

SCMトレードオフ問題に関する教材の開発とその有効性の検証

秋川卓也（日本大学商学部）

要旨：SCM人材の育成で必要となるトレードオフ問題の理解には経験学習を要するが、その機会の確保は難しい。本研究はコンピュータシミュレーションゲームによる仮想体験でトレードオフ問題の学習機会を提供するSCM教材の開発とその有効性の検証を目的とする。SCM教材は、ウェブプログラムで作成されたサプライチェーン仮想環境を生成するシミュレータと、意思決定を規定するルールから構成される。学習者は営業、物流、製造、購買の四つの部門を分担して、サプライチェーンの協調的意思決定をしていくことの仮想経験を行う。学習者には部門間の利害対立に基づくトレードオフを協調学習によって克服することが求められるが、そのような経験に基づく学習がSCM知識の基礎となる。大学生に対する利用実験から学習効果の存在を検証し、その有用性を確認する。

キーワード：SCM, 仮想体験, シミュレーションゲーム, トレードオフ, 経験学習, 協調学習

Effectiveness Verification of Educational Material Development on SCM Trade-off Problems

Takuya AKIKAWA (College of Commerce, Nihon University)

Abstract: This study develops an SCM educational material which aims at training SCM professionals, and also focuses on effectiveness verification of this material which provides an opportunity for understandings of supply chain trade-off problems. This SCM educational material provides learning opportunities through a virtual experience which a computer simulation game brings. This simulator is a web-based program that generates a virtual environment of supply chain. It also consists of rules which regulate the decision-making of learners. Learners play as team, and each one is responsible for a supply chain related to each department; sales, logistics, production, and purchase. They virtually experience cooperative decision-making process in supply chain. While they resolve trade-off problems derived from inter-department conflicts of interests, they can gain knowledge of SCM through this learning experience. Test experiments on undergraduate are conducted to verify the existence of a learning effects and utility of this educational material.

Keywords: SCM, Virtual experience, Simulation game, Trade-off, Experiential learning, Collaborative learning

1. はじめに

サプライチェーンマネジメント (Supply Chain Management; 以下 SCM)¹⁾ が日本に定着して久しいが、その教育方法は確立されていない。その理由は SCM 人材の育成が他の分野よりも困難な点にある。物流、製造、購買、営業等に関するオペレーション知識だけでなく、管理者スキルも問われる。しかし、知識の幅だけが必要な育成項目ではない。SCM 導入においては、各組織が部分最適を志向する結果としてのトレードオフ問題がある。売上拡大を志向する営業部門の論理は、オペレーションコスト最小化を志向する製造部門や購買部門の論理とは完全には与さない (詳細は 2 節で後述)。このような需要側と供給側との対立にサプライチェーンのトレードオフ問題が存在する (Bowersox et al., 2002)。

トレードオフ問題の解決には組織間の利害調整が必要となるが、サプライチェーンは複雑かつ動的な文脈を有するため、困難な課題となる。文脈に埋め込まれた知識の学習は座学よりも経験学習が有効であるが、育成ニーズを要する企業は SCM が未導入であることも多く、経験学習の場としての職場が存在しない可能性も高い。たとえ SCM 導入済み企業であっても、実経験を得るためには一定の責任を有して他部署との折衝が可能なポジションに就いている必要がある。経験学習の機会獲得が難しい問題は、大学や大学院においてなおさらであろう。SCM が定着した現在、SCM 人材を産業界に輩出することが一つの命題となるが、その教育機能は果たされていない。

一方で、海外の大学や大学院ではシミュレーションゲームが活用されている²⁾。SCM のシミュレーションゲーム (以下 SCM ゲーム) で

は、主としてコンピュータが生成した仮想状況のもと、学習者はサプライチェーンの仮想体験により経験学習が可能になる。実際の経験学習の場を確保できない大学や企業にとって、SCM ゲームの学習は有効な手段になりうる。

しかし、既存の SCM ゲームはトレードオフ問題を学習目的としていない (詳細は 3 節で後述) ため、新たな SCM ゲームの開発が必要となる。また、シミュレータの開発だけでなく、それを活用する教育ルールの検討も必要であろう。本研究はシミュレータと教育ルールを核とした、トレードオフ問題の経験学習をねらいとする SCM 教材の開発を目的としたい。まずは、文献レビューと企業調査に基づいて教育ニーズと開発コンセプトを見出したうえで、既存の SCM ゲームのレビューから評価を行う。開発コンセプトに基づいて教材のデザインを導出し、教材を開発する。最後に、開発教材がトレードオフ問題の教育に対して有効かどうかを利用実験から検証する。

2. トレードオフの定義とその実態

2.1 トレードオフの定義

トレードオフとは、ある次元のパフォーマンスが他の次元のパフォーマンスと対立可能性があるという認識のもとで、いずれかのパフォーマンス次元を重視する意思決定 (Bozarth and Handfield, 2008) とされる。Stock and Lambert (2001) は、顧客サービス、輸送、保管、注文処理、ロットサイズ、在庫保有の関係においてコストトレードオフが存在することから、トータルコスト分析の重要性を指摘している。また Simch-Levi et al. (2004) は品種の多様さと在庫、ロットサイズと在庫、在庫と輸送コスト、リードタイムと輸送コスト、コストと顧客サービスの間に存在するトレードオフ問題を挙

げ、情報の利用可能性がその解決に利すると述べている。以上のように、サプライチェーンに関連するトレードオフ問題は多種にわたることがわかる。

また、Bowersox et al. (2002) は、トレードオフはプロセス統合によって調整されるが、その障害として組織構造、業績測定・報償システム、在庫レバレッジ、企業情報構造、知識の囲い込みを挙げている。彼らは、特に流通・マーケティングの需要関連部門と調達・製造の供給関連部門の間に大きな分断 (great divide) が存在すると指摘している³⁾。

2.2 トレードオフ問題の実態把握と教育ニーズの特定

産業界におけるトレードオフの実態を企業調査により明らかにする。トレードオフ問題の種類は多いが、SCMで特に問題視されている種類とその解決方法を明らかにしたい。その上で、SCM教材に対する教育ニーズを特定化する。ヒアリング調査は、秋川(2008)の調査の一部と並行して、2006年3月から2007年12月においてメーカー21社のSCM担当者に対して実施された。対象企業の調査概要は表1のとおりである。

特に問題視されていたのは、前述のBowersox et al. (2002)の指摘のとおり、需要と供給のバランスに関するトレードオフ問題であった。サプライチェーンにおいて需要と供給の均衡を図る必要があるが、需要が上回れば欠品が生じて機会損失が膨らみ、供給が上回れば過剰在庫が発生して在庫コストが膨らむ。その理由は、需要側と供給側の論理が大きく異なることにある。需要側において、売上高を確保するために特売のような市場刺激策が恒常化していることにより、不確実性の水準が高い。さらに、需給計画の基本値となるべき販売計画は営業部

門の主導で作成されるが、達成が不確実な努力要素が混入する傾向にある。一方で供給側の論理としては、平準化とスケールメリットの獲得のため、製造や購買の作業ロットが大きく確保される傾向がある。その結果として不確実な需要変動に対して柔軟な対応が取りづらい。

以上のような需要側と供給側の論理相違に基づくトレードオフは、両者の間で活動を行う物流で問題化する。需要側が生み出す不確実性に対応するためにバッファとなる安全在庫を増やしたり、欠品の防止のために低積載率の多頻度輸送や地域倉庫間の輸送(いわゆる二次輸送)を実施したりすることになる。また、供給側の論理に対応するために、製造や購買の作業規模を保証するロットサイズ在庫を大きくする必要がある。いずれにせよ、サプライチェーンのオペレーションコストを増加させる要因となる。また、在庫増に対して責任の所在を明確しないことが改善を遅らせる一因となっていた。

では、このようなトレードオフ問題はどのような形で克服がなされているのであろうか。需要側の不確実性を抑える方法としては、需要予測値の計画基礎化とコーザルデータ⁴⁾の共有がある。予測値の計画基礎化とは、需給計画のベースとして販売計画に代わり需要予測値を利用する方法である。需要予測はSCM部門⁵⁾が責任を有した形で需要予測ソフトを利用して行う場合が多い。一般的には週単位の需要予測を、直近の情報を加味しながら見直していき、精度を高める手法をとる。これにより営業部門の販売思惑を排除できる。しかし、予測値は基本的には過去の実績に基づくトレンド値であるため、特売等のコーザルデータによる修正が必要である。こうしたデータは販売直近まで判明しない場合が多いため、営業部門からタイムリーな情報提供を受け、速やかに予測値を修正する仕組みが必要となる。

