

参考資料 / Publications and Achievements since 2010

- 日刊工業新聞 2010. 2. 12「光子検出世界最速で」
- 日刊工業新聞 2010. 7. 8「光通信に量子計算」
- 配位プログラミング 2010. 7. 15 NEWS LETTER
- 卓越する大学 2011 大学通信
- 日本大学新聞 2010. 4. 20 「未来創造 N. プロジェクト 1-ナノテクに独自の取り組み」
- 日本大学新聞 2010. 5. 20 「未来創造 N. プロジェクト 2- “光で書く” 技術を模索」
- 日本大学新聞 2010. 6. 20 「未来創造 N. プロジェクト 3-情報技術の最終形態」
- 日本大学新聞 2010. 7. 20 「未来創造 N. プロジェクト 4-X 線・薬物でがんに挑む」
- 日本大学新聞 2010. 8. 20 「未来創造 N. プロジェクト 5-つかめ太陽エネルギー」
- 日本大学広報 2010. 10. 15 「ナノ技術の極限を追求-第 2 回シンポ N. プロジェクト」
- NUBIC NEWS 2010 OCTOBER 研究室紹介
- 第 2 回日本大学 N. 研究プロジェクトシンポジウムポスター

日刊工業新聞

Business & Technology

発行所 ©日刊工業新聞社 2010

本社 ☎ 03・5644・7000 東京都中央区日本橋小塚町4-1 大塚支社 ☎ 06・6946・3321 大阪市中央区北浜東2-16 名古屋支社 ☎ 052・931・6151 名古屋市東区泉2-21-28 西部支社 ☎ 092・2711・5711 福岡市博多区古戸町1-1

光子検出世界最速で 日大 量子暗号通信に道

日本大学の井上修二教授と行方直人助手は、究極に安全な量子暗号通信を実現する、半導体製の単一光子検出器を開発した。通信に最も適する1・55ギガヘルツ(マイクロは100万分の1)波長帯で、光子の検出速度が世界最速となるが、半

が10億)動作を実現した。10月にも、50ギガ程度の区間で量子鍵を配送する量子暗号通信の実証実験を行う。情報通信研究機構の委託研究などの成果で、米国電気電子技術者協会(IEEE)の科学誌「フォトニクス・テクノロジー・レター

ズ」に発表する。開発した単一光子検出器は、化合物半導体製のなだれフォトダイオード(APD)を使う。通信波長帯で使えるほか、小型化が可能など実用性能が高い。APDはある一定以上の逆電圧がかかる

な現象を引き起こし、光子1個を電流に変換して検出する仕組み。今回、光子を検出する回路の雑音を減らすなど改良し、約1万倍の低い電子増倍率で検出することに成功した。従来比10分の1の電流で光子を検出するため、検出速度を極限まで高速化できた。検出の効率も10%以上と従来より向上した。井上教授らは2006年に光子検出の新しい電圧動作方式を導入し、世界最速の800メガヘルツ(100万)動作を実現。その後、07年に東芝のケンブリッジ研究所が1・25ギガヘルツ動作に成功、記録を塗り替えていた。単一光子の検出はAPDのほか、光電子増倍管や超電導の細線を使う手法がある。だが、光電子増倍管の検出器は通信波長帯で感度が鈍るなど実用が難しい。一方、超電導の検出器は高速な利点を持つが、冷凍機が必要で小型化しにくく、検出効率もAPDの検出器より劣るといっ

光通信に量子計算

日大が大容量伝送技術

光子数識別器を開発

日本大学の井上修一郎教授らの研究チームは、既存の光通信技術に量子計算を組み込み、高いエネルギー効率で大容量の情報を伝送できる技術を開発した。光子の数を識別する機器を開発し、光通信波長帯でさまざまな光子状態（非ガウス状態）を作り出すことに成功した。低電力のグリーン量子情報通信技術（量子ICT）になる。科学誌ネイチャー・フォトニクス電子版に12日発表する。

低電力の量子ICTへ

量子ICTで大容量の情報を低電力で送るためには、送信側で連続的に変調した光パルス列（連続光）を符号化して受信側に送り、これに量子計算を組み込むことが有効だと理論的に提案されている。この量子計算を行う量子ゲート回路において、非ガウス状態を作る必要がある。

今回、10ギガ（マイクログラム100万分の1）角で厚さ22ナノ（ナノは10億分の1）のチタン製の超電導薄膜を使い、光子数識別器を開発した。光子数が正確に識別できるようになると、非ガウス状態を作りやすくなる。

これで、量子ICTの応用に向く波長1550ナノメートルの光通信波長帯で非ガウス状態を生成した。

従来は、光子数を識別できない単一光子検出器を使っており、光子数識別器を用いた非ガウス状態の生成は初めて。光子の検出効率は64%とまだ改善の余地はあるが、繰り返し速度は1ナノ秒（メガは100万）超で従来比約10倍速い。情報通信研究機構のプロシエクトの一環で、産業界技術総合研究所、物質材料研究機構と共同で開発した。

