

ソフトウェア開発・生産従事者と生産の工業化

岩 本 純

Personnel and Engineering in Software Development

Summy Iwamoto

Software development seems to be managed more like a craft or an art than like engineering or manufacturing, hiring many experienced or skilled personnel and relying on integrated, divided teams as in the early days of the industry. Since the 1980s, rising demand for large-scale complex programs and encountering shortage of experienced programmers, software producers have pursued the more systematic production process, applying the concepts of software factory.

The factory approach to software development associates with the de-skilling of personnel, specialization of labor, interchangeable parts (dividing large programs into modules), automated tools, standardized designs and control over production takes.

Part I of this paper examines software developers as the occupations included in the official category. Part II focuses on the factory approach to Japanese software producers.

1. はじめに

D.ベルのテーゼ「脱工業社会はサービスに基礎を置いている。したがって、それは人と人とのゲームである。重要なのは、生身の筋力でもエネルギーでもなく、情報である。その中心をなす人間は専門職である。¹⁾」を最広義に理解すると、ソフトウェア開発・生産に従事するSE(システム・エンジニア)やプログラマーも「中心をなす人間」の一翼を担うものと解釈できる。

しかし、「SEは力仕事である」と力説されたり、35才定年説を始めとして派遣労働、長時間残業、テクノストレス等²⁾の諸問題が指摘されてきた。また、開発・生産工程の分業化、標準化の結果として、プログラマーの「技能工化」³⁾の進行も指摘されている。

わが国のソフトウェア産業は、80年代に入って急激に成長し、それに伴って調査研究も発展してきている。これまでに報告された調査研究において指摘されている点は、次の通りである。

産業、企業の側面として、大型汎用コンピュータ向けのカスタムメイド(受注一品生産)⁴⁾が主流製品、労働集約型生産、小・零細企業(企業規模)、独立系(資本系列)⁵⁾が圧倒的に多い、成長局面にある、重層の下請け企業群間の分業構造、外注依存度の高さ、企業、顧客の首都圏への集中と地方への進出などが挙げられる。

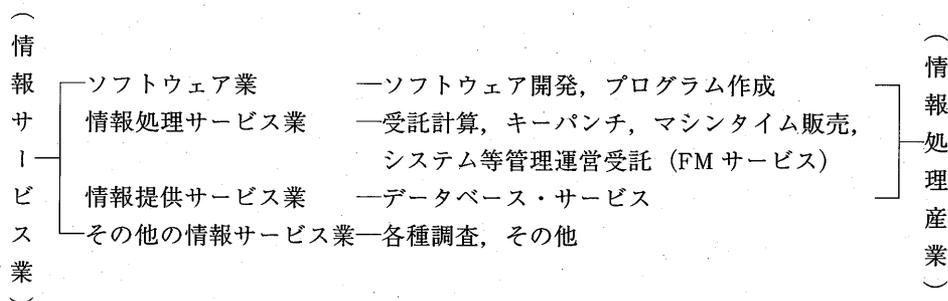
労働市場、従業員構成の側面では、慢性的な需要過剰、正規従業員、高学歴者の比率が高い、

激しい労働移動と企業の内部労働市場化志向，低い平均年齢と短い平均勤続年数，完全週休二日制の普及，高水準で平準化している平均初任賃金などである。

ソフトウェア産業及び企業の特長，地方展開の現状とその変化，ソフトウェア開発・生産工程の分業化，標準化の現状と職務内容に与える影響及び職業，余暇意識などを把握・分析するために，90—91年度の本学部共同研究費の助成をえて，吉井博明とともに，企業及び従業者に対する面接調査，質問紙票による企業調査（「ソフトウェア産業の現状と今後の方向に関する調査」）及び個人調査（「SE，プログラマーの職業意識に関する調査」）を実施した。本稿締切日までにその一部を除いて調査結果の集計が間に合わなかったため，調査に基づいた分析・報告は次稿に譲らざるをえない。したがって，本稿を次稿の序章として位置づけ，企業インタビュー，「企業調査」の一次集計を利用しながら，ソフトウェア開発・生産工程従事者の位相，ソフトウェア生産の工業化の現状について考察したい。

2. ソフトウェア産業

ソフトウェア産業は，情報サービス産業（総務庁・日本標準産業分類）または情報処理産業（通産省・産業構造審議会）に含まれ，後者の分類によるとコンピュータ製造業および半導体製造業とあわせて情報産業と定義される。情報処理産業は，コンピュータを利用したサービス業に限定し，ソフトウェア業，情報処理サービス業，情報提供サービス業の3業態を指すが，情報サービス産業はより広範な範囲を含んでいる。本稿の趣旨からすると，情報処理産業を使う方が適切かと思われるが，日本標準産業分類に基づいた通産省『特定サービス産業実態調査報告書—情報サービス業編』（以下『特サビ調査』と略す）を引用する機会が多いので，情報サービス産業という用語を使いたい。



わが国の情報サービス産業は，50年代後半のコンピュータ・メーカーによる計算センターの設立に始まる。すなわち，情報処理サービス業から60年代後半のソフトウェア業そして70年代前半の情報提供サービス業の形成へと移行している。しかし，情報サービス各社は，これらの業態に個々に区分されるのではなく，これら業態にまたがっている企業が多い。歴史的経緯をみると，技術的に相対的に高度な分野へ，すなわちより付加価値の高いそれへと業務内容ないしはその目的を移行する傾向にある。80年代前半の受託計算から80年代後半のソフトウェア開発へ，そして今日，受託計算部門のバッチ処理からVANへ，ソフトウェア開発部門のSI（システム・インテグレーション）サービス，ネットワーク・サービスの提供へとシフトしている。

図—1 ソフトウェアの種別

1. 基本ソフトウェア
2. ビジネス・アプリケーション・ソフトウェア
3. システム・アプリケーション・ソフトウェア
4. マイコン制御ソフトウェア
5. 通信ソフトウェア

『特サビ調査』(1989年)によれば、情報サービス産業の事業所数は5,587事業所、従業者数は37万7113人、年間売上高は4兆3514億円である。この中、「ソフトウェア開発・プログラム作成」が57.7%を占め、年々その比率を拡大している。従業者規模別では、「10—29人」規模が最も多く(32.3%)、99人以下の事業所が全体の85.0%を占め、500人以上の事業所が1.8%でしかないように、圧倒的に小・零細企業に依存している。これは、産業及び企業自身が発展途上にあることをも物語っている。市場の急成長の故に、製品の差別化や販売網の確立といった制度的条件が未確立であり、新規参入を阻むような生産技術的条件もない。規模の不経済性、範囲の経済性が作用する領域である。しかも開業にあたって設備投資その他を殆ど必要とせず、小額の資本金で事足り、極端に言えば紙と鉛筆そして人間関係(仕事の発注元)さえあれば開業できるといわれている。

