

第 3 章

サステイナブル企業支援のための需給マネジメントと協働的生産管理

3.1 はじめに

本章では、製品ライフサイクルマネジメント (PLM) の考えに基づき、サステイナブル企業における事業創造サイクルと需給マネジメントの関係の体系化を試みる。そして、需給戦略マネジメントにおける供給計画問題をとり上げ、問題のシステムティックな解法を紹介する。次に、生産管理における協働的活動の重要性について概説する。最後に、これまでの成果と今後の計画について整理する。

3.2 PLM に基づく需給マネジメントの体系

▼ 3.2.1 需給マネジメントの構成

企業のサステナビリティ向上を目指す需給マネジメントは、製品ライフサイクルを基点とした事業ライフサイクルにおける短期の需給マネジメント [17]、供給システムの計画を含めた中期需給戦略マネジメント [18]、さらに、製品と事業のライフサイクルを考えた長期の事業創造戦略 [19] から成る。図 3.1 は、それらの関係を示したものである。

すなわち短期の需給マネジメントでは、月度レベルでの需要予測に基づいた供給量と在庫の最適化をおこなう。需給戦略マネジメントでは、企業利益最大化を目標に、年度レベルでの需要開発計画とそれに対応した供給システム計画を立案する。そして事業創造戦略では、企業のサステナビリティ向上を目標に、新事業への多角化戦略を立案する。

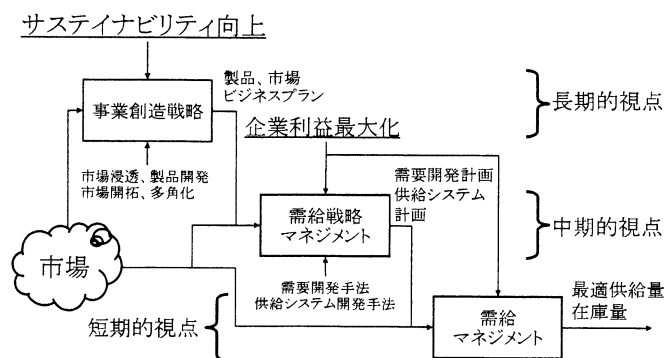


図 3.1 サステイナブル企業における需給マネジメントの位置づけ

▼ 3.2.2 事業ライフサイクルと事業創造

企業の成長戦略には、「集中的成長 (第1段階)」、「統合的成長 (第2段階)」、および、「多角的成長 (第3段階)」の3段階がある[4]。第1段階は、既存製品の市場における事業機会が継続している状況であり、図3.2に示す製品・市場マトリックスにおける、「市場浸透」、「製品開発」、および、「市場開拓」に成長の機会を見出す戦略といえる。第2段階は、現在の製品・市場を対象として、流通チャネルの一部統合などにより、企業の利益確保を拡大する戦略である。そして、第3段階は、現有の経営資源を活用、または、自社の弱点を他社との協業により補完することで、現在の製品・市場以外のところで成長の可能性を見いだす多角化戦略である。

この内、第1段階および第2段階は、中核製品の市場への導入、成長、成熟、衰退からなる製品ライフサイクルに基づく戦略であるといえる。それに対し第3段階は、それまでの製品と市場から離れた、新たな事業創造戦略である。ここでは、これらの段階を事業ライフサイクル・ステージと呼ぶ。企業は、図3.3に示すように事業ライフサイクル・ステージを積み重ねながらその事業領域を拡大し、サステナビリティを向上するものとする。

	既存製品	新製品
既存市場	市場浸透	製品開発
新市場	市場開拓	多角化

図 3.2 製品・市場マトリックス

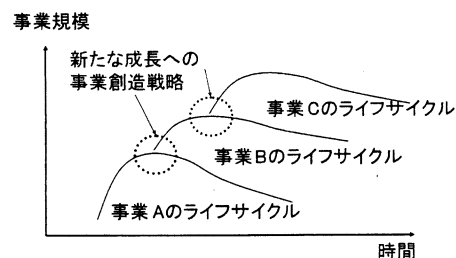


図 3.3 事業ライフサイクル・ステージ

▼ 3.2.3 サステイナブル企業の事業創造サイクル

事業ライフサイクルでは、図3.4に示すように基幹製品を中核として、市場浸透、製品開発、市場開拓などの様々な戦略により事業の持続的成長を追及する。その間、技術、製品、ブランド、資金などの経営資源を蓄積し、それらを事業ライフサイクルに還元することで事業の維持と拡大を行なう。

