

第5章 熟練技能者養成のボトルネック

高度熟練技能者の技能形成過程調査の結果からも、第3章で見たように高度熟練技能者の養成には今日さまざまな困難な条件が生じていることがうかがえた。本章ではそれを再度検討し、整理する。その際には、OJTとOff-JTの双方の条件変化によってどのような問題が生じているかを整理する必要がある。また、過去の条件と比較してどうかというだけでなく、今後の技術条件の変化に見合った条件としても、どのような問題があるのかという点も考えていかねばならない。

なお、ここでの作業はプロジェクトの企業所属委員が前章までの結果を踏まえて、それぞれの企業ですすでに行われていた技能者養成に関する調査を見直し、また改めて実態を確認、点検した上で資料作成した。それを持ち寄って付き合わせ、整理したものが本章の内容である。

第1節 仕事の条件変化とOJTの問題点

既に調査の中で、高度熟練技能者が経験してきた仕事は今も「あるのか、少ないのか、ないのか」はある程度記録されている。このことが熟練技能形成にどのような影響を及ぼすものであるのか、影響を及ぼす仕事の変化をとらえることは重要である。単に「ある、なし」だけではなく、仕事の変化を多面的にとらえてOJTの環境条件の変化と問題点を探ることが必要である。プロジェクトのテーマとなっている機械加工系の技能者を中心に見ても条件は次のような様々な要因から変化してきている。

商品技術と生産システムの変化

例えば、従来のテレビ、ビデオなど、いわゆる白物家電製品から、半導体、液晶、ディスクなどの生産に主力が移行することによって、従来の部品組立式生産システムから、途中にレーザー加工や化学反応工程などの加工が加わって製品化していく加工プロセス型生産システムへと生産体系が変化した。そのことにより機械加工技能者が生産工程を見て、その工程の役割等を理解することが難しくなった。加工技能者がその部品の役割、機能を組立図や完成設備を見ても充分理解できないのである。

しかし他方では、こうした商品技術の変化に伴って、工程中で加熱用ガス、反应用ガス、薬品など化学反応を利用した生産設備が多くなり、より高精度で耐蝕性のある部品の加工が重要になってきている。

生産システムは多種少量生産の自動化の方向へ変化してきたが、その中で、生産システム、金型などの設計製作において、従来の丈夫で長持ちする設備から安価ですぐ作れる設備へと設備の概念も変化している。このため、例えばXYテーブル、スライドユニット、

回転ユニットなどは市販の既成ユニットを購入して寄せ集めた生産設備となる傾向がある。こうなると各部品レベルから設計、加工していたときのようにそれらの複雑部品加工の段取りや切削工具、治具、測定器、加工方法などを自ら考え、工夫するチャンスが乏しくなる。

生産設備・機器の技術変化

この点での最大の技術変化はNC化、ME化である。これによって従来あった設備機種数は半減したが、それだけOJTで体得できる加工ノウハウは幅が狭まったことになる（参考資料9）。NC化によって作業は効率化しているが、基本技能不足のまま作業員として業務を担当していることは否めない。

NC化等の影響としてやや具体的に指摘すると、第一に、NC機の技術的特性からNC機の作業経験（OJT）からは作業の内容上のノウハウが習得されないという問題がある。従来の汎用機の技能は五感がもっとも大切な感覚技能であったがNC機ではそれを体得する機会がない。切削音や切削時のハンドルの重さ、機械の振動などが理解できず、切削条件も設定する機会が少ない。CAD/CAMによりNCデータを転送し、作業員はワーク・ツールのセッティングのみが業務となるなどの問題が指摘されている。

こうしたNC化の広がりとともに、第二に、技能を活かす機会が少なくなったことがあげられる。モノづくりに必要だった技能ノウハウが今日では80%が機械に置き換えられたとも言われるが、それはOJTで技能を形成する機会がそれだけ乏しくなったことを意味すると同時に、20%はなお熟練技能に頼らざるを得ないことをも意味する。相当複雑な作業まで技術的には機械化・自動化が可能になってきており、かえって、人が行う作業は機械にはできない高度熟練技能を必要とする作業に限定されつつある（補節参照）。

運営、組織、人材面から見た問題

まず第一に、徹底した分業化、作業の細分化が進行しており、いわゆる「組織の壁」が技能伝承を妨げることになっている。例えば、組織の細分化により技術（設計）、生産管理、生産技術、製造（加工）、検査等、機能別に役割分担が明確化されており、交流、働きかけが少ないことが問題となっている。具体的には、例えば技術検討会（QCDの検討）に技能者が参画することは、組立図、ユニット図から部品の機能や役割を技能者が理解するとともに、部品図の素材、形状、精度、処理などを検討してQCDを向上させる重要なOJTの機会であるのだがそれが実現しにくい。さらには、加工工程の役割の細分化により、単能技能者は育成されるが、従来のように幅広い多能技能者をローテーションにより育成するシステムが消えつつあることも指摘されている。これらは近年の厳しい経営環境から来る人員の余裕のなさにも影響されていることだが、わが国OJTの高い人材育成力を支えてきた基本的要素であるだけに重大な問題点であると思われる。

