

一橋大学 GCOE プログラム
「日本企業のイノベーション—実証経営学の教育研究拠点」
大河内賞ケース研究プロジェクト

木村 鑄造所
IT を基軸とした革新的フルモールド鑄造システムの開発

藤原雅俊
積田淳史

2009 年 7 月

CASE#09-03

本ケースは、一橋大学グローバル COE プログラム「日本企業のイノベーション—実証経営学の教育研究拠点」から経費の支給を受けて進められている、「大河内賞ケース研究プロジェクト」の研究成果のひとつである。このプロジェクトは、大河内賞を受賞した業績について事例分析を行うもので、(財)大河内記念会と受賞企業のご協力をえながら、技術革新の概要やその開発過程、事業化の経緯や成果などを分析している。事例研究を積み重ねて、日本の主要なイノベーションのケース・データを蓄積するとともに、ケース横断的な比較分析を行い、日本企業のイノベーション活動の特徴や課題を探り出すことを目指している。なお、本プロジェクトを進めるに際して、(財)大河内記念会より多大なご支援・ご協力をいただいております、心よりお礼を申し上げます。
(プロジェクト活動の詳細については [http://www.iir.hit-u.ac.jp/iir-w3/reserch/GCOEokochiprize\(A\).html](http://www.iir.hit-u.ac.jp/iir-w3/reserch/GCOEokochiprize(A).html) を参照のこと)。

※本ケースの著作権は、筆者もしくは一橋大学イノベーション研究センターに帰属しています。本ケースに含まれる情報を、個人利用の範囲を超えて転載、もしくはコピーを行う場合には、一橋大学イノベーション研究センターによる事前の承諾が必要となりますので、以下までご連絡ください。

【連絡先】 一橋大学イノベーション研究センター研究支援室

TEL:042-580-8423 e-mail:chosa@iir.hit-u.ac.jp

株式会社木村鋳造所
「IT を基軸とした革新的フルモールド鋳造システムの開発」¹

2009 年 7 月

京都産業大学経営学部 藤原雅俊*
一橋大学大学院商学研究科博士課程 積田淳史

*〒603-8555 京都市北区上賀茂本山
masatosh@cc.kyoto-su.ac.jp

¹ 本ケースは、一橋大学グローバル COE プログラム「日本企業のイノベーション：実証的経営学の教育研究拠点」からの経費を受けて進められている、「大河内賞ケース研究プロジェクト」の研究成果の1つである。ケースの作成にあたっては、以下の方々から多大なご支援をいただいた。心から感謝を申し上げます。

株式会社木村鋳造所

代表取締役 木村博彦

専務取締役 木村寿利

技術顧問 滝口好克

取締役 FM 部長 金原昌浩

取締役開発部長 菅野利猛

FM 開発課長 近藤法彦

総務課人事係係長 高梨宜充

I. はじめに

伝統的な大企業が名を連ねる大河内賞の長い歴史の中で、珍しく単独受賞を果たした中堅企業がある。静岡の鋳物メーカー、木村鋳造所である。一般に、中堅企業が脚光を浴びるときに注目されるのは、熟練や技能であることが多い。しかし木村鋳造所が注目を集めたのは、技能ではなく IT であった。同社は、フルモールド法と呼ばれる鋳造技術に IT を活用して熟練技術者の技術水準を凌駕したことで、平成 18 年度に大河内記念生産賞を受賞したのである。大企業ではなく中堅企業、技能ではなく IT という 2 つの面白さを持った受賞企業だといえよう。

木村鋳造所の面白さはそれだけではない。同社が属する鋳鉄鋳物業界を広く見渡せば、企業数は年々減少して市場全体も横ばいである。にもかかわらず、木村鋳造所の受注量は若干の波がありながらも、長年にわたって右肩上がりなのである。ではいったいなぜ、木村鋳造所は大きく成長できたのであろうか。それは、木村鋳造所がフルモールド法にこだわり、それを絶え間なく IT 化し続けてきたことと密接に関係している。そこで本ケースでは、大河内賞を受賞したフルモールド法の IT 化プロセスを明らかにしていきながら、木村鋳造所の競争優位の源泉を考えていくこととしたい。

II. 概要

1. 日本の鋳造業

鋳造とは、砂や金属でつくった鋳型の中に、溶けた金属を注ぎ込んで必要な形にする加工法のことである²。鋳造に用いる金属の種類によって、業界は鋳鉄鋳物業と非鉄鋳物業に分けられる。本ケースが扱うのは、前者の鋳鉄鋳物業の方である。鋳鉄鋳物は、耐久性に優れることから、自動車のボディ部分を成形するためのプレス金型に用いられている。その他、自動車の部品では、クランクシャフトやオイルポンプハウジングなど、負荷の重い部品に用いられている。

鋳鉄鋳物の産業規模をみると、生産量 450 万 t、生産金額 8700 億円であり、総従業員数は 2 万 6000 人強を数える³。このうち約 250 万 t が、自動車用部品や自動車用プレス金型といった自動車向けに用いられている。残りの 200 万 t は、幅広く多様な分野で用いられている。たとえば、工作機械用製品で言えば旋盤ベッドや射出成形機部品に、産業用製品で言えば船舶用ディーゼルエンジン部品や水道管などに用いられている。最近では、街路灯やマンホール蓋などの景観鋳物にも用いられるようになってきている。

日本の鋳鉄鋳物業に備わる特徴は、1970 年頃から生産量がほとんど伸びていないことと、企業の淘汰が早くから始まっていた点にある。鋳鉄鋳物業は、ユーザーや景気の動向に左右されやすく、常に厳しい状況にさらされてきた。この様子をグラフで確認したのが、図 1 である。図 1 は、鋳鉄鋳物業界の総生産量と事業所数の推移を示したものである。総生産量の動きをみると、1960 年代後半に急拡大した総生産量は、1973 年および 1978 年に起きた一次・第二次オイルショック後にあたる 1975 年と 1982 年に、それぞれ大きく落ち込んでいる。その後、再び拡大し始めるものの、1990 年の 549 万 t をピークにして、バブル崩壊後には 10 年間にわたって生産量が落ち込んでいく。そして 2000 年代に入り、再び拡大していく。ただし、2000 年代の拡大は 1990 年のピークに及んでおらず、2007 年の 448 万 t という実績は、1970 年代の平均水準に近い。つまり、上下にうねり

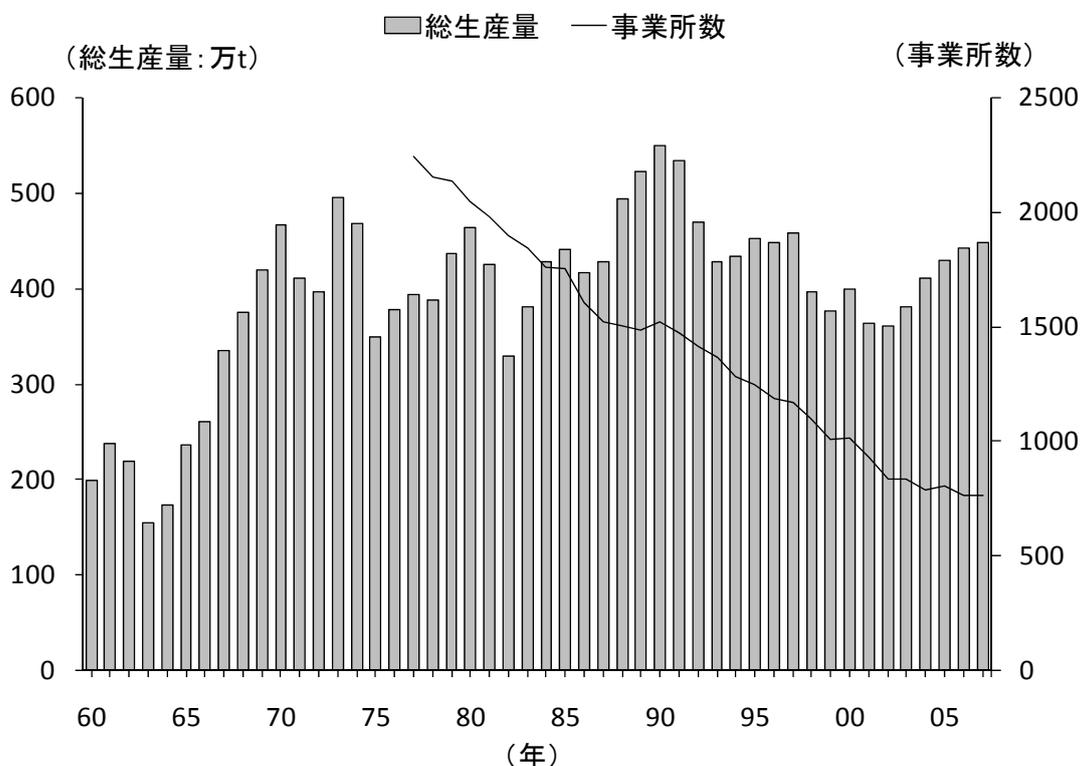
² 日本鋳造協会の定義に基づく。鋳造により完成した製品を、鋳物と呼ぶ。

³ 経済産業省『平成 19 年度 鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計』に基づく。

ながらも、総生産量はほぼ横ばいなのである。

一方で、事業所数はかなり厳しい動き方を示している。総合的なデータが収集できる最古の値は1977年の2242社。これが、30年後の2007年には765社と、およそ3分の1に減少しているのである⁴。これは、1年間に49社強が消滅していることを意味している。ほぼ1週間に1社が市場からの退出を余儀なくされているのである。ようやく近年になってその減り方が緩やかになりつつあるものの、厳しい状況にあることは変わらないだろう。その他、貿易摩擦による自動車部品工場の海外展開、自動車部品の軽量化にともなう非鉄鋳物への代替、コークスなどの原材料費の高騰、中国の台頭などにより、業界を取り巻く環境はより厳しくなりつつある。

図1：鋳鉄鋳物業界の概要



出所：『機械統計年報』各年版、『鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報』各年版、『工業統計表』各年版。

2. 2つの鋳造法：木型法とフルモールド法

鋳造業界では、木型法とフルモールド法という2種類の鋳造方法に大きく分けられる⁵。それぞれの違いは、図2に示している。このうち木型法の手順は次の通りである。まず、木で作られた「完

⁴ 対象は、従業員数4人以上の事業所である。

⁵ 厳密に言えば、木型鋳造法とフルモールド鋳造法である。しかし本ケースでは読みやすさを考え、原則として木型法とフルモールド法に簡略化している。

成品の模型」(これを木型と呼ぶ)を上下に二分して別々に砂の中に埋め、砂が固まった後で取り除く。そうして砂の中にできた模型の上半分と下半分の空洞を合わせて模型全体の空洞を作り出し、溶解金属を流し込んでいく。溶解金属を流し込むことを注湯と呼ぶ。空洞に注湯することから、木型法は空洞鑄造法 (cavity mold) とも呼ばれている。

鑄物が花瓶や筒のように中空部分を持つ場合には、中子と呼ばれる別の鑄型を用意する必要がある。中空部分に金属が流れ込まないようにするためである。たとえば、筒型の鑄物を鑄造したい場合には、円柱状の模型と、それより一回り小さい円柱状の模型を2つ用意する。この小さな円柱状の模型が中子にあたる。ざっと、そういうやり方をとるのが木型法である。

