

# Web版サプライチェーン・ゲームの開発と活用例

伊 藤 秀 和

## I はじめに<sup>1)2)</sup>

近年、ロジスティクス (Logistics) あるいはサプライチェーン・マネジメント (Supply Chain Management; SCM) は、企業の経営戦略上、重要な要因の1つとなった。従来のロジスティクス<sup>3)</sup>では、サプライチェーン上での輸配送に力点が置かれ、大量の中間財・消費財をいかに安く生産し、そしていち早く組立工場・店舗・消費者に届けるかが重要な課題であった。高度経済成長期においては、製品・商品の大量生産による規模の経済性を追求したプロダクト・アウトの考え方に基づく物流活動で、企業は中間財・消費財をその消費需要に先んじて大量生産し、保管することで、在庫は品切れのリスク回避として有用であった。

しかし、消費者ニーズの多様化やプロダクト・ライフ・サイクル

- 1) 本稿で紹介する **Web版サプライチェーン・ゲーム**にご興味のある方は、下記まで連絡されたい。問合せ先：〒662-8501 兵庫県西宮市上ヶ原一番町 1-155 関西学院大学商学部 伊藤秀和研究室。E-mail: WebSupplyChainGame@gmail.com
- 2) 物流・ロジスティクス・SCMへと高度化した社会経済環境や企業における物流教育、さらに欧米大学院におけるロジスティクス関連科目の授業内容など、様々な視点からロジスティクス教育体系を検討したものに、伊藤 (2012)がある。伊藤 (2012)は、所属する関西学院大学商学部マーケティング・コースにおける交通・物流・ロジスティクス関連科目の体系を検討・提案している。本論文は、伊藤 (2012)で議論されたロジスティクス教育体系を念頭に、サプライチェーン・ゲームを開発・活用しており、当該論文と併せて読まれたい。
- 3) あるいは、物流機能の内、「在庫管理」を含まない意味では、物(的)流(通)活動と呼ぶ方が適切である。

(Product Life Cycle; PLC) の短縮、不確実性の増大などにより、近年、在庫保有は企業にとって保管費用の増大だけでなく、在庫品と一緒に資金という機会費用の損失、さらに商品の陳腐化による資金埋没から、在庫管理の重要性が一層増大し、在庫削減だけでなくキャッシュフロー改善にも注目が集まっている。すなわち、売れるものを適切に消費者に届けるというマーケット・インの物流活動へと変化し、需要予測や在庫管理などロジスティクスが重要な経営課題となった<sup>4)</sup>。さらに、激しい需要変動へ対応するため、市場の変化に応じて調達・生産・販売を管理する QR (Quick Response) も導入され、SCM が一層注目されている<sup>5)</sup>。

そのため、経営戦略におけるロジスティクス・マネジメントの重要性は、経営学教育の分野においても一層増していると認識されている。しかし、現実の教育現場でのロジスティクス、あるいはサプライチェーンに対する学生の学習意欲という点から見ると、相反しているように感じられる。その理由の1つとして、特に文系学部生にとって「サプライチェーン」という用語のみならず、その活動内容について想像し難いように感じられる。コンビニエンスストアでアルバイト経験のある学生は多いと思われるが、そこでの POS システムがどのように店舗発注に利用され、また各店に一日数回訪れる配送がどのようにネットワーク化されているかを意識することはほとんどないであろう。また、2011年3月11日の東日本大震災による「ルネサス・ショック」やタイの大規模洪水による「サプライチェーンの断絶」など、世界的な製造企業の生産活動に与えた影響を構造的に理解するには、経営学関連科目に留まらず、統計学的・経済学的手法、さらにはオペレーションズ・リサーチ手法など、多くの知識を必要としている。したがって、一層増大するロジ

4) 近年のロジスティクスの重要性に関しては、伊藤秀和「需要主導型ロジスティクスで顧客価値の創出」(『SCM 新潮流』日本海事新聞、2009年3月30日掲載)や前掲伊藤(2012)も参照されたい。

5) アパレル業界における QR の事例として、例えば、池尾他(2010)の第20章も参考になる。具体的には、スペインのアパレル企業の Inditex (ファッションブランド ZARA を展開)とスウェーデンの H & M (Hennes & Mauritz) の SPA (Specialty store retailer of Private label Apparel: 製造小売業) 戦略の違いを議論している。

スティクス・マネジメントやサプライチェーンの重要性と学生の学習意欲にずれが生じていると思われる。

本稿では、SCMの重要性を理解する上で不可欠な概念である「鞭効果」に着目し、その学習ツールであるビールゲームを応用したWeb版サプライチェーン・ゲームの活用方法を紹介する。以下の第2節では、ロジスティクス教育におけるサプライチェーン・ゲームの必要性を述べる。第3節では、サプライチェーンにおける「情報の価値」を学習する重要概念の1つである「鞭効果」を解説し、第4節では、「鞭効果」の学習ツールであるビールゲームを紹介する。第5節では、筆者が開発するWeb版サプライチェーン・ゲームの特徴を紹介し、第6節では、筆者が実際にWeb版サプライチェーン・ゲームを用いて行っている学部・大学院・ビジネススクールでの活用例を述べる。最後の第7節では、本稿のまとめを行う<sup>6)</sup>。

## II サプライチェーン・ゲームの必要性

国内学部上級、あるいは大学院修士課程や専門職大学院（所謂ビジネススクール、以下、BS）でのロジスティクス関連科目の場合、多くの文系学部では物流機能や物流事業者の特徴、さらに物流政策や環境問題・共同輸配送といった内容の座学が中心であろう<sup>7)</sup>。もちろん、こうしたロジスティクスに関する基礎的な知識は重要であるものの、例えば、（狭義の）マーケティング関連科目に比べ、優秀な学生を引き付けるには不十分であると思われる。

