

オペレーションマネジメント 第5回 講義ノート

サプライチェーンマネジメント 3

Masaru Okada

November 13, 2025

Contents

1	講義資料整理	2
1.1	はじめに	2
1.2	主要な概念と論点	2
1.3	応用と事例分析	3
1.4	深層背景と教訓	4
1.5	結論	5
1.6	重要キーワード一覧	5
1.7	理解度確認クイズ	5
2	本日の内容: トヨタ生産方式	6
2.1	はじめに	6
2.2	主要な概念と論点	6
2.3	応用と事例分析	8
2.4	深層背景と教訓	8
2.5	結論	10
2.6	重要キーワード一覧	10
2.7	理解度確認クイズ	10
3	月度生産計画	11
3.1	はじめに	11
3.2	主要な概念と論点	11
3.3	応用と事例分析	13
3.4	深層背景と教訓	13
3.5	結論	14
3.6	重要キーワード一覧	14
3.7	理解度確認クイズ	14
4	トヨタ生産方式の考え方	15
4.1	はじめに	16
4.2	主要な概念と論点	16
4.3	応用と事例分析	18
4.4	深層背景と教訓	18

4.5	結論	19
4.6	重要キーワード一覧	19
4.7	理解度確認クイズ	19

1 講義資料整理

1.1 はじめに

本講義は、日本の製造業の強さの象徴であるトヨタ生産方式 (TPS) を主題とする。TPS は、世界中の企業がそのエッセンスを取り入れようと試みる、オペレーションマネジメントにおけるコア・コンピタンスの典型である。その情報は広く公開されているにもかかわらず、本質的な模倣は困難とされる。本ノートでは、TPS の根幹をなす概念と、それが現代のサプライチェーンマネジメント (SCM) においていかに機能しているか、また Amazon や ZARA といった異業種の先進企業にどのような示唆を与えているかを分析・整理する。

1.2 主要な概念と論点

1.2.1 TPS の目的と基本思想

TPS は、少量生産の環境下で米国の大量生産方式に追いつくという強烈な危機意識から生まれた。その基本思想は、市場が価格を決定するという前提に立つ「**利益 = 売価 - 原価**」という式に集約される。これは、原価に利益を上乗せして売価を決める「**原価主義**（ $\text{売価} = \text{原価} + \text{利益}$ ）」とは対極にある。TPS の目的は、自社の努力で確実にコントロール可能な「**原価**」を徹底的に引き下げるここと、すなわち**原価低減**にある。そのための最重要手段が「**ムダの徹底的な排除**」である。

1.2.2 ムダの排除と 7 つのムダ

TPS における「ムダ」とは、「付加価値を高めず原価をあげているもの」すべてを指す。ムダは目に見えにくいものも多いため、誰もがムダを認識できる「**見える化**（可視化）」が改善の前提となる。代表的なムダとして以下の**7 つのムダ**が定義されている（通称「飾って豆腐」）。

1. 造り過ぎのムダ：

「最も悪いムダ」とされる。後工程が必要とする量や顧客に売れる量以上に生産することで、他のムダ（在庫、運搬、スペース、手待ちなど）を誘発する元凶となる。

2. 手待ちのムダ：

ワーク（加工対象物）待ちや部品欠品などで、作業者が作業できず待っている状態。

3. 運搬のムダ：

付加価値を生まない工程間の運搬、仮置き、積み替え。

4. 加工そのもののムダ：

過剰品質となる加工や、本来不要な作業。

5. 在庫のムダ：

必要以上の仕掛け品や完成品。TPS では、**在庫は問題を覆い隠す元凶**と考える。在庫（水面）が多いと、設備故障、不良、能力アンバランスといった問題（岩）が見えなくなる。在庫を減らすことでも問題が顕在化し、根本的な改善を促すことができる。

6. 動作のムダ：

付加価値を高めない作業中の歩行や、無理な作業姿勢。

7. 不良をつくるムダ：

不良品の発生に伴う材料、手直し、再検査などのムダ。

1.2.3 ジャストインタイム (JIT) 生産と同期化

ジャストインタイム (JIT) は、ムダを排除する合理的な生産方式の基本であり、TPS の柱の一つである。「必要なものを、必要なときに、必要なだけ」生産・運搬することを目指す。

ただし、「欲しいものを、欲しいときに、欲しいだけ」生産しようとすると、過剰な設備や人員、在庫が必要となり、かえってムダを生む。TPS では、月度生産計画（後述）によって生産量を平準化し、日々の生産変動を一定範囲内に抑える。この安定した計画を前提とすることで、JIT は無理なく実現可能となる。

JIT の実現により、工程間の停滞が最小化され、生産ライン全体が連動する「同期化生産」が可能となる。これにより、生産リードタイム（発注から納品までの時間）の劇的な短縮が実現する。

1.2.4 かんばん方式

かんばん方式は、JIT を実現するための具体的な道具であり、プルシステム（後工程引き取り方式）を運用するための情報伝達手段である。

- **仕組み**：下流の生産ライン（後工程）が、必要な部品を、必要なタイミングで、必要な量だけ、上流の生産ライン（前工程）に「引き取り」に行く。
- **生産指示**：「かんばん」（作業指示書）がこの引き取り情報（=使用実績）を前工程に伝える。前工程は、引き取られた（=使われた）分だけを生産して補充する。
- **機能**：これにより、生産計画（プッシュ）ではなく、後工程の実際の使用状況（プル）に基づいて生産が自動的に指示され、造り過ぎのムダが根本的に防止される。

1.2.5 需給計画統合（月度生産計画）

SCM の課題である「在庫過剰と欠品のトレード・オフ」を解決するため、TPS は JIT による納期短縮と、需給計画統合を用いる。

- **月度生産準備**：営業部門の需要予測に基づき、生産部門とが合意の上で、向こう 3 ヶ月間の「月度生産計画」を策定する。
- **平準化**：この計画立案で最も重要なのは、需要変動に追従しつつも、組立ラインの日当り生産台数の変動を最小限に抑え、安定的な生産（平準化）を実現することである。
- **確定と内示**：翌月分の計画は日当り生産台数が「確定」され、サプライヤーへの発注や要員計画の基準となる。2~3 ヶ月先は「内示」として共有される。
- **注文枠**：この生産計画に基づき、販売店ごとにも「注文枠（ファーム）」が設定され、販売コミットメントと生産能力のバランスを取る。これにより、需要予測の精度問題を組織的に解決している。

