

1992 No.11

金材技研

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

スーパーヘビー級の伝導電子／
アーク放電プラズマの内部構造／
自己組織型情報ベースシステムスーパーヘビー級の伝導電子を観測
—— 希土類化合物 CeRu_2Si_2 のdHvA 効果 ——

当研究所が開発した超精密マグネットシステム（金材技研ニュース 1991年 No.5）によって、電子の静止質量の120倍という、これまでに観測された伝導電子のうちで最も重い質量を持つ電子の観測に成功した。それまでの記録は1987年にケンブリッジ大学がウランと白金の化合物(UPt_3)について観測した、静止質量の90倍の電子である。

金属の中を動き回る伝導電子は電子同士の相互作用や結晶格子振動との相互作用などのために、真空中の電子にくらべて動きにくく、見かけ上重くなっている。今回観測した重い電子は、筑波大学が製作したセリウム、ルテニウム、ケイ素から成る希土類化合物(CeRu_2Si_2)結晶中の伝導電子で、磁性を担う4f電子のスピンの揺らぎなどに起因する磁気的な相互作用で重くなっていると考えられる。このような金属・合金中の伝導電子の

振舞いを調べることによって、磁気的性質や超電導などの種々の物性を発現しているメカニズムについて有用な知見を得ることができる。

伝導電子の振舞いを調べるには、ドハース・ファンアルフェン(dHvA)効果と呼ばれる磁気的な振動現象(図1)を観測するのが最も有効である。それには試料として結晶性のよい高純度の単結晶と、実験条件として低温下の精密な強磁場を必要とする。しかも、重い電子ほどその観測にはこれらの条件がきびしく要求され、優れた測定システムでなければ振動の痕跡すら観測することができない。図1のdHvA効果の信号には低い周波数の振動と重い電子による高い周波数の振動が重畳している。これをフーリエ解析した結果、図2のように、いくつかの周波数のピークに分離でき、 Ψ で印した最も重い電子のピークが観測された。

今回の実験の成功は、重い電子系の物理の理解を深めることに貢献するばかりでなく、当研究所の強磁場施設によって、これまで実験的に調べることが困難であった電子の振舞い、ひいては物性発現のメカニズムについて新たな知見が得られると期待される。

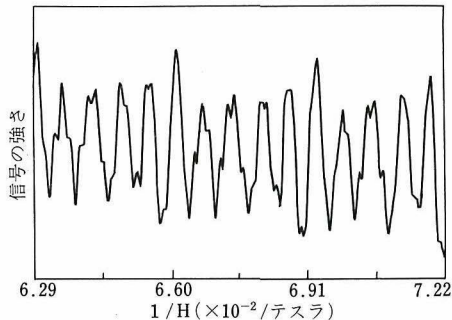


図1 CeRu_2Si_2 のドハース・ファンアルフェン効果の振動信号

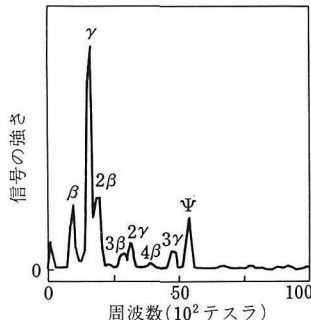


図2 図1の振動信号のフーリエ・スペクトル。 Ψ で示されたピークが最も重い電子からの信号

混合ガス中のアーク放電プラズマの内部構造

—— プラズマのガス組成と温度の分布 ——

アーク放電プラズマの温度は最高2万度以上に達し、しかも極めて簡単かつ安定に作り出すことができる。このため、アーク放電プラズマは熱加工技術の熱源として溶接、切断、溶射等利用されてきた。さらに近年、材料合成やコーティング等のプロセスにもプラズマが盛んに利用されるようになり、雰囲気ガスとして一成分のみならず複数成分ガスも用いられている。このような状況において、アーク放電プラズマ内部のガス組成や温度分布等、プラズマの構造を明らかにすることが基礎、応用の両面で重要と思われる。しかし、この方面の研究例は少なく、混合ガスどころか一成分ガスの場合についても未知の点を多く残している。特に、混合ガス中のアーク放電プラズマについては一般に、混合ガスの平均組成がそのままプラズマの内部でも保たれていると仮定して、それに対する注意は払われていない。しかし、不活性ガス中に極く微量の水素を添加しただけでアークによる金属の蒸発が異常に激しくなるなど、熱加工アーク放電プラズマに関する種々の現象を見直すと、上記の仮定には疑義が持たれる。そこで本研究では、混合ガス中のプラズマのガス組成と温度の分布の様子を実測によって明かにした。その方法は図1に示すように、(1)分光器を用い、測定位置をいろいろ変えてプラズマ中のアルゴン原子とアルゴン一価イオンからの放射光の強度を測る。それをアーベル変換と呼ばれる方法で解析し、プラズマの中心軸からの距離の関数としてアルゴン濃度および温度を求める。さらに、(2)水冷銅板に開けた細孔の付

