

## Viewpoint

## For faster magnetic switching—destroy and rebuild

Riccardo Hertel

Institute of Solid State Research, IFF-9, Forschungszentrum Jülich GmbH, D-52425 Jülich, Germany

Published September 8, 2009

*Magnetic switching is typically a continuous process, where a field pulse rotates a magnet from up to down, but it is now possible to do this faster — and with all-optical methods — by first quenching the magnetization to zero and then repolarizing it in the opposite direction.*

Subject Areas: **Optics, Magnetism**

## A Viewpoint on:

**Ultrafast Path for Optical Magnetization Reversal via a Strongly Nonequilibrium State**

K. Vahaplar, A. M. Kalashnikova, A. V. Kimel, D. Hinzke, U. Nowak, R. Chantrell, A. Tsukamoto, A. Itoh, A. Kirilyuk and Th. Rasing

*Phys. Rev. Lett.* **103**, 117201 (2009) – Published September 8, 2009

Magnetic data storage technology and the ever-increasing speed of information processing have brought enormous changes to our daily life. These developments naturally lead us to ask if there is a physical limit to the speed at which magnetic moments can be switched [1]—a topic that has caused no shortage of controversy in the scientific community. Exploring this limit is complicated, partly because switching the magnetization from one direction to the other can occur in multiple ways and along different paths. For example, magnetic and electric fields, electric currents, and laser pulses can all stimulate magnetic switching and the trajectory of the magnetization vector from its initial to its final state will vary with each of these switching mechanisms.

Kadir Vahaplar and colleagues at Radboud University Nijmegen in The Netherlands, in collaboration with scientists in Germany, the UK, Japan, and Russia have made a dramatic leap forward in exploring the limits to magnetic switching. Writing in *Physical Review Letters*, they demonstrate a magnetic write-read event that occurs on times as short as 30 picoseconds (ps), which is the fastest magnetic switching process observed so far [2]. But the work by Vahaplar *et al.* is much more than the demonstration of high-speed magnetic switching. By combining sophisticated experimental methods with theoretical tools that fully account for the magnetization on many length scales (from the continuum to the atomic and electronic limit), their study leads to important insight and detailed understanding of what fundamental processes allow ultrafast magnetic switching to occur.

So far, groups have mainly looked at ways of turning and redirecting the magnetization continuously, typically by causing it to precess with magnetic field pulses [3]. Using purely optical methods, Vahaplar *et al.* show

that a faster way to switch the magnetization is to temporarily quench it [4], that is, reduce it to zero, and restore it immediately afterwards in the opposite direction, a scheme they aptly call a *linear* reversal (Fig. 1).

Their experiments are an ingenious combination of the different effects by which light interacts with magnetic moments. These effects are usually categorized as optomagnetic or magneto-optical, depending on whether they describe the influence of the light pulse on the magnetization or vice versa. In their setup, Vahaplar *et al.* first stimulate the magnetization of amorphous 20 nm ferromagnetic films made of  $Gd_xFe_{100-x-y}Co_y$  with a short and intense circularly polarized (pump) laser pulse and then image the magnetization with a second, equally short but linearly polarized (probe) laser pulse.

The first laser pulse has two effects on the magnetization. First, it rapidly pumps energy into the film, locally heating the material and demagnetizing it [5]. The energy of the laser pulse is primarily absorbed by the electrons, which reach a temperature of about 1200 K within the first few hundred femtoseconds (fs) after the pulse. Changes in the electronic temperature affect the magnetic properties on sub-ps time scales. Most importantly, the magnitude of the magnetization  $M$  decreases as the temperature of the electronic system approaches the Curie temperature  $T_C$  (the temperature at which the material undergoes a phase transition from a ferromagnet to a paramagnet, at equilibrium). Vahaplar *et al.* show that the magnetization can in fact be temporarily “destroyed” down to a value of zero about 500 fs after applying a sufficiently strong laser pulse.