1.3 応用と事例分析

1.3.1 ZARA の超高速サプライチェーン

スペインのアパレル企業 ZARA は、「スペイン版のトヨタ生産方式」とも称される超高速サプライチェーンを構築している。

- **TPS との共通点**：JIT の思想に基づき、デザインから店頭までのリードタイムを極端に短縮して

いる。

- **オペレーション**：多品種小ロットを基本とし、短サイクルで新商品を投入する「売り切り型」経営を行う。これにより店頭の鮮度を維持し、在庫（ムダ）を最小化しながら顧客の来店頻度を高めている。これは、TPSが追求するリードタイム短縮と在庫削減の思想が、アパレルという全く異なる業界で適用された事例である。

1.3.2 Amazon Web Services (AWS) との類似性

Amazon 創業者のジェフ・ベゾス氏は、AWS (Amazon Web Services) の運用が TPS に似ていると述べている。

- **共通点**：両者とも、「源流に近いところで不具合を除去すること」を目指している点である。
- **示唆**：これは、TPS のもう一つの柱である「**自働化**」（後述）の思想、すなわち「品質を工程で造り込む」という考え方と通底する。物理的な製造ラインだけでなく、クラウドサービスという無形のオペレーションにおいても、異常を即座に検知し、不具合が後工程（顧客）に流出するのを防ぐ仕組みが、システムの信頼性と効率性を支える核心であることを示している。

1.4 深層背景と教訓

自動車生産は、その複雑性が TPS のような洗練されたシステムを必要とした背景でもある。

- **多段階の工程**：プレス、鋳造、鍛造、樹脂成型、機械加工、塗装、組立など、非常に多くの工程が複雑に連鎖し、膨大な数のサプライヤーが関与する。
- **生産方式の混在**：車両組立のような**ライン生産方式**（設備切り替えなし）と、プレス工程のような**ロット生産方式**（型交換＝段取り替えが必要）が混在する。ロット生産では、**ロットサイズ**の最適化と**段取り替え時間**の短縮が生産性向上の鍵となる。
- **需要特性**：**多品種少量生産**であり、モデルチェンジ初期と安定時で需要量が大きく異なるなど、需要変動への柔軟な対応が求められる。

TPS 開発の原点には、1950 年のトヨタの**倒産危機**がある。この時の「造っても売れない」という強烈な経験が、「**売れに結びついたものだけを造る**」という思想を生み出し、**造り過ぎのムダ**を最も悪いムダとして徹底的に排除する動機付けとなった。

1.4.1 AI による補足：重要論点の拡張

本講義テキストでは JIT（ジャストインタイム）が中心に解説されているが、TPS を支えるもう一方の重要な柱として「**自働化（Jidoka）**」が存在する。これは単なる「自動化」とは区別される。

- **定義**：ニンベン（働く）のついた「**自働化**」とは、「**異常が発生したら、機械が自ら停止する**」仕組みを指す。これは豊田佐吉が発明した自動織機（杼が折れたら停止する）に由来する。
- **目的**：
 1. 不良品の流出防止：異常（品質不良や設備不具合）を検知した時点でラインを止め、不良品が後

- 工程に流れるのを防ぐ（品質の工程内での造り込み）。
2. 問題の顕在化：ラインが停止することで、どこでどのような異常が起きたかが「見える化」され、即座の対応と根本原因の追究（なぜなぜ分析）が可能となる。
 3. 省人化：機械が異常を監視するため、作業者は複数の機械を受け持つことが可能となり、生産性向上に寄与する。
- 道具：「アンドン（異常表示盤）」は、作業者が異常を発見した際にラインを停止・警告するための「目で見る管理」の道具であり、自働化を実現する手段の一つである。

JIT が「流れ」の効率化を追求するのに対し、自働化は「品質」と「異常管理」を追求する。この両輪が揃って初めて、TPS は機能する。

1.5 結論

本講義は、トヨタ生産方式（TPS）が、単なる生産現場の改善手法ではなく、サプライチェーンマネジメント（SCM）の核心的な課題を解決するシステムであることを示した。SCM における「在庫過剰と欠品のトレード・オフ」という永遠の課題に対し、TPS は以下の 2 つの手段で応えている。

1. ジャストインタイム（JIT）：ムダの排除と同期化生産により、徹底した納期短縮を実現する。
2. 月度生産計画：平準化を前提とした需給の合意形成により、需要予測の精度問題を組織的に解決する。

実践的な教訓として、TPS の本質は「かんばん」という道具そのものではなく、ムダを徹底的に排除し、在庫を削減することによって問題を顕在化（見える化）させ、改善を止めない組織文化にある。この思想は、製造業のみならず、ZARA（アパレル）や AWS（IT サービス）など、あらゆる業態のオペレーションに応用可能な普遍性を持っている。

1.6 重要キーワード一覧

小谷 重徳、ジェフ・ベゾス（Jeff Bezos）、大野 耐一 サプライチェーンマネジメント（SCM）、トヨタ生産方式（TPS）、コア・コンピタンス、ジャストインタイム（JIT）、リードタイム、多品種小ロット、ライン生産方式、ロット生産方式、段取り替え、需要予測、平準化、かんばん方式、原価低減、ムダの排除、見える化（可視化）、同期化生産、自働化（Jidoka）、プルシステム、プッシュシステム

1.7 理解度確認クイズ

1. サプライチェーンマネジメント（SCM）が解決を目指す、需要と供給のギャップから生じる根本的なトレードオフとは何か？
2. 「ジャストインタイム（JIT）」の概念を、「必要なもの」「必要なとき」「必要なだけ」という 3 つの要素を用いて説明しなさい。
3. 生産指示が最終需要（または後工程の使用実績）に基づいて行われる生産方式を何と呼ぶか？
4. トヨタ生産方式において「最も悪いムダ」とされ、他の多くのムダを誘発するムダは何か？

5. トヨタ生産方式が、在庫を単なる資産ではなく「問題」と見なす主な理由を説明しなさい。
6. 生産計画において、日々の生産量や品種の変動をならし、安定化させることを何と呼ぶか？
7. 受注から納品までの時間、あるいは生産開始から完成までの時間を指す用語は何か？
8. プレス機などで、異なる製品を生産するために金型や治具を交換する作業を何と呼ぶか？
9. 設備や型の切り替えなしに連続的に製品を生産する方式（例：自動車の最終組立）を何と呼ぶか？
10. 「利益=売価 - 原価」という思想に基づき、徹底したコスト削減を目指す考え方を何と呼ぶか？
11. ニンベンのついた「自働化」が、単なる「自動化」と異なる最も重要な点は何か？
12. 生産ラインにおける異常や進捗状況を、ランプや表示盤を用いて関係者全員に即座に知らせる仕組みを何と呼ぶか？
13. ZARA のオペレーション戦略が、JIT の思想を応用していると言えるのはなぜか？
14. 需要予測に基づいて生産計画を立て、製品を市場に供給する生産方式を何と呼ぶか？
15. 7つのムダのうち、付加価値を生まない作業者の歩行や無理な姿勢は、どのムダに分類されるか？

