

第3章 能力開発セミナーカリキュラム

第3章 セミナーカリキュラム

「高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力」

1. コース開発の背景

(1) 高度熟練技能者が語る言葉

「完成系をイメージして、それまでのプロセスでのイメージと実加工の差異をセンシングして、指令系(頭脳・体の動き)へフィードバックを行い、加工を進めている。」

今回の高度熟練技能者の言葉である。一見、何気ない動作にも確かな原理・原則に裏打ちされた理由が存在する。高度熟練技能者の言う「完成系のイメージ」、「プロセスのイメージ」には、これらの原理・原則が反映されている。

量産加工は、今回のような手加工プロセスから発展している。一見、手加工技術から量産加工技術へ一方向に発展しているように見えるが、実際は、相互に情報が行き交うことで双方の加工技術が進化している。高度熟練技能者は新たな課題が与えられると、一般的な原理・原則を踏襲した上で、課題の解決策を模索してゆく。それが再び量産加工技術に発展してゆく。つまり、手加工技術が不要になることはあり得ないのである。

以上の事柄の関係を、図3-1に表す。

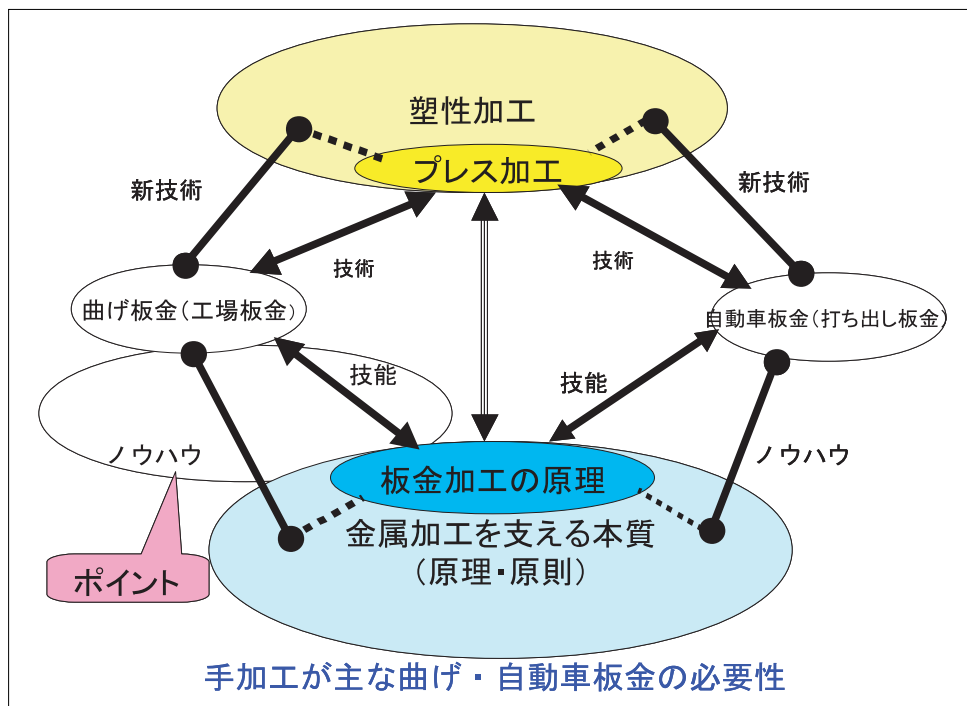


