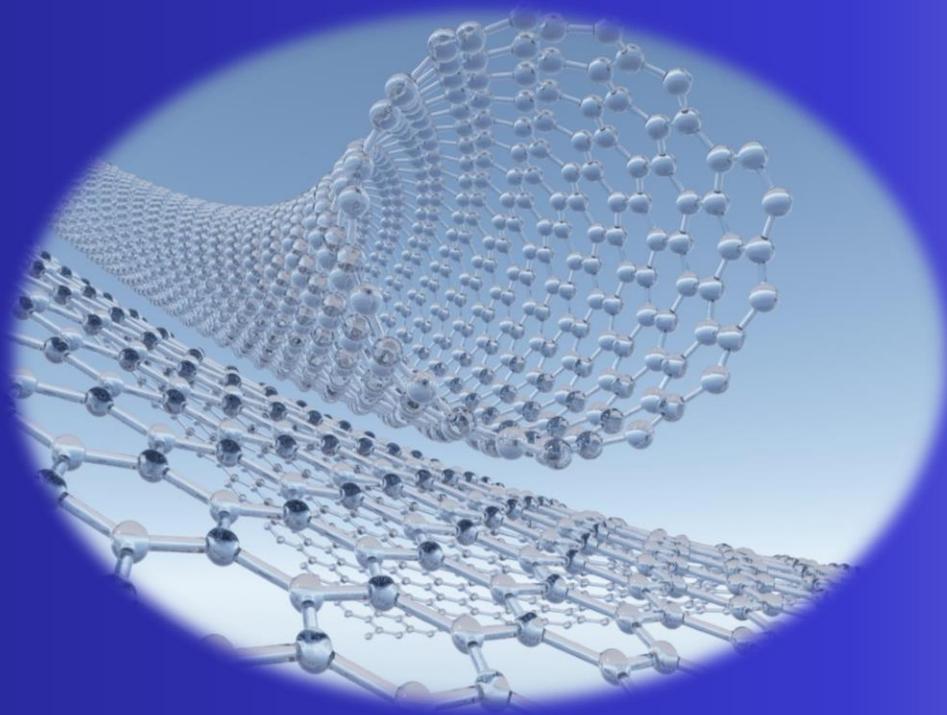


『ナノテクの見える化』 (2023年版)



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カーボンナノチューブとグラフェンの分子モデル。挿絵の中央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。さらに、その下部に見えるカーボンナノチューブを平面状に広げたような構造のものがグラフェンを模している。

双方ともに、高導電性、高熱伝導性を有する炭素分子であり、将来性が期待されている。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努めている。また、後者のグラフェンについては、「二次元物質グラフェンに関する革新的な実験」を行った Andre Geim と Konstantin Novoselov の両氏に対して、2010年にノーベル物理学賞が与えられている。

まえがき

ナノテクノロジー（以下ナノテクと呼びます。）は、現代の快適な生活や豊かな社会実現に欠くことのできない基盤技術として広く知られようになっています。また、ナノテクは、材料技術、微細加工や3Dプリンティングなどのファブリケーション技術、AI（人工知能）を活用した計算科学技術などの多岐に亘る技術を含んでいます。その適用先も、学術研究に留まらず、実社会の中でも広く活用されています。具体例では、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、冷蔵庫や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、航空機などのモビリティ、リチウムイオン二次電池、太陽電池、風力発電などの発電蓄電装置、人工衛星やロケットなど広範な領域に及んでおり、身近な日用品から工業の発展に欠かせない生産設備、さらに地球を飛び出した宇宙にまで広がっています。

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』活動を行っています。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、会員企業からのナノテクに関連する現行技術や将来技術に関する情報提供に基づき、技術動向の整理を行っています。2011年から始まり、2023年で13年目となる活動となっています。

2023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趣旨に賛同した35社から技術情報を提供して頂きました。

本稿では、「電子機器・製造技術領域」、「計測・評価領域」、「社会インフラ・モビリティ・生活領域」、「環境・エネルギー領域」の4つのナノテク活用領域に分類し、個別技術を紹介しています。領域別コンテンツの内訳の件数は、「電子機器・製造技術領域」：25件、「計測・評価領域」：13件、「社会インフラ・モビリティ・生活領域」：15件、「環境エネルギー領域」：17件、合計：70件となっています。

同活動報告の編纂に当たり、技術情報の提供に協力して頂いた会員企業各社に対して厚くお礼申し上げます。また、本稿が多くの方々に対するナノテクへの理解を広げる一助となることを願っております。

2023年2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 | 東洋炭素株式会社 |
| 株式会社 ADEKA | 東レ株式会社 |
| AGC セラミックス株式会社 | ニッタ株式会社 |
| 株式会社大阪ソーダ | 日本電気株式会社 |
| 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 | 日本電子株式会社 |
| 株式会社栗本鐵工所 | 株式会社日立製作所 |
| 三洋貿易株式会社 | ビタミン C60 バイオリサーチ株式会社 |
| 株式会社 GSI クレオス | 株式会社フジクラ |
| 清水建設株式会社 | 富士通株式会社 |
| 株式会社スギノマシン | 株式会社堀場製作所 |
| スペクトリス株式会社 | 三菱ケミカル株式会社 |
| 住友電気工業株式会社 | 三菱電機株式会社 |
| セイコーフューチャークリエーション株式会社 | 株式会社 UBE 科学分析センター |
| 双日株式会社 | 株式会社リガク |
| テイカ株式会社 | 株式会社リコー |
| 株式会社デンソー | 株式会社レゾナック |
| 東邦化成株式会社 | |

合計 35 社

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 電子機器・製造技術領域..... | 4 |
| 2.2 計測・評価領域..... | 4 |
| 2.3 社会インフラ・モビリティ・生活領域..... | 5 |
| 2.4 環境・エネルギー領域..... | 5 |
| 2.5 領域・分野別のナノテク適用事例一覧表..... | 6 |
| 3. 電子機器・製造技術領域のナノテク具体例 | 7 |
| 3.1 材料・部材分野..... | 8 |
| 3.2 製造技術分野..... | 10 |
| 3.3 マテリアルズ・インフォマティクス（MI）分野..... | 11 |
| 3.4 メタバース分野..... | 11 |
| 3.5 電子機器・製造技術領域に関するQRコード..... | 11 |

| | |
|---|-----------|
| 4. 計測・評価領域のナノテク具体例 | 13 |
| 4.1 計測分野..... | 14 |
| 4.2 評価分野..... | 15 |
| 4.3 計測・評価領域に関するQRコード..... | 16 |
| 5. 社会インフラ・モビリティ・生活領域のナノテク具体例 | 17 |
| 5.1 工場・浄水・水処理分野 | 18 |
| 5.2 構造材・内装材分野..... | 18 |
| 5.3 動力・電装部品分野..... | 19 |
| 5.4 美容・健康分野 | 19 |
| 5.5 社会インフラ・モビリティ・生活領域に関するQRコード..... | 20 |
| 6. 環境・エネルギー領域のナノテク具体例 | 21 |
| 6.1 発電分野..... | 22 |
| 6.2 送電分野..... | 22 |
| 6.3 蓄電池分野..... | 23 |
| 6.4 省エネルギー分野..... | 24 |
| 6.5 環境・エネルギー領域に関するQRコード | 25 |

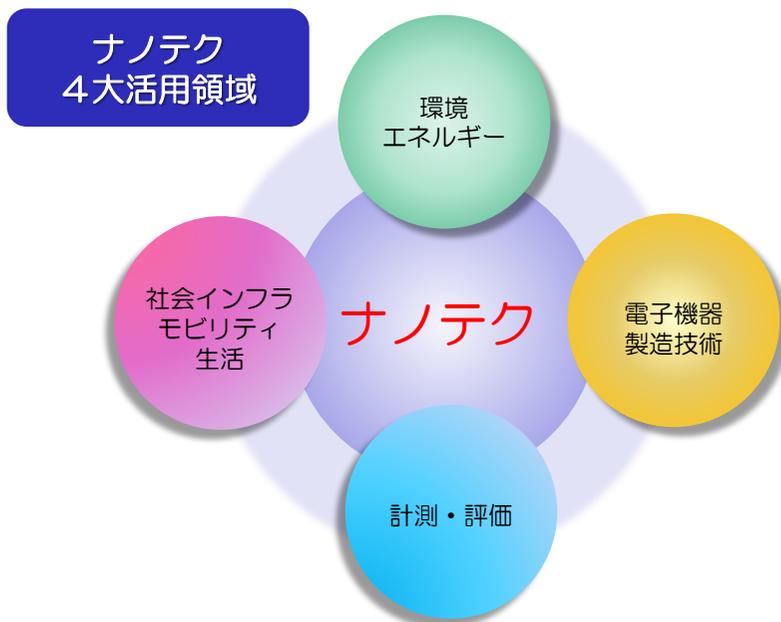
1. 『ナノテクの見える化』活動の概要

1.1 ナノテクとはどんな存在か

『ナノテク』は見え難い基盤技術として、身近にある多くの製品に使われています。

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』の活用例を調査し、私たちの暮らしに恩恵や価値を顕在化させる活動をしています。2023年の『ナノテク』の見える化活動では、「電子機器・製造技術」、「計測・評価」、「社会インフラ・モビリティ、生活」、「環境・エネルギー」のナノテク4大活用領域に焦点を当て、調査しました。