The first laser pulse also affects the magnetization via the inverse Faraday effect [6]: as the circularly polarized electromagnetic field pulse traverses the sample, it acts as an effective magnetic field along the pulse’s propa-

# CST's cutting-edge research chosen as NU Strategic Research Project

By Kenjiro Kawasaki

A College of Science and Technology research team, led by Joe Otsuki, associate professor at the Department of Materials and Applied Chemistry, was designated in November 2008 as the recipient of the Nihon University Strategic Research Project (University Type) grant.

The special grant, amounting to 120 million yen a year for up to five years, specifically covers the team's cutting-edge research on "Nanotechnology Excellence: Nanomaterial-based Photonic and Quantum Tech-

nologies."

The research project, scheduled to be launched in April 2009, is a university-wide plan that includes participation by researchers at the College of Science and Technology, the College of Humanities and Sciences, the School of Medicine, the College of Bioinformative Sciences, the College of Pharmacy and others.

Otsuki's research team aims to develop materials with special functions desired by researchers, including discretionary control of atomic configuration and an application of a nano-scaled (one-billionths of a

meter) perforating technology in the fields of information, energy and medicine.

In the field of information, the Nihon University team will seek to develop technology that will enable high-density data storage at a greater speed. One approach is to use magnetic spots on a disc surface to record and store. When the size of the magnetic spot is reduced, the storage capacity can be enhanced. Then, the data storage velocity can increase with a technology for altering magnetic field directions with photonic applications. The team also aims to develop a secure telecommu-

nication solution by using a quantum cryptography system.

In the field of energy, the Nihon University researchers want to develop a practical version of dye sensitized solar cells, known as a low-cost next-generation solar cell. The new system has a drawback related to the energy loss caused by light emissions of electrons during the process of energy generation. The team aims to raise electric generation efficiency by attaching nano-scaled light-controlling photonic crystals to electrodes.

In the medical field, the project aims to develop new cancer

therapy solutions. It envisages the development of a molecular machine capable of recognizing the promoter and regulating genes. The ultimate goal is to enable a molecular machine to detect cancer genes as a way of preventing cancer in advance. If a red light emitting function is added to the molecular machine, doctors will be able to readily spot the location of any cancer prone from the outside of the body.

Associate Prof. Otsuki said he wants the interdisciplinary project at Nihon University to contribute greatly to the development of society.

## NU aiming at world record for human-powered aircraft

By Yuri Sato

A team of aeronautical engineering students at the College of Science and Technology hopes to set an aviation world record for human-powered straight aircraft.

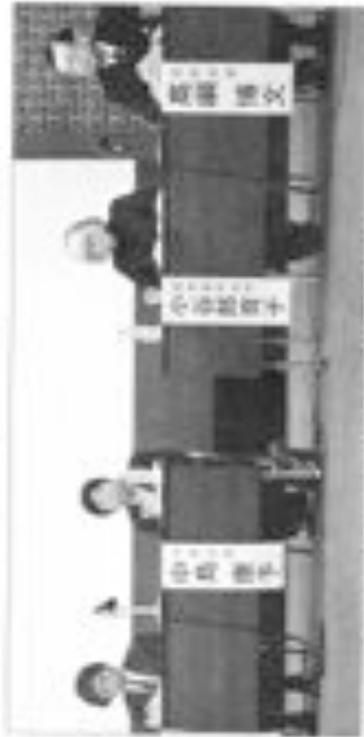
The team from lecturer Kenichi Abe's laboratory is looking forward to having their human-powered plane fly as far as 120 kilometers, well beyond the existing world record of 113 kilometers.

The aeronautical engineering lab's pedal-powered aircraft *Maiwa* set a Japanese record in August 2005 by traveling 49,172 kilometers in 1 hour 48.12 seconds in Shizuoka Prefecture.

Nariyuki Mausu, the pilot of the record-setting flight of 2005, is expected to serve as an "ideal pilot" aboard the planned Nihon University human-powered plane. He graduated from the college in 1999 and currently is based in

France as a professional bicyclist taking part in road races elsewhere in the world. After establishing the Japanese record in 2005, he told Abe that he would like to offer to sit in the cockpit of a new plane with a view to setting a world record.

