



「知のアーカイブ」
研究成果特選



「知のアーカイブ」 研究成果特選

発刊にあたって

国立研究開発法人産業技術総合研究所は、「鉱工業の科学技術に関する研究及び開発等の業務を総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその成果の普及を図り、もって経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資する」*ことを目的に、2001年に設立された日本最大級の公的研究機関です。

当研究所の歴史は、1882年(明治15年)に設立された農商務省地質調査所にさかのぼります。創立以来、公的研究機関として、日本の社会と産業の課題解決と次世代の技術の方向性を示すべく、さまざまな研究に取り組んでまいりました。現在も私たちは、持続可能な社会の構築という日本の「未来」のために、社会からの声、産業界の声に耳を傾けながら日々研究開発に取り組んでいます。

この130年を超える歴史の中で、当研究所は多くの研究成果を社会に送り出してまいりました。このたび、それらの中から日本の産業と経済の発展に寄与した研究成果を中心に、「研究成果特選」として冊子にまとめました。この「研究成果特選」は当研究所の成果を示すのみならず、わが国の産学官協業の歴史の一端をしるす資料ともなっています。

日本の産業のさらなる発展のために、産学官の連携によるイノベーションの創出が、これまで以上に注目され、期待されています。

本冊子が、将来の産学官協業の一つの道標になれば幸いです。

*国立研究開発法人産業技術総合研究所法より抜粋

「知のアーカイブ」研究成果特選 発刊にあたって P02

○ 産業技術総合研究所 — 現在 P07

2017

2001

No.001	コンクリートのひび割れ点検支援システム	P08
No.002	カーボンナノチューブを用いた塗料で電磁波遮蔽	P08
No.003	光子一つが見える世界初の「光子顕微鏡」	P09
No.004	ゲノム編集でニワトリを品種改良	P09
No.005	生体情報を用いた電子署名(ファジー署名)の安全性を証明	P10
No.006	LED照明に対応した高輝度、長残光の蓄光材料	P10
No.007	SiC 低損失高耐圧スイッチングトランジスタの作製プロセス構築	P11
No.008	移植用細胞から腫瘍を引き起こすヒトiPS/ES細胞を除く技術	P11
No.009	衣類のように柔らかく、しかも丈夫なトランジスタ	P12
No.010	「津波堆積物データベース」を公開	P12
No.011	ミニマルファブ	P13
No.012	小型軽量な非破壊検査用パルスX線源	P13
No.013	水中の放射性セシウム濃度の迅速な計測方法	P14
No.014	糖鎖マーカーを用いた肝線維化検査技術	P14
No.015	高品質、高純度の単層カーボンナノチューブの量産技術	P15
No.016	高輝度で発光持続性に優れた人工生物発光酵素「ALuc」	P15
No.017	原発事故現場に投入された高所調査用ロボット	P16
No.018	ヒトiPS細胞を生きたまま可視化できるプローブ	P16
No.019	遺伝子組み換え植物を原料とした動物(イヌ)用の医薬品	P17
No.020	都市鉱山開発のためのレアメタルリサイクル装置	P17
No.021	大陸棚延伸に資する海洋地質調査	P18
No.022	楽曲解析による音楽鑑賞システム「Songle」	P18
No.023	創薬支援ロボット「まほろ」	P19
No.024	個人向け放射線積算線量計	P19
No.025	セシウム吸着能に優れたブルシアンブルーナノ粒子	P20
No.026	希少元素ジスプロシウムを使わない高性能な等方性焼結磁石	P20
No.027	高精細な赤外線カラー暗視撮影技術	P21
No.028	魚の鮮度を保持するための漁船搭載用の海水製氷機	P21
No.029	揮発性有機化合物(VOC)を劇的に削減する塗装技術	P22
No.030	脳波計測による意思伝達装置「ニューロコミュニケーター」	P22
No.031	広範な地質調査による869年貞観津波と巨大地震の解明	P23
No.032	働く人間型ロボット研究開発用の基盤	P23
No.033	20万分の1地質図幅完備とシームレス化によるWeb公開	P24
No.034	土壌・地下水汚染のリスク評価システム「GERAS-3」	P24

No.035	上肢に障害のある人の生活支援ロボットアーム「RAPUDA」	P25
No.036	あらたな「秒」の定義に貢献する光格子時計	P25
No.037	計量トレーサビリティを実現する定量NMR法	P26
No.038	全国地熱ポテンシャルマップ	P26
No.039	高効率フレキシブルCIGS太陽電池	P27
No.040	水素ガスバリア性の高い粘土膜プラスチック複合材料	P27
No.041	メタンハイドレートからメタンガスを産出するための減圧法	P28
No.042	国際標準仕様となったロボット用ミドルウェア	P28
No.043	電気抵抗値世界最小の大電力用炭化ケイ素半導体素子	P29
No.044	電気絶縁性と柔軟性を併せもつ絶縁保護膜用樹脂	P29
No.045	界面活性性と保湿作用を併せもつバイオ界面活性剤	P30
No.046	活断層データベースの整備	P30
No.047	超高密度ハードディスク用の高性能トンネル磁気抵抗(TMR)素子	P31
No.048	内部熱交換による省エネ蒸留技術	P32
No.049	麹菌の全ゲノム解析	P32
No.050	北海道太平洋岸の津波浸水履歴図	P33
No.051	チリ中南部沿岸の堆積物調査で過去の巨大地震を特定	P33
No.052	化学物質の詳細リスク評価書	P34
No.053	アザラシ型メンタルコミットロボット「パロ」	P34
No.054	高効率、高純度の単層カーボンナノチューブ合成新技術「スーパークロース法」	P35
No.055	世界最高性能のトンネル磁気抵抗(TMR)素子	P36
No.056	高精細な有機TFT駆動カラー液晶ディスプレイ	P36
No.057	ナノレベルの粒子破砕でセラミック膜を常温形成(AD法)	P37
No.058	キログラムの新しい定義として用いられるプランク定数の決定	P37
No.059	日本の地球化学図	P38
No.060	新たな系統の未知の細菌を発見	P38
No.061	窓ガラスにもなる透明な太陽電池	P39
No.062	省エネ効果の高い調光ガラス	P39
No.063	デスクトップ型ジョセフソン電圧標準システム	P40
No.064	超微細液滴を射出するインクジェット技術	P40
No.065	超高密度光記録を可能にする可視光リソグラフィ	P41
No.066	金属-炭素共晶の利用による2000℃を超える温度定点	P41



工業技術庁 — 工業技術院時代 P42

2000

1948

No.067	遺棄・老朽化兵器の処理技術	P43
No.068	二酸化チタン微粒子薄膜固定化による高性能光触媒	P43
No.069	多孔質セラミックスを用いた調湿建材	P44
No.070	水中溶接・切断の自動化技術	P45
No.071	合成スメクタイト(粘土鉱物)	P45
No.072	ライフサイクルアセスメント(LCA)手法	P46
No.073	生分解性プラスチック	P46

No.074	光触媒の利用によるNOx、SOx除去	P47
No.075	電解砥粒鏡面研磨技術	P47
No.076	ジョセフソン・コンピューター	P48
No.077	走査型トンネル顕微鏡 (STM) の研究	P48
No.078	ニッケル水素電池の負極用合金	P49
No.079	三次元織機	P50
No.080	金ナノ粒子触媒	P50
No.081	薄膜シリコン太陽電池	P51
No.082	有機化合物のスペクトルデータベース	P51
No.083	血圧を下げるペプチド	P52
No.084	火山地質図	P52
No.085	瀬戸内海大型水理模型	P53
No.086	XMOSTランジスタ	P53
No.087	コバルト系金属間化合物の焼結磁石	P54
No.088	高効率海水淡水化技術(多段フラッシュ法)	P54
No.089	ジョセフソン電圧標準システム	P55
No.090	海水中のウランを効率よく採取する吸着材	P55
No.091	キログラム原器用の超精密天びん	P56
No.092	ジャカード織の紋紙自動作成システムと自動柄出し織機システム	P57
No.093	シラスバルーン(微細中空ガラス球)	P57
No.094	酸化インジウム透明導電膜(ITO)	P58
No.095	PAN系炭素繊維	P59
No.096	超LSI製造に用いる電子ビーム露光装置	P60
No.097	日本初のIC試作	P60
No.098	グルコースイソメラーゼによる天然甘味料製造技術	P61
No.099	極低温の物性『近藤効果』	P62
No.100	電子翻訳機『やまと』	P63
No.101	金属管液圧バルジ加工法	P63
No.102	フェライト単結晶	P63
No.103	トランジスタ式電子計算機ETL Mark-IV	P64



創設 — 工業技術庁設置まで

1947

1882

No.104	水素ガス圧縮機	P66
No.105	木製飛行機『飛竜』	P66
No.106	カルボキシメチルセルロース(CMC)の製法	P67
No.107	釉薬・顔料のデータベース	P67
No.108	玉虫塗り	P68
No.109	絹の強伸度測定器(セリグラフ)	P68
No.110	国産技術によるアンモニア合成	P69
No.111	水銀整流器	P70
No.112	「肝油」に使う『スクアレン』	P70

No.113	TYK無線電話機	P71
No.114	わが国初の無線電信実験	P71
No.115	地質調査所による日本最古の地質総図	P72

沿革	P73
----	-----

キーワード検索	研究成果特選50音順	P74 - 75
---------	------------	----------

産総研 7つの領域



エネルギー・環境



生命工学



情報・人間工学



材料・化学



エレクトロニクス・製造



地質調査



計量標準

産総研は産業技術に関する研究開発を総合的に行っている日本最大級の公的研究機関です。そのため、一つの研究が基礎から応用・実用化へ進むにつれて複数の領域にまたがり、分類が難しい成果もありますが、本書では大きく7つの領域いづれかに分けてご紹介しています。

【産業技術総合研究所－現在】

2017 · 2001



2001年、工業技術院の15研究所と計量教習所が統合・再編され、産業技術総合研究所と名を改め、新たな体制で研究を始めることになりました。21世紀を迎え、人類は地球温暖化やエネルギー問題、少子高齢化の急速な進展など、地球規模のさまざまな問題に直面しています。産総研は「豊かで環境に優しい社会を実現するグリーン・テクノロジー」、「健康で安心・安全な生活を実現するライフ・テクノロジー」、「超スマート社会を実現するインフォメーション・テクノロジー」を三本柱とした研究開発を通じ、これら地球規模で発生する21世紀型課題の解決に取り組んでいます。



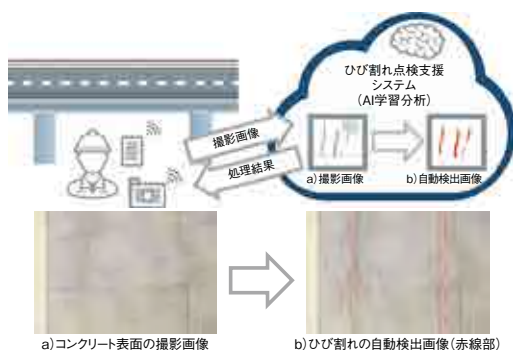
情報・人間工学

コンクリートのひび割れ点検支援システム

スマホやデジカメで撮影するだけで 素早く高精度にインフラ点検

表面に汚れや傷がある状態でも、幅0.2 mm以上のコンクリートのひび割れを80 %以上の高精度で自動検出するAIシステムを、首都高技術株式会社、東北大学と共同で開発した。

従来のひび割れ検出技術は、橋やトンネルなど構造物の表面状態の影響を受けて誤検出が多く、見誤りも考慮した検出精度は12 %程度と低かった。今回、収集した多数のコンクリート表面画像からひび割れに特有の特徴を定量化し、これをAIで学習して高精度に識別するシステムを構築した。これにより、デジカメやスマホで撮影した画像からわずかなひび割れも自動的に検出・記録ができるようになった。作業時間がおよそ1/10に短縮することが見込まれ、インフラ点検の大幅な効率化が実現する。



ひび割れ検出webサービスの利用イメージと比較画像

キーワード >>

- インフラ点検
- AI
- 検出



材料・化学



計量標準

カーボンナノチューブを用いた塗料で電磁波遮蔽

電磁波を99.9 %以上遮ることができ 電子機器の誤作動防止に役立つ水性塗料

スーパーグロース法で作製した単層カーボンナノチューブ(SGCNT)を用いて、電磁波遮蔽効果の高い薄膜を形成する水性塗料を開発した。

通信機器の発達に伴い、不要な電磁波を遮断する技術が求められている。しかし既存の電磁波遮蔽塗料は、塗布できる基材に限られることや、遮蔽性能の低さが課題となっていた。産総研で開発したSGCNT系水性塗料は、多様な基材に塗布することができ、曲げに強く、高温での耐久性など優れた特長を持つ。塗布作業時は粘度が低く、塗布後は粘度が高くなるため、複雑な形状の基材にも塗りやすい。12ミクロンの薄膜で、4.5 ~ 6 GHzの周波数領域において電磁波を99.9 %以上遮ることができる。自動車や産業用ロボットの部品に用いれば誤作動防止などに役立つ、幅広い活用が期待される。



開発したSGCNT系水性塗料を用いてポリイミドシートへ形成した塗布膜

キーワード >>

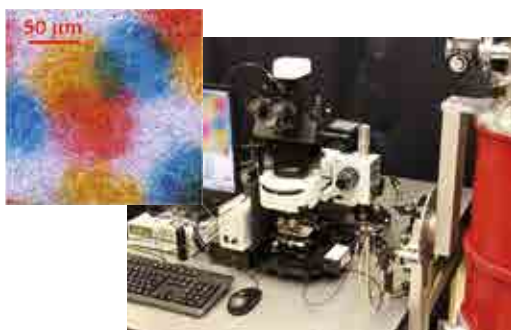
- カーボンナノチューブ (CNT)
- 電磁波
- ナノ

光子一つが見える世界初の 「光子顕微鏡」

超伝導光センサーを応用し 微弱な光から情報をキャッチ

従来の光学顕微鏡では観測できない極めて弱い光でも、明瞭なカラー画像を観察できる「光子顕微鏡」を世界で初めて開発した。

産総研ではこれまでに、光の最小単位である光子を1個ずつ検出し、光子の波長も識別できる超伝導光センサーを実現している。今回開発した光子顕微鏡は、この超伝導光センサーを光検出器として用いたもの。試料からの極めて弱い光を集光し、光ファイバーを介して冷凍機内の超伝導光センサー（温度100 mK）へ光子を導く仕組みとなっている。紫外や赤外を含む広い波長領域で光子を検出し、赤、黄、青の各色を明瞭なコントラストで識別できる。光子顕微鏡を使えば、生体細胞の微弱な発光や蛍光の観察、微量な化学物質の分析などが可能となる。今後、医療・バイオ分野や半導体分野での実用化を目指していく。



開発した光子顕微鏡（プロトタイプ）の全体写真（右）と撮影した画像（左）

キーワード >>

■ 光子 ■ 顕微鏡 ■ 超伝導

ゲノム編集で ニワトリを品種改良

アレルギーの少ない卵の生産に 可能性を開くニワトリが誕生

ゲノム編集を用いて、卵アレルギーの原因となるタンパク質の一種「オボムコイド」を含まない卵を産むニワトリを開発した。産総研がゲノム編集と第0世代のニワトリ作製および解析を担当し、農業・食品産業技術総合研究機構、信州大学がニワトリの飼育・交配を担当した。

ゲノム編集は、従来の品種改良技術よりもはるかに正確で効率よく遺伝子进行操作できる。今回、「クリスパー・キャス9法」というゲノム編集技術を世界で初めてニワトリに適用した。生殖細胞のもとになる細胞にゲノム編集を施し、それを初期胚に移植して、オボムコイド遺伝子を欠失したニワトリの開発に成功した。交配により生まれたオボムコイド遺伝子を受け継がない第1世代、第2世代のニワトリは、異常なく成長している。このニワトリが産む卵は、オボムコイドタンパク質を含まないことが確認され、副作用の少ないワクチンの生産や低アレルギー性卵の開発に道が開かれた。



卵白アレルギー「オボムコイド」遺伝子を欠失したニワトリ

キーワード >>

■ ゲノム ■ タンパク質



情報・人間工学

生体情報を用いた電子署名 (ファジー署名)の安全性を証明

手ぶらで個人認証ができる 世界初の技術を実用化

株式会社日立製作所が開発を進める生体情報を使った個人認証システム「PBI (Public Biometrics Infrastructure, 公開型生体認証基盤)」について、その安全性を産総研が暗号学的に証明した。

電子取引や電子行政などのネットワークサービスを利用するとき、本人を特定する情報(秘密鍵)を用いて個人認証を行う。PBIは、静脈や指紋などの生体情報を秘密鍵として用いる、世界初の電子署名技術である。生体情報はセンサーで読み取るたびに“揺らぎ”が生じるため、高度な安全性が求められる。産総研が暗号理論を用いてその安全性を証明したことにより、実用化が実現した。2016年に日立グループにより製品化され、2017年から金融機関への導入が始まった。手ぶらで行政・医療・公共サービスなどが受けられる社会の実現が期待される。



導入された銀行ATMで手ぶら取引を行う様子
(写真提供:東京経済(株)北九州支社)

キーワード >>

■ 暗号理論 ■ 安全 ■ 認証



エレクトロニクス・製造

LED照明に対応した高輝度、 長残光の蓄光材料

革新的な蓄光材料とコーティング技術で 安心・安全・省エネ社会の実現に貢献

LED照明でも、従来の約3倍の明るさ、約2倍(4時間)の残光発光時間が得られる高性能な蓄光材料を、立山科学工業株式会社と共同で開発した。また、産総研独自のコーティング技術「光MOD法」により、高輝度蓄光フィルムを作製した。

既存の蓄光材料は、LED照明のもとでは十分な明るさや発光時間を得られない。そこで、金属有機化合物を用いた化学溶液法により材料の割合を精密にコントロールし、新しい合成プロセスでLED照明に対応できる蓄光材料を合成した。その蓄光材料を用い、光MOD法により常温・大気中で樹脂の上にセラミックスの蛍光体膜をコーティングし、耐久性に優れた蓄光フィルムを実現した。安全誘導標識、省エネ照明、住宅建材、交通標識、モバイル機器など、多様な用途での実用化が見込まれる。



光MOD法により作製した高輝度蓄光フィルム

キーワード >>

■ 省エネ ■ 蓄光材料

SiC 低損失高耐圧スイッチングトランジスタの作製プロセス構築

耐圧3.3 kVクラスで世界最小オン抵抗を実現すると共にその量産プロセスを構築

家電、IT機器、自動車、鉄道などさまざまな分野で電気の変換ロスを小さくする、いわゆるパワーエレクトロニクス技術の発展に対し、産総研では1970年代から新材料であるSiC（炭化ケイ素）パワー半導体に関連する技術を蓄積してきた。2000年代から複数の国家プロジェクトによりウェハ、素子、システムの一体的な技術開発を加速させ、トレンチ構造を採用することで耐圧3.3 kV級のスイッチングトランジスタとして世界最小のオン抵抗となる $8.3 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ を達成した。その後、成果の実用化・事業化を目指して一貫プロセスラインでの量産試作研究を進め、2015年には当該SiCスイッチングトランジスタの一貫作製プロセスを構築した。このトランジスタをインバータに実装すれば鉄道車両などにおいて高効率なインフラシステムの実現が可能となり、更にこの技術を応用することで自動車、太陽光発電等の分野で省エネ技術の拡大が期待できる。



SiC 3.3 kVスイッチングトランジスタの試作に使用した装置群

キーワード >>

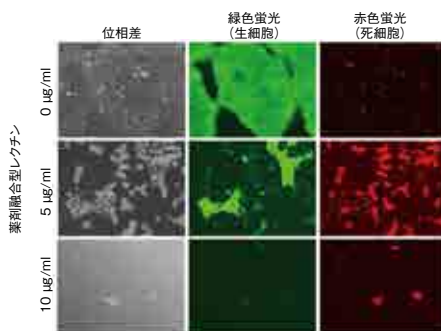
■ SiC(炭化ケイ素) ■ トランジスタ ■ 半導体

移植用細胞から腫瘍を引き起こすヒトiPS/ES細胞を除く技術

再生医療のリスクを減らし臨床応用へ前進

移植用細胞に残ったヒトiPS細胞やヒトES細胞（ヒトiPS/ES細胞）を、安全、確実、かつ簡便に除く技術を和光純薬工業株式会社と共同で開発した。

ヒトiPS/ES細胞から分化した移植用細胞に、未分化のヒトiPS/ES細胞が残ると腫瘍の原因になるおそれがあり、再生医療の障壁となっていた。産総研はこれまでに、レクチン（糖結合タンパク質の総称）の一種がヒトiPS/ES細胞に特異的に結合することを発見していたが、新たにそのレクチンが結合した後、ヒトiPS/ES細胞内に取り込まれる現象を発見した。これを利用して、細胞死を引き起こす毒素を融合させた「薬剤融合型レクチン」の作製に成功した。これを培地に添加するだけで、移植用細胞に残ったヒトiPS/ES細胞を効率的に除去できるため、再生医療の安全性向上に大きく貢献する成果である。



薬剤融合型レクチンのヒトiPS細胞への効果

位相差:実際の細胞の形態、緑色蛍光:生細胞が緑色に染色、赤色蛍光:死細胞が赤色に染色

キーワード >>

■ iPS細胞 ■ 医療 ■ タンパク質



材料・化学

衣類のように柔らかく、 しかも丈夫なトランジスタ

ハイヒールで踏んでも 洗濯しても壊れない電子デバイス

布のように柔らかく、ゴムのように曲げ伸ばしでき、圧縮や衝撃にも強いトランジスタを開発した。

このトランジスタは、金属や酸化物のような硬い材料を一切使用せず、単層カーボンナノチューブ(SGCNT)、ゴム、ゲルなどの柔らかく伸縮性のある炭素材だけでできている。そのため負荷をかけると全ての部材が一体化して変形し、ハイヒールで踏んだときのように、一点に大きな力が加わってもひずみが集中せず壊れない。耐水性にも優れ、誤って洗濯機に入れても作動する。性能面では、電極と配線はフッ素ゴムにSGCNTを混ぜ、導電性を高めている。将来的には、トランジスタだけでなく、柔らかいセンサーや複数の電子デバイスと組み合わせ、身につけても装着感が少なく、健康管理や治療などに役立つウェアラブルデバイスの実現を目指す。



