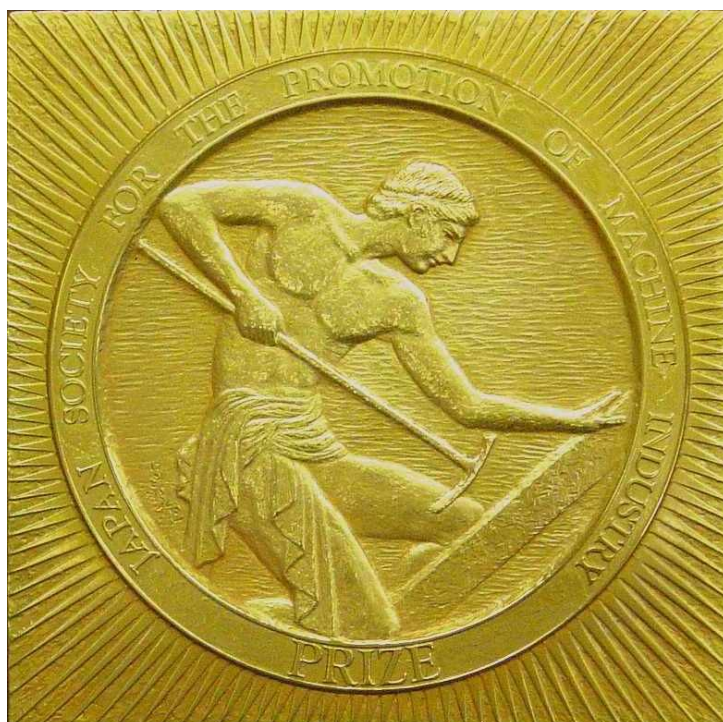
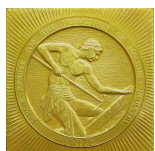


第57回機械振興賞 受賞者業績概要



令和5年2月21日

一般財団法人 機械振興協会



表紙：表紙の図案は、一般財団法人機械振興協会の賞の受賞者に贈る盾のデザインを用いたものです。これは、ギリシャ時代の陶器のデザインをもとに故津上昌平氏（帝展、文展、日展無鑑査）が製作したレリーフです。道具を用いて工作する大工の真剣な表情と進歩を象徴するコロナが作品のモチーフとなっております。

第57回（令和4年度）

機械振興賞受賞者 業績概要

機械振興賞は、経済産業省／中小企業庁、農林水産省、中小企業基盤整備機構、産業技術総合研究所、農業・食品産業技術総合研究機構、新エネルギー・産業技術総合開発機構、日本政策投資銀行、日本政策金融公庫、東京中小企業投資育成、名古屋中小企業投資育成、大阪中小企業投資育成、日本商工会議所、全国商工会連合会、全国中小企業団体中央会、発明協会、JKA、全国信用保証協会連合会、全国中小企業振興機関協会、日本技術士会、中小企業診断協会、日本機械工業連合会および日刊工業新聞の後援を受け、機械産業に関わる優秀な研究開発およびその成果の実用化によって機械産業技術の進歩・発展に著しく寄与したと認められる企業・大学・研究機関・支援機関（以下「企業等」という。）および企業等の研究開発または支援担当者を表彰することによって、わが国機械産業の振興に役立てようとするものである。

第57回機械振興賞は、機械産業に関わる関係団体、地方公共団体、国公立試験研究機関および学会等からの推薦および自薦による応募の計33件の受賞候補者の業績について、審査委員会における慎重審議の結果、研究開発15件の受賞が決定した。

この業績概要は、受賞者各位がそれぞれの業績について記述したものを紹介するものである。

【研究開発】

[経済産業大臣賞]

- ◇ みんなが走る歓びを共有できる新コンセプト自操車の開発 1
マツダ株式会社、株式会社 マツダE & T

[中小企業庁長官賞]

- ◇ 軟質系高機能材料用精密スライス加工装置の開発 5
株式会社 ニッピ機械

[機械振興協会会長賞]

- ◇ 自動瓶飾り装置の開発 9
株式会社 アベリカ
- ◇ 接点接触と操作感発生を同期させた押ボタンスイッチ 13
NKKスイッチズ株式会社
- ◇ 自走式精密検査ロボットの開発 17
JFEスチール株式会社
- ◇ 車両遠隔制御自律走行搬送システムの開発 21
トヨタ自動車株式会社
- ◇ 光学式非接触測定用高精度化前処理スプレー 25
株式会社 フジオカ、地方独立行政法人 鳥取県産業技術センター、
小池化学株式会社

- ◇ 霜取りに冷媒の凝縮潜熱を活用した寒冷地向けノンストップ暖房技術 29
三菱電機株式会社

[審査委員長特別賞]

- ◇ 配管内撮像と配管図作成を行う配管探査装置 33
株式会社 弘栄ドリームワークス
- ◇ 極薄長尺板の水平自動溶接装置 37
株式会社 ムラタ溶研

【支援事業】

[中小企業基盤整備機構理事長賞]

- ◇ 産学行政連携による共同研究開発の活動支援 41
公益財団法人 科学技術交流財団

（原稿作成日 令和5年2月）

【研究開発】

[奨励賞]

◇ 塗装ブース用高性能ドライフィルターの開発

ダイハツ工業株式会社

◇ プレス金型内雄ねじ転造一貫工法の開発

高橋金属株式会社

◇ 進化する高度運転支援システムの開発

トヨタ自動車株式会社、

ウーブン・プラネット・ホールディングス株式会社

◇ 省エネ機能を搭載した成形品取出口ロボット

株式会社 ユーシン精機

※奨励賞につきましては、業績概要の掲載はありません。

※ 各業績の題字等は、以下の内容となっています

受賞業績名

受賞団体名 1

受賞団体名 1 代表者名

受賞団体名 2

受賞団体名 2 代表者名

受賞団体名 1 所属 開発担当者名 1

受賞団体名 1 所属 開発担当者名 2

受賞団体名 2 所属 開発担当者名 3

受賞団体名 2 所属 開発担当者名 4

みんなが走る歓びを共有できる 新コンセプト自操車の開発

マツダ株式会社

代表取締役社長兼CEO 丸本 明

株式会社 マツダE&T

代表取締役社長 野間 幸治

マツダ(株) 梶岡 孝宏

マツダ(株) 井上 政雄

マツダ(株) 田内 一志

(株)マツダE&T 前堂 勝久

(株)マツダE&T 山本 友也

(株)マツダE&T 佐々木 剛史

(株)マツダE&T 殿原 恭幸

はじめに

私たちのブランドの核となるのは「走る歓び」である。クルマを自ら運転することで元気になってもらいたいと考えている。約60年前、マツダは手動運転装置を開発、R360 クーペに搭載し市販していた。3代目社長松田恒次は足が不自由であったこともあり、全ての人にクルマを持つ当たり前の幸せを提供したい、そのために手動運転装置を開発したという記録が残っている。今回の開発において、下肢障がい者の方々の困りごとを聴く中で、自分で行きたいところへ行けるためには、運転や移動に纏わるあらゆる不安を安心に変え、お客様の力を引き出すことが、運転を通じたエンパワーメントの本質であることに気づいた。新コンセプト自操車は、松田恒次社長の思いを継承し、約60年の時を経て最新の技術で蘇らせたものである。

開発のねらい

市場では片手でハンドル操作すると同時に、もう片方でアクセルとブレーキを操作する両手

が塞がる方式が主流になっている。下肢に障害がある運転者は、ハンドル操作の他にアクセルとブレーキ操作を手で行う必要がある。そのため、常に両手を用いることを強いられ、長時間運転は困難であった。

両手が塞がれないことは、両手を解放し健常者と同じ自然な姿勢で運転できることで、運転中の自由度が向上し、長時間のドライブでも苦にならない価値が提供できると考えた。また、リング式アクセルと通常のフットペダルアクセルを容易に切り替え可能にすることで、旅行などで遠出をするようなシーンでは健常者の家族や友人と容易に運転を代わりながら同じクルマで一緒にドライブを楽しむことができ、共に運転を楽しめるようにしたいと考えた。自分で行きたいところへ行き、思いを実現するために、運転や移動に纏わるあらゆる障害を無くしていきたいと考えた。

装置の概要

市場には片手でハンドル操作をするさまざまな手動運転装置が存在するが、今回は両手での運転操作頻度を高めることができるリング式を採用した(図1)。



図1 リング式アクセル

両手で運転することは、ハンドル操作性や上半身の姿勢保持性の向上、サンバイザーの操作やドリンクを飲むことが運転中に可能になる等の利点があると考えている。また、運転に不安なく走る歓びを感じていただくため、「意のままに操れて気持ちがいい、また運転し出かけたい」と思ってもらえるよう「操作に慣れるためのコツがつかみやすく、滑らかに上手く運転ができる操作システム開発」に注力した。リング式アクセルは、ハンドルの内側にリングを設け、これを親指もしくは母指球で押し込むことで加速する構造である（図2）。



図2 リング式アクセルの操作

リングはハンドルと同心円となるようにレイアウト設計した。これにより、ハンドルを持ち替えて違う場所を握ってもハンドルから同じ位置

感覚にリングがあるため直前の押し込み量を再現しやすくなることと、仮にリングがない場所を握ったとしてもハンドル形状を頼りにリングを直ぐに探せることに配慮している。リング式アクセルはベース車両のメーターの視認性を阻害することのないようレイアウトされている。

リング式アクセルの押し込み量は、押し込み時に使う腕の筋負担を考慮し、筋負担が極端に大きくなることのない最大 18mm に設定した。しかし、これは足の押し込み量約 50mm に対して小さいため、手の操作をそのまま車両に入力すると加速度が過敏になり、滑らかな操作が難しくなる。そこで、リング式アクセルと車両本体との間に中間制御ユニットを設け、押し込み量に対する加速度が穏やかになる方向に最適化した（図3）。

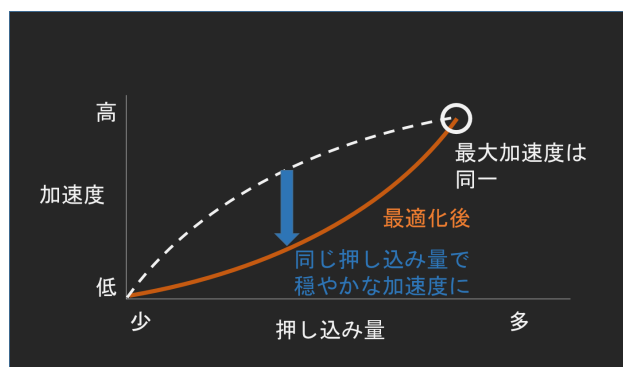


図3 リング式アクセル操作量に対する加速度の最適化イメージ

また、直感的アクセルコントロールの実現を目指した。交差点の右左折・立体駐車場のスロープのような舵角が大きくなるシーンでは、ハンドルの持ち替えと、アクセルの押し直しが同時に発生する。このようなシーンでは一定速度を維持するための押し込み量が瞬時に分らないと滑らかな操作が困難である。そこで、押し込む際に最初の一定量は加速がゼロ（定速）、更に押し込むと大きな加速、この間に操作の基準となる明確な段差（当たり）を感じられるように設計した（図4）。またこの当たりは、定速走行のしやすさ向上、発進する際の緩やかな加速度による安心感にも寄与する。

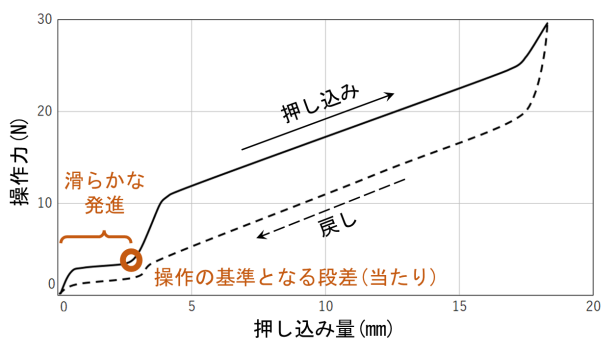


図4 直感的アクセルコントロール

また、リング式アクセルと通常のフットペダルアクセルは容易に切り替えができる。プッシュ式ハンドブレーキを押しながらイグニッションスイッチを押すとリング式アクセルが使用可能になり、フットブレーキを押しながらイグニッションスイッチを押すとフットペダルアクセルが使用可能に切り替わる（図5）。



