経済研究
Vol. 49, No. 3, Jul. 1998

『現場主義』[1]下の人材形成と情報共有

——工作機械メーカー9社の事例から——

中馬宏之

1. はじめに

競争のグローバル化，長引く景気停滞，金融システムの弱体化などによって，日本の経済システムの弱点が強調される傾向が高まっている．さらに，現在進行中のグローバル・ネットワーク化の進展は，人々の情報探索コストや情報共有コストを低下させ，これまで各人・各社に局所的に保有されてきた情報の市場性・汎用性を高めつつある．このような状況に直面してか，これまで日本経済を特徴づけてきた長期雇用慣行下の人材形成システムの有効性に対して批判の目が向けられるようになってきた．その結果，ジャスト・イン・タイム型の労働市場を礼賛する声も数多く聞かれるようになった．しかしながら，我が国企業に一般的な人材形成システム，特にその根底に流れている「現場を大切にする」という発想には，数多くの時代を超えた普遍的な強み・利点がある．そして，まさに，そのことがこれまでの我が国企業の高い国際競争力を支えてきているとも言える．上記の批判の多くは，このような『現場主義』に基づく人材形成システムの強みや利点を十分に理解していないことからなされることも多い．ただし，このような理解不足の背景には，我が国企業で実践されている人材形成システムの現状が未だ十分に解明されていないという実状が大きく影響していることも事実である．たしかに，上記のような誤解は，一部の研究者による質の高いフィールド・ワークによって少しずつながら解消されてきている．しかしながら，それらの調査は未だに一部の産業・業種に限られており，もっと幅広い範囲に渡る調査が急務とされている．本調査が敢えて工作機械産業を対象にしているのも，このような時代の要請を背景にしている．

本論は，主に，筆者が過去3年に渡って携わってきた工作機械メーカーに関する聞き取り調査に基づいている[2]．我が国の工作機械産業には，①他産業に比べて熟練工の熟練度が格段に高い，②そのために，国内に生産拠点を確保することの重要性を最も痛感している産業の一つである，③「多品種少量生産」，「高付加価値生産」といった現在の製造業の典型的な特徴を本質的に持っている，等の特徴がある．このような非常に興味深い産業ではあるにもかかわらず，産業内での競争条件の厳しいことなども影響して，少なくとも経済学者による調査はこれまでほとんど行われていない．特に，当産業での人材形成・伝承システムとなると，筆者の調べた限りではほぼ皆無である．本論では，このような調査に基づき，今後さらなる国際的な競争の激化や情報化の進展が予想される中で，わが国の『現場主義』を基本としてきた技能形成・伝承システムにどのような対応を迫る必要があるのか，あるいはこれまでのシステムは基本的に今後とも有効なのか，といった点を分析・検討する．

本論の構成は以下のようになっている．まず，次節では，聞き取り調査の概要を紹介し，次に，聞き取り調査結果を，生産職場と開発設計職場とに分けて紹介する．当節では，さらに，新製品の開発・設計・試作・量産化のプロセスの中で，両部門がどのような情報交換・共有を行っているかも報告されている．加えて，このような典型的な『現場主義』の成立経緯についても若干であるが触れている．最後の第3節では，第2節の調査結果から得られたインプリケーシ

ョンがまとめられている．

2. 聞き取り調査の結果

本調査では，(イ)生産職場における人材形成方式の現状とそれらの変容プロセス，(ロ)開発設計職場における人材形成方式の現状とそれらの変容プロセス，(ハ)『現場主義』の中核をなす「現場と開発設計部門との情報共有・相互交流」の現状とそれらの変容プロセス，という3点について重点的な聞き取りを実施した．特に，(ハ)に関しては，各社の最近のヒット商品に着目し，それらが市場化されるに至るまでの現場と技術部門及び営業部門との相互交流状況を調査した．調査対象は，日本の工作機械業界を代表する工作機械メーカー9社(大手メーカー4社と中規模メーカー5社)である．より具体的には，これらのメーカーの機械工と組立工の職場，そしてこれらの生産職場と直接的に相互交流のある開発設計職場を対象とした．さらに，96年度までに実施した聞き取り調査に加えて，97年度は，聞き取り調査の頑健性を確認するためのアンケート調査(約600の工作機械並びに関連メーカー対象で回収率約20%)も実施した[3]．ただし，アンケート自体が現在回収・整理段階にあるため，本論では，その結果の一部のみを紹介することとする．

2.1　生産職場における人材形成の実際

2.1.1　組立職場

a) 組立作業における分業・協業化の状況

工作機械メーカーにおける組立作業は，極めて労働集約的かつ自動化しにくいプロセスである．しかも，機械を構成する様々なユニットの組立順序や組立要領には無数の組み合わせが可能であることから，効率的な組立順序や要領を会得する際に経験則に頼る傾向が強い[4]．そのため，急激な人員合理化をすることは，技能・技術の伝承に大きな支障をきたしがちである．このような事情を反映してか，各工作機械メーカーの組立職場における分業方法は，ねらっている機械の精度によって，同一メーカーにおいてさえも異なるケースが多かった[5]．もちろん，最近の部品モジュール化傾向を反映し，主軸ユニットやATC(自動工具交換装置)，APC(自動工作物交換装置)，NC装置やサーボ・モーター，配電盤やディスプレイ装置などの外装ユニットなどは，別のセクションや子会社などで組み立てるケースが殆どであった．そして，機械加工の仕事も，精度にあまり影響をしないものに関しては，調査したすべての会社が外注先に依頼していた．ところが，上記の部品モジュールを使って機械本体を組み上げる作業をどのような熟練度の組立工が担当しているかに関しては，各社によってかなり異なっていた．

例えば，同業他社において数多くマザー・マシンとして使われているマシニングセンタを製造しているY社においては，総組立(＝本体の組立)はすべてベテラン組立工1人の責任で行われていた．もちろん，このようなベテランには下仕事を担当しながら技能を磨いていく作業者も付いている．しかしながら，図面の要求精度をクリアーする責任は，すべて上記のベテラン組立工が負う形であり，機械自体に組立熟練工の名前さえ刻印されていた[6]．さらに，世界的なNC放電加工機メーカーであるS社の生産技術本部次長によると，

