



S-イノベ
S-INNOVATION

成果集

2021年度

研究成果展開事業 戦略的イノベーション創出推進プログラム
Strategic Promotion of Innovative Research and Development



国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

目次

研究開発テーマ一覧	3
はじめに	4
S-イノベの概要	6

有機エレクトロニクス 有機材料を基礎とした新規エレクトロニクス技術の開発

フレキシブル有機 EL 照明を印刷方式での作製に成功	7
容易に交換可能な円筒形太陽電池を試作、家電量販店と連携	8
次世代有機系太陽電池とその製造技術の開発を推進	9
有機半導体回路によるフレキシブル LED ディスプレイ駆動を実証	10

フォトニクスポリマー フォトニクスポリマーによる先進情報通信技術の開発

窓ガラスがスクリーンになる！ 3社より透明スクリーンが製品実用化	11
ポリマー光変調器を開発し世界最高速の光データ伝送に成功 受光素子との接続技術の実用性を確認	12
4K8K時代の屈折率分布型プラスチック光ファイバー技術を実現	13
3TB / disc を実現するホログラムメモリ試作機による記録再生に成功	14
ナノ光ファイバーと量子ドット技術により単一光子を発生	15

超伝導システム 超伝導システムによる先進エネルギー・エレクトロニクス産業の創出

高感度 SQUID センサを開発、迅速な免疫検査システムを実証	16
加速器応用に向けた高温超伝導電磁石の基盤技術確立	17
NMR 装置の高性能化に向けた小型高磁力の超伝導磁石と高感度プローブを開発	18
鉄道用超伝導ケーブルシステムを実路線にて実証試験実施	19

高齢社会 高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成

高齢者の生活を支援する“声がけロボットシステム”のフィールド・ベースでの開発 ..	20
認知・判断・操作遅れをバックアップし事故を回避する「運転知能システム」の開発 ..	21
高齢者のスキルを最大限に活用し、時間・場所の制約にも対応した 就労環境を実現するための研究開発	22

スピン流 スピン流を用いた新機能デバイス実現に向けた技術開発

いつでも どこでも、脳や心臓などの微弱な生体信号を、 簡便かつ高感度に測定可能な TMR 磁気センサユニットを開発	23
--	----

※各ページのプロジェクトマネージャー、研究リーダー、開発リーダーの情報は、研究期間終了当時の情報に基づきます。

研究開発テーマ一覧

POの所属・役職名は、終了もしくは移管当時の情報に基づきます。

◆平成30(2018)年度終了



有機エレクトロニクス 有機材料を基礎とした新規エレクトロニクス技術の開発

PO 谷口 彬雄 (信州大学 名誉教授/特任教授)

研究開発テーマの目標

有機化合物を利用することで実現可能な印刷プロセスにより、製造コストとエネルギーの削減、フレキシブル性のあるデバイスを創出する基盤技術の確立



フォトニクスポリマー フォトニクスポリマーによる先進情報通信技術の開発

PO 宮田 清蔵 (東京農工大学 名誉教授)

研究開発テーマの目標

フォトニクスポリマー材料をベースに光技術を展開し、単一光子発生を含む光発生、光変調、光伝送、光信号処理、光メモリ、ディスプレイなどについての革新的な技術開発を行い新しい光産業を創出する基盤技術の確立



超伝導システム 超伝導システムによる先進エネルギー・エレクトロニクス産業の創出

PO 佐藤 謙一 (元 住友電気工業株式会社研究開発本部 フェロー)

研究開発テーマの目標

2050年超伝導社会の実現が見通せる高温超伝導応用システムの実用基盤技術の確立とプロトタイプ製作・試験を目標とし、材料基礎研究から実用機器研究開発をつなぐ実用基盤研究および学術研究の高度化の実現

◆令和元(2019)年度終了



高齢社会 高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成

PO 伊福部 達 (東京大学 名誉教授)

研究開発テーマの目標

心身共に自立している高齢者の70%以上が、これまでに培った知識・経験・スキルを活かして社会に参加・貢献したいと希望していることを踏まえ、この希望を実現させ、QOLの向上を図るために、ICTを活用した支援機器やサービスシステムの構築

◆令和2(2020)年度終了



スピントロニクス スピントロニクスを用いた新機能デバイス実現に向けた技術開発

PO 安藤 功児 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー)

研究開発テーマの目標

企業が本格的な実用化開発の活動を始めるとのことができるような、スピントロニクス応用デバイスの観点からの実体ある成果を出すこと

◆平成26(2014)年度に終了した研究開発テーマ/PO

iPSを核とする細胞を用いた医療産業の構築/西川 伸一(オール・アバウト・サイエンス・ジャパン 代表)

◆平成27(2015)年度にAMEDに移管した研究開発テーマ/PO

革新的医療を実現するためのバイオ機能材料の創製/岩田 博夫(京都大学再生医科学研究所 所長/教授)

はじめに

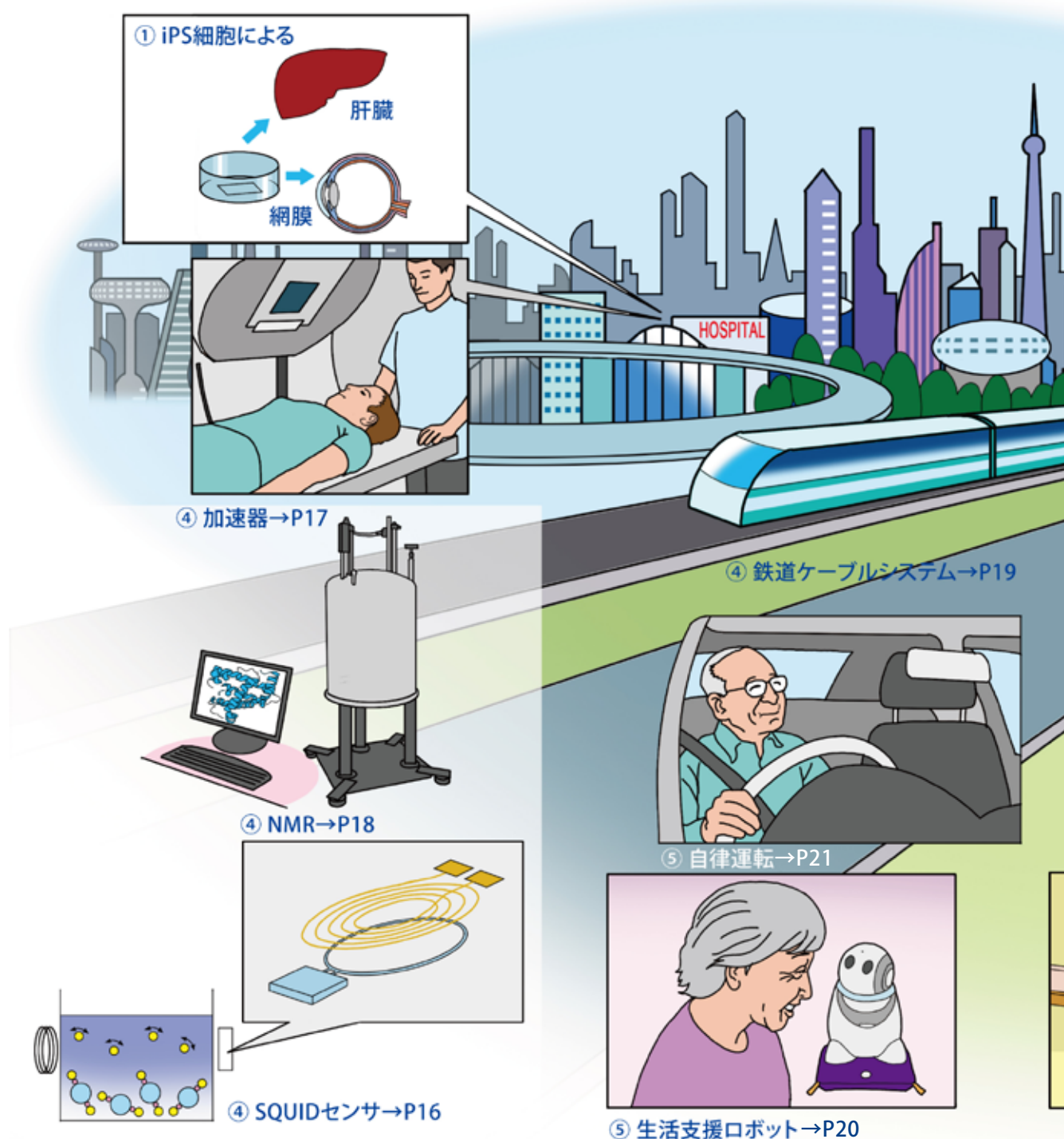
戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ)は、科学技術の発展や新産業の創出につながる革新的な新技術の創出を目指したJSTの基礎研究事業等の成果を基にテーマを設定し、そのテーマのもとで実用化に向けて、長期一貫してシームレスに研究開発を推進することで、産業創出の礎となりうる技術確立し、イノベーションの創出を図ります。また、プログラムの推進においては、よりインパクトの高い研究成果が創出されるよう、効果的・効率的な運営のための取り組みを実施します。

平成21(2009)年度の開始以来、10年以上にわたる事業推進の中で、要素技術の確立に向けた基礎・基盤的研究開発から、製品化を目指した実証試験まで、様々な研究開発が実施されました。本成果集では、これらの研究開発で得られた成果を紹介しています。

