

金型産業における技術革新とスキル

——先行研究の検討——

浅井 敬一郎

本稿では、「技術革新とスキル」について経営学、経済学、社会学における先行研究では何がテーマとなり、どのような議論が行われてきたのか、「日本の金型産業における競争優位の決定要因」、「技術革新に伴うスキルの変化研究」、「金型産業における技術革新に関する研究」、「スキルの類型」の4点について検討する¹。

第1節 日本の金型産業における競争優位の決定要因

経営学・経済学の範疇において金型を対象とした研究は、1990年前半以前は必ずしも多くはなかった。研究の焦点としては、日本自動車産業の競争力の源泉として自動車ボディの外板プレス用金型の品質・精度の高さ、リードタイムの短さ（デザイン・イン：共同開発、共同設計）が注目された。1980年代後半、ミシガン大学の研究グループが自動車ボディの外板プレス用金型専門メーカーの日本最大手3社²や関連メーカーの調査を行い、上記の金型メーカーのデザイン・イン能力が開発期間を短縮し、構想設計能力によって金型製作コストが低いことを指摘している³。また、自動車メーカーの製品設計部門と内製金型部門とのデザイン・インが開発期間の短縮につながっている点を指摘したハーバード大学の研究がある⁴。

日本では、中央大学の池田正孝（1991a, 1991b, 1992）、中川洋一郎（1992）が代表的な研究といえる。同論文では海外の外板ボディのプレス金型が6型、つまり目的の形状までプレス成形するために6工程必要であるのに対し、日本では1つの金型によって、より多くのプレス加工を可能にするために金型構造をより複雑にすることで4型、つまり4工程で目的の形状にできることを指摘している。この方法が実現できる背景として、金型構想設計能力（スキル）の高さ、仕上研磨スキルの高さ、トライ・修正スキルの高さを指摘している。こうしたスキルと上述した金型メーカーとユーザー、内製金型部門と製品設計部門とのデザイン・インを行うスキル、これらを競争力の源泉と評価している。

1993年以降、バブル崩壊後の不景気の中で部品の品質、コストを規定する金型産業が注目され、大阪経済大学中小企業経営研究所による金型プロジェクト研究、その代表者である斉藤栄司、大阪府立産業開発研究所および江頭寛昭、田口直樹、青島矢一、竹田陽子などの研究をあげることができる。以下において諸研究の概略を述べる。

大阪経済大学中小企業経営研究所（1996）による金型プロジェクト研究では⁵、1993年から1995年にかけて金型メーカーとユーザー（電機や自動車の部品メーカーなど）との企業間関係

(取引関係, 分業関係)に着目し, 日本の金型産業の優位性を韓国, 台湾を中心とするアジアの金型産業との比較において明らかにしようとしている。具体的には, 日本の金型メーカーはユーザーとの間で, 製品設計におけるデザイン・イン, 金型設計におけるデザインレビューを行う。一方で金型製作については, 企業間での工程分業をせず, 全工程の金型製作を行うことを通じて技術を蓄積し, 不良品率が低く, 納期が短い生産体制を実現し, 結果として相対的な競争優位があることを指摘している。その後も現在に至るまで, 所長の斉藤英司を中心に, 取引形態を視点としてタイ, シンガポールそして中国での現地調査を続けている⁶。

山口直樹(2001)は, 量産型機械工業の主要なサポーティングインダストリーとして高い国際競争力をもつ日本の金型産業における独立性の基盤を, 歴史的過程を中心に, 取引構造および産業政策とそれに伴う技術革新の導入という視点から考察した。その中で日本の金型産業が国際競争力を発揮できた根拠, また国際競争力を規定する要因として以下の3点をあげている⁷。

- ① 金型産業の生産形態, すなわち欧米と異なり日本では, 金型専門メーカーが存在し, 金型メーカーがある分野に専門化することにより, 当該分野の金型製作技術が蓄積され, 高品質, 低コストの金型が供給でき, 競争優位を獲得したこと (pp. 62-63)
- ② ユーザー企業とのデザイン・インや情報技術 (NC 工作機械, CAD/CAM, CAE など) の導入とこれらを使いこなす困難性を克服することにより, ユーザー製品の市場における成熟化や国際競争の激化の中で, 開発期間の短縮をはじめとした競争優位を維持したこと (pp. 101-132)
- ③ 機械工業振興臨時措置法⁸を契機に, 金型メーカーの一貫した設備の高度化と技術の蓄積を行ったことによる基盤技術の確保 (pp. 135-156)

以上の3点のうち②が技術革新とスキルに関わる内容である。

②に関しては, 1980年代から急速に金型加工設備のNC化 (Numerical Control: 数値制御プログラムによる加工)が進み, 金型製作の切削加工工程における技術発展が一定水準に達していることを指摘 (p. 105)した上で, NC 倣い加工について, 非常に腕のいい職人を使ってもモデルの材質の問題 (石膏, 木, 樹脂) から経年変化を起こし, 誤差を発生させ, モデル製作費用, トライアウトの工数増による費用増につながったと指摘している。一方で1990年代から普及し始めた, 倣いモデルレス加工, 本論文でいうNC直彫りが金型の精度を上げ, 工数低減による原価低減を方向付ける方法としている (p. 106)。

また熟練の変化についての言及では, 大阪府立産業開発研究所 (1997)を引用し, 1990年代半ばにおける初期のNC直彫り加工段階で構想設計工程, NCデータ作成工程が熟練を必要とする工程の1位, 2位とした上で, 必要とされる工程ごとのスキルをあげている (pp. 112-113)。ただし, まだこれら以外のスキルの重要度が低いとはいえ, 仕上げ加工, 組立, トライ・修正工程に頼らざるを得ないとしている。