・仕事の難易度は，組立作業の種類というより担当する機械のシリーズの違いによって規定される．シリーズ毎に精度上の許容値が異なっており，許容値が高くなればなるほど対応する作業にも熟練が必要となるためである．例えば，ベッド(＝機械の土台)にボールネジ(＝モーターの回転運動を平行運動に変換する装置)をとり付ける作業の場合，まずはじめに二本のガイドウェイ(案内面)をベッドに取り付けるが，その際に，量産型のRAシリーズ(仮称)では，ガイドのとり付け面にキサゲ作業(＝面と面との摺りあわせ作業)が入らない．というのは，RAシリーズの許容値達成のためには，研削盤やマシニングセンタの精度が格段に向上したことにより，機械加工に頼れるようになっているからである．ところが，より精度を求められる(精密金型製造用の)RAPシリーズ(仮称)やXシ

リーズ(仮称)では，ガイドウェイのとり付け面にもキサゲ作業を施さないと，図面上の許容精度を確保できない．

ということであった．

機械への要求精度がある値以上になってくると，機械加工だけでは達成できない領域に踏み込まざるを得ない．確かに，誤差の発生要因を効率的に潰していく方法は，ある程度まで図面上に明記されている．ところが，それを実行するには，熟練組立工の勘やコツ，あるいは精度を出やすくするための工作機械スペシフィックな組立治工具の考案が不可欠となる．加えて，そのような勘やコツを効率よく修得するためには，総組の仕事だけではなく，主軸ユニットの組立経験といった隣接分野の仕事(＝部組)経験も大切であるということであった．つまり，「統合型」人材(小池(1993))の育成が必要となる．

この種の高精度の工作機械の場合，試作段階のみならず図面作成時においても，開発設計者とベテラン組立工とが即興演奏していく形で様々な難点を克服していく場面がかなり多くなる．言いかえれば，『現場主義』をまさに地でいく作り方がなされる．このようなマザーマシン・メーカーの場合，製品への海外需要は結構高いものの，生産拠点を海外に移すことなどはとても考えられないということであった．

b) 量産型職場における人材形成：統合型 vs 分離型

一方，普及型のNC旋盤やマシニングセンタの場合，月産台数が10台から場合によっては100台を超えるケースもある．また，この種の機械の場合，受注生産だけではなく見込み生産もかなり行われる．そうすると，当然のことながら，それらの組立方法は，作業の標準化・分業化をできるだけ追求し，1台の機械の総組工程に多数の組立工が関与する形に変わっていく．より具体的には，総組の作業をいくつかの基本作業にわけ，各基本作業の担当者は，当面の間そのような基本作業だけを担当する形である．作業者にとっては，担当する基本作業の範囲が狭くなればなるほど，必要な技能の修得を迅速に行うことができるようになるため，当該作業に関する限り，より安価かつ効率的な組立が可能となる．加えて，上記のような作り方をしているメーカーの組立職場では，標準的な繰り返し作業の多いところにはより熟練度の低い人々が，そして，かなりユーザー・スペシフィックで標準化の難しいところにはより熟練度の高い人々が張り付く傾向が観察された．

例えば，普及型NC旋盤の中規模メーカーであるT社の場合においては，以下のような標準化のための工夫が導入されていた．なお，T社での主力商品(オプション無しの標準機で600万円程度のカタログ価格)の月産台数は，調査時点(1996年9月)で60～70台であった．

〈T社における組立作業標準化の事例〉 T社における標準仕様機の組み付け工程は，実質的に以下の5つに分けられていた．

第1工程：X軸，Z軸へのスライド(案内面)の組付けやベッドへのボールネジの取付
第2工程：電機ボックス取付ならびに配線(NC装置を含む電機ボックス自体は，既に外注先から組み上がってきている．)
第3工程：タレット式工具盤の取付，油圧装置や切削油・潤滑油供給装置用の配管
第4工程：標準仕様で組み立てられた旋盤の静的・動的な精度検査・調整
第5工程：標準仕様のカバー取付

各工程は，ほぼ一日分の仕事に対応する形で設けられているという．したがって，上記のように標準機製造が5工程に分けられているということは，5日間で標準機が組み上がることになる．上記の工程の中で特に難しいのは第4工程であり，大体経験3～4年の者が担当するということであった．標準仕様の機械の組付けが終わったNC旋盤に対しては，ユーザー・スペ

シフィックなオプション部品を組み付ける作業が必要となる．後者の作業にはより熟練度の高い作業者が「1台のユーザー注文マシンに対して組立工1人を張り付ける」という形で配置されていた．

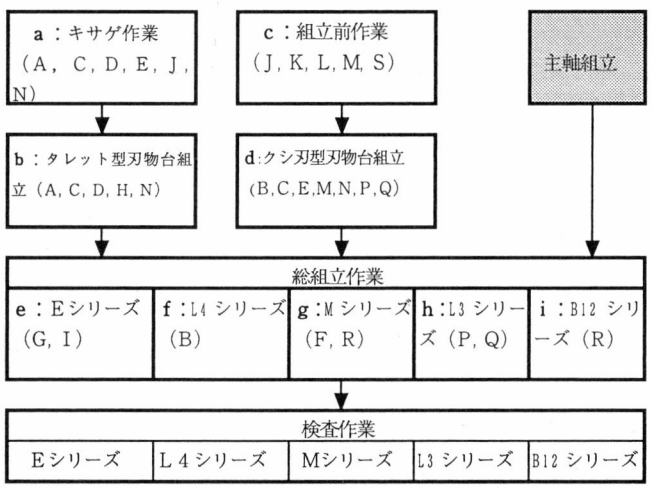
以上はT社の事例であるが，このT社のみならず，総組立作業の標準化・分業化が行われている場合でも，担当者を各作業に特化する形で育てていくのではなく，すべての工程がこなせるような多能工に育てていくことを基本にしているメーカーが殆どであった[7]．さもなければ，基幹労働力の柔軟性が低下してしまい，工作機械メーカーにとっては特に振幅の大きな景気循環の波に打ち勝っていけなくなるからである．この点に関しては，C社の事例が興味深い．

