

# Nanoelectronics Collaborative Research Center

IIS & RCAST, The University of Tokyo

東京大学生産技術研究所 東京大学先端科学技術研究センター  
ナノエレクトロニクス連携研究センター

Nano-Photonic and Electron Devices Technology Project  
Focused Research and Development Project  
for the Realization of the World's Most Advanced IT Nation  
MEXT

文部科学省世界最先端IT国家実現重点研究開発プロジェクト  
光・電子デバイス技術の開発プロジェクト



## センター長挨拶

Message from Director

東京大学では、高齢化時代が到来する我が国における安心・快適な社会の実現に向けて、ナノテクノロジーに立脚した次世代デバイス基盤技術開発の先導的な推進を目的として、2002年4月にナノエレクトロニクス連携研究センター(Nanoelectronics Collaborative Research Center: NCRC)を設立しました。NCRCは、駒場リサーチキャンパスにおいて生産技術研究所と先端科学技術研究センターにより共同運営されているセンターであり、ナノエレクトロニクス研究の世界的拠点(the Center of Excellence: COE)となることをめざしています。

NCRCは、産業界や国内他大学、海外大学との緊密な連携関係のもとで研究を推進します。これにより、社会に開かれた大学として新しい連携体制の構築をはかると共に、リーダーシップを担う力強い人材を育成します。

NCRCは、2002年度から文部科学省世界最先端IT国家実現重点研究開発プロジェクトの一つとして「光・電子デバイス技術の開発」プロジェクトを推進してきました。本プロジェクトにおいては、半導体ナノテクノロジーを中心とした基盤技術開発により、次世代高性能光源および関連光・電子デバイスを実現し、将来の情報ネットワークに向けた素子技術の革新化をはかっています。幸いこれまで高性能量子ドットレーザや超高Q値フォトニック結晶ナノ共振器を実現し、通信波長帯単一光子発生素子など量子情報技術の基盤固めに成功するなど、世界の注目を集める重要な成果を達成することができました。本プロジェクトは、経済産業省高度情報基盤プログラム・フォトニックネットワークデバイス技術開発プロジェクトと緊密に連携をはかっています。

NCRCは、大学と産業界がビジョンを共有しながら協働で、情報通信・エレクトロニクスハードウェア技術におけるイノベーションの創出に向けて、今後も引き続き次世代光・電子デバイス技術基盤の開発を推進する所存です。皆様のご支援をよろしくお願い致します。

### NCRCにおける主要研究分野

- 量子ドットやフォトニック結晶を中心とした半導体ナノテクノロジーの開発
- ナノ光・電子デバイス技術の開発
- 量子情報通信素子技術基盤の開発
- 有機・分子・バイオエレクトロニクス技術の探索研究

In 2002, The University of Tokyo established the Nanoelectronics Collaborative Research Center (NCRC) for the purpose of realizing core technologies for the development of the ubiquitous information devices based on nanotechnologies. The NCRC is jointly operated by the Institute of Industrial Science (IIS) and the Research Center for Advanced Science and Technology (RCAST), The University of Tokyo. The NCRC, located on Komaba Research Campus, aims to become a Center of Excellence (COE) in the world of advanced nanophotonics and nanoelectronics.

The center investigates nanophotonic and nanoelectronic devices in close collaboration with several leading companies, domestic universities, and overseas universities which are actively conducting research in this field. This collaborative research network between universities and industries also serves the purpose of training young persons of exceptional ability who will take a strong leadership role in the future of the nanoelectronics field.

The NCRC is also the organization selected to execute a large national project, "Nano-Photonic and Electron Devices Technology", which is one of the MEXT Focused Research and Development projects. This five year project started in 2002 with the aim of developing innovative technologies for nanophotonic and nanoelectronic devices with semiconductor nanotechnologies including quantum dots and photonic crystals. Significant results have already been achieved, including high-performance quantum dot lasers, single photon sources at the telecommunication wavelength and ultra-high Q photonic crystal nanocavities. The project is jointly executed with a METI national project, "Development of Photonic Network Devices", of which the core research lab is also located on Komaba Research Campus.

In order to create innovations in the field of hardware technologies for communication and information processing, the NCRC will continue to make efforts by sharing visions with industries. We hope our projects will be strongly supported and encouraged by all of you.

### Main research areas of the NCRC include:

- Advanced semiconductor-based nanotechnologies including quantum dots and photonic crystals
- Development of nanophotonic and nanoelectronic devices
- Quantum information and communication technologies
- Explorative research on organic, molecular, and bioelectronics



ナノエレクトロニクス連携研究センター長  
荒川泰彦

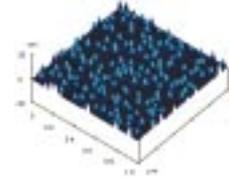
Professor, Dr. Yasuhiko ARAKAWA  
Director of Nanoelectronics Collaborative Research Center

「光・電子デバイス技術の開発プロジェクト」における主要研究項目  
Main Research Subjects of Nano-Photonic and Electron Devices Technology Project

1 量子ドット形成技術基盤開発  
Fabrication Technologies of Quantum Dots

量子ドットの形成過程・理解の学術基盤の確立  
量子ドットの均一化技術、高密度化、位置制御技術の開発  
量子ドットの多様な材料系への展開

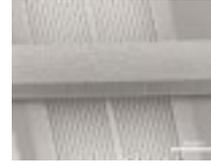
Fundamental understanding and control of quantum dots  
Fabrication of quantum dots with high uniformity and high density  
Growth of quantum dots with various materials including GaN and organic semiconductors



2 光子制御ナノ構造形成技術基盤開発  
Fabrication Technologies of Photonic Nanostructures

高品質アクティブ2次元・3次元フォトニック結晶の実現  
フォトニック結晶と量子ドットの融合技術の確立  
マイクロマシン技術とフォトニック結晶の融合技術の確立

Fabrication of high-quality active two- and three-dimensional photonic crystals  
Photonic crystal with quantum dots  
Photonic crystal with micromachining structures



