

【日本側コーディネーター及び拠点機関名】

日本側拠点機関名	東京大学工学系研究科
日本側コーディネーター所属・氏名	東京大学工学系研究科・田畑 仁
研究交流課題名	散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン国際研究拠点
相手国及び拠点機関名	スウェーデン・スウェーデン王立工科大学、 スイス・スイス連邦工科大学ローザンヌ校、オランダ・トゥエンテ大学、 フランス・エコールセントラルリヨン、ドイツ・ウルム大学

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。

電子技術や光技術は我々の生活環境の隅々に浸透したが、その発展を支える技術基盤は、デバイス微細化と情報の物量拡大に耐えるスケールリング則にあった。しかし**莫大なエネルギーと環境資源の投入を必要とする従来の技術**に代え、地球環境保護を含めた省エネルギーで人・環境にやさしい環境調和性を強く要求し、これに対応した新たなエレクトロニクス創成が喫緊の課題となっている。研究代表者の田畑を中心とした東京大学の研究グループは、ナノ領域での電子系と光（ナノ電子フォトン系）に関する研究で世界をリードするとともに、ここ10年に渡り欧州との国際研究協力を強化し、質的变化が問われる新時代の電子工学を発信してきた。本研究の狙いは、**スケールリング則に代わる新しい指導原理として「散逸ゆらぎ」に着目し超消費エネルギーを実現するナノ電子フォトン系**の最先端を切り拓く国際共同研究の総合展開と世界的研究拠点の確立にある。「散逸ゆらぎ」とは、開放系において系のエネルギーが安定化する過程において、空間的対称性が自発的に破れて構造形成が起こり（散逸構造）、その結果様々な物理量のゆらぎ状態が形成される現象を示す。従来避けるべきものとされていた「ゆらぎ（雑音）」を積極的に活用する逆転の発想により、革新的な超省エネルギー技術（情報処理、微細加工、デバイス）の創成が期待できる。

具体的な共同研究は、①散逸ゆらぎに基づく新しい省エネルギーを実現する情報処理系の指導原理構築と、②超構造制御形成による散逸ゆらぎデバイス開発、③ナノ電子フォトン系における励起輸送と散逸ゆらぎの評価技術の確立、④省エネを実現する新たなナノ電子フォトン加工原理と技術の実現の4つのコアより組織される。各コアは①スウェーデン王立工科大(KTH)、②スイス連邦工科大ローザンヌ校(EPFL)およびオランダのトゥエンテ大学、③仏エコールセントラルリヨン(ECL)ナノテクノロジ研究所(INL)、④独ウルム大との実績ある研究協力に基づき、日本・スウェーデン・スイス・蘭・仏・独の強みを結集させ、散逸ゆらぎの視点でナノ電子フォトン系の基礎から機能に至る各研究コアの補完的国際研究協力体制を構築し相乗効果を産み出す。これらの具体的な研究の実践に併せて、革新的技術を創出し強靱かつ柔軟な知的体力と国際センスを備えた若手研究者育成プログラムを推進し、将来のエネルギー問題解決に資する時代に即した社会貢献と先端学術を牽引する若手研究者を育成するものである。

【研究交流計画の概要】①共同研究、②セミナー、③研究者交流を軸とし、研究交流計画の概要を記入。

①共同研究：上記の4つのコア各々につき具体的には下記を計画する。各コアで世界レベルの成果創出を目指す。「散逸ゆらぎ」というコンセプトでナノ電子フォトン系の国際研究拠点形成を目指す。

(1)散逸ゆらぎ情報処理：日本及びスウェーデン KTH が連携し、ナノ微粒子間の光エネルギー輸送のエネルギー効率の理論解明や、ナノレベルでのゆらぎのコンピューティングへの応用に関し、独自のシミュレーション技術開発を含めて推進する。なお、ナノ領域での光過程のシミュレーションに関しスイス EPFL も先端学術を有し、必要に応じて多国連携を推進する。

(2)散逸ゆらぎデバイス：日本及び EPFL(スイス)とトゥエンテ大(蘭)が連携し、代表者田畑を中心とした酸化物超構造制御により、酸化物特有の多彩物性(スピン、双極子)ゆらぎのエレクトロニクス適用化技術を発展させるとともに、超省エネデバイスの実現を見据えたゆらぎエレクトロニクスを発展させ、従来技術比で性能指標の桁レベルでの改善を実現する。

(3)ナノ電子フォトン評価：日本及び ECL INL(仏)が連携して推進してきた、相変化材料によるナノ構造電子系の量子状態と散逸のナノスケール評価・制御という画期的成果を発展させるとともに、同じく日仏共同の実績を有するリヨン近郊グルノーブルの研究機関とも連携し、凝縮系物理分野で世界最先端にある日仏連携を発展させる。

(4)ナノ電子フォトン加工：ダイヤモンドは、パワーデバイスや単一光子源等の次世代光エレクトロニクスで重要な材料だが、加工が困難であるため期待されている性能が発揮できていないことが問題となっている。日本とウルム大(独)が連携し、ナノ寸法の光(近接場光)を利用しダイヤモンドを超平坦化加工することで、ダイヤモンドの電子的、光学的特性を飛躍的に向上させることに成功している。本技術を大きく発展させるとともに、上記(1)~(3)と連携させ理論基盤と応用展開を図る。