表1 対象企業別の調査概要

社名	業界	訪問日時	訪問場所	対象者の当時の属性と人数
A社	酒造	2006年3月	本社	SCM部門グループ長(1名)
B社	日用雑貨	2006年3月	本社	SCM部部长と主任(2名)
C社	酒造	2006年3月	本社	SCM部部长(1名)
D社	酒造	2006年3月	本社	物流部の担当社員(1名)
E社	飲料	2006年5月	物流子会社	執行役員(1名)
F社	化粧品	2006年5月	本社	物流子会社社長(1名)
G社	飲料	2006年5月	本社	リーダーを含めたSCM企画グループの担当者(3名)
H社	加工食品	2006年6月	本社	執行役員, SCM部門課長(2名)
I社	酒造	2006年6月, 7月	本社	物流子会社役員, SCM推進担当主査(2名)
J社	菓子	2006年6月, 2007年12月	本社	支店長, 室長を含めた広報室担当(4名)
K社	調味料	2006年7月	東京支社	物流部門企画グループ長(1名)
L社	菓子	2006年8月	本社	ロジスティクス部門企画グループ長(1名)
M社	電機	2006年10月	物流子会社	物流子会社参事, 販売子会社グループ長
N社	飲料	2006年10月	本社	物流部部长(1名)
O社	電子機器	2007年4月	事業所	SCM本部本部長, 物流本部本部長, 物流本部部長(3名)
P社	電機	2007年4月	本社	国際関係推進室総括担当とSCM推進室室長
Q社	調味料	2007年5月	本社	物流部部长(1名)
R社	電機	2007年5月	本社	SCM部部长と副参事(2名)
S社	飲料	2007年11月	本社	ロジスティクス部企画担当主任(1名)
T社	菓子	2007年11月	本社	生産部部长(1名)
U社	調味料	2007年12月	本社	部長を含めた物流部の担当者(2名)

注) 所属部署については、実名は企業名が特定される恐れがあるので、「SCM」ないしは「サプライチェーン」という語を含む部門を「SCM部門」、「ロジスティクス」という語を含む部門を「ロジスティクス部門」、「物流」という語を含む部門を「物流部門」、「生産」という語を含む部門を「生産部門」とした。

こうした予測値が製造部門や購買部門の計画立案の基礎となる。両部門は実需と乖離した販売計画を信頼せず、独自の見込みに基づく計画の立案を行い、不確実性をより増加させていた。しかし、予測値をベースにして計画策定すればこうした不確実性を抑えられる。SCM部門が製造部門と購買部門の計画機能を一部代替している企業も存在する。また、こうした供給計画を事前に共有することで顧客に対する在庫保証が容易になるために、営業部門にもメリットは存在する。

以上のように、トレードオフ問題に対して需要予測値を基礎とした計画立案と事前共有を行う「計画間の整合化と事前共有」が有効であることが調査から判明した。その有効性とは、①各部門が局所最適を志向しない調和のとれた行動がとれることと、②事前共有化で各部門は相互の行動が予測できることによって不確実性が減ることの2点にある。これらの効果は需要と供給のトレードオフをより良い均衡に方向づける効果がある。したがって、SCM教材では「計画間の整合化と事前共有」に関する経験と

知識を習得する機会の実現が求められる。

計画間の整合化を行うためには情報共有と調整を行うコミュニケーションの機会が必要となる。当該目的において、SCM部門と関連部門（営業部門、生産部門、購買部門等）をメンバーシップとした会議、いわゆる「需給会議」が催されていた。需給会議は定期化されるが、その間隔は1週間であることが多い。ここで部門間の調整が行われ、関連する諸計画の合意化と共有化が図られ、協調解決の実現がなされる。こうした協調の重要性もSCM教材で考慮する必要がある。

以上のような取り組みには関連部門の協力が欠かせないが、意識変更が難しいという実態がある。そのためにSCM部門が継続的に啓蒙活動を行い、SCMについての概念的な理解を浸透させていた。しかし、概念だけでは十分な理解には達しない。需給会議に参加して調整活動を経験することによって実務的な理解を深めていたことが確認された。したがって、SCM教材での仮想経験が、理解共有を導いて協力を促すと期待される。

3. 開発コンセプトとその評価

前節の文献レビューと実態調査に基づいて導出された教育ニーズは以下の4点となる。

- ① 学習の基本となるサプライチェーン環境を経験できる。
- ② 需要と供給の不均衡に基づいたトレードオフ問題を仮想体験できる。
- ③ 需給会議のような情報共有と調整のコミュニケーション機会が重要であることが認識でき、かつそこでの協調解決の経験から理解を共有できる。
- ④ トレードオフを克服するために「計画の整合化と事前共有」のプロセスと重要性

を経験的に学べる。

四つの要件に基づいて開発の基本となるコンセプトを導出しよう。

①に関してであるが、経験学習の基礎として、教材利用を通じた基本的なサプライチェーン環境の経験を学習者に対して確保する必要がある。特定のゲーム環境を想定して（この点は4.1節で記述）、購買から販売に至るサプライチェーンの文脈をシミュレータで生成させる。また、学習者が担当する部門は営業部門、物流部門、生産部門、購買部門とし、販売計画、需要予測、在庫管理、配送管理、生産計画、購買計画といったサプライチェーンのオペレーションにかかわる業務を経験させることとする。

②の要件に関してであるが、トレードオフ問題の状況をシミュレートするためには、各学習者の責任部門を別々にして、全体成果のために協調が強いられる状況を生成する必要がある。そのために部門間にトレードオフ状況をもたらすサプライチェーン目標を設定する。学習者の操作内容が異なる利用環境を提供するのにはウェブ技術の活用が有効である。コンピュータ間の通信によって、シミュレータは学習者別の対応が可能になるからである。また、SCMの実態に沿うことも重要であるが、あくまでもトレードオフ状況の経験学習を確保できる程度の抽象化を行う。

③に関しては、協調学習の仕組みづくりが有効である。ここでの協調学習の意義は二つある。一つは協調の意義と協調すべき領域を学ぶことである。そのためにコミュニケーションの機会を限定する方法をとる。いま一つの意義は、思考プロセスを言語でもって外化し、異なる視点を持つ他者から批判を受けて内省努力を活性化させることである。これにより深い理解に到達できる（三宅・波多野, 1991）。そのような状況を生成するためには、自己思考の表

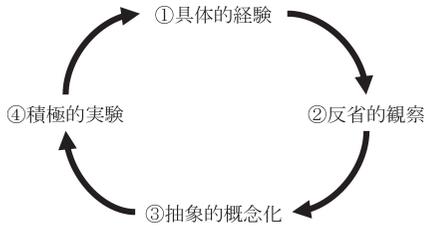


図1 Kolb (1984) による経験学習サイクル

Kolb (1984) の図 (p. 33, Figure 2.4) を抜粋.

出とそれに対する批判が自由に行えるようなコミュニケーションの場を教師役は確保しなくてはならない。

④に関しては、経験学習を促進する仕組みづくりが有効であろう。図1はKolb (1984) による経験学習サイクルであるが、その段階別に学習上の工夫について検討する。シミュレータとその利用から具体的経験を学習者に提供する段階(①)はコンピュータプログラムに依存するが、学習者が直感的に意思決定できる程度の難易度を確保する必要がある。その経験から反省的観察を導き、「気づき」を促す段階(②)となる。この段階では、文脈学習を推進するために文脈外判断をもたらす外在的知識をむやみに押し付けない。また、内部省察のために言語化を促進することも重要であり、学習者には報告や質問応答の徹底が求められる。独自理論を構築する段階(③)においては学習者の分析が必要となるが、文脈学習を重視するために余分な分析ツールを与えず、可能な限り自分たちで概念化させるよう促す。提供するコンピュータプログラムはシミュレータと評価の機能に限り、分析は学習者の手作業に求める。構築理論が適用される段階(④)では、明確な意図性を持たせるために学習者に計画の立案と報告を適宜求める。そうして実行された結果が新たな経験を生み(①)、経験学習がサイクル化して学習の進捗が増していく。

以上の開発コンセプトの評価を、既存の五つのSCMゲームのレビューに基づいて行いたい。表2は、既存のSCMゲームを教育のねらい、意思決定の範囲、プレイヤーの目的、協調型ないしは独習型の学習タイプの4点からレビューしたものである⁶⁾。教育のねらいについては、SCMという同一テーマでも異なることが判った。意思決定の範囲については、意思決定範囲の比較では、組織横断的な広がり組織内の意思決定レベルで大きな差がある。プレイヤーの目的もSCMごとに差異がある。学習のタイプが協調型ないしは独習型かという点は、教育用SCMシミュレータを除いて前者であった。そのほとんどがチーム制をとり、合意で意思決定を決める方式である。

各SCMゲームの有効性は利用者が求める教育効果によって大きく変わる。しかしながら、前述の開発コンセプトを実現しているものは皆無であることは指摘できる。トレードオフ問題を経験学習することを前提したものは存在しない。また、既存のSCMゲームは協調型といってもメンバーが同じ役割となる。前述のとおり、異なる立場での協調がトレードオフ解決の鍵となるが、そのような協調学習の機会を提供するものはない。以上から、独自にSCM教材を開発する意義を確認できる。

4. SCM教材のデザインと開発

以上のコンセプトに基づいて開発されたSCM教材の構成は、サプライチェーン環境を生成するシミュレータ(コンピュータプログラム)と、意思決定を規定するルールから構成される。以下では、ゲームの基本デザインを考案した後、シミュレータとルールの詳細デザインについて言及する。