事業創造サイクルでは、事業ライフサイクルの過程で蓄積した経営資源と市場の要求、競合企業の状況などから、新たな事業ライフサイクル・ステージとして新機軸の事業を創造する。企業は、創業時の単独事業ライフサイクルから、事業創造サイクルにより徐々に複数の事業ライフサイクル・ステージを積み重ね、市場環境の変化に強い、サステイナブル企業に成長していく。

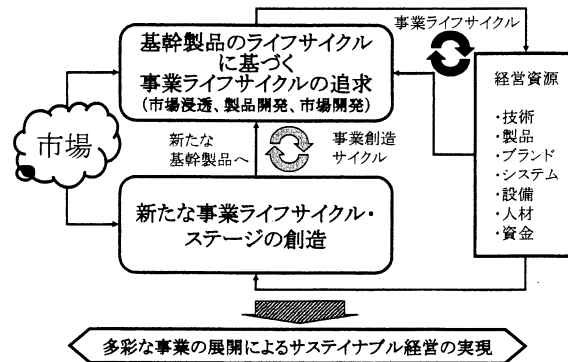


図 3.4 事業創造サイクル

図 3.4 に示す事業創造サイクルにおいて、事業創造を行なう事業創造戦略プロセス法は、図 3.5 に示す要素とそれらの繋がりからなるものとする。

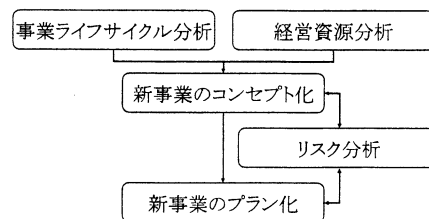


図 3.5 事業創造戦略プロセス

事業ライフサイクル分析では、市場における自社製品のポジション、製品・市場マトリックスにおけるこれまでの戦略、プロダクト・ポートフォリオにおける事業の位置づけ、競合他社の動向などから、現在の事業の状況と今後の見通しを評価する。

新事業のコンセプト化では、事業ライフサイクル分析の結果、および、経営資源分析による自社経営資源の状況から、新たな事業の対象となる製品、その市場性の検討を行う。新事業のコンセプト化 [20] とは、アイデアを、技術、製品、市場、システムなどの観点から明確にしたものである。技術とは、競合他社との競争力の本質を指す。製品とは、本質的な売り物であり、サービスも含む。また市場とは、製品を売る企業、個人の概要であり、その規模、販売価格帯、競合相手も含めて考える。そしてシステムとは、生産、販売などへの工夫を指す。

さらに新事業のプラン化では、新事業のコンセプトに対し利用可能な企業の資産、人的資源、そして、新事業の投資価値評価などから新事業の実現可能性を評価し、具体的な実行プランを作成する。その際、新事業におけるリスクを分析する。リスクは、新事業が失敗する場合、および、新事業を行わない場合の企業経営に与える影響の観点から抽出する。そして、それぞれのリスクの発生可能性、影響度評価、および、対策検討を行い、それらを新事業プランに盛り込む。

3.3 需給マネジメントにおける戦略的供給計画

需給マネジメントにおいて中期計画に当たる需給戦略マネジメントでは、需要成長計画に対してフレキシブルに対応するための戦略的な供給システムの計画が必要である。以下では、長期需要予測に基づく年度ごとのビジネスプランを基に、利用可能な設備仕様から、在庫コスト、投資コスト、および、段取り替えコストの和である SCM コストを最小化する設備構成を導き出すフレキシブル供給システム計画手法を示す。

▼ 3.3.1 フレキシブル供給システム計画の概要と必要性

フレキシブル供給システム計画では、図 3.6 に示す様に、ビジネスシナリオなどの入力データ、および、製品在庫レベルなどの制約条件の下で、目的関数である SCM コストを最小にする供給システムの将来計画を時系列に示す。なおフレキシブル供給システムにおけるフレキシブルとは、需要における数量のみならず、SKU (Stock Keeping Unit) 数の変化に対しても最小の SCM コストで供給するシステムを指す。