図5 切り替え操作イメージ

プッシュ式ブレーキは、緊急時において“瞬時に”“しっかりと”ブレーキをかける必要があるため、ブラインド操作ができるとともに肩を支点に筋力が発揮しやすい位置と角度を採用した（図6）。また通常時においては“細かな操作”を実現させるために肘当てを設置し支点を作ることで、肘から先での細かなブレーキ操作を実現した（図7）。

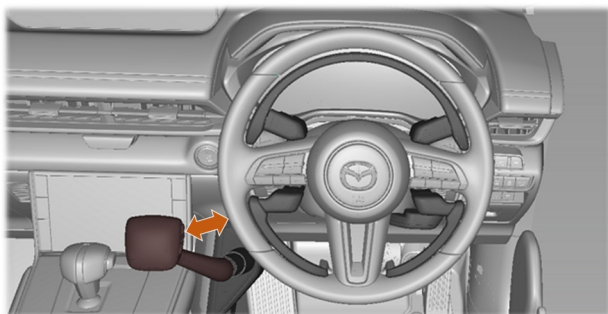


図6 ブラインド操作も可能なブレーキレイアウト



図7 ブレーキの支点を作る肘当て

支点を作る発想は、弊社が従来車両から採用しているオルガン式アクセルペダルを基にしている（図8）。



図8 力の発揮し易さ・操作の支点

車いすの積み込みは、MAZDA MX-30 のフリースタイルドア（B ピラーレス）の特徴を活かし、シートを倒しお腹の上を通すことで後席に投げ込む一般的な方式ではなく、運転席後ろの開口部を通す服が汚れない積み込み方を提案している（図9）。



図9 車いすの積み込みイメージ

人間工学に基づきクルマへの乗り込みの負担を軽減し、側突サイドエアバックの展開に影響しない乗員保護性能も両立したアクセスボードも開発した。乗り込みの一連の動きを考慮し、アクセスボード形状に求められる要件は、お尻と手が同時にしっかりと付ける面積を確保しつつ、足入れ軌跡を阻害しないと定義し、力のいらないワンアクション収納と上記要件を満足する形状を開発した（図10）。



図10 アクセスボード

なお、ドアトリムとの干渉を防ぐために、取り外し不要な折り畳み構造を採用している。折りたたむ際にはサイドエアバックの性能を阻害しないように前方向にワンプッシュで折りたためる構造を採用した（図11）。



図11 折り畳み構造

技術上の特徴

本自操車は、両手が塞がれない運転操作ができる。両手を解放し健常者と同じ自然な姿勢で運転できることで、運転中の自由度が向上し、健常者が行っている運転と同じ解放感と長時間のドライブでも苦にならない価値が提供できた。リング式アクセルと通常のフットペダルアクセルのモードを電機的に容易に切り替え可能となったことは、健常者の家族や友人と容易に運転を代わりながら同じクルマで一緒にドライブを楽しむことができる、この技術の最大の特徴である。

実用上の効果

従来、自操車は特殊な運転装置であり、特別な訓練も必要なため、健常者と障がい者が同じ車両を運転することは極めて難しいという実態があった。また、後付けとなる補助装置が、運転席の空間を狭め、健常者の運転の妨げになることもあった。今回、通常の健常者の運転と、下肢障がい者の方の運転の方法の切り替えを簡単に行えるようにしたことから、家庭の運転者が健常者と下肢障がい者の場合、通常2台保有が1台で済むため、1台分の車両購入費を削減できる。また、1台で済むことで、駐車場代や住宅の2台分の駐車スペースが不要になるなど、利用者の経済的な負担を低減することができる。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許公開は下記の通りである。

① 日本国特許公開第 2021-159498 号

名称: 車両用乗降補助装置

概要: 車椅子と車両シートとの間の移乗時の乗員の脚部のスムーズな移動と、耐荷重性とを両立するもの。

② 日本国特許公開第 2021-159497 号

名称: 車両用乗降補助装置

概要: アクセスボードを収納位置と使用位置との間で移動させる動作を安全かつ簡便に行うもの。

その他公開 1 件、11 件を特許出願中

むすび

マツダは、自分らしく前向きに生きる人々の輪を広げ、多くの人々へカーライフを通じた人生の輝きを提供したいと考えている。これからも、人々がクルマを通じて豊かな人生を過ごしている姿を思い描き、挑戦し続けます。

軟質系高機能材料用 精密スライス加工装置の開発

株式会社 ニッピ機械

代表取締役社長 青 田 崇

(株)ニッピ機械 技術部 齊 藤 康 弘

(株)ニッピ機械 技術部 小田 宗市郎

はじめに

日本の最先端産業である半導体、自動車、エレクトロニクス分野では、部品の軽薄短小化が進み“軽量化”、“省スペース化”、“薄膜化”のニーズが高まっている。特に、シリコンゴムや発泡体等の軟質系高機能材料では成型加工で製造可能な厚みよりもさらに薄いシート(図1)が求められ、製造方法や量産化に課題があった。これまで成形加工以外の製造方法でもアプローチはされていたが、加工実現性、採算性や製造装置の生産能力が課題となり実現されていなかった。こうした背景から長年皮革加工技術で培った軟らかい素材の加工技術を活かし、幅広かつ長尺の軟質素材をマイクロメートル精度で均一にスライス加工可能な装置の開発を行った。



図1 発泡体 極薄シート

開発のねらい

高速回転するバンド状の刃物で、シート状の軟質素材を連続的にスライス加工する加工装置では、作業者の熟練度の違いにより加工精度がばらつき、軟質材料を安定的にマイクロメートル精度に加工することができなかった。これらの問題解決に必要な装置の安定化、高度化、技術の見える化の3つの加工課題を下記に示す。

①回転刃の刃振れの低減

加工厚み精度は、回転刃と固定押えと下ローラーとの位置関係に影響する。厚み精度に最も起因する刃先の振れを低減化することが高精度化に必要な課題である(図2)。

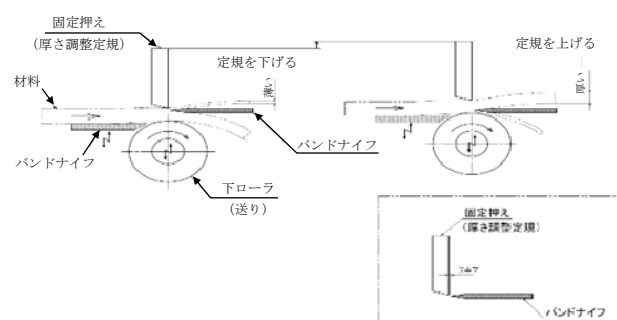


図2 厚み精度調整構造図

②加工不良の削減

通常、加工後の材料厚みと面粗度(図3、4)によって、装置状態(刃物状態)が正常か異常かを判断していた。そのため、装置の異常に気付くことが遅れ、加工不良による材料ロスが発生し、加工不良防止が困難であった。

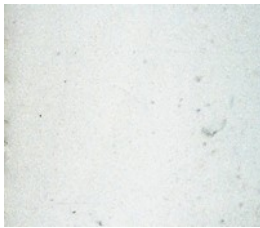


図3 面粗度 良品

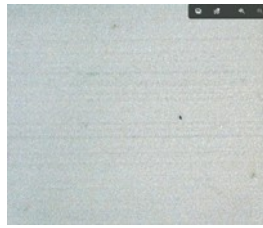


図4 面粗度 不良
(刃物痕が残る)

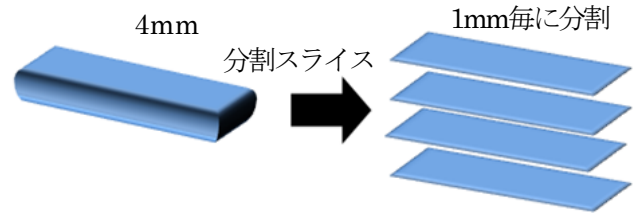


図6 スライス加工技術の特長

③職人的な加工技術の定量化

軟質材料は密度、硬度、厚みの均一化が難しい物が多く、品質の定量化が困難なため、職人的技術での装置の最適化が必要となっていた。

以上の課題解決を目指した。

装置の概要

本装置は、高速回転するバンド状の刃物により、軟質難加工材の厚みをマイクロメートル精度で連続的に加工することを可能にした精密スライス加工装置である（図5）。



図5 精密スライス加工機 NP-B650

スライス加工は、出来るだけ“きり粉”を発生させずに材料を薄く切断し、工程を繰り返すことで複数枚に加工する加工方法である（図6）。

本装置による加工手順を図7に示す。また、加工性能は表1の通りである。

①材料投入

固定押えと下ローラーの高さ位置を加工厚みに対し調整後、装置に材料を投入。



②加工中

材料は、下ローラーにより搬送され、厚みの基準となる固定押えに押し当てられて加工される。



③加工完了

上側に薄い加工品と、下側に残りの材料が数秒で二分割され搬出。



図7 加工手順

表1 加工性能

項目	諸元
最大加工幅	600mm
最小加工厚み	0.2mm
加工速度	0～15mm/sec

技術上の特徴

本開発装置では、以下三つの課題解決を図り、新たな機能、スライス加工技術の見える化を実現した。

①刃先位置を安定化する刃振れ微細制御技術

回転刃の刃振れの低減化を図るには、回転刃を機械的に保持する部品が必要となる。刃の研磨により摩耗しても刃先位置が変化しない構造で、刃の先端部の損傷を与えない刃先保持ローラー（図9、10）を装置に取付けることで刃振れの低減化を実現した。

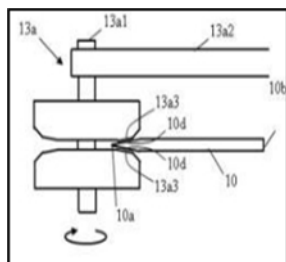
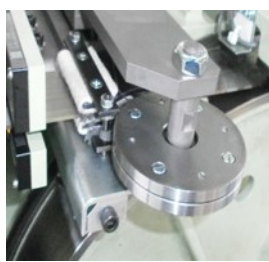


図9 刃先保持ローラー 図10 保持ローラー構造

また、材料加工中に刃の摩耗、刃毀れにより刃先の振れが発生する。そのため、刃先状態を常にセンサー（図11 14a）で観察（図12）し、刃振れが発生した際には、保持ローラーにより0.01mm単位で刃先位置を調整する機能を追加し、刃振れ微細制御技術により、微量生産時の安定加工を実現した。