衣類に付けて洗濯しても大丈夫

キーワード >>

■ ウェアラブルデバイス ■ カーボンナノチューブ(CNT) ■ トランジスタ



地質調査

「津波堆積物データベース」 を公開

巨大津波の痕跡である津波堆積物を調べ 地域の防災・減災に役立つ

産総研が行った津波堆積物の調査結果や研究過程を、ウェブ上で誰でも簡単に閲覧できるデータベースを開発し、2014年10月15日から一般公開した。

産総研では、過去の巨大津波の痕跡である「津波堆積物」の調査を1990年代から行い、調査情報をわかりやすく伝えることで地域の減災に役立てようとしてきた。しかし、2011年の東日本大震災では、非常に多くの被害が出たことによって、それまでの情報発信が十分ではないと認識した。そこで調査結果をウェブ上で閲覧できるようにし、さらに継続的に更新して最新の調査データを速やかに公開することとした。これにより、調査地域の住民と情報を共有し、防災意識の向上に貢献するとともに、自治体による防災計画の基礎資料として活用されることを目指している。

基図は地理院地図とGoogle Mapsを使用しており、データベース画面上で切り替えが可能
ブラウザ上で地図の拡大縮小が可能
地点をクリックするとその場所の地質柱状図を閲覧可能



地域によってはアイコンが色分けされており、津波堆積物のある・なしが視覚的に理解可能

津波堆積物データベースの閲覧画面

キーワード >>

■ 地震 ■ 津波 ■ 防災

ミニマルファブ

低コストで少量多品種を製造する 小さな小さな半導体工場

クリーンルームなしで1個からデバイスを製造できる、超小型の半導体製造装置「ミニマルファブ」を開発した。

これまで、半導体デバイスは巨大な工場で大規模生産され、膨大な設備投資が必要とされてきた。産総研は、IoT時代に対応できる多品種少量生産の需要を見定め、ミニマルファブの構想を2007年に提案した。これに多くの企業が賛同し、技術を持ち寄って開発を推進。既存の概念を覆す超小型の半導体製造装置群が誕生した。フォトリソ、露光、エッチングなど製造プロセスごとに装置が分かれており、必要な装置を組み合わせて使用する。クリーンルームが不要で、設備投資額は従来の1000分の1に抑えられる。既に主要な装置は商用販売され、2016年からは横河ソリューションサービス株式会社が装置購入顧客へのフルケアサービスを開始した。現在、日本の半導体産業を復活させる切り札として期待を集めている。



見本市セミコンジャパンに展示した70台のミニマル装置群。
1台のサイズは小柄な女性よりも小さい高さ(144 cm、幅30 cm、奥行45 cm)

キーワード >>

■ IoT ■ 半導体 ■ ミニマルファブ

小型軽量な非破壊検査用 パルスX線源

USB電源や乾電池でも駆動でき ロボット等に搭載して検査可能

狭い場所でも検査できる小型軽量な非破壊検査用パルスX線源を、株式会社ライフ技術研究所、つくばテクノロジー株式会社と共同で開発した。

従来のX線源は、大きい、重い、電源供給用の配線が必要といった制限から、多数の配管が設置されたような空間で使うことは難しかった。今回開発したX線源は、先端が尖った針葉樹型カーボンナノ構造体の電子源を用いており、瞬間的に強いX線を発生させて非破壊検査をすることができる。厚さ70 mm以下、重さ2.5 kg以下、寿命は従来のX線管の10倍という、小型化・長寿命化・高性能化を実現した。これにより、今まで難しかった狭い場所での検査が可能となった。また、動くものの撮影やX線源を移動しながらの撮影も可能なため、ロボットに搭載して使うこともできる。



パルスX線源(120 kV)とサイズ比較のためのCDケース(左)と
金属製バルブのX線透過写真(中:バルブ閉、右:バルブ開)

キーワード >>

■ X線 ■ 検査



材料・化学



地質調査

水中の放射性セシウム濃度の 迅速な計測方法

亜鉛置換体プルシアンブルー色素[※]で 前処理時間を大幅に短縮

原子力発電所の事故で河川などに流出した放射性セシウムイオンの濃度を、短時間で計測する手法を開発した。

水中のセシウムイオンを吸着するプルシアンブルー色素の鉄元素を亜鉛元素に置き換えた亜鉛置換体プルシアンブルーを付着させた不織布カートリッジで水中セシウムイオンを濃縮することで、計測時の前処理に要する時間が、6時間からわずか8分(水20リットルの場合)に短縮される。大量の水の放射性濃度を迅速に計測でき、多地点での継続的なモニタリングなど、長期的な環境への影響評価に貢献している。

亜鉛置換体プルシアンブルーを用いたカートリッジは、2014年日本バイリーン株式会社で試験販売をしている。

[※]プルシアンブルー色素：人工的に合成された青色顔料。絵の具、新聞用インキ、プリンターのインクなどにも用いられる。



河川水中の放射性セシウム濃度の測定風景

キーワード >>

■ セシウム ■ プルシアンブルー色素



生命工学

糖鎖マーカを用いた 肝線維化検査技術

血液検査だけで 肝炎の進行度合いを迅速に把握

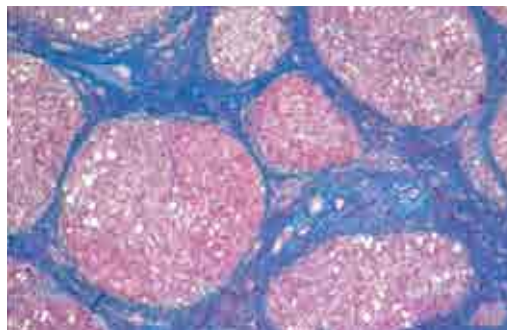
糖鎖[※]の構造変化をターゲットとする糖鎖マーカを用いて、血液検査によって肝線維化の進行度を把握する世界初の技術をシスメックス株式会社と共同で開発した。

肝炎から肝がんに至る肝線維化の進行度は糖鎖の構造変化に現れ、その度合いを、化学発光酵素免疫測定法^{※※}による発光強度を調べることで数値化した。

ウイルス性肝炎は、日本では感染者が約300万人いる国内最大の感染症だが、採血で肝線維化の進行度を検査する方法はなく、入院を伴う生検(生体組織診断)が障壁となり、肝硬変や肝臓がんの進行が見落とされるおそれがあった。この検査方法は2013年に承認を受け、迅速かつ身体的・経済的な負担の軽い検査ができるようになった。

[※]糖鎖：細胞表面やタンパク質の表面に存在する糖が連なった物質。

^{※※}化学発光酵素免疫測定法：抗原抗体反応を利用し、酵素を標識を使って化学発光反応により発光強度を測定する方法。



肝炎患者のがんの出現リスクを把握する糖鎖マーカ

キーワード >>

■ 医療 ■ 血液検査 ■ 糖鎖

高品質、高純度の単層カーボンナノチューブの量産技術

それまでの100倍の触媒利用効率を実現

高品質で高純度な単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を量産する技術を開発した。

SWCNTは量産が困難で、市販のSWCNTには構造欠陥が多く純度が低い、品質にバラツキがあるといった課題があり、実用化を阻害する要因となっていた。産総研は、化学気相成長法(CVD法)の一種である直噴熱分解合成法によるSWCNTの量産技術の研究を進め、原料の分解温度や反応場を精密に制御する改良直噴熱分解合成法(eDIPS法)を開発した。これにより、触媒利用効率をそれまでの100倍に向上させ、構造欠陥を10分の1に低減した。eDIPS法により反応場を制御することで、0.1 nm単位での精密なSWCNTの直径制御もできる。

この技術により、結晶性の高い高品質なSWCNTの量産に道筋をつけた。



高品質、高純度の単層カーボンナノチューブの塊(比較はスマートフォン)

キーワード >>

■ 触媒 ■ ナノ ■ 量産技術 ■ カーボンナノチューブ(CNT)

高輝度で発光持続性に優れた人工生物発光酵素『ALuc』

発光プランクトンのアミノ酸を再配列し発光酵素の明るさ100倍を達成

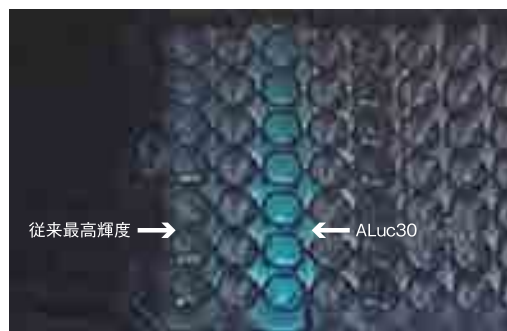
既存の最も明るい発光酵素類と比べて、最大で約100倍も明るく、発光持続性は最大で約7倍長い人工の生物発光酵素「ALuc」を開発した。

長年の発光プランクトン(カイアシ類*)の研究に基づき、カイアシ類のアミノ酸を多重整列**規則に則って再配列することで、これまでの天然の発光酵素とは異なる人為的な生物発光酵素を生み出した。

この極めて明るい人工の生物発光酵素は、病院での診断マーカーや家庭での健康管理といった医療診断をはじめ、水や食品中の内分泌攪乱化学物質の高感度分析、環境診断などでニーズが拡大している。

*カイアシ類:動物プランクトンである微小な甲殻類。

**多重整列:多数のタンパク質のアミノ酸配列を並べあわせること。



人工生物発光酵素「ALuc」のプレート上の輝度比較

キーワード >>

■ 医療 ■ 環境 ■ 酵素



情報・人間工学

原発事故現場に投入された 高所調査用ロボット

低重心台車と多関節アームにより 入り組んだ構造物内部を調査

福島第一原子力発電所の事故現場を遠隔操作で調査し、事故状況や構造把握を行うロボットを、株式会社本田技術研究所と共同で開発した。

産総研は、低重心構造とし転倒安定性を高めた、クローラー式高所作業台車を開発した。その上に、ホンダASIMOの開発で培った技術により開発されたアームロボットを搭載することにより、構造物が入り組んだ状況においても、多数の関節を同時に制御することで、隠れていて見えない調査対象物を簡単に捕捉することができる。

暗くて狭い原子炉建屋内の高所で、詳細な画像や3次元形状データを取得・確認したり、空間線量を把握できるようになった。福島第一原発の廃炉作業現場に入り、原子炉建屋1階高所の線量の計測や調査を実施した。



高所調査用ロボット(移動姿勢(左)、高所調査姿勢(右)) (写真提供:ホンダ)

キーワード >>

■ ロボット ■ 災害 ■ 廃炉



生命工学

ヒトiPS細胞を生きのまま 可視化できるプローブ*

レクチン**の一種で iPS細胞を蛍光染色し、高感度で検出

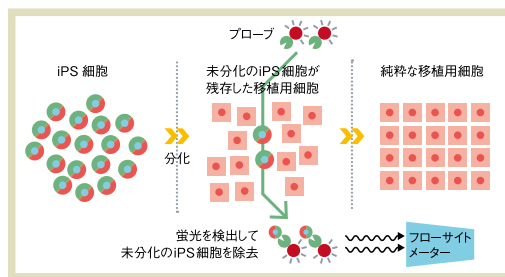
iPS細胞を用いた再生医療に期待が寄せられている。iPS細胞を分化させて移植用の細胞をつくる際、iPS細胞を生きのまま可視化し、腫瘍化(がん化)することが問題となっていた未分化のiPS細胞を効率よく除くためのプローブを、和光純薬工業株式会社と開発した。

産総研では、2006年に第三大白歯(親知らず)の歯胚***から組織・臓器に成り得る幹細胞の単離・増殖に成功したのをはじめ、2010年には培養が難しいヒトiPS細胞の自動培養技術を川崎重工株式会社や国立国際医療研究センターと共同で開発し、さらには親知らずの歯胚から高効率でiPS細胞を樹立する手法を編み出すなど、再生医療の実現化に大きな役割を果たしている。

*プローブ: ある特定の分子や細胞を検出する際に用いる物質。

**レクチン: 細胞膜の糖鎖と結合して細胞凝集反応などを起こす物質。

***歯胚: 歯と歯周組織のもととなる細胞の集まり。



腫瘍化の危険性のない安全な細胞治療に貢献

プローブが蛍光を検出して移植用細胞から未分化のiPS細胞を除去する様子

キーワード >>

■ 医療 ■ iPS細胞 ■ 検出



遺伝子組み換え植物を 原料とした動物(イヌ)用の医薬品

完全密閉型植物工場で イヌの歯肉炎軽減剤を開発

遺伝子組み換えイチゴを原料とする、イヌの歯肉炎(歯周病)軽減剤を開発した。

産総研北海道センターに竣工した完全密閉型遺伝子組み換え植物工場で、イヌインターフェロン α *を産出する遺伝子組み換えイチゴから、イヌの歯肉炎や歯周病の予防・治療に効果がある薬をホクサン株式会社と共同で開発、2013年に製造販売承認を得て、商品化された。

この植物工場は、遺伝子が外部に拡散しないよう完全に閉鎖された特殊な空間で、栽培された遺伝子組み換え作物を施設外にもち出すことなく医薬品原材料に加工できる世界初の施設である。遺伝子組み換え植物体を原薬とした動物用医薬品の商品化も世界初となる。

※イヌインターフェロン α : 抗ウイルス作用などを発揮するタンパク質。



植物工場の内部(上)と遺伝子組み換えイチゴ(下)

キーワード >>

■ 物質生産 ■ 植物工場 ■ 遺伝子組み換え



都市鉱山開発のための レアメタルリサイクル装置

廃電子素子群を 種類別に高純度で選別・回収

廃プリント基板から、レアメタルを多く含む電子素子を種類別に回収できる量産型リサイクルプロセスを開発した。

このプロセスは、携帯電話から業務用の各種電子機器まで幅広く使われているタンタルコンデンサー*など特定の電子素子だけを回収できる「複管式気流選別機」と、アルミ電解コンデンサーや水晶振動子などをあらかじめ選別できる「傾斜弱磁力磁選機」を組み合わせた量産型の選別プロセスである。産総研が構築した各種電子素子に対する選別挙動データベースを用い、廃電子素子群を自動制御かつ高い精度で種類別に回収できるよう工夫した。

これらの装置は、日本エリーズマグネチックス株式会社が製品化した。

※タンタルコンデンサー: プリント基板上の電子回路に使用され、電気エネルギーを蓄えたり放出したりする機能をもつ素子。ほかのコンデンサーに比べ、小型で周波数特性がよい。



レアメタルの高純度回収リサイクル技術

キーワード >>

■ 廃プリント基板 ■ 都市鉱山 ■ レアメタル



地質調査

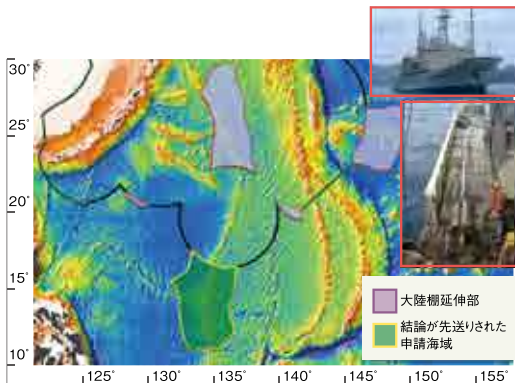
大陸棚延伸に資する 海洋地質調査

わが国の海洋権益拡大としての 大陸棚延伸に貢献

産総研は、日本政府が国連に行った大陸棚延伸申請に地質学的な観点から中心的な役割を果たし、日本の大陸棚延伸に大きく貢献した。

「海洋法に関する国際連合条約」により、沿岸国には大陸棚にある天然資源の探査・開発を行う主権の権利が認められている。日本政府は、2008年に国連に大陸棚延伸を申請し、2012年に国連より太平洋の4海域、約31万km²を日本の大陸棚として新たに認める勧告を得た。申請に際しては、海底の地形・地質と領土の連続性を科学的に示す必要があり、産総研は海域の岩石分析をはじめとする各種調査・解析において中核的な役割を担った。

延伸が認められた大陸棚にはレアメタルなどの鉱物資源が存在するとみられ、日本の資源確保にとってその意義は極めて大きい。



日本が申請した大陸棚延伸海域(総合海洋政策本部HPより)

キーワード >>

■ 地質 ■ 海洋 ■ 大陸棚



情報・人間工学

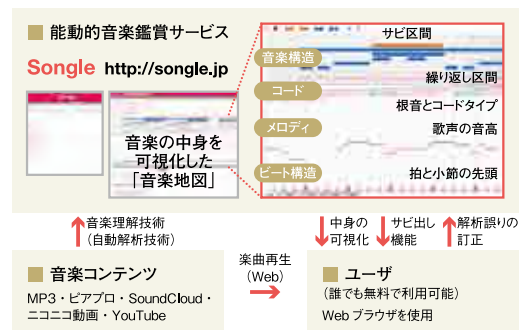
楽曲解析による 音楽鑑賞システム『Songle』

楽曲の可視化やインターフェースで 豊かな音楽鑑賞をサポート

音楽理解技術を用いてインターネット上にある楽曲の中身を自動解析し、各ユーザーが能動的で豊かに音楽鑑賞を楽しめるシステムを開発した。

このシステムの主な機能は、音楽地図、サビ出し、ユーザーによる誤り訂正である。「音楽地図」とは、サビ、ビート、メロディー、コードといった楽曲の中身を解析し、ピアノロールとして表示するもので、ユーザーは音楽の中身を「見る」ことにより、楽曲への理解を深めることができる。サビ出しの機能は、再生位置をジャンプさせるなど新しい音楽鑑賞の方法を提供する。自動解析の誤りをユーザーが訂正できるインターフェースによりサービスの品質が上がり、解析技術の性能も機械学習により向上する。

能動的音楽鑑賞サービス「Songle (ソングル)」として2012年に一般公開するとともに実証実験を開始した。



音楽理解技術を活用した能動的音楽鑑賞サービスの仕組み

キーワード >>

■ インターネット ■ 楽曲解析

創薬支援ロボット『まほろ』

創薬に欠かせないベンチワーク*を寸分の狂いもなくやり遂げる

手作業に頼っていた複雑なベンチワークを人に代わって行う、創薬支援ロボット「まほろ」を株式会社安川電機と共同で開発した。ライフサイエンス実験の常識を覆し、ベンチワークの「近代化」をもたらすと期待されている。

これまでのロボットシステムは分注や培養など特定の作業にしか対応できず、周辺の実験機器も専用のものが必要であったが、「まほろ」は双腕の利用により汎用性と拡張性を備えることができた。煩雑で長時間の繰り返しが要求され、ウイルス感染などの危険を伴うこともある一連のベンチワークをロボットで代替する意義は大きい。

すでに大学、病院、大手製薬会社などに導入され始めている。

※ベンチワーク：分注や培養などのさまざまな実験。



創薬支援ロボット「まほろ」

キーワード >>

■ 創薬 ■ ロボット ■ まほろ



個人向け放射線積算線量計

個人の日々の被ばく量を把握できる小型・省エネ型の線量計

小型で軽く、ポケットに入れて持ち運びができ、ボタン電池1個で1年以上連続使用できる放射線積算線量計を開発した。

この線量計は、産総研がこれまで乾電池駆動可搬型X線源の開発で培ってきた小型化・省エネ化技術を応用して開発、株式会社千代田テクノルに技術移転し製品化された。一定時間ごとの線量を記録してパソコン等で線量の記録を表示でき、高線量下ではLEDライトで警告を発する。

この線量計を用いて日々、個人の放射線被ばく量を計測し管理することで、生活の中で被ばく量を簡単に把握でき、不要な被ばくを避けることにつながる。



1年以上電池交換なしに使用できる小型線量計(左)とその表示器(右)

キーワード >>

■ 省エネ ■ 線量 ■ 放射線

 | 材料・化学

セシウム吸着能に優れた プルシアンブルーナノ粒子

ナノ粒子化により セシウム選択性と吸着効率をさらに高める

セシウムの吸着剤として知られるプルシアンブルーをナノ粒子化した、吸着効率が極めて高いセシウム吸着材を開発した。

約300年前から顔料として使用されているプルシアンブルーは、海水からのセシウム吸着でも吸着能が大きく落ちないなど、高いセシウム選択性をもっている。

産総研では、関東化学株式会社、日本バイリーン株式会社、郡山チップ工業株式会社、東京パワーテクノロジー株式会社などの協力を得て、2012年、より高い放射性セシウム吸着能を発揮するプルシアンブルーナノ粒子の量産化に成功した。その性能評価で、市販のプルシアンブルーやゼオライトなどと比べて、ナノ粒子吸着剤の吸着効率が高いことが明らかになった。



プルシアンブルーナノ粒子吸着材(左)の走査型電子顕微鏡(SEM)写真(右)

キーワード >>

■ セシウム ■ ナノ ■ プルシアンブルー

 | 材料・化学

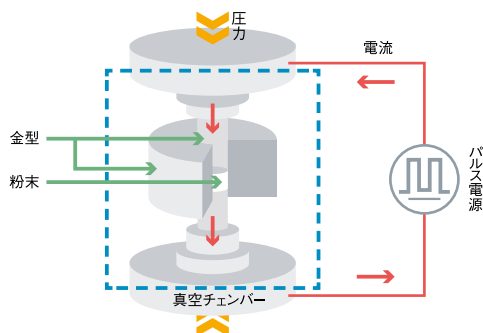
希少元素ジスプロシウムを使わない 高性能な等方性焼結磁石

低温焼結により レアメタル不要の高性能磁石を開発

レアメタルであるジスプロシウムを使用せずに、等方性(どの方向にも均等な磁性)のものとしては世界最高レベルの磁石を開発した。

「サマリウム-鉄-窒素系磁石」の粉末は、ジスプロシウムなしで高い磁石特性をもつ。この磁性粉末は、もともと焼結性が悪く、500℃以上で焼結すると磁石特性を失ってしまうという難点があった。そこで、400℃程度の低温で、磁石特性を失わずに高密度に焼結させる方法として、パルス電流によって焼結するパルス通電焼結法と、荷重制御をするためのサーボプレスを組み合わせる焼結法を考案し、低温焼結による初めての高性能焼結磁石を作製した。

