組立産業における生産革新に関する研究

日大生産工（院）　○聞　人君
日大生産工　大澤　紘一

1. はじめに

近年日本の製造業においては，グローバル化や顧客ニーズの多様化などにより，少品種大量生産から多品種少量生産(変種変量生産)への移行が余儀なくされており，これに対応するため，組立産業の生産システムはコンベア生産方式からセル生産方式に転換が進んでいる。さらに，セル生産に加え，コストの低減と安全性向上のため，多機能のロボットが生産現場で利用されるようになってきた。

2007 年に報告された当面する企業経営課題に関する調査結果[1]より，日本の製造業で重視されている生産システムに関する課題とは，「効果的な生産方式の導入・定着」，「需要変動に対応した生産システムのフレキシブル化」などが挙げられている。

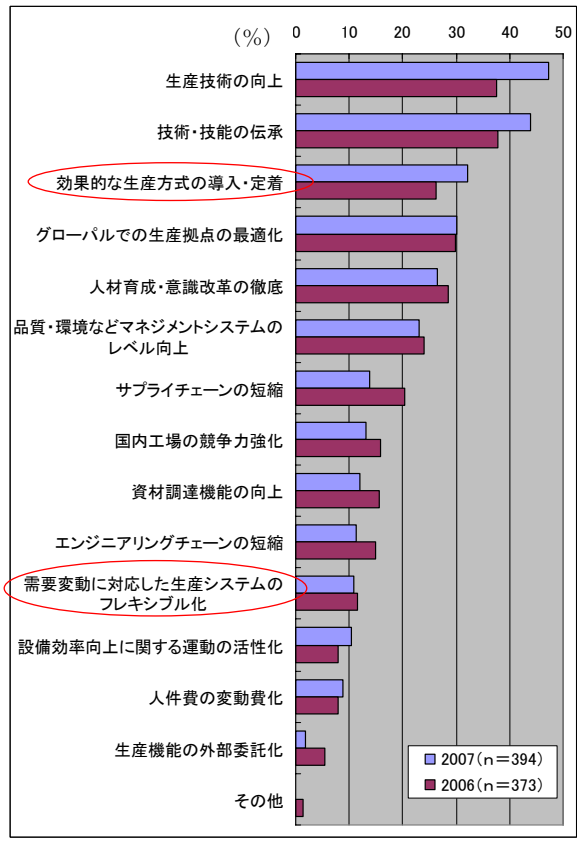

図１　製造業で特に重視している課題（前年比較）

本研究では，日本の各種製品の組立産業における生産革新，すなわち，効率的な生産システムの現状を調査し，今後の方向について考察する。

2. 組立製品の特徴

組立型製品は範囲が広く，部品数十点で軽量品の携帯電話から，部品数万点で重量物である乗用車まで含まれている。

また，製品アーキテクチャは図２に示すように部品設計の相互依存度と企業間の連結状況により三つの基本タイプに分類されている[2]。

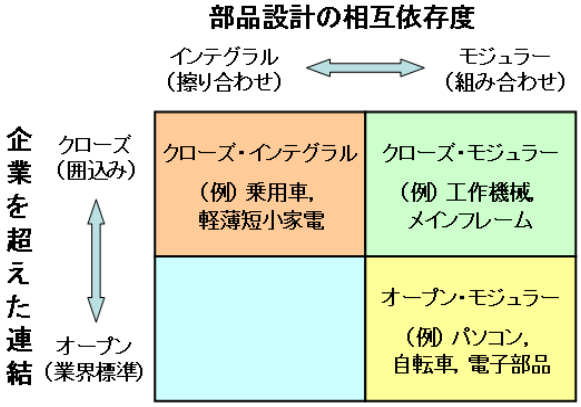

図２　製品アーキテクチャの基本タイプと製品例

また，図３に組立製品のモジュラー化の動向を示す。パソコンなどは既にモジュラー化されているが，クローズドインテグラルに位置付けられている乗用車においてもモジュール化の傾向が進んでいる。このようなアーキテクチャの変化は，組立産業の生産システムや企業構造に大きく影響するであろう。

