

国際共同研究事業  
国際化学研究協力事業  
平成 27 年度実施計画書

平成 27 年 2 月 17 日

共同研究代表者

所属機関・部局 東京工業大学・資源化学研究所

職・氏名 教授・彌田 智一

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. 共同研究参加者

(1) 日本側参加者\* (代表者を除く)

| 氏名           | 所属研究機関・職名              | 専門及び本研究における役割 |
|--------------|------------------------|---------------|
| 藤井 正明        | 東京工業大学資源化学研究所・教授       | レーザー分光・IR測定   |
| Martin Vacha | 東京工業大学理工学研究科・教授        | 単分子計測・顕微蛍光解析  |
| 長井 圭治        | 東京工業大学資源化学研究所・准教授      | 有機半導体光触媒      |
| 酒井 誠         | 東京工業大学資源化学研究所・准教授      | 顕微分光システム      |
| 平田 修造        | 東京工業大学理工学研究科・助教        | 光化学、有機半導体     |
| 鎌田 香織        | 東京工業大学フロンティア研究機構・博士研究員 | ナノ・マイクロ構造材料   |
| 山口 章久        | 東京工業大学フロンティア研究機構・博士研究員 | 液体金属ナノ構造材料    |
| 三治 敬信        | 東京工業大学フロンティア研究機構・博士研究員 | $\pi$ 共役系高分子  |
| 河内 岳大        | 東京工業大学フロンティア研究機構・博士研究員 | ナノ接合・機能性高分子   |
| 日比 裕理        | 東京工業大学資源化学研究所・博士研究員    | リビング重合反応      |
| 野瀬 啓二        | 東京工業大学資源化学研究所・博士課程     | 高分子材料化学       |
| 間嶋 裕         | 東京工業大学資源化学研究所・修士課程     | 液体金属ナノ粒子      |
| 牛尾 公平        | 東京工業大学資源化学研究所・修士課程     | 顕微レーザー分光      |
| 石井 達也        | 東京工業大学理工学研究科・修士課程      | 顕微蛍光分析        |
| 松田 将稀        | 東京工業大学理工学研究科・修士課程      | 顕微蛍光分析        |
| 成島 魁至        | 東京工業大学理工学研究科・修士課程      | 顕微蛍光分析        |
| 朝倉 裕登 (新)    | 東京工業大学資源化学研究所・修士課程     | リビング重合反応      |

\* 新規の共同研究で申請書から新たに参加者を追加する場合、または、継続の共同研究で前年度から新たに参加者を追加する場合は、追加する参加者に (新) のマークをつけてください。

(2) 米国側参加者\* (代表者を含む)\*\*

| 氏名                   | 所属研究機関・職名                              | 専門及び本研究における役割   |
|----------------------|--|-----------------|
| ○Piotr Piotrowiak    | Rutgers University・Professor           | 分光測定・米国側代表者     |
| Laura Fabris         | Rutgers University・Assistant Professor | 金属微粒子・ナノロッド作製   |
| Deirdre M. O Carroll | Rutgers University・Assistant Professor | FETD・FDTD等の理論計算 |
| Zhang Gong           | Rutgers University・PhD student         | 色素分子配置          |
| BinXing Yu           | Rutgers University・PhD student         | 表面プラズモン理論計算     |

\* 継続の共同研究で前年度から新たに参加者を追加する場合は、追加する参加者に (新) のマークをつけてください。

\*\* 米国側代表者の氏名の前に、「○」のマークをつけてください。

## 6. 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。

※ 経費との関連がわかるように具体的に記入してください。

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 of 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、基板上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 27 年 1 月 15-16 日 Rutgers 大学にて開催のキックオフ会議(参加者:Rutgers 大学側、Piotrowiak、Fabris、O' Carroll ほか学生 7 名; 東工大側、彌田、Vacha、酒井、平田ほか学生 4 名)にて、各 PI より研究紹介と本 ICC への貢献と期待について発表(1/16、17 終日を費やして共同研究提案とディスカッションを行った)。その結果、各 PI が着手すべき試料の共有と期待されるチーム内共同研究のアサイメントを行った。平成 27 年度は、この方針に基づき、以下の研究推進を加速する。

