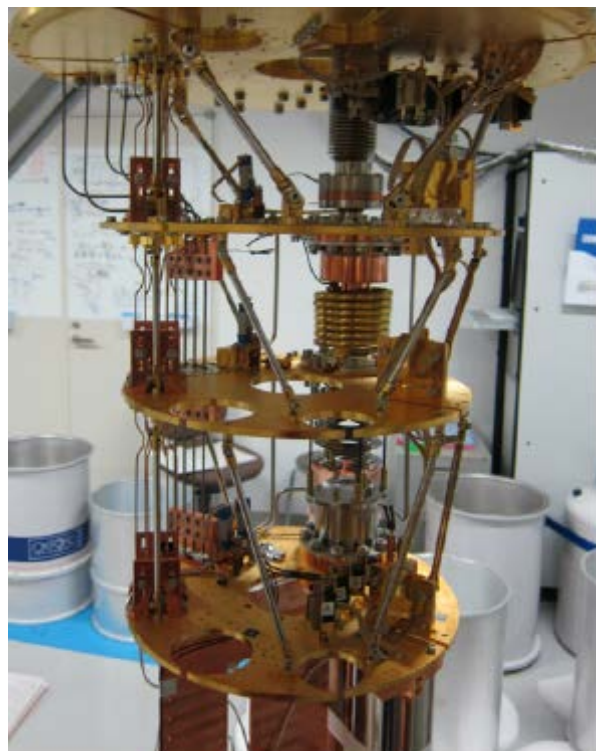
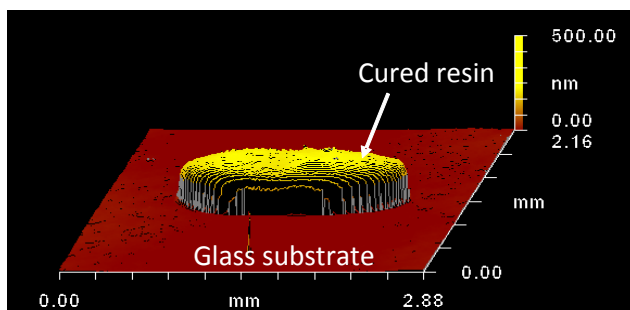
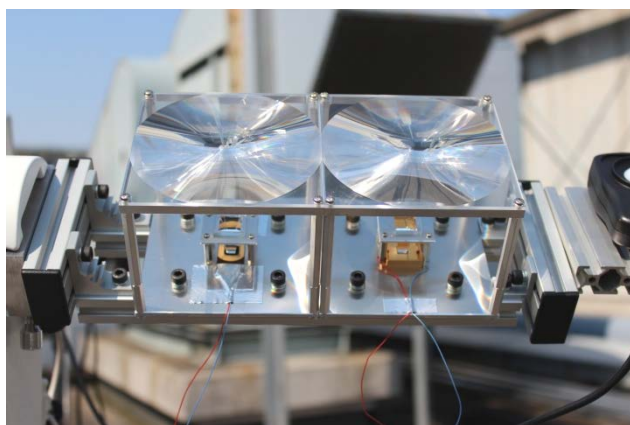


東大先端研

Research Center for
Advanced Science and Technology
The University of Tokyo

東大先端研 研究シーズ集 2020.2.1.



