



家電製品とこれからの生産技術

村上碩哉 (株)日立製作所 生産技術部 主管技師長
Hiroya Murakami

Home Electric Appliances and Trends of Production Engineering

1 はじめに

現在、日本の製造業がかつて経験したことのない試練に立たされていることは等しく認識されるところと思われる。相変らずの円高、国内の人件費の高さ、調達できる材料、部品の割高感により、製造業は海外に拠点を求めて日本からの脱出を図っている。これは、国内に空洞化を生み、雇用問題を発生させている。

表1 家電品目別輸入金額推移

	1990	1991	1992	1993	1994
テレビ	240	402	496	704	1031
VTR	77	76	103	118	249
冷蔵庫	296	334	420	342	329
洗濯機	27	34	36	34	46
エアコン	97	299	268	279	206

単位：億円

大蔵省：日本貿易月報

家電は従来からコスト競争が熾烈で、しかもアセンブリの比率が高いために、特にこの傾向が強い業界である。表1に家電品五品目の過去数年間の輸入金額推移を示すが、94年のデータを90年と比較すると、冷蔵庫は微増に留まっているが、その他は大幅な増加を示している。これらはほとんどがアジア諸国からの輸入で、日本の進出企業からの逆輸入、あるいはOEM供給であり、海外生産へのシフトがすすんでいることを示している。こういった状況下で家電業界では、日本の高いコストのなかで如何に全世界に通用する製品をつくっていくかが最大の課題である。

さて、家電製品はリビング機器 (LV) 分野と情報家電分野に大別できる。ここでは、主としてLV分野におけるメーカーのニーズを紹介する。次いでそれに関連する生産技術の事例を紹介し、最後に今後の生産技術に関する課題を述べる。

私は研究所で10数年、家電工場で2.5年、本社技術スタッフとして4.5年間、主として塑性加工技術の研究・開発に携わってきた。この機会に私見を述べさせて頂くが、私の知識と経験から、また鉄鋼協会からの依頼であることから、具体例等の内容が塑性加工に偏ることをご了解頂きたい。

2 家電メーカーのニーズ

製造業の競争力は品質、コスト、スピードで決定される。家電メーカー（以下、電機メーカーの家電部門も含める）もそれは変わらない。表2に家電品に関してそれらを決定する要因をまとめて示し、また簡単に説明する。

表2 家電メーカーのニーズ

No.	項目	内訳
1	品質	高効率（省エネ、高速、ハイパワー） 小型、軽量（運搬性、据付性） 快適性（低騒音、低振動） 意匠性（高級感、清潔感、信頼感） 信頼性（耐久性、堅牢性） 操作性（簡単操作） 安全性（正常時、故障時、廃棄時） 環境との調和性（生産、使用、廃棄） 話題性（新規性、先端性、新機能）
2	コスト	材料費、購入品費 外注費 直接人件費
3	スピード	製品開発期間短縮 製造リードタイム短縮

2.1 品質

2.1.1 効率

効率は家電製品の性能の基本となるものであり、電気の使用量に直接リンクしその数値の大小は製品の売上にも強くかわるものである。

エアコン、冷蔵庫の効率は夏期の猛暑の際のピーク電力、ひいては電力会社の発電能力にも影響をあたえるものでその効率向上は重要な課題である。

帰宅時、来客時などにおけるエアコンの即効性、洗濯機、衣類乾燥機の処理時間短縮、掃除機の吸込力向上など時間に係わる性能とパワーも重要である。

2.1.2 小形、軽量

住宅の居住スペースに恵まれない日本では、機器の大容量、コンパクト化への要求が強い。

小形、軽量化は運搬性、工事性にも大きな影響を与える。

顧客が持ち帰るか輸送するかでコストが変わる。また、据え付け工事が必要な場合に、販売店員が一人で出来るか、二人を要するかもコストは大きく変わる。特にエアコンのように注文がある時期に集中するような製品の場合、工事の能力が売上を左右することもある。資源の節約以外にも小形、軽量化は幅広い影響力を持つ製品ニーズである。

2.1.3 快適性（低騒音、低振動）¹⁾

家電製品では約10年前に、低騒音形の洗濯機の発売を機に低騒音化競争がスタートした。騒音には定常運転時のものに加えて、スタートやストップ、あるいは何か動作の変化がある場合の非定常音があり、さらに、異音と呼ばれる特殊な変動繰り返し音やうなり音などがある。また、加えて製品が置かれる環境は、各家庭まちまちであり、特定の音や振動が異常に強調されたり、床や壁が振動したり騒音を発することもある。

