

オペレーションマネジメント 第6回 講義ノート

サプライチェーンマネジメント 4

サプライチェーンマネジメント理論

Masaru Okada

November 22, 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 | 理論的基礎 | 7 |
| 2.1 | はじめに | 7 |
| 2.2 | 主要な概念と論点 | 7 |
| 2.3 | 応用と事例分析 | 8 |
| 2.4 | 深層背景と教訓 | 8 |
| 2.5 | 結論 | 8 |
| 2.6 | 重要キーワード一覧 | 9 |
| 2.7 | 理解度確認クイズ | 9 |
| 3 | 基本理論 | 10 |
| 3.1 | はじめに | 10 |
| 3.2 | 主要な概念と論点 | 10 |
| 3.3 | 応用と事例分析 | 11 |
| 3.4 | 深層背景と教訓 | 11 |
| 3.5 | 結論 | 12 |
| 3.6 | 重要キーワード一覧 | 12 |
| 3.7 | 理解度確認クイズ | 12 |
| 4 | 応用理論: サプライチェーンマネジメント手法 | 13 |
| 4.1 | はじめに | 13 |
| 4.2 | 主要な概念と論点 | 13 |

| | | |
|-----|---------------------|----|
| 4.3 | 応用と事例分析 | 15 |
| 4.4 | 深層背景と教訓 | 15 |
| 4.5 | 結論 | 16 |
| 4.6 | 重要キーワード一覧 | 16 |
| 4.7 | 理解度確認クイズ | 16 |

1 講義資料整理

1.1 はじめに

本講義の目的は、サプライチェーンマネジメント（SCM）を支える理論的基礎、基本理論、そして応用手法を体系的に理解することにある。SCM の究極的な目的は、サプライチェーン全体を縦断する物流、情報流、金流を統合し、各主体の活動を同期化することによって「全体最適」を実現することである。本講義では、経営工学およびマーケティングの観点から、在庫管理の概念（エシェロン在庫）、流通チャネルの構造、そして SCM における主要な課題であるブルウィップ効果やダブルマージナリゼーションといった理論的枠組みを解説する。さらに、VMI や CPFR といった具体的な協調手法や、ZARA に代表されるアキュレート・レスポンスなどの応用事例を通じて、理論の実践的適用を探求する。

1.2 主要な概念と論点

1.2.1 SCM の理論的基礎

■**エシェロン在庫 (Echelon Inventory)** 従来の在庫管理では、各拠点が自身の倉庫にある「手持ち在庫」のみを管理対象としていた。しかし、SCM においては Clark と Scarf (1960) が提唱した**エシェロン在庫**の概念が重要となる。エシェロン在庫とは、ある特定の段階（エシェロン）における有効在庫に加え、それより川下にあるすべての段階の在庫（輸送中在庫や小売店在庫を含む）を合計したものである。

- **需要の従属性:** 川上（メーカー等）の需要は、川下（小売店等）の需要に従属して発生する。この従属性を無視し、各段階が独立に意思決定を行うことが過剰在庫や欠品の主要因となる。
- **エシェロンリードタイム:** 発注地点から最終需要地点に製品が到達するまでの総経過時間。

■**流通チャネル理論** マーケティング分野における流通チャネルの設計は、商品の特性（最寄品、買回品、専門品）と整合させる必要がある。

- **開放的チャネル政策 (Intensive Distribution):** 最寄品（日用品など）向け。長・広・併売型。可能な限り多くの店舗に商品を供給する。
- **選択的チャネル政策 (Selective Distribution):** 買回品向け。短・狭・併売型。ある程度店舗を選別する。
- **排他的チャネル政策 (Exclusive Distribution):** 専門品向け。短・狭・専売型。特定の代理店等に限定し、強力なコントロールを行う。

また、チャネルの統制手法として「系列化」が存在する。

- **管理的系列化:** リベート（割戻金）、アローワンス（協賛金）、ディーラー・ヘルプス（販売店援助）などを用い、緩やかに連携する。
- **契約系列化:** フランチャイズや特約店契約など、法的な契約に基づき厳格に統制する。

1.2.2 SCM の 3 つの基本理論

■1. **ブルウィップ効果 (Bullwhip Effect)** 最終需要の小さな変動が、サプライチェーンを川上へ遡るにつれて増幅され、大きな発注量の変動となる現象。

- **主要因:** 需要の不確実性、リードタイムの長さ、一括大量発注（バッチ処理）、価格変動（特売等）。
- **対策:** POS データの共有による情報の非対称性の解消、リードタイム短縮、EDLP (Every Day Low Price) による需要平準化。

■2. **ダブルマージナリゼーション (Double Marginalization)** サプライチェーン内の各企業（メーカーと小売など）が、それぞれ独自に利益（マージン）を上乗せして価格決定を行うことで、サプライチェーン全体の総利益が、垂直統合された独占企業の場合よりも減少する現象。

- **メカニズム:** 各自が部分最適を追求した結果、最終価格が高騰し、需要量が減少することで発生する（二重の限界利益確保による非効率）。
- **解決策:** 製販統合に近い意思決定、情報の共有、戦略的提携。

■3. **制約理論 (Theory of Constraints: TOC)** システム全体のパフォーマンスは、最も能力の低い工程（ボトルネック＝制約条件）によって決定されるという理論。「鎖の強度は最も弱い輪で決まる」というアナロジーで説明される。