第二に、熟練技能後継者の採用、配置の面から OJT の将来が危惧される状況がある。一方で熟練技能者が大量に定年を迎えているのに対して、高卒新入社員の減少により若手技能者が不足している。最近の若者がモノづくりに関心が薄く、モノづくりへのこだわりや探求心が低いといわれることとも相まって、OJT を通しての熟練技能者の育成には大きな不安材料となっている。

加えて第三に、仕事を経験させる、仕事の中で教えるのが OJT ではあるが、その手法が旧態依然としていて目立った開発がないことが指摘される。特に中級レベル（検定二級）以上の者に対する OJT、また先に指摘したような新しい仕事の変化に対応できる OJT のあり方が確立していない。職種ごとの作業指導書や作業手順書はあるが、一人の技能者を育成するプログラムや技能レベルに応じた体系的なプログラムがなく、指導者や担当の先輩任せになっている。さらには、技能者自身が文献や専門書などで勉強する気持ちは一般に薄く、技能が重要であると言葉としては言われるものの技能が形で現されないのが、職場として技能向上のための教育や明確に位置づけられた技能伝承のための時間を与えられてもいない、等の指摘もある。

第2節 Off - JT をめぐる変化

ここでは企業内の技能者養成課程（学校）、技能五輪への取り組み、社内検定制度とそれに連動した技能者養成制度、その他の研修制度、など様々なことが関係してくる。前章の「年齢モデル整理」を見ても、20代30代までの熟練工養成の基本的な過程でこれらの Off - JT が重要な役割を果たしていたと思われる。

企業内養成学校

1970年頃までは、技能工養成のための企業内養成学校が中卒者を対象として、機械加工、手仕上げ、組み立て等の基礎技能教育を行っており、今日の高度熟練技能者の多くはその教育課程の出身者である。その後多くの企業で、こうした課程が廃止され、また高卒課程に変わり、加工系の十分な基礎教育の場がなくなっている。技術革新が進む中で、ロボット、シーケンサ、パソコン等に関する技術や新技能の養成に投資が集中していき、メカトロニクス教育や IT 教育に主眼をおいたものが重視されていくが、それらについてもその熟練技能形成としてのプログラムはまだ十分に確立してはいない。例えば、生産システムの変化に伴いさらに高度化される要求精度、電子機器搭載や製作時間短縮など設計者や生産管理者からの技能現場への要求は厳しくなっているが、これらに対処するために、技能として何を改善し、どのような知識を高めていくべきかの具体的な施策が示されていないとの指摘もある。

技能五輪その他技能競技会と特別訓練

企業内養成学校での基礎技能教育が後退するのに歩調を合わせるかのように、技能五輪への参加企業は減り始めた。全国大会の全種目参加者数で見ると、1973年の約800名をピークに、1990年の約300名まで減少した。その後はやや盛り返して1999年約700名へと再び増加しており、一旦技能五輪から撤退していた企業が近年再度取り組みを開始した例も多い(参考資料10)。

技能五輪や技能グランプリなどの競技会への参加は、その準備のための特別訓練を伴う。それは競技用に設定された高度な課題を目指すものであって、企業の生産現場での仕事内容と必ずしも一致するものではないが、一職種の技能を極めることにより作業を進める上での標準的な洗練された遂行手順を体得することができ、そのノウハウを持って現場へ配属していったので、その後現場独自の知識を身に付ければ即戦力となり、10年ぐらいでその職場の第一人者に成長した。また、競技に向けた訓練の中では一般の基礎技能訓練とは違って、正確さ、スピードなど極限を追求する訓練が行われることになるが、そのことが創意工夫、改善の能力を高める点は見逃せない。創意工夫することが習慣化され、現状に満足せずより早く簡単にと極限を追求することで、彼らの成長のスピードは速いのである。

技能検定と訓練

技能検定の機械加工系作業の受験申請者数を見ると、普通旋盤やフライス盤など従来型の汎用機では1970年代前半をピークに著しく減少していき、数値制御フライス盤やマシニングセンタなど新型機の受験者がそれと入れ代わるように増加していく(参考資料11)。この点にも基礎技能の弱体化の傾向が現れているのかも知れない。