JSTは、S-イノベを通じて確立された技術を基に実用化に向けた研究開発が今後も継続され、新産業が創出されることを期待しています。

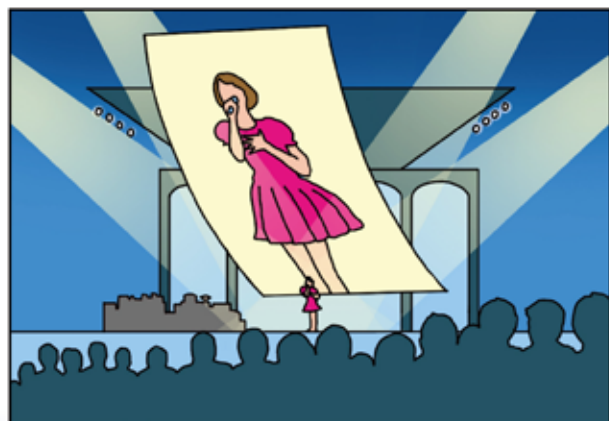
令和3(2021)年7月

国立研究開発法人科学技術振興機構

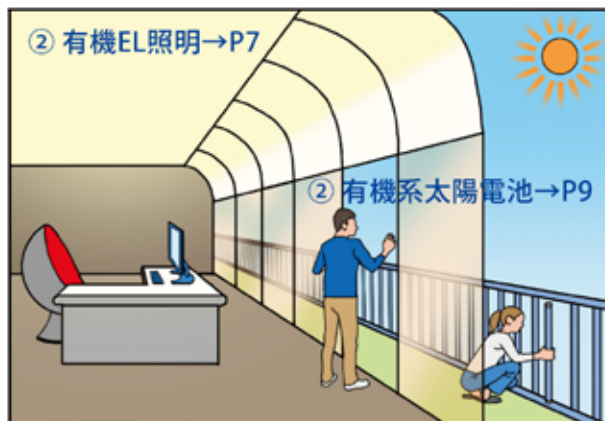


<S-イノベ研究開発テーマ名の略称>

①iPS細胞 ②有機エレクトロニクス ③フォトニクスポリマー ④超伝導システム ⑤高齢社会 ⑥スピン流



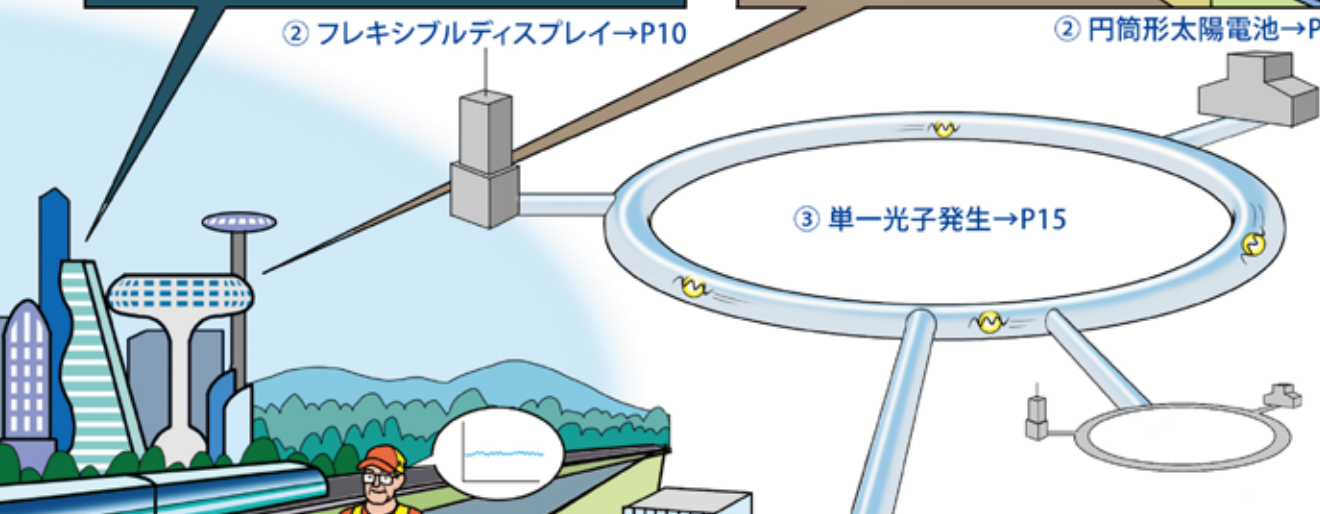
② フレキシブルディスプレイ→P10



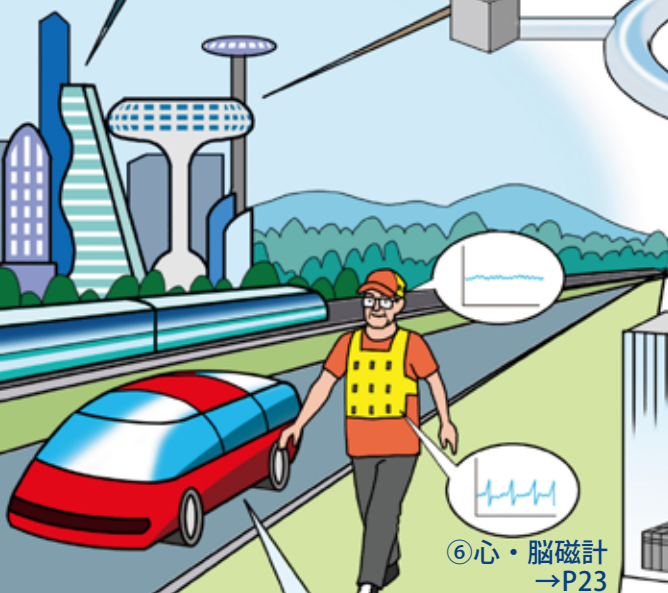
② 有機EL照明→P7

② 有機系太陽電池→P9

② 円筒形太陽電池→P8



③ 単一光子発生→P15



⑥ 心・脳磁計
→P23



③ ホログラムメモリ→P14

③ 光変調器と接続技術→P12



③ 透明スクリーン→P11



⑤ 高齢者クラウド→P22



③ POF簡易接続→P13

S-イノベの概要

S-イノベの特徴として以下の3つが挙げられます。

①JSTの基礎研究事業等の研究成果を基に研究開発テーマを設定

科学技術の発展や新産業の創出につながる革新的な新技術の創出を目指したJSTの基礎研究事業等の成果を基に研究開発テーマを設定、そのテーマの下、産学連携の研究開発チームが研究開発課題に取り組みます。

②研究期間は最長10年度

要素技術の確立に向けた基礎・基盤的研究開発から製品化を目指した実証試験まで一貫として研究開発を支援します。

③研究開発テーマにプログラムオフィサー(PO)を配置

各研究開発テーマに、研究開発テーマの技術分野に精通したプログラムオフィサー(PO)を運営の責任者として配置、各研究実施場所の訪問等により、各研究開発の進捗状況を把握、研究の助言、評価を通じて、円滑かつ効率的なプログラム運営を推進します。

最長10年度の研究期間を3つのステージに分けて研究開発の進捗を管理・評価しています。

	ステージⅠ 応用基礎研究及び 要素技術の研究開発	ステージⅡ 要素技術の研究開発	ステージⅢ アプリケーションの 開発
研究開発期間	2～3年度	3～4年度	2～3年度
研究開発費支援	1課題（1研究開発チーム）あたり年間7千万円程度 （間接経費含む）		
	グラント	グラント	マッチングファンド
主な研究開発内容 （※）	要素技術の確立に向けた 基礎・基盤的研究開発 ・メカニズムの解明 ・要素技術の研究 開発等	・要素技術の研究開発 ・要素技術の組合せ等	製品化を目指した実証 試験 ・試作品作製等

※詳細な研究内容は、各研究開発テーマの設定趣旨に従います。

フレキシブル有機EL照明を印刷方式での作製に成功

ポイント

- ・電極を除く9層の有機EL材料を塗布で積層し、世界最高水準の白色発光性能を達成した。
- ・5層の赤色、緑色、青色のいわゆる光の三原色のフレキシブル有機EL照明も実用的なサイズで実現した。
- ・コスト面で有利な印刷方式の製品化に取り組み、まず商品パッケージなどの装飾用途として普及を目指す。

◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー
前田 博己(大日本印刷株式会社)

◆研究リーダー
城戸 淳二(山形大学)

課題と目指したこと

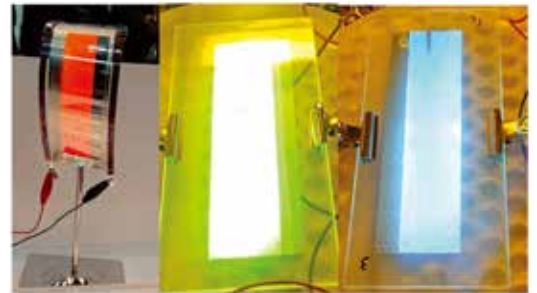
有機EL(Electro Luminescence)とは、有機材料に電気を流すと発光する現象です。この現象を利用した照明の研究開発が進められています。有機材料は、紙のように薄く形作ることができる柔軟な性質を持つので、軽くて曲げられる照明を実現でき、今までにない空間演出が可能です。さらに、LEDよりも低消費電力にできる可能性を秘めており、環境に優しい照明でもあります。しかし、現在の蒸着方式の製造プロセスでは、製造コストが高価なために販売価格が高くなり、有機EL照明の普及を妨げています。そこで、そのような高コスト製造プロセスが不要となる印刷方式の製造プロセスの実現に取り組みました。

薄く・軽く・曲げられる照明を試作

印刷方式には、有機材料を髪の毛1本の太さの千分の一ほどに薄く均一に塗り、薄膜を形成する技術が求められます。有機EL照明は、効率よく電気を流して発光させるために、異なる機能を持つ有機材料の薄膜を何層も積み重ねた多層構造をとります。そのため、上層のインクの溶剤で下層を溶かさずに層状に塗り重ねる必要があります。多層構造は効率よく電気を流すための層(輸送層)と、電気を効率よく光に変換する層(発光層)に分かれます。白色照明を作るためには、光の三原色である赤、緑、青に発光する有機材料がそれぞれ必要で、発光層にはこれらの材料が含まれています。有機材料を積層し、電極をとりつけた素子に電圧を印加すると輸送層に電気が流れ、発光層に電気が達し発光します。プロジェクトでは、種々の有機材料と印刷方法を検討し、一番外側の電極を除く9層の有機材料をガラス基板上に塗布積層した白色有機EL照明をプロジェクトの中盤で実現しました。プロジェクトの終盤では、世界最高水準の発光性能を達成しました。また、5層の有機材料を曲げられるプラスチック基板上に塗布した赤色、緑色、青色のいわゆる光の三原色の有機EL照明も実用的な発光サイズで実現しました。指でも簡単に曲げられる薄くて軽い照明の誕生です。

未来のテレビにつながる技術

プロジェクトに参加したコニカミノルタ(株)と大日本印刷(株)は、開発した製造プロセスは蒸着を用いる製造プロセスに比べてコスト面で優位性があると見込んでおり、今後、印刷方式の有機EL照明の製品化に引き続き取り組みます。その第一ステップとして、商品パッケージ、販促用カード、グリーティングカードなどの印刷物の付加価値を高める小型装飾照明の多品種展開を目指します。また、将来、印刷方式で大型の白色照明が実現できれば、照明としての用途だけでなく、薄くて軽い巻き取り収納式のテレビも安価に製造できる可能性を秘めています。そのような未来の製品につながる技術です。

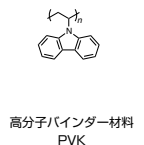
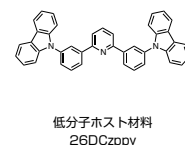
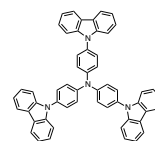
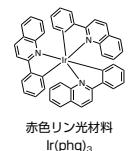
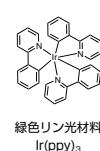
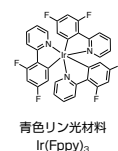


塗布方法で作製したRGBフレキシブル照明パネル



有機ELによる小型装飾照明の例
(塗布方法ではない、蒸着方式)

層構成	Al	塗布溶媒
ホール注入層	導電性高分子	アルコール
発光層	緑・赤色ELユニット	テトラヒドロフラン
電子注入層	アミン系高分子	アルコール
	酸化亜鉛ナノ粒子	アルコール
中間電極	導電性高分子(中性)	水:アルコール
	導電性高分子(酸性)	水:アルコール
発光層	青色ELユニット	テトラヒドロフラン
電子注入層	アミン系高分子	アルコール
	酸化亜鉛ナノ粒子	アルコール
	ITO	
	Glass	



関連情報の一例

プレスリリース(2015年7月21日発表)

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20150721-2/index.html>
「塗布型白色リン光タンデム有機EL素子の開発に成功」



ガラス基板9層塗布【白色照明】を実現した際の素子構造(上図)と有機ELの材料(下図)

容易に交換可能な円筒形太陽電池を試作、家電量販店と連携

ポイント

- ・有機系太陽電池の劣化要因である空気中の水分や酸素などの侵入を完全に遮断できる封止技術を開発した。
- ・円筒型のため封止範囲が小さいメリットを活かし、低コストの長寿命封止を実デバイスで実証した。
- ・円筒型太陽電池を簡便にユーザーが取り替えるリサイクルビジネスを家電量販店に提案した。

◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー

永吉 英昭(株式会社フジコー)

◆研究リーダー

早瀬 修二(九州工業大学)

課題と目指したこと

太陽電池は、自然エネルギーである太陽光を利用して発電できるため、持続可能な社会の実現に貢献することが期待され、普及が進められています。しかし、現在主流の無機系太陽電池は、製造工程で高温にしたり、真空にしたりする必要があるため、製造コストがかかってしまいます。その点、有機物を材料に太陽電池ができれば、高温や真空にする必要がなく製造できるため、製造コストを大幅に下げることができます。そこで、有機系太陽電池の実用化と社会ニーズに足りうる発電の高効率や長寿命の実現を目指しました。

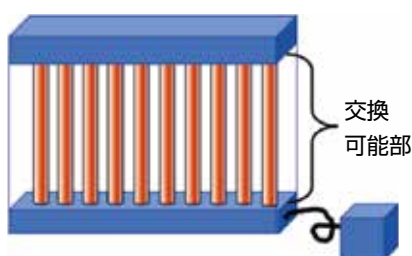
円筒形だからできること

有機系太陽電池は、安価な製造が期待できますが、空気中の水や酸素などで容易に劣化し、発電効率が著しく低下してしまうため、それが普及の妨げになっています。その課題を解決するため、有機系太陽電池を封入した円筒形太陽電池を開発しました。一般的に太陽電池の大面積化に伴い、空気との遮断部(封止部)も大きくなり封止コストが高額になりますが、円筒形にすることで封止範囲は面積に依らず一定にできます。さらに低コストの長寿命封止に成功し、色素増感太陽電池とペロブスカイト太陽電池(いずれも有機物を含む太陽電池)で長寿命を実証しました。

このユニークな円筒形太陽電池による新しいライフスタイルを提案しました。長期間の使用で発電効率が下がれば、一般家庭における蛍光灯のように太陽電池部分のみを交換するアイデアです。現在の一般家庭向け太陽電池は、施工業者が取り付け・交換を行いますが、誰でも交換できる太陽電池は画期的です。これを家電量販店のヤマダ電機などに提案し、共同でリサイクル型太陽電池の実現に向けた活動を推進しています。

特長を活かした用途開拓

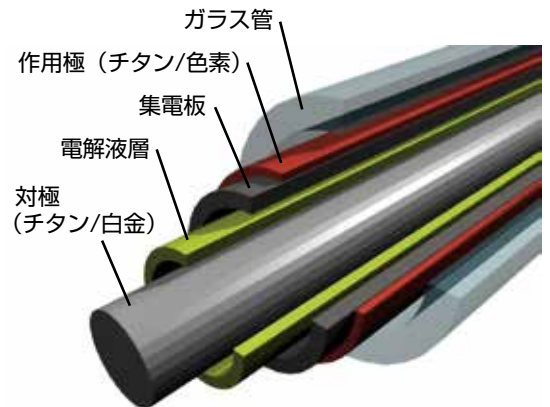
円筒形という形状や蛍光灯のように交換が容易といった特長を活かした用途を開拓しようとしています。センサと情報通信機器を用いて農作物を管理するスマートアグリ、遠隔地の橋などの建造物のメンテナンス管理や河川の水位を監視するモニタリングシステムの電源、将来的にはマンション等のベランダやフェンスに設置する家庭用の電源用途としての活用が期待されます。



