

Title	めっきにおける技能形成の要諦(人材問題(2), 一般講演, 第22回年次学術大会)
Author(s)	中嶋, 豪; 藤村, 修三
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 1114-1117
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7477
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨



めっきにおける技能形成の要諦

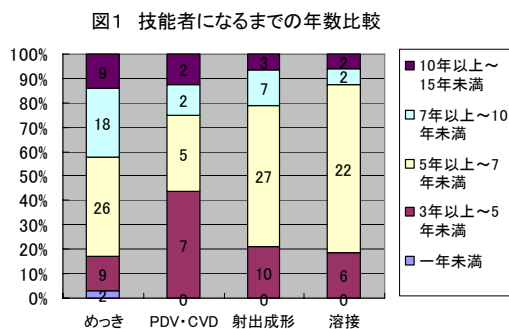
○ 中嶋豪, 藤村修三 (東京工業大学)

1. はじめに

わが国の製造現場においては熟練技能者の高齢化が進展し、若年層への技能の伝承が急務となっているが、あらゆる業種において技能の習得には長い年月が必要となる。

その中でもより長い年月を必要とし、技能伝承が困難である業種の一つに「めっき」がある(図1)。本研究では、電気、化学、表面物理など多岐にわたる知識を必要とし、加工途中が不可視であるという性質を持つ「めっき」の作業現場を調査する。

これまで、作業現場における技能の研究は自動車産業を中心に多くなされてきた。「仕事の経済学」(小池 1991)では、「普段の作業」及び「普段と違った作業」の存在を確認し、「問題と変化への対処」という作業現場における高度な技能を明らかにしている。さらに「ものづくりの技能」(小池, 中馬, 猪木 2001)では、自動車産業の様々な生産職場において、高度な技能を調査し、技能の形成過程を明らかにしている。ただし、これら研究は各業種の技能の内実を明らかにしていない。本研究においては、めっきにおける「問題と変化への対処」を調査するという手法を用い、めっき作業における「高度な技能」を調査すると共に、めっき作業へのアンケートを行い、「加工が不可視なめっきの技能形成においては、現場での経験以外に科学的知識が必要となる」というめっき特有の技能の要諦を明らかにする。



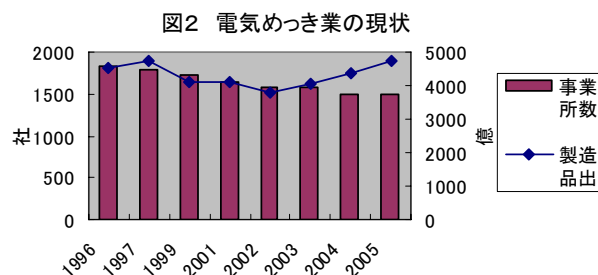
(出所) めっきデータベース

2. 調査対象企業

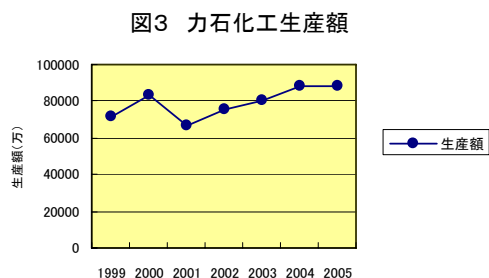
本研究において調査の対象とする企業は、長野県埴科郡坂城町にあるめっき加工会社、力石化工である。力石化工は1946年に創業し2006年度の生産額は10億、現在の従業員数は82名である。電気めっき業の平均の生産額は2004年度で約3億円、一社あたりの平均従業員数は22人であり、力石化工はめっき業界で突出した存在とはいえないまでも、規模としてはめっき業界の中で上位に位置する企業である

といえる。また近年、電気めっき業全体で生産額は上昇しているものの事業所数は減少の一途をたっており、淘汰の時代に入っている(図2)。さらに、力石化工は近年、生産額を維持・成長させており(図3)、現段階では生き残る側の企業となりつつあると考えられる。

