

食品産業における次世代工場システム

巻島 昭夫

1. はじめに——検討対象の設定

食品産業における次世代工場システムを考える場合、問題の対象をある程度絞らないと、食品産業に含まれる業種の範囲の広さ故にまとまりがつきにくくなる。そこでまず食品産業を概観してみることにしよう。

わが国の食品総市場は種々の統計資料からの推定によると現在総額約40数兆円といわれている。そしてその内訳はおおよそ、生鮮食品40%、加工食品40%、外食20%である。このうち生鮮食品関連ではバイオテクノロジーを活用した野菜の栽培工場、また外食関連ではレストラン・チェーンにおけるセントラル・キッチン・システム等、工業レベルの生産方式がとられているものもあり、いずれも今後の更なる発展が期待されているが、いわゆる工業的な食品製造業といえるのはやはり加工食品分野が主になろう。それに含まれる業種は、酒類、牛乳・乳製品、缶詰、飲料、油脂、調味料、水・畜産練製品、製粉・粉二次加工品、菓子類、砂糖・糖化製品、冷凍食品、惣菜類、等々多種多様にわたっている。もちろんこれらの食品製造業が必ずしもすべて工業レベルにある訳ではなく、規模、内容ともに家内工業といった方がよいものも含まれている。

さてこれらの食品製造業を製造形態から見て大別すると「プロセス産業型」と「組み立て産業型」に分けられる。少品種で大量に生産される食用油、調味料等の素材寄りの食品はプロセス産業型であり、素材が加工され、多品種の小物包装製品になる加工食品、調理食品、テイクアウト食品等の惣菜寄りの食品は組み立て産業型である。もちろん素材系の食品は少品種といっても製造プロセス面のことで、商品の荷姿レベルでは多品種化の傾向が強くなっている。

個々の業種をプロセス産業型か、組み立て産業型かに

分けるには、業種／製品を細かく分類しないと正確にはいえないが、大体の様子を見るために大掴みに分類すると、プロセス産業型と組み立て産業型の割合は現状の生産額でみて概略6対4であり、プロセス産業型の方が多いようである。このプロセス産業型の製造形態をとる業種においては、グローバル化の推進と、プロセスの革新および自動化によるコストダウンが今後も大きな課題であり、この分野における将来の生産システムの検討はもちろん重要であるが、後述するように今後食品産業全体としては組み立て産業型の生産形態が増加していくことは明らかな傾向である。

そこで本稿では組み立て産業型の生産システムを中心に検討を進めたい。

ところで農産物の自由化、為替の変動、国際化の進展等々今までにない大きな変化が食品産業を取り囲んでいる。また技術の空洞化を避けつつ、グローバル化を進めていくという二律背反になりかねない課題を背負っていることは、食品製造業としても例外ではない。このような経営環境のもとで業種、企業規模によって内容の違いはあるにしても、多くの食品企業が従来の企業戦略の見直しと展開を現在進めている。

これからの生産システムを広く検討する場合、上述のようなマクロな経営環境を考慮することはもちろん重要であるが、国内市場を対象として、国内で製造を行なう企業について考えると、これらの環境もコスト競争力への影響因子としてとらえられよう。ここでは論議を分散させないため、国内市場対象の国内製造のケースについて検討する。

またここでは「次世代」の意味する時間範囲を、5～10年後のイメージとして考えてみる。

さて問題の対象を定めたところで、これからは、

経営環境の変化



基本戦略



まきしま あきお 味の素㈱ 川崎工場

〒210 川崎市川崎区鈴木町1-1

表 1 社会環境, ライフスタイルの変化と食生活への影響

《社会環境, ライフスタイルの変化》	《食生活への影響》
生活レベルの高度化	<ul style="list-style-type: none"> ● 飽食の時代であり, よりおいしい物を求める ● 趣味としての食事を大事にする ● 新鮮志向, 本物志向, 天然志向が強まる 外食利用機会が増加する
就業女性人口の増加	<ul style="list-style-type: none"> ● 食事の準備時間の短縮, 料理の簡便性の要求が強まる ● 母親が娘に料理を教える時間がない ⇒ 家庭における料理の習慣の変化 ● おふくろの味の消滅と惣菜マーケットの拡大 ● 世帯としての所得増⇒生活レベルの高度化
高齢者の増加	<ul style="list-style-type: none"> ● 健康志向の増加 (健康食, 機能的食品 等) ● おいしい病人食が求められる ● 成人病への対応 (メニュー提案 等) ● 家庭への配食サービスのニーズが高まる
価値観の多様化	<ul style="list-style-type: none"> ● 個人としての時間, 嗜好が尊重される ● 実用 (経済性, 簡便性 等) と趣味 (高級性, 手作り 等) が使い分けられる
核家族の増加	<ul style="list-style-type: none"> ● 家族数の減少により購入単位が小さくなる (例: 少量包装食品) ● 個食が増加する
生活時間の延長 (いわゆる24時間都市)	<ul style="list-style-type: none"> ● 24時間サービス店舗が増加する
住宅と台所事情	<ul style="list-style-type: none"> ● 狭い住宅では煙の出る料理は嫌われる ⇒ 家庭料理のメニュー変化
労働時間の短縮と 余暇利用の多様化	<ul style="list-style-type: none"> ● T. P. O. に応じて食事の演出をするようになる

