

# TOHO GAKUEN UNIVERSITY

3-11 Heiwagaoka, Meito-ku,

Nagoya, Aichi 465-8515, JAPAN

Phone: 81-52-782-1241 Fax: 81-52-781-0931

19 September 2002

Dear Tomas, Lars,

As I told you by e-mail, I send my technical notes (in Japanese).

The title of this technical notes is "The Change of Principles for Structuring Assembly Work: A Suggestion based on the Experience of Volvo Uddevalla Plant" in English.

This technical notes was written in order to introduce main points of your paper on product information to Japanese engineers and appeared in "I E Review" (vol.43, No.3, August 2002, pp.77-84,) which is official publication of Japan Institute of Industrial Engineering.

Yours sincerely,

Uichi Asao

Faculty of Business Administration,

Toho Gakuen University,

3-11 Heiwagaoka, Meito-ku,

Nagoya, 465-8515, JAPAN

TEL/FAX (Int) : +81-52-782-1492 (Direct)

E-mail: asao@nagoya-toho.ac.jp

6.1.142

定式化によって、従来よりも、製品と組立作業の全体が把握しやすくなるとともに、毎年のモデル・チェンジに関する費用を削減することができた。こうして、ボルボ・ウッドバラ工場の非常に高い柔軟性が生み出されたのである。

## 8 組立作業の編成原理の転換

これまで、ボルボ・ウッドバラ工場の経験をもとにした「製品構造の表示と作業の再編成に関する論文」の特徴と構成および概要を紹介してきた。少人数の作業グループによる組立作業の編成原理を明らかにしたこの論文が、日本の組立作業の改革にとって示唆する点を指摘することで、本稿を締めくくりたい。

それは、一言でいえば、少人数（1人から数名）の作業による完成品の組立を効率的に実施するためには、従来とは異なる作業編成原理を開発・採用する必要があるということである。

伝統的な長いコンベア・ラインのもとでの作業編成原理は、徹底した作業の細分化・断片化にもとづいていた。この伝統的なコンベア・ラインを廃止したいいわゆる「セル生産方式」においても、これまでと同じような作業編成原理を前提としたうえで、作業者の担当する工程を増加している場合が大半と思われる。すでにふれたように、作業者の担当する工程が増加すればするほど、一部の熟練した作業者を除き、その作業の習熟に時間を要することになる。

しかし、作業者にとって、担当する作業内容の全体が理解しやすいようになっていけば、この作業習熟を効率的にすすめることが可能となるであろう。理解しやすい作業内容とは、組立作業全体の中での担当する作業の位置が明確で、作業内容が一定のまとまりをも

っていることである。

「製品構造の表示と作業の再編成に関する論文」は、ここに焦点をあてて、従来の作業編成原理を大きく転換するための考え方と実例を提示している。すなわち、ボルボ・ウッドバラ工場では、組み立てる製品（この場合では自動車）の特性を徹底的に研究して、その全体像を階層的な部品グループ（組立作業向けの論理的製品構造）として描き出し、それにもとづいて長いサイクル・タイムの組立作業を編成したのである。

こうした新しい方法を採用した背景には、人間＝作業者の認識に関するつぎのような見方がある。つまり、複雑な作業をこなすための知識（認識）は、個々の断片的な知識（細部の認識）の寄せ集めによって獲得されるのではなく、作業の全体的なイメージの獲得を前提としているという見方である。これまで日本の産業において、「セル生産方式」に限らず、人間の認識のあり方についての十分な考察をふまえたうえで生産方式を構築したことは、ほとんどなかったのではなからうか？

「製品構造の表示と作業の再編成に関する論文」が分析対象としているウッドバラ工場の生産能力は1シフトで年間4万台と比較的少ない。それゆえ、そこで開発された作業編成の原理は、年間10万台から20万台規模の多数の量産工場には、妥当しないと見る見方が多い。しかし、日本や欧米における自動車市場の成熟化の進展とともに、自動車1モデルあたりの生産台数の減少傾向を考慮すれば、この論文が提起しているような作業編成原理の転換の必要性は、以前より強まっているのではないか。

また、上記論文が取り扱っている製品は自動車であり、それは大型で部品数も多い。他方、「セル生産方式」で組

み立てられる製品は、ノートパソコン・プリンター・複写機・ファクシミリ・ビデオカメラ・携帯電話などで、自動車に比べれば小型で部品点数も少ない。それゆえ、これらの製品を少人数で組み立てる「セル生産方式」の場合にも、この論文が提起する作業編成原理の転換の必要性はないのではないかという異論もありえよう。しかし、人間により強く依存する組立作業において、作業者の能力を生かすためには、人間の認識のあり方と作業編成のあり方が深く関連しているという視点が不可欠と思われる。



浅生卯一（あさお ういち）

東邦学園大学 経営学部 教授  
〒465-8515 愛知県名古屋市  
名東区平和が丘3-11  
☎052(782)1492  
asao@nagoya-toho.ac.jp

