

第2部

技術開発部門編

第 1 章

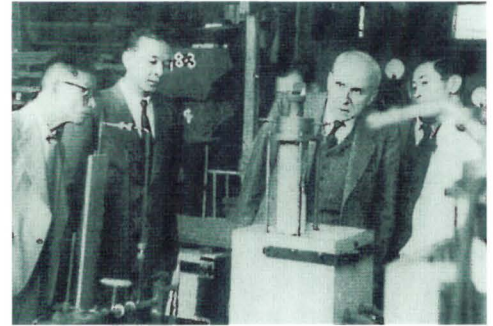
技術開発部門



鉄筋3階建ての研究所（1939年完成）



機関紙「神鋼」を創刊



当社チタン研究室に来室したクロール博士

1985年（昭和60）までの歩み

創業から終戦までの技術開発 (1905～1945)

●創業当時

当社の技術開発は、鋳鍛造用鋼の生産技術に始まる。創業当初の3.5トンの平炉の立上げを経て、1200トンのプレスの導入により、大型鋳鍛鋼製品の製造技術の基盤を作り上げ、当時、最も厳しいといわれた海軍工廠の品質要求に応えることができた。これが、今日の当社における技術開発のルーツだといえる。

機械分野では、空気圧縮機の国産化に成功した後、1915年（大正4）にイギリスのピーター・ブラザー・フォード社と技術提携し、大型圧縮機のメーカーとしての基礎を築いた。

人材面では、1911年に当社で初めての理系学士社員を採用するなど充実に努め、事業拡大に対応していった。

●戦前の技術開発

大型鋳鍛鋼製品並びに空気圧縮機の事業拡大と並行して線材圧延事業、軽合金事業と事業範囲を広げていったが、技術部門はそれぞれの事業の下に属し、諸製品の品質・性能を外国製品以上に高めるべく、製品ごとの研究体制を執っていた。研究所の組織としては、監査部研究分析係が1932年に発足した。1937年1月、

当社は、多岐にわたる製品の紹介と、研究の一端を発表することを目的に、現在の「神戸製鋼技報」のルーツとなる機関誌「神鋼」を創刊した。同年には、高まる軍需に対応して研究部と検査部を設置した。

その後も軍備拡張による受注は増加し、神戸山手地区にあった研究部が手狭となった。そのため1939年、山手南の旧本社地区に鉄筋3階建ての研究所を新築した（のちの神戸本社旧本館。阪神・淡路大震災で全壊）。

1941年、わが国は太平洋戦争に突入した。それとともに、当時すべて輸入に頼っていたボールベアリング用線材、航空機エンジン用弁ばね、機関銃ばね、操縦索、気球係留索用の高級特殊線材、および艦船兵器用溶接棒といった製品の入手が困難になり、早期国産化が要望された。そこで当社は自社で蓄積した技術を駆使し、国産化を進めていった。特殊鋼線材および溶接棒メーカーとしての技術力は、この頃に培われたのである。この間、ガス分離装置や航空機用薄肉特殊鋳鋼の開発、ディーゼルエンジンや高圧空気圧縮機の高性能化にも取り組んだ。当時の研究部の人員は最盛期200名に達していた。



神戸研究部 中央研究所の前身（1957年頃）



中央研究所（1961年発足）

戦後復興と研究所設立（1945～1973）

●戦後復興期における技術力の回復

戦後、軍需産業につながる技術開発は統制され、当社も民需汎用製品への転換を図ったため、研究部の人員は大幅に減少した。1948年（昭和23）になり、車両部品、土木機械、並びに船舶に関する受注が再開したこともあり、これら製品の製造技術確立に向けた研究活動を行えるようになった。特に、船舶用クランク軸の疲労強度の評価用に大型の疲労試験機を導入して技術力向上を図ったが、この時期から蓄積された技術は、現在の主要製品の一つである鋳鋼クランク軸の製造に活かされている。

●わが国初の金属チタンを開発

材料メーカーにおける新材料開発の歴史の中で特筆されるのは、戦後間もない1949年から京都大学および大阪大学と共同で取り組んだ、わが国初となる「金属チタンの製造研究」である。当社は1954年に消耗電極式真空アーク溶解法（VAR法）による50kg鋳塊の溶製に成功し、1959年にスクラップチタンの安定溶解技術を日本で初めて実用化した。チタンは、『軽い、強い、錆びない』といった三大特性を活かし、まず海水を冷却水とする発電所用の超大型熱交換器に復水管として使われ、また海水淡水化装置への適用も進んだ。さらに、ジェットエンジン用ファンケースなど航空機部品として適用範囲も拡大していった。

●中央研究所の開設と試作工場の設置

1950年代の後半に入り、当社生産拠点が整備され、鋳鋼一貫体制が確立される頃には、鉄鋼・機械・軽合金などの事業における生産技術・製品開発面での技術支援が活発となった。

1957年、当社は神鋼金属工業株式会社を合併して同社研究部を長府研究部とし、従来の研究部を神戸研究部と名称変更した。1960年には、旧本社東隣に新研究建屋が完成し、1961年には中央研究所が発足した。1962年には、機械開発のための実験部が機械事業部内に設置された。

1960年代後半、当社の事業は拡大し、大躍進を遂げるとともに、中央研究所も鉄鋼、非鉄、鋳鍛鋼、機械材料の分野で技術開発の中核として重要な役割を担い、当社の成長に寄与していった。灘浜工場第3期工事の完成や尼崎製鐵株式会社の合併、加古川製鉄所の稼働に伴い、鉄鋼分野の研究開発割合が増大した。特に製鉄原料分野におけるペレットに関する研究開発においては、他の鉄鋼会社より一歩先んじた技術を確立していった。一方、鋳鍛鋼、機械分野では石油化学工業に関連した圧力容器材料、各種耐食・耐熱合金の開発と溶接技術の研究を行った。また、高圧下の材料の変形加工に関する研究を進め、静水圧押出技術発展の基礎を築いた。

このような研究開発の進展に伴い、プロセス開発のためのパイロットプラント、材料試作のための加工・試験装置の設置の必要性から、第2、第3試作工場の



浅田基礎研究所（1964年完成）



浅田基礎研究所内の実験風景

新築と研究所の増築を行った。当時、中央研究所の人員は340名に達した。

●浅田基礎研究所の開設

浅田基礎研究所は、1964年、将来予想される先進的技術の育成のため、神戸市灘区丸山（現・丸山公園）に浅田長平会長の功績を記念して設立された。初代所長に浅田常三郎大阪大学名誉教授を迎え、実験物理分野の指導を受けた。極限条件下の物性研究から始め、極低温、超電導材料、超高純度鉄および金属物性や逆浸透膜などに分野を広げ、1967年には当社の機械部門で開発した固体超高压発生装置を設置し、超高压の研究を開始した。

さらに1971年、蓄積した物理実験技術を基礎に、計測技術の研究を始めた。その後、公害環境対策関連技術である脱硝触媒、および逆浸透膜を利用した海水淡水化技術や、下水の高度処理技術、石炭液化の基礎研究にも取り組むことになった。

●構造研究所の開設

構造強度に関する研究は、1951年以降に始められ、クランク軸、鋼管、溶接構造物などの開発改良が行われた。1960年代後半、超高層ビル、長大橋、超大型船など溶接構造物が大型化し、構造物の応力解析や破壊力学による強度評価技術が進歩したことにより、構造物の最適設計や材質選定への適正化への開発が一気に進むことになった。当社では鋼板や建材製品、それらを使用した構造物の挙動や強度評価を行うことに重点を置いていたが、本州四国連絡橋プロジェクトなど長

大橋建設時代が到来したことにより、ケーブル構造物製作技術の高度化と架設工事分野への進出を目指すことになった。これらの研究を行うために、1970年に尼崎地区に構造研究所を設立した。

構造研究所は、発足時、長大橋関係の構造解析に加えて、厚鋼板や各種高張力鋼、低温用鋼などの疲労特性の研究が中心であったが、その後、ロータ材、アルミ厚板、塔槽類の脆性破壊特性と各種材料の疲労特性を研究し、強度評価技術を確立したことにより、構造解析と強度評価の機能を併せ持つ研究所となった。

技術開発本部の設立と技術力の強化 (1974~1985)

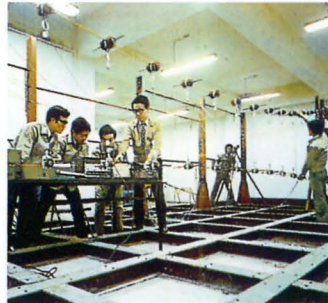
●技術開発本部の新設

わが国は高度経済成長期、先進工業国からの技術導入と生産技術向上により工業大国の地位を高めていたが、1970年代、安定成長期へと変わっていくにつれて、国際競争力を持つ独自技術の開発が叫ばれるようになっていた。1974年（昭和49）1月、当社は自社開発力の強化と技術総合力を発揮させる目的で技術開発本部（以下技開本部）を新設し、浅田基礎研究所、中央研究所、構造研究所の3研究所と、開発企画部、技術部、特許部の3部で一体的運営を行うことになった。

技開本部発足前後、わが国はニクソンショック（固定相場制の廃止）と第1次オイルショックにより、高度経済成長から一転、円高・インフレ状態へと陥った。不況下における製造業の生き残りをかけ、当社は省エ



構造研究所（1970年完成）



構造研究所内の実験風景



機械研究所（1977年完成）

エネルギー・省資源を目的とした技術開発を推進した。その後1980年代前半までは低成長時代が続き、コストダウンのための合理化技術と収益性の高い高付加価値製品の開発、さらに新素材・新機能商品の研究開発に重点が置かれるようになった。

中央研究所では、省エネルギー、省資源を目的としたコークス関連の研究や天然ガスを用いた直接還元製鉄法の研究が進められ、生産合理化のために高張力鋼の制御圧延・制御冷却技術にも取り組んだ。

浅田基礎研究所では、1960年代後半から課題となっていた公害・環境対策関連技術を推進した。さらに1970年代後半から物性研究や計測技術に加え、物流システムや圧延機制御等のシステム開発にも取り組むことになった。なお、1977年には浅田研究所と改名され、石炭液化をはじめとする化学関係の研究は、同年新たに設置された機械研究所へ移管された。

その後、1984年に計測制御、システム技術および物性研究から生まれた薄膜技術のほかに、機械装置の電子技術やロボット開発技術に関する研究開発を加え、浅田研究所電子技術センターに改称した。

