

雪印乳業における SCM 改革および システム開発

松本 卓夫

雪印乳業では、2002年より SCM システム構築の検討を開始し、2003年から現在までに4期に分けて SCM システムの開発を実施した。また、システム開発と併せて需給調整・販売計画策定・輸送計画等の SCM 業務モデルを作成導入し、SCM 業務改革を達成している。今回は、乳製品のサプライチェーンの特色および課題を述べた上で、SCM システムの概要とロジックおよび各段階の主な方策について述べる。

キーワード：SCM, 乳食品, システム化

1. 乳業サプライチェーンの特徴

乳業における主原料は生乳と加工乳製品（バター・脱脂粉乳・原料ナチュラルチーズ等）になっている。牛乳は主な産地が北海道であり、加工乳製品は北海道で生産される原料乳製品と輸入乳製品となる。

雪印乳業は現在、乳製品の製造会社となっており、市乳部門（飲料）アイスクリーム等は扱っていないため、乳業の中の乳製品のサプライチェーンについて述べることにする。

1.1 原料乳の調達

乳業メーカーは生乳を使用用途別取引制度により生乳の主たる成分である脂肪と無脂乳固形に分けて指定団体より購入する。価格は使用用途別に決められており、配乳の優先順もほぼ決まっている。また、用途は表1のようになっている。

以上の用途別に乳業メーカーは指定団体と交渉を実施し、価格・購入乳量を決定していく。

しかし、生乳は牛が出すものであり、その量は年度、季節により変動する。必ずしも需要とマッチングするものではない。また、北海道の生乳は飲用向けとして本州への移出もなされており、本州での飲用牛乳の需要にも左右されることになる。

図1のように飲用需要は季節変動が大きく、需要期には北海道から本州に移送が発生し、不需要期には保存の可能な加工乳製品の生産をする必要がある。

脂肪と無脂乳固形に分けた生乳の購入では、図2のように1kgの生乳から脂肪35g、無脂乳固形83.62gが取れる場合、35gの脂肪と50gの無脂乳固形を確保しようとする、余剰の33.62g分の無脂乳固形を処理するための製品を生産する必要がある。

1.2 加工乳製品の調達

主な輸入加工乳製品はプロセスチーズの主原料となるナチュラルチーズである。日本で消費されるナチュラルチーズは国産がほぼ4~5万トン規模、輸入が15

表1 生乳用途と主な用途別製品

用途	製 品
飲用向等	牛乳・加工乳・乳飲料
発酵乳向等	ヨーグルト
生クリーム等向	生クリーム 脱脂濃縮乳
チーズ向	ナチュラルチーズ
加工向	バター 全脂粉乳 脱脂粉乳

【都府県の季節別飲用牛乳需給構造について】

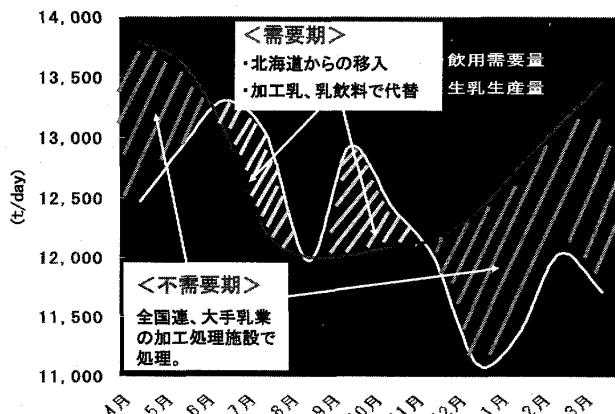


図1 生乳生産と飲用需要

まつもと たかお
雪印乳業(株) 生産部
〒160-8575 新宿区本塩町13

生乳の脂肪率:3.5%無脂乳固形率:8.362%の場合

脂肪が35g、無脂乳固形分が50g
必要なとき...