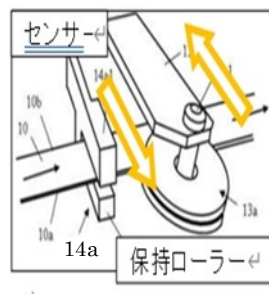


図11 保持ローラー位置調整機構 図12 刃ブレ状態表示

②切れ味の持続性を向上させる微細研磨技術

刃先の状態をカメラでモニタリング可能とし（図13）、センサー（図11 14a）で回転刃の刃先位置を測定することで、最適な刃先状態を維持し易い研磨技術を実現した。

上下砥石の研磨切込み量を0.001mm単位で圧力制御した微細研磨システム（図14、15）により、軟質材料を低い抵抗で薄く加工出来る鋭利な刃先状態を実現した。

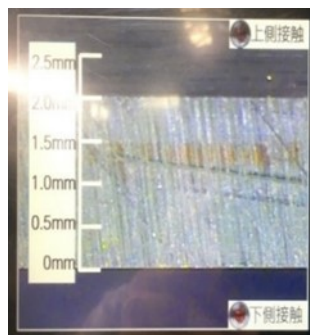


図13 刃先状態



図14 微細研磨装置



図15 微細研磨制御システム

③職人加工技術が見える化

スライス技術の高度化にあたり、必要となった要素技術の一つが、“回転刃の速度とワーク送り速度の相関関係”（図16）であった。

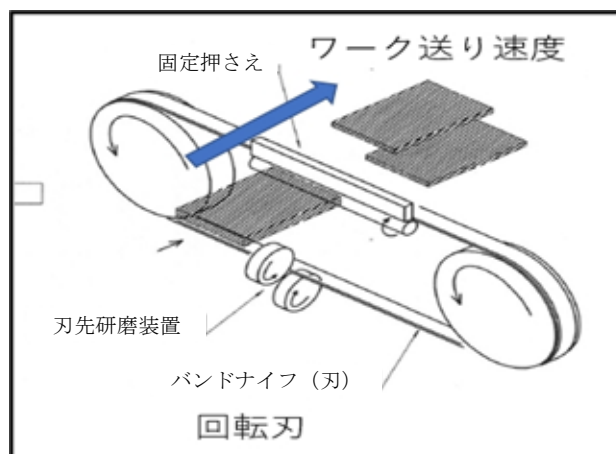


図16 回転刃の回転方向とワーク送り方向

まず、顧客ニーズの高い材料を絞り込み、その材質別に、回転刃の速度とワークの送り速度の組み合わせによる加工品質の相関をデータ化する事で、属人的な加工ノウハウを定量化し、加工技術の見える化と材料毎の最適な加工パラメーターを見出すことができた。

実用上の効果

①スライス加工精度の向上

軟質材料を $0.02\text{ mm} \pm 0.03\text{ mm}$ の実現

加工幅： $600\text{ mm} \times 50\text{ mm}$

②材料ロスの削減

加工後に加工品の良否で加工装置の異常を確認していたが、刃先状態と加工不良の相関関係の研究により、加工前、加工中に装置の設定不良を事前に察知可能となり、材料ロスを 30%削減した。

③付加価値の高い高機能材料開発に貢献

軽量化、省スペース化、薄膜化ニーズに対し、従来品より付加価値の高い“電気伝導性”“光透過性”“気密性”の高機能シート製品作りが実現した。さらに日本の先端産業が世界で優位性を示す製品作りに貢献することが出来た。

顧客では、発泡体を薄くスライス加工することで、材料の高機能化により通常の厚み製品よりも 10～20% (図 17) の材料製品開発に貢献した。

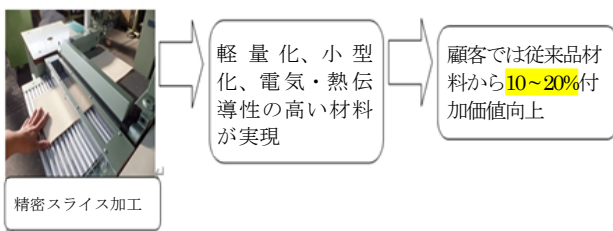


図17 材料の高機能化

④生産コスト、在庫費用の低減

成形加工で都度製造していたシートを、厚めのシートからの複数枚取りを実現した。さらに、高精度なシートの大量生産を実現し、厚み毎の在庫保管を不要にして、在庫圧縮を可能にした (図 18)。

	加工方法	利点	経済性
開発機	1枚→複数枚加工	在庫量の圧縮、臨機応変な厚み対応	在庫費用の低減
従来	1枚毎に製作	在庫量が増加	

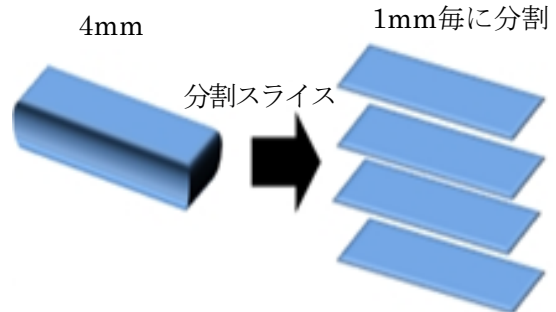


図18 生産コスト、在庫費用の低減

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

①日本国特許第 6762021 号

名称：スライサー及びスライス方法

概要：回転刃（バンドナイフ）の位置制御による高精度スライス加工の実現

むすび

当社の独自加工技術はこれまで様々な顧客課題解決に取り組んできました。皮革加工→タイヤ、化粧品の軟質素材加工→半導体高機能材用途の加工ニーズと外部環境に伴い、技術の高度化を図ってきました。

“独自スライス加工技術”では“極限まで薄く、安定的、高速、加工する技術により、幅広い分野で興味を持って頂いています。

今後、さらに高度な加工技術を研究開発し、産業発展に貢献していきます。

自動瓶飾り装置の開発

株式会社 アビリカ

代表取締役社長 平田 栄子

(株)アビリカ 第三技術センター	内野 悟志
(株)アビリカ 第一技術センター	古田 英甲
(株)アビリカ 技術管理部	横山 太祐
(株)アビリカ 第一技術センター	小幡 直人
(株)アビリカ 人財管理部	永嶋 貴幸

はじめに

日本酒の「獺祭」は、酒瓶に高級感のある装飾用の飾りが施されており、和紙による「紙飾り」と、組み紐による「蝶結び」を、熟練の作業員により手作業で行っていた（図1）。しかし、需要増加による増産が見込まれる中、地方拠点であるが故の人手不足や、訓練しても簡単には習得ができない作業のため、生産工程の自動化が急務とされていた。



図1 手作業による瓶飾り作業

瓶飾りが施されているのは「獺祭 二割三分」という品種のみで、瓶のサイズは1.8ℓ、720 ml、300 ml、180 mlの4種類が存在する。瓶飾りには細かな製品仕様（図2）があり、繊細な作業が求められる。そのため、手先が器用なパート作業員が対応し、繁忙期には10名近い作業員で生産していた。習熟度によるが、一人当たり概ね30秒/本で生産しており、手への負担も少なくない。

このような課題から、手作業を自動化へ置き換える装置の開発に着手した。

【組み紐】

- ・輪の大きさの均一性
- ・紐の端部長さの均一性
- ・搬送中に緩まない
- ・瓶飾りが抜けにくい

【和紙】

- ・四角の頂点の位置と長さ
- ・破れが無い
- ・裏面が見えない
- ・緩みが無い



図2 製品仕様

開発のねらい

組み紐による蝶結びは手順が多く、形状が変化する柔らかい紐を指の複雑な動きにより実現している。これらはどれも自動化には不向きな条件であり、一般的にあまり自動化はされていない。また、紙飾りに関しても、瓶の三次元的な曲線形状に沿わせて、緩みなくしっかりとした折り目を付けて折り込むことは容易ではない。

そのため、「紙飾り」と「蝶結び」を自動で行う手法を確立し、作業員の習熟度に依存することなく、常に安定した品質で生産ができる装置の開発をねらいとした。

装置の概要

自動瓶飾り装置（図3）は、長尺（500m）の紐から1本分を切り出し、一重巻きから固結びまで形作る「紐形成工程」、重ねられた和紙から1枚を取り出し、折り目を付けた後、瓶の上に折り畳む「紙折工程」、そしてそれらを一体化し蝶結びを施す「蝶結び工程」（図4）からなる。

対象となる瓶のサイズは、生産量の多い720 mlと1.8lの2種類で、治具などの段取り替えをすることで生産することが可能である。



図3 自動瓶飾り装置



図4 蝶結び工程

技術上の特徴

自動瓶飾り装置の開発時に発生した技術的な課題とその解決手法を「紙飾り」と「蝶結び」に分けて説明する。

1. 「紙飾り」の技術的課題と解決手法

①重ねられた和紙からの切り出し

和紙は通気性があるため、吸着パッドで搬送しようとする、2～3枚目まで吸着することで真空度が得られるため、1枚だけの取り出しが困難であった。そこで、ベルヌーイチャックを採用し、サイクロン効果により紙の端部を捲り上げ、そこへノズルからエアを吹き付けることで1枚だけの取り出しに成功した（図5）。

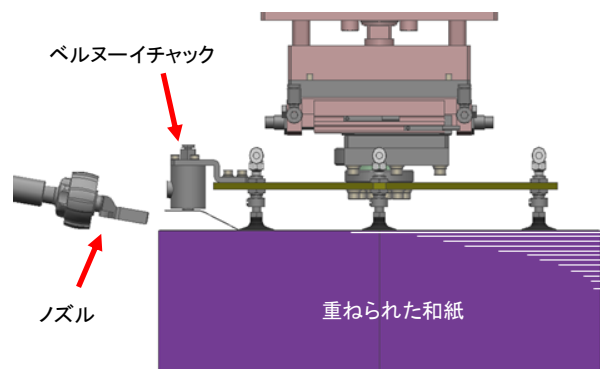


図5 和紙の切り出し

②把持枚数検知

安定して1枚だけを取り出すことができるようになったが、条件が悪い場合には複数枚を取ってしまう可能性がある。そこで、把持した枚数を検知するために、ファイバーセンサーの透過減衰量を検知することで、安価に0枚、1枚、2枚以上の判別を可能とした。

③折り形状の再現性

和紙にはドレープと言われる皺（図6）があり、折りやすい方向と折りにくい方向がある。そのため、手作業のように折る過程で折り目を付けようとする、と皺の方向によって折り目が不安定であった。

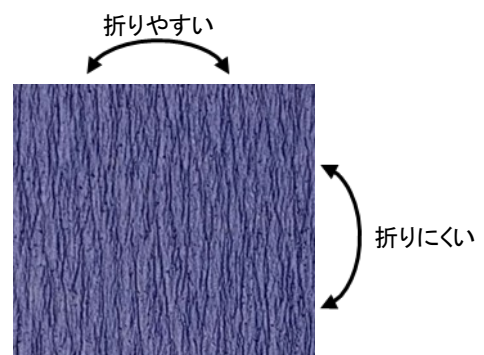


図6 和紙のドレープ(拡大)

そこで粘着シールのハーフカットなどに使用されるピナクルダイ(金型)を採用し、事前にプレスにて「山折り」「谷折り」の折り目を付けることで、「折る」から「畳む」という発想の転換により折り目形状の再現性を高めることに成功した(図7)。

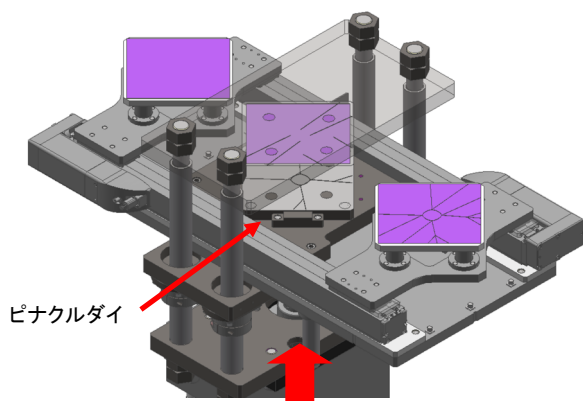


図7 折り目付けプレスユニット

④瓶の首元部の緩み

折り目を付けた和紙を瓶に折り畳むと、なぜか首元に緩みが発生した。首元に緩みがあると、和紙が抵抗となり蝶結びも緩くなる。結果として、飾りが抜けてしまい製品仕様を満たすことができない。緩みの原因は折り畳む過程で「“瓶と和紙”との摩擦が小さい接触部」と、「“和紙と和紙”との摩擦が大きい接触部」(図8)が存在し、この摩擦の差が和紙にズレを生じさせていた。そのため、本来の折り目の位置で畳まれず、首元に緩みが発生していることが判明した。