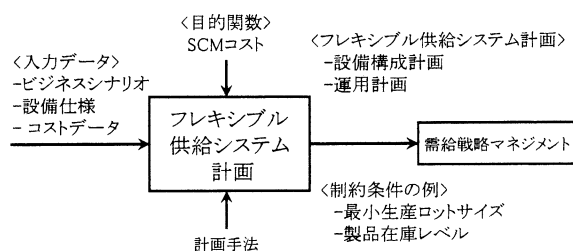


図 3.6 フレキシブル供給システム計画の概要

ここでビジネスシナリオは、年度レベルでの SKU 数、および、生産量からなる長期需要見通しである。フレキシブル供給システム計画では、このビジネスシナリオを基に、在庫コスト、投資コスト、および、段取り替えコストの和からなる SCM コストを抑えながら、需要の成長に対応する設備構成の長期計画を、利用可能な設備仕様から求める。その結果求まる設備構成計画は、年度ごとの設備構成と各設備に必要な能力、および、必要な設備投資を示すものである。

フレキシブル供給システム計画の目的は、SCM コスト最小化を目指すだけでなく、図 3.1 に示す需給戦略マネジメントにおいて需要の成長に合わせてフレキシブルに供給を行なえる生産システムの計画を立案することである。すなわち、需給戦略マネジメントが楕円形理論 [21] の応用として使用する需給開発図表 (図 3.7) において、需要の成長率 (β) と供給の成長率 (γ) がバランスする対角線上に供給システムの供給能力を計画することを目指している。楕円形理論では、図 3.7 に示す需給開発図表において、 β と γ の均衡する対角線上が生産能力の過不足のない状態であり、その対角線上に利益最大となる点があるとしている。

▼ 3.3.2 フレキシブル供給システム計画立案手法

フレキシブル供給システム計画の立案手法として、ここでは、次の基本戦略に基づくヒューリスティクス手法を示す。

<フレキシブル供給システム計画の基本戦略>

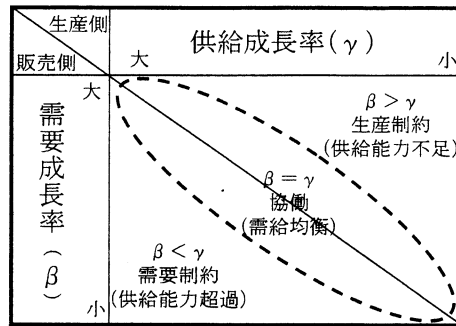


図 3.7 需給開発図表の構成

- 戦略 1： 目標在庫レベルとビジネスシナリオから各年度の最小年間段取り替え総数を決定
 戦略 2： 設備稼働率を基準に年度毎にシステム構成を合成
 戦略 3： SCM コストを基準にシステム構成を修正
 戦略 4： 設備投資延期による供給能力とコストの線形化を検討

ここで示すヒューリスティクス手法は、サプライチェーン計画のためのフレキシブル生産システム計画立案手法として提案された手法 [22] を基に、需給戦略マネジメントへの適応を考慮して拡張したものである。