あるプロジェクトメンバーの所属企業では、1985年頃までは技能検定は合格して当然の風潮であり、特別な検定向け訓練は不要だったが、近年は合格率が50%を割る年度もあり、職場でのOJTの不十分さや技能者の能力不足、努力不足が痛感されると言う。

また、試験課題ができるという技能検定の合格がただちに日常の仕事がどこまでできるかを表すものでないことは言うまでもないが、検定取得による熟練技能形成の上での意義が広く了解されておらず、検定取得の処遇への反映が明確でないことも技能者の向上意欲低下につながっていると思われる。

第3節 改善すべき熟練技能者養成の諸問題

熟練技能者養成はOJTとOff-JTとが相まって実現されるものだが、その両面にわたって障害となる問題は多岐にわたって存在している。ここでは前節までで見たそのさまざまな問題点を整理して、焦点となる課題を明らかにする。

OJTのジレンマ

一方で技術革新が生産システムや生産機器の条件を変え、OJTでは加工ノウハウ等熟練技能形成が難しくなっているにもかかわらず、他方では機械化できないひとの熟練技能に頼らざるを得ない要素がますます高度なものになっているという点は、OJTの抱えるジレンマである。仕事の中では身に付かないにもかかわらず、ますます高い熟練技能が求められるとなれば、単なる仕事の経験とは区別された能力形成過程が求められるのは、ことの必然である。具体的な課題はふたつの方向で出されている。ひとつは、Off - JTの充実、改善の方向、もうひとつはOJTそのものの改善の方向である。

訓練として位置づけられたOJT

従来のがが国のOJTは「インフォーマルなOJT」と言われるように、仕事の経験の中で能力形成の効果もあがっていくという、いわば仕事の裏に隠れた訓練だった(第2章参照)。だから、体系的な技能はOJTで磨き上げるには時間がかかるのが常識だった。人材育成の効率化が求められる中で、この点の改善は模索されてきたが、今日の熟練技能継承の危機的状況の中では、一層明確な課題として追求される必要がある。

その際OJTの訓練としての位置づけを明確にする要素はいろいろあり、位置づけの明確さにはさまざまな段階・レベルがあり得る。第一に、求められる熟練技能像が明確であるか。これは多くの技能的要素が機械化、自動化されるようになった今日の条件に即して、従来以上に明確に意識されなければならない。第二に、期待される熟練像に向けて一人の技能者を育成するプログラムに基づく仕事の与え方の明確化。単に職場の慣習、慣行ではなく、人材育成を主目的とした仕事への人の配置である。それは当然、第三に、その仕事に就くことによる能力形成目標の明確化、期間の明確化、指導担当者の明確化、到達レベル評価の明確化などを伴う。第四に、このOJTはそれと緊密に連動するOff - JT、いわば現場Off - JTによって補強されるものである。第五に、こうしたOJTの訓練としての位置づけの明確化は、おそらくその期間中の処遇面の扱いにも影響することになると思われる。

この方向が追求される中で、仕事の現実に即した技能の評価尺度の構築や、熟練度達成目標を持って成長していく仕組みが期待できる。要するに、仕事一般と区別された「仕事に就きながらの訓練」としてのOJTという方向が今後の重要課題のひとつである。

NC技術下での熟練技能の形成

今日の数値制御機による生産における作業能力の中で、熟練技能形成の内容として焦点を当てるべきなのはプログラミングや操作能力ではなくて機械加工そのもののノウハウである。これこそがNC化された現場でのOJT中心の能力形成では対応できないために、今日「技能の空洞化」として社会的問題となっている点でもある。この問題の解決には、従

来型の機器を教材とした Off - JT の充実が必要である。

この点でも、求められる高度な熟練技能の内容像と、そこに至る段階的な技能形成プログラムが立てられねばならず、それに沿って、基礎技能訓練、中級・上級の訓練へとそれぞれの段階にふさわしい訓練内容、技法を持った系統的な Off - JT が追求されるべきである。

補節 総合電機メーカーA社の例

4 - 1 技能者育成問題の背景と課題

- 1) 技能者の育成問題を考えるのに必要な電機製造業の一般動向としては、図5 - 1に示すように、作業の機械化、自動化の進展によって、人が行う作業は機械には出来ない高度熟練技能を必要とする作業に限定されつつあり、相当複雑な作業まで技術的には機械化・自動化が可能な状況にある。したがって、伝承すべき技能の見極めがまず必要である。

- ・製品：重厚長大 軽薄短小（半導体）
- ・生産設備：自動化（FA） 無人化（CIM）
- ・設備管理：事後保全 予防・予知保全
- ・作業（人）：高度技能（熟練） 分化
 - 1) 高度熟練技能（伝承）
 - 2) 技術的技能（学習）
 - 3) 単純技能（外注、機械化）
- ・作業（機械）：単純作業 複雑作業