図8 和紙の折り畳みによる摩擦の違い

そこで、首元形状に沿った0.5mm厚の極薄治具(図9)を採用し、治具を抜き差ししながら折り畳むことで瓶と接する和紙のズレを抑制して、首元の緩みを解消した。

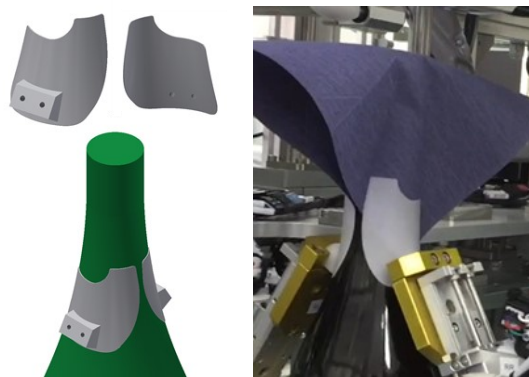


図9 極薄治具

2. 「蝶結び」の技術的課題と解決手法

①蝶結びの複雑な動き

人が行う一般的な蝶結びは三次元的な動きが必要とされ、そのままの動きを機構で再現すると装置のサイズは大型化してしまう。そこで、他の数種類の結び方を調査したところ「イアン結び」(図10)と言われる結び方がシンプルな動作で自動化に向いていると判断した。このイアン結びを採用することにより、二次元的な動きを組み合わせて蝶結びの自動化を実現した。

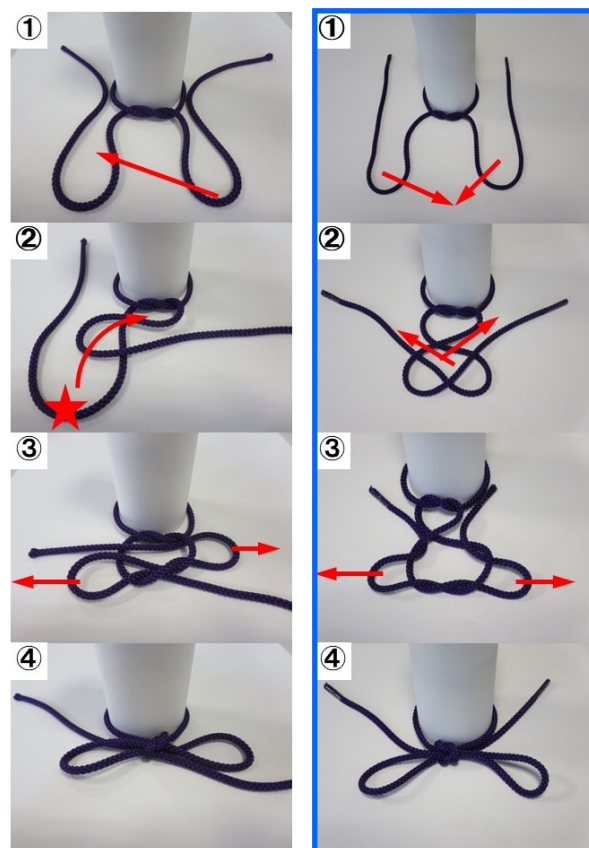


図10 一般的な蝶結び(左)とイアン結び(右)

②処理タクト

自動化するにあたり、装置には手作業以上の生産性が求められている。しかし、機械では人のような複雑な動作が難しく、1本の瓶に対して「紙飾り」と「蝶結び」を順番に行っているのは、処理が間に合わない。そのため、各工程を細分化し、紐に関しては切り出しから固結びまでを別の段取りとして、固結びまで完了したものを、紙飾りを施した瓶に被せるように構成してタクトの短縮を図った(図11)。

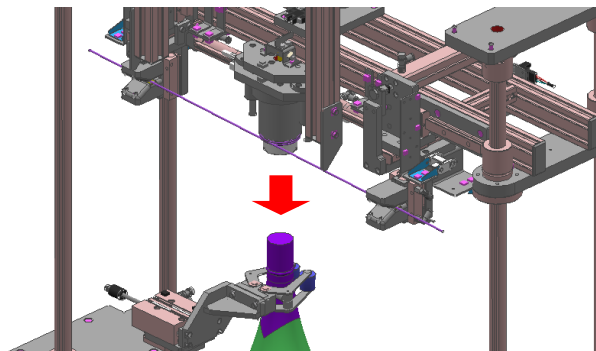


図11 紐被せ工程

③結び形状の再現性

組み紐には芯が無く、太さもバラつきがある。そのため、工程間の受け渡しの際に、紐の位置が安定せずミスが多発してしまう。そこで、受け渡しの際に同じ位置に紐を持ってくるために、先端側と後端側にガイドを設けることにより紐の位置を決め、その中間で受け渡しをさせるような構造とした。これにより、安定した紐の受け渡しを実現した(図12)。



図12 紐ガイド

実用上の効果

最終的に1台の装置の生産タクトは19秒/本となり、これが工場に3台導入されたことで一人の作業で生産できる量が大幅に向上した。また、作業者の習熟度に左右されることなく、常に安定した品質で瓶飾りを生産できるようになり、品質の安定性、生産性の向上に貢献した。

その他に、これまで紐は長さを揃えるためにハサミで端部をカットしていたため、端材が発生していたが、本装置では端部をカットせずに長さを揃えることができるため、材料費の低減およびゴミの削減にも貢献している。

知的財産権の状況

本件に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 6587427 号

名称: 紐結び装置および方法

概要: シンプルな動作により高速で蝶結びを自動形成することができる。

② 日本国特許第 6735120 号

名称: 飾紙包装装置および方法

概要: 瓶などの容器の首部に飾紙を自動包装することができる。

むすび

本装置の開発により、「紙飾り」と「蝶結び」の自動化手法を確立し、安定した品質の瓶飾りの生産に成功した。また、一人作業での生産量を大幅に向上させることができたことから人手不足での増産対応に貢献することができた。

また、今回確立した蝶結びの自動化手法を発展させ、箱にリボンで蝶結びを施す「箱結び装置」の自社開発を展開している。

今後も人にしかできないと思われる、複雑で繊細な作業でも自動化へ置き換えられるように、技術開発を進めて行きたい。

接点接触と操作感発生を同期させた 押ボタンスイッチ

NKKスイッチズ株式会社

代表取締役社長 大橋 智成

NKKスイッチズ(株) 技術推進部 別田 惣彦

NKKスイッチズ(株) R&D部 浦 広樹

NKKスイッチズ(株) R&D部 青山 昌弘

はじめに

弊社は、産業用機器におけるスイッチおよびその周辺機器の製造および販売を行っている。そのスイッチの中で、1日に数千回のスイッチ操作を行う放送音響業界（テレビ局等）で画像や音をコントロールするオペレータ向けに開発した照光式押ボタンスイッチがある。オペレータは、スイッチの操作感への拘りが強く、ボタンを押す指への負担が少ない操作感の要望があり、既存商品でその操作感を実現している。一方で、押ボタンスイッチは、ボタンを押すという入力により、接点を接触、乖離させる出力を与える装置であり、その入出力関係に対する要望も存在する。

開発のねらい

その一つとして、操作感を損なうことなく、接点接触（接点 ON）のタイミングと操作感（クリック感）発生のタイミングを一致させてほしいというユーザ要望がある。だが、その同期を実現させることには、大きな課題があった。

一般的なマイクロスイッチ（スナップアクション機構）は接点構造と操作感発生構造が一体となっており、同じタイミングで動作している。一方、既存商品においては、前述の理由によ

り接点構造と操作感構造を分離した機構（従来機構）を開発している（図1）。

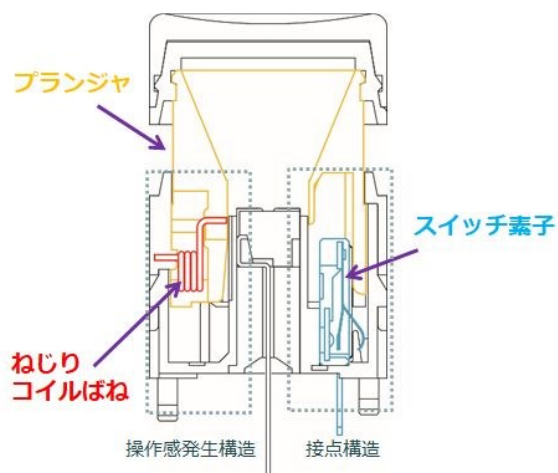


図1 既存商品の機構（従来機構）

マイクロスイッチは、接点構造で操作感を発生させていたことから操作ストローク、耐久性等の性能上の制約があり、操作感を自由に変更することが困難であった。接点構造と操作感発生構造を分離させた機構を開発することで、ユーザが要望する操作感を実現した。

しかしながら、接点と操作感の構造を分離したことで接点接触と操作感発生のタイミングにズレが生じた。これは、製造上の寸法のバラツキや各部品の組合せ誤差等が主な原因である。このタイミングの同期という新たな課題があった。

本課題に対し各部品の設計レベルでの改善に

よる解決を試みたが、接点接触と操作感が分離した構造では実現困難であることがわかった。

そこで、この課題解決のため、既存商品の信頼度の高い接点構造を踏襲しながら、軽快な操作感とタイミングの同期を実現する新たな機構を開発した。

装置の概要

開発した照光式押ボタンスイッチを図2に示す。

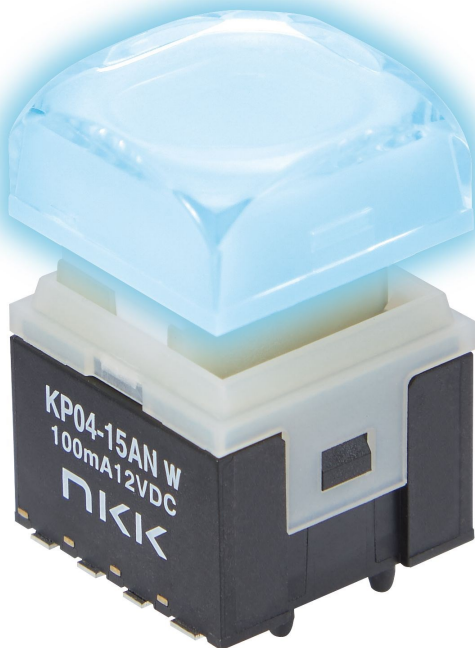


図2 照光式押ボタンスイッチ

この照光式押ボタンスイッチは内部に LED を搭載することで操作部が照光する押ボタンスイッチで、操作感到こだわりのあるユーザにも受け入れていただけるよう軽快な操作感を実現するとともに、接点接触と操作感発生のタイミングを同期させたことで直感的な操作が可能となった。

さらに、機器の小形化、高密度化、省力化に対応するために端子部の面実装化も実現した(図3)。



図3 端子部

技術上の特徴

前述したように、操作感を損なうことなく、接点接触のタイミングと操作感発生タイミングを同期させることが大きな課題であった。

図4に示す従来機構は、操作部の押し込み操作に応じて、プランジャが動作することでスイッチ素子の可動接片が押し込まれていき、接点を接触させていた。それと同時にねじりコイルばねを圧縮させていき、ねじりコイルばねの反転と共に発生する弾性エネルギーの解放時に操作感を発生させていた。この機構により軽快な操作感を実現することができている。

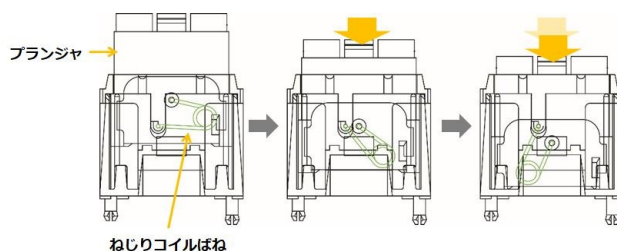


図4 従来機構

しかし、この全体機構では、接点構造と操作感発生構造を分離したことで接点接触と操作感発生タイミングにズレが生じてしまう。

そこで、接点構造と操作感発生構造を分離し、軽快な操作感を生み出すことができる従来の全体機構を踏襲しながらも、接点接触のタイミングと操作感発生タイミングの同期を実現する

