

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム

令和2年度「秀でた利用成果」

1. 微細構造解析プラットフォーム：東京大学
「一次元ヘテロナノチューブの合成と構造解析」
ユーザー氏名：項榮¹，熊本明仁^{1,2}，丸山茂夫¹（¹ 東京大学，² 日本電子株式会社）
実施機関担当者：押川浩之，幾原雄一（東京大学）
2. 微細加工プラットフォーム：東京大学（最優秀賞）
「熱アシストハードディスク用微小光熱源 ナノヒーター[®]素子」
ユーザー氏名：杉浦聡¹，井上友里恵⁶，橋本和信⁶，望月学^{1,6}，八井崇^{2,6}，
赤羽浩一³，松本敦³，山本直克³，片山龍一⁴，James A. Bain⁵
（¹ 株式会社イノバステラ，² 豊橋技術科学大学，³ 情報通信研究機構，
⁴ 福岡工業大学，⁵ Carnegie Mellon University，⁶ ナノフォトンクス工学推進機構）
実施機関担当者：澤村智紀，水島彩子，太田悦子，Eric Lebrasseur，藤原誠，三田吉郎（東京大学）
3. 微細加工プラットフォーム：東京工業大学
「InP埋め込み再成長によるフォトリソニック結晶の形成 - 面発光型量子カスケードレーザの開発 -」
ユーザー氏名：橋本玲，斎藤真司（株式会社東芝）
実施機関担当者：高橋直樹，宮本恭幸（東京工業大学）
4. 分子・物質合成プラットフォーム：奈良先端科学技術大学院大学
「光圧によるアミロイド線維の人工作製」
ユーザー氏名：杉山輝樹（台湾国立交通大学）
実施機関担当者：廣田俊，藤原正裕，藤田咲子，大野智子（奈良先端科学技術大学院大学）
5. 分子・物質合成プラットフォーム：自然科学研究機構 分子科学研究所
「化学合成と酵素合成の融合によるスピロケタール類の網羅的短工程合成と結晶スポンジ法による構造決定」
ユーザー氏名：服部弘，Wolfgang Kroutil（University of Graz）
実施機関担当者：三橋隆章，藤田誠（自然科学研究機構 分子科学研究所）
6. 分子・物質合成プラットフォーム：九州大学
「二重ナノコートカプセル技術の開発と化粧品の商品化」
ユーザー氏名：金岡奈美，河原清章（アドファーマ株式会社）
実施機関担当者：後藤雅宏，井手奈都子（九州大学）



東京大学



微細構造解析プラットフォーム

一次元ヘテロナノチューブの合成と構造解析

Synthesis and Structure Characterization of one-dimensional heteronanotube

ユーザー氏名： 項 栄¹, 熊本 明仁^{1,2}, 丸山 茂夫¹ / Rong Xiang¹, Akihito Kumamoto^{1,2}, Shigeo Maruyama¹
(¹東京大学, ²日本電子株式会社 / ¹The University of Tokyo, ²JEOL Ltd.)

実施機関担当者： 押川 浩之, 幾原 雄一 / Hiroyuki Oshikawa, Yuichi Ikuhara (東京大学 / The University of Tokyo)

KEY WORDS TEM, Analytical STEM, Nondestructive characterization, One-dimensional heteronanotube

概要 | Overview

本研究では、高温で安定な Si/SiO₂ グリッドを用いて、高温反応を経たナノ材料を非破壊で直接的に TEM/STEM 観察できるアプローチを提案した。非破壊な観察方法により合成へのフィードバックはより正確かつ容易になり、異なる化合物から成るナノチューブを同心状に複合化させた「一次元ファンデルワールスヘテロ構造」の創成に成功した。TEM、分析 STEM、電子回折によって、ヘテロナノチューブの全ての層が高い結晶性を持つことが確認された。

We propose a nondestructive TEM/STEM characterization of high-temperature processed nanomaterials, using a thermally and chemically stable Si/SiO₂ TEM grid. As this grid is compatible to both material synthesis and TEM characterization and thereby simplified the specimen preparation, this new approach allowed a quick feedback from material characterization to synthesis. Benefiting from this, we succeeded in the experimental fabrication of a group of new material call "one dimensional van der Waals heterostructure", in which different nanotubes are coaxially nested. TEM, analytical STEM, electron diffraction have confirmed different element and high crystallization in each shell.