作製グループ(彌田、O' Carroll、Fabris)がこれまで開発してきた独自の金属ナノ構造プラズモニック構造基板とポリチオフェン、ピレン、ポルフィリン、ペンタセン、ペリレンジイミド等の共役高分子および蛍光分子、タンパク質をモデル分子としたプラズモニック構造基板-分子・高分子システムに対して、計測グループ(藤井、Vacha、Piotrowiak)がそれぞれ特徴ある先端的時間分解顕微分光システムを駆使して増強電場効果の検証と新現象の発見に務める。これらの結果に基づいて各研究者が、金属ナノ構造作製・分光測定における新たな課題の抽出と試作、測定対象分子の探索と選択を行い、プラズモン-分子強結合システムのダイナミック物性評価のための環境整備を行う。

具体的には、(1) 周期構造の形状、サイズ、間隔の検証を含めたプラズモニック構造基板の作製プロセスの確立を行う(彌田、O' Carroll、Fabris)。特に、提供可能な構造仕様などカタログを作製し、試料共有による共同研究を開始する。(2) 電場増強プラズモニック基板におけるアップコンバージョン、エネルギー移動、和周波混合振動分光、過度吸収スペクトルなど光物理過程に現れる特異現象の探索研究を開始する(全員)。さらに、(3) プラズモニック構造基板上の分子・高分子の電子・振動ダイナミクスの観察に適した  $\pi$  共役系高分子および機能分子の設計と合成に着手する(彌田、O' Carroll、Fabris)。

2 年次は、キックオフ会議で共有した共同研究シーズに対して、具体的な探索研究を行い、平成 27 年 12 月の MRS Fall Meeting (ボストン) および 2015 環太平洋国際化学会議 (Pacifichem2015、ハワイ) の機会に検討ミーティングを行い、情報交換と成果発表に向けた方針について議論する。平成 26 年度に実施した学生短期派遣(彌田グループより Fabris グループ、4 ヶ月)に続く、若手スタッフや学生の短期派遣を通じた国際共同研究の推進を加速する。Vacha グループは、26 年度に金属ナノ粒子の表面プラズモンと有機色素の励起子との相互作用に外部電場の影響を詳細に検討するために、精密な電源(ソースメータ)を導入し、さらに 27 年度は金属ナノ粒子の表面プラズモンと有機色素との相互作用を 1 粒子レベルで詳細に検討するために、幅広い蛍光性物質を対象にできる UV レーザー(355nm)の導入を検討する。藤井グループは、既設の計測装置をアップグレードを検討する。材料作製の彌田は、26 年度に導入した既設の可視近赤外吸収スペクトル用の偏光入射角度依存測定付属装置を駆使して、プラズモニック構造基板の光学特性評価と共有試料としての仕様管理を行う。これに関して技術員の雇用を検討する。また、Vacha、彌田は、それぞれ関連分野の研究者と研究打ち合わせを行うために、国内旅費を計上した。日本側 3 チームの事務局を彌田チームに設置し、業務委託手数料を事務員雇用などに充てる。

7. 本年度経費総額 16,500 千円

(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  |         |       |                     |         |
| 3,000 | 5,000 | 100  | 3,900 | 2,500   | 500   | 大学にて別途負担            | 1,500   |

\* 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、次のとおりとします。

- ・平成 23 年度以前の採択課題・・・2,000 万円/年（うち事務委託手数料は、研究経費に対し 10%以内）
- ・平成 24 年度以降の採択課題・・・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

| 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 |
|----------|-----------|------------|
| 16,500   | 3,300     |            |

