

# 基調論文 デンソーの部品加工技術の現状と今後の展望\*

## Current Status and Future Perspective of Parts Processing Technologies in DENSO

黒田 吉孝

Yoshitaka KURODA

This paper summarizes the current status and future perspective of part processing technologies in DENSO. First, the current status is described to promote an understanding of the strength of parts processing in DENSO. The various kinds of parts processing technologies and their continuous R&D are key factors in the competitiveness of DENSO products. Second, the primary areas of focus for the technologies are indicated by three key concepts ; performance innovation technologies, factory innovation technologies and basic technologies. Finally, each concept is described in detail through papers reported in this review.

**Key words** : Parts processing technologies, Performance innovation technologies, Factory innovation technologies, Basic technologies

### 1. 緒言

世界の自動車生産の推移<sup>1)</sup>を見ると、2005年の6700万台から2010年には7600万台に達するといわれ、グローバルで自動車産業全体を俯瞰すると成長産業であると言える。このような状況の中で自動車部品産業には、グローバル競争に勝ち抜くため、これまで以上に魅力ある商品開発とグローバルな範囲での迅速かつ低コストでの供給が重要になってきている。

自動車部品の商品開発力を支えてきた要因は、高性能・高機能化による性能差別化と高品質による高信頼性、高生産性による低コスト化を挙げることができる。スマイルカーブで示されるようにとりわけ部品加工にこのような要求が強くなってきている。

一方、生産環境を見てみると、国内中心の生産から海外へのシフトが増加し、当社においては2010年には国内生産と海外生産がほぼ同じ規模となる。このような環境変化においてもこれまで築いてきた競争力を維持・向上させていく必要がある。そこで部品加工技術としては、グローバル競争においても通用する性能差別化部品の開発とそれらをグローバルに供給できる工場変革技術が必要になってきている。

このような状況を認識した上で本論文の目的は、当社が目指すべき部品加工技術の方向を示し、本特集に掲載されている論文の位置付けを明確にすることにある。そこでまず、当社における部品加工技術の特徴をこれまでの経緯を踏まえて整理し、次いで今後の部品加工技術の目指すべき姿を明らかにする。

### 2. 部品加工の技術開発の歴史と現状の姿

1970年代より、新製品への製品開発段階から積極的に部品加工技術開発を先行的に行う当社版コンカレントエンジニアリング活動である次期型製品研究会が開始され、現在の部品加工技術開発における仕事の進め方の基本が構築された。また、生産においても部品化成事業部での一極集中から、事業に密接する形で製造部ごとに部品工場をつくり、継続した製品の進化とコストダウンを推進してきた。Fig. 1に製品群ごとに、素形材加工から部品結合までの工程において、適用される部品加工技術を青色にて示す。製品の性能差別化に繋がる部品加工は内製を中心に開発が進められて、製品の競争力向上に大きく貢献している。一方全部品の6割を占め、製品の品質・コストに大きな影響がある重要構造部品についても、近年の厳しいコストダウン要請に加え、部品に起因する品質トラブルを撲滅するため、2000年に入り重要構造部品を差別化していくための『部品競争力強化活動』に力をいれてきた。

Fig. 2に示すようにコスト競争力ある部品で事業成長に貢献するため、対象を「部品群」とし金額的貢献の大きさ、すなわち「規模」と「成長」で整理し、特に5分野15種類の部品群に対して技術開発に注力してきた。例えば除去加工分野では、中小物アルミ部品群に対しセミドライでの除去加工技術を開発することで、ハイサイクル化を実現しコストダウン（以下C/Dと略）を達成した。樹脂成形分野では、インサート成形部品群で、小型射出成形技術の開発によって、ハイサイクル化と設備の省スペース化を実現し大幅なC/D