さらに佐々木 (1999)を引用し (p. 114), NC直彫りをする上で後工程の工数を減らすため

に、仕上、組立、トライ・修正工程から不具合を構想設計にフィードバックする事例をあげ（本論文で言う、知的推理スキル）、スキルの重点を加工後の工程から設計にシフトさせようとしていることを指摘している（p. 115）。

最後に情報機器（技術革新）を導入すれば簡単にものが作れるわけではなく、技術を使いこなせるか否かが重要であり、日本の金型産業は、過去の技術的蓄積の基に各企業独自のノウハウをこれらの情報機器に結合させることによって高い競争力を保持してきたとしている（p. 129）。

Aoshima et. al (2006) では大手製造業の製品設計部門と内製金型部門について分析し、3次元ソリッドCADの導入により製品設計部門の負担が増え、内製金型部門における金型設計がスキルレス化していることを説明している。

また、Aoshima et. al (2006) の執筆者のひとりである竹田陽子の研究は、当初3次元情報技術が製品開発組織に与える影響に関する研究であった（竹田，2000）。その後、竹田が委員長を務めた素形材センター（2007）では、金型メーカーを含む素形材産業の国際競争における3次元CADの戦略的活用について考察している。具体的には、3次元ソリッドCADを積極活用している企業群において、「製品の品質向上」、「納期短縮」、「工程削減」が、活用度の低い企業群より有意に高くなっていることをアンケートデータから実証している。

そして素形材産業においても、3次元情報技術が前工程の負担を増やし後工程の作業量が減少する、いわゆる「フロントローディング⁹」が確認でき、これが競争優位につながるとしている。これは、加工工程以降の工程が担っていたスキルの代わりに、前工程（設計工程）において新たなスキルを修得させる必要があることを示している。

以上あげた先行研究は、技術革新、取引形態、生産システム、国際化¹⁰ という個別の視座から金型産業の競争力を研究している。田口直樹、青島、竹田など複数の研究は、技術革新への対応が競争力決定要因の1つであることを指摘しているだけでなく、スキルの変容についても言及している。したがって、これら一連の研究が、「技術革新とスキルの変容」についての直接的な先行研究といえる。ただし、こうした技術革新とスキルの変容に関する先行研究は必ずしも包括的な形での整理に成功したとはいえない。実際には取り上げた技術革新およびそれに伴うスキルの変容と同等あるいはそれ以上に影響のあった事例があると考えられる。また技術革新後のスキルについてのみ言及し、技術革新前のスキルの状況が明確でない研究も見られる。

そこで次節以降において1950年代末から現在に至るまでの金型産業における主要な技術革新について検討する。

第2節 金型産業における技術革新に関する研究

技術革新とは、武石（2001）によれば、「新しいものを取り入れる、既存のものを変える」という意味を持つという（p. 1）。さらに、「ハードウェアなどに体化された狭義の技術だけでなく熟練作業員によるノウハウの蓄積、組織・制度の見直しも重要な案件となる」としている（p.

12)。

本論文において、技術革新とは、「既存の金型製作を変えた、ハードウェアやソフトウェアなどに体化された技術変化」と規定する。具体的には、倣い加工機、旋盤、フライス盤、研削盤、放電加工機・ワイヤーカット、マシニングセンタ、5軸加工機といった工作機械、これらの工作機械を数値制御（NC）で動かそうとする自動プロ、2次元NC、3次元NC、さらに設計情報をデジタル化するCAD、CADデータの3次元ソリッド化およびそれに伴うCAE（Computer Aided Engineering：CADデータに基づき、機構解析や構造解析、流動解析などによって設計精度を高め、CAM（Computer Aided Manufacturing：コンピュータ上の数値制御データによる製造）データを用い、刃具の干渉などの加工シミュレーションを行う）、CAT（Computer Aided Testing：コンピュータ支援検査）などが技術革新に該当する。

金型産業における技術革新について、前節で検討した田口直樹（2001）が機械工業振興臨時措置法による、工作機械の導入、さらに情報技術（NC工作機械、CAD/CAM、CAEなど）の導入の考察、また素材材センター（2007）では、3次元情報技術が素材材産業にどのような影響を及ぼしたかについて分析を行っている。本節では、馬場（2005）の類型を検討する。この理由は、1960年前後から、2000年代前半という他の研究では見られない長期にわたり金型産業における技術革新について分析しているためである。同書では、中小企業総合事業団の資料による「製作時間の機械化率」という指標を用いて金型産業における技術革新を次の4段階に類型し、概説している。以下、馬場（2005, pp.160-163）を引用する。

① 技能集約型から機械集約型への変遷期（1960年前後～1970年代半）

1956年公布の機械工業振興臨時措置法（以下、機振法）に金型製造業が指定業種化（1957年）される以前は、機械化の進展度は2割程度であり、8割を手作業に頼る、技能者による職人技術主導の時期であった。その後、日本の量産型機械工業の発展に伴い、良質な金型の安定供給が重要な課題となった。こうした状況に対し、高精度加工ができる工作機械の導入が必要であるとの見解を持つ通商産業省（当時）が機振法や民間からの融資を促進した。この支援策が効果を発揮して、金型メーカーにフライス盤や放電加工機などが導入され、機械化が進展した。この結果、機械化の進展度は5割程度にまで上昇した。また、金型の設計と加工は分離されて行われるようになった。

② 装置型への変遷期とデジタル技術の導入（1970年代半～1980年代半）

この時期、金型産業は非常に景気が良く、機械設備を購入する資金も潤沢にあったという。コンピュータ技術が発達し、情報化技術が金型産業への導入が行われた。具体的には、マシニングセンタ、NC治具中ぐり盤、NC治具研削盤、NC放電加工機・ワイヤーカットなどのNC（数値制御）機器が導入された。この結果、機械化の進展度は7割程度にまで上昇した。