表2 既存SCMゲームの比較

教材名	教育のねらいと内容	意思決定項目	プレイヤーの目的	協調/独習	参考文献
Beer Game	ブルウィップ効果の経験学習。SCMゲームの古典的存在で数種の発展型がある	小売、二次卸、一次卸、工場の発注業務	発注の意思決定を行い、在庫維持コストと在庫切れコストの最小化を追求	いずれも可能	Sterman (1989), Jacobs (2000), Rayes (2007), 伊藤 (2009)
Littlefield	製造に関するオペレーション管理の学習	工場（部門への細分化はない）の戦術的・業務的な意思決定	工場での調達と組立、キャパシティ管理、顧客対応管理を行い、現金の最大化を追求	協調型（役割同一）	Miyaoka (2005), Sloan & Lewis (2008)
Supply Chain Game	製造企業の立場から三つの意思決定レベルに基づいたSCMの学習	製造企業（部門への細分化はない）の戦略的・戦術的・業務的な意思決定	工場と倉庫に関する意思決定を行い、現金最大化を追求	協調型（役割同一）	Kanet & Stöβlein (2008), Feng & Ma (2009)
Global Supply Chain Games	グローバルな視点でサプライチェーンを意識した売買業務の経験学習	流通業者（部門への細分化はない）の売買業務	グローバルな市場で入札に勝つこと。財務的な指標、市場シェア、平均在庫等で評価される	協調型（役割同一）	Global Supply Chain Gamesのウェブページ (http://www.gscg.org)
教育用SCMシミュレータ	SCM全般の意義、効果、影響、分析方法を総合的に学習	製造業者（部門への細分化あり）の戦略的・戦術的・業務的な意思決定	在庫量、販売機会損失、リードタイム、需要予測に関する目標達成が課される。他の学習者との競争	独習型	坂元・中邨 (2008)
本SCM教材	トレードオフの体験と克服に関する経験学習と協調学習	製造業者（部門の細分化はある）の業務的な意思決定	サプライチェーンにおけるトレードオフの克服。主に売上高、損益、充足率の目標が課される	協調型（役割相違）	

4.1 ゲームの基本デザイン

ゲームでシミュレートされる環境は、見込生産でもって全国の流通業者に消費財の製品を供給する製造企業におけるサプライチェーンを想定している⁷⁾。学習者はシミュレータが生成する環境のもと、製造企業の一員として割り当てられた役割を演じ、サプライチェーンをより経済的に管理していくことの仮想経験を行う。学習者は、営業、物流、製造、購買の四つの部門のいずれかを担当する。情報閲覧と決定入力には、Webプログラム常駐のサーバとインターネット接続した情報端末（パソコン等）を利用する。学習者は部門ごとに異なる提供情報に基づいて意思決定を1仮想日ごとに行い、情報端末に入力していく。

部門間の関係は図2のとおりであり、表3は部門ごとの入力項目と提供情報の詳細を示して

いる。①の営業部門は、全市場の営業活動に対して責任を有する部門であり、割引によって市場を刺激することができる。各市場と各製品に対する割引率を決定する。②の物流部門は製品の物流活動に責任を有し、特に工場と倉庫間の輸送すなわち地域ごとの在庫配分の意思決定を行う。地域倉庫は各市場からの注文に応える形で製品を供給する。在庫を超える注文は売上とされず、品切れとなる（受注残とはならない）。地域倉庫の間も輸送可能である。③の製造部門は工場での製造活動に責任を有し、決められた部品構成に基づいて製品を製造する。製造する製品種類、数量、タイミングを決定する必要がある。④の購買部門は製品製造に必要な部品の購買活動に対する責任を有し、調達する部品の種類、数量、タイミングを決定する。前述のとおり、部門ごとに入力項目と提供データも異なる。

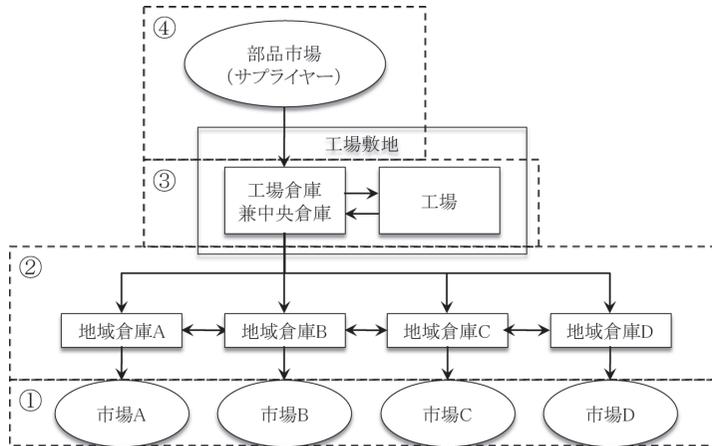


図2 部門間の関係

注) 点線囲み領域はそれぞれ①営業部門, ②物流部門, ③製造部門, ④購買部門の責任領域を示す。

表3 部門別の入力項目と提供情報

営業部門	物流部門
部門決定の入力内容 割引適用の市場, 製品, 適用割引率 提供情報 部門の決定経過 期間の実績評価 製品情報一覧 (納期, 販売価格) 完成品の在庫情報 開始前1ヵ月間の需要動向	部門決定の入力内容 輸送の発着地, 対象製品, 個数 提供情報 部門の決定経過 期間の実績評価 完成品の在庫情報 輸送時間情報 前日の販売結果 開始前1ヵ月間の需要動向 製造部門からの移入 物流部門の処理残
製造部門	購買部門
部門決定の入力内容 製造する製品と個数 提供情報 部門の決定経過 期間の実績評価 製品情報一覧 (製造関連) 購買品の在庫情報 工場倉庫における完成品の在庫情報 前日の在庫移動 現在の仕掛分	部門決定の入力内容 購買する部品と個数 提供情報 部門の決定経過 期間の実績評価 部品情報一覧 製品情報一覧 (製造関連) 購買品在庫情報 工場倉庫における完成品の在庫情報 製造部門への移出 購買部門の発注残

る。したがって、例えば営業部門と物流部門が見られる地域倉庫の在庫情報を製造部門は見られないといった情報の非対称性が存在する。

7 仮想日ごとに報告と協議の機会が与えられるが、その間は部門間でのコミュニケーション

が禁じられる。5~7週の設定期間における既定の全体目標の達成によって評価される。図3は実習フローのイメージであり、前述のKolbの経験学習サイクル(図1)との関係も示されている。

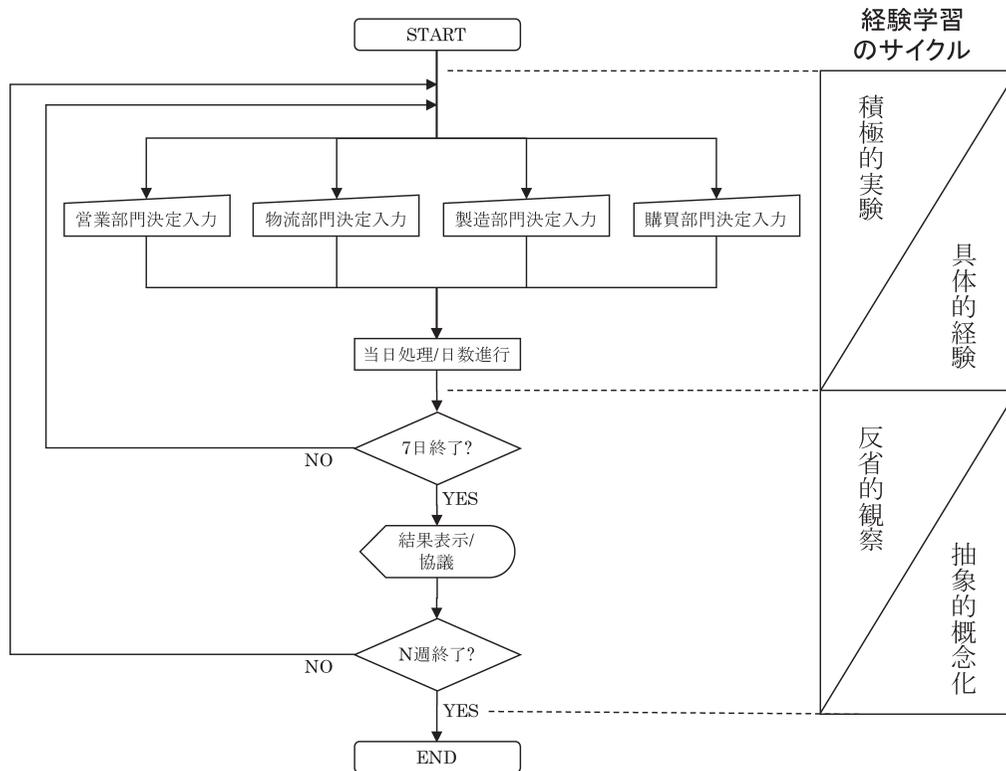


図3 実習フローと経験学習の関係

表4 シミュレータが生成する評価変数

①	売上高 (割引前) [円] : 割引前の売上高の合計
②	売上割引高 [円] : 割引の合計
③	売上原価 (変動費分) [円] : 平均法で計算された販売分の製品在庫高。製造固定費は未配賦
④	製造固定費 [円] : 製造費用の固定費部分である。1日当たり一定額が発生する。
⑤	売上総利益 [円] : 売上高 - 売上割引高 - 製造固定費。販売力や製品収益性を測る指標
⑥	輸送費 [円] : 輸送で発生したコスト。輸送リードタイム × 輸送単位数 × 単位当たり輸送コスト
⑦	荷役費 [円] : 積卸して発生した荷役のコストである。取り扱う製品1個当たりのコストは一定
⑧	在庫コスト [円] : 在庫保有に関連したコスト。平均棚卸資産額に対して一定の在庫コスト率を乗じて計算。部品と製品で在庫コスト率が違うため、別々に表示
⑨	その他販管費 [円] : 1日当たり一定額が賦課される。
⑩	営業利益 [円] : 売上総利益 - 輸送費 - 荷役費 - 在庫コスト - 販管費。事業の収益性を評価
⑪	逸失売上高 [円] : 注文を充足できなくて販売を逃した売上高
⑫	工場稼働率 [%] : 工場の生産能力に対する生産利用量の比
⑬	製造単価 [円] : 部品消費高に固定費を配賦した単価。数量と製造リードタイムの積が配賦基準
⑭	充足率 [%] : 注文数に対して在庫で充足された比率。顧客満足に関連する重要な指標である。
⑮	在庫回転日数 [日] : 平均棚卸資産額 ÷ 売上原価。日数換算で在庫保有の程度を表す。部品と製品で在庫コスト率が違うため、別々に表示