＜本件についてのお問い合わせ先＞

東京大学先端科学技術研究センター 経営戦略企画室

kikaku@spo.rcast.u-tokyo.ac.jp

※件名を「研究シーズについて」としてください。

目次

	教員	研究テーマ	共同研究を希望する分野・キーワード
1	石北 央 教授	蛋白質分子構造からの蛋白質機能の理解 (理論化学、生物物理)	(人工) 光合成、蛋白質中の長距離電子移動、プロトン移動反応、酵素反応、活性部位、酸化還元電位、pKa 等
2	岡田至崇 教授	集光型高効率太陽電池モジュールの開発	透明性が高い低コストの光学レンズ系、また低反射表面加工、放熱系、基板の接着材、熱電素子
3	岡本晃充 教授	疾病にかかわる遺伝子診断を容易にする技術の開発	ヌクレオシド合成、カスタムオリゴ合成、診断チップ作製、診断プローブキット作製、遺伝子解析システム設計、簡便診断装置作成
4	神崎亮平 教授	昆虫の超高感度化学感覚機能を応用した化学センサの開発	昆虫力、嗅覚受容体、匂いセンサ、高感度・リアルタイムセンシング、匂い源探索
5	小谷潔 准教授	生命現象におけるマルチスケールダイナミクスの縮約・解読技術	福祉・医療分野、製薬、生体医工学分野など
6	高橋 哲 教授	局在光制御による高分解能精密計測およびその応用技術開発	光応用ナノ加工、光応用ナノ計測
7	中村泰信 教授	量子情報処理技術の開発	磁気光学結晶・超伝導薄膜成長用結晶基板・ナノメカニクス素子・極低温用光実装・高速データ収録・パルス発生回路製作、光学部品、光学研磨技術
8	西成活裕 教授	スマートな交通流・人物・物流のシステム開発	交通、物流、人の避難誘導、生産ライン

(五十音順)

1. 蛋白質分子構造からの蛋白質機能の理解 (理論化学、生物物理)



石北 央教授

①想定される連携・技術移転先

蛋白質、酵素を取り扱う研究機関・企業

②製品化・事業化イメージ

蛋白質一般の「分子構造」と「生化学・物理化学実験測定値」との一対一対応

③研究の特徴・PRポイント

蛋白質分子構造からの蛋白質機能の理解・予測

④共同研究を希望する分野・キーワード

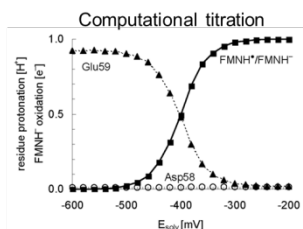
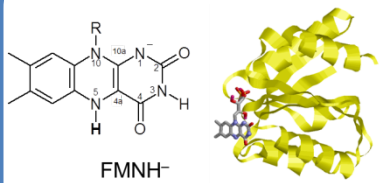
(人工)光合成、蛋白質中の長距離電子移動、プロトン移動反応、酵素反応、活性部位、酸化還元電位、 pK_a 等

研究室URL : <http://www.protein.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

<研究内容>

蛋白質はアミノ酸で構成されており、その機能は触媒、電子伝達、物質運搬、センサー、抗体等、様々です。蛋白質の、一見複雑そうに見える分子構造からその機能を理解することは難しいと思われるかも知れません。一方で、蛋白質といえども所詮分子であるが故、その機能は基礎的な分子化学によって語ることができるはずです。私たちは、蛋白質の分子構造はその機能を決定している、との信念から蛋白質の立体構造座標を用いてその機能を理論的手法により明らかにします。単に数値を出すことに興味はなく、そこから蛋白質科学の根底に関わる普遍的なメッセージを抜き出すことを理念としています。

活性部位の電位計算



フラビンだけでなく蛋白質全体を見ているから正しく計算できる

native

E_m :

実験値 -399 mV
計算値 -400 mV
(PDB: 5ULL)

$pK_a(N5)$:

実験値 > 13.5
計算値 13.9

G57D

E_m :

実験値 -379 mV
計算値 -381 mV
(PDB: 1FLA)

$pK_a(N5)$:

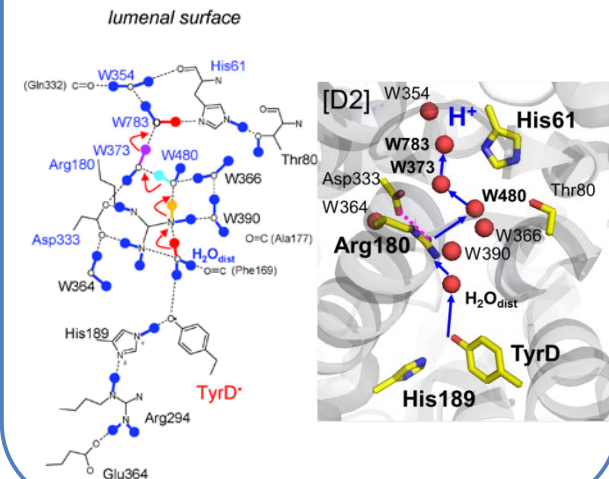
実験値 n.d.
計算値 13.6

計算. Ishikita. (2007) *J. Biol. Chem.*

実験. Ludwig et al. (1997) *Biochemistry*

H⁺を除去する経路

Before PT



4. 集光型高効率太陽電池モジュールの開発



岡田至崇教授

①想定される連携・技術移転先

集光型太陽電池モジュールで必要とされる透明性が高い低コストの光学レンズ系、また低反射表面加工、放熱系、熱電素子などの技術を有する大学・企業との連携。

②製品化・事業化イメージ

現在の市場標準となっているタンデム型化合物太陽電池、また次世代型の量子ドット太陽電池を搭載した集光型モジュールの高性能化および低コスト化技術の開発。

③研究の特徴・PRポイント

集光型太陽光発電(CPV)システムは、将来の世界の太陽電池市場の約1/3を占める。コアとなる集光モジュール技術は従来型のフラットパネル型でも適用が可能。当研究室では新型高効率太陽電池の研究開発を担当。

④共同研究を希望する分野・キーワード

透明性が高い低コストの光学レンズ系、また低反射表面加工、放熱系、基板の接着材、熱電素子など。

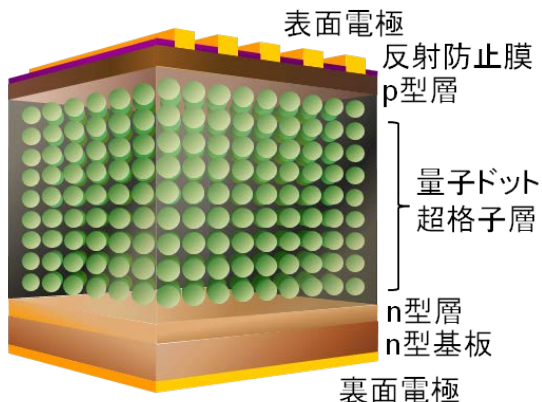
研究室URL : <http://mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

<研究内容>

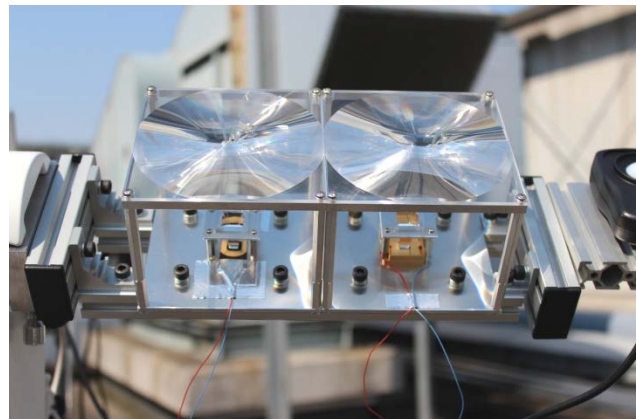
従来にない新しい半導体材料や量子ドット構造を導入して、太陽電池の変換効率を、現在のシリコン太陽電池の2倍以上に高めるための研究開発を行っている。

具体的テーマとして：

- (1) 多接合タンデム太陽電池の高効率化に必要な新しい化合物半導体材料と薄膜単結晶成長技術、および量子ナノ構造を導入した新型タンデム太陽電池の開発。
- (2) 自己組織化成長法を用いた3次元量子ナノ構造・超格子の作製技術、および高効率量子ドット・マルチバンド太陽電池の開発。
- (3) 高効率化合物太陽電池を用いた集光型モジュールの開発(集光レンズ系、低反射表面加工技術、など)。



