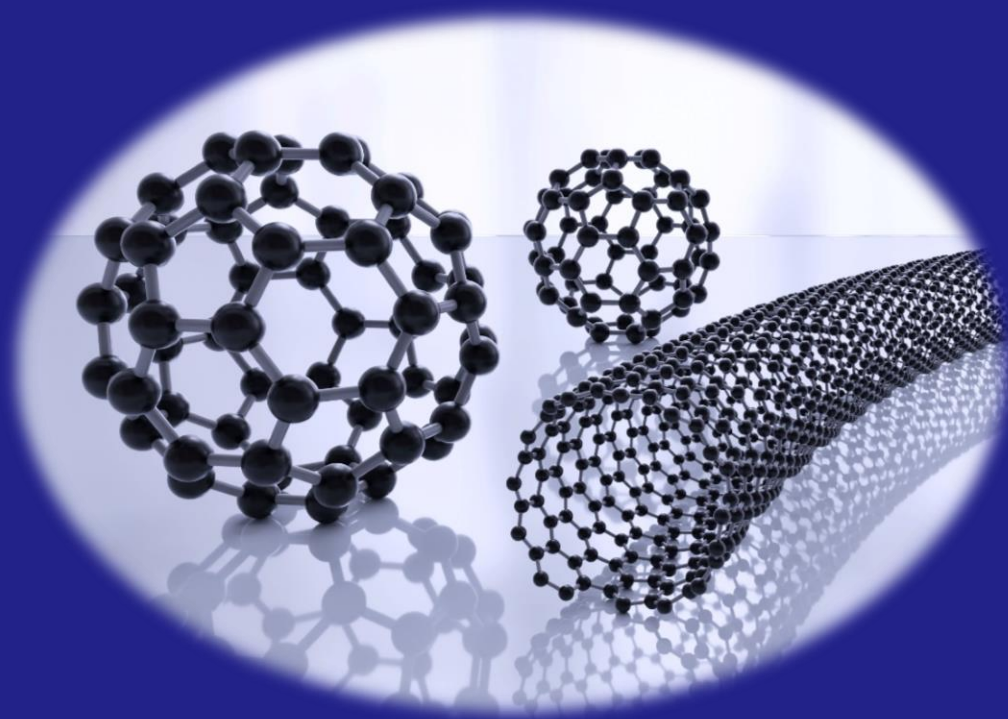


『ナノテクの見える化』 (2024 年版)



■ 表紙挿絵説明

ナノテクノロジーを代表する素材である炭素の同素体として知られるフラーレンとカーボンナノチューブの分子モデルである。挿絵の左側2つのサッカーボール状の閉殻空洞状の炭素原子構造のものがフラーレンである。さらに右側に見える筒状の六員環炭素原子ネットワークがカーボンナノチューブである。

双方それぞれが特異的な性質を有する炭素分子であることから、将来の新素材として期待されている。

フラーレン C_{60} は、建築家 Richard Buckminster Fuller 氏の建造物である Geodesic Dome に分子構造が似ていることから同氏の名前から名づけられている。さらに、同分子は Harold Kroto、Richard Smalley、Robert Curl らによるフラーレン C_{60} 発見の功績により、1996年にノーベル化学賞が与えられている。

後者のカーボンナノチューブは、1991年に日本の飯島澄男によって発見された炭素分子であり、同氏は当協議会のアドバイザーボードを務めている。

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縁の下の基盤技術となっている。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ファブリケーション技術、それらを支える分析評価技術、機械学習や AI（人工知能）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ている。日々発展する研究開発を通して、実社会でも身近な日用品から工業製品に至るまで広く活用され、地球上から宇宙空間にまでその利用が広がっている。具体的な適用先には、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、リチウムイオン二次電池、太陽電池、風力発電、生産設備、人工衛星やロケットなど広範に及んでいる。

当協議会では、ナノテク業界の技術動向を俯瞰して理解するための『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実施しており、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、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。2011 年開始以来より 2024 年で 14 年目となる活動となっている。

2024 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 40 社より技術情報の提供を頂いた。

本稿では、「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 つのナノテク活用領域に分類し、個別の技術を紹介する。領域別コンテンツ件数の内訳は、「電子材料・製造技術領域」：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、「情報科学領域」：4 件、合計：71 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各会員に対して厚くお礼申し上げたい。また、2003 年に発足した当協議会は 20 年余りが経過する中で、新たな時代を切り開く未来への研究開発・事業化の糧として、本稿が多くの方々にとってナノテクの果たす役割への理解の助けになることを願っている。

2024 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
事務局一同

（代表編纂者 事務局次長 澤田篤昌）

技術情報提供会員

(五十音順)

I-PEX 株式会社	テイカ株式会社
株式会社 ADEKA	株式会社デンソー
AGC セラミックス株式会社	東レ株式会社
FCM 株式会社	ニッタ株式会社
株式会社大阪ソーダ	日本電気株式会社
国立大学法人大阪大学	日本ゼオン株式会社
関東電化工業株式会社	日本電子株式会社
楠本化成株式会社	株式会社日立製作所
株式会社栗本鐵工所	株式会社日立ハイテク
三洋貿易株式会社	株式会社フジクラ
株式会社 GSI クレオス	富士通株式会社
株式会社島津製作所	フロンティアカーボン株式会社
清水建設株式会社	株式会社堀場製作所
株式会社スギノマシン	三菱ケミカル株式会社
スペクトリス株式会社	三菱電機株式会社
住友電気工業株式会社	株式会社 UBE 科学分析センター
セイコーフューチャークリエーション株式会社	ユニチカ株式会社
ダイキンファインテック株式会社	株式会社リガク
DIC 株式会社	株式会社リコー
TPR 株式会社	株式会社レゾナック

合計 40 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.....	14
3.3 製造技術分野.....	15
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.....	21

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	23
4.6	娯楽分野	23
4.7	美容・健康分野	24
4.8	社会インフラ・生活領域に関するQRコード	25
5.	環境・エネルギー領域のナノテク具体例	27
5.1	太陽光発電分野	28
5.2	熱電発電分野	30
5.3	風力発電分野	30
5.4	燃料電池分野	31
5.5	電力送電分野	32
5.6	蓄電池分野	32
5.7	節電技術分野	34
5.8	環境・エネルギー領域に関するQRコード	35
6.	計測・評価領域のナノテク具体例	37
6.1	測定・観察分野	38
6.2	評価分野	41
6.3	計測・評価領域に関するQRコード	42
7.	情報科学技術領域のナノテク具体例	43
7.1	MI 分野	44
7.2	情報科学技術領域に関するQRコード	45

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。

2024 年における『ナノテクの見える化』活動では、「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、タブレットなどの携帯端末に代表される近年の電子機器には、様々な電子材料が用いられており、それらを製造・加工するための製造技術も多岐にわたる。

そこで、電子材料・製造技術領域におけるナノテク分布について、「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としての機能性原材料は、主に炭素や金属から成る粉末状微粒子のものが多く、加えてそれらを液状に分散したものもある。世の中には、様々なナノサイズの粒子や分散液が開発されており、その利用形態も材料単体のもつ物性利用に止まらず、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用いられているものもある。

電子機器に直接的な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の多種多様な機能性を有するものが日々開発されている。代表的な機能特性の事例には、導電性や絶縁性などの電気特性、反射防止などの光学特性、放熱性や遮熱性などの熱特性、耐落下衝撃性などの機械特性、電磁波遮断特性、延伸性や流動性などの成形加工性など様々なものがあり、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、機能性原材料である粉末微粒子の製造装置、産業のコメと称される半導体配線形成に用いられる微細加工関連技術、近年目覚ましい発展を遂げている3次元加工技術なども挙げられる。

電子機器の多くは、ナノテクを集積することで製品開発や製造が成り立っていると言っても過言ではない状況にある。



MN24XX：電子材料・製造技術領域のナノテク適用事例 | D

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、縁の下の技術としてナノテクが関与している。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」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は欠かすことのでき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であり、ナノテクである高分子膜が支えている。目的に応じた様々な有害成分を除去した高い品質の水の生産にナノテクが貢献しており、半導体などの工業品を生産する工場の中でも綺麗な水は多用されている。他にも、工場の中では配管の防錆や静電気対策などのために、機能素材としてナノテクが用いられている。燃料貯蔵の分野では、近年注目されている温暖化抑制に向けた水素燃料の活用に向けた、水素燃料貯蔵にもナノテク部材が活用されている。身近なナノテク活用事例として、炭素繊維やCNTを複合化させたコンポジット材料が、その軽量かつ高強度である特性を生かし、航空機、自動車や自転車などのモビリティの構造材に応用されてきている。近年課題として取り上げられている橋梁などの社会インフラ施設の保全に、ナノテクの利用が期待されている。グラフェンなどのナノテク素材や微細加工プロセスを多用した赤外センサは、亀裂伸展などの監視に役立つとされている。

ところで、より身近な家庭生活の空間の中にもナノテクは応用されてきている。娯楽の分野では、近年注目を集めるメタバース（仮想現実）においては、感触を得るセンシング技術への応用が期待されるナノ粒子が開発されている。また、健康志向の高まりや長寿社会において、美容や健康の分野への関心は高まっており、ナノテクがその支えになりつつある。化粧品やヘルスケアの面では、無機成分のナノ加工や表面処理技術を用いて日焼け止めや肌の彩度向上、質感の調整などに応用されている。ナノテクは、我々の生活の中にも確実に浸透してきている。



SN24XX：社会インフラ・生活領域のナノテク適用事例 I D

2.3 環境・エネルギー領域

我々の生活が将来にわたり持続可能であることは、人類共通の願いである。そのため、地球環境に配慮しながらエネルギーの課題に向き合う必要があり、ナノテクの果たす役割は大きい。

本稿では、自然エネルギーを用いた「太陽光発電」、「熱電発電」、「風力発電」に加えて、温暖化抑制に向けた電力生産技術である「燃料電池」、電力を変電施設や家庭に届ける「電力送電」、電力を蓄える「蓄電池」、電力の効率的利用のための「節電技術」の7つに分けて整理した。

太陽光発電技術は近年の環境問題への関心の高まりから、系統から宅内に至る様々な用途の太陽電池が開発されている。中でも軽量化、透明化した有機薄膜太陽電池、さらに発電効率がシリコン系太陽電池に近いペロブスカイト型太陽電池への期待は大きい。熱電発電技術は、地熱を用いたボイラー式発電に加え、工場配管などの未利用廃熱を用いた発電モジュールも開発されており、物体の温度差を電圧に変換する現象（ゼーベック効果）により発電する。風力発電技術は、いかに効率的な風を捉えるかで発電効率が変わるため、発電翼（ブレード）の表面構造の加工制御や車軸への負荷軽減に必要な素材軽量化が鍵となっている。自然エネルギーによる発電は、発電効率が気象に依存した不安定なものである。そこで、温室効果ガスの排出を抑えた水素などを燃料にした環境配慮型電力源として、燃料電池が期待されている。ここで、発電した電力を送り届ける送電技術にも注目したい。導体の電気抵抗を極限まで抑えた超電導線材の開発は、従来よりも少ない発電コストで無駄なく必要電力を送電することに寄与する。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知られ、特に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利用には、節電技術も重要である。近年では、消費電力を抑えたLEDもその一例であり、発光効率の高い蛍光材料にもナノテクが生かされている。



