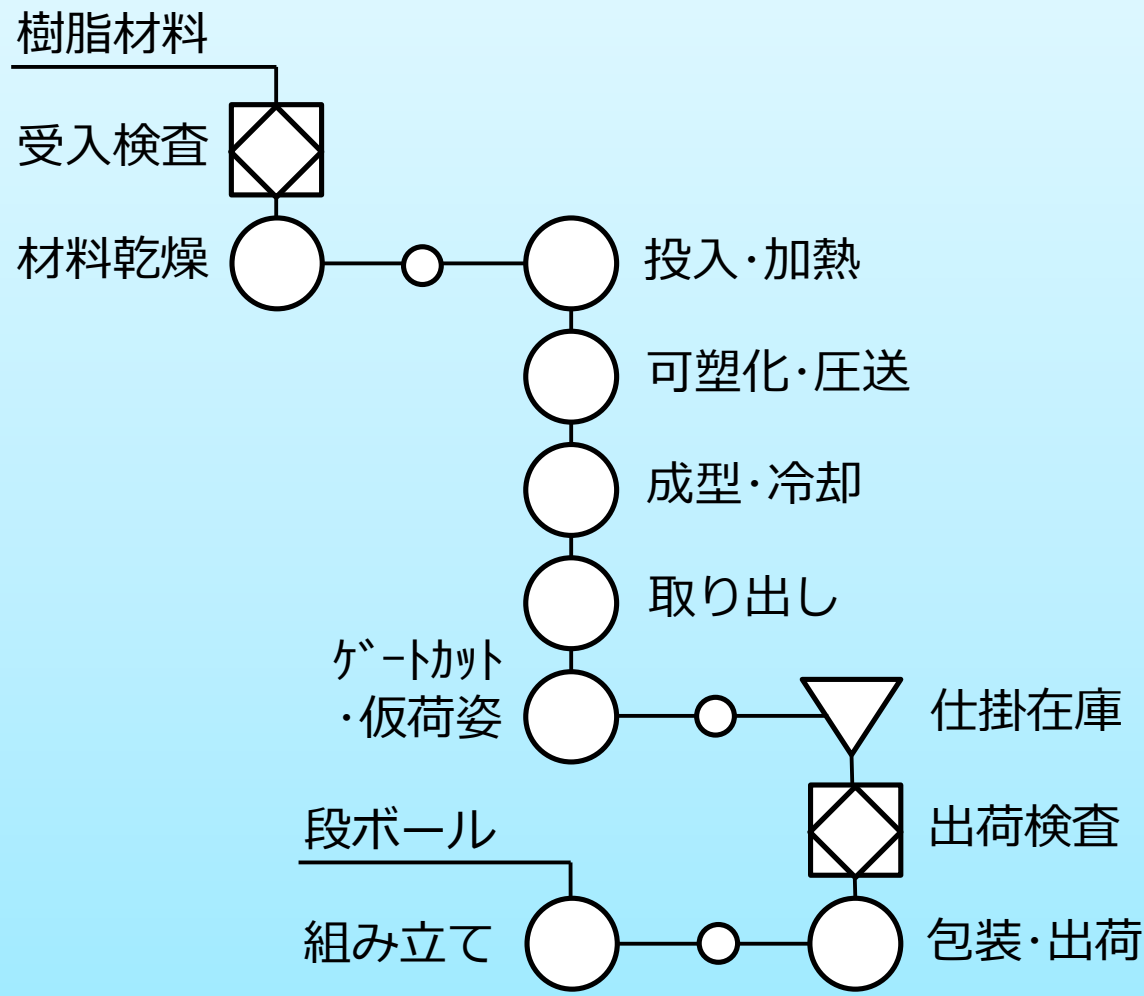
- (1)-1 製品工程分析：生産開始から完成までのモノの変化の過程を分析
- (2)-2 作業工程分析：工程毎に作業や設備が設計情報を実現する過程を分析

# 工程分析に適用する記号

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	—				●

【課題】

これから再生する動画を観察して、製品工程分析のフローを作成してください。

MEMO欄

演習5／製品工程分析

氏名：

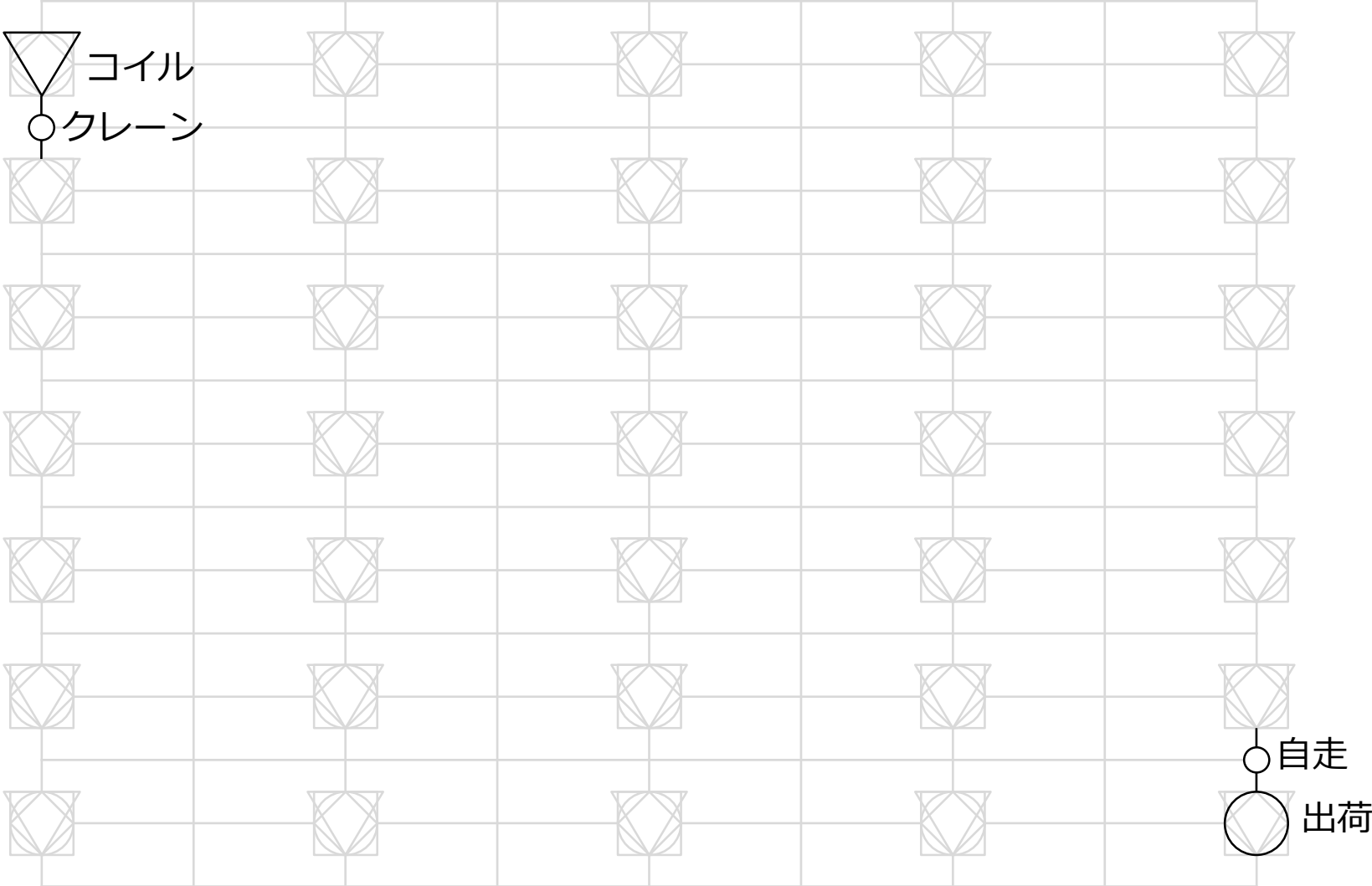
【プレス】

【溶接】

【塗装】

【組立】

【検査】



連合作業分析

人と設備、人と人の連携した作業を観察して、「手待ち」や「アイドルタイム」を検知し、対策を考察するための分析です。

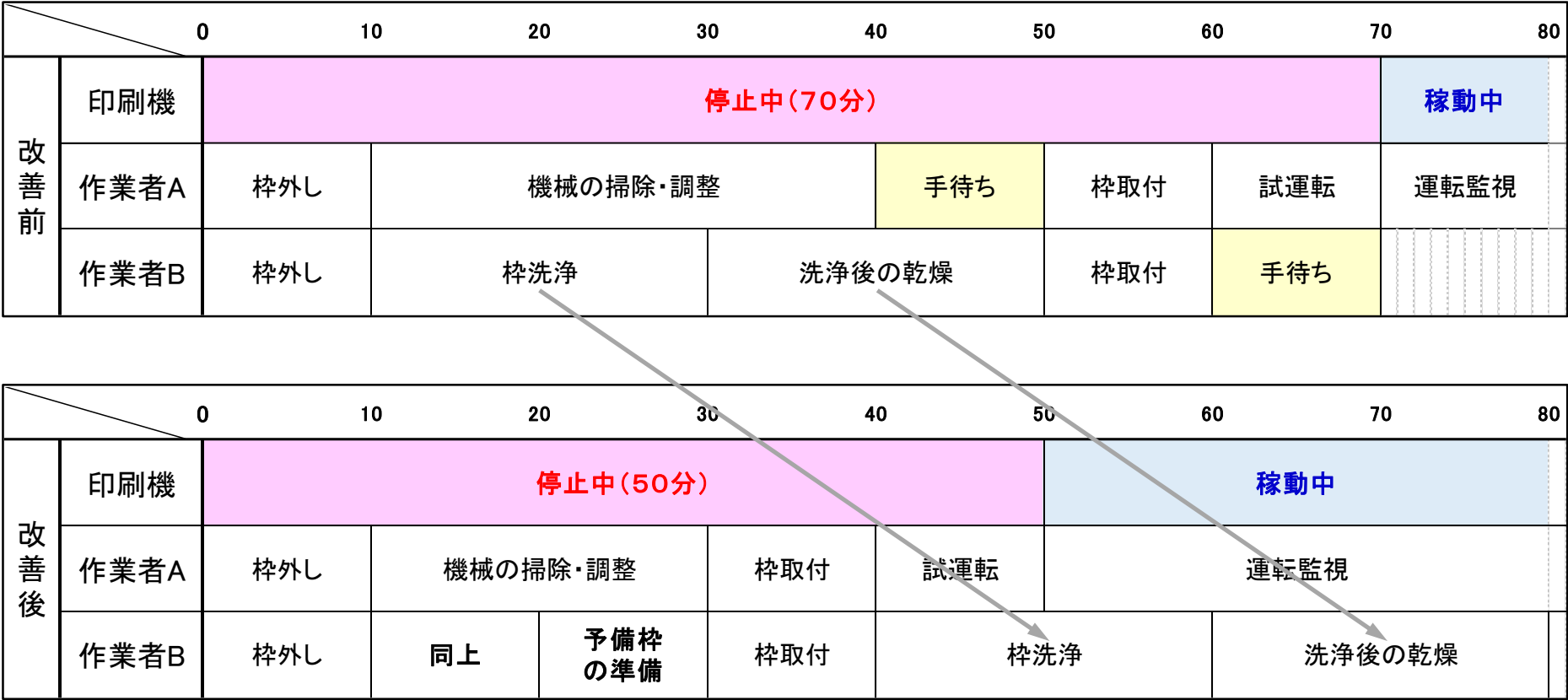
【連合作業分析の2つの機能】

ガントチャート：人と人の連携を分析し、負荷の最適配分に展開を図る。

M - M チャート：人と設備の連携を分析し、作業者の手待ちと機械の停止時間の短縮に展開を図る。

ガントチャートの例

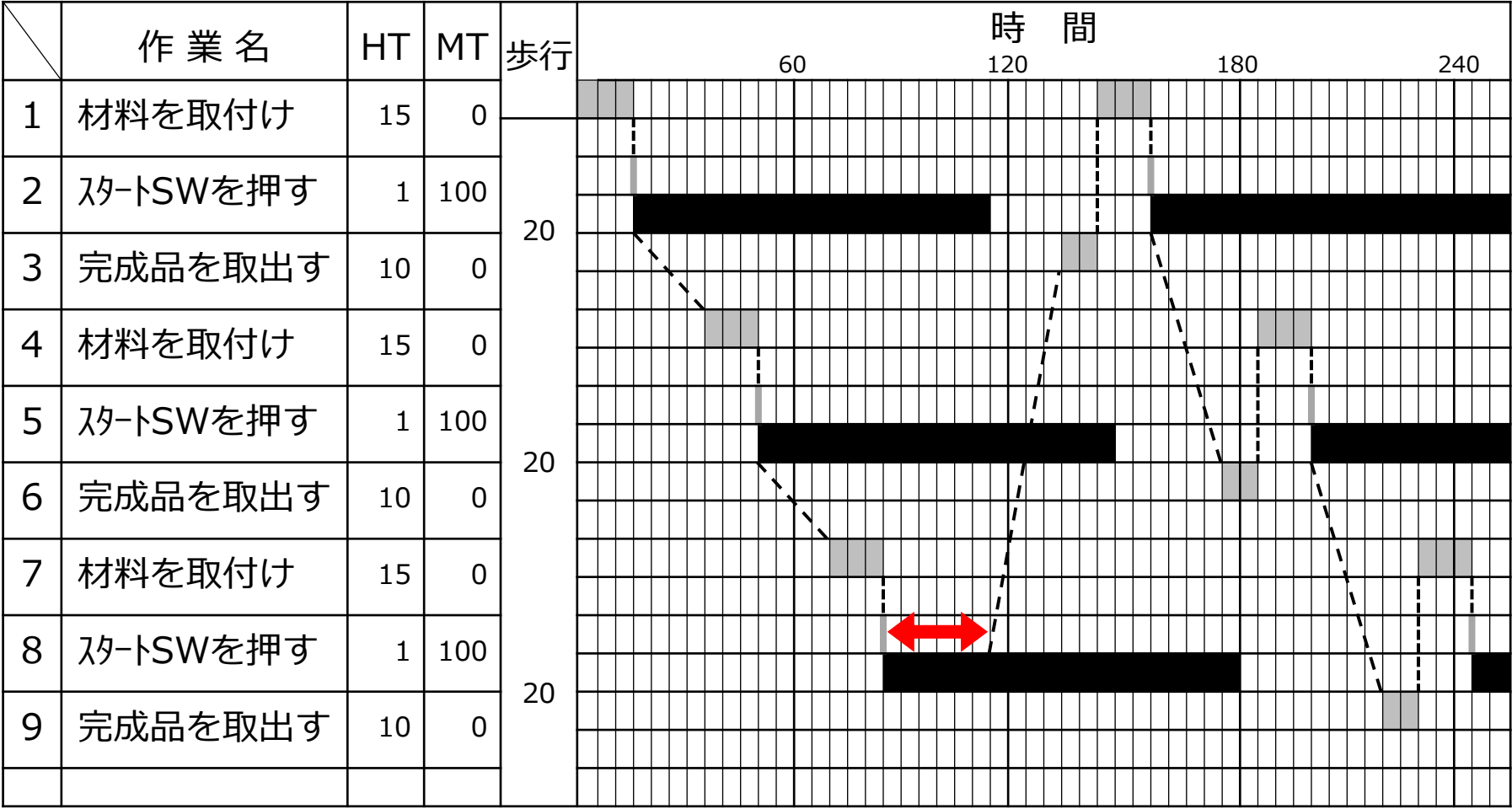
【印刷機の段取替え時間短縮の例】



- ※ 機械の掃除・調整を協力し時間短縮と予備枠準備の採用。
- ※ 枠洗浄と同乾燥作業の後回し。

M-Mチャートの例

【マシニングセンター 3 台持ちの例】



【課題】

これから繰り返し再生する画像を観察して、M-Mチャートを作成してください。歩行は、簡略化のためゼロ秒とします。

MEMO欄

演習6／連合作業分析（M-Mチャート）

氏名： _____

		0	10	20	30	40	50	60	70
①号機	材料取付								
	自動運転								
	製品取出								
②号機	材料取付								
	自動運転								
	製品取出								
③号機	材料取付								
	自動運転								
	製品取出								

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)	・ 空手（取りに行く） ・ つかむ ・ 運ぶ ・ 位置決め ・ 組み合わせ ・ 使う ・ 分解 ・ 放す ・ 調べる	・ 探す ・ 選ぶ ・ 前置き（準備） ・ 考える	・ 保持 ・ 避け得ぬ遅れ ・ 避け得る遅れ ・ 休む

