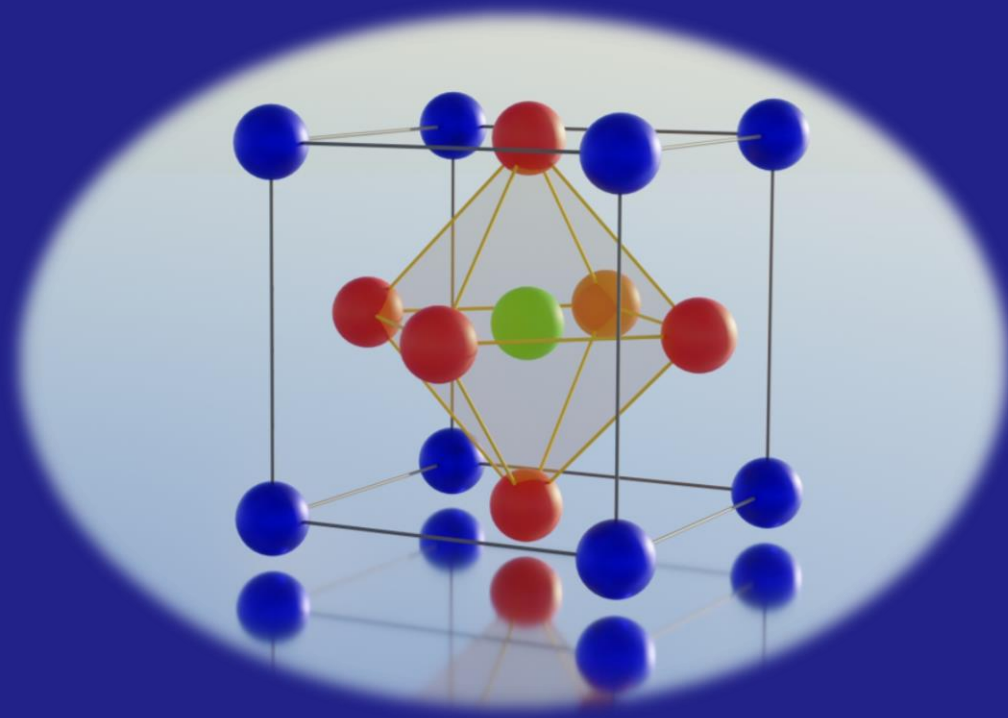


『ナノテクの見える化』 (2025年版)



■ 表紙挿絵説明

カーボンニュートラル社会の実現に向けた世界的な潮流の中で、温室効果ガスの排出を抑制しながら電気エネルギーを生産する手段の一つとしての太陽電池の役割は、ますます大きくなっている。

挿絵は、ナノテクノロジーを代表する結晶材料の一つとして、近年注目を集めるペロブスカイト太陽電池の主要構成材料（キーマテリアル）であり、増感剤の役割を担う ABX_3 型ペロブスカイト半導体の結晶構造モデルである。結晶格子の立方体の周囲にある青色部の頂点（A サイト）は、メチルアンモニウムやホルムアミジニウムなどの有機基が配置されており、緑色部の格子中心（B サイト）に鉛や錫などの金属が配置されている。また、赤色部である立方体の面心（X サイト）には、塩素、臭素、ヨウ素のハロゲンが配置された構造となっている。

ペロブスカイト太陽電池は、2009年に桐蔭横浜大学の宮坂からにより世界で初めて報告された技術である。従来のシリコン系太陽電池にも匹敵する20%超えの光電変換効率を達成するなど、近年目覚ましい発展を遂げている。また、低照度による発電の実現や軽量かつ曲げられるなどの大きな設置自由度も兼ね備えていることから、次世代の発電デバイスとして大きな期待が寄せられている。現在も出力向上のための大面積化や耐久性の向上、大量製造法の確立など、実用化に向けた技術開発が引き続き進められている。なお、同太陽電池は、2025年4月から開催される日本国際博覧会（大阪・関西万博）の会場内にも設置される予定である。

まえがき

ナノテクノロジー（以下ナノテクと呼ぶ。）は、現代の暮らしを支える基盤技術であり、実用化されている製品の競争力の源泉にもなっている。ナノテクは、材料技術のみならず、半導体微細加工、3Dプリンティングなどの製造技術、それらを支える分析評価技術、機械学習や人工知能(AI)などを活用した情報科学技術など、多岐に亘る技術が含まれる。日進月歩の研究開発を通じて、身近な日用品から工業製品に至るまで幅広く活用されており、地上から宇宙に至るまでその利用が広がっている。具体的には、医薬品、化粧品、食料品、スマートフォン、タブレット、PCなどのスマートデバイス、カメラ、冷蔵庫、洗濯機などの家庭電化製品、製造装置、分析機器、自動車、鉄道、航空機、船舶、二次電池、太陽電池、生産設備、人工衛星やロケットなど幅広く使われている。

当協議会では、ナノテク業界の技術動向を幅広い視点に立って把握するための『ナノテクの見える化』活動を行っている。この活動は、毎年開催される国際ナノテクノロジー総合展に合わせて、会員企業や団体からのナノテク関連情報の提供に基づき実施しており、現行技術や将来技術に関する技術動向の整理を行っている。2010年のナノテク応用製品調査を通じて行われた「暮らしの中のナノテク解剖」を皮切りに、翌年の2011年からは本格的な活動として開始され、2025年時点において、15年目を迎える活動となっている。

ところで、2025年の『ナノテクの見える化』活動では、当協議会の会員企業の中から同活動の趣旨に賛同した39会員より技術情報の提供を頂いた。

本稿では、2024年版のナノテク活用領域の分類を踏襲し、「電子材料・製造技術領域」、「社会インフラ・生活領域」、「環境・エネルギー領域」、「計測・評価領域」、「情報科学領域」の5つについて、個別の技術を紹介している。領域別コンテンツ件数の内訳は、「電子材料・製造技術領域」：18件、「社会インフラ・生活領域」：16件、「環境・エネルギー領域」：18件、「計測・評価領域」：13件、「情報科学領域」：4件、合計：69件となっている。

同活動報告を編纂するに当たり、技術情報の提供に協力頂いた会員各位に対して厚くお礼申し上げます。本稿が企業・団体のみならず、広く社会一般にもナノテクの果たす意義を理解して頂く一助となることを願っている。

2025年1月

一般社団法人 ナノテクノロジービジネス推進協議会
テクノロジー委員会ならびに事務局一同

執筆協力者	テクノロジー委員会委員長	渋谷明信
執筆協力者	テクノロジー委員会副委員長	岩崎富生
総合編纂者	事務局次長	澤田篤昌

技術情報提供会員

(五十音順)

FCM 株式会社	中谷産業株式会社
株式会社大阪ソーダ	日産化学株式会社
国立大学法人大阪大学	ニッタ株式会社
関東電化工業株式会社	日本電気株式会社
楠本化成株式会社	日本製紙株式会社
株式会社栗本鐵工所	日本ゼオン株式会社
コニカミノルタ株式会社	日本電子株式会社
三洋貿易株式会社	株式会社日立製作所
株式会社 GSI クレオス	株式会社日立ハイテク
株式会社島津製作所	フロンティアカーボン株式会社
株式会社スギノマシン	株式会社分析センター
スペクトリス株式会社	株式会社堀場製作所
セイコーフューチャークリエーション株式会社	三菱ケミカル株式会社
ダイキンファインテック株式会社	三菱電機株式会社
DIC 株式会社	森六ケミカルズ株式会社
TPR 株式会社	ユニチカ株式会社
テイカ株式会社	株式会社リガク
株式会社デンソー	株式会社リコー
株式会社東海理化	株式会社レゾナック
東レ株式会社	

合計 39 会員

目次

1. 『ナノテクの見える化』活動の概要	1
1.1 ナノテクとはどんな存在か	2
1.2 『ナノテクの見える化』活動の調査領域	2
1.3 ナノテクによって貢献可能な未来	2
2. 活用領域別のナノテク分布	3
2.1 電子材料・製造技術領域	4
2.2 社会インフラ・生活領域	5
2.3 環境・エネルギー領域	6
2.4 計測・評価領域	7
2.5 情報科学技術領域	8
2.6 領域・分野別のナノテク適用事例一覧	9
3. 電子機器・製造技術領域のナノテク具体例	11
3.1 機能性原材料分野	12
3.2 電子機器部材分野	15
3.3 製造技術分野	16
3.4 電子材料・製造技術領域に関する QR コード	17
4. 社会インフラ・生活領域のナノテク具体例	19
4.1 浄水・水処理分野	20
4.2 工場分野	20
4.3 燃料貯蔵分野	21

4.4	構造材分野.....	22
4.5	施設保全分野.....	24
4.6	娯楽分野.....	24
4.7	美容・健康・衣料分野.....	25
4.8	社会インフラ・生活領域に関するQRコード.....	27
5.	環境・エネルギー領域のナノテク具体例.....	29
5.1	太陽光発電分野.....	30
5.2	熱電発電分野.....	32
5.3	燃料電池分野.....	33
5.4	蓄電池分野.....	35
5.5	節電技術分野.....	36
5.6	環境・エネルギー領域に関するQRコード.....	37
6.	計測・評価領域のナノテク具体例.....	39
6.1	測定・観察分野.....	40
6.2	評価分野.....	44
6.3	計測・評価領域に関するQRコード.....	45
7.	情報科学技術領域のナノテク具体例.....	47
7.1	MI分野.....	48
7.2	情報科学技術領域に関するQRコード.....	49
	《ナノテクの見える化活動の変遷》.....	50

1. 『ナノテクの見える化』活動の概要

1.1 ナノテクとはどんな存在か

『**ナノテク**』はナノメートル（10億分の1メートル程度）の大きさの世界の中で分子制御、加工、計測などを行う技術のことであり、肉眼で見ることのできない世界である。その利用は日用品から工業製品にまで広がっており、我々の社会活動を支える基盤技術となっている。

1.2 『ナノテクの見える化』活動の調査領域

ナノテクノロジービジネス推進協議会（NBCI）では、『**ナノテク**』の活用例を調査することで、我々の暮らしに与える価値や恩恵を顕在化させる活動を行っている。

2025年の『ナノテクの見える化』活動では、2024年と同様に「電子材料・製造技術」、「社会インフラ・生活」、「環境・エネルギー」、「計測・評価」、「情報科学技術」のナノテク5大活用領域に焦点を当て、調査を行った。



1.3 ナノテクによって貢献可能な未来

NBCIでは、『**ナノテク**』を社会実装させることで、SDGs（Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）を達成し、社会の永続的な繁栄に貢献していくことを目指している。

ナノテクが貢献するSDGs



2. 活用領域別のナノテク分布

2.1 電子材料・製造技術領域

ノート PC、スマートフォン、タブレットなどの身近な携帯端末に加え、自動車などの車両や信号などの社会インフラにも多くの電子部品や電子機器が備えられていることから、多種多様な電子材料が用いられている。そのため、それらを生産するために必要な製造技術も多岐にわたっている。

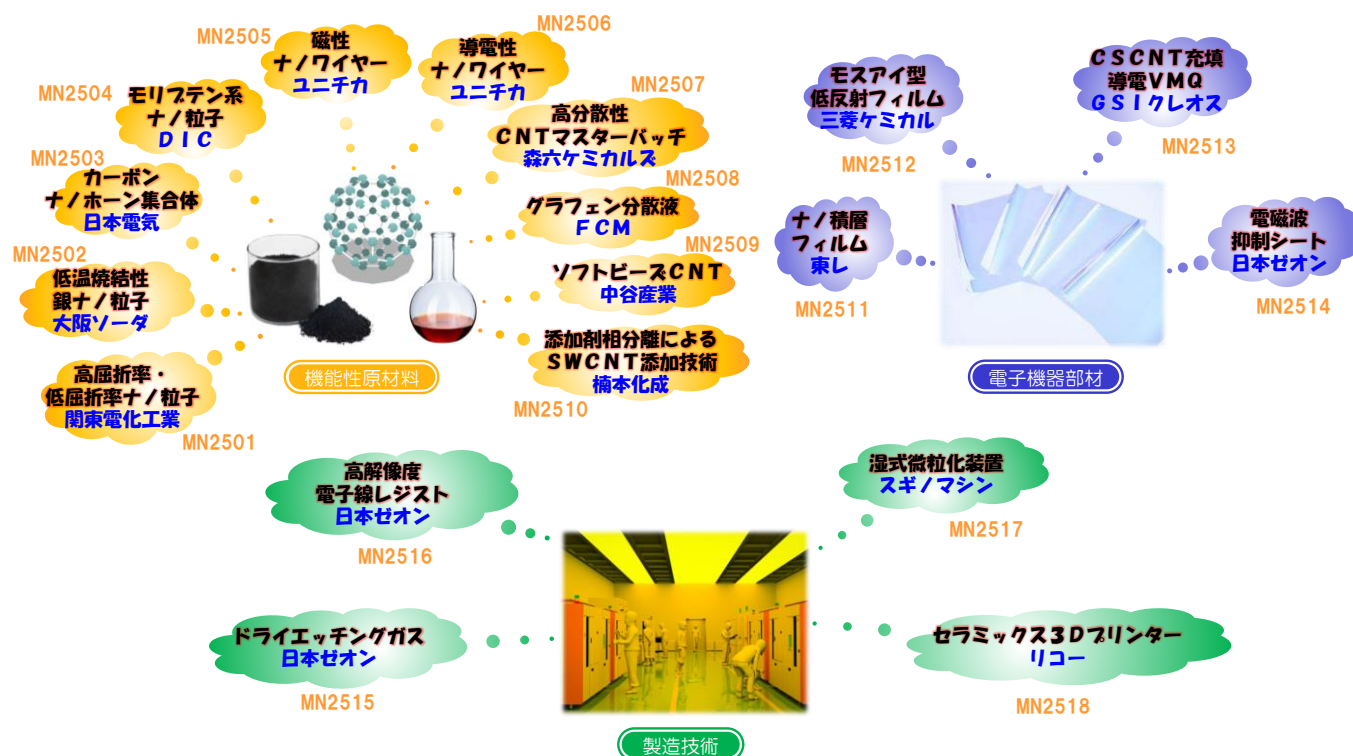
電子材料・製造技術領域のナノテク分布では、「機能性原材料」、「電子機器部材」、「製造技術」の3分野に分けて整理した。

本稿で取り上げる電子材料である機能性原材料は、主に炭素や金属から成る微粒子（粒状、ワイヤー状、層状など）のものが多く、また、これらを溶媒などに分散した液状やペースト状にしたものも開発されており、製造や加工する際に扱いやすくしたものがある。ナノサイズ化による特異な物性を活用したものや、ポリマーなどの他の材料との複合化によって新たな機能性電子機器部材の製造に結び付けて開発されたものもある。

電子機器に付加価値を与える機能性電子機器部材には、光学フィルムや導電性シートなどを始めとした多種多様な機能性を有するものが開発されている。ここでは、遮熱フィルム、反射防止フィルム、帯電防止材、電磁波シールドを紹介しており、本稿で取り上げているものはそのほんの一部に過ぎない。

ところで、ナノテクを支える製造技術の分野には、電子材料の製造、利用、加工に欠かすことのできないものが多数ある。例えば、産業のコメと称される半導体集積回路におけるナノ構造の配線製造に用いるレジスト技術や微細加工技術がある。さらに、近年目覚ましい発展を遂げている微粒子を活用した3次元加工技術なども挙げられる。

電子機器には、ナノテクが数多く使われており、機能性原材料、電子機器部材、製造技術のいずれにおいても必要不可欠な技術となっている。



MN25XX：電子材料・製造技術領域のナノテク適用事例ID

2.2 社会インフラ・生活領域

私たちの暮らしや生産活動を支える社会インフラには、多くのナノテクが使われている。社会インフラ・生活領域のナノテク分布では、「浄水・水処理」、「工場」、「燃料貯蔵」、「構造材」、「施設保全」、「娯楽」、「美容・健康・衣料」の7つの分野に分けて整理した。

生命活動や工業製品の製造に欠かせない綺麗な水を得るための浄水・水処理は必要不可欠な社会インフラ技術であり、目的に応じた高品質な水の生産に向けて、様々な有害成分の除去を行うための高分子膜が使われている。半導体など先端工業品の生産には、綺麗な水が多用されている。工場では配管の防錆や静電気対策、モーター導電部への絶縁対策など、機能素材が用いられている。燃料貯蔵には、カーボンニュートラルに向けた水素燃料の貯蔵にもナノテク部材が使われている。遠隔地への移動手段である航空機や自動車、自転車などのモビリティにも構造材としてナノテク素材が使われ、軽量かつ高強度な特性をもつ炭素繊維やCNTから成る複合材料が使われている。近年課題となっている老朽化した橋梁など社会インフラ施設の保全にも、ナノテクが応用されている。例えば、グラフェンなどのナノテク素材や微細加工技術により製造した可視・赤外センサを用いて、亀裂伸展などを監視管理することに応用されてきている。

ところで、より身近な家庭生活空間の中にもナノテクは応用されている。娯楽の分野では、近年話題のメタバース（仮想現実）の中で、感触を得るセンシング技術への応用に向け、ナノ粒子による磁気粘性流体が開発されている。健康志向の高まりや長寿社会に向けては、美容や健康、衣料への関心の高まりの中、ナノテクがその支えにもなっている。化粧品において、無機成分のナノ加工や表面処理技術による日焼け止め、肌の彩度向上、質感の調整などに応用されている。ヘルスケアについては、ウィルスや細菌を検知できるバイオセンサーが開発されており、衣料品への応用ではナノレベル制御技術を応用した機能性繊維などの応用例がある。

