

TECHNOLOGY OFFERS



International Nanotechnology Exhibition & Conference

nano tech 2020

国際ナノテクノロジー 総合展・技術会議



WTLO

WASEDA Technology Licensing Organization



触れるだけで通信可能なナノシート電子デバイス

Skin-adhesive battery-less device communicating by hand touch

高分子ナノシートを用いた電子デバイス

Electronic devices composed of polymer nanosheets

CNT-PSS 透明導電膜：簡易・柔軟・低抵抗・安定

CNT-PSS Transparent Conductive Film: Simple, Flexible, Highly Conductive, Stable

電気による新たな海中無線通信の開発

Development of new electric wireless seawater communication

世界初、10cm 以上の CNT フォレスト

Record high carbon nanotube forests

カーボンナノチューブ（CNT）の精製方法

A Novel Method for Gas-phase Removal of Catalyst Metals from Carbon Nanotubes

歩いて走るロボット結晶

Walking and running robot crystals

3D ナノ界面を有する異種材料接合技術

Dissimilar Materials Bonding with 3D Nano Interface

太陽光下・水からの極めて簡便な過酸化水素の製造法

Very Facile Production of Hydrogen Peroxide from Water under Sunlight

矩形波インピーダンス解析による電池診断

Battery Diagnosis by Square-Current Electrochemical Impedance Spectroscopy

「埋もれた界面」の計測技術 SERS を用いたプラズモンセンサ及び測定システム

The New Interface Measuring Device using New Plasmon Sensor and Raman Scattering Spectroscopy

超高感度・高速生体分子検出法

Ultra-sensitive and high-performance biomolecule detection method

見えない物質から心のストレスを見る

Seeing mental stress from invisible substances



目次

CONTENTS

触れるだけで通信可能なナノシート電子デバイス Skin-adhesive battery-less device communicating by hand touch	1
高分子ナノシートを用いた電子デバイス Electronic devices composed of polymer nanosheets	2
CNT-PSS透明導電膜：簡易・柔軟・低抵抗・安定 CNT-PSS Transparent Conductive Film: Simple, Flexible, Highly Conductive, Stable	3
電気による新たな海中無線通信の開発 Development of new electric wireless seawater communication	4
世界初、10 cm以上のCNTフォレスト Record high carbon nanotube forests	5
カーボンナノチューブ（CNT）の精製方法 A Novel Method for Gas-phase Removal of Catalyst Metals from Carbon Nanotubes	6
歩いて走るロボット結晶 Walking and running robot crystals	7
3Dナノ界面を有する異種材料接合技術 Dissimilar Materials Bonding with 3D Nano Interface	8
太陽光下・水からの極めて簡便な過酸化水素の製造法 Very Facile Production of Hydrogen Peroxide from Water under Sunlight	9
矩形波インピーダンス解析による電池診断 Battery Diagnosis by Square-Current Electrochemical Impedance Spectroscopy	10
「埋もれた界面」の計測技術 SERSを用いたプラズモンセンサ及び測定システム The New Interface Measuring Device using New Plasmon Sensor and Raman Scattering Spectroscopy	11
超高感度・高速生体分子検出法 Ultra-sensitive and high-performance biomolecule detection method	12
見えない物質から心のストレスを見る Seeing mental stress from invisible substances	13



触れるだけで通信可能なナノシート電子デバイス

Skin-adhesive battery-less device communicating by hand touch

背景／課題 Background/Problems

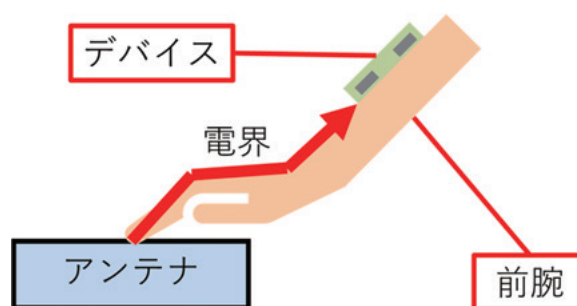
- ◆ 背景：生体適合性が高い皮膚密着型デバイスへの期待
- ◆ 課題：①装着性(接着剤が必要、装着による違和感)
②電力供給(他の機器やバッテリーと有線接続)
- Background: Prospects of flexible devices
- Problems: ① Necessity of glue, and insufficiency of conformability
② Wired connection to other devices or batteries



皮膚密着型エレクトロニクス概要図
Overview of future application of skin-adhesive device

概要／解決法 Summary/Solutions

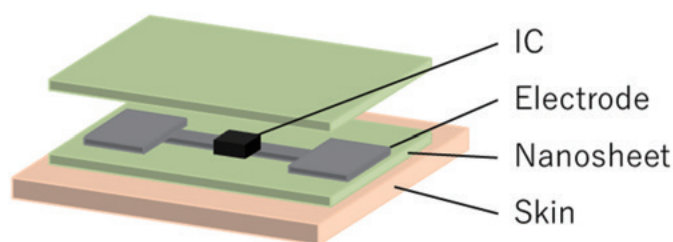
- ◆ 高分子ナノシートを基材とする柔軟な電子デバイス
- ◆ 電界式NFC(eNFC)による無線給電・通信
- ◆ 装着の違和感がない次世代ウェアラブルデバイス
- Flexible electric devices mounted on polymer nanosheets
- Battery-less communication by electric NFC
- Wearable devices without discomfort due to glue contact



電界式NFCの概念図
Schematic diagram of eNFC system

優位性 Advantages

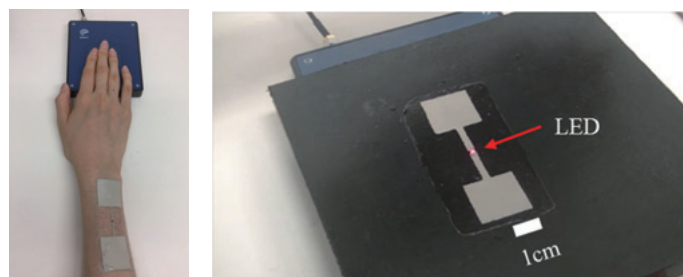
- ◆ 接着剤を使用することなく肌などに貼付が可能
- ◆ バッテリレスで通信が可能
- ◆ 小型化・薄膜化に向けた設計が容易
- Direct attachment of the device without glue
- Work without batteries
- Easy to make the device smaller and thinner



皮膚密着型バッテリーレスデバイスの構造図
Structure of skin-adhesive battery-less device

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

- ◆ イベントや行楽地での1 Dayチケット
- ◆ 生体情報計測用ウェアラブルデバイス
- 1-Day ticket for events and amusement parks
- Wearable device to monitor health data



本デバイスを貼付した様子 (左：前腕 右：皮膚ファントム)
Skin-adhesive battery-less device on arm and rubber sheet



高分子ナノシートを用いた電子デバイス

Electronic devices composed of polymer nanosheets

背景／課題 Background/Problems

- ◆ 生体組織になじむウェアラブルデバイスの設計
- ◆ 従来技術における問題点：はんだ付けなどの高温処理を要する実装技術（耐熱性の低い有機材料に適さない・基材の伸縮性を損ねる）
- Requirement of wearable device design with conformable contact to biological tissue surfaces
- Drawbacks in conventional packaging technologies: High-temperature process damaging organic materials