\*2004年10月3日 原稿受理

製品群	ポンプ	インジェクタ	回転機	ソレノイド	ECU	センサ	大物ユニット	熱交換器	セラミック	デバイス
代表製品	PAB, CR コンプ	G3, UC, D4	オルタ モータ	OCV コイル	エンジン パワーエ	G, MRE レーダ	HVAC 1AFM	ラジエータ	O <sub>2</sub> DPF	CPU MOS
材料精製	アルミ 鉄	鉄鋼 磁性材	銅線 磁性材	銅線 磁性材	絶縁材 はんだ	樹脂 ナノ	樹脂	アルミ	セラミック ナノ	Si, SiC
素材材加工	冷間・熱間鍛造		薄膜形成		薄膜形成		薄膜形成		薄膜形成	
仕上げ加工	プレス（曲げ、抜き、絞り、造形）				ファイブランキング		ロール			
	ダイカスト				焼結		樹脂射出成形		焼成	
機能付与	切削・放電・レーザ				薄膜加工		薄膜加工		エッチング	
	バリ取り（放電、キャビテーション）				研削（砥石、流体）		熱処理・ショットピーニング		メッキ・塗装	
部品結合	溶接（レーザ、電気）				溶接		溶接		コーティング	
	カシメ				はんだ付け		ロー付け		はんだ付け	
組立・検査	生産システム（加工要素：挿入・圧入・ねじ締め・接着・エポキシ重填）									
共通基盤	CAE									

Fig. 1 Parts processing technologies applied to the products

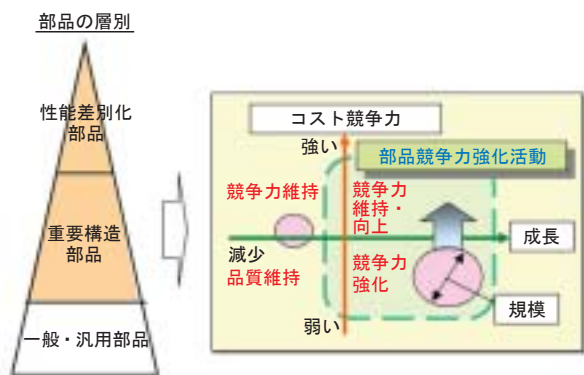


Fig. 2 Part competitive power strengthening activities

を達成した。プレス加工分野では、板材に部分的な凹凸形状を成形する板金鍛造部品群において、高精度金型と工程分割での加工荷重低減技術によって、焼結・切削部品からの工法転換を実現し加工費の大幅なC/Dを図った。

部品競争力強化活動に取り組んだ結果、部品に起因する重要トラブルをなくすと同時に、関係会社、仕入先含めたコスト競争力ある重要構造部品の生産調達を実現している。また開発した技術は、DENSO VISION 2015での製品変革技術、工場変革技術に引き継がれて、基礎技術で支えながらさらなる進化を遂げようとしている。次章以降で詳細を記述する。

### 3. 部品加工が目指す姿

#### 3.1 製品変革技術

環境、安全、快適、利便性は自動車の商品競争力に

おける重要なキーワードであり、部品加工ではこれらの性能、機能を引き出すための極限設計や製造技術が重要となる。これまでの製造技術開発は、極限設計を成立させるための寸法精度、形状公差の極限に取り組み加工技術を進化させてきた。しかし、現在の熾烈なグローバル競争下においては、製品構造、材料面から大きく変革しない限り長期的でかつダントツな性能優位性を維持することは非常に難しい。

上記課題を踏まえ今後競争力ある部品加工のあり方は、極限設計の成立性を追求する姿から、機能の追求を第一に捉え、それを実現するための加工技術を追求する姿へと変革することが重要と考える。その狙いは製造技術者が部品機能を最大限に引き出すためのつくり方を設計に反映することで製品構造を大きく変革することである。以下にスタータの開発事例を紹介する。当社スタータの進化の経緯をFig. 3に示す。従来は製品競争力のキーである小型・軽量化、高トルク・高出力化を実現するため、巻線の高密度化で磁気回路の向上を進めてきた。今回巻線構造から隙間を極限まで低減できる一体構造を考案し、図に示すような複雑形状部品を冷間鍛造できる技術を開発することで（本誌で詳述）不連続な性能の進化を実現した。今後このような部品加工技術による製品変革に取り組み、さらなる事業成長の拡大に貢献していく。