一方の欧米の経営学系学部・大学院・BSでのロジスティクス関連科目における共通点は、情報技術を活用したサプライチェーン・ゲームによる実践教育を行っていることである。さらに、通常コースの終盤では、講義で取り上げた各種管理手法の理論と演習を発展・統合させたシミュレーションが用いられ、例えば、総利潤をグループで競わせることなどにより、授業が一層

6) 本稿の第3節・第4節は、伊藤（2007）を基にしている。

7) 欧米のBSでは、授業時間の制約もあり、物流機能や物流事業者に関する講義はほとんどなく、需要予測や在庫管理、施設配置など、統計解析やオペレーションズ・リサーチといった工学的色合いが強い講義内容である。

活性化される<sup>8)</sup>。

しかし、こうしたシミュレーションを活用した経営学教育は、国内学部・大学院においてはまだまだ少ないように思われる。その理由の1つに、授業で扱う理論モデルを実際のビジネス・データで分析するには計量経済学的・統計学的知識が必要となることや、パッケージ・ソフトの使い方等を解説する必要があり、通常の授業時間内では限界がある。しかし、現実には即したビジネス・データや分析モデルでない場合、ロジスティクスを学ぶ面白さは半減している。また、比較的簡単なビジネス・ゲームであっても、ボードゲーム形式ではその仕組みの解説でかなりの時間を要する。

オンライン形式のサプライチェーン・ゲームを行うことの意義は、経済学や統計学の関連事項の講義時間やゲームの解説時間を短縮し、演習を含めて1コマ(90分)内で終わらせることである。さらに、顧客需要の変動幅や各在庫点間のリードタイム、共有する在庫情報などの設定項目(後述の第2表を参照)を、グループ別・在庫点別に設定可能としたことで、各要因の影響程度を学生自ら比較・検討することも可能となるなど、授業効率や効果的な振り返り学習の面でもシミュレーション活用の必要性は高い。

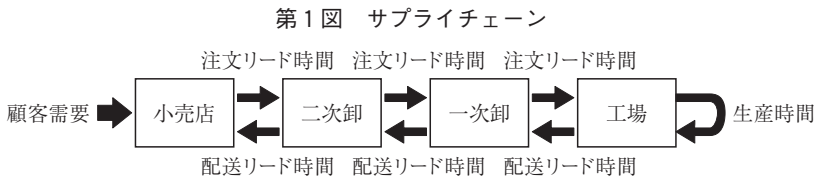
### III 鞭効果の理論的背景

鞭効果 (bullwhip effect) とは、サプライチェーン上の下流(小売店側)で顧客需要に大きな変動が見られないにも関わらず、その上流(工場側)への発注量の変動幅は拡大する現象を言う。本節では、発注量の変動増加のメカニズムを理解するために、第1図に示す単純化されたサプライチェーンを考える。ここでは、「小売店」・「二次卸」・「一次卸」・「工場」の4段階のサプライチェーンを想定する。例えば、「二次卸」は自身の下流側にある「小売店」から注文を受け、自身の上流側にある「一次卸」に発注を行う。なお、「小売店」から受ける受注量(「小売店」の発注量)は、実際に「小売店」が

---

8) 本稿の付録を参照されたい。

受けた顧客需要ではなく、「小売店」による将来の予測顧客需要であることに注意が必要である。「二次卸」は発注量を決めるため、「小売店」での実需要を予測する。もし「二次卸」が「小売店」から受注量以外の情報を得られない場合、「二次卸」は「小売店」からの受注履歴をもとに将来の顧客需要を予測することになる。



しかし、各在庫点は下流側在庫点からの受注量の増加（例えば、先週10ケースであった受注量が今週12ケースに増加）に対して、将来の顧客需要がさらに増加することを予測して、上流側在庫点に対して過大に（例えば、15ケース）発注するなどのように、川下企業の発注量の変動増加に対して、川上企業のそれが大きくなる<sup>9)</sup>。すなわち、顧客需要を直接受ける「小売店」から、実際にその商品を生産する「工場」までの注文データ・時間、そして完成品の配送作業・時間などの蓄積が、サプライチェーン上流における大きな発注変動の原因となって現れる。この現象を「鞭効果」と呼び、こうした現象を教室実験で再現・学習するツールが、次節で概説するビールゲームである。

このように、「行動は構造から必然的に引き起こされる」という観点に立ち、時間を介在して対象変数（この場合、各在庫点が予測する顧客需要）の特徴を議論する手法をシステム・ダイナミックス (System Dynamics; SD)<sup>10)</sup>と呼ぶ。システム・ダイナミックスでは、こうした社会システム構造

9) 発注量の変動増加を引き起こす要因としては、例えば、需要予測の変動、リードタイムの増大、バッチ発注、卸売価格の変動、需給バランスなどがある。詳細は、スミチ・レビ他（2002）の第4章を参照されたい。

10) システム・ダイナミックスの詳細については、例えば、島田編（1994）や森田（2004）やスターマン（2009）を参照されたい。システム・ダイナミックスの概念は

が導く現象を、そのプレイヤー（この場合、在庫点）の心理的影響などから行動を理解するアプローチを取っている<sup>11)</sup>。

#### IV ビールゲームの概要

本節では、サプライチェーンや鞭効果の学習ツールとして用いられるビールゲーム (Beer Game) の解説を行う。ビールゲームに関しては、これまでさまざまな研究・文献<sup>12)</sup>で用いられており、また本稿がこのゲームのメカニズムを議論するものではないため、厳密な説明ではなくその概念の解説に留める。なお、ビールゲームとは、米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) で勉強し過ぎの学生に、これは勉強ではないということを印象付けるため、このような名前が付けられたと言われている<sup>13)</sup>。

