

国際共同研究事業
国際化学研究協力事業
平成29年度実施計画書

平成29年3月6日

共同研究代表者

所属機関・部局 同志社大学・ハリス理化学研究所

職・氏名 教授・彌田^(ふりがな) 智一^{いよだ ともかず}

1. 研究課題名 (和文) 金属ナノ構造表面および配列体に近接した分子・高分子の電子構造・振動ダイナミクス

(英文) Electronic and Vibrational Dynamics of Molecules and Polymers in Close Proximity to Nanostructured Metal Surfaces and Arrays

2. 共同研究実施期間

平成26年9月1日 ～ 平成29年8月31日(3年0ヶ月)

(注) 本計画書は、受託機関を通して電子データにて提出してください。

5. 本年度実施計画の概要

- ※ 申請書の内容を踏まえて、日本語にて記入してください。
- ※ 経費及び交流計画との関連がわかるように具体的に記入してください。

○本国際共同研究の目標と方針

本研究は、金属プラズモニック構造基板に配置された分子・高分子・タンパク質のナノ金属増強電場下にある分子励起状態の電子・振動ダイナミクスの解明を目的としている。日米(東工大と Rutgers 大)を跨ぐ多様な材料化学 3 グループと多様な高速分光計測 3 グループからなる国際連携チームを編成し、独自に開発してきた基盤技術を融合することにより本目的を達成する。光エネルギー変換、光触媒、および光エレクトロニクスに基盤となる周期的なナノ構造化金属や金属微粒子 アレイをプラズモニック構造基板とし、基板に配置された分子の金属界面に形成する増強電場との相互作用に基づく特異な光学特性とそのダイナミクスの解明を実現するあたらしい材料設計と光学計測を確立する。

平成 29 年度は、最終年度のため個々の共同研究の成果を取り纏め、最終成果報告会を行う。また、平成 29 年 4 月 1 日、代表者彌田が同志社大学ハリス理化学研究所に異動に伴い、本研究の運営・予算執行機関を同志社大学に移す。

○平成 29 年度研究実施計画

【彌田グループ】

・金ナノロッドアレイ基板の量産プロセスと光学特性 (彌田、河内、野瀬)

本国際共同研究の共有基盤技術となる金ナノロッドアレイ基板の量産プロセス(実験室レベル: 8 枚/2 日)を確立したので、引き続き、Piotrowiak グループ、Vacha グループ、藤井グループへの提供し、共同研究を推進する。同志社大学における彌田グループでは、ガラス基板の他、Si ウエハ、ペットフィルムなど基板汎用性、垂直配向構造の品質改善、金属ナノ構造のプラズモン物性を専門とする三宮グループと詳細な光学物性を評価する。

・分子グリッド配線のプラズモン増強蛍光と振動分光 (彌田、河内、野瀬)

JST-ERATO 彌田超集積材料プロジェクト(2017 年 3 月終了)が開発した分子グリッド配線技術*は、金ナノロッドアレイ基板を用い、当初の目標である π 共役系高分子ワイヤによる重合配線に成功し、金ナノロッドのプラズモン増強ラマン散乱によって配線を実証した。本国際共同研究では、この配線された分子グリッド基板のプラズモン増強蛍光、振動分光およびそのダイナミクスの研究対象の可能性について、Vacha グループ、Piotrowiak グループ、藤井グループ、三宮グループと探索研究を行う。

・金属ナノ構造を用いた光スイッチ/光ダイオード素子の作製 (三宮)

三宮グループは、これまで本国際共同研究で色素分子と金属ナノ構造をカップリングさせることで、色素分子の寿命の変化、感度増感、偏光の制御に成功している。本年度は、Vacha、平田との共同調査により、適当なフォトクロミック分子を用いることで、ナノサイズで動作する光ドライブの光スイッチ/光ダイオード素子が作製可能との見通しを得たので、本年度に作製に着手する予定である。

【Vacha グループ】

・プラズモン増強 Förster 型エネルギー移動 (Vacha、平田)

金ナノ粒子の偏光励起による Förster 型エネルギー移動を理解するために、ドナー・アクセプター分子間距離を精密に制御する。具体的には、金ナノ粒子表面に修飾したドナー分子と最表面のアクセプター分子間の高分子スペーサー厚を制御する。また、Fabris グループとの共同研究により、ドナー分子を表面修飾した金ナノ粒子とアクセプター分子を表面修飾した金ナノ粒子を繋ぐリンカー分子長を制御する方法についても検討する。

・金ナノロッドアレイ基板を用いたプラズモン増強蛍光 (Vacha、平田)

彌田グループが作製した金ナノロッド基板を用いると、そのプラズモン増強場により、植物光合成の Photosystem I (PS I) の一分子蛍光が観測される。この増強場は、室温で PS I の一分子蛍光の偏光情報が取得でき、PS I 構造との相関により、長い間未解明であった長波長側の発光種の解明を行う。さらに、PS I のエキシトン分裂によって発生する光電流のプラズモン増強についても検討する。

【藤井グループ】

・金ナノロッドアレイ表面 SAM 膜の分子配向評価法の確立 (酒井、藤井)

東工大・彌田グループおよび Fabris グループが作成した金ナノロッドアレイ表面に Au-C≡C-X 結合により

自己組織化単分子膜 (SAM) を形成している基板に対する SAM 膜の分子配向評価を振動和周波光検出超解像赤外分光イメージングにより行う。評価の指標としては、Au-C≡C-X 結合中において分子の配向方向と同方向に振動する-C≡C-バンド (~2000 cm⁻¹) を用い、1) 金の均一表面上における SAM 膜を新規作成し、それを標準試料として、-C≡C-バンドの信号強度の規格化を行う、2) 各種の SAM 膜における-C≡C-バンドの偏光依存性測定を行う、ことにより基板局所部分における SAM 膜の分子配向評価を行う。

