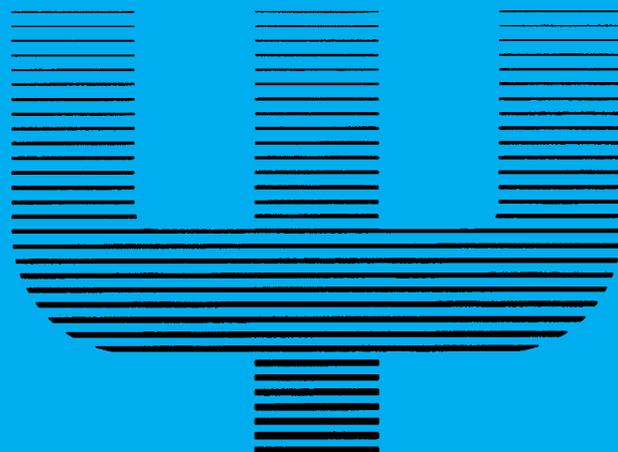


調査研究報告書 No.121  
2004



高度熟練技能者の作業分析とデジタル化  
板金作業編  
(自動車板金、曲げ板金)

雇用・能力開発機構  
職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター

高度熟練技能者の作業分析とデジタル化  
板金作業編  
(自動車板金、曲げ板金)

雇用・能力開発機構

職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター

# はじめに

我が国経済、産業が継続的な発展を続けていくためには、製造業等ものづくり基盤産業の発展が不可欠であり、海外に技術移転されている分野について、当該産業に従事する人材の確保と育成、ものづくり技能の伝承、発展が喫緊の課題となっている。

こういう状況の中で本研究では、「高度熟練技能者の作業分析とデジタル化」をとおり、現役の高度熟練技能者の方々が持ち合わせているハードの技能、技術の分野、その方に体化された「カンコツ」といわれるソフトの知的熟練技能分野をできるだけ効果的・効率的に抽出し、人材育成できる能力開発コースとして開発することを目的としている。

今回調査研究する業種としては、作業者の技術、技能に依存する割合の高い自動車板金、曲げ板金分野とした。

本報告書では、高度熟練技能者の持つブラックボックス化した技能、技術を可能な限り作業分析し、二次元動作分析装置を用いたり、詳細なビデオ映像と細部のアニメーション化を図り、訓練受講者の視覚に訴え理解を助ける工夫を行った。また、作業前後に詳しいヒアリングを行い、高度熟練技能者が持つ「カンコツ」の部分を分かり易い表現で明らかにした。

本報告書が、今後高度熟練技能者の育成に携わる方や、同熟練技能を習得したいという方々の参考になれば幸いである。

なお、本年度調査研究実施にあたり技能者の選定、撮影などにご協力いただいたトヨタ自動車株式会社をはじめ関係機関各位の皆様方に心よりお礼を申し上げます。

2004年2月

職業能力開発総合大学校  
能力開発研究センター  
所長 池本 喬三

**「高度熟練技能者の作業分析とデジタル化」にかかる  
委員会委員とカリキュラム作成委員**

**委員会委員およびカリキュラム作成委員**

- |       |                  |                |
|-------|------------------|----------------|
| 小川 秀夫 | 職業能力開発総合大学校      | 生産機械工学科教授      |
| 藤川 武男 | トヨタ自動車株式会社       | 試作部企画統括室統括企画 G |
| 辻横 修造 | 三菱ふそうトラック・バス株式会社 | 生産本部品質管理部マネージャ |
| 鈴木 孝雄 | 茨城職業能力開発促進センター   | 機械系講師          |
| 小渡 邦昭 | 東海職業能力開発大学校      | 生産機械システム技術科教授  |
| 新井 吾朗 | 職業能力開発総合大学校      | 指導学科講師         |

**事務局**

- |       |                      |
|-------|----------------------|
| 白川幸太郎 | 能力開発研究センター訓練技法研究室長   |
| 能美 英生 | 能力開発研究センター訓練技法研究室研究員 |

# 目 次

## 【本編】

第1章 総論 - 要約と結論 -	3
第2章 調査研究の実施概要	7
1. 本事業の目的	7
2. 本事業の概要	8
(1) 作業の分析およびデジタル化	8
(2) 訓練カリキュラムの作成	8
3. 技能者の選定	9
(1) 自動車板金	9
(2) 曲げ板金	10
4. 実施手順	11
(1) 調査実施計画書の作成	11
(2) 本調査	11
(3) 分析	11
(4) 能力開発セミナー用カリキュラム	12
5. 動作分析システム	12
(1) システム構成と概略	12
(2) システム分析例	13
(3) システム利用のメリット	17
第3章 能力開発セミナーカリキュラム	21
1. コース開発の背景	21
2. コースの概要	23
3. 標準カリキュラム	33
4. 使用教材	34
5. 使用テキスト一覧表	36
6. 受講記録	37
7. 訓練評価表	38
第4章 実施スケジュール	41
1. 全体スケジュール	41
(1) 自動車板金	41
(2) 曲げ板金	41