To help give the pilot greater endurance, the cockpit of the new plane will have air vents that can keep the "pilot's" face from wasting energy



Prof. Takatsuna (far right) at the symposium

## Symposium held to mark 60th year of Correspondence Division

By Saki Natori

ending corresponding learning as a whole.

Nihon University celebrated its 60th anniversary of the



日本大学 産学連携情報センター (NUBIC)  
〒100-8275 東京都千代田区九段南4-8-24 日本大学会館  
tel.03-5275-8139  
URL: http://www.nubic.jp/

# 日

本大学でこの1月から始まったプロジェクトに注目しています。

「N研究プロジェクト」は、日本大学が学内で募集、実施される学術研究戦略プロジェクトである。「賢やか未来の創造」を統一スローガンに、各学部が協働し、体系的に推進していくことに特徴がある。採択された研究にはその費用として年間1億3000万円が支給されるという。これを自主財源でまかなうところに、日本大学の強さと決意が示されている。申請された16件の中から、平成21年度特定研究に選ばれたのが、理工学部の大月穂彦教授を代表とする「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の無限追求」だ。このプロジェクトでは、1、100もの小さな分子から数億、1億という比較的大きな高分子までの自己集合や電子ビーム照加工などを駆使したナノ構造作製を開発する。

「ナノサイズ技術を駆使した研究」により、「情報」「エネルギー」「医療」の3分野で応用技術を開発する計画です。「情報」分野では超高速で超高速な記録法の開発。「エネルギー」分野では太陽光の有効利用の技術開発。「医療」分野ではがん遺伝子を光で検出する方法や新たな治療法の研究を進めます(大月准教授)。

チームを組みプロジェクトの推進にあたるという、むしろ研究にあたっては、教員それぞれの国内外のネットワークが活用されるほか、学外の有識者による評価委員会も組織されている。

「プロジェクトを通じて、若手研究者や博士課程の学生などの育成も図りたいと考えています」と大月准教授が話す。そのチャンスも多に溢れている。

プロジェクトは5年間をメドとし、これらの研究成果は論文として発表されるだけでなく、日本大学産学連携情報センター(NUBIC)を通じて知的財産として広く公開され、その活用を図る予定だ。受託研究や共同研究にも積極的に取り組んでいくというから、楽しみだ。社会への貢献にも大いに期待が高まる。

## 学部間をまたぐ 大型プロジェクトがスタート。 成果を社会へ



理工学部長 大月 穂彦 准教授

大月 穂彦



産学連携により開発された製品はNUBICを通じて「ナノテクノロジー」の活用を促進する。産学連携プロジェクトの成果を社会へ



# The First Symposium of Nanotechnology Excellence, Nihon University 2009 —Nanomaterial-based Photonic, Quantum and Bio Technologies—

18 September 2009

Research Center Hall, Nihon University School of Medicine, Itabashi, Tokyo

Nihon University “N.” Research Project “Nanotechnology Excellence, Nihon University —Nanomaterial-based Photonic, Quantum and Bio Technologies—” has started this year 2009. The “N.” Research Project, crowned with “N.” symbolizing Nihon University, aims at realizing healthy future through interdisciplinary, intercollege collaboration in Nihon University, the largest private university in Japan. This project will develop technologies in the areas of information, energy, and medicine on the basis of nanoscience and nanotechnology to contribute to solving various problems the society faces.