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、次のとおりとします。

- ・平成 23 年度以前の採択課題・・・2,000 万円/年（うち事務委託手数料は、研究経費に対し 10%以内）
- ・平成 24 年度以降の採択課題・・・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

| 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。

8. 設備備品費、消耗品費、人件費・謝金等、その他経費

|         | 細目                  | 金額<br>(単位：千円) | 積算内訳                                |
|---------|---------------------|---------------|-------------------------------------|
| 設備備品費   | UVレーザー              | 3,000         | コヒレント社<br>全固体連続発振 UV レーザ (355nm) 一式 |
|         | 計                   | 3,000         |                                     |
| 消耗品費    | 光学部品 (ミラー、<br>レンズ類) | 1,500         | @300×5 式                            |
|         | 合成試薬・有機溶媒           | 600           | @20×30 本                            |
|         | 電極・基板材料             | 400           | @20×20 個                            |
|         | 顕微鏡分光器消耗品           | 1,000         | @100×10 個                           |
|         | 装置アップグレード           | 1,500         | @1,500×1 式                          |
| 計       | 5,000               |               |                                     |
| 人件費・謝金等 | 専門技術員雇用             | 2,500         | @250×10ヶ月×1人                        |
|         | 計                   | 2,500         |                                     |
| その他経費   | 機器修理                | 500           | @500×1式                             |
|         | 計                   | 500           |                                     |

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」の欄に品名または人物名、単価および数量を明記してください。

9. 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<br>(氏名)  | 出発地<br>(都市名) | 用務先<br>(都市名) | 旅行期間*       | 用 務<br>(用務先・用務内容) | 経費負担** |
|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|--------|
| 彌田智一         | 横浜市          | 大阪市          | 11月頃<br>2日間 | 大阪大学・研究打合せ        | 有      |
| Martin Vacha | 東京都          | 仙台市          | 11月頃<br>2日間 | 東北大学・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<br>(氏名)  | 出発地 | 用務先<br>(都市名) | 旅行期間*       | 用 務<br>(用務先・用務内容)                  | 経費負担** |
|--------------|-----|--------------|-------------|------------------------------------|--------|
| 彌田 智一        | 横浜市 | 米国（ニューアーク）   | 6月頃<br>2週間  | Rutgers University・研究打合せ           | 有      |
| 長井 圭治        | 横浜市 | 同上           | 6月頃<br>1週間  | 同上                                 | 有      |
| 間嶋 裕         | 横浜市 | 同上           | 7月頃<br>4ヶ月  | 同上                                 | 有      |
| 彌田 智一        | 横浜市 | 米国（ボストン他）    | 12月頃<br>1週間 | ボストン・MRS Fall Meeting<br>参加及び研究打合せ | 無      |
| 朝倉 裕登        | 横浜市 | 同上           | 同上          | 同上                                 | 有      |
| 藤井 正明        | 横浜市 | 米国（ホノルル）     | 12月頃<br>1週間 | ホノルル・Pacifichem2015 参加<br>及び研究打合せ  | 有      |
| 酒井 誠         | 横浜市 | 同上           | 同上          | 同上                                 | 有      |
| 牛尾 公平        | 横浜市 | 同上           | 同上          | 同上                                 | 有      |
| Martin Vacha | 東京都 | 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<br>(氏名) | 出発地 | 用務先<br>(国名・都<br>市名) | 旅行期間** | 用 務<br>(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<br>(氏名)          | 用務先     | 旅行期間*    | 用 務<br>(用務先・用務内容)              |
|----------------------|---------|----------|--------------------------------|
| Piotr Piotrowiak     | 日本・横浜市他 | 10-11月頃、 | 東京工業大学資源化学研究所および理工学研究科・共同研究打合せ |
| Laura Fabris         | 日本・横浜市他 | 1週間      |                                |
| Deirdre M. O Carroll | 日本・横浜市他 | 全て同上     | 全て同上                           |
| Zhang Gong           | 日本・横浜市他 |          |                                |
| BinXing Yu           | 日本・横浜市他 |          |                                |

\* 旅行期間の欄の記入例：「6月頃、10日間」