

中間評価報告書

研究課題名:新超伝導材料研究開発

研究責任者:室町英治 超伝導材料研究センター長

評価委員会日時:平成16年10月29日14時～18時20分

評価委員会委員長及び委員名:

松下照男 九州工業大学情報工学部 教授 (評価委員長)

佐藤謙一 住友電気工業(株)超電導開発室 室長

岸尾光二 東京大学大学院工学系研究科 教授

腰塚直己 (財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所

盛岡超電導技術応用研究所 所長代理

記入年月日: 平成 16年 12月 27日

評価の観点	評価結果
<p>①進捗状況の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目標の達成度合い ・ 論文・特許等の新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、等 	<p>1) 新超伝導物質・材料の発掘、構造評価及び理論に関する研究</p> <p>本研究では、金を含む新しい高圧安定超伝導体シリーズなどの新規物質の発見や銅酸化物超伝導体の磁束系の新しい相の発見など、物性研究および理論研究において成果を挙げている。特に、水和物 Co 酸化物超伝導体の発見は、材料探索のみならず基礎研究に大きな波及効果を与えた成果として高く評価される。この分野では定量的な目標がたちにくい中で、新しい物質の発見や理論との協力がうまく回っている。</p> <p>2) 酸化物系ならびに先進金属系超伝導物質の線材化に関する研究</p> <p>Bi-2212 多芯丸線では熱処理温度の制御により高い臨界電流密度を達成し、MgB2 線材では MgH2 粉末の使用や各種添加物により、世界最高レベルの臨界電流密度を達成し、着実な進展が認められる。一方で、Bi-2223 はプロジェクト半ばに来て、芽が出てくる期待がある。また、金属系超伝導体では独自に開発した急熱急冷処理技術を用いて Nb3Al の安定な超伝導相を得ることに成功し、強磁場での高臨界電流密度を達成した。そして、これらの線材を用いてコイルを製作して安定に動作することを実証し、実用的線材であることを明らかにした。NIMS の役割が認められる。</p> <p>3) 超伝導体の情報・通信への応用基盤に関する研究</p> <p>Bi-2212 単結晶の固有ジョセフソン接合において磁束のフロー抵抗の磁場に対する周期的振動を発見し、これが三角格子状磁束線の運動によるものであることを明らかにするとともに、このデバイスが強磁場の精密測定用センサーとして応用できる可能性を示した。また、ダイヤモンド超伝導薄膜や平衡プロセスによる Nd-123 の完全単結晶薄膜など、高品質単結晶・薄膜育成技術や新機能探索の研究において着実な成果を挙げており、これらの研究は新機能素子を実現するためのシーズとして寄与することが期待される。さらに、高透磁率の探針を用いた高空間分解能の走査型超伝導 SQUID プローブ磁気顕微鏡を開発し、超伝導体を用いたデバイスがセンサーやシステムとして応用できる基礎を固め、それを実証した。これらはわが国をリードする研究として評価される。</p> <p>4) 強磁場超伝導マグネットの開発と生命科学・環境への応用基盤に関する研究</p> <p>強磁場超伝導マグネットを開発して 930MHz の高周波数 NMR スペクトロメーターの開発を行い、超伝導マグネットを用いた磁気分離技術の高度化を推進するとともに、高い冷凍能力をもつ GM-JT 冷凍機を開発して、伝導冷却による超伝導マグネットで 17.3T の世界最強磁場を達成した。これらの技術は理化学研究所との共同研究によるタンパク 3000 プロジェクトや地熱水のヒ素分離や環境ホルモンの処理など、生命科学・環境技術の開発に貢献している。</p>

