フレキシブル生産システムの社会的インパクト

Rainer Schultz-Wild*, Burkart Lutz*

(訳) 伊 東 諠**

Key Words: Production System, Social Science, Flexible Manufacturing System, Industrial Sociology, Social Impact, Work Structure

1. ま え が き

機械産業における生産技術の発展は、コンピュータ技術のめざましい進歩によるところが多い。このことは、計算機援用の自動設計(CAD)、自動プログラミング(CAP)だけでなく、工作機械による加工プロセスの制御(CNCあるいはDNC)、ロボットによるマテリアルハンドリングの自動化、更に生産管理や品質管理などにみられるとおりである。

この種の自動化は、これまで特に個々の機器について試みられ、実際に導入されている。この場合、例えば数値制御(NC)機械の導入には20年以上の歳月を費やしたが、CADシステムの普及にはここ数年のわずかな年月しか要していない。そして、いまやコンピュータを利用した生産設備のより高度な統合化の段階にある。このような発展方向の延長の一つとして、複合化された柔軟性に富む生産システム、いわゆるフレキシブル生産システム(FMS)の導入があげられる。

FMSのように、複数のNC工作機械をコンピュータで統合し生産を行う考え方は、1960年代ごろから技術者の間で検討が加えられ、FMSとして1970年代の初めから各工業先進国で設置されるようになった⁽¹⁾。ところが、1980年代の初頭までこれらのシステムはヨーロッパやアメリカではあまり広く普及することはなかった。しかし、主に制御技術とハンドリング技術の進歩によって、

ごく最近になりFMSが急速に波及する傾向が表面化している。恐らく、これからの二、三年のうちにFMSの普及は飛躍的に進むであろう⁽²⁾。

調査結果によると、1980年までに西ドイツにおいては17のFMSが計画されたが、そのうちわずか二つのシステムが実際に工場で、二つのシステムが工科大学で採用されただけである。また、六つのFMSが部分的に実現されたにすぎず、五つはいまだに計画段階、残りの二つは開発が断念された⁽³⁾。これらの開発に関与した人の報告によると、1982年の時点で西ドイツには非対称形状部品のFMSがすでに18システム存在しているが、1990年にはおよそ200システムのFMSが稼働するであろう⁽⁴⁾。

このように、FMSの導入状況は現在のところまだ一般的な現象とはいえない。特に、中小企業ではFMSのようなシステムはこれまでにほとんど利用されていない。しかし、コンピュータを利用して生産技術の合理化を促進する上で、FMSの導入は可能性をひめた大きな流れの一つであり、それは社会に対して数多くの問題を投げかけている。そこで、本文ではそれらFMSの社会的インパクトのうち次に示す問題に焦点を絞ってみたい。

- (1) FMSの導入による雇用の削減によって生じる社会的な紛争。
- (2) 新しい生産技術の実施に伴って期待される労働組織と労働条件。

なお、これらの問題に関する議論の大部分は、ドイツ連邦政府の技術研究省(Bundesministers für Forschung und Technologie)のプロジェクトとして実施された、回転形状部品用FMS(訳注参照)の導入に関する社会

* Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung E.V., Jakob-Klar-Strasse 7, 8000 München 40, West Germany.

** 正員、東京工業大学工学部(〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1)

科学的調査で収集された資料とそれに対する考察にもとづいている。

2. 人員削減の問題

企業は人員削減以外の理由で FMS を生産現場に導入する場合が多いが、その導入は結果として人員削減に疑いなく大きな効果をもたらす。その一方、今日まで FMS の普及速度がにぶかったことの背景として、高い投資コストを考慮すると導入前の段階で試算した人員削減効果がそれほど大きくないこと、あるいはシステムが複雑なため人員削減効果を正確に予測できないこと、などが言われている。

ところで、技術革新に関するこの種の問題、すなわち経済発展とそれに伴う失業問題に対して社会科学的、政治学的な考察を進めていくと、次のような矛盾した観点に遭遇する。

一つは、労働者にとって恐ろしい光景ともいえる、未来の無人化工場の存在に立脚するものである。例えば、自動車産業における CAD の採用、溶接作業用やマテリアルハンドリング用のロボットの設置等の合理化投資が生産性の向上と人員の削減に結びつき、その結果労働者の職場喪失に拍車をかけることになるとする見解である。すなわち、社会的悪影響を伴う技術および経済の発展に起因した失業の増加という、むりからぬ不安を労働者と労働組合に与える。