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。

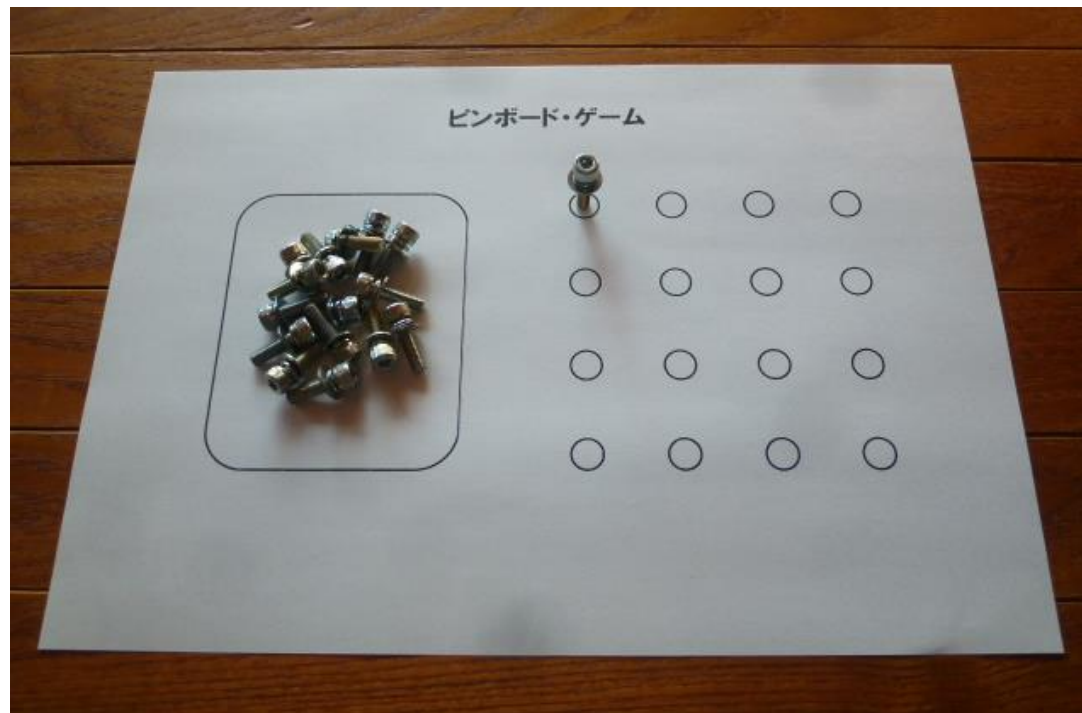
(4) 負荷を減らす

- ・ 軽労化と安全性を増し、リズムカルな作業。

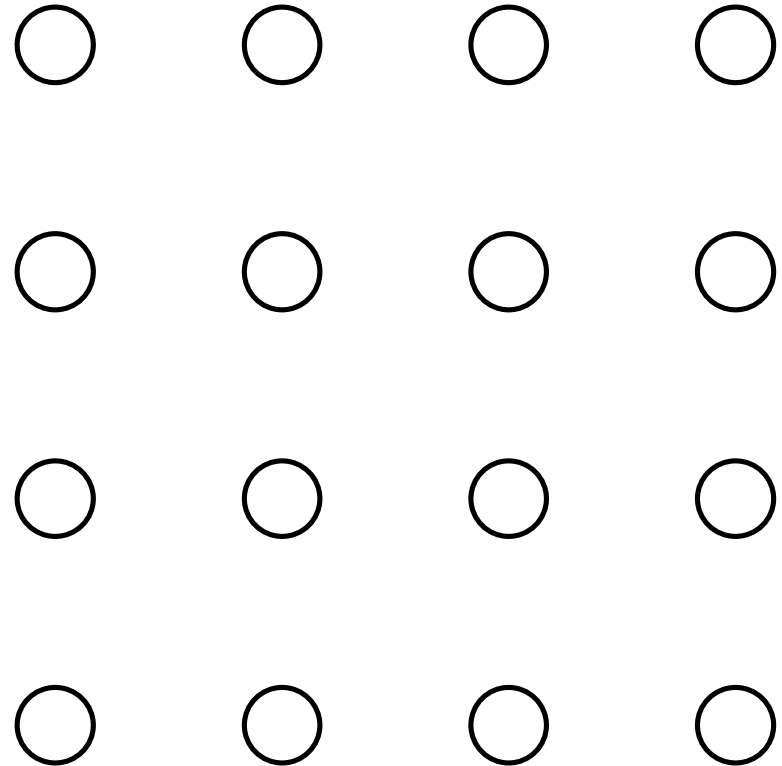
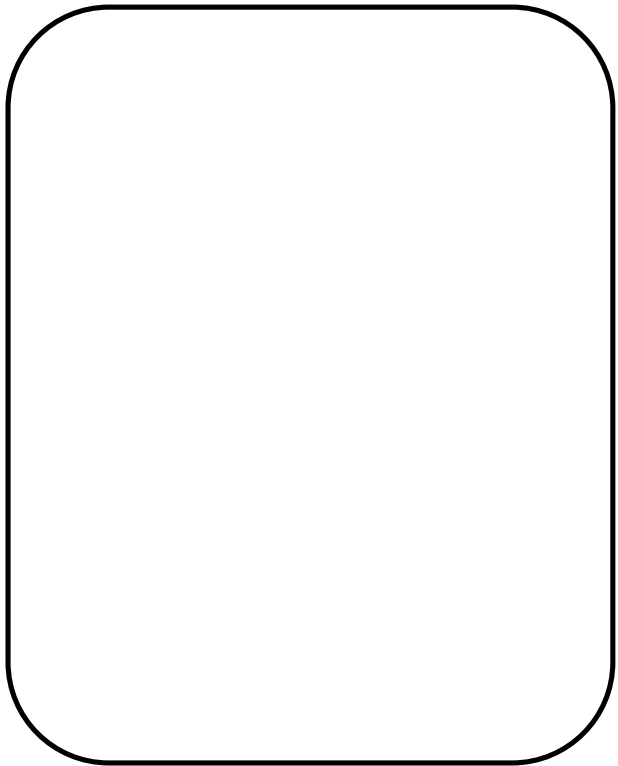
演習7 / 動作分析(ピンボード)

【課題】

ネジを並べ替える作業で、最短時間を競っていただくチーム戦です。
作業員 1 名が身体の中のどの部位を使用しても構いませんが、道具の使用は禁止とします。



演習7 / 動作分析(ピンボード)



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%

【課題】

これから加工現場の様々な場面が切り替わって画面に現れますから10秒毎にワークサンプリングしてチェックシートに記録し、結果を集計してください。

MEMO欄

演習8 / 稼働分析(ワークサンプリング)

作業内容	サンプリング・チェック	件数	比率
1.		回	%
2.		回	%
3.		回	%
4.		回	%
5.		回	%
6.		回	%
7.		回	%
8.		回	%
9.		回	%
10.		回	%

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

													レイトイング	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												

【課題】

MEMO欄

This image shows a full page of graph paper. It features a uniform grid of squares across the entire area. At the top center, there is a header section containing the text "MEMO欄" (MEMO RAN), which translates to "Memo Column" or "Notes". The rest of the page is left blank for writing or drawing.

演習9 / 時間分析(SW法)

氏名 : _____

													レイトینگ	%
No.	要素作業		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均時間	正味時間
1		個												
		読												
2		個												
		読												
3		個												
		読												
4		個												
		読												
5		個												
		読												
6		個												
		読												
7		個												
		読												
8		個												
		読												
9		個												
		読												
10		個												
		読												
	合 計	個												
		読												

PTS法の例 (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	T M U	
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										T M U合計 470.0		

※ 標準時間 = T M U合計 × 0.036秒

MOSTの解説

M O S T とは、標準時間設定の手法の一つです。
Maynard Operation Sequence Technique の
略称で、簡易的で分析精度が高い特徴があります。

各システムは、2つのシーケンス・モデルから構成されます。

【普通移動】		A B G		A B P		A	
		取る		置く		戻る	

【制限移動】		A B G		M X I		A	
		取る		動かす		戻る	

パラメータの解説

A	手や脚の移動距離と角度の変化量
B	目線の移動、屈む・立つ動作
G	掴む、持ち替える
P	置く、位置決めする
M	制約を受けて、押す、引く、滑らす、回す、に伴う手と脚の移動距離と確度の変化
X	機械のプロセス時間
I	軸合わせ（リングとシャフト、ネジとネジ穴）

普通移動シーケンス・モデルのデータカード例

普通移動シーケンス・モデルのデータカード								
Mini MOST [®] システム				A B G A B P A			普通移動	
インデックス値	A			B	G		P	インデックス値
	アクション距離			身体移動	コントロール下におく	定置する 位置決め		
	手		脚					
	距離 (cm)	角度 (°)	距離 (cm)					
0	2.5	30			移動中の掴み。		落とす。保持。	0
1	5	60						1
3	10	120			接触掴み。(手または足)		軽く投げる。置いて保持。	3
6	20	180	20		掴む。掴み直す。		横へ置く。単純な定置。置いて滑らせる。	6
10	35		30	目の移動	持ち替え。選ぶ。		数回の方向修正による位置決め。	10
16	60		45		引き離す。選ぶ。(小型)		完全な方向修正による位置決め。	16
24	>60		65					24
32			>65	屈む、立上る				32
注)	20cm超の定位置、または手から手への移動は1ランク下を適用。				有効重量 = 1kg以下。 有効重量が1～5kgの対象は、1ランク上を適用。		正確な位置決め、取扱困難、0.3～2.5cmの挿入は、1ランク上を適用。 引掛けや力を加えるは、2ランク上を適用。 2.5cm超の挿入は、制限移動シーケンスを適用する。	

制限移動シーケンス・モデルのデータカード例

制限移動シーケンス・モデルのデータカード									
MiniMOST®システム					A B G M X I A			制限移動	
インデックス値	M 制限移動					X プロセス 時間	I 軸合せ		インデックス値
	押す、引く、滑らす、回す			クランク			点または線へ		
	手		足、脚	小さい <12.5cm	大きい <50cm				
	距離(cm)	角度(°)	距離(cm)	回転数（回）			TMU	正常視野内	
0									0
1						1.7			1
3	2.5 ボタン					4.2			3
6	10	90				7.7	軸合せ。		6
10	25	180	25			12.6	正確な軸合せ。軸合せ(点)		10
16	45 定座、外す		40 足で踏む	1		19.6	正確な軸合せ。（点）	軸合せ。	16
24	75		55		1	27.7		正確な軸合せ。軸合せ。(点)	24
32			75	2		36.6		正確な軸合せ。（点）	32
42				3	2	47.6			42
54				4	3	60.1			54

【課題】

MEMO欄

演習10/時間分析(PTS法)

氏名： _____

Mini MOST [®] 計算用紙										補正×		
No.	手の使用	要 素 作 業	同時	シーケンス・モデル						頻度	T MU	
1				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
2				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
3				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
4				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
5				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
6				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
7				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
8				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
9				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
10				A	B	G	A	B	P	A		
				A	B	G	M	X	I	A		
標準時間＝										T MU合計		

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）

MOST：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）

「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）

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

生産システム革新マネージャー育成講座

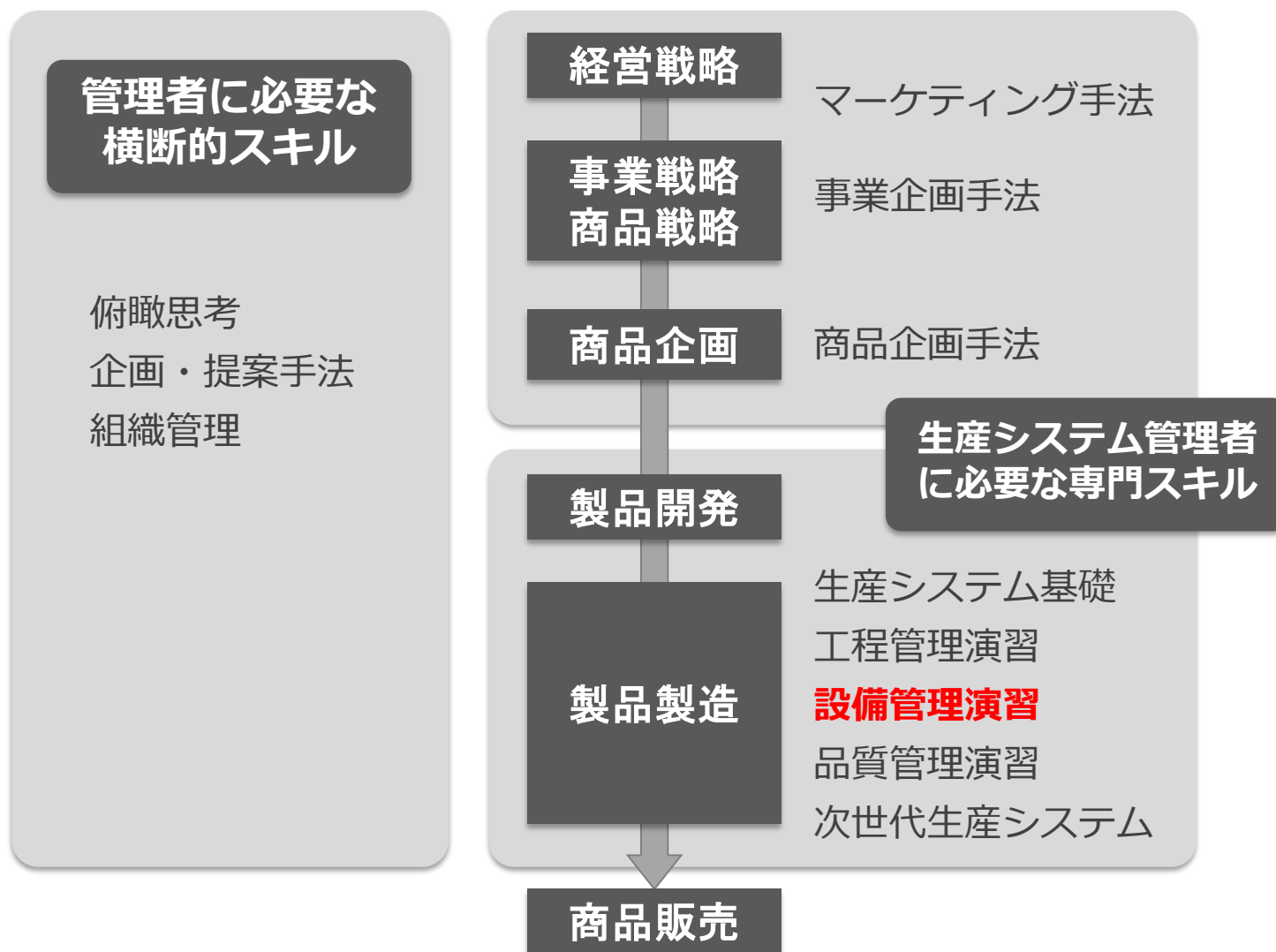
設備管理演習

プログラム6

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の習得

設備投資による省力化の結果、生産性向上に寄与する一方で償却費の増加により製造原価を引き上げる性質は避けられない事実です。本章では、効果的・効率的な設備導入方法と運用段階の分析手法の習得を目指します。



設備効率改善による生産性の向上

目 次

1.設備導入段階の管理

設備償却	-----	5
------	-------	---

2.設備運用段階の管理

設備効率	-----	18
------	-------	----

付加価値と労働生産性	-----	19
------------	-------	----

設備の安全設計	-----	21
---------	-------	----

品質と設備管理	-----	28
---------	-------	----

5 S と設備管理	-----	43
-----------	-------	----

ICTによる設備管理の支援	-----	44
---------------	-------	----

3.現場の問題発見と問題解決

問題発見	-----	46
------	-------	----

問題解決	-----	52
------	-------	----

1. 設備導入段階の管理

設備導入

貸借対照表

借方の固定資産が増加し、流動資産が減少するか
貸方の固定負債が増加します。

※減価償却資産には、每期首の**簿価額**の**1.4%**に相当する金額が地方税として事業者に課せられます。

損益計算書

売上原価を構成する経費の中の**減価償却費**が増加しますから損益計算における**利益**が**減少**します。

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。

※リースの場合は、経費の**賃借料**が増加します。

設備償却

	定 額 法	定 率 法
特 徴	償却費の額が原則として毎年同額となる。	償却費の額は初めの年ほど多く、毎年経過とともに減少する。 ただし、定率法の償却率により計算した償却額が「償却保証額」に満たなくなった年分以後は、毎年同額となる。
計 算 方 法	取得価額×定額法の償却率	未償却残高×定率法の償却率 (以下「調整前償却額」という。) ただし、上記の金額が償却保証額に満たなくなった年分以後は次の算式による。改定取得価額×改定償却率

償却費の計算例（平成23年末改正）

	定額制	定率制
取得価額	1,000,000円	1,000,000円
耐用年数	10年	10年
償却率	0.100	0.200
改定償却率	対象外	0.250
保証率	対象外	0.06552
償却保証額	対象外	65,520円 (=1,000,000×0.06552)
1年目の償却額	100,000円 (=1,000,000×0.100)	200,000円 (取得価額 1,000,000×0.200)
2年目～6年目の 償却額	100,000円 (=1,000,000×0.100)	(期首帳簿価額×0.200)
7年目の償却額	100,000円 (=1,000,000×0.100)	65,536円 (改定取得価額 262,144円×0.250)
		【計算上の注意点】 (1) 調整前償却額の計算 (262,144×0.200=52,429) (2) 上記調整前償却額は、償却保証額に満たないので調整前償却額に改定償却率を乗じて償却費の額を計算します。
8、9年目の償却額	100,000円 (=1,000,000×0.100)	65,536円 (改定取得価額 262,144円×0.250)
10年目の償却額	99,999円 期首帳簿価額-1円	65,535円 (期首帳簿価額-1円 < 改定取得価額×0.250)

演習1～4/課題説明

中央総合(株)は、金属加工を営む中堅企業です。

経営者は、従業員の人生設計を親身になって考え、将来の起業を視野に取引先の斡旋と資金の積立制度や低金利での融資制度等の社内起業制度を確立していた。

同社の中隔人材であるA氏とB氏は、昇進要件を十分に満たしていたが、ポジションに空きがなく暫くは現職位に留まらざるを得ない状況を踏まえ、また両氏ともに10,000,000円の資金積立てがあることから思い切って、社内起業を申請する旨を経営者へ報告した。