1.3 ナノテクによって貢献可能な未来

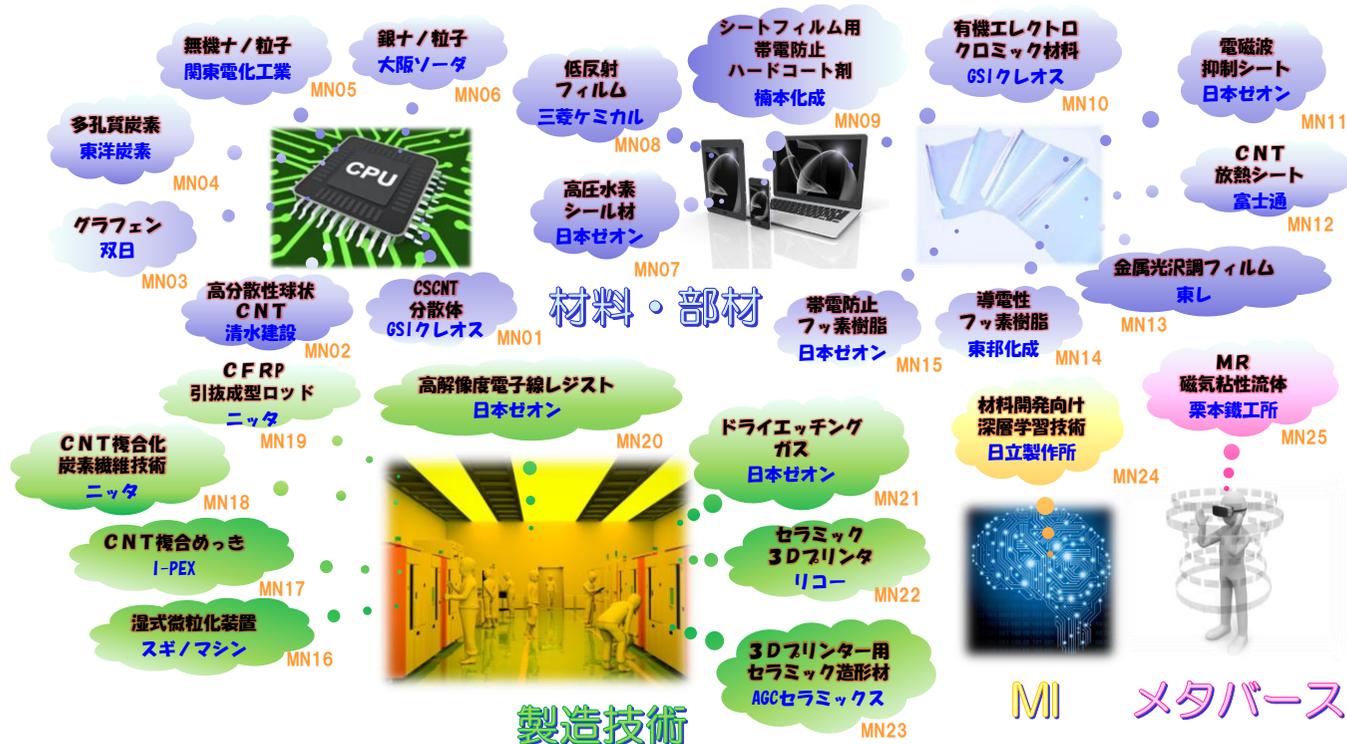
NBCI では、『ナノテク』を社会実装することによって、SDGs（Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）の達成に寄与することを目指しています。