A Study on Improvement of Production System in Assembly Industry
RenJun WEN and Koichi OSAWA

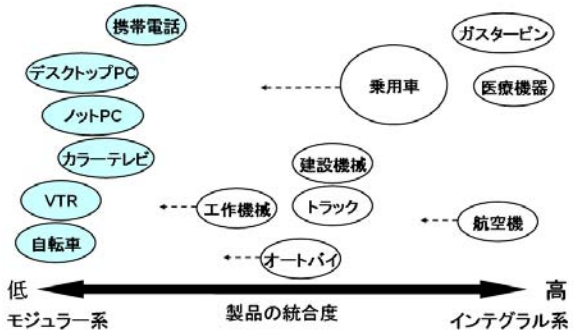

図３ 組立型製品のモジュラー化の動向（イメージ図）[3)]

3. 組立産業の生産革新の動向

種々の組立製品を製造している企業の最近の生産革新の事例を末尾に添付した。以下，生産革新の動向をまとめた。

3.1 組立産業の生産方式

現在，日本の組立産業では，図４に示すように四種類の典型的な生産方式（専用自動化ライン，人ライン，人セル，ロボットセル）が使用されている。各方式は，中間在庫量，設備投資費用，多品種へ対応，生産タクト，現場作業者の技能・判断への依存度などの点で，長所と短所を持っている。当該製品の部品点数，重量，組立順番，加工方法，ロット・サイズなどに応じて使い分けしたり，組み合わせて，生産が行われている。

生産システム形態	ライン方式	ライン方式	セル方式	セル方式
	自動化	労働集約	労働集約	自動化
生産効率のポイント	(C)	(A)	(B)	(D)
中間在庫	× (各工程に仕掛りあり)	× (各工程に仕掛りあり)	○ (ほとんどなし)	○ (ほとんどなし)
工程間における作業調整 (とりおき・手持ち・在庫運搬ロス)	× (工程間調整ロス)	× (工程間調整ロス)	○ (なし)	○ (なし)
作業者の組立て熟練度	◎ (不要)	△ (不要)	× (要)	◎ (不要)
多額の必要設備投資	× (1億円以上)	△ (不要)	△ (不要)	△ (2千万円程度)
生産量変動へのフレキシブルな対応	× (作りすぎのロス)	×、△ (工程変更困難)	◎	◎
多品種生産への対応	× (1機種)	△ (2～3機種)	◎ (無制限)	◎ (無制限)
技術による進化と 擦り合わせの妙味	◎	×	×	◎
タクト (部品10点の組込み時間で比較)	◎ (5秒/個)	○ (10秒/個)	× (60秒/個)	○ (15秒/個)
最適生産	1機種 大量	2～3機種 大量	1機種～多品種 少量～中量	1機種～多品種 少量～大量

図４ 異なる生産システムの比較[4)]

3.2 組立産業における製品タイプと生産方式

事例調査などから，各種組立産業の生産方式を製品タイプ別にまとめると図５のようになる。多品種少量生産または変種変量生産をしている製品分野ではセル生産が導入されている。セル生産はこれまでの家電，精密機器だけではなく，汎用機械や自動車部品などに広がる傾向がみられる。

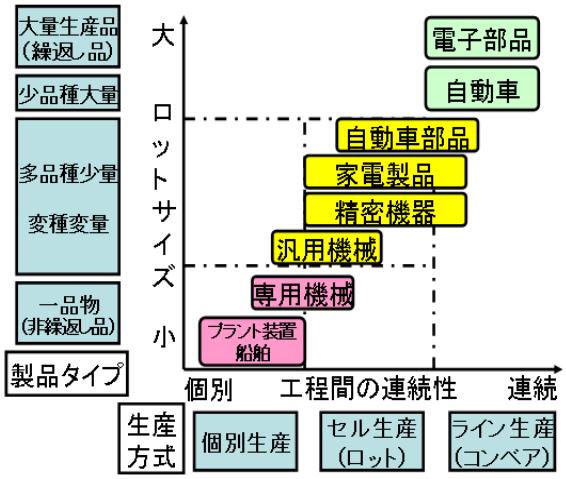

図５ 組立産業の各生産形態[5)]