量子ドット太陽電池の概念図。従来型では吸収できない赤外光を吸収し電気に変換できる。量子ドット太陽電池の理論集光効率は60%以上。



高効率化合物太陽電池を搭載した集光型モジュールの試作例。

5. 疾病にかかわる遺伝子診断を容易にする技術の開発

①想定される連携・技術移転先

DNA解析、RNA発現解析、RNA構造解析、エピゲノム解析、遺伝子多型解析など核酸機能解析に関わる全ての研究内容について展開可能です。

②製品化・事業化イメージ

遺伝子診断キット作製、DNAを構成する化合物などの合成

③研究の特徴・PRポイント

当研究室で開発したプローブ(遺伝子などの識別に用いられる物質)により、従来よりも簡便かつ短時間に遺伝子診断を行うことが可能となる。

④共同研究を希望する分野・キーワード

ヌクレオシド合成、カスタムオリゴ合成、診断チップ作製、診断プローブキット作製、遺伝子解析システム設計、簡便診断装置作成

岡本晃充教授

研究室URL : <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/okamoto/index.html>

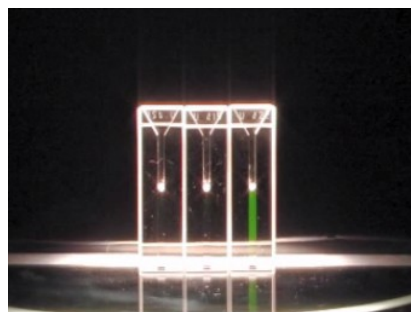
<研究内容>

生命現象の基本である遺伝子機能の質的および量的な変化を可視化する機能性ヌクレオチドを化学合成によって作製しました。標的とする分子の核酸配列に結合する核酸プローブにこの機能性ヌクレオチドを組み込むことによって、簡便でかつ精密な核酸解析が可能になります。これにより、遺伝子診断などの画期的な簡素化を実現する可能性が拓かれました。

1. 発現したRNA(ribonucleic acid、リボ核酸)の種類と量を、試験管内などで色によって表現されるため瞬時に決定できます。
2. 配列の特定の箇所の遺伝子多型を、プローブのハイブリダイゼーションによって、簡単に判別できます。
3. 配列の特定の箇所でのDNAのメチル化を、プローブとの化学反応を用いて、短時間で定量化できます。



既に市販へ至った人工核酸プローブの一例(ICONプローブ、ジーンデザイン社)