構造研究所は、構造解析と強度評価という二つの機能を併せ持つことに特色を見いだしていたが、1977年に構造解析の研究範囲を機械構造物にまで広げた。なお構造研究所は、1985年に機械研究所に統合され、現在に至っている。

また、全社的に取り組むべき研究開発テーマを行うため、本社プロジェクト制度を1973年に発足させたが、

技開本部はその事務局として、製鉄所の排煙脱硫装置や脱硝装置などの環境保全技術、高炉計測技術や大断面ブルーム連铸技術などの生産技術、ロボット技術、さらには石炭液化など資源エネルギー関連技術のテーマを推進した。

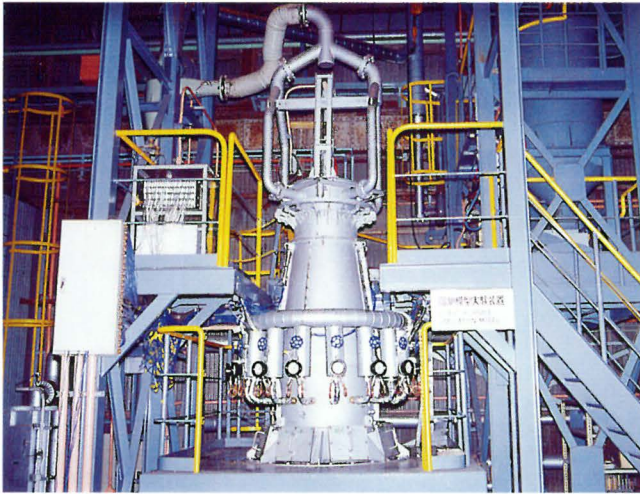
●機械研究所の開設

機械分野における研究開発は、機械および生産設備に必要な計測技術・解析技術と新製品の設計製作・実用化が主流であった。1977年、重機械事業部の開発研究部を発展・独立させる形で、岩屋地区に機械研究所を設立した。

機械研究所には上記部署のほか、中央研究所の一部機能と浅田研究所の石炭液化・化学研究分野が統合された。研究陣は機械製品や生産設備に必要な高度の計測技術・解析技術を担当するグループと、新製品の設計製作・実用化を担当するグループからなり、振動、音響、流熱などの基盤技術や設計技術を研究した。これらの技術で、膨張タービン、汎用ターボ圧縮機、ガスタービン、HIP（熱間等方圧加圧装置）、連続土工システム、新交通システム、溶接ロボットなどの製品開発を支援した。なお、同研究所の化学関連分野は、1985年に化学研究所として独立した。

●独自技術への取り組みを強化

1970年代以降は海外からの技術導入による技術力の向上に限界が見えてきた一方で、社内の技術力が高まってきたことから、独自技術の開発への取り組みが進んだ。



高炉模型実験装置



オージェ/エスカ電子分光分析装置

材料分野では、1970年の加古川製鉄所第1号高炉の稼働とともに高炉の大型化とペレット多配合操業に向けて、炉内のガス流分布および装入物分布の状態予測用シミュレーションモデルを開発した。製鋼分野では、鋼材の高品質化の要求に対応するため、溶銑予備処理の研究を行うとともに、連続鑄造技術の適用拡大に伴い、凝固機構の解明や溶鋼の電磁攪拌技術の研究にも取り組んだ。加工分野においても、従来は経験的な手法が主流であったが、1970年代以降、計測・制御技術とシミュレーション技術の急速な発展を受けて、実操業に活用できる基盤技術を着実に蓄積していった。鋼板分野では、熱処理技術を活用した制御圧延技術が開発され、大入熱鋼板などの厚板製品の実用化につながっていった。耐食材料では、チタンやステンレス管の実用化と並行して基礎データの充実が図られ、表面処理分野では、中央研究所に電気めっきのパイロットプラントを設置して基礎データの蓄積を図り、1974年の加古川製鉄所電気亜鉛めっきラインの稼働に反映させた。また、これらの研究の基礎となる化学分析および物理分析技術の向上も図り、1960年代より、電子顕微鏡、X線回折装置、オージェ/エスカ電子分光分析装置を順次設置した。

機械分野では、構造研究所において材料強度試験や疲労試験などの構造部材の強度研究を行った。また、大型の試験装置と当時進歩の著しかったコンピュータを用いて、長大橋や超高層ビルなどの大型構造物の応力解析や溶接部の強度評価を行い、基礎データを蓄積

していった。機械研究所では、圧縮機、タービン、高圧機器、さらにはロボット製品の基礎となる要素技術のレベルアップを狙いとして、音響、振動ならびに伝熱・流動の研究に力を注いだ。同時に、化学技術分野においても、石炭液化や直接還元鉄プラントの開発に必要な基盤技術の研究に取り組んだ。

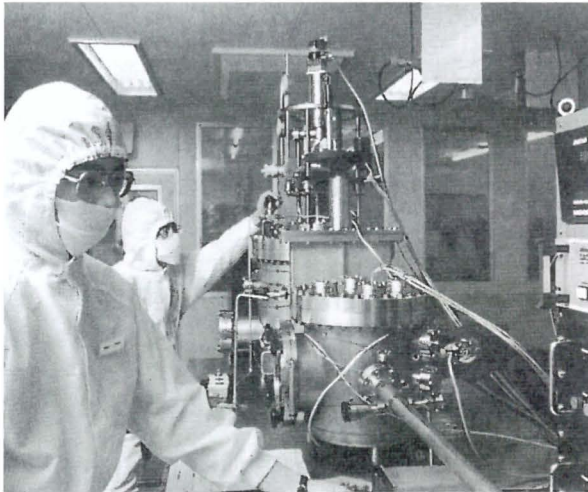
電子技術分野では、浅田研究所を中心に、材料物性に関する研究を行うとともに、計測制御技術や生産プロセス技術の研究を行った。また、超電導、極低温技術など極限技術の蓄積も行った。さらに、1980年代より材料の高機能化に有効な薄膜コーティング技術の研究開発に着手した。

●高付加価値製品への指向

高付加価値を持つ新材料に関する研究が始まったのは、1960年頃からであるが、事業化に向けての研究は、第1次オイルショック以降活発となった。1979年からは、新材料分野として超合金粉末、超硬合金、電磁材料、形状記憶合金、アモルファス合金などの研究開発が本格化した。

超高压下における金属の変形能についての研究は1960年代半ばから始まり、アルミ合金、銅合金、鉄鋼および特殊合金の押出技術による生産研究が行われた。1975年には中央研究所で熱間静水圧押出の研究を開始し、当社独自の製造技術を開発した。1976年には1,650トンの熱間静水圧押出プレスを門司工場に設置し、超電導線や各種複合材の開発・製造を行った。

一方、金属粉末に関しては、1968年にアメリカA.O.



機能性薄膜成膜装置（1983年頃）



超硬切削工具類



熱フィラメント化学気相合成法（CVD）で作られたダイヤモンド薄膜（1982年）

スミス社より水アトマイズ鉄粉製造技術を導入していたが、1976年、粉末ハイスをHIP処理する方法を鉄鋼、機械、工具の各事業部開発部門と共同で開発し、パイロットプラントによる試作を経て製造技術を確立した。

また、1981年にニッケル基超合金粉末を用いた航空機エンジン用ガスタービン部品の超塑性鍛造技術をナショナルプロジェクトに参画し開発した。さらに、超硬合金粉末を用いたドリルとエンドミルの開発を、1983年に設置した明石工場の試作ラインによって行った。その後、工具の長寿命化に有効なコーティング技術を開発し、競争力のある製品として事業化されている。なお工具事業は、1996年に神鋼コベルコツール株式会社として分社化したのち、2000年に三菱マテリアル株式会社に譲渡され、MMCコベルコツールとなった。

機械分野においても、新素材の開発に有効な装置としてのHIPの商品化を進めた。

機械研究所では、機械事業部門と共同で、HIPの設計と利用技術の両面から研究開発を進めて基礎データの蓄積に努め、1980年代の新素材ブームに伴う需要の拡大と用途開発のニーズに応えていった。

また、真空技術を活かし、材料の機能向上に有効な成膜装置の開発に取り組んだ。1982年に熱フィラメント化学気相合成法（CVD）によるダイヤモンド合成法が開発されたのを受けて、基板を配置した反応室内にプラズマを発生させて基板上にダイヤモンド薄膜を気相合成する装置を開発し、その後の関連機器の開発につながっていった。

1. 最近20年の歩み

概 括

1985年（昭和60）からの20年は技開本部にとって、大きな変化の起こった時期となった。戦後の高度成長期から、安定成長の時代や1973年の第1次オイルショック、1979年の第2次オイルショックを経験した後、

新技術を核とした新規事業開拓の機運が高まった。

当社では、技開本部と新材料事業化センター（のちに、業容の拡大に応じて新事業本部、さらには新分野事業部へと改組）がその役割を担い、新素材、エレクトロニクス、高分子、バイオなどの分野で新規分野の取り組みを1980年代の後半から進めてきた。



生物研究所（筑波） バイオ技術の適用可能性を研究した



英国研究所 高分子分野で大学と共同研究を進めた

このような取り組みは1990年代の前半まで続いたが、新規事業展開の困難さを認識し、順次テーマの見直しを行った。こうした中で、技開本部の有する技術を既存事業の競争力強化に活用する動きが活発化し、事業部門と一体となって既存製品の改良改善に加えて、周辺分野での新製品・新技術の開発を進めた。このため、事業部門と研究所の共同のプロジェクトを組織し、研究開発のスピードアップを目指した。

さらに、当社の事業との関連が深い分野で積極的にナショナルプロジェクト並びに公的なプロジェクトに参画し、大学や公的機関と連携してプロジェクトを進めるとともに、当社の技術力の高度化を図った。

また、研究開発の戦略の見直しに対応した形で、研究所の再編や事業部門との研究開発における役割分担の見直しも適宜行ってきた。現在では、材料、機械、生産システム、電子技術の4研究所に加えて石炭プロジェクト室を加えた体制で研究開発を進めている。

このように、最近20年のうちの前半10年は、新規分野への展開を急速に進めてきた後、新規分野の事業化の壁に直面し、1992年頃よりテーマの見直しを続けてきた。後半の10年は、既存分野の事業競争力の向上に力点を置いたが、将来技術への取り組みもナショナルプロジェクトへの参画や大学などとの共同研究を通して行ってきた。