経営者から両氏に対して、年間25,000,000円の受注の斡旋と50,000,000円（年利1%）の融資枠の提示があった。

演習1～4/課題説明/A氏のビジネスプラン

A氏の金属加工に係る固有技術は、社内で最高水準であり、年間25,000,000円程度の出来高は、マシニングセンターが1台あれば自身一人で十分に上げられる自負があった。

従業員は雇用せず、手持ちの資金と会社から50,000,000円の融資を受けて、60,000,000円の最新機器を取得する計画を立て、減価償却は10年・定率制を選択した。

材料仕入れは、従来と同条件で年間10,000,000円を支払う計画を立てた。

エネルギー費は、年間500,000円を支払う計画を立てた。

演習1～4/課題説明/B氏のビジネスプラン

B氏の金属加工に係る固有技術に自信がない一方で、管理技術では社内で最高水準であり、中古の単能機を複数名で運転し、年間25,000,000円の出来高を目指す計画を立てた。

従業員を2名雇用して自身と合せ3名の労働力で、手持ちの資金から3,000,000円を出資して中古機器を取得する計画を立て、減価償却は10年・定額制を選択した。

材料仕入れは、従来と同条件で年間10,000,000円を支払う計画を立てた。

エネルギー費は、年間100,000円を支払う計画を立てた。

演習1～4／課題説明／両氏に共通の条件

- ① 売価は、毎年2%の値下げに応じること。
- ② 材料費は、毎年2%の値上げに応じること。
- ③ 労務費は、毎年3%の昇給に応じること。
- ④ エネルギー費の変動は、無いこととする。
- ⑤ 起業時に会社は売上げを斡旋するが、事業開始後の売上を保証する訳ではないこと。
- ⑥ 事業を撤退する場合は、1年前に会社へ通達すること。
また、この場合は従業員には復帰できないこと。

演習1 / 減価償却費の算出

課題：両氏のビジネスプランから設備取得に伴う減価償却費を算出してください。

【A氏のビジネスプラン】 取得価額 = 60,000,000円

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
簿価額										
償却費										

【B氏のビジネスプラン】 取得価額 = 3,000,000円

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
簿価額										
償却費										

「簿価額」 = 「期首帳簿価額」

演習2 / 収支表の作成 / A氏のビジネスプラン

課題：上述の「ケース1」～「共通の条件」に記載された内容を踏まえて、収支表の簡略版を作成してください。

【A氏のビジネスプラン】

	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目	6 年目	7 年目	8 年目	9 年目	10年目
売 上 高										
材 料 費										
労 務 費										
償 却 費										
支払利息										
I 初 年 費										
年間収支										
総 収 支										

演習2 / 収支表の作成 / B氏のビジネスプラン

課題： 上述の「ケース1」～「共通の条件」に記載された内容を踏まえて、収支表の簡略版を作成してください。

【B氏のビジネスプラン】

	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目	6 年目	7 年目	8 年目	9 年目	10年目
売 上 高										
材 料 費										
労 務 費										
償 却 費										
支払利息										
I 初 年 費										
年間収支										
総 収 支										

演習3/生産性分析

課題：両氏のビジネスプランを生産性分析で比較してください。

	A氏のプラン	B氏のプラン
付 加 価 値 額		
労 働 生 産 性		
労 働 分 配 率		
労 働 装 備 率		
有形固定資産回転率		
売上高付加価値率		
総 資 本 回 転 率		

課題：演習①～④の結果を踏まえ、A氏とB氏のビジネスプランのうち優位性の高い起業案を理由を添えてご解答ください。
また、グループで考察した更に良い起業案でも構いません。

[illegible]

2. 設備運用段階の管理

設備効率

設備総合効率

設備の使用効率を示す指標です。

生産効率を阻害する停止ロス、性能ロス、不良ロスを示します。

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

$$\frac{\text{負荷時間} - \text{停止時間}}{\text{負荷時間}}$$

$$\frac{\text{基準サイクルタイム} \times \text{加工数}}{\text{稼働時間}}$$

$$\frac{\text{加工数} - \text{不良数}}{\text{加工数}}$$

可動率

設備の信頼性を示す指標です。

設備を運転し様とした時に正常に運転できた時間の割合です。

$$\text{※ 可動率} = \text{生産実績数} \times \text{基準サイクルタイム} \div \text{運転時間}$$

付加価値と労働生産性

付加価値

自己の企業活動の結果として新たに付与された価値です。

- ① 中小企業庁方式（控除式）
- ② 日銀方式（積上げ式）

労働生産性

投入量に対する産出量の比です。

- ① 価値生産性（付加価値÷従業員数）
- ② 数量生産性（生産数量÷従業員数）

※ 付加価値と生産性は、持続的に向上することが良いことですが、
原価低減（利益）を保証するものではありません。

演習5 / 付加価値と労働生産性

課題： 製造現場で付加価値と生産性を向上させ様としたら、どのような対応を想定しますか？ グループで考察してください。

付加価値増																				
労働生産性向上																				

労災発生の実態①

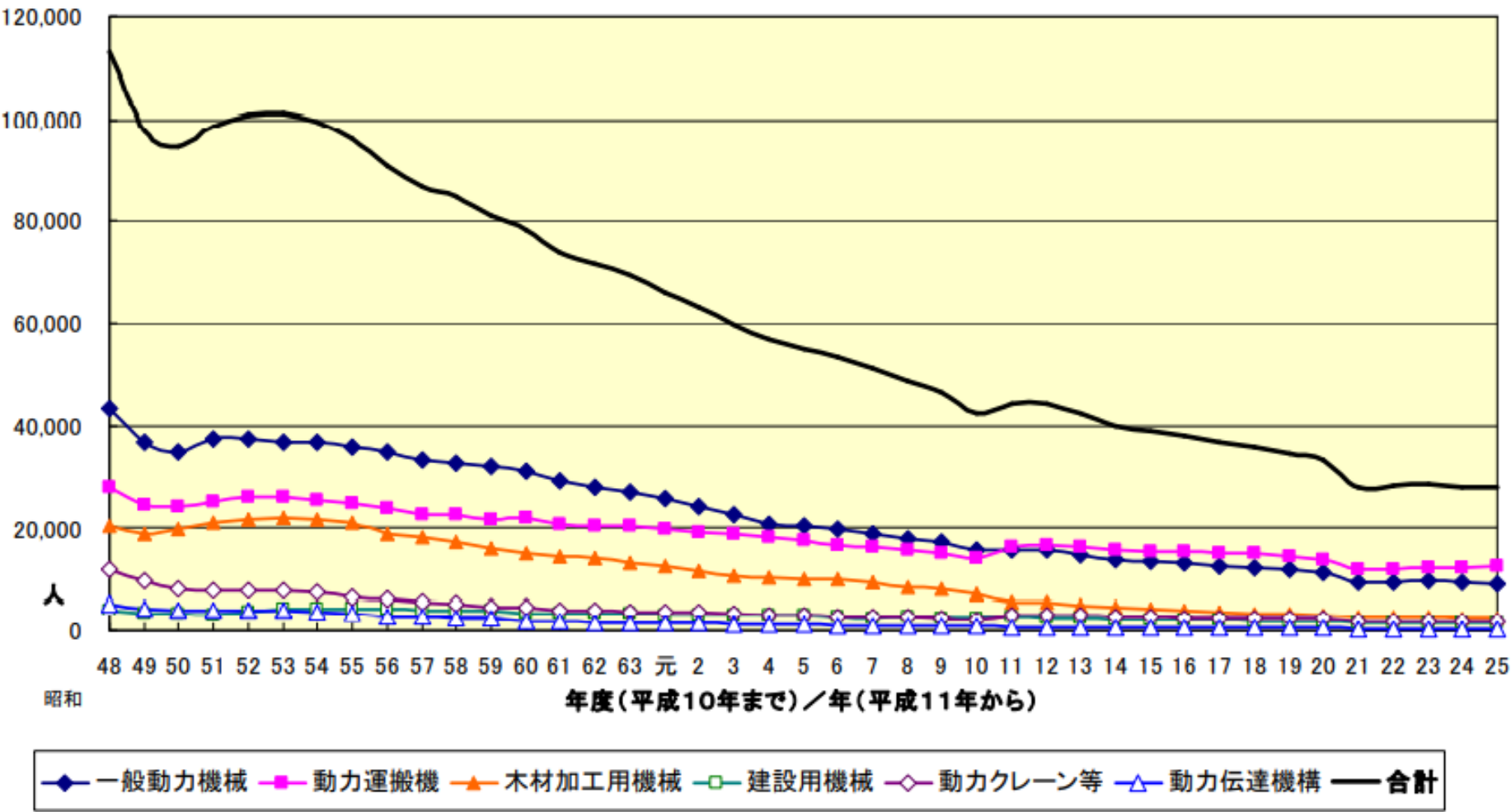


図 1-1 機械災害の推移（休業4日以上之死傷）

引用) 厚生労働省HPより

労災発生の実態②

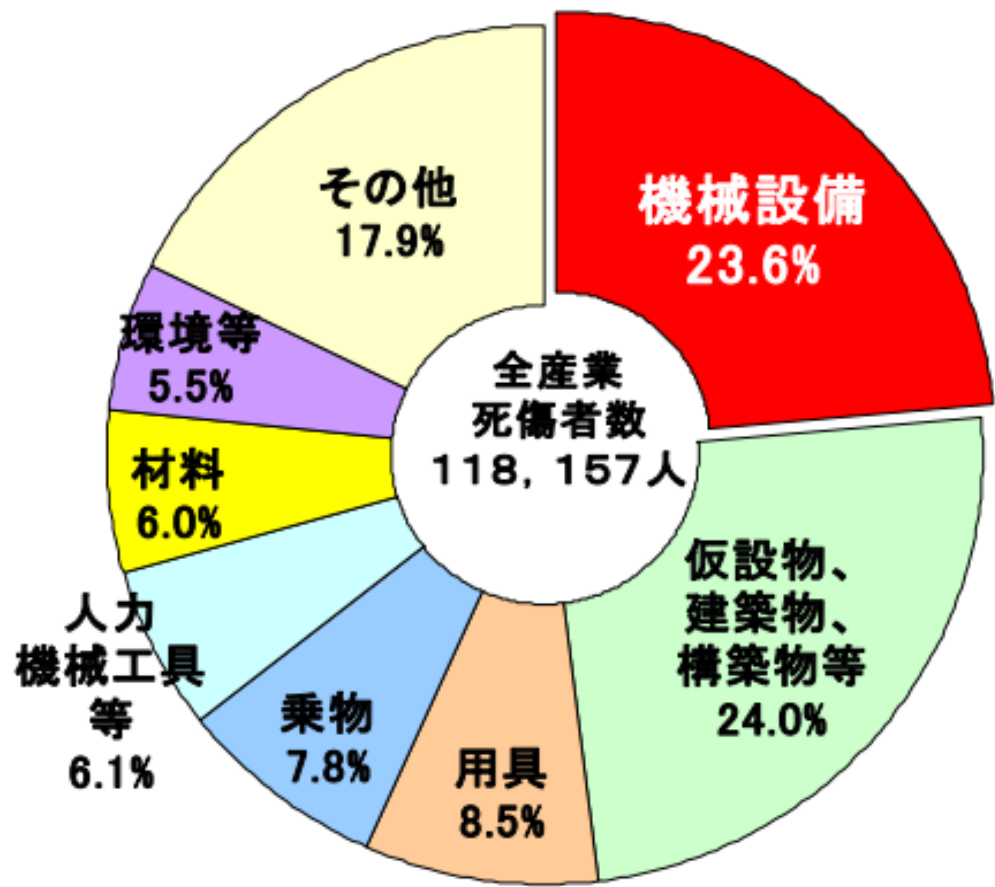


図 1-2 全産業死傷者数における機械災害の割合 (平成 2 5 年)

引用) 厚生労働省HPより

機械安全の3原則

人はミスをする



ポカヨケ

機械は故障する



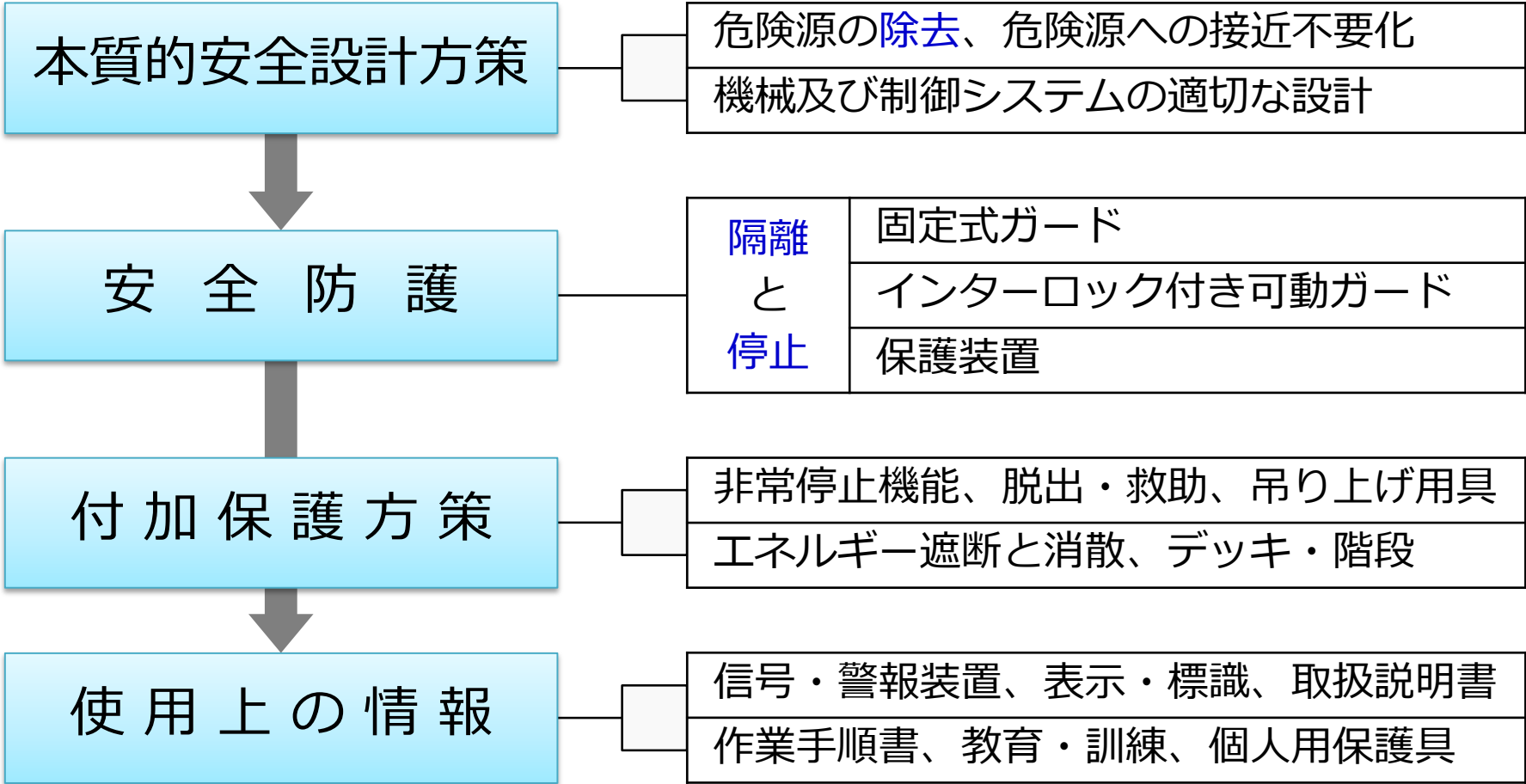
FMEA

完全な安全はない

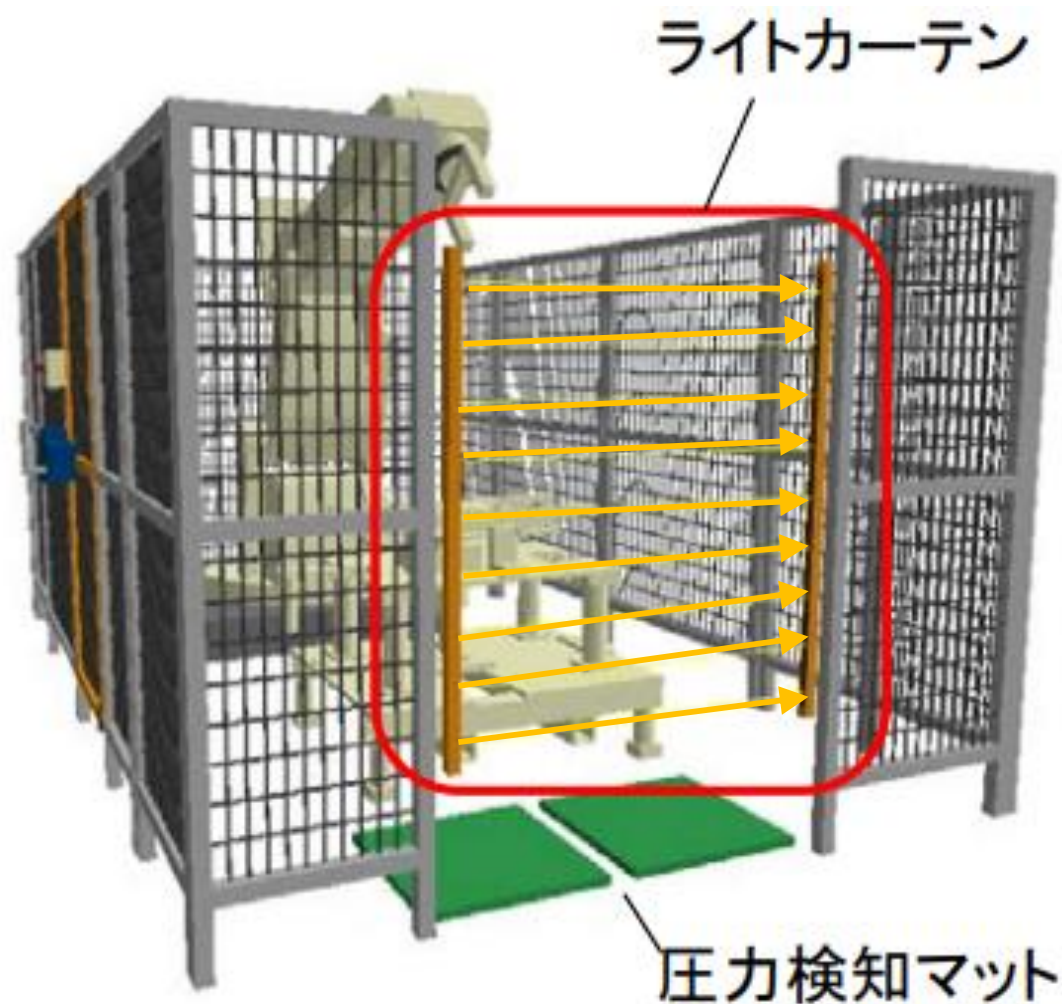


リスクアセスメント

リスク低減の方策



防護柵の例



※ 柵の高さ＋柵と危険領域の距離＝2,500mmを**確保**する。

フェールセーフの考え方

「**機械**は、いつかは**故障**するもの」という考え方を前出の防護柵の構造に当てはめると、

①ライトカーテン

正：受光状態に限りロボットの運転を許可する。

⇒センサー故障時は運転停止：**安全**

誤：遮光状態でのロボットの運転を禁止する。

⇒センサー故障時は制御不能：**危険**

②圧力検知マット

誤：圧力を検知してロボットの運転を禁止する。

⇒センサー故障時は制御不能：**危険**

課題：各社の現場に潜在する機械に係る危険について、グループ内で意見を出し合い、要約を記録してください。

[illegible]