ナノテクは、我々の生活の質（QoL）の向上にも貢献している。



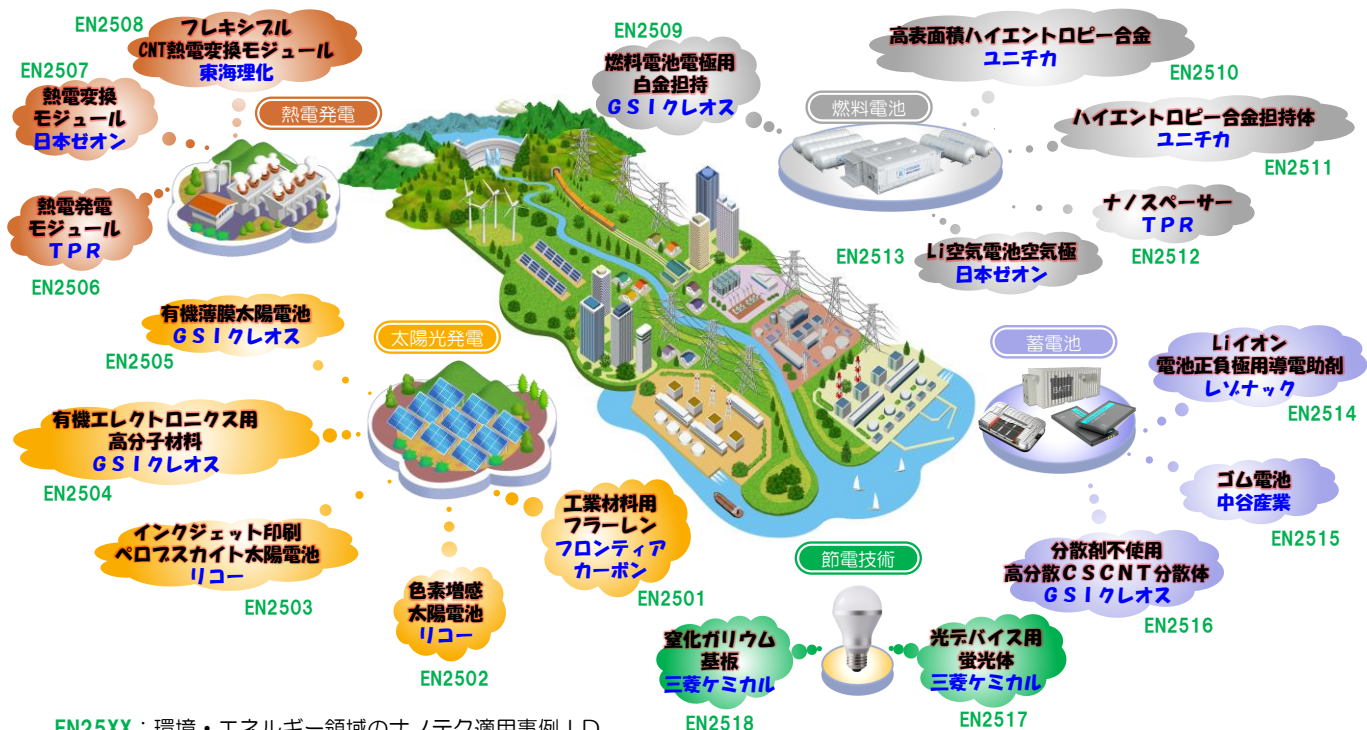
SN25XX：社会インフラ・生活領域のナノテク適用事例 | D

2.3 環境・エネルギー領域

我々人類が追求すべき持続可能な社会生活の実現に向けて、環境に配慮しながらエネルギーの課題に向き合い、解決策を見出すことは重要である。そのため、環境・エネルギー領域では、技術のブレーク・スルーが強く求められており、ナノテクの果たす役割は大きい。

本稿では、環境配慮型の電気エネルギーについて、「太陽光発電」や「熱電発電」を始め、温暖化を抑える電力生産技術である「燃料電池」、電力を蓄える「蓄電池」、効率的な電力利用に向けた「節電技術」の5つに分けて整理した。

太陽光発電技術は環境問題への関心の高まりやカーボンニュートラルの観点からも系統から宅内、宇宙に至るまで多種多様な太陽電池が開発されている。中でも、室内光による発電が可能な色素増感太陽電池、軽量性、透過性、屈曲性に優れた有機薄膜太陽電池、さらにはシリコン系太陽電池に近い発電効率を実現したペロブスカイト太陽電池への期待は大きい。続いて、熱による発電技術を見ると、地熱を用いたボイラー式発電に加え、物体の温度差を電圧に変換する現象（ゼーベック効果）を用いた熱電発電がある。ここでは、主に熱電発電について取り上げる。熱発電技術を活かした発電モジュールは、大きな設置自由度をもつことから、工場配管などの未利用廃熱を活用した発電や、電源環境の劣る場所への設置の多いIoTセンサーなどの電源としても注目されている。ところで、水素などを燃料とした環境配慮型電力源である燃料電池は、温室効果ガスの排出を抑えられるものとして期待が集まっている。また、様々な方法で生産された電力を蓄えるための蓄電池は、系統電力の安定化や災害用電源、携帯端末、電気自動車向けなど様々な用途があり、中でもリチウムイオン電池の発展は目覚ましく、多くの用途で使用されながらも日々改良が進んでいる。環境に配慮した効率的なエネルギーの利用には、節電技術も重要である。具体例としては、照明などにも多用される消費電力を抑えたLEDは発光効率の高い蛍光材料が使われており、充電器などにも応用されている高効率な高周波デバイスやパワーデバイスには窒化ガリウム基板などのナノテク素材が使われている。



2.4 計測・評価領域

ナノテク分野の研究・開発や製品管理において、目視困難であるナノサイズのものや加工状態を測定、観察、評価することは、必要不可欠なものである。

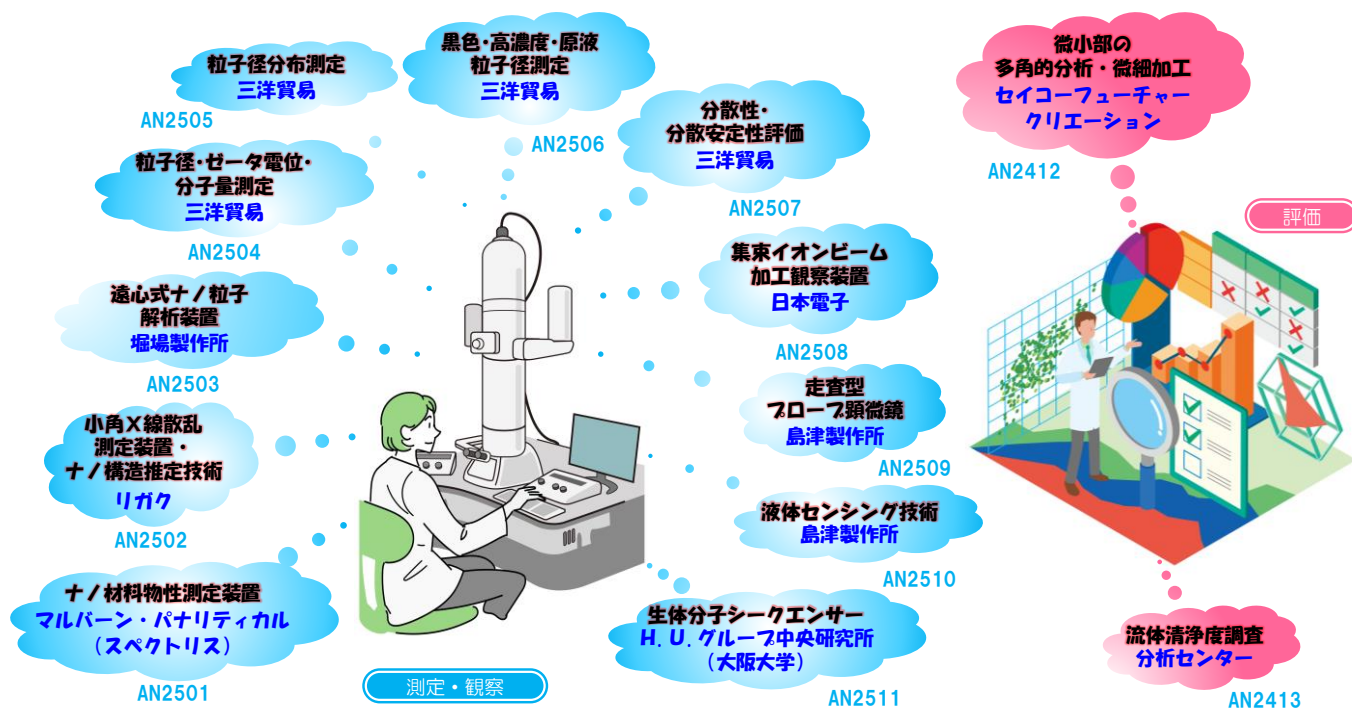
本稿では、計測・評価領域のナノテク分布について、「測定・観察」と「評価」の2分野について整理した。

測定・観察分野では、近年の素材開発の中で日用品から工業製品に至るまで幅広く使われている複合材料について、機能性の発現に欠かせないナノ粒子の物性評価や構造解析のための分析装置、さらには電子デバイスの微細加工部の観察装置、材料の劣化診断技術、創薬や遺伝子検査に用いる解析装置を取り上げる。また、評価分野では、ナノサイズの構造解析を行う分析受託企業の解析評価事例に加え、半導体プロセスガスや食品工場などで使われる流体の品質管理技術を紹介する。

ナノ粒子は、直径 100nm 以下の微細な粒子であり、小麦粉のような大きな粒子（数 μm から数 100 μm ）には無い特徴的な性質を持っている。また、粒子特性には、比表面積の増大による良好な化学反応性やイオンなどの吸着力の増大、良好な液中分散性、高屈折率による透明性、外的振動による蛍光発光性がある。これら特性を活かした材料開発では、粒子径やその分布、表面電荷、粒子表面構造、液中の粒子分散性、粒子間相互作用、物質の分子量などの多角的なナノ物性の分析や評価が行われている。

電子デバイスの開発では、微細表面を観察することで素子の特性や品質を評価している。近年では、標本を観察するだけでなく、観察表面を加工しながら評価する機器も登場している。

ところで、多くのナノレベルの観察機器は高額なものが多く、全てを単一企業で保有することは難しくなっている。また、複雑なナノレベルの観察評価には、前処理を含めた高度な経験や知識が必要であり、これらを専門にした分析受託サービスを活用していくことが研究開発の加速や効率化の上で重要になっている。



AN25XX: 計測・評価領域のナノテク適用事例 | D

2.5 情報科学技術領域

現代社会において、コンピュータは欠かすことのできない社会基盤技術になっており、日常のあらゆる場所で目にするのが当たり前となっている。コンピュータは、日進月歩で計算処理能力や記憶容量を向上させており、時代と共に期待される役割も変化してきた。ナノテクを集積した材料開発では、コンピュータの計算処理能力の向上により、情報科学技術（インフォマティクステクノロジー）が発展し、様々な材料を効率的に生み出すためのマテリアルズ・インフォマティクス（MI）の分野を誕生させることに繋がっている。

ところで、マテリアルズ・インフォマティクスは、実験結果やシミュレーション結果などを蓄積したビッグデータをもとに、AI（人工知能）に含まれる機械学習や自然言語処理などの様々なアルゴリズムを活用しながら材料特性の予測と分析を行い、加えて公知情報（特許や論文など）にある知識や知恵を抽出するなど、コンピュータの中で材料開発が進められる。つまりは、これまでの技術者の経験や知識、知恵を基に、何度も実験を重ねながら膨大な労力とコストをかけて行ってきたことを、コンピュータ上で短時間かつ安価に行うことができるようになる。もちろん、マテリアルズ・インフォマティクスは途上の技術であることから、この技術のみで材料開発を完結させることは難しい。しかし、コンピュータの計算処理能力の向上や個々のアルゴリズムの改良により、止まることなく日々進歩し続けている。



CN25XX：情報科学技術領域のナノテク適用事例 I D

2.6 領域・分野別のナノテク適用事例一覧

領域	分野	ナノテク適用例	実施企業・団体	ID
電子材料・製造技術	機能性原材料	高屈折率・低屈折率ナノ粒子	関東電化工業	MN2501
電子材料・製造技術	機能性原材料	低温焼結性銀ナノ粒子	大阪ソーダ	MN2502
電子材料・製造技術	機能性原材料	カーボンナノホーン集合体	日本電気	MN2503
電子材料・製造技術	機能性原材料	モリブデン系ナノ粒子	DIC	MN2504
電子材料・製造技術	機能性原材料	磁性ナノワイヤー	ユニチカ	MN2505
電子材料・製造技術	機能性原材料	導電性ナノワイヤー	ユニチカ	MN2506
電子材料・製造技術	機能性原材料	高分散 CNT マスターバッチ	森六ケミカルズ	MN2507
電子材料・製造技術	機能性原材料	グラフェン分散液	FCM	MN2508
電子材料・製造技術	機能性原材料	ソフトビーズ CNT	中谷産業	MN2509
電子材料・製造技術	機能性原材料	SWCNT による射出成形熱可塑性樹脂への帯電防止	楠本化成	MN2510
電子材料・製造技術	電子機器部材	ナノ積層フィルム	東レ	MN2511
電子材料・製造技術	電子機器部材	モスアイ型低反射フィルム	三菱ケミカル	MN2512
電子材料・製造技術	電子機器部材	CSCNT 充填導電 VMQ	GSI クレオス	MN2513
電子材料・製造技術	電子機器部材	電磁波抑制シート	日本ゼオン	MN2514
電子材料・製造技術	製造技術	ドライエッチングガス	日本ゼオン	MN2515
電子材料・製造技術	製造技術	高解像度電子線レジスト	日本ゼオン	MN2516
電子材料・製造技術	製造技術	湿式微粒化装置	スギノマシン	MN2517
電子材料・製造技術	製造技術	セラミックス 3D プリンター	リコー	MN2518
社会インフラ・生活	浄水・水処理	大型膜法下廃水再利用プラント	東レ	SN2501
社会インフラ・生活	工場	CSCNT 充填超高性能防錆塗料	GSI クレオス	SN2502
社会インフラ・生活	工場	導電性フッ素樹脂	ダイキンファインテック	SN2503
社会インフラ・生活	工場	無機コロイド製品	日産化学	SN2504
社会インフラ・生活	燃料貯蔵	高圧水素シール材	日本ゼオン	SN2505
社会インフラ・生活	構造材	航空機構造材	東レ	SN2506
社会インフラ・生活	構造材	CNT 充填樹脂複合材	GSI クレオス	SN2507
社会インフラ・生活	構造材	CNT 複合化炭素繊維技術	ニッタ	SN2508
社会インフラ・生活	構造材	微細構造制御技術	東レ	SN2509
社会インフラ・生活	構造材	セルロースナノファイバー	日本製紙	SN2510
社会インフラ・生活	施設保全	グラフェン赤外線センサ	三菱電機	SN2511
社会インフラ・生活	娯楽	ナノ粒子による感触提示システム	栗本鐵工所	SN2512
社会インフラ・生活	美容・健康・衣料	自己乳化型ナノ酸化亜鉛	テイカ	SN2513
社会インフラ・生活	美容・健康・衣料	生体分子と半導体を組み合わせたバイオセンサー	デンソー	SN2514
社会インフラ・生活	美容・健康・衣料	面状ヒーター	TPR	SN2515
社会インフラ・生活	美容・健康・衣料	繊維成分・形状制御技術	東レ	SN2516

2. 活用領域別のナノテク分布

領域	分野	ナノテク適用例	実施企業・団体	ID
環境・エネルギー	太陽光発電	工業材料用フラウレン	フロンティアカーボン	EN2501
環境・エネルギー	太陽光発電	色素増感太陽電池	リコー	EN2502
環境・エネルギー	太陽光発電	インクジェット印刷ペロブスカイト太陽電池	リコー	EN2503
環境・エネルギー	太陽光発電	有機エレクトロニクス用高分子材料	GSI クレオス	EN2504
環境・エネルギー	太陽光発電	有機薄膜太陽電池	GSI クレオス	EN2505
環境・エネルギー	熱電発電	熱電発電モジュール	TPR	EN2506
環境・エネルギー	熱電発電	熱電変換モジュール	日本ゼオン	EN2507
環境・エネルギー	熱電発電	フレキシブルCNT 熱電変換モジュール	東海理化	EN2508
環境・エネルギー	燃料電池	燃料電池電極用白金担持	GSI クレオス	EN2509
環境・エネルギー	燃料電池	高表面積ハイエントロピー合金	ユニチカ	EN2510
環境・エネルギー	燃料電池	ハイエントロピー合金担持体	ユニチカ	EN2511
環境・エネルギー	燃料電池	ナノスペーサー	TPR	EN2512
環境・エネルギー	燃料電池	Li 空気電池空気極	日本ゼオン	EN2513
環境・エネルギー	蓄電池	Li イオン電池正負極用導電助剤	レゾナック	EN2514
環境・エネルギー	蓄電池	ゴム電池	中谷産業	EN2515
環境・エネルギー	蓄電池	分散剤不使用高分散 CSCNT 分散体	GSI クレオス	EN2516
環境・エネルギー	節電技術	光デバイス用蛍光体	三菱ケミカル	EN2517
環境・エネルギー	節電技術	窒化ガリウム基板	三菱ケミカル	EN2518
計測・評価	測定・観察	ナノ材料物性測定装置	マルバーン・パナリティカル(スペクトリス)	AN2501
計測・評価	測定・観察	小角X線散乱測定装置・ナノ構造推定技術	リガク	AN2502
計測・評価	測定・観察	遠心式ナノ粒子解析装置	堀場製作所	AN2503
計測・評価	測定・観察	粒子径・ゼータ電位・分子量測定	三洋貿易	AN2504
計測・評価	測定・観察	粒子径分布測定	三洋貿易	AN2505
計測・評価	測定・観察	黒色・高濃度・原液粒子径測定	三洋貿易	AN2506
計測・評価	測定・観察	分散性・分散安定性評価	三洋貿易	AN2507
計測・評価	測定・観察	収束イオンビーム加工観察装置	日本電子	AN2508
計測・評価	測定・観察	走査型プローブ顕微鏡	島津製作所	AN2509
計測・評価	測定・観察	機会学習を用いた液体センシング技術	コニカミノルタ	AN2510
計測・評価	測定・観察	生体分子シークエンサー	H.U.グループ中央研究所(大阪大学)	AN2511
計測・評価	評価	微小部の多角的分析・微細加工	セイコーフューチャークリエーション	AN2512
計測・評価	評価	圧縮空気等流体の清浄度調査	分析センター	AN2513
情報科学技術	MI	マテリアルズインフォマティクスプラットフォーム	日本電気	CN2501
情報科学技術	MI	デバイス界面接着層のAI活用による材料探索	日立ハイテク/日立製作所	CN2502
情報科学技術	MI	複合材料のAI活用による添加剤探索	日立ハイテク/日立製作所	CN2503
情報科学技術	MI	バイオ材料界面の高強度化技術	日立製作所	CN2504

