

事後評価報告書

評価委員会開催日：平成18年8月9日

評価委員：（敬称略、順不同）

塩原 融 超電導工学研究所 副所長・部長 （主査）

組頭広志 東京大学大学院工学系研究科 講師

齋藤弥八 名古屋大学大学院工学研究科 教授

楠 美智子 ファインセラミックスセンター材料技術研究所 マネジャー

記入年月日：平成18年11月13日

課題名	新超伝導材料研究開発
研究責任者名及び所属・役職	熊倉浩明 超伝導材料研究センター センター長 （現在：超伝導材料センターセンター長）
【実施期間、使用研究費、参加人数】	<p>実施期間：平成14年度～平成17年度</p> <p>使用研究費（期間合計）：運営費交付金：1264百万円、関連する外部資金：877百万円</p> <p>参加人数：（平成17年度）85人（専任：21人、併任：19人、ポスドク：22人、外来研究員：12人、技術補助員：7人、事務補助等：4人）</p>
【研究全体の目的、目標、概要】	<p>研究目的及び具体的な研究目標：</p> <p>1980年後半から1990年代にかけて、液体窒素温度（絶対温度77K）を超える臨界温度をもつ多数の酸化物系高温超伝導物質が発見され、現在世界各国で活発に研究開発が進められており、我が国においても戦略的な視点に立った取り組みが求められていた。この酸化物系高温超伝導体に関しては、材料プロセス開発が進められて、線材化、薄膜化等の基本的な技術がようやく確立されつつある。しかし、真に実用的な線材、薄膜を実現させるためには、さらに特性改善の努力を続ける必要がある。超伝導研究は、基礎理論、物質開発、材料化、システム化など幅広い領域における総合的な推進が不可欠の分野であり、本プロジェクトにおいては基盤技術とその出口としての応用を有機的に連携させた研究開発を進めることを目的とした。具体的には、以下の目標を設定した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 超高压、超高温、超高压素圧等の極限環境下における合成手法を最大限に活用することで、新たな超伝導体の発掘を行う。 2. 酸化物系ならびに先進金属系超伝導材料に対して、独自の構造・組織制御技術の開発を行い、高い臨界電流密度や高い臨界磁界を有する線材を開発する。 3. 各種高品位単結晶の創出を行う。またこれらを用いて、超伝導素子、特に新規原理に基づく素子創製につながる機能探索を行う。また、SQUIDを応用した機器を開発する。 4. タンパク質の構造解析などのために必要となる超強磁場超伝導マグネットを開発する。 <p>研究計画概要：</p> <p>高压合成やソフト化学などの手法により、組織的、系統的に物質合成を試み、結晶構造解析や特性評価を実施して新材料開発を行う。Bi系酸化物超伝導材料や先進金属系超伝導材料について線材を試作し、作製プロセスや材料組織制御の検討、特性の評価を進め、高臨界電流密度を有する線材を開発する。高品位の単結晶や薄膜を育成し、磁場やマイクロ波等の外場中で種々の物理特性を精密に評価し、それらの特異な性質を解明する。これに基づいて新しい素子への応用を検討する。高温酸化物超伝導SQUIDを用いた高分解能走査型顕微鏡を開発する。超伝導線材の高性能化を図り、これによって強磁場超伝導マグネット、特に最も応用上期待されるNMRスペクトロメータ用超伝導マグネットを開発する。</p>

<p>【全研究期間の成果等 (研究全体)】</p>	<p>研究成果 (アウトプット)、成果から生み出された効果・効用 (アウトカム)、波及効果 (インパクト) :</p> <p>研究成果</p> <p>1. ソフト化学合成手法を活用することで超伝導を示すコバルト酸化物超伝導体を世界で初めて発見した。この超伝導体は高温銅酸化物超伝導体に類似の物質である点で興味深く、また、詳細な研究から超伝導の発現機構に磁氣的相互作用が重要であることを強く示唆するデータが得られており、物性物理の面から大きな注目を集めている。一方、6GPa、1250–1300°Cの高温・高圧環境における合成手法を活用して新しい超伝導体$\text{AuBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{2n+3}$ ($n=3, 4$)の合成に成功した ($n=4$の相は臨界温度 (T_c) = 99K)。</p> <p>2. Bi系酸化物について実用的に有利な丸線材で世界最高の臨界電流密度 (J_c) を達成した。高性能なMgB2線材を開発し、これを用いてMgB2ソレノイドコイルを試作して励磁試験や永久電流モードの運転に世界で初めて成功した。300 m長の急加熱・急冷法Nb3Al線材の開発に成功した。さらに小コイル試験によりNb3Al長尺線の均質性を確認し、大電流量導体の試作にも成功した。MgB2線材やNb3Al線材では、かなりの高性能化が達成されたことから、超伝導の材料研究者のみならず多くの応用研究者の注目を集めている。</p> <p>3. 単結晶育成技術を開発することにより、単結晶・薄膜・単結晶ウイスキーの分野では世界のオンリーワンとして確固たる地位を築いた。また、高濃度ボロン添加ダイヤモンド薄膜の超伝導をいち早く実現し、この分野の研究における国際的イニシアティブを確保した。Bi-2212においてジョセフソン磁束線フロー抵抗の周期的な振動を発見し、磁場センサへの応用の道を開いた。ミクロンの高い空間分解能を有する走査型SQUID磁気顕微鏡の開発に成功し、高温超伝導体の応用への道を開いた。</p> <p>4. 物質・材料研究機構で開発した高スズ濃度Nb3Sn線材およびTa補強Nb3Sn線材を使用して、世界記録を更新する920 MHz (発生磁場21.6 T) および930 MHz (発生磁場21.9 T) の強磁場NMRマグネットを開発した。開発したマグネットはNMRスペクトロメータとして整備され、920 MHz NMRスペクトロメータは、理化学研究所との共同研究でタンパク質の構造・機能解明に貢献している。一方、930 MHz NMRスペクトロメータは振興調整費「新機能材料開発に資する強磁場固体NMR」の主要ツールとして強磁場固体NMRという新しい分野を開拓しつつある。</p> <p>論文：264.79件*、プロシーディングス：111.49件*、解説・総説：76.25件*、招待講演数：145.65件* (*：研究の寄与率を考慮した平成14–17年度の値)</p> <p>特許出願：75件、登録：17件、実施許諾：1件</p>
<p>【評価項目】</p>	<p>コメントおよび評価点</p>
<p>マネジメント 実施体制 (サブテーマ間関係、外部との共同研究の有効性)</p>	<p>コメント： プロジェクト内で、基礎研究から応用研究までをカバーした体制の構築は評価できる。特に応用研究では、大学や民間ユーザー、あるいはメーカーなど、外部との共同研究も良く機能しており、その積極的な連携は高く評価できる。ただ、基礎研究と応用研究が個別に研究を進めている感があり、両者の連携がもっとあっても良かった。さらに機構内の「コンビナトリアル材料創製」プロジェクトとの連携を進めれば、探索研究がより効率的に進められたものと思われる。</p>
<p>* 評価点 (10点満点) : 8 評価基準</p>	<p>9点：研究の効率向上に明確に寄与している 7点：よく考えられている 5点：平均的な体制 3点：もう少し考慮の余地があった 1点：プロジェクト遂行の支障となった</p>

5 A-
3、4 B
0~2 C

評価点まとめ

マネジメント実施体制 (内外連携)	アウトプット	目標達成度、アウトカム 波及効果	総合評価
A+	S	A+	A+