他方は、少なくとも西ドイツと他の西ヨーロッパの国々に関するかぎり、生産現場に FMS のようなシステムが実際に導入されても、現実問題として職場における急激な変化はなかったという経験的事実に立脚するものである。新しい生産技術の導入に伴う解雇はほとんどなく、生産性の向上は適度に押さえられている。その結果、新技術に対する労働者の反感はそれほど大きくないと予想されている。

以上のような矛盾が生じる理由は、次のようなことを考慮すると説明できる。それは (1) これまで FMS のようなシステムの利用例は少なく、いわゆる「無人工場」は将来関係するであろう多くの労働者にとって想像外の遠い先の話という事実、また (2) FMS 導入時における特別な時間構成と新しい技術への人の適応形態の過程である。ここで、後者の観点に関して考えてみる。

(1) FMS のような複合的なシステムの導入においては、それが工場で完全に稼動するまでに計画、実現および試行と長い期間が必要である。従って、高い生産性という効果は設置後数年を経ないと現れない（訳注、ここでは、このような時間経過を時間構成と呼んでいる）。すなわち、同時にすべてのことが起こるのではなく、むしろ段階的に変化するため、「労働者へのおだやかな適応策」を実施することが可能である。

(2) 投資コストが大きいので複合的なシステムの設置は大企業にしか実施できない。従って、FMS の導入により数年間にわたって段階的に 20～30 人の人員削減が行われたとしても、それは、従業員数千人の工場ではそれほど大きな問題にならない。

(3) 生産合理化に対する投資が成功するならば、国内外の競争相手の犠牲によって恐らく製品の市場が拡大するので、その企業では職場喪失は全く問題にならない。

以上のように、人員削減効果と生産合理化とは切り離して考えられる。このことは、望ましくない経済状態（低成長、高失業率）のもとでも同様で、まだ完成していないが FMS の導入に関して当研究所が行った研究例によっても裏付けられている。

ところで、当研究所は ZF 社の FMS における人員削減の効果を、システムの効率を仮定して詳細に分析している。この分析結果は、実際にはまだ検証されておらず、それは 1984 年かそれ以後になる予定である。ここで、この分析結果の一例を紹介しよう。

設置された FMS はそれに適した部品の年間生産高の半分を生産できるにすぎないと考えられる。従って概算すると、このような状況下では労働者 21 人のうち約 9 人が解雇され、それは約 40% の生産性向上に対応している。また、非現実的ではあるが、3 直目を夜間無人運転として、このシステムで企業の年間必要量の全部を生産できると仮定するならば、労働力の削減は最大で 43 人を 30 人（約 70%）にできる。

ところで、広範にわたる技術革新のネガティブな効果は日常の労働生活の中では見逃されがちで、少なくとも現在までは、技術の進歩に対する労働者の現実的な反発として現れていない。しかし、個々の革新技術が人員削減の累積的な効果を

伴う、より広範囲にわたる合理化を目標とした場合には、技術や組織の変化に対する労働者とその利益代表者の心配が生じるであろう。

なお、西ドイツの労働組合は、なによりも労働時間の短縮要求、並びにコンピュータ統合形の新しい生産技術の導入による労働構造と労働組織に関する問題点の重視をその理念としている。

3. 新しい生産技術に対応する労働組織と作業構造

3.1 二つの労働組織モデル 作業構造および労働者の質に対する要求は、生産技術や生産設備の技術的な特徴により決定されるものではなく、これは特に FMS のように高度に自動化されたシステムの場合に顕著である⁽⁵⁾。

従来の生産方式では、人間は生産工程に直接関係し、作業者は連続的あるいは短い反復周期で生産工程に関与するか、ある特定の操作を行わなければならない。ところが、自動化が進行するにつれて、作業者は実際の生産工程から時間的、空間的な意味で遠く離れた存在になりつつある。そして、コンピュータを利用した生産方式では、更に遠い場所から数多くの操作を自動的に行え、人間の介入なしで生産が達成されうる⁽⁵⁾。