略歴 1951年生まれ。名古屋大学大学院経済学研究科博士課程単位取得退学。弘前大学人文学部助教授（'86年4月～'02年3月）。

筆者より一言 人間の潜在能力を開発し発展させることができるような労働のあり方が、今後ますます求められると思う。この点で、ボルボ・ウッドバラ工場の経験は、現在もなお十分に研究する意味をもっている。

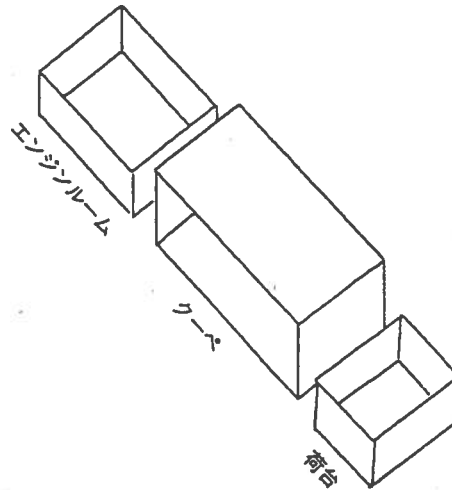
れぞれ3人の作業者が同時に働くことができるようになっていた。

この結果、作業者が車体にとりついて作業をする時には、車体の回りに作業者のいない空き作業スペースが生まれる。この空き作業スペースの合計は、各作業グループが作業をする4つの車体のうちの1台分に相当していた。これは、作業グループ内部のバッファとして機能した。また、作業者が自身の仕事を早く終えた場合には、同僚を手伝ったり、作業を替わったりすることを可能にした。

以上のように、組立作業向けの論理的製品構造(表示)とウッドバラ工場の製造工程の制約条件にもとづいて、組立作業を編成した。この組立作業は、いくつかの作業モジュールから構成されており、その作業モジュールは、製品と製造工程に規定されたマトリックス状の作業グループ内作業パターン(intra-group work pattern)を形成した(図表3の左図を参照)。

この作業モジュールのなかには、製品アーキテクチャが共同作業を必要としたり、可能とするため、作業モジュールがペアの作業者に割り当てられるものもある。このことは、作業グループ内作業パターンでは「jointly」と表現される。この共同作業では、ペアの作業者のうちで、作業モジュールに先に取り組みることになった作業者から作業を始めるのである。

また、この作業モジュールは、車体での作業位置に関係しており、その位置は、図表4のように、車を図式的に3つの箱(エンジンルーム、クーペ、荷台)に分けることによって示された。エンジンルームは下方と上方とが開き、クーペは左右両サイドが、荷台は上方だけが開いている。また、この図式化は、傾斜装置と昇降台のような設備を用いて人間工学的な最適化を図るため



図表4 3つの箱として図式化された車体

に使われる。さらに、組立作業中の作業者同士の干渉を最小にするには、車体と作業者とをどのように関係づけたらよいかを決めるためにも使われる。

そして、各作業モジュールに、作業者とこの作業位置とに関係のある名前をつけた。たとえば、「持ち上げられた車体の左側(lifted body left)」という作業モジュールの名前は、持ち上げられた車体の左側で1人の作業者が行う組立作業を意味する。また、「車体外側の共同作業I(outside body I jointly)」は、車体の外側で二人の作業者が同時に行う1回目の組立作業を意味している。さらに、「クーペの左右II(coupe left and right II)」は、床におかれた車体のクーペと呼ばれるボックス部分の両サイドから、それぞれ別の作業者が行う2回目の組立作業のことである。

ボルボ・ウッドバラ工場での組立作業は、約30の作業グループで実施され、それぞれの作業ステーションには、時間動作研究に基づく作業配分が存在する。1台の車の組立作業は、50の作業モジュールから編成されており、それぞれ約15分程度の組立時間を必要とする。この作業モジュールは、要素作業にして合計1,100、さらに分割すると2,100の要素作業から構成されている。この2,100の要素作業の平均時間は27

秒である。

作業グループ内作業パターンの形成とともに、作業モジュールごとに、作業内容と組立順序を示す作業指示書を作成した。この作業指示書は、それぞれの作業モジュールが、様々な程度に分解されて階層を降りるごとに次第に詳しくなる文書である(図表3の右図のレベル3とレベル4がこれに相当する)。この指示書には、いくつかの印刷上の工夫をしてある。たとえば、大型部品を大文字で、小型部品は小文字で書き、部品の愛称を引用符付で丸括弧内に記している。また、新しい部品を必要としない組立作業は、イタリック体で書いている。たとえば、すでに取り付けられたハーネスのワイヤーを繋いだり、調整したりするような組立作業である。こうした表記方法によって、作業者は部品キットにある部品を見つけることが容易になった。