概要／解決法 Summary/Solutions

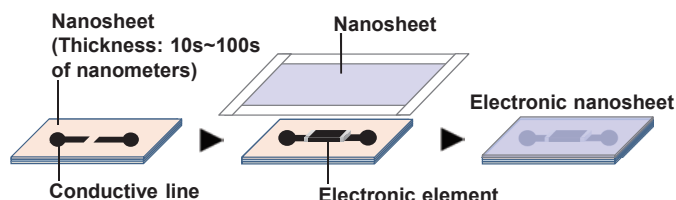
- ◆ 自己支持性高分子ナノシート(数十～数百ナノメートル厚)を基材とする柔軟な電子デバイス
- ◆ 銀ナノ粒子のインクジェット印刷による室温での配線形成が可能
- ◆ ハンダ付け不要の分子間力による電子素子の実装
- Flexible electronic devices mounted on free-standing polymer nanosheets
- Fabrication of conductive lines by inkjet printing of silver nanoparticles at room temperature
- Soldering-free packaging of electronic elements (e.g., LED) based on van der Waals interactions

優位性 Advantages

- ◆ 肌などの対象物への直接貼付が可能
- ◆ 対象物への高い追従性・密着性を有する導電配線
- ◆ 電子素子と導電配線の物理的密着による室温実装
- Direct attachment of electronic devices owing to physical adhesiveness of polymer nanosheets
- Conductive lines with high conformability and adhesiveness
- Packaging at room temperature by physical adhesion between electronic elements and conductive lines

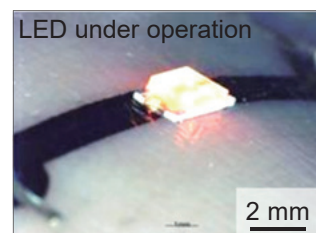
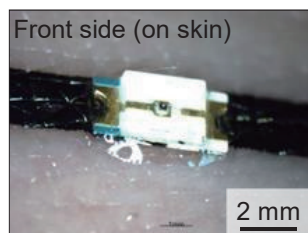
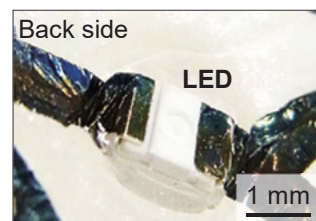
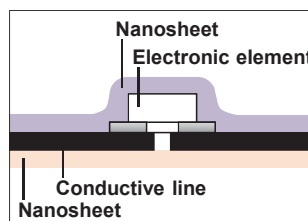
ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

- ◆ 糊などによる装着時の不快感を伴わない生体計測用ウェアラブルデバイスなど
- Wearable devices for monitoring biological information without discomfort due to glue contact



高分子ナノシートを用いた電子デバイスの作製

Fabrication of electronic devices composed of polymer nanosheets



ナノシート上に実装された電子素子

Electronic elements mounted on polymer nanosheets



肌に直接貼付した電子デバイス

Electronic device composed of polymer nanosheets attached on human skin surface



CNT-PSS 透明導電膜： 簡易・柔軟・低抵抗・安定

CNT-PSS Transparent Conductive Film: Simple, Flexible, Highly Conductive, Stable

背景／課題 Background/Problems

- ◆ フレキシブル透明導電フィルム(TCF)の問題点
 - ・ ITOは柔軟性・耐摩耗性に課題
 - ・ PEDOT:PSSやAgナノワイヤーは耐久性に課題
 - ・ CNT透明導電膜は性能と作製プロセスに課題
- Problems in flexible transparent conductive films (TCF)
 - ・ ITO has limited flexibility and abrasion resistance.
 - ・ PEDOT:PSS and Ag nanowire have insufficient durability.
 - ・ CNT-TCF have issues in performance and production process.

概要／解決法 Summary/Solutions

- ◆ PSS水溶液にCNTを分散させて製膜するだけの簡易な手法の提供
- ◆ 低抵抗(115 Ω /sq)、高透過率(90%)、高い耐久性(>1000 h)、耐熱性(250 $^{\circ}$ C)を実現
- Simple fabrication via dispersing CNT in aqueous solution of PSS (Poly(p-styrene-sulfonic acid)) and coating
- Conductive (115 Ω /sq) and transparent (90%)
Stable in air for >1000 h or at >250 $^{\circ}$ C without passivation

優位性 Advantages

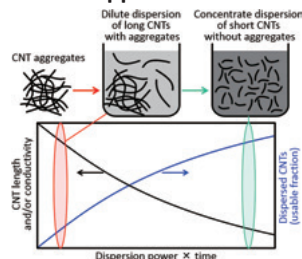
- ◆ PSSだけでCNTが均一に分散できる
- ◆ 分散材除去工程不要、ドーブ工程不要
- PSS is a promising dispersant and dopant for CNT
- No need for removal process of surfactant
No need for additional doping process

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

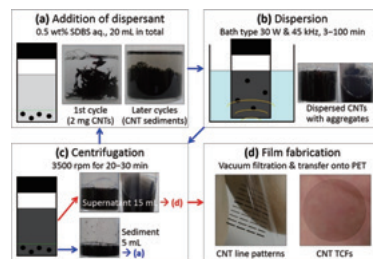
- ◆ フレキシブル・ウェアラブルデバイス向け透明導電膜
- ◆ 車載用透明ヒーター
- ◆ レアメタルを用いない透明導電膜
- TCF for flexible & wearable devices
- Transparent heater for automobiles
- Rare metal-free TCF

Background

Quality-quantity tradeoff in CNT applications



Our technology: >90% conversion of CNT powder into high quality films



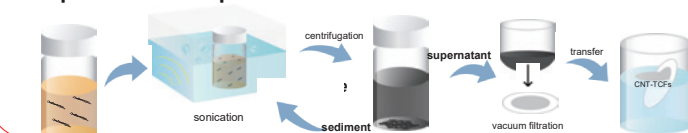
H. Shirae, D.Y. Kim, K. Hasegawa, T. Takenobu, Y. Ohno, and S. Noda*, Carbon 91, 20-29 (2015).

Issues:

Post treatments for surfactant removal & chemical doping.
Unstable chemical doping and gradual performance degradation.

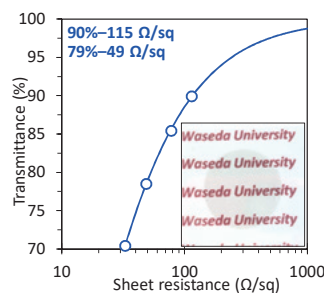
Solutions

- ✓ Doping of PEDOT by PSS is stable
but PEDOT:PSS is not stable due to agglomeration of PEDOT.
 - ✓ CNT network is stable
but CNT-TCF is not stable due to de-doping of HNO_3 .
- Why not to disperse and dope CNTs by PSS?!

