

TODAY

「物質・材料研究」の現状と展望



東京工芸大学応用化学科

教授 安部 明 廣

(日本学術会議第5部会員、社会・産業と材料研究連絡委員会委員長)

人類の歴史を記述する方法として、石器時代、青銅器時代、鉄器時代といった表現が知られているが、これは生活様式の革命的な変化を材料の名を借りて示している。「材料」はその社会的価値(有用性)が強く意識され、設計された「物質」であり、強い目的指向性を有している。この意味で、「使われてこそ材料」なのである。

しからば、戦略的な材料研究に特化することが効率的な研究開発の方法なのであろうか。過去の科学技術の進歩を振り返ると、そうとばかりも言えない。多様な物質研究の中から偶然の発見によって新たな材料が開発されるケースも多いのである。有用性はその時々を経済社会的条件や技術水準によって変わるものである。あまりに有用性ばかりに目を奪われていると本質を見失う恐れがある。戦略的材料研究とそれを支える多様な物質研究という二つの視点を忘れてはならない。

日本学術会議では、これまで研究連絡委員会を組織しさまざまな議論を行い、報告書を世に問うてきたが、材料分野においては金属、セラミックス、高分子と各材料別に委員会が組織され、材料横断的に活動したことはなかった。今回「社会・産業と材料研究連絡委員会」に三分野の研究者が参加して議論を行い、報告書をまとめることができたのは画期的なことである。

科学技術基本計画が目指す「社会の持続可能な発展と産業の国際競争力強化」を実現するためには、「材料」開発を支える基礎的かつ広範な「物質」にかかわる科学的知識の蓄積、並びに材料開発のための科学及びその工学的応用による最適な新材料の製造技術の開発により、物質・材料研究の成果を社会へ還元しなければならない。

この場合、研究者の集団として社会に認知されている学協会の責任は極めて大きい。物質・材料研究がわが国の将来にとって真に必要であると信ずるのであれば、いかに困難であっても、材料研究の実態、国家戦略としての展望を自らまとめて社会に提示していく必要がある。公的資金が材料関連の研究にどのように使われて、どのような成果が得られたかを明確にする努力がなければ、「物質・材料」についての研究支援は期待できないであろう。研究支援側が果たしてどこまで研究の実情を把握しているのか、はなはだ心もとないのが現状である。むしろ、研究者の集まりである学協会の責任において、「物質・材料」研究の展望並びに学協会活動の実体、それらの国際的な比較等をデータとして提供していくほうがより実質的かもしれない。今後、より定量的な作業が進展することを期待している。

このような努力の結果、「欧米に比べて少ない研究者数で、物質・材料の広い領域にわたって一定の研究水準を保つことは容易ではない」ことに思いが至るであろう。

わが国では研究者が長期にわたり一定の職場に留まる傾向が強く、共同研究の実施が欧米に比べて難しい環境にある。一方で研究の活性化のためには、戦略性をもった共同研究の育成が欠かせない。縦型社会においてどうやって横型の人を育てるか、研究評価体制の確立、学協会の役割とも関連する今後の大きな課題の一つである。

平成14年度 事業報告(概要)

（ 事業の概要 ）

平成14年度は、JRCMにとって新たな飛躍の年であった。

研究開発事業として、「低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発（スマートスチール）」、「変圧器の電力損失削減のための革新的磁性材料の開発」、「自動車軽量化アルミニウム合金高度加工・形成技術開発」、「精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術」、「環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術の開発」、「電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発」及び「アルミニウムの不純物無害化・マテリアルリサイクル技術開発」の7本の新規プロジェクトを、また、基準認証事業として「鉄鋼材料の破壊靱性評価手順の標準化」の1プロジェクトを、新生地域コンソーシアム研究開発事業として「高融点生体用特殊合金の溶製と連続鋳造システム技術の開発」及び「全焦点映像利用3次元長さ計測技術の確立とシステムの開発」の2プロジェクトの合計10プロジェクトを立ち上げることができた。

また平成13年度から開始したインターンシップ関連事業については、「関東地域インターンシップ推進協議会」の事務局を引き受けることとしたが、これに関連して、「産業技術人材育成インターンシップ推進支援事業」及び「産業技術人材育成インターンシップ普及啓発事業」について関東経済産業局から助成及び委託を受け、国の施策への協力事業として発展させることができた。

平成15年度の新規の材料関連の研究開発関連施策についても、材料技術にかかわる公益法人として、産学官の協力体制を構築しつつ、関係機関での検討に積極的に対応した。これらの結果、

15年度における材料関連施策の拡充に貢献できたものと評価している。

さらに、日本学会会議の「社会・産業と材料研究連絡委員会」の戦略検討を始めとし、関係学協会の技術戦略等の検討作業に積極的に対応したほか、材料横断的な検討の場の設定等、外部との連携活動を深め、技術を巡るネットワークづくりに力を入れた。