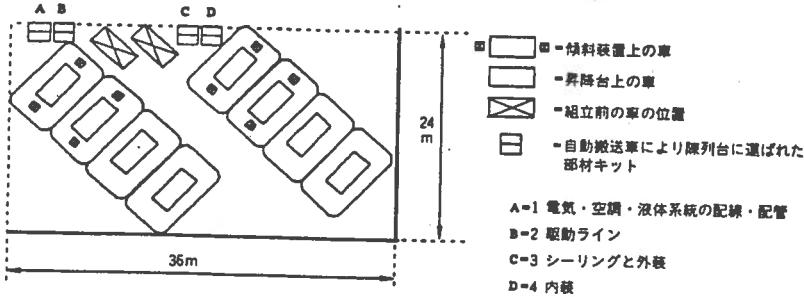
この作業指示書は、合計で100頁程度であった。他方、ボルボ本社の生産技術部門が作成した製造工程/検査指示書は、図を含めて合計25冊のバインダーからなる膨大な書類である。したがって、作業モジュールごとの作業指示書の作成は、製品と組立作業を明示するために必要な情報を、劇的に削減したことを示している。情報のこうした

ステーションで遂行しなければならない。他方、後半の作業は、昇降台のある作業ステーションで行う。というのは、後半の組立作業には、パネルや他の内装部品のように、その組付誤差が許容範囲におさまるような調整作業が含まれているからである。さらに、前

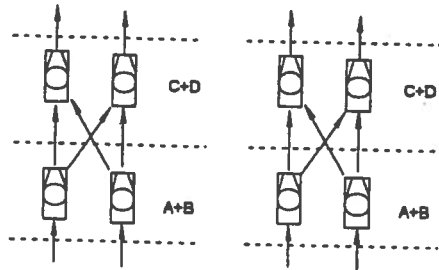
半の作業では、部品を組み付けるとき、作業者の手は大抵多少汚れる。他方、後半の作業では、内装に関連する部品であるために、作業者の手が清潔なことを要求されるという事情もあった。制約条件の第2は、ドアやサンルー

プリー工程が、作業グループに統合されたことである。これは、作業グループ内で作業者の作業対象箇所を増やすことと、サブアッセンブリーの数減らすためであった。作業グループに統合されたサブアッセンブリー工程では、常時作業が行われているわけではないので、この統合によって、作業グループ内部にバッファー機能をもつようになった。さらに、サブアッセンブリー作業を行う作業者も、必要に応じて近くの同僚の作業を手伝うことが可能となった。

第3に、主要部品グループごとの作業グループの人数を変えることである。これによって、作業者同士の作業干渉が起こらないようにした。すなわち、主要部品グループ(1)電気・空調・液体システムの配線・配管および(2)駆動ラインの工程(前半の作業)は、一台の車(作業ステーション)につき各2名の作業者が、他方、(3)シーリングと外装および(4)内装の工程(後半の作業)は、そ