新規分野への展開と戦略の見直し

当社においては、1985年（昭和60）頃から新規分野への取り組みを強化し、材料分野では自動車を中心とする産業分野における高分子材料の適用可能性についての研究開発を開始した。また、金属系新材料やセラミック、エレクトロニクス、バイオなどの分野においても、新たな事業の種を探索した。高分子材料の開発については、1989年に高分子材料開発センターを設立し本格的に研究に着手した。他の新材料分野においても、希土類磁石やスパッタリングターゲット材料などの電子材料、アルミ合金や超合金などの粉末材料、カーボンファイバやシリコンカーバイドウィスカーなどの化学系新素材、並びにチタン製人工股関節などの医療材料などの広範囲のテーマについて取り組みを進めた。エレクトロニクス分野においては、超電導材料、半導体関連機器、さらには情報通信技術の開発を目指した。また、バイオでは1985年に神戸に生物研究所を発足させ、1989年に筑波に研究所を建設し、移転した。ここでは、資源エネルギー分野におけるバイオ技術の適用可能性を研究するとともに、ファインケミカル分野での探索を行った。

新規分野の開発を行ううえで、海外の大学や企業の技術力の活用を目指して、1985年にはアメリカのノースカロライナ州のリサーチトライアングルパークに技術情報拠点を設立し、有望な新規事業の探索を行うとともに、アメリカの大学や企業との共同研究などを推



米国研究所（ノースカロライナ） 米国における有望な新規事業の探索を行った



米国研究所（カルフォルニア） 記録メディア用の薄膜技術の開発を行った



1期工事が完了した西神地区

進してきた。1989年にはここに研究所を併設し、ダイヤモンド薄膜の研究を開始した。ヨーロッパでは、1984年にロンドンにリサーチオフィスを設置し、高分子分野で大学、研究機関並びに企業との共同研究を進めたのち、1988年には英国研究所をロンドン郊外に設立した。また、1991年にはアメリカ西海岸のパロアルトに記録メディア用の薄膜技術を開発する研究所を設立した。

このような新規分野への展開は、一部のテーマを除き、対象とする市場の規模が当初期待されたよりも小さく、実用化の時期も遅れたことに加えて、1991年以降のバブル崩壊により研究開発予算の絞り込みが進んだことから、多くの新規テーマの縮小が行われた。さらに、1995年の阪神・淡路大震災を契機として、当社では、研究開発テーマのさらなる見直しが進み、多くの新規分野テーマが中断・凍結された。同時に、海外研究所の見直しも行われ、2000年までに海外のすべての研究所を閉鎖した。

研究開発体制の再編・整備

1985年（昭和60）に、技開本部において「技術戦略企画機能をより強化した運営組織」、「研究内容に応じた研究所機能の整理・統合」、並びに「研究管理者と研究者の役割の明確化」の3点を骨子とする大規模な組織改正が行われた。従来の浅田研究所、中央研究所、構造研究所、機械研究所は、機能別に鉄鋼技術、材料開発、機械技術、要素技術、化学技術、電子技術、試

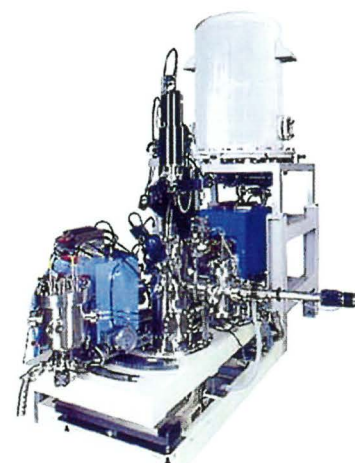
作実験の7センターに再編された。従来の研究所は材料研究所、機械研究所、化学研究所、浅田研究所として存続したが、運営は7センターを主体に行うことになった。また、技術戦略機能強化の観点から技術情報企画部が新設され、技術情報に関する調査・企画や特定プロジェクトの企画を担うことになった。

1980年代後半には、技開本部の研究開発資源を新規分野に傾斜投入したのを契機に技開本部と事業部門との見直しが行われ、技開本部の一部機能を鉄鋼並びに機械エンジニアリング事業本部に移管した。これに伴い、鉄鋼事業本部に鉄鋼技術研究所を、機械エンジニアリング事業本部には機械開発センターを新設した。技開本部と事業部門の役割分担としては、生産と現行製品に直結した研究開発は事業部門が主体で行うことになった。その後、1992年には、鉄鋼研究所（現在の技術研究センター）が加古川製鉄所の隣地に新設され移転した。

技開本部は、運営面では技術領域ごとの研究開発体制をタテ糸とし、特定のテーマを柔軟かつスピーディに進めるためのプロジェクトチームをヨコ糸として活動するとともに、時代の変化に対応するため適宜組織改正を行った。特に前半の10年は高分子開発センター、超電導・低温技術センターなどの新規分野の参入を目標としたプロジェクト的な組織運営体制も採用した。また、生産技術やエレクトロニクスの分野では、研究所横断の機動的な組織運営を行ってきた。さらに、1986年に材料研究所の分析部門を分離して、株式会社



褐炭液化プラント
サンシャインプロジェクトの中で進められた



ナノ組織を分析するHRBS

コベルコ科研に分析業務と分析技術の開発機能を移管したのち、1987年には材料評価部門の一部を移したが、これらの部門は、現在(株)コベルコ科研の分析解析事業の主要な役割を果たしている。

研究開発施設の面では、1985年に神戸市西区（西神地区）に土地を購入し、神戸地区にあった中央研究所、機械研究所、浅田研究所を1987年から順次西神地区に移転させ、1992年に神戸地区の研究所をすべて西神地区に統合し、技術融合の促進を図った。1994年には筑波の生物研究所を西神地区に移転した。

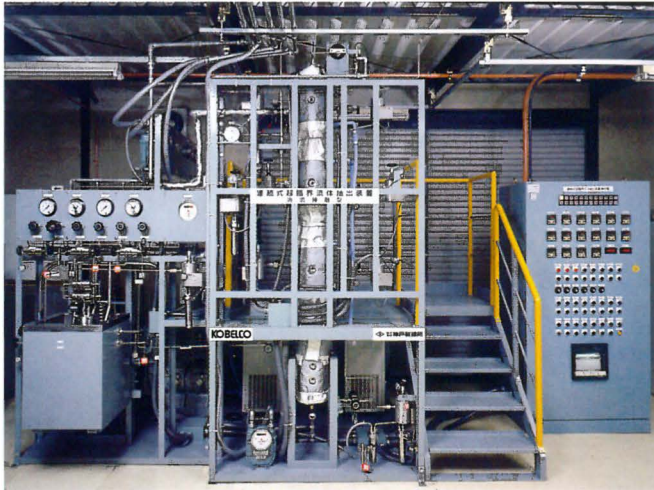
ナショナルプロジェクトへの積極的参画

技開本部では、従来から通産省の原子力製鉄プロジェクト、次世代複合材料開発でのHIP関連技術の開発、NEDOプロジェクトの褐炭液化など、ナショナルプロジェクトへの参画を進めてきた。1985年（昭和60）以降は、機械エンジニアリング部門がNEDOのエネルギー関連プロジェクトなどに参画を進める一方、技開本部は新規分野を中心に参画を活発化させてきた。前半の10年としては、各種の新材料の開発や表面改質技術、さらにはバイオ分野に注力した。1985年にはバイオ分野で嫌気性バイオリアクタ、材料分野で原子力用次世代機器でのTi合金など材料開発、1986年には新材料分野でイオン注入などの超先端加工システム、超電導のNb3Sn線材の開発、1989年には超耐環境先進材料でのTi金属間化合物やC/Cコンポジット開発に参画した。また、1992年には原子・分子極限操作技術としてビー

ム利用超微細加工技術などの開発を進めてきた。

後半の10年に関しては、阪神・淡路大震災を契機とする新規分野テーマの見直し方針のもと、テーマを厳選しながらも継続してナショナルプロジェクトに参画することになった。特に、当社事業との係わりのある分野を中心に、国の機関と連携して技術の高度化を図るなど戦略的な取り組みを進めた。1995年には1GHz級超電導マグネット製造技術の開発に参画し、世界最高水準のマグネット製造技術の確立に努めた。また、1996年には機能性薄膜として将来有望と目されたダイヤモンド薄膜の基礎技術の開発プロジェクトに参画、また、当社が石炭液化プロジェクトで培った技術を応用し、未使用資源の応用に道を拓く改質褐炭製造プロセスの開発に携わった。1997年には活性金属用コールドクルーシブル誘導溶解技術、スーパーメタルなど、金属材料の活用分野を拓けるプロジェクトに参画した。1998年に環境意識の高まりを受けて企画されたダイオキシン分解触媒のプロジェクトに、また、1999年にはハイブリッド建設機械、余剰蒸気エネルギー回収型圧縮機などの省エネルギーのニーズに応えたテーマに参加した。

その後、2001年には材料開発がナノメートルの領域に進むことに対応して、ナノメタルの開発と、ナノ組織を分析するHRBS（High-resolution Rutherford backscattering spectroscopy）の開発に参画しつつ、ナノ分野における当社の基礎技術の蓄積に努めた。さらに、2002年には、自動車の省エネルギーならびに安



連続式超臨界流体抽出装置

全性へのニーズの高まりに対応して、自動車軽量化のためのアルミ／鋼ハイブリッド構造、薄肉アルミ押出型材、ポーラスアルミなどの開発への参画を実現し、現在に至っている。

環境・資源エネルギー分野への取り組み強化

環境や資源エネルギー分野への関心が高まってきたことから、同分野への取り組みを1980年代より強化してきた。当社の環境事業は、上下水道分野に加えて1983年（昭和58）からごみ焼却炉ビジネスに本格参入したが、技開本部は鉄鋼分野における燃焼技術を発展させることで、新たなメニュー創出に寄与してきた。1990年に世界で初めての下水汚泥焼却飛灰の旋回流溶融炉を実用化、1997年にプラズマ溶融炉、2000年には都市ごみ流動床式ガス化溶融炉を実用化した。また、1993年頃からトンネル脱硝触媒を開発し、さらにその技術を応用したダイオキシン除去触媒の開発を実施した。リサイクルに関しては、超臨界技術を利用して、ポリウレタンの中間素材であるTDA（Toluenediamine）の回収プラントの開発に取り組んだ。