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と偏りが、どの程度規格内に納まっているのか？ 質的な能力を指します。

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

$$C_{pk} = \begin{aligned} &(\text{規格上限} - \text{平均値}) \div (3 \times \text{標準偏差}) \\ &(\text{平均値} - \text{規格下限}) \div (3 \times \text{標準偏差}) \\ &\text{のどちらか小さいほうの値} \end{aligned}$$

※ 工程能力指数と不良率の関係

$$C_{pk} = 1.00 \quad (0.27\%)$$

$$C_{pk} = 1.33 \quad (63.3\text{ppm})$$

$$C_{pk} = 1.67 \quad (0.57\text{ppm})$$

FMEA

自動車産業の品質マネジメント規格（ISO/IATF16949）のコアツールを規定したマニュアルの一つで、設計上の潜在的なリスクを見出す分析手法です。

【参考：コアツールの例】

- ①PPAP（生産部品承認システム）
- ②APQP（先行製品品質計画）
- ③FMEA（故障モード影響解析）
- ④MSA（測定システム解析）
- ⑤SPC（統計的工程管理）

FMEAの対象

DFMEA 主に製品設計の段階で故障の元になる設計の弱点を特定し、それを回避することを目的としています。これに伴うリスクを軽減させます。

※ 故障モード = 製品の故障の仕方

PFMEA 主に工程設計の段階で故障の元になる製造工程や物流プロセス等の弱点を特定し、それを回避することを目的とします。これに伴うリスクを軽減させます。

※ 故障モード = 製造条件や作業標準から逸れること

FMEAの評価方法

10点法

危険優先数（RPN）を評価に用います。

RPN = 厳しさ × 発生頻度 × 検知度 の式で算出します。

各度数を1～10の10段階で評価し、RPN（1～1,000）の値の
大小を比較し、リスクの悪さ加減を**相対評価**します。

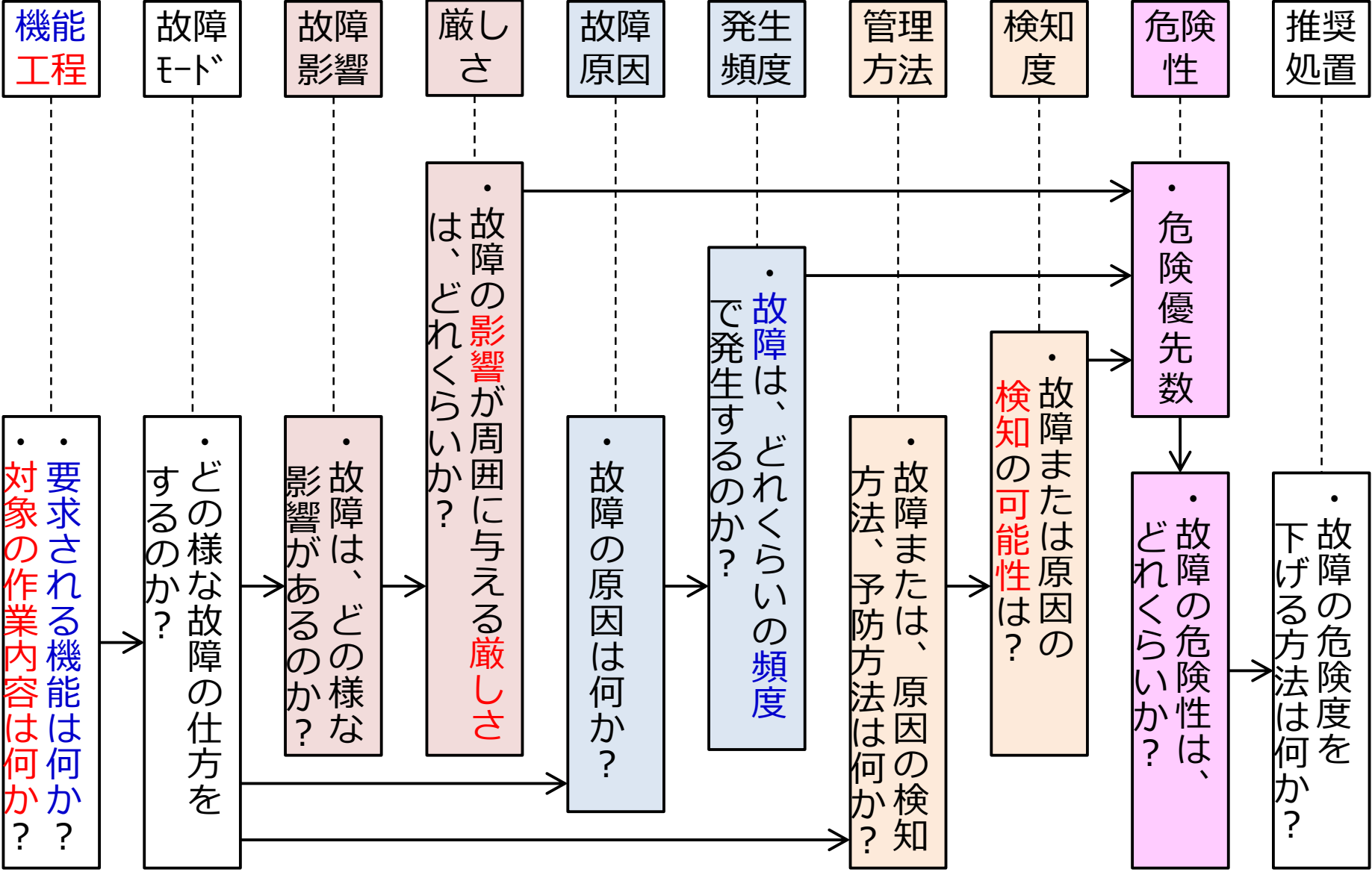
4点法

危険指数（RI）を評価に用います。

$RI = \sqrt[3]{\text{影響度} \times \text{発生頻度} \times \text{検知度}}$ の式で算出します。

各度数を1～4の4段階で評価し、RI（1.0～4.0）の値に
より、リスクを**合格**と**不合格**に**絶対評価**します。

10点法FMEAの作成フロー



10点法FMEAワークシートの例

FMEA 番号

ページ /

型式：
年式/品種：
チームメンバー：

責任部署：
完了日：

作成者：
初回実施日：改定日：

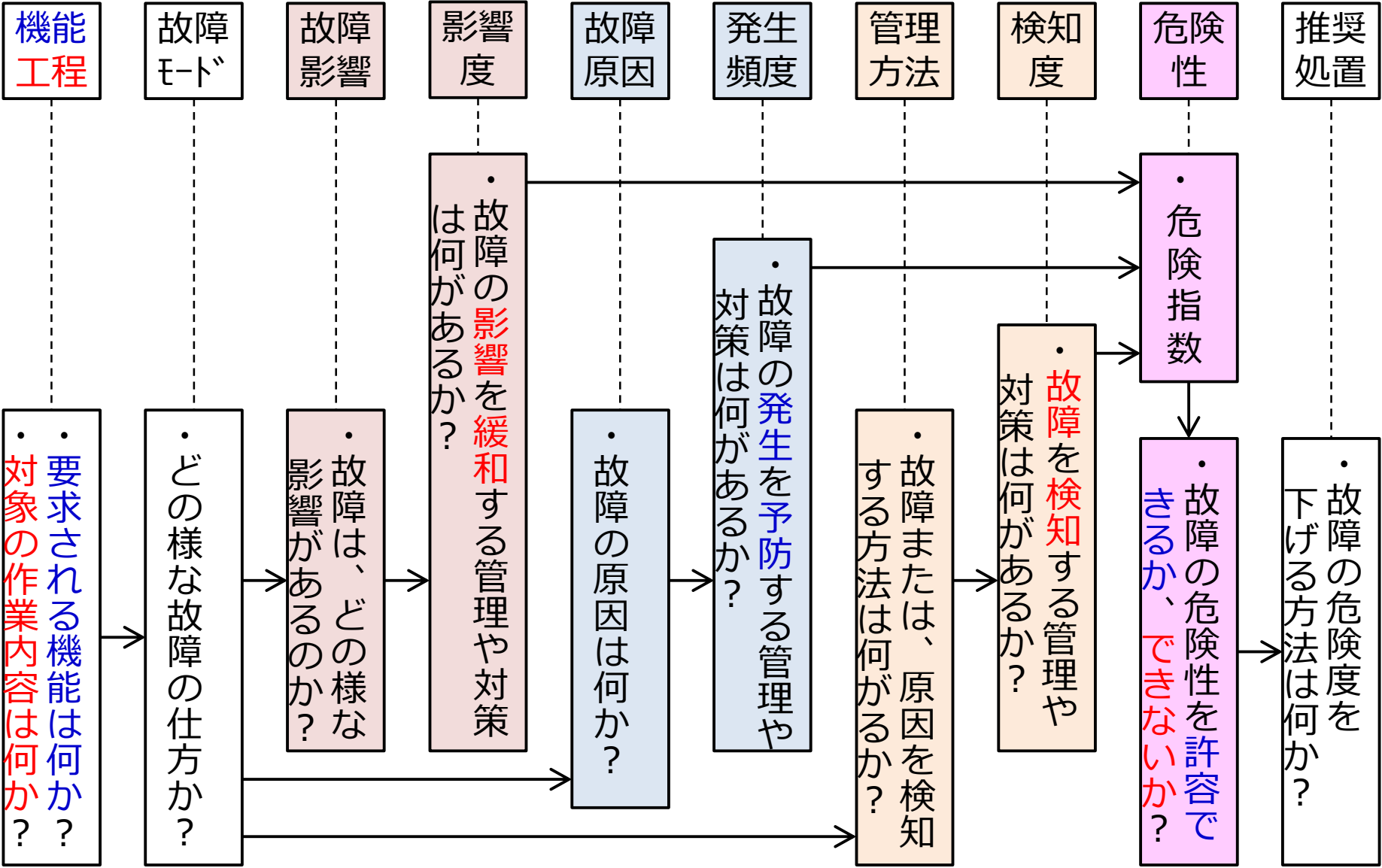
カットオフ値RPN S O D

プロセス 機能 工程	起こり得る 故障モード	起こり得る 故障の影響	厳 し さ	区 分	起こり得る 故障の原因／メカニ ズム	発 生 頻 度	予防するための 現行管理	検出するための 現行管理	検 知 度	危 険 優 先 数	推奨される 是正処置	責任者 完了目標期日	処置結果				
													実行した処置	厳 し さ	発 生 頻 度	検 知 度	危 険 優 先 数

10点法FMEAの度数評価基準

厳しさ(Severity)			発生頻度 (Occurrence)		検知可能性 (Detection)	
評価点	[顧客への影響]	[製造、組立への影響]	評価点	評価基準	評価点	評価基準
	評価基準	評価基準				
10	警告無く、不具合によって商品の安全運転ができなくなる、または、法令に抵触するという非常に高い厳しさ。	警告無しに、組立工程で作業者に危険が及ぶ可能性がある。	10	非常に高い :100以上／1000	10	ほとんど不可能： 検知できない
9	警告はあるが、不具合によって商品の安全運転ができなくなる、または、法令に抵触するという非常に高い厳しさ。	警告はあるが、組立工程で作業者に危険が及ぶ可能性がある。	9	非常に高い :50／1000	9	非常にわずか： 管理では恐らく不可能
8	商品が動かない (主要機能が失われる)	100%を廃棄しなくてはならない可能性有り。 商品を生産ライン以外の修理部署にまで運んで修理に1時間以上が必要	8	高い :20／1000	8	僅か： 管理では検知する機会は少ない。
7	商品は動くが、性能が劣化している。	選別作業が必要で、一部の商品の廃棄が発生する。商品を生産ライン以外の修理部署にまで運んで修理に30分～1時間が必要	7	高い :10／1000	7	非常に低い： 管理では検知する機会は少ない。
6	商品は動くが、便利さ快適さを提供する機能が動作しない。	選別作業は必要なが、一部の商品の廃棄が発生する。商品を生産ライン以外の修理部署にまで運んで、30分以内の修理が必要	6	中程度 :5／1000	6	低い： 管理で検知する可能性がある。
5	商品は動くが、便利さ快適さを提供する機能は性能が劣化している。	商品の全数手直しが必要。 商品の手直しは、修理場所への運搬は不要だが生産ラインから外して手直しする必要有り。	5	中程度 :2／1000	5	中程度： 管理で検知する可能性がある。
4	組立状態・仕上がり状態が悪い。 大半の顧客がその不具合を分かる。	選別をするが、廃棄しなくても済む。 一部分の手直しをすることで再利用可能。	4	中程度 :1／1000	4	中の上： 管理により高確率で検知できる。 後工程作業で異常を検知する。
3	組立状態・仕上がり状態が悪い。 半数の顧客がその不具合を分かる。	一部の商品の手直しの必要が有るが、生産のサイクル時間以下で手直し可能。 廃棄は生じない。	3	低い :0. 5／1000	3	高い： 管理により高確率で検知できる。 工程の中で異常を検知する。 後工程での多くの段階で異常が検知できる。 規格外品は受け付けられない。
2	組立状態・仕上がり状態が悪い。 うるさい顧客が文句を言う。	一部の商品の手直しの必要が有るが、生産工程の中で対応可能。 廃棄は生じない。	2	低い :0. 1／1000	2	非常に高い： ほぼ確実に検知する。 管理自動停止する様な自動計測判定機能を持って、工程の中で異常を検知。 後工程には規格外品を流せない。
1	不具合が分からない。	作業上や作業者にわずかに不便をかける。 または、影響なし。	1	はるかに低い :0. 01以下／1000	1	非常に高い： 確実に検知。 工程または商品設計上の対応で不良対策が行われているので不良品を作ることが無い。

4点法FMEAの作成フロー



4点法FMEAの問題発見シート例

対象製品:

対象工程:

作成: 年 月 日

ページ

プロセス 機能 工程	故 障 モード	起こり得る 故障の影響	影 響 度	故障 の 影響 を 緩和するための 管理または対策	起こり得る 故障の原因	発 生 頻 度	故障 の 発生 を 予防するための 管理または対策	検 知 度	故障 の 発生 を 検知するための 管理または対策	危 険 指 数

4点法FMEAの問題対策シート例

対象製品:

対象工程:

作成: 年 月 日

ページ

推奨される是正内容 (影響度、発生頻度、検知度を下げる)	責任者 (完了目標期日)	実行した是正内容	影響度	発生頻度	検知度	危険指数

4点法FMEAの度数評価基準

影 響 度：問題が発生したとしても周囲への**影響**を**緩和**するための現行の管理（対策）

発生頻度：問題の**発生**を**予防**するための現行の管理（対策）

検 知 度：問題の**発生**を**検知**するための現行の管理（対策）

評価点	評 価 基 準	備 考
4	無管理（対策なし）	
3	不十分な管理（対策）	許容範囲外
2	十分な管理（対策）	許容範囲内
1	完全な管理（対策）	

危険指数の判定基準/FMEA

危険指数（RI） = $\sqrt[3]{\text{影響度} \times \text{発生頻度} \times \text{検知度}}$

危険指数	危険性判断	特記事項
R I ≤2.0	合 格	影響度：1点の場合は他の度数の値によらず不合格としない。
2.0 < R I ≤2.3	保 留	
2.3 < R I	不合格	

算出例)

$2.0 = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 2} = \sqrt[3]{1 \times 2 \times 4}$