時代米
時化米
弥生の炭

X線CT使い撮影

京大 品種変遷で手がかり

京都大学総合博物館は島津製作所の協力を得て、約2500年前の米が炭化したかたまりをX線コンピュータ断層撮影装置（CT）で撮影した。この炭化米は焼けていない可能性が高いことが新たにわかった。X線CTを研究に使うことで、イネの品種や米の保管方法の変遷などを知る貴重な手がかりとなる。

X線CTで撮影したの

為的に束ねたものであることがわかった。また米の籾（もみ）にある芒（むぎ）という突起がほとんど写っていないことから品種は「熱帯ジャポニカ」である可能性があるという。

お知らせ

第59回高分子討論会にてセッション開催

第59回高分子討論会

会期：2010年9月15日（水）～17日（金）

会場：北海道大学高等教育機能開発総合センター
（札幌市北区17条西8丁目）

特定テーマ

「バイオ超分子材料の最前線—機能プログラミングと
応用展開—」

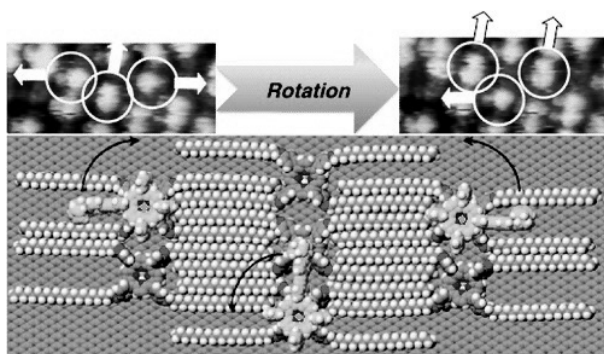
9月15日（水）、16日（木）

セッションオーガナイザー：小松晃之（中央大理工）

URL: <http://www.spsj.or.jp/tohron.html>

皆さまの御参加をお待ちしております。

班員からの論文の紹介



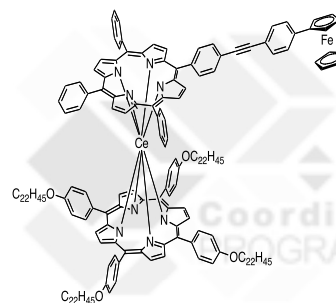
ダブルデッカーポルフィリン錯体の回転を「見た」

“Rotational Libration of a Double-Decker Porphyrin Visualized” J. Otsuki, Y. Komatsu, M. Asakawa, K. Miyake, *J. Am. Chem. Soc.*, **2010**, 132, 6870-6871.

「百聞は一見に如かず」と申しますが ... , この論文では、ダブルデッカー錯体中のポルフィリンが回転することを、「見て」実証したことを報告しました。

1997年から1998年にかけて、相田らのグループと新海らのグループによって、ダブルデッカーポルフィリンのセリウム錯体が溶液中で回転することが、明らかにされました。その後、ダブルデッカー錯体は、アロステリックなホスト分子の骨格として用いられ、金属イオンや酸化還元によってその回転速度が制御できることが発見されました。このような特性から、ダブルデッカー錯体は、分子マシンの部品として有望なユニットであると考えられます。

私達は、この回転運動を単一分子レベルで「見る」ことを考えました。一方の環として、グラファイトに吸着させるための長鎖アルキル基を導入したポルフィリンを、もう一方に、環の向きがわかるようにメソ位の一か所にリジッドなアームを経てフェロセニル基を導入したポルフィリンをもつダブルデッカー錯体を設計し、合成しました。

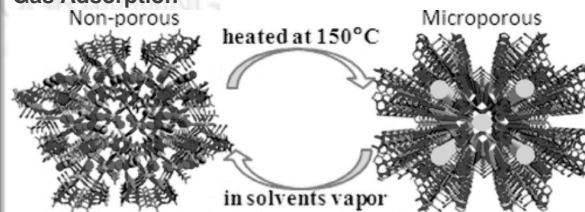


この錯体は、期待通り、グラファイト上に規則的に配列し、アームの向きも走査トンネル顕微鏡（STM）によってわかりました。長鎖アルキル基をもつフリーベースポルフィリンで薄めた配列を形成させ、同じ場所を2度走査したSTM像が、タイトル図です。1度目と2度目の走査でアームの方向が変わっている様子を捕らえることに成功しました。回転速度は、分子の配列に平行から垂直な向きへの回転と、垂直から平行への回転では異なるし、隣にダブルデッカー錯体があるかフリーベースポルフィリンがあるかによっても違うことなど、基板上での回転挙動を、STM像から分子数を数えることによって、明らかにしました。

