

14 II 1 005

機械産業等の産業活動に関する調査研究

(機械産業の産業活動に関する調査研究)

ものづくりの基盤を支える技能のデジタル化 に関する調査研究

平成15年2月

財団法人 産 業 研 究 所
委託先 財団法人 政策科学研究所

KEIRIN



この調査研究は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

要 約

日本経済の国際競争力の源泉ともいえるべき製造業は、グローバル経済化とIT革命の中で、様々な挑戦を受けている。我が国の製造業の競争力を支えてきたものは、高度の技術開発力とともに、これと相互に補完、刺激しあいながら発展してきた現場の熟練技能者の技能である。しかしながら、技能者の高年齢化の進展に対応した技能継承が円滑に進んでおらず熟練技能の喪失の危惧が強まっていること、開発途上国の工業化により部品・金型の発注をコストの安価なアジア諸国に移転するなど製造業のコスト競争が激化していること、IT革命が製造業の現場や競争力にも大きな影響を及ぼしつつあるが中小企業を中心に必ずしも対応できていないこと等により、基盤技能をめぐる環境は厳しいものとなっている。基盤技術の確保・拡充は、特に熟練技能を生産現場の基軸に抱えた我が国の中小企業と関連政策主体において、今後の対応方向を検討する上で重大な戦略的な課題となっている。

このような状況にあるものづくり基盤技能について、デジタル化・機械化の動向と課題、技能継承や企業の競争力へのインパクト等を検討し、適切な対応の方向を明らかにすることは喫緊の必要性がある。このため本研究では、ものづくりの基盤を支える技能のデジタル化についてより具体的な調査研究と課題の提起を行い、今後の施策に資することとする。

本調査研究報告書は、1. 技能のデジタル化、機械化の動向、2. 技能のデジタル化等と技能の海外移転、3. 技能のデジタル化の有効性、4. 技能のデジタル化と今後の企業経営の4章から構成される。

第1章では、どのような技能がどこまでデジタル化されているのかを明らかにするため、技能のデジタル化の実態動向をまとめた。ここで言うデジタル化とは、身体機能の機械化を含む、広義の技能の技術化である。その上で、単なる技術論にとどまらず、その技術がどのように企業の現場を変えるか、メリットをもたらすか、社会はどのようにアクセプトするかという視点にも留意して動向を整理した。

具体的には、平成13年度に経済産業省で開始された「デジタルマイスター関係プロジェクト」について述べた。このプロジェクトは我が国のものづくり力強化のために、構想力や判断力に関する技能の技術化と、技術化を支援し利用するための基盤技術としてのIT利用が不可欠という認識に基づき、熟練技能やノウハウをITでデジタル化し、その承継・強化を図る試みとして始められたものである。プロジェクトの具体事例として(株)ゴーシェーおよび(株)増田製作所の事例を紹介した。

次に(株)インクスにおけるデジタル化の事例を紹介した。インクスは1990年の創業以来一貫して、IT(情報技術)とMT(製造技術)を融合した新しい開発工程を目指し、成功を収めている。特徴は、徹底した作業の細分化と、細分化した作業の科学的分析、作業技術の標準化およびマニュアル化である。IT、工作機械、アルバイトそして非熟練者を組み合

わせて職人の技を再現できるような仕組みを作り上げ、それを標準化、マニュアル化することにより、アルバイトでも金型設計が可能な仕組みを構築している。

次にトヨタ自動車が進めているデジタル化プロジェクトについて述べた。技能はつきつめて考えれば企業活動の総体に関わるものと捉えることができる。トヨタでは、企業内のあらゆる活動を効率化するために徹底的にIT技術を導入した事例として注目に値する。

こうした事例調査に基づき、技能のデジタル化についての展望と課題をまとめた。

第2章では技能のデジタル化等と技能の海外移転の関連について述べた。中国などアジア諸国の追い上げにより、技術・技能の海外移転、特に近年、“意図せざる”技術・技能流出問題が指摘されている。例えば、金型の製造委託取引において金型図面等が金型発注企業に提出させられた後、金型製造業者の同意のないまま、海外で二番目の金型や類似の金型の製造委託に供されて、技能の海外流出が発生していることが報じられており、金型製造業者に対する実態調査もされた。業界も流出対策に着手し、経済産業省も防止の指針を発表した。そこでまず、技能のデジタル化等による技能の海外流出の内容や形態、局面・フィールドやメカニズムの実態を、事例に基づき整理した。

次に企業の海外進出・展開と技能移転の動態・メカニズムを関連づけて、全体構図を把握できるように整理した。企業は多様な形態で海外進出・展開を進めており、また、技能移転も多様なチャネルと形態で進んでいる。こうした状況で企業の競争力を維持するためには、企業の海外直接進出（企業内移転）や海外での調達活動・調達ネットワーク形成、金型等の部品供給企業のユーザ企業展開に合わせた現地進出や現地企業との提携など、企業の様々な進出形態に伴う情報過程と人材移動を通じて技能流出が進んでいる実態を明らかにする必要がある。関満博氏は、日本企業の海外進出に関する状況は、中国の改革・開放と深い関連があると指摘する。本調査研究ではこの見解に基づき、日本企業の海外進出のメカニズムと技能の移転の関係について述べた。

最後に、技能の海外流出（技能移転）の問題のインパクトや本質をどう理解し対応するかに関する検討を行い、対応のあり方についての論点を提起した。

第3章では、技能のデジタル化の有効性について検討した。我が国の製造業がこれまでに世界市場に送り出してきた新技術や新製品は技術者や研究者によって生み出されたものが多いが、製品の最終的な品質や信頼性を実現し、低コスト化を図るためには、現場における作業者の地道な技術改善や技能に依存する部分が多く見られる。

過去の実例を振り返ると、技能は技術によって絶えず置き換えられつつあるが、それにより技能の役割が減少しているのではない。新技術の導入によって、より高いレベルの技能や新しい技能が要求されることとなり、技能も技術と同様に絶えず進化を続けている。そして、技能が高度化すると、こうした技能が新技術の改善・改良や発展に大き

な役割を果たす。例えば、フレキシビリティの高い工作機械が登場すると、それに対応して技能が進歩し、高度化した技能が再び形式知化され新しい技術の開発に役立つというように、お互いに影響を及ぼしながらスパイラルに向上している。こうした技能と技術の相互作用を考慮に入れながら、技能のデジタル化の有効性について検討した。

まず技能継承問題と技能のデジタル化について整理した。応用の効く問題解決能力を含む貴重な熟練技能やノウハウの暗黙知は、厳しく長い努力や訓練を通じて個人に属する形態で獲得・形成されている。貴重な技能やノウハウが、伝達方法が不透明なまま、少子高齢化と若者の製造業離れが続く中で散逸してしまうことをめぐる技能継承問題には、多面的な対応が必要である。また、技能の継承も、どの程度の期間で、どの技能を、どのような形で伝承すべきか（人への伝承、データとして伝承、装置化した伝承）などを分析した。

次に技能のデジタル化・機械化、ならびに、ITの活用により制御・工程管理等をデジタル化するための技術開発と連動するデジタル・システムの導入が、企業の競争力強化とどう関係するかについて検討・整理した。

最後に技能のデジタル化自体の積極面を評価し、活用策を検討・提起した。熟練技能者の技能を客観化、マニュアル化、デジタル化し、データベース化して利用可能にすることは、個々の経営における技能の継承・蓄積ツールとして極めて有用であり、また、企業間ないし社会的に共用できれば、ものづくりの知的インフラストラクチャーとしての基盤システムとして、産業技術データベースとして展望することなどが期待できる。これらの積極的な活用策を検討した。

第4章では、今後の企業経営、特に中小企業をめぐる広い文脈と環境から技能のデジタル化を捉え直し、その課題と展望を政策指向的に検討した。

まず、中小企業の新しいものづくりへの対応について整理した。中小企業は、技術、人材、資金などの経営資源の不足を補いながらものづくりを行っている。経営資源に優先順位づけを行い、効果的に活用しつつ、グローバル化とIT化の中での競争力強化、新しい企業環境の中での新たなビジネスモデル等への対応を図りながら、今後の競争力を強化していくことが重要である。

次に新しいニーズに合致した人づくりについて整理した。新たなものづくりに対応した人材育成が重要だが、そのためには、期待される人材像を明確にするとともに、企業においては人材育成や公正な処遇の導入、国においては技術士や技能士などの資格制度の充実、創造性豊かな教育を推進することなどが必要である。

最後に新しいものづくりに役立つ連携の推進について述べた。中小企業がものづくり技術を活用し、開発力や提案力のある企業を目指すためには、連携が有効な手段のひとつであり、具体的な事業化を目的とした企業間連携や産学連携を積極的に推進していくことが重要である。

はしがき

本調査研究は、平成14年度事業として当研究所が財団法人 産業研究所より委託を受けて実施したものである。

我が国の製造業の競争力を支えてきたものは、高度の技術開発力とともに、現場の熟練技能者の技能である。しかし、高齢化の進展等で熟練技能の喪失の危惧があること、コスト競争から部品・金型の発注がアジア諸国に移転しつつあること、IT革命の影響が製造業の現場に浸透し技能が変貌していること等により、基盤技能をめぐる環境は厳しいものとなっている。特に熟練技能を生産現場の基軸に抱えた我が国の中小企業にとって、重大な環境要因となっている。

これらのことから、ものづくり基盤技能の伝承・蓄積に関してデジタル化の動向と課題、技能のデジタル化と技能の海外移転や企業競争力等との関連について検討し、今後の企業経営の観点から適切な対応の方向を明らかにする必要がある。

このため、ものづくりの基盤を支える技能のデジタル化について、「技能のデジタル化、機械化の動向」、「技能のデジタル化等と技能の海外移転」、「技能のデジタル化の有効性」について調査研究を行い「技能のデジタル化と今後の企業経営」に関する課題を抽出すべく検討を行った。今後の政策検討に資することができれば幸いである。

なおプロジェクトの実施に際しては、「モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会」（委員長：杉浦賢 財団法人ファナックFAロボット財団理事長）を財団法人政策科学研究所内に設置して調査を進めた。調査に関連して、多くの方々からご協力や貴重なご教示を得た。末尾ながら深く御礼を申し上げる次第である。

平成15年2月

財団法人政策科学研究所

「モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会」委員名簿

【主 査】

杉浦 賢 (財) ファナックFAロボット財団 理事長

【委 員】

(敬称略)

伊藤 薫	みずほコーポレート銀行産業調査部 部長
岩下 信正	(株) イーグルテクノロジー 社長
岡本 毅	岡本硝子(株) 代表取締役
小島 俊雄	産業技術総合研究所 ものづくり先端技術研究センター長
五島 昭寿	中日本ダイカスト工業(株) 代表取締役会長
澤田 三帆子	ホロネット(株) 取締役営業部長
島 弘志	(株) 山武 取締役・執行役員副社長
杉山 涼子	(株) 杉山・栗原環境事務所 環境・廃棄物コンサルタント
仙田 勤	日本電気(株) 政策調査顧問
棚橋 祐治	石油資源開発(株) 代表取締役社長
橋本 久義	政策研究大学院大学 教授
堀 幸夫	金沢工業大学 副学長
松野 建一	(財) 製造科学技術センター常務理事/フォトンセンター所長
丸山 瑛一	理化学研究所 フロンティア研究システム長
吉村 融	政策研究大学院大学 学長
大熊 和彦	(財) 政策科学研究所 主席研究員

【事務局】

大熊 和彦	(財) 政策科学研究所 主席研究員(再掲)
藤澤姿能子	(財) 政策科学研究所 主任研究員
野間口 大	(財) 政策科学研究所 客員研究員
高取 明香	(財) 政策科学研究所 研究助手

目 次

要約

はしがき

委員名簿

第Ⅰ部

第1章 技能のデジタル化、機械化の動向	1
1. 1 技能のデジタル化の実態	1
1. 1. 1 「デジタルマイスター関係プロジェクト」	1
1. 1. 2 インクス	6
1. 1. 3 トヨタ	8
1. 2 技能のデジタル化の展望と課題	12
第2章 技能のデジタル化等と技能の海外移転	14
2. 1 技能の海外流出の実態	14
2. 1. 1 金型図面の流出	14
2. 1. 2 対応	15
2. 2 企業の海外進出と技能移転	17
2. 2. 1 企業の海外進出の現状	17
2. 2. 2 海外進出のメカニズムと技能移転	19
2. 3 対応のあり方	21
第3章 技能のデジタル化の有効性	22
3. 1 技能継承問題と技能のデジタル化	23
3. 1. 1 熟練技能とIT	23
3. 1. 2 今後の熟練技能の必要性	24
3. 1. 3 今後の技能者の4つの姿	26
3. 1. 4 熟練技能の本質	27
3. 2 技能のデジタル化による企業の競争力強化	27
3. 3 技能のデジタル化の積極的活用策	28
3. 3. 1 ものづくりにおける情報技術（IT）の重要性	28
3. 3. 2 ものづくり分野のIT化の留意点	31

第4章 技能のデジタル化と今後の企業経営	32
4. 1 新しいものづくりへの対応	32
4. 2 新しいニーズに合致した人づくり	33
4. 3 新しいものづくりに役立つ連携の推進	36

第Ⅱ部

1. デジタルマイスタープロジェクトの現状と今後	41
2. 日本発世界を实践するソフトウェアベンチャーとデジタルマイスタープロジェクト	53
3. 金型製作におけるデジタル技術開発	69
4. 挑戦する製造業のために	79
5. 躍進の中国ー停滞の日本 中国の強みと日本の底力	91
6. シンガポール・タイの金型技術	101

第 I 部

第1章 技能のデジタル化、機械化の動向

1. 1 技能のデジタル化の実態

本項目では、どのような技能がどこまでデジタル化されているのかを明らかにするため、技能のデジタル化の実態動向をまとめる。ここで言うデジタル化とは、身体機能の機械化を含む、広義の技能の技術化のことである。その上で、単なる技術論にとどまらず、その技術がどのように企業の現場を変えるか、メリットをもたらすか、社会はどのようにアクセプトするかという視点にも留意して動向を整理する。

1. 1. 1 「デジタルマイスター関係プロジェクト」

我が国のものづくり力強化のために、構想力や判断力に関する技能の技術化と、技術化を支援し利用するための基盤技術としての IT 利用が不可欠という認識に基づき、熟練技能やノウハウを IT でデジタル化しその承継・強化を図る試みとして平成 13 年度に経済産業省で開始されたのが「デジタルマイスター関係プロジェクト」である。デジタルマイスターとは、3次元 CAD などの製造支援ソフトウェアを自在に使い、製造技術のすべてを管理する技術者群という意味の造語である。本プ

表 1. 1 デジタルマイスタープロジェクトの概要

事業名		事業のポイント	背景
補助事業 金型分野におけるデジタル・マイスター技術開発助成事業	①金型設計・製造支援アプリケーションの高性能化に関する技術開発	技能の技術化をデジタル化して織り込んだ CAD/CAM の先進事例を作り、技能の技術化を活性化	CAD/CAM の利用は進みつつあるが、技能の技術化が伴っていない
	②生産機械の高性能化、高能率化等に関する技術開発	先進事例を作り、IT と MT の融合を活性化	IT と MT の融合による高速・高精度な生産技術の実用化が遅れている
委託 1 金型設計・製造に特化した技能の技術化に関する研究開発		金型分野に特化した「技能の技術化」の新たな手法を研究し、ツールを開発	金型設計に代表される奥深い金型の技能を確実に技術化できる手法がない
委託 2 超精密型の加工・計測技術の研究開発		マイクロ・ナノ加工などへの適用が期待される超精密型の加工・計測技術の基盤研究開発	マイクロ・ナノ加工のために高精度な型の生産技術が必要
委託 3 ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発	①加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発	中小企業にとって重要な加工全般にわたる「技能の技術化」を促進するために、産業基盤となる加工技能データベースを構築する	加工全般にわたり技能情報の共有・共用が進んでいない。また、そのためのツールもない。
	②設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームの研究開発	中小企業自身による業務アプリケーション開発を支援するソフトウェア開発基盤を開発	中小企業はデジタル化された設計・製造情報を有効活用できていない

プロジェクトは、現場の暗黙知を形式知化してナレッジとし、それをシステム化した 3 次元 CAD/CAM システムなどの支援ソフトウェアの開発に力点をおいている。

プロジェクトの基本計画は NEDO で策定され、公募により受託先を選定する方式で実施される。平成 14 年現在、表 1. 1 に示すように 2 つの補助事業と 4 つの委託事業の合計 6 つのテーマで構成されている。このうち補助事業①と委託事業 1 および 2 は金型に関するものであり、本プロジェクトはあえて金型産業に重点をおいていることが分かる。金型産業を重視する理由は、金型産業が日本のものづくりを支える重要な基盤産業のひとつであること、中小企業性が強く IT 化が遅れていることなどによるものであると考えられる。また、今後の金型技術は情報処理技術が鍵を握るとみられており、IT 化により大幅な技術革新の成果が期待できる分野でもある。さらに、今なお熟練技能の重要性が高く、後継者不足に悩まされている分野の代表例とも言われている。現在、産業空洞化の影響を徐々に受け始めているが、金型産業を強化して空洞化自体を少しでも阻止したいとの気持ちも含まれていると考えられる。

金型技術に直接関連する補助事業①の 28 課題名とその概要を表 1. 2 に示す。本項ではこのうち、ゴーシューおよび増田製作所の事例について簡単に説明する。

表 1. 2 デジタルマイスタープロジェクト補助事業課題—金型設計・製造支援アプリケーションの高性能化に関する技術開発—

(中川威雄「デジタルマイスタープロジェクトによる型技術の革新」より。ただし「助成事業の概要」の項目は割愛)

助成事業の名称	申請者の名称
液体などの密閉に特化する、精密・多数個取りプラスチック金型設計・製作支援ソフトウェア開発	ぺんてる(株)
切削加工と放電加工による全自動金型加工ソフトウェア開発	三菱電機メカトロニクスソフトウェア(株)
設計、製造ノウハウによる金型設計 CAD システムの高度自動化および知能化	日本ユニシス(株)
小物プレス部品のための加工レイアウト設計支援ソフトウェア開発	(株)高木製作所、(株)エリジオン
世界初の次世代型高知能金型加工システムの開発・実証	デジタルプロセス(株)、岡田鋼機(株)
自動車軽量化に適合する高強度高靱性部品を製造する高真空ダイカスト事業化	日立金属(株)
プレス金型・加工にかかわるナレッジをベースとした設計支援システムの開発	(株)クボタ、日本 IBM(株)
金型設計・製造支援システム「KATANAVI」の開発	(株)インクス
冷間鍛造の設計製造に関わる知識情報を管理する仮想マイスターシステムの開発	住金精圧品工業(株)、(株)芝通
プレス金型設計製作のための IT 活用開発	ユニプレス(株)
デジタル鍛造方案設計システム	コマツソフト(株)

自動車用プレス金型における暗黙知（成型および形状凍結技術）の実験的検証と解説アニメ化	(株)クライムエヌシーデー
進化する加工情報 DB と自動工程設計を特徴とした金型加工システム	豊田工機(株)、(株)豊田中央研究所
図面レス・ペーパーレスによる自動車用プレス金型設計支援システムの研究開発	(株)オギハラ
プレス金型製作分野での 3D データを中核とした鋳物製作および構造部加工の技能の技術化	(株)アルゴ 2 1
射出成型加工における自動処理技術と高品位加工技術の開発	富士通(株)
プレス金型領域における製品図面および工程設定の標準モデルの開発をする	(株)増田製作所
金型設計者向け射出成型支援システムの構築とマグネシウム成形への応用	日精樹脂工業(株)
金型製造リードタイム短縮のための金型工程設計技能のデジタル化システム開発	シムックス(株)
プラスチック金型生産用「知識ベース CAD/CAM 統合システム」の開発・実用化	(株)トヨタケーラム、松下電器産業(株)
鍛造型構造・金型設計支援システムの開発	アイシン高丘(株)
自動車プラスチック射出成形部品の高効率、短納期金型設計、製造システムの開発	(株)積水工機製作所
金型用機械加工治具の設計・構築支援システムの開発	(株)ナベヤ
プラスチック製形容高性能金型の最適設計システムの開発	池上金型工業(株)
3次元 CAD/CAM/CAE を利用した鍛造工程および金型の設計支援システムの開発	(株)ゴーシュー
超精密部品向けナレッジベース順送プレス金型立体設計 CAD システムの研究開発	コンピュータエンジニアリング(株)
中大物部品の異形多数個取りを目指した、情報共有型次世代プラスチック金型設計支援システムの研究開発	日立造船情報システム(株)
技術蓄積形プレス工程・金型形状デジタル設計システムの開発	(株)先端力学シミュレーション研究所、(株)オプトン、(株)アルモニコス

3次元 CAD/CAM/CAE を利用した鍛造工程および金型の設計支援システムの開発：(株)ゴーシュー

鍛造は塑性流動を制御する塑性加工である。塑性流動は金型の中で行われているため、その挙動を直接観察することが難しい。しかしながら鍛造工程設計者はこの見えない塑性流動を想像し制御している。このイメージこそが設計者固有の経験知識であり、暗黙知であり、言い換えればこれこそ各企業固有の技術である。この“人”に依存しがちな固有技術を見える形に置き換え、蓄積し活用方法を確立させて企業知とすることが、固有技術の底上げ、新技術を創造する基盤となり、開発力を生み出す。

ゴーシューが進めるプロジェクト「鍛造工程設計支援システム開発」では、CAE による形状表現

を利用して、豊富な経験を持つ設計者が感覚的に身につけている塑性変形前後の形状と塑性流動との相関関係のイメージ（塑性流動の挙動イメージ）を可視化するシステムの開発が行われている。設計者のイメージや設計着眼点を CAE が示す特性値と対応づけることで、目に見えない塑性流動のイメージを数値に変換することが可能となる。また予備成形形状のどの部分を変更するとどのように塑性流動の挙動が変化するかという、制御因子とその効果の関係も蓄積する。こうして、様々な製品の特性値を収集し設計標準、企業標準とし、設計時の塑性流動の目標値としてこの CAE 特性値を利用することで、経験の浅い者であっても豊富な経験を持つ設計者に匹敵した最適な塑性流動を持つ鍛造工程設計を行うことが可能となる。

本来、変形前後の相関を関係式などで表現できれば、このような CAE を介したシステム開発の必要はない。しかし先に述べたように、予備成形形状の一部分を微妙に変化させるだけでその塑性流動が大きく変わってしまう鍛造工程設計では、あまりにも難解な関係式となることが予想される。本プロジェクトでは、そのような難解な関係式を企業知として蓄えるのは非常に困難であるとの立場に立っている。同様の理由により、制御因子とその効果に関しても明確な数値化は避け、大きくする、小さくするというような定性的表現を用いて収集している。

現時点では、特性値および制御因子が本当に設計者のイメージを表せているのかを検証する段階にあり、作成したサンプルに対して実機テストを行い、妥当性を得たところまできている。

本プロジェクトでは、このサンプルと同様により多くの経験知識を収集するとともに、実用的なシステム構築へと進めていく予定であるという。十分な経験知が蓄えられシステムが完成すれば、今までのように勘や経験に左右されない、標準化された明確な設計業務を遂行することが可能であると考えられる。

プレス金型領域における製品図面および工程の設定の標準モデルの開発をする：(株)増田製作所

製品図面およびプレス工程レイアウト図は作成する部署が異なり、それぞれ個別に標準化や基準化やノウハウの織り込みが行われるため両者の関連性が薄く、部分最適な色彩が強い。したがって、製品設計者は成形判断や工程レイアウトの理解が不十分な状態で製品設計を行っているために、生技性（生産技術としての実現性）要望の織り込みで複数の設計変更を行っている。一方、生産技術サイドでは部品の成形判断や工程レイアウトは高い技術力と豊富な経験が要求されるため、ベテラン技能者に任せられ若手への技術の伝承・拡散も進んでいない。さらに製品図の完成まで数回製品設計者とのやり取りを行っている。このため、製品設計から金型段取り完了までの作業を「コンカレント（同時並行）」に進めることができず、リードタイム短縮、コスト低減などの点で課題が残っていた。

増田製作所が進める本プロジェクトでは、こうした問題を解決する手段としてコンピュータ上で若手製品設計者、生産技術者が容易に活用でき、ベテラン技能者のノウハウが多量に包含され、成形限界も判断できる「製品図面と工程レイアウトが一体（セット）になった標準モデル」の開発に取り組んでいる。

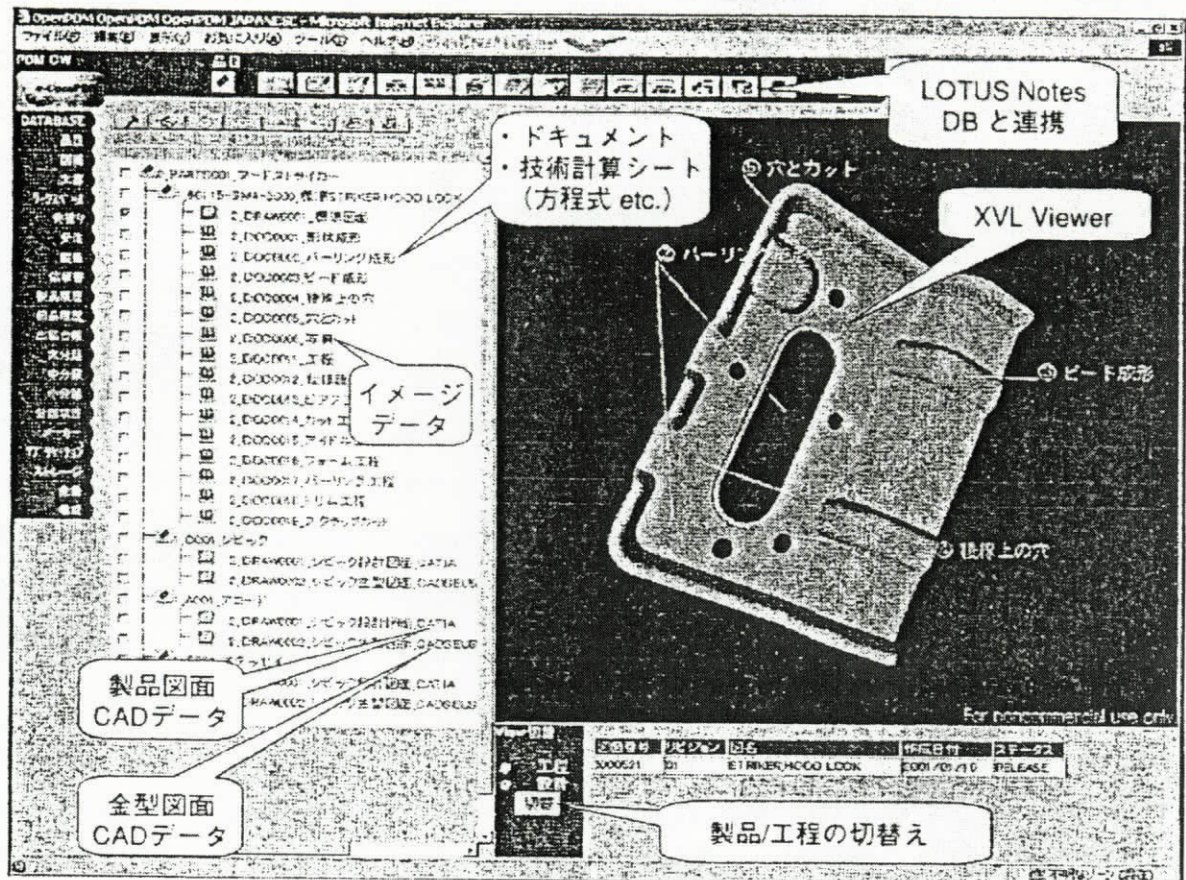
「製品図面および工程設定の標準モデル」の開発の取り組み領域（部品）は、増田製作所の取り扱い部品の分析から始められた。その結果「20 品目、52 部品」で取り扱い部品の要素技術の 80% をカバーすることがわかり、この範囲を取り組み領域とした。

ベテラン技能者のノウハウ（暗黙知）を掘り下げ、個人に特化した「技能」の客観化を図り「標準モデル（形式知）」に置き換えるという作業は、本プロジェクトのメンバーにとって初めての取り組みであったので、1 品目ずつ「やり方」を検証し、そこで得られた失敗事例や反省項目をフィードバックしながら実施した。具体的には次のような作業を行った。

- ① ベテラン技能者が過去に関わった製品図面・工程レイアウト図・プレス加工工程ごとの製品をもとに、技能者が、どのようなプロセスで生産技術検討を行っているのか明確にする。その上で工程設定のプロセスとその根拠、過去のトラブル（製品・金型）、プレス成形上のスプリングバック見込み、予測される問題点などを定量的に収集する。
- ② 若手製品設計者および金型設計者が、プレス成形の可否判断が必要な部位について量産部品のデータ収集と理論の双方より検討して管理項目およびその値を設定する。また複雑な成形形状で従来の経験（値）および一般的な理論では、見極めのつかない部位については成形トライ＆CAE を繰り返し行い設定する。
- ③ 前記①②で得られた管理項目（値）をもとに「製品図標準モデル」および「工程設定標準モデル」を CAD データとして作成する。その CAD データは製品図（標準モデル）と工程設定（標準モデル）が一体となったデータとする。また CAD データとして数値化できないような設計変更履歴、過去のトラブル情報などの文書および写真などはドキュメント情報として CAD データと紐づけする（PDM プラットホーム使用）。
- ④ 製品設計／金型設計部門と金型製作部門および金型主要取引先の間で、ネットワーク上で標準モデルを共有化しながら評価／検証／改良を重ねる。オープン化・共有化することで、より幅広く、深くノウハウを集積し、さらに高度化したノウハウ（標準化モデル）を再利用できるシステムを構築した。

図 1. 1 に本プロジェクトで作成された「製品図面および工程設定の標準モデル」を示す。なおプラットフォームとなる PDM システムは(株)コアの e-OpenPDM を使用している。

図1. 1 製品図面および工程設定の標準モデル



(出所) 西郡榮、鈴木亮太郎「鍛造工程設計支援システムの開発」による

1. 1. 2 インクス

インクスは1990年に山田眞次郎氏が設立した金型メーカーである。インクスは創業以来一貫して、IT（情報技術）とMT（製造技術）を融合した新しい開発工程を目指し、成功を収めている。本項目ではインクスにおけるIT技術の活用状況について述べる。

インクスでは量産製品の開発のための金型を、従来の工期の10分の1程度で納入することを目指している。インクスの金型開発工程では、すべてコンピュータを使って3次元CADで設計を行い、一切図面は描かない。図面を描かないまま試作をし、金型を作るという工程を構築している。このためにインクスはまずKATACADという金型設計専用のCADを開発した。KATACADを利用することで金型設計ができるだけでなく、金型を加工するNCパスを自動生成し、またそのNCパスは5万回転以上の高速ミリング加工機に対応可能である。

インクスはメーカーから製品の3次元データを受け取ると、まず光造形で製品の試作品を作り工場に送る。インクスは試作品作成のための光造形装置を24台保有しており、これはGeneral Motors社の27台について世界第2位である。光造形機は紫外線を当てると固まる樹脂を装置内に持ってお

り、0.1ミリ間隔程度に薄くスライスした3次元断面データを入力すると、断面データの最下段のデータを取り出し、この形状に沿って紫外線レーザをエレベータ上の液体樹脂に照射する。次にこの硬化した樹脂の上に液体樹脂を0.1ミリ厚さ分乗せ、樹脂上に一段上のスライス層の形状に沿ってレーザ光を照射する。この操作を繰り返して0.1ミリの断面を逐次重ねていくことによって立体を作っていくことができる。光造形機により、どんな物体でも3次元データさえあればその試作品ができる。光造形の工場は、本社から完全にオンラインでコントロールされており、社員2名、アルバイト4名の6名で1シフト、24時間、365日稼働している。光造形技術によって、従来は人間の手で2週間ぐらいかけて作っていた試作品が、8時間程でアSEMBルして確かめながら作ることができる。例えばパソコンの試作品は6時間、携帯電話の試作品は45分程度で作ることができる。

試作品を作成した後の操作は全部アルバイトが行っている。インクスではアルバイトを採用したら2週間程度社内で教育し、その後は各工程に分かれてそれぞれの作業を行わせる。例えば、金型は製品を取り出すために上下に割るということをするが、製品の形状が非常に複雑な場合、金型を割るのは非常に大変な作業である。KATACADでは、どこで金型を割るかということを作業者に尋ね、対話形式で作業者が割る位置を決めていくことができる。金型の割れる位置を1周分決めるのに、従来は金型設計者が図面を見ながら頭の中で金型構造を想像して割る位置を決め、約2週間かかっていたが、KATACADを利用することにより、アルバイトが約10分から15分で行うことが可能である。アルバイトはそれぞれが自分の作業を受け持っており、複数のアルバイトの流れ作業で金型のCADデータを作成していく。個々の作業は非常に単純な作業で、山田氏はこれを「単純頭脳労働」と呼んでおり、日本も徐々にこのような作業形態に変わっていくのではないかと述べている。従来は、非常に熟練した金型設計者が2週間以上かけて300枚ぐらいの図面を描いて設計していたものが、インクスでは20時間程で完了する。ここで作成されたCADデータは最終的にNCパスデータに変換され、金型が作成される。

インクスにおける作業工程をコントロールしているのは、「ファラオ」と名づけられた2台のスーパーサーバーコンピュータである。ファラオはインクスのすべての計算機、すべての光造形機、そしてすべての工作機械とネットワークで接続されている。社員やアルバイトは入社するとまず自分の名前とIDを入れてファラオにログインする。例えばAさんがログインすれば、ファラオはAさんがそこにいることを認識するので、それがまず出勤確認となる。同時に、Aさんが金型を割るというファンクションを持っていると、彼の目の前にファラオの方から何をやりなさいという指示を出す。その指示を受けてAさんは仕事に取りかかる。ファラオは各作業のマネジメントを行っており、例えば15分で終わるはずの仕事に1時間経っても2時間経っても終了宣言が出ない場合、マネージャーに、彼の仕事がまだ終わっていないことをメールで伝える。そのメールはマネージャーの携帯電話に届くため、社内にも社外にも全部連絡が入ってくる。マネージャーは異常時しか管理していない。すべてのアルバイトの人の仕事はファラオによって管理されているのである。ファラオの指示に従って仕事を始めると、ファラオは作業者がどこで何をしているかを把握し、その仕事は何時に終わるはずだというスケジューリングを立てる。この仕組みは、光造形機、加工機械まで全

部カバーしており、各機械の作業状況とスケジューリングを全部ファラオは把握している。これを山田氏はプロセステクノロジーと呼んでおり、この新しい管理システムがインクスの基幹システムであるという。

IT導入にあたりインクスが行ったことは、作業の細分化と細分化した作業の科学的分析、作業技術の標準化およびマニュアル化である。例えば、非常に優秀な職人を2年半雇い、その人がどのような工具をどのように使って金型を作っているのかということの詳細に観察し、職人の作業を科学的に分析して、彼がやった通りトレースするのではなく、例えば職人が表面を何ミクロンか合わせるために研磨をすれば、その完成品の表面の形状を測定し、何ミクロンにすれば完成と認められるのかということをも全部分析したという。その際、人間がやることとITがやることと機械がやることをはっきりと区別している。そして、IT、工作機械、アルバイトそして非熟練者を組み合わせてその職人の技を再現できるような仕組みを作り上げた。それを標準化、マニュアル化することにより、アルバイトでも作業が可能な仕組みを構築したのである。

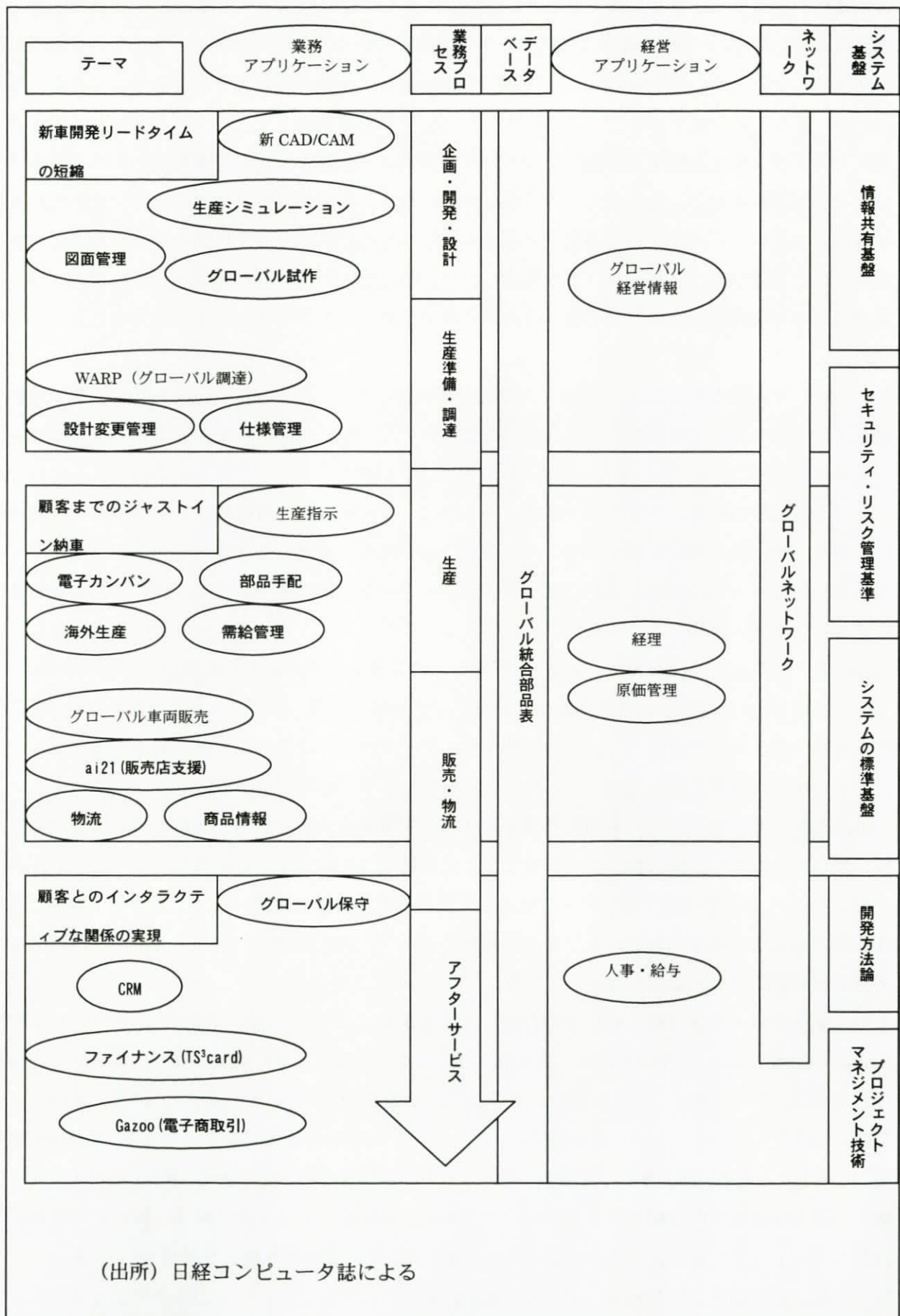
1. 1. 3 トヨタ

本項目では、トヨタが推進しているデジタル化プロジェクトについて述べる。

技能は、つきつめて考えれば企業活動の総体に関わるものと捉えることができる。トヨタにおける本プロジェクトは、企業内のあらゆる活動を効率化するために徹底的にIT技術を導入した事例として注目に値する。

日経コンピュータ誌の調べによれば、トヨタは2003年末までに、全基幹系システムを再構築するという。図1.2は、日経コンピュータ誌が複数の周辺取材をもとにまとめたトヨタの情報システムの全容である。この図によると、車の企画・開発・設計から生産準備・部品調達、生産、販売・物流、そしてアフターサービスに至る業務プロセスを支援する業務アプリケーションのほぼすべてについて再構築プロジェクトが進行中である。業界関係者によれば、これだけのプロジェクトを進めるために、全世界で毎年2000億円の情報化投資、さらに、部品表を含む生産管理とCAD/CAMの刷新にそれぞれ500億円、WARP（部品調達システム）に200億円は最低でも必要である。開発費が1億円以上の“小さい”案件まで入れると進行中のプロジェクトは100を超えるという。トヨタに詳しいあるコンサルタントは、「トヨタはコスト削減だけの会社ではない。業務改革に必要と判断すれば、システム開発プロジェクトであっても巨額を投じる」と指摘する。

図1.2 トヨタ自動車の情報システム全体像



トヨタがこれほどの大幅なシステム再構築プロジェクトに挑戦する狙いは、顧客の求める多様な価値観に的確に応えられる業務プロセスを作り上げるためである。CIO(情報統括役員)を務める三吉副社長は、「車にまつわる多様な顧客ニーズに対応していくため、ビジネス・プロセスを改革しなければならない。そのための道具として IT(情報技術)を積極的に利用する」と語る。三吉副社長によれば、顧客に応えるためのテーマは大きく3つある。「新車開発リードタイムの短縮」、「顧客までのジャストインタイム納車」、「顧客とのインタラクティブな関係の実現」である。これらのテーマにトヨタが取り組んでこなかったわけではない。しかし、従来の業務プロセスとアプリケーションは縦割りであり、これ以上の効率化・高度化が難しかった。各プロセスの部分最適を徹底追及し、そのために必要なアプリケーションを開発してきたためだ。また、海外現地法人にかなりの自主性を持たせてきたので、結果として海外法人の業務プロセスとアプリケーションは日本と違ってきていた。