求められるシステム要件



次世代工場システムのイメージ

の順で検討を進めることにする。

なお, 本稿は「新生産システムの開発に関する調査研究報告書」(日本機械工業連合会発行, 平成元年3月)の第3章6節にもとづいており, 表1, 2, および図1はそのまま転載した。

2. 経営環境の変化

産業構造, 就業構造, 消費者, 勤労者の価値観, 生活様式など食品産業をとりまく経営環境は大きく変わりつつある。食品産業に対して, 量の面で影響を与えるものと, 質の面で影響を与えるものを考えると, 前者ではわが国の人口構成, 後者では消費者の食生活から見たライフスタイルの変化と販売環境 (小売り業, 卸売り業, 流通業) の変化が大きな要因になろう。ここでは特に質の面で影響を与えるものについて考えてみよう。

まず食生活に影響を与える社会環境およびライフス

イルの変化としては以下のようなことが挙げられよう。

- 生活レベルの高度化
- 就業女性人口の増加
- 高齢者の増加
- 価値観の多様化
- 核家族の増加
- 生活時間の延長
(いわゆる24時間都市)
- 住宅と台所事情
- 労働時間短縮と余暇利用の多様化

これらの要因が食生活に与える具体的な影響例を表1に示す。

このように, 量ではなく質を求める社会環境, 意識構造のもとでは, 販売側としても最終消費者のニーズにすばやく対応していけるようになっていくことが重要であり, それにつれて製造側としては, 最終消費者にもっとも近く, 最新の情報に接している販売店の意向に即応できるようにすることが要求される。小売り業, 卸売り業, 流通業の変化としては,

- 店舗の多様化
- POS等の情報化
- 少量多頻度発注
- 食品流通VAN

等が食品産業への影響因子となっていく。

3. 求められるシステム要件

食品製造プロセスにおいて、扱う対象が素材よりも惣菜寄りの製品になればなるほど、日付商品（製造年月日を表示する商品のこと。商品の種類によっては時間を表示する場合もある。）としての製造および流通段階における品質管理も厳しくなる。これがまた他の産業と違う特徴の1つでもある。こういう商品にとっては流通リード・タイムの短縮が必須であり、また嗜好の多様化のため画一的なレシピ（原料の配合割合）による大量生産は必ずしも適切ではなくなる。よって組み立て産業型の製造形態をとる食品工場は消費地密着にならざるを得ず、小規模工場が各地に分散することになっていくであろう。そのような状況では、分散による業務の重複、効率の低下を防ぎ、さらに管理における距離感覚をなくすためにも情報ネットワークの完備が欠かせないものになる。

これらのことより基本戦略としては、

- 多様化するニーズに対応できる開発体制
- 開発から生産までのリード・タイムの短縮
- 消費地に密着した小規模生産システム
- 多品種少量生産体制
- 柔軟性ある生産工程
- 情報ネットワークの活用体制

の確立が優先されよう。

これまで述べてきたことを踏まえると、これからの食品製造業における生産システムの要件は下記のようにまとめられよう。

- ①低コストでの多品種少量生産
- ②受注から納入までのリード・タイムの短縮化
(新鮮日付商品の提供)
- ③新製品設計から試作、製造、販売までの期間短縮
- ④迅速、正確な検査にもとづく品質管理システム
- ⑤省力化、自動化の徹底
- ⑥特に原料調達を意識したワールドワイドな生産管理システム
- ⑦販売状況に合わせられる生産システム
- ⑧生産管理情報システムと生産システムとの統合
- ⑨フレキシブルな工程構成に対応できる生産管理情報

システムの構築

⑩(保存、包装等の)新技術への対応

これらを統合してシステムとして成立させることがいわゆる食品産業のCIM(Computer Integrated Manufacturing)の具体化につながっていく。