3.3 セル生産の発展

1990 年代初頭以降，セル生産方式と呼ばれる新たな生産方式を製品・部品の組立工程に導入する企業が増加し始め，近年はその普及にいっそう弾みがついてきている。 図６に示すように，既存の生産方式に対する人間性と生産性の両面での優位性，導入された生産現場に見られる生産レイアウト・労働・技術等の変化の大きさからいって，セル生産方式は組立産業における生産革新の一つとなっている。

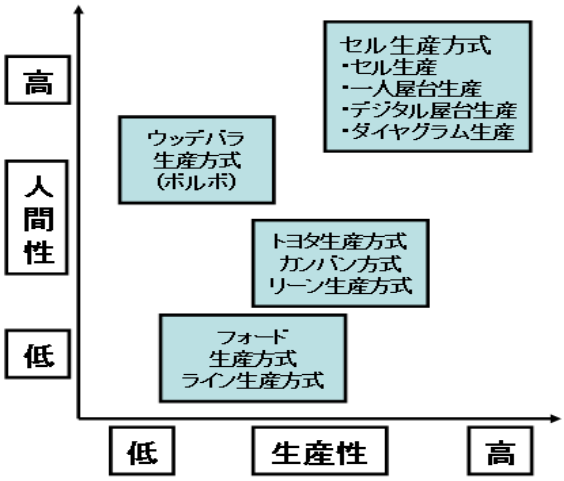

図６ 生産方式の進化と生産性，人間性との関係

生産コストを低減し，フレキシブルに顧客ニーズに対応するため，パソコンなどモジュール化が進んでいる製品はセル生産方式に変わっており，それはスペックが異なる多品種の製品を少量ずつ効率よく生産するのに適し

ている。セル生産方式は一人屋台方式，分割セル，リレー方式などさまざまな形態で生産性向上に寄与している。（図７）

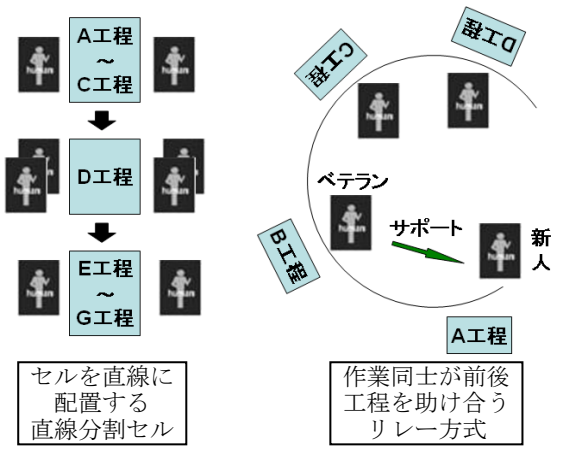

図７ セル方式の進化の例

3.4 異なる生産方式の併用による生産革新

図８に示すように複写機の受注生産に際し，受注台数の変動に対応すべくライン方式とセル方式を併用して，在庫を圧縮しながら，納期を短縮している。

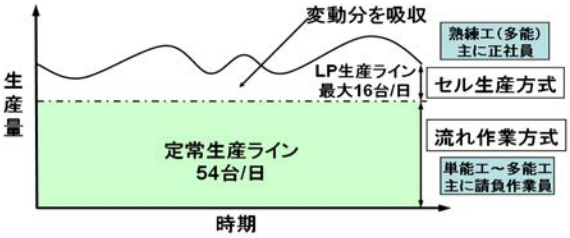

図８ 需要変動に対応した生産の仕組みの例[6)]