ナノテクが貢献するSDGs



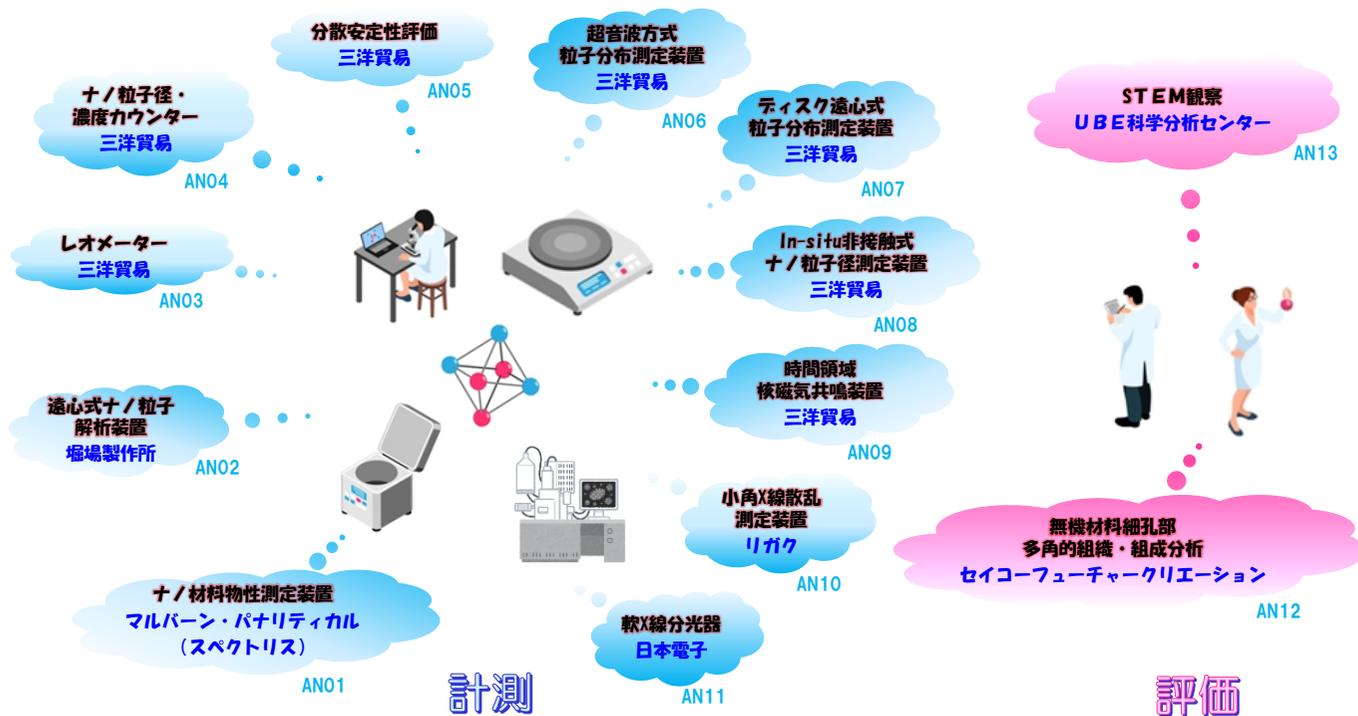
2. 活用領域別のナノテク分布

2.1 電子機器・製造技術領域



MNXX：電子機器・製造技術領域のナノテク適用事例 | D

2.2 計測・評価領域



ANXX：計測・評価領域のナノテク適用事例 | D

2.3 社会インフラ・モビリティ・生活領域



SNXX：社会インフラ・モビリティ・生活領域のナノテク適用事例 | D

2.4 環境・エネルギー領域



ENXX：環境・エネルギー領域のナノテク適用事例 | D

2.5 領域・分野別のナノテク適用事例一覧表

| 領域 | 分野 | ナノテク適用例 | 実施企業 | ID |
|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|-------|
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | CSCNT 分散体 | GSI クレオス | MNO1 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 高分散性球状 CNT | 清水建設 | MNO2 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | グラフェン | 双日 | MNO3 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 多孔質炭素 | 東洋炭素 | MNO4 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 無機ナノ粒子 | 関東電化工業 | MNO5 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 銀ナノ粒子 | 大阪ソーダ | MNO6 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 高圧水素シール材 | 日本ゼオン | MNO7 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 低反射フィルム | 三菱ケミカル | MNO8 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | シートフィルム用帯電防止ハードコート剤 | 楠本化成 | MNO9 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 有機エレクトロクロミック材料 | GSI クレオス | MN10 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 電磁波抑制シート | 日本ゼオン | MN11 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | CNT 放熱シート | 富士通 | MN12 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 金属光沢調フィルム | 東レ | MN13 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 導電性フッ素樹脂 | 東邦化成 | MN14 |
| 電子機器・製造技術 | 材料・部材 | 帯電防止フッ素樹脂 | 日本ゼオン | MN15 |
| 電子機器・製造技術 | 製造技術 | 湿式微粒化装置 | スギノマシン | MN16 |
| 電子機器・製造技術 | 製造技術 | CNT 複合めっき | CNT 複合化炭素繊維技術 | MN17 |
| 電子機器・製造技術 | 製造技術 | CNT 複合化炭素繊維技術 | ニッタ | MN18 |
| 電子機器・製造技術 | 製造技術 | CFRP 引抜成型ロッド | ニッタ | MN19 |
| 電子機器・製造技術 | 製造技術 | 高解像度電子線レジスト | 日本ゼオン | MN20 |
| 電子機器・製造技術 | 製造技術 | ドライエッチングガス | 日本ゼオン | MN21 |
| 電子機器・製造技術 | 製造技術 | セラミック3D プリンター | リコー | MN22 |
| 電子機器・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 | MN23 |
| 電子機器・製造技術 | MI | 材料開発向け深層学習技術 | 日立製作所 | MN24 |
| 電子機器・製造技術 | メタバース | MR 磁気粘性流体 | 栗本鐵工所 | MN25 |
| 計測・評価 | 計測 | 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) | ANO1 |
| 計測・評価 | 計測 | 遠心式ナノ粒子解析装置 | 堀場製作所 | ANO2 |
| 計測・評価 | 計測 | レオメーター | 三洋貿易 | ANO3 |
| 計測・評価 | 計測 | ナノ粒子径・濃度カウンター | 三洋貿易 | ANO4 |
| 計測・評価 | 計測 | 分散安定性評価 | 三洋貿易 | ANO5 |
| 計測・評価 | 計測 | 超音波方式粒子分布測定装置 | 三洋貿易 | ANO6 |
| 計測・評価 | 計測 | ディスク遠心式粒子分布測定装置 | 三洋貿易 | ANO7 |
| 計測・評価 | 計測 | In-situ 非接触式ナノ粒子径測定装置 | 三洋貿易 | ANO8 |
| 計測・評価 | 計測 | 時間領域核磁気共鳴装置 | 三洋貿易 | ANO9 |
| 計測・評価 | 計測 | 小角X線散乱測定装置 | リガク | ANO10 |
| 計測・評価 | 計測 | 軟X線分光器 | 日本電子 | ANO11 |
| 計測・評価 | 評価 | 無機材料細孔部多角的組織・組成分析 | セイコーフューチャークリエーション | ANO12 |
| 計測・評価 | 評価 | STEM観察 | UBE 科学分析センター | ANO13 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 工場・浄水・水処理 | 精密ろ過膜 | 東レ | SNO1 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 工場・浄水・水処理 | 廃水再利用プラント | 東レ | SNO2 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 工場・浄水・水処理 | 家庭用浄水器 | 東レ | SNO3 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 工場・浄水・水処理 | 防錆塗料 | GSI クレオス | SNO4 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 構造材・内装材 | ロードバイク | GSI クレオス | SNO5 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 構造材・内装材 | 飛行機構造材 | 東レ | SNO6 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 構造材・内装材 | 導電 VMQ | GSI クレオス | SNO7 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 構造材・内装材 | 車載スピーカー | GSI クレオス | SNO8 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 動力・電装部品 | 燃料電池車用高圧水素タンク | 東レ | SNO9 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 動力・電装部品 | SiC パワー素子 | デンソー | SNO10 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 動力・電装部品 | インテリジェントパワーIC | デンソー | SNO11 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 動力・電装部品 | タイヤ空気圧圧力センサ | デンソー | SNO12 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 動力・電装部品 | 加速度センサ | デンソー | SNO13 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 美容・健康 | 植物由来フラベン | ビタミン C60 バイオリサーチ | SNO14 |
| 社会インフラ・モビリティ・生活 | 美容・健康 | ナノ酸化チタン | テイカ | SNO15 |
| 環境・エネルギー | 発電 | 熱電交換 | 日本ゼオン | ENO1 |
| 環境・エネルギー | 発電 | 燃料電池電極 | GSI クレオス | ENO2 |
| 環境・エネルギー | 発電 | 風力発電ブレード | 東レ | ENO3 |
| 環境・エネルギー | 発電 | 色素増感太陽電池 | リコー | ENO4 |
| 環境・エネルギー | 発電 | ペロブスカイト太陽電池 | リコー | ENO5 |
| 環境・エネルギー | 発電 | 有機薄膜太陽電池 | リコー | ENO6 |
| 環境・エネルギー | 送電 | 超電導線材 | フジクラ | ENO7 |
| 環境・エネルギー | 蓄電池 | レドックスフロー電池 | 住友電工 | ENO8 |
| 環境・エネルギー | 蓄電池 | 電池用 CNT NMP/水分散液 | 楠本化成/OCSiAl | ENO9 |
| 環境・エネルギー | 蓄電池 | キャパシタ用カーボンナノホーン | 日本電気 | ENO10 |
| 環境・エネルギー | 蓄電池 | Li 電池導電助剤 | ADEKA | ENO11 |
| 環境・エネルギー | 蓄電池 | Li 電池正負極用導電助剤 | レゾナック | ENO12 |
| 環境・エネルギー | 蓄電池 | Li 空気電池空気極 | 日本ゼオン | ENO13 |
| 環境・エネルギー | 省エネルギー | パワー半導体 | レゾナック | ENO14 |
| 環境・エネルギー | 省エネルギー | パワー半導体回路シミュレーション | 三菱電機 | ENO15 |
| 環境・エネルギー | 省エネルギー | LED 用蛍光体 GaN 基板 | 三菱ケミカル | ENO16 |
| 環境・エネルギー | 省エネルギー | GaN-HEMT | 三菱電機 | ENO17 |

3. 電子機器・製造技術領域のナノテク具体例

3.1 材料・部材分野

MNO1: 電子機器・製造技術領域 現行技術

■分散剤不使用高分散CSCNT分散体 (カップ積層型カーボンナノチューブ (CSCNT) 分散体) [GSIクレオス]

- 分散剤不使用
分散剤による各種の性能低下を無くすことでCSCNT特有の性能を発現可能
- 高濃度化可能
高濃度でも粘度上昇が比較的小さいため、高充填が可能



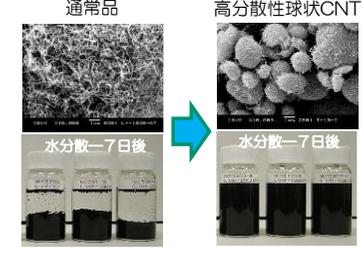
右: 他社MWCNT / 水分散体
左: CSCNT / 水分散体

<https://www.gsi.co.jp/ja/index.html>

MNO2: 電子機器・製造技術領域 現行技術

■高分散性球状カーボンナノチューブ[清水建設]

- 分散性・作業性を大幅に改善
- リチウムイオン電池や導電性樹脂へ利用可能



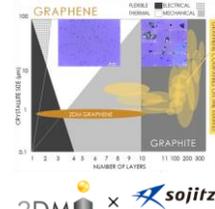
分散性: 悪 (通常品) vs 分散性: 良 (高分散性球状CNT)

<https://www.shimz.co.jp/solution/tech135/index.html>

MNO3: 電子機器・製造技術領域 現行技術

■グラフェン[双日]

グラフェンはナノカーボン材料の一つであり、様々な優れた特性を持つ「究極のナノ材料」として世界中で注目されている。樹脂添加剤、塗料・インク改質剤、コーティング剤、コンクリート・アスファルト添加剤、蓄電材料、二次電池導電助剤、放熱剤、電子材料、音響・ナノ膜材料に加え、機能性衣料・寝具、美容化粧品、スポーツ・レジャー分野での実用化が始まっている。



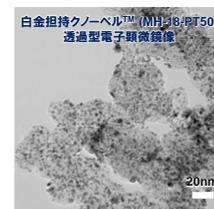
2DM x sojitz
New way, New value

<https://2dmsolutions.com/> <https://www.sojitz.com/jp/news/2021/06/20210624.php>

MNO4: 電子機器・製造技術領域 現行技術

■多孔質炭素[東洋炭素]

CNovel™ (クノベル™) は制御された細孔 (5~150nm) 同士が繋がった ” 連通孔 ” と呼ばれる構造を持ち、燃料電池触媒担体等で特徴的な機能を発揮する。



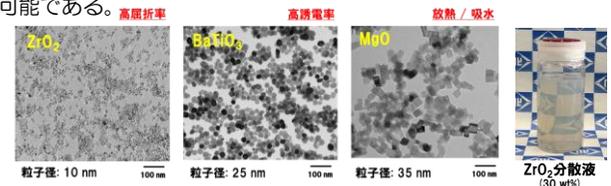
| カーボン構造 | 中密カーボン | 中密カーボン | クノベル™ |
|--------|--------|--------|-------|
| 構造 | | | |
| 出力 | X | O | O |
| 耐久性 | △ | X | O |

<https://www.toyotanso.co.jp/Products/cnovel/>

MNO5: 電子機器・製造技術領域 現行技術 将来技術

■無機ナノ粒子[関東電化工業]

10nm前後の粒子サイズと均一性が特徴となるナノ粒子である。独自の表面処理技術により、顧客材料に合わせた分散液の提供も可能である。



高屈折率 (ZnO), 高誘電率 (BaSiO3), 放熱/吸水 (MnO)

粒子径: 10 nm, 25 nm, 35 nm

ZnO分散液 (30 wt%)

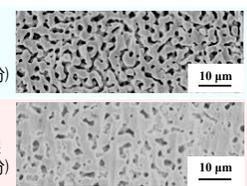
<https://www.kantodenka.co.jp/research/development/hybrid.html>

MNO6: 電子機器・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]

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である。

- 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 (市販マイクロ銀単独 (250°C×60分))
- 高せん断強度、高導電性・高熱伝導性をバランスよく実現 (市販マイクロ銀 + 弊社ナノ銀 (200°C×60分))

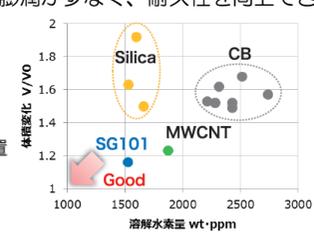


(会社案内) <https://premium.ipros.jp/osaka-soda/>
(プレゼン動画) <https://premium.ipros.jp/osaka-soda/product/detail/2000686966/?hub=159>

