

非侵襲血液検査を実現する 高感度近赤外分光技術

手軽な血液検査でカロリーコントロール

- 生体微弱光を高速・高感度分光
- 非侵襲で血中成分を常時モニタリング
- カイロミクロンで食事のカロリー管理など予防医学へ活用

関連技術分野：分光技術、非侵襲計測、ヘルスケア、医療デバイス
連携先業種：製造業（電気機器）、医療・福祉業

研究のねらい

肥満度の指標とされているBMI（Body Mass Index）が、 $30\text{kg}/\text{m}^2$ を超える人の割合は日本人で5%以下です。しかしながら、35%のアメリカに比べても、循環器・脳血管疾患の割合はむしろ高くなっています。血管・心臓に負担をかける血中脂質は、見た目で判らないために血液計測が重要であり、知ってコントロールしなければなりません。我々は高感度分光分析技術を開発し、血中脂質を手軽に測れる測定器を目指しています。

研究内容

生体の分光分析では体の動きに対応する素早い計測が重要ですが、生体組織の光散乱が強いために検出光は弱く広がってしまいます。そこで我々は大面積で微弱光を捉えられる高感度分光分析装置を開発しました。脈動に伴う血管の拡張収縮が検知されるため、変動のみを抽出することで血中成分をリアルタイム測定することが可能になります。

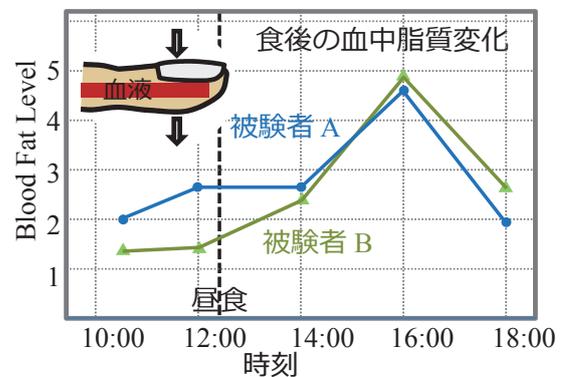
予防医療の観点から、家庭や職場で手軽に利用できるカロリー管理・健康管理技術としての展開が期待されます。



試作した高感度分光分析装置

連携可能な技術・知財

- ・散乱体分光測定法および装置
- ・特許第5311418号（2013.7.12）
- ・特開2014-016230（2014/01/30）
- ・Biomed. Opt. Express, 3（10）, 2587-2599（2012）.
- ・Appl. Spectrosc. 66（8）, 962-969（2012）.



食事による血中脂質の推移

- 研究担当：古川 祐光／藤巻 真
- 所属：電子光技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

アダプティブ生体分光イメージングによる非侵襲血液分析技術の開発

■ 研究担当：有本英伸／古川祐光／桑原正史／栗津浩一／藤巻真
arimoto-h@aist.go.jp

■ 電子光技術研究部門 光センシンググループ

■ 連携担当：森雅彦 esprit-ic-ml@aist.go.jp

研究のポイント・応用先

- 光を利用した非侵襲的な生体計測技術
- イメージング技術、分光技術、波面制御技術などの高度な連携によるセンシング技術
- 医療診断や毎日の健康チェックなどに利用可能

研究のねらい

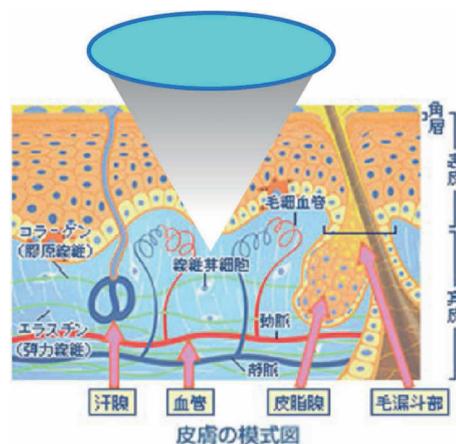
糖尿病や脂質異常症、内臓脂肪型肥満など生活習慣に起因した病気の診断に血液検査は不可欠ですが、治療経過の判断や健常者の体調管理のためにも非侵襲的な血液検査の社会ニーズは極めて高いといえます。光は生体への侵襲性が低く、経皮的な成分計測に適しています。そのため採血の痛みを伴うことがなく、かつ高速な血液検査方法を確立できる可能性があります。非侵襲血液分析技術が確立すると、健康診断等における血液検査をさらに高い頻度で、医療機関以外の場所で行えるようになります。

研究内容

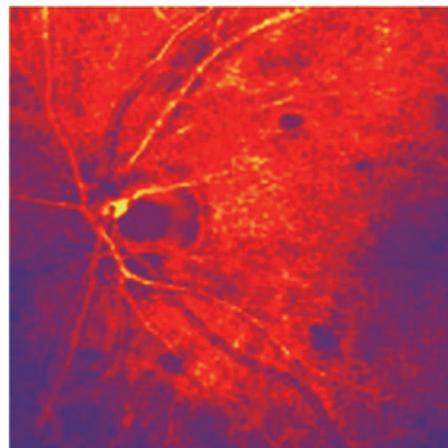
非侵襲的な生体分光イメージング技術のひとつとして、網膜血流の酸素飽和度分析技術をご紹介します。網膜を流れる血液は、瞳を通して外部から直接観察することができるので、その分光情報も正確に測定することが可能です。そして、その分光情報から血液中に含まれる酸素の量（血中酸素飽和度）をマッピングすることが可能です。網膜の血管は体内で唯一直接観察が可能である血管であるため、網膜の血管や血流に異常が見られた場合は、全身にも何らかの異常が存在する可能性があり、生活習慣病の早期発見や予防に役立つことが期待されています。

連携可能な技術・知財

- 生体深部・表層組織のイメージング技術
- 高感度分光分析技術
- 特許出願情報 2010 - 045013 (2010/03/02)
「濃度に依存しない吸光度スペクトル測定法」
- 特許出願情報 2012 - 153454 (2012/07/09)
「生体その場観察における分光分析法」



皮膚の模式図
生体内部の機能情報を計測、イメージング



網膜血流の酸素飽和度分布。赤が高く、青が低い。

カビを水洗できるコーティング技術

カビ汚れを水洗のみで除去できる

- カビが接着しない表面特性を人体に安全な有機分子コーティングで付与
- 防カビコーティングは種々の材料（金属、セラミックス、ガラス）に適応可能
- 耐性菌が出ない

関連技術分野：加工技術、住環境、コーティング

連携先業種：製造業（輸送用機器／電気機器／機械）、農林水産業、医療・福祉業

研究のねらい

カビは住環境の至る所に接着して増殖するため問題になっています。従来の防カビ技術は、菌自体を死滅させることを目的として、塩素系などの強い薬剤を用いた洗浄、撥水コートで接着した菌の乾燥促進、抗菌剤、金属の練り込みやコーティング等が用いられています。しかしながら、強い薬剤等はヒトにも影響を与えるため、ヒトに安全且つ効果的なカビ制御技術は殆どありません。そこで、菌の接着自体を阻害することにより、水洗でカビを除去できる表面が得られれば、人体への影響も殆どない斬新な抗菌技術を実現できます。