〈C社における統合型人材育成の事例〉　C社は，主に棒材を加工するためのCNCスイス型自動盤の世界的なメーカーである．主力製品の月産生産台数は，調査時点(1996年11月)で110～120台であった．以下では，C社の主力組立職場である「組立第1係」における人材育成の状況について詳しく紹介する．

組立第1係の担当者は19名(うち雇員[8]9名)であり，総組立ないし刃物台組立が主要な仕事である．組立第1係における作業の流れと種類は，図1によって示されている．この図の中に示されるaからiまでの作業の中で，最も難しい作業はaのキサゲ作業であり，次にタレット型刃物台の組立に伴うキサゲ作業が難しいという．一方，最も易しい仕事は，cの組立前作業(「バリ取り」，研削面の目潰し，ボーリング面の目潰し，部品の洗浄等)である．また，クシ刃型刃物台の組立や普及型機種であるL3やB12の総組立の仕事も，キサゲ作業が入らないので易しい．

図1に明示されている各種の作業の各自の分担の様子は，表1に示されている．さらに，各自のこれらの作業に関する熟練度については，表2に示されている．表1と表2によれば，最も難しいa作業(＝キサゲ作業)は，主に，最高の『A4』か『A3』の熟練度を持つ人々が担当している．もちろん，N氏のように初歩レベルの人も担当しているが，かなり下仕事的なものであるという．タレット型刃物台組立に関しても，『A4』レベルはA氏(係長)のみであり，このA氏がD，H，Nの3氏を指導するような形で作業が進められている．なお，C氏はタレット型刃物台組立に関しては『A3』であるから，1人

図1．組立第1係における作業の流れ



注)　下の図注の(　)内アルファベットは担当者IDを示す．さらに，これらの担当者のプロフィル，経験工程，各工程の熟練度は，表1，2に明示されている．

表1. 組立第1係メンバーのプロフィル

メンバーID	年齢(歳)	勤続(年)	現持ち場での経験年数	雇用形態	検定資格	現在の持ち場での主要な仕事内容(仕事名については図1に対応)	他に経験したことのある持ち場とその概要	他社経験の有無
A	32	11	11	社員	機組(2)	a, b		有
B	32	12	1.5	社員	機組(1)	b, f	機械加工，品質保証，主軸組立	有
C	26	8	8	社員		a, b, d		無
D	23	5	5	社員		a, b		無
E	22	2	2	社員		a, d		無
F	24	6	1	社員		g	立会検収，据え付け，教育，主軸組立	無
G	24	6	6	社員		e		無
H	22	4	1.2	社員		b	機械加工(マシニングセンタ)	無
I	31	13	0	社員		e	機械加工全般	無
J	59	38	7	社員	機組(1)	a, c	組立前係長，刃物台組立，自動盤セットアップ	有
K	56	10	10	雇員		c		有
L	41	9	9	雇員		c		有
M	43	8	8	雇員		c, d		有
N	44	12	12	雇員		a, b, d		有
O	51	11	11	雇員		h		有
P	45	7	7	雇員		d, h		有
Q	63	3	3	雇員		d, h		有
R	56	12	3	雇員		g, i		有
S	44	5	5	雇員		c		有

注)　機組(1)：国家技能検定　機械組立仕上げ1級．機組(2)：国家技能検定　機械組立仕上げ2級．

表2. 組立第1係メンバーの経験工程とその熟練度

メンバーID	年齢	各種組立工程(熟練度は，個々人が経験したことのある工程のみに関して明記)								
		キサゲ作業	タレット組立	組立前作業	クシ刃組立	E総組立	L4総組立	M総組立	L3総組立	B総組立
A	32	A4	A4		A3	A4				
B	32		A3		A2		A2			
C	26	A4	A3		A3	A3		A3		
D	23	A4	A1		A3					
E	22	A3			A1					
F	24							A2		
G	24	A1	A3			A3		A3		
H	22		A2			A1				
I	31									
J	59	A3	A2							
K	56			A1						
L	41			A1						
M	43			A2	A1					
N	44		A2		A2					
O	51								A2	
P	45				A3				A2	
Q	63				A2				A2	
R	56							A2		A2
S	44			A1						

注)　A1：単純な初歩レベル(要訓練)，A2：普通のレベル(要指導)，A3：高度なレベル(担当作業の完遂独自で可能)，
A4：かなり高度なレベル(試作ならびに指導可能)．

でやれる高度な技能を持っている．一方，最も易しい組立前作業は，年配のJ氏と雇員であるK，L，M，S氏等の仕事となっている．キサゲ作業等で熟練度の高いJ氏がこの仕事を担当している理由は，現在前作業の実態を把握しているためであるという．また，組立前作業の次に易しいとされるL3シリーズやB12の総組立は，やはり，雇員であるP，Q，Rの3氏が担当している．表2によると，彼らの熟練度は，これらの機械の総組立に関していずれも『A2』である．

社員の中で最も若い22歳のE氏(勤続2年)やH氏(勤続4年)の仕事を見てみよう．E氏

は，現在クシ刃型刃物組立を担当しているが，そこでの熟練度は初歩レベル『A1』である．しかしながら，E氏は，キサゲ作業では『A3』の熟練度であり，現在刃物台組立の仕事をOJTで修得中であることが分かる．H氏は，表1に示されているようにマシニングセンタを使った機械加工職場を経験してきているために，現在の持ち場での経験は1.2年である．現持ち場ではずっとタレット型刃物台組立を担当してきており，現在，この仕事では『A2』の熟練度に到達している．この2人より1歳年長者のD氏は，勤続・現持ち場経験年数共に5年であるため，表2によるとキサゲ作業で『A4』，クシ刃型刃物台組立で『A3』，タレット型組立で『A1』の熟練度を示している．このことから，彼は，最初にキサゲ作業，次に比較的易しいクシ刃型刃物台組立，そして，より難しいタレット型刃物台組立へと仕事を移ってきていることが分かる．表1によれば，現在D氏は，タレット型刃物台組立に従事している．ただし，組立第1係に配属されれば，かならず「キサゲ作業→クシ刃型刃物台組立→タレット型刃物台組立」という仕事の回り方でもなさそうである．例えば，勤続6年で24歳のF氏は，5年間は組立2係の仕事である主軸組立や組立3係の仕事であるユーザー立会検収，機械据え付け等の経験を経てきており，組立第1係での経験は1年である．彼がここで担当している仕事は，高級機であるMシリーズの総組立である．なお，表中のB氏は，係長であるA氏と同年輩であり勤続年数も長いが，他の組の仕事である機械加工，品質保証，主軸組立などの仕事を10年強も経験している．そのため，組立第1係での熟練度は，タレット型刃物台組立で『A3』，クシ刃型刃物台組立とL4シリーズ組立で『A2』と，勤続・年齢に比べてやや低めの評価になっている．B氏の異動形態は，本人の希望によるもので，あまり一般的ではないという．