<p>②研究目的・目標の見直しの必要性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目標の妥当性 (科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性等)、社会的・経済的意義 (実用性等)) ・ 計画外事象の発生の有無とその対応の適否、等 	<p>いずれにおいても、科学的あるいは社会的に意義のある成果が得られていることから、本研究の目的・目標は妥当であり、現状で基本的な見直しの必要性はないと判断されるが、個々の研究については以下のとおりである。</p> <p>1) 新超伝導物質・材料の発掘、構造評価及び理論に関する研究 物質探索は予測が立ちにくい一方で、新しいコバルト系酸化物のような新物質の発見がもつ社会的インパクトは計り知れないことがある。また、超伝導機構解明の研究も新しい物理概念を生み出す可能性があり、これらは継続的に研究を進める必要がある。とくに物質探索の研究では計画外の事象発生の可能性が大きいので、発生時点から直ぐに内部及び外部関係機関との共同研究を行える柔軟なシステムにしておくことが望ましい。</p> <p>2) 酸化物系ならびに先進金属系超伝導物質の線材化に関する研究 酸化物Bi系線材を真の実用材料とするためには臨界電流特性等の改善が不可欠であり、粒界での酸素を含む元素分布と電気特性の関係など、粒界伝導機構についての基礎研究の推進が強く望まれる。そのためには企業、大学などとの連携・協力が有効である。また、わが国で発見されたMgB₂線材の開発推進も本グループに期待される課題であり、継続して研究を続けることが望まれる。強磁場NMRや核融合用の超伝導マグネット線材として大きな期待があるNb₃Alについては臨界電流をもたらすピンニング機構の解明を含めて、特性改善を継続して行うことが重要である。</p> <p>3) 超伝導体の情報・通信への応用基盤に関する研究 高品質単結晶や単結晶薄膜の作製技術の開発は、物性研究の推進や新機能発現を図る上で極めて重要であり、今後はこれまでの成果に引き続き、継続した単結晶、薄膜の育成法についての独創的な手法の開発が望まれる。本グループで発見されたジョセフソン磁束フロー抵抗の周期的振動現象の応用した展開も重要な課題であり、こうしたデバイス化に力を入れてスピードアップを図ることが期待される。また、SQUIDを用いた磁気顕微鏡や非破壊検査等への応用技術開発を継続するとともに、さらに応用から要求されるデバイスへのフィードバックを行い、SQUID自身の特性改善も進める必要がある。</p> <p>4) 強磁場超伝導マグネットの開発と生命科学・環境への応用基盤に関する研究 1GHzNMRスペクトロスコープの実現を目指した強磁場マグネットの開発は、生命科学推進を図る上で重要な課題として位置付けられる。また、磁気分離等の環境技術は、先進国だけでなく特に発展途上国においてそのニーズが増大するものと予想される。こうしたことから、本研究を継続することは重要である。ただし、磁気分離は前処理や強磁場発生等を組み合わせたシステムにより構成されることから、特に超伝導マグネットによる磁場発生技術の研究も重要で、応用技術の開発結果をマグネットにフィードバックして一層の技術の進展を図るなど、この分野での日本のリーダーとしての強化が重要である。</p>
<p>③研究開発の進め方の見直しの必要性、研究資金・人材等の研究資源の再配分の必要性、等</p>	<p>1) 新超伝導物質・材料の発掘、構造評価及び理論に関する研究 本グループは、超高压合成技術、構造解析技術、物性理論研究においてわが国をリードする人的、技術的なポテンシャルを有しており、理論グループと共同で、今後もより戦略的な新物質の探索や物性研究の進展に努力して欲しい。なお、予測がつきにくいという研究の側面から、必ずしも当初の計画に縛られることなく、柔軟な研究開発を行ってほしい。</p> <p>2) 酸化物系ならびに先進金属系超伝導物質の線材化に関する研究 本グループはBi系超伝導体の産みの親であり、その研究において基盤・基礎での役割を大いに発揮できる位置にある。ただ、一部で社会の研究の流れに追随しているとも思われる部分も見受けられるので、本研究グループの総合的な研究パ</p>