一方、資源エネルギー分野では、1980年より石炭液化のナショナルプロジェクトに参画し、このプロジェクトにおいて蓄積した技術を活用して1996年には改質褐炭、1999年にはハイパーコールの新規テーマに取り組むなど、この分野での活動を活発化させた。改質褐炭については2001年にナショナルプロジェクトとしての提案が採択され、2002年にはインドネシアのジャワ

島に日産5トンのパイロットプラントを設置し、基礎データを取得し、今後に向けて準商用化デモプラントの計画が進行中である。

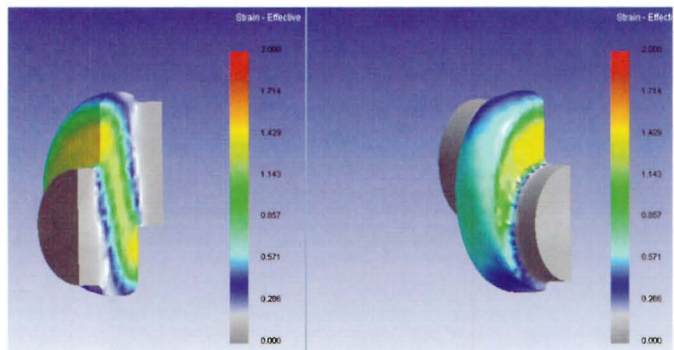
事業部門およびグループ企業との連携強化

1990年代半ばより、新規分野から現有事業分野へ研究開発テーマのシフトを強め、事業部門との連携を強化していった。鉄鋼事業部門とは圧延などのプロセス制御技術の開発や、高強度条鋼製品、高強度鋼板、特殊化成処理鋼板、並びに大入熱溶接用鋼板の製品開発において、また、アルミ・銅事業部門とは自動車用アルミニウム材料の開発において、研究所での委託テーマの実施に加えて研究者の異動や生産現場への駐在などにより一体的運営を推進してきた。また、生産効率化を図るため、製鉄・製鋼プロセスの物流の効率化や、アルミ板や産業機械の製造工程の最適化を目指したスケジューリングのプログラム開発を、現場に密着し、実生産の流れを確認しつつ開発してきた。また、1994年（平成6）には技開本部にBUL（Business Unit Leader）制度を新設し、事業部門との連携の責任者となるリーダーを任命して事業部門との一層の連携強化を図った。

スパッタリングターゲット材料やレーザ検査装置などのエレクトロニクス関連の新規分野では、(株)コベルコ科研と一体となって事業化を推進するとともに、次期新製品の共同開発プロジェクトを進めるなど、関係が強化された。さらに、1999年のコベルコ建機株式会



有限要素モデル



塑性ひずみ分布

一体型クランク軸の鍛造シミュレーション

社の発足を受けて、技開本部が振動・音響、伝熱、制御などの要素技術面での研究を担当することになった。

シミュレーション技術の進展

現在、技開本部は、材料分析・解析技術、成形加工技術、制御技術、振動音響技術、構造強度技術など、多岐にわたる基盤技術を有しており、新製品・新技術の開発のベースとなるこれら技術の継続的育成と強化に努めている。1985年（昭和60）以降で大きく進展した基盤技術として、計算機性能の劇的な向上とともに発展したシミュレーション技術が挙げられる。技開本部では、各種のソフトウェアを独自開発するなどシミュレーションに関する研究開発を進め、これまで実験でしか確認できなかった各種の現象を予測して、生産技術向上、新材料開発、製品の開発・設計の効率化などに大きく貢献できるようになった。

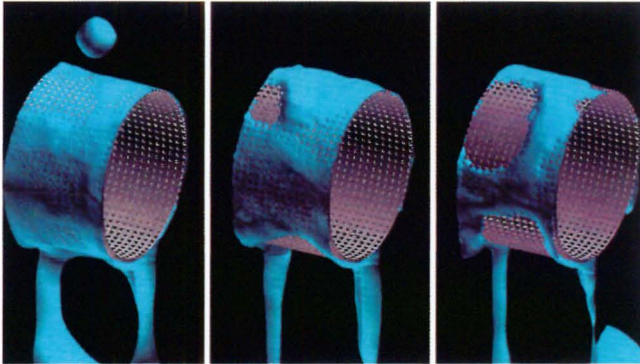
知的財産への対応力の強化

1985年（昭和60）からの20年は、国内外での三つの大きな流れにより知的財産を巡る環境が変化した時期となった。その流れの一つは、アメリカ企業の攻勢である。1985年はまさに特許の権利強化を謳ったアメリカのヤングレポートが提出された年であり、これを契機に、アメリカ企業が特許権をビジネスツールとして活用する気運が高まった。アメリカの出願件数、特許訴訟件数が倍増し、多くの日本企業が特許侵害で訴えられた。当社も、アメリカのタイヤ機械メーカーから

輸出に対し訴訟を提起された。この事案は約1年半にわたる紛争ののち当社側の勝利で終結したが、当社にとって初の海外での特許訴訟となった。

二つ目の流れは、アメリカ企業の洗礼を受けた日本企業は考えを180度転換し、これまで防衛手段と捉えていた知的財産権を積極的に攻めの道具に使うようになったことである。この流れはバブル崩壊により加速し、日本企業による知財訴訟をさらに増加させた。鉄鋼業界も例外ではなく、1990年以前では考えられなかった鉄鋼大手間での数十億～百億円規模の特許訴訟が発生した。当社においても知財権を攻めに積極活用するようになり、建設機械関連の訴訟においては最高裁まで争い、当時の意匠権による国内最高の賠償金を勝ち取るなどの成果を挙げた。また、他社からの警告状の件数も急増し、攻めと守りで紛争が絶えない状況になった。このような状況は2000年以降も続いている。

三つ目の流れは、アジア諸国の躍進に伴う模倣問題やアジア企業への技術流出問題の増加である。こうした状況を受け、日本政府による「知的財産立国」が提唱され、国を挙げて自国の技術の知財権保護を推進しようとする動きが活発となった。2002年には知的財産戦略会議が設立され、アジアへの技術流出や模倣問題のみならず、経営・開発・知財の三位一体戦略が提唱、人材育成を含めた幅広い領域で政府主導での動きが活発化した。当社においても溶接カンパニーを中心に、韓国企業との紛争、中国、タイ、インドネシアでの模倣問題が発生しており、その対抗力強化が近年の重要



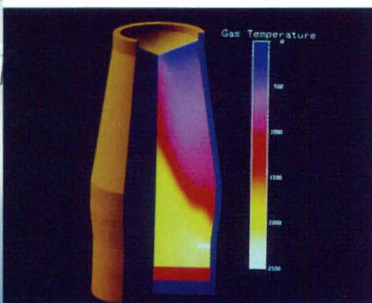
空調用銅管に滴下した水滴挙動のシミュレーション

な課題となっている。

このような20年の変化に対応し、当社の知的財産体制も大きく変化してきた。1992年には名称を技術法務部から知的財産部に変更し、業務範囲をトレードシークレットなども含めた知的財産に拡大するとともに、守り中心に活用してきた知財権の攻めへの活用強化を開始した。また、知的財産の管理機能を専門部隊として分離し強化したほか、神鋼リサーチ株式会社に知的財産情報センターを設立し、特許情報調査・解析機能を強化するなど組織面の強化も図った。2003年には特許情報調査機能の強化が実り、登録率が全国で20位にランキングされるなど、特許の質的向上も進んだ。体制面では、1995年に一極集中していた知的財産部をカンパニーに分散させ、開発や事業現場へ入り込んで活動することで、事業に貢献する知的財産権の取得や他社動向を把握した知財活動に努めてきた。また、欧米中心であった海外での知的財産権獲得を2000年以降アジアに展開し、中国への出願件数をアメリカとほぼ同

等レベルにまで引き上げるなど、アジア地域における取り組み強化を図ってきた。このように、1985年からの20年は、知財権による攻防が開始され、急速にその激しさを増した時期であった。

このような外部環境の変化に応じ、対応能力を強化してきたが、発明補償制度についても時代の変化に対応した改正を行ってきた。当社は、1974年に発明補償制度を導入し、1997年には、価値の高い特許により厚く補償する目的で、発明補償制度の改正を行った。さらに、2000年代より、個人の権利意識の高まりに応えるとともに、特徴ある製品群の創出に向け、それまで特許1件ごとに評価して補償金額を算定していた制度から、製品・技術単位で特許を群として評価し、独占力に優れる特許に対して上限無く補償する制度を整えた。この新制度は2005年4月より運用を開始したが、個人の発明意欲の向上と特徴ある製品の創出につながるものと期待されている。



エネルギーコスト低減を目的に高炉操業支援エキスパートシステムを開発

2. 最近20年の各分野における技術開発の歩み

最近20年、技開本部では事業部門および関係会社との連携をより強化して新製品・新技術の開発に努めてきた。ここでは、各事業分野における主力製品・基幹技術を取り上げ、技開本部の寄与に着眼して技術開発の歩みを述べるとともに、新規分野への取り組みについても触れる。また、技術開発のベースとなる基盤技術の発展について述べる。

材料分野

●製鉄・製鋼技術の高度化

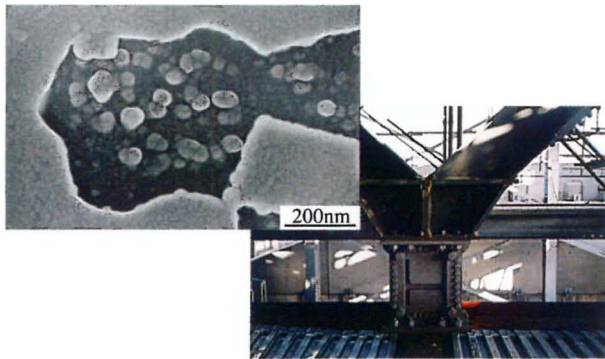
当社は、高炉操業におけるコークス炉能力不足の解消およびエネルギーコスト低減を目的として、1983年（昭和58）から加古川製鉄所第2号高炉および神戸製鉄所第3号高炉において、微粉炭吹込み操業（PCI: Pulverized Coal Injection）を開始し、1998年に加古川製鉄所第1号高炉において月間PC比の世界記録を達成している。PCI燃焼の場合、高温燃焼空気流速が250m/sと高速であることに加えて、燃焼空間も狭く、数ミリ秒での完全燃焼が要求されることから高度な燃焼技術が必要となる。そこで、各種微粉炭と燃焼率の関係、および安定操業のための燃焼条件を明らかにするために、実規模に近い条件での燃焼実験を多数行ってデータベースを蓄積した。さらに、一般には困難とされていた微粉炭の反応過程を含む燃焼シミュレーション