一方、厳しい経済状況の中にもかかわらず、JRCMを支援していただいている賛助会員企業や関連の大学、団体に対しては積極的にサービスすることとしていたが、具体的には、「公的施策活用ガイドブック」、「公的研究機関活用ガイド」を刊行し、会員企業や関連の研究者が公的施策や公的機関をより活用しやすくするための一助とした。

また、産学連携を人の側面から強化することを狙った「材料・加工関係の大学等研究者データ」については、掲載研究者数を前年の160名から520名へと3.2倍に内容を拡充することとした。

さらに、インターンシップ関連では、実態がわかりにくいとの批判がある送り出し大学や受入企業等の状況が一目でわかる『インターンシップ・データブック』をとりまとめた。

これらはともに、JRCMのホームページに掲載した。これらのデータ集の集積効果から、JRCMのホームページへの外部からのアクセス回数が増加することを期待している。

なお、事業規模については国の研究開発制度の改革の影響もあり、前年度対比では35億5千万円が41億7千万と6億円程度の増額であったが、実質的な事業規模では50億円程度であり、前年度対比で大幅な増額となっており、その内容は新たな事業展開と呼べる内容であったと考えている。

平成14年度における業務概要は以下

のとおりである。

(1) 研究開発事業

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から委託されていた「非鉄金属系素材リサイクル促進技術に関する研究開発」、「省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発」、「高効率電光変換化合物半導体の開発（21世紀のあかり計画）」及び「低温材料の開発（WE-NET）」の4プロジェクトについては計画どおり、所定の成果を挙げて研究開発を終了した。これらのプロジェクトについては所定の手続きに従って事後評価を受けることとなる。

その他、平成13年度に開始した「製鉄プロセスガス利用水素製造技術の開発」及び「ナノメタル技術開発」については、研究計画に従って着実に研究開発を実施した。

(2) 調査研究事業

（社）日本機械工業連合会から「シュレッダーダスト等廃棄物の処理技術等に関する調査研究」調査を受託し、当センターの環境・プロセス研究部を中心に調査を行った。

(3) 情報収集提供や普及啓蒙事業

前述の『公的施策活用ハンドブック』、『公的研究機関活用ガイド』及び『材料・加工関係の大学等研究者データ』の刊行のほか、四次元サロンの開催、JRCMニュースやホームページによる情報提供を行った。

また、各省の政策関連情報を定期的に収集し、これを賛助会員等へ配布する「JRCM通信」については、月1回のペースで試験的に開始した。

さらに、あかり計画の終了に伴い、今後LED照明技術の普及が政策的にも重要となることから、その一環として「LED交通信号機について、国のグリーン購入法の特典調達品目への指定を働きかけるとともに、環境省、

国土交通省、警察庁、警視庁、県警察本部、首都高速道路公団等を訪問し、情報収集及び普及拡大を要請した。

(4) その他

産学連携による人材育成事業であるインターンシップ推進活動について、関東経済産業局からの支援を得て、受入企業の開拓、マッチング会の開催、事前教育の実施、ホームページによる情報提供、成果報告会の開催、普及啓発セミナーの開催等各種の事業を実施した。

1 研究開発

平成14年度に実施した研究開発テーマの概要を表-1(4~7頁)に示す。

また、平成14年度から中部経済産業局、関東経済産業局から委託を受けた地域コンソーシアム研究開発事業の概要を表-1(7頁)に示す。

これらのテーマのうち、「低温材料の開発(WE-NET第 期研究開発)」、「省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発」、「アルミニウム高度リサイクル技術の研究開発」及び「21世紀のあかり」は、平成14年度で研究を完了した。

2 調査研究

平成14年度に実施した調査研究テーマの概要を表-2(7頁)に示す。

3 情報の収集・提供

(1) 産学双方向情報収集・提供

- ・日本塑性加工学会に新たに設置された材料加工戦略会議への参画、さらに生産学術連合会議の事務局業務を引き受け、情報の収集や提供を行った。
- ・地域新生コンソーシアム提案や戦略的基盤技術力強化事業提案をとおして、中小企業を含めた産・産間、産・学間の情報交流を行った。
- ・インターンシップ推進活動を通じて、産・学間の情報収集や提供を実施した。

(2) 公的施策等活用情報の収集・提供

金属系材料分野に関する公的施策や公募テーマ等国の動向や情報を収集し、平成14年7月より「JRCM通信」

(月刊)を発行し、会員企業等に情報を提供した。

(3) 「材料・加工関係の大学等研究者データ」の収集・提供

昨年度に引き続いて、大学等と産業界の連携をバックアップするために、関連8学協会の賛同を得て、材料や加工関係の大学の先生に新たに独立行政法人の研究者を加え、業界とどのような共同研究が望まれているのか、国のどのようなプロジェクトに関与しているのか等のアンケートを行い、その結果をもとに520名を収録したハンドブックを刊行した。