3 光・電子制御技術基盤開発  
Manipulation of Electrons and Photons in Nanostructures

量子ドットやフォトニック結晶における光・電子相互作用制御  
量子ドットにおける電子・フォノン相互作用制御  
量子ドット群における電子相関相互作用の制御

Manipulation of photon-electron interaction in quantum dots and photonic crystals  
Control of electron-phonon interaction in nanostructures  
Manipulation of correlated electrons in quantum dots



4 ナノ光・電子デバイス技術基盤開発  
Development of Nano-Photonic and Electron Devices

超高速・低チャープ量子ドットレーザの実用化に向けた技術基盤開発  
アクティブフォトニック結晶デバイス実現のための技術開発  
単一光子発生器・電子情報処理素子実現の技術基盤の確立

Establishment of device technologies aiming at high speed quantum dot lasers with low spectral chirping  
Development of active photonic crystal devices  
Investigation of single photon emitters and single electronics



光・電子デバイスプロジェクトメンバー構成図 Organization of Nano-Photonic and Electron Devices Technology Project

研究開発代表者  
荒川 泰彦  
東京大学・教授  
Professor, Dr. Yasuhiko ARAKAWA  
Project Leader, Director of NCRC

1 量子ドット形成技術基盤開発  
Fabrication Technologies of Quantum Dots

研究リーダ：東京大学 教授 荒川 泰彦  
Subject leader : Professor, Yasuhiko ARAKAWA

東京大学生研/先端研・教授	荒川 泰彦	Professor, Yasuhiko ARAKAWA
東京大学生研・教授	平川 一彦	Professor, Kazuhiko HIRAKAWA
東京大学生研・教授	平本 俊郎	Professor, Toshiro HIRAMOTO
東京大学工学系・助教授	染谷 隆夫	Professor, Takao SOMEYA
東京大学生研・特任助教授	塚本 史郎	Professor, Shiro TSUKAMOTO
電気通信大学工学系・助教授	山口 浩一	Professor, Koichi YAMAGUCHI

東芝 石川 正行 次長 他  
Dr. Masayuki ISHIKAWA (Toshiba) etc.

2 光子制御ナノ構造形成技術基盤開発  
Fabrication Technologies of Photonic Nanostructures

研究リーダ：京都大学 教授 野田 進  
Subject leader : Professor, Susumu NODA

京都大学工学系・教授	野田 進	Professor, Susumu NODA
横浜国大工学系・教授	馬場 俊彦	Professor, Toshihiko BABA
東京大学生研/先端研・教授	荒川 泰彦	Professor, Yasuhiko ARAKAWA
東京大学生研・特任教授	勝山 俊夫	Professor, Toshio KATSUYAMA
東京大学生研・助教授	年吉 洋	Professor, Hiroshi TOSHIYOSHI
東京大学先端研・講師	岩本 敏	Professor, Satoshi IWAMOTO

日本電気 大橋 啓之 部長 他  
Dr. Keishi OHASHI (NEC) etc.

3 光・電子制御技術基盤開発  
Manipulation of Electrons and Photons in Nanostructures

研究リーダ：東京大学 教授 平川 一彦  
Subject leader : Professor, Kazuhiko HIRAKAWA

東京大学生研・教授	平川 一彦	Professor, Kazuhiko HIRAKAWA
東京大学生研・教授	榎 裕之	Professor, Hiroyuki SAKAKI
Wuerzburg大学・教授	A. Forchel	Professor, Alfred FORCHEL
東京大学生研・教授	藤田 博之	Professor, Hiroyuki FUJITA
東京大学工学系・教授	樽茶 清悟	Professor, Seigo TARUCHA
東京大学生研・助教授	高橋 琢二	Professor, Takuji TAKAHASHI

日立製作所 辻 伸二 主管研究員 他  
Dr. Shinji TSUJII (Hitachi) etc.

4 ナノ光・電子デバイス技術基盤開発  
Development of Nano Photonic and Electron Devices

研究リーダ：東京大学 教授 荒川 泰彦  
Subject leader : Professor, Yasuhiko ARAKAWA

東京大学生研/先端研・教授	荒川 泰彦	Professor, Yasuhiko ARAKAWA
Stanford大学・教授	山本 喜久	Professor, Yoshihisa YAMAMOTO
東京大学生研・教授	平川 一彦	Professor, Kazuhiko HIRAKAWA
京都大学工学系・教授	野田 進	Professor, Susumu NODA
東京大学生研・教授	平本 俊郎	Professor, Toshiro HIRAMOTO
東京大学生研・特任教授	石田 寛人	Professor, Hiroto ISHIDA
東京大学生研・特任教授	白井 達哉	Professor, Tatsuya USUKI
横浜国大工学系・教授	馬場 俊彦	Professor, Toshihiko BABA

富士通研究所 横山 直樹 センター長 他  
Dr. Naoki YOKOYAMA (Fujitsu Labs.) etc.

注：産業界メンバーは経済産業省連携プロジェクトメンバーの一部含んでいる。  
左欄は教員、右欄は産業界からの参加者(代表)を示す。

Note: Some of members from industries belong to the METI collaborative project.  
The left side shows participants from academia and the right side from industry.