#### 3.2 工場変革技術

トヨタIMV (Innovative International Multi-purpose Vehicle) プロやコンパクトカーなど、グローバル化

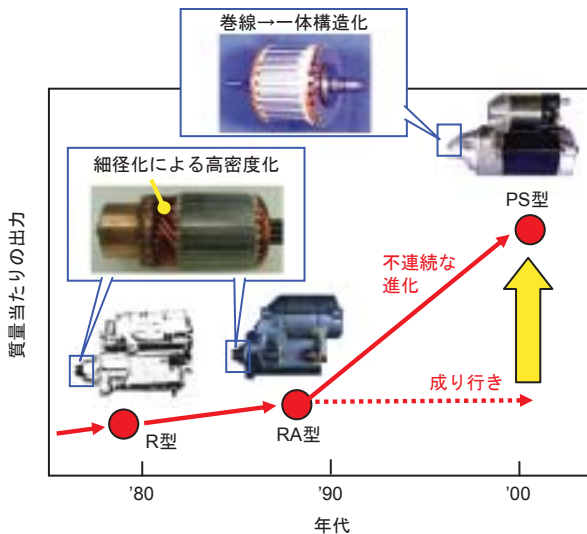


Fig. 3 The improvement of starter

が拡大する中、製品競争力の向上に寄与するため、部品加工の分野でも、世界供給体制の確立が急務となってきている。しかし、海外での部品生産が急速に拡大する一方、少量の地域も数多く分散しており、従来進めてきた集約生産では製品競争力向上に貢献できない状況となっている。そのため量がまとまらない海外でも低コストで部品を供給できる技術、体制を確立することが必要となる。

上記課題も含め、国内外での部品競争力を高めるため、当社ではFig. 4に示すような小型で安価な設備群で構成した素形材から同期直結した一個流し一貫ラインを工場変革のコンセプトとして推進している。実現のカギは設備のダウンサイジング技術にある。例え

ば素形材加工の場合、投資経済単位を月産数十万個レベルの大量生産を前提としていたが、1/10の単位でも量産コストと同等以下になるように、サイクルタイムに合わせた工程分割や設備の必要能力、大きさを限界まで小型化しようとするものである。また成形に必要な型・治具もユニット化するなど、海外でも簡易に交換できる工夫も盛り込む。このようなラインをまず国内で実現し信頼性を上げ、次に世界展開することで、世界同一品質でかつ地域に最適なつくり方をコストミニマムで実現していく。さらには、イントラネット網の活用により、全世界の生産設備ごとの生産状況をモニタリングし、異常が発生した際の処置を迅速に処置するといった新たな試みも計画している。

#### 4. 製品変革を実現する要素技術

性能差別化部品に要求される加工領域をFig. 5に示す。さらなる部品の高性能、高機能化に対応すべく加工技術の進化が必要となる。Fig. 6に現状の世の中で開発または実用化されている加工領域を示す。加工技術を進化させるには通常加工法の持つポテンシャルを極限まで引き出す開発を行う。しかし、当社では上記に加えさらに自社が持つ生産技術領域の高さ、広さを持ち味として“加工法の長所を組み合わせた複合加工技術”や“最先端の原理を取り入れた工法変革”のための開発に取り組んでいる。以下当社が排出ガス低減技術のために注力して開発を進めている微細孔加工技術の開発事例を交えながら、製品変革を実現する技術について取り組みの考え方を説明する。

