

### 研究交流計画の目標・概要

【研究交流目標】 交流期間（最長5年間）を通じての目標を記入してください。実施計画の基本となります。（自立的で継続的な国際研究交流拠点の構築と次世代の中核を担う若手研究者の育成の観点からご記入ください。）

#### 【合成とデバイスを真に融合させた「ナノカーボンデバイス科学」の学理と拠点の構築を目指して】

$\pi$  共役系化合物は導電性、光吸収・発光等の豊富な機能を持ち、未来の有機光電子材料開発における鍵物質である。最近この分野において、新規構造を持つ炭素ナノ分子合成と、デバイス評価・解析の両面で、新たな展開が世界中で極めて活発化している。今回の申請メンバーは、この2つの主要研究領域の中で世界を牽引している。代表者（日本側コーディネーター）である山子は、歪みを巧みに利用した新規炭素ナノリングの合成に成功しており (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2010, 2018**)、さらに山子と梶の共同研究により、炭素ナノリングのグラムスケール合成と応用が進められている (*J. Am. Chem. Soc.* **2017**)。廣瀬は電子授受特性と長波長光応答性に優れたキララな $\pi$  拡張型ヘリセンの合成に成功している (*J. Am. Chem. Soc.* **2018**)。一方、梶らは有機物質にも関わらず、極めて速い逆時間交差を持つ $\pi$  共役発光分子の実現に成功している (*Nature Photon.* **2020**)。伊藤は、ボールミルを用いた不溶性有機化合物の新規な化学反応手法を開拓しており、これまで合成が困難であったナノカーボンの変換反応を可能とした (*J. Am. Chem. Soc.* **2021, Nature Commun.** **2019**)。畠山は含ヘテロナノカーボン合成と物性開拓に高い専門性を持ち、数多くのスマートフォンに搭載される実働素子の開発と市場化に成功している (*Nature Photon.* **2019**)。

本拠点形成プログラムでは、上記日本グループと本融合分野で世界を先導する英国 (St Andrews 大学、Edinburgh 大学、Imperial College London)、カナダ (McGill 大学、Alberta 大学、Laval 大学)、ドイツ (Karlsruher 工科大学、Bayreuth 大学) のグループが若手研究者の交流を交えながら、これら進展著しい炭素ナノ分子群の創製とその材料利用への展開を行う国際研究交流拠点形成を行う。従来は、合成化学者とデバイス評価者がそれぞれ役割分担して研究を進めていた。しかし今後は両分野の研究者が分子設計、合成からデバイス評価・解析を行う時代になることは確実である。本国際拠点形成を通じて、最先端有機合成とデバイス作製・評価の両方の知識と実践を兼ね備えた、分野融合次世代リーダーとなる若手研究者育成を行う。

【研究交流計画の概要】 我が国と交流相手国の拠点同士の協力関係に基づく多国間双方向交流として、どのように①共同研究、②セミナー、③研究者交流を効果的に組み合わせて実施するか、研究交流計画の概要を記入してください。

- ① **共同研究**：炭素ナノ分子系材料を中心とし、いまだ合成が困難とされている分子の新規合成を進める。また、高特性が期待される分子の設計・合成を行い、そのデバイス化を進める。さらにそれらの光関連測定、精密解析を行い、基礎的知見の理解を深める。これらの研究を交流相手国との双方向交流として進め、革新的有機デバイスの実現を志向したナノカーボン材料の分子設計と合成、デバイス作製と評価、計算化学と先端解析を用いた物性発現メカニズムの解明からなる、一連のフィードバックサイクルを迅速かつ綿密化し、最先端ナノカーボン材料を基軸とする次世代光電子材料・デバイスを創出する。
- ② **セミナー**：有機合成、量子化学、材料化学、光化学、高速分光、製造プロセス、デバイス物理といった広い分野に関する基礎事項の習得のため、シニアを講師とした、若手に向けた勉強会「若手セミナー」を開催する(年に一度、5~6日間、各国持ち回り)。この若手セミナーでは、通常の大学、大学院での講義でも、通常の学会でも得ることができない、「最先端研究に直結」する「基礎的事項」の習得を可能とする。このように若手の理解を深めることにより、本プログラムにおける実際の最先端研究を効率的に進めることを可能とする。この若手育成セミナーは、本プログラム終了後においても、この学際的分野の今後を世界的にリードする研究者育成の場として、継続開催する。  
また、成果報告会を年に一度、対面あるいはネット経由で行う。英国4グループ、カナダ3グループ、ドイツ4グループ、日本5グループ、合計15グループからの発表で、各グループが数件の共同研究を進める形となるため、数十件のテーマが進められることになる。
- ③ **研究者交流**：合成、デバイス、設計・計算、解析を基軸とした、互いに相補的な研究体制を有する拠点間で、数名の学生、若手研究者を月単位で派遣する。また本申請グループでは、合成同士、解析同士、デバイス同士等であっても、互いに得意とするところが異なる研究グループが参画しており、同研究分野間での研究交流も極めて有意義である。これらの間でも同様な若手研究者を中心とした派遣を進める。

[実施体制概念図] 本事業による経費支給期間(最長5年間)終了時までには構築する国際研究協力ネットワークの概念図を描いてください。

合成とデバイスの真の融合による  
日本を中心とする  
ナノカーボンデバイス科学  
拠点形成・次世代人材育成