高温反応を経たナノ材料の非破壊 TEM 観察

Nondestructive TEM imaging of a high-temperature processed nanomaterial

● 結果紹介

MEMS 加工によって作製された Si/SiO₂ TEM グリッドを CNT 合成基板として採用し、シリコン酸化膜上で単層 CNT カイラリティ選択成長が可能な Co-W-C 触媒ナノ粒子の構造を明らかにした。本研究では、CNT 合成中に図1のエピタキシャルな方位関係を伴った Co/Co₆W₅C 結晶が生成することを非破壊 TEM/STEM 観察から明らかにし、CNT 合成過程で変化する触媒ナノ粒子の新しい構造進化モデルを提案した。同非破壊手法は、合成と微細構造解析の両輪を必須とする新奇なナノ材料開発を加速させている。

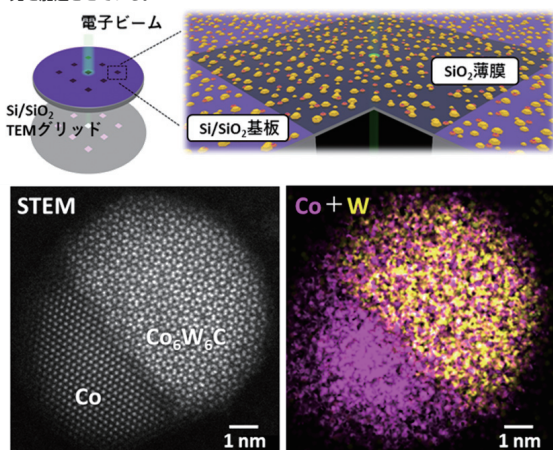


図1 (上) Si/SiO₂ TEM グリッドの概略図。(下) Co-W-C 触媒ナノ粒子の原子分解能 HAADF-STEM 像及び STEM-EDS マッピング。(利用装置：JEM-ARM200F Cold-FEG dual SDD、加速電圧：200kV)

● 関連論文

#H. An, #A. Kumamoto, #R. Xiang, S. Maruyama* et al., 'Atomic Scale Structural Identification and Evolution of Co-W-C Ternary SWCNT Catalytic Nanoparticles: High-resolution STEM imaging on SiO₂', *Science Adv.*, (2019), vol.5, no.5, pp. eaat9459.

一次元ヘテロナノチューブの創成と構造解析

Synthesis and structure characterization of one-dimensional heteronanotube

● 結果紹介

STEM の電子エネルギー損失分光マッピングにより、最内層が単層 CNT、外側の複合層が窒化ホウ素ナノチューブ (図2) の一次元ヘテロナノチューブの創成に成功したことが確認された。更にその周りで MoS₂ を合成することで、3種のナノチューブから成る「単層 CNT-BNNT-MoS₂」ヘテロ構造の合成にも成功した。一次元構造に特有な曲率効果や量子閉じ込め効果を有するこの新物質形態に関して、結晶成長学、量子光学、電子工学など多方面への基礎研究の展開が期待され、量子デバイスとして産業利用の可能性が提起される。

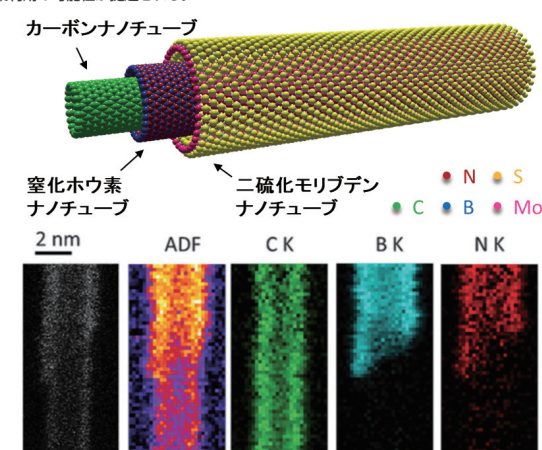


図2 (上) 一次元ファンデルワールスヘテロ構造の模式図。(下) 電子エネルギー損失分光法による元素マッピング像。(利用装置：JEM-ARM200F Cold-FEG dual SDD、加速電圧：80kV)

● 関連論文

R. Xiang*, A. Kumamoto, S. Maruyama*, et al. 'One-dimensional van der Waals heterostructures', *Science*, (2020), vol. 367, pp. 537-542.

CONTACT

項 栄, 丸山 茂夫 (Rong Xiang, Shigeo Maruyama) 実施機関：東京大学 / The University of Tokyo
E-mail: xiangrong@photon.t.u-tokyo.ac.jp, maruyama@photon.t.u-tokyo.ac.jp URL: www.photon.t.u-tokyo.ac.jp





東京大学



微細加工プラットフォーム

熱アシストハードディスク用微小光熱源 ナノヒーター®素子

Nano Heater - A nano size light and heat source device for Heat Assisted Magnetic Recording (HAMR) Hard Disk