この高性能等方性磁石は樹脂を使用しない焼結体で、耐熱性や耐酸化性に優れ、高温・多湿の環境下での使用も期待できる。



パルス通電焼結法の概略図

キーワード >>

■ 磁石 ■ レアメタル



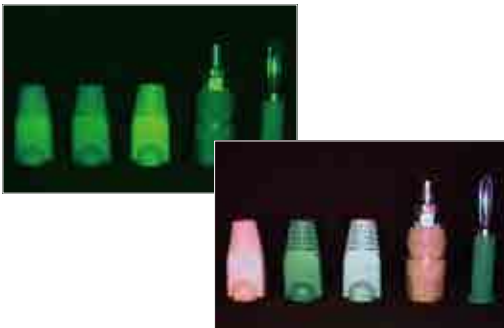
高精細な 赤外線カラー暗視撮影技術

暗闇にある物体も 反射赤外線を検出してカラーで撮影

暗闇にある物体をカラーで高精細な動画で撮影できる赤外線カラー暗視撮影技術を開発した。

モノクロでしか表示できなかった赤外線画像を、可視光照明下で見た色に近いカラー画像で撮影・表示・録画できる、赤外線カラー暗視カメラの原理を発明した。これは、暗闇にある被写体に赤外線を照射し、被写体から反射してきた赤外線を、独自に発見した物体の可視光領域における反射特性と、赤外線領域における反射特性との相関関係に基づき実時間で表色処理を行う仕組みによる。

撮影された画像は、デジタル放送にも使える高精細度で、夜間の屋外撮影や車載カメラへの利用が見込まれる。2010年、産総研技術移転ベンチャーである株式会社ナノルクス研究所(当時)へ技術移転され、シャープ株式会社から赤外線カラー暗視カメラとして製品化した。



従来技術による暗視画像例(左)と新たな技術による暗視画像例(右)

キーワード >>

■ 暗視撮影 ■ 赤外線 ■ デジタル



魚の鮮度を保持するための 漁船搭載用の海水製氷機

シャーベット状の海水氷を 漁船上で大量製氷

シャーベット状の海水氷を大量につくることができるコンパクトな漁船搭載用の製氷機を開発した。

魚の鮮度を保つには、水揚げ時の活け締め処理(暴れの防止)とともに適切な温度管理が欠かせない。大量の魚を活け締めするのと同じ効果を得るための解として有力視されているものがシャーベット状海水氷で、産総研はこの海水氷を漁船上で大量製氷できる技術を株式会社ニッコー、北海道立工業技術センターと共同で開発した。海水の塩分濃度が低いときには水の結晶が破断することで製氷され、濃度が高いときには氷が固体面から剥離して製氷される、といった性質を応用して海水氷を連続的に作り出す技術を開発し、装置を完成させた。

2013年、ニッコーが連続式シルクアイスシステムとして製品化し、新鮮な魚介類を全国の食卓へ届けている。



製氷機から出てくるシャーベット状の水(写真提供:ニッコー)

キーワード >>

■ シルクアイスシステム ■ 製氷機



材料・化学

揮発性有機化合物(VOC)を劇的に削減する塗装技術

高圧二酸化炭素の活用でVOC排出を大幅削減

高圧二酸化炭素を利用し、揮発性有機化合物(VOC)の排出量をこれまでの3分の1に抑える塗装技術を加美電子工業株式会社、宮城県産業技術総合センターと共同で開発した。有機溶剤に替えて超臨界流体状態の二酸化炭素を使用することで、塗装品質は有機溶剤と同等のまま、VOC排出量と乾燥エネルギーの低減も実現した。

高圧二酸化炭素は、有機溶媒に似た特性(低粘性、低誘電率など)をもつことから塗料の希釈に使えるとの知見に基づき、連続的に供給される塗料に、高圧二酸化炭素を連続的に混合し噴霧塗装するプロセスを確立した。塗料と二酸化炭素の混合器や高圧環境からの噴霧ノズルの開発に取り組み、実用性に富む塗装技術を確立した。

この技術は、大手自動車内装部品メーカーの塗装システムなどにも導入されている。



超臨界二酸化炭素を利用した塗装システム

キーワード >>

■ 揮発性有機化合物(VOC) ■ 塗装 ■ 二酸化炭素



情報・人間工学

脳波計測による意思伝達装置『ニューロコミュニケーター』

発話困難者に代わりアバター(分身)がしゃべって意思を伝達

意思伝達機能に重度の障害をもつ人が、他者と円滑なコミュニケーションをとれるように、頭皮上の脳波を測定し、脳内意思を解読して意思伝達を行うシステムを開発した。

このシステムは超小型のモバイル脳波計、高速・高精度の脳内意思解読アルゴリズム、効率的な意思伝達支援メニューを統合したもので、その組み合わせにより、低コスト、優れた操作性、非侵襲(体を傷つけない)の計測といった特徴を兼ね備える装置を試作した。意思の伝達は、分身として設定されたアバターが画面上でしゃべるといった、使いやすい、相手にも分かりやすい仕組みにすることで、より自然なコミュニケーションを可能としている。

筋萎縮性側索硬化症(ALS)などの疾患により話すことや書くことで意思を伝えることが困難となった人のQOL(生活の質)向上につながるものとして期待されている。



ニューロコミュニケーターの装置(脳波計測用ヘッドギア)

キーワード >>

■ 計測 ■ 脳波 ■ ニューロコミュニケーター

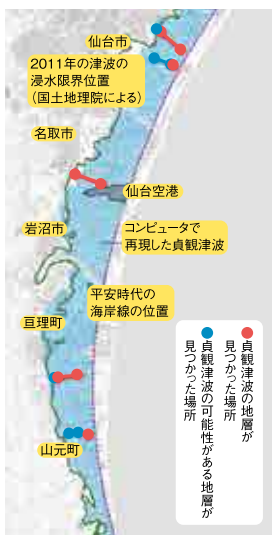
広範な地質調査による869年 貞観津波と巨大地震の解明

地層が示す1100年前の 東北の津波被害

宮城県から福島県の沿岸域において、約400地点での地質調査を実施し、広範囲にわたる巨大津波の津波浸水域を解明した。

復元された浸水域と地殻変動をもとに、数値計算から貞観地震の規模をマグニチュード8.4以上と推定した。マグニチュード7クラスの地震しか想定されていなかった宮城県沖や福島県沖で、巨大津波が450～800年間隔で発生していたことを明らかにし、東日本大震災の発生前に公表したが、この地質学的アプローチによる研究成果は当時あまり注視されず、広く知れ渡るのは大震災後となる。

津波堆積物の調査は、防災・減災に深くかわかるため、調査結果の迅速な公開も求められている。2014年に公開した「津波堆積物データベース」は、調査中のデータを逐次公開することで、調査地域の人々の防災意識向上につながるものと期待されている。



産総研により推定された貞観津波による仙台周辺の浸水範囲

キーワード >>

■ 地質 ■ 津波 ■ 地震

働く人間型ロボット 研究開発用の基盤

ロボットの研究開発をサポートする プラットフォーム

さまざまな環境の下で稼働する人間型ロボットとして、川田工業株式会社と共同でヒューマノイドロボットを開発した。初期のHRP-2は30自由度をもつ身長154 cm、体重58 kgのスリムなデザインのロボットである。続くHRP-3では防塵・防滴性により屋外で長時間活動できるようになった。HRP-4では、全34自由度をもちながら、身長151 cm、体重39 kgのさらにスリムなボディーに仕上げた。

OSにはLinuxカーネルを採用し、リアルタイム処理を可能とするように手を加えた。また、ロボットのさまざまな機能要素を自由に組み合わせるRTミドルウェアを採用し、ロボットのソフトウェアを容易に構築できるようにした。

HRP-2およびHRP-4は、次世代ロボットシステムの研究開発に役立つプラットフォームとして、国内の大学などで稼働している。



ヒューマノイドロボットHRP-2(左)、HRP-3(中)、HRP-4(右)

キーワード >>

■ ロボット ■ ヒューマノイド ■ プラットフォーム



地質調査

20万分の1地質図幅完備と シームレス化によるWeb公開

地質情報の整備で 国土強靱化計画を後押し

2009年、産総研は20万分の1の地質図幅の全国完備を、作製開始から半世紀余りを経て成し遂げた。また、利用しやすい形での地質情報の提供を目的に、わが国で最も詳細なデジタル版広域地質図「20万分の1日本シームレス地質図」を作成した。

20万分の1地質図幅は、地層や岩体等の広域的分布と地質構造との関係を統一的に理解する上で欠かせないものである。さらに「20万分の1日本シームレス地質図」は20万分の1の地質図幅の作成年の違いによる境界線の不連続や凡例の不一致をシームレス化することで解消した地質図で、誰でも閲覧できるようWeb公開されている。ライフラインの構築、資源エネルギー開発、地質災害対策など国土強靱化を図る上で重要な、広域かつ詳細な地質情報を提供している。



20万分の1日本シームレス地質図(「シームレス地質図」は産総研地質調査総合センターの登録商標)

キーワード >>

■ 地質 ■ 地質図幅 ■ シームレス化



地質調査

土壌・地下水汚染のリスク評価 システム『GERAS※-3』

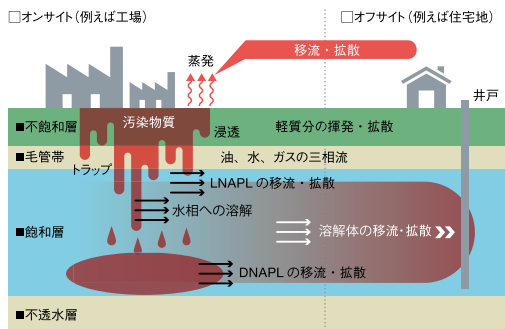
複合汚染がもたらす環境リスクや 健康リスクを詳細に評価

土壌や地下水の複合汚染がもたらす環境リスクや健康リスクを時間的、空間的に評価できるリスク管理ツールとして、地圏環境リスク評価システム「GERAS-3」を開発した。

近年、鉱物油、有機化合物、重金属などによる複合的な土壌汚染が問題となっている。産業活動には環境リスクを伴うため、汚染を最小限にとどめるための対策と、土壌や地下水の汚染がもたらすリスクの適切な管理が求められる。このシステムは、浄化対策をした後のリスク低減効果も定量的に捉えることができる。

2009年秋から国内外の1000を超える工場、事業所、自治体などで、自主的なリスク管理や土壌汚染対策のリスク低減効果の把握に活用されている。

※GERAS: Geo-Environmental Risk Assessment Systemの略。「GERAS-3」は「GERAS」の詳細モデル



複合的な土壌・地下水汚染を対象とした詳細なリスク評価

キーワード >>

■ 土壌 ■ 地下水 ■ 汚染



上肢に障害のある人の 生活支援ロボットアーム『RAPUDA』

自分の意思で操作できる 小型軽量ロボットアーム

上肢(腕や手)に障害のある人が、自分の意思で操作できる小型軽量ロボットアーム「RAPUDA」を開発した。

開発においては、服や物がジョイント部分に挟み込まれるリスクを減らすため、株式会社川測機械技術研究所との共同開発によるブロック連続体を使った直動伸縮機構を採用した。また、関節の動きを測るセンサーの二重化や、高信頼性通信の導入など、高い安全性を確保した。

生活支援分野におけるロボットは、安全性の技術が重要である。そのため、産総研は、ロボットの安全に関する各種試験や国際標準規格ISO13482の認証のための試験を行うことができる施設として、生活支援ロボット安全検証センターも整備し、2010年から外部に公開している。



「RAPUDA」で机の上の水を取る様子(左)と生活支援ロボット安全検証センター(右)

キーワード >>

■ ロボット ■ 生活支援 ■ 安全



あらたな『秒』の定義に貢献する 光格子時計

137億年たっても誤差は1秒以下

セシウム原子時計に基づく現在の1秒の精度(16けた)を超える新たな1秒を定義できるのが光格子時計である。東京大学と共同で、イッテルビウム原子を用いた光格子時計を開発し、秒の精度を18けたに上げることを可能にした。“新たな1秒”の定義により、原理的には、宇宙の年齢と言われる137億年間動かし続けても誤差は1秒以下、という時計が実現し、基礎科学研究の進展に大いに貢献するものとなる。

現在の科学技術は、精密に計測するための基準=計量標準が社会に提供されることによって支えられている。計量標準は長さ、質量、時間、電流、熱力学温度、物質質量、光度の7つの基本量と、それらの組み合わせで成り立っている。時間・周波数は、あらゆる計測量の中で最も正確に計測できるもので、ほかの基本量の精度を支えている。



光格子時計

キーワード >>

■ イッテルビウム原子 ■ 秒 ■ 時計



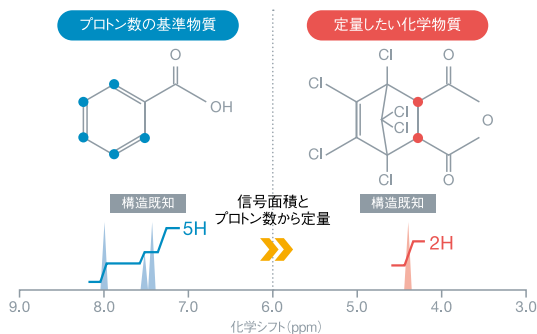
計量トレーサビリティを 実現する定量NMR法

食品や薬品中のさまざまな有機化合物の 物質量を迅速かつ正確に測定

基準となる一つの物質からさまざまな有機化合物の物質量を測定を可能にする方法を開発した。

食品残留農薬や医薬品の成分など、有機化合物の物質量を測るニーズは高まるばかりである。しかし、それぞれ分子構造が異なる有機化合物では、“ものさし”となる標準物質がないために、物質量を正確に測定できない化合物が少なくない。この測定法は、分子構造の特定に用いられる核磁気共鳴(NMR)法を、逆転の発想により、分子構造が分かっている有機化合物の定量分析に応用したもので、水素原子のプロトン(原子核)の量を共通の尺度とし、さまざまな有機化合物の物質量を迅速かつ正確に測定できる。

この定量NMR法は、2011年には食品衛生法に、2014年には薬事法に採用された。国際機関と協定を結び、技術協力を通じて国際的な利用促進も図っている。



プロトン数を活用する定量NMR法の仕組み

キーワード >>

■ 定量NMR法 ■ 計量 ■ 有機化合物



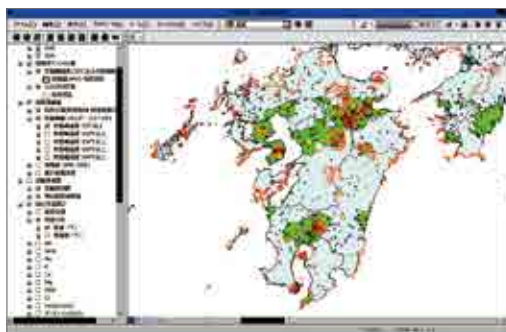
全国地熱ポテンシャルマップ

1 km単位で地熱資源量を一覧表示

全国を1 kmメッシュの区画に区切ってそれぞれの地熱資源量を計算し、一覧で表示した全国地熱ポテンシャルマップを作成した。

再生可能エネルギーの有力な資源として、広域・全国レベルでの地熱資源の把握と評価が重要なテーマとなっている。地熱資源は、資源のある場所の温度、形態、深度などが多様であり、産総研は、これまで蓄積してきた情報を用いて作成した。また、GIS(地理情報システム)データベースを利用して、さまざまなデータを全国規模から20万分の1程度までの縮尺で閲覧できるように工夫されている。

国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査に利用され、安定した発電が期待される地熱発電の推進に、欠かすことのできないツールとなっている。



全国地熱ポテンシャルマップ(地熱資源量分布と自然公園の重ね合わせ)九州全域の表示例

キーワード >>

■ エネルギー ■ 地熱 ■ 発電

高効率フレキシブル CIGS^{*}太陽電池

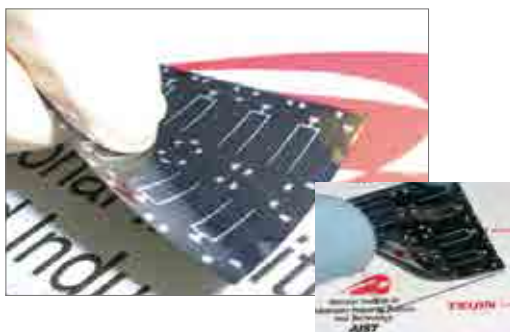
車の屋根や建物の曲面にも設置でき 太陽光発電の普及を後押し

小面積セルのアクティブエリア効率^{**}として、フレキシブル型の太陽電池では当時世界最高レベルとなる17.7%を達成した高効率太陽電池を、2008年帝人株式会社との協力を得て開発し、実用化への道を開いた。

高効率化に欠かせない、光吸収層へのアルカリ添加をいかに再現性よく制御するかという課題を、基板上に形成したケイ酸塩ガラス層の製膜条件を制御することで解決した。この技術を起点に、2010年にはフレキシブルCIGS太陽電池サブモジュールの世界最高効率を達成した。

自動車の屋根や建造物の曲面へも設置できれば太陽光発電のさらなる普及につながる。

※CIGS:銅(Cu)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、セレン(Se)からなる多元系化合物半導体Cu(In, Ga)Se₂薄膜を光吸収層とした薄膜系太陽電池。
**アクティブエリア(active area)効率:太陽電池セルの受光面積のみで算出される変換効率。



セラミック基板(左)とポリマー基板(右)を用いたフレキシブルCIGS太陽電池

キーワード >>

■ 太陽電池 ■ 発電

水素ガスバリア性の高い 粘土膜プラスチック複合材料

航空機や燃料電池自動車の 水素タンク材料として、水素社会を下支え

緻密な層状構造をもつ粘土膜は水素を通さず水素ガスバリア性に優れている。この粘土膜を炭素繊維強化プラスチック(CFRP)と積層し複合化することで、水素タンク材料としても使用可能な軽量かつ高強度の複合材料を開発した。CFRPと比べて100倍以上の水素ガスバリア性を実現し、耐久性にも優れている。

CFRPは強度の点で優れており、航空機用、燃料電池自動車用あるいはロケット用の水素タンクの材料として、金属に替えて採用できれば軽量化などのメリットが生じる。しかし、CFRPは水素ガスを通してしまうため、そのままでは水素タンクに使えないなどの課題があった。

開発された粘土膜を積層した複合材料はこの課題を解決し、水素エネルギー実用化に必須の水素貯蔵技術・材料になると期待されている。



開発した粘土膜「クレースト」(左)と炭素繊維強化プラスチックを積層した複合材料(右)

キーワード >>

■ 水素 ■ 複合材料 ■ プラスチック



エネルギー・環境

メタンハイドレートからメタンガスを産出するための減圧法

井戸の水を汲み上げ減圧し メタンガスを海上で回収

海底を掘削して井戸の水を汲み上げ、メタンハイドレート層の圧力を減らすことでメタンハイドレート(メタハイ)の分解を促進し、井戸に流入してきたメタンガスと海水を分離して海上でメタンガスを回収する仕組みを開発した。

天然ガスの原料であるメタンガスが氷状に固まったメタハイは、日本近海に大量に存在していることが判明し、資源に乏しいわが国の新たなエネルギー資源として期待されている。カナダでの陸上産出実験を踏まえ、2013年、渥美半島・志摩半島沖の東部南海トラフ海域で、世界初の海洋産出実験を行ったところ、1日当たり平均2万m³のメタンガスの採取に成功した。



メタンハイドレートコア試料

キーワード >>

■ エネルギー ■ 減圧法 ■ 天然ガス



情報・人間工学

国際標準仕様となった ロボット用ミドルウェア

基盤技術の標準化・モジュール化で ロボットの改良・普及に弾み

ロボットシステムを容易に構築するためのソフトウェア基盤技術(RTミドルウェア)を開発した。これにより、ロボットシステムの機能要素(センサー、サーボモーターなど)の通信インターフェースを標準化し、ユーザーのニーズに合ったロボットシステムを容易に構築できることになる。

この基盤技術は2007年、ソフトウェア技術の国際標準化団体(OMG)で承認され、国際標準仕様となっている。世界各国でさまざまなタイプのロボットが開発・製品化されている今日、開発効率や実用性を高めるためには、ロボットや機能部品のモジュール化と標準化が重要なテーマとなる。

モジュール化・標準化により、ロボット開発におけるコストを削減し、日常生活で使われるさまざまなロボットが手の届く価格で商品化されることが期待されている。



ヒューマノイドの腕(左)とモジュール化された機能部品として同じ制御ソフトウェアで動作する産業用ロボット(右)

キーワード >>

■ ロボット ■ 基盤技術 ■ ミドルウェア



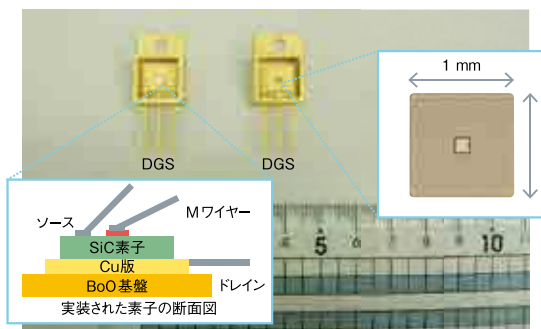
電気抵抗値世界最小の 大電力用炭化ケイ素半導体素子

電力ロスを既存シリコン素子の 100分の1以下に減らし省エネ促進

耐熱性や耐電圧性に優れた炭化ケイ素(SiC)素子を用いて、シリコンパワー素子と比べ、電力ロスがはるかに少なく、より大きな電力を制御できる半導体素子を開発した。

炭化ケイ素結晶のカーボン面上に大電力用半導体素子を形成し、動作時の電気抵抗値 $1.8 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ (2006年当時)を達成。この値はそれまでのシリコンパワー素子と比べて100分の1以下の水準であり、動作時の電力損失も10分の1以下となる。

パソコンなどに使われているシリコン半導体は、ダイオード整流器やエアコンのインバーター制御などにも広く用いられているが、インバーター制御などで相当量の電力損失が発生するといった課題をもっている。この炭化ケイ素を用いた半導体素子は半導体の電力ロスの低減を目的とした研究開発の一つである。