4 啓蒙・普及

(1) 広報誌『JRCM NEWS』の発行

研究開発や調査研究等の研究進捗、海外調査及びシンポジウム等、JRCMの活動状況を幅広く紹介する広報誌『JRCM NEWS』を毎月発行し、賛助会員会社をはじめ官公庁、大学や関係機関に配布し、インターネットのホームページで一般にも公開した。

(2) ホームページの活用

JRCMインターネットホームページは、平成11年4月から開設したが、各

種データベース類の掲載により、平成13年4月からアクセス件数が急激に増加し、現在毎月4000件前後のアクセスがある。

(3) LED信号機の普及

視認性に優れ、省エネ・長寿命であるLED信号機の普及促進のため、環境省や自治体にLED信号機をグリーン購入法の「特定調達品目」に採用となるよう働きかけてきた。

5 国際交流

各プロジェクトにおいて、JRCMの研究成果の発表や関連する海外の研究開発の調査を実施した。

6 連携・協調

内外の関係機関である、独立行政法人、大学、学協会等との交流を深め、情報交換、共同研究等を推進し連携と協調を行った。

(社)日本鉄鋼協会、(社)日本金属学会、(社)日本塑性加工学会等の学術団体及び、(社)日本鉄鋼連盟、(社)日本アルミニウム協会等の業界団体等、金属関係の諸機関と緊密に連帯をとり、金属系材料の研究開発及び調査研究の円滑

収支計算書(総括)

(平成14年4月1日~平成15年3月31日)

(単位:円)

科目	合計	一般会計	特別会計
・収入の部			
会費他収入	208,967,440	208,958,890	8,550
事業収入	2,781,240,319	2,781,240,319	0
補助金収入	610,353,709	610,353,709	0
分担金収入	49,471,210	49,471,210	0
繰入金収入	1,000,000	1,000,000	0
退職給与引当金取崩収入	10,719,000	10,719,000	0
当期収入合計(A)	3,661,751,678	3,661,743,128	8,550
前期繰越収支差額	511,391,986	426,749,003	84,642,983
収入合計(B)	4,173,143,664	4,088,492,131	84,651,533
・支出の部			
管理費支出	402,103,346	401,189,858	913,488
事業支出	3,246,520,317	3,246,520,317	0
繰入金支出	1,000,000	0	1,000,000
当期支出合計(C)	3,649,623,663	3,647,710,175	1,913,488
当期収支差額(A-C)	12,128,015	14,032,953	-1,904,938
次期繰越収支差額(B-C)	523,520,001	440,781,956	82,738,045