- **改善の優先順位:** (1) スループット（売上－資材費）の増大、(2) 在庫（総投資）の低減、(3) 経費の低減。
- **全体最適:** ボトルネック以外の工程を強化しても、システム全体のスループットは向上しない。

1.3 応用と事例分析

1.3.1 VMI と CRP：情報の共有と権限委譲

VMI (Vendor Managed Inventory) は、小売店の在庫管理権限をベンダー（卸・メーカー）に委譲する手法である。これとセットで運用される **CRP (Continuous Replenishment Program)** は、発注行為をなくし、ベンダーが自律的に商品を連続補充する仕組みである。

- **事例:** P&G とウォルマートの連携。
- **効果:** 小売側は在庫管理業務から解放され、ベンダー側は POS データ（実需）に基づいた生産・物流計画が可能となり、ブルウィップ効果を抑制できる。

1.3.2 CPFR：計画段階からの協調

CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment) は、VMI からさらに進歩し、販売計画やプロモーション計画の段階からメーカーと小売が協働する手法である。

- **適用:** 特売やイベントによる需要変動（スパイク）は過去のデータだけでは予測困難であるため、将来の計画情報を共有することで欠品や過剰在庫を防ぐ。

1.3.3 アキュレート・レスポンス：ZARA の事例

スペインのアパレル企業 **ZARA (Inditex 社)** は、需要予測の不確実性が高いファッション業界において、「売り切り型超高速サプライチェーン」を構築した。

- **戦略:** 企画から店頭まで数週間という極めて短いリードタイムを実現し、市場の反応を見ながら生産・投入を行う。
- **理論的背景:** 予測精度を上げるのではなく、予測が外れても対応できる「反応速度（レスポンス）」を競争優位の源泉としている。

1.4 深層背景と教訓

■**GM 対フォード (1924 年) の在庫管理** 1920 年代、T 型フォードで市場を席巻していたフォード社に対し、GM のアルフレッド・スローン社長が逆転した歴史的背景には、SCM の萌芽が見られる。当時、メーカーはディーラーへの出荷を「売上」と見なしていたが、スローンはディーラー在庫（流通在庫）の滞留をいち早く察知し、生産調整を行った。一方、フォードは大量生産を続け、結果として過剰在庫に苦しむことになった。これは、**エシェロン在庫**の概念を直感的に理解し、川下の実需に基づいた意思決定がいかに重要かを示す初期の事例である。

■**MIT のビールゲームと人間の心理** MIT のスローン経営大学院（John Sterman 教授ら）で開発された「ビールゲーム」は、ブルウィップ効果を体験するためのシミュレーションである。参加者は情報を共有せず、発注のみを行う。このゲームからの教訓は、個々のプレイヤーが合理的（在庫コスト最小化）に行動しようとしても、構造的な情報の遅れ（リードタイム）と局所的な視点により、システム全体としては破滅的な在庫変動を引き起こす点にある。これは、SCM の問題が単なる技術的問題ではなく、**情報の歪みと人間の限定合理性**に起因することを示唆している。

1.4.1 AI による補足：重要論点の拡張

Fisher のサプライチェーン・マトリクスと「アキュレート・レスポンス」の理論的裏付け

講義内で ZARA の事例として言及された「アキュレート・レスポンス」の背景には、Marshall Fisher (1997) の理論が深く関与しているが、講義テキストでは詳細な理論的枠組みへの言及が不足しているため補足する。

Fisher は製品を以下の 2 つに分類し、それぞれに適したサプライチェーン戦略があるとした。

1. **機能的製品 (Functional Products):** 日用品など需要が安定的で予測しやすい。
2. **革新的製品 (Innovative Products):** ファッション衣料など需要が不確実でライフサイクルが短い。
 - **効率性重視 (Efficient SC):** 機能的製品向け。コスト最小化、大量生産、満載輸送（海運等）を目指す。
 - **応答性重視 (Responsive SC):** 革新的製品向け。コストよりもスピードと柔軟性を優先する。
ZARA が空輸を多用し、近隣生産を行うのは、この「応答性 (Responsive)」を最大化し、機会損失と在庫処分のコストを最小化するためである。

講義で触れられた VMI や CRP は主に「機能的製品」の効率化に寄与し、アキュレート・レスポンスは「革新的製品」のリスクヘッジ戦略として位置づけられる。この区分けを理解することで、各手法の適用範囲が

より明確になる。

1.5 結論

本講義から得られる実践的な教訓は以下の通りである。

- **局所最適から全体最適へのシフト**: 個別企業の利益追求（ダブルマージナリゼーション）や、各段階での過剰な安全在庫確保（ブルウィップ効果）は、チェーン全体の競争力を削ぐ。
- **情報の「質」と「共有」**: 単にデータを送るだけでなく、POS データ（実需）や将来の販促計画（CPFR）を共有することで、在庫の「鞭」の振れ幅を抑えることができる。
- **需要の不確実性への対峙**: 需要予測は必ず外れるという前提に立ち、予測精度向上（VMI/CRP）と同時に、反応速度の向上（アキュレート・レスポンス）という両輪のアプローチが必要である。

