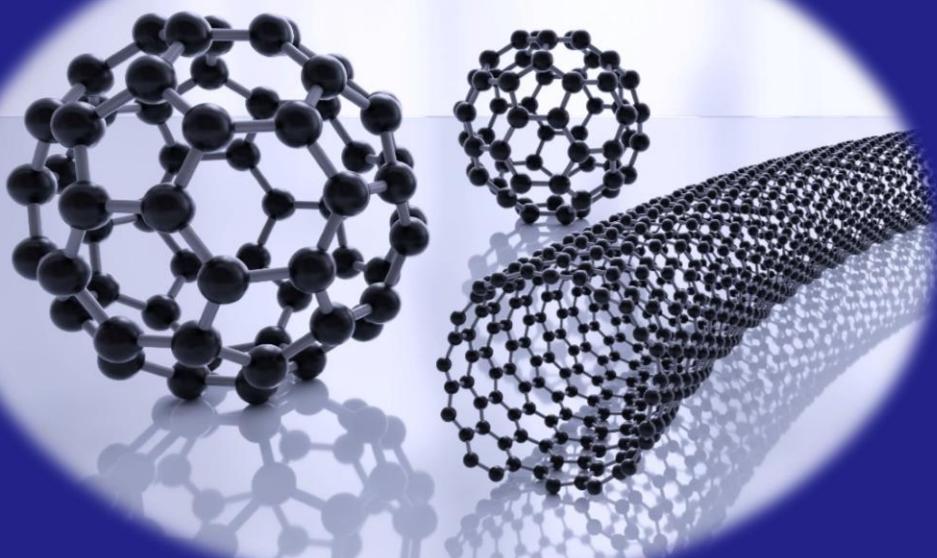


『ナノテクの見える化』 (2026年版)



一般社団法人 ナノテクノロジービジネス推進協議会

■ 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、右側の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氏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リ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、材料技術に加え、半導体微細加工や3Dプリンティングなどの製造技術、さらに分析評価技術やAIを活用した情報科学技術など、多岐にわたる技術が含まれる。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、

- ・ 生活家電・通信：スマートフォン、PC、冷蔵庫、洗濯機
- ・ 移動・輸送：自動車、鉄道、航空機、船舶
- ・ エネルギー・環境：二次電池、太陽電池
- ・ 最先端科学：医薬品、人工衛星、ロケット

などの多くの分野で私たちの暮らしを支えている。

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、2026年時点において、16年目を迎える活動となっている

2026年の『ナノテクの見える化』活動に於いても、当協議会の会員企業の中から同活動の趣旨に賛同した会員より技術情報の提供を頂いた。

本稿では、2025年版のナノテク活用領域の分類を踏襲し、「電子機器・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。

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る。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うものである。

2026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

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	ニッタ株式会社
国立大学法人大阪大学	日本製紙株式会社
関東電化工業株式会社	日本ゼオン株式会社
楠本化成株式会社	日本電気株式会社
コニカミノルタ株式会社	日本電子株式会社
三洋テクノス株式会社	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	フロイント・ターボ株式会社
株式会社スギノマシン	フロンティアカーボン株式会社
スペクト里斯株式会社	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	森六株式会社
TPR 株式会社	ユニチカ株式会社
ティカ株式会社	株式会社リガク
東レ株式会社	株式会社リコー
TOPPAN ホールディングス株式会社	株式会社レゾナック

目次

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
- 1.2 『ナノテクの見える化』活動の調査領域
- 1.3 ナノテクによって貢献可能な未来

2. 活用領域別のナノテク分布

- 2.1 電子機器・製造技術領域
- 2.2 社会インフラ・生活領域
- 2.3 環境・エネルギー領域
- 2.4 計測・評価領域
- 2.5 情報科学技術領域
- 2.6 領域・分野別のナノテク適用事例一覧

3. 電子機器・製造技術領域のナノテク具体例

4. 社会インフラ・生活領域のナノテク具体例
5. 環境・エネルギー領域のナノテク具体例
6. 計測・評価領域のナノテク具体例
7. 情報科学技術領域のナノテク具体例

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

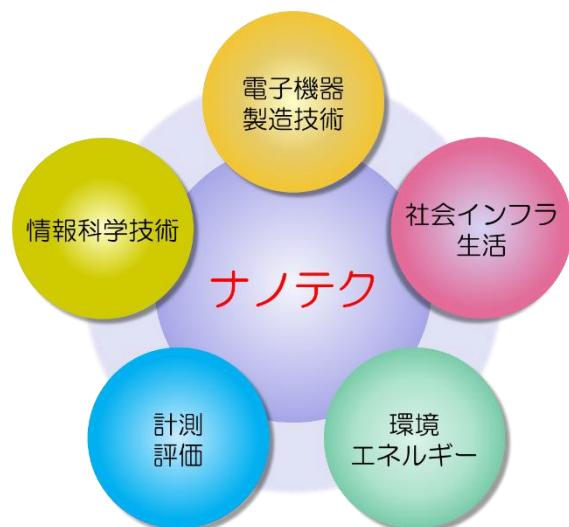
『ナノテク』はナノメートル（10億分の1メートル程度）の大きさの世界の中で分子制御、加工、計測などを行う技術のことであり、肉眼で見ることのできない世界である。その利用は日用品から工業製品にまで広がっており、我々の社会活動を支える基盤技術となっている。

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。

2026年における『ナノテクの見える化』活動では、「電子機器・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。

ナノテク5大活用領域



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、以下の図に記載の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 電子機器・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、自動車や信号機といった社会インフラにも多くの電子部品・電子機器が組み込まれており、多種多様な電子部材が用いられている。そのため、これらを生産するために必要な製造技術も多岐にわたる。

電子機器・製造技術領域における分野は、「機能性材料」「電子部材」「製造技術」などに大別される。

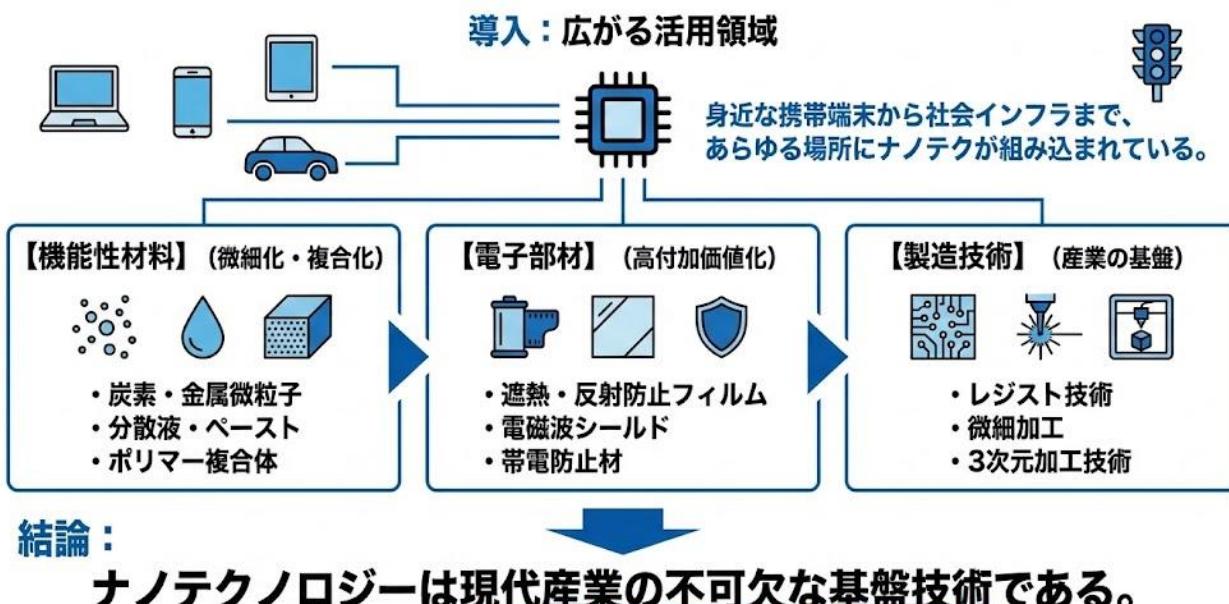
電子機器に利用される機能性材料は、主に炭素や金属から成る微粒子（粒状、ワイヤー状、層状など）で構成されるものが多い。また、これらを溶媒に分散させた液状・ペースト状の形態も開発されており、製造や加工時の取り扱いが容易になっている。ナノサイズ化による特異な物性を活用したものや、ポリマーなどとの複合化によって新たな機能性を付与した電子部材も開発されている。

電子機器に付加価値を与える機能性電子部材には、光学フィルムや導電性シートをはじめとする多種多様な機能を有するものが開発されている。本稿では、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いるが、これらはほんの一部に過ぎない。