図5 - 1 製造業のマクロ動向

- 2) 機械による作業の自動化推進は、小型軽量部品の量産組立作業を中心とする家電製品や半導体素子関連の生産工場等では経済的なメリットも大きく急速に進展している。産業用ロボット等の多くの自動機械が導入されるこの分野では、製品の品質や生産性の向上手段として、自動機械の性能・機能を最大限に発揮させる高度な操作技能や、機械の性能を維持し万一故障時には迅速に対応、修復出来る設備保全技能を持った新しいタイプの技能者の育成が望まれているが、自動化の進展が急なため育成が間に合わず不足している。
- 3) 大型機械部品の加工や精密組立作業の多い非量産の重電工場等では今なお熟練技能者に依存している作業が多い。このため、高度熟練技能者の育成ニーズも高い。しかし、当社の場合について言えば、少子化、高学歴化による若手技能者の減少や、図5 - 2に示す技能者の年齢分布の偏りによってここ数年間で大量の定年退職者が発生する事等により、数年後にはベテラン技能者の不足が深刻化する状況に有る。

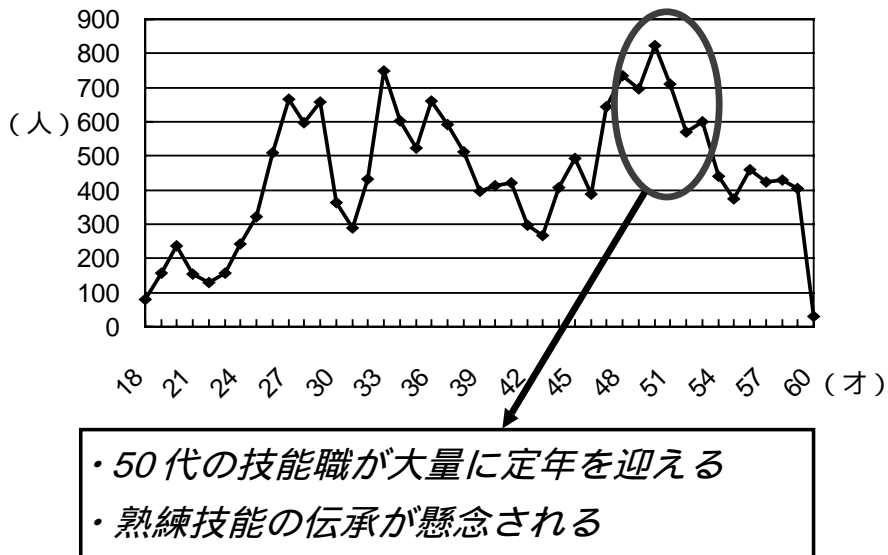


図5 - 2 技能職の人員構成

- 4) EMS (電子機器受託生産) 企業の台頭を契機とした製作に熟練技能を必要とする部品の外注化、生産拠点の海外シフト等、ビジネス形態の変化は技能者育成問題に大きな影響を及ぼすので、対応策について十分検討しておく必要が有る。

4 - 2 事業所群別伝承すべき技能の調査結果の例

総合電機メーカーである当社では、重電・家電・産業・計測・IT機器、半導体素子等多様な製品を製造しており、製品によって製造現場で必要とする技能も異なる。ここでは、企業全体としての共通的且つ代表的な技能について、図5 - 3に示すように、社内の事業所を製品区分や保有技能が比較的似かよった、1) 加工型、2) プロセス型、3) セット(量産組立)型の3つの事業グループに分け、伝承すべき技能や伝承上の課題について調査した結果の一部を紹介する。

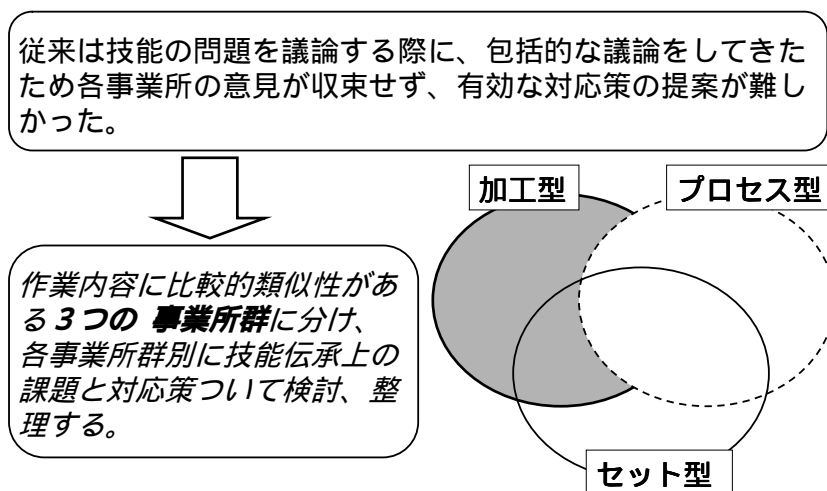


図5 - 3 課題抽出と対応策の検討

- 1) 事業所群別代表的使用技能と、技能教育を考える上での特徴点に関する調査結果を表5-1～表5-3に示す。必要な技能や教育ニーズが事業所群で大きく異なり、個別対応が必要な事が分かる。匠と言われる高度熟練技能者の伝承は加工型事業所に多いことが、この調査結果からも確かめられている。

