

課題番号	GR097
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	環境計測の基盤技術創成に向けた高機能テラヘルツ分光イメージング開発
研究機関・ 部局・職名	東京工業大学・量子ナノエレクトロニクス研究センター・准教授
氏名	河野 行雄

1. 当該年度の研究目的

昨年度で高分解能画像計測・広帯域分光の主要な技術開発は達成したため、当該年度は THz 計測の応用を主な目的として研究を行った。また、本プログラム終了後の更なる展開を見据えた研究にも着手した。

2. 研究の実施状況

(1) THz 計測の応用研究

1-1 金属アンテナ構造への応用
 金属から成るログスパイラルアンテナ構造における電界分布を直接的に可視化した。シミュレーション結果と合致する結果を得て、アンテナ構造の分析に強力な手段となることを示した。

1-2 高分子への応用
 高分子は分子間相互作用や水素結合等が THz 周波数帯に属する。この特徴を利用して、昨年度よりも高分解能な近接場画像観察を達成し、特徴的な空間構造を見出した。

(2) 本プログラム終了後を見据えた研究
 平成 25 年度に本プログラムは終了するため、その後を見据えた研究(多機能化や実用化)も同時に行なった。

2-1 カーボンナノチューブアレイによる室温 THz 検出
 通常の半導体とは異なる優れた性質を持つカーボンナノチューブによる THz 検出を試みた。単層カーボンナノチューブが高配向にアレイ化されたユニークな構造(試料はライス大学より提供)を用いて、室温で THz 検出が可能であることを実証した。また高配向性の特徴を利用して、THz 波の偏光依存検出、つまり THz 偏光子としても機能させられることが分かった。

2-2 プラズモン構造の検討
 近接場イメージング用センサのさらなる高性能化に向けてプラズモン構造の導入を検討した。この構造により、THz 電磁波を局所領域に集中させたり、周波数を選択したりすることが可能である。電磁界シミュ

様式19 別紙1

レーション(FDTD 法)を用いて、電界集中効果や周波数選択性に応じた、具体的な構造を決めることができた。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 4 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 2 件</p> <p>Y. Kawano, “Terahertz Waves: A tool for Condensed Matter, the Life Sciences and Astronomy”, Contemporary Physics Vol. 54, pp. 143-165, 9 月, 2013 年 (Invited Review Paper) (表紙に採択)</p> <p>Y. Kawano, “Wide-Band Frequency-Tunable Terahertz and Infrared Detection with Graphene”, Nanotechnology Vol. 24, pp. 214004-1-6, 4 月, 2013 年</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 1 件</p> <p>Y. Kawano, “Near-Field Terahertz Microcopy: Characterization of Semiconductors, Graphene, and Polymers”, Proceedings of 9th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '13, 12 月, 2013 年</p> <p>(未掲載) 計 1 件</p> <p>河野 行雄, “グラフェンのテラヘルツ・赤外光検出応用”, レーザー研究, 2014 年内出版予定</p>
<p>会議発表 計 10 件</p>	<p>専門家向け 計 7 件</p> <p>河野 行雄 (招待講演)、 “オンチップ型近接場テラヘルツ分光イメージングとその応用: 半導体・グラフェン・高分子”、先端光量子科学アライアンスセミナー (慶應大学、2014 年 3 月)</p> <p>河野 行雄 (招待講演)、 “グラフェンによる広帯域周波数可変テラヘルツ・赤外光検出”、応用物理学会応用電子物性分科会 「グラフェンの基礎物性とデバイス応用の新展開」 (東京工業大学、2013 年 12 月)</p> <p>Y. Kawano, “Near-Field Terahertz Microcopy: Characterization of Semiconductors, Graphene, and Polymers”, 9th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '13 (Hawaii, Dec., 2013)</p> <p>河野 行雄 (招待講演)、 “半導体・グラフェンによるテラヘルツ波検出・分光・撮像デバイス”、電子情報通信学会・THz 応用システム研究会 (北海道大学、2013 年 8 月)</p> <p>Y. Kawano (Invited)、 “Graphene-Based Terahertz and Infrared Spectrometer”, Collaborative Conference on Materials Research 2013 (Jeju island, South Korea, June 2013).</p> <p>河野 行雄 (招待講演)、 “新規開拓電磁波「テラヘルツ波」で捉える物質の機能～半導体、ナノカーボン、ソフトマター～”、丸文財団 特別公開シンポジウム 「フォトニクス・エレクトロニクス融合の最先端」 (東京大学先端科学技術研究センター、2013 年 5 月)</p> <p>Y. Kawano (Invited)、 “Active and passive near-field THz imaging”, International Workshop on Terahertz Science and Technology 2013 (Kyoto, April 2013).</p> <p>一般向け 計 3 件</p> <p>・「『テラヘルツ波』で目に見えない物を見る」 2013 年 9 月 6 日 東京工業大学 田町キャンパスイノベーションセンター(4 階 410 号室)一般向け公開講演会</p> <p>・「テラヘルツ波」で目に見えないものを見る 2013 年 10 月 13 日</p>

