



## NanoSquare Newsletter (Japanese) Vol. 2

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-02-09 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10466/14718">http://hdl.handle.net/10466/14718</a>

## 目次

「地域の大学からナノ科学・材料人材育成拠点」

プログラムに期待する, 工学研究科長 辻川吉春 P.1

テニユア・トラック教員の研究最前線 P.2~3

NanoSquare 拠点セミナー開催報告 P.4



公立大学法人  
大阪府立大学  
OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY



## 「地域の大学からナノ科学・材料人材育成拠点」プログラムに期待する

工学研究科長 辻川 吉春

昨年4月に工学研究科長を拝命し、運営委員会を始め積極的に「地域の大学からナノ科学・材料人材育成拠点」プログラムに関わってきた。約1年になる経験から感じたことなどを紹介します。

大学にとって、大学をより発展させる重要な要素は人材です。とにかく優れた人材の育成が至上命題です。その有力な手段として、平成20年度からテニユア・トラック制を採り入れました。これまで7名のテニユア・トラック特別講師を採用しましたが、JSTの「さきがけ」に3名、「CREST」に2名採択されるなど採用・育成指針の適正さを証明しています。またこの4月の次期採用予定者3名の採用審査にも立ち会いました。結果として、女性教員3名を採用することになり、振興調整費「女性研究者支援モデル育成」プログラム申請へと、新しい展開につながりました。

本学のテニユア・トラック教員には、スタートアップ資金や専用の研究スペースが用意されます。またメンター制度等、研究に専念できる環境が整備されています。その上で、実力が認められればパーマネントのポジションに就けますので、高い透明性が保証され、本学教員人事制度に一石を投じる形になったと言えます。

若手教員は研究に専念とは言っても、教育者としても育成、及び、チェックする必要があります。



講義担当、大学院を志望する学部4回生の卒論、大学院生の修論指導もすでに行っており、次年度からは外国人留学生を始めとした博士後期課程の学生指導も視野に入れてもらいます。

特に、工学研究科との連携ではテニユア・トラック各教員に、大学院前期課程に一科目ずつ、それも英語による講義を開講してもらいました。専攻横断的な共通科目としていいますので、どの専攻からも受講できます。テニユア・トラック教員自身の教育能力向上もはかれ、さらに大学院学生にもよい刺激を与えています。

本プログラムは、より優秀な若手研究者の獲得や教員の流動化、大学の活性化に大いに資するものと期待されます。最後になりましたが、関係各位の更なるご支援をよろしくお願いいたします。

## フォトリック結晶光ナノ共振器の高度化に成功

— 集積化に適した構造への進化と Q 値記録の更新 —

テニユア・トラック講師 高橋 和

極微小領域に光を長く、強く閉じ込めることを可能にするフォトリック結晶<sup>[\*1]</sup>光ナノ共振器<sup>[\*2]</sup>に関する研究は現在世界中の研究機関で競って行われています。これは、光をしばらくの間、光のまま保存しておく光メモリーや、光を自由自在に制御した量子演算など、次世代の光科学技術にとって極めて重要な役割を担うと期待されるからです。

我々のグループはこれまでに、高い光閉じ込め効果をもつ光ナノ共振器実現のための基本概念の提唱とともに、世界最大の光閉じ込め効果(Q値<sup>[\*3]</sup>)にして200万以上を実現するなど、世界を先導する成果をあげてきました。今回、共振器構造の精査により、集積化により適した構造設計を行なうとともに、光閉じ込めの強さを、さらに増大することに成功し、これまでの世界記録を更新するQ値の実現に成功しました。図1は、作製したナノ共振器の構造を示しています。水色でハイライトされた領域では周辺の領域に比べて空気孔の間隔を数nmだけ変化させてあり、この僅かな変化により光を閉じ込める共振器が形成できます。数値計算と実験両面から詳細に検討し、このサイズを $3 \times 5 \mu\text{m}^2$ 以下まで小さくしても世界一の高Q値が得られることを明らかにしました。その結果を示したものが図2であり、光子寿命2.3ナノ秒、Q値にして270万が得られました。極最近では、光子寿命3ナノ秒、Q値350万の実現にも成功しています。この新しい構造を利用することで、高性能波長フィルター、光メモリー、環境センサー、発光デバイスの高度化など、大きな発展が期待できます。