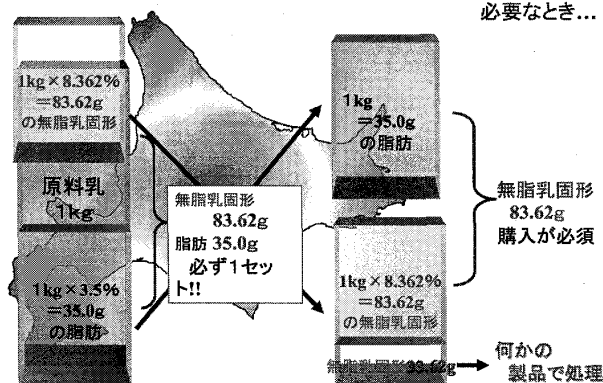


図2 生乳購入（脂肪と無脂乳固形）

～20万トン規模とされている。

プロセスチーズに使用するナチュラルチーズの輸入には関税割当制度が適用されており、国産1に対して2.5の量が無税となっている。よって2.5を超える量を使用する場合は事前に所定の関税を支払わなければならない。

雪印乳業では国産原料100%使用の北海道100シリーズを除くプロセスチーズには輸入チーズも配合されており、海外のチーズ価格、相場・為替、国内生産の原価を勘案して購入量を決定している。

輸入チーズの購入はオセアニアの場合、半期ごとの購入交渉となり、価格が決定される。その後月ごとに産地からの船積み計画を策定し、品質検査、通関処理後の使用となる。

2. 生産体制

雪印乳業では、原料乳を加工する工場群が北海道に集中しており、本州にプロセスチーズ・マーガリンの加工工場を有している。

2.1 北海道工場生産体制

図3のように、雪印乳業は北海道に6箇所の生産工場を有している。バター・脱脂粉乳の生産工場は幌延、別海、磯分内の4箇所、ナチュラルチーズ・ホエイ加工の生産工場が大樹・なかしべつ、練乳生産工場が興部となっている。

各工場の生産品目により余剰の生クリーム、ホエイが産出される。これらは他の工場に転送し加工処理している。また、本州向け生乳移出の受諾も行っている。大樹・なかしべつで生産された原料ナチュラルチーズは本州へ輸送し、販売用とプロセスチーズ原料として横浜チーズ工場・関西チーズ工場で使用される。

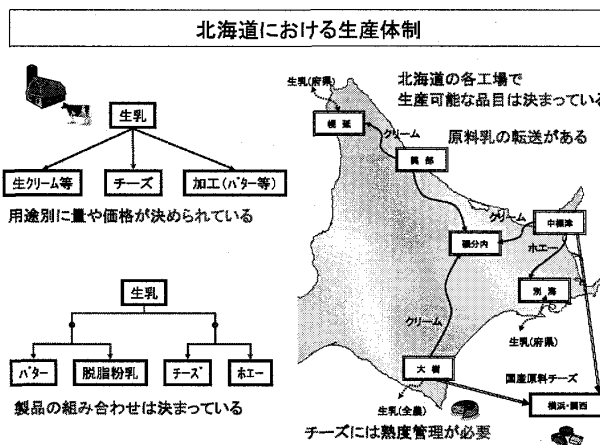


図3 北海道の生産体制

北海道工場では基本的に変動する生乳の受入量に対して生産品目を策定し加工処理を実施している。

2.2 本州工場生産体制

本州には生乳を原料とした工場はなく、プロセスチーズ工場（横浜チーズ工場・関西チーズ工場）2工場、マーガリン工場（厚木マーガリン工場）1工場の3工場体制となっている。

生産品目は販売品であり北海道工場のような2次加工用原料はない。よって、需要動向に即した生産体制が求められている。ここでの課題は、製品の需要動向の季節変動が大きく、生産能力を上回る需要期への対応である。この策定を間違えると、最需要期での欠品を招くリスクを持っている。

3. 販売・物流管理

雪印乳業の乳製品の特徴は、すべての製品に賞味期限表示をしており、在庫管理も賞味期限日付別になっていることにある。また、工場からの出荷は製品検査合格判定後となっており、通常の場合生産後3～4日程度の保管をしている。

工場出荷後は営業倉庫に輸送保管し、販売対象品として日付別在庫管理される。雪印乳業の販売先はほとんどが卸業となっており、実際の小売業での消費者への販売量とは異なっている。また、販売に際して原則として次のルールが設定されている。