カーボン面EMOSを用いた10アンペア級の炭化ケイ素(SiC)素子

キーワード >>

■ SiC(炭化ケイ素) ■ 電力変換 ■ 半導体



電気絶縁性と柔軟性を 併せもつ絶縁保護膜用樹脂

長期間の絶縁安定性と高い柔軟性で 次世代の電子産業を下支え

これまでの100倍以上の長期間の絶縁安定性と、100倍以上の高い絶縁性、高い柔軟性を併せもつ絶縁保護膜用樹脂を、昭和電工株式会社と共同で開発した。

ハロゲン含有量を大幅に低減させたエポキシ樹脂と、新開発の硬化剤とを組み合わせて作製したもので、原料に塩素化合物を使用しないため、環境にも優しい。電子部品の高機能化や小型・軽量化のニーズが高まる中、プリント基板を覆い回路を保護する絶縁保護膜用樹脂には、長期にわたる優れた絶縁特性と、フレキシブル基板などに対応する柔軟性が求められていた。この二つの機能を同時に実現するという難しい課題が、新たなエポキシ化触媒の開発により解決した。

さらなるプリント基板のフレキシブル化や配線の細線化に対応し、次世代の電子産業を支える素材である。



開発した絶縁保護膜用樹脂を使用したフレキシブル基盤

キーワード >>

■ 樹脂 ■ 触媒 ■ プリント基板



材料・化学

界面活性と保湿作用を併せもつ バイオ界面活性剤

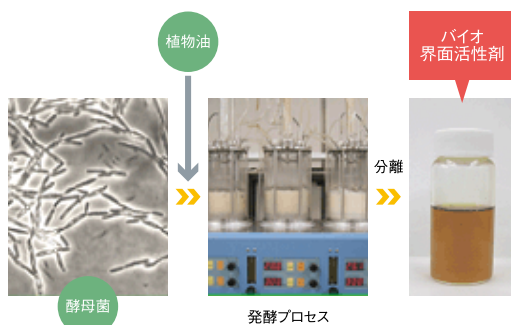
植物油を原料に、酵母の発酵プロセスを用いて量産法を確立

酵母と植物油を使い、優れた界面活性性に加え、セラミド*と同様の保湿効果をもつ高機能なバイオ界面活性剤の生産技術を、東洋紡株式会社との共同研究で確立した。

目的物質を分泌する酵母を自然界より見つけ出し、オリーブ油などの植物素材から、効率的に発酵生産する手法を確立、それまでのセラミド製品に比べて、より安価でより扱いやすい、新しい保湿剤を開発した。

保湿剤には、ヒアルロン酸など「水分の蒸散を抑制する」タイプや、セラミドなど「皮膚の保湿成分を補う」タイプがあり、化粧品などに幅広く使われている。そのうち、セラミドタイプは、優れた保湿効果を示す一方で非常に高価なため、低コストで高機能な代替素材が求められていた。

*セラミド: 人の皮膚細胞中にある脂質で、肌の水分を保持し、乾燥や外部の異物から皮膚を守る機能を担っている。



酵母菌を利用したバイオ界面活性剤の生産プロセス

キーワード >>

■ 界面活性剤 ■ 酵母 ■ 発酵



地質調査

活断層データベースの整備

日本全国長さ10 km以上の 活断層のデータを網羅

各種資料を編纂し、日本全国でこれまでに知られている長さ10 km以上の活断層のデータを収録し「活断層データベース」として公開した。

活断層とは、過去に繰り返し活動し、将来も活動して大地震を引き起こす可能性のある断層のことである。活断層データベースでは、全国の活断層を活動の最小単位と考えられる「活動セグメント」に区分し、それらについて独自の統一基準で活動性を評価しているため、全国の活断層を包括的に捉えて比較できるようになっている。また地質図などを重ね合わせて表示できるほか、地下数十kmまでの地下構造データも検索でき、利用者の利便性が図られている。

自治体や企業の地震防災計画の基礎資料としても利用されている。



活断層データベース

キーワード >>

■ 活断層 ■ 地震 ■ 防災



超高密度ハードディスク用の 高性能トンネル磁気抵抗(TMR)素子

次々世代のハードディスクにまで対応 MgO結晶の高品質化などで低抵抗・高抵抗比を実現

低い素子抵抗と高い磁気抵抗比を兼ね備えることで、超高密度ハードディスクを実現する磁気ヘッド用の素子を開発した。1平方インチ当たりの記録密度が500ギガビット以上と、それまでの4倍以上の次々世代ハードディスクにまで対応できる素子を、キヤノンアネルパ株式会社と共同で開発した。

超高密度ハードディスクの読み出し磁気ヘッドには低い素子抵抗と高い磁気抵抗比が求められるが、その両立は困難とされていた。それを、酸化マグネシウム(MgO)をトンネル障壁に用いたトンネル磁気抵抗(TMR)素子のMgO結晶の高品質化を図ることなどで実現した。1平方マイクロメートル当たりの素子抵抗は、それまでの5分の1程度の0.4 Ωと非常に低く、かつ、57%という高い磁気抵抗比を達成している。

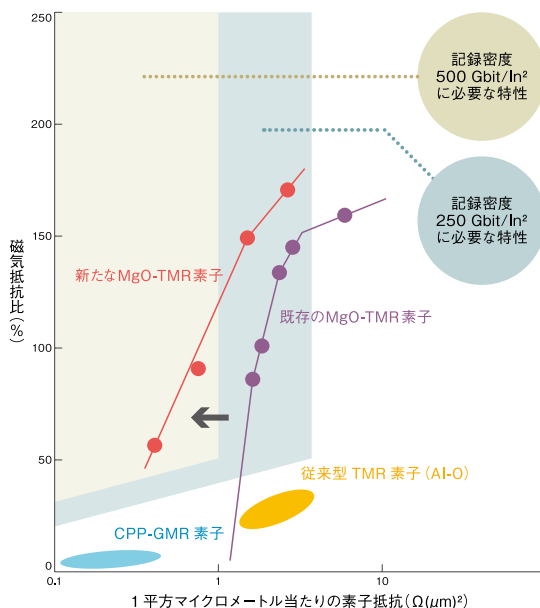
また、磁気ヘッドの生産現場で標準的に用いられているスパッタ装置をそのまま利用できるため、製造設備への負担を軽減するメリットもある。この素子は、現在、世界で生産されているハードディスクのほぼ全てに搭載されており、情報家電や携帯端末の高性能化に寄与している。



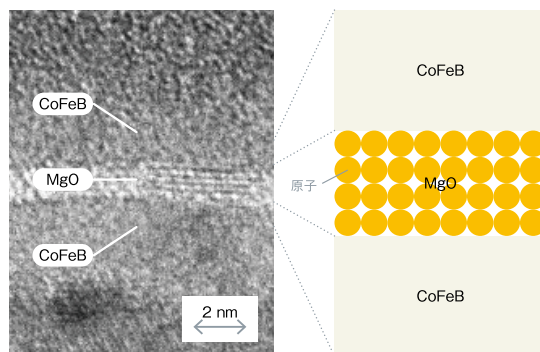
(写真提供：富士通)

キーワード >>

■ 磁気 ■ 素子 ■ ハードディスク



次世代磁気ヘッドに要求される特性と開発案件の成果



作製したトンネル磁気抵抗(TMR)素子の断面を示す電子顕微鏡写真



エネルギー・環境



材料・化学



生命工学

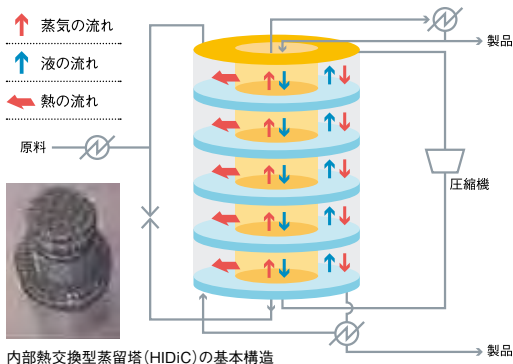
内部熱交換による 省エネ蒸留技術

蒸留塔を上下に分割し、ヒートポンプの原理で大幅に省エネを実現

経済産業省／独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(当時)のプロジェクトによる実証試験と、化学関連メーカー数社とで編成したコンソーシアムでの共同研究により、内部熱交換型蒸留塔(Heat Integrated Distillation Column, HIDiC)を開発した。

HIDiCは、蒸留塔を原料供給部分より上部と下部に分割し、上部の圧力を下部より高くしてヒートポンプの原理を働かせ、外部熱源をほとんど使わず上部の冷却と下部の加熱を行う仕組み。既存蒸留塔と比べ一次エネルギー換算で約60%の省エネ率を達成し、木村化工機株式会社、東洋エンジニアリング株式会社により実用化された。

化学産業における蒸留プロセス(分離や精製を目的とした工程)の省エネ化の意義は大きい。



キーワード >>

■ エネルギー ■ 省エネ ■ 蒸留

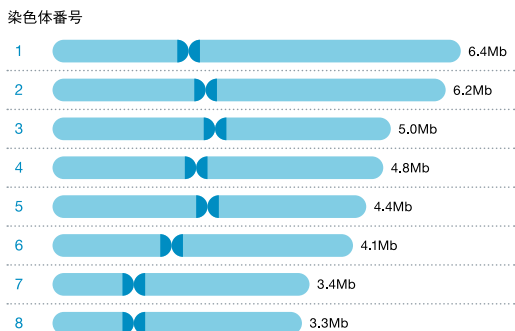
麹菌の全ゲノム解析

微生物では最大級の3,800万塩基対 1万2,000遺伝子をもつことを解明

産総研は麹菌ゲノム解析コンソーシアムを編成し、独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同研究によって、世界で初めて麹菌の全ゲノム塩基配列を解読した。麹菌ゲノムが、微生物としては最大級のサイズとなる約3800万塩基対から成り、約1万2000の遺伝子をもつことを明らかにした。

麹菌は、日本の伝統的な醸造製品である清酒、味噌、醤油などの製造に不可欠な微生物で、日本の「国菌」ともいわれている。ゲノム解析によって、麹菌はタンパク質、炭水化物、脂質の合成・分解にかかわる酵素の遺伝子を近縁種より多くもっていることが明らかになり、麹菌のもつ発酵能力の高さが科学的に裏付けられた。

麹菌のゲノム情報を利用することで、麹菌の安全性と高い発酵能力を活かした新たな産業の創生が期待される。



麹菌ゲノムの構造の概要(くびれた部分は推定されたセントロメア領域、Mbは100万塩基対)

キーワード >>

■ 物質生産 ■ ゲノム ■ 麹菌



地質調査

北海道太平洋岸の 津波浸水履歴図

歴史記録のない巨大地震の 規模と履歴を地質記録から解明

17世紀の北海道東部において、巨大地震と巨大津波が発生していたことを明らかにするとともに、2005年には津波浸水履歴図を作成し、この巨大津波による堆積物や最高水位、最大流速、それぞれの分布を示した。

地震の長期的な発生予測には、過去に発生した地震の履歴を解明して、再来間隔を想定することが重要である。海溝型巨大地震とそれに伴う津波に対する防災計画策定に役立てるため、1997年より本格的に取り組み始めた北海道太平洋岸での地震・津波・地殻変動調査は、地質学的痕跡と津波シミュレーションを組み合わせ、歴史記録のない過去の巨大地震を再現し、規模と履歴を明らかにする手法確立の突破口となる重要な成果をもたらした。

これらの成果は津波堆積物調査を全国へ展開するきっかけとなった。



北海道浜中町沿岸における津波浸水履歴図

キーワード >>

■ 地質 ■ 地震 ■ 津波



地質調査

チリ中南部沿岸の堆積物調査 で過去の巨大地震を特定

300年間隔で 計8回の巨大地震発生を解明

産総研が有する津波堆積物調査手法を活かし、チリ・バルパライソ大学、米国・地質調査所と共同で、チリ中南部沿岸を調査した結果、湿地における過去2000年間の堆積物から、津波や地殻変動により堆積した砂層を8層発見した。そのうち、最上部は観測史上最大規模の1960年チリ地震(マグニチュード9.5)による津波堆積物であったことから、チリ海溝において、この地震と同程度の海溝型巨大地震が、約300年間隔で繰り返し発生していたことが明らかになった。

1960年チリ地震によって生じた津波は日本まで到達して被害をもたらした。遠地地震により発生する津波に対す

る防災の観点からも、過去に発生したチリ海溝沿いの地震の履歴を解明して、再来間隔を想定し、長期的な地震の発生予測につなげることは重要である。



湿地での掘削調査から得られた地層断面

キーワード >>

■ 地質 ■ 地震 ■ 津波



エネルギー・環境

化学物質の詳細リスク評価書

リスク評価手法と 25種の化学物質のリスク評価結果を示す

ヒトや生態系に対するリスクが顕在化、または予測される化学物質について、科学的データに基づき「詳細リスク評価書」にまとめ刊行した。

評価書は、2005年刊のフタル酸エステルから、2009年刊のキシレンまで、対象となる化学物質は全部で25種となる。詳細リスク評価書シリーズとして丸善株式会社(当時)から刊行し、あわせてリスク評価手法についての解説書も発刊した。わが国ではこれまで、化学物質についての詳細なリスク評価を自ら行わずに、多くは欧米の政策にならい、あるいはその時々々の世論に流され、曖昧な根拠に基づいて化学物質に関する政策が選択される傾向があった。

公開された科学的情報をもとに、化学物質の利用と規制に関する意思決定が行われる社会となる上で、有用な資料になると期待されている。



詳細リスク評価書シリーズ「21.六価クロム」

キーワード >>

■ 化学物質 ■ リスク評価書



情報・人間工学

アザラシ型 メンタルコミットロボット『パロ』

ペットに代わって “ロボット・セラピー効果”を存分に発揮

アザラシ型ロボット「パロ」を開発し、ペットに替わるロボット・セラピーの効果を検証した。ペットロボットの開発を始めてから約10年後の2004年、産総研技術移転ベンチャーである株式会社知能システムが「パロ」を商品化した。

国内外の福祉施設や病院で実証研究を行ったところ、うつ状態の改善、ストレスの低減、高齢者同士や介護者との会話の増加など、心理的、生理的、社会的な改善効果が確認された。社会の高齢化が進み、ペットを飼うことによるアニマル・セラピー効果が高齢者のQOL（生活の質）の向上につながるとして注目されている中、これまで日本と欧米を中心に、約30カ国以上で約3000体以上が活用されてきた。世界で最もセラピー効果がある医療機器と認定されギネスブックにも掲載された。東日本大震災後は、避難所や仮設住宅で“心のケア”に一役買っている。



アザラシ型ロボット「パロ」

キーワード >>

■ 福祉 ■ メンタル ■ ロボット

高効率、高純度の単層カーボンナノチューブ合成新技術 『スーパージグロース法』

水分の触媒活性効果で“超成長”を実現
CVD法*を改良し長さは500倍、純度は99.98%に

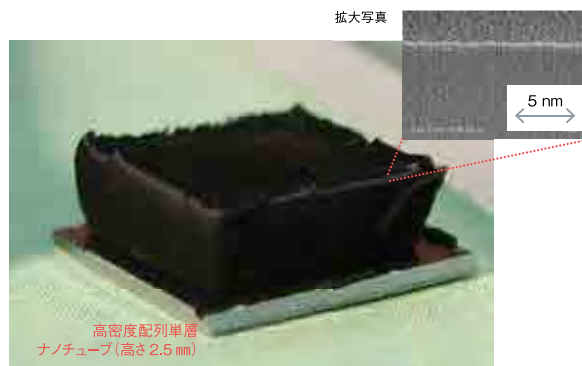
単層カーボンナノチューブ(SWCNT)の合成において、触媒の活性時間と活性度を大幅に改善する「スーパージグロース」法を開発した。

SWCNTは、強度が鋼の20倍、熱伝導性が銅の10倍、密度がアルミニウムの半分など、その優れた特性から幅広い分野への応用が期待されている、ナノテクノロジーを活用した最も有望な材料の一つである。一方で、合成効率の悪さ、不純物の含有、構造体作製の難しさといった課題を抱え、本格的な工業用素材として商業生産は難しいとされていた。

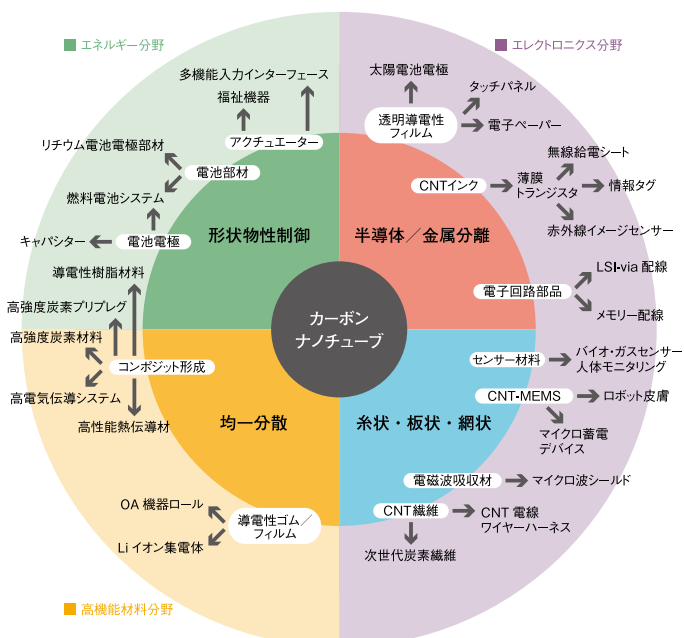
産総研は、合成手法の一つである化学気相成長法(CVD法)を用いて、極微量の水分の添加により触媒活性の発現や持続性が促進されることを明らかにし、それまでの世界記録に比べて500倍の長さ(10 mm程度)、きわめて高い純度(99.98%)、時間効率では3000倍に達する超高効率成長を実現した。

この合成法をもとに、SWCNTの量産技術を開発して工業生産プラントの実現に道筋をつけた。

*化学気相成長法(CVD法):chemical vapor depositionの略。各種化学反応を利用して原料となる物質から化学種を発生させて基板や触媒に供給し、それらの表面あるいは気相中で目的とする物質を製造する技術。シリコン系半導体プロセスでの薄膜製造など工業的に広く用いられている。



従来の500倍の長さに成長した単層カーボンナノチューブ(SWCNT)



キーワード >>

■ 触媒 ■ ナノ ■ 量産技術 ■ カーボンナノチューブ(CNT)

カーボンナノチューブ(CNT)のさまざまな応用可能性



エレクトロニクス・製造

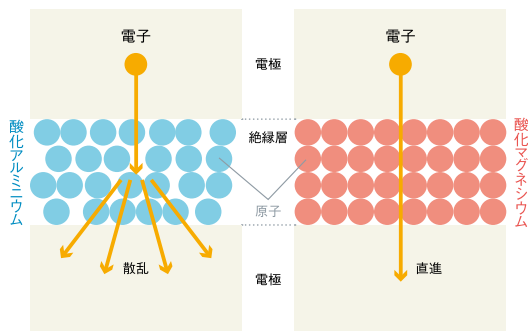
世界最高性能の トンネル磁気抵抗(TMR)素子

酸化マグネシウム単結晶を用いて 理論値を上回る磁気抵抗を得る

トンネル障壁(厚さ数 μm 以下の非常に薄い絶縁体)の材料に、これまでの酸化アルミニウムに替えて酸化マグネシウムを用いることで、理論的にはほぼ限界とされていた磁気抵抗比(70.8%)を大きく上回る高性能の単結晶トンネル磁気抵抗(TMR)素子を開発した。高品質の単結晶磁性薄膜と単結晶酸化マグネシウム層の連続積層により同素子を作製することで、磁気抵抗比(88%)、出力電圧値(380 mV)とも世界最高となった。

DRAMに代わる大容量で高速な不揮発性メモリーとして磁気抵抗メモリー(MRAM)への期待が高まる中、高集積化のためには、MRAMの心臓部となるトンネル磁気抵抗素子の特性を飛躍的に向上させる必要があった。

理論的限界値を超える新たな手法で、ギガビット級を実現する超高集積MRAMの実用化への道を拓いた。



従来型トンネル磁気抵抗(TMR)素子(左)と新型TMR素子(右)

キーワード >>

■ 酸化マグネシウム ■ 磁気 ■ 素子



エレクトロニクス・製造

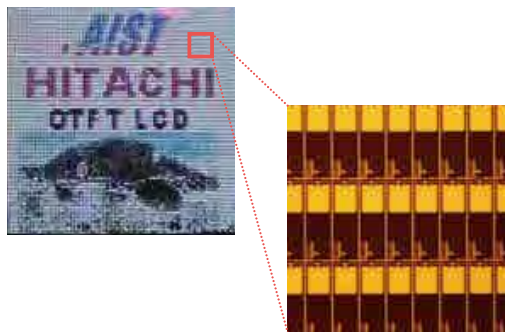
高精細な有機TFT駆動 カラー液晶ディスプレイ

電子ペーパーなど新たな次世代表示 ディスプレイの実用化に貢献

液晶表示素子の作製工程におけるプロセス負荷を最小限に抑えられる塗布保護膜を開発するとともに、有機半導体と接触する金属電極の形状を最適化することで、小さなサイズの有機薄膜トランジスタ(有機TFT)でも高い性能を発揮できるようにした。

有機TFTは、低コストで大量に生産でき、常温プロセスでフレキシブルなプラスチック基板上に形成できる可能性をもつ。一方、有機TFTとその上に積層する液晶表示素子との間に介在する保護膜の開発が課題となり、それまで高精細な液晶ディスプレイは実現できなかった。

株式会社日立製作所、財団法人光産業技術振興協会と協力して有機TFTを駆動スイッチに用いた高精細カラー液晶ディスプレイの試作に成功したことで、電子ペーパーなど次世代表示ディスプレイの実用化への道を拓いた。



試作した有機薄膜トランジスタ(有機TFT)駆動カラー液晶表示パネル

キーワード >>

■ 有機TFT ■ ディスプレー ■ 電子ペーパー



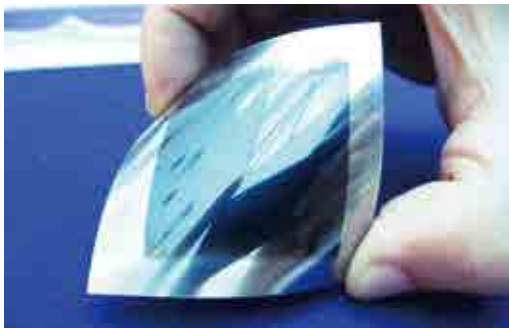
ナノレベルの粒子破碎で セラミックス膜を常温形成 (AD法)

エアロゾルジェットで 高密着のセラミックス厚膜形成を実現

これまでの常識を覆し、セラミックスを焼くことなく、常温で固めて膜をつくるコーティング技術「エアロゾルデポジション法 (AD法)」を東陶機器株式会社 (当時) と共同で開発した。