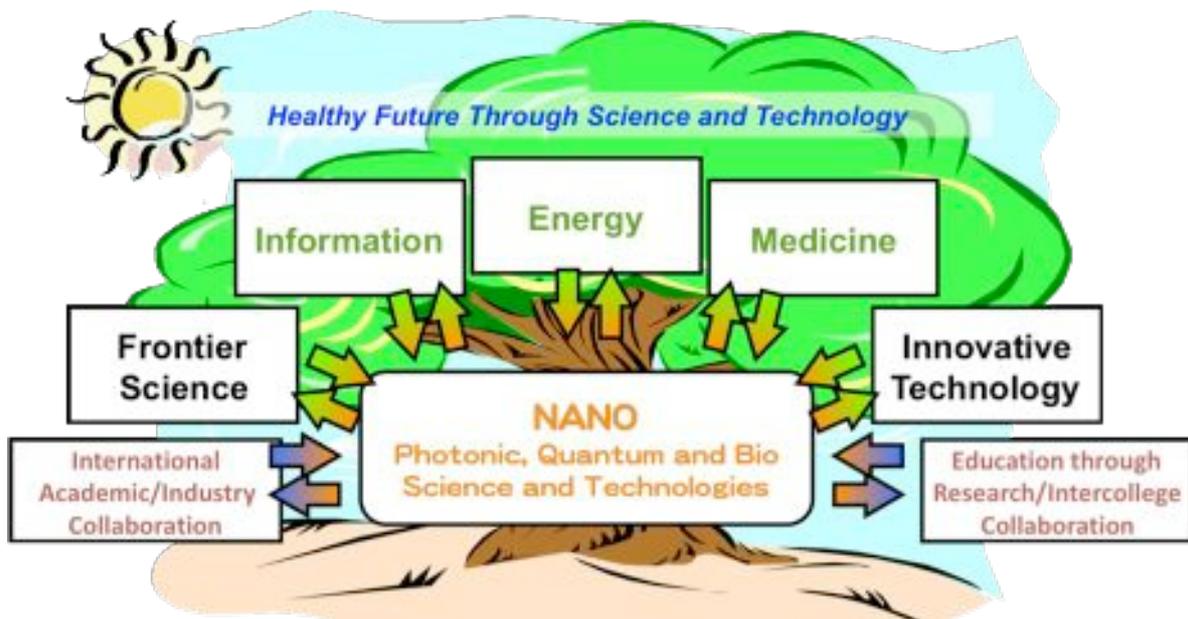
## Scope of the Symposium

In the symposium, the members of the project present their recent results to stimulate discussions in the areas of:

- **Information:** Superhigh speed recording, superhigh density recording, quantum information, etc.
- **Energy:** Solar energy conversion, hydrogen storage, fuel cells, etc.
- **Medicine:** DNA recognition, photodynamic therapy, etc.
- **Nanoscience and Nanotechnology:** Self-assembly, nanomaterials and nanomanipulation, quantum mechanics theory, etc.

## Guest Speakers

- **Prof. Hironori Arakawa** (Tokyo University of Science)
- **Prof. Ravindra K. Pandey** (Roswell Park Cancer Institute)



# 盛大に法 新しい伝統



法学部新設より10周年式典と祝賀会が、前期の日本法律学校が誕生した10月4日にホテルオークラ中野店で実施。教職員、校友ら約400人が出席して盛大に行われた。

法学部新設は「新創制形式典と祝賀会が、前期の日本法律学校が誕生した10月4日にホテルオークラ中野店で実施。教職員、校友ら約400人が出席して盛大に行われた。

## 5学部見人が報告

### 5学部見人が報告

本学学術研究推進プロジェクト（通称「プロジェクト」）の第一期に開始された前期研究「ナノ物質を基盤とする光・電子技術の基礎研究」の初めでのシンポジウムが1月18日、医学部大講堂で、関係学部の教員や学生ら約100人が参加して行われた。



この日は、医学部大講堂で、関係学部の教員や学生ら約100人が参加して行われた。シンポジウムはすべて英語で行われた。研究代表者の大井博・理工学部准教授のプロジェクト概

法政学を創設したのが、日本でも初めての法政学系として、政府系に転換した。中道の経緯を、その歴史を交えて語り、その特徴、日本製であること、日本人の自立が基本、と日本大学の教育理念を自主創造で進めること、また、特色として日本大学を盛り上げ、いかに「一」を表現させたか、さらに、米国、ドイツの海外協定校の代表者、早稲田山崎義典のスピーチ、