③ デジタル技術の進展と高度装置型への変遷期（1980年代半～1990年代）

この時期になると、NC化された金型加工機械と設計を結ぶ動きが活発し始めた。CAD/CAMの導入である。1990年以降はCAD/CAMが普及技術となり、2次元から3

次元になるなど一層の進化が見られた。また NC 工作機械は、コンピュータ利用の CNC 工作機械に置き換わった。この結果、機械化の進展度は 8 割程度にまで上昇し、金型産業における高度装置産業の生産形態は、ほぼ完成した。

④ さらなるデジタル技術の発展期（1990 年代～）

1990 年代以降は大手企業を中心に CAD のネットワーク化（外部ネットワークを通じた CAD データのやりとり）が進んだ。また解析技術の高精度化と高速化により CAE システムの導入や、各生産工程での製品精度をコンピュータ利用した検査を行う CAT システムの導入が進められている。

第 3 節 スキルの類型

小川（1995）によれば、「スキルは技術の構成要素であり、技術は設定された目標を達成するための手段体型である。技術は、機械やソフトウェアに代表される『工学技術』と『スキルをベースとした技術』から構成されており、スキルは主として『こと』を達成する上での人に付随した熟達、勘、ノウハウと呼ばれるものであり、容易に言語や図形によって形式知化できない部分がある。しかし技術革新によってスキルの工学化が起り、スキルが工学技術に置き換えられる。」と規定している。このスキルの概念は、ポラニー（1980）の「暗黙知」の概念や「技能」の概念（ポラニー、1985）とほぼ同義であり、筆者はこの概念を援用する¹¹。

スキルの把握は各社各様であり、その評価もそれぞれ異なっている。本論文では筆者が 1994 年から始めた日本および海外の金型メーカーの調査結果と経営学、認知心理学、労働経済学における先行研究を検討した結果、金型製作において必要とされるスキルを「定型的スキル」、「クラフト型スキル」、「知的推理スキル」、「文脈スキル・管理統合スキル」の 4 つに類型化する。先行研究における類型は、必ずしも金型製作について扱ったものではないが、金型製作スキルにも適用可能と考えられる。以下では、この 4 つのスキルについてその定義を示す。

① 定型的スキル

野村（1989）は、熟達者を「定型的熟達者」と「適応的熟達者」に分類している。このうち「定型的熟達者」はスキルの典型としての「型」を修得し、一定の条件下でのみ、そのスキルを発揮できるとしている（領域特殊性）。具体的には、与えられた課題に対して同じ作業を繰り返すことによって習熟し、その課題において遂行の速さと正確さが実現することと規定している。しかし、新しい問題に対する柔軟性や適応性に欠けることが多い。このような定型的スキルは、金型製作工程全般においてまず必要とされるスキルといえる。これは低度の熟練、いわゆる「半熟練」を意味するものであり、すべての基本となるスキルである。

筆者がヒアリングした事例では、浅井（1995）の SA 社における、詳細設計を行う新人設計者が、仕様書に従って組立図から部品図を作成することを繰り返す事例の他、浅井（1998）の MS

社（シンガポール）が行っていた、キーパーソンに選定されず定着率が低いであろうと評価された作業者に対しては、教育訓練を行わず、同じ作業を繰り返させる事例も定型的スキルに該当するといえる。

他方、「適応的熟達者」は勘やコツによって状況変化に適応することができる。そして新たな方法を考え出し、それを実行する際にどのような結果がもたらされるか予測することができるスキルを保有する。この「適応的スキル」は後述するスキルを包含する内容となっているが、本論文ではこれを以下の3つのスキルに類型化する。

②クラフト型スキル

クラフト型スキルとは、いわゆる手工的な「匠」の技であり、道具、機械、装置などの限界を極限にまで突き詰めた加工などのスキルを指す。具体的には1/100ミリの精度しか出せない工作機械を使用してミクロンレベルの精度を出すスキルや、研削盤を使用せず、ヤスリを使用し、ミクロンレベルの精度を出すスキルなどを指す（中馬，2001他）。

クラフト型スキルに関して、特に2000年以前における筆者のヒアリングでは、現場作業者だけでなく、設計者、NCデータ作成者が、ヤスリがけや、汎用機械によってクラフト型スキルの修得をさせるケースがいくつかあった（浅井，1995のJ社，浅井，1996のG社，TM社など）。これらの事例の他、特記しておきたいのが浅井（2006b）のトヨタ自動車における専門技能修得制度である¹²。具体的には、図表1-1のようになっている。