3. 電子機器・製造技術領域のナノテク具体例

3.1 機能性原材料分野

MN2501：電子機器・製造技術領域

将来技術

■高屈折率・低屈折率ナノ粒子[関東電化工業]

技術の特徴

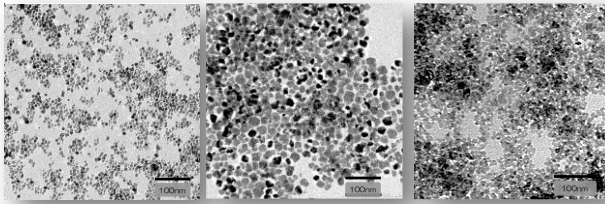
- 10nm前後の粒子サイズと均一性を有するナノ粒子
- 分散安定性、耐候性、耐衝撃性などに寄与する独自表面処理を施したナノ分散液
- 透明材料や薄膜材料に好適
- PFAS代替

用途

光学材料など
適用先
AR/VR、反射防止、
マイクロレンズ、接着剤、
研磨剤、潤滑添加剤、電池添加剤



ZrO₂分散液



ZrO₂ (高屈折率) BaTiO₃ (高屈折率・高誘電率) MgF₂ (低屈折率・低誘電率)

<https://www.kantodenka.co.jp/research/development/hybrid.html>

MN2502：電子機器・製造技術領域

現行技術

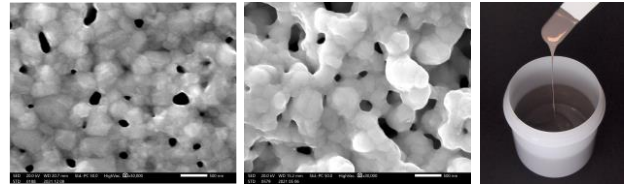
■OS銀微粒子[大阪ソーダ]

技術の特徴

- 100-500nmのサブミクロンサイズで200℃低温焼結する銀微粒子
- 市販のマイクロ銀粒子との併用により高緻密焼結体を形成
- 高熱伝導性・高導電性・高信頼性に貢献
- 銅への接続向上に寄与

用途

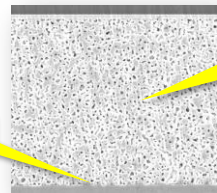
シンタリング用ダイアタッチ材、導電性銀ペースト



焼結処理後SEM像 (100nm粒子)

焼結処理後SEM像 (500nm粒子)

ペースト状 OS銀微粒子



銅接続の向上効果あり!

最密充填により無加圧でもここまで高緻密!

<https://x.gd/1bfWJ>

MN2503：電子機器・製造技術領域

将来技術

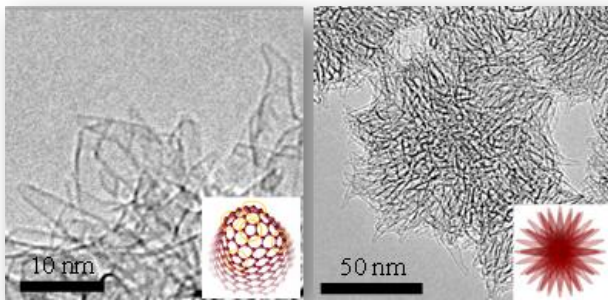
■高容量キャパシタ用カーボンナノホーン およびカーボンナノホーン集合体[日本電気]

技術の特徴

- 高比表面積
- 高導電性
- 高電圧耐性
- レーザアブレーション合成による高純度な炭素集合体

用途

高容量キャパシタ



カーボンナノホーン

カーボンナノホーン集合体

日本電気 (NEC) が量産技術を確認し、世界中で販売中

https://jpn.nec.com/press/201301/20130129_02.html

MN2504：電子機器・製造技術領域

将来技術

■モリブデン系ナノ粒子 (MoX) [DIC]

技術の特徴

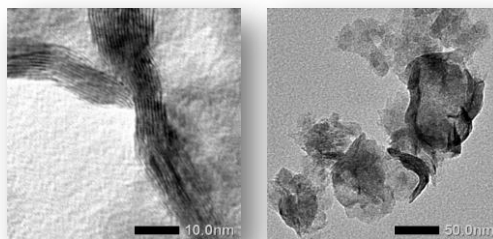
- 結晶構造、形状とサイズを高度に制御
- 製造例：厚み10nmの二硫化モリブデンナノシート
- 独自製法により不純物を殆ど含まず、粒度分布も非常に狭い均質な粒子

用途

半導体、蓄エネルギー、触媒、顔料、固体潤滑剤、潤滑添加剤 (オイル用)、コンパウンド添加剤

二硫化モリブデンナノシートの代表物性値

平均粒子径 [nm]	シート厚み [nm]	比表面積 [m ² /g]
250	≒ 10 nm	50



二硫化モリブデンナノシート (TEM像)

<https://www.dic-global.com/ja/>

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

MN2505：電子機器・製造技術領域

現行技術

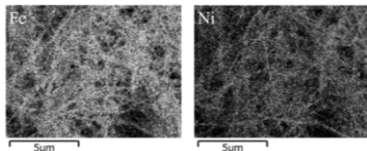
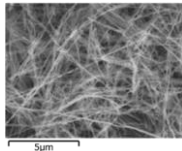
■磁性ナノワイヤー[ユニチカ]

技術の特徴

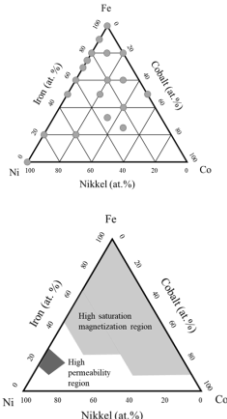
- ハイエントロピー合金を担持した多孔材料（粉末）鉄、ニッケル、コバルトの強磁性金属を主成分とした軟磁性のナノワイヤー
- 異方性が高く、長軸方向に反磁界が作用しないため、粒子状の磁性粉とは異なる磁気特性が発現する

用途

磁気センサー、電波吸収材



鉄ニッケル合金ナノワイヤーのSEM-EDS



作製可能(●)な鉄系ナノワイヤー

https://www.unitika.co.jp/technology/development_product/dp07.html

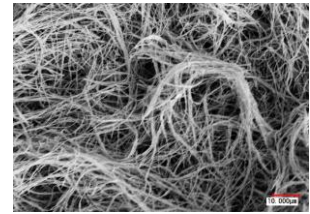
MN2506：電子機器・製造技術領域

現行技術

■導電性ナノワイヤー[ユニチカ]

技術の特徴

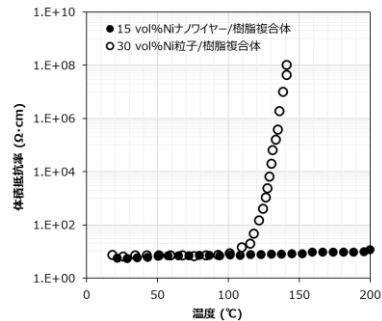
- ニッケルを主成分としたナノワイヤー
- 高温下でも導電性が変化しにくい導電性の複合材料が設計可能



ニッケルナノワイヤー

用途

導電材料、放熱材料
 高温環境下利用を想定可能



ニッケルナノワイヤー（ニッケル粒子）樹脂複合材料の温度影響性※
 ※ 測定：大阪公立大学 高分子化学研究室

https://www.unitika.co.jp/technology/development_product/dp08.html

MN2507：電子機器・製造技術領域

現行技術

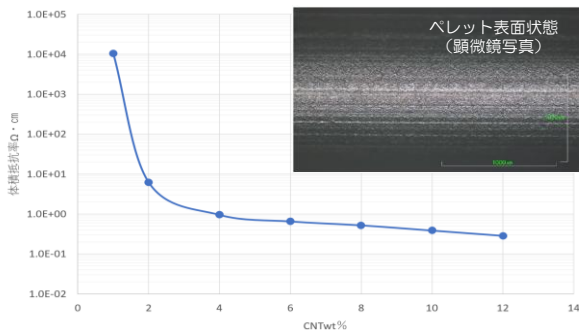
■高分散CNTマスターバッチ (PCベースCNTマスターバッチ) [森六ケミカルズ]

技術の特徴

- 独自技術で多層CNTに多く含まれる凝集物を解砕可能
- 解砕後CNTを樹脂中に高分散させる技術で低添加かつ高導電性を実現
- 成型加工が容易な導電PC樹脂を提供
- PC以外の樹脂・ゴムにも応用可能

用途

電子機器、自動車、静電気防止包材



希釈ストランド体積低効率 (ポリカーボネート用CNTマスターバッチ)

<https://www.moriroku.co.jp/chemicals/business/industrial/cnt/index.html>

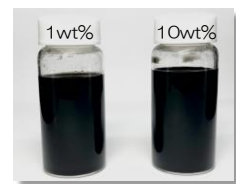
MN2508：電子機器・製造技術領域

将来技術

■グラフェン分散液[FCM]

技術の特徴

- 濃度、粒子径、pHを調整可能
- 水に対する高い分散安定性
- 界面活性剤等の分散剤を不使用
- 添加先の自由度が高い



グラフェン分散液

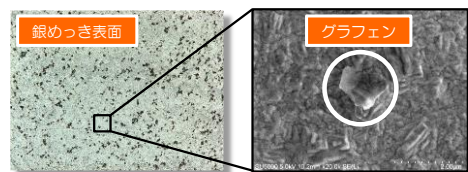
用途

電子デバイス、電子デバイス製造、電池材料

グラフェン分散液の特性

グラフェン濃度	0.5~1.0wt%
溶媒	水・MEK・NMP
pH	3~6
粒子径	D50：0.15~1.5μm

応用例：銀-グラフェン複合めっき



- 硬度 23%アップ
- 接触抵抗 42%改善
- 耐摩耗性 20%改善

銀めっき被膜内にグラフェンを複合 → 各種特性向上

<https://fc-m.co.jp/>

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

MN2509 : 電子機器・製造技術領域 現行技術

■ソフトビーズCNT (Durobeads) [中谷産業]

技術の特徴

- CNTを極少量のポリマーで添着処理し、解繊性を維持したままソフトビーズ化【特許6714134号】
- 粉塵飛散の低減による環境改善
- 嵩密度の向上による物流効率向上
- 流動性の向上によるプロセス合理化
- 分散性の向上による高機能化を実現

用途

導電材料、放熱材料、電磁波シールド、リチウムイオン二次電池

極少量のポリマーでCNTを添着処理 Durobeads拡大写真

CNT + **ポリマー溶液** = **Durobeads**

※ ポリマーは最終成形物に合わせて選択可能

粉塵飛散リスクの低減 物流効率UP (脱気包装)

吸引性粉塵捕集量

—●— Durobeads —■— MWCNT (パウダー品)

※ 粉塵飛散量を1/1000以下まで低減

ソフトビーズ+脱気成型包装【特許7537814号】

<https://nakatanisangyou.com/>

MN2510 : 電子機器・製造技術領域 現行技術

■SWCNTによる射出成形熱可塑樹脂への帯電防止 (SWCNTマスターバッチ 試作品OPP-257) [楠本化成]

技術の特徴

- SWCNT超高濃度マスターバッチ
- 低添加量 (0.1%) で効果を発揮
- GFフィラー配合で射出成形でも帯電防止性を発揮

用途

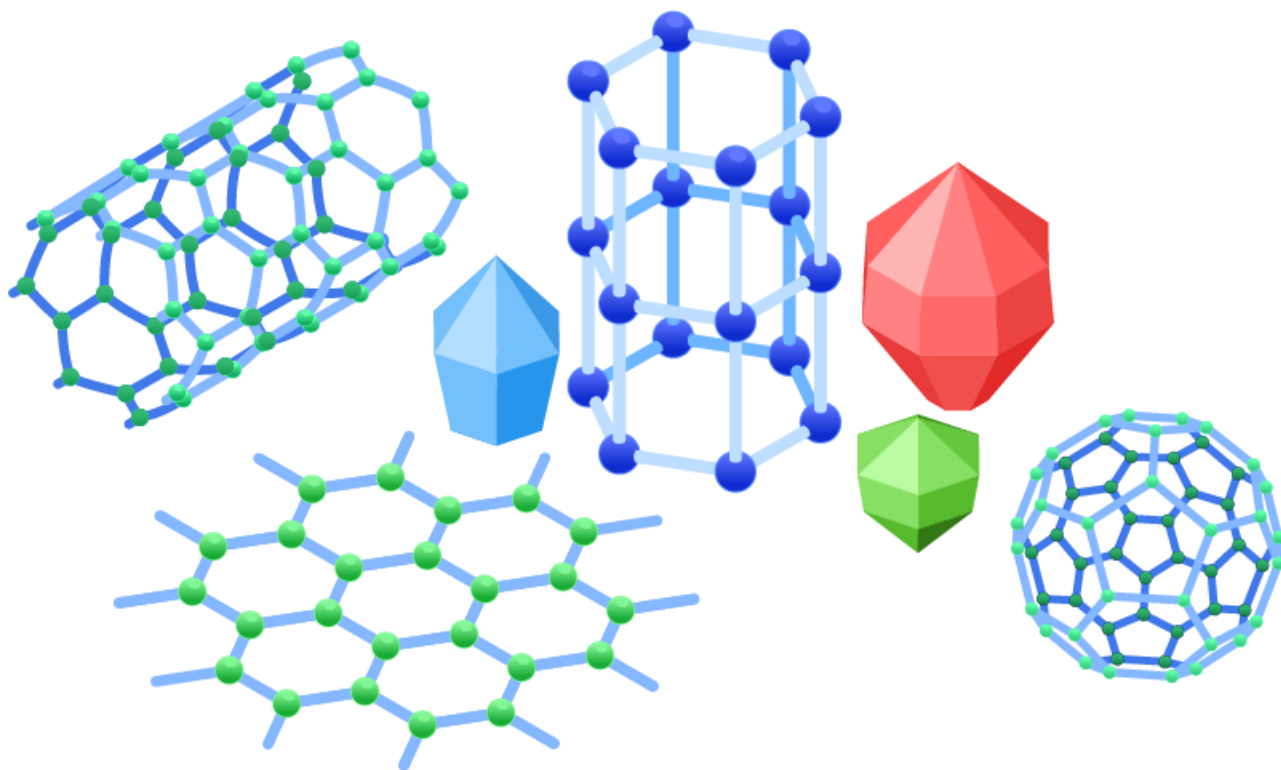
電子機器、通信機器、帯電防止塗料
※ 静電気を嫌う装置向け

ポリアミドの評価試験例

パラメーター	OPP-257添加 (SWCNT 0.1%)	Blank
表面抵抗率 (Ω/□)	10 ⁶	10 ¹³ <
引張応力 (Blankとの比率)	100	100
曲げ応力 (Blankとの比率)	100	100
曲げ弾性率 (Blankとの比率)	100	100

TUBALL™ 0.1% 成形品 Blank 成形品

<https://www.kusumoto.co.jp/product/raw-materials/swcnt/>



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

3.2 電子機器部材分野

MN2511：電子機器・製造技術領域 **現行技術**

■ナノ積層フィルム[東レ]

技術の特徴

- 積層装置とポリマーレオロジーの最適化により、フィルム各層の厚みをナノメートルレベルで高精度に制御
- 数百層もの層厚みを個別にデザイン可能なフィルム
- 光干渉反射現象による反射・透過波長帯域を自由制御可能な波長選択性を有するフィルム
- ナノ積層技術をさらに深化させ、ガラス並の透明性と、温度上昇の原因となる太陽光からの赤外線カット機能を備えた革新的な遮熱フィルムPICASUS® IRを創出

用途

ウィンドウ用遮熱フィルム
適用先
自動車、オフィスビル



ナノ積層フィルムPICASUS®

<https://www.films.toray/products/picasus/>

MN2512：電子機器・製造技術領域 **現行技術**

■モスアイ型低反射フィルム[三菱ケミカル]

技術の特徴

- 蛾の目（モスアイ）がもつ微細凹凸構造を独自技術で模倣したバイオミメティック材料
- ナノメートルオーダーの凹凸構造により、反射防止効果、虫滑落効果、防曇性など同時発現