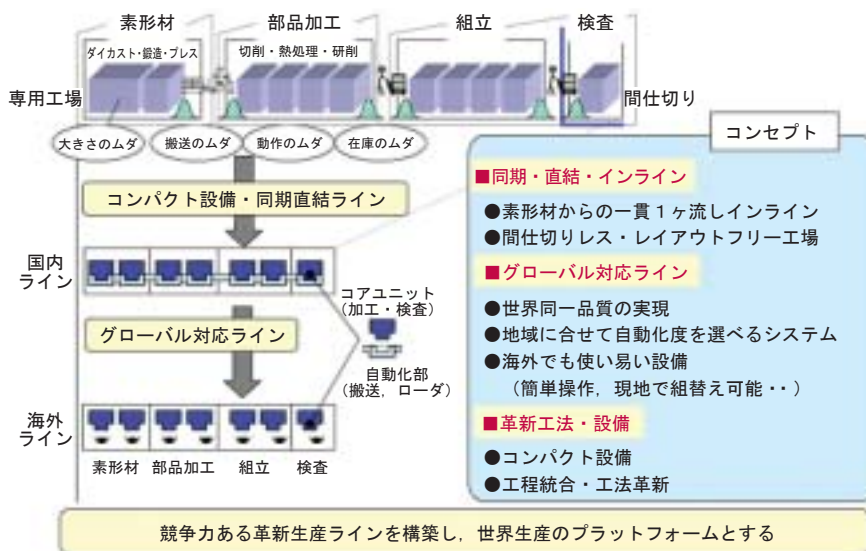


Fig. 4 The concept of factory innovation technology

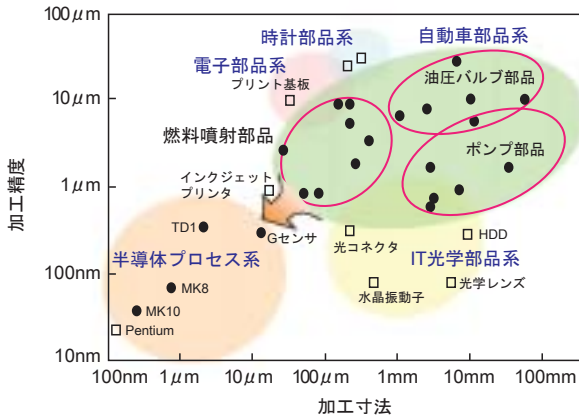


Fig. 5 Relationship between accuracy and size

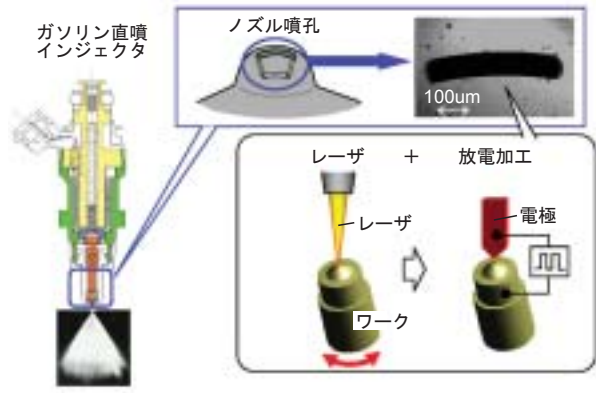


Fig. 7 Complex processing method of EDM and LASER

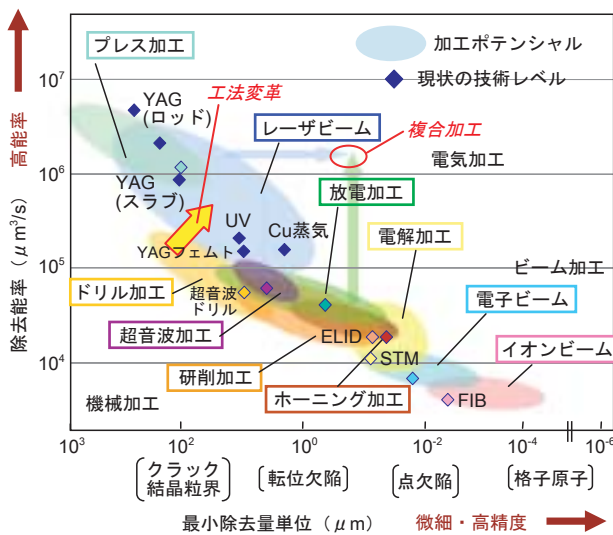


Fig. 6 Developed processing method

近年の排出ガス規制強化に伴い、ディーゼルコモンレールシステムやガソリン直噴システムに代表されるようにエンジンシリンダ内に燃料を超微粒子化して燃焼効率を上げる要求が高まっている。それに伴い燃料噴射孔の微細異形状化や噴射孔詰まり防止するフィルタ孔の微細化が必要となる。Fig. 7が示す事例では、従来の高精度な放電加工の高速化を進めながら、さらに高速なレーザー加工を組み合わせた複合加工を開発した。それにより、図のような微細スリット加工をコスト半減を実現している（本誌で詳述）。またFig. 8に示す異物フィルタは、従来の切削加工から最新のレーザー加工を導入し自社の開発技術を融合させることで工法を変革し品質とコストをともに2倍以上向上している。