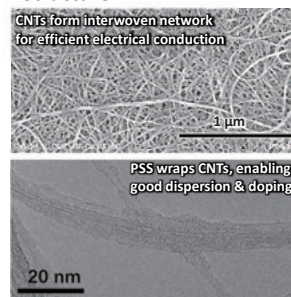


Results

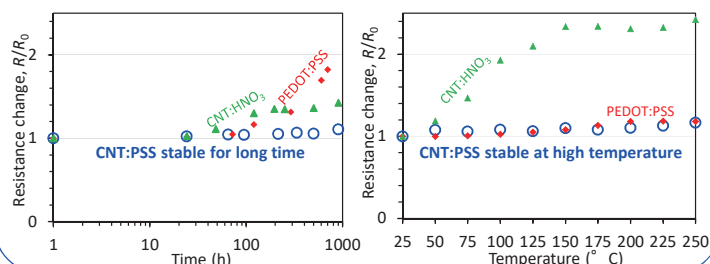
■ Performance



■ Structure



■ Stability





電気による新たな海中無線通信の開発

Development of new electric wireless seawater communication

背景／課題 Background/Problems

- ◆ 学術：宇宙と並び未知な深海の探索
- ◆ 資源：海底に埋蔵 → 水中ロボットによる開拓
- ◆ 情報通信：水中IoTの構築
(津波、水温、塩濃度、pH等のモニタリング)
- Academic : exploring the unknown deep sea
- Resources : available resources on the seabed accessible by developing underwater robot
- Telecommunication : construction of underwater IoT
(monitoring of Tsunami, water temperature, NaCl's concentration, pH, etc.)

概要／解決法 Summary/Solutions

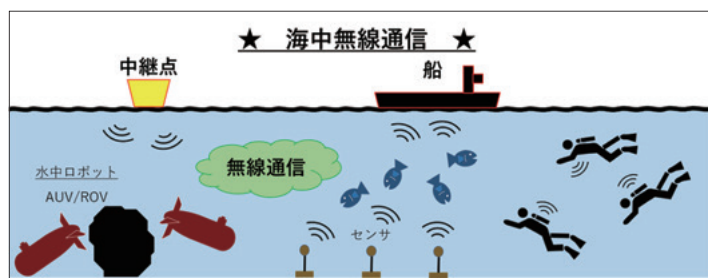
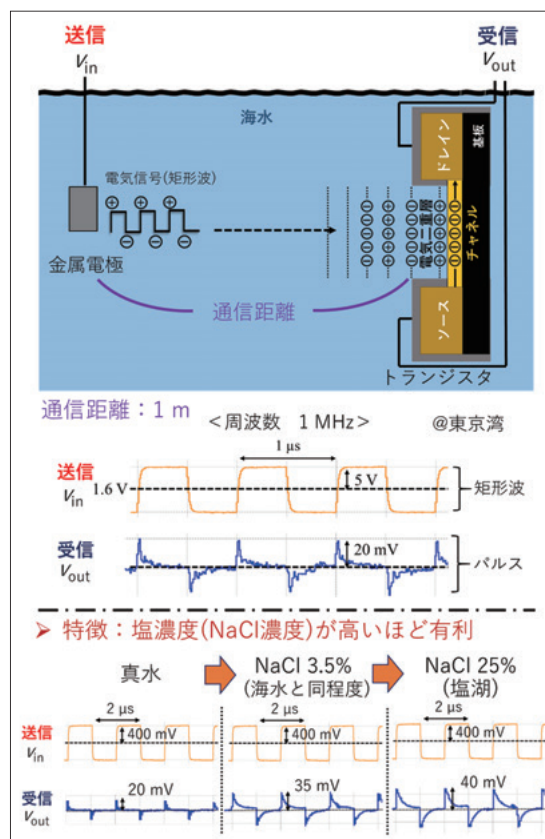
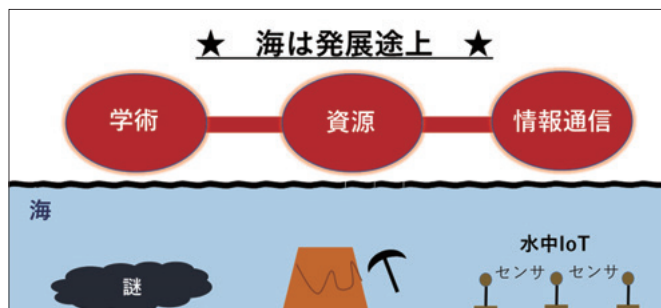
- ◆ 海水の導電性を利用した電気通信
- ◆ 送信側：金属電極
 - ⇔ 受信側：液体中で動作するトランジスタ型センサ
- ◆ 金属電極に矩形波の電圧を印加 → 受信側にパルス波が伝搬
- Electric communication utilizing conductivity of seawater
- Transmitter : metal electrode
 - ⇔ Receiver : transistor shape sensor operating in solutions
- Apply square wave voltage to metal electrode
 - ⇒ Pulse wave is transmitted to the receiver

優位性 Advantages

- ◆ イオン伝導を用いる → 伝達スピードが速い、等方的に伝搬
- ◆ 送信側、受信側ともに小型かつ省電力
- ◆ トランジスタにダイヤモンドを用いる → 海水中で安定動作
- Using ionic conduction → high speed and isotropic propagation
- Compact and low power for both transmitter and receiver
- Using diamond for transistor → stable operation in seawater

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

- ◆ 資源開拓：水中ロボットの制御
(世界市場規模：2023年に約12億ドルの予測※1)
- ◆ 娯楽：マリンスポーツ、ダイバー間通信
- ◆ 生態系：海洋環境の保全、漁業の発展
- Resources development : underwater robot control
(Global market size : about \$ 1.2 billion forecast in 2023※1)
- Amusement : marine sport, communication between divers
- Ecosystem : conservation of marine environment and development of fishery



※1 海洋開発市場の現状, 平成29年12月, 国土交通省 海警局, p.16
<https://www.mlit.go.jp/common/001215814.pdf>



世界初、10cm以上のCNTフォレスト

Record high carbon nanotube forests

背景／課題 Background/Problems

- ◆ CNTフォレストを長く成長させられない
- ◆ 成長時間が長い
- ◆ CNT中に触媒(鉄)が混入し品質が悪い

- Short CNT forest (~2cm)
- Long growth time
- Fe contamination

概要／解決法 Summary/Solutions

- ◆ 新規合成手法による長尺CNTフォレスト
触媒構成 × 反応装置
- Long CNT forest by novel growth method
Catalyst × Reactor

優位性 Advantages

- ◆ 10cm以上の長尺CNTフォレスト
- ◆ 高速成長
- ◆ 触媒(Fe)の混入がない高純度のCNT

- Long CNT forest over 10 cm
- Rapid growth
- Highly-pure CNT forest

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

- ◆ CNTを用いた軽量・高強度な導電性ワイヤ
- ◆ 軽量コイル、アクチュエーター、人工筋肉
- Light and strong conductive CNT wire
- Light coil, Actuator, Artificial muscle

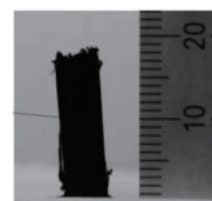
従来技術

- ① 世界最高高さのCNTフォレスト
→ ~2 cm (13時間)

Cho et al. Carbon 72, 264 (2014).