(A01班 日大理工 大月穰)

最新の論文より

Interconversion between a Nonporous Nanocluster and a Microporous Coordination Polymer Showing Selective Gas Adsorption



Y.-J. Zhang, T. Liu, S. Kanegawa, O. Sato, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, 132, 912-913. (佐藤 治, A02)

Mechanistic Studies by Sum-Frequency Generation Spectroscopy: Hydrolysis of a Supported Phospholipid Bilayer by Phospholipase A2



Y. Tong, N. Li, H. Liu, A. Ge, M. Osawa, S. Ye, *J. Am. Chem. Soc.*, **2010**, 132, 7702-7708. (叶 深, A01)

新学術領域「配位プログラミング」ニュースレター
第1巻・第5号（通算第5号）

平成22年7月15日発行

発行責任者：西原 寛（東京大学大学院 理学系研究科）

編集責任者：山元公寿（東京工業大学 資源化学研究所）

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/inorg/coord-program.html>

研究力



大月 穂教授
おつまき しんや

日大ならではの総合力を發揮し 世界へ向けて先端研究を発信

日本大学は、14学部81学科・短期大学部6学科を擁する、わが国屈指の規模を誇る私立総合大学です。人文・社会科学から自然科学まで、多岐にわたる専門分野で構成された学部・学科群は、あらゆる学問領域を網羅しています。その日大の“総合力”を發揮して誕生したのが「日本大学学術研究戦略プロジェクト」です。自主財源による大型プロジェクトの実現は、まさに日本大学ならではのスケールと言えます。複数の学部間をまたぐ“知の連携”により、社会のニーズに応えた世界最先端レベルの研究を推進。日大発のインパクトある研究成果の社会への還元が、大いに期待されています。

スケールメリット生かした 学術研究戦略プロジェクト

日本大学は広範な学問領域を包含する、わが国最大級の私立総合大学ですが、これまでは各学部の自主性を優先し、「分権型・分散型総合大学」という独自のシステムを構築してきました。

しかし、社会環境が変化し、国際化・少子化などによる大学淘汰の時代を勝ち抜くためには、日本大学のスケールメリットを生かした体系的な学術研究戦略を立案・実行し、成果に結実させることが急務であるとして、2008年に学術研究戦略会議を新たに設置。日本大学の総合力の象徴となる学術研究戦略プロジェクトを大学内で募集・実施しました。それが「日本大学学術研究戦略プロジェクト」(N.研究プロジェクト)です。「健やか未来の創造」をスロガンに掲げ、学内を対象に複数学部による連携を条件に公募したところ16件の応募がありました。学際性・先見性、社会貢献、人材育成の

観点から審査した結果、理工学部物質応用化学科の大月穂教授を代表者とする「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求」が採択され、2009年度から本格的な研究がスタートしました。2013年度までの5年間を期限として、研究費として年間1億2000万円が支給されます。大学の自主財源でまかなう研究支援としては日本大学でも最大です。

“ナノ”をキーワードに 新たな技術の開発に挑む

「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求」には、理工学部・文理学部・医学部・生物資源科学部・薬学部の5学部及び大学院総合科学研究科、量子科学研究所から30人の研究者が参加。「ナノテクノロジー・ナノサイエンス」をキーワードに研究を推進します。

基盤系のグループは、原子の配列を自在に制御して新しい性質をもった材料を開発したり、ナノサイエンス(10億分の1メートル)の穴を開けるように関連しての共同研究です。

ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求



多様な価値観に触れ 最先端の研究を推進

大月教授は、主に分子の動きをナノテクノロジーやバイオテクノロジーに活用する研究を進めています。生物は40億年の進化によって高精度・高効率な分子メカニズムを開発してきましたが、このような潜在能力を人工的に最大限に引き出すにはどうしたらいいかを追求しているといえるでしょう。「具体例を挙げれば、光合成は、太陽からの光エネルギーを化学エネルギーに変換する天然光子デバイスです。このプロセスを再現した人工光合成を実現したい。地球の化石燃料には限りがあり、エネルギーや資源問題の解決は人類にとって避けて通ることのできないものです」とその使命を語ってくれました。その研究母体となる日本大学理工学部^④は、学科数、学生数、教職員数とも学部規模ではトップクラスを誇り、輩出した卒業生は20万人を超えています。

日本大学理工学部の魅力について「多様な価値観をもった人と触れることができます。例えば今回のプロジェクトを通じて、医学部の臨床の先生など他学部の人たちと学生のうちからディスカッションできるので「基礎をしっかり勉強してください。そうすれば、最先端科学にも応用がきくようになります」と受験生に向かってエールを送っています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