混ぜるだけで核酸配列を光で確認できる

6. 昆虫の超高感度化学感覚機能を応用した化学センサの開発



神崎亮平教授

研究室URL : <http://www.brain.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

①想定される連携・技術移転先

食品の安全・安心(異臭検出), 環境モニタリング, 医療関連企業

②製品化・事業化イメージ

高感度・リアルタイム化学物質検出システム(安全・安心な社会への貢献), 匂い源探索ロボット

③研究の特徴・PRポイント

生物(昆虫)の嗅覚機能を活用した化学センサ

④本研究に関するキーワード

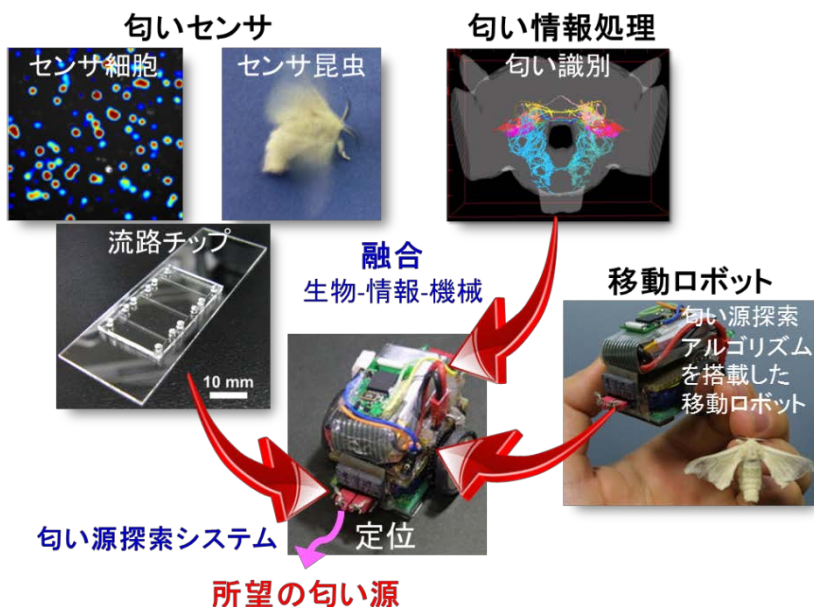
昆虫力, 嗅覚受容体, 匂いセンサ, 高感度・リアルタイムセンシング, 匂い源探索

<研究内容>

地球上には極めて多種多様な昆虫が存在し、特異な匂いや味などの化学物質に高感度でリアルタイムに反応できる化学センサ機能を備えた昆虫が知られている。このセンサ機能は、昆虫に特異な嗅覚受容体によるもので、高度な匂いの分子認識機構を有している。本研究室では、昆虫の嗅覚受容体を発現させた培養細胞(センサ細胞)を流路チップ上に配置し、高感度かつリアルタイムに匂いを検出できる匂いセンサの開発に取り組んでいる。

現在、昆虫の匂い検出機能の完全再構築を目指して、昆虫で発現する嗅覚受容体全てを発現させたセンサ細胞をアレイ化し、匂い識別センサの開発を進めている。また、極めて少数の匂い分子を検出する昆虫の嗅覚システムに、所望の嗅覚受容体を遺伝子工学的に発現させることにより、目的に応じた化学物質をリアルタイムで高感度に検出できるセンサ昆虫を作出することも可能である。

たとえばCO₂、エタノール、アミンなどの分子を検出するセンサを作り出すことも可能となる。本研究室ではこれまでに、匂い源を探索するロボットを製作していることから、これらを融合することで、特定の化学物質を検出だけでなく、その発生源を探索することも可能である。昆虫の嗅覚受容体を化学センサとして用いる化学物質検知、匂い識別のアルゴリズム、匂い源探索システムの開発に興味を有する企業との共同研究・開発が可能である。