$2.1 = \sqrt[3]{1 \times 3 \times 3}$

$2.3 = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 3}$

4点法FMEAの実施例

対 象：自 動 車

プロセス 設備 (構造)	故障モード	起こり得る 故障の影響	影響度	故障の影響を 緩和するための 管理または対策
車輪は、5本の ナットで車軸に 締結されている	ナットが緩む	車輪が脱落して、 走る、曲がる、 止まるの基本機能を果たせない	2	複数本のナットで 締結することによって、機能低下 の影響を緩和する



4点法FMEAの実施例

	起こり得る故障の原因	発生頻度	故障の発生を予防するための管理または対策	検知度	故障の発生を検知するための管理または対策	危険指数
	・ 振動により徐々に緩む ・ 温度変化により隙間が生じる	2	・ ナットを規定のトルクで締める ・ 月に1回、増し締めをする	3	始業点検でナットの緩みを確認する	2.3

演習7 / 設備FMEA

課題：各社の機械設備を対象に4点法FMEAのワークシートを作成する個人演習です。

ページ

対象設備：

作成： 年 月 日

プロセス 設備 (構造)	故 障 モード	起こり得る 故障の影響	影 響 度	故障 の 影響 を 緩和するための 管理または対策	起こり得る 故障の原因	発 生 頻 度	故障 の 発生 を 予防するための 管理または対策	検 知 度	故障 の 発生 を 検知するための 管理または対策	危 険 指 数

5Sを設備管理に活用

整理： unnecessaryな設備を持たない。
スペースの改善、償却費と資産税の軽減、等

整頓： 使い易く配置する。
動線短縮、L/T短縮、持ち台数増加、等

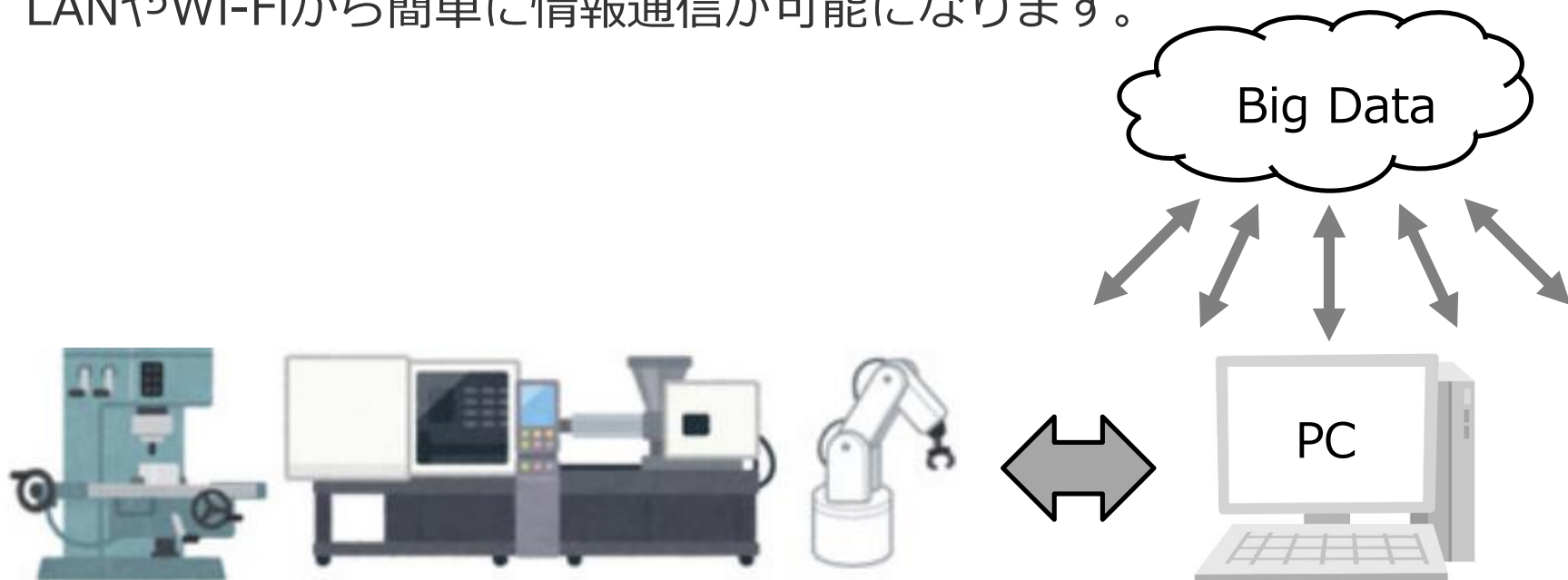
清掃： 点検・清掃をする。
給油、増し締め、等

清潔： 異常を予防し、異常を検知する。
チェックシート、FMEA、過去トラ、等

躰： 決めたこと、決められたことを遵守する。
作業手順書、作業標準書、等

旧式の設備にICT活用

情報通信機能が無い旧式の設備でも、**外付け**のセンサー機器を適所に追加し、エッジコンピュータを中継して、LANやWi-Fiから簡単に情報通信が可能になります。



ただし、構造的にセンサーの後付けが**困難**な個所も想定されるので、その際は**原理原則**を念頭に**代替え**の信号を考察することが重要となります。

3. 現場の問題点発見と問題解決

問題発見

問題とは、あるべき姿と実際に差があること指しており、問題発見には、チェックシートを適用することが効果的・効率的とされる一方で、チェックシートに載っていない項目は、問題の対象を外れてしまう不具合があります。

この対策として維持活動（SDCA）の考え方を適用し、標準を徹底して守る同時に常に問題点を探すことで解消が期待できます。

この段階で有効性の高い手法が問題解決シートです。

ワークシート作成手順

- ① 対象工程の『要素作業』を順序立てて列記します。
- ② 各要素ごとに起こり得る全ての『異常モード』を記入します。
- ③ 列挙された異常モード毎に派生する問題の影響を考察します。
- ④ 問題の危険性（対策の必要性）を指数で解析します。

危険指数（RI） = （影響度×発生頻度×検知度）の立方根

- ⑤ 危険指数を不合格（対策の必要有）と判定した異常モードを対象に問題解決の優先順を決定します。

優先順は、 i)効果の大きいもの、 ii)すぐに実行できるものを上位とします。

異常モードの例

【異常モード】					
人の行為		機械・設備		材料	
1. 行為の抜け	9. 危険の見逃し	1. 断線		1. 使用期限	
2. 回数間違い	10. 位置間違い	2. 短絡		2. 保管状況	
3. 順序間違い	11. 方向間違い	3. 折損		3. 取扱い状況	
4. 時間間違い	12. 量間違い	4. 摩耗		4. 輸送状況	
5. 不要な作業	13. 保持間違い	5. 特性劣化		5. 廃棄処理	
6. 選び間違い	14. 不正確な動作	6. 酸化		6. 有害性有無	
7. 数え間違い	15. 不確実な保持	7. 腐食		7. 環境影響	
8. 認識違い	16. 不十分な回避	8. 変形		8. 在庫の量と期間	
出典) 中央大学・中条武志 失敗モード		出典) JIS Z8115 故障モード			

度数評価

影響度：問題が発生したとしても周囲への**影響**を**緩和**するための現行の管理（対策）

発生頻度：問題の**発生**を**予防**するための現行の管理（対策）

検知度：問題の**発生**を**検知**するための現行の管理（対策）

評価点	評価基準
4	無管理（対策なし）
3	不十分な管理（対策）
2	十分な管理（対策）
1	完全な管理（対策）

危険指数

危険指数（RI） = $\sqrt[3]{\text{影響度} \times \text{発生頻度} \times \text{検知度}}$

危険指数	危険性判断	特記事項
R I ≤2.0	合 格	影響度：1点の場合は他の度数の値によらず 不合格としない。
2.0 < R I ≤2.3	保 留	
2.3 < R I	不合格	

算出例)

$2.0 = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 2} = \sqrt[3]{1 \times 2 \times 4}$

$2.1 = \sqrt[3]{1 \times 3 \times 3}$

$2.3 = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 3}$

問題解決

問題が周囲に与える影響を緩和する事であり、また問題の発生を予防することでもあり、さらに問題の発生を確実に検知することで、問題に関連する損失の解消が図られます。

この段階で最優先となるのが問題の影響を緩和することです。影響が完全に抑制された状態では、損失は極小となります。

ただし、影響は軽微ながら不具合は残っていますから優先度を落としながらも問題の発生を「予防」と「検知」の対策に取り組む必要があります。

問題解決シート例

【ワークシートの様式】

対象製品：

対象工程：

作成：年月日

ページ

No	危険性が高い問題 と 特定した原因	対策内容 (影響度、発生頻度、検知度の度数を下げるための対策)	影響度	発生頻度	検知度	危険指数	効果予測	投資予測	実施容易	解決指数
1										
2										
3										
4										
5										

ワークシート作成手順

- ① 危険性の高い**問題**と特定した**原因**を列記します。
- ② 問題の『影響度』『発生頻度』を下げ、『検知度』を上げる**対策**の何れか、または全部を**考察**します。
- ③ 対策により、影響度、発生頻度、検知度がどの程度良化する
か予測し、この結果を効果性の**度数評価**に反映します。
- ④ 対策に伴う投資費用と対策実施の容易さを予測し、この結果
を**度数評価**に反映します。
- ⑤ **解決指数**（SI）＝（効果予測×投資予測×実施容易）の立方根
を算出して『対策の**有効性**』を評価します。

度数評価

効果予測：対策した結果の危険指数の改善見込みで評価

投資予測：対策の実施を想定した費用の見積額で評価

実施容易：対策を定着させる上での実施の容易さで評価

評価点	評価項目と基準		
	効果予測	投資予測	実施容易
4	$2.3 < RI$	役員決済	要資格・認定
3	$2.0 < RI \leq 2.3$	部門長決済	要専門知識・技能
2	$1.0 < RI \leq 2.0$	消耗品レベル	日常訓練レベル
1	$RI = 1.0$	費用 = 0	誰でも出来る

解決指数

解決指数（SI） = $\sqrt[3]{\text{効果予測} \times \text{投資予測} \times \text{実現容易}}$

解決指数	有効性判断	特記事項
S I ≤2.0	採 用	効果予測： 3点・4点 の場合は他の度数の値 によらず採用としない。
2.0 < S I ≤2.3	保 留	
2.3 < S I	不採用	

算出例)

$2.0 = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 2} = \sqrt[3]{1 \times 2 \times 4}$

$2.1 = \sqrt[3]{1 \times 3 \times 3}$

$2.3 = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 3}$

演習8/問題発見・解決シートの作成

課題：受講者が日常的に管理している現場に潜在する問題の危険性を発見し、その危険性を下げる解決策の有効性を評価してください。

【危険性】

問題発見シートを使用して危険指数を算出した結果から危険性の高い作業を特定してください。

さらに解決すべき問題の優先順を決定してください。

【有効性】

解決すべき優先順最上位の問題を対象に解決策を考察し、その有効性を問題解決シートを使用して評価してください。

演習8／問題発見シート作成

【問題発見シート】

氏名：

ページ

対象設備：

作成：年 月 日

プロセス 設備 (構造)	故 障 モード	起こり得る 故障の影響	影 響 度	故障 の 影響 を 緩和するための 管理または対策	起こり得る 故障の原因	発 生 頻 度	故障 の 発生 を 予防するための 管理または対策	検 知 度	故障 の 発生 を 検知するための 管理または対策	危 険 指 数

演習8／問題解決シート作成

【問題解決シート】

氏名：

対象製品：

対象工程：

作成：年 月 日

ページ

推奨される是正内容 (影響度、発生頻度、検知度を下げる)	責任者 (完了目標期日)	実行した是正内容	影響度	発生頻度	検知度	危険指数

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）

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

生産システム革新マネージャー育成講座

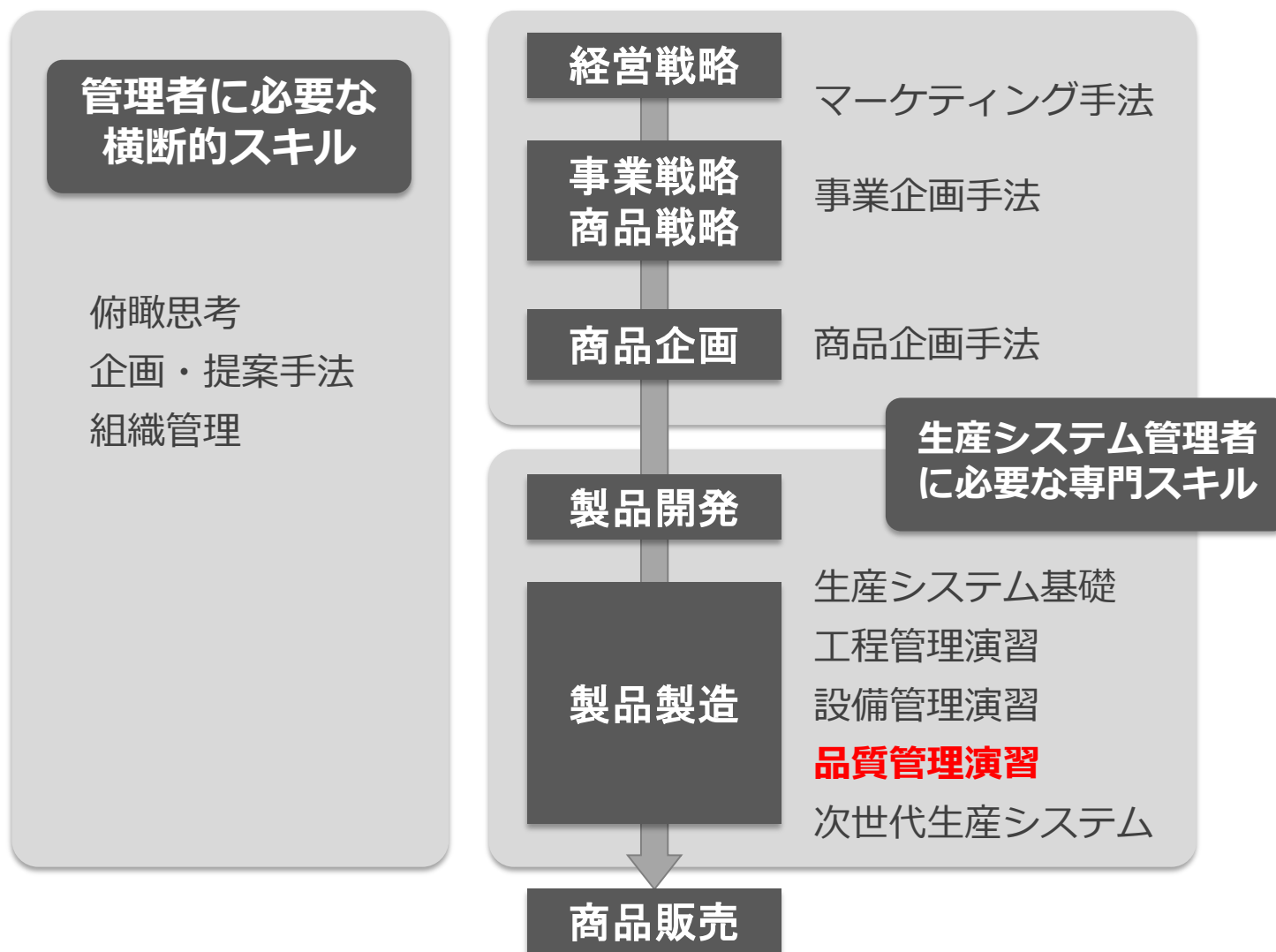
品質管理演習

プログラム7

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の習得

顧客の使用目的に合った高信頼性の製品を生産して市場へ供給し続けることは、売上の維持と向上に高く影響します。

本講座では、品質管理手法を用いた問題発見と問題解決の演習を通じて、効果的・効率的な管理の仕方の習得を目指します。



品質の維持と改善による顧客満足度の向上

目 次

1 .問題発見手法と演習

問題とは	-----	5
F M E A	-----	9
工程能力指数	-----	13

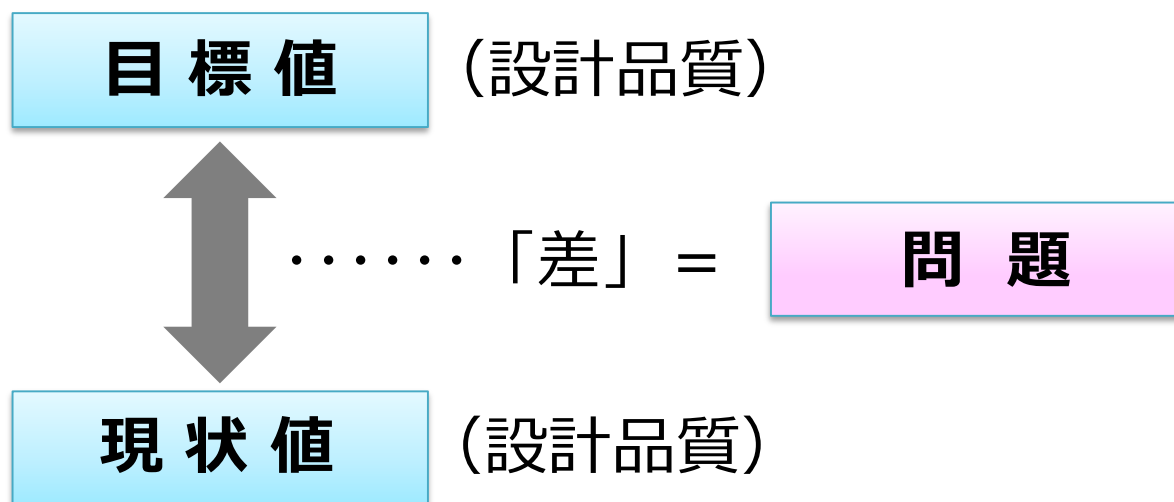
2 .問題解決手法と演習

問題解決の手順	-----	18
---------	-------	----

1. 問題発見手法と演習

問題とは

目標値と現状値に差異があることを指して言います。



この差異の検知と収束の実行段階で、特に有効性の高い手法が「QC7つ道具」と「新QC7つ道具」です。

問題検知の仕方

以下の3つのモードがあります。

発生

市場や顧客から指摘されて、検知されるモードは、**補償**や信頼の**失墜**など大きな損失を伴います。

発見

自社の検査機能により、検知されるモードは、材料費や加工費の**損失**を伴います。

発屈

分析手法を用いた予測により、検知されるモードからは、予防による損失の**抑制**が期待できます。

演習1

課題：自社の任意の製品の問題流出と問題発生対策を整理してください。

製品名：_____

問題の流出 に係る対策	
問題の発生 に係る対策	

演習2

課題： 自社で生産している製品が顧客要求を満たしていることを検証するための測定方法を整理してください。

製品名	区分	特性(指標・指数)	測定方法
例) 汎用ねじ	金属:切削加工	寸法、材質	ノギス、ミルシート

FMEA

設計 F M E A

主に**製品**の設計段階で故障の元になる設計の弱点を特定し、それを回避することを目的としています。
これに伴うリスクを軽減させます。

※ 故障モード = 製品の**故障の仕方**

工程 F M E A

主に**工程**設計の段階で故障の元になる工程や物流プロセス等の弱点を特定し、それを回避することを目的とします。
これに伴うリスクを軽減させます。

※ 故障モード = 製造条件や作業標準から**逸れること**

演習3

課題：自社の任意の製品、および工程のFMEAワークシートを作成してください。

問題解決に係る解説を聞いた後にワークシートの危険優先数が100以上の項目を対象に是正処置を講じてください。

※自社製品が無い（設計をしていない）場合は、工程FMEAのみで結構です。

※FMEAワークシートの作成手順は、設備管理・演習の資料を振り返ってください。

演習3/FMEAワークシート

FMEA 番号

ページ /

型式：
年式/品種：
チームメンバー：

責任部署：
完了日：

作成者：
初回実施日：
改定日：

カットオフ値 RPN S O D

プロセス 機能 工程	起こり得る 故障モード	起こり得る 故障の影響	厳し さ	区 分	起こり得る 故障の原因／メカニ ズム	発 生 頻 度	予防するための 現行管理	検出するための 現行管理	検 知 度	危 険 優 先 数	推奨される 是正処置	責任者 完了目標期日	処置結果				
													実行した処置	厳し さ	発 生 頻 度	検 知 度	危 険 優 先 数