ユーザー氏名: 杉浦 聡¹, 井上 友里恵⁶, 橋本 和信⁶, 望月 学^{1,6}, 八井 崇^{2,6}, 赤羽 浩一³, 松本 敦³, 山本 直克³, 片山 龍一⁴, James A. Bain⁵
S. Sugiyama¹, Y. Inoue⁶, K. Hashimoto⁶, M. Mochizuki^{1,6}, T. Yatsui^{2,6}, K. Akahane³, T. Matsumoto³, N. Yamamoto³, R. Katayama⁴, J. A. Bain⁵

¹(株)イノバステラ, ²豊橋技術科学大学, ³情報通信研究機構, ⁴福岡工業大学, ⁵Carnegie Mellon Univ., ⁶ナノフォトニクス工学推進機構

¹InnovaStella, Inc., ²Toyohashi Univ. of Technology, ³National Institute of Information and Communications Technology, ⁴Fukuoka Institute of Technology, ⁵Carnegie Mellon Univ., ⁶NPEO

実施機関担当者: 澤村 智紀, 水島 彩子, 太田 悦子, Eric Lebrasseur, 藤原 誠, 三田 吉郎 / T. Sawamura, A. Mizushima, E. Ota, Eric Lebrasseur, M. Fujiwara, Y. Mita
東京大学 / The University of Tokyo

KEY WORDS Nano Photonics, Nano Heater, Hard Disk Drive, HAMR, GaAs, Quantum Dots, Ring Laser, Au-Needle

概要 | Overview

本技術は、局所的に記録媒体を加熱することでハードディスクドライブ（HDD）の記録密度を飛躍的に向上させる。世界に溢れる電子情報は年率27%で増加し、2030年にはデータセンターに要する年間消費電力1,576TWhに達すると予測されている。本技術で現行消費電力のままでHDDの記録密度を向上させ、電力の削減に繋がり、世界の環境負荷を低減できる。さらに微細光熱プローブとし、バイオ・創薬分野での応用も検討されている。

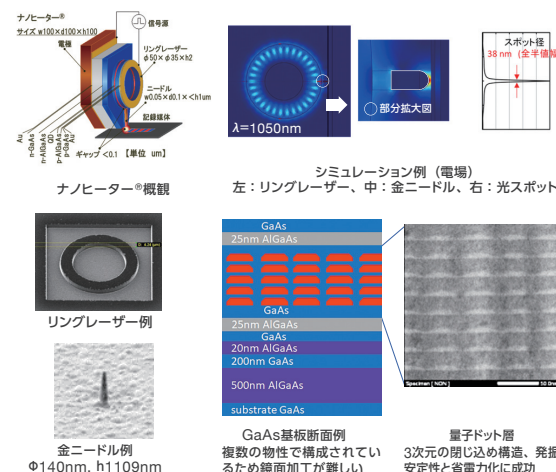
Digital information roaring the world is exploding at the rate of 27% a year and data centers to support this digital universe are expected to consume 1,576TWh of electricity in 2030. This technology dramatically improves recording density of Hard Disk Drive (HDD) by heating nano-sized spot on magnetic media and enables to reduce environment burden by keeping energy consumption of HDDs as they are today. Bio and drug development applications are under study as nano-scale light and heat probe.

ナノヒーター®とは? 何ができる?

Nano Heater - Its potential applications for today and the future

● ナノヒーター®

複数の量子ドット層を形成したGaAs基板を数ミクロン掘り込んで形成したリングレーザーの横に、30nm離れて金ニードルを形成したナノヒーター®は、金ニードル先端に光熱エネルギーをナノメートルオーダーに集中できるエネルギー照射素子である。この素子のプロトタイプを作製し、有効に動作していることを確認した。またシミュレーションで、レーザー光のZ成分を用いると、加熱領域をニードル径の40%に絞れることが判明した。



● 日本に新しい産業を

データセンター用熱アシストハードディスクにナノヒーター®を搭載した場合、日本の半導体産業界に、産業用向けだけで売り上げ2,000億円/年規模の新規事業を興せる。

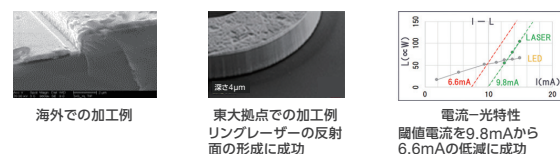
極微小領域に光熱エネルギーを与えられる特性を活かし、ウイルスの生体観察や分子操作をできる可能性があり、バイオ・創薬分野での応用も期待されている。

支援機関の果たした役割

Roles played by supportive institutions

● 学術的ブレークスルー

日本のナノテック拠点以外では作製困難であった素子が、初めて十分な性能を確保して実現した。東京大学拠点で電流注入によるリングレーザー発振を得て、かつ歩留まりをほぼ100%にまで高めた。