MNO7: 電子機器・製造技術領域 将来技術

■高圧水素シール材[日本ゼオン]

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は、高圧水素シール材料に好適である。強度が高いだけでなく、水素による膨潤が少なく、耐久性を向上できる。



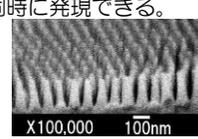
九州大学 試験実施
・水素曝露条件: 90MPa, 24hr, 30°C
・溶解水素量測定: 昇温脱離分析装置
・体積変化: 二次元多点寸法測定器

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

MNO8: 電子機器・製造技術領域 現行技術

■モスアイ型低反射フィルム[三菱ケミカル]

蛾の目 (モスアイ) が有する微細な凹凸構造を独自の技術で模倣したバイオメテック材料である。ナノメートルオーダーの微細凹凸構造で、反射防止効果や虫滑落効果、防曇性などを同時に発現できる。




モスアイ型無反射フィルム (表面拡大写真)

https://www.m-chemical.co.jp/products/departments/mcc/hp-films-pl/product/1200589_7370.html

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

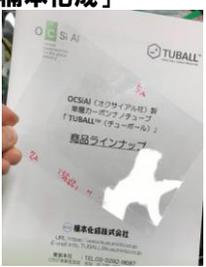
将来技術 研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

MO9：電子機器・製造技術領域 現行技術

■シートフィルム用帯電防止ハードコート剤(CSV-051)[楠本化成]

新機部材料展 2023 / No.2T-19Cにて展示中

- CSV-051は、易分散型CNTマスターバッチで添加により、帯電防止性能を付与することが可能



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

M10：電子機器・製造技術領域 現行技術

■有機エレクトロクロミック用材料[GSIクレオス]

- 低電圧で色調の変化が可能
- 有機材料特有の色調を表現
- 1,000,000サイクルの耐久性あり



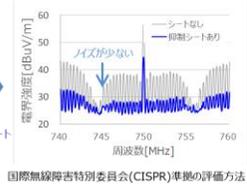
有機材料 エレクトロクロミックデバイス (試作品)

<https://www.gsi.co.jp/ja/index.html>

MN11：電子機器・製造技術領域 将来技術

■電磁波抑制シート[日本ゼオン]

単層カーボンナノチューブ (ZEONANO®SG101) を用いたシートは特にGHz帯の電磁波を吸収します。基板や配線をシールドして高速回線のノイズを抑制する。



電磁波強度 [dBμV/m]

ノイズが少しい

シートなし

抑制シートあり

周波数 [MHz]

740 745 750 755 760

国際無線障害特別委員会 (CISPR) 準拠の評価方法

基板表面を電磁波抑制シートで覆つ

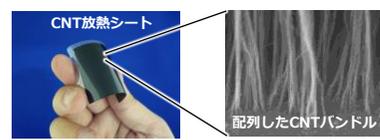
半導体 (FPGA) 搭載ノイズ発生基板

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

MN12：電子機器・製造技術領域 将来技術

■カーボンナノチューブシート[富士通]

カーボンナノチューブ (CNT) のバンドル (束) を加熱材料 (TIM : Thermal Interface Material) として適用することで、熱源からの効率的な排熱が可能である。接着性を有していることに加え、樹脂シートで挟み込んでいるため取り扱いが極めて容易である。



CNT加熱シート

配列したCNTバンドル

カーボンナノチューブ加熱シート

<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/04/17.html>

MN13：電子機器・製造技術領域 現行技術

■金属光沢調フィルム[東レ]



ナノ積層フィルムPICASUS®

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

MN14：電子機器・製造技術領域 現行技術

■導電性ふっ素樹脂(トーフロンTRCシリーズ)[東邦化成]

ふっ素樹脂に対して、極少量のCNTを添加する事で、既存の帯電防止・導電性ふっ素樹脂が抱える様々な課題を解決する。

| 期待効果 | 想定用途 |
|----------|-------------------------|
| 帯電防止・導電性 | 半導体製造装置関連 |
| 低金属溶出 | 洗浄・乾燥周辺部材、搬送部材などの部品 |
| 耐薬品性 | 薬液供給関連 |
| 耐摩耗性・撓動性 | 線手、バルブ、ポンプ、タンク内部部材などの部品 |
| 弾性 | 金属等コーティング置き換え |
| | 軸受けなど |
| | バルブシール、ガスケット、パッキンなど |

<https://fluorine.toho-kasei.co.jp/product/trc/>

MN15：電子機器・製造技術領域 現行技術

■帯電防止フッ素樹脂[日本ゼオン]

- 単層カーボンナノチューブ (ZEONANO®SG101) を配合したフッ素樹脂 (PTFE) は、半導体製造装置の樹脂部に好適
- 耐薬品性を保持しつつ、金属汚染なく静電気除去を実現

| 項目 | ベース樹脂 PTFE | 項目 | 分析サンプル | |
|--------------------|---------------------------------------|-------|---|------|
| | | | PL001 TF-RD | PTFE |
| ZEONANO® SG101 添加量 | 0.05wt% | 分析金属種 | 対象金属計34元素 Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Pd, Sb, Sn, Sr, Ta, Ti, Zn, Zr | |
| 体積抵抗率 | 10 ³ ~10 ⁶ Ω・cm | 分析結果 | 全34元素検出限界 (0.1ppb) 未検 | |

<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

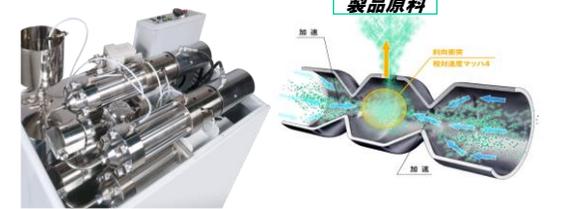
3.2 製造技術分野

MN16: 電子機器・製造技術領域 **現行技術**

■湿式微粒化装置(スターバースト)[スギノマシン]

- 245MPa(2,500気圧)の超高圧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

製品原料



<https://www.sugino.com>

MN17: 電子機器・製造技術領域 **将来技術**

■CNT複合めっき[I-PEX]

- 銅めっき皮膜にMWCNTを複合させる特許技術で、次世代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。



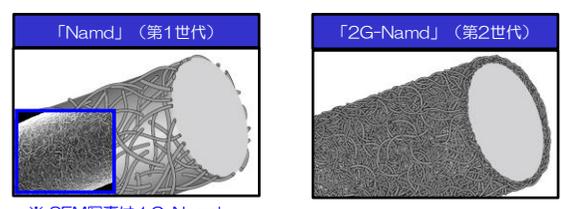
複雑な三次元空隙

<https://corp.i-plex.com/jp>

MN18: 電子機器・製造技術領域 **現行技術** **将来技術**

■CNT複合化炭素繊維技術(Namd)[ニッタ]

ニッタ独自技術の炭素繊維表面へのCNT附着技術「Namd」を、次世代のCNT膜形成技術である「2G-Namd」へ進化



「Namd」(第1世代) 「2G-Namd」(第2世代)

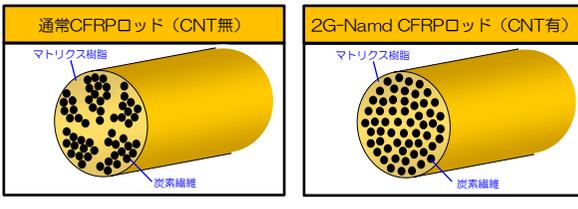
※ SEM写真は1G-Namd

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

MN19: 電子機器・製造技術領域 **現行技術** **将来技術**

■Namd-CFRP引抜成型ロッド[ニッタ]

「2G-Namd」は引抜成形工程にも対応可能で、成型体は内部のCFが均等配置構成となるため、動的物性が向上する。



通常CFRPロッド (CNT無) 2G-Namd CFRPロッド (CNT有)

マトリクス樹脂 炭素繊維

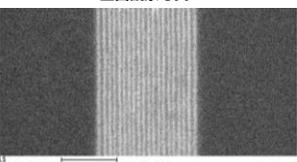
http://www.nitta.co.jp/new_technology/

MN20: 電子機器・製造技術領域 **現行技術**

■高解像度電子線レジスト[日本ゼオン]

18ナノメートル高解像性とドライエッチング耐性に優れた非化学増幅型のポジ型電子線レジストである。

上面観察写真



ZEP530Aは、18nmを解像します。また、広い露光マージンを有しています。

プリバーク 180℃/3min
膜厚 40nm
描画装置 ELS-550 50kV
露光量 190uC/cm²
現像条件 ZED-N60, 60sec, Dip, 23℃
リンス IPA, 10sec, Dip, 23℃

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

MN21: 電子機器・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]

半導体に使用されるシリコン酸化膜のドライエッチングにおいて高い選択比と低ダメージを実現する。

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



Stratospheric Ozone Protection Award

<http://www.zeon.co.jp/business/enterprise/imagelec/zeorora.html>

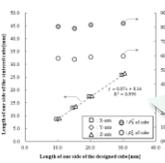
MN22: 電子機器・製造技術領域 **将来技術**

■セラミックス3Dプリンター[リコー]

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である。



アルミナ造形物



センチオーダーの厚みを造形可能なセラミックス3Dプリンタは世界初!