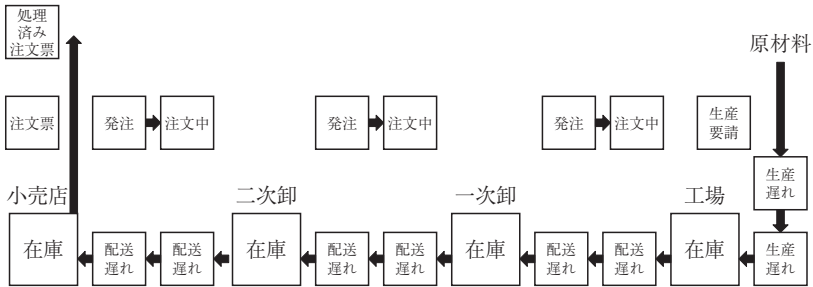
ボードゲーム版ビールゲーム<sup>14)</sup>は、第2図と同様のゲーム盤を用いて行われる。このサプライチェーンでは、川下側から「小売店」・「二次卸」・「一次卸」・「工場」の4在庫点からなる。「小売店」は、顧客のビール需要を受け、自身の在庫から販売を行う。「二次卸」・「一次卸」では、自身の川下産業（例えば、「二次卸」の場合は「小売店」）から注文を受け、同様に自身の在庫から配送を行う。同時に、各在庫点は、自身の川上産業（同じく、「二次卸」の場合は「一次卸」）に対して発注を行う。「工場」は、「一次卸」から注文を受け、在庫から配送を行うと共に、ビール工場での生産計画を行う。もし、その受注量が自身の在庫量よりも多い場合、各在庫点は受注残として処理しなければならず、来期以降にその受注残に対応しなければならない<sup>15)</sup>。

---

Forrester (1958) によって提唱された。そのため、鞭効果は、*Industrial Dynamics* の著者であるフォレスト博士にちなんで、フォレスト効果 (Forrester effect) とも呼ばれる。

- 11) 欧米大学院のロジスティクスやオペレーションの関連科目では、「システム・ダイナミックス」を必ず学習する。例えば、本稿の補論や前掲伊藤 (2012) を参照されたい。
- 12) 例えば、前掲島田編 (1994) の第3章・第7節を参照されたい。
- 13) センゲ (1995) を参照。
- 14) システム・ダイナミクス学会日本支部 (JSD) で「ビールゲームキット」が入手可能。詳細は、同学会のHP (<http://j-s-d.jp/web/beergame/>、2012年11月30日確認) を参照されたい。

第2図 ビールゲームの説明



(出所) 島田編 (1994)、pp. 172-173 を基に筆者作成。

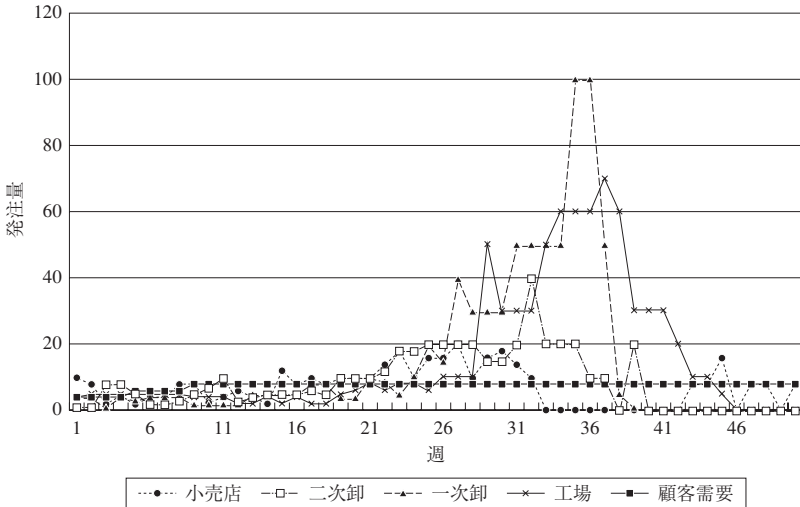
受発注などの情報交換は、自身の川下産業と川上産業とのみ行われ、それ以外では存在しないため、各流通段階においては、(a)情報の遅れ、(b)輸送の遅れ、(c)生産の遅れなどの各種リードタイムが存在する(先述の第1図も参照)。したがって、各在庫点では、自身の川下産業からの受注履歴を基に、将来の顧客需要を予測し、自身の川上産業に発注を行うことになる。

通常、ビール1ケースの在庫費用、すなわち1ケース1週間自身の倉庫に置いておくために掛かる費用は0.5ドル、また川下側需要に対して品切れを発生させた場合の費用(これを受注残費用と呼ぶ)は1ケース1週間で1.0ドルとする。したがって、各在庫点にとっては、在庫として余分にビールを保有しておく方が、品切れを起こすより費用が半分で済むことになる。なお、ゲーム開始時点では、図中の(各在庫点を除く)各ボックスにビールは4ケースずつ置かれている。したがって、各在庫点・各期の受発注量は、これまで安定して4ケースであったと理解することができる。こうしたルールの下で、各在庫点は、変動も予想される顧客のビール需要に対して総費用最小化を目指すことになる。

第3図と第4図は、一例として、筆者がBSの授業で行ったボードゲーム

- 15) 各在庫点では、以下のように在庫量が定式化される。初期在庫量+入庫量-当期受注量=期末在庫量。もし受注残がある場合、期末在庫量は負の値となり、 $t$ 期の期末在庫量が $t+1$ 期の初期在庫量となる。