7. 生命現象におけるマルチスケールダイナミクスの縮約・解読技術



小谷 潔 准教授

① 想定される連携・技術移転先

生命現象のミクロな大規模データを使ってマクロな機能の評価や支援手法の展開を考えている企業など

② 製品化・事業化イメージ

医療診断, ヘルスケアに関連した分野

③ 研究の特徴・PRポイント

大規模, 複雑な観測データ(ないしはその結果導かれる微分方程式系)から効果的な自由度のみを抽出し, ダイナミクスの予測および状態の頑健さを評価する技術

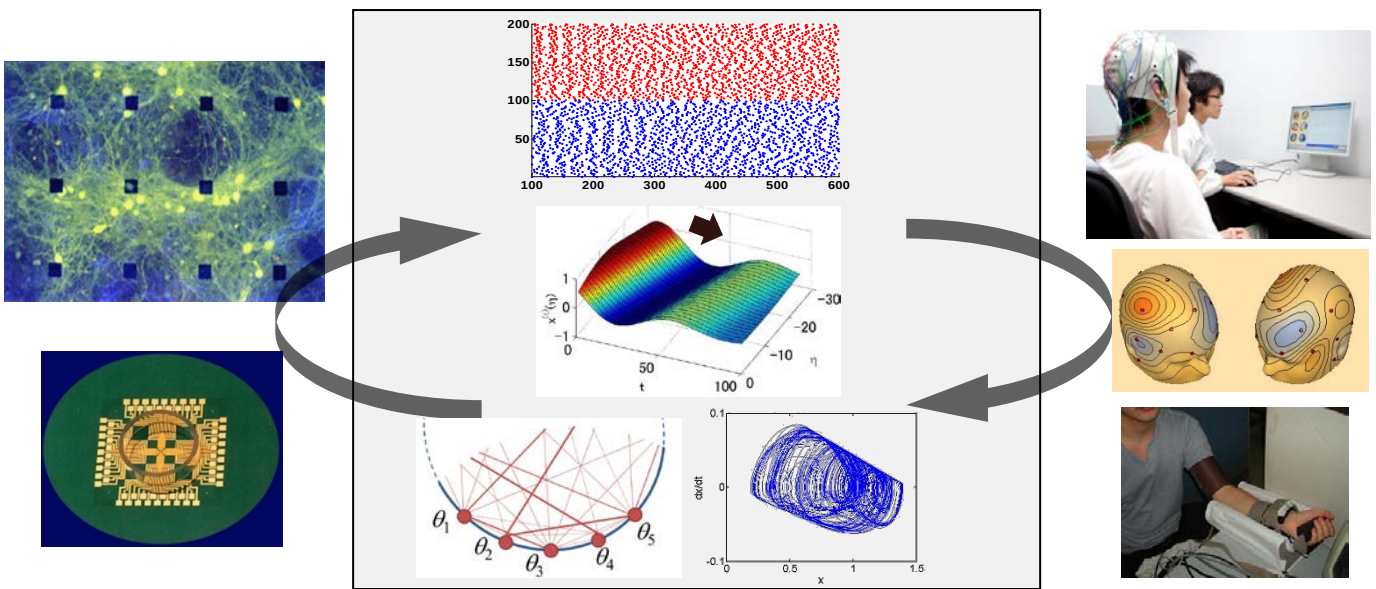
④ 共同研究を希望する分野・キーワード

福祉・医療分野, 製薬, 生体医工学分野など

研究室URL : <http://neuron.t.u-tokyo.ac.jp/>

<研究内容>

私たちは生体計測技術と数理解析理論(非線形動力学, 統計力学)を融合し複雑な生命現象の動作原理を明らかにすることを目指しています. 具体的には, 大規模な生体データやその背後にある微分方程式系から少数自由度の本質を抽出する理論の研究を推進しており, さらに得られた知見を診断技術・リハビリテーション・生活支援技術に展開する研究を行っています.



8. 局在光制御による高分解能精密計測およびその応用技術開発



高橋哲教授

①想定される連携・技術移転先

半導体微細回路やマイクロ流路等の微細パターン形成時欠陥の計測・検査を模索している企業, 新しい微細三次元加工技術を模索している企業

②製品化・事業化イメージ

超解像型検査装置開発, 特殊微細三次元構造創製装置開発

③研究の特徴・PRポイント

超解像アルゴリズムに代表されるソフトウェアから光学システムに代表されるハードウェアまでの一貫開発. 次世代超精密ものづくりを支援する光の可能性を追求

④共同研究を希望する分野・キーワード

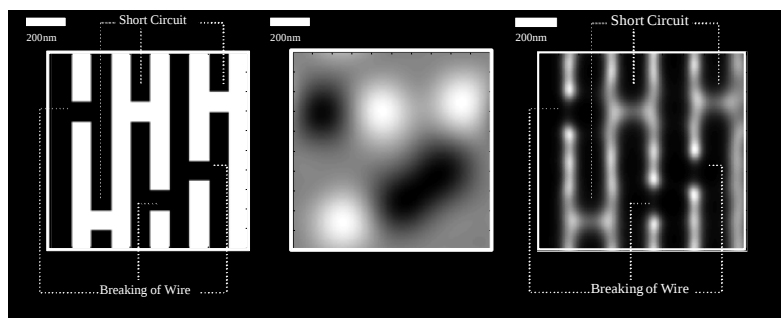
光応用ナノ加工, 光応用ナノ計測

研究室URL : <http://www.nanolab.t.u-tokyo.ac.jp/>

<研究内容>

次世代の超精密ものづくりを実現するための, 新しい加工・計測技術の確立を目指す. 特に, 我々生命体の根源をなす“光”エネルギーを媒体とした新しい超精密ナノ加工・計測技術に関する研究を推進している. 主な研究テーマは以下のとおり.