全体目標はサプライチェーン全体のパフォーマンスを評価する評価変数でなくてはならず、評価変数間は互いにトレードオフ関係でなくてはならない。評価変数は教師役とプレイヤーに

提示するパフォーマンス結果であるが、その詳細は表4のとおりである。また、図4はシミュレータが処理する変数間の関係である。売上高や利益のような財務指標と充足率（注文数に対

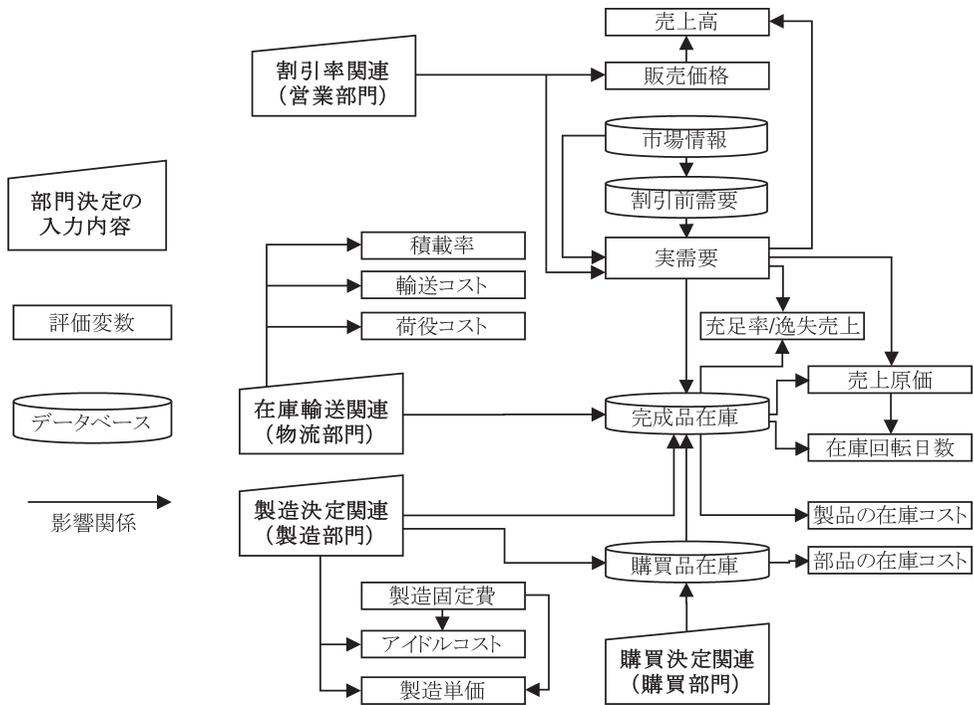


図4 シミュレータの変数間の関係図

注) 各部門の「部門決定の入力内容」の詳細は表3を参照のこと。

する在庫充足の比率)のような顧客サービス水準の評価変数は全体目標として適していると同時に、互いにトレードオフの関係にある。両者を全体目標として同時設定することにより、学習者は需要と供給の不均衡に基づいたトレードオフ問題を仮想体験できる。売上高を高めるために営業部門が割引販売を行うことが必要となるが、その代わりに安全在庫の増加による在庫コストの発生ないしは欠品多発による充足率の悪化のリスクが発生する。充足率維持のために物流部門が二次輸送を増やすので輸送コストと荷役コストが増える可能性もある。製造部門はジャストインタイム生産のためには製品種に偏りなく製造することが望ましいが、稼働率や製造単価が犠牲となる。また、購買部門は大量購入から部品の安定供給と製造単価の引き下げ(単位当たり発注コストの低下による)が期待

できるが、在庫コストが悪化する。

以上のように、各評価変数は互いにトレードオフ関係にあり、他部門担当との協議による、トレードオフのバランスを考慮した意思決定が望まれる。そのような体験からコミュニケーションと協調が重要であることが認識できる同時に、トレードオフを克服するための「計画の整合化と事前共有」のプロセスと重要性も学習できる。

学習者の実習可能人数は原則として4～8名である。各4部門に1名以上の担当を要求する⁸⁾。物流部門と営業部門は負担が大きいので、担当は2名が望ましい。他部門も2名での担当が可能であるので、最高8名で実習可能である。また、予備的に専門知識がなくても実習可能な水準にある。

4.2 シミュレータの詳細

シミュレータは学習者からの意思決定入力に基づき、サプライチェーン環境を生成して、評価データを提供する。図5は、シミュレータの出力画面の例（物流部門）である。開発と実装の環境についてであるが、プログラムはJava Servletにより開発し、データベースはMySQLを使用した。Java Servletはウェブサーバで稼働するJavaプログラムで、HTML文書を動的生成できる。Java Servletのようなサーバサイド技術により、学習者の利用するクライアント端末には特別なプログラムのインストールは必要なく、ウェブブラウザだけで利用可能となる。プログラムやデータベースの更新もサーバ側で済むため、保守性も良くなる。Java Servletは高速処理が期待できる利点もある。

シミュレータ上では仮想時間が設定され、原則として各部門は1仮想日に1意思決定を行う機会がある⁹⁾。決定後の変更はできない。すべての意思決定が終了すれば、シミュレータの処理が行われ、仮想日が1日進む。経過日や各部門の意思決定状況に関する「部門の決定経過」が各部門の画面に出力される。

需要値に関しては、まずは基礎需要と変動需要の和に市場規模を考慮した値が割引前需要として製品種ごとに生成される。基礎需要は一定値であるが、変動需要は平均値、需要サイクルの期間、サイクルの振れ幅、増減傾向、外乱としてのランダム数を要素とした計算値である。割引効果を反映した実需要は割引率が高いほど大きくなるが、割引率と需要の関係は非線形であり、かつ市場ないしは製品によって割引効果が異なる。したがって、割引の影響関係を推測することは容易ではない。

以下では部門領域別にシミュレータの詳細を説明しよう。

営業部門においては、部門担当者は各市場で

製品種ごとに割引率を入力できる。割引は7仮想日の間は強制継続となる。営業部門の情報として（表2参照のこと）、製品の販売価格等を示す「アイテム情報一覧」、各倉庫の在庫量を示す「完成品の在庫情報」、前日の売上結果を示す「前日の販売結果」、開始前の販売結果を示す「開始前1ヵ月間の需要動向」¹⁰⁾がある。「完成品の在庫情報」と「前日の販売結果」は毎日変わるので、随時転記が必要である。

物流部門においては、輸送は工場倉庫から地域倉庫への輸送と地域倉庫間の輸送の2種類がある。倉庫間の距離は異なり、距離に応じて輸送リードタイムは異なる。コストとしてトラックの貸切りコスト¹¹⁾と荷役コスト¹²⁾がかかり、在庫量に応じて在庫コストが発生する。在庫コストを抑えるための在庫削減は品切れリスクを大きくする。輸送に関する意思決定は発地、着地、製品種、製品個数を入力する形式となる¹³⁾。提供情報（表2参照のこと）として、営業部門と同様の「完成品の在庫情報」「前日の販売結果」「開始前1ヵ月間の需要動向」、新しい工場の完成品に関する「製造部門からの移入」、輸送リードタイムを示す「輸送時間情報」、輸送在庫に関する「物流部門の処理残」がある。

製造部門においては、製品種ごとに異なる部品構成であり、製造開始日に利用部品の在庫がある必要がある。生産ラインは一つであり、製造製品が変わると段取りのために1日分、製造リードタイムが増加する。製造リードタイム、最大製造可能量、製造ロット数は各製品によって異なる¹⁴⁾。また、1仮想日につき一定金額の製造固定費がかかる¹⁵⁾。部品構成と在庫量に基づいて製造可能な品種と量が決まる。提供情報（表2参照のこと）として、「製品情報一覧」「購買品の在庫情報」「工場倉庫における完成品の在庫情報」、前日の製品在庫移動に関する情報である「前日の在庫移動」、生産未完了の仕

物流の意思決定

部門の決定経過

日	営業	製造	購買	物流
2	未決	段取中	既決	未決

期間の裏づけ評価

完成品の在庫情報

ID	場所(コード)	品名(コード)	在庫量	価額金額	単価
1	Plant Warehouse (1)	Product01 (201)	1000	700,000	700.00
2	Plant Warehouse (1)	Product02 (202)	1000	975,000	975.00
3	Plant Warehouse (1)	Product03 (203)	1000	975,000	975.00
4	Higashinohon (2)	Product01 (201)	40	28,000	700.00
5	Higashinohon (2)	Product02 (202)	194	189,150	975.00
6	Higashinohon (2)	Product03 (203)	130	126,750	975.00
7	Hokkaido (3)	Product01 (201)	172	120,400	700.00
8	Hokkaido (3)	Product02 (202)	172	167,700	975.00
9	Hokkaido (3)	Product03 (203)	175	170,625	975.00
10	Nishinohon (4)	Product01 (201)	57	39,900	700.00
11	Nishinohon (4)	Product02 (202)	233	227,175	975.00
12	Nishinohon (4)	Product03 (203)	133	129,675	975.00
13	Kyusyu (5)	Product01 (201)	135	94,500	700.00
14	Kyusyu (5)	Product02 (202)	169	164,775	975.00
15	Kyusyu (5)	Product03 (203)	159	155,025	975.00