図3-1 手加工と量産加工

(2) 板金作業を分析する

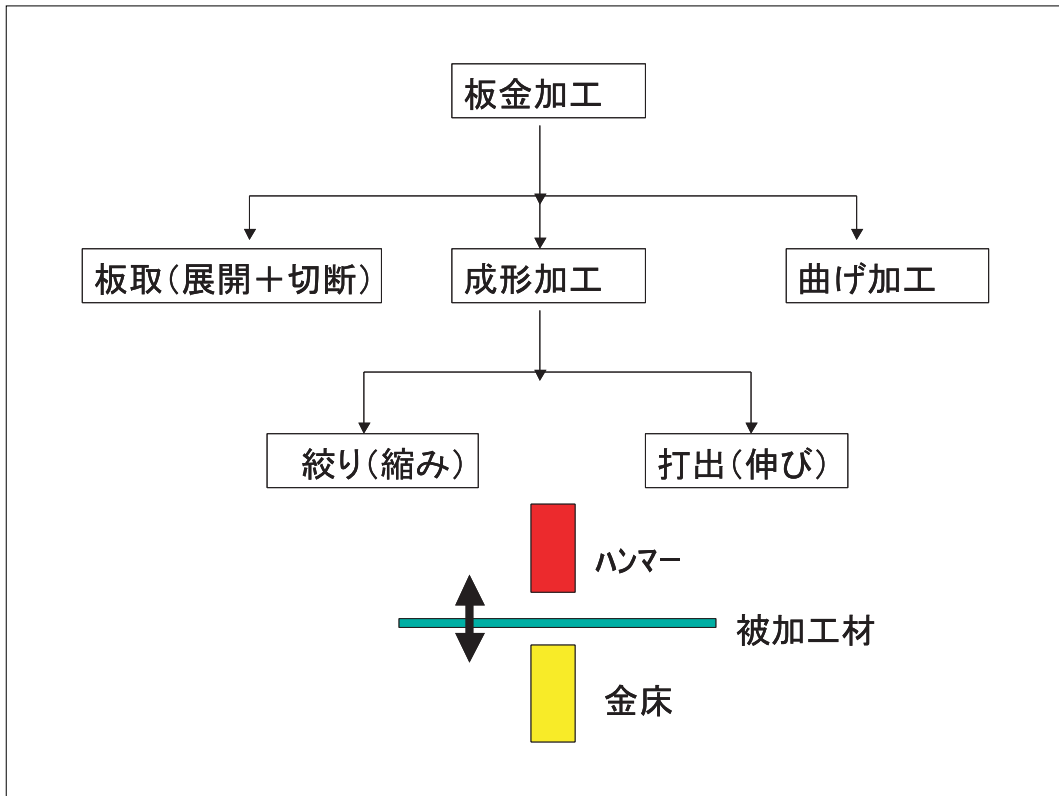
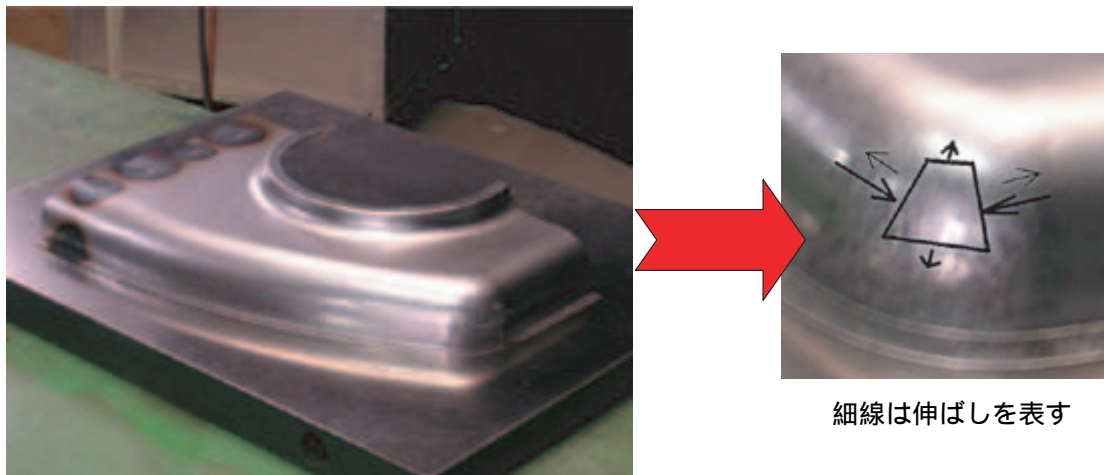


図3 - 2 板金加工基本要素

板金加工は、塑性加工の領域で薄板を対象として、任意の形状に対して主に手で加工してゆくものである。この加工を構成する要素は、図3 - 2のように大きく「板取」+「成形加工」+「曲げ加工」に分類できる。高度熟練技能者の技能は、その中でも「成形加工」+「曲げ加工」に特徴が見られる。これらの加工は、「加工力(ハンマー)」+「被加工材」+「作業場所(金床)」の3要素で進められる。



細線は伸ばしを表す

図3 - 3 特徴的な絞り加工(伸び+縮み)

通常、角部の成形は絞り加工を行うが、加工量が多い場合は図3 - 3に示すように、伸ばしと縮み成形の両方の相反する作業を行なう。このことは、加工の前工程である板取り展開の決定工程で考慮される必要がある。

このような「考える」技能をセミナーコースに反映することを考えるならば、ハンマー + 被加工材 + 金床の織り成す諸現象から訓練要素を図3 - 4のように引き出して利用することが重要と考えられる。