こうして次々に既存企業からスピアウトし小・零細企業が設立されていく⁶⁾。それは『特サビ調査』や本稿に間に合わなかった我々の「企業調査」の一次集計(回答数・635社)からも窺える。従業者規模が小さい程、業務開始年または会社創立年が新しい。

創立された企業の多くがその後成長をとげ、従業者数区分が開業時から下方移動している企業がゼロであるとの報告⁷⁾もあり、全体として上り坂基調にあるのだろう。確かに、完全週休二日制実施企業は、84.9%(1989年度・全国全産業平均は、9.6%)、情報処理に関する資格(2種、1種、特殊など)の取得を奨励している企業は、77.3%と極めて高率である。労働力不足時代の今日、労働条件により付加価値を付与せざるをえないのは全産業に共通している。この産業の雇用者の平均的学歴水準の高さに加えてより高学歴者を求める傾向、何よりも人材に大きく依存せざるをえない生産方式の発展段階、そして同職種間の人の移動が、全国平均を大きく上回って平準化させているといえる。

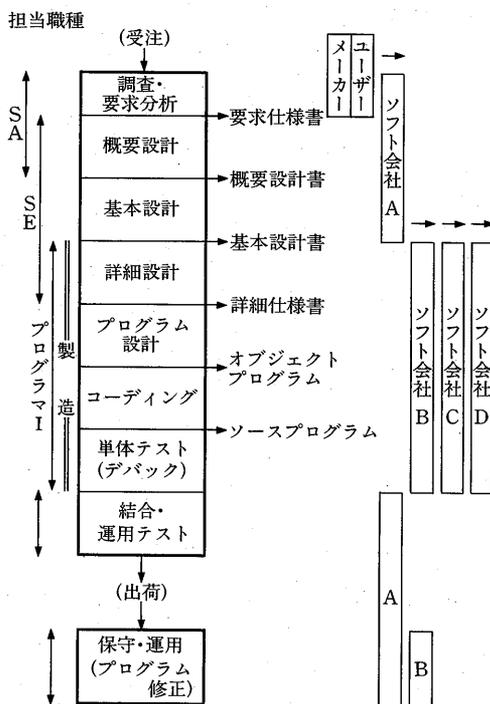
企業インタビューの度に倒産事例について質問したが、そうした事例を知る機会は多くはなかった。キーパンチ等データ書き込みや要員派遣を主業務とする企業が僅かにあった。市場の動向に合わせて、より高付加価値の業務への転換が遅れた企業である。我々の「企業調査」では、郵送した調査票の2.8%(93社)が宛先不明で返送され、その他に倒産ないしは業務停止が2社、業務変更ないしは業種転換が6社あった。

後に述べるように、ソフトウェア開発・生産の生産性を高めるために工業化が模索されているが、『情報サービス産業白書1991』が労働集約型から知識集約型産業への転換を提唱しているように、未だ人材に大きく依存した労働集約型産業である。情報サービス産業全体の年間売上高の伸びは、1979—1989年の10年間で7.3倍であるのに対し、従業者一人当りのそれは1.75倍でしかないことでも明かである。より優劣な人材確保の点で困難を伴う中小企業は、高付加価値化競争の中で知識集約型への転換か、労働集約型として下請け企業として系列化されるか選別の時代を迎えている。

3. ソフトウェア技術者

ソフトウェアの開発・製造・保守の各工程に従事する技術者に対する需要が供給を大幅に上回る状況が指摘されて久しい。4年前、通産省・産業構造審議会情報産業部会情報化人材対策小委員会提言では、2000年時の需要数が214.5万人に対し、供給数が118万人であり差引96.5万人（内訳は、SEが42.2万人、プログラマーが54.4万人）の需給ギャップが生じると予想されている。そして、その需給ギャップを解消するための政策手段として、生産性の向上（ソフトウェア開発・保守技術の向上やソフトウェア技術者の技術力の向上による）及びソフトウェア技術者給源の充実整備（学校教育、企業内教育、就業構造転換などによる）が主なものとして挙げられている。生産性向上効果を考慮すると、SEが31.2万人、プログラマーが9.1万人、合計40.3万人の需給ギャップとなる。不足数の77.4%がSEである⁸⁾。

図2 ソフトウェア開発工程



各種調査報告書においても、より技能を要する上流工程を担当する人材不足が指摘されている。さらに、ハードウェア技術や通信技術の革新を背景としてシステム化の高度化、多様化、複雑化そして大規模化が求められ、「提案SE」に代表されるような従来とは異なったより高度な技能、知識及び資質をもったSEの需要に向かっており、ますますその傾向に拍車がかかっている。すなわち、「従来のような定型的な業務を中心とした業務系システムから経営戦略に直結する意志決定のための戦略的システムへ移行」し、「単なる情報処理技術者としての能力ばかりでなく、経営分析能力を身につけたシステム・コンサルテーションができる機能も要求され」、「戦略的情報システム構想を提案し、設計・開発・運用までを総合的に行える」企業、技術者が求められる。

また、システム化は、「部門間統合システム（C I M）から企業間システム、海外ネットワーク・システムへ」、データベースは、マーケティング・データベースへと大規模化、広域化がはかられている。さらに、ハードウェアの高機能化、多機種化に伴い「ソフトウェアに関する技術ばかりでなく、コンピュータの性能評価や異機種間接続技術などハードウェア、ネットワークに関する知識も重視されるようになってきている⁹⁾」。

今後需要が集中するS Eに対し、プログラマーは標準化、機械化、自動化などのソフトウェア生産技術の進展、プログラミングの海外委譲による省力化が可能とみなされている。我々の「企業調査」において、将来予測として各社が重視する環境変化項目の中「S Eの不足」を挙げた企業は76.7%（487社）に対し、「プログラマーの不足」は20.1%（130社）でしかない。

実際に、情報サービス産業の従業者の中、1989年にはS Eが31.0%を占め、この年に初めてプログラマー（28.1%）の比率を抜いた。またその伸び率も80年代に入って高くなり、80年のその8.6倍に上昇している（全体は4.0倍）。しかし、配属、資格、待遇などの点でS Eとプログラマーの区別をしていない企業が、我々の「企業調査」では過半数を占めている事実も看過してはならない。

4. ソフトウェア技術者の範囲

総務庁、労働省などの公的な職業分類では、技術者は「02鉱工業技術者」、「03農林水産業・食品技術者」、「04その他の技術者」（職業中分類）に分類される。80年代末までの定義は、各々の分野「において科学的・専門的知識と手段を生産に応用し、生産における企画・管理・監督・研究などの科学的・技術的な業務に従事するものをいう。この業務を遂行するには、通例、大学などにおける自然科学に関する専門的訓練またはこれと同程度以上の知識と実務経験を必要とする。」となっていた。91年の『職業名解説・労働省編職業分類』では、各職業の資格要件に関しては細分類の項に移り、各々の分野「についての高度な理工学的知識や技術をはじめ長期間の実務経験が要求される。大学あるいは大学院で理工学の領域を専攻していると入職に有利である」と改訂されている。