● 支援への貢献

微細加工PFによる技術補助・技術代行・機器利用を効果的に組み合わせ、さらに、微細構造解析 PF のFIB 装置(クリーンルームに設置)も利用した。プラットフォームを跨いだ支援によって、研究を迅速に行うことが出来た。歩留まりほぼ100%でレーザー素子が完成した。

● 産業への貢献

プロトタイプを数個作製するのは比較的容易であるが、それを産業ベースで量産できるのは一工夫を要する。開発の初期段階から、産業への貢献を意識し、新たな投資をしないで、日本の半導体産業が所有する設備で製造可能なプロセス開発を行った。

ナノヒーター®で莫大なCO₂の削減

Enormous CO₂ reduction by using Nano Heater

● 全世界の環境負荷低減の基礎技術を開発

記録密度10倍の熱アシストハードディスクを実現し、電力削減を行い環境負荷を低減する。この素子をデータセンターで用いる全ハードディスクに搭載した場合、2030年に火力発電所が排出するCO₂を全世界で11億トン削減でき、これは2019年の日本全体で排出されたCO₂量に等しい。なお、CO₂排出が少ない原発であっても、年間消費電力1,576TWhを賄うためには162基の増設が必要である。この素子による環境負荷低減には大きな効果が期待される。

CONTACT

ユーザー: 株式会社イノバステラ 栗山 和巳 E-mail: kazumi.kuriyama@innovastella.com / URL: https://innovastella.com
実施機関: 東京大学 三田 吉郎 E-mail: nano_help@f.t.u-tokyo.ac.jp / URL: http://nanotech.net.t.u-tokyo.ac.jp/index.html





東京工業大学



微細加工プラットフォーム

InP埋め込み再成長によるフォトニック結晶の形成 -面発光型量子カスケードレーザの開発-

Surface-emitting Quantum Cascade Laser fabricated by InP regrowth

ユーザー氏名：橋本 玲, 斎藤 真司 / Hashimoto Rei, Saito Shinji
(株式会社東芝 / Toshiba Corporation)

実施機関担当者：高橋 直樹, 宮本 恭幸 / Takahashi Naoki, Miyamoto Yasuyuki
(東京工業大学 / Tokyo Institute of Technology)

KEY WORDS Surface-emitting, Quantum Cascade Laser, Regrowth, Photonic Crystal

概要 | Overview

量子カスケードレーザ (QCL: Quantum Cascade Laser) は、小型赤外光源としてガスセンシングや医療応用への適用が期待されている。量産性やモード制御性に優れた面発光型QCLの実現が望まれており、本研究ではフォトニック結晶 (PC) を用いる面発光型QCLの開発を進めている。PCの制御性を向上させるために、QCLの発光層近傍に形成されたPCをInPで再成長埋め込みする面発光型QCL構造を設計、試作し、 2° 以下の狭いビーム射出角度でのレーザ発振に成功した。

Quantum cascade lasers (QCLs) are key devices for many mid-infrared applications such as gas sensing and biological sensing. Surface-emitting QCL is desired as an advantageous candidate for low divergent beam shape and high productivity. In this research, we are developing a surface emitting QCL using a photonic crystal (PC). Surface emitting QCL which has PC structure just above the active region was designed and fabricated, succeeding the lasing operation with extremely small divergence angle ($<2^\circ$).