リサイクル型太陽電池



開発品



色素増感太陽電池の構造



試作した円筒形太陽電池(色素増感型)の性能試験

次世代有機系太陽電池とその製造技術の開発を推進

ポイント

- ・劣化機構解明、有機材料改良と封止機構開発により、シースルー有機太陽電池(OPV)の開発に成功した。
- ・発電効率向上のためペロブスカイト型太陽電池(PSC)も並行開発し、寿命と効率向上の両立を実現した。
- ・PSCは室内光の発電効率が既存品の約3倍と高いため、新たな応用としてIoT機器の独立電源用途が期待される。

◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー

早川 優(三菱ケミカル株式会社)

◆研究リーダー

中村 栄一(東京大学)

課題と目指したこと

太陽電池は、自然エネルギーである太陽光を利用して発電できるため、持続可能な社会の実現に貢献することが期待され、普及が進められています。しかし、現在主流のシリコンを主原料とする無機系太陽電池は、製造工程で高温にしたり、真空にしたりする必要があるため、製造コストがかかってしまいます。その点、有機物を材料に太陽電池ができれば、高温や真空にすることなく製造できるため、製造コストを大幅に下げることが期待できます。そこで、有機系太陽電池の実用化と社会ニーズに足りうる発電の高効率化や長寿命化の実現を目指しました。

大学は材料を、企業は製造プロセスを牽引

有機系太陽電池は、安価な製造が期待できますが、空気中の水や酸素などで容易に劣化し、発電効率が著しく低下してしまうため、それが普及の妨げになっています。その課題を解決するため、東京大学は劣化機構の科学的解明とそれに基づく有機材料の改良などに、三菱ケミカル(株)は太陽電池への水や酸素の侵入を防ぐ封止機構の開発などに、それぞれ取り組みました。プロジェクト中盤ではフレキシブルかつシースルーという特長を持つ1.5×0.5mサイズの有機薄膜太陽電池(OPV)を三菱ケミカル(株)が試作した製造装置で製造しました。屋内の窓際で実証試験を行い、発電効率が外観に顕著な劣化がないことを確認しました。

一方、市場では、年々高い発電効率を求める声が強いため、プロジェクトの後半では高い発電性能が見込めるペロブスカイト太陽電池(PSC)の開発を並行して進めました。PSCは有機物と無機物からなる太陽電池ですが、OPVと同様に、高温や真空にする必要がなく製造できます。また、シリコン系並みの高い発電効率があるため、将来的に有望な太陽電池です。しかし、PSCもOPV同様に実用化には高い発電性能と耐久性を両立することが課題としてありました。東京大学では、「BDPSO」という新しい低分子材料を見出し、それをPSCの発電層で発生した電子と正孔のうち正孔を取り出すための層に用いることで素子の寿命を大きく向上させました(詳細は、下記のプレスリリースのウェブサイトをご参照下さい)。

小面積素子のPSCを試作して耐久性を検証しました。良好な結果が得られたため、今後は用途に適した特性の向上や安価な製造プロセスの開発を図っていきます。先行して開発したOPVでの知見を活用して、社会ニーズに合ったPSCの製造プロセスを早期に確立し、高効率、長寿命な新しい太陽電池の実現を目指します。

IoT機器用電源として期待

一方、室内光に対しては、開発したPSCの発電効率が既存の太陽電池の3倍程度(約30%)あることを確認しています。今後は量産化を見据えた開発によって、室内で発電効率30%を誇る安価な太陽電池の登場が期待できます。応用先として、今後の市場拡大が予想されるIoT(Internet of Things)機器の独立電源としてPSCの採用が期待されます。

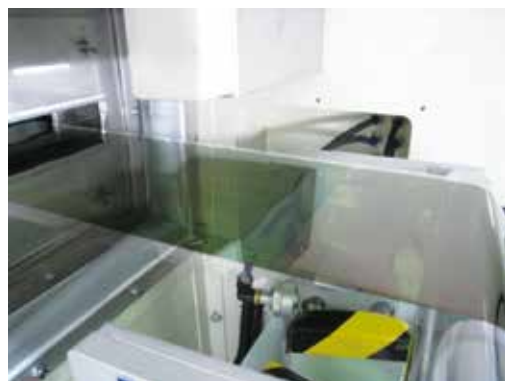
関連情報の一例

プレスリリース(2018年4月9日発表)

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20180409/index.html>

「ペロブスカイト太陽電池の新素材

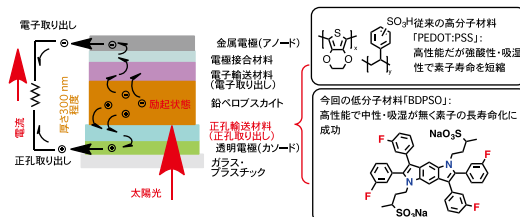
『有機・無機ハイブリッド正孔輸送材料』を開発」



三菱ケミカル(株)によるOPV製造の様子



シースルー OPV 太陽電池の実環境試験を実施



ペロブスカイト太陽電池の動作原理と「有機・無機ハイブリッド正孔輸送材料：BDPSO」の特徴



室内光独立電源を実装した温湿度センサの動作確認試験

有機半導体回路による フレキシブルLEDディスプレイ駆動を実証

ポイント

- ・世界最高水準の移動度を持つ有機半導体材料により、フレキシブルLEDディスプレイの動画表示に成功した。
- ・ディスプレイパネルを複数並べた超軽量・低コストの大型ディスプレイでデジタルサイネージ市場創出を目指す。

◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー
竹谷 純一(パイクリスタル株式会社)

◆研究リーダー
瀧宮 和男(理化学研究所)

課題と目指したこと

屋外や店頭、交通機関などに設置される大型デジタルサイネージは、ICT技術を活用することで遠隔地から一等地に一気に広告を展開できるなど、多様なサービスを実現でき高い経済効果が見込めます。しかし、既存の大型デジタルサイネージ向け表示デバイスは、高コスト、大きな重量、および高電力消費のため、設置に重機を必要とするほどの巨大な設備となってしまう、市場の拡大を阻んでいます。そのため、格段の低コスト化・軽量化が求められています。また設置形態も多様化し、円柱に表示画面を設置したいなどフレキシブルディスプレイの要求が高まっています。大面積かつ軽量で取り扱いが容易なデジタルサイネージ向けフレキシブルLEDディスプレイ技術が実現できれば、新規の巨大市場創成に結びつくインパクトがあります。そこで、プロジェクトでは有機半導体によるアクティブマトリクスを利用したフレキシブルLEDディスプレイを開発し、これまで困難であった軽量かつフレキシブルな大型シートディスプレイを世に提供することを目指しました。

材料と作製方法の開発によるイノベーション

プロジェクトは、有機半導体として世界最高水準となる移動度 $10\text{ cm}^2/\text{Vs}$ を実現した材料を用い、サイネージ用ディスプレイのLED発光に十分な性能を持つ高性能有機単結晶TFTによるアクティブマトリクス回路を実現しました。さらに、溶液状の有機半導体材料を塗布によって結晶化させる有機半導体作製プロセスを実現。作製時に真空状態や高温を必要としないため、製造コストを極めて安価にできるようになりました。

既存の表示デバイス技術では大面積化するほど高価な製造装置が必要な上に歩留まり低下による高コスト化が課題となります。プロジェクトでは、 10 cm 角程度の基板に多数の有機半導体回路を安価に作製後、1つ1つの素子を切り離して約 40 cm 角の軽量フレキシブル基板上の各画素に貼り付けるプロセスを開発。印刷による配線や1万個のフルカラーLEDの実装を行い、大面積ディスプレイデバイスとして動画を表示することに成功しました。

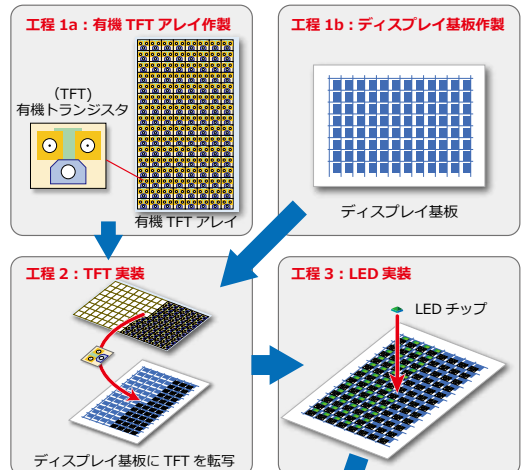
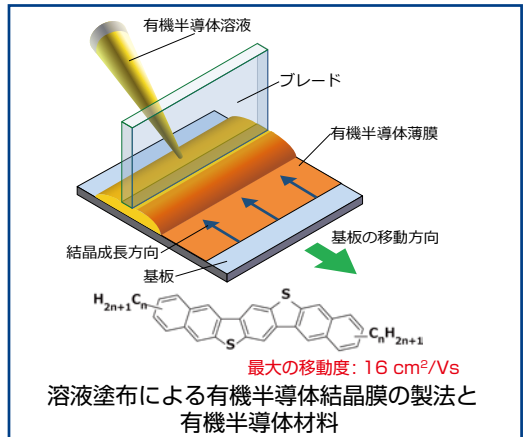
様々な用途展開に期待

これらの研究成果により、低価格かつ施工費も安価にできる大面積フレキシブルディスプレイを高歩留まりで製造できる可能性が見えてきました。また、市場調査により広告のみならずイベント会場や交通機関などのパブリックスペース等において、様々な用途と大きな需要があることが判明しました。今、日本・アジア・米国、世界中の巨大市場でデジタルサイネージ分野は急成長をはじめています。今後、実用化開発を進め、世界の市場に対し、天井から吊るせる 10 m サイズを超える巨大ディスプレイなどを提供する予定です。

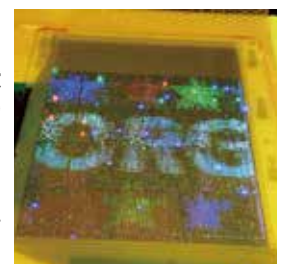
関連情報の一例

プレスリリース(2017年12月8日発表)

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20171208-2/index.html>
「高性能有機半導体でLEDディスプレイのアクティブ駆動に成功」



巨大ディスプレイ
(将来イメージ)



現状
フレキシブル基板上の有機半導体トランジスタであってもLEDに十分な電流を流すことができ、明るく点灯可能。

窓ガラスがスクリーンになる！ 3社より透明スクリーンが製品実用化

ポイント

- ・透明なポリマーに屈折率の高いナノサイズの粒子を分散させ、約90%の透明度を持つスクリーンを開発した。
- ・ガラスに貼るフィルムタイプのスクリーンとガラスと一体化したスクリーンの商品を展開している。
- ・3社より製品化。将来は、自動車のフロントガラスに情報を映写する応用展開も検討している。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

戸木 雅利(東京工業大学)

◆開発リーダー

依田 英二(JXTG エネルギー株式会社)

課題と目指したこと

超高層ビルの窓ガラスを通して見える夜景、そこにプロジェクターの映像を投影すると窓ガラスに映像が映し出され、夜景を見る人々を楽しませます。これは、S-イノベの研究成果、透明スクリーンによるものです。透明スクリーンはS-イノベで研究開発した3社(JXTG エネルギー(株)、ビジョン開発(株)、セントラル硝子(株))からそれぞれに工夫が凝らされた製品が販売されています。

透明な高分子フィルムだけでは光は全て透過してしまい、プロジェクターの映像を投影しても何も見えません。透明な高分子材料に屈折率の高い粒子を分散させると、プロジェクターからの光が散乱させ、映像を映し出すことができます。これが、普段は透明、プロジェクターで投影すると映像を映し出す、透明スクリーンです。今までにも透明スクリーンの研究はありましたが、透明性と映像を鮮明に映し出すスクリーン性能の両立が課題でした。

ポイントは屈折率の高いナノ粒子

そこで着目したのがナノサイズのダイヤモンドでした。非常に高い屈折率を持つダイヤモンドをナノサイズにして高分子材料中に分散できれば、光を強く散乱する透明な高分子フィルムを実現できます。しかし、ナノサイズの粒子はポリマー中で集まり、マイクロメートルサイズの大きな粒子となって、透明度を低下させてしまいます。この問題を解決したのが、S-イノベに参画していたビジョン開発(株)のナノダイヤモンドでした。このナノダイヤモンドは非晶質カーボンがダイヤモンド結晶の周囲を取り巻いた構造を持っています。非晶質カーボン表面に種々の化学構造を持たせることで、水中やポリマー中に均一に分散させることができるようになり、透明度とスクリーン性能を両立できる透明スクリーンが作製できるようになりました。ナノダイヤモンド分散液をポリマーフィルム状に塗布したり、ポリマー中に分散させてフィルムにしたり、さらにガラスに焼き付けたりと、3社それぞれが異なる形の製品を開発しました。そのいずれもが映像を鮮明に映し出ししながら、90%程度と抜群の透明度を誇ります。