な進展を図った。

7 その他

前記以外の事業として未来ある学生

を育成する目的であり、大学教育の一環であるインターンシップを推進支援する事業を関東経済産業局からの補助事業及び委託事業として受託した事業

の概要を表-3(8頁)に示す。

一方、終了した研究開発プロジェクトの研究成果について、広く普及させるためにフォローアップに努めた。

表-1 金属系材料の製造及び利用に関する研究開発

課題名と期間 [委託元]	開発目標	平成14年度事業実績
低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発 (スマートスチール) 平成14～18年度 [経済産業省]	自動車の駆動系であるCVT、水圧機器と発電機タービン軸受の3種の機器を具体的な対象とし、最適な摩擦摩耗状態を実現する材料表面制御技術を確立する。これにより、自動車CVTの燃費向上、水圧機器の性能向上、発電タービンの効率向上、水圧機器の性能向上を図りCO ₂ 削減に寄与する。	(1)自動車用ベルトCVT、水圧機器、発電機タービン軸受の実システムにおける摺動環境を調査した。 (2)各システムの摺動状態の模擬試験装置を設計、製作し、摺動部の材質、形状、潤滑添加剤、環境が摩擦摩耗に及ぼす影響の調査を開始した。 (3)高分解能評価解析装置により摺動部における接触状態及び物理化学反応と境界潤滑膜の生成と特性の関係の調査を開始した。 (4)DLC(ダイヤモンドライクカーボン)各種窒化物、複合材等の各材質系の皮膜のデータベース構築を開始した。
変圧器の電力損失削減のための革新的磁性材料の開発 (革新的磁性材料) 平成14～16年度 [経済産業省]	送配電路で使用されている変圧器による電力損失の低減を目指して、変換効率に直接かわる磁性材料として、大幅に磁氣的損失を改善した革新的電磁鋼板を開発する。これにより、送配電変圧器の性能を格段に高め、高効率な送配電システムを構築する。	(1)地鉄への張力を最大化して鉄損の低減を達成できる膜特性として、膜物質の弾性係数、熱膨張係数及び成膜温度が関与し、膜厚が大きく影響することを基礎調査、ラボ実験により確認した。 (2)ラボ成膜装置にてPVD、CVD法ともに0.60W/kg以下の磁気損失を2000 ² ・m ² /分以上の成膜速度下で達成できる条件が存在することを確認した。 (3)パイロット規模の電磁鋼板処理ラインで小型試験コイルを用いた高速・連続成膜実験に着手した。
自動車軽量化アルミニウム合金高度加工・形成技術開発 (自動車軽量化) 平成14～18年度 [経済産業省]	軽量化効果による燃料削減を通じて大幅な炭酸ガス排出量の削減を可能とすることを目的に、高張力鋼板相当の成形性を具備した高成形アルミニウム合金板材の開発、アルミニウムと鋼との異種金属板材の接合技術の開発、セル構造アルミニウム材料の創製、成形、加工技術の開発を行う。	(1)平面ひずみ圧縮試験装置を設計・製作し、厚さ方向のひずみ分布を調査した。また、温間異周速圧延機を設計製作し、250 ² 異周速圧延で、ほぼ板厚全域に目的とするせん断変形を与えることができた。また圧延集合組織の発達とr値との関係について検討を行った (2)フラックスを併用したスポット溶接法及びアークろう付け法で、良好な強さの接合部が得られた。実車構造の調査、部材シミュレーション、スポット接合部の検証を行い、実部材及び接合TP用衝撃試験装置を製作した。 (3)気泡の微細分散を図るため、熔融金属の粘度、表面張力等の影響因子を把握した。さらに急冷凝固及び発泡剤の強撪拌が可能な装置を製作した。また、既存ポーラス金属を用いた最適形状のクラッシュボックスを抽出し確認試験を実施した。
精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術 (マイクロ加工) 平成14～18年度 [経済産業省]	材料が成形加工され部材・部品となった時点で、材料として有していた機能を最大限発揮できるように、成形加工時の材料特性変化を見込んだ材料創製技術と、その材料の最適な成形加工技術との一体的研究開発を実施する。これにより、わが国材料産業の国際力強化と、材料産業を部材産業に発展させることによる新規産業の創造に資する。	(1)数種の合金で液組成、電流密度を変化させて試作を実施。その結果、結晶粒が10nm以下で高強度(Hv600)、高曲げ加工性の材料が得られた。 (2)超微粒WC粉末の試作を行い、0.3 μ m級の粉末を得た。また微細粒焼結法として低温短時間焼結及び粒成長抑制剤の添加が有効であるとの知見を得た。さらに放電・平面研削・V溝研削・FIB加工性の評価を実施。また、DLC薄膜については、中間層の導入により付着強度が向上するとの知見を得た。 (3)数種の成形条件下での成形転写の試作、分析、解析を進めた。また成形性予測技術では、シミュレーションにより成形条件のポイントとして樹脂流入速度の低速化等が必要との知見を得た。
環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術の開発 (超微細粒鋼) 平成14～18年度 [NEDO]	リサイクル性に優れ、高強度な超微細結晶粒鋼を創製するための基盤技術の確立を目的とし、新しい大歪付与加工技術、微細組織制御及び保持のための急速加熱・冷却技術、大歪加工を安定的に可能とするロール・工具技術及び潤滑を合わせた創製基盤技術の開発に取り組む。また利用技術として超微細結晶粒鋼の新接合技術に取り組む。この超微細粒鋼により、自動車の軽量化等を図り省エネルギーを実現する。	(1)高度大歪加工研究にかかわる設備設置を完了し、研究に着手した。静水圧高速鍛造では 粒径<30 μ mに制御する条件の把握、超高速多段仕上げ圧延では、現状設備で1.6 μ mの 粒径を達成、複合歪付与では、結晶粒径を1/2に細粒化等の条件を把握した。 (2)ロール・潤滑研究では、SRV試験機の設置を完了し、サーメットロールの高面圧性研究、鋼製ロールの高耐摩耗性研究及び耐焼付性、摩擦制御に優れる潤滑剤の研究に着手した。 (3)計算科学研究では、組織形成及びプロセスシミュレーションモデル研究に着手。また、精度向上に必要な基礎データの測定・収集を開始した。 (4)低温拡散接合、FSW接合及びレーザー接合の研究に着手。3手法とも接合強度特性等の中間目標達成のめどが得られた。