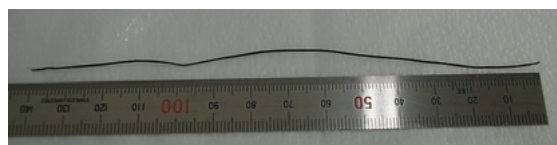
- ② 筆者らの先行特許
→ ~2 cm (12時間)

特許特開2012-17228

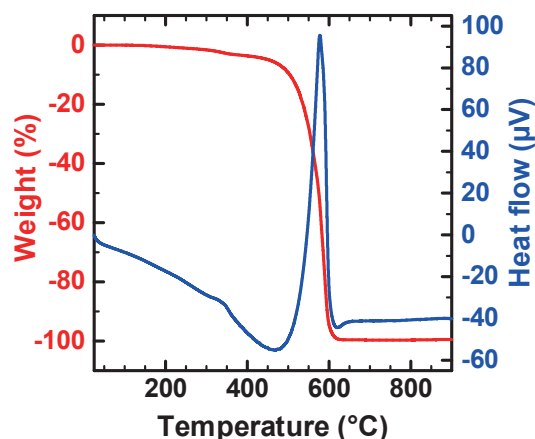


今回の技術

~14 cm (26時間)



Feの混入量はTG-DTAで検出限界以下





カーボンナノチューブ (CNT) の精製方法

A Novel Method for Gas-phase Removal of Catalyst Metals from Carbon Nanotubes

背景／課題 Background/Problems

- ◆ CNTに残留している金属触媒が CNT本来の性能や寿命の向上を妨げている

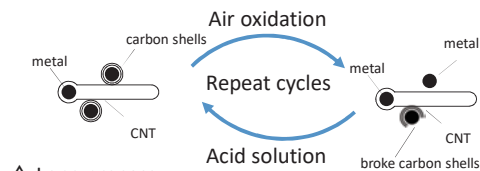
- Problem: Contaminated with catalyst metals
 - Side effects
 - Deteriorate CNT performance

優位性 Advantages

- ◆ ハロゲンガスによるシンプルかつドライでの処理方法
- ◆ 後処理可能、精製されたCNTにダメージを与えない
- ◆ 90%以上の金属触媒を除去
- ◆ アーク法、CVD法、浮遊法からのCNTに有効
- Propose and develop simple dry purification method of CNTs
- Applicable to a conventional apparatus
- CNT No damaged
- Over 90% of catalyst metal was removed
- Very Effective for CNT manufactured by arc method, CVD method, floating method

従来法 Previous studies

- Standard method: oxidation + acid

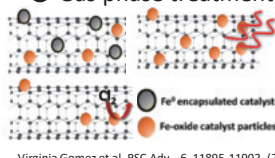


△ Long process

× Air oxidation

× Not suitable for re-dispersion (∵ CNTs aggregate)

- Gas phase treatment



Virginia Gomez et al. RSC Adv., 6, 11895-11902, (2016)

× Air oxidation

× Iron oxide cannot be removed by Cl₂

× Metal content was increased after treatment

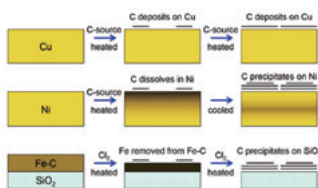
Conventional idea: To remove catalyst metal, it is necessary to remove carbon shell at first
→ Need air oxidation process → CNT damaged

Sample	Binding energy(eV (atomic%))			
	C 1s	O 1s	Fe 2p _{3/2}	Cl 2p _{3/2}
MWCNTs	284 (96.9%)	531 (2.5%)	710 (0.6%)	—
MWCNTs/MW ₁₀	284 (91.8%)	530 (4.6%)	711 (3.6%)	—
MWCNTs/MW ₁₀ /Cl ₂	284 (91.6%)	530 (5.9%)	711 (2.3%)	200 (0.2%)
SWCNTs	284 (94.5%)	532 (4.2%)	707 (1.3%)	—
SWCNTs/MW ₁₀	284 (68.8%)	530 (21.7%)	710 (9.5%)	—
SWCNTs/MW ₁₀ /Cl ₂	284 (92.0%)	532 (6.6%)	711 (1.4%)	—

精製例 Applications

Our proposal

Our etching-precipitation method for graphene Metals are removed through graphene layer by Cl₂ gas.

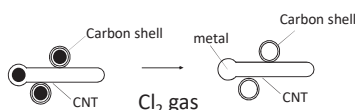


M. Kosaka, et al, Carbon, 82 254, (2015)

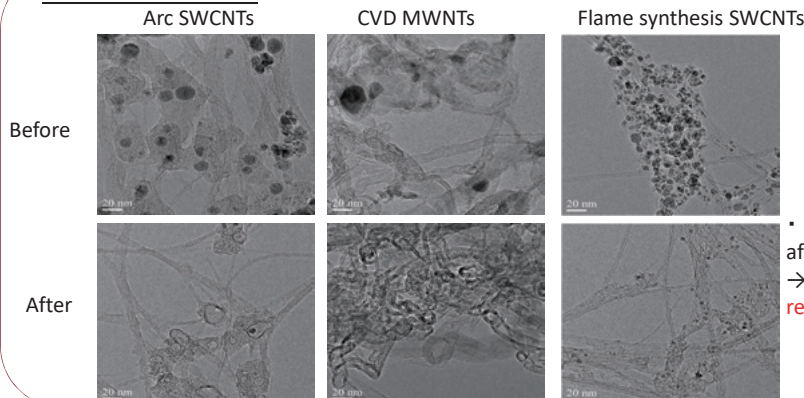
Apply

Direct remove of metal catalyst from CNT

- No air oxidation
→ Prevent metals from oxidation
- Dry process → CNT do not aggregate



TEM observation



• Hollow structures after treatment
→ Metals were removed without pre-treatment

Elemental composition

		Arc SWCNTs	before (wt%)	after (wt%)		CVD MWNTs	before (wt%)	after (wt%)		Flame synthesis SWCNTs	before (wt%)	after (wt%)	H ₂ treatment (wt%)
	CK		44.48	85.90		CK	87.56	92.56		CK	36.79	67.51	90.41
	OK		3.53	1.67		OK	3.60	1.16		OK	12.46	8.45	2.25
	YL		5.10	1.99		MgK	1.87	0.00		SK	2.30	0.87	0.69
	SK		5.84	0.55		ClK	0.00	5.59		ClK	0.00	10.87	0.62
	ClK		0.00	2.46		FeK	6.57	0.69		FeK	48.45	12.31	6.04
	NiK		41.04	7.42		CoK	0.41	0.00					

• Fe, Ni, Y can be removed by Cl₂ gas

• Residual Cl on CNTs can be removed by H₂

Conditions: P_{Cl₂} = 7.6 Torr, 1000 °C, 60 min

Propose and develop simple dry purification method of CNTs !