表5-1 加工型事業所の代表技能と特徴

事業所	代表的製品	代表的技能
(A)	タービン・水車	製缶
(B)	ポンプ・冷凍機	
(C)	車両・制御装置	機械加工
(D)	電子顕微鏡・自動分析装置	機械組立て

- ・受注による一品生産
- ・匠と言われる高度熟練技能が必要な作業が多い

表5-2 プロセス型事業所の代表技能と特徴

事業所	代表的製品	代表的技能
(A)	セラミック基板・モジュール	熱処理
(B)	大型ディスクアレイ	薄膜形成
(C)	TFT液晶ディスプレイ	不良診断
(D)	LSI	設備保全

- ・微細化が進展し、人の手をできるだけ介さない設備産業
- ・設備自動化が進展し、設備保全・故障診断の技術知識が必要

表5 - 3 セット型事業所の代表技能と特徴

事業所	代表的製品	代表的技能
(A)	洗濯機・乾燥機・クリーナ	金型精密加工
(B)	冷蔵庫・エアコン	プラスチック成形
(C)	自動車電装品・センサ	塑性加工 電工巻線

・ライン作業は労働集約作業のため海外生産拠点も多い。
 ・本体には付加価値の高い作業が残るので、試作・生産技術部門で高度熟練技能が必要。

伝承方法や伝承期間、後継者等の問題があり、野放しにしておくとう途絶えてしまいそうな問題技能（喪失懸念技能）に対する調査結果を、現在検討中の対応策と共に表5 - 4 ~ 表5 - 6に示す。

表5 - 4 喪失懸念のある技能と対応策その1

- 加工型事業所の例 -

喪失懸念技能	原因	対応策
<ul style="list-style-type: none"> ・品質の高い溶接 ・大物品のNCによる高精度加工 ・多能工 ・業務移管した防錆・洗浄等の周辺技能 	<ul style="list-style-type: none"> ・5年で指導層がいなくなるが5年間では指導者の育成が困難 ・外注・業務移管等、製造空洞化の進展 ・技能を競う場の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ・業務遂行と併行した技能伝承方法の標準化 ・技能五輪等、競技会訓練で技能の基本を教える。

表5 - 5 喪失懸念のある技能と対応策その2

- プロセス型事業所の例 -

喪失懸念技能	原因	対応策
<ul style="list-style-type: none"> ・ 薄膜形成 ・ 精密組立 ・ 回路基板の故障診断・修復 ・ メッキの溶液管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 材料やプロセスの理解が不十分・設備 ・ 技術の高度化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術と技能の分かる技能者の育成 ・ 技能を競う場の維持

表5 - 6 喪失懸念のある技能と対応策その3

- セット型事業所の例 -

喪失懸念技能	原因	対応策
<ul style="list-style-type: none"> ・ 精密組立 ・ 電工巻線 ・ プラスチック成形 ・ ろう付け溶接 ・ 発泡 ・ 設備保全 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部委託が進み、作業量減少によりOJTでの技能習得が困難 ・ 設備・技術の高度化 ・ 技能五輪経験者の間接員化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術が分かる技能者の育成 ・ 技能を競う場の維持 ・ 基幹技能者にインセンティブ付与するための処遇の見直し

- 2) 以上の調査結果をベースにした、当社における熟練技能者の育成方針の骨子を図5 - 4に示す。技能養成に10年以上の長期を要する高度熟練技能等については、社内外の技能・技術研修機関を利用した集合教育（Off - JT）との併用によって、事業所内の実践教育（OJT）期間の短縮と訓練効率の向上を可能にする斬新な育成プログラムの開発が望まれている。