解答一覧

1. 在庫過剰と欠品（品切れ）のトレードオフ、2. 必要なものを、必要なときに、必要なだけ生産・運搬すること、3. プルシステム（後工程引き取り方式）、4. 造り過ぎのムダ、5. 在庫が設備故障や品質不良などの根本的な問題を覆い隠してしまうため、6. 平準化、7. リードタイム、8. 段取り替え、9. ライン生産方式、10. 原価低減（または原価主義の否定）、11. 異常が発生した際に機械が自ら停止し、問題を顕在化させる点、12. 見える化（可視化）、またはアンドン、13. 在庫（ムダ）を最小化し、極めて短いリードタイムで市場に新商品を投入している点、14. プッシュシステム（見込み生産）、15. 動作のムダ

2 本日の内容: トヨタ生産方式

2.1 はじめに

本講義は、日本の製造業の強さを象徴する**トヨタ生産方式 (TPS)**を主題とする。TPSは、その情報が広く公開されているにもかかわらず、本質的な模倣は困難であり、オペレーションマネジメントにおけるコア・コンピタンスの典型例とされる。本ノートでは、TPSの根幹をなす概念、特に自動車生産のプロセスと「かんばん方式」のメカニズムを解明し、それが現代のサプライチェーンマネジメント (SCM) の課題解決にどのように貢献しているかを、ZARA や Amazon の事例を交えて考察する。

2.2 主要な概念と論点

2.2.1 自動車生産プロセスの概要

自動車生産は、多数のサプライヤーが関与する**多段階の生産工程**である。主なプロセスは以下の要素に大別される。

- **素材・部品工程**：プレス（フード、ドア）、樹脂成型（バンパー）、鋳造（ブロック）、鍛造（シャフト）、焼結（ギア）など、多岐にわたる専門工程が存在する。
- **組立工程**：上記で製造された部品やエンジン、トランスミッションが、ボディ組付ライン、塗装ライン、最終組立ラインを経て完成車となる。

2.2.2 生産方式の分類：ライン生産とロット生産

自動車工場内には、特性の異なる 2 種類の生産方式が混在している。

1. ライン生産方式：

専用ラインで製品を連続的に繰り返し生産する方式。型や設備の切り替え（段取り替え）を必要としない。車両やエンジンの最終組立ラインが代表例である。

2. ロット生産方式：

専用ラインではあるが、異なる製品を生産する際に型や設備の段取り替えを必要とする方式。段取り替え中は生産が停止するため、**多品種少量生産**においては、この段取り替え時間の短縮が生産性向上の鍵となる。プレス、鋳造、鍛造、樹脂成型などが該当する。

2.2.3 かんばん方式：プルシステムの実現

かんばん方式は、ジャストインタイム（JIT）を実現するための情報ツールであり、**プルシステム**（後工程引き取り方式）の神経網として機能する。

● 2 種類のかんばん：

– 引き取りかんばん：後工程が、使用した部品を前工程の部品ストアへ「引き取り」に行く際に使う運搬指示書。

– 仕掛けかんばん：前工程の部品ストアから部品が引き取られた際に外され、その部品の補充生産を指示する生産指示書。

● **情報の流れ**：後工程が部品を使用した（引き取った）という情報（=かんばん）が前工程に伝達され、初めて前工程は「引き取られた分だけ」を生産する。これにより、生産計画（プッシュ）ではなく、実際の消費（プル）に基づいて生産が連鎖し、**造り過ぎのムダ**を徹底的に排除する。

2.2.4 SCM における TPS の位置づけ

前章までの講義で、SCM の基本コンセプトは「**在庫過剰と欠品のトレード・オフ**」という利害対立を解決することにあると学んだ。TPS は、この課題に対して以下の 2 つの手段でアプローチする。

1. **納期短縮**：JIT（かんばん方式）の徹底により、供給に要するリードタイムを極限まで短縮する。
2. **需給計画統合**：需要予測の精度問題を、組織的な計画プロセス（平準化など）によって解決する。

2.3 応用と事例分析

2.3.1 ZARA：「スペイン版トヨタ生産方式」

アパレル業界のグローバル企業である **ZARA** は、「スペイン版トヨタ生産方式」とも称される超高速サプライチェーンをコア・コンピタンスとしている。

- **JIT の応用**：ZARA は JIT の仕組みを導入し、デザインから店頭までのリードタイムを約 2 週間にまで短縮している（競合の H&M やユニクロは約 1 ヶ月以上）。
- **戦略的效果**：多品種小ロットを基本に、短サイクルで新商品を投入する「売り切り型」経営を実現。これにより「店頭の鮮度」を維持し、顧客の来店頻度と購買頻度を高めている。これは、TPS のリードタイム短縮が在庫削減と機会損失の最小化に直結する好例である。

2.3.2 Amazon (AWS)：「源流での不具合除去」

Amazon の創業者ジェフ・ベゾス氏は、AWS (Amazon Web Services) のオペレーションが TPS に似ていると述べている。

- **思想的共通点**：両者とも「源流に近いところで不具合を除去すること」を徹底している点にある。
- **示唆**：これは、TPS のもう一つの柱である「**自働化**」（品質を工程内で造り込む思想）と軌をいつにする。物理的な製造ラインであれ、デジタルのサービスラインであれ、異常を即座に検知し、後工程（顧客）に不具合を流さない仕組みが、オペレーション全体の信頼性と効率性を担保するという普遍的な原則を示している。

2.4 深層背景と教訓

TPS のような高度なシステムが求められた背景には、自動車産業特有の複雑な事業環境がある。

1. **高い品質要求**：高額商品であり、多様な環境下で人命を預かるため、最高度の品質と信頼性が求められる。
2. **幅広い生産技術**：素材加工からハイテク（ロボット）作業、労働集約的な組立作業まで、多岐にわたる技術が必要とされる。
3. **多品種少量**：顧客の嗜好の多様化により、1 つの組立ラインで数車種を生産することが常態化している。
4. **特徴に応じたオーダー方式**：見込みオーダー（Make-to-Stock）が中心だが、売れ筋以外の仕様では顧客注文後オーダー（Make-to-Order）も併用される。
5. **初期と安定時の需要格差**：市場が成熟しており、モデルチェンジ初期に需要が急増し、その後安定するという「ファッショング商品」に似た需要変動特性を持つ。