すなわち提案手法は、図 3.8 に示すように、次に述べる 5 つのプロセスから成る。

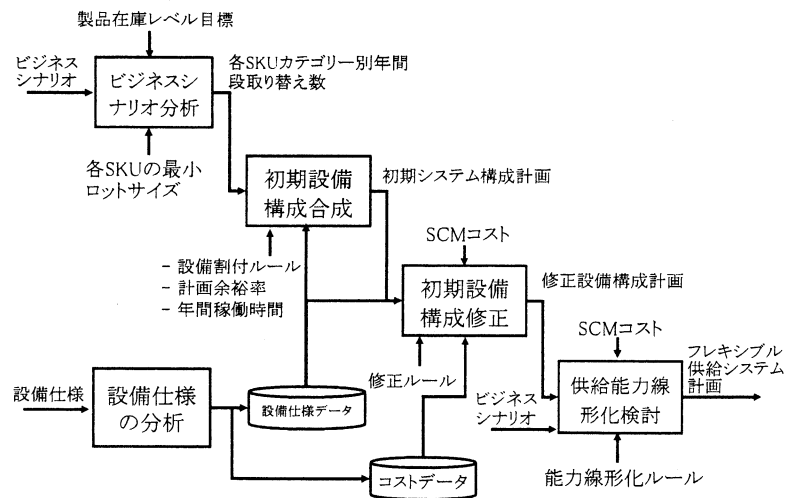


図 3.8 フレキシブル供給システム計画の基本手順

i 設備仕様の分析

設備仕様の分析では、利用可能な生産設備の技術、および、コストを調査する。調査は、大量生産向けの高速生産システムだけでなく、多品種生産向け設備、および、自動洗浄装置など、生産能力のフレキシブル化のためのオプション設備も含める。

調査結果に基づき、設備仕様データベース、および、コストデータベースを作成する。設備仕様データベースには、生産スピード(生産量/時間)、および、段取り替え時間(時/段取り替え)を含める。コストデータベースには、投資コスト、保全コスト、段取り替えコストを含める。

ii ビジネスシナリオ分析

ビジネスシナリオ分析では、年度レベルの需要見込みデータから、目標とする製品在庫レベルを達成する最小の年間段取り替え回数を求める。年間段取り替え回数は、需要見込みをその生産量とSKU数から、カテゴリ A 製品(大量少品種)、カテゴリ B 製品(中量中品種)、カテゴリ C 製品(少量多品種)に分類し、次の式を満たす数値として求める。

<年間段取り替え回数の算出>

$$\begin{aligned} & \text{Minimize} \quad S_A \times N_A + S_B \times N_B + S_C \times N_C \\ & \text{s. t.} \quad X_A/N_A + X_B/N_B + X_C/N_C \leq TIL/6 \\ & \quad \quad X_A + X_B + X_C = 1 \\ & \quad \quad X_A, X_B, X_C \geq 0 \\ & \quad \quad P_i/(S_i \times N_i) \geq \text{最小生産ロットサイズ} \end{aligned}$$

S_i : カテゴリ i の総SKU数、 N_i : カテゴリ i における各SKUの年間平均段取り替え数、 X_i : 年間総生産量に対する各カテゴリの生産量割合、 TIL : 目標在庫レベル(ヶ月)、 P_i : カテゴリ i の総生産量

iii 初期設備構成合成

初期設備構成合成では、各年度の設備構成を、設備仕様データベースを基に作成する。設備構成は、下記の設備割当てルールにより各カテゴリ別の生産量と段取り替え数を生産設備に割り当てた結果として算出する設備占有率を基準に検討する。すなわち、割当ての結果、設備占有率が設定値を超える場合には、設備の増設を行なう。

<設備割当てルール>

ルール 1: カテゴリ A の製品は、高速生産スピードの設備に優先割当てる

ルール 2: カテゴリ C の製品は、段取り替え時間の短い多品種生産用設備に優先割当てる

ルール 3: カテゴリ B の製品は、ルール 1 およびルール 2 において割当てた結果、設備占有率の低い設備から順次割当てる

なお、設備占有率は、次の式から求める。

$$\begin{aligned} \text{設備 } i \text{ の設備占有率 } [\%] &= \text{設備 } i \text{ の稼働率 } [\%] + \text{計画余裕率 } [\%] \\ \text{設備 } i \text{ の稼働率 } [\%] &= \frac{\text{設備 } i \text{ 年間生産量合計 } [\text{数量}] / \text{設備 } i \text{ の生産スピード } [\text{数量}/\text{時間}] / \text{年間稼働時間 } [\text{時間}]}{\text{設備 } i \text{ の段取り替え率 } [\%]} \\ \text{設備 } i \text{ の段取り替え率 } [\%] &= \frac{\text{設備 } i \text{ の年間段取り替え数 } [\text{段取り替え数}] \times \text{設備 } i \text{ の平均段取り替え時間 } [\text{時間}/\text{段取り替え}]}{\text{年間稼働時間 } [\text{時間}]} \end{aligned}$$