情報処理技術者は、「04その他の技術者」に含まれ、職業小分類では「044情報処理技術者」として分類され、「電子計算機による情報の整理・加工・蓄積・検索などに関するシステムの分析・設計、プログラムの設計・作成についての技術的な業務に従事するものを言う。電子計算機・数値制御工作機械の操作などに付随して、軽易なプログラムの作成・修正の業務に従事するものを除く。」と定義される。そして「044—0システム・アナリスト」、「044—20システム・エンジニア」、「044—30プログラマー」に細分類される。

「コンピュータ処理の対象業務とコンピュータの利用形態についての概略の設計をするシステム・エンジニアをとくにシステム・アナリストということがある。……コンピュータ処理業務の定義、システム仕様の作成、業務形式の設計、データ項目の設計、データの定義、システムの見積りなど情報システム全般に関わることを調査、分析、設計、評価する。その他のプロジェクト計画の概要の作成、現行システム・手続き・組織などの調査と分析を行う」のが、システム・アナリストの職務範囲である。

システム・エンジニアの職務は、「対象業務における情報の流れや情報量を調査分析し、情報の整理・加工・蓄積・検索など情報処理業務の種類に応じて、システムの概要設計書、詳細設計書を作成する¹⁰⁾」。プログラマーのそれは、「システム設計書に従って、……各種のプログラム

設計を行う。……手順を図式化したフローチャートを作成し、プログラム設計書に従ってプログラム言語を記述（コーディング）する。このプログラムとテストデータをコンピュータに入力し、……必要なプログラム修正を繰返し、保守用の解説書や操作手引書を作成する」。

情報処理技術者の仕事は、「システムの分析・設計」と「プログラムの設計・作成」に分割され、前者の要求分析、要求定義をシステム・アナリストが、概要設計から詳細設計までをSEが、後者をプログラマーが担当する。資格要件については、「コンピュータによる情報処理システムに関する高度な専門的知識が要求される」部分は、三者に共通している。異なるのは、プログラマーに有利な資格が「一種または二種情報処理技術者」であり、前二者には「特殊情報処理技術者」が共通しており、SEにはさらに「情報処理技術士」が加わる。そして、専門的知識以外に技術と「長期間の実務経験が要求される」のはSEだけである。

これら職種の主要な給源は（とくに中小のアプリケーション専業・ソフト・ハウス）、情報処理系専門学校卒であり、理系大卒の比率は極めて少ない。『ソフトウェア技術者の労働市場に関する調査研究』では、調査対象者380人中、理系大卒は29.2%¹¹⁾である。また、この職種の活動が最初に始まった大手コンピュータ・メーカーの殆どで、ソフトウェア開発事業を本格的に始動した頃から高校卒を採用していた。例えば、東芝ではプログラミングに従事する従業員の中、その約半分が高校卒である¹²⁾。

新しい分類では、学歴要件（入職に有利な学歴水準）から有利な資格に代わって、分類上の定義は現実に接近した。コンパイラーやプログラム・ジェネレーターなどの導入によって、プログラミング工程はかなりの自動化がはかられている。しかし、オペレーターは区別されているが、システム・アナリスト、SE及びプログラマーは、一括して情報処理技術者として扱われている。もっとも「043—10 測量士」の上位分類が「043 測量技術者」であるように、それは情報処理の分野に限ったことではない。それでは、国外の分類に眼をむけてみよう。

ILOの『国際標準職業分類』では、職業大分類・「専門的、技術的及び関連従事者」の中、職業中分類・「0—8 統計者、数学者、システム・アナリスト及び関連テクニシャン」に分類される。そして、「0—83システム・アナリスト」（職業小分類）の「0—83.10システム・アナリスト」（細分類）、「0—84統計・数学テクニシャン」（小分類）の「0—84.20コンピュータ・プログラマー」（細分類）に至る。

「0—83.10システム・アナリスト」の職務は、「データ処理とその要求を分析する。また、自動データ処理の運用についての助言、適切なシステム及び手順についての開発を行う。データ処理に基づく特定のアウトプット要件の確認のために、顧客または管理者と協議すること。データ処理システム利用に関する運用及び費用を評価査定すること。

……要求分析、概要設計、詳細設計、コーディング、テスト、デバッグの工程に従事する労働者の活動を調整することができる。最適なA.D.P.設備のタイプを顧客に助言し、また、新・旧のデータ処理システムに関する、段階的切り替えの実行や平行運用の計画を通して、A.D.P.システムの設置を指示し、調整することができる」。

「0—84.20コンピュータ・プログラマー」のそれは、「詳細なロジック・ワークフロー・チャート及びダイアグラムを準備し、内部チェック及び必要な他の制御を考慮して、入力データ準備とコンピュータ処理操作のためのステップ列を確定する。プログラム言語を使って、フローチャート及びダイアグラムをコンピュータ・プログラムに変換する。

使用するコンピュータ機種に適した機械処理命令を得るために、プログラムをコード形態に変

換，または，変換を指示する。プログラムの確実性をテストするために，サンプル・データによるテストを行い，必要に応じてプログラムを修正する。コンピュータ操作要員のための取扱説明書を作成する¹³⁾。

ここでは，すでにシステム・アナリストとプログラマーが中分類上で区別されており，プログラマーは，エンジニアではなくテクニシャンとして類型化されている。

コンピュータの発祥地・アメリカでは，コンピュータ関連職種は「データベース」や「通信」などの情報処理に関する機能要素を一つの独立した単位として，約50種存在するといわれている。しかし，センサスの基礎となる労働省『職業概要便覧』では，「コンピュータ及び関連職業」にシステム・アナリスト，プログラマー，操作要員が分類され，他のエンジニアとは区別されている。その学歴要件は，エンジニアが初職に就くために大卒の資格が求められるが，システム・アナリストもプログラマーも，実際にほとんどの就業者が高等教育の履修者であっても職業の資格要件ではない。使用者は，基本ソフト分野では理系大卒を求めるが，ビジネス・アプリケーション・ソフト分野では高卒から文系大卒まで幅広い。また，システム・アナリストの約半分は，プログラマー経験者であり，このような経歴者の求人が多いため，必然的にプログラマーの学歴水準が高まっている¹⁴⁾。

しかし，少なくともプログラマーはテクニシャンであることは一致している。わが国には，テクニシャンという概念が公的，社会的に存在しないので，一括して技術者と総称される。したがって，わが国の技術者は，エンジニアからテクニシャンまでSEからプログラマーまでを含む幅広い概念である。また，プログラマーの技能工化の過程は，ソフトウェア開発の工業化，自動化の結果として招来するとともに，プログラマー本来の位置に戻ったといえよう。

