



THE 6TH ROBOT AWARD Guidebook

第6回 ロボット大賞ガイドブック
受賞ロボット紹介

 RING!RING!
プロジェクト
競輪の補助事業

このガイドブックは、競輪の補助により作成しました。
<http://ringring-keirin.jp>

 KEIRIN

■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/>

第6回 ロボット大賞 (THE 6TH ROBOT AWARD)

主催：経済産業省 一般社団法人 日本機械工業連合会

 RING!RING!
プロジェクト
競輪の補助事業

このガイドブックは、競輪の補助により作成しました。
<http://ringring-keirin.jp>

 KEIRIN

THE 6TH ROBOT AWARD

「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を有効に活用し、様々な課題のソリューションを提示する
- 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

※RT: Robot Technology (ロボット技術)の略

ロボット大賞 概要

※第6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、一般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

部門： サービスロボット部門、産業用ロボット部門、公共・特殊環境ロボット部門、部品・ソフトウェア部門、ロボットビジネス・社会実装部門

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6回 ロボット大賞」受賞一覧

第6回ロボット大賞(経済産業大臣賞)

産業用ロボット部門

モジュール型高速多機能装着機 NXTIII

富士機械製造株式会社

p2 →

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

静電容量型力覚センサ「Dyn Pick®」

株式会社ワコーテック

p4 →

日本機械工業連合会会長賞

産業用ロボット部門

全自動連続薄切装置 ティシュー・テック スマートセクション

サクラファインテックジャパン株式会社/
平田機工株式会社

p6 →

審査員特別賞

ロボットビジネス・社会実装部門

ロボット技術を活用した臨床リハビリテーション部門と 研究開発部門を融合したロボットリハビリテーションセンター

兵庫県立リハビリテーション中央病院
ロボットリハビリテーションセンター

p8 →

優秀賞

サービスロボット部門

狭小空間点検ロボット「moogle」

大和ハウス工業株式会社

p10 →

優秀賞

サービスロボット部門

手術支援ロボットiArmS®

株式会社デンソー/信州大学/東京女子医科大学/
株式会社デンソーウェーブ

p12 →

優秀賞

サービスロボット部門

排泄支援ロボット 「ベッドサイド水洗トイレ」

TOTO株式会社/
関東学院大学 建築・環境学部 大塚雅之研究室

p14 →

優秀賞

公共・特殊環境ロボット部門

原発対応の小型遠隔除染装置 「RACCOON」

株式会社アトックス

p16 →

優秀賞

公共・特殊環境ロボット部門

自動化コンテナターミナルシステム

株式会社豊田自動織機/飛島コンテナ埠頭株式会社/
住友重機械搬送システム株式会社
(旧社名 三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社搬送システム事業部)

p18 →

優秀賞

ロボットビジネス・社会実装部門

物流現場の自動化を実現する 「医薬品物流センター高度化ロボットシステム」

東邦薬品株式会社/日本電気株式会社/
株式会社ダイフク/株式会社安川電機

p20 →



モジュール型高速多機能装着機 NXTⅢ

富士機械製造株式会社



電子回路基板への電子部品実装及びその周辺プロセスのインラインコントロール

受賞担当者のコメント

「NXTⅢ」は「NXTシリーズ」の後継機種として、高い生産性と品質の確保、0201サイズなどの次世代部品の実装も視野に入れた装着機として開発しました。

変化の激しいエレクトロニクス製品に対し、従来の電子部品装着機は装置そのものを変更することでその最新実装技術に対応してきましたが、ユーザー要望からは必要なときに必要なものを簡単に交換することでその変化に対応することが望まれていました。NXTシリーズはその要望に応えるため、細部にわたってモジュール化し、ユーザーがツールレスによる段取替えレベルで簡単な組み換えができ、最新実装部品や実装工法に対応できるコンセプトで開発。(写真1,2)さらに接着剤塗布や半田印刷検査・実装後検査機としての役割を担うことができ、実装プラスワンとしてさらに用途の拡張を続けています。この開発理念により、モジュール化したユニットの組み換えによりさらに前工程である半導体実装や後工程である組み立て工程に対応できる装置として更なる開発を今もなお進めています。そしてFUJIIはこれからも、お客様の声を第一に考え、多様化する実装技術のニーズを的確に捉えながら技術・機能の開発を進め、付加価値の高い装着機をお客様に提供して参ります。

富士機械製造株式会社
ハイテック事業本部



写真1
XYロボットモジュール交換



写真2
XY装着ヘッド交換

■「NXTⅢ」の開発

スマートフォン等の通信端末やカーエレクトロニクス製品は、多機能化、高性能に伴う部品点数の増加、小型部品の高密度実装が急速に進んでいます。その反面複雑な回路を保護するためのシールド部品や挟ピッチリードや極小ノズルなどのパッケージ部品実装も必要となり、装着機に求められる機能は年々高まってきています。

「NXTⅢ」はそれらの要望に応えるべく高い生産性と品質の確保、0201部品(0.25mm x 0.125mm)などの次世代部品の実装も視野に入れて開発を行いました。

■高い生産性と高い品質のために

高い生産性と高い品質は装置の土台となる筐体の剛性及び駆

動ロボットの剛性と動作方法に大きく依存します。そのため、まずサーボ制御系の機能向上を行いました。サーボモーターを今までより早く正確にコントロールするために、CPUのスペックアップによる応答性の向上や制御アルゴリズムの開発を行い、より高速で正確な位置決めを行うことが可能となりました。

次にXYロボットのスライド軸及び筐体の剛性向上とリアモーターの効率アップを行いました。スライド軸に関しては、構造解析で最も効率の良い材質及び形状を求めました。今までよりも軽量化しつつ、3方向に発生する加速度に対し、変形量を大きく抑えることが可能な理想的な形状を見出しました(図1参照)。また筐体に関しても現行機よりも高加速度でロボットが駆動するので、その加速度に負けない剛性を得るために、構造解析(図2参照)を繰り返し

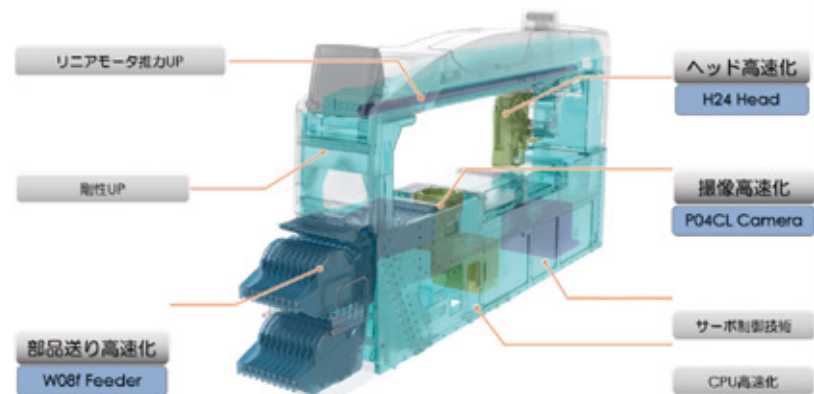


図1 最高出力35,000CPHを出す開発ポイント

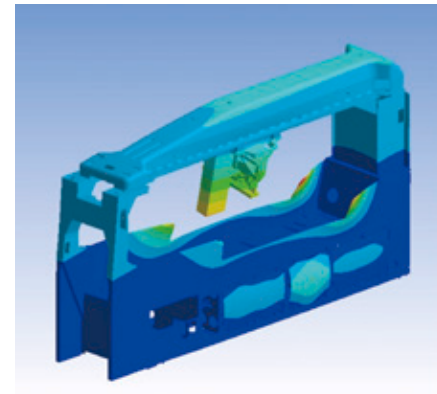


図2 モジュール筐体剛性解析

行い、新たにモノコックに近い構造を用いることで、ロボットの加速度に耐える筐体を開発することができました。

■「0201」部品を標準対応可能とした新型超高速H24ヘッド及び周辺開発

極小部品の高速且つ高精度な吸着・装着を実現するためには実装ヘッドの小型化・軽量化が不可欠です。これにより装置の小型化と高面積生産性を実現することもできます。(図3参照)

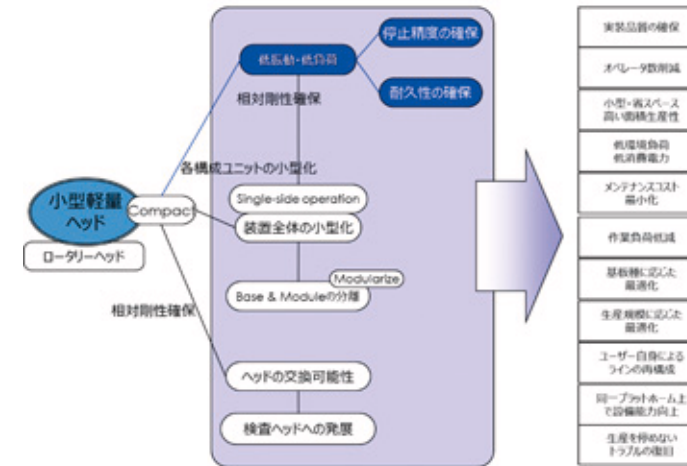


図3 小型軽量化による効果



図4 新開発ヘッドH24 (ヘッド重量 2.5kg)

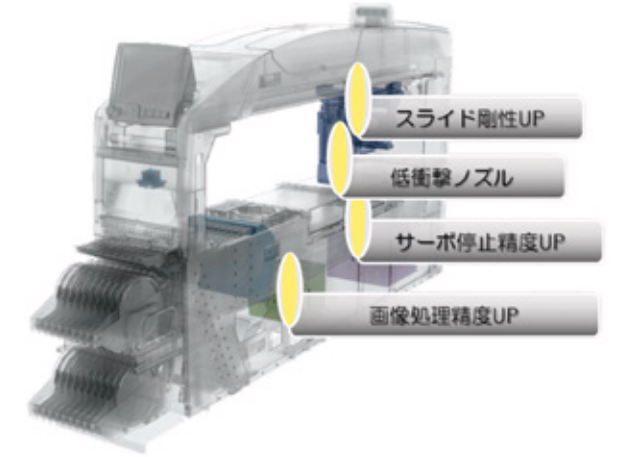
新開発ヘッドH24を「NXTⅢ」に搭載することで最速37,500cph*(一時間あたり部品装着点数)を達成し、前モデルと比べ約35%のCPHの向上を実現しています。

先述した「NXTⅢ」の高剛性の装置構造に加え独自の開発リアモーターとサーボ制御アルゴリズム採用によりこのヘッドの能力は向上。ヘッド筐体は高い剛性を確保し従来ヘッド「V12」と比較して、約30%の軽量化に成功したヘッドは、24本並んだ吸着ノズルを高速でより正確に駆動させるために、ヘッドの各軸が正確に同期して駆動できる。このことにより次世代部品である「0201」をマシンのスペックを落とすことなく、最高速37,500cph*で装着可能となりました。