(1) 販売期間

通常製品の場合、賞味期限の1/3程度の期間となっている。

(2) 日付逆転不可

同一出荷先に対して先に出荷した製品日付より古いものは出荷不可とする。

よって、日付バッチ指定があるため、単純に「総在庫量」だけを見ても在庫の安全率を判断できない。例えば、日付 A の指定があったとき、引当てられる在庫は日付 A 以降の製品だけである。そのため、総在庫だけ見ているだけでは欠品する危険性があり、総在庫だけでは安全在庫量を判断できない。また、このルールに適用できない製品は処分的な販売をせざるを得ないことになる。

以上が要点のみであるが、雪印乳業の乳製品のサプライチェーンの特徴となっている。

4. SCM 構築のターゲット

SCM システム構築に当たっての目的は収支改善と製品在庫圧縮によるキャッシュフローの向上であり、短期間で極力投資額を抑制する必要があった。

前述のサプライチェーンの特徴からも判るように生乳調達の制約条件が複雑であり、生産量のコントロールが困難である点から、第 1 期では生乳を原料とする北海道工場を除外し、プロセスチーズ・マーガリンを対象とすることとした。

SCM 構築の目的は以下とした。

- (1) 需給調整プロセスの業務改革によって大幅なコストダウンを図り、乳食品事業の「収益力・キャッシュフローを強化」をする。
- (2) 乳食品チルド専業メーカーとして、「店頭商品鮮度を向上」させ、競合他社に対する競争優位を確立すること。
- (3) 中期的には現状よりさらに賞味期限が短い「フレッシュチルド商品を開発・市場導入」し、他社との差別化戦略を推進すること。

以上をプロセスチーズ・マーガリン SCM 構築の目的とし、SCM システムの幹とすることとした。

サプライチェーンの対象は、原料乳を除く資材購入後の管理から生産・物流・販売とし、基本的には社内 SCM の構築を実施した。

また、SCM の展開として、次のステップを設定し順次システムの開発を実施していった。

ステップ 2 北海道生産品への拡大

ステップ 3 原料乳管理 プロダクトミックス管理
ナチュラルチーズ熟度別需給管理

ステップ 4 輸入資材調達 国内資材調達

現在は、ステップ 4 の開発を実施しているところである。

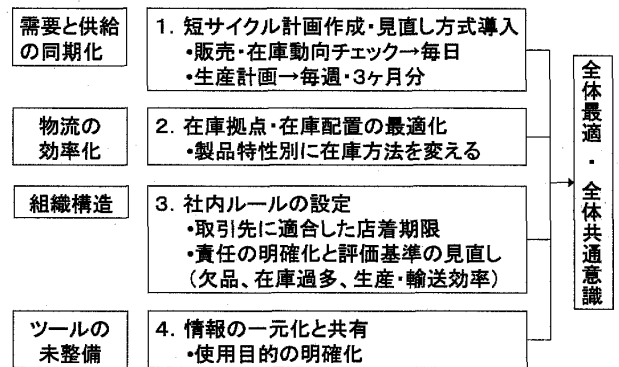


図 4 当社の課題

5. 現状分析による SCM 上の問題点

SCM 導入前のオペレーションを分析してみると以下のような問題点が顕著になってきた。

全体的には、各部門において必要とされる在庫量よりもかなり多い在庫を保有したオペレーションになっていた。これには次の原因が挙げられた。

- (1) 需要変化に対応した計画調整機能が十分でない。
これは、計画調整に時間が掛かり (10~14 日) そのため、調整中に市場が変化する。よって市場動向に合わない。結果として、必要以上の在庫の発生や日遅れ品発生の原因となる。
- (2) 営業冷蔵庫ごとに在庫偏在が発生していた。結果として、在庫過多や欠品が発生していた。
- (3) 全体として、「経験」に依存した部門最適を追求する構造になっており、その原因は
 - ①基準の根拠が不明確
 - ②基準の見直しが難しい
 ということによるものであった。

以上、サプライチェーン全体としては、コスト高になっていた。解決すべき課題として、図 4 の内容を挙げた。

以上の問題点、課題は SCM システム開発運用によりステップ 1 でプロセスチーズ・マーガリン、ステップ 2 でバター・ナチュラルチーズの解決をした。ステップ 3 では生乳からのプロダクトミックスシミュレーションによる需給管理を達成している。