## 世界でもっとも均一な光通信波長帯量子ドットの実現

Formation of High-uniformity and High-density Quantum Dots for Optical Fiber Communication

量子ドット発生メカニズムを探索しながら高均一高密度化成長技術を開発している。1.32  $\mu\text{m}$ にて室温発光する高均一な量子ドットを作製、Sbを用いることで $10^{11}\text{cm}^{-2}$ 台の高密度化、InGaAs歪緩和層で埋め込むことで1.52  $\mu\text{m}$ 付近において15.9 meVという極めて狭い半値幅を持つ量子ドットの形成に成功、また世界で初めて原子レベル分解能の量子ドットMBE成長その場STM観察に成功している。

[ 東京大学 ]

Growth technologies for high-uniformity and high-density quantum dots (QD) are investigated, while searching for the QD evolution mechanism. We have developed highly uniform QDs at 1.32  $\mu\text{m}$ , high-density of  $10^{11}\text{cm}^{-2}$  by Sb technology, and using an InGaAs layer, 1.52  $\mu\text{m}$  at room temperature with extremely narrow FWHM of 15.9 meV. Moreover, for the first time in the world, we have succeeded in atomic-level observation of InAs QD formation on GaAs (001) using STM within an MBE growth chamber.

### 量子ドット形成技術基盤開発

Fabrication Technologies of Quantum Dots

図1 1.55  $\mu\text{m}$ 帯高均一量子ドット  
Fig.1 High uniformity QD for 1.55  $\mu\text{m}$  band

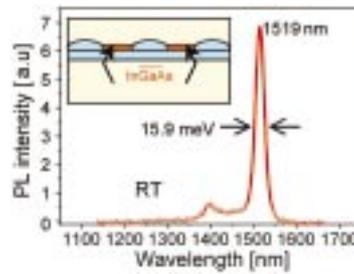
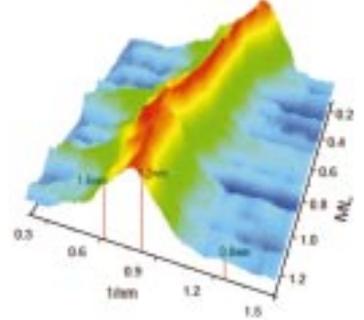


図2 QD成長その場STMフーリエスペクトル  
Fig.2 Fourier power spectra obtained directly from STM images during QD growth



## GaN量子ドットを用いた単一光子発生器の高温動作

High Temperature Operation of Single Photon Sources Using GaN Quantum Dots

六方晶GaN量子ドットの光物性は、圧電性と焦電性によってドット内部に生じる強い内部電界によって支配されている。蛍光寿命のサイズ依存性や励起分子の負の結合エネルギーなど特徴的な物性が明らかになってきている。また、非常に大きな閉じこめポテンシャルによって高温まで単一量子ドットからの発光を観測でき、光パルス励起下でボアソン光と比較してパルス列中の多光子発生確率の抑制効果を200Kまで観測した。[ 東京大学、Stanford大学 ]

Optical properties of hexagonal GaN quantum dots are determined by the strong built-in electric field which originates from piezoelectricity and pyroelectricity. We have observed size-dependent radiative lifetime and negative biexciton binding energy. Furthermore, the large confinement potential enables us to observe emission lines from single quantum dots at higher temperatures. As a consequence, we have realized the reduction of multi-photon generation under optical pulsed excitation up to 200K compared with a Poissonian source.

### 光子制御ナノ構造形成技術基盤開発

Fabrication Technologies of Photonic Nanostructures

図1 低温蛍光スペクトル  
Fig.1 PL spectrum at low temperature

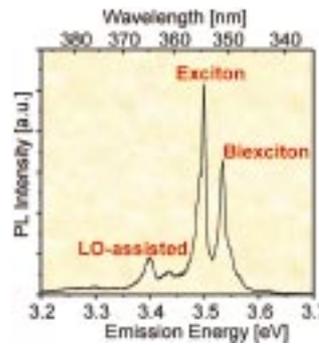
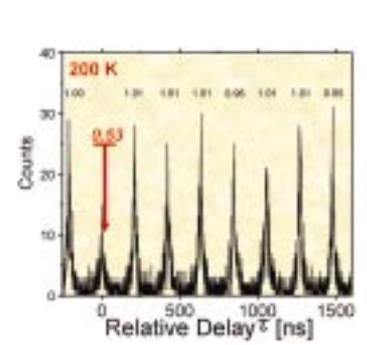


図2 観測した光子相関ヒストグラム  
Fig.2 Observed photon correlation histogram



## InAs結合量子ドットの単一電子分光とスピン状態の検出

Single-electron Tunneling Spectroscopy and Spin States in Self-assembled InAs Coupled Quantum Dots

自己形成InAs量子ドットは、電子あるいはスピン状態を利用した量子ビットなどへの応用が期待される。我々は縦型の単一電子トランジスタに埋め込んだ自己形成InAs結合二重ドットの単一電子分光を測定し、比較的強く結合した二重ドットにおける分子的電子状態とその磁場中での遷移を初めて明らかにした。また結合がより強い試料ではフント則を観測し、電子スピンのg因子の絶対値が約1であることを確認した。[ 東京大学 ]

Self-assembled quantum dots (SAQDs) are attractive for potential applications to charge- and spin-based quantum information processing. However, the electronic property is not yet well studied. We use a vertical single-electron transistor incorporating coupled InAs SAQDs to study the single-electron tunneling spectrum. We have observed molecular phase in a single pair of strongly coupled SAQDs. In more strongly coupled SAQDs, we have observed Hund's rule and derived the  $|g|$  factor of around 1.