4. 次世代工場システムのイメージ

前節で述べた諸要件を満たす工場システムに関し、技術を切り口としたキー・ワードを表2にまとめた。システムの概念図を図1に示す。

以下この表と図の説明を兼ねて、ある工場の1日をシナリオ・ライティング風に記述しながら、次世代工場システムのイメージ例をまとめてみたい。

08:00 AM 生産管理係にて

端末を見るといくつかの営業所から、先週全国一斉発売を始めた新製品の追加オーダーが入っている。急ぐ場合は本社を経由しないで直接工場にオーダーがくる仕組みになっている。今回はA, B, C, D, Eの5品目同時発売だが、一番不安だったDにむしろ人気があるようだ。予定を見るとDは今日ではなく明後日の生産になっている。作りだめできない商品なのでクイック・アクションが勝負だ。といっても今日の午前の工程計画は昨夕に段取りがすんでいるので、午後からの計画変更だ。こういう時にエキスパート・システムは有力な武器になる。希望生産量や工程条件を与えると生産、包装の可能ラインと追加発注が必要な原料がすぐわかる。端末を通じ現場にもさっそく変更を伝える。

当社では10工場が北は仙台、南は博多と各地に分散している。変更対応がすんだので全社ネットワークにより本社の生産管理データベースをアクセスし、それら他工場への追加注文の様子を見てみる。どうも当工場の担当地区の嗜好傾向は特異的であるようだ。というのはどこの追加注文もDが一番少ない。こういう時にニーズに応じた迅速対応が可能なのも工場が地域分散しているメリットである。もちろん今回の5品目についても基本レシピは中央研究所で開発したが、生産用は各地域の嗜好の特色に合わせて、各工場毎に若干異なっている。来年は北海道にも新工場ができる予定だが、最新鋭設備が導入され、ずいぶんとコンパクトな工場になるらしい。今から楽しみだ。

08:30 AM 製造現場にて

この工程の午後の生産予定が変更になった。工程計画システムと対話しながら午前の製品からの切替え手順を決める。省力化が進んでいるため要員は変更しないで対応できる。午後の製品のためにはふだん余り使わない設備を使うことになるが、定期保守期間中に操作性が改善されており操作ミスは心配ない。あとは原料と包材が届くのを待てばよい。

09:15 AM コントロール・ルームにて

この工場では1つのコントロール・ルームで集中管理されており、ここにいると全工場の運転状態がわかる。各工程の要員配備状況、装置稼働率もリアルでわかる。現状の運転については特に問題ない。

11:30 AM 製造現場にて

午後使用予定の原料が納入される。ジャスト・インなので倉庫がいらない。すぐ検査係に原料サンプルをエア・シューターで届ける。迅速分析法が実用化されているので午後の作業に間に合うようにこの原料の使用可否の判定結果はわかるはずだ。

01:00 PM 新製品導入の打ち合わせ

中央研究所の担当者が来訪し、新製品の試作について打ち合わせる。この新製品は先月の本社での企画会議で提案されたもので、中央研究所での検討が一通り進み、当工場のコマmercial・プラントにて試作することになった。最近では技術情報の管理が進み、シミュレーションの精度も向上しているため、R&Dのスピードが上がってきた。製造上の実際の問題点も現場での試作によって早く、的確にわかるようになった。今日の検討結果では、今までに使用したことがなく、しかも粘性の面でハンドリングに注意を要する原料を扱うとのことであるため、汎用実験プラントにてまずテストをしてデ

