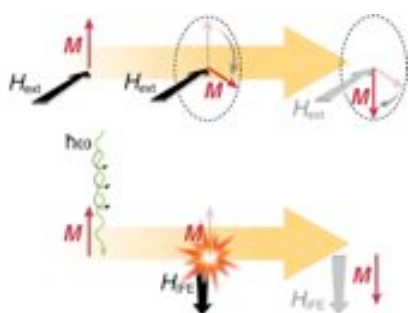


2009 年度の主な成果

●重点課題 1—情報：「超高速・超高密度記録および量子情報処理技術の極限」

「光誘起超高速磁化反転現象」に関して、オランダ Radboud 大学、イギリス York 大学等との国際共同研究により、理論的検討と実験的検証に大きな進展が得られた。この現象は 1 発の円偏光レーザーパルスの照射によって起こるが、今回、磁気情報の記録と読み出しを 30 ps 以内で行うことができた。これは 33 Gbits s^{-1} に相当し、**磁気記録で最も速い世界新記録**である。この成果は *Phys. Rev. Lett.* に掲載され、その論文が、American Physical Society 発行の *Physics –spotlighting exceptional research–* に注目論文として紹介された。また、国際会議 MORIS2009 において Best Poster Awards を受賞した。



For faster magnetic switching. *Physics* 2009, 2, 73.

量子通信に必要な技術を世界最高水準で開発している。本グループの高速単一光子検出器を用いた実験で、量子通信に必要な光子がエンタングルした状態を、光ファイバーを経由して 10.5 km 離れた場所まで延長することに成功した。また、光子数識別器で量子収率 82% を達成した。いずれも**世界最高レベル**である。

●重点課題 2—エネルギー：ナノ構造による太陽光エネルギー利用技術

光エネルギーによる水からの水素発生についていくつかの発展可能性のある結果が得られた。光増感部位と触媒部位が自己集合により連結した超分子錯体によって、自己集合のないものより効率の良い水の光分解による水素発生が認められた。本研究が一環をなす人工光合成をめざした研究は、注目研究を紹介する雑誌 *someone* で取り上げられた。耐水性水素吸蔵合金を作製し、発生した水素を吸蔵させることによって、スピルリナからの水素発生量が 40% 増大した。酸化チタンにランタンをドーピングした材料において、 $10 \mu\text{L h}^{-1} \text{ cm}^2$ という水素発生が認められた。

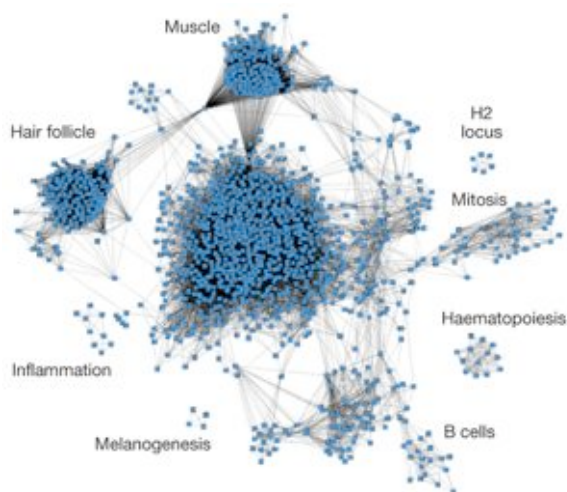
燃料電池材料として、ナノスケール混合を用いた合成法を採用することにより、高強度なインターコネクター材料、高均質なプロトン導電体、高電気伝導性の空気極材料を作製することができた。

●重点課題 3—医療：医療応用のためのナノバイオ技術

医療班では、基盤系 3 班（超分子・自己組織、ナノ物質・ナノデバイス、量子理論・計算）の基礎研究を癌の治療に役立てることを目的に研究を進めている。

中でも、有機合成化合物を利用した癌診断・治療の可能性を探るテーマにおいて、標的となる遺伝子を見つけるために、遺伝子構造図の作成と遺伝子の修飾状態について正常細胞と癌細胞で網羅的に比べる取り組みをヒト、動物実験で行い、一部は *Nature* に掲載された。

あわせて、癌ゲノムにおける特異的な遺伝子増幅領域を利用した診断および治療、光線力学療法と日本大学オリジナルの技術であるコヒーレント X 線技術の融合による新たな治療法の展開、遺伝子発現増加をペプチド核酸で認識する診断技術の開発を進めた。



遺伝子発現ネットワーク, *Nature* **2009**, 458, 505.