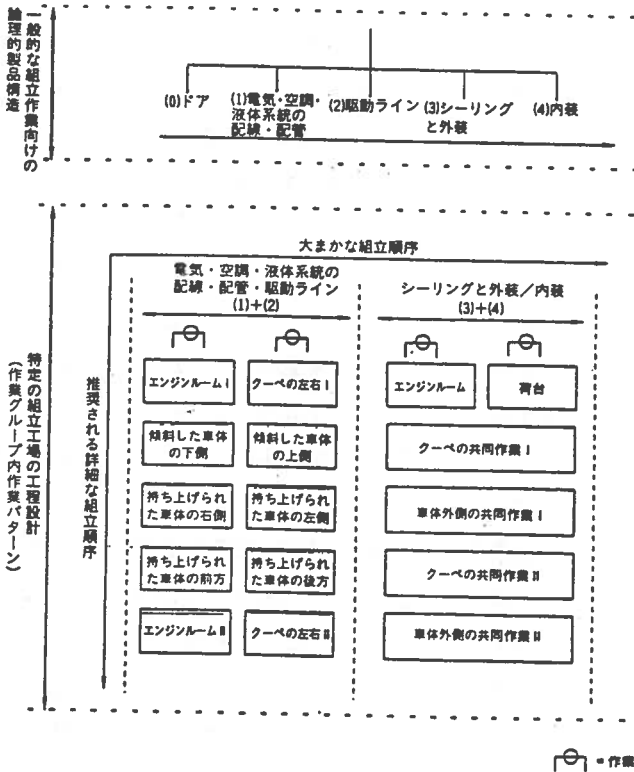


ボルボ・ウッデバラ工場の実際のレイアウト

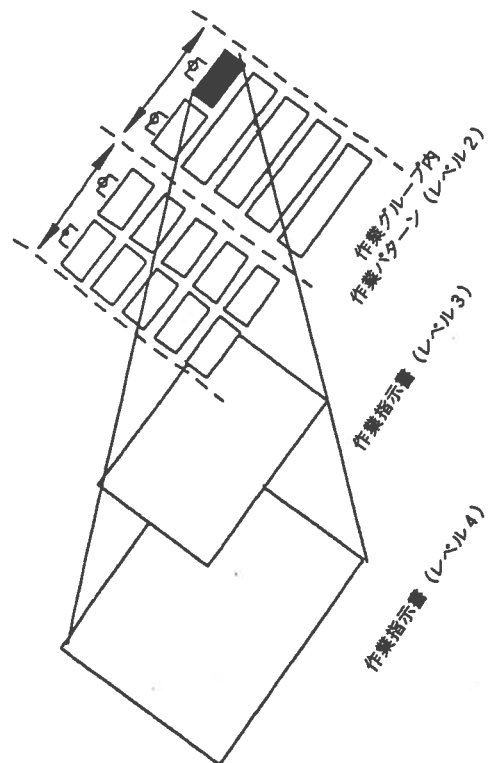


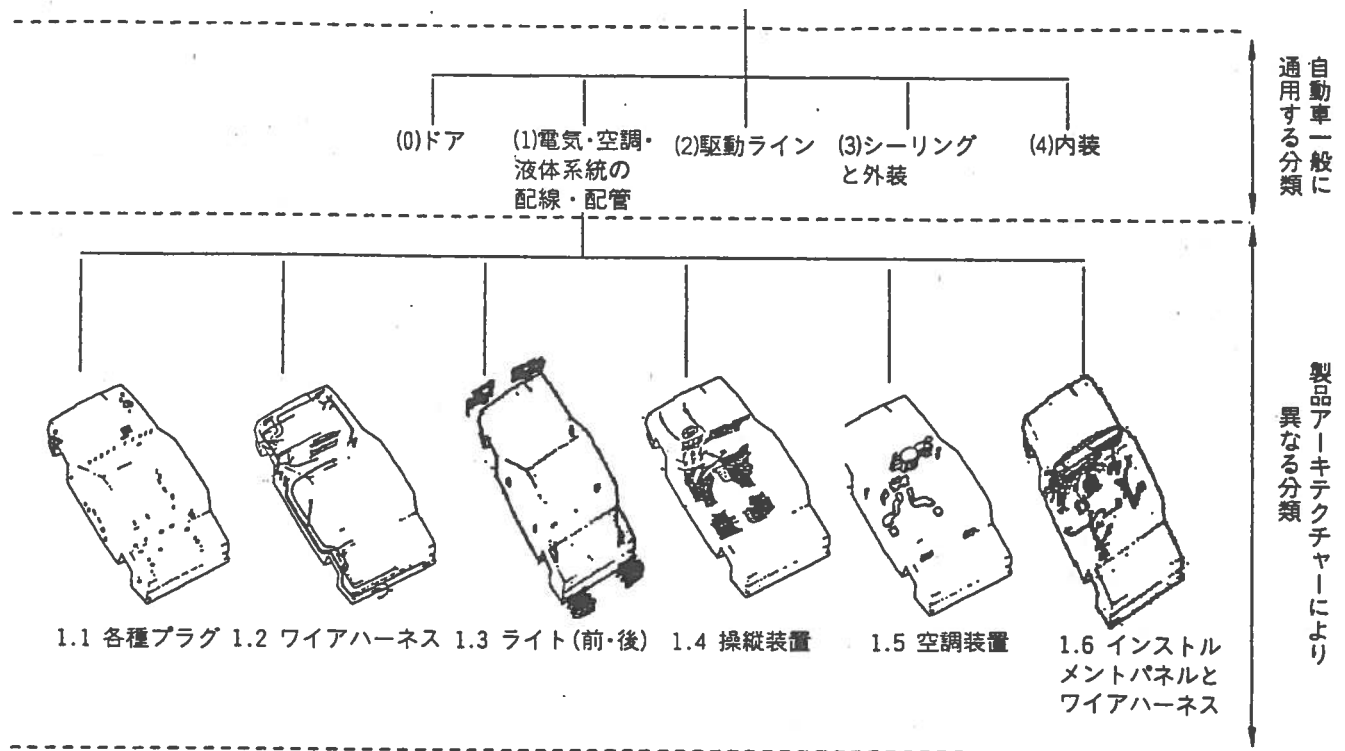
ボルボ・ウッデバラ工場の図式化されたレイアウト

図表2 ウッデバラ工場のレイアウト (一部)



図表3 作業グループ内作業パターンと作業指示書





図表1 組立作業向けの論理的製品構造 (表示)

分けしたのである。

(2) おおよその組立順序は製品アーキテクチャーにより決まるが、この組立順序を反映するやり方で、部品グループを分類しなければならない。たとえば、プラグの大部分は、初めに取り付けなければならないので、主要部品グループ(1)の最初の下位分類の部品グループに位置づける。他方、ハブキャップや三角形の警告サイン等は、組立順序の終わりにある後部トランクに組み入れられるために、主要部品グループ(4)の最終の下位分類部品グループに分類する。

(3) 主要部品グループに含まれる部品の組立時間を考慮して、部品を分類しなければならない。というのは、各主要部品グループの部品がほぼ同じ組立時間を要するならば、時間的に均衡した分業が容易になるからである。言い換えれば、部品や取り付け箇所(たとえば、様々な時間を要するファスナー、スクリュー、ナットなど)がほぼ同量であるならば、組立作業向けの論理的