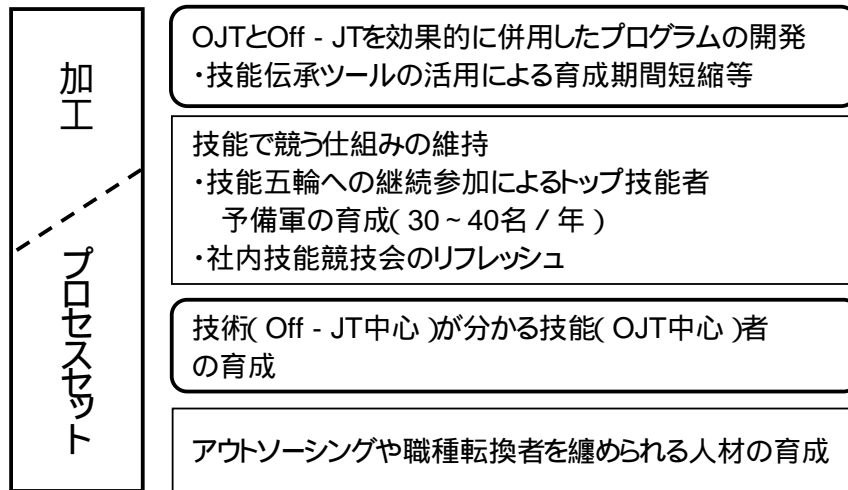


図5 - 4 今後の熟練技能者の育成方針

3) 図5 - 5は、図5 - 4の育成方針として掲げた項目中の、技能伝承ツールについての補足説明図である。この伝承ツールは当社生産技術部門で開発中のIT技術応用の教育訓練システムで、熟練技能者の作業手順や動作を数値化（暗黙知の形式知化）して記憶する事でデータベース（DB）を構築し、このDBを訓練マニュアル（講師）としても利用可能にしたものである。このツールを使用すると、例えば溶接技能の基礎実技訓練を、熟練技能者による指導無しでの実施も可能である。

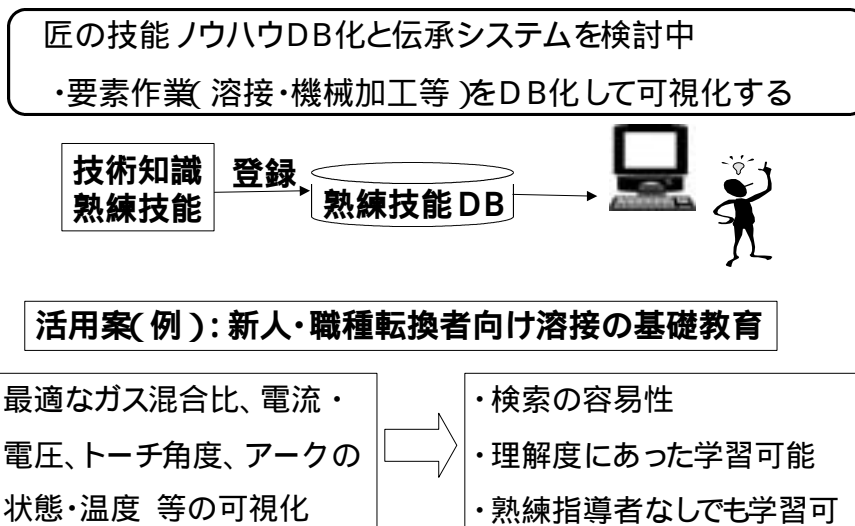


図5 - 5 技能伝承ツールの検討

4) 図5 - 6に、図5 - 4の育成方針として掲げた項目中の、技術が分かる技能者の育成について、代表的な作業事例と理由、及び対応方針を示す。実習主体の実践的な技術教育（Off-JT）が必要かつ有効な手段と思われる。