さらに次世代極小部品の採用は実装の高密度化が要求される。そのため高い生産性を確保しながらも高い装着精度が要求されます。この実現には新たに開発した「フライングビジョンシステム」が大きく寄与しています。従来の画像取得方法はカメラの上で装着ロボットに搭載されたヘッドが一旦停止してパーツを撮像していましたが、「フライングビジョンシステム」ではカメラ上を装着ヘッドが高速で走りぬけながら撮像(ノンストップ撮像)することが可能となり、装着精度±25μmでCPHの向上を実現しました。

*当社最適条件による

最後に、装着される部品が小さくなればなるほど、部品自体が脆くなる傾向にあります。そのため装着時の耐衝撃荷重を軽減させる必要がありますが、装着ヘッドH24の軽量化とともに新規開発された超小型軽量ノズルの搭載により、装着時の動的荷重を0.5N以下という低衝撃装着を実現しています。(図5参照)



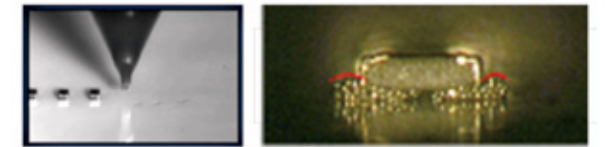
高精度と高速装着を両立

装着精度 **±25μm**
(3σ) Cpk≥1.00

トップスピード **37,500cph***

低衝撃装着

衝撃荷重 **50gf**



0201(0250125) 部品の高密度装着も実現

図5 新開発ヘッドH24による低衝撃荷重





静電容量型力覚センサ「Dyn Pick®」

株式会社ワコーテック



静電容量型力覚センサの商品化



受賞担当者のコメント

株式会社ワコーは創業時(1988年)、物理量センサの中で力を検出するセンサが殆んどないことに着目し、力覚センサの開発に着手しましたが、市場からのニーズは殆どなく、一部のノート型PCのポインティングデバイスに使われるに留まりました。そこで開発方針を切り替え、MEMS技術を使った加速度センサとジャイロセンサの開発に着手しました。自動車やモバイルフォン市場の拡大から、現在関係会社が年間30~40億個を生産するに至りました。

株式会社ワコーテックは鉄腕アトム誕生年から4年遅れて2007年に設立され、力覚センサ(Dyn Pick)の開発・製造・販売に着手しましたが、設立後3年間でたった1個の売り上げでした。最近になり、ロボット業界に於いて力制御が注目されるようになり、2012年から本格的な量産を開始しました。今後の方針としては世界市場での販売の拡大、製品ラインナップの拡充と低価格・高性能化を進めていく所存です。

株式会社ワコーテック 営業所長
鈴木 信人氏
海外営業企画
岡田 美穂氏
代表取締役
岡田 和廣氏

■「力は物理量の基本」

「力は物理量の基本」、この言葉をスローガンとして、2007年に株式会社ワコーテックを設立しました。力は物理量の基本にも関わらず、他のセンサである、光、温度、湿度、加速度、角速度などは数千億円の市場を形成しているにも関わらず、「力センサ」は日本国内でも数億円の小さな市場でした。従来、「歪ゲージ式」の力覚センサがありましたが、高額で且つ壊れやすく、使い勝手も優れているとは言えない製品でした。この点に着目し、従来より、低価格で信頼性、耐久性に優れ、使いやすい静電容量型力覚センサを開発し、2012年に製品化し販売を開始いたしました。

■静電容量型6軸力覚センサ

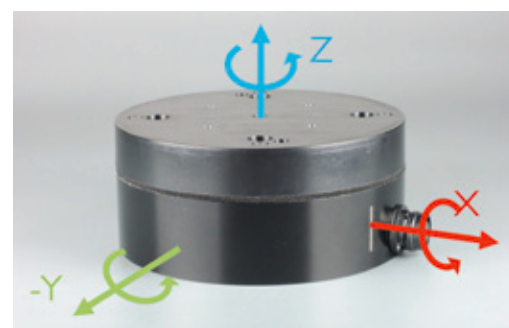
「Dyn Pick」の原理構造とメリット

6軸力覚センサと言っても、一般的に知られてはいないセンサで

す。6軸とは並進力3成分(Fx, Fy, Fz)とモーメントの3成分(Mx, My, Mz)の合計6成分を意味します。Dyn Pick は6軸成分を検出できる製品です。

従来の他社製品は、ロードセルと同様に「歪ゲージ」を起歪体に貼り付け、起歪体に荷重やモーメントが作用したときの抵抗値変化で6軸成分を検出していました。歪ゲージを手作業で貼付することから、生産性に劣り、高額(50~200万円)で、また、出力信号が微小なことから増幅や補正が難しく、外付けの補正BOXが不可欠でした。また繰り返しの過負荷で歪ゲージが剥がれるという問題がありました。

ワコーテックの静電容量型6軸力覚センサ「Dyn Pick」は、歪ゲージ式と原理が大きく異なり、2組の並行平板(電極)で6軸成分を検出でき、非常にシンプルな構造で低価格を実現しました。6軸成分を受けるメカ機構部と静電容量の変化を検出する電子回路部が



6軸力覚センサ検出軸



従来のひずみゲージ式の補正BOXと補正機能内蔵のDyn Pick

あり、その出力信号をセンサ内部に搭載された32bitのマイコンにて信号処理して出力します。また、大きなメリットとしてワコーテック独自の過負荷対策ストッパー機構もセンサに内蔵されていますので、過負荷で破壊することはありません。

■市場の導入例

ワコーテックの静電容量型力覚センサ「Dyn Pick」は、産業用ロボットへの導入が盛んに進んでいます。産業用ロボットは、主に生産用のニーズから人間の代わりに物を生産するものとして発展してきましたが、現在では、スマートフォンをはじめ、多機能で且つ携帯性を重視したデバイスが急増し、タブレット端末やPCまでも、小型薄型軽量化を求められています。このようなデバイスを組立てる作業はアジア各国が非常に強いのですが、昨今の人件費高騰化時期に入り、人海戦術が難しくなっています。それに代わるのが産業用ロボットと考えていますが、先に述べたような組立てを行う対象の製品が小型薄型のデバイスのため、画像処理等の機能のみでは組立作業が困難です。そのため、組立などでは人間のような「力の感覚」を取り入れる必要が出てきています。人は目と指で壊れやすいプラスチック部品でも繰り返し組立てることで、作業を習熟することができますが、産業用ロボットで、カメラで物体の形状を認識しても、力の感覚を検知する事ができません。これに6軸力覚センサを産業用ロボットに搭載する事で、従来では出来なかった、壊れやすい部品も容易に組立てたり、嵌合させたりすることが出来るようになってきました。最近では、年毎に力覚センサの需要が伸びています。

■製品ラインナップ



左: Mini Dyn Pick(φ18) 右: μ Dyn Pick(φ10)

ワコーテックの静電容量型力覚センサDyn Pickは、主に6軸検出できる製品をメインに販売しています。その中でも産業用ロボットに様々な可搬重量があるように力覚センサも荷重の選定ができるように取り揃えています。

このほかにも、小型のMini Dyn Pick、更に超小型のμDyn Pickがあります。

1. 200Nタイプ(型式: WEF-6A200-4)

Fx, Fy, Fz: 200N Mx, My, Mz: 4Nm

2. 500Nタイプ(型式: WEF-6A500-10)

Fx, Fy, Fz: 500N Mx, My, Mz: 10Nm

3. 1000Nタイプ(型式: WEF-6A1000-30)

Fx, Fy, Fz: 1000N Mx, My, Mz: 30Nm

■出力形態

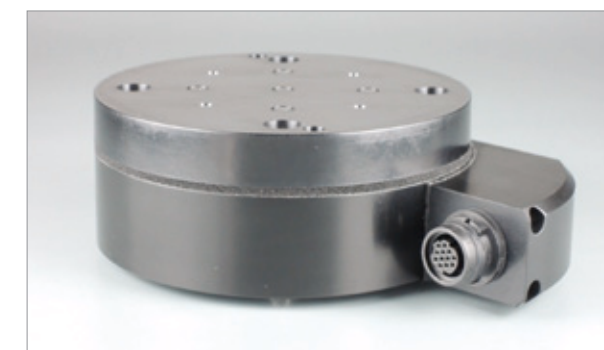
6軸力覚センサを接続する様々なお客様のご要望を受けて出力形態も充実させています。

1. USB(変換ケーブル)

2. RS422

3. Analog(変換BOX)

4. Ethernet(変換BOX、専用内蔵モデル)



Ether内蔵モデル

■今後の展開

現在、新型の超薄型3軸力覚センサや6軸力覚センサもお客様のご要望で販売予定です。産業用ロボットでは力制御を用いた工程が増えてきています。製品ラインナップにも無い形状や定格荷重などでのカスタムも随時対応しております。今後も力覚センサの市場拡大のために様々なご要望を受けて対応していきます。





全自動連続薄切装置 ティッシュ・テック スマートセクション

サクラファインテックジャパン株式会社 / 平田機工株式会社



がん患者の増加に対応した「全自動連続薄切装置」



受賞担当者のコメント

検体前処理、切片作製、染色・封入の各工程からなる病理標本作製において、診断精度向上、インシデント防止、省力化を目指して自動化が進められてきました。また、昨今の検体数増加による技師の負担増加と、技師不足によってさらなる自動化が求められています。しかし、切片作製工程は、その前後の工程が自動化されていく中で、特に3umと薄くもろい切片の採取が人による微妙な力加減が必要なことから、現在でも人の手によって行われています。

スマートセクションでは空気圧と水の表面張力を利用した独自機構を開発したことで機械でも容易に切片の採取が可能となりました。

サクラファインテックジャパンは、前後の工程を自動化した装置を持っており、それらと連携してインシデントフリー、さらなる技師の負担軽減を図り間接的にでも今後のがん診断治療に貢献していきたいと思っております。

サクラファインテックジャパン株式会社 マーケティング本部 担当部長

藤本 幸司氏

開発企画部 開発グループ 博士(工学)

宮谷 竜也氏

平田機工株式会社 装置事業部 バイオ機器グループ

■スマートセクションは何をするロボット?