製品構造(表示)における各主要部品グループ間について時間的に均衡した分業が容易になるのである。

以上の3つの基準は、専ら組み立てられる製品の持つ内的論理に依存している。それらの基準は、製品を組み立てる際の特定の設備(より一般的には、組立システム)から独立しているのである。それゆえ、この一般的な組立作業向けの論理的製品構造(表示)を、特定の製造工程の設計にどのように適用し、どのように組立作業を編成すればよいか、その方法を、ボルボ・ウッデバラ工場の経験と成果にもとづき、以下で説明しよう。

## 7 ボルボ・ウッデバラ工場の作業編成

すでに述べたように、長いサイクル・タイムの組立作業を容易にするような作業編成の出発点は、一般的な組立作業向けの論理的製品構造(表示)である。ついで、その編成は、特定の製造工程の諸条件に制約される。ウッデ

バラ工場の作業編成は、その製造工程がもっている以下の制約条件に規定された。

第1に、1台の自動車を組み立てる4つの作業ステーションが、2つの異なるステーションに分かれていたことである。ひとつは、傾斜装置(tilting device)を備えた2つのステーション、もうひとつは、昇降台(lifting table)を備えた2つのステーションである。これによって、組立作業向けの論理的製品構造(表示)の(1)~(4)の主要部品グループは、前半と後半の作業工程に分けられた。すなわち、(1)電気・空調・液体システムの配線・配管および(2)駆動ラインの組み合わせからなる前半の作業と、(3)シーリングと外装および(4)内装の組み合わせからなる後半の作業である(図表2の下図では、前半の作業がA+Bで、後半の作業がC+Dで表示されている)。

前半の作業は、部品の固定にナットやボルトを使う。その際、正しいトルクが必要なため、傾斜装置のある作業

システムを形成する。たとえば、ブレーキ機能は、ブレーキ・システムを必要とする。ブレーキ・システムは、ブレーキペダルを備えている。ブレーキペダルは、エンジンからの吸気によってブレーキ液を圧縮するための、サーボあるいはブースターを機能させる。こうして、ブレーキ液は、ブレーキラインによってキャリパーに送り込まれ、これらのキャリパーは、自動車を停止させるために、それぞれの車輪にディスクを密着させる。

(3) 部品の類似性：部品のなかには、形が同じか似ていたり、機能も同じかまたはほとんど同じものが多い。このことは、組付用のネジ、ボルト、鉋などの小さな部品だけでなく、部品の集合体やサブアセンブリーの部品にもあてはまる。

(4) 部品同士の近接性：部品のなかには、互いに接近して組み付けられるものがある。これは、ある部品が組み付けられる場合には、他の部品を必要とすることを意味している。たとえば、車輪を取り付けるには、車輪ナットが必要である。

(5) 製品内の左右対称性：部品には、左右対称に、すなわち自動車の中軸の左右に対称に配置されているものと、他方では、その中軸の片側にのみ配置されているものがある。これは、「生物有機体的な」対称性である。それは、2本の腕と足をもつが、心臓と肝臓はひとつしかない人体の器官の対称性に類似している。

つぎに、複数の自動車（製品）を比較した場合には、以下のような関係が明らかとなる。

(6) 条件依存的な内包関係：異なるバリエーションの2台の自動車を、それぞれが他の車の鏡像とみなして比較すると、ある部品は、一方の車には存在するが、他方の車には存在しないことが明らか

になる。たとえば、空調装置についている車とついていない車がある。あるいは、互いに代替関係にある部品が存在することが明らかになる。たとえば、自動ギアボックスは、手動ギアボックスと代替関係にある。

(7) 内的連関：特定の自動車に含まれるある特殊な部品は、別の特殊な部品と結合している。それゆえ、相互に関連した部品の長い連鎖が形成される。たとえば、細かい内装品のひとつをクロム塗装すれば、通常、他の内装部分も、黒で表面塗装するのではなく、クロム塗装する必要がある。

(8) 製品間の対称性：異なるバリエーションの2台の自動車を比較すると、一方の車には、その中軸の左側に部品があるのに対して、もうひとつの車では、その中軸の右側にそれと同じ部品がある。たとえば、左ハンドルの車を右ハンドルの車と比較したならば、運転手が車を操縦する際の一連の装置（ペダル・ハンドル支柱・ハンドル）とその空間は、中軸の反対側にそれぞれあらわれる。

以上の属性的関係は、単一の自動車（製品）と複数の多様な自動車とを、組立作業向けの論理的製品構造で表示するための基礎を提供する。

## 6 組立作業向けの論理的製品構造表示

たとえばボルボ700モデルの組立作業向けの論理的製品構造（表示）を開発するひとつの方法は、次のようである。まず、1台ないし数台の車を解体する。そして、適切な広さの面、たとえば床の上に解体した部品を置く。つぎに、それらの部品を繰り返し並べ替え、主要部品グループとその下位分類の部品グループからなるヒエラルキーのなか部に部品を配置する。また、この作業と同時に、部品と部品グループとに対応