大月教授は、「世界10か国以上の研究施設と共同で最先端の研究を進めています。このプロジェクトにより、参画している博士課程の研究者にリサーチアシスタントとして一定額を補助することもできます。学生の学生の育成にもつながります。学部連携も始まったので、プロジェクトが終了しても学部学科の枠を超えて研究拠点を継続できるようにしたいと思っています」と話しています。

分子機能をナノテクノロジー、バイオテクノロジーに活用する最先端化学。グローバルな視野に立つ科学技術者を育成する。

NOTES

1. ナノテクノロジー・ナノサイエンス
ナノサイエンスは、ナノメートル(10億分の1メートル)スケールの微細な物質に関する科学を学際的・協働的に研究する新しい学問の領域。ナノテクノロジーは、物質をナノメートルの領域で、自在に制御する技術のこと。ナノテックともいう。2001年にアメリカのクリントン大統領(当時)がナノテックを国家的戦略研究目標としたことから、各国で活発に研究が進められるようになった。現在、最も活発な科学技術の研究分野の一つである。

2. 色素増感太陽電池
従来のシリコンの代わりに色素を太陽光を吸収する太陽電池。印刷で大量に製造できる可能性があり、低コストな太陽電池として開発が進められている。

3. 放射線による光線力療法学
X線照射と可視光照射という2つの違う治療法を組み合わせた新しいガン治療方法。ポルフィリン化合物を人体に投与し、可視光を照射してガン細胞を殺すという手法があるが、可視光は体の表面から1cm程度しか入っていない。X線なら体の奥まで浸透するので、X線と光線力療法学を組み合わせたという新しいアイデアがある。

4. 日本大学理工学部
前身は1920(大正9)年に設置された日本大学高等工学校。土木工学科、社会交通工学科、建築学科、海洋建築工学科、機械工学科、精密機械工学科、航空宇宙工学科、電気工学科、電子情報工学科、物質応用化学科、物理学科、数学科からなる。教員数は非常勤講師等を含め約900人で、学生の約10人に教員1人という割合だ。世界的規模の30MM大型構造物試験機がある大型構造物試験センターから、ナノの世界を扱う先端科学センターまで、多岐にわたる研究施設が整備されている。

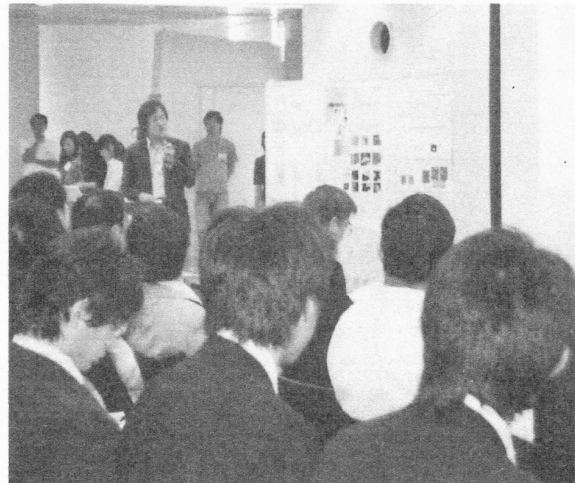
未来創造 N.プロジェクト

- 1 -

り世界の科学者がしのぎを削っている。本学も例外ではない。2008年にスタートした学術研究戦略プロジェクト(通称N.プロジェクト)の第1号指定研究に選ばれたのが「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求」。理工など5学部力を結集して取り組む最先端技術の世界をぞのぞいた。

21世紀の科学技術のフロンティアはナノテクノロジーとされる。ナノはクリントン米元大統領が1億分の1を意味する国際単位。極微の世界を制御する技術をめぐり、一挙に先進国間の競争に火がついた。ナノテクの目標は「少しでも小さく」。技術の進

ナノテクという言葉が広く関心を集めるようになったのは01年。ヒル・クリントン米元大統領が1億分の1を意味する国際単位。極微の世界を制御する技術をめぐり、一挙に先進国間の競争に火がついた。



シンポジウムで研究内容を説明する大月教授

化は小型化の歴史。パソコンや携帯電話などの電子機器を見れば一目瞭然

例え、かつてハンドバック大だった携帯電話の小型化を支えたのがトランジスタの小型化だった。1ナノメートルのトランジスタを作り上げることが原理的には可能という。

32ナノほど。本学の研究代表を務める理工学部の大月種教授(超分子化学)によると、将来的に原子数個分の大きさであるトランジスタの小型化を支持する。トランジスタの構造は作られる。トランジスタのサイズは1980年代には1ミクロン(1000ナノメートル)程度だったが、現在は100ナノメートル程度まで縮小されている。トランジスタの小型化は、電子回路の集積度を高め、消費電力を削減し、動作速度を向上させる。トランジスタの小型化は、電子回路の集積度を高め、消費電力を削減し、動作速度を向上させる。トランジスタの小型化は、電子回路の集積度を高め、消費電力を削減し、動作速度を向上させる。