以上のように，マザー・マシン級の組立職場の例と同じように，量産型職場の事例でも，社員に関する限り人材育成上の基本は依然として「統合型人材」の養成に置かれている．なお，上記のような人材育成方法は，多くが社員に限定されたものである．訪問したいくつかのメーカーでは，上記のC社の例を含めて社員以外に「雇員」や「パート」といった形で少なからざる労働者を雇用していた．このようなタイプの労働者には，標準化・分業化された作業の中のできるだけ簡単な部分を任せたり，より複雑な部分を任せる場合でも担当する範囲をできるだけ狭めて習熟速度が早くなるような工夫が導入されていた．このような工夫がなされれば，一見複雑な仕事が，基本的に非熟練者にも担当可能な仕事に変換されるからである．

さらに，人材育成のプロセスの中で，本人の生産性を高めるためにはより専門特化させる方が好ましいと現場のリーダー等が判断しているケースも主流ではないが見られた．特に，量産型でもかなりな精度を保証している機械メーカーの場合，キサゲという道具を使った摺り合わせ作業に関して，この専門・特化傾向が高かった．キサゲ作業が上手くできるか否かに関しては，経験のみでなく才能がかなり影響するからであるという．この点に関しては，業界のフロントランナー的な役割を果たしているG社製造1課の熟練係長による以下のような事例が示唆的である．

・もう一つの難しい作業は，新しいマシニングセンタ等が導入されるときに，どのような段取りで組み立てるのがより効率的であるかを判断することである．このような判断ができるようになるためには，平面図としての組立図から明確な3次元イメージを思い浮かべられるかどうかにかかっている．このようなイメージがなかなか湧いてこないタイプの作業者の場合，なかなか上記のような段取り作業ができるようにならない．…… 若いときには色々な経験をさせるわけであるが，3年も経つと良いものを持っているか否かを判断できる．そして，その段階で将来のリーダーを養成するために才能有りと見込んだ人材にはより広い範囲で仕事を担当させ，できるだけ統合的な知識を身につけられ

表3. 高度な熟練を要する作業の種類・頻度・できる人の割合

	機械加工関係	組立関係
作業の種類	加工レイアウト(工程設計) 加工プログラミング 加工治工具設計 段取り手順の設定 試し削り業務	試作段階での検証業務 組立手順の確立 組立治工具の設計 工程内検査手順・方法・基準の設定 セットアップ要領の確定
頻度	年2～3回の新製品開発時，または随時(改良・設計変更時)	
できる人	機械加工担当者中約10人(25%)	組立担当者中約16人(23%)

るように配慮する．

このような事例から分かるように，基本は「統合型人材」の育成に置かれているものの，すべての作業者を「統合型人材」に育てていっているわけではない．実際，様々な持ち場での経験を将来担当するであろうより高度な業務遂行のための“肥やし”として十分に活用できるか否かは，担当者の旺盛なやる気に加えて，「本来的に良いものを持っているか否か」にかかっている．この点に関しては，先のアンケート調査でも，約63%の企業が「将来のリーダーを養成するために，才能ありと見込んだ人材には早い時期[9]からより広い範囲で仕事を担当させている」と答えている．なお，この質問に「いいえ」と回答しているのは6%に過ぎず，残り31%は「どちらとも言えない」と答えている．

上記のような(高精度・高速の)普及型工作機械においても，総組立や部品ユニット組立のプロセスの中で熟練を要する難しい作業がいくつも存在している．例えば，イ)図面上で保証されている静的・動的な許容精度を達成するために不可欠なキサゲ作業，ロ)組立図からより効率的な組立順序を提示する作業，ハ)ねらった許容精度が出ていないときに原因を短時間で究明し解決する作業，ニ)未経験のトラブルを速やかに解決する作業，等々である．このような作業は，経験を積めば必ず誰でもすべてできるようになるというわけではない．例えば，先に紹介した高速・高精度マシニングセンターで有名なF社のケースでは，表3に示されるような聞き取り結果が得られた．このF社での現場作業担当者の平均年齢・勤続年数はそれぞれ30.9歳ならびに10.5年である．したがって，上記の“約4分の1の社員が高度な熟練作業ができる”という事実は，統合的な人材形成が行われている1つの証左となると思われる．また，先のアンケート調査では，上記のイ)～ハ)の難しい作業を十分にこなせる熟練組立工が“10%未満”と答えた企業は30%に過ぎず，残りの70%の企業はそれ以上，特に“30%超”と答えている企業も約26%あった．

2.1.2　機械加工職場

各社とも機械加工職場においては，配属人員の減少傾向が見られる．言いかえれば，急速な技術進歩に対応し，機械工の技能を設備機械で代替する傾向がかなりなスピードで進展している．また，前述したように，各メーカーとも機械の精度に直接影響する箇所の加工(例えば研削など)や部品製造は内製するが，(熱処理，塗装を含めた)その他の加工に関しては，外注利用がほとんどであった[10]．さらに，ほとんどの会社(先のアンケート調査では70%)で，1人の機械工が何台ものNC工作機械をこなせるようにするための人材形成方式(＝多台持ち化)が図られていた．この点に関しは，G社工場長の