歩いて走るロボット結晶

Walking and running robot crystals

背景／課題 Background/Problems

- ◆ ヒトとロボットの融和する未来社会
- ◆ 柔らかく軽い「ソフトロボット」が必要
- ◆ 外部刺激で動くアクチュエータが必要
- Future society with human-robot symbiosis
- Soft and light robots demand
- Stimuli-responsive actuators demand

概要／解決法 Summary/Solutions

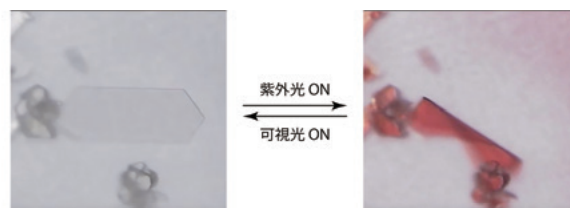
- ◆ 光や熱で動く結晶アクチュエータ
- ◆ 軽くてタフな有機メカニカル結晶
- ◆ ソフトロボットへの実用化
- Crystal actuators that move by light and heat
- Light and tough mechanical crystals
- Practical application to soft robots

優位性 Advantages

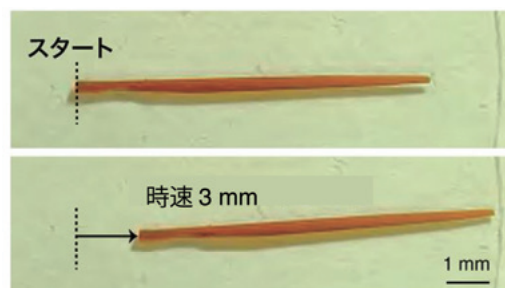
- ◆ 安価で作製が容易
- ◆ 軽くて高出力で高い耐久性
- ◆ 光や熱への速い応答性
- Low cost and easy preparation
- Light, high-power, and high durability
- Fast response for light and heat

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

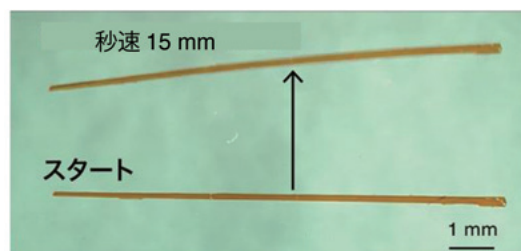
- ◆ カテーテル・人工筋肉
- ◆ 物質輸送
- ◆ ヒト型ソフトロボット
- Medical catheters and artificial muscles
- Materials transport
- Humanoid soft robots



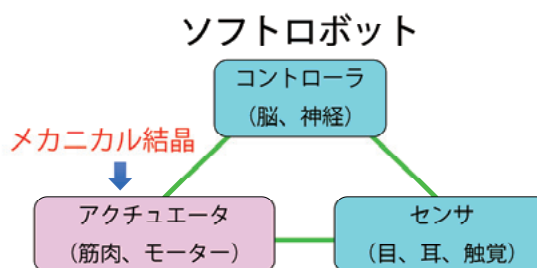
光照射により屈曲する結晶
Reversible bending molecular crystal by light



加熱冷却により歩く結晶
Walking crystal on heating and cooling



加熱冷却により高速で走る結晶
Fast running crystal on heating or cooling





3D ナノ界面を有する異種材料接合技術

Dissimilar Materials Bonding with 3D Nano Interface

背景／課題 Background/Problems

- ◆ 熱可塑性炭素繊維強化複合材料(CFRTP)の自動車車体への適用及び、生産性、リサイクル性、燃費の向上
- ◆ マルチマテリアル化によるCFRTPとアルミニウム合金の接合技術開発とその評価技術の開発
- Application of carbon fiber reinforced thermoplastic (CFRTP) composites to vehicles and improvement of their productivity, recyclability and fuel economy
- Development of bonding technology between CFRTP and aluminum alloy for and its evaluation

概要／解決法 Summary/Solutions

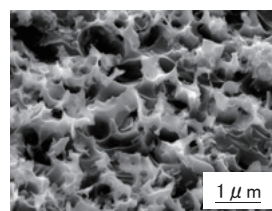
- ◆ Al表面上の3Dナノ構造の作製
- ◆ シランカップリング処理による接合強度の向上
- ◆ CFRTPとAlのホットプレスによる直接接合
- ◆ せん断強度及び破壊靱性の評価
- Fabrication of nano structure on aluminum surfaces
- Improvement of bonding strength by silane-coupling treatment
- Direct bonding of CFRTP and Al by hotpress
- Evaluation of shear strength and fracture toughness

優位性 Advantages

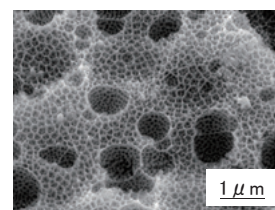
- ◆ 従来の接着剤よりも高い接合強度を実現
- ◆ CFRTPとAlのみの直接接合のため高いリサイクル性
- ◆ 熱残留応力を考慮した純モードの破壊靱性評価
- Higher bonding strength due to anchor effects
- Excellent in recyclability for only Al and CFRTP use
- Evaluation of pure fracture toughness considering residual thermal stress

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

- ◆ 輸送機器部材、電子機器、建材等の熱溶着接合
- ◆ CFRTPと金属の新規複合材料の開発
- Direct bonding of transportation equipment members, electronics and building materials by hotpress
- Development of new composites based on CFRTP and metals



Aluminum surface
One-Tiered(OT) structure

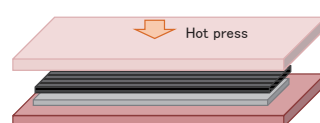


Aluminum surface
Multi-Tiered(MT) structure

均一構造、単層的

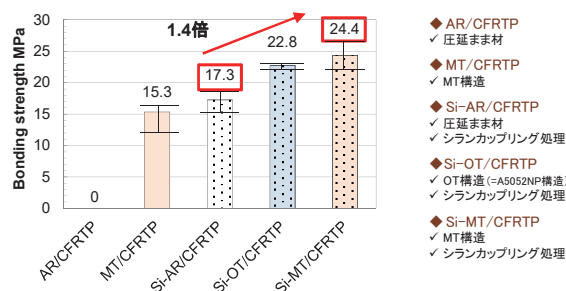
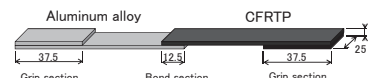
異なる孔径、多層的

アルミニウム合金表面の3Dナノ構造

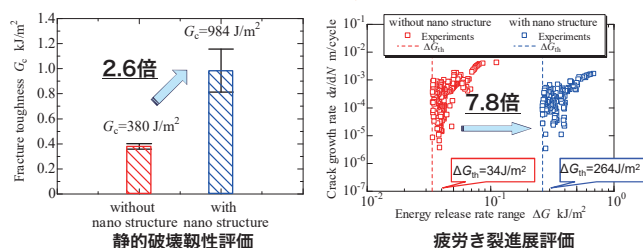
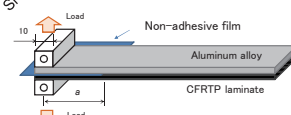


A5052アルミニウム合金にシランカップリング処理を施しCF/PA6をホットプレスにより接合

接着強度評価



層間破壊靱性評価

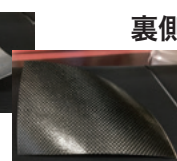


世界トップレベルの層間破壊靱性を発現

接合サンプルの力学的特性評価



表側



裏側

プレス成形

スマートフォン筐体の試作
アルミニウム単体と比較して
25%軽量化を実現



(早稲田大学/KISTEC/スピック株式会社の共同研究)



太陽光下・水からの極めて簡便な 過酸化水素の製造法

Very Facile Production of Hydrogen Peroxide from Water under Sunlight

背景／課題

Background/Problems

- ◆ 過酸化水素 (H_2O_2) は製紙・パルプ、排水処理、酸化剤などで汎用され、またグリーンで安全な次世代のエネルギー源として期待されている。現在、高圧水素と貴金属の触媒、有機溶媒などを使用して、大規模工業製造されている。
- Hydrogen peroxide (H_2O_2) is widely used in a pulp and paper bleaching, wastewater treatment, chemical syntheses, etc. It is industrially manufactured using high pressure hydrogen, precious metallic catalyst, and organic solvents.