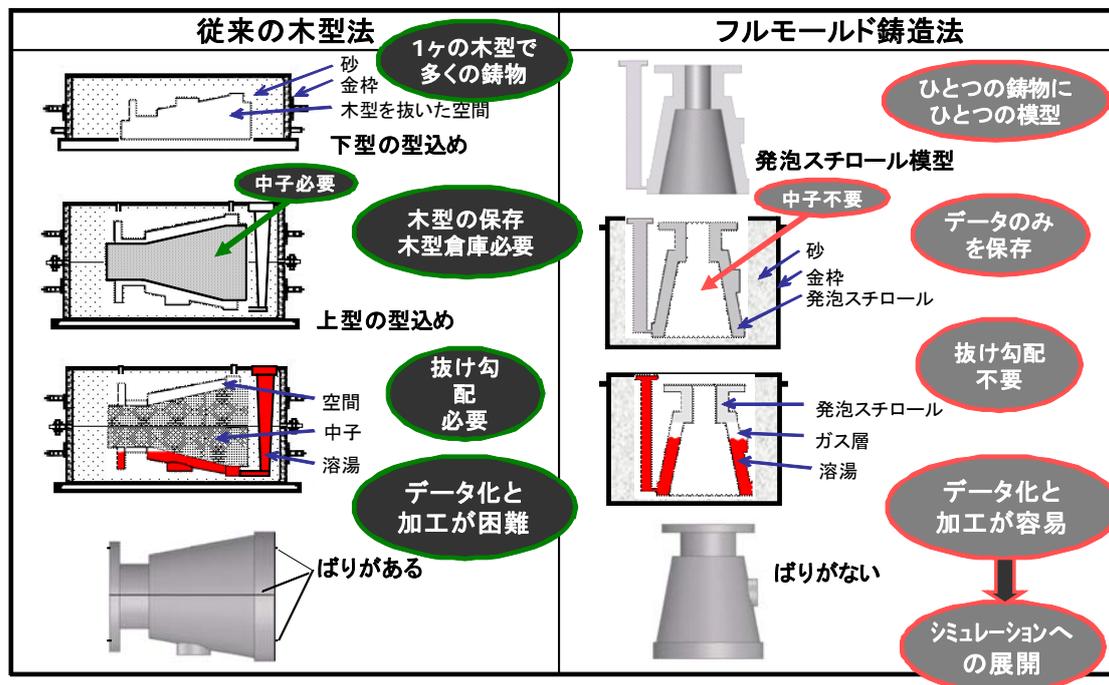
一度作った木型は何度も利用できるのも、木型法は大量生産に適した方法である。しかしながら、1) 鑄型に中空部分を作るには中子が必要となる、2) 木型を砂から抜き取る際に必要となる「抜け勾配⁶」を考慮する必要がある、3) 複雑な形状の模型を木型で作るのは難しい、といったデメリットがある。

一方のフルモールド法は、模型を木ではなく発泡スチロールで作る。この違いは大きい。というのも、発泡スチロールは注湯時の熱で溶けてなくなるため、砂に埋め込んだ模型を抜き取らずに残したままでも構わないからである。したがってフルモールド法の場合は、完成品の形をした模型を上下に分割することなく、そのまま砂に埋めていく。十分に砂が固まった後に注湯すれば、溶解金属は模型を溶かしながら徐々に満たされていき、鑄物ができあがるのである。鑄型内が模型で満たされることから、フルモールド鑄造法 (full mold casting) と呼ばれている。

この特性からわかる通り、フルモールド法は、1) 複雑な形をした鑄物も簡単にできる、2) 抜け勾配などを考えずに済む、といったメリットがある。ただし、模型は注湯時の熱で溶けてなくなるため、一度きりの使い捨てである。量産するには、模型をそのつど作らなければならない。そのためフルモールド法は大量生産には適さず、単品鑄物のみを対象とした事業展開を余儀なくされると業界では言われていた。

⁶ 木型を隙間無く砂中に埋め込むと、木型を抜き取ることができない。そこで、周囲に多少の余白をつくり、木型を抜き取りやすくする。この余白を抜け勾配という。

図2：木型鋳造法とフルモールド鋳造法の違い



出所：木村鋳造所提供資料。

3. 木村鋳造所の歴史

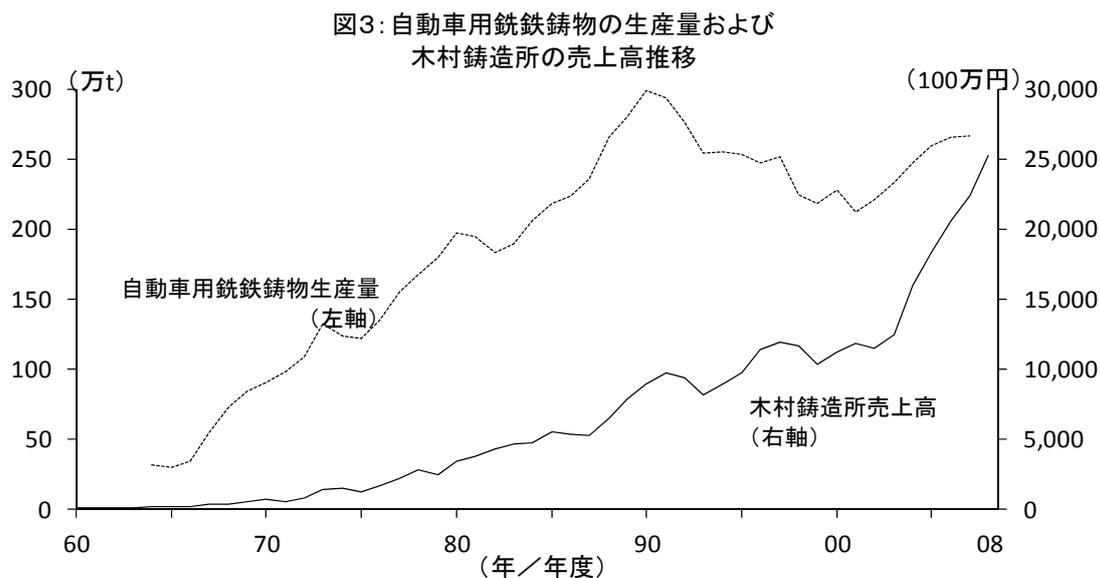
木村鋳造所の歴史は長い。1927年に木村常次郎が静岡県沼津市に設立して以来、80年余を鋳造業に捧げてきた。創業者である初代・常次郎の時代は、地場産業に密着した小規模な鋳物屋のひとつであった。常次郎の跡を継いだ2代目・木村敬の時代に自動車用プレス金型の仕事を始め、同時にフルモールド法を導入すると、木村鋳造所の進む道は大きく開けていった。以後、木村鋳造所はフルモールド法の技術革新を続け、自動車用プレス金型のシェアを大きく広げていった。3代目・木村博彦が就任してからは、ITを活用することでフルモールド法の応用領域を工作機械へと広げ、その分野でも大きなシェアを獲得していく。専務取締役の木村寿利は、この点について次のように説明する。

フルモールド鋳造法を革新することによって、工作機械ビジネスが立ち上がってきました。(中略) いま、工作機械の方が金型よりも生産比率が高くなっています。まだまだそういう意味で、新しい製品へのトライ、チャレンジが生まれてくるので、このフルモールド鋳造法には可能性があるのかと考えています⁷。

⁷ 関係者インタビュー（木村寿利：2009年3月13日）。なお、工作機械ビジネスの拡大にともない、同社の主力をなす御前崎工場における総生産量は、約3万t（1995年）から58,130t（2007年）へとほぼ倍増している。この移り変わりは、滝口（2007）に詳しい。

木村鑄造所におけるこうした成長の流れは、図3に示している。この図には、木村鑄造所の売上高と、自動車用鋳鉄鑄物の生産量の推移を載せている。この図を見ると、先ほど見た図1のような厳しい業界環境というイメージは覆され、木村鑄造所の成長がモータリゼーションの波をうまくとらえて成し遂げてきたものであるということに気付かされる。鑄造業界全体としてみれば極めて厳しい一方で、伸びゆく領域はたしかにあり、その領域をつかみ取れるかどうかは鍵となっているのである。

図3はまた、1990年代に入ると2つの折れ線があまり似た動きをしなくなっていることも示している。とくに、1990年を境にして自動車用鋳鉄鑄物生産量は落ち込んでいくなかで、木村鑄造所の売上高は引き続いて伸びている。これは、木村鑄造所が次の新しい波として工作機械事業をとらえたことをまさに意味している。2000年代に入ってから、自動車用鋳鉄鑄物の生産量の伸びを上回る速度で、企業規模が拡大していることがわかるだろう。こうして木村鑄造所は非量産の鋳鉄鑄物業者としては国内最大規模となり、同社の08年度売上高は253億円、従業員は約750名を数えるに至っている。



出所:『機械統計年報』各年版、『鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報』各年版、木村鑄造所提供資料。

木村鑄造所を中心とするキムラグループは、業界では珍しく、模型工場・鑄物工場・機械加工工場と、鑄造工程の上流から下流までを全て備える企業グループである。模型工場は4工場(本社工場、伊豆FM工場、群馬FM工場、御前崎第1第2工場)を有し、総生産量は7000t/月に達している。鑄物工場は3工場(本社工場、ジャパンメタル、御前崎工場)を有し、その総生産量は8000t/月である。機械加工は、御前崎機械加工工場と清水町工場で行っている。

このうちとくに目を引くのは、模型と鑄物を手がける御前崎工場である。御前崎工場は、模型生産能力2300t/月、鑄造能力5100t/月を誇る主力工場である。1988年に完成したこの工場は、自動

車のサイドパネル用金型という大型鋳物を大量に鋳造できるようにと建設された、木村鋳造所を象徴する大工場である。木村鋳造所を象徴すると書いたのは、単に生産能力が高いからというわけではない。高い生産能力の裏に、木村鋳造所が蓄積してきた鋳造に関する思想を見つけることができるからである。その思想を一言で表すならば、「清潔」である。工場内には無駄なものが一切置かれていない。作業スペースは過剰とさえ思えるほどに広く取られていて、室内の見通しも非常に良い。掃除も隅々まで行き渡っている。鋳造工場では砂と鉄、模型工場では発砲スチロールと、それぞれ粒子が細かくて掃除が難しいものを扱っているが、工場内に汚れを見つけるのが難しいほどに清潔である。この思想に加え、博彦が提案した「定点注湯、定点解枠、定点造形」という画期的な鋳造システムが融合したのが、御前崎工場なのである⁸。

木村鋳造所は、「フルモールド鋳造技術を革新し、顧客に喜ばれる製品を提供する。」を経営理念として、フルモールド法に特化して事業を展開している。とはいえ、フルモールド法は簡単な鋳造方法ではない。かつていくつもの日本企業がフルモールド法に挑戦したものの、例えば注湯によって溶解した発砲スチロールの燃えカスが鋳物の表面に付着してしまうなどの技術的課題を克服できず、ほとんどの企業が再び木型法へと立ち返っていった。そのなかで、木村鋳造所だけはフルモールド法を諦めることなく挑戦を続け、やがては現在のような地位にまで登りつめていくのである。

最後に、市場における木村鋳造所のポジションを見ておこう。木村鋳造所が競争している領域は、既に述べてきたように、大きく工作機械用鋳物と自動車用プレス金型の領域である。まず工作機械用鋳物の分野をみると、ここでフルモールド法を採用するのは木村鋳造所のみであり、その他全ての企業が木型法を採用している。したがって、工作機械用鋳物市場全体における木村鋳造所のシェアは19%（2006年度）であるものの、フルモールド法の優位性が活きる領域では木村の独壇場となる。

一方、自動車用プレス金型の世界では、多くの企業が木村鋳造所と同じフルモールド法を採用している。にもかかわらず、そのなかで木村鋳造所のシェアはおおよそ45%（2006年度）だとされる。同じフルモールド法での競争でありながら、木村鋳造所は圧倒的な競争優位を実現しているのである。この事実は、木村鋳造所の競争優位が「フルモールド法 対 木型法」という単純な図式では読み解けないことを意味していよう。最近では、風車や大型ディーゼルエンジンなどの環境・エネルギービジネスに着目しながら、日々技術革新に努めている。

ではいったい、木村鋳造所はどのようにしてフルモールド法を導入し、どのような流れでIT化していったのであろうか。次節では、まず同社がフルモールド法を取り入れていく流れを明らかにしていこう。

Ⅲ. フルモールド法の導入

1. ホンダとの出会い

木村鋳造所がフルモールド法の導入に乗り出したのは、1966年7月のことである。この鋳造法

⁸ 従来は、鋳枠を固定し溶湯を運んで注湯していた。溶湯の運搬には危険が伴ううえに、注湯場所が毎回異なるので、効率性や安全面で問題が多いシステムだった。それに対して博彦は、注湯場所を固定し、溶湯ではなく鋳物（鋳枠）を動かす新しいシステムを提案したのだった。

がドイツから日本に導入されたのが1964年であるから、2年遅い⁹。その間、いくつかの企業がフルモールド法のファミリーに参加して、その活用を試みていた。しかし、模型が燃えた後に残るカーボンをうまく処理できなかつたのか、採算が合わないと判断したのか、後に撤退してしまった。

この新しい鑄造法に木村鑄造所が挑むきっかけは、ホンダからもたらされた。当時のホンダは、1963年に自動車業界に最後発で参入してトヨタや日産を追いかける新興勢力だった。1964年5月に四輪工場の建設に着手し、年内に完成させている。しかし、10月に開催された東京オリンピックが終わると、日本経済は証券不況に陥ってしまっていた。企業の大型倒産も起き、自動車も思うように売れない。そんななかで本田宗一郎の右腕だった藤沢武夫は、不況に頭を悩ます社員を奮立たせる方策を考えた末に「大型プレスや鑄造機械は、将来必要になるものだろう。いまは不景気だから、安く買えるはずだ。この際、思い切って設備投資をしたらどうだろうか。10」と言って、不況にもかかわらず大規模な設備投資を断行していった。