5. エンジニアとテクニシャン

エンジニアもテクニシャンも共に，職業分類では「専門的，技術的及び関連職業」に属する。しかし，専門的知識を獲得するための教育・訓練期間，技能水準，威信，給与，従って社会的地位が異なる。エンジニアは，上記の点で科学技術者と同等に扱われる専門的職業であり，社会階層上も中間階級の中位以上に位置づけられる。それに対して，テクニシャンは，設計士や製図工などと共に技術的職業としてより下位に扱われる。社会階層上，ブルーカラーとホワイトカラーの境界線近くに位置し，それ故に，70年代の始めにフランスのゴルツヤツウレーヌらが彼らを「新しい労働者階級」に位置づけ，「脱工業化社会」の社会運動の担い手として期待した。

ILOの分類では，エンジニア及びテクニシャンは「0-2/0-3建築士，エンジニア及び関連テクニシャン」に中分類され，建築士及びエンジニアが9種，テクニシャンが9種に小分類され，さらに各々が49，43に細分類されている。小分類の定義を「電気・電子エンジニア」と「同テクニシャン」の例でみると，エンジニアは，「電気・電子工学問題の研究，電気・電子システム及び装置の設計，助言，そして電子・電気装置の開発，制作，設置，操作，保全に関する企画及び監督」業務を遂行する。他方，テクニシャンは，「エンジニアの指揮・監督の下で，電気・電子システム及び装置の設計，開発，制作，設置，保全に寄与する技術的な課業を遂行する¹⁵⁾」。それには，研究，開発や，製造などの技術的監督の補佐も含まれる。

職業分類上の基本的な弁別基準は教育・訓練期間であり，エンジニアは学士以上，テクニシャンは高校卒または短大卒ないしは職業訓練校終了が要件となる。しかし，それも国によって異なり，イタリアでは，大学工学部（5年制）を卒業するとエンジニアと呼称されるが，資格ではな

い。他方、工業高校（5年制）卒業者には、テクニシャンという国家資格が与えられる。アメリカの『職業概要便覧』には、上記の学歴要件が記載されているが、70年センサスにおいてエンジニアと自己申告した約100万人の中、41.3%が学士号の所持者ではなかった。また、R.ザスマンによるニュー・イングランドの金属加工及び電子部品製造の2工場における面接調査では、各々25%、28%が大卒ではなく、かつその殆どが熟練工から短大を経てエンジニアになった者、あるいは職長、テクニシャン、製図工から昇格した者である。他方では、大卒が入社後エンジニア助手として試作ラインの職長、設計士、製図工の仕事から始める者もいる¹⁷⁾。

エンジニアリングの出現によって、「手と頭の労働が一つの技能のなかに体现されて¹⁸⁾」いたクラフトマンから、頭の労働を分離しそれを専門に担当するエンジニアが誕生した。1870年代にアメリカの大学を卒業したエンジニアがGE、ウェスチングハウス社などに採用され始め、エンジニアという職業が工業界で認められだしたのは、19世紀末であった。そして、エンジニアから解放した定型的労働を専門的に従事するテクニシャンが生まれたのは、1920年前である。1920年及び1980年の、エンジニア及び科学技術者に対するテクニシャン、設計士、製図工の比率は、各々.44、.97（製造業内の比率は、1950年—.51、1980年—.79¹⁹⁾）であり、前者に比して後者の伸びは著しい。

わが国では、一般的に職種や職務の概念が欧米と異なり、そのくくりが大きく曖昧である（職掌とか職域の分類基準が職種や職務に代わって使われることも多い）。各人にははっきりと割り当てられた職務がある場合でも、必要があれば担当する職務の範囲を越えて仕事をすることもある。管理職から技術者、熟練工、不熟練工に至るまで、各々の職種の境界線の内外で、手伝いや応援が日常化している。その際、他人の領分を侵すという考えはない。

他方、欧米では職種の異同を問わず自分に割り当てられた仕事以外には手を出さない。まして職種を越えての越境はない。次に、実際にエンジニアとテクニシャンとの間にみられる仕事の分業を、ニュー・イングランドの2工場の例から見てみたい。ニュー・イングランドの金属加工工場では、エンジニアは肉体的な手作業労働からほぼ完全に切り放されている。「エンジニアは、設備や製品などの肉体的（作用の）対象と結合したシンボルを操作するが、これらの対象そのものを操作しない。

時にはエンジニアも作業場で仕事をすることもあるが、エンジニアは誰も肉体的に機器類を修理したり操作したり、あるいは製品や部品の試作品を作ったりしない。肉体的操作は、機械工、保全工、オペレーター及びテクニシャンの仕事である²⁰⁾」。この慣行は、ブルーカラーが組織する労働組合の協約による規制と使用者側の管理策によって厳格に実施されている。前者は、組合員の職務保障のために、そして後者は、他の職種より高額の給与を取るエンジニアに、かれら本来の仕事に専念させるためである。

肉体労働から排除されたエンジニアと肉体労働を専業とする熟練工、半熟練工の中間にテクニシャンが位置する。「最も重要なことは、テクニシャンの「仕事は典型的に、エンジニアのそれに従属し、依存していることである²¹⁾」と、ザスマンは指摘する。プレイバーマンも同様に、「テクニシャンのとくに目だった特質は、」「エンジニアや科学者の助手として機能することである。すなわち、より低い給料をもらい若干の訓練を受けた人にまかせられるようなきまりきった仕事は、テクニシャンの仕事とされるのである²²⁾」と述べている。

機械設計部門では、エンジニアは新モデルの機械設計及び旧モデルの変更にかんする全ての責任を負う。エンジニアがまず設計の概要を作成した後、設計士及び製図工が詳細設計を担当し、

完成する。製図工はまた、機械の簡単な装備の設計も担当するが、機械本体の部分装備よりも機械を制作する際に必要となる治工具の設計が主である。両者の分業は先にみたエンジニアとブルーカラーのそれのように厳格ではない。時には、エンジニアが詳細設計まで担当したり、製図工がもう少し複雑な設計をしたりすることもある。

テクニシャンが集中する主な職場は、開発段階の製品テスト部門及び品質管理部門（最終製品や部品の検査）である。いずれもエンジニアの監督、指揮、指示の下に、定型的な繰り返し作業を行う。テクニシャン、設計士及び製図工が従事する一般的によくみられる職務は、個別のエンジニアのアシスタントである。ちょうど上級管理職の秘書のような機能を遂行する。

テクニシャンは日常的に定型的労働に固定化され、他方、エンジニアはそれから解放された。ザスマンは、それ故に「高度に複雑な、そしてより技能的な仕事に集中しうようになった」と述べている。しかし、他方では「エンジニアの技能は、殆ど理論的ではなくしかも技術的でさえない²³⁾」と指摘するように、エンジニアの技能は、科学的訓練よりも経験とものに対する感性が求められ、それは、実務を通じた長期のキャリアによって培われる。これは、ザスマンやミルズもいうように、多くのエンジニアが思い描く職業上の理念は、古き時代のクラフトマンシップであることでも明らかである。そのクラフトマンは、「部分ではなく全体を見る眼、仕事の奥行きを見る眼」、「労働過程とその目的を構造的に把握することを可能にする」「イメージする能力」を持っていた。技術革新と科学的労働管理は、「直接労働する者の頭のなかから、その労働のイメージのほとんどを奪い去り、直接、労働過程にタッチしない第三者がそのイメージを独占し、労働する者がイメージなき労働を強い²⁴⁾」た。