それらの問題を認識しつつ、快適な環境を作るべく製品開発をすすめるなければならない。

2.1.4 意匠性

清潔感、高級感、居住空間との調和、メーカーの独自性、信頼感を表現する重要な因子である。

2.1.5 安全性

安全と後述の環境は水と空気と同様にあって当たり前で、問題さえ無ければあまり注目されない品質特性であった。安全については対価（コスト）の認識は依然低いものの、一旦事故になれば大きな損害賠償を要求される場合がある。また、企業全体のイメージにも大きなマイナスとなる。製造物責任（PL）に関しては「ふえらむ」Vol.1, No.2²⁾に詳しく述べられているが、家電品メーカーではこの製造物責任問題を起こさないように、製品に安全性を作り込む活動を製品安全（Product Safety；PS）と称し積極的に推進している。この安全性確保の条件と手段を以下に示す。

(1) 安全性を達成するための製品の設計条件

- ・製品は設計が意図した使用目的通りに使用されて安全であること
- ・製品は設計が意図した通りには使用されなくても安全であること
- ・製品は故障の有無にかかわらず安全であること
- ・製品は使用時のみでなく廃棄時も安全であること

(2) 安全性確保の優先順位

- ・設計的手段による危険防止
- ・安全装置との組み合わせによる危険防止
- ・警告表示による危険防止
- ・操作手段の改良による危険防止

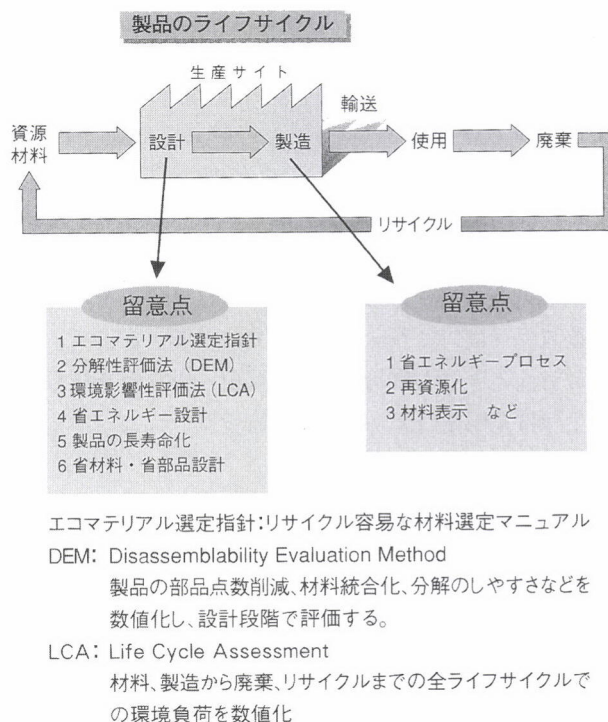


図1 製品の環境配慮

2.1.6 環境との調和

有限な資源を採掘し、材料製造、製品製造、輸送、使用、廃棄に至るまでの全ライフサイクル、言い換えれば製品の「揺りかごから墓場まで」の全段階において環境に与える負荷を低減するよう配慮する必要がある。この考えのもと、日立製作所では、製品廃棄時の環境に与える負荷を減らし、分解しやすくリサイクルしやすいものにするため、設計段階でエコマテリアル選定指針、分解性評価法（DEM）、環境影響性評価法（LCA）などを活用している（図1）³⁾。なお、平成3年10月に制定された「リサイクル法（通称）」に基づく第一種指定製品として家電製品の中では、冷蔵庫、洗濯機、テレビ、エアコンの4製品が指定されている。

また、家庭における電力消費量の内訳を見ると、冷蔵庫が全体の21%、ルームエアコンが19%を占めている⁴⁾。電気製品は、使用時の消費エネルギーが全ライフサイクルの消費エネルギーの大半を占めており、省エネルギー設計が大切である。さらに製品の軽量化、長寿命化を進め、資源の節約を図る必要がある。勿論、生産段階での環境配慮としてエネルギー消費や、産業廃棄物の少ないプロセス開発も要求されている。