iv 初期設備構成修正

初期設備構成修正では、先に求めた初期設備構成について、コストの視点から見直しを行う。たとえば、次のルールにより SCM コストの低減を行なう。

＜初期設備構成修正ルール＞

ルール 1： オプション装置の採用により、新たな設備投資が抑制できる場合は、オプション装置を採用

ルール 2： 各カテゴリーにおける段取り替え回数の低減が新たな設備投資を抑制し SCM コストを低減する場合、段取り替え回数を削減

なお、SCM コストは、次の式から求めるものとする。

$$\begin{aligned}\text{SCM コスト [円]} &= \text{減価償却費} + \text{保守費} + \text{段取り替え費} + \text{在庫費} \\ \text{在庫費 [円]} &= (\text{年間生産数量 [ケース]} \times \text{目標在庫レベル [ヶ月]} / 12) \times \\ &\quad \text{製品単価 [円/ケース]} \times \text{在庫費用係数}\end{aligned}$$

v 供給能力線形化検討

供給能力線形化検討では、設備投資の抑制により過剰な保有生産能力を回避し、供給能力とコストの線形化を検討する。すなわち、図 3.7 に示す需給開発図表において、需要の成長に合わせて図表の対角線上に沿って供給能力が成長するよう、下記の手順により供給能力線形化戦略を立案する。

＜供給能力線形化手順＞

ステップ 1： 新たに設備投資を行う設備毎に単位数量当たりの SCM コスト [円/数量] とその内訳を算出

ステップ 2： 減価償却・保守費、段取り替え費の合計と生産を外注化した場合の外注費を比較し、外注化が有利な場合は当該設備投資を延期し、外注化により供給能力を確保

ステップ 2 においては、外注化以外に、毎年の生産技術向上による歩留り向上および段取り替え時間短縮見込み、あるいは、シフトスケジュールの変更など、当該設備の特徴に応じて運用上可能な事柄も考慮する。

3.4 協働的生産管理

製造企業の保有する種々の資源を最大限に活用するうえで、生産計画システムの役割の重要性は論じるまでもない。ソフトウェアを含むコンピュータ技術の急速な進歩は、企業規模の更なる拡大を支え、商品の企画開発から市場投入までの期間の短縮化を実現し、今日では消費者の手に渡った商品に対する生産活動履歴の照会対応なども生産管理部門が担うものとなりつつある。このような生産計画システムの高度化を適切に進めることは、サステイナブル企業において必須のことである。競合企業に伍する企業であるためには、必要に応じて新たなシステムの導入や、社内の様々な仕組みをよりよいものへと変革していく努力が不可欠である。ただし、新システムの導入には多大な費用と時間を要し、失敗するリスクもある。言い換えれば、新たな情報システムの導入は大手手術に相当し、無事に成功すれば患部を取り除いて健康な体を取り戻すことができるが、失敗すれば寿命を縮めることになる。よって、その導入の意思決定は慎重に行われる必要がある。

実際には、多くの企業では、当該企業の成長に沿って開発・改良されてきた生産管理システムが利用されており、その中には多くのノウハウが組み込まれている。そのシステムならびにそのシステムを前提とした様々

な仕組みが現在の生産活動を支えているのである。生産管理部門の役割は、適切な生産計画をコンピュータシステムを使って求めればよいだけではない。生産現場には種々の不確実な要素が存在し、生産活動の主体は人間にある。営業部門や製造部門との情報交換ならびに計画調整などの協働的仕事の重要性は決して小さくなく、この仕事をコンピュータに任せることはできない。このような人間ならではの役割に十分な配慮をすることなく、性急に新たなシステムを導入することは、うまく構築されている仕組みを切り裂き、現場に大きな混乱を引き起こす恐れがある。