ナノテクに独自の取り組み

本学は、国からの援助に頼らない独自研究を推進し、進めようとして3年前には多分野の研究者が携わっており、互いの要求に迅速に 대응することが可能だ。研究のための研究に終わらせない組織が出来上がった。これまで3回の研究発表と述べた。同研究の評価

池谷 円

クトでは多くの研究者が携わり、

未来創造

Nプロジェクト

量子情報

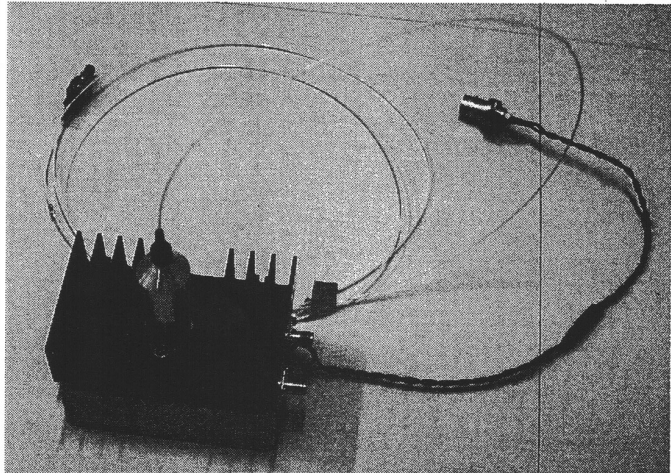
- 3 -

井上修一郎教授(量子工学)を中心としたNプロジェクト情報班「量子情報チーム」は、外国人研究員を含む。絶対的に解読できない暗号通信の実現と低電力による大容量伝送の実現を目指している。

本学「量子情報チーム」

現在世界中で一般的に使われている暗号は膨大な計算量を利用して構築されている。時間があれば解ける計算である以上、超高速コンピュータが開発されれば安全でなくなる。技術が絶え間なく発達を続ける今日、その日は目前に迫っている。

ここで注目されているのが「量子暗号」。どんな技術革新があっても解読されることはないという究極の暗号だ。国内でもNTTや三菱電機などの大企業が研究を進めている。既にいくつかの方法で伝送実験に成功しているが、いずれも量子力学の基本概念を利用したものだ。



光子が持つ特殊な相関を利用した暗号通信方法が相関する光子を共有する

光子を検出し電気信号に変換する「光子検出器」

通信を行う一方が「1」に重要な情報が、光子を検出する際に電気信号に変換される。同時に「光子検出器」だ。量子暗号が美用化できるかどうかの鍵を握る高速化と長距離化は、この光子検出器の性能に左右される。

一方、低電力による大容量伝送の実現に向けて

光子が持つ特殊な相関を利用した暗号通信方法が相関する光子を共有する。その性質を利用し、盗聴されれば届くはずの光子が届かない。光子間に相関がなくなるため、通信が成立しない。量子通信では盗聴は確実に検出できる。

光子を利用した情報の伝送は、片方の状態が決まる。一方の状態が決まるともう一方の状態も決まる。

やり取りにおいて決定的な役割を果たす。この検出器は今年10月に重要なのが、光子を検出する際に電気信号に変換される。同時に「光子検出器」だ。量子暗号が美用化できるかどうかの鍵を握る高速化と長距離化は、この光子検出器の性能に左右される。

一方、低電力による大容量伝送の実現に向けて

情報技術の最終形態

井上教授は行方直人助容量伝送の実現に向けて

井上教授は行方直人助容量伝送の実現に向けて

井上教授は行方直人助容量伝送の実現に向けて

井上教授は行方直人助容量伝送の実現に向けて

井上教授は行方直人助容量伝送の実現に向けて

井上教授は行方直人助容量伝送の実現に向けて

未来創造

N.プロジェクト

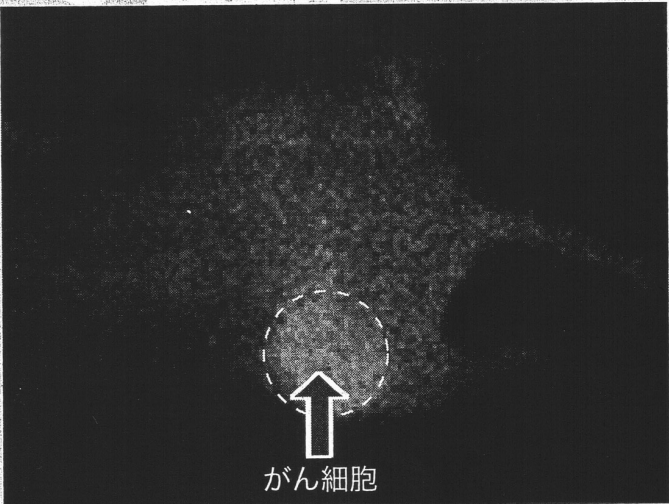
がん治療

- 4 -

がんに対する治療の原点である外科的手術には約100年の歴史がある。早期の段階で見逃され、狭い範囲にとどまっているがんには今なお有効な方法はない。しかしがん細胞は時間がたつと増殖し、体内の至る所に転移する。そこでがんに対