第3図 発注量例



(出所) 筆者作成。

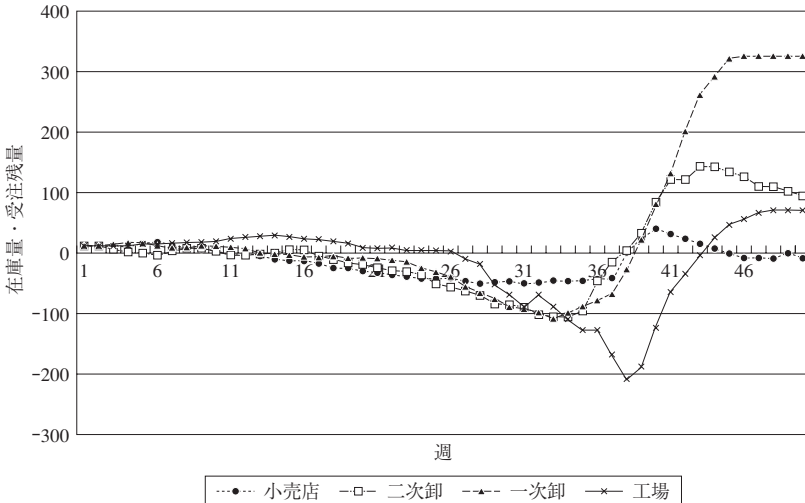
版ビールゲームの各在庫点・各期の発注量と同じく在庫量・受注残量を示す<sup>16)</sup>。ここでは、第1週目から第4週目までの顧客需要は4ケース、第5週目から第8週目までは6ケース、第9週目以降は8ケースとしている。その結果、顧客のビール需要は増加したものの最大8ケースであるにもかかわらず、発注量や在庫量・受注残量の変動は川上産業にいくほど増大することが確認でき、これが先述した「鞭効果」である。

鞭効果に対処するためには、例えば、サプライチェーンの戦略的提携やPOS活用による顧客需要の中央集中化、さらにVMI (Vendor Managed Inventory)/CRP (Continuous Replenishment Program) や ECR (Efficient Consumer Response) などの導入も必要で、近年の在庫管理戦略の重要性を学習できる<sup>17)</sup>。

16) 第3図と第4図で示した実施例は50週目まで進めた結果であるが、その場合、(ゲームの解説時間を含めず) おおよそ90分強を要した。また、学部生を対象としてビールゲームを実施した経験もあるが、グループ数が多い場合、ルール・手順の確認に一層時間を要し、解説だけで1コマ(90分)を使うことになる。



第 4 図 在庫量・受注残量例



(出所) 筆者作成。

## V Web 版サプライチェーン・ゲームの紹介

筆者が開発する Web 版サプライチェーン・ゲーム（以下、Web 版 SC ゲーム<sup>18)</sup>）では、上述したビールゲームを基礎とし、参加者が自身の初期在庫量、入庫量、そして当期受注量をパソコン画面（第 5 図）で確認し、当期の発注量を決定するように工夫されている<sup>19)</sup>。

17) 例えば、前掲スミチ・レビ他（2002）の第 4 章や Cristopher and Peck（2003）の Chapter 5 を参照されたい。

18) Web 版 SC ゲームの開発環境については、Web サーバー：Apache、開発言語：Cake PHP フレームワーク、データベース：Postgre SQL をそれぞれ利用した。また、同じく実装環境については、データセンターに設置の Linux サーバーにて稼働している。なお、Web 版 SC ゲームのログイン画面は、以下の URL を参照されたい。

<http://www.logi-game.com/>

19) 本 Web 版 SC ゲームの演習画面は、以下の URL で視聴できる。YouTube チャンネル <https://www.youtube.com/user/hito0507?feature=mhee>

## 第5図 Web版SCゲームの演習画面

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.logi-game.com/users/>. The page title is "ロジスティクスの意思決定" (Logistics Decision Making). The user is logged in with ID "0020-00003".

Navigation buttons include "発注数入力" (Order Input), "結果表" (Result Table), "結果グラフ" (Result Graph), and "ログアウト" (Logout).

The main content area is titled "発注数入力" (Order Input) and contains the text: "あなたはグループ1の小売です。" (You are a retailer in Group 1).

A table displays weekly order data for 20 weeks:

| 週       | 1  | 2  | 3    | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------|----|----|------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 受注数     | 4  | 4  |      |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 入庫数     | 4  | 4  |      |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 在庫・受注残数 | 12 | 12 |      |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 発注数     | 4  | 4  | Wait |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

A "発注数確定" (Confirm Order) button is located below the table.

Copyright (C) 2012 株式会社一六社. All rights reserved.

(出所) Web版SCゲームを用いて筆者作成。

第4節で紹介した一般的なビールゲームや既存のオンライン版ビールゲームと本Web版SCゲームとの違いは、在庫点数や在庫点間の情報・輸送・生産の各種リードタイムだけでなく、商品の購入・販売価格や輸配送費・在庫保管費率・受注残費率なども、グループ別・在庫点別に設定可能としたことである。さらに、川上・川下産業における在庫情報の表示機能を設けたことで、単なる「鞭効果」の確認だけでなく、異なるサプライチェーンの取引条件や情報共有と発注量の変動幅との関係などを、実施結果から学習可能としたことに貢献がある<sup>20)</sup>。

20) 例えば、田名部(2010)も、筆者と同様、オリジナルのビールゲームを基に、オンライン版を作成している。また、教室制約の下でも実行可能なように、携帯電話を利用した方法も検討・実行している。なお、ここでのオンライン版は、横浜国立大学経営学部教授の白井宏明先生が中心となって開発・構築したYBG(Yokohama Business Game)上に作成されている。筆者が構築したWeb版SCゲームとの相違点を挙げるとすれば、当該ゲームでは在庫点数(流通段階数)を含め、グループ別の各種設定項目の汎用性が高く(Web画面上でインストラクターが入力するのみ、第6図と第7図も参照)、また在庫情報の表示機能など、(ボードゲーム版では対応できない)オンライン版の特徴を活かした機能も装備されている。