SCM とは、単なる物流管理ではなく、企業間の壁を越えた情報の統合と、信頼関係に基づくプロセスの再設計であることを認識すべきである。

1.6 重要キーワード一覧

Clark, Scarf, Alfred P. Sloan, John Sterman, Mentzer, Moon, Goldratt

エシェロン在庫, 流通チャネル, ブルウィップ効果, ダブルマージナリゼーション, 制約理論 (TOC), VMI, CRP, CPFR, アキュレート・レスポンス, POS データ, リードタイム, ボトルネック, スループット, エブリデイ・ロー・プライス (EDLP)

1.7 理解度確認クイズ

以下の問に答え、SCM の普遍的な概念理解を確認してください。

1. サプライチェーンマネジメントにおいて、個別の企業や部門が自身の利益のみを追求した結果、全体としての効率や利益が損なわれる状態を何というか。
2. ある在庫拠点にある在庫だけでなく、そこから下流にあるすべての流通段階（輸送中含む）の在庫を合算した概念を何と呼ぶか。
3. 最終消費者のわずかな需要変動が、サプライチェーンを遡るにつれて増幅され、メーカー段階では大きな変動になってしまう現象を何と呼ぶか。
4. 前問の現象が発生する主な要因の一つで、発注を一定期間まとめたり、一定量に達してから行う処理方法を何と呼ぶか。
5. サプライチェーン上の 2 つの企業がそれぞれ独立してマージンを上乗せすることで、統合された独占企業よりも最終価格が高くなり総利益が減る現象は何か。
6. 制約理論（TOC）において、企業の目標達成を阻害する、能力が最も低い工程や資源のことを何と呼ぶか。
7. TOC において、在庫や経費の削減よりも優先順位が高いとされる、売上高から資材費を引いた金銭的創出量を何と呼ぶか。
8. 小売店の在庫管理権限を卸売業者やメーカーなどのベンダーに委譲し、ベンダーが補充を行う在庫管理手法をアルファベット 3 文字で何というか。
9. VMI などの自動補充に加え、メーカーと小売業が販売計画やプロモーション計画の段階から協働し

て需要予測を行う手法をアルファベット 4 文字で何というか。

10. マーケティングの流通チャネル分類において、最寄品（日用品など）に適した、できるだけ多くの店舗に製品を置く政策を何というか。
11. 流通チャネルの系列化において、資本関係や契約によらず、リベートやアローワンスなどの経済的インセンティブを用いて緩やかに結びつく形態を何系列化と呼ぶか。
12. P&G やウォルマートが採用している、特売による需要変動（ブルウィップ効果の要因）を避けるために、常に低価格で販売する戦略を何と呼ぶか。
13. サプライチェーンにおいて、川上の需要が川下の需要によって決定される性質（例：タイヤの需要は車の需要で決まる）を何と呼ぶか。
14. MIT の John Sterman らが開発した、情報の遅れと共有の欠如が在庫変動を引き起こすことを体験するためのビジネス・シミュレーションゲームは何か。
15. ZARA のようなファッション企業が採用する、需要予測の精度よりも、需要発生から製品投入までのリードタイム短縮を重視する戦略概念を何と呼ぶか。

解答一覧

1. 部分最適（またはサブオプティマイゼーション）、2. エシェロン在庫、3. ブルウィップ効果、4. バッチ発注（または一括発注）、5. ダブルマージナリゼーション、6. ボトルネック（または制約条件）、7. スループット、8. VMI、9. CPFR、10. 開放的チャネル政策、11. 管理的系列化、12. EDLP（Every Day Low Price）、13. 需要の従属性、14. ビールゲーム、15. アキュレート・レスポンス

2 理論的基礎

2.1 はじめに

本講義では、オペレーション・マネジメントの核心である**サプライチェーン・マネジメント（SCM）**の理論的基礎について詳述する。SCMの目的は、サプライチェーン（SC）を縦断する物流、商流、および金流を横断的に統合し、各企業の活動を同期化させることによって、チャンネル全体の利益を最大化することにある。

本稿では、経営工学分野における多段階在庫管理の概念である**エシェロン在庫**と、マーケティング分野における**流通チャンネル**の構造及びその管理手法を中心に、SCMの実践的理論を体系化する。

2.2 主要な概念と論点

2.2.1 SCMの理論的基礎：エシェロン在庫

SCMにおける最大の課題の一つは、**需要の従属性**にある。顧客が小売店で購入（独立需要）すると、小売店は卸・メーカーへ発注を行う（従属需要）。川下（市場）の需要変動が川上へ伝播する際、各段階が独立して意思決定を行うと、在庫の滞留や過剰生産が発生する。

- **従来の在庫管理（インストール在庫）**：各拠点が自拠点の在庫のみを管理する。
- **エシェロン在庫（Echelon Inventory）**：ある段階の有効在庫に加え、その段階より川下にある全ての段階（流通在庫、輸送中在庫含む）の在庫を合計した概念。
- **エシェロン・リードタイム**：発注点から最終需要地点に到達するまでの経過時間。

この概念の導入により、個別の拠点最適ではなく、SC全体を俯瞰した**全体最適**な在庫戦略が可能となる。近年ではEPCグローバル（ICタグ）などの技術により、この在庫情報の可視化が進んでいる。