講義の冒頭で紹介された Amazon の書評は、トヨタの SCM オペレーションの本質を的確に要約している。

- **デマンド・コントロール**：80:20 の法則（パレートの法則）に基づき、売上の 8 割を占める 2 割の製品パターンに集中して需要予測を行う。
- **トップダウン計画**：ディーラーからのボトムアップの積み上げではなく、トップダウンで販売計画を決定する。
- **製販の合意形成**：営業（販売側）と生産の合意形成を重視し、販売側が計画に一定のコミットメントを持つ。
- **平準化**：販売側のコミットメントに基づきプロモーションが実行されるため、需要側から平準化が図られ、生産ラインの安定稼働に寄与する。

2.4.1 AI による補足：重要論点の拡張（TPS の 2 本柱とムダの排除）

本講義のトランскriptでは、JIT（かんばん方式）が詳細に解説されたが、TPS を理解する上で不可欠な 2 つの補足的論点が存在する。

TPS は「JIT」と「自働化」の 2 本柱で支えられる。「自働化」とは、単なる「自動化」と異なり、「ニンベン（働く）」が付く。

- **定義**：機械やラインに異常（品質不良や設備不具合）が発生した際、即座に自ら停止する仕組みを組み込むこと。
- **目的**：
 1. 不良品の流出防止：異常発生時にラインを止め、不良品が後工程に流れるのを防ぐ（=品質の工程内での造り込み）。
 2. 問題の顕在化：ラインが停止することで、どこでどのような問題が起きたかが即座に「見える化」され、根本原因の追究と改善が可能となる。
- **関連性**：Amazon のベゾス氏が言及した「源流での不具合除去」は、まさにこの「自働化」の思想そのものである。

TPS の究極の目的は「原価低減」であり、その手段が「ムダの徹底的排除」である。JIT も自働化もムダを排除するために存在する。TPS では、付加価値を生まない活動を 7 種類に定義している。

1. 造り過ぎのムダ：本講義で解説された「かんばん方式（プルシステム）」が直接的に排除しようとする、最も悪いムダ。
2. 手待ちのムダ
3. 運搬のムダ
4. 加工そのもののムダ
5. 在庫のムダ
6. 動作のムダ
7. 不良をつくるムダ

かんばん方式は、必要以上に生産しないことで「造り過ぎのムダ」を防ぎ、結果として「在庫のムダ」や「運搬のムダ」も削減する。

2.5 結論

本講義ノートは、トヨタ生産方式 (TPS) が、単なる工場内の生産技術ではなく、サプライチェーンマネジメント (SCM) の根幹をなす哲理であることを明らかにした。SCM の永遠の課題である「在庫過剰と欠品のトレード・オフ」に対し、TPS は以下の 2 つの強力な手段を提供する。

1. ジャストインタイム (JIT)：かんばん方式（プルシステム）により、リードタイムを極限まで短縮し、物理的に在庫を不要にする。
2. 需給計画統合：平準化されたトップダウンの生産計画と、販売側のコミットメントを連動させ、需要予測の不確実性を組織的にコントロールする。

ZARA や Amazon の事例が示すように、この「リードタイム短縮によるムダの排除」と「源流での品質管理」という思想は、業種・業界を超えて応用可能な普遍的オペレーション戦略の核心である。

2.6 重要キーワード一覧

ジェフ・ベゾス サプライチェーンマネジメント (SCM)、トヨタ生産方式 (TPS)、コア・コンピタンス、

ジャストインタイム (JIT)、リードタイム、多品種小ロット、ライン生産方式、ロット生産方式、段取り替え、ロットサイズ、平準化、かんばん方式、プルシステム、プッシュシステム、自働化 (Jidoka)、ムダの排除

2.7 理解度確認クイズ

1. サプライチェーンマネジメント (SCM) が解決を目指す、需要と供給のギャップから生じる根本的なトレードオフとは何か？
2. 「ジャストインタイム (JIT)」の概念を、「必要なもの」「必要なとき」「必要なだけ」という 3 つの要素を用いて説明しなさい。
3. 需要予測に基づいて生産計画を立て、製品を市場に供給する（押し出す）生産方式を何と呼ぶか？
4. 実際の消費（または後工程からの要求）に基づいて生産が開始される（引き出される）生産方式を何と呼ぶか？
5. 発注から納品まで、あるいは生産開始から完成までに要する時間を指す用語は何か？
6. 企業の競争優位の源泉となる、他社が容易に模倣できない中核的な能力を何と呼ぶか？
7. プレス機などで、異なる製品を生産するために金型や治具を交換する作業を何と呼ぶか？
8. 1 回の段取り替えで生産される製品の量を何と呼ぶか？
9. 生産量や生產品種の変動をならし、安定した生産負荷を実現するための計画手法を何と呼ぶか？
10. トヨタ生産方式において、後工程が前工程から部品を引き取る際に使用する運搬指示書は何か？
11. トヨタ生産方式において、前工程が補充生産を行うために使用する生産指示書は何か？

12. ニンベン（働く）のついた「自働化」が、単なる「自動化」と異なる最も重要な点は何か？
13. トヨタ生産方式において「最も悪いムダ」とされ、他の多くのムダを誘発するムダは何か？
14. ZARA のサプライチェーン戦略が、リードタイムの短縮を最重要視する理由を、「店頭の鮮度」という言葉を用いて説明しなさい。
15. かんばん方式が「造り過ぎのムダ」を防止できるメカニズムを簡潔に説明しなさい。

解答一覧

1. 在庫過剰と欠品（品切れ）のトレードオフ、2. 必要なものを、必要なときに、必要なだけ生産・運搬すること、3. プッシュシステム、4. プルシステム、5. リードタイム、6. コア・コンピタンス、7. 段取り替え、8. ロットサイズ（生産ロット）、9. 平準化、10. 引き取りかんばん、11. 仕掛けかんばん、12. 異常が発生した際に機械が自ら停止し、問題を顕在化させる点、13. 造り過ぎのムダ、14. リードタイムを短縮することで、店頭の鮮度（トレンド性）が高い商品を欠品させずに売り切ることができ、在庫リスクと機会損失を同時に最小化できるため。15. 後工程が実際に使用（引き取り）した分だけを、前工程が補充生産する仕組みであるため、需要に基づかない過剰な生産が自動的に停止されるから。