EN24XX：環境・エネルギー領域のナノテク適用事例 | D

2.4 計測・評価領域

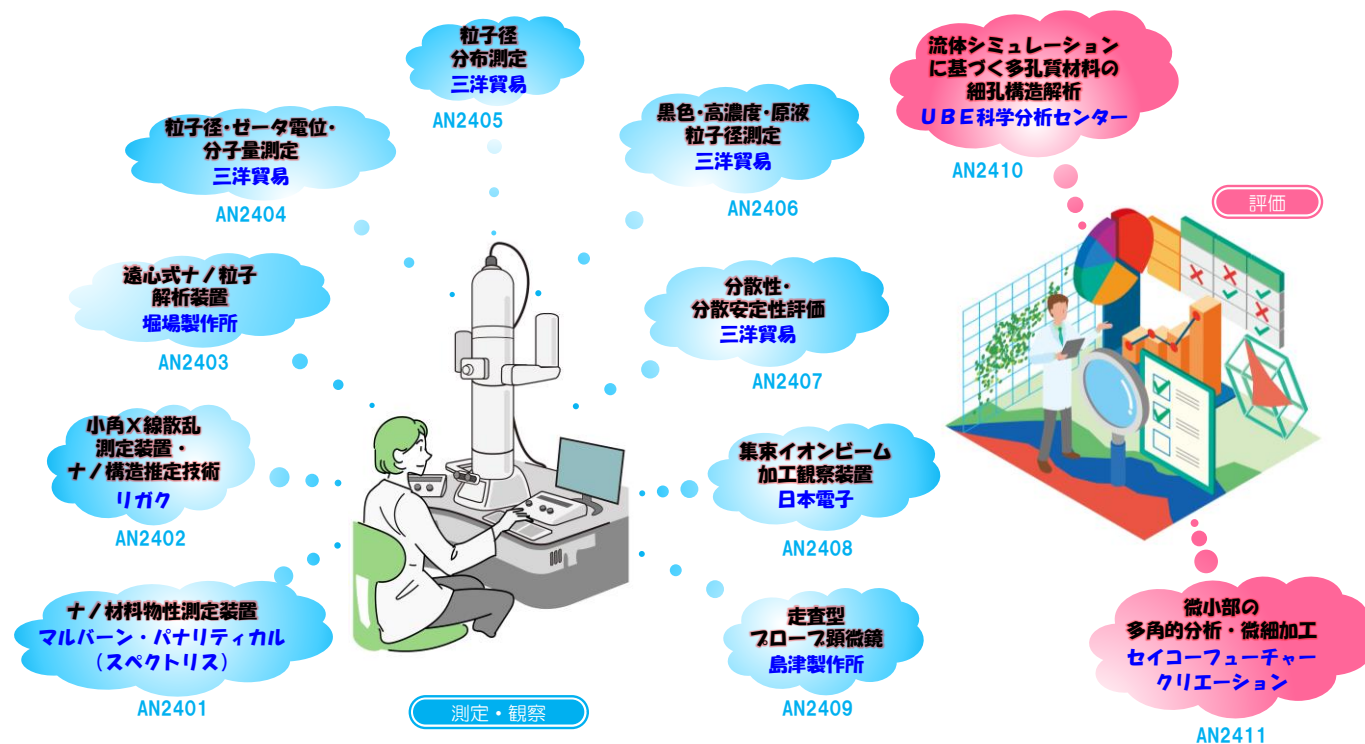
ナノテク分野の研究・開発では、材料物性や加工状態を知るための測定観察手段を得ることは、目視困難なナノサイズを扱う性質上から必要不可欠なものとなっている。

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の機能性発現に欠かせないナノ粒子の物性評価および構造解析のための分析装置、さらには半導体や電池分野のような電子デバイスの微細加工部の評価に用いる観察装置を取り上げた。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ついて紹介する。

ナノ粒子は、直径 100nm 以下の微細な粒子のことである。小麦粉のような大きな粒子には無い特徴的な性質を持つことから、研究開発が近年盛んに行われている。その粒子特性には、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、液中における良好な分散性、高い屈折率による透明性、物質への僅かな外的振動による励起に起因した蛍光発光性がある。これら特性を最大化させた材料開発のために、粒子径やその分布、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分析評価が行われている。

半導体や電池の開発では、微細表面を観察することでデバイス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、その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。



AN24XX: 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ことが当たり前になっている。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においても、コンピュータの計算処理能力の向上が、情報科学技術（インフォマティクステクノロジー）を発展させ、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では、コンピュータがビッグデータを情報源とした機械学習を行い、さらに人の知恵を学習させた AI（人工知能）を活用して材料開発が進められている。つまりは、これまでの技術者の経験や知恵、知識を基礎に、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いたことは、コンピュータ上で安価かつ短時間に行うことができるようになった。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、止まることなく進歩し続けている。



CN24XX：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	MN2401
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	MN2402
電子材料・製造技術	機能性原材料	カーボンナノホーン	日本電気	MN2403
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	MN2404
電子材料・製造技術	機能性原材料	鉄系ナノワイヤー	ユニチカ	MN2405
電子材料・製造技術	機能性原材料	ニッケル系ナノワイヤー	ユニチカ	MN2406
電子材料・製造技術	機能性原材料	グラフェン分散液	FCM	MN2407
電子材料・製造技術	機能性原材料	添加剤相分離によるSWCNT 添加技術	楠本化成	MN2408
電子材料・製造技術	電子機器部材	ナノ積層フィルム	東レ	MN2409
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	MN2410
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	MN2411
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	MN2412
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	MN2413
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	MN2414
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	MN2415
電子材料・製造技術	製造技術	3D プリンター用セラミック造形材	AGC セラミックス	MN2416
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	MN2417
社会インフラ・生活	浄水・水処理	限外・精密ろ過膜モジュール	東レ	SN2401
社会インフラ・生活	浄水・水処理	下廃水再利用プラント	東レ	SN2402
社会インフラ・生活	浄水・水処理	家庭用浄水器	東レ	SN2403
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	SN2404
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	SN2405
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	SN2406
社会インフラ・生活	燃料貯蔵	高圧水素タンク	東レ	SN2407
社会インフラ・生活	構造材	航空機構造材	東レ	SN2408
社会インフラ・生活	構造材	CNT 充填樹脂複合材	GSI クレオス	SN2409
社会インフラ・生活	構造材	CNT 複合化炭素繊維技術	ニッタ	SN2410
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	SN2411
社会インフラ・生活	施設保全	二次元原子層材料を用いた赤外センサ	富士通	SN2412
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	SN2413
社会インフラ・生活	美容・健康	自己乳化型ナノ酸化亜鉛	テイカ	SN2414
社会インフラ・生活	美容・健康	面状ヒーター	TPR	SN2415
社会インフラ・生活	美容・健康	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	SN2416
環境・エネルギー	太陽光発電	工業材料用フラーレン	フロンティアカーボン	EN2401
環境・エネルギー	太陽光発電	色素増感太陽電池	リコー	EN2402
環境・エネルギー	太陽光発電	ペロブスカイト太陽電池	リコー	EN2403

2. 活用領域別のナノテク分布

10

領域	分野	ナノテク適用例	実施企業・団体	I D
環境・エネルギー	太陽光発電	有機薄膜太陽電池	リコー	EN2404
環境・エネルギー	太陽光発電	波長選択型太陽電池	大阪大学	EN2405
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	EN2406
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	EN2407
環境・エネルギー	熱電発電	熱電発電モジュール	TPR	EN2408
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	EN2409
環境・エネルギー	風力発電	風力発電ブレード	東レ	EN2410
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	EN2411
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	EN2412
環境・エネルギー	燃料電池	ナノスパーサー	TPR	EN2413
環境・エネルギー	燃料電池	Li 空気電池空気極	日本ゼオン	EN2414
環境・エネルギー	電力送電	レアアース系高温超電導線材	フジクラ	EN2415
環境・エネルギー	蓄電池	レドックスフロー電池	住友電気工業	EN2416
環境・エネルギー	蓄電池	高分散性球状カーボンナノチューブ	清水建設	EN2417
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	EN2418
環境・エネルギー	蓄電池	Li イオン二次電池導電助剤	ADEKA	EN2419
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	EN2420
環境・エネルギー	蓄電池	三次元集電体	I-PEX	EN2421
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	EN2422
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	EN2423
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)	AN2401
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	AN2402
計測・評価	測定・観察	遠心式ナノ粒子解析装置	堀場製作所	AN2403
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	AN2404
計測・評価	測定・観察	粒子径分布測定	三洋貿易	AN2405
計測・評価	測定・観察	黒色・高濃度・原液粒子径測定	三洋貿易	AN2406
計測・評価	測定・観察	分散性・分散安定性評価	三洋貿易	AN2407
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	AN2408
計測・評価	測定・観察	走査型プローブ顕微鏡	島津製作所	AN2409
計測・評価	評価	多孔質材料の細孔構造解析	UBE 科学分析センター	AN2410
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	AN2411
情報科学技術	M I	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	CN2401
情報科学技術	M I	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	CN2402
情報科学技術	M I	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	CN2403
情報科学技術	M I	バイオ材料界面の高強度化技術	日立製作所	CN2404

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

MN2401：電子材料・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

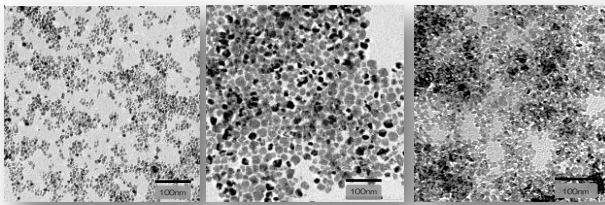
- 10 nm前後の粒子サイズと均一性を有するナノ粒子
- 独自表面処理技術による適用先の材料に合わせた分散液
- PFASフリー
- 誘電特性を有するナノ粒子

用途

光学材料、誘電特性材料

適用先

反射防止、AR/VR、
マイクロレンズ、
プリント基板、コンデンサー

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>

MN2402：電子材料・製造技術領域

将来技術

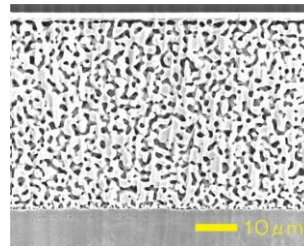
■低温焼結性銀ナノ粒子[大阪ソーダ]

技術の特徴

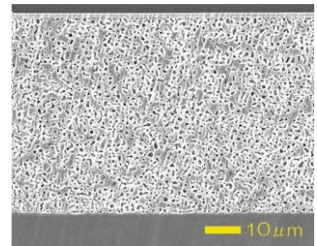
- 無加圧プロセスでも、放熱性と信頼性を両立する銀焼結層を形成可能な銀ナノ粒子
- 市販のマイクロ銀粒子と併用しても低温で緻密な焼結が可能
- 高せん断強度、高導電性、高熱伝導性をバランスよく実現