研究内容

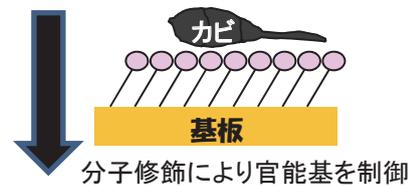
糸状菌の認識できる表面特性を持たない、すなわち菌が接着しない金属及び半導体基板に対し、新たに有機分子をコーティングすることにより、表面機能を精密に制御した表面上での菌の表面認識応答を解析しました。その結果、菌の形態分化を抑制し、水洗、ふき取りにより菌体を簡便に除去できることを確認しました。

さらに、住環境に広く存在する菌類の上記コーティングに対する表面付着性を評価した結果、多くの菌類に対して有効なコーティングであることを確認しました。

連携可能な技術・知財

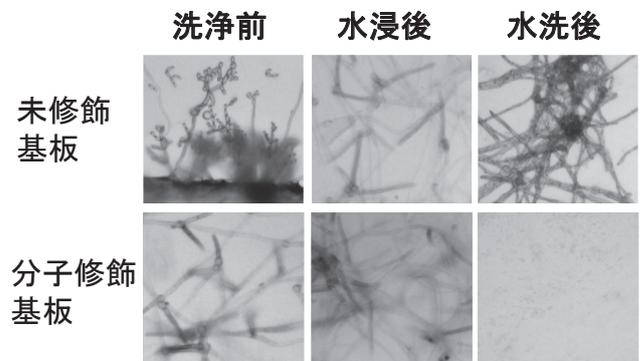
- ・カビを水洗できるコーティング技術
- ・コーティングの評価技術
- ・特開2013-241551（2013/12/05）
- ・本研究の一部は、科研費 挑戦的萌芽研究（22658030: 平成22年度～平成23年度、24658087: 平成24年度～平成25年度）により行われたものです。
- ・本研究は、農業生物資源研究所との共同研究です。

分子修飾による固体表面特性の制御



カビの表面への接着の抑制
カビが生えにくい表面
カビを簡単に洗い流せる表面

抗菌表面のコンセプト



クラドスポリウム属菌の表面付着性評価

- 研究担当：三宅 晃司／中野 美紀
- 所属：製造技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

機能性材料・生体材料への表面化学修飾ナノコーティング技術

化学ナノコーティング技術により材料表面を安全・簡便に改質する

- 各種官能基による安全・簡便な化学修飾ナノコーティング技術
- 特性付与：撥水性・親水性・低摩擦性・生体分子固定・金属固定
- 応用分野：機能性材料・生体医療材料・環境応用・分析応用

関連技術分野：加工技術、化学プロセス、表面処理
連携先業種：製造業（化学／石油・石炭製品／医薬品）

研究のねらい

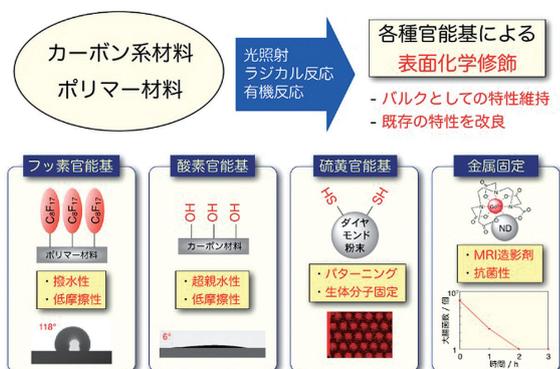
フッ素ガス・オゾン・強酸等の有毒ガスおよび有害試薬を使用せず、温和で簡便な化学修飾反応を利用した化学ナノコーティング技術を提供します。材料表面への各種官能基修飾により、撥水性・親水性・低摩擦性・生体分子固定・金属固定・不斉認識等の特性を付与することが可能です。機能性材料（砥粒・金型離型材・導電性グリース・ナノインプリント）・生体医療材料（生体分子固定・人工関節・MRI造影剤）・環境応用（抗菌剤・環境汚染浄化剤）・分析応用（表面増強ラマン試料）など幅広いアプリケーションへの展開を目指しています。

研究内容

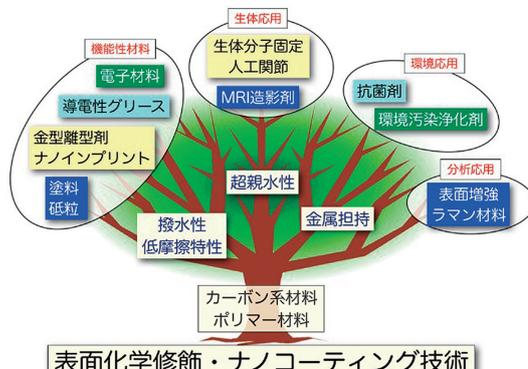
フッ素含有アゾ化合物、単体硫黄、過酸化水素水などの光反応や各種有機化学反応を用い、カーボン系材料(ダイヤモンド、ダイヤモンドライクカーボン[DLC]、カーボンナノチューブ[CNT]など) および各種ポリマー材料表面上に各種官能基を温和で簡便に化学ナノコーティングすることが可能となりました。コーティング手法としてウェットおよびドライ両プロセスを開発しており、薄膜・粉体・ナノ粒子・固形物等の幅広い基材の形状に対応可能です。基材のバルク特性を維持しつつ、表面層のみ異なる機能を付与することに成功しています。

連携可能な技術・知財

- ・カーボン系およびポリマー材料の各種表面官能基化技術
- ・各種表面官能基化材料の特性評価
- ・特開2014-65784 (2014/04/17)
- ・特許第5561729号 (2014/06/20)
- ・Appl. Phys. Express, 6, 015001 (2013) .
- ・本研究の一部は、科研費(20560029, 24560037)の助成を受けたものです。



各種材料への表面化学修飾技術開発



表面改質材料のアプリケーション

- 研究担当：中村 孝子／土屋 哲男
- 所属：先進コーティング技術研究センター
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

鉛フリーで溶液プロセスにも対応できる有機強誘電体

既存の強誘電体 BaTiO₃ に迫る性能を発揮

- 溶液プロセスに適応しかつ軽量 / 柔軟性が期待される有機物質による強誘電体
- 生体物質でも知られる身近な分子で、室温以上で高分極・低電圧動作
- 不揮発性メモリー、センサー、光学素子等など多彩な機能の基盤