2.2.2 流通チャンネルの構造と類型

製品が生産者から消費者に渡る経路である流通チャンネルは、SCMの基盤となる。

1. **開放的チャンネル（Intensive Distribution）**：最寄品（コンビニエンスグッズ）向け。「長く・広く・併売」型。可能な限り多くの店舗に商品を提供し、顧客の利便性を最大化する。
2. **選択的チャンネル（Selective Distribution）**：買回品（ショッピンググッズ）向け。「短く・狭く・併売」型。一定の競争を認めつつ、店舗を選別して商品を提供する。
3. **排他的チャンネル（Exclusive Distribution）**：専門品（スペシャルティグッズ）向け。「短く・狭く・専売」型。特定地域での独占販売権などを付与し、高付加価値サービスの提供を重視する。

2.2.3 チャンネル・コントロールと系列化

チャンネルの統制には、「アクセル（販売促進）」と「ブレーキ（規律維持）」の使い分けが必要となる。

- **管理的系列化**：資本関係や契約によらず、リベートやアロアンス（協賛金）、ディーラー・ヘルプス（販売店援助）を通じて、緩やかに影響力を行使する手法。
- **契約系列化**：特約店契約やフランチャイズなど、法的拘束力のある契約に基づく強固な統制。排他的取引や再販売価格維持などが含まれる。

2.3 応用と事例分析

2.3.1 GM 対フォード（1924 年の逆転劇）

SCM の重要性を示す歴史的事例として、1920 年代の自動車産業が挙げられる。

- **フォードの失敗:** T 型フォードの成功体験から、「ディーラーへの出荷＝需要」と錯覚（プッシュ型）。実需を無視した増産計画を立てた。
- **GM（スローン）の洞察:** ディーラーのヤードにある在庫（チャンネル在庫）が積み上がっていることに着目。事業部の反対を押し切り減産を断行した。

分析: GM は実質的に「エシェロン在庫」の視点を持っていたと言える。川下の在庫状況を正確に把握し、生産計画（川上）にフィードバックしたことで、その後の大恐慌下での損失を最小限に抑え、シェア逆転に成功した。

2.4 深層背景と教訓

■**商人的生産者（Merchant Producer）** 講義内で触れられた「商人的生産者」という概念は、単にモノを作るだけでなく、流通までを主導的にコントロールする製造業者を指す。彼らの目的は、商品の質と量を決定し、顧客へのアフターサービスまでを一貫して管理することにある。これは現代の SPA（製造小売業）や D2C モデルの源流とも捉えられる。

■**リベートとアロアンスの日米差** 日本の商習慣である「リベート」は不透明で属人的な側面が強い一方、米国の「アロアンス」は明確な基準（広告実施、陳列実施など）に基づいて支払われる傾向がある。グローバル SCM においては、こうした取引慣行の透明化・標準化（Open Policy）が求められる。

2.4.1 AI による補足：重要論点の拡張

※講義冒頭で「SCM の 4 理論」として言及があったものの、詳細な解説が省略された論点について、文脈に基づき補足解説を行う。

- **ブルウィップ効果 (Bullwhip Effect):** 最終需要のわずかな変動が、SC を遡るにつれて増幅される現象。情報共有の欠如、リードタイムの遅れ、バッチ発注などが原因となる。エシェロン在庫の管理はこの抑制に有効である。
- **ダブル・マージナリゼーション (Double Marginalization):** 製販がそれぞれ独立して利潤最大化（マージン設定）を行うことで、SC 全体の価格が高騰し、結果として総需要と総利益が減少する現象。「二重の限界化」とも呼ばれる。
- **制約理論 (Theory of Constraints: TOC):** SC 全体のスループット（成果）は、最も能力の低いボトルネック工程によって決定されるとする理論。全体最適のためには、ボトルネックの解消に資源を集中すべきとする。

2.5 結論

本講義から得られる実践的教訓は、SCM とは単なる物流効率化ではなく、「情報の同期化」による意思決定の高度化であるという点である。GM の事例が示すように、企業は自社の倉庫だけでなく、流通チャンネル全体の在庫（エシェロン在庫）を可視化し、管理しなければならない。また、製品特性（最寄品か専門品か）

に応じた適切なチャネル設計（開放的か排他的か）と、透明性の高い動機付け（アロアンス等）を組み合わせることが、競争優位の源泉となる。

2.6 重要キーワード一覧

スローン、フォード、クラーク、スカーフ

SCM, エシェロン在庫, ブルウィップ効果, ダブルマージナリゼーション, 制約理論, TOC, VMI, CRP, CPFR, リードタイム, 従属需要, 線形近似, インストール在庫, 開放的チャネル, 選択的チャネル, 排他的チャネル, 買回品, 最寄品, リベート, アロアンス, フランチャイズ