する用語のヒエラルキーを開発しなければならない。

こうした方法によって開発された組立作業向けの論理的製品構造（表示）は、つぎの5つの主要部品グループから成る。すなわち、(0)ドア、(1)電気・空調・液体システムの配線・配管、(2)駆動ライン、(3)シーリングと外装、(4)内装である。最初の主要部品グループは、ドアの組立作業に対応し、他の4つの主要部品グループは車体での作業に対応している。

この5つの主要部品グループは、程度明確になる。しかし、その下位分類の部品グループを定義し正確に選定することは困難な作業である（図表1には、主要部品グループ(1)の6つの下位分類部品グループが表示されている）。すなわち、5つの主要部品グループまでは、ボルボの自動車全体（後輪駆動の200と700モデルおよび前輪駆動の800とC70モデルなど）に一般的に適用できるが、その下位分類の部品グループは、製品アーキテクチャーにより、その内容が変わらざるをえないからである。

このように、多くの部品をグループに分けるために用いられた基準は、以下の3つである。

(1) 部品の特性、つまり、形態、サイズ、重さ、素材（たとえば、金属かプラスチックか）、車のなかでの位置、アーキテクチャー（たとえば、モジュール）、そして機能に従ってグループ分けをした。しかし、グループ分けに際して、これらすべての特性が同等の重要性をもっているのではない。すでに述べたように、1台の自動車に含まれる5つの属性的関係（部分と全体との関係、システム内の相互規定関係、部品の類似性、部品同士の近接性、製品内の左右対称性）に従って、ヒエラルキーを形成するように部品をグループ

る機能別部品分類として知られている。それは、乗用車・ダンプカー・トラックなど1台の自動車を、本社の製品開発部門の観点から表示する製品設計向けの論理的製品構造(design-oriented logical product structure)である。

ボルボでは、1台の車に関するさまざまな部品をその機能の点から7つに大きく分類し、それらの部品すべてに4桁の部品番号をつけている。すなわち、2000(エンジンとその関連部品)、3000(電気系部品)、4000(トランスミッション)、5000(ブレーキ)、6000(ホイール・サスペンションとステアリング)、7000(クラッチ)、8000(車体・内装外装部品)である。この本社開発部門が作成する基本的情報は、各々の工場で、完成車製造のための参照基準となるものであり、同時に、サプライヤーとカスタマーとの間のやりとりのための基盤を形成するものである。

しかし、この機能別部品分類(製品設計向けの論理的製品構造)は、組立作業の観点からは、大きな問題を含んでいる。たとえば、特定の製品タイプ(たとえば、乗用車)や多様な製品バリエーションの構造を表示する場合に、この機能別部品分類表の一部に必ず「空白」(当該製品には使われない部品番号が欠落すること)が生ずる。というのは、この分類表がどんな種類の自動車にも対応できるように作成されているためである。

また、この分類表は、生産現場で部品を特定するものが部品番号しかないという結果をもたらす。この事実が製品と製品バリエーションの理解を非常に困難にする。さらに、製品アーキテクチャーの変化とともに2000~7000番台に属さない部品が増加する。その結果、自動車部品の大半が大分類8000に偏ってしまっている。

要するに、機能別部品分類表(製品

設計向けの論理的製品構造表示)は、製品に関する情報を断片化し、製品のもつ内的関連性を破壊してしまう。そのために、長いサイクル・タイムの組立作業の編成と遂行を支援する情報を提供できていないのである。

#### 4 組立作業を支援する情報の設計原理

では、長いサイクル・タイムの組立作業の編成と遂行を支援するための製品に関する情報は、どのような原理にもとづいて設計される必要があるだろうか。それは、以下の3つである。

(1) 組立順序や作業者間の分業を含む具体的な組立作業を、組立作業の理解と習熟を容易にする製品構造に基づいて編成することである。

たとえば、短いサイクル・タイムの組立作業の場合、作業の学習の観点からいえば、組立順序は重要ではなく、ライン・バランスを考慮することが基本となる。これに対して、長いサイクル・タイムの組立作業の場合、作業の理解と習熟が決定的に重要である。それゆえ、具体的な組立順序やその他の要素は、組立作業の理解と習熟を容易にする製品構造を基にして編成する必要がある。

(2) 組立作業の理解と習熟を容易にする製品構造は、組立作業向けの論理的製品構造として表示しなければならない。

3で述べたように、機能別部品分類表(製品設計向けの論理的製品構造表示)は、製品に関する情報を断片化し、製品のもつ内的関連性を破壊してしまう。そのために、長いサイクル・タイムの組立作業の理解と習熟を容易にする情報を提供していない。したがって、各製品諸要素(部品)のまとまりを適切に表示する組立作業向けの論理的製品構造が必要となる。

(3) 組立作業向けの論理的製品構造とそれにもとづく組立作業において、製品および組立作業における諸要素(部品や作業者など)とそれらのまとまりに、意味のわかる名前(専門用語)を与えることである。