3 月度生産計画

3.1 はじめに

本講義は、トヨタ生産方式 (TPS) におけるサプライチェーンマネジメント (SCM) の核心的機能である「需給計画統合」に焦点を当てる。ジャストインタイム (JIT) を実現するためには、その前提として極めて精度の高い計画と需要の安定化が不可欠である。本ノートでは、その中核を担う「月度生産準備」と呼ばれるプロセスの全体像、需要変動を吸収し平準化を実現するメカニズム、そしてそれが SCM 上の課題をいかに解決しているかを解明する。

3.2 主要な概念と論点

3.2.1 月度生産準備（月度生産計画）の全体像

トヨタの SCM は、毎月行われる「月度生産準備」という一連の計画プロセスによって駆動される。これは、需要予測から部品発注までを連動させる需給計画統合のオペレーションである。

1. **計画立案**：国内・海外の需要予測に基づき、営業部門の意思を織り込んだ「月度販売計画」が策定される。
2. **生産計画への展開**：
 - 「車名別月度生産計画」が立案され、ここから販売店ごとの「注文枠（ファーム）」が策定される。
 - 次に、輸送コスト最適化などを考慮した「ライン別月度生産計画」に展開され、最終的に日別の

「ライン別月度日程計画」が作成される。

3. 所要量計算と発注：

- 日程計画に基づき、部品表 (BOM) を用いた「部品所要量計算（部品展開）」が行われる。
- 部品所要量に基づき、サプライヤーへの「部品の発注」が行われる。
- 同時に、「材料原単位表」を用いて「材料所要量計算」が行われ、「材料の発注」が行われる。

4. リソース準備：部品所要量計算の結果から、工場の「稼働計画」、「要員計画」（作業見直し含む）、および JIT オペレーションの核となる「かんばん枚数の変更」が実行される。

3.2.2 生産要望台数の計算と計画策定

月度販売計画から生産要望台数を算出するプロセスは、在庫をコントロールする SCM の基本ロジックに基づいている。

• 生産要望台数の計算式：

$$\text{来月の生産要望台数} = \text{来月の販売計画} - \text{今月末在庫（見通し）} + \text{来月末在庫（計画）}$$

• 需給の調整：この計算式により、販売計画（需要）と在庫計画（バッファ）に基づき、生産量（供給）が決定される。このプロセスが向こう 3 ヶ月間にわたり行われる。

3.2.3 確定と内示：ローリング・プランニング

月度生産計画は、毎月 20 日過ぎに営業部門と生産部門が検討・合意の上、向こう 3 ヶ月分が作成される。

- **確定（翌月分）**：日当り生産台数が「確定」した生産計画。これはサプライヤーへの正式な発注や工場の要員計画の基準となる。
- **内示（2~3 ヶ月先）**：今後の見通しを示す「内示」の生産計画。サプライヤーはこれに基づき、長期的な生産準備や能力計画を行う。

3.2.4 平準化：生産計画の最重要課題

月度生産計画の立案における最重要課題は、「全ての組立ラインが安定的に生産できるようにすること」、すなわち **平準化** である。

- **目的**：季節変動などによる需要の増減に追従しつつ、工場の生産変動（特に日当り生産台数）をできるだけ小さく抑えること。
- **意義**：この平準化された生産計画こそが、後工程（組立）の安定稼働を保証し、ひいては前工程（部品）やサプライヤーに対する「かんばん方式」による安定した JIT 引き取りを可能にする大前提となる。

3.2.5 部品所要量計算と生産準備

- **部品表 (BOM) と所要量計算**：月度生産計画は、販売店のオーダー（プル）ではなく、トヨタが予測（プッシュ）で作成した計画である。この計画（ライン別月度日程計画）と、車両の構成情報が格納された「**部品表**」を用いて、必要な全部品の「**部品所要量計算 (部品展開)**」がコンピュータによって行われる。
- **要員計画**：決定した生産量に対し、効率的な生産を行うため**要員数**を適正化する。所要人員に基づき、残業調整、新規採用配属、工場間の「**応受援**」などが行われ、人数の変更に応じた作業の見直しも実施される。
- **かんばん枚数の変更**：JIT オペレーションを司る「かんばん」は、来月の生産計画（部品使用量）に基づき、必要な枚数が再計算され、月末に変更される。

3.3 応用と事例分析

3.3.1 事例：ライン別計画における SCM 最適化（輸送費最小化）

トヨタの月度生産計画は、単なる生産能力の割り当て（負荷平準化）にとどまらない。

- **分析**：「**車名別生産計画**」を「**ライン別月度生産計画**」に展開する際、トヨタは「**地域別にどのような仕様の車両が何台売れるか**」という詳細な需要予測を用いる。
- **最適化**：この地域別需要予測に基づき、「**組立ラインから（納品先である）販売店までの総輸送費が最小になる**」ように、生産する組立ライン（工場）を決定する。
- **示唆**：これは、生産（Make）と物流（Deliver）を統合的に最適化する高度な SCM オペレーションの実践例である。都市と地方で売れる仕様が異なる実態を計画に反映し、コストミニマムを実現している。

3.4 深層背景と教訓

トヨタの生産計画に関する特筆すべき点は、その厳格な規律にある。講義では「**販売の都合である目標数值を需要予測・生産計画に使っていいない**」と強調されている。これは、希望的観測や営業目標（達成目標）が生産計画（実行計画）に混入することを防ぎ、SCM の混乱（過剰在庫や欠品）を未然に防ぐための重要なガバナンスである。

トヨタの計画プロセスは固定的ではない。**競合車の新規投入**などにより需要見通しが大きく変化した場合、**月中であっても販売計画および生産計画**をタイムリーに変更し、サプライヤーへの発注や要員計画などの「**生産準備もやり直す**」。これは、計画の安定性（平準化）を維持しつつも、市場変化には迅速に対応するアジャリティを両立させていることを示す。

3.4.1 AIによる補足：重要論点の拡張（平準化とブルウィップ効果の抑制）

本講義テキストは、トヨタの「計画」プロセス、すなわち JIT（プル）を支えるための強力な「プッシュ」の側面を詳細に記述している。この「平準化」が SCM において持つ重要な意味として、「ブルウィップ効果」の抑制が挙げられる。