ホンダの自動車業界参入と不況期における逆張り投資という、日本経営史上よく知られたこの2つの出来事は、不況のあおりを受けて経営危機に陥りかけていた木村鑄造所に神風を吹かせた。自動車用プレス金型、具体的には軽自動車N360用のプレス金型の商談を舞い込ませたからである。N360とそれにつづくLNは木型法でつくったものの、木型法では複雑な形状の依頼には応じきれないことが明らかであった。より正確に言えば、木村鑄造所の技術水準では、木型法でこれに応えることができなかった。そこで、フルモールド法の導入に乗り出していくことにしたのである。当初はフルモールド法でLNに取り組んでいたのだが、これがなかなかうまくいかず、実際にフルモールド法で受注したのは翌1967年のT360からであった。

当時のホンダのやり方はうまかった。不況期の投資だから安上がりになるうえに、設備メーカーも喜んで乗ってくるはずだと踏んだ一方で、重要な商談については普段より高い価格を提示することでメーカーから強い動機を引き出していったのである。後に3代目社長となる木村博彦は、次のように振り返っている。

債務超過の木村鑄造を立て直すためには、しゃにむにホンダさんのこの仕事にとっついてですね、1.5倍単価をくれる良い仕事でやらない限り、うちは立ち直れなかったという背景がございます。ですからもう、社内的には、職人がいくら「新しい技術のフルモールドをやりたい」と言っても、これをものにしてやらない限りにはうちはつぶれますから。「絶体絶命の状況だった」という風に言っているんじゃないかと¹¹。

自動車用のプレス金型は、複雑な形状をしているうえに車種ごとに形状が異なる、量産を必要としない「単品もの」である。複雑な形状を出せるフルモールド法のメリットが活き、大量生産に向かないというフルモールド法のデメリットは生じない。プレス金型は、まさにフルモールド法のためにあるかのような製品であった。フルモールド法の技術特性と自動車用プレス金型の特性とが、まさにフィットしていたのである。

⁹ ドイツの化学メーカーBASFと三菱化学の合弁会社である油化バーディッシュによって導入された。

¹⁰ 藤沢 (1986) p. 215。

¹¹ 講演会 (木村博彦：2009年2月4日)。

2. 鑄造技術の深化

フルモールド法を導入した1966年当初は、鑄造は失敗の連続であった。木型法が空洞へ注湯するのに対し、フルモールド法では発泡スチロール模型へと注湯する。この違いから、木型法時代の鑄造ノウハウはほとんど通用しなかった。例えば、適切な注湯温度が違う。木型法と同じ温度で注湯してみたところ、溶けた発泡スチロールのガスが注湯口から吹き出て、溶けた鉄があたりに飛び散るような惨憺たる失敗も経験した。

模型が溶けるフルモールド法では、鑄造の失敗は模型の再製作を意味する。当時の技術力では不良率の低減は困難で、いずれにしろ、不良ができれば模型・鑄造は再製作しなくてはならなかった。そのため木村鑄造所は1967年、模型の内製化に乗り出していく。再製作の負担はあったものの、自社内に模型工場を持ったことは大変な効果を発揮した。第一に、再製作の対応の早さが同業他社との差別化に働いたからである。そして第二に、これによって従来の商習慣が変わり始めたからである。それまでの鑄造業界では、常に模型は顧客が調達し、鑄造工場に支給する商習慣であった。その習慣を木村鑄造所が変えたことにより、顧客もこの方法を選択し始めたのだった。

もちろん、そもそも鑄造工程で不良を出さないことが納期短縮・コスト削減の近道であった。そこで木村鑄造所は模型つくりと鑄物つくりの両分野において多くの改革をし、設備を増強しなくてはならなかった。具体的に記せば、1969年から1970年にかけて、フルモールド法の基本的な設備である砂の回収再生装置、炉、砂砕の破碎装置を導入している。納品後に不良が発覚すると納期やコストが余計にかかるので、1971年には鑄物の内部品質を自社で調査するために機械加工工場も設立した。同年にはさらに材料試験室を設置し、鑄物材質の自社研究を始めている。これによって鑄物の品質が飛躍的に向上したため、競合他社と差別化できるようにもなった。1973年、1974年には、砂の運搬・混練設備を導入し、作業環境の改善を図っていった。このような流れで木村鑄造所はフルモールド法の鑄造技術を改良していき、1974年には工作機械への応用も果たす。不良の連続だったフルモールド法はここにきて技術的に一定の完成を見たため、1975年、木村はこれをニューフルモールド法と名付けた。

こうした一連の改良経緯を振り返ると、その背後で組織風土の変革が起きていたことも見逃せない。フルモールド法は、木型法で生きてきた職人にとってもそうでない人間にとっても、等しく未知の領域であった。木型職人が権威を振りかざしても、学卒の社員が知識を振りかざしても、できないものはできない。そのため職人の権威はしだいに失墜していき、話し合いの風土が社内で形成され始めていた。さらにホンダとの付き合いは、ワイガヤに代表される当時のホンダイズムを自然と吸収する一面を同時に持ってくれていた。

1976年、2代目社長の敬が脳溢血で倒れる。モータリゼーションの波をとらえて木村鑄造所を強力なリーダーシップで率い、成長志向に導いてきた敬は、団交の初日、まさに劇的な倒れ方をしたという。敬の長男にして専務であった博彦は弱冠33歳。急病に伏した敬に替わって、突然、実質的な社長として社員を率いる立場となった。やむなく博彦はそれまでの経営体制を大きく改め、全員が経営に関わるという姿勢を前面に出し、話し合いの経営を進めていったと振り返る。

だいたい「貸し家と唐様で書く三代目」ですから、企業を潰すってことで非常に危険な代の社長ですけども、私自身が、33歳で親父に倒れられて、

力もなかったし、本当にみんなと協調し、支え合いながら企業を引っ張っていくやり方しかできなかったものですから。そういう意味での話し合いの文化というものを進めるしかなかった¹²。

フルモールド法採用による職人の権威の失墜、ホンダとの付き合いから吸収したワイガヤ、そして 33 歳で実質的な社長職についた博彦が進めた話し合いの経営。これら 3 つの点は、木村鋳造所にオープンな組織風土をもたらすのに十分な役割を果たしたに違いないだろう。

3. 木型法を棄てる

博彦が実質的な社長となった 1976 年、木村鋳造所は木型法をきっぱりとやめ、フルモールド法に特化する意思決定を下す。これは鋳物メーカーにとって大変な勇気のいる決断であった。顧客から貸与され、鋳造工場が保管する木型は、自分と顧客とをつなぐ、かすがいいになるはずだからである。つまり木型を捨てるということは、顧客との長期的関係を半ば保証してくれるひとつの有力な手段を捨てる、ということの意味していた。なぜ木村鋳造所はこれほど大きな決断を下せたのか。それは、第一に、モータリゼーションの波に乗ればフルモールド法だけでも十分に成長できるという読みがあったからであり、第二に、そもそも木型法が下手だったからである。

木村鋳造所が木型法を苦手としていたのは、木村鋳造所の立地条件が鋳造の集積地になかったため、従来の技術が劣っていたからである。そのため多くの不良を発生させてしまい経営は楽ではなく、苦しい経営のために多くの鋳物職人が去っていったのだった。

だから、木村鋳造所に残った職人のレベルは低かった。フルモールド法への転換にとっては、それが幸いした。木型法にこだわってフルモールド法に徹底抗戦する親玉のような職人が社内にはいなかったからである。社内で最後まで木型法で取り組んでいた滝口好克は「社内に残るのは常に新しいやつか、できのわるい人」と触れたうえで、次のように述懐している。

私なんかは最後まで木型で残っていた方なので、「もう、これじゃあダメだな」と感じていました。木型を作ってそれから 1 ヶ月もかけて鋳物を作っても、1 回湯を流し込んで湯漏れしちゃったら 1 ヶ月仕事してなかったのと同じ事になってしまう。「とてもこんな世界じゃ、もうこれから生きてられないな」って感じていましたよね。

今は溶解の人が専門で注湯していますが、(当時は) 自分の作った型を自分が注湯していたわけです。そうすると、(不安で) 注ぎ終わるまで脚ががたがた震えていましたよ。これじゃあ身体に悪いよね。

フルモールド法になったら、ただ(砂に) 詰めていくだけで図面も見ることないし、「誰でもできる世界でこんな良いことはねえ」って思いました。苦労はしたけど、画期的な方法じゃなかったかなっていう風に思いますね¹³。

フルモールド法は技術的には難しかったものの、この新技術に対する組織的な抵抗はさほど強く

¹² 講演会 (木村博彦 : 2009 年 2 月 4 日)。

¹³ 関係者インタビュー (滝口好克 : 2009 年 3 月 13 日)。

なかったのである。フルモールド法は、こうして木型職人たちへの依存から木村鋳造所を解き放っていった。しかし一方で、今度は模型製造プロセスにおいて職人たちに依存してしまうこととなる。発泡スチロール模型の製作が職人たちの腕に委ねられていたからである。木村鋳造所の活動を支える中核的知識は、木型職人の頭と手を離れたものの、模型を造り上げる職人のそれへと移ったのだ。

起きたことは木型法のとときと全く同じであった。模型製造に長けた職人たちは次々と独立し、木村鋳造所からの仕事を待ち構えるようになっていったのである。いや、むしろ事態は木型法のとときよりも悪いのかもしれない。模型製造に必要な道具がわずかで済むからである。博彦は次のように振り返る。

手作りの模型の領域でいうと、図面が読めて定盤があつてナイフがあつてノコ盤くらいがあれば模型ができちゃうものですから、せっかく木村に入って一所懸命教えても、技術が上がって腕の良い職人になると全部辞表もってくるんですよ。「会社を辞めさせてください、独立させてください。ついては、お仕事を頂きたい」と。(中略) それじゃあうちの模型工場、黒字になつてなりようわけないですよ。ずっと赤字なわけですよ¹⁴。

問題の本質は何ら変わらなかった。付加価値を分ける主導権は、木型職人から木村鋳造所に移ったかと思いきや、今度は模型職人にさらわれてしまったのだ。当然、模型部門は慢性的な赤字に陥っていった。職人の独立問題はよりいっそう深刻になり、憂色は再び深まっていった。

IV. IT 技術の導入経緯

1. ギアチェンジ：NC化と超大規模投資

1982年6月、博彦が正式に3代目社長に就任する。ちょうどその前の月にあたる5月、職人に依存しない模型製造に向けた第一歩として、木村鋳造所は3次元NC加工機を導入している。自動車メーカーもNC化に取り組み始めた頃であり、「木村鋳造もそういうNC機械を入れたらどうか」(金原)ということでは進んでいったのだという。NC化を促したのは、ここでもまたホンダであった。

NC化に向けた取り組みを社内で具体的に担ったのは、入社5年を過ぎたばかりの金原昌浩(現取締役、FM部長)である。1976年に中途で入社した金原は木村鋳造所で数少ない大卒であり、それで白羽の矢が立ったのだと本人は謙遜気味に振り返る。上司の渡井との2人による取り組みであった。金原はホンダの狭山工場へ何度も足を運び、2ヶ月ほどの教育を受けてNC化の基礎を体得していった。NC化により、模型製造はしだいに熟練の手を離れ、機械に委ねられていく。

NC化と軌を一にするように、モータリゼーションの波は木村鋳造所への注文を急増させ、増産に次ぐ増産となった。波の大きさを感じた木村鋳造所は、矢継ぎ早に工場を建設していく。1982年9月に三島模型工場を稼働した後、群馬模型工場(1985年)、御前崎模型工場(1986年)と、

¹⁴ 講演会(木村博彦：2009年2月4日)。

模型工場ばかりを次々と稼働させていった。加えて、新卒社員の採用にも積極的に乗り出していく。1980年代に入るまでは、年に1名を採るか採らないか、というスタンスでいた木村铸造所が、2名(1981年)、8名(1982年)、15名(1983年)というように、一気に増員していったのだった。間違いなく、ギアを切り替えたのである。

ギアを切り替えて成長路線を歩もうとすると、当然のことながら資金調達が重要な課題となる。木村铸造所も資金力に恵まれていたわけではなかった。そのため博彦は、メインバンクである静岡銀行への直談判を繰り返しながら何とか資金を調達し、工場建設を一気に進めていったのだった。博彦は次のように経緯を語る。