たとえば、組立作業において、作業者が部品を正しく区別できるためには、部品番号だけでなく、ひとつひとつの部品に当を得た名前をつけることがきわめて重要となる。このように部品や作業についての名前は、知的な言葉のまとまりを形成する。そして、たとえば、まだ名前のない部品は、形成された言葉のネットワークとの関連で特定されるであろう。つまり、人々に作業の指針をあたえ、作業者間で知識と経験を移転するためには、最初から、部品や作業についての最小限の量の専門用語が存在していなければならない。

#### 5 自動車の内部構造が持つ8つの属性的関係

長いサイクル・タイムの組立作業を編成するために必要となる組立作業向けの論理的製品構造(表示)を設計するには、以下のような製品の内的論理を基礎とする必要がある。内的論理とは、多様な製品バリエーションをもつすべての自動車の構造が持つ共通の属性的関係である。この関係は、エングストロームとメドポによってなされた自動車の分解作業のなかで、明らかになった。まず、1台の自動車(製品)を考察した場合、つぎのような共通の属性的関係が見えてくる

(1) 部分と全体との関係:これは、自動車がいくつかの部品やそのサブ部品などから構成されていることを意味している。

(2) システム内の相互規定関係:特定の部品は相互に関係しあうとともに、自動車の特定の機能を生み出す部品シ

ing Based on Restructuring and Transformation of Product Information”, December 2001である。この論文の日本語訳は、トーマス・エングストローム、ダン・ヨンソン、ラルス・メドボ／藤田栄史・池田綾子・浅生卯一・野原光訳「製品に関する情報の組み替え・変換と組立作業の再編成一ボルボ・ウッデバラ工場の経験に照らして一」『名古屋市立大学人文社会学部研究紀要』12号、2002年3月を参照されたい（以下では、この論文を「製品構造の表示と作業の再編成に関する論文」と呼ぶ。本稿の叙述はその日本語訳によるが、よりわかりやすくするために、日本語訳の一部を変更した）。

周知のように、スウェーデンの代表的自動車企業であるボルボのウッデバラ工場 (Volvo Uddevalla Plant) では、1980年代後半から90年代初頭にかけて、長いコンベア・ラインによる組立方式ではなく、並列組立方式 (parallel product flow assembly system) を採用した。これは、並列的に配置された多くの作業ステーションで、少人数の作業グループが1台の車全体を組み立てる方式である。この方式は、組み立てる製品は異なるけれども、並列的に配置された作業ステーションで少数の作業者が完成品を組み立てるという点で、上述した「セル生産方式」に極めて類似したものである。

ウッデバラ工場の組立工程の特徴は、すでに日本語による紹介がいくつかなされている（たとえば、小山修「スウェーデン・モデルの特質と動向一ボルボイズムの展開をたどる一」宗像正幸・坂本清・貫隆夫編著『現代生産システム論 再構築への新展開』ミネルヴァ書房、2000年所収。丸山恵也、クリスチャン・ベリグレン、カイサ・エッレゴード編著『ボルボの研究』柘植書房新社、2002年など）。しかし、どのよ

うにして1人の作業者が2時間以上にもおよぶ長いサイクル・タイムの組立作業を効率的に行うことが可能なのかという、いわばソフト面での立ち入った分析と紹介は十分になされてこなかった。本稿で紹介する「製品構造の表示と作業の再編成に関する論文」では、この点について一歩踏み込んだ説明がなされている。

この論文の著者達は、ウッデバラ工場での新しい自動車組立方式の開発に直接かかわった研究者である。トーマス・エングストロームとラルス・メドボは、チャルマース工科大学物流学部 (Department of Transportation and Logistics, Chalmers University of Technology) に、ダン・ヨンソンは、ヨーテボリ大学社会学部 (Department of Sociology, Göteborg University) に所属している。彼らによれば、長いサイクル・タイムの作業で自動車を効率的に組み立てるには、短いサイクル・タイムの作業の場合と同じような製品構造の表示（製品に関する情報）・組立作業の編成・部品供給方式・作業の学習方法を採用するのではなく、新しい方式を開発・採用しなければならないということである。

この新しい方式の重要なもののひとつが、この論文で説明されている組立作業向けの論理的製品構造 (assembly-oriented logical product structure: 組立作業向けに編成替えされた、製品の論理的な内的関連の構造を表示した図表・文書=情報) の開発とそれに基づく組立作業の編成である（その他の部品供給方式や作業の学習方法については、別の論文で詳しく展開されており、このうち、作業の学習方法に関する原理的な考え方を述べたものとしては、レナルト・ニルソン／野原光訳「組立労働のオルターナティブとその学習戦略(1)~(4)ボルボ・ウデヴァラ