表 - 1 金属系材料の製造及び利用に関する研究開発（続き）

課題名と期間 [委託元]	開発目標	平成14年度事業実績	
<p>電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発 (電炉複合リサイクル)</p> <p>平成14～16年度 [経済産業省]</p>	<p>リサイクルが困難とされ、現在年間120万t埋立て処分されているシュレッダーダストを中心に、廃棄物中の有機分を燃料及び還元剤として活用するとともに金属資源を回収する技術を開発する。これにより、廃棄物最終処分場余命の延長、自動車リサイクル法の円滑な施行、温暖効果ガス排出量の削減等に資する。</p>	<p>(1) 粉碎したシュレッダーダスト等と廃棄鉄粉を加熱減容・プレス成形する試験装置を設計、製作した。また、製造した固形化物を用いてハンドリング性の評価や電炉燃焼試験をスタートした。</p> <p>(2) 想定される性状変化が生じた際のウェルツキルンでの各物質の挙動を、シミュレーション・試験炉でのテスト・実炉調査等で把握した。</p> <p>(3) 粉碎・比重、磁力選別条件についてラボレベルの基礎的検討を行った。この結果から実機仕様を決定、粉碎・比重選別機の製作を完了した。</p>	
<p>アルミニウムの不純物無害化・マテリアルリサイクル技術開発 (自動車アルミリサイクル)</p> <p>平成14～16年度 [NEDO]</p>	<p>軽量化のために自動車へのアルミニウム材料の採用が進行している。そのため、アルミニウム多用車からのアルミニウム展伸材スクラップを再び展伸材に戻し易い回収、解体、流通システムを提案する。スクラップからの混入が避けられない鉄分を無害化して、展伸材に戻すことを容易にする技術を開発する。併せて、自動車のLCAを調査し、LCAの観点からアルミニウム産業がなすべき技術課題等を明らかにする。</p>	<p>(1) 「鉄の許容量拡大」では、Al-Mg-Si系合金板材での調査で、0.4～0.5%以上の鉄量で曲げ加工性が低下することを確認。急冷凝固による許容量拡大を図るため既存溶湯圧延機の改造を実施した。</p> <p>(2) 「ビジネスモデルの構築」では、易解体設計の推進、アルミ部品への材質識別表示の実施等が現状工程の主たる課題であること、また、アルミ材料間の識別可能な選別技術の動向とその詳細を明らかにした。</p> <p>(3) 「自動車のLCA」では、従来データを用いてLCAを実施、リサイクル率向上による効果を確認。本邦初のアルミボディ材LCAデータ採取を実施。車体軽量化10%による燃費向上効果3.3～4.9%との結果を得た。</p>	
<p>製鉄プロセスガス利用水素製造技術の開発 (COG)</p> <p>平成13～17年度 [経済産業省]</p>	<p>製鉄所が有するコークス炉から発生する副生ガスであるCOG(Coke Oven Gas)を改質し、水素に転換する技術を開発することにより、製鉄プロセスにおけるエネルギーの高度化を図るとともに、燃料電池用の水素を効率的に供給できるプロセスを構築する。</p>	<p>(1) 目標ドライガス化率98%以上及び酸素製造能力3Nm³/hr以上を、各実験ユニットにより検証した。</p> <p>(2) 目標酸素透過速度10cc/min/cm²以上の酸素分離膜を開発した。また、耐硫黄被毒性に優れた水蒸気改質触媒及びドライガス化工程で使用できる高活性触媒の技術シーズを見いだした。</p> <p>(3) 高温COGを原料としたプロセスの設備イメージ等を想定して経済性評価FSを行い、既存技術によるコールドCOG原料からの水素製造法等と比較し、優位性をもつことを示した。</p>	
<p>ナノメタル技術開発 (ナノメタル)</p> <p>平成13～17年度 [NEDO]</p>	鉄系	<p>リサイクル性に優れたCu添加鋼を中心とし、鉄鋼材料におけるナノクラスター・ナノ析出挙動やナノ領域の微細な粒界・界面挙動を解明し、組織制御の指導原理及び合金設計・プロセス技術の基盤を確立、ナノ制御新世代複相鉄鋼材料の創製を目的とする。</p>	<p>(1) ナノクラスター・ナノ析出及び粒界・界面制御技術 ・ Fe-Cu合金中のナノレベル析出相の評価・解析技術にめどを得た。また、予ひずみ付与、時効温度等により数nmサイズの微細Cuクラスターの生成を制御する可能性を確認した。 ・ Fe-C-Cu合金で200mm×150mm×3mmtの大幅サンプルを試作し強度延性バランス(TS×EI)が通常材の1.3倍を確認(中間目標達成) ・ 変態、再結晶の利用により超細粒組織が形成される過程の情報をin-situ解析装置により集積。</p> <p>(2) 計算科学 ・ 析出過程におけるCu粒子の組成、サイズ、密度をシミュレートする手法を開発した。 ・ 微細結晶粒生成速度や結晶生成を誘発する応力条件を明らかにするモデルを開発した。</p>
	アルミニウム系	<p>実用的組成のアルミニウム合金材料を対象として、強度、延性、耐食性等の機能特性の大幅な向上を目的に、ナノ領域における組織とその生成機構を解明し、組織制御技術を確立する。 併せて、計算科学を用いた材料設計技術の開発を通じて、材料特性データベース構築等により技術の体系化を図る。</p>	<p>(1) 微細整合析出相のナノ構造解析並びに二段時効現象解明のため、Al-Mg-Si合金の複雑な二段時効にかかわるナノクラスター形成挙動、種々の合金におけるマイクロアロイング元素によるデコレーション構造形成の可能性及び析出面方位の制御について新たな知見を得た。 PFZ近傍組織制御を目的に、Al-Mg-Si合金にAg, Cr, Zrを添加し、時効後のPFZ幅や粒界析出物を解析し、さらにPFZ幅に及ぼす冷却速度の影響を検討した。</p> <p>(2) 過飽和固溶体から原子空孔を媒介として、極めて微細なナノクラスターが形成される過程について原子間相互作用をもとにしたモンテカルロシミュレーション法を構築し、原子レベルの解析を行った。 PFZ近傍のPFZ形成挙動を透過電顕により実験的に調べ、これをもとにPFZ形成を予測するモンテカルロシミュレーション法を構築し、これを駆使してPFZ幅の形成要因について解析した。</p>