この制度は、クラフトスキルをベースとし、スキルの幅と高さをC級→B級→A2級→A1級→S級の順に進む。

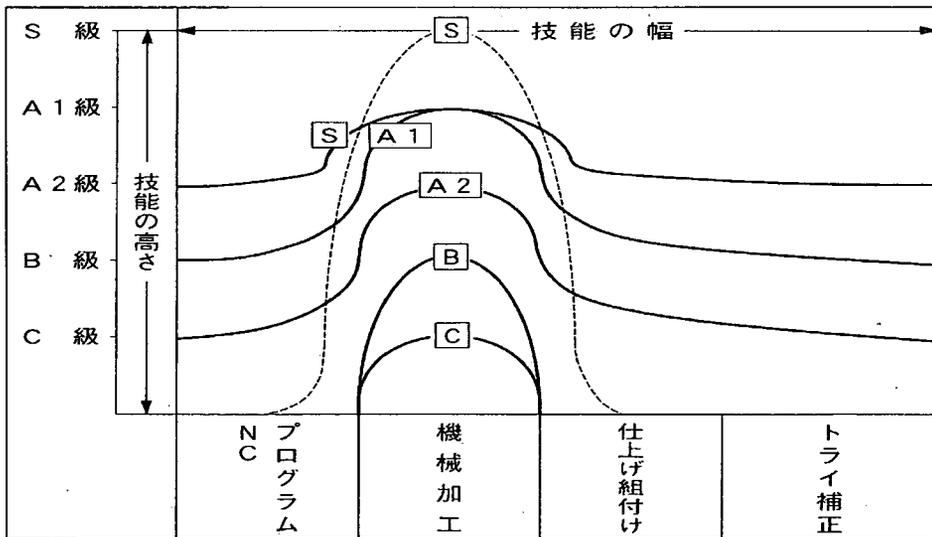


図1 トヨタ自動車金型部門における専門技能修得制度

出典：田口八郎（1997）p.46より引用

級→S級と上がっていくものである。要する経験年数は、C級は1年以上、B級は5年以上、A2級は10年以上、A1級は15年以上、S級は25年以上となっている¹³。着目したい点は、同社では2通りのS級があることである。実線のS級は、ひとりで海外拠点を指導できるスキルの幅と高さが要求されるレベルであり、後述する「文脈スキル・管理統合スキル」に該当する。他方、破線のS級は、ごく少数の人員を対象に特定領域のスキルを極めて高くする方向である。本論文では、これを「スーパークラフト型スキル」と呼ぶことにする¹⁴。

③知的推理スキル

中馬（2001）では、知的推理スキルを生産プロセスにおける不具合の発生原因を迅速かつ的確に探り当てるスキルと規定している。小池（2001, 2006）では、金型製作工程において組立・調整のベテランが構想設計者に金型加工のしやすさ、成形不良の回避といった視点から金型構造の修正意見を言うスキルをあげている。

また組立・調整工程では金型部品が要求精度内に収まっていたとしても、実際に金型を組み、トライ成形をすると成形品の縁にできるギザギザなどの品質不良が出る場合がある。この品質不良の出る原因を推理し、修正するスキルなどがある。

筆者がヒアリングしたケースでは、浅井（1995）のSA社における、トライ・修正部門の担当者は、成形不具合を見て原因を推測し、加工データを直すことはせず、自ら肉盛り（金型に金属を溶接する作業）して対応していた。

この他、中馬（2006）では、ナノレベルの精度が要求される半導体露光装置の製作スキルについて、従来とは異なり、デジタル化の技術革新が進むことにより、現場の熟練工のクラフト型スキルだけでなく、知的推理スキルの弱体化を招く側面を指摘している。実際、近年ではナノレベルの要求精度の金型が出てきている。ただし筆者がヒアリングしたケースでは、要求公差5ナノメートルの非球面小型プラスチックレンズ用金型の製作に際し、免震構造の恒温状態の部屋に工作機械を設置して金型製作を行っているが、量子力学の知識は必要となったものの、実用化までに1年の試行錯誤を繰り返し、知的推理スキルも依然として必要であることがわかった。

④文脈スキル・管理統合スキル

林（1999）は、スキルの内容の標準化、規格化が十分になされておらず一定の文脈的知識・体験を有しているメンバーにとくに効率的に活用されるスキルを「文脈技能」と呼んでいる。各従業員の保有している工程と工程間の関係性についての知識や経験など、標準化されていないスキルを「文脈技能」とした。このように従業員の持つ技術・技能がオーバーラップする結果、組織レベルでは冗長性のある構造を持つことになり、「文脈技能」を共有するメンバー同士の協力により新たな知恵を生み出し、課題対応能力を高めるとしている¹⁵。ただし林（1999）

「文脈技能」は、隣接する工程の範囲に関するスキルに限定されているのに対して、本論文における「文脈スキル」とは、必ずしも隣接する工程に範囲を限定しない。

本論文における「管理統合スキル」は、金型製作工程を広範囲にわたり理解し、不具合があれば修正指示が出せるスキルと規定する。究極的には金型製作工程全体をコーディネートできるスキルである。これがもっとも高度なスキルと筆者は考えている。前掲した図表 1-1 における実線の S 級に該当する。

しかし現在では、工程の細分化（分業）が進展し、各組織に管理統合スキルの保有者が必ずいるわけではなく、複数の文脈スキルを保有したメンバーによって対応しているケースがある。さらには、意識的に管理統合スキル保有者を育成するプログラムを持っていたとしても、その域まで達しない場合もある。そこで本論文では、組織として複数の文脈スキル保有者によって管理統合スキルを果たしているケースを勘案し、双方のスキルを同類型として扱い、「文脈スキル・管理統合スキル」と表記する。

筆者のヒアリングしたケースでは、浅井（1995）の J 社のように、ひとりが 1 型の設計、データ作成、加工、仕上研磨、組立調整、トライ・修正を行っているケースや、浅井（1998）の DT 社の工場長のように、設計図面の出図以降の全工程について、ひとりで指導を行っているケースが、文脈スキル・管理統合スキルに該当するといえる。

なお藤本（2006, p. 309）は「アーキテクチャ（製品、工程の設計思想）論¹⁶」の展開の中で、日本の製造業の競争優位として「インテグレーション（統合）の組織能力」をあげ、「製品機能と部品間の関係が錯綜している」、「部品設計の微妙な相互調整」、「開発と生産の連携」、「現場における濃密なコミュニケーション」を指摘している。この異なる部品間、工程間、職能間、組織間も調整する能力については、本論文では「文脈スキル・管理統合スキル」と同義と考える¹⁷。

第 4 節 技術革新に伴うスキルの変容研究

労働社会学では 1980 年代から 1990 年代初頭において、技術革新によってスキルは不要になるか、新たに必要となるか、それとも双方かという議論がなされてきたが、山下（1995, p. 123）では熟練がどのようなものであるかについて社会学者の間に一致した見解はないとしている。技術革新に伴い熟練（スキル）がどのように変化するかについて、Penn（1984, p. 35）では、1970 年代以降、英米の社会学者の間には「スキル低下説」と「スキル高度化説」についての論争があると指摘している。