・機械加工用の工作機械は，従来は，フライスはフライス・グループ，研削盤は研削盤・グループという具合に，工作機械のタイプごとに編成されていた．大量生産の場合はこれでよかったが，多品種少量生産方式になってくると，従来型の配置では“旋盤からフライス，次にドリル，さらに研削盤”という風にワーク(工作物)を持ち回らなければならない．ところが，ワー

クを持ち回っている時には何の付加価値も生まれない．これでは，コスト高になる．それで，現在では，ワークの移動を最小限にとどめるため，機械の機能別ではなく，加工するパーツ別に配置している．このような配置は，作業者の多能工化を前提としてはじめて可能となる．

という話が示唆的である．なお，以上の点については，工作機械のユーザー側である電機産業を調査した伊藤(1987)においても指摘されている．

各社の機械加工職場における作業者の主な仕事は，機械加工のための段取り作業(＝工作物の着脱，長時間無人運転のための前準備，治工具の作成・設定，加工プログラムの作成，工作機械の最適配置決定や保全)などが主であった．なお，上記の例の中で，治工具の作成・設定，加工プログラムの作成，工作機械の最適配置の決定などの仕事は，主に生産技術の係が担当していた．ただし，工作機械メーカーの場合，自動車メーカー等と異なり，生産技術部門が主に機械加工職場のみを担当としているという特徴が見られた[11]．もちろん，実際の機械加工担当者の多くが加工プログラムの作成を行っていたが，その場合には，生産技術者にくらべてより簡単な加工プログラムに特化しているケースが多かった．このことに関して，面白い事実であるが，いくつかの機械加工職場において，「若年層はNC工作機械でないと使いたがらない」という指摘があった．ただし，先のアンケート調査で若年層にこのような傾向があると回答しているのは21%に過ぎない．

2.2　開発設計職場における人材形成と『現場主義』

2.2.1　メカ設計者の育成方法と『現場主義』[12]

メカ設計者の典型的な育成方法は，調査したいずれのメーカーでも例外なくOJTならびに自己啓発を基本としていた．しかも，OJTの方法は，組立工や機械工のOJTに比べてより自助努力に依存する傾向が強く，しかもなかなかパターン化しにくいようであった．ただし，メカ設計者が順を追って育っていくプロセスは，各社共に，「部品(設計)図が書けるレベル」→「構想(設計)図が書けるレベル」→「基本(設計)図が書けるレベル」[13]という点でほとんど同じであった．また，メカ設計者が各自のレベルに応じて上記の様々なタイプの図面を書いていく際には，開発設計部門のメンバーだけではなく現場のベテラン組立工や機械工などからも，それらの妥当性や問題点について指摘される様々な場が各社共に(フォーマル・インフォーマルに)数多く設けられていた．そして，各社から頂いた開発設計プロセスのフロー図は驚くほど酷似しており[14]，各社が，開発設計段階から開発設計部門と生産部門，営業部門，調達部門等といかに互いの意思の疎通を図ることに力を注いでいるかを確認することができた．

「より組み立てがしやすい図面」，「より機械加工がしやすい図面」，「より許容精度が達成しやすい図面」，「自社の設備能力や組立工・機械工の熟練度を十分に反映した図面」というのは，現場と設計者との各々が局所的に保有している情報の共有化・有効利用化を図ることなしにはなかなか書けないものであるという．言いかえれば，このような相互交流の形態に，「最終的にものを作るのは現場であるから，現場の作り方や会社の保有設備に見合った形で設計しなければ良質のものは作れない」という我が国『現場主義』の基本理念が色濃く反映されているように思われた．

以上の現場と開発設計部門との相互交流プロセスに関しては，以下のようなB社における聞き取り結果が参考になると思われるので，やや長くなるが紹介してみたい．

a) 花形商品の具体例

B社の花形商品として選択されたのは，『FF63S』(仮称)というマシニングセンタである．この商品は，「中・大物部品の高効率・高精度加工ができる横型マシニングセンタ」であり，「新開発の角スライド方式を採用して早送りを毎分30Mとするなど，高速・高能率化技術と，低熱変位(補正)を中心とした高精度技術を融合させて開発された」という．このマシン

の売りは「特に“30%”コスト削減を中心にしたマシン」．このマシニングセンタはヒット商品で，特にアメリカでの売れ行きがよいという．

b) 新商品のアイデア形成プロセス

B社では，営業情報，ユーザーへの聞き取り，文献，マスメディア，その他の様々なソースを利用して市場の動向把握をし，それに基づいて，経営計画を参照しながら，どのようなタイミングでどのような機械を開発していく必要があるかを明示した開発5カ年計画をローリングプラン方式で策定している．計画書を立案するのは主に開発・設計出身者からなる工作機械・メカトロ事業本部中の工作機械企画部のメンバーである．計画策定のプロセスには，工作機械企画部が主催する形で，商品開発部や技術部のメンバーのみならず社内の主だった部門(営業，生産企画，機械・組立部，購買部，品質保証部，技術研究所)の主要なメンバーが参加する．なお，上記の『FF63S』の場合，主に「市場(ユーザー)の要望」に沿って旧機種をモデルチェンジするという形で開発が進められた．

c)「設計審査1」段階での相互交流

『FF63S』(仮称)の開発プロジェクトは，同製品が上記開発5カ年計画に明示された1994年度12月に開始された．完成は，1995年度である．どのような製品でも同じであるが，製品開発にゴーサインが出ると，まず「製品主査」[15]が選任され通常2〜3ヶ月かけて「商品企画書」が作成される．『FF63S』の場合には，このような商品企画書は，3ヶ月で完成した．商品企画書には，通常，機械のセールスポイント，競合他社製品との比較，売上・利益計画，ユーザー情報などの戦略的な項目が明示されている．例えば，実際の『FF63S』商品企画書のユーザー情報の中には，旧機種である『FF60B』(仮称)の年度毎の売れ方，ユーザーからの引き合い事例，それらのユーザーに販売が成功・失敗した事例並びに勝ち負けの要因分析，納入後のユーザーからのクレーム情報などが示されていた．この商品企画書が策定されるプロセスには，上記に明示した主だった部門のメンバー(課長・室長・部長クラス)が参加する．