商業施設などでの活用と自動車用途への展開も検討

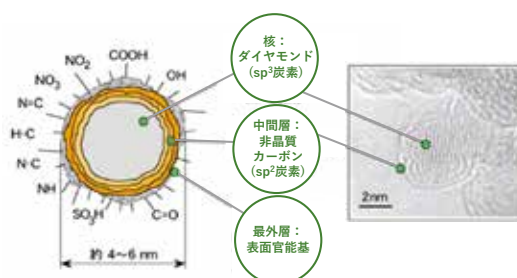
今回開発した製品を使えば、ガラスにフィルムを貼る、あるいはガラスを交換するだけで、透明でありながら鮮明な画像を映し出す透明スクリーンが出来上がります。このような形で商業施設のウィンドウディスプレイやイベント会場などで活用されているのをご覧になった方もおられるかと思います。現在は、さらに製品の品質・機能を向上させ、自動車のフロントガラスに情報を映し出すヘッドアップディスプレイへの展開を検討しています。



商品名“KALEIDO SCREEN®”(販売中)

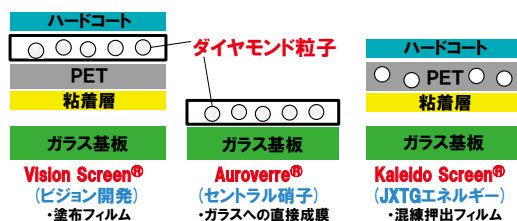
【JXTG エネルギー(株)】

東京タワー展望室：夜景とプロジェクション
マッピングのコラボイベントに採用



爆轟法によるナノダイヤモンドの構造(左)と透過型電子顕微鏡写真(右)。

中心にダイヤモンドの核、その周囲に非晶質カーボンの中間層があり、さらに外側に炭素やその他の原子、官能基などからなる層があります。このナノダイヤモンドが母材の種類などによりさらに30～40ナノメートルの凝集体を形成します。



関連情報の一例

JST 事業成果「透明なスクリーン用フィルムを開発」

<https://www.jst.go.jp/seika/bt125-126.html>

JST 広報誌 (2017年12月号特集)

「幻想的な光の世界をつくる透明スクリーン」

https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2017/201712/pdf/2017_12.pdf



各社製品の構造の違い。

左からビジョン開発(株)、セントラル硝子(株)、
JXTG エネルギー(株)のもの。

ポリマー光変調器を開発し世界最高速の光データ伝送に成功 受光素子との接続技術の実用性を確認

ポイント

- ・毎秒112ギガビットの電気信号を光信号に変換して伝送するポリマー変調器の開発に成功した。
- ・耐熱温度が低いというポリマーの固定観念を覆す、車載用途でも使用可能な耐熱温度105℃動作を実証した。
- ・近赤外光にてポリマー化して光接続技術も開発し、データセンタや自動車用途への展開を目指す。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

杉原 興浩(宇都宮大学)

◆開発リーダー

各務 学(株式会社豊田中央研究所)

課題と目指したこと

膨大な情報を処理するデータセンターでは、省電力化が求められています。データセンターでは、電気信号を光信号に変換してデータセンター内外と情報をやり取りしています。情報を光に変換することで膨大な情報を高速に伝送できます。電気信号から光信号に変換して伝送する役割を光変調器が担っています。1つの光変調器が伝送できる情報量には限りがあるため、1秒間に100ギガビットを超える情報は、複数の光変調器を並列に用いて処理されています(例えば、25ギガビット×光変調器4台)。また、光変調器が動作するために電力を要するため、情報量の増加に伴い、要する光変調器の数は増え、要する消費電力も増加します。

近年、ポリマー光変調器への期待が高まっています。開発が先行しているニオブ酸リチウムなどの無機材料による光変調器に比べて、ポリマー材料による光変調器は、理論上、非常に高速に伝送できるとされているためです。一方、光変調器の小型化に伴い、情報伝送を担う光ファイバーと受光素子、光変調器との接続は困難になってきているため、接続の困難性を解決しなければポリマー光変調器の普及は期待できません。そこで、ポリマー光変調器や接続技術の開発に取り組みました。

車載向けの耐熱性も追求

電圧を印加すると光の屈折率が変化する特性を持つポリマー材料にいち早く着目し、ポリマー材料の分子設計から化学合成方法の検討、光変調器の試作、性能評価を何度も繰り返し精力的に進めました。その結果、九州大学と日産化学(株)とは、目指していた性能を有する材料を開発でき、アダムン並木精密宝石(株)とともに光変調器を作製し毎秒112ギガビットの大容量の電気信号を光信号に変換して伝送することに成功しました。また、開発した材料は低電圧でも非常に効率的に機能するため、光変調器の動作電圧は1.5ボルトに抑えられています。さらに将来、自動運転車が安全走行のために備え付けられた各種センサーなどからの膨大な情報を処理する必要があるとの予測の下、車載向け光変調器を目指し開発を進めていました。開発した光変調器は、車載の耐熱性の指標である105℃でも安定して動作します。その後の開発で、このポリマー材料の大量合成手法も見いだしています。

接続技術は、主に宇都宮大学と(株)豊田中央研究所が材料開発から取り組み、近赤外光を受けるとポリマー化するモノマー材料を見いだしました。この材料の溶液中に入れた光ファイバーから近赤外光を照射するとモノマー材料がポリマー化され細線が光ファイバーから伸び、別の光ファイバーに接続できることを確認しました。ポリマー光変調器の実用化に際して、この技術で受光素子と光ファイバーとの接続に成功しています。

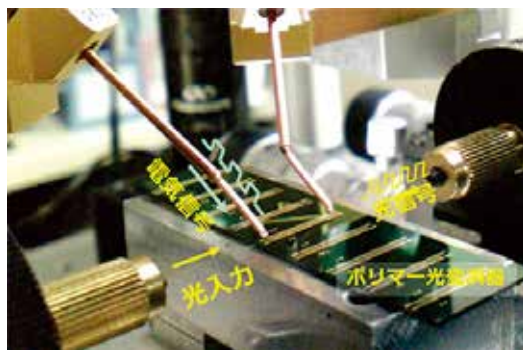
光通信機器への採用を目指す

毎秒100ギガビットの高速性、省電力、熱安定性を兼ね備えた光変調器は今までにありませんでした。データセンターや自動運転車、人工知能、IoT関連など、膨大な情報を処理する需要は今後も増加することが想定できます。そのため、プロジェクトにて開発されたポリマー材料を光通信機器に採用しようとする試みが進められています。近い将来、プロジェクトで開発したポリマー材料が様々な場所で活躍することとなるでしょう。

関連情報の一例

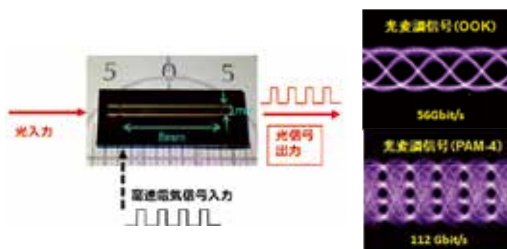
プレスリリース(2018年5月15日発表)

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20180515/index.html>
「ポリマー光変調器を開発し世界最高速の光データ伝送に成功」



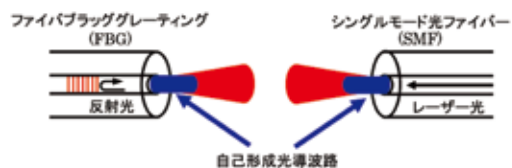
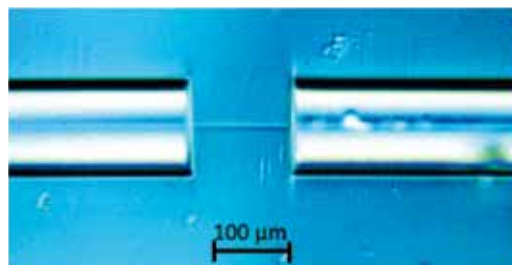
電気光学ポリマーを使った超高速光変調器

ポリマー光変調器に入力したレーザー光は、高速の電気信号によって変調され、超高速光信号が伝送されます。本成果では、1秒間に56ギガビットOOK、または112ギガビットPAM-4の光信号を発生させることに成功しました



本研究で作製した電気光学ポリマー光変調器の写真と光変調特性(上：OOK、下：PAM-4)

電極部分に高速の電気信号を入力することで、光信号に変換し光ファイバーによる伝送やボード内の信号処理に応用することが期待できます。



近赤外1.55 μm光を用いて作成した自己形成光導波路接続の顕微鏡写真

シングルモード光ファイバー間の自動接続だけでなく、シリコン基板上で光ファイバーと光変調器等の光デバイスを接続するシリコンフォトニクス接続にも展開できます。

4K8K時代の屈折率分布型プラスチック光ファイバー技術を実現

ポイント

- ・2018年12月開始の新4K8K放送の電波伝送システムにプラスチック光ファイバー(POF)が採用され、製品化された。
- ・従来の課題であった雑音に強い屈折率分布型プラスチック光ファイバー(GI-POF)と簡易接続技術の開発に成功した。
- ・光軸ズレに強く簡便な抜き差しを実現したボールペン型インターコネクトを実現し、GI-POF普及を目指す。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

杉原 興浩(宇都宮大学)

◆開発リーダー

各務 学(株式会社豊田中央研究所)

課題と目指したこと

光ファイバーは、高速のインターネット通信や2018年12月から始まった新4K8K放送など、大容量で高速の光通信技術を支えています。4K8K放送の視聴環境を整備するにあたり、従来の電気配線では、漏洩電波の無線サービス(WiFi等)への影響が懸念されており、光通信システムの導入が検討されています。

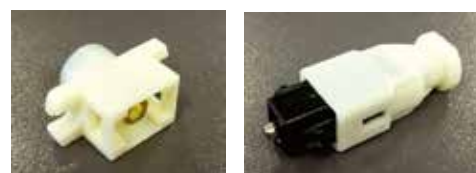
光通信システムは光ファイバーにより通信を行います。光ファイバーには、ガラス製とプラスチック製のものがあります。ガラス製光ファイバー通信技術は確立されており、既に屋外で普及しておりますが、光ファイバーの位置合わせに非常に高い精度が要求されるため、屋内用としては非常に接続コストが高くなります。また、現場での取り扱いが難しく、安全性にも課題があり、家庭内やビル内への導入の大きな障壁となっています。一方、プラスチック製はガラス製に比べて太くても柔軟性があるため、接続が容易で取り扱いも容易です。しかし、従来の光接続技術はガラス製光ファイバーのために設計されており、これまで、プラスチック製光ファイバーの特長を活かした接続技術はありませんでした。さらに、光ファイバーによる放送信号伝送(Radio over Fiber; RoF)では大きな雑音の問題となり、この雑音を如何に小さくするかが大きな課題となっていました。そこで、慶應義塾大学は高品質RoFシステムを可能とする低雑音性屈折率分布型プラスチック光ファイバー(Graded-Index Plastic Optical Fiber; GI型POF)を開発しました。さらに、本多通信工業(株)、三菱鉛筆(株)と連携し、低雑音性GI型POFを用いた簡易接続技術の研究開発に取り組みました。

屈折率分布型プラスチック光ファイバーの接続技術を開発

慶應義塾大学は、4K8K放送電波の高品質伝送システムを実現するために、低雑音GI型POFを開発し、本多通信工業(株)、三菱鉛筆(株)とその特長を活かした簡易型接続技術として、GI型POFを切って挿すだけの「Do-it-Yourself(DIY)接続」を実現する接続器具(コネクタ、モジュール、カット工具など)およびフレキシブルなPOFとボールペン製造技術の組み合わせにより光軸ズレに強く、当たり前の抜き差しを実現した「ボールペン型インターコネクト」の開発を進めました。

屈折率分布型プラスチック光ファイバー技術の普及

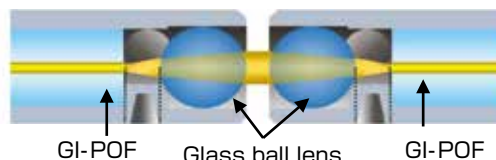
本プロジェクトで開発した、低雑音なデータ伝送を可能とするGI型POFと簡易型接続技術により、誰でも光ファイバー(GI型POF)を家の中に引き回すことができるようになり、GI型POFが普及されるようとしています。また、8K放送の受信機とテレビの間では、従来のHDMIケーブルのような太い銅線ケーブルを複数必要となりますが、GI型POFにより、1本の細いケーブルでの伝送が可能となり、「ボールペン型インターコネクト」による当たり前の抜き差しが実現します。本プロジェクトで開発したGI型POF技術は自動車や医療分野などへの普及も期待されます。



モジュール

コネクタ

DIY接続用器具



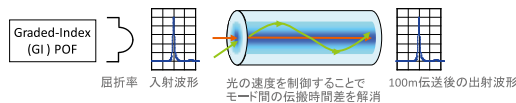
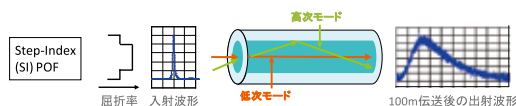
光軸ズレに強いボールペン型 POF コネクタの接続時の断面図(当たり前の抜き差しを実現)