本研究成果は、2009年9月発行のオプティクス・エクスプレス誌 (Vol. 17, pp. 18093-18102) に掲載され、米国光学会が発刊する多くの論文誌から毎月数本の優れた論文を選んで顕彰するスポットライト論文に選定されました。

- [注1] フォトリック結晶：周期的な屈折率分布をもつ光ナノ構造を意味しており、周期に対応する波長の光が結晶の内部に存在できず、一切排除されることを特徴とします。本研究ではシリコン薄板に空気孔をあけて周期的屈折率分布を実現しています。
- [注2] ナノ共振器：光の波長と同程度のサイズしか持たない超微小共振器を意味します。極微小体積のため物質の光効果を高めることが可能となり、革新的な光デバイス創成が期待されています。
- [注3] Q値：Quality Factorの頭文字をとって、Q値と呼ばれます。光閉じ込めの鋭さを表す値であり、どのくらい強く、あるいはどのくらい長く光を閉じ込めることができるかの目安になります。

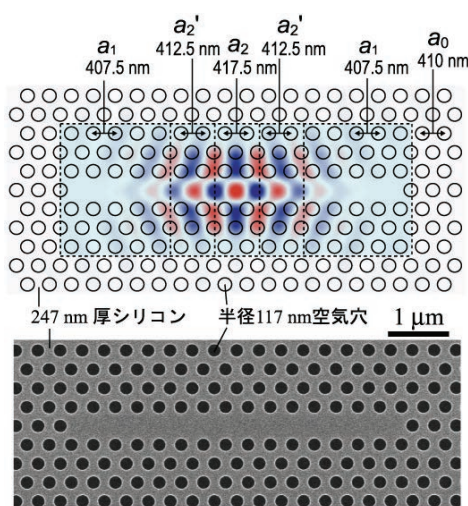


図1. (上図) 新たに設計したナノ共振器構造。水平方向の空気孔間隔を水色部分のみ数ナノメートル変えるだけで、赤青で示すような共振光モードが形成される。(下図) 実際に作製した共振器の電子顕微鏡写真。

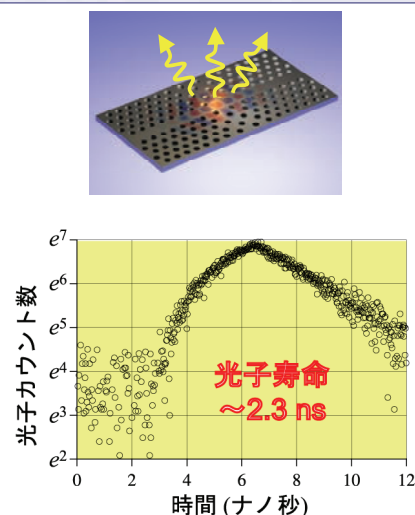


図2. (上図) ナノ共振器から放射される光子のイメージ図。(下図) ナノ共振器から放出される光子の時間変化(光子寿命)を測定した結果。減衰の傾きから光子寿命2ナノ秒以上が得られている。



## 長寿命活性触媒として安定な単位格子厚ナノシート状ゼオライト MFI

テニューア・トラック講師 阪本 康弘

ゼオライトは、その構造中に規則的に配列した数 Å のマイクロ孔を持った結晶性アルミノケイ酸塩である（図 1）。その合成は通常水熱合成法により行なわれ、原料とともに加えられた構造規定材によってその骨格構造が決まる。また、均一なマイクロ孔中の強い酸点がサイズ・形状選択的な触媒反応を可能にするため、石油化学や精密化学合成に広く利用されている。