演習3／度数評価基準

厳しさ(Severity)			発生頻度(Occurrence)		検知可能性(Detection)	
評価点	[顧客への影響]	[製造、組立への影響]	評価点	評価基準	評価点	評価基準
	評価基準	評価基準				
10	警告無く、不具合によって商品の安全運転ができなくなる、または、法令に抵触するという非常に高い厳しさ。	警告無しに、組立工程で作業者に危険が及ぶ可能性がある。	10	非常に高い :100以上／1000	10	ほとんど不可能： 検知できない
9	警告はあるが、不具合によって商品の安全運転ができなくなる、または、法令に抵触するという非常に高い厳しさ。	警告はあるが、組立工程で作業者に危険が及ぶ可能性がある。	9	非常に高い :50／1000	9	非常にわずか： 管理では恐らく不可能
8	商品が動かない (主要機能が失われる)	100%を廃棄しなくてはならない可能性有り。 商品を生産ライン以外の修理部署にまで運んで修理に1時間以上が必要	8	高い :20／1000	8	僅か： 管理では検知する機会は少ない。
7	商品は動くが、性能が劣化している。	選別作業が必要で、一部の商品の廃棄が発生する。商品を生産ライン以外の修理部署にまで運んで修理に30分～1時間が必要	7	高い :10／1000	7	非常に低い： 管理では検知する機会は少ない。
6	商品は動くが、便利さ快適さを提供する機能が動作しない。	選別作業は必要ないが、一部の商品の廃棄が発生する。商品を生産ライン以外の修理部署にまで運んで、30分以内の修理が必要	6	中程度 :5／1000	6	低い： 管理で検知する可能性がある。
5	商品は動くが、便利さ快適さを提供する機能は性能が劣化している。	商品の全数手直しが必要。 商品の手直しは、修理場所への運搬は不要だが生産ラインから外して手直しする必要有り。	5	中程度 :2／1000	5	中程度： 管理で検知する可能性がある。
4	組立状態・仕上がり状態が悪い。 大半の顧客がその不具合を分かる。	選別をするが、廃棄しなくても済む。 一部分の手直しをすることで再利用可能。	4	中程度 :1／1000	4	中の上： 管理により高確率で検知できる。 後工程作業で異常を検知する。
3	組立状態・仕上がり状態が悪い。 半数の顧客がその不具合を分かる。	一部の商品の手直しの必要が有るが、生産のサイクル時間以下で手直し可能。 廃棄は生じない。	3	低い :0. 5／1000	3	高い： 管理により高確率で検知できる。 工程の中で異常を検知する。 後工程での多くの段階で異常が検知できる。 規格外品は受け付けられない。
2	組立状態・仕上がり状態が悪い。 うるさい顧客が文句を言う。	一部の商品の手直しの必要が有るが、生産工程の中で対応可能。 廃棄は生じない。	2	低い :0. 1／1000	2	非常に高い： ほぼ確実に検知する。 管理自動停止する様な自動計測判定機能を持って、工程の中で異常を検知。 後工程には規格外品を流せない。
1	不具合が分からない。	作業上や作業者にわずかに不便をかける。 または、影響なし。	1	はるかに低い :0. 01以下／1000	1	非常に高い： 確実に検知。 工程または商品設計上の対応で不良対策が行われているので不良品を作ることが無い。

工程能力指数

工程能力とは、設計品質に対して製造品質のばらつきと偏りが、どの程度規格内に納まっているのか？ 質的な能力を指します。

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

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

または、

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

のどちらか小さい方の値

※ 工程能力指数と不良率の関係

$$C_{pk} = 1.00 \quad (0.27\%)$$

$$C_{pk} = 1.33 \quad (63.3\text{ppm})$$

$$C_{pk} = 1.67 \quad (0.57\text{ppm})$$

演習4/課題説明

汎用旋盤工程で職場長を務めるAさんは、寸法不良が少数ながら慢性的に発生し続けていることを気に掛けていました。

抜取り検査の結果は、毎回合格であり手掛かりにならないため、工程能力指数を算出して加工精度の実力を確かめてみることにしました。

課題1：白色の20面体サイコロを振って出た目を測定結果として記録表に記入してください。（ $n = 10$ ）

課題2：上記で得たデータを使用して標準偏差を算出してください。

課題3：工程能力指数を算出した値から寸法精度の実力を考察してください。

演習4/課題1・2のワークシート

記録表 兼 標準偏差算出表

	X (サイコロの値)	X ² (左記の二乗)
No.1		
No.2		
No.3		
No.4		
No.5		
No.6		
No.7		
No.8		
No.9		
No.10		
合計	ΣXi =	ΣXi ² =
平方和		
分散		
標準偏差		

平方和 : $S = \sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n} =$

分散 : $V = \frac{S}{n - 1} =$

標準偏差 : $\sigma = \pm \sqrt{V} =$

演習4 / 課題3のワークシート

工程能力指数（Cp/Cpk）

規格上限	10.00
規格下限	9.95
平均値	
標準偏差	
Cp	
Cpk	
考察	

2. 問題解決手法と演習

問題解決の手順／QCストーリー

問題解決を有効的に実施する代表的な手法がQCストーリーです。



テーマの選定

：上位方針と整合した解決すべき問題を選定する。

現状把握・目標設定

：データ収集とテーマに適合した目標を設定する。

要因の解析

：目標と現状の差を発生させている要因を解析する。

対策の検討

：影響度の高い要因を解消するための対策を検討する。

対策実施・是正

：有効性を随時確認しながら対策を実施する。

効果の確認

：目標に対して実績の達成度を確認する。

標準化・管理の定着

：対策の成果を反映して新たな標準を作成し管理する。

問題解決の手順/手法の有効性

(◎：特に有効なもの、○：有効なもの)

手 法 手 順	パ レ ー ト 図	特 性 要 因 図	チ エ ッ ク シ ー ト	ヒ ス ト グ ラ ム	グ ラ フ	管 理 図	散 布 図	連 関 図 法	親 和 図 法	系 統 図 法	マ ト リ ク ス 図 法	多 変 量 解 析 法	P D P C 法	ア ロ ー ダ イ ヤ グ ラ ム	な ぜ な ぜ 分 析	工 程 能 力 指 数
テ ー マ の 選 定	◎	○	○	○	○	○		○	○							
現 状 の 把 握	○	○	○	○	◎	○		○								○
目 標 を 設 定	○			○	◎	○										
活 動 計 画 の 作 成					◎			○						◎		
要 因 の 解 析	○	○	○	◎	○	◎	◎			◎	○	○			○	○
対 策 の 検 討 と 実 施		◎			○				○	◎	○		◎			○
効 果 の 確 認	○		○	◎	○	◎										
標 準 化 と 管 理 の 定 着			◎	○	○	◎										

演習5 / 課題説明

(株)中央製作所は、金属部品加工の中堅会社です。品質要求の高い自動車産業向けを中心に安定した売上げを記録してきたが、今期は顧客の想定外の売上不振の影響により、来期の取引価格の交渉に大きな影響を受けることは必至の状況です。

上記背景を踏まえ製造担当役員は、工場全体に製造原価を10%削減の号令を発した。

同社のマシニングセンター工程は、職場長を含む6名が在籍し、新旧設備を計10台を使用して、材料費率の高い製品が主要となっています。

演習5 / 課題1 / 親和図法・連関図法の進め方

課題1：上位方針に整合した改善テーマを選定するために同工程の全員が原価削減の対象と観点について、各自の意見をポストイットに記入し、次に「親和図法・連関図法」を用いてグループの意見を模造紙上に並べて集約してください。（B S等でカード化された多くの意見をグループ化し、論理的に課題を導くために有効性の高い手法です。）

step1:

メンバーの1人がカードを1枚だし、書かれている意見を読み上げる。
他のメンバーは、関連した意見が書かれたカードを重ねていく。

【良い例】

（見たままの現象を記す）
〇〇工程の仕掛在庫量は、
1日の生産量の3倍の量を持
っている。

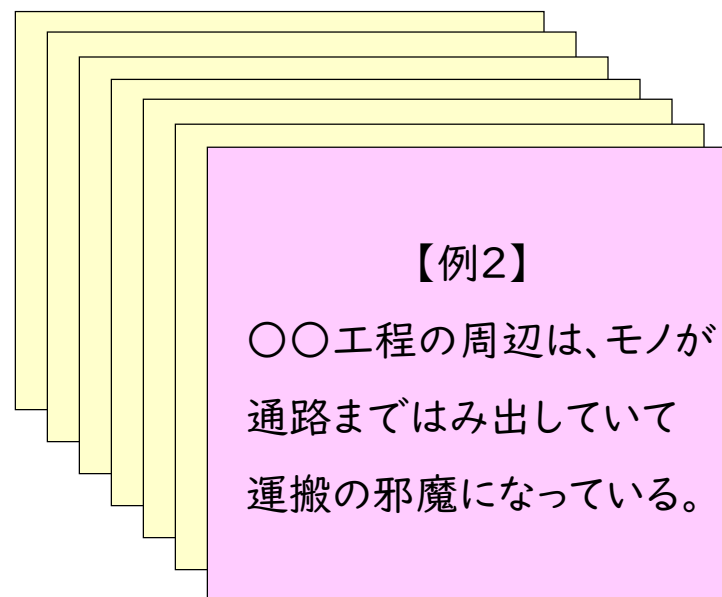
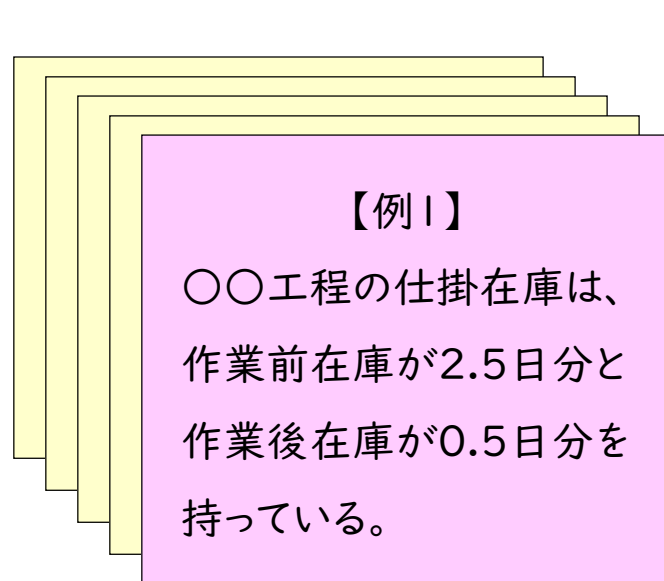
【良くない例】

（考察まで記している）
〇〇工程は仕掛在庫量を
多く持ち過ぎているので、
減らすべきである。

演習5／課題1／親和図法・連関図法の進め方

step2:

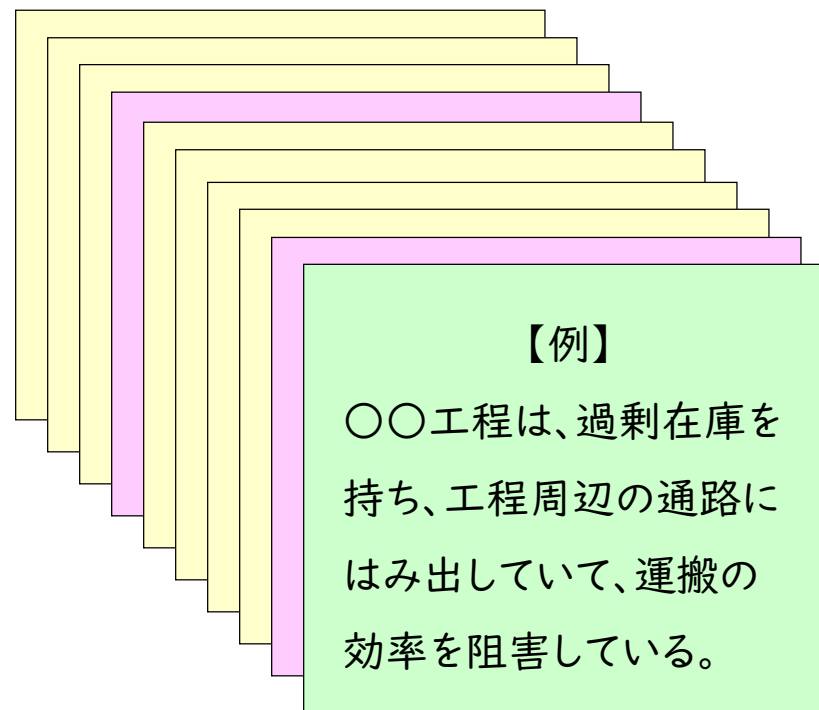
関連した意見のカードにより形成された小グループの内容を簡潔に
まとめてポストイット（ピンク）で見出しをつける。



演習5／課題1／親和図法・連関図法の進め方

step3:

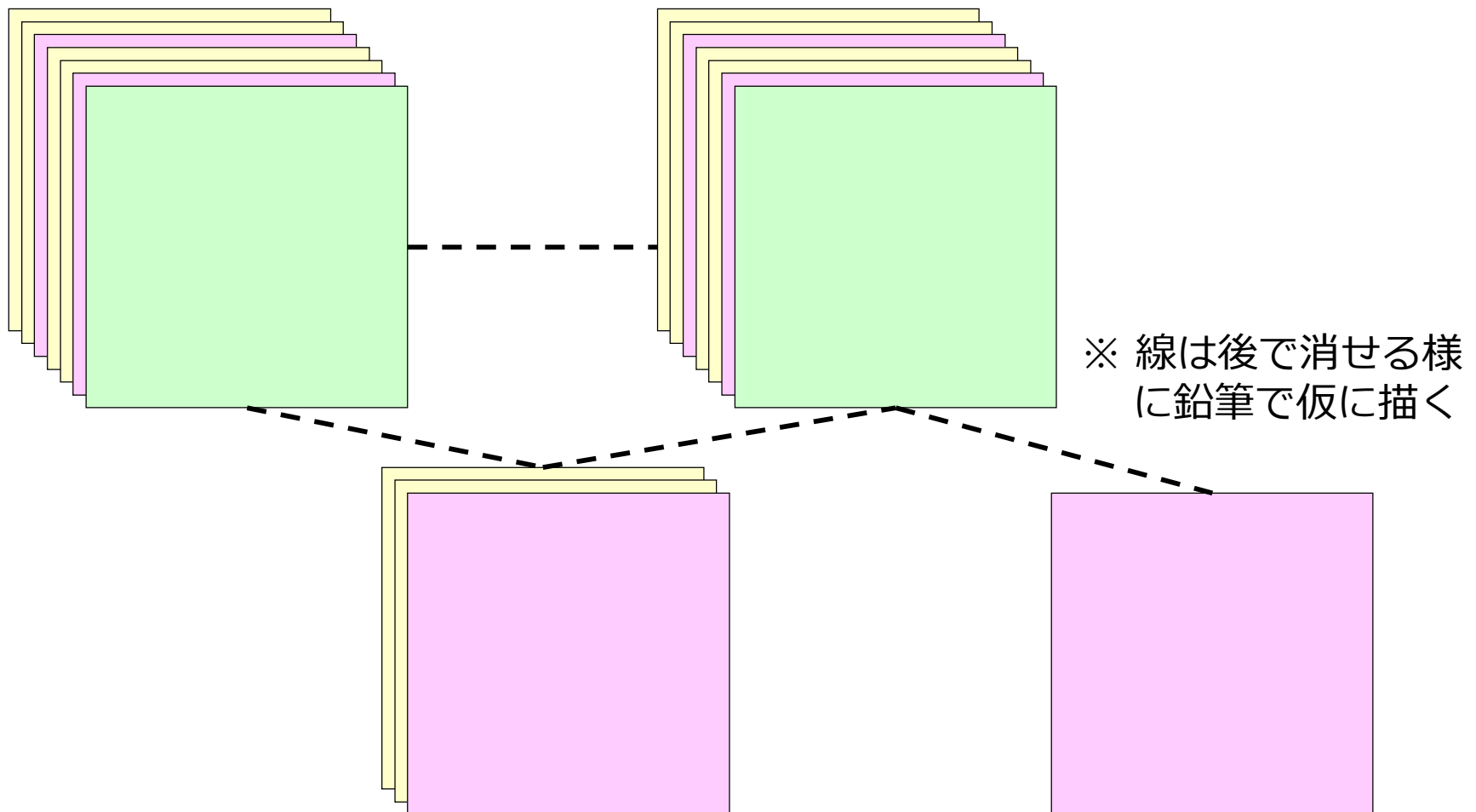
小グループの見出しを見て、親和性のあるグループをまとめて中グループを形成しポストイット（緑）で見出しをつけ、さらにその見出しを見て大グループを形成する。