関連技術分野： センサ、元素戦略、不揮発メモリー
連携先業種： 製造業（電気機器）、製造業（化学）

研究のねらい

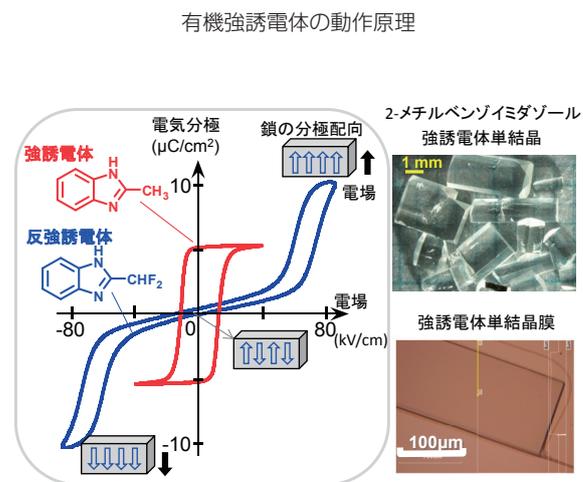
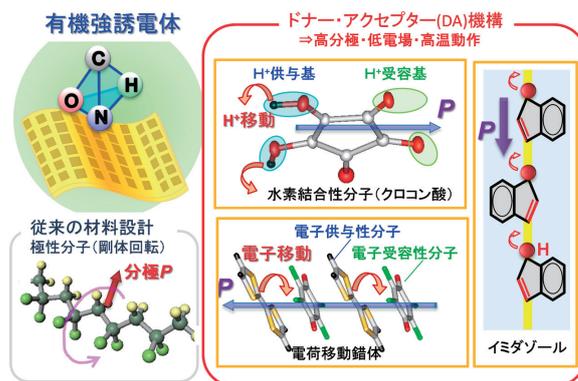
待機電力ゼロの不揮発性メモリー、圧電センサー、熱センサー、キャパシター、光学素子など幅広い用途をもつ強誘電体では、有毒な鉛を含む Pb(Zr,Ti)O₃ (PZT) 系高性能材料の代替が急務となっています。有機化合物は、有毒な鉛や希少金属を一切排しつつ、溶液プロセスにも対応できることで、印刷法による大面積化や形状自由の機能も合わせ、強誘電体の用途が広がることも期待されています。高い性能だけではなく、実用化に不可欠なプロセス適合性、動作耐久性・信頼性を併せ持つ材料・プロセス基盤の確立を目指しています。

研究内容

分極反転の原理として、永久双極子の配向秩序に頼る従来法に代えて、分子間の陽子 (H⁺) や電子の授受 (ドナー・アクセプター) 機能を用いたところ、クロコン酸では、代表的な強誘電体 BaTiO₃ に迫りかつ有機系最高の自発分極 (21 μC/cm²) を低電場で反転動作できました。化学的安定性と有機溶剤への適応性に課題を残すクロコン酸に代えて、ビタミン B₁₂ など生体物質としても遍在するイミダゾールに様々な化学修飾を施すことで、優れた分極性能を持つ強誘電体 2 例と反強誘電体 3 例が得られました。溶液プロセスにより作成した 1 μm 程度の単結晶薄膜化では、数 V 程度の低電圧動作も実現できました。

連携可能な技術・知財

- ・ 結晶構造に基づく分子レベルの分極反転機構解析
- ・ 有機材料の強誘電性評価
- ・ 特開 2014-24797 (2014/02/06)
- ・ Nature Communications, 3: 1308 (2012)
- ・ 本研究の一部は、科学技術振興機構 (JST) の「戦略的創造研究推進事業 (CREST) (平成 23 年度～平成 27 年度)」により行われたものです。



■ 研究担当：堀内 佐智雄 / 長谷川 達生
 ■ 所属：フレキシブルエレクトロニクス研究センター
 ■ 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

● 研究拠点
つくば

電力、環境計測を実現する 無線センサ技術

店舗や製造現場の電力、温湿度を手軽に計測

- 必要機能を明確化した安価な無線センサ
- 電池交換の必要のないメンテナンスフリー無線電流センサ
- 消費電力、温湿度環境の見える化で大幅な省エネの達成が可能

関連技術分野：センサ、MEMS、省エネルギー
連携先業種：製造業（電気機器）、卸売・小売業

研究のねらい

消費電力や温度や湿度などの環境情報の「見える化」は、省エネ行動や効率向上の計画、評価、維持・発展に役立ち、省エネや効率化に大きく貢献します。社会で広く「見える化」を実現するためには、1) 必要機能を明確化して小型で安価なセンサとする、2) 工事が不要で迅速なデータ収集を可能とする、3) 地理的に離れた広範囲にばらまかれた多数のセンサを長期間にわたって保守・メンテナンスするコストを削減することが望まれており、課題解決のためセンサおよびデータ収集システムの開発と社会実験による実証を進めています。

研究内容

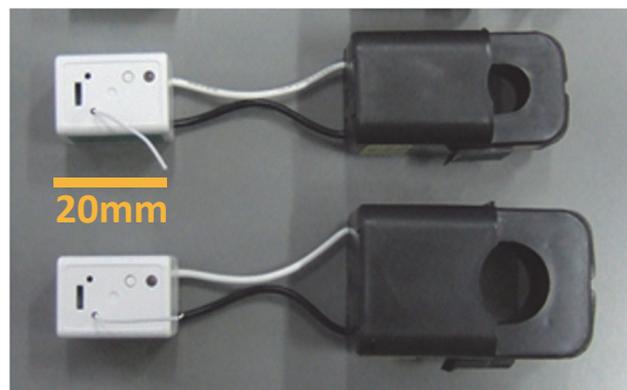
長期間メンテナンスフリーで動作することを目指した無線センサを開発しています。分電盤内に設置できるクランプ型変流器を用いた無線電流センサ、温度、湿度、気圧等を測定できる環境センサは、ボタン電池1個で半年～2年間程度動作します。電池交換の必要がない充電電池を用いた電流センサも開発しています。Wi-Fiルータを介したインターネット接続により、場所を問わず即座にデータを確認することができます。コンビニエンスストアにおける大規模長期間実証実験（2012年より約2000店舗、16000個のセンサ）が行われました。



920MHz無線電流・環境センサ

連携可能な技術・知財

- ・店舗、オフィス、工場等における消費電力、環境の見える化
- ・無線センサの開発
- ・本研究の一部は、NEDO「グリーンセンサネットワークシステム技術開発プロジェクト（平成23年度～平成26年度）」により行われたものです。



2.4GHz無線電流センサ

■研究担当：鈴木 章夫
■所属：集積マイクロシステム研究センター
■連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

ウェアラブルIoTを実現する電子テキスタイル製造技術

衣服の上にMEMSセンサを製作、実装するウェアラブルデバイス

- 直径300 μ m糸上にMEMSセンサをリソグラフィーにより加工
- テープ状、リボン状基板の上にMEMSセンサをスクリーン印刷により加工
- MEMSセンサを製作、実装した糸、リボンを1.2 m幅で製織