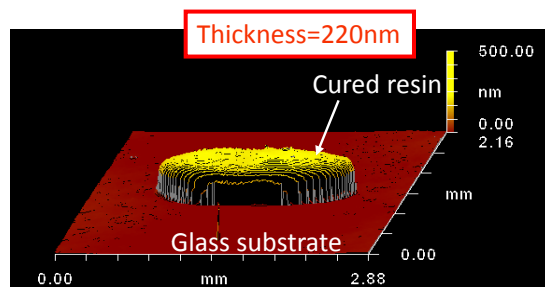
1. 変調照明シフトによる回折限界超越型微細構造検査法の開発
2. エバネッセント局在フォトンを利用したナノ光造形に関する研究
3. 光触媒ナノ粒子と光の化学的・力学的相互作用を利用したマイクロマシニングに関する研究
4. ナノメートル物体構造を光学的共鳴要素として利用する超高感度検出に関する研究



検査対象

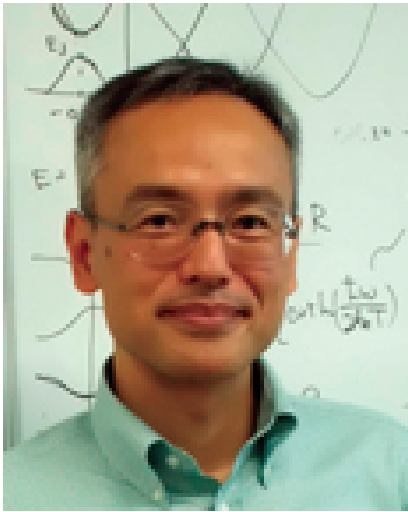
通常顕微像

超解像処理後



エバネッセント露光で実現される
極薄型積層造形

9. 量子情報処理技術の開発



中村泰信教授

① 想定される連携・技術移転先

量子情報科学の応用として量子通信・量子計算の実用化を目指している研究機関・企業

② 製品化・事業化イメージ

量子通信・量子計算の実現による, 通信の安全性・容量の向上, 計算能力の飛躍的向上

③ 研究の特徴・PRポイント

超伝導量子回路技術を用いた量子制御技術と光学・ナノメカニクス・スピントロニクスなどの異分野技術との融合を目指す。

④ 共同研究を希望する分野・キーワード

磁気光学結晶・超伝導薄膜成長用結晶基板・ナノメカニクス素子・極低温用光実装・高速データ収録・パルス発生回路製作、光学部品、光学研磨技術

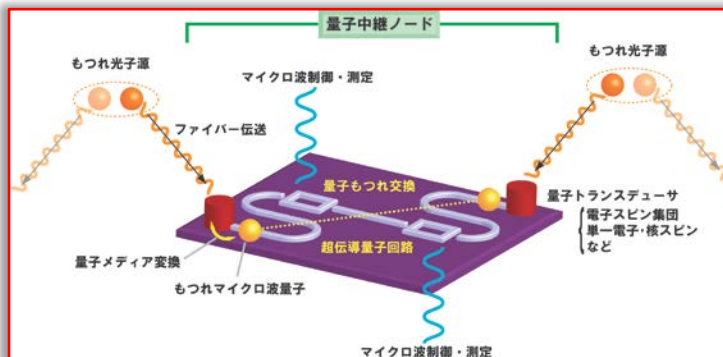
研究室URL : <http://www.qc.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