しかし開口径 1 nm 未満のマイクロ孔の存在そのものが、触媒活性に影響を及ぼす拡散に制限をもたらすことが多く、その問題は、ゼオライト結晶を薄くすることにより結晶中の拡散距離を短くして分子拡散を改善することによって克服されて来た。しかし、層状ゼオライトを剥離する手法を除いて、いずれの手法も厚さ 5 nm 未満の「超薄膜」ゼオライトを生成することはできていなかった。

今回我々は、適切な二官能性界面活性剤を設計し、メソとマイクロスケールの細孔構造を同時にもつゼオライトを初めて直接合成した。これにより MFI 単位格子の *b* 軸の大きさに相当するわずか 2 nm の厚さの MFI（別名 ZSM-5、石油化学工業で最も重要な触媒のひとつ）ゼオライトナノシートが得られた。図 2 に合成された MFI ゼオライトナノシートの断面方向の高分解能透過電子顕微鏡像を示す。このナノシートは、*a* 軸に沿ったジグザグチャンネル（白いコントラスト）と 3 層のペンタシルシート（[001] に平行な黒いコントラスト）からなることがわかる。

この MFI ゼオライトナノシートは、非常に高い比表面積（710m<sup>2</sup>/g、通常のバルク MFI ゼオライトの 2 倍程度）を持ち、バルク MFI ゼオライトと比べて高い触媒活性を示す上、高い熱的安定性と水熱安定性を併せ持つ。また、MFI ゼオライトナノシートは外表面の酸点の数が多いため、大きな有機分子の触媒転換活性が高くなる。さらに、結晶が薄くなると拡散が促進されるため、メタノールからガソリンへの転換時におけるコーク析出による触媒の不活性化が劇的に抑制され、触媒としての寿命を大幅に延ばすことが可能になった。

この合成方法をほかのゼオライトに適用することにより、応用上重要なさまざまなゼオライト触媒の性能向上が期待できる。日本は世界の中でもゼオライト触媒の最先端の研究が盛んに行われており、環境調和型触媒として本研究成果が関連分野および地域に与える影響は非常に大きいと思われる。

ここに紹介した研究成果は、2009 年 9 月 10 日発行の Nature 誌 [Nature Vol. 461, pp. 246-249 (2009)] に掲載された。

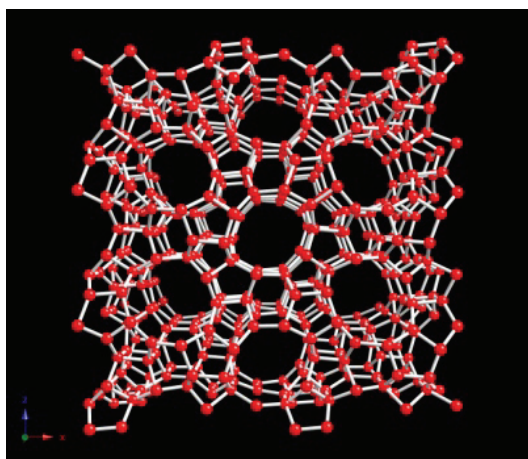


図 1. MFI ゼオライトの骨格構造 (*b* 軸方向)。シリコン Si およびアルミニウム Al（図中の赤で示した原子）が、酸素 O（図には示されていない）を介して三次元ネットワークを組んでいる。約 5 オングストロームのマイクロ孔が *a* 軸と *b* 軸方向にあいている。

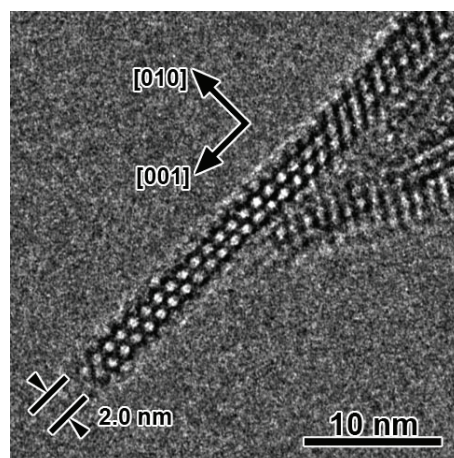


図 2. MFI ゼオライトナノシートの高分解能透過電子顕微鏡像。ナノシートを横から見た像 (*a* 軸方向) に相当し、規則的に並んだ白いドットが *a* 軸方向に空いたジグザグチャンネルに当たる。図 1 の *b* 軸に沿ったチャンネルはナノシートに垂直な [010] 方向に空いている。