1988年にうちの主力の浜岡工場、今の御前崎工場(を設立したの)ですけど、あるとき当社の売り上げがなんと45億円ぐらいしかなかったにもかかわらず、事業計画が45億なんです。メインバンクは、「年度の売り上げの投資をするとは何事だ。やめなさい、半分にしなさい」って言うんですよ。本当に半分にしたら、工場が立ち上がらないわけですよ。本当にメインバンクとはもう話し合い話し合いにつぐ話し合いで、メインバンクもですね、「わかった。だけど貸さないぞ」と。

そのときに政府系の開発銀行っていうのがあって、今は政策投資銀行っていつてますけど、「開発銀行があるから、開発銀行につながりから開発銀行を口説いて、木村さん、開発銀行から『こういう夢を持ってるんだ、小さい企業だけど、開銀さん、うちに金を貸してください』(と交渉して)、1億だってなんだっていい、開銀から金を引っ張り出したら、俺たちメインバンクは協調融資しようじゃないか」。こういう話があったんです。僕は夢中になって開発銀行へ…。そしたら、私どもが開発銀行の中でプレゼンして一所懸命話したことを、開発銀行さんは、トヨタさん日産さんホンダさん、それから主要なお客さん、6件、私が話したことの裏を取りに行きました。それで「わかった」って言うので、開発銀行さんが10億出してくれて。

そしたら私どものメインバンク、静銀さんですけど、静銀さん、(旧)住友銀行、商工組合中央金庫、(旧)東海銀行、そのへんがパッと協調融資してくれましたものですから、なんとか45億の売り上げで45億の投資ができた¹⁵。

模型工場の新設にともない、NC機械もそのつど買い増していった。しかしそれでも需要の拡大ペースは、模型工場の建設ペースやNC機械の生産性を大きく超えてしまっていた。NC化によって模型製造は職人の手を離れていたものの、需給ギャップの影響で今度は生産上のボトルネック工程となっていく。拡大する需要に対して長期的にどう応えていくべきか。木村铸造所は、この課題に直面することとなったのである。

選択肢は3つであった。人を増やすか、1日の作業時間を長くするか、1人当たりの生産性を高

¹⁵ 講演会(木村博彦:2009年2月4日)

めるか、である。人員を増やしても、すぐに模型を作れるようになるわけではない。作業時間を長くしても、近いうちに必ず限界にぶつかる。木村鋳造所では、模型製造プロセスにおける一人当たりの生産性を高めるために、CAD/CAMの導入に乗り出していった。

2. CAD/CAM 導入

1987年10月、木村鋳造所はCAD/CAMシステムを2台導入する。背景には、再びホンダの強い要望があった。ホンダの技術者たちは木村鋳造所を週に2～3回訪れ、NC機に使うデータや削り出すモデルそのものを貸し出すなどして、木村鋳造所のCAD/CAM導入を本格的に支援していく。

CAD/CAM導入を任されたのは、NC機に引き続き金原である。「ちょうどNCを教わったものですから、それを、NCを動かすためのCAD/CAMだっていう形で」任されたのだった。とはいえ、当時のCAD/CAMは1台1億円を超える費用がかかる。おいそれと導入できるわけではなく、役員会で議論される案件となった。このときのことを金原は次のように語る。

サイドパネルがホンダさんメインですね、一体型の。非常に大物で大変なんですけど、まあこれができるような、『コンピュータでやったら1週間できます』というような、そういう仕組みを作れって（上司が）言うんですよ。「そういう報告書を書け」と。（中略）それで一所懸命書いて、「これは非常に効果があります」って言って。だけど、社長はそういうの、わかっていますからね。そんなのできるわけないけど、「まあ、しょうがないか」って言ってハンコを押してもらって、実際に入れました¹⁶。

金原たちは当初、NC機の加工パスを計算するためにCAD/CAMを利用しようとした¹⁷。ホンダから届く2次元図面データ、3次元形状データをベースに加工パスを出せば、すぐにもNC機で模型を作り始められるという目論見であった。しかし、サイドパネルの模型作りを1週間で完成させようとしたところ、最初の試みでは加工パスが出るまで3ヶ月もかかってしまう。現在のコンピュータでは1～2分で計算できるようなものが、当時の処理速度では300時間ほどかかってしまったからである。工数も、当時のCAD/CAMは手作りの5倍以上を要していた。コストにしても、手作業であれば人件費だけで済むところを、CAD/CAMの費用とNCで削る費用とをにかけているのである。時間でみても工数でみてもコストでみても、CAD/CAMの経済的メリットは全くなかったのである。

CAD/CAM導入に向けた取り組みは、金原とその部下の近藤法彦（現FM開発課長）、この2人によって進められていた。近藤は1986年入社であるから、ほぼ新人と言って良い。彼らは徹夜を繰り返しながら、システムの構築に力を注いでいった。しかしそれでもなかなか生産性が上がらず、CAD/CAMはお荷物になりかけていた。

行き場をなくしかけたCAD/CAMの利用法は、意外な方面からもたらされた。工作機械である。工作機械は直線が多いため、計算が楽であった。コンピュータの処理速度が遅くても大丈夫である。

¹⁶ 関係者インタビュー（金原昌浩：2009年3月13日）。

¹⁷ 加工パスとは、NC機で発泡スチロールの模型を削る際に、カッター部分が実際に動く経路のこと。

そのうえ量産品である。普通に考えれば、どれだけ熟練した職人でも、完璧に同じ模型を何度も手作業で作ることなど無理であろう。しかし CAD/CAM で NC 機の加工パスを1回計算すれば、そのデータを使い回せるため、まったく同じ模型を何度も作れるのである。かつてフルモールド法が自動車用プレス金型とフィットしたときと同じように、工作機械は CAD/CAM の特性とまさにフィットしたのだった。

工作機械は、ちょうどそのとき木村鋳造所の本社工場で本格的に乗り出し始めていた分野であった。1988年に稼働した御前崎工場へ自動車用プレス金型の製造が移管され、その結果やるものがなくなった本社工場が工作機械向け鋳物を本格的に手がけ始めていたのである。本社工場としても、模型製造の再現性を保証してくれる CAD/CAM は有効な道具であった。こうした経緯を金原は次のように振り返る。

納期とコストもかかっちゃうってことで、「これは金型諦めようか」って言ったときに、さっきの、御前崎工場がちょうど次の年（1988年）にできますよね。（何もやるものがなくなった）本社で工作機械やらなきゃなんないと。工作機械やるときに、「じゃあ工作機械は同じ物の繰り返しだから、これって CAD/CAM でパス作れないか」、「ああ、この直線、じゃあこれは簡単にできるよ」と。そこで作り出して、そうすると工作機械1個作れば、そのデータが何個も使えるんですね。そこで、CAD/CAM が生き返っちゃったんですよ。また、CAD/CAM が生きながらえたんですよ¹⁸。

1989年10月、CAD/CAMの活用を踏まえ、本社工場は工作機械の量産鋳物に乗り出していった。一方で御前崎工場では、自動車用プレス金型の簡単な部分で CAD/CAM を利用し続けていく。さらに、バブル崩壊後に仕事が減った際には若手を集めて勉強会を行うなど、木村鋳造所は CAD/CAM への取り組みを続けていった。「僕らは淡い期待もあるもんだから、それに騙され騙され、騙されてね。」と博彦が語れば、金原も「社長はほんと文句言わないで、黙ってた。騙されていた、とわかっていたと思うんですけどね。」と返す¹⁹。かくして、木村鋳造所は工作機械をベースとしながら「金型をちょこちょこちょこちょこやる」ことで CAD/CAM に関するノウハウを蓄積していった。いわば、将来への準備期間を過ごすことになったのである。

3. CAD/CAM の全面展開

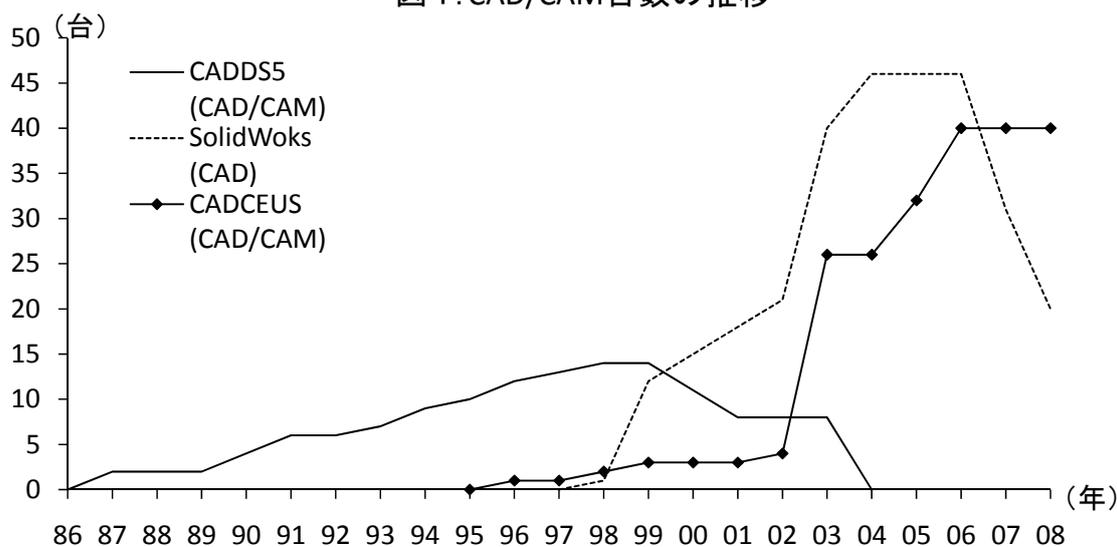
1996年、木村鋳造所は CAD/CAM の全面展開に乗り出していく。このときのきっかけはホンダではなく、日産とトヨタに替わっていた。この頃になると日産やトヨタはホンダに先んじて木村鋳造所へソリッド・データを支給し始めており、これに 대응するために木村鋳造所でも CAD/CAM の全面展開を決断したのであった。とりわけ日産は非常に熱心であった。そこで木村鋳造所は、CADDS

¹⁸ 関係者インタビュー（金原昌浩：2009年3月13日）。ここで出てくる「上司」とは、模型工場を担当していた渡井工場長（当時）のことである。渡井は博彦と大学の同級生であった。当時のことを博彦は、「金原くんの上司にですね、その当時は模型工場の工場長が、僕の大学の時の同級生だったわけですよ、渡井君。渡井役員というのがいて、渡井と金原が組んでですね、CAD/CAM 導入後も、うまいことばかり言うわけですよ、役員会の中でね。」（2009年4月30日）と振り返っている。

¹⁹ 関係者インタビュー（木村博彦・金原昌浩：2009年4月30日）。

を引き続いて増やしていく一方で、日産が使っていた CADCEUS を新たに導入していった。全面展開にともなう CAD/CAM の導入推移は、図4に描かれた通りである。1986年以降、長らく CADD5 を活用してきた流れを受けて、1996年から CADCEUS が導入されていく様子がわかるだろう。

図4: CAD/CAM台数の推移



出所: 木村鋳造所提供資料。

ところが、1996年に全面展開を始めてすぐに生産性が全面的に改善したわけではなかった。まず、当時の CADCEUS でもその処理速度は十分とは言えなかった。加えて、自動車メーカーからのソリッド・データを十分に処理できるほどオペレータが社内でもまだ育っていなかった。そのためオペレータの育成が急務となったのだが、オペレータを育てるには CADCEUS は難易度が高かった。そこで木村鋳造所は、ウィンドウズ・ベースでわかりやすく簡単だった SolidWorks の導入を決める。導入を検討した近藤は、初めて SolidWorks に触れたときのことを次のように振り返る。

午後から代理店さんに行って使わせてもらって。二人で、金原と行って「おお、できたできた」って、帰りに「買おう」って言いながら帰ってきた。「何にも、大して教わらなくても使えるじゃん。できるじゃん」って。それまでは、ホンダさんに昔は1ヶ月でしたっけ、行って教わり、それでも中々覚えられないですもん。それが半日ちょっと使わせてもらったら「おお、できるじゃん」っていう。「こりゃあ、いいや」って²⁰。

²⁰ 関係者インタビュー (近藤法彦: 2009年4月30日)。

1998年に1台導入したあと、翌1999年には一気に12台に増やしていった。CADDSはCAD/CAMであるのに対し、Solid WorksはCADであるから1台100万円程度と比較的安く、木村鋳造所におけるこれまでの年間3000万円という投資額で考えれば、台数を一気に増やせたのである。かくしてCADはSolid Works、CAMはCADDSという組み合わせで進められていくこととなった。