技術にも取り組み、このデータベースを反映させて精度の高い予測を可能とした。これらの開発が寄与して、超多量微粉炭吹込みで世界のトップレベルの技術を有するに至った。

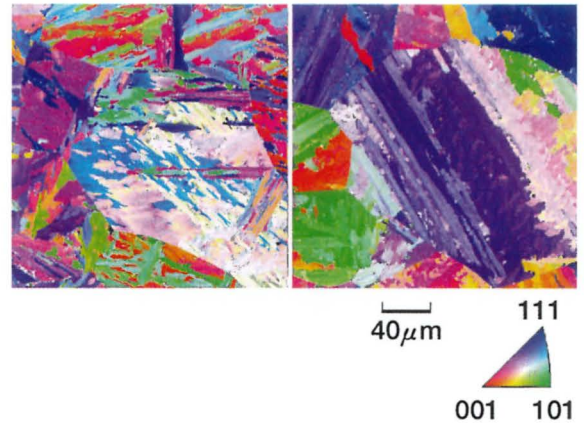
製鋼の基幹プロセスである連続鋳造においては、鋳片の鋳造欠陥低減のために最適鋳造条件を決定するシミュレーション技術を開発した。すなわち、鋳片の凝固進行状態、凝固シェルに発生するひずみ、タンディッシュと鋳型内部の溶鋼流動状況、介在物の浮上挙動など各種の現象を予測するソフトウェア群を開発し、これらを用いて冷却条件、浸漬ノズル形状、電磁攪拌条件、ロール間隔など各種の操業条件や設備仕様を合理的に決定できるようになった。このようなシミュレーションは、今では日常的に実施できるようになっており、鋳造速度の高速化と歩留り向上に寄与している。

●線材・条鋼の新製品開発

自動車の懸架ばね用高強度線材は、弁ばね用線材やタイヤ向けスチールコード用線材とともに現在の主力製品となっているが、1990年代初めに開発を開始した時点では、従来鋼に比較して高強度化を図ることに加え、水にさらされる環境下での使用に耐えるため腐食疲労特性の大幅改善が重要課題となっていた。そこで、懸架ばね鋼の腐食進行挙動を詳細に解析したうえで、鋼材表面で広く浅く腐食を進行させるコンセプト、な



微細組織制御
室温超塑性を示すZnAl合金・微細組織の電子顕微鏡写真（左）
制振構造物への適用例（右）



多方位ベイナイト（左）およびベイナイト（右）の結晶方位解析像

らびに腐食進行速度を抑制するために鍍をアモルファス化する成分設計指針を作成し、実用化に寄与した。

1990年代は、大型放射光施設SPring-8に代表されるように材料の超微細構造を評価する装置や技術のレベルが飛躍的に進歩した時代であり、従来は観察できなかった材料に対してもナノメートルオーダーの評価解析を行うことで、新製品への展開が可能となってきた。1988年に鉄鋼部門が開発した1,800MPa級高強度亜鉛めっき鋼線は、明石海峡大橋のメインケーブルに採用され、ケーブル直径や主塔高さの低減など建設コストの縮減に寄与してきた。技開本部では上記のナノ構造解析技術を用いてこの鋼線の超微細構造を評価し、層状の構造といわれていた鉄炭化合物（セメントライト）が、ナノメートルオーダーの微細粒子に分断されており、その粒子径と素材強度が強い相関を有していることを初めて見出した。この結果を用いて、1,800MPaを超える強度の亜鉛めっき鋼線の開発指針を得るまでに至っている。

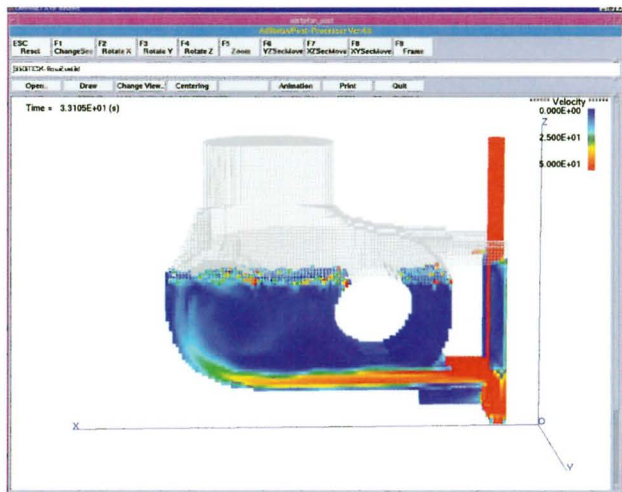
近年、地球環境保全に対する社会的要請が高まる中、鋼材についても環境への配慮が求められている。快削鋼には被削性を高めるために微量の鉛が添加されていたが、鉛を用いない快削鋼（Pbフリー快削鋼）の開発ニーズが出され、鉄鋼部門と連携して開発を行った。Pbの代替として着目したのは、鋼中の介在物であった。研究の結果、機械構造用快削鋼には、機械的特性との両立のために、MnS介在物の増量添加に加え、Mg+Ca添加によるMnSの小型球状化、並びに分布の均一化が

有効であることを明確にした。良好な被削性が求められる低炭素複合快削鋼のPbフリー化においては、同じくMnSの増量添加に加え、MnSの効果を最大にするための最適成分バランスと製造方法を提示し、製品化に寄与した。

●鋼板の新製品開発

最近の建築、橋梁、造船業界向けの厚鋼板には、高強度でかつ溶接性に優れる材料特性が求められており、このニーズに応えるために多方位ベイナイト組織を実現するための成分設計指針および基本的製造条件を提示した。この材料では、溶接熱影響部（HAZ：Heat Affected Zone）の組織が微細化され、例えば、板厚100mmの590MPa級厚鋼板でも、HAZ靱性を損なうことなく1パスでの溶接が可能となった。この技術は、2002年以降の「スーパータフネスシリーズ」に代表される、特長ある厚鋼板製品の創出に寄与している。また、懸架ばねの耐食性向上のために開発した鍍構造制御技術を厚鋼板にも適用して、塩害に強い橋梁向け塗装用高耐食性鋼板も開発した。

自動車車体の軽量化を主目的として、当社は1980年代初めから高強度薄鋼板（ハイテン）の開発を実施してきたが、1990年代末より環境対応と衝突安全性に対する自動車メーカーのニーズが高まり、より高強度でしかも成形性の良いハイテンが求められるようになった。これに対応するために、加工時の誘起変態によって延性が増加し、成形性が大きく改善される残留オーステナイト組織を実現するための組織制御手法と製造



鋳造方案設計技術 組立型クランク軸用鋳鋼スローの流動凝固解析による鋳造時の溶鋼流速分布



チタン合金製ファンケース

指針を提示して、高成形性鋼の実用化に寄与した。

また、厚鋼板の製造に用いられる制御圧延技術（TMCP：Thermo-mechanical Control Process）を応用して、室温においても超塑性を発現する亜鉛アルミ合金を開発した。この新材料は高いエネルギー吸収性能を有しており、建築構造物の制振などに用いられている。

● 鋳鋼製クランク軸の高性能化

鋳鋼製の船舶エンジン用クランク軸は、世界で当社のみが製造している代表的なオンリーワン製品であり、厳しい運転条件にも耐えられるような高強度で信頼性の高い鋳鋼製クランク軸が求められている。そのために、スロー5種と称する新鋼種を用いたクランク軸を、鋳鍛鋼部門と連携して開発した。開発においては、材料の成分最適化・製造手法確立に留まらず、実稼働時の信頼性評価技術の確立がポイントとなった。そこで技開本部では、エンジン運転中のクランク軸などの軸系振動をシミュレーションによって把握し、各部に発生する応力を求めて対疲労安全性を評価する実働応力解析・評価技術を開発した。また、クランク軸の鋳造欠陥を防止するための鋳造方案最適化のために、鋳造品中の成分偏析やひげ巣発生を予測するための凝固シミュレーション技術も開発し、品質向上に活用している。このような開発の成果として、スロー5種製のクランク軸を用いた船が2005年に完成した。

● チタンの適用拡大

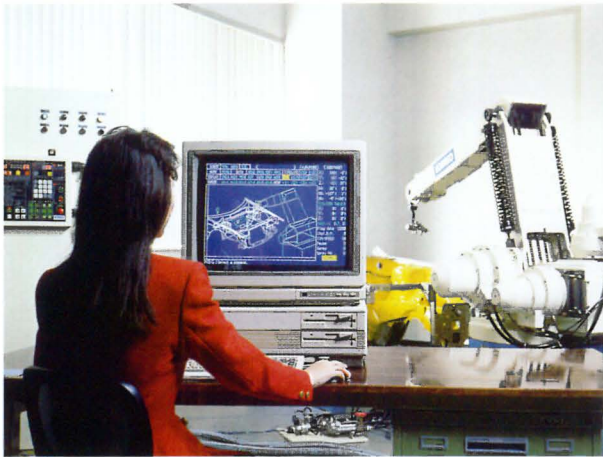
チタンの主力製品である溶接チタン管は、発電所用

の復水器や海水淡水化装置の伝熱管などに使用され、現在、中国の発電所や中近東の海水淡水化装置の建設ラッシュに支えられて旺盛な需要を見せている。その製造を支えているのが、高速造管プロセスである。多電極TIG溶接と非対称成形ロール、新しい設計標準によるロールフラワー（成形ロールのカリバー形状）などの独自技術を開発し、造管ラインの更新を機に実生産への適用を図った。これにより、溶接ビード部の品位を保ったまま従来の溶接速度の2倍以上の高速化を実現し、現在の高生産性に貢献している。

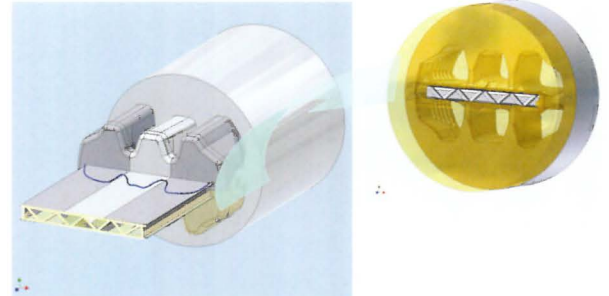
また、民間旅客機用V2500ターボファンエンジンのチタン合金製大型ファンケースをはじめとするリング圧延品は、チタン本部の主力製品群に成長している。技開本部では圧延操業の立ち上げや圧延設計の理論構築を行い、初期のニアネットシェイプ化技術確立に貢献した。その技術は鋳鍛鋼事業部やチタン本部に引き継がれ、現在では、複雑断面形状や円錐台形状のリング品の製造に適用されている。