- **ブルウィップ効果 (Bullwhip Effect)** : SCM において、末端の小売店でのわずかな需要変動が、卸、メーカー、サプライヤーと遡るにつれて増幅していく現象。鞭 (Bullwhip) の動きに似ていることから名付けられた。各主体が安全在庫を積み増すことなどが原因で発生し、チェーン全体に過剰在庫や欠品をもたらす。
- **平準化による抑制** : トヨタの月度生産計画は、意図的に「生産変動ができるだけ小さくする」ことを目指す。この「平準化」された生産計画（確定情報）をサプライヤーに「内示」として早期に共有することで、末端需要の変動がサプライチェーン上流に伝播・増幅するブルウィップ効果を意図的に遮断・抑制している。
- **結論** : トヨタの強さの源泉である JIT（プルシステム）は、実はこの「平準化された月度生産計画」という、極めて強力なプッシュ型（計画型）の需給統合プロセスによって下支えされている。

3.5 結論

本講義は、トヨタ生産方式 (TPS) が SCM の課題である「需要予測の精度問題」に対し、「月度生産計画」という高度な需給計画統合プロセスで対応していることを明らかにした。このプロセスの核心は、単に需要に追従するのではなく、営業と生産が合意の上で「平準化」という強い意志を持って生産変動をコントロールすることにある。

実践的な教訓として、JIT のような効率的なプルシステムを機能させるためには、その前提として、サプライチェーン全体（特に上流のサプライヤー）の変動を抑える「平準化された計画（プッシュ）」と、需要サイド（販売店）のコミットメント（「注文枠」の設定）が不可欠である。トヨタは、この計画と実行、プッシュとプルを月次サイクルで精緻に連動させることにより、SCM 全体の最適化を実現している。

3.6 重要キーワード一覧

(該当者なし) サプライチェーンマネジメント (SCM)、需要予測、平準化、部品表 (BOM)、所要量計算 (MRP)、稼働計画、要員計画、在庫管理、内示、ブルウィップ効果

3.7 理解度確認クイズ

1. サプライチェーンマネジメント (SCM) において、末端の需要変動が上流のサプライヤーに向かうにつれて増幅していく現象を何と呼ぶか？
2. トヨタ生産方式において、需要変動に関わらず生産量や作業負荷を一定に保とうとする計画手法を何と呼ぶか？

3. 来月の生産計画を「確定」情報として共有し、2~3ヶ月先の計画を「見通し」情報として共有する計画手法を一般に何と呼ぶか？
4. ある製品を1単位生産するために必要なすべての中間部品や原材料の構成を示すリストを何と呼ぶか？
5. 生産計画（いつまでに何をいくつ作るか）と部品表に基づき、必要な部品や材料の所要量を計算するプロセスを何と呼ぶか？
6. トヨタが生産要望台数を計算する式（来月の販売計画 - 今月末在庫 + 来月末在庫）は、SCMにおける何のバランスを取るためのものか？
7. トヨタがライン別生産計画を立てる際に、輸送費を最小化するために用いている重要な予測情報は何か？
8. ブルウィップ効果が発生する主な原因の一つとして、サプライチェーンの各段階の企業がそれぞれ独自に行う行動は何か？
9. 工場の生産能力を決定する重要なリソース計画のうち、人員の配置や労働時間（残業など）を計画することを何と呼ぶか？
10. トヨタが JIT（ジャストインタイム）を実現するために、月度生産計画に基づき毎月見直・変更している「道具」は何か？
11. 生産計画の立案において、販売部門が提示する「目標数値」ではなく、客観的な「需要予測」を用いるべき主な理由は何か？
12. 需要予測に基づいて計画的に生産する方式と、後工程の実際の使用量に基づいて生産する方式を、それぞれ何と呼ぶか？
13. トヨタの「月度生産計画」は、上記12の方式のうち、どちらの側面がより強いか？
14. なぜトヨタは、JIT（プルシステム）を運用しているにも関わらず、上記13のような計画（プッシュ）プロセスを重視するのか？
15. サプライヤーにとって、メーカーから「内示」情報を受け取ることの最大のメリットは何か？

解答一覧

1. ブルウィップ効果, 2. 平準化, 3. ローリング・プランニング（または、確定と内示）, 4. 部品表 (BOM: Bill of Materials), 5. 所要量計算 (MRP: Material Requirements Planning), 6. 需給バランス（需要、供給、在庫）, 7. 地域別（または販売店別）の仕様別需要予測, 8. （各自の判断による）安全在庫の積み増し（または発注のバッチ化）, 9. 要員計画, 10. かんばん（の枚数）, 11. 計画の混乱（過剰在庫や欠品）を防ぎ, 客観的な需給バランスを取るため, 12. プッシュシステム（見込み生産）, プルシステム（後工程引き取り）, 13. プッシュシステム（計画生産）, 14. プルシステム（JIT）を安定的に機能させる大前提として, サプライチェーン全体の生産変動を抑制（平準化）する必要があるため。, 15. 生産変動が事前にわかるため, 安定した生産準備（稼働計画や要員計画、材料手配）が可能となり, ブルウィップ効果を回避できる点。

4 トヨタ生産方式の考え方

4.1 はじめに

本講義は、トヨタ自動車が米国の大量生産方式に追いつくため、強烈な危機意識の中で開発した**トヨタ生産方式 (Toyota Production System: TPS) **の根本思想を解説する。その目的は、生産におけるあらゆる**無駄を徹底的に排除**し、生産性を向上させることで、**原価低減**を追求することにある。本ノートでは、その中核をなす「ジャストインタイム (JIT)」と「7つの無駄」の概念、そしてそれらを実現する「かんばん方式」や「見える化」の仕組みについて整理する。

4.2 主要な概念と論点

4.2.1 原価低減に対する基本的姿勢

トヨタ生産方式は、利益に関する二つの等式を区別する。

$$\text{利益} = \text{売価} - \text{原価} \quad \cdots (1)$$

$$\text{売価} = \text{原価} + \text{利益} \quad \cdots (2)$$

式 (2) は、かかった原価に利益を上乗せして売価を決める**原価主義**のアプローチである。しかし、グローバルな競争環境下では売価は市場によって決定されるため、この考え方は成立しない。トヨタは式 (1) の立場をとり、市場が決める売価から逆算し、社内の努力によって確実にコントロール可能な**原価低減**によってのみ、利益は確保できると考える。