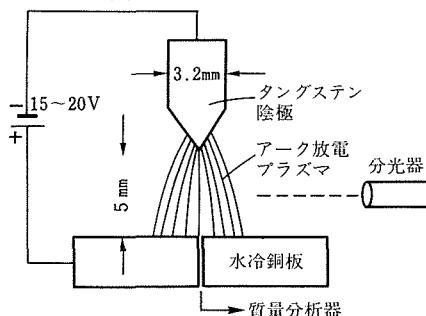


図1 アーク放電プラズマ模式図

近から直接採取したプラズマガスを質量分析器によって組成分析し、(1)で得た結果を検証する。

図2はアルゴンに水素を5%混合したガス中での、陰極端から1mm下のプラズマの組成と温度分布を示している。これを見ると、プラズマの中心部では水素は15%程度に濃縮されていること、および、純アルゴンガス中のプラズマよりも千度近く温度が低下していることがわかる。アルゴンに水素、ヘリウム、あるいは窒素を添加した混合ガスなど、種々の雰囲気中で行った測定を総合した結果、より軽いガス原子ほどプラズマの中心軸付近で濃度が高くなっていることが確認できた。この事実は混合ガス雰囲気中のアーク放電プラズマ現象に関する従来の仮定を根本から覆すもので、複数の種類のガス原子や金属等の蒸発原子が混合した雰囲気中での材料合成や、プラズマ現象の解析を行う場合にはプラズマの構造に留意すべきことを示唆する。上記の現象の機構については考察をいろいろ加えている段階であり、まだ結論を得ていない。

また、この現象の応用としては、例えばアルゴン雰囲気中で溶接する場合にヘリウムを添加し、窒素などの微量有害ガスをプラズマ中心部から排除してブローホールなど溶接欠陥の発生頻度を大幅に低減する、などが考えられ、プラズマに関する基礎的研究の重要性があらためて認識される。

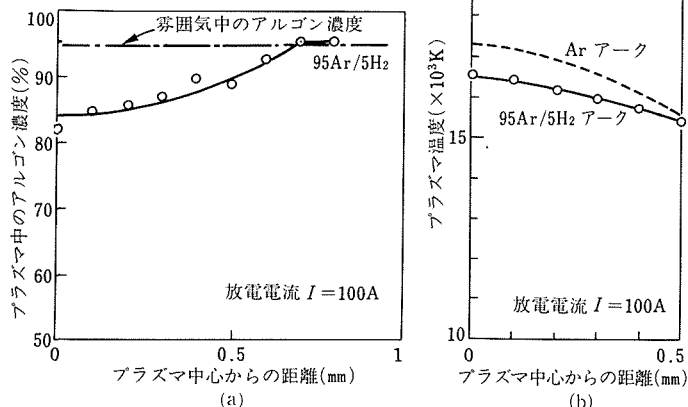


図2 アルゴン-5%水素混合ガス中のプラズマの組成分布(a)と温度分布(b)

自己組織型情報ベースシステムの構築

—— 創造的研究開発のために ——

現代科学技術は日々膨大な情報を生み出しており、個人が全体を把握するのはほとんど不可能な状況にある。このため世界中で数多くのデータベースが利用されているが、これらの情報の主体をなす文献データベースは抄録の中に含まれる単語とキーワードのみが取り扱いの対象である。しかし、材料に関する重要な情報の構成要素はこれら単語やキーワードのほかに、文章で表されるような基礎的理論や高度な知識、さらには現場技術者の、やや表現し難い感覚的知識などである。

本研究では、これらの情報を整理しコンピュータ内に蓄積して、自然言語(英語)による対話方式で利用者の目的に適した情報の提供が可能な総合システムを開発した。その概念図を下に示す。構成は次の各システムから成っている。

- 1) 材料に関するデータ、知識、辞書等を収録した本体の材料情報ベース
および、その周辺の
- 2) 自然言語の構文を解析して情報を整理する言語解析システム
- 3) 自然言語で表現された知識を研究者と対話しながら知識ベース化する知識編集獲得ツール
- 4) 質問に応じて関連知識を検索・提示する発想支援対話システム
- 5) 知識ベースを利用した合金設計システム

本研究所では昭和61年度から5年間、科学技術振興調整費に基づいて新材料設計のための発想支援システムの開発を進めてきた(金材技研ニュース、1989年 No.5、1991年 No.1)。このシステムはユーザーの質問に対して、コンピュータが論理的な判断を加味して答えるという機能を持っている。平成3年度から5年度までは、数値データに代表されるファクトデータや基礎理論等を取り込んだ総合的な情報ベースを構築すること、および、コンピュータ内に取り込んだ知識を用いて設計作業するなど、ある目的に添った方向づけを自動的に行う(自己組織化)ことを目指している。