### 光子制御ナノ構造形成技術基盤開発

Fabrication Technologies of Photonic Nanostructures

図1 基底および励起準位の磁場依存性  
Fig.1 Ground and excited states in strongly coupled InAs SAQDs

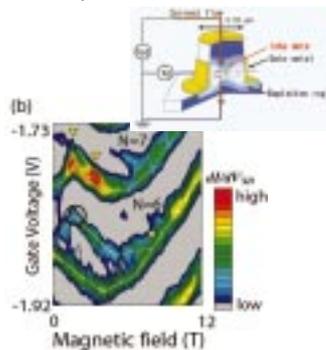
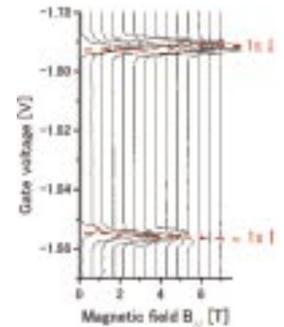


図2 強結合InAs量子ドットのゼーマンシフト  
Fig.2 Zeeman splitting in strongly coupled InAs SAQDs



## 世界最大の閉じ込め効果をもつフォトニック・ナノ共振器の実現に成功

Development of Ultra-high-Q Photonic Nanocavity

ガウス型光閉じ込めという新しい概念を提唱し、フォトニック結晶を用いて世界最大（従来の10～100倍）の光閉じ込め効果をもつ光ナノ共振器の実現に成功した。この成果は、次世代量子通信・情報等の分野において、様々な魅力的な応用の道を開くものと位置づけられる。すなわち、単一光子発生デバイス、光電子強結合デバイス、光バッファメモリー、各種光チップなど様々なデバイス展開が可能と期待される。[ 京都大学 ]

World-beating confinement of light in an ultrasmall nanocavity with the size of an optical wavelength has been realized. The result should accelerate studies of fields such as future quantum communication and information technology. Interactions between light and matter can be dramatically increased inside such a small cavity, but it is very difficult to confine light because leakage becomes more important. We have proposed a novel design concept of "Gaussian Confinement". Using this idea, we have built a cavity having 10-100x better light confinement properties than any previously constructed.

### 光・電子制御技術基盤開発

Manipulation of Electrons and Photons in Nanostructures

図1 世界最大の閉じ込め効果をもつフォトニック・ナノ共振器  
Fig.1 Ultra-high-Q nanocavity

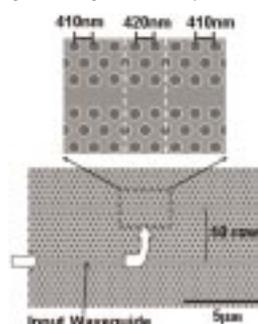
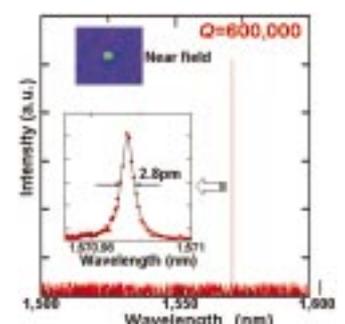


図2 図1の共振器の共振スペクトル  
Fig.2 Resonant spectrum of nanocavity shown in Fig.1



## MEMSによるフォトニック結晶の制御に成功

Micromechanical Control of Photonic Crystal Devices

極微小光回路などのフォトニック結晶を用いたデバイスは、次世代光通信技術において重要な役割を担うと期待されている。これらのデバイスにおいて、フォトニック結晶の光学特性を制御する技術は極めて重要となる。我々はその制御技術の一つとして、大きな光学特性の変化が容易に得られることが魅力であるMEMSによる制御を提案し、MEMSによるフォトニック結晶導波路の透過率制御を世界に先駆けて実現した。

[ 東京大学、NEC ]

Control of optical properties of photonic crystals is a key issue for many applications such as ultra small optical integrated circuits based on photonic crystal technology. Micromechanical control using MEMS is one of promising ways to achieve high tunability in photonic crystals. We have successfully demonstrated micro-electromechanical control of the transmittance of photonic crystal waveguides for the first time. A maximum extinction ratio of 10 dB was obtained.

図1 MEMS集積化フォトニック結晶導波路素子中心部のSEM写真

Fig.1 SEM image of the central part of a MEMS-integrated PC waveguide

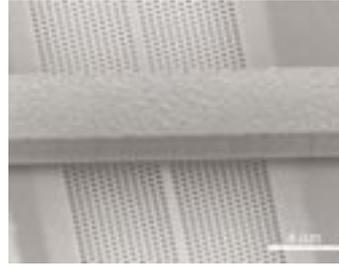
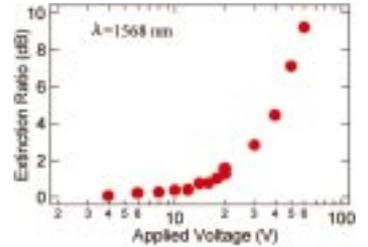


図2 印加電圧と透過率消光比の関係

Fig.2 Extinction ratio of transmittance as a function of applied voltage



## 冷却や電流調節不要で高速動作する量子ドットレーザを実現

Uncooled and Current-regulation-free Operation of Quantum Dot Lasers

低コスト・低消費電力な光通信光源として有望な、冷却や電流調節が不要で10 Gb/s高速動作する量子ドットレーザを実現した。10Gb/s変調波形は電流一定下でも、20 から70 の範囲で出力低下5%以内、消光比7dBを維持する。従来の量子井戸レーザでは実現不可能な本特性は、量子ドットの離散準位に由来し、今回p-ドープとドット高密度化により初めて実証した。

[ 東京大学、富士通 ]

We have developed quantum dot lasers operating at 10Gb/s without cooling nor current-adjustment for low cost and low-power-consumption light sources for optical communication networks. With 10 Gb/s modulation, the output powers fluctuate within 5% and the extinction ratios of the eye diagram are 7dB in the temperature range from 20 to 70 . These are due to the discrete energy levels of quantum dots, and are realized using p-doping and high dot density. The key technologies to realize those are p-doping and high dot densities

図1 量子ドットレーザの構造

Fig.1 Laser structure

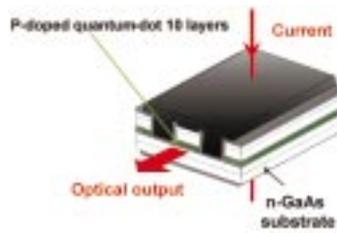
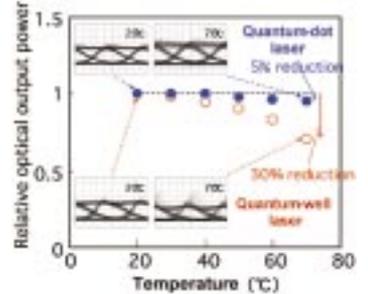