三大テーマを追求するには、「グローバルな全体最適」に取り組まなければならない。個別業務ではなく、一連の業務にまたがって最適のプロセスを考え、それを支援する統合的なアプリケーションを構築する。しかも、海外法人を説得し、全体最適プロセスとアプリケーションを導入していく。

トヨタは同社の心臓部と言える「部品表データベース」を最初に再構築するアプローチが効率的だと判断した。部品表は主要アプリケーションが必ず利用するデータベースで、ここを全世界・全業務で利用できる形に統合しておけば、アプリケーションは個別に再構築していても全体の整合性を維持できる。現状では、個別アプリケーションごとに部品表のサブセットが存在しており、統合部品表にはなっていなかった。過去25年間をかけて段階的に部品表を拡張してきたためだ。

トヨタは2003年内に、北南米や欧州、東南アジアなど全世界、さらに全業務で利用できる「グローバル統合部品表データベース」に切り替える。データベースは先に作るが、関連するアプリケーションは順次切り替えるためデータベースの全面利用までに時間がかかる。

部品表データベースは、自動車を構成する部品に関連する情報をすべて格納する。部品仕様、価格、製造メーカー、部品に対する設計変更などを登録し、更新する。製造業に詳しいコンサルタントによると、「自動車は航空機に次いで2番目に部品点数が多い。車種が多く、しかも1車種に複数仕様があることを考慮すると、トヨタの部品表データベースは国内最大規模。その内容は複雑で他の製造業とは比べものにならない」という。

三大テーマにトヨタはどう取り組むのか。三吉副社長は、「特に力を入れるのは BTO (Build to Order)の実現」という。BTO とは、注文生産方式のことである。車に対する顧客のニーズは、多様化しており、安くて壊れない車を提供しているだけでは生き残れない。トヨタは BTO を車種によっては一部実現している。ただ、その比率はまだ小さく、見込み生産方式が主流である。“変種変量市場”に対応するため、見込み生産と BTO を併存できる体制を作る考えである。BTO のポイントは、顧客の注文を受けてから納車するまでのリードタイムの短縮と、販売店で顧客に対し正確な納期を回答できるようにすることである。現時点でトヨタの販売店で新車を購入する場合、「〇月△日ぐらい」とおおよその納車日しか回答してもらえない。受注から納車に至る一連の業務アプリケーション

を密接に連携させることにより、納車リードタイムを平均 29 日から近いうちに 19 日にまで短縮する。最終ゴールとして 7 日という数字も視野に入れている。正確な納期回答をする取組のひとつとして、生産指示アプリケーションを 2003 年末までに刷新することを計画している。1 台 1 台の車の生産状況をモニタリングできるよう、管理レベルを上げる。同時に物流システムも強化し、どこに車があるかひと目で分かるようにしていく。最終的には、世界各国拠点の注文、生産状況、完成品/部品在庫、購買状況、欠陥・トラブル状況などを把握できる体制を敷くものと見られる。

市場のニーズに見合った車を企画し、素早く市場に投入することは、自動車メーカー共通の課題である。トヨタの場合、新車開発のリードタイムは平均 2 年間だが、これを 19 ヶ月にまで短縮するという。すでに、設計・製造支援システム「V-Comm(ブイコム)」を利用して、2 ボックス・カー「bB」を 13 ヶ月で開発することに成功した。

V-Comm は、自動車部品の 3 次元 CAD データを、設計や生産技術部門、各生産拠点との間で共有し、新車開発のスピードを高めるものである。bB で V-Comm の効果を確認められたため、日本以外にも展開中である。適用車種を増やし、他の新車の開発期間を短縮する。

さらに、CAD/CAM の再構築という大プロジェクトが 2002 年から動き出している。これまで使ってきた自社開発の「統合 CAD/CAM/CAE」を汎用パッケージに切り替える。現在のところ、欧州系の自動車メーカーの多くが利用している、仏ダッソー・システムズが開発した 3 次元 CAD システム CATIA が最有力候補のようで、すでに欧州向けの戦略車の開発でトヨタは CATIA を導入している。CAD/CAM の動向に詳しい業界関係者によると、「CAD そのものよりも、3 次元画面で生産のシミュレーションをするソフトの重要性を考えて、トヨタは自社 CAD を捨てるつもりだ」という。ダッソーはこうしたシミュレーション・ソフト会社を買収し、CATIA と連携できるようにしている。さすがのトヨタもこうしたソフトまで自社開発することは得策ではないと判断したようだ。海外の数多くの部品メーカーとの間で、CAD データを容易に交換し、共同開発を円滑に進めるためには、独自 CAD では難しい。

3 番目のテーマである「顧客とのインタラクティブな関係の実現」とは、アフターサービスの強化を意味する。三吉副社長は講演で、「自動車販売の市場規模は年間 21 兆円。保険やローン、中古車販売、補修部品販売といった自動車購入後に発生するビジネスの規模も年間 20 兆円」と説明する。中でも重要なのは、自動車補修部品事業の拡大である。「車本体より保守事業のほうが儲かる」(自動車業界関係者)。この領域についてトヨタはビジネスモデルから見直していく。大手のカー用品店とのパートナー関係を強化するといったことも視野に入っている。補修部品の購買や流通のやり方が変わるわけで、それに合わせたアプリケーションを作らなければならない。米国でトヨタは、自動車メーカーや部品メーカー、整備会社などに参加を呼びかけ、補修部品の電子商取引市場を開設する取り組みを始めている。だが、まだ試行錯誤の段階である。顧客との関係を強化するための取り組みもすでに始まっている。2000 年からスタートさせた電子商取引サービス「Gazoo(ガズー)」が代表例で、すでに 300 億円以上を投資した。Gazoo は、自動車保険や中古車、下取り、メンテナンス情報、板金・修理などに関連する情報をインターネット経由で提供する。今後の課題は、カスタ

マ・リレーションシップ・マネジメント(CRM)である。50 億円もの投資をして顧客情報やマーケット情報のデータベースを構築している。このデータベースと、TS3CARD や Gazoo、販売店が保持する顧客データを連携させて顧客ニーズを分析、個々の顧客に合わせた販促活動を試行する。社内情報システムとは別にトヨタは、自動車に向けた IT サービスを提供する。例えば、車載情報端末サービス「G-BOOK」を 2002 年中に実用化した。高度なナビゲーションや自動料金収受からなる ITS(高度道路交通システム)関連サービスもこの一環である。一連のアフターサービスの基盤となる通信・放送事業にも布石を打った。

業務プロセスを支援するアプリケーションの再構築と並行して、グローバルな市場の中でトヨタの経営スピードを高めるためのシステムも作る。その一つが、「グローバル経営情報システム」である。これは全世界レベルで経営管理指標やコード体系などを統一し、各国の経営状態を日次レベルで収集、トヨタ本社で把握できるようにするものである。経営管理指標は地域別、会社別、事業部別、車種別といった様々な切り口で分析できるようにするものである。

1. 2 技能のデジタル化の展望と課題

本章の最後に、技能のデジタル化についての展望と課題をまとめる。

榎木哲夫氏は、デジタル化・機械化による自動化において急速に技能が技術化しつつあることを明らかにしつつも、技能は「身体の世界」であり、知的技能と動作技能、すなわち認知系と行動系が分かちがたく統合されている独得の複合的動態的な構造を持つ世界であり、近い将来も「現場」での熟練技能者にとって代わるほどの能力はなく、人間によりツールとして用いられるという状況を踏まえる必要がある、と述べている。したがって、「人間－機械系（デジタル系）における熟練」という視点、すなわち、ツールと人間がいかなる「協調」的な作業環境を作り得るかという点での展望と課題がポイントとなる。「熟練技能の機械化」は確かに魅力的であるが、その前に（あるいは究極の目標として）人間の有する熟練技能と共生でき、これを育てていくための機械の役割を考えていくことが最善の方向性である。

また、2002 年 10 月 28 日に行われた日経デジタル・エンジニアリング主催『モノづくり再生産業への鍵－ナレッジ・エンジニアリング/ナレッジ・コラボレーション』セミナーのパネルディスカッションにおいて、人間が持っているナレッジを計算機システム上で管理するため、特にナレッジの抽出・変換・再利用が重要であると指摘され、今後取り組むべき課題として以下の項目が挙げられた。

- ライティング・スキルの重要性：暗黙知を形式知化するためには、自分が書いたものをまとめる能力が必要。
- 文書管理：ナレッジマネジメントはほぼ文書管理と同義であり、ナレッジ抽出とは文書に知識を記述することである。

- 知識抽出のための質問者：ソフトウェア開発において、二人一組のチームを作り、一人がコードを書く傍らでもう一人が質問を発するようにすると、プログラム開発の意図に関する知識を抽出することができる。
- PLM(Product Lifecycle Management)：設計、製造など各プロセス間のコミュニケーションの効率化を目的とする。文書管理技術+ α （知識の見易さや検索のスピード）で対応可能である。
- 金型職人などは「頑固親父」なので、インタビューしてもなかなか自分のナレッジを話してくれない。弟子入りしたつもりで職人に接する必要がある。

技能のデジタル化にあたって留意すべきは、技術者が持っている技能をすべてデジタル化することは困難である、ということである。技能者の持つ熟練技能は、個人の極めて主観的な洞察や勘といった「暗黙知」のかたまりである。野中郁次郎氏が『知識創造企業』で指摘しているように、暗黙知は形式知に変換して社内の人達と共有しない限り、会社にとっては価値が無いに等しい。熟練技能のIT化とはこの暗黙知を目に見える形(形式知)に変換してコンピュータに載せようというものであるが、技能者の持つ熟練技能の性質は、ものづくり現場にあるからこそ培われているもの、いわば「現場知」とでも呼べるものであり、それゆえ、「コンピュータ」というものづくり現場を離れた形ですべてが形式知化されることは困難である。そのため、どの技能をデジタル化すべきなのかあるいはデジタル化可能なのか見極める必要がある。この点については、3. 1節で詳しく述べる。

デジタル化を行うための技術的な課題がある一方で、一旦技能がデジタル化されてしまうと簡単にコピーされ、高度な技能が他企業や海外に流失するのではないか、あるいは技能の陳腐化が早まるのではないか、といった懸念の声がある。しかし、ここで留意すべきなのは、高度な技能のデジタル化は技能の高い段階でのデジタル化であり、デジタル化された技能さえあれば素人が技能者と同様に使えるというものではない、ということである。経済産業省の吉田健一郎課長補佐は、同省が進めるデジタルマイスタープロジェクトにおける技能のデジタル化に関して「技能を持った人が使ってはじめてその成果が生きるものというイメージである。コピーされにくいデジタル化とは、技術面だけでなく制度的な方法を含み、有効な仕組みを考えていきたいと考えている」と述べている。具体的には、まず技術面では、デジタル化された事例を検索する際に条件分岐をつけておくことが考えられる。すると事例呈示がなされた際に、提示されたものの中からどれをとるかは技能者が判断するので、素人では選択できない、ある程度知恵のある人が使わないと有効ではないシステムになる。また制度的には、CAD/CAM上で技能を使える部分についてはインターフェースおよびフレームワークのみを公開するようにし、技術の中身は流通しないようにすることが考えられる。またデジタルマイスタープロジェクトの場合には、プロジェクトの成果を海外に出す際には、日本政府への報告義務を付している。

第2章 技能のデジタル化等と技能の海外移転

2. 1 技能の海外流出の実態

中国などアジア諸国の追上げに関連して、技術・技能の海外移転、特に近年、“意図せざる”技術・技能流出問題が指摘されている。例えば、金型の製造委託取引において金型図面等が金型発注企業に提出させられた後、金型製造業者の同意のないまま、海外で二番目の金型や類似の金型の製造委託に供されて、技能の海外流出が発生していることが報じられており、金型製造業者に対する調査結果もある。業界も流出対策に着手し、経済産業省も防止の指針を発表した。本項目では、技能のデジタル化等による技能の海外流出の内容や形態、局面・フィールドやメカニズムの実態を、事例に基づき整理する。

2. 1. 1 金型図面の流出

日本の金型産業は全国約 12000 の事業所から構成されているが、その 90%以上が 20 名以下の中小零細企業であり、その経営力は脆弱である。特に近年では、金型産業の主なユーザである自動車、電子・電気産業などが生産拠点をアジア地域に移転し、金型の現地調達を推し進めていることや、アジア地域の金型製造技術向上による相対的な競争力の低下などが原因となって、平成 3 年に 5440 億円に達した生産額は、平成 13 年には 18.6%減の 4123 億円にまで減少し、個々の企業経営は非常に厳しい状況となっている（数字はいずれも日本金型工業会調べ）。

このような金型産業の相対的競争力の減少要因は、アジア地域の金型技術の向上、我が国金型製造企業の資金難から新規設備投資がなかなかできないこと等の他に、一部ユーザが金型企業の設計した図面、加工データを無断使用して、アジア地域で日本と同じ金型を安く製造していることなどがある。一例として、ユーザから金型のメンテナンス用と称して、詳細な金型図面や加工データなどの提出を求められ、提出した図面を海外に流す事例が多くなり、また、提出した図面をもとに海外の金型メーカーで製作した金型のメンテナンスを求められたりする事例もあるという。

金型の設計図は、著作権法では保護対象になっているが、認定機関がないことなどから、事実上著作権の保護の行き届かない状態である。また金型メーカーの多くは零細企業であることから、著作権保護の手続きにかかるコストを厭う傾向がある上、ユーザとの力関係で図面の保護を強く主張する立場に立ちにくい。型研精工株式会社代表取締役社長の濱田一男氏は「金型は非常に多数の型があり、国内で特許をとってもあまり意味がない。国際特許の申請には 1000 万円かかり、高額である。また、海外に製品を出す場合に、メンテナンスのために図面を出すことは普通に行われている。意匠権があるが、やはり力関係があって保護するという状況ではない。納品後にその製品がどのように使われているのかについては、捜査権があるわけではないので全くわからない」と述べている。

経済産業省の調査によれば、実態は以下の通りである。

- ① 金型メーカーにおいて自らの知的財産を保護管理する取組が不足している。例えば、金型メーカーは、ノウハウが含まれた金型図面等を秘密として管理していない。この結果、不正競争防止法上の営業秘密として保護を受ける蓋然性を著しく低下させている。
- ② 金型図面等の授受に際して、ほとんど契約が交わされていない。具体的には、第一に、当事者間において金型図面等の権利関係が明確にされず、金型図面等が製造物とともにユーザに譲渡されたのか、あるいは使途をメンテナンスに限定してユーザに無償貸与されたに過ぎないのか明らかでない。この結果、一部のユーザは金型図面等の権利を取得したものと一方的に解釈して、当該金型図面等をもとに海外の金型メーカーに、類似の金型を製造委託している例が存在する。第二に、金型図面等には金型メーカー固有のノウハウが含まれているという共通認識が、金型メーカーおよびユーザの双方に存在しているにもかかわらず、ユーザ側に対しては金型図面等について守秘義務がかけられていない場合が多い。この結果、海外の請負企業に守秘義務を負わせないまま金型図面等を渡している例が存在する。
- ③ 金型メーカーの多くが金型図面等の提出を拒んだり、金型図面等に関する対価を要求したりすることについて心理的な負担を感じている。金型メーカーの多くは中小企業であり、下請受注型の形態をとっている。このため将来、ユーザとの取引を失うことに対する恐れから、取引に当たって正当な権利を主張しづらい心理的状況に置かれているとする金型メーカーが多い。

2. 1. 2 対応

金型図面には、金型メーカーの持つ製造ノウハウが含まれており、これが海外金型メーカーに流出することは、これまで長く培ってきた日本の金型技術の流出ばかりでなく、相対的な金型製造企業の競争力低下による受注減を起因とした金型製造企業の経営破綻の大きな要因となる。このため日本金型工業会では、平成 14 年 5 月 17 日に「金型図面等不正流出問題に関する要望書」を経済産業大臣宛てに提出し、対応を求めた。

その結果、平成 14 年 7 月 12 日に同省より「金型図面や金型加工データの意図せざる流出の防止に関する指針」と題する通達が出された。この通達は、金型ユーザおよび金型メーカーに対して、金型図面などの取引や金型技術の管理保護に努めるよう求めている。具体的には以下のような指針を定めている。

1) 契約の締結に関すること

金型メーカーおよびユーザは、金型の製造委託に関する取引にあたり、以下のとおり、契約書の締結および契約内容の明確化に努めること。

- 金型の取引に当たり、口頭による契約は、文書による場合と違って、その契約内容は明確を欠き、後日紛争の種になりかねない。したがって、金型の取引に当たっては、契約の実態を正確に反映した契約書を締結するよう努めること。ただし、各個別取引について共通

した事項については、基本契約書に記載する等の方法がある。

- 金型図面等には、金型メーカーおよびユーザ両方のノウハウ等が含まれている場合が多い。したがって、ノウハウ等の帰属については、両当事者の知的貢献度を十分踏まえた上で、契約書において明確化するよう努めること。
- 金型図面等の授受により、相手側のノウハウ等を知り得る場合には、当該ノウハウ等に関して、機密保持契約を締結するよう努めること。
- 金型図面等の授受により、相手側のノウハウ等を知り得る場合には、当該ノウハウ等に関する対価の考え方を正當に明確化するよう努めること。

2) 技術・ノウハウの管理保護に向けた取組に関すること

金型メーカーは、金型図面等に含まれる知的財産について、以下のとおり、適切な管理保護に努めること。なお、海外において知的財産の管理保護を行おうとする場合には、当該国において権利の取得をする必要がある。

- 樹脂流入路、キャビティ、パーティング面などの金型技術のうち、設計変更等ではなく、進歩性のある発明をした場合には、その発明について、特許権を取得するよう努めること。また、金型の形状、構造または組み合わせに係る考案である場合には、実用新案登録制度（無審査による登録制度）によって保護するよう努めること。ただし、特許出願および実用新案登録出願に際しては、出願書類および図面はすべて公開されることに留意すること。
- 金型の形状として新規で創作性のあるデザインと認められるものについては、意匠法によって保護するよう努めること。なお、ノウハウ等が公開されることを防ぎたい場合には、登録から3年を限度に非公開とできる秘密意匠制度を活用することができる。
- 金型図面等のうち、その表現に創作性が認められるなど著作物については、著作権を活用することができる。ただし、ノウハウそのものは保護の対象とならないことに留意すること。また、図面をもとに金型を作ることは、著作物の複製と考えないのが一般的な解釈である。
- 金型図面等のうち、秘密として管理されている非公知の有用な技術上または営業上の情報は不正競争防止法上営業秘密として保護の対象となる。このため、例えば、マル秘マークを付したり、機密保持契約を締結するなど、金型図面等を営業秘密として取り扱うよう努めること。

3) 不正競争の防止および公正取引に関すること

ユーザは、金型の製造委託に関する取引にあたり、以下の点に留意して、法に則った取引を行うこと。

- 不正な手段により金型図面等に係る営業秘密を取得すること、または、正当な手段により入手した当該営業秘密を、不正の利益を得る目的で、または金型図面等の保有者に損害を加える目的で、第三者に開示すること等は、不正競争防止法上の「不正競争」に該当する可能性があること。

- 自己の取引上の地位が、金型メーカーに優越していることを利用して、金型図面等に係る権利を、ユーザが不当に自らに帰属させることは、独占禁止法上の「優越的地位の濫用」に該当する可能性があること。

2. 2 企業の海外進出と技能移転

本項目では、企業の海外進出・展開と技能移転の動態・メカニズムを関連づけて、全体構図を把握できるように整理する。

2. 2. 1 企業の海外進出の現状

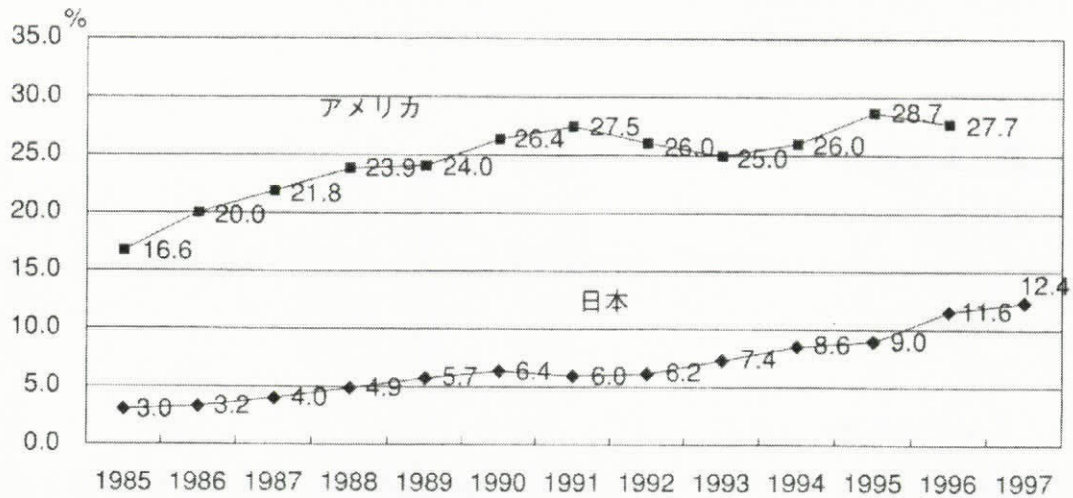
中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」によれば、製造業の海外生産比率は図2. 1に示すように、国内法人売上高の1割と米国に比べれば低いものの、年々増加傾向で推移しており、今後も引き続き、生産拠点を海外に移す傾向が続くものと見込まれる。企業にとって海外生産は、製造コストの低減のほか、中国・東アジアや北米、欧州といった大きな市場を持つ消費地で生産した方が効率的であるというメリットがあり、特に短いリードタイムで生産を行うためには不可欠となっている。

海外進出拠点を地域別に見てみると、表2. 1に示すようにアジア地域への進出が目立つ。日本企業のアジアへの進出は80年代に入ってから活発化し、さらに、90年代に入ってから、その性格を大きく変えてきた。80年代までの進出の多くは、日本国内でのコスト、とりわけ人件費が高いため、東アジアの諸国地域に「輸出組立基地」を形成するものであった。そのため当時、海外に移転したのは繊維や家電といった日本の地方圏に展開していた労働集約的な「低価格量産」部門であり、国際競争力を維持していくため、「安くて豊富な労働力」を求めて東アジア諸国地域に向かったのであった。日本企業は部品を持ち込んで当地で組み立てるというにすぎず、技術や技能の移転が考慮されるものではなかった。「研究開発、試作などの付加価値の高いモノは日本で、成熟した付加価値の低い労働集約的な量産品は東アジア諸国で」などといわれ、日本産業の高度化、知識集約化、高付加価値化などが強く認識されていた。

だが、90年代に入ってから、以上のような付加価値の高いモノは「日本」、低いモノは「東アジア諸国地域」という単純な構図は成り立ちにくくなってきた。東アジア諸国地域の市場が展望されるものとなり、むしろ「メイド・イン・マーケット」の色合いを深めている。そして、この「輸出組立基地」の形成から「メイド・イン・マーケット」への転換は、東アジア諸国地域の技術構造に多大な影響を及ぼし、また日本国内の地域産業にも重大な影響を与え始めているのである。

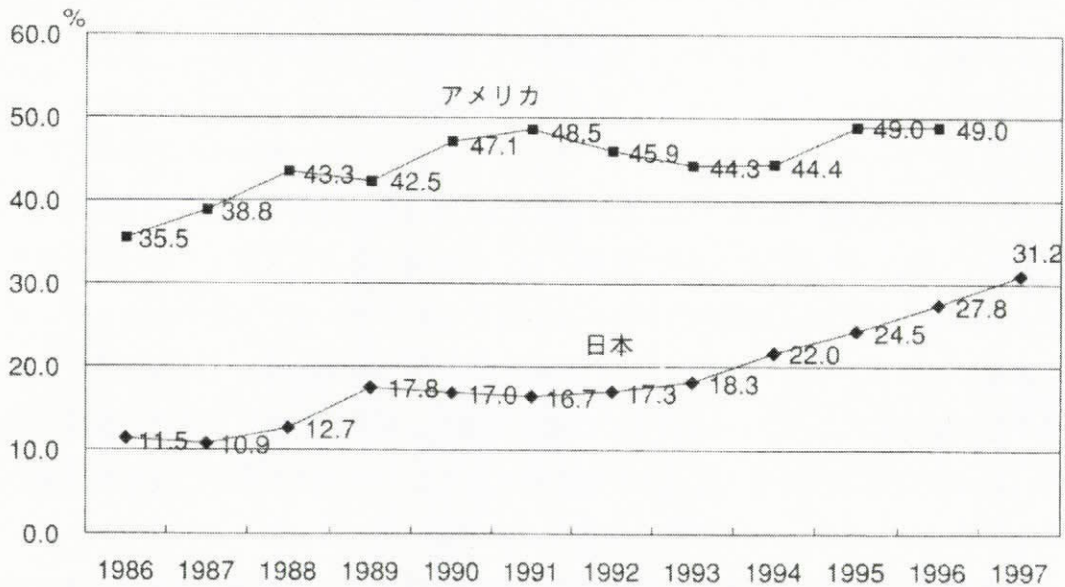
図 2. 1 製造業の海外生産比率

製造業の海外生産比率の推移



注：海外生産比率＝現地法人売上高／国内法人売上高

製造業の海外生産比率（海外進出企業分）



注：海外生産比率（海外進出企業分）＝現地法人売上高／当該本社企業売上高

資料：通産省「海外事業活動動向調査」、大蔵省「法人企業統計」
アメリカ商務省「SURVEY OF CURRENT BUSINESS」、「BENCHMARK SURVEY」

（出所）中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」

表 2. 1 地域・機能別海外拠点

	地域	工場	販売	研究開発	統括拠点	その他拠点
サンプル数	102	-	-	-	-	-
北米地域	66	45	54	17	25	10
欧州地域	58	32	48	9	19	7
NIES	61	38	45	5	10	6
ASEAN4	64	50	29	3	4	5
中国	65	53	42	5	15	9
うち香港	29	2	25	0	4	3
その他アジア	23	18	9	1	0	4
その他地域	23	13	14	1	0	5

(出所) 三菱総合研究所「我が国のものづくり基盤産業の課題と対応に関する調査」2002. 3

2. 2. 2 海外進出のメカニズムと技能移転

関満博氏は、日本企業の海外進出に関するこのような転換は、中国の改革・開放と深い関連があると指摘する。ここでは関氏の『空洞化を超えて』に基づき、日本企業の海外進出のメカニズムと技能の移転について述べる。

中国は 79 年から経済改革、対外開放に踏み出すなど、30 年間続いた経済的な意味での「鎖国」を解き、外資の受け入れを積極化させてきた。特に深セン、厦門などの 4 つの経済特区に加え、中国の長い海岸線に面する大連、青島、上海、寧波、温州、広州などの 14 の都市を「沿海開放都市」として、外資受け入れ基盤整備を進め、さらに際立った税法上の優遇措置などを提示してきたのである。こうした中国側の受け入れ体制整備に対して、日本側はやや慎重であったものの、80 年代中頃から進出を開始する。日本企業の進出先は、大連、上海、深セン周辺の 3 つの地域に集中していた。それは先に指摘したように日本企業の海外進出の目的は「安価で豊富な労働力」を求めることであったため、立地上の最大の要件は港湾能力だったためである。このような傾向は必ずしも日本企業だけのものではなく、各国の企業も当初は「安価で豊富な労働力」を求める輸出組立基地の形成を意図しており、やはりこの三地域周辺へと集結していった。その結果、これらの都市の発展ぶりは著しく、中国の中だけでなく、アジア全体の中で最もホットな都市として知られるようになっていく。

沿海地域の発展に伴い、中国の人々の購買力が向上していく。中国はここ 15 年ほどの間に 3 回ほどの消費ブームを経験している。第一期は改革開放直後の 80 年代の「自転車、ミシン、腕時計、ラジオ、扇風機」、第二期は 80 年代後半の「テレビ、冷蔵庫、洗濯機」、第三期は 90 年代前半以降の「エアコン、VTR、電子レンジ、バイク、軽自動車」である。数次の消費ブームを経ることで、中国の人々の品質意識が大幅に向上した。中国の若い人は「メイド・イン・チャイナ」はいらない、

という。欲しいのは「世界のブランド品」ということである。しかし、個人の購買力は十分でも中央の外貨管理が厳しく輸入できないため、彼らが世界のブランド品を購入することは容易ではない。

こうした状況は、経済発展を願っていた内陸の主要都市にとって大きなチャンスと受け止められた。つまり高級品の市場ができていながらもかかわらず、そこには商品が投入されていない。そのため外資を呼び込み、国内市場向けに生産させることを戦略に挙げていくのであった。内陸の主要都市は消費ブームのターゲット商品を生産する日本のセットメーカーを一本釣りにしていった。「うちに来てくれれば中国国内市場に売っても構わない」という誘いである。日本国内市場は成熟化、停滞の兆しが濃厚であり、円高で対米輸出もままならない。家電、音響、バイク等を生産する日本企業は、最後の潜在的巨大市場を意識させる中国の勧誘に強い関心を示し、次々と応じていった。その際、かつてのような「輸出組立基地」という位置づけではなく、中国市場が対象であることから、立地選択の幅は広がり、むしろ中国国内の物流条件などの良い都市が選択されることになる。例えば、長江を遡って約 2500 キロメートル内陸の四川省重慶にヤマハ、本田、スズキという日本のバイクメーカー 3 社が進出したことなどは象徴的であろう。重慶は基盤産業が比較的整っていることに加え、中国全体を見渡した場合、物流拠点としても興味深い都市である。

国内市場が手詰まりで欧米への輸出もままならない日本のセットメーカーにとって、中国市場は将来にわたって救世主的存在になると思われる。ただし国内市場を提供しようとする中国側は、日本企業に重要な条件を要求している。そのひとつは部品の現地調達である。例えば、94 年 7 月に公表された中国の「自動車工業産業政策」では、部品現地調達率 40% が義務づけられている。このため中国に進出してきた電気・電子系セットメーカーなどは次第に中国国内での部品調達に向かい、沿海地域の郷鎮企業などでは日本の機械設備を導入し、一定レベルの電子部品を生産している場合も見られる。かなりの部品が地元で調達できるようになったものの、基幹的な部品は中国国内ではいかんとも難しく、日本、あるいは ASEAN に進出している日本の部品メーカーから調達せざるを得ない状況である。

こうした事情により 93 年頃から、日本の電子部品メーカーへの現地生産要請が、中国に進出したセットメーカーから寄せられることになる。94 年末頃からは素材メーカーの中国進出も目立つようになった。当面、電子部品メーカーが求める素材加工に関連しては、金型、プレス、プラスチック成型などの部門が不可欠とされよう。そして、素材メーカーの二次加工部門の進出は、いやおうなく関連中小企業の進出を促していくことになる。当初は金型のメンテナンス等から出発し、次第に金型そのものの製作、さらにプレス、プラスチック成型などの部門に及ぶ。このようにして日本の基盤技術を担う中小企業が海外に移転していくに伴い、日本の技術・技能が海外に移転していくことになるのである。

2. 3 対応のあり方

技能のデジタル化をめぐっては、「技能のソフト化が進めばアジアへの技術流出傾向が一層加速する」という否定的な捉え方がある。確かに、2. 1 節で述べた金型流出のような事態がデジタル化によってさらに深刻化すれば我が国の国際競争力を低下させるおそれがあるため、技能のデジタル化を進めると同時に知的財産権の保護を強化することは極めて重要である。

しかし、熟練技能は移転困難とはいえ「移転」自体は不可避な現象である。また、ここまで成長してきたアジアを前に、我が国としてもアジアと同質なものづくりだけでは競争力を維持していけないことは明らかである。我が国も様々な技術・技能移転を通じて発展してきたという歴史的な経過もある。

したがって、技術・技能が“不当に”流出する被害者が中小企業であることを考え早期に基本的な市場ルールを確立・浸透させる必要を検討する一方で、技術開発力をテコに、アジアが作れないものに特化していく方向で、常に高い付加価値でリードを維持する対応方向を検討する必要がある。

同時に、技術アセットは、ものづくりの競争力の源泉であると同時に、それ自体がビジネスの対象となる、という積極的な捉え方が求められる。技能を技術化・ソフト化すること自体が、取引可能な技術商品を作る行為であり、これらの商品としての権利を適切に守りながら、巧みに取引対象とし、ビジネス戦略の道具として活用していく対応方向を検討する必要がある。

第3章 技能のデジタル化の有効性

我が国の製造業がこれまでに世界市場に送り出してきた新技術や新製品は技術者や研究者によって生み出されたものが多いが、製品の最終的な品質や信頼性を実現し、低コスト化を図るためには、現場における作業者の地道な技術改善や技能に依存する部分が多く見られる。

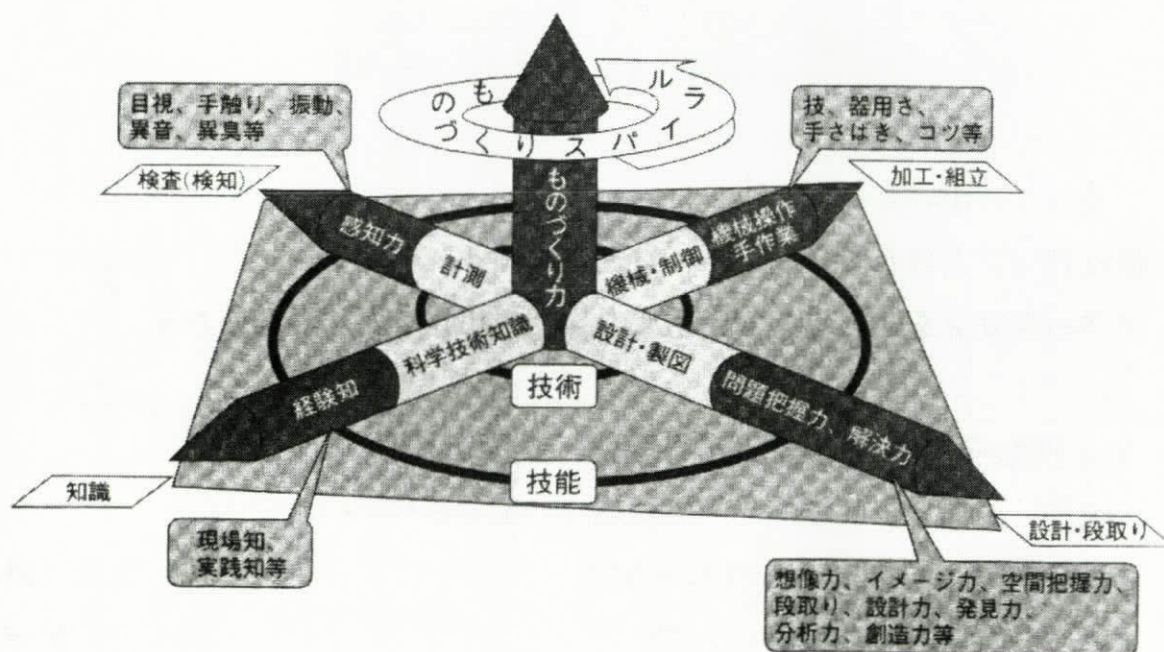
過去の実例を振り返ると、技能は技術によって絶えず置き換えられつつあるが、それにより技能の役割が減少しているのではない。新技術の導入によって、より高いレベルの技能や新しい技能が要求されることとなり、技能も技術と同様に絶えず進化を続けている。

そして、技能が高度化すると、こうした技能が新技術の改善・改良や発展に大きな役割を果たす。例えば、フレキシビリティの高い工作機械が登場すると、それに対応して技能が進歩し、高度化した技能が再び形式知化されて、新しい技術の開発に役立つというように、お互いに影響を及ぼしながらスパイラルに向上している。

中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」では、こうした技能と技術の相互関係を踏まえ、ものづくりに必要な各技術・技能の要素が拡張することにより、現場のものづくりを支える技術や技能の総体としてのいわば「ものづくり力」が図3. 1に示すようにスパイラル的に発展すると述べている。

本章では、こうした技能と技術の相互作用を考慮に入れながら、技能のデジタル化の有効性について検討する。

図3. 1 ものづくり力を構成する4要素とものづくりスパイラル



（出所）中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」

3. 1 技能継承問題と技能のデジタル化

応用の効く問題解決能力を含む貴重な熟練技能やノウハウの暗黙知は、厳しく長い努力や訓練を通じて個人に属する形で獲得・形成されたものである。この貴重な技能やノウハウが、伝達方法も不透明なまま、少子高齢化と若者の製造業離れが続く中で、散逸してしまうことをめぐる技能継承問題には、多元的な対応が必要である。また、技能の継承も、どの程度の期間で、どの技能を、どのような形で伝承すべきか（人への伝承、データとして伝承、装置化して伝承）などを、企業経営全体の観点からよく分析しておく必要がある。

本節では精密工学会誌 Vol.68, No.10 に掲載された中村肇氏の「製造現場の技能伝承」に基づいて、技能継承問題と技能のデジタル化について述べる。

3. 1. 1 熟練技能と IT

製造現場の技能伝承に対して IT 化が有効に働く部分があることは確かだが、やはり最終的には IT による熟練技能の機械システムへの置き換えだけでは早晚限界がくると考えられる。熟練技能のマニュアル化を進めているある高度熟練技能者に「自分の持っている熟練技能のどれくらいをマニュアル化(ひいては IT 化)できるか」を尋ねたところ「6割」という答えであった。IT 化ができるのは 6割、せいぜい 8割で、どうしても 1～2割は IT 化できない部分が残ってしまうだろうし、6～8割の部分では他社との差別化はできにくく、残り 1～2割の「人」を必要とする部分こそが他社との差別化につながっている部分である。また、製造業における技能が伝統工芸における技能と異なる点は、社会のニーズの変化や技術の進歩に応じて絶えず変化(進化)している点である。決して、「そっくりそのまま受け継ぐ」ことではない。熟練技能とは、時代の変化に応じた動的なものである。たとえ「手業の神様」というイメージが強いスーパー技能者(後述)といえども、その技能のあり様やレベルは決して固定したものではなく、時代や設備の変化に応じて日々進歩し高度化している。しかし、世間で言われる「熟練技能の IT 化・デジタル化」は、どうしても「ある時間断面での熟練技能の置き換え」だけに力点を置いているようである。

技能者の持つ熟練技能は、よく言われるように「暗黙知」のかたまりである。熟練技能の IT 化とはこの暗黙知を目に見える形(形式知)に変換してコンピュータに載せようというものであるが、技能者の持つ熟練技能の性質は、ものづくり現場にあるからこそ培われているもの、いわば「現場知」とでも呼べるものであり、それゆえ、「コンピュータ」というものづくりの現場を離れた形ですべてが形式知化されることはありえない、と中村氏は述べている。

「ものづくりの IT 化」の流れを作った「ものづくり懇談会提言」および「中小企業の新しいものづくり」の 2つの報告においても IT 化のメリットを掲げる一方でその限界も指摘し、例えば次のように技能者の役割に高い評価を与えている。

「中小企業の新しいものづくり」冒頭の林明夫中小企業庁経営支援部技術課長のコメントでは、
…(中略)…とりまとめに当たった事務局の一員として、特に次の点を付言したい。

…（中略）…第二は、ものづくりと IT の関係である。ものづくり技能を客観化し、IT 化することにより、優れた技能の継承を図ろうとする企業が増えている。しかし、この動きは技能が IT に代替されることにより、熟練技能が将来不要になるということを意味するものではない。7 割以上の中小企業が、熟練技能の重要性が高まると考えており、その理由として多くの中小企業が、経験や知識が新たな技術開発や問題解決力の向上につながることを挙げている。これは、問題解決に挑戦している技能者が、21 世紀の中小企業にとって重要な創造力の主体として、認識されつつあることを示している……。 （以下略）

と指摘されている。

また、「ものづくり懇談会提言」の「メッセージ」からの抜粋では、

- ・現在、IT 革命の進展が叫ばれているが、ここにおいても、「ものづくり」の重要性は失われることはない。
- ・ものづくりの基盤は「人」にあるといって過言ではない。
- ・確かに、製造業も IT の活用により技能の標準化、生産効率の上昇等の新展開を目指すこととなろうが、IT が相当程度に普及した暁には、IT によっては捕捉し切れない「人」に体化した技能・ノウハウが競争の優劣を決することとなると考えられ、「人」の重要性は些かも減じることはない。