4.2.2 トヨタ生産方式の 2 本柱

原価低減を実現する独創的なシステムは、以下の二つの追求によって開発された。

1. 無駄の徹底的な排除
2. 無駄を排除できる合理的な生産方式（ジャストインタイム、自働化）

4.2.3 無駄の定義と「見える化」

TPS における**無駄**とは、「付加価値を高めず、原価を上げているもの全て」と定義される。これには過剰在庫や不良品といった目に見えるものだけでなく、作業動作や手待ちなど、目に見えにくい無駄も含まれる。重要なのは、これら目に見えにくい無駄を誰もが認識できるようにする仕組み、すなわち**「見える化」（可視化）**である。「無駄が分かれば改善が進む」という思想が TPS の本質であり、後述する「あんどん」などの仕掛けが導入されている。

4.2.4 ジャストインタイム (JIT) 生産

合理的な生産方式の基本は、**ジャストインタイム (Just-In-Time: JIT) **、すなわち「必要なものを、必要な時に、必要なだけ生産・運搬する」ことである。ただし、これを無計画に行うと膨大な余剰（人、設備、在庫）が必要となり、本末転倒となる。JIT の実現には、需要変動を一定範囲に収める**月度生産計

画**との調整が前提となる。この計画に基づき、組立ラインの部品必要量の変動を小さく（=**平準化**）することが、JIT の基盤となる。

4.2.5 7つの無駄

TPS では、代表的な無駄として以下の 7つを定義している。これらは、その頭文字をとって「かざってどうふ」という語呂合わせで呼ばれることがある。

- **作りすぎの無駄**: 最も悪い無駄とされる。売れる以上、後工程が必要とする以上に作ることで、他の全ての無駄（在庫、運搬、手待ち等）を誘発するため。
- **手待ちの無駄**: 部品欠品や作業待ちで、作業者が何もできない状態。
- **運搬の無駄**: 付加価値を生まない運搬、一時的な仮置き、積み替えなど。
- **加工そのものの無駄**: 過剰品質、非効率な加工方法、不要な作業など。
- **在庫の無駄**: 必要以上の仕掛けり品や完成品。後述の通り、在庫は「問題の温床」と見なされる。
- **動作の無駄**: 付加価値を高めない作業者の動き（歩行、無理な姿勢など）。
- **不良を作る無駄**: 不良品そのもの、および手直し作業によって生じる材料・工数の無駄。

4.2.6 かんばん方式

組立ラインの**平準化**を前提に、部品を JIT で供給するために開発されたのが**かんばん方式**である。これは、後工程（下流の生産ライン）が、前工程（上流の生産ライン）から「必要なものを、必要な時に、必要なだけ」引き取ることを指示するツールである。

- **引き取りかんばん**: 後工程が前工程へ部品を引き取りに行く際に使用する。
- **仕掛けかんばん**: 前工程が、引き取られた分だけを生産するために使用する。

これにより、生産計画が直接上流工程を動かす「プッシュ型」ではなく、後工程からの引き取り情報（かんばん）が上流工程の生産をトリガーする「**プル型生産システム**」が構築される。

4.2.7 「自働化」と「あんどん」

TPS では、品質を工程内で作り込むことが重要視される。その手段が、ニンベン（人）のついた**「自働化」**である。これは、単なる「自動化」とは異なり、異常が発生すれば機械が自ら判断して停止し、不良品を後工程に流さない仕組み（人の知恵を組み込んだ機械）を指す。この「見える化」を支援するのが**「あんどん」（異常表示板）**である。生産工程で異常（遅れ、不良、故障など）が発生すると、作業者がランプを点灯させ、管理者に即座に異常を知らせる。これにより、問題が顕在化し、迅速な対応と根本原因の追究が可能となる。

4.2.8 同期化生産

かんばん方式による小刻みな引き取り（20 分～40 分間隔）は、後工程と前工程の生産を連動させる**同期化生産**を実現する。工程間の停滞（無駄）をなくすことで、**生産リードタイム**の徹底的な短縮が可能となる。

4.3 応用と事例分析

4.3.1 事例：かんばん方式によるプル型システムの運用

トヨタの生産ラインは、かんばん方式を神経系として機能している。下流の組立ラインが部品を使用すると、その情報（引き取りかんばん）が上流の部品工程に伝達される。上流工程は、その「引き取られた分」だけを生産（仕掛けかんばん）して補充する。このメカニズムの核心は、中央からの詳細な生産指示（プッシュ）ではなく、現場の実際の使用状況（プル）に基づいて生産が連鎖することにある。これにより、ライン間の在庫は必要最小限に抑えられ、作りすぎの無駄が構造的に防止される。

4.3.2 分析：「在庫は問題の温床を隠す」という思想

講義で示された「水位」の比喩は、TPS の在庫に対する考え方を象徴している。

- **高い在庫水準（深い水位）**：設備故障、品質不良、作業遅れ、能力のアンバランスといった様々な「問題（岩）」は、豊富な在庫によって隠され、表面化しない。後工程に影響が出ないため、問題解決が先送りされがちになる。
- **低い在庫水準（浅い水位）**：在庫を意図的に削減すると、これまで隠れていた問題（岩）が次々と露呈する。

トヨタ生産方式では、在庫は「資産」ではなく「コスト」であり、「問題を覆い隠す悪」と見なされる。あえて在庫を減らして問題が顕在化する状況（ラインが停止する状況）を作り出し、その根本原因を徹底的に追究・改善することで、生産システム全体の体質を強化していく。

4.4 深層背景と教訓

トヨタ生産方式の開発中心人物であり、元副社長の**大野耐一（おおの たいいち）**氏は、後年「現在もジャストインタイムに取りつかれっぱなしである」と述べたという。これは、JIT の実現がいかに困難であり、終わりなき追求であったかを示すエピソードである。

7つの無駄（加工、在庫、作りすぎ、手待ち、動作、運搬、不良）の頭文字をとったこの語呂合わせは、現場の作業者が無駄の種類を常に意識し、改善活動に役立てるための工夫である。

トヨタが「作りすぎの無駄」を最も悪い無駄として位置づける背景には、1950 年の経営危機（倒産の危機）の教訓がある。「売れたものだけを作る」という強い意志が、過剰生産を徹底的に排除する思想につながった。

講義では、ニンベン（人）のついた「自働化」という表記に注目が促された。これは、単に機械が動く「自動化」と区別するためである。異常を検知して自ら止まるという「人の働き（知恵）」を機械に組み込むという思想が込められており、品質の工程内作り込みの核心を示す用語である。