関連技術分野：MEMS、センサ、加工技術

連携先業種：製造業（精密機器／電気機器／繊維製品）

研究のねらい

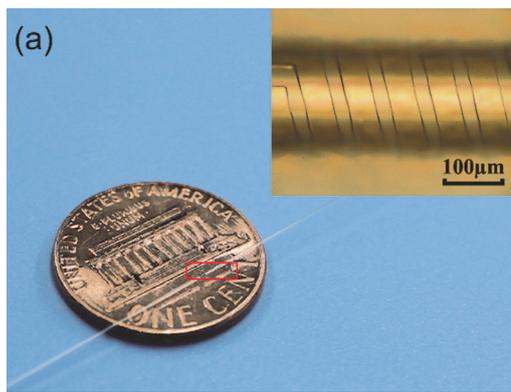
さまざまなMEMSセンサが埋め込まれた衣服を着るだけで、情報端末として用いることができたり、人の健康を管理することが可能となるウェアラブルInternet of Things (IoT) の実現が期待されています。ウェアラブルIoTを実現する際にカギとなる製造方法として、糸やテープ、リボンなどファイバー状基材上に微細なMEMSセンサを加工したり、センサチップを連続して実装する技術とそれらの機能性ファイバーをメートル級の大面積で布にする電子テキスタイル製造技術を開発しています。

研究内容

ファイバー上に、MEMSセンサを製造する技術として、直径300 μ mのファイバー上への3次元フォトリソグラフィー技術を開発しています。開発した3次元リソグラフィー技術により数ミクロンの加工精度でマイクロ温度センサの製造に成功しました。また、リソグラフィー技術以外にも、スクリーンプリントや実装技術により、さまざまな種類のMEMSセンサをファイバー上に形成することが可能となっています。さらに、製造したファイバーを破壊することなく精密に織り込む自動製織機を開発し、電子テキスタイルを製造する技術を確立しました。LEDを埋め込んだスポーツウェアなどの試作も行っています。

連携可能な技術・知財

- ・ファイバー上への3次元リソグラフィー技術
- ・機能性ファイバーの製織による集積化技術
- ・J.MEMS, 23 (2014) 21-29.
- ・特開2013-147767 (2013/08/01)
- ・本研究の一部は、NEDOの「BEANSプロジェクト(平成20年度～平成24年度)」により行われたものです。



ファイバー上に形成されたMEMSセンサ



LEDを実装したスポーツウェア

■研究担当：高松 誠一／山下 崇博／森川 善富／張 毅（ザンイ）

■所 属：集積マイクロシステム研究センター

■連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

乾電池で動く 小型ポータブル分光光度計

いつでも、どこでも、誰でも簡単にスペクトルデータを取得・解析!

- わずか500gの手のひらサイズ。乾電池で動くポータブルな分光光度計
- タブレットなど携帯端末で無線操作。データはネットワークで送信・共有可
- 土壌分析・食品衛生・農業・畜産などオンサイトで。パーソナル機器としても

関連技術分野：フォトンクス、発光光源、分析技術

連携先業種：製造業（電気機器）、農林水産業、医療・福祉業

研究のねらい

以下のようなニーズに応えるべく、新しいコンセプトのポータブル分光光度計の開発を進めています。

- 1) 商用電源が利用しにくい環境（例えば、屋外や発展途上国など）やポータビリティが重要視されるシーンにおける“その場検査”の実施
- 2) 不特定多数が一つの測定器を共用することで生じる問題（コンタミの発生や諸設定条件の都度変更の煩わしさなど）を回避するためのパーソナルデバイスソリューション

広帯域発光性と省電力性を備える小型光源・超小型光学系・実装技術・電子制御技術・高ユーザビリティのアプリ開発などの要素技術を垂直統合したユニークな装置として提案を行っています。

研究内容

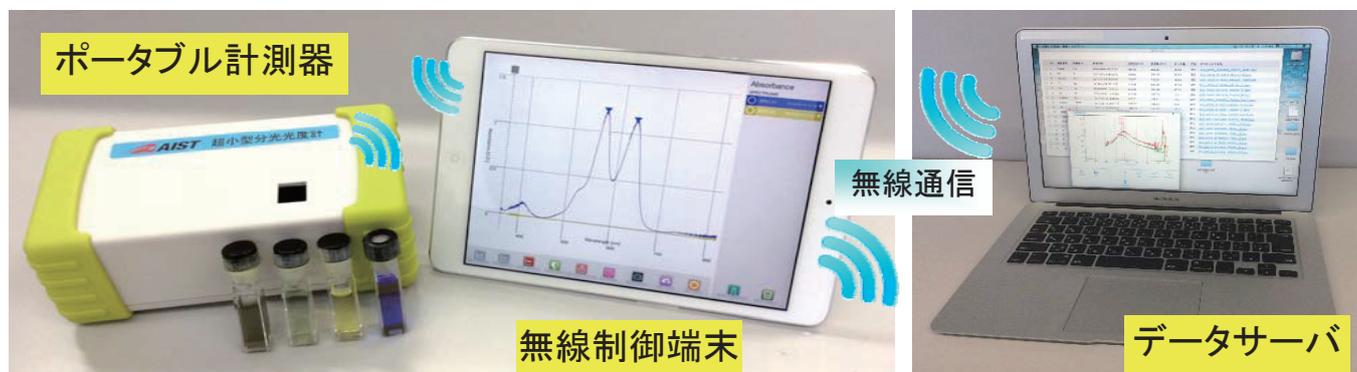
開発したプロトタイプ機の主な仕様は以下の通りです。

波長領域	360-820nm
測定容器	1cmセル（必要に応じて試料室は改造可能）
諸元	91.5 (D) × 176 (W) × 69 (H), 500 (g) (電池別)
電源	Ni-MH電池（単3×4本or8本）又はUSB給電
稼働時間	400回以上（電池8本装填時）（USB時は無制限）
操作端末	iPad、iPhoneなど各種スマートデバイス

連携可能な技術・知財

- ・小型ポータブル分光光度計の製作技術
- ・紫外LED励起型広帯域発光光源
- ・ポータブル分光光度計ソフトウェアVer2
- ・無線端末-サーバ間データ連携ソフト

技術の改良／利用にかかる共同研究先、装置の量産／事業化に向けた技術移転先を募集中です。



開発した小型ポータブル分光光度計と制御端末（左）、及びデータ解析・処理サーバ（右）

- 研究担当：福田 隆史
- 所属：電子光技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

生体物質の高感度検出を実現するV溝バイオセンサ技術

V字断面を持つマイクロ流路によって生体物質を光らせて検出

- 表面プラズモン共鳴励起蛍光増強を手軽に使える光学設計
- マイクロ流路に光学的役割を付与することでシステムを簡略化
- ウイルス検出、健康管理、病気の診断を簡易・迅速・高精度で実現

関連技術分野：センサ、免疫アッセイ、診断、医療デバイス

連携先業種：製造業（電気機器）、医療・福祉業

研究のねらい

DNA、RNA、タンパク質、ウイルス、菌などのバイオ物質に蛍光物質で標識して高感度に検出する手法は、古くから広く用いられています。貴金属表面などに特定条件下で光を照射すると表面プラズモン共鳴（SPR）を発生させることができ、SPRが発生している面の近くに蛍光標識されたバイオ物質を近接させると、表面プラズモン共鳴励起蛍光増強（SPRF）によって、より強く発光して高感度に検出できることが知られています。しかし、SPRFを発生させる機構は複雑かつ大型で高価でした。SPRF現象を手軽に利用できる、そんなセンシング機構の開発が本研究のねらいです。