○共同研究推進の運営と計画

・上記の研究を具体的に推進するため、これまでに購入した装置 (ソースメータ、UV レーザー、小型窒素ガス発生装置等) や既存の計測装置・顕微鏡類等のアクセサリ類・試薬・ガラス器具類を「消耗品費」に、装置運搬・調整費、報告書印刷費を「その他」に計上した。

・6月頃、彌田が東京工業大学へ出張し、藤井グループ、Vacha グループと最終成果報告へ向けての日本側ミーティングを行う予定のため「国内旅費」を計上した。また、7月頃に Rutgers 大学チーム主催の ICC meeting 成果報告会を米国で開催する予定で、日本側参加者が出席予定のため「外国旅費」を計上した。

・日本側3チームの事務局を彌田チームに設置しているため、業務委託手数料を事務員雇用 (謝金) などに充てる予定である。

脚注* 「分子で回路を創る」視点に立ち、従来の「一対のナノギャップ電極を用いた夥しい回数の電気伝導測定と統計処理」を「夥しい数の超高密度ナノギャップ電極基板を用いた電気伝導特性の一括評価」に置き換える方法論

6. 本年度経費総額* 3,300 千円

* 研究経費と業務委託手数料の合計を記入して下さい。

(単位：千円)

研究経費							業務委託 手数料
設備備品費	消耗品費	旅費等		人件費・ 謝金等	その他経 費	外国旅 費・人件 費・謝金 等に係る 消費税*	
		国内旅費	外国旅費				
0	500	100	2,100	0	300	本学負担	300

- * 外国旅費・人件費・謝金等に係る消費税を本経費から支出しない場合は、その理由等を「外国旅費・人件費・謝金等に係る消費税」欄に記入してください。
- * 委託費の上限は申請額に基づき、研究経費 1,500 万円/年に、研究経費に対し 10%以内の事務委託手数料を加えた額とします。

翌年度所要見込額	翌々年度所要見込額	3年度後所要見込額

左の欄は該当する場合のみ記入してください。
(単位：千円)

- * 委託費の上限は申請額に基づき、研究経費 1,500 万円/年に、研究経費に対し 10%以内の事務委託手数料を加えた額とします。

研究計画全体必要額
49,500

2年度目以降の場合は、前年度までの執行済額も含めて記載してください。
(単位：千円)

- * 研究計画全体必要額の上限は申請書記載の額とします。

7. 設備備品費、消耗品費、人件費・謝金等、その他経費

	細目	金額 (単位：千円)	積算内訳
設備備品費	なし		
	計	0	
消耗品費	顕微鏡アクセサリ	100	光学部品@50×2個
	試薬	200	テトラヒドロフラン・トルエン等@50×4ヶ月
	ガラス器具	200	サンプル管瓶・シリンジ等@50×4ヶ月
	計	500	
人件費・謝金等	なし		
	計	0	
その他経費	装置運搬・調整費	200	@200×1回
	印刷費	100	@100×1回
	計	300	

備考：

- ① 細目は設備備品費、消耗品費、人件費・謝金等、その他経費（「通信費（切手・電話等）」「運搬費」「印刷費」等（手引 8-8 参照）の別に記入してください。
- ② 設備備品費、消耗品費、人件費・謝金等、については、「積算内訳」の欄に品名又は人物名、単価及び数量を明記してください。

8. 交流計画

(a) 日本側参加者（代表者を含む）の国内出張計画

出張者 (氏名)	出発地 (都市名)	用務先 (都市名)	旅行期間*	用 務 (用務先・用務内容)	経費負担**
彌田智一	京田辺市	横浜市	6月頃、 3日間	東京工業大学・共同研究打 合せ	有

* 旅行期間の欄の記入例：「6月頃、10日間」

** 本経費使用予定の有無を記入すること

(b) 日本側参加者（代表者を含む）の米国への渡航計画

出張者 (氏名)	出発地	用務先 (都市名)	旅行期間*	用 務 (用務先・用務内容)	経費負担**
彌田智一	京田辺市	ニューア ーク	7月頃、 5日間	Rutgers 大学・研究成果報 告会	有
三宮 工	横浜市	同上	同上	同上	有
藤井正明	同上	同上	同上	同上	有
酒井 誠	岡山市	同上	同上	同上	有
Vacha Martin	東京都	同上	同上	同上	有
平田修造	同上	同上	同上	同上	有

* 旅行期間の欄の記入例：「6月頃、10日間」

** 本経費使用予定の有無を記入すること

(c) 日本側参加者（代表者を含む）の米国以外の国への渡航計画*

出張者 (氏名)	出発地	用務先 (国名・都 市名)	旅行期間**	用 務 (用務先・用務内容)	経費負担***

* 外国出張の渡航先は原則として、米国のみを渡航先とします。ただし、当該共同研究の研究成果発表を目的とする学会等への出席や、フィールドワーク等で当該第三国へ行くことが必須である研究上の理由がある場合に限り、米国以外の国を訪問することは可能です。

** 旅行期間の欄の記入例：「6月頃、10日間」

*** 本経費使用予定の有無を記入すること

(d) 米国側研究者の来日計画

出張者 (氏名)	用務先	旅行期間*	用 務 (用務先・用務内容)

* 旅行期間の欄の記入例：「6月頃、10日間」