用途

反射防止フィルム
(車載ディスプレイ、絵画額装)、
飛沫感染防止パネル



モスアイ型無反射フィルム
(表面拡大写真)

映りこみの違い

https://www.m-chemical.co.jp/products/departments/mcc/industrial-medical/product/1200589_7256.html

MN2513：電子機器・製造技術領域 **現行技術**

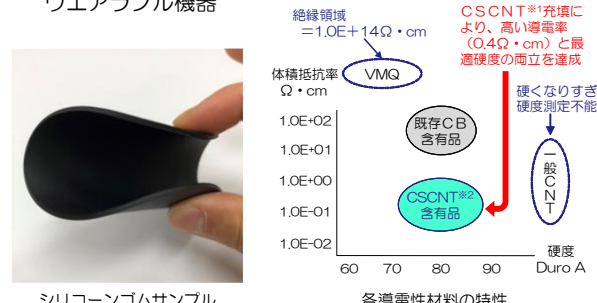
■CSCNT充填導電VMQ (シリコンゴム) [GSIクレオス]

技術の特徴

- 従来の導電VMQでは得られなかった導電領域を達成
- CNT充填時の硬化・固化問題を克服、適度な硬度に調整可能
- 高い性能安定性と再現性

用途

電子部品接点・電極、製造現場用帯電防止パッド、
電磁波シールド、高電圧部材
適用先
携帯機器、PCキーボード、リモコンスイッチ、自動車、
ウェアラブル機器



シリコンゴムサンプル

各導電性材料の特性

絶縁領域 = $1.0E+14 \Omega \cdot \text{cm}$

VMQ

既存CB含有品

CSCNT^{※1}充填により、高い導電率 ($0.4 \Omega \cdot \text{cm}$) と最適硬度の両立を達成

CSCNT^{※2}含有品

硬くなりすぎ 硬度測定不能

一般CNT

硬度 Duro A

※1 CSCNT：カップ積層型カーボンナノチューブ
※2 CSCNT充填導電VMQ：(株)朝日ラバーとの共同開発品

<https://www.gsi.co.jp/ja/business/technology/product02/product02-1.html>

MN2514：電子機器部材・製造技術領域 **将来技術**

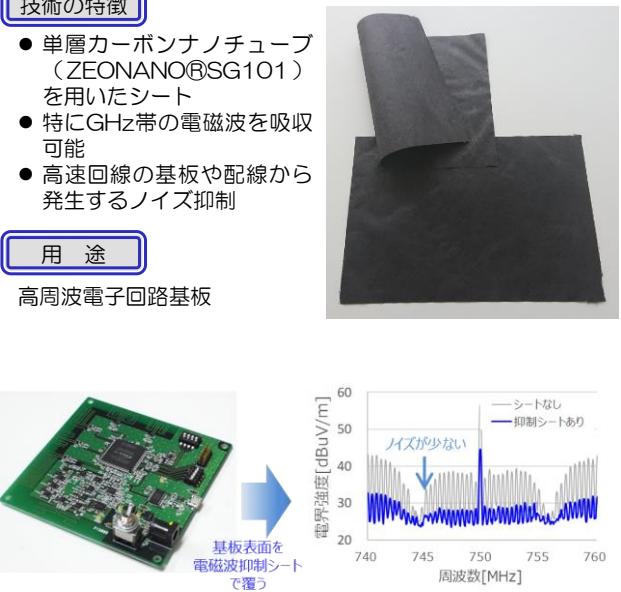
■電磁波抑制シート[日本ゼオン]

技術の特徴

- 単層カーボンナノチューブ (ZEONANO®SG101) を用いたシート
- 特にGHz帯の電磁波を吸収可能
- 高速回線の基板や配線から発生するノイズ抑制

用途

高周波電子回路基板



半導体 (FPGA) 搭載ノイズ発生基板

国際無線障害特別委員会 (CISPR) 準拠の評価方法

<https://www.zeon.co.jp/>

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

将来技術 研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

3.3 製造技術分野

MN2515：電子機器部材・製造技術領域 **現行技術**

■高解像度電子線レジスト(ZEP530A)[日本ゼオン]

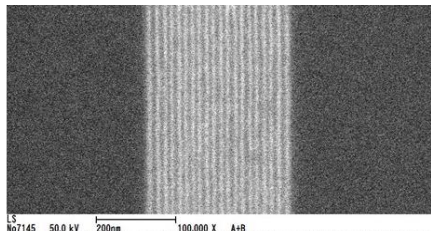
技術の特徴

- 18nm高解像性とドライエッチング耐性に優れる非化学増幅型のポジ型電子線レジスト
- 広い露光マージン

用途

半導体製造

プリバーク	180℃/3min
膜厚	40nm
描画装置	ELS-550 50kV
露光量	190 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$
現像条件	ZED-N60, 60sec, Dip, 23℃
リンス	IPA, 10sec, Dip, 23℃



上面観察写真

<https://www.zeon.co.jp/business/enterprise/electronic/imagelec/>

MN2516：電子機器部材・製造技術領域 **現行技術**

■ドライエッチングガス(C5F8)[日本ゼオン]

技術の特徴

- 半導体シリコン酸化膜へのドライエッチング向けプロセスガス
- 高選択比と低ダメージ

用途

半導体製造



Stratospheric Ozone Protection Award

沸点(℃)	27
比重(25℃)	1.58
引火点(℃)	なし
GWP(CO2=1 100 years)	90

<https://www.zeon.co.jp/business/enterprise/electronic/c5f8/>

MN2517：電子機器・製造技術領域 **現行技術**

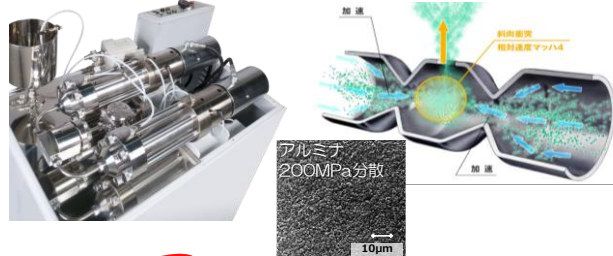
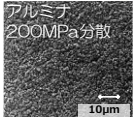
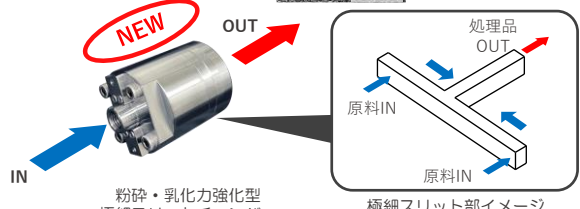
■湿式微粒化装置(スターバースト)[スギノマシン]

技術の特徴

245MPa(2500気圧)の超高压に加圧した原料を高速噴射することで、機能的超微粒子の分散、粉碎、表面改質が可能

用途

電子部品材料、フィラー、ナノファイバー、微粒子素材
 適用先：車載電池、スマートフォン、顔料、化粧品

NEW

IN

OUT

処理品 OUT

原料IN

原料IN

粉砕・乳化力強化型
極細スリットチャンバー

極細スリット部イメージ

<https://www.sugino.com/site/wet-type-atomization-equipment/>

MN2518：電子機器・製造技術領域 **将来技術**


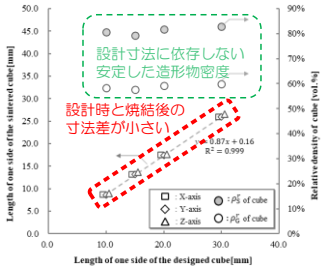
■セラミックス3Dプリンター[リコー]

技術の特徴

- 高純度なセラミックスを実用的な寸法・強度・加工コストによって造形可能
- センチメートルオーダーの厚みの造形が可能
 3Dプリンターとして世界初の技術
- 設計寸法に依存しない安定した造形が可能

用途

部品・治具製造
 適用先
 エネルギー分野(発電設備など)、モビリティ分野

アルミナ造形物
(Formnext2023展示)

造形加工状態図
(設計時・焼結後寸法、造形物密度)

https://jp.rioh.com/technology/tech/121_ceramics_3d_printer

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

将来技術 研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

3.4 電子材料・製造技術領域に関する QR コード

ID	ナノテック具体例	会社・団体名	QR
MN2501	高屈折率・低屈折率ナノ粒子	関東電化工業	
MN2502	低温焼結性銀ナノ粒子	大阪ソーダ	
MN2503	高容量キャパシタ用カーボンナノホーン およびカーボンナノホーン集合体	日本電気	
MN2504	モリブテン系ナノ粒子 (MoX)	D I C	
MN2505	磁性ナノワイヤー	ユニチカ	
MN2506	導電性ナノワイヤー	ユニチカ	
MN2507	高分散 CNT マスターバッチ	森六ケミカルズ	
MN2508	グラフェン分散液	FCM	
MN2509	ソフトビーズCNT (Durobeads)	中谷産業	
MN2510	SWCNTによる射出成形熱可塑樹脂への帯電防止	楠本化成	

※ QR コードの読み取り方

読み取りたい QR コード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

ID	ナノテック具体例	会社・団体名	QR
MN2511	ナノ積層フィルム	東レ	
MN2512	モスアイ型低反射フィルム	三菱ケミカル	
MN2513	CSCNT充填導電VMQ（シリコーンゴム）	GS Iクレオス	
MN2514	電磁波抑制シート	日本ゼオン	
MN2515	高解像度電子線レジスト（ZEP530A）	日本ゼオン	
MN2516	ドライエッチングガス（C5F8）	日本ゼオン	
MN2517	湿式微粒化装置（スターバースト）	スギノマシン	
MN2518	セラミックス3Dプリンター	リコー	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

4. 社会インフラ・生活領域のナノテク具体例

4.1 浄水・水処理分野

SN2501：社会インフラ・生活領域

現行技術

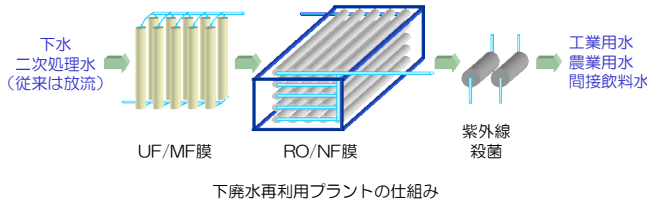
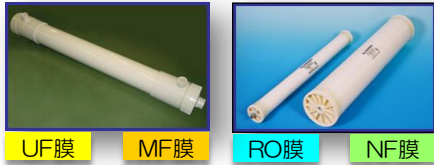
■大型膜法下 wastewater 再利用プラント[東レ]

技術の特徴

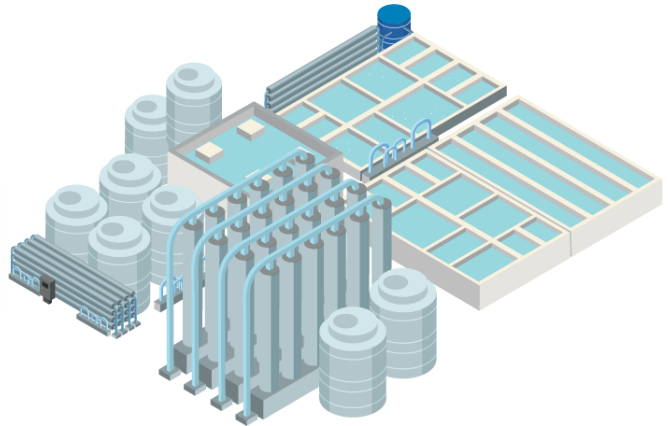
- 異物の大きさに応じたろ過膜を組み合わせる事で、従来放流されていた下水から利用価値の高い水へと再生可能にする水処理技術
- 限外ろ過・精密ろ過膜（UF/MF膜）によるバクテリア・大腸菌などの病原性微生物除去
- 逆浸透・ナノろ過膜（RO/NF膜）を用いた大きさ1nm前後の分子を有する農薬・有機物・イオン・塩なども除去

用途

工業用水製造、
農業用水製造、
間接飲料水



<https://www.water.toray/ja/>



4.2 工場分野

SN2502：社会インフラ・生活領域

現行技術

■CSCNT充填超高性能防錆塗料 (ナノテクト)[GSIクレオス]

技術の特徴

- カップ積層型カーボンナノチューブ（CSCNT※1）を塗料に均一分散させ、塗膜強度・耐久性を飛躍的に向上させた塗料

用途

石油・ガスプラント、流体継手、CUI※2環境下ボルト

ナノテクト塗布品



ナノテクトの特性



石油・ガスプラント



中東での4年間の過酷なフィールドテストに合格し、既に石油ガスプラントの中で使用中

流体継手カブラ®



締結取り外し時に強い衝撃が加わるカブラ®に採用されており、使用開始

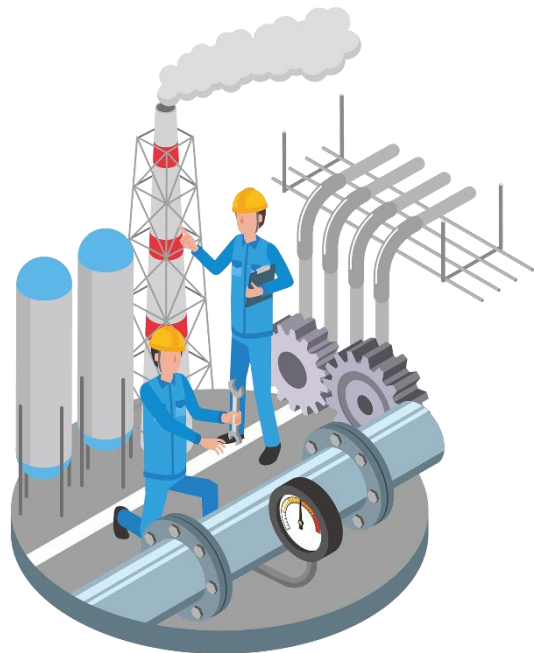
CUI環境下ボルト



強い腐食環境にある配管外面の保温材下腐食（CUI※2）テストに合格し、採用

<https://www.gsi.co.jp/ja/business/technology/product02/product02-1.html>

※1 CSCNT：カップ積層型カーボンナノチューブ
※2 CUI：保温材下腐食



現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

NS2503：社会インフラ・生活領域

現行技術

■導電性フッ素樹脂 (TRCシリーズ) [ダイキンファインテック]

技術の特徴

- 優れた体積抵抗率 (偏在的に $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$)
- 非常に低い金属含有量 (0.05 ppb以下/17元素)
- 溶出強度の低下なし (既存充填剤入り比較 5倍以上)
- 液送中の帯電 (流動・剥離) を除去 (約1/10に低減)

用途

- 半導体製造装置部品 (ノズル、継手など)
- ケミカルプラント (配管部品など)



成形素材 (TRC-Mシリーズ) 部品例：配管継手 部品例：ガスケット

		単位	試験法	変性PTFE	TRC-M210	PTFE/CF15
体積抵抗率		$\Omega \cdot \text{cm}$	JIS K 7194	$> 10^{18}$	$10^1 \sim 10^4$	10^4
引張評価	弾性率	MPa	JIS K 7137	410	510	590
	強度 (最大点)	MPa	JIS K 7137	32	34	21
	伸び (最大点)	%	JIS K 7137	380	405	280
溶接強度		MPa	当社独自法	12	12	2
金属溶出(17元素)		ppb	当社独自法	< 0.05	< 0.05	- (No date)

<https://fluorine.daikin-finetech.co.jp/product/trc>

SN2504：社会インフラ・生活領域

現行技術

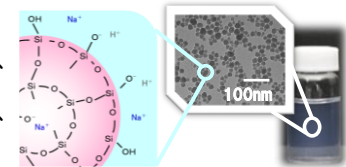
■無機コロイド製品[日産化学]

技術の特徴

- シリカ、アルミナ水和物、チタニア、ジルコニアなどの酸化物ナノ粒子を水または有機溶媒に分散させた材料
- 独自の表面処理技術により、各種溶媒、樹脂への分散が可能

用途

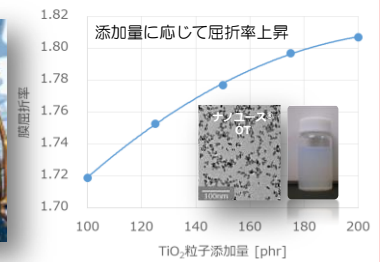
コーティング剤、研磨剤、触媒バインダー、電子基板材料、光学材料、鉄鋼、紙、繊維、電池、



スノーテックスの外観と粒子表面のモデル図



オルガノシリカソル用途例 (エナメル線への絶縁性付与)



高屈折率ソル(TiO₂)を添加した塗膜屈折率

<https://www.nissanchem.co.jp/products/materials/inorganic/>

4.3 燃料貯蔵分野

NS2505：社会インフラ・生活領域

将来技術

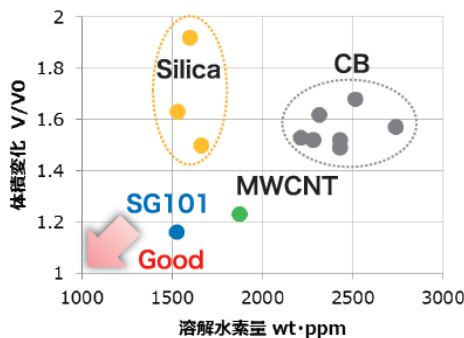
■高圧水素シール材[日本ゼオン]