● 鉄粉の新規用途開拓

当社は、1970年にわが国で初めてアトマイズ鉄粉の製造を開始して以来、鉄粉製品では国内トップレベルのシェアを有している。とりわけ、鉄粉と黒鉛粉を付着させ黒鉛の偏析を抑制したセグレスに関しては、独自の樹脂設計により潤滑性を付与したコンロッド用鉄粉、温間成形性と金型内への流れ性を付与したバルブガイド用鉄粉などを開発し、セグレスの高付加価値化に寄与してきた。また、鉄粉の新規用途として、車載



アーク溶接ロボット用オフライン教示システム（KOTS）



自動車軽量化パネル中空形材の薄肉化製造技術の開発

モータのコアに用いる磁性鉄粉の開発も行った。

●高機能アーク溶接ワイヤの開発

アーク溶接材料の主流となっているソリッドワイヤ分野における特長ある製品として、銅めっき無しMAG溶接ソリッドワイヤ（商品名：SEワイヤ）が挙げられる。従来、MAG溶接ソリッドワイヤ表面には、製造工程での伸線性と溶接時の作業特性の向上を目的に銅めっきが施されてきたが、銅めっきは、製造工程において多量の有害廃液を発生させるとともに、溶接作業時には剥離によって送給や給電に不安定性を生じさせていた。溶接カンパニーの溶材技術と技開本部が保有する塑性加工技術、材質制御技術、塗布剤の技術などを融合させることで、世界に先駆けて送給および給電安定性に優れ、しかも環境負荷の少ないSEワイヤの商品化を実現した。

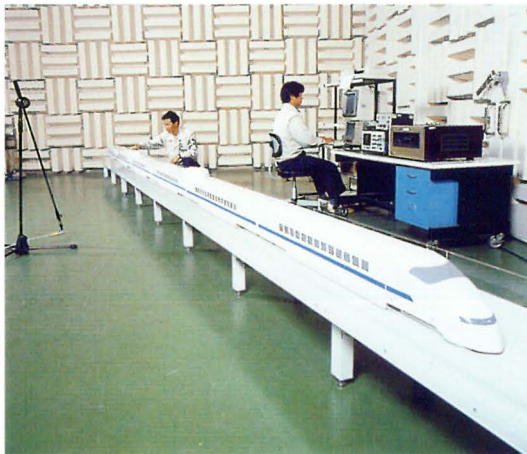
また、鉄骨構造物、建設機械、工作機械などを高効率・高品質で溶接するアーク溶接ロボットの開発には、技開本部で培ってきた機械技術・電子技術が寄与している。なかでもオフライン教示システム（KOTS）は、当社の溶接ロボットを特長づける技術となっている。

●アルミ板材材料の高品質化

当社のアルミ展伸材事業は長府製造所を母体とし、1970年代初頭の真岡製造所の建設とともに拡大、成長を続け、現在、生産量では国内トップの地位を占めるにいたっている。この間、品質の改善・改良や新製品開発をはじめとし、歩留まり向上、工程合理化などの生産技術の向上にも努めてきた。これらの活動のなか

で、技開本部は、製造工程の上工程である溶解、鑄造関係では、主力製品である飲料缶用板材の製缶時の割れ原因となる連続鑄造時の巨大化合物の防止技術、溶解時に使用する新フラックスの開発によるメタルロスの低減技術、印刷板やボトルネック缶の表面欠陥の原因となる晶出物の制御技術を開発するなど、競争力の強化に寄与してきた。また、板成形の塑性加工シミュレーションを活用して、テンションレベラや熱延仕上げ圧延機の最適運転条件を提示し、板の平坦度向上、内部残留応力の制御、寸法・形状精度向上などに貢献した。生産管理に関しても、多品種小ロットの混在する中で、物流の整理や納期短縮のために、PULL型スケジューラにより生産計画を行う統合生産システムの開発を行っている。

1980年代のアメリカのCAFE（Corporate Average Fuel Economy）規制以来、自動車軽量化ニーズが急伸したが、アルミ合金をボディパネルに用いるためには塗装耐久性を改善する必要がある。そのために、表面に薄いZn合金層を析出、被覆して活性な表面に改質する高度置換めっき技術を開発した。その結果、塗装前処理である化成処理性が鋼板と同等レベルに向上し、実車に適用されるにいたった。さらに、表面近傍の元素分布や極薄酸化層を制御する技術に取り組み、熱処理技術、酸・アルカリ溶液による洗浄技術およびプレコート技術により、塗装耐久性に優れた高性能・高品質のパネル材を事業部門と連携して開発した。



大型半無響室

●アルミ押出・鍛造製品の高付加価値化

アルミ押出・鍛造分野においては、従来経験に頼ってきたアルミ押出の金型設計を、塑性加工理論を適用して合理化・自動化することにより、溶着不良や製品形状不良の低減に大きく寄与した。1993年に稼働を開始した大安工場では、部品設計能力が差別化点となって自動車用アルミ鍛造部品が主力製品のひとつに成長している。これには、塑性加工シミュレーションによる金型設計技術や構造解析・強度評価技術が役立っている。また、真空チャンバに代表されるような大型製品の機械加工においては、切削技術の改善に寄与している。

新幹線車両の構造体などに用いられる当社製アルミ合金型材は、内部に樹脂を接着することにより高い防音・制振効果を有している（商品名：ダンシェーブ）。この型材の開発においては、音響予測・評価技術を駆使して、型材の防音・制振性能を最大化する設計を行うとともに、車内騒音を予測して型材の最適配置を決定し、商品化へと結実させた。

●銅製品の高機能化

銅分野では、主力製品であるリードフレーム材において、脱酸技術を利用した結晶粒微細化により連続製造時に問題となる割れ防止技術を開発するなど、難製造材の製品化に貢献してきた。最近では、さらなる高強度化と高導電率を狙った新規リードフレーム合金の開発にも取り組んでいる。

また、空調用フィン付き銅管に関しては、表面制御

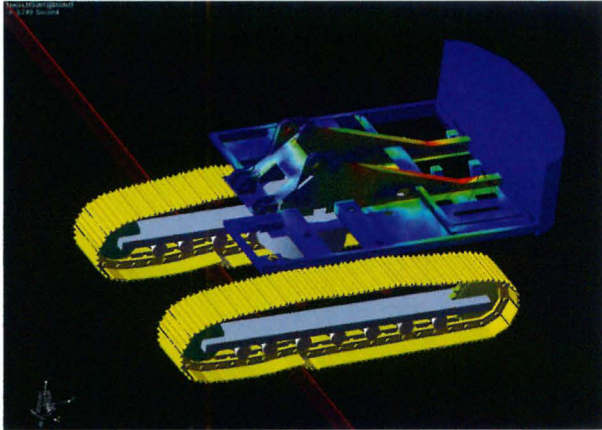
技術による銅管の耐孔食性向上や、流体シミュレーションを用いたフィン形状最適化による凝縮・蒸発性能の向上を図って、高性能化に寄与した。さらに、銅の特殊3層めっき技術を開発して、銅連続製造用の銅製チューブラモールドに適用し、耐食性と耐磨耗性を兼備させることに成功した。

機械分野

●圧縮機の高性能化

創業間もなく開始した圧縮機の技術開発は現在まで継続され、数々の新製品を生み出してきた。なかでも、非汎用スクリュ圧縮機は、世界で唯一6MPaまで昇圧可能な機種を中心に、世界の約40%のシェアを占めている。当社のスクリュ圧縮機の特長は、スクリュロータに独自の新歯形を採用することによって低振動、高性能化を達成したことであるが、このために、振動解析や性能シミュレーションを活用した歯形形状の最適化技術を開発した。また、圧力脈動や放射音を低減するためのケーシング剛性設計技術の開発や、圧力損失の少ない多孔吸音板による高性能な消音装置の開発によって、大幅な静音化を実現し、圧縮機を機械室に隔離することなく居室に隣接して使用することも可能になっている。

また、圧縮機および配管内の流体が連成する圧力脈動解析技術を世界に先駆けて開発し、レシプロ圧縮機の設計に適用している。さらに、ターボ圧縮機の振動に対する安定性を確保する設計条件を決定するために、



油圧ショベルのラフロード走行試験の動的シミュレーション



燃焼実験装置 廃棄物の無害化と再資源化技術を開発

軸受の動特性を考慮したロータ系の振動解析技術も開発した。これらの振動解析・振動制御技術の永年の蓄積により、業界においても高い評価を得ている。

●産業機械の設計技術向上

技開本部では、振動音響、構造強度、流熱、制御などの機械要素技術の高度化を継続して実施しており、これらは特に産業機械製品に広く活用されている。例えば、破碎機の新機種開発にあたっては、構造強度技術をベースに岩石の破碎シミュレーション技術を開発して、岩石を均一に細粒化するための最適破碎室形状を決定した。また、タイヤ機械の高効率化を目的として、流熱技術を応用した高周波加熱によるタイヤ予熱装置を開発した。光ファイバ線引装置においては、高寸法精度の光ファイバを高速で製造するための装置設計に、流体解析や品質工学を活用した。さらに、溶接や塗装ロボットの開発においては、動的解析と制御技術を組み合わせて動作性能の高性能化を図っている。

現在、コベルコ建機(株)、コベルコクレーン株式会社において事業が展開されている建設機械に関しては、1990年(平成2)頃より油圧ショベルおよび大型クレーンの設計合理化に本格的に取り組んだ。すなわち、強度確保、振動制御、低騒音化、乗り心地改善、最適油圧制御など各種の要求項目を満足する設計パラメータを、シミュレーションや実験を駆使して迅速かつ合理的に決定できる体制を構築した。この結果、例えば油圧ショベルの設計時間が従来の26%に短縮されるなど、新製品の開発を効率的に実施できるようになった。

●高圧・真空機器の開発

機械部門で製造している各種の高圧機器・装置の設計には、技開本部で開発した構造解析技術や強度評価技術が活用されている。また、冷間・熱間等方加圧装置(CIP: Cold Isostatic Press, HIP: Hot Isostatic Press)については、ユーザーにおける成形条件決定を容易にするために、粉末成形シミュレーション技術を開発した。これは、高温・高圧下での粉末の塑性変形・焼結による緻密化を解析する技術であり、緻密化挙動に関する実験手法も開発し、その結果を導入することによって高精度な予測が可能となった。