	<p>ワーをここでしかできないような特化した面に向けていくことを提案したい。具体的には Bi 系超伝導体の臨界電流密度の鍵をにぎる粒界面の特性についての基礎的研究などであり、本研究におけるデバイス・グループと共同して、ぜひイニシアティブをとって、問題解決に当たってほしい。また MgB2 や Nb3Al などの超伝導線材の開発においても世界的に顕著な成果を上げてきているが、いっそうの特性改善のために界面のピンニング機構の解明などの基礎的な研究も積極的に前面に出してやっていただきたい。以上の基礎的研究はわが国においては物質・材料研究機構でしか達成できないものであるという自覚をもっていただきたい。</p> <p>その実現のためには人的パワー不足が懸念されるが、内部、外部機関との共同研究やフェローの活用を積極的に進めることが望ましい。</p> <p>3) 超伝導体の情報・通信への応用基盤に関する研究</p> <p>単結晶グループでは多くのテーマ研究がなされているが、特にジョセフソン磁束フロー素子の研究開発に注力して頂きたい。薄膜グループでは、より完全な大面積超伝導薄膜の開発が基盤研究として期待されており、新しい高品質薄膜育成技術の創成が望まれる。SQUID グループには、高性能な高温超伝導 SQUID の開発及び磁気顕微鏡や非破壊検出器への応用の進展が期待される。</p> <p>一方で、センサーやシステムの特性改善という点からは、常に応用サイドからフィードバックを行って基礎原理から見直す体制を維持することも重要である。そのような基礎部分をもつ強みを発揮してもらいたい。</p> <p>4) 強磁場超伝導マグネットの開発と生命科学・環境への応用基盤に関する研究</p> <p>NMR スペクトロスコーピー用強磁場超伝導マグネットの開発は目標が明確であり、線材グループや他機関との共同研究を強力に進め、ぜひ 1GHzNMR の目標を達成して頂きたい。</p> <p>また磁気分離技術については、処理効率や速度の向上を図るために最適な磁場回路の開発等、超伝導マグネット技術の進展に寄与する課題の明確化やマグネットの改良が必要と思われる。そうした応用側からのフィードバックも重要である。</p> <p>以上、基本的な研究の進め方については見直しをする必要はない。ただし、物質・材料研究機構でしか達成できない基礎研究や応用側からフィードバックされる基礎研究にも目を向ける必要がある。その実現にあたって人的パワーが不足する場合は、他の研究機関と共同研究を行うようなことも必要である。</p>
④総合評価	<p>課題に対する総合的な所見をご記入下さい。(研究に対する助言等がありましたら併せてご記入下さい。)</p> <p>超伝導材料研究センターは新物質探索、各種線材開発、デバイス開発、強磁場マグネットとその応用開発など多岐にわたる日本プロジェクトにおいて世界的に高く評価できる成果を挙げている。これは中間評価としてたいへん満足できるものである。こうした成果が得られたのは、超伝導技術に関する長い研究開発の伝統、優れた人的・技術的資源に基づくものであり、研究体制が十分に機能していることを示している。</p>

	<p>来年2月には京都プロトコールが発効して省エネルギーには待ったなしの状態にあることから、超伝導技術の開発は国を挙げて推進すべき課題であり、その技術を開花させるための先導的研究に対して大きな期待がある。したがって、今後これらポテンシャルを生かすとともに内部の有機的な関係を深めて、本プロジェクトで一層の成果を挙げていただきたい。なお、個々の研究テーマにおいて重要な基礎研究について留意していただきたい。</p> <p>最後に、わが国全体を見たときに、経産省関係のプロジェクト（例えばNEDO）との関連から、“産官学”の住み分けが若干気になる。本プロジェクトでは“学”側からの基礎的な貢献がさらに必要ではないか？</p>			
<p>⑤右記のS, A, B, Fに○を付けてください。</p>	<p>S: 当初の計画以上に成果を上げている。</p>	<p>OA: 当初の計画通り成果を上げている。</p>	<p>B: 計画を変更した上で継続すべきである。</p>	<p>F: 計画通りに進んでおらず、計画を中止すべきである。</p>