6. 施策の考え方

施策の基本的な考え方は、市場動向にマッチした需給調整機能をシステム化し業務モデルを構築することとした。また、物流ネットワークの再構築を併せて実施し、在庫量のコントロール機能の達成により製品の

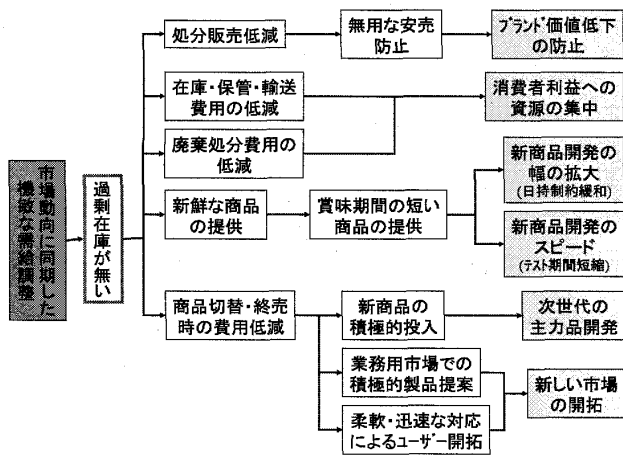


図5 施策の考え方

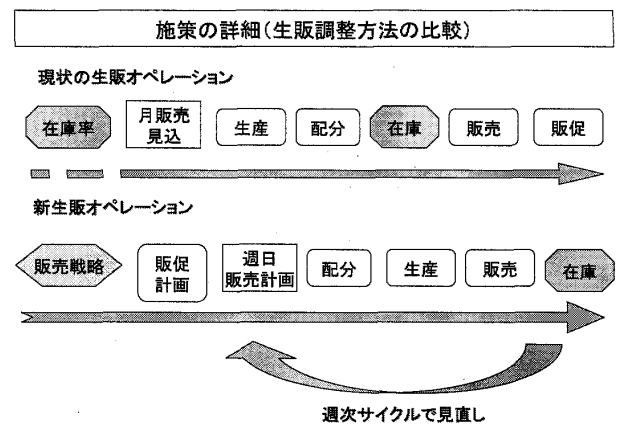


図6 生販調整機能モデル化の考え方

供給スピードを向上させ、よりフレッシュな製品を市場に投入できるようにすることにより、以下の収益効果を出した(図5)。

- ・ 処分販売品の発生抑制→安価販売抑制，廃棄ロス低減
- ・ 欠品の抑制→販売チャンスロスの低減，適正割当販売の実施
- ・ 物流効率化→輸送，保管料の低減

生販調整の新旧比較が図6である。システム導入前は、月間在庫率により生産量を決定、生産後に各地域に配分し在庫の中から販売促進を実施し在庫率を合わせるオペレーションとなっており、営業の販売戦略に合致した製品配分がなされないことが発生していた。そのため、余分な販売促進費をかけて販売することと要求に対する欠品が同時に発生する構造となっていた。

SCMシステムでは販売戦略に基づいた週間日別の販売計画と生産計画を毎週ローリングし適正在庫を管理するような業務モデルとし、各地域には製品補充型の配分をする物流オペレーションとした。これらにより上記の問題を解消した。

北海道工場生産の生乳を原料とした製品および原料乳製品の調整機能は、ステップ3のシステム構築により次のような対応をしている。

生乳の受入量はサプライチェーンの特徴で述べたように需要に即したものにはなっていない。SCMシステムでは、各製品の需要と受入見込量を比較して生産計画を立案するようになっている。

- ・ 需要の合算<生乳受入見込量 の場合

システムで設定している需要優先度の高いものから生産を計画し、生産不可能となる製品の受払いシミュレーションを実施し、販売施策を検討する。

・ 需要の合算<生乳受入見込量 の場合
長期間在庫が可能な製品に対して生産を割り当てていき、製造原価と販売粗利益を評価指標として、コスト最小となるように保管拠点、物流ネットワークを決定していく。