研究内容

我々は、SPRF現象によってウイルスに付着させた蛍光標識からの発光信号を強め、高感度に検出できるV字型の断面を持つマイクロ流路型センサ「V溝バイオセンサ」を開発しました。

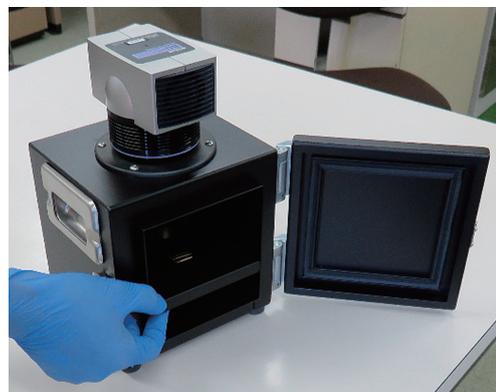
SPRF現象を発現するには複数の光学素子を精密に配置する必要がありましたが、我々はマイクロ流路の断面をV字型とすることによって、SPRを励起するためのプリズム機能を流路に付与し、さらに、センシングに必要な光学素子を全て直線上に配置できる光学設計とすることによって、SPRFの高感度性とマイクロ流路の簡易操作性を併せ持つバイオセンサを実現しました。

連携可能な技術・知財

- ・特開2013-024606（2013/02/04）
- ・Nature Communications 4, 2855（2013）.
- ・本研究の一部は、NEDO社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト（④研究開発成果等の他分野での先導研究）の助成を受けて行われたものです。



V字断面を持つマイクロ流路チップ



NEDO委託事業にて試作したV溝バイオセンサ

- 研究担当：藤巻 真／芦葉 裕樹
- 所属：電子光技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

上流設計におけるモデル作成技術

- 研究担当：増井慶次郎
k-masui@aist.go.jp
- 先進製造プロセス研究部門 システム機能設計研究グループ
- 連携担当：市川直樹 n.ichikawa@aist.go.jp

研究のポイント・応用先

- 設計因子の関係に着目した上流設計分析・統合モデリング手法の構築
- 設計事例分析による最も重要な意思決定事項の明確化
- プロジェクトマネージャーの設計リテラシーを高める解析ツール

研究のねらい

上流設計とは、ユーザー要求及び製品に関する様々な知識を集約し、製品の機能要求や基本構成、ライフサイクルを通じて提供されるサービスを総合的に決定する上で不可欠なプロセスです。私たちは、上流設計で用いられる知識の中から様々な設計因子やその関係に注目し、上流設計における分析（アナリシス）・統合（シンセシス）過程を形式化（モデリング）する工学的手法を開発しています。これにより、上流設計で用いられる知識や技術の表現・蓄積・適用方法を、産業界のニーズに即して提案します。

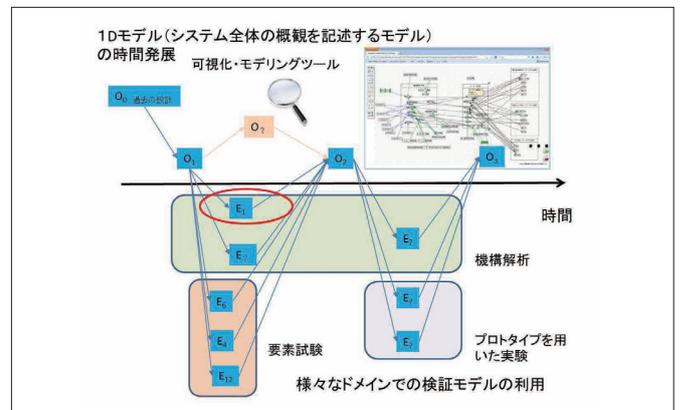
研究内容

協力企業提供事例の分析及び文献調査を通じて上流設計モデリング手法の確立を行っています。それに並行し、モデリング過程で利用可能な計算機支援環境を開発しています。例えば、デザインブレインマッピングツールは設計因子とその関係の時間発展を記録します。また、既に蓄積された設計情報を活用するために、実験データや商用モデリング・シミュレーションツールとのインターフェースに関する研究・開発も行っています。製品企画・PJ管理・経営戦略のための利便性を考慮したインターフェースの研究も行っています。

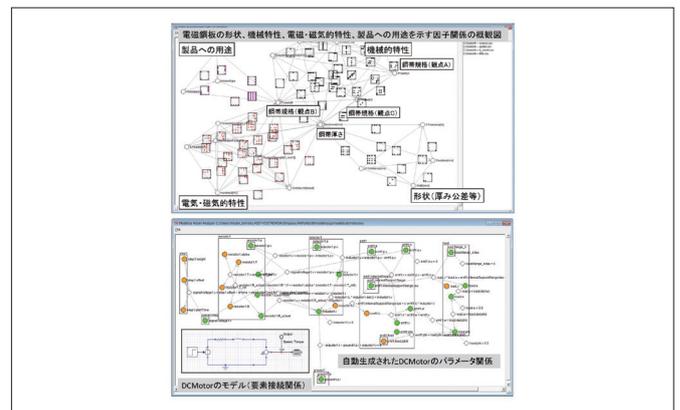
連携可能な技術・知財

計算工学・設計工学に関わる連携可能な技術：

- ライフサイクルシミュレーション（LCS）
- 品質、コスト、環境総合評価手法（TPA）
- 流体構造連成シミュレーション
- 固気混相流シミュレーション
- 自然言語解析の応用（製品不具合情報の分析など）
- エコビジネス事例データベース



上流設計モデリングの考え方



上流設計可視化・モデリングツールの例

FTA(故障木解析) 支援ソフトウェア FTAAid

- 研究担当：古川慈之／澤田浩之／徳永仁史
y-furukawa@aist.go.jp
- 先進製造プロセス研究部門 製造情報研究グループ
- 連携担当：綾信博 n.aya@aist.go.jp

研究のポイント・応用先

- MZ Platform を用いて産学官共同でソフトウェア開発
- FTA の品質向上と技術者の作業負担 5 割削減を同時に達成
- 大学等の研究成果を実用ソフトウェア化することで企業活動を支援

研究のねらい

FTA(Fault Tree Analysis) の実施には課題が多く、支援技術の研究に加えてソフトウェア化で利用できる形態にすることが重要です。本研究は、独自ソフトウェア基盤の MZ Platform を用いた開発手法によって、開発コストや操作性の確保等のソフトウェア化の課題を解決し、支援技術の研究成果を企業の実務で利用できるようにすることが目的です。この開発手法が有効であれば、これまで費用対効果の観点で実施されなかった実用ソフトウェアの開発を行えるようになり、大学等の研究成果によって企業活動を支援できる範囲が広がると考えられます。

