

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）

野村晋太郎 筑波大学大学院数理物質科学研究科 助教授 （主査）
 田中秀数 東京工業大学極低温物性研究センター 教授
 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
 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7日

課題名	高機能超短パルステラヘルツ光システムの開発
研究責任者名及び所属・役職	今中康貴 ナノマテリアル研究所 ナノ物性グループ 主任研究員（現在：量子ドットセンター ナノ成長グループ 主任研究員）
【実施期間、使用研究費、参加人数】	実施期間：平成16年度～平成17年度 使用研究費（期間合計）：運営費交付金：49百万円、外部資金：0百万円 参加人数：（平成17年度）3人（専任：3人）
【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>THz（テラヘルツ）の周波数帯（波長～数百マイクロン）は固体の持つ典型的なエネルギー領域と一致する為、固体物性の研究の上で非常に魅力的な周波数帯であるが、その光源及び周辺技術の開発は可視光領域やその他の周波数領域に比べると遅れており、新たなテラヘルツ光発生技術の進展は、既に行われているイメージング等への応用のみならず、固体物性研究の更なる発展を促すと期待される。そこで本研究では、フェムト秒可視レーザーを使ったテラヘルツ光システムを確立し、長距離伝送のためのテラヘルツ光発生素子の最適化や光ファイバにおける分散補償技術の開発を行う。こうした技術開発をもって、強磁場極低温下での半導体物性測定への応用の他、テラヘルツ光イメージングによる生体材料の分析など多方面への展開を行える基盤を作る。特に半導体スピン物性研究への応用を念頭に置き、半導体量子構造における磁気光研究を平行して行い、量子構造中の電子スピン物性に関する知見を得る。</p> <p>研究計画概要：</p> <p>初年度は、テラヘルツ光システムの開発のために必要となる超短パルス可視レーザーの導入などを行い、後半に標準型のテラヘルツ光システムの開発を行った。翌年度は、テラヘルツ光発生強度の問題などを解決するためにテラヘルツ素子の最適化及び、長距離伝送のためのファイバシステムの開発などを重点的に行った。また2年間を通じて、テラヘルツ光システムの応用先として考えている半導体低次元系の基礎的な物性を調べるため、強磁場磁気光学研究を行った。</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）：</p> <p>テラヘルツ光発生に関する研究では、超短パルステラヘルツ光発生の為の光伝導アンテナを光リソグラフィ技術により独自で作成を行った。光ファイバとの接合を念頭に置き、出力のギャップ間距離依存、印加電圧依存などの詳細を調べ、出力向上に取り組み、3THz程度までの発進を確認した。</p> <p>またテラヘルツ光を長距離に伝送するために、超短パルス光の光ファイバ伝搬に関する研究を行い、グレーティングを使用した分散補償装置により、140fs程度のパルス幅を持つ超短パルス可視光を、ファイバ出口で3.5psから最小250fs程度まで制御することに成功した。更にフォトニックファイバを用いて、パルス幅制御の向上にも成功した。</p> <p>これらのシステム開発と平行して、半導体低次元系における磁気光スピン物性に関する研究も行った。希薄磁性半導体低次元電子系においては、磁性イオンの</p>

	<p>濃度により人工的に g 因子の制御を行い、異なるスピン準位の交差が起こる特殊な場合において、強磁場極低温下におけるサイクロトロン共鳴を始めとするテラヘルツ分光を行った。その結果、これまで理解されていなかった吸収線幅の磁場依存性の異常が、巨大ゼーマン効果によるサイクロトロン共鳴と電子スピン共鳴の共存によるものであることを明らかにした。また母物質の g 因子と磁性イオンの寄与がキャンセルする試料におけるスピンサブレベルの交差に伴う現象を 3.5 T までの強磁場磁気発光測定により見出した。</p> <p>論文：0 件*、プロシーディングス：2. 0 件*、解説・総説：0 件*、招待講演数：1. 5 件*（*：研究の寄与率を考慮した平成 16 - 17 年の値） 特許：出願：0 件、登録：0 件、実施許諾：0 件</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 (サブテーマ間関係、外部との共同研究の有効性)	<p>コメント： フェムト秒パルス光のパルス圧縮技術等では外部連携を有効に活用したようだが、全体的には比較的閉じた形で探索的に進める個人研究であった。研究者の個性や独創性を生かすためには、このような形態の研究もあってよいが、装置開発についていえば、もっと外部との連携があった方が良かった。また、時間的制約のため、ポストドクが確保できなかったのが残念であるが、この陣容ではサブテーマをもう少し絞り込んだ方が良かったと思われる。</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： ほぼすべてを 1 人で実施した研究プロジェクトであることや、2 年間という短期間でゼロから出発して装置開発を行った点を考慮すると、研究寄与率を考慮した成果が多くなるとも、関連研究を含めた招待講演数、プロシーディングス数、口頭発表件数は、十分優れていると評価する。今後論文等の成果は増えて行くものと期待される。</p>
<p>* 評価点（10 点満点）：7 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： テラヘルツ領域の光源の開発から始めた研究で、発振にも成功しテラヘルツ発生技術はある程度確立された。また、半導体のサイクロトロン共鳴と ESR の相乗効果も観測されていること、パルス磁場の発生等関連研究成果も得られていることを考えると、まだ多くの改善の余地が残されているとはいえ、当初の目標はまずまず達成できたものと判断する。しかし、本システムが物性研究に使用できるまでには、まだ多くの問題を解決しなければならないし、テラヘルツ領域の特性を、どのような物性研究に役立てるのかを明確にして行くことも必要であろう。とはいえ、現在、他ではあまり行われていないテラヘルツ分光を用いた強磁場中物性研究は独創性、独自性が高く、今後この分野を切り開き、重要な研究拠点となることが期待される。今後の展開を期待したい。</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 3 点：目標の部分的な達成 1 点：目標達成にはほど遠い</p>	

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： 個人での研究としては、良好な成果が得られ、テラヘルツ分光研究分野を開拓していく上での基礎を確立した優れた研究であった。今後、テラヘルツ光の研究が順調に進み、基礎物性実験に十分な強度のテラヘルツ光源ができれば、物性研究の進展につながり、その波及効果は大きい。そのためには、今後は共同研究などの外部連携を積極的に行ってシステム開発を促進することも必要であろう。
* 総合評価点（10点満点）：7 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	A	A	A