ところで、わが国でも80年代の中葉にテクニシャンなる概念が『労働白書』に現れている。ME化が製造業・大企業でかなりの進展をみせ、中小企業にも波及しつつある頃、ME化の進展に伴って新たに発生するプログラミング業務、より高度で幅広い技能と知識を要請される保守業務などの担当者は、技能工以上のテクニシャン階層の役割と機能が必要になるというのである。「マイクロエレクトロニクス化の進展に対応した新たな技能者像とは」、「生産工程のシステム的管理能力をもった技能者であり」、「これまで技術者が担当していた職務領域をかなり取り込んだ“テクニシャン”といわれているものに近づくものと思われる」。実際には、プログラミング、保全作業は、技術者と保全工を含む技能工とに分有されており、従前の技術革新とそれに伴う現場の職務編成の変化がたどったように、新技術の導入期から本格稼働期そして安定期では、各々技術者主導から保全・技能工への委譲そして保全・技能工主導へと移り代わっている²⁵⁾。

先にみたアメリカにおけるテクニシャンの職務内容も、わが国では技術者が技能工が担当しており（開発段階の製品テストは新人の技術者が、最終製品の検査は技能工が）、また技術革新の進展段階に対応して、主要な担当者が技術者から技能工へと代替している。職務の守備範囲が厳格でなく、人々が職業、職種より所属企業や役職にたいしてアイデンティティをもつために、どの職種がどの職務を担当するかが問われにくい柔構造となっている。

ブレイバermanがいう「エンジニアリングの職業が大規模化し、ルーティン化されうる職務に従事するようになり」、「大量のエンジニアリングの職を生みだしたその同一の過程が、その職業自体においておこっている²⁶⁾」。ソフトウェア産業もその例外ではない。前述のごとく、わが国ではSEとプログラマーの未分化を許す柔構造の中で、着実に両者の分業化とその隔離が進行している。「労働過程のあらゆる段階が、可能なかぎり特殊な知識と訓練とから切り離されて、単純労働に還元される。他方、特殊な知識と訓練を保有する比較的少数の人は、可能なかぎり単純

労働の義務から切り離される²⁷⁾」法則と無縁ではない。

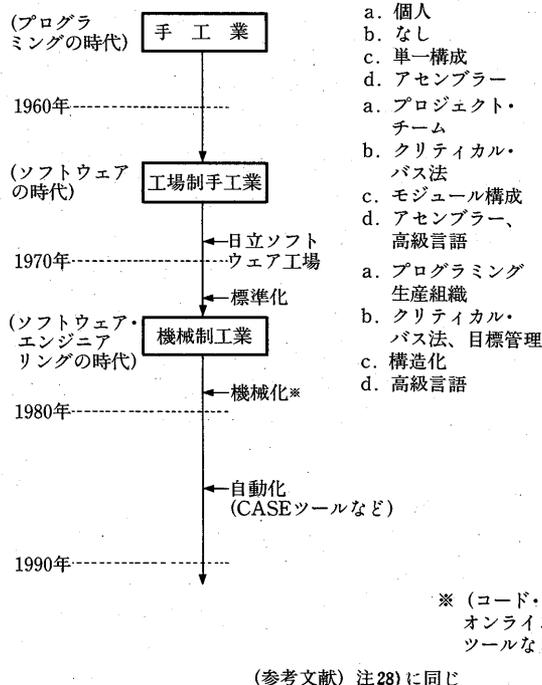
6. ソフトウェア生産のエンジニアリング化

1985—90年のソフトウェア生産工業化システム構築計画（Σ計画）は、通産省が音頭をとり、総額250億円の予算が投じられた。有力メーカー及びユーザー企業約200社が参加したこの計画は、ソフトウェアの生産性向上と品質向上を主な目的としていた。Σワークステーションや各種ソフトウェア開発支援ツール（Σツール）などの開発（Σシステム）であり、これによってほぼ労働集約的に行われてきたソフトウェア開発工程を標準化、部品化することによりソフトウェアの再利用率を高め、生産性及び品質の向上に寄与するというものである。いわばこれまでメーカー企業が各々個別に努力してきたソフトウェア開發生産のエンジニアリング化を官民一体となって推進しようとするものである。

しかし、『日経コンピュータ』1991.2.21は、Σ計画が間接的にもたらした4つの成果を指摘しているが、計画そのものについては失敗と断じている。実用性や普及策に欠けたツールやワークステーションしか生み出さなかった計画失敗の要因として、借入金で発足した事業化プロジェクト、短い（2年）開発期間及びメーカー主導のプロジェクト推進という内部要因の他に、計画出発時には予測できなかった外部要因の変化を挙げている。すなわち、UNIXの国際標準化の進展及びそれに伴うワークステーションの急激な普及やパソコン通信網の普及・拡大などである。

Σ計画の直接・間接的影響に関する評価はさしおくとして、この80年代後半にはハード・システム技術の発展を背景に、ソフトウェアの生産ツールや開発支援システムの普及が、中小規模の

図3 ソフトウェア開発の発展過程



企業にも拡大している。

他の工業生産のようなソフトウェア開發生産のエンジニアリング化の試みは、アメリカのIBM、SDCに始まり、わが国の大手コンピュータ・メーカーに引き継がれていった。設計から保守までの作業工程を分業化し、各工程を標準化、部品化、機械化し、そしてそれらを組織的、効率的に管理することによって、生産性、品質の向上そして製品の低廉化を可能にする。

ソフトウェア・エンジニアリングの時代は70年代に入ってからである。製造業における工業化に要した期間が100年であるのに対して、ソフトウェアの場合は20年でしかないとの半ば賞賛的な指摘もあるが、ハードウェアをはじめとする技術進歩もさることながら、D.ドアのいう「後発効果」が大いに寄与しているのであり驚くに値しない。

それ以前の「きわめて個人的作業であり、職人的といわれるほど個人差の大きい」ソフトウェア開発からの転換の画期は、60年代半ばのIBMのシステム360用基本ソフトウェア(OS)開発である。ハードウェアの大型化、多機能化に伴ってソフトウェアの大規模化、複雑化さらに品質管理が求められ、従来の生産体制(組織、要員、作業管理、生産技術など)が桎梏となった。70年代の次期モデル・システム370の段階では、生産技術、生産設備、要員管理をも含めた管理技術に手が増えられ、個々のプログラマーの作業管理から、モジュール化設計を始めとする様々な分業化、標準化を目指したツールや技法が開発された。第二の「ソフトウェア危機」意識が一般化するのがこの頃である。