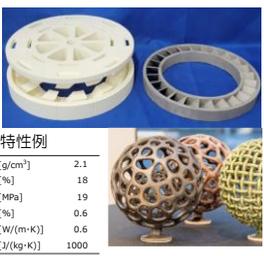
大きさが変わっても安定した造形可能!

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

MN23: 電子機器・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]

- 粉末積層バインダージェット式3Dプリンター用造形材
- プリント後にナノ粒子を含浸・焼成し、セラミックス製造可能
- 単重30kgの製造実績
- 寸法精度、耐熱性、低焼成収縮(約1%)
- 複雑形状の鋳造用鑄型・中子や陶芸に活用可能



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 |

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

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

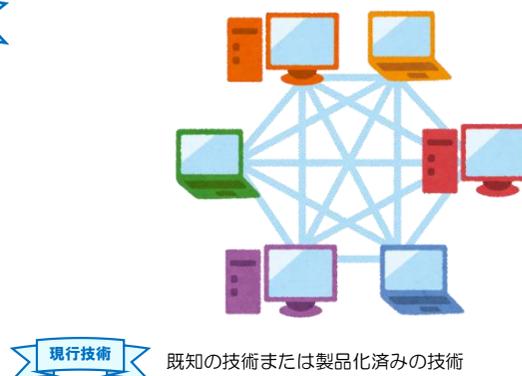
将来技術 研究・開発中の技術または将来製品化が期待される技術

3.3 マテリアルズ・インフォマティクス（MI）分野

MN24：電子機器・製造技術領域 **現行技術**

■少量の実験データでも高性能材料の化学式を自動生成できる深層学習技術[日立製作所]
AI技術で必要な実験試行回数を削減し開発期間を短縮する。

本技術を利用した材料開発
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/06/0628.html>



3.4 メタバース分野

MN25：電子機器・製造技術領域 **将来技術**

■鉄ナノ粒子を用いた磁気粘性流体(SoftMRF®)[栗本鐵工所]

- ナノ粒子でモノの感触をなめらかに再現する。
- SoftMRF®でメタバースの可能性を広げる。

仮想空間でも触れる時代へ

(詳細情報) <https://www01.kurimoto.co.jp/softmrf/> (YouTube 配信) https://www.youtube.com/@kurimoto_softmrf3705



3.5 電子機器・製造技術領域に関するQRコード

| ID | ナノテク具体例 | 会社名 | QR (1) | QR (2) |
|------|---|----------|--------|--------|
| MN01 | 分散剤不使用高分散 CSCNT 分散体 (カップ積層型カーボンナノチューブ (CSCNT)分散体) | GSI クレオス | | - |
| MN02 | 高分散性球状カーボンナノチューブ | 清水建設 | | - |
| MN03 | グラフェン | 双日 | | |
| MN04 | 多孔質炭素 | 東洋炭素 | | - |
| MN05 | 無機ナノ粒子 | 関東電化工業 | | - |
| MN06 | 低温焼結性銀ナノ粒子 | 大阪ソーダ | | |
| MN07 | 高圧水素シール材 | 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 | 会社名 | QR (1) | QR (2) |
|------|-----------------------------------|------------|---|---|
| MN08 | モスアイ型低反射フィルム | 三菱ケミカル |  | - |
| MN09 | シートフィルム用帯電防止ハードコート剤 (CSV-051) | 楠本化成 |  | - |
| MN10 | 有機エレクトロクロミック用材料 | GSI クレオス |  | - |
| MN11 | 電磁波抑制シート | 日本ゼオン |  | - |
| MN12 | カーボンナノチューブシート | 富士通 |  | - |
| MN13 | 金属光沢調フィルム | 東レ |  | - |
| MN14 | 導電性ふっ素樹脂 (トーフロン TRC シリーズ) | 東邦化成 |  | - |
| MN15 | 帯電防止フッ素樹脂 | 日本ゼオン |  | - |
| MN16 | 湿式微粒化装置 (スターバースト) | スギノマシン |  | - |
| MN17 | CNT 複合めっき | I-PEX |  | - |
| MN18 | CNT 複合化炭素繊維技術 (Namd) | ニッタ |  | - |
| MN19 | Namd-CFRP 引抜成型ロッド | ニッタ |  | - |
| MN20 | 高解像度電子線レジスト | 日本ゼオン |  | - |
| MN21 | ドライエッチングガス C5F8 | 日本ゼオン |  | - |
| MN22 | セラミックス 3D プリンター | リコー |  | - |
| MN23 | 3Dプリンター用セラミック造形材 (BRIGHTORB®) | AGC セラミックス |  | - |
| MN24 | 少量の実験データでも高性能材料の化学式を自動生成できる深層学習技術 | 日立製作所 |  | - |
| MN25 | 鉄ナノ粒子を用いた磁気粘性流体 (SoftMRF®) | 栗本鐵工所 |  |  |

※ 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。

4. 計測・評価領域のナノテク具体例

4.1 計測分野

ANO1: 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)]

- Liイオン電池用材料
- 電機モータ用材料
- 燃料電池用材料
- その他多くの材料の物性測定




粒子径・ゼータ電位測定装置
ゼータサイザーシリーズ

多目的X線回折装置
Empyrean (エンピリアン)

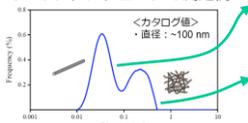
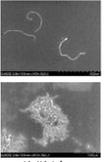
(電池材料について)
<https://www.malvernpanalytical.com/jp/industries/batthey-and-energy-storage>

ANO2: 計測・評価領域 **現行技術**

■遠心式ナノ粒子解析装置 [堀場製作所]

□ 特長
堀場製作所-産総研 粒子計測連携研究ラボで、ナノ材料特性の解析・評価システム開発への取り組みによる成果が得られている。
・遠心沈降法は粒子をサイズごとに分級、検出するため、ひも状材料でも高分解能・高再現性の測定を実現

■ カーボンナノチューブの測定例

partica
遠心式ナノ粒子解析装置

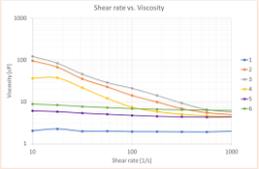
<https://www.horiba.com/jp/scientific/products-ip/particle-characterization/particle-size-analysis/details/cn-300-45781/>

分散液のSEM観察像
(産業技術総合研究所/岡崎先生インタビュー情報)
<https://www.horiba.com/jp/company/about-horiba/three-business-fields/carbon-nanotube/>

ANO3: 計測・評価領域 **現行技術**

■共軸二重円筒形レオメーター (ONRH型) [三洋貿易]

エアベアリング不要、低粘度/低せん断測定も得意なレオメーターである。ガラス外筒の採用によりCNT分散度評価も実際の試料を観察しながら評価できる。



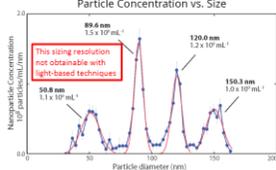

測定例: MWCNT分散度違い

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

ANO4: 計測・評価領域 **現行技術**

■ナノ粒子径・濃度カウンター (nCS1) [三洋貿易]

粒子を1個1個カウントすることで高分解能な粒子径と正確な濃度測定が可能である。試料量は、僅か3μLである。

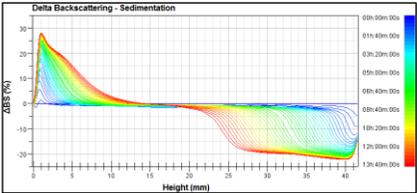



測定例: ポリスチレンラテックス4種
50-150nm混合試料高分解能な測定可能

<https://www.sanyo-si.com/products/detail/nano-particle-counter-ncs1/>

ANO5: 計測・評価領域 **現行技術**

■分散安定性評価 (Turbiscan) [三洋貿易]



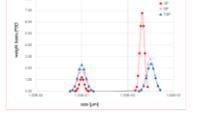

測定例: 金属ナノ粒子の沈降挙動評価

<https://www.sanyo-si.com/special/fm/fm01>

ANO6: 計測・評価領域 **現行技術**

■超音波方式粒子径分布測定装置 [三洋貿易]

希釈せず原液で粒子径が測定可能である。分散処理による凝集粒子の割合の変化を数値化する。




| サンプル | Size 1 | Size 2 | 標準偏差 | 凝集粒子割合 |
|------|--------|--------|-------|--------|
| 3P | 0.100 | 2.058 | 0.050 | 0.85 |
| 5P | 0.100 | 3.100 | 0.090 | 0.60 |
| 10P | 0.100 | 3.193 | 0.090 | 0.51 |

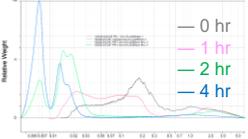
測定例: SWCNT分散処理 (バス回数の違い)

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

ANO7: 計測・評価領域 **現行技術**

■ディスク遠心式粒子径分布測定装置 [三洋貿易]

分級してから検出するため、粒子径差5%を分ける驚異的な分解能を有する。ナノからサブミクロンの正確な粒子径分布を測定可能である。



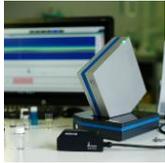

測定例: MWCNT分散処理時間違い

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

ANO8: 計測・評価領域 **現行技術**

■in-situ 非接触式ナノ粒子径測定装置 (VASCO KIN) [三洋貿易]