一方、ナノテクを支える製造技術の分野には、電子機器の製造・利用・加工に欠かせない技術が数多く存在する。例えば、現代産業の基盤となる半導体集積回路におけるナノ構造配線の製造に用いられるレジスト技術や微細加工技術が挙げられる。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含まれる。

このように、電子機器にはナノテクが数多く活用されており、機能性材料、電子部材、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。

電子機器・製造技術領域におけるナノテクノロジーの役割



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。

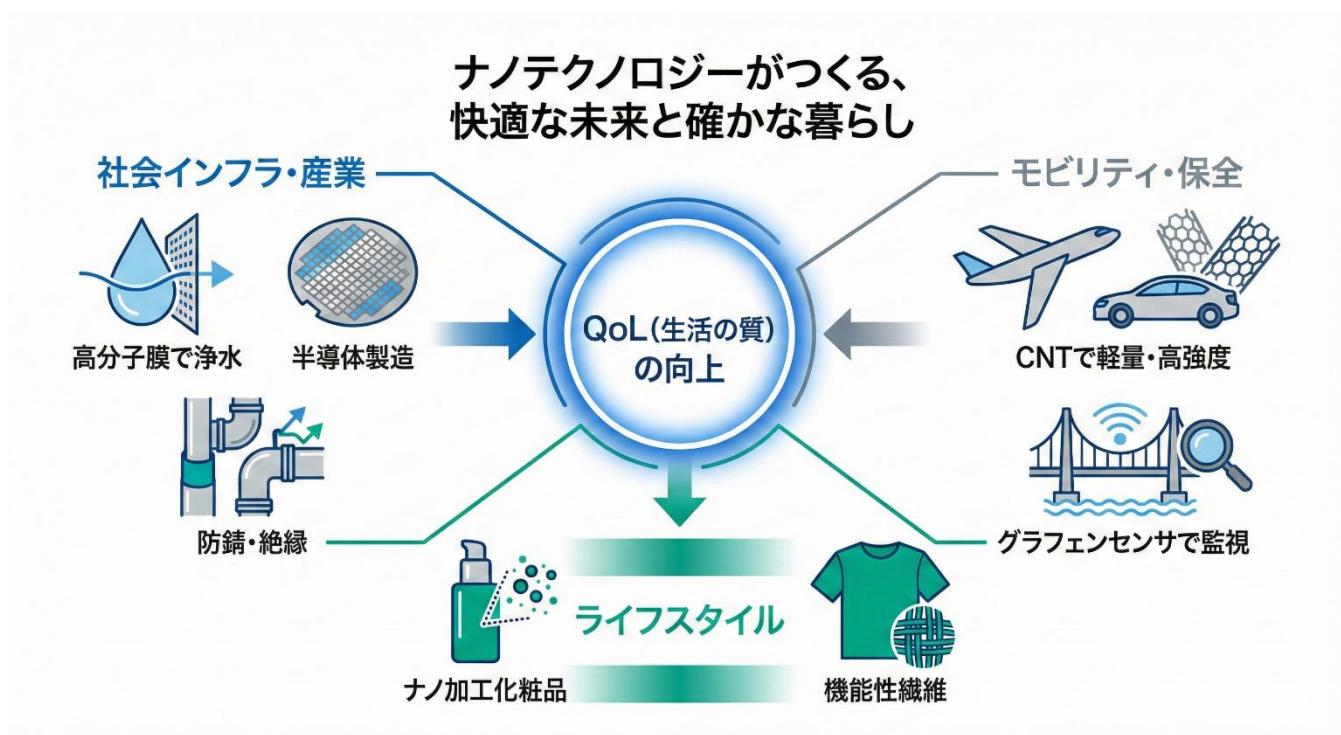
例えば、生命活動や工業製品の製造に欠かせない綺麗な水を得るために浄水・水処理は、必要不可欠な社会インフラ技術である。目的に応じた高品質な水の生産に向けて、様々な有害成分を除去するためのナノテクを用いた高分子膜が使われている。特に半導体などの先端工業品の生産には、高純度の水が多用されている。

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、多様な機能素材が用いられている。また、遠隔地への移動手段である航空機、自動車、自転車などのモビリティにも、CNT（カーボンナノチューブ）などのナノテク材料が用いられている。

また近年課題となっている老朽化した橋梁などの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取り組みが進められている。

一方、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。健康志向の高まりや長寿社会に向けて、美容・健康・衣料への関心が高まる中、ナノテクがその支えとなっている。化粧品においては、無機成分のナノ加工や表面処理技術による日焼け止めなどに応用されている。衣料品への応用では、ナノレベル制御技術を活用した機能性繊維などの例がある。

このように、ナノテクは私たちの生活の質（QoL）の向上に大きく貢献している。



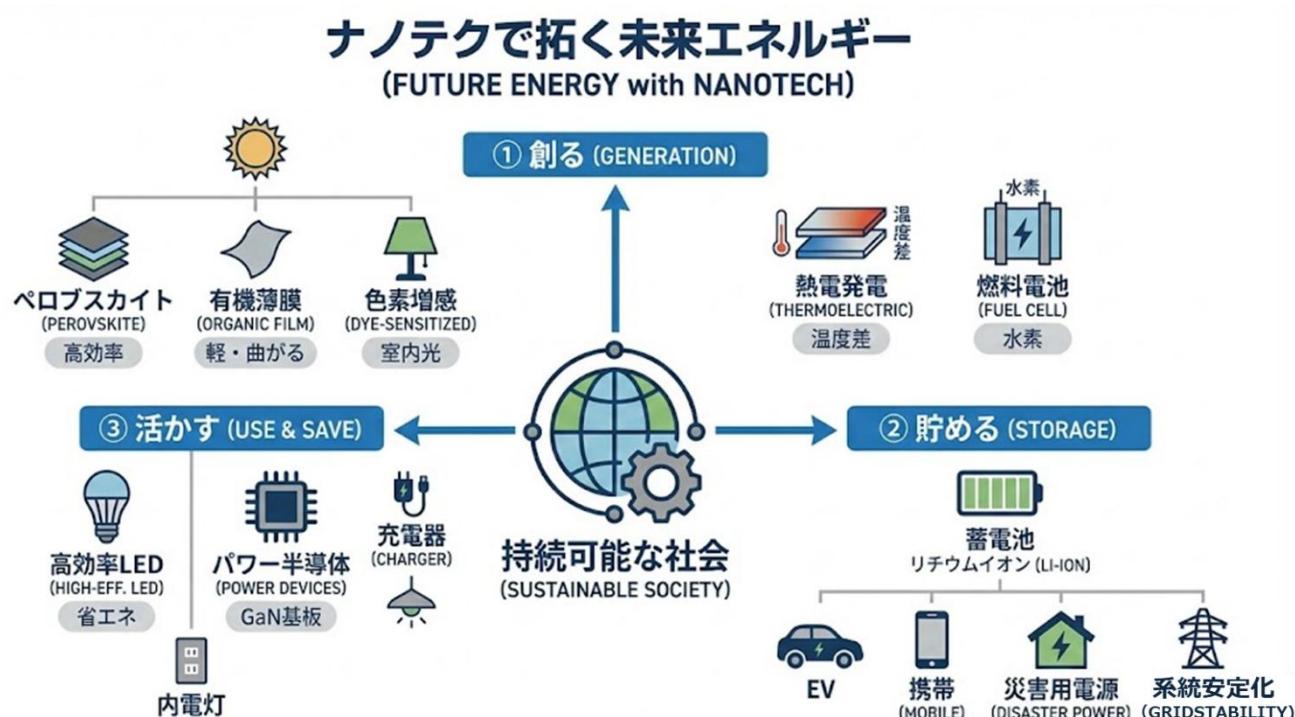
2.3 環境・エネルギー領域

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。

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、系統電源から宅内、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。また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。

また、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。さらに、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多様な用途がある。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、照明などに多用される消費電力を抑えたLEDに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、目視困難なナノサイズの材料物性や加工状態を測定・観察・評価することは必要不可欠である。

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を取り上げる。さらに、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も紹介する。

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、比較的大きな粒子（数 μm から数 100 μm ）にはない特徴的な性質を持っている。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であり、全てを単一企業で保有することは難しくなってきている。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る。これらを専門にした分析受託サービスを活用することが、研究開発の加速や効率化の上で重要になっている。