概要／解決法

Summary/Solutions

- ◆ ポリチオフェン類のフィルムが太陽光を吸収し、かつ酸素の還元触媒として作動することを見出した。汎用廉価な水の酸化触媒と貼り合わせ、弱アルカリ水に浸漬、太陽光照射すると画期的に高い速度で ($>140 \text{ mg } (\text{H}_2\text{O}_2) \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$) 過酸化水素を製造できる。
- We found that polythiophenes act as a rare, combined light-harvester and highly selective catalyst for the oxygen reduction to H_2O_2 . Its combination with a conventional oxygen evolution catalyst in water (pH 12) achieved extremely high H_2O_2 production rate ($>140 \text{ mg } (\text{H}_2\text{O}_2) \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$).

優位性

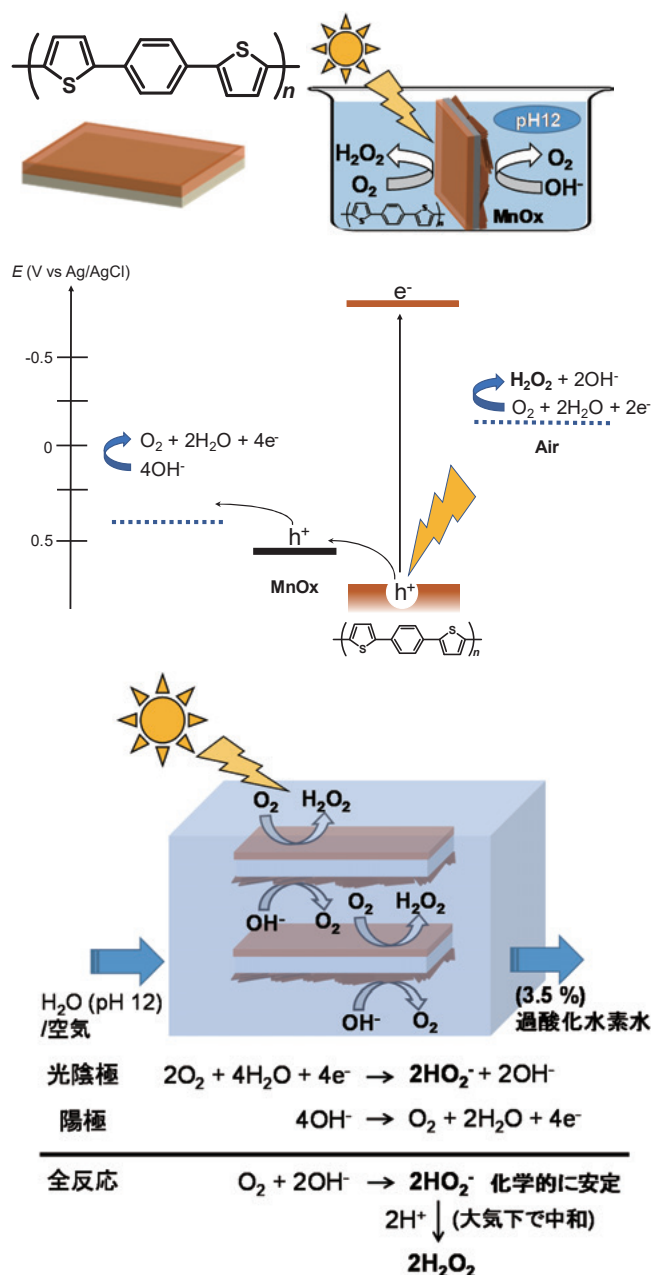
Advantages

- ◆ 極めて簡便な反応槽 (右図)
- ◆ 高い環境適合性 (貴金属フリー)
- ◆ on siteでの製造
- Extremely facile reaction vessel (Figure);
- Environmental friendly process (precious metal-free);
- Manufacturing on site.

ターゲット市場／製品

Target Areas/Products

- ◆ 過酸化水素の需要は385 Mt (世界)/年であり、今後10年でほぼ倍増が予想。on siteで環境適合、かつ効率極めて高く、特に、用途多い5%弱濃度の過酸化水素水の簡便な製造法を提供できる。
- The global market for H_2O_2 exceeds 3 million metric tons per year and is expected to reach twice within 10 years. This procedure provides a very facile and high-cost performance on site process, especially for yielding 5% H_2O_2 aqueous solution.





矩形波インピーダンス解析による電池診断

Battery Diagnosis by Square-Current Electrochemical Impedance Spectroscopy

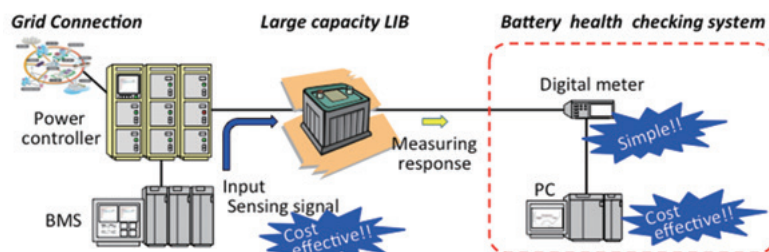
背景／課題 Background/Problems

低コスト蓄電池評価システムの実現のためには、

- ◆ FRA等などによる正弦波を使用しない周波数応答システムが必要
- ◆ FRAやポテンショスタットなど高価な測定機器を使用しない周波数応答システムが必要
- Ordinary impedance method which consists of Frequency Response Analyzer(FRA) and a potentiostat system is difficult to control potential for low internal resistance of a battery
- FRA and large potentiostat system: very expensive

概要／解決法 Summary/Solutions

- ◆ バッテリマネージメントシステム(BMS)にあるパワーコントローラーによる制御で、矩形波等の単純な出力波形を生成し、インピーダンス測定ができる。



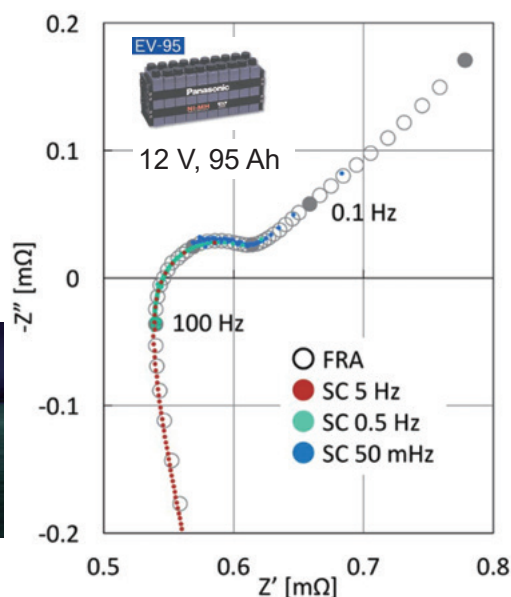
- Power controller in Battery Management System (BMS) can be formed only simple current waveform, such as a square waveform. Applying square current input generated by power controller can measure impedance.

優位性 Advantages

- ◆ 矩形波電流を入力し周波数応答が得られれば、簡便且つ低コストな蓄電池評価システムが構築可能
- ◆ 高い精度でインピーダンス測定が可能
- Simple and cost-effective approach to measure impedance.
- Impedance measurement with high accuracy.