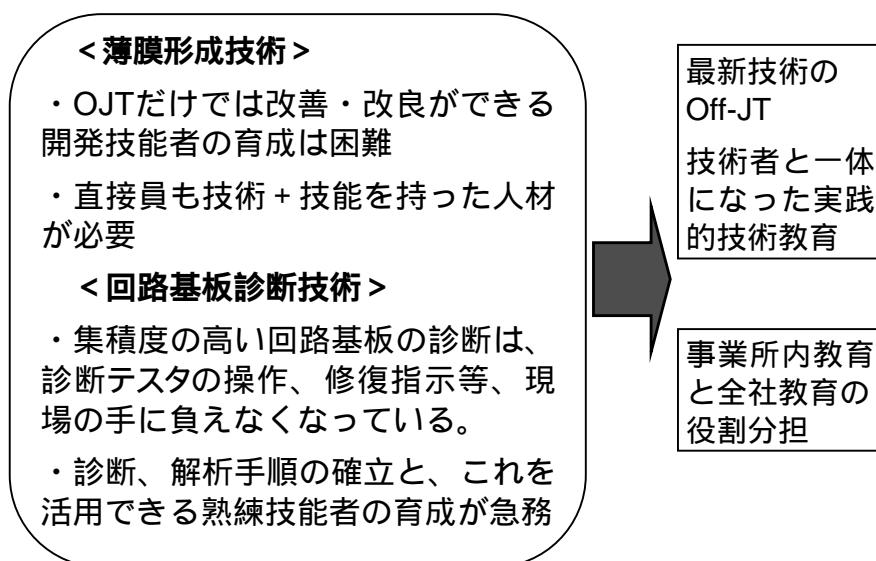


図 5 - 6 技術的技能者の必要性と育成方針

4 - 3 加工型事業所における技能伝承への取組み事例の紹介

高度熟練技能を最も必要とする加工型事業所における技能伝承への取組み事例として、電子顕微鏡等の精密計測器を製造する事業所の例を紹介する。

- 1) 対象事業所では、熟練技能を必要とする職場として精密機械加工、精密機械の組立・調整、精密研磨・接合の3つの職場を有しており、図 5 - 7 のような方針で事業所内の伝承すべき技能とレベル等について調査し、伝承の優先度等の面から格付けを行い、技能者を図 5 - 8 に示すように一般技能者、熟練技能者、高度熟練技能者の3グループに区分して必要な技能の維持・伝承を行っている。

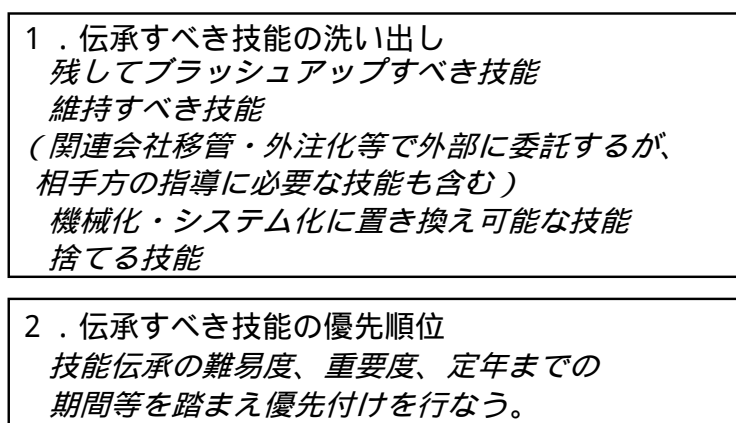


図 5 - 7 伝承技能の選別ポイント

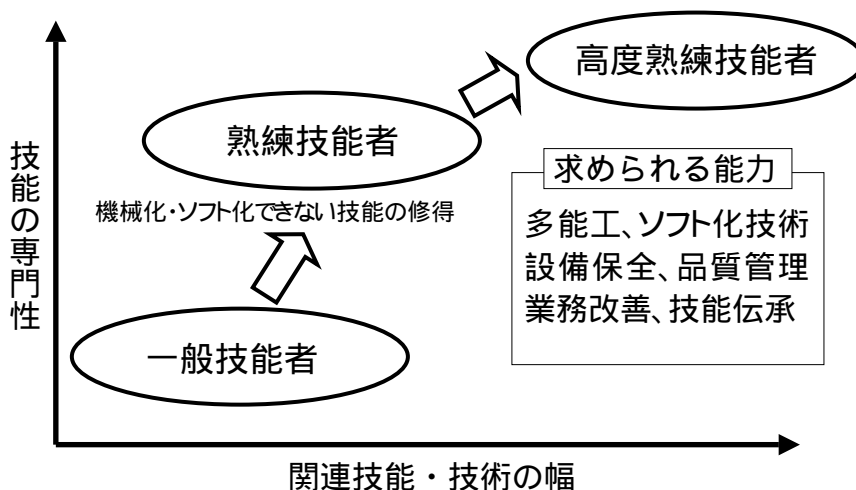


図5 - 8 技能者の区分と育成目標

2) 表5 - 7に伝承すべき技能の調査結果の一例を示す。ノウハウが多く習熟に10年以上を要する高度な技能を必要とする作業が多い事が分かる。このため、技能伝承期間の短縮と伝承効率の向上が課題になっている。

表5 - 7 保有技能調査結果の一例

	作業名	加工精度	習熟年数	伝承上の問題
機械加工	精密旋削加工	真円度：0.2 μ m	10年	適任者選出
	薄肉旋削加工	難削材の薄肉加工	15年	ノウハウ多
	微細穴精密加工	穴径：0.3mm	15年	ノウハウ多
	合計15項目			10～15年
組立・調整	電子顕微鏡調整作業	-	10年	ノウハウ多
	ステージ組立	ピッチ精度2秒	10年	ノウハウ多
	電子銃光軸調整	軸芯精度調整 1 μ m以下	3年	-
	合計23項目			2～10年
研磨・接合	電子レンズ接合	平行・平面度2 μ m	10年	ノウハウ多
	アーク溶接	薄肉0.12mm	10年	ノウハウ多
	真空炉中ロ-付	-	15年	後継者無し
	合計70項目			1～15年

