



第5回

ロボット大賞 ガイドブック

受賞ロボット紹介



この事業は、競輪の補助を受けて実施しています。
<http://ringring-keirin.jp>

お問い合わせ

「ロボット大賞」運営事務局

TEL:03-5644-7298 FAX:03-5641-8321 E-mail: info@robotaward.jp

公式ウェブサイト <http://www.robotaward.jp/>

ROBOT AWARD

第5回 ロボット大賞 (THE 5TH ROBOT AWARD)

主催：経済産業省 一般社団法人 日本機械工業連合会



この事業は、競輪の補助を受けて実施しています。
<http://ringring-keirin.jp>

「ロボット大賞」とは？

「ロボット大賞」は、我が国のロボット技術の革新と用途拡大及び需要の喚起を促すため、活躍したロボットの中から市場創出への貢献度や期待度の高いロボットや部品・ソフトウェアなどを表彰する制度です。

「ロボット大賞」を通じて我が国のロボット産業の一層の発展と、ロボット技術が実用化されて私たちの暮らしに活用されることを期待しています。

事業の目的

- ①ロボット／RTの実用化を促進し、研究開発の高度化ならびに次代の人材育成につなげる
- ②ロボット／RTの有効性を提示し、サービスプロセス・イノベーションの創出を促す
- ③ロボット／RTを公知し、その社会実装による新社会システムの実現と産業創出に結び付ける

ロボット大賞 概要

※第5回ロボット大賞募集要項より抜粋

主催：経済産業省、一般社団法人日本機械工業連合会

協力：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、独立行政法人中小企業基盤整備機構、一般社団法人日本ロボット工業会、一般社団法人日本ロボット学会、一般社団法人日本機械学会、社団法人人工知能学会、一般社団法人日本人間工学会、公益社団法人計測自動制御学会、日本科学未来館、公益財団法人テクノエイド協会 ※順不同

審査対象：日本国内で活躍したロボット及び部品・ソフトウェア

部門：サービスロボット部門、産業用ロボット部門、公共・フロンティアロボット部門、部品・ソフトウェア部門、ロボットビジネス／社会実装部門（新設）

審査基準：審査における評価基準は、以下の①～③および部門毎の特別評価とします。

①社会的必要性

これまでの導入・販売の実績、将来のロボット市場創出の期待度、メリットおよびニーズの大きさ、公益性など

②ユーザーの視点に立った評価

利便性、実用性、経済性、デザイン性、維持コストなど

③技術的先進性

新規性、独創性、安全性、技術的安定性、動作環境の汎用性や操作性など

表彰位：「ロボット大賞」（経済産業大臣賞）

全応募のうち、最も優れたロボット・システムまたは部品・ソフトウェアに授与

「最優秀中小・ベンチャー企業賞」（中小企業庁長官賞）

優秀賞のうち「中小企業ならではの柔軟な発想」などを活かした最も優秀なロボット・システムまたは部品・ソフトウェアに授与

「日本機械工業連合会会長賞」

優秀賞のうち、ロボット産業の振興において特に優れたロボット・システムまたは部品・ソフトウェアに授与

「特別賞」

各分野において、特に優れた功績や可能性を持つロボットに授与

「優秀賞」

部門ごとに、審査基準に基づいてロボット・システムまたは部品・ソフトウェア等に授与

「第5回 ロボット大賞」受賞一覧

第5回ロボット大賞（経済産業大臣賞）

ロボットビジネス／社会実装部門

生活支援ロボットソリューション事業の推進

パナソニック株式会社／松下記念病院

p2 →

日本機械工業連合会会長賞

産業用ロボット部門

知能化組立ロボット「Fシリーズ」

三菱電機株式会社

p6 →

社会貢献特別賞

公共・フロンティアロボット部門

原発対応ロボット「Quince／Rosemary」

千葉工業大学

p10 →

優秀賞

産業用ロボット部門

ロボットの自在性を活かした「3次元鋼管曲げ(3DQ)ロボット」

新日鐵住金株式会社／住友鋼管株式会社／
日鉄住金プラント株式会社／株式会社安川電機

p14 →

優秀賞

部品・ソフトウェア部門

次世代ロボット向けRTシステム「SEED Solutions」

THK株式会社

p18 →

最優秀中小・ベンチャー企業賞（中小企業庁長官賞）

部品・ソフトウェア部門

ロボット用3次元ビジョンセンサ「TVSシリーズ」

株式会社三次元メディア

p4 →

次世代産業特別賞

産業用ロボット部門

フレキシブルな自動組立ラインを実現するヒト型ロボット「NEXTAGE」

グローリー株式会社／川田工業株式会社

p8 →

優秀賞

サービスロボット部門

球面超音波モータを使用した「管内検査ロボット」

株式会社キュー・アイ／東京農工大学

p12 →

優秀賞

公共・フロンティアロボット部門

自律型海中ロボット「Tuna-Sand」

東京大学生産技術研究所 浦研究室／
株式会社海洋工学研究所／独立行政法人海上技術安全研究所

p16 →

優秀賞

ロボットビジネス／社会実装部門

災害現場で活躍する「次世代無人化施工システム」

鹿島建設株式会社／株式会社熊谷組

p20 →

第5回 ロボット大賞（経済産業大臣賞）

ロボットビジネス／社会実装部門

生活支援ロボットソリューション事業の推進

パナソニック株式会社／松下記念病院



ユーザ主導型イノベーションによるロボット事業



受賞担当者のコメント

生活支援ロボットの事業化推進を担当して4年間、様々なロボットを開発して顧客に持ち込み実証試験を行ってきました。しかし、現場では良い評価が多いにもかかわらず事業化が遅々として進みませんでした。その根本原因は、顧客はロボットという「モノ」の提供を望んでいるわけではなく、現状の課題を解決する手段やソリューションといった「コト」の提供であるという顧客視点での開発を忘れていたことでした。そこで顧客第一の発想に立ち返り、ロボットによるソリューションがどのようなすばらしい未来を拓くのかを実際に見て体験いただけるオープンラボを設置しました。そしてリードカスタマである松下記念病院に導入し、他病院に拡展開することで本格事業立ち上げに至ることができました。本年4月にはヘルスケア社にロボット事業部を設立し、グローバルに事業展開を進めています。我々の事業推進モデルが、生活支援ロボット産業の創出に貢献できれば幸いです。

パナソニック株式会社 生産技術開発センター
ロボット技術開発グループ グループマネージャ
本田 幸夫氏

■プロダクトアウトからマーケットインへ

これまで数多くのサービスロボットが日本中、世界中で研究・開発されてきました。しかし、なかなか思うようにビジネスとして成功していない、というのが現状です。

我々はその原因の1つとして、開発の仕方、ビジネスのやり方に問題があると考えました。これまでのビジネスは、ものを中心としたロボットありきのプロダクトアウトの発想で行われることが多く、結果として事業に結びついていませんでした。そこでビジネスの基

本に立ち返り、顧客第一、顧客と共に困りごとを解決していくという発想に変えることとしました。「モノ」ではなく「コト」、すなわちソリューションを提供するビジネスモデルを推進した結果、事業が立ち上がり成長を開始することができました。

具体的には、開発したプロトタイプを模擬環境に展示し、いつでも誰でも見学できるようにしたオープンラボを設置し、そこで潜在顧客に導入イメージを掴んでいただいた上で病院へのコンサルティング、さらにはソリューション提案、受注に繋げるというビジネスモデルです。このモデルでは、オープンラボとそれと連動した現場診断コンサルが事業の肝になります。

■オープンラボによるソリューションの見える化

我々ロボット関係者はロボットとは何か、どれだけ便利なのかということが分かっていますが、我々の顧客はロボットでソリューションと聞いてもイメージが湧かず、その結果、実際のビジネスにはなかなか繋がりません。

そこで実際の利用空間を模した病院・施設を作り、薬剤関連ロボット群、自律搬送ロボット、ヘッドケアロボット、ロボティックベッドなどこれまでに開発してきたロボットを展示する「オープンラボ」を構築し、顧客にロボットソリューションの見える化を実現しました。

その結果、2009年からの4年間で約200機関650名以上のお客様の来訪があり、ロボットによるソリューションイメージを共有し、現場のお困りごとを具体的に把握することができました。



パナソニックの医療福祉ロボット群



ロボットオープンラボ

■コンサルティングとソリューション提案

同時に現場のお困りごとを解決する現場診断のコンサルチームを組織化しました。まず、専任のコンサルティング部隊を編成し、2年で30病院以上をコンサル致しました。FA分野で蓄積された診断ツールや業務改善ノウハウを用いることで、安全・効率的な業務を提案するだけでなく、経営視点で効果を検証することで、最終的にお困りごとを解決する方策を提案しています。

中には必ずしもすぐにロボット化という解決策になっていない場合もありましたが、現場の課題を共有化し、トータルで経営に貢献するソリューションとして提案した結果、ロボットを導入しようという潜在ニーズを顕在化することができました。

まず、松下記念病院をリードカスタマとして選定し、自律搬送ロボットHOSPIなど薬剤関連ロボット群を導入しました。続いて、同様のステップを踏むことで、2012年7月には埼玉医科大学国際医

療センターに導入し、さらに来年4月の淀川キリスト教病院新病棟への展開へと大きく発展し、事業が本格化しています。



病院へのコンサルティング



薬剤業務支援ロボットシステム(モデル病院の概要)

■今後の展開

これまでのビジネスモデルの検証により、事業の現実性が明確になりましたので、本年4月に社内分社であるヘルスケア社に院内ロボット事業部を設置しました。また、インフラシステムを担当する社内分社パナソニックシステムソリューションズジャパンも事業に参入しています。これからは、国内のみならず、既に引き合いのきている海外案件にも対応し、グローバルにビジネスを展開する予定です。

パナソニックのロボット事業は、顧客とともにイノベーションを興し、「コト」を提案するソリューションデザインが基本です。21世紀の製造業の柱となる事業を目指し、日本発で世界を引っ張っていく新しいロボット産業を構築する決意です。

ロボット用3次元ビジョンセンサ「TVSシリーズ」

株式会社三次元メディア



世界初!!本格的3次元ロボットビジョンセンサ



受賞担当者のコメント

「TVSシリーズ」は、本格的に市場からのニーズに答えたビジョンセンサで、いままでロボットによる自動化が難しいといわれていた、荷姿がバラ積み、バラ置き、段積みのワークを自動ピッキングするための「ロボットの目」の役割を担います。

新規はもとより、導入ユーザからも評価が高く、また、更なる機能向上への期待も大きいので、市場からの要望への対応を日々、追及しています。3Dビジョンシステムの自動化によるラインの全自動化がすでに夢ではなくなっています。我々は3次元ロボットビジョンの普及を図り、これによって、我が国の国際競争力を高め、工場を国内に残し、産業の発展に貢献していきたいと考えています。

株式会社三次元メディア 取締役 営業部長
澤田 純一氏

■ロボットビジョン市場

ロボットは多数の技術の集大成である特徴をもちますが、その中で最も遅れているのはセンシング技術です。ロボットは3次元空間の中で動作するため、3次元センシングを必要とします。特に3次元ビジョン技術による位置決めは、非接触・高精度・低コスト・軽量・高速などの特徴をもつため、強く期待されています。しかし、従来は技術開発が遅れていたため、産業用ロボットは3次元ビジョンセンサを搭載していないのが現状であり、あらかじめ、ティーチングで決められた動きしかできず、掴むものは決まった場所に置かれていなければなりません。3次元センシングが実用化できれば、産業用ロボットの応用が広がり新たな市場を創造することになります。



TVSシリーズ 分離型

■ユーザ観点からの特徴

当社は以前から独自開発により、高速高精度キャリブレーション技術、高速高精度3次元計測技術、高速高精度3次元物体認識技術を確立し、ライブラリとしても提供を続けてきました。しかし、ライ

ブライを用いたロボットビジョンシステムの構築には、カメラ選定や設置方法などの光学設計、ライブラリを用いたプログラミング、認識結果の解析によるロボットへのワーク把持位置姿勢の提示、などの課題がありました。これをすべてユーザやロボットエンジニアが解決することは難しく、3次元ビジョン実用化の大きな壁となっていました。そこで当社は、従来の「ライブラリ」ではなく「センサ」の位置付けでよりユーザインタフェースの充実した製品の提供を目指し、世界初の本格的3次元ロボットビジョンセンサTVSを開発し、2011年3月より販売を開始しました。TVSはパラメータの設定だけで運用が可能であるため、上記難題から解放され、3次元ロボットビジョンシステムで比較的容易にラインの構築をすることが可能になりました。



TVSの設定画面

■システム構成と簡単ロボット連携

TVSシリーズは、専用ステレオカメラ、専用PC、専用PC上で作

動するセンサプログラム、ロボットコントローラの連携プログラムで構成されます。

まず、専用ステレオカメラには、ロボットハンドに取り付けるための一体型と、固定カメラとして使用するための分離型との2種類があり、それぞれの特長をもち、ラインの特性に合わせて選択することが可能です。次に、TVSのソフトウェアには、当社独自開発による高速高精度キャリブレーションと高速高精度任意形状3次元物体認識が含まれています。キャリブレーションは、ロボットペンダントを使用した簡単なティーチング操作で、ロボットと専用ステレオカメラとの位置関係を高精度に算出します。3次元物体認識では、バラ積みワークの中からピッキング可能なワークの把持位置姿勢を1秒程度で認識します。また、対象ワークに円や直線等の幾何学模様を必要としないため、任意形状(STL形式で入力)のワークの3次元認識が可能です。最後に、ロボットコントローラの連携プログラムは、ユーザが既存のティーチング技術でTVSシリーズを扱うためには必須のツールであり、現在、デンソー、三菱電機、川崎重工業、安川電機、ABB、不二越のロボットに対応しており、今後もロボットメーカーの拡張を進めることをユーザは望んでいます。

メーカー	対応ロボット・コントローラ	必要オプション
デンソー	ロボットVP-G・VS-G・VM-G コントローラRC7M	多機能ティーチングペンダント WINCAPSIII、もしくはWINCAPSE インタフェースパネル機能
安川電機	DX、FS	MotoPlus 機能 プログラミングペンダント(FSのみ) RT ToolBox2 (別売り) RS6TB (別売り)
三菱電機	SQシリーズ (ファームウェアバージョン"R3"以上) SDシリーズ (ファームウェアバージョン"S3"以上)	
川崎重工	D73	TCP/IP通信機能
NACHI	AX10 AX20 (ソフトウェアバージョン"AXV8.29"以上) FD11	[ハードウェアオプション] ・タッチパネルT/P (AX10 AX20のみ) [ソフトウェアオプション] ・シフト機能(外部入力シフト機能) ・ロボット言語
ABB	IRC5	・PC Interface ・Flexpendant Interface

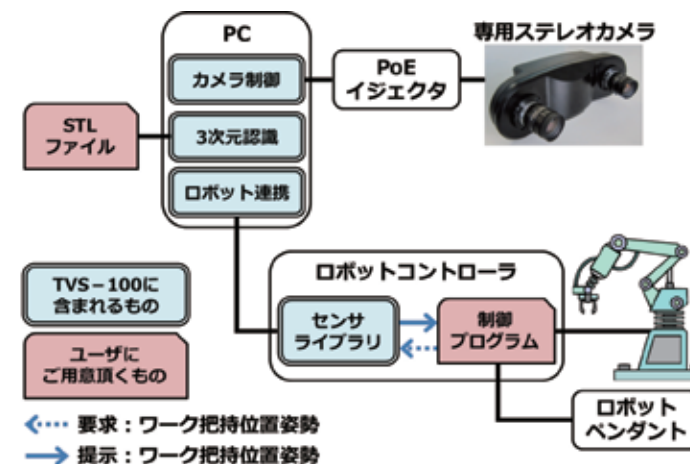
ロボット連携対応一覧

■運用実績

今までの生産ラインへの部品供給は、技術的側面からどうしても「人」もしくは「人とパーツフィーダ」などの部品整列機など専用機の用意が必要でした。人の場合は、繁忙期に備えてある一定以上の熟練者を確保しなければならないというリスクや、熟練工員の高齢化が課題となっているのはどの業界でも当てはまります。また、部品整列機の場合は、部品ごとに製作しなければならないという費用の問題、段取り替えにはやはり人がそれなりに時間を割いて対応しなければいけないという時間の問題、装置が大きくなるのでどうしても設置場所を確保しなければならない、あるいは設置していない装置の保管が必要であるという場所の問題、運用で音がうるさくなるという環境の問題があります。これらの課題事項は専用機

ではなく汎用機になる、「TVSとロボットを連携させた3次元ビジョンロボットシステムの導入」により解決されます。

①人作業からロボットへの自動化による安定性や費用対効果
②生産ラインの稼働時間延長 ③人確保のリスク低減 ④パーツフィーダなどの部品を自動的に整列させ供給する装置が不要 ⑤ロボットとの連携により専用機ではなく汎用機となることによる投資リスクの低さなど、多くのメリットが生まれます。ユーザからは①費用対効果を明確に提案できる3次元ロボットビジョンシステムが構築できた。②ロボットメーカーの選定が自由で、システムの特性や自社のロボット制御ノウハウでロボットを選択できるのがよかった。③ペンダントでも操作できるため、3次元認識がティーチングとパラメータの選択だけで簡単に設定できた。④次のライン設計のアイデア検討が楽しい。などの評価を頂いています。



システム構成図

■今後の計画

コア技術の改良、機能面のさらなる向上のバージョンアップを10月末にリリースします。来年には次機種の発売も予定しており、市場からの御要望にお応えすることが当社の責務であり、社会への貢献だと考えています。

■最後に

- ①現在、6社のロボットと連携
- ②パラメータの設定だけで3次元認識が簡単にできる
- ③すでに導入実績があり、実ラインで稼働している

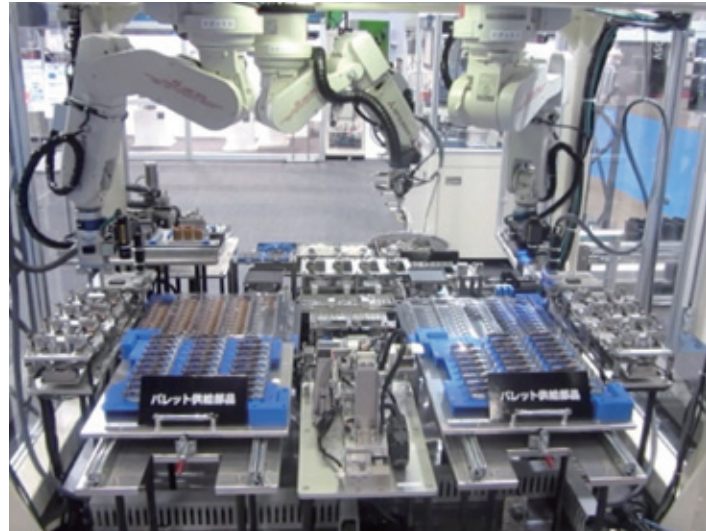
3次元ロボットビジョンはすでに、夢から現実になっています。これまで3次元ビジョンシステムの検討をあきらめていた分野での再検討を期待します。

知能化組立ロボット「Fシリーズ」

三菱電機株式会社



次世代組立セルを支える知能化ロボット



受賞担当者のコメント

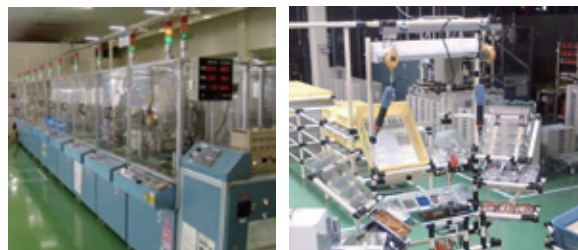
「次世代のモノづくり力を支えたい」、そんな思いから知能化ロボット開発プロジェクトがスタートしました。オープンイノベーション戦略も活用して若手とシニア層が熱い議論を交わしながら、多くの知能化技術開発を進めました。また、受け皿となる新型ロボット開発を並行して進め、これらを結晶させる形で今回の組立セルを構築、従来は人にしかできなかった高度な組立作業を実現しました。開発技術は産業用ロボットFシリーズの制御ソフトウェアとして搭載されており、簡単かつ迅速に高度なロボットシステムを構築することができるようになっています。今後も日々変化する市場に対応した進化を続けながら、モノづくりの世界がさらに広がることを期待しています。

三菱電機株式会社 名古屋製作所 ロボット製造部長
小林 智之氏
生産システム推進部長
杉山 徹氏
先端技術総合研究所 所長
田中 健一氏

■激変する生産現場

現在、モノづくりの現場では、生産・消費のグローバル競争、多様化するユーザーニーズ等、日々変化する課題への対応が求められ続けています。

近年では新興国への工場進出の動きが顕著となる一方で、人件費高騰、労務管理問題などの社会構造変化により、安価で大量な労働力に基づいたローコストオペレーションモデルが崩壊し、自動化ニーズが急速に高まってきています。また、電気・電子分野などの組立ての製造現場では、従来よりも一段進んだ変種変量生産が可能なセル生産方式が注目されてきています。しかしながら、熟練工の退職や少子高齢化による就業人口の減少が進行中であり、これまでの人セル生産に代わり、従来は実現が難しかったロボットによるセル生産の実現が国内外で求められるようになってきました。

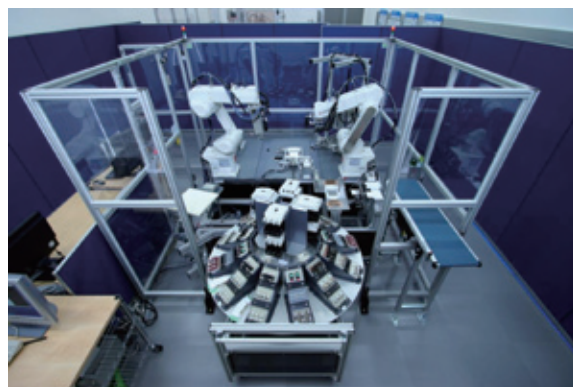


従来の生産形態(左:ライン生産、右:人セル生産)

■ロボットが活躍する組立ての現場へ

「次世代のモノづくり力を支えたい」、三菱電機では、従来の自動化ライン生産の高生産性・高信頼性と人によるセル生産の柔軟性・簡便性・省スペース・低コストを併せ持つ変種変量生産に適した「知能化ロボットによるセル生産」の実現に向け、2005年より当社製品の生産現場を対象に社内開発プロジェクトをスタートさせました。

この取り組みでは、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)委託事業(2件)およびオープンイノベーション戦略に則った複数大学(京都大学、名古屋大学、北海道大学、富山県立大学)との連携活動を実施してきました。また、開発者自らが実証セルの



NEDO次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト実証機

設計、製作、立上げ、運用を実施することにより、課題の抽出だけでなく、開発技術の実証、研鑽を行うというこれまでにない開発アプローチにより、完成度の高い技術開発を目指しました。

■開発した知能化技術の特長

本開発プロジェクトの中で顕在化してきた以下の(1)～(3)の3つの課題に対して、主に①～⑥の知能化技術を開発しました。

(1)部品の効率的な供給

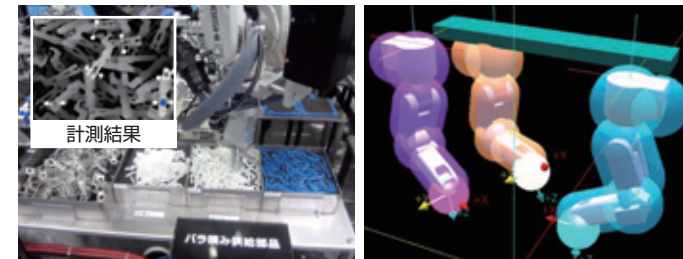
①バラ積み部品供給のための小型3次元ビジョンセンサと高速計測・認識機能

(2)立上げ時間の短縮

②複数ロボット間における高速干渉回避機能
③治具レス組立に適した高精度複腕協調制御機能
④効率的教示のための力覚センサ情報提示機能

(3)部品のばらつきに対する柔軟性

⑤安定組立のための力覚センサを用いた高速倣い制御機能
⑥安定作業のための力覚センサによる力制御機能



3Dビジョンセンサによる部品供給

干渉チェック用モデル



協調制御による部品把持

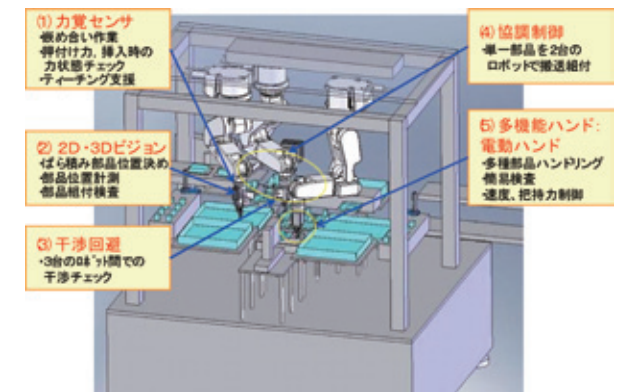
力覚倣い部品挿入

■サーマルリレー組立セル

モータの過負荷による焼損防止等を目的とするサーマルリレーは多数の機種ラインナップを持つ製品です。このため、生産量が少ない機種では、これまで主として人セルによる変種変量型の組立が行われてきました。今回の対象製品では、16種類、34個という多数部品を扱う必要があり、従来の部品供給装置や専用組立治具を用いる設計では、費用・面積・設計時間の増大を招く問題がありました。今回、社内適用に向け、ロボット知能化技術に加え、電動ハンドを用いたフィンガーチェンジ機構や簡易ネジ整列機構の開発

も盛り込んだサーマルリレー組立セルを構築し、省面積(W:1.7×D:1.5×H:1.2m)で従来型セル設計に比べ、費用と立ち上げ時間をいずれも7割程度に抑えながら、人セル以上の生産能力¹(月産約2500台以上)を実現することに成功しました。

注1:自動化による稼働時間拡大効果を含む



サーマルリレー組立セル

■「MELFA Fシリーズ」による開発技術の展開



知能化組立ロボット「MELFA Fシリーズ」

開発した知能化技術は2011年11月より発売が開始された「MELFA Fシリーズ」ロボットの制御コントローラ上のソフトウェアとして標準搭載されており、協調制御、干渉回避機能などのソフトウェア機能を標準で用いることができます。さらに必要に応じてオプションハードウェアである力覚センサ、3次元ビジョンセンサ、多機能ハンドを導入することで、さらに多くの知能化技術を利用し、ロボットによるセル生産システムを簡単かつ迅速に構築することができます。また、ユーザーが必要な機能をすぐに立ち上げられるように必要なハードウェア・サポートソフトウェアをパッケージ提供するとともに、新たなサンプルソフトウェアを随時提供できる体制を整えています。

今後も日々変化する市場に対応した技術進化を続けるとともに、モノづくりの世界がさらに広がっていくことを期待しています。

フレキシブルな自動組立ラインを実現するヒト型ロボット「NEXTAGE」

グローリー株式会社／川田工業株式会社



「NEXTAGE」の柔軟性を活用した、次世代生産方式 (GLORY Smart Automation Facility System) を目指して



受賞担当者のコメント

将来の製造現場を見据えて、従来は人手で行っていた貨幣処理機の組立工程にヒト型ロボット「NEXTAGE」を導入し、フレキシブルな自動組立ラインを実現しました。

製造現場において人が手作業で行っている工程の自動化が難しい理由のひとつは、その工程が人ならではの様々な柔軟性をあてにして設計されていることにあります。人は、周囲のモノや道具、装置などの配置の変化を柔軟に把握することができます。また、腕と目、道具や装置を利用して、省スペースで多種の作業を柔軟にこなします。製造する製品や製造方法の変更にも柔軟に対応することができます。

多品種変量生産のモノづくりににおいて、ロボット活用の可能性が広がっていくことを期待しています。

グローリー株式会社 埼玉工場 生産技術部 マネージャー 飛田 昭夫氏

川田工業株式会社 ロボティクス事業部 営業部 マネージャー 白間 直人氏

■NEXTAGEの基本仕様

NEXTAGEは、川田工業が人と共存・協業して働くヒト型ロボットの開発を目指すなかで開発された、産業向けの上半身型ヒューマノイドです。

軸構成は、片腕6軸の双腕、頭部カメラのためのヨー・ピッチの首2軸、胴体腰ヨー1軸の計15軸から成ります。

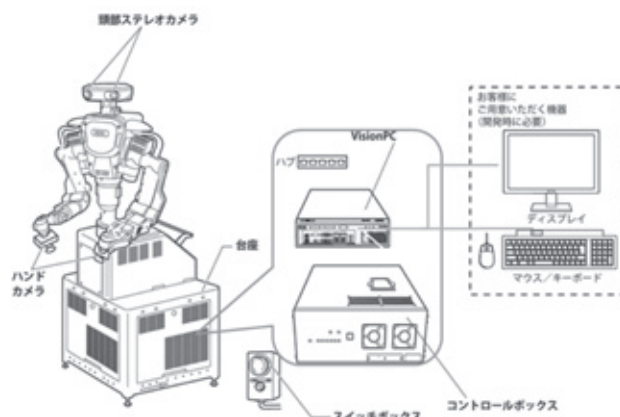
腕の6軸は、肩にヨー・ピッチの2軸、肘にピッチ1軸、手首にヨー・ピッチ・ロール3軸を配しています。肩ヨーからはじまる軸構成は、ロボット前方の平面作業に適しています。人は肩ロール軸を使うことが多いのですが、人と共存するための安全性を考慮して肩ロール軸は採用しておりません。これはすぐ横に人がいる場合などに肘が当たる危険を避けたためです。腰ヨーや肩ヨーの動きでは肘はあがることはなく腕側面の動きとなり、安全性が高くなります。手先3軸は直交3軸を採用しておりません。人の手の掌が手先の方角に対して直角であり、人の動きに習うためにこの構成となっています。

台座部を除くロボット本体の寸法は 高さ730mm・肩幅576mm・奥行き250mmであり成人男性を意識した寸法になっています。ロボット本体の質量は29kgです。

作業する可搬質量は片腕1.5kg、両腕で3kgです。安全性と作

業性を考慮し、各軸を構成しているアクチュエータの出力は80W以下となっています。

エンドエフェクタ(ハンド)は作業内容に合わせたカスタム仕様となります。手首にはエンドエフェクタ用に空圧4系統と10ピンの信号ケーブル、及びUSB1系統が実装されています。USBは主としてハンドカメラ用に用います。

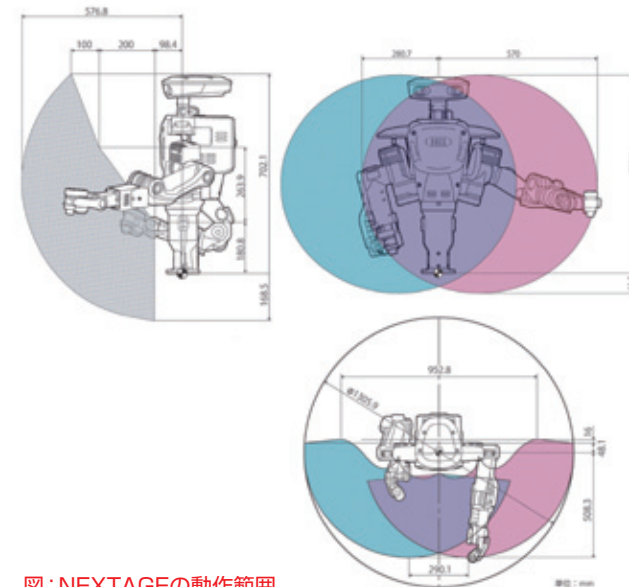


図：NEXTAGEの構成図

従来人が100%組み立てていた組立工程を、NEXTAGEを活用した新しい自動組立ラインとして新しく構築するうえで、キーとなったのはNEXTAGEの「柔軟性」です。

■NEXTAGEの柔軟性1：省スペース

NEXTAGEは、各腕6自由度の双腕と腰の回転軸により、省スペースながら人に近い作業範囲を持っています。ロボット制御用のコントローラや画像認識用のビジョンPCも本体の台座部分にコンパクトに収納されており、作業機能全体の占有スペースは一人一人分程度で納まっています。また、各軸が80W以下のアクチュエータで構成されていることから、労働安全衛生規則上、安全柵無しでのレイアウトが可能になっています。



図：NEXTAGEの動作範囲

■NEXTAGEの柔軟性2：簡便設置

NEXTAGEは、頭部のステレオビジョンを用いて、作業台やツールなどに「クロスマーク」と呼ばれるシールを貼ることで周囲の環境を把握することにより、正確に配置しなくても、高精度の作業を実現します。3個以上のクロスマークを1セットとすることでロボット本体から見た相対的な3次元位置を認識する機能により、ロボットや作業台上のツールや治具などを厳重に固定しなくても作業をさせることができます。

NEXTAGEは、台座下部のキャスターにより手軽に移動をさせることが可能なので、作業内容にちょっとした変更があったときに



クロスマーク貼付による3次元位置の認識技術

ロボットや作業環境を動かす、ロボットを一時的に別の場所で作業させる、いざというときに作業者が代わりに作業するためにロボットをどかす、というような使い方も可能です。

■NEXTAGEの柔軟性3：道具や装置の活用

NEXTAGEで人手作業工程を自動化するうえで特徴的なのは、人が実際にやるような手順、方法をそのまま置き換えて考えることができることです。例えばケーブルやゴムバンド、シールなどの柔軟物を取り扱うような難しい作業も、人が指や爪、道具を使って行うのと同様のコンセプトでエンドエフェクタ(ハンド)を設計することで自動化することができました。NEXTAGEは、セル生産の人手工程でのLCA(ローコストオートメーション)を実現するために工夫されてきた「からくり治具」のコンセプトを、そのまま受け継ぐことが可能です。

■運用実績と今後の計画

グローリーでは、1年前より1台のNEXTAGEを試験導入し、試行錯誤しながら数万個の生産稼働実績を積みました。今回は、その実績から更に複雑な組立作業にチャレンジをして新製品生産ラインの人手工程7工程分について7台のNEXTAGEを用いて自動化し生産を開始しています。

今後は、NEXTAGEの簡便設置による機動性と1機種でマルチタスクが可能な柔軟性を活用して、生産ライン不稼働時間の有効活用としてロボットに別の場所で別の作業をさせる「副業化」を計画しています。また、人とNEXTAGEが協働で作業する生産ラインも計画しています。

NEXTAGEはこれからの生産現場の革命的なアイテムとして存在価値を高めて行くものであり、グローリーと川田工業は、NEXTAGEによるフレキシブルな組立ラインを更に進化させ、競争力のある日本の未来の生産現場を実現する為の高い技術と志で世界に先駆けた「次世代工場の生産方式(スマートオートメーションファシリティシステム)」の確立を目指していきたいと考えています。



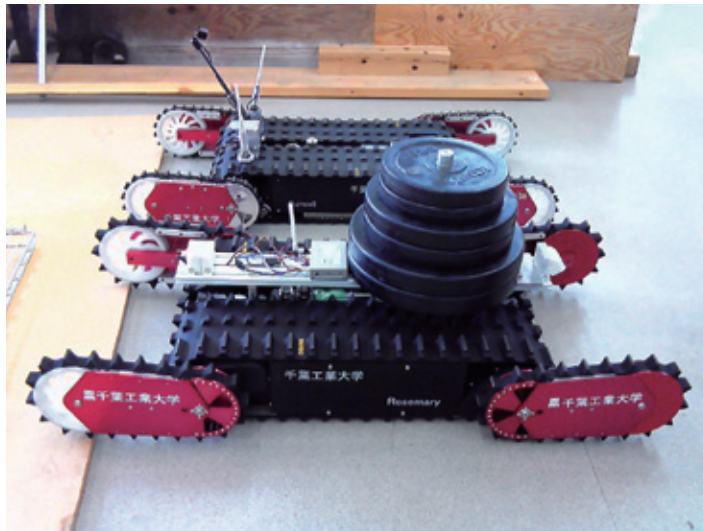
NEXTAGE7台によって構築された新しい組立ライン

原発対応ロボット「Quince／Rosemary」

千葉工業大学



原発対応ロボットで大きく社会貢献



受賞担当者のコメント

原発対応版Quince 1～3号機は福島第一原子力発電所の事故に対応して千葉工業大学が開発したものです。その高い走行性能により、事故現場の状況の観察、線量分布の測定など、重要なデータの収集に貢献しました。とくに冷温停止実現のためのバルブ操作作業を行うための建屋内部の撮影・線量分布計測は重要な貢献でした。今も様々な観測や計測に使われています。現場の作業員と密なやり取りを行いながら様々な工夫や改良を施すとともに、学内にモックアップを構築して操縦訓練・運用試験を行うなどユーザの視点に立った開発を行ったことで使いやすいロボットが実現され、この成果につながったものと考えています。

千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター
副所長 小柳 栄次氏
上席研究員 吉田 智章氏
研究員 西村 健志氏

■原発対応版Quince 1号機の開発

2011年3月11日、東北地方を前例の無い巨大地震と津波が襲いました。福島県にある東京電力福島第一原子力発電所も大きな損傷を受けました。一刻を争う事態の一方、強い放射線にさらされて内部の探査も困難を極める状況で、ロボットの投入が計画されました。レスキューロボットで実績のあった千葉工業大学も打診を受け、急遽、期待されるミッションを発電所建屋内の階段や通路等の条件のもとで実現できるロボットの開発に取り掛かりました。



ロボット開発、訓練・運用試験の様子

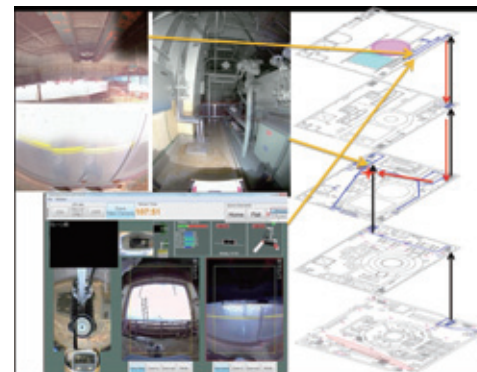
今回用いられたロボットは、既存のQuinceをベースにしたものですが、東京電力から要請されたさまざまな観測のために必要となる多数の機器を積んだ状態でも、狭い通路の通過、急斜度の階段の昇降ができるように走行性能が強化されました。通信も確実な有線で行うことにしました。搭載された観測機器は、水位計、カメラ(前方用、後方用、俯瞰用など多数)、線量計、温度計、湿度計、および通信・水位計ケーブルの巻取り器などです。これらを新たに搭載したため総重量の増加に加え、斜面走行でバランスを崩しやすい恐れがあることから、サブクローラ先端に着けたカウンターウェイトを利用した動的バランス機能も開発しました。また、階段昇降において特に有効な手段として、クローラベルトのピッチ・高さを、同発電所内の階段に合わせ最適化することで、踏み面の状態が良い場合には最大60度、踏み面エッジ部が丸みを帯びていたり、濡れている場合でも45度までの上り下りを実現できました。



さまざまなセンサを搭載した1号機

■活動開始

完成した1号機は6月20日に千葉工大を出発して福島に向かい、作業が始まりました。最初に予定していた地下の汚水サンプリングこそできませんでしたが、2号建屋2、3階のダストサンプリング、3号建屋2階スプレー冷却系の保全状態調査、2、3号建屋1階詳細な線量測定と写真撮影など行いました。この成果は冷温停止のための作業計画に必要な重要なデータであり、大きな貢献となりました。



2011年10月20日に行われた2号建屋、1～5階の探索

そして、10月20日には、2号建屋1～5階の線量分布測定や5階燃料プールの撮影に成功しました。唯一このQuinceだけが強力な走行性能により、上階に上がって行けたからでした。なお、この探索の帰路、3階でケーブルの破断事故がおき、1号機は帰れなくなってしまいました。

■操作インタフェースの工夫

原子力発電所の作業員はこれまでにロボットの操縦経験もなく、さらに放射性物質から身を守るための全身防護服を着け、とくに手袋を三重にしているなど動作的な面での拘束も考慮した操作インタフェースとする必要がありました。ロボットの姿勢をグラフィクスで表示し、ロボットの傾き状態、サブクローラの開閉状態を直感的に把握できるようにしたり、狭い通路での方向変換が困難なことから進行方向逆転モードを備え、合わせて前方モニタカメラ画像が操縦画面の中で自動的に中央に入れ替わるようにしました。これにより、移動ロボットの操縦に不慣れな作業員でもスムーズな操縦ができるようになりました。手先が自由に動かせない点については、各種ボタンの大きさなど詳細なチューニングを行いました。

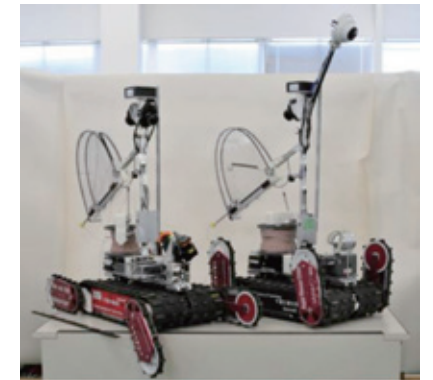
■操縦訓練と運用試験

開発された「原発対応版Quince」を提供するにあたっては、キャンパス内に原発建屋内環境を模擬したモックアップフィールドを構築し、ロボット搭載のカメラのみによる遠隔操縦、外部照明の存在

しない暗闇での操縦、高温多湿を模擬した環境での操縦、原子炉建屋内階段を再現した狭隘空間にて水位計を投下する操縦訓練など、作業員を対象に実ミッションを想定した訓練を行いました。これは受け入れ側として運用上の問題がないか、受け入れ可能かという試験でもありました。このような密なやり取りが今回の成功の鍵だったと考えています。

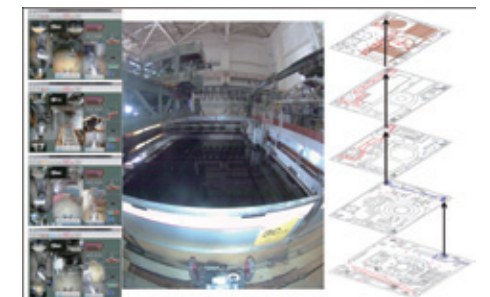
■後継機の開発

1号機の使用経験を元に、次のミッションに向け、さまざまな改良を加えた2,3号機が開発されました。ケーブル巻き取り装置の改良や、有線・無線の併用によりケーブルの破断事故にも対応できるようにしました。この2,3号機は2月20日に千葉工大から福島におくられ、現在に至るまでさまざまな調査に使われています。



さまざまな改良が施されたQuince 2,3号機

6月には再び2号建屋1～5階の探査を行い、燃料プールの鮮明な撮影にも成功しました。



改良された2,3号機による燃料プールの撮影

より強化した後継機としてRosemaryが開発されています。外形的にはQuinceと変わりませんが、走行性能、稼働時間、積載重量を増強、またプラグイン充電方式を取り入れることで電池交換時の二次的被曝を低減できるようにしたもので、さらなる活躍が期待されています。

(一部の画像はTEPCOホームページ掲載のもの)

球面超音波モータを使用した「管内検査ロボット」

株式会社キュー・アイ／東京農工大学 遠山研究室



世界初! 球面モータによる管内検査ロボット



受賞担当者のコメント

人の眼球や肩関節のような球ジョイントをアクチュエータにした。球面超音波モータは、ロボットのような多自由度機構には最適なアクチュエータである。サイズや材料の制約がなく小型から大型まで設計の自由度が大きいモータである。ロータ部分が最小3mmから150mmまで実績がある。球ロータにカメラを搭載すれば人の目のように動き、周りを観察できる。大きいものは水道管やガス管にいれることで内面を手軽に検査できる。小さいものは体内に入れて、内臓の中をぐるり見渡せる内視鏡にできる。ものでも人でも管の内面検査に適したモータともいえる。

この日本発のユニークな技術が世界の医療、環境、製造の現場で広く使われることを期待している。

国立大学法人東京農工大学 大学院工学研究院 教授
遠山 茂樹氏

開発の背景

株式会社キュー・アイでは「人間の目では見ることの出来ないものを正確に見る技術」をモットーに、水中・管路・原子力などの特殊環境下で使用する検査カメラシステムの製造・販売・メンテナンスを行っている。

製品には詳細な検査を行うためにカメラ部に首振り機構を装備したものが多く、従来の装置では、2軸を2つのモータで駆動する機構が一般的で、小型製品への適応が難しかった。

今回、新技術として1関節で3自由度の駆動が可能な球面超音波モータを用いた首振り機構を搭載した管内検査ロボットを東京農工大学遠山研究室と株式会社キュー・アイが共同で開発し、販売を開始した。



図1. 株式会社キュー・アイ テレビカメラロボット

球面超音波モータの原理

球面超音波モータの構造は極めてシンプルである。図2に示す

ようにステータと球ロータだけである。弾性体のステータの裏には分極されたPZT素子が貼り付けられている。これに超音波領域の交番電圧をかけて弾性体を共振させる。弾性体表面には進行波が発生し、この波頭でロータを摩擦駆動する。超音波モータと言うのは振動数が超音波領域であることによるが、実際には摩擦モータである。

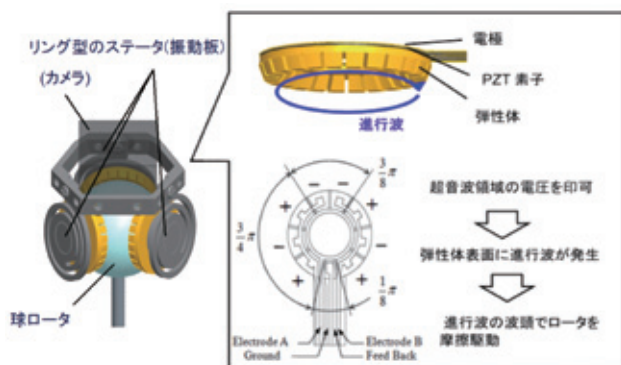


図2. 球面超音波モータの原理

3個のリング状のステータにはそれぞれ速度の異なる進行波が発生させることにする。実は先に述べた交番電圧には2種類が必要であり、その位相差に応じて進行波の速度が決まるようになっている。例えば位相90度なら最大速度で回転し、位相0度なら波は定

在波となる。3個のステータにそれぞれ希望の回転速度 S_i を与えると、球ロータは各 S_i のベクトル和で示される速度をもつ。これはオープンループ制御でもかなりよく実現できる。ただしステータ表面に摩擦があるため、実際の速さは低減するが、回転軸は精度よく実現できる。機構も簡単なら制御も簡単なのである。これが球面モータの原理である。

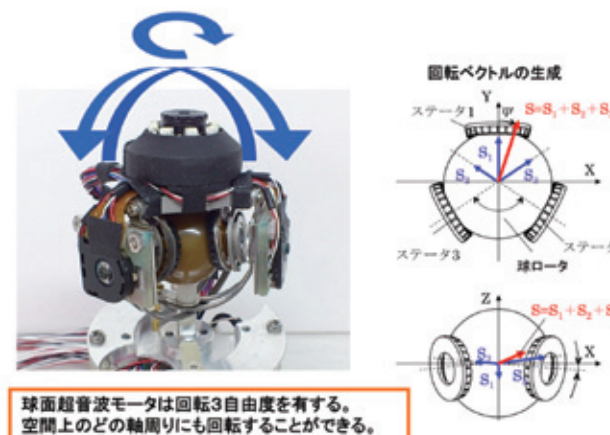


図3. モータの制御

球面超音波モータ搭載 管内検査ロボット

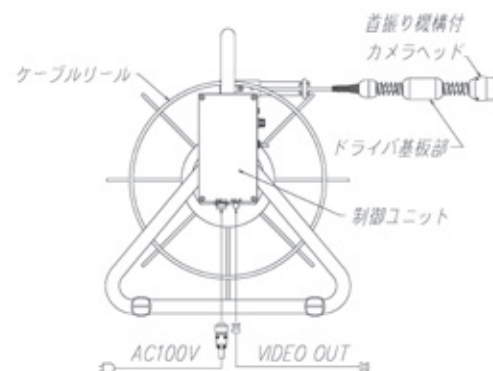


図4. 小口径管内検査ロボット

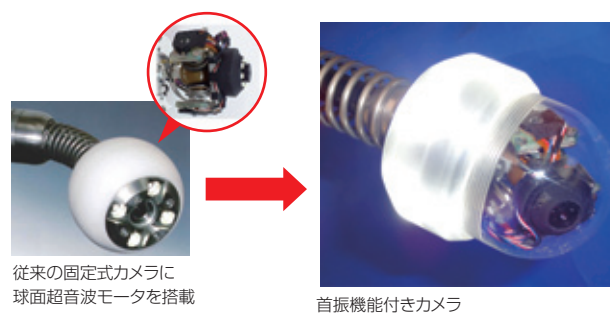


図5. 新旧カメラヘッド

球面超音波モータを応用し開発した本ロボットは、ハードケーブル先端のカメラヘッドを管内に押し込み検査するもので、下記の特徴を持っている。

- (1)高感度カメラと高照度LEDにより鮮明なカラー映像が得られる。
- (2)球面超音波モータによりカメラの首振り制御を行っており、管内の詳細映像が得られる。
- (3)カメラヘッドが小型のため、小径管・曲管への対応が可能。
- (4)カメラヘッドは完全防水であり、取り扱い・メンテナンスが容易である。

また、球面超音波モータの製品応用に当たり、下記の最適化設計がはかられている。

- 球面モータ用のドライバ基板の超小型化
- 現場での耐久性向上及び各部剛性の向上
- LEDのパワーアップ、最適配置
- プログラムによる自動制御

まとめ

大学の所有するオンリーワンの技術に、メーカの物づくりノウハウをプラスし、新機構を採用したロボットを製作した。

球面超音波モータの技術がなければこれほど細く・短く製作することは困難であり、本技術によってこれまで不可能とされていた小口径・曲がり管の詳細検査が可能となった。これにより、異常箇所の確実な発見・詳細な状態確認ができ、高品質なインフラ検査が実現できる。球面超音波モータによる新しいカメラ駆動機構は、従来の設計概念を変える大きなブレークスルーとなった。

今後の計画

メーカとして販売・メンテナンス体制を持つことでユーザに安心して使用していただける環境を整え、ユーザからの要望を迅速に取り入れ製品改良へとつなげていく。同時にデモや展示会に積極的に参加し本技術の市場における認知・普及を図っていく。また、医療分野(内視鏡・カテーテル)やロボット分野(目の機構・関節)、特殊環境(真空・耐放射線)で使用可能な製品の開発に意欲的に取り組み続ける。

新技術へのチャレンジ

- ・球面超音波モータを応用した硬性内視鏡
- 先端にφ5の球ロータ(撮像素子、レンズ、LEDを内蔵)
- マニュアルと自動で球ロータを駆動
- 内視鏡が運動しても画像をロック、高空間安定性
- オートクレープ対応

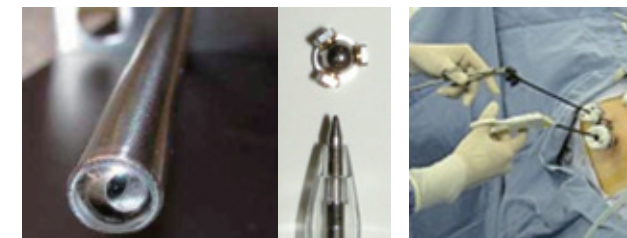


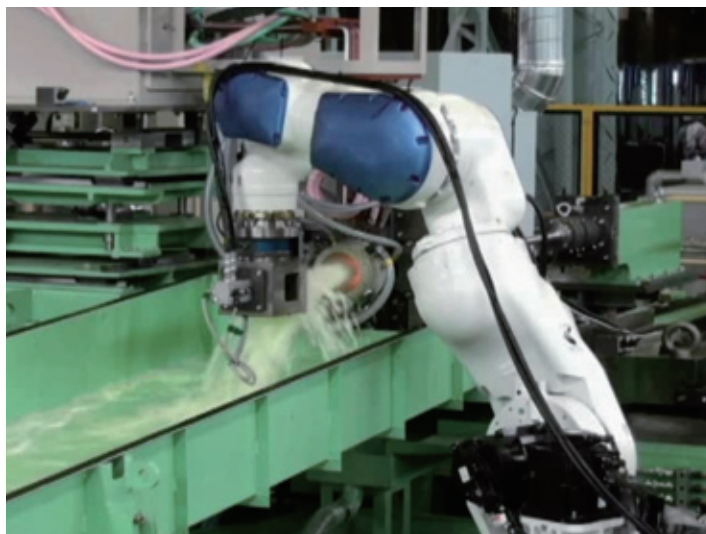
図6. 球面超音波モータ搭載内視鏡と使用イメージ

ロボットの自在性を活かした「3次元鋼管曲げ(3DQ)ロボット」

新日鐵住金株式会社／住友鋼管株式会社／日鉄住金プラント株式会社／株式会社安川電機



自動車ボディの超軽量化・高強度化に貢献する 世界初の3DQシステム



受賞担当者のコメント

CO₂排出量削減や安全性の向上という自動車のニーズに応えるため、3DQ(3次元熱間曲げ焼入れ)を開発しました。3DQは、鋼管を素材にして、3次元形状の超高強度な自動車部品を、1工程で製造できる世界初のプロセスです。他の材料に比較して、高強度の部品が安価に得られる鉄の良さを、究極まで引き出すことが可能になりました。

この3次元加工を実現するために、汎用性のあるロボットを適用し、制御技術・加工技術の開発を行って参りました。今後とも、ユーザーのご要望にお応えすべく、3DQ技術の更なる発展を図り、自動車の軽量化と衝突安全の向上に貢献して参りたいと考えております。

新日鐵住金株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所
加工技術研究部 上席主幹研究員
富澤 淳氏

■自動車のニーズ

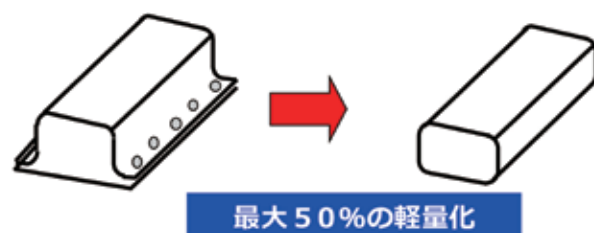
近年、自動車におけるCO₂排出量の削減と衝突安全性の向上のニーズに対し自動車車体としての軽量化、高強度化が強く望まれています。またハイブリットや電気自動車等のバッテリーを搭載する自動車には衝突時のバッテリーの保護や軽量化がこれまで以上に求められており、さらに、将来のコンピュータと呼ばれる小型車にも、軽量化と安全性、安価化などが求められています。

■3DQ(3次元熱間曲げ焼入れ)技術

現在の自動車の車体は、鋼板をプレスした部品を溶接組み立てして作ります。鋼管のような断面が閉じた部材で車体骨格をつくると、曲げやねじりに対する剛性が上がり、軽量で安全な車体を作れることは従来からわかっていました。ところが、強度が高い鋼管には加工が難しいという問題があります。曲げ加工できる鋼管は最高でも980MPa級にとどまり、しかも複雑な形状に加工することは困難でした。一方、アルミ製の閉じた断面の部材は実用化されていますが、コストが高く、量産車での採用は限定的でした。

このニーズに応えるため、複雑な3次元形状の超高強度な自動車部品を製造できる3DQ(3 Dimensional Hot Bending and Direct Quench)を開発しました。3DQは、従来のプレス構造を鋼

管化することによる剛性が高くなる効果と、焼入れによる高強度化(>1500MPa、従来の3~5倍の強度)により、従来の自動車部品に対して最大50%程度の大幅な軽量化が期待できます。



鋼板プレス成形+溶接組立

鋼管構造+高強度化

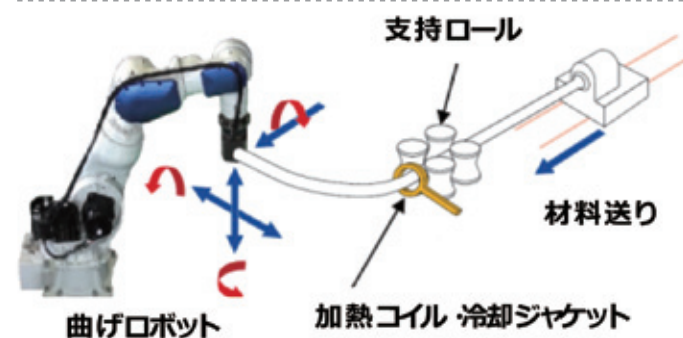
■3DQへのロボットの適用

3DQ技術は、いろいろな形状の鋼管(丸管、角管、各種異形鋼管等)を、高周波コイルで局部的に加熱しつつ曲げ加工し、直後に水で急冷して焼入れをおこなう連続プロセスです。ロボットで鋼管の先端をクランプしながら、予め決定された3次元軌道を動作させるため、金型を用いずに、複雑な形状の超ハイテン鋼管部材を製造できます。また、従来加工法では達成できなかった1470MPa以上の強度の鋼管部材の製造が可能です。

今回完成した量産加工技術では、軌道重視の新たな制御を導入したロボットを用いることで、大幅な①信頼性の向上、②設備のコンパクト化、③標準設計化(短納期化)、④安価化を達成することができました。



3DQの素材となる鋼管の例

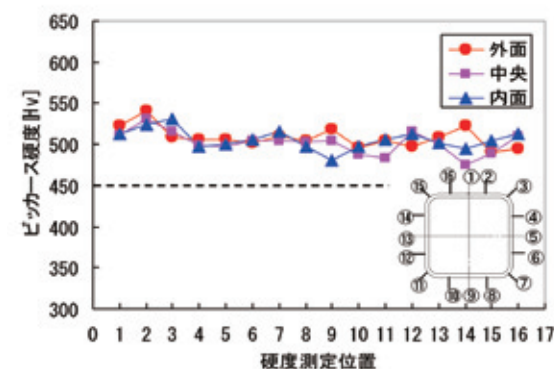


3DQ加工装置

■3DQで生み出される製品の特長

3DQでは、全長にわたる1470MPa以上の強度の鋼管部材の製造を可能であるばかりではなく、誘導加熱コイルをオン・オフ制御することにより、必要な部分のみを強化することが可能です。これらの性能を活かすことによって、自動車の衝突時によりエネルギーを吸収しやすい自動車部品を製造出来ます。

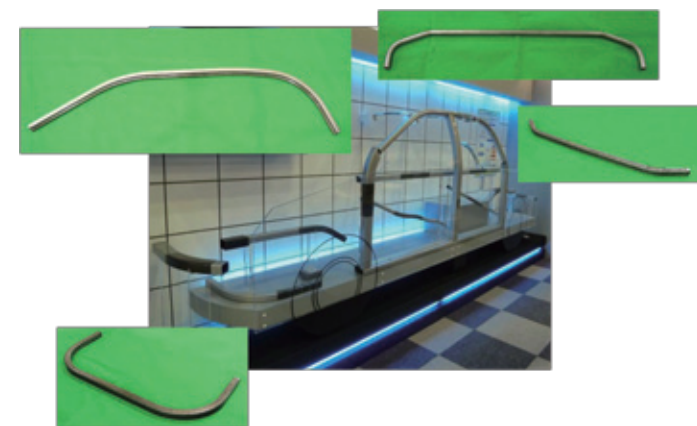
また、従来の加工法ではできなかった「ねじれ加工」も、コンパクトな装置で簡単にできるため、数々の新しい自動車部品への適用が期待されます。



3DQで得られる製品の硬度(40mm角 板厚1.8mm)



ねじれ加工の一例



3DQの適用部品例

■おわりに

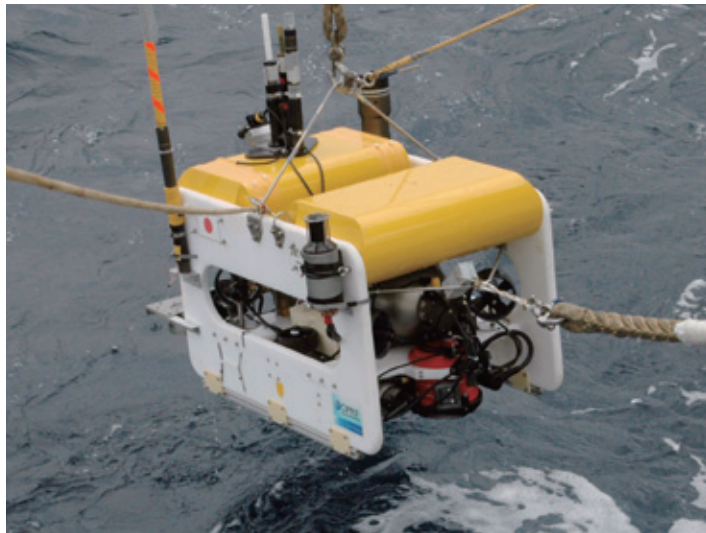
ロボットを使用した3DQのプロセスは、複数の自動車部品で量産がスタートしました。ユーザーの次世代の自動車の発展に貢献すべく、今度とも高度なロボットの活用技術の開発を目指してまいります。

自律型海中ロボット「Tuna-Sand」

東京大学生産技術研究所 浦研究室／株式会社海洋工学研究所／独立行政法人海上技術安全研究所



自律型海中ロボット“Tuna-Sand”



受賞担当者のコメント

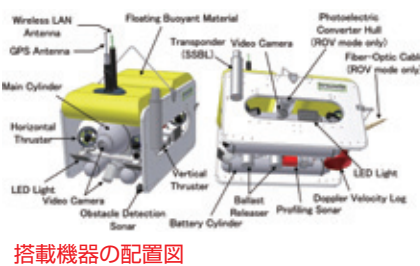
“Tuna-Sand”は深海底の詳細画像観測を目的に開発された重量約240kgの自律型海中ロボットで、1,500m深度までの潜航することができます。自身に搭載しているセンサのみで複雑な形状の海底面から数メートルの高度を全自動で潜航することができます。1回の潜航で高解像度の海底写真を約2,000枚取得します。2007年の進水以来、これまでに鹿児島湾たぎりや若尊カルデラ、ベコネズ海丘、明神礁カルデラ、黒島海丘、手石階級、富山湾ハイドレート地帯、伊是名海穴、第四与那国などを調査しました。1,000m深度の富山湾の潜航では、棲息するベニズワイガニの生態を明らかにし、水産研究者から高い評価を得ています。今後の水産資源調査や熱水活動地帯調査に、これまでの手法ではしえぬ観測をおこなうことが期待されています。

2012年10月末には須美寿カルデラ、2013年には北見大和堆の調査が予定されていて、海底鉱物資源や水産資源の調査での活躍が期待されています。

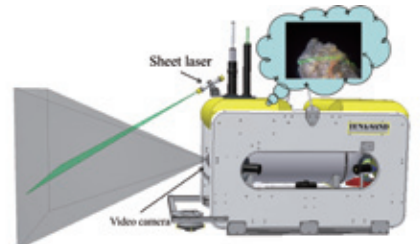
東京大学生産技術研究所 教授
浦 環氏

■低高度観測で観測可能な自律型海中ロボット

我が国の排他的経済水域内は、熱水鉱床などの鉱物資源やメタンハイドレードなどのエネルギー資源が豊富に存在し、その多くが水深200m以上の深海底に広範囲に分布しています。これらの海底資源を調査するには広範囲の詳細な観測技術が必要ですが、現在主流の遠隔操作型海中ロボット(ROV)では移動が制限されるため、量・質ともに十分な調査ができません。そこで、ケーブルによって移動が制限されず、自動観測ができる自律型海中ロボット(AUV)の導入が不可欠で、研究開発が行われています。陸上と違い海中は電波が通らない環境の上、詳しい地図もなく、ロボットが高い精度の自己位置を取得することは困難です。したがって、開発されているAUVのほとんどは障害物がない安全な高高度からの調査に留まっています。



搭載機器の配置図

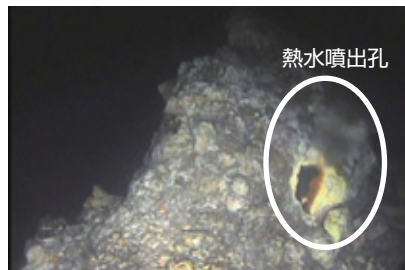


障害物検知システム

“Tuna-Sand”は、海底面すれすれを航行し、海底面の写真を撮影する小型(240kg)のロボットです。

“Tuna-Sand”には、特別に開発した障害物検知装置がついています。シートレーザーを前方に出し、前方障害物の距離と形状を計測し、回避行動をとるかとならないかを判断します。この装置は信頼性が高いので、ロボットが海底面から1mぐらいまでの距離に寄っても、衝突や捕捉の心配をせずに安心して行動できます。また、この装置は前方にある物体(たとえば熱水チムニー)の詳細な形状を測定する時にも利用します。

“Tuna-Sand”は3軸の光ファイバジャイロセンサと加速度センサから構成される慣性航法装置(INS)とドップラー式対地速度計(DVL)を持ち、自身に搭載されたセンサのみで高精度な自己位置を取得し、低高度で海底面を自動観測できます。低高度で観測することで、熱水鉱床や噴出孔などの調査対象に接近することができ、上の写真のような噴出孔がはっきりと確認できる高解像度写真を広範囲に渡って撮影することができます。



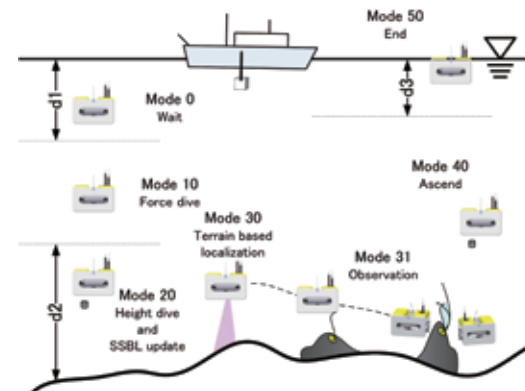
“Tuna-Sand”で撮影した熱水噴出孔

■機器の構成

“Tuna-Sand”は上部に2つ浮力材、中部にCPUボードやINSを格納した主耐圧容器、下部にリチウムイオン電池を格納した2つの電池容器を持ち、高密度ポリエチレンの板を構造部材として使用しています。前方浮力材の上に取り付けられているGPSはINSのアライメントに使用し、無線LANアンテナは陸上または海上で通信する際に使用します。水平方向の移動用に220Wのスラストを4基、垂直方向の移動用に100Wのスラスト2基を搭載しています。最大前進速度は0.9m/秒です。海底面の形状を測定するプロファイリングソナー、海底面を撮影するカメラとストロボ、海中で通信するための音響通信機器を搭載しています。また、電磁石式のバラストリリーサーを搭載しており、万が一ロボットが暴走したとしてもバッテリーが切れると自動的に浮上でき、確実に調査から帰還することができます。

■海底調査の流れ

実海域の調査は複数のモードから構成されており、モードごとに設定された条件を達成することで次のモードに遷移します。水中重量を8kg程度に調整した“Tuna-Sand”を海に投入すると自身の重さで海中に潜航します(Mode 0)。設定された深度に到達したところでMode 10に遷移し、DVL等の機器の電源を投入します。DVLで対地速度を検出できる高度に到達すると、バラストを投下し水中重量を中性にし、音響通信でロボットの位置を更新します(Mode 20)。音響通信が使用できない場合はDVLから得られる速度情報をINSに与え、再度INSをアライメントします。Mode 20後、事前に海底の地形図が得られる場合は、地形照合によって自己位置を修正します(Mode 30)。Mode 31では、設定した観測ポイントを通過しながら海底面等を観測します。全ての観測ポイントを通過後、バラストを投下し浮上します(Mode 40)。海底付近まで浮上すると全てのスラストを停止して潜航を終了します(Mode 50)。



海底調査の流れ

■上越ガスハイドレート地帯の調査

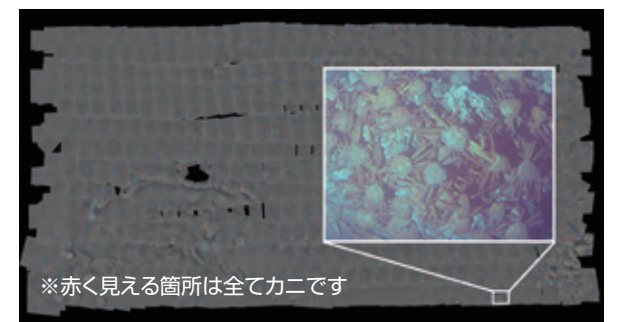
日本海新潟沖の上越海盆では2004年にガスハイドレートの存在が確認された以降、様々な調査によりメタン放出が最も活発である海鷹

海脚や上越階級の頂部において、大小のマウンドやボックマーク地形の発達が判明しています。また、マウンド上ではベニズワイガニの棲息密度が高いことが分かっています。2010年に行ったYK10-08研究航海で“Tuna-Sand”は、海鷹海脚および上越海丘の頂部(水深900～1,000m)の12箇所へと潜航し、海底面およびベニズワイガニの調査を行いました。この研究航海では、ベニズワイガニの手足の状態が分かる高解像度写真の写真に成功しました。



“Tuna-Sand”で撮影したベニズワイガニ

下の画像は上越海丘の頂部(水深975～980m)の潜航で得られた615枚の画像をもとに作成した40m×20mのモザイク画像です。このモザイク画像から800m²内に大型のオス416尾、小型のオスとメス2,925尾の計3,341尾、密度に換算して4.1匹/m²のベニズワイガニが棲息していることが分かりました。これほど広範囲に渡って高解像度写真を撮影し底生生物の資源量を明らかにした例は他にはなく、この調査結果は水産係者に新たな観測手法の有効性を示しました。



モザイク画像(広さ:40m×20m)

■今後の予定

2012年10月に“Tuna-Sand”を含めた3台のAUVを須美寿カルデラへと同時展開を計画しています。複数のAUVを同時に展開することで、限られたシップタイムを有効に活用できることを期待しています。2013年6月にはオホーツク海の北見大和堆にて、タラバガニやキチジの調査を行います。未知の深海がロボットたちによって拓かれていきます。

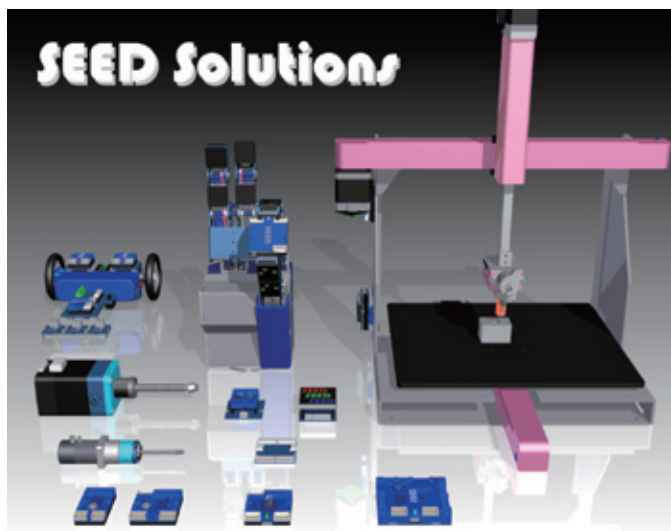
なお、“Tuna-Sand”は、海洋政策研究財団が行う技術開発基金による補助金を受けて開発されました。

次世代ロボット向けRTシステム「SEED Solutions」

THK株式会社



お客様の知能機械化ニーズをSmartに実現するRTシステムソリューション



受賞担当者のコメント

RTシステムにも、統合化されたシステムが存在することを知っていたらと幸いです。次世代ロボットを構築するためには、ハード部分の根幹を支えるRTシステム要素部品の充実と、アプリケーションソフトの充実が不可欠です。SEEDを用いてRT機器を構築していただければ、アプリケーションの開発にお客様のリソースを集中していただけますので、統合的かつ効率的な開発が可能になります。SEED Solutionsによって、引き続きRT業界の発展に貢献したいと思います。

THK株式会社 技術本部 事業開発統括部
クリエイティブプロデューサー
永塚 正樹氏

■知能機械化をSmartに実現するRT要素部品群

ものづくりにおけるFactory Automation（以後FA）分野では、FAシステムの統合的なラインナップにより、ユーザーは多くの選択肢の中から機器を選択し、用途に応じた生産設備を効率的に構築することが可能です。RT分野ではRTシステムを統合的にラインナップしたものは存在していなかったため、これまでのサービスロボットは、ベースシステムからの開発に多くの時間と費用がかかっていました。

これを解決するためには、RTシステムの3要素である制御・認知・行動の各機能と通信機能を内蔵した、小型で分散ネットワーク制御に対応したリーズナブルなシステムが必要となります。SEEDは、CAN通信をベースとした相互通信、モータ制御、各種アクチュエータ制御、ネット

ワーク通信、さらに開発・設定環境を統合的にラインナップした、RT要素部品群です。

SEEDをベースとした、RTシステムを構築することによって、ベースシステム構築に要していた時間を短縮でき、開発期間の短縮とコスト削減が可能となります。

■小型クリアケースに凝縮された高機能モジュール

◎ SEED Driver(小型通信コントローラドライバ)

外形23×38×10mmまたは35×35×10mmの小型プラスチックパッケージに、CAN通信機能、モータ制御機能、PLC/他のDriverのコントロール機能、外部入出力機能を凝縮。最大14軸までデジタイズ接続を行い、相互コントロール機能により、SEED Driverのみの構成による多軸システムの制御が可能です。動作スクリプトは100Step/8パターン、ポイントデータは256ポイントの記録が可能です。各種アクチュエータをラインナップしており、専用Editorが用意されています。

これまではサービスロボットに搭載可能な直動アクチュエータが存在せず、回転型の減速機付きアクチュエータが用いられていました。SEEDは、小型・軽量・ハイパワーな直動アクチュエータをラインナップ。高剛性で効率が良く、人間に近いレイアウトのロボットを実現可能です。

これらは、SEED-Editorを使って、デジタイズされたDriverに

対し、パラメータ設定、マニュアル操作、動作設定、ポイントデータの編集をシームレスに行うことができます。

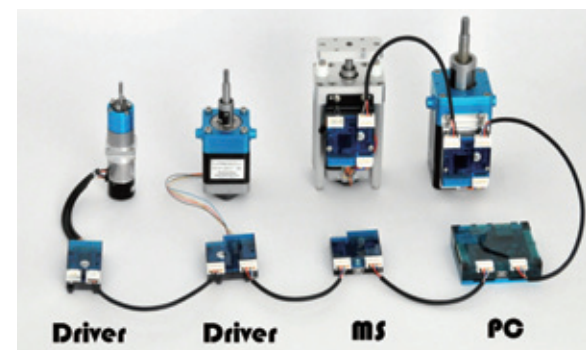
◎SEED-MS(プログラマブルプロトコルコンバータ)

SEEDだけでは構築できないRT機器では、他のRTシステムとの接続が必要となります。MSは多くのシリアル通信機能をプログラマブルに利用できるモジュールで、システム間のブリッジ機能だけでなく、SEEDシステムのコントロールが可能です。MSは、SEED-SDKという統合開発環境でプログラムの開発が可能です。基本的な設定や動作関数がパッケージされており、入門から本格的な運用まで利用可能となっています。

◎SEED-PC(省電力リモートアクセスPC)

通常の開発に用いられるPCと、CAN通信、A/D、Dio等の入出力機能を名刺半分のサイズに凝縮。3Wの省電力ながら、PCベースのOSやロボット向けアプリケーション、開発環境、USB機器、インターネット環境をロボット本体に組み込むことが可能です。

これらのモジュールは、配線1本でデジタイズするだけで、8～24Vの電源供給とCAN通信を行うことができ、アクチュエータの分散制御を実現します。



SEED接続例

このように、SEEDは接続環境が統一され、開発環境が整備されていることによって、次世代ロボットシステム開発をサポートします。

■RT教育から、民生分野、FA分野でのRT化を推進

SEED Solutionsは、3つのカテゴリーを軸に活動を行っています。

<e-SEED> 教育機関、ロボット研究分野

RT産業の発展には、RTエンジニアの育成が重要です。しかし、RT教育を行える人材と、基礎から実用に耐えられる教材が不足しています。そこで、SEEDを用いることで、RT教育のカリキュラムを作成し授業を行い、そのまま研究レベル、さらに実働レベルのロボットを製作することができます。

また、PCとの接続性が高いので、PCアプリケーションから簡単に制御を行うことが可能です。さらにFA環境にも適応可能な、高信頼性のアクチュエータシステムを用いた研究機器の製作も可能です。

<b-SEED>民生分野

民生分野でも、高度に知能化されたシステムが望まれています。しか

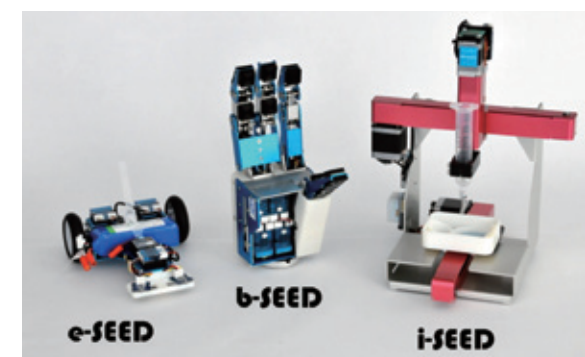
し、生産数の少ないシステムの開発には多くの費用をかけられません。

そこで、SEEDにラインナップされている機能を組合せることで、簡単にリーズナブルな民生用RT機器を構築することができます。

<i-SEED>FA分野

FA分野では人件費の削減から生産の自動化が進んでいますが、従来の集中配線方式のロボットシステムの構築に多くの時間と費用がかかります。

SEEDを用いれば、小型、簡単、省配線、分散制御等の特長を活かし、制御BOXレスで、ローコストかつ小型な次世代生産設備の構築が可能になります。

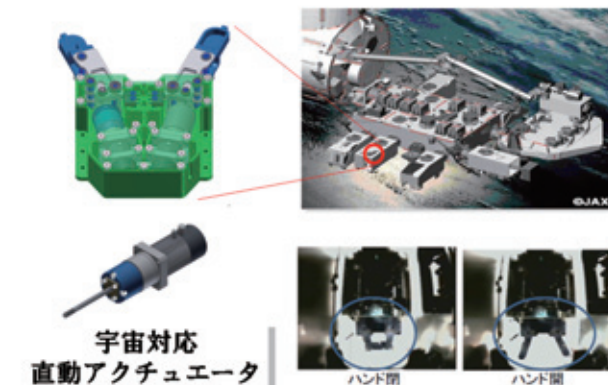


SEED アプリケーション例

■宇宙空間でも活躍中

JAXA REX-JプロジェクトのハンドユニットもSEEDアプリケーションです。世界初の暴露環境対応ロボットハンドとして、宇宙空間での実験を行っています。

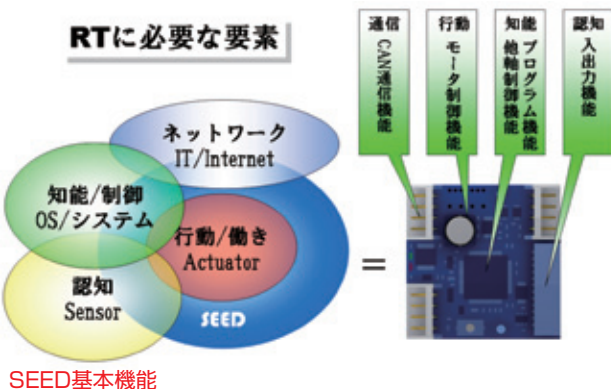
REX-Jハンドユニット



SEED宇宙アプリケーション例

■次世代ロボット産業の発展に貢献

教育分野、民生分野、FA分野の活動を通して、SEED Solutionsの拡充、信頼性の向上、コストの低減を図ることで、次世代ロボット産業で使いやすいRTシステムの構築を推進し、次世代ロボット産業の発展に貢献していきたいと思っています。



災害現場で活躍する「次世代無人化施工システム」

鹿島建設株式会社／株式会社熊谷組



災害現場で活躍する「次世代無人化施工システム」



事例①：福島原子力発電所
原子炉建屋上部
瓦礫撤去工事

出展:東京電力



事例②：野迫川村北股地区の
斜面崩壊災害復旧工事



受賞担当者のコメント

人間が立ち入ることのできない危険な作業現場において、遠隔操作が可能な建設機械で作業を行う「無人化施工技术」は、約20年前の雲仙普賢岳災害復旧を契機に開発、実用化されました。

この度、ICT(情報通信技術)を活用し飛躍的な進化を果たした「無人化施工システム」を、放射線下での災害復旧工事及び大規模斜面崩壊災害復旧工事に適用し、目標とする成果を得ることができました。これらの施工実績により、多様な形態の大規模災害復旧工事において、遠隔操作技術が果たすべき大きな役割を示すことができました。

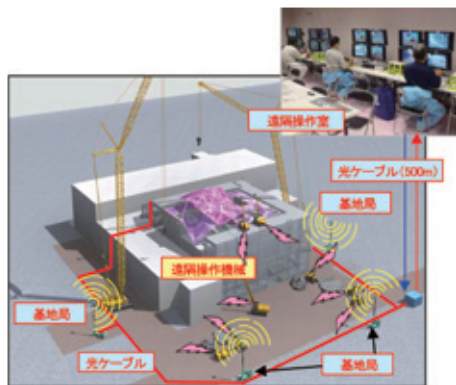
今回の栄誉ある賞を力にし、今後も災害復旧対応を通じて広く社会に貢献できる技術開発に取り組んでまいります。

鹿島建設株式会社 東京建築支店 機材部 次長
領木 紀夫氏
株式会社熊谷組 土木事業本部 機材部 副部長
坂西 孝仁氏

【福島原子力災害復旧システム—多数台同時操作】

■通信システム

福島第一原子力発電所の3号機原子炉建屋上部瓦礫撤去工事では、合計10台の建設機械を同時に遠隔操作することで、危険な区域に立ち入ることなく瓦礫の撤去を進めています。



3号機原子炉建屋周辺のネットワークシステム

この工事では、多数の建設機械に設置された合計52台のカメラ映像信号を、遠隔操作室に時間遅延なく確実に無線伝送する必要があることから、高出力かつ伝送容量に優れる5GHz帯無線伝送システムを採用しました。しかし、5GHz帯の電波は指向性が強いので、建設機械のような移動体に適用すると、障害物による伝送障害が発生しやすいという弱点があります。そこで、無線ネットワークをメッシュ状に構成し、

障害が発生した移動無線局は、接続可能な基地局の中から最適な基地局を自動検出し、自律的に接続を再構築する方式を採用しました。

本システムでは、個別の無線方式となる5GHz帯のカメラ映像信号と429MHz帯の建設機械操作用信号をTCP/IP変換し、ひとつのネットワーク上で運営しています。建設機械、遠隔操作用カメラ、遠隔操作機器など合計200台の機器から構成されたシステムにより、約500m離れた遠隔操作室に全ての情報を一元集約させ、安全で確実な遠隔操作を実現しています。

■システム監視プログラム

放射線下での無人化施工では、通信システムに障害が発生した場合、施工箇所での調査は被曝リスクが高いものとなってしまいます。そこで、遠隔操作室内での確かな原因究明ができるよう、IPアドレスを割り当てた全ての機器にIPパケット送受信を自動実行する「ネットワーク疎通確認プログラム」と無線端末の監視、制御を一元管理し、無線電波の電界強度や伝送速度などの確認ができる「メッシュ型無線LAN監視プログラム」を採用しました。

■遠隔燃料給油装置

建屋の瓦礫解体撤去作業では、容易に建設機械が退避できないエリアでの作業を効率的に進めるため、「遠隔燃料給油装置」を開発しました。(特許出願済)遠隔操作されるクローラークレーンにて燃料給油タンクを

揚重し、解体用機械に設けたガイドに差し込むと、解体用機械側の燃料給油口が自動的に開き給油が開始される構造で、給油状態監視と燃料供給口の開閉機構は工夫を凝らしたものとなっています。



燃料供給装置モニター画面

■開発後記

3号機原子炉建屋周囲は放射線量が高く、有人による建設機械操作では数倍の工期と莫大な被曝量が発生したであろうことに鑑みると、無人化施工システムは非常に有効な手段であったと考えます。

3月11日の震災後、開発期間4ヶ月という短期間で全てのシステム構築、実証実験、現場設置工事までを成し遂げることができたのは、建設機械メーカーやネットワークシステムメーカーの全面的な協力があったからこそと感謝しています。

今後も、施工機械の自動化、無人化と有人による機械管理システムをバランスよく向上させていくことで、施工管理の安全性・合理化をより高めた、多様な無人化工法の展開を図ってまいります。

【第4世代の無人化施工:光ファイバー統合ネットワーク無人化施工システム】

■概要



尾根部状況

本件は去年の台風12号で被災した奈良県野迫川村北股地区の斜面崩壊災害復旧工事の無人化施工事例です。当工事では頭部の尾根部分は脆弱な土砂地盤が分布して土砂崩壊等の発生を抑えるため尾根頂部を掘削により山全体を安定させる必要性がありました。そして不安定な地質により建設機械作業による2次災害の危険性もあることから無人化施工が採用されました。

■無人化設備の概要

操作室は二次災害の危険性と砂防堰堤工事の障害の理由から安全な旧北股小学校に設置しました。ここから無線基地局までは約1km



無人化設備概要

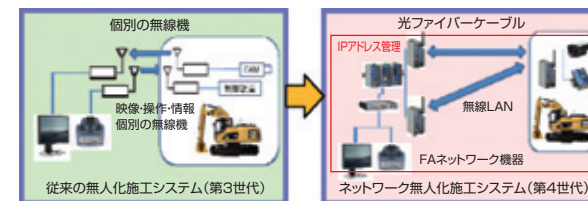
あり、無線で直接伝送するには困難であることから、この間を光ファイバーケーブルを敷設、使用した統合ネットワーク無人化施工システムを導入しました。

除根、掘削作業5000m³を油圧ショベル0.45m³、0.8m³、ブルドーザ16t、キャリアダンプ10tの4台を使用して施工しました。

■光ファイバーケーブルを使用した統合ネットワーク無人化施工システム(第4世代)

ファイバーケーブル使用は各機器がIPアドレスで管理され、建設機械操作情報、現場カメラの映像情報、ガイダンスシステム情報を全てLAN化して伝送する第4世代のネットワーク無人化施工システムを日本で初めて導入したことにより可能となりました。また無線基地局から建設機械間は5GHz帯無線メッシュLANを使用しました。

当社の超長距離隔操作実証実験のノウハウを活かし、光ファイバーの敷設されている場所であれば、映像遅延も従来とは変わらず、距離に関係なく安定して遠隔操作ができることが実証されました。



第3世代から第4世代へ

■情報化施工システムの導入



上段：油圧ショベル
ガイダンスシステム
下段：ブルドーザ排土板
自動制御システム

建設機械施工中は人が測量等で作業エリアに立入ることは危険があります。そこで測量レスで掘削・敷均施工できる衛星測位システムGNSSを活用した油圧ショベルガイダンスシステムや設計断面に対して自動的に排土板が動き敷き均しが可能になるブルドーザ排土板自動制御システムを導入しました。予め航空測量等で得た地形情報に設計情報を合わせた施工データを作ることにより、安全にかつ精度よく施工が可能になりました。

■開発後記

全ての機器をIP化して1本の光ファイバーケーブルでシステム全体のデータを伝送して安全に対応できることを実施工で実証できました。操作室と建設機械間距離の制約も無くなり火山等の大規模災害への対応など無人化施工導入の選択肢が大きく広がりました。

今後は災害対応を通じて広く社会に貢献できる技術として育成していきたいと思っています。

「第1回 ロボット大賞」 受賞一覧 2006

受賞位	ロボット・ソフトウェア名	受賞者
第1回ロボット大賞 (経済産業大臣賞) サービスロボット部門	ロボットによるビルの清掃システム	富士重工業株式会社／ 住友商事株式会社
中小企業特別賞 中小企業・ベンチャー部門	KHR-2HV	近藤科学株式会社
審査委員特別賞 サービスロボット部門	食事支援ロボット「マイスプーン」	セコム株式会社
優秀賞 サービスロボット部門	アザラシ型メンタルコミットロボット「パロ」	株式会社知能システム／ 独立行政法人産業技術総合研究所／ マイクロジェニックス株式会社
優秀賞 産業用ロボット部門	人共生型上半身ロボット(DIA10)・腕ロボット(IA20) MOTOMAN-DIA10／MOTOMAN-IA20	株式会社安川電機
優秀賞 産業用ロボット部門	人の能力を超えた高速高信頼性検査ロボット	株式会社デンソーウェーブ
優秀賞 公共・フロンティアロボット部門	遠隔操作用建設ロボット	国土交通省 九州地方整備局九州技術事務所／ 株式会社フジタ
優秀賞 公共・フロンティアロボット部門	深海巡航探査機「うらしま」	独立行政法人海洋研究開発機構
優秀賞 中小企業・ベンチャー部門	移動ロボット用の小型軽量な測域センサ URGシリーズ	北陽電機株式会社
優秀賞 中小企業・ベンチャー部門	はまで式全自動イカ釣り機	株式会社東和電機製作所

「第2回 ロボット大賞」 受賞一覧 2007

受賞位	ロボット・ソフトウェア名	受賞者
第2回ロボット大賞 (経済産業大臣賞) 産業用ロボット部門	2台のM-430iAの ビジュアルトラッキングによる高速ハンドリング	ファナック株式会社
最優秀中小・ベンチャー企業賞 (中小企業庁長官賞) サービスロボット部門	miuro(ミューロ)	株式会社ゼットエムピー
日本機械工業連合会 会長賞 サービスロボット部門	無軌道自律走行ロボット 「血液検体搬送ロボットシステム」	パナソニック電工株式会社
中小企業基盤整備機構 理事長賞 部品・ソフトウェア部門	超小型高精度高出カトルクACサーボアクチュエータ	株式会社ハーモニック・ドライブ・ システムズ
審査委員特別賞 サービスロボット部門	MR画像誘導下小型手術用ロボティックシステム	九州大学／株式会社日立製作所／ 株式会社日立メディコ／ 瑞穂医科工業株式会社／ 東京大学／早稲田大学
優秀賞 サービスロボット部門	教育用レゴ マインドストームNXT	レゴジャパン株式会社 レゴエデュケーション
優秀賞 サービスロボット部門	小型ヒューマノイドロボット HOAP	富士通株式会社／ 株式会社富士通研究所／ 富士通オートメーション株式会社
優秀賞 産業用ロボット部門	連結式医薬品容器交換ロボット	株式会社ツムラ／ 富士重工業株式会社
優秀賞 公共・フロンティアロボット部門	血管内手術の技術トレーニングのための 超精密人体ロボット イブ	ファイン・バイオメディカル有限公司／ 名古屋大学
優秀賞 公共・フロンティアロボット部門	消防ロボット	株式会社小松製作所／株式会社アイヴィス／ 株式会社アイデンビデオロニクス／ 株式会社サイヴァース／ 株式会社マルマテクニカ
優秀賞 部品・ソフトウェア部門	HG1T／HG1H形 小形ティーチングペンダント	IDEC株式会社
優秀賞 部品・ソフトウェア部門	国際標準準拠のRTミドルウェア (OpenRTM-aist-0.4.0)	独立行政法人新エネルギー・ 産業技術総合開発機構／ 独立行政法人産業技術総合研究所／ 社団法人日本ロボット工業会
優秀賞 部品・ソフトウェア部門	ロボット・FA機器向け オープンネットワークインターフェース“ORiN”	株式会社デンソーウェーブ

「第3回 ロボット大賞」 受賞一覧 2008

受賞位	ロボット・ソフトウェア名	受賞者
第3回ロボット大賞 (経済産業大臣賞) サービスロボット部門	Omnibot17μ i-SOBOT (オムニボットワンセブンミュー アイソボット)	株式会社タカラトミー
最優秀中小・ベンチャー企業賞 (中小企業庁長官賞) サービスロボット部門	自動ページめくり器「ブックタイム」	株式会社西澤電機計器製作所
日本機械工業連合会 会長賞 産業用ロボット部門	第10世代液晶ガラス基板搬送ロボット MOTOMAN-CDL3000D	株式会社安川電機
中小企業基盤整備機構 理事長賞 サービスロボット部門	ロボットを活用したエンジニア育成ソリューション ZMP e-nuvoシリーズ	株式会社ゼットエムピー
審査委員特別賞 サービスロボット部門	食の安心・安全に貢献する田植えロボット	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構／ 中央農業総合研究センター
優秀賞 産業用ロボット部門	組込型ロボット XR-Gシリーズ	株式会社デンソーウェーブ
優秀賞 公共・フロンティアロボット部門	能動スコープカメラ	東北大学／ 国際レスキューシステム研究機構
優秀賞 部品・ソフトウェア部門	超小型MEMS 3軸触覚センサーチップ	東京大学／ パナソニック株式会社

「第4回 ロボット大賞」 受賞一覧 2010

受賞位	ロボット・ソフトウェア名	受賞者
第4回ロボット大賞 (経済産業大臣賞) 産業用ロボット部門	安全・快適に人と協働できる 低出力80W駆動の省エネロボット	トヨタ自動車株式会社／ 株式会社オチアイネクス／ 名古屋工業大学／首都大学東京／
最優秀中小・ベンチャー企業賞 (中小企業庁長官賞) 産業用ロボット部門	HAMDAS-R(ハムダスアール) 豚もも部位自動除骨ロボット	株式会社前川電気
日本機械工業連合会 会長賞 サービスロボット部門	注射薬払出口ロボットを起点とした 薬剤業務支援ロボット群	パナソニック ヘルスケア株式会社／ パナソニック株式会社
中小企業基盤整備機構 理事長賞 公共・フロンティアロボット部門	超高压送電線の活線点検ロボット 「Expliner(エクспライナー)」	株式会社ハイボット／東京工業大学／ 関西電力株式会社／ 株式会社かんでんエンジニアリング／ 株式会社ジェイ・パワーシステムズ
日本科学未来館館長賞 公共・フロンティアロボット部門	「きぼう」ロボットアーム	独立行政法人 宇宙航空研究開発機構(JAXA)／ 日本電気株式会社(NEC)
優秀賞 サービスロボット部門	細胞自動培養ロボットシステム	川崎重工業株式会社
優秀賞 サービスロボット部門	イチゴ収穫ロボット	独立行政法人農業・食品産業技術 総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター／ シブヤ精機(旧エスアイ精工)株式会社
優秀賞 サービスロボット部門	サイバネティックヒューマンHRP-4C	独立行政法人産業技術総合研究所
優秀賞 サービスロボット部門	ジョイスティック式自動車運転システム	国立大学法人東京農工大学／ 株式会社ニッシン自動車工業
優秀賞 産業用ロボット部門	ゲンコツ・ロボットシリーズ	ファナック株式会社
優秀賞 公共・フロンティアロボット部門	消防用偵察ロボット FRIGO-M(フライゴー・エム)	三菱電機特機システム株式会社／ 総務省消防庁消防大学校 消防研究センター
優秀賞 部品・ソフトウェア部門	D3モジュール	株式会社D3基盤技術