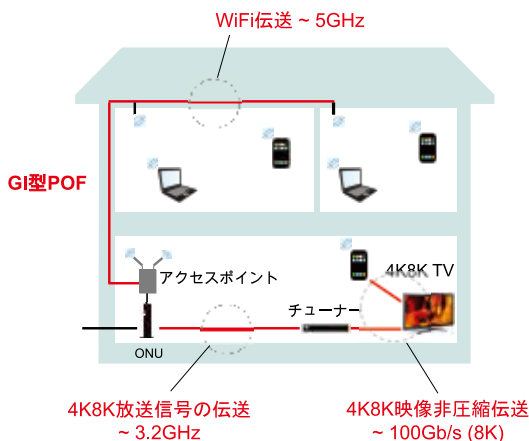
ボールペン型コネクタ

ボールペン型インターコネクト

プラスチック光ファイバー用簡易型接続技術



GI型POF



4K8Kの時代のGI型POFによる屋内配線

3TB/discを実現するホログラムメモリ 試作機による記録再生に成功

ポイント

- ・データの信号光と記録・読み出し用参照光によるホログラムメモリの原理検証と記録材料開発に成功した。
- ・ディスクあたり3テラバイトの大容量を実現するシステムを試作し、コスト、長期保存性等を実証した。
- ・応用分野として、公文書館等のアーカイブ用途、コールドデータ保存用が見込まれる。

- ◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー
谷田 豊彦(宇都宮大学)
- ◆開発リーダー
多田 行伸(株式会社日立エルジーデータストレージ)

課題と目指したこと

近年、フェイスブック、ツイッターなどのソーシャルメディア利用者の増大や4K8K放送開始による映像の高解像度化、医療や産業分野などでの記録や解析のための映像データ蓄積など、電子データ保存ニーズが拡大しています。現在は、そのようなデータはハードディスクや磁気テープのデータシステムに保存されており、9割以上のデータは、比較的アクセス頻度が低いのですが消すことができないデータ、いわゆるコールドデータです。そのようなデータの保存を考えると、データの長期保存性や耐災害性の点から光ディスクが優れていると言えます。しかし、高密度記録が可能な光ディスクのブルーレイディスクは、今後の進展を見込んだとしても、ディスクあたり100ギガバイト程度が限界と考えられています。そこで、更に高い記録密度の実現が期待できる光ディスクであるホログラムメモリの研究開発を推進しました。

材料開発から試作まで

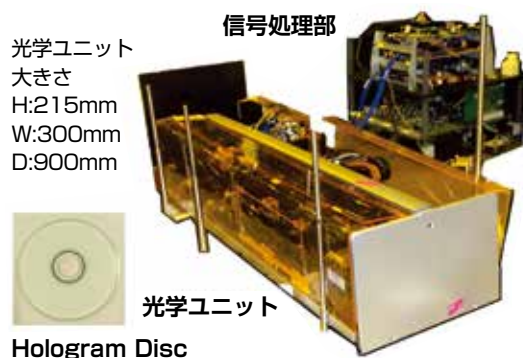
ホログラムメモリは、データを有する信号光とデータの記録・読み出しに必要な参照光の2つの光を重ね合わせて生じる光の干渉縞を記録することでデータを記録します。また、干渉縞に参照光を当てて記録したデータを読み出すことができます。複数のパターンの干渉縞をディスクの1つの場所に記録し、読み出すことができるため、高い記録密度の実現が期待できます。その方式は、これまで各種の方法がありますが、プロジェクトでは参照光のディスクへの入射角度を変える方式を採用しました。参照光の入射角を変えることで、光の位相を変えることができ、1つの場所に位相ごとに異なるパターンの干渉縞を記録し読み出すことができます。

ディスクに干渉縞を記録するための材料の開発も進めました。材料には2つの光を受けて干渉縞を形成し、干渉縞を記録することの他に、記録した干渉縞を長期間保持する耐久性や記録を重ねても既存の記録データは変わらないなどの特性が求められます。新日鉄住金化学(株)(現在の日鉄ケミカル&マテリアル(株))が開発した材料は光を受けるとポリマーに変化して干渉縞を記録する特殊なもので、そのポリマーの長期保存性を加熱加速試験により確認したところ常温で50年以上の耐久性が推定できます。

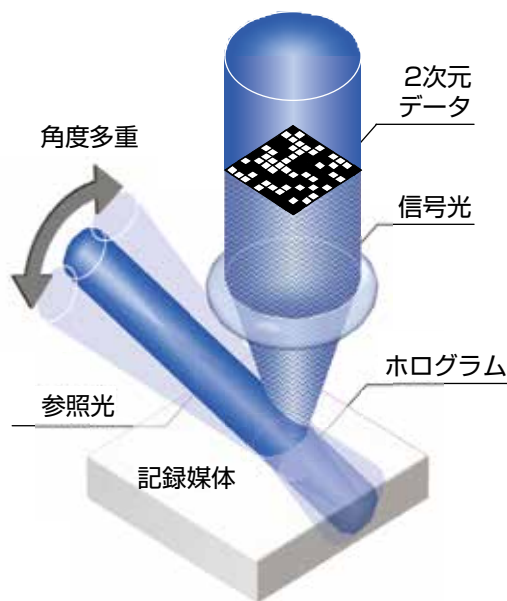
(株)日立エルジーデータストレージでは宇都宮大学、東京大学、産業技術総合研究所と連携して、記録・読み出し方式の検討や記録材料などの要素技術の確立、シミュレーションや光ディスクデバイスメーカーの経験を活かしたホログラムメモリシステムの設計、試作、改良を進め、最終的には目標としていたディスクあたり3テラバイトの大容量を実現するシステムを試作することができました。

光ディスクの新しい展開

開発したシステムは、市販のハードディスクや磁気テープと比べて、データ量あたりのコスト、データの長期保存性、耐災害性は同程度以上が見込まれ、記録材料の特性からデータの書き換えが不可能であることから、長期保存が必要なアーカイブ用途やコールドデータ保存に採用されることが期待できます。これまでブルーレイディスク1枚に保存できなかった大容量データなどをホログラムメモリディスクに保存できるので、利便性は広がります。光ディスクの新しい展開を提案する成果です。



ホログラムメモリの記録再生試作機



位相多値・角度多重記録方法の概念図



応用予想例

ナノ光ファイバーと量子ドット技術により 単一光子を発生

ポイント

- ・単一光子発生の要となる光ファイバーを300～600nmの太さのナノ光ファイバーに加工する装置を販売中。
- ・極低温において世界最高水準となる毎秒百万個の単一光子連続発生を実現した。
- ・単一光子発生技術は、量子暗号通信や量子コンピュータの実現への寄与が期待できる。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

白田 耕蔵(電気通信大学)

◆開発リーダー

石原 信之(株式会社石原産業)

課題と目指したこと

量子暗号通信は、盗聴できない通信方法として期待され、世界中でその実用化に向けた研究開発が進められています。量子暗号通信には単一の光子を連続的に発生させる装置が必要不可欠です。また、実用上は光ファイバーネットワークに単一光子を配信することが必要です。しかし、実用的な単一光子発生装置はありません。そこで、光ファイバーの一部をナノメートルサイズ(ナノサイズ)の直径に加工した「ナノ光ファイバー」上にナノサイズの粒子の量子ドットを単一光子源として担持する方法を採用し、光ファイバー単一光子発生装置の実現に挑みました。ナノ光ファイバーの直径や構造を最適化し、単一光子を量子ドットから高効率に光ファイバーに放出させることが要点技術です。

種々の要素技術を開発

量子ドットを単一光子源として用いる研究は様々行われていますが、その材料の選択と量子ドットの構造を最適化することが課題でした。プロジェクトでは、NSマテリアルズ(株)が精密に化学反応を制御して、直径約10nmで発光量子効率が高まる100%の量子ドットを作製する技術を開発しました。光ファイバーの一部をナノサイズの直径に加工する技術開発はプロジェクト開始当初からの主要課題であり、(株)石原産業が取り組みました。プロジェクトの中盤では、光透過損失なしにファイバー直径を300～600ナノメートルの任意のサイズに加工する技術が完成しました。この技術は商品化されています。ナノ光ファイバーは単一光子発生以外の応用(例えば、バイオセンサなど)も研究されています。

単一光子発生には量子ドット1個をナノ光ファイバー上に担持することも必須な課題です。量子ドットを含むピコリットルの液滴をナノ光ファイバーに接触させ量子ドット1個を高精度に担持する技術を開発しました。

光ファイバーへの高効率単一光子発生にはナノ光ファイバーに光共振器を組み込むことが必須です。プロジェクトでは、ナノ光ファイバーと光共振器を一体化するコンパクトな構造を目指しました。ナノ光ファイバーに等間隔に規則配列した数千個のナノサイズの穴(ナノクレータ)を加工することで光共振器が実現できます。数千個の規則配列ナノクレータの加工法を種々検討し、最終的にはフェムト秒パルスレーザーの単一パルス光をナノ光ファイバーに干渉照射する方法を開発しました。この方法はナノクレータ列の加工を100フェムト秒という超短時間でできます。当初は加工しやすいポリマーナノ光ファイバーでの加工を検討しましたが、フェムト秒パルスレーザーによる加工法の確立後は、シリカガラスナノ光ファイバーで研究を推進しました。プロジェクトでは代表機関の電気通信大学を中心に種々の要素技術を開発しました。プロジェクトの終盤では、極低温において世界最高水準を持つ毎秒百万個の単一光子連続発生を実現しました。

今後も研究を継続

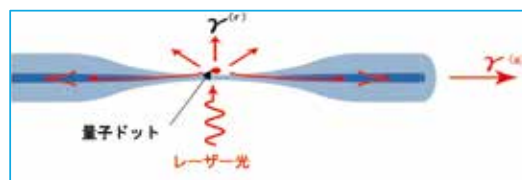
S-イノベによるプロジェクトは終了しましたが、研究チームは今後も研究開発を継続し、ユーザー評価も行いながら、単一光子発生装置を完成させる予定です。完成する装置は量子暗号通信の実現に大きく寄与することが期待されます。また、光を操作して飛躍的な高い演算性能の実現が期待できる量子コンピュータへの応用にも貢献できる技術です。装置の完成が待たれます。



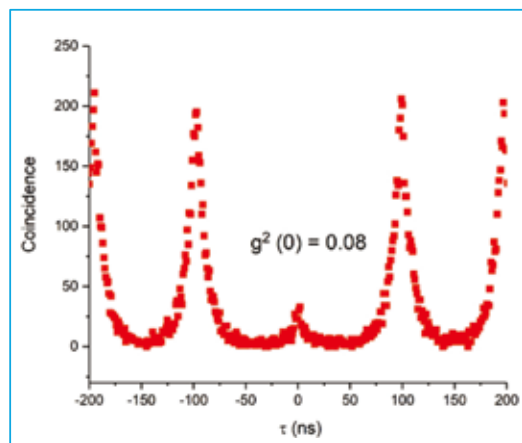
高精度ナノサイズ光ファイバー作製装置(販売中)



フェムト秒パルスレーザーにより直径600nmのシリカナノファイバー上に穴を作成した例



光ファイバーに担持させた量子ドットから単一光子を発生させる原理図



$g^2(0)=0$ ならば、2以上の光子が発生する確率がゼロ
単一光子源の波長は630-640nm、温度は4 K

高感度 SQUID センサを開発、 迅速な免疫検査システムを実証

ポイント

- ・従来の低温超伝導を用いた SQUID センサを高温超伝導化して応用分野拡大の検証を行った。
- ・高温超伝導による SQUID センサを用いた、バイオセンシング技術の分析・評価技術を確立し実用に近づけた。
- ・将来的に、現在の光学的免疫検査に対して、検査の簡便化などの臨床有効性を示すことを目指していく。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

圓福 敬二(九州大学)

◆開発リーダー

神鳥 明彦(株式会社日立製作所)

課題と目指したこと

超伝導量子干渉素子(SQUID)センサは、微弱な磁気を検出できるため、心臓や脳から発せられる磁気を捉える非侵襲的な医療検査、建造物内部の欠陥や食料品内の磁気不純物の検査を行う非破壊検査、地下資源の探査などに応用されています。このような微弱な磁気は、極低温で超伝導状態となる材料で作製された素子で検出することができます。しかし、極低温での超伝導状態を維持するためには、資源の枯渇が心配される液体ヘリウムを使用する必要があります。そこで、安価で入手し易い液体窒素による冷却で超伝導状態を維持できる高温超伝導材料を使用した SQUID センサとそのアプリケーションの開発、実証試験を行いました。

アプリケーションの1つとして免疫検査システムを開発

液体ヘリウムを要する低温 SQUID センサの感度に匹敵する高温 SQUID センサを目標に研究を進めました。高温超伝導材料の薄膜を積層して SQUID センサを作製するプロセスを改良することでセンサの高感度化を図り、プロジェクトの序盤で目標の感度を達成しました。現在、銅酸化物の高温超伝導材料を用いた SQUID センサは研究用に販売されています。

