

新技術事業団共同研究支援事業  
「各種反応・プロセスにおける磁気効果に関する研究」  
研究成果概要

科学技術振興事業団  
埼玉地区共同研究推進委員長 北澤 宏一

本プロジェクトは科学技術振興事業団（当時新技術事業団）の地域交流促進事業プロジェクトとして平成8年1月に発足以来、5年間の研究期間を経て終了した。この間、同事業団、埼玉県、金属材料技術研究所の関連された多くの方々に多大なお世話を頂いたことにまず感謝したい。

本プロジェクトの設立に先立つ3年前、同事業団研究交流促進室の支援により、(財)全日本地域研究交流協会により、水面下より出でんとしている研究分野を対象としたシンポジウムが募られ、「新磁気科学シンポジウム」が平成5年12月、および翌6年に開催され、いわゆる強磁性体と磁場との関連を除く「常磁性や反磁性体の磁場中での挙動」を中心とした研究に、初めて組織的な討議と情報交流の機会が与えられた。このシンポジウムの参加者は20名程度であったが、この分野に新しい芽が育ちつつあることが初めて認識されるものであった。そして、それら新たな芽は超伝導磁石という数テスラ以上の磁場を発生できる環境を用いることにより「再現性のある実証的な科学」として育つ可能性があると思われた。

その頃、たまたま、小型冷凍機の技術発展があり、高温超伝導の最初の応用例として我が国メーカーにより液体ヘリウムを必要としない、冷凍機伝導冷却型超伝導磁石が世界に先駆けて開発された。これは低温超伝導コイルを用いるものであるが、高温超伝導パワーリードを用いて低温容器中への熱侵入を防ぐことで小型冷凍機によるヘリウム温度を達したものであり、それまで、液体ヘリウム施設を有する研究個所でしかできなかった超伝導磁石を用いる実験を通常の研究室でも可能にしたものである。一方、高温超伝導線材そのものをコイルとして用いる超伝導磁石も開発可能な状況に近づいていた。このような状況に鑑みて、本プロジェクトはそれら新たな超伝導磁石の技術開発を促しつつ、それを用いて実証的な「新磁気科学」の幕開けを組織的に図らんとして発足した。

一方、当時、我が国では地域研究開発ポテンシャルの育成が肝要との認識が深まりつつあり、企業、国研や大学も協力する形で、各地域に流動型研究拠点を形成し、その展開を企図すべき時期にあった。本プロジェクトは埼玉県の協力を得て、埼玉県铸件機械工業試験場(当時)の敷地内に流動研究拠点を設け、埼玉県商工部工業振興課により組織された地域関連企業による支援と、金属材料技術研究所と理化学研究所の支援、さらに数大学の関連研究者の支援を受けて、科学技術振興事業団共同研究等促進事業の一環として発足したものである。

しかしながら、流動研究拠点となるべき埼玉特別研究室の研究主任の人選には難しいものがあつた。主任は専任ではなく兼担であるため、学問的にも応用的にも未知の段階にあるプロジェクトとしては、多大な努力を傾けねばならないこのようなポスト

への就任を受けることのできる研究者はなかなか存在しなかった。すでに電気化学反応における磁場効果を世界に先駆けて発見し、その機構解明にも成功していた職業能力開発大学校（労働省雇用促進事業団）青柿良一教授を主任として迎えることができたことは、実に幸いなことであった。埼玉県鑄物機械工業試験場においては金属の腐食やめっきに関連して、電気化学は主要な研究分野の一つでもあった。埼玉県鑄物機械工業試験場では高松正三場長（当時）と埼玉県商工部工業振興課大野輝夫課長補佐（現工業技術センター所長）との努力により、拠点としての特別研究室のために実験室と事務室とを捻出して頂き、また、研究者間の連繋策を講じて頂いた。

プロジェクトの最大年限である5年間を思うとき、研究の速やかな立ち上げはその成果を左右する重要な課題であった。このためプロジェクト事務参事として、当時、超伝導磁石を用いた特殊な研究場所において事務責任者の立場にあった東京大学低温センター坂本優事務主任が、定年以前であったにも拘らず、研究室に加わる決断をされたことも円滑なプロジェクトのスタートを可能にした。

このような環境設定の中で、本プロジェクトでは、金属材料技術研究所と埼玉県鑄物機械工業試験場との連繋で金属磁場浮遊溶解による鑄物製造の新技術の開発、理化学研究所と鑄物機械工業試験場との連繋で光造形法による鑄型製造技術の開発、拠点としての科学技術振興事業団埼玉特別研究室と金属材料技術研究所、さらに、信州大、千葉大、東京農工大、近畿大、都立大、鹿児島大による新規磁気効果の探索、の3分野の研究を主要な科学技術課題として発足した。この他に理論およびソフトウェア開発グループも支援に加わった。

新技術開発のための装置作製と、新型超伝導磁石作製がプロジェクト開始にあたっての最大懸案事項であったが、一部の遅れはあったものの、装置開発はほぼ成功裏に進んだ。特に、このプロジェクトにおいて（株）東芝および住友重機械工業（株）により開発された低温超伝導コイルを用いた9台の冷凍機直冷型超伝導磁石は、その後、我が国においてこの種超伝導磁石が今日まで200台も普及する端緒となった。また、高温超伝導コイルを用いた冷凍機直冷型超伝導磁石は住友電気工業（株）の手で試作され、世界で初めて7テスラの磁場を発生し、世界初の高温超伝導磁石としてモニユメント的存在になった。これら磁石のうち4台は拠点である埼玉特別研究室内に設置されて外部共用にも供され、残り6台は上記6大学メンバーに強磁場実験環境へのアクセスを可能にし、磁気効果探索の開始を可能にした。