用途

半導体シタリングペースト、導電接着剤（ハンダ代替用）、
配線形成用導電性ペースト



一般的なマイクロ銀単独の
焼結処理後SEM像
(焼結条件：250℃×60分)



一般的なマイクロ銀と本ナノ銀の
混合焼結処理後SEM像
(焼結条件：200℃×60分)

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

MN2403：電子材料・製造技術領域

将来技術

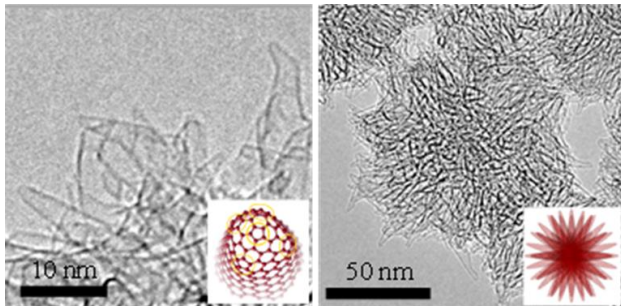
■高容量キャパシタ用カーボンナノホーン
およびカーボンナノホーン集合体[日本電気]

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

MN2404：電子材料・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

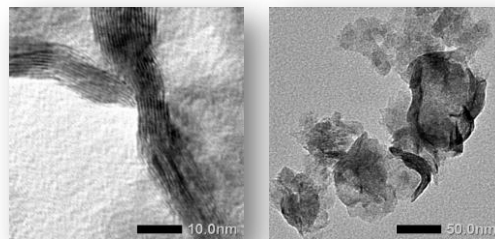
- 結晶構造、形状とサイズを高度に制御
- 製造例：厚み1.0nmの二硫化モリブデンナノシート
- 独自製法により不純物を殆ど含まず、粒度分布も非常に狭い均質な粒子

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/>

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

MN2405：電子材料・製造技術領域

将来技術

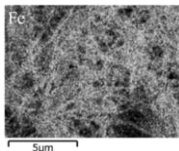
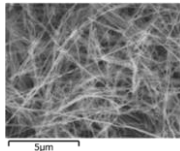
■鉄系ナノワイヤー[ユニチカ]

技術の特徴

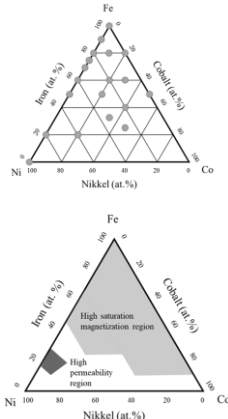
- ナノ粒子凝集体による、90～300m²/gの非常に高い表面積を有するハイエントロピー合金（粉末）
- ベースメタル（Fe、Cu、Zn…）、レアメタル（La、Zr、Co…）に関わらず、多数の金属元素に適用可能
- 高表面積化により触媒性能向上などが可能

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

MN2406：電子材料・製造技術領域

将来技術

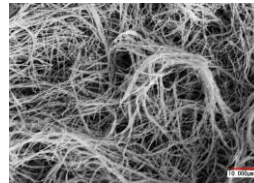
■ニッケル系ナノワイヤー[ユニチカ]

技術の特徴

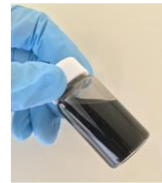
- ニッケルを主成分とするナノワイヤー（ナノ繊維）であり、イオンマイグレーション耐性等に優れる安定な導電材料
- ニッケルはイオン化傾向や他金属との固溶度が高いため、様々な金属との複合化が可能

用 途

磁気センサー、電波吸収材



導電性ナノワイヤーA型



導電性ナノワイヤー分散液

ラインナップ例

銘柄	特性	導電率
導電性ナノワイヤーA型（Ni単体）	高信頼性	3×10 ² S/cm
導電性ナノワイヤーE型（AgNi複合）	高導電	2×10 ⁵ S/cm
導電性ナノワイヤーF型（AgNi複合）	高導電 白色タイプ	3×10 ⁵ S/cm

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

MN2407：電子材料・製造技術領域

将来技術

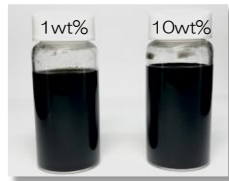
■グラフェン分散液[FCM]

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

用 途

電子デバイス、電子デバイス製造、電池材料

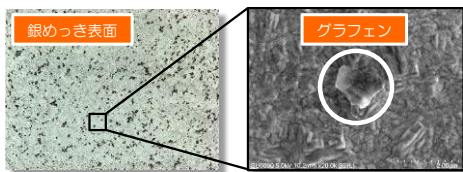


グラフェン分散液

グラフェン分散液の特性

グラフェン濃度	0.5～10wt%
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



銀めっき被膜内にグラフェンを複合 → 各種特性向上

硬度
23%アップ

接触抵抗
42%改善

耐摩耗性
20%改善

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

MN2408：電子材料・製造技術領域

現行技術

■添加剤の相分離を利用したSWCNT添加技術[楠本化成]

技術の特徴

- 塗料添加剤の技術を活用してSWCNTを制御
- 分散剤・表面調整剤技術で相分離構造を形成
- CNTを偏在化させることで低添加量で機能を発揮可能

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

凝集状態

導電パスが少ない

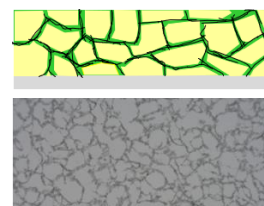
理想の分散状態

CNTが接触しながら全体に広がる

過剰分散状態

分散しすぎて導電パスが切れる

単層カーボンナノチューブを添加した塗料の導電メカニズム



実塗装イメージ

添加剤（緑色箇所）
CNTと親和性があり集約させる

樹脂（黄色箇所）
塗膜の物性を発揮させる

<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

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

3.2 電子機器部材分野

MN2409：電子材料・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
- メッキや塗装の代替えとなり、環境負荷低減にも繋がる金属調光沢を実現
- 電磁波透過性、優れた成形性などの付带的特性も保持

用途

機能性加飾

適用先

スマートフォン、パソコン、家電、車載



ナノ積層フィルムPICASUS®

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

MN2410：電子材料・製造技術領域

現行技術

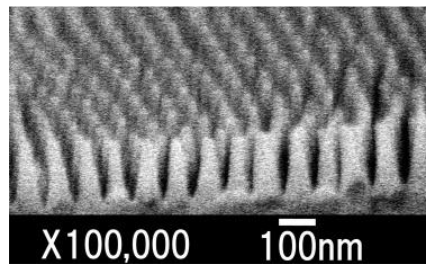
■モスアイ型低反射フィルム[三菱ケミカル]

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

MN2411：電子材料・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

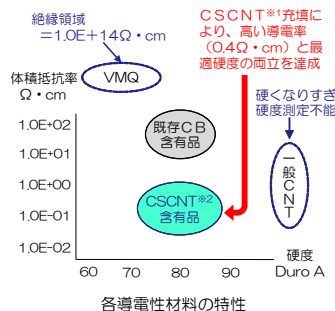
電子部品接点・電極、製造現場用帯電防止パッド、
電磁波シールド、高電圧部材

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


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

MN2412：電子材料・製造技術領域

将来技術

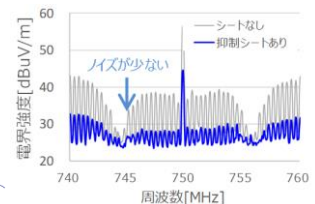
■電磁波抑制シート[日本ゼオン]

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

MN2413：電子材料・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]

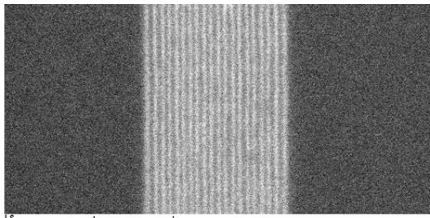
技術の特徴

- 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ボシ型電子線レジスト
- 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 μC/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/>

MN2414：電子材料・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

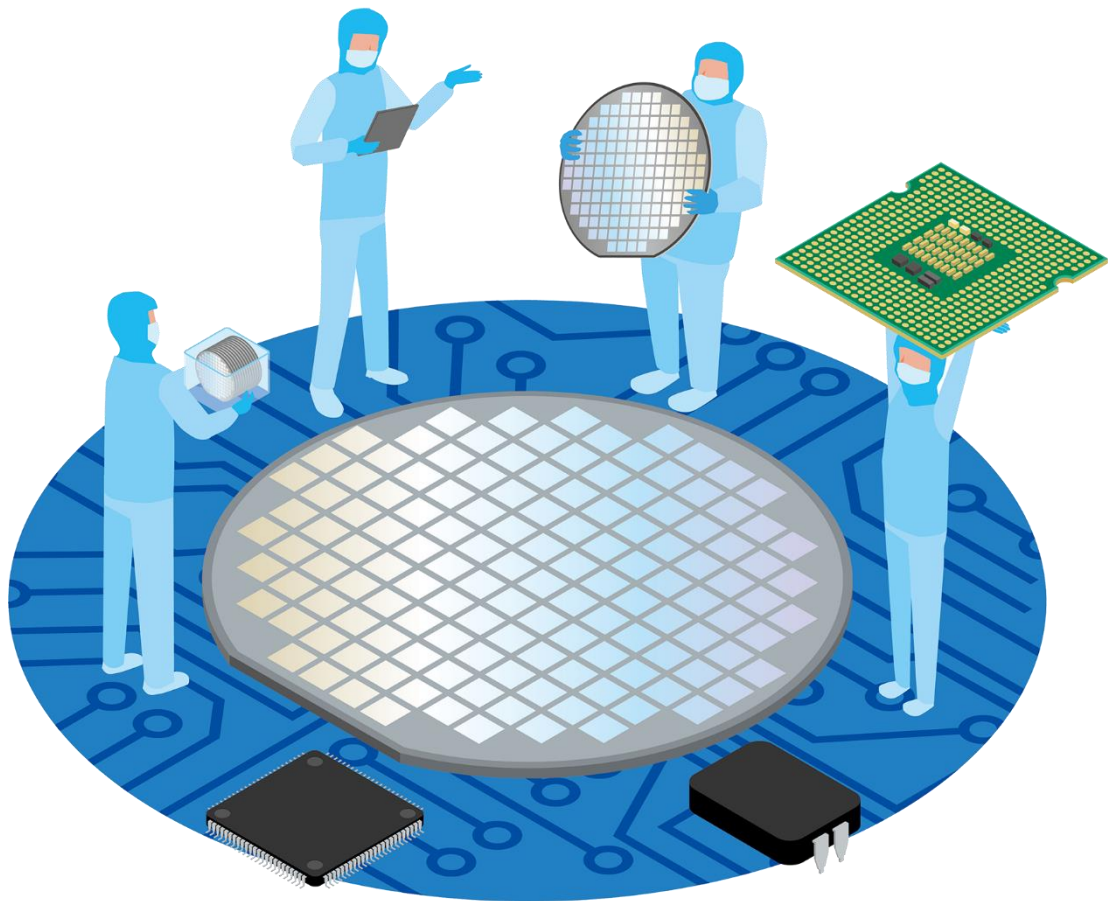
半導体製造



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/>



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

MN2415：電子材料・製造技術領域

現行技術

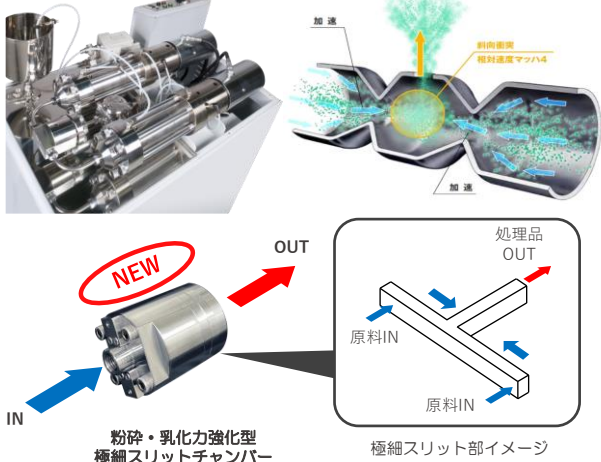
■湿式微粒化装置（スターバースト）[スギノマシン]