本研究では、力石化工にて実際に作業を行うと共に、社員へのインタビュー(主に常務取締役)及びアンケートを実施し、長年蓄積された技能を調査する。



(出所) 経済産業省「産業再分類統計表」



(出所) 力石化工資料

3. クロムめっき職場の普段の作業

力石化工には、普通クロムめっき職場、硬質クロムめっき職場、バレルめっき職場、亜鉛めっき職場、黒染め職場、無電解めっき職場、特殊無電解職場の7つの職場がある。その中でも普通クロムの職場は、最も古く、主要な職場でありながらも、自動化されていない職場である(来年新ライン設置予定)。ここでは、リフトを使用し、品物をめっき槽に移動し加工を施す。もっとも高度な技能が要求される職場の一つである。(銅、ニッケルめっきもこの職場で行う)

本研究では、大量生産には不向きであるが、一つ一つの加工プロセスで品質確認ができ、複雑な形状を持つ品物に対してもめっきができるという性質をもつクロムめっき職場の普段の作業について調査す

る。

(1) クロムめっき職場の普段の作業

この職場の作業は、大きく分けて「治具への取り付け（2名）」、「一品ものの治具の取り付け（1名）」、「めっき作業（1名）」、「段取り（1名）」の4つの段階がある。「治具への取り付け」作業は、治具に品物を引っ掛けるという作業である。治具の取り付け方ではめっきの質が左右されない品物はこの作業により品物が装着される。この作業は最も単純な作業であり作業年数が最も少ない者が作業を行う。現在は入社3年目の作業者が行っている。「一品ものの治具の取り付け」作業は、被めっき物が一つであり治具の掛け方でめっきの質が変わる品物を治具に装着する場合の作業である。この作業は、針金や専用の治具を使用するためある程度の経験が必要となる。ここでは入社7年目の作業者が行っている。「めっき」作業では手動のリフトを使用し、品物に加工を施していく作業である。この作業の際には、それぞれの品物に対して、電流調整、品質チェック、液の状態確認を行うため、長い経験が必要となる。現在は15年目、20年目のベテランと6年程度の若手の3人で作業を行っている。「段取り」作業は、職場全体のまとめ、品物の用途・スペックの確認を行う。現在は入社10年目の次期リーダー候補が行っている。

(2) 普段の不具合対処

めっきの不具合とは、「指定の膜厚が実現されていない」「均一に膜が形成されていない」「色むらの出現」「ピンホールの出現」「ざらの出現」「密着不良」の事を指す。これら不具合は「前処理」「活性化」「めっき」のどこかで発生する。表1に、例として「膜厚」の不良原因に関する表を示す。丸は、ある程度めっき条件の幅が広く、指定された規定値を守る必要があることを示し、二重丸は条件の幅が狭く職人の勘が必要となる部分である。表から、電流・治具・時

表1 不具合原因の推測

膜厚を均一にする						
	時間	電流	温度	液の濃度	液の交換	治具
メッキ	◎	◎	○	○		◎

◎…条件の幅が狭い。品物によって変化しやすい
○…一定の管理条件が存在し、条件の幅は広い
(出所)インタビューから筆者作成

間の設定が商品により調整が必要となり、温度・濃度は商品によらず一定の値での管理が必要な部分であることがわかる。不具合が発生した表面を見ることでこれら対策が取るのが「普段の不具合対処」である。たとえば、膜が均一でなかったら、まず、めっき液の濃度、温度を確認し、さらにめっき時間、電流、治具を再調整するという行為である。ほとんど不具合は原因を予測し再度めっきすることで改善される。力石化工では、この作業ができる作業者を「一人前」とみなしている。