## 最優秀賞は 山形工業高

### 最優秀賞は山形工業高

自作した風力発電機の性能を比較し、学生工学部主催の第2回風力発電コンテスト「WINNOCOM CONTEST」が1月18日、

自作した風力発電機の性能を比較し、学生工学部主催の第2回風力発電コンテスト「WINNOCOM CONTEST」が1月18日、

自作した風力発電機の性能を比較し、学生工学部主催の第2回風力発電コンテスト「WINNOCOM CONTEST」が1月18日、

## 日大文芸賞に 葵・矢賀部さん

### 日大文芸賞に葵・矢賀部さん

日本大学新設10周年の記念として日大文芸賞に、矢賀部葵さんが、小説「ワタシのアダルトベッド」で受賞し、授賞式が1月18日、東京・丸の内にあるカザリア市ヶ谷で、

日本大学新設10周年の記念として日大文芸賞に、矢賀部葵さんが、小説「ワタシのアダルトベッド」で受賞し、授賞式が1月18日、東京・丸の内にあるカザリア市ヶ谷で、

日本大学新設10周年の記念として日大文芸賞に、矢賀部葵さんが、小説「ワタシのアダルトベッド」で受賞し、授賞式が1月18日、東京・丸の内にあるカザリア市ヶ谷で、

## レディス控門会が 理事長を訪問

### レディス控門会が理事長を訪問

日本大学校友会の公益法人であるレディス控門会が、1月18日、

日本大学校友会の公益法人であるレディス控門会が、1月18日、



授賞式の様子

# 創立120周年



法学部記念式典で祝辞を述べる森村敏夫

法学部は、創立120周年を記念して、11月17日（土）午後2時から、法学部講義室（法学部本館4階）で祝賀式典を開催した。式典には、森村敏夫法学部長をはじめ、関係者約100人が参加した。

## 学術研究戦略プロジェクト

# 第1回シンポジウム開催

## 初年度の研究成果を報告

本学学術研究戦略推進部（学術研究戦略推進部）が推進している「学術研究戦略プロジェクト」の第1回シンポジウムが、11月17日（土）午後2時から、法学部講義室（法学部本館4階）で開催された。

本学学術研究戦略推進部（学術研究戦略推進部）が推進している「学術研究戦略プロジェクト」の第1回シンポジウムが、11月17日（土）午後2時から、法学部講義室（法学部本館4階）で開催された。

本学学術研究戦略推進部（学術研究戦略推進部）が推進している「学術研究戦略プロジェクト」の第1回シンポジウムが、11月17日（土）午後2時から、法学部講義室（法学部本館4階）で開催された。