セラミックスの微粒子をガスと混ぜ、減圧した状態でノズルから噴射させ、エアロゾルジェットとして基板に衝突させて膜を形成する。セラミックス微粒子の径が数 μm 以下の場合に、衝突による粒子の壊れ方が大きく変化することが成膜の鍵で、世界で初めて常温で、かつ結合剤を用いずにセラミックス微粒子を固化し、焼結体と同等の電気機械特性をもつセラミックス厚膜の形成を実現した。

熱に弱い金やガラス、プラスチックとの複合化・集積化、窯業プロセスの省エネ化を実現する技術として注目されている。



フレキシブル金属基材上のAD膜

キーワード >>

■ セラミックス ■ ナノ ■ 粒子



キログラムの新しい定義として 用いられるプランク定数の決定

130年ぶりのキログラムの定義改定に 道を拓く

キログラムの定義を改定するために、数十nmの真球度で研磨された質量1 kgの同位体濃縮シリコン結晶球の形状を0.5 nmの精度で測定し、プランク定数を高精度化することに成功した。

1889年に質量の単位として承認されて以来、人工物に頼る最後のSI基本単位として用いられている国際キログラム原器は、表面汚染による質量変動が懸念されている。このため、科学技術データ委員会 (CODATA) は産総研など5カ国の研究機関が発表したデータにもとづいてプランク定数を決定し、2017年10月に開催されたメートル条約の委員会においてキログラムの新しい定義としてこの値を用いることが承認された。

早ければ2018年11月に開催されるメートル条約の総会において、新しい定義に移行することが採択される予定である。



同位体濃縮シリコン結晶球の直径を測るレーザー干渉計

キーワード >>

■ プランク定数 ■ 計測 ■ キログラム



地質調査

日本の地球化学図

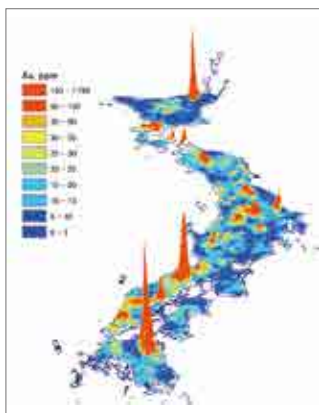
有害元素を含む53元素の全国分布を示し 元素の濃度分布図を提供

日本全国から約3000個の河川堆積物を採取して化学分析を行い、鉛、ヒ素などの有害元素を含む53元素の元素濃度マップを、2004年に「日本の地球化学図」として公開した。その後、日本の沿岸域から約5000個の海底堆積物を採取して同様の化学分析を行い、2010年に世界初の「海と陸の地球化学図」を公開した。

これらの地球化学図は、陸から沿岸域にかけて、全国規模で元素分布と移動・拡散挙動を明らかにし、環境汚染や資源探査評価の基礎データとなっている。福島第一原子力発電所の事故の際には、ウラン濃度などから算出した自然放射線マップが放射線影響評価に用いられた。

現在、主要都市市街地を含む地域で、空間分解能*を10倍に高めた精密図を作成中で、2015年度には「関東地方精密地球化学図」を公開した。

※空間分解能：近い距離にある二つの物体を二つのものとして区別できる最小の距離。この距離が小さいほど空間分解能が高く、微細な画像を観測できる。



日本全国のヒ素の濃度分布

キーワード >>

■ 地質 ■ 地球化学図



生命工学

新たな系統の 未知の細菌を発見

廃水処理システムの細菌群集から 新種の細菌を見いだす

廃水処理システムで汚濁物質を分解する際に使用している活性汚泥という細菌の塊の中から、ジェマティモナスオーランティアカ(*Gemmatimonas aurantiaca*)という細菌を発見した。この細菌は、16S rRNA遺伝子配列*に基づく系統解析からいかなる既存細菌とも近縁でないことが判明した。産総研では、「門**」のレベルで新規なものとして新「門」を提案し、2003年国際委員会に認定された。国内では初の快挙である。

産総研では、これまでに600種類を超える新規細菌を発見、うち新門2門を含む、52種の新種を提案している。

※16S rRNA遺伝子配列：細胞内小器官であるリボソームに含まれるRNA鎖をコードしている遺伝子の配列。全生物の類縁関係などを推定するのに用いられている。

※※門(phylum)：生物の分類階級の一つ。人間を含む真核生物の「(昆虫やエビ・カニを含む)節足動物門」や「(ホヤから魚、爬虫類、ほ乳類を含む)脊索動物門」に匹敵する極めて大きな分類群。



未知の菌株「ジェマティモナス オーランティアカ」の電子顕微鏡写真

キーワード >>

■ 物質生産 ■ 細菌 ■ 廃水処理



窓ガラスにもなる 透明な太陽電池

可視光を透過させ 紫外光を利用して発電

可視光を透過する透明酸化半導体の組み合わせの中で、最も優れた特性が期待できる酸化亜鉛と銅アルミ酸化物を使用して作製プロセスを工夫し、ガラス基板上に可視光透過型光起電力セル(透明な太陽電池)を試作することに成功した。

これまで開発されてきた太陽電池は可視光と赤外光を利用したものが中心で、紫外光を用いる方式は考案されていない。可視光を透過させながら、人体に有害な紫外光を利用して発電する「透明な太陽電池」を開発できれば、窓ガラスに発電機能をもたせるなど太陽電池の新たな用途開発につながる。

将来的には、赤外・可視・紫外光の全てを利用できる超高効率「ソーラーシート」の実現も期待される。



窓ガラスに置き換えられる透明な太陽電池

キーワード >>

■ 無色透明 ■ ソーラーシート ■ 太陽電池



省エネ効果の高い調光ガラス

透明と鏡の状態を切り替え 光の透過をコントロール

透明な状態と鏡の状態を切り替えることができる「調光ミラー材料」を開発し、安価にして大型の調光ガラス作製への道筋をつけた。

光学的な状態を切り替えることができるマグネシウム合金系薄膜の研究を進め、膜の組成、膜厚、構造などさまざまな要素を組み合わせた結果、それまでの3倍以上の光学特性をもち、透明時の可視光透過率が70%を超える優れた薄膜材料の開発に成功した。

調光ミラー材料を外部から入る光を自由に調節できる調光ガラスとして建物の窓ガラスに利用できれば、高い遮熱性能により大きな省エネ効果が期待できる。また、自動車の窓ガラスを鏡状態にし、日射の侵入を防ぐことで車内温度の上昇を抑えて車内の快適性を向上させるとともに、大幅な空調負荷(ガソリン使用量)も低減できる。



鏡の状態(左)と透明な状態(右)に切り替わる自動調光ガラス

キーワード >>

■ 可視光 ■ 省エネ ■ 調光ガラス



エレクトロニクス・製造



計量標準

デスクトップ型 ジョセフソン電圧標準システム

液体ヘリウムフリーで 低コスト・ポータブルなシステムへ

15 Kを超える臨界温度をもつ窒化ニオブを電極素材とするジョセフソン素子の開発過程で、窒化ニオブ薄膜と窒化チタン薄膜を積層させた窒化ニオブジョセフソン素子を開発した。この技術と、化学機械研磨の平坦化による大規模集積プロセスおよび冷凍機冷却ヘッドへのチップ実装技術により、世界初のデスクトップ型ジョセフソン電圧標準システムの試作に成功した。

ジョセフソン素子を用いた電圧標準は、電圧の一次標準（国家標準）として広く使われている。しかし、利用されているジョセフソン素子の動作温度が4 Kであるため、冷却には高価で取り扱いが難しい液体ヘリウムが必要で、それが二次標準への普及を阻んでいる。

液体ヘリウムを使わないことで、ジョセフソン素子電圧標準システムの低コスト化やポータブル化の進展が見込まれる。



小型冷凍機を用いたデスクトップ型ジョセフソン電圧標準システム

キーワード >>

■ 素子 ■ 電圧 ■ 超伝導



エレクトロニクス・製造

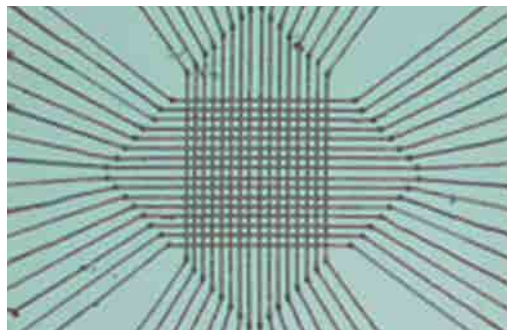
超微細液滴を射出する インクジェット技術

数 μm 幅の超微細配線パターンを 基板上に直接描画

それまでの市販の1000分の1以下の体積の超微細液滴を射出できるインクジェット技術を開発し、線幅が数 μm の銀の超微細配線パターンを、基板上に直接描画することに成功した。

市販されているインクジェット方式の最小ドット量は4ピコリットル程度（ピコは 10^{-12} ）だが、微細回路形成などの産業用途を考えた場合、さらなる液滴の微細化が望まれていた。しかし、微細液滴の射出には、ノズルの詰まりや使用できる溶液の制限などの課題があり実現が困難だった。新たなインクジェット技術は、最小ドット径が $1\mu\text{m}$ 以下、液滴体積量はサブフェムトリットル（フェムトは 10^{-15} ）オーダーで、大気中で、かつデスクトップでの超微細配線の形成を可能とする。

この新技術で電子機器の一層の小型化が見込まれる。



複数図形の描画例（線幅 $3\mu\text{m}$ 、格子部分のピッチ $10\mu\text{m}$ で表した導電性高分子）

キーワード >>

■ インクジェット ■ 電子



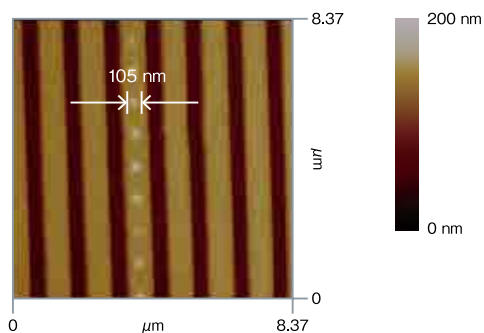
超高密度光記録を可能にする 可視光リソグラフィ

レーザー光の照射で 100 nmの微細パターンを形成

可視光を用いて、100 nm (波長の6分の1程度)の微細パターンを形成できる新しいリソグラフィ技術をシャープ株式会社、TDK株式会社と共同で開発した。

形成に成功したのは、線幅110 nmのラインパターンと、直径80 nmのドットパターン。レーザー光の照射で発生する熱によってレジスト膜にパターンを形成する方式であり、基板構造を工夫することで、これまで困難とされていた熱発生領域の微細化を実現した。将来の高密度光記録では、最小ピット長100 nm程度の微細加工技術が要求されている。一方で、既存の光ディスクの原盤作製法である光リソグラフィや電子ビームリソグラフィの延長線上では、技術的、経済的な限界があった。

安価で取り扱いの容易なこの微細加工技術により、今後、次世代の大容量光ディスクの原盤作製が期待される。



ランド上の凸型ドット

キーワード >>

■ 可視光 ■ レーザー ■ 微細加工



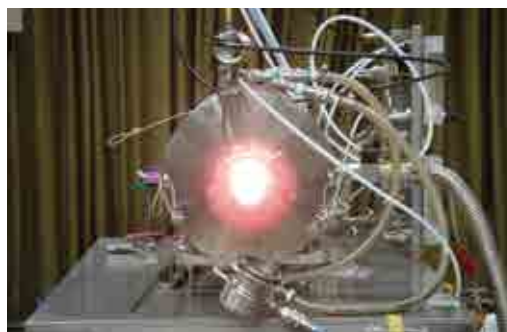
金属-炭素共晶の利用による 2000 °Cを超える温度定点

11個の超高温定点を開発し 温度測定精度の大幅向上に目途

純金属に替えて、炭素合金の一種である金属(炭化物)-炭素共晶・包晶を利用することで温度定点が実現することを発見し、1100 ~ 2800 °Cの間に11個の超高温定点を開発した。炭素と共晶・包晶を作る11種類の高融点金属の凝固点が、それぞれ温度定点として利用できる。

温度計の高精度な校正には、金、銀、銅など、いくつかの純金属の凝固点を「温度定点」に用いることで、計測の正確さを担保している。しかし、銅点(1085 °C)以上では、金属に不純物が溶け出してしまうため実用性のある定点が得られず、そのため、高温になればなるほど、温度目盛の不確かさが増大することが課題となっていた。

新たな高温定点により、超高温での温度測定が現状より1けた以上の精度で、向上することが見込まれる。



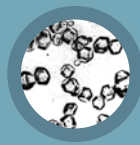
2800 °Cまでの高温定点実現装置

キーワード >>

■ 温度目盛 ■ 超高温 ■ 炭素合金

【工業技術庁－工業技術院時代】

2000・1948



戦後の復興期から20世紀末までの工業技術庁・工業技術院の時代、電気、機械、材料・化学をはじめとする各技術分野でさまざまな研究成果を生み出してきました。荒廃からの復興に貢献し、高度経済成長を支えた技術が少なくありません。今日、脚光を浴びている炭素繊維の世界初となる実用的な製法の開発をはじめ、多くの研究成果が、私たちの身近な生活に役立っています。

遺棄・老朽化兵器の処理技術

爆薬の爆発で有機物を分解・処理

爆薬の爆発では3000℃、30万気圧といった高温・高圧の状態が容易に作り出され、いかなる有機物も分解する。これを利用して、毒物や化学兵器といった有害化学物質を爆薬の爆発で無害化するという世界でも例のない技術を株式会社神戸製鋼所と共同で開発した。

内外で発見された旧日本軍の化学兵器の中には有機ヒ素化合物などの毒ガス成分と爆発物が入っており、長期間放置されているため劣化の激しいものもある。これらをどう安全に処理するかが、大きな課題となっていた。この無害化の技術は、2000年に福岡県荊田港で見つかった毒ガス弾の処理に適用され、「前処理なしの丸ごと処理」が成功した。

ベルギーや中国でも、この技術を利用してこれまで多くの毒ガス弾が処理されている。



処理実験用の密閉型爆発処理装置(上)と荊田港などで発見された毒ガス弾(下)

キーワード >>

■ 無害化処理 ■ 化学兵器

二酸化チタン微粒子薄膜固定化による高性能光触媒

薄膜の表面に接触する化学物質を効率よく分解

低コストで簡単に行えるゾルーゲル法を用い、二酸化チタンの微粒子を薄膜固定化する技術を開発し、透明で耐久性に優れた酸化チタン薄膜光触媒を作製した。

二酸化チタンは、ほかの方法では分解が難しい有機ハロゲン化合物を完全に分解できる光触媒として知られ、微粒子化すると分解効率が上がるが、処理の際に微粒子が空中に飛散するなど、取り扱いが難しかった。ゾルーゲル法により二酸化チタンの微粒子を薄膜固定化した光触媒は、表面がすべて光触媒として作用するため、接触する化学物質の分解も効率よくできるようになった。

空気中のホルムアルデヒドの分解除去やメチシリン耐性黄色ブドウ球菌などの高殺菌力のある透明薄膜光触媒、流出原油を分解できる水浮光触媒、染色液の脱色に有効な光触媒シリカゲルなどの開発につながった。



造花全体の表面に数 μm の二酸化チタン粒子をつけた光触媒造花

キーワード >>

■ 化学物質 ■ 触媒 ■ 二酸化チタン

多孔質セラミックスを用いた調湿建材

江戸時代の土蔵をヒントに「呼吸する」建材を開発 セラミックスのナノ細孔が湿度をコントロール

火山灰土壌が風化してできた天然素材「アロフェン」を焼き上げて作製する、調湿性に優れたセラミックス建材を株式会社INAX（現 株式会社LIXIL）と共同で開発した。壁やタイルに使用することで室内の湿度が調整され、湿度が体感温度を左右することから省エネルギーにつながる事が期待されている。

現代の住宅は、省エネルギーと快適性の両立を目的に高断熱・高气密化が進み高湿度・過乾燥といった湿度環境に陥りやすく、結露の発生やアレルギー疾患の原因となるカビ、ダニの発生の問題が顕在化している。これらやっかいな部屋の湿度を管理できる調湿建材を、江戸時代の土蔵の土壁を参考にして開発した。この建材は、湿度が高くなるとセラミックスのナノ細孔が湿気を吸収し、乾燥が進むと放湿するという、まるで呼吸をするかのようなメカニズムをもつ。

調湿建材の強度を確保するにはセラミックスを高温で焼き締めて緻密化する必要があるが、一方で緻密化はナノ細孔を減らし、調湿機能を低下させる。建材の強度と調湿機能のトレードオフの関係をどう解消するか試行錯誤を重ねた末、アロフェンを800℃程度の低温で焼くことで、十分な強度と、ナノ細孔による調湿機能とを両立させた。江戸時代の土蔵にヒントを得た温故知新の技術が調湿材料として利用されている。

キーワード >>

■ セラミックス ■ 調湿建材 ■ ナノ



産総研中部センターのロビーに使われている調湿タイル



調湿建材の開発の経緯



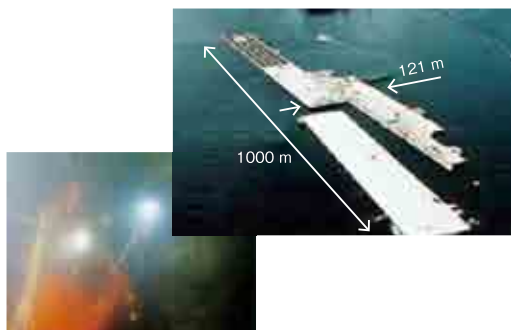
水中溶接・切断の自動化技術

海洋での安全・迅速な作業を可能に

水中での溶接・切断の自動化技術を開発し、海洋での安全かつ迅速な作業の実現を可能にした。

水中溶接はダムや水路、海底油田井戸や洋上風力発電施設など海洋構造物の設置や保守に不可欠な技術である。しかし、水圧による浮力の影響が大きいことから、実現は容易でなかった。小型溶接装置の自動化と超撥水材料の利用法について研究を進め、開発した小型海中溶接装置を用いて大型構造物の水中溶接のモックアップ試験を実施し、良好な溶接が可能なることを実証した。

この技術は、全長1000mのメガフロート(超大型浮体式構造物)の洋上組立や解体作業にも活用されている。



潜水夫による水中での溶接(左)とメガフロート(超大型浮体式構造物)(右)

キーワード >>

■ 海洋 ■ 溶接



合成スメクタイト(粘土鉱物)

透明で均質な合成スメクタイト(粘土鉱物)の量産技術を開発

スメクタイトは粘土鉱物の一種で東北地域に広く産出し、昔から鉛筆の芯や石油精製、鋳物砂の粘結剤に使われてきた。また、天然のスメクタイトを精製したものは医薬品・塗料に利用されていたが、やや着色があり、白く透明な合成スメクタイトの安定した供給が期待されていた。

東北工業技術研究所(当時)は、高温高圧水を用いた水熱合成技術により、透明性に優れたスメクタイトを量産できる技術を確立した。その後、合成スメクタイトは、塗料、化粧品、触媒やファインケミカルなどの分野で大量に使われるようになった。



合成スメクタイトの走査型電子顕微鏡(SEM)写真(左)と透過型電子顕微鏡(TEM)写真(右)

キーワード >>

■ 医薬品 ■ スメクタイト ■ 塗料



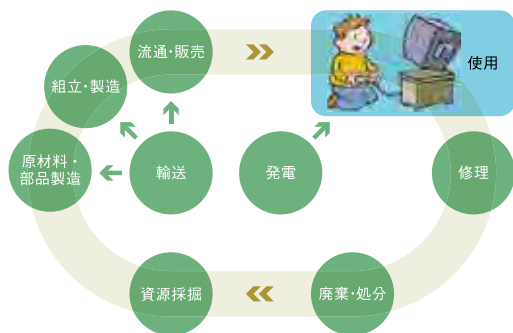
エネルギー・環境

ライフサイクルアセスメント(LCA)手法

LCAデータベース／ソフトウェアを作成し評価の効率化に寄与

産総研は、日本のライフサイクルアセスメント(LCA)研究を先導し、その普及と活用において指導的な役割を果たしてきた。1990年代の前半に、ISOにおける環境管理規格化作業を開始し、LCAデータの収集・データベースの構築、LCAソフトウェアの作成などに取り組み、わが国LCAのデファクトスタンダードを確立した。

環境問題の高まりとともに企業活動でも環境経営的な視点が必須となり、最新のLCA手法による、環境負荷を考慮した生産の効率化が求められるようになった。その際、個別企業の対応だけでは限界があり、LCA情報を集積する公的な機関として、オープンなデータベースを提供することで、公平な評価が効率的に行われるようにした意義は大きい。



ライフサイクルアセスメント(LCA)研究の特徴

キーワード >>

■ 環境負荷 ■ ライフサイクルアセスメント(LCA)



材料・化学

生分解性プラスチック

微生物の作る酵素でプラスチックを完全分解

長年の微生物による廃棄物処理の研究から、1977年に、脂肪族ポリエステルというプラスチックが、微生物の作るリパーゼという酵素で完全に分解されることを突き止めた。

プラスチックは、家庭用品や包装材料をはじめ、自動車、航空機、コンピューターなど先端技術分野にも広く利用され、人々の生活に欠かせない基礎素材である。しかし、使用後のプラスチック廃棄物は、分解や焼却の処理が難しいため深刻な社会問題となっている。自然環境に存在する微生物(酵素)により分解できれば、ゴミ処分の問題は大きく解消するとして、世界中で生分解性プラスチックの研究が活発化している。産総研でも1997年に、ポリ乳酸というプラスチックを分解できる微生物を世界で初めて発見・分離することに成功した。



土壌中に半年間埋設しておくだけで分解されたプラスチック

キーワード >>

■ 環境 ■ 生分解性プラスチック ■ 酵素



光触媒の利用による NO_x、SO_x除去

酸化チタン含有のシート、塗料を開発し 光触媒パネルを実用化

酸化チタンの光触媒作用を利用する光触媒パネルを作製し、自動車排ガス中の窒素酸化物(NO_x)や硫黄酸化物(SO_x)を効率的に除去できるようにした。

酸化チタンは通常、粉末の形態で取り扱いにくいため、これを含有したフッ素樹脂シートや無機系塗料などを開発し、道路側壁の吸音板や自動車道トンネル壁の光触媒パネル化を実現した。大気汚染の主要因となるNO_xやSO_xを、空気中からどのように除去するかは長年の課題であるが、この技術により吸着したNO_x、SO_xはほぼ完全に酸化され、水と反応して硝酸や硫酸となり、雨で洗浄されるという循環が生まれるようになった。