<研究内容>

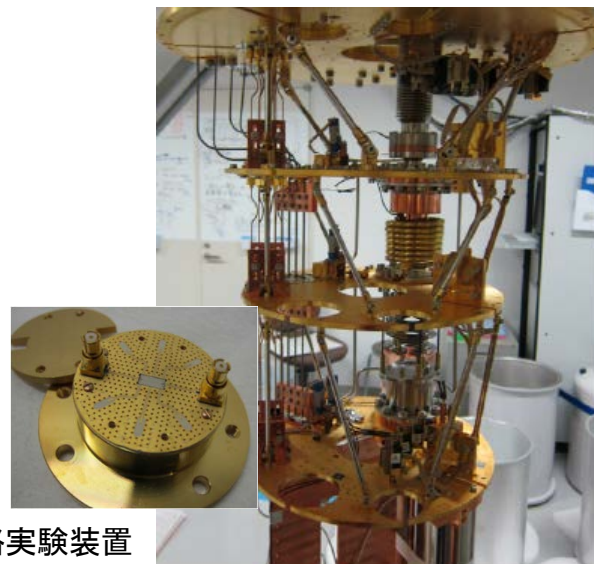
量子力学の原理をあらわに活かした新しい情報処理・通信、精密計測などの実現を目指した研究を行っている。特に電子デバイス・光デバイスにおける量子状態の制御・観測に関して物理および工学の側面からの探究を行っている。

具体的なテーマは以下のとおり。

- (1) 超伝導量子回路における巨視的人工原子としての超伝導量子ビットとマイクロ波光子の相互作用の制御に関する研究
- (2) 異なる量子系の間のコヒーレントなインターフェースとなる複合量子系の研究



量子もつれ中継の概念図



超伝導量子回路実験装置

10. スマートな交通流・人流・物流のシステム開発



西成 活裕教授

①想定される連携・技術移転先

交通・人の移動・物流に関連している企業
(自動車会社、物流会社、バス、鉄道、エレベーター、航空、イベントやスタジアム関係)

②製品化・事業化イメージ

渋滞抑制技術のシステム構築(渋滞情報アプリ、車間距離制御技術、群集誘導)、スマート物流システム、生産計画ソフト、駐車場管理、配車管理など

③研究の特徴・PRポイント

車、人、モノの流れに生じる渋滞・混雑・停滞を科学的に分析し、そのソリューション技術を構築する「渋滞学」を提唱。

④共同研究を希望する分野・キーワード

交通、物流、人の避難誘導、生産ライン

研究室URL : <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/tknishi/>

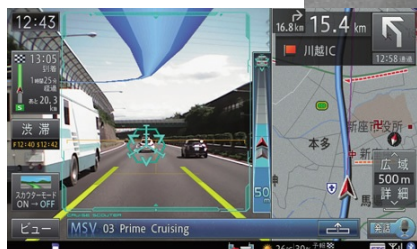
<研究内容>

車や人の渋滞や混雑は今や大きな社会問題の一つですが、この緩和をめざして新しい数理物理学的なアプローチで研究するのが当研究室で取り組んでいる「渋滞学」です。渋滞は車や人だけでなく、インターネットの通信にも見られ、また、バスやエレベーターでも発生し、そして工場での生産ラインで在庫がたまるのも渋滞といえます。これらを分野横断的に研究し、数理モデルで理論的に解き明かし、そして実験や観測、シミュレーションを通じて新しい解消方法などを提案しています。これまで多くの企業や団体、各国政府機関と協力して様々な渋滞解消の共同研究をしてきました。例えば自動車メーカーなどとの車間距離制御システム、そして公共施設での群集誘導と避難、生産ラインでの効率的な生産計画などです。厳密な数理科学の実社会応用により、今後も真に持続可能な総合交通システムの構築をめざすとともに、高齢化社会での安全なモビリティについて考えていきたいと思ひます。

車の走行実験
と渋滞情報提供



工場での
在庫、ライン



カーナビと
車間距離制御

待ち行列
人の誘導