2.7 理解度確認クイズ

以下の問について、最も適切な概念や用語を回答せよ。

1. サプライチェーンにおいて、川下のわずかな需要変動が川上にいくほど増幅される現象を何と呼ぶか。
2. ある在庫拠点における手持ち在庫だけでなく、その下流にある全ての在庫（輸送中含む）を合算した在庫概念は何か。
3. 各流通段階が個別に利益を最大化しようとして価格設定を行い、結果としてサプライチェーン全体の利益が損なわれる現象は何か。
4. 全体のパフォーマンスは最も制約のある工程（ボトルネック）によって決まるという経営管理理論の略称は何か。
5. 消費者が頻繁に購入し、購買のための労力を最小限にしたいと考える製品（日用雑貨など）の分類名は何か。
6. 上記のような製品に対してとられる、可能な限り多くの店舗で販売するチャネル政策を何と呼ぶか。
7. 顧客が複数の商品を比較検討してから購入する製品（衣料品、家電など）の分類名は何か。
8. 特定の販売店にのみ独占的な販売権を与え、強力なブランド統制を行うチャネル政策は何か。
9. メーカーが流通業者に対し、一定期間の取引高などに応じて事後的に支払う、日本的な商慣習における代金の割戻しを何と呼ぶか。
10. 商品の陳列や広告など、特定の販売促進活動を行ったことに対して支払われる協賛金を何と呼ぶか。
11. メーカーが販売店に対して行う、経営指導や販売員派遣などの援助活動を総称して何と呼ぶか。
12. 顧客が発注してから製品を受け取るまでの時間のことを何と呼ぶか。
13. 独立需要（最終消費）に基づき、計算によって導き出される原材料や部品の需要を何と呼ぶか。
14. 販売業者が競合他社の商品を取り扱わないことを条件とする契約形態は何か。
15. ベンダー（メーカー）が小売店の在庫情報を共有し、主導的に在庫補充を行う手法（略称）は何か。

解答一覧

1. ブルウィップ効果, 2. エシェロン在庫, 3. ダブルマージナリゼーション, 4. TOC, 5. 最寄品（コンビニエンスグッズ）, 6. 開放的チャネル, 7. 買回品（ショッピンググッズ）, 8. 排他的チャネル, 9. リベート, 10. アロアンス, 11. ディーラー・ヘルプス, 12. リードタイム, 13. 従属需要, 14. 排他的取引契約, 15. VMI

3 基本理論

3.1 はじめに

本講義では、サプライチェーン・マネジメント（SCM）における非効率性の発生メカニズムとその解決策について、主要な理論モデルを用いて解説する。具体的には、需要情報の歪みが増幅される**ブルウィップ効果**、企業間の利害不一致が生む**二重マージン（Double Marginalization）問題**、そしてシステム全体のボトルネックに着目した**制約理論（TOC）**である。これらは、部分的最適化（各企業や部門ごとの利益追求）がいかにして全体最適化（サプライチェーン全体の利益最大化）を阻害するかを説明する重要な枠組みである。

3.2 主要な概念と論点

3.2.1 ブルウィップ効果（Bullwhip Effect）

ブルウィップ効果とは、サプライチェーンの下流（小売）から上流（メーカー・部品供給者）へ向かうにつれて、需要情報の変動幅が「鞭（Whip）の動き」のように増幅されて伝わる現象を指す。小売店での需要変動がわずかであっても、上流に行くほど発注量のブレが激しくなり、過剰在庫や欠品を引き起こす。

■**発生要因** 主な要因として以下の4点が挙げられる。

1. **需要予測の更新**：各段階で個別に安全在庫を見積もるため、変動が過剰に織り込まれる。
2. **リードタイム**：発注から納品までのタイムラグが、不確実性と在庫積み増しを助長する。
3. **一括発注（バッチ処理）**：輸送コスト削減等のため、需要発生都度ではなく、一定量まとめて発注することで需要の平準化が損なわれる。
4. **価格変動**：特売（プロモーション）等による仮需とその反動減。

■**対策** 情報の透明性を高め、変動要因を抑制することが基本となる。

- **情報の共有**：小売のPOSデータを上流が直接参照する。
- **リードタイムの短縮**：物理的・情動的遅延の削減。
- **EDLP（Every Day Low Price）**：特売を廃止し、価格を安定させることで需要変動を抑制する。

3.2.2 二重マージン問題（Double Marginalization）

サプライチェーン上の各企業（製・販）が独立して自社の利益最大化（マージン確保）を目指して価格決定を行うと、統合された独占企業が意思決定する場合に比べて、最終価格が高くなり、販売数量が減少し、サプライチェーン全体の総利益（サプライチェーン・サープラス）が減少する現象。

- **製販分離（独立意思決定）**：メーカーが卸売価格にマージンを乗せ、さらに小売が販売価格にマージンを乗せるため、価格競争力が落ちる。
- **製販統合（統合意思決定）**：サプライチェーン全体を一つの組織とみなし、全体利益を最大化する価格と数量を決定する方が、総利益は大きくなる。

3.2.3 制約理論 (TOC: Theory of Constraints)

エリヤフ・ゴールドラット博士らによって提唱された、システム全体のパフォーマンス（スループット）を最大化するための管理手法。企業の目標（現在から将来にわたって利益を出し続けること）に対し、以下の優先順位で対処する。

1. **スループット (T) の増大**：販売を通じて入るお金（売上－資材費）。最優先事項。
2. **総投資 (I: Inventory) の低減**：在庫や設備投資。
3. **経費 (OE: Operating Expense) の低減**：固定費など。

TOC では、サプライチェーンを「鎖」に例え、「鎖の強度は最も弱い輪（ボトルネック）によって決まる」とする。したがって、ボトルネック以外の能力を強化しても、全体のスループットは向上しない。