さらに，「製品主査」を中心にして，上記の商品企画書に基づき2ヶ月程度の期間で「製品企画書」が策定されるのが常である．製品企画書には，開発のねらい，機械の仕様，コストに関わるもの，開発期間に関するもの，セールスポイント，課題，品質目標，設計品質，PM取組方法などの重要項目が全部入っている．加えて，各装置，例えば，「主軸頭であれば兄弟機があるからこの部品を使う」などということも明示されている．なお，商品企画書から製品企画書へと開発プロセスが進められる際に，前者に明示されているユーザー情報を再度ヒアリングによって確認することも普通に行なわれる．この製品企画書策定プロセスにも，上記の主だった部門のメンバー(主に部長クラス)が参加する．例えば，機械加工部門や組立部門の代表は「製品企画書の中の課題をどのような形で解決可能か否か」について意見を述べるし，購買部の代表は「どの程度の値段で必要となる様々な資材・部品を購入可能であるか」について意見を述べる．

B社では，たたき台として上がってきた製品企画書案の審議をDR1(＝デザイン・レビュー1)と呼んでいる．設計の基本的な考え方は，DR1で全部決められる．そして，この後の段階では，大きな変更はほとんどない．『FF63S』の製品企画案も，このDR1で様々な変更を加えられた．その中の一つは，「機械に盛り込むべき加工技術を再検討する必要性」であった．より具体的には，「この機械が売り込もうとしているユーザーの対象ワーク(工作物)に対し，具体的にどのような精度・効率で加工ができるかをよりハッキリさせる」というものであった．

d)「設計審査2」段階での相互交流

製品企画書がDR1をパスすると，それに基づいて数々の図面が作成される．そして，それらを「製品主査」が中心になってDR2(＝設計審査2)で説明する．このDR2が実施される段階では，既に『FF63S』の細部に至る顔までが図面上に見えている．このDR2には，上記の

関連部門(営業，生産企画，機械・組立部，購買部，品質保証部，技術研究所)の課長・組長クラスが参加する．例えば，機械加工や組立の担当者は，この時点で「図面上に明記されている精度は，このような設計であれば実現できないかもしれない」等といった意見を出すことになる．

また，構想図段階では，総コストの把握のために，機械製造のための材料費・設備費・電気代のみならず必要な作業時間や対応する労働費用が単位費用・総費用共に明示されている．したがって，機械加工や組立現場の代表者は，想定されている作業時間が妥当なものであるか否かについても意見を述べ，場合によっては再調整を要求することになる．実際，現場の立場からすれば，より余裕を持った作業時間設定が望ましいと考えられる．というのは，ここで設定された作業時間が，量産化がはじまると一種のノルマ的な役割を果たしてくるからである．一方，できるだけコスト効率のよい機械を製造したいという立場からは，最小限の作業時間設定が望ましい．したがって，両者の摺り合わせが，DR2段階で行われる．なお，会社内に蓄積されている長年の作業経験・記録などから，「作業時間設定を行うための妥当な根拠とは何であるか」に関してかなりな程度明確になっている．

e)「設計審査3」段階での相互交流

構想図がDR2をパスすると，それに基づいて様々な部品図が作成され，それらがDR3という形で設計審査にかけられる．このDR3では，すべての部品図ではなく，大切かつ大幅な変更のあった部品図だけが審査される．どの部品図をDR3にかけるか否かは，審査される側の判断に任される．このDR3では，開発設計のみならず，機械・組立，サービス，営業のメンバー等がすべて共通の図面を一緒に見る．それで，例えば，「このような格好をしていると，かなり工数がかかってコストがかさむから，別のこういう形状にしてくれないか」とか，「これでは組み付けにくいから変えてくれ」とか，そういう話し合いをやる．このように様々な専門家が参加して，図面の信頼性とか作業性とかに関して意見を出し合って，それで最終的にどうするのかが決まってくる．

f) 試作段階での相互交流

DR3が終了すると，いよいよ試作に入る．試作は，通常の作業の流れの中で同時並行的に行われるのが普通である．ただし，最近は，「新製品準備グループ」という試作専門グループを編成し，そのグループに試作してもらう試みもしている．なお，試作の際には，商品としての生産のために使われることになる「標準作業書」を作成する．そのため，技術員室のメンバーがストップ・ウォッチで時間測定したり事後的に試作担当者にヒアリングしたりして標準作業時間を確定していく．ただし，標準作業時間は，試作担当者が一方的に決定するのではなく，相互に設定根拠を明示しつつ最終決定される．また，試作担当者が試作の段階で見出した設計上の不具合は，口頭で設計者に伝えられると共に「作業改善提案書」という形で文書でも残される．なお，試作担当者が試作のときにクリアーすべき精度，残すべき静的精度データなどはDR2終了段階で作成されるQA表や試作設計作業要領に明示されている．『FF63S』の場合，商品企画書からはじまって試作品が完成するまでに約1年を要した．試作開始時点からであれば，加工テスト終了まで約5ヶ月かかっている．この機械の場合，旧機種のモデルチェンジ的なものであるため，全くの新製品に比べて上記の期間がかなり短かった．

試作機は，まず，1台か2台作られる．それから一般のユーザーに出すものを年間何10台位作る．したがって，悪いところはすべて試作機で膿出しをし，その内容を図面に反映させる．例えば，切り粉が詰まりやすいとなれば，そこの部分を設計変更して直す．ある部分の強度が足りないと判断されれば，そこも直す．このような膿だしを試作機の段階で全部やってしまう．例えば，『FF63S』の場合，主軸を中心とした部分に熱変位補正のための新技術を導入したのであるが，それが試作テストで安定的に作動するようになるまでにかなりな苦労をした．さらに，

段々ものができてくるプロセスの中でメカ設計者が現場の作業者に張り付き，設計図面にどこか悪いところがあると判明したら直ちにその場で訂正するということも多々ある．どのようなレベルのメカ設計者がどの部分に張り付くかは，事情によって異なる．メカ設計のプロジェクト・チーム・リーダーが部下のメンバーに「現場の組立工と一緒に組み付けてこい」と指示することもある．メカ設計者自身で組み付けてみると，自分の書いた図面ではいかに組み付けにくいかを体感できるからである．このような経験をしないと設計の勘所がわからない．機械が現場でどのように加工・組立られていくかを知らないで図面を書かくことほど怖いことはない．B社の現場がもっている組立・加工の技術，保有している機械の加工仕上げの能力や生産能力がわかっていないといけない．このようなことをちゃんと知っていないと，決められた期間内に社内で製造できなくなってしまい，結局外注してコストがかさむといったことも起きてしまう．