表 - 1 金属系材料の製造及び利用に関する研究開発（続き）

課題名と期間 [委託元]	開発目標	平成14年度事業実績
ナノメタル技術開発 平成13～17年度 [NEDO]	銅系 (1)バルクグループ 雰囲気熱処理、急速加熱熱処理や溶湯超急速冷却等によるナノクラスター及び粒径制御により、高強度、高導電率の銅系材料を得る基盤技術を確立する。 (2)薄膜グループ 次世代の高集積デバイス用配線に用いられるナノ領域銅薄膜の結晶成長機構及びボイド形成機構等を解明し、高導電性を有する材料設計、プロセス設計指針を得る。	(1) Cu-Ti等において、2段圧延と多段時効の組み合わせにより引張強度960MPa級、導電率19.8%IACSの特性が得られた。 ラボ溶解したCu-Cr-Zr合金で～3μmレベルの微細粒組織を得、Cu-Fe希薄合金において急速加熱時効と加工誘起析出に可能性を見いだした。 液体急冷法により、Cu ₉₅ Zr ₅ 合金において、約50nm径の組織をもち、引張強度1530MPa、導電率7%IACS、の材料を創製。また、ナノ結晶粒子予測モデル等に対応する、計算機シミュレーションを構築した。 (2) 理論から低抵抗を示すと予測された粗大粒（配線幅×10）Cu膜の作成に成功した。電気メッキ法により、幅80nm深さ500nmの溝にCu配線をほぼ完全に埋め込むことができた。
鉄鋼材料の破壊靱性評価手順の標準化 平成14～16年度 [経済産業省]	研究成果を研究者間で共有化できるように体系化する。また、「知識の構造化プロジェクト」と連携し、技術横断的な体系化に協力する。	13年度の概念設計をベースに、データベースシステムの詳細設計を行い、テストサンプルデータを格納するとともに、計算科学の体系化に向けたデータ構造の検討を開始した。
鉄鋼材料の破壊靱性評価手順の標準化 平成14～16年度 [経済産業省]	鋼構造物に利用される鋼材の破壊靱性は小型試験片で評価されてきた。実鋼構要素と破壊靱性試験片の破壊起点部の応力分布の違い（塑性拘束の差違）を考慮して、鋼構造物の破壊安全性を合理的に評価する手順を、実験・数値解析を基に検証し、国際規格として提案する。本標準の確立により高強度鋼の鋼構造物向け適用の拡大を図る。	(1) 鋼構要素の破壊性能評価に係わる文献情報、及びESIS、ASTM等の規格の現状を整理した。 (2) 鋼構造物に適用可能な代表的な鋼材、4種を用いてワイブルパラメータの統計的導出に係わる小型破壊試験を実施した。 (3) 小型破壊試験片と鋼構要素の、破壊に係わるき裂開口部近傍の応力場数値解析モデルの改善を図るとともに、両者の応力場の差を評価する塑性拘束補正係数を導出した。 (4) の検証に係わる鋼構要素の破壊試験の一部を実施した。