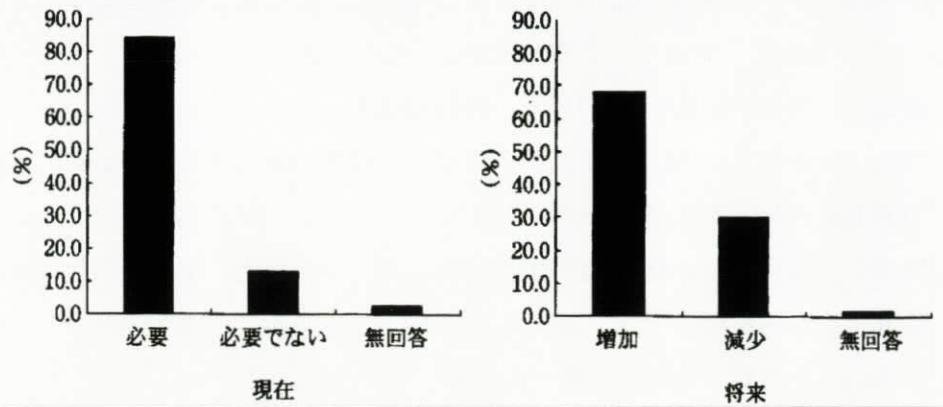
と指摘されている。

では、IT 化が効力を発揮する箇所はどの部分であろうか。中村氏は、ものづくりそのものではなく、むしろものづくりを支援する部分に IT が貢献できる部分が大きいと考えている。例えば、技能者の熟練技能習得の支援システムであり、技術者と技能者のコミュニケーションであり、汎用的な生産ノウハウの社会的蓄積といったところに、IT が非常な効力を発揮するであろう。

3. 1. 2 今後の熟練技能の必要性

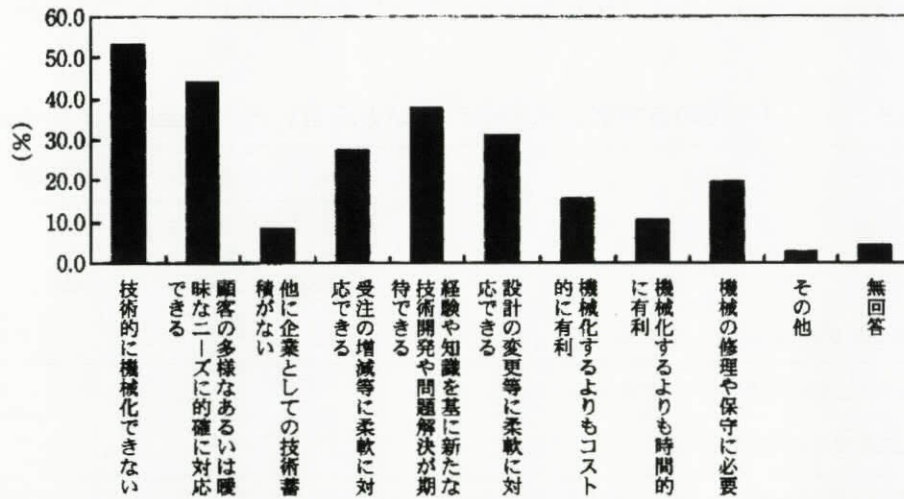
これからの「熟練技能の必要性」については、企業自体も強く認識していることが、様々な企業アンケートから裏づけることができる。例えば、中小企業総合研究機構が 3000 社の中小企業に対して 2000 年 1～3 月に実施した「中小企業における製造技術の現状と今後の方向に関するアンケート調査」によれば、「現在熟練技能は必要である」とする企業は 84%、「将来において、熟練技能の必要性は増加する」とする企業も 68%に達している(図 3. 2)。このように、今後も技能者が必要とされる最大の理由は、図 3. 3からも明らかなように、熟練技能、特に「経験やノウハウ」「カン・コツ」といった部分の機械化がまだまだ困難であり、機械と比べた熟練技能の有用性が大きいためであろう。三菱総合研究所が 2002 年 1 月に実施した調査においても、「デジタル化が進展しても熟練技能は依然として必要」と答える企業が 7 割以上ある(図 3. 4)。

図 3. 2 現在／将来の高度熟練技能の必要性



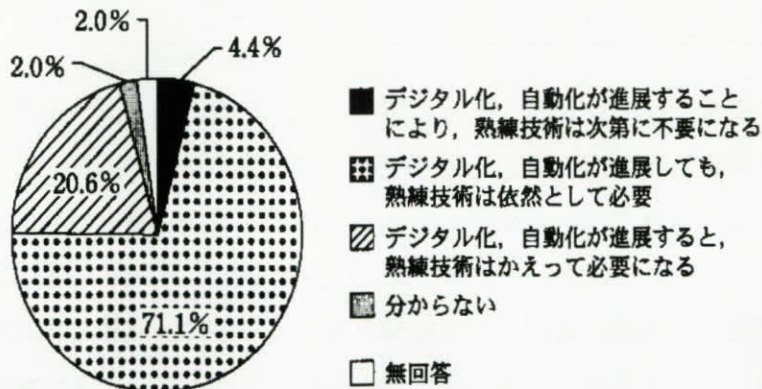
(出所)中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」

図 3. 3 熟練技能の必要な理由



(出所)中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」

図 3. 4 デジタル化が進むと熟練技能は不要になるか



(出所) 三菱総合研究所「我が国のものづくり基盤産業の課題と対応に関する調査」2002.3

3. 1. 3 今後の技能者の4つの姿

このような熟練技能が製造現場から消えてしまった場合、どんなことが起こるのであろうか。この場合のインパクトとして、次のものが考えられよう。

- ① 製品への直接的影響(品質の低下、精度の低下、コスト上昇など)
- ② 現場の技能低下(生産技術の進歩の停滞、新技術の製造現場への定着の困難化、緊急時や異常時の対応の困難化など)
- ③ 将来の技術革新への対応の困難化(技術のルーツの喪失、新製品開発の困難化など)
- ④ 海外生産への影響(マザー工場としての日本工場の役割が果たせないなど)
- ⑤ 日本の文化や日本人の価値観への影響

以上を踏まえ、中村氏は今後の熟練技能者に求められている役割を表3. 1のように整理している。また、これらの役割を実現する今後の技能者の姿として、一般技能工である『ノーマル技能者』、多能工である『マルチ技能者』、メカエレクトロニクス化などに対応した高度の技術的知識を持つ『ハイクテク技能者』、高度に熟練した技能を持つ『スーパー技能者』の4つの類型に分類している。

表3. 1 「今後の技能者に求められている役割」と「今後の技能者の姿」

	今後の技術者の姿			
	スーパー技能者	ハイクテク技能者	マルチ技能者	ノーマル技能者
今後の技能者に求められている役割				
最適・最善の作り方や品質の追求（将来の新技術のインキュベータ）	○	○		
機械では不可能な高精度の実現（製品の高度化への対応）	○			
機械にはない柔軟な対応（多品種少量生産、仕様変更、試作品製作など）	○			
緊急時や異常時への対応（機械運転時、製造の際の設計不良具合時）	△	△	△	△
機械の性能を十二分に発揮できるオペレータ	△	○	△	
新技術（機械）の製造現場へのブレイクダウン役		○		
多数の機械のオペレータ			○	
機械より低コストで製品を作ることができる			△	○

近年の生産設備の高度化やコンピュータ化に伴って、NC 機のオペレータなどとして重視されているのが『ハイクテク技能者』、企業がコスト削減を狙って、より少数の人間だけで機械を動かそうとして育成を図っているのが『マルチ技能者』である。海外生産の立ち上げ時あるいは最近流行のセル生産方式に必要とされているのも、このタイプの技能者である。現在の経済情勢下では、「マルチ技能者の育成」を最優先の課題に掲げている企業も多い。さらに、機械では実現できない、あるいは人間と機械が共働してこそ実現できる「高精度の製品」を作るために欠かせないのが『スーパー技能者』である。彼らは、大企業の試作部門や高精度の部品の製作部門、一品生産を請け負う中小

企業などに存在していると思われる。そして、これら3つのタイプの技能者は、突然に現れるものでもないし、一足飛びに養成できるものでもない。まず『ノーマル技能者』として基本技能を身につけ、その後いくつかの技能をスパイラル的に積み重ねて習得していき、最終的にそれぞれの技能が達した水準により、どのタイプの技能者であるかが分かれるものと考えられる。すなわち、これら3タイプの基盤にあるのが『ノーマル技能者』である。

このような4種類の技能者は、上述のように「求められている役割」や「技能のレベル」も違っており、「必要量」「確保の困難度」そして「技能形成のタイプ(方法)」や「技能伝承方法」も異なる。これまで技能の問題について考える際にはとにかく「技能者」とひとくくりにしてしまう傾向がみられるが、まず考えようとしている技能者がどのタイプに該当するかについて十分考察することから始めることが必要であろう。

3. 1. 4 熟練技能の本質

「熟練技能」と聞くと、「数ミクロンの幅まで削り代を調整できる削り動作」といった、「手先の器用さ」「手技」的技能を連想しやすい。しかしながら、高度熟練技能の本質はそのような部分ではなく、「技脳者」の持つ「脳」にあたる部分であろう。高度熟練技能者に「熟練技能の本質は何ですか?」と問うた時に返ってくる答えは、「ワーク(作業対象物)の状態の捉え方」「材料や加工法に対する考え方」「できあがりイメージする力」といったものである。これらをはじめとして、

- ・ 作業の上での判断の基準、自己やワークの状態や情報の捉え方
- ・ 作業を進める概念や成果をイメージする力

およびこれらを支えている

- ・ 自分の仕事の意味の理解、自分の作業や技能への考え方、仕事への態度

といったものが熟練技能(者)の本質・核となるものと考えることができる。いわば“ものづくりの心”に相当する部分であろう。

これらを身につけるためには、「削る」「切る」「研ぐ」「磨く」「測る」といった基本技能を習得する機会を設ける必要がある。普段はボタン1つで機械がやってくれる加工を自分で実際にやることで、例えば「削る」とは何か、「鉄」とはどういうものか、を知り、どうすればうまく加工できるかに考え悩み、それとともにおもしろさを覚え、生きた知識・経験となっていくと考えられる。一見逆説的にみえるが、これら基本技能を身につけることにより、「考えながら」作業する技能者、いわばこれからの日本で必要とされている「考えることができる技能者」となることができ、やがては高度熟練技能者へと成長していくことができると考えられる。

3. 2 技能のデジタル化による企業の競争力強化

中小企業庁は「中小企業の新しいものづくり」の中で、「情報技術と融合した製造技術を整備し、

新しいものを生み出す環境を創出することによって、競争力ある製造業を生み出すことが求められている」とし、次のような方向性を提案している。

① コスト・品質競争から新製品コンセプト力へ ―プロダクトイノベーション―

我が国におけるこれまでの国際競争力の強い製品としては、ビデオやCDなどのエレクトロニクス製品や半導体など、欧米で開発されたものの改良・改善が大部分であるが、新しい製品を提案できるコンセプト力（「プロダクトイノベーション」）が求められている。

② 開発・設計・製造部門の連携強化 ―ITを活用したコンカレントエンジニアリング―

開発、設計から製造までの企業内情報の共有化は、製品開発のリードタイム短縮、品質向上、コスト低減を図るために必要である。こうした技術情報の交換は、従来、優秀な現場の人材による異種工程間のコミュニケーションによって行われてきていたが、今日では、このようなコンカレントなシステムを、ネットワーク技術の活用により、効率的かつ迅速に行うことが重要になっている。

③ ニーズへの迅速な対応 ―イノベーションのスピード化―

社会状況やニーズの変化をいち早くとらえ、それに対応した戦略を展開し、研究開発から製品化までの時間、あるいは製品化されたものを量産化に移すまでの時間などを短縮することが、高い競争力を維持する上で必要となっている。

④ 新加工技術 ―マイクロ化と環境対応―

情報通信や医療・バイオなどの製造業分野では、部品はさらに小型化・精密化していくことが求められる。また、現場における省エネ化や廃棄物の低減に向けた技術開発、さらにリサイクル性に優れた構造や材料の選定、長寿命化など、製品のライフサイクルを通しての省資源・省エネルギーや環境負荷の低減に資する製品の設計・製造技術が重要になっている。

ここに挙げられている4点は、技能のデジタル化・機械化を推し進める際の方向性を示すものと考えられる。例えば、1. 1. 1で挙げたデジタルマイスターの事例は主に②を、1. 1. 2で挙げたインクスの事例は主に③、④を、1. 1. 3で挙げたトヨタの事例は①、②、③を目指したものであると考えることができる。これらの事例が示すように、明確な方向性を持って技能のデジタル化・機械化を推し進めることによって競争力を強化することができると考えられる。

3. 3 技能のデジタル化の積極的活用策

本項目では、中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」に基づき、技能のデジタル化自体の積極面を評価し、活用策を検討・提起する。

3. 3. 1 ものづくりにおける情報技術（IT）の重要性

これまでに述べてきたように、人間の持っている技能やノウハウを機械によって代替することは

機械の知能化につながり、より環境変化に対応できる柔軟な機能を持った製造システムが実現できる。また1. 1. 1節で述べたデジタルマイスタープロジェクトにおいて目指している、作業者の創造性を支援する情報を提供できるインターフェースを持った情報データベースシステムの構築は、新製品や新技術の開発を促すことにもつながっていくと考えられる。

第3章冒頭で述べたように、ものづくり力の各要素は技術部分と技能部分によって構成される。時代の進展とともに技能の一部は技術で代替され、それに伴って技能もより高度なものが加わることにより、各要素全体が拡張され、ものづくり力が強化されてきた。したがって各要素を拡張するには、そのような技術・技能の発展メカニズムを助長することが重要であり、今後は、特に、ITが技能の技術化に大きな役割を果たすと考えられる。

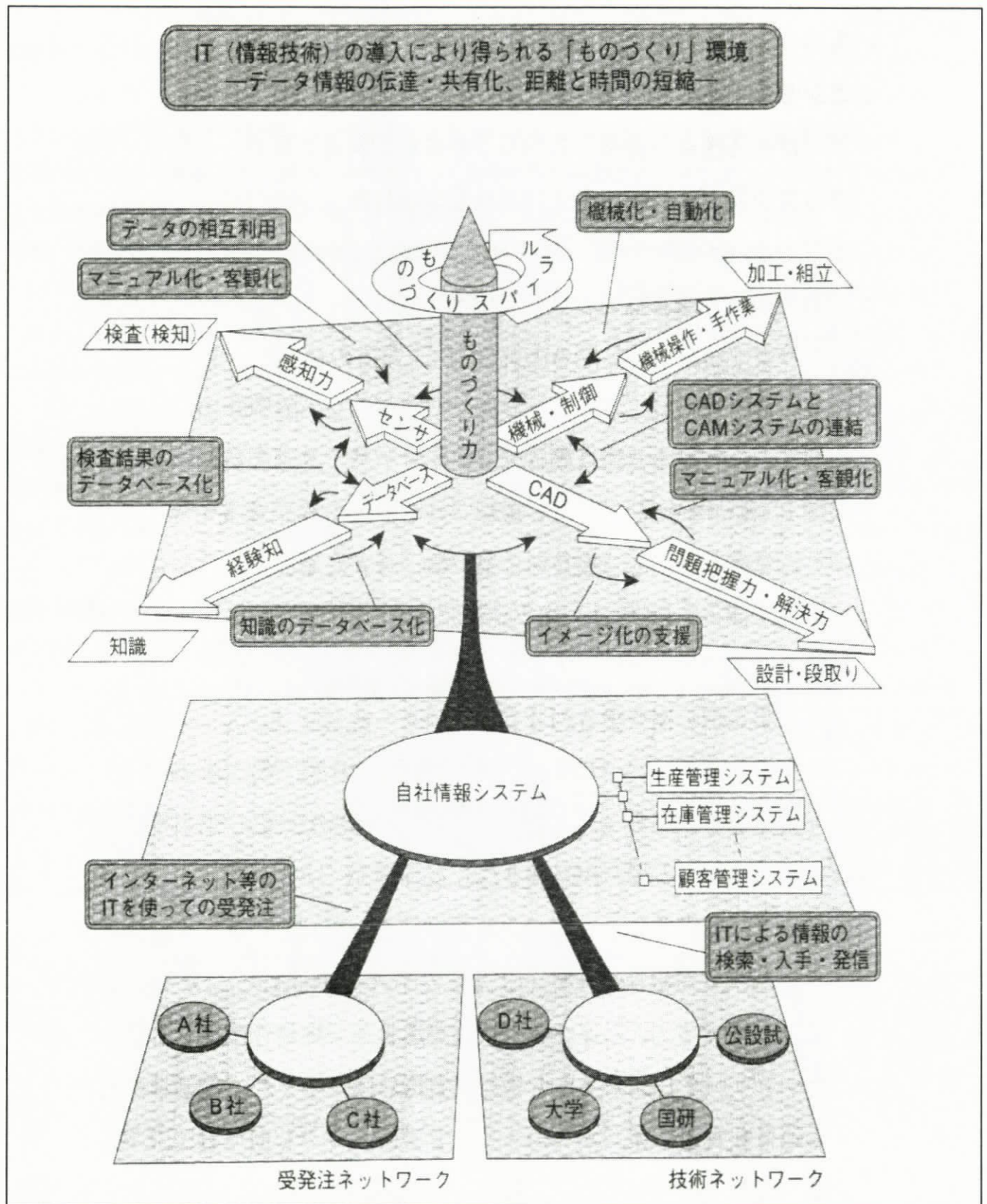
このため、技能やノウハウに依存していた部分を可能な限り客観化・マニュアル化するとともに、ITの活用により、制御・工程管理等をデジタル化していくことが、開発力と競争力の強化のために必要である。

既に、CADをはじめとして、機械制御やデータベース、さらにセンサーなどにおいてITが活用されているが、今後は、ITの急速な発達に伴い、技能の技術化が一層進み、図3. 5に示すようなものづくり環境が構築されと考えられる。このような環境においては製造分野のみならず、開発分野においてもITが有力な手段になっていくことが見込まれる。

さらに、工業大学や工業高校などにおける次世代の製造業を担う若者は、ITを用いた最新の製造技術に強い関心を寄せており、現場作業に高度な情報技術を取り入れていくことは、製造現場を敬遠しがちな若年層にもものづくりへの関心を喚起する効果も期待される。

なお、IT化はこのように技能の技術化に寄与するが、技能のすべてをIT化できないことは明らかである。このため、こうしたIT化をより効果的に進めるために、開発と製造の道具としてのITの使い方と技能の進歩を共に追求することが、今後のものづくり力を高める上で重要となっている。

図3. 5 IT 導入で得られるものづくり環境



(出所)中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」

3. 3. 2 ものづくり分野の IT 化の留意点

ものづくり分野の IT 化を推進していくために、以下の 2 点に留意することが必要である。

第一は、高度な技能を習得することのみに重点を置き、それまで不可欠であった経験力・現場力を失ってしまういわゆる技能の空洞化についての懸念である。例えば、NC により加工プロセスがブラックボックス化し、加工異常の検知や診断に関する知識が少なくなってしまう問題などがある。このような空洞化に陥ると高度な IT 関連の技術や技能が身についても、その後のものづくり力アップにはつながらない恐れがある。

第二は、いわゆる情報格差(デジタル・デバイド)の問題である。中小企業の IT 化は大企業に比べて遅れているが、中小企業間でも IT 化に適切に対応できる企業とできない企業では、将来の発展に大きな差が生まれる可能性が高い。IT 化は、中小企業に大きなビジネスチャンスをもたらす一方で、対応に向けての挑戦と新たな負担やリスクを求めることになることへの認識が必要である。ものづくりにおいて、IT は技能の代替や支援を行うことにより、ものづくり力をアップさせる「ツール(道具)」であり、ものづくりの機能と融合されて初めてその力が発揮されると言える。

これまでのところ、中小製造業における IT は、販売や物流、生産管理などのいわゆる間接部門を中心に導入されてきた。こうした間接部門では、IT によって省力、迅速かつ柔軟化が達成され生産性が向上している。またネットワークビジネスなど新たな業務形態が生まれ、新事業の展開に対する効果も大きい。しかしながら、大企業に比べ、多くの中小企業ではまだ設計・製造・評価部門への IT の導入は大きく遅れている。こうした部門の IT 化を進めつつ、さらに中小企業の特徴でもある現場力についても、IT を活用して高めていくことが、今後の中小製造業の競争力強化につながると考えられる。

第4章 技能のデジタル化と今後の企業経営

本章では中小企業庁の「中小企業の新しいものづくり」に基づき、今後の企業経営、特に中小企業をめぐる広い文脈と環境から技能のデジタル化を捉え直し、その課題と展望を政策指向的に検討する。

4. 1 新しいものづくりへの対応

中小企業は、技術、人材、資金などの経営資源の不足を補いながらものづくりを行っている。経営資源に優先順位づけを行い、効果的に活用しつつ、グローバル化とIT化の中での競争力強化、新しい企業環境の中での新たなビジネスモデル等への対応を図りながら、今後の競争力を強化していくことが重要である。

4. 1. 1 IT化戦略の明確化

中小企業に対するアンケート結果によれば、将来に向けてITを特に重要と考える中小企業の比率が大幅に増加しているが、以下の点を踏まえつつ、限られた資源を重点投入していくためのIT化戦略を自社内外に明確にしていくことが重要である。第一に、ネット取引などの電子商取引への対応が必要である。電子商取引への対応によって受注力を高めるとともに、受発注と生産管理、財務管理等とが一体となったシステムを構築することにより、さらなる効率化と迅速化を目指すことが重要である。第二に、3次元CADの導入などにより、設計業務を効率化することが期待される。また、図面から3次元データに変えて発注を行う企業が益々増加する中で、CADの導入等製造過程におけるITの活用は、今後のものづくり力強化のために重要になっている。

4. 1. 2 技能の客観化・マニュアル化、共有化

特に売上高が伸びている企業では、人による伝承から、今後マニュアル化・データベース化に力点を移している。技能の客観化やマニュアル化、データベース化を進め、技能の共有化と継承を効率的に進めることが開発力強化の観点からも重要である。

4. 1. 3 知的財産権の取得・保護

国際競争における技術の重要性が高まる中で、米国では知的財産権が戦略的に活用されている。中小企業もグローバル化の影響を大きく受けつつあるが、ものづくり力を強化するためには、単に技術・技能の向上を図るのみならず、2. 1節で述べたように、その成果を知的財産権として明確化し、保護していくことが重要である。我が国においても、売上高を大幅に伸ばしている企業の50%近くが、特許などの工業所有権として技術・技能を継承しようとしているが、2. 1節で紹介した

型研精工株式会社代表取締役社長の濱田一男氏が述べているように、中小企業にとって知的財産権保護のために発生する負担は決して小さくない。この問題に関しては行政側も対策を講じつつある段階であり、今後の展開が期待される。

4. 1. 4 創造的な試作品や製品などへの取り組み

中小企業が創造的なものづくりを進めることは我が国の産業競争力強化の観点から極めて重要である。創造的なものづくりを進めるためには、産学連携や独自の技術・技能を有する中小企業等の連携、あるいは大企業と中小企業との連携が効果的である。なお、このような創造的な試作品や製品開発にあたり、発注企業が、中小企業の有するアイデア、技能、ノウハウを適正に評価しないため、その一部が失われ、独自技術や創造的製品の開発のための土壌が育たないことが懸念されている。熟練技能や技術に適正な対価を提供することが、技能・技術の継承・発展につながり、長期的には発注者にも利益となることを発注者も十分に認識し、適正な商慣行の確立に努めるべきである。

4. 1. 5 新しいビジネスモデルへの対応

創造的なものづくりを行うためには、変化する顧客のニーズを迅速かつ的確に把握し、新たな商品開発へと結びつけ、着実に販売していくことが重要である。また、販売やメンテナンス、アフターサービスにおいても、IT を十分活用し、顧客に密着した営業活動や、ホームページによる新たな販路を開拓することが重要である。

4. 1. 6 環境問題への対応

リサイクル・省資源化への対応が重要と考えている中小企業が大幅に増加している。省資源・省エネ・リサイクルという視点が、今後の事業展開や顧客との関係で重要になっている。製造工程における有害廃棄物の減少、ダイオキシンの発生抑制等の管理はもちろんのこと、循環型経済社会の構築に向け、設計段階において、リサイクルやリユースを行いやすいようにする取組が中企業にも求められている。

4. 2 新しいニーズに合致した人づくり

新たなものづくりに対応した人材育成が重要であるが、そのためには、期待される人材像を明確にするとともに、企業においては人材育成や公正な処遇の導入、国においては技術士や技能士などの資格制度の充実、創造性豊かな教育を推進することなどが必要である。

4. 2. 1 期待される人材像

今後のものづくりの競争力を高めていく上で、重要性が増すと考えられる人材のイメージを整理すれば、例えば、以下のようなタイプの人材が考えられる。

- ① 創造力と問題解決力を有し、高度な技能で創造性のある試作品や高精度の製品を製造できる人材。また、工程全体を幅広く把握し、特殊なニーズにも対応できる人材。【工学的技能者】
- ② IT化やデジタル化に対応した人材で、製造技術・技能を有し、かつITを活用できる人材【IT応用技術者】
- ③ 技術・技能とともに、経営やマーケティングにも知見と感覚を有する人材【技術経営者】

4. 2. 2 人材育成と客観的で公正な処遇の導入

① 人材育成

多くの中小企業が人材育成を今後特に重要と考えており、売上げを伸ばしている企業は、半数近くが人材育成を重要視している。

各企業が、ものづくりにおける競争力を強化するため、まずは経営者自身が人材育成の重要性を認識し、コストと時間をかけて有能な人材を育成することが求められている。このためには、期待される人材像の明確化、資格制度等の導入、客観的かつ公正な評価と実力に合った処遇の導入、技術者・技能者の創造的活動に対するインセンティブ付与などが重要であり、また、技能・技術を尊重する社内の雰囲気醸成、マニュアル作成等のプロセスを通じた組織的な技能・技術を向上させていくことも同時に求められる。さらにはこれらのためのキャリアパスの明確化や計画的な研修・訓練・人材活用を行っていくことが重要である。

② 客観的で公正な処遇の導入

多くの中小企業が、研究者・技術者・若年作業者の不足を問題としているが、その原因については、賃金が安い、仕事や会社の将来展望が見えない、会社が有名でないことなどを指摘する企業が多い。

経営者は、このようなイメージを払拭することが重要であるが、この原因のひとつは、処遇を改善しない経営者にもあると考えられる。低賃金熟練工を求めることは困難であることを認識し、就業者のやる気とアイデアを引き出す職場環境の改善や賃金等の処遇の適正化に努める必要がある。特に、客観的な基準などに基づく能力給や優れた技術開発や商品開発に対する賞金の支給を導入し、社員の評価を公正かつ客観的に行い、結果を処遇に反映させることが、ものづくり力の強化にとって重要である。また、創造的な活動を進めるためにインセンティブの付与が効果的である。

4. 2. 3 技術者・技能者の資格・等級制度の充実

人材育成のために、技術士・技能士制度の活用と充実を図ることが考えられる。具体的には次のように考えられる。

① 技術士制度の充実

ものづくりの分野で将来求められる人材として、工学的技能者、IT 技能技術者、技術経営者等が考えられるが、これら人材の客観的評価を行う仕組みとして、技術士の部門の中に、これらの人材に対応した部門の検討が必要である。

② 技能士等の活用

ものづくりに関する職業能力の開発や向上を図るためには、その職業能力が的確に評価されることが重要であり、公的な技能検定や民間において行われる職業能力検定を活用するため、国は技能検定制度を適正に運用するとともに、民間において行われる職業能力検定についても、職業能力を公正に評価しうると認められるものを認定する制度を整備することが必要である。

4. 2. 4 創造性を伸ばす人材教育

人材育成のためにはものづくりの楽しさを教え、創造性、問題発見力・解決力を指向した技術・技能教育を行うことが重要であり、そのために関係省庁が連携しつつ、創造性を伸ばす人材育成に向け適切な対応を行っていくことが必要である。

また、企業と大学との共同による教育プログラム開発の取組などが期待される。例えば、他の教育機関や企業等との意見交換を行いながら、ものづくり教育を行うための民間企業の優れた技能者やOBの活用、実践的なIT教育の実施、大学・中小企業大学校・公共職業能力開発施設・工業高校等の施設・設備の相互利用(IT設備のネットワーク化等)、資格の取れるカリキュラムの導入等を実施していくことが求められる。

さらに、ものづくりの楽しさや新しさを学生に伝えていくためには、工業高校・高専・大学の教員等が、企業活動におけるものづくりの現状に係る知見を得られるような機会を用意していくことも重要である。具体的には、企業の実務経験者を講師としたNC、MC、CAD/CAMについての講義・実習や教員のインターンシップへの参画などが考えられる。

① 小・中学校

中学校までに受けた教育がその後の興味に影響する可能性は高く、小・中学校段階においてもものづくりを体験し、その魅力を感じることは大切である。また、自由なものづくり体験を通じて設計分野などにおける創造性を高める教育の促進も期待される。

② 工業高校

ITに関する基礎知識、ものづくりに関する知識、技術の実習を取り入れながら教えることが重要である。また、企業による就業体験の実施など地域の企業と工業高校が連携してものづくりに関する教育を進めていくことも重要である。

③ 公共職業能力開発施設

CAD/CAM等のIT関連の知識・実技の訓練に加え、創造力を強化する訓練が期待されている。今後のさらなる雇用の流動化が予想される中で、企業は就業者の教育・訓練を外部に依存していくと考えられ、公的な職業能力開発施設の役割が一層高まると考えられる。

④ 大学

大学は、知的資源等をもって積極的に社会発展に資する、開かれた教育機関となることが重要であり、地域社会や産業界の要請等に対応し、幅広い教育を行うことが期待されている。

例えば、ものづくりの分野では、創造力を高める意味からも実技の経験等を重視することが求められている。今後は、情報化社会で活躍できる情報技術について専門的知識と応用力を有する人材、専門的知識と創造力を持ち、新しい領域を開拓することのできる人材、技術と経営についての知識を学び起業家精神に富んだ人材の育成が一層重要である。

4. 2. 5 長期間のインターンシップの導入

工業高校、産業技術短期大学校、工業大学の学生に対するアンケートによれば、インターンシップ（学外での実習あるいは研修制度）について今後希望するものとして、企業における実際の製造現場での実習、企業の研究・開発現場で開発に参加・実習、様々な企業の工場訪問などが上位を占めており、インターンシップの期間については、夏休み等に1週間連続、あるいは、1学期程度（毎週2～8時間程度）に対する希望が強く、長期と短期の二極分化が見られる。

インターンシップについては、あまりにも期間が短い場合は、工場見学程度にとどまり、企業・学生双方にとって効果が生まれないケースも想定される。こうした観点から、長期のインターンシップの導入や普及についても検討が必要である。また、多くの学生が希望している研究・開発現場での開発に参加等を行うインターンシップを導入することも重要である。例えば、学生の中にはITに対する知識が豊富なものもあり、このような学生が長期間のインターンシップにより製造分野のデジタル化に関する研修を受けることは、学生にとって学習したことの貴重な実践体験であるとともに、受け入れ中小企業にとっても新しいITに関するノウハウや技術を導入する上で、学生から学ぶことも多く有意義である。

またインターンシップに関しては、学生だけでなく社会人に対する受け入れ体制を拡充し、いわゆる異業種交流を教育という視点から利用することも考えられる。

4. 3 新しいものづくりに役立つ連携の推進

中小企業がものづくり技術を活用し、開発力や提案力のある企業を目指していくためには、連携が有効な手段のひとつであり、具体的な事業化を目的とした企業間連携や産学連携を積極的に推進していくことが重要である。

4. 3. 1 中小企業のネットワーク化・クラスター化

ものづくりに携わる中小企業においては、マーケティングと技術開発を一体の問題としてとらえ、地域的なネットワークやクラスター（グループ）の形成を通じて、個々の中小企業単独では不十分

な情報発信力・市場開拓力・技術開発力を強化しようとする試みがなされつつある。このようなネットワークやクラスターにおいては、具体的な企画や提案についての戦略的な議論を行い、共同研究開発などを視野に入れたより具体的な意見の交換や対話を深めることを目指しており、特に、ITを活用した情報の共有化により、市場ニーズの把握や開拓、高度化・専門化・複雑化する技術に柔軟かつ機動的に対応しようとしている。

4. 3. 2 大学等研究機関との連携と技能工学の横断的研究

地域におけるものづくり技術・技能の蓄積と、大学・国研等の研究能力や技術が融合することにより、新しいニーズに対応した製品が生まれる可能性が高い。特に、中小企業の場合はその成果が事業化に結びつく傾向が高い。大学、国研の研究者がその研究成果を事業活動として実現するため、役員を兼業することも可能になっている。しかしながら、多くの中小企業にとっては、大学、国研等の研究に関する状況は把握できておらず、技術移転機関（TLO）等の活動を通じて、大学の研究成果の移転とともに、研究成果の企業への情報提供等を行っていくことが重要となっている。また、大学・国研・公設試の研究者が参加している学会の意識改革と中小企業の学会への積極的参加も必要になりつつある。研究開発を重視し、高度な技術に取り組む中小企業が増加してきており、これらの企業は学会参加により有益な刺激を受けており、意欲の高い中小企業の積極的な学会参加を促進するため、学会が中小企業側のニーズを踏まえた運営を検討することも求められている。

さらに、技能の客観化、マニュアル化、技術化を工学的に研究するとともに、技能者の持つ経験知と創造力との関連について研究する「技能工学」ともいうべき分野が、IT化やプロダクトイノベーションを進める上で重要になりつつある。このような分野について、それぞれの学会が横断的に参加する研究活動の充実や、そのための中小企業者も参加した新しい研究会の設置も求められている。

4. 3. 3 公設試を橋渡し役とした産学連携の支援

公設試は中小企業技術改善・開発にとって重要な役割を担っている。近年、中小企業が技術分野で最も多く利用している外部研究機関は公設試であり、試験検査や相談業務に加え、共同研究の連携希望先として、公設試との交流を希望する中小企業も増えている。

今後、公設試は、その業務内容・特色・得意分野等について内外に明確にアピールするとともに、気軽に相談できるファーストアクセスポイントとしての機能と専門分野に関する支援機能をあわせ持つことが重要である。

これまで、一部の公設試においては実用化研究より論文の作成や発表に重点を置く基礎研究重視の傾向が見られたが、今後は産学連携の橋渡しを行うコーディネータとして企業ニーズに対応した研究開発支援を行っていく姿勢を、地域の中小企業をはじめ外部に対して明確にすることが求められている。

4. 3. 4 地域一体となった複合的連携の推進

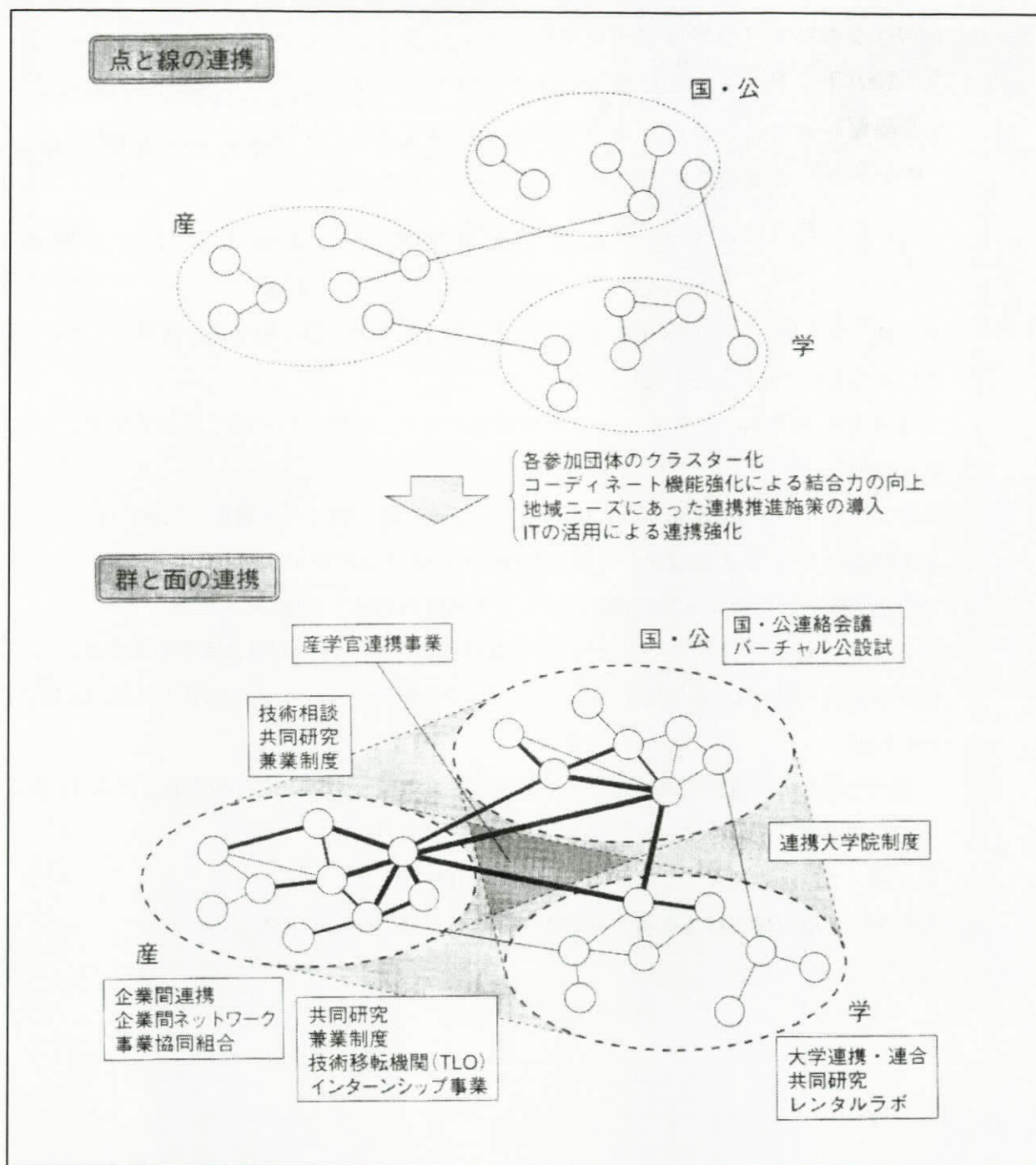
これまでの産学間の連携は、主として企業と大学との一対一の関係が中心で、いわば「点と線」の連携であるが、近年、IT 等を活用した企業グループから大学グループへのニーズの提示や、大学グループから企業グループに対するシーズの提供が生まれつつある。その両者の最適なマッチングを図る形態として、いわば「群と面」の連携とも言える新たな活動の萌芽が見られつつある（図 4. 1 参照）。

今後は、中小企業のネットワーク化やクラスター化を通じた交流は、こうした「群と面」の連携を進める上で重要な活動であり、優秀なコーディネータの選択と地域ニーズにあったきめ細かな連携施策の導入によって、積極的に進められていくことが期待される。

今後は、IT とものづくりの融合や産学連携についても、これらの活動を拡充し、製造現場の IT 化や共同研究開発について、関心のある中小企業、大学、学生の幅広い参加を得て、IT 導入・産学共同研究に関する成功事例(ベストプラクティス)の情報交換やインターンシップなどを積極的に推進していくことも重要である。

また、地域の産学が一体となってもものづくり人材の育成まで一貫した連携を行い、IT 等の新技術への対応を通じて、地域全体のものづくり技術・技能の水準を強化し、発信力を高めていくことが期待されている。このためには、企業が大学などの教育機関に、どのような教育を要望しているのかをフィードバックし、教育機関が教育プログラムを整備する際の参考とすることが重要である。

図4.1 「点と線」から「群と面」の産学官連携へ



(出所) 中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」

[参考文献]

- 中川威雄「デジタルマイスタープロジェクトによる日本の製造業の活性化」システム/制御/情報、Vol.46,No.8, p.459 ,2002
- 小島・森「加工技術のデジタル化」精密工学会誌 Vol.68, No.10,2002
- 中川威雄「デジタルマイスタープロジェクトによる型技術の革新」型技術, Vol.17,No.6,pp.24—29,2002
- 西郡榮、鈴木亮太郎「鍛造工程設計支援システムの開発」型技術, Vol.17,No.6,pp.24—29,2002
- 笹川勝、亀山賢一「プレス金型領域における製品図面および工程設定の標準モデルの開発」型技術,Vol.17,No.6,pp.24—29,2002
- 産業研究所/政策科学研究所「技能の科学化と科学の技能依存に関する調査研究」平成 14 年 5 月
- 日経コンピュータ 2001 年 12 月 17 日号「トヨタ、知られざる情報化の全貌」
- 榎木哲夫「人間・機械・環境系からみる熟練技能」計測と制御 1998 年 7 月
- 野中郁次郎、竹内弘高「知識創造企業」東洋経済新報社 1996 年 3 月
- 日本金型工業会 平成 14 年 5 月 17 日「金型図面等不正流出問題に関する要望書」
- 経済産業省 平成 14 年 7 月 12 日「金型図面や金型加工データの意図せざる流出の防止に関する指針」
- 三菱総合研究所「我が国のものづくり基盤産業の課題と対応に関する調査」平成 14 年 3 月
- 中小企業庁編「中小企業の新しいものづくり」2000.10
- 関光博「空洞化を超えて」日本経済新聞社 1997 年
- 中村肇「製造現場の技能伝承」精密工学会誌 Vol.68, No.10 ,2002

第 II 部

1. デジタルマイスタープロジェクトの現状と今後

講師：吉田健一郎 経済産業省製造産業局産業機械課課長補佐

【講演】

1. 製造技術開発の課題と対応する主な施策【スライド 2】

デジタルマイスタープロジェクトは平成13年度から始まっている。今回は、プロジェクトの背景、概要、実用化の方向、今後の展開について話をしたい。

プロジェクトの説明の前に、産業機械課が取り組んでいる技術開発の全体像を説明するなかで、デジタルマイスタープロジェクトの位置づけについて説明したい。

産業機械課は、製造技術（ものづくり技術、プロセス技術）を横断的に扱っているが、現在大きく3つのアプローチがある。

第1が、政府全体で推進すべきものとして、ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクを掲げているが、これらの実用化を支援する新しい製造技術を開発するアプローチである。

「MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems)」プロジェクトは、以前立ち上げたマイクロマシンプロジェクトの成果を活かした後継のプロジェクトで、実用化に結びつけようとしている。半導体技術では写真の技術を応用して回路をつくっているが、それをさらに進めて、チップ上に複雑な動きをする機械構造を作り込む技術である。車のエアバックを作動させるセンサーなどの市場が既にできている。今後、ITやバイオの世界でも使われる技術として、ものづくり技術として推進していきたいと考えている。

「マイクロ化学プロセス技術」はMEMSに深く関係しているが、微小チップの上で化学反応を起こそうというものである。狭い範囲で反応を起こすので、高速性、モバイル性があり、将来的には血液検査が家でもできるような社会が実現できるのではないかと思う。

第2が、日本で培ってきた高度な製造技術を利用した新産業創出のアプローチである。具体的には現在ロボット技術を扱っている。介護や災害の現場で活躍する新しいロボットを次世代ロボットとして開発している。これまでは、工場など製造現場でロボットを使っていたが、それだけではもったいないので、新しい市場を開拓しようとしている。

以上のアプローチは、いずれも新しいところを切り拓くというものであるが、第3のアプローチは、製造技術を下から押し上げるイメージで、既存の分野で、IT等を積極的に活用して、生産工程の高度化を図ろうとするものである。その代表格がデジタルマイスタープロジェクトであると考えている。また、国際共同プロジェクトであるIMS (Intelligent Manufacturing Systems) プログラムでもITを利用して生産工程の高度化を目指している。

このように新しいものへの取組と、既存のものの競争力強化の両面を考えて施策を検討している。

2. デジタルマイスタープロジェクトの背景【スライド 3-5】

デジタルマイスタープロジェクトは平成13年度から始まっているが、その内容検討は、11年度、

12年度から始まっていた。このプロジェクトに非常に大きな影響を与えたものとして、故小渕首相の提唱によって始まった「ものづくり懇談会」がある。ものづくり全体の課題を議論し対策を考える会であったが、そこでの議論で製造業が直面する問題点として指摘されたのは、若者の製造業離れや現場技能者の高齢化により現場に人材がいなくなって技能維持が難しくなっていること、低コストを背景としたアジア諸国の追い上げへの対応、日本企業自体の生産拠点が海外展開していったことへの対応のあり方などであった。

これら問題に対処する基本的な考え方は、ITを最大限に活用して、QCDのパフォーマンスのさらに高いものづくりを実現し、日本が強いプロセスイノベーションにおけるリードを確保することであり、このリードを土台とした競争優位を背景に、さらなる新技術、新商品開発を進め、中長期的には、米国と並ぶプロダクトイノベーションを中心とした付加価値に依存する経済に移行していくということである。

そこでまずは当面のリードを保つために、プロセス技術にITを使って、それを使える形にしていきたいというイメージである。その具体的なやり方としてデジタルマイスタープロジェクトを位置づけている。

デジタルマイスタープロジェクトが目指す製造業のIT化のポイントは、米国の後追いではないIT化を目指したいと考えている点である。アメリカは、SCM、PDM、CRMのように製造現場を含むが、顧客、マーケティング製造業の周縁部も含めてIT化し全体の効率化を行った。日本でもそうすべきであるが、日本の強みは製造現場にあるので、その部分の徹底的なIT化を目指すべきであると考えている。

また、技能のデジタル化のジレンマへのチャレンジもポイントである。デジタルマイスタープロジェクトに多くよせられる批判に、デジタル化によってコピーがしやすくなると、それが簡単に海外に流出して真似され日本の比較優位がなくなるのではないかと、というものがある。それに対する答を出すべく挑戦をしていきたい。具体的には、ひとつは高度な技能のデジタル化、もうひとつコピーされにくいデジタル化である。

高度な技能のデジタル化は、技能の高い段階でのデジタル化であり、それさえあれば素人が技能者と同様に使えるというものではない。技能を持った人が使ってはじめてその成果が生きるものというイメージである。コピーされにくいデジタル化とは、技術面だけでなく制度的な方法を含み、有効な仕組みを考えていきたいと考えている。

3. デジタルマイスタープロジェクトの概要

(1) プロジェクトの構成【図16-7】

デジタルマイスタープロジェクトは、経済産業省の製造産業局産業機械課と中小企業庁技術課で担当している。産業機械課では、3年間で約70億円の予算で補助事業と委託事業を実施している。プロジェクトリーダーの中川威雄先生のお話では、金型の分野でこれほど大きな国家プロジェクトははじめてであり、業界の中でも期待が高まっているとのことである。併行している小企業庁のプロジェクトは産総研のものづくりセンターの小島所長が中心となって進めている。

産業機械課では、金型を具体的なターゲットとして、金型産業の効率を上げていくことを成果と考えている。金型をモデルにした理由は、技術面からの判断として、金型の技術がノウハウや技術のかたまりとして捉えることができるためである。もう一つは金型産業の重要性で、日本の基盤を

支える産業であるためである。素形材産業室とも連携してプロジェクトを進めている。

一方、中小企業庁の方で進めているものは、金型に特化せず、中小企業を対象とした基盤技術という少し広い切り口である。

（２）金型設計・製造支援アプリケーションの高性能化に関する技術開発【スライド 8-13】

補助事業の１つである「金型設計・製造支援アプリケーションの高性能化に関する技術開発」は全部で16テーマある。CAD/CAMを利用し、技能を引き出すことができるアプリケーションソフトの開発である。

金型設計・製造における熟練技能者の「技能」をデータベースに蓄積し、CAD/CAM等の設計・製造支援アプリケーションを通じて活用するシステムの開発を行っている。試作品評価の段階で明らかになる可能性のある問題の解決に使われる「技能」を前工程（製品設計や金型設計など）で活用できるシステムが開発され、再設計・修正等の手戻りをできる限り削減し、生産性の向上が図られている。プロジェクトの効果として、金型の開発に要する日数が大幅に短縮された。これより製品のモデルチェンジへの対応が可能になり、開発に要する人件費をはじめとするコスト削減に成功し、構想力の向上が図られている。高木製作所では自動車部品のプレス金型開発が24日から9日に短縮（63%減）、ゴーシュでは自動車部品の鍛造金型開発が75日から45日に短縮（40%減）、アイシン高丘では自動車部品の鋳造金型開発が115日から60日に短縮（48%減）できる見込みである。

従来の工程では、各段階での製品不良を修正する技能は、現場の技能者の頭の中に蓄積していて、技能者個人のレベルでは失敗を繰り返さないようになっていたわけだが、CAD/CAMを利用し、技能をコンピュータで支援することができるようになっていく。

具体的には、技術開発要素を2つに分けて考えている。ひとつは、CAD/CAM上で技能のデータベースが使えるようにするためのインターフェース部分とデータベースの構造部分である。もうひとつは、実際の技能のデータベース化をどうするかである。前者はソフトの部分であるので、ソフトベンダーが中心になっている。後者の技能の方は金型企業が持っている。実際には両者の連携でプロジェクトを進めている。2つに分けているのは、コピーされにくいデジタル化とも関連する。このプロジェクトの成果として実際に世の中に出ていくのは、インターフェースの部分やデータベースの構造のところであり、補助事業後に商品となり、一般の金型企業が使えるようなソフトとして出てくことになる。しかし、データの中身については世の中に出回るわけではない。つまり、技能が簡単にコピーされて世の中に出るわけではない。

現在参加している16のテーマと企業等は【スライド 10】に示すとおりである。16テーマも採択して本当に効果があるのかという批判がある。プロジェクトとしてシステムを作り、それを提供・普及させていくという委託的な方法もあると思うが、すでにこのようなことに挑戦したいという事業者がプロジェクト開始時から多かった。開始時には40テーマがあがってきたがそれを16まで絞った経緯がある。事業としての魅力があるがリスクを伴うものについては、国が後押しすることによってうまくまわっていくのではないかという判断をして、補助事業とした。結果として、いずれも実用化まで考えて進めているので、より具体的な成果が出て、世の中にはインパクトがあるのではないかと考えている。

これが実際に世の中に普及していくための工夫も重要である。プロジェクトで開発対象とする金型の割合を各種金型の出荷額の比率に近いかたちでとっているのも工夫の一例である。また使用するCADも偏らないようにしている。

代表的なプロジェクトの概要を説明する。

(株) 高木製作所と(株) エリジオンは、「小物プレス部品のための加工レイアウト設計支援ソフト開発」を行っている。加工レイアウトとは加工工程の順序のことであるが、プレスによる製品製造においては、通常、何回かのプレス加工工程を経て製品が完成し、各プレス工程に応じた金型を用意する必要がある。しかし、ここでは、①新製品の類似形状を加工レイアウトデータベース上で検索、②類似形状の加工レイアウトが加工レイアウトデータベースから選択、③その加工レイアウトを参照しながら、新製品用加工レイアウトを決定し金型を製造するというシステムを作り、効率化を実現した。

アイシン高丘(株)では「鋳造型構想・金型設計支援システムの開発」している。熟練ノウハウの活用によるトライー発合格の金型設計、世界初の3次元鋳鉄鋳物方案設計システムの開発を行っている。素材設計で鋳造し易い形状にし、方案設計で堰・押湯・湯道の大きさや配置を最適化し、金型設計で部品の大きさ・配置・決定の自動化をした。これにより、生産準備期間が半減し、コストは30%減になり国際競争力が向上が見込まれている。

(3) 生産機械の高精度化、高能率化に関する技術開発【スライド 14-15】

もう一つの補助事業は、「生産機械の高精度化、高能率化に関する技術開発」で全部で10テーマある。加工トラブルの事前予測手法の確立、加工シミュレーターによる工程の最適化、機械の小型化、駆動部の高速化等の技術開発を行い、高精度・高能率な加工機械の開発を行っている。これにより、加工時の消費エネルギーの低減を図るとともに、システムウォームアップ時間や工具交換回数の削減で加工時間の短縮を実現し、製造工程に要するエネルギー消費を効率化を図るものである。

一例を紹介すると、(株) 牧野フライス製作所は、「金型加工工作機械用傾斜角度自動割出し機能の技術開発」を行っている。【スライド 15】に示すとおり、金型を加工する際、工具の突き出しを長くすると、工具剛性が低下し、また工具先端付近の切れ刃速度はゼロに近いいため、加工能率が悪くなる。そこで、実際には被加工材に適当な傾斜角度を与えることで、工具の突き出しを長を抑え、工具の周縁部を用いて、加工能率を上げている。本来この判断は、経験の豊かな熟練工の技能が要求されるが、その判断能力を持つ工作機械の開発を目指している。

(4) 金型設計・製造における技能の技術化に関する研究開発【スライド 16】

補助事業の他に委託事業を行っているが、一つが「金型設計・製造における技能の技術化に関する研究開発」である。16の補助事業は事例集であり、膨大なデータなので、発展性には限界がある。委託事業では、データベース構築のあり方の検討、技能の体系化、条件選択で効率よく検索のあり方について検討するというチャレンジをしている。

(株) 電通国際情報サービスとオークマ(株)で、金型設計・製造を対象として、現場における問題発見・解決に活用されている高度な技能を抽出し、思考のプロセスを含めて体系化し、データベース化する手法を開発している。より技能者に近い複雑かつ柔軟な判断が可能なシステムを目指している。

このデータベースの特徴は、①条件分岐を活用して技術を体系化すること(これにより複雑な技能を多数データベース化する)、②条件選択により検索対象を絞り定めること(効率的な事例検索)、③条件分岐での事例呈示(あいまい検索が可能となり、使う人の判断が生き、容易にコピーされない)である。

このようなテーマを扱うことについては、必ずしもビジネスにすぐには結びつかない部分で挑戦すべきものと捉えている。

（５）超精密型の加工技術の研究開発【スライド 17-18】

「超精密型の加工技術の研究開発」も委託事業で、２テーマが進行している。

「複雑形状を持つ超精密型の加工・計測技術の研究開発」は理研が担当する製造工程のIT化で、超複雑型生産機械開発のプロジェクトである。超精密加工技術（切削・研削加工）、超精密オンマシン計測技術及び超精密成形加工技術を統合化するプロセスシステムを用いた、複雑形状を持つ非球面光学部品等の超精密金型の加工・計測技術の研究開発を行っている。

「微小な矩形断面形状構造を持つ超精密型の製造・計測技術の研究開発」は産総研が担当しておりMEMSとの関連がある。高アスペクト比構造の加工技術（ドライエッチング法、放射光露光技術）や断面構造の非破壊計測技術を開発することにより、微小な矩形断面構造を有した金型の加工、評価技術の研究開発を行っている。

（６）プロジェクトの特徴【スライド 19-20】

本プロジェクト進め方の特徴は、頻繁なヒアリング等による審査・評価にある。13年10月にスタートしてから、すでに４回の評価ヒアリングを実施している。第２回の時点で、補助事業については34テーマから26テーマに絞りこんでいる。これは予算が厳しかったという面もあるが、新しいアイデアであってもコンセプトがはっきりしないもの等については削減した。公開ヒアリングについては今後も実施していくつもりである。

またこのプロジェクトで得た成果は積極的に世に出すことを進めている。開発されたシステムの販売も進めており、実際の波及効果も出てきている。最も進んでいる例だが、三菱電機メカトロニクスソフトウェアでは、従来人手で切り分けていた放電と切削の切り分け、加工工程、使用工具、切削条件、放電加工条件等を自動設定し、高精度金型加工の自動化による工数削減を実現する

「CamMagicDM」というソフトウェアを14年11月から販売している。他の補助事業を受けたテーマでも、成果物の販売を想定して開発に取り組んでいる。

成果の海外流出防止に関する措置として、委託契約書及び補助金交付要綱で海外販売の際の届け出の義務を明記することになっている。

４．デジタルマイスター関連技術の今後の展開【スライド 21】

今後の展開として、委託・補助先の企業による成果の実用化への支援、評価委員会の公開による社会的に認知を深めていきたいと考えている。

また、現在は金型分野に絞っているが、他分野へも展開していきたい。産業機械課は所管している産業が多くあり、すでに調査を開始している業界もある。

MEMS製造技術についても展開を検討している。マイクロマシンプロジェクトの時代からの蓄積があるので、それをデジタル化し、基礎的な部分を体系化、整理してデータベース化して活用する仕組みを実現できるのではないかと考えている。

【質疑】

1. プロジェクト成果の普及

質問：20年くらい前になるが、産業機械課にいたころ、マイクロマシンプロジェクトについて、それが実現すると血管の中をはしるロボットができるという説明だった。その後の展開を経てデジタルマイスタープロジェクトになってきたということだが、マイクロマシンのときに構想していたものはどれくらい実現したのか。

吉田：残念ながら血管内ロボットについてはまだ実用化になっていない。しかし基盤技術がつくれ、それはMEMSにも受け継がれている。血管内圧力測定の機器などについては、実用に向けた研究が進められている。

意見：これまでのプロジェクトでは、成果は結果的に委託先に蓄積されて、世の中に普及しないという課題があったと思う。デジタルマイスタープロジェクトでは、成果を公開してみんなに使ってもらうということになっているが、特別な普及手段はあるのか。

吉田：補助事業後のビジネスの中での普及を目指している。その意味で、委託ではなく、補助事業としてあえて多くのテーマを採択している。ソフトウェアの支援ではなく、主眼はそれを利用することで金型産業を支援するというスタンスである。

質問：コピーされにくい技術とは具体的にどんなものか。

吉田：まず、高度な技能をデジタル化することである。それを利用するためにある程度の技能を要するものを想定している。また、検索をする際に、条件分岐をつけておき、事例呈示がなされた場合、それを利用者が選択するように設計する。提示されたものの中からどれをとるかは技能者が判断するので、素人では選択できない。ある程度知恵のある人が使わないと有効ではないシステムである。

制度的には、補助事業では、CAD/CAM上で技能を使える部分についてはインターフェースだけが社会に流れ、技術の中身は社会に流通しないようになっている。

また、契約上、海外に出す場合は、役所への報告義務を課している。

意見：コピーをされることは残念なことである。しかし、海外に販売するのを制限したとしても、日本の企業自身が海外に出ていく。また、中国等の技能のレベルアップもあり、必ずしも素人が使うという段階にとどまっているわけではないだろう。ものづくり懇談会での議論をふまえて、このプロジェクトがたちあがったことは評価したいが、これはあくまでも第一段階である。海外からのフォローアップもあるので、日本の事業者が自助努力することも必要不可欠であろう。これはひとつのきっかけとして展開をしてもらいたいと思う。

技能者の高齢化はそれでも深刻な問題であり、危惧している。

質問：ノウハウの流出について、海外についての対応はあるようだが、国内他業者への流出についてはどのように考えているか。プロジェクトの成果を国内全体の底上げのために公開することは、公的資金を使っている以上当然のこととは思いう。その場合ソフトについてはよいが、金型技術の場合に自社のノウハウを公開することになってしまうと、小さいところはプロジェクトに手を挙げに

くくなるような気がする。

吉田：補助事業の成果の販売義務づけはできないが、積極的に世の中に出してほしいと考えている。それは技能の中身ではなく、システムの部分である。現在の16テーマで進めているところも、技能の中身そのものでなく、インターフェースやデータベース構築の部分で公開できるものがある。テーマ採択の際にもその視点を評価指標としたいと思う。

意見：国のプロジェクトで、建前ではなく普及を図ろうというこのデジタルマイスタープロジェクトはある意味で革命的だと思う。普及のために商売ベースで売るという方法は一番よい方法だと思う。それ以上のことは役所としては対応しにくい部分があるだろう。

質問：金型とロボット開発に関するプロジェクトもあるようだが、これはデジタルマイスタープロジェクトとは異なるのか。

回答：平成15年新規予算での委託事業で、戦略的基盤技術力強化事業である。製造業の国際競争力強化のために、金型分野・ロボット部品分野の技術開発プロジェクトに対して集中的に支援する。

1テーマ当たり1億円程度で、総額32億円。現在運用を検討しているが、4月頃に公募をする予定である。

2. 技能の継承と人材育成

意見：本プロジェクトの評価にかかわっている経験からのコメントであるが、金型ベテラン技能者は、最初はデジタル化にはあまり肯定的ではない。ベテランの頭の中にある技能を言葉にしていけるのは非常に難しいようである。しかし、経過を見てみると、社内で、ベテランと若手が話しているうちに、情報交換できるようになっていくようだ。ノウハウが使えないと新しいものが開発できなかったものが、デジタル化の試みによって可能となり、また納期短縮が可能となるなど、当初の予測よりも効果がある。個々の企業の機密にかかわるノウハウは外に出さないようにしている。いずれはそれも出ていくことになるだろうが、当面はリードできるのではないかという印象である。ソフト開発については、実際に役立つようになるまでにはかなり時間がかかりそうである。

評価委員は非常に厳しい。また予算も削減しており、15年度はもっと減る可能性あるので危惧している。全体的にみて、最初の予測よりもプロジェクトの効果が上がっていると思う。

意見：本プロジェクトを進めている過程で感じていることがある。まず、一般にはデジタルマイスターに対する誤解がある。これでいいシステムができると技能者がいらなくなるという人がいる。しかし、それは間違いである。ここで作られるシステムは技能者が使いこなすツールである。

技能の解説者であり自らも職人である小関智弘氏の話では、彼は、工作機械でモノを削っていくときに、そのノウハウをノートに記していた。習慣的にそのようなノウハウは技能者の頭の中にあるもので、普通はやらないことであった。しかし、彼はノートを取ることで過去の経験を蓄積し、ノートはそれを引き出すツールとなった。デジタルマイスターも本質的にはそれと同じであると思う。

そして、重要なのはこのツールを使いこなす技能者の養成である。ものづくりの現場では、まだCAD/CAMを使える人材は少ない。メーカーからの3次元の発注データがきても、それを一度図面化して対応しているところがまだまだある。もっと効率化するためのトレーニングの必要性を感じ、

平成14年度の補正予算で、大田区と東大阪で、デジタルマイスタープロジェクトの成果を技能者が体験できる人材育成支援センターをつくる予定である。

金型図面の流出は、ユーザー経由で起こっている。ソフトの権利をどう守るかの問題である。機密保持の契約がないのが現実で、ノウハウを開示しあって開発してきた。安価な取引コストだったが、世の中の取引状況が変わってくると、きっちりと契約してお互いの権利を守らざるを得ないだろう。

質問：デジタルマイスターでは、ベテランの技能を後継者につたえるという面と、ベテランを支援する面とがあると思う。現実には、ベテランの技能者に有効なソフトはあるのか。また、そのようなソフトがあれば、後継者難は解消されるということなのか。

例えば、組成変形の計算ができるものがあれば、それはベテランを支援するとともに、若い人の知的好奇心や能力を伸ばせる可能性あると思う。

吉田：このプロジェクトで開発されるものはツールであり、それを使うことで、高度な技能を持った人がより効率的な開発ができることが重要である。いくらシステムがあっても素人が金型を作ることが可能になるというものを目指しているわけではない。しかし、このシステムを使うと、従来よりも早くベテランの域に達することは可能になるかもしれない。いずれにしても使う側の能力・技能は不可欠である。

質問：このシステムによって、技能の後継者が興味を持つような仕事に変えていくことが重要ではないかと思うが、それは可能か。

吉田：これまでは若手が現場に行きたがらない面はあったが、システムが導入されれば、コンピュータを使った計算が必要になるだろうし、そういうことに興味を持つ若者も受け入れることが可能になるのではないか。

意見：プロジェクトの経過を見ていて、ベテランと若手がコンピを組むことが非常に有効であると感じる。技能は、ベテランの頭の中にある。若手は理論や数値はわかるが実際とは違う。それを組み合わせることで、若者の興味と技能の継承を繋ぐ可能性がある。

意見：技能を持った人材が必要だが、インセンティブをどう与えるかも今後は重要になると思う。もちろん基本は個々の企業の努力だが、表彰制度のようなものを検討してもよいのではないか。

吉田：その点については、ものづくり懇談会でも議論があった。技能オリンピックも重視し、また期待したいと考えている。

【スライド1】

Digital Meister Project

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

デジタルマイスタープロジェクトの
現状と今後

経済産業省 製造産業局 産業機械課
吉田健一郎

【スライド2】

Digital Meister Project

製造技術開発の課題と対応する主な施策

重点四分野(ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテク)
の実用化を支える製造技術

- MEMS(Micro Electro-Mechanical Systems)プロジェクト
- マイクロ化学プロセス技術

製造技術

高度な製造技術を利用した新産業創出
- 次世代ロボット

IT等を積極的に活用した生産工程の高度化

- デジタルマイスタープロジェクト
- IMS(Intelligent Manufacturing Systems)プログラム

【スライド3】

Digital Meister Project

製造業が直面する問題点

- ・人材難(若者の製造業離れ、現場技能者の高齢化)
 - 金型に係る熟練技能工の平均年齢は52.5才
- ・低コストを背景としたアジア諸国の追い上げ
 - アジア諸国の人件費は、我が国の半分以上
 - エネルギーやインフラも高コスト
- ・生産拠点の海外展開

【スライド4】

Digital Meister Project

対処の基本的考え方(イメージ)

- ・ITを最大限活用して、QCDのパフォーマンスのさらに高いものづくりを実現し、プロセスイノベーションにおけるリードを確保(5年程度?)
- ・このリードを土台とした競争優位を背景に、さらなる新技術、新商品開発を進め、
- ・中長期的には、米国と並ぶプロダクトイノベーションを中心とした付加価値に依存する経済を構築する

【スライド5】

Digital Meister Project

デジタルマイスタープロジェクトが目指す製造業のIT化

- ・米国の後追いではないIT化
 - 製造現場の技能のIT化
- ・技能のデジタル化のジレンマへのチャレンジ
 - 「高度な技能」のデジタル化
 - コピーされにくいデジタル化

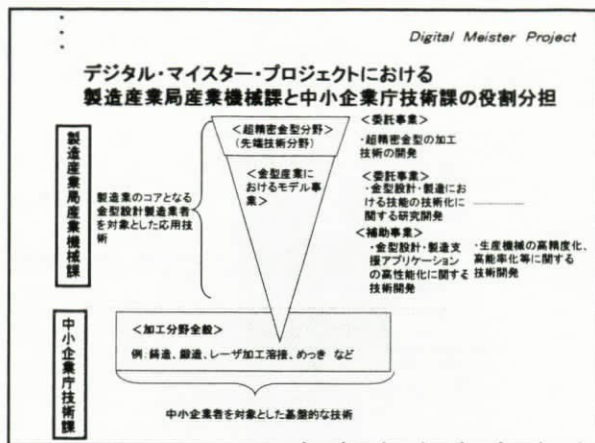
【スライド6】

Digital Meister Project

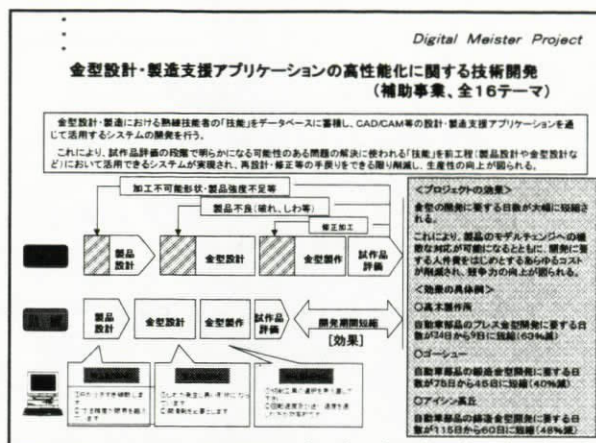
デジタルマイスタープロジェクトの構成

製造産業局 産業機械課	補助事業	①金型設計・製造支援アプリケーションの高性能化に関する技術開発 ②生産機械の高精度化、高効率化等に関する技術開発 (H13: 3,259百万円、H14: 1,558百万円、H15: 1,051百万円、 総額: 5,868百万円)
	委託事業	①金型設計・製造における技能の技術化に関する研究開発 (H13: 300百万円、H14: 144百万円、H15: 101百万円、総額: 545百万円) ②超精密型の加工技術の研究開発 (H13: 300百万円、H14: 84百万円、H15: 59百万円、総額: 443百万円)
中小企業庁 技術課	委託事業	ものづくり・IT融合化推進技術の研究開発(中小企業庁分) (H13: 742百万円、H14: 668百万円、H15: 325百万円) ①加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発(H13-H15) ②設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームの研究開発(H13-H17)

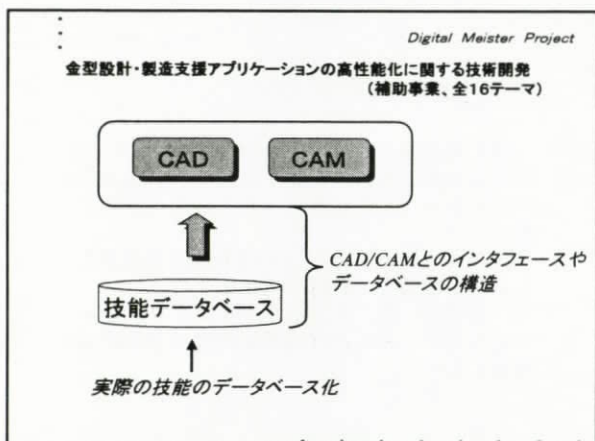
【スライド7】



【スライド 8】



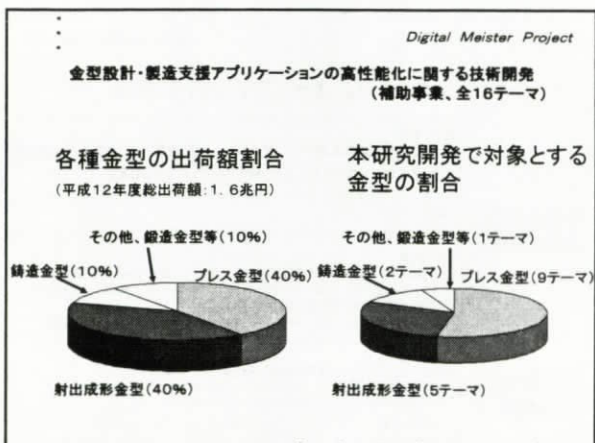
【スライド9】



【スライド10】



【スライド11】



【スライド12】



【スライド13】

Digital Meister Project

金型設計・製造支援アプリケーションの高性能化に関する技術開発
(補助事業、全16テーマ)

アイシン高丘(株)

鋳造型構想・金型設計支援システムの開発

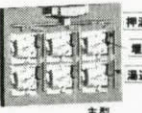
- ◆熟練/ノウハウの活用によるトライエラー合格の金型設計
- ◆世界初の3次元鋳鉄鋳物方設計システムの開発

<素材設計>
鋳造し易い形状



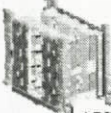
素材形状

<方設計>
型・押通・通道の
大きさ・配置の最適化



主型

<金型設計>
部品の大きさ・配置
決定の自動化



中子型

生産準備期間の半減、コスト30%減による国際競争力向上

【スライド14】

Digital Meister Project

生産機械の高精度化、高能率化に関する技術開発
(補助事業、全10テーマ)

加工トラブルの事前予測手法の確立、加工シミュレーターによる工程の最適化、機械の小型化、駆動部の高速化等の技術開発を行い、高精度・高能率な加工機械の開発を行う。これにより、加工時の消費エネルギーの低減を図るとともに、システムウォームアップ時間や工具交換回数の削減による加工時間の短縮等により、製造工程に要するエネルギー消費を効率化する。

補助事業の名称	事業者の名称	補助事業の名称	事業者の名称
真中放電加工機の開発	株式会社 ソディック	高精度・高速度世代間型マシニングセンタの開発	オークマ株式会社
金型加工工作機械用 傾斜角度自動割出し機能 の開発	株式会社 牧野フライス 製作所	切削加工と放電加工による 全自動金型加工ソフトウェア の開発	三菱電機メカロニクス ソフトウェア株式会社
移動型多軸大型金型加工 工機製作とプログラム生成 の研究	千代田機械株式会社	自動車軽量化に適合する高 強度高耐性部品を製造する 高真空ダイカスト事業化	日立金属株式会社
高精度高効率金型加工 装置システムの研究開発	株式会社 不二越	世界初の次世代型高知能 金型加工システムの開発・ 実証	デジタルプロセス株 式会社 岡田機械株式会社
知識・技能を含む加工指 令の記述方法とその実 現技術の開発	フナツク株式会社	進化する加工情報DBと自 動工程設計を特長とした金 型加工システム	豊田工業株式会社 株式会社豊田中央研 究所

【スライド15】

Digital Meister Project

生産機械の高精度化、高能率化に関する技術開発
(補助事業、全10テーマ)

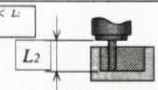
(株) 牧野フライス製作所

金型加工工作機械用傾斜角度自動割出し機能の技術開発

- ◆金型を加工する際、工具の突き出しを長くすると、工具剛性が低下し、また工具先端付近の切れ刃速度はゼロに近いため、加工能力が悪くなる。
- ◆そこで、実際には被加工材に最適な傾斜角度を与えることで、工具の突き出しを長を抑え、工具の周縁部を用いて、加工能力を上げている。
- ◆この判断には、経験の豊かな熟練工の技能が要求されるが、本プロジェクトでは、この判断能力を持つ工作機械を開発する。



傾斜を与えることで能率・剛性ともに高い切削方法



傾斜を与えない切削方法

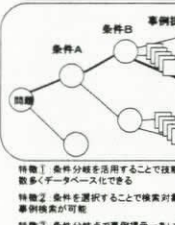
【スライド16】

Digital Meister Project

金型設計・製造における技能の技術化に関する研究開発
(委託事業)

(株) 電通国際情報サービス、オークマ(株)

金型設計・製造を対象として、現場における問題発見・解決に活用されている高度な技能を抽出し、思考のプロセスを含めて体系化、データベース化する手法を開発する。これにより、より技能者に近い複雑かつ柔軟な判断が可能となるシステムが実現される。



条件A → 条件B → 事例提示 → 解決法1 → 解決法2 → 解決法3 → 解決法4 → 解決法5 → 解決法6

事例提示

解決法

事例提示

解決法

事例提示

解決法

特徴1 条件分岐を活用することで技能を体系化する一環的な技能を数多くデータベース化できる

特徴2 条件を選択することで検索対象を絞ることが可能一効果的な事例提示が可能

特徴3 条件分岐点で事例提示一歩いらない提案が可能

補助事業

【スライド17】

Digital Meister Project

超精密型の加工技術の研究開発(委託事業)

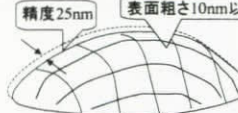
1) 複雑形状を持つ超精密型の加工・計測技術の研究開発(理研)

超精密加工技術(切削・研削加工)、超精密オンマシン計測技術及び超精密成形加工技術を統合化するプロセスシステムを用いた、複雑形状を持つ非球面光学部品等の超精密金型の加工・計測技術の研究開発を行う。

<3次元複雑形状>

精度25nm

表面粗さ10nm以下



加工精度 計測精度

- ・面の輪郭度 25nm以下 3nm以下
- ・表面粗さ 10nm以下

【スライド18】

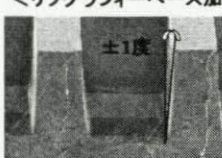
Digital Meister Project

超精密型の加工技術の研究開発(委託事業)

2) 微小な矩形断面形状構造を持つ超精密型の製造・計測技術の研究開発(産総研)

高アスペクト比構造の加工技術(ドライエッチング法、放射光露光技術)や断面構造の非破壊計測技術を開発することにより、微小な矩形断面構造を有した金型の加工、評価技術の研究開発を行う。

<リソグラフィベース加工>



±1度

加工精度 計測精度

- ・垂直面精度 ±1度以下 ±0.2度以下

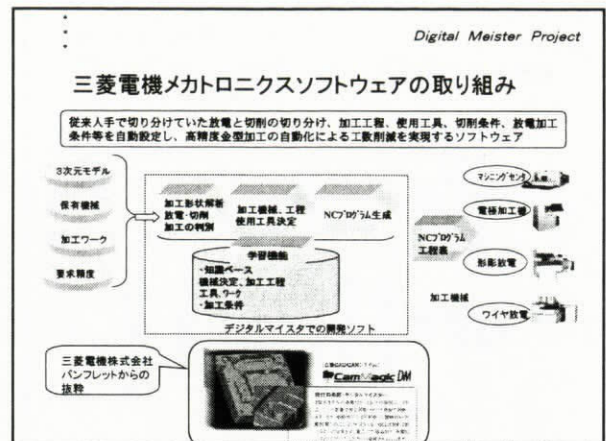
【スライド19】

Digital Meister Project

デジタルマイスタープロジェクトの特徴

- 評価ヒアリング等による審査・評価
 - ・第1回評価ヒアリング(2002年1月)
 - 対象事業:補助事業
 - ・第2回評価ヒアリング(2002年4月)
 - 対象事業:補助事業(34テーマから26テーマに絞り込み)
 - ・中間成果報告会(2002年12月)
 - 対象事業:補助事業、委託事業
 - ・第3回評価ヒアリング(2003年4月予定)
 - 対象事業:補助事業、委託事業
- 成果の海外流出防止に関する措置
 - ・委託契約書及び補助金交付要綱にて、海外販売の際の届け出義務を明記

【スライド20】



【スライド21】

Digital Meister Project

デジタルマイスター関連技術の今後の展開

- ・委託、補助先企業による実用化の計画例
- ・他分野への展開の検討
 - ー各種業界における取り組みの支援
 - ーMEMS製造技術
MEMS開発に必要なノウハウ(技能の固まり)をデータベース化して活用できる仕組み

2. 日本発世界を实践するソフトウェアベンチャーとデジタルマイスタープロジェクト

講師：小寺敏正 株式会社エリジオン代表取締役社長

【講演】

1. 日本発世界を实践するソフトウェアベンチャーElysium【スライド2-24】

自己紹介からはじめると、大学卒業後、ヤマハ発動機に入社したが、30歳で3次元CAD開発のベンチャー（株）アルモニコス設立に参加した。その後社長に就任したが、46歳で社長自らがスピンアウトして、ソフトウェアベンチャー（株）エリジオン（1999年）、Elysium Inc.（2000年）を設立した。エリジオンはほとんど全員がエンジニアで、3次元形状処理技術を基盤としたソフトウェア開発をし、輸出している。また、デジタルマイスタープロジェクトの補助事業で高木製作所と組んで、小物プレス部品のための加工レイアウト設計支援ソフトの開発も行っている。

Elysium Inc.ではソフトウェア開発とともに、ワールドワイドなマーケティング活動を行っている。エリジオンには内部役員2名のほか社外役員が2名おり、それぞれの専門分野でのコンサルティングをお願いしている。米国のCOOは日系4世で、全幅の信頼をおいて経営をまかせている。米国には世界中から優秀な人材が集まる環境があり、CTOはシリア人である。本当は、日本に世界から人材を呼びたいが、現状ではその環境が整わないために、米国に拠点を置いている。

エリジオンとはギリシャ語で理想郷のことであるが、優秀な人材が能力を十分発揮できる環境をつくりたいと願って設立した会社である。本当によいものを作れば低価格にしなくても買い手はある。差別化された付加価値のある製品を作り続けていきたいと思っている。現在経常利益率は30%程度で、社員1人当たりの年間付加価値生産額は一般の1600万円を大きく引き離し3000万円を超えている。

ソフトウェア産業は、開発費は大きいですが、製造費・輸送費がゼロであるので、量産効果の高い産業である。少数精鋭で作り世界中に売ることを考え、ソフトは全て英語版のみを作成している。コアコンピタンスは数学で、高度な分析力、判断力を持った人材を育てていこうとしている。コンピュータはあくまでもツールであり重要なのはコンテンツである。当社の場合は形状処理技術である。この分野での世界のデファクトを目指しているが、現状では日本人の創ったものが国際標準に採用されることはほとんどない。任天堂方式（みんなが使っていてデファクトになる）でいくしかないと思っている。

日本のソフト業界は、海外のソフトを仕入れて日本で売るか、人材派遣の会社がほとんどだが、エリジオンではソフトを自社開発し世界に販売している。また、様々な3次元データの変換や共有ができる仕組みであるインターオペラビリティ・ソリューションの提供も行っている。主力製品には、ダイレクトトランスレータ、テクニカルイラスト作成ツール、メガポリゴンライブラリなどがある。

知性を価値に変える場をつくりたいと願っている。ベンチャー企業ではまず優秀な人材を集めることが重要である。日本は、世界の優秀な人材を集めるには様々な障害があり苦労している。能力が十分発揮されるよう、オフィス環境の整備や福利厚生には配慮している。また、公平な評価シス

テムによる高待遇（頑張れば頑張った分だけ報われるような評価処遇システム）を実現し（同期で年収が3倍開く）、現在日米ともにトップクラスのエンジニアが集まっている。評価は、グループ評価、自己評価、上司の評価、実績をもとに、マネジメント側が全員で評価している。

2. デジタルマイスタープロジェクト【スライド 25-61】

我が国の金型業界は、技術力で世界一といわれているが、小物プレス金型の分野では熟練者に頼った開発が中心である。熟練者の技能を、ITを生かした客観性、再現性ある技術に置き換える生産システムを構築して、コスト削減、品質の安定・向上、リードタイムの短縮などにつなげ、ものづくり力の強化を目指すのが「デジタル・マイスター技術開発助成」事業であるが、当社の取引先でもある自動車小物プレス部品製造の高木製作所と組んで、「小物プレス部品のための加工レイアウト設計支援ソフト開発」を行っている。

高木製作所が過去に手掛けた1万点もの部品製作の成功、失敗事例をデータ化し、新製品開発の際に過去の事例から類似した形状を瞬時に検出して金型を設計するソフトウェアを開発している。

小物プレスは、平板から何工程でどう打ち抜いて作るか、その加工レイアウトの設計が職人芸であり難しいところである。設計者は過去の経験を思い出し、設計図から似たものを探して試行錯誤をするが、それをデジタルで支援する。部品の形状特性を25種類に分類し、新しく作るものの特徴がどこにあるかを自動認識し、製品マスターを登録する。従来4時間かかっていたものが1分でできるようになった。次に、過去の部品から類似形状検索をしてベストなものを選んでくる。加工内容を点数化し、検索条件（基準）を変えて候補を絞りこんでいけるものを開発中である。

全社のデータを一元管理し、過去のデータについては不具合も含めて全て登録し、だれもが同じデータベースにアクセスするデータ統合管理ソフトも開発している。会社ごと適したものを設計する必要があり、その意味で優秀なシステムエンジニア（SE）が重要である。

さらに、加工レイアウトの設計も支援する。加工レイアウトについては、職人から情報収集を行い、それを分析してソフトを組んでいく。最終製品から、どうやって平面にもどっていくかという、ビデオ逆回しの発想で、工程を設計する。変形処理については自動化ソフトを開発中である。

生産準備支援システムである今回のソフト開発で、従来24日かかっていた工程が、9日間に短縮される。これは工数削減だけでなく、顧客にも自由度が増すことになり効果は大きい。このように、ITを導入することで、まだ競争できるところがたくさんある。ソフト開発人材は、大手の研究所に入ってしまうことが多いが、ベンチャーなどもっと活躍できる企業をつくれば、日本も変わっていくのではないと思う。

3. 今後の日本への提言【スライド 62-70】

我が国は、ベンチャー企業を経営する上での弊害が非常に多く、優秀な人材を集めにくい状況にある。税制や、労働条件の問題は知的産業の実態と乖離している。

世界と競争していくためには、小さい政府を実現し、地方分権の推進、国会議員はビジョンを決めることだけをすればよいのではないか。

また、産業政策面でも、国は社会インフラの整備をするだけでよく、新世代を育てる戦略をたて、予算配分すべきだろう。過度な補助金制度ではなく、適正な税制度のあり方を検討してほしい。ベ

ベンチャー支援も、過保護になると世界に互していけない。安易な起業でなく、よい人材を育成することが第一である。現状では、国内に競争相手がいないことが非常に残念である。

【質疑】

質問：国内で競争相手がいない原因は何か。

小寺：大学教育で、ソフトを勉強できるところがない。また、情報系の学生は大手メーカーに就職したが、ベンチャーでゼロからソフトをつくるという土壌が今はない。これはCADベンダーが日本にないこと、教育や、企画の場がないことがあげられる。そもそもソフトを自ら開発して世界で売るという発想がない。また、経営者としてITの中身が分かり、リスクを取る人が少ない。

日本でデファクトを取ることが非常に困難なことも問題のひとつである。日本発で進めようとする、世界からつぶしが掛かるといのが現状で、そこをいかに突破するかだ。

質問：デファクトを主張する戦略はどんなものか。

小寺：データ交換の標準について、任天堂方式で行こうと考えている。特許は取らないで、実力で勝ち抜き、結果的にみんながエリジオンを使っているという状況を勝ち取りたい。

質問：デジタルマイスタープロジェクトの成果、ノウハウは、いずれ高木製作所に移るのか。それとも、エリジオンが継続的にソフトの開発・改良（改革）をしていくのか。

小寺：ものづくりのプロとデータベースの知恵を繋ぐのにエリジオンによる工夫はまだ必要だと思う。コンピュータも発展していくし、シミュレーション等々、人が知恵を入れながら変えていくには、エリジオンのすべきことはたくさんあり、単純に移転するという事にはならないだろう。

質問：国としてもベンチャー育成政策の努力をしているが、現状の日本でそれが育つ素地、環境が果たしてあるのか。期待をしていいのだろうか。

小寺：ベンチャーに対する社会認知はようやくできてきたと思う。しかし、必要なのは、実際にやる人の異常なまでの熱意と努力である。いくら起業の方法を教えてもだめだ。だから特別保護する必要はないと思う。現状では銀行からの資金が得られないので、その部分を支援する方策が必要だ。しかし大事なのは経営者のマインドで、担う人材を輩出していく必要があるだろう。

意見：現在は、皆がほどほどに幸せに暮らせる世の中で、ハングリー精神がなくなっている。成功モデルを示して、若い人への夢につながるようにしていくことが重要ではないかと思う。

意見・質問：デジタルマイスタープロジェクトの審査の過程で、よいアイデアであっても経理審査で赤字があると、補助対象からはずされるのが現状である。やはりインタビュー等で、掘り出すべきだと思うが、提案の拾い上げ方のアイデアはあるか。

小寺：専門化、高度化した社会で、新しいビジネスプランが明確でない（わからない）のが現状。絶対の保証はないが、審査する側にベンチャー企業も入って、人物を見るしくみをつくるべきだろう。ベンチャーで成功した人が後輩のために時間をとることも必要だと思う。

質問：ソフト開発人材に必要な能力はなにか。

小寺：単に作業でなく、付加価値をつけるための知恵が必須である。創意工夫、熱意、きめ細かい配慮、基本的知性、論理力、体力と根気と努力、コミュニケーション能力が求められると思う。

【スライド 1】

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

日本発世界を实践する
ソフトウェアベンチャーElysiumと
デジタルマイスタープロジェクトの
一事例のご紹介

株式会社エリジオン
代表取締役社長 小寺敏正



【スライド 2】

Elysiumのご紹介



【スライド 3】

自己紹介



株式会社エリジオン
代表取締役社長 小寺 敏正 (49)

1977年 東京大学工学部船舶工学科卒業(23)、
ヤマハ発動機に入社

1984年 (株)アルモニコス設立に参画(30)
3次元CAD開発に従事

1996年 同社 代表取締役社長に就任(42)
トランスレータ事業を拡大

1999年 (株)エリジオンを分社設立(46)
代表取締役社長に就任

2000年 Elysium Inc. 設立 CEO就任(47)

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会



【スライド 4】

会社概要

株式会社エリジオン

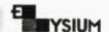
所在地 : 静岡県浜松市
設立 : 1999年11月1日
社員 : 48名
事業内容 : 3次元形状処理技術を基盤
としたソフトウェア開発、
インターオペラビリティ・
ソリューションの提供

Elysium Inc.