- 反応槽内やボトル中の粒子をそのまま評価可能
- 良好な保存安定性
- 粒子合成モニターに最適

測定例: ナノ粒子合成反応装置の粒子径モニター

in-situ 非接触式ナノ粒子径測定装置 (VASCO KIN)

<https://www.sanyo-si.com/products/detail/vasco-kin/>

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

AN09：計測・評価領域 **現行技術**

■時間領域核磁気共鳴装置(TD-NMR) [三洋貿易]
 粒子分布測定が行えない領域のナノ粒子分散体であっても、分散性を評価可能である。また、分散凝集状態や分散粒子選定などを原液状態のまま評価することも可能である。



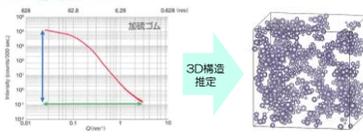
測定例：三種の微粒子分散体の分散性評価一例

TD-NMR装置 (SpinMate)

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

AN10：計測・評価領域 **現行技術**

■小角X線散乱測定装置[リガク]
 小角X線散乱法は、ナノ粒子の粒子径分布計測から繊維・フィルム・ゲルなどの高分子材料、触媒や電池関連材料、溶液散乱法によるタンパク質構造まで幅広いナノスケールの構造分析に威力を発揮する。

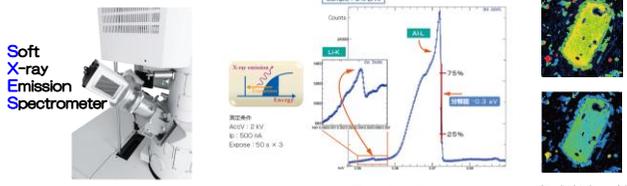


測定例：加硫ゴム中でのフィラーの凝集状態・空間配置を推定

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

AN11：計測・評価領域 **現行技術**

■軟X線分光器(SXES) [日本電子]
 当社の軟X線分光器は、特殊な回折格子と高感度X線カメラを組み合わせることでEPMA/SEM用に最適化され、化学状態分析が可能なエネルギー分解能を実現する。



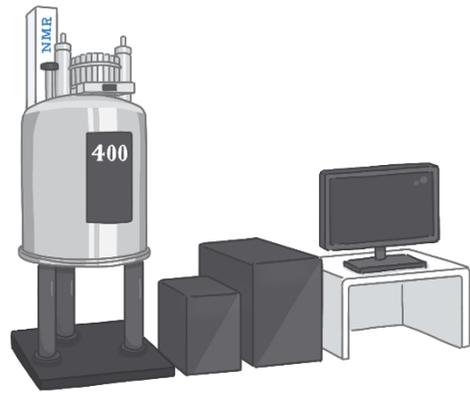
Soft X-ray Emission Spectrometer

Super Spectrometer

金属Liスペクトル

玄武岩中の鉄化学状態分布

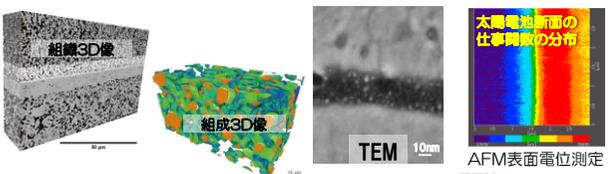
<https://www.jeol.co.jp/products/scientific/sem/SXES.html>



4.2 評価分野

AN12：計測・評価領域 **現行技術**

■微小部の多角的分析[セイコーフューチャークリエーション]
 無機材料の組織、組成の三次元解析から高倍率分析、内部物性評価を行う。



組織3D像

組成3D像

TEM 10nm

AFM表面電位測定

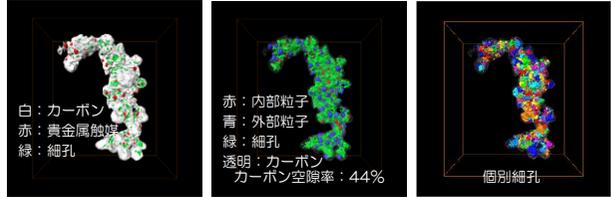
FIB-SEM-EDX

協力：日本エフイー・アイ株式会社

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

AN13：計測・評価領域 **現行技術**

■細孔の三次元解析[UBE科学分析センター]
 STEMトモグラフィにより、カーボン担体中の細孔の三次元解析が可能である。



白：カーボン
 赤：貴金属触媒
 緑：細孔

赤：内部粒子
 青：外部粒子
 緑：細孔
 透明：カーボン
 カーボン空隙率：44%

個別細孔

<https://www.ube.co.jp/usal/>



現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

4.3 計測・評価領域に関するQRコード

| ID | ナノテク具体例 | 会社名 | QR (1) | QR (2) |
|------|--------------------------------------|---------------------------|---|---|
| AN01 | 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) |  | - |
| AN02 | 遠心式ナノ粒子解析装置 | 堀場製作所 |  |  |
| AN03 | 共軸二重円筒形レオメーター (ONRH 型) | 三洋貿易 |  | - |
| AN04 | ナノ粒子径・濃度カウンター (nCS1) | 三洋貿易 |  | - |
| AN05 | 分散安定性評価 (Turbiscan) | 三洋貿易 |  | - |
| AN06 | 超音波方式粒子径分布測定装置 | 三洋貿易 |  | - |
| AN07 | ディスク遠心式粒子径分布測定装置 | 三洋貿易 |  | - |
| AN08 | 時間領域核磁気共鳴装置 (TD-NMR) | 三洋貿易 |  | - |
| AN09 | in-situ 非接触式ナノ粒子径測定装置 (VASCO KIN) | 三洋貿易 |  | - |
| AN10 | 小角 X 線散乱測定装置 | リガク |  | - |
| AN11 | 軟 X 線分光器 (SXES) | 日本電子 |  | - |
| AN12 | 微小部の多角的分析 | セイコーフューチャー クリエーション |  | - |
| AN13 | 細孔の三次元解析 | UBE 科学分析センター |  | - |

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

5. 社会インフラ・モビリティ・生活領域の ナノテク具体例

5.1 工場・浄水・水処理分野

SN01: 社会インフラ・モビリティ・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]

公称孔径10-100nmの中空系膜モジュール

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

SN02: 社会インフラ・モビリティ・生活領域 現行技術

■大型膜法下 wastewater 再利用プラント[東レ]

UF: 限外ろ過膜
MF: 精密ろ過膜
RO: 浸透膜

工業用水
農業用水
節水飲料水

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

SN03: 社会インフラ・モビリティ・生活領域 現行技術

■家庭用浄水器(トレビーノ)[東レ]

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

<https://www.torayvino.com/>

SN04: 社会インフラ・モビリティ・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]

□カップ積層型カーボンナノチューブ(CSCNT)を塗料に均一分散させ、塗膜の強度・耐久性を劇的に向上させた塗料

ナノテクト塗布品

□中東での4年間の過酷なフィールドテストに合格、既に石油ガスプラントで使用。 □締結取り外し時に強い衝撃がかかるカブラ®に採用、使用が開始。 □強い腐食環境である保温材下配管外面腐食(CUI)テストに合格、採用

石油・ガスプラント
流体継手カブラ
CUI環境下ボルト

<https://www.gsi.co.jp/ja/index.html>

5.2 構造材・内装材分野

SN05: 社会インフラ・モビリティ・生活領域 現行技術

■CNT充填ロードバイク[GSIクレオス]

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間へ含浸させることで圧縮強度等の向上、軽量化を達成した。

White dots = CSCNT

ロードバイクの構成部品に使用

<https://www.gsi.co.jp/ja/index.html>

<http://www.yonex.co.jp/roadbike/>

SN06: 社会インフラ・モビリティ・生活領域 現行技術

■飛行機構造材[東レ]

□鉄より軽く、鉄より強い炭素繊維で強化したプラスチック(CFRP)で飛行機を省エネ化

https://www.torayca.com/activity/act_005.html

SN07: 社会インフラ・モビリティ・生活領域 現行技術

■CSCNT充填導電VMQ(シリコンゴム)[GSIクレオス]

□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

豊富な用途展開

- 自動車用導電VMQ
- 屋外など過酷環境での接点
- PCキーボード、リモコンスイッチ
- 製造現場での帯電防止パッド
- モバイル機器電磁波シールド
- 高電圧ケーブル
- ウェアラブル用電極
- その他、広範囲な工業分野

CSCNT充填により、高い導電率(0.4Ωcm)と最適硬度の両立を達成

CSCNT充填導電VMQは朝朝日ラバーとの開発品

<https://www.gsi.co.jp/ja/index.html>

SN08: 社会インフラ・モビリティ・生活領域 現行技術

■CNT充填車載用スピーカー[GSIクレオス]

カップ積層型カーボンナノチューブ(CSCNT)をスピーカーコーンに高分散させ、高伝搬速度を実現した。圧倒的高音質のスピーカーを開発した。(三菱電機(株)製品『DIATONE』に採用)