図2 10Gb/s変調特性の温度依存性

Fig.2 Temperature dependence of 10-Gb/s modulation characteristics



## ナノ光・電子デバイス技術基盤開発

Development of Nano-Photonic and Electron Devices

## 世界で初めての通信波長帯単一光子生成

First Observation of Single Photon Pulses in the Telecommunication Band

単一光子発生器は、安全な通信を可能にする量子暗号のみならず、量子演算システムの要素技術としても重要である。我々は量子通信ネットワーク実現を目指し、通信波長帯における単一光子発生器の研究開発を行っている。現在、量子ドットを用いた単一光子発生器と計測システムを開発し、ファイバ伝送に最も適した波長1.55 μmでの単一光子生成に世界で初めて成功した。

[ 東京大学、富士通 ]

Single photon sources are key-devices of not only quantum encryption but also a quantum operation system. We have been studying single photon sources in the telecommunication band in order to realize a quantum communication network. Single photon sources using a quantum dot have been developed, and single photon emission at the technologically important wavelength of 1.55 μm has been demonstrated for the first time in the world.

図1 単一光子発生素子

Fig.1 Single photon sources

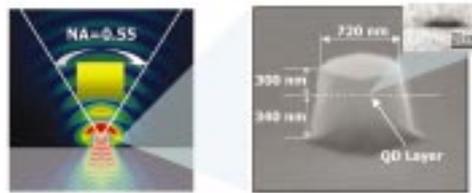
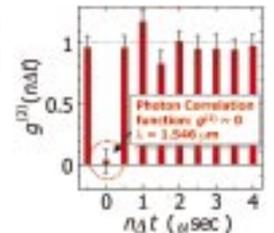


図2 単一光子パルスの強度相関

Fig.2 Correlation function of single photon pulses



## ナノ光・電子デバイス技術基盤開発

Development of Nano-Photonic and Electron Devices

## フォトニック結晶ナノ共振器を用いた高効率単一光子発生に成功

Efficient Single Photon Generation Utilizing Photonic Crystal Nanocavities

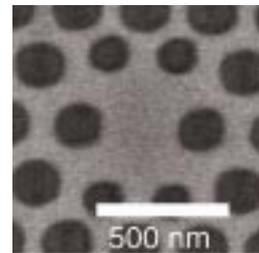
量子暗号通信の実用化に向けて高効率単一光子発生器の研究開発が盛んに進められている。我々はフォトニック結晶ナノ共振器による量子ドット自然放出の増強効果と放射モードの変化による外部結合効率の向上を利用し、InAs量子ドットからの高効率な単一光子発生に成功した。この方式では識別不可能な単一光子列を高効率に発生できる可能性があり、量子暗号通信だけでなく量子情報処理にも応用できると期待できる。

[ 東京大学、Stanford大学 ]

High-efficiency single photon sources are crucial light sources in quantum cryptography systems. We have succeeded in demonstrating efficient single photon generation from single InAs quantum dot coupled with a photonic crystal nanocavity. This was achieved thanks to nanocavity effects, an enhancement of spontaneous emission rate and an increased out-coupling efficiency. This is one important milestones toward real application of quantum-dot single photon sources.

図1 フォトニック結晶ナノ共振器のSEM写真

Fig.1 SEM image of PC nanocavity.

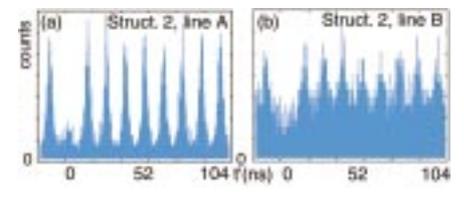


## ナノ光・電子デバイス技術基盤開発

Development of Nano-Photonic and Electron Devices

図2 (a) PC共振器に結合したドットおよび(b)結合していないドットについての単一光子発生を示す2次の光子相関関数

Fig.2 Second-order photon correlation functions for a QD coupled with a nanocavity mode (a) and for a QD without the coupling (b).



プロジェクトの主な年次計画 The Main Research Schedule of the Project

	2002 (平成14年度)	2003 (平成15年度)	2004 (平成16年度)	2005 (平成17年度)	2006 (平成18年度)
<b>量子ドット形成技術基盤開発</b> Fabrication Technologies of Quantum Dots	<b>量子ドット結晶成長技術・材料探索</b> Fundamental understanding and control of quantum dots	<b>均一な寸法を有する量子ドットの形成技術基盤の開発、新材料量子ドットの形成技術開発</b> Position control and fabrication of quantum dots with high uniformity and high density Extension of quantum dots to various materials			<b>新材料量子ドット形成技術開発</b> Extension of quantum dots to various materials
<b>光子制御ナノ構造形成技術基盤開発</b> Fabrication Technologies of Photonic Nanostructures	<b>スラブ型2次元、3次元フォトニック結晶の基本設計および作製技術基盤の確立</b> Design and fabrication of 2D and 3D photonic crystal			<b>3次元結晶フォトニック結晶形成技術の開発 MEMSとの融合</b> Fabrication of high quality active two- or three-dimensional photonic crystal	
<b>光・電子制御技術基盤開発</b> Manipulation of Electrons and Photons in Nanostructures	<b>量子ドット電子状態の解明</b> Investigation of electronic states in quantum dots	<b>量子ドットの電子状態の解明、ナノ構造による光・電子相互作用制御技術開発</b> Investigation of electronic states and manipulation of photon-electron interaction in quantum dots and photonic crystal			<b>ナノ構造およびMEMSによる光・電子相互作用制御技術開発</b> Manipulation of photon-electron interaction in nanostructures with and without MEMS
<b>ナノ光・電子デバイス技術基盤開発</b> Development of Nano-Photonic and Electron Devices	<b>量子ドットレーザの設計及び試作・動作確認</b> Design and development of core technologies for high-performance quantum dot lasers	<b>高性能化に向けた量子ドットレーザの技術基盤の確立、アクティブフォトニック結晶試作</b> Fabrication of quantum dot lasers and active photonic crystal		<b>超高速低チャープレーザ試作開発、単一光子発生器及び単一電子デバイスの試作開発</b> Development of high-speed quantum dot lasers with low spectral chirping. Fabrication of single photon emitters and single electron devices	