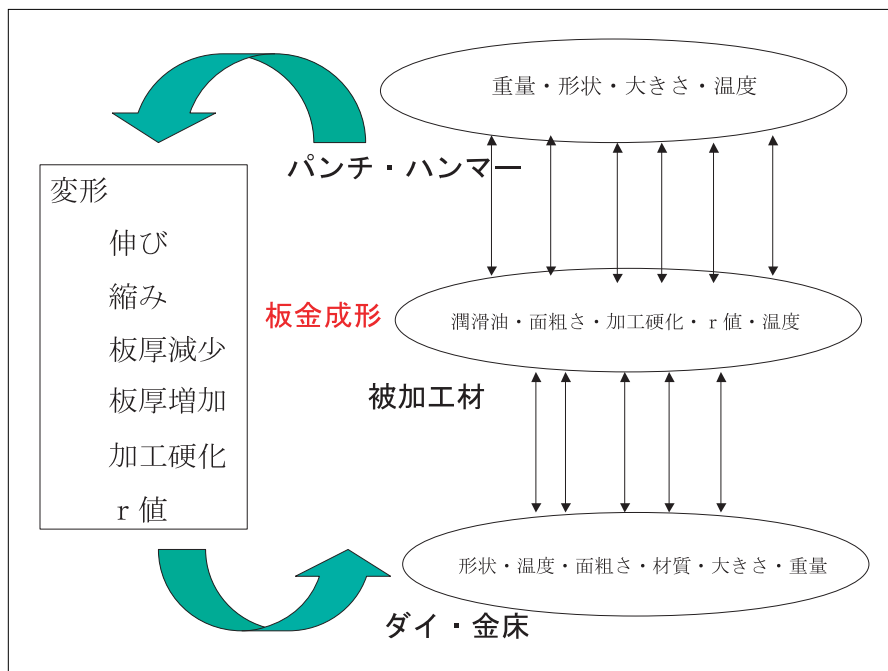


図3 - 4 ハンマー + 被加工材 + 金床の織り成す諸現象の関係

2 . コースの概要

(1) 訓練目標

今回、高度熟練技能者のデジタル化で扱った領域は、加工現象の面から見ると、直接、実際の作業に応用できる業種は、必ずしも多いとは思われない。しかし、全体の作業工程、要素技術の考え方は、塑性加工に関わる多くの技能者に示唆を与える。このような状況を考慮してセミナーコースの設定を考えて、以下の項目をセミナーコースの目標とする。

- * 完成品の性状や精度及び完成へのプロセスを考慮した部品加工ができる。
- * 加工時の変形状態を把握して加工を進められる。
- * 合理的な手順で加工を進められる。
- * 予想される不具合を指摘できる。
- * 加工プロセスで得られた新たなノウハウを整理して、改善提案を文書で示せる。

(2) コース対象者

訓練コース受講対象は、多岐にわたる可能性がある。

例えば

- * 一般技能者から熟練領域へのレベルアップを必要とする者（技能習得型）
- * 技能伝承に必要な技能蓄積を行うことを考えている者（技能分析型）
- * 企業のノウハウを蓄積するために暗黙知から形式知へ変換を考えている者（技能蓄積型）

等が受講対象と考えられる。

ただし、作業に関して完成品の製品精度や作業時間等に差があるとしても、今回対象とする製品について一応の加工ができる者を対象とする。

(3) コース内容

訓練のポイントは、作業要素の原理・原則及び作業要素間の相互関係を明らかにして、作業全体の中で一つひとつの作業要素の意味や位置を確認しながら行う「気づき」を核とした訓練とする。

また、技能習得・技能分析・技能蓄積型のいずれに対するコースでも、訓練アウトラインは、図3-5のように、「プレテスト」「熟練技能の確認」「技能分析・活用」と進むのが有効であろう。

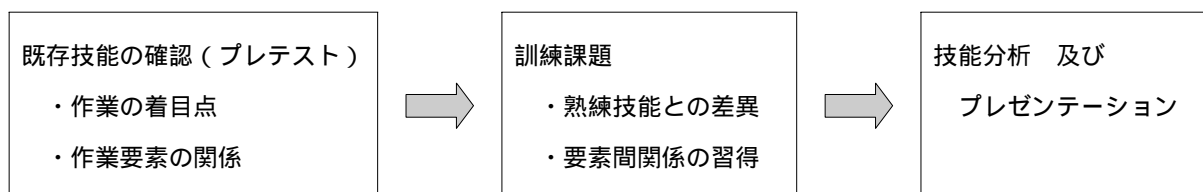


図3-5 セミナーコースのアウトライン

(4) 訓練課題

今回作成した映像教材は、自動車板金・曲げ板金、共に課題を製作する過程を通して、熟練技能者のデジタル化分析が試みられている。訓練コースで利用する場合は、

- (a) 全てを利用する
 - (b) 一部、加工上ポイントを取り上げて技能要素として利用する
 - (c) 加工プロセス・加工ポイントをノウハウ蓄積のための分析として利用する
- 等の使用方法が考えられる。



図3 - 6 自動車板金（絞り加工）の展開>加工>製品のプロセス



図3 - 7 曲げ板金の展開>加工>製品のプロセス

また、今回扱う自動車・曲げ板金作業は、特徴を考慮するとそれぞれ次のように大きくその内容を示すことができる。

自動車板金	+	曲げ板金
* 打ち出し絞り		* 展開
(フランジ伸び縮み)		* 曲げ
* 組立		* 組立

この範囲で、セミナーへの関係を重視して

これらの内容と、前記した教材活用の3方法を考えると、具体的には次のようなセミナーの進め方が考えられる。

「(a) 教材の全てを利用する」、「(b) 一部、加工上ポイントを取り上げて技能要素として利用する」方法では、図3 - 6、7に示すように、自動車板金課題では絞り工程プロセスを、曲げ板金課題では展開と直線、円筒曲げの加工プロセスを中心に構成することが考えられる。

ただし繰り返すが、このセミナーでは単に加工プロセスの「やり方」を示すだけでは足りない。「完成品のイメージ」「加工の計画」「加工の実施」「加工結果の評価」「加工の計画」へのフィードバックという、一連のサイクルの中での高度熟練技能者の思考過程を意識できるようにすることがポイントである。