2.1.7 話題性、新規性

以上の品質に係わる非常に多くの要因には、顧客が店頭で見分けることが難しいものがある。販売員が薦めやすく、またマスコミで記事やCMで訴え易い話題性も望まれる。

その他、「耐久性、堅牢性」、「操作性」、「保守性」、「補修性」等があるが、ここでは紙数の関係で項目を挙げるに留めておく。

2.2 コスト（直接コスト）

家電製品に限らず、日本では新製品を発売しても他社がすぐに追随するので結局はコストの勝負になる。そこで、より安く物をつくる技術すなわち生産技術力が重要になる。直接コストは主に材料費、購入品費、外注費、直接人件費からなる。家電メーカ等のアセンブリ主体のメーカでは、全製造原価に占める割合は前の3件で50%を越え、一方直接人件費は10%程度以下と推定される。従って、これからは省人化よりも材料費、購入品費、外注費を減らすための生産技術開発のほうが重要である。

2.3 スピード（間接コスト）

新製品の研究・開発から発売までの開発期間短縮と、必要とき必要なだけ供給することができるための製造リードタイム短縮の2つが不可欠である。

2.3.1 製品開発期間短縮

製品開発期間が短くなると当然間接コストは減る。そして競争相手に先駆けて発売できれば、他社が追い付くまでの間売上を独占でき、また価格競争も無い。一方、製品の原価の70%は設計段階で決まると言われている⁵⁾。生産技術と設計のコンカレントな開発によって生産性設計を充実させ、発売時点から十分なコスト力を付ける必要がある。

2.3.2 製造リードタイム短縮

製造リードタイムが長い場合、多くの仕掛在庫を持つことになるが、その経営効率への悪影響は想像以上である。さらに、家電品は見込み生産方式のため、リードタイムが長くて生産が需要に間に合わないと言った機会損失、あるいは作り過ぎの不良在庫を抱えることになる。製造リードタイムを短縮することにより、仕掛在庫量の減少によるコストダウン、および実需要に合った生産計画が可能となる。

以下では、生産技術がコスト低減のみでなく、スピードアップと品質向上を同時に行う事例を紹介する。

3 全自動洗濯機における事例⁶⁾

3.1 概要

ここでは、全自動洗濯機（一槽式で洗濯、すすぎ、脱水を自動で行う洗濯機）について、塑性加工技術の活用により商品力、コスト力、および供給力を向上させた例を紹介する。

すなわち、洗濯槽をプラスチックからステンレス鋼に転換してコンパクト大容量、かつ脱水性能に優れた洗濯機を開発した。さらに、外枠（ボディー）を塗装銅板化することによって生産性を向上させ、また製造リードタイムを大幅に短縮した。

3.2 ステンレス槽の開発

3.2.1 従来の問題点（開発のねらい）

外で働く主婦が増え、できるだけ手間をかけず夜間にまとめて洗濯するようになった。このため一度にまとめて洗える大容量洗濯機が要求された。住宅のスペースに恵まらない日本では、それを製品をかさばらせずに実現することが望まれていた。

従来の洗濯槽はプラスチック製であり、強度が低いため肉厚が10mmもあった。そこで、ステンレスに変えて薄肉化し内容積の増大を図った。

ステンレス槽構造としては、深絞り一体構造、組立溶接構造なども考えられるが、意匠性、生産性に優れたはず折り加締めを採用した。ステンレス材質は加工性、耐蝕性と材料コストを総合的に判断しSUS430系のものを採用した。特に、耐蝕性に関しては、全国の塩分の濃い井戸水や、漂白剤の過剰使用等に対する発錆の防止など厳しい検討を重ねた。

3.2.2 新構造の特徴

図2にステンレス槽の概要を示す。はず折り加締めした胴板にさらに底板と上リングをはず折り加締めした3ピース構造である。胴板には脱水用の多数のバーリング穴と、洗濯液や衣類を攪拌するための多数のディンプルが加工されている。

このステンレス槽の加工工程は、まず脱水用の多数の穴をあけた帯板をロール曲げた後に、両端をはず折り加締めして胴板を製作する。つぎに、その胴板の脱水穴をバーリング加工するとともに、俵形と球形のディンプルを内面に張出し成形し、同時に後工程で底板と上リングをはず折り加締めするために上下端を90°に曲げ加工する。最後に予めプレス加工した底板と上リングを胴板にはず折り加締めする。