世界中でがん患者が増加しています。日本人の2人に1人が、がんに罹患しています。(国立がんセンターがん対策情報センターによる推計値(平成15年)より)内視鏡等で組織を採取して病理検査を受けた方もいらっしゃるのではないのでしょうか。

スマートセクションは、がんの疑いのある患者から採取した検体を数ミクロンの厚さに薄切してスライドガラスに貼付するロボットです。検体のままでは、自己融解や腐食が進み、また柔らかくて薄切しにくいいため、固定後、検体中の水はパラフィンに置換されます。こうして作られた検体を包埋ブロックと呼びます。この包埋ブロックをスマートセクションにセットすれば、無人で未染スライドをどんどん作製して行きます。

■なぜスマートセクションの助けが必要か

まず一番の理由は、技師一人あたりの標本処理数が増加していることです。患者の数が増えれば検査の数も増えて、作製しなければならない病理標本の数が増えます。しかし、病理標本作製できる技師の数は、標本数と比例して増加していないため、技師への負担はどんどん大きくなっています。

二番目の理由は、新しいがん治療薬の登場です。みなさんのなかで、分子標的薬という言葉聞いた方もいらっしゃると思います。この薬は、人ごとに異なる薬効や副作用の程度が事前の検査でわかります。この検査は、患者の細胞膜の染色の強さで評価されます。

したがって、切片が均一な厚みでなければ正しい評価が困難になります。スマートセクションは、切片内・切片間において厚みバラツキの小さな切片を作製できるためこの種の検査に適しています。

■スマートセクションが貢献できること

このロボットは、技師の優秀な部下になることを目指して開発されました。標本作製の世界の言葉で優秀な部下を換言すると、技師から任された仕事を指示通り『正確に』かつ『確実に』こなす部下だと思えます。

それでは、スマートセクションが具体的にどのようにして『正確に』かつ『確実に』仕事をこなし、優秀な部下を実現しているかを説明して行きたいと思っております。

■『正確に』を実現した手段

1. 検体の取り違えを防止しエビデンスを残す

検体の取り違えは、時々新聞やテレビに取り上げられるように、患者へ取り返しのつかない被害を与えます。スマートセクションは、そのようなことが起きないように作業方法と取り違えが起きなかったエビデンスを残します。

スマートセクションは、カセットのIDを読んで、それに紐づいたプロトコル(スライドガラス印字情報、切片枚数、切片厚等)を検索し、スライドガラスに印字情報を印字します。切片がそのスライドガラスに乗ったことを確認して、初めて次の薄切を行います。こうすることに

より、検体の取り違えを防止しています。そして、この時のカセットIDと包埋ブロックの画像、切片の画像をログに記録してエビデンスを残します。

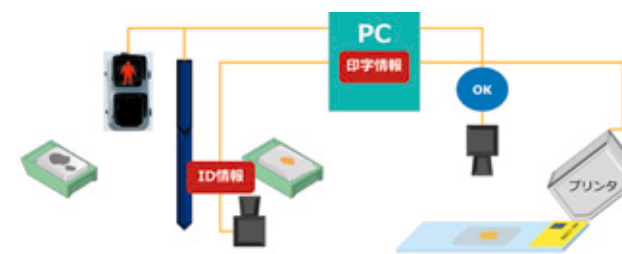


図1 スライドガラスに印字し、そのスライドに切片が載ったことを確認して、次の包埋ブロックの処理にかかる

2. クロスコンタミネーションを防ぐ

標本に他の検体の破片等が載ると、診断の邪魔をするばかりでなく、誤診の原因にもなりかねません。薄切・貼付工程でこのクロスコンタミネーションが起きる場所は、粗削り工程と水槽内での貼付工程です。

スマートセクションは、粗削り(面出し)の際に発生する薄切屑を常に吸引除去するため薄切屑が他の切片に載る心配はありません。(図2)

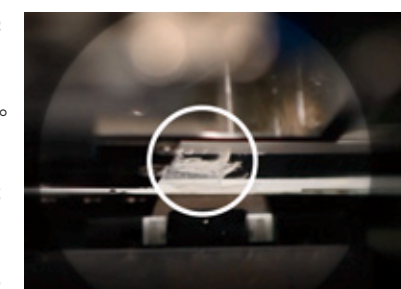


図2 薄切屑(円内)は瞬時に吸引除去される

一方、水槽に破れた切片が入って来ても、オーバーフローしている水と一緒に破れた切片は水槽の外に流されるので、その切片が他の切片に載る心配はありません。(図3)



図3 破れた切片は矢印の方向に瞬時に流れ出る

3. 設定厚さからバラツキの小さな切片を作製できます

スマートセクションの薄切室の温度は、10±0.5℃に制御されています。従って、ブロックの熱膨張を抑えながら高精度なミクロームで薄切できるので、ほぼ設定した厚みでバラツキの小さな切片を作製することができます。

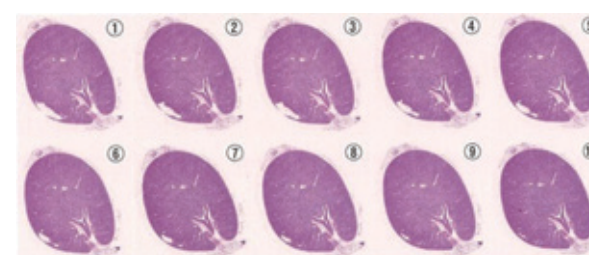


図4 サルの腎臓を4μmで薄切した連続切片

図4は、スマートセクションによって4μmで連続薄切した切片を弊社自動染色装置で、HE染色したものです。連続切片であることを示すため、面が出る直前の10枚を表示しています。

■『確実に』を実現した手段

1. 切片の品質をロボットが評価

検体そのものや包埋ブロックまでの作製工程が原因で、破れや抜けができて必ずしも標本に適した切片を作製できない場合があります。スマートセクションは、自分で作製した切片に破れや抜けの有無を判断するため、無駄な切片をスライドガラスに貼付せず、染色する価値のある標本だけを染色カゴに収納して乾燥します。(図5)

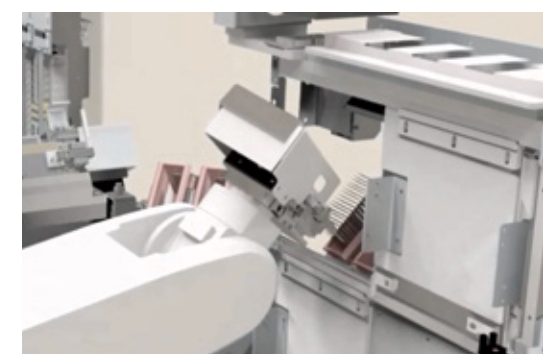


図5 検査に合格したスライドだけ染色かごに収納し乾燥する

2. 薄切できなかった包埋ブロックは専用トレイに収納

薄切できなかった包埋ブロックも、何らかの処理を行った後、薄切を行い必ず標本作製しなければなりません。従って、スマートセクションは、成功した包埋ブロックと区別するため、薄切できなかった包埋ブロックを専用トレイに収納します。(図6)

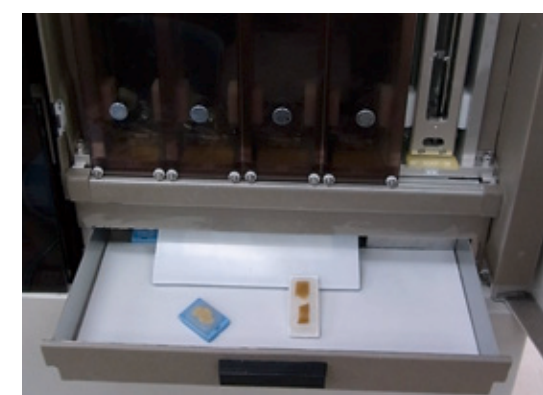


図6 専用トレイに入れられた包埋ブロック。上部は包埋ブロックを最大100個収納可能なブロック保管庫

■今後の展開

今年の8月にオースティンで開催されたNational Society for Histotechnology 2014で個別ブースを設け展示したところ大変な反響を受け、早急な海外展開が必要なることを確信しました。未だ海外に競合メーカーはないため、今のうちに、性能、ノウハウ、シェアともにどんどん差をつけておきたいと思っております。



ロボット技術を応用した臨床リハビリテーション部門と 研究開発部門を融合したロボットリハビリテーションセンター

兵庫県立リハビリテーション中央病院 ロボットリハビリテーションセンター（導入者：兵庫県／兵庫県社会福祉事業団）



ロボット技術を応用した先端リハビリテーション



受賞担当者のコメント

兵庫県立リハビリテーション中央病院ロボットリハビリテーションセンターはロボット技術(RT)を応用したリハビリテーション実践の場です。RT搭載のリハビリ機器を用いた先端リハビリ訓練と、医療スタッフ・身体障害者・高齢者のニーズに基づく研究開発を実施しています。ロボットありきではなく、使う人と製作者が協力し合うことで役立つロボットを創り出し、それを使った訓練方法を確立することで有用なロボットリハビリテーションが行えます。我々の取組が高齢社会、身体障害者に対して有用なRT社会実装モデルとしてますます貢献できるよう努力し続けます。

兵庫県社会福祉事業団
兵庫県立リハビリテーション中央病院
ロボットリハビリテーションセンター
兵庫県立福祉のまちづくり研究所 センター長・所長
陳 隆明氏
特別研究員
本田 雄一郎氏

■高齢社会に向けて

日本は2025年問題に代表される高齢社会のまっただ中にあります。高齢者は歩行をはじめとし、日常生活動作全般において何らかの介護(介助)が必要となってきます。身体障害者も高齢者も日常生活動作遂行に困難を生じるという視点からはまさに同様の状況であり、これら介護(介助)を要する総数は莫大なものとなることが予測されています。身体障害者に対して行うリハビリテーション(以下リハビリ)訓練の主要な目的は、日常生活動作の再獲得です。その遂行に困難を生じた身体障害者や高齢者に対して、リハビリ医療はその機能の改善や代償において有効な手段となります。リハビリ訓練を従来と同じように全て療法士のマンパワーのみに頼っている、今後爆発的に増加する対象人口への対応ができません。また、医療の現場のみならず、介護の現場においても介護を要する人口の増加あるいは介護する側の負担の増加は避けられないものとなります。これに対して、日本は介護福祉の現場にロボット技術(RT)を導入することによりこの危機を乗り越える政策に舵を切りました。しかし、RTを応用したリハビリ機器による支援やリハビリ訓練といえども適切な取り扱いと訓練を行わなければ有効なものとならないばかりか身体に害を及ぼしかねません。有効かつ安全にRTを応用した先端リハビリ(ロボットリハビリテーション、以下ロボットリハビリ)を行うためには、リハビリチームスタッフの知識や経験といった根拠に基づいた真に必要とされるRTを臨床家と工学研究者が同じ立場で参画し臨床応用することに特化した臨床研究の

中核となる枠組み(ロボットリハビリテーションセンター、以下ロボットリハセンター)が、ロボット戦略を活用したこれからの日本の医療・介護サービスに必要であると考えています。「ロボットリハビリ」は兵庫県社会福祉事業団の登録商標(登録第5568045号)です。