4. 高度な作業

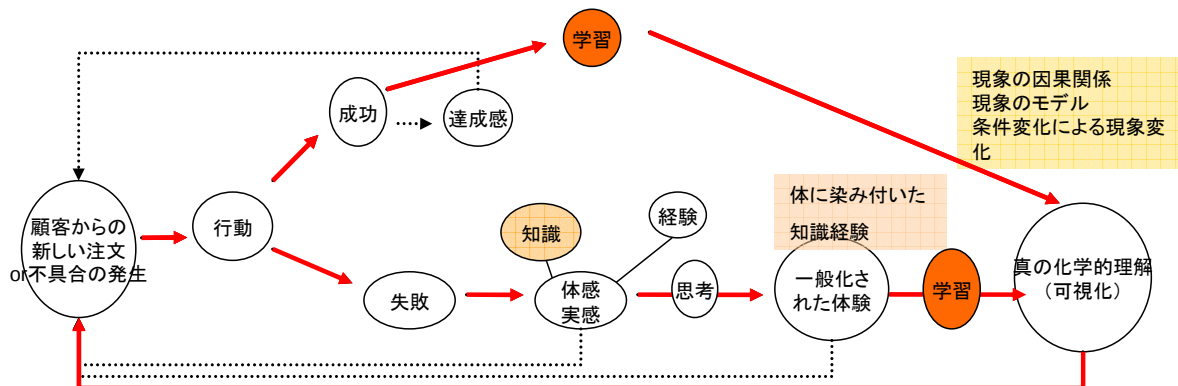
ここでは、これまで説明した「普段の作業」とは難易度が異なる「変化と問題への対処」という、めっきにおける「高度な技能」を調査する。

(1) 未知なる不具合の対処（科学的知識の価値）とその思考プロセス

品質の不良は、ストライクめっき、光沢銅、ニッケルめっき、クロムめっきの加工工程の過程で発生し、リフトで作業している作業者が発見する。不具合が発生した場合は発生、加工を中止し、めっきを剥がし、再度めっきを行う。（この時、普段の不具合対処を行う）大抵の不具合はこれで解消されるが、連続して同じ不良が出る場合がある。このような場合により高度な技能が必要となる。クロムめっき職場では原因が追求できない場合、最高技能者である常務に相談する。

実際に力石化工のクロム職場において幾度かめっきを繰り返しても、いくつかの面が茶色くなるという現象がおきた事例がある。不具合の要因となる項目をチェックしても問題はなく、最終手段として各工程の液を交換してもまだ同じ不具合が出るという状態であった。リーダーから相談され最高熟練者が現場へ行き不具合対処を行った。熟練者は前処理の槽を見て、泡の出が悪いことを発見し、即座にそこが不具合原因だと推測し、液、電流、陰極・陽極を確認した。その確認作業の中で、アノードバックを液からあげた際に、液が漏れないほど汚れていたことが発覚した。その後、アノードバックの清掃を行い、再度めっきを行ったことで不具合は見られなくなった。このように、めっきの表面だけでなく、槽や現場すべてを見ることで不具合対処を行うことが

図4 技能者の思考プロセス



参考: 畑村洋太郎 技術の創造と設計

最も高い技能の一つである。

この不具合の原因はアノードバックが汚れていたことにより、液内の電流効率が悪くなり、通電しなくなったため、バイポーラ現象（電流効率が悪くなることで品物の陽極に近いほうが陰極化し酸化し、陰極に近いほうが陽極化し品物が溶け出す現象）が起きたことであった。熟練作業者は「如何にしてこの原因を突き止められたのか」という問いに対し、「液を交換してみてもだめだと聞いたとき、ふとこの現象（バイポーラ）を思い出した、それで泡を見てアノードがおかしいことに気づくことができた。というのも、実は昔同じような現象があったとき、不具合を薬品会社に直してもらい、その際、本を読みバイポーラ現象をしり、理論と現場が理解できた。それから、その手の不具合に対処できるようになった。今回この不具合でさらに理解は深まった。」と回答した。この事例から、最高技能者は図4の太い矢印で示すような行動プロセスを踏んでおり、経験と科学的知識の両方を保有し現象の構造を理解しながら不具合対処に対応していることがわかる。

(2) 新しい品物へのめっき設計

もう一つの最も高度な技能は新しい品物へのめっき設計である。今まで扱ったことがない素材や、形状が複雑なものにめっきを施すには、工程設計能力と治具設計の能力が必要になる。新しい品物をめっきする場合、まず顧客から、品物と共に要求がある。（めっきの種類、膜厚、数量）これに対し自社でめっき可能かを最高技能者（常務）が自社で対応可能かを「判断」し、可能であった場合部門に仕事を与え実際のめっき作業に入る。「判断する」とは、素材を確認する際に「工程」を、面積を確認する際に「電流の設定と槽の大きさ」を、形状を見る際に「治具を設計」をイメージすることである。ここでは、イメージし、実行に移すことが高度な技能といえる。この際、最も難しい作業の一つに「治具の設計」がある。めっき品質は、治具へのかけ方、治具の設計