様式19 別紙1

	<p>東京工業大学大岡山キャンパス(西9号館2階デジタル多目的ホール) 一般向け公開講演会 ・スーパーサイエンスハイスクールへの出前講義 特別授業 2014年1月11日 東京都立多摩科学技術高等学校</p>
<p>図書 計1件</p>	<p>Y. Kawano, “Terahertz Technology Based on Nano-Electronic Devices”, Chapter 1 of “High-Speed Devices and Circuits with THz Applications”, CRC Press, in press.</p>
<p>産業財産権 出願・取得状況 計2件</p>	<p>(取得済み) 計2件 河野 行雄(80%)、石橋 幸治(20%)、特願 2008-178041 「近接場テラヘルツ光検出器」が2013年10月25日に特許登録 河野 行雄(90%)、石橋 幸治(10%)、特願 2009-27537 「テラヘルツ電磁波検出装置とその検出方法」が2014年2月14日に特許登録 (出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://diana.pe.titech.ac.jp/kawano/index.html</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>・『テラヘルツ波』で目に見えない物を見る 2013年9月6日 東京工業大学 田町キャンパスイノベーションセンター(4階 410号室)一般向け公開講演会 参加者 62名 ・「テラヘルツ波」で目に見えないものを見る 2013年10月13日 東京工業大学大岡山キャンパス(西9号館2階デジタル多目的ホール) 一般向け公開講演会 参加者 250名 ・スーパーサイエンスハイスクールへの出前講義 特別授業 2014年1月11日 東京都立多摩科学技術高等学校 参加者 25名</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計3件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nature Publishing Index 2013 で当研究室の紹介, “Terahertz technology takes off” 2. 科学新聞(2014年2月21日) “学術振興会賞・学士院学術奨励賞授賞式” 3. 科学新聞(2014年1月1日) “第10回日本学術振興会賞”
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本学術振興会賞受賞(2014年) ・ 船井学術賞受賞(2014年) ・ Contemporary Physics 誌の表紙に選定

4. その他特記事項

「東工大の星」に選定(<http://www.titech.ac.jp/news/2014/025285.html>)

「フロントランナー・挑戦する科学者たち(仮題)」(日本経済新聞出版社)で紹介(2014年6月発行予定)

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	121,000,000	101,340,000	19,660,000	0	0
間接経費	36,300,000	30,402,000	5,898,000	0	0
合計	157,300,000	131,742,000	25,558,000	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	30,808,925	19,660,000	2,351	50,471,276	50,471,276	0	0
間接経費	0	5,898,000	0	5,898,000	5,898,000	0	0
合計	30,808,925	25,558,000	2,351	56,369,276	56,369,276	0	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	50,358,775	THz計測・電気伝導計測用の装置、消耗品
旅費	0	
謝金・人件費等	0	
その他	112,501	学会参加費
直接経費計	50,471,276	
間接経費計	5,898,000	
合計	56,369,276	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
セパレート式冷却 水循環装置	株式会社AMU冷熱製 AS-24000-A137 室外機付タイプ	1	2,940,000	2,940,000	2013/5/10	東京工業大学
テラヘルツレー ザースystem	英国エンジンバラ 社製 中赤外レーザー をポンプ光として 連続テラヘルツ 光を発振	1	20,370,000	20,370,000	2013/6/19	東京工業大学
低振動型温度可変 装置	仁木工芸(株)製 Model LTS-082- LVEC-OP5-M 325Kから4K以下 まで温度可変	1	8,295,000	8,295,000	2013/9/13	東京工業大学
モジュラDCソース/ モニタ	半導体電気伝導 測定用	1	999,380	999,380	2013/8/9	東京工業大学
ラボラトリージャッ キ、ジンバルミラー	THz光学部品用	1	547,890	547,890	2013/7/31	東京工業大学
半導体誘電率測定 装置	(有)スペクトルデ ザイン製 取り込み信号ダ イナミックレンジ 16ビット以上	1	15,500,000	15,500,000	2013/12/17	東京工業大学
光波形画像解析ソ フトウェア	波形表示、関数 フィッティング機 能有	1	610,000	610,000	2014/2/12	東京工業大学