技術の特徴

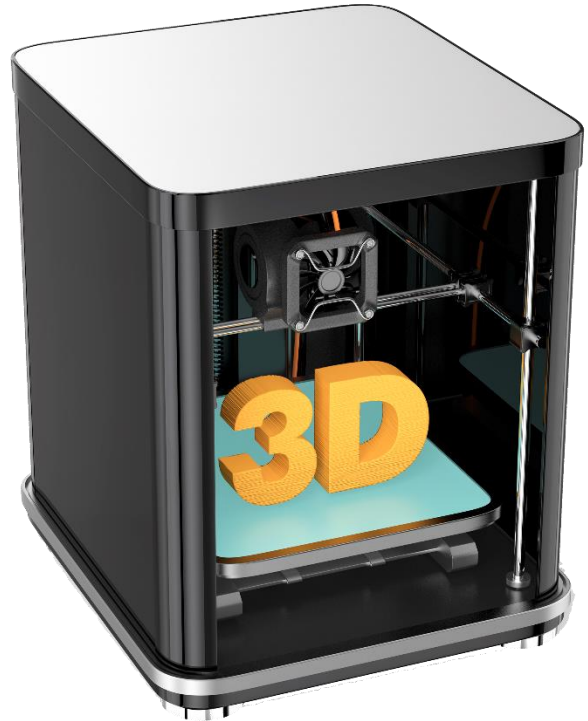
245MPa（2500気圧）の超高压に加圧した原料を高速噴射することで、機能性超微粒子の分散、粉碎、表面改質が可能

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



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



MN2416：電子材料・製造技術領域

現行技術

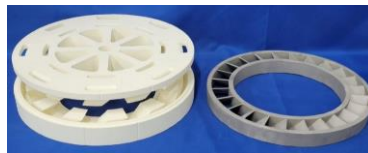
■3Dプリンター用セラミック造形材（BRIGHTORB®）[AGCセラミックス]

技術の特徴

- 粉末積層バインダー・ジェット方式の3Dプリンター用造形材
- プリント後にナノ粒子を含浸・焼成することでセラミックスの作製が可能
- 低焼成収縮（約1%）を生かした複雑形状可能
- 単重30kgの製造実績あり
- 耐熱性や錆除去方法に応じた3種類の造形材より選択可能

用途

鋳造用無機鋳型・中子、陶芸品（施釉可能）



鋳型・中子

鋳造品

焼成体の特性例

かさ密度	[g/cm ³]	2.1
強制吸水率	[%]	18
抗折強度	[MPa]	19
熱膨張率（1000℃）	[%]	0.6
熱伝導率	[W/(m・K)]	0.6
比熱	[J/(kg・K)]	1000



陶芸品

<https://brightorb.jp/jp-ja/index.html>

MN2417：電子材料・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

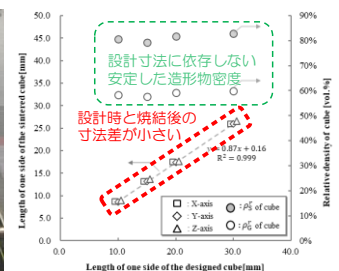
- 高純度なセラミックスを実用的な寸法・強度・加工コストによって造形可能
- センチメートルオーダーの厚みの造形が可能
3Dプリンターとして世界初の技術
- 設計寸法に依存しない安定した造形が可能

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)

https://jp.ricoh.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	ナノテク具体例	会社・団体名	QR
MN2401	高屈折率・低屈折率ナノ粒子	関東電化工業	
MN2402	低温焼結性銀ナノ粒子	大阪ソーダ	
MN2403	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	
MN2404	モリブテン系ナノ粒子 (MoX)	D I C	
MN2405	鉄系ナノワイヤー	ユニチカ	
MN2406	ニッケル系ナノワイヤー	ユニチカ	
MN2407	グラフェン分散液	FCM	
MN2408	添加剤の相分離を利用したSWCNT添加技術	楠本化成	
MN2409	ナノ積層フィルム	東レ	
MN2410	モスアイ型低反射フィルム	三菱ケミカル	
MN2411	CSCNT充填導電VMQ（シリコンゴム）	GS I クレオス	
MN2412	電磁波抑制シート	日本ゼオン	

※ 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
MN2413	高解像度電子線レジスト（ZEP530A）	日本ゼオン	
MN2414	ドライエッチングガス（C5F8）	日本ゼオン	
MN2415	湿式微粒化装置（スターバースト）	スギノマシン	
MN2416	3Dプリンター用セラミック造形材（BRIGHTORB®）	AGC セラミックス	
MN2417	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

SN2401：社会インフラ・生活領域

現行技術

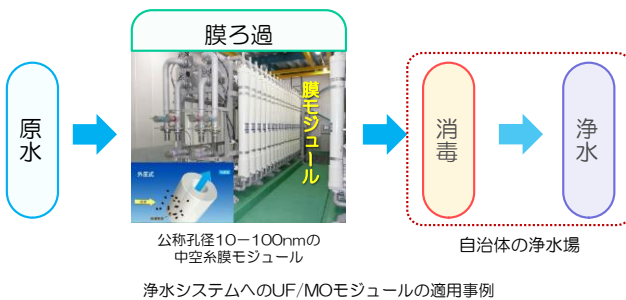
■水道浄水用限外ろ過 (UF)・精密ろ過 (MF) 膜モジュール (トレフィル®)[東レ]

技術の特徴

- PVDF (ポリフッ化ビニリデン) の中空糸を用いたろ過膜
- 10nmから100nm程度の範囲の大きさ (高分子化合物、コロイド、粘土ほどの大きさ) の異物除去が可能

用途

飲料水製造、
病原性微生物除去、
下廃水処理

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

SN2402：社会インフラ・生活領域

現行技術

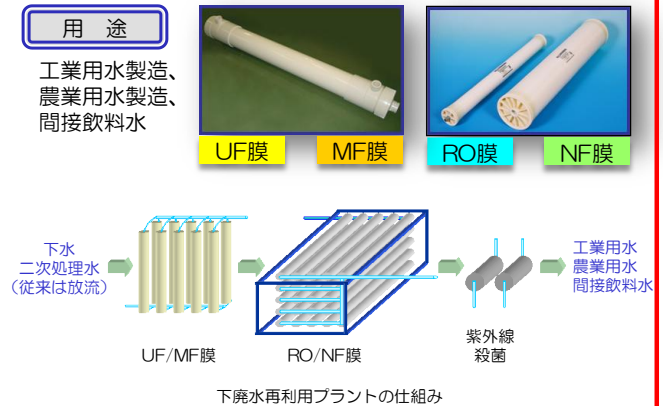
■大型膜法下廃水再利用プラント[東レ]

技術の特徴

- 異物の大きさに応じ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/>

SN2403：社会インフラ・生活領域

現行技術

■家庭用浄水器 (トレビーノ)[東レ]

技術の特徴

- 0.1ミクロン単位の超微細な孔のある多層構造中空糸フィルターで水道水をろ過

用途

台所用水精製

<https://www.torayvino.com>

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

4.2 工場分野

SN2404：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

流体継手カブラ®

CUI環境下ボルト



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

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



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

※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



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

SN2405：社会インフラ・生活領域

現行技術

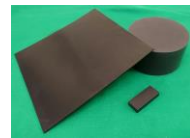
■導電性フッ素樹脂
(TRCシリーズ) [ダイキンファインテック (旧東邦化成)]

技術の特徴

- 優れた体積抵抗率 (偏在的に $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$)
- 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 (既存品参考)
体積抵抗率	弾性率	$\Omega \cdot \text{cm}$	JIS K 7194	$> 10^{10}$	$10^3 \sim 10^4$	10^4
	強度 (最大点)	MPa	JIS K 7137	410	510	590
引張評価	伸び (最大点)	%	JIS K 7137	32	34	21
	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-fintech.co.jp/product/trc>

4.3 燃料貯蔵分野

SN2406：社会インフラ・生活領域

将来技術

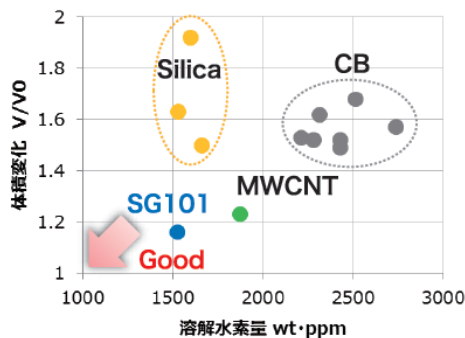
■高圧水素シール材 [日本ゼオン]

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/>

SN2407：社会インフラ・生活領域

現行技術

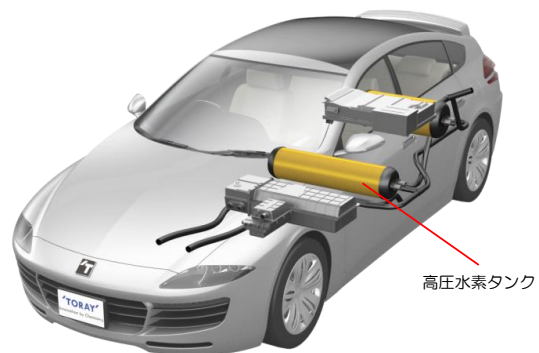
■高圧水素タンク [東レ]

技術の特徴

- 炭素繊維複合材 (CFRP) による軽量な高圧タンク
- 圧縮水素による破壊圧力に耐えうる安全なタンク (70MPa以上)

用途

水素燃料電池車



燃料電池自動車に搭載される高圧水素タンク

<https://www.automotive.toray.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

SN2408：社会インフラ・生活領域

現行技術

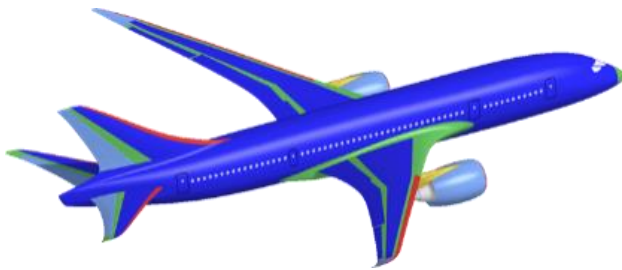
■航空機構造材[東レ]