技術の特徴

- 単層カーボンナノチューブ (ZEONANO®SG101) を配合したゴムコンパウンド
- 高強度、水素による低膨潤性、耐久性向上可能

用途

高圧水素シール材



- ◆ 九州大学 試験実施
 - 水素暴露条件：90MPa、24hr、30℃
 - 溶解水素量測定：昇温脱離分析装置
 - 体積変化：2次元多点寸法測定器

<https://www.zeon.co.jp/>



現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

4.4 構造材分野

現行技術

SN2506：社会インフラ・生活領域

■航空機構造材[東レ]

技術の特徴

- 鉄より軽量かつ強靱な炭素繊維で強化した複合化プラスチック (CFRP)
- 航空機体の軽量化による燃料消費量の抑制 (カーボンニュートラルへの貢献)

用途

航空機体



航空機体へのCFRP利用

<https://www.cf-composites.toray/ja/>

現行技術

SN2507：社会インフラ・生活領域

■CNT充填樹脂複合材[GSIクレオス]

技術の特徴

- カップ積層型カーボンナノチューブ (CSCNT※) を樹脂中の炭素繊維の間に含浸させることで圧縮強度、耐衝撃性、耐疲労特性などが向上し、軽量化も達成

用途

航空機、自動車、自転車、オートバイ、テニスラケット、釣り竿



白点部：CSCNT

複合材SEM画像

CSCNT充填エポキシ樹脂フィルム

自動車部材



釣り竿

バイク部材

ロードバイクフレーム

※ CSCNT：カップ積層型カーボンナノチューブ

<https://www.gsi.co.jp/ja/business/technology/product02/product02-1.html>

現行技術

SN2508：社会インフラ・生活領域

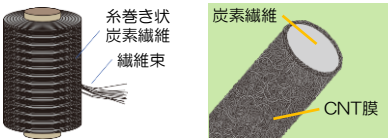
■CNT複合化炭素繊維技術 (Namd™) [ニッタ]

技術の特徴

- 炭素繊維表面にCNTを不織布状に緻密に膜形成
- 樹脂との複合化により炭素繊維/CNT+樹脂/樹脂の階層構造を形成し炭素繊維界面を補強
- 一般的なCFRPより弾性率の速度依存性を低減、振動減衰特性や疲労耐久特性が向上
- 中間材料としてプリプレグを用いたシートワインディング成形、フィラメントワインディング成形をはじめ、引抜成形やVaRTM成形などの各種成形法にも対応


用途

ラケット、ゴルフシャフト、釣り竿、自転車、板バネ、産業ロボット、回転体補強、航空宇宙



CNT複合化炭素繊維

2G-Namd



用途例

http://www.nitta.co.jp/new_technology/



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

SN2509：社会インフラ・生活領域 現行技術

■微細構造制御技術 (NANOALLOY®) [東レ]

技術の特徴

NANOALLOY
TECHNOLOGY

- 『NANOALLOY®』技術とは、複数のポリマーをナノメートルオーダーで微分散させることで、従来材料と比べて飛躍的な特性向上を発現させることができる革新的微細構造制御技術
- 一般的な「ミクロンオーダー（1mの100万分の1に相当する大きさ）」のアロイでは実現できなかった高分子材料の高性能化・高機能化を可能にする技術

用途

衝突保護部材（クラッシュパッド）
スポーツ用品
適用先
バイク、テニス、バドミントン、ゴルフ、フィッシング



NANOALLOY®
2種ポリマーの共連続構造

<https://www.films.toray/products/picasus/>

SN2510：社会インフラ・生活領域 現行技術

■セルロースナノファイバー (cellenpia®) [日本製紙]

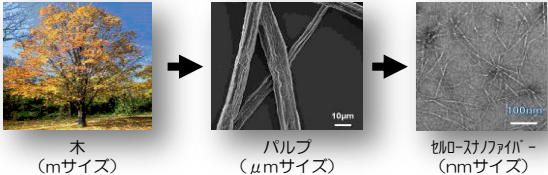
技術の特徴

- バイオマス由来の超極細繊維
- 繊維幅：2~4nm
- アスペクト比：100~300
- 軽くて強く、熱に安定
- 特徴的なレオロジー挙動
- 分散安定、補強、金属担持など多機能

用途

工業製品の機能性添加剤（分散・乳化・成膜・保水・保油性など）、樹脂・ゴムなどの補強材

木・パルプをナノレベルまでほぐした究極のバイオマス素材



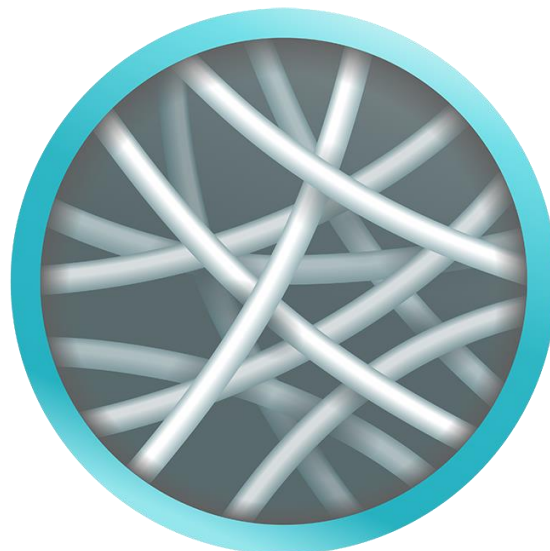
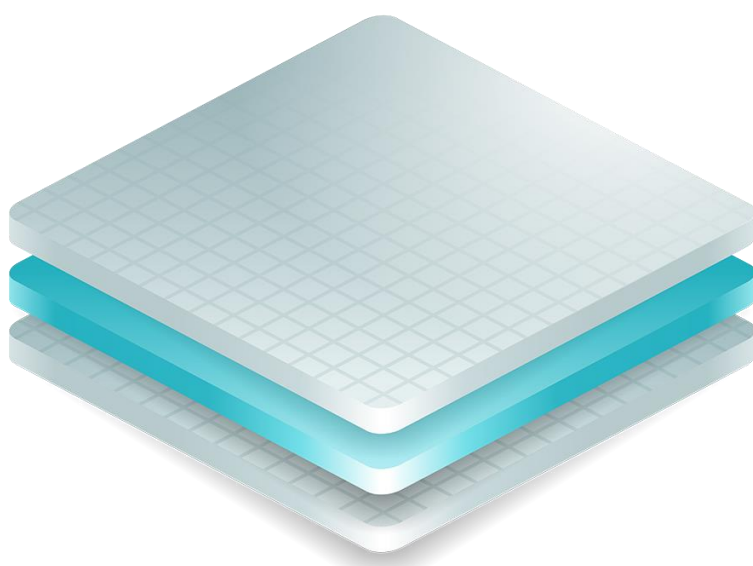
木 (mサイズ) → パルプ (μmサイズ) → セルロースナノファイバー (nmサイズ)

製品形態

銘柄名	B型粘度 (1%, 60rpm)
TC-O1A (標準品)	2000mPa・s
TC-O2X (短繊維品)	30mPa・s

水分散品 固形品

<https://www.nipponpapergroup.com/products/cnf/>



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

4.5 施設保全分野

将来技術

SN2511：社会インフラ・生活領域

■グラフェン赤外線センサ[三菱電機]

技術の特徴

- 新材料グラフェンを応用
- 光ゲート効果による高感度赤外線検出
- 赤外線イメージセンサに向けたグラフェン光ゲートダイオード構造の2次元アレイ化を実現

用途

高感度物体検出（可視領域検出）、長距離・広範囲の監視、ガス検知、インフラモニタリング

グラフェン グラフェン/InSb接触領域
電極 酸化膜 InSb基板
15 μm
GPD単画素
赤外線
GPDアレイ構造

グラフェン光ゲートダイオード
GPD: Graphene Photogated Diode

本研究の一部は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度JPJ004596の支援を受けたものである。

<https://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2019/pdf/0213-p15.pdf>



4.6 娯楽分野

将来技術

SN2512：社会インフラ・生活領域

■ナノ粒子による感触提示スイッチ[栗本鐵工所]

技術の特徴

- 鉄ナノ粒子を用いた磁気粘性流体（SoftMRF®）により、滑らかな感触を人に伝達
- MRFデバイスの磁場の強さをコントロールすることで、二次元のキャラクターに触る感覚を体感可能

用途

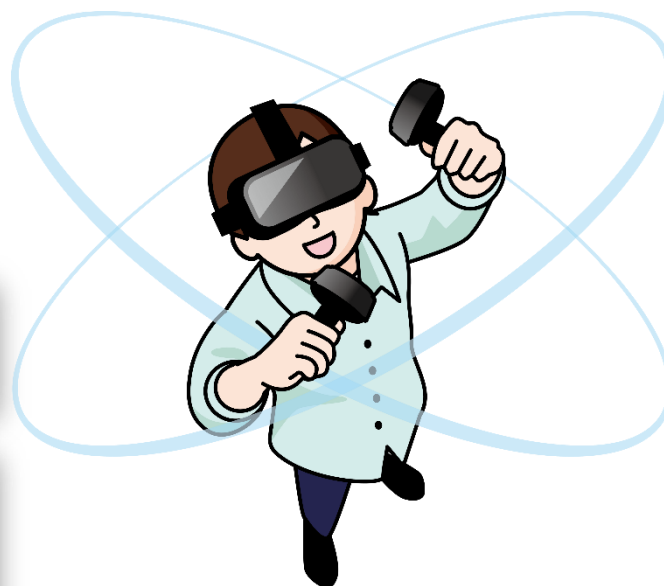
感触提示コントローラー、操作スイッチや押しボタン、感触コンテンツ

SoftMRF®
MRFデバイス

押しボタン式：上下のストローク間に感触を提示することが可能
ダイヤル式：回転するノブを回す感触を変化させることが可能

感触提示スイッチ

<https://www01.kurimoto.co.jp/softmrf>



将来技術 研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

4.7 美容・健康・衣料分野

SN2513：社会インフラ・生活領域

現行技術

■自己乳化型ナノ酸化亜鉛[テイカ]

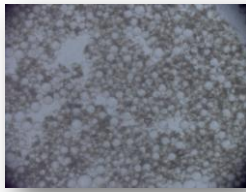
技術の特徴

- 粒子径制御技術を活用し、一次粒子径を8 nmから1000nmまで幅広く制御できる
- 表面処理技術を用いて、ナノ酸化チタンなど基材の表面特性を親水化、撥水化、さらにこれらをハイブリッド化可能

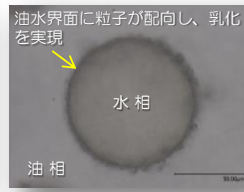
用途

化粧品、トナー外添剤（事務機器用）、屈折率調整剤（眼鏡レンズ用）、塗料

乳化試験

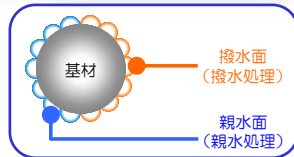


顕微鏡写真（低倍）



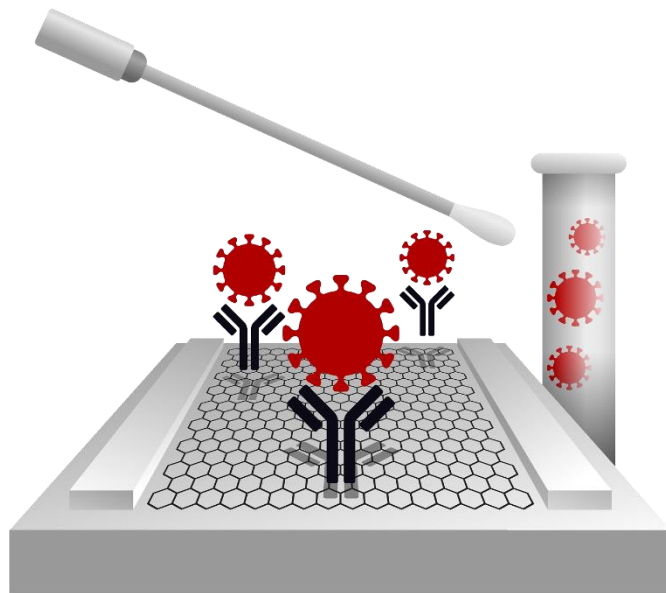
顕微鏡写真（高倍）

表面処理により粒子表面の撥水・親水バランスをコントロールし、乳化剤と同様の機能を付与



表面処理イメージ

<https://www.tayca.co.jp/products/>



SN2514：社会インフラ・生活領域

将来技術

■生体分子と半導体を組合わせたバイオセンサー illnessからwellnessまで検出可能[デンソー]

技術の特徴

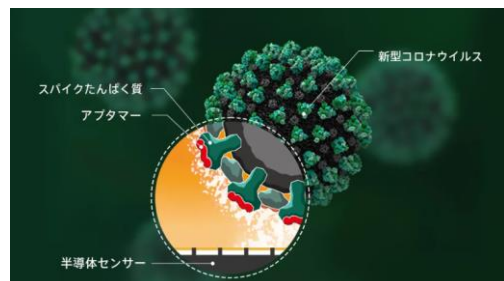
- バイオと半導体センサ技術の融合
- ウイルス・細菌、アレルゲン、幸せホルモン（オキシトシン、セロトニン）などが検出対象

用途

自動車、医療、畜産、食品衛生、物流



実証実験用の試作装置



検出イメージ

<https://www.denso.com/jp/ja/driven-base/project/bio-sensor/>

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

SN2515：社会インフラ・生活領域

将来技術

■面状ヒーター[TPR]

技術の特徴

- 長尺CNTの導電ネットワークを発熱層として使用
- 昇温速度が速い
- 複雑な形状を均一加熱することも可能
- 発熱層の仕様により高温利用も可能

用途

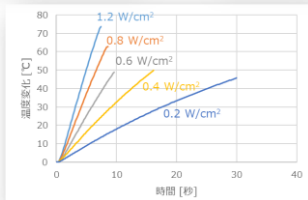
人、自動車、建屋



面状ヒーター

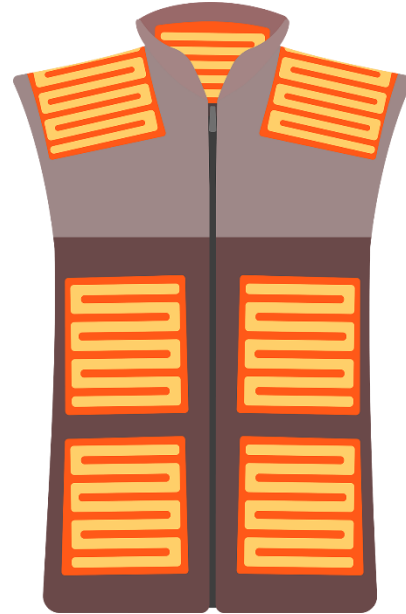


発熱中のサーモグラフィー画像



昇温特性

<https://www.tpr.co.jp/s/cnt/tech/>



現行技術

SN2516：社会インフラ・生活領域

■繊維成分・形状制御技術 (NANODESIGN®) [東レ]

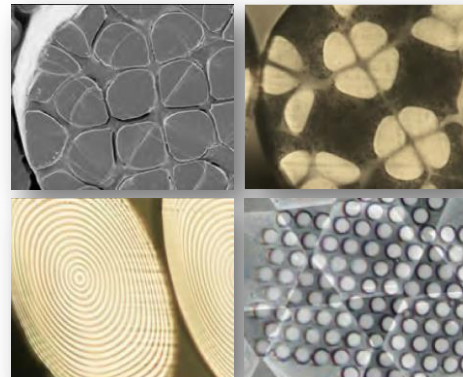
技術の特徴



- 繊維の成分や形をナノレベルでコントロール
- 今まで実現できなかった機能・質感を持たせる為、繊維の形状を自由に創り出す
- 「NANODESIGN®技術で世界の人々のワクワクをデザインする」

用途

高機能快適衣料



NANODESIGN®

<https://www.nanodesign.toray/>

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

4.8 社会インフラ・生活領域に関するQRコード

ID	ナノテック具体例	会社・団体名	QR
SN2501	大型膜法下廃水再利用プラント	東レ	
SN2502	CSCNT 充填超高性能防錆塗料 (ナノテクト)	GSI クレオス	
SN2503	導電性フッ素樹脂 (TRC シリーズ)	ダイキンファインテック	
SN2504	無機コロイド製品	日産化学	
SN2505	高圧水素シール材	日本ゼオン	
SN2506	航空機構造材	東レ	
SN2507	CNT 充填樹脂複合材	GSI クレオス	
SN2508	CNT 複合化炭素繊維技術 (Namd™)	ニッタ	
SN2509	微細構造制御技術 (NANOALLOY®)	東レ	
SN2510	セルロースナノファイバー (cellenpia®)	日本製紙	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

ID	ナノテク具体例	会社・団体名	QR
SN2511	グラフェン赤外線センサ	三菱電機	
SN2512	ナノ粒子による感触提示システム	栗本鐵工所	
SN2513	自己乳化型ナノ酸化亜鉛	テイカ	
SN2514	生体分子と半導体を組合わせたバイオセンサー	デンソー	
SN2515	面状ヒーター	TPR	
SN2516	繊維成分・形状制御技術 (NANODESIGN®)	東レ	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

5. 環境・エネルギー領域のナノテク具体例

5.1 太陽光発電分野

EN2501：環境・エネルギー領域

現行技術

■工業材料用フラーレン[フロンティアカーボン]

技術の特徴

- 優れた電子受容性を持つn型半導体
- 有機溶媒に溶ける唯一の炭素
- 真空蒸着や塗布で製膜可能
- 有害元素不含有（100%炭素）

用途

薄膜太陽電池（OPV/ペロブスカイト）、光電変換ダイオード、添加剤（潤滑、絶縁、樹脂、ゴム等）



代表的フラーレンC60の分子構造

<https://f-carbon.com>

C60の高い分子対称性により電子軌道順位が高度に縮退することで優れた電子受容性を発現



EN2502：環境・エネルギー領域

現行技術

■色素増感太陽電池 (DSSC*) [リコー]