生産管理担当者が、製造部門や営業部門と頻繁な情報交換を行い、予想される種々の将来事象も視野にいれつつ、いかにして良い生産計画を立案するかに腐心していることを、この2年余りにいくつかの製造企業の実験室にインタビュー調査を行って改めて思い知らされた。製造企業の強みは情報システムの機能・能力と生産管理担当者の努力がうまくかみ合うことで発揮されと考えられるが、生産管理部門の役割やスキルレベルを客観的・定量的に把握することは難しいと考えられる。計画部門の役割を正しく理解・評価し、適切な仕事の割り振りを検討したうえで、新たな計画システムを導入するのであれば、期待される成果が得られやすいと考えられる。しかしながら、そのような視点からの研究は十分とは思われない。Jackson ら [23] は人間スケジューラの仕事を内容をつぶさに調査し整理しており、McKay and Wiers [24] は日々の生産管理活動で直面する様々な問題を紹介している。いずれも生産管理担当者がいかに幅広い活動を行っているかを論じてはいるが、理解や評価のためのモデル化には至っていない。

ここでは、上述のインタビュー調査結果や関連する論文の成果を踏まえ、計画担当者と現場の職長との情報交換に着目し、モデル化と分析を行った結果を述べる [25]。計画担当者はしばしば製造現場に出向き、職長から実際の負荷状態を聞いたり、予定している計画に対する意見を求めたりする。これにより、生産現場の制約や現場にとって都合のよい製造順序などを把握することが可能となり、結果的に、効率のよい生産計画が立案できやすいと仮定した。一方職長の立場からは、現場の意見が取り入れられることはやる気へとつながるであろうし、予定されている生産計画をあらかじめ知ることができれば、事前準備も可能になり、生産性が向上すると考えられる。このような仮定に基づいて、生産計画担当者の振る舞いをシステムダイナミックスでモデル化し、仮想的な設定の基で、計画担当者と職長による協働的活動が生産性にどのような影響を与えるかを調べた。

具体的には、(A) 製造負荷がほぼ正確に計算できる環境、(B) 計画部門単独では正確な負荷の計画を立てにくい環境、の2つを考え、後者については、(B-1) 協働的な関係がない(すなわち、計画系と現場系の間で情報交換がない)場合と、(B-2) 協働的な関係がある場合に分けた。さらに、(B-2) については、協働的な情報交換によって生産現場の効率が向上する場合があると考え、向上の割合として0%、3%、5%の3通りを仮定した。

最初、システム内がカラの状態から開始して、350日までシミュレーションを行ったところ、この期間内で処理した仕事量は(A)、(B-1)、(B-2)で同一であった。一方、期間中の総残業時間は、(A)が75.8、(B-1)が151.5、(B-2)は、0%が108.1、3%が72.9、5%が42.6となった。この結果より、負荷がほぼ正確にわかる場合(A)に比べて負荷が計算しづらい(B-1)では残業時間が約2倍となっている。しかしながら計画系と現場系の協働的な情報交換によって負荷の計算がかなり正確になると、残業時間が約30%減少している。さらに、情報交換によって現場の生産効率が3%向上すると残業時間が(A)とほぼ同等になっている。これらの結果より、協働的な対応が不必要な残業の削減に効果のあることが明らかとなった。

3.5 大学院授業の授業計画

▼ 3.5.1 これまでの研究成果

(1) 需給マネジメントのeラーニング開発 [26]

図 3.1 における需給マネジメントを対象に、需給問題を需給対応のゲームととらえ、需要にマッチした良い生産計画とは何かを考えさせるeラーニング法、および、学習に必要なテキストを開発した。開発したeラーニング法では、単純指数平滑法による需要予測と、それに基づく総合生産計画を体系的に学習できる。学習を通じて需給マネジメントの流れを知るとともに、需要予測に基づき費用を最小化する生産計画を立案するだけでは全体最適になるとは限らないこと、また、良い生産計画を立案するには、需要予測の段階から需給が協力しあうことの必要性を理解できる。なお、開発したeラーニング法は、需給の協力のためのツールとして、ペア行列表 [27] を応用した (N, α) 戦略マップを採用している。

(2) 需給戦略マネジメントの開発

需給戦略マネジメントの学習用に、需給開発システム [18] を開発した。需給開発システムは、図 3.1 に示す需給開発マネジメントに対応したものであり、需要と供給の2者の戦略をそれぞれの協働で立案し、企業全体の最適化を達成する年度レベルでの需要と供給の成長計画を立案する。すなわち開発したシステムは、図 3.7 に示した需給開発図表の利用を中心に、図 3.9 に示す手順により需給開発を体験することで、需給戦略マネジメントを学習する。