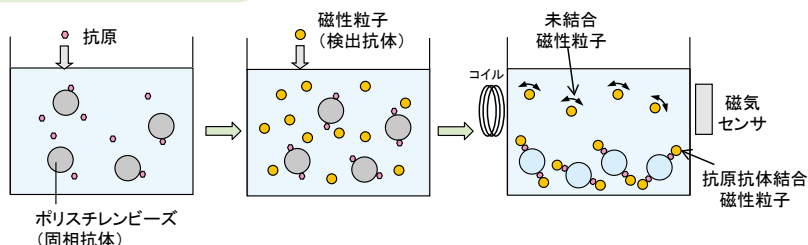
プロジェクト前半では、開発した高温 SQUID センサのアプリケーションとして、微小な金属片を検出する非破壊検査、磁気粒子を用いた免疫検査、再生医療のためのセンシング技術として培養心筋細胞の検出などを検討しました。プロジェクト後半からは磁気粒子を用いた免疫検査システムの開発を中心に、高温 SQUID センサの応用を検討しました。免疫検査システムの試作機を開発し、タンパク質の検出性能を評価した結果、現在主流の光学的な免疫検査法(サンドイッチ ELISA 法)で必要とされている洗浄工程を省いた方法により、迅速に検査できることを実証しました。サンドイッチ ELISA 法では全反応時間は2時間程度を要しますが、開発した免疫検査システムでは30分程度です。更に磁気粒子による検査手法は、従来の検査法と比較して、廃液が少ない(環境にやさしい)、血液や糞便などの光を透過しにくい試料でも検査が可能というメリットもあります。

高温 SQUID センサの応用展開

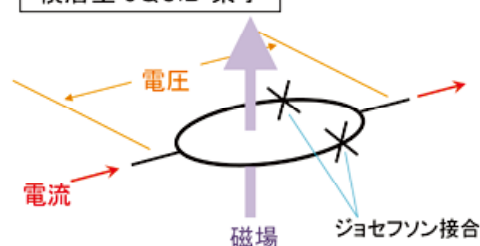
本プロジェクトで開発した免疫検査システムは、ユーザー評価を行い、磁気粒子や検査手法などの改良を加えながら、研究用途としての実用化、普及を目指し、将来的に医療機器としての応用を検討する計画です。開発した高感度 SQUID センサについては、非破壊検査や地下資源探査の研究者と共同研究を進め、用途拡大の可能性がります。高温 SQUID センサの応用展開に向けて継続した研究が行われています。

メリット (サンドイッチ ELISA 法との比較)

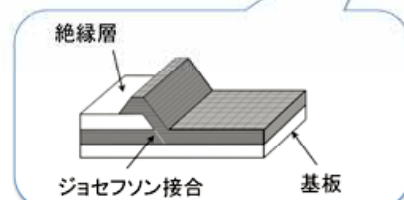
- ・洗浄工程が不要で、迅速・高感度
- ・廃液が少ない(環境にやさしい)
- ・光を透過しにくい試料も検査可



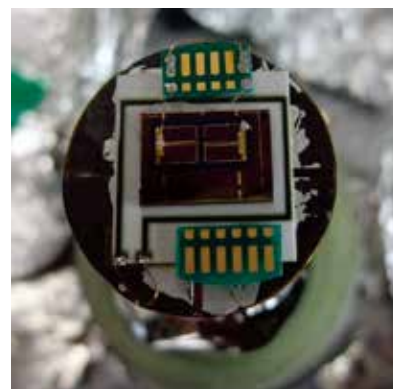
積層型 SQUID 素子



※ランペッジ型と呼ばれる接合構造で、作製には薄膜積層技術が必要である。



開発した SQUID 素子の概略図



開発した検出コイル一体型 SQUID センサ
(研究用に販売中)

開発した磁気免疫技術による検査工程

結合・未結合マーカーを磁気的に識別できるので、
試薬を混ぜるだけで洗浄工程が不要

↓
簡便・迅速化を実現
全反応時間は、30分程度

加速器応用に向けた高温超伝導電磁石の基盤技術を確立

ポイント

- ・医療用・産業用粒子加速器の電磁石に高温超伝導を用いて、小型化・省電力化・高性能化の可能性を確認した。
- ・高温超伝導電磁石を医療用加速器のビームラインに設置して、ビーム偏向機能を実証し安定運転を確認した。
- ・早期に応用が期待される小型回転ガントリーにより、重粒子線がん治療の普及が期待される。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

雨宮 尚之(京都大学)

◆開発リーダー

来栖 努 (東芝エネルギーシステムズ株式会社)

課題と目指したこと

円形加速器は、電子やイオンといった小さな粒子の運動の向きを電磁石で発生させた磁界で曲げ円軌道を周回させながら、粒子にエネルギーを与えて、これを加速していく装置です。近年では、高いエネルギーを与えた陽子や重粒子を治療用ビームとして飛ばしてがん腫瘍にぶつけて治療する装置に応用されています。電気抵抗がない超伝導状態を発生できる材料で作製された電磁石(超伝導電磁石)を使うと、銅で作製された電磁石より大きな磁界を発生することができ、治療装置のコンパクト化、高性能化が可能となります。しかし、超伝導材料を電気抵抗がない状態にするためには、多くの場合、資源の枯渇が心配される液体ヘリウムで低温にする必要があります。そこで、加速器応用に向けた、液体ヘリウム不要な高温超伝導電磁石を開発するプロジェクトを立ち上げて、その基盤技術を確立しました。

ビーム誘導を実証

超伝導材料の電線でコイルを作製する方法やコイルを含む超伝導電磁石の設計などの要素技術の開発、超伝導電磁石の試作、超伝導電磁石の機能実証試験と計画を進めていきました。高温超伝導材料はセラミックスであるため、コイルを作るために高度な技術を開発する必要があります。高温超伝導材料は希土類元素の銅酸化物を用いました。

プロジェクトの終盤では、液体ヘリウム不要の超伝導電磁石を開発し銅電磁石では発生できない大きさの2.4テスラの磁界を発生させ、重粒子線がん治療装置にて機能実証実験を実施し、がん治療装置から発生する治療用ビームの進行方向を誘導できることを実証しました。

また、同ビームを意図的に超伝導コイルに当て、これに伴う発熱による温度上昇があっても超伝導状態を維持し安定して動作し続けることを実証しました。加速器においては、ビームがコイルに当たってしまう事象が起こります。今回の実験結果は安定した運転が強く要求される医療用加速器などにおける高温超伝導電磁石のメリットを示すものです。

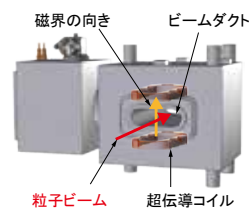
保険適用拡大で需要は増える見込み

重粒子線がん治療装置用回転ガントリーで使用されている低温超伝導マグネットに比べ、より安価に超伝導を実現できるだけでなく、ガントリー装置の小型・軽量化によるコスト削減が期待できます。放射線医学総合研究所(*)では、年間800名を超える患者さんを同治療装置により治療しています。今後、保険適用疾患の更なる拡大に伴い、装置の需要が増える見込みです。S-イノベの研究期間は終了しましたが、大学や企業などの共同研究体制は維持し今後も研究開発を進めます。同治療装置及び設備の小型化・低コスト化などの更なる研究成果が期待できます。S-イノベで開発した技術の実用化を目指します。

※放射線医学総合研究所：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構の一部門



高温超伝導電磁石の外観

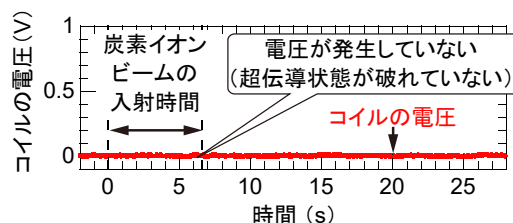


高温超伝導電磁石内のコイル配置



超小型重粒子線がん治療装置(回転ガントリー)のイメージ図 # 1

#1 量子科学技術研究開発機構 関西光科学研究所提供



炭素イオンビームを入射したときのコイルの電圧：電圧、すなわち電気抵抗が発生しておらず、超伝導状態が安定に保たれています。

関連情報の一例

プレスリリース (2018年12月13日発表) 京都大学、他

http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2018/181213_1.html

「高温超伝導を用いた粒子加速器用電磁石の機能実証に成功 - 粒子線がん治療の普及拡大へ道筋 -」



NMR装置の高性能化に向けた小型高磁力の超伝導磁石と高感度プローブを開発

ポイント

- ・ NMR装置へ高温超伝導材料を用い、高感度化と超伝導磁石の小型化によりNMRの普及拡大の可能性を検証した。
- ・ 高温超伝導材料を用いた磁石とプローブの要素技術開発を行い、800MHz級の小型高磁場NMRシステムを実証した。
- ・ 小型・高性能NMRの普及により物質・生命科学、材料評価、創薬などの分野への応用の波及が期待できる。

◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー
末松 浩人(株式会社 JEOL RESONANCE)

◆研究リーダー
松本 真治(物質・材料研究機構)

課題と目指したこと

核磁気共鳴(NMR)装置は、分子構造の解析に使用される装置で、創薬、バイオ、食品、石油化学、電子材料、電池などの広範囲にわたる分野の研究開発に欠かせない分析装置です。強い磁力ほど詳細な解析が可能ですが、装置の高磁力化に伴い、装置が大型化するため、設置費用が大きくなってしまい、装置普及の足かせとなっています。その解決の鍵となり得るのが超伝導材料です。超伝導材料は、低温で、電気抵抗がゼロである超伝導状態を発生できる材料で、超伝導状態では大電流を流せるため、小型の電磁石でも高磁力を発生できる可能性があります。超伝導材料の中でも高温超伝導材料は、超伝導状態の発生のために液体ヘリウムを必須としないメリットがありますが、セラミックスであるためおろく、またテープ形状をしており、金属系超伝導材料と違い、電磁石を作るのも困難な課題です。そこで、高温超伝導材料を利用した小型で高磁力のNMR装置の開発に取り組みました。

次世代NMR装置

小型高磁力の超伝導電磁石と高感度プローブ(検出器)を主な目標に掲げて開発を進めました。NMR装置は、電磁石が作る磁場中で、解析対象の試料中の核磁気共鳴して発生された微弱な高周波信号をプローブで検出し、核磁気の周りの微小な磁場環境の違いを読み取ることで分子構造を解析します。プローブの感度はNMR装置の性能を大きく左右します。プロジェクト中盤では、金属製NMR検出コイルを用いたプローブを極低温で使用すると高感度(開発当時の従来比5倍)で検出できることを実証し、製品として(株)JEOL RESONANCEから販売を開始しました。更なる感度向上を目指し、高温超伝導材料を検出コイルに用いたプローブを開発しました。良好なNMR検出が確認されており、製品化に向けて継続して開発を進めています。

また、電磁石に使う超伝導材料は、種々検討した結果、装置の取り扱いやすさとコストの観点から、高温超伝導材料と液体ヘリウムを要する低温超伝導材料の両方の材料を組み合わせることにしました。超伝導状態の発生と維持のために液体ヘリウムを使いますが、冷凍機を併用し液体ヘリウムの蒸発をゼロとしました。800MHz級(磁力は18.8テスラ)の強力な電磁石を搭載したNMR装置を試作し、その性能の実証を目標にしました。開発したNMR装置の重量は1.6トンであり、従来の800MHz級と比較すると、圧倒的な小型化が実現できました。また、設置スペースは通常の実験室にすることが可能です。軽量化により設置室整備コストを大幅に削減できるため、NMRシステム全体でも大幅なコスト削減が可能と試算されています。

JSTは別事業で継続支援

NMR装置は、国際的にも熾烈な開発競争が行われています。S-イノベによる支援は終了しましたが、S-イノベに参加した産学連携チームも参画するJST未来社会創造事業の“超伝導接合技術”プロジェクトとして、JSTはNMR装置の更なる高性能化の研究開発を支援しています。

関連情報の一例

プレスリリース(2012年11月19日発表) JEOL RESONANCE
http://www.j-resonance.com/corporate/wp-content/uploads/2013/04/pressrelease_121119.pdf
 「炭素原子核を高感度で観測可能なNMRプローブを開発」



S-イノベ成果によるプローブ(販売中)
(製品名: UltraCOOL プローブ / (株) JEOL RESONANCE)

<https://www.jeol.co.jp/applications/detail/1059.html>



従来技術

JEOL RESONANCE
800MHz
(シールド型)



S-イノベ



>3.5ton

~1.6ton

試作した
800MHz級
(18.8T)
NMR装置

コンパクト化により
省スペースでも設置可能に

鉄道用超伝導ケーブルシステムを実路線にて 実証試験実施

ポイント

- ・鉄道路線に高温超伝導材料を活用した、次世代鉄道システムの基盤技術開発とその実証を行った。
- ・鉄道営業線を使った実証実験を行い、保護回路の動作、超伝導き電システムの機能が健全であることを示した。
- ・都市路線の電車運行の過密な路線に対して、変電所負荷平準化、変電所数の削減、電力回生が期待される。

- ◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー
富田 優(公益財団法人鉄道総合技術研究所)
- ◆研究リーダー
大崎 博之(東京大学)

課題と目指したこと

通常の電線には電気抵抗があるため、長い距離を送電しようとする
と電圧が下がってしましますが、超伝導材料を用いると極低温にした
とき電気抵抗がほぼゼロになります。極低温を保持するためには、資
源枯渇の懸念のある液体ヘリウムが必要でした。そこで、液体ヘリウ
ムに比べ、温度が高く入手が容易な液体窒素で超伝導現象が得られる
高温超伝導ケーブルを使った送電システムの実用化研究を推進してき
ました。

都市圏のJR路線や私鉄各線の多くは、直流で電車を動かしていま
す。この場合、発電所から送られてくる交流の電気を直流に変える変
電所を数キロメートルおきに設置する必要があります。変電所間が長
距離になると電線の電気抵抗による電圧降下が大きくなるためです。

電車の走行状況などによって変電所の負担は異なりますが、超伝導
ケーブル導入により長距離の変電所区間へも電気を安定して送ること
ができるようになります。変電所そのものの数を減らすことも可能で
す。また、走行する列車を増便でき、より柔軟なダイヤ編成もでき
るようになるなど、利用客の利便性向上にもつながります。

世界初の走行試験に成功

これまで、試験路線や実路線で種々の走行試験を実施しました。プ
ロジェクトの終盤では、JR東日本の協力のもと、変電所から中央本
線の電車への送電ケーブルの一部(き電線)に開発した408mの超伝
導き電ケーブルとその冷却システムを用い、電車へ送電した際の電圧
降下の抑制を実路線で実証する試験を世界で初めて実施しました
(※)。電気抵抗がほぼ無い、こうした超伝導ケーブルによるシステム
を鉄道路線に使用することにより、既設ケーブルに通電した時に測定
された電圧降下が大幅に抑制されることが実証でき、大幅な省エネ効
果が期待されます。

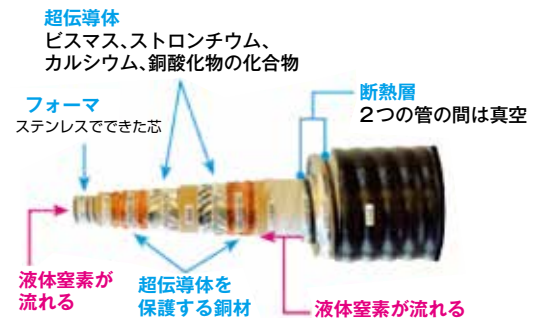
実用化のポイントは既存鉄道システムとの融合

鉄道路線へ実用化していくためには、超伝導送電ケーブルのみなら
ず、冷却システムや鉄道という社会インフラに対しての信頼性の実証
を進めて、既存の鉄道システムとの融合を実現していくことが大切で
す。その中で高温超伝導ケーブルの実用化に向けた、高温超伝導線材
の接合技術を基礎から実用化の技術確立まで進めることも一つの柱に
なってきます。この接合技術の鉄道路線への実用化に向けては、鉄道
総合技術研究所も参画するJST未来社会創造事業のプロジェクトに
て推進しています。

※本研究成果は、S-イノベとJST未来社会創造事業(JPMJMI17A2)
の支援および国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施した
ものです。

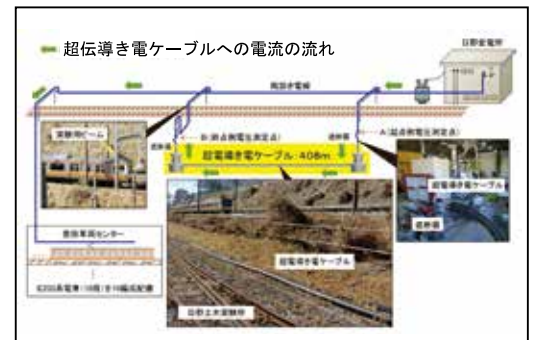
関連情報の一例

プレスリリース(2018年8月2日発表) 鉄道総合技術研究所
https://www.rtri.or.jp/press/2018/is5f1i0000007d1r-att/20180802_001.pdf
 「き電線の電気抵抗ゼロを目指し超伝導 -き電システムの送電試験を実施-

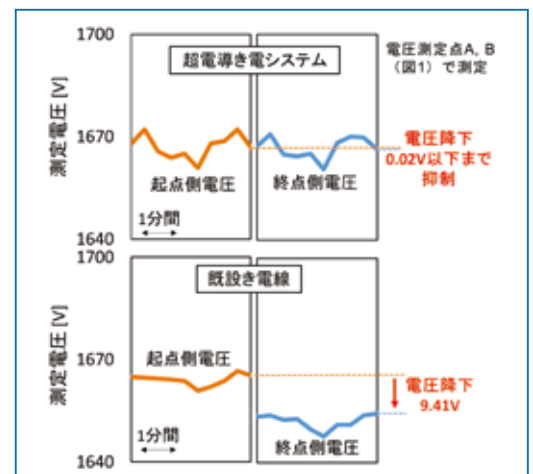


超伝導ケーブルの構造

プロジェクトにて開発した超伝導ケーブルは、
フォーマと呼ばれる芯にテープ状の超伝導線材を
巻きつけ、保護材と断熱材を設けた構造です。超
伝導体はビスマスなどを含む銅酸化物の化合物で
す。液体窒素は、冷却器から超伝導ケーブル末端
のフォーマ内部に送られ、反対側のケーブル末端
で断熱層の内側を通して冷却器に戻ります。この
ような「対向流循環方式」により冷却システムの
一体化が可能となり、コンパクトなシステムが実
現しました。



試験時の送電設備と超伝導き電ケーブルへの電流の流れ



超伝導き電による電圧降下の比較

高齢者の生活を支援する“声がけロボットシステム”のフィールド・ベースでの開発

ポイント

- ・高齢者の生活支援に必要なロボットの機能の明確化を行い、適切な要素技術を統合した。
- ・生活フィールドに適合するロボットシステムの構築により、その有用性の検証を行った。
- ・事業化および社会実験を行うことで、そのサービスの有用性・社会受容性を検証した。

- ◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー
井上 剛伸(国立障害者リハビリテーションセンター研究所)
- ◆開発リーダー
大中 慎一(日本電気株式会社)

課題と目指したこと

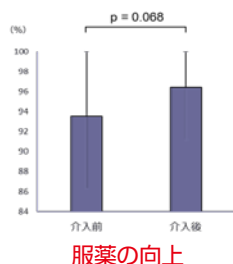
認知機能の低下により、日付やスケジュールが把握できなくなることで、生活が成り立たなくなる高齢者が多い。このプロジェクトでは、生活の現場に密着した技術開発(フィールド・ベースド・イノベーション)に基づき、高齢者の自立(自律)した生活をより長く実現するために、生活に必要な情報を確実に伝えるロボットシステムに必要な機能の明確化と要素技術の統合、および構築した実用的なシステムを使い、その有効性を社会実験フィールドにより検証をおこなった。さらに、利用者個々に対応する導入サービスや供給体制を含めた、地方自治体と連携した高齢者支援の事業化を試みた。

開発した声かけロボットシステムとその有用性の検証

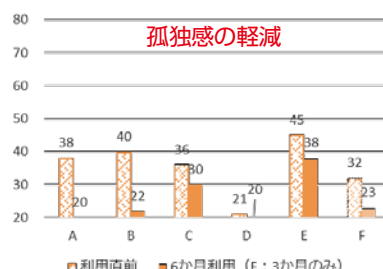
音声認識技術、音声合成技術、顔などの動きやLEDの点滅等による視覚を通じた表現技術を搭載し、人と会話できるコミュニケーションロボットPaPeRo iを核として、声がけシステムを構築した。声がけには、人の会話の構造をもとに、注意喚起、先行連鎖、情報伝達の3段階からなる対話型情報提供アルゴリズムを採用した。地方自治体の協力を得て、開発した声がけロボットシステムを必要とする在宅高齢者を発掘し、約30名に対して約6ヶ月間の利用により、その有用性の検証を行った。評価内容は高齢者のQOLを多面的にとらえ、身体面、心理面、社会面、役割・機能面、社会的ネットワークについて、量的、質的な指標を用いて実施した。その結果から、QOL(SF12)、抑うつ度、孤独感、服薬達成率、発話量の向上傾向が確かめられた。

高齢者の支援の観点からの事業化モデルの検討

この10年の間に、コミュニケーションロボットの技術的な環境と、スマートスピーカをはじめとするアプリケーションの開発が急速に高まった。GAFAをはじめインターネット技術を応用した、様々の試みが為されているのは好ましいことだが、かならずしも高齢者をターゲットとしたサービスではなく、高齢者の支援に対して受け入れることは敷居が高いと思われる。これに対して、本研究では、メーカー、流通事業者、自治体、有料老人ホーム運営事業者、大学、研究機関が連携して、実用化・事業化のポイントとして、「聞き取りやすい音声合成」、「介護エキスパートの声がけを参考にした声がけ」、「提供導入手法」、社会実験で得られた「地域モデル」により、地域で暮らす高齢者を支える団体に活用される事業化モデルを継続して構築していく。なお、「聞き取りやすい音声合成と声掛け」の研究成果は、株式会社コンロッドの「あんしんクラウド®for PaPeRo i」で製品化された。



服薬の向上



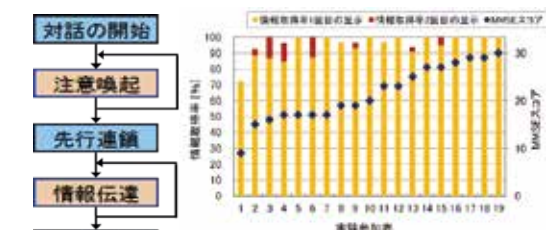
孤独感の軽減

システムの特徴

- ・自立生活のための情報支援 (声かけ)
- ・高齢者に伝わりやすい音声提示方式
 - (A) 聞き取りやすい合成音声
 - (B) 伝わりやすい声かけプロトコル
 - (C) 認知機能に応じた適切な情報提供

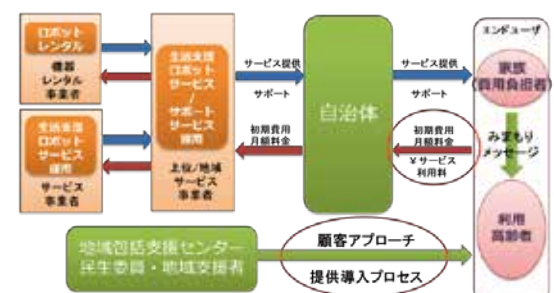


自立生活支援のための声がけロボットシステム



情報提示アルゴリズム
MMSE15 点以上を対照
2 回呈示で情報が伝わる

声がけに対する返事を正確に捉える技術



事業化のモデル検討

認知・判断・操作遅れをバックアップし事故を回避する「運転知能システム」の開発

ポイント

- ・高齢者の運転能力の低下をサポートするセンサ技術、危険予知判断技術、危険回避技術の研究開発と実証実験を行った。
- ・事故を未然に防ぐ自律運転知能を持った安全運転支援システムを確立した。
- ・開発したシステムの市販化につなげることを目標に、公道での実証実験を実施した。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

井上 秀雄(神奈川工科大学)

◆開発リーダー

遠藤 照昌(トヨタ自動車株式会社)

課題と目指したこと

高齢者が自立して元気に生活していくためには安心安全な移動手段が欠かせず、中でも自動車は日常の足として大変重要である。そこで本研究は高齢者の運転能力の低下をバックアップし、事故を回避する自動運転知能を持つ自動車の研究開発とその市販化を目的とした。そのため産学連携の研究体制により、センサ技術、危険予知判断技術、危険回避技術などの研究開発とともに、このシステムの実証実験により効果評価や社会的受容性の検証を行った。

運転する楽しさがあり、安全安心で頭の良い車！

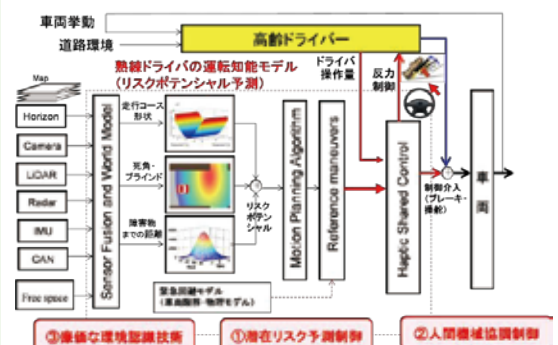
現在の高速道路向けの自動運転技術発展の話は多いが、特に地方の道路など、見えない陰からの歩行者の飛び出しや、前方の自動車の行動予測など、リスクを予測しての対応「かもしれない運転」技術が必要となる。そのための10万件を超える運転時のヒヤリハットデータ(東京農工大学)を用いた物理モデルから運転におけるリスクを予測している。また、熟練ドライバ並みの運転能力を持つシステムが、高齢ドライバの運転能力低下を見て、人間・機械協調運転技術(Shared Control)により支援量を決定している。一方、自動運転では3Dの高精細地図が必要だが、その整備に膨大な費用がかかり、高齢者が困っている地方の生活道路までの高精細地図作成は困難である。本開発ではカーナビなどの地図情報とカメラ等を利用した廉価な環境認識技術に注力し、交差点等の停止位置までの自己位置推定の精度向上では良好な結果を得た。これらの技術は将来、運転支援、自動運転に必要な技術になると予測される。本課題では、車がカメラ等で走行環境を見てリスクを予測し、安全でスムーズな「運転知能」を開発した。これにより『運転する楽しさがあり、安全安心で頭の良い車！』の実現を目標としている。