ことができる新機構を開発した。

図5に示す新機構では、プランジャの動作に伴ってねじりコイルばねを伸縮させることで操作感を発生させる構造は維持しつつ、ねじりコイルばねの反転に伴って動作する機構部品（サウンド）を追加した。また、ねじりコイルばねの形状を図6のように変更した。サウンドは、ねじりコイルばね反転時の弾性エネルギーによって一定方向に動作し、この動作に伴ってスイッチ素子が操作される。

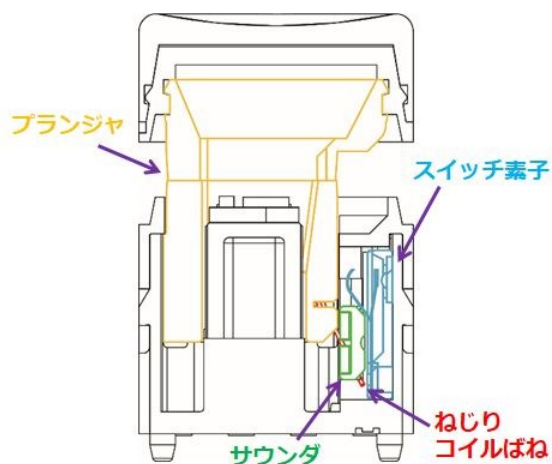


図5 新機構

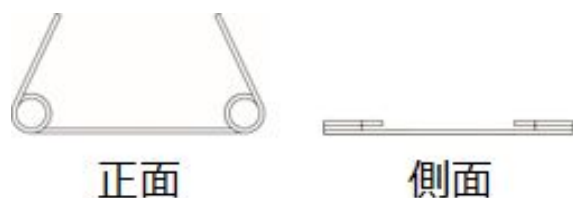


図6 ねじりコイルばね

図7に新機構における各部品の動作を示す。操作部（ボタン）が押し込まれると、プランジャが下方に移動することでねじりコイルばねを圧縮する。ねじりコイルばねが撓みながら弾性エネルギーを蓄積し、さらにプランジャが押し込まれるとねじりコイルばねが反転する。反転時に解放された弾性エネルギーによって、サウンドが上方に跳ね上げられ、上方に移動することで、スイッチ素子の可動接片が押し込まれて接点がONする。それと同時にねじりコイルばねの反発によりクリック感が発生する。

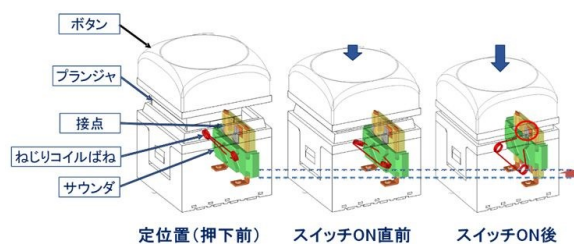


図7 新機構における各部品の動作

新機構において、サウンドの動きを制御するねじりコイルばねの形状が重要なポイントとなることから、試行錯誤を繰り返した。

ねじりコイルばねの反発力が強いと操作感が悪くなり、さらにばね耐久性能が低下する。逆に反発力が弱いとスイッチ素子の可動接片への押込力が弱くなり、接点接触不良が生じる。操作耐久性等の性能面に影響を与えないよう、且つ生産面での組込み性を確保するため、ねじりコイルばねとして図6のようなダブルトーションばねを考案した。これによりばねの反発力を維持しつつ、繰り返しの撓みに対する耐久性能を向上することができる。また、プランジャへの均一かつ安定した押し込み（力）が可能となり操作性が向上した。

さらにサウンド・周辺部品の材質・形状および生産治具等の試作/改良・実験を重ね、量産化を実現することができた。

プランジャの動作でスイッチ素子とねじりコイルばねを動作させていた従来機構から、プランジャの動作でねじりコイルばねを動作させ、追従するサウンドの動作によりスイッチ素子を操作する同期機構に転換することで、接点と操作感発生との分離構造を進化させ、ユーザ要望の操作感を損なうことなく、接点接触のタイミングと操作感発生とのタイミングの同期を実現することができた。

また、機器を製造するメーカーから面実装化の要望があり、ユーザ要望のタイミング同期性に加え、メーカー要望である面実装化の両方を実現することで、付加価値向上を目指した。

面実装化には、熱による各部品への影響（変形、動作等）を考慮した実装温度に耐えられる素材の選定、構造の検討が課題であった。

実装温度に耐えうる材料の選定が必須であったが、耐熱性と摺動性の良い材料は選択肢が少なく、各部品/material選定・組み合わせに苦労した。試作を重ね、双方を兼ね備えた最適な各材料の組み合わせを見出し、さらにタイミング同期を実現するためには部品の加工精度も重要であることから、加工性の良さも検討した。

熱によるタイミング同期および操作感への影響を検証しながら設計を進めるなかで、熱により僅かな部品変形が起こり、操作感等が変化する問題点が発生したが、摺動各部品の形状等を改良することで問題を解決した。

実用上の効果

図8および図9は、接点接触と操作感発生のタイミングを示した波形である。

図8の従来機構では、タイミングのズレが生じ、操作感の発生よりも早く接点接触するため、ボタンの半押し(操作感がない)状態で接点が接触してしまうことを示している。

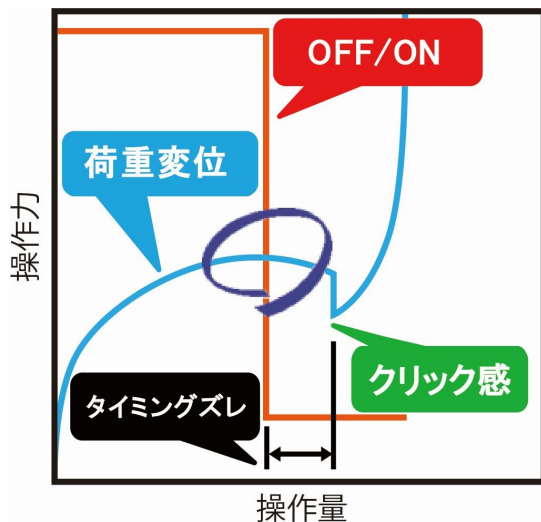


図8 従来機構のタイミングを示す波形

これに対して図9の新機構では、タイミングのズレがなく、操作感の発生と接点接触が同時であることを示している。これにより、操作感を感じる前に接点が接触してしまったなどの誤操作を防止することができ、直感的な操作が可能となった。

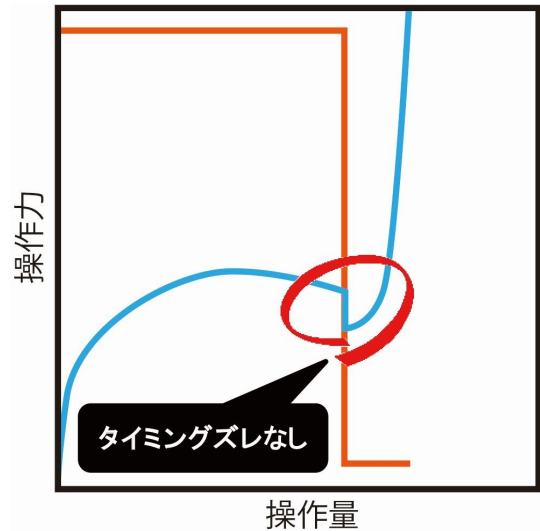


図9 新機構のタイミングを示す波形

また、端子部の面実装化により機器の小形化、高密度化、省力化に貢献する。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 6826746 号

名称：サウンド機能付押ボタンスイッチ

概要：製造コストを増大させることなく、クリック音発生時と接点開閉時とを容易に同時又は略同時にすることができるサウンド機能付押ボタンスイッチ

むすび

本開発品は、操作感を損なうことなく、接点接触と操作感発生タイミングの同期を実現させるとともに、面実装化に対応した照光式押ボタンスイッチである。タイミングの同期と面実装化を実現できたことで、操作性向上、生産性向上に貢献できると考えている。

今後も様々な要望実現に挑戦し続け、市場のニーズに応える商品を開発していきたい。

自走式精密検査ロボットの開発

J F E スチール株式会社

代表取締役社長 北野 嘉久

J F E スチール(株) スチール研究所	サイバーフィジカルシステム研究開発部	小林 正樹
J F E スチール(株) スチール研究所	サイバーフィジカルシステム研究開発部	山下 浩二
J F E スチール(株) 東日本製鉄所(京浜地区) 商品技術部		宮脇 光庸
J F E スチール(株) 東日本製鉄所(京浜地区) 厚板部		竹村 悠作
J F E スチール(株) 東日本製鉄所(京浜地区) 制御部		宮長 淳

はじめに

当社はこのたび、厚板自走式超音波探傷ロボット(以下、本ロボット)を世界で初めて開発した。本ロボットを厚板オフライン探傷プロセスに導入し、手動探傷作業を自動化することで、検査信頼性と作業効率のさらなる向上を実現した。

鉄鋼製品の品質向上は重要な課題であり、欠陥の無い製品をお客様に提供するため、当社は様々な検査装置の開発・導入に取り組んできた。

鉄鋼製品の1つである厚板は一般的に板厚 $\geq 6\text{mm}$ 以上の鋼板を指し、その用途・使用箇所はインフラ、建築、船、海溝、発電所、タンク、容器、建機等、多岐にわたるため、厚板内部の品質管理は強度保証の観点からも非常に重要である。

そのため、厚板内部の超音波探傷検査には、従来からオンライン自動探傷(専用装置)が適用されてきた。一方、板厚等の制約から、熟練者によるオフライン手動探傷も一部で適用されてきたが、人手では厚板上で検査機器を動かす精度、検査結果を記録する正確性、および作業能率などに限界があるため、検査信頼性と作業効率のさらなる向上が課題となっていた。

動化手段として自走式ロボットとオンライン自動探傷と同じ専用装置の比較を行った。その結果、自走式ロボット方式を実現できれば、メリットが非常に大きいことが分かった(図1)。

開発技術(自走式ロボット)	※参考 自動専用装置
20kg/台	大型(数10トン)
制約なし	装置サイズに制約される
精度不要 → どの向きでもOK	搬送ライン上に限られる
他作業も実施可能	設置場所は専有され他作業不可

図1 自走式ロボットと専用装置の比較

- ① ロボットが厚板サイズ・配置を認識して、厚板上を漏れなく移動し探傷できれば、厚板サイズに制約はなく配置精度も不要となる。
- ② ロボットの同時稼働台数を簡単に増減できれば、探傷枚数に応じた柔軟な運用が可能である。(ロボット稼働台数 $\propto$ 探傷枚数)
- ③ 運搬容易なロボットであれば、使用后・不使用時は検査場外へ運搬・保管しておくことで、同じ場所で他作業の実施が可能となり検査場運用に柔軟性を確保できる。

開発のねらい

上記オフライン手動探傷の自動化を検討、自

装置の概要

そのため、自走式ロボット方式を採用し、自走

式ロボットと超音波探傷器を組み合わせた本ロボットを当社独自に開発することとした。

本ロボットは、次に述べる高精度測位システム(自己位置情報)と超音波探傷器(検査センサ情報)を、独自開発の小型・軽量ロボットで紐付けるものである。本ロボットが厚板上を漏れなく高精度に移動することにより、厚板全面における精密な超音波探傷が可能となる(図2)。

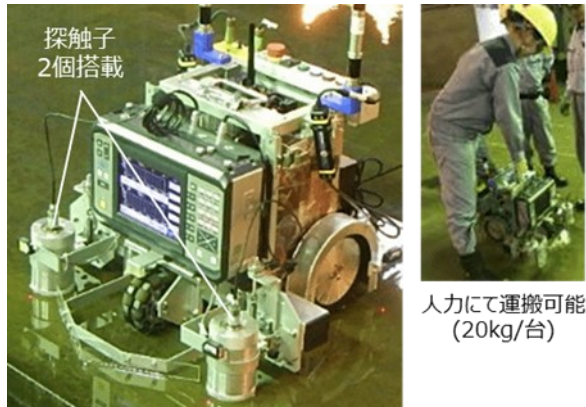


図2 自走式精密検査ロボット

本ロボットは小型・軽量化を追求した結果、20kg/台を実現、人力で運搬可能なため高い運用性も実現している。小型・軽量化と運用性・能率も両立させるために下記特長がある。

