

事後評価報告書

評価委員会開催日：平成18年8月8日

評価委員：（敬称略、順不同）

田中秀数 東京工業大学極低温物性研究センター 教授（主査）
 末宗幾夫 北海道大学電子科学研究所附属ナノテクノロジー研究センター 教授
 野村晋太郎 筑波大学大学院数理物質科学研究科 助教授
 円福敬二 九州大学超伝導システム科学研究センター 教授

記入年月日：平成18年11月14日

課題名	量子機能発現に関する研究
研究責任者名及び所属・役職	木戸義勇 強磁場研究センター センター長（現在：人材開発室特別専門職）
【実施期間、使用研究費、参加人数】（研究責任者記入）	<p>実施期間：平成13年度～平成17年度 使用研究費（期間合計）：運営費交付金：593百万円、外部資金：225百万円 参加人数：（平成17年度）31人（専任：17人、併任：1人、ポスドク：7人、外来：3人、事務補助・派遣：3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： 人工格子構造、同位体、良質単結晶の作成技術の高度化により、新規材料を創製し、これらの材料の示す量子発光現象、量子重ね合わせ現象などの新たな量子効果の探索・解明・制御を行う。 また磁性体の根元である電子間の量子力学的な交換相互作用そのものを制御し、磁性材料における量子機能性を追求し、新しい磁気機能特性を実現する。さらに、新材料創製の理論的指針を確立するために、量子動的過程を支配するメカニズムを統一的に解明する。 平成15年度までに量子機能を有する新規材料の探索創製、微小領域核磁気共鳴現象の測定、微細加工技術・量子磁気特性の解明、数値解析・動的過程の観察を行い、平成16年度より量子効果の探索・制御・解明指針の確立を行う。</p> <p>研究計画概要： 平成13年度から17年度まで、量子機能探索と量子効果計測技術の確立について検討を行う。また、量子磁性材料と量子動的過程の研究は平成13年度から15年度まで行う。 量子機能探索では、希土類単結晶の育成及び微細構造の作製と極低温強磁場特性の評価などの物性研究を行う。量子効果計測技術の確立では、微小領域の試料に対するフェムト秒分光に伴う各種の技術の開発を行うとともに強磁場下で現れる量子効果を高精度で計測する技術開発を行う。また、固体量子計算に関してNMR分光技術の開発を行う。</p>
【全研究期間の成果等（研究全体）】	<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） 量子計算の基盤技術界開発としてフェムト秒レーザーを用いてナノサイズの空間分解能を有する超高速分光装置を開発した。同装置を用いて、孤立した半導体量子ドットの選択励起による「ラビ振動の観測」に世界で初めて成功したが、これはNO T演算の実現に対応する。また、強励起過程の解析から、量子ドット内に励起子を2個作成し制御NO T演算が実行出来る事も明らかにしている。一方、結晶格子を用いた固体NMR量子計算の研究に関しては、演算用材料として有力視されている希土類燐化合物について、演算物質の探索・開発・設計を行い、設計に必要なソフト及びハードウェアを整備すると共に、半導体同位体用いる量子計算機並びに遠い核スピン間マグノンで結合させる手法を創案した。また、固体NMR量子計算の要素技術として必至の初期化について、光ポンピング</p>