■ロボットリハビリテーションの意義

障害を有している(高齢者も含まれるが)エンドユーザーの究極の目標は、ロボットリハビリにより機能回復・改善を果たし、日常生活動作をより早期に獲得し、社会復帰することにあります。ロボットリハビリ訓練は機能回復あるいは改善が可能であったエンドユーザーに対して経済的・時間的・身体的・精神的な利益をもたらすこと



①患者、②医師、③療法士、④工学研究者
チームアプローチによる訓練風景

となります。四肢切断や脊髄損傷など失われた機能が回復できないエンドユーザーに対しても、RTを利用した義肢や装具、ロボットスーツ(人間装着型ロボット)により日常生活動作能力を再獲得できる利点が生まれてきます。身体障害者のみならず高齢者にとっても、自立生活をより長期に行える可能性が高まります。重度身体障害者のケースにおいては、居住空間へのRTの導入により、家電などを自らの意志とタイミングで操作可能となれば日常の中に自分が主体となれる時間を生み出せます。また、技術により介護者の負担を軽減し、両者のQOL向上につながります。現場でこれらのRTが利活用されるために、介護ロボット導入促進事業等、国のプロジェクトへ参加すべくロボリハセンターでは研究開発部門のある兵庫県立福祉のまちづくり研究所とともに介護福祉ロボットの研究開発・現場導入評価事業に参加しています。

■ロボットリハビリテーションセンターの特徴

新規性: 医師、療法士、義肢装具士、工学研究者らの専門性を活かしたチームアプローチで身体障害者を支援できるよう臨床部門と研究開発部門を組織として一体化。

獨創性: 臨床部門や身体障害者のニーズを研究開発部門と直にやりとりし、真に役立つ研究開発に特化。

安全性: 臨床現場で長年培われた安全対策の経験がある医師、療法士、義肢装具士と工学研究者らが連携し、医工学的な根拠に基づいた安全性の確保。

ユーザビリティ: ロボットリハビリ訓練を受ける者はロボリハセンターのみで診察・評価・訓練ができる最適な環境を入手可能。工学研究者は医工連携が密に行えるイノベーション拠点で研究開発に従事。

■有効性が判明している人間装着型ロボット

ロボットリハビリでは人間装着型ロボットが機能の改善(RTによるリハビリ支援)と機能の代償(生活動作支援)をユーザーにもたらすことを期待しています。現在、そのロボットで訓練プログラムが確立され、有効性が確認されているものはコンピュータ制御義足と筋電義手です。コンピュータ制御義足のユーザーは歩行再建により、多くの方が仕事に復帰されています。

筋電義手ユーザーは両手動作が可能となり、90%のユーザーが仕事など社会復帰されています。ロボリハセンターのスタッフ



両大腿切断の高齢者が高性能義足を装着し、適切な訓練を行うことで杖無し歩行可能

は世界で唯一となる筋電義手訓練のマニュアル本を作成し、日本初となる乳幼児・小児に対する筋電義手訓練システムを確立しました。小児の訓練用筋電義手を確保するため、小児筋電義手バンクも設立しました。

筋電義手

■現場ニーズと直結した研究開発への取組

臨床応用を目指したRTなどを研究開発している工学研究者にとっては、臨床フィールドの欠如、臨床家にとっては、工学研究者との連携の欠如が大きな障壁としてありました。しかし、ロボリハセンターの設置により身体障害者や高齢者、リハビリスタッフのニーズを直に把握した研究開発が可能となりました。その結果、ロボリハセンターにおいて、小児筋電義手訓練時に重宝されている筋電信号波形の表示装置、自己導尿・排泄訓練を支援する装置、視覚型環境制御装置などを開発してきました。これらは、臨床部門からのニーズをそのままに具現化したもので、利用対象者の訓練時に日々活用されています。ロボリハセンターが狙っていた密な医工学連携による無駄のない研究開発方法の成果です。



小児筋電義手バンク

■ロボットリハビリテーションセンターでの取組の展開

ロボリハセンターの名称と活動が広く知られるようになり、企業や大学と連携が広がっています。とりわけ、環境制御装置(バイオリモート)やバーチャル筋電義手訓練装置を考案・開発された広島大学 辻敏夫教授、新型筋電義手を共に開発している大阪産業大学 入江海教授とは臨床応用を目指した開発を精力的に進めています。また、共同研究開発に参加くださる企業や研究機関とは現場ニーズに応えるロボットリハビリ技術の製品化を目指した開発を進めています。海外との連携では、ミュンヘン工科大学との姉妹提携締結による連携、世界保健機構(WHO)のワーキンググループへの選出、アジア・オセアニアを中心とするリハビリ工学・支援技術研究の同盟設立の主要メンバーとしての活動があり、国内ではロボットリハビリテーション研究大会の事務局を務めています。今後も、医工連携が密に行えるフィールドを生かし、さらにロボットリハビリの実践と研究開発を推進し、ロボットリハビリが日本のブランドとなるよう社会貢献に励みます。



狭小空間点検ロボット「moogle」

大和ハウス工業株式会社



狭小空間点検ロボット「moogle」



受賞担当者のコメント

私が入社した2006年に“床下点検ロボット”としてmoogleの開発がスタートしました。開発を開始してから約3年、試行錯誤を繰り返して現在のmoogleとほぼ同じ形が出来上がりました。それから約1年半、実際の点検現場に同行し、約150件の運用検証を行いました。想定していなかった状況が次々と現れ、問題が出る度に改良・検証を繰り返してきました。その結果、今はどんな床下環境でも走行できると自信を持って紹介することができます。今後は床下だけでなく狭小空間での利用を考えていますので、問合せ頂いた企業に同行させて頂き現場検証を行いながら、改善・改良を検討しています。

私にとってmoogleは生まれる前からずっと傍で成長を見続けてきた大切なロボットです。今回の受賞で多くの方々を知って頂けることを嬉しく思い、これからも建築業界のロボット化や、ロボット業界の発展に貢献していきたいと思っています。

大和ハウス工業株式会社 総合技術研究所
フロンティア技術研究室 先端技術研究グループ
竹内 愛氏

はじめに

“狭小空間点検ロボット「moogle」”は、2006年に“床下点検ロボット”として開発を開始しました。

2006年度、経済産業省の公募事業「サービスロボット市場創出支援事業」に採択され、2006、2007年度の2年間、経済産業省からの補助を受け開発を進めました。

戸建住宅の床下点検

一般的に、住宅の床下点検では点検作業員が床下に入り、ほふく前進をしながら点検作業を行っています。床下空間は狭く、暗く、粉塵が多い劣悪な環境であり、その中での点検は精神的、肉体的負担が伴う作業になります。また、住宅に住まわれている方にとって床下は普段目にすることがない場所であり、“見えない”点検作業に対して不安を感じる人もいます。このような背景から点検作業員の負担軽減、住宅居住者への安心感の提供を目的とし、“床下点検ロボット”の開発を開始しました。



床下点検作業

床下点検ロボット

床下点検ロボットは、ロボット本体(moogle)と操作パソコン、コントローラから構成されます。



システム構成

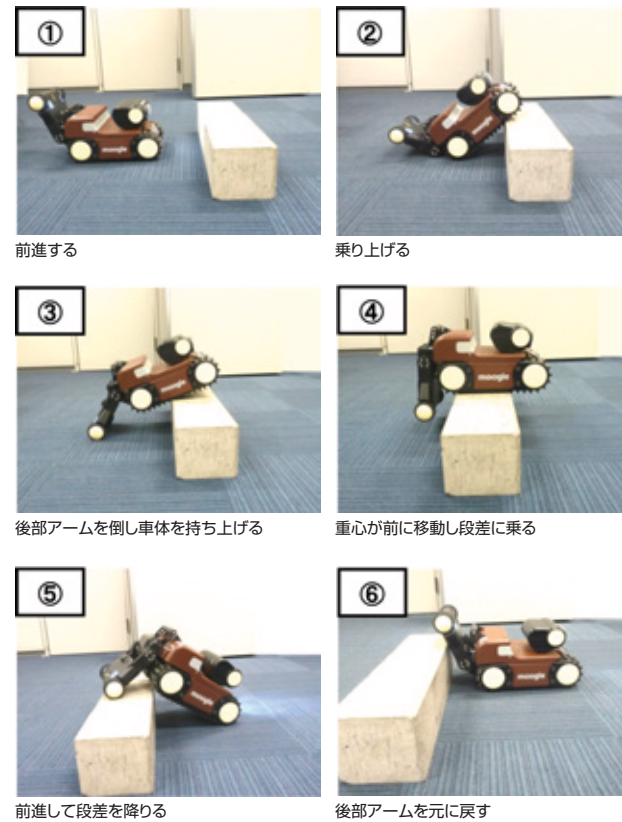
操作者はmoogleから送られてくるカメラ映像をパソコン画面で見ながら遠隔操作で点検を行います。moogleは2つのカメラを搭載しており、2つの画面を切り替えながら、床下内を走行、点検します。



操作画面(左: 移動モード、右: 点検モード)

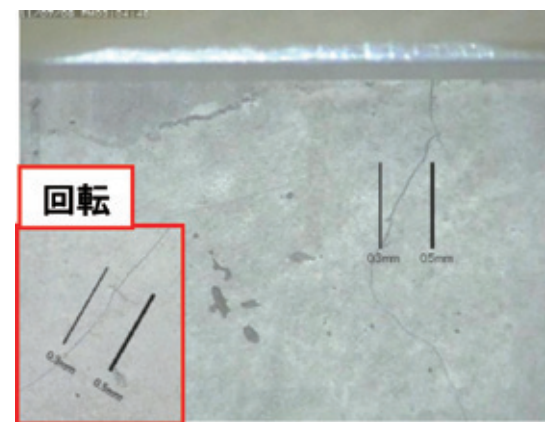
特徴

床下の中は配管類や段差など、moogleが走行する上で障害となるものが多くあります。moogleは自動的に姿勢を制御することでこのような障害物を段差150mmまで簡単に乗り越えることができます。



前進して段差を降りる
段差乗り越え動作

また、床下の点検では基礎コンクリートに発生したひび割れ幅の点検を行っています。点検の基準となる0.3mm、0.5mm幅のクラックスケールをパソコン画面上に表示し、ひび割れ幅を比較します。このクラックスケールはmoogleのカメラの倍率と基礎までの距離(距離センサにより測定)から、ズームをかければスケール幅も大きくなるというように、映像に合わせて自動的に表示幅を調整しています。



クラックスケール

導入・運用

2009年より約1年半運用検証を実施し、走行環境や点検内容、点検時間等の評価、および改善・改良を重ねました。そして2011年4月より当社グループ会社、ダイワハウス・リニュー(株)(現大和ハウスリフォーム(株))に50台導入し、社内運用を開始しました。