演習5／課題1／親和図法・関連図法の進め方

step4:

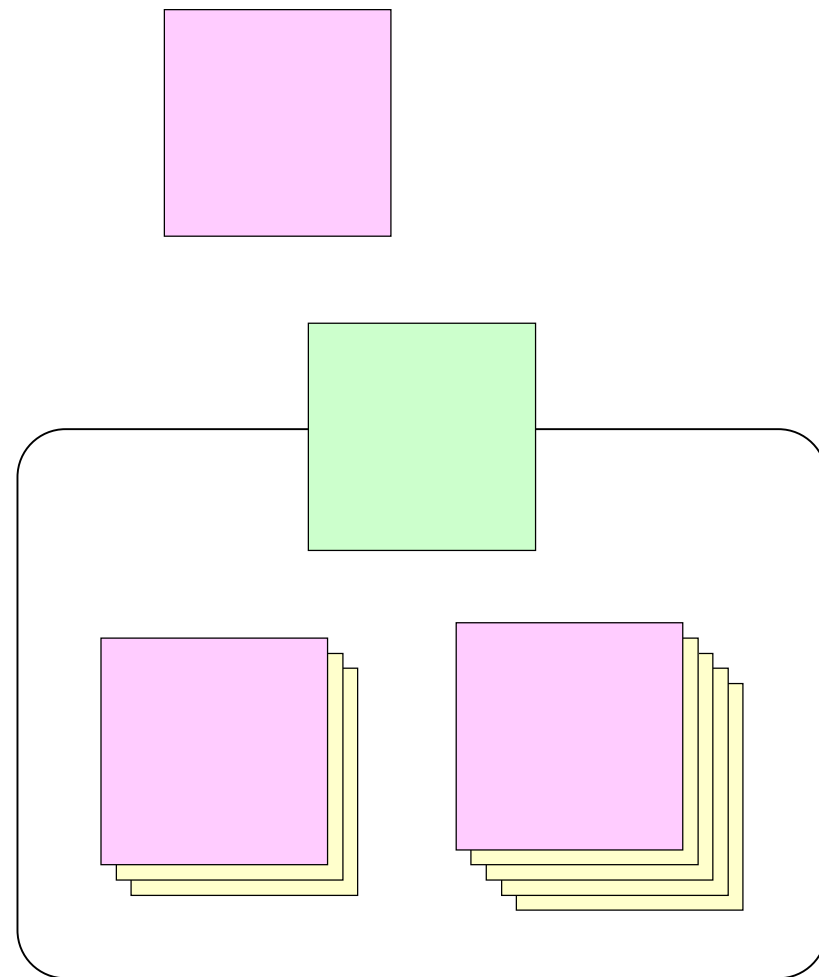
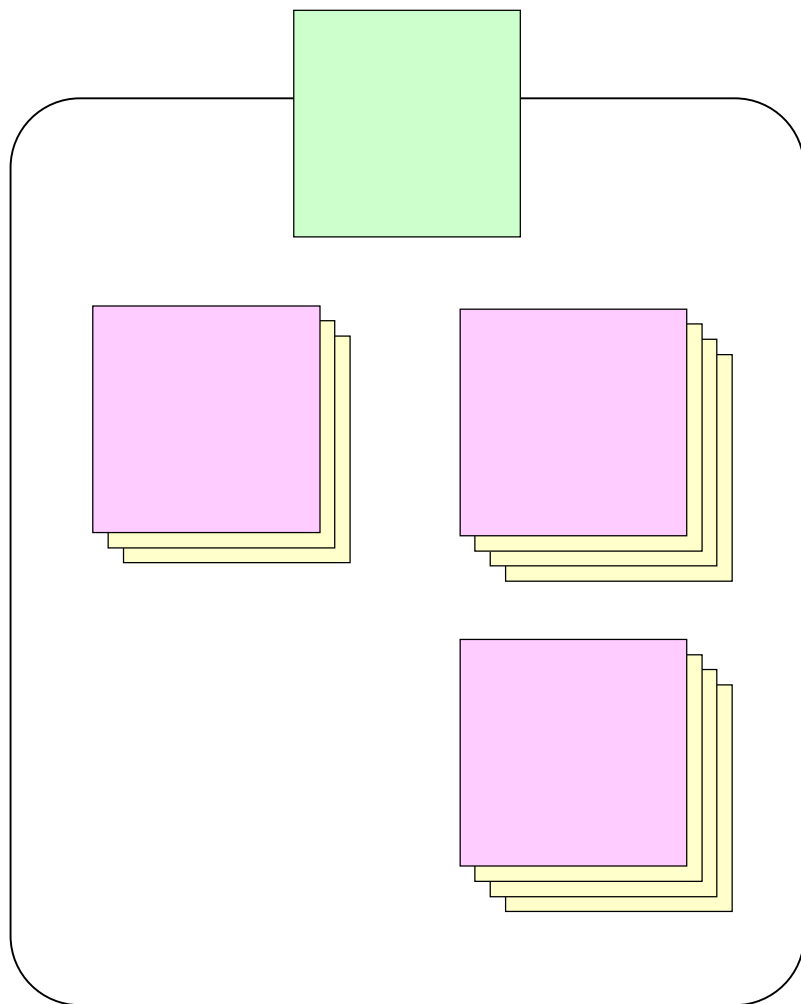
大中グループの関連性を見てストーリーが出来る様に配置する。



演習5／課題1／親和図法・連関図法の進め方

step5:

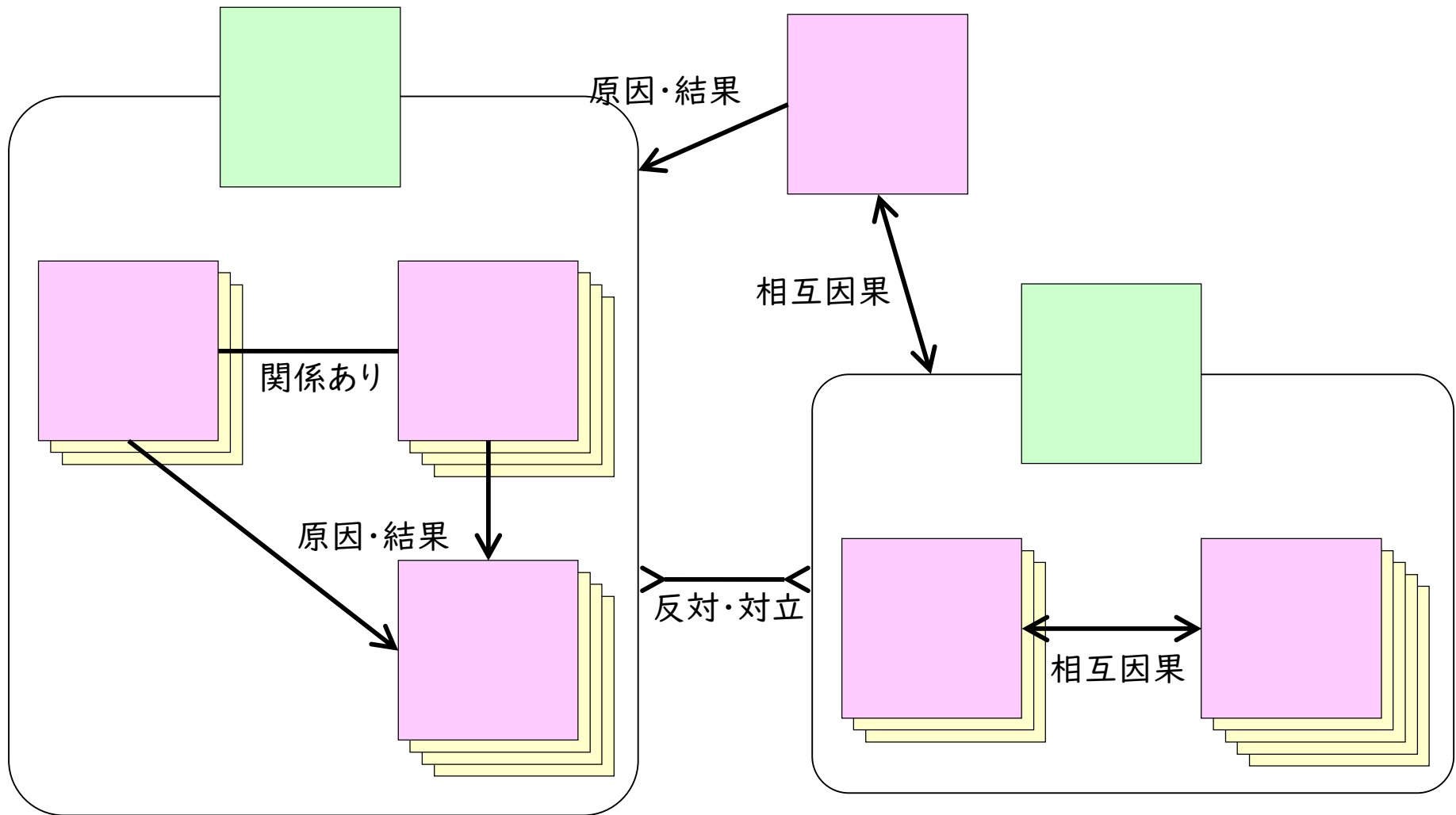
大グループを中グループにバラして枠で囲む。



演習5／課題1／親和図法・連関図法の進め方

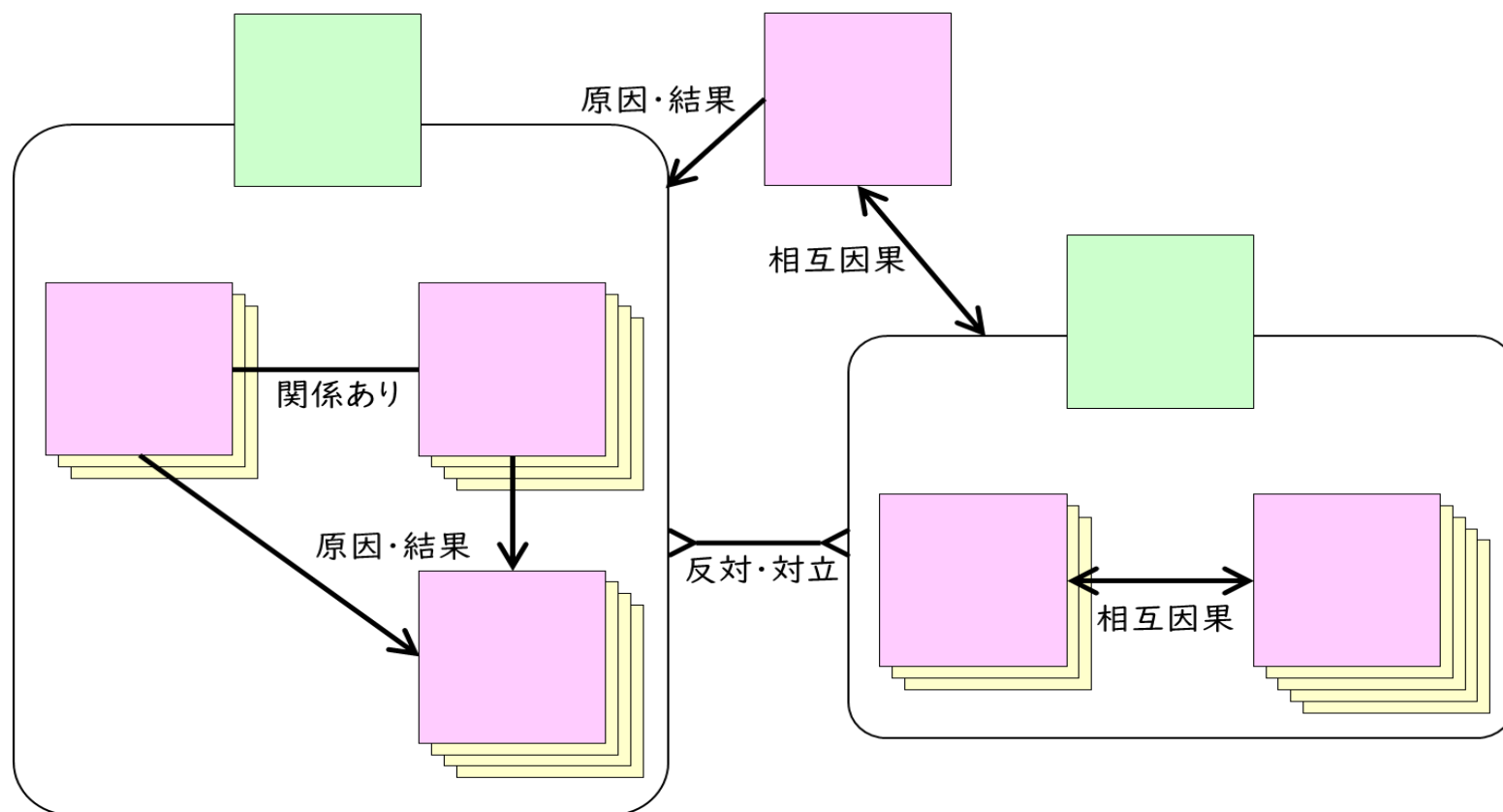
step6:

グループの関連性を線で結び連関図を描く。



step7: 標題、要約、課題、作成日、作成者を記入して完成。

星野三郎 大間々次郎



演習5/課題2

課題2：以下の**step1～6**の結果を踏まえ、「不良ロス削減の目標値」、「影響度の高い要因」、「対策検討結果」を**step7**の表に記入してください。

step1：

マシニングセンター工程の製造原価 10%削減の対象を材料費の不良損金を半減することに仮定し、現状の不良品目を把握する目的で検査工程に適用するチェックシートを作成し、白色のサイコロを振って出た目を検査結果として記録してください。（ $n = 100$ ）

※ チェックシート作成時の要点は、品質管理・基礎のQC7つ道具の項を振り返ってください。

step1.チェックシート

演習5/課題2

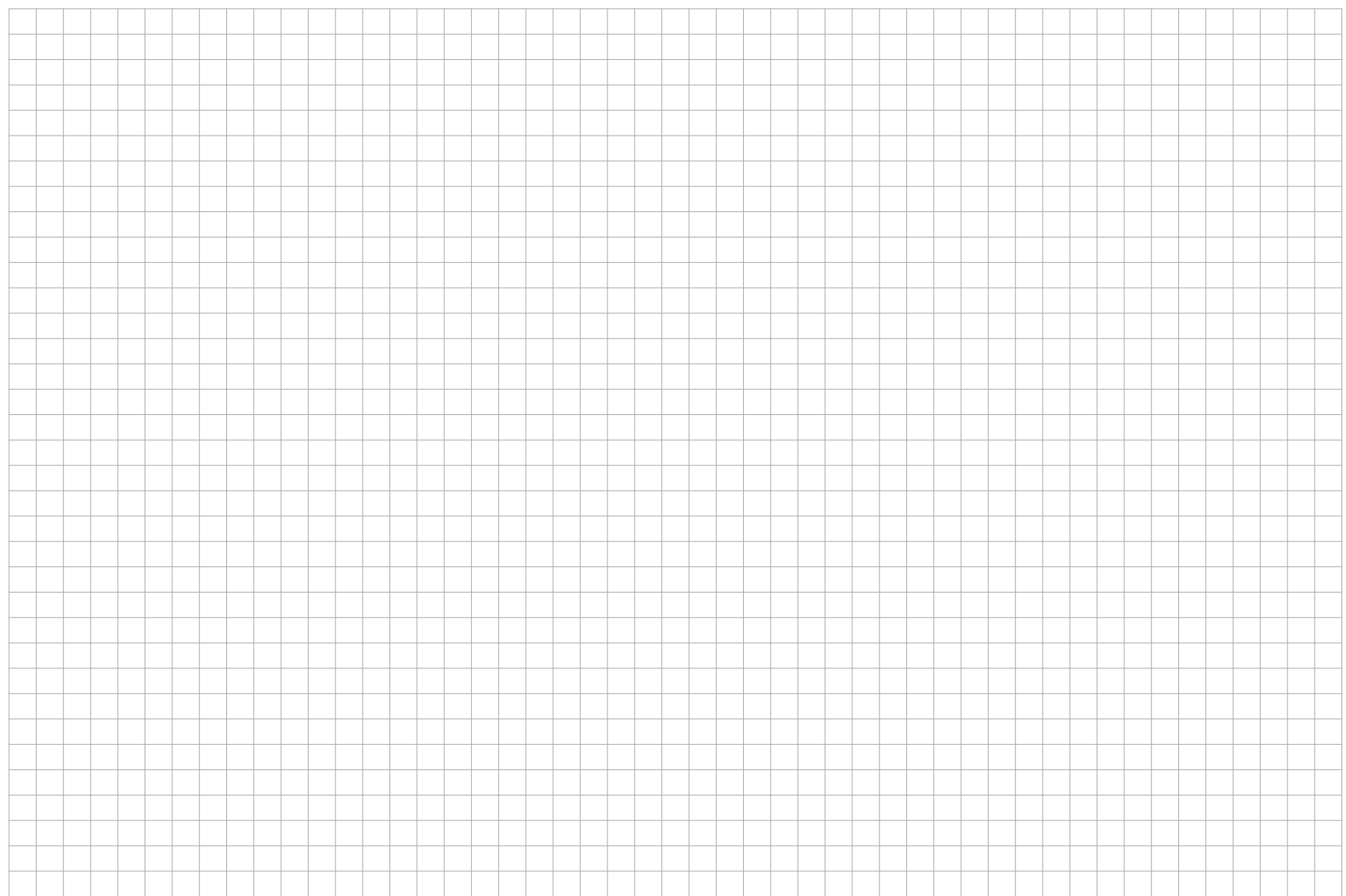
step2 :