次世代ナノ構造解析：観察・加工・評価の統合

粒子物性からデバイス評価まで、研究開発を加速。

ナノ材料評価（測定）



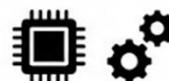
- 反応性
- 分散性
- 透明性
- 発光性

項目：粒子径分布、表面電荷、分子量

[観察 × 加工] の同時評価

- 手法: FIB-SEM等による「その場観察（In-situ）」
- 価値: 表面だけでなく、削りながら内部構造をリアルタイム評価。

産業応用（評価）



- 創薬・医療：遺伝子検査、解析装置
- 工業・インフラ：流体管理（ガス・食品）、劣化診断

受託サービスの活用

課題：

高額設備、高度な前処理ノウハウの不足



解決：

「分析受託サービス」の戦略的活用



メリット：

コスト低減 × 開発リードタイム短縮

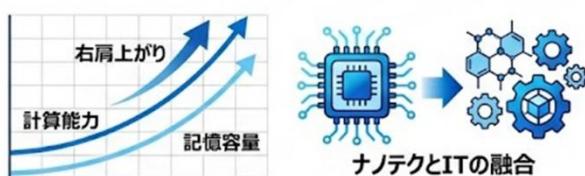
2.5 情報科学技術領域

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となっており、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、時代ととも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技術）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つながっている。

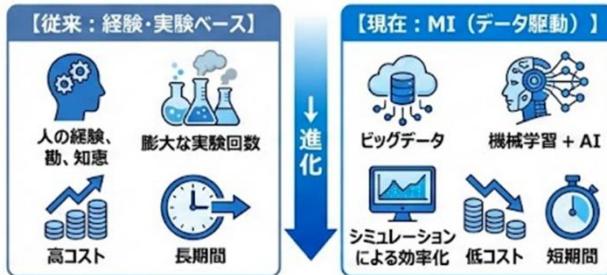
マテリアルズ・インフォマティクスでは、コンピュータがビッグデータを情報源とした機械学習を行い、さらに人の知恵を学習させたAI（人工知能）を活用して材料開発が進められている。つまり、これまで技術者の経験や知恵、知識を基礎に、何度も実験を重ねながら膨大な労力とコストをかけて行っていたことが、コンピュータ上で安価かつ短時間に行えるようになった。もちろん、マテリアルズ・インフォマティクスは発展途上の技術であることから、この技術のみで材料開発を完結させることは難しい。しかし、コンピュータの計算処理能力の向上や個々のアルゴリズムの改良により、止まるこなく進歩し続けている。

マテリアルズ・インフォマティクス（MI）による材料開発の革新

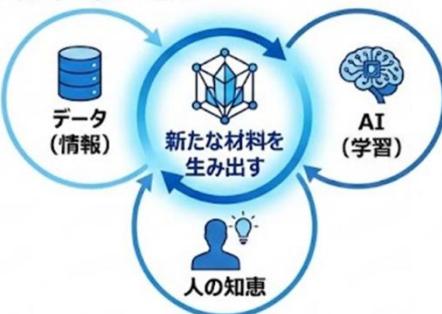
① 背景：基盤技術の進化



② 開発手法の対比



③ MIのコア・プロセス



④ 今後の展望



2.6 領域・分野別のナノテク適用事例一覧

電子機器・製造技術		
No.	ナノテク適用例	実施企業
01	グラフェン分散液	FCM
02	OS銀微粒子	大阪ソーダ
03	高屈折率・低屈折率ナノ粒子	関東電化工業
04	SWCNTによるシリコーンゴムへの帯電防止	楠本化成
05	CSCNT充填導電VMQ(シリコーンゴム)	GSI クレオス
06	湿式微粒化装置(スターバースト)	スギノマシン
07	モリブデン系ナノ粒子(MoX)	DIC
08	ナノ積層フィルム	東レ
09	次世代ディスプレイ向け量子ドット	TOPPAN
10	ソフトビーズCNT(Durobeads)	中谷産業
11	電磁波抑制シート	日本ゼオン
12	高解像度電子線レジスト(ZEP530A)	日本ゼオン
13	ドライエッティングガス(C5F8)	日本ゼオン
14	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
15	高粘度対応湿式粉碎・分散機(ビーズミル：アクアターボTZ)	フロイント・ターボ
16	モスアイ型低反射フィルム	三菱ケミカル
17	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
18	導電性ナノワイヤー(環境温度に影響を受けにくい導電材料)	ユニチカ
19	金属3Dプリンターバインダージェッティング・アルミ焼結技術	リコー

社会インフラ・生活

No.	ナノテク適用例	実施企業
20	CSCNT充填超高性能防錆塗料(ナノテクト)	GSI クレオス
21	CNT充填樹脂複合材	GSI クレオス
22	導電性フッ素樹脂(TRC シリーズ)	ダイキン ファインテック
23	自己乳化型ナノ酸化亜鉛	ティカ
24	大型膜法下廃水再利用プラント	東レ
25	航空機構造材	東レ
26	微細構造制御技術(NANOALLOY)	東レ
27	繊維成分・形状制御技術(NANODESIGN)	東レ
28	CNT複合化炭素繊維技術(Namid TM)	ニッタ
29	セルロースナノファイバー(cellenpia [®])	日本製紙
30	グラフェン赤外線センサ	三菱電機
31	ワイヤ・レーザ金属3Dプリンタによる異材接合	三菱電機

環境エネルギー

No.	ナノテク適用例	実施企業
32	分散剤不使用高分散CSCNT分散体	GSI クレオス
33	有機エレクトロニクス用高分子材料	GSI クレオス
34	有機薄膜太陽電池(OPV)	GSI クレオス
35	燃料電池電極用白金担持(CSCNT)	GSI クレオス
36	熱電発電モジュール	TPR
37	フレキシブルCNT熱電変換モジュール	東海理化
38	水素社会実現に向けたCCM/MEA	TOPPAN
39	熱電変換モジュール	日本ゼオン
40	工業材料用フラーレン	フロンティアカーボン
41	光デバイス用蛍光体	三菱ケミカル
42	窒化ガリウム基板	三菱ケミカル
43	ハイエントロピー合金(様々な形状・組成の触媒向けハイエントロピー合金)	ユニチカ
44	セラミックス3Dプリンター	リコー
45	インクジェット印刷ペロブスカイト太陽電池	リコー
46	色素増感太陽電池(DSSC)	リコー
47	Liイオン電池正負極用導電助剤(VGCF-H)	レゾナック

計測・評価		
No.	ナノテク適用例	実施企業
48	遺伝子医療を革新する国産生体分子シークエンサー	大阪大学 /H.U.グループ中央研究所
49	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
50	ナノ粒子総合評価(BeNano 180 Zeta Max)	三洋テクノス
51	粒子径分布測定(DC24000UHR)	三洋テクノス
52	黒色・高濃度・原液粒子径測定(DT-1210)	三洋テクノス
53	分散・凝集状態の評価(Spin Mate)	三洋テクノス
54	走査型プローブ顕微鏡	島津製作所
55	ナノ材料物性測定装置	スペクトリス
56	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
57	3D 細胞培養技術 invivoid®を用いた創薬支援	TOPPAN
58	集束イオンビーム加工観察装置(FIB)	日本電子
59	圧縮空気等流体の清浄度調査	分析センター
60	遠心式ナノ粒子解析装置(Partica CENTRIFUGE)	堀場製作所
61	小角X線散乱測定装置・ナノ構造推定技術	リガク

情報科学技術		
No.	ナノテク適用例	実施企業
62	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
63	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
64	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
65	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

3. 電子機器・製造技術領域のナノテク具体例

電子機器・製造技術領域

■グラフェン分散液[FCM]

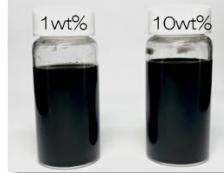
技術の特徴

- 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

将来技術

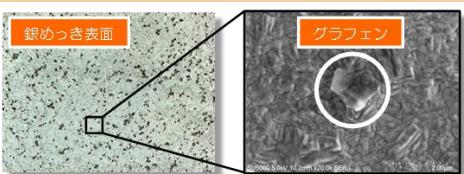


グラフェン分散液
1wt% 10wt%

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 : 0.15~1.5 μ m

応用例：銀-グラフェン複合めっき



銀めっき表面
グラフェン

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/>

電子機器・製造技術領域

■OS銀微粒子[大阪ソーダ]

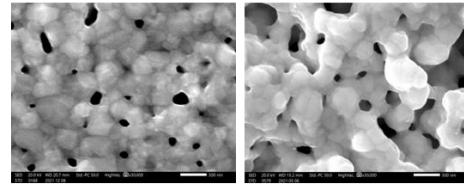
技術の特徴

- 100~500nmのサブミクロンサイズで200°C低温焼結する銀微粒子
- 市販のミ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、導電性銀ベースト

現行技術



焼結処理後SEM像
(100nm粒子)



焼結処理後SEM像
(500nm粒子)



ベースト状
OS銀微粒子

最密充填により
無加圧でも
ここまで高緻密！

銅接続の
向上効果あり！

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

電子機器・製造技術領域

■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、耐光性、耐擦傷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
- TiO₂代替、PFAS代替