開発当初の目的であった点検作業員の負担軽減、住宅居住者への安心感の提供についてアンケート調査を行った結果、どちらもほぼ100%の方が負担軽減されている、安心感が得られると答えています。また、リフォーム受注率の増加という点でも効果がみられます。

狭小空間点検ロボット

社内運用での使い勝手や要望を反映した改良を行い、2012年10月より、“狭小空間点検ロボット(※“床下点検”から“狭小空間”に変更)”として外販を開始しました。外販を開始してからリフォーム会社や工務店などに販売し、現在約150台が全国で利用されています。(2014年9月末現在)

床下点検以外の利用として、インフラ点検、原子力関係建物調査、警備関連、保険などの会社から問合せを受けており、検討を進めています。

運用される企業によって、点検したい内容や走行環境も異なるため、お客様の要望にあわせた改良を行い、利用用途を広げていきたいと考えています。

おわりに

建築分野では現在若年層が減り、高齢化が進行しています。いわゆる3Kと呼ばれる“きつい、危険、汚い”作業が多いことも若年層が減っている原因のひとつだと考えられます。また、建築分野では作業がシステム化されていないものが多いため、人手による作業が多く、ロボットや自動化といった面では他分野に比べて遅れをとっています。

moogleはそんな建築分野で、先進的なイメージをつけることができ、また、実際に作業負担の軽減が評価されていることから、この分野でのロボット化を進めるきっかけになると考えています。今後もこのような開発を続けていきたいと考えています。



手術支援ロボットiArmS®

株式会社デンソー／信州大学／東京女子医科大学／株式会社デンソーウェーブ



医・工・産融合による手術ロボット実用化



受賞担当者のコメント

「日の丸手術ロボットを実用化したい。」という、強い想いが重なり、2012年から実用化を目指した共同プロジェクトを信州大、東京女子医大、デンソーでスタートしました。(デンソーウェーブは量産検討から合流)そして、早期に実用化を実現するために、①許認可不要な非医療機器、②モータレス化で安全開発工数減、③産業用ロボット技術流用による開発短縮、を基本方針として進めました。

一方、医療機器開発の難しさは、評価が医師にしか出来ない点です。背景の異なる医学研究者、工学研究者、企業技術者が、対等に妥協のない議論で、問題の本質をあぶり出しながら、商品としての全体最適を目指す必要がありました。本プロジェクトでは、三者が理解し合い、忌憚なく議論してきたことで、臨床研究まで到達することができました。

株式会社デンソー
奥田 英樹氏
信州大学
後藤 哲哉氏
東京女子医科大学
岡本 淳氏

■手術品質向上と外科医の労働環境改善を目指して

脳神経外科では、顕微鏡を用い大きく拡大して行う手術が一般的です。脳内の1mm以下の血管を、0.02mmの糸で縫合し、手術は12時間以上に及ぶこともあります。外科医は手先の動きを安定させるため、脇を締め、小指を固定し支えるなどの工夫をしていますが、固定できる場所や、患部へのアクセス方向が大きく制約されます。また手先を誤れば重大事故に直結するため、精神的・肉体的に過酷な作業を強いられています。その厳しい労働環境が影響し、近年、外科医の減少が社会的な問題となっています。

本ロボットは、この現状を打破するために開発されたロボットです。モータ無で安全性を高める一方、手術時に腕～手首を確実に支え、軽やかに腕の動きに台を追従させることで、外科医の手のふるえを1/3以下に抑制し、疲れを有意に軽減するものです。

として、手術ロボット研究開発がスタートしており、日本のロボット技術を活用した日の丸手術ロボットの実用化への期待が高まっていました。

そんな中、2012年から実用化への強い思いを持って、信州大・東京女子医大・デンソーでiArmS®の開発をスタートしました。「商品」として仕立てることは、さまざまな要求仕様(場合によっては矛盾のある仕様)の全体最適を行う作業です。通常は経験と知識を持ったプロジェクトリーダーの腕に委ねられます。一方、医療機器開発では、「機能評価は医学研究者」、「課題解決は工学」と、役割が分離しているところに全体最適の難しさがあります。今回、多くの問題の本質をあぶり出し、その全体最適解を導き出すために、医療工学研究者を核として、医学研究者、企業技術者の三者が、対等で妥協のない議論を展開してきました。(図1)合同で他大学医学部へ

■実用化を目指した医・工・産融合プロジェクト

デンソーが本プロジェクトの検討をし始めた2011年は、腹腔鏡手術ロボット「da Vinci サージカルシステム」が米国で広まっており、日本でもその有効性が注目を集め、先進的な医療機関に導入され始めた頃でした。また、国家プロジェクト

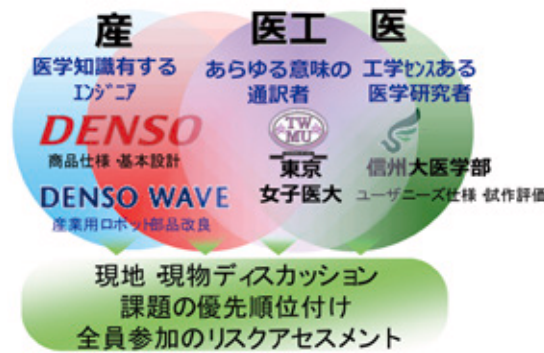


図1 医・工・産融合

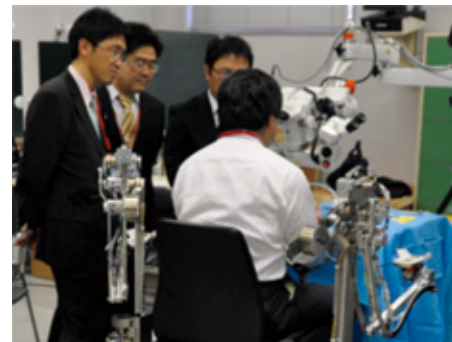


写真1 学会会場の別室での模擬手術

インタビューに出向いたり、医学系学会の会場別室に模擬手術セットを準備し、多くの先生方の意見を聞いたりするなど、開発へフィードバックしてきました。(写真1)このように「日の丸手術ロボット実用化」という御旗の下に、異なる背景や立場を越え、三者が融合して開発を行うことで、市販を前提とした臨床研究にこぎつけました。

■製品の特徴 ～安全性と操作性～

「手術時の、医師の腕のふるえと疲れを低減する」ために、手台は医師が動かしたい位置に自由に動き、かつ手術時にはきちっと固定されて台となる必要があります。そのためには、①高い安全性、②高い操作性を実現する必要があります。

①において、今回、モータを使用しないパッシブな構造(本質安全)を採用するとともに、医療現場で用いる機器として、医療機器相当の安全性を確保するために、ISO14971に基づくリスクマネジメントプロセス、IEC60601の医用電気安全評価、およびアームホルダ部の洗浄・滅菌評価について、第三者機関のチェックを受けています。(図2)

②においては、モータ使用しなくとも、医師が疲れを感じないように、重力バランス設計、可操作性を考慮した設計等を行い、軽やかな操作性を実現しています。また、医師の操作意図に合わせて3つの状態「HOLD：術中の腕の固定」、「FREE：台の移動」、

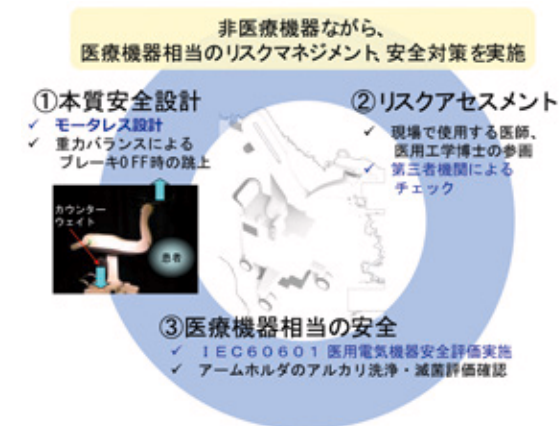


図2 安全性



図3 操作性

「WAIT：周辺機器操作時の待機」の切替えをセンサで自動的に行っています。本切替えは、各医師の感性に合わせるため、反応速度等を調整できるようになっています。(図3)

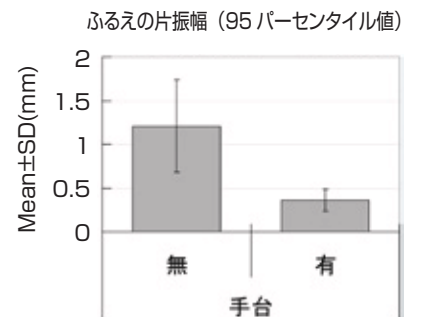
■フィールドテスト

脳神経外科専門医11名による非臨床研究では、手台がふるえを約70%抑制する効果が報告されています。(グラフ1)また別の研究のアンケート調査では、疲れの有意な軽減が報告されています。

2013年の非臨床評価では、33名の医師に40回の模擬手術でiArmS®を使用いただき、操作性、機能について高い評価を得ました。

14年9月5日の信州大学脳神経外科を皮切りに、同大耳鼻咽喉科、東京女子医科大学脳神経外科、山形大学耳鼻咽喉科にて、各大学の倫理委員会承認を得た上で、臨床研究を実施してきました。(写真2) 計81症例を実施完了し、有害事象は報告されていませ

ん。これらの結果を踏まえ、15年春より発売を開始致しました。今後はさらに海外(米UCSF 脳神経外科)や、他の診療科(藤田保健衛生大学 上部消化管外科)にて、順次臨床研究を行う予定です。



グラフ1 ふるえの抑制効果



写真2 信州大学での臨床研究の様子

■今後の展望

iArmS®を国内手術で使用していただいた後、国外展開、他診療科への拡大を図っていきます。さらに、このモータのないパッシブな機構を、手術用途以外(産業用途)へ応用を検討する予定です。

今後、これをステップに、医・工・産融合を深め、次なる日の丸手術ロボットを実現し、我が国のロボット産業活性化に貢献していきたいと考えます。



排泄支援ロボット「ベッドサイド水洗トイレ」

TOTO株式会社 / 関東学院大学 建築・環境学部 大塚雅之研究室



要介護者の自立を促進し、介護負担を軽減する『ベッドサイド水洗トイレ』



受賞担当者のコメント

TOTOでは、介護シーンを想定した「簡単な工事でもどこにでも設置できるトイレ」をめざして、10数年前にベッドサイド水洗トイレの要素技術をスタートさせました。今回、各種センサやDCモータなどのロボット技術を活用して、汚物を確実に粉碎圧送する制御と便器に投入される異物へのロボ特性を確立し、さらに、機器の安全性と機器が設置される建物全体の衛生性を担保することで、ようやく商品化することができました。2013年9月の発売以降、主として介護シーンで使用され、ご好評をいただいています。