の仕方に大きく左右される。最高技能者によると治具の設計においては、ガス溜まり、治具跡、固定性、掛けられる品物の量を考慮して設計を行うようである（普通クロムよりさらに少量生産に適しており、技能が必要な硬質クロム職場で最も難しい治具の設計は、陽極の治具を作ることであり、陽極と陰極を近づけたり離したりすることで調節していく。複雑な形状では陽極治具がもっとも重要となる）。ただし、「治具設計の技能を高めるにおいて、科学的知識は必要か」という問いに対しては「局部電流や一分でどの程度めっきがつくかということぐらいしかない。ほとんどいらない。」という答えが返ってきた。治具つくりにおいては、ガス溜まりの有無、治具跡の有無、高い固定性という条件を満たす治具を設計する力を経験で身につけていくことが重要であることがわかる。

5. 技能レベルと科学的知識保持度合いの調査

前章にて「高度な作業」を明らかにしたが、これまでの聞き取り調査の中で、技能者「イメージ」「感覚」という言葉が多く聞かれた。本研究では、このことから「加工途中が不可視なめっきにおいては、作業者は可視化をしておりそれが技能の要素になっている」と推測した。本章では、仮説を検証するため、力石化工複数の作業員に対し表2のスコアシートを用い、作業レベルと可視化の度合いを測るアンケートを実施した。

アンケート結果（表3）からは以下のような傾向が見られた。

- ・熟練者になるにつれて、可視化の程度が高く、科学的知識の保有レベルも高い。
- ・科学的知識レベルが3であっても作業年数が少ない場合可視化レベルは低くなることもある
- ・30年の熟練者においても可視化ができていない場合があり、科学的知識も不足している
- ・レベル4の技能者にインタビューしているとき

表2 スコアカード

技能把握

項目	解答欄	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
治具レベル		いつも使っている治具にかけられるだけ	指示さえあれば、自分で治具を作成できる	職長に対し提案ができる	全部門で顧客と話をしながら、治具の設計ができる
品質不具合対処レベル		不具合に気づかない	不具合は発見することができるが対処はできない	不具合に対し原因究明、対策も考えられる	全部門において原因究明、対策が考えられる
機械の不具合対処レベル		不具合に関与しない	機械の不具合原因を推測することができる	不具合に迅速に処置ができる	なし
トライへの関与		トライへは関与しない	膜厚、どの部分にめっきすればよいかを職長に提案できる。	膜厚、どの部分にめっきすればよいか、品質レベルを決める。	全部門で顧客に対し、めっき自体の提案もできる。

可視化レベル

項目	解答欄	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
イメージのレベル		まったく絵は浮かばない、めっきがつかないイメージはできる	めっきする前にめっき後の絵が浮かぶ	めっきする前にめっき後の絵が浮かぶ	槽を見ると、どのようにめっきがついているかわかる
科学的知識の保有レベル		なぜめっきができるかわからない	めっきの原理は知っている	めっきの原理、電流と金属析出の関係は知っている。	不具合の原因を科学的知識で理解できる
薬品会社との関わりレベル		薬品会社の社員とはわからない	他の作業員が打ち合わせする場にいる	不具合や新しい薬品について上司と共に打ち合わせをする	不具合や新薬品について薬品会社と打ち合わせ決定権がある。