②セミナー：上記①の各コアにおいてワークショップを日本あるいは相手国において原則として毎年実施するとともに、具体的な多国間共同研究の推進とあわせて、コア間連携ワークショップを随時企画する。さらにコア全体を結集させた国際シンポジウムを本研究の開始時、中間時、終了時に行い、世界に向けた成果発信を行う。

③研究者交流：スウェーデンの情報通信技術、スイスの材料技術、フランスの光技術、ドイツの材料技術の各々においてパートナーの得意技を学ぶとともに日本のオリジナリティを主張し調和させる若手育成を徹底して行うため、参加機関の若手研究者及び大学院生の相手国への短期集中問題解決型滞在を継続的に実施する。また環境調和を実現するナノ電子フォトン系は学際融合領域であり相互的な学識が重要なことから、上記②への若手研究者参画を本事業により協力に支援する。各テーマに関するミニシンポを若手研究者(大学院生含む)のみで企画立案、組織運営してもらい、これらを通して優れた構想力と自主性、実行力を有する若手研究者を育成する。

- スケーリング則に代わる新しい指導原理として「散逸ゆらぎ」に着目し超省エネルギーを実現するナノ電子フォトン系の最先端を切り拓く国際共同研究の総合展開と世界的研究拠点の確立
- 将来を担う世界的若手研究者の育成
- 世界レベルでの研究者交流と研究ネットワークの確立

【コア1】散逸ゆらぎ情報処理



スウェーデン
王立工科大学 (KTH)

協力機関: ルンド大学, Acreo

情報通信技術に強み。
光システムの世界的研究者。
ナノ電子フォトン系の省エネ
性能解明などの先駆者。



L. Thylen 教授

【コア2】散逸ゆらぎデバイス
スイス連邦工科大 (EPFL)
ローザンヌ校



ナノ電子フォトン系の黎明期より
活躍する世界的研究者

O. Martin 教授

オランダ・トゥエンテ大学



ナノデバイスの世界的
研究者。(Sirの称号を有する)

B. Dave 教授

散逸ゆらぎ制御

ナノ電子フォトン国際研究拠点



研究代表者・田畑 仁教授 (東京大学)

ナノ領域での電系系と光を「散逸
ゆらぎ」の視点から探求。情報処
理(コア1)、デバイス(コア2)、
評価(コア3)、加工(コア4)を結
集し学際融合領域を開拓。

【コア3】
ナノ電子フォトン
評価

フランス・エコールセントラルリヨン



M. Gendry 教授

協力機関: ニール研究所、ジョセフフー
リエ大学(グルノーブル)

半導体ナノ構造の世界的研究者。
ナノテク及び凝縮系物理学にお
いて世界を代表する研究地区

【コア4】
ナノ電子フォトン
加工

ドイツ・ウルム大学



F. Jelezko 教授

炭素系材料(特にダイヤモンド)において世界
を牽引する研究者

■日本国内実施体制概念図

拠点機関: 東京大学



田畑教授 (代表)

統括機関

ナノフォトニクス研究センター
(総合研究機構)

主な参加研究者



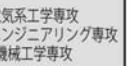
大津教授



幾原教授



八井准教授

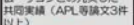


Daraunay 准教授

慶應義塾大学

【コア3】
ナノ光学

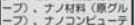
仏・リヨンの充実した
共同業績 (APL等論文3件
以上)



高木教授

東京工業大学

【コア1,3,4】
ダイヤモンド(波多野グル
ープ)、ナノ材料(原グル
ープ)、ナノコンピューテ
ィング(高野グループ)等
の世界的研究プロジェクト



波多野教授

情報通信機構

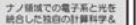
【コア1,3】
散逸ゆらぎ情報システム
スウェーデンKTHと共同
論文2件以上、仏・グル
ノーブルと共同論文1件など
充実した共同業績



成瀬主任研究員

分子科学研究所

【コア1,2】
ナノ領域での電系系と光を
統合した独自の計算科学
計算技術



信定准教授

■若手研究者育成への貢献

スウェーデンの情報通信技術、スイスの材料技術、フランスの光技術、ドイツの材料技術の各々においてパートナーの得意技を学ぶとともに日本のオリジナリティを主張し調和させる若手育成を徹底して実施

➡ 4プログラム

【プログラム1】研究交流・課題抽出ワークショップ

コア1~4の個別パートナーと共同し、相互理解と具体的な研究テーマの策定を見据え目標・課題抽出

【プログラム2】集中滞在問題解決型共同研究

具体的な研究開発課題を特定し、最終的なゴールを明確化した上で、相手国を訪問し集中的に研究推進

【プログラム3】コア間連携シンポジウム

異分野融合・境界領域開拓に繋がる能力を養成。(多国間連携というCore-to-Coreプログラムの強みの最大活用のひとつ。)

【プログラム4】全コア合同シンポジウム

「散逸ゆらぎナノ電子フォトン」を世界に向けて発信

➡ 優れたコミュニケーション能力、相互理解能力、研究構想力、研究実行力、研究発信力の養成