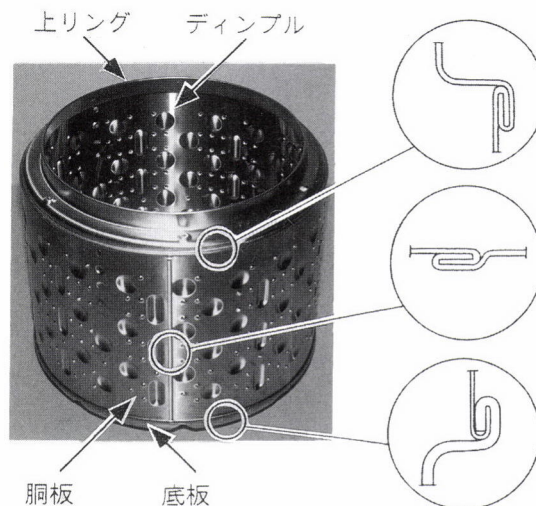


図2 全自動洗濯機のステンレス槽

3.2.3 効果

まず、平成2年11月に従来の容量6.5kg(一度に洗濯できる衣類の質量)の外枠を用いて容量7.0kgのコンパクト大容量ステンレス洗濯機を他社に先駆けて開発し発売した。その開発の過程で、ステンレス槽の回転強度が非常に優れていることが分かり、脱水回転数を従来の800rpmから1,100rpmに高速化した高脱水率の洗濯機を発売した。これは、乾きが早いのみでなく、すすぎの効率も向上し、ステンレスの高意匠も加わって商品力を格段に向上させることが出来た。

その後、ステンレス槽搭載の洗濯機は次第に機種をふやして、現在当社の全自動洗濯機の80%はステンレス槽、平成8年4月までの生産累計は約200万台である。発売後しばらくしてステンレス槽洗濯機はブームとなり、2~5年遅れて各社も発売し、平成7年には国内全メーカーがステンレス槽洗濯機に参入した。

3.3 洗濯機外枠の塗装鋼板化

3.3.1 従来の問題点(開発のねらい)

従来の洗濯機外枠は亜鉛メッキ銅板をプレス加工後、溶接、塗装し、プラスチックのベースをねじ止めしていた(ポストコート方式)。多くの人手を要し、また色替え等の段取り替えがあり、組立とのタクトが一致しない、作業環境が悪い、エネルギー使用量が大きいなどの問題があった。

そこで、塗装鋼板をプレス加工し組み立てる方式(プレコート方式)に転換し解決を図った。しかし、塗装鋼板化にあたっては、傷、溶接困難、切断面の耐蝕性の問題があった。このうち傷の問題は、プレス金型の面粗さとクリアランス、および塗膜の上面搬送で解決した。また、溶接のかわりには加締めを採用することにした。加締め方式としては、打ち込みリベット、張り出し加締め、押し出し加締めなど種々あるが、美観に優れており、また切断面を折り曲げるために防錆対策も同時に行える、はぜ折り加締めを採用することにした。

3.3.2 新構造の特徴

図3にはぜ折り加締め方式の新構造洗濯機外枠を示す。コーナーピースは洗濯槽と駆動機構をダッシュポット付きのワイヤで吊るもので、結合部には洗濯時の50~80kgの質量と脱水時の高速回転に伴う振動に耐える強度が要求される。コーナーピースと外枠本体とは2辺同時にはぜ折り加締めする。また、外枠とポリプロピレンベース(PPベース)との結合は従来は外枠のフランジ部のパージングした下穴に、PPベースの穴を合わせてタッピングねじで固定していた。この作業は、柔軟で安定しない部材双方の穴位置をあわせて固定する自動化がむづかしいものであった。そこ

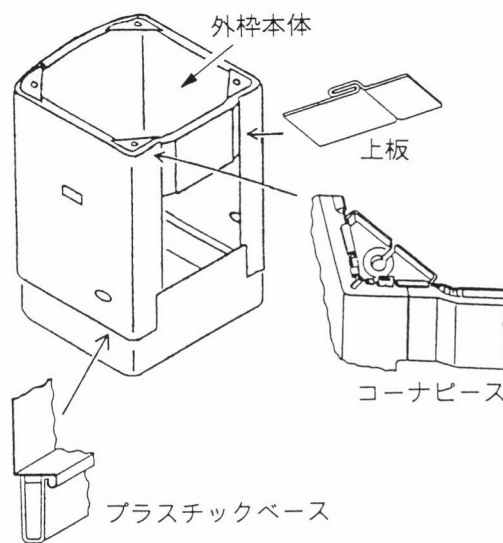


図3 塗装鋼板用の加締め構造全自動洗濯機外枠

で今回PPベースの内側にボス部を設け、外枠の端部を巻き付ける構造として自動化を図った。さらに本体下部フランジの曲げオーバーラップ部分をスポット加締めしている(図には見えない)。