面発光型量子カスケードレーザ

Surface emitting Quantum cascade Laser

- QCL：中・遠赤外～THz帯の波長域で出力できる半導体レーザ



図1. 従来の半導体レーザとQCLの発振波長域

- 面発光型は量産性やモード制御性に有利
QCLはTM偏光のため、一般的なVCSEL構造の適用が困難
→PCを利用する面発光型QCLを開発

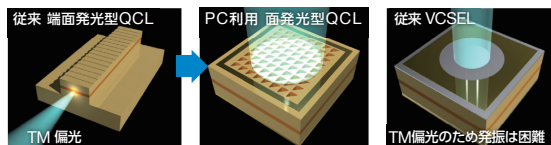


図2. 端面発光型素子と面発光型素子の模式図比較

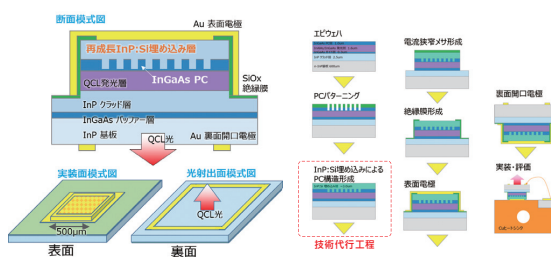


図3. 面発光型QCLの構造模式図

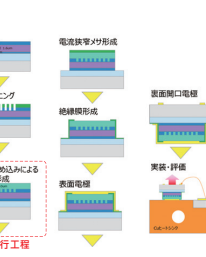


図4. 素子作製フロー

InP再成長埋め込みによるPC構造形成

PC fabrication with InP regrowth

- PCと発光層とのカップリング強化のために、発光層直上にPCを形成
東工大のInP埋め込みにより欠陥のないレーザ構造を短期に実現

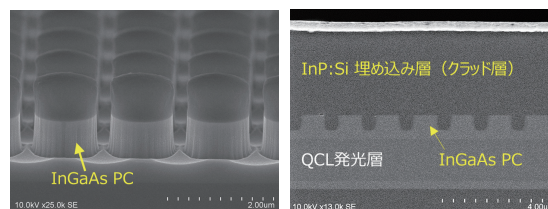


図5. パターニング後のPCと、InP埋め込み後のPCのSEM写真

ビーム広がり角 2° 以下でのレーザ発振に成功

Lasing with divergence angle less than 2° was achieved

- 高精度なPC加工とInP埋め込みによって、設計通りのPCを実現
設計波長にて面発光型QCLのレーザ発振に成功

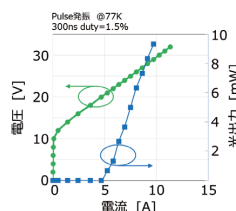


図6. 電流-電圧-光出力特性

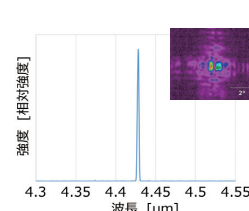


図7. 発振スペクトル、遠視野像 (挿入図)

謝辞：本研究は、防衛装備庁安全保障技術研究推進制度、JPJ004596の支援を受けて実施した。

CONTACT

斎藤 真司 / 株式会社東芝 E-mail: sh.saito@toshiba.co.jp

実施機関：宮本 恭幸 / 東工大微細加工プラットフォーム E-mail: miya@ee.titech.ac.jp / URL: http://www.pe.titech.ac.jp/qnrc/nano_support/index.j.html





自然科学研究機構 分子科学研究所



分子・物質合成プラットフォーム

化学合成と酵素合成の融合によるスピロケタール類の網羅的短工程合成と結晶スポンジ法による構造決定

Short and Unified Chemo-Enzymatic Synthesis of Spiroketal, and the Structural Elucidation by the Crystalline Sponge Method

ユーザー氏名：服部 弘, ウォルフガング クローティル / Hattori Hiromu, Wolfgang Kroutil
(グラーツ大学 / University of Graz)

実施機関担当者：三橋 隆章, 藤田 誠 / Mitsuhashi Takaaki, Fujita Makoto
(分子科学研究所 / Institute for Molecular Science)

KEY WORDS Crystalline Sponge Method, Chemo-Enzymatic Synthesis, Spiroketal

概要 | Overview

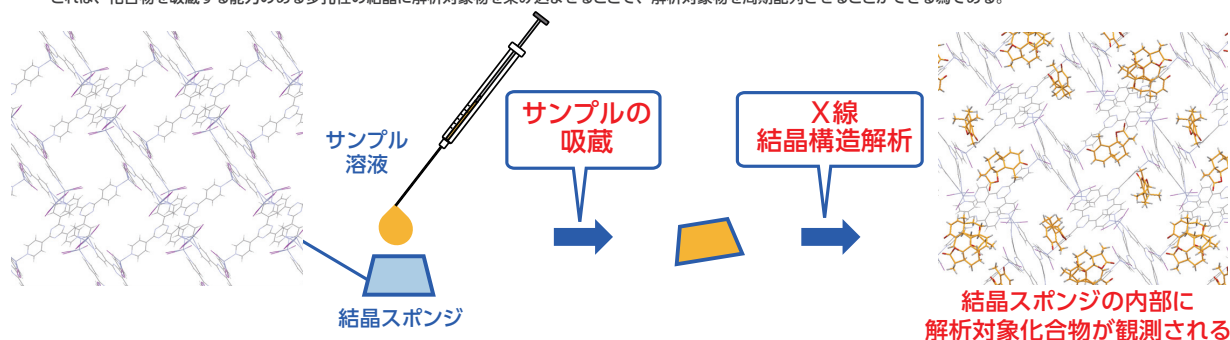
スピロケタールは、生理活性化合物にしばしば見られる重要な化学構造である為、その効率的な合成法の開発が求められている。本研究では、酵素反応と化学合成を巧みに組み合わせることで、スピロケタール類を網羅的かつ簡便に合成可能な手法を開発した。合成したスピロケタール類の構造決定がボトルネックとなったものの、ナノテクノロジープラットフォームが提供する構造決定技術「結晶スポンジ法」を用いることで迅速に解決した。

A spiroketal is an important chemical structure, which appears in structures of many bioactive compounds. Therefore, an efficient method for the synthesis of the spiroketals is required. Herein, we developed a short and unified chemo-enzymatic synthesis of the spiroketals. Even though structure elucidation of the obtained spiroketals was not straightforward, it was accomplished by using the "crystalline sponge method", with the support of Nanotechnology Platform Program.