する治療法として登場したのが放射線療法や薬物療法だ。本学Nプロジェクト医療班は、ナノテクノロジーを利用した新薬や放射線照射を組み合わせた新たな治療法の確立を目指している。核となるメンバーは7人。医学部の永瀬浩吉教授(生命科学)が中心だ。医療班が模索するアプローチには二つの方向がある。一つはがん細胞に自動的に付着する性質を持つ特殊な化合物の動きでがん細胞を弱らせるといふ方法だ。永瀬教授は

マウスに移植したがん細胞が蛍光物質によって光る



がん細胞

永瀬教授らはマウスを月にはこの物質を特許申請し、その二つが付着した問題はこの物質ががん細胞ではない細胞にも付着してしまっている。確認し、がん細胞に付着した既に、がん細胞に付着する。医学部で200分機能するが、がん細胞の6年からの診断薬としては正確性

の合成に成功し、09年3月にはこの物質を特許申請し、その二つが付着した問題はこの物質ががん細胞ではない細胞にも付着してしまっている。確認し、がん細胞に付着した既に、がん細胞に付着する。医学部で200分機能するが、がん細胞の6年からの診断薬としては正確性

X線・薬物でがんに挑む

永瀬教授らは、PSSと蛍光物質を使うことを思いついた。導色の蛍光物質同士が近づくと片方のエネルギーがもう一方に動き掛けた。がん細胞に付着する。この現象を利用し、例えば黄色と青色の二つの化合物を、黄色と青色の二つの

永瀬教授らは、PSSと蛍光物質を使うことを思いついた。導色の蛍光物質同士が近づくと片方のエネルギーがもう一方に動き掛けた。がん細胞に付着する。この現象を利用し、例えば黄色と青色の二つの化合物を、黄色と青色の二つの

未来創造

N.プロジェクト

エネルギー

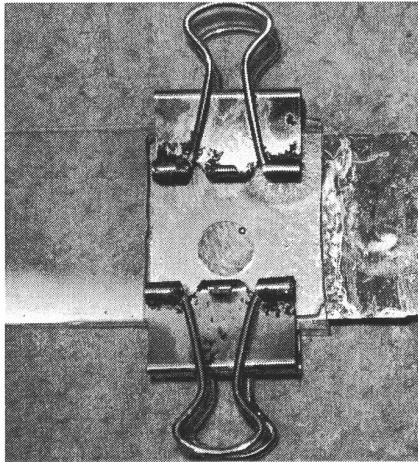
- 5 -

現代人の生活になくてはならない電気の生産には、長らく石油や石炭などの化石燃料が使われてきた。こうした有限な資源の確保は、時には国家の安全保障にもかかわる。特に日本など無資源

国にとつては、無限にエネルギーを生産できるシステムの確立は悲願とも言えるテーマなのだ。

N.プロジェクトエネルギー班が取り組むのはまさにこの課題。太陽光を利用した発電だ。「環境への負担が小さい、無限のエネルギー源の開拓」。代表を務める文理学部の橋本拓也教授(エネルギー材料学)はプロジェクトの意義をこう解説する。

太陽光を電気に変換する方法はいくつかある。同班の松下祥子(理工大准教授(材料工学))が取り組むのは色素増感型太陽電池。色素分子の特性を利用した太陽エネルギーを電気に変換する方法



色素増感型太陽電池の電極の概念模型。右の金属板がプラス左のガラス板がマイナス極

の表面にある色素に、太陽などの光が当たると電子が発生。電子がマイナスイナス極から酸化還元反応の並び方が鍵となる。酸化チタン分子が規則的に並ぶと長時間光を閉じ込めることができ、これが発電効率をより高めることにつながる。だが、規則的な結晶を作るのが難しい。本学量子科学研究所の羽柴秀臣助教(量子理工学)は「現状では0.25平方ミリの結晶を作るのに早くても3日」と言

は能率的に結晶を作る方法も考えた。直径数ミリのナノは1ミリの10億分の1程の微小プラスチック球を入れた水に板ガラスを入れて取り出すと、表面にプラスチック球が規則的に並ぶ。プラスチック球のすき間を酸化チ

タンで埋めプラスチック球を熱で溶かすと、酸化チタン分子が規則的に並んだ状態で残る。この技術を使えば6平方センチメートルの研究者が色素増感型太陽電池の開発を急ぐのは、製造が容易で材料費も安価なため、なり金属酸化物中を移動して外側へ移動。酸化物

問題は約800°Cの高温でないと酸化チタンがマイナスイナス極へ移動しない点だ。温度を上げるのに時間がかかる上に電池の性能も損なわれる

つかめ太陽エネルギー

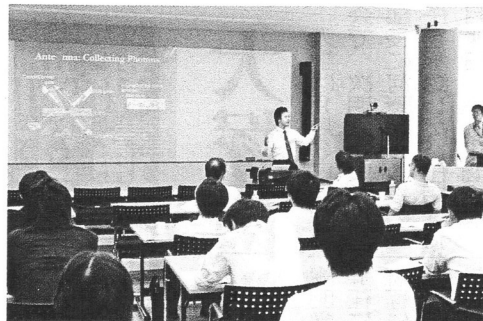
1平方センチあたり1.6ワットにする燃料電池だ。片側が閉じた筒状の金属酸化物の内側と外側を電極とし、外側に水素ガスを吹き付けると内側の200°C程度の燃料電池を駆動させる基礎データとなる高温状態での安定性の向上に取り掛かっている。(最終回)

帯田 翔子

ナノ技術の極限を追求

第2回 N.P.プロジェクト シンポジウム

本学学術研究戦略プロジェクト「ナノ物質を基盤とする光・量子技術」の「ナノ物質を



第2回シンポジウムが9月18日に理工学部船橋校舎で開かれ、教員や学生

のほか学内の研究者など約100人が詰めかけた。写真。

1年前に開かれた最初のシンポジウムが、ナノ（10億分の1）レベルの革新的科学技術の実用化に向けた研究の方向性を示す会合とすれば、今回はその後の中

間報告。発表に立った8人の研究者には30代を中心としたバリバリの若手ばかりをそろえ、高配向ポリフィイルムの作製に光誘起磁化反転による超高速情報記録、新素材の単層カーボンナノチューブの作製など、その後1年間の進捗（しんちよく）状況を示す研究成果を、それぞれ英語で説明した。

招待講演も原子核研究所の第一人者である東大理学研究所のパスカル・ネドン博士研究員に続いて、本学量子科学研究所の行方直人助手が登壇。井上修一郎教授と開発した既

存の光通信技術に量子計算を組み込んで実現した大容量情報の伝送技術の説明には、熱心な質問が相次いで、新開発技術のインパクトと周囲の関心の高さを改めて印象付けた。

研究室紹介

【理工学部】

学部連携研究により ナノ物質を基盤とする 新しい研究領域を開く

日本大学N.研究プロジェクト 「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求」

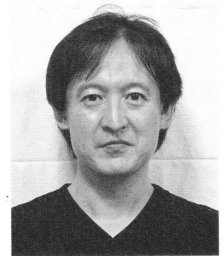
2008年、学内資金による日本大学の代表となるような研究プロジェクトの公募がありました。それまで私は理工学部のハイテクリサーチセンターやCOEへの応募(日の目は見ていませんが)等に携わっていました。それらのメンバーを中心に、それまでの研究成果を異分野と融合させてさらに発展させられるようなプロジェクトを作ろうという話になり、文理学部や医学部の先生方に声をかけ、研究計画を練りました。理工学部には情報記録や量子情報など情報分野で、文理学部には太陽電池や燃料電池などエネルギー分野で、医学部にはナノバイオ医療で実績を挙げた先生方がおられました。ディスカッションの中で、「ナノ物質」と「光」そして両者を結びつける「量子」というキーワードが浮かび上がってきました。ナノ物質を共通の基盤とした光や量子に関わる技術の極限を追求しようという意気込みとそれを裏打ちする計画を含めたのが、私達のプロジェクトです [図①]。

分子からできる ナノ構造と機能

私自身は、化学が専門で、化合物をデザインし、合成し、合成した化合物が形成するナノ構造を明らかにして、ナノ構造由来の機能、特に電子や光に関わる機能を明らかにするといった、比較的基礎的な研究をしてきました。最近の面白い成果を1つ紹介しましょう。ある種の分子は、2枚の円盤が1つの丸い金属原子をはさみこんだ構造をしています。ポルフィリンという円盤状の分子が2枚重なっていることからダブルデッカーポルフィリン錯体と呼ばれます。2枚の円盤は、金属原子をボールベアリングのボールのように利用して、互いに回転するということがいわれていました。しかし、回転するのを「見た」人は誰もいませんでした。図②は、大学院生の小松裕司くんの成果で、その分子の回転をはじめ「見た」像です。ポイントは分子のデザインと、それを実際に合成したということと、粘り強く観察を続けたということとです。何せ回転するのは直径が1ナノメートルという分子1つ