在宅介護で排泄手段として使用されるポータブルトイレは汚物処理が必要で、室内に臭気が常時漂うなどの課題があります。ベッドサイド水洗トイレは、速やかに汚物を流すことで、これらの課題を一掃します。さらに、要介護者の自立を促して「人間としての尊厳」を守ることに加え、介護にまつわる社会サービス費用を圧縮する効果も期待されます。

TOTO株式会社 機器水栓事業部 機器水栓企画部
奥野 祐一氏
関東学院大学 建築・環境学部 建築・環境学科 教授
大塚 雅之氏

■高齢化の状況と課題

日本では急激な高齢化が進行中で、2055年には高齢化率は40%を超えると予想されています。また、要介護者は既に500万人の大半を超えています。在宅で介護されている方の多くは要介護度3以下です。これらの方々のほとんどに便意はありますが、身体能力の低下により、トイレが遠くて間に合わない、段差等で転倒のリスクがある、あるいは、トイレブースが狭く介助ができない、排泄回数が多く時間が長くて他の家族がトイレを使用できない、などの理由により、寝室にポータブルトイレを設置するケースが多くあります。設置の手軽さからポータブルトイレは年間20万台以上が販売されていますが、バケツにたまった汚物の定期的な処理が

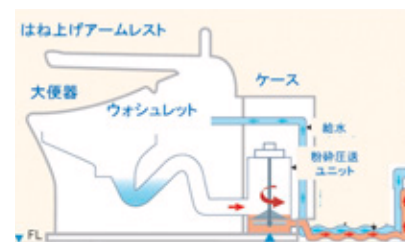
介護の負担となり、また、汚物の臭気が常に室内に充満するという課題があります。

■ベッドサイド水洗トイレとは

ベッドサイド水洗トイレは、汚物を粉碎・圧送することで従来よりも細い排水管で排水する排泄介護ロボットです。室内設置の給水管と排水管がやわらかく、本体が床に固定されていないため、施工後の位置変更が可能です。この特長は、退院前にトイレの設置を完了し、退院後に使用者のベストポジションにセットしたり、身体能力の変化に合わせて位置変更をしたりするシーンで有効であることが確認されています。

脱臭機能を搭載しているので壁や扉、換気扇や照明が不要で、エアコンと同様の工事内容で設置可能なため、およそ1日で施工が完了します。粉碎された汚物はポンプによって排水されるため、従来トイレの増設をあきらめていた水まわりから遠い場所や戸建住宅の2階にもおよそ1日の工事期間で設置が可能です。

なお、ベッドサイド水洗トイレは、従来の大便器とは異なる特徴を有していますが、ベターリビング基準「圧送便器」の各規定に適合することで、器具としての品質を確保しています。



ベッドサイド水洗トイレの構造

区分	圧送便器
用途	戸建住宅・高齢者施設(新築・後付)
定格電源	交流100V 50/60Hz
定格消費電力	579W (50Hz/60Hz)
洗浄水量	大 約5.5L / 小 約5.0L
便器洗浄音	65dB(A) ※ピーク時
給水方式	内蔵タンク貯水式
搭載機能	ウォッシュレット機能、脱臭機能、異物検知機能、音声報知機能、圧力緩和機能
寸法	幅610mm×奥行1002mm×高さ746mm
質量	約82kg
付属品	リモコン、ペーパーホルダー

ベッドサイド水洗トイレの仕様

■ベッドサイド水洗トイレのロボット技術

ベッドサイド水洗トイレは、次のロボット技術により実現された商品です。

1. 運転制御

粉碎と圧送に最適で、かつ、ベッドサイド水洗トイレが接続される建物に対する影響が少ない運転制御を搭載しました。

2. 異物の検知と報知

介護シーンでは、便器にウェットティッシュなどの異物が投入されるケースが多くあります。これらの異物が投入されても「粉碎部をロックさせない継続運転」を可能にしました。また、モータ特性の変化より異物の蓄積量を推算し、注意が必要になった段階で音声ガイドにより異物除去の必要性をお知らせします。異物除去作業の安全性確保のため、インターロックと音声ガイドを採用しています。

3. 水位のモニタリング

2種類の水位センサにより運転中ならびに待機中の粉碎圧送ユニット内の水位をモニタリングすることで、不測の事態による便器からの溢水トラブルを回避しています。

4. 臭気対策

使用時の便器内の臭気を自動的に吸引して脱臭触媒により分解・無臭化します。また、便器洗浄時に粉碎圧送部から追い出される臭気成分を含む空気をエアバッグに一時的に回収し、漏気を防いでいます。

■導入現場事例① 在宅介護の事例



在宅介護現場での設置事例

●導入理由(60代男性)

「転倒して91歳の義母が車いす生活になった。」
「ポータブルトイレを頑として使ってくれない。」

○使用後のコメント(2ヶ月使用後)

使用者(90代女性)
「家族への気兼ねがいらなくなった。」
「以前はトイレの回数を減らすために、食事と水分を控えていたが、元に戻すことができた。」
「紙オムツを下着に戻すことができた。」

■導入現場事例② 特別養護老人ホーム「ここのか」

【兵庫県豊岡市】



特別養護老人ホーム「ここのか」外観



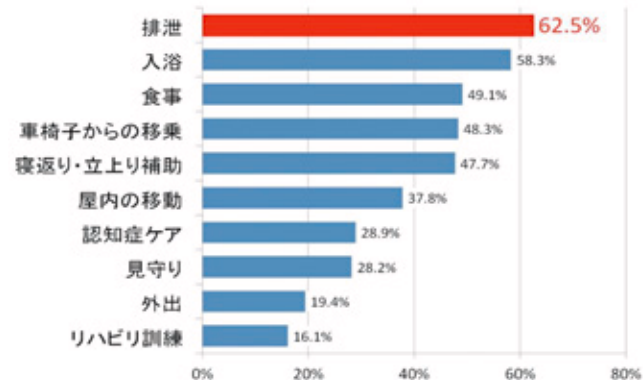
将来のベッドサイド水洗トイレを想定したプレ給排水管(壁内に隠す)

●導入理由

「ほとんど利用されない個室トイレをなくしたい。」
「必要なときにだけ、ベストポジションに水洗トイレを設置したい。」

○導入効果

・ねらい通り、個室のトイレ設置数を最小限にできた。
注) 1ユニットあたり3台
・個室にトイレが必要な入居者全員がベッドサイド水洗トイレを使用している(30名中6名)。
・排泄処理に関わるスタッフの負担が軽減した。



在宅介護で苦労したこと
※内閣府政府広報室「介護ロボットに関する特別世論調査」
(2013年8月)

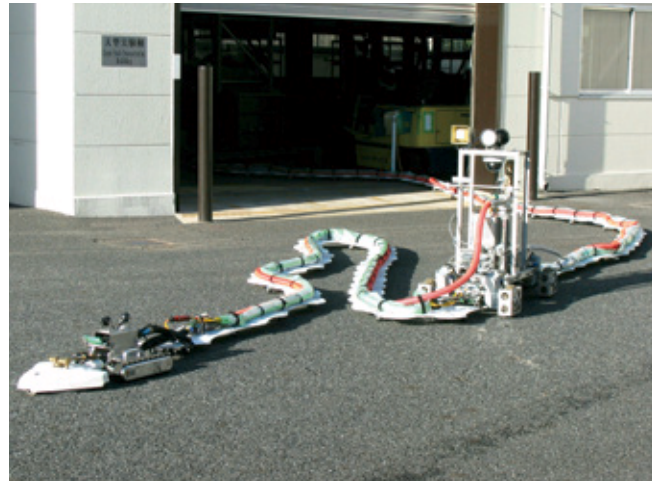


原発対応の小型遠隔除染装置「RACCOON (ラクーン)」

株式会社アトックス



福島第一原発の円滑な廃炉に貢献する遠隔除染用ロボット



受賞担当者のコメント

RACCOONは、事故により高い放射線量となっている福島第一原子力発電所原子炉建屋内の床面除染作業の実施を目的に(株)アトックスが開発したものです。事故直後より開発に取り組み、約2年半の開発期間を経て、福島第一2号機原子炉建屋1階の床面除染を実施し、現在RACCOONにより3号機1階の床面を除染中です。RACCOONは100m以上離れた場所から遠隔操作が行え、小型、軽量でありながら、ホース・ケーブル類を牽引しながら原子炉建屋内への進入箇所から目的の作業場所まで到達し、床面の除染と除染後の廃液回収移送を実施します。導入に当たっては、現場の運用状況や作業員からの取扱いに対する様々な要望や工夫を取り入れるとともに、現場状況を模擬したモックアップトレーニングを十分に行うことで、現場で使いやすいロボットを開発することができたと考えています。

株式会社アトックス 技術開発センター長
藤川 正剛氏
バックエンド技術部 係長
伊藤 俊介氏
バックエンド技術部
浦 広幸氏

開発背景

東京電力福島第一原子力発電所は、平成23年3月11日の東日本大震災により甚大な被害を受け、現在廃炉に向けた原子炉建屋内の調査や補修などが計画されています。しかし、原子炉建屋内は放射線量が非常に高く、作業員が建屋内に入域し、作業をすることは非常に難しい状況となっています。

そこで、線量の低いエリアから遠隔操作で原子炉建屋内の除染作業を行う装置が求められています。

当社は事故直後より、原子炉建屋内の線量低減に向けて遠隔操作で床面を除染する小型除染装置の開発に取り組んできました。

装置の要件

これまでに当社で培ってきた放射能汚染環境下での作業知見や現場作業員の要望などを基に、以下の要件を開発装置に求めることとしました。

- ① 原子炉建屋1階全域の床面除染を可能とするため、100m以上の遠隔操作ができること
- ② 除染廃液を確実に回収し、100m以上離れた場所への移送、排出ができること
- ③ 原子炉建屋内や周辺での人手による装置の搬入出が可能となるように小型、軽量であること
- ④ 現場の汚染状況に合わせた除染ができること
- ⑤ メンテナンス時の作業員の被ばくを低減させるため、装置内への

の汚染の蓄積をできるだけ少なくすること

- ⑥ 原子炉建屋内でホース・ケーブルを円滑に牽引できること

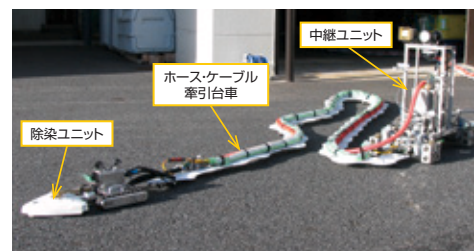
RACCOONの開発、現場導入

上記の要件を踏まえた装置として、小型遠隔除染装置「RACCOON」を開発しました。本装置は、除染ユニット、中継ユニット、ホース・ケーブル牽引台車から構成されます。