3.3 応用と事例分析

3.3.1 情報共有と在庫管理の実践

講義内では、ブルウィップ効果への対策として以下の事例が言及された。

- **ヒューレット・パカード (HP)**：SCM の効率化。
- **P&G とウォルマート**：
 - － **VMI (Vendor Managed Inventory)**：ベンダー主導型在庫管理。メーカーが小売の在庫レベルを監視し、補充責任を持つことで情報の歪みを防ぐ。
 - － **EDLP 戦略**：特売を原則禁止し、需要の波動を抑えることで生産・物流の平準化を図る。

3.3.2 ビールゲームによるシミュレーション

MIT のスターマン教授らが開発した「ビールゲーム」は、小売・卸・流通・工場の 4 段階のサプライチェーンを模擬するロールプレイングゲームである。

- **構造**：各プレイヤーは自身の在庫費用（在庫保持コスト＋機会損失コスト）の最小化を目指す。お互いの情報は共有されず、発注書のみが行き交う。
- **結果**：下流（顧客）の需要変動が小さくても、情報の伝達遅れ（リードタイム）と個別の意思決定により、上流（工場）にいくほど発注量の振幅が激化するブルウィップ効果が再現される。

3.4 深層背景と教訓

■ **「鎖の強度」と「鎖の重量」のアナロジー** TOC の理解において重要な視点である。

- **スループットは「鎖の強度」**：最も弱い輪（ボトルネック）の強度が全体の強度を決める。よって、全体最適のためにはボトルネックの強化（改善）が必要であり、非ボトルネックの改善は全体のスループット向上には寄与しない。
- **コストは「鎖の重量」**：各プロセスのコストの総和が全体のコストとなる。よって、どの輪を軽量化（コストダウン）しても全体の重量は下がる。
- **教訓**：従来のコスト削減アプローチ（個別最適の総和が全体最適）は、スループットの最大化（全体最適）には通用しない。企業はコストの世界からスループットの世界へ意識を変革する必要がある。

■**二重マージンの数学的示唆** 講義内の数値例（需要曲線 $P = 12 - Q$ 等）は、単純な線形モデルであっても、中間マージンが存在することで最終価格が跳ね上がり、需要が縮小することを示唆している。これは、メーカーと小売が敵対的關係（ゼロサムゲーム）にある限り解消せず、戦略的提携や垂直統合的な意思決定プロセスの構築が不可欠であることを示している。

3.4.1 AI による補足：重要論点の拡張

本講義では二重マージン問題の解決策として「信頼関係」や「擬似的な製販統合」が挙げられたが、実務的・契約論的アプローチについての言及が限定的であったため、以下に補足する。

サプライチェーン契約（Supply Chain Contracts）による調整：精神論的な信頼関係だけでなく、契約設計によってインセンティブを調整し、製販統合状態を再現する手法が存在する。

- **レベニューシェア契約**：メーカーが卸売価格を引き下げる代わりに、小売の売上の一部を受け取る契約。小売は仕入れコストが下がるため、より多くの在庫を持ち、販売価格を下げるインセンティブが働く。
- **バイバック（買い取り）契約**：売れ残った商品をメーカーが一定価格で買い戻す契約。小売の過剰在庫リスク（在庫コスト）が低減され、機会損失を防ぐための積極的な発注が可能になる。

これらの契約は、個別の利益追求行動が結果としてサプライチェーン全体の利益最大化に資するように設計されている点で、現代 SCM の核心的要素である。

3.5 結論

サプライチェーンにおける非効率性の多くは、情報の非対称性、リードタイム、そして各主体の局所的な最適化行動に起因する。ブルウィップ効果や二重マージン問題は、個々の企業が合理的だと信じて行う行動が、全体としては合成の誤謬を招く典型例である。TOC が示唆するように、全体最適を実現するためには、「コストの総和」ではなく「スループットの制約（ボトルネック）」に着目し、情報の共有化（VMI 等）やインセンティブの調整（契約、EDLP）を通じて、あたかも一つの垂直統合企業であるかのように振る舞うシステムを構築することが、マネジメントの実践的要諦である。

3.6 重要キーワード一覧

人名：ジョン・スターマン

理論・コンセプト：サプライチェーン・マネジメント、ブルウィップ効果、リードタイム、POS、VMI、EDLP、二重マージン問題、需要予測、バッチ処理、制約理論（TOC）、スループット、ボトルネック、全体最適、部分最適

3.7 理解度確認クイズ

以下の問いは、本講義で扱われた概念の普遍的な理解を問うものである。

1. サプライチェーンの下流から上流に向かうにつれて需要情報の変動幅が増幅される現象を何と呼ぶか。

2. 上記の現象を引き起こす要因の一つで、発注から納品までにかかる時間の遅れを何と呼ぶか。
3. 輸送コスト削減などのために、注文を一定量まとめることで需要変動を大きくしてしまう慣行を何と呼ぶか。
4. 小売店での販売時点情報をリアルタイムで収集・共有するシステムの略称は何か。
5. メーカーが小売店の在庫管理責任を代行し、情報の歪みを防ぐ在庫管理手法を何と呼ぶか（略称）。
6. 特売による需要の急変動を防ぐため、年間を通じて低価格で販売する戦略を何と呼ぶか（略称）。
7. サプライチェーンにおいて、製販がそれぞれ独自に利幅を上乗せすることで、全体最適よりも最終価格が高くなる問題を何と呼ぶか。
8. 上記の問題が発生すると、統合的な意思決定を行った場合に比べてサプライチェーン全体の総利益はどうか。
9. 制約理論（TOC）において、企業の利益創出を阻害する要因のことを何と呼ぶか。
10. TOC において、在庫や設備投資など「販売するために投資したお金」を指す用語は何か。
11. TOC において最優先で改善すべき指標であり、売上高から資材費を引いたものを何と呼ぶか。
12. TOC における「鎖のアナロジー」で、スループットの大きさを決定する要因は鎖の何か。
13. 「鎖のアナロジー」において、各プロセスのコストの総和は何に例えられるか。
14. ブルウィップ効果を体験するために開発された、MIT 発祥の有名なシミュレーションゲームの名称は何か。
15. サプライチェーンの最適化において、個別の部門利益を追求することを「部分最適」と呼ぶのに対し、チェーン全体の利益最大化を目指すことを何と呼ぶか。