大月 穰 ◆ おおつき じょう
理工学部 物質応用化学科 教授

1991年東京大学大学院工学系研究科修了。工学博士。東京大学生産技術研究所助手、日本大学理工学部専任講師、助教授、准教授を経て、2010年より教授。専門分野は超分子化学、金属錯体、表面化学等。所属学会は、日本化学会、American Chemical Society、応用物理学会、有機分子・バイオエレクトロニクス分科会、電気化学会、錯体化学会。



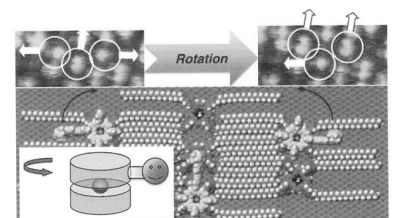
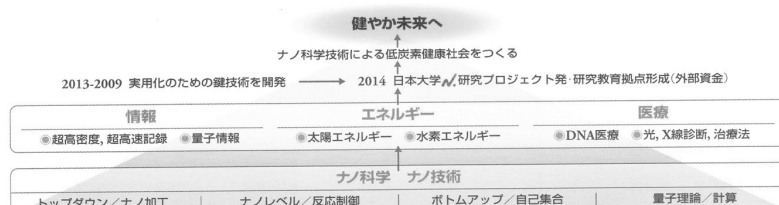
です。将来的にはマイクロマシンなどより遥かに小さいナノマシン、ナノデバイスの部品になるかも……ということも想像されます。

日本大学N.研究プロジェクトによる 新しい研究領域へ

今述べたダブルデッカーポルフィリン錯体は、回転と言っても実は、熱運動によって勝手に向きを変えているだけです。そこで、分子の回転をナノ電極でコントロールできる分子回転素子を創るという計画を立てました。N.研究チームには、ナノ電極を作製できる研究者が量子科学研究所に、分子1つの発光を測定できる研究者が文理学部に、微小領域の電場を計算できる研究者が理工学部いたので、共同研究をスタートしました。また、この課題は2010年度からの科研費新学術領域「配位プログラミング」の公募研究にも採択され、学外資金も導入できました。学部連携の背景があったればこそこの採択だったと思います。

同じポルフィリン化合物にも全く異なった用途があります。例えば、ポルフィリン化合物を癌細胞に集めておいてレーザー光を照射して癌細胞を死滅させる光線力学療法です。ただしレーザー光は生体組織を透過しにくいので、体の表面にある癌にしか適用できません。そこで、N.研究チームの医学部の研究者のアイデアで、体を透過するX線を使って光線力学療法に適用するという研究に取り組むことになりました。そのためにX線を吸収するポルフィリン化合物をいくつか合成しました。培養細胞レベルの実験で効果があることが確かめられ、2010年、NUBICから「ポルフィリン誘導体および放射線力学療法におけるその利用」として特許出願しました。

基礎的な研究が、ナノ物質という共通項を通じて、N.研究プロジェクトの異分野と出会うことによって、新しい科学を開拓し、新しい技術を開発しようという研究につながっています。N.研究プロジェクトではこれ以外にも多くの分野融合型、学部連携型研究課題がスタートしています。ホームページ(日本大学のトップページからリンクされています)でも研究成果を発信していますのでご覧いただければ幸いです。



[左] 図① 日本大学N.研究プロジェクト

[右] 図② ダブルデッカーポルフィリン錯体の回転 J. Am. Chem. Soc. 2010, 132, 6870. より許可をえて転載、一部改変 Copyright 2010 American Chemical Society.



第2回日本大学N.研究プロジェクトシンポジウム

ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求

2nd Symposium of Nanotechnology Excellence, Nihon University 2010

Nanomaterial-based Photonic, Quantum and Bio Technologies

2010年9月18日 土

開演時間: 午前10時～午後5時

場 所: 日本大学理工学部船橋キャンパス14号館 (船橋・千葉)

テ ー マ: 羽ばたけ、日本大学N.の若手研究者

招待講演: Dr. Pascal Naidon (東京大学 ERATO上田マクロ量子制御プロジェクト)
行方 直人 博士 (日本大学量子科学研究所)

N.研究プロジェクト若手メンバー講演:

伊掛 浩輝	松下 祥子(東京工業大学)
塚本 新(さきがけ)	佐甲 徳栄
岩田 展幸	羽柴 秀臣
浅井 朋彦	

N.研究プロジェクト紹介:

大月 穰 (N.研究プロジェクト研究代表者)

メンバーおよび共同研究者のポスター発表多数

情報は、http://www.nihon-u.ac.jp/research/n_research_project/project01/Nproject21.html

問合せは、日本大学理工学部 大月 穰 otsuki@chem.cst.nihon-u.ac.jp