## 第9回 N2RC セミナー開催報告

東京大学宇宙線研究所の三代木伸二先生をお招きして「重力波検出技術による極限時空計測への挑戦」に関するご講演を頂きました。「重力波」



A12 棟サイエンスホールにおいて

はアインシュタインの一般相対性理論から予測された約  $10^{-18}$  [m rms] 程度の極微の時空の変化を伴う波動現象であり、その直接検出は現代の基礎物理学において極めて重要な課題の一つです。ご講演では重力波計測に関する様々な国際的プロジェクトに関するお話や、そこで利用されている幅広い技術、特にレーザー干渉計による極限的な長さ計測技術を利用した最新の取り組みについてもご紹介頂きました。また、講演を通じて、これらの取り組みに主催者自身の研究と関連するナノ光科学関連の高度な技術が利用されていること、宇宙物理等のマクロな科学での応用可能性があることを強く認識しました。

最後に、ナノの視点から宇宙の真理を突き詰めたという知的好奇心を参加者の皆様にも共有頂くことができておりましたら嬉しく思います。

記 飯田 琢也 (テニュア・トラック講師)

## 第10回 N2RC セミナー開催報告

雪の散らつく1月13日、第10回 N2RC 拠点セミナーを信頼性計測科学研究所、ナノファブ리케이션研究所、ナノ科学・材料研究センターの共催で開催した。日立製作所基礎研究所・主任研究員の原田研氏をお招きし、「ホログラフィ電子顕微鏡



と超伝導磁束量子の観察」という題目で講演頂いた。原田氏は、電子波を用いた AB 効果の実験的実証、超伝導磁束量子の実時間観察などの研究で世界的に有名な日立基礎研究所・外村チームにおいて、電界放出電子顕微鏡を用いた超伝導磁束量子研究の実質的な中心役割を担ってきた方である。独創的な研究を支える高度な実験技術開発に始まり多彩な超伝導磁束量子のダイナミクスについて紹介頂いた。

50 名近い聴衆のもと、90 分もの講演、30 分近い質問とたいへん盛況なセミナーとなった。

記 戸川 欣彦 (テニュア・トラック講師)

森 茂生 (拠点プログラム運営委員)

## 各種イベント開催記録と行事予定

### ・ N2RC セミナー (一般公開)

第10回	2010/01/13	第9回	2009/12/10
第8回	2009/11/05	第7回	2009/10/29
第6回	2009/08/24	第5回	2009/07/08
第4回	2009/06/26	第3回	2009/05/01
第2回	2008/11/27	第1回	2008/07/29

### ・ NanoSquare ワークショップ (一般公開)

第2回	2009/12/06	第1回	2009/02/28
-----	------------	-----	------------

### ・ 地域に根ざした講演会 (一般公開)

2008/07/08
------------

- ・ 第3回 NanoSquare ワークショップ (一般公開) 2010年02月23日
- ・ 第1回 NanoSquare 特別講演会 (一般公開) 2010年02月26日
- ・ 第11回 N2RC セミナー (一般公開) 2010年03月10日

## NanoSquare Newsletter Vol. 2

2010年3月1日 発行

編集・発行

大阪府立大学「地域の大学からナノ科学・材料人材育成拠点」プログラム運営委員会

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1番1号 Mail: NanoSquare@21c.osakafu-u.ac.jp

Phone: 072-254-8278 (Dial-in) Fax: 072-254-7854



<http://www.nanosq.21c.osakafu-u.ac.jp/>