所在地 : 米国 LA, デトロイト
設立 : 2000年4月1日
社員 : 10名
事業内容 : ソフトウェア研究開発
マーケティング、営業販売

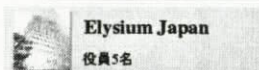


モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会



【スライド 5】

役員



役員5名

代表取締役社長
小寺 敏正 (49)

1977年 東京大学工学部船舶工学科卒業。ヤマハ発動機に入社。84年、所長とスピンドル・アルモニコスを設立。94年より社長を務める。経営の効率化を図り、99年、エリジオンを分社設立。

常務取締役

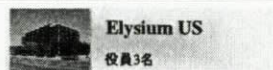
堀田 淳 (44)

1981年、広島大学工学部海洋工学部卒業。ヤマハ発動機に入社。84年、アルモニコスに入社し、92年取締役就任。94年よりエリジオンの常務取締役を務める。

取締役 鈴木 宏正: 東京大学 助教授 (44)

取締役 坂本 孝司: 経済博士、税理士 (47)

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会



役員3名

(CEOは小寺兼任)

COO

Kensuke Tashiro (42)

1984年カリフォルニア大学にて電気工学。電気工学コンピュータサイエンス専攻。87年より16年間Fujitsu Systems Businessでセールスマーケティングマネージャーとして活躍。2000年Elysium US設立に参画し、COO就任。

CTO

Abdul Hamid Shammaal (44)

1984年オクラホマ大学にて土木工学。工学博士課程中。1996年、東芝SDMC社に入社し、97年より部長として勤務。11-DEAS」の開発部長を務める。2000年Elysium US設立に参画。



【スライド 6】

企業理念

1. 技術者の理想郷を追求する。

- ・優秀な社員
- ・やりがいのある仕事
- ・快適な職場環境
- ・実力主義による高待遇



2. 做らず媚びず常に公平で公正な仕事をする。



3. 差別化された高度な技術力を活かし、情報技術分野で世界のオンリーワン企業を目指す。

4. 高付加価値経営を実践する。

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会



【スライド7】

企業戦略

開発費大、製造費・輸送費ゼロ

量産効果の高い
ソフトウェア産業

E YSIUM

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

【スライド8】

企業戦略

コアコンピタンス

コンピュータは単なるツール、
大事なのはコンテンツ＝形状処理技術

E YSIUM

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

【スライド9】

企業戦略

世界のデファクトスタンダード

ニッチな分野でオンリーワン

E YSIUM

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

【スライド10】

3次元デジタルコンテンツを自由自在に操る!

E YSIUM

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

【スライド11】

国内の主な取引先

クライアント

株式会社高木製作所
トヨタ自動車株式会社
日産自動車株式会社
株式会社日立製作所
本田技研工業株式会社

販売代理店

株式会社大塚商会
デジタルプロセス株式会社
株式会社電通国際情報サービス
日本アイ・ビー・エム株式会社

OEM供給先

株式会社インクス
株式会社グラフィックプロダクツ
日本ユニシス株式会社
富士通株式会社
ラティス・テクノロジー株式会社

E YSIUM

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

【スライド12】

海外パートナー

E YSIUM

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

【スライド13】

主力製品(1) ダイレクトトランスレータ

ELYSIUM
ダイレクト
データ
トランスレータ

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

ELYSIUM

【スライド14】

主力製品(2) テクニカルイラスト作成ツール

3D-Tiger

※このデータはUnigraphics Solution社から提供され、ラティス・テクノロジーズ社のXVLに交換したものを利用しています。

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

ELYSIUM

【スライド15】

主力製品(3) メガポリゴンライブラリ

巨大点群からのポリゴン生成

3次元測定器、CTスキャナ等の計測データから立体を生成する機能。
計測領域の重複、計測密度のバラツキに対しても対応。

Input Points Data
Num of Shots: 214
Num of Points: 293,677

Primary Polygon

Finished Polygon

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

ELYSIUM

【スライド16】

主力製品(3) メガポリゴンライブラリ

ポリゴン簡略化

形状簡略後(1012面)

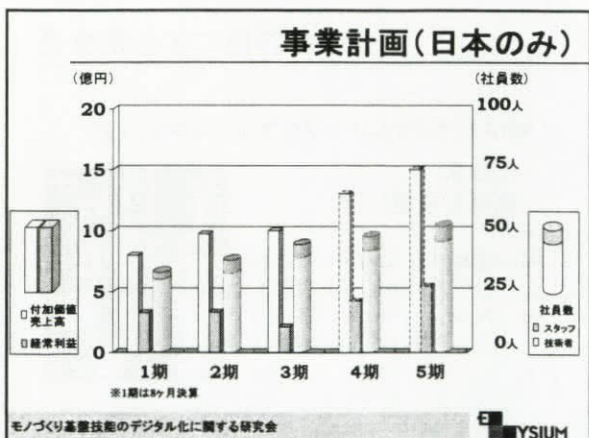
オリジナルモデル(5116面)

※Model Copyright: Viewpoint DataLabs International Inc.

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

ELYSIUM

【スライド17】



【スライド18】

技術者の理想郷を目指して

ELYSIUM

【スライド19】

技術者の理想郷を目指して...

- ・高校球児は賞賛され、ガリベンは否定される一なぜ？
- ・文科系社会に対する理科系の反撃

- 1 やりがいのある仕事
- 2 快適な職場環境
- 3 尊敬できる仲間
- 4 自己実現の機会
- 5 正当な評価による十分な報酬



YSIUM

【スライド20】

尊敬できる仲間

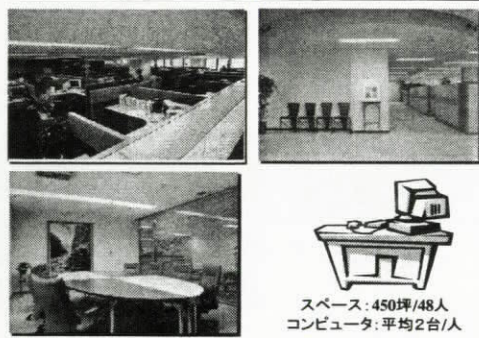


モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

YSIUM

【スライド21】

充実したオフィス環境



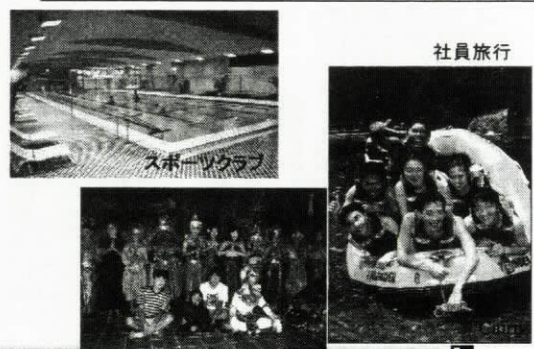
スペース：450坪/48人
コンピュータ：平均2台/人

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

YSIUM

【スライド22】

福利厚生



社員旅行

スポーツクラブ

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

YSIUM

【スライド23】

メンバーの出身校

エリジオンは優秀な人材が存分に活躍できる人生の舞台を提供したい

東京大	19	静岡大	2
東京工業大	2	名古屋大	2
慶応大	4	など	
早稲田大	1		
東京理科大	3		
明治大	1		
立教大	1		
京都大	4		
大阪大	1		
同志社大	1		
神戸大	1		
Moscow State Univ.	1		

(03年4月入社5名含む)

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

YSIUM

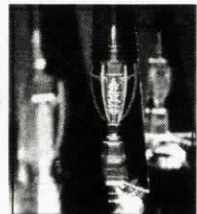
【スライド24】

公平な評価による高待遇

人材は日米ともにトップクラスのエンジニア

- ・年俸制
- ・裁量労働制

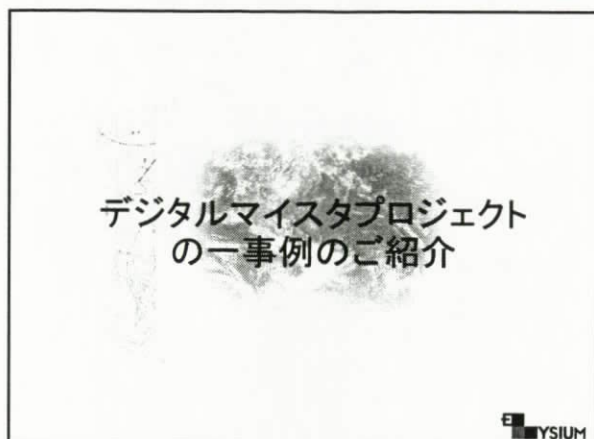
- ・1年以上在籍のエンジニア(平均年齢29歳)の平均年俸 **1,020万円**
- ・マネージャー、シニアSE(平均年齢36歳)の平均年俸 **1,650万円**



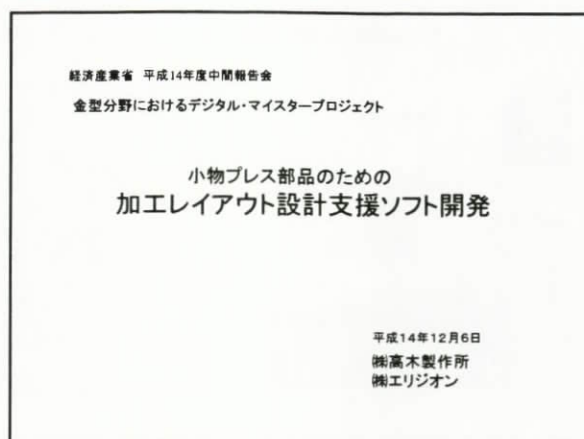
モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会

YSIUM

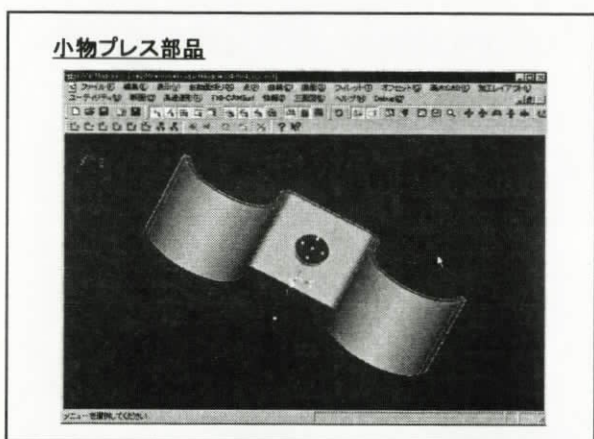
【スライド25】



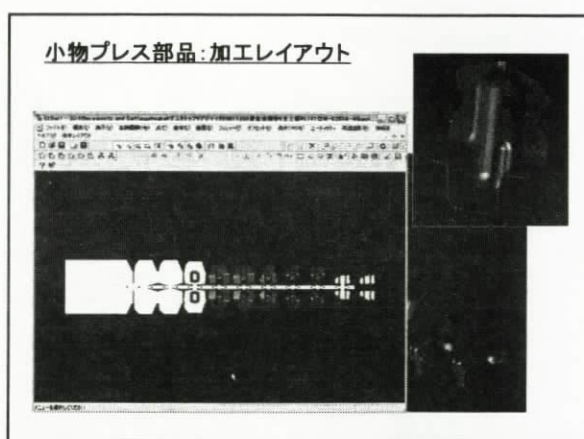
【スライド26】



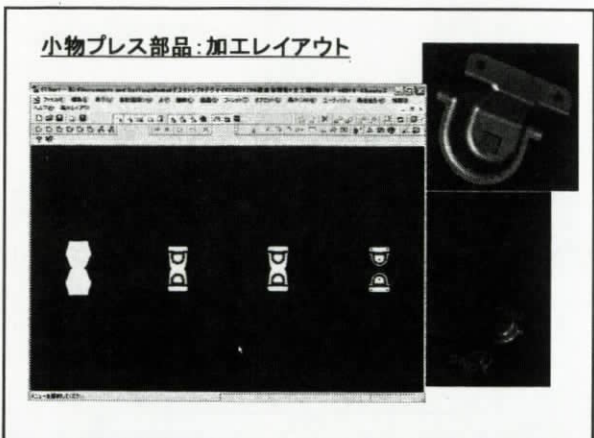
【スライド27】



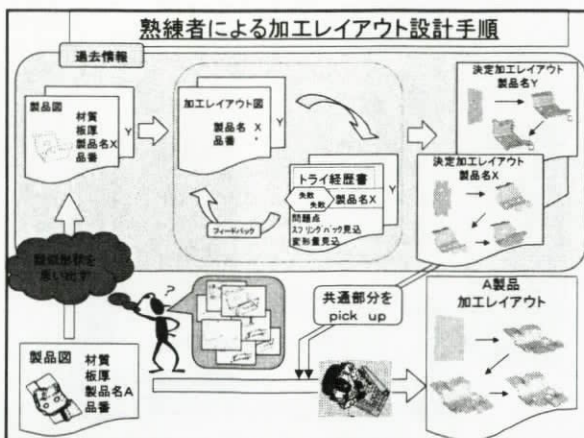
【スライド28】



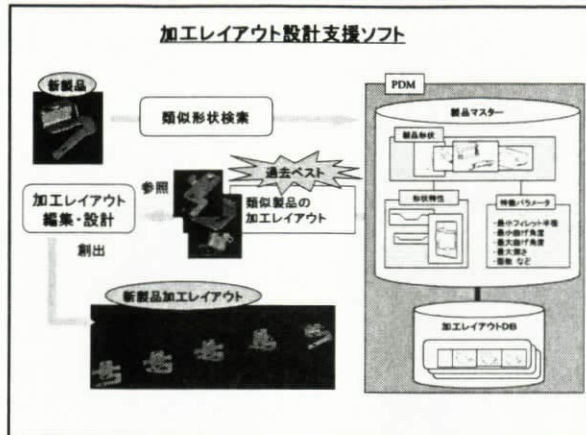
【スライド29】



【スライド30】



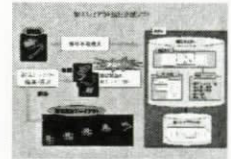
【スライド31】



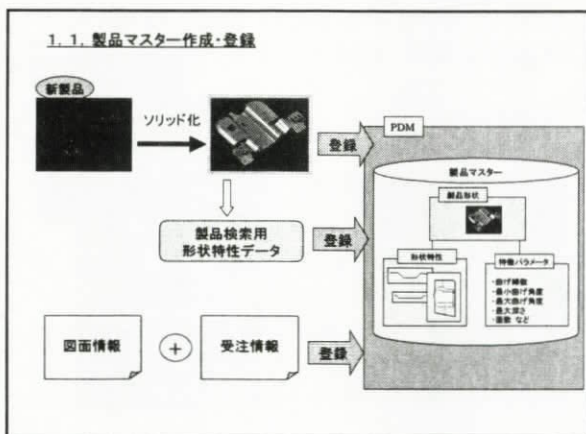
【スライド32】

現状報告

1. 形状特性と類似形状検索
2. データ統合管理ソフト
3. 加工レイアウト設計支援ソフト



【スライド33】



【スライド34】

1.1. 形状特性の抽出(1)

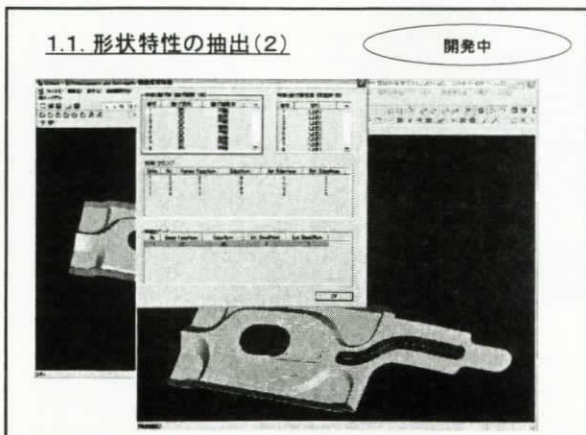
どのような特性があるか？



25の形状特性

形状特性	抽出結果
1. 平面	平面
2. 曲面	曲面
3. 直線	直線
4. 円弧	円弧
5. 円筒	円筒
6. 球面	球面
7. 円錐	円錐
8. フランジ	フランジ
9. シート	シート
10. シート厚み	シート厚み
11. シート厚み	シート厚み
12. シート厚み	シート厚み
13. シート厚み	シート厚み
14. シート厚み	シート厚み
15. シート厚み	シート厚み
16. シート厚み	シート厚み
17. シート厚み	シート厚み
18. シート厚み	シート厚み
19. シート厚み	シート厚み
20. シート厚み	シート厚み
21. シート厚み	シート厚み
22. シート厚み	シート厚み
23. シート厚み	シート厚み
24. シート厚み	シート厚み
25. シート厚み	シート厚み

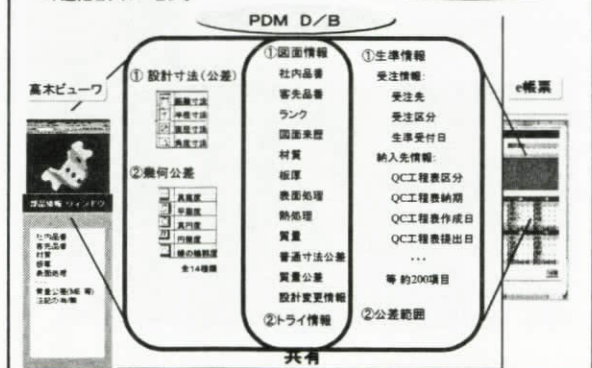
【スライド35】



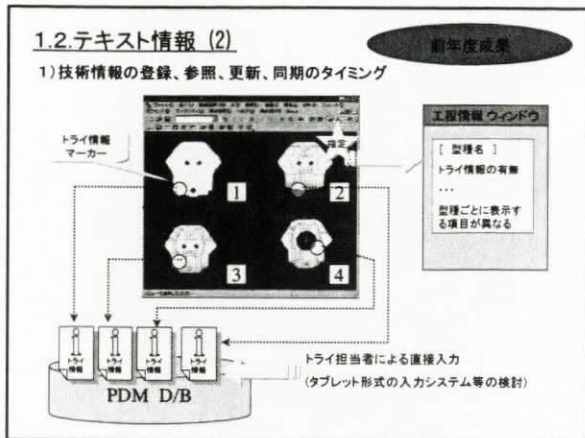
【スライド36】

1.2. テキスト情報 (1)

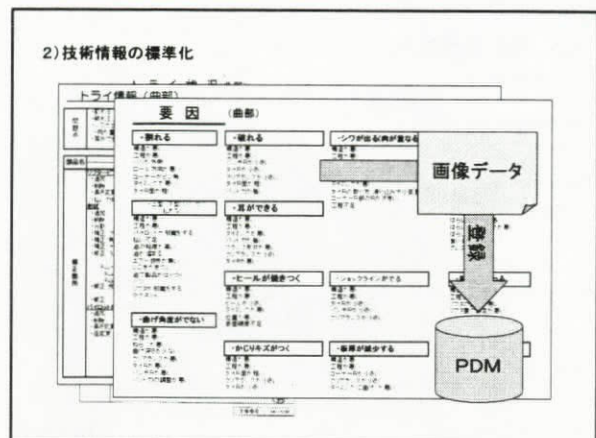
1) 選定とグルーピング



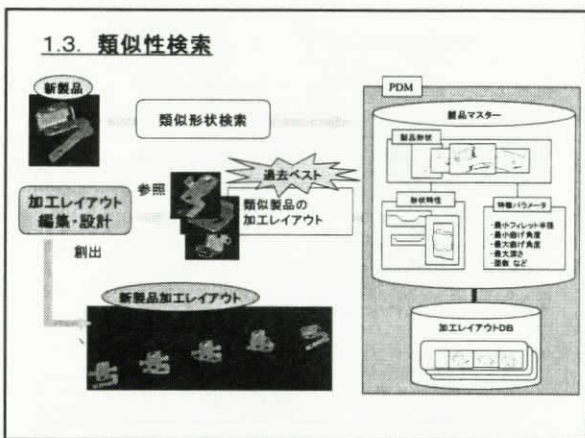
【スライド37】



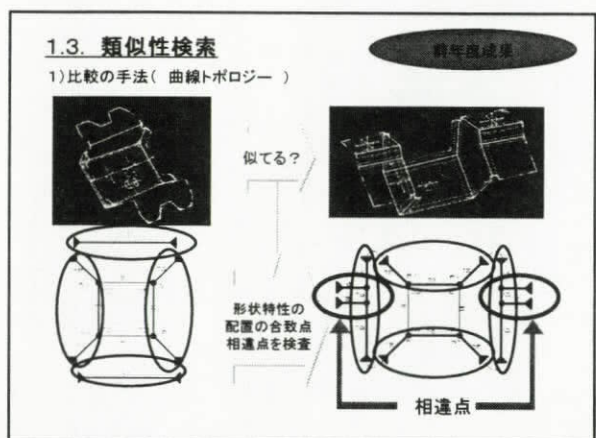
【スライド38】



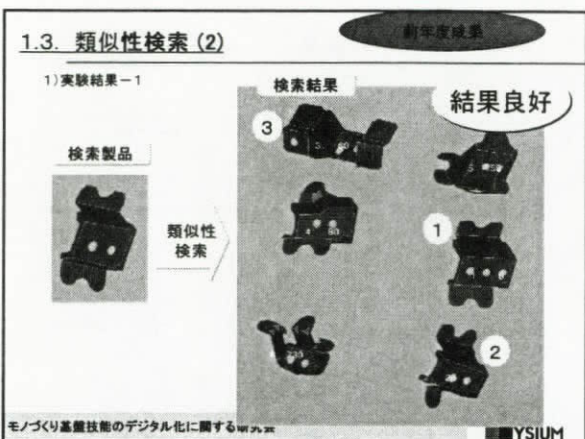
【スライド39】



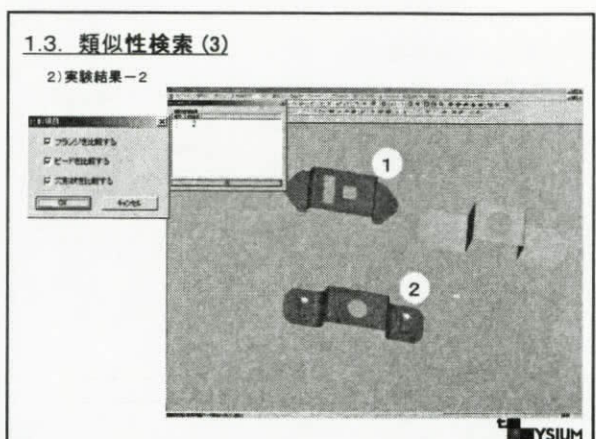
【スライド40】



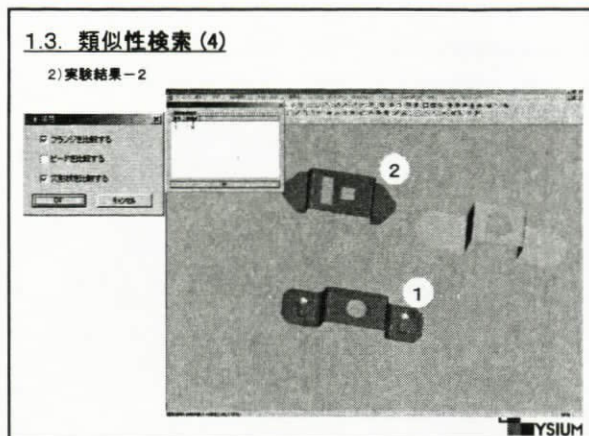
【スライド41】



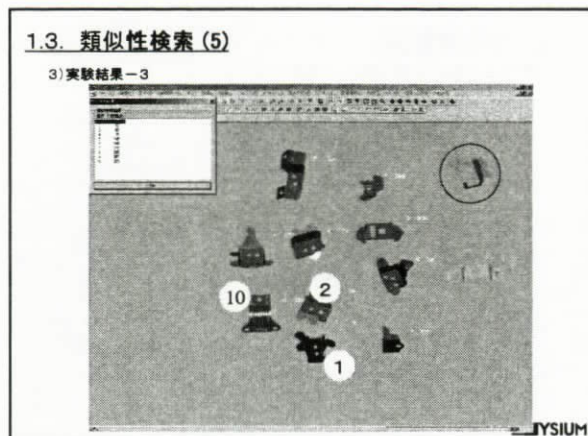
【スライド42】



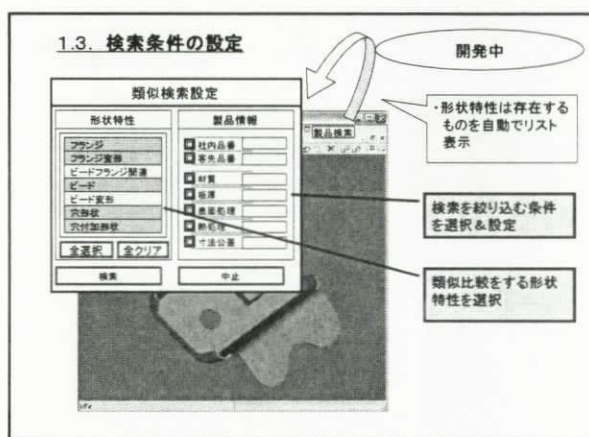
【スライド43】



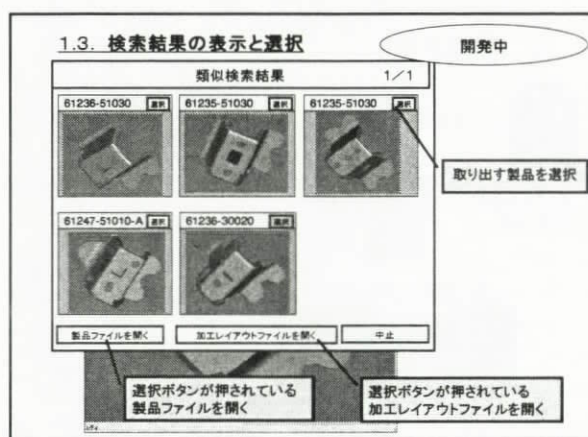
【スライド44】



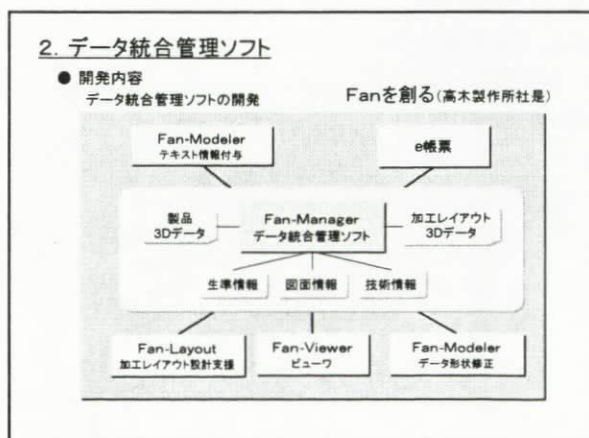
【スライド45】



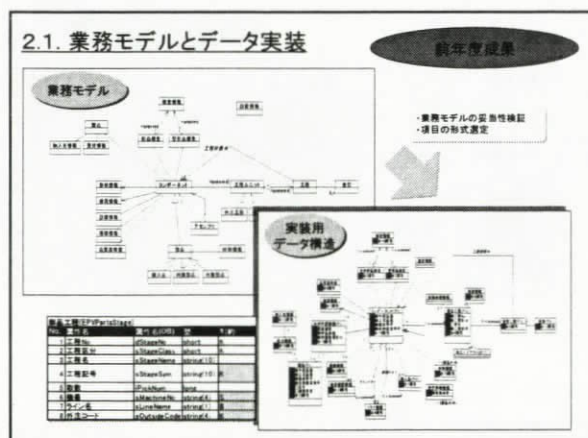
【スライド46】



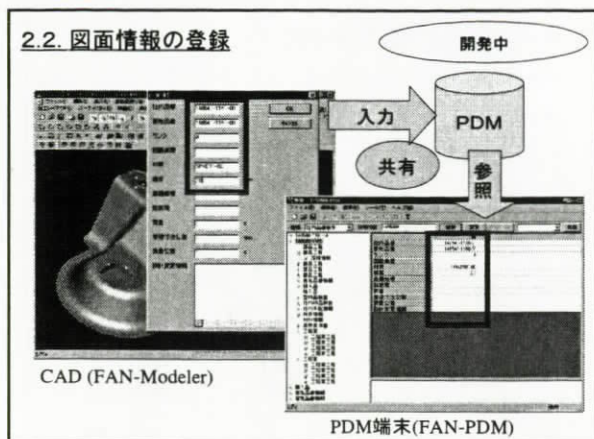
【スライド47】



【スライド48】



【スライド49】

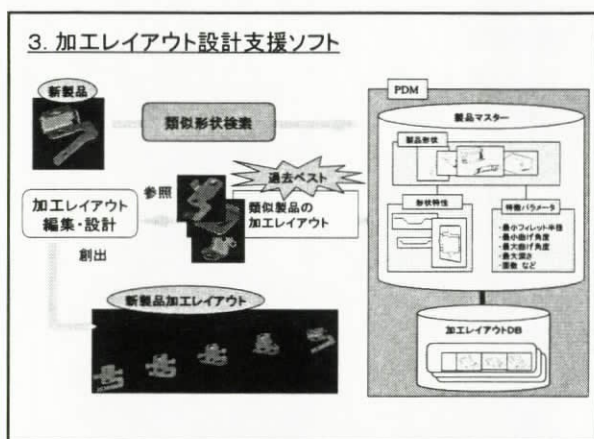


【スライド50】

2.3. 製品および加工レイアウト3Dデータ

品名	14年度(7月~11月)	合計
製品3Dデータ	954点	1598点
加工レイアウト3D	354点	470点

【スライド51】



【スライド52】

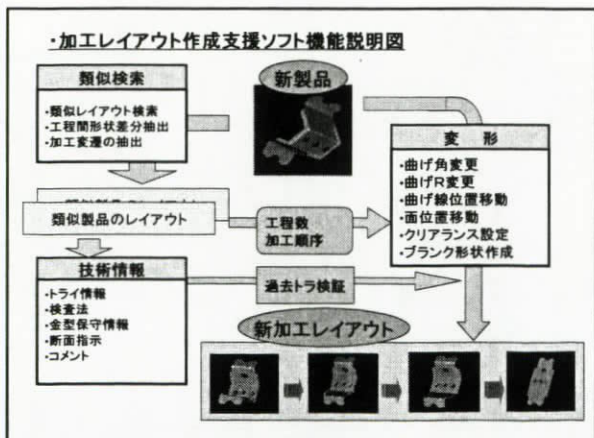
3. 加工レイアウト設計支援ソフトの要件

- 1) 類似加工レイアウト参照機能

サブ機能	概要
類似レイアウト検索	新製品情報(形状、他)一類似製品の加工レイアウト検索
工程間形状差抽出	加工レイアウトの工程間の形状差を抽出・表示
加工変更の抽出	形状特性(Ex. フランジ)についての加工順序とその工程を抽出・表示
- 2) 加工レイアウト作成機能

サブ機能	概要
曲げ角変更	曲げ角を指定、隣接する形状も追従して変形・移動
曲げ面変更	曲げ面を指定、隣接する面も自動で延長・トリム
曲げ線位置移動	曲げ線位置を移動、隣接する形状も追従して変形・移動
面位置移動	面位置を移動、隣接する形状も追従して変形・移動
クリアランス設定	クリアランスの指定
断面注記付与	新加工レイアウトへの旧加工レイアウトの断面注記付与
コジント付与	同形、工程、加工レイアウト全体にフィースタイルでコジントを付与
ブランク形状作成	曲げ・展開図の展開公式に基づく初期のブランク形状計算
- 3) その他
 - 加工レイアウトに関連するテキスト情報(材質、振速、トライ情報、他)の登録・参照
 - 重量、抜きトン、体積、面積、長さなどの解析機能

【スライド53】



【スライド54】

3. 加工レイアウト設計支援ソフト

変形処理一覧

番号	分類	例
1	直線曲げ展開	
2	壁付き曲線曲げ展開	
3	Z曲げ展開	
4	全体展開	

【スライド55】

3. 加工レイアウト設計支援ソフト

開發中

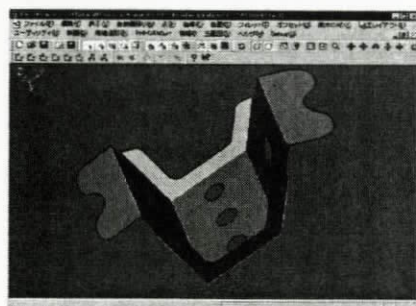
・變形處理一覽

番号	分類	例
5	壁無し曲線内側曲げ展開	 (未決定)
6	壁無し曲線外側曲げ展開	 (未決定)
7	折れ線曲げ展開	 (未決定)
8	二度曲げ展開	

【スライド57】

3. 加工レイアウト設計支援ソフト

開発中

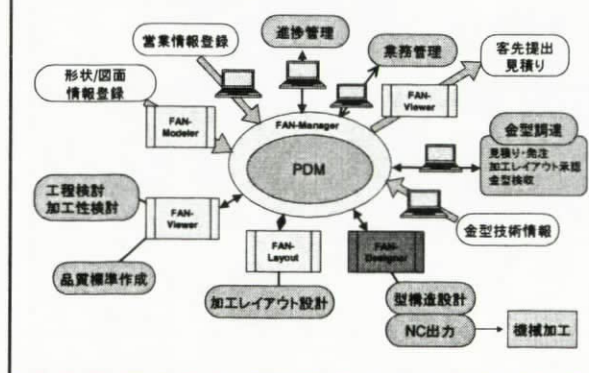


展開理論

經驗值

【スライド59】

生産準備支援システム



【スライド56】

3. 加工レイアウト設計支援ソフト

開発中

・變形處理一覽

番号	分類	例
9	段差展開	
10	中心対称展開	
11	トリムフェース付加	
12	穴埋め・穴あけ	

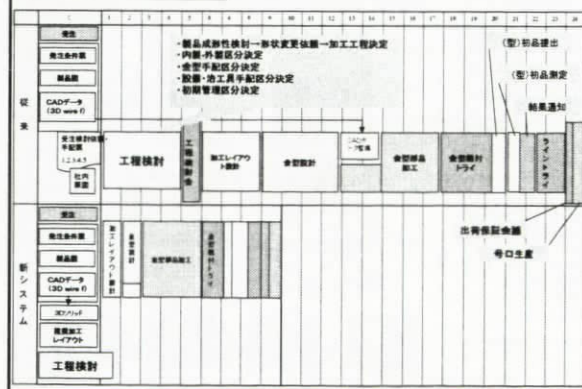
【スライド58】

今後の計画

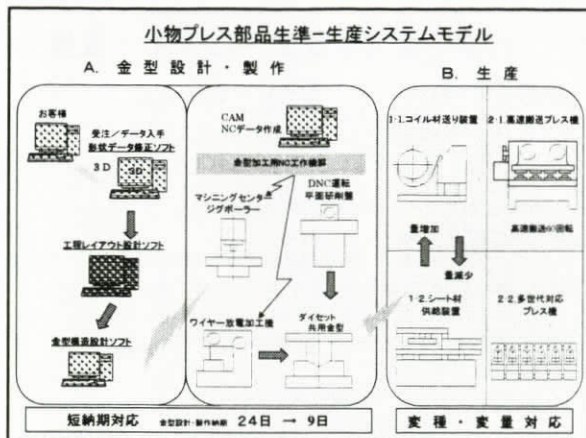
- ・2月末ソフト完了予定
- ・3月試行開始
- ・総合テストに向けデータベース整備を急ぐ

【スライド60】

生準業務フロー図(受注後)



【スライド61】



【スライド62】



【スライド63】

日本の現状を憂う

- 国家戦略のない幼児大国
- 実行を伴わない構造改革
- 官僚主導産業の終焉
- 次世代産業を持たない地盤沈下経済
- 成功者を称えない妬み文化
- エリートを望まない悪平等社会
- 住宅/外国語/教育/町内会などの諸事情
- 右翼、総会屋、暴力団、悪徳マスコミ

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会



【スライド64】

異常なペナルティ税制

- 法人の72%が赤字
ベンツ+高級クラブ ⇒ 税金払う奴はバカなのか?
- ペナルティ税制=金儲けは悪
伸び行く企業を潰す制度?
内部留保金課税20% or 実質税率83.2%?(98年)

手取りはわずか56万円@1人!