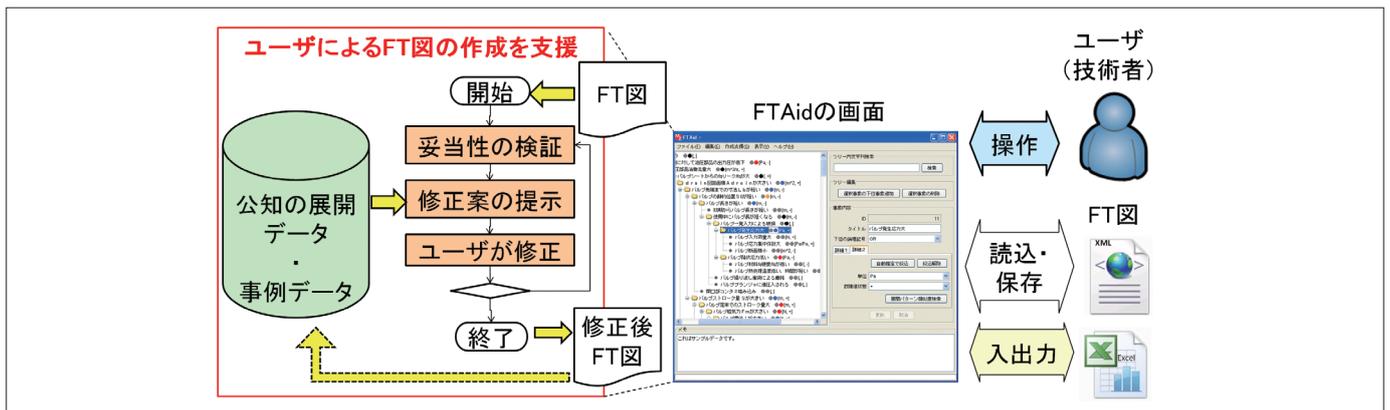
研究内容

自動車変速機大手のジャトコ株式会社では、製品の信頼性向上のために FTA の活用を進めていましたが、その実施には作業者の知識と経験が必要で作業負担が大きいという課題がありました。そこで、産総研が独自ソフトウェア基盤の MZ Platform を用いて、東京大学の研究成果を導入した FTA 支援ソフトウェア「FTAAid (エフティーエイド)」を開発することにより、FTA の品質向上と技術者の作業負担 5 割削減を達成しました。開発は技術者への聞き取り調査に基づき、既存データの有効利用と操作性を重視して実施しました。

連携可能な技術・知財

- FTA 支援技術
- FTAAid で利用する MZ Platform 機能：Excel ファイル入出力／XML ファイル入出力／RDB 入出力／ツリー表示・編集／ネットワーク図表示・編集
- 特開 2013-73384 (2013/04/22)「FT 図作成支援装置及び FT 図作成支援プログラム」ほか 3 件 (特開 2013-72719 / 特願 2012-060548 / 特願 2012-060551)

※すべてジャトコ株式会社との共同出願



FTAAid の概要と特徴

安全・安心を支える劣化損傷評価技術

■ 研究担当：鈴木隆之／西村良弘／笹本明／原田祥久／中住昭吾／村松眞由
suzuki-takayuki@aist.go.jp

■ 先進製造プロセス研究部門 機能・構造予測検証研究グループ

■ 連携担当：市川直樹 n.ichikawa@aist.go.jp

研究のポイント・応用先

- 多様な材料系の劣化損傷評価に対応できる電磁プローブ、超音波プローブ等を試作
- 計測データより、欠陥形状を同定可能な非破壊損傷解析ツールを開発
- 機器・構造体の寿命・余寿命予測が可能に

研究のねらい

機器・構造体の信頼性を確保するためには、その構造材料の使用過程において生じる劣化損傷機構を明らかにするとともに、損傷や欠陥形状を正確に評価する必要があります。また、機器・構造体には先進複合材料を含む多様な材料系が用いられるようになってきているため、それらに対応できる劣化損傷評価技術が求められています。本研究では、様々な構造材料を対象に耐久性評価試験を行うとともに、非破壊損傷評価・解析技術を開発しています。さらに破壊力学的手法に基づく寿命・余寿命予測ツールの開発も行っています。

研究内容

力学特性評価に関しては、エネルギー・機器で用いられる高温耐熱材料や航空宇宙・輸送機器等で用いられつつある CFRP 等の耐久性評価試験等を実施しております。

非破壊損傷評価に関しては、GMR センサ、電磁超音波センサ、超音波センサ等を用いたプローブを試作・開発するとともに、計測された情報から、逆解析という手法を用いて、具体的な欠陥形状を求めるツールを開発しています。また、求めた欠陥形状をもとに、拡張有限要素法による欠陥解析や破壊力学解析および耐久性評価試験結果を用いて、寿命・余寿命予測を行います。

連携可能な技術・知財

1. 力学特性評価技術
 - 先進複合材料の耐久性評価試験
 - エネルギー・機器用材料の破壊力学特性試験
2. 劣化損傷評価、欠陥解析技術
 - 電磁気、超音波を用いた非破壊損傷評価
 - 破壊力学解析による寿命・余寿命評価
3. 特許情報
 - 登録 5083859 (2012/09/14) 「画像再構成装置」 / 特願 2011-188390 (2011/08/31) 「寿命・余寿命評価機能付き非破壊検査装置」

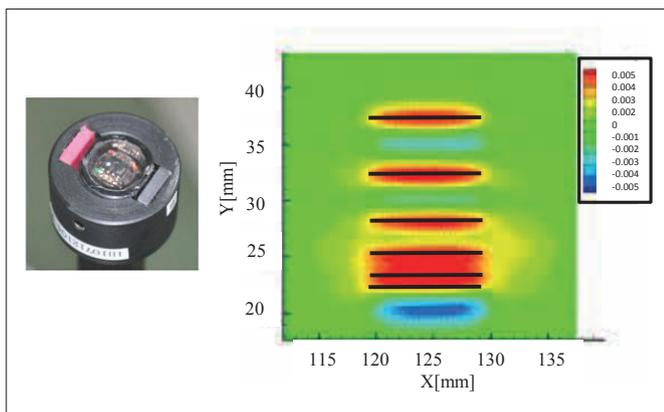


図1 試作した GMR センサプローブ、および隣接欠陥近傍の漏洩磁束密度分布計測例

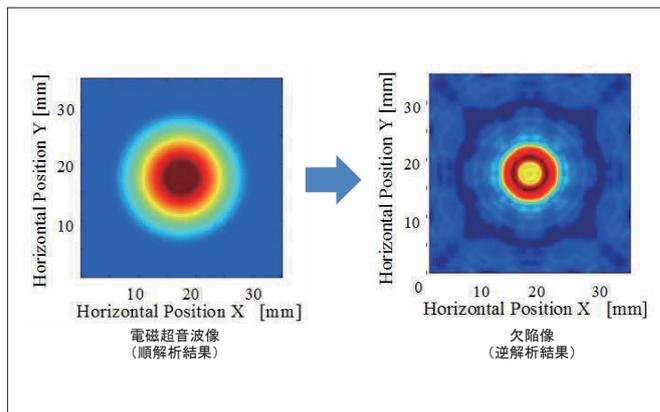


図2 欠陥（表面からの深さ 25mm、φ 10mm）の電磁超音波像（順解析）および逆解析結果例

製造業の IT 化を推進するソフトウェア開発ツール MZ Platform

■ 研究担当：澤田浩之／徳永仁史／古川慈之

h.sawada@aist.go.jp

■ 先進製造プロセス研究部門 製造情報研究グループ

■ 連携担当：市川直樹 n.ichikawa@aist.go.jp

研究のポイント・応用先

- IT システムを従来の半分以下の期間で自社開発できます
- IT システムの開発に際して、プログラムを書く必要はありません
- 現場の要望に合わせて、生産管理等のシステムを容易に開発・運用できます