わが国におけるソフトウェア開發生産作業の標準化の先鞭を切ったのは、NTTの前身・電電公社であるが、大手メーカーでは日立の戸塚工場の設立(1969年)に始まる。70年代後半には、各社のソフトウェア工場が出そろった²⁸⁾。

M.カスマノは近著『日本のソフトウェア工場』において、わが国の大手コンピュータ・メーカーが優れてソフトウェア生産の工業化、すなわち工場アプローチに成功した原因を探っている。比較・分析の対象が、大手コンピュータ・メーカー(日立、東芝、NEC、富士通)に限定された日本の成功例に対して、アメリカの失敗例がSDC社の一社のみという奇妙さ(確かにこれらの企業は、当該事業所を「工場」と呼んでいる)が残るが、ソフトウェア・エンジニアリングについての概念と現段階を知る上で、彼の分析及び結論を要約するのも無駄ではない。

わが国の大手メーカーに共通するソフトウェア生産の工場アプローチに関する要因を、M.カスマノは、次のように見ている。

- (目標)
1. ソフトウェア生産活動に対する戦略的経営及びそれに向けた全社的統合
 2. 「計画的範囲の経済」の達成—同一企業または事業所内における製品群の開発・製造によるコスト低減、生産性の増大
- (実行)
1. ソフトウェア開発過程の改善に対する熱意
 2. 同種、類似品への集中、それに適的な開発過程、方法の専門化及びそれ以外の開発・生産の下請け化
 3. 開発過程、製品の品質に対する分析、管理についての長期的な取り組み
 4. 研究・開発(ツール、技法の自社開発)過程の事業所または事業部レベルの組織への集中
 5. 新人教育制度を通じた技能の標準化及び平準化
 6. 作業標準に関する定期的な再検討、改訂の制度化
 7. 組織的なシステム仕様の再利用体制

8. 機械化, 自動化 (CASE ツール) と他の要素との統合

9. 生産性向上及び製品の信頼性から製品の高度化及び多様化への企業努力の転換²⁹⁾

これらの共通する要因がソフトウェア工業化を成功させた原動力であるとされている。これに対して、アメリカのSDC社が76—78年に試みた工業化の挫折例について整理してみる。SAGE (アメリカ本土の防空システム) のシステム開発のためにランド社のシステム開発部が独立したSDC社は、60年代末までアメリカ国防省をほぼ唯一の取引相手としていたが、顧客側のインテグレーション・サービス志向などにより、1974年には国防省の取引は全体の30%に過ぎなくなった (80年代中葉, ユニシスに併合)。受注製品は、航空管制システムや警察のインテリジェント・システムのような大型の基本ソフトウェアであり、71年から3年の間に収益及び従業員数は倍増した。さらに今後のコンピュータ産業の課題はコスト削減, 生産工程の組織化であるとの確信, 科学的, 経済的, 信頼性の高い受注開発を目指して、カルフォルニア, サンタ・モニカにソフトウェア工場 (システム・アナリストを除いた200名のプログラマー) を開設した。標準化及び手順の方法論の基礎は、アメリカ軍隊基準, アメリカ空軍手引375要件, 優良商慣行であった。

「工場」化を構成するのは、プログラム開発の全工程及びプロジェクト管理に関する標準化手順, システム・エンジニアリングをプログラム生産及びテストから区別した組織構造, 先進的な設計支援ツール及びプロジェクト管理ツールの3要素である。ここから、ライフ・サイクル開発工程, 開発・生産作業の一事業所への集中と設計, 開発, テスト・評価の分業化, データ・ライブラリー, ツールや技法の標準化, 構造化が生み出された。しかし、78年には新参者をはじめとして従業員の多くが「工場」慣行に従わなくなり、いつのまにか「工場」アプローチは自然消滅していく³⁰⁾。

先に掲げた日本大手コンピュータ・メーカーの共通要因に関するSDC社と日本メーカーのカスマノが指摘する相違を整理したのが、図—4である。両者を比較する上であらかじめ考慮しなければならない点は、第一に、SDC社の開発プロジェクトが政府レベルの大型で複雑な基本ソフトウェアであったこと。第二に、ハードウェアをはじめソフトウェア開発の外部環境が異なることである。

図—4

	SDC社	日本・メーカー
目標・1	全従業員の動員の欠如	全社的な取り組み
2	「工場」の短命さ	長期的視野での改良
実行・1	製品の革新に主眼	ソフトウェア管理技術に主眼
2	製品の種類, 大きさの変動 (情報, 経験の集積とその利用の可能性)	製品, 開発過程, 市場の集中
3	データ収集, 分析, 開発工程への投資の消極性	企業内の先行部門の経験とその教訓化 (データ管理, 品質管理, QC)
4	開発成果≠組織の蓄積	全社の取り組みによる組織への蓄積
5	公的な教育訓練, 管理の欠如	定期採用新人の組織への蓄積
6	時間, 財政的基盤の欠如	長期的, 漸進的な改善
7	組織的再利用を促進する手順, 奨励策の未整備	組織的取り組み, 管理システム化 (再利用モジュール開発者の報償制度など)
8	ツール, オートメ化を主眼	製品, 利用ハードの限定, 外部技術の発展 段階的な導入, きめの細かい検討
9	時間的余裕のなさ	製品の洗練化, パッケージ化の欠如

カスマノ流にSDC社の挫折、日本のコンピュータ・メーカーの成功という結論を前提に考えると、日本メーカーの成功要因の大半は労使関係を含む日本的経営慣行とその結果もたらされた生産技術の効果的、効率的開発及び利用の優位性に他ならない。成功か挫折の評価が2年足らずの中になされたSDC社に対して、日本メーカーは、長期的視野にたった経営戦略と経営管理の下に様々な実行が行われている。したがって、時間をかけてデータを収集、分析・管理し、何が必要か、何が実用に値するかを検討・決定し、その結果、ツールや技法を段階的に導入することができる。これは、ソフトウェアに限らない。先行工業生産現場の調査をまとめたJ.ウッドワードが「部品の標準化では、どうしても、製造作業の徹底的な洗い直しが必要になった。……もっぱら標準化、単純化、専門化を目指す近代的な生産方法が単品生品の製造に向かない、というのは当然だとしていた。しかしながら、その部品生産を分析してみると、製品とは違って、部品生産は標準化できることがわかった³¹⁾」と報告しているごとくである。

「工場」化を目指す生産技術が、その概念、理念から出発するか(SDC社)、現行の改善、改良の積み重ねによるか(日本メーカー)の相違が大きく影響した。日本の各メーカーは、出発点から「工場」化アプローチを念頭においていたわけではなく、製品、開発工程及び市場の集中に与って作業の標準化、再利用化の度合の高さに着目していったことから始まっている。

しかし、これらのソフトウェアの工業化の例は、あくまでも大手コンピュータ・メーカーのものであって、ソフトウェア産業の中心をなす中小企業に一般化することはできない。我々の「企業調査」の一次集計(回答数・635社)から、幾つかの数字を拾ってみる。