輸送時間情報

場所	Plant Warehouse	Higashinohon	Hokkaido	Nishinohon	Kyusyu
Plant Warehouse (1)	-	1日(0)	2日(7)	1日(2)	2日(7)
Higashinohon (2)	1日(0)	-	2日(7)	1日(2)	2日(7)
Hokkaido (3)	2日(7)	2日(7)	-	2日(0)	3日(4)
Nishinohon (4)	1日(2)	1日(2)	2日(0)	-	1日(4)
Kyusyu (5)	2日(7)	2日(7)	3日(4)	1日(4)	-

前日の販売結果

市場(コード)	品名(コード)	注文量	充足量	割引率
Hokkaido (101)	Product01 (201)	28	28	0
Hokkaido (101)	Product02 (202)	28	28	0
Hokkaido (101)	Product03 (203)	25	25	0
Higashinohon (102)	Product01 (201)	260	260	5
Higashinohon (102)	Product02 (202)	106	106	0
Higashinohon (102)	Product03 (203)	170	170	5
Nishinohon (103)	Product01 (201)	243	243	5
Nishinohon (103)	Product02 (202)	67	67	0
Nishinohon (103)	Product03 (203)	167	167	5
Kyusyu (104)	Product01 (201)	65	65	0
Kyusyu (104)	Product02 (202)	31	31	0
Kyusyu (104)	Product03 (203)	41	41	0

開始前1ヶ月間の需要動向

製造部門からの移入

場所(コード)	品名(コード)	実動量	完了日
Plant Warehouse (1)	Product01 (201)	500	2

物流部門の処理残

場所(コード)	品名(コード)	実動量	完了日
Kyusyu (5)	Product01 (201)	500	3

図5 シミュレータ出力画面例 (物流部門)

掛品在庫に関する情報である「現在の仕掛分」が提供される。

最後に購買部門においては、部品種によって、購買単価、調達リードタイム、ロット数、最大可能購買量が異なる¹⁶⁾。1注文につき一定額の注文コストが発生する¹⁷⁾。部品在庫量に応じて在庫コストが増加する。調達する部品種と量について意思決定入力されるが、どの部品種でも毎回発注可能である。製造部門と同様の「製品情報一覧」「購買品在庫情報」「工場倉庫における完成品の在庫情報」、部品ごとの購買単価や調達リードタイム等を示す「部品情報一覧」、前日の製造部門による消費部品についての「製造部門への移出」、未納部品についての「購買部門の発注残」がある。

すべての部門の意思決定入力が必要な後、実需要、在庫、評価変数等に関連したデータの処理が行われ、データベースが更新される。その後には仮想日数が1日進み、出力画面が更新されて新たに意思決定入力ができる。教師役は1日単位で評価変数が見られるが、学習者の画面では7日間ごとの評価変数しか見ることができない。意思決定と結果との間の多義性を確保することにより、学習者間における協議の重要性を高めるためである。

4.3 実習ルールの詳細

図3のとおり、実習は部門間協議と意思決定の繰り返しである。コミュニケーション制約のために協議は7日間ごとに設けられ、その間は部門間のコミュニケーションを許可しない（同じ部門であれば会話可能である¹⁸⁾）。また、スタート時で教師役がゲーム内容の説明と達成すべき全体目標を伝達した後、事前協議の機会を設ける。

意思決定時において、学習者は担当部門の意思決定を行い、シミュレータに入力する。経験

からの知識習得の機会を確保するために、教師役は知識提供をできる限り控える。各部門のシミュレータ画面は異なり、学習者は他部門の画面を見ることはできない。コンピュータで表計算ソフトを利用しての記録や分析は許す。経験学習を促進させるために、シミュレータに記録機能や分析機能を持たせていないからである。

毎回の協議では、まず教師役から中間評価についてのコメントを行う。本来ならば、自己評価を行うことが望ましいが、評価の基準を明確にするために教師役が介入すべきであろう。その後には学習者から担当部門について報告をしてもらう。思考の外化を促進するために、言語化を学習者に徹底させる。その後は自由に情報共有や協議を行うが、教師役は議論が活性化するように努める。最後に、決定した計画を共有して教師役に報告するが、教師役は学習者に対して計画の根拠について問う。失敗も学習対象とするため、明らかに誤った議論でも極力指摘しない。

以上を整理すると、教師役の役割は①協議の進行、②操作の説明とフォロー、③目標の確認と評価の説明、④ゲームの実施環境についての説明¹⁹⁾、⑤シミュレータの管理となる。

5. 利用実験による有効性検証

5.1 実験計画

SCM教材がトレードオフ問題を教育するために有効であるかを利用実験により実証する。学生を被験者とした利用実験を2010年3月から8月にかけて計6回²⁰⁾行った。そのうち平均的な成果が確認された2010年8月3日と5日の2日間において行われた実験を紹介する。当該実験は合計14時間、日本大学商学部キャンパス内のコンピュータールームで実施された。実習者は同学部所属2年生（当時）7名である。



図6 利用実験時の様子

担当の割り振りは営業部門2名，物流部門2名，製造部門2名，購買部門1名であった。図6はそのときの様子を示した写真である。左側の写真が協議時，右側の写真が意思決定時のものであり，意思決定時は部門ごとに距離をとってコミュニケーションができないようにした。

詳細な初期設定値は付録のとおりである。製品はProduct 01（以下P1），Product 02（以下P2），Product 03（以下P3）の3種類である。需要値の動態は製品ごとに異なる。構成部品は9種類ある。市場は四つであり，市場規模と割引の感度は異なる。倉庫は1工場倉庫と4地域倉庫で，計5倉庫である。製品種と市場数は実務と比較して少ないが，経験学習を実現するために難易度を抑えた結果である。輸送時間は1日から3日でそれぞれ設定されている。実務で割引やリベートが需要の歪みをもたらす主要要因となっていることを踏まえ，割引率の感度を高くしてある。また，ボトルネックが下流側に生じやすくするため，工場のキャパシティが大きく設定されている。

また，在庫に関する責任所在はプレイヤー間の協議に委ねることとした。外在的に与えるとミスリードする可能性があるだけでなく，その決定も問題解決の対象と考えるからである。

全体目標として，①売上高が週平均で1,250万円，②充足率が98%以上，③営業利益が全期間でプラス，④売上高営業利益率が最終週

に3%以上の四つとした。①の売上高目標は割引販売を行わないと達成できない数値となっている。したがって，割引販売が強いられるなかで，充足率と利益率を目標水準に維持できるかが主なトレードオフ問題となる。

有効性の証明は，3節で導出した開発コンセプトが実現されているかが鍵となる。その論拠となる情報は，策定された計画内容，意思決定の結果，協議内容，終了後の感想から得る。これらに基づいた検証分析に基づき，SCM教材の有効性を明らかにする。

5.2 結果と検証分析

利用実験の経過概要を時系列で示しつつ検証を行う。以下で文中に表記される日にちはゲーム上の仮想日である。図7は各評価変数の推移であり，表5は協議内容と意思決定結果の要約である。表5の記述は，プレイヤーが行う協議前の報告と協議後の計画宣言の内容に基づいているが，意思決定結果の記述については全体目標の到達に関連した評価変数の変化に関する事実が追加されている。表6は学習者の終了後の感想，表7は利用実験の検証結果である。

最初に説明と質疑を行ってから実習を開始した。1週目では，仮想世界と役割の把握のために様子見であった。割引販売を実施しないという合意だけであり，他の意思決定は独自判断に基づく。他の実験でも同様であるが，当該段階