たしかに、この仕組みをとると、CADとCAMの間で様々なロスが起きる。しかし、それよりもまずオペレータを育てることが先決だった。時はまだ1990年代の終盤であり、社内には、パソコンを触ったことすらない人が多くいたのである。それまで模型を手作りしていた社員をパソコンに触れさせ、三次元のCADオペレータへと育てるには、なによりも簡単なソフトに触れさせることが重要だったのである。オペレータが育ち、ソリッド・データの処理もスムーズに進み始めていくと、工場の中でたしかに変化が起き始めていった。金原は次のように指摘する。

だんだんこう、ちょっと様子がおかしくなるんですね、工場の中が。今まで手で一番だった人が（いる一方で）、何か知らないけど、ソリッドがこう簡単に形作って知らぬ間にNCを削っていたら、組み立ててもうできていると²¹。

SolidWorksは、オペレータを育て上げてくれただけでなく、模型精度をも著しく改善してくれた。1996年の全面展開当初において手作りの模型精度は±5mmであったのに対し、ITを活用した結果、一気に0～±1.5mmにまで縮まっていたのである。CAD/CAMを活用することで、早く、高い精度で模型を作れたのである。手作りの生産性を超え始めたのであった。

2000年以降、木村鋳造所はCADDSの台数を減らし始めた一方で、SolidWorksを15台（2000年）、18台（2001年）、21台（2002年）と年間3台ずつ増やしていく。そして2003年、その投資規模をさらに一気に引き上げていった。これによりSolidWorks40台、CADCEUS26台という体制ができあがる。1996年からCAD/CAMが全面展開されたのと並行して、NC機への投資も続けられた。データを見ると、1996年には15台を数えたフルモールド法関連のNC機が、2001年までに倍増して32台に達している。鋳物企業としては他に類を見ない圧巻の体制が整えられたのである。

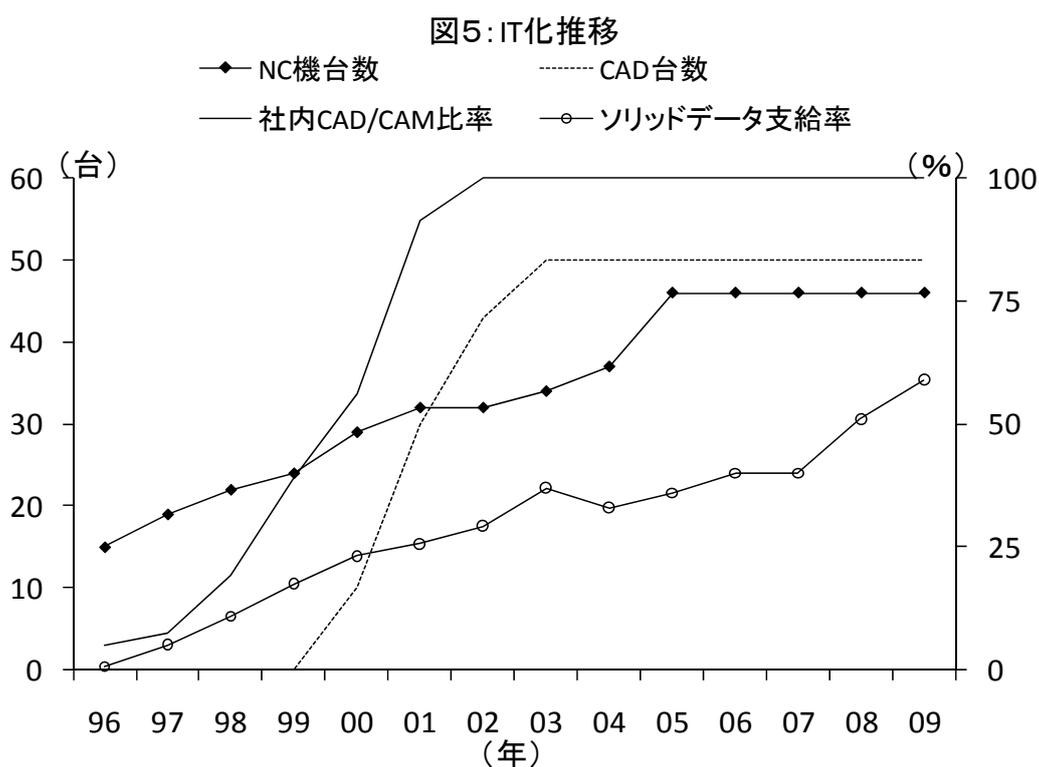
V. IT化後の展開

1. IT化がもたらしたもの

2002年、木村鋳造所におけるCAD/CAMの利用比率がついに100%に達する。1996年には4.8%にしかすぎなかったから、これは飛躍と言って良いだろう。SolidWorksを第一歩としてオペレータを育成し、CAD/CAMおよびNC機を大量に導入していった結果であり、やはりSolidWorksを導入し始めた頃からの伸びが著しい。

²¹ 関係者インタビュー（金原昌浩：2009年3月13日）。

図5は、この様子を示している。図4と見比べれば、SolidWorksの増加とCAD/CAM比率の上昇がほぼ軌を一にしていることがわかるだろう。とくにその比率は2000年から2001年にかけて大きく跳ね上がっていき、2002年に100%に達したのである。その結果、社内では、ソリッド・データしか扱わなくなったのである。その一方で、この頃になると、SolidWorksは複雑な自由曲面が描けない、という根本的な問題も重くなってきていた。そのため入門編であったSolidWorksの基本的な役割はここで終え、2003年の46台をピークに減っていく(図4参照)。



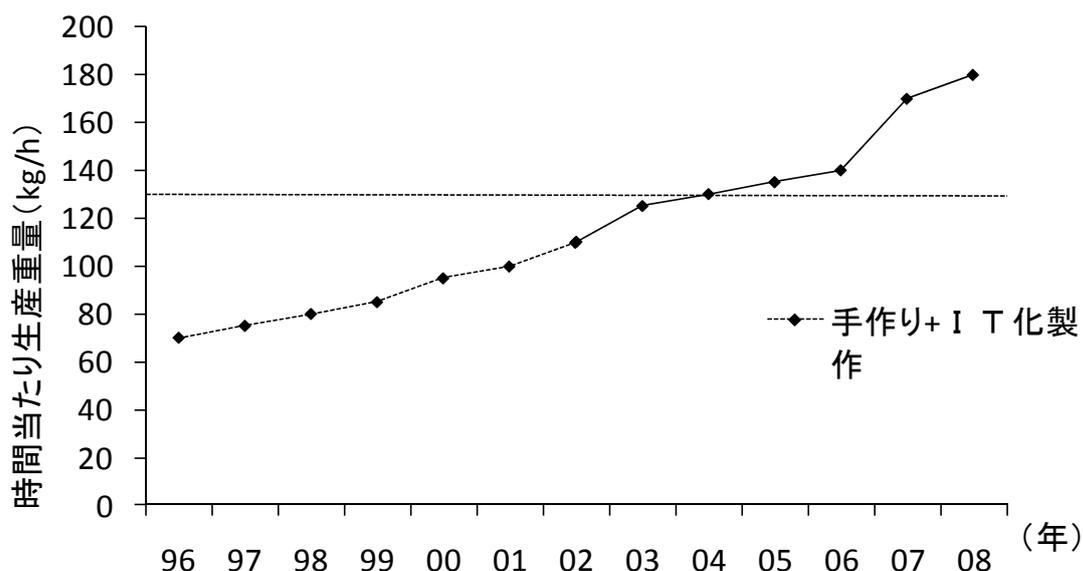
出所: 木村鋳造所提供資料。

代わりに増えていくのが、CADCEUSである。CADCEUSはCAD/CAMであるから、ここで社内のシステムが、SolidWorks+CADDSという組み合わせからCADCEUS一本に切り替わることとなる²²。大河内賞の受賞理由である「ITが熟練の生産性を超えた」のは、この切り替えによるところが大きい。CAD/CAMが一体となっているCADCEUSを使うことで、CADからCAMへの移行ロスが大幅に減ったからである。その結果、サイドパネルの模型製作日数、鋳造技能・技術伝承システムによる教育期間、そして干渉箇所の発見件数といった3点で大幅な改善効果が現れ始めることとなった。

²² 厳密に言うと、CADCEUSの導入はCAMから始められている。この頃には、トヨタも統合CADと称してCADCEUSを導入している。そのため、木村鋳造所としてもCADCEUSへの投資がしやすかった。

具体的に、1996年のCAD/CAM全面展開時点と比較しておこう。まず、サイドパネルの模型製作日数は、20日（1996年）から13日（2004年）まで短縮された。これは、手作りのトップスピードを超えて短い日数である。模型製作日数が短くなる背後には、当然ながら生産性の向上がある。図6は、時間当たり生産重量で見た生産性の移り変わりを示している。1999年から2002年までのデータは手作り+IT化製作による組み合わせの生産性であり、2003年以降のデータはIT化のみによる生産性である。130kg/hの値でラインが引かれているのは、これが手作りによるトップスピードの目標値だからである。これはあくまで目標値であるから、このラインに達すればITが手作りを超えたこととなる。この図を見ればわかるとおり、生産性は2002年から2003年にかけてやや大きな伸びを示し（110kg/h→125kg/h）、2004年に手作りによるトップスピードの目標値に達していることがわかる。その後、2007年にさらに大きな伸びを示しながら、今日まで至っている。かくして1996年に70kg/hだった生産性は2008年に180kg/hにまで向上し、その結果、模型製作日数も2007年に9日、2008年には8日と順調に短くなってきている。

図6: 模型製作における生産性の推移



出所: 木村鋳造所提供資料。

次に、技能伝承システムのおかげで、教育期間は10年（1996年）から2年（2004年）にまで縮まっていく。従来であれば、どの方案（鋳造の手順）でどのような不良が出たかは、職人の記憶や2次元の記録でしか確認することができなかった。そのため後輩がノウハウを学ぶのは難しく、一人前の模型職人になるには10年かかるとさえ言われていた。ところが、三次元データでわかりやすい形で情報が共有されるようになると、10年かかるものがわずか2年へと縮んだのである。技能伝承システムとは、方案や不具合データなどを、三次元ソリッド・データを用いて表現した、い

わば先人の知恵の結晶なのである。

そして最後に、IT 干渉チェックシステムによる干渉発見件数も、1996 年には 0 件だったものが 2004 年には 10 件まで増えている。こうした結果、2004 年、木村鋳造所が扱うあらゆる製品で IT が熟練の生産性を凌駕したのだった。

模型製作日数にせよ教育期間にせよ、改善されている背後を見ると、要は、ソフトウェアをカスタマイズしていくことで、より効率的な作業手順や操作方法を常に新しく作り出していくことがポイントとなる。これにより、入社数ヶ月の研修生が熟練オペレータをあっという間に超えることも珍しくないという。古いやり方で覚えたまま進めるよりも、新しくカスタマイズした簡単なやり方で習った方が、速いからである。したがって、ここでの鍵はソフトウェアのカスタマイズ能力となる。先に述べた「準備期間」は、こうしたところに貢献していると言えよう。博彦は快活にこう振り返る。

うちの CAD の連中が私のことを騙し続けたがためにですね、非常にデメリットも多かったんですけども、要するにソフトを覗けるカスタマイズ・エンジニアが育ったんですよ、うちの中で。これがやっぱりうちのひとつの大きな強みじゃないかという風に思いますね²³。

2. 顧客との関係

しかし、事はそう簡単に運ばなかった。木村鋳造所の IT 化スピードに、顧客がついてこなかったからである。先ほど示した図 5 には、ソリッド・データの支給率の推移も描かれている。これは、顧客から届くデータとして、2次元のペーパー図面の方が多いか、それとも3次元のソリッド・データの方が多いかを示している。この推移を見ると、木村鋳造所における CAD/CAM 比率が 100%に達した 2002 年時点で、顧客からのソリッド・データ支給率は 29.2%に過ぎず、30%にすら届いていない。2004 年には、37% (2003 年) から 33%へと、むしろ下がっているほどである。木村鋳造所の IT 化とは裏腹に、顧客の IT 化はさほど進まなかったのである。

顧客の視点に立ってみると、2次元のペーパー図面を渡しさえすれば、後はそれを3次元のソリッド・データに変えて鋳造してくれる木村鋳造所は都合の良い相手であった。いい加減なペーパー図面を渡しても、木村鋳造所側でのデータ修正で対応してくれるからである。その方が楽なのである。ところが、自分で3次元のソリッド・データにしたうえで木村鋳造所にデータを支給すると、顧客自身が前もって行わなければならないことが増える。木村鋳造所の手間を省いてあげるために、顧客自身がわざわざ CAD/CAM に乗り出す必然性はなかったのだった。