図4に従来のポストコート方式とプレコート方式との工程の比較を示す。従来方式はプレス加工、曲げ加工、溶接を行う7台の製作ラインの後ろに塗装、プラスチックベース組立があり17工程を要していたが、塗装鋼板化により6工程に短縮され、しかも1台の装置に集約された。

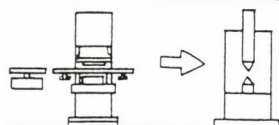
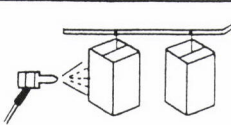
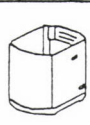
3.3.3 効果

従事人員が従来の昼勤9名、夜勤6名から昼勤3名のみとなり、一人当りの生産量が5倍に向上している。また、リードタイムが1/82に短縮(在庫不要で生産管理、品質管理が楽)、占有面積が1/14に削減(増設時の建屋が安価)、生産コストも20%以上削減されているなど、その効果は画期的なものである。なお、フープ材の塗装はプレス加工品の塗装よりもエネルギー効率が良く(約50%減)、地球温暖化防止にも貢献している。

本方式は平成3年7月より量産を開始。その後ラインを増設し、平成8年4月までの生産累計は約300万台に達する。

4 これからの生産技術

既に述べたように、家電メーカー(または、電機メーカーの家電部門)は従来はどちらかと言うと製品の設計開発と組立産業的な色彩が強かった。そのため、構成部品は購入あるいは外注しているものも多く、製造部門での付加価値が比較的少なかった。それでも、かつては人手不足でロボットなどによる組立の自動化が盛んに進められていた。しかし、多品種小量生産の時代になって、自動組立設備はフレ

従来方式	ショップ		製缶						塗装							部組			人員 (計)		
	作業工程		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	
			抜き	絞り	曲げ	曲げ	成形	加締	溶接	掛け	前処理～塗装							卸し		取付	保管
	加工																				
	配置	昼	1						2	1	1							1		2	1
夜		0						2	0	1							3			6	

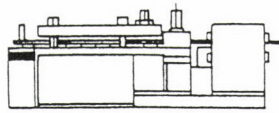
新方式	ショップ		加工						人員 (計)
	作業工程		1	2	3	4	5	6	
			抜き	絞り	カール	曲げ	曲げ	加締	
	加工								
	配置	昼	1				2	3	
夜		0				0	0		

図4 全自動洗濯機外枠加工工程の新旧比較

図4 全自動洗濯機外枠加工工程の新旧比較

キシビリティで人間より劣り、一方スピードで人間と変わらないために割高になってきた。その結果、さらに安い労働力を求めて海外に出ていくことが多くなった。

これから家電メーカが生き残るためには、やはりコスト力が一番重要である。それには、直接コストの大半を占める材料費、購入費、外注費を減らすことであり、組立産業から、加工組立産業へのシフトが必要である。

その中で、これからの生産技術の役割（理想形態）を表2に沿って説明する。結論から言うと、高度な加工技術、材料利用技術、設備技術を活用して購入費、外注費を削減しコスト力をつけることである。コンカレントエンジニアリングによって他社に先駆けて製品を発売するなかに、この生産技術を生産性設計として取り入れることは当然必要である。購入材料は例えば、フープ材、丸棒など原料素材とし、以後を自社内で加工することで当然製造リードタイムは短くなる。このとき、新しい生産技術による、材料、生産方式から生じる製品の構造、特性などの変化をとらえ、製品の品質としてのメリットに生かすことができる。以下に具体例を紹介する。

4.1 材料の変更

3章に示したステンレス槽はコストはプラスチック槽よりも大幅に増加したが、品質としてのメリットが非常に大きく、コストアップを吸収して余りあったものである。また、外枠の塗装鋼板化は素材費はアップしたが、加工費削減とリードタイム短縮を果たしたものである。製品としての