SE、プログラマーの生産性を「把握していない」企業は、僅かに8.5%であるが、「計測している」企業は、34.2%、「計測していないが、大体は把握している」企業が、53.9%である。また、組織的なシステム仕様の再利用体制(実行・7)では、上記の大手メーカー各社はプラスのサンクションとして再利用ツール、技法の考案・改良の実行者に対する報償制度を設けている。しかし、我々の「調査」では、全体の19.4%の企業にしか設置されていなかった(従業員100名以上の企業で27%)。同じくQC活動を実施している企業も20.3%でしかなかった。

工業化生産の追求は、職人的、労働集約的生産によって下支えられている。

7. 内部労働市場化と教育訓練

日本大手メーカーのソフトウェア開発・生産の工業化を背景から支えるのは、トップから中間管理職、現場の開発要員まで含めた理念、戦略に対する合意の形成、さらにそれを円滑に実行するための組織的、技術的な制度、慣行の調整である(目標・1, 実行・3, 4, 5, 6)。日本メーカーでは同一企業内の先行製品生産を模範とした教訓例にこと欠かない。紙幅の関係によりここでは実行・5について検討したい。

ソフトウェア開発・生産従事者の移動性向が高く、中小企業を中心に横断的労働市場が形成されているが、同時に、大手メーカー、大手ソフトウェア企業ではかなりの内部労働市場化志向が進んでいる。新規学卒者の定期採用とその後の企業内教育訓練の制度化、慣行化である。我々の「企業調査」でも、そのことは確認されている。「SE、プログラマーの採用方針」に対する回答では、「定期採用に限っている」企業は13.7%(87社)と少ないが、「原則は定期採用だが中途採用も行う」企業は64.9%(412社)あり、合計すると78.6%になる。小・零細企業ほど定期採用不足分を中途採用で代替せざるをえない。

「キャリアに応じた教育研修制度の充実」を図っている企業は、39.8%(253社)と少なく、一

部大手企業を除くと教育訓練の中軸はOJTであり、人材の内部育成の整備は今後の課題である。企業インタビューの段階で明らかになったので、質問項目から省いたため数字は挙げられないが、訓練入口の新人教育は企業規模をとわず1—3カ月の集合教育が実施されている。

ソフトウェア産業の調査を数多く手掛けてきた今野・佐藤は、内部化の理由として外部労働市場からの大量調達困難さ、新規学卒者の定着率の良さ、企業特有の仕事の進め方を修得し、協調性を備えた技術者を育成できる点を挙げている³²⁾。もっともこれらの要因にはソフトウェア開発業独自の特徴はないが、実行・5に関連するのは、とくに最後の点である。

ソフトウェア開発に対しほぼ白紙の新人をゼロから育成することから始まる。プログラム言語を初めとする開発・生産技術、技能、ノウ・ハウなどの本来的な技能・技術だけでなく、自動化、機械化に関する技能、ノウ・ハウをも既存のものとして同時に修得、受容させることが可能となる点である。技法やツールの社内利用基準を含めて、開発工程の標準化、機械化及び自動化の手順、方法をほとんど抵抗なく修得させることができる。

さらに、工業化に沿って開発要員間の分業化が進めば進むほど、その後の技術、技能は、開発要員個人にではなく企業組織に蓄積するようになる。開発要員の内部化を志向する企業性向の原因をここに求めることができるだろう。しかし、開発要員の内部化の成就是、内部昇進を保証するキャリア・パスの整備とそれを制度のための制度としない中堅者教育の充実であろう。前述のごとく新人教育を除く教育研修制度の整備は今後の課題である。

8. おわりに

大型汎用、カスタム・メイド信仰の強いわが国でも異機種間接続、オンライン化を初めとする外部環境の進展にともなってダウンサイズ化が話題に上っているが、カスタム・メイドからレディ・メイドのソフトプロダクトへの移行に関する予測は否定的³³⁾である。また、ソフトウェア開発過程が機械制工業化段階に到達したとはいえ、現実には、まだまだ個人の能力に依存している。

しかし、ソフトウェア開発要員間の分業化は着実に進行している。SEとプログラマー間の垂直的分業のみならず、SEの担当業務の特化が目指される中、SEの専門化、すなわち水平的分業が開始されている。また、その背景として企業間の垂直的分業（重層的下請け構造）に加えて、水平的分業（企業の事業内容の特化化）も始まろうとしている。

注

- 1) 参考文献 {以下(参)と記す} —30・(上), pp. 173—4.
- 2) (参) —13, 14, 15, 21, 22以外に、祢津加奈子、『ソフト技術者はなぜ倒れたか』、にっかん書房、高峰友樹、『コンピュータ社会の病理』、東洋経済新報社など参照。
- 3) (参) —17, pp. 154—165.
- 4) ソフトウェア開発は、受託ソフト（カスタムメイド）とパッケージソフト（ソフトプロダクト）に大別されるが、89年『特サビ調査』によると前者が85.9%を占めている。
- 5) 資本系列は、コンピュータ・メーカー系、ユーザー系、独立系、独立系の子会社・関連会社に分類され、我々の「企業調査」では後二者の合計が82.7%であった。先行の調査結果でもほぼ同程度の数字が報告されている。
- 6) (参) —5 (pp. 44—46) によれば、独立系の創業者の中ソフトウェア関連職種経験者がとくに75年以降増え

ている。

- 7) (参) —25, p. 117.
- 8) (参) —11, pp. 61—70.
- 9) (参) —1 (1991), pp. 190—193.
- 10) (参) —44, pp. 95—96.
- 11) (参) —3, p. 10.
- 12) (参) —46, pp. 192—195, 246—249, 365—367; (参) —26, p. 66. また, (参) —19によれば男子 SE, プログラマーに占める高卒の比率は, 大手ハードメーカー30.5%, 情報処理サービス専業13.8%である (p. 25).
- 13) (参) —51, p. 69.
- 14) (参) —52, pp. 111—117.
- 15) (参) —51pp. 42, 50.
- 16), 17), 20), 21), 23) (参) —49, pp. 63, 80—101, 75—79.
- 18) (参) —29, p. 97.
- 19) US. Department of Commerce, Bureau of Census, *Historical Statistics of the US*, 1975, pp. 141—142; *Census of the Population: 1980*, vol. 2, *Occupation by Industry*, 1984, p. 19 (Washington, D. C. : US Government Printing Office).
- 22), 26) (参) —41, p. 270.
- 24) (参) —32・(1), p. 117, (2), p. 106.
- 25) (参) —45, pp. 142—148.
- 27) (参) —41, p. 91.
- 28) (参) —13, pp. 64—77; (参) —15, pp. 35—39; (参) —6, pp. II・92—II・96; (参) —46, p. 424.
- 29) (参) —46, pp. 8—13,
- 30) *Ibid.*, pp. 119—160.
- 31) (参) —42, p. 54.
- 32) (参) —17, pp. 142—143.
- 33) (参) —1 (1991) の将来予測 (p. 273) によれば, ソフトプロダクト市場は3.5% (1989) から17.5% (2000) に増大するとあるが, 50%を有に越えているアメリカと比較すればまだまだカスタムメイド独占市場である。
- 34) (参) —6 (p. II・95) によれば, 生産技術向上ツールを用いてもツールの貢献度は30%であり, 残り70%はツール使用者のメンタル要素が占めるといふ。