顧客である自動車メーカーからの強い要望に応えながら IT 化を進めてきた木村鋳造所は、今度は顧客に IT 化を迫る側となった。営業担当常務の斉藤は、顧客を再三たずね、IT 化に乗り出すよう説得に回ったという。木村鋳造所の説得を受けた顧客は、2005 年頃になってようやく重い腰を上げ、ソリッド・データでの支給を増していった。2005 年に 36%へ増え始めた支給率は、こうして 2008 年に 50%を超え、2009 年現在では 59%にまで達していった。

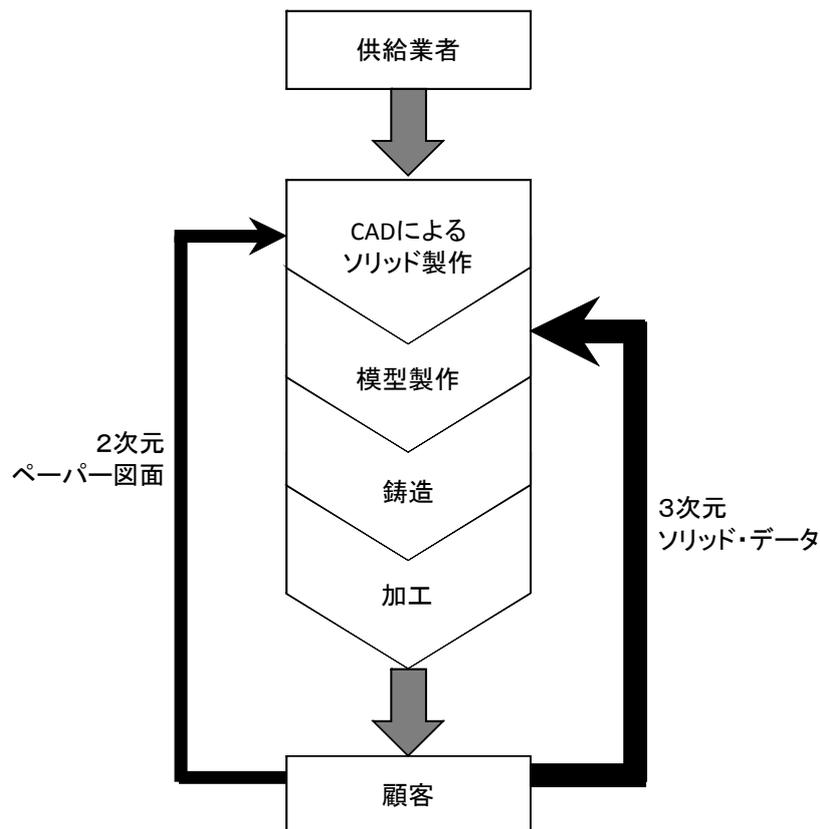
木村鋳造所が説得に熱を入れたのは、顧客の提供する図面の質がどんどん悪くなっていったから

²³ 講演会 (木村博彦 : 2009 年 2 月 4 日)。

だった。いま記してきたように、いい加減な図面でも木村鋳造所でソリッド・データ化するなかで修正される。これが顧客に甘えをもたらし、図面がどんどん粗くなっていったのである。粗い図面しか書けないようになってくれば、それを修正してくれる木村鋳造所への依存度が上がることになる。それは、木村鋳造所にとっては顧客と長期的関係を築くパワーの源泉になるに違いない。しかし木村鋳造所はその方針をとっていない。日本全体で図面を書く力が落ちていることを憂いているからである。それに加え、ソリッド・データの支給率が上がれば、それをNC機による切削作業につなげるスピードが上がるため、模型工場の稼働率が引き上げられることのメリットの方が大きい、という経営判断があるからであろう。

ソリッド化を自社で担うか顧客に委ねるか、という問題は、「自社の業務範囲をどこで線引きするか」というビジネスシステム的设计問題に関わる。木村鋳造所の場合、これまでは顧客から2次元のペーパー図面を支給され、それをもとにしてソリッド・データを作ってきた。ソリッド化を自分たちの業務範囲としていたのである。顧客にソリッド・データ支給を求めるようになった近年の展開は、そうした業務範囲の線引きの変更を意味している。図示すれば、図7のような設計変更となろう。その戦略的意図は、いま記してきた通りである。

図7 木村鋳造所におけるビジネスシステム的设计変更



出所：筆者作成。

さて、2004年に模型製作日数で手作りの熟練に並んだ木村鋳造所は、その後もIT化の手を休めることはなかった。ITの利用は、いまや模型製作や鋳造だけにとどまっていない。全国各地に散らばる各工場をつなぐ全社的なITネットワークを整備したうえで、それらのネットワークをより有機的に連携させ、全工場のスケジュールを3ヶ月先まで管理するシステムも考案された。木村鋳造所は、これを納期管理システムと呼んでいる。

模型製作から機械加工までを一貫して担う木村鋳造所は、これまでスケジュール管理に難しさを抱えていた。工場は全国各地に散らばっているうえに、工程も複雑に分離している。ひとつのずれが多方面に波及するため、管理が非常に難しかった。だが納期システムの導入によってスケジュールを自動計算できるようになり、3ヶ月先まで管理できるようになったのである。

この納期システムは、顧客に意外なメリットをもたらした。3ヶ月先まで予定がわかるので、受注が詰まっていれば木村鋳造所は「しばらく仕事は受けられません」と顧客に伝えられるからである。「断り営業」自体は必ずしも喜ばしいものではない。しかし、顧客側からすれば受注後の納期遅れの方がやっかいである。顧客も前もって見通しを立てて備えておけるので、このシステムを喜んでいるという。

2004年以降も木村は積極的にIT化を推進し、自社の競争優位へとつなげている。木村博彦が言うように、「ずっと長い期間、それなりにうちは1年間も休まずにずっと投資し続けているから²⁴」こそ、成し遂げた競争優位であると言えよう。木村のIT化を1980年代初頭から始まり2004年に結実しはじめたものとして考えるならば、近年の成果は四半世紀にもわたる耕作の後によりやく収穫されたものなのである。

3. 競争優位の源泉

フルモールド法にITを積極的に組み込んできた木村鋳造所は、結局のところ、なぜ強いのだろうか。木村鋳造所が事業を営んでいる工作機械と自動車用プレス金型の2つの市場にそれぞれ分けて考えよう。工作機械向けの市場では、フルモールド法を採る木村鋳造所が、木型法を採る其他企業に立ち向かう構図である。したがって、ITによって模型量産時の再現性を確実なものにすれば、フルモールド法こそが通用する複雑な形状の工作機械向け市場では木村鋳造所の牙城を築くこととなる。工作機械向け市場での競争優位は、木型法とIT化したフルモールド法との違いでほぼ説明できよう。

他方で、自動車用プレス金型の市場はフルモールド法を採る企業でひしめき合っている。したがってここでの競争優位については、より詳しい説明が必要となる。その源泉として、1) 鋳造工程の技術力、2) 模型製造工程における量産効果、そして3) 模型工程と鋳造工程を一体で保有していること、の3点を挙げておきたい。

第一に、鋳造工程の技術力が強力な競争優位の源泉となっている。実は木村鋳造所は、自動車用プレス金型市場のなかでも海外メーカー向け市場において特に強い。というのも、金型のメンテナンスをさほど行わない海外メーカーは、耐久性といった品質を強く求める傾向にあり、その品質要求を適確に満たす筆頭企業が木村鋳造所だからである。その品質は、鋳造工程の高い技術力が支えているのである。

²⁴ 関係者インタビュー（木村博彦：2009年4月30日）。

業界では一般的に、鑄造工程の技術力を左右するのは塗型材だと広く言われている。塗型材とは、発泡模型の表面にまんべんなく塗られる泥状の液体のことである²⁵。図2に戻って言えば、発泡スチロールの模型と砂との間にできる薄い膜がこれにあたる。塗型材を塗ることで、鑄型表面の耐火性を高めたり、鑄肌をきれいにして表面欠陥を減らしたり、冷却後に砂枠と鑄物を綺麗にはがしやすくしたりできるようになる²⁶。

とはいえ、ただ塗型材を塗れば良い、というわけではない。注湯した溶解金属は砂へ流れ出させず、しかし溶解した発泡スチロールのガスは外へ逃がす、という難しいコントロールが要求されるからである。したがって、塗型材の組成や塗り方、管理方法などは各社独自の企業秘密となる。フルモールド法が国内で使われ始めてから数十年経って工程や設備が広く知られていく中で、木村鑄造所が依然として高い競争優位を保っていられる第一の理由は、こうした塗型材の優秀さに基づいた鑄造工程の技術力にあると考えられる。

木村鑄造所が実現している高い品質は、国内メーカーに対しては過剰品質となる場合もあるのかもしれない。というのも、日本の自動車メーカーは金型を頻繁にメンテナンスしながら使うからである。だが、メンテナンス・フリーの金型を求める海外市場を視野に入れたとたん、鑄造工程の技術力は他社の追従を許さぬ競争優位の源泉となるのである²⁷。

第二に、模型製造工程における量産効果が挙げられる。NC化は、たしかに模型製造の精度を飛躍的に高めてくれた。しかしその反面、NC機械の稼働率という重しを木村鑄造所に課している。稼働率という観点から見れば、自動車向けプレス金型は非常に心もとない。というのも、金型は基本的に単品鑄物であり、模型もひとつだけあれば良いからである。したがって、金型だけで商売をしていては、NC機の稼働率はいっこうに上がらない。

この問題を解決してくれたのが、工作機械への進出である。工作機械は量産鑄物であるから、これをフルモールド法で担うには、模型を量産しなければならない。したがって、工作機械用鑄物の受注が拡大すれば、NC機の稼働率は飛躍的に高まることになる。実際に、木村鑄造所は工作機械事業を拡大したことでNC機の24時間無人操業を実現している。これは模型製造工程において著しい量産効果をもたらし、自動車用プレス金型の事業がその恩恵を受けている。自動車用プレス金型だけを営んでいたのでは、模型の単位費用は高止まりしてしまうであろう。菅野と金原は、次のように解説する。

菅野 金型だけで模型工場がペイするかというと、それもやっぱり（難しい）。模型作りにも、金型と工作機という二本柱があってプラスになっているんです。

金原 実は金型だけやっていると、削っている機械もあれば止まっている機械もある、という状態なのですね。ところが、量産の仕事がある限り、NC機械は24時間全部動いていますから設備の稼働率が全然違います。そ

²⁵ 木型法では、木型を抜いた後にできる空洞の表面や中子に塗型材を塗っている。

²⁶ 加山（1985）に基づく。

²⁷ 他にも、作業手順の標準化、工場の優れたレイアウト、水冷却システムなどが、木村の鑄造技術を支えている。

れだけ量をこなせる、っていうところがある。(中略) 機械の稼働もありませんし、金型だと「あ、今日仕事あるけど明日来るかどうかわからない」ような世界が、(工作機械だと)「必ず毎日仕事がある」。そういう面で、金型のあれ(不安定さ)を工作機械でみんな埋めてあるんですね²⁸。

最後に、第三の源泉となるのが、模型工程と鋳造工程を一体で保有していることである。これは、大きく3つの利点をもたらしている。まず、模型・鋳造・後処理の工程を一貫して担うことで、工程間での移行を効率化できる。次に、ITを駆使した納期システムに象徴的に見られるように、全工程・全工場のスケジュールを包括的に管理できるようになるために、模型が完成した時に鋳造用の炉が空いていない、ということもない。これら2つは、納期の短縮化に大きく貢献してくれている。そして最後に、他社が木村鋳造所を後追いしようとしても、これだけ大規模の生産設備を揃えるには多額の費用がかかってしまう。垂直統合していること自体が、参入障壁や模倣障壁として機能しているのである。

これらの結果、フルモールド法を採る企業がひしめきあうにもかかわらず、自動車用プレス金型の市場において堅牢な競争優位を築き上げていのだと考えられる。

VI. おわりに

2007年、木村鋳造所は80周年を迎えた。振り返ってみれば、フルモールド法はITと極めて相性の良い鋳造法であった。しかしそれだけでなく、木村鋳造所の歴史をたどっていくと、短期的な利点は乏しいけれども長期的に大きな意味を持った大規模投資がよく目立つ。

なぜ、木村鋳造所ではこのような長期的視野に基づく経営が可能だったのだろうか。ひとつにはオーナー経営であることがあろう。もうひとつには、「株式上場はしない」という社是をかたくなに守ることで、経営の自由度を保ってきたことが挙げられよう。遠い将来を見据えて必要とあらば、大投資もいとわない。不景気であっても人を切らず、じっと学習し、次なる機会に備える。とかく短期的視野に陥りがちな株主のプレッシャーにさらされては、とてもこの姿勢は貫けない。長期的視野に基づく経営スタンスが、木村鋳造所の持続的競争優位に底流しているのである。