メリットは塗装鋼板による意匠性向上と生産時のエネルギー削減による環境との調和性向上である。なお本件は、エネルギーのつけを塗装鋼板メーカに回したのでは無く、トータルエネルギーとして約50%削減になっている。

塗装鋼板はもっと活用を図るべきと思われる。そのための課題を示しておく。

- 1) 電磁波シールド性を考えた接合法
- 2) レーザ切断性向上
- 3) 剪断かえりの抑止（塗装でカバーされないため怪我の要因となる）
- 4) 深絞り等の加工性向上

4.2 複雑形状品の一体加工

コスト低減の第一の着眼点は部品数の削減である。部品数の削減は購入費、加工費、組立費の削減のみでなく、当然リードタイムの短縮になり、また品質面では一体化による剛性向上、小形化、軽量化、堅牢性向上につながるものとなる。一体化加工は従来との形状の違いが明確であり、特許として成立しやすい。したがって、開発による優位性が継続できるというメリットもある。

なお、複雑形状品の一体化が困難な場合に塑性加工を利用し型内で結合することも一案である。図5は洗濯機のプーリの例である⁷⁾。フープ状の板材を供給し、順送りプレス型で成形した皿形を、一つおきに同じ型内で反転し加締めて組立てて、一つの部材として型から出してくるものである。すなわち組立工程が省略されている。このようなアイデア

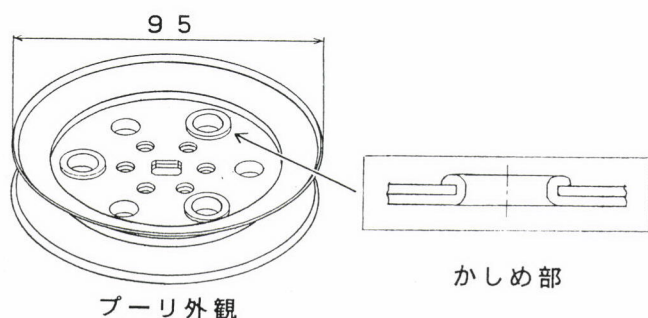


図5 型内加締めした全自動洗濯機ブリー

は決して新しいものではなく、山梨大学牧野洋先生の本でも興味深い話題とともに紹介されている⁸⁾。

4.3 自動車技術の活用

自動車の市場規模は個々の家電品の規模の数十倍である。そのため、車体の加工法、駆動部の加工法など自動車を対象とした生産技術に係わる研究・開発者の数は自動車メーカ、部品メーカのみでなく、鉄鋼など材料メーカ、大学、公設研究機関におよび、その人数は、個々の家電品の百倍をはるかに越えると推定される。その生産技術と材料技術を常にウォッチし、成果を家電分野に活用することもこれからの家電メーカの生産技術者の課題である。テーラードブランクのプレス成形が家電で活用された例を筆者は知らないが、ニーズは何処かにあると思われる。

新しい材料、加工技術があれば、是非ご一報頂くようお願いしたい。

5 おわりに

家電製品をはじめとして、製造業が国際的な競争を勝ち抜いてさらに発展を遂げるためには、品質、コスト、ともに他の追随を許さない革新的な製品を数多く世の中に送り出すことが必要である。そのために生産技術の果たすべき役割はますます重要になってくる。家電品のような量産品では、本文で再三述べたように、生産技術でコストのみでなく製品の性能、品質を変えていくことが重要である。すなわち、何を造るかよりも、むしろ如何に造るかのほうに創造性が強く要求される。材料技術と生産技術とのより緊密な関係による推進を期待する。

引用文献

- 1) 静粛工学, 東京工業大学精密工学研究所編, (1995), 335, 開発社
- 2) 唐津恵一: ふえらむ, 1, (1996) 2, 17
- 3) 日立製作所環境本部パンフレット: みずみずしい地球のために, (1996)
- 4) 水流忠人, 他: 日立評論, 75, (1993) 8, 63
- 5) 例えば加登豊: 原価企画-戦略的コストマネジメント, (1993), 24, 日本経済新聞社
- 6) 村上碩哉, 他: 塑性と加工, 34-391, (1993) 8, 905
- 7) 三瓶善正: プレス技術, 33, (1995) 7, 30
- 8) 牧野洋: 裏返しのメニュー (自動化こぼれ話), (1984) 176, 技術調査会

(1996年4月25日受付)