高圧水によって床面を除染し、除染ユニット及び中継ユニットに取り付けたエジェクタによって廃液の回収移送を行います。エジェクタは内部構造がシンプルであり、汚染が蓄積しにくい上、高圧水の供給だけで回収移送を行うことができるため、故障リスクを低減できます。また、本装置は100m以上離れた場所からの遠隔操作が可能です。

さらに、装置の設置、解体、遠隔操作などのトレーニングを重ね、現場での円滑な運用を目指しました。

RACCOONは、2013年11月に福島第一2号機に導入され、原子炉建屋1階の除染を開始しました。本装置は、震災後初めて原子炉建屋内の除染を行った装置となりました。



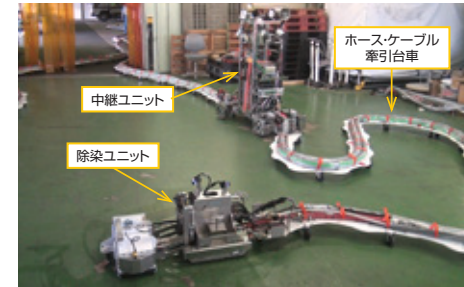
福島第一2号機に導入されたRACCOON

RACCOONIIの開発、現場導入

RACCOONの除染作業における経験と現場運用のノウハウを反映させて、さらなる改良を加えたRACCOONIIを開発しました。

本装置では、廃液回収移送方式をエジェクタからフロアに変更しました。フロアを使用することで、水の使用量を抑えられる上、フロアを建屋外に設置できるため監視が容易であり、各ユニットのさらなる省スペース化にも繋がりました。また、遠隔操作距離をさらに伸ばすため、LAN回線を利用した遠隔操作を可能とし、操作者の被ばくの低減を図りました。さらに、除染ヘッドに持ち上げ機構を追加し、走破性を向上させました。

RACCOONIIは、2014年8月に福島第一3号機に導入され、原子炉建屋1階の除染を開始いたしました。



福島第一3号機に導入されたRACCOONII

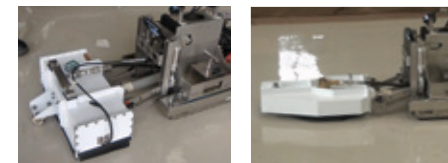
RACCOONIIの装置詳細

除染ユニット

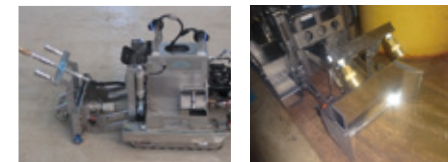
除染ヘッドは、「ブラシヘッド」、「ジェットヘッド」、「散水・回収ヘッド」、「押しのけヘッド」の4種類とし、床面の放射性物質の汚染状況に応じてヘッドを使い分けれます。高線量下でのヘッド交換を想定し、工具を使わずに容易に交換できる機構としました。

また、装置が小型であるため、配管の下や既設の盤の隙間などの狭隙部の除染も可能です。さらに、軽量であるため作業員2人による運搬が可能であり、緊急時の装置の搬出も容易に行えます。

構成部品はすべて防水のため、除染作業終了後に装置の洗浄や拭き取りによる除染が可能です。



ブラシヘッド 固着性汚染を除去
ジェットヘッド 遊離性汚染を除去



散水・回収ヘッド 中低所(高さ約5m以下)を散水除染し、廃液を回収
押しのけヘッド 建屋内に散乱した瓦礫などを押し除ける

中継ユニット

中継ユニットの役割は除染作業のサポートであり、搭載カメラでの建屋内の周辺監視や、走行部のメカナムホイールの前後左右斜め方向への動きによるホース・ケーブルのコントロールと牽引補助を行います。また、集音マイクとスピーカによって、緊急時に建屋内の作業員へ指示を送ります。

ホース・ケーブル牽引台車

除染装置には動力ケーブルの他に給水・排水用のホースを接続する必要があります。本装置には長さ約100m、重さ約200kg分のホース・ケーブルを接続するため、湾曲部を持たせたプレートで連結し、床面とはキャストで接する本台車を用いることで、原子炉建屋内のコーナー部や干渉物及び床面との抵抗の低減を図りました。これにより、建屋内をスムーズに走行することが可能となり、作業範囲の拡大とロボットへの駆動負荷の低減に繋がりました。また、ホース・ケーブルを台車に積載することで表面の汚染を防止することができました。

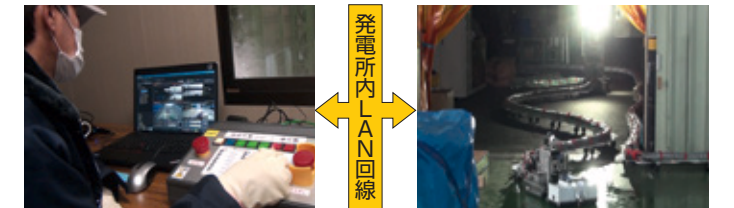
装置の操作

除染ユニットと中継ユニットはそれぞれの操作者がカメラ映像を確認しながらジョイスティックで操作します。操作者同士が緊密に連携して遠隔除染作業を行います。さらに、タッチパネル盤によって水やエアの切り替え操作を行います。



操作の様子 左:除染ユニット操作者 右:中継ユニット操作者

福島第一3号機は2号機と比較して全体の線量が高く、操作者の被ばくが問題となりました。そこで、発電所内のLAN回線を利用し、放射線量が低い免震重要棟からの遠隔操作を可能とすることで、作業員の被ばく低減を図りました。



免震重要棟(イメージ) LAN回線による遠隔操作 原子炉建屋内(イメージ)

今後の展開

RACCOON及びRACCOONIIの現場での作業経験や運用経験を活かし、さらに安定した作業の実施が可能な装置へと改良を進め、福島第一原発の廃炉作業の円滑な実施に貢献できるように努めてまいります。

おわりに

本装置の開発にあたり、ご協力いただいた製作メーカー、及び千葉工業大学米田研究室へ感謝の意を表します。



自動化コンテナターミナルシステム

株式会社豊田自動織機 / 飛島コンテナ埠頭株式会社 / 住友重機械搬送システム株式会社
(旧社名 三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社搬送システム事業部)



先進的なコンテナターミナルシステムの開発



受賞担当者のコメント

港湾間の国際競争が激化する中で、我が国の港湾はその規模、効率、利便性、コストなどから寄港地としての地位を奪われつつあります。本システムは単なる新型設備ではなく、設備間の密な情報連携によりターミナル全体が効率化された先進的なモデルターミナルのシステムとして開発しました。安全で人にやさしい作業環境を提供し、人の緻密さや自由度と、機械の正確さや安定性を融合した、新しい価値を創造できるシステムを作り上げることができたと確信しております。港湾の効率化に寄与し、人々の生活の向上に結びつくことを願っております。

株式会社豊田自動織機 トヨタL&Fカンパニー 技術部 搬送システム開発室 **勝田 真司氏**
 飛島コンテナ埠頭株式会社 代表取締役社長 **加藤 眞人氏**
 住友重機械搬送システム株式会社 (旧社名 三菱重工マシナリーテクノロジー株式会社 搬送システム事業部) **宮田 紀明氏**

■コンテナターミナルの役割

コンテナターミナルは、コンテナの海上輸送と陸上輸送を結ぶ中核的な港湾施設です。コンテナ船が接岸してコンテナを積み降ろしする作業だけでなく、コンテナを一時的に保管する機能を有するほか、国際貨物の輸出入時の保税地域としての役割も果たしています。

輸入時、ガントリークレーンで船から降ろされたコンテナは構内トレーラ等により搬送され、ヤードクレーンで降ろされます。ヤードに一時保管されたコンテナは、引き取りに来た外来トレーラに載せられ、国内流通に乗せられます。輸出はこの逆の流れです。

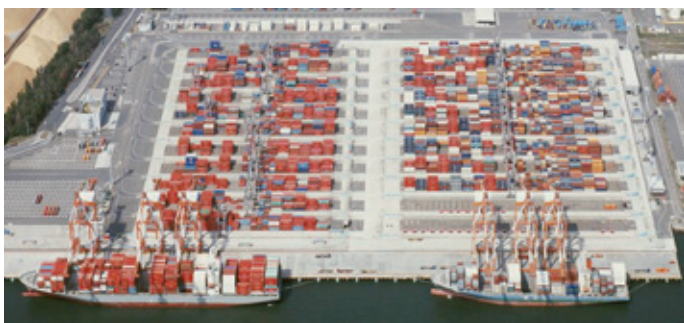
■ターミナルの課題と対応

ターミナル運営会社は次の3つの課題を抱えています。

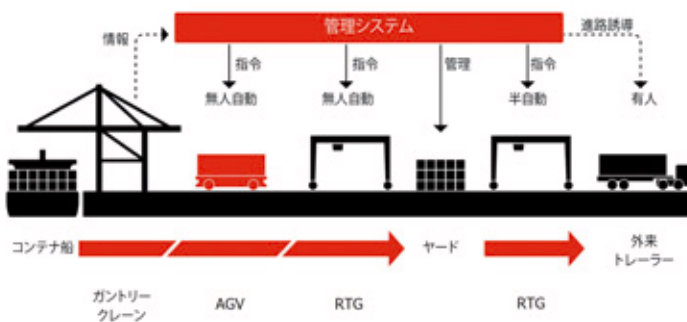
1. 各国ターミナル運営会社間の競争激化
2. コンテナ船大型化で伸長する停泊時間の短縮
3. 将来の少子高齢化により熟練作業者の確保が困難な予測

これらの解決手段の一つとして自動化による効率向上が注目されており、今回世界初の横型レイアウト自動化コンテナターミナルシステムを開発しました。

本システムはAGVシステム、遠隔自動RTG、ガントリークレーンがターミナルの作業計画を基に協調動作するだけでなく、特定のヤードに作業が集中しないよう平準化を行い、AGV渋滞やRTG手待ちのムダを徹底的に排除することで効率向上を図っています。



自動化コンテナターミナルシステム
(飛島コンテナ埠頭株式会社)



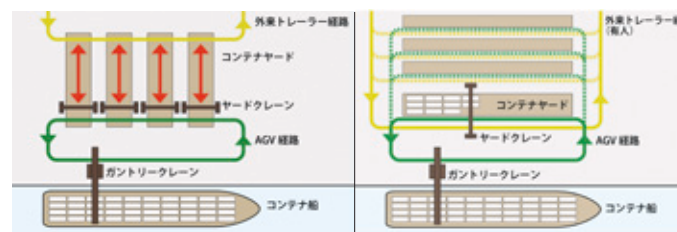
自動化ターミナルのイメージ

AGV: Automatic Guided Vehicle
 RTG: Rubber Tyred gantry Crane

■自動化コンテナターミナルシステムの特長

従来の自動化ターミナルは船に対してヤードが直角に配置された縦型レイアウトを採用しています。このレイアウトは、AGV経路がシンプルかつ外来トレーラと経路が分離しているため、AGVの制御が容易というメリットがあります。しかし、本来モノを持ち上げる機能のクレーンを使って搬送をこなすため、クレーンの能力がヤード全体の処理能力のボトルネックになります。