Braverman（1974）は、「スキル低下説」を唱えた。具体的には、「技術革新は、省力化のために導入され、ワーカーの持つスキルの依存を減らすことを目的とする。スキルの不要となったよりルーチン化された仕事においては、（下部の階層の）ワーカーの裁量は制限される。他方、トップに近い特定の専門的スキル、管理スキルを行う仕事に責任・権限が集中する」というも

のである。第2節において検討した馬場（2005）も、「製作時間の機械化率」という指標を用いて分析を行い、スキルレスの方向のみを検討している。これはスキルの変容の一方しか言及していない。

他方、Spenner（1983）は「スキル高度化説」を唱え、「低スキルの手作業が残るのは、技術変化のサイクルが不完全な結果であり、技術革新が進めばこのような仕事は自動化されると考えている。そしてさらに高度に自動化が進むと、個人の自律性、スキル、意思決定権限が大きくなる。例えば組織レベルでは分権化に向かう傾向が見られる。」としている。

さらに Attwell（1992）では、労働社会学における技術変化とスキル変容の議論について既存研究および調査に基づいてより包括的に、実態に即して分析している。具体的には、技術の変化（技術革新）によって、

- ・スキルは消滅する：de-skilling（Braverman, 1974）
- ・新しいスキルが発生（develop）する：upgrading-skill（Penn, 1985）

という論争があるが、これらは同時に起こるものであり、各々はいくまでも理論上もしくは推論上単独で存在する事柄としている。そして、「技術変化が起こったとしても、ある一部のスキルが不要となるだけで、重要なスキルは依然として残る」という議論や、再形成されるスキルについても言及している。また、こうしたスキルに含まれるものとして、「認知能力」、「職場における知識」をあげている。

なお、依然として残るスキルや、再形成されるスキルの概念については、具体的な用語をあてていないが、技術変化によっても継続して必要となるスキルと解釈でき、Zuboff（1988）の re-skilling と類似した概念と考える。しかし日本企業に見られるような、現在の製作上不要となったスキルをあえて修得させる re-skilling もある。これは過去のスキルを修得しないと改善ができないといった問題を解決するために行っているが、この点については言及されていない。

以上は、一般的な議論であるが、金型製作スキルにも援用できると考える。そこで本論文では技術革新によって金型製作の現場で変容するスキルを、「不要となるスキル（de-skill）」、「新たに必要となるスキル（new-skill）¹⁸」、「継続して必要となるスキル（re-skill）」と分類する。これら3つの方向のスキルの変容は、技術革新が起こるごとに繰り返されるが必ずしも同じ経路を辿るわけではない。基本的には図表1-2のような概念図になると筆者は考えている。技術革新Aでは、技術革新後、新たなスキル1が必要になり、それが維持されるが、技術革新Bによって不要となる。同時に新たなスキル2が必要になる。続いて技術革新Cによって新たなスキル3が必要になるが、スキル2は機械やソフトウェアに置き換えることができず、継続して必要となる。このような技術革新とスキル形成の関係を示したものが図表1-3である¹⁹。

第5節 むすびにかえて

第1節から第4節で論じたように金型産業に関する先行研究では、技術革新、取引形態、生産システム、国際化という個別の視座から金型産業の競争力を説明している。これらの先行研

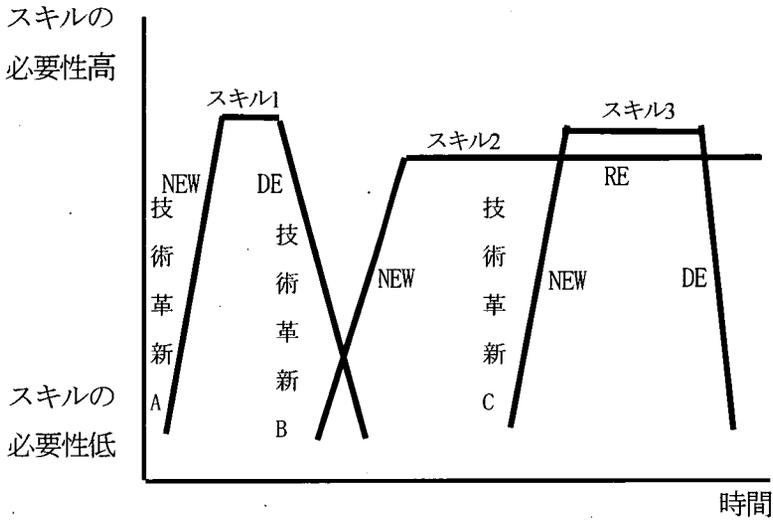


図2 技術革新とスキルの変化

注：NEW：new-skill, RE：re-skill, DE：de-skill

出典：筆者作成

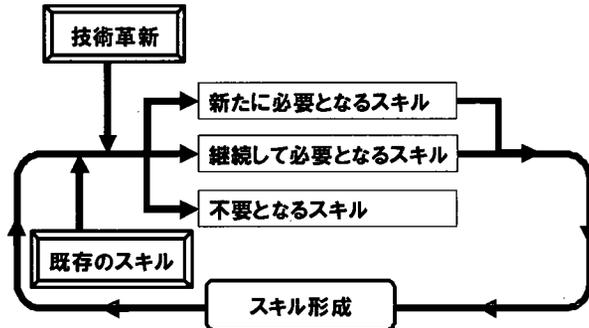


図3 技術革新とスキルの相関図

出典：筆者作成

究から導出できることは、金型製作における技術革新により、金型製作に必要なスキルが変容するというものである。スキルの変容過程では、第4節で示した4つのスキルの「構成（その時代に必要となっているスキルの組み合わせ）」が変化し、それに対応した「スキル形成」がなされる。