表 - 1 金属系材料の製造及び利用に関する研究開発（平成14年度終了テーマ）

課題名と期間 [委託元]	開発目標	成果概要
低温材料の開発 (WE-NET第 期研究開発) 平成11～14年度 [NEDO]	液体水素雰囲気下での材料特性試験を行い、液体水素貯蔵・輸送用容器に供する、最適な金属材料、溶接材料及び溶接法を提示する。 また、材料特性データベースを構築する。 通期予算：平成11～14年度 (総額86.4億円)	(1) 候補材（母材、溶接・溶接部）材料特性研究 SUS鋼、Al合金に関し、液体水素温度域での特性評価を継続実施。特に、溶接部特性改善を目的に、減圧電子ビーム溶接法、レーザー溶接法、摩擦攪拌接合等の新規溶接・接合法を評価し、その適用が極めて効果的であることを示した。 (2) 薄肉候補材の材料特性研究 SUS304L、316L鋼のTIG、MIG、摩擦攪拌接合継手を作製し、引張、シャルピー特性評価。いずれも20Kで優れた引張特性を示した。 (3) 高圧水素ガス環境での脆化挙動及び低温脆化・水素脆化の解析研究 水素環境脆化指標を実証し提案。高圧水素ガス中で長時間暴露した材料の水素吸収挙動を把握した。
省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発 (電気炉ダスト) 平成10～14年度 [NEDO]	高温電気炉排ガスの直接処理による鉄・亜鉛直接分離回収技術の開発。 通期予算：平成10～14年度 (総額15億円)	(1) 14回の操業試験を実施。プロセスの成立と鉄及び亜鉛の目標回収率（80%以上）の達成を確認し、さらに1時間以上の安定操業を達成した。公開実験を平成15年3月5日に実施した。 (2) 炭材フィルターにおける集塵数式シミュレーションモデルを開発し、冷間模型実験結果との一致を見た。亜鉛蒸気の酸化・還元数式モデルを開発し、重金属コンデンサーの亜鉛凝縮率に及ぼす操業条件の影響を評価した。システム化ベンチ試験により亜鉛蒸気の酸化・還元と炭材フィルター通過挙動を調査し、亜鉛蒸気通過条件を明らかにした。 (3) 本技術の他分野への応用FSを実施し、ダスト処理専用炉への応用が有望であることを明示した。 (4) 10t/h規模のパイロットプラントの炭材フィルター / 重金属コンデンサー設備費は約3億円と算定され、さらに試験研究のための計装機器、分析機器等の費用が必要となる。実証プラント試験の提案（ACTシステム）を行った。

表 - 1 金属系材料の製造及び利用に関する研究開発（平成14年度終了テーマ続き）

課題名と期間 [委託元]	開発目標	成果概要
非鉄金属系素材リサイクル促進技術に関する研究開発 - アルミニウム高度リサイクル技術の研究開発 - (非鉄リサイクル) 平成5～14年度 [NEDO]	各種アルミニウムスクラップを元の材料に戻す“Product to Product”を実現すべく、精製技術、不純物除去技術を中心としてそれらの関連技術を含むリサイクル技術を開発する。 通期予算：平成5～14年度 (総額31.3億円)	(1) 要素技術研究11テーマのうち、分別結晶法、真空蒸留法、溶湯清浄化法及びドロス残灰利用法の4テーマに絞り実証試験研究を実施しいずれも目標を達成。分別結晶法、真空蒸留法の精製技術2テーマでは、実用化を想定した1,000t/月規模のシミュレート試験を実施。前者は歩留70%でのSi除去率50%、後者は残留亜鉛濃度0.1%以下の目標をそれぞれ達成。溶湯清浄化法では、内部ろ過フィルターの開発により、介在物粒径10μmにおいて介在物濃度100ppmの目標を達成。ドロス残灰利用法では、高温焼成法により道路骨材、耐火材向け原料化条件を把握。 (2) トータルシステム研究では、2精製工程、1溶湯清浄化工程での1,000t/月規模シミュレート試験を実施し、性能及びコスト目標を達成。スクラップ溶解に係わる排ガス、排水及び固体廃棄物のダイオキシソ類発生・排出抑制策の実機適用条件を把握。
高効率電光変換化合物半導体の開発 (21世紀のあかり) 平成10～14年度 [NEDO]	LEDにより、蛍光灯を大きく上回るエネルギー効率(外部量子効率40%)の照明用光源を開発する。 通期予算：平成10～14年度 (総額60.4億円)	(1) 物性・発光機構・結晶成長基礎研究 近紫外LEDの高効率化のための発光機構を解明し、サファイア基板等の精密研磨加工技術を確立、GaNP系LEDの高効率青色発光を確認した。 (2) LED用基板の開発 ELOG重畳により、10 ⁶ cm ⁻² 台の低転位基板を得た。溶液成長法において、転位密度10 ⁵ cm ⁻² 以下の良質な単結晶を得た。低圧気相法において、2～300μm厚の単結晶を得た。 (3) エピ・LED素子開発 目標値である40%を超える外部量子効率43%(406nm,出力26.1mW,20mA)の世界最高記録を得た。バルクGaIn基板を用いて、理想的な電気特性が確認された。 (4) 光源・デバイスの開発 赤色蛍光体を重点的に開発し、La ₂ O ₂ S:Eu赤色蛍光体で、従来の2倍の発光効率が得られた。市販の白色LEDを上回る30lm/Wの白色LEDを得た。反射型LED光源モジュール、導光板を用いた照明装置及びLED光源の特徴を活かす建築化照明器具を試作した。