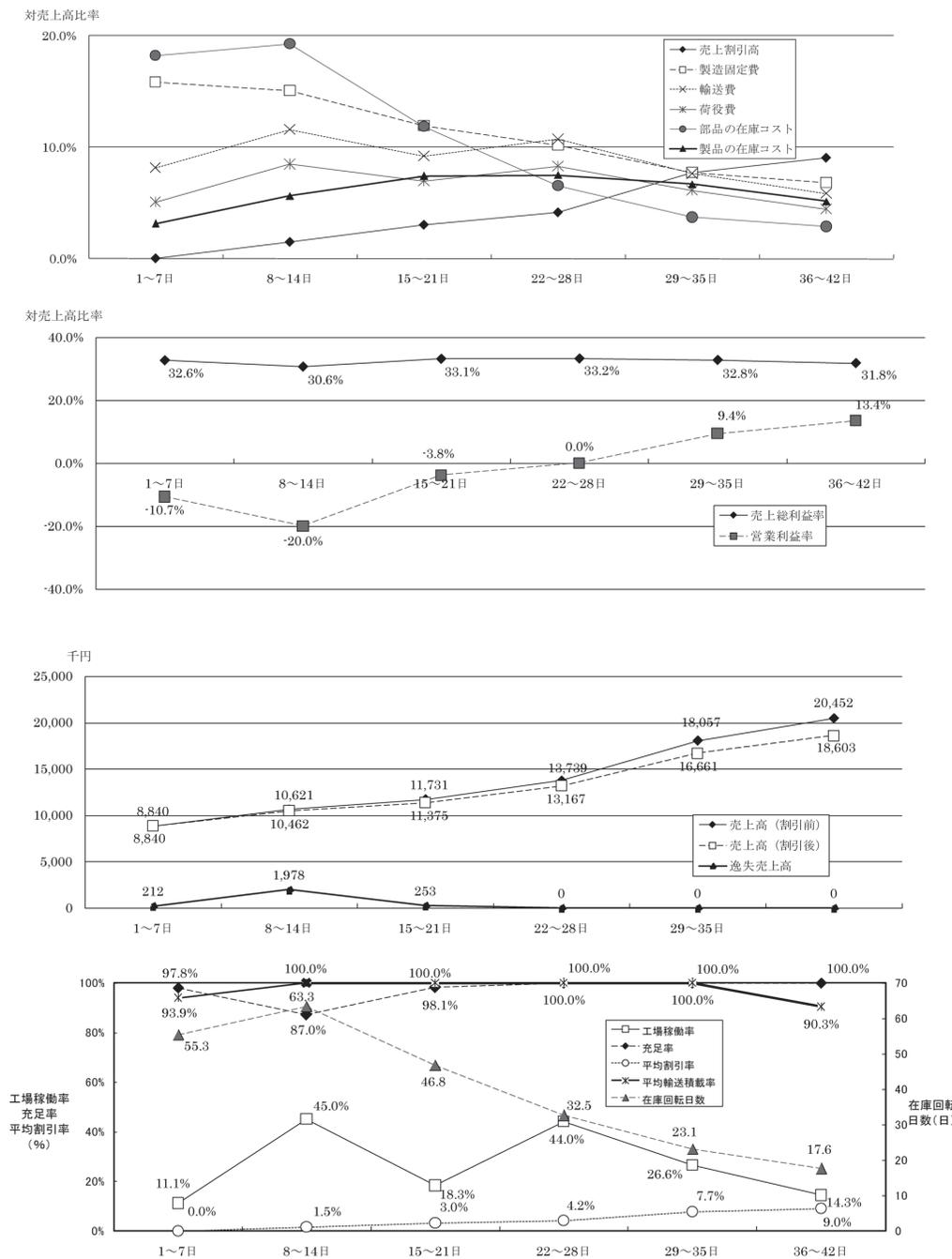


図7 評価変数の推移

で理解不足による何らかの失敗が生じる。今回の実験で最も大きな失敗は、部品の過剰購入による在庫コスト増であった²¹⁾。また、輸送リー

ドタイムと在庫量のトレードオフに対処しないために発生する品切れ問題も他の実験で見受けられた。いずれにせよ、初期段階の失敗が仮想

表5 実験における学習者の協議内容と意思決定結果

	協議内容	意思決定結果
1 週目 (1～7日)	事前協議において、1カ月間の需要動向と倉庫在庫の情報が必要部門担当者から提示され、共有化された。手探り状態であり、細かい調整はできず、とりあえず割引販売は行わないことにした。	営業部門は予定どおり割引販売を行わず、需要動向の見極めに終始した。物流部門は予測値が結果として過少となり、4日目に一部品切れを発生させる。また、リードタイムを考慮しないため、地域倉庫間の輸送が発生し、輸送コストを増加させた。製造部門は独自の需要予測と生産決定を行った。購買部門は注文コストに重視して大量注文してしまう。営業部門から事前提供された需要情報があったが、需要に基づく部品展開をしなかった。結果、在庫コストが増大し、赤字の要因となる。
2 週目 (8～14日)	営業部門がP1の割引提案を行ったが、物流部門と製造部門が在庫の未準備のため反対した。結局、在庫が地域倉庫に展開するのを待つことになった。3週目のP1の割引が決定された結果、製造部門に製造要請が行われ、P1を製造することになった。さらに営業部門から必要な安全在庫量が物流部門に提示された。購買部門は追加購買を控えることになった。	営業部門が割引適用を行ったため売上高が伸びた。物流部門はリードタイムがかかる地域の発注点が正確でないために、充足率が大幅に悪化した(87.0%)。製造部門は、P1を合意に従って製造着手したが、製造量は独自の需要予測に基づくものであり、これが後に品切れを引き起こす要因になった。
3 週目 (15～21日)	目標達成のため割引強化を決定した。P1の割引終了後、在庫のある地域と製品に割引適用を行うことにした。割引計画、在庫計画、製造計画が少しずつ連動した。購買部門は過剰在庫のため、またも購買活動を控えることになった。	営業部門は在庫のある市場で割引を行った。製造部門は独自の需要予測を行いつつ、品切れ恐怖と部品の過剰在庫を理由に製造を積極的に行った。物流は割引に備えて在庫を移送するも、適用のない地域で品切れを発生させる。割引に注意が行き過ぎて、注意が逸れた結果によるものである。しかし、全市場に対する十分な在庫配分を行い、相当の在庫蓄積が地域倉庫にもたらされた。
4 週目 (22～28日)	物流部門から在庫の情報提供がなされた。営業部門から売上伸長のために大規模な割引提案がなされた。同部門から提供された割引時の需要情報に基づき、物流部門と製造部門が在庫保証の点から意見を述べた。その結果、割引可能な製品、地域、時期の合意が実現した。目標在庫量も決定可能となった。さらに次々週以降の割引計画が決定され、製造の品種、時期、量を共同決定した。その結果から、購買部門が必要な部品の品種と入手時期を事前決定できた。	営業部門は割引を行ったが、期間終了後は売上高が下がってしまった。しかし、計画外の割引は実施しなかった。物流部門は初めて充足率100%を達成した。割引対応のために地域倉庫間で在庫調整ができたこと、リードタイムのかかる地域倉庫の在庫を厚くしたことが功を奏した。製造部門は、前半は計画製造を行ったが、後半は独自に在庫が少ない製品を製造した。購買部門は購買を再開した。購買量は在庫減少量を勘案した独自判断である。初めて赤字からの脱却がなされた。
5 週目 (29～35日)	営業部門からより積極的な割引提案がなされた。物流、製造、購買部門が在庫の意見を述べ、時期、地域、品種、割引率に関する調整が行われた。製造量に対して購買部門から事前に明確にしてほしいと要求があった(まだ製造部門に独自判断の製造があるため)。その結果、P1、P2、P3の順の製造サイクルが確定される。製造サイクルの決定により、各品種の次回の製造タイミングが明確になるので、製造量が計画しやすくなった。その結果、製造量は物流部門との相談で事前決定できるようになる。製造量が事前で決まるので、部品の購買量についても事前決定できる。これで、製造部門と購買部門の行動はすべて事前計画されることになった。	営業は予定どおりの割引販売を実施したが、需要サイクルの谷に入って、週の中で特定地域の売上がいきなり落ちる。さらなる割引販売の必要性を感じる。物流部門は予定どおり在庫を維持でき、かつ地域倉庫間の輸送をなくして輸送コストの低減に成功する。製造はほぼ予定どおりであるが、工場倉庫の在庫量を見て独自判断で若干の減産を行った。購買部門は生産予定と部品在庫量に基づいて購買を決定した。
6 週目 (36～42日)	教師役から最終週であることが宣告された。営業部門から新たな割引提案がなされ、前週と同様に他部門の意見を考慮して品種、時期、地域、割引率で調整がなされ、合意がなされた。購買部門と製造部門は既存在庫で割引対応できると判断して活動停止することにした。	営業部門が予定どおり、割引販売を行った。物流部門による倉庫間の在庫調整で割引需要に対応した。充足率100%で乗り切る。

表 6 学習者感想の抜粋

- ・「営業では、需要分析と予測、売上割引の割合、タイミングの大切さと難しさを学びました」「週に1回のミーティングの時に、物流部門、製造部門、購買部門に必要な情報を正確に伝え、また、自分たちに必要な情報をしっかりと聞くことが重要であると感じました」「リアルで面白かったです」「このゲームを通して、改めて、強く実感したことは、コミュニケーションの大切さです」(男子A)
- ・「一日目のコミュニケーション不足がなかったら、もう少し売り上げが伸びたかも…と思っています」「二日目は積極的に声を出そうと考え、実行してみました。そうしたら、みんなもいろいろ発言してくれて『どのように利益をだすか』という方向がやっと全員で把握できました。あと何日かしたらもつと儲けられたのに、ともう少しゲームを続けたかったです」「営業が売ることによってアグレッシブにならないと他の部門の人は『どのくらい製造するか』『どのくらい買い付けるか』『どのくらいどの倉庫に在庫をおくか』を決定することができない。」(女子A)
- ・「部門間の連携が絶対必須だと感じることができた。部門ごとに独立して行くと、コストが増大したり、在庫切れが起きたりするので、今週はどのようなことをするのか、どういった目標をするのかということ理解しておかなければならなかった」「もしも物流部門になったなら今度こそ、充足率100%を目指したいと思う」(男子B)
- ・「コミュニケーションの大切さや、部門がそれぞれ機能してはじめて全体が回るのだということを実感しました。サプライチェーンのイメージも、ゲームを通してこれまでよりも鮮明になりました」「データを分析し、根拠を持って1日の消費量や割引時の輸送量を予想すればよかったです」(女子B)
- ・「各部門でよく話し合うことが製品を販売する際に重要だということを知りました。各自が積極的に意見を出し合わなければ上手く機能しないサプライチェーンマネジメントの仕組みもわかりました」(女子C)
- ・「製造部門では、製造時に独自で製造個数を決めすぎていた。4部門もあるにもかかわらず、初日は特にどの部門も別々で行動していて、部門間のコミュニケーションが足りなかったと思う」「今回のシミュレーションを通して、単独行動は周りにとっても迷惑をかけるということがよくわかった。組織という仕組みを多少でも理解できたと思うのでいい経験になった」(男子C)
- ・「購買部門では、部品の欠品は絶対に起こしたくなかったので、一日目に部品を多く納品したが、結果的に部品の在庫コストがとてもかかってしまった。在庫コストをなるべくかけないようにするには、必要な分の部品を計算して適正な量を納品するべきだということがわかった」「部門の視点から見れば、需要予測が難しいこと、多く在庫を持ちすぎるのはいけないということがわかった。全体的に見れば、7日に1回の全体会議で、各部門が積極的に意見を出し合って納得するまで話し合うことが重要だということを知った」(女子D)