以上により、システムでの全体的な需給のコントロールが可能となり、プロダクトミックス策定をシミュレーションによる適正化と効率化できた。

7. SCMシステム内容

7.1 需要予測システム

需要予測は製品別、販売計画策定6地域(北海道・東北・関東・中部・関西・九州)の予測値を日別15カ月間産出するエンジンであり、6種の予測モデルを有している。

需要予測モデル

- (1) 単純移動平均

直近 n 週間の移動平均値モデル

- (2) 1次指数平滑

直近販売実績の重みを大きくした加重平均値モデル

- (3) 2次指数平滑

1次指数平滑に対して上昇下降トレンド加味モデル

- (4) Winter's 指数平滑

季節変動考慮モデル

- (5) ModifiedARMA

直近販売実績と過去の同週販売実績の加重平均モデル

- (6) 指数逡減

初動出荷，減衰係数による指数関数的に販売量

が減衰するモデル

各製品を上記のモデルに設定し、累積誤差およびボラティリティを見ながらパラメータチューニングを実施するようになっている。需要予測システムは週次で稼働させ、専任者によりモデル選定、パラメータチューニングを行い予測精度を確保している。

また、製品を4つの象限に分け後述する販売計画と併せて管理している。

I1：販売シェア 大 理論在庫日数 小

予測精度の向上や、在庫制御パラメータの調整を綿密にやり、在庫削減を制御目標にするアイテム。

I2：販売シェア 小 理論在庫日数 小

在庫パフォーマンスの追求より、やや在庫を増しても目配りを減らし管理負荷の通減を制御目標にするアイテム。

I3：販売シェア 小 理論在庫日数 大

在庫インパクトは低いので、在庫削減効果のメリットより欠品リスクのほうが深刻であり、商品の販売戦略上の重要性を検討し、廃止や他商品への代替を検討する必要がある。

I4：販売シェア 大 理論在庫日数 大

予測によって理論在庫日数を小さくできない問題アイテムであり、販売計画の精度が問われやすい。取引ルール等にて見込み需要の安定化を図る必要がある。

特にI1とI4およびI4とI3の境界付近に位置する製品は需要予測システムの適切なチューニングと販売計画の精度を厳密に管理する必要がある製品群である。

7.2 販売計画策定システム

販売計画は需要予測システムと連結されており、以下のように分類されている。

(1) 短期需給計画用

日別12週間、生産輸送計画作成の基礎データとなっており、毎週ローリングしている。

(2) 年間シミュレーション用

日別24カ月、この販売計画から日別の年間生産輸送計画をシミュレーションし、最需要期に向けた前倒し生産、在庫日数設定等を行っている。また、生産設備の能力設定試算にも活用している。

(3) 原料乳需給調整調達計画用

月別24カ月、原料乳の変動による需給調整シミュレーション、原料ナチュラルチーズの熟度別管理に輸

入チーズの調達計画策定に活用している。

以上の販売計画は同期されており、長期から短期へと移行されるようになっている。

7.3 製品要求量算出システム

各地域で作成された販売計画から最終的に工場生産計画の基礎数字となる製品要求量を算出するシステムが存在している。要求量の算出におけるパラメータは以下のとおりである。

- ・ 各地域日別販売計画量
- ・ 地域在庫補充拠点設定在庫量
- ・ 拠点間輸送リードタイム
- ・ 各地域合算設定在庫量
- ・ 工場→在庫拠点輸送リードタイム
- ・ 工場製品検査リードタイム

以上のパラメータで各工場への生産要求量、輸送計画の輸送要求量が算出されている。

7.4 生産計画立案システム

生産計画立案システムは前述の生産要求量を各工場の該当ラインに割り振る。生産日程および生産量決定のアルゴリズムは需要の上ブレと下ブレを考慮して決定するものとなっている。

(1) 生産日程決定アルゴリズム

- ・ 生産要求量を算出する。
 - ・ 欠品予定日を算出する。
 - ・ 販売計画誤差率から上ブレ需要時の生産要求量と欠品予定日を算出する。
 - ・ 生産日は上ブレ需要を考慮の欠品予定日とする。
 - ・ 生産量は上ブレを考慮しない生産要求量とする。
- 最後に、生産順序はその欠品予定日の早いほうから製品を抽出することで決定する。

(2) 生産量決定アルゴリズム

- ・ 製品の需要下ブレした場合の販売期限日に対して、販売計画どおりの場合の在庫日数を理論的
最大カバー日数とする。
- ・ 最大カバー日数を超えない範囲で、製品別の最大生産量を算出する。
- ・ その他の生産ライン制約条件を加味して日別の生産計画を決定する。