自動車に実装されたCSCNT充填『DIATONE』

CSCNT充填スピーカーコーン『NCV, NCV-R』の特性

DIATONEの性能比較レーダーチャート

https://www.mitsubishielectric.co.jp/carele/car_diatone/product/ds-g400/

<https://www.gsi.co.jp/ja/index.html>

現行技術 既知の技術または製品化済みの技術

5.3 動力・電装部品分野

SN09：社会インフラ・モビリティ・生活領域 **現行技術**

■燃料電池車用高圧水素タンク(CFRP)[東レ]

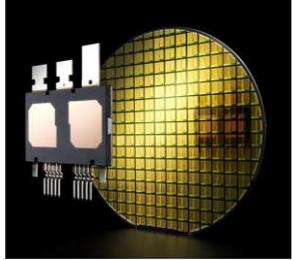


<https://www.automotive.toray.jp/>

SN10：社会インフラ・モビリティ・生活領域 **将来技術**

■SiCパワー素子[デンソー]

- 世界最少結晶欠陥SiCウエハー（ナノ材料）
- 100A超大電流パワー素子

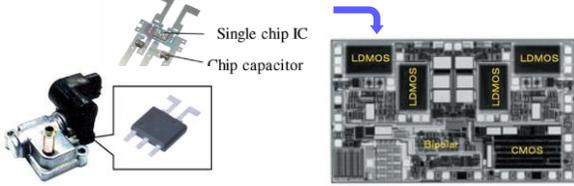


<https://www.denso.com/jp/ja/driven-base/assets/img/tech-design/power-semiconductor/img01.webp>

SN11：社会インフラ・モビリティ・生活領域 **現行技術**

■SOIインテリジェントパワーIC [デンソー]

- Siナノプロセス：ISCV (Idle Speed Control Valve)
- スマートアクチュエータ用シングルチップIC



<https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/08-1/08-1-doc-dissertation15-1b-ja.pdf>

SN12：社会インフラ・モビリティ・生活領域 **現行技術**

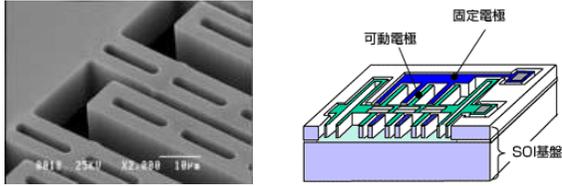
■タイヤ空気圧センサ (TPMS ECU タイヤ空気圧モニタシステム) [デンソー]



<https://www.denso.com/jp/ja/business/products-and-services/mobility/safety-cockpit/>

SN13：社会インフラ・モビリティ・生活領域 **現行技術**

■加速度センサ[デンソー]



MEMSによる半導体機能デバイス

<https://www.denso.com/jp/ja/business/products-and-services/mobility/safety-cockpit/>

<https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/09-2/09-2-doc-dissertation19-id-ja.pdf>



5.4 美容・健康分野

SN14：社会インフラ・モビリティ・生活領域 **現行技術**

■植物由来フラレンの開発と化粧品への応用[ビタミンC60バイオリサーチ]

- フラレンを国産材から作ることに成功
- サステナブルな植物由来フラレンとして、強力な抗酸化力を持つ化粧品原料の製造販売
- 国内外で2,000以上の化粧品ブランドに販売中



<https://www.vc60.com/>

SN15：社会インフラ・モビリティ・生活領域 **現行技術** **将来技術**

■化粧品応用ナノ酸化チタン[テイカ]

直径数十nmの超微粒子酸化チタンが凝集し、サブミクロンオーダーの球状粒子を形成している。今までの酸化チタンには無かった優しい感触と工学特性を持っている。



<https://www.tayca.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

5.5 社会インフラ・モビリティ・生活領域に関するQRコード

| ID | ナノテック具体例 | 会社名 | QR (1) | QR (2) |
|------|---------------------------------------|------------------|---|---|
| SN01 | 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 |  | - |
| SN02 | 大型膜法下廃水再利用プラント | 東レ |  | - |
| SN03 | 家庭用浄水器 (トレビーン) | 東レ |  | - |
| SN04 | CSCNT 充填超高性能防錆塗料 (ナノテクト) | GSI クレオス |  | - |
| SN05 | CNT 充填ロードバイク | GSI クレオス |  |  |
| SN06 | 飛行機構造材 | 東レ |  | - |
| SN07 | CSCNT 充填導電 VMQ (シリコーンゴム) | GSI クレオス |  | - |
| SN08 | CNT 充填車載用スピーカー | GSI クレオス |  |  |
| SN09 | 燃料電池車用高圧水素タンク (CFRP) | 東レ |  | - |
| SN10 | SiC パワー素子 | デンソー |  | - |
| SN11 | SOI インテリジェントパワーIC | デンソー |  | - |
| SN12 | タイヤ空気圧センサ (TPMS ECU タイヤ空気圧モニタシステム) | デンソー |  | - |
| SN13 | 加速度センサ | デンソー |  |  |
| SN14 | 植物由来フラレンの開発と化粧品への応用 | ビタミン C60 バイオリサーチ |  | - |
| SN15 | 化粧品応用ナノ酸化チタン | テイカ |  | - |

※ 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。

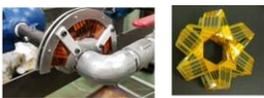
6. 環境・エネルギー領域のナノテク具体例

6.1 発電分野

ENO1: 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]
 単層カーボンナノチューブ (ZEONANO®SG101) のフィルムはp/n接合を形成してフレキシブルな高起電力、低熱伝導率の熱電変換モジュールに用いられる。

| 特長 | 特性 | 値 |
|------------|---------|-----------------------------|
| 熱起電力が高い | ゼーベック係数 | 50-60 μ V/K |
| | 導電率 | 70-300S/cm |
| 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 |
| | 材質 | 高分子フィルム |

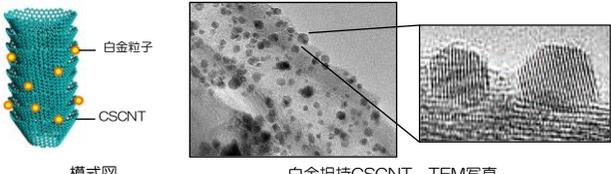


発電モジュール(シートの変形)

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

ENO2: 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]
 カップ積層型カーボンナノチューブ(CSCNT)特有の表面構造を利用し、白金粒子径をナノレベルで制御することで、白金担持量低減、白金の移動凝集を低減させる。



白金担持CSCNT TEM写真

<https://www.gsi.co.jp/ja/index.html>

ENO3: 環境・エネルギー領域 **現行技術**

■風力発電ブレード (CFRP)[東レ]

□ ナノレベルでの表面構造制御で得られた炭素繊維をブレードに使用



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

ENO4: 環境・エネルギー領域 **現行技術**

■色素増感太陽電池 (DSSC※1)[リコー] ※1 Dye Sensitized Solar Cell
 《RICOH EH DSSCシリーズ》

- 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
- DSSC搭載デバイスを順次製品化、IoT社会の自立電源提供へ



□センシング
 ・温度
 ・湿度
 ・照度
 ・気圧

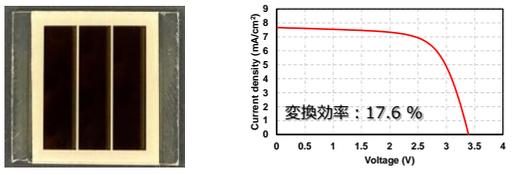
RICOH EH DSSC RICOH EH 環境センサー-D201

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

ENO5: 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※1)[リコー] ※1 Perovskite Solar Cell

- JAXA、桐蔭横浜大学と共同開発により宇宙線への耐久性が高く、薄膜による軽量化が可能な太陽電池を開発中
- 高効率・高耐久性太陽電池を地上創エネ用途展開へ



ペロブスカイト太陽電池

ペロブスカイト太陽電池の1sun出力特性

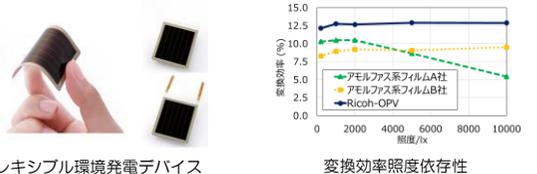
変換効率: 17.6%

<https://jp.ricoh.com>

ENO6: 環境・エネルギー領域 **将来技術**

■有機薄膜太陽電池 (OPV※1)[リコー] ※1 Organic Photo Voltaic
 《フレキシブル環境発電デバイス》

- 九州大学と共同でオリジナルなP型半導体材料を開発し、広照度領域での発電性能を向上させることに成功
- OPVならではのフレキシブル特性を活かしたデバイス展開へ



フレキシブル環境発電デバイス

変換効率照度依存性

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

6.2 送電分野

ENO7: 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]

レアアース系高温超電導線材は多層薄膜構造を有し、結晶方位をナノレベルで3次元的に制御するイオンビームアシスト蒸着法 (IBAD法) により中間層の高配向化、成膜温度を安定させるホットウォール型パルスレーザー蒸着法 (PLD法) による高品質な超電導層を形成する。超電導電力ケーブルを始め、高性能・高効率な電力機器や高磁場に適した高性能なコイルアプリケーションが期待される。