具体的には、次のようなコースを提案する。

- * 「高度熟練技能者から学ぶシリーズ(板金・プレス加工編)」
- コース名「高度熟練技能者から学ぶ実践板金加工」
- 参照

「(c) 加工プロセス・加工ポイントをノウハウ蓄積のための分析として利用する」方法での訓練としては図3 - 8に示す展開が考えられる。

仕事上の体験・高度熟練技能者の作業の進め方から
実際の板金作業の方法(HOW)を学ぶ



なぜそのようにするのか、
原理・原則を確認して(WHY)を学ぶ
= 実践的な応用性・発展性を発見する



ノウハウとして蓄積する

図3 - 8 : 訓練コースの進め方

以上の考え方で、次の2つのセミナーコースを提案する。

- * 「高度熟練技能者から学ぶシリーズ（板金・プレス加工編）」
 - コース名「高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力」 参照
 - ・核になる加工から得る応用力・発展性を主題とする
 - コース名「高度熟練技能者から学ぶノウハウ蓄積法」 参照
 - ・核になる加工を通して現場ノウハウ蓄積を主題とする

さらに、板金の分野や地域性を考慮して、次のようなコース設定も考えられる。

- 「高度熟練技能者から学ぶ*****（自動車板金編）」
 - （打ち出し板金編）」
 - （曲げ板金編）」
 - （工場板金編）」
 - （内外装（建築）板金編）」
 - （ダクト板金編）」

自動車板金・曲げ板金の要素は、板金・プレス加工に重要な主要素であるので、汎用性を持たせた内容の訓練も可能である。

上記のように多様な分野への応用が考えられるが、いずれにしても訓練の流れとして図3-9に示す「WHY」型を重視することが必要である。

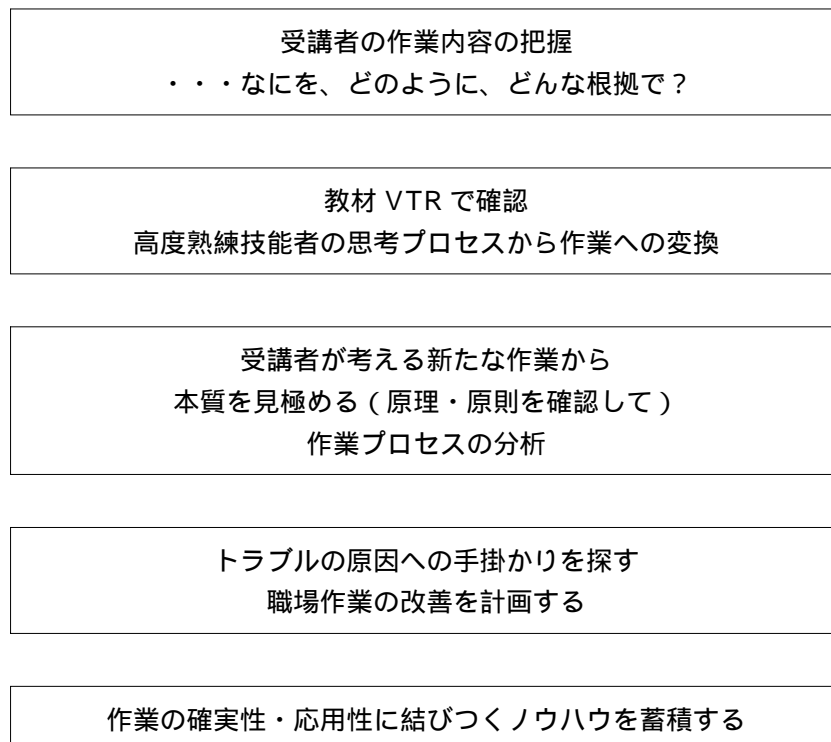


図3-9 どの分野でも共通した訓練の流れの形式

図3 - 9の「作業プロセス」では、図3 - 10に示す作業の流れと共に作業全体の中で「考え判断する」ことが必要とされる。これらは、「板金技能者が習得困難と思われるポイント」と言うことができる。