	<p>NMR装置を試作し、その有効性を実証した。今回の結果は量子計算機の実現に大きく寄与するものである。その他、「多ビット化」に関連して、世界最高磁場の固体NMR分光計を開発したが、同分光計は微視的構造を明らかにする目的で産業界まで広く供用されている。</p> <p>極低温強磁場特性の評価研究では、金属間化合物中最高の超伝導転移温度を持つMgB₂の磁気異方性を評価し、同系超伝導線材の開発意義を裏付けた。また、重い電子系物質において、従来知られていた電気抵抗と比熱の間で成り立つ法則に軌道縮重度を取り込むことで、より普遍的な関係式を導いた発見は学問的に高く評価されている。その他、有機伝導体 λ-(BETS)₂FeCl₄における磁場誘起超伝導現象の発見は斯界で話題となり同系物質の研究が世界的に広がった。</p> <p>論文：17+97. 2件*、プロシーディングス：5+54. 35件*、総説・解説：8+23. 3件*、招待講演数：11+47. 65件* (*：+の前の数値は平成13年度以前の数値、+の後ろは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：(国内)44件、(外国)8件、登録：8件、実施許諾：0件(整数)</p>
【評価項目】	コメ ン ト お よ び 評 価 点
マネジメント実施体制 (サブテーマ間連係、外部との共同研究の有効性)	<p>コメント： 試料作製グループと評価計測グループを配置し、国内外の大学等の外部機関との連携など、適切な実施体制になっており、それぞれのグループが最先端の成果を上げている。また、基礎研究に適した実施体制である。しかし、それぞれのグループ間の連携について具体的な説明がなく、連携による顕著な成果が明確に見えなかったことが残念である。</p>
<p>* 評価点 (10点満点) : 7 評価基準 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>	
アウトプット (論文、特許等の直接の成果。費用対効果を考慮)	<p>コメント： 総研究費を考慮しても、十分な数の論文、特許が出ており、高く評価される。特に論文は、国際的評価の高い学術誌に多く掲載され、引用回数が100件を超えるものが複数有る。また国際会議での招待講演も多く、高く評価すべきである。</p>
<p>* 評価点 (10点満点) : 9 評価基準 9点: 質・量共に平均的プロジェクトの水準を大きく上回っている 7点: 平均的水準より優れる 5点: 平均的水準 3点: 少ない 1点: 問題がある</p>	
目標の達成度 その他アウトカム、波及効果	<p>コメント： 新物質探索と新現象の発見に関しては、当初は予見できなかった意外性のある成果も含めて内容の充実した多彩な成果が上がっており、当初の目標を達成している。量子計算の基盤技術に関する研究に関しては、まだまだこれからという感があるが、ラビ振動の観測に成功するなど重要な進展が得られている。NMR要素技術の開発では、1Qビットでの計測技術を確立しているが、多ビット化に向けての一層の研究の進展が望まれる。今後はサブグループ間の連携を一層強めることによって、これらの研究を強力に推進することが望ましい。本プロジェクトで得られた基礎研究成果が、次の段階へ波及して新たな分野を切り開いていくことが期待できる。</p>
<p>* 評価点 (10点満点) : 7 評価基準 9点: 一つの分野を形成した 7点: 目標は十分達成され、当該分野に影響を与えた 5点: 目標はなんとか達成された</p>	

3点：目標の部分的な達成		1点：目標達成にはほど遠い
総合評価 研究全体に対する総合的な所見を記入。 また上記設定評価項目に含まれないその他の評価ポイントがあれば追加してコメント。	コメント： 重要な多くの発見、新規測定装置の提案・開発がなされた優れたプロジェクトであった。装置開発研究においては、NMRの要素技術、超伝導磁石電源のリップルの低減等、論文等のアウトプットからは見えにくいが今後の発展につながる重要な成果が得られており評価できる。一方、量子計算の基盤研究では、まだまだ多くの課題が残っているが、総合的に見れば、研究は予定通り進んだと判断される。本プロジェクトで得られた成果が、より大きく発展するように第2期中期計画での研究の進展が望まれる。特に、世界有数の強磁場施設を更に活用できる連携体制ができれば、世界のトップを行く研究に発展して行くものと期待される。	
* 総合評価点（10点満点）：8 評価基準	9点：すべての点において模範的に優れている 7点：総合的に優れている 5点：平均的 3点：期待されたほどではなかった 1点：税金の無駄遣いである	

なお評価点は、公表時一般にもわかり易いように、以下のようにS, A, B, Cを併記します。

9、10 S
8 A+
6、7 A
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+