ただし、こうした技術革新とスキルの変容に関する先行研究は必ずしも包括的な形での整理に成功したとはいえない。取り上げた技術革新およびそれに伴うスキルの変容と同等あるいはそれ以上に影響のあった事例があると考えられる。

筆者が特に注目したいのが、「倣い型彫り機導入」、「NC直彫り加工導入」、「3次元ソリッドデータ導入」である。これら3つの技術革新を選択した理由は以下の通りである。まず「倣い型彫り機の導入」は、これまでの筆者の調査から、従来は全て手作業で行っていた自由曲面（3次元形状）加工が、モデルを造うという機械によって初めて機械化されたものであり、金型製

作スキルも大きく変容していると考えられることである。

次の大きな技術革新はNC技術導入であるが、1970年頃から日本の金型産業において技術が普及したものの、倣いモデルをトレースしてNCデータを作成する時代が1990年頃まで続いた。この方法は、あくまで倣い型彫り機をベースとした原理であるといえる。したがって倣いモデル作成を不要とし、最初からNCデータを作成することにより金型を製作するという「NC直彫り加工（=倣いモデルレス加工）」の導入がNC導入の諸段階の中でもっとも大きなスキルの変容を引き起こしたといつてよい。

第3の技術革新は、3次元情報技術である。初期のデータ形式であるワイヤーフレームデータ（線データ）、サーフィスデータ（面データ）では、切削シミュレーションは、できるが、内部形状の確認ができないため、金型構造（構想設計）によって、成形不良が出るリスクが高くなる。また、成形シミュレーションも高度なことはできなかった。他方、「3次元ソリッドデータ導入」は、「設計情報が内部まで確認でき、それに伴いより高度なシミュレーションが可能になり、3次元情報技術のなかでもっとも大きなスキルの変容をもたらされたと考えられる。

今後はこれらの技術革新に伴うスキルの変容について、事例分析を中心に調査・研究を行う予定である。

注

- 1 金型産業に関する調査は、戦後から1990年代半ば頃までは旧通商産業省やその関連組織によって随時、行われてきた。その後は、経済産業省の関連組織である財団法人素形材センターや財団法人機械振興協会経済研究所などによって毎年様々な調査が行われている。

金型製作に関する技術研究については、学会誌としては、『精密工学会誌（1933年創刊）』、『機械加工学会論文集（1935年創刊）』において1950年代後半より金型関連の論文が投稿され始めた。1960年には『塑性と加工（塑性加工学会誌）』が創刊され現在に至っている。

また業界専門誌としては、『型技術』誌（日刊工業新聞社刊）が1986年に創刊され、工学系研究者、金型技術者・技能者だけでなく、経営学・経済学の研究者による投稿も積極的に行われている。なお、『型技術』誌は、『プレス技術』誌（1962年創刊）から金型や木型など型技術専門誌として独立した雑誌である。

- 2 ここでいう日本の最大手3社とは、株式会社オギハラ（群馬県）、株式会社宮津製作所（群馬県）、株式会社富士テクニカ（静岡県）を指す。
- 3 ミシガン大学の研究グループは以下の2本報告書にまとめられている。

・ Ann Arbor (1988) "Toward World Class Manufacture of Automotive Body Tooling and Manufacturing Effectiveness : Japan in Mid-1987, Prepared for the Tooling Task Force of the Auto/Steel Partnership Program", *Industrial Development division, Institute of Science and Technology, The University of Michigan.*

・ Ann Arbor (1988) "Toward World Class Manufacture of Automotive Bodies, A Status Prepared for the Tooling Task Force of the Auto/Steel Partnership Program", *Industrial Development division, Institute of Science and Technology, The University of Michigan.* なお筆者の探した範囲で

は、日本の図書館等にこれらの報告書はなく、この報告書を入手した中川洋一郎（1992）は、オギハラから拝借したと記述している。

- 4 Kim, B, Clark. and Takahiro Fujimoto (1991) "PRODUCT DEVELOPMENT PERFORMANCE", Harvard Business School Press. (田村明比古訳, 『製品開発力』, ダイヤモンド社, 1993年)
- 5 この号は、金型特集号となっており、斉藤英司「金型産業の国際比較研究—日・韓・台、プラスチック金型メーカーの聞き取りを中心に—」の他、1956年に交付された機械工業振興臨時措置法は中小金型企業の育成が目的ではなく、自動車、家電などの組立量産型産業を育成するための産業政策であったという内容の松岡憲司「戦略的産業政策と中小企業—金型産業を中心に—」, 日本の中小金型メーカーの生き残る方策としてデザイン・イン（共同開発）を中心課題として分析した、重本直利「金型産業における『デザイン・イン』と企業間関係—知的なものの価値と『もうひとつの二重構造』の考察—」などが掲載されている。
- 6 斉藤の主要論文としては、「基盤産業としての金型産業再論—日本型生産システムにおける金型生産の意味と事業規模・取引関係について」『経済学雑誌』第100巻, 第3号, 1999年などがある。この他、2000年以降、継続して国内調査、海外調査を行う一方、ユーザーによる図面流出問題について日本金型工業会西部支部と共同で問題解決に当たっている。
なお筆者は、1998年から2002年まで同研究所の特別研究員として、台湾、韓国、タイ、シンガポールの調査を行い、2002年に論文「台湾プラスチック金型メーカーの環境変化への対応」を執筆し、2003年には報告書『アジアにおけるプラスチック金型産業の国際比較』を分担執筆している。
- 7 田口直樹（2001）は博士論文を加筆・修正したものである。なお、田口直樹の博士論文のテーマは、『日本金型産業の競争優位の源泉』である。
- 8 機械工業振興臨時措置法が金型産業に与えた影響についての研究として、田口直樹（2001）の他に米倉（1993）などがある。
- 9 フロントローディングとは、「設計上の諸問題を製品開発のより早い時期に認識し、解決することによって開発期間とコストの削減をはかる戦略である（藤本、1998）」
- 10 本稿ではとりあげていないが、兼村智也は、日本の金型メーカーの競争優位という視点ではなく、「中国の基盤技術産業と東アジアの国際分業」を研究課題に掲げ、中国を中心とした調査を行い、日系企業のみならず、ローカル企業の取引慣行や国際分業の決定要因について研究している（兼村、2007a, 2007b）。さらに、中国金型メーカーの競争優位について、受注構造、生産システムと組織、設備力（資本力）という視点から分析している（兼村、2008b）
- 11 他方、形式知は、機械、ソフトウェアなど、言語化、図式化されたものである。
- 12 同社の金型部門における専門技能修得制度は、「現代の名工」である田口八郎氏を推進委員長として1990年代前半に進められたものである。
- 13 なお、同社の保全工の専門技能修得制度については、石田他（1997）pp. 214-224に記載されており、S級に到達するまでに15年以上となっており、金型製作部門のスキル形成の方時間を要することがわかる。
- 14 本稿の類型で、金型部門における専門技能修得制度を説明すると、C級は定型的スキル、B級がクラフト型スキル、A2・A2級が知的推理スキル、実線のS級が文脈スキル・管理統合スキルに該当する。
- 15 文脈スキル・管理統合スキルには、この他にプロジェクト管理スキル、人間関係スキル（コミュ

