

様式 Z - 7

平成28年度科学研究費助成事業 実績報告書(研究実績報告書)

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 4. 研究期間 平成26年度～平成28年度
5. 課題番号

2	6	2	8	7	0	6	5
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 磁気カイラルメタ物質を用いた光に対する人工的ゲージ場の創成

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
9 0 3 6 0 5 9 4	トミタ サトシ	物質創成科学研究科	助教
	富田 知志		

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
9 0 2 9 3 9 8 5	ウエダ テツヤ	京都工芸繊維大学・電気電子工学系	教授
	上田 哲也		
4 0 4 6 2 6 9 2	サワダ ケイ	国立研究開発法人理化学研究所・放射光科学総合研究センター	特別研究員
	澤田 桂		

9. 研究実績の概要

昨年度得られた「光のシュテルン・ゲラッハ効果」、すなわちミリメートルサイズのカイラルメタ原子を用いて構築した不均一カイラルメタ物質がマイクロ波にとって「磁場」のように振る舞う現象、で得られた知見を基礎として、カイラルメタ原子を磁気カイラルメタ分子に置き換えて不均一磁気カイラルメタ物質を作製し、自由空間での10GHz帯マイクロ波の伝搬を調べた。現在実験結果を解析中であり、マイクロ波に対する人工的ゲージ場の発現が期待される。

更に磁気カイラルメタ分子の高周波での機能発現の為に、応力誘起自己巻き上げ法を用いて作製したマイクロメートルサイズの強磁性体カイラル構造を伝送線路強磁性共鳴で調べた。そして30GHz帯で単一メタ分子からの強磁性共鳴を観測することに成功した。また電磁波のみならず、電気伝導での磁気カイラル効果(磁気カイラル電気伝導)の観測を目指し、走査型電子顕微鏡中でのナノプローブ装置を用いて、磁場下での単一メタ分子の電気伝導を測定した。これらの成果は国内及び国際会議で発表し、論文投稿を済ませている。またスペインとの共同研究で学んだ可視光領域での磁気光学エリブソメトリーの手法を用いて、マイクロ波領域での磁気光学・光学活性エリブソメトリーの実験の検討に着手した。

そして今後に向けた新しい展開として、メタ固体物理学の開拓を始めた。カイラルメタ原子を二次元にならべた二次元カイラルメタレイヤでのマイクロ波の伝搬を調べた。実験でマッピングした近接場磁場がメタレイヤの端に局在すること、そして局在範囲がメタ原子のカイラリティに応じて入れ替わることが明らかになった。この結果は電磁界シミュレーションでも再現され、マイクロ波がメタ原子で特定の方向に散乱されることを示唆している。この結果は固体での電子のスピンホール効果などとのアナロジーで大変興味深い。この成果の投稿論文を現在準備中である。

10. キーワード

- (1) メタマテリアル (2) カイラリティ (3) 光学活性 (4) 磁気光学効果
 (5) 磁気カイラル効果 (6) 人工的ゲージ場 (7) スピンホール効果 (8) メタ固体物理学

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(1/10)

11. 現在までの進捗状況

(区分)

(理由)

28年度が最終年度であるため、記入しない。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

28年度が最終年度であるため、記入しない。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

28年度が最終年度であるため、記入しない。

(使用計画)

28年度が最終年度であるため、記入しない。

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (4) 件 / うち査読付論文 計 (4) 件 / うち国際共著論文 計 (1) 件 / うちオープンアクセス 計 (3) 件

著者名		論文標 題				
Toshiyuki Kodama, Satoshi Tomita, Takeshi Kato, Daiki Oshima, Satoshi Iwata, Satoshi Okamoto, Nobuaki Kikuchi, Osamu Kitakami, Nobuyoshi Hosoi, Hisao Yanagi		Ferromagnetic Resonance of a Single Magnetochiral Metamolecule of Permalloy				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Physical Review Applied	有	6	2016	24016	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1103/PhysRevApplied.6.024016						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

著者名		論文標 題				
Satoshi Tomita, Hiroyuki Kurosawa, Kei Sawada, Tetsuya Ueda		Enhanced magnetochiral effects at microwave frequencies by a single metamolecule				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Physical Review B	有	95	2017	85402	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1103/PhysRevB.95.085402						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

著者名		論文標 題				
Patricia Riego, Satoshi Tomita, Kaoru Murakami, Toshiyuki Kodama, Nobuyoshi Hosoi, Hisao Yanagi, Andreas Berger		Enhanced magneto-optical Kerr effects in Py/Ag/Bi trilayers				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Journal of Physics D: Applied Physics	有	50	2017	19LT01	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1088/1361-6463/aa69f9						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

(課題番号: 26287065)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

著 者 名		論 文 標 題				
Hiroyuki Kurosawa, Kei Sawada, Seigo Ohno		Photon Drag Effect due to Berry Curvature				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Physical Review Letters	有	117	2 0 1 6	83901	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1103/PhysRevLett.117.083901						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

〔学会発表〕 計(18)件/うち招待講演 計(5)件/うち国際学会 計(3)件

発 表 者 名		発 表 標 題	
Toshiyuki Kodama, Satoshi Okamoto, Nobuaki Kikuchi, Osamu Kitakami, Satoshi Tomita, Nobuyoshi Hosoito, Hisao Yanagi		Nonreciprocal microwave transmission of a magneto chiral metamolecule	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
2016 Thailand-Japan Microwave (TJMW2016) (国際学会)	2016年06月10日	Bangkok, Thailand	