第 1 表 全体設定項目一覧

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| (i) グループ数    | (v) 顧客需要表示      |
| (ii) 在庫点数    | (vi) 在庫情報表示     |
| (iii) 実施期間   | (vii) 在庫僅少判定個数  |
| (iv) 終了後結果表示 | (viii) 在庫過剰判定個数 |

(出所) 筆者作成。

第 6 図 全体項目設定の画面

(出所) Web 版 SC ゲームを用いて筆者作成。

参加者は細かなゲームの手順に悩まされることなく、またインストラクターもルールの解説に時間を取られることなく、本 Web 版 SC ゲームを使った演習等を行うことが可能となる。インストラクターは、参加人数や授業時間に応じて、グループ数・流通段階数・実施期間などを Web 画面上で設定することができる<sup>21)</sup>。

本 Web 版 SC ゲームでは、第 1 表と第 2 表の各種項目をインストラクター

第2表 グループ別設定項目一覧

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| (i) 初期在庫量      | (viii) 在庫費用・固定費 |
| (ii) 初期発注量・在庫量 | (ix) 在庫保管費率     |
| (iii) 注文リードタイム | (x) 配送費用・固定費    |
| (iv) 配送リードタイム  | (xi) 配送費用・変動費   |
| (v) 荷役・生産時間    | (xii) 受注残費用・固定費 |
| (vi) 製品購入単価    | (xiii) 受注残費率    |
| (vii) 製品販売単価   |                 |

(出所) 筆者作成。

第7図 グループ別項目設定の画面



ロジスティクスの意思決定 管理画面

ログインID:0020-99999

グループ別項目設定

設定対象 [全グループ] [設定詳細] 「全グループ」を対象に設定をした場合でも、設定の参照にはいずれかグループを選択してください。

|            | 工場                   | 一次卸                  | 二次卸                  | 小売                   |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 初期在庫数      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 初期発注数      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 初期在庫数      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 注文リード時間(週) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 配送リード時間(週) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 生産時間(週)    | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 製品購入単価     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 製品販売単価     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 在庫保管費固定費   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 在庫保管費率     | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 配送費用固定費    | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 配送費用変動費単価  | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 受注残費用固定費   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 受注残費率      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

管理者設定に戻る 確認する

Copyright (c) 2012 株式会社一六社. All rights reserved.

(出所) Web版SCゲームを用いて筆者作成。

21) 同じく、本Web版SCゲームの各種設定画面も、脚注19のURLで視聴できる。

がグループ別・在庫点別に設定可能（第6図と第7図が実際の設定画面）としたことで、伝統的なビールゲームを拡張し、広範囲な応用ゲームを行うことができ、以下ではその幾つかを紹介する。

#### (a) 最適在庫地点の学習

各在庫点での購入価格と同じく販売価格、さらに在庫保管費率を調整することで、同じ在庫量の場合、商品の付加価値額や保管費用は川下産業へいくほど増加するモデル設定が可能となる。サプライチェーン上で同じ在庫量を保有する場合でも、川下産業で多く保有するより、川上産業で多く保有する方が商品の機会費用は少なく、Dellモデルに代表される最適在庫地点、所謂ディカップリング地点（decoupling point）の検討が重要となる。

#### (b) 経済発注量の学習

通常のビールゲームでは、配送費用を考慮していないが、配送費用<sup>22)</sup>を加えることで、「ハリスの公式（Harris, 1913）」による経済発注量（Economic Ordering Quantity; EOQ）<sup>23)</sup>から、保管費用と配送費用とのトレード・オフ関係を理解できる。

#### (c) 販売機会損失の学習

（前掲した）VMI/CRPなどの在庫管理戦略では、各在庫点の欠品リスクを川上産業が持つ取引形態で、この場合、当該在庫点での欠品費用は納入業者のペナルティとなる。納入業者は、割引納品などの取引条件にも発注意思決定が影響される<sup>24)</sup>。サプライチェーンの受注残費率（＝欠品リスク）を調整することで、保管費用と販売機会損失とのトレード・オフ関係を学習できる。

#### (d) 在庫情報の学習

22) 発注1回当たりの固定費と輸送量に応じて変化する変動費の合計など。

23) 経済発注量の導出過程については、土井・坂下（2002）の第12章を参照されたい。ただし、土井・坂下（2002）では、これを最適補充量（Optimal Ordering Quantity; OIQ）と定義している。

24) 日用品・食料品などの場合、欠品は莫大な販売機会の損失となる。そのため、ウォルマート（Wal-Mart Stores, Inc.）のような厳しい取引条件も存在する。

さらに、従来のビールゲーム、あるいはそれを基礎としたサプライチェーン・ゲームでは、川上・川下産業の在庫情報は得ることができない。すなわち、プレイヤー間のコミュニケーションは禁止されている。本 Web 版 SC ゲームでは、川上・川下産業の在庫情報を発注時に表示する機能も有する。具体的には、基準在庫量に対して「過剰在庫」・「適正」・「受注残有り」を示すことで、「情報の価値」を評価できる<sup>25)</sup>。

以上は、本 Web 版 SC ゲームに特有の各種設定項目を活かした学習例で、これ以外にもインストラクターの工夫により、ロジスティクス・マネジメントの重要事項を学習することが可能となる。

## VI Web 版サプライチェーン・ゲームの活用例

### 1 シラバスでの位置付け

本節では、筆者が実際に Web 版 SC ゲームを採用している授業内容・活用方法を述べたい<sup>26)</sup>。通常、当該ゲームは、1 拠点・1 商品の最も簡単な場合の需要予測<sup>27)</sup>を学んだ後、「新聞売り子モデル (newsboy model)」や「経済発注量 (先述の「ハリスの公式)」などの伝統的な在庫管理手法を学ぶ前に実施する。すなわち、各種需要予測手法や予測誤差の評価方法を学んだ後、