光・電子デバイス技術の開発プロジェクト  
主要メンバー

Main Members of Nano-Photonic and Electron Devices Technology Project



教授 榊 裕之 (生産技術研究所, NCRC)  
Professor, Hiroyuki SAKAKI (IIS, NCRC)

**専門分野:** 先端電子デバイス工学  
**研究内容:** 半導体ナノ構造における電子の量子的な振る舞いの解明と制御ならびに先端デバイス応用に関する研究。

**Research Field:** Advanced electronic devices  
**Research Subject:** Physics of electrons in semiconductor nanostructures and their controls for advanced electronic and photonic devices.



教授 荒川泰彦 (先端科学技術研究センター, 生産技術研究所, NCRC)  
Professor, Yasuhiko ARAKAWA (RCAST, IIS, NCRC)

**専門分野:** 量子ナノデバイス工学  
**研究内容:** 量子ドットやフォトニック結晶などのナノ構造における電子光物性の解明とその完全制御をはかるとともに、量子ドットレーザなど次世代ナノ情報通信素子の開発を行っている。

**Research Field:** Physics and engineering of quantum nano-devices  
**Research Subject:** Manipulation of electrons and photons using quantum dots and photonic crystal, and development of nano-photonic devices of next generation including quantum dot lasers.



教授 山本喜久 (米国 Stanford大学)  
Professor, Yoshihisa YAMAMOTO (Stanford Univ.)

**専門分野:** 量子情報  
**研究内容:** 将来の量子情報技術の中核となる単一光子光源、検出器の開発、原子核スピン、電子スピンの制御、量子コンピュータ。

**Research Field:** Quantum information  
**Research Subject:** Single photon source and detector for quantum information systems, quantum computation based on electron and nuclear spins.



教授 藤田博之 (生産技術研究所, 国際マイクロメカトロニクス研究センター)  
Professor, Hiroyuki FUJITA (IIS, CIRMM)

**専門分野:** マイクロ・ナノメカトロニクス  
**研究内容:** 半導体微細加工を援用してマイクロ・ナノ構造とアクチュエータをシリコンチップ上に作り、光通信デバイス、ナノテクノロジー用のツール、バイオ融合ナノマシンなどへ応用する。

**Research Field:** Micro/nano mechatronics  
**Research Subject:** Design, fabrication and evaluation of micro/nano electro-mechanical systems and applications to optical communication devices, tools for nano technology and hybrid bio mechanical nano systems.



教授 Alfred Forchel (ドイツ Wuerzburg 大学)  
Professor, Alfred FORCHEL (Wuerzburg Univ.)

**専門分野:** 半導体ナノデバイス工学  
**研究内容:** 半導体ナノ構造の光電子物性および量子ドットレーザやフォトニック結晶デバイスへの展開。

**Research Field:** Semiconductor nanophysics and nanodevices  
**Research Subject:** Optical and electronic properties of semiconductor nanostructures and application to quantum dot lasers and photonic crystal.



教授 樽茶清悟 (工学系研究科)  
Professor, Seigo TARUCHA (School of Engineering)

**専門分野:** 半導体ナノ構造の物理と応用  
**研究内容:** 半導体を微細化することによって作られる人工原子/分子の相関電子状態の解明と制御、単一スピン操作と量子情報デバイスへの応用。

**Research Field:** Physics and applications of semiconductor nanostructures  
**Research Subject:** Low-dimensional electron transport, electronic properties of artificial atoms and molecules, detection and manipulation of single spins in quantum dots, physics and technology of spin-based quantum information processing.



教授 平川一彦 (生産技術研究所, NCRC)  
Professor, Kazuhiko HIRAKAWA (IIS, NCRC)

**専門分野:** 量子半導体エレクトロニクス  
**研究内容:** テラヘルツ領域における量子ナノ構造の物性とそのデバイス応用。

**Research Field:** Quantum semiconductor electronics  
**Research Subject:** Physics and device application of quantum nanostructures in the THz regime.



**教授 野田 進** (京都大学工学系)  
Professor, Susumu NODA (Kyoto Univ.)  
**専門分野**: 光子電子工学  
**研究内容**: 新しい光ナノ構造「フォトリソニック結晶」の形成とそれを用いた自在な光子制御に関する研究。  
**Research Field**: Quantum optoelectronics  
**Research Subject**: Development of photonic nanostructures such as photonic crystals and its application to arbitrary control of photons.



**教授 平本俊郎** (生産技術研究所, NCRC)  
Professor, Toshiro HIRAMOTO (IIS, NCRC)  
**専門分野**: シリコンナノデバイス  
**研究内容**: シリコンデバイスの微細化限界を打破するため、ナノ構造で現れる新物理現象を利用したデバイスビジョンを確立する。  
**Research Field**: Silicon nano-devices  
**Research Subject**: Establish a device concept utilizing new physics in silicon nano-structure in order to break the scaling limit.



**教授 馬場俊彦** (横浜国立大学工学系)  
Professor, Toshihiko BABA (Yokohama National Univ.)  
**専門分野**: 量子エレクトロニクス  
**研究内容**: 微細加工技術により半導体フォトリソニック結晶ナノ共振器を形成し、極限的な自然放出制御と無しきい値レーザーを実現する。  
**Research Field**: Quantum optoelectronics  
**Research Subject**: Fabrication of semiconductor photonic crystal nanocavity and demonstration of ultimate spontaneous emission control and zero-threshold lasing.