表 7 利用実験の検証結果

週	協議での事前計画化				主な業績問題	問題となった 主なトレードオフ	主な学習対象	期間内の評価変数値 〔上：平均割引後売上高 中：売上高営業利益率 下：充足率〕
	営業	物流	製造	購買				
1週	○				低水準な売上高 在庫コストの増加 営業利益の赤字	注文コスト vs. 在庫コスト 輸送リードタイム vs. 在庫量	仮想世界の把握 担当部門の役割	売上高：8,840千円 利益率：▲10.7% 充足率：97.8%
2・3週	○	○	△ 注1		低水準な売上高 在庫コストの増加 充足率の悪化 営業利益の赤字	割引規模 vs. 安全在庫 輸送リードタイム vs. 在庫量	割引の効果 割引に必要な連携 在庫展開の方法	売上高：10,919千円 利益率：▲11.5% 充足率：92.6%
4週	○	○	△ 注2	△ 注3	低水準な売上高	割引率 vs. 安全在庫	割引の効果 計画連携のあり方	売上高：13,116千円 利益率：0.0% 充足率：100%
5・6週	○	○	○	○	特になし	割引率 vs. 安全在庫	割引の効果 計画連携のあり方	売上高：17,632千円 利益率：11.6% 充足率：100%

注1) 製造すべき品種を決めるだけで、タイミングや量は計画化されない。

注2) 事前決定されていない計画外の製造活動を実施している。

注3) 見込みでの製造活動が実施されるので、購買活動でも不確実性に対応する見込み活動が実施される。

世界の理解と経験学習を促進させる。学習者は表計算ソフトにデータを入力して、平均等の計算やグラフ化でもって分析を進めている。

2・3週目は、他の実験と同様、割引効果の試行錯誤が行われる。割引計画は確定したが、現状在庫を売りさばく成り行き的なものである。物流部門は割引に合意したにもかかわらず、見込みが甘くて品切れが起こる連携の失敗があった。割引規模と在庫量のトレードオフ問題に直面した結果である。しかし、連携の重要性が認識され始めた。試行錯誤の段階なので、評価変数は芳しくない結果となっている。

4週目以降、割引販売の攻勢に出る（他の実験では多少の時期の前後はある）。連携に対する重要性の認識から、営業部門から割引適用時の需要に関する情報提示がなされ、割引率の調整が可能となった。製造の品種、時期、数量が事前協議で決定されるようになり、大規模な割引販売が可能になる素地が確立する。また、計画外行動も一部を除き控えられる。計画外行動が他部門に混乱を招くことが経験的に学習できたのであろう。このあたりから在庫コストに対する議論は影を潜めるようになる。これは収益性に対する在庫コストの影響がなくなったことを意味するのではなく、割引販売において一定程度の在庫の存在が必要であり、かつ在庫水準をコントロールできるようになったとの認識を持ち始めたからと思われる。

5週目以降は、製造部門の行動がすべて事前計画化されたため、部品の購買量が事前に決定できるようになった。製造部門と購買部門の独自判断がなくなり、完全な事前計画化となった。その結果として、後半では評価変数に大幅な改善がみられた。他のすべての実験で完全な事前計画化に至っているが、その時期に前後はある（そのため他の実験では目標の達成に至らない場合もあった）。

次に3節で導出したSCM教材の開発コンセプトが実現されたかを検証する。①サプライチェーンの基本環境の実現については、表5における各学習者の部門責任に基づいたふるまいと表6の学習者の感想から十分に達成されていることがわかる。感想から、各部門担当者がサプライチェーンにおける各オペレーションの重要性と影響を十分に認識したことがうかがえる。②トレードオフの仮想経験については、割引販売に関する需要側の要求と在庫に関する供給側の要求が対立するトレードオフが軸となり、複数のトレードオフが並行する文脈を形成することに成功できたことが表7からうかがえる。③コミュニケーションと協調プロセスの経験については、協議での共同計画策定で学習者が情報と意見を交換しながら問題解決を実現していることから、協調学習が有効に働いていることがわかる。また、表6の感想から学習者はコミュニケーションが重要であることを痛感したことがわかる。④計画の整合化と事前共有のプロセスについては、表7の「協議での事前計画化」で確認できる。教師役は学習者に計画の根拠を問うが、それが他の部門との約束に基づくものであり、かつそれが実行に移された場合に、該当する部門間に事前計画化が存在したと認めた。表7から、下流から上流にかけて計画の事前共有が進捗していくにつれて、評価変数が向上していることがうかがい知れる。教師役からの示唆がないなかで、経験だけを頼りに達成がなされたことから、事前計画の有効性に関する経験学習が実現されたと考えてよいだろう。しかし、計画のベースとなる需要予測は学習者の勘に基づいており、改善の余地が存在する。その重要性について学習者は認識しているが、具体的な方法論を経験学習から得ることは難しい。SCMにとって需要予測方法は基礎技術であるので、その点の学習方法については今

後の課題となろう。

以上の要件の検証結果が他の実験でも同様に確認されていることから、本研究で示されたSCM教材が一定の有効性があるものと結論づけてよいものと思われる。

6. まとめと今後の課題

SCMの理解においては経験学習が必要であるが、その機会が困難であるとの問題から、サプライチェーンの仮想環境を作成するシミュレータと効果的な経験学習を確保するための学習ルールから構成されるSCM教材の開発に着手した。企業のヒアリング調査と既存のSCMゲームのレビューから見出された開発コンセプトに基づき、SCM教材の開発を行った。利用実験と検証から、その有効性を確認することができた。

残された課題としては、①指導マニュアルの確立、②実習前後の学習のあり方、③部門間の負担バランスの見直し、④社会人の利用、⑤複数シナリオの作成がある。①に関して、経験学習や協調学習は教師役のあり方に依存する部分が多い。ファシリテーションやコーチングの技術を援用して、より実用的な指導マニュアルを確立する必要がある。目標未達成の実験では、コミュニケーションの消極性を反省したプレイヤーが多いが、学習効果に差異が出ないようにプレイヤーから積極性を引き出す方法についても検討の余地がある。②に関して、実習の事前と事後の学習が理解度や学習定着度をより深める。特に、経験学習で得た感覚的な知識を、事後的に概念知識に転換させることが有効かもしれない。特に需要予測については経験学習だけでは重要性を認識することはできても、具体的な方法を会得することは困難であるため、理論に基づくフォローアップが必要であ

ろう。③に関して、物流部門と営業部門に比べて製造部門と購買部門の負担が軽い。そのため実験では物流部門と営業部門に2名のプレイヤーを配ることが多かった。両部門がゲームをリードした結果から、同部門間での自由なコミュニケーションが他部門より学習を促進させた可能性は否定できない。各部門の負担がより平準化するように、シミュレータを改良する必要がある。④に関して、社会人に対する実験はまだ行われていない。所有知識の前提が異なることから、シミュレータの初期設定や需要の生成方法等についての再検討が必要と思われる。⑤に関して、例えば国境を越えたグローバルサプライチェーンや新製品の導入等、学習ニーズに応じて初期設定にバリエーションを持たせる必要もあろう。

謝辞

本研究は、平成18～21年度科学研究費補助金基盤研究(C)「サプライチェーンにおける知識統合プロセス・モデルの構築と教育システムの開発」(研究代表者：中野幹久、課題番号：18530311)の助成を受けて行った研究成果の一部である。ご所属と芳名は明かせないが、インタビューにご協力をいただいた方々には、この場を借りて心より御礼申し上げます。また京都産業大学准教授の中野幹久先生、専修大学元非常勤講師の島津 誠先生、日本大学専任講師の戸田裕美子先生からは貴重な助言をいただき、心より感謝申し上げます。日本大学商学部秋川ゼミの学生諸君から利用実験に際して惜しみない協力をいただいた。記して感謝したい。しかしながら、すべての誤謬は筆者に帰するものである。