平成3年度に開発した知識編集獲得ツールでは、研究論文のテキストを光で読み取り、その中に含まれる未知の単語をユーザーと対話しながら登録する機能、および、ユーザーがテキストの中で指定した範囲の文章の構文を解析し、その内容を知識としてコンピュータ内に記憶(知識化)する機能を持つ。今年度以降は、このツールを用いて超耐熱合金開発のための知識ベースを構築するとともに、関連した知識同志をリンクさせて(ハイパーテキスト)、ユーザーの質問に答えるシステム、および、蓄積された知識を活用して合金設計するシステムのプロトタイプを完成させる予定である。

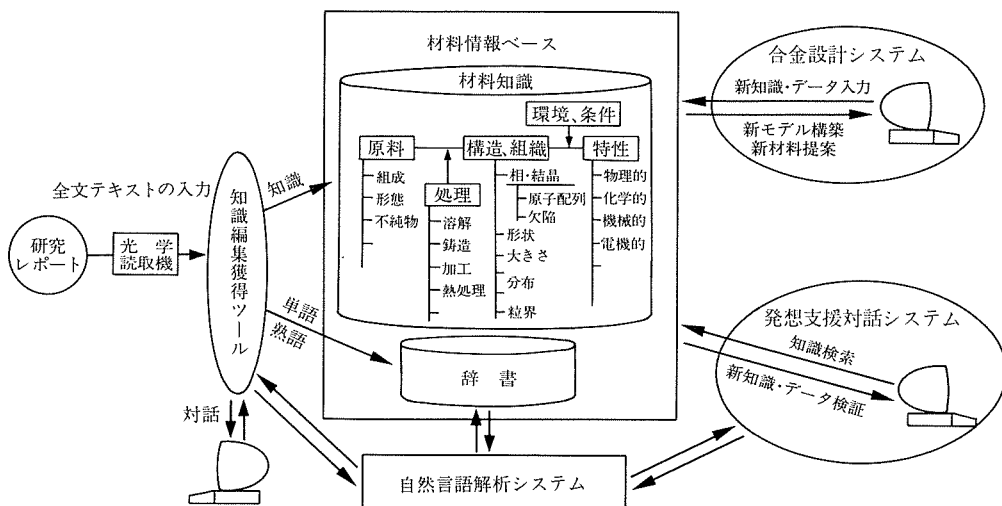


図 材料開発支援情報ベースシステムの全体像

平成4年度金属材料技術研究所研究発表会の御案内

当研究所の筑波地区への移転を1年後にひかえました今年度は、超高真空、強磁場などの極限場を利用した材料研究を主題として最新の研究成果を発表致します。皆様方の御来聴をお待ち致しております。（聴講自由、プログラムと講演要旨は前号に掲載）

日時：平成4年11月12日（木） 13:30～17:00

場所：金属材料技術研究所 大会議室 東京都目黒区中目黒2-3-12

＜問い合わせ先：企画課普及係、TEL 03(3719)2271(代)＞

12月の研究発表（国内分）

学・協会名	開催期間	発表題目	発表者（所属）
PSシンポジウム（筑波・高エネルギー物理学研究所）	12.4～12.5	1. N ₂ 雰囲気中で作成されたCu-Vメカニカルアロイング合金のEXAFSD解析	櫻井健次（計測）ほか

◆特許速報◆

●出 願

発 明 の 名 称	出願日	出願番号	発 明 者 名
回転対陰極X線発生装置	4. 7. 1	04-195866	櫻井健次，他1名（理学電機院との共同出願）
セラミックス基複合溶射材及び製造方法	4. 7. 24	04-218493	北原 繁，他2名（スズキ院との共同出願）
溶銑の連続処理方法	4. 8. 27	04-228848	福沢 章，桜谷和之，古山貞夫，渡辺敏明，福沢安光，他7名（院神戸製鋼所との共同出願）

●登 録

発 明 の 名 称	登録日	登録番号	発 明 者 名
超塑性加工に適した高比強度耐熱チタン合金	4. 8. 11	1685322	小野寺秀博，山縣敏博，山崎道夫
金属または合金とアルミナの複合材の製造法	4. 8. 11	1685383	新居和嘉，吉原一紘，土佐正弘，池田雄二

◆短 信◆

●人事異動

平成4年9月15日

辞 職 中野照明（管理部会計課長）
併 任 管理部会計課長 中野昭二郎（管理部長）

平成4年9月21日

併任解除 管理部会計課長 中野昭二郎（管理部長）
配 置 換 管理部会計課長 細川一夫（長官官房会計課長補佐）

●外国人研究員の受入れ

氏 名 Ulrich Welp
所 属 アルゴンヌ国立研究所（アメリカ）

テーマ 磁気力顕微鏡による超電導体の磁束の状態の直接観察
期 間 平成4年9月3日～平成4年9月26日

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所
(本 所) 〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12
TEL(03)3719-2271, FAX(03)3792-3337
(筑波支所) 〒305 茨城県つくば市千現1-2-1
TEL(0298)51-6311, FAX(0298)51-4556

通巻 第407号 平成4年11月発行
編集兼発行人 松 岡 浩
印 刷 所 株式会社 三 興 印 刷
東京都新宿区西早稲田2-1-18