発 表 者 名		発 表 標 題	
富田知志		メタマテリアルに未来はあるか	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
ワークショップ：物性物理・現状と将来	2016年06月24日	秋田大学、秋田県秋田市	

発 表 者 名		発 表 標 題	
諏訪智巳、児玉俊之、吉田明弘、富田知志、細糸信好、柳久雄		エピタキシャル成長した磁性フィボナッチ多層膜の強磁性共鳴	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
第40回 日本磁気学会 学術講演会	2016年09月05日	金沢大学、石川県金沢市	

発表者名	発表標 題	
児玉俊之、草薙勇作、岡本聡、菊池伸明、北上修、富田知志、細系信好、柳久雄	平行伝送線路を用いたパーマロイカイラル構造のマイクロ波分光	
学会等名	発表年月日	発表場所
第40回 日本磁気学会 学術講演会	2016年09月06日	金沢大学、石川県金沢市

発表者名	発表標 題	
富田知志、児玉俊之、柳久雄、葛西伸哉、三俣千春	強磁性カイラル構造のマイクロマグネティクス計算	
学会等名	発表年月日	発表場所
第40回 日本磁気学会 学術講演会	2016年09月06日	金沢大学、石川県金沢市

発表者名	発表標 題	
村上郁、児玉俊之、富田知志、細系信好、柳久雄	強磁性金属のカイラル構造での非相反電気伝導の測定	
学会等名	発表年月日	発表場所
第40回 日本磁気学会 学術講演会	2016年09月08日	金沢大学、石川県金沢市

発表者名	発表標 題	
T. Kodama, Y. Kusanagi, S. Okamoto, N. Kikuchi, O. Kitakami, S. Tomita, N. Hosoito, H. Yanagi	Nonreciprocal microwave transmission through a single metamolecule with magnetism and chirality on coplanar waveguide	
学会等名	発表年月日	発表場所
The Tenth International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics (国際学会)	2016年09月20日	Chania, Greece

発表者名		発表標 題	
富田知志		カイラリティと磁性が共存するメタ分子	
学 会 等 名		発表年月日	発表場 所
「微粒子 - 流体混成系がもたらす多様な機能性」～基礎物理から、メタマテリアル効果、熱応答性、種々の新現象～（招待講演）		2016年09月26日	東北大学、宮城県仙台市

発表者名		発表標 題	
富田知志		時空の対称性が破れたメタマテリアルの電磁気応答	
学 会 等 名		発表年月日	発表場 所
応用物理学会 量子エレクトロニクス研究会（招待講演）		2016年12月10日	上智大学・軽井沢セミナーハウス、長野県北佐久郡

発表者名		発表標 題	
諏訪智巳、児玉俊之、吉田明弘、富田知志、細糸信好、柳久雄		エビタキシャル磁性フィボナッチ多層膜の強磁性共鳴	
学 会 等 名		発表年月日	発表場 所
電気学会 フィジカルセンサ/マイクロマシン・センサシステム合同研究会		2016年12月19日	物質・材料研究機構、茨城県つくば市

発表者名		発表標 題	
Satoshi Tomita		Metamaterials with broken symmetries	
学 会 等 名		発表年月日	発表場 所
International Symposium on Photonics and Electronics Science and Engineering（招待講演）（国際学会）		2017年03月10日	Kyoto University, Kyoto, Japan

発表者名	発表標 題	
村上郁、児玉俊之、富田知志、細系信好、柳久雄	コバルトのマイクロカイラル構造での非相反電気伝導の測定	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第64回 応用物理学会 春季学術講演会	2017年03月14日	パシフィコ横浜、神奈川県横浜市

発表者名	発表標 題	
中山和之、富田知志、笠原健司、児玉俊之、細系信好、柳久雄、眞砂卓史	準周期磁気構造体を利用したスピン波制御	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本物理学会 第72回年次大会	2017年03月17日	大阪大学、大阪府豊中市

発表者名	発表標 題	
久本伸之、上田哲也、澤田桂、富田知志	2次元カイラルメタマテリアルに沿って伝搬する電磁波の非対称電磁界分布の観測	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本物理学会 第72回年次大会	2017年03月17日	大阪大学、大阪府豊中市

発表者名	発表標 題	
富田知志、澤田桂、永井翔太郎、眞田篤志、久本伸之、上田哲也	不均一カイラルメタ物質を用いたマイクロ波のシュテルン・ゲルラッハ実験	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本物理学会 第72回年次大会	2017年03月17日	大阪大学、大阪府豊中市

発表者名	発表標題	
村上郁、児玉俊之、富田知志、細系信好、柳久雄	強磁性金属カイラルメタ分子における非相反電気伝導	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本物理学会 第72回年次大会	2017年03月19日	大阪大学、大阪府豊中市

発表者名	発表標題	
富田知志	メタマテリアルへの微粒子プラズマの利用	
学会等名	発表年月日	発表場所
京都工芸繊維大学 プラズマ制御科学研究センター 2016年度公開研究会（招待講演）	2017年03月22日	京都工芸繊維大学、京都府京都市

発表者名	発表標題	
児玉俊之、富田知志、細系信好、柳久雄	磁気カイラルメタ分子の電気磁気特性	
学会等名	発表年月日	発表場所
2017年電子情報通信学会総合大会（招待講演）	2017年03月22日	名城大学、愛知県名古屋

〔図書〕 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究：国際共同研究である

共同研究相手国	相手方研究機関			
スペイン	CIC nanoGUNE	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-				

17. 備考

富田知志オンライン

http://mswebs.naist.jp/LABs/optics/tomita/jpn/index_j.htm