典型的なインテグラル型製品自動車は部品の寸法，重さ，複雑性，組立順次性などの製造条件制約により，セル生産方式に変えることは不可能であり，通常ライン方式で生産されているが，車両の組立工程で，図９に示すように生産性を高めるためのモジュール化が進められている。

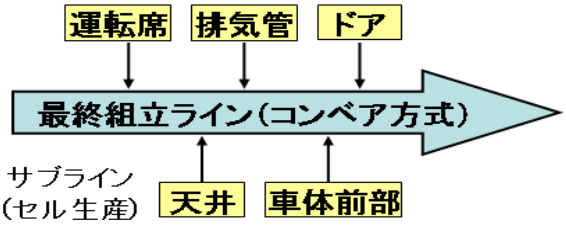

図９ 「フィッシュボーンライン」の概念図[7)]

この方式はいくつかの部品を組み合わせたサブシステムすなわちモジュールをまずセルで組み立て，これを車体に組付ける方式であり，コスト削減やリードタイム短縮を実現する手法として導入されている。

3.5 生産革新に伴うサプライチェーンの変化

自動車産業におけるモジュール生産システムの導入によって，一次，二次部品メーカーなどのサプライチェーンの構造変化も進んでいる。モジュール化の進展に伴い，自動車メーカーと部品メーカー間の組織形態は図 10 のように発展すると考えられている。

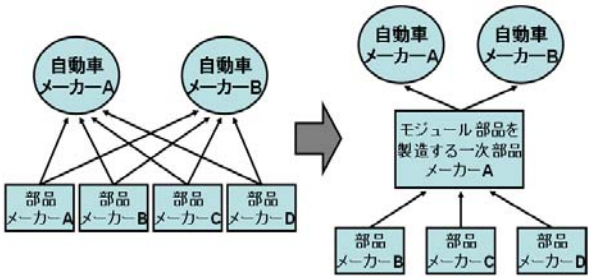

図 10 自動車産業サプライチェーンの変化傾向

自動車業界だけではなく，すべての組立産業のサプライチェーンも生産革新とともに，変化していくものと予想される。

3.6 ロボットの導入

多くの種類の部品の中から必要な部品を取って，穴や突起の位置を合わせて組み立てて，最後に外観をチェックする。こんな器用な動作をするロボットが組立産業に導入されている。日本はセル生産方式で多品種少量生産に対応し，また，組立産業は生産効率向上及び人の作業負担の軽減を目的として，24 時間稼動可能の自動化生産ラインも進歩している。さらに，組立製品のモジュール化傾向に伴う多能工の機能を有するロボットによる，セル生産の自動化も進んでいる[4)]。究極の全自動化ロボットセルがよいか，多能工と多機能機械と融合した人-ロボットセルのほうがよいかは生産する製品に依存している。これまでの単機能ロボットではなく，多機能ロボットが速く確実に簡単な動作で製品組立てられるようになると，作業員の労力も緩和できる。

5. まとめ

組立産業では多くの製品分野でニーズの多様化や著しい需要変動に対応するため多品種少量生産や変種変量生産などが可能なセル生産方式が導入されている。しかし，製造業における生産革新は生産方式を変えるだけで達成できるのではなく，工場全体の効率化，さらにサプライチェーン全体の効率化を図らねばならない。多くの製造企業ではトヨタ生産方式を導入し，全体の効率化によるコスト削減に取り組んでいる。なお，トヨタ生産方式をそのまま導入するのではなく，その企業に合った仕組みに改善・発展させることが必要と考えられる。