結晶スポンジ法とは

What is the Crystalline Sponge Method?

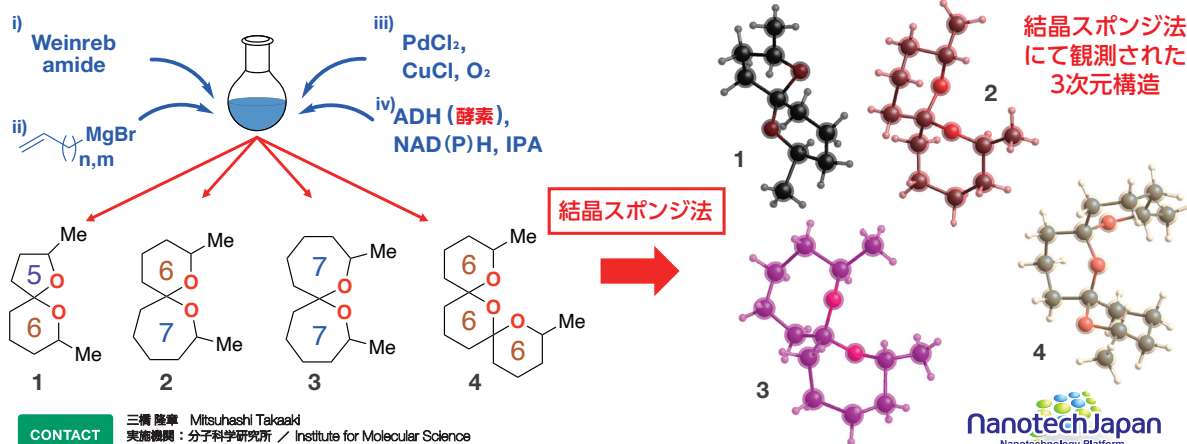
X線結晶構造解析は、最も信頼のおける構造解析手法の一つとして知られているものの、解析対象化合物の結晶化が必要という欠点が存在する。化合物が結晶化する条件を探索する為に、多くの時間と労力が費やされることもしばしばである。一方、結晶スポンジ法では、この結晶化のプロセスを経ずにX線結晶構造解析を行うことができる。これは、化合物を吸蔵する能力のある多孔性の結晶に解析対象物を染み込ませることで、解析対象物を周期配列させることができる為である。



スピロケタール類の網羅的・短工程合成

Short and Unified Synthesis of Spiroketal

化学合成のプロセスの一部に酵素反応を取り入れることで、スピロケタール類を短工程にて合成することができる手法を開発した。合成の短工程化により、合成のプロセス中に生じる廃棄物を低減することができる為、コスト削減や環境負荷低減につながる事が期待される。更に、今回開発した手法により、新規化合物となるものも含め様々なスピロケタール類の合成に成功したが、これらの構造決定は「結晶スポンジ法」を用いることにより達成した。



CONTACT

三橋 隆章 Mitsuhashi Takaaki
実施機関：分子科学研究所 / Institute for Molecular Science
E-mail: tmitsuhashi@ims.ac.jp / URL: <https://www.ims.ac.jp/>

NanotechJapan
Nanotechnology Platform



九州大学



分子・物質合成プラットフォーム

二重ナノコートカプセル技術の開発と化粧品の商品化

Preparation of double coating nano particles and its commercialization as cosmetics

ユーザー氏名：金岡 奈美, 河原 清章 / Kanaoka Nami, Kawahara Kiyooki
(アドファーマ株式会社 / Advanced pharma Japan Inc.)

実施機関担当者：後藤 雅宏, 井手 奈都子 / Goto Masahiro, Ide Natsuko (九州大学 / Kyushu University)

KEY WORDS DDS, Functional cosmetics, Transdermal delivery, Nano capsules

概要 | Overview

特許技術に基づき、皮膚透過を促進する二重コート膜ナノ粒子を合成し、その安定性と皮膚透過性を評価した。通常、親水性の大きな分子は、皮膚バリアを透過できないが、皮膚の角層に親和性の高い脂質膜で二重コートすることで皮膚深部へ有効成分を送達可能であることが明らかになった。今まで浸透させることが困難だったヒアルロン酸などの水溶性高分子化合物を、ナノコートすることにより、肌深くまで成分を浸透させることができた。この技術を利用して、化粧品プリエクラの商品化に成功した。

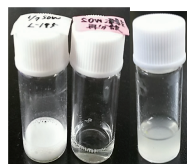
We have prepared double coating nanocarriers for enhancing skin permeation of functional ingredients by using patent technology and investigated their stability and performances. The lipid-coating technology was found to be very effective for the enhanced delivery of biomacromolecules. New cosmetics named "Priecelat" were commercialized by using this technique.