表2 小規模生産システムに関するキー・ワード

《定常/非定常》	《業務》	《キー・ワード》
定常業務への対応	生産計画作成	<ul style="list-style-type: none"> ● 短い計画サイクル ● 分散工場を本社が統括 ● 世界規模での原料調達 ● 正確な在庫把握
	受注情報による生産計画の確定	<ul style="list-style-type: none"> ● 24時間対応のダイレクト・オーダー・エントリ ● 受注情報による生産計画の確定 ● MRP等の活用による原料、包材のこまめな手配 ● 売れるスピードに合わせた製造
	工程計画	<ul style="list-style-type: none"> ● エキスパート・システムによるスケジューリング ● 作業の標準化
	生産/包装/検査	<ul style="list-style-type: none"> ● 1コントロール・ルーム/1工場 ● 小人数生産体制 ● 小ロット生産 ● 混流生産 ● 最適段取り切替え ● エキスパート・システムによる作業指示 ● 不良率極小化 ● 標準化された単位操作の組み合わせ ● 単一装置で複数の単位操作が可能 ● 最小生産ロット・サイズに対応可能なキャパシティ ● 操作性の良い機器 (高齢者、パート労働者) ● 迅速分析機器の装備(オンライン) ● 鮮度センサ、鮮度保持技術の実用化 ● 流通中における加工処理技術 ● 粉体、粘性流体、柔らかい材料のハンドリング ● フレキシブルな包装機械 ● 運転データに関する実績データベース ● 製造状況のリアルタイムによる把握 ● 設備、要員稼働率の日次把握 ● 生産管理情報システムと検査情報管理システムの統合
	出荷	<ul style="list-style-type: none"> ● エキスパート・システムによる配車計画 ● 24時間出荷体制
非定常業務への対応	設備保全	<ul style="list-style-type: none"> ● 予防保全システム ● メンテナンスしやすい設備 ● エキスパート・システムを用いた故障診断
	棚卸	<ul style="list-style-type: none"> ● 日次棚卸システム ● 月次決算の迅速化(即日) ● 管理サイクルの短縮化
	新製品、特注品への対応	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発期間の短縮 ● 工程等の変更に柔軟に対応できる生産管理情報システム
	クレーム対応	<ul style="list-style-type: none"> ● lot tracking

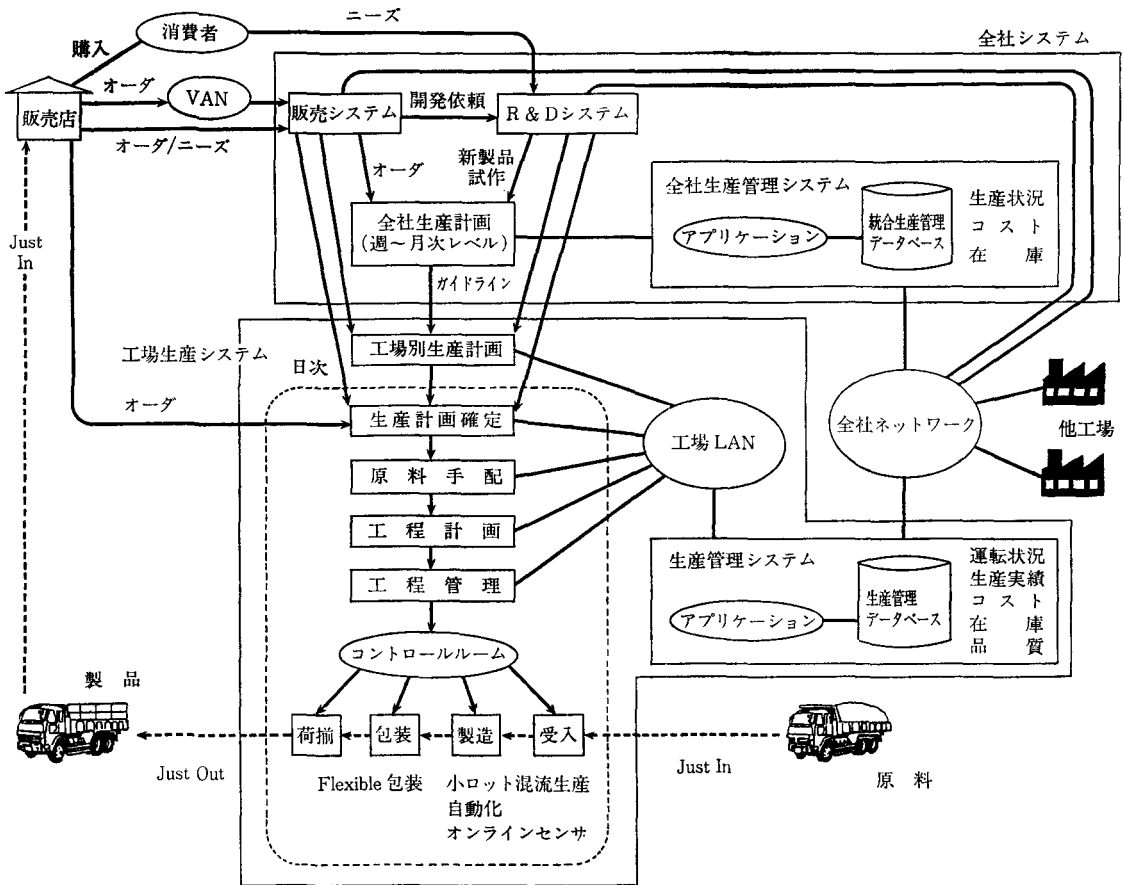


図1 消費地近接/分散立地型小規模生産システム概念図

ータを分析してからコマmercial・プラントでの試作に入るのがよいだろうとの結論に達した。装置の洗浄条件も同時に検討する。3パッチ運転すれば製造技術面での検討はOKだ。