法人税	所得税	所得税	所得税
520万円	104万円	104万円	104万円

('02年では実質税率71.5%[手取り95万円])

誰も日本に来てくれない!

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会



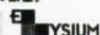
【スライド65】

日米主要企業の実効税率

米国	実効税率 (%)	法定税率との差	連結税引き前利益 (百万円)	日本	実効税率 (%)	法定税率との差	連結税引き前利益 (億円)
GE	31.0	▲ 4.0	18,446	トヨタ	47.3	6.0	11,073
マイクロソフト	33.0	▲ 2.0	11,525	NTT	45.4	4.4	13,052
エクソンモービル	42.4	7.4	27,081	ソニー	43.5	1.5	2,659
ウォルマート	36.5	1.5	10,116	ホンダ	46.4	5.4	3,850
ファイザー	35.4	0.4	5,781	キャノン	38.4	▲ 3.6	2,272
インテル	30.4	▲ 4.6	15,141	松下	49.5	7.6	1,007
IBM	29.8	▲ 5.2	11,534	日立	50.9	9.1	3,237
ジョンソン・エンド・ジョンソン	27.5	▲ 7.5	6,622	イトヨーカ	45.1	3.0	1,638
AOLタイム・ワーナー	38.9	3.9	1,884	富士写真	43.9	1.9	1,973
メルク	30.6	▲ 4.4	9,824	NEC	61.0	19.0	923
平均	33.6			平均	47.1		

(注)決算期は2000年12月期から2001年6月期。▲はマイナス。トヨタとNTTは米会計。
基準の年次報告書の数値。AOLタイム・ワーナーは合併前の旧AOLの数値。

モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会



【スライド66】

日本を変えよう 1 小さな政府

- 国会議員は100人で十分
資格試験制度、歳費10億/年、不正には厳罰を!
- 小さな政府にし、地方分権を進めよう
地方交付金をやめ、最初から地方で徴税すべき
許認可制度と予算配布で無駄な権限を作るな
- 既得権益にぶら下る特殊法人解体
国の借金690兆円、特殊法人借金400兆円、卑しい人々
- 叙勲制度に象徴される官尊民卑をやめよう
お役所=非効率の代名詞と心得よ! 役人を1/5に!
- デジタル政府の推進
特許、裁判、許認可、住民票etc



モノづくり基盤技術のデジタル化に関する研究会



【スライド67】

日本を変えよう2 産業政策

- 国家は社会インフラ整備に専念せよ
道路、高速通信網、住宅環境、教育、治安安全、etc
第三セクター事業、郵政事業、住宅金融公庫などの廃止
- 沈み行く産業への過度な予算配布は百害
1次産業＝選挙対策、大企業延命策＝族議員
次世代新産業には予算配分が少ない
- 補助金政策はやめて適正国民負担に
開発製品の販売実績はほとんどゼロ、
税金の還付金が育成したい業界の税率を下げるだけでよい



モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

YSIUM

【スライド68】

日本を変えよう3 ベンチャー支援

- 妄想ネットベンチャーを甘やかすな
似非公開して売り逃げる詐欺師を許すな
ベンチャー企業全体のイメージを悪くしている
- 安易な支援は不要
政官は邪魔をしなれば十分
甘え体質のベンチャーが成功することはない
- 資金調達支援だけは必要
リスクを取らない銀行、不健全な株式市場、公的機関必要
- 起業できる人材を育成することが王道
インキュベータも経営指導も要らない、シーズと人材がキー
- 最低限の国民の幸せ保障＋頑張った人が
報われる社会に
金持ちを苛めて繁栄した国はない

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

YSIUM

【スライド69】

日本を変えよう4 人材育成

- 若者が夢を持てる国にしよう
学校以外で勉強しない、就職したくない、結婚したくない
裏表のある信じられない社会、尊敬できない大人達
- 学力教育・道德教育を強化しよう
学力低下、官僚・経済人・若者の倫理観欠如
- 英語・コンピュータ・ディベート教育の徹底
鎖国日本、顔の無い日本、世界で尊敬されない日本
- 日本も国民も大人になろう！ 幼児大国日本
全てに国頼みの依頼心の強い国民と企業
理念のないくだけた国家（米国の植民地なのか）



モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

YSIUM

【スライド70】

日本を変えよう5 魅力ある国

- 世界から尊敬される日本になろう！
昨年9月11日のUSで報道された日本のニュースは外務省
- 21世紀日本の国家戦略を策定しよう
産業空洞化に直面する高齢化社会日本のあるべき姿とは
航空宇宙、バイオ、IT産業を持たない日本の次世代産業は？
- 世界から優秀な人材と企業がやって来る
魅力ある日本にしよう
 1. 土地、住宅、電話、電気、食品、衣料などを安く
 2. 住宅は土地300坪、家100坪を標準に
 3. 英語で生活できる国に
 4. 人種差別をなくそう
 5. 消費税20%にして、他の全ての税金をゼロに！

モノづくり基盤技能のデジタル化に関する研究会

YSIUM

【スライド71】

END

ご清聴ありがとうございました

YSIUM

3. 金型製作におけるデジタル技術開発

講師：濱田一男 型研精工株式会社代表取締役社長

【講師略歴】

昭和15年8月15日生まれ。大分県出身

昭和34年 ミツミ電気株式会社入社

昭和42年 ミツミ電気株式会社休職、米国シカゴ・シンチマニュファクチャ社、ダイヤモンド社

昭和44年 ミツミ電気株式会社復職

昭和49年 ミツミ電気株式会社退社、株式会社竹内型材研究所共同設立、取締役副社長に就任

昭和50年 型研精工株式会社創立、代表取締役に就任（精密プレス順送り型、プラスチック金型、ダイカスト金型の設計製作を始める。また各企業の教育・指導に力を注ぎ実習生の受入、教育を行う。）

昭和60年 株式会社三丸、代表取締役に就任

昭和63年 株式会社竹内型材研究所、取締役副社長を兼任。台湾・中華精密工業股份有限公司創立、董事長、総経理を兼任

技術顧問・委員等

- ・株式会社リコー元技術顧問・株式会社落合製作所元技術顧問・東京重機工業株式会社元技術顧問
- ・日本楽器製造株式会社元技術顧問・日本工業規格（JIS）機械部門審査委員
- ・シートメタル国際会議技術部門議長・株式会社ソニー工業専門学校元講師
- ・国立職業訓練大学校元講師・中小企業大学校元講師・自転車技術振興協会元講師
- ・神奈川県先端技術推進会議委員・米国・欧州視察団コーディネーター20回
- ・技能五輪（金型部門）課題制作委員・大分県技術アドバイザー・熊本県技術アドバイザー
- ・ODA香港金型技術支援委員・大分大学講師

【講演】

1. 会社概要・沿革【スライド 1-2, 11-12】

1975年（昭和50年）の鍋底景気のときに独立して有限会社を設立した。金型設計製作をコアに、半導体の後加工の金型設計や装置製作、CAD/CAMシステムの開発を手がけている。I/Cリードフレームでは世界最大のメーカーである。

創業28年になるが、最初から開発をメインにしている。最初に自動車用シガーライター部品製造のためのトランスファーシステム（一連の流れで部品を製造するシステム）の開発を行い、内製化のための装置開発をてがけた。

CAD/CAMでは、絵から発想して図面化していくシステム（設計図上で丸が描かれても、その意味するところは多様なので、設計者が例えば「ドリルの穴」などの指定して描き、材質などのバックデータを利用してNCの加工データにつながるようにしたシステム）を開発した。

1988年にロータリートランスファーを開発した。従来の往復運動ではなく円運動で加工できるため効率が良い。加工の過程で遠心力による影響を排除できないという課題が残っている。

1989年には、I/Cリードフレーム加工用金型を開発した【スライド 11, 12】。品質を維持し、納期短縮でき、安いものをとという条件をクリアする金型を作成した。この結果、アメリカで16週間かかるものが日本で4週間と期間短縮が可能となった。

このリードフレーム加工用金型のアイデアで特許を取るのには難しい。申請を含めコストが膨大に

なってメリットはない。現実には世界中でこのメインフレームを使うようになっているが、開発者メリットを享受することはできていない。

1995年に低騒音金型を開発した。プレス加工で生じる騒音は振動となり、金型の疲労につながる。また振動があるためにストリッパー圧力を強くプレスすることができない。そこで、音のしない（振動しない）金型を開発した。これにより従来方式に比べ2～3倍のスピードにてプレス加工ができるようになった。

1998年からは高速トランスファーシステムを開発した。順送型の金型は材料を運ぶためのキャリアが必要で、そのため材料の歩留まり率が悪くなる。また、加工の過程で材料の曲がりが生じるのを避けられないため、製品の精度に影響する。今までトランスファー化しなかったのは、加工速度が遅かったからだ、それを一気に2～10倍に高速化した。60spmを600spm、90spmを350spmにまで高速化している。

2002年には高速プレストランスファーラインを開発した。今まで手作業だった過程をロボットライン化するもの。15spmくらいの速度で、（手作業に比べて）3倍から4倍の高速化である。

2. 世界最適調達：コストの国際比較【スライド 3】

合理化を可能にするシステムを開発するのは、なんといってもコストの削減のためである。昨年トヨタ自動車が、世界の人件費とガス、電気のレートを比較した。

日本の場合は、人件費（保険を含む）が圧倒的に高いので、いくら合理化してもシステム改善をしなければ国際的なコスト競争には勝てない状況にある。

3. 次世代のプレス加工システム【スライド 4-12】

金型開発の際には、アイデアと仕様書は社内で作成して、プレスメーカーに作ってもらう。プレスメーカーとの間で、互いに開発メリットを受けることとなり、クロス契約を結んでいる。

以下の3種は、機械から動力を取って動かすもの。装置製作と同時に最初からつくる。

【KIT-20】 【スライド 6】

振動を起こさないトランスファーシステムで、これにより60spmが最大400spmになった。画期的な開発であるが、特許を取れない。取っても他の企業にまねされるからメリットが無い。

【COMBO-45】 【スライド 7】

高速のトランスファーシステムで400spmを実現している。プログレッシブトランスファーと呼んでいる。一般には材料が前から入るが、これは横から入る。プログレッシブで加工して、途中で切り離してトランスファーにしていく。プログレッシブとトランスファーの長所を取り入れることで、精度の問題をクリアしている。

【TRX2000R-45】 【スライド 8】

タンデムトランスファー。トランスファーのピッチが大変小さい。途中で冷却して熱変形率を抑えている。理想に近い形である。しかしこれも特許を取っていない。最高200spm、瞬間的には300spm。世界最速は100spmだった。

【3D-NCトランスファーユニット】 【スライド 9, 10】

サーボモーターを5個使い同期させて使う。汎用性を念頭に、既存のプレス機械に装着できるも

のを、アイダエンジニアリングと共同開発している。4台のプレスをつなげてその間を動かして使う。このシステムはオイルバスになっているのでメンテナンスフリーに近い。いろいろな装着が可能で汎用性を目指している。

4. 金型技術はシステム技術【スライド 13】

金型はシステムである。金型、加工機械、材質のバランスを考える必要がある。ここ100年間、プレス加工のシステムの基本的な考え方は変わっていない。金型製作と加工機製作は分業化されており、金型製作でいろんなアイデアがあっても、加工機の状況に合わせる必要がある。

次世代のものづくりシステムを構築しようとする場合、原点（基本）に戻って発想し直さないとシステムの方策は変わっていかない。少々の変更は、技術開発ではなく改善である。その意味で、原点からの開発はこの業界では起こっていないといえる。

これまで海外（中国、韓国、アジア諸国）との関係では、直線的な棲み分けをしていた。つまり簡単なものは海外で作り、難しいものは日本で作るということだ。しかし今後はそのような競争は意味を持たなくなっていく。求められているのは、システム構成を発想していくこと、つまり原点から組み上げで勝負することである。

金型屋はこれまで金型、成形、ダイキャストなど製品加工に展開していたが、それらは次第に海外に出ている。かつて15万人いたが、それが現在では半分になり、仕事も激減している。日本で残っていくためには、次世代をにらんで新しい生産システムを開発する必要がある。しかしこの業界では、開発者利益はなかなか出ないのが現状である。（金型を買った企業から）「社内で作って社内で使います」、と言われてしまうと（特許を取っても）どうしようもない。特許は申請費用がかかるので取らないという面もある。開発者保護策の模索が必要であろう。

いずれにしても金型技術は攻める技術・技能であり、前を向いていかなければいけないと思っている。

5. 熟練工の技術は心技一体である【スライド 14】

今後のことを考えるとき、社員の意欲と能力について危惧することはたくさんある。

デジタルデータについても、過去のデータが次世代に生きるように残していかなければ意味がないと考えている。

現在NCへの入力データはアプト言語で記述するが、（若い社員が）言語を理解していなくてもNCデータが構築できるようにCAD/CAMとNCをリンクしたシステムを使っている。しかし、特殊な場合やトラブルが起きた場合など難しい部分については（若い社員は）対応ができない。周辺環境を読みつつ、段取りできる人材が重要であり、熟練工の感性をどう育てていくかである。現実には非常に難しい。

6. 日本の金型製作技術を支えた技術【スライド 15】

日本の金型産業はかつて1兆円産業で、工作機械と並ぶくらいの時期もあった。

基本的な金型設計技術は、金型構造や標準部品企画であり、これはJIS規格の基になっている。標

準化はコストダウンを可能とした。

金型製造システムという発想は世界にはなかった。日本では昭和30年代から金型製作の分業化とシステムができあがっていった。アメリカの場合は、自分で全ての工程ができるダイメーカーと機械を使って部品を作るツールメーカーがいる。全工程ができるダイメーカーはツールメーカーの倍の給料をとっていたので、分業については、ユニオンの反対によって進まなかった。アジアには、日本の分業化技術だけでなくシステムもそのまま流出し、分業化によって短期間に熟練工が育成されている。ダイメーカーの場合熟練には5年かかるが、分業化で非常に短期間にプロが養成される。

金型加工機械や工具については、NC加工になったときに日本が世界一になった。それまでは技能工の力が大きかったが、デジタル化によって、途中のプロセスを知らなくてもモノができあがるようになった。アジアでは最新の設備を導入するので、日本の設備更新が追いつかないという課題がある。しかし、現在のように先が見えないような状況では簡単に設備投資ができない。

日本の金型メーカーの場合、海外の日系企業に売るのが8割、国内が2割である。海外投資は、何年で償却できて何年で利益が出る、とはっきり先が読めるが、日本では明日がわからないという不安がある。

金型用材料は日本は強く、超鋼材料は世界一である。表面処理については欧州に肩を並べるか、少し遅れを取っている。欧州勢は強く、多い。日本は切削工具などには力を入れているが、金型専門で力を入れているところはあまりない。

7. プレス金型の標準化【スライド 16, 17】

金型の標準化の際には、まず完成構成図を作成し、加工工程、工具、機械の仕様、材料、自動化等の検討を行い、部品展開をしてコストや納期が決まってくる。設置される工具をどうとりつけるかはコストに影響する。ここに知識が必要となる。試行錯誤を重ねて、最終的に部品標準が作成され、標準書が成文化され、JIS規格となる。JIS規格には完成した結果しか載らないが、検討の過程で知識が蓄積されるし、検討の過程の中間的なものについても規格とすべきかもしれない。つまり完成型をどう考えるかも重要な視点であろう。

図に示すように、標準化の完成度が高くなればなるほど利用度の柔軟性は低くなっていく。規格をどのレベルまでで止めるかが課題である。規格は検討過程で技術進歩を伸ばす面と、一旦規格が決まってしまうと技術進歩を止めてしまう面がある。規格が作られた環境をしっかりとデータ化しないと、デジタル化の思想は両刃の刃になると思っている。

【質疑】

1. 技術保護をめぐる動向

質問：特許を取ったとしても、実物を見るとコピーが可能なのか。もっとノウハウが蓄積されているもののように思えるのだが。

濱田：製品をばらせば部品に展開できるので、現在の加工機械は十分にコピー可能である。もちろん材料、加工精度、処理方法の問題があって製品を作るのが難しい場合があるが、現在の工作機械

を使えばできてしまう。また工作機械で製作できるほうが良い技術と言われる。製作が難しいものは技術の完成度が低いものであるとも言える。

質問・意見：日本の優れた金型技術が海外、特に中国などで模倣されることに非常に危惧がある。権利の保護が難しいということであるが、特許が難しいのはコスト面なのか、それともシステム技術であり適格条件（再現性があること）に該当しないのか。

「不正競争防止法」の平成2年の改正で、ノウハウや営業秘密については、営業技術であり、不当な流出については差し止め請求が可能となっている。まだあまり一般的に利用されていないようであるが、この権利の行使を業界全体で行っていったらどうか。いずれ刑事罰導入も視野に入れて検討をしている段階である。

濱田：金型は非常に多数の型があり、国内で特許を取ってもあまり意味がない。国際特許は1000万と高額である。また、海外に製品を出す場合に、メンテナンスのために図面を出すことは普通に行われている。意匠権があるが、やはり力関係があって保護するという状況ではない。納品後にその製品がどのように使われているのかについては、捜査権があるわけではないので全くわからない。

海外と技術提携し、勉強のために装置を買って、それをばらして改善した場合、果たしてそれが特許になるのかという問題がある。

また、基本的システムについて考案したとしても、それがモノとなって世に出てしまえば、あっという間に模倣されるし、キャッチアップされてしまう。

質問：リバースエンジニアリングについては、アメリカが最初に言い出したことであり、営業の秘密は仮差し止めができるので、権利保護のかなり有効な武器になるのではないか。

濱田：日本もかつてアメリカの技術を勉強してきたし、お互いにだまっている面もある。アジアに対して主張することは可能であると思うが、あまり言い過ぎると仕事面でのマイナスも出てくるのではないかと思う。

意見：経済産業省では、メンテナンスということで図面が流出することについての保護策は検討している段階である。知財課や素形材室で検討しているところである。

2. アジアの金型の状況

質問：中国以外の世界の金型の状況はどうなっているのか。

濱田：技術という点で、精度については日本はアジアで抜群である。納期や製作システムについても日本は米国よりも勝っている。円高でも日本が勝っている。特に半導体で日本は独壇場である。しかし、アジアの追い上げもあることも無視できない。

しかし、技術面で優位であっても、それだけではビジネスとして成立しない。保護策は必要であると思うし、プレゼンテーションでも述べたように、新しいシステムを構築して企業として成り立つようにしなければならないだろう。

現在海外に進出しているが、ほとんどは日系とのビジネスでありローカルとは仕事をせず、少し間隔をおいている。しかし、このような状況は長くは続かないだろうと思う。

質問：マレーシアはどうか。

濱田：ペナンで盛んである。半導体はアメリカから持ってきている。しかし難しいリードフレームのもの、精度の高いモノはまだ無理であり、日用品の加工が多い。シンガポール、マレーシアなどアジアの南ではかなりキャッチアップを始めている。タイ、フィリピン、ベトナムは日系が中心で

ある。

質問：アメリカの状況はどうか。

濱田 海外への型売りをやめて国内向けになってきている。これは日本との競争に勝てなかったからであろう。

質問：アジアからの追い上げがあると、いずれ日本もアメリカのようになるのか。

濱田：型で生産システム構築を目指しているが、開発だけでは経営が成り立たない。生産が戻って来ないと困る。

質問：アメリカに日本の型が出ているのか。

濱田：アメリカは電機は自国で生産している。車は日本から出ていくが現地生産である。型を日本が輸出するのは少なくなっている。

3. 中国式経営の不思議

濱田：香港が伸びている。現地での製造自体は空洞化しているが、中国本土に進出して、国際競争している。現地技術は伸びていると思う。

上海には、ローカルの民間企業で、大規模なすばらしい型工場ができています。中国の場合は、こつこつ型ではなくドンと花火を打ち上げて、設備投資をして仕事を始める。最初はほとんど機械は動いていないが、これが軌道にのるようになると手強いだろう。無錫にも工場が多い。

質問：その場合の資本は海外からのものか。

濱田：自分たちで資金を調達してきて、企画して、いきなり始めるようだ。

意見：台湾系が多いのではないか。80年代の儲けを使って投資しているのではないか。地域のつながりで資本が提供されるとも聞いている。

質問：それだけ投資して、回収できるという期待があるか。

濱田：資本さえ集まれば、経常的な資本はたいしたことはないという感覚なのだろう。最初に機械が止まっても平気である。日本は回転させないとだめである。

意見：昔の東南アジアでは日本の中古品を買ってくるということで始めたようだが、最近の中国は、最新鋭のものをドンと集めて始めるというケースが多い。

質問：ハイリスクハイリターン志向になっているのだと思うが、成功事例があるのか。

意見：以前中国から提携の話があり、現地に出向いてみると、技術者は1人もいないのに新品の設備を集めていて、技術提携をしないかというので、非常に驚いた経験がある。

意見：中国の会社はよく見ると、日本人の顧問がいる。

意見：その人材の供給を止めれば、日本の産業は守れるのではないか。

意見：無限に供給があるので、無理だ。

意見：無謀な感じだが、その中で成功している人がある。中国的経営術は、モンゴル型、あるいはジンギスカン型でも言うのか、失敗もたくさんあるが、次々に起業するのでそれなりの成功率になるようだ。

濱田：台湾系のアセンブリも同じような状況だったことがある。売り上げの半分が儲けだったこともある。

質問：中国の関連会社では何をつくっているか。

濱田：プレス製作をしている。金型は設備投資がかかりなかなかつくれない。売掛金の回収が難

しいのが中国で、2、3年代金をもらえないのはざらである。だからローカル企業との仕事は難しい。台湾人がいても難しい。

質問：一流といわれるところでもそうなのか。

意見：中国の習慣として払わない場合と、本当に苦しくて払えない場合があるようだ。

意見：国有企業の時代に通貨は機能してなかったから仕方ない面もある。

濱田：作っている製品で払うということもあると聞く。

4. 後継人材をめぐって

質問：タイの調査で、タイ人はあまり意欲がなく、トラブル、修正については日本のリーダーの指示が必要だという話を聞いた。日本の若い人はどうか。

濱田：昔は職業の選択の幅がせまく、この業界にも優秀な人がきたが、最近は選択の幅が広がり、またバイオやITが脚光をあびている。金型は知名度や研究費がないのが現状だ。

質問：教育と処遇で、今の若者でも変わっていくと思うか。

濱田 感性が大事。感性については若い頃の経験が大事である。

意見：結構悲観的ということになるのだろうか。

質問：原点に遡っての開発が重要とのことだが、それを担う人材は日本にいるか。

濱田 基本的なシステム設計を1社だけでするのは難しい。概念設計には新しい発想が必要であり、組織力だけではたちゆかない。同業者がお互い協力する必要があるだろう。しかし、日本には残念ながらまだそういう風潮が少ない。

21世紀は生産システムというが、どれくらい各業界で具体的にブレイクダウンすることができるかは未知数である。

【スライド1】

会社概況

商号 型研精工株式会社
KATAKEN SEIKO CO.,LTD
所在地 本社 本社工場
259-1146 神奈川県伊勢原市勸川01-1
大分工場
873-0421 大分県東国吉郡武蔵町赤巻路千辺3113
代表者 藤田一男
設立 1975年12月
資本金 2億円
従業員数 193名
主な事業内容
金型設計製作
金型(プレス、射出成型、ダイキャスト)及び同製品の製造販売
V/Cリードフレーム コネクター端子 V/C仕上げ用金型
V/C防止金型 コネクターハウジング プラスチックファスナー 他

製造装置(システム)
半導体封止システム 半導体仕上げシステム
高速トランスファープレスシステム NC-3Dトランスファー装置

CAD/CAM
機械加工用CAD/CAMシステム

関連会社
株式会社 K&K
中華精密工業股份有限公司

【スライド2】

会社沿革

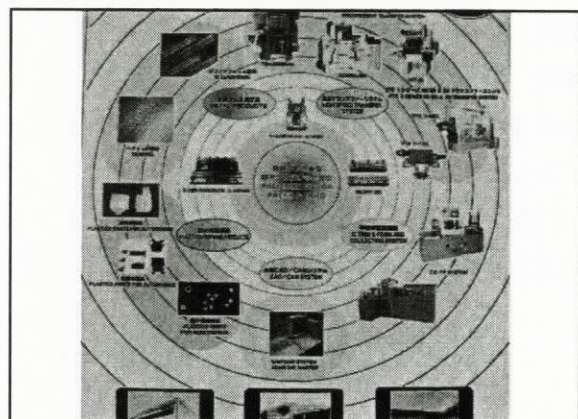
1975年(昭和50年) 東京都武蔵野市に(有)型研精工創立
1976年(昭和51年) 車載用シガーライター製品のトランスファーシステムの開発
1977年(昭和52年) フルトップ缶エンド加工システムの開発
1978年(昭和53年) ディスボーザルライターダイキャスト製品の開発
1979年(昭和54年) 本社、本社工場を神奈川県伊勢原市に移転
1980年(昭和55年) 時計用プラスチックギヤーの開発
1981年(昭和56年) 3.5インチMFDDシャッター、センターコア生産システムの開発
1982年(昭和57年) 大分県に大分工場建設
1983年(昭和58年) 型研精工株式会社へ改組
機械用CAD/CAMシステムADMS DIEMASTER を開発
1984年(昭和59年) 株式会社 三丸 の株式100%取得
1985年(昭和60年) 機械用CAD/CAMシステムADMS DIEMASTER が神奈川県工業技術開発
大賞受賞
神奈川県優良工場の指定工場を受ける
1986年(昭和61年) 大分工場第2期工事を完了
1987年(昭和62年) 中華精密工業株式会社に中華精密工業股份有限公司を設立移転
1988年(昭和63年) ロータリートランスファーシステムの開発
1989年(平成1年) V/C リードフレーム金型ニューボケット構造を開発
1990年(平成2年) 大分工場第3期工事を完了
1992年(平成4年) (株)K&Kを設立移転
1995年(平成7年) 低騒音金型サイレントダイ(SILENT DIE)開発
1997年(平成9年) 大分県に武蔵工場建設移転
社長室 武蔵家を建設
1999年(平成11年) 本社、本社工場建設移転
1998年(平成10年) 高速(400SPM)トランスファーシステム KTM-50-KIT20を開発
高速(400SPM)トランスファーシステム KTM-50-COMBOを開発
1999年(平成11年) 高速(200SPM)タンデムトランスファーシステム KTM-100-TRX45を開発
1999年(平成11年) 高速(120SPM)NC-3Dトランスファー装置 KTEを開発
2000年(平成12年) 高速(350SPM)NC-3Dトランスファー装置 KTE IIを開発
2002年(平成14年) 高速プレストランスファーラインを開発

【スライド3】

世界最速関連
全世界の人員費及びガス・電気の使用量の比較
(1993.12.31現在)

国名	人員費	ガス	電気
日本	100	100	100
ドイツ	66	41	33
アメリカ	52	49	24
フランス	7	8	35
イタリア	10	12	40
オランダ	16	15	42
韓国	29	25	79
中国	28	21	63
ロシア	4	5	51
ベトナム	1	1	
タイ	1	10	
インドネシア	28	40	44
中国	4	3	37
タイ	4	2	35
インドネシア	2	2	38
インド	2	1	80
ポランド	4	8	48
ロシア	11	7	50
ドイツ	49	59	32
フランス	46	62	17
アメリカ	44	51	38
スイス	34	32	37
イタリア	38	48	43
韓国	9	6	37

【スライド4】



【スライド5】

次世代のプレス加工システム
トランスファー加工編

KTE II -125L TRX2000R-45 COMBO-45

KTE II -500L KIT-20

型研精工株式会社

【スライド6】

プログレッシブトランスファー
KIT-20

プレス機械 (KIT-20)
加工速度 400 spm max

型研精工株式会社

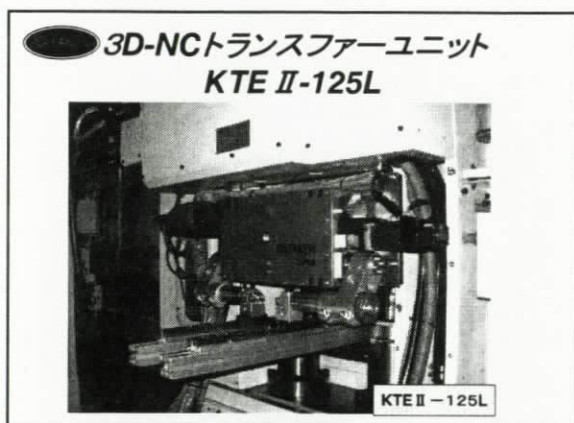
【スライド7】



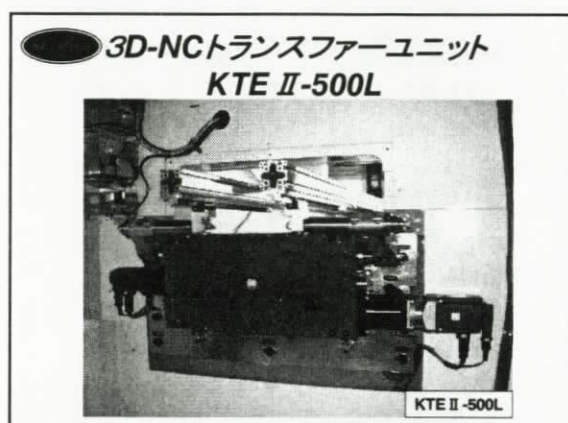
【スライド8】



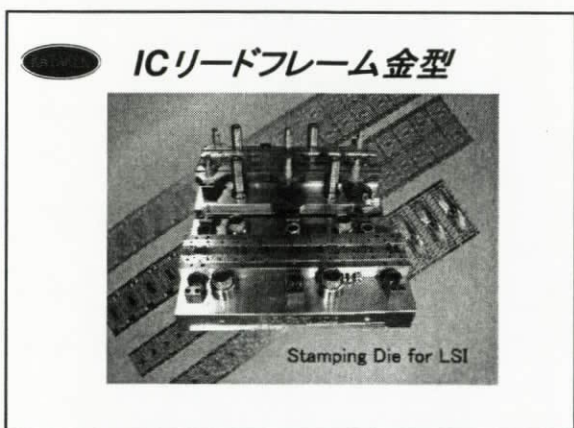
【スライド9】



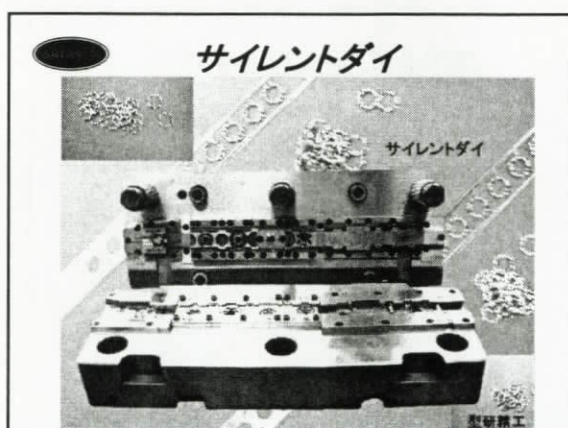
【スライド10】



【スライド11】



【スライド12】



【スライド13】

金型技術はシステム技術

- 金型は鉄の塊りである
- DMM(金型、加工機械、材料)の調律(システム)
- 次世代のものづくりシステムの構築
- 開発者利益の保護(PAT.等)
- 攻める技術、技能

【スライド14】

熟練工の技能は心技一体である

- 技能データーを構成する要因
- 熟練工の感性

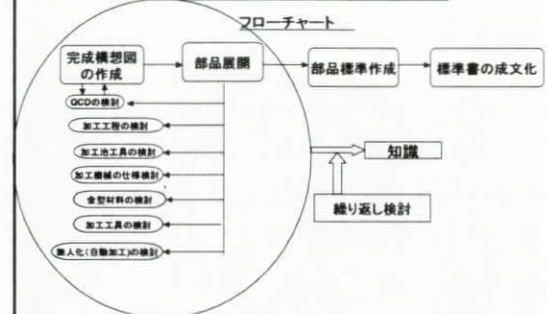
【スライド15】

日本の金型製作技術を支えた要素

- 基本的な金型設計技術→金型構造、標準部品企画
- 金型製造システム →世界に無かった日本の金型製作の分業化と組織
- 加工機械、工具 →NC工作機械と加工データ加工工具と加工データ
- 金型用材料 →特殊工具鋼、超鋼材料表面処理

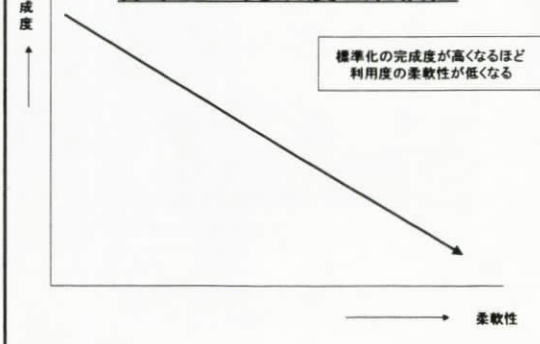
【スライド16】

プレス金型の標準化



【スライド17】

標準化の完成度と柔軟性



4. 挑戦する製造業のために

講師：内原康雄株式会社エヌシーネットワーク代表取締役社長

【講師略歴】

1964年12月9日生まれ。東京都出身。

1987年3月 専修大学 経営学部 卒業

1987年4月 株式会社 日本中空鋼（いすゞ系プレスメーカー）入社

製造部プレス班配属 110 t～500 t プレス経験・3000点の金型データベース構築

1989年4月 吉野電機株式会社（エプソン系プレスメーカー）入社

製造部金型技術課配属 順送型設計・製作経験

1990年4月 株式会社 内原製作所 入社

1991年4月 同社専務取締役 就任（現 非常勤取締役）

プレス用生産管理システム構築・順送型設計・製作を約100型経験。

1997年4月 NCネットワーク・グループ 発足 設計・加工データや受発注情報の共有化を図る

1998年2月 株式会社 エヌシーネットワーク 設立 同社代表取締役社長就任

【講演】

1. NCネットワークの概要【インターネットによる説明】

NCネットワークでは、インターネットを使ってモノづくりの受発注、情報交換を行っている。実際にホームページにアクセスしながら、提供しているコンテンツについて説明したい。

（1）NCネットワークを作ったきっかけ

父親が埼玉で内原製作所という金属プレスの仕事をしている。94年にこの会社のホームページをつくったところ、長崎から引き合いがきた。結果的にその仕事は受注まで至らなかったが、この経験からインターネットが営業にツールになるというヒントを得た。

情報を探す立場に立つと、インターネット上のどこに必要な情報があるかを的確に探すことは難しい。情報を発信する立場に立つと、自社のウェブ上で内原製作所を宣伝してもそう簡単に受注につながらない。アマゾンやオークションのサイトのように情報が豊富であると、アクセスが集中する（客が集まる）というのと同様に、多くの工場のページをつくって情報を集積することができれば受注者も集まるのではないかと考え、EMIDAS（エミダス）工場検索のサイトを立ち上げた。

アクセスする側からすれば、多くの工場は登録されており、その中から自分が必要としている技術（工程）を検索することができ、それが可能である工場の状況、製品を知ることができる。登録している工場は、PRできる。そこをつなぐ、使いやすいインターフェースを開発し、業界のネットワークをつくるのがねらいであった。現在登録を強化したいと思っているのは、弱電家電自動車部品である。

（2）エミダス工場検索エンジン

約12000社が会員登録をしており、現在1日5～10社のペースで増加している。このネットワー

クに参加することで、自社の技術をアピールし、全国からインターネットによる受注が可能となっている。データ登録のみは無料である。EMIDASパートナー（有料）になると、営業支援を受けることができる。

1万を超える会社の登録があるが、受注についての優劣は次第に明確になってきている。ここ2年は、発注者にこのネットワークを使ってもらうことを念頭にインターフェースの開発をしている。加工分類検索は、設計、材料、試作、金型、量産、表面処理、組立、製造の工程別になっている。このほか、社名、キーワード、得意&特異技術情報、ホームページの検索ができるようになっている。

加工分類は最初は22の大分類でスタートし、現在42分類である。機械加工は詳細に分類すれば1000近くなるが、それをおおよその感で大きく分類している。技術に詳しい分野とそうでない分野があるので、それぞれの専門家に意見を聞きながら、順次分類を進化させている。

（3）モノづくりビジネス掲示板

発注情報、得意技術PR、中古機材・資材流通、求人求職など、それぞれの機能に特化した掲示板である。

「発注情報は」、1日10件程度あり、去年は4200件の発注があった。発注者は、発注案件を回答期限付きで公募し、会員がそれに応募する。応募するためにはEMIDASパートナーとなり月額3000円の会費を払う必要がある。1回の書き込みに、50件の引き合いがあり、対応に2カ月かかった例もある。この掲示板によって、新規のネットワークができるというメリットがある。

「中古機材・資材流通掲示板」は、昭和リース・日本リースと提携して運営している。中古工作機械の売買のための検索、査定、売買をサポートしている。最近では、汎用機械を、韓国や中国のブローカーが買っていく傾向がある。不要になった機材を廃棄するにはお金を払って処分してもらわなければならないが、ここに登録することでうまく流通し、高く売れるようである。

（4）技術の森

製造技術に関する「質問」と「回答」を繋げるサイトとして「技術の森」があり、情報交換を促進する場となっている。製作に関する悩みを問い合わせると、全国の会員がボランティアで回答してくれる。

質問は、カテゴリ別にCAD、CAM、CAE、NC言語、開発、製品設計・部品設計、発明・特許・知的所有権、材料・素材、機械加工、金型、大量生産技術、電子・半導体・化学、表面処理技術、溶接・組立技術、計測、機械保全、製造業の経営、ISO、製造業の財務・人事・経理・退職金・相続などに分かれている。回答が複数あった場合、質問者がその回答を評価して、良い回答にはポイントをつけ、それが公表される仕組みになっている。

ここに参加する場合、名前はペンネームでもかまわない。自分が答えられるジャンルをあらかじめ自己申告しておく、それに該当する質問がきた場合、メールが送られてくる。それに対して可能なものについて回答をしている。登録すると応えなければならないというプレッシャーはない。最先端分野の問題の場合には回答が得られない場合もあるが、ほとんどの案件がうまくいっている。

（5）インターネットの匿名性について

インターネットは便利だが面倒なツールでもあると思う。ネット受注の場合、匿名でのやりとり

で、最後まで相手が素性をあかさない場合もある。それで大きな受注を逃すという失敗例もあった。登録している人の個性に依存する面もある。

2. 挑戦する製造業のために【パワーポイントによる説明】

（1）仮想工場【スライド 2-6】

NCネットワークとは、仮想工場として運営し、受発注のためのマーケットプレイスである。中小製造業が登録するが、工場単位での登録が可能であるため大手も加入している例がある。現在約12000社が登録している。それらの資本金総額は約6000億円、総従業員数は42万人となる。

金型発注がたくさんきたときには、ネットワークで発注をかけている。従来の縦系列から横の連携ができ、相互乗り入れしている。弱電、自動車、機械など業界ごとにつくりかたがあるが、同じ機械を持っている場合もあり、コスト削減や製造期間の短縮などが可能になる場合がある。

エミダスでは様々なサービスを提供しているが、実際に工場を持っている人が、自社の得意分野をアピールして、受注をとるしくみとして「工場検索」がある。また、「加工事業部」は加工品発注システムである。個々の工場が口座を開設するのは大変なので、それを代行している。

「掲示板」での質問に対するやりとりが、会社の技術力のPRになって、受注につながっている例もある。質問への回答が仕事につながるというよいスパイラルができています。

（2）ネット受注とエミダス【スライド 7-22】

受注の例をいくつか紹介する。

寿技研は、埼玉にある金属プレス、板金、プレス金型の会社で、エミダスには1998年から登録している。20名弱の小さいところだが、99年の夏に日立からのネット受注を受けた。ネット受注は月200万以上で、引き合いは月に3～10件ほどある。リコーの3次の受注から、大手まで引き合いがある。ホームページは自社で作成しているが、非常にシンプルで、実際の加工製品が紹介され、ページをクリックしていくと、簡単なガイドで受注ができるようになっている。

川口板金は、埼玉にある金属プレス、プレス金型、板金の会社で、エミダスには2000年から登録している。ネット受注は月1000万円で、規模の大きいものでは、月100万単位の案件になっている。ネット受注に熱心で、自社作成のホームページでは製品の詳細を掲載しており、設備情報も掲載している。PRによって受注のメールが来るが、30件に1件くらいの割合でフィットする案件がくるようだ。エミダス以外にもいろんなマッチングサイトがあり、そこで技術を的確にアピールし、マッチングするとすぐに電話して、実際に会って営業をし、受注につなげている。

エミダスでは月間150万ページがレビューされ、10万回の工場検索が行われている。ネットは最初の出会いの場である。発注事例は大手からベンチャーまで多様である。挑戦する製造業は、インターネットを使った新しい営業スタイルを取り入れることで、待ちの営業から攻めの営業に転換が可能となった。つまり、これからは選ばれる営業の時代である。

発注者は、サプライヤーを探しており、インターネットを通じて、得意分野の仕事で選ばれる。またインターネット受注は、系列の中での口約束ではなく、コスト・納期・品質等について顧客に提案し、アフターサービスもしっかりできるので、高い利益率が確保できる。

ネット受注の獲得のためには、「選ばれる」ためのホームページづくりが不可欠である。映像の見やすさ、キーワードの使い方、海外向けのページ対応も重要で、そのサポートNCネットワークで