---

25) 在庫情報の表示・非表示だけでなく、川上・川下産業の在庫僅少・過剰を判定する基準在庫量の個別設定も可能である。

26) 2012年度では、関西学院大学の商学部「在庫管理論」、商学研究科 (大学院修士課程)「ロジスティクス・マネジメント」、BS「ロジスティクス」の各授業において、ビールゲームを採用している。

27) 具体的には、POS データ等、過去の販売実績が得られたと仮定した場合の需要予測のうち、統計モデルや適応モデルを対象としている。特に、適応モデルを扱うことで、直近の需要変動を将来予測に取り入れる手法を学習する。また、2 単位 (90分×14回、週1回、学部上級科目) のシラバスを想定した場合、需要予測 (90分×3回程度) と在庫管理 (90分×3回程度) の間の1コマ (90分) を使って行う。さらに後半では、例えば、在庫配置 (90分×2回程度) やロジスティクス・ネットワーク (90分×2回程度) なども扱い、Dell モデルや Benetton モデルを取り上げることで、マス・カスタマイゼーション (mass customization) や遅延差別化 (postponement) を学習する。あるいは、BS など大学院レベルでは、新聞売り子モデルを応用した、収益管理 (revenue management) や流通取引条件 (supply chain coordination with contracts) を取り上げる。

需要変動によるサプライチェーン上の在庫リスクを体験し、在庫管理の重要性や難しさを理解するため、ビールゲームを実施している。以下では、筆者が具体的に行っている活用方法を紹介する。

## 2 ゲーム実施方法

### ゲーム実施前（実施前週から実施当日）

先述のように、ボードゲーム版、オンライン版の何れを用いた場合でもゲームの説明にある程度の時間を要する。そこで、実施前週にビールゲームに関する資料、具体的にはリードタイムや受注残の概念を紹介した資料を配布し、実施当日までの宿題としている。なお、筆者は敢えて「ビールゲーム」という用語は用いていない。実施直前（当日）の授業では、ビールゲームで取り上げるサプライチェーンを簡単に説明し、在庫数や受注残数の計算方法に関する理解度テストを実施することで、単なる入力ゲームにならないよう注意を払う<sup>28)</sup>。

なお、参加人数に応じて、情報・輸送・生産の遅れなど、各種リードタイムの長短、顧客需要の変動幅、さらに在庫情報の表示・非表示など、グループ別・在庫点別に異なるサプライチェーンを構築し、後述する振り返り学習で各種リードタイムと鞭効果の影響程度を比較するなど、振り返り学習を充実したものにすることを試みている。

### ゲーム実施中（実施当日）

基本的に、ゲーム実施中にインストラクターの作業は必要ないが、インターネット環境を利用しているため、管理サーバーとの接続トラブルが生じることもある。そうした場合は、参加学生に当該HPへの再ログインやPCの再起動などを促す必要もある。

また、参加学生の入力ミス等、不測の事態が生じることもあるため、インストラクターの「入力データ確認」画面において、特定のサプライチェーン

---

28) 具体的には、脚注15の関係式を確認。

上の在庫点の入力情報を削除することや、特定のサプライチェーン全体の入力情報を削除することも可能である。

### ゲーム実施後（実施当日から実施翌週）

先述の第1表で示したように、本Web版SCゲームには、「終了後結果表示」機能があるため、予定した実施期間が終了する前でも（例えば、ゲームの進行状況に応じて）途中でゲームを終了し、参加学生に全実施グループの結果表（第8図、各数量や各費用）や結果グラフ（第9図、各数量の推移）を示すことができる。

なお、「顧客需要表示」機能では、発注量グラフ（第9図）に小売店が受けた実際の顧客需要を表示するか否かを選択可能である。特に学部生が対象の場合など、各在庫点での発注量のバラツキに興味を持たせるため、敢えて非表示として課題レポートの提示や実施後の振り返り学習を行う。

通常、筆者の実施スケジュールにおいては、ゲーム実施後に簡単な設問を提示し、次回授業までの課題レポートとしている。こうすることで、参加学

第8図 結果表（在庫・受注残・配送数量）

ロジスティクスの意思決定 管理画面

ログインID: 0020-99999

ゲーム一覧 全体項目設定 グループ別項目設定 顧客需要設定 担当ユーザー確認 入力データ確認 結果表 結果グラフ ログアウト

結果表

●在庫・受注残・配送数量 ●在庫管理費用  選択

|       | 工場  |     |     | 一次卸 |     |     | 二次卸 |     |     | 小売  |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|       | 在庫  | 受注残 | 配送  | 在庫  | 受注残 | 配送  | 在庫  | 受注残 | 配送  | 在庫  | 受注残 | 配送  |
| グループ1 | 334 | 93  | 196 | 426 | 32  | 192 | 246 | 25  | 175 | 294 | 0   | 182 |
| グループ2 | 359 | 50  | 141 | 73  | 123 | 141 | 240 | 11  | 147 | 63  | 25  | 150 |
| グループ3 | 291 | 377 | 183 | 70  | 472 | 178 | 59  | 308 | 83  | 49  | 73  | 102 |
| グループ4 | 149 | 646 | 103 | 220 | 513 | 123 | 141 | 547 | 143 | 45  | 570 | 148 |
| 平均    | 283 | 276 | 155 | 197 | 285 | 158 | 171 | 222 | 137 | 112 | 167 | 145 |