こうした視点を訓練に反映させると、より効果的になる。

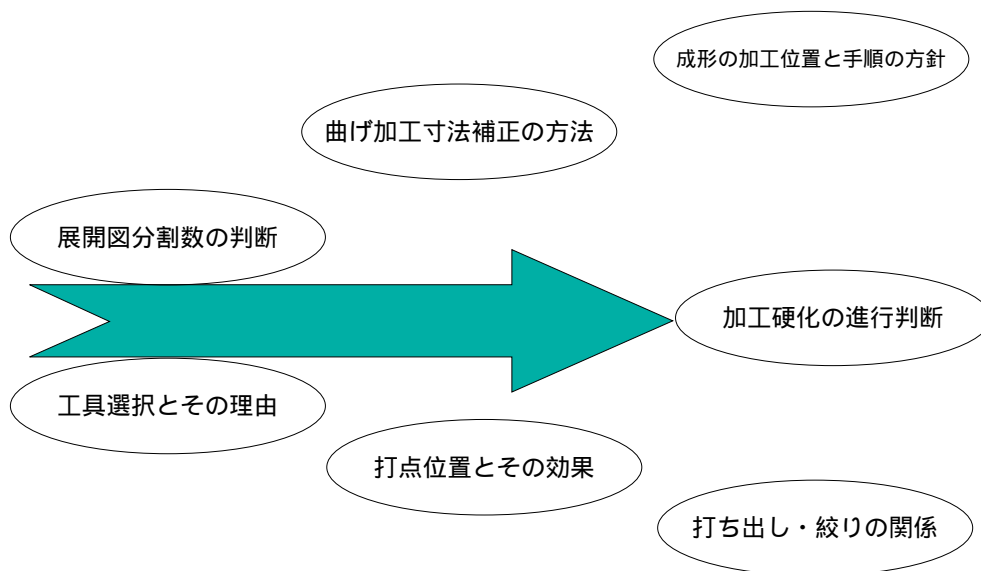


図3 - 10 「板金技能者が習得困難と思われるポイント」例

1) 対象技能の明確化

ここでは仕事の構造を、職務分析に基づいて大きな分類から職業、作業区分、仕事、要素作業と表現する。ただし、要素作業の抽出は、後段で扱う「**板金加工技能を裏付ける要素の階層図**」で行う。

今回、委員会や高度熟練技能者からのヒアリングから、板金製品製作という職業を図3 - 11のように区分した。本報告で対象とする仕事は、板金製品製作（職業）の中の、「板金製品展開」、「板金部品加工（自動車板金・曲げ板金製品）」、「板金製品組立」とする。

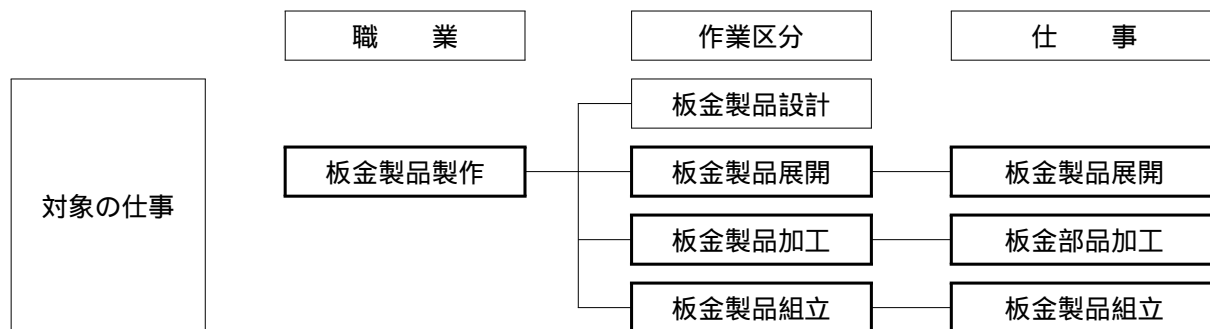


図3 - 11 板金加工の範囲（太線内が今回の対象技能）

今回対象とする仕事で重要な技能的な要素の概要を、デジタル化の被験者となった高度熟練技能者、一般技能者、関係者に対する作業中やその前後に行われたヒアリング等から以下にまとめる。

- * 完成品の性状や精度及び完成へのプロセスを考慮して部品を加工できる。
- * 加工時の変形状態を把握して加工を進められる。
- * 合理的な手順で加工を進められる。
- * 予想される不具合を指摘できる。
- * 加工プロセスで得られた新たなノウハウを整理して、改善提案を文書で示せる。

2) 技能の裏づけ要素の階層化

一般に仕事の習得プロセスは、「基礎から応用」、「単純なものから複雑なもの」というように段階的に進められる。こうした習得プロセスを設計するために、板金技能を裏付ける要素の構造の検討が必要である。委員会でのヒアリングの結果から、図3-12のように階層化して考える。

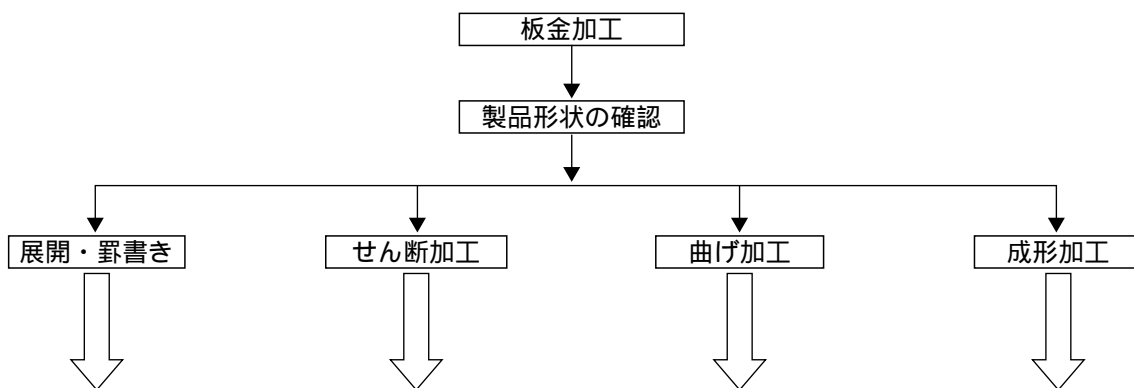


図3-12 板金加工技能を裏付ける要素の階層図(全体図)