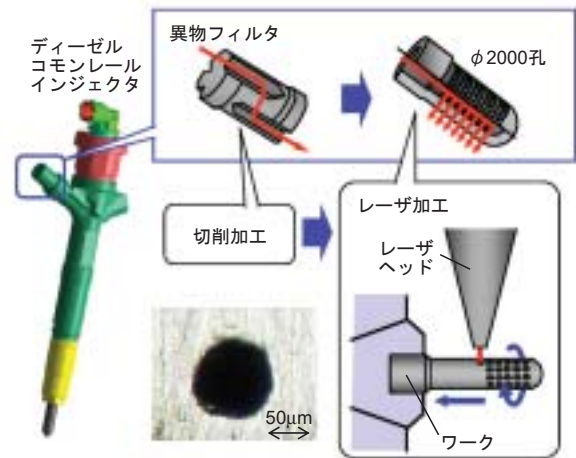


Fig. 8 Filter processing using LASER

### 5. 工場変革を実現する要素技術

コンパクト設備、同期直結で部品加工を一貫ラインに織り込むためには、ラインに見合った設備投資、サイクルタイムの実現が不可欠である。そのためには当社の強みである超大量部品生産を前提にした型、治具を中心とした工法開発のスタイルから脱却し、工場、設備といったより大きな視点での取り組み、パラダイムチェンジが必要になる。Fig. 4で示した世界生産のプラットフォームの実現に向けてのコンセプトは共通しているが、技術的課題は個々の加工分野ごとによって異なる。以下事例を交えながら、工場変革を実現する要素技術について、当社の代表的な加工技術ごとに取り組みの考え方を示す。

### 5.1 ダイカスト分野での変革の考え方

素形材を代表的するダイカスト分野での課題は、設備が高価で投資が大きく、大型設備であることから段取り、メンテナンスがネックで同期直結が図れない。また同期直結を行わない海外での展開においても、展開上のネックとなっていた。そのため設備開発まで遡っての検討を必要とした。今回、鑄造におけるプロセスを見直し、加工ロス削減、設備を1/5に小さくしたことにより、段取りやメンテナンス、設備の直結化が容易になった (Fig. 9)。設備の展開性やエネルギー面でも大きな効果を含んでおり、今後世界中に展開する計画である。

### 5.2 塑性加工分野での変革の考え方

鍛造・プレスに代表される塑性加工分野での課題は、加工荷重が大きいためダイカスト同様大型設備になり同期直結が図りにくい、段取りのしやすさ、量に見合う設備の大きさ（設備投資の抑制）などがあげられる。本節では『複合プレス』を事例に解説する。

複数部品をプレス加工し締結するサブアッシー部品

は、従来複数プレスで各々加工し、センターで締結していた (Fig. 10)。大掛かりなシステムに加え、ロータリーインデックスでの搬送時間に併せてプレスの加工スピードを落とさなければならぬ多量の多い構成になっていた。開発したプレスは、本来の高速加工を生かすため、ロータリーインデックスを廃止し、1台の小型プレスで完結する方式を検討した。材料送り装置を双方向（押し送り、引き送り）使用し、複数部品を交互にプレス、型のセンターで順番に締結する方法である。生産性が4倍以上になることで設備投資を抑制、一つの金型ですむので段取りも容易になり、設備面積も従来の約1/4になるため、後工程との直結が可能になった。

### 5.3 除去加工分野での変革の考え方

切削加工の場合、素形材設備と同期直結を図るには生産性および設備投資の両立が大きな課題となる。すなわち工程分割によりサイクルタイムは短縮できるが、非加工時間の割合が高くなり投資効率が下がる。その課題に対し、当社ではワークの大きさ、削り量に