ニケーションスキル) といったものも含まれる。

- 16 藤本 (2006, p. 309) では、アーキテクチャとして以下の基本タイプをあげている。「第1に「インテグラル型 (擦合せ型)」で、製品機能と製品構造 (部品) の間の関係が錯綜しているため、部品設計をきめ細かく相互調整し、製品ごとに部品やその接合部 (インターフェース) を最適設計しないと製品全体の精度が出ない。第2に「モジュラー型 (組合せ型)」で、製品機能と部品が一对一ですっきり対応しており、インターフェースが標準化しているため、あらかじめ別々に設計した部品を寄せ集めてもまともな製品ができる。」と規定している。
- 17 小池 (2005) 等で行われている「変化への対応スキル」は、スキルの性質そのものに基づく類型ではなく、スキルが発揮される場面 (具体的な作業内容) に基づく一類型と考え、本論文では除くことにした。
- 18 新たに必要となるスキルは、newly-introduced skill と表現するのが適切であろうが、本論文においては new-skill と記載する。なおこの概念は、Zuboff (1988) で述べられている、「技術革新によって新たなスキルが必要になる」upgrading-skill と同じ概念である。
- 19 ただし技術革新によって金型製作上、不要となるスキルの中にも、次の技術革新の対応や改善などのために必要と判断され、伝承されるものがある。これについては、浅井 (2005b) p. 3 を参照されたい。

参考文献

- Aoshima, Y., Y. Takeda, K. Nobeoka, S. Li (2006), "Diffusion of 3D-CAD and its impact on product development processes: A comparison between Japanese and Chinese companies", *Yokohama Journal of Technology Management Studies*, vol. 5, pp. 25-41
- 浅井敬一朗 (1995) 「金型産業における企業競争力の源泉」『経済科学』, 第43巻1号, pp. 1-22.
- 浅井敬一朗 (1996) 「技術革新時代の技能形成—金型産業を中心に—」『商工金融』, 第46巻10号, pp. 20-37.
- 浅井敬一朗 (1998) 「技能集約産業における技術移転—海外拠点における技能伝承方法の確立—」『経済科学 (名古屋大学)』, 第45巻4号, pp. 41-58.
- 浅井敬一朗 (2006a) 「グローバル化とスキルの捉え方」『愛知淑徳大学ビジネス学部紀要』, 第2号, pp. 1-10.
- 浅井敬一朗 (2006b) 「『2007年問題』とスキル伝承」『型技術』, 第21巻6号, pp. 76-80.
- 浅井敬一朗 (2007) 「中国プラスチック金型メーカーにおける技術革新の導入とスキル」『日本経営学会誌』, 第20号, pp. 130-139.
- 浅井敬一朗 (2008a) 「倣い型彫り機導入における金型製作とスキルの変容」『日本経営学会誌』, 第21号, pp. 80-90.
- 浅井敬一朗 (2008b) 「金型産業における技術革新とスキルの変容—3次元ソリッドデータの活用」『日本中小企業学会論集』, 第27号, pp. 86-99.
- Attewell, P. (1990) "What is skill?", *Work and Occupations*, Vol. 17 No. 4 Nov., pp. 422-448.
- Attewell, P. (1992) "Skill and occupational changes in U. S. manufacturing", *Technology and the future of work*, Oxford University Press, pp. 46-88.
- 馬場敏幸 (2005年) 『アジアの裾野産業』白桃書房