工場の経験とそれを支えた学習理論」『労働法律旬報』2001年8月~11月各下旬号を参照されたい）。

「製品構造の表示と作業の再編成に関する論文」は、序文と結語部分を除くと6つの節で構成されている。すなわち、(1)スウェーデン自動車産業で使用されている機能別部品分類 (function group register)、(2)長いサイクル・タイムの組立作業を支援する情報システム: 3つの設計原理、(3)組立作業の学習戦略、(4)自動車の内部構造が持つ8つの属性的関係、(5)組立作業向けの論理的製品構造を表示するときに部品をグループ分けする基準、(6)長いサイクル・タイムの組立作業への産業上の応用、である。

(1)は、スウェーデン自動車産業で使用されている標準的な論理的製品構造 (表示) とその問題点を指摘し、(2)(4)(5)は、一般的な組立作業向けの論理的製品構造 (表示) を開発する原理と方法を述べ、(6)は、その一般的な組立作業向け論理的製品構造に基づき、どのようにして長いサイクル・タイムの組立作業を編成したかを、ウッデバラ工場の経験をもとに説明する。(3)は、組立作業の学習のあり方を規定する労働概念(「本来的労働」)の特徴と組立作業向けの論理的製品構造 (表示) の関連を指摘した節である(本稿では、「本来的労働」概念を詳しく展開する余裕はないため、この学習戦略の節についての言及を省略した。詳しくは、レナルト・ニルソン前掲論文を参照されたい)。以下、主要な節の概要を紹介しよう。

### 3 スウェーデン自動車産業における機能別部品分類

自動車 (製品) を表示するために、スウェーデン自動車産業で使われている標準的な論理的製品構造は、いわゆ



# 組立作業の編成原理の転換 ——ボルボ・ウッデバラ工場の経験が示すもの——

東邦学園大学  
浅生 卯一

**要旨** 本稿は、スウェーデンのボルボ・ウッデバラ工場の経験のなかで開発された新しい組立作業の編成原理を解明した最近の論文の概要を紹介するものである。その論文は、短いサイクル・タイムの組立作業から長いサイクル・タイムの組立作業に転換する際の、新しい製品（自動車）の構造（表示）の開発と、それに基づく組立作業の編成の仕方を説明している。このような組立作業の編成原理の転換は、日本において普及しつつある「セル生産方式」の今後のあり方を考える上でも、また、自動車産業における生産方式の改革を考える上でも、有益な視点を提供するものである。

## 1 はじめに

1990年代前半以降、日本の電気・精密機械製品等の最終組立工程を中心に、伝統的な長いコンベア・ラインを廃止して、数多く配置されたセル(workcell)とよばれる作業単位で、一人ないし複数（数人から2・30人程度）の作業者が完成品を組み立てるいわゆる「セル生産方式」が普及している。この「セル生産方式」には多様な形態が存在するが、その主要なものは、「分割方式」、「一

人方式」、「巡回方式」（うさぎ追い方式）とされている。

こうした「セル生産方式」に関しては、工数削減やリードタイムの短縮、変種変量生産の実現などの利点がある反面、設備投資負担や作業者の技能育成に時間がかかるなどの欠点が指摘されている（たとえば、都留康編著『生産システムの革新と進化 日本企業におけるセル生産方式の浸透』日本評論社、2001年、p.59）。「セル生産方式」を導入している工場では、セルの増加にともなう設備投資負担の増大を抑えるために、小型で費用のあまりかからない設備を自社で独自に開発する努力がなされており、一定の成果をあげている。しかし、筆者の知る限り、作業者の技能育成面については、従来の技能育成のあり方、すなわち、担当する工程をひとつひとつ時間をかけて習得していくという方法を大きくは変えていないといえる。

「セル生産方式」では、どのような形態においても、従来の長いコンベア・ラインの時に比べれば、1人の作業者の担当工程が増加する。とりわけ、「1人方式」や「巡回方式」では、多い場合には、従来の数10倍の工程を担当す

ることになる。この場合、コンベア・ラインでの経験が長くその工程の大半を習得している作業者ならば、「セル生産方式」になっても技能習得上の問題はあまりないであろう。しかし、工程の一部しか習得していない作業者が、未経験の多数の工程を習得するには、多くの時間を要することになりかねない。それゆえ、この技能習得を、いかにしたらより効率的に行うことができるかは、今後の「セル生産方式」の普及に少なくない影響を及ぼすものと思われる。

技能習得は、その前提として、作業者がどのような作業を担当するか、いかにすれば作業編成のあり方に大きく左右される。作業者にとって担当する作業内容の全体が理解しやすいようになっていけばいるほど、その技能習得も容易になろう。本稿では、この点に関して示唆に富む指摘をしているスウェーデンの研究者の最近の論文の概要を紹介し、若干のコメントを加えたい。

## 2 論文の特徴と構成

ここで取り上げる論文は、Tomas Engström, Dan Jonsson and Lars Medbo "Assembly Work Structur-

# 工機レビュー

226  
Vol.43 No.3  
2002

OFFICIAL PUBLICATION OF THE JAPAN INSTITUTE OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
日本工業機械エンジニアリング協会 ISSN 0018-9596

工  
機  
レ  
ビ  
ュ  
ー