一連の技術や成果物は舗装用コンクリートブロックなどにも応用でき、光触媒の有効活用には拍車をかけている。



光触媒によるNO_x除去の現地実験風景(左)と光触媒遮音壁(右)

キーワード >>

■ 汚染 ■ 触媒 ■ 塗料



電解砥粒鏡面研磨技術

電解研磨と砥粒を使う 機械研磨の合わせ技

金属の電気化学的な溶出による電解研磨と、砥粒を使って表面を物理的に削る機械研磨を同時に行うことにより、金属表面のマイクロ凸部では不動態皮膜[※]が砥粒で選択的に除去されて電解溶出が促進され、迅速に鏡面加工できる電解砥粒鏡面研磨技術を開発した。

それまで複数の工程と長い研磨時間を必要としていたステンレスやチタン、アルミ合金などのナノメートルレベルの鏡面を、一つの工程で迅速に作製できるようになった。平面だけでなく、任意形状表面、管内面、薄膜金属などの用途に応じた研磨装置も開発され、半導体分野からバイオ、医療用器具、自動車部品、食器や建材などに至るまで、さまざまな鏡面研磨のニーズに対応している。

※不動態皮膜：化学的・電気化学的に溶解または反応が停止するような金属の特殊な表面仕上げのこと。



電解砥粒鏡面研磨技術による研磨前(左)と研磨後(右)のステンレス管内面

キーワード >>

■ 医療 ■ 研磨 ■ バイオ



情報・人間工学



エレクトロニクス・製造

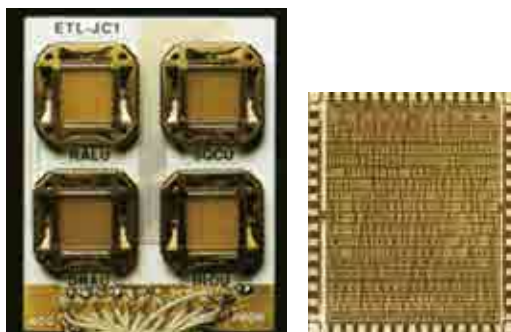
ジョセフソン・コンピューター

22000個のジョセフソン素子からなるコンピューターを試作

超伝導現象を利用して、極めて小さな電力で超高速のスวิตチング機能を発揮するジョセフソン接合素子の特性を活かし、22000個のジョセフソン素子からなるコンピューターを試作した。

ジョセフソン接合素子の研究は、1980年代、基礎からシステム化技術まで横断的に行われた。鉛合金に替えてニオブ系の超伝導体を用いたジョセフソン素子を、レジスタ算術論理演算、シーケンス制御、命令メモリーおよびデータメモリーの4種類のチップにまとめ動作を確認した。プロセッサとメモリーが有機的に統合された世界初のジョセフソン・コンピューターであった。

この集積化技術は、1983年から富士通株式会社、株式会社日立製作所、日本電気株式会社へ技術移転され、その後のわが国のジョセフソン集積回路の発展に寄与した。



ジョセフソン・コンピューター「ETL-JC1」(左)とレジスタ算術論理演算ユニット(右)

キーワード >>

■ 素子 ■ 超伝導 ■ 電力



エレクトロニクス・製造



材料・化学

走査型トンネル顕微鏡 (STM*) の研究

日本で初めて 物質の原子像の観察に成功

1983年、走査型トンネル顕微鏡(STM)による観察で、シリコンの表面構造(Si(111)7×7再構成構造)を決定する重要な手がかりを得たことがきっかけとなり、STMの性能と信頼性の高さが広く認められるようになった。

電子技術総合研究所(当時)では、この直後からSTMの研究に乗り出し、1986年には、わが国で初めて、試作したSTM装置を用い、物質の原子像の観察に成功した。

これら一連の研究の蓄積が、その後の経済産業省の「原子・分子極限操作技術研究開発プロジェクト」に生かされ、新機能性材料創製や新規デバイス構築のために原子・分子を一個一個精密に観察・操作・制御する技術の確立につながっている。

* STM : Scanning Tunneling Microscope の略。1982年にG.BinnigとH. Rohrerが開発。二人は1986年にノーベル物理学賞を受賞している。



走査型トンネル顕微鏡(STM) (左)によるグラファイト(黒鉛)の表面写真(右)

キーワード >>

■ 顕微鏡 ■ 電子 ■ ナノテクノロジー

ニッケル水素電池の負極用合金

サイクル寿命、容量、放電特性に優れた水素吸蔵合金を見いだす
ミッシュメタルとアルミ、コバルト含有の組成をベースに実用化

大阪工業技術試験所(当時)は1980年代半ば、新エネルギー技術研究開発「サンシャイン計画」の一環として、低コストで実用的な水素吸蔵合金の開発と、これらを負極に用いるニッケル水素電池の開発に乗り出した。サイクル寿命を飛躍的に向上させた負極用合金や、充電時の水素発生を防ぐ表面制御技術を開発し、世界に先駆けて小型密閉電池や自動車用大型電池などを試作し、性能実証を行った。

それまでの水素吸蔵合金は、アルカリ電解液中で充放電すると合金が激しく腐食し、サイクル寿命が短くなることや、充電時に水素ガスが発生して密閉化が困難になることなど、実用化を阻む多くの課題があった。大阪工業技術試験所は、安価なミッシュメタル(希土類元素の混合体)やアルミニウム、少量のコバルトを含む組成の金属を、急冷凝固によって組織の微細化と均質化を図ることで、合金腐食を抑え、実用的なサイクル寿命をもつ負極用合金を開発した。また、これら合金を電極化する際に、合金表面を銅やニッケルで被覆するなどの表面制御を行うことで、充電時の水素発生を防止できることを見だし、電池密閉化に道を開いた。これらの知見に基づいて、実用的な容量や寿命をもつ小型密閉電池や自動車用大型電池を開発するとともに、水素吸蔵合金評価法の標準化や電池リサイクル技術の確立なども行い、ニッケル水素電池の実用化を進めた。

今日、ニッケル水素電池は、安全で、かつ、高性能な二次電池として、各種携帯機器やハイブリッド車をはじめ、さまざまな分野で広く用いられ、人々の暮らしに欠かせないものとなっている。



1990年頃に誕生した、鉛蓄電池の半分の重量で同等の性能をもつニッケル水素電池



負極用の水素吸蔵合金

キーワード >>

■ エネルギー ■ 水素 ■ 電池



エレクトロニクス・製造



材料・化学

三次元織機

たて糸、横糸に垂直系の糸を加えて 立体的な織物を作製

3方向の糸を高密度に配置でき、かつ自動化した三次元織機を開発した。通常の「布」が、平面構造であるのに対し、たて糸と横糸に垂直糸を加えて3方向の糸で織物を作ると立体的な織物ができ上がる。

それまでの積層体に代表される連続繊維複合材料は、平面に近い単純な形状の薄板に利用が限定されるとともに、複雑な形状物や肉厚な部材では応力負荷に耐えられなかった。また、複雑な形状物の場合は、直線的成形素材を切り貼りしたり、ストレッチによって無理に変形させたりして配向設計を狂わせ、特性の低下を招くなどの問題点があった。そこで、三次元織機を用いて、炭素繊維などの強化繊維を素材とする三次元織物を試作し、その試作品を補強材として複合材料を作製したところ、それまでの積層材に比べて大幅に強度が向上した。



三次元織物製造装置

キーワード >>

■ 織機 ■ 繊維 ■ 複合材料



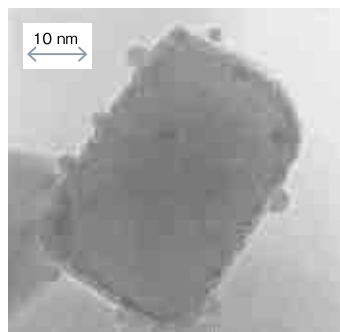
材料・化学

金ナノ粒子触媒

一酸化炭素を無害化し 悪臭成分を分解

金を5 nm以下のナノ粒子として酸化鉄や酸化チタンなどの土台となる物質上に分散・固定化すると、パラジウムや白金触媒にはないユニークな触媒特性を発現することを発見した。

この金ナノ粒子触媒を用いると、低温下において一酸化炭素を酸化して無害化することや悪臭成分を分解することができ、脱臭やガスセンサーに活用できる。また、自動車の内装材に使用されるポリウレタンの原料となるプロピレンオキシドを、プロピレンと酸素から直接合成できるようになり、化学プロセスの簡略化にも役立つ。



酸化チタンに付着した金ナノ粒子(5 nm以下の半球状粒子)

キーワード >>

■ 触媒 ■ ナノ ■ 粒子

薄膜シリコン太陽電池

プラズマプロセスでシリコン薄膜を作製

シリコンウエハから作られる太陽電池は高価なため、これに替わる安価な太陽電池の作製が求められていた。工業技術院は、1974年、国家プロジェクト(サンシャイン計画)を立ち上げて、プラズマプロセスの制御によって高品質な薄膜シリコンを作る技術を開発し、わが国のアモルファス・微結晶シリコン太陽電池の研究開発を先導した。

当時は、第一次・第二次石油危機の影響を受け、サンシャイン計画への国民の関心は高く、新たな電力需要に見合う新エネルギー電源への期待も大きかった。

このプロジェクトで開発した薄膜シリコン作製技術を活用し、三洋電機株式会社(現 パナソニック株式会社)は変換効率に優れたヘテロ接合シリコン太陽電池を開発している。これらの技術は太陽電池に限らず、液晶ディスプレイなどのデバイスの技術開発にも応用されている。



プラズマ援用化学気相堆積(PECVD)による薄膜シリコンの製膜

キーワード >>

■ エネルギー ■ シリコン ■ 太陽電池

有機化合物の スペクトルデータベース

6種類のスペクトルを データベース化し世界に公開

産総研がこれまで測定してきた有機化合物のスペクトルをデータベース化し、誰もが自由に使えるように公開した。

このデータベースには、化合物の質量、赤外分光、カーボン核/プロトン核磁気共鳴、レーザーラマン、電子スピニング共鳴それぞれのスペクトル(合計6種類のスペクトル)が収録されている。有機化合物の構造や性質を知る上で、各種のスペクトルの測定は極めて有用な分析手段となる。

現在も、産総研のウェブサイトで「有機化合物のスペクトルデータベース(SDBS)」として公開中で、データの追加、更新を継続している。1997年に公開して以来、2015年1月末時点でアクセス数は5.5億件を超えた。日本から世界に公開している重要なデータベースの一つである。



有機化合物のスペクトルデータベース「SDBS」

キーワード >>

■ 測定 ■ 有機化合物



生命工学

血圧を下げるペプチド

牛乳由来のペプチドが 特定保健用食品*に認定

牛乳に含まれるカゼインというタンパク質を分解して得られたペプチドが、血圧の調節に関係する酵素の働きを抑えて、血圧を下げる働きをもつこと(生理活性)を1982年に発見した。

当初、ペプチドの生理活性は静脈投与でのみ有効であると考えられていたが、このペプチドは食べても、血圧を下げる働きがあることを明らかにし、特定保健用食品として認定された。タンパク質の分解物がこのような生理活性をもつことは、それまでは考えられていなかったが、この研究成果をきっかけとして、さまざまな食品タンパク質由来の生理活性ペプチドが研究されるようになり、特定保健用食品という新たな産業応用分野の確立にもつながった。

*特定保健用食品：医薬品ではないが、特定の保健の目的が期待できることを表示できる食品。現在は消費者庁長官の許可が必要。



特定保健用食品の分野を確立したペプチド商品

キーワード >>

■ ヘルスケア ■ 特定保健用食品 ■ ペプチド



地質調査

火山地質図

火山噴火推移予測のための 基礎データを提供

火山災害の軽減に貢献するため、特に活動的な活火山の噴火史に注目して火山地質図を製作した。

この火山地質図を用い、過去の火山噴火の履歴や活動推移、様式、規模を解析することで、噴火が切迫したときや噴火が開始したときに、活動推移を予測する大きな手がかりとすることができる。また、過去の噴火の様式や規模のデータは、各自治体が発行するハザードマップ作成などの基礎データとして利用されている。

1981年の桜島火山地質図発行を皮切りに、これまでに日本列島の20の活火山について火山地質図を発行している。2013年以降は、諏訪之瀬島火山、桜島火山(第2版)、蔵王火山、九重火山の火山地質図や、特殊地質図「富士火山地質図」を発行した。



特殊地質図12「富士火山地質図」

キーワード >>

■ 火山 ■ 災害 ■ 地質

瀬戸内海大型水理模型

リンや窒素などによる海の汚染を 模型でシミュレーション

日本の高度経済成長期、多くの工場が操業した瀬戸内海周辺の地域では、水質が急激に悪化し、公害問題や環境問題が顕在化した。瀬戸内海は広大で複雑な地形のため、当時の計算機では汚染状況を把握するシミュレーションを行うことが難しかった。1973年、中国工業技術試験所(当時)において、瀬戸内海の水の流れを再現する瀬戸内海大型水理模型を建設し、河川水や工場排水の拡散シミュレーションを行った。

この模型シミュレーションで得られた知見は、国が瀬戸内海の水質保全に向けた対策を決める際の基礎データとして活用された。



着色した水を流した瀬戸内海大型水理模型(汚染拡散シミュレーションの様子)

キーワード >>

■ 汚染 ■ 環境 ■ 公害

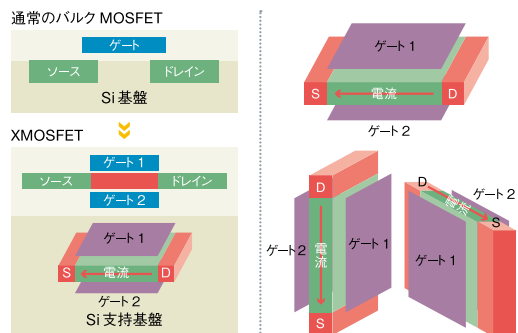
XMOSトランジスタ

上下に二重の電極をもつ新構造で 漏れ電流を防止、さらなる微細化を可能に

素子の極微細化に伴う性能低下を大幅に改善できる、新たな構造のMOS(金属酸化膜半導体)トランジスタを開発した。

上部にのみゲート電極をもつそれまでの構造に対し、薄いチャネルを挟み込む形で上下に二重の電極をもつ。この構造により、トランジスタの微細化を進める際、ゲートに電圧をかけて電流をオフしようとしても、電流が漏れてしまうという問題を解決し、素子のさらなる微細化を可能とした。二重電極をもつその形がギリシャ文字のXに似ていることから、XMOSトランジスタと呼ばれた。

このコンセプトのトランジスタ構造は、現在の最先端トランジスタにも活用されている。



XMOS(ダブルゲート)電界効果トランジスタ(FET)の構造

キーワード >>

■ 電圧 ■ 電流 ■ トランジスタ



材料・化学

コバルト系金属間化合物の 焼結磁石

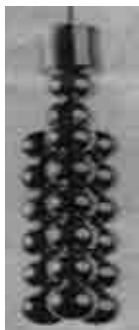
希土類元素+コバルトの強力磁石で 希土類磁石の開発に道筋

希土類元素のサマリウム、プラセオジウムおよびコバルトからなる強力な永久磁石を実現した。

それまでの代表的な磁石であるアルニコ磁石[※]では、吸引力において引きつけることができる鋼球がわずか2、3個だったのに対し、この磁石は、43個もの鋼球を、楽々と引きつけることができた。

この焼結磁石は、その後ネオジム磁石やサマコバ磁石と呼ばれる強力な希土類磁石の開発に向けて重要な役割を果たし、小型カセットプレーヤーをはじめとする電子機器の小型化や高性能化に大きく貢献した。

※アルニコ磁石:アルミニウム、ニッケル、コバルト、鉄を主成分とした、鋳造または焼結で製造される磁石。



43個の鋼球を楽々と引きつける強力磁石

キーワード >>

■ 金属 ■ 磁石



エネルギー・環境



材料・化学

高効率海水淡水化技術 (多段フラッシュ法)

海水を蒸留し 高効率での淡水化を実現

海水を熱して蒸発させ、その蒸気を冷却することで、高効率に海水から淡水を得る技術を確立した。

熱効率をよくするため、減圧度の異なる多数のフラッシュ室(蒸発室)を組み合わせ、蒸発熱を回収しながら蒸留を行う多段フラッシュ法を開発した。現在実用化されている淡水化プロセスには蒸留法と膜法があるが、この技術を開発した1975年当時は、蒸留法が技術的に最も信頼性があり大量生産に適した方式であった。

大型海水淡水化プラントとして実用化され、エネルギーコストの安い中東地域で、今でも数多く稼働している。作られた水は、飲料水としてはもちろん、農業用水などの産業用としても広く利用されている。



多段フラッシュ型海水淡水化装置

キーワード >>

■ エネルギー ■ 蒸留

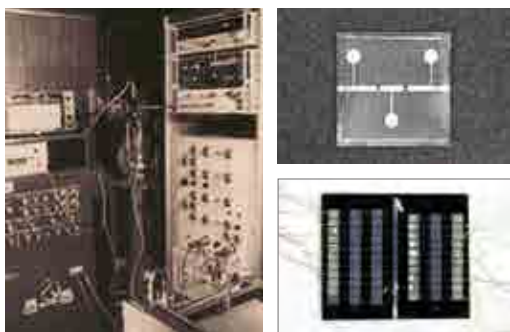
ジョセフソン電圧標準システム

量子現象を用いた電圧標準を供給

電圧標準を、それまでの標準電池からジョセフソン電圧標準素子へと切り替えたシステムを構築した。

この装置は、10 mVジョセフソン電圧標準素子、1対100の昇圧装置、マイクロ波源、素子バイアス回路などで構成される。ジョセフソン素子の電圧は量子現象で決まるため、普遍性のある極めて正確な電圧標準を供給できるようになった。

ジョセフソン電圧標準の実現によって、国の電圧標準の誤差は1～0.1 ppm以下となり、1けた以上の精度向上が図られた。極微弱な磁場を検出する超高感度磁気センサーの開発にもつながっている



ジョセフソン電圧標準システム(1976年(左))とジョセフソン素子(1977年(右上)、1982年(右下))

キーワード >>

■ 素子 ■ 電圧

海水中のウランを 効率よく採取する吸着材

ウランを選択的に捕捉する 繊維状吸着材を開発

海水中からウランを選択的に捕捉できる、当時、世界で最も優れた吸着材の一つ、アミドキシム型繊維状吸着材を開発した。

海水には、モリブデンやバナジウムなど、陸地ではほとんど採取することができない貴重な金属が溶けていると言われ、ウランも陸地に埋蔵されている量の約1000倍の量が海水に含まれていると試算されている。

この繊維状吸着材を使用することで、海水に極めて低い濃度(3 ppb)で溶けているウランを効率的に分離・精製・濃縮することができ、海水からのウラン採取を現実的な技術に発展させた。



海水から採取したウラン

キーワード >>

■ ウラン ■ 吸着材



計量標準

キログラム原器用の超精密天びん

浮力や水蒸気吸着量を補正し、標準分銅の質量値を設定 国際的に整合性のとれた質量標準の実現

キログラム原器を基に、各種精密天びんを用いて、1 mg から5000 kgに及ぶ標準分銅の質量値を設定した。

キログラム原器はプラチナ(白金) 90 %、イリジウム10 % の合金製で、直径、高さとも約39 mmの円柱であり、1 kg の質量を示すものとして、1889年、国際的に定義された。フランス・パリ郊外で厳重に保管されるとともに、日本には翌1890年に40個の複製の一つが配布され、以来、わが国の1 kgの基準として、2個の副原器とともに保管されている。

キログラム原器は大気中に保管されているため、密度や表面積の異なるステンレス鋼製標準分銅に質量値を移すためには、空気による浮力と水蒸気吸着量の補正が必要となる。これらを補正するために1975年、世界最高性能をもつナイフエッジ型の機械式原器用天びん(相対標準不確かさ 3×10^{-10})とシンカー(体積、表面積の異なる分銅群)が開発された。現在、この天びんはさらに性能の高い電子式真空天びんに置き換えられている。

質量標準は力・圧力・トルク・密度・流量などの組立単位の導出にも欠かせない計量標準であり、産総研はキログラム原器に基づいた日本国内の質量標準の設定・維持・供給を行い、国際的に整合性のとれた質量標準の実現に貢献している。なお、2014年11月に開催された国際度量衡総会では、この国際キログラム原器を将来廃止し、基礎物理定数によるキログラムの再定義を実施することが合意されている。産総研はより普遍的な質量標準を実現するための研究開発にも取り組んでいる。



二重のベルジャー内に保管されている「キログラム原器」



機械式原器用天びん
(1975~1999年)



電子式真空天びん
(1999年~現在)

キーワード >>

■ キログラム原器 ■ 計量 ■ 天びん



ジャカード織の紋紙※自動作成システムと自動柄出し織機システム

熟練の技による工程を自動化し 織物生産工程に革新

ジャカード織りの紋紙の作製を自動化し、さらには紋紙も使わずに自動的に柄出しできる織機システムを開発した。

美しく複雑な模様ジャカード織りを編み出すジャカード織機は、熟練の技術を必要とする手工業的機械である。複雑な模様を織り上げるために欠かせない紋紙の作成をコンピューターにより自動化するとともに、紋紙を使わず直接コンピューターで柄出しを制御する織機も開発した。

これらの技術は、わが国の織物業界に革新をもたらし、多くの中小企業を支えた。当時深刻だった人手不足の解消や小ロット製品の生産にも不可欠なシステムとして注目され、その技術は、極めて短期間のうちに全国の織物業界に広がった。