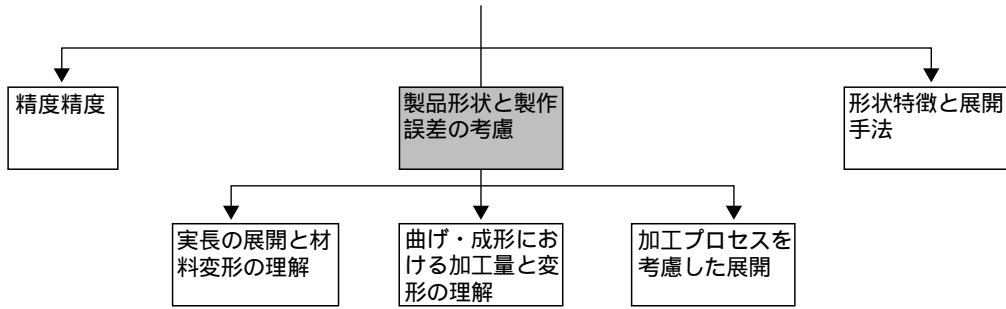


図 3 - 12 板金加工技能を裏付ける要素の階層図(その 1)

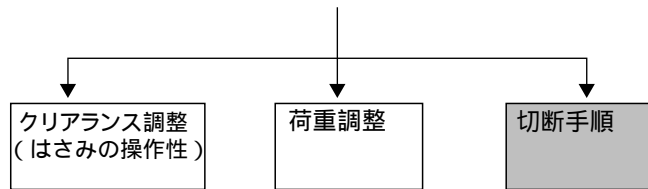


図 3 - 12 板金加工技能を裏付ける要素の階層図(その 2)



図 3 - 12 板金加工技能を裏付ける要素の階層図(その 3)

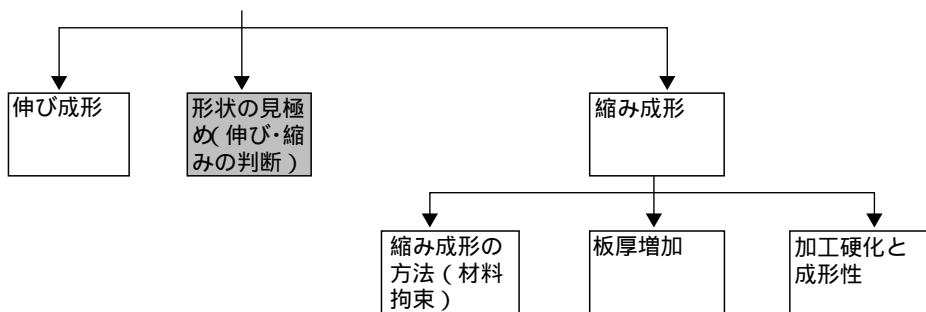


図 3 - 12 板金加工技能を裏付ける要素の階層図(その 4)

上記のように技能を階層化したがる、実際の指導にあたっては、階層の階にあるものから順に、その方法を指導していけばよいということではないことに、注意しなければならない。つまり、「このように行う」という「How型」の指導ではなく、「なぜこのようにしなければならないのか」という「Why型」の指導にしなければならないということである。

これは、デジタル化の被験者からのヒアリングからも裏付けられている。

3) 階層化と要素のリンク

前項で、技能の階層化を行った。この目的は、単に技能の構造を示すだけでなく、技能の習得順序を合理的に決定するためである。それぞれの技能要素は一見断続的に見えるが、本質的には連続的なものである。

前項のような技能の階層化は対象技能の明確には有効だが、実際の作業に照らしあわせると多少違和感がある。他の多くの職種における技能と同様に、例えば「加工のシミュレーションを行う」という技能要素を発揮しようとする時に、他の多くの技能要素（加工法・加工変化をみるセンシング・加工の可否の判断・安全・適切な加工ジグ等）も同時に発揮されていると考えられる。

このことは、今回の調査でも明らかになった。

例えば、「展開及び材料切断」を行う際は、「幾何学的な計算による展開」を基盤としつつも、次の技能要素を同時に発揮していることが明らかになった。

- (1) 板厚を考慮した展開による実長計算。
- (2) 加工における変形の考慮。
- (3) 伸び・縮み成形による材料変形（板厚変化も含む）
- (4) 直線部の曲げ変形より曲線部の伸び・縮み成形の判断

つまり板金加工の要素作業は単独で成立するのではなく、多くの技能要素が絡み合っており、これら全てに配慮して作業を進めることで作業が効率的に進められているのである。このことは、加工作業に関係する技能要素が的確に結びついて、作業進度に応じた図3-13のようなフィードバックが行われること無しには適切な加工が進行しないことを意味している。