従って、人間に残された仕事は、作業の段取り、加工サイクルの監視、保全と修理、プログラミング、そして品質管理などとなり、これらが労働組織に割り振られる。すなわち、これらの仕事はさまざまな方法で組み合わせられ、工程外のほかの仕

事と一緒にされたりして、作業エリアごとにグループ化される。従って、同一または類似のシステムに対しても、労働力の質的構成、負荷配分、責任体制、指導体制の面で、どのような組合せ方法やグループ化とするかにより、労働組織には全く異なる形態が次のように存在しうる。

作業の分業化と労働組織について分析を加え、また、いくつかの工業国における FMS で必要とされる労働の質を検討すると、概念的には、二つのタイプの労働組織と人員配置が考えられる。ここでは、簡単化するために、前述の回転形状部品用 FMS を例にこの点を説明する（図 1 参照）。

(1) 第一のタイプ（専門的労働組織）では、システムの主要な運用スタッフは次のような人員で構成される。

- (a) 同種あるいは同系統の工作機械の監視および調整を仕事とする、比較的熟練度の低い数名の機械運転要員。
- (b) ローディング・アンローディングやその他の補助的な仕事を行う 1 ないし 2 名の未熟練工。
- (c) 1 ないし 2 名のチームリーダーまたはフォアマン。一般には特殊な技術を持つ技能者で、システム全体の制御、工程計画と管理、および工場内の他部門との関係調整を統制する。

ただし、これらのスタッフだけではシステムの運用に必要なすべての作業を遂行することはできない。従って、他部門からの技術的な支援、特に、工具のプリセット、品質管理、プログラミング、

図 1 FMS における二つの構造

保全および修理などに対する支援を多かれ少なかれ受けなければならない。

(2) 第二のタイプ（均一的労働組織）では、システムの運用スタッフは、熟練工（通常は工作機械の専門家であり、そのうち何名かは電子およびハンドリング技術、プログラミングなどについて訓練を受けている）により理想的に構成されている。各スタッフはシステムを運用するために必要な仕事をすべて行うことができ、必要な種々の調整に対してはローテーションがあらかじめ考慮されている。仕事量とスタッフの配置状態によりその割合は変化するが、これらスタッフはシステムの基本的な運用に加えて、前述したような他部門の分担していた仕事をシステム内の仕事として行う必要がある。ただし、プログラミングや大規模の保守と修理の仕事はシステム外の労働者により行われるのが普通である。

容易に理解できるように、ここで述べた二つの労働組織は極端な例である。実際にはこの二つのタイプを混合したものが考えられ、混合タイプのほうがより一般的といえる。しかし、種々のFMSの労働組織はいずれかのタイプに必ず対応する^{(6)~(9)}。

ところで、現在までに公表された研究や調査によると、第一のタイプに類似した労働組織をもつFMSが明らかに大勢を占めている。このことは、これまでにFMSを導入したほとんどの企業の生産方式では、明白な作業の分業化、階層的な労働組織、特殊な技能や半熟練的な技能を持つ労働力が存在していたという事実によって説明できる。すなわち、このような組織の原則と構造は導入された自動化設備の運用に際しても、意識的に移行されるためである。ただし、これにより、新システムに同化するための問題点と所要費用（例えば再訓練費用など）は最少に押さえることができよう。

これに対して、第二のタイプのように質の均一化された労働力で構成された労働組織をもつシステム例は数少ないが、従来の生産方式において熟練工が重要な役割を果たしていた企業に多くみられる。すなわち、受注生産や小バッチ生産のように高度な要求に対応する分野（航空機産業や工作機械産業など）に典型的な例が多い。

3.2 ZF社のシステムにおける事例研究 当研究所はZF社のFMS開発プロジェクトで社会的観点からの調査と評価を担当したが、その事例研究について以下に説明する。

3.2.1 労働組織 このシステムは当初2直制で稼動し、その後夜間無人運転サイクルが加えられる予定である。1シフト当たり5名の運転要員と1名のチームリーダを配置することが計画されており、これは、前述の二つのモデルのうち第二のタイプ、いわゆる均一的労働組織に近いといえる。