また、真空技術を用いた成膜装置であるAIP(Arc Ion Plating)装置やUBMS(Unbalanced Magnetron Sputtering)装置の用途拡大のため、摺動膜などに最適な高強度で摩擦係数の小さいDLC(Diamond-Like Carbon)膜や、熔融金属やガラスに対して離型性に優れたBCN膜などを開発した。

●環境機器の開発

当社は1973年より環境施設事業への取り組みを開始し、現在は株式会社神鋼環境ソリューションにおいて都市ごみ焼却プラント、水処理プラントなどの事業を展開している。

最近、焼却炉から発生する焼却飛灰中に含まれるダイオキシンや重金属などの無害化処理と、廃棄物の再資源化が強く求められているが、従来技術では飛散しやすい焼却飛灰の処理が困難であった。そこで、この課題を解決する技術として溶融技術に着目し、化石



フレア護岸 台風時の越波が少なく景観にも優れる



山形防音壁を有する高架道路

燃料を使用する旋回流溶融炉と、ごみ発電によって得られる電気を使用するプラズマ溶融炉の二つの方式の溶融炉を開発した。開発過程では、ガス流れと温度分布を求める燃焼シミュレーション技術、および高温反応を扱う実験技術を駆使した。これにより、99%以上のダイオキシン分解と重金属の無害化を達成してリサイクルを可能とし、あらゆる形式の廃棄物焼却炉から排出される焼却飛灰の処理を実現できた。

水処理技術に関しては、活性汚泥を利用した廃水中の有機物除去技術、微生物では分解困難な有機物を対象にした高度処理技術、海域の富栄養化対策として廃水中の窒素やりんを効率的に除去する技術、廃棄物量の削減を目的とした下水汚泥の減容化技術などの開発を手がけ、高度水処理プラントの技術蓄積に寄与した。

●エンジニアリング分野の新製品開発

エンジニアリング部門では、1978年にMIDREX法による直接還元製鉄プラントをカタール製鉄所に建設して以来、FASTMET法、FASTMELT法、ITmk3法と新しいプロセスを次々に開発して、現在世界の直接還元鉄の60%強のシェアを有している。技開本部では、反応、燃焼、熱、流れを含む複雑な物理現象のシミュレーション技術を開発し、ITmk3における回転炉床の最適設計や粉鉱石と粉石炭の反応予測などに活用している。

原子力発電用の放射性物質輸送貯蔵容器（キャスク）に関しては、中性子吸収機能の高いボロンを添加したアルミ合金の開発や、構造解析、遮蔽解析、冷却解析

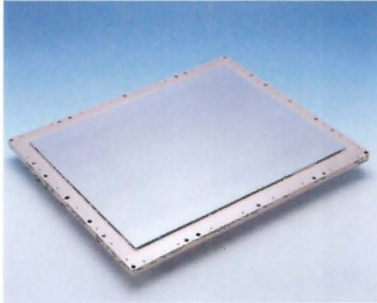
などの安全性解析技術を構築した容器設計に反映している。

当社では、世界最長の明石海峡大橋など長大吊橋のケーブル製作・架設を数多く手がけ、ケーブル系橋梁ではトップクラスの技術を有している。技開本部では、複雑な大変形挙動を示すケーブル系構造の構造解析システムや、ケーブル張力の高精度・短時間測定技術などを開発して、設計・架設技術の高度化を図った。また、鋼とコンクリートを合成した合理的な新構造物の開発にも取り組み、橋脚と桁を剛結合した高耐震性橋梁や、台風時の越波が少なく景観にも優れるフレア護岸などの製品に結実している。さらに、音響技術を駆使して、高性能裏面吸音板や視界性に優れた山形防音壁など道路・鉄道防音製品の開発も実施している。

●石炭利用技術の展開

1980年、日本褐炭液化株式会社（NBCL）の設立に始まった石炭・エネルギープロジェクト事業は、オーストラリアにおけるパイロットプラント運転研究の成功を経て、1993年に終了した。同年から新たに液化基盤開発を開始したが、1997年度には石炭液化関連のプロジェクトはすべて終了し、その後の事業は民間開発ベースとなった。本社直属であった石炭液化プロジェクト部は石炭・エネルギープロジェクト室となり、1998年に技開本部の管轄として再スタートを切り、NBCL時代に培った技術を応用して、褐炭の改質技術を推進することとなった。

改質褐炭技術とは、石炭液化技術の前処理技術であ



ターゲット材 液晶パネルや光ディスクなどの製造に用いられる



NIMS930
世界で初めて900MHz超級の大型超電導マグネットの開発に成功（2001年）

る油中改質法を活用したものである。発熱量の低い低品位炭に重質油を混合し、スラリー調整、脱水、固液分離、油分回収という工程を経て瀝青炭と同等の高品位炭に変換させる技術であり、これをブリケット化することで、炭田から遠隔地への輸送コストを低減することができる。2001年度より財団法人石炭エネルギーセンターの委託を受け、日本・インドネシアの国際共同研究開発事業として、ジャワ島（パリマナン）に5トンの改質褐炭プラントを設置し、2005年3月まで実証試験を実施した。

また、2004年には、石炭内の灰含有率を2～3%まで抑えたハイパーコールを開発した。このハイパーコールはバインダーとしてコークス炉の高粘結炭を低減できるほか、製造時に使用する重油の改質も図れるという画期的な技術である。鉄鋼各社からも注目されており、当社新鉄源プロジェクト本部との共同事業としての発展も期待されている。

エレクトロニクス分野

●ターゲット材料の開発

エレクトロニクス分野での新材料開発の成果として、ターゲット材料が挙げられる。ターゲット材料は、スパッタリング法により薄膜を形成するための素材であり、液晶パネルや光ディスクなどの製造に用いられる。当社は、1980年代後半より液晶パネルの配線膜用ターゲット材料の開発に着手し、低電気抵抗、高耐熱性のアルミ合金配線膜材料としてAl-Nd合金を開発した。

1993年（平成5）以降、Al-Nd合金の量産のために、重力偏析の発生しやすい通常の溶解鑄造法に替えて、粉末合金を成形固化するためのスプレーフォーミングを採用し、比重の大きく異なるAlとNdを均一に分散させて、成分偏析のない微細な組織を得ることに成功した。現在は㈱コベルコ科研が事業展開しており、液晶パネルの約80%にこの合金が採用されている。さらに、液晶ディスプレイの大型化に対応した高機能配線材料を研究している。

また、液晶パネル以外の用途としては、DVDディスク用反射膜やリフレクター反射材など、他の用途への展開も図り、研究開発を継続している。

●超電導製品の開発

当社では、1934年にわが国初の空気深冷分離装置を開発して以来、極低温に関する高度な技術基盤を蓄積しており、1960年代の半ばから浅田基礎研究所において超電導材料の開発に着手した。

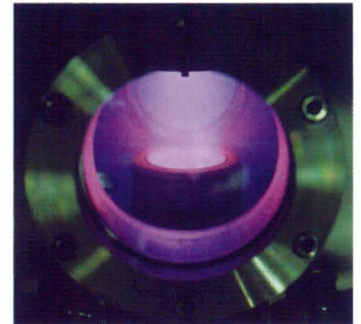
1989年に、ジャパンマグネットテクノロジー株式会社（JMT）が設立され、NMR（核磁気共鳴）マグネットを中心としたビジネスを開始した。技開本部が開発を担い、1993年には世界で初めて750MHz級の大型超電導マグネットの開発に成功した。さらに1999年には、NMRマグネットでは当時世界最高の900MHz相当の磁場発生に成功した。2001年には920MHz超電導マグネットの開発に成功し、独立行政法人物質・材料研究機構に納入した。920MHz相当の磁場とは21.6テスラであり、このような強い磁場を実現するために、超電導体



オーディオ機器「Solid Audio」



電子ビーム溶解精錬



電子ビームによるダイヤモンド薄膜の加工

には高磁場領域での高臨界電流密度、高い電磁応力に耐える機械的強度などの諸特性が要求される。これらの特性を実現するために研究を重ねた結果、 Nb_3Sn 線材では世界最高レベルの特性を達成し、現在もNMR用途でトップシェアを維持している。2002年には、マグネットビジネスを中心としてきたJMT社を解散し、それまで社内を進めてきた線材事業と統合して、ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社(JASTECH)を設立し、線材とマグネットを一体化した事業を開始した。

●情報通信分野における新製品の開発

1990年代半ばより技開本部では、高速インターネット時代の到来を先取りして、情報通信分野での製品創出への取り組みを開始した。製造プロセス向けの計測で長年の実績を持つ電磁波応用技術、物流シミュレーションやロボット制御技術で培われた情報処理ソフトウェア技術と高速デジタル信号処理技術を差別化の柱として、以下に代表されるような新製品を開発した。

まず、オーディオ機器「Solid Audio」の開発に取り組んだ。Solid Audioは、すべてが半導体(IC)で構成されたオーディオ機器である。ネットワークを通じて入手した音楽を半導体メモリに蓄積してモバイルで楽しむことが可能で、“音飛び”しないという特長がある。超薄型ポリマー電池の採用や最新の回路設計技術を駆使することにより、世界最小サイズとCDクラスの高音質を実現した。

1997年に総務省よりマルチメディアパイロットタウ

ン構想の実証実験を受託し、神戸市北区鹿の子台団地において、国内で初めて無線インターネット通信の実用性を実証した。その後、有線系とシームレスに接続可能な独自システムを考案するとともに、高安定高周波回路や平面アンテナなどを開発し、無線機の画期的な小型化と低コスト化を達成した。

これらの技術成果は、社内素材製造プロセス用の計測・制御・通信システムや機械製品の制御システムの高度化にも適用され、社内の生産技術向上や既存メニューの商品力強化にも寄与している。

●検査・分析機器の新製品開発

技開本部では、検査・分析技術の高度化の一環として、荷電粒子ビーム技術と光学応用技術に基づく機器開発に積極的に取り組んできた。

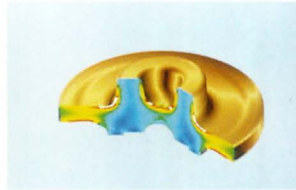
1985年に荷電粒子ビームの研究を開始し、1987年には世界最高エネルギーの大型放射光施設(SPring-8)の建設プロジェクトに参画した。技開本部では、電子ビームを8 GeVまで加速する高周波空洞や、電子を揺動させてX線を発生させるアンジュレータを開発した。