解答一覧

1. ブルウィップ効果、2. リードタイム、3. バッチ処理（一括発注）、4. POS、5. VMI、6. EDLP、7. 二重マージン問題（ダブルマージナリゼーション）、8. 減少する、9. 制約条件（ボトルネック）、10. 総投資（I）、11. スループット、12. 強度（最も弱い輪の強度）、13. 重量（重さ）、14. ビールゲーム、15. 全体最適

4 応用理論: サプライチェーンマネジメント手法

4.1 はじめに

本講義では、サプライチェーン・マネジメント（SCM）における中核的な課題である「需要予測」と「供給計画」の統合に焦点を当てる。特に、単なる統計的手法やツールの導入にとどまらず、予測精度を向上させるための**組織的マネジメント**の重要性を強調する。また、企業間の壁を超えた在庫管理・補充手法である**VMI**、**CRP**、**CPFR**、そしてリードタイム短縮を実現する**アキュレート・レスポンス**等の概念を通じ、全体最適を実現するための実践的フレームワークを体系化する。

4.2 主要な概念と論点

4.2.1 需要予測の組織的アプローチ

メンザー（Mentzer）とムーン（Moon）は、需要予測に対する組織的アプローチを以下の4つに分類し、組織横断的な連携の重要性を説いている。

1. **独立型**: 販売、調達、生産などの各部門が独自に予測を行う。整合性が取れにくい。
2. **集中型**: 特定の部門（例：販売部門）が予測を行い、他部門に提供する。担当部門のバイアスがかか

りやすい。

3. **交渉型**: 各部門が予測を行い、代表者間の交渉ですり合わせる。部分最適の政治的妥協になりがちである。
4. **合意形成型**: 組織横断的なタスクフォースが予測を担当する。**全体最適**の視点で最も有効なアプローチとされる。

どのようなアプローチを採用する場合でも、経営トップ（リーダーシップ）による明確な責任付与、権限委譲、評価制度の整備が不可欠である。

4.2.2 VMI (Vendor Managed Inventory) と CRP (Continuous Replenishment Program)

小売業（Retailer）と卸売業（Wholesaler）/メーカー間の効率化手法として以下の概念が定義される。

- **VMI (ベンダー主導型在庫管理)**: 従来、小売業が行っていた在庫管理をベンダー（卸売業・メーカー）が代行する手法。小売業は **POS データ** や在庫・入庫データをベンダーと共有する。これにより、ベンダーは過剰在庫や欠品を防ぐ最適な在庫水準を維持する責任を負う。
- **CRP (連続自動補充プログラム)**: VMI に基づき、小売業からの発注行為をなくし、ベンダーが自らの判断で必要な分だけ商品を連続的に補充する仕組み。

導入のメリット:

- **小売業**: 在庫管理・発注業務の省力化、コスト削減。
- **卸売業/メーカー**: 実需（POS データ）に基づいた生産・仕入れが可能となり、予測精度が向上する。発注者の意図（買いだめや抑制）による情報の劣化を防ぐことができる。

4.2.3 CPFR (Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment)

メーカーと小売業が、販売計画（Planning）、需要予測（Forecasting）、在庫補充（Replenishment）を共同（Collaborative）で行う取り組み。

- **背景**: VMI/CRP では「過去・現在」のデータ共有は可能だが、「未来」の販促計画（プロモーション）が共有されないため、特売時の欠品などに対応しきれない課題があった。
- **プロセス**: 小売業の店頭プロモーション計画と、メーカーのマス広告・イベント計画をすり合わせ、共同で予測を作成・共有し、補充を行う。
- **組織的意味**: 営業担当者とバイヤーだけでなく、物流、商品開発、経営層を巻き込んだ戦略的提携へと発展する可能性がある。

4.2.4 アキュレート・レスポンス (Accurate Response)

ファッションアパレル産業などで見られる、需要の不確実性に対応するための手法。

- **従来型**: シーズンの約 1 年前から企画・生産を開始するため、リードタイムが長く、予測外れのリスクが高い。
- **アキュレート・レスポンス型**: 企画から店頭投入までの**リードタイム**を極限まで短縮（例：2 週間）し、シーズン開始後の販売動向（初期反応）を見てから、週次で修正・追加生産・補充を行う。実需に基づいて「適時・適量」を供給する体制。

4.3 応用と事例分析

4.3.1 ファストファッション（Zara 等）におけるアキュレート・レスポンス

講義内で言及された「デザインから店頭まで約 2 週間」という事例は、スペインのインディテックス社（Zara）等のファストファッションモデルを指す。彼らは、予測が困難なファッション商材に対し、予測精度を上げる努力よりも「予測が外れても即座に修正できるスピード」を重視している。シーズンイン後の最初の週の販売結果を検証し、翌週にはデザイン修正や補充を行うサイクルを回すことで、売れ残りリスクと機会損失の双方を最小化している。