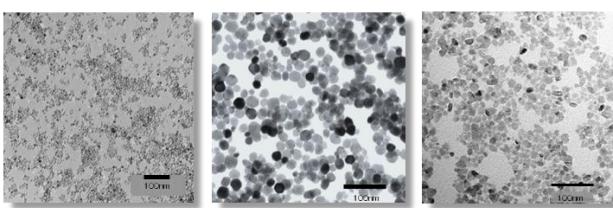
用途

- 光学材料
- 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、電池添加剤など

将来技術



ZrO₂分散液



ZrO₂
(高屈折率・高硬度)

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/>

電子機器・製造技術領域

■SWCNTによるシリコーンゴムへの帯電防止(SWCNTマスターbatch 試作品MSS-287)[楠本化成]

技術の特徴

- HCR向けSWCNTマスターbatch
- 低添加量 (CNT添加量: 0.1%) で効果を発揮
- カーボン由来の転写を抑制

用途

ゴムローラー、コンベアベルト、電子部品用容器など
※静電気を嫌う装置向け

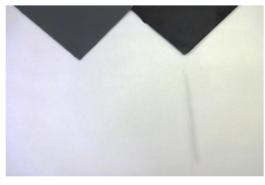
現行技術

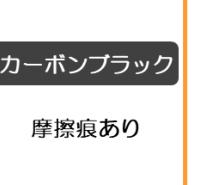
MSS-287

カーボンブラック

摩擦痕なし

摩擦痕あり





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

『ナノテクの見える化』(2026年度版)

電子機器・製造技術領域

■CSCNT充填導電VMQ (シリコーンゴム) [GSIクレオス]

技術の特徴

- 従来の導電VMQでは得られなかつた導電領域を達成
- 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、ウエアラブル機器



シリコーンゴムサンプル

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^②含有品
硬度 Duro A
1.0E+02
1.0E+01
1.0E+00
1.0E-01
1.0E-02

※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)朝日ラバードとの共同開発品

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

電子機器・製造技術領域

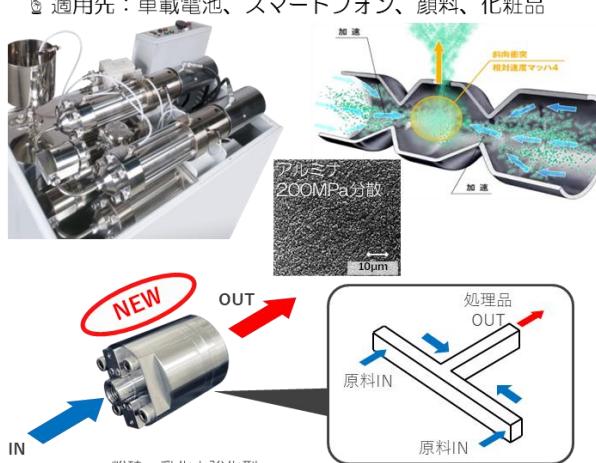
■湿式微粒化装置 (スターバースト) [スギノマシン]

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



NEW OUT
IN
粉碎・乳化力強化型
極細スリット部チャンバー
処理品 OUT
原料IN
原料IN
極細スリット部イメージ
アルミニウム 200MPa分散
10μm
加速
斜面衝突 相対速度マッハ4
加速

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

電子機器・製造技術領域

■モリブデン系ナノ粒子 (MoX) [DIC]

技術の特徴

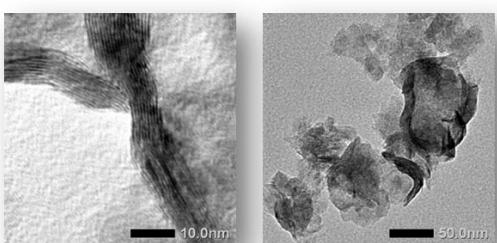
- 結晶構造、形状とサイズを高度に制御
適用例 : 厚み10nmの二硫化モリブデンナノシート
- 独自製法により不純物を殆ど含まず、粒度分布也非常に狭い均質な粒子

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)
10.0nm
10.0nm

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

電子機器・製造技術領域

■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

ウイ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/>

電子機器・製造技術領域

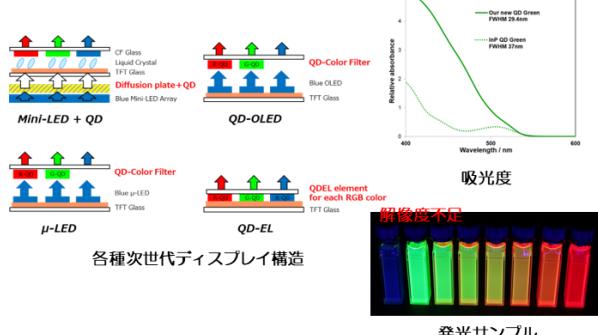
■次世代ディスプレイ向け量子ドット[TOPPAN]

技術の特徴

- カドミウム／鉛フリーの量子ドット (RoHS規制対応)
- 高い光吸収効率と鋭い発光波長ピークを実現
- 次世代ディスプレイの色域や輝度の向上、長寿命化に貢献

用途

次世代ディスプレイ、太陽光発電、センシング・通信、DDS・バイオイメージング



<https://www.holdings.toppan.com/ja/>

将来技術

電子機器・製造技術領域

■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、解纏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



※ ポリマーは最終成形物に合わせて選択可能

物流効率UP (脱気包装)



ソフビーズ+脱気成型包装

[特許7537814号]

<https://nanotechnakatani.com/>

現行技術

電子機器・製造技術領域

■電磁波抑制シート[日本ゼオン]

技術の特徴

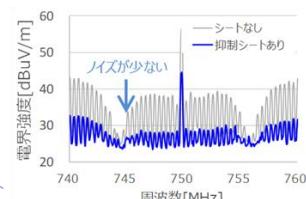
- 単層カーボンナノチューブ (ZEONANO[®]SG101) を用いたシート
- 特にGHz帯の電磁波を吸収可能
- 高速回線の基板や配線から発生するノイズ抑制

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/>

将来技術

電子機器・製造技術領域

■高解像度電子線レジスト (ZEP530A) [日本ゼオン]

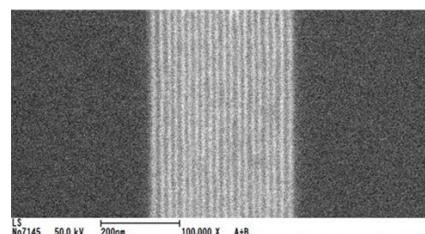
技術の特徴

- 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

ブリベーカ	180°C/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°C
リンス	IPA, 10sec, Dip, 23°C



上面観察写真

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

現行技術

電子機器・製造技術領域

■ドライエッキングガス(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キ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 (°C)	27
比重 (25°C)	1.58
引火点 (°C)	なし
GWP (CO2=1 100 years)	90

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

電子機器・製造技術領域

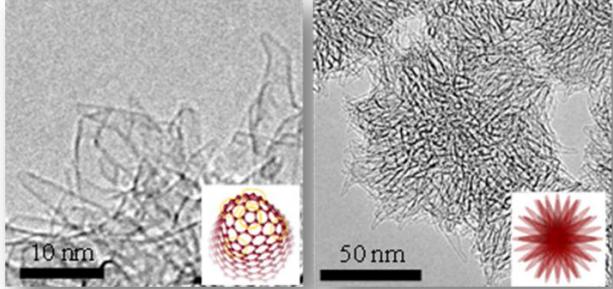
■高容量キャバシタ用カーボンナノホーンおよびカーボンナノホーン集合体[日本電気]

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

高容量キャバシタ



カーボンナノホーン 10 nm カーボンナノホーン集合体 50 nm

日本電気 (NEC) が量産技術を確立し、世界中で販売中

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

電子機器・製造技術領域

**■高粘度対応湿式粉碎・分散機
(ビーズミル: アクアターボTZ)[フロイント・ターボ]**

技術の特徴

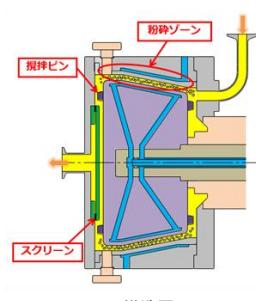
- 最大15万cPの高粘度スラリーを粉碎・分散・解纏可能
- ビーズ使用量が少ない
- 粒子を扁平させずに球状のまま分散可能

用途

MLCC用・電子用材料、ナノ粒子素材、ナノファイバー
↑適用先: スマートフォン、各種電池、化粧品、顔料



アクアターボTZ-10型



構造図



高粘度スラリー粉碎・分散例

<https://www.freund-turbo.co.jp/product/product/wet/ob.html>

電子機器・製造技術領域

■モスマイト型低反射フィルム[三菱ケミカル]

技術の特徴

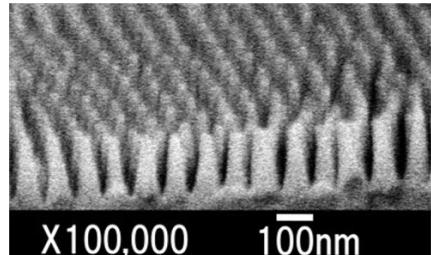
- 蛾の目 (モスマイト) がもつ微細凹凸構造を独自技術で模倣したバイオミメティック材料
- ナノメートルオーダーの凹凸構造により、反射防止効果、虫滑落効果、防曇性など同時発現