実際の運用では、週次で日別生産計画の自動立案を実施し、システムから出力されるアラームを確認する(アラーム種：欠品発生、要求量生産不能、過剰在庫発生等)。

自動立案された生産計画と販売計画を生産計画プランナーと営業企画担当で手動調整し、アラームが消

えるように計画を完成させている。

7.5 輸送計画システム

輸送計画システムの運用は日次であり、工場から拠点倉庫、拠点倉庫から地域倉庫への製品輸送量を算出し、積載調整機能により指示された輸送量に対して、一定範囲の在庫量を確保できるように最適な輸送手段と車種を選択している。この結果から運送会社とのシステム連携で配車指示を行っている。

例 北海道工場～関東倉庫

- 輸送手段 (1) JR 利用 5t コンテナ
(2) トレーラー輸送 海上コンテナ
(3) トラック 12t 輸送 フェリー

以上の3パターンについて輸送日と輸送ロットを設定し、在庫推移と輸送料金をシミュレーションしている。

8. 物流ネットワーク

8.1 本州生産品ネットワーク

従来は、生産された製品は、各地域の配下にある営業倉庫に直接輸送され出荷していた。基本的に工場から倉庫までが1段輸送となり、100%近い積載率での輸送が可能であり、輸送料は効率化されていた。

一方で、需要が小さい地域では工場からの輸送単位がまとめられ、輸送回数が少ないため、在庫過剰や欠品発生の原因となっていた。

SCMシステムにより、本州生産品のネットワークは工場から集約倉庫に輸送、そこから地域へ転送するというマザーフロント方式に変更した。この方式は多段輸送となり、輸送料と入出庫料が増加するが、在庫削減によるキャッシュフロー改善や保管料の低減により、物流費全体として効率化が達成できた。

8.2 北海道生産品ネットワーク

北海道生産品は温度帯の違い、賞味期限期間の違い、製品形態の違いといった多様な条件により、様々なネットワークが存在していた。これを本州型の物流ネットワークとすることは不可能であると判断した。

賞味期限の比較的短い商品群は本州型と近いオペレーションとし、在庫量削減を実施した。

前述したとおり、原料乳製品は需要に即した生産だけでなく、原料乳処理のために生産されている。そのため、過剰在庫を余儀なく持つことになる。これらの製品群は在庫削減ではなく倉庫集約化と日付管理制度の向上を目標とした。

6拠点独立に配送する物流ネットワークでは、各拠点で安全在庫を持ち在庫補充するため、計画値との誤差が増幅される。結果、全国合算で集約保管に対して在庫量の過多になる。

SCMシステムでは北海道をマザー倉庫とし、他の5拠点には設定在庫日数分輸送要求量が算出され転送することとした。これにより、地域間の転送がほとんど発生しなくなり、日付逆転問題もかなり緩和された。

ただし、本方式は総在庫日数 n が損益分岐在庫量より大きい場合に費用効果がでるので、総在庫が減少した場合は6場所直送の方が優位となる。

以上、最終的には10パターン程度のネットワークを設定し、どのパターンであってもSCMシステムによる計画運用が可能となっている。

8.3 在庫日数設定

在庫日数設定システムは3カ月、6カ月、1年のスパンでシステムを運用し倉庫に持つべき在庫量の設定に活用している。

$$\text{安全在庫} : D_1 = k\sigma/\mu\sqrt{T}$$

販売変動が大きい製品の変動評価指標として

$$\text{販売変動評価} : D_2 = \mu_{\max}/\mu$$

生産能力が不足の場合の考慮評価指標として

$$\text{生産能力評価} : D_3 = k\sigma/\mu\sqrt{T} - (P - S)/\mu$$

k : 安全係数 μ_{\max} : 最大出荷量

σ : 販売実績誤差 P : 生産実績

μ : 平均販売実績 S : 出荷実績

T : 生産間隔

以上の3つの指標を比較し、最大値を設定在庫日数として設定している。

以上、雪印乳業におけるサプライチェーンの特徴とそれに対応したSCMシステムの構築および各システムの概要を述べた。