- ① 2輪駆動・非操舵化：以前に開発済みの自走式ロボットは、4輪駆動・4輪操舵としたことで大きく重いものとなっていたため、ユーザビリティの観点から課題があった。そこで本ロボットでは設計を根本的に刷新、搭載モータ数を10個から限界の2個までミニマム化、限界小型・軽量化を実現した(2輪駆動・非操舵化、探触子走査機構の非搭載化)。
- ② バッテリ駆動・データ通信無線化：4～5時間の連続稼働が可能。ロボットへの有線繋ぎ込みを不要化し運用性・動作性も向上した。
- ③ 超音波探触子 2個化：板内の同一箇所を2個の探触子で重複探傷させない効率的な移動ルートを自動作成、探傷能率を向上させた。

技術上の特徴

自走式ロボットを本件のような品質保証に関

連する分野で使用する場合、高精度な自己位置認識が必要となる。自己位置情報と検査センサ情報を紐付けるためである。一般的な測位精度としては±数10mmのオーダーが通常であるが、検査目的においては不十分である。

そのため、屋外GPSを模した屋内型高精度測位システムを採用した。本ロボットには測位システムの受信部一式および自己位置算出用PCが搭載される。人工衛星に相当する複数のレーザー灯台からは、所定角度の広がりを持つ有効到達距離30～40mの赤外線レーザーが、レーザー灯台を中心として全周360°に所定周期で3次元的に常時放射される。赤外線レーザーの重複領域が、各レーザー灯台を基準とした三角測量の原理による高精度測位が可能な領域である。例えば図3は、レーザー灯台3個から形成される高精度測位領域内に、本ロボット3台が稼働する矩形エリアを設定した場合の状況図である。

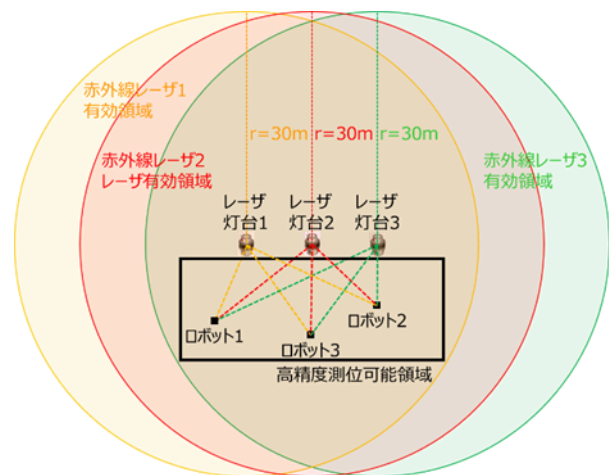


図3 レーザー灯台と高精度測位可能領域の例

本ロボットは、検査対象の厚板の寸法、置かれている方向を自動で算出・認識する自動教示機能を実装している。自動教示完了と同時に厚板上面にxy平面を定義、所定の探傷規格に基づいて厚板を探傷するための移動ルート(探傷ルート)も自動作成する。その後、連続で探傷動作に移行するが、探傷中、本ロボットは目標ルートから算出される目標位置と現在位置の差分を連続認識、自己位置を補正制御しつつ目標ルートを自動で高精度追従しつつ超音波探傷を行う。

ステアリング機構非搭載のため、移動制御(直進、カーブ、その場回転、等)は左右車輪の回転速度制御のみで実現される。移動パターンは切り返し方式(スイッチバック方式)を採用している。厚板全体を板幅中央で2分割し前半(大きな動きとしては紙面左から右)と後半(大きな動きとしては紙面右から左)に分割する(図4)。

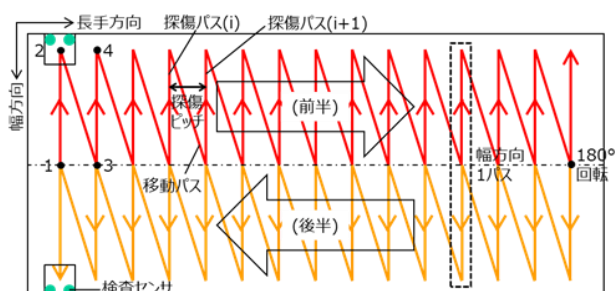


図4 本ロボットの基本的な移動パターン

本ロボットは最エッジ(厚板の端)まで探触子を到達させることができる。後半の探傷開始時には180°回転して反対側のエッジに探触子に向け、前半と同様の探傷動作を行う。探触子が本ロボットのフレームに固定されているため、もし前半と同じ向きで後半も探傷してしまうと、探傷不可領域が発生するからである。

本ロボットは1台で厚板1枚の探傷を行い、複数台同時運転も可能である。基本動作としては、板中央からエッジ方向(1→2)に探傷を行う*i*番目の探傷パスと、当該探傷パスの終点2から所定の探傷ピッチだけ離れた次の(*i*+1)番目の探傷パス始点の3に移動する移動パスを交互に実行する。探傷パスにおける走行精度は±2mm以内を実現しており、これは人や一般的な移動ロボットでは実現が難しい移動精度と考えている。その結果、精密な全面探傷を可能とした。

実用上の効果

図5に探傷結果の一例を示す。3本の人工疵を施した厚板の探傷結果(マップ)であり、所定位置に直線形状で切れ目なく3本の疵を検出できている。疵はその程度に応じてカラーマッピングされるため一目瞭然である。探傷マップは、厚板上

の座標と疵情報が紐付けられており、社内・公的規格に基づいた合否判定も自動で行われる。

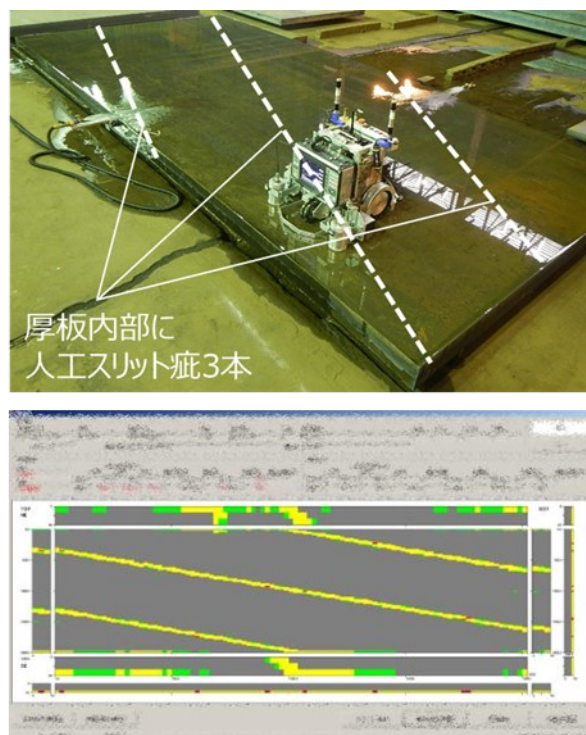


図5 本ロボットによる探傷マップの1例

本ロボットにより、探傷作業から探傷マップ作成・合否判定に至るプロセスを自動化することができる。その結果、手動探傷作業を自動化・効率化するだけでなく、人手を介さなくなるため検査信頼性をオンライン自動探傷と同等まで向上させることが可能となった(図6)。

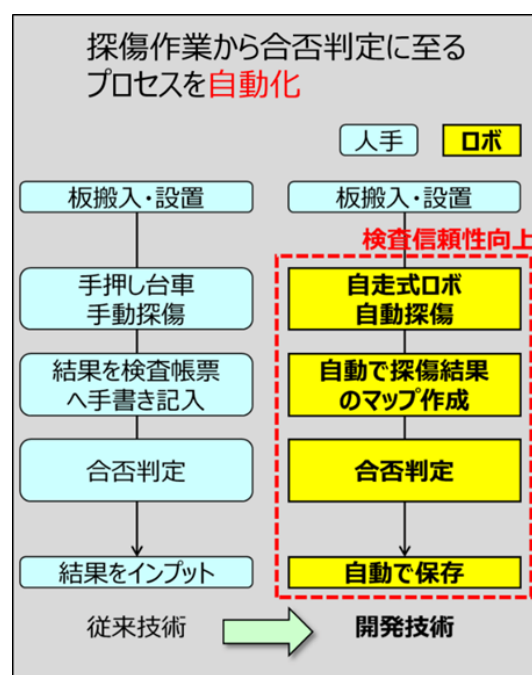


図6 本ロボットによる探傷プロセス自動化

また、本ロボットの探傷能率は人とほぼ同等でありながら、探傷精度は前記のように目標ルート± 2mm 以内と非常に高精度であるため探傷自体の付加価値も高い。本ロボットが自動探傷中、人は別の作業を行うことも可能であり、検査場の運用もより柔軟となる。

検査結果は、板ごとに手書きで作成・ファイリングされていたものが、デジタルデータ・マップとして一括自動保存されるため、トレーサビリティの向上および品質トレンド管理の簡易化にも寄与している（図7）。

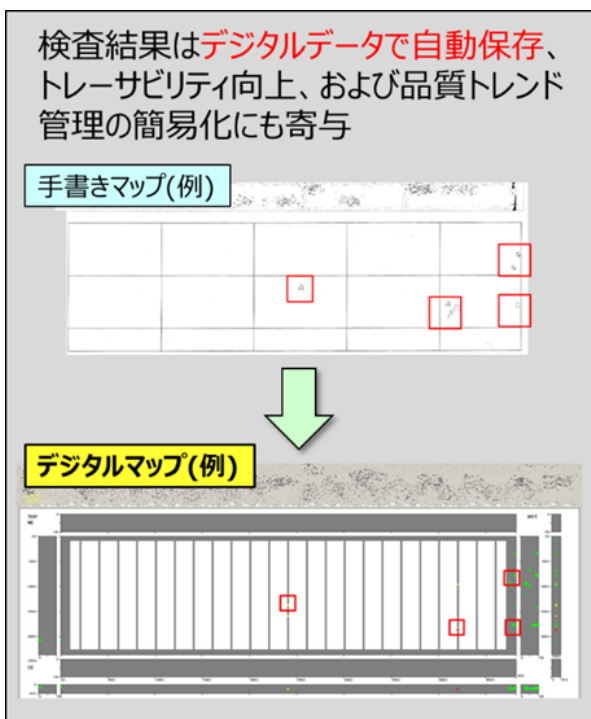


図7 デジタルデータ化による品質管理

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 5999214 号

名称：金属板用自走式検査装置および金属板用自走式検査方法、ならびに検査システム

概要：測位情報に基づいて金属板上を自走し、板内部欠陥を検査する装置・方法に関する

② 日本国特許第 6897899 号

名称：移動式検査装置、移動式検査方法及び鋼材の製造方法

概要：検査装置の小型・軽量化、および当該装置の運用方法に関する

むすび

今回、厚板のオフライン探傷工程における手動探傷作業の一連のプロセスを自動化できる厚板自走式超音波探傷ロボットを世界で初めて開発した。既に東日本製鉄所(京浜地区)の厚板工場に3台導入を完了し運用中である。今後も当社西日本製鉄所(倉敷地区・福山地区)の厚板工場への展開を進めることで、作業の効率化を図りながら厚板品質のさらなる向上に努めていく。

また、今回は本ロボットを厚板超音波探傷用としたが、搭載する検査センサを超音波探触子から別のセンサに換装すれば、当該センサに応じた別の精密検査も可能な汎用性を有している。すなわち鋼板以外の他材質(例えば銅、アルミ等)の板の検査も可能であり、製鉄所以外の現場(例えば建設現場)等における検査も可能である。今後も製造現場におけるあらゆる分野の課題を DX も最大限活用して解決していくことで、持続可能な社会の実現に貢献していく。