完成したチェックシートの値を使用して、パレート図を作成し、不良損金の半減を達成するためのワースト上位を絞り込んでください。

※ パレート図作成時の要点は、品質管理・基礎のQ C 7つ道具の項を振り返ってください。

演習5 / 課題2

step2. パレート図



演習5/課題2

step3 :

パレート図を作成した結果のワースト上位を「寸法不良」と仮定し、製品寸法の抜き取り検査に適用するチェックシートを作成し、黄色とピンクのサイコロを振って出た目を検査結果として記録してください。（ $n = \text{計}100$ ）

※ チェックシート作成時の要点は、品質管理・基礎のQC7つ道具の項を振り返ってください。

演習5 / 課題2

step4 :

完成したチェックシートの値を使用して、Xbar-R管理図とヒストグラムを描いてください。

※ 管理図とヒストグラム作成時の要点は、品質管理・基礎のQ C 7つ道具の項を振り返ってください。

条件：寸法規格は、上限値 = 10mm 下限値 = 9.95mm
対象製品を加工する機械は2台あり、作業当日になって空いている方を使って生産しています。
稼働日は、6月1日～26日の平日のみの20日間です。
1日当たりの抜き取り数は、5個です。

演習5 / 課題2 / Xbar-R管理図の描き方

step4. Xbar-R管理図の描き方

- ① 抜取り検査結果から平均値と範囲を算出する。
- ② データの総平均Xbarと範囲の平均Rbarを算出する。
- ③ Xbar管理図の上側管理限界線と下側管理限界線を算出する。

$$UCL = \bar{X} + A_2 \times \bar{R}$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 \times \bar{R}$$

- ④ R 管理図の上側管理限界線を算出。

$$UCL = D_4 \times \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \times \bar{R} \quad (n=6 \text{以下対象外})$$

- ⑤ X bar管理図のCL、UCL、LCLを引き毎日の平均値を打点する。
- ⑥ Rbar管理図のCL、UCLを引き、毎日の範囲を打点する。

演習5 / 課題2 / Xbar-R管理図の描き方

step4. Xbar-R管理図の係数表

n	A ₂	D ₃	D ₄
2	1.880		3.267
3	1.023		2.575
4	0.729		2.282
5	0.577		2.115
6	0.483		2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777

n = 抜取り数

演習5 / 課題2 / Xbar-R管理図の描き方

step4.チェックシート

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Y・P																				
No1																				
No2																				
No3																				
No4																				
No5																				平均
平均																				
範囲																				

Xbar管理図の上側管理限界線と下側管理限界線を算出する。

$$UCL = \bar{X}bar + A_2 \times R\ bar =$$

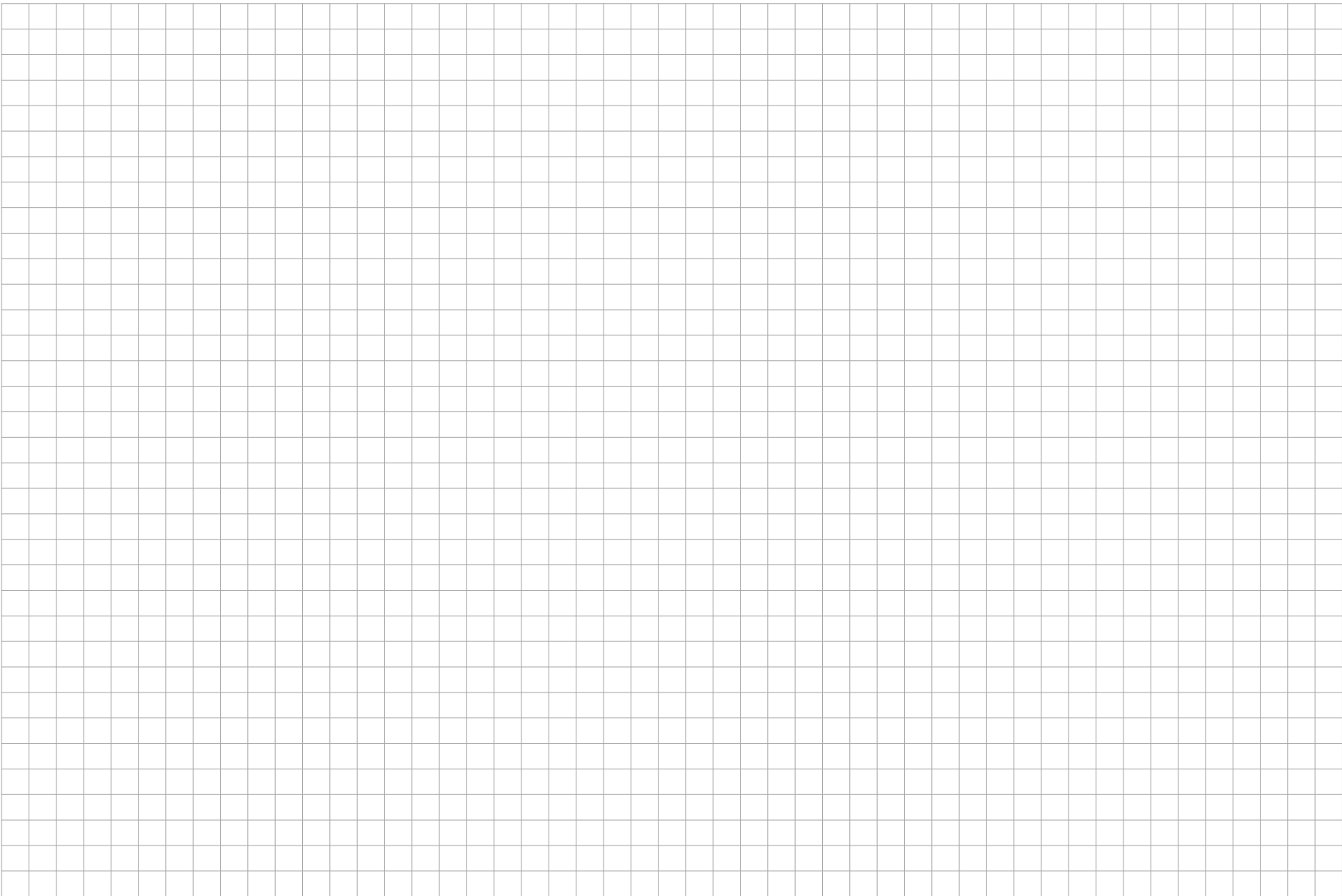
$$LCL = \bar{X}bar - A_2 \times R\ bar =$$

R 管理図の上側管理限界線を算出する。

$$UCL = D_4 \times R\ bar =$$

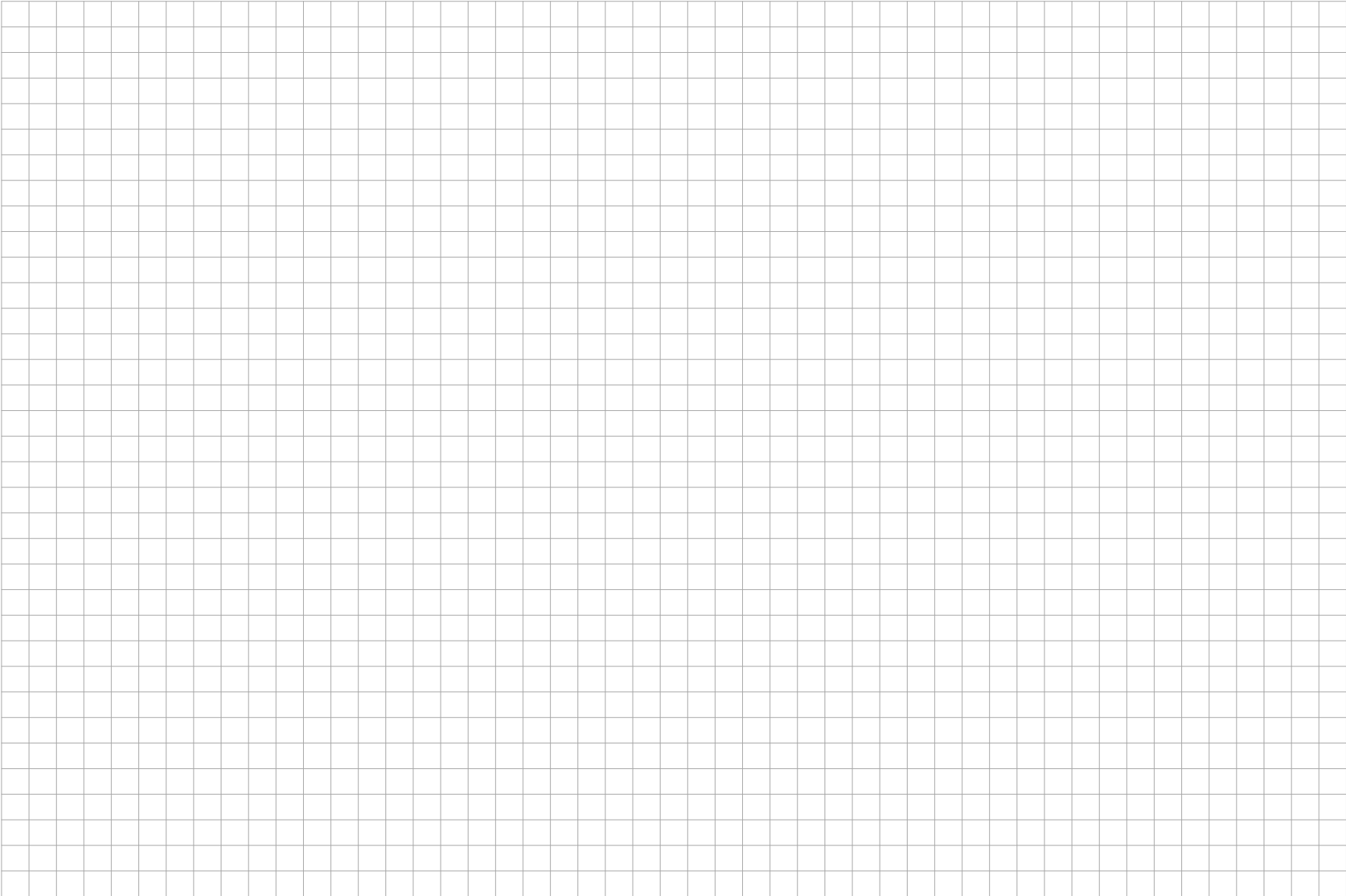
演習5 / 課題2 / Xbar-R管理図の描き方

step4.Xbar-R図



演習5/課題2

step4.ヒストグラム



演習5 / 課題2

step5 :

マシニングセンタ工程の2台の設備毎に工程能力指数を求めてください。（規格上限 = 10.0 規格下限 = 9.95）

- (1) 黄色のサイコロを振って出た目の値を1号機のデータとし、ピンクのサイコロを振って出た目の値を2号機のデータとして記録してください。（ $n =$ 各100）
- (2) 上記で得たデータを使用して1号機と2号機の標準偏差を求め、各号機毎にCpとCpkを算出してください。

※ 算出には、関数電卓・PCの使用を許容します。

演習5 / 課題2

step5.工程能力指数（Cp/Cpk）

	1号機（黄色）	2号機（ピンク）
規格上限	10.0	同左
規格下限	9.95	同左
平均値		
標準偏差		
Cp		
Cpk		

演習5 / 課題2

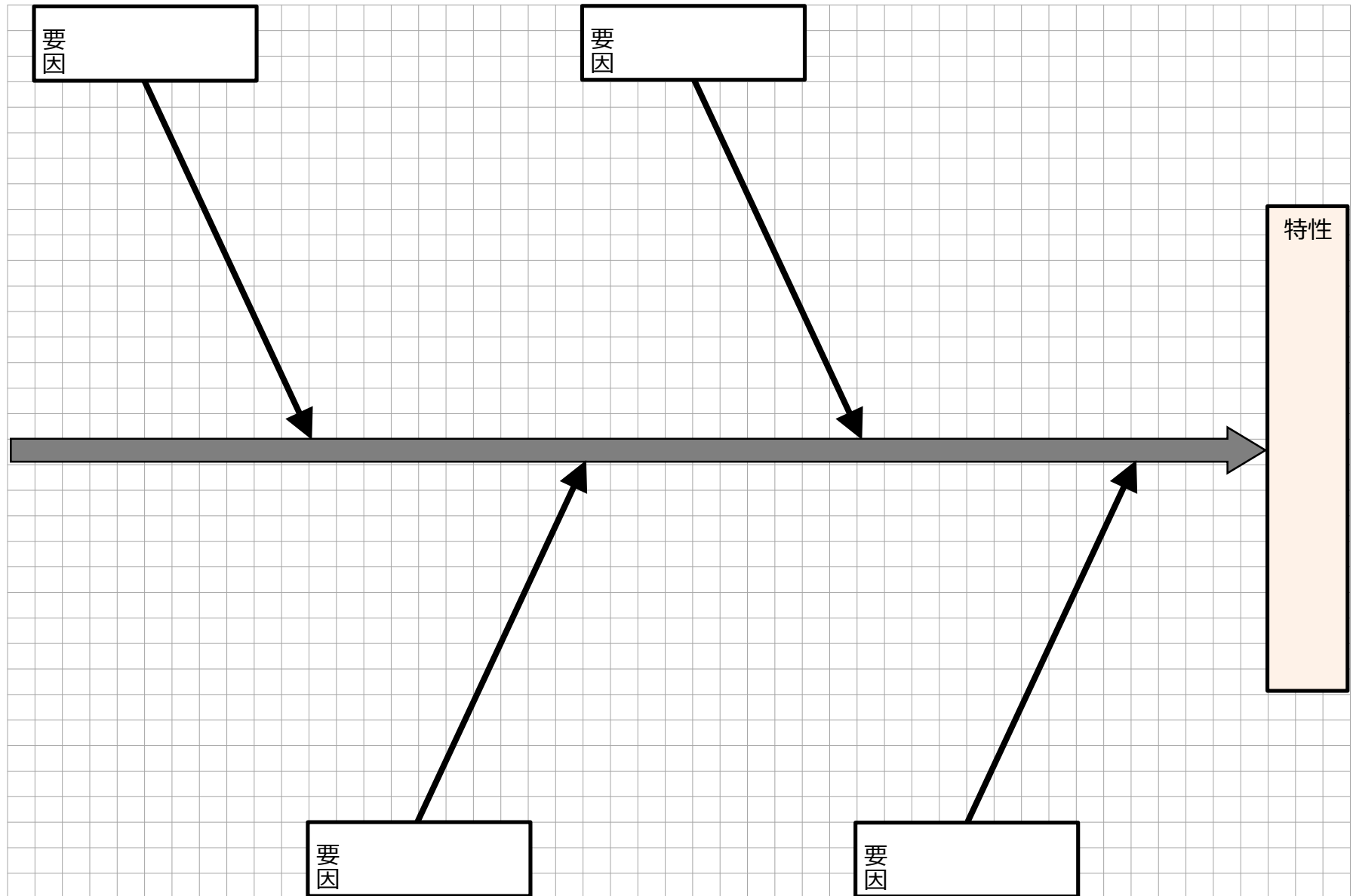
step6 :

前出の**step1～5**の結果を踏まえ、特性要因図を作成してください。

※ 特性要因図作成時の要点は、品質管理・基礎のQ C 7つ道具の項を振り返ってください。

演習5 / 課題2

Step6.特性要因図



演習5 / 課題2

step7 :

前出のstep1～6の結果を踏まえ、不良ロス削減の目標値、影響度の高い要因、対策検討結果を下表に記入してください。

ロス削減 の目標値	
影響度の 高い要因	
対策検討 結果	

参考文献（推薦図書）

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）

品質管理検定４級の手引きVer3.1（日本規格協会）

図解 IATF16949よくわかる FMEA（日科技連）

工程能力指数－実践方法とその理論（JAQC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