技術の特徴

- 液体電解質を用いず固体材料のみで構成し高い安全性を達成
- 照度の低い室内光でも高い発電電力を実現

用途

環境発電用電源

適用例

環境センサー、CO2センサー



DSSCモジュール



環境センサー D201

- センシング
- 温度
 - 湿度
 - 照度
 - 気圧



CO2センサー D101

- センシング
- 二酸化炭素
 - 温度
 - 湿度
 - 照度
 - 気圧

※ DSSC：Dye-Sensitized Solar Cell

<https://industry.ricoh.com/dye-sensitized-solar-cell>

EN2503：環境・エネルギー領域

将来技術

■インクジェット印刷ペロブスカイト太陽電池[リコー]

技術の特徴

- 軽量・高効率・高生産
- 宇宙線への耐久性が高い

用途

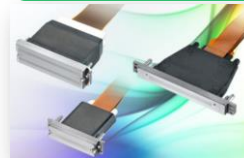
地上創エネ電源、宇宙利用電源



超小型衛星「DENDEN-01」※

※ 上面手前が宇宙用ペロブスカイト太陽電池

デバイス事例

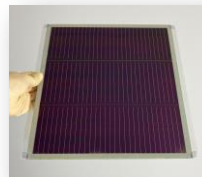


リコーインクジェットヘッド

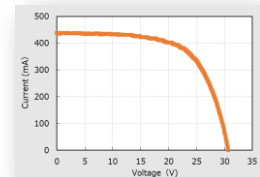


ペロブスカイト層バッテリー印刷

300mm角インクジェット印刷ペロブスカイト太陽電池



外観写真



1sun出力特性

https://jp.ricoh.com/technology/tech/094_flexible_energy_harvesting_device

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

EN2504：環境・エネルギー領域

現行技術

■有機エレクトロニクス用高分子材料[GSIクレオス]

技術の特徴

- 直接的ヘテロアリル化重合法(DHAP法)
- 低コスト・低環境負荷：毒性ある前駆体不使用
- 高品質：安定して再現性ある合成法
- 量産性：プロセス的に量産に好適で大幅な低コスト可能

用途

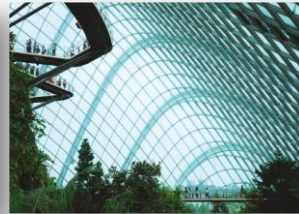
有機薄膜太陽電池(OPV)
活性層(p-type、n-type)、
ETL(電子輸送層)、
HTL(正孔輸送層)



OPV活性層向け高分子



有機薄膜太陽電池(実証試験)



大規模構造物の屋根に適用

[https://www.gsi.co.jp/ia/business/technology/product02/main/04/teaserItems1/0/link/210831BM%20Catalogue\(final\).pdf](https://www.gsi.co.jp/ia/business/technology/product02/main/04/teaserItems1/0/link/210831BM%20Catalogue(final).pdf)

EN2505：環境・エネルギー領域

現行技術

■有機薄膜太陽電池(OPV)[GSIクレオス]

技術の特徴

- ロールツーロール製造による優れた量産性
- 光透過性と発電の両立が可能
- 樹脂フィルム基板の特性である超軽量(0.4kg/m²)かつ良好な屈曲性を生かした優れた設置自由度の実現
↳ シリコン太陽電池では困難な曲面などに設置可能
- 鉛などの有毒材料不使用による安心・安全の担保
- 入射光の波長域に合わせた最適設計可能

用途

透過窓発電、曲面発電

適用事例
建築壁面、窓ガラス、
カーポート、
ビニールハウス



有機薄膜太陽電池モジュール

有機薄膜太陽電池の適用事例



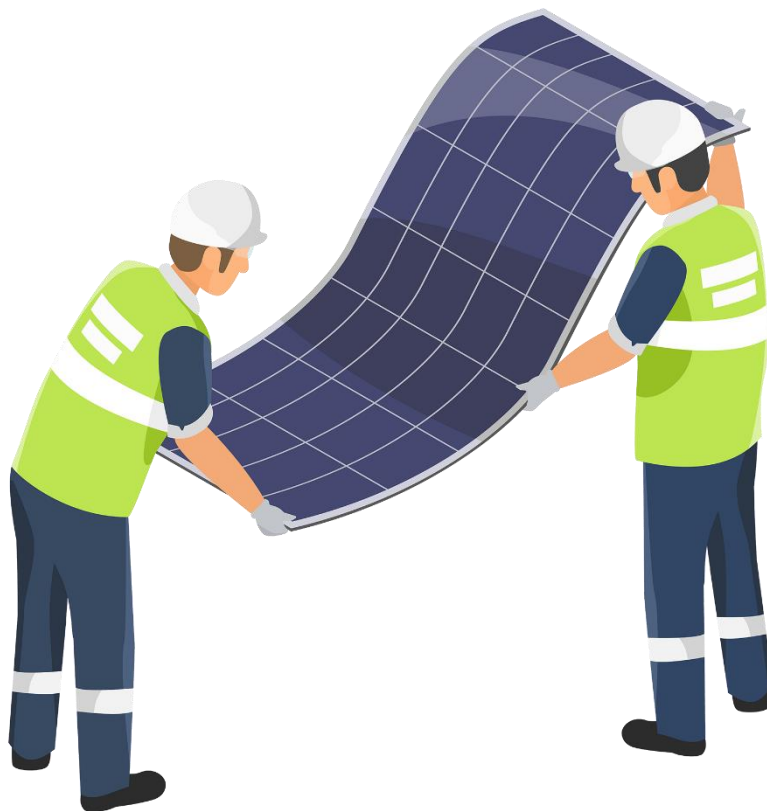
バス停屋根

カーポート屋根

建築窓

ビニールハウス

[https://www.gsi.co.jp/ia/business/technology/product02/main/04/teaserItems1/0/link/210831BM%20Catalogue\(final\).pdf](https://www.gsi.co.jp/ia/business/technology/product02/main/04/teaserItems1/0/link/210831BM%20Catalogue(final).pdf)



現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

5.2 熱電発電分野

EN2506：環境・エネルギー領域

将来技術

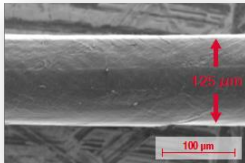
■熱電発電モジュール[TPR]

技術の特徴

- 熱電発電素子単体では、CNT系により、高強度、高電気伝導、フレキシブル性を実現
- モジュールとしては、高密度なセルのレイアウトによる高い熱起電力を実現

用途

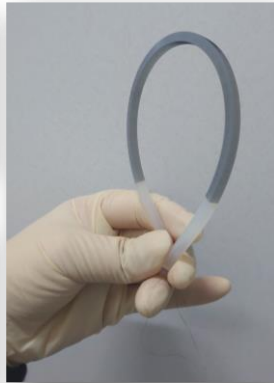
IoTセンサー電源、ウェアラブルデバイス電源



カーボンナノチューブの糸化技術 (SEM像)



100m以上の長距離糸化技術 (熱電発電素子：CNT系)



熱電発電モジュール

<https://www.tpr.co.jp/s/cnt/tech/>

EN2507：環境・エネルギー領域

将来技術

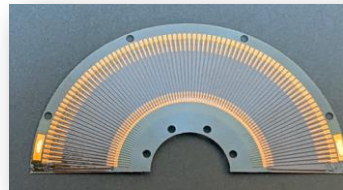
■熱電変換モジュール[日本ゼオン]

技術の特徴

- 単層カーボンナノチューブ (ZEONANO®SG101) のシートを用いた薄型・軽量・フレキシブルな高起電力の熱電変換モジュール

用途

IoTセンシング用電源
(工場内配管など無電源箇所への設置を想定)



熱電変換モジュール



配管へのモジュール設置例

特徴	特性	値
起電力が高い	ゼーバック係数	50~60 μV/K
温度差を大きくとれる	熱伝導率	材料：10W/mK モジュール：0.15W/mK

<https://www.zeon.co.jp/>

EN2508：環境・エネルギー領域

将来技術

■フレキシブルCNT熱電変換モジュール[東海理化]

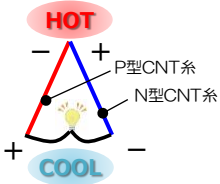
技術の特徴

- 高結晶CNTからなる高電気伝導率かつ高強度CNT系を使用
- キャリアタイプ (P型/N型) の制御
- 縫製可能な圧倒的フレキシブル熱電変換モジュール

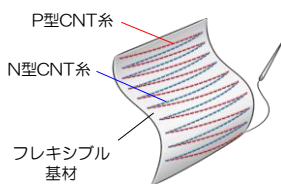
用途

廃熱を活用したIoTセンシング

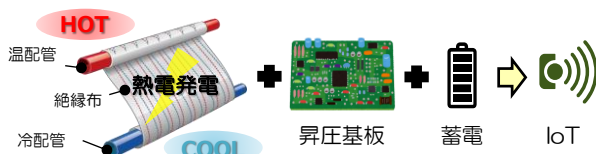
発電原理 (ゼーバック効果)



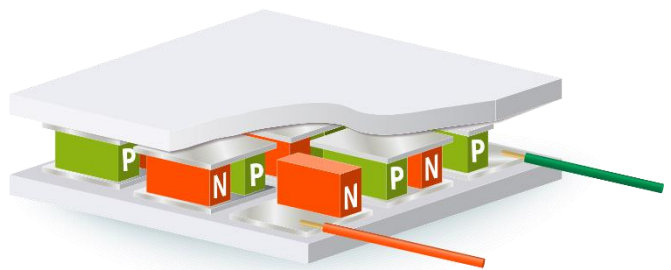
CNT熱電モジュールの構成



アプリケーションの一例



<https://www.tokai-rika.co.jp/upload/2024/08/cnt.pdf>



将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

5.3 燃料電池分野

EN2509：環境・エネルギー領域 現行技術

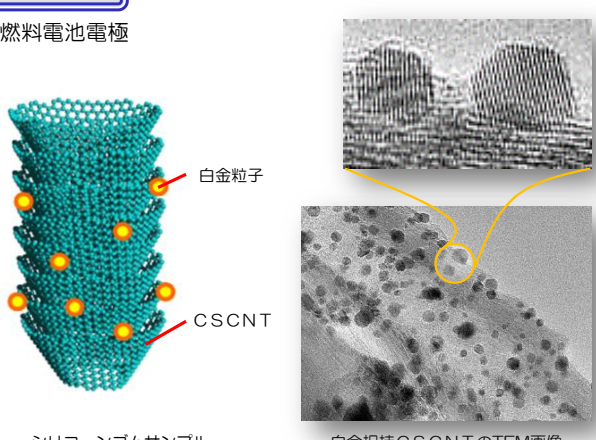
■燃料電池電極用白金担持(CSCNT)[GSIクレオス]

技術の特徴

- CSCNT※特有のエネルギーを制御することで、析出した白金粒子の担持量を低減
- 過電圧時の白金の移動凝集を低減可能

用途

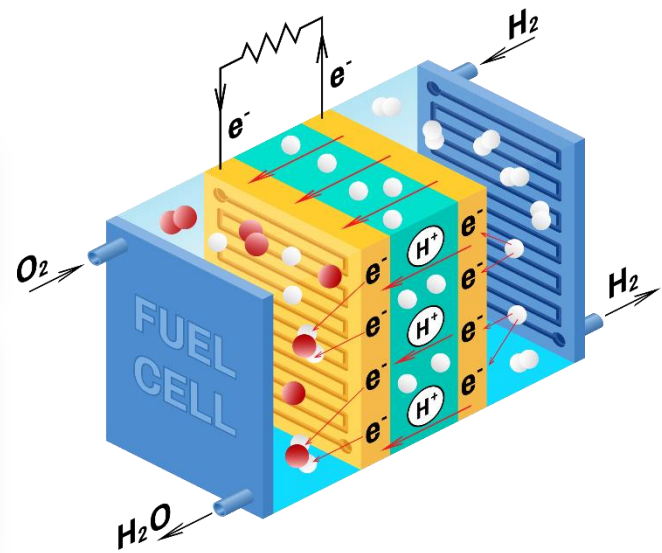
燃料電池電極



白金粒子
CSCNT
シリコンゴムサンプル
白金担持CSCNTのTEM画像

※ CSCNT：カップ積層型カーボンナノチューブ

<https://www.gsi.co.jp/ja/business/technology/product02/product02-1.html>



EN2510：環境・エネルギー領域 将来技術

■高表面積ハイエントロピー合金[ユニチカ]

技術の特徴

- $90 \sim 300 m^2/g$ の非常に高い表面積を有するハイエントロピー合金（粉末）
- ベースメタル（Fe、Cu、Zn…）、レアメタル（La、Zr、Co…）など、多数の金属元素に適用可能

用途

燃料電池用触媒電極、水素吸蔵合金、各種触媒

高表面積ハイエントロピー合金の合成例

構成比率	比表面積 (m ² /g)
FeCoNiCuZn	94
CrMnFeCoNi	140
CrFeCoNiCu	262
CrFeCoNiZr	249
FeCoNiCuY	230
CrMnFeCoNiCu	163
CrMnFeCoNiCuZn	201
CrMnFeCoNiCuZnZr	285
CrFeCoNiZrLa	314
CrMnFeCoNiCuZnZrRu	218
CrMnFeCoNiCuZnZrPt	180

高表面積ハイエントロピー合金 (CrMnFeCoNiCuZnZrPt) のSEM-EDS

<https://www.unitika.co.jp/>

EN2511：環境・エネルギー領域 将来技術

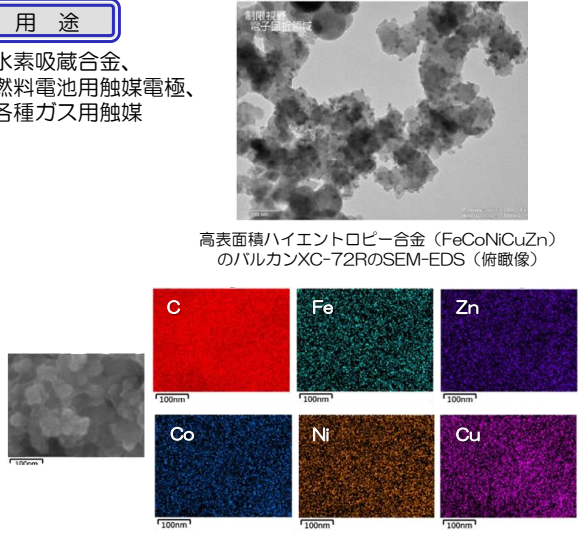
■ハイエントロピー合金担持体[ユニチカ]

技術の特徴

- ハイエントロピー合金を担持した多孔材料（粉末）
- カーボン、ゼオライトなどに適用可能

用途

水素吸蔵合金、燃料電池用触媒電極、各種ガス用触媒



高表面積ハイエントロピー合金 (FeCoNiCuZn) のバルカンXC-72RのSEM-EDS (俯瞰像)

高表面積ハイエントロピー合金 (FeCoNiCuZn) のバルカンXC-72RのSEM-EDS

<https://www.unitika.co.jp/>

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

将来技術 研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

EN2512：環境・エネルギー領域

将来技術

■ナノスパーサー[TPR]

技術の特徴

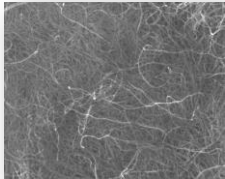
- 長尺CNTを機能性ナノ材料の凝集防止剤として使用
- 高導電性、低不純物濃度につき機能を損なわない
- 様々な混合/調整方法に対応

用途

白金触媒（PEFC用）、全固体電池、太陽電池



ナノスパーサー外観



ナノスパーサー単体SEM像

防止剤の溶媒種

非有機溶媒	水
アルコール	エタノール
	2-プロパノール
エステル	酢酸エステル
	酪酸エステル
ケトン	MEK
	MIBK
芳香族化合物	トルエン
	キシレン
脂肪族炭化水素	ナフテン

<https://www.tpr.co.jp/s/cnt/tech/>

EN2513：環境・エネルギー領域

将来技術

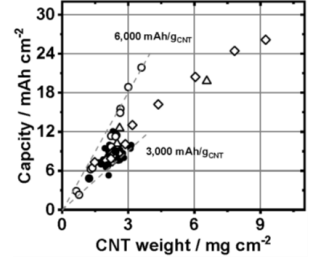
■Li空気電池空気極[日本ゼオン]