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



《モスマイト》無し
《モスマイト》有り



X100,000 100nm
モスマイト無反射フィルム
(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

電子機器・製造技術領域

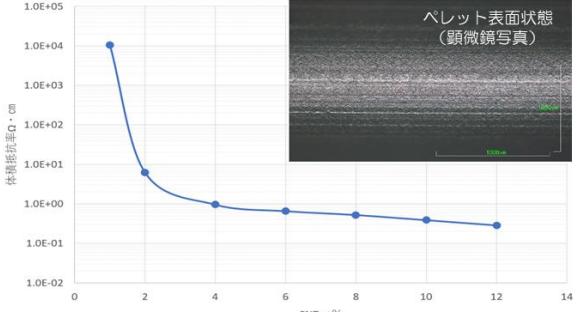
■高分散CNTマスターパッチ (PCベースCNTマスター パッチ) [森六]

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碎可能
- 解碎後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
- PCI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





ペレット表面状態
(顕微鏡写真)

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 パッチ)

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

電子・製造技術領域

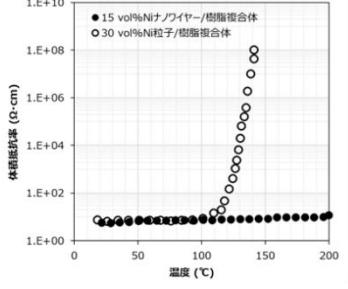
■導電性ナノワイヤー (環境温度に影響を受けにくい導電材料) [ユニチカ]

技術の特徴

- ニッケルを主成分としたナノワイヤー
- 温度変化やそれに伴う体積膨張の影響を受けにくく、導電性が変化しにくい導電性の複合材料が設計可能

用途

低温～高温環境下での使用を想定した導電材料（導電接合）、放熱材料など



ニッケルナノワイヤー
樹脂複合材料の温度影響性のグラフ
※大阪公立大学 高分子化学研究室にて測定

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

電子機器・製造技術領域

**■金属3Dプリンター
バインダージェッティング・アルミ焼結技術 [リコー]**

技術の特徴

- 複雑な立体形状を活用したトポロジー形状、薄肉形状が再現可能
- インクジェット印刷による部品大量生産
- リコー産業印刷用プリントヘッドを活用し特殊バインダーを用いることが可能

用途

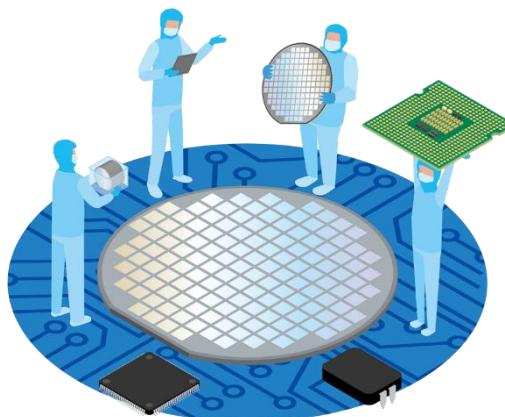
アルミの3D造形物、各種熱交換、冷却用途
<熱交換の応用分野>

- 自動車、eVTOL、航空機など移動体
- サーバー、半導体装置等



複雑流路造形サンプル例

銅に匹敵する熱交換性能を発揮する IGBTヒートシンク



https://www.ricoh.com/technology/tech/123_metal_3d_printing

4. 社会インフラ・生活領域のナノテク具体例

社会インフラ・生活領域

**■ 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

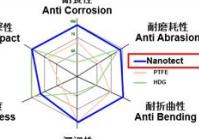
- カップ積層型カーボンナノチューブ (CSCNT^{※1}) を塗料に均一分散させ、塗膜強度・耐久性を飛躍的に向上させた塗料

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
耐食性 Anti Corrosion
耐衝撃性 Anti Impact
硬度 Hardness
潤滑性 Lubrication
耐磨耗性 Anti Abrasion
耐折曲性 Anti Bending



石油・ガスプラント



流体継手カーブ[®]



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

締結取り外し時に強い衝撃が加わるカーブ[®]に採用されており、使用開始

強い腐食環境にある配管外側の保材下腐食 (CUI^{※2}) テストに合格し、採用

<https://www.gsi.co.jp/a/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 : 保材下腐食

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^{※1}) 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



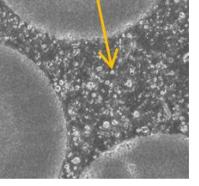
航空機部材



自動車部材



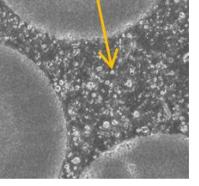
ロードバイクフレーム



釣り竿



CSCNT充填
エボキシ樹脂フィルム



複合材SEM画像
白点部: CSCNT

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

※ CSCNT : カップ積層型カーボンナノチューブ

社会インフラ・生活領域

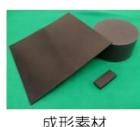
■ 導電性フッ素樹脂 (TRCシリーズ) [ダイキンファインテック]

技術の特徴

- 安定性に優れた体積抵抗率 (10^1 ~ 10^4 $\Omega \cdot \text{cm}$)
- 非常に低い金属含有量 (0.1 ppb以下/金属系17元素)
- 溶接強度の低下なし (未添加樹脂と同等の溶接強度)
- 液送中の帯電 (流動・剥離) を除去 (帯電を大幅に抑制・除去)

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

特性		単位	試験法	電気的	TRC-M210	PCTFE	TRC-C210
電気的	体積抵抗率	$\Omega \cdot \text{cm}$	JIS K7194	$> 10^4$	10^1 ~ 10^4	$> 10^{18}$	10^1 ~ 10^4
機械的	引張 弾性率	MPa	JIS K7137	410	510	1120	1340
	強度	MPa	JIS K7137	32	34	38	43
	伸び	%	JIS K7137	380	405	7	5
	曲げ弾性率	MPa	JIS K7171	554	654	1850	1934
ショアA硬度	Dスケール	JIS K7215	D57	D60	D80-D85	D82	
溶接強度	MPa	当社独自法	12	12	溶接不可	溶接不可	
金属溶出(17元素)	ppb	当社独自法	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
流動帯電除去評価	nA	当社独自法	35	5	35	5	

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

社会インフラ・生活領域

■ 自己乳化型ナノ酸化亜鉛 [ティカ]

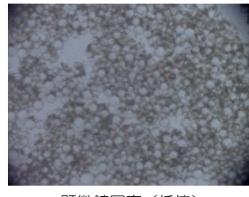
技術の特徴

- 粒子径制御技術を活用し、一次粒子径を8 nmから1000 nm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

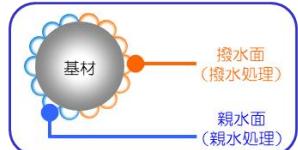
乳化試験



顕微鏡写真 (低倍)



顕微鏡写真 (高倍)
油水界面に粒子が配向し、乳化を実現



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

基材
撥水面 (撥水処理)
親水面 (親水処理)

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

表面処理イメージ

社会インフラ・生活領域

現行技術

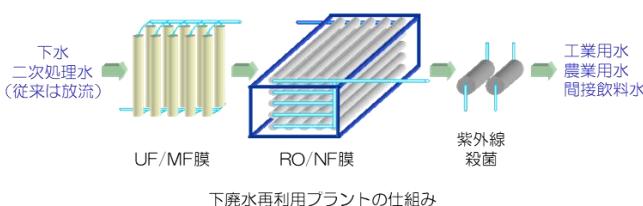
■大型膜法下廃水再利用プラント[東レ]

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・塩などを除去

用途

工業用水製造、農業用水製造、間接飲料水



下廃水再利用プラントの仕組み

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

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®』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性能向上を発現させることができる革新的な微細構造制御技術
- 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

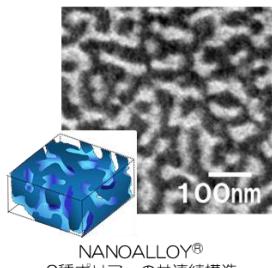
用途

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


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

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

- 鉄より軽量かつ強靭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



炭素繊維

航空機体へのCFRP利用

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

社会インフラ・生活領域

現行技術

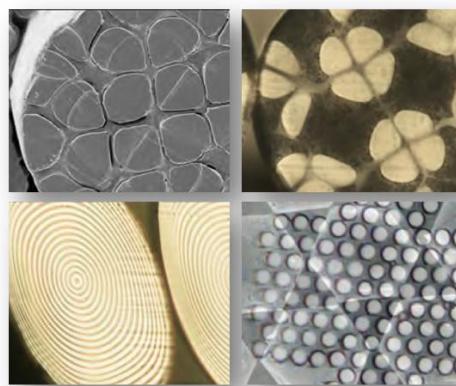
■繊維成分・形状制御技術 (NANODESIGN®) [東レ]