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/>

SN2409：社会インフラ・生活領域

現行技術

■CNT充填樹脂複合材[GSIクレオス]

技術の特徴

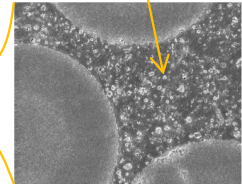
- カップ積層型カーボンナノチューブ（CSCNT※）を樹脂中の炭素繊維の間に含浸させることで圧縮強度、耐衝撃性、耐疲労特性などが向上し、軽量化も達成

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



CSCNT充填エポキシ樹脂フィルム



複合材SEM画像



自動車部材



ロードバイクフレーム



バイク部材



釣り竿

※ 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>

SN2410：社会インフラ・生活領域

現行技術

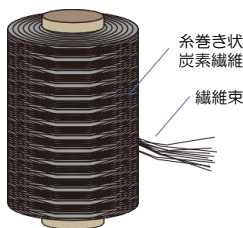
■CNT複合化炭素繊維技術 (Namd™) [ニッタ]

技術の特徴

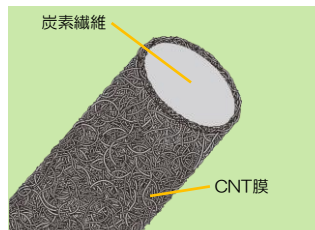
- 炭素繊維表面にCNTを不織布状に緻密に膜形成
- 樹脂との複合化にあたり、中間材料としてプリプレグを用いたシートワインディング成型、引抜成型、フィラメントワインディング成型、VaRTM成型などの産業用途向けの各種成型法に対応
- CFRP成型体は、弾性率の速度依存性低減および振動減衰特性や疲労耐久特性が向上

用途

ラケット、ゴルフシャフト、釣り竿、自転車、パネ、支柱パイプ



CNT複合化炭素繊維



2 G-Namd

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

4.5 施設保全分野

SN2411：社会インフラ・生活領域

将来技術

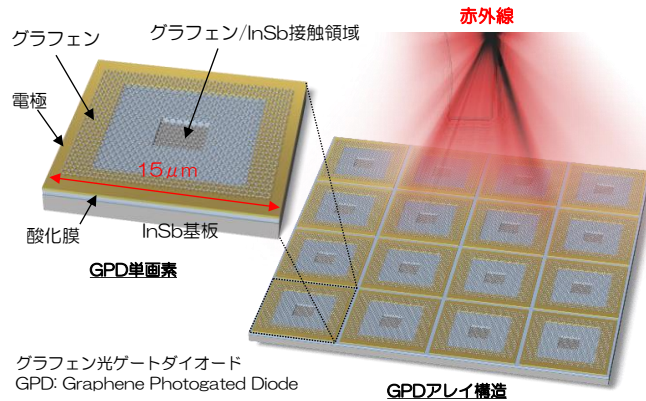
■グラフェン赤外線センサ[三菱電機]

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

長距離・広範囲の監視、ガス検知、インフラモニタリング



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

GPDアレイ構造

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>

SN2412：社会インフラ・生活領域

将来技術

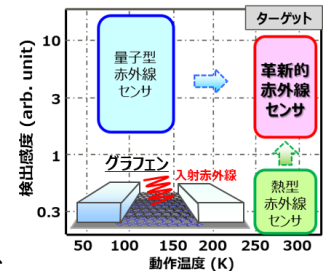
■二次元原子層材料を用いた革新的赤外センサ応用
(室温動作・高感度・高速赤外センサ)[富士通]

技術の特徴

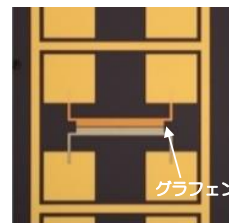
- 二次元原子層材料（グラフェンなど）の特異な物性を用い、従来センサ（代表例：室温動作型赤外センサなど）の限界を打破する革新的センサ

用途

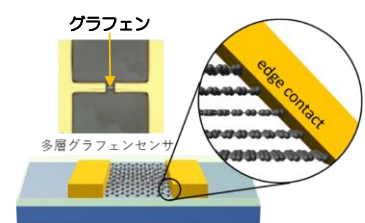
自動車、衛星、インフラ点検、工場監視、医療



従来センサとターゲット領域の比較



異種電極適用
単層グラフェンセンサ素子
構造の光学顕微鏡像



多層グラフェンを用いた
低コンタクト構造模式図
とその光学顕微鏡像

<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2016/12/5.html>

4.6 娯楽分野

SN2413：社会インフラ・生活領域

将来技術

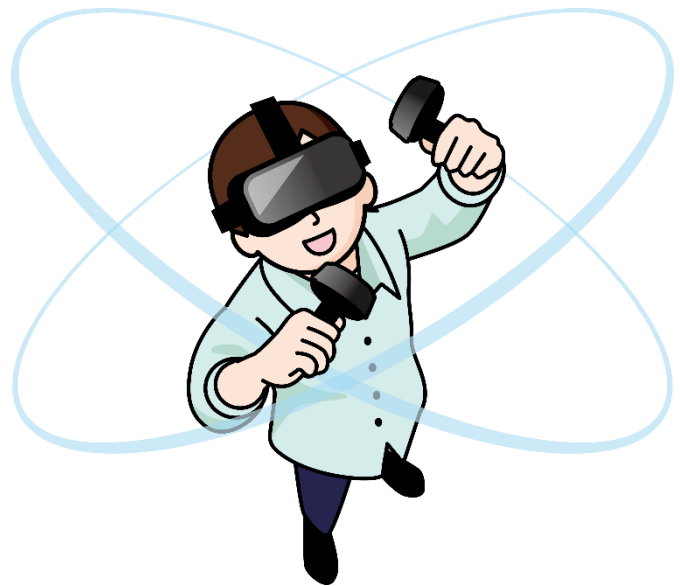
■ナノ粒子による感触提示システム(サワレル)[栗本鐵工所]

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

メタバース市場、遠隔操作、ネットショッピング


<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・健康分野

SN2414：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]

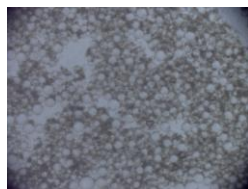
技術の特徴

- 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

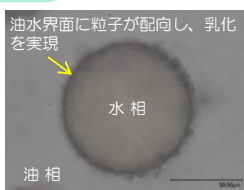
化粧品、トナー外添剤（事務機器用）、屈折率調整剤（眼鏡レンズ用）、塗料

乳化試験

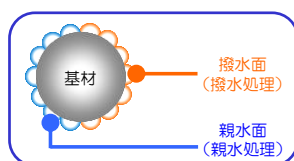


顕微鏡写真（低倍）

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



顕微鏡写真（高倍）



表面処理イメージ

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


SN2415：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

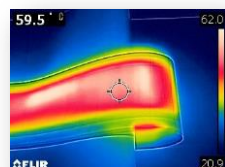
- 長尺CNTの導電ネットワークを発熱層として使用
- 昇温速度が速い
- 複雑な形状を均一加熱することも可能
- 発熱層の仕様により高温利用も可能

用途

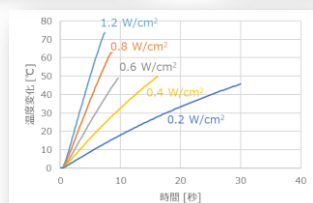
人、自動車、建屋



面状ヒーター



発熱中のサーモグラフィ画像



昇温特性

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

SN2416：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[デンソー]

技術の特徴

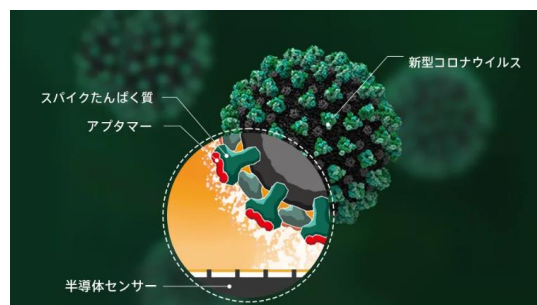
- バイオと半導体センサ技術の融合
- ウイルス・細菌、アレルゲン、幸せホルモン（オキシトシン、セロトニン）などが検出対象
- illnessからwellnessまで検出可能



実証実験用の試作装置

用途

自動車、医療、畜産、食品衛生、物流



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

4.8 社会インフラ・生活領域に関するQRコード

ID	ナノテク具体例	会社・団体名	QR
SN2401	水道浄水用限外ろ過（UF）・精密ろ過（MF）膜モジュール（トレフィル®）	東レ	
SN2402	大型膜法下廃水再利用プラント	東レ	
SN2403	家庭用浄水器（トレビーノ）	東レ	
SN2404	CSCNT 充填超高性能防錆塗料（ナノテクト）	GSI クレオス	
SN2405	導電性フッ素樹脂（TRC シリーズ）	ダイキンファインテック（旧：東邦化成）	
SN2406	高圧水素シール材	日本ゼオン	
SN2407	高圧水素タンク	東レ	
SN2408	航空機構造材	東レ	
SN2409	燃料電池車用高圧水素タンク（CFRP）	東レ	
SN2410	CNT 複合化炭素繊維技術（Namd™）	ニッタ	
SN2411	グラフェン赤外線センサ	三菱電機	
SN2412	二次元原子層材料を用いた革新的赤外センサ応用（室温動作・高感度・高速赤外センサ）	富士通	

※ 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
SN2413	ナノ粒子による感触提示システム (サワレル)	栗本鐵工所	
SN2414	自己乳化型ナノ酸化亜鉛	テイカ	
SN2415	面状ヒーター	TPR	
SN2416	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	

※ 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

EN2401：環境・エネルギー領域

将来技術

■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

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

<https://f-carbon.com>

EN2401：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
D201CO2センサー
D101

- センシング
- ・ 温度
 - ・ 湿度
 - ・ 照度
 - ・ 気圧

- 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>

EN2403：環境・エネルギー領域

将来技術

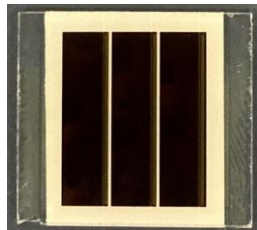
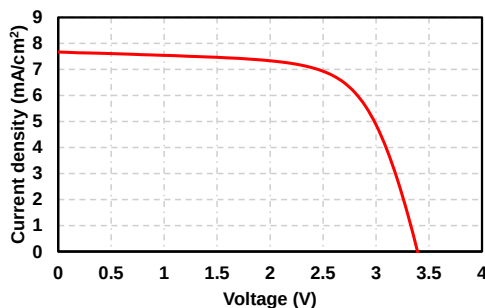
■ペロブスカイト太陽電池（PSC※）[リコー]

技術の特徴

- 宇宙線への耐久性が高く、薄膜による軽量化が可能
- 高効率・高耐久性

用途

宇宙利用電源、
地上創エネ向け電源

ペロブスカイト太陽電池
(JAXA、桐蔭横浜大学と共同開発)