二重ナノコート粒子の調製と皮膚浸透

Preparation of lipid double coating nanoparticles and its skin permeation

- 経皮浸透性の高いナノ粒子化技術を利用することで、皮膚深部へ有効成分を浸透させることができる。

図1のナノ粒子解析によって、今回開発したダブルコーティング型のキャリアは、水溶性が高く、10nm程度の安定なナノ粒子が単一分布で存在することが明らかとなった。



S/O/W SNDP SO 製剤
エマルジョン (12nm) 水に不溶

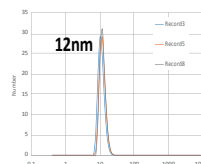
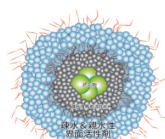


図1 SNDP 製剤のDLS解析



二重コート化ナノ粒子 (SNDP)

*関連特許 (Patent)

後藤雅宏、神谷典徳、田原義朗, "水溶性薬物キャリア及びその製造方法", 特許第5618307号, US 8568745, 平成25年10月29日

化粧品プリエクラの5種の商品化に成功

Success of commercialization of Priecelat

有効成分を脂質の二重膜でナノコーティングすることにより、肌深く浸透させることに成功した。また、このナノ化技術を用いることで、ビタミンCやヒアルロン酸の経皮デリバリーを可能とし、化粧品プリエクラの商品化に成功した。



Priecelat
プリエクラ



図4 スギ薬局で商品化された化粧品 (プリエクラ)

皮膚浸透の可視化を実現

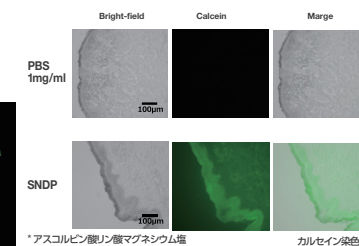
Visualization of skin permeation behavior

- 開発したナノ粒子の、ヒアルロン酸、ビタミンCのヒト皮膚を用いた経皮浸透の可視化。

図2では、蛍光色素を標識したヒアルロン酸が、皮膚内部へ浸透していく様子が、図3ではビタミンCが肌の奥まで高浸透していることが明らかとなった。

今まで浸透させることが困難であった高分子量のヒアルロン酸やプロテオグリカン、水溶性のビタミンCなどを脂質膜でナノコートすることにより肌深く浸透させることに成功した。

ビタミンC*の経皮デリバリー

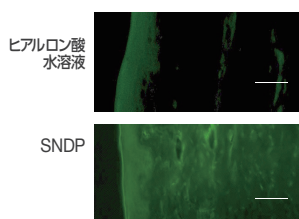


*アスコルビン酸ナノ膜マグネシウム塩

カルセイン染色法

図2 ヒアルロン酸の3D画像

図3 二重コート化したビタミンCの浸透効果



ヒアルロン酸水溶液

SNDP

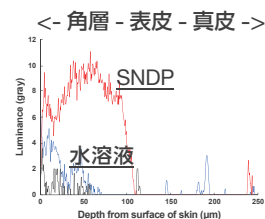


図5 二重コート化したヒアルロン酸の皮膚浸透効果

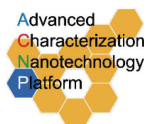
CONTACT

金岡 奈美, 後藤 雅宏 (アドファーマ株式会社, 九州大学) / Kanaoka Nami, Goto Masahiro (Advanced pharma Japan Inc, Kyushu University)
実施機関：九州大学 分子・物質合成プラットフォーム / Kyushu University Molecule and Material Synthesis Platform
E-mail : nano_office@mail.cstm.kyushu-u.ac.jp / URL : http://nano.kyushu-u.ac.jp/



使えるナノテク

装置とエキスパートの全国ネットワーク
～1000台以上の最新機器とノウハウを提供～



微細構造解析プラットフォーム

主要研究設備

マルチビーム超高圧電子顕微鏡、収差補正分析電子顕微鏡、単原子分析電子顕微鏡、陽電子プローマイクロアナライザー装置、軽元素対応型超高分解能走査透過型電子顕微鏡、反応科学走査透過型電子顕微鏡、極低温高分解能透過電子顕微鏡、超高圧電子顕微鏡、SPRING-8放射光源ビームライン、電子分光型高圧電子顕微鏡