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


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

社会インフラ・生活領域

■CNT複合化炭素繊維技術 (NamdTM) [ニッタ]

技術の特徴

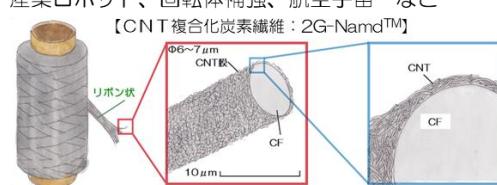
- 炭素繊維表面にCNTを不織布状に緻密に膜形成
- 樹脂との複合化により“炭素繊維/CNT+樹脂/樹脂”の階層構造を形成し炭素繊維界面を補強
- 一般のCFRPより、しなり戻り特性(弾性率の速度依存性低減)や振動減衰性、疲労耐久性向上
- 中間材料のプリプレグを用いたシートワインディング成形では、既にスポーツ用途で採用されている
- NamdTM糸を用いたフィラメントワインディング成形をはじめ、引抜成形やVaRTM成形などの各種成形法にも対応が可能

※ CFRP製品成形品で航空宇宙品質マネジメントAS9100認証取得

用 途

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

【CNT複合化炭素繊維：2G-NamdTM】



【用途例】

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

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
- 樹脂・ゴムの補強材、工業製品の機能性添加剤※

※ 分散・乳化・成膜・保水・保形など

用 途

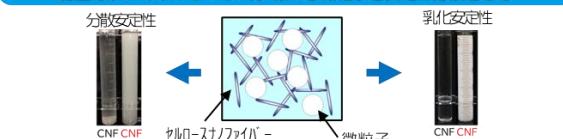
微粒子の分散剤

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)

強固なナノネットワークで、様々な微粒子を安定に分散させる



分散安定性 → セルロースナノファイバー → 剥離安定性

CNF CNF なし あり

微粒子

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

社会インフラ・生活領域

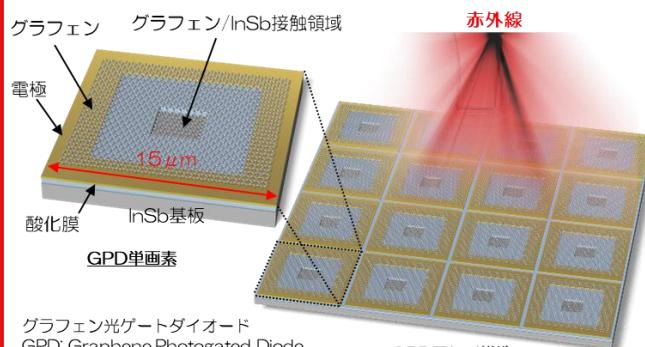
■グラフェン赤外線センサ [三菱電機]

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
赤外線
電極
酸化膜
InSb基板
GPD単電素
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。

将来技術

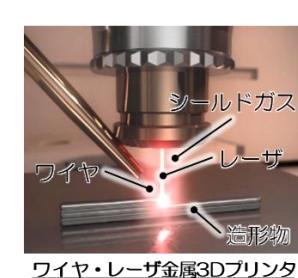
■ワイヤ・レーザ金属3Dプリンタによる異材接合 [三菱電機]

技術の特徴

- ステンレス上へのアルミニウム合金の異材接合
- ワイヤをレーザで溶融・造形するワイヤ・レーザDED方式
- フラックスとサイドワイヤの特長を活かし基材への入熱を抑え、界面の脆化相の成長を抑制し、高強度な接合を実現

用 途

自動車、航空宇宙、家電機器



アルミニウム合金
金属間化合物(IMC)
ステンレス
IMC厚み: 0.67 μm(目標<1 μm)
引張強度: 約200MPa
接合界面*のSEM像
※引張試験用サンプルの断面観察結果



ステンレス アルミニウム合金
異材接合の事例サンプル

<https://www.mitsubishi-electric.co.jp/corporate/randd/list/mechatronics/b233/index.html>

5. 環境・エネルギー領域のナノテク具体例

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>

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/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)

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 良好的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)

環境・エネルギー領域

現行技術

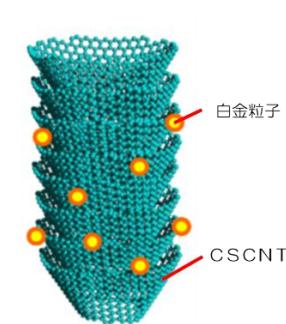
■燃料電池電極用白金担持(CSCNT)[GSIクレオス]

技術の特徴

- CSCNT^{※3}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



シリコーンゴムサンプル



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>

環境・エネルギー領域

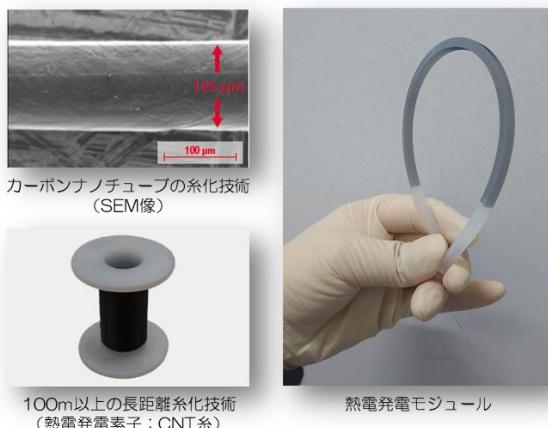
■熱電発電モジュール[TPR]

技術の特徴

- 熱電発電素子単体では、CNT糸により、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



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

将来技術

環境・エネルギー領域

■フレキシブルCNT熱電変換モジュール[東海理化]

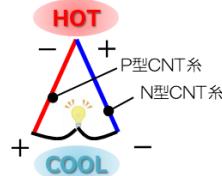
技術の特徴

- 高結晶CNTからなる高電気伝導率かつ高強度CNT糸を使用
- 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

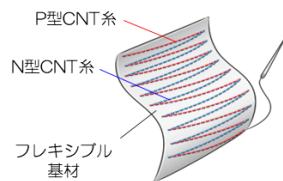
用途

廃熱を活用したIoTセンシング

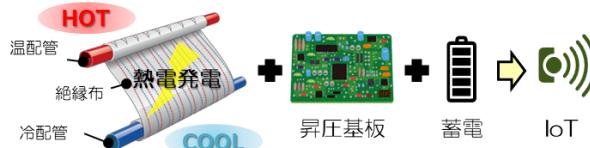
発電原理 (ゼーベック効果)



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>

環境・エネルギー領域

■水素社会実現に向けたCCM/MEA[TOPPAN]

技術の特徴

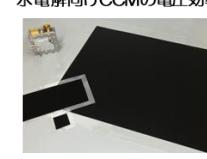
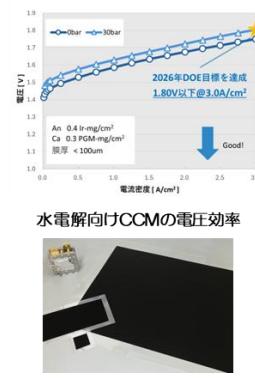
- 高効率・高耐久・高品質なCCM/MEAを開発
- 独自枚葉式面面ダイレクトコーティング方式にて製造 (最大サイズ: 600mm×800mm)
- 水電解向けCCMにおける電圧効率は、低イリジウム量で2026年のDOEターゲットを達成

用途

水素を「つくる」「ためる・はこぶ」「つかう」の全領域



製造設備



<https://www.holdings.toppan.com/ja/meai/>

将来技術

環境・エネルギー領域

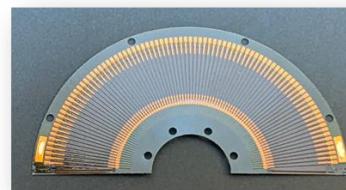
■熱電変換モジュール[日本ゼオン]

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	ゼーベック係数	50~60 μ 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/>

環境・エネルギー領域

■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（ペロブスカイト/OPV）、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://www.t-carbon.com>

現行技術

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

環境・エネルギー領域

■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、液晶パックライト、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

環境・エネルギー領域

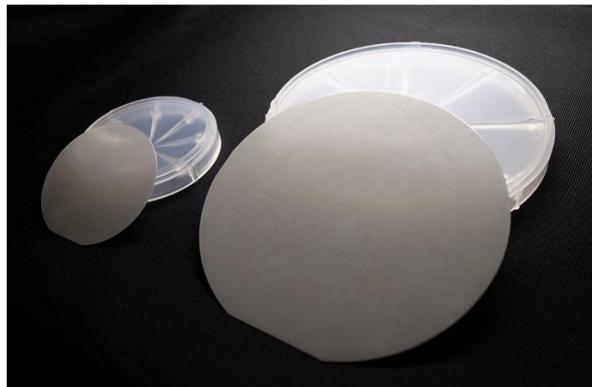
■窒化ガリウム基板[三菱ケミカル]