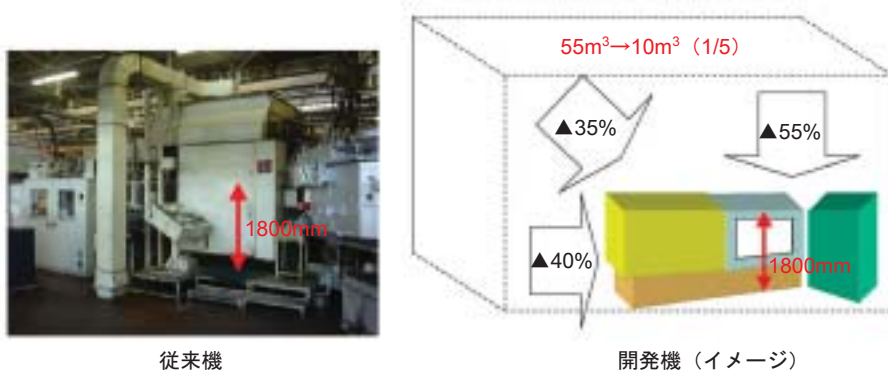


Fig. 9 Compact die-casting machine

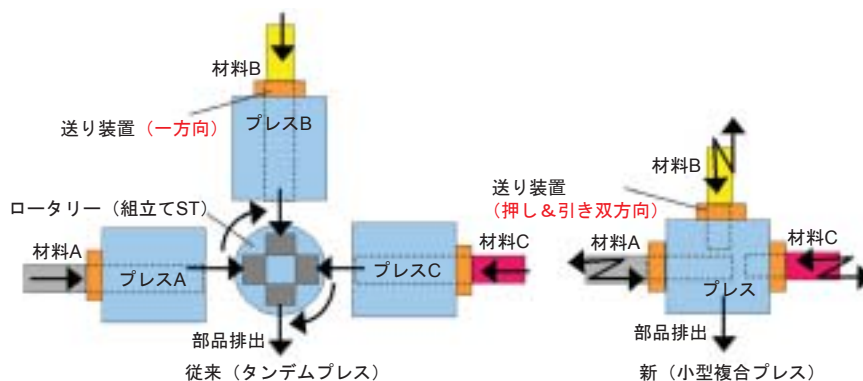


Fig. 10 Compact composite press machine

見合った性能でかつ非加工部分を極限まで高速、極小化することで、ムダのない安価、高速な専用機開発に取り組んでいる。

Fig. 11に示した事例は、アルミダイカスト部品の後加工として、従来汎用のマシニングセンターを並べて加工していたラインを市販の加工ヘッドを組み合わせて専用機化したラインである。独自のセミドライ加工技術（本誌で詳述）によるクーラントシステム極小化、またダイレクトワーク搬送システムによる小型、高速化を実現した。その結果、生産性、投資、さらに床面積で従来を凌駕する小型マシニングセンターラインを構築した。今後この取り組みを他部品に順次展開していく予定である。

### 6. 基盤技術

基盤技術の開発には二つの目的がある。一つは加工技術の高度化であり、もう一つは加工技術の底上げである。

加工技術を高度化するには、加工中の挙動（材料変形/流動）を把握し、加工メカニズム/理論に基づく技術開発が重要となる。加工中の挙動把握の一手段として、CAE（加工シミュレーション）の活用を考え、そのCAE開発に取り組んでいる。例えば、樹脂の射出成形では、金型内の樹脂流動の可視化や繊維強化樹脂の繊維の挙動を調査している（本誌で詳述）。そして、ここで得られた知見をもとに射出成形CAEの機能向上とレベルアップを行っている。このように加工中の挙動を把握し、一般化してCAEツール（ソフト）に適用する。Fig. 12に加工CAEの一例を示す。塑性加工、樹脂射出成形、ダイカストの金型による加工を中心に、その他、切削加工、溶接などの加工のCAEも開発/活

用されつつある。

他方、底上げ活動としては、データベース（以下、加工DB）による技術の共有化を進めている。加工における開発技術や製造現場における改善活動（ノウハウ）、社外最新技術情報（出張報告）などのデンソーグループ全体での共有化である。Fig. 13に示すように技術者は社内外の加工に関する情報を社内イントラネットを使い、即座に調査することができる。経験の浅い技術者にとっては、勉強の場でもある。また、この加工DBを通して、技術者同士（調べた人、情報提供者）の繋がりも生まれる。すなわち、コミュニケーションツールとしても機能してきている。