研究のねらい

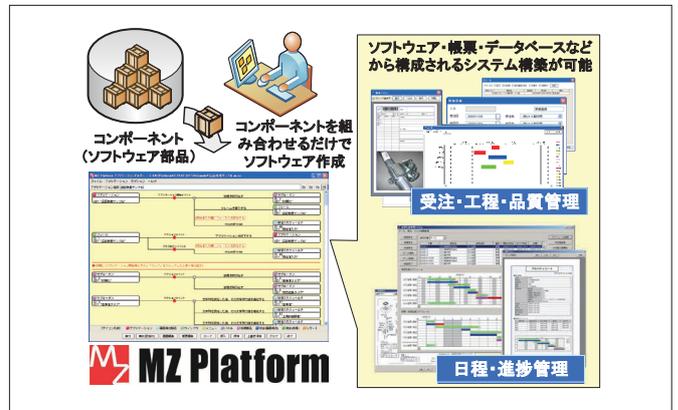
製造業において、業務改革を推進し競争力の維持向上を図るためには、IT 化への取り組みが不可欠であると広く認識されています。しかし、特に中小企業では、IT システムの開発や導入、運用のための負担が企業規模に比べて非常に大きく、IT 化を進めることができないというケースが多く見られます。本研究開発のねらいは、IT の専門家ではない中小製造業の技術者が、高度なプログラムの知識を必要とせずに自ら IT システムを構築・運用できるようにすることで、IT 化の推進によるものづくり力の強化に貢献することです。

研究内容

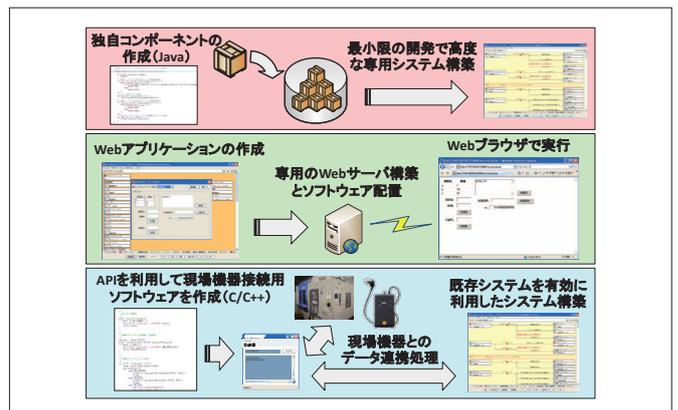
MZ Platform は、コンポーネントと呼ばれるソフトウェアの部品を組み合わせて IT システムを作り上げるツールです。従来、IT システムを開発するためには、IT 知識を身につけてプログラムを書くことが必要でした。MZ Platform では、様々な機能を持ったコンポーネントがあらかじめ用意されていますので、プログラムを書くことなく従来よりもはるかに容易に IT システムを開発できます。また、付属の拡張用ソフトウェアを利用することで、現場機器と連携したシステムや Web アプリケーションも構築できます。

連携可能な技術・知財

- 生産管理等業務用 IT システムの開発
- 特許第 4392490 号 (2009/10/23) 「コンポーネントバスシステム及びコンポーネントバス用プログラム」
- 技術移転契約 (商用ライセンス契約) 締結企業 12 社
謝辞：本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発」および「中小企業基盤技術継承支援事業」により行われたものです。



コンポーネントの組み合わせによるシステム開発



付属ソフトウェアを利用したシステムの拡張

レーザー電解複合マイクロ加工による 微小医療用デバイス製造

直径90 μm 極細管の微細形状加工に成功

- レーザー加工と電解加工を複合し微細・高精度で効率的な加工を実現
- 同一レーザー光源で加工・計測を行い装置の高精度化と小型化を実現
- 小径ステント等を加工し従来はできなかった手術等への適用に期待

関連技術分野：加工技術、精密微細形状、医療デバイス、レーザー
連携先業種：製造業（機械）、製造業（精密機器）

研究のねらい

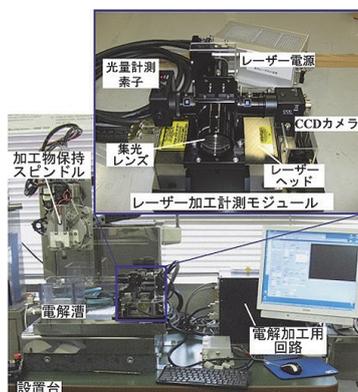
心臓外科、脳外科に応用される手術用カテーテル、ステント、及び小径、高柔軟性が要求される高密度電子回路検査用プローブ等の高付加価値デバイスに対するニーズは多いのですが、従来の機械加工法では加工力によって細管が変形する（逃げる）ため、直径300 μm 未満の細管へ微細複雑形状を加工することは困難でした。また、レーザー加工でも細管を精度良く保持することができず、目的とした加工形状を得ることが困難でした。これらの問題点を克服し、髪の毛レベルの極細管に自由形状を高効率、高精度、低環境負荷で加工できる製造システムを開発しています。

研究内容

本研究で開発した「レーザー電解複合加工機」では、加工と同一のレーザー光源を用いて形状を計測できるため、計測位置と加工位置のずれがありません。加工対象物の回転中心のずれや傾きなどの保持誤差が生じて、誤差量をフィードバック補正することで常に正確な位置にレーザーを照射できます。また、電解仕上げ加工を複合することにより、レーザー加工の問題点である熱影響層の除去と表面の平滑化が可能です。レーザー・電解複合加工機を用いて世界で初めて直径90 μm の極細管に対して任意の複雑微細形状を加工することに成功しました。

連携可能な技術・知財

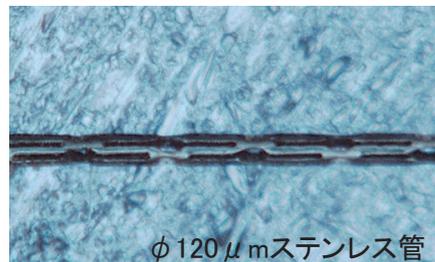
- ・脳血管治療用カテーテル、ステント、ステントグラフトの開発
- ・電子回路検査用プローブの開発
- ・小径軸、管の微細加工
- ・特開2008-040490（2008/02/21）