そこで今回開発した自動化ターミナルは、さらなる効率改善の手段として、船とヤードが平行に並び横型レイアウト方式を採用しました。水平搬送能力の高いAGVが、ヤード内に入り込み広い領域をカバーすることで、ヤード全体の処理能力の最大化を実現しました。反面、AGVの経路は複雑化し、高度な交差点制御が必要になります。また、AGVとトレーラの動作が交差しますが、AGV運行管理システムによるAGV間距離の常時監視、遮断機システムによるトレーラの交差点案内、AGV本体のセンサによる周辺監視など多重化された安全支援システムを構築し、無事故稼働に貢献しています。



縦型レイアウト 横型レイアウト

■AGVシステムの特長

1. 交差点ノンストップ制御

横型レイアウトにより複雑になった交差点通過を、キメの細かい制御でいかに効率よく運行するかが課題でした。AGV運行管理システムにより同じタイミングで交差点に到着しないように各AGV発車タイミングを制御し、減速、停止による再加速のエネルギーロスゼロで運行可能なシステムを実現しました。



交差点ノンストップ制御のイメージ

2. 高速走行、高精度停止

定格荷重30.5トン、全長14,300mmの大型の車体にもかかわらず最高速度25km/h、停止精度±20mm以内という高い運動性能を実現しました。全車軸は独立に操舵・駆動可能のため、高い小

回り性に加えて横行運動が可能になっており迂回や退避の複雑な動線に対応できます。



コンテナ搬送AGV

■遠隔自動RTGの特長

管理システムからの指令を無線伝送により受信し、有人トレーラへのアクセス以外の全ての荷役を全自動で運転します。RTGには運転員は乗らず、有人トレーラへのアクセスは高齢者でもきつくない作業環境の遠隔操作室から実施します。自動RTGの導入により、ターミナル全体での作業の平準化を行うことが可能となり、荷役能力が向上します。



ガントリークレーン(奥)
 遠隔自動RTG(手前)

■今後の展開

本システムは、日本で唯一の自動化コンテナターミナルとして名古屋飛島村で稼働しています。24時間365日稼働可能な高効率モデルシステムとして高い評価をいただいております。

今後はさらなる効率向上を目指し、システムおよび機器の性能向上に努めてゆきます。



物流現場の自動化を実現する「医薬品物流センター高度化ロボットシステム」

東邦薬品株式会社／日本電気株式会社／株式会社ダイフク／株式会社 安川電機

導入の背景とコンセプト



受賞担当者のコメント

医薬品という生命関連品を取り扱う東邦薬品物流センターは、出荷精度99.99999(セブン9)、トレーサビリティ、BCP(事業継続)をコンセプトに掲げています。今から5年前、「少子化対策と出荷精度を追求するために、ロボットを導入した物流センターに挑戦せよ!」との社長の指示があり、前人未踏のプロジェクトが始まりました。しかし、28,000品目、サイズ・重さも違う多品種の医薬品を扱う物流センターでのロボット化は、構想・設計・テストとあらゆる場面で困難を極めました。幸い夢の物流センター実現に協力していただけるよきパートナー企業にめぐり逢うことができ、2013年12月にその夢は現実なものになりました。稼働=ゴールではなく、その後もロボットピッキング品目の拡大など今もなお進化を続けています。

東邦薬品株式会社 開発本部本部長

森久保 光男氏

日本電気株式会社 卸売・サービス業ソリューション事業部 事業部長代理

清水 久行氏

株式会社ダイフク FA&DA事業部門 課長

岩井 正美氏

株式会社 安川電機 ロボット事業部 課長

益富 茂樹氏

プロジェクトの取り組み

東邦薬品の物流センターは、医薬品という生命関連品を供給しているため、正確性(Accuracy)、ロット管理(Traceability)、継続性(Business Continuity Planning)を常に追求し続けています。それは約10万軒あるお得意様に、医薬品を安全・安心な流通形態でお届けしたいとの願いからであります。一方、社会環境に目を向けると少子高齢化社会に突入し、労働力確保がむずかしい時代に突入しつつあります。

埼玉物流センターは、これら社会的使命と社会環境変化にいち早く対応するために、多品種少量配送の流通業界ではむずかしいと言われたロボット化に挑戦いたしました。ロボット化する工程を、出荷形態の90%を占めるピース品のピッキングを主軸に、ケースピッキング、ケースおよびオリコンのカゴ車積みにターゲットを絞り構想をまとめ上げました。

その後、4社共同プロジェクトチームが、様々な課題をクリアしながら、2013年12月に本格的な稼働を開始いたしました。

FA分野から物流分野へのチャレンジ

FA分野と物流分野では、取扱対象物(以下商品という)が多品種に及ぶだけでなく、その特性も大きく異なります。一般的にFA分野の商品は規格やサイズ、精度が同一ですが、物流分野の商品は同一品目でも、たわみや膨らみによるサイズ違いが発生します。その上、商品がダンボールや紙素材で構成されるため強度も弱く、ロボットの把持も困難を極めます。

また1台のロボットが多数の商品(数千品目)をハンドリングするため、様々な形状や柄などへの対応が必要とされる点、1回の処理動作が数秒以内とスピード化が必要な点もFA分野と大きく異なっていました。これら商品の特性が、ロボット化を推進する上で、技術的な大きな障害要因となりましたが、プロジェクトチームがこれを少しずつ克服していきました。



取扱対象物(ケース、ピース、ケース内状態)

物流分野対応の先進技術

1. ハンド構造およびロボットコントロール

今回の埼玉物流センターでは、数秒に1個という処理能力が要求されるため、複数対象物に多用されるハンドチェンジャー方式の採用が困難でした。そのため、同一ハンドで多数の品目をいかにハンドリングし、それをいかに安定的に高速搬送行なうかにターゲットを絞り、一から挑戦を行いました。

① ハンド機構の開発

- ・ケース用: 対象物にあわせた可動(X,Y,Z)式ハンド
- ・ピース用: 容器内異サイズ対応ハンド

② 速度コントロールの開発

クランプ(トルク値)や吸着力(真空圧)などの把持状態と対象物

の重量・重心データをロボットコントローラにフィードバックした三次元的な速度指令

これら技術対応により、商品の落下防止と、安定したハンドリングを実現させました。



ハンド(左: ピース用、右: ケース積付用)

2. ビジョンセンサー

今回のシステムは、同一ポジションに様々な形状・色・柄および個々のサイズにバラツキのある商品が供給されます。また、搬送中の商品の挙動(横転、転倒やズレなどの荷の挙動)も想定されました。これらの要因により確実な位置情報(X,Y,Z)の出力が非常に困難な状況でした。そのため、位置情報データに間違いが発生した場合(誤認識)に起こるロボットが商品に衝突するという可能性を克服するために、以下の技術開発を行いました。

① ハイブリッド式ビジョンセンサー

- ・ケース用: ステレオ+パターン
- ・ピース用: ステレオ+パターン+輪郭

② 検出領域の再探索

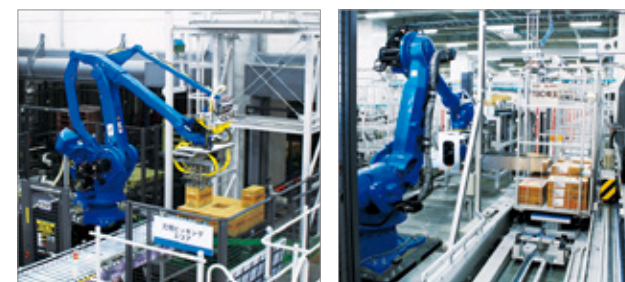
画像処理にて一旦決定した値の確からしさをアップするため切り出し領域の再探索を行ないスコア評価を組み込み。

以上の複数方式を併用することにより、位置情報についての精度向上をはかりました。

なお、各ロボットには万一のことを想定してハンド側にセンサーを取り付け、ハード的な衝突回避機能も付加しています。



ピース用画像処理画面とピース自動ピッキングシステム



ケース自動ピッキングシステム ケース自動積付システム

導入の成果

埼玉物流センターは今回応募したロボット化だけではなく、自動認識技術も導入し自動化に挑戦しています。その結果、従来の東邦薬品物流センターでは、人手作業の工程が12工程残っていましたが、当センターでは人手工程を5工程まで削減することができました。

自動化の成果としては、同規模の従来物流センターより130名少ない従業員で運用ができています。また、一人あたりの生産性も77%アップし、ローコストオペレーション化を実現しています。

さらに、2014年度1年間の出荷精度実績は、人手工程も含め目標のセブン9を達成し、高出荷精度をベースに得意先NO検品システムの拡大にも大きく寄与しています。

今後の展開

埼玉物流センターは、稼働=ゴールではなく、パートナー企業とのプロジェクトを継続し、今もなお進化を続けています。ピース品のロボットピッキング率は50%を目標とする設計でしたが、商品の多段積み化にも成功し、現在は65%まで自動化率をアップさせています。また、夜間のロボット運転にも積極的に取り組んでいます。

一方、同センターは医薬品という生命関連品を取り扱っているため、有事の時にもその供給を止めることはできません。そのため、停電時に72時間稼働可能な自家発電装置を備えています。また、地震や停電時の復旧作業を、従業員でスピーディに対応できるように常に訓練を繰り返しています。

今後も、当センターは正確性、ロット追跡性、継続性をさらに向上するために、常に前に向かって成長・進化し、無限の可能性を追求していきたいと考えています。

おわりに

昨今、流通および物流機能そのものが、日常生活はもちろん、災害時も社会インフラとして、重要な使命を担っています。しかし、流通・物流の業界に目を向けると、自動倉庫やコンベアを利用した保管や搬送の自動化は多く見受けられますが、ピッキングや積み付け作業は、未だ労働集約型の人手に頼った作業が主体となっています。今回の取り組みは、医薬品流通というひとつの分野ではありますが、少子高齢化問題など、業界の課題解決のひとつの糸口になればと考えています。

また、これら取り組みが今後、物流業界の持続的発展やロボット化への進展、さらには日本発の新たな物流ソリューションとしてグローバル化にも貢献できれば幸いです。

「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	超小型高精度高出力トルク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クスシステム	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	ファイブ・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ートロニクス/ 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(エクスプライナー)」	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

「第5回 ロボット大賞」受賞一覧 2012

受賞位	ロボット・ソフトウェア名	受賞者
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
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
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
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
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
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
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/ 日鉄住金鋼管株式会社/ 日鉄住金プラント株式会社/ 株式会社安川電機
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 海中工学国際研究センター/ 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
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
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