知識の獲得

獲得方法	
文献の読むタイミング	
読む本	

表3 アンケート結果

作業者	職歴	職場	立場	治具	品質	機械	トライ	イメージ	科学的知識	知識の獲得方法	科学的知識を得るタイミング	読む本
a	43	硬質クロム	課長	4	4	4	3	4	4	経験と文献	不具合対処時	専門書
b	30	硬質クロム	リーダー	3	3	3	3	2	2	経験		
c	3	硬質クロム	平	1	2	1	1	1	1	経験		
d	20	普通クロム	職長	4	3	3	3	3	3	経験		
e	9	普通クロム	次期リーダー	3	3	3	3	2	2	経験		
f	20	垂鉛	リーダー	4	3	3	3	3	3	経験		
g	4	垂鉛	平	3	2	3	2	2	2	経験		
h	7	黒染め	リーダー	3	3	3	3	2	2	経験		
i	8	特殊無電解	リーダー	3	3	3	3	3	3	経験		
j	6	無電解ニッケル	リーダー	3	2	2	2	2	2	経験		
k	4	無電解ニッケル	平	3	3	2	2	2	2	経験		
l	3	無電解ニッケル	平	3	3	3	2	2	2	経験		
m	10	パレル	リーダー	3	2	3	3	2	2	経験		
n	10	全体	(元普通クロム	3	3	3	3	3	3	経験と文献	不具合対処時	専門書
o	44	全体	取締役	4	4	4	4	4	4	経験と文献	日常、不具合対処時	高校の教科書、専門書、雑誌

ほど、めっきの不具合対処は知識がなければついていけないと考えており、レベル3以下になると、文献はあまり必要がないと考えている。

- ・ レベル3以下の技能者は、「めっき後に不良を理解することができる」と回答したのに対し、レベル4の技能者はめっき「終了前に不良を感じることもある」と回答した。

このことから、30年程度すると、現場でのめっき現象は一通り理解できるようになるが、更なる技能向上を目指す際は科学的知識（現場だけでは得ることのできない知識）が必要不可欠なものとなること伺える。さらに科学的知識・現場のめっき知識を両方備えることで、意識してはいないものの液内の可視化が可能になり、工程途中で不良を発見することが可能となることが判明した。

6. 他の業種との比較

他業種の工場見学・インタビューを行い、作業において現場以外で得る知識がどの程度必要かを検証した結果を示す。

本研究では調査対象企業として、加工が不可視な作業現場を持つ射出成形メーカー「永井プラスチック株式会社」（以下永井プラ）および加工が可視な作業現場を持つ組み立て加工メーカー「株式会社柳沢精機製作所」（以下柳沢精機）を選定した。インタビューは、永井プラにおいては代表取締役社長に、柳沢精機においては総務課人事の方に対して実施させていただいた。両者とも人材を育成する立場の方々である。科学的知識の必要性を比較するため、両社に対して「文献などを読む必要性は？」と質問したところ、永井プラからは、「大いにある。現在は社員全員に資格を取らせている。社員には特級を持つものがいるが評価している。資格は意識改革になる。」との回答を得た一方で、柳沢精機の人事の方からは「あった方が良くかもしれないが、基本的にはない。何よりも現場の知識が大事。」との回答があった。

これら回答から、加工時が不可視な業種（現場）は可視な業種（現場）と比べ、現場では得れない、文献などから得る知識が技能形成において必要である可能性が高いことがわかる。加工時が不可視で、さらに加工時間が長いめっきにおいては、科学的知

識は技能形成において重要になることがここからもうかがえる。

7. 終わりに

これまでのめっきにおける「普通の作業」、「高度な作業」の分析により以下のことが明らかになった。

- ・ 過去の文献でいわれていた通り、めっきにおいても高度な技能は「不具合対処」及び「新製品への対応」である。
- ・ 力石化工の作業者においては、技能があがるにつれ液内のイメージを持つことができると共に現場では得られない知識を多く保有している
- ・ 熟練の作業者ほど文献などから知識を得る必要性を感じている、一方でそうでない作業者においては必要性を感じていない。
- ・ 加工が不可視な業種（現場）においては、オペレーターにおいても科学的知識が比較的必要である可能性が高い。

これらのことから、めっきにおいて技能を向上させるためには、現場でのOJTだけでなく、めっき現象を科学的に理解するためのOFFJTが必要となることがわかる。しかしながら、職長レベルに至らない作業者は本人が、OFFJTの必要性を感じていないため、効果は薄いと考えられる。そのためOFFJTのシステムと共に、技能レベルが高くない技能者でも科学的知識の必要性を感じさせる仕組みづくりも必要となることが言える。今後は、現場の教育方法を研究すると共に、科学的知識の必要性を感じさせるような仕組みづくりの研究が必要となるだろう。

参考文献

小池和夫

「仕事の経済学」東洋経済新報社（1991）

小池 和男, 中馬 宏之, 太田 聡一

「もの造りの技能-自動車産業の職場で-」東洋経済新報社（2001）