技術の特徴

- HVPE法、及びアモナサーマル法結晶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

現行技術

環境・エネルギー領域

■ハイエントロピー合金[ユニチカ]

（様々な形状・組成の触媒向けハイエントロピー合金）

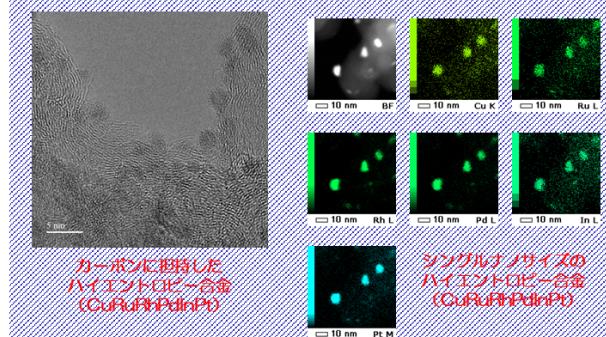
技術の特徴

- カーボンなどの担体への直接担持、高表面積化（100～300 m²/g）、シングルナノサイズ化（3～9 nm）などのハイエントロピー合金が合成可能
- 半金属と貴金属を混合したハイエントロピー合金も合成可能

用途

各種触媒（燃料電池、水素生成など）

シングルナノサイズのハイエントロピー合金（CuRuRhPdIrPt）



カーボンに担持した
ハイエントロピー合金
(CuRuRhPdIrPt)

シングルナノサイズの
ハイエントロピー合金
(CuRuRhPdIrPt)

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

将来技術

環境・エネルギー領域
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

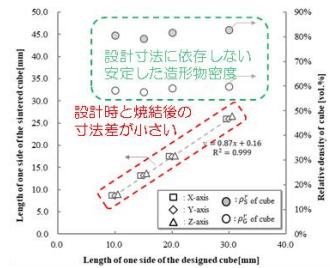
部品・治具製造

適用先

エネルギー分野（発電設備など）、モビリティ分野

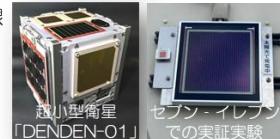


アルミナ造形物


 造形加工状態図
(設計時・焼結後寸法、造形物密度)

https://jp.ricoh.com/technology/tech/121_ceramics_3d_printer
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、耐宇宙線
- インクジェットヘッド技術
- インク・サプライ技術
- プリンティングシステム技術
- ロールtoロール搬送技術


用途

地上創エネ電源、宇宙利用電源

NEDOのグリーンイノベーション基金に採択



外観写真

コンソーシアムの役割

ペロブスカイト太陽電池の印刷イメージ図


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

https://jp.ricoh.com/technology/tech/066_dssc
<https://www.ricoh.co.jp/products/list/ricoh-eh-environment-sensor-d201-d202>
<https://www.ricoh.co.jp/products/list/ricoh-eh-co2-sensor-d101>

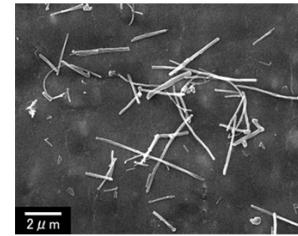
※ DSSC : Dye-Sensitized Solar Cell

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纖維
- 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)
平均纖維径 [nm]	150
平均纖維長 [μm]	4
比表面積 [m ² /g]	15
嵩密度 [g/cm ³]	0.08
圧密比抵抗値 [Ω·cm] (0.8g/cm ³ 圧縮時)	0.017
格子定数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す。

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

6. 計測・評価領域のナノテク具体例

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クエンサー
[H.U.グループ中央研究所(大阪大学)]

技術の特徴

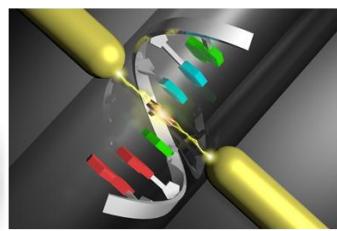
- 1分子を流れるトンネル電流の計測技術をAIにて融合
- DNA・RNAの塩基配列とその化学修飾、ペプチドのアミン酸配列とその化学修飾を、同じプラットフォームで、低成本・高スループットに解読

用途

遺伝子検査、核酸創薬、ペプチド創薬



プロトタイプ
生体分子シークエンサー



生体分子シークエンサーの原理

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

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

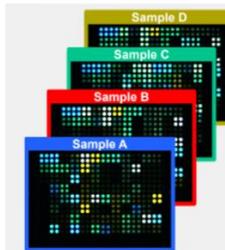
用途

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

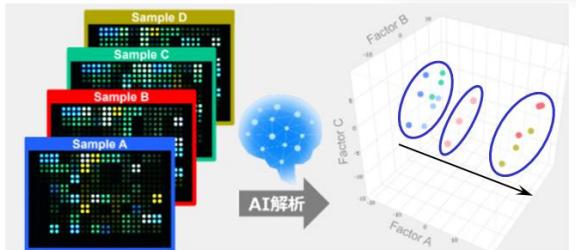


蛍光プローブ



検体と反応させた
蛍光プローブ画像

AI解析



状態の分類結果
→は劣化方向

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

計測・評価領域

現行技術

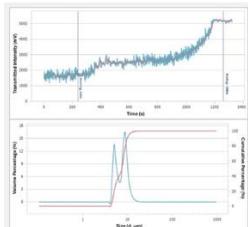
■ナノ粒子総合評価 (BeNano 180 Zeta Max) [三洋テクノス]

技術の特徴

- 光散乱に透過測定技術を組み合わせ、1台で粒子径・ゼータ電位・分子量に加え、濃度・透過率・屈折率・沈降法による粒子径測定が可能
- フローモードを用いた粒子径測定により高分解能な粒子径分布測定が可能

用途

化学工学、製薬、食品、
インク・顔料、ライフサイエンス



沈降法による粒子径測定 5 μm + 10 μm ポリスチレン混合試料
(上) 透過光信号、(下) 粒子径分布

<https://www.sanyo-si.com/products/maker/bettersize/benano-180-zeta-max>

計測・評価領域

現行技術

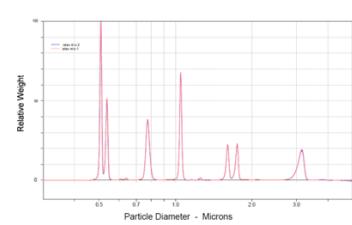
■粒子径分布測定 (DC24000UHR) [三洋テクノス]

技術の特徴

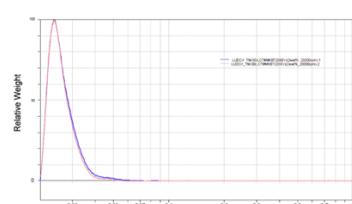
- ナノからサブミクロンの粒子径分布を正確かつ高分解能に測定が可能
- 分級後に計測する頻度別沈降法を採用

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>

計測・評価領域 現行技術

■黒色・高濃度・原液粒子径測定 (DT-1210) [三洋テクノス]

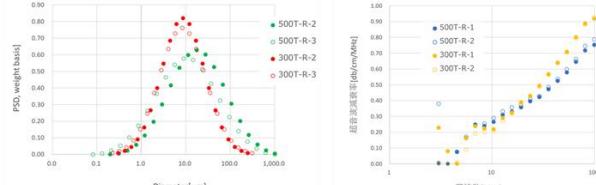
技術の特徴

- 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

ディスボセル

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

計測・評価領域 現行技術

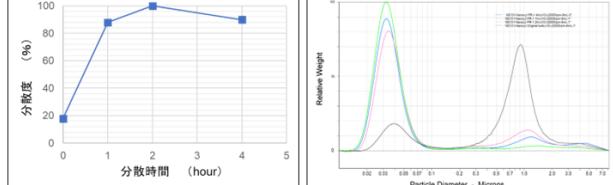
■分散・凝集状態の評価 (Spin Mate) [三洋テクノス]

技術の特徴

- パルスNMRを利用して、プロトンの緩和時間を測定することで希釈せずにスラリーの分散・凝集状態を評価します。
- アスペクト比の高いSWCNTやMWCNTのスラリーの評価可能

用途

電池、コンデンサー、無機材料、セラミック、CMP、インク



分散媒：水+界面活性剤
粒子：MWCNT
粒子濃度：0.02w%

SpinMate

<https://www.sanyo-si.com/products/maker/resonance-systems/spinmate>

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]