やっている。「エミダスホームページ大賞」という製造業のホームページコンテストを実施し、製造業のホームページのレベルをあげようとしている。審査員長は、ネットビジネスで活躍しているECの辛口評論家である三石玲子氏にお願いしている。アクセスがたくさんあっても、そこからマッチングするものをみつける必要があるし、受注があった場合のメールでの対応や、実際の営業の機動力も重要である。

（３）今後の展開【スライド 23-28】

これまで実績から、ネットでのビジネスコミュニティを確立し、一定の評価を得ることはできたと思う。現在利用しているのは、5～30名規模の2次3次の下請け企業を中心である。100名以上の規模の企業にとっては、使い勝手が悪い部分があり、そこを改善するのが今後の課題である。このネットワークを通じて、日本の技術をいかに世界に発信するかを考えていきたい。

現在、NCネットワークの事業は、会員会費で運営するエミダスの他に、大手メーカーの購買の効率化や中小メーカーの業務拡大、ベンチャーやファブレス・メーカーの企画・製作などを支援する加工事業部を設立し、売り上げが伸びてきている。また、製造業PR支援サービスとして、ホームページ作成を行っている。

これからの日本の製造業の復興のためには、国内だけでなく海外からの受注についても検討したい。弱電系は生産がアジアにシフトしているので、それに対応できるシステムを考える必要がある。

NCネットワークを立ち上げてから、大勢の製造業の社長さんと会う機会があったが、その経験から「挑戦する製造業の条件」として、5つのキーワード（①製造サービス業、②技術を極める、③研究開発と試作に特化、④海外との協業、⑤ブランド志向）があると思っている。

過去の栄光にすがっていて、仕事を待っているだけではだめで、新しい挑戦をし、改めて考え、仕事は取ってこることが重要である。海外にもエミダスのようなビジネスマッチングサイトがある。フランスのサイトをみると内外から登録があるが、日本企業の登録はない。日本の営業が海外に売ることに対して前向きでないことを感じる一例である。中国でもアリババというサイトがある。

NCネットワークでは、日本企業の海外マッチングサイトへの登録代行システムを作りたいと考えている。世界中のサイトに登録する登録一発代行システムの開発にも取り組んでいる。

シャープは海外生産を国内生産にもどし、極め製造業の維持という戦略をとっている。極め技術はサービスと対になっていて、やはり国内で極めていく必要がある。大量生産は中国に、日本は中ロットに特化することも重要であると思う。

また、ブランドについて認識すべきだ。海外のブランドは、高くても信頼があり売れる。工作機械メーカーにもブランド感覚は重要である。これからは、価格で競争するのではなく付加価値で競争する時代である。日本としての新しいブランドを創造し、使って安心なものを適正な価格で売らねばならない。

【質疑】

質問：会員会費はどれくらいか。

内原：エミダス工場検索へのデータ登録は無料である。ただし、EMIDASパートナーは有料で、初期登録1万円、月額3000円がかかる。メールによる発注情報、ベストマッチ検索、パートナー優先

検索、掲示板での発注案件への応募・受注希望の書き込みなどができる。海外からの登録も受け付けている。当初多くの会員登録を得るために無料であったが、会員数が増えたことで途中から有料制にした。

中国からの会員は最初から有料で7500円である。中国からすると、このネットワークは客のかたまりであり、少々高くても入会する。日本に来て営業するよりも効果がある。一方日本側では、コストの問題から中国のメーカーに発注するところもある。

質問：NCネットワークの収入源は何か。

内原：現在は、加工事業部の購買代行による収入が中心である。海外展開も検討中で、現在は国内での練習期間であると考えている。大手から受注して、それを会員の中から適切なところをマッチングして発注する。なお会費は収入の1割程度である。

質問：ウェブでは会社の技術内容をどの程度まで公開するのか。特に新しい優れた技術については知的財産権の問題はないのか。

内原：映像をどこまで出すかなどは個々のメーカーが決めている。おそらく核心部分については出していないだろう。

質問：技術の森で、良い回答がわかるようになっているのか。

内原：質問者は、困っている程度や、アドバイスが欲しいのか答がほしいのかを書き込むようになっている。回答者は、回答とともに、関係者か専門家か、回答の自信の有無も書き込むようになっている。それぞれの回答に対して、質問者が良回答だと思ったものは、ポイントをつけ、「良回答」マークをつけている。すべて公開されているので、だれでもわかる。ネット以外での直接のやりとりについては関知していない。

意見：数年前の中小企業基本法の改正で、ナレッジネットワークの試みあったが、それが技術の森で実現できていることに感心した。

意見・質問：ネットワークのここ数年の進化に驚いている。取引ごとに口座を開くことへの抵抗感があるが、加工事業部による代行はそれを解消した点で成功につながっているのだと思う。業種や形態別でマッチングがうまくいく例というのはあるのか。

内原：ネットでの受注には様々なものがある。概して納期の短い試作が多いようだ。しかし総額2億くらいの量産加工の依頼例もあった。最初に試作を受注し、その後量産に結びついている事例は多い。

質問：職人技能の仲介というものはあるか。

内原：金型の業界では職人技能が薄くなっているように感じる。順送金型の修正には、精度を判断する高度な能力が必要で、それが金型のレベルを上げている。中国では、まだ日本の30年前くらいのレベルで対応できるところはないだろう。しかし、長い歴史の中で、研磨、磨きも工作機械でできるようになっている。もちろん最後は、すばやくジャッジできる能力が重要になる。

質問：決済面はどうなっているか。

内原：リスクモンスターを使っている。3カ月に1度ランクをとっている。メーカーのクラス分け

はしていないが、加工事業で受ける仕事で判断材料としている。資金の出し入れや決済はネット上では行っていない。

意見：産総研デジタルマイスタープロジェクトでは、約7000件のQ&Aが蓄積している。

このような技術の集積を新しい資産として考えていきたいと思うが、同様に、技術の森の内容等も編集して、まとめ、出版していくということも有効ではないかと思う。なかなか実際にまとめてくれる人材がいなのが実情だが、連携して、まとめると価値が大きくなるのではないか。

質問：ネットワークでのトラブルやクレームの事例はあるか。

内原：例えば、受発注で精算のトラブルなど例があるが、基本的は当事者間の問題である。ネットがきっかけでも、その後は当事者同士が現場でやりとりするので、トラブルが発生しても、うまく対応して、次のビジネスにつなげているようだ。

経済産業省の産業技術知識基盤構築事業の「デジタルニューディール」と連携して、技術者・研究者の起業支援サイトの運営管理もやっており、大手の購買との連携もはじまっている。これらとエミダスとを連携し、より多くの人に参加することで、使い勝手をよくしていけると思う。

【スライド1】

EMIDAS

挑戦する製造業のために

株式会社エヌシーネットワーク
内原康雄

【スライド2】

EMIDAS

NCネットワークとは何か？

↓

仮想工場

～受発注のためのマーケットプレイス～

<http://www.nc-net.or.jp/>

【スライド3】

EMIDAS 仮想工場の全貌

「挑戦する製造業のために」

エミダス登録数	11,909
資本金総額	6,227億円
総従業員数	42万1,178人
総売上高	4兆9,931億円

(2002年11月28日現在)

【スライド4】

EMIDAS 縦の系列から横のつながりへ

【スライド5】

EMIDAS 広がるエミダスのサービス

EMIDAS 工場検索

掲示板

各種掲示板

技術の森

お役立ち情報

カタログ検索

仮想工場情報

加工事業部

EMIDAS パートナー

【スライド6】

EMIDAS エミダスを受注獲得に使う

【スライド7】

EMIDAS

インターネット受注事例

～ネット受注の秘訣～

【スライド8】

EMIDAS 受注事例 (1) 寿技研 編

(有)寿技研
 住所 埼玉県八潮市
 分野 金属プレス、板金
 プレス金型
 ネット担当 高山専務
 EMIDAS登録 1998年4月
 従業員 14人
 ネット受注 月200万円以上
 ネット継続取引 10社
 引合い 月3～10件
 ホームページ 自社作成
 ネット環境 常時接続



- 公開見積もりには手を出さない。来たものに誠意対応
- ホームページに実際の加工製品を書く
- メールでの応対(迅速、明確、愛情)

【スライド9】

EMIDAS 受注事例 (1) 寿技研 編

媒体	業種	製品	要因	取引金額
EMIDAS 工場検索	日立製作所	板金部品 (アミューズメント)	価格・小回	400万円/年
EMIDAS 工場検索	セイコー クロック	ジュエリーボッ クス設計・試作	価格・小回	32万円/回
EMIDAS 工場検索	塗装業者	マスキング治具	アイデア 納期	5～50万円/ 月
EMIDAS 工場検索	音響機器 メーカー	小型スピーカー 駆体	コスト 納期	50万円/月
EMIDAS 工場検索	半導体製造 機器メーカー	精密部品加工	コスト 納期	30万円/月
YAHOO 検索	健康器具 メーカー	エアプレス及び 金型	地域(市 内)	90万円/回

【スライド10】

EMIDAS 受注事例 (2) 川口板金 編

川口板金(株)
 住所 埼玉県川口市
 分野 金属プレス
 プレス金型、板金
 ネット担当 久保本課長
 EMIDAS登録 2000年2月
 従業員 186人
 ネット受注 月1000万円程度
 ネット継続取引 18社
 引合い 月10件以上
 ホームページ 自社作成
 通信環境 ダイヤルアップ



- 実際に作っている製品を詳しく載せる
- 設備情報をしっかり載せる
- 電話で必ずフォローして訪問する

【スライド11】

EMIDAS 受注事例 (2) 川口板金 編

媒体	業種	製品	要因	取引金額
EMIDAS 工場検索	乗用車関連 メーカー	乗用車プレ ス部品	コスト	120万円/月 (2千個)
EMIDAS 工場検索	弱電系のプ レスメーカー	電話ボック ス関連部品	対向液圧 プレス所有	300万円/月
EMIDAS 工場検索	自動車部品 メーカー	組立を含む プレス部品	生産拠点が マッチ	300万円/月 (2千個)
受発注 掲示板	同業プレス メーカー	アルミプレ ス製品	200tプレス ライン所有	600万円/月
受発注 掲示板	生活用品 メーカー	金属製品、 PC付属品	試作→量産 に対応	600万円/月

【スライド12】

EMIDAS

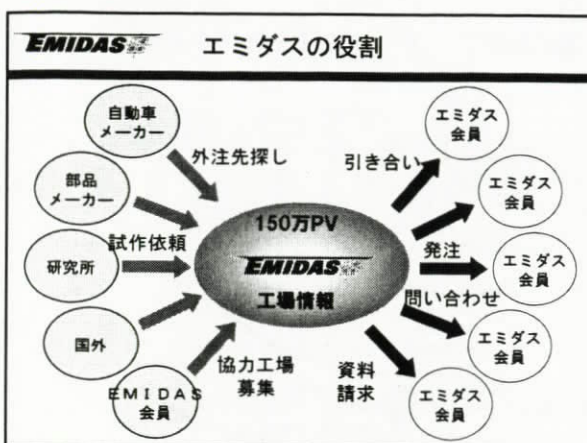
エミダスについて

～選ばれる営業の推進ツール～

【スライド13】



【スライド14】



【スライド15】

EMIDAS 発注事例 大手メーカー

★増加する発注事例
「エミダス」、「モノづくりビジネス掲示板」、「加工事業部」を利用して発注

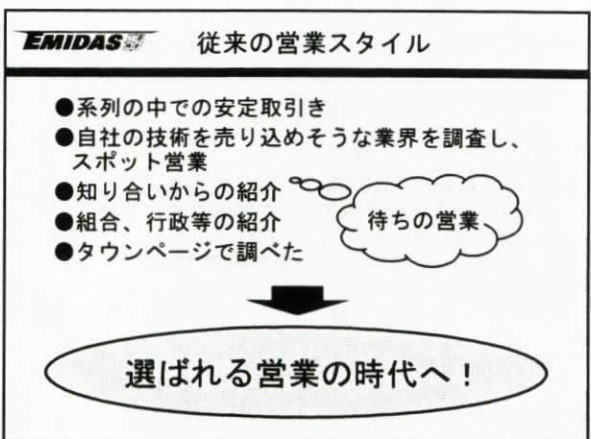
メーカー	媒体	要綱
東芝(府中)	EMIDAS	協力工場募集
三菱電機	EMIDAS & 掲示板	新技術
ハセコ	掲示板	協力工場募集
旭光学	掲示板	試作
富士通	EMIDAS & 掲示板	協力工場募集

【スライド16】

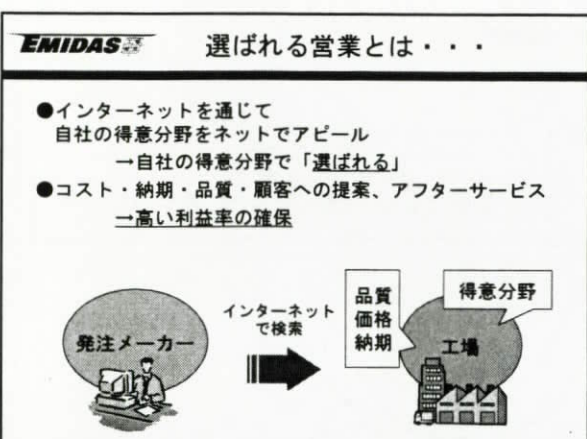
EMIDAS 発注事例 ペンチャーメーカー

- 医療機器メーカー (JAFCO等資本金10億円)
ネット発注金額 7,000万円 (金型&設備)
量産 月200万円以上
エミダス&モノづくりビジネス掲示板で募集→加工事業部に相談
- 通信機器メーカー (ソフトバンク出資3億円)
ネット発注金額 数千万円 (金型&試作)
量産 来年以降
エミダス&ものづくりビジネス掲示板で募集→加工事業部に相談
- 半導体メーカー (独立系)
ネット発注金額 数千万円
半導体関連の設備
エミダスを中心に自分の目で探す

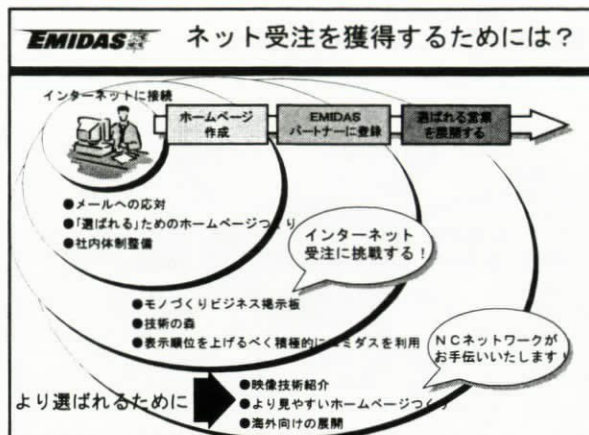
【スライド17】



【スライド18】



【スライド19】



【スライド20】

EMIDAS ネット受注を獲得するためには？

1. 映像で技術紹介

映像で技術紹介

①第一プラスチック株式会社 ②沢根スプリング株式会社 ③堀越精機株式会社

来るべくADSL（高速回線）の時代に備えたわかりやすい選ばれる営業

【スライド21】

EMIDAS ネット受注を獲得するためには？

2. ホームページ製作

ホームページ製作

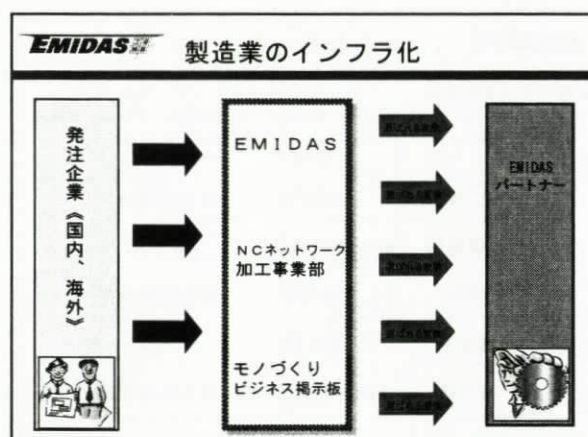
新しいお客様にいかに見ていただくか？

受賞者決定！！

エミダスホームページ大賞（製造業のホームページコンテスト）で得たノウハウで「選ばれる」ためのホームページづくりを提供します。

エミダスホームページ大賞（製造業のホームページコンテスト）

【スライド22】



【スライド23】

EMIDAS

インターネット受注をするために

【スライド24】

EMIDAS NCネットワークの目標

- 98～01年 コミュニティ確立
- 2000～01年 EC（電子商取引）のインフラ整備
- 加工事業部の設立＝加工に関するエキスパート集団
- 製造業のインターネット・インフラ
 - 製造業のための設計・材料・加工・物流・販売のソリューション提供
- 海外からのアクセス誘導
- 日本の誇る製造技術を世界へ発信！

【スライド25】

EMIDAS 事業の現状

■NCネットワーク加工事業部
昨年1月にEMIDAS-PTTとして開始 ⇒ 顧客ニーズに適合せず、閉鎖

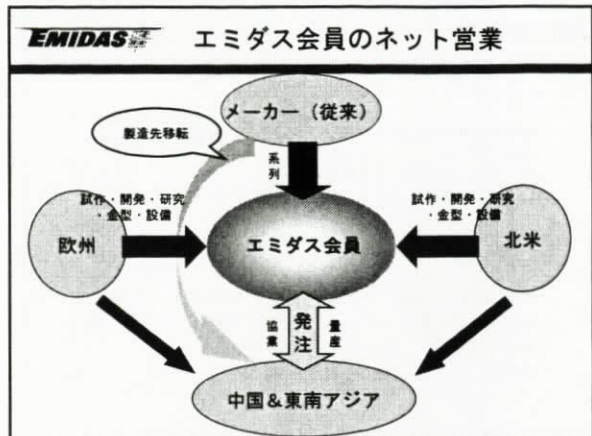
大手メーカー購買の効率化支援
優良中小メーカーの業務拡大支援
ベンチャー/ファブレス・メーカーの企画・製作サポート

■EMIDAS/パートナー
昨年、EMIDAS-ITセミナーで事業説明
5期の利益3本柱のひとつ

■NCネットワーク製造業PR支援サービス
ホームページ作成 70万円～
画像による製造業PR 60万円～
印刷代行（ホームページ作成講演会時のみ）70万円～
登録代行 20万円～



【スライド26】



【スライド27】

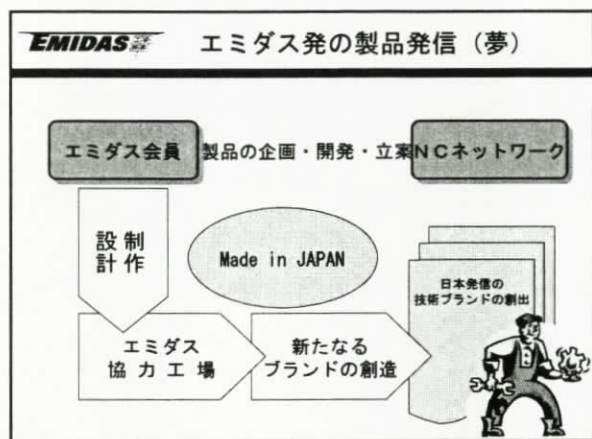
EMIDAS 挑戦する製造業の条件

世界を知る、自分を知る、
過去を棄て、挑戦する

- ◆ 製造サービス業
- ◆ 極・技術
- ◆ 研究開発・試作に特化
- ◆ 海外協業
- ◆ ブランド志向



【スライド28】



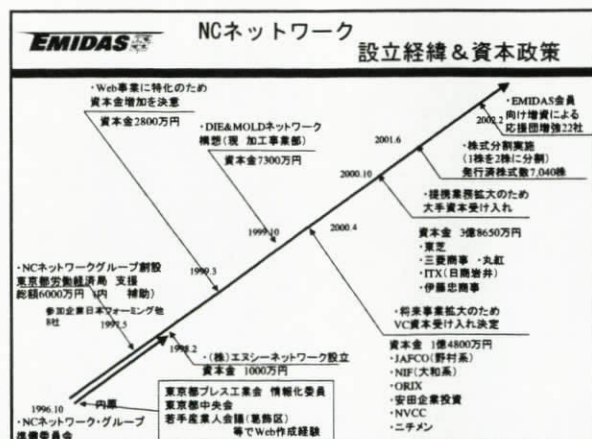
【スライド29】

挑戦する製造業のために

NC network

<http://www.nc-net.or.jp/>

【スライド30】



【スライド31】

EMIDAS	NCネットワークの機能①
受発注	
● EMIDAS工場検索エンジン ● モノづくりビジネス掲示板 ● NCネットワーク加工事業部 品質、与信、決済をNCネットワークが代行	
情報交換	
● 掲示板（14種） 金型、板金、機械加工、材料、他 ● 講座（12種） プレス、金型、鋼材、メッキ、他 ● 技術の森 （製造業のIT図書館） ● NWC — NC Web マスターズコミュニティ	

【スライド32】

EMIDAS	NCネットワークの機能②
購買・物流	
● オンラインカタログ検索 （カタログ検索エンジン） ● CAD/CAMショールーム ● モノづくりコンビニ ● 中古工作機械探偵社 （NC-Detector） ● Trabox （空きトラックを効果的に利用） ● EMA （鋼材オークション）	

5. 躍進の中国－停滞の日本 中国の強みと日本の底力

講師：橋本久義 政策研究大学院大学教授

【講師略歴】

昭和20年5月21日福井県生れ（育ちは東京）

昭和44年東京大学工学部精密機械工学科卒業。通産省入省

昭和44.6～53.8 通産省内外各部局に勤務

- ・工業技術院総務部技術調査課総括係
- ・重工業局 産業機械課 化学機械係長（化学機械、冷凍空調機器、真空機器などを担当）
- ・科学技術庁原子力局動力炉開発課 新型転換炉係長
- ・工業技術院総務部国際研究協力官室 総括班長（発展途上国との研究協力を推進）
- ・サンシャイン計画推進本部技術班長（太陽熱、地熱、風力などの新エネルギー資源の開発を担当）

昭和53.9～56.7 西独デュッセルドルフに3年間駐在

昭和56.7～62.6 通産省内外各部局に勤務

- ・工業技術院総務部総務課長補佐
- ・中小企業庁技術課長補佐（テクノポリス政策に対応したフロンティア事業を開始）
- ・地域振興整備公団工業再配置第一分譲課長
- ・通産省大臣官房技術企画調査官（通産省全体の技術政策のとりまとめ）

昭和62年6.15 通産省機械情報産業局鋳鍛造課長

平成元年6.27 同 中小企業庁技術課長

平成3年7.1 同 立地公害局立地指導課長

平成5年6.25 同 工業技術院総括研究開発官

平成6年8月 埼玉大学教授（政策科学研究科）

平成9年10月 政策研究大学院大学教授（埼玉大学政策科学研究科が独立）

平成5年4月～平成13年3月 龍谷大学客員教授

通産省時代から「現場に近いところで行政を・学問を！」をモットーに第一次円高以来15年間で2500以上の工場を訪問。全国の中小企業の現場を訪れて、技術者・経営者の意見を聞いてきた。行政・学界には珍しい現場主義者。政策研究大学院大学では、発展途上国の産業発展、中小企業の活性化をメインテーマに研究に取り組んでいる。

「日本の中小企業は世界最強」「中小企業は日本のまごころ、世界の宝」と説く。

主な著作

「創造的中小企業」日刊工業新聞社刊1996年11月刊

「町工場の底力ー日本は俺達が支えている」PHP研究所刊1998年6月刊

「続・創造的中小企業」日刊工業新聞社刊2001年1月刊

「IT時代を切り拓く女性起業家達」日刊工業新聞社2001年7月刊

「町工場が減れば日本が減じる」PHP研究所刊2002年5月刊

【講演】

1. 最近の金型産業の状況

最近の金型は、複雑なものも一体成形をするようになってきている。材料を流し込んであとで空気を吹き込むような方式もある。

金型製作の難しさは図面を読むことであり、平面図面から立体の形が簡単には思い浮かばないの

で、長年の職人の経験が必要であった。インクスでは最初に立体のものを見せ、そこから図面をおこすシステムを開発し金型製作の方法を革新した。

1枚の鉄板で一体成形すれば溶接部分がなくなるのでコストダウンが実現できる。つまり金型をどうつくるかでコストが左右される。金型制作では、材料が均等にさめるような工夫や、厚さ均等になるような工夫等々が必要である。岡野工業の岡野社長は、独特の技術で深絞りでひび割れすることなく鋭角なものをつくる。おそらく潤滑剤と絞る速度の問題だろうが、他が追随できない技術を持っている。

一体成形では大阪坂本金型がダイスライドシステムをつくった。部品を割って、部分をつくり、金型のなかで台をスライドして接着する。割り方の技術が問題だが、この方法により袋物できるようになった。画期的な技術でありコストダウンを実現している。

質問：中小企業が大企業に対して、金型を中国に出さないように求めているようですね。

橋本：意図せざる金型の流出があった。大企業がメンテナンスのために図面をつけて出すことがあり、それを勝手に第三者に渡して金型をつくらせてしまう。そういうことはしないようにとの経済産業省から通達が出されている。こういう問題はデジタル化で起こっている。昔は1番型から2番型があったが、今は1番型のみである。

金型は発注主のものであるので、法的に規制するのは難しい面がある。ノウハウも全て親会社のものであるというのが現状で、権利保護について解釈が非常に難しい。

意見：どうしても流出させたくない場合は、海外進出の場合でも、日本の下請けを全てつれて進出する場合があるということを聞いている。

橋本：世界の車のボディー金型をつくっている日本の金型の象徴であるオギハラがアメリカのリップルウッドに買収されたのは衝撃であった。

事情を聞くと、銀行からの資金繰りの問題らしい。金型は、たとえば800ccクラスの車を開発しそうだという情報だけで、正式な発注の前から金型づくりが始まる。打ち合わせの過程で正式に発注し3分の1が入り、あとは完成してからとなる。銀行がこういう状態なので、貸し渋りがあって、困るらしい。

意見：今の日本では、大手銀行がびびっている状況である。オギハラの場合は、社内の方針によるものだと言ったことがある。しかし、アメリカが買収する場合、安く買っていずれ高く転売するということがあるので心配である。資金繰りが悪いだけで技術的には問題ないはずだ。

橋本：オギハラの場合、弟さん（会長）は近代的な考え方。社長は浪花節で日本的。アメリカは3男が担当しており、それぞれ考え方が違うようだ。しかし、トップのオギハラがこのような事態になるとは夢にもおもわなかった。

意見：新聞でもいろんな情報が錯綜している。

橋本：交渉力の問題かもしれない。今までの経験だと外人とはけんかしくいのではないか。リップルウッドは利ざやを稼ぐのかもしれない。

意見：中国では、ホンダをホングラ、ソニーをソンプと言うようだ。ホンダは山梨にペーパーカンパニーをつくり、中国で工場をつくっている。ホンダをホングラにして1字ちがえてベトナムで3割安で売っている。買うほうはホンダと勘違いして買う場合もあるらしい。

2. 魅力ある日本の中小企業の経営者

鋳鍛造課長になって、毎週木曜日に工場見学をすることにしたが、現在2505になった。この業界には本当に魅力ある社長が多い。社長に魅力（人徳）がなければ人を集められないし、集まった人を使っていけないからである。

技術の進展、消費者のニーズの多様化に対応する日本の技術は、大企業もすばらしいが、中小企業では小膝をたたく技術があふれている。機械に風車がついていて、これがセンサーとなり、まわれば機械は動いていることが遠くからでもわかる。そういう工夫が至るところにある。

今の中小企業にとっての最大の課題は中国だろう。デジタル化で中国がどれくらい日本に肉薄できるかという問題もある。

3. 中国の現状【スライド 2-4】

中国の人口は12.6億人といわれているが実際には14億人くらいいるだろう。一人っ子政策というが、政策研究大学院大学に留学している学生のなかにも兄弟いる学生はいる。郡長（市長）の性格にもよるが、農村では男性は働き手であり男の子が産まれるまでは産むということもあると聞く。面積は日本の26倍の面積で、アメリカとほぼ同じである。北京語の識字率は約8割である。

アジアの鉱工業生産指数をみると、いずれの国も右肩あがりである。韓国は激しい構造改革を外人部隊がやって失業が出て大騒ぎしたが、結果的にうまくいっている。

中国の主要製品の世界シェアをみると、あらゆる部分で一定のシェアとなっている。日本以外でこういう傾向を示す国は稀である、少し古いデータなので、現在はもっと大きくなっているはずである。キーボードは70%、マザーボードは60%が最近の数字である。

4. 財閥による桁違いの投資と成功ーギャランツ【スライド 5-6】

中国では、国内だけではなく華僑の力を考えておかなければならない。外で苦勞して得た資金を故里（中国）に投資したいという思いが非常に強く、大学などには桁違いの寄付をする。それで最新の実験設備、建物が大量につくられている。また、中国の民营企业のファイナンスを支えているのも華僑のアジア財閥である。中国は4大銀行があるが、政府系金融機関に対する信用がなく、お金がたまるとたのもし講をするという文化である。金持ちは香港、スイス、アメリカの銀行にあずける。

ギャランツは、もともと羽毛を集めてダウンコートをつくり、モンゴルに売っていたが、これからは電子の時代だということで、1993年に突然電子レンジの生産を始めた。コストで勝負しようと、400万台の工場（当時の最大が100万台）をつくる。資金は華僑からで、徹底的なコストダウンとOEMで大成功した。わずか9年間で年産1500万台となり世界一の電子レンジメーカーになった。2位の韓国は250万台、松下で200万台。シアトルに研究所があり、新製品に直結した研究のみを手がけている。中国ではこのような投資が起きる。

意見：王永慶は、4000億の個人補償をすると聞いたことがあります。

橋本：たくさんつぶれてもいるところもあると聞く。しかし、元気な人もいるので、日本はこの元

気な企業と競争しなければならないので、大変だと思う。

5. 開発の進む地域【スライド 7-12】

【シリコンデルタ（珠江デルタ）】

関東平野とほぼ同じ面積で、深セン、ジュハイ、アモイ、シャトウが主要都市である。いずれも暖かい地方である。

一般論では暖かいところでのものづくりは失敗するといわれている。のんびりした気性であるからだ。しかし、香港の資本、華僑資本があり、広い国土の寒冷地から多くの人が出稼ぎにくるという、他国にはない条件が中国にはあるので成功をしている。国の平均GDPは850米ドルだが、都市部が3000米ドルで、それ以外では年収200～300で暮らしている人が大勢いる。飢えている地域から職をもとめて人材が南下している。240日かけて徒歩で出てきた人もいるという話を聞いた。途中農家で手伝いをしながら南を目指したという。がんばって働くとモノが買えて生活がよくなり幸せになれるというので、皆必死に働くようだ。

深センは東京都とおなじくらいの面積である。経済特区に昔7万人だったのが 現在公式には420万人、実際には650万人いると言われている。深センの発展が第一エンジンとなって爆発して、上海や重慶に展開している。

日技城（リーチーチョン）は、1992年に日本の中小企業の進出のために設立された従業員つきの貸し工場である。一種のインキュベータである。現在30社あまりが入居している。

【チャンチアンデルタ（長江デルタ）】

軽工業地帯であり、繊維、雑貨などのちょっとした金型をつくる技術の集積があった。上海の文化、消費市場があるので、欧米からの進出が多い。現在発展中の地域である。

【中国のシリコンバレー（中関村：北京）】

北京の海淀区には大学がまとまって立地している。もともと政府が政治的な雑音が出てきたときにすぐに治められる（弾圧できる）ように大学を一定の地区に閉じこめようとするねらいがあった。

それが、結果的には巨大な頭脳集積となり、現在どんどんベンチャーが生まれつつある。北京市中関村はいわば中国のシリコンバレーである。企業数も88年500社、91年5100社、2000年末に8200社と激増中である。大学は北京大学、精華大学を含め68、213の研究期間がある。大学発のベンチャーは、99年1227社、2000年3461社となっている。一方、日本の大学発ベンチャーはわずか128社である。

北京は環状道路が整備され、環状内の縦横の道も立体交差で、世界的に見て非常に便利な首都である。高速道路も今や世界3位で22000キロとなっている。中関村には高層ビルが林立している。ビル1つが秋葉原の電気街というようなPC部品ビル太平洋もあり、真贋を含めあらゆるものが揃っている。

6. 家電メーカーの台頭【スライド 13-17】

中国国内の家電売り上げベスト8のメーカーをみると、いずれも中国生まれの中国育ちの企業が

独占している。企業名に「集団」がつくものは元々は国営企業だったものが民営化したものである。

現在家電売り上げ1位である「海爾（ハイアル）集団」は青島にある。現在のCEOの張氏（1942年生まれ）は、1984年に当時赤字会社であった従業員800名の電気冷蔵庫会社の工場長となったが、「80:20原則」（不正が起こると、上司が8割、不正をした本人が2割で処分する）という厳しい罰則規定を導入して、着服・リベートの禁止に取り組んだ。本人ではなく上司が厳しく処分されるので、幹部が必死にマネジメントするようになった。また、開発した商品の売り上げから給料を出すなど市場リンクシステムを導入する改革をすすめ、現在では従業員20000人、売り上げ5300億円、利益400億円となった。サウスカロライナに年産20万台の冷蔵庫工場をもちアメリカのシェアの25%を占めている。このほかに海外生産拠点が13ある。

7. 中国が他の東南アジアを超えた理由【スライド 18-19】

文化大革命についての批判はいろいろあり、科学技術面では非常に遅れをとることとなったが、一方で、労働観が変化し、「現場が一番えらい、すべての知恵は現場にある」という考え方が浸透しているようだ。また、文化大革命によって中間管理職が一掃され、若い年代が中心となって、企業を動かしている。30代、40代で企業のトップとなり成功している人が多い（美的集団の総裁は44歳、联想集団（レジェンド）の総裁は37歳）。日本の戦後の大発展も当時40代の人々が築き、今も活躍されている。その意味で、今の日本は若い世代が出てこれられない状況あるかもしれない。

共産党の学習・指示組織も中国の発展には大きく貢献しているだろう。組織の規律・規約が党員には浸透しており、支部をつくって活動をしている。最近では党員になるかならないかは個人の自由であるが、なって除名されると経歴に傷がつくことになる。党員になると、規律・規則の遵守が課せられている。組織率は6%で6300万人であり、エリートが党員になっている（党員にならないとエリートになれない）。ある工場でストライキが起きたとき、党員を集めて話をして、事態を収拾したという。労働組合ではなく党員組織の方が密度濃く国内に浸透しているようだ。

作られる製品も、ここ数年で劇的によくなってきていると感じる。

天安門事件も事件そのものは問題であったが、その後のトウショウヘイが賢明であったと思う。100%外資に域内取引を認め、一時的に国内はマイナスになったが、その後中国企業にも仕事が回るようになり、生粋の中国企業で下請けができるようになった。仕事を受けながら信用を得て注文が増える、というよいサイクルができあがっていった。

状況にあわせて自分をあわせるという国民性も幸いしているかもしれない。「変身」（ビエンシェン）というが、目の前の状況に調子をあわせて変わる。それは中国の歴史とも関係するかもしれない。三国時代から、中国では、支配する人と支配される人（住んでいる人）には関係がなく、社会状況が変われば、哲学や宗教も変わるということを繰り返してきた。自分のまわりのだれがスパイかわからない。だから、状況や相手にあわせないと命を狙われる。政権が変わるごとにそれに賛同し賞賛しているうちに、もともとは反対であったことがわからなくなってくるらしい。日本は支配する人と支配される人（住んでいる人）との関係があり、中国とは異なる歴史を経てきたので、しばしば中国の対応を信じて失敗をするという話をよくきく。

8. 中国の限界と問題点【スライド 20-24】

中国の進出には目覚ましいものがあるが、かといって悲観することはないと思っている。現在中国で力があるのは大企業型の商品であり、その技術は外国からのもので、今のところ中国自身の技術開発力があるとは言えない。

また、為替レートの問題もある。90年頃は1元30円前後であったが、現在は15円のレートであり、今後どうなっていくかが問題だろう。

今、開発期間は短縮化していて、パソコンは3カ月サイクルだといわれている。このようなスピードと小ロットに中国が対応できるかという問題もある。その意味で日本には十分チャンスがあるだろう。

自動車部品産業の評価については、経済産業省調査団による日系企業のヒアリング結果がある。自動車部品のような精度の要求されるものについては、まだまだ技術面では及ばないだろう。現在中国に進出している企業も、だめなものは引き上げるという姿勢が必要だろう。ソニーではビデオデッキの製造については撤退をした。

中国にも実力はあるが、しかし限界もあるので、日本は悲観することはないと思う。しかし、巨大な市場であることは間違いない。

【質疑】

意見：中国のしたたかさとともに、限界があるということも指摘され、大変参考になった。

意見・質問：7月にデルタ地区の日系企業の工場を見学した。制服にはポケットがなく、出来心での間違いが起らないような工夫をしていた。

最近、広東省政府は、委託生産方式を切り換え、換金レートを100:120に切り上げているようだ。委託では地域に金が落ちないので、それに対処するための方式なのだろうか。結局委託加工は全量輸出されることになる。しかし、現状では国内販売も増えているので、切り換えようとしているのだろうか。

橋本：生産方式の切り替えはおそらく税金の問題だろう。現状では利益が全て香港に落ちることになる。広東型委託加工形式は、会社は香港にあって、生産をシリコンデルタで行っている。合鎮といって村が会社を運営しているのだが、実は政府はそれを認めていなかった。

意見：広東省は中央政府を無視する形で進めてきたが、他の地域でも発展してきて、しかもきちんとやるようになって、政府から圧力がかかってきたようだ。台湾側から進出するために、シリコンデルタに進出し、それらはもともと輸出向けの製品をつくっていた。ただし、これからは上海などで、内需向けの製造を目指しているので、それに対する危機感があるのだと思う。また密輸の温床として指摘されることがあり、変わろうとしているのだろう。

【スライド1】

躍進の中国ー停滞の日本 中国の強みと日本の底力



政策研究大学院大学教授

橋本 久義



【スライド2】

中華人民共和国

- ・人口 1,266 百万人
- ・面積 959万 km²
- ・GDP/1人当 \$ 850(+8%)
- ・失業率 3.0%
- ・インフレ率 134(90=100)
- ・対外債務 145.7 bil.\$
- ・外貨準備高 165.6 bil.\$
- ・産業構造 1 21.0% (農)
- 2 47.3% (工)
- 3 31.7% (サー)

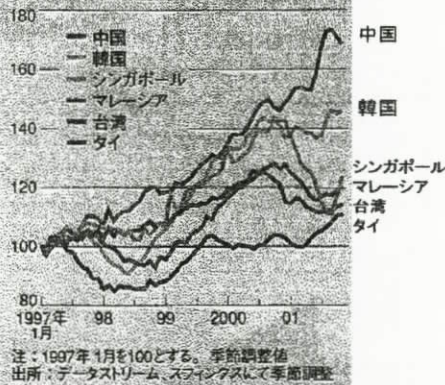
エネルギー 3/4は石炭
日本からのODA累計 3兆ドル
在留日本人 2万3千人

識字率 81.5%
平均寿命 57.7 58.7
乗用車生産 約60万台
インターネット加入 1700万人



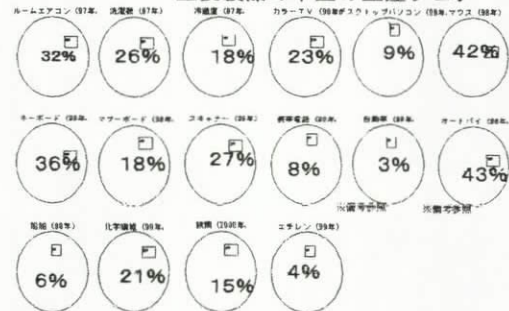
【スライド3】

アジアの鉱工業生産指数



【スライド4】

主要製品の中国の生産シェア



【スライド5】

アジアの財閥

李兆基

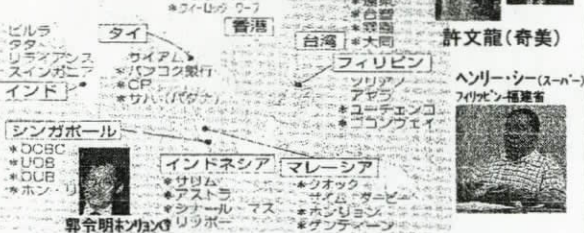
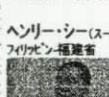
李嘉誠



王永慶(台湾プラスチック)蔡萬霖



許文龍(奇美)



【スライド6】

格蘭仕(ギャラング)順徳

創副総経理

元は周辺で飼うあひるの羽根毛を集めてダウンのコートを作る工場
1993年に突然電子レンジ生産を始める。
電撃的参入。大規模投資による、圧倒的優位の確立
徹底した低コスト作戦と、OEM戦略で拡大

2002年現在世界最大(年産1500万台)の電子レンジメーカー(日系は、上海松下が最大で200万台)
シアトルに研究所を作っている
新製品に直結した研究のみやる。



【スライド7】

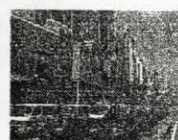
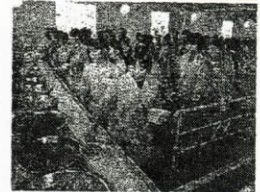
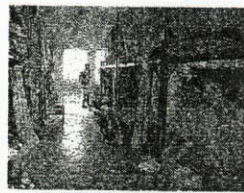
シリコンデルタ（珠江デルタ）