2.3 工作機械メーカーにおける『現場主義』の確立時期

我々が訪問したすべての工作機械メーカーで，上記で紹介したように，開発設計部門と組立・加工部門とが緊密かつコンカレントな情報交換・共有を図ることにより「開発→設計→試作→量産化」のプロセスを実行していた．ただし，このようなプロセスは，一部の論者からは，「コンセンサスに莫大な時間をかけ過ぎている」，「このような旧来の日本的コンセンサス第一主義は，今や時代遅れである」といった形の批判の的にされはじめている．この点に関しては，B社技術部長の以下のような類の指摘が示唆的である．

・現在，部門間での相互依存関係が密であるが，B社でDRとかを一生懸命やりだしたのは，せいぜい10年ちょっと前，例のTQCが非常に発達してからである．そんなに昔からやっていたわけではない．たしかに，もともと会社そのものにはある意味で家族的な雰囲気や年功序列とかがずっとあった．しかし，やはり，上記の意味での緊密な相互交流システムが確立されたのは1980年代である．20～30年位前の技術部はかなり力を持っており，製造部現場を完全にリードし引っ張っていた．そして，「何で我々の言うことが聞けないか」といったかなりわがままな部分も技術部にはあった．だが，やはりそれではいい製品はできない．その結果，今のDR(＝設計審査)などの制度が導入され，「最終的にものを作るのは現場であるから，現場の作り方や会社の保有設備に見合った形で設計しよう」という風になってきた．このように相互交流が活発化してきたことには，QC運動が効いている．QC運動の導入により，開発プロジェクトの運営の仕方そのものが変ってきた．その中で，技術者の育て方も変わってきた．それから，部門間の協議のやり方も相当柔軟になった．

つまり，自動車や鉄鋼メーカーでは1960年代に普及したTQC運動が，工作機械産業ではずっと後の1980年代に入ってから普及したという指摘である．このような指摘がおおよその企業で真であるとすると，現在我が国製造業の特徴と称されている『現場主義』が，実は，産業によっては結構最近になってやっと確立されてきたと言えなくもない．言いかえれば，このような「現場主義」は，“旧来の日本特殊的”なものではなく，むしろ，80年代における経済のグローバル化の急速な進展の中で生み出された可能性が捨て切れないのである．この点についてはさらなる注意深い研究が必要であると考えられる．なお，先のアンケート調査によると，「製造部門と開発設計部門とが緊密な意志の疎通を図ることに力を注いでいる」と答えた約63%の企業の中で「このような緊密な相互交流システムがはじまったのが1980年以降である」と回答しているのは約62%であり，この数値は“1970年以降”まで含めると74%にまで達している．

3. 結びにかえて

以上，組立・機械加工職場と開発設計職場に関する聞き取り結果の一端を紹介した．調査結

果からすると，一般的に言って，高付加価値化を旨とする工作機械産業での組立の技能は，機械加工の技能に比べ，技術進歩のプロセスの中での連続性が高い．また，組立の技能は，労働集約的な作業であることもあり，機械加工の技能以上に「人に付く(＝体化する)」傾向が強い．このため，師匠としてのベテラン組立工の熟練度が高ければ高いほど，より優秀な先代を超えるほどの組立熟練工が育ちやすいという印象を得た．実際，先のアンケート調査でも，実に約80％の企業が，「組立工の技能は機械工の技能以上に人につく傾向がある」としている．さらに，組立工の技能には機械工の技能以上に経験則からしか学び得ない部分も多く，ある許容精度以上の工作機械を製造しようとするメーカーにとってのボトルネックとなりやすい．したがって，このような産業では，本論で言う『現場主義』に基づく「統合型」人材育成の必要性は，依然として相当高いと判断される．

もちろん，中小の自動車部品メーカー等で使用される量産型工作機械を主に供給しているメーカーの中には，組立業務の標準化・分業化を徹底することによって，難しい作業を担当する少数のベテラン組立工とその他大勢の未熟練工・単能工との組み合わせによって生産効率の向上を図っているメーカーも見られた．しかし，そのような企業でも，社員に対しては，依然として当面に担当する工程のみならず，それらの前後の工程をも経験させていた．そして，その最も大きな理由が，「技術進歩の波に上手く対応できるようになるため」，「景気循環の荒波にできるだけ柔軟に対応できるようになるため」，あるいは「各持ち場でのトラブル処理がより迅速にできるようになるため」ということであった．これらの点は，先のアンケート調査でも，「組立工を部組・総組双方に渡って幅広く育てる」とした企業のほとんど(約93％)が指摘している．

前述の「ベテラン組立工の熟練の利用可能性がボトルネックとなりがちである」ことを示す一例としては，海外進出している工作機械メーカーの進出形態が興味深かった．実際，大規模に海外生産を展開している工作機械メーカーであっても，海外生産拠点では，国内の生産拠点で生産する工作機械に比べてより許容精度の低いものを生産しているケースが多かった．つまり，高精度・高速マシンは国内で，その他は国内ならびに国外でという方針がとられているのである．また，国内外で同じ製品を同じ許容精度で製造している場合であっても，海外生産拠点では国内に比べて(イ)生産する機械の種類を極端に少なくする，(ロ)組立作業をより細かに分割・標準化し個々の組立工の担当する作業の範囲を限定する，(ハ)機械加工設備に関してはできるだけ国内工場と同じものを使用する，などといった工夫がなされているケースが多かった．これらの点は，組立工(あるいは機械工)の熟練技能がボトルネックとならないようにするための様々な工夫であると考えられる．この点に関しては，先に紹介したＢ社技術部長の以下のような話が，極めて示唆に富んでいる．