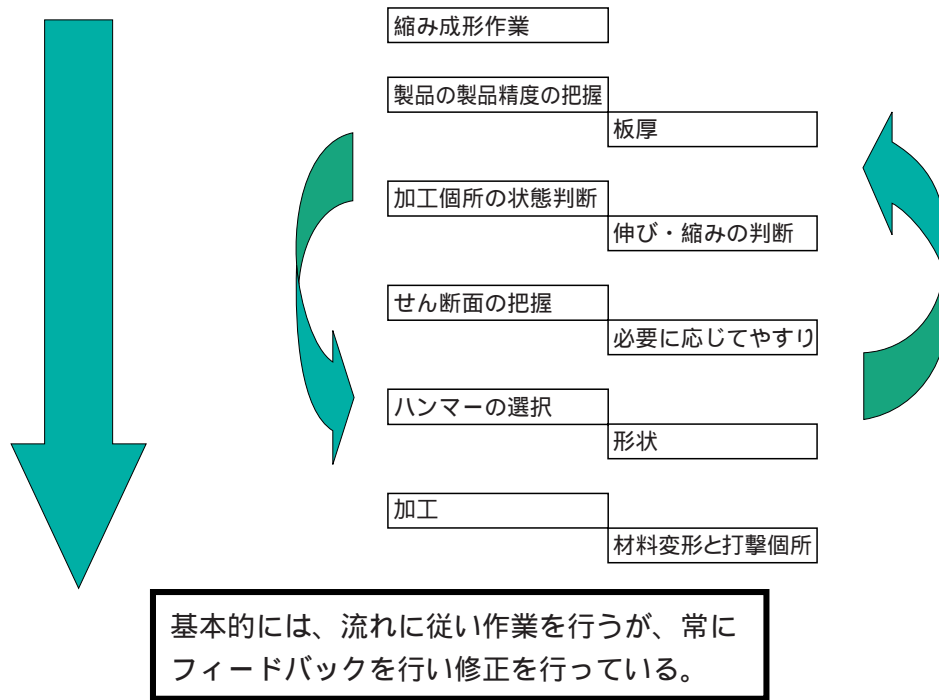


図3 - 13 フィードバックが行われる作業の流れ

4) 板金加工技能を裏付ける要素の階層図の訓練コース等への反映

高度熟練技能者が有する技能の伝承が難しい要因に1つとして、高度熟練技能者が新たな問題の解決策を導き出すときに、非常に広い範囲の「知恵」・「知識」・「経験」を組み合わせていることがある。一般技能者には、こうした「知恵」・「知識」・「経験」が少ないことと、それらを組み合わせることで、どのような解が出てくるのかを想像できないのである。

今回の高度熟練技能者の作業分析とデジタル化では、得られた**板金加工技能を裏付ける要素の階層図**と、それを基本とする高度熟練技能者の思考過程を分析し、判断基準や要素作業間の重み付けやリンクを明らかにすることが、重要である。

様式第1号(標準カリキュラム)

在職者訓練カリキュラムシート

			分類番号	
訓練分野	機械系	訓練コース	高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力	
訓練対象者	板金加工・組立作業に従事し、ノウハウの蓄積、新たな工法の開発等を担う者、またはその候補者			
訓練目標	<p>加工精度の向上等のため、加工技能の向上を始め、加工ノウハウの分析・蓄積、さらに現場からの工法の開発加工を行う上で、以下の観点を維持して作業ができることを目標とする。</p> <p>完成品の性状や精度及び完成へのプロセスを考慮して部品を加工できる。 加工時の変形状態を把握して加工を進められる。 合理的な手順で加工を進められる。 予想される不具合を指摘できる。 加工プロセスで得られた新たなノウハウを整理して、改善提案を文書で示せる。</p>			
教科の細目	教科の内容		訓練時間	備考
1. 導入と概要	コースの目標、概要、スケジュール等の説明 (本コースの特徴と位置づけ) 既習得技能の確認		0.5	
2. ノウハウのデータベース化と活用	現場ノウハウの重要性と現場発加工法開発 (人を軸とした国際競争力への対応への一方策)		0.5	
3. 板金加工シュミレーションと実際	(1) 課題板金加工製品図からの情報取り出しに関するグループ討議 (2) 加工・組立をシュミレーションを行い、ポイントやノウハウの抽出グループ討議 (3) (2)の討議を踏まえて加工実習		6	
4. 熟練技能から学ぶノウハウの着目点(実作業の比較)	(1) ビデオ教材による加工ノウハウの比較 (2) ノウハウに隠されている原理・原則と必要な技術バックグラウンドのグループ討議で整理		6	
5. 現場発加工法とは	(1) グループ討議を考慮した加工実習 (2) 現場発加工法に関するグループ討議 (3) 事前シュミレーションとの差異		6	
6. 総合課題	(1) 図面確認から加工・組立の一連作業の分析・シュミレーション (2) グループ討議によるノウハウのデジタルデータベース化 (3) 各企業での作業での加工ノウハウ抽出シュミレーション		6	
7. 指導技法	(1) 技能の整理の必要性和意義・仕組み (2) 技能リスト作成方法 (3) 作業分解方法 (4) 作業手順書の作成方法		3	
8. 総合発表と評価	(1) 発表準備 (2) 各自の総合課題評価と全体討議		2	
			訓練時間合計	30
使用機器 参考資料・文献	板金加工手工具、測定器、定盤、ガス溶接、万力、ビデオ教材(高度熟練技能者の作業分析とデジタル化板金作業編)および解説書(マニュアル)			
養成する能力	実践力、指導力			