運転要員はシステム内で必要なすべての作業、例えば仕事の段取り、加工セルの監視、ロード／アンロードなどを行う。更に、分業化の明確なシステムでは通常工場の他部門で行われる作業、例えば、品質管理、NCプログラムの最適化、簡単な修理や保守なども担当しなければならない。作業内容にもよるが、運転要員はジョブローテーションによりすべての工作機械に対して、以上のような作業に習熟することを義務づけられている。

システム全体の制御と監視、生産の流れの調整、

(a) 訓練期間の作業ローテーション

(b) 訓練後の作業ローテーションの望ましいシステム

図2 作業のローテーションシステム

生産計画、材料と工具の供給などはチームリーダーが担当する。労使協議会や組合は、計画的なローテーションによりこのような仕事に対する人員配置が機能するので、チームリーダーの仕事も作業チームのローテーションシステムに組み込むことを望んでいる。

労働組織と作業の割当てに関して、さまざまな形態を現在試験中である〔図 2(a) 参照〕。従って、ローテーションがどの程度まで成功しているかはまだ結論が得られていない〔図 2(b) 参照〕。チームリーダーの地位をどこまでローテーションシステムに組み込むべきか、あるいは従来の労働組織の原則を保ち、その仕事を 1 人（または代理者）に固定して割当てすべきか、に関しては特に議論が集中している。

3.2.2 訓練 本システムで目標とした労働組織は、スタッフに要求される能力に重点を置いて検討されている。これは、特に労働の分業が厳密に行われ、個々の機械に対する高度な専門化が浸透している従来の生産方式と比較するためである。ところで、チームリーダーの仕事がすべてのスタッフにより遂行しうるようにするためには、合理的な訓練プログラムをシステムの導入に合わせ作成することになる。

システムが工場に設置された後、経歴や熟練の度合いが異なる 20 人の作業員を選出し、10 名ずつ二つのパイロットグループをつくった。

第一のグループは、最初の機械が導入された時点より活動を始めた。その訓練過程はシステムの構築過程と対応させて、比較的広範囲にわたるようにした。作業の訓練の一部は、機械や他のシステム構成要素のメーカーの専門家により行われた。更に訓練時間の合い間に講習の形で理論的な知識を習得させた。それは、例えば NC 技術、図面の読み方、切削工具、作業計画などの基礎知識である。

第二のグループはシステムがほぼ完成した、およそ 1 年後にシステム内で活動を開始した。主に第一のグループの構成員が担当したオン・ザ・ジョブ・トレーニングと企業の教育部門によって行われたシステム外の講習との混合でより系統的な訓練の組織化を計ることができた。

二つのグループの訓練期間は 1 年半におよび、この期間内に完全稼働の遂行と、限定されたローテーションの実施が試みられるであろう〔図 2(a)

参照〕。現在の計画では、20 名のうち 12 名だけがこの FMS に残留するが、残りの 8 名は、例えばツールセッターやフォアマンとして従来の生産部門に配置換えされるであろう。この配転先では、部分的に高い熟練を要する技術的な障害が生じている。

4. 新しい労働組織の危険要因と将来像

確立された仕事の分業や人員配置を基盤としている従来の形態から方向転換することは、その実施の上で多くの経費が必要であり、相当な危険性を含んでいる。その反面、このような方向転換により、労働組織や労働条件と生産技術の近代化をうまく融合しうる。これにより、長期的な展望に立てば、より最新のコンピュータ援用生産技術をより効果的に導入しうる。

ところで、前述の事例研究に示したように、この新技術の導入が新しい形のマンパワーの理念と結びつく場合には、たとえ公的な財政援助が十分行われたとしても、その実施には数多くの問題が伴う。ここで、一つの例を紹介しよう。