2. 現地撮影スケジュール	42
(1) 自動車板金	42
(2) 曲げ板金	44
<b>第5章 課題の設定</b>	<b>49</b>
1. 自動車板金	49
課題のポイント	49
2. 曲げ板金	50
課題のポイント	50
3. 課題図面	51
<b>第6章 調査実施計画</b>	<b>57</b>
1. 事前ヒアリング調査	57
(1) 調査実施時期	57
(2) 調査項目(自動車板金)	57
(3) 調査項目(曲げ板金)	58
2. 調査項目の絞込み	58
(1) 自動車板金	58
(2) 曲げ板金	58
3. 本調査	59
(1) 撮影日および撮影内容	59
(2) 撮影方法	60
(3) 各技能者に対する作業後のヒアリング内容	60
4. 事後ヒアリング	61
(1) 実施時期	61
(2) 調査項目	61
<b>第7章 自動車板金本調査</b>	<b>65</b>
1. 事前ヒアリング調査結果	65
2. 作業実施状況	68
(1) 高度熟練技能者	68
(2) 一般技能者	120
(3) アイカメラ	140
3. 事後ヒアリング	142
<b>第8章 自動車板金の分析</b>	<b>145</b>
1. 高度熟練者の技能についての総論	145

2．加工工程	149
(1) 図面を見たときのチェックポイント	149
(2) 全体の加工工程	149
(3) 詳細な加工段取り	150
3．板取りと切断	153
(1) 板取りの要点	153
(2) 余肉の設定	154
(3) 切断の要点	156
4．ハンマ操作と工作物の保持	157
(1) ハンマの基本動作の分析	157
(2) ハンマの打撃回数の分析	162
(3) 工作物の保持に関する要点	163
5．伸ばし加工	165
(1) 伸ばし加工の基本	165
(2) 作業の要点	166
(3) 割れについて	168
6．絞り加工	169
(1) 絞り加工の基本	169
(2) 作業の要点	171
(3) アイカメラによる分析	172
(4) 工作物の動作分析	174
(5) 複合加工について	176
(6) しわと割れについて	176
7．フランジ加工	178
(1) フランジ加工の基本	178
(2) 作業の要点1（伸ばし 絞りへの連続加工）	178
(3) 作業の要点2（複合形状のねじれ）	180
(4) 作業の要点3（開放端がある場合のムラの防止）	181
8．ならし	182
(1) ハンマ操作（打撃位置）の分析	182
(2) アイカメラによる分析	185
(3) ハンマ打撃音の分析	186
9．ゲージ	188
(1) 作成したゲージの比較	188
(2) ゲージ計測回数の比較	190
(3) ゲージ利用の考え方	191

10. 溶接	193
(1) 溶接の要点	193
(2) 溶接時のひずみ抑制	194
<b>第9章 曲げ板金本調査</b>	<b>197</b>
1. 事前ヒアリング調査結果	197
2. 作業実施状況	200
(1) 高度熟練技能者	200
(2) 一般技能者	262
(3) アイカメラ	285
3. 事後ヒアリング	287
<b>第10章 曲げ板金の分析</b>	<b>291</b>
1. 高度熟練者の技能についての総論	291
2. 加工工程	295
(1) 図面を見たときのチェックポイント	295
(2) 全体の加工工程	295
(3) 詳細な加工段取り	297
3. 展開とけがき	301
(1) 展開の要点	301
(2) けがきの要点	302
(3) 展開図の比較	303
4. かけたがねと直線曲げ	310
(1) かけたがねと直線曲げの要点	310
(2) たがねの比較	312
(3) 動作分析	314
(4) アイカメラによる分析	319
5. 曲線曲げ	321
(1) 曲線曲げの要点	321
(2) 動作分析	322
(3) アイカメラによる分析	324
6. ワイヤリング	326
(1) のばしの要点	326
(2) R形成の要点	327
(3) ならしの要点	328
(4) 絞りの要点	329
(5) ワイヤリング嵌め込みの要点	329

(6) ワイヤリングのガイド形成の要点 .....	330
(7) ワイヤリングの巻き込みの要点 .....	330
7. 溶接 .....	331
(1) 溶接の要点 .....	331
(2) 変形量の読み .....	332
(3) 変形を抑える工夫 .....	334
8. ゲージ .....	337
(1) ゲージの比較 .....	337
(2) ゲージの利用 .....	338
<b>第11章 教材用ビデオ</b> .....	<b>343</b>
1. 目的 .....	343
2. ビデオの構成及びナレーション原稿 .....	344
(1) 自動車板金 .....	344
(2) 曲げ板金 .....	359
<b>【付属資料編】</b>	
付属資料1 自動車板金作業（高度熟練技能者）事前ヒアリング内容（全文） .....	377
付属資料2 曲げ板金作業（一般技能者）事前ヒアリング内容（全文） .....	405
付属資料3 自動車板金作業 CG 絵コンテ .....	436
付属資料4 曲げ板金作業 CG 絵コンテ .....	451
付属資料5 自動車板金作業動作分析結果データ .....	460
付属資料6 自動車板金作業動作分析図表（再掲） .....	463
付属資料7 曲げ板金作業動作分析結果データ .....	468
付属資料8 曲げ板金作業動作分析図表（再掲） .....	472