もちろん、木村鋳造所を取り巻く環境は一刻一刻と変化し続けており、逆風も吹いている。たとえば、中国の鋳造業者の台頭がある。彼らは今でこそ複雑で大型な鋳物は作れないでいるが、やがて技術力をつけるようになれば、圧倒的なコスト競争力を武器に木村を追い上げてくるに違いない。

しかし、進む方向次第で、逆風は追い風が変わる。世界的な不景気にもなう自動車メーカーの不振により、金型の受注が冷え込んでいることは不安材料ではある。売上依存度が下がったとはいえ、プレス金型は重要事業だからである。不況はたしかに憂うべきことだが、しかし彼らはこれを長期的に見て絶好の仕込み時期だと捉え、開発を進めている。具体的には、環境ビジネスの興隆を見込んで、風力発電用設備のハブやフレーム、あるいは大型ディーゼルエンジンなどへの展開を積極的に試み始めている。不況期の過ごし方が将来を決めることを、彼らは強く意識しているのである。

²⁸ 関係者インタビュー(金原昌浩・菅野利猛:2009年3月13日)。

CADがCADCEUSからCATIAに移りつつあるのも、やっかいな問題を引き起こしている。データをつくり直す必要があるうえ、CAMに落とし込むのも手間がかかるからである。ただ、不況によって受注が冷え込んだことで、必要なデータ処理量が減ったため、この意味においてみればここでも木村鋳造所は助かっている。

木村鋳造所は今後どのように成長していくのであろうか。同社を30年近く率いてきた博彦は、近年中に引退することをすでに明言している。将来のあるべき姿をどのように描き、その実現に向けてフルモールド法をいかにして活用していくのか。100周年に向けた木村鋳造所の成長シナリオを描くのは、ちかく4代目社長となる木村寿利と経験豊かな参謀たちの双肩にかかっている。

<参考文献>

藤沢武夫『経営に終わりはない』文藝春秋、1986。

株式会社木村鋳造所「ITを基軸とした革新的フルモールド鋳造システムの開発」『大河内賞受賞業績報告書 第53回（平成18年度）』財団法人大河内記念会、2007、pp. 69-86。

菅野利猛「フルモールド用模型製作技術の変化と製品例」『鋳造工学』Vol. 76、No. 8、2004、pp. 671-678。

加山延太郎『鋳物のおはなし』日本規格協会1985。

木村鋳造所『木村鋳造所八十年のあゆみ』2007。

財団法人素形材センター『素形材年鑑』2008。

経済産業省『鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計』2002～2007年版。

経済産業省『工業統計』1981年～2007年版。

滝口好克「経営改善賞受賞記念論文：フルモールド法を用いた大物工作機用鋳物の拡大」『鋳造ジャーナル』2007、pp. 1515-1519。

<取材・講演会：敬称略、アルファベット順>

本ケースの作成にあたり、株式会社木村鋳造所の方々から取材にご協力頂いた。お忙しいところご協力くださった皆様に、記して感謝したい。

菅野利猛 取締役開発部長 2009年2月4日（水） 16:00～17:45 国立 講演会

2009年3月13日（金） 14:30～16:45 御前崎

木村寿利 専務取締役 2009年3月13日（金） 14:30～16:45 御前崎

2009年4月30日（木） 14:10～16:50 三島

木村博彦 代表取締役 2009年2月4日（水） 16:00～17:45 国立 講演会

2009年4月30日（木） 14:10～16:50 三島

金原昌浩 取締役FM部長 2009年3月13日（金） 14:30～16:45 御前崎

2009年4月30日（木） 14:10～16:50 三島

近藤法彦 FM開発課長 2009年4月30日（木） 14:10～16:50 三島

高梨宜充 総務課人事係係長 2009年3月13日（金） 14:30～16:45 御前崎

滝口好克 技術顧問 2009年3月13日（金） 14:30～16:45 御前崎

木村鑄造所略史

1927年	木村常次郎、木村鑄造所を創立
1950年	木村敬、二代目社長に就任
1964年	フルモールド法が日本に導入される
1966年	ホンダとの取引が始まる（自動車用プレス金型・N360） フルモールド法への取り組みが始まる
1967年	ホンダのT360用の金型を、フルモールド法で受注 木村FM型製作所を設立し、模型の内製を開始する
1972年	木村敬が倒れ、木村博彦（当時専務）が実質的な経営者となる
1975年	フルモールド法を工作機械に応用し、ニューフルモールド法と名付ける
1976年	木型法を捨て去り、フルモールド法へと特化する
1978年	東静工業（株）を設立する
1980年	生産・事務用コンピューターの導入を始める
1981年	オギハラと合弁で、ジャパンメタル(株)を設立する
1982年	木村博彦、三代目社長に就任 NC加工機の導入を始める 第一次中長期計画（～1990）を策定する 木村FM型製作所三島工場を稼働させる
1983年	木村FM型製作所を東静工業（株）に統合する
1985年	（株）木村鑄造所群馬FM工場を設立する
1986年	（株）木村鑄造所浜岡FM工場を設立する
1987年	CAD/CAMシステムの導入を始める
1988年	（株）木村鑄造所浜岡工場（現・御前崎工場）を設立する
1989年	工作機械用量産鑄物の製造を開始する 第二次中長期計画（～2000）を策定する ドメインを「フルモールド法」に定める
1990年	（株）木村鑄造所土肥FM工場を設立する
1996年	CAD/CAMを本格的に導入する
1999年	SolidWorks（CAD）を本格的に導入する
2000年	（株）木村鑄造所 浜岡加工工場を稼働させる
2002年	社内三次元ソリッドデータ化100%達成 産業機械鑄物へ展開 第三次中長期計画（～2007） 東静工業（株）長岡FM工場（現・伊豆FM工場）を稼働させる
2003年	CADCEUSを本格的に導入する 長岡スラリー工場を設立する
2004年	模型制作日数において、熟練職人のトップスピードを超える ソリッドデータを鑄造工程にも導入し、技能伝承システムを構築する

補論 1 : CAD/CAM の概要

1. CAD/CAM とは

CAD は、Computer Aided Design の略で、コンピューターを用いて設計すること、あるいはそれに用いるツール・ソフトウェアのことを指す。

CAM は、Computer Aided Manufacturing の略で、CAD で作成された形状データをもとに、製造設備を実際に稼働させるために必要なデータを作成すること、あるいはそれに用いるツール・ソフトウェアのことを指す。

金型用模型を例に簡単に説明すれば、顧客から受け取った 2 次元の図面を 3 次元化し (CAD)、そのデータから NC 加工機の加工パスを計算し (CAM)、実際に NC 加工機で発泡スチロールを削るというプロセスが踏まれる。

2. CAD と CAM の連携

CAD と CAM の双方の機能を有するソフトウェアもあれば、CAD あるいは CAM のどちらかの機能しか持たないソフトウェアもある²⁹。設計工程では CAD 機能のみでも問題ないが、生産工程では CAD と CAM の双方を用いる必要があるため、CAD 機能のみのソフトウェアを利用する場合には他のソフトウェアを利用して CAM 機能を補完する必要がある。ただし、CAD から CAM にデータを移行するためにはデータ形式を変換する必要があるため、時間的・費用的なロスが生じてしまう。

本ケースにおいて、SolidWorks を導入して社内 CAD/CAM 率 100%を達成しながらも効率の上昇に限界があったのは、この移行ロスによるところが大きい。木村鋳造所は、CAD として SolidWorks を、CAM として CADDS を用いていたため、移行ロスが生じていた。CAD/CAM 一体化ソフトである CADCEUS を導入することにより移行ロスが消失したため、2003 年移行、飛躍的に効率が上昇していくことになる。

3. 本ケースに登場するソフトウェアの概要

以下、本ケースに登場する CAD/CAM ソフトについて、簡潔に記す。

CADDS

アメリカの Computervision 社によって 1970 年代に開発された CAD/CAM ソフト。同社は 1998 年に Parametric Technology Corporation (PTC) 社によって買収された。

SolidWorks

PTC 社のエンジニアがスピンアウトして 1993 年に設立した SolidWorks 社 (アメリカ) が、1995 年に発売した 3 次元 CAD ソフト。PTC 社の看板 CAD/CAM ソフトである高機能だが煩雑な Pro/Engineer に対して、簡単な操作と軽快な動作を目指した CAD ソフトである。1997 年に後述する Dassault Systemes 社に買収され、現在は同社から販売されている。

²⁹ 例えば CADCEUS は双方の機能を有する、CAD/CAM ソフトである。一方、例えば SolidWorks は CAD 機能のみを持つ CAD ソフトである。

CADCEUS

日本ユニシス社が提供する、唯一の国産 CAD/CAM ソフトである。トヨタが導入した統合キャドは、CADCEUS をベースに両社が共同開発した CAD/CAM ソフトである。

CATIA

フランスの Dassault Systemes SolidWorks Corporation 社が提供する高機能 CAD/CAM ソフトである。同社はフランスのダッソー・グループの子会社で、グループの中核会社である航空機メーカー用に開発した CAD/CAM を外販するために設立された。トヨタをはじめ、ホンダや三菱など多くの自動車メーカーが採用し始めている。

補論2：自動車メーカーのCAD/CAM 導入略史

1. 黎明期

自動車産業における CAD/CAM の歴史は、1950 年代にまでさかのぼることができる。当時は CAD/CAM という概念は無かったが、アメリカのゼネラル・モーターズ社 (GM) が、積極的に設計・生産の電子化に取り組んでいた。

GM は 1956 年に IBM704 という真空管ベースのコンピュータを導入して電子化への取り組みを始めた。1964 年には、「Design Augmented by Computer (DAC-1)」と呼ばれるコンピュータ・グラフィック・システムを開発した。簡単な線画をディスプレイ上に表示するだけのシンプルな機能しか持たなかったが、疑似 3 次元表示や拡大・縮小が可能であるなど、概念的には CAD の前身にあたるシステムであった。このシステムを基礎に GM は CAD の改良を進めていき、1970 年代後半には早くもソリッド・モデルを扱える GMSOLID の開発に成功した。1970 年代の初めには、GM の製図は CAD で行われるようになっていった³⁰。

日本でも、米国の電子化の流れが盛んになるにつれて、1960 年代後半より電子化への取り組みが始められた。真っ先に電子化の対象となったのは、納期と工数の負担が重く、精度上の問題も多かった、自動車ボディ用のプレス金型の設計工程であった。自動車メーカーは、金型メーカーへ倣いの基準となるマスターモデルを提供する必要があった³¹。マスターモデルを製作するためには原寸の線図が必要であり、0.1mm レベルの精度が要求される。製図だけで 10 人で作業して 1 ヶ月強という期間が必要であり、この工程の効率化は急務であった。1970 年代に入ると、曲面の数値化や加工パスの計算式が開発され、設計工程の電子化が実現した。これが、日本の CAD/CAM の歴史の始まりと言えよう。

アメリカでは自動車全体の設計という上流部から電子化が始まったのに対して、日本では比較的下流部分の要求から電子化が始まった点が対照的である。日本ではボトルネック部分を段階的に、個別的に電子化して行った。その結果、アメリカでは設計の上流段階から電子化されたデータが流れるのに対して、日本では電子化された工程が漸続的に点在しているため、所々で手作業による移行作業が必要であった。日本企業で上流から下流まで一貫した電子化への取り組みが始まるのは、1990 年代に入ってからであった³²。

2. 1980 年代

日本では、トヨタと日産自動車を中心に、1970 年代後半から CAD/CAM 化が加速していく。両社は競うように投資を行い、他社もそれに追随していった。例えば 1980 年 6 月、トヨタと日産はそれぞれ 80 億円余りを投資して、IBM3033 と呼ばれるワークステーションを同時期に導入している³³。1981 年にトヨタ系列のトヨタ車体が日本ユニバック社 (後の日本ユニシス社) と協働で汎用 CAD を開発して 20%~40% の省力化に成功すれば³⁴、日産は同年 11 月にテクニカルセンターを設

³⁰ GM wiki, "GM's Road to Virtual Product Development"

³¹ 金型メーカーは、マスターモデルを測定し (倣い)、そのデータを基に機械加工を行う。

³² 東 (1999)

³³ 『日経産業新聞』1980 年 6 月 9 日、p. 5。

³⁴ 『日経産業新聞』1981 年 10 月 7 日、p. 4。

立して当時世界最先端のCADシステムを保有していたGMに近いレベルを達成させた³⁵。両社は、系列各社にもCAD/CAMの導入を推進させていった。

例えばトヨタ系列では、1982年、ダイハツがトヨタが開発したCAD/CAMシステムを導入し³⁶、関東自動車工業もCAD/CAMに追加投資を行った³⁷。日産系列でも、同じく1982年に関東精機がCAD/CAMの導入を決定している³⁸。こうしたトヨタや日産の意向を受けて、自動車部品メーカーでもCAD/CAM導入の流れが加速化していった³⁹。