微細加工プラットフォーム

主要研究設備

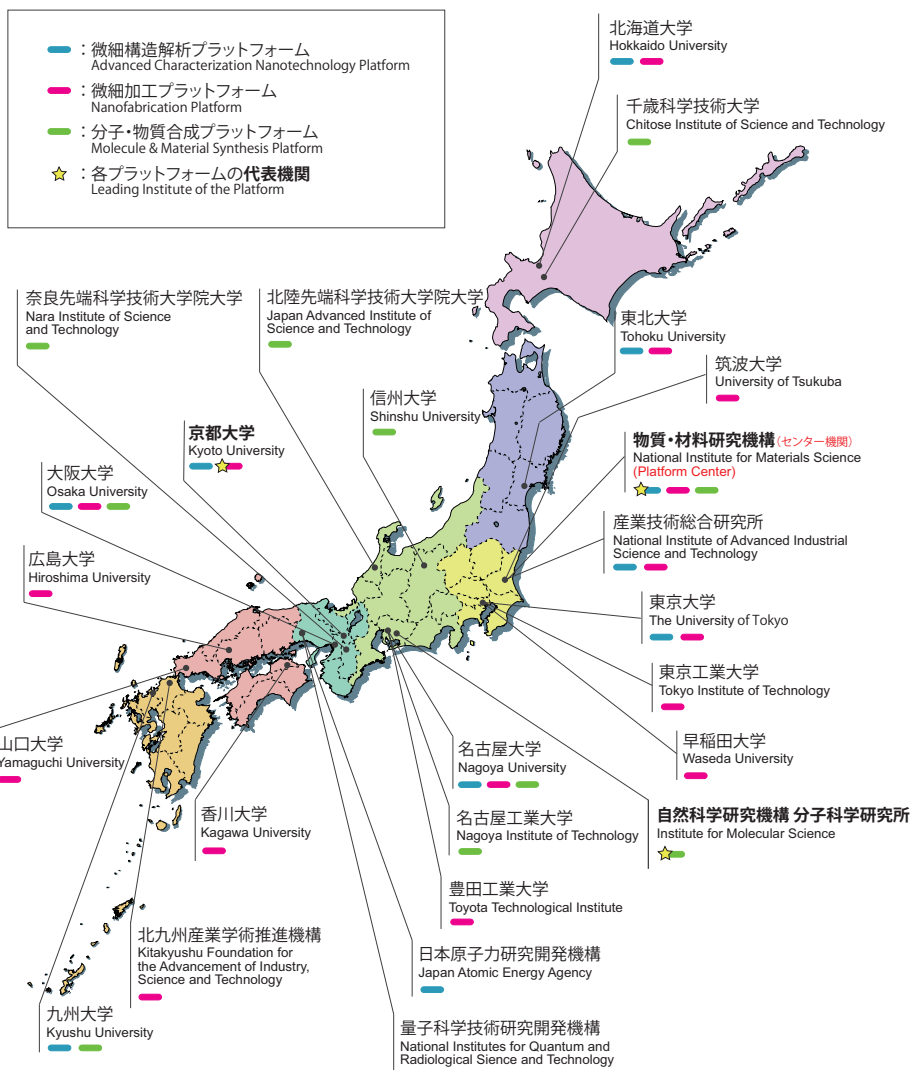
電子ビーム露光装置、ステッパー、スパッタ装置、RIE (Reactive Ion Etching) 装置、CVD装置、収束イオンビーム装置、レーザー加工装置、膜特性計測・分析装置、形状計測装置、表面計測装置(SEM等)



分子・物質合成プラットフォーム

主要研究設備

核磁気共鳴装置、光分析装置、質量分析・その他材料評価、バイオ用光学顕微鏡、バイオペット、真空成膜装置や薄膜/ナノ調製加工、化学材料合成・素子作成、バイオペット、透過型電子顕微鏡(TEM)、表面分析(走査電子顕微鏡(SEM)/EDX/EPMA、電子分光(XPS/UPS/AES))、X線回折装置、走査型トンネル顕微鏡(STM)／原子間力顕微鏡(AFM)



調べる、
探す、
見つかる!

全国の研究設備を
一括検索!!

- ▶ キーワードから探す
- ▶ 研究分野から探す
- ▶ プラットフォームから探す
- ▶ 研究機関から探す
- ▶ エリア(地域)から探す
- ▶ 設備分類から探す

<https://www.nanonet.go.jp/yp/>

クイックアクセス

こんな研究・実験が
したいのだけど?

お問い合わせや
ご相談はこちらから

ユーザ総合窓口

<https://www.nanonet.go.jp/>

共用設備利用案内イエローページ

ナノテクノロジープラットフォームセンター (運営: 物質・材料研究機構)

E-mail: NTJ_info@nanonet.go.jp

Phone: 029-859-2777