ペロブスカイト太陽電池の1sun出力特性

※ PSC：Perovskite Solar Cell

https://jp.ricoh.com/-/Media/Ricoh/Sites/jp_ricoh/technology/exhibition/nanotech2020/pdf/PSC.pdf
https://jp.ricoh.com/-/Media/Ricoh/Sites/jp_ricoh/technology/exhibition/nanotech2020/pdf/PSC.pdf

EN2404：環境・エネルギー領域

将来技術

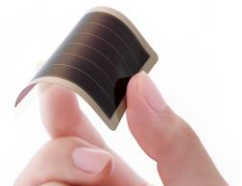
■有機薄膜太陽電池（OPV※）[リコー]

技術の特徴

- 屋内や日陰で効率的に発電可能
- 薄型・軽量で曲げることが可能なフィルム形状（フレキシブル）

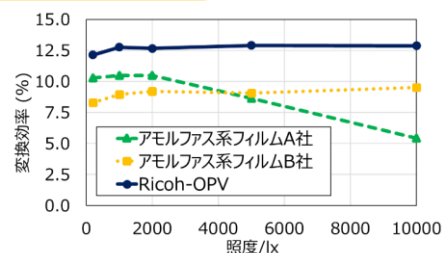
用途

ウェアラブル端末用電源、
モニタリングデバイス用電源



フレキシブル環境発電デバイス

九州大学と共同で独自のP型半導体材料を開発し、広照度領域における発電性能を向上させることに成功



変換効率照度依存性

※ OPV：Organic Photo Voltaic

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

EN2405：環境・エネルギー領域

将来技術

■ 光合成に必要な光を透過する農業ハウス用途の波長選択型有機太陽電池の開発 [大阪大学]

技術の特徴

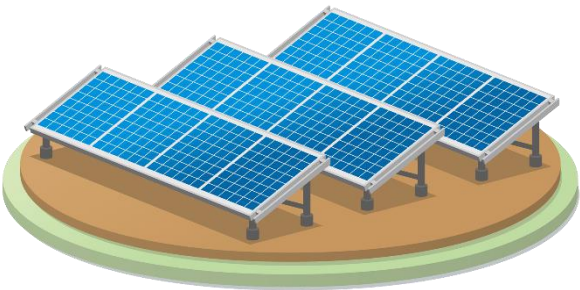
- 発電と農作物生育の波長帯域を分離することで、太陽エネルギーを効率的に利用可能
- 太陽電池フィルムが光透過型で日陰による影響がないため、農地面積が確保可能

用途

農業用ハウス、建築物（窓・屋根）、自動車

独自の営農型太陽光発電システム

<https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/omm/>



EN2406：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)

大規模建造物の屋根に適用

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

EN2407：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/ja/business/technology/product02/main/04/teaserItems1/0/link/210831BM%20Catalogue\(final\).pdf](https://www.gsi.co.jp/ja/business/technology/product02/main/04/teaserItems1/0/link/210831BM%20Catalogue(final).pdf)

5.2 熱電発電分野

EN2408：環境・エネルギー領域

将来技術

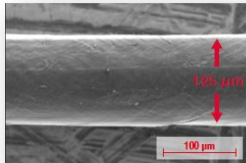
■熱電発電モジュール[TPR]

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

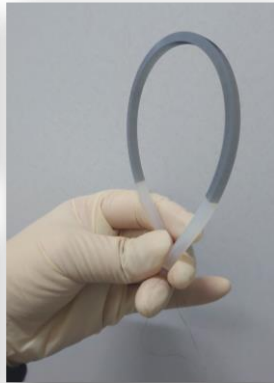
IoTセンサー電源、ウェアラブルデバイス電源



カーボンナノチューブの系化技術 (SEM像)



100m以上の長距離系化技術 (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/>

EN2409：環境・エネルギー領域

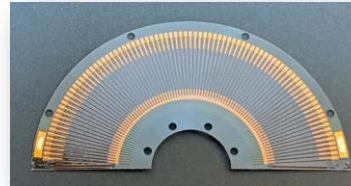
将来技術

■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 $\mu\text{V/K}$
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/>

5.3 風力発電分野

EN2410：環境・エネルギー領域

現行技術

■風力発電ブレード[東レ]

技術の特徴

- ナノレベルの表面構造制御で得られた炭素繊維をブレード (回転翼) に使用
- 発電効率の向上に欠かせないブレード大型化の実現のために、比強度・比弾性率の高い炭素繊維複合材を使用

用途

環境発電



海上風力発電

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


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

5.4 燃料電池分野

EN2411：環境・エネルギー領域

現行技術

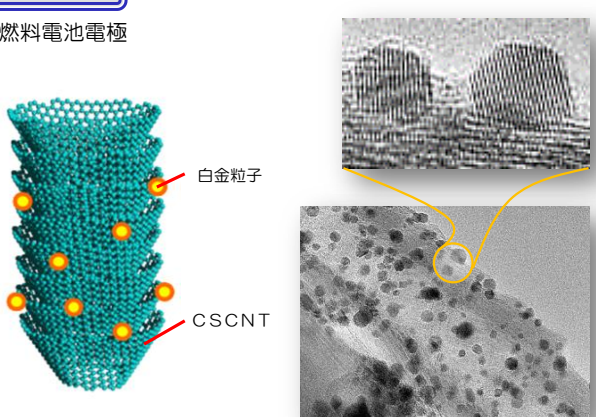
■燃料電池電極用白金担持(CSCNT)[GSIクレオス]

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>

EN2412：環境・エネルギー領域

将来技術

■高表面積ハイレントロピー合金

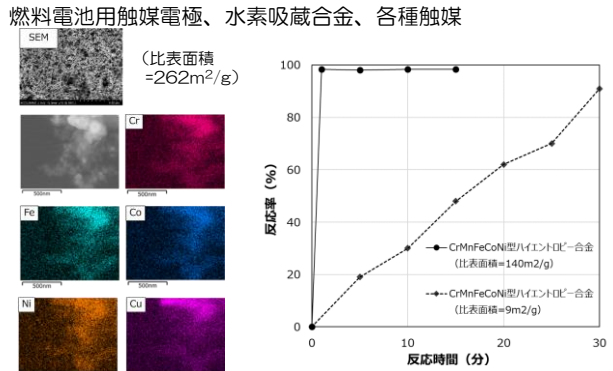
5種類以上の元素が同程度含まれる新しい合金[ユニチカ]

技術の特徴

- ナノ粒子凝集体による、90～300m²/gの非常に高い表面積を有するハイレントロピー合金（粉末）
- ベースメタル（Fe、Cu、Zn…）、レアメタル（La、Zr、Co…）に関わらず、多数の金属元素に適応可能
- 高表面積化により触媒性能向上などが可能

用途

燃料電池用触媒電極、水素吸蔵合金、各種触媒



SEM

(比表面積=262m²/g)

Cr

Fe

Co

Ni

Cu

高表面積ハイレントロピー合金のSEM-EDS例

反応率 (%)

反応時間 (分)

CrMnFeCoNi型ハイレントロピー合金 (比表面積=140m²/g)

CrMnFeCoNi型ハイレントロピー合金 (比表面積=9m²/g)

高表面積ハイレントロピー合金の触媒効果向上例（還元反応）

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

EN2413：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

凝集防止剤の溶媒種

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/>

EN2414：環境・エネルギー領域

将来技術

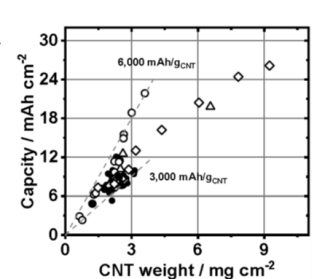
■Li空気電池空気極[日本ゼオン]

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



Capacity / mAh cm²

CNT weight / mg cm²

6,000 mAh/g_{CNT}

3,000 mAh/g_{CNT}

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>

5.5 電力送電分野

EN2416：環境・エネルギー領域

将来技術

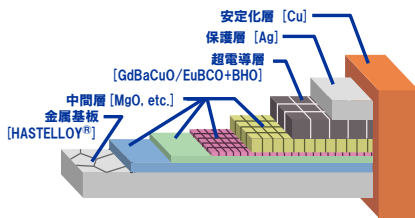
■レアアース系高温超電導線材[フジクラ]

技術の特徴

- 多層薄膜構造
- 結晶方位をナノレベルで3次元制御可能なイオンビームアシスト蒸着法（IBAD法）により中間層を高配向化し、その後成膜温度を安定させるホットウォール型パルスレーザ蒸着法（PLD法）を用いることで高品質な超電導層を形成

用途

電力機器（超電導ケーブル向け）、
高磁場NMR、
超電導磁石応用製品（超電導モータ）



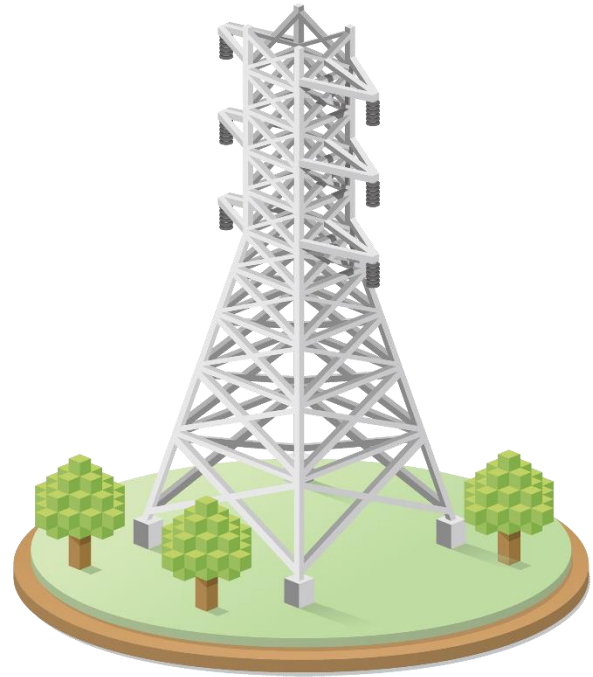
レアアース系高温超電導線材



超電導ケーブル



5T超電導コイル

<http://www.fujikura.co.jp/products/newbusiness/superconductors/01/superconductor.pdf>


5.6 蓄電池分野

EN2416：環境・エネルギー領域

現行技術

■レドックスフロー電池[住友電気工業]

技術の特徴

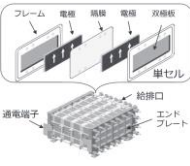
- 安全性に優れ、長寿命・大容量に適した蓄電池
- 太陽光、風力などの再生可能エネルギーとの組み合わせで、電力を安定供給可能
- 充放電を行うセルスタック内隔膜、電極材料等にナノレベルの微細組織制御を実施

用途

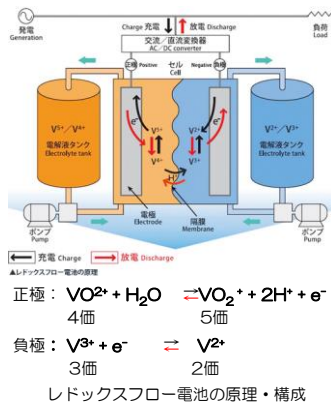
電力系統安定化、停電対策、太陽光自家消費、ピークカット、
マイクログリッド



コンテナ型電池システム



セルスタックの構成


<https://sei.co.jp/technology/tr/bn195/pdf/195-01.pdf>

現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

EN2417：環境・エネルギー領域

現行技術

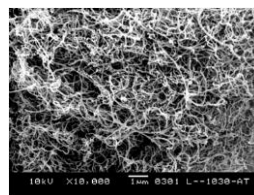
■高分散性球状カーボンナノチューブ[清水建設]