4.3.2 ウォルマートと P&G における CPFR

1990 年代末から注目された事例として、ウォルマートと P&G（プロクター・アンド・ギャンブル）の取り組みが挙げられる。製販が対立する関係ではなく、情報を透明化し、プロモーション計画を共有することで、サプライチェーン全体の在庫を削減しつつ売上を最大化する win-win の関係を構築した先駆的事例である。

4.4 深層背景と教訓

■**予測における政治性と「声の大きさ」** 講義では「交渉型」アプローチにおいて「部分最適」が優先されるリスクが指摘された。これは実務上、声の大きい部門（例えば営業の発言力が強い場合の過剰在庫、財務が強い場合の過少在庫など）の意向が予測値に反映され、客観的なデータ分析が歪められる現象を示唆している。組織的マネジメントとは、こうした社内政治を排除し、数値に基づく合意形成を行うための統治機構の設計に他ならない。

■**情報の劣化と伝言ゲーム** 小売業の発注データには「発注担当者の意図（不安だから多めに積む、等）」が含まれるため、川上にいくほど実需との乖離が大きくなる。講義ではこれを防ぐために POS データ（実需）の共有が必要であると説いている。これは SCM における情報の透明性が、物理的な在庫削減に直結するメカニズムを表している。

4.4.1 AI による補足：重要論点の拡張（ブルウィップ効果）

講義テキスト内では、情報が川上（メーカー・サプライヤー）に遡るにつれて変動が増幅する現象について「グループ効果」という表現で触れられていたが、MBA および SCM の標準的な学術用語では、これを「ブルウィップ効果（Bullwhip Effect）」と呼ぶ。

- **定義:** 最終需要の小さな変動が、サプライチェーンを遡るごとに増幅され、上流企業で大きな需要変動として認識される現象（鞭が波打つ様子に由来）。
- **原因:** 需要予測の修正、まとめ発注（バッチ処理）、価格変動、欠品への過剰反応などが原因となる。
- **本講義との関連:** VMI や CPFR の導入は、川下の実需情報（POS 等）を川上企業が直接参照することで、このブルウィップ効果を抑制し、サプライチェーン全体のムダを排除することを理論的な主目的としている。

4.5 結論

本講義の結論として、高度なサプライチェーン・マネジメントの実現には、単なる物流システムの改善だけでなく、以下の2点が不可欠であると言える。第一に、社内における**部門間連携（合意形成型）**と、それを支える経営トップのコミットメントである。第二に、企業間における**情報の共有（VMI/CPFR）**である。特に「発注情報」ではなく「実需（POS）情報」や「将来計画（プロモーション）」を共有することで、ブルウィップ効果を抑制し、市場の変化に即応（アキュレート・レスポンス）する体制が構築可能となる。

4.6 重要キーワード一覧

メンバー、ムーン サプライチェーン・マネジメント、需要予測、部分最適、全体最適、VMI、CRP、CPFR、POS データ、ブルウィップ効果、リードタイム、アキュレート・レスポンス

4.7 理解度確認クイズ

1. サプライチェーン全体で利益を最大化しようとする考え方を何というか。
2. メンバーとムーンが提唱した需要予測アプローチのうち、最も有効とされる型は何か。
3. 川下の需要変動が、川上に遡るにつれて増幅される現象を何というか。
4. VMIにおいて、在庫管理の責任を持つのは小売業か、それともベンダー（供給者）か。
5. 顧客がレジで支払った時点で発生する販売時点情報管理データを何というか。
6. VMIの概念をさらに進め、ベンダーが自動的に商品を補充する仕組みを何というか。
7. メーカーと小売業が販売計画や販促計画を共有し、共同で予測・補充を行う手法を何というか。
8. CPFRの提唱において有名な、米国の小売業と消費財メーカーのペアはウォルマートとどこか。
9. ファッションアパレルなどで、企画から店頭投入までの期間を短縮し、実需に合わせて生産調整する手法を何というか。
10. 商品の発注から納品までにかかる所要時間を指す用語は何か。
11. 部門ごとの利益を優先し、組織全体の利益を損なう状態を何というか。
12. 需要予測において、過去のデータだけでなく将来の何を共有することがCPFRの肝か。
13. 予測が外れた際のリスクを最小化するために、アパレル企業が短縮しようとするものは何か。
14. 独立型、集中型、交渉型、合意形成型のうち、組織横断的なタスクフォースが予測を行うのはどれか。
15. SCMにおいて、情報の共有が遅れることで発生する「在庫の積み増し」や「欠品」といった無駄を解消するために必要な視点は何か。

解答一覧

1. 全体最適、2. 合意形成型、3. ブルウィップ効果、4. ベンダー（供給者）、5. POS データ、6. CRP（連続自動補充プログラム）、7. CPFR、8. P&G（プロクター・アンド・ギャンブル）、9. アキュレート・レスポンス（またはQR）、10. リードタイム、11. 部分最適、12. 販促計画（プロモーション計画）、13. リードタイム、14. 合意形成型、15. 情報の可視化（または情報共有）