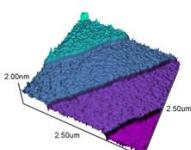
技術の特徴

- 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

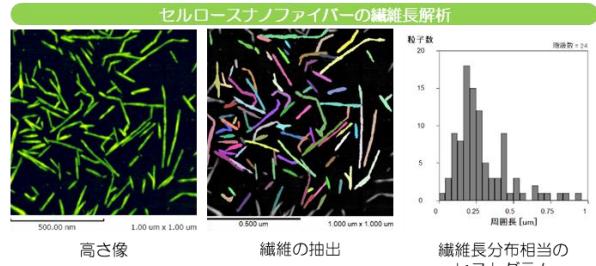
ナノマテリアル観察・物性評価
評価対象
電池、半導体、高分子、生体

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纖維長解析



高さ像
繊維の抽出
纖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>

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・パナリティカル(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

NanoSight Pro NTA Concentration



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

Multi-angle DLS - concentration



粒子径・ゼータ電位・分子量測定装置 ゼータไซ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>

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]

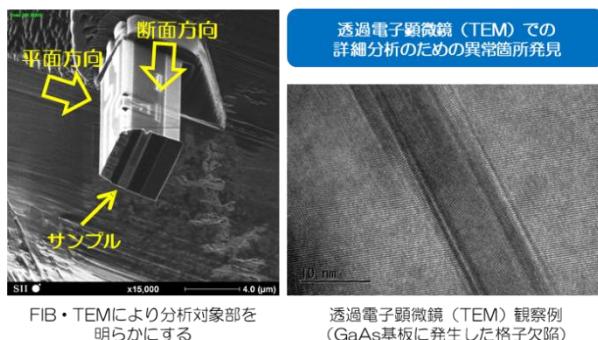
技術の特徴

- ・収束イオンビーム (FIB) と透過電子顕微鏡 (TEM) を用い、異常箇所を検出・追い込み・分析
 - TEMによる二方向からの分析
 - FIBでの適切なサンプル加工
- ・FIB微細加工は削り付ける技術。センサー試作に利用可能

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

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

計測・評価領域

将来技術

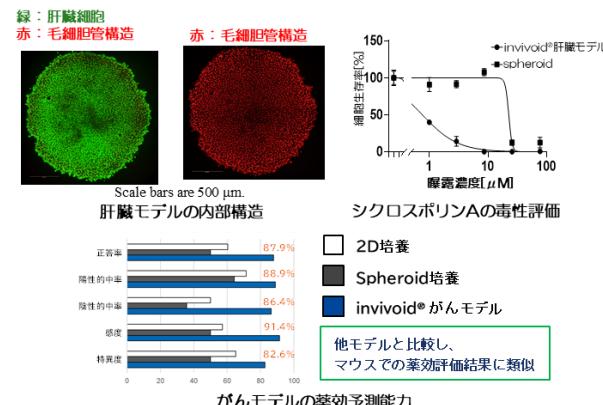
■3D細胞培養技術invivoid®を用いた創薬支援[TOPPAN]

技術の特徴

- ・独自のバイオマテリアルを用いた3D細胞培養技術を開発
- ・肝臓モデル：従来技術の2倍以上高い毒性感受度を持ち、高感受度毒性評価が可能
- ・がんモデル：他モデルと比較し、マウスでの薬効評価結果に類似した高い薬効予測能力

用途

創薬研究の効率化、個別化医療への応用

<https://www.holdings.toppan.com/ja/invivoid/>

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ザス 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

適用先事例

半導体、電池材料、金属材料、高分子、バイオ

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

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)

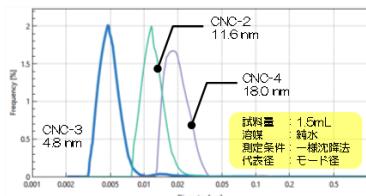
https://www.analysis.co.jp/service/environment_s/compressed_air_cleanliness.html

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、電池材料、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

<https://www.horiba.com/jpn/scientific/products/detail?action=show/Product/partica-centrifuge-4395/>



遠心式ナノ粒子解析装置
(Partica CENTRIFUGE)

HORIBA

堀場製作所

※ 各測定は、「堀場製作所一産総研粒子計測連携研究ラボ」にて実施

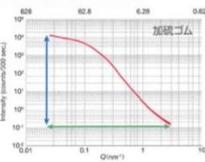
遠心沈降法とAFM測定結果の相関性

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

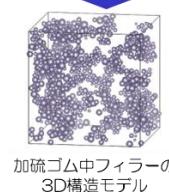
ナノ粒子、高分子材料、触媒、電池関連材料、タンパク質



高精度な小角X線散乱データ



全自动多目的X線回折装置
SmartLab



加硫ゴム中フィラーの
3D構造モデル

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

- 空孔径分布
- 配位数解析
- 連続性
- トポロジー解析
- その他



7. 情報科学技術領域のナノテク具体例

情報科学技術領域

■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AI技術

用途

材料開発加速支援ツール・サービス



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

情報科学技術領域

■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



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

情報科学技術領域

■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]

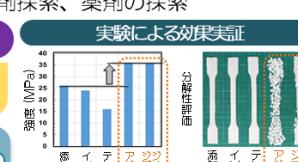
技術の特徴

- 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

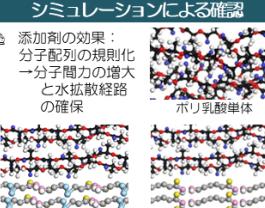
用途

複合材料・蓄電池材料の添加剤探索、薬剤の探索

実験による効果実証



シミュレーションによる確認



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

情報科学技術領域

■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]

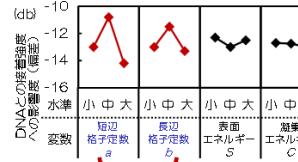
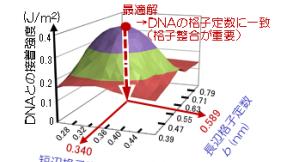
技術の特徴

- 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

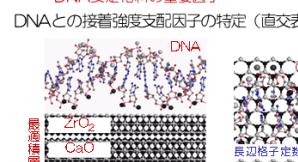
用途

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

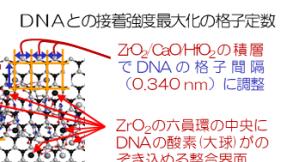
DNAと強接着するセラミックスを探査する事例

DNAとの接着強度支配方子の特定(直交表)



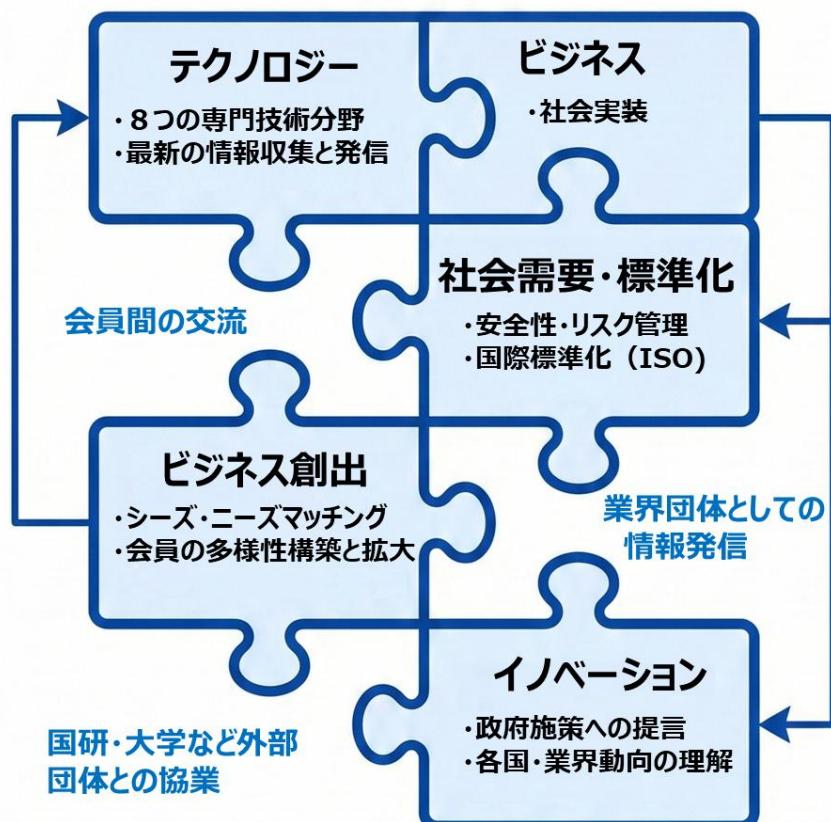
DNAとの接着強度最大化の格子定数



https://www.istage.ist.go.jp/article/ism/69/2/69_149.pdf-char/a

NBCIとは

ナノテクノロジーの実用化を推進するビジネスプラットフォーム



具体的な活動サイクル



特徴





- ※ 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して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
URL : <https://www.nbci.jp/>