技術の特徴

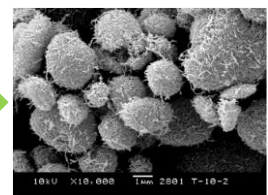
- 分散性・作業性を大幅に改善
- 特殊な表面改質方法で通常CNTを処理

用途

リチウムイオン電池、導電性樹脂



通常CNTのSEM像



高分散性球状CNTのSEM像

通常CNTの水分散性
(水分散7日後：不良)高分散性球状CNTの水分散性
(水分散7日後：良)
<https://www.shimizu.co.jp/solution/tech135/index.html>

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

EN2418：環境・エネルギー領域

現行技術

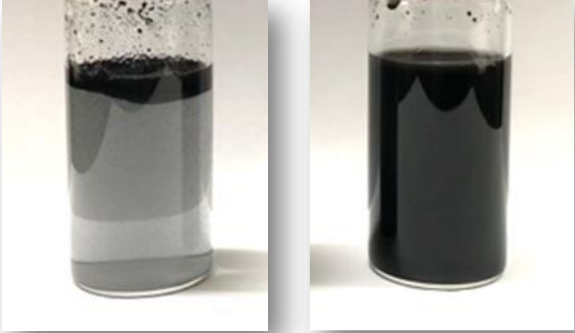
■分散剤不使用高分散CSCNT分散体[GSIクレオス]

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>

EN2419：環境・エネルギー領域

現行技術

■Liイオン二次電池導電助剤(粉体グラフェン)[ADEKA]

技術の特徴

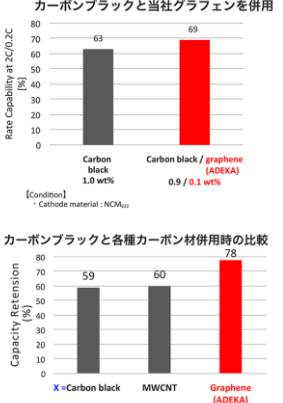
- Liイオン二次電池の正極に使用される導電助剤用の粉体グラフェン
- 他の導電助剤と併用することで、優れたレート特性(高速充放電)やサイクル特性(寿命)を発現
- NCM、NCA、LFP、LCOなど様々な正極活物質で効果を発現

用途

自動車用二次電池、定置用蓄電池



粉体グラフェン



カーボンブラックと当社グラフェンを併用

Condition	Carbon black 1.0 wt%	Carbon black / graphene (ADEKA) 0.9 / 0.1 wt%
Rate Capacity at 2C/0.2C (%)	63	69

カーボンブラックと各種カーボン材併用時の比較

Condition	Carbon black	MWCNT	Graphene (ADEKA)
Capacity Retention (%)	59	60	78

レート特性(上)及び高温サイクル特性(下)

<https://www.adeka.co.jp/chemical/pickup/pickup16.html>

EN2420：環境・エネルギー領域

現行技術

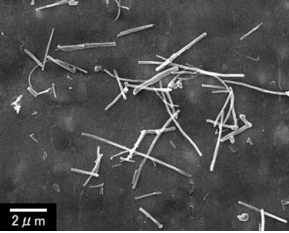
■Liイオン電池正負極用導電助剤 (VGCF-H) [レゾナック]

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#extra-1>

EN2421：環境・エネルギー領域

将来技術

■三次元集電体 (CNT複合めっき) [I-PEX]

技術の特徴

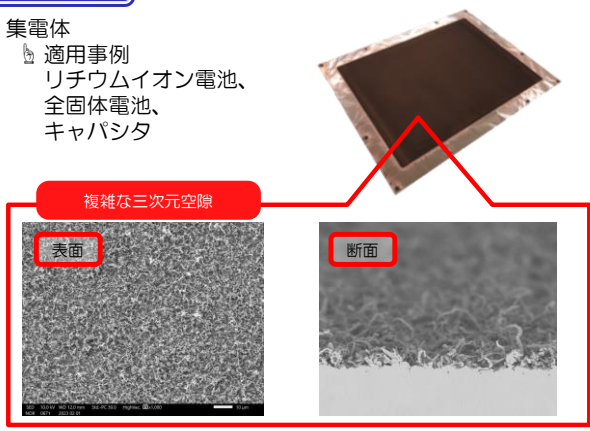
- 銅箔表面にCNT複合めっきを施し、複雑な三次元空隙を形成
- 次世代二次電池向け集電体を中心に、用途開発を進めている
- 一般的な粗化处理では得られない凹凸表面が得られる

用途

集電体

適用事例

リチウムイオン電池、全固体電池、キャパシタ



複雑な三次元空隙

表面

断面

https://corp.i-pex.com/sites/default/files/2023-11/three-dimensional-current-collector_231020.pdf?utm_source=qr&utm_medium=qr&utm_campaign=three-

5.7 節電技術分野

EN2422：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

EN2423：環境・エネルギー領域

現行技術

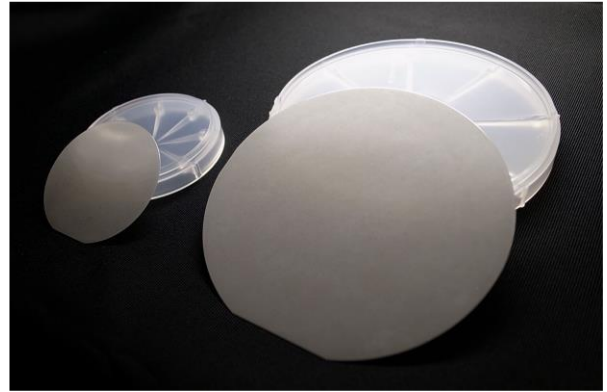
■窒化ガリウム基板[三菱ケミカル]

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

プロジェクター光源、青色・緑色レーザーダイオード基板、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

5.8 環境・エネルギー領域に関する QR コード

ID	ナノテク具体例	会社・団体名	QR
EN2401	工業材料用フラーレン	フロンティアカーボン	
EN2402	色素増感太陽電池（DSSC）	リコー	
EN2403	ペロブスカイト太陽電池（PSC）	リコー	
EN2404	有機薄膜太陽電池（OPV）	リコー	
EN2405	光合成に必要な光を透過する農業ハウス用途の波長選択型有機太陽電池の開発	大阪大学	
EN2406	有機エレクトロニクス用高分子材料	GS I クレオス	
EN2407	有機薄膜太陽電池（OPV）	GS I クレオス	
EN2408	熱電発電モジュール	TPR	
EN2409	熱電変換モジュール	日本ゼオン	
EN2410	風力発電ブレード	東レ	
EN2411	燃料電池電極用白金担持（CSCNT）	GS I クレオス	
EN2412	高表面積ハイエントロピー合金 5種類以上の元素が同程度含まれる新しい合金	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
EN2413	ナノスパーサー	T P R	
EN2414	Li 空気電池空気極	日本ゼオン	
EN2415	レアアース系高温超電導線材	フジクラ	
EN2416	レドックスフロー電池	住友電気工業	
EN2417	高分散性球状カーボンナノチューブ	清水建設	
EN2418	分散剤不使用高分散C S C N T 分散体	G S I クレオス	
EN2419	Li イオン二次電池導電助剤（粉体グラフェン）	A D E K A	
EN2420	Li イオン電池正負極用導電助剤（VGCF-H）	レゾナック	
EN2421	三次元集電体（CNT 複合めっき）	I-PEX	
EN2422	光デバイス用蛍光体	三菱ケミカル	
EN2423	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

AN2401：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

- 簡便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

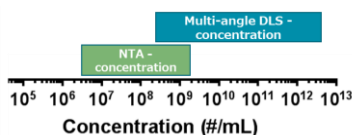
自動車材料、電池材料、建材、インク、高分子材料、機能性食品、医薬品など



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>

AN2402：計測・評価領域

現行技術

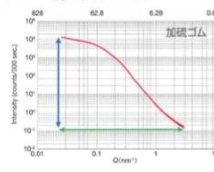
■小角X線散乱測定装置・ナノ構造推定技術[リガク]

技術の特徴

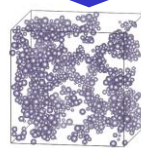
- 小角X線散乱法は、非破壊・非侵襲で原子・分子から μm までの幅広い構造情報を取得可能な分析手法
- 高精度な小角X線散乱データをもとにした3D構造モデルを推定する技術
- 3D構造モデルから様々な構造特徴量を得ることが可能

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



小角X線散乱測定装置 NANOPIX



構造特徴量解析

- ・ 空隙径分布
- ・ 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>

AN2403：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

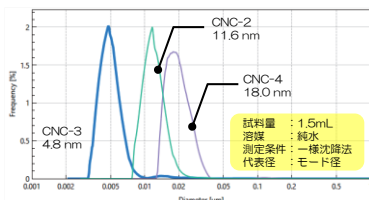
- 粒子径ごとに分級して検出するため、高分解能で再現性良く測定
- 原液から希釈試料まで精密な粒子径分布測定を実現
- ワイドレンジで高分解能のため、わずかな異物や凝集も見逃さない

用途

ナノ材料、半導体CMPスラリー、エネルギー、顔料

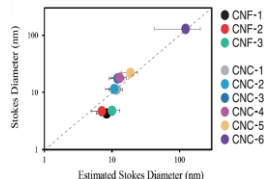


遠心式ナノ粒子解析装置
(Partica CENTRIFUGE)



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



遠心沈降法とAFM測定結果の相関性

<https://x.gd/yE6ze>



現行技術

既知の技術または製品化済みの技術

AN2404 : 計測・評価領域

現行技術

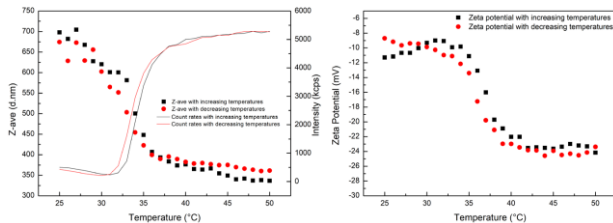
■粒子径・ゼータ電位・分子量測定 (BeNano) [三洋貿易]

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/>

AN2405 : 計測・評価領域

現行技術

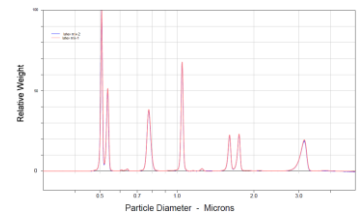
■粒子径分布測定 (DC24000UHR) [三洋貿易]

技術の特徴

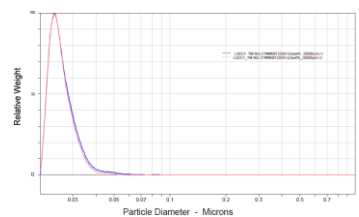
- ナノからサブミクロンの粒子径分布を正確かつ高分解能に測定が可能
- 分級後に計測する頻度別沈降法を採用