**特任教授 石田寛人** (生産技術研究所, NCRC)  
Professor, Hiroto ISHIDA (IIS, NCRC)  
**専門分野**: 科学技術政策、原子力工学  
**研究内容**: 研究開発成果の社会的・経済的利用の促進と産学官連携の推進。  
**Research Field**: Science and technology policy, Nuclear engineering  
**Research Subject**: The promotion of the industrial utilization of the research and development products. The promotion of the collaboration among universities, industry and government.



**特任教授 勝山俊夫** (生産技術研究所, NCRC)  
Professor, Toshio KATSUYAMA (IIS, NCRC)  
**専門分野**: ナノ量子エレクトロニクス  
**研究内容**: 半導体ナノ構造を用いた次世代光機能素子の研究。とくに、量子効果素子やフォトリソニック結晶素子の研究に注力している。  
**Research Field**: Nano quantum electronics  
**Research Subject**: Functional optical devices using semiconductor nano-structures including quantum functional devices and photonic crystal devices.



**特任教授 白杵達哉** (生産技術研究所, NCRC)  
Professor, Tatsuya USUKI (IIS, NCRC)  
**専門分野**: 量子デバイス工学  
**研究内容**: 量子通信システム構築を目指した単一光子素子の開発  
**Research Field**: Physics and engineering of quantum effect devices  
**Research Subject**: Development of single-photon devices, study of quantum communication systems.



**助教授 高橋琢二** (生産技術研究所, NCRC)  
Associate Professor, Takuji TAKAHASHI (IIS, NCRC)  
**専門分野**: ナノプローブ技術  
**研究内容**: ナノプローブによる局所物性計測技術の開拓とそれらを用いた単一量子ナノ構造の光・電子物性評価。  
**Research Field**: Nano-probing technologies  
**Research Subject**: Development of local characterization techniques by nano-probes and their application to optical/electronic characterization on single quantum nanostructures.



**助教授 年吉洋** (生産技術研究所, 国際マイクロメカトロニクス研究センター)  
Associate Professor, Hiroshi TOSHIYOSHI (IIS, CIRMM)  
**専門分野**: マイクロマシニングシステム工学  
**研究内容**: MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) の光学応用をナノスケールへと発展させ、電子や光子と相互作用するPhotonic MEMSへのパラダイムシフトを検討する。  
**Research Field**: Micro electro mechanical systems  
**Research Subject**: Optical MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) technology extending to nanoscopic Photonic MEMS interaction with electrons and photons to exhibit new quantum phenomena.



**助教授 染谷隆夫** (工学系研究科)  
Associate Professor, Takao SOMEYA (School of Engineering)  
**専門分野**: ナノ・有機エレクトロニクス  
**研究内容**: 有機半導体を用いた次世代ITナノデバイスの開発。  
**Research Field**: Nano, organic electronics  
**Research Subject**: Organic semiconductor-based nano electronic devices.



**助教授 山口浩一** (電気通信大学工学系)  
Associate Professor, Koichi YAMAGUCHI (Univ. of Electro-Communications)  
**専門分野**: 量子半導体工学  
**研究内容**: 半導体量子ナノ構造の形成制御技術、特にナノエピタキシー技術の開拓。  
**Research Field**: Quantum Semiconductor Engineering  
**Research Subject**: Development of nano-fabrication technologies including nano-epitaxy of semiconductor quantum structures.



**特任助教授 塚本史郎** (生産技術研究所, NCRC)  
Associate Professor, Shiro TSUKAMOTO (IIS, NCRC)  
**専門分野**: 半導体ナノサイエンス  
**研究内容**: 半導体表面ナノ構造、半導体結晶成長素過程、量子ドット成長素過程の解析。分子線エビタキシーと走査型プローブ顕微鏡の完全合併装置の開発。  
**Research Field**: Semiconductor Nano Science  
**Research Subject**: Analyses of nano structures on semiconductor surfaces, crystal growth mechanisms, epitaxial growth process of quantum dots.