当社は、「JFE Digital Transformation Center」(『JDXC™』)を開設し、製造プロセスの CPS (サイバーフィジカルシステム)化を進めるなど、DX(デジタルトランスフォーメーション)を積極的に推進することで、革新的な生産性向上および安定操業の実現を目指している。今後も、製造現場におけるあらゆる分野の課題を DX も最大限活用して解決していくことで、持続可能な社会の実現に貢献していく所存である。

車両遠隔制御自律走行搬送システムの開発

トヨタ自動車株式会社

代表取締役社長 豊田 章 男

トヨタ自動車(株) 車両品質部	澤 野 拓 朗
トヨタ自動車(株) 車両品質部	安 山 翔 悟
トヨタ自動車(株) 車両品質部	岩 堀 健 人
トヨタ自動車(株) 車両品質部	池 田 圭 吾
トヨタ自動車(株) 第2シャシー開発部	狩 野 岳 史

はじめに

Connected（コネクティッド）、Autonomous/Automated（自動化）、Shared（シェアリング）、Electric（電動化）といった「CASE」と呼ばれる新しい領域で技術革新が進む中、クルマの概念は大きく変わろうとしている。トヨタ自動車は、モビリティに関わるあらゆるサービスを提供し多様なニーズにお応えできる「モビリティカンパニー」として、「未来のモビリティ社会」の実現に取り組んでいる。

また、近年足元では、国内労働人口の減少による人手不足が深刻化している（図1）。これに加え、自動車業界においては、国際競争の激化、原材料費の高騰などの影響を受け、生産性を飛躍的に向上できる新たなクルマづくりが必要である。

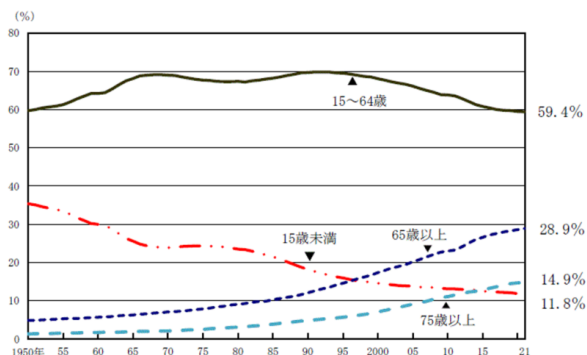


図1 年齢区分別人口割合の推移

(総務省統計局 人口推計 令和3年10月1日現在)

開発のねらい

これらの背景から、車両工場における生産性向上の課題となっていた、「車両搬送作業」の自動化に取り組んだ。車両搬送自動化のアプローチは、コンベアやロボットなどの搬送設備によるものが一般的だが、初期投資や維持管理費の負担、生産ラインのレイアウトに対するフレキシビリティ不足などの課題がある。

今回、CASE 領域の技術を最大限活用し、量産車そのものを無人で走行させる、車両遠隔制御自律走行搬送システム（Remote Control Auto Driving System：以下 RCD と記載）を開発し、世界に先駆けて量産活用した（図2）。



図2 RCDによる車両搬送の様子

装置の概要

RCD は、運転操作における認知・判断・操作の機能を、車外の制御システムが担い、車と無線通信することで自律走行搬送を行う（図3）。

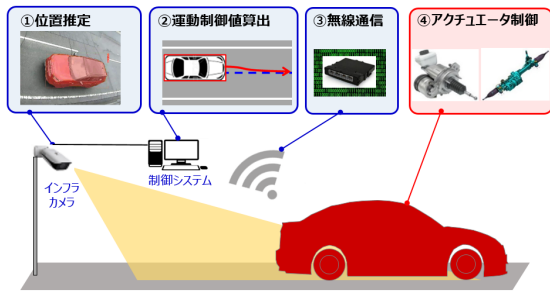


図3 RCDシステム 制御フロー概要

制御の流れを次に示す。①車両の位置推定は、インフラカメラによるセンシングで、リアルタイムに画像処理を行うことで実施する。また、安全確保のため、インフラカメラは走行エリア内の人や車を検知する予防安全機能を搭載している。②車両運動制御指示値は、制御システムが位置情報・目標経路・車両状態等から総合的に算出する。③無線通信で運動制御指示値を車両に伝達する。④車両は受信した運動制御指示値の通りに、パワートレインやステアリング、ブレーキ等のアクチュエーターを駆動することで自律走行する。以上①～④の一連の制御を、低遅延・高速周期で繰り返し行うことで、遠隔での車両運動制御を可能としている。

技術上の特徴

RCDの特筆すべき点は、2点あると考える。一つ目は、設備としては、メカ機構が不要な点である。ソフトウェアを中心としているため維持管理がしやすく、アップデートも容易である。二つ目は、ADAS（Advanced Driving Assistance System）用途の車載外界センサが不要な点である。RCDは、無線通信のインターフェースと電子制御可能なアクチュエーターのみ搭載されて

いれば実現可能である。そのため、様々な車種・グレード・仕様の車を混流生産する車両工場において、量産適用しやすく、急速に普及しているバッテリーEV等の電動車とも相性が良い。

車両生産・物流における適用のための技術的課題は、①車両測位精度確保とコスト低減の両立、②運動制御指示の精度確保、③無線通信安定化、④安全性確保と評価、その他にも頑強なセキュリティ対策など多岐にわたる。①～④について、RCDにおける解決手段を次に記述する。

①車両測位精度確保とコスト低減の両立

インフラ主体の自律走行搬送においては、車両位置と方位角が運動制御指示の基準となるため、精度の確保が重要である。既存技術は、ADASセンサの使用や、インフラセンサとしても高価なLiDARを使用するなどしてローカライズを行っているが、コストが課題となり普及のハードルになっている。

RCDでは、車両測位のためのセンサは、インフラカメラのみを採用し、高速で物体検出とセグメンテーションを同時に行うことができる画像処理モデルを使用（図4）。これにより、車両の外形を正確に取得することができるため、測位座標と方位角を精度良く算出することができる。

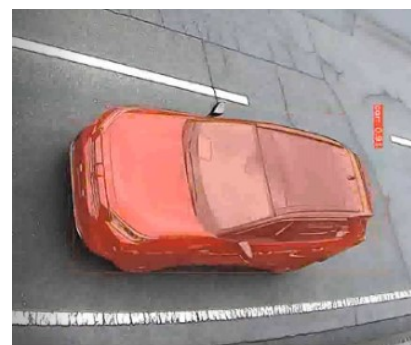


図4 画像処理

②運動制御指示の精度確保

運動制御の目的は、目標経路に追従して走行させることである。制御における課題は、通信及び演算処理遅延の無駄時間があることと、画像処理では完全には避けることができない方位角のS-N比悪化の影響である。

これらに対して2つの対策を実施した。一つ目は、目標経路の曲率から舵角操作量を決めるフィードフォワード(FF)と、車両位置と目標経路との横偏差から舵角操作量を導くフィードバック(FB)の二自由度制御構成とすることである。経路追従は主にFF制御が担い、誤差や外乱に対するロバスト性向上はFB制御が担う(図5)。安定性確保のためFBゲインは控えめに設定している。

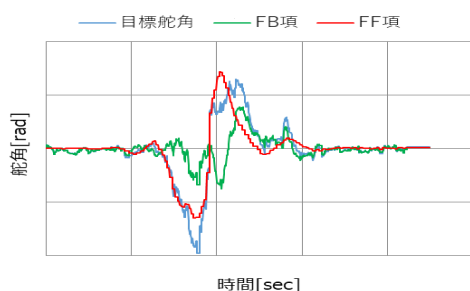


図5 目標舵角におけるFF項とFB項内訳

二つ目は、方位角の推定を画像処理のみに依存せず、車載センサを併用した精度向上手法である。画像処理では絶対値が取得できるメリットがあるがS-N比悪化のデメリットもある。一方、車載センサはS-N比が良いが、積分誤差が蓄積する課題がある。そこで、画像処理と車載センサ積分双方のメリットを活かすことで、高精度な方位角推定を実現した(図6)。以上により、目標とした精度を達成した。

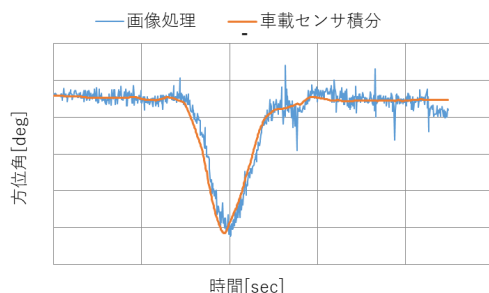


図6 方位角推定

③無線通信安定化

車両遠隔制御においては、無線通信による高速周期での制御値送受信が必要であるため、通信品質の安定化が重要である。一般的に、無線通信では、電波干渉・ノイズ・フェージングにより品質が劣化するリスクがある。事実、開発当初

は、途絶や遅延に悩まされ、思うような制御ができなかった。

そこでRCDでは無線通信を冗長化し、常時、電波強度等の通信品質に関わる指標を評価し続け、総合的に高品質と判断できる無線通信経路を採用するロジックを導入した(図7)。これにより、通信遅延や途絶が起きる確率を大幅に低減することができた。また、万が一、途絶が発生した場合は、車両側で途絶を検出し自動でブレーキをかけて停車の上、自律走行制御を停止する仕様とすることで安全性を確保している。

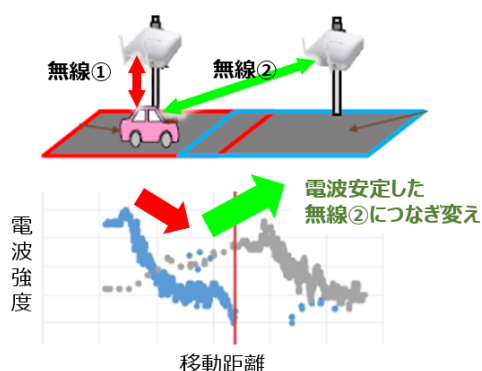


図7 無線通信冗長化

④安全性確保と評価

トヨタ自動車は、モビリティカンパニーとして、モビリティを通じて人々の生活を豊かにしたいと考えている。中でも「安全」を最優先の課題と位置づけ、「交通事故死傷者ゼロ」を究極の目標に、すべての人に移動の自由をお届けできるよう、安全な自動運転の開発を進めている。その実現のためには、安全な「クルマ」の開発はもちろん、ドライバーや歩行者という「人」、信号や道路整備など「インフラ」の「三位一体の取り組み」を推進している(図8)。



図8 三位一体の取り組み

RCD 開発においても、三位一体の安全な仕組みを構築している。車と設備は相互に状態監視することで、安全機能を補完し合っている。万が一、車の異常が発生した場合は、設備が車の異常を検出し自律走行を停止させる。一方で、設備側で経路逸脱等の異常が判定される場合には、自律走行の停止を指示し、即時、安全に停車することができる。

評価に関する課題として、実際に RCD を導入する製造現場での評価は工場非稼働日のみしか実施できず、開発期間確保が課題であった。そこで車の動きをモデル化し、現場環境の制御システムと結合したシミュレーション環境を作成（図 9）。モデルには車両位置推定の標準偏差や無駄時間を織込み、机上で仕様検討と定数適合の開発サイクルを回した。これにより、開発期間を短縮しつつ信頼性を向上させた。

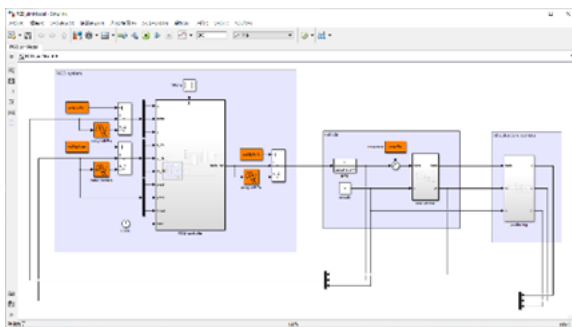


図9 シミュレーション環境

その上で、屋外・屋内での実車検証環境を構築し、評価と改善を繰り返して実施（図 10）。屋外では天候や時刻等の制御不可因子を振り、AI モデルとロジックを強化。屋内では、天井が 2.5m 程度の低い建屋も想定し、カメラ高さ等の条件を変えて評価した。これらの結果、RCD を導入した製造現場では、数万台の自律走行実績において、安全かつ高い稼働率での運用を実現している。

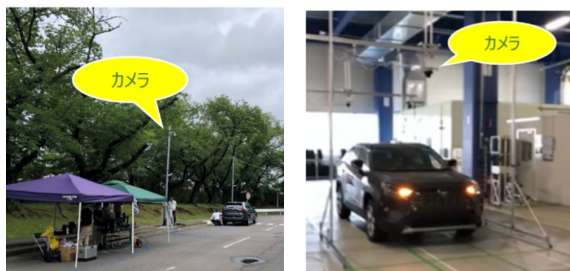


図10 屋外・屋内評価の様子

実用上の効果

弊社元町工場における、車両組立工場の建屋から、検査工場建屋への車両搬送工程は、当初計画では日当たり 6 人の作業者による運搬が必要であった。また、運搬後に開始地点まで戻る歩行距離の累計は、毎日一人あたり 15km にも及び、大変な作業でもあった。この工程に RCD を導入することにより、搬送自動化の省人化効果と、工程のフレキシビリティ確保を実現している。また、当該作業者は、より付加価値の高い業務に従事することが可能となるため、人を活かす技術と言える。

知的財産権の状況

本件に関する特許登録（代表）は下記の通り。

① 日本国特開 2021-62790

名称: 車両の移送システム

概要: セキュリティ面の安全性を向上させながらも、車両と外部システムとの間での無線通信によって車両を生産ラインに沿って自走させる

むすび

RCD は「設備による車の運転」という極めて汎用的な技術であり、車両の装備や機能への要件が最小限であるため、普及させやすい技術である。そのため、車両工場の生産性向上のみならず、安全・安心で利便性を高める、様々なモビリティサービスに転用できる可能性を秘めている。

一方で、これまで述べてきた通り、RCD は CASE に関わる様々な技術の組み合わせから成り立っているため、より多くのユースケースで活用するためには継続的な進化が必要である。今後も、リアルな製造現場でシステムと技術力を鍛え、「全ての人の移動の自由」に資する技術革新に貢献していく。

光学式非接触測定用高精度化 前処理スプレー

株式会社 フジオカ

代表取締役社長 岡村 伸和

地方独立行政法人 鳥取県産業技術センター

理事長 高橋 紀子

小池化学株式会社

代表取締役 小池 清一郎

(株)フジオカ

(地独) 鳥取県産業技術センター機械素材研究所

(株)小池化学 品質保証部 品質保証課

木村 勝典

新見 浩司

英木 渚

はじめに

非接触3次元測定は、ものづくり現場で製造される部品や製品の形状測定で使用されており、多くの企業で測定機（以下 スキャナ）導入が進み3Dデータを用いた迅速な製品開発を行う上でなくてはならない測定ツールとなっている。

しかし、測定精度を要求される光沢面のある機械加工品や黒マット面を有する精密な樹脂成型品では測定物表面から適切な反射光を得ることができず、形状データが欠落するなど測定データ取得が困難であったため、データ取得と高精度な測定を行えることが強く望まれていた。

開発のねらい

非接触測定を行う際に測定対象物から適切な反射光を得られない場合は、前処理として白い粉を含有するスプレー（以下、代替スプレー）を吹き付けてから測定を行う方法が用いられている。これにより、測定物表面から適切な反射光を得られることで形状データを取得しているが、代替ス

プレーは主に探傷試験で使用されている現像液等が用いられており、非接触測定専用開発されたものはないため含有されている粉末のサイズが大きく不揃いであること、液だれ等の発生や粉末が多く塗布されやすい等、測定物表面に形成される塗膜が厚く粗い状態となっていた。そのため、測定したデータは、測定物表面ではなく白色粉の表面形状データであり、塗膜の厚さ分の誤差が生じると合わせ、平らな面でも荒れた形状データしか得られなかった（図1）。

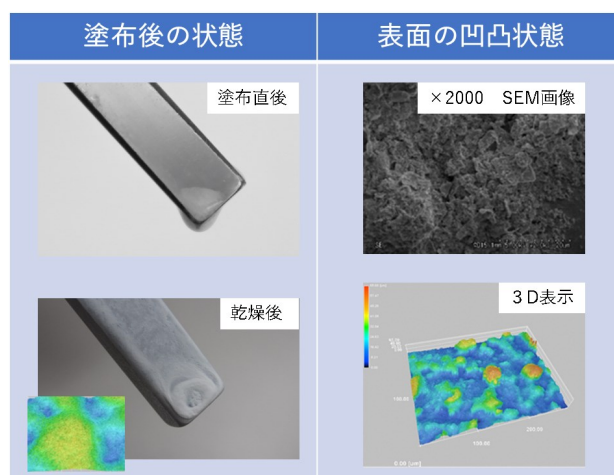


図1 代替スプレー塗布後の状態と表面形状

筆者らは非接触測定における高精度化を実現させる取り組みを進める中で、効率的な測定データ取得に寄与するとして使用されていた代替スプレー塗布面状態の定量的な検証が行われていなかったことから、その状態を把握するためのSEM 観察や塗布距離および塗布回数による表面状態の違いについてレーザ顕微鏡を用いた評価を行い、塗布面のミクロな状態を明らかにしてきた。また、塗布面の適切な評価方法の検討や非接触測定データとの比較検証を進めることで、測定ノウハウの蓄積と塗膜の平均高さ（以下、膜厚）を約 1/10 以下に抑えることのできる非接触測定専用の前処理スプレーを開発した（図2）。



図2 開発スプレー

スプレーの概要

非接触測定を行う際の前処理剤として光の反射光を適切な状態にするために吹き付ける白色粉に炭酸カルシウム、溶剤にはイソプロピルアルコールを用いて混合した溶液を LPG により噴霧するスプレーである。

代替スプレーとして使用されている製品と同等のサイズや使用感としているが、塗布する際に噴き出す溶液内の粉末サイズ、粉末量および

溶剤の量を非接触測定時の測定データに影響を及ぼさないレベルに薄膜面を形成することができるようアレンジし、噴霧量の最適化を図るとともに、量産化を実現した。

技術上の特徴

開発したスプレーでは、非接触測定時に測定データに影響を及ぼさないと考えられる膜厚を $1\mu\text{m}$ 以下、付着した粉末の最大高さを $5\mu\text{m}$ 以下となるよう白色粉として使用する炭酸カルシウムの選定と調合を行うとともに、塗布面に均一に粉末が分散するよう、配合割合を変えた試作スプレーでの評価試験を繰り返し、目標の塗布面を実現した。図3、4に代替スプレーとの比較図を示す。

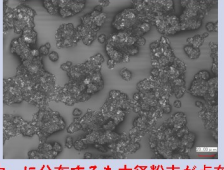
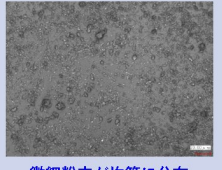
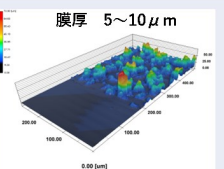
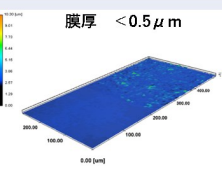
評価項目	代替スプレー	開発スプレー
観察画像 × 50	 均一に分布するも大径粉末が点在	 微細粉末が均等に分布
3D 表示	 膜厚 5~10 μm 隆起個所有り粗い状態確認	 膜厚 < 0.5 μm 差異小さく薄膜化実現

図3 塗布面比較

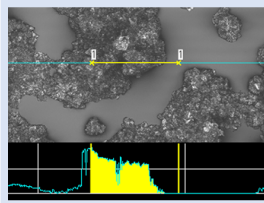
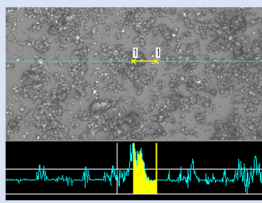
評価項目	代替スプレー	開発スプレー
塗布粉末高さ	 32.35 μm	 3.27 μm

図4 粉末高さの違い

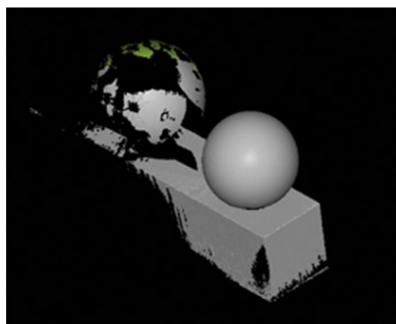
次に、薄膜となるように塗布できたとしてもスキャナを用いて測定データが取得できることが必要となる。金属光沢面と黒樹脂面での開発スプレー塗布後のスキャナ測定データを図5、

6に示す。図5では磨かれた鋼球の片方のみに開発スプレーを塗布しスキャナで斜め45度方向から45度間隔で8ショット測定した結果を示している。スプレーを塗布されていない球はほとんど形状データの取得ができなかったが、開発スプレーを塗布した方の球は全周にわたり形状データを取得することができた。図6の黒樹脂はフロッピーディスクの半面に開発スプレーを塗布し、真上から1ショット測定した結果を示している。スプレーを塗布した範囲では問題なく測定データを取得することができた。



スプレー塗布前

スプレー塗布後



スキャナ測定データ

図5 金属光沢面へのスプレー塗布効果

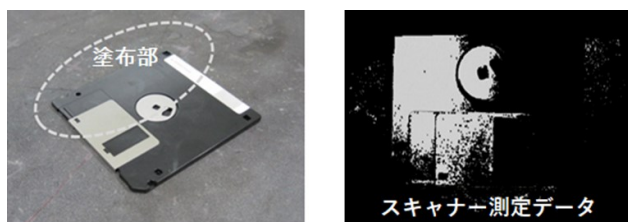


図6 黒樹脂面へのスプレー塗布効果

鋼球の測定では、代替スプレーと開発スプレーをそれぞれ塗布した場合に実際の形状との差をカラーマップで比較した結果を図7に示

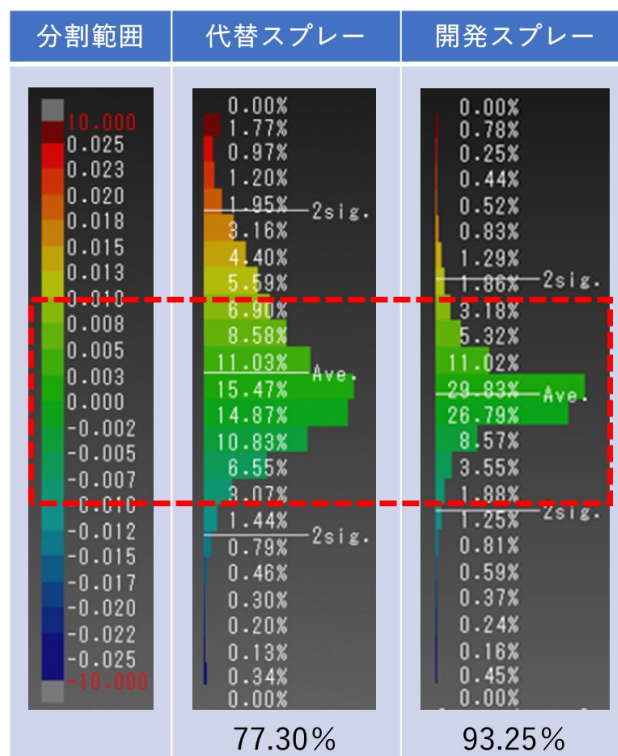


図7 測定データのカラーマップ分布比較

す。その結果 $\pm 0.01\text{mm}$ の範囲内に入っているのは、代替スプレーでは77.3%だったのに対して、開発スプレーでは93