使用機材一覧表(1)

訓練コース名：「高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力」コース

品名	仕様	台数	備考
(曲げ板金課題) 課題図面及び製品	<ul style="list-style-type: none"> ・各部品(実加工および計算値展開部品)と途中組立品 ・完成品 	1式	
ガス溶接機器	可動式	5台	
製図板	・(必要に応じてCADシステム)	10台	
プレゼンテーション用機材	・プロジェクター及びPC	1セット	
測定機器	3次元測定機器 スケール・ノギス・各種マイクロメーター・ダイヤルゲージ等	1式 各10	
	必要に応じて切断等に利用する空気圧工具を含む器工具	1式	
作業台・定盤		10セット	
(自動車板金) 課題図面及び製品	<ul style="list-style-type: none"> ・各部品(実加工および計算値展開部品)と途中組立品 ・完成品 	1式	
ガス溶接機器	可動式	5台	
製図板	(必要に応じてCADシステム)	10台	
プレゼンテーション用機材	・プロジェクター及びPC	1セット	
測定機器	3次元測定機器 スケール・ノギス・各種マイクロメーター・ダイヤルゲージ等	1式 各10	
	必要に応じて切断等に利用する空気圧工具を含む器工具	1式	
作業台・定盤		10セット	

使用材料一覧表(2)

訓練コース名：「高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力」コース

品名	仕様	数量	予想単価	注文先など
(曲げ板金)				
・製図用紙・製図用具	A 2 製図用紙・FD	100		
・プレゼンテーション資材	記録用 CD 模造紙・マジック等			
・加工実習材料	0.8 mm 冷間圧延鋼板	10		
	カラー鋼板	10		
	酸素・アセチレンガス	各5		
	溶接棒			
	潤滑・防錆油 CRC 556・336 ラスジェット 等	各5本		
	ウエス (ポップアップタイプ)	2	4500 * 2 = 9000	
(自動車板金)				
・製図用紙・製図用具	A 2 製図用紙・FD	100		
・プレゼンテーション資材	記録用 CD 模造紙・マジック等			
・実習加工用材料	0.8 mm 冷間圧延鋼板	10		
	カラー鋼板	10		
	酸素・アセチレンガス	各5		
	溶接棒			
	潤滑・防錆油 CRC 556・336 ラスジェット 等	各5本		
	ウエス (ポップアップタイプ)	2	4500 * 2 = 9000	

使用テキスト一覧表

訓練コース名：「高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力」コース

書 名	市販/自作	価 格	出 版 社	備 考
板金加工技能者のための				
1) 板金加工現象を考える。	自作			
2) 板金加工・組立調整法 (測定 組立 調整 追加工)	自作			
3) 技能のデジタル共有化法	自作			
4) 問題解決法と現場発新加工法開発	自作			
5) 現場でのマニュアル製作とプレゼンテーション技法	自作			

受講記録

訓練コース名：「高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力」コース

受講分野		受講コース名	
実施日		受講期間	月 日 - 月 日
受講者名			
教科細目			
講師アドバイス			

訓練評価表

			レベル：3
訓練分野	訓練コース名	高度熟練技能者から学ぶ板金加工の応用力	
評価の細目	評価の内容		修得度
1. 導入	訓練目標が理解できること		
	課題の理解ができること		
2. 図面からの情報理解	製品図から完成系（製品）をイメージできる。		
	製品仕様から板金加工の原理に基づいて加工・組立を考慮してシュミレーションができる。		
3. 図面から不具合の指摘	板金加工した製品の合否を判定することができる。		
	板金組立状況と各部品加工トラブルの因果関係がわかる。		
4. 部品の不具合の修正	不具合を確認して適切な修正方法がわかる。		
	修正作業に必要な機器の操作ができる。		
5. 改善提案	不具合の最適修正方法がわかる。		
	設計部署への改善提案ができる。		
6. 総合加工課題	図面・仕様から完成系（製品）をイメージして意図を汲み取る。人・機械等の加工特性までを考慮して部品加工を行う。部品相互・製品全体の双方を製品機能を考慮して組立及び不具合を修正する。加工上のトラブルに対して、よりよいやり方（新加工法）・ジグ等の開発と改善提案をする。...のプロセスを実践できる。		
7. 指導技法	作業手順の整理ができること。		
	各工程のポイントが理解できること		
	自分の作業について分かり易い説明ができること		
8. 発表と評価	加工部品の寸法精度、測定と評価ができること		