## 古橋氏「お別れ会」

### 約2100人が弔問に参列

古橋氏の訃報を受け、約2100人が弔問に参列した。古橋氏は、本学で長く勤務し、学術研究に多大な貢献をした。

古橋氏の訃報を受け、約2100人が弔問に参列した。古橋氏は、本学で長く勤務し、学術研究に多大な貢献をした。

古橋氏の訃報を受け、約2100人が弔問に参列した。古橋氏は、本学で長く勤務し、学術研究に多大な貢献をした。

# 就活のトビラ

就職活動の季節が近づいてきた。多くの学生が、就職活動の準備を進めている。本学では、就職支援センターが、学生をサポートしている。

就職活動の季節が近づいてきた。多くの学生が、就職活動の準備を進めている。本学では、就職支援センターが、学生をサポートしている。



企業の説明会を開く就職活動

# 自ら動きチャンスつかめ

就職活動の季節が近づいてきた。多くの学生が、就職活動の準備を進めている。本学では、就職支援センターが、学生をサポートしている。

## 社告

本学では、就職支援センターが、学生をサポートしている。また、企業との連携も強化されている。

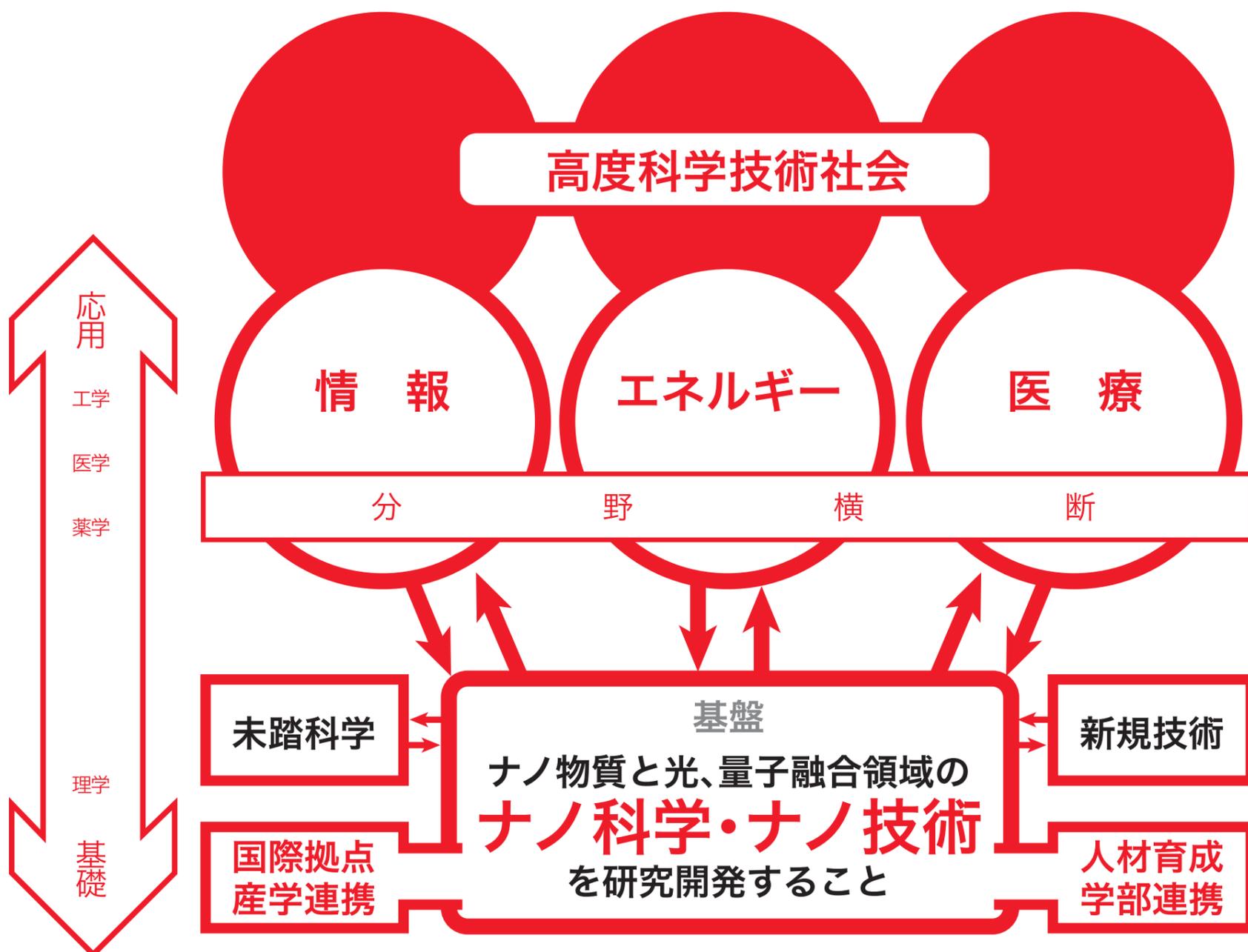
**学生記者募集!!**  
文系・理系問わず  
やる気のある人お待ちます!

# ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求

医学部・生物資源科学部・文理学部・薬学部・理工学部・量子科学研究所・大学院総合科学研究科

このプロジェクトは、**ナノ物質と光、量子融合領域のナノ科学・ナノ技術**を研究開発することで、**情報、エネルギー、医療**という3つの重点課題の解決に迫り、社会に本質的な貢献をしようとするものです。**情報**では、高速かつ安全に大容量を取り扱う技術が求められています。**エネルギー**は化石資源の枯渇と大気中の二酸化炭素濃度増加。**医療**では、日本人の死因の30%が癌であることは大問題です。このような大きな課題に取り組むには、十分に高いレベルで成果をあげている研究者が必要です。そして、研究者が分野を横断して、理学の基礎から工学や医学の応用まで縦断して連携することが重要です。インパクトある具体的な成果を出すことが重要ですが、同時に人材育成と学部連携を進め、国際拠点と産学連携拠点を構築します。こうした日本大学のパワーを結集した研究によって、高度科学技術を通して、健やか未来をつくるために貢献します。

## 健やか未来の創造



この研究に関するお問い合わせは、

日本大学理工学部物質応用化学科・准教授 大月 穰 [otsuki@chem.cst.nihon-u.ac.jp](mailto:otsuki@chem.cst.nihon-u.ac.jp)

2009 日本大学  研究プロジェクト

「ナノ物質を基盤とした光・量子技術の極限追求」 <http://www.med.nihon-u.ac.jp/department/cancer/Nproject21.html>  
101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14 fax/tel 03-3259-0817

平成21年度（第53回）日本大学理工学部学術講演会

特別セッションS6:

## 日本大学“N.”研究プロジェクト ～ナノ物質を基盤とした光・量子技術の極限追求～

1) 日時・場所

11月28日(土) 駿河台1号館 121会議室

13:50～15:40 110分

2) 講演 4件 各25分(発表20分) 全110分

●プログラム

司会: 桑本剛(日大理工・量科研)

13:50 ナノ物質を基盤とした光・量子技術の極限追求

日本大学“N.”研究プロジェクト

Nanotechnology Excellence, Nihon University–Nanomaterial–based Photonic, Quantum and Bio Technologies The Nihon University “N.” Research Project

○大月穰 (日大理工・応化・教員)

14:15 ナノ物質・デバイスグループにおける理工学部班の研究紹介

Topics of Nanomaterials and Nanodevices Group at CST

○鈴木薫1, 高野良紀2, 浅井朋彦2, 岩田展幸3, 羽柴秀臣4

(1:日大理工・電気・教員 2:日大理工・物理・教員 3:日大理工・子情・教員 4:日大理工・量科研・教員)

14:40 休憩

14:50 ナノプロセスで創る・ナノ物質を創る・ナノ機構を解析する一文理学部ナノ班の試み

Challenge of Nano-group at CHS – Fabrication by Nanoprocess, of Nanomaterial and Analysis of Nanomechanism

○橋本拓也1、茶園茂1、望月章介2

(1:日大文理・物理生命システム科学・教員 2:日大文理・物理・教員)

15:15 人工原子におけるフント則の起源

日本大学 “N.” 研究プロジェクト 量子理論・計算班

Origin of Hund’s multiplicity rule in artificial atoms

The Nihon University “N.” Research Project / Quantum Theory & Computation Group

○佐甲徳栄 (日大理工・一般物理・教員)



## 「光合成」から 生み出される新しい技術

太陽光を受け、自身が活動するエネルギーを得るために「光合成」を行う藻類や植物たち。太古の昔に彼らが生まれて以来、ずっとその営みが行われてきました。これを人工的に再現することができるようになったら、どんな未来がやってくるのでしょうか。

### 光を当てると電子が動く

光合成を行うのは細胞内の「葉緑体」という部分。まず、「アンテナクロロフィル」によって集められた太陽の光エネルギーは、その隣にあるクロロフィルへ、そしてまた隣のクロロフィルへと、次々に効率よく伝えられます。そして最後に「反応中心クロロフィル」へと集められ、炭水化物をつくり出す力となる電子のエネルギーに変換されるのです。

日本大学の大月 穰さんは、このような「光エネルギー変換」を人工的な分子で行う研究をしています。「化石燃料が枯渇し、太陽光エネルギーを使わないといけない世の中でお手本になるのが光合成。クロロフィルのように光を当てると分子内で電子が動くようなものがないか考えたのです」。