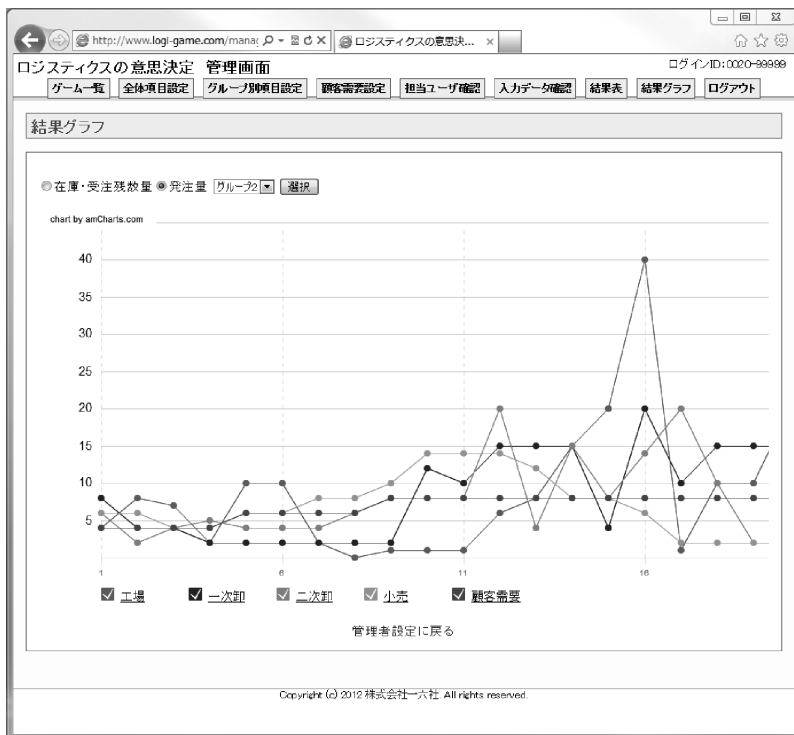
管理者設定に戻る

Copyright (c) 2012 株式会社一六社. All rights reserved.

（出所）Web版SCゲームを用いて筆者作成。



第9図 結果グラフ（発注量）



(出所) Web 版 SC ゲームを用いて筆者作成。

生に対して実施ゲームの記憶が薄れないよう工夫している<sup>29)</sup>。

### 振り返り学習（実施翌週）

参加学生に課題レポートを授業開始前に提出させる。参加学生が提出した課題レポートや授業内での議論を踏まえ、学生自らが鞭効果の現象に気づくよう工夫している。ある程度の議論が進んだ後、ここではじめて「鞭効果」

29) 具体的には、(1)自身が参加したサプライチェーンは上手く管理できたのか、あるいはどのような問題・現象が確認されたのか、(2)このサプライチェーンをどのように改善できるのか等の設問を提示している。

を紹介する。具体的な事例や発生要因や対処方法など、これまでの各種研究成果を踏まえた解説も行う。また、特定の発注方策を作成して発注量の意味決定を行った場合でも、(プレイヤーの能力と関係なく)鞭効果が発生することを強調している<sup>30)</sup>。以上の議論を30分程度行い、在庫管理手法の講義に入る。

### 3 教育的評価

筆者は、本 Web 版 SC ゲームの開発を始めた2009年度以降、ロジステクス関連科目において、毎年当該ゲームを実施しているが、簡単なゲームの説明を行った場合でも、参加人数で多少変動するが、(90分授業で)おおよそ35週目くらいまで進めることが可能である。

また、先述のように、ゲーム実施後、自動的に結果表・結果グラフが作成されるため、授業を円滑に進めることが可能となった。ボードゲーム形式の場合、それぞれのグループで図表を作成する必要があり、同じ授業コマ内で考察に入ることはできない。

限られた実施回数であるため、各種リードタイム・在庫情報・需要変動幅等に関する統計的解析については、多くの先行研究<sup>31)</sup>に譲るが、リードタイムの長さや需要変動の程度がどれほど発注量に影響するかなど、学部生でも視覚的に検討・考察することが可能であった<sup>32)</sup>。

---

30) 例えば、常に基準在庫量を維持する量を発注するなど。詳細は、前掲伊藤(2007)を参照されたい。伊藤(2007)では、在庫管理手法で学習する不定期・不定量発注法を用いた場合でも、同様の顧客需要で、鞭効果が発生することをシミュレーション分析により議論している。

31) 例えば、久保(2001)の第3章、前掲スミチ・レビ他(2002)の第4章、前掲森田(2004)の第6章などを参照されたい。森田(2004)では、リードタイムと発注量や受注残の考慮程度と発注量、さらに顧客需要と小売発注量のバラツキなどを数学的に検証している。

32) 具体的には、リードタイムを短くした(例えば、1週間)、あるいは顧客需要の変動幅を小さくした(例えば、1週目から4週目まで4ケース、5週目から6ケース)グループの実施結果に比べ、反対に長く(同、2週間)、あるいは大きくした(同、1週目から4週目まで4ケース、5週目から8ケース)グループの実施結果で、発注量の変動幅が大きいことなどを考察している。

また、履修学生の授業評価でも、BS開講科目においては「全体的な満足度」や「ビジネスでの実践性」といった評価項目に関して、BS専攻平均を上回る結果<sup>33)</sup>であり、また学部開講科目においても「全体的な満足度」や「新しい知識・技術や物事の見方の習得」といった評価項目に関して、やはり学部平均を上回る結果<sup>34)</sup>であった。授業評価のため、必ずしも本Web版SCゲームそれ自身の教育効果を議論できないが、履修学生がロジスティクス関連科目を積極的に学ぶことに、幾らか貢献していると考えられる。

オンライン形式を用いたことによる課題として、発注量の変動幅の差異が挙げられる。前掲した田名部(2010)も指摘するが、オンライン版のビールゲームを用いた場合、ボードゲーム版の場合と比べ、コインなど実際に何かを動かす労力が生じないため、過度な意思決定を行う傾向が見られた。こうした安易な行動をどのようにコントロールするのか、今後の検討課題である。また、オンライン版の場合、厳密に川上・川下産業の在庫情報を制御するが、ボードゲーム版の場合、隣のプレイヤーのゲーム盤を見ることである程度状況を把握できる(在庫情報の入手可能性)など、発注行動に幾らか影響を与えることが指摘できる。