01:30 PM 包装現場にて

午後の包装品目が変更になったが、包装形態は午前と同じ箱詰めなので、サイズのセッティングを変えるだけでよい。瓶詰めなら隣の係だ。外箱に貼るラベルもすでに印刷してある。包装する品種は多いが、包装ロボットの進歩は素晴らしく、フレキシブルな対応が可能である。

03:00 PM 生産計画会議

今日は金曜日なので来週のプロダクション計画を立てる。昔の計画は月次単位だったが、計画の変更も多いし、変更

への対応もスピーディにできるようになったため、今では基本計画のサイクルは週次になっている。今月の販売目標や新製品動向をベースにして本社から当工場に指示される週間基本生産量をもとにして、当工場としての要員予定、原料在庫、原料納入リード・タイム、工程の製造最小ロットサイズ、工程切替え順序等を端末から入力し、エキスパート・システムで対話しながら計画を作っていく。もちろん先ほど決まった新製品の試作計画も折り込む。製造各係の責任者が出席しているので画面を見ながら条件を変え、次第に各係で整合性の取れた計画になっていく。これをもとにして原料システムにて原料展開し、原料メーカーには納入依頼の予告をVANを通して発信する。主原料については、先々月の円高時に本社でまとめて輸入契約が済んでいるので、今月の製造コストは充分に目標を達成できる見込みだ。あとは端末に各日の生産品目と生産量

を入力すれば工程計画が決まり、来週の基本運転計画が表示される。

04:37 PM 受け付けにて

ユーザーからの電話はまずここにつながるが、珍しくクレームの電話がある。商品の箱の中に入っているはずの使用説明書がなかったとのこと。お詫びしてお客様の住所、購入したスーパー名と日時をお聞きする。すぐ営業所に手配する。生産管理係にはスーパー名と日時を連絡する。それにより製造日とロットが分かるし、同一ロットが他には何処に納められたかも分かる。使用された原料ロットまで遡れるが今回はその必要はないだろう。あとは担当者が対処してくれるはずだ。

05:00 PM 生産管理係にて

今日の生産実績をチェックする。不良品の発生もない。製品もジャスト・アウトで出荷された。

念のためにいくつかの管理データの照会画面を呼び出す。データベースには全工程の生産実績値が入っている。分析値を見るとある原料の品質が一応合格範囲に納まっているが低下傾向にある。さっそく明日メーカーに連絡しよう。中間品の在庫は適正レベルにある。棚卸データを見ると今日の発生コストは今週の目標値

の96%だ。

5. おわりに

食品産業における次世代工場システムとして、本稿では「国内」における「加工食品メーカー」のうち「組み立て産業型」の「小規模生産システム」について検討した。

表2に技術上のキー・ワードを掲げたが、これらの項目も個々には今でも実現しているものが多い。問題はこれらを有機的に統合していくことである。それには単純明快な妙手があるわけではなく、ハードおよびソフトの技術の力を用いて1つ1つ着実に解決していくより他はない。また工場として閉じたシステムをつくるのではなく、販売、開発ともリンクしたいいわゆるCIMを形成していく方向が必然であろう。

食品産業としての生産システムについては、今回の検討範囲からはずした素材型のメーカーにももちろん課題は多く、また世界的な技術の潮流、グローバル化の進展等を踏まえた、さらに広い観点からのアプローチも重要である。

最後に本テーマにつき御指導をいただいている早稲田大学システム科学研究所高橋輝男教授、中根甚一郎教授に感謝致します。

全世界のORに関する文献の Abstracts 専門誌

IAORを活用しよう

IAOR (International Abstracts in Operations Research)は、IFORS(International Federations of Operational Research Societies)が発行している、世界のOR関係の論文および単行本の英文アブストラクト誌です。年6回発行され、約2400編のアブストラクトが収録されています。カバーされている雑誌は、主要なものだけでも50種を超えています。

内容は、モデル、実施例、理論の3つの部門にわかれ、その中がさらに細かく分類されています。著者索引および非常に便利な項目索引もあって文献を探すのにとても便利です。お申込みは学会事務局へ。なお、購読者の方で来年度より中止される方も12月15日までに学会事務局へご連絡ください。

1990年購読料：8,500円