### 分子から分子へと

光合成は、光の吸収、エネルギー移動、さらに電子移動を司る機能を持った分子が組織だって並び、行われています。これを人工的に再現するという事は、合成した分子のひとつひとつがそれぞれに機能を割り、それらが共同で高度な働きをする分子の組織を形成するという事。しかし、光合成のすべての過程を人工的に行うことはまだ困難です。大月さんはまず、その過程を部分的に分解し、その一部を行う分子について研究しています。

たとえば、光エネルギーを集める分子をうまく集めた集合体をつくり、その中でエネルギーを効率よく移動する系を発見しました。「この集合体では、光合成の一部を人工的に再現できています」。

### ミクロの世界から始まる最高の技術

大月さんは、光合成を完全に再現できる分子を植物が育たないような場所にまいておき、エネルギーを得ることができるようになることを目指しています。「分子は機能を発現する最小単位。だから、分子から設計して組み立てていけば、最高のものができるはずだと思うのです」。目には見えない分子をコントロールすることが、新しい技術の指針となるのでしょうか。（文・磯貝 聖子）



▲光合成を行う葉緑体。エネルギーはチラコイド膜内を移動していく。

協力：大月 穰（おおつき じょう）

日本大学理工学部物質応用化学科准教授

1991年、東京大学大学院工学系研究科を修了後、1999年まで同大学生産技術研究所にて助手を務める。1993年から1年間、Université Louis Pasteur 博士研究員を経て、1999年より日本大学理工学部にて、2004年より助教授、2007年より現職。

2009年12月吉日

N.プロジェクト関連研究者 各位

先端材料科学センター  
N.プロジェクト「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求」  
合同若手フォーラム

— N.プロジェクトにおける最先端境界領域材料科学の現状と若手研究者への期待—

先端材料科学センター管理責任者 伊藤 彰義  
N.プロジェクト 研究代表者 大月 穰

「材料科学に関する若手フォーラム」は、理工学部材料研究修士1年生を発表者の中心として開催し、スタートからほぼ20年を経て、現在は学部4年生も含めた理工学部内での材料研究若手育成の重要な場となっております。

今回、N.プロジェクト「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求」との合同で、  
— N.プロジェクトにおける最先端境界領域材料科学の現状と若手研究者への期待—  
合同フォーラムとして開催いたします。

この合同フォーラムでは、N.プロジェクトの最先端境界領域材料科学の成果を若手研究者の道しるべとし、境界領域の共同研究や関連研究を更に広める場とすることを狙っております。若手研究者の育成は、N.プロジェクトに求められている重要な役割でもありますので、N.プロジェクトメンバー関連の方々の積極的なご発表をお願い申し上げます。

なお、N.プロジェクト代表である大月准教授によるN.プロジェクトの紹介、医学部永瀬教授、理工学部佐甲専任講師、塚本専任講師らによるN.プロジェクトの最先端の成果報告と、若手材料研究者への期待を熱く語っていただく予定でございます。詳細は後ほどお知らせ致しますが、N.プロジェクト関連の方々の多くの皆様のご参加をお待ちいたしております。

発表ご希望の方は、同封の参加申込書をご記入の上FAXにてお申し込み下さい。

## 記

開催日時： 2010年2月13日(土) 9:00集合 9:30開始予定

開催場所： 日本大学理工学部船橋校舎12号館(3F)

東葉高速鉄道 船橋日大前下車

申込締切： 2009年12月22日正午まで

原稿締切： 2010年1月12日正午まで

原稿は別紙フォーマットの形式の原稿を、印刷したもの1部と、  
電子データ(PDF)の両方を提出して下さい。

ポスター： 開催日当日、9:20までにポスターを会場に掲示(A1横)

連絡先： 先端材料科学センター 事務室 担当：梶田

amsc-kajita@amsc.cst.nihon-u.ac.jp

TEL: 047(469)5600 FAX: 047(464)0235

以上