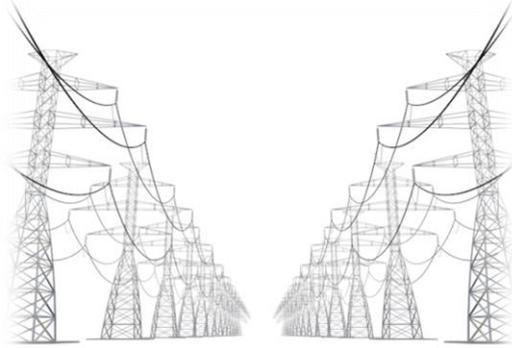


希土類系高温超電導線材

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>

将来技術



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

6.3 蓄電池分野

EN08：環境・エネルギー領域 **現行技術**

■レドックスフロー電池[住友電工]

レドックスフロー電池は、安全性に優れ、長寿命・大容量に適した蓄電池である。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、電力を安定供給できる。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が行われる。



正極： $VO_2^+ + H_2O \rightleftharpoons VO_2^{2+} + 2H^+ + e^-$
 負極： $V^{3+} + e^- \rightleftharpoons V^{2+}$



セルスタック

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

EN09：電子機器・製造技術領域 **現行技術**

■電池用単層カーボンナノチューブNMP/水分散液 (TUBALL™ PD 0521/PD 0634)[楠本化成/OCSiAl]

- 高品質な単層カーボンナノチューブ (TUBALL™ O1RW03) を用いたNMPまたは水による分散液を調製可能

| 項目 | TUBALL™ PD 0521 | TUBALL™ PD 0634 |
|-------------|----------------------|----------------------|
| 溶媒 | NMP | 水 |
| TUBALL™ 含有量 | 1.0% | 0.8% |
| 標準添加量 | 0.01-0.2% (SWCNT固形分) | 0.01-0.2% (SWCNT固形分) |
| 応用例・適用樹脂系 | リチウムイオン電池 | 電池、水系コーティング剤 |
| 樹脂種 | PVDF | CMC |

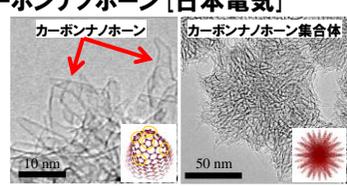
<https://www.kusumoto.co.jp/product/raw-materials/swcnt/>

EN10：環境・エネルギー領域 **将来技術**

■大容量キャパシタ用カーボンナノホーン[日本電気]

高比表面積、高導電性、高電圧耐性といった特長を持つため、キャパシタに適用すると従来材料を超える特性が期待できる。

- ◆ カーボンナノホーン集合体
 - ・ レーザアブレーションで合成した高純度の新しい炭素集合体
 - ・ 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/embedded/products/cnh/>

EN11：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(グラフェン)[ADEKA]

- Liイオン二次電池の正極に使用される導電助剤用高濃度グラフェン分散液
- 既存導電助剤との併用で、優れたレート特性やサイクル特性(寿命)の発現が可能

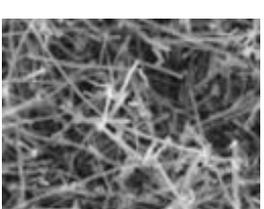


<https://www.adeka.co.jp/chemical/pickup/pickup16.html>

EN12：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]

- 高結晶性、高純度の気相炭素繊維
- 正極、負極に添加することにより、入出力特性、耐久性(サイクル特性)が向上



SEM像

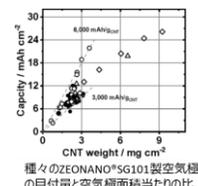
<http://www.sdk.co.jp/products/45/74/1327.html>

EN13：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]

単層カーボンナノチューブ (ZEONANO®SG101) は、高強度、高空隙率、低抵抗の自立膜を形成する。Li空気電池の空気極に好適である。

| 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>



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

6.4 省エネルギー分野

EN14: 環境・エネルギー領域 **現行技術**

■次世代グリーンパワー半導体[レゾナック]

SiCエピタキシャルウェハーは、Si系材料より耐熱性が高い
う熱伝導率が高く、素子として電力の損失が少なくなる特性を
持ち、省エネルギー化に有効なパワー半導体材料である。

低欠陥、高均一性のエピウェハー
が小型・高効率・高信頼性の電力変
換デバイスを実現し、電源、電車で
インバーター実用化に寄与している。
今後、グリーンイノベーション基金
事業(NEDO)においても研究開発
を進める。

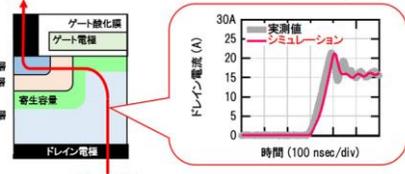


ウェハー
150mm(6in)と200mm(8in)

<http://www.sdk.co.jp/products/45/71/12892.html>

EN15: 環境・エネルギー領域 **現行技術**

**■パワー半導体(SiC-MOSFET)の
高精度回路シミュレーション技術[三菱電機]**



p層: アルミイオンが注入されたSiC層、n層: 窒素イオンが注入されたSiC層

SiC-MOSFETの断面構造図 スイッチング動作の解析事例

ニュースリリース: 2020年7月9日
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2020/0709.html>

□ パワーエレクトロニクス機器の回路設計効率化に貢献

EN16: 環境・エネルギー領域 **現行技術**

■LED用蛍光体・GaN基板[三菱ケミカル]

窒化物蛍光体は、信頼性に優れた高輝度白色LEDを実現する。
GaN基板は、プロジェクター光源等に用いられるレーザーダイ
オードや次世代の電子デバイス用基板として、幅広い分野での
応用が期待されている。



高輝度白色LED用窒化物蛍光体
https://www.m-chemical.co.jp/products/departments/mcc/nes/product/1200584_9018.html
GaN単結晶基板

EN17: 環境・エネルギー領域 **将来技術**

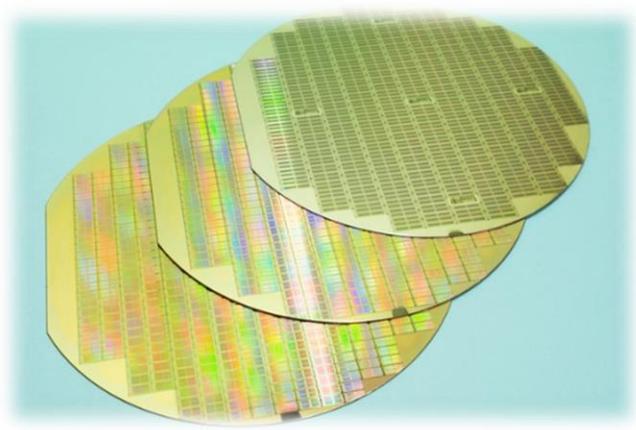
**■単結晶ダイヤモンド放熱基板を用いた
マルチセル構造(GaN-HEMT)[三菱電機]**

□ 移動体通信基地局や衛星通信システムの低消費電力化に貢献



開発したGaN-HEMTの上面写真(下)
セル構造(上)
開発したGaN-HEMTの断面構造

*本成果は、(国研)産業技術総合研究所集積マイクロシステム研究センターとの共同研究により、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものである。
ニュースリリース 2019年9月2日
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2019/pdf/0902.pdf>



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

6.5 環境・エネルギー領域に関するQRコード

| ID | ナノテック具体例 | 会社名 | QR (1) | QR (2) |
|------|--|-------------|---|---|
| EN01 | 熱電変換モジュール | 日本ゼオン |  | - |
| EN02 | 燃料電池電極用白金担持 (CSCNT) | GSI クレオス |  | - |
| EN03 | 風力発電ブレード (CFRP) | 東レ |  | - |
| EN04 | 色素増感太陽電池 (DSSC) | リコー |  | - |
| EN05 | ペロブスカイト太陽電池 (PSC) | リコー |  | - |
| EN06 | 有機薄膜太陽電池 (OPV) | リコー |  | - |
| EN07 | レアアース系高温超電導線材 | フジクラ |  | - |
| EN08 | レドックスフロー電池 | 住友電工 |  | - |
| EN09 | 電池用単層カーボンナノチューブ NMP/水分散液 (TUBALL™ PD 0521/PD 0634) | 楠本化成/OCSiAl |  | - |
| EN10 | 大容量キャパシタ用カーボンナノホーン | 日本電気 |  | - |
| EN11 | Liイオン二次電池導電助剤(グラフェン) | ADEKA |  | - |
| EN12 | Liイオン電池正負極用導電助剤 (VGCF®-H) | レゾナック |  | - |
| EN13 | Li空気電池空気極 | 日本ゼオン |  |  |
| EN14 | 次世代グリーンパワー半導体 | レゾナック |  | - |
| EN15 | パワー半導体 (SiC-MOSFET) の高精度回路シミュレーション技術 | 三菱電機 |  | - |
| EN16 | 単結晶ダイヤモンド放熱基板を用いたマルチセル構造 (GaN-HEMT) | 三菱電機 |  | - |
| EN17 | LED用蛍光体・GaN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。



- ※ 本稿に記載されている会社名、商品名、製品名などは、各社の登録商標、または商標です。なお、技術情報の提供元企業からの指示がない限り、®や™マークを必ずしも明記していません。
- ※ 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、掲載企業各社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 Fax : 03-5280-5710
E-mail : info08@nbcj.jp URL : <https://www.nbcj.jp/>