技術の特徴

- 単層カーボンナノチューブ（ZEONANO[®]SG101）による高強度、高空隙率、低抵抗な自立膜

用途

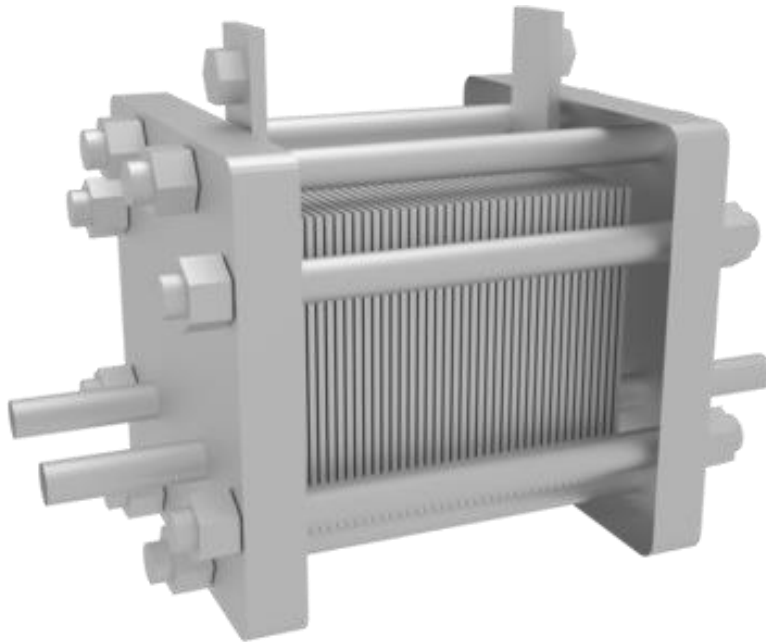
Li空気電池用空気極



種々のZEONANO[®]SG101製空気極の目付量と空気極面積当たりの比容量

特長	物性
大きな比表面積	~800m ² /g
大きな空隙率	目付量：1~3mg/cm ²
	膜厚：70~150μm
実用サイズ	□250mm

<https://www.zeon.co.jp/business/enterprise/nanotube/pdf/2022033102.pdf>



将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

5.4 蓄電池分野

EN2514：環境・エネルギー領域 現行技術

■Liイオン電池正負極用導電助剤 (VGCF-H) [レゾナック]

技術の特徴

- 黒鉛化による高導電性かつ高純度の気相法炭素繊維
- 入出力特性、サイクル特性、急速充電性能など各種電池特性が向上

用途

電池用導電助剤



SEM像

代表特性

項目	代表値 (非保証値)
繊維径 [nm]	150
繊維長 [μm]	4
比表面積 [m ² /g]	15
嵩密度 [g/m ³]	0.08
圧密比抵抗値 [Ω・cm]	0.017
(002)面間隔CO [nm]	0.678
水分 [%]	0.05
炭素含有率 [%]	>99.99

※ 「VGCF」は日本国、中華人民共和国、台湾、大韓民国、アメリカ合衆国における株式会社レゾナックの登録商標である。

<https://www.resonac.com/jp/products/lithiumionbattery-sliding/battery/74/1327.html>

EN2515：環境・エネルギー領域 現行技術

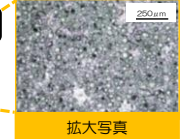
■ゴム電池 (電解質含有ゴム) [中谷産業]

技術の特徴

- 電解液を保持させた多孔質物質をゴム素材に分散させるコア技術を利用【特許7530069号】
- 水分を常時保持可能な潮解性材料を含侵
- ナノカーボン材料の配合設計と分散
- マイクロセル構築による超微小電池集合体の形成と最適配置【特許6466014号】

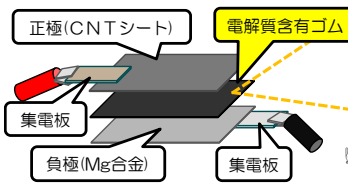
用途

傾斜崩落センサー、熱感応センサー




拡大写真

ゴム電池の機能【特許7385203号】



円筒形ゴム電池



どんな形状・サイズでも約1V程度出力

ゴム材料の選択次第で幅広い特性及びフレキシブルな形状が可能に！

細断

<https://nakatanisangyou.com/>

EN2516：環境・エネルギー領域 現行技術

■分散剤不使用高分散CSCNT分散体 [GSIクレオス]

技術の特徴

- 分散剤を用いないため、各種機能低下を回避することによるCNT本来の優れた性能を発現可能
- 高充填でも粘度上昇が小さいため、高濃度化が可能

用途

リチウムイオン二次電池、塗料材料、コーティング剤



一般的なMWCNT※1/水分散体 CSCNT※2/水分散体

※1 MWCNT：多層カーボンナノチューブ
 ※2 CSCNT：カップ積層型カーボンナノチューブ

<https://www.gsi.co.jp/ja/business/technology/product02/product02-1.html>



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

5.5 節電技術分野

EN2517：環境・エネルギー領域

現行技術

■光デバイス用蛍光体[三菱ケミカル]

技術の特徴

- 紫外線や可視光など、外部からの光エネルギーを吸収し、光に変換する材料
- 半世紀以上にわたる蛍光体開発・製造経験を持ち、その過程で培った卓越した蛍光体製造技術により各種の赤色・黄色・緑色・青色蛍光体を提供

用途

高輝度白色LED、液晶バックライト、照明装置



高輝度白色LED用窒化物蛍光体

https://www.m-chemical.co.jp/products/departments/mcc/ledmat/product/1202974_7352.html

EN2518：環境・エネルギー領域

現行技術

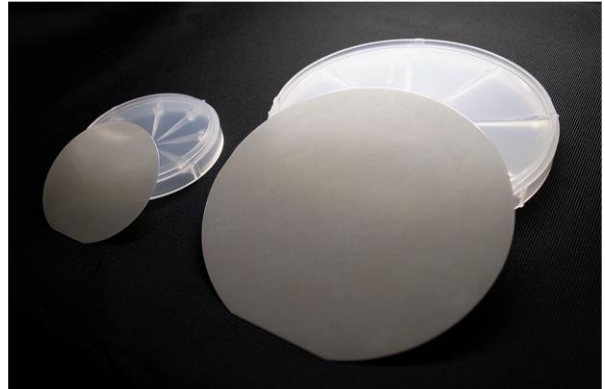
■窒化ガリウム基板[三菱ケミカル]

技術の特徴

- HVPE法エピタキシャル成長技術と化合物半導体加工技術による高品質単結晶基板
- 均一かつ高品位な結晶性と表面品質の実現

用途

青色・緑色レーザーダイオード基板、高周波デバイス、パワーデバイス



窒化ガリウム単結晶基板

https://www.m-chemical.co.jp/products/departments/mcc/nes/product/1200584_9018.html



現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

5.6 環境・エネルギー領域に関するQRコード

ID	ナノテック具体例	会社・団体名	QR
EN2501	工業材料用フラーレン	フロンティアカーボン	
EN2502	色素増感太陽電池 (DSSC)	リコー	
EN2503	インクジェット印刷ペロブスカイト太陽電池	リコー	
EN2504	有機エレクトロニクス用高分子材料	GS I クレオス	
EN2505	有機薄膜太陽電池 (OPV)	GS I クレオス	
EN2506	熱電発電モジュール	TPR	
EN2507	熱電変換モジュール	日本ゼオン	
EN2508	フレキシブル CNT 熱電変換モジュール	東海理化	
EN2509	燃料電池電極用白金担持 (CSCNT)	GS I クレオス	
EN2510	高表面積ハイエントロピー合金	ユニチカ	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

ID	ナノテック具体例	会社・団体名	QR
EN2511	ハイエントロピー合金担持体	ユニチカ	
EN2512	ナノスパーサー	TPR	
EN2513	Li空気電池空気極	日本ゼオン	
EN2514	Liイオン電池正負極用導電助剤 (VGCF-H)	レゾナック	
EN2515	ゴム電池 (電解質含有ゴム)	中谷産業	
EN2516	分散剤不使用高分散CSCNT分散体	GS クレオス	
EN2517	光デバイス用蛍光体	三菱ケミカル	
EN2518	窒化ガリウム基板	三菱ケミカル	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

6. 計測・評価領域のナノテク具体例

6.1 測定・観察分野

AN2501：計測・評価領域 現行技術

■ナノ材料物性測定装置 [マルバーン・バナリティカル(スペクトリス)]

技術の特徴

- 簡単にナノ粒子の大きさが測定可能
- 粒子の表面電荷を推測（ゼータ電位）
- ナノ粒子の個数濃度が計測可能
↳ ラベルフリー、検量線不要

用途

自動車材料、電池材料、建材、インク、高分子材料、機能性食品、医薬品など




粒子トラッキング解析装置
NanoSight Pro
NTA Concentration

粒子径・ゼータ電位・分子量測定装置
ゼータサイザーアドバンスシリーズ
Multi-Angle DLS concentration

2機種を用いることで、幅広い領域でナノ粒子の粒子濃度測定が可能

<https://www.malvernpanalytical.com/jp/products/category/particle-size-analyzers>

AN2502：計測・評価領域 現行技術

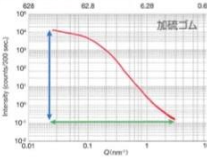

■小角X線散乱測定装置・ナノ構造推定技術[リガク]

技術の特徴

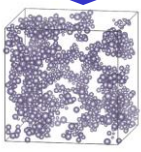
- 小角X線散乱法は、非破壊・非侵襲で原子・分子から μm までの幅広い構造情報を取得可能な分析手法
- 高精度な小角X線散乱データをもとにした3D構造モデルを推定する技術
- 3D構造モデルから様々な構造特徴量を得ることが可能

用途

ナノ粒子、高分子材料、触媒、電池関連材料、タンパク質

高精度小角X線散乱データ



加硫ゴム中フィラーの3D構造モデル

全自動多目的X線回折装置
SmartLab

構造特徴量解析

- ・ 孔径分布
- ・ 配位数解析
- ・ 連結性
- ・ トポロジー解析
- ・ その他

<https://japan.rigaku.com/ja/products/saxs/nanopix?index=1>

AN2503：計測・評価領域 現行技術


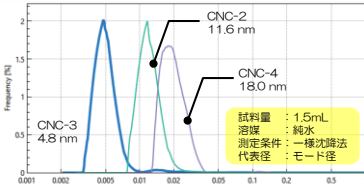
■遠心式ナノ粒子解析装置 (Partica CENTRIFUGE) [堀場製作所]

技術の特徴

- 粒子径ごとに分級して検出するため、高分解能で再現性良く測定
- 原液から希釈試料まで精密な粒子径分布測定を実現
- ワイドレンジで高分解能のため、わずかな異物や凝集も見逃さない

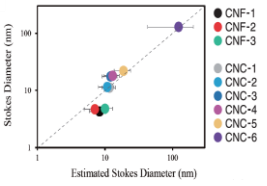
用途

ナノ材料、半導体CMPスラリー、エネルギー、顔料

ナノセルロースの粒子径解析・繊維径評価

- ▶ ナノサイズの繊維状試料の大きさを分析可能
- ▶ AFMで計測した繊維径に相関性のある測定結果を得られた



● CNC-1
● CNC-2
● CNC-3
● CNC-4
● CNC-5
● CNC-6

※ 各測定は、「堀場製作所一産総研ナノ粒子計測連携研究所」にて実施

<https://x.gd/yE6ze>



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

AN2504：計測・評価領域

現行技術

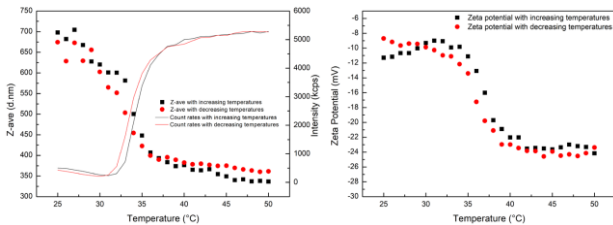
■粒子径・ゼータ電位・分子量測定 (BeNano) [三洋貿易]

技術の特徴

- DLS, ELS, SLSの3つの測定原理を用い、1台で粒子径・ゼータ電位・分子量を測定可能
- 測定範囲：0.3nm~15 μ m、最小試料量：3 μ L

用途

化学工学、製薬、食品、インク・顔料、ライフサイエンス



32℃以上で脱水和して凝集するポリマーPNIPAMの測定結果
左図：粒子径測定例、右図：ゼータ電位測定例

<https://www.sanyo-si.com/products/detail/benano-series/>

AN2505：計測・評価領域

現行技術

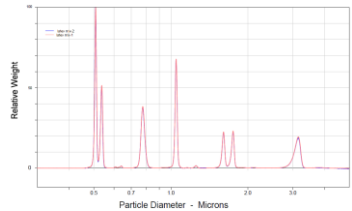
■粒子径分布測定 (DC2400UHR) [三洋貿易]

技術の特徴

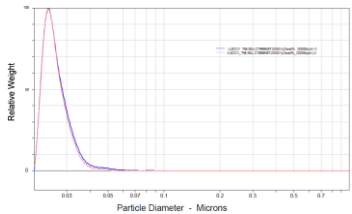
- ナノからサブミクロンの粒子径分布を正確かつ高分解能に測定が可能
- 分級後に計測する頻度別沈降法を採用

用途

インク・顔料、
研磨剤、
CMPシリカ、
ポリマーラテックス、
ライフサイエンス



粒子径の異なる7種類の
PSL混合粒子径測定例



ナノシリカ粒子径測定例

<https://www.sanyo-si.com/products/detail/cps-disc-centrifuge>

AN2506：計測・評価領域

現行技術

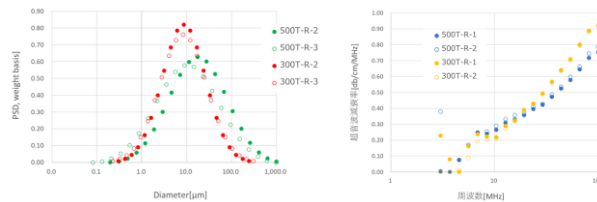
■黒色・高濃度・原液粒子径測定 (DT-1210) [三洋貿易]

技術の特徴

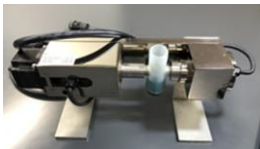
- 超音波を利用して、黒色、高濃度、高粘度のスラリーを希釈せずに原液で粒子径分布を測定可能
- アスペクト比の高いMWCNTのスラリーの粒子径分布も再現性良く測定可能

用途

電池、コンデンサー、無機材料、セラミック、CMP、インク



2種のMWCNTの粒子径分布測定例



DT-1210



ディスポセル

<https://www.sanyo-si.com/products/detail/dt1202-dt-310-dt-300/>

AN2507：計測・評価領域

現行技術

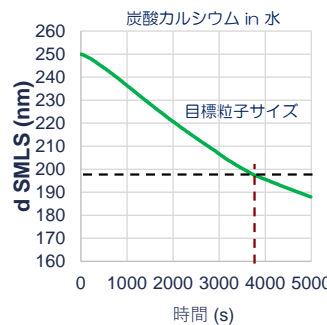
■分散性・分散安定性評価 (TURBISCAN DNS) [三洋貿易]

技術の特徴

- マルチ光散乱技術により低濃度から高濃度試料の分散性や分散安定性の評価が可能
- ポンプ循環によるオンライン分散評価や自動攪拌機能で再分散性評価を可能

用途

化学工学、製薬、食品、
インク・顔料、
ライフサイエンス



炭酸カルシウム in 水
目標粒子サイズ
粉砕過程のリアルタイム分散評価例



チューブポンプで粉砕機より
分散液を自動採取

<https://www.sanyo-si.com/products/detail/turbiscan-dns/>

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

AN2508：計測・評価領域 現行技術

■集束イオンビーム加工観察装置 (FIB) [日本電子]

技術の特徴

- 試料作製およびSEM観察に最適なマルチパーパス FIB-SEMとして多くの機能を新たに開発
- 原子分解能S/TEMの性能を引き出すために必要となるTEM試料作製向けのソリューションを提供

用途

試料作製、分析・観察
 適用事例
 半導体、電池材料、金属材料、高分子、パイロ



JIB-PS500i



試料ブロック

加工終点を見逃さないコントラストの良い鮮明な像を取得可能



最良のTEM試料作成向けの好適な像の取得が可能

5nmFinFET型トランジスタのSE像およびBSE像

<https://www.jeol.co.jp/products/scientific/fib/JIB-PS500i.html>

AN2509：計測・評価領域 現行技術


■走査型プローブ顕微鏡[島津製作所]

技術の特徴

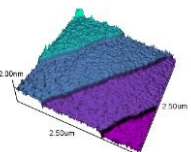
- レーザーの光軸調整と観察中の条件設定を自動化
- 観察と物性マッピングに要する時間を大幅に短縮
- 光学顕微鏡による観察標本対象の捕捉が容易

用途

ナノマテリアル観察・物性評価
 評価対象
 電池、半導体、高分子、生体

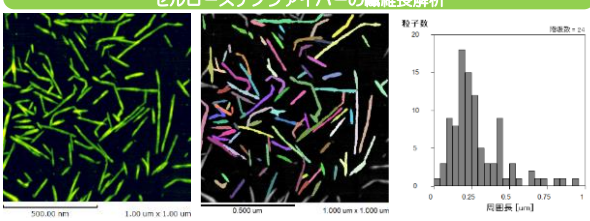


走査型プローブ顕微鏡 (SPM-Nanoa)