関東平野とほぼ同じ面積（深川は東京都と同じくらい）
東莞コンピュータフェア、深川ハイテクフェアなど見本市都市
広東型委託加工方式。香港に会社を設立。村が郷鎮企業を設立。
採用は香港。しかし契約は郷鎮。設備は香港から持ち込む。
A村は人口800名だがこの種郷鎮企業が45社 出稼人口1.2万人
貸工場の収入で村は豊、学校、病院無料村の負担で留学生派遣。
繊維→雑貨→時計・カメラ→テレビ→複写機・プリンター



中国の電子部品需要の
3分の2はこの地方発

【スライド8】



深川=昔7万、今650万

【スライド9】

日技城（リーチーチョン）

- 1992年設立（深川市）
- 董事長 石井次郎、（香港宮）
- 副董事長 川副哲



香港本社
TEL 852-759-8968
FAX 852-759-8976
日本連絡事務所
TEL 03-3379-3235
FAX 03-3372-6957

- 困っている日本の中小企業のために設立
- ①進出するための自社資金がない。
- ②適切なパートナーが見つからない。
- ③必要な情報がない。

等々を解決する
日系企業が入居すると、工場、電気、水道、通信、物流、輸出入業務、税務処理、人材確保、従業員への教育など代行
現在30社あまり入居しており、数年ここで中国の勉強をして、自社工場を設立して独立した会社も何社ある。

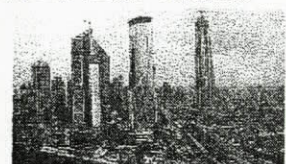


第1セツ 布吉鎮 11社800
第2セツ 下李朗 1社220
第2.5セツ 10社900
第3セツ 観瀾鎮 8社建設中

【スライド10】

チャンチアンデルタ（長江デルタ）

長江デルタ（江蘇省・浙江省）
エレクトロニクス部品 珠江デルタ地帯と異なり、工業団地に秩序だって進出。
シンガポール園区、蘇州新区
台湾の宏基（Acer=ホンチー）ニキア、アサヒエキ、フィリップス、日立、富士通、ソニー
技術的集積もあり、消費市場も大きく、人材も豊富
海運の要路 富裕な農村の公有工場や工場から郷鎮企業



【スライド11】

中国のシリコンバレー（中関村）

- 88年500社 91年1300社 94年5100社 2000年末8200社
- 北京市中関村（ソフト）北京大学、清華大学、等68大学 213研究機関（校弁企業）大学発ベンチャー 00年創設企業数 3461社（99年は1227）
- 北大方正（86年創設 現6000名4500億円）
中国字印刷システム特許はシェア9割 中国パソコン2位
ソフトバンク、三菱商事も出資）が売上の3割
- 清華同方（清華大学は朱鎔基出身（97年 同方電腦はパソコン10位）（日本の大学発ベンチャーはわずか128社）

連想、北大青島、清華紫光、中軟、長城
留学人員創園区が整備され、278社創業
（米118 欧60 日42）3年間所得税免

全国で、1022の大学、410万人の大学生
23万人の大学院生、
合計卒業生88万人、うち理工系52万人



【スライド12】



PC部品ビル太平洋



PC部品ビル海竜王城



【スライド13】

中国家電ベスト8

メーカー名	売上(億円)	品目別上位3社
・ 海爾集団	406	冷蔵庫 海爾、科龍、新飛
・ TCL集団	177	T V 長虹、康佳、TCL
・ 海信	134	エアコン、海爾、美的、格力
・ 長虹	130	洗濯機 海爾、小天鵝、榮事達
・ 康佳集団	115	電子レンジ 格蘭仕、LG、松下
・ 美的集団	105	電話機 步步高、TCL、万德菜
・ 春蘭集団	93	VCD 新科、步步高、万利達
・ 科龍集団	69	携帯電話 モトローラ、ノキア、エリクソン
		パソコン 連想、長城 TCL
		オートバイ 嘉陵、力汎、五羊
		乗用車 シャーロット、サタナ、ジェッタ

【スライド14】



海爾(ハイアル)集団 青島(C)

CEO 張瑞敏
1942年、山東省生 中国科技大学
色々な国有企業の技師を経て、共産党に指名され、1984年に青島電気冷蔵庫総廠の工場長
当時は従業員800人の赤字会社。
今従業員2万人。売上5300億円利益400億円
現在 4カ所1カ所に年産20万台の冷蔵庫工場
米で25%のシェア 海外13生産拠点

赴任当時は従業員が工場の資材をぬすむ、職場に大小便をする統制のとれない集団だった。着任の翌年、欠陥電気冷蔵庫76台を公開の場で製造責任者に打ち壊させて、品質重視をアピールした。厳しい罰則規定で着服、リベートを禁止、80:20原則で上司も処分
市場リンクシステム=開発した商品の売上げから給料を出す
ランク公表=3ランクダウンでクビ。食堂に幹部の評価表が掲示
徹底サービス エアコンの据付工事を無料にして飛躍

【スライド15】



美的集団(元郷鎮) 広東省順徳市
総裁 何享健(フーシアンチン)
当初順徳市は科龍集団との合併を指導→拒否
エアコン2位
東芝系コンプレッサー工場買収内製化
大阪に事務所

- ・ **TCL集団** (惠州ホヰウ)
 - ・ 1980年創業(Tele Communication Ltd.) 惠州市農業機械局の倉庫を借りて操業(惠州市が株主)
 - ・ 李 東生(イートンシエン) 総裁 1957年生 82年 華南工学院卒 TKK家電(TCLの前身)
- 1万店にものぼる販売店網を利用して急速 テレビ、パソコン、携帯、エアコン等に進出(最初は生産委託で自社産) インド、ベトナム等へ現地生産拠点 松下電器と提携。一方で東芝・住友商社が資本参加



【スライド16】

聯想集団(Legend)

- ・ パソコンシェア28.9%
- ・ 中国科学院の研究者が出資したベンチャーパソコン周辺機器から初めて94年からパソコンへ
- ・ 工場は北京と惠州
- ・ 総裁柳伝志は44年生 江蘇省出身
 - 67年 西安軍事電信工程学院卒
 - 国防科学委成都第10研究所勤務
 - 文革で広東の農場へ。
 - 70年に計算機研究所に戻り、
 - 84年に聯想集団総裁
 - 2001年に引退
- ・ 新総裁楊元慶
 - 86年上海交通大学卒
 - 88年中国科技大でコンピュータ修士



新総裁楊元慶(1965年生)



【スライド17】

小天鵝集団 (シャティエンクー=Little Swan) 江蘇省無錫

- ・ 洗濯機トップメーカー58年創業(国有) 元は陶製洗面器工場。
- ・ 87年の松下「愛妻号」分解。技術導入、朝礼、退社前総括
- ・ 「末日経営」原則。「企業にも製品にも必ず末日が訪れる」同社敷地に隣接する市営監獄や火葬場、工場の前を走る四路公営バス(四路は「死路」と同音)などの舞台装置を利用
- ・ 「横向比較」経営 内外の一流企業と各種指標を常時比較。ベンチマーキング経営。
- ・ 「全員市場化」経営 新入社員は全員販売実務
- ・ 「顧客生顧客」経営 顧客が顧客を連れてくる「花銭買意見」(金を払って客の意見を聞く「好顧客戸説了算」)(客の意見がすべて)
- ・ 「体系化」経営 各現場で自主的に意思決定 トップはかつての経営危機体験を伝承。

徐源副総裁



豪華社宅

- 1足のスリッパ
- 2つの挨拶
- 3枚の布(床、作業用、道具用)
- 4つの統一(①服装、作業表、サービス、料金)
- 5つの禁止(禁ハ、茶、食事、買い物、既定外料金)

【スライド18】

中国が他の東南アジアを超えた理由

- ・ 文化大革命で労働感に変化
- ・ 文化大革命で「頑固な権威者」がいなくなった
- ・ 「人民のために」を唱え、幾分か実践
- ・ 共産党の学習・指示組織 強制権付き
- ・ 厳しい雇用システム。技術者は6ヶ月、現場は1ヶ月契約
- ・ 事務系の就職先が少なく、優秀な学生が生産現場に来る。
- ・ 学生がソフトウェアを完全マスター(ソフトが安い)
- ・ 状況に自分をあわせ易い国民性(変身=ビエレン)
- ・ 外資規制緩和、(天安門事件の埋め合わせ)
- ・ 中国のニーズに合わせた商品
 - 小さな引き出しツキ冷蔵庫
 - 卒の洗える洗濯機
- ・ 部品は外部調達。リスクは負わな



【スライド19】

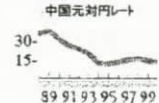


【スライド20】

中国の限界



- ・ 大企業型の商品群 技術は日米欧台湾香港
- ・ 為替レートは?
- ・ 製品のスピード・小ロットに対応できるか?
- ・ 最新鋭機械で大量生産
- ・ 知的財産権、代金回収難、セキュリティ
- ・ 中華思想、論理先行



【スライド21】

中国ビジネス常套句

- ・ 我々は貴社を必要としていません。貴社が我々を必要としているのです。
- ・ 当社の中のあなたの古い友人が困っています。こういうことでは、彼は立場をなくします。
- ・ あなたは中国の友人であり、中国通です。あなたが何とかすべきです。
- ・ 我々はどうでもかまいません。結果についての全責任はあなたにあります。
- ・ 事情が変わればたとえ以前に合意したことで変える必要があります。我々にはそうする権利があります
- ・ 無いものはない。私も困っている

【スライド22】

中国の自動車部品産業の評価①
(合併・独資生産体制立ち上げの問題点)

- ・ 基本方針は、中国政府の要請もあり、現地調達(100%)が目標。
- ・ しかし、安定品質の部品を供給できるローカル企業がほとんどないため、実効は、
現地調達(60%)→ほとんどグループ企業の合併・独資企業
残り(40%)→KD(日本、東南アジアから輸入)
- ・ 合併企業立ち上げに当たって、従業員の意識改革にほぼ3~5年を要した。
 - 品質管理への認識の違い。(不良品を工場の外に出さなければよい)
 - 現場の改善努力が生まれない。(余計なことをやると失敗すると責任とられる)
 - 労働流動性が高く、熟練技能者、多能工、保守要員が育たない。技術や技能をまわりには教えない。(現場のノウハウの蓄積・継承ができない)
 - 技術者の定着率はさらに悪い。(引き留めるには高給が必要)
 - 生産効率向上への認識不足。(作業標準化・作業標準の必要性、必要なものを必要なだけつくる)という考え方が理解できない)
 - 高性能の機械を買い入れたいものができると思っている。(使いこなせない、こわれたら機械メーカーのせいにする。保守の必要性が理解できない)
 - 役得意識が強く自己利益ばかり求める。(調達担当が平気でリベートをとる)
- ・ ローカルの外資ベンダーを育成するのはもっと大変なこと。(現実にはそれぞれの時間とコストをかけられない)

出典：現地日系企業ヒアリング
2002.3.4~3.8

【スライド23】

中国の自動車部品産業の評価②
(中国ローカル企業の実力は?)

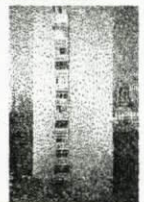
- ・ 金型
 - 精度の高いもの、大型、複雑形状などはまだ当分作れない。
 - 汎用品の金型は十分できる(値段が安い)。品質も向上している。
 - 種類別で見ると、樹脂型は比較的よくなっているが、プレス型は不得手。
 - CAD/CAMの導入・利用は日本より進んでいる(特に台湾系)。
- ・ 鋳造品
 - 鋳肉品はまだ成形できない(3mm以下)。いい原材料が手にはいらない。
 - 普通品の品質は上がっている。コストも安い。(日本:中国=2:1)
 - 品質管理能力は低い。(不良率 日本:中国=3%:10%)
- ・ プレス
 - 深絞り、精密成形、順送プレスなどはまだ当分できない。
 - 品質にばらつきが多い。
 - 普通品の成形は問題ない。
- ・ 鍛造品
 - 歩留まりが悪い(加工シロが日本の2倍以上)。
 - 温度管理が悪く品質がだせない。熱処理技術が低い。
 - いい材料(特に鋼材)が手にはいらない。
 - 普通品の成形は問題ない。

出典：現地日系企業ヒアリング
2002.3.4~3.8

【スライド24】

中国ビジネスの問題点

- ・ 依然として強力な政府の影響力(合併認可等)
- ・ 制度の朝令暮改(「人治」の国→リーダの意向絶対)
- ・ 政府の国産化政策(ローカル企業優遇税制など)
- ・ コネ・人脈の社会(日本=性善説、中国=性悪説)
- ・ 公私混同(横領、役得、リベート→会社の金は自分の金)
- ・ 高い交渉能力(相手の弱みを見抜く力)
- ・ 高い取引リスク(契約、債権回収)
- ・ 模倣品、ニセブランド
- ・ 地域的多様性(税制の違い等)
- ・ 労働力の流動性(有能人材の定着率の低さ)
- ・ 意外に高い高級技術者の人件費



6. シンガポール・タイの金型技術

講師：松野建一（財）製造科学技術センター常務理事・フotonセンター所長

【講師略歴】

1938年10月31日生。

1963年 東京大学工学部精密工学科卒。

1968年 同大学大学院工学系研究科博士課程精密機械工学専攻修了。工学博士。

1968～1997年 工業技術院機械技術研究所勤務。塑性加工、先進材料等の研究開発に従事。

材料工学部塑性加工課長、企画室長、材料工学部長、次長、所長を歴任。

1997年8月（財）製造科学技術センターの付置機関として新設されたフotonセンターの所長。

1989年日本塑性加工学会論文賞、1997年日本機械学会創立100周年記念功労賞、1998年同学会関東支部功績賞、日本塑性加工学会教育賞受賞。日本機械学会、精密工学会、日本塑性加工学会 会員。

2000年6月から2年間型技術協会会長。

【講演】

1. はじめに

NEDOのデジタルマイスターのプロジェクトの一環で金型技術に関するシンガポール・タイの現地調査に行ってきたので、その報告をしたい。

この調査は、国内及び海外の技術の伝承の差、最新技術の導入とそれを使いこなす人材能力、生産コストの削減（人件費以外のメリット）の状況、なぜ海外に進出したのか、各国のメリットとデメリット、日本の工作機械の導入率と技術の追従状況について調査し、日本のものづくり産業の生き残り打開策を検討することを目的としている。

2. シンガポール企業

【Amtek Engineering】

1) 沿革

ジュロン工業団地内（シンガポール西部）にあり、1970年Jurong Metaltek Engineering Pte Ltdとして創業し、1980年社名変更して現在に至る。

2000年には、シンガポールに関連企業が10社となり、USA、メキシコ、ヨーロッパ（フランス、チェコ、ハンガリー）、マレーシア、タイ（バンコク、チェンマイ）、中国（上海、蘇州、慶州、ほか）、ベトナム、インドネシア等にグループ企業が進出している。

2001年の売り上げは715MS\$（415億円）である。

2) 業務内容

スタンピング、家電製品の意匠デザイン（プロトタイプ）、治具や金型加工、タレットパンチによる筐体加工、プラスチックの射出成形、アルミ製品の表面処理、アッセンブリ、コンピュータデザインによる入札機械や携帯電話を製造、プロダクトデザインコンサルタントを行っている。

3) 概要

設計部門では、現在2DCAD（2次元）が主流であるが、今後3DCAD（3次元）へと移行する予定である。

グループ企業全体の機械設備についてみると、日本製が多数を占めている。サイベック社（日本・長野本社）と技術提携を行っている。技術とアイデアを共有しているという話だが、全てではないと思われる。製作については自社で対応している。

シンガポール工場は、ピーク時には1200名であったが、現在は800人規模で運営しており、金型関連の工場は4社ありグループに供給しているが、そこには70名が配属されている。売り上げは30%ダウンしているという。

台湾では、80年代頃からIT化を強化し、HPのデスクトップサーバーを生産している。資金面では政府の協力により、台湾、中国への進出に関連しIT化が進んだ。国により得意分野があり、台湾ではメモリー、シンガポールではHDDの記憶装置が強い分野である。

4) 所感

工場を見学した限りでは、設備が止まっているものが多く見受けられた。シンガポールでの売り上げがダウンしている分、中国での生産が伸び（コスト1/3にセーブできる）、グループ全体としては売り上げは伸びているという説明であった。

コストダウンの対策により国内の空洞化傾向がみられるようである。

日系企業による毎年5%のコストダウン要求には、以下のように対応しているが、非常に苦しい状況である。

- ①ある程度の規模（量産）を確保する
- ②客先に金型の原材料の板厚を薄くする
- ③使用するプレス機械を250tonから200tonに
- ④社員のシフト数を少なくする
- ⑤ペーパーレス化（金型のデータベース化、金型設計に活用している）

データは、CADデータの送付が多いが、日系企業からは未だに図面が送られてくることが多い。新規採用としては大卒を採用し、入社後6ヶ月のトレーニングを実施して、3年で技術者に育てている。マシンオペレーターの平均年齢は30歳+αで、日本に比べかなり若い。

スピニアウトはシンガポール国内ではないが、中国ではヘッドハンティングがあり、Amtekの社員は勧誘される者が多い。

各国の関連会社国への技術責任者はシンガポールで教育し、派遣している。国内の従業員が1200から800名規模になったのは海外派遣の増加による。

5) まとめ

日本の金型関連会社と比べ技術レベルは高くない。製造している対象商品も、これまで日本で生産してきた商品が多数あり、高い技術レベルを要求されるものではない。

人件費が高くなってきておりコスト削減が最重要項目であり、そのために海外展開をしている。独自の新規技術開発はないが、日本の中小規模の企業に比べ、工場の設備が充実している点が有利であるといえる。

【NMB Singapore Limited】

1) 沿革

日本企業ミネベア（NMB）100%資本のシンガポール工場として1985年にスタートしている。初期は、日本の技術者が長期滞在し技術指導にあたった。図面通りに物を作ることから始め、年に3～4名を日本で技術研修させるなどして、技術力アップをしてきた。中国（上海）工場の技術者は、中国人の大卒を採用して、シンガポールで研修を実施し、各製造拠点の責任者に育てている。現在59名で運営し、5名のキーメンバーが金型工場の工程をチェックし管理している。この内、金型図面のチェックは1名である。

2) 事業内容

小型ベアリングのトップメーカーで、NMBが取り扱っている製品、部品を生産している。小型ボールベアリングでは世界市場の60%以上のシェアをもち、HDD用に使用されるスピンドルモーター用の流体軸受も生産している。

この他に、小型モーター（ファンモーター、ステッピングモーター）、電子機器部品（PC用キーボード、スピーカー、スイッチング電源、計測機器）など、総合精密部品メーカーとして事業展開している。生産比率は内製9割、外販1割である。

3) 概要

日本をはじめ、タイ、シンガポール、中国、欧米など世界14カ国に50の関連会社、44000人の従業員によるグローバルネットワークを確立している。その内、製造拠点は32カ所、販売拠点は52カ所となっている。

金型は、主力製品であるベアリング用リテーナー型を製造している。上海等にてスタンピングと組み立てを実施している。

量産品は、キーボードをこの8月期では250万台製造（プラスチックの射出成形により、1台あたり80個のキーで2億個）している。フィリップス向けにDVDヘッドのレンズを生産している。レンズ用の型はダイヤモンド単刃による切削により、成形後の精度は1ミクロン程度まで可能で、日本とほぼ同じ精度を実現している。

品質向上のための社内努力として、月々の社内製造金型に関する製造ミスの割合を統計調査し、社員への技術向上認識を呼びかけていた。

表 社内金型製品品質 (%)

年次	修正なし（良品）	1回修正	相手先修正	不良品
1999年	78.0	13.7	6.4	1.9
2000年	76.8	12.7	7.3	3.2
2001年	81.2	10.5	6.4	1.8
2002-1	94.10	3.28	1.20	1.42
2002-2	81.78	12.48	4.31	1.44
2002-3	90.57	6.31	1.75	1.36
2002-4	86.28	7.11	4.56	2.06
2002-5	80.56	10.07	4.85	4.52
2002-6	77.46	11.82	7.42	3.30

* 修正比率が少しあがっているが、その理由は不明。

4) 所感

シンガポールは人件費が高く、製造業には向かない国であるとの話である。海外進出には他で作

れるものを作っていたのではだめで、単価の高い精度のよいものを作るように対応製品をシフト中である。企業のトップは中国系であるので、中国への進出には抵抗がないようだ。

現時点では、付加価値の高い金型分野については、日本の金型産業は海外からの追従を寄せ付けないものと感じた。

技術者の給与体系としては、他社より20～30%高いが勤続15年以上でサラリーストップとなる。多種業務をこなす技術能力（グレードアップ）により昇級が異なる。会社創設時は、在職3～4年で70%が他社へ転職していたが、現在は少ない。

工場内では、5Sの標語（Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke）が多くみられた。日本では見られなくなった「しつけ」の文字に一同注目した。

3. タイの企業

【ARRK Corporation (Thailand) LTD】

1) 沿革・事業内容

37年前に木型からスタートした日本企業だが、今では、設計（3次元金型設計）から金型製作までの川上から川下まで手がける。タイへは13年前に進出した。

最初の社名は「デザインモデルセンタータイ」と称し、日本人2名タイ人14名で図面の検収作業からスタートした。まず職人芸を教え、図面が読めてモデルが作れるようにした。設立から10年ぐらいいまでは、設計試作がメインであったが、3年前より、加工設備を立ち上げ、金型製作に着手した。

日本の本社からの仕事のみをこなしていたが、バブル崩壊後に方向転換を迫られ、日本以外のアジア企業向けに設計製作を日本より速く手掛けるため、光造形技術（低価格化と短納期に対応するため）を導入した。

最近、ARRKグループでは、プラスチック金型メーカーである日本の昭和精機、岐阜精機を買収している。取引先は、タイではほとんどが日系企業、その他にマレーシア、シンガポールからHP（ヒューレット・パカード）等の欧米企業が中心である。

納期短縮のために部品の標準化に努め、日本のミスミ、双葉電子工業の標準部品を利用している。他は社内標準部品（社内における規格化が進んでいる）を作製し、設計に繁榮させている。

光造形によるモデル製品製作後、金型製造のために図面化する工程も短納期化には重要である。この他の短納期化については、簡易アルミ型をソリッドデータからダイレクトに高速MCにより金型切削を行うことで高品質化も可能としている。

2) 概要

社員400名で、その内ワーカー100名（単純作業）である。日本人40名（製造重要ポイント）で管理している。金型分野は80名、日本人が8名担当している。管理職は40歳代で6名である。

最近では、大卒のみに金型設計（3DCAD）を担当させている。社員の定着率は高い。給与は、以前は他社より2割程度高かったが、現在は、他社とは変わらない水準となっている（大卒で初任給12000バーツ/月）。給料だけではなく業務内容の魅力が高いことが定着率を高くしているとのことである。一般的に、タイの企業では定着率は良くないがARRK社は例外的な企業とのことである。

付加価値戦力として、プロセスごとに高品質、高付加価値を追求するだけでなく、総合的な開発支援体制そのものを高付加価値商品として提供して、工業デザインモデル業者から真の意味での「総

合開発支援企業」として、次代をリードしていこうとしている。デザイン、設計については、プランニングからデザイン全般にわたる事業展開をし、高品質や生産性を考慮した「機能性」と「操作性」さらに「美しさ」を追求している。現在のコストは日本の7割程度である。納期、品質等では日系企業が競争相手になっている。

最近の金型関係で異色な業務として、自動車フロント部のエアロパーツがある。トヨタ系ではSOLUNA 1.5E Sportyが月500台分、いすゞ、ホンダなどもある。タイ人気質として、「どこか個性を主張したい」、「見栄を張る」との観点から、人と異なったパーツを自動車に取り付けることが流行っている。プロトタイプから、中少量生産までを手掛けている（磨き、塗装など工程が多いが、人件費が安い）。

会社創設時のデザイン設計技術を活かし、博物館の展示モデル製造も請け負っている（ディズニーシー、USJの概観モデルもARRK社が手がけた）。

3) 所感

現地人材の技術力の向上に関する教育は、日本人のような職人的レベルにするのは無理であるが、ソフト、機械、環境を整えることにより、ある程度のレベルにはなるであろう。

今後は、タイを核として中国、ベトナムに進出を考えており、技術開発、社員の教育はタイで自立化させようとしている。日本と比べて教育レベルは低いが、磨けば光る人材はいるし、ものづくりの好きな国である。

社長は、海外に進出して日本の技術のすごさを感じたという。具体的には2次元図面で3次元形状がわかることである。ARRKグループでは、電話にて国際会議を実施しているが、「金型会社の技術レベルは、日本、米、タイ、韓国、欧州の順である」とのこと。米国ARRK社では、金型製作を日本ARRK社に発注しているほどであり、「金型のスタンダードは日本のレベルに合わせるべき」と考えているようだ。

タイはのんびりした気質の国である。改善運動・提案活動は、日本人が何度も言わなければやらないので、コミュニケーションは非常に大事なようだ。言われたことはやるが、そこからの提案や改善を自主的にはできない。最近まで全社的な慰安旅行を実施するなど日本的な経営をしてきたようだ。

【THAI MARUJUN Co.,LTD】

1) 沿革・事業内容

岐阜県大垣市にある株式会社丸順（創業1952年）のタイ進出会社（日本からの出資率は76%（丸順66%、八千代工業10%）、資本金3億バーツ）で、1994年7月設立である。バンコクより北へ2時間程度離れた工業団地に位置する。

創業以来、金型の設計、製作、自動車用プレス部品の製造分野にて独自技術とノウハウを駆使し、自動車産業の発展とともに成長してきた会社である。

タイでは、設立当初より金型部門、金型製造、メンテナンスを社内化し、ホンダの四輪、タイホンダ（二輪）、いすゞ、日本ビクターなどの製品を生産している。

2) 概要

工場設備は、600トンのハイドロプレス1台、メカプレス2台、110～150トンパワープレス3台、溶接（手治具11台）、スポット（ロボット溶接）7台（日本で10年落ちをタイに持ってきて使用）等を有している。最近3次元レーザー機を入れ替えている。

600トン金型を月4～5型程度製造が可能である。シビックの型は230型程度必要となるが、その内20～25%程度が内作、残りは外部よりグローバル調達（韓国、インドネシア、日本、タイなど）している。

製品は、自動車のサイドフレーム関係、ドアパネル、フェンダーなど大型金型（カムベント型）の他、ガソリントank、バンパービームなど自動車ボディの安全（強度の要求に合わせたハイテン材）、機能、品質の要となる高精度な3次元複雑形状金型である。

燃料タンク、ホンダの汎用エンジン部品、いすゞのヒンジ関係部品（アーム、ボディ部品）JVCの業務用ビデオデッキフレーム用金型などが主製品である。

ホンダが30個単位で発注してくるので、30個単位のケースを使って生産管理をしている。金型交換が多いが、現在の段取り替え時間は7分で対応している。

会社の基本方針は品質不良「ゼロ」であり、意識改革の推進と、体質づくりに努めている。「品質は会社の命なりー品質は企業の体質、利益を生み出す力なり」を徹底させている。1999年に不良品は1400ppmであったが、現在は7.7ppmになった。整理、整頓、工場環境整備、クリーンな工場作りを進め、三現主義を徹底させている（現場、現物、現行犯）。失敗を隠し、相互にかばう傾向があるので、何が起こったのかわからないことが多い。社長が毎日工場の全工程を回る。品質は、毎日社長自らが現場を回ることによって実現するし、人材育成にもつながるという考え方である。

納期短縮、スピードアップのために、環境整備と生産変動に耐えるライン体制（工程設計）を重視している。全社的には、T-MPSシステムを推進中である。

「仕事に厳しくお客に優しい」を心がけ、魅力ある会社づくりのために、①先手必勝で新車開発情報を早く取る、②社内提案を心がける、③魅力ある人づくりに取り組む、を目標としているが、社内提案はなかなか出てこないの現状である。

新規に、2002年11月までに月産4000台の汎用エンジンタンクの製造ラインを構築中である。タンデムからトランスファー化を進めているが、人件費の安いタイには向かない生産方法を採らざるを得ない状況にある。量産化に向けて、順送プレスも3個取りから4個取りに変更、また、材質の異なるものを同一型にて製造するなど、金型に日本での工夫を盛り込み、付加価値の高い金型製造に移行してきている。日本ではハイドロフォーミングで対応する製品でも、少量生産のタイではレーザーを用いるなど、製造工程で使用する機械も異なり、少量生産対応をしている。

近年、社員を100名／年で採用をしている。社員数は3年前130名であったが、現在450名となっている（日本人は5名）。その内、技術者は1割程度で、メンテナンスを含めて12%程度である。日本人が中心となって実施してきた人事管理をタイ人がタイ人を管理するように業務を任せようとしている。客先のクレーム対応も数年前までは、社長自ら客先に出向いていたが、現在はタイの技術者に任せここ1年は客先に出向いていない。任せることも管理者の仕事と認識を育むことだと考えている（客先窓口もタイ人になってきている）。

日本の組織では、専門分化によって全体の把握ができないという弊害があるが、海外では即断、即決で、持っている技術を100%生かすことができるし、またそうしなければならない。

タイ人とのつきあいは、基本は日本人と同じであり、全従業員とのスポーツディ、新年会など全員参加のイベントを行っている。コミュニケーションは大事であり、タイ人の評価を間違わないことがポイントであるとのこと。

3) 所感

コスト削減のために、ZAS型（亜鉛合金型、耐摩耗性に問題あるが、鋳造である程度の形状を作

製し、機械加工で寸法出しをして使用する、比較的小ロット生産に対応)により1回に8500打として年間25000打(2回のメンテ)に対応している。バンパービームの加工例では、精度を要しない不必要な部分の精度カットして安く作っている。技術の限界を追求するのはなく、コスト優先になっている。

キャッシュフローの弱い少量生産国なので、数量にあった安いツーリング作り、現地で造れるツーリング製作方法、数に合った部品作り、現地設備、現地材料の最大活用等を心掛けているようである。

【SRITHAI MIYAGAWA CO.,LTD (Samutprakarn) 】

1) 沿革・事業内容

1988年設立。タイ資本51%、日本2企業49%(宮川化成工業44%、ニチメン5%)で、金型製造を始め、1999年に成形を加えた。

取扱製品は、家電関係が60%強(日立以外)、自動車のパーツが20%の比率である。射出成形用金型の設計製作、射出成形によるパーツ供給までを手掛けている。

金型は外販がほとんどで、受注から3カ月の納期を2カ月に短縮するように努力している。年間120型を生産している。タイのローカル金型企業も技術は伸びてきているが、単純な金型は地元、難しいものは自社に受注が来る。顧客は日系が90%以上である。

2) 概要

技術教育として、毎年3名程度を日本に1年間研修させている。3年間で11名実施したが、その内3名は会社を辞めてしまったが、多くは残っている。社内の設計実務スタッフは9名で、中国の天津より優秀な設計者を2名採用している。

3次元、2次元のデータはメールで日本から送られてくる。2台のCADと1台のCAMがフル稼働している。MATRAのEUCLID(ヨーロッパのコンピュータメーカー)が3台、CADCEUSが2台、U-グラフが2台で設計図面を作成している。

図面レス化は設計者任せである。現場での寸法指定がないなどの問題が発生しており、改善を検討中である。製品寸法精度検査時点で、図面が必要であり、全て図面レス化は無理とのこと。

タイのネットワーク品質は良いようだ。タイは電圧が高く、機械の制御用IC基板が壊れやすい。落雷による停電も多く、予備電源設備を常駐するなど設備費がかさむ。

技術レベルアップは難しく全てを任せられない。重要な部分は日本の技術者が押さえている。日本人スタッフは当初2名、現在4名に増員した。客先でのトラブル対応には、まだタイ技術者では難しく日本人技術スタッフが対応している。人件費的には日本人1人はタイ人20人に相当するので、なるべく日本人を減らしたいと思っているが、現実には難しい。

機械の操作は3日もあれば覚えられるが、重要ポイントを指導し、技術者レベルに合わせて、「成形し易い金型」を作るように心がけている。工場内では、1人1機械を任せている。日本では、1台の機械が自動運転している時には、他の機械をセッティングしたりして1人で何台もの機械を担当するが、タイでは多数業務は無理である。機械が動き始めると暇になるので、整理整頓清掃するように指導している。

タイ人の性格では、一つのことしかできず、緊張感を持続させることに苦手なようである。ミスしたことは忘れ(とくに男性)、独自の判断でやりがちで何度も同じミスをする。そして、ミスを隠すため、誰がやったミスなのか、また、ミスの原因究明が難しいため、解決に時間がかかる。仕

上げ工程の磨き作業は、全て女性が担当している（根気よい）。技術は自分の財産と考え、他人に教えないことが多いようだ。

タイ人が日本のもの作りの技術を覚えるためには、日本語をマスターして客先と対等に話せないと難しい。

当初社員の定着率が悪かったが、職場環境を良くして長期化を図るよう努力している。給料は、チーフで3～4万バーツ／月、技術系の初任給は12000バーツ／月程度である。年1回の昇級と12月に2カ月程度のボーナスを支給している。ボーナスは仕事の内容により比率が若干異なる。

社内教育、日本人とチーフクラスを対象にセミナーを開催しているが、予算は30万バーツ程度である。

タイは海外からの援助をうまく利用して発展してきているが、R&Dが弱い。日本では、分業化が進みすぎ全体を把握できる人間が少なくなっている。一方タイでは、全てやる必要があるため、日本人には非常に勉強になる。

【THAI INTERNATIONAL DIE MAKING CO., LTD】

1) 沿革・事業内容

1987年に自動車用ボディ用プレス金型の設計製造からスタートしている。1997年にスタンピングによるボディパーツの生産とサブアセンブリーも始めた。

資本金8750万バーツ（約2億5300万円）で、主な出資会社は、いすゞ28%、宮津製作所21%、タイいすゞ19%、Tri Petchいすゞ販売25%、その他7%となっている。

390名の社員と200名の期間工にて運営され、現在、95%がスタンピングプレス（97年よりプレスラインを整備）である。溶接に対応する設備を増設（溶接アッセンブリ）し、昨年比3割アップの工場設備となった。

主たる成形品は、いすゞの1トンピックアップトラックが99%で、ボディパーツをスタンピングにて製造している。

金型は、日系自動車（ホンダ、トヨタが多く、乗用車、商用車のフードやドアなどの大物が主）やベンツのものを設計製造している。

タイの自動車は90%が日本車（6割がピックアップトラック（モデルチェンジは7～8年）、3割が乗用車（モデルチェンジは3～4年）、1割が2トン以上の商用車）である。全モデルの内、トヨタが1位、いすゞが2位、ホンダが3位の順である。ピックアップではいすゞが1位である。国内向けは年間37～38万台で、国外には10万台の割合で製造している。

2) 概要

現在の生産能力は70～80万台であるが、2010年には100万台を越える予定である（車の外板成形用の大きな金型を作れるのは、タイでは、3社しかなくTID社はその1社）。

TID社のさらに東100kmの所にフォードやGMの工場がある。販売会社は、バンコクから空港までの中間に、開発関連はバンコクの東20kmにある。

製造コストは日本の70%程度（中国では40～50%）、10トンクラスの型製作のリードタイムは7～10カ月（日本は3～4カ月）と長く、短縮化に努めている。

精度については、日本と同じ機械を使用し、設計が同じなので精度もほぼ同じである。

金型分野は、140名のタイ人と日本人が5名で対応している。技術者の平均年齢は30歳弱で、入社10年クラスが主である。97年の経済危機以降定着率がアップしている。最近では、数社からのひ

きあいや相談が多くなっているが、自社でのキャバはすぐにいっぱいになりそうな状況である。日本の型メーカに早く技術力を近づけなければと努力（教育）しているが、人材やスキルは、中国（いすゞは、中国の重慶に合併会社がある）に比べると高いと思う。

設計部門には、CADが19台、3Dは2台で残りは2Dである。日本ユニシスのCADCEUSを導入している。CADモデリング4台、CAM4台、2DCAD2台（CAD/CAM対応）も設備導入している。

工場のプレスラインは5ラインあり、内1ラインはトライアウト用である。プレスは台湾製（日本の日立造船と提携していた企業）である。ロボットがほとんどなく、一部精度が必要なものや人手だとひずみが生ずるもののみに使用されている。現状予測では製造能力はあと2年はもつが、ここ10年のデータ（毎年5%の伸び）ではパンクする可能性がある。5ライン目もトライ用から成形用に変更する予定で、今後ロボット化を検討している。

タイの技術者育成のために毎年宮津へ「技術力」と「日本語力」の研修に送り込んでいる。日本語が出来るからといって、仕事の打ち合わせなどで内容を理解しているかは不明である。現在、客との打ち合わせでは、日本人の場合には日本人が対応している（ホンダは日本人、トヨタはタイ人が対応）。

技術者の月給は、平均1万バーツ、学卒で2万バーツ、機械工学系が高く化学系が安い。学卒の初任給は法律で学科ごとに決まっている。高卒で年10万バーツである。ボーナスの査定は70%~130%の幅で年1回支給。現在、年1回の支給を6月と12月の2回に分ける。通勤時間がかかることもあり、3食とも工場の食堂で済ます人が多い。

製造会社では、高卒の方が学卒より優秀（素直）である。タイの技術者は、与えられた仕事はちゃんとやるが、応用が利かない。例外などが起きると対応できず、同じミスを繰り返す傾向がある。正直に悪い事を言わず、みんなでかばい合うため、ミスの原因が見つけ難く、次の対策が立てられないことが問題である。

TID社には組合があり、組織率は50%である。自動車関係は全て組合があるとのこと。社長（華僑）は、中国に進出しても軸足は絶対に中国には置かないと明言している。

3) 所感

今後は、タイは、三菱やフォードなどの他、自動車開発のアジア拠点となっていくだろう。タイの一人あたりの収入はバンコクの都市部で7000米ドル程度、国全体では、3000米ドル程度である。タイの月収2万バーツクラスの人が、ピックアップトラック（42万バーツ）を購入し、月収4万バーツクラスが乗用車（シビック、カローラクラスが60~70万バーツ）を購入する。空気が悪く交通事故の危険があるので自転車はほとんどなく、中国と異なる。初期の乗り物はバイクであり、軽自動車はほとんどない。これは、タイ人はプライド（見栄）が高く、軽自動車に乗るならば所得を貯めてピックアップに乗るということのようだ。いずれ高級車に移行していくであろう。

自動車のデザインは日本で行い、現地生産を実施している。設計には、ヨーロッパの排ガス規制など法規を遵守しており、ABSやエアバックなど安全に関しては、販売時のセールスポイントとしているが規制はない。タイでは車検がない。誰が乗ったか解らない中古車はあまり利用されず価値としては低いようだ。

日本の金型産業は、今のままでは無理があるだろう。コストだけでは勝負にならない。リードタイムの短縮がポイントであろう。

4. まとめ

シンガポール・タイの両国において成功している企業は、中国同様に日本の技術者が現地に長年滞在し、技能・技術の伝承を行っている。設備についても、一部に台湾製（日本との提携による）のプレス機械を導入している所があるものの、ほとんどが日本製であった。CAD/CAMソフトもCASDCEUS、ExcessPro等の日本製の他にCATIA等の3次元ソリッドのソフトを使用しており日本とは変わらない状況であった。

シンガポールは、人件費の高騰もあり、すでに空洞化が始まっていて、中国などに進出している。しかし、日本と違い深刻さを感じられず、むしろ積極的に推進している様子だった。華僑資本のため抵抗がないのであろう。

一方、タイでは、トヨタ、ホンダがタイ工場での部品調達を全て現地調達するとの発表がされた為、今後もっと製造業が活況になっていくと思われる。

訪問した企業の全てから、日本における「ものづくり力」はすごい、とてもかなわないとの意見を聞いた。日系企業の方々からは、日本の「ものづくり力」は、海外に出て初めてそのすばらしさが分かるとの事であった。特に優れているとの指摘を受けた点は、

- ①難しい問題が発生した際の問題点の把握とその解決する力、スピード
- ②客先からの無理難題に対する対応力
- ③2次元図面から立体形状を連想できる力

などである。しかし、これらの項目が日本の金型産業のIT化を遅らせる要因となったとも考えられる。

シンガポール・タイでは、中小金型企業でも3次元ソリッドのCAD/CAMソフトの導入に積極的であり、ISO9000の資格は取得している。

シンガポール・タイでは、中国とは違い国民性の違いからか「ものづくり」は、日本の技術者がいなければできないと思われる。現地の方々だけで「ものづくり」ができるようになるにはまだまだ時間がかかる気がする。その意味では、中国で感じた危機感はシンガポール・タイではなかった。

シンガポール・タイの現地企業のトップは、華僑であり、ワールドワイドなものの考え方をして印象を受けた。日本の中小金型企業も日本の国内だけを相手に商いをするのではなく、世界中を相手に営業活動をする必要があるのではないかと考えさせられた。

日本の金型産業がこれからも生き残るためには、中国でも同じ指摘を受けた「納期短縮」が大きなポイントであろう。このためには、MTとITの融合が必須であり、今後ますます重要な視点となるし、早く実現する事が肝要であろう。