この開発で培ったビーム制御技術を活用し、1990年には高分解能イオン分析装置(RBS)を開発した。独自のビーム光学系を考案して、国内外で初めて小型スタンドアロン型の分析装置として製品化に成功した。この装置は、その後、機械部門で製品化され、(株)コベルコ科研の受託分析事業でも活用されている。

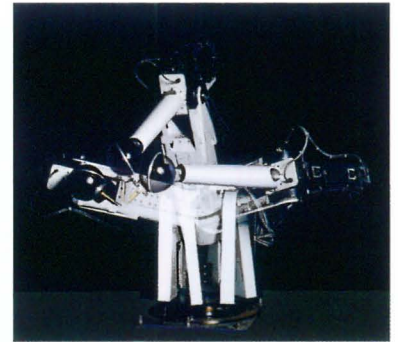
光学応用検査機器の開発は、1987年に当社が株式会社LEO技研に資本参加したことに端を発している。技



薄膜構造解析装置



NASKAによる超塑性鍛造のシミュレーション



7自由度多目的ロボット

開本部では(株)LEO技研の開発機能を担うことになり、それ以前より素材のプロセス計測分野で培ってきたレーザー、電磁波、画像処理技術を活用して半導体検査装置の開発に取り組んだ。その結果、マイクロ波励起による半導体のキャリアライフタイム測定装置、レーザープローブによる半導体の結晶欠陥評価装置、画像処理によるテープキャリアパッケージ自動検査装置など、多くの装置を事業部門と共同開発した。

●成膜技術の開発

技開本部では、工具製品とAIP (Arc Ion Plating) 装置の差別化を狙い、1980年代半ばに新しい硬質膜の開発に着手し、1990年頃にミラクルコーティングと称するAlTiN膜を開発した。AlTiN膜は、膜の硬さと耐熱性の両面で従来のTiN膜より優れており、エンドミル市場において大幅なシェアを獲得した。さらに数年後には、被削材の適用範囲が広げられたTiCrAlN膜を開発した。

また、技開本部では耐熱性、耐久性、電気的特性などに優れたダイヤモンド薄膜に着目し、1980年代初めよりダイヤモンド薄膜合成法の開発を開始した。1987年には、世界で初めて2インチ径の大面积の成膜化に成功し、以後、成膜装置の改良に取り組んだ。これにより、ダイヤモンド粒子を任意の位置に成長させる選択成長技術、数ミクロン幅のダイヤモンド薄膜のパターンを自由に形成する電子ビームエッチング技術、ダイヤモンド結晶の方位をそろえた高配向膜の成膜技術など、独自技術の蓄積に努めてきた。1990年代半ば以

降はナショナルプロジェクトに参画して、6インチ径の大面积成膜技術や、結晶粒界を融合させて単結晶化を実現するための基盤技術の獲得に努め、また、紫外線センサなどダイヤモンドデバイスの独自開発にも着手した。

共通基盤・生産技術分野

●計測・制御・システム応用

技開本部では1970年代の半ばから、生産技術の高度化に活かすべく、計測・制御技術の開発を行ってきた。1985年(昭和60)以降は、電磁波の応用や画像処理技術の高度化に加えて、レーザーや超音波応用計測技術などの技術蓄積を図り、素材の製造プロセスにおける形状や温度などのインライン計測技術の開発を行った。制御技術の分野では、制御理論を活用して圧延ラインや連続鋳造機などの自動制御システムの高度化に取り組んだ。また、製造工程のシミュレーション技術を確立し、製鉄所の物流スケジューリングシステムなどを開発した。さらに、エキスパートシステムやニューラルネットに代表される新しいソフトウェア科学の方法論を、素材製造プロセスの操業ガイダンスなどに適用した。

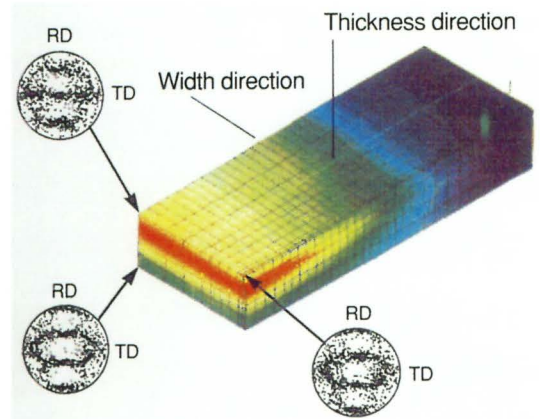
これらの技術を建設機械やFA・ロボットなどの制御分野にも適用し、ロボットのティーチングシステムの製品化なども行った。

●加工技術

技開本部では、圧延、鍛造、押出、切削など加工技



半無響室における建設機械の静音化技術の開発



アルミニウム合金の薄板を冷間圧延した際に、薄板内に生じる変形集合組織の数値シミュレーション

術の高度化に早くから取り組んでおり、材料の塑性加工技術、機械の制御技術、シミュレーション技術などを活用して各種の加工プロセスを最適化してきた。1985年以降では、神戸製鉄所の第7線材工場のリフレッシュプロジェクトに参画し、高品質な線材圧延の迅速な立ち上げに寄与した。また、超合金製タービンディスクの超塑性鍛造技術を確立し、実用化した。切削技術の活用例としては、神鋼ノース株式会社のポリゴンミラーの切削工程を効率化し、大幅コストダウンを実現したことが挙げられる。押出加工に関しては、等温可変速押出技術と呼ぶ新プロセスを開発し、アルミ押出品の品質向上と生産性向上に寄与した。最近では、厚さ1mmの薄肉製品の押出技術も開発している。

また1980年代から、圧延・鍛造における塑性加工の数値解析の研究を実施し、1990年代初め頃から鍛造の金型設計、圧延制御、切削加工、板成形などに逐次適用できるようになった。これらの適用例が増えるに従い、塑性変形中の温度や材料変化が問題になり、変形・温度の連成解析、組織予測や構成方程式など、解析の高度化が進んだ。このような数値解析と実験技術を組み合わせることにより、操業条件の適正化や最適制御方法の検討を、従来に比べて短時間で合理的に行えるようになった。

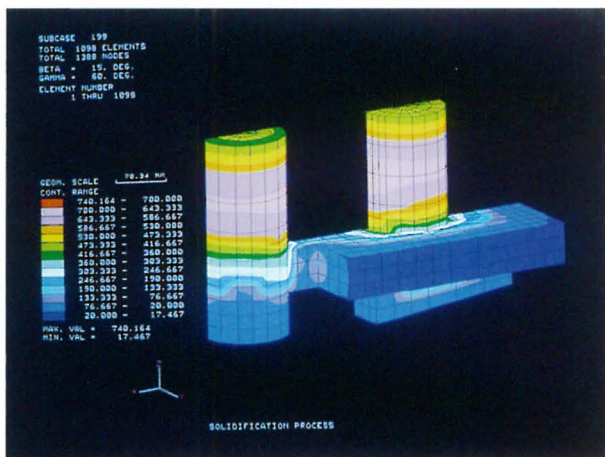
●振動音響技術

技開本部では、1979年に大型無響室や残響室などの設備を整え、機械から発生する音の寄与度解析技術や発生音予測技術などの要素技術開発、および事業部門

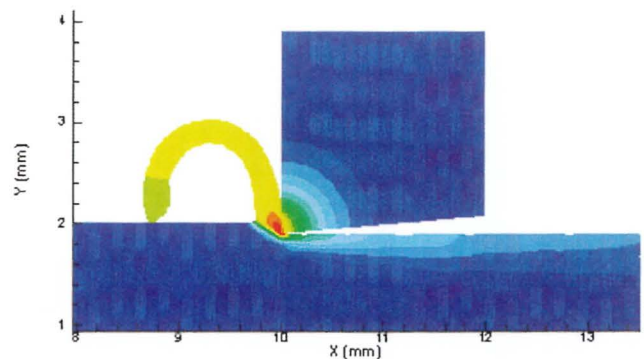
とともに製品の低騒音化を進め、圧縮機や建設機械などの分野で業界先進の超低騒音機種を市場に送ってきた。また、音場のシミュレーション技術の開発にも早くから取り組み、境界要素法を用いた解析技術や吸音率瞬時計測システムを業界で初めて開発した。また、3次元空間内を運動する物体の動的挙動解析技術（マルチボディダイナミクス）を開発し、ロボットアームの動的挙動や建設機械の操作性・燃費解析に活用している。その他、橋梁・住宅用制振装置の開発、圧延プロセスにおける張力計測技術、圧縮機・高速車両・自動車の静音化、新幹線新型防音壁の開発、建設機械の乗り心地改善などに成果を挙げている。

●シミュレーション技術

材料分野においては、材料の高品質化・生産性向上のための製造プロセス最適化に各種のシミュレーション技術を開発してきた。代表的な一例として鋳造シミュレーションが挙げられる。鋼の連続鋳造やクランク軸などの鋳鋼製品、航空機用薄肉アルミ合金鋳物などの製造プロセスにおける金属の凝固・流動現象を、大規模な熱・流動解析によって予測し、最適な鋳造プロセス決定に役立てている。また、スクリュ圧縮機ロータなど機械製品の精密加工条件探索のための切削シミュレーションや、連続鋳造における湯面レベル制御など制御系シミュレーションも可能となっている。最近では、材料内部の微細現象の予測技術を開発している。例えば、熱間圧延における鋼材の相変態や脱炭などを金属学的モデルに基づいて予測し、鋼材の成分設計に



凝固解析システム (CASTEM)



温度解析と連成した切削シミュレーション

利用している。

機械分野においては、製品の最適設計および設計時間短縮を目的として、1970年代前半から多くのシミュレーション技術を開発してきた。現在では、振動、構造強度、音響、伝熱など全般にわたって予測が可能となっており、圧縮機や建設機械など種々の機械製品設計に活用している。また、顧客への材料利用技術提案を行うためのシミュレーションも実施している。例えば、自動車ボディ全体の衝突シミュレーションにより、高強度鋼板を使用する際の衝突安全性を検証して、鉄鋼部門と連携して自動車メーカーや部品メーカーに材料提案を行っている。

最近では、実機の一部とシミュレーションを適切に組み合わせて、全体系を簡易かつ高精度で予測するHILS (Hardware In the Loop Simulation) システムの開発にも取り組んでおり、建設機械などの設計に応用している。

技術開発本部 組織の変遷