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混合粒子径分測定例



ナノシリカ粒子径分測定例

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

AN2406 : 計測・評価領域

現行技術

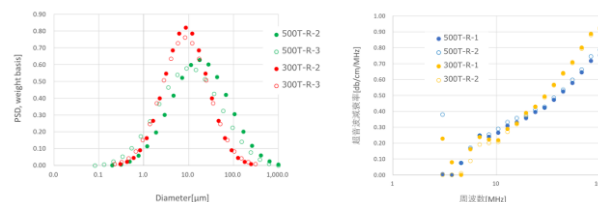
■黒色・高濃度・原液粒子径測定 (DT-1210) [三洋貿易]

技術の特徴

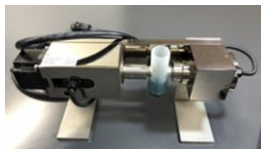
- 超音波を利用して、黒色、高濃度、高粘度のスラリーを希釈せずに原液で粒子径分布を測定可能
- アスペクト比の高いMWCNTのスラリーの粒子径分布も再現性良く測定可能

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enser

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

AN2407 : 計測・評価領域

現行技術

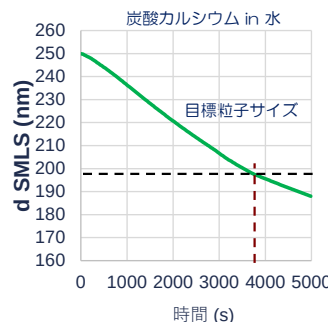
■分散性・分散安定性評価 (TURBISCAN DNS) [三洋貿易]

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



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

AN2408：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

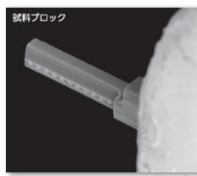
試料作製、分析・観察

適用事例

半導体、電池材料、金属材料、高分子、バイオ

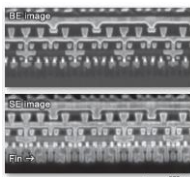


JIB-PS500i



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試料作製向けの好適な像の取得が可能



5nm FinFET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>

AN2409：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

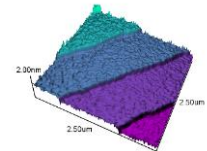
ナノマテリアル観察・物性評価

評価対象

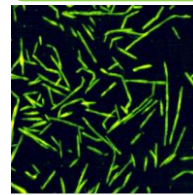
電池、半導体、高分子、生体



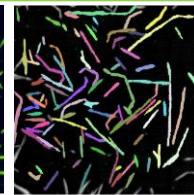
走査型プローブ顕微鏡 (SPM-Nanoa)

TiO₂の原子ステップ観察

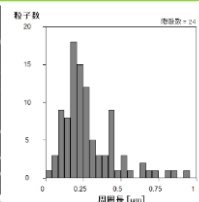
セルロースナノファイバーの繊維長解析



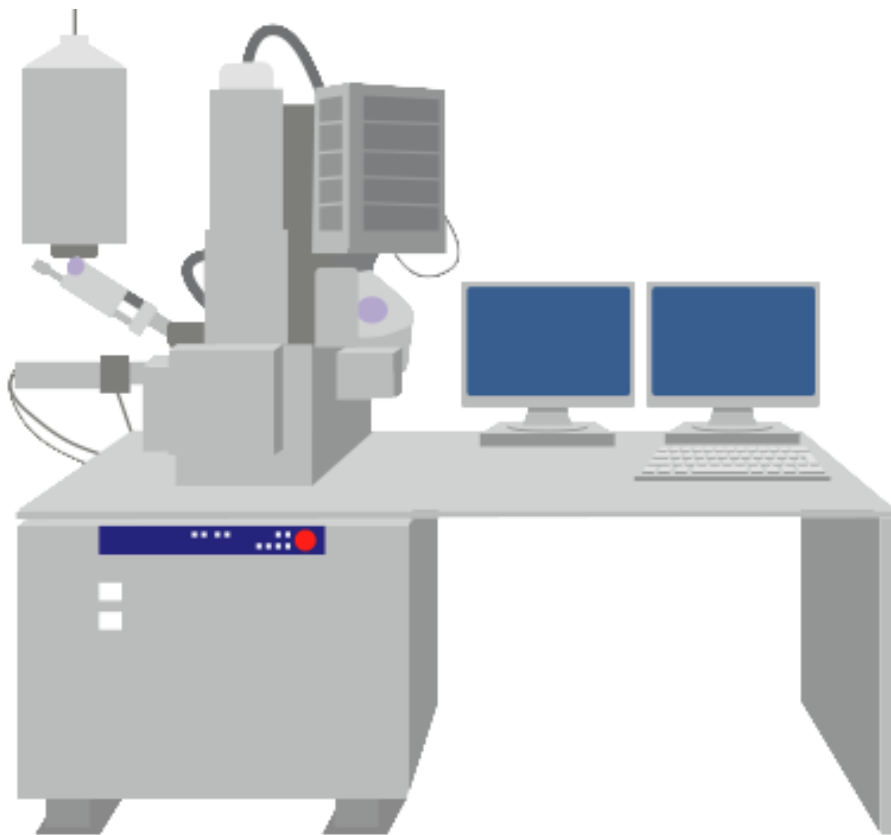
高さ像



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

6.2 評価分野

AN2410：計測・評価領域

現行技術

■流体シミュレーションに基づく多孔質材料の細孔構造解析 [UBE科学分析センター]

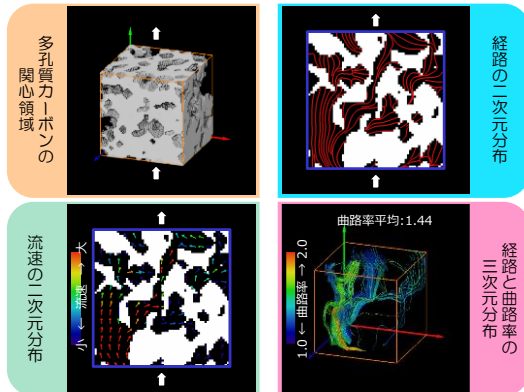
技術の特徴

- トモグラフィから得た多孔質材料の三次元構造に対する流体シミュレーションに基づいた細孔構造を数値化
- 流速（細孔径やクビレ具合）や曲路率（直線的か否か）が流れやすさを表す

用途

多孔質材料構造解析

適用事例：触媒、フィルター、緩衝材、構造材


<https://www.ube.co.jp/usai/index.htm>

AN2411：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]

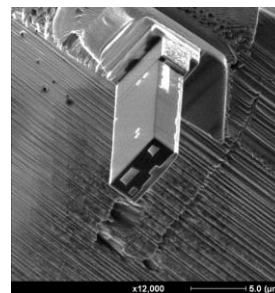
技術の特徴

- 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

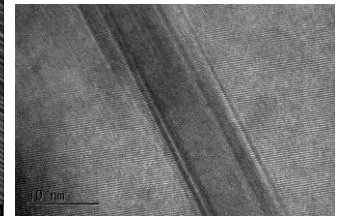
加工プロセス現状把握、課題原因究明

適用先事例：半導体、電子部品、自動車、時計



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/>


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
AN2401	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)	
AN2402	小角X線散乱測定装置・ナノ構造推定技術	リガク	
AN2403	遠心式ナノ粒子解析装置 (Partica CENTRIFUGE)	堀場製作所	
AN2404	粒子径・ゼータ電位・分子量測定 (BeNano)	三洋貿易	
AN2405	粒子径分布測定 (DC24000UHR)	三洋貿易	
AN2406	黒色・高濃度・原液粒子径測定 (DT-1210)	三洋貿易	
AN2407	分散性・分散安定性評価 (TURBISCAN DNS)	三洋貿易	
AN2408	集束イオンビーム加工観察装置 (FIB)	日本電子	
AN2409	走査型プローブ顕微鏡	島津製作所	
AN2410	流体シミュレーションに基づく 多孔質材料の細孔構造解析	UBE 科学分析センター	
AN2411	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	

※ 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

CN2401：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/>

CN2402：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)[日立ハイテック/日立製作所]

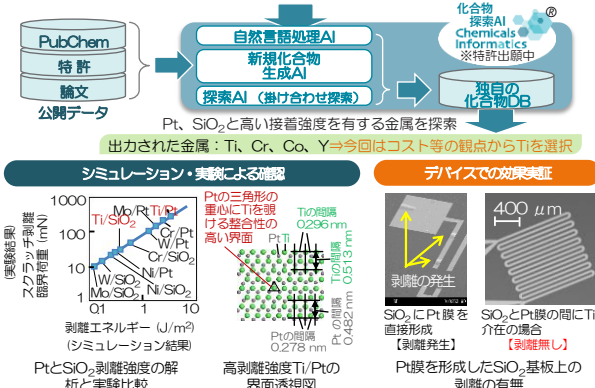
技術の特徴

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

CN2403：情報科学技術領域

現行技術

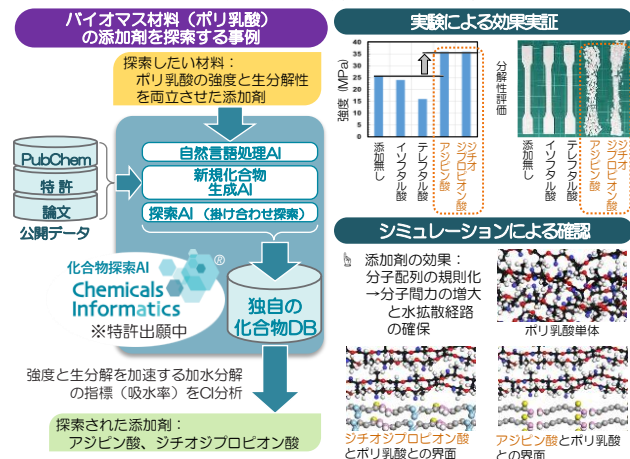
■複合材料のAI活用による添加剤探索(化合物探索AI技術)[日立ハイテック/日立製作所]

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

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

CP2404：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]

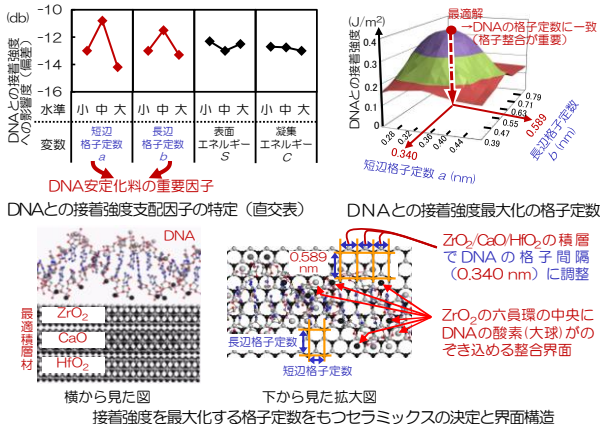
技術の特徴

- 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

https://www.istage.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
CN2401	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	
CN2402	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	
CN2403	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	
CN2404	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。



- ※ 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/>