表 - 1 金属系材料の製造及び利用に関する研究開発（上記以外の事業）

課題名と期間 [委託元]	開発目標	平成14年度事業実績
高融点生体用特殊合金の溶製と連続鋳造システム技術の開発 平成14～15年度 [中部経済産業局]	融点・比重差が大きいものとの均一固溶化は通常の方法では難しい。これが可能な溶解合金化技術、さらに精密鋳造装置を付与した省エネ小型溶製・鋳造システムを開発し、歯科修復市場へ生体親和性に優れた合金鋳造物を提供する。	(1) 浮揚溶解方式を用いてのTi合金底部出湯方式についての研究を進め、最適な出湯径が4～6mmの範囲にある等の成果が得られ、これらを仕様にとり、浮揚溶解水冷銅のつぼと溶解装置を製作した。 (2) 溶解エネルギー効率を向上させ、単電源で出力を50kW/50kHzまで減少させることが可能であることを確認できた等の成果に基づき、高周波電源製作した。 (3) 高融点合金の鋳型材に適した操作性の良い酸化物の候補を見いだすことができた。
全焦点映像利用3次元長さ計測技術の確立とシステムの開発 平成14～15年度 [関東経済産業局]	独創的多分割プリズム技術シリーズを活用した全焦点カラーCCDカメラ2台で、遠中近6映像同時撮影してソフト的に処理した2つの鮮明映像から、三角測量の原理で被写体の任意の距離を0.1%の精度で計測する技術を確認し、「歯科医療用計測システム」を開発する。	電子回路部品(制御・伝達・記録・処理)の開発を行いカメラ部や制御部等を試作した。2光軸上にある2映像内で被測定物体の任意の距離を求めるためのアルゴリズムを開発し、その成果を活用して、映像鮮明化合成ソフトの設計・製作を行った。そして、これらを統合した機能試作機を完成させた。

表 - 2 金属系材料の製造及び利用に関する調査研究

課題名と期間 [委託元]	開発目標	平成14年度事業実績
シュレッダーダスト等廃棄物処理技術等に関する調査研究 平成14年度 [(社)日本機械工業連合会]	現在廃車リサイクルの枠組みづくりが急がれているが、そのなかでも自動車のシュレッダーダストのリサイクルは早急に実現すべき課題である。そこで、主に電炉を利用したリサイクルプロセスに関して、現時点の位置付けと今後の技術や課題を調査する。	(1) ASRの発生量、組成等の文献調査を行った。 (2) 解体・プレス・シュレッダー処理会社等を訪問し、前処理工程の技術動向を調査した。 (3) 電炉メーカーへのアンケート調査等を行い、現在の電炉処理プロセスの実態を調査した。 (4) これらを基に、ASR及びAプレスを電炉で使用する際の問題点の抽出と、この問題点の対処方法の検討を行った。

表 - 3 その他の事業

課題名と期間 [委託元]	開発目標	平成14年度事業実績
産業技術人材育成インターンシップ推進支援事業 平成14年度 [関東経済産業局]	広域関東圏で行われるインターンシップの導入、産学間マッチング、事前教育、研修実施、事後教育等の一連の活動が円滑かつ有意義に行われるよう推進支援する。	(1) 説明会・マッチング会を計5回開催、事前教育(マナー教育)を計5回開催 (2) 成果発表会開催、成果報告書発行、アンケート調査結果公表 (3) 全国行政インターンシップ実務者会議開催 (4) 協議会ウェブ全面改訂、多様化・充実化実施 (5) 関東地域インターンシップ推進協議会事務局業務
産業技術人材育成インターンシップ普及啓発事業 平成14年度 [関東経済産業局]	インターンシップ制度の普及・啓発の一環として、受入企業・団体を増やすことを目的としたシンポジウム、セミナー等を開催する。	(1) インターンシップ普及啓発シンポジウム・セミナー開催(静岡、諏訪、御茶ノ水、燕三条、日立、横浜、渋谷、千代田区)計8回 (2) 『インターンシップ・データブック2003』(全国実施大学の現状、東日本の受入機関統合データブック)編集発行

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS / 第201号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。
本書の内容を無断で複写複製転載することを禁じます。

発行 2003年7月1日
発行人 小島 彰
発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階
TEL (03) 3592-1282(代) / FAX (03) 3592-1285
ホームページURL <http://www.jrcm.or.jp/>
E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp