



**三井化学**

**ロボティクス向け高分子材料**

三井化学株式会社

高分子・複合材料研究所

浅見 琢夫

# Contents

- ▶ **ロボット産業と高分子材料**
- ▶ **自動車と高分子材料**
- ▶ **ロボティクス向け高分子材料**
  - 軽量化、デザイン性向上
  - 安全性向上
  - 機能性向上
  - 信頼性向上
- ▶ **まとめ**



# ロボット産業と高分子材料

人とロボットの  
協調、協働、共生



人とロボットが  
接近する  
(安全柵なし)



これから  
人の近くで  
仕事をする



ロボットを構成する  
材料が変わる  
(機能向上、安全性向上)

これまで  
柵で隔てられている

安全確保、機能向上の観点から、ロボットを構成する材料としてのプラスチックや複合材（やわらかい材料）に対するニーズが出てくる

ロボット産業の事情	高分子材料屋の苦悩
高分子材料を取り扱った経験のある技術者が少ない	言葉が違って会話が噛み合わない  材料の仕様をもらえない
物量が少ない  自動車 約9000万台／年 ロボット約20万台／年	売上が小さいので 優先順位が下がる
高分子材料をもらっても困る  材料特性に合った設計が難しい  成形ができない	形にするまでサポートが必要
材料に対するニーズが多様	数多くの材料の知見が必要

☆自動車産業や航空機産業は

金属を高機能な高分子材料へ転換することにより

- 機能向上（運動性向上、省エネルギー、環境負荷低減等）
- 安全性向上
- コストダウン
- デザインマネジメント

など様々なメリットを享受している

☆化学メーカーがロボットの材料革新を積極的に支援

- ロボットが社会に受け入れられる機能を獲得
  - ロボットが社会に普及
  - 社会課題の解決に貢献
- できるのでは？

(例) 軽い材料  
衝撃を吸収する材料  
センサ用材料



# 自動車と高分子材料



## 自動車に使われている高分子材料

重量 ; 約10% (1台あたり約100kg)

部品点数 ; 約70% (1台あたり約2万点)



## 樹脂化の進め方

1. 軽量化すべき部品とすべきでない部品を層別する
2. 軽量化すべき部品を軽量化効果の大きい部品順に整理
3. 軽量化により小型化できる部品（例：ギヤやモーター）等に関わる部品の軽量化の検討を最優先で進める
4. 軽量化する部品の必要機能、使用環境、耐久性、コストから材料、工法を決める
5. 樹脂化に伴う評価方法、評価基準の標準化を同時に進める

# 金属から樹脂への材料転換の事例 ガソリントank

(実績) 世界中の自動車生産の80%以上が既にガソリントankを樹脂化

(材料) 鋼鉄 ⇒ ポリエチレン

ガソリンの透過を防ぐためにバリア樹脂EVOHを挟んだサンドイッチ構造

(成型方法) 接着樹脂を含む3種5層の大型ブロー成型

(剛性) 鋼鉄製タンクと同様の落下衝撃テストをパス

-40℃まで冷却して燃料が入った状態で6mの高さから落下しても破壊せず



## 効果

### ◆ 金属代替

→ 10-25%軽量化

### ◆ 部品点数削減

例：注入口の一体成型

### ◆ 長寿命化（錆問題解決）

### ◆ デザイン自由度向上



# ロボティクス向け高分子材料

- **軽量化**

部材が軽量化できれば、これを動かすモーター類も小型化  
総重量が減少することで部材に求められる剛性も低減され、更なる部材の減量が進む

- **省エネ効果**

軽量化とモーター小型化（消費電力半減）でRunning Costの削減が可能

- **小型ロボットのPortable性向上**

小型ロボットアームは、対象業務の多様化に対応して作業場所も頻繁に移動することが求められており、Portable性は重要性を増している。

- **動作スピードの向上**

軽量化に伴い、動作スピードを上げることも可能に。

活用コンセプト	採用部位と期待効果	具体例
軽量化	<p>モーター類も小型化                      総重量が減少→構造材の剛性も軽減                      ロボットの軽量化は加速度的に進展                      モーター等の消費電力も大幅に削減                      ロボットのランニングコストにも好影響</p> <p>ロボットの本体重量が削減→                      可搬重量と本体重量との比率も劇的に変化</p> <p>軽量化したロボットの動作スピードアップ</p> <p>小型ロボットについてもPortable性向上</p>	<p>ロボットボディ樹脂化                      ケーシング                      カバー材                      内部構造材</p> <p>ロボットアーム樹脂化</p>
デザイン性向上	<p>ボディ等への樹脂採用⇒デザイン性向上</p>	<p>ロボットボディ樹脂化</p>
安全性向上	<p>ロボットへの外装クッション材の採用                      ⇒ 衝突時の安全性向上</p> <p>近接・接触センサーの活用                      ⇒ 衝突回避による安全性向上</p>	<p>ロボットアームへの外装クッション材装着</p> <p>外装材へセンサー組込</p>

活用コンセプト	採用部位と期待効果	具体例
機能性向上	ロボットハンドは、2本又は3本指が主流で、機能には十分な満足は得られていないのが現状。柔軟な樹脂の活用でハンドの操作性向上	ロボットハンド指先の素材変更：エラストマー、ポリウレタンゲル
	ロボットハンドの指関節に小型角度センサー、指先に小型力覚センサーを装着 ハンドの微妙な動き、把持力の制御可能	センサー用素材適用：光弾性ポリウレタン
信頼性向上	ロボット構造材への金属樹脂接合技術適用 信頼性向上、部品点数削減、軽量化 部品点数削減によりメンテナンス容易	金属樹脂接合技術
	ギア、軸受の樹脂化：オイルレス、静音化 メンテナンス負荷大幅低減	樹脂製ギア
	摺動部、ケーブル周辺部材に高摺動性樹脂 摩耗による部品交換頻度の削減	高摺動性材料の適用

課題	対策
強度、剛性	エンブラ、FRP等適切な材料選択 3D-CAD/CAE技術：流動解析、構造解析、強度解析 たわみ削減 ⇒ 材料技術と構造設計
難燃性	難燃材料、添加剤の使用により、難燃性確保
耐久性、耐候性	加速促進試験等で推算、実証
熱収縮率	フィラーを添加した樹脂複合材（GFRP、CFRP）でアルミ製品並みの熱収縮レベルは達成可能
初期投資削減： 金型等	簡易金型等安価手法導入により初期コスト負担は軽減可能
樹脂部品の設計困難	3D-CAD/CAE技術活用： 流動解析、構造解析、強度解析



# ロボティクス向け高分子材料

軽量化、デザイン性向上



# 事例：「軽さ」「柔らかさ」を実現する 協働ロボットの設計手法を確立

## フレームの樹脂化による「軽さ」

- ロボットアームのフレームの大部分を樹脂化し、同形状の金属製アームと比べて重量を最大で1/2まで軽くすることが可能
- 金属との接合が必要な個所には金属樹脂一体成形技術を使用し、樹脂でありながらも高い剛性を実現
- 軽量化によって衝突時の衝撃力の低減、可搬重量の増加、部品コストの削減、省電力化などが期待



豆蔵社 協働ロボット試作機 (Beanus2)

金属部品を樹脂部品に代替することで軽量化が実現できれば、作動時の電力消費量を減少でき、より長時間の稼働が可能

- **樹脂部品の材料設計**  
軽量化が可能かつ要求物性を満たした樹脂を選定
- **樹脂部品の構造設計**  
強度解析を行い、改良した部品形状を提案
- **樹脂部品の成形方法の提案・提供**  
部品コストや必要数量から適切な成形方法を提案



ラピュタロボティクス社  
ラピュタPA-AMR(ピッキングロボット)

## アシストスーツ

- 歩行、運搬、重労働（持ち上げ、中腰）の動作をアシストする装着型装置
- 装着するので可能な限り軽くすることが必要

## 金属部品 樹脂化メリット

- 部品の軽量化
- 部品点数の削減
- 材料コスト削減
- 後加工工程の削減
- デザイン自由度が高くなり意匠面で有利
- 人間の体にフィットするような形状に加工することが容易
- 金属よりも低熱伝導性のため、金属に触れるよりも温度差を感じにくくなる

パワーアシストインターナショナル社  
パワーアシストスーツ



- ✓部品の**軽量化**、**点数の削減**
- ✓複雑な動きに対応できる**最適な形状提案**
- ✓容易な着脱を実現するための**最適なデザイン提案**

# 事例：空気圧アクチュエーターによる ソフトロボット

## 【空気圧によるアクチュエーター】

樹脂材料により、空気圧を逃さない  
オールプラスチックロボットアーム  
を作成。空気圧のみでアームが動作。

オールプラスチック・  
インフレータブル・ロボット  
アーム

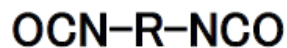




# ロボティクス向け高分子材料

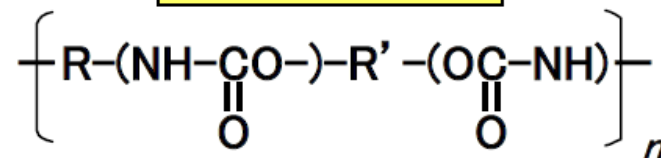
安全性向上

ポリイソシアネート

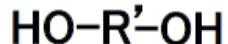


重付加反応

ポリウレタン

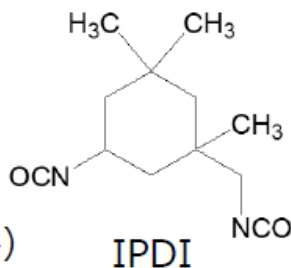
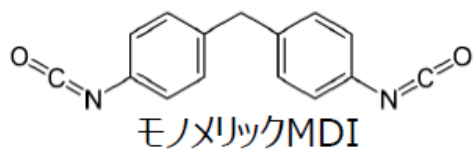


ポリオール

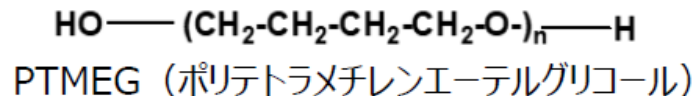
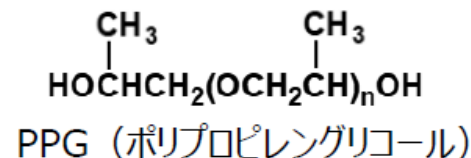


ウレタン結合 ( $-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{CO}}-$ ) を含む高分子化合物の総称  
ウレタン結合はポリイソシアネートとポリオールとの重付加反応によって得られる

ポリイソシアネート

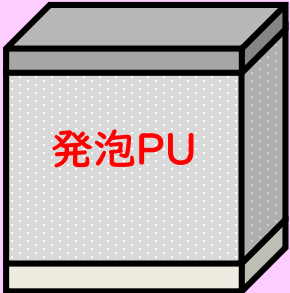
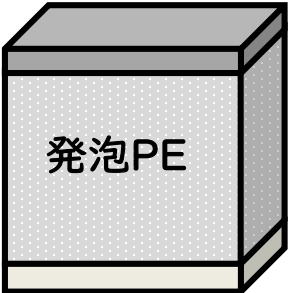
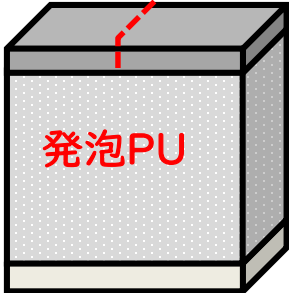


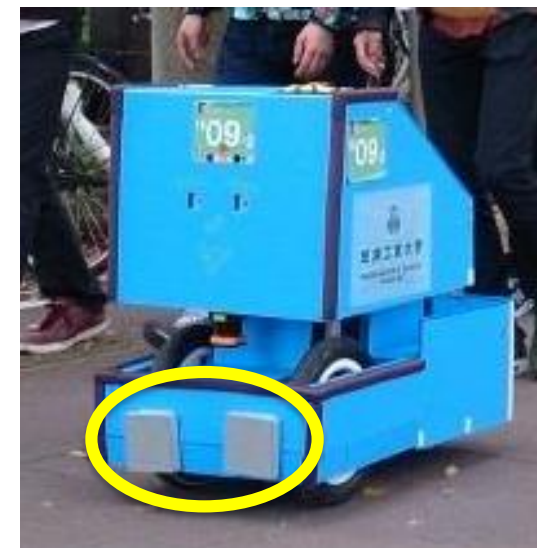
ポリオール



ポリイソシアネートとポリオールの組み合わせは多彩  
ニーズに合致した分子構造設計をすることで、  
特徴ある機能付与（光弾性、発泡等）、硬さ制御可能

# 事例：クッション材

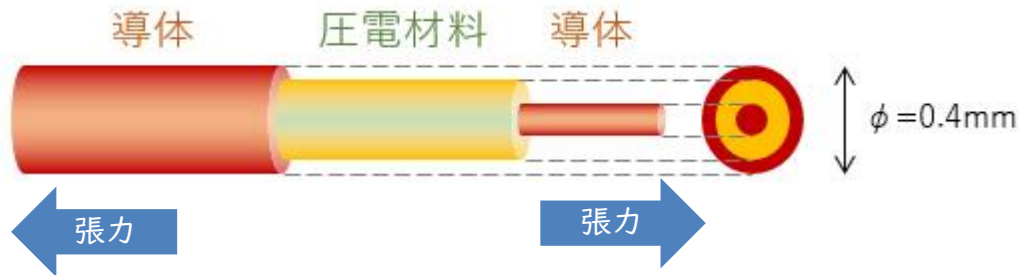
	PUコートPU	発泡PE	縫製PU
構成	無黄変PUコート  基材	各種コーティング  基材	皮革縫製  基材
衝撃吸収性	○	△	○
基材接着	○	×	○
コスト	○ モールド成形	×	×
意匠性	○ デザイン自由度	△	○ 皮革調の高級感



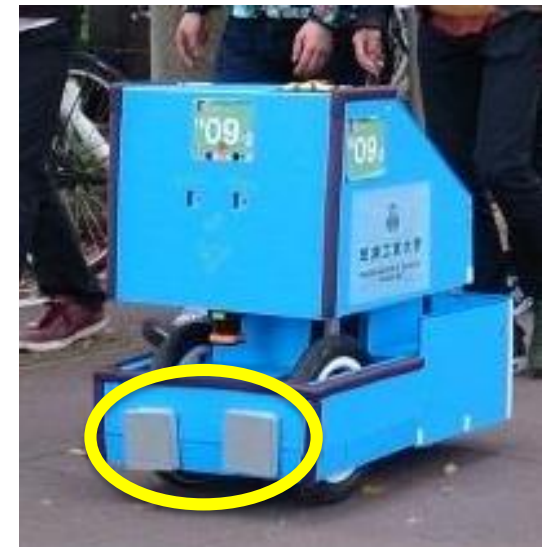
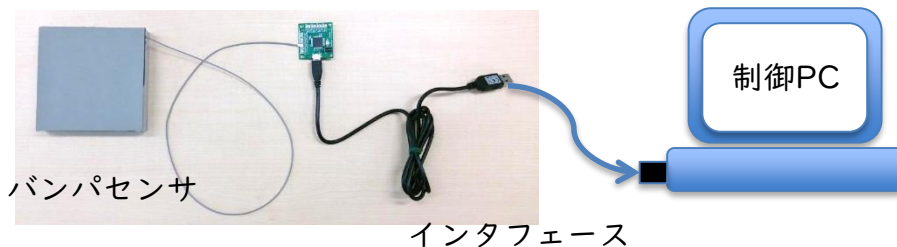
つくばチャレンジ2016, 2017

## PIEZOLA® (圧電ライン)

- 張力を加えると電圧が発生
- 待機電力不要
- フレキシブルな同軸線構造
- 高感度、非焦電性



## ☆ロボット用センサ内臓バンパー



つくばチャレンジ2016, 2017



☆スマホレンズ材料

車載カメラレンズ材料

☆調光性色素を含有した高屈折レンズ材料



眼鏡レンズ用材料 MR™

☆次世代アイウェア

液晶レンズ技術を融合し

ワンタッチで瞬時に遠近切り替え



TouchFocus®



# ロボティクス向け高分子材料

機能性向上

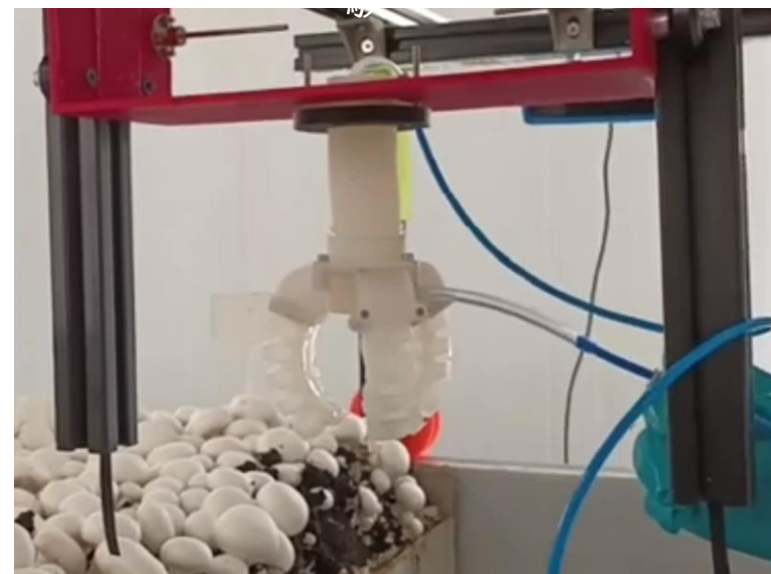
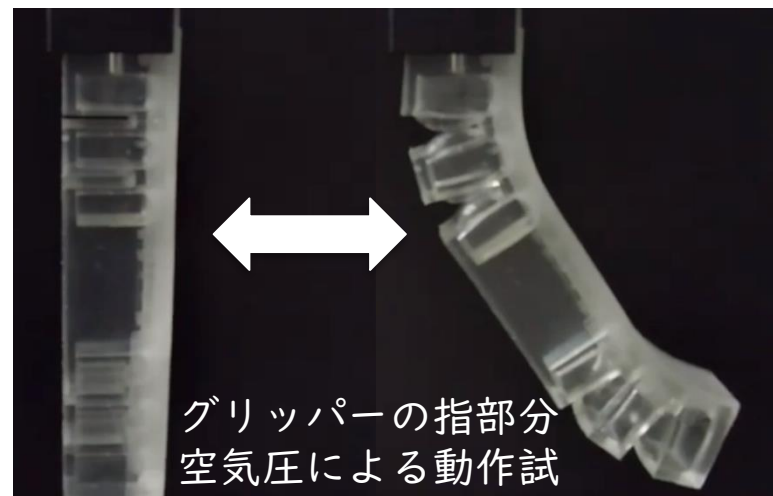
# 事例：収穫ロボットのエンドエフェクタ (グリッパー)

## 背景

- マッシュルームやイチゴ、桃などのデリケートな青果物の収穫は、熟練を要する複雑な作業。ロボットによる自動化が実現できておらず、収穫は手作業
- 低くて奥まったマッシュルーム生育棚や、高湿度の生育環境のため、マッシュルーム収穫作業は、肉体的に厳しい

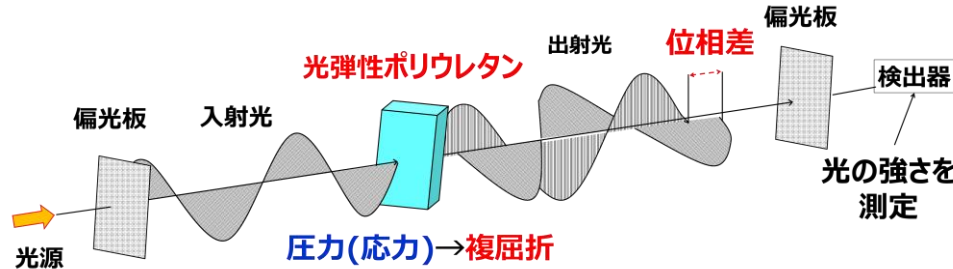
## 開発内容

- マッシュルームを自動的に収穫するための柔軟なロボットグリッパーを開発中
- リサイクル可能な素材、高度な製造技術を用いて、アクチュエーターや触覚センサを内蔵した精密で低価格のソフトロボットグリッパー開発を目指している。
- ロボットが実際の作業を手本としてマッシュルーム収穫スキルを習得し、そのスキルを他の類似作業にも応用



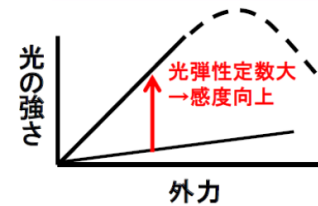
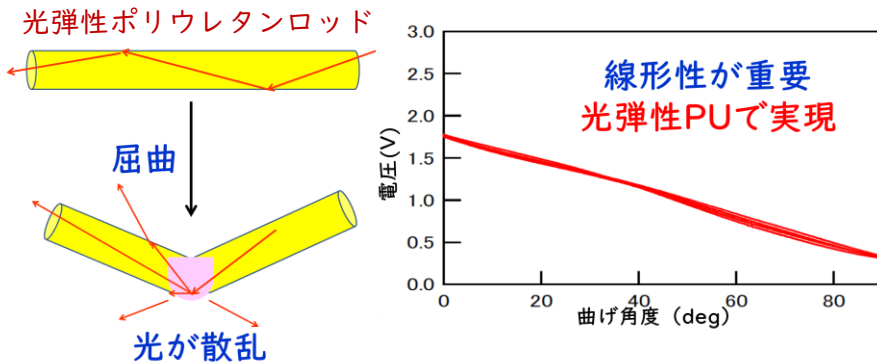
SoftGrip Project (Horizon2020/EU主催)

**光弾性** 外力（荷重、張力）を受けた弾性体が複屈折を起こす  
樹脂の中ではポリウレタンが高い値を示す



樹脂種等	光弾性係数( $10^{-12}$ / Pa)	柔軟性
ガラス	1~3	×
PMMA	6	×
ポリスチレン	10	×
ポリカーボネート	77	×
光弾性ポリウレタン	3000~13000	○

ポリウレタンの光弾性を利用したセンサー  
角度が曲がると、PUロッドを透過するLED光の強さが複屈折により変化



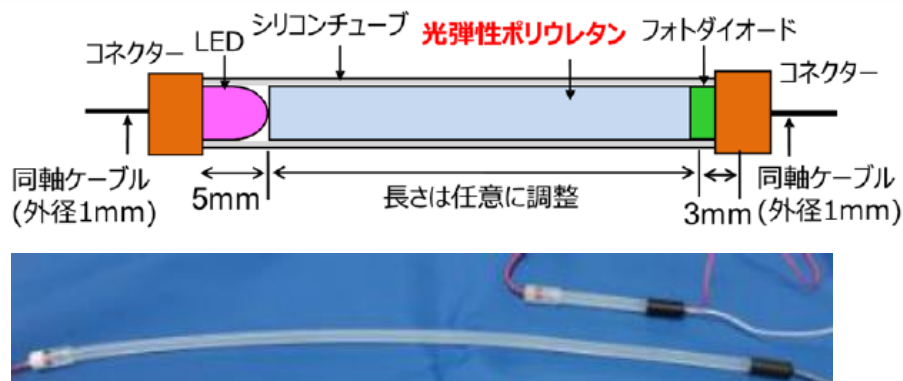
光弾性定数が大きいほど高感度

## 特徴

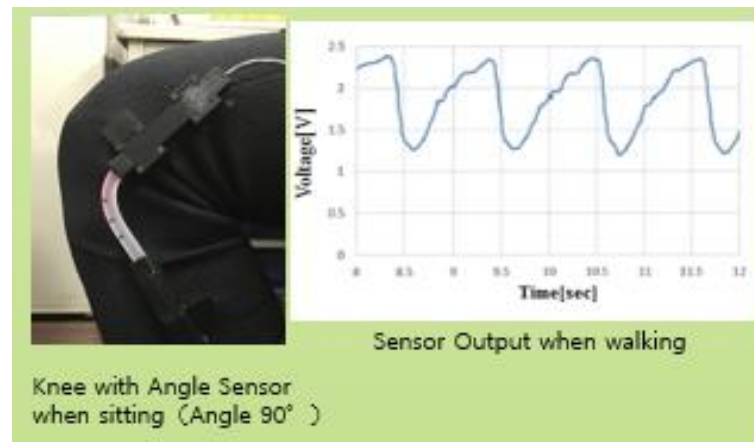
- 軽くて柔軟
- 電磁波の影響を受けない
- 構造が単純
- 容易に小型化できる

光が屈曲部分から漏れる → 透過光量の減少

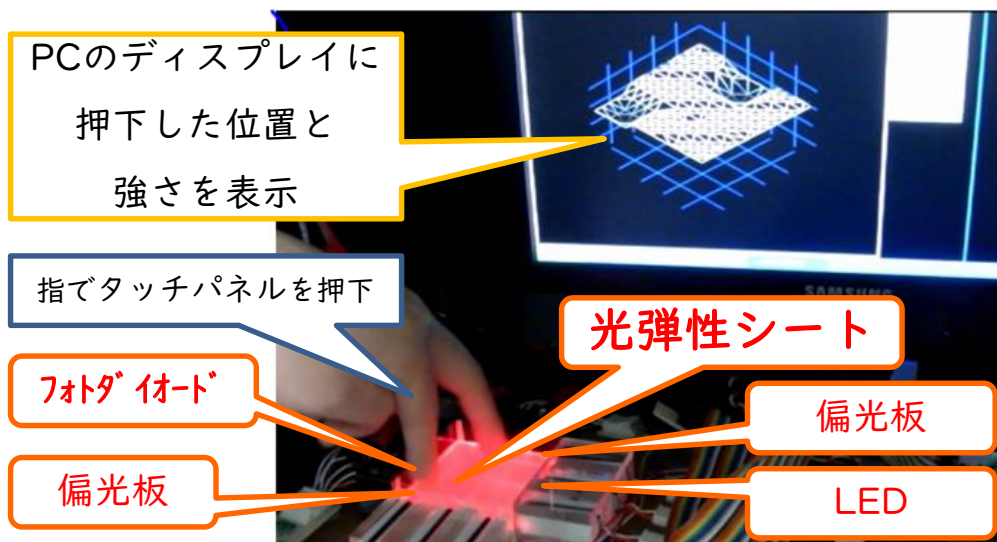
## 角度センサーの構造



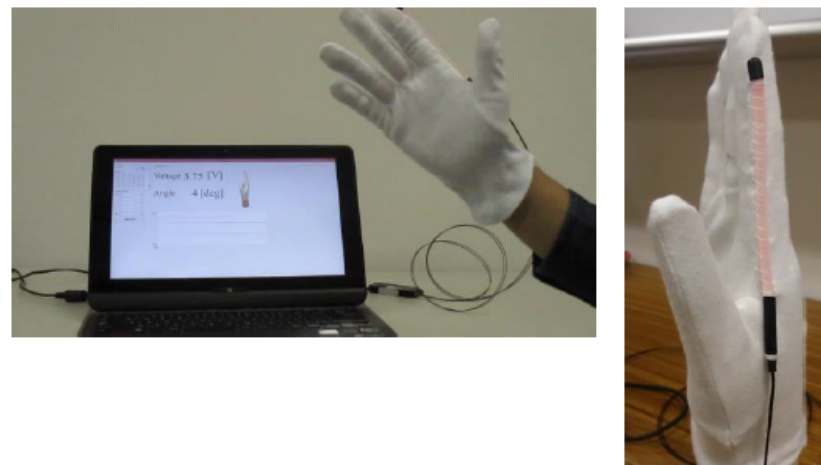
## 膝の角度センサー



## 力覚センサー

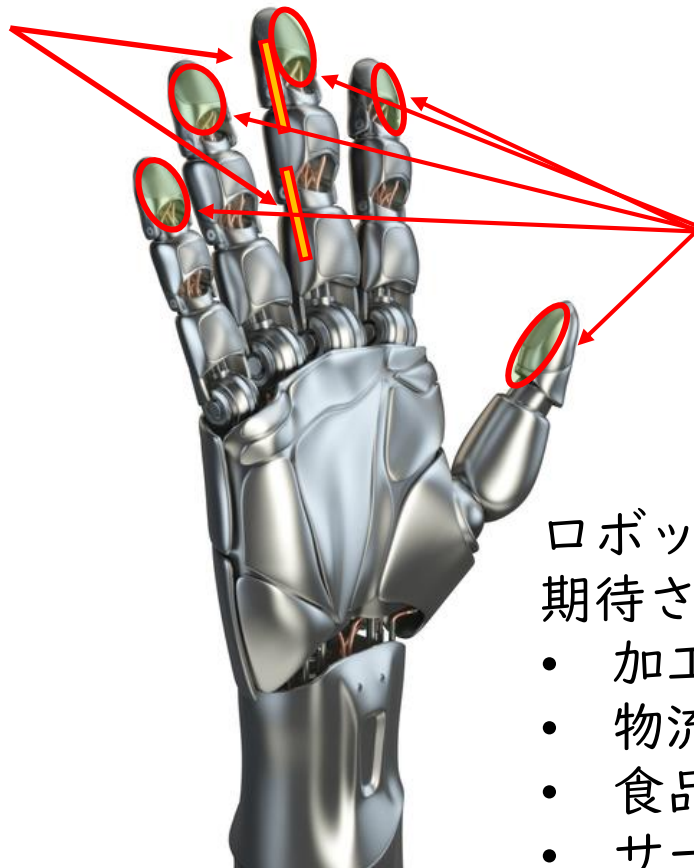


## 手指の角度センサー



## 樹脂製 力覚/角度センサーによる把持性改良

小型角度センサー  
指の動作、  
把持制御改良



小型力覚センサー  
指先への装着による  
把持性、把持力の改良

ロボットハンドの活用が  
期待される産業分野

- 加工組立
- 物流
- 食品加工
- サービスロボット
- 調理、エンターテインメント、介護

# 事例：人肌や人眼を模した樹脂素材

人肌に近い素材として使われる樹脂素材

## ポリウレタン

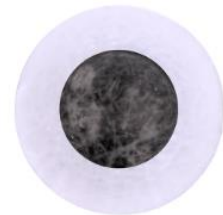
非常に幅広い密度と硬さを網羅しており自動車・航空機や人工心臓、人工皮膚、カテーテルなどの医療用材料など幅広い分野で使用

## シリコーン

シリコーンは柔軟で変色や粘着性が少ない利点がある一方、引き裂かれやすいのが特徴



ポリウレタン製  
人肌ゲル



Bionic-EyE™  
Eyeball



ab-externo  
眼外法緑内障  
手術モデル  
(強膜モデル)



ILM  
内境界膜剥離  
手術モデル  
(ILMモデル)

## ゲルと金属の一体成形技術で拍手音を再現

### 拍手ハンドの材料設計

ゲル素材の分子構造を変化させることで、硬度・粘性・弾性を制御し、硬さや反発性の異なる拍手ハンドのサンプルを作製



### 音響の解析

時間-周波数特性解析を行い、人間の拍手音に周波数の近い素材を選定

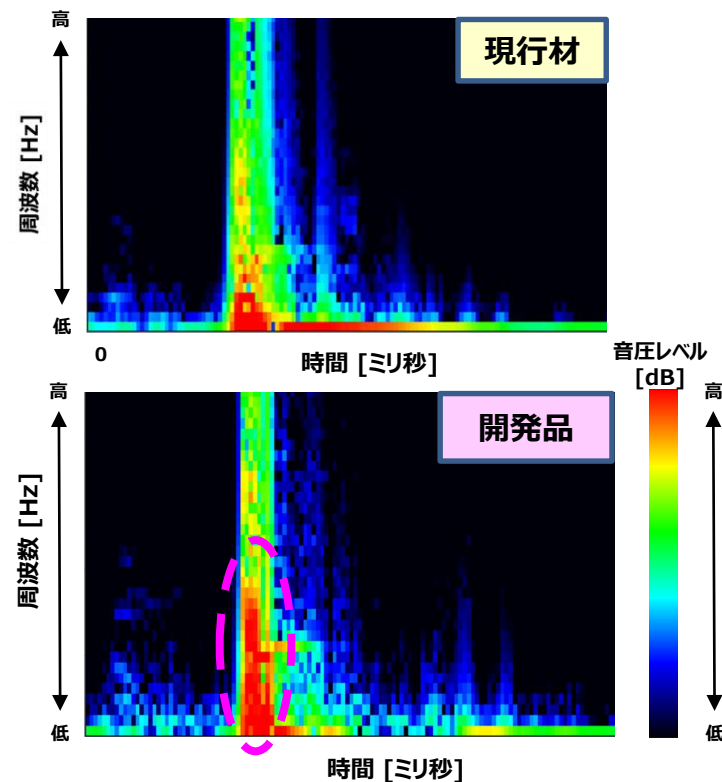
### フィードバックをもとに最終決定

音響テストで人の拍手に近い周波数特性を再現できる組成を絞り込んで複数のサンプルを作成。官能評価を実施し、拍手ハンドに最適なエラストマー材料を最終決定

ハンドの形や大きさはそのままに素材のみを変更し、より人間の拍手に近い音を実現



バイバイワールド社  
エンターテインメントロボット  
「ビッグクラッピー 2020」



### 拍手音解析

開発品の拍手音は、現行材に対し、広い周波数帯で音圧レベルが高い。開発品は人の拍手音の周波数特性に近い



三井化学株式会社「20年目の挑戦」より引用

## 防音技術の概要

三井化学グループ製品例

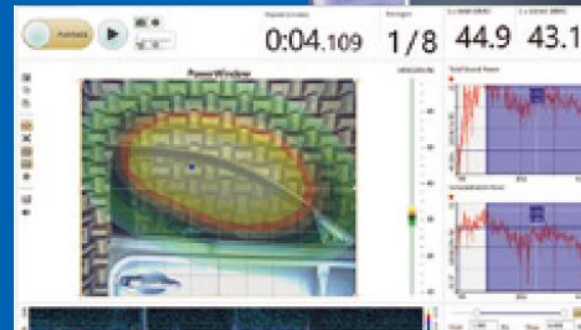


バンドリング(組合せ・複合化)による  
ポリマーソリューションを目指す

産業用ロボットが静かになると

- ・作業環境の改善
- ・設置場所の拡大 につながる？

(三井化学「20年目の挑戦」より)



自動車のパワーウィンドウから発生する音を解析し、どのような対策を施せば不快な音を低減できるかといった提案を行っている。左の画面は、音源可視化装置を使って音の発生源を可視化したもの

人間が温かさや冷たさを感じられるコミュニケーションロボット向け

## 樹脂部品の材料選定

柔軟性があり、かつ熱伝導性を高めた樹脂を選定

## 樹脂部品の構造設計

ウレタンゲル／ウレタンフォーム積層の界面にソフトな熱媒流路パターンが内包された積層体サンプルを作成。実際に注水して水漏れがないか確認

## 部品設計を最適化

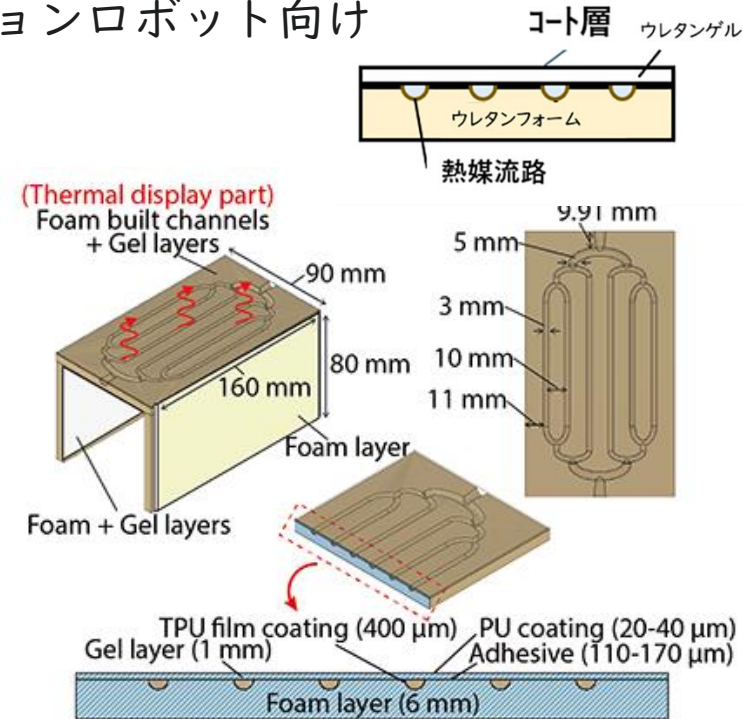
積層体サンプル評価。より適切な設計と成形方法を検討

**ウレタンゲル**：一般的なウレタンゲルよりも熱伝導率を上げた設計にしており、外装材の外側にのみ熱伝導

**熱媒流路**：温水・冷水が流れることで外装材の温度を調節

**ウレタンフォーム**：外装材の内側に熱が伝わらないよう、断熱性のウレタンフォームを内側に積層。

**ウレタンゲル／ウレタンフォーム**を積層構造により、熱伝導率が良く柔らかい外装材開発



Soft robotic shell with active thermal display

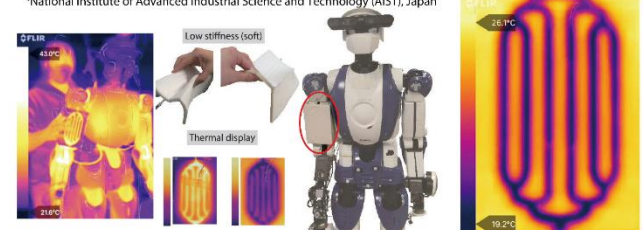
Yukiko Osawa<sup>1,4,5,6</sup>, Yuho Kinbara<sup>2</sup>, Masakazu Kageoka<sup>2</sup>, Kenji Iida<sup>3</sup>, and Abderrahmane Kheddar<sup>1,7,8</sup>

<sup>1</sup>CNRS-University of Montpellier, LIRMM, Montpellier, France

<sup>2</sup>Mitsui Chemicals, Inc., Tokyo, Japan

<sup>3</sup>Mitsui Chemicals Europe, Düsseldorf, Germany

<sup>4</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan



モンペリエコンピューターサイエンス・  
ロボット・マイクロエレクトロニクス研究所

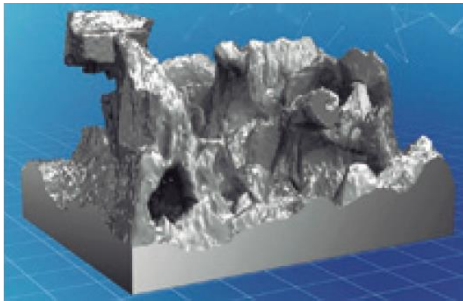
(三井化学ホームページより)



# ロボティクス向け高分子材料

信頼性向上

さまざまな金属と樹脂の強固な接着・接合を可能（ポリメタック®）  
ねじなどの締結部品の点数大幅削減  
軽量化、製造工数の削減に貢献



Plastics		Metals
PP	+	Al
m-PPO		Cu
PBT		Mg
PA		SUS
PEEK		Fe
PPS		
エラストマー		
etc..		

## 無人航空機の骨格部品

炭素繊維強化プラスチックとアルミジョイントの一体化部品に使用  
シンプルな骨格、剛性の向上、大幅な軽量化実現。飛行距離の延長にも貢献



# 事例：超軽量化ロボット実現へ 従来比約90%の減量に成功

## ポイント

- ロボットに搭載する、超高分子量ポリエチレン（UHMW-PE）製の軽量・低摩擦なギヤを開発
- 従来の金属ギヤに替えて新しく開発したギヤを搭載するだけで、約3%のロボット駆動時のエネルギー消費低減と、約89%の軽量化を達成
- さらにオイルレス駆動によるメンテナンスフリー、低騒音効果などももたらされ、地球にも人にも優しく、社会に受け入れられやすいロボットの実現に期待
- さまざまなロボットのエネルギー消費低減につながり、カーボンニュートラル社会実現への一助となることが期待

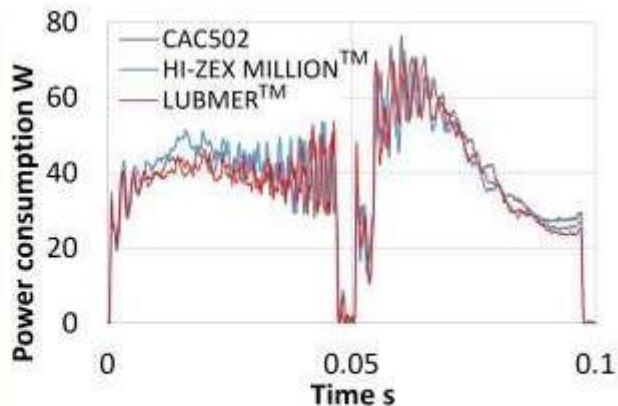
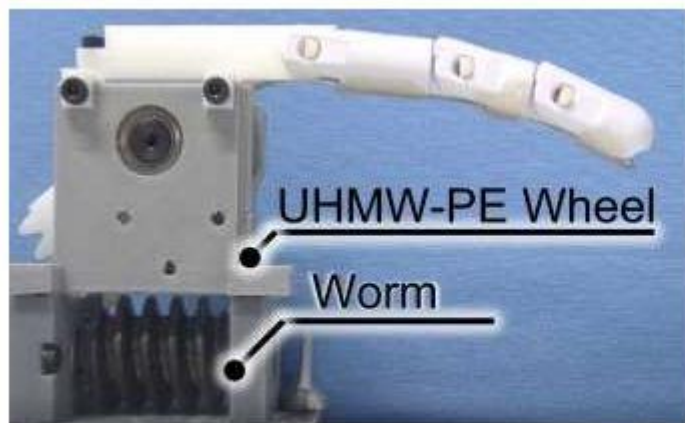


図3 製作したウォームギヤ

超高分子量ポリエチレンである LUBMER™ ギヤをロボット指部に用いることで、約3%のエネルギー消費低減を確認しました。

早稲田大学 ニュースリリースより

<https://www.waseda.jp/top/news/84546>

 **まとめ**

ロボット産業では、高分子材料の活用は限定的  
今後、積極的に活用することで革新的なロボット作りが可能

## 想定されるメリット

- 大幅な軽量化が達成でき、これに伴う省エネ効果（＝消費電力の削減）も期待
- ロボット総重量の削減に加えて、外装クッション材や近接・接触センサーの活用により、安全性の向上が期待
- ロボットの指先に使用する柔軟材料や角度・力覚センサーの活用により、ロボットハンドの繊細な動きが実現でき、ロボットの機能性向上が期待
- オイルレスギアや金属樹脂接合技術による部品点数削減  
メンテナンス容易、ロボットの信頼性向上
- ロボット全体のコストダウン

# なぜ三井化学がロボット？

労働人口減少や高齢化など多くの社会課題を解決する有望な手段として  
ロボットに大きな期待が寄せられている

## 仮説

ロボットが課題解決に挑戦していく過程で

ロボットの「カタチ」が変わるだろう

ロボットを構成する「材料」が変わるだろう

金属 ➡ 金属以外の材料（特に高分子材料）

事業アイデア

ターゲット                   ： サービスロボット

事業化のステップ       ： 既存材料 → 新規材料 → パーツ提供



変わる  
三井化学グループの研究開発

# 「顧客起点 イノベーション」 で社会に貢献



三井化学グループは、社会の持続可能な発展を目指す2025長期経営計画の基本戦略のひとつに「イノベーションの追求」を掲げています。めまぐるしく変化する社会のニーズに対応していくためには、社会やお客様何れを求めているのかをきちんととらえることが必要不可欠です。お客様のニーズに対して、技術やサービスを組み合わせる新たな価値を提供すること、いわゆる「顧客起点イノベーション」を推進しています。当社グループの研究開発は大きく変わるようとしています。社内外の垣根を越えた連携によるオープンイノベーション活動を通じて、社会やお客様の課題解決を目指す取り組みをご紹介いたします。