※紋紙：ジャカード織機に付随する穴のあいた型紙。



自動柄出し織機システム

キーワード >>

■ 織機 ■ ジャカード織



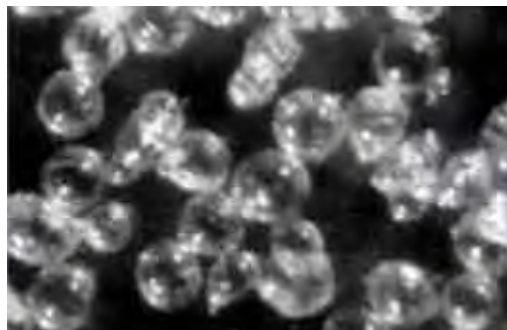
シラスバルーン(微細中空ガラス球)

厄介物のシラスを安価な新材料に

シラス(白色砂質堆積物)を特殊な条件で加熱し、中空で非常に軽い0.03～0.3 mmほどのガラス球(シラスバルーン)を作製する技術を開発した。

シラスは南九州に広く分布し、シラス台地を形成しているパサパサした火山噴出物で、豪雨時には浸蝕、崩壊を起こすことで問題となっている。それを特殊条件下で加熱することにより中空ガラス球を作製した。これは、高価な輸入人工中空ガラス球に代わる安価な新材料となった。

シラスは中空で軽いため、超高層ビルに用いられるコンクリート建材の軽量化材として使用されるほか、優れた耐熱性から塗料や防火扉などにも大量に用いられている。



シラスバルーンの顕微鏡写真

キーワード >>

■ シラス ■ 塗料



酸化インジウム透明導電膜※(ITO)

導電特性に優れた透明導電膜の製造技術を世界で初めて開発
多方面でディスプレイやタッチパネルに用いられ巨大市場を形成

真空蒸着法によって導電特性(2×10^4 S/cm)に優れた透明導電膜を作製した。1969年、大阪工業技術試験所(当時)は、ガラスの上に $0.1 \mu\text{m}$ 程度の酸化インジウム膜を形成し、微量の酸化スズを加えることによって、導電特性が、それまでの酸化スズなどの透明導電膜と比べて数十倍も高い酸化インジウム透明導電膜(ITO)の製造に成功した。この透明導電膜の工業的製造技術の確立は世界初であり、今日の電子式表示技術につながる礎を築いた。

透明導電膜の用途は、フラットパネルディスプレイ、LED、太陽電池、帯電防止フィルムやタッチパネルなどさまざまである。現在、透明導電膜の材料としては、酸化インジウムが主流であるが、液晶ディスプレイなどの生産量増加による今後の需要増大に伴い、希少金属であるインジウムの価格高騰や枯渇に対する懸念から、インジウムフリーの材料への関心が高まっており、産総研もこの分野での研究を進めている。

※透明導電膜：一般に透明＝絶縁体であるのに対し、透明でありながら電気を通す膜を透明導電膜といい、光の透過率と電気抵抗率により定義される。ガラスの光透過率を100として、膜の平均透過率が80以上であれば透明膜とする。電気抵抗率に関しては、 $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下と、金属の抵抗率の 10^{-6} 台と比べて2～3けた電気を通しにくい水準以上の導電性があれば導電膜としている。



ガラス基板上に形成された酸化インジウム透明導電膜(ITO)



電卓の液晶文字板には透明導電膜を使用

キーワード >>

■ 太陽電池 ■ ディスプレー ■ 透明導電膜

PAN系炭素繊維

PAN繊維を連続的に焼き上げ、加熱酸化処理で作製 軽さ、強さ、硬さを兼ね備え、産業と暮らしに革新をもたらす

米国では1950年代に宇宙開発用として、レーヨンをベースとした炭素繊維が開発されていたが、工業技術院(当時)の進藤昭男は1959年に、ポリアクリロニトリル(PAN)繊維を原材料としてより高性能で実用的な炭素繊維の製法を開発した。得られたPAN系炭素繊維は、軽くて、しかも金属のピアノ線に比べて約10倍の強度をもっている。その後、進藤は多くの企業への技術指導や炭素繊維評価法の標準化に尽力するなど、今日の炭素繊維関連産業の基盤を築いた。発明を他分野での製品化に結び付けた進藤の方法論は「進藤モデル」と呼ばれ、現在の産総研の研究開発の手本になっている。

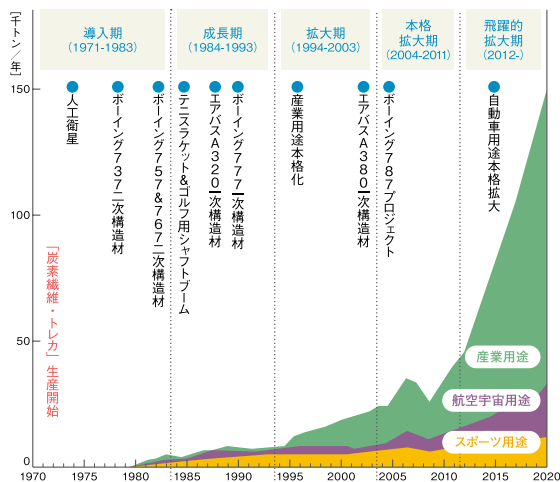
このPAN系炭素繊維は、原材料のPAN繊維を200～300℃の空气中で加熱酸化処理(不融化)を施した後、連続的に焼き上げて製造する。この方法は、ピッチ系炭素繊維やシリコンカーバイド繊維の製造などにも応用されており、さまざまな強化繊維製品を生み出した基礎技術ともなっている。軽さ、強さ、硬さを兼ね備えたこの炭素繊維は、航空機、自動車、鉄道車体からゴルフ用シャフト、テニスラケット、釣り竿まで幅広い分野で用いられ、産業から暮らしまで広く革新をもたらしている。



炭素繊維の礎を築いた
進藤昭男



衣料などに使われるPAN繊維を原料とする軽量・高強度の炭素繊維



用途	限定分野	用途拡大	産業用途本格化	航空用途急拡大・自動車本格化
	釣り竿 航空機二次構造材	テニスラケット ゴルフ用シャフト 航空機一次構造材	圧力容器 産業機械、船舶 土木建築、補修補強	航空大型プログラム 風力発電 自動車関連、海底油田
備考	高品質	品種増大 成形加工技術の 進歩	コストダウン 大型構造材	加工法多様化 リサイクル対応

炭素繊維市場の変遷(資料提供:東レ)

キーワード >>

■ 繊維 ■ 炭素



エレクトロニクス・製造

超LSI製造に用いる 電子ビーム露光装置

レーザー干渉を用いて 極めて正確な位置合わせを実現

レーザー干渉を用いて極めて正確な位置合わせができる電子ビーム露光装置を開発した。

この装置では、パターンのある箇所だけスキャンするベクタースキャン方式を採用し、試料台には、レーザー測定によるステップアンドリピート方式を取り入れた。1パターンの露光ごとに基板を移動させるステップアンドリピート方式は、後の縮小光露光装置(ステッパー)にも数多く採用されている。

トランジスタの高性能化にはトランジスタを構成する回路の微細化が求められる。この技術の開発は、超LSIの製造に欠かせない電子ビーム露光装置の進化・発展に貢献した。



世界初のコンピュータ制御・ベクタースキャンの電子ビーム露光装置

キーワード >>

■ 露光装置 ■ レーザー ■ 電子ビーム



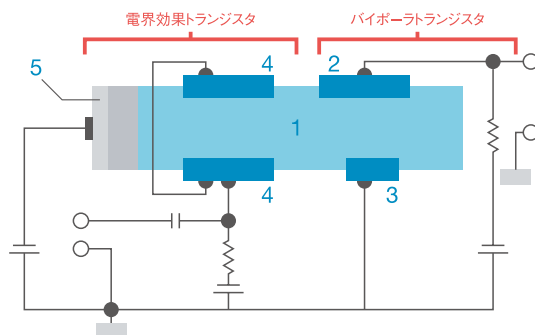
エレクトロニクス・製造

日本初のIC試作

電気試験所の垂井康夫が試作

電気試験所(当時)の垂井康夫が1961年、日本で初めて、IC(半導体集積回路)の試作に成功した。

ICの基本概念を発明したのは、テキサス・インスツルメンツ社のジャック・キルビーで(1958年)、そのキルビー特許は、アメリカでは1959年に出願、1964年に登録、日本では1960年に出願、1965年に公告されている。垂井は、キルビー特許の2年前(1957年)にIC特許を出願し、権利を得ていたものの、電界効果トランジスタとバイポーラトランジスタという特定の組み合わせのみに限定して請求したため、世紀の特許とはならなかった。



垂井康夫がキルビー特許より2年前に出願したIC特許の図

キーワード >>

■ IC(半導体集積回路) ■ トランジスタ



グルコースイソメラーゼによる 天然甘味料製造技術

ブドウ糖を果糖に変えて安価な砂糖代替品を製造 通商産業省特許輸出第1号となって世界各国に広がる

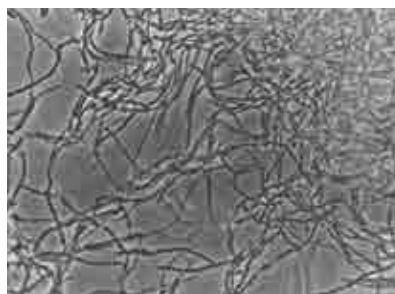
甘味が少ないブドウ糖を、酵素「グルコースイソメラーゼ」の作用により、天然の糖の中では最も甘い果糖に変える技術を開発した。実際には、ブドウ糖の50%が果糖に転換して、ブドウ糖と果糖が混ざった「異性化糖」となる。異性化糖は砂糖とほぼ同等の甘味をもち、とくに低温下で甘味度が増すことから、清涼飲料水や冷菓などの飲食品に用いられてきている。

1960年代頃までの日本は、砂糖の多くを輸入に頼り、甘いものは、ぜいたく品だった。工業技術院(当時)は、デンプンの加水分解で得られる安価なブドウ糖に目をつけ、砂糖代替品の作製を目指した。ブドウ糖を果糖に変える際の鍵となるグルコースイソメラーゼの製造技術を開発するなど、1965年から1970年の間に4つの特許を取得して、工場での異性化糖の基本製造方法を確立した。

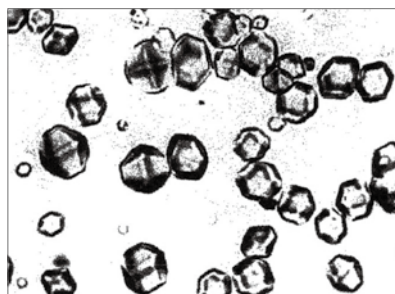
当時は、米国とキューバが緊張関係に陥るキューバ危機が勃発し、キューバから砂糖を輸入できなくなった米国も砂糖に代わる甘味料を求めている。その中で、米国の大手食品製造会社が工業技術院と特許技術使用に関する契約を結び、1968年に異性化糖の生産を開始した。これは通商産業省(現 経済産業省)の特許輸出第1号となるもので、その後、工業技術院は同様の契約を世界各国の企業と取り交わしている。この異性化糖の生産技術は今や世界の食生活を豊かにするためになくてはならないものとなっている。

キーワード >>

■ 物質生産 ■ 糖 ■ グルコースイソメラーゼ



土壌から発見された放線菌



グルコースイソメラーゼの顕微鏡写真



果糖ブドウ糖液糖





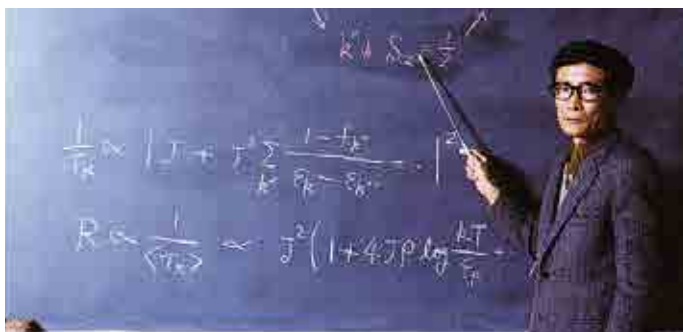
極低温の物性『近藤効果』

電気抵抗極小現象の振る舞いを解明 伝導電子のスピンの交換散乱が電気抵抗を増大

希薄磁性合金における温度と電気抵抗の関係性を表す電気抵抗極小現象を解明した。通常では起こり得ない振る舞いとなる電気抵抗極小現象は、1930年代に初めて観測されたが、なぜそうなるのかは長い間、不明だった。1964年、電気試験所(当時)の近藤淳が、その理由を理論的に解明したことから「近藤効果」と呼ばれるようになった。

通常の金属は温度を下げると電気抵抗が減少するのに対し、磁性をもたない金属に磁性材料をごく少量添加した希薄磁性合金は、ある温度以下になると、逆に電気抵抗が増大する。これが電気抵抗極小現象で、近藤は金属中に局在する磁性不純物のスピンに着目して、伝導電子が磁性不純物のもつスピンによってスピン交換散乱を起こすために、特定の温度を境に電気抵抗が増大することを明らかにした。

近藤効果は、多くの粒子が相互に作用しながら複雑な運動をする系を近似的に解く、いわゆる多体問題の解法としても関心を集め、一連の知見は量子力学やナノテクノロジーの研究開発などに活かされている。



講義をする近藤淳

キーワード >>

■ 近藤効果 ■ 電子 ■ ナノ

米科学アカデミー
外国人会員に
審良氏、近藤氏ら

米科学アカデミーは、所特別顧問(1997)。(88年) 審良氏(大阪大学教授)にノーベル医学・生理学賞を受賞したハワード・センター(拠点長(58))、ソア、ハウゼン博士ら(近藤淳産業技術総合研究所)人を、外国人会員に選んだ。

日本人が選ばれたのは、伊藤忠政男名城大学教授ら(選任は1969年)以来、審良氏は伝導電子の磁性散乱で、近藤特別顧問は磁性物理学の「近藤効果」。

同アカデミーの会員は、約2100人と外国人約400人からなる。これまで110人以上がノーベル賞を受賞した。日本人はノーベル賞を受賞した南淵繁(1950)、江崎玲於奈(1954)、野依良直(1987)の各氏ら約30人が、外国人会員に選ばれている。

審良氏
近藤氏

米科学アカデミー-外国人会員にも選出される(2009年5月12日付、日刊工業新聞 3面)



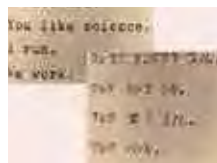
情報・人間工学

電子翻訳機『やまと』

世界初の 英和翻訳コンピューター

英語を日本語に翻訳する電子翻訳機の設計を電気試験所(当時)が行い、製作期間、1年を要して完成させた。実際の動作は1959年にマスコミに公開され、テレビなどでも紹介された。

今日の高速・大容量のコンピューターをもってしても精度の高い機械翻訳はきわめて困難であるが、誕生したばかりのコンピューター (ETL MarkIV) をもって機械翻訳を行わせようとした技術者たちの、コンピューターにかける期待の大きさが感じられる。



電子翻訳機「やまと」(上)と翻訳例(下)

キーワード >>

■ 翻訳機 ■ 機械翻訳



エレクトロニクス・製造

金属管液圧バルジ加工法

切削加工が不要な加工法で 一体化成形を可能に

金属管をゴム風船のように膨らませて、金属パイプに張り出し部分を作るバルジ加工法を開発した。

それまで不可欠だった切削加工を不要とするだけでなく、一体化成形を可能にし、軽量化や品質・生産性の向上、材料の大幅な節約につながった。

この加工法は、配管用の継ぎ手やデフケースなどの工業部品から家具用品、装飾品まで幅広く利用されている。



液圧バルジ加工法による代表的な製品例

キーワード >>

■ 金属 ■ バルジ加工法



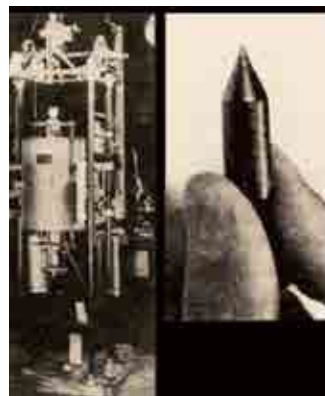
材料・化学

フェライト単結晶

1950年代 わが国最大の単結晶

1950年代当時としては、わが国最大となるフェライト単結晶の試作に成功した。

フェライトの基礎研究の一環として作製された単結晶のサイズは直径1 cm、長さ3 cm程度。この単結晶フェライトは、その後、高性能コイルや超小型モーターなどの開発に大きく貢献した。



単結晶成長装置(左)と作製したフェライト単結晶(右)

キーワード >>

■ フェライト単結晶



トランジスタ式電子計算機ETL Mark-IV

世界初のトランジスタ式プログラム内蔵型電子計算機 国産商用電子計算機のルーツとなり、コンピューター産業形成に貢献

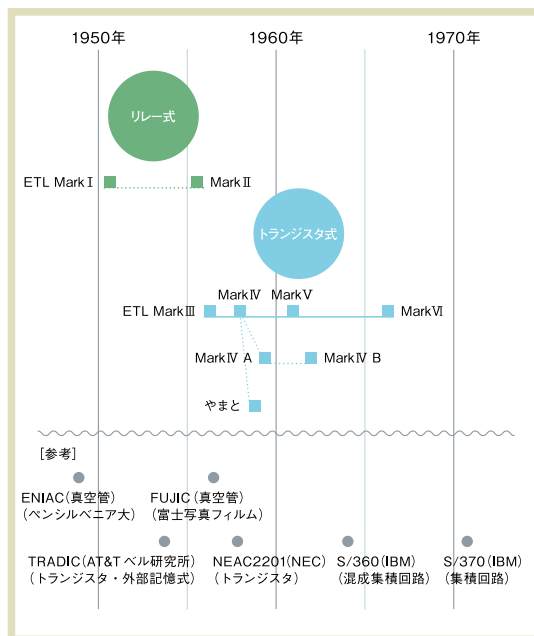
電気試験所(当時)が1957年に開発したわが国初のトランジスタ式電子計算機。この計算機をもとに多くの国産商用電子計算機が開発され、日本のコンピューター産業の形成に大きな役割を果たした。

電気試験所では1954年に電子部を設立し、トランジスタ式電子計算機の研究開発に乗り出した。1956年に試作されたETL Mark-IIIはトランジスタ式プログラム内蔵型電子計算機としては世界初とされる。翌1957年11月には実用機となるETL Mark-IVを開発した。基本回路にはダイナミックフリップフロップを、論理回路には接合型トランジスタを使用し、クロックは同期式・単相で周波数180 kHz、記憶装置には記憶容量1,000語の高速磁気ドラムを採用した。演算は内部10進法で、一語の構成を、並列4ビット、直列6けたの直並列式とすることで、演算速度の低下を防いだ。命令は29種類で、演算速度は加減算 3.4 ms、乗算 4.8 ms、除算 6.4 msの性能を発揮した。

ETL Mark-IVは、IV A、IV B、V、VIと改良・進化を重ね、それと並行して、日本電気株式会社、株式会社日立製作所、株式会社北辰電機製作所、松下通信工業株式会社などが相次いで国産電子計算機を開発・製品化していった。



トランジスタ式電子計算機ETL Mark-IV全景



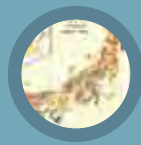
電気試験所におけるトランジスタコンピューターの開発経緯(山田昭彦氏作成資料より)

キーワード >>

■ コンピューター ■ トランジスタ ■ 磁気

【創設－工業技術庁設置まで】

1947 ・ 1882



産総研のルーツは1882年(明治15年)設立の農商務省地質調査所にあります。同所が、わが国最古の地質総図を完成させたのはその7年後です。以後、大正、昭和20年代初めまでの半世紀余りの間、生糸や陶磁器・塗り物、化学薬品など、当時の重要な産業分野で優れた研究成果を社会へ送り出し、日本の近代化に貢献してきました。



エネルギー・環境

水素ガス圧縮機

石炭液化で良質な軽質油を得るための 高圧水素ガス圧縮機

第二次世界大戦中、燃料確保のため石炭液化の研究が進められ、その研究の一環として、燃料研究所(当時)が高圧水素ガス圧縮機を製造した。

試作した圧縮機は、毎時5 m³の水素ガスを1000気圧まで圧縮できる装置で、当時としてはわが国最高の性能を誇った。この圧縮機を用いて、内燃機関に必要なとされる良質な軽質油の製造を目指したが、戦争末期に入り本格的に活用するまでには至らなかった。



水素ガス圧縮機の試作機

キーワード >>

■ 水素 ■ 燃料



エレクトロニクス・製造

木製飛行機『飛竜』

木製飛行機製作の曲面成形技術が 家具作りに生きる

第二次世界大戦中、物資の少ない時期に金属に代えて木材を素材とした飛行機を製作した。

戦時中、寺院の鐘や学生服の金属製ボタンも軍需用に供出するほどの金属不足に陥り、当時の政府は木製航空機の生産を計画した。工芸指導所(当時)では、家具業者などの協力のもと、1945年に木製飛行機「飛竜」を完成させた。

この飛竜が実際に戦場で活躍した記録はないが、木材を曲面に成形する技術は、新たな家具製作技術として、戦後の貧しいわが国の産業を支えた。



木製飛行機「飛竜」

キーワード >>

■ 金属 ■ 飛行機 ■ 木材

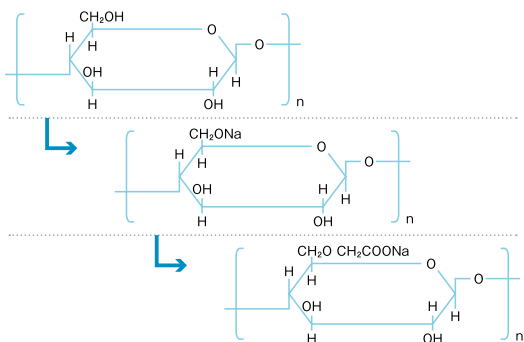
カルボキシメチルセルロース (CMC) の製法

輸入天然糊料に代わる 新たな糊料の製法を開発

カルボキシメチルセルロース(CMC)は、天然のセルロースを原料として得られる水溶性高分子である。1930年代後半、日本が戦時下に入っていく中で、アラビアゴムなどの天然糊料の輸入が絶え、それまでの糊料に代わる新しい糊料の開発が急がれた。東京工業試験所(当時)では、1942年に固相不均一系反応^{*}方式によるCMC製造方法を独自に開発し、その製造特許を基礎として1944年に工業化に至った。

CMCは環境に優しく、人体への安全性も高いことから、飼料、化粧品、医薬品、繊維、段ボール・ベニヤ板用接着剤など、現在でも幅広い分野で用いられている。

^{*}不均一系反応：不均一系(2種以上の相の共存下)で行われる化学反応。固相と気相とが共存するような場合や、固体物質を触媒とする気体反応などがその例である。



カルボキシメチルセルロース(CMC)の製造工程

キーワード >>

■ カルボキシメチルセルロース(CMC) ■ 環境

釉薬・顔料のデータベース

データベース化で 釉薬や顔料の安定的な彩色を実現

産総研に保管されている数十万点にもほる釉薬(上薬)や顔料のテストピースについてデータベースを構築した。

日本の伝統工芸である陶磁器を工業化させ、輸出産業として育てるため、陶磁器の製造条件(組織成分、焼成温度など)を科学的に検討し、それまで経験則に頼っていた釉薬や顔料の発色を、安定的に彩色できるようにした。独特の色合いの釉薬や顔料の開発も手がけた。そのような長年の研究過程において蓄積された膨大な数の釉薬テストピースは世界的にも貴重な資料で、研究の過程と成果が見える形で残されている点でも世界に類のないものである。

これらの釉薬テストピースを順次データベース化し、窯業にかかわる誰もが使えるように広く公開して、わが国窯業の発展を後押しした。



釉薬テストピース

キーワード >>

■ 顔料 ■ 釉薬

 | 材料・化学

玉虫塗り

独特の塗り技術で 「玉虫の羽色」の輝きを実現

銀、アルミニウム、スズなどの金属粉を蒔いた器に、染料を混ぜた透明な漆を塗り込み、独特の輝きをもたらす塗り技術を開発した。

1930年代、世界に誇れる輸出品の一つである芸術的な木工品に、さらに磨きをかけ、外貨獲得に弾みをつける狙いから、海外にも受け入れられる色合いを生み出す漆塗装技法を開発した。この塗り技術を使った器は、あたかも「玉虫の羽色」のような輝きを示すため、玉虫塗りの名が付いた。

海外輸出品製作を支える大切な技術となり、現在、この技術を用いた漆器は、宮城県の伝統的な工芸品に指定されている。



工芸指導所(当時の)玉虫塗り試作品

キーワード >>

■ 金属 ■ 工芸品 ■ 玉虫塗り

 | 計量標準

絹の強伸度測定器(セリグラフ)

生糸製品の強度や伸度を正確に測定

絹(生糸)の強度や伸度を正確に測定するための装置を開発した。

生糸の格付けには、それまで糸のむらや節を肉眼で観察して判定する方法が用いられていたが、生糸の切断時の強度と伸びを高精度で計測できる強伸度測定器「TK式セリグラフ」により生糸検査に新たな基準が付加された。

1920年代半ば、生糸産業はわが国が工業立国を推進するために重要な産業であり、品質管理の観点から生糸の強度や伸度を正しく測定する必要があった。しかし生糸は計測が難しく、当時の装置(生糸強度試験機セリメーター)では十分な測定データが得られなかった。新たに開発したこのセリグラフが、正確な計測を可能にし、基幹産業であった生糸産業の発展を支えた。



榎橋啓三らが開発した強伸度測定器「TK式セリグラフ」

キーワード >>

■ 絹 ■ 生糸 ■ 測定

国産技術によるアンモニア合成

新たに開発した触媒でアンモニア高圧合成を企業化 「東工試法」が日本の近代化学工業の発展を主導

鉄触媒を用いて空気中の窒素と水電解により得られる水素からアンモニアを合成する新技術を開発、昭和肥料株式会社(現 昭和電工株式会社)により実用化された。

アンモニアは当時、化学肥料の原料として極めて重要であったほか、爆薬や医薬品の原料としても不可欠な化学品であった。1913年にドイツが世界初の空中窒素固定法によりアンモニアの合成に成功、わが国は臨時窒素研究所(後の東京工業試験所)を設置し、1918年にアンモニア合成研究に着手した。最大の課題はアンモニア合成用触媒の開発であったが、国内初の高圧反応器の作製、高活性・高耐久性の鉄触媒の開発などにより、国産技術を実現した。

「東工試法アンモニア合成技術」として、世界的にも認められているこの合成法は、1931年に事業化され、日本の近代化学工業の出発点となった。それまで外国技術の導入に頼っていた日本の産業界にとって、東工試法の工業化は化学工業における外国技術依存からの脱却、ひいては国産技術に対する自信の醸成に大きな役割を果たした。その後、メタノール、尿素、ポリエチレンなどの合成技術が次々と工業化され、近代化学工業の発展を導いたことが高く評価されている。



強力で耐久性に優れた
アンモニア合成用工業触媒



1926年頃に使われた高さ約3 mのアンモニア合成管

キーワード >>

■ アンモニア ■ 触媒 ■ 水素



エネルギー・環境

水銀整流器

大正時代に世界に先駆けて開発

水銀のアークが大電流を容易に処理し得ることに着目して整流器を開発した。

水銀整流器は、ガラス管や鉄製容器の中に封入した水銀と炭素電極間のアーク放電を利用して整流を行う機器で、1924年に電気試験所(当時)が世界に先駆けて開発した。当初は、近くの弱電線路に誘導障害を引き起こすなどの欠点があったが、濾波装置(フィルター)を導入することで整流器として広く使われた。

当時、水銀整流器は、電力効率が高く、自動移相器と組み合わせると優れた特性の電力増幅器となるほか、制御機器としても利用された。



濾波装置を導入した水銀整流器

キーワード >>

■ 水銀 ■ 整流器 ■ 炭素



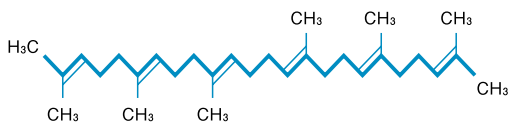
生命工学

「肝油」に使う『スクアレン』

クロコザメの肝臓から 有用な成分を見いだす

スクアレンは人の皮脂の中に多く含まれ、皮膚の水分蒸発や細菌の侵入を防ぐ効果があるとされる油脂である。1906年、東京工業試験所(当時)の辻本満丸が日本近海の深海に棲むクロコザメの肝臓から発見し、その後1916年に「squalene (スクアレン)」と名付けた。

国民の栄養状態が悪い時代には、栄養補給のための「肝油」として用いられた。



スクアレンの分子構造(C₃₀H₅₀) (上)と辻本満丸が作製したサメの標本(下)

キーワード >>

■ ヘルスケア ■ 肝油 ■ スクアレン



TYK無線電話機

火花放電間隙の利用で 世界に先駆け無線電話を実用化

特殊な火花放電間隙を利用した一種の火花式無線電話機を開発した。

電気試験所(当時)の鳥潟右一、横山英太郎、北村政次郎が1912年に共同で発明した世界初の実用無線電話機は、その頭文字から「TYK無線電話機」と呼ばれ、独自開発のこの通話方式は世界的にも高い評価を受けた。電気試験所ではこの無線電話機の発明と同時に実用化研究にも着手し、東京・京橋木挽町の電気試験所と芝区の通信官吏練習所間(約1.5 km)の通話試験に成功した。この技術を元に安中電機製作所(現 アンリツ株式会社)が装置を実用化した。

モールス符号を使った無線電信しかない時代に、わが国のみならず世界における無線電話実用の先駆となった。



無線電話実用の先駆となるTYK無線電話機

キーワード >>

■ 無線 ■ 通信 ■ 電話



わが国初の無線電信実験

明治時代に1海里を隔てて通信

電気試験所(当時)が、日本初の無線電信実験に成功した。

グリエルモ・マルコーニ(イタリア)により1895年に無線電信が発明されて間もなく、電気試験所では無線電信の研究に乗り出した。1897年12月、東京・京橋月島海岸と1海里(1.8 km)を隔てた品川沖第五台場間の通信実験に成功し、わが国の無線技術の先駆となった。



わが国初の無線電信実験

キーワード >>

■ 無線 ■ 通信 ■ 電信



地質調査

地質調査所による日本最古の地質総図

日本の地質図の始まり 産総研の歴史の始まり

産総研の歴史は1882年設立の農商務省地質調査所に始まる。明治初期、日本の地質学の黎明期は外国人指導者によって支えられていたが、やがて日本人独自で地質図を作成するようになった。1889年、当時農商務省地質局次長だった原田豊吉は、日本最古の日本列島の地質総図「300万分の1日本群島地質図」を出版する。地質調査所設立のわずか7年後のことであった。この地質総図は、土壤調査に貢献したドイツ人指導者フェスカが編纂した「大日本帝国地産要覧図」に折り込まれていたもので、まだ文献も乏しかった当時としては岩層分布の大勢がよく把握されていた。

地質調査所は幾多の変遷を経て、産総研地質調査総合センターとして現在に至っている。創設以来、地質調査総合センターは、一貫してわが国の地質に関する調査研究を行うことを使命とし、国の「地的」財産目録、すなわち地質情報の整備を行っている。地質情報は新しい知見に基づき、たびたび更新され、より精緻に日本の国土の成り立ちを示すものとなっている。また、鉱物・燃料・地熱などの資源の存在状況の把握、地震・火山噴火などの地質災害の軽減や重要インフラ立地に資する基本情報として、日本の産業の発展と生活の安全に貢献している。



1889年に出版された日本最古の地質総図



地質調査所設立の文書

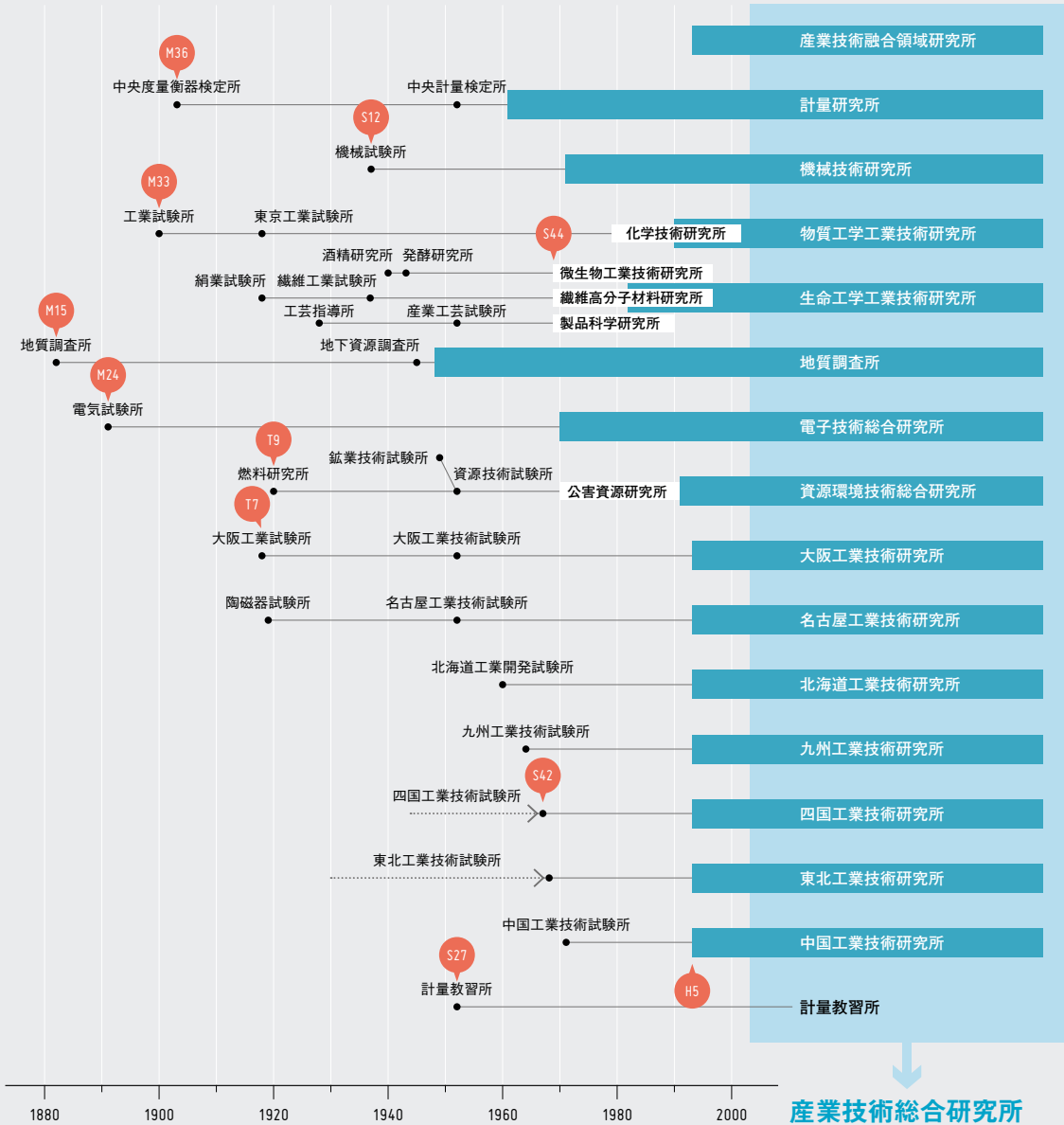
キーワード >>

■ 地質 ■ 地質図

沿革

History

産業技術総合研究所(産総研)は、旧通商産業省工業技術院の15研究所と計量教習所の統合・再編により2001年(平成13年)に設立されました。その歴史は1882年(明治15年)に設立された農商務省地質調査所に始まり、1952年(昭和27年)の工業技術庁から工業技術院への改編を含め、幾多の改称・改編を繰り返し、2001年(平成13年)1月の中央省庁再編を経て、現在に至ります。発足母体となった研究所の中には100年を超える歴史をもつ組織もあり、これまで多くの技術開発成果を上げてきました。





SEARCH BY KEYWORDS

キーワード検索

「知のアーカイブ」研究成果特選50音順

あ

IoT	P13
IC(半導体集積回路)	P60
iPS細胞	P11.16
暗号理論	P10
暗視撮影	P21
安全	P10.25
アンモニア	P69
イッテルビウム原子	P25
遺伝子組み換え	P17
医薬品	P45
医療	P11.14.15.16.47
インクジェット	P40
インターネット	P18
インフラ点検	P8
ウェアラブルデバイス	P12
ウラン	P55
AI	P8
SiC(炭化ケイ素)	P11.29
X線	P13
エネルギー	P26.28.32.49.51.54
汚染	P24.47.53
織機	P50.57
温度目盛	P41

か

カーボンナノチューブ(CNT)	P8.12.15.35
界面活性剤	P30
海洋	P18.45
化学物質	P34.43
化学兵器	P43
火山	P52
可視光	P39.41

楽曲解析	P18
活断層	P30
カルボキシメチルセルロース(CMC)	P67
環境	P15.46.53.67
環境負荷	P46
肝油	P70
顔料	P67
生糸	P68
機械翻訳	P63
絹	P68
揮発性有機化合物(VOC)	P22
基盤技術	P28
吸着材	P55
キログラム	P37
キログラム原器	P56
金属	P54.63.66.68
グルコースイソメラーゼ	P61
計測	P22.37
計量	P26.56
血液検査	P14
ゲノム	P9.32
減圧法	P28
検査	P13
検出	P8.16
顕微鏡	P9.48
研磨	P47
公害	P53
工芸品	P68
光子	P9
麹菌	P32
酵素	P15.46
酵母	P30
近藤効果	P62
コンピューター	P64

さ

災害	P16.52
細菌	P38
酸化マグネシウム	P36
シームレス化	P24
磁気	P31.36.64
磁石	P20.54
地震	P12.23.30.33
ジャカード織	P57
樹脂	P29
省エネ	P10.19.32.39
蒸留	P32.54
触媒	P15.29.35.43.47.50.69
植物工場	P17
シラス	P57
シリコン	P51
シルクアイシステム	P21
水銀	P70
水素	P27.49.66.69
スクアレン	P70
スメクタイト	P45
生活支援	P25
製氷機	P21
生分解性プラスチック	P46
整流器	P70
赤外線	P21
セシウム	P14.20
セラミックス	P37.44
繊維	P50.59
線量	P19
ソーラーシート	P39
創薬	P19
測定	P51.68
素子	P31.36.40.48.55

た

太陽電池	P27.39.51.58
大陸棚	P18
玉虫塗り	P68
炭素	P59.70
炭素合金	P41
タンパク質	P9.11
地下水	P24
地球化学図	P38
蓄光材料	P10
地質	P18.23.24.33.38.52.72
地質図	P72
地質図幅	P24
地熱	P26
超高温	P41
調光ガラス	P39
調湿建材	P44
超伝導	P9.40.48
通信	P71
津波	P12.23.33
ディスプレイ	P36.58
定量NMR法	P26
デジタル	P21
電圧	P40.53.55
電子	P40.48.62
電磁波	P8
電子ビーム	P60
電子ペーパー	P36
電信	P71
電池	P49
天然ガス	P28
天びん	P56
電流	P53
電力	P48
電力変換	P29
電話	P71
糖	P61
糖鎖	P14
透明導電膜	P58
特定保健用食品	P52

時計	P25
都市鉱山	P17
土壌	P24
塗装	P22
トランジスタ	P11.12.53.60.64
塗料	P45.47.57

な

ナノ	P8.15.20.35.37.44.50.62
ナノテクノロジー	P48
二酸化炭素	P22
二酸化チタン	P43
ニューロコミュニケーター	P22
認証	P10
燃料	P66
脳波	P22

は

ハードディスク	P31
バイオ	P47
廃水処理	P38
廃プリント基盤	P17
廃炉	P16
発酵	P30
発電	P26.27
バルジ加工法	P63
半導体	P11.13.29
飛行機	P66
微細加工	P41
ヒューマノイド	P23
秒	P25
フェライト単結晶	P63
複合材料	P27.50
福祉	P34
物質生産	P17.32.38.61
プラスチック	P27
ブラットフォーム	P23
ブランク定数	P37
プリント基板	P29

ブルシアンブルー	P20
ブルシアンブルー色素	P14
ペプチド	P52
ヘルスケア	P52.70
防災	P12.30
放射線	P19
翻訳機	P63

ま

まほろ	P19
ミドルウェア	P28
ミニマルファブ	P13
無害化処理	P43
無色透明	P39
無線	P71
メンタル	P34
木材	P66

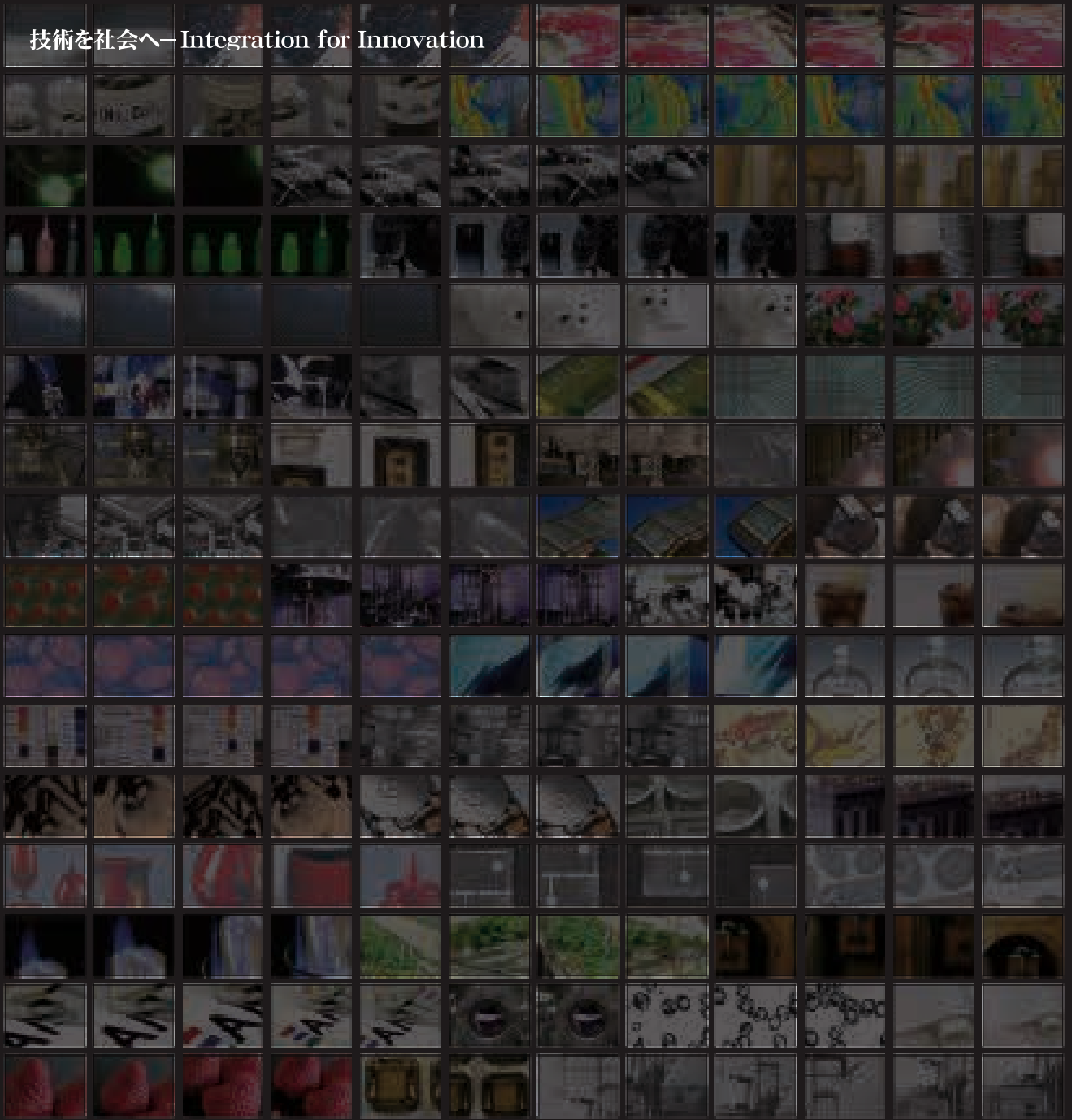
や

有機化合物	P26.51
有機TFT	P36
釉薬	P67
溶接	P45

ら

ライフサイクルアセスメント(LCA)	P46
リスク評価書	P34
粒子	P37.50
量産技術	P15.35
レーザー	P41.60
レアメタル	P17.20
露光装置	P60
ロボット	P16.19.23.25.28.34

技術を社会へ— Integration for Innovation



国立研究開発法人
産業技術総合研究所

産総研

検索

www.aist.go.jp



2018.3 © 2018AIST