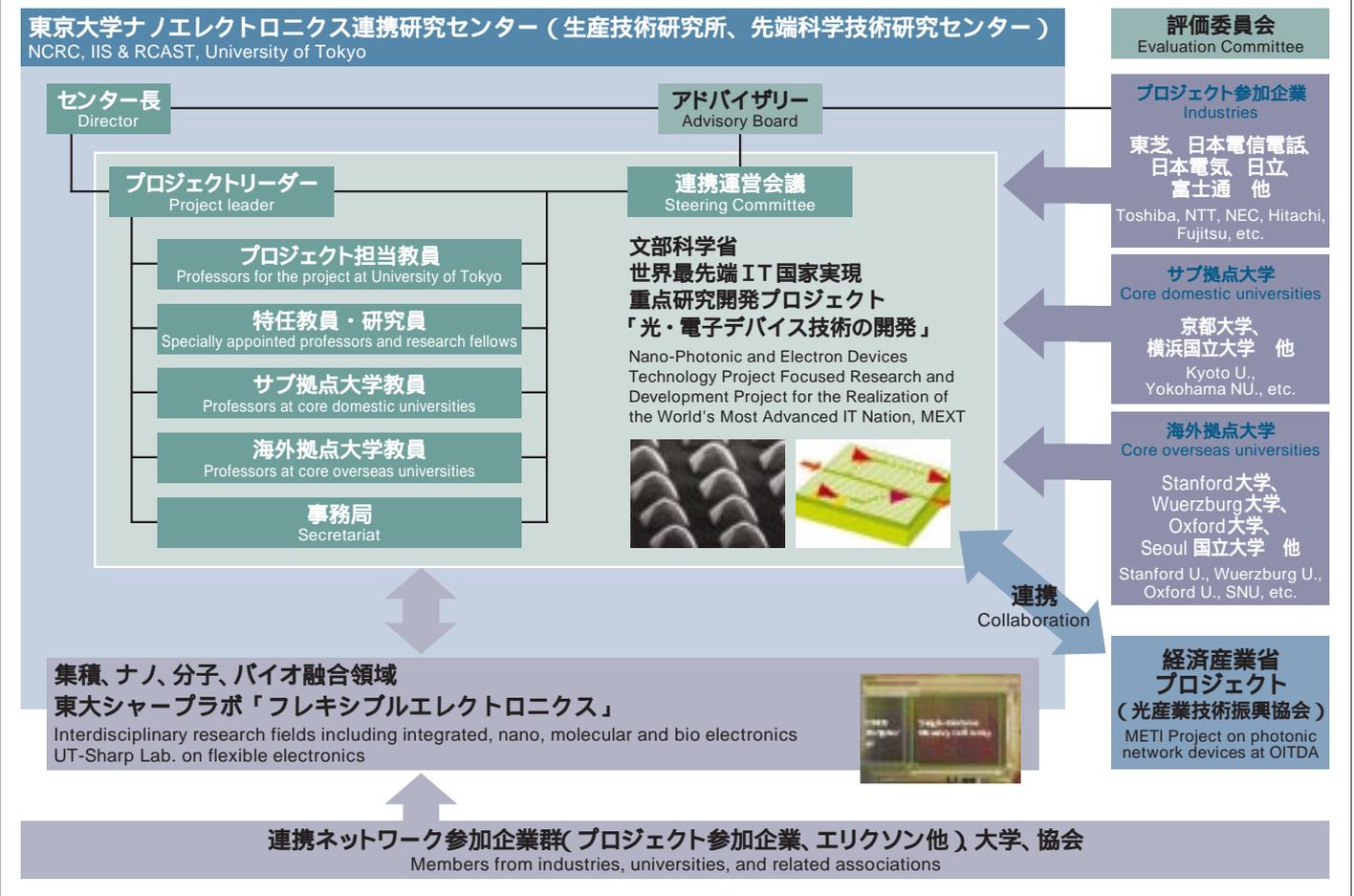
**講師 岩本敏** (先端科学技術研究センター, NCRC)  
Lecturer, Satoshi IWAMOTO (RCAST, NCRC)  
**専門分野**: ナノ・オプトエレクトロニクス  
**研究内容**: 量子ドットやMEMSを組み合わせた機能性フォトリソニック結晶素子の研究。  
**Research Field**: Nano-optoelectronics  
**Research Subject**: Functional photonic crystal devices with semiconductor quantum dots and MEMS.



**プロジェクトマネージャー 遠山嘉一** (生産技術研究所, NCRC)  
Project Manager, Dr. Yoshikazu TOYAMA (IIS, NCRC)  
**専門分野**: マイクロ波・光半導体デバイス、宇宙開発  
**担当**: プロジェクトの推進。  
**Research Field**: Microwave and optical semiconductor device engineering  
In charge of project management.



**プロジェクトマネージャー 桜井昭夫** (生産技術研究所, NCRC)  
Project Manager, Dr. Teruo SAKURAI (IIS, NCRC)  
**専門分野**: 光半導体デバイス工学  
**担当**: プロジェクトの推進。  
**Research Field**: Optical compound semiconductor device engineering  
In charge of project management.



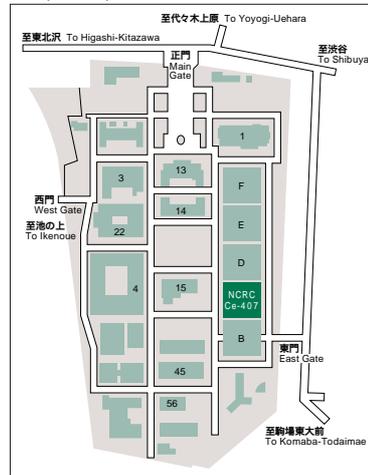
**アドバイザーボードメンバー** Members of Advisory Board

東 実	株式会社東芝 執行役専務	Dr. Makoto AZUMA	Toshiba Corporation
板屋 義夫	日本電信電話株式会社 NTTフォトニクス研究所 所長	Dr. Yoshio ITAYA	NTT Corporation
尾形 仁士	三菱電機株式会社 上席常務執行役 研究開発本部長	Dr. Hitoshi OGATA	Mitsubishi Corporation
笠見 昭信	株式会社東芝 常任顧問	Dr. Akinobu KASAMI	Toshiba Corporation
國尾 武光	日本電気株式会社 執行役員兼中央研究所長	Dr. Kunio TAKEMITSU	NEC Corporation
中村 哲夫	株式会社富士通研究所 常任顧問	Dr. Tetsuo NAKAMURA	Fujitsu Labs. Ltd.
中村 道治	株式会社日立製作所 代表執行役 執行役副社長	Dr. Michiharu NAKAMURA	Hitachi Ltd.
橋本 和仁	東京大学先端科学技術研究センター 所長	Prof. Kazuhito HASHIMOTO	RCAST, The University of Tokyo
前田 正史	東京大学生産技術研究所 所長	Prof. Masafumi MAEDA	IIS, The University of Tokyo

Area Map



Campus Map



ナノエレクトロニクス連携研究センターへのアクセス

- 小田急線 東北沢駅から徒歩7分 /
- 井の頭線 駒場東大前駅から徒歩10分 /
- 井の頭線 池ノ上駅から徒歩10分 /
- 小田急線・千代田線 代々木上原駅から徒歩12分

Access to NCRC

- 7 min. walk from Higashi-Kitazawa Station /
- 10 min. walk from Komaba-Todaimae Station /
- 10 min. walk from Ikenoue Station /
- 12 min. walk from Yoyogi-Uehara Station