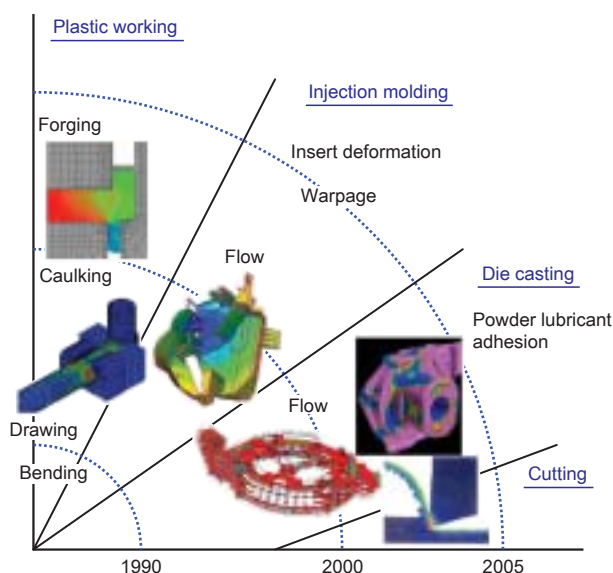


Fig. 12 Processing CAE

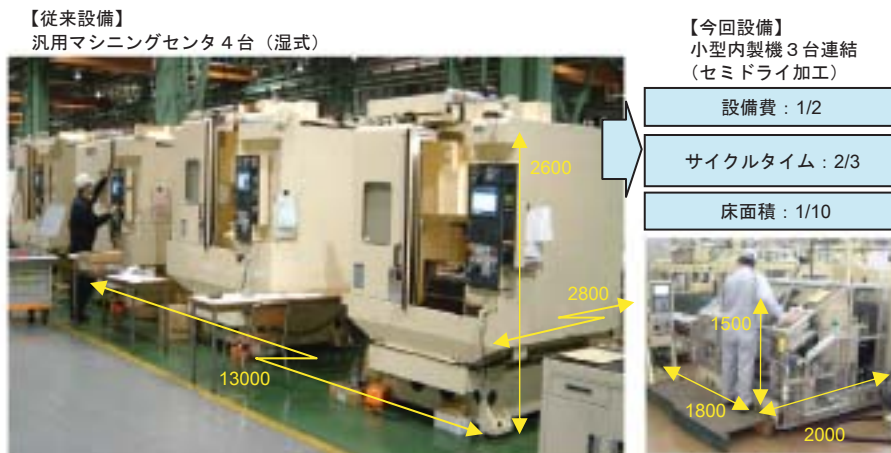


Fig. 11 Developed special machine line using processing head on the market

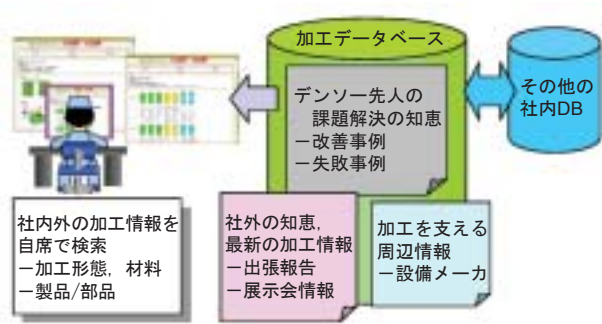


Fig. 13 Processing database

## 7. 結言

以上、当社を例にとって自動車部品産業における部品加工技術の目指す姿についての展望を述べた。当社の部品加工技術の分野別の具体的な研究計画は、デンソービジョン2015の中で具体的なテーマにブレイクダウンされ、各部署での研究開発活動が推進されている。

21世紀のクルマに求められる『環境・安全・快適・利便』を支える自動車部品加工技術の開発競争は、非常に激しいものが予測される。また、その供給においてもボーダレス状態はさらに加速され、どの地域においても同じスピードでの展開が期待される。このような熾烈な環境においても当社はその先頭集団で居続けたいと念じている。

これまで脈々と受け継がれてきた先取りの精神をはじめとする『デンソーモノづくりWAY』を今後も引き継ぎ、新たな価値を創造し、世界中の人達に認めてもらうために、当社の部品加工技術をこれからも進化させ、わが国の技術力強化に貢献していきたい。

## <参考文献>

- 1) 日本自動車工業会, FOURIN世界自動車調査月報他



## <著者>



黒田 吉孝  
(くろだ よしたか)  
生産技術開発部  
部品加工技術開発に従事