3) 図5-9に示すように、習熟期間の短縮と伝承の効率化手段として、機械加工部門では工作機械のNC化を昭和42年頃から積極的に推進しているが、現在でも30%以上の作業は汎用機で行われている。大きな理由は、表5-8に一例を示すようにNC化が困難で高度熟練技能を要する作業が残っているためであり、これらの作業の大半は今後とも人から人へのOJTによる伝承形態を取らざるを得ない状況である。なお、図に併記したようにNC機の操作技能者の育成方法としては、汎用機による基本操作訓練を必須要件としており、所謂“ソフト屋さん”で終わらないよう配慮している。

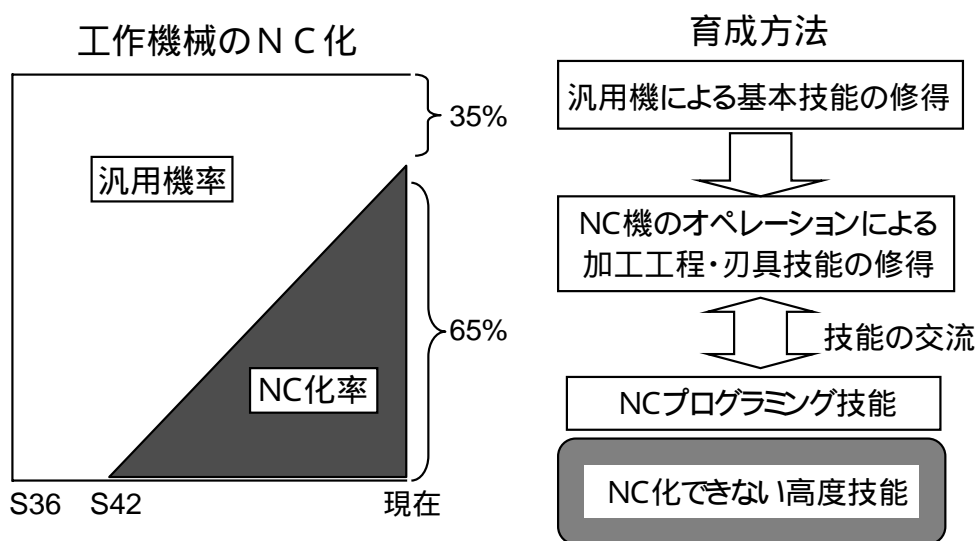


図5-9 NC機の導入と技能者育成

表5-8 NC化できない技能の例

作業名	できない理由
みがき仕上	<ul style="list-style-type: none"> ・複雑形状 ・鏡面加工
溶接	<ul style="list-style-type: none"> ・複雑形状 ・少量生産
超精密加工	<ul style="list-style-type: none"> ・真円度0.2 μm

- 4) この事業所では、技能者のモラルを高め技能伝承の円滑化と維持向上を図る一施策として、技能者に対するインセンティブの賦与と習得目標の明確化を狙いとした、**図5 - 10**に示すような新しい技能評価制度の導入についても検討中である。

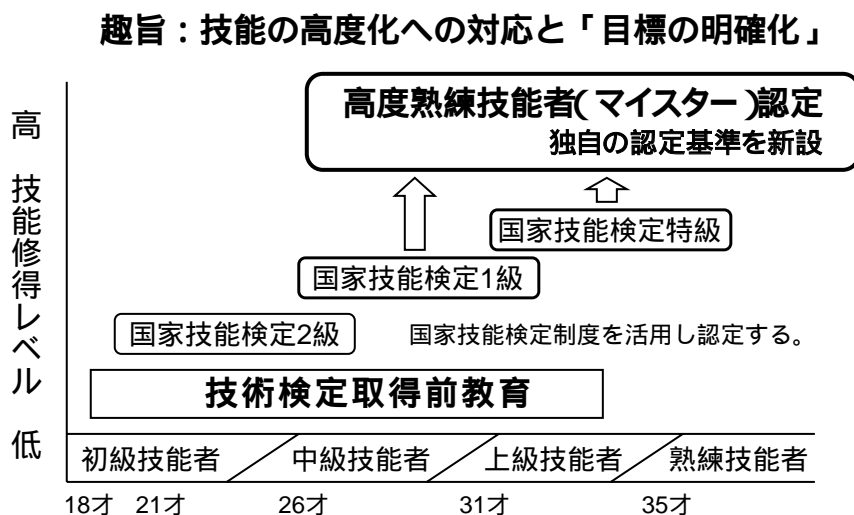


図5 - 10 技能評価制度の導入計画案