早くから電子化が進められた金型分野も、この時期に積極的にCAD/CAMを導入している。機械化が早くから進んでいてCAD/CAMとの相性が良かったこともあり、この頃、日本の金型メーカーの技術力は世界トップ水準にあると言われていった⁴⁰。富士鉄工所は国内で初めて三次元CAD/CAMを実現し、オギハラ（荻原鉄工所、当時）はNC加工用データを電話回線で子会社へ電送するシステムを整備した⁴¹。宮津製作所も日本ユニバックからCAD/CAMを導入し、将来の3次元化に備えている。

1980年代から始まる急速なCAD/CAM化は、ファクトリー・オートメーション化の進行と軌を一にしている。この流れは、自動車産業だけではなく製造業全体に言えることであったが、特に自動車産業のCAD/CAM化は活発に進んでいった。日本の製造業のCAD/CAM技術はアメリカに比べて十年遅れていると言われていたが、トヨタや日産などの自動車メーカーに限れば世界でもトップ水準にあった⁴²。トヨタ・日産の積極的な動きに引きずられるようにして、ホンダやマツダなどの同業他社もCAD/CAM化を進めて行った。

3. 1990年代後半～

1990年代中盤以降になると、ソリッド・モデルを利用した3次元CAD/CAMのソフトウェアが登場すると同時に、安価で高性能なパーソナルコンピューターが登場した。3次元ソリッド・モデルの登場は、自動車産業全体に大きな影響を及ぼした。

これらの技術進歩の影響を受け、この時期に自動車の開発期間が大きく縮減されていく⁴³。2次元CADでは、設計の問題点が明らかになるのは試作品が完成するまで待たねばならなかった。だが3次元CADならば、設計段階から問題点が明らかになり、製品の作り込みもそれだけ早い時期に進めることができるようになる。すなわち、コンカレント・エンジニアリングが実現できるようになるのである。しかし、コンカレント・エンジニアリングを実現するためには超えねばならないハードルが一つある。それは、全プロセスに一貫したCAD/CAMシステムを導入することである。工程間で異なるソフトウェアを使っている場合は、スムーズに上流から下流へとプロセスが流れないか

³⁵ 『日経産業新聞』1981年12月9日、p. 20。

³⁶ 『日経産業新聞』1982年3月3日、p. 9。

³⁷ 『日経産業新聞』1982年3月15日、p. 9。

³⁸ 『日経産業新聞』1982年11月1日、p. 8。

³⁹ 『日経産業新聞』1982年8月26日、p. 8。

⁴⁰ 『日経産業新聞』1982年11月4日、p. 7。

⁴¹ 『日経産業新聞』1982年8月10日、p. 1。

⁴² 『日経産業新聞』1982年5月26日、p. 1。

⁴³ 『日経デジタルエンジニアリング』1999年3月号、pp. 82-91。

らである。そのため、自動車メーカー各社は、系列メーカーまでを含めた包括的な CAD/CAM 化を推進していくことになる。

1996 年、トヨタはグループ全体の電子情報を一元化するために、日本ユニシス社の「CADCEUS」をベースに「統合 CAD/CAM システム」の開発と試験的利用を開始した⁴⁴。日産は、1998 年 5 月、250 の系列部品会社全体に同じ CAD/CAM ソフトウェア (I-DEAS) を導入し、グループ全体の設計効率を工場させるために、2002 年までに総額 220 億円の投資を決定した⁴⁵。1998 年末に発売された日産自動車のティノは、3次元データを活用して 15 ヶ月で開発を終えた。

マツダもトヨタ、日産と同様の取り組みをこの時期に行っている。1996 年、新車の企画から生産までの全プロセスを IT によって革新する MDI (Mazda Digital Innovation) と呼ばれる計画を始動させている⁴⁶。一方で、機械化・電子化を積極的に進めてきたホンダは、全社的な取り組みはこの時期行っていないようである。他社の CAD/CAM 化の記事が新聞や雑誌を賑わせる中で、ホンダの動向については見つけることができない。

<参考文献・参考 URL>

東正毅「自動車産業の CAD/CAM」『JAMAGAZINE』日本自動車工業会、1999。

『日経産業新聞』1980 年 6 月 9 日、p. 5。

『日経産業新聞』1981 年 10 月 7 日、p. 4。

『日経産業新聞』1981 年 12 月 9 日、p. 20。

『日経産業新聞』1982 年 3 月 3 日、p. 9。

『日経産業新聞』1982 年 3 月 15 日、p. 8。

『日経産業新聞』1982 年 5 月 26 日、p. 1。

『日経産業新聞』1982 年 8 月 10 日、p. 1。

『日経産業新聞』1982 年 8 月 26 日、p. 8。

『日経産業新聞』1982 年 11 月 1 日、p. 8。

『日経産業新聞』1982 年 11 月 4 日、p. 7。

『日経産業新聞』1996 年 10 月 8 日、p. 14。

「進化する自動車設計 試作せずに画像で表現 開発期間短縮の切り札」『日経ビジネス』1997 年、9 月 15 日号、pp. 69-71。

「デジタルモックアップで製品を作り込む自動車・自動車部品 一九九九年大予測」『日経デジタルエンジニアリング』1999 年 3 月号、pp. 82-91

「日産、新車開発期間を 3 割短縮へ 220 億円投じ設計システム刷新」『日経情報ストラテジー』1998 年 5 月号、p. 69。

GM wiki, “GM's Road to Virtual Product Development”, Retrieved on 2009/06/22, http://wiki.gmnext.com/wiki/index.php/GM%27s_Road_to_Virtual_Product_Development

⁴⁴ 『日経産業新聞』1996 年 10 月 8 日、p. 14。

⁴⁵ 『日経情報ストラテジー』1998 年 5 月号、p. 69。

⁴⁶ 『日経ビジネス』1997 年 9 月 15 日号、pp. 69-71。

IIR ケース・スタディ 一覧表／2004-2009

NO.	著 者	タ イ ト ル	発行年月
CASE#04-01	坂本雅明	「東芝のニッケル水素二次電池開発」	2003 年 2 月
CASE#04-02	高梨千賀子	「富士電機リテイルシステムズ(1): 自動販売機—自動販売機業界での成功要因」	2004 年 3 月
CASE#04-03	高梨千賀子	「富士電機リテイルシステムズ(2): 自動販売機—新たなる課題への挑戦」	2004 年 3 月
CASE#04-04	高梨千賀子	「富士電機リテイルシステムズ(3): 自動販売機—飲料自販機ビジネスの実態」	2004 年 3 月
CASE#04-05	伊東幸子 青島矢一	「ハウス食品: 玉葱催涙因子合成酵素の発見と研究成果の事業化」	2004 年 3 月
CASE#04-06	青島矢一	「オリンパス光学工業: デジタルカメラの事業化プロセスと業績 V 字回復への改革」	2004 年 3 月
CASE#04-07	堀川裕司	「東レ・ダウコーニング・シリコン: 半導体パッケージング用フィルム状シリコン接着剤の開発」	2004 年 3 月
CASE#04-08	田路則子	「日本開閉器工業: モノづくりから市場創造へ「インテリジェントスイッチ」」	2004 年 3 月
CASE#04-09	高永才	「京セラ: 温度補償水晶発振器市場における競争優位」	2004 年 3 月
CASE#04-10	坂本雅明	「二次電池業界: 有望市場をめぐる三洋、松下、東芝、ソニーの争い」	2004 年 3 月
CASE#04-11	三木朋乃	「前田建設工業: バルコニー手摺一体型ソーラー利用集合住宅換気空調システムの商品化」	2004 年 3 月
CASE#04-12	伊諒重 武石彰	「東洋製罐: タルク缶の開発」	2004 年 3 月
CASE#04-13	藤原雅俊 武石彰	「花王: 酵素入りコンパクト洗剤「アタック」の開発」	2004 年 10 月
CASE#04-14	軽部大 井森美穂	「オリンパス: 超音波内視鏡の構想・開発・事業化」	2004 年 10 月
CASE#04-15	軽部大 小林敦	「三菱電機: ポキポキモータ 新型鉄心構造と高速高密度巻線による高性能モーター製造法の開発」	2004 年 11 月

CASE#05-01	青島矢一 宮本圭介	「テルモ(1): 組織風土の改革プロセス」	2005年2月
CASE#05-02	青島矢一 宮本圭介	「テルモ(2): カテーテル事業の躍進と今後の課題」	2005年2月
CASE#05-03	青島矢一 河西壮夫	「東レ(1): 東レ炭素繊維複合材料“トレカ”の技術開発」	2005年2月
CASE#05-04	青島矢一 河西壮夫	「東レ(2): 東レ炭素繊維複合材料“トレカ”の事業戦略」	2005年2月
CASE#05-05	兒玉公一郎	「ヤマハ(1): 電子音源に関する技術蓄積」	2005年2月
CASE#05-06	兒玉公一郎	「ヤマハ(2): 携帯電話着信メロディ・ビジネスの技術開発、ビジネスモデル構築」	2005年2月
CASE#05-07	坂本雅明	「二次電池業界(改訂): 技術変革期における新規企業と既存企業の攻防」	2005年2月
CASE#05-08	高永才	「京セラ(改訂): 温度補償水晶発振器市場における競争優位」	2005年2月
CASE#05-10	坂本雅明	「東北パイオニア: 有機ELの開発と事業化」	2005年3月
CASE#05-11	名藤大樹	「ハイビジョンプラズマディスプレイの実用化 プラズマディスプレイ開発協議会の活動を中心に」	2005年7月
CASE#05-12	武石彰 金山維史 水野達哉	「セイコーエプソン: 自動巻きクォーツ・ウォッチの開発」	2005年7月
CASE#05-13	北澤謙 井上匡史 青島矢一	「トレセンティテクノロジーズによる新半導体生産システムの開発 —300mm ウェハ対応新半導体生産システムの開発と実用化—」	2005年10月
CASE#06-01	武石彰 高永才 古川健一 神津英明	「松下電子工業・電子総合研究所: 移動体通信端末用 GaAs パワーモジュールの開発」	2006年3月
CASE#06-02	平野創 軽部大	「川崎製鉄・川鉄マシナリー・山九: 革新的な大型高炉改修技術による超短期改修の実現 大ブロックリング工法の開発」	2006年8月

CASE#07-01	武石彰 宮原諄二 三木朋乃	「富士写真フイルム： デジタル式 X 線画像診断システムの開発」	2007 年 7 月
CASE#07-02	青島矢一 鈴木修	「ソニー： フェリカ(A)：事業の立ち上げと技術課題の克服」	2007 年 7 月
CASE#07-03	青島矢一 鈴木修	「ソニー： フェリカ(B)：事業モデルの開発」	2007 年 7 月
CASE#07-04	武石彰 伊藤誠悟	「東芝： 自動車エンジン制御用マイコンの開発」	2007 年 8 月
CASE#07-05	青島矢一 朱晋偉 吳淑儀	「無錫小天鵝株式会社： 中国家電企業の成長と落とし穴」	2007 年 8 月
CASE#07-06	青島矢一	「日立製作所： LSI オンチップ配線直接形成システムの開発」	2007 年 9 月
CASE#07-07	坂本雅明	「NEC： 大容量 DRAM 用 HSG-Si キャパシタの開発と実用化」	2007 年 9 月
CASE#08-01	小阪玄次郎 武石彰	「TDK： 積層セラミックコンデンサの開発」	2008 年 1 月
CASE#08-02	福島英史	「東京電力・日本ガイシ： 電力貯蔵用ナトリウム—硫黄電池の開発と事業化」	2008 年 3 月
CASE#08-03	青島矢一 北村真琴	「セイコーエプソン： 高精細インクジェット・プリンタの開発」	2008 年 5 月
CASE#08-04	高梨千賀子 武石彰 神津英明	「NEC： 砒化ガリウム電界効果トランジスタの開発」	2008 年 9 月
CASE#08-05	小阪玄次郎 武石彰	「伊勢電子工業： 蛍光表示管の開発・事業化」	2008 年 9 月
CASE#09-02	青島矢一 大倉健	「荏原製作所： 内部循環型流動層技術の開発」	2009 年 6 月

CASE#09-03	藤原雅俊 積田淳史	「木村鑄造所： IT を基軸とした革新的フルモールド鑄造システムの開発」	2009 年 7 月
------------	--------------	---	------------