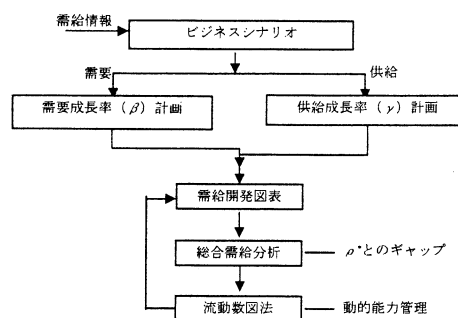


図 3.9 需給開発システム概要

(3) 製造企業における協働的生産計画の実態調査

製造企業における生産計画担当部門が抱える問題、使用されている計画技法や計画システム、などについてインタビュー調査を行った結果より、基本となる計画技法の重要性に加えて、生産計画担当部署が協働の立場で、営業部門や製造現場と様々な情報交換を行うことの重要性を再確認するとともに、その分析に着手した。多くの企業では自社で長い年月を経て開発された独自の生産計画システムが導入されているが、より先端的なシステムへの関心が強いことを踏まえ、野尻寛氏 (NPO-CAFE) の仲介により、NTT データシステムズ社の生産管理パッケージ SCAW を調査するとともに、教材としての導入を進めつつある。

▼ 3.5.2 来年度以降の計画

(1) 需給開発システムのシミュレータ開発

需給開発を体験するための、需給開発シミュレータを開発する。需給開発シミュレータを利用して、需給開発図表を中心に需要成長率と供給成長率の利益最大化に向けた戦略の立て方を学習する。また、供給成長率の計画立案のために、供給戦略立案システムの開発を検討する。

(2) 事業創造戦略における事業創造戦略プロセスの開発

様々な企業におけるサステイナブル経営のための戦略を検討し、サステイナブル企業に向けた事業創造戦略プロセスと学習用の教材を開発する。

(3) SCAW の機能を踏まえた演習教材の開発

前年度に飲料製造企業を想定した演習用のケース教材を作成したが、SCAW の機能を踏まえて内容の充実化を図る。この際、時間の経過とともに様々な事象を発生させ、どのような機能がどのようなニーズを満たすためのものかが学習できるようにする。

(4) 協働的視点からの生産計画

MRP を中心としつつ、プッシュ・プルや TOC(制約理論)、サプライチェーンなどの基本が理解できる教材を作成する。その際、それぞれの技法がより効果的に機能するためには、どの部署とどのような協働的活動が必要とされるのか、それによりどのような効果が期待されるかなどにも言及する。

謝辞

本研究は、青山学院大学総合研究所 e ラーニング人材育成研究センター「TF21 事業創造戦略」研究部会における連携大学及び参加企業との共同研究により進められたものである。

また、日本学術振興会 科学研究費補助(基盤研究 B)「統合化製品ライフサイクルマネジメントによる事業創造プロセスのモデル化と管理方法(課題番号 17310100)」、文部科学省平成 18 年度サイバーキャンパス整備事業「メディアを活用した実践的授業のための教育支援者判定プログラム」の助成を受けた。本叢書の発刊にあたり、e ラーニング人材育成研究センターの研究・開発にご支援いただいた皆様、ならびに参加団体のご協力にあらためて感謝申し上げます。

執筆者所属

松井 正之

電気通信大学 電気通信学部

(青山学院大学総合研究所 客員研究員)

〒 182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

Tel : 042-443-5261

E-mail : matsui@se.uec.ac.jp

- 石井 信明 文教大学 情報学部
(青山学院大学総合研究所 客員研究員)
〒 253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷 1100
Tel : 0467-53-2111
E-mail : ishii@shonan.bunkyo.ac.jp
- 高橋 勝彦 広島大学大学院 工学研究科
(青山学院大学総合研究所 客員研究員)
〒 739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1
Tel : 082-424-7705
E-mail : takahasi@hiroshima-u.ac.jp
- 森川 克己 広島大学大学院 工学研究科
(青山学院大学総合研究所 客員研究員)
〒 739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1
Tel : 082-424-7704
E-mail : mkatsumi@hiroshima-u.ac.jp