- Braverman, H. (1974) *Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century*, New York, Monthly Review Press. 富沢賢治訳 (1978) 『労働と独占資本』岩波書店.
- 中馬宏之 (2001) 「技術革新下における統合化技能の希少性: 日米プレスライン職場における事例から」『企業行動と労働市場』日本経済新聞社, pp. 77-99.
- 中馬宏之 (2006) 「イノベーションと熟練」『日本の企業システム』第4巻, 有斐閣, pp. 133-158.
- 藤本隆宏 (1998) 「自動車製品開発の新展開 フロントローディングによる能力構築競争」『ビジネスレビュー』第44巻1号, pp. 22-45.
- 藤本隆宏 (2003) 『能力構築競争』中公新書.
- 藤本隆宏 (2006) 「組織能力と製品アーキテクチャ」『日本の企業システム』第3巻, 有斐閣, pp. 303-331.
- Htano Giyoo and Inagaki kayoko (1983), "Two Courses of Expertise" Research and Clinical Center for Child Development, Faculty of Education, Hokkaido University, pp. 27-36.
- 林 尚志 (1999) 「日本型人材育成システムの有効性と課題」『南山経済研究』第14巻1・2号, pp. 345-375.
- 池田正孝 (1991a) 「日本における自動車開発支援型産業(1)—プレス金型産業—」『経済学論纂 (中央大学)』, 第32巻3号, pp. 127-147.
- 池田正孝 (1991b) 「自動車開発におけるサブシステムの開発」『商工金融』, No. 92-2, pp. 3-24.
- 池田正孝 (1992) 「自動車産業における開発ネットワークの新展開」『経済学論纂 (中央大学)』第33巻1・2合併号, pp. 103-121.
- 石田光男, 藤村博之, 久本憲夫, 村松文人 (1997) 『日本のリーン生産方式—自動車企業の事例—』中央経済社.
- 兼村智也 (2007a) 「東アジアにおける日経金型産業の国際分業の現状とその決定要因」『アジア経営研究』愛智出版.
- 兼村智也 (2007b) 「現地調査から見たタイの取引慣行」『素形材』素形材センター.
- 兼村智也 (2008a) 「中国における大規模金型メーカーの存立要因」『日本中小企業学会第28回全国大会報告要旨』, p. 26.
- 兼村智也 (2008b) 「中国における大規模金型メーカーの存立要因」『日本中小企業学会第28回全国大会報告原稿』.
- Kelly, M. (1990) "New process technology, job design and work organization: A contingency model", *American Sociological Review*, Vol. 55, pp. 191-208.
- Kim, B. Clark. and Fujimoto, T (1991) "PRODUCT DEVELOPMENT PERFORMANCE", Harvard Business School Press. (田村明比古訳, 『製品開発力』, ダイアモンド社, 1993年)
- 小池和男 (2001) 「もの造り技能と競争力」『一橋ビジネスレビュー』第49巻1号, pp. 16-27, 東洋経済新報社.
- 小池和男 (2004) 「競争力を高める技能—金型仕上組立職場を例に」『経営志林 (法政大学)』第40巻4号, pp. 31-42.
- 小池和男 (2005) 『仕事の経済学 第3版』東洋経済新報社.
- 小池和男 (2006) 「もの造りの技能」『日本の企業システム』第4巻, 有斐閣, pp. 110-132.
- 中川洋一郎 (1992) 「日本における自動車開発支援型産業(3)—アメリカ人研究者がみた日本のプレス金型—」『経済学論纂 (中央大学)』第33巻3号, pp. 127-140.

- 野村幸正 (1989) 『知の体得』 福村出版.
- 小川英次 (1995) 「技術革新時代に技能の意味を考える」 『八事 (中京大学)』, 第 11 号, pp. 100-103.
- 大阪産業大学中小企業経営研究所 (1996) 「金型特集号」 『経営経済 (大阪経済大学)』 第 31 号.
- Penn, R. (1984) *Skilled Workers in the Class Structure*, Cambridge University Press.
- Penn, R., Scattergood, H. (1985) “De-skilling or Enskilling ? : An Empirical Investigation of Recent Theories of the Labor Process.” *British Journal of sociology*, vol. 36-4, pp. 611-630.
- Polanyi, M. (1958), “Personal Knowledge: Towards a post-critical philosophy”, The University of Chicago Press. (長尾史郎訳 (1985) 『個人的知識—脱批判哲学をめざして—』, ハーベスト社.
- Polanyi, M. (1966), “The Tacit Dimension”, Routledge & Kegan Paul Ltd. (佐藤敬三訳 (1980) 『暗黙知の次元』, 紀伊國屋書店.
- 斎藤英司 (1994) 「日本の金型産業—プラスチック金型産業と家電産業との企業間関係の研究のために—」 『経営経済 (大阪経済大学)』 第 30 号, pp. 1-38.
- 斎藤英司・浅井敬一朗他 (2003) 『アジアにおけるプラスチック金型産業の国際比較研究—日本, 韓国, 台湾におけるアンケート調査とその分析—』 金型技術振興財団.
- 佐々木圭吾 (1999) 「CAD システムの設計の熟練—金型製造業におけるバグレポートの分析—」 『横浜市立大学紀要 (社会)』 第 2 号.
- 素形材センター (2007) 『素形材産業の 3 次元 CAD を中心とする IT 化の現状と課題—ものづくりの国際競争における 3 次元 CAD の戦略活用—』 機械振興協会経済研究所.
- Spenner, K. (1983) “Deciphering Prometheus: Temporal Change in the Skill Level of Work”, *American Sociological Review*, Vol. 48, pp. 824-837.
- Spenner, K. (1990) “Skill”, *Work and Occupations*, Vol. 17 No. 4 Nov., pp. 399-421.
- 田口八郎 (1997) 「トヨタ自動車における型技能者教育」 『型技術』 第 12 巻 12 号, pp. 43-47.
- 田口直樹 (2001) 『日本の金型産業の独立性の基盤』 金沢大学経済学部研究叢書.
- 竹田陽子 (2000) 『プロダクト・リアライゼーション戦略—3次元情報技術が製品開発組織に与える影響—』 白桃書房.
- 武石 彰 (2001) 「イノベーションマネジメントとは」 『イノベーションマネジメント入門』, pp. 1-23, 日本経済新聞社.
- 山下 充 (1995) 「熟練概念の再検討—熟練論に必要な社会学的視点とは何か—」 『日本労働社会学会年報』 第 6 号, pp. 113-133.
- 米倉誠一郎 (1993) 「政府と企業のダイナミクス: 産業政策のソフトな側面—機械工業振興臨時措置法の金型工業に与えた影響から—」 『一橋大学研究年報 商学研究』 第 33 号, pp. 249-292.
- Zuboff, S. (1988) *In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power*, Basic Books.