注

- 1) ここでのサプライチェーンの定義は「購買から販売までの物のフロー」をいい、SCMとはサプライチェーンを対象とした包括的な管理を意味する概念とする。
- 2) 例えば、後述するSCMゲームのうち、Beer Gameはマサチューセッツ工科大学、Supply Chain Gameはノースウェスタン大学、Global Supply Chain Gamesはデルフト工科大学で開発されている。
- 3) その理由として、両者のパワーバランスが明確でなく、統合目的が定量化できない等を挙げている (Bowersox et al., 2002)。
- 4) コーザルデータとは、天候状況や特売計画等のような販売需要への影響要因に関するデータをいう。
- 5) 秋川 (2008) に基づき、SCM部門とは、需要予測をベースとした需給管理と在庫管理を行う部門とする。部門名称はSCMを含むものとは限らず、ロジスティクス部門等の名称を名乗るものも含まれる。
- 6) 五つのSCMゲームの詳細比較は中野・秋川 (2010) を参照されたい。
- 7) 注文生産ではなく見込生産とした理由は、需給管理の重要性がより高いためである。また、生産財ではなく消費財と想定したのは、需要喚起のための特売が常態化しやすく、SCMがより必要とされる点にある。
- 8) ただし、比較的負担の軽い製造部門と購買部門を1名で担当させることは可能である。
- 9) ただし、製造部門については、段取り中と製造中の時は意思決定できない例外がある。
- 10) 1ヵ月のうち7日間は割引適用があったと想定して、割引効果のある売上高が示される。
- 11) トラックの台数に貸切り日数 (輸送リードタイム) を乗じた数に比例して発生する。トラックの庸車は方面別に行われ、異なる製品種の混載が可能である。トラック1両につき積載できる量は決まっており、超過すると新たにトラック1両が追加貸切りされる。積載率が高いと製品1個当たりの輸送費は減少する。いずれの製品種も1個当たりの輸送負荷は同等のものとする。
- 12) 輸送対象となる製品の個数に比例して発生する。いずれの製品種も1個当たりの荷役負荷は同等である。
- 13) 意思決定時点の在庫量を超える数量は入力できない。また、各倉庫の在庫減少の要因には市場販売と輸送移動の二つがあるが、両方の需要を満たす在庫量が倉庫にない場合、前者が優先される。この場合、決定よりも少ない数量の製品が輸送されることになる。
- 14) 製造リードタイムは製造開始から完了までの日数、最大製造可能量は1回の製造で可能な最大量である。製造ロット数は製造可能単位であり、その倍数で製造量の決定がなされる。
- 15) したがって、工場の稼働率が低くなるほど、すなわち段取り待ちや製造休止でラインが空いた程度に応じて、1個当たりの製造原価は上昇する。工場能力の不働によって発生した原価が転嫁されるからである。ただし、損益計算上において製品には製造固定費の個別配賦は行われない。製品在庫情報に表示される単価は、消費した部品のコスト分に限定される。製造固定費は評価時の損益計算においては売上原価の取り扱いに準じるが、あくまでも期間費用 (発生した期間に賦課されるコスト) として処理される。
- 16) 調達リードタイムは注文してから納品するまでの時間である。ロット数は発注可能な単位であり、発注はロット数の倍数でしかできない。
- 17) 注文コストは在庫額に賦課され、製造消費されると製造原価に含まれる。最終的には売上原価に含まれることとなる。
- 18) 同じ部門内でのコミュニケーションの自由は、①コミュニケーションを限定して協調学習の重要性を認識させるとのねらいに反し、また②他部門よりも経験学習が先行するという問題があるように思われる。しかし、学習のねらいは互いに異なる役割や視点を持ったうえで協調学習と経験学習を実現することにある。同じ役割における部門内のコミュニケーション学習とは学習対象が異なる。また、情報処理量が多い営業部門や物流部門は自部門に関する学習も並行的に行っていないとゲームが円滑に進行しない。以上の点を考慮して、今回の実験では同一部門

- 内でのコミュニケーションを許可した。
- 19) 例えば、「ライバル企業の存在は想定しているのか」といった類の質問（答えは「想定していない」）である。
- 20) 利用実験は、①2010年2月17日・22日（6名）、②同年2月30日（4名）、③同年3月11日（4名）、④同年3月23日（3名）、⑤同年8月3日・5日（7名）、⑥同年8月13・14日（5名）の計6回、日本大学商学部所属の学生を対象に行われた。
- 21) 他の実験では生産過小による品切れという失敗もある。

参考文献

- 秋川卓也「SCM部門と場の展開についての考察—食品メーカーの事例調査から—」『経営情報学会誌』第16巻、第4号、2008年、1-18ページ。
- 中野幹久・秋川卓也「サプライチェーンにおける知識統合プロセス・モデルの構築と教育システムの開発」『平成18-21年度科学研究費補助金基盤研究（C）研究成果報告書』2010年。
- 伊藤秀和「情報技術を活用したサプライチェーン・ゲーム」『第26回日本物流学会全国大会研究報告要旨集』2009年、153-156ページ。
- 三宅なほみ・波多野諺余夫「日常的認知活動の社会文化的制約」、日本認知科学会編『認知科学の発展 第4巻』講談社、1991年、105-131ページ。
- 坂元克博・中郵良樹「教育用SCMシミュレータの設計とその実施の検証」『日本経営工学会論文誌』第59巻、第1号、2008年、86-93ページ。
- Bowersox, D. J., Closs, D. J. and Cooper, M. B., *Supply Chain Logistics Management*, McGraw-Hill, 2002. (D.J. パワーソクス・D.J. クロス・M.B. クーパー『サプライチェーン・ロジスティクス』松浦春樹・島津 誠訳者代表、朝倉出版、2004年)。
- Bozarth, C. C. and Handfield, R. B., *Introduction to Operations and Supply Chain Management*, (2nd ed.), Pearson International Education, 2008.
- Corsi, T. M., Boyson, S., Verbraeck, A., van Houten, S.-P., Han, C. and Macdonald, J. R., "The Real-Time Global Supply Chain Game: New Educational Tool for Developing Supply Chain Management Professionals," *Transportation Journal*, Vol. 45, No. 3, 2006, pp. 61-73.
- Feng, K. and Ma, G., "Evaluating Two Online Simulation Games in an Undergraduate Supply Chain Management Course," *Review of Business Research*, Vol. 9, No. 2, 2009, pp. 67-75.
- Jacobs, F. R., "Playing the Beer Distribution Game over the Internet," *Production and Operations Management*, Vol. 9, No. 1, 2000, pp. 31-39.
- Kanet, J. J. and Stößlein, M., "Using a Supply Chain Game to Effect Problem-Based Learning in an Undergraduate Operations Management Program," *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, Vol. 6, No. 2, 2008, pp. 287-295.
- Kolb, D. A., *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Prentice-Hall, 1984.
- Miyaoka, J., "Making Operations Management Fun: Littlefield Technologies," *INFORMS Transactions on Education*, Vol. 5, No. 2, 2005, pp. 80-83.
- Reyes, P. M., "Parallel Interaction Supply Chain Game: An Extension of the Beer Game," *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, Vol. 5, No. 2, 2007, pp. 413-421.
- Sloan, W. T. and Lewis, D. A., "Pay to Pay: A Report on the Use of a Web-Based, Pay-for-Use Operations Management Simulation," *Northeast Decision Institute Proceedings*, March 2008, pp. 28-30.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. and Smichi-Levi, E., *Managing the Supply Chain: The Definitive Guide for the Business Professional*, McGraw-Hill, 2004.
- Sterman, J. D., "Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment," *Management Science*, Vol. 35, No.3, 1989, pp. 321-339.
- Stock, J. R. and Lambert, D. M., *Strategic Logistics Management* (4th ed.), McGraw-Hill, 2001.

秋川 卓也

所 属：日本大学商学部

連絡先：〒157-8570 東京都世田谷区砧5-2-1

日本大学商学部

電 話：03-3749-6904

E-mail：akikawa.takuya@nihon-u.ac.jp

付録 実験時におけるシミュレータの初期設定

付表1 製品情報一覧

商品ID	名前	リードタイム	販売単価	ロットサイズ	最大可能生産量	構成
201	Product01	1	1,300	100	5,000	101:1単位 102:2単位 106:1単位 109:2単位
202	Product02	1	1,800	100	5,000	102:2単位 103:1単位 106:2単位 107:1単位
203	Product03	2	2,000	100	10,000	103:1単位 104:2単位 105:5単位 108:3単位

付表2 部品情報一覧

商品ID	名前	納期	購買単価	ロットサイズ	最大可能購買量
101	Part01	1	100	2,000	30,000
102	Part02	2	200	2,000	50,000
103	Part03	1	225	2,000	50,000
104	Part04	2	100	2,000	50,000
105	Part05	3	50	2,000	100,000
106	Part06	1	100	1,000	50,000
107	Part07	2	150	500	30,000
108	Part08	3	100	2,000	50,000
109	Part09	1	50	3,000	100,000

付表3 開始前1ヵ月間の需要動向 (Higashinihon市場の例)

日	Product01	Product02	Product03
30日前	126	65	85
29日前	138	75	84
28日前	156	96	104
⋮	(省略)		
11日前	<u>253</u>	<u>88</u>	<u>166</u>
10日前	<u>250</u>	<u>91</u>	<u>152</u>
9日前	<u>268</u>	<u>92</u>	<u>155</u>
⋮	(省略)		
3日前	91	49	104
2日前	90	65	116
1日前	83	72	128

注) 下線がある需要値は5%割引適用がなされている。

付表4 輸送時間情報

市場名 (市場コード)	Plant Warehouse				
Plant Warehouse (1)	—	Higashinihon			
Higashinihon (2)	1日	—	Hokkaido		
Hokkaido (3)	2日	2日	—	Nishinihon	
Nishinihon (4)	1日	1日	2日	—	Kyusyu
Kyusyu (5)	2日	2日	3日	1日	—

付表5 その他初期設定値

- ・割引率の上限：20%
- ・割引の適用日数：7日
- ・輸送車両1両当たりの最大積載量 (個)：300個
- ・輸送車両1両の1日当たり貸切コスト：30,000円
- ・1個当たりの荷役コスト：100円
- ・完成品の在庫コスト率：1.0%/日
- ・部品の在庫コスト率：0.7%/日
- ・1回当たりの工場の段取り期間：1日
- ・1日当たりの製造固定費：200,000円
- ・1注文当たりのコスト：50,000円
- ・1日当たりその他販管費：150,000円
- ・各倉庫の製品在庫：おおよそ通常販売で1週間分