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

- ◆ スマートグリッドの蓄電池診断
- ◆ 電池自動車の蓄電池診断
- Smart Grid
- EVs



電気自動車用電池の測定例



「埋もれた界面」の計測技術

SERS を用いたプラズモンセンサ及び測定システム

The New Interface Measuring Device using New Plasmon Sensor and Raman Scattering Spectroscopy

背景／課題

Background/Problems

- ◆ 分析プローブが届かない埋もれた界面の測定は難しい
- ◆ 非破壊測定が困難、測定機器が大型で操作が困難
- Non-destructive depth profile analysis, is difficult
- High-precision nondestructive inspection is difficult
- Complicated operations of large measurement equipment.

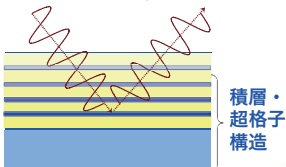
優位性 Advantages

- ◆ 0.1nm以下の深さ分解能、現状10倍以上の高感度
- ◆ 非破壊計測、安価、その場観察が可能
- Depth-resolution 0.1nm or less
(More than 10 times of the present sensitivity)
- High-precision nondestructive inspection, low cost and high measurement convenience

測定対象となる「埋もれた界面」の例

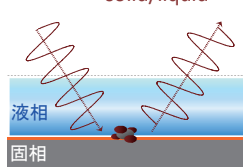
Example of buried interface

固/固界面 solid/solid

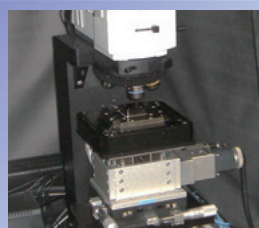


半導体・光デバイスなど
E.g. semiconductors, optical devices

固/液界面 solid/liquid

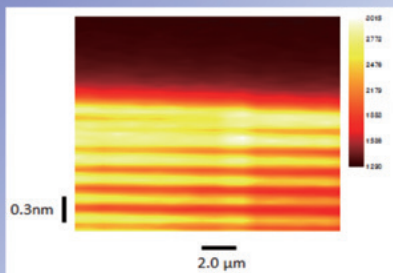
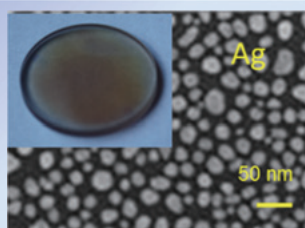


電極、トライボロジー、触媒など
E.g. energy device



SERS効果を効率的に高める透過型センサ

New Plasmon sensor which enhances SERS effect effectively



グラファイトのGピーク強度の深さ方向プロファイル

Depth direction profile of the G peak strength of the graphite

観察された層状構造は0.3nm間隔で、実際の層間距離とほぼ一致
The lamellar structure almost accords with real interlamellar distance every 0.3nm

概要／解決法

Summary/Solutions

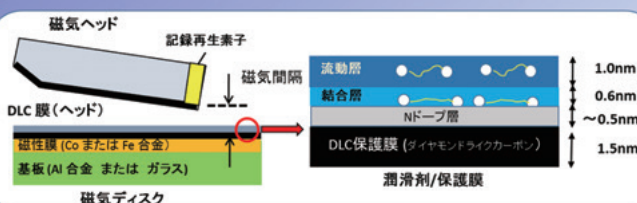
- ◆ ナノスケールでの固液界面など材料表面から埋もれた界面や原子レベルの化学構造変化が測定可能

- Molecular configuration at buried interface, i.e. solid / liquid, Chemical structure change of the atomic level, are simply measured in nanometer scale.

ターゲット市場／製品

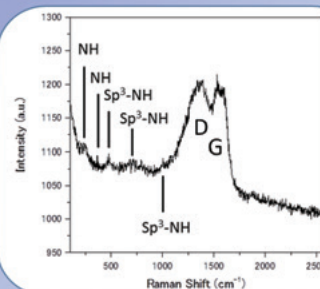
Target Areas/Products

- ◆ 磁気ディスクめっき液界面、Liイオン電池、半導体デバイスなど
- High-density optical recording multilayer film, a variety of devices, i.e. magnetic disks or semiconductors, Li ion battery, fuel cell, vital reaction, and so on.

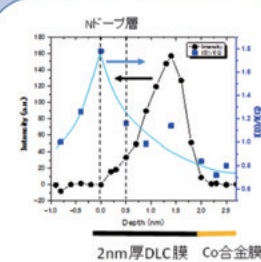


磁気ディスクの薄膜 (DLC保護膜、潤滑膜) の構造

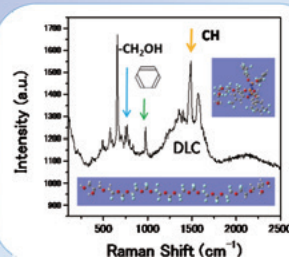
The structure of the thin film magnetic head (DLC overcoat/ lubricant film)



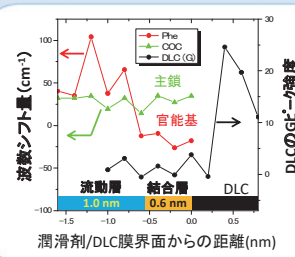
窒素ドーパのDLC膜表面のラマンスペクトル
Raman spectra of the surface of nitrogen doped DLC overcoat



Raman spectra of DLC overcoat/ lubricant film



DLC膜、潤滑膜のラマンスペクトル
Raman spectra of DLC overcoat/ lubricant film



DLC膜、潤滑膜の膜厚方向のスペクトル変化 (波数シフトと強度)
Raman spectra of DLC overcoat/ lubricant film as a function of the thickness direction (a frequency-shift and intensity)



超高感度・高速生体分子検出法

Ultra-sensitive and high-performance biomolecule detection method

背景／課題 Background/Problems

- ◆ 早期診断・早期発見は生活習慣病、疾病、感染症の予防と治療に有効
- ◆ 超早期の微量のバイオマーカーを迅速・簡便に検出する方法がない
- ◆ 超高感度で迅速にバイオマーカーを検出できる一般的技術が必要
- Early diagnosis and detection are effective for prevention and treatment of lifestyle-related diseases, diseases, and infectious.
- There is no effective method for rapid detect of trace biomolecules (biomarkers) in the early stage.
- A general technology for more sensitive and rapid detection of biomarkers is expected.

概要／解決法 Summary/Solutions

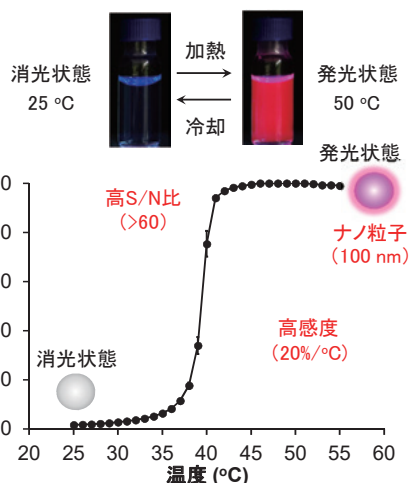
- ◆ 検出原理をアナログ方式からデジタル方式に転換する
- ◆ 1分子を検出できる超高感度検出プローブを開発する
- ◆ 高速1分子デジタル計数法による定量技術を実用化する
- Conversion of detection principle from analog method to digital method.
- Development of ultra-sensitive detection probes capable of single molecule detection.
- Practical application of quantitative technology based on high-speed single molecule digital counting.