## Ⅶ おわりに

本稿では、ビールゲームを基礎とした筆者によるWeb版SCゲームの活用方法を紹介した。当該ゲームを採用する利点は、大きく3つ挙げられる。第1点は、参加者に詳細なゲームの仕組みを解説する必要がないこと。第2点は、多人数・複数グループの場合、各グループに異なる条件を与え、その結果から各要因の考察ができること。最後は、本ゲーム特有の各種設定項目

33) 過去3年間(2009年度から2011年度、5点満点)の平均を取ると、「全体的な満足度」で4.55、「ビジネスでの実践性」で4.62と、BS専攻平均の(同じく)それぞれ4.44と4.37に比べ高い。

34) 全学的な授業評価を行った2011年度(同じく、5点満点)では、「全体的な満足度」で4.2、「新しい知識・技術や物事の見方の習得」で4.6と、学部平均のそれぞれ3.8と4.0に比べやはり高い。ただし、授業評価の結果と学生の学習意欲の間に正の相関はないと思われる。

を活かしたシミュレーションを工夫することで、「鞭効果」以外の様々な重要事項も学習できることである。

本 Web 版 SC ゲームには、様々な改良の余地があり、またいろいろな応用方法も考えられる。教育機関における授業やセミナー、さらに企業研修など、多くの方々に本 Web 版 SC ゲームを活用してもらい、よりよい学習ツールへと改善・発展することを望んでいる。

(筆者は関西学院大学商学部教授)

## 付録

筆者は、米国コーネル大学ビジネススクール (Samuel Curtis Johnson Graduate School of Management) においてロジスティクスやサプライチェーンの関連科目を学ぶ機会を得たが、必須科目 (Core Courses) の1つである Managing Operations において「システム・ダイナミクス」を学習した。当該授業においても、Beer-Net: Dynamic Supply Chain Simulation (オンライン形式) を用いた。また、関連する選択科目 (Electives) の1つである Logistics and Manufacturing Strategy においても、生産・在庫・輸送などの意思決定を行う Supply Chain Game Simulation (オンライン形式) を授業で用いた。筆者のこうした学習経験が、現在所属の学部・大学院・BS での関連科目のシラバスや学習ツール開発に活かされている。なお、これら2つの授業では、Cachon and Terwiesch (2012) や Chopra and Meindl (2012) をそれぞれテキストに採用しており、ロジスティクス関連科目が (日本と異なり) よりオペレーションに注目していることを理解できる。

## 謝辞

本稿は、関西学院大学2010年度教育研究活性化資金「基礎的な研究」による成果の一部である。また、本 Web 版 SC ゲームの構築に関して、株式会社一六社・常務取締役・梅田英輝氏の協力を得た。併せて、ここに記して感謝したい。本稿は、第26回日本物流学会全国大会 (愛知学院大学、2009年9月12日) での報告・討論を基に、大幅に加筆・修正したものである。

## 参考文献

- Cachon, Gerard and Christian Terwiesch (2012) *Matching Supply with Demand: An Introduction to Operations Management*, 3<sup>rd</sup> Edition, The McGraw-Hill College.
- Chopra, Sunil and Peter Meindl (2012) *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, 5<sup>th</sup> Revised, The Prentice Hall.
- Cristopher, Martin and Helen Peck (2003) *Marketing Logistics*, 2<sup>nd</sup> Edition, Elsevier

Butterworth-Heinemann.

- Forrester, Jay W. (1958) "Industrial Dynamics -A Major Breakthrough for Decision Makers," *Harvard Business Review*, Vol. 36, No. 4, pp. 37-66.
- Harris, F. W. (1913) "How many parts to make at once," *Factory, The Magazine of Management*, Vol. 10, No. 2, pp. 135-136.
- 池尾恭一・青木幸弘・南知恵子・井上哲浩 (2010) 『マーケティング』有斐閣。
- 伊藤秀和 (2007) 「ビールゲームを用いたロジスティクス教育の一考察」『商学論究』関西学院大学商学研究会、第55巻第1号、85-111頁。
- 伊藤秀和 (2012) 「社会科学におけるロジスティクス教育体系への試み」『商学論究』関西学院大学商学研究会、第60巻第1・2号合併号、333-377頁。
- 久保幹雄 (2001) 『ロジスティクス工学』朝倉書店。
- 島田俊郎編 (1994) 『システムダイナミクス入門』日科技連出版社。
- ジョン・D・スターマン著、枝廣淳子・小田理一郎訳 (2009) 『システム思考—複雑な問題の解決技法』東洋経済新報社、原著：John D. Sterman (2000) *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- D・スミチ・レビ+P・カミンスキ+E・スミチ・レビ著、久保幹雄監修・伊佐田文彦・佐藤泰現・田熊博志・宮本裕一郎訳 (2002) 『サプライ・チェーンの設計と管理—コンセプト戦略・事例—』朝倉書店、原著：David Simichi-Levi, Philip Kaminsky and Edith Simichi-Levi (2000) *Designing and Managing the Supply Chain; Concepts, Strategies, and Case Studies*, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- P. M. センゲ著、守部信之訳 (1995) 『最強組織の法則—新時代のチームワークとは何か』徳間書店、原著：Peter M. Senge (1990) *The Fifth Discipline: the Art and Practice of the Learning Organization*, Currency and Doubleday.
- 田名部元成 (2010) 「オンライン型 SCM ゲームの開発と実践」内野明代表著『ビジネスインテリジェンスを育む教育』第7章、白桃書房、149-172頁。
- 土井正幸・坂下昇 (2002) 『交通経済学』東洋経済新報社。
- 森田道也 (2004) 『サプライチェーンの原理と経営』新世社。