●基盤課題：「ナノ物質系と光・量子融合領域の未踏科学開拓と新規技術創出」

重点3課題達成のための共通基盤として、ナノ物質、ナノ構造、ナノ材料の開発と、ナノ領域の光と物質の相互作用の理論的解明を進めた。具体的には、高密度記録、単一光子発生、太陽電池などのためのナノ構造材料、DNA認識化合物等の開発を進めている。

本グループで開発している磁化同軸プラズマガンに関して、本年度は、水素吸蔵合金が高速で製膜できる磁化同軸プラズマガンの開発を終えた。さらに、製膜装置について、カナダ *Plasmionique* 社との間で商業化へ向けた共同開発の検討を開始した。また、指でも触れる低温のフレッシュプラズマジェットを用いてバイオ材料の重合ができることを示した。放電学会年次学会 2009 において、この結果を発表した学生が優秀ポスター発表賞を受賞した。

●学部横断共同研究

このプロジェクトを通じて、当初の予想を超えた学部横断共同研究が現場レベルで誕生している。情報分野では、伊藤（理工）、塚本（理工）が開発する高密度記録材料は、自己集合構造を転写することにより作製されるが、自己集合構造作製は松下（文理）の技術が用いられる。井上（理工）が開発する単一光子発生には茶園（文理）の単一光子観察の技術が生かされる。松下（文理）の太陽電池は、羽柴（理工）によって、電子ビームリソグラフィーで作製された。永瀬、福田（医）が中心となる DNA 医療研究は、大月（理工）による合成化合物、加野（生物資源科学）による動物モデル、松本（薬）による薬物動態検討など、学部間協力のもと総合に進められている。さらに、詳細は省略するが、理工学部内の学科間でも非常に多くの共同研究が始められている。

●若手人材育成と教育効果

チームの 30 名中、30 代以下の若手研究者が 7 名であり、その人たちがこの学部連携の環境でよい成果を出して育ってもらうことが期待される。本プロジェクトに関わる多くの研究員、PD、博士後期・前期課程学生、学部学生のうち、研究員 4 名、PD 2 名、RA（博士後期課程学生）3 名に経済的援助をした。上記の学部横断共同研究、N. プロジェクト研究報告会への参加、N. プロジェクトシンポジウムへの参加、理工学部/N.プロジェクト共同若手フォーラムへの参加を通じて、学部を横断した交流が行われており、本プロジェクトは、最先端研究を通じた視野を広げる教育の一環ともなっている。

●他機関との共同研究

本プロジェクトの多くの部分には、国内外をとわず、大学、研究所、企業といった他機関との共同研究が含まれている。

情報班の光誘起超高速磁化反転の研究はオランダ Radboud 大学, イギリス York 大学等との国際共同研究である. 医療班の癌ゲノムにおける特異的な遺伝子増幅領域を利用した診断および治療の研究は協和発酵キリン, 光線力学療法とコヒーレント X 線照射技術の融合による新たな治療法の展開は, 宇都宮大学, Roswell Park Cancer Institute との共同研究である. ナノ基盤系班のプラズマガン製膜法について, カナダ Plasmionique 社との間で商業化の検討を開始した. また, DNA 認識化合物についての研究で, イギリス Royal Society から, International Travel Grants を得た.

成果発信 2009 年以降

以下に研究成果の外部への発信状況をまとめた.

論文	159
特許出願等	9
招待講演	76
学会発表	320
その他	57
受賞	4

原著論文では, 遺伝子構造図の作成と遺伝子の修飾状態について正常細胞と癌細胞で網羅的に比べる取り組みが *Nature* に掲載されたことが特筆される. また, 世界最高速磁気記録の成果は *Phys. Rev. Lett.* に掲載され, その論文が, American Physical Society 発行の *Physics – spotlighting exceptional research* に注目論文として紹介された.

メディアでは, N.プロジェクト全般に関して, 日刊工業新聞および東洋経済に取り上げられた. また, 人工光合成をめざした研究が, 注目研究を紹介する雑誌 *someone* で取り上げられた.

MORIS (Magnetics and Optics Research International Symposium) 2009, 放電学会年次大会 2009, 電子情報通信学会東京支部学生会, 電子情報通信学会電磁界理論研究会において, 発表賞あるいはポスター賞を受賞した.