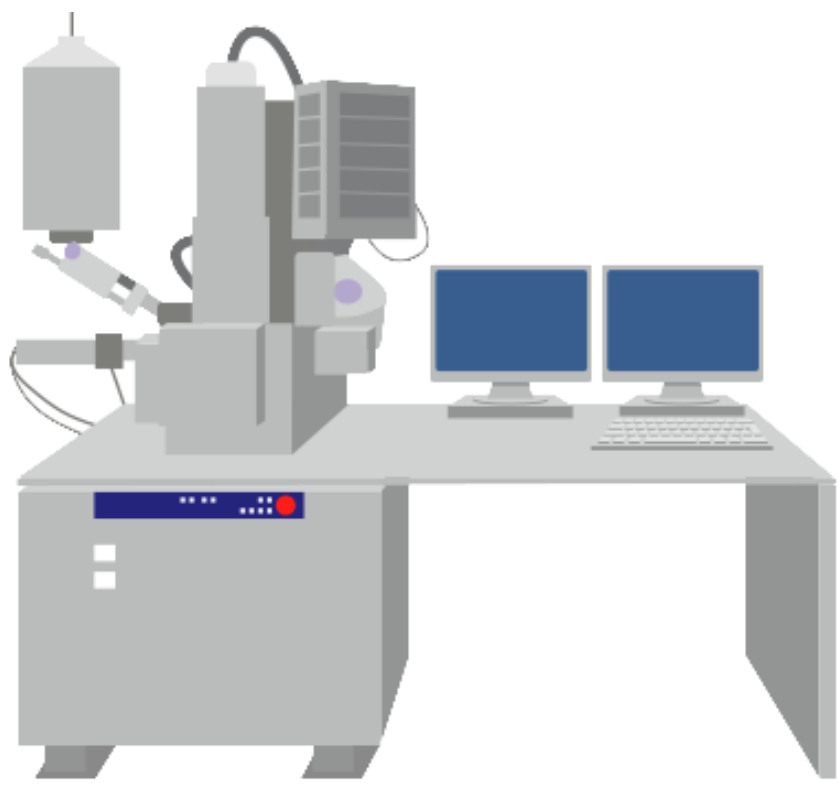
TiO₂の原子ステップ観察

セルロースナノファイバーの繊維長解析



高さ像 繊維の抽出 繊維長分布相当のヒストグラム

<https://www.an.shimadzu.co.jp/products/surface-analysis/high-resolution-scanning-probe-microscope/spm-nanoa/index.html>



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

AN2510：計測・評価領域

将来技術

■ 蛍光プローブと機械学習を用いた液体センシング技術
[コニカミノルタ]

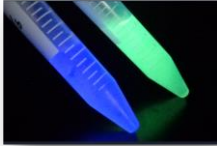
技術の特徴

- 検体と多種多様な蛍光プローブとの相互作用で生じる蛍光発光データを取得
- 機械学習と組み合わせて異常検知や状態の予測を行う技術

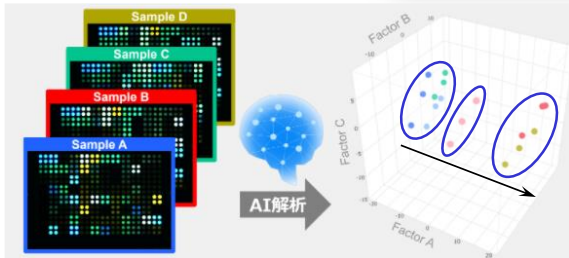
用途

材料品質評価や状態の予測、劣化具合の予測

適用先事例：分散体、コーティング液、化粧品、バイオ系材料



蛍光プローブ



検体と反応させた
蛍光プローブ画像

状態の分類結果
→は劣化方向

https://research.konicaminolta.com/jp/technology/tech_details/flairs_tech/

AN2511：計測・評価領域

将来技術

■ 遺伝子医療を革新する生体分子シーケンサー
[H.U.グループ中央研究所(大阪大学)]

技術の特徴

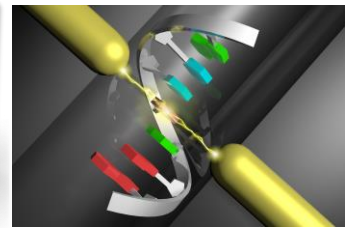
- 1分子を流れるトンネル電流の計測技術をAIにて融合
- DNA・RNAの塩基配列とその化学修飾、ペプチドのアミノ酸配列とその化学修飾を、同じプラットフォームで、低コスト・高スループットに解読

用途

遺伝子検査、核酸創薬、ペプチド創薬

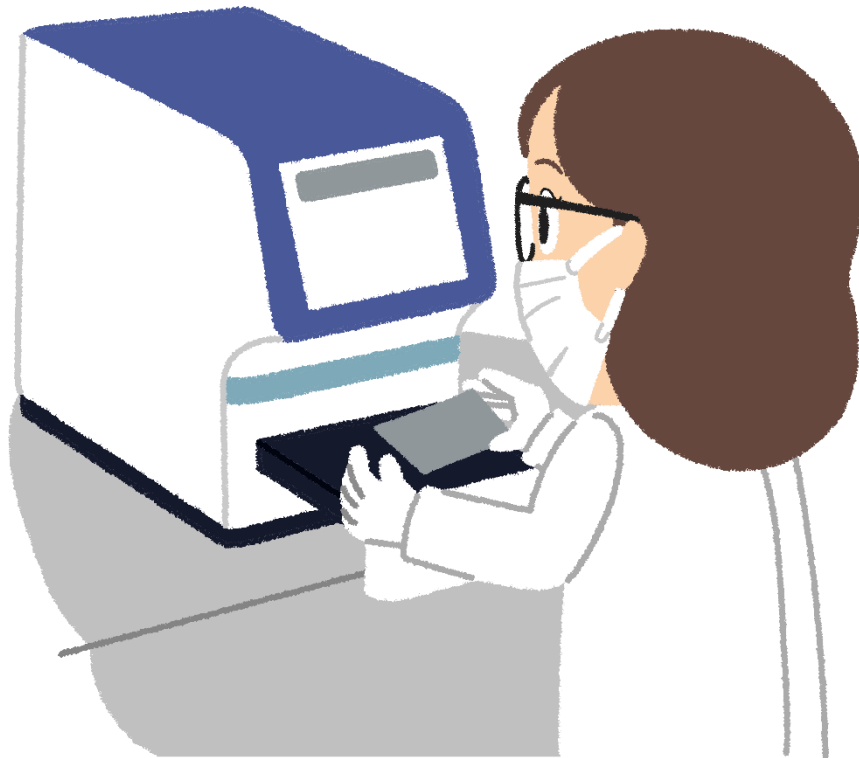


プロトタイプ
生体分子シーケンサー



生体分子シーケンサーの原理

<http://www.bionano.sanken.osaka-u.ac.jp/>



将来技術

研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

6.2 評価分野

AN2512：計測・評価領域 現行技術

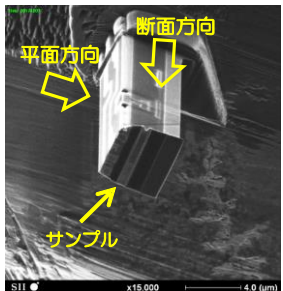
■微小部の多角的分析・微細加工
[セイコーフューチャークリエーション]

技術の特徴

- 無機材料、半導体材料の集束イオンビーム（FIB）微細加工技術を駆使した異常箇所（分析対象部）の追込み
- SEM,TEMによる微細構造の組織、組成分析
- FIB微細加工技術は削る（エッチング）、付けること（デポジション）ができ、センサー試作にも利用可能

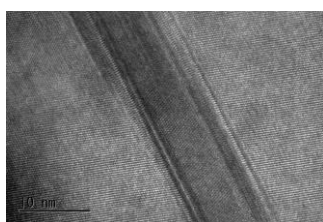
用途

加工プロセス現状把握、課題原因究明
 適用先事例：半導体、電子部品、自動車、時計



SEM x15,000 4.0 (μm)

集束イオンビーム（FIB）による3次元加工



透過電子顕微鏡（TEM）での詳細分析のための異常箇所発見

透過電子顕微鏡（TEM）観察例（GaAs基板に発生した格子欠陥）

<https://www.seiko-sfc.co.jp/>

AN2513：計測・評価領域 現行技術

■圧縮空気等流体の清浄度調査[分析センター]

技術の特徴

- JIS B 8392（ISO8573）に準じた試験・計測（ナノ～マイクロ単位）による流体清浄度の数値化
- HACCPのSSOP（衛生標準作業手順）を含む品質管理の定期検査

用途

流体（圧縮空気、窒素など）品質管理
 適用先事例（半導体、医薬品、食品、自動車）



粒子計測 風景



露点計測 風景



微生物サンプリング風景



培養した培地（7個/m³細菌検出例）

https://www.analysis.co.jp/service/environment/s/compressed_air_cleanliness.html






現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

6.3 計測・評価領域に関するQRコード

ID	ナノテク具体例	会社・団体名	QR
AN2501	ナノ材料物性測定装置	マルバーン・パナリティカル (スペクトリス)	
AN2502	小角X線散乱測定装置・ナノ構造推定技術	リガク	
AN2503	遠心式ナノ粒子解析装置 (Partica CENTRIFUGE)	堀場製作所	
AN2504	粒子径・ゼータ電位・分子量測定 (BeNano)	三洋貿易	
AN2505	粒子径分布測定 (DC24000UHR)	三洋貿易	
AN2506	黒色・高濃度・原液粒子径測定 (DT-1210)	三洋貿易	
AN2507	分散性・分散安定性評価 (TURBISCAN DNS)	三洋貿易	
AN2508	集束イオンビーム加工観察装置 (FIB)	日本電子	
AN2509	走査型プローブ顕微鏡	島津製作所	
AN2510	機械学習を用いた液体センシング技術	コニカミノルタ	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

ID	ナノテク具体例	会社・団体名	QR
AN2511	遺伝子医療を革新する生体分子シークエンサー	H.U.グループ中央研究所 (大阪大学)	
AN2512	微小部の多角的分析・微細加工	セイコーフューチャー クリエーション	
AN2513	圧縮空気等流体の清浄度調査	分析センター	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

7. 情報科学技術領域のナノテク具体例

7.1 MI分野

CN2501：情報科学技術領域 **将来技術**

■マテリアルズインフォマティクスプラットフォーム[日本電気]

技術の特徴

- コンビナトリアル型実験・計算技術によるハイスループトットデータ収集
- 自然言語処理モデルによる文献データ抽出・活用技術
- 各種最適化技術を活用した自律材料設計MI技術

用途

材料開発加速支援ツール・サービス

<https://jpn.nec.com/rd/>

CN2502：情報科学技術領域 **現行技術**

■デバイス界面接着層のAI活用による材料探索 (化合物探索AI技術) [日立ハイテク/日立製作所]

技術の特徴

- デバイス界面の強度を高める接着層材料を、ユーザーがデータを準備することなく、公開データを基に探索
- 独自データベースから特許出願のない接着層材料も導出

用途

金属接着層、有機接着剤、生体分子吸着材の探索

デバイスの界面破壊を防止する材料探索の事例

探索したい材料：白金(Pt)とシリカ(SiO₂)の両方に強く接着する金属

出力された金属：Ti、Cr、Co、Y⇒今回はコスト等の観点からTiを選択

シミュレーション・実験による確認

PtとSiO₂剥離強度の解析と実験比較

デバイスでの効果検証

SO₂にPt膜を直接形成【剥離発生】
SO₂とPt膜の間にTi介入の場合【剥離無し】
Pt膜を形成したSiO₂基板の上の剥離の有無

<https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/products/ict-solution/randd/ci/about.html>

CN2503：電子機器・製造技術領域 **現行技術**

■複合材料のAI活用による添加剤探索 (化合物探索AI技術) [日立ハイテク/日立製作所]

技術の特徴

- 複合材料を高機能化させる添加剤を、1億以上の公開データからAI分析にて効率的に探索
- 独自データベースから特許出願のない添加剤も導出

用途

複合材料・蓄電池材料の添加剤探索、薬剤の探索

バイオマス材料(ポリ乳酸)の添加剤を探索する事例

探索したい材料：ポリ乳酸の強度と生分解性を両立させた添加剤

強度と生分解を加速する加水分解の指標(吸水率)をCI分析

探索された添加剤：アジピン酸、ジチオジプロピオン酸

実験による効果検証

シミュレーションによる確認

添加剤の効果：分子配列の規則化・分子間力の増大と水拡散経路の確保

ポリ乳酸単体
ジチオジプロピオン酸とポリ乳酸との界面
アジピン酸とポリ乳酸との界面

<https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/products/ict-solution/randd/ci/about.html>

CN2504：情報科学技術領域 **現行技術**

■分子シミュレーションとマテリアルズ・インフォマティクスを組合せたバイオ材料界面の高強度化技術[日立製作所]

技術の特徴

- DNAやペプチド等の生体材料との界面接着強度が高いセラミックスや金属を選定可能
- 樹脂の種類ごとに接着しやすいペプチド配列を特定可能

用途

樹脂表面を生体適合化するペプチド被覆、インプラント材

DNAと強接着するセラミックスを探索する事例

DNAとの接着力 (kJ/mol)

DNAとの接着力を最大化する格子定数をもつセラミックスの決定と界面構造

DNA安定化剤の重要因子

DNAとの接着強度支配因子の特定(直交表)

DNAとの接着強度最大化の格子定数

ZrO₂/CaO/HfO₂の積層でDNAの格子間隙(0.340 nm)に調整
ZrO₂の六員環の中央にDNAの酸素(大球)がのぞき込める整合界面



横から見た図
下から見た拡大図

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsms/69/2/69_149/_pdf-char/ja

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

将来技術 研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

7.2 情報科学技術領域に関するQRコード

ID	ナノテク具体例	会社・団体名	QR
CN2501	マテリアルズインフォマティクスプラットフォーム	日本電気	
CN2502	デバイス界面接着層のAI活用による材料探索 (化合物探索AI技術)	日立ハイテク 日立製作所	
CN2503	複合材料のAI活用による添加剤探索 (化合物探索AI技術)	日立ハイテク 日立製作所	
CN2504	分子シミュレーションと マテリアルズ・インフォマティクスを組合せた バイオ材料界面の高強度化技術	日立製作所	

※ QRコードの読み取り方

読み取りたいQRコード以外の箇所は、白紙などで覆い隠してからスキャンしてください。

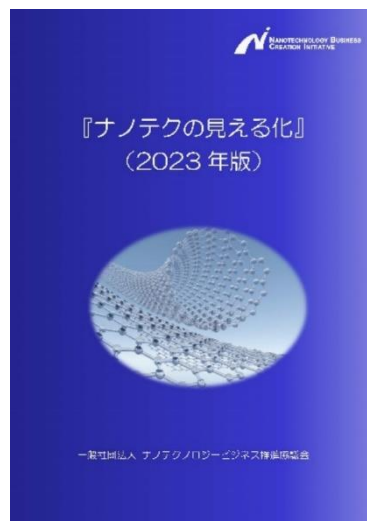
《ナノテクの見える化活動の変遷》

過去のトピックスと調査テーマ・領域の実績一覧

活動年	トピックス	テーマ・領域 ※
2010年	ナノテク応用製品調査の一環で、ナノテクを見える化するための調査を実施	調査テーマ：暮らしの中のナノテク解剖 住宅とナノテク領域（12件）
2011年	ビジネス戦略ロードマップの作成に代わる活動として、本格的にナノテクの見える化活動を開始	調査テーマ：家 省エネルギー領域（9件）、蓄エネルギー領域（5件）、快適領域（8件）、地球環境にやさしい領域（4件）、安心安全領域（2件）
2012年		調査テーマ：スマートシティ 家領域（25件）、エネルギーと水領域（28件）、自動車領域（25件）
2013年	過去のビジネス戦略ロードマップとの対比を実施	調査テーマ：スマートシティ スマートハウス領域（26件）、エネルギーと水領域（33件）
2014年		スマートハウス領域（31件）、社会インフラ領域（23件）、自動車領域（25件）
2015年	展示会出展パネルの印刷版を作成し、配布を開始	スマートライフ領域（31件）、社会インフラ領域（27件）、自動車領域（20件）
2016年		スマートライフ領域（31件）、社会インフラ領域（17件）、自動車領域（20件）
2017年		スマートライフ領域（25件）、社会インフラ領域（20件）、自動車領域（15件）
2018年		スマートライフ領域（25件）、社会インフラ領域（15件）、自動車領域（12件）
2019年		環境エネルギー領域（12件）、エレクトロニクス・製造技術領域（12件）、スマートライフ領域（7件）、社会インフラ領域（11件）、自動車領域（9件）
2020年		環境エネルギー領域（17件）、エレクトロニクス・製造技術領域（20件）、社会インフラ・暮らし領域（14件）、自動車領域（8件）
2021年		環境エネルギー領域（17件）、エレクトロニクス・製造技術領域（22件）、社会インフラ・暮らし領域（12件）、自動車領域（7件）
2022年	計測・評価関連領域の調査を開始	環境エネルギー領域（17件）、エレクトロニクス・製造技術領域（17件）、計測・評価・分析領域（10件）、社会インフラ・暮らし領域（10件）、自動車領域（8件）
2023年	無線綴じ冊子版を限定部数作成し、展示会来場者に配布開始	電子機器・製造技術領域（25件）、計測・評価領域（13件）、社会インフラ・モビリティ・生活領域（13件）、環境・エネルギー領域（17件）、
2024年	情報科学技術領域の調査を拡充 無線綴じ冊子版のコンテンツ視認性を改善	電子機器・製造技術領域（17件）、社会インフラ・生活領域（16件）、環境・エネルギー領域（23件）、計測・評価領域（11件）、情報科学技術領域（4件）

※（XX件）は、調査対象領域に関する会員からの情報提供件数を示している。

■ 過去に発行された冊子版の表紙





- ※ 本稿に記載されている会社名、団体名、商品名、製品名などは、各企業や団体の登録商標、または商標です。なお、技術情報の提供元企業や団体からの指示がない限り、®や™マークを必ずしも明記しておりません。
- ※ 本稿掲載の技術を利用することで生じる結果について、ナノテクノロジービジネス推進協議会では、一切の責任を負いかねますのでご了承ください。
- ※ 本稿掲載の技術に関する詳細は、掲載の各企業や団体にお問い合わせください。
- ※ 本稿の一部または全部を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

◇ 発行

一般社団法人 ナノテクノロジービジネス推進協議会

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-8-11 東京 YWCA 会館 3 階

Tel : 03-3518-9811 URL : <https://www.nbci.jp/>