レーザー電解複合加工機



レーザー電解複合加工例



- 研究担当：栗田 恒雄
- 所属：製造技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

高機能部品を実現する 材料と一体となった加工技術

材料と加工と評価を組み合わせることで機能を発現

- 金属やセラミックス等難加工材料の特性制御
- 逐次成形、積層造形、超塑性等の加工技術を利用した造形
- 組織観察や加工の可視化による評価技術の展開

関連技術分野：加工技術、金属材料、セラミックス材料、医療デバイス
連携先業種：製造業（機械／金属製品／精密機器）

研究のねらい

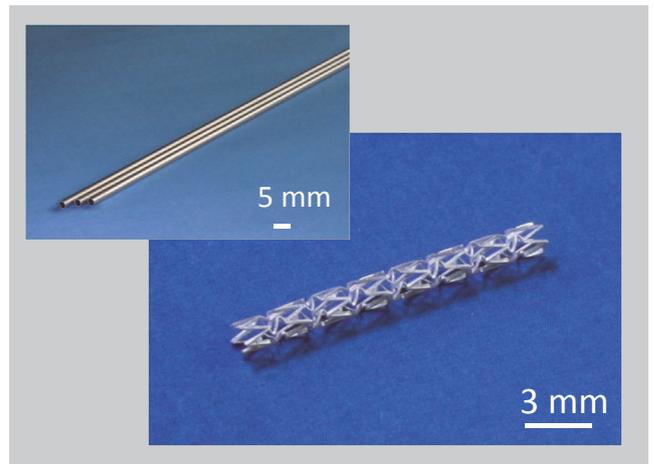
各種産業機器を構成する部品類は、多種加工技術を用いて、多様な材料から生み出されてきました。この製造技術を高め、より高機能な部品の製造を実現するためには、基となる材料技術と多様な加工技術を組み合わせる必要があります。そこで、材料の結晶構造制御や素形材としての形態制御技術等の研究と、逐次成形や積層造形技術、超塑性加工、表面処理技術等の加工技術の研究を組み合わせ、多様なニーズに応える機能構造の造形技術を開発しています。加えて材料や加工の評価技術についても研究を進めています。

研究内容

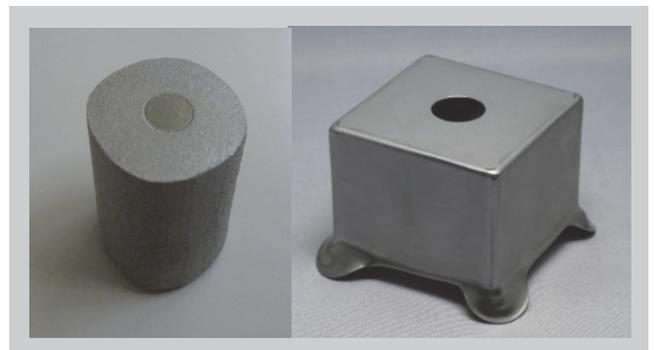
高機能な製品の製造には、今まで使えなかった材料や作れなかった形状の実現が大きな課題となっています。例えば医療関係では生分解性の材料を微細加工により複雑な形を作る事が求められます。この他にも超軽量部品や、高比表面積部品、耐特殊環境部品等、新しいニーズは広く広がっています。生分解性マグネシウムや、軽量合金材、耐特殊環境材料等を素形材として作製するところから、レーザー加工、逐次成形、積層造形、表面コーティング等により加工するところまで、高機能な部品の造形技術を開発しています。

連携可能な技術・知財

- ・ 特許第3845722号（2006/09/01）
- ・ 特許第3914989号（2007/02/16）
- ・ マグネシウム系金属材料加工技術
- ・ スピニング・逐次成形技術
- ・ 金属積層造形技術 等



分解性マグネシウムの高精度薄肉細管と開発ステント



ポーラス構造（積層造形）と箱形状（逐次成形）

■ 研究担当：中野 禅／荒井 裕彦／清水 透／加藤 正仁／花田 幸太郎／村上 敬／佐藤 直子
■ 所属：製造技術研究部門
■ 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

● 研究拠点
つくば

カンチレバー工具によるマイクロナノスケール切削加工

■ 研究担当：芦田極

ashida.k@aist.go.jp

■ 先進製造プロセス研究部門 マイクロ加工システム研究グループ

■ 連携担当：市川直樹 n.ichikawa@aist.go.jp

研究のポイント・応用先

- 新原理の切込み深さ制御: AFM(原子間力顕微鏡)の接触荷重フィードバック制御を応用
- 剛性を重視した従来型切削工具に替えて、柔軟なカンチレバー工具を使用
- 傾斜面や曲面に対する微細溝加工、例えばレンズ表面に回折格子を加工することが可能

研究のねらい

高剛性の機械と工具を用いる従来の切削加工では、工作機械の精度以上の製品を作ることはできません(母性原理)。つまり、ナノメートルオーダーで切込み深さを制御するためには、それ以上の精度を持つ工作機械が必要です。一方で、AFM機構を応用したナノスケール切削加工では、数十 μm 四方の限られた領域ですが、柔軟なカンチレバー工具を用いた切込み深さ100nm以下の切削加工が可能です。この原理を応用し、スケールアップすることで、汎用の工作機械でも実用レベルの大面积のマイクロナノ微細構造の切削加工を行える技術を研究・開発しています。

研究内容

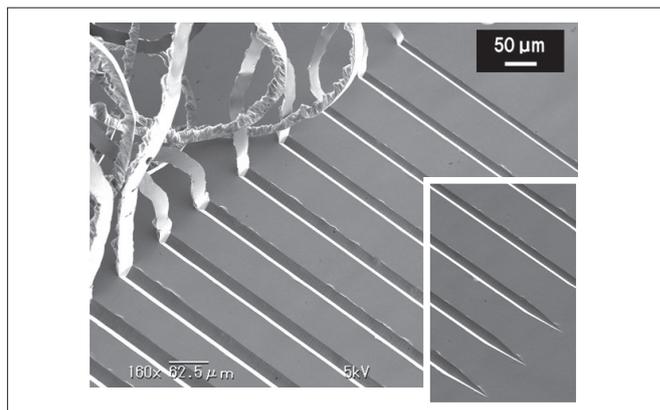
従来の切削加工では、送り量基準で切込み深さを設定します。一方でAFM機構を用いたナノ切削では、加工力をフィードバック制御することで、微小な切込みを安定に付与できます。加工力基準の切込み深さ制御(新原理)を従来の切削加工と融合させ、送り量基準の形状創製と加工力基準の微細構造の加工が可能なハイブリッドな精密微細切削加工の実現をねらっています。具体的には、一般の工作機械に装着できる工具ホルダを開発し、柔らかいカンチレバー(板ばね)型工具と、工具たわみ量センサ、工具位置を制御するピエゾ素子により加工力を制御します。

連携可能な技術・知財

- マイクロナノ微細構造による表面機能制御
- ナノインプリント用金型の作製
- マイクロナノ微細切削用工具ホルダの製品化
- 大面积曲面への微細構造加工
- トライボリソグラフィ(摩擦により表面を部分的に変質させエッチング特性などを変える技術)の大面积化
- 特許 3785463号(2006/03/31)「微細構造作製方法」
- 特許 3401565号(2003/02/28)「微細パターンニング方法」



工具ホルダを搭載した門型3軸ステージ



切削加工されたV溝と切りくず(右下:加工開始点)