均一的労働組織をもつ新しいシステムが従来の生産部門と統合されている場合には、この新しい労働組織の安定性は不確実である。例えば、従来の生産部門で熟練した人材が不足すると、高度な技能をもつ FMS の運転要員が流用されるであろう。また、逆に従来の生産部門の労働者が、FMS 内の専門的な作業に流用される。その結果、新システムの省人化と高能率化という圧力のもとで、作業員は安易なルーチン化した形で仕事をすべく、専門化した仕事を集中的に行う方向へ向かうであろう。これは高い技術水準をベースにする均一的労働組織を専門化した形態に後退させる危険要因を意味している。

ところで、新しい労働組織の将来像はどうであろうか。コンピュータを利用した生産技術と熟練工に適した責任ある仕事の組合せは、数多くの利点をもたらしつつある⁽¹⁰⁾。

例えば、その一つである高度な技能をもつ人とシステムのインタフェースの知識は、従来の生産システムに徐々に導入され、より広範に技能を利用する機会の増大、また、労働条件の改善に結びついている。これは、これまでの労働組織を決定していた支配的な原則からしだいに離れることを

意味する。この方向へのアプローチは、FMS のために訓練された労働者の一部がシステム外の仕事も行うという点では、前述した事例研究でも確認されている。

しかし、現在の FMS の開発段階では、新しい労働組織の利点と欠点の比較、コンピュータを利用した生産技術の導入に関する種々のマンパワーの理念の長所と危険性の評価、また、労働構造の発展動向の予測は容易ではない。

(訳注)：寄稿いただいた原文は 5 000 語以上にのぼるもので、FMS の社会的インパクトが事例研究の報告も含めて詳述されている。しかし、ページ数の制約があるため、ここではその要点のみを紹介している。従って、必要な向きは原文を参照していただきたい。また、この論文の事例研究の対象となっている回転形状部品用 FMS は、西ドイツ連邦政府の財政援助のもとに開発が行われたもので、一般に ZF (Zahnradfabrik Friedrichshafen) 社のシステムとして知られている。システムの開発計画については、連邦政府開発計画書 01 VC 425-ZK-TAP-0010、また、システムの詳細は同社のカタログ F 43367/RT 3374-981、あるいは次の文献を参照いただきたい。

Hoerl, A., Flexible Handling Systems for Axially Symmetrical Components, *The Industrial Robot*, (1981-9), 172.

(原稿受付 昭和 58 年 11 月 8 日)

文 献

- (1) Schultz-Wild, R. und Weltz, F., *Technischer Wandel und Industriebetrieb-Die Einführung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik*, Frankfurt, (1973).
- (2) Ito, Y., *Bull. Jap. Soc. Prec. Eng.*, **16-4** (1982), 219.
- (3) Dostal, W., ほか 3 名, *Mitt. AB*, **2** (1982), 182.
- (4) Rempp, H., *Der Einsatz Flexibler Fertigungssysteme* (Unpublished Paper Delivered on the PFT/FMS-Workshop, Karlsruhe), (1982-12).
- (5) Lutz, B., *Social Endogeny of Technical Progress and Question of Development of Human Labour, Proceedings of the First Community Symposium in Social Sciences*, Pont-à-Mousson, (1981-9).
- (6) Bertrand, O., *Das Flexible Fertigungssystem im Werk Boutheon von Renault Vehicules Industriels (R.V.I.) Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft*, Lutz, B. und Schultz-Wild, R. 編, (1982), 41, Campus verlag.
- (7) Gerwin, D., *Do's and Don'ts of Computerized Manufacturing*, *Harvard Business Review*, (1982-3~4), 107.
- (8) Gerwin, D., *Arbeitnehmerreaktionen auf Flexible Fertigungssysteme und Folgerungen für die Arbeitsorganisation*, *Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft*, Lutz, B. und Schultz-Wild, R. 編, (1982), 57, Campus verlag.
- (9) Dostal, W., *Der Einsatz Flexibler Fertigungssysteme in der Bundesrepublik*, *Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft*, Lutz, B. und Schultz-Wild, R. 編, (1982), 73, Campus verlag.
- (10) Köhler, C. und Schultz-Wild, R., *Flexible Manufacturing Systems-Manpower Problems and Policies, Paper Prepared for the 1983 World Congress on the Human Aspects of Automation*, Ann Arbor, Michigan, (1983-8-8~11).