・自動車メーカーにしても，東南アジアに出るにせよアメリカに出るにせよ，要するにプラントごと，製造方式ごと，極端にいえば，作る機械，図面，すべてがまったく日本と同じコピー版を持っていくやり方で成功している所が圧倒的に多い．実は，Ｂ社も，Ａ，Ｂ国といった先進国で工作機械を作ろうとした．その際，一般の企業と異なり，“図面を渡すだけで作るのは現地に任せる”というアプローチを採用した．つまり，「図面は提供するが，製造なり，技術的なことは現地に任せる」というやり方を採用した．しかし，結果的に失敗して撤退した．Ｂ国からは撤退，Ａ国でも，現在は本体そのものを作ることからは撤退している．

・積極的に現地生産を展開している同業他社との比較で言えば，製品がかなり汎用的なものであり，しかも同じようなものを月に20台から30台というペースで現地生産している．一方，Ｂ社の場合，まず受注が先でその後“何を削るか，どれだけの精度にするか，何秒のサイクル・タイムにするのか”といった細かな点までユーザーから注文を受け見積もりして生産するという形をとっている．このように，現地生産

が容易か否かは，受注生産型であるか否かの違いもかなり大きい．当社の工作機械のように，量産型のものに比べて一桁要求精度が高い場合，製造現場の作業者と開発設計者とがより密に相互交流していかなければならないので，なかなか海外に生産拠点を持つことが難しい．

（一橋大学経済学部）

注

1) ここで言う『現場主義』とは，以下のような特徴をさしている．(1)現場の労働者の技能形成に際して，彼らが，当面の仕事の特定局面のみならず製品(あるいはサービス)が生み出されてくるシステム全体を理解できるよう配慮されており，その結果現場の労働者に自立的な問題解決能力が備わっている．(2)現場の労働者だけではなく設計・企画・開発部門等の他部門の担当者にも積極的に現場を経験させる．(3)現場でしか生み出されないような情報を企業経営上極めて重視する．(4)上記の局所的に生み出された現場情報をできるだけ多くのメンバーで共有するため各部門間における迅速なフィードバック・システムが形成されている．

2) 本調査(主査は筆者)は，(財)財政経済協会の全面的な協力のもと実施され，かつ，現在も実施中のものである．したがって，本論は，この調査に基づく中間報告とも言える．但し，本論で展開されるすべての議論は，筆者の個人的なものである．

3) アンケート調査のサンプルには，通常我々が知っているような工作機械メーカーは，本論で聞き取り調査した会社を含めて，ほとんどすべて入っている．なお，御回答頂いたメーカー120社の規模別分布は，30人未満規模26%，30人～300人未満規模61%，300人以上規模13%である．

4) 先のアンケート調査では，約76%の企業が「組立の技能には機械加工の技能以上に経験則として学ぶ部分が多い」としている．

5) 先のアンケート調査では，「組立職場の分業方法は，機械の許容精度に関わらず変わらない」と答えている企業は25%に過ぎない．なお，このアンケートのサンプルには，産業機械を50%以上製造しているメーカーが約23%含まれていることに注意されたい．

6) このようなマザーマシンの場合，1台の機械のオプションを含めた価格が1億円を超えることも希ではない．なお，先のアンケート調査では，約60%の会社が「ねらっている精度が高まれば高まるほどより少数の熟練組立工が担当する傾向がある」と答えている．

7) 先のアンケート調査によると，「組立工(社員)の育成には，総組部組双方に渡り幅広く育てている」と答えている会社は81%にも及んでいる．

8) 一種の契約社員のことである．

9) 同じアンケート調査によると，55%の企業が「組立工として配属されてきた高卒新入社員の適性の有無が2年以内で判明する」と回答している．この数値は，“5年以内”となると89%に跳ね上がる．

10) 例えば，高速・高精度マシニングセンタで有名なF社では，コラム，テーブル，ベッドといった大物部品加工の7割，その他の500種類ほどの小物部品加工の2割程度が内製であるということであった．また，先のアンケート調査によると，販売額に占める外注比率がゼロという会社は皆無であり，外注費率25%未満が約42%，25～49%が42%，50%以上が16%という結果であった．

11) このことは，言いかえれば，組立職場の場合，現場の組立作業者と切り離す形で技能や技術を客観化することの難しさや非効率さを意味する．実際，組立治具の作成は，図面から詳細な3次元イメージを思い浮かべられるようなベテラン組立工でないとなかなか難しいということであった．

12) 以下で取り上げる事例は，メカ設計者に関するものであるが，最近の工作機械は昔から言われてきた「機電一体」の度合いがさらに増大してきている．つまり，機械の精度を高めるのに，機械のメカニズムで出すかソフトウェアで出すかといった二分法が通用しなくなりつつあるのである．そのことは，各社共に，メカ設計者に比べて電気設計者やソフトウェア設計者への需要が一段と拡大している状況によっても確認することができた．また，それは，従来工作機械メーカーでは製品開発のプロジェクトリーダーの多くがメカ設計者であったものが，会社によっては(制御)システム設計者にとって代わられる状況がでてきていることにも現れてきている．

13) 「基本図」とは，マシンのアイデアを商品として実現するための開発設計コンセプトが明示されている図面のこと．具体的には，ユーザー・ニーズや競合各社のマシンスペック等に加え，製造の際に戦略的に重要と見なされる項目について詳しいコンセプトが明示されている．一方，「構想図」とは，基本図に示された設計コンセプトに基づいてさらに細かな部分まで起こされた図面のこと．この構想図は，「組付け図」とも言う．最後に，一本のスピンドル(主軸)，一個のベアリング，一つ一つのスペーサーなどの図面が「部品図」．最近は，「構想図」が書けば，強度，回転時の振動，発熱時の湾曲具合等をすべてコンピューターで自動的に判定できるので，具体的なマシンができる感じであるという．

14) このような類似性は，部分的には，各社がISO9001を導入する際に参照した雛形が同じようなものであることによると推測される．

15) ヒアリング応対者の内の一人の方が，当時この『FF63S』の製品主査であった．

参考文献

伊藤実(1988)『技術革新とヒューマン・ネットワーク組織』日本労働研究機構．
小池和男著(1991)『仕事の経済学』東洋経済新報社．