参考文献

- 1 情報サービス産業協会編, 『情報サービス産業白書』1986, 1991, コンピュータ・エージ社, 1986, 1991。
- 2 日本情報処理開発協会編, 『情報化白書1991』, コンピュータ・エージ社, 1991。
- 3 情報化対策国民会議・調査報告書, 『ソフトウェア技術者の労働市場に関する調査研究』, (社) 社会経済国民会議, 1989。
- 4 ———, 『職種転換とソフト技術者養成』, (社) 社会経済国民会議, 1988。
- 5 労働大臣官房政策調査部総合政策課, 『情報処理関連サービス業の地方展開を促進するための雇用労働面における対応のあり方に関する調査研究報告書』, 社会調査研究所, 1986。
- 6 技術経営会議・ソフトウェア委員会 『ソフトウェア・マネジメント: 経営者への提言』, (社) 科学技術と経

- 済の会, 1988。
- 7 未来工学研究所, 『情報通信サービス産業におけるS Eの育成に関する調査研究』, (財) 未来工学研究所, 1989。
 - 8 岡 真人他, 『特集・神奈川県情報サービス業の実態調査』, 『経済と貿易』143号, 横浜市立大学経済研究所, 1986。
 - 9 通産大臣官房調査統計部, 『平成元年・特定サービス産業実態調査報告書—情報サービス業編』, 通産統計協会, 1991。
 - 10 通産省編, 『我が国情報処理の現状—情報処理実態調査』, 大蔵省印刷局, 1990。
 - 11 通産省機械情報産業局編, 『2000年のソフトウェア人材』, コンピュータ・エージ社, 1987。
 - 12 新 睦人, 『情報社会をみる眼』, 有斐閣, 1983。
 - 13 下田博次, 『ソフトウェア工場』, 東洋経済新報社, 1986。
 - 14 ———, 『ソフト技術者の反乱』, 日本経済新聞社, 1983。
 - 15 ———, 『ソフトウェアが日本を変える』, P H P研究所, 1990。
 - 16 生産性上級技術者問題研究委員会, 『英国の技術者・日本の技術者』, 日本生産性本部, 1990。
 - 17 今野・佐藤, 『ソフトウェア産業と経営』, 東洋経済新報社, 1990。
 - 18 今野浩一郎, 『ソフトウェア産業における経営戦略と人材育成』, 『日本労働協会雑誌』, 1987年7月号, pp.
 - 19 電気労連・政策企画局, 『ソフト労働者の就労と意識調査報告書』, 電気労連, 1985。
 - 20 佐々木嬉代三他, 『コンピュータ系専門学校に関する実証的研究』, 『立命館大学人文科学研究所紀要』No.42, 立命館大学人文科学研究所, 1987。
 - 21 コンピュータ労働委員会・編, 『コンピュータ労働白書』, 技術と人間, 1983。
 - 22 ———, 『ソフトウェア労働』, 技術と人間, 1989。
 - 23 三隅二不二編, 『働くことの意味』, 有斐閣, 1987。
 - 24 森 清, 『ハイテク社会と労働』, 岩波新書, 1989。
 - 25 日本労働協会編, 『ソフトウェア産業の経営と労働』, 日本労働協会, 1986。
 - 26 神代・桑原編, 『現代ホワイトカラーの労働問題』, 日本労働協会, 1988。
 - 27 日本労働協会編, 『サービス経済化と新たな就業形態』, 日本労働協会, 1987。
 - 28 星野芳郎, 『先端技術の根本問題』, 勁草書房, 1986。
 - 29 マイク・クーリー, 『人間復興のテクノロジー』, お茶の水書房, 1989。
 - 30 ダニエル・ベル, 『脱工業社会の到来 [上・下]』, ダイヤモンド社, 1975。
 - 31 杉村芳美, 『脱近代の労働観』, ミネルヴァ書房, 1990。
 - 32 近藤完一, 『高度技術社会の人間と労働1—5』, 『技術と人間』1990・9月号—1991・2月号, (株) 技術と人間。
 - 33 坂本和一, 『IBM—事業展開と組織改革』, ミネルヴァ書房, 1985。
 - 34 国民金融公庫調査部編, 『現代下請企業論』, 中小企業リサーチセンター, 1989。
 - 35 R.ロスウェル/W.ゼクフェルト, 『技術革新と中小企業』, 有斐閣, 1987。
 - 36 剣持一巳, 『マイコン革命と労働の未来』, 日本評論社, 1983。
 - 37 黒岩俊郎, 『現代技術史論』, 東洋経済新報社, 1987。
 - 38 行政管理庁, 『日本標準産業分類』, 全国統計協会連合会, 1984。
 - 39 立川敬二, 『高度情報化社会の基盤テクノロジー』, N T T出版, 1991。
 - 40 岡本秀昭, 『経営と労働者』, 日本労働研究機構, 1990。

- 41 H. プレイバーマン, 『労働と独占資本』, 岩波書店, 1978。
- 42 J. ウッドワード, 『新しい企業組織』, 日本能率協会, 1970。
- 43 ———, 『技術と組織行動』, 日本能率協会, 1971。
- 44 日本労働研究機構編, 『労働省編職業分類・職業名解説—この仕事は何をするの』, 日本労働研究機構, 1991。
- 45 伊藤実, 『技術革新とヒューマン・ネットワーク型組織』, 日本労働協会, 1988。
- 46 M. A. Cusumano, *Japan's Software Factories*, New York, Oxford Uni. Press, 1991
- 47 ———/C. F. Kemerer, A Quantitative Analysis of U. S. and Japanese Practice and Performance in Software Development, *Management Science*, Vol. 36, No. 11, Nov. 1990, pp. 1384—1406.
- 48 E. Freidson, *Professional Powers*, Chicago & London, The Unif. of Chicago Press, 1986.
- 49 R. Zussman, *Mechanics of the Middle Class*, Berkley/L. A./London, Uni. of California Press, 1985.
- 50 C. Perrow, A Framework for the Comparative Analysis of Organizations, *American Sociological Review*, Apr. 1967, pp. 194—208.
- 51 ILO, *International Standard Classification of Occupations*, Geneva, ILO, 1986.
- 52 US. Department of Labor. Bureau of Labor Statistics, *Occupational Outlook Handbook*, Washington, D. C. , Government Printing Office, 1983.
『日経コンピュータ』, 『コンピュータピア』各号。