Special  
Topic

## 「わくわく」と「外へ」から始まった ロボット材料事業

2012年、モビリティ事業本部に「未来創生ワークショップ」が立ち上げられました。これは、社員が自由に新規事業を提案してほしいと会社の後押しで始まったものです。キーワードは「わくわく」と「外へ」。

わくわくするテーマには自然と人が集まります。会議室の外に飛び出せば、社員有志、当社の強みを補完できる企業、新しいことに挑戦するお客様との共創が始まります。そこから当社グループのロボット材料事業が生まれました。

「様々な社会課題解決を期待されているロボットは、今後も「鉄の塊」なのだろうか?」「自動車のように機能性材料がどんどん使われるのでは?」という仮説を持って外に出ると、社内外で様々な化学反応が起きました。そのひとつが、人と協働するロボット向けの柔らかい部品の開発です。柔らかい素材を求めるロボットメーカーのニーズと当社の材料技術がうまく合致し、これまでにない特殊な部品をともに創り上げました。

2016年4月に正式発足したロボット材料事業開発室は、「ロボット」と「材料」というこれまであまり接点がなかった技術の新結合と新しいヒトのネットワーク形成を重視し、イノベーション創出と顧客起点の新たな価値の創造をリードしています。



Voice  
01

### 総合化学メーカーの強みを 発揮できる分野

当社グループには、既存事業で鍛えられたすぐれた技術や総合化学メーカーならではの多彩な製品群があります。それをロボットに適用し、新しい市場への出口を作る、というのが我々の基本的な考えです。社外の技術も積極的に活用します。社内外の技術を受容に統合させることがイノベーションにつながると思っています。

ロボット材料事業を通じて、当社グループ内にインテラティブな新しい関係が広がっていると感じます。例えば、自律移動ロボットの田中走行実験「つくばチャレンジ2016」では、任意センサを組み込んだメンバーを参加チームに提供しました。「ロボットが壁や人に衝突したことを検知する」「ロボットも衝突相手を守る」等のニーズを受けて、別々の事業部が所管する任意センサと柔らかいポリウレタンフォームを組み合わせて試作したメンバーです。専門家と意見交換を行いながら試作品の改良を進めています。

これからも、当社の技術を採用したロボットがどれだけの世の中役に立つかを考えながら、ロボット材料事業開発を進めています。ロボットが社会貢献する上で当社の技術が少しでも役立つようにしたいです。

ロボット材料事業開発室  
主席部長  
緒横 士郎



つくばチャレンジ2016で自律移動ロボットを展示したロボットの様子



Voice  
02

### ロボットメーカー、部品メーカーと 「わくわく感」を共有

ロボット材料事業開発では、当社の力だけのお客様や社会のニーズに100%応えることはできません。そこで、人と協働するロボットの部品開発でもパートナーになってくれる部品メーカーを探すことから始めました。ここは非常に苦労した部分です。当社の既存事業の多くは、部品メーカーがお客様です。これまで事業部や研究所の先輩方が材料サプライヤーとして部品メーカーと良い関係を築いてきたことが大変助けになりました。

我々の材料が部品メーカーの加工でお客様の望む形になったり、必要なら他社の材料も使って部品メーカーで複合化したり、おもしろいことや新しいことをやりたいと言ってくれる部品メーカーと我々が、このような思いを通じてロボットメーカーと「わくわく感」を共有することで、新しい製品が生まれてくると実感しています。

これからの研究開発には、このようなオープンイノベーションが不可欠だと考えています。そこには、お客様や協力いただく方々との信頼関係の醸成が必要です。今後もお客様や社外の協力者の方々と一緒に事業を生み出すという三井化学グループの新しい研究開発に取り組んでいきたいと考えています。



人と協働する  
ロボットの例

合成化学品研究所  
リサーチフェロー  
山崎 聡



# ロボティクス関連 紹介ページ例

三井化学株式会社

<https://jp.mitsuichemicals.com/jp/special/arcus-robot/>



Mitsui Chemicals  
三井化学ロボットソリューション室

材料技術 設計開発 加工技術 評価/分析 事例紹介 お問い合わせ

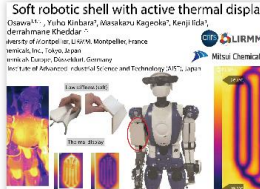
## 素材の力で ロボット開発を もっと前へ

三井化学 ロボットソリューション室では、  
お客様のロボット開発・製造におけるさまざまな技術課題を  
これまでに培った樹脂素材の豊富な知見を活かし解決します。

新着情報 2022/11/14 Mitsui Chemicals ロボットソリューション室のサイトを公開しました。  
NEWS



事例紹介



Soft robotic shell with active thermal display  
Osawa<sup>1</sup>, Yuhya Kinoshita<sup>2</sup>, Watsukawa Kayoko<sup>1</sup>, Kenji Iida<sup>1</sup>,  
derrahmane Kheddar<sup>3</sup>,  
Member of Center for AI/ML/Robotics, France  
kenkai@ipc.tokyo.ac.jp  
kenkai@ipc.tokyo.ac.jp  
Member of Center for AI/ML/Robotics, France

フランス国立科学研究センター

温度制御機能を備えた、柔軟なロボット外装  
材を開発



Power-assist international company

パワーアシストインターナショナル株  
式会社様

アシストスーツ軽量化のため、金属部品を樹  
脂化



Bio-nic eye

バイオニックアイ™ (自社開発品)


眼科手術練習用に、人肌や人眼を再現した精  
巧なシミュレーターを開発

## BUSINESS FIELD

### 事業内容の紹介

ロボット開発のための材料開発・選定から設計・製造までトータルサポートいたします。

- 01 材料技術  
Material Development
- 02 設計開発  
Design / Structural Analysis
- 03 加工技術  
Parts Production
- 04 評価/分析  
Properties / Analysis



変化をリードし

サステナブルな未来に貢献する

グローバル・ソリューション・パートナー