4.4.1 AIによる補足：重要論点の拡張

本講義では TPS の柱として主に「ジャストインタイム（JIT）」が詳述されたが、もう一方の柱である**「自働化（Jidoka）」**の全体像、およびそれを支える問題解決手法についての言及が限定的であった。TPS の「自働化」は、単なる異常停止（あんどん）に留まらない。その本質は、(1) 異常が発生したら機械が自ら止まる、(2) 不良品を絶対に後工程に流さない（品質の工程内作り込み）、(3) 作業者は機械の番人ではなく、異常時対応と改善に集中できる（省人化）という点にある。この「自働化」によって問題が顕在化（見える化）した際に不可欠となるのが、**「なぜなぜ5回」**に代表される根本原因追究の思考法である。表面的な問題（例：機械が止まった）に対して「なぜ」を5回繰り返すことで、眞の原因（例：保守マニュアルが不十分だった）にたどり着き、再発防止策を講じる。JIT が「モノの流れ（フロー）」を最適化するのに対し、自働化は「品質（異常検知）」を担保する。この両輪が揃って初めて、TPS は機能する。また、問題が顕在化してもそれを解決する組織的能力（継続的改善=**カイゼン**の文化）がなければ、システムは単に停止を繰り返すだけとなる。

4.5 結論

トヨタ生産方式（TPS）は、「売価=原価+利益」という原価主義を否定し、「利益=売価-原価」の思想に基づき、徹底した**原価低減**を追求するシステムである。その実現手段として、**「ジャストインタイム（JIT）」**と**「自働化」**を二本柱とし、あらゆる**無駄の排除**（特に「作りすぎの無駄」）を目指す。本講義から得られる実践的な教訓は、「在庫は問題の温床を隠す」という認識である。多くの企業が安定操業のために在庫を「必要悪」として容認するのに対し、TPS はあえて在庫を削減し、問題を**「見える化」**する。そして、「あんどん」や「なぜなぜ5回」といった手法を用いて顕在化した問題を根本から解決し続ける（カイゼン）ことで、生産プロセス全体の競争力を高めていく。また、JIT の実現には「かんばん方式」のようなプル型システムだけでなく、その前提となる需要の**「平準化」**（月度生産計画による調整）が不可欠であるという点も、サプライチェーン管理における重要な示唆である。

4.6 重要キーワード一覧

人名: 大野耐一

普遍的概念: 原価低減、原価主義、リードタイム、ジャストインタイム（JIT）、見える化（可視化）、平準化、かんばん方式、プル型生産システム、プッシュ型生産システム、7つの無駄、自働化（ニンベン付き）、あんどん、同期化、サプライチェーンマネジメント、継続的改善（カイゼン）

4.7 理解度確認クイズ

1. 「原価主義」に基づく価格設定アプローチの問題点を、現代の競争環境に照らして説明せよ。
2. トヨタ生産方式が「売上拡大」よりも「原価低減」による利益確保を重視する主な理由は何か。
3. 「ジャストインタイム（JIT）」の基本的な定義（何を・いつ・どれだけ）を述べよ。
4. JIT 生産システムをゼロ在庫で運用しようとすると、どのような非効率が発生するか。
5. 生産システムの「平準化」とは何か。なぜそれが JIT 実現の前提条件となるのか。
6. 「プル型生産システム」と「push型生産システム」の根本的な違いを、生産指示の起点に着目して説明せよ。
7. 「かんばん方式」がプル型生産システムにおいて果たす主要な役割を 2 つ挙げよ。
8. なぜ「作りすぎの無駄」は、他の 6 つの無駄と比較して「最も悪い無駄」とされるのか。
9. 「在庫は問題の温床を隠す」という比喩が意味するところを、設備故障を例に説明せよ。
10. 生産現場における「見える化」の具体的な目的は何か。
11. ニンベン（イ）のついた「自働化」と、一般的な「自動化」の概念的な違いを説明せよ。
12. 「あんどん」システムは、問題発生時にどのような機能を提供するか。
13. 「加工そのものの無駄」に該当する事例を 2 つ挙げよ（例：過剰品質など）。
14. 「同期化生産」が達成された状態とはどのような状態か。それが生産リードタイムにどう影響するか。
15. 「なぜなぜ 5 回」は、どのような目的で使われる問題解決手法か。

解答一覧

1. 市場が売価を決定するため、原価に利益を上乗せするアプローチでは価格競争力を失うから。,2. 売上（需要）は変動が激しく不確実だが、原価低減は社内の努力によって確実に成果を上げられるから。,3. 必要なものを、必要な時に、必要なだけ生産・運搬すること。,4. 需要の僅かな変動に対応するため、過剰な人員、設備、在庫を常に確保しておく必要があり、かえって無駄が増大するから。,5. 生産量や生産する製品の種類・順序の変動をならし、日々の生産負荷を一定にすること。負荷が安定しないと、後工程が必要とする部品を JIT で供給することが困難になるため。,6. push型は生産計画に基づき上流から下流へモノを押し込むが、プル型は後工程（顧客）の需要（引き取り）を起点に上流へ生産指示が連鎖する。,7. (1) 後工程が前工程に部品を引き取りに行くための「運搬指示」,(2) 前工程が引き取られた分だけを生産するための「生産指示」。,8. 在庫の無駄、運搬の無駄、待ちの無駄など、他の全ての無駄を誘発・隠蔽する根源的な無駄であるため。,9. 在庫が豊富にあると、設備が故障しても後工程は在庫を使って生産を継続できるため、故障という問題が顕在化せず、根本的な修理や再発防止が遅れること。,10. 目に見えにくい無駄や異常（不良、遅れ、故障など）を誰もが一目でわかる状態にし、問題の即時発見と改善を促すため。,11. 「自動化」は単に機械が動くこと、「自働化」は異常発生時に機械が自ら停止し、不良品を後工程に流さないという「人の知恵（判断）」が組み込まれている点。,12. 異常の発生をランプなどで即座に職場全体に知らせ、「見える化」し、管理者による迅速な対応を可能にする。,13. (1) 必要以上の品質（過剰品質）のための加工,(2) 設計上不要な部品の取り付け,(3) より効率的な加工方法があるにも関わらず古い方法を続けること。,14. 工程間の停滞（在庫）がなく、複数の工程が連動して流れるように生産されている状態。停滞がなくなるため、生産リードタイムが大幅に短縮される。,15. 表面的な事象（問題）に対して「なぜ」を繰り返し問い合わせ、その背後にある根本的な原因を突き止め、真の再発防止策を講じるため。