海外では本プロジェクトのような「新磁気科学」分野の組織的研究はまったく行われておらず、我が国でも、その研究情報の交流も組織化された形では行われていなかった。平成9年には国内関連研究者からの期待が高まり、拠点である埼玉特別研究室が主導する形で科学技術振興事業団主催による第1回新磁気科学シンポジウムが2日間にわたり浦和の埼玉会館で開催された。52件の研究発表と133名の参加者があり、予想を上回る注目がこの分野にそそがれていることが認識された。このため、プロシーディングズを刊行し、関連研究者名簿を作製してそれに掲載した。このプロシーディングズは「新磁気科学」分野の最初の基本テキストとなった。翌年には浦和の埼玉県自治会館により大きな会場を得て、さらにそれを上回る60件の発表と153名の参加者があり、第2回目のプロシーディングズが刊行され、我が国の研究成果をより幅

広く網羅することができた。

また、本プロジェクトはすぐに世界にもその存在を知られるところとなり、翌平成 11 年には金属材料技術研究所の強磁場センターとの共同により、第 1 回国際会議として International Symposium on New Magneto-Science '99 が大宮ソニックシティを会場として開催され、海外からの参加者 19 名、国内 229 名、総発表件数 106 件を数えるところとなった。また、そのプロシーディングズは Proceedings of the International Symposium on New Magneto-Science '99 (Omiya) として刊行され、世界に「新磁気科学」研究が一冊のまとまった本として紹介されることとなった。海外参加者からは、一様に日本がこのような新規分野の開拓研究を開始し、彼らの予期しなかった成果を得つつあることに驚きの感想が語られ、ただちに懇親会席上において、海外における会議で日本の「新磁気科学」研究の成果紹介を行うことが依頼された。これに基づき、翌平成 12 年にはフランス、米国、ポルトガル、ブラジルなどの国際会議において特別セッションが設けられ、日本の研究がプレナリーあるいは招待講演として紹介された。

このような研究の進展と広がりの中で、金属材料技術研究所つくば強磁場センターは全国共同利用事業を開始し、通常の超伝導磁石では得られない 30 テスラ程度までの更に高い磁場を全国の関連研究者に利用可能とした。平成 11 年度には科学技術振興事業団地域結集型共同研究として、岩手県の「生活・地域への磁気活用技術の開発」が採択され、5 年間の新しい事業が開始されている。

一方、大学サイドでは文部省科学研究費特定領域研究プロジェクトへの申請が試みられていたが採択には至らなかった。しかしながら、日本学術振興会未来開拓事業において「強磁場下での生体と物質の挙動」が採択され、生体への磁気効果を含めた新規磁気効果探索とそのメカニズム解明が平成 11 年度より大学において開始されている。このため、新たに 10 数台の冷凍機直結型超伝導磁石が大学に配布された。また、同じく平成 11 年度より科学技術庁振興調整費によるプロジェクト「協奏増幅を利用する材料プロセスに関する研究」においても 2 大学、1 国立研究所グループが磁気効果のプロセス応用を狙った研究を開始している。

本プロジェクトは平成 12 年 11 月の終了報告会を最後に 5 年間の研究期間を終了する。この間に得られた成果は本報告書にまとめられ、また、同時に開催される第 4 回「新磁気科学シンポジウム」プロシーディングズとして周囲の研究を含めて刊行される。

思えばこの 5 年間はあっという間に過ぎ去った。本プロジェクトは世界に前例のないプロジェクトとしてその設立には「本当にこのようなプロジェクトで成果が期待できるのか」とする不安があった。プロジェクト企画当時、この分野には他の確立した科学分野からは「胡散臭い分野」として見られる非科学的なイメージが付きまとい、関連研究者は磁気効果の研究をしているということを明らかにすることへのためらいがあった。このため、本プロジェクトにおける最大の努力は、「科学的厳密さ」を以って、「再現性」のある「万人に納得される」形での実証的な科学としてのアプローチを徹底することに注がれた。この 5 年間で「新磁気科学」は国内だけでなく、国際会議でも認められる「科学としての地位を確立した」と言って、もはや良いであ

ろう。国内ではそれを継承する多くのグループが育ち始めた。本プロジェクトはそのさきがけとしての役割を果たしたと考える。

しかしながら、今後、この分野が力強く育っていくためには、応用にも発展する研究が更に開拓される必要がある。その意味で本終了報告に併せて開催されることになった第1回磁気分離シンポジウムが予想を上回る80名以上の参加申込者に達して会場変更を余儀なくされていること、高分子やセラミックスの磁場配向を顕著に発生させる方法が見出されたこと、細胞の分離などバイオサイエンスへの分野にも磁気の利用の展開が見られ始めたこと、気相からの金属や酸化物の配向薄膜作成への効果が見出されてきていること、など、この間に展開を始めた応用への期待を秘める研究にも、今後、注目していく必要があるだろう。

「新磁気科学」が、まだ、水面下にあった平成5年から、研究者の熱心な討論に理解を示し、本プロジェクトの設立を強力に推進された科学技術振興事業団研究交流促進室大味一夫室長（当時）と、それを支援して頂いた川崎雅弘科学技術振興事業団現理事長、また、この間、磁場の応用を筆者と共に推進していただいた金属材料技術研究所つくば強磁場センター和田仁センター長には特別な感謝の意を表したい。