6. 参考文献

1）社団法人日本能率協会,「当面する企業経営課題に関する調査」,（2007）, pp.74-76

2）藤本隆宏，日本のもの造り哲学，日本経済新聞社，（2004）

3）藤本隆宏，新宅純二郎，中国製造業のアーキテクチャ分析, 東洋経済新報社, p.36 の図を基に筆者作成

4）藤田俊弘,「多品種変量生産への最適性を 6 年間実証した IDEC のロボット制御セル生産システム」,（2006）

5）武内登，セル生産，日本能率協会マネジメントセンター, p.205 の図を基に筆者作成

6）木村知史，吉田勝,「このままで危ないセル生産」，日経ものづくり，（2004.7）, pp.39-61

7）日経産業新聞,「点検‘日産 180’変革の最前線」,（2003.6.23）

主な組立企業の生産革新の事例（新聞，文献，実地調査により情報収集）

企業	製品	生産革新	成果
新潟原動機	発電用ガスエンジン	組立てはセル方式に切り替え	コストを2年間で半減, 生産日数50%圧縮し, 短納期達成
TOTO	衛生陶器	作業員が複数の工程を担当するセル生産	仕掛かり 7 割削減, 製造に要するリードタイムも 1/3 の約 4 日に短縮
アマダマシニックス	板金・鍛圧機械	組立工と電気配線技術者の２人セルで工程簡略化, 責任を明確	仕掛かり在庫を 3～4 割削減し, 組立て期間を半減
日本ビクター	プラズム･ディスプレー･パネルテレビ	部品台車や設備のレイウトを工夫し, セル生産を強化	1 日当たりの生産能力は約 45 台から約 70 台に増え, 作業面積も半減
日立製作所	サーバー基板	基板実装の数工程を１人セルで	待ち時間が従来 1/3 に当たる約半日で製品が完成
リコー・ユニテクノ	複写機, デジタル製品	台車連結しモーターで駆動, 台車上でセル生産	電力消費 1/80, 台車ごとに品目を変えられる, 1 ラインで混合 8 種類生産が可能
マツダ	自動車	モジュール生産方式の導入	部材重複を解消, 材料軽量・コンパクト化を実現, 生産コストを 1 割前後削減
日産	自動車	モジュール生産方式の導入	1～3 割生産性向上
いすゞ自動車	ディーゼルエンジン	15 人ラインから１人セルに移行	1 人の作業者が主要な 200 部品を取り付ける。 生産性 3 割向上
キャノン	複写機	マルチセル, マイスター制	部品在庫は 3 日から 5, 6 時間, 仕掛かり品在庫は 20 日から 1/4 に短縮, 1 人が多品種対応できる
ローランドデージー	プリンター	デジタル屋台で生産力アップ	組立て方法などをイラストで表示, 熟練工でなくてもスムーズの作業を進められる
日立 AP	洗濯乾燥機	部組み本流ラインと個別支流セル結合	ラインの長さを 3 割以上短く, 組立て時間は 3 時間から 2 時間に短縮, 外注モジュールを内製化。
松下電器	家電製品, DVD レコーダー	セル全面導入, 工場ごとに異なるライン併用	国内 55 工場　生産性 30－40%向上　在庫削減を徹底　少量出荷の多品目に対応
ダイキン工業	業務用エアコン	混合生産とセル生産を組み合わせた方式	3000 機種以上生産, 大型と小型機種の生産時間差を埋める, 多機種素早く対応
IDEC	制御盤	ロボット制御セルの採用	24 時間連続運転で, 1 セルで 30 人分の作業を代替
富士ゼロックス	トナー, カートリッチ	25 人に分割セル生産, 直線配列と JIT 部品供給, 生産平準化	ライン生産に比べ, 1.2 倍以上の生産性向上
NEC	パソコン	4 名によるセル生産, リレー方式，かんばん方式，JIT 生産	月産 5000 台のパソコンを受注生産（BTO）, 数千種類の組み合わせ製品
サンヨー	携帯電話	１人屋台セル方式で組立	携帯電話に加え, ファクスも 1 人屋台方式を導入
その他企業			