優位性 Advantages

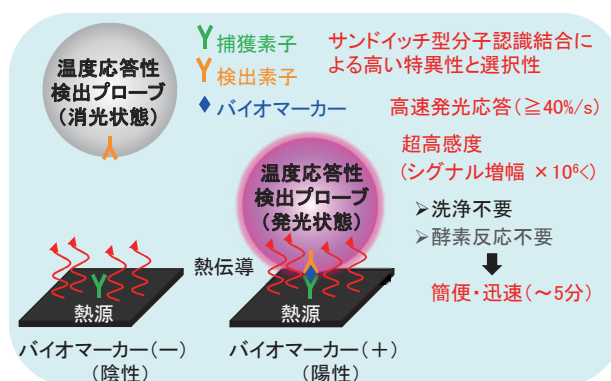
- ◆ 温度応答性蛍光プローブ粒子による超高感度分子検出
- ◆ デジタル解析による精度と信頼性の高い絶対定量を実現
- ◆ 生体分子の検出定量技術を刷新しうる高い汎用性と革新性
- Ultra-sensitive molecule detection by using temperature-responsive fluorescent probe particles.
- High accuracy and reliability by digital analysis (absolute quantitation).
- High versatility and innovations that may innovate biomolecular detection and quantification technology.

ターゲット市場／製品 Target Areas/Products

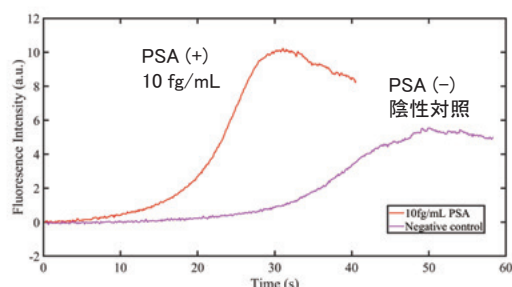
- ◆ 健康・医療産業：予防医学、疾病や感染の超早期発見
- ◆ 環境・食品産業：環境微生物や細菌の検査キット
- ◆ バイオ産業：超微量生体分子を検出・定量する新技術
- Health care and medical industry: Preventive medicine, ultra-early detection of diseases and infections.
- Environment and food industry: Inspection kit for environmental microorganism and bacteria.
- Bio-industry: New technology for detection and quantification of ultra-trace biomolecule.



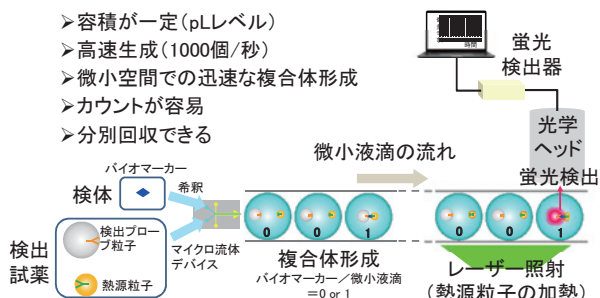
温度応答性蛍光粒子の蛍光特性
Characteristics of the temperature-responsive fluorescent particles



温度応答性蛍光粒子による生体分子の検出原理
Principal of the biomolecule detection by using the temperature-responsive fluorescent particles



バイオマーカー(前立腺特異抗原:PSA)検出例
Detection of biomarker (prostate-specific antigen, PSA) as an example



微小液滴化による高速1分子デジタル計数
Rapid single molecule digital counting with microdroplet technology



見えない物質から心のストレスを見る

Seeing mental stress from invisible substances

背景／課題

Background/Problems

- ◆ 病は気から：心の健康および社会・他人との関わり的重要性
- ◆ 物理センサで計測した間接的ストレスデータによる解析には限界
- ◆ コルチゾール等の内分泌系物質が心に及ぼす機構が解明されてきた

- The importance of mental health and society / relationship with others
- Limitation of analysis using indirect stress data measured by physical sensors
- Elucidation of the mechanism of endocrine substances such as cortisol

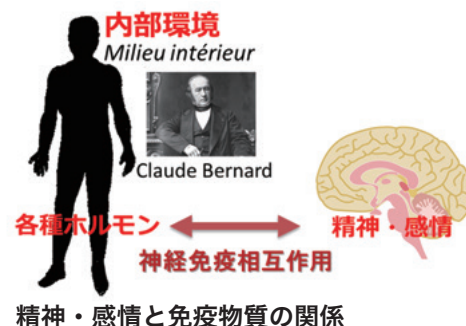


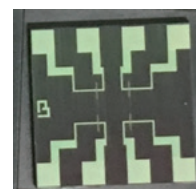
Fig.1 Relationship between psychic and immune substances

概要／解決法

Summary/Solutions

- ◆ 由来の異なる多数の医学的に重要なストレス物質信号を検出
- ◆ 1チップ上の複数センサー信号から複数ストレス物質濃度を即時に推定
- ◆ 日内変動、個人の特徴を考慮したストレスマネジメントフィードバック

- Detects many medically important stress substance signals of different origin
- Quick deduction of stress substances from multiple sensor signals on one chip
- Stress management feedback considering circadian cycle and individual characteristics



新開発センサチップ



スマートフォンによるデータ解析

Fig.2 Data analysis with newly developed sensor chip and smartphone

優位性

Advantages

- ◆ 唾液、汗などからその場で複数のストレス物質濃度をモニター
- ◆ 常温での保存・使用および洗浄による再使用が可能なバイオセンサ
- ◆ 新開発の信号安定な集積バイオセンサを低コストシリコンファブで実現

- Monitor multiple stress substance concentrations on the spot from saliva, sweat, etc.
- Biosensor that can be stored and used at room temperature and reused by cleaning
- Realize newly developed signal stable integrated biosensor with low cost silicon fab

ターゲット市場／製品

Target Areas/Products

- ◆ 生活の場でストレスコントロールを行うためのメンタルヘルスデバイス
- ◆ 職場のストレスチェックに科学的エビデンスを加えるサービスビジネス
- ◆ 畜産およびペット市場における物言わぬ動物のためのストレスチェッカー

- Mental health device for stress control in daily life
- A service business that adds scientific evidence to stress checks in the workplace
- Stress checker for silent animals in the livestock and pet markets

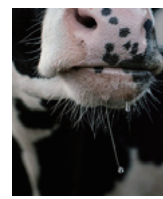


洗浄，再使用が可能

Fig.3 Can be cleaned and reused



職場ストレス



動物のストレス

Fig.4 Workplace stress check and animal stress detection



早稲田大学 リサーチイノベーションセンター
知財・研究連携支援部門（承認 T L O）

WASEDA UNIVERSITY
Research Innovation Center
Intellectual Property and Research
Collaboration Support Section

発行元

早稲田大学 リサーチイノベーションセンター
知財・研究連携支援部門（承認 T L O）

WASEDA UNIVERSITY
Research Innovation Center
(Intellectual Property and Research Collaboration Support Section)

TEL +81-3-5286-9867 FAX +81-3-5286-8374
E-mail contact-tlo@list.waseda.jp
U R L <https://www.waseda.jp/inst/research/tlo/collaboration>
U R L <https://www.waseda.jp/inst/research/en/tlo>

発行日 2020年1月29日



© 2020 WTLO