実用化・事業化に向けた準備

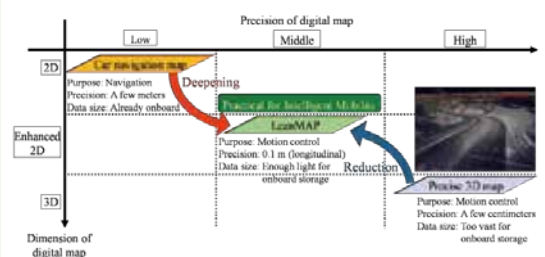
ステージⅢの実証実験(FOT: Field Operation Test)で本課題に参画した3大学周辺の公道コースで140名以上の65歳以上の高齢ドライバによりFOTを実施し、一般的な生活道路でも高齢ドライバがシステムの支援・介入により熟練ドライバの先読み運転相当の支援が、システム介入による違和感無く得られる事を実証した。実用化・事業化に向けては、本課題のリスクポテンシャル技術・潜在リスク予測技術により、人間のドライバが常に車をコントロールする前提で、自立運転知能システムにより高齢ドライバが安全に運転出来るシステムの開発を進めていく。



通常時と緊急時の隙間を埋める
「かもしれない運転」の実現



「自立運転システム」開発領域の技術全体像



知能化自動車のためのリーンな地図情報



「自立運転」による人間主体系での安全性の向上を狙う



総合 FOT の実施 (参画3大学周辺コースで実施)

高齢者のスキルを最大限に活用し、時間・場所の制約にも対応した就労環境を実現するための研究開発

ポイント

- ・日本では2050年頃に労働力人口が5割を切ると言われていた一方で、元気高齢者の割合や総数が増大の一途を辿っている。
- ・元気労働者は、多様な就労機会が提供されれば経験・スキルを組み合わせた短時間労働により社会貢献が出来る。
- ・高齢者スキルの活用および時間や場所の制約を超えた、就労環境に焦点を当てた情報通信技術(ITC)に関する研究活動を行った。

◆プロジェクトマネージャー／開発リーダー

廣瀬 通孝(東京大学)

◆研究リーダー

小林 正朋(日本アイ・ビー・エム株式会社)

課題と目指したこと

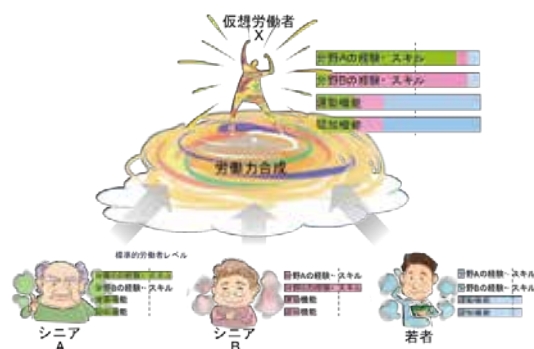
超高齢社会において、シニア層の経験・知識・技能を活かすシステムは社会の新たな推進力となる。人々の情報発信を加速するインタラクション、インタフェース技術と、社会活動を分析するソーシャルコンピューティング、スキルディスカバリー技術との連携により、元気シニア層の社会参加を活性化するとともに、多様な個性と就労条件に応じて能力を組み合わせ仮想的な労働力を合成する「モザイク型就労」の実現を提案し実証した。

ITC技術を活用した新しい働き方をシニア層へ提案と実験実証

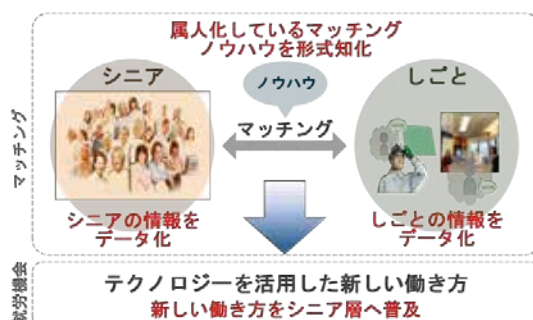
「モザイク型就労」モデルを実現するためには、①人材の所有する経験・スキルと仕事の要求する経験・スキルとの間の詳細なマッチング、②ITCを活用した新たな就労機会の創出が必要になる。しかしながら日本の労働市場においては、①に必要な仕事の情報が十分にデータ化されているとは言い難く、就労マッチングも暗黙知に頼ることが多い。また、②に必要なITC技術の提案は多いが、高齢者人材活用手段としては普及していない。本課題では、人材および仕事の情報のデータ化およびマッチングノウハウの形式知化による、高齢人材の就労機会創出を促す技術の実現を目標とし、最終ステージでは地域活動マッチングシステム「GBER(Gathering Brisk Elderly in the Region)」と、ハイスکیل人材検索システム「人材スカウター」の実験実証を主にシニア層の就労機会の創出を目指した。「GBER」は、一例として一般社団法人セカンドファクトリー(SLF)との連携により2016年4月より実証運用を開始し、2019年10月までに3,441件の就労マッチングを実現した。また、オープンソース・ソフトウェアとしてGitHub上に公開し新たな活用展開が進行中である。また、ハイスکیل人材検索システム「人材スカウター」は株式会社サーキュレーションとの1年半にわたる実証運用を行い、マッチングの暗黙知の機械学習により活用人材の裾野が拡大される効果が得られた。

今後の実用化・事業化に向けて

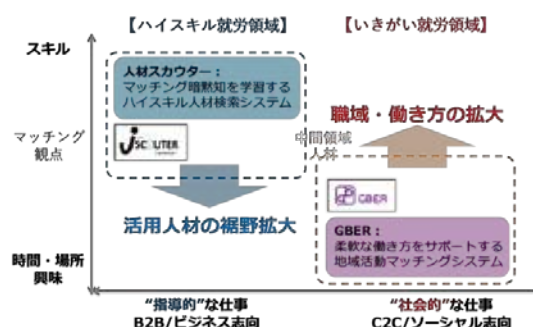
「GBER」はオープンソース化により、各事業者や自治体によるソフトウェアやアルゴリズムの利用が開始されつつある。また、日本アイ・ビー・エム株式会社でも「高齢者クラウド」の知見に基づきIBM Watsonを使用した新たな事業展開が計画されつつある。これらの活動を通して、シニア層の就労機会創出の活動と事業展開を継続して推進している。



高齢者の経験・スキルを組合せたモザイク型就労



ITCによるシニア層の新たな就労機会創出



社会実装・実証実験の目指すポイント



柔軟な働き方をサポートする地域活動マッチングシステム
 (一般社団法人セカンドファクトリー)



マッチング暗黙知をするハイスکیل人材学習検索システム
 (株式会社サーキュレーション)

いつでも どこでも、脳や心臓などの微弱な生体信号を、簡便かつ高感度に測定可能なTMR磁気センサユニットを開発

ポイント

- ・トンネル磁気抵抗型磁気センサ(TMRセンサ)を開発し、0.1ピコテスラ以下の極微弱な生体磁場の計測に成功した。
- ・日常的な生活環境下においても、脳や心臓からの微弱磁場を、大きなノイズの中から抽出して計測できることを実証した。
- ・時間や環境によらず、簡便に利用可能な脳磁計・心磁計が実現され、広範に普及することで医療分野への大きな貢献が期待できる。

◆プロジェクトマネージャー／研究リーダー

安藤 康夫(東北大学)

◆開発リーダー

有本 直(コニカミノルタ株式会社)

課題と目指したこと

超高齢化が進む中、心臓や脳疾患の早期発見・治療が大きな社会的課題の一つとなっています。しかし、現状では心臓、脳の精密検査が可能な施設は大病院に限られており、診察料も高額です。本研究は、日常環境下において、誰もが心臓や脳のチェックを簡便に行うことができる、非侵襲で高感度な生体計測装置の実現を目指すものです。

従来の超伝導量子干渉素子(SQUID)センサによる生体磁場計測は、その有用性は明らかにしていたものの、大掛かりな装置と莫大なランニングコストが普及の妨げとなっていました。また、液体ヘリウム容器が障害となり、センサ部を生体に密着できず、空間分解能を高くできない問題もありました。そこで、室温で動作する多数のトンネル磁気抵抗素子を鍍金状に配置し、胸・頭部の皮膚に密着させて心磁場・脳磁場を測定することができる装置を提案しました。この装置の実現により、空間分解能が格段に向上するとともに、安価で実用的な医療機器として飛躍的な普及が期待できます。

高感度と広い動作磁場範囲を両立したTMRセンサの実現が成功の鍵

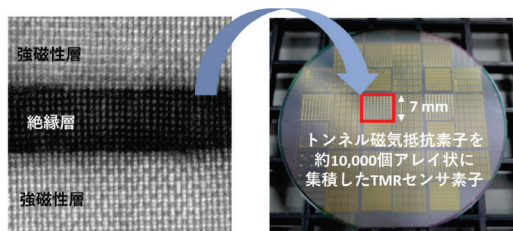
トンネル磁気抵抗素子を利用したセンサ(TMRセンサ)は、高感度であることに加えて、動作可能磁場範囲(ダイナミックレンジ)が広いことから、地磁気レベルの環境磁場ノイズが存在する状況であっても使用することができます。本プロジェクトによって、地磁気以上のダイナミックレンジを維持しつつ、0.1ピコテスラ以下の極めて微弱な磁場を検出することに成功しました。研究開始当初に比べて、約4桁もセンサ性能を改善したことになります。

開発したTMRセンサを用いて、環境磁場が遮蔽された磁気シールドルームと呼ばれる室内で、室温下で心臓磁場を瞬時に計測できること、さらには、アルファ波由来の脳磁場も検出することに成功しました[1]。さらに、本プロジェクトでは、広ダイナミックレンジを活かした環境ノイズキャンセリング技術も開発し、磁気シールドルームを用いることなく、一般的な会議室内においても、環境に溢れるノイズからヒトの心臓磁場信号を抽出して計測することに成功しました。[1] K. Fujiwara and Y. Ando et al., APEX (2018)

画期的な脳磁計・心磁計の実現と広がる応用の可能性

本プロジェクトの研究成果により、磁気シールドルームの無い、一般的な日常生活環境下においても、微弱な生体磁場の計測ができるようになりました。また、心電図のように電極をとりつける手間も必要ないことから、非常に簡便に測定することが可能です。将来的には、職場や一般家庭であっても心臓や脳の状態を日常的にチェックすることができるようになり、心臓や脳疾患の早期発見、治療につながります。また、脳磁測定用センサと同一の素子を用いて、超低磁場下で核磁気共鳴(NMR)信号の観測にも成功しており、将来的に極めてコンパクトな磁気共鳴画像診断法(MRI)の実現が期待されます。

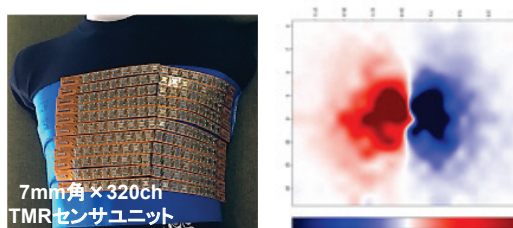
開発した小型・低消費電力・高感度・広ダイナミックレンジの特徴を有するTMRセンサの応用範囲は、生体磁場計測装置にとどまりません。インフラ構造物中の劣化を非破壊で検査可能な装置、微小電流から大電流までを高精度にモニタリング可能な電流センサデバイスなど、様々な分野での応用展開が期待されています。



開発したトンネル磁気抵抗多層膜の断面電子顕微鏡像(左)と3inchウェハ上に作製した7mm角のTMRアレイセンサ(右)



TMRセンサを用いた画期的な脳磁場・心臓磁場測定装置が実現する将来像



製作した320ch-TMRセンサユニットと心磁マッピング結果(上)
今後開発を計画しているTMR脳磁計のイメージ(下)

関連情報の一例

プレスリリース <https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2020/12/press20201214-01-mtj.html> ↓
「心臓の微弱な生体磁気情報を日常生活環境下において簡便に検出する技術を開発」

JSTnews 2015年11月号

https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2015/201511/pdf/2015_11_p04.pdf

「小型心磁計の発明が心臓病の診断を変える」





問い合わせ先



国立研究開発法人 科学技術振興機構

産学連携展開部 テーマ型研究グループ

(〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's五番町)

TEL 03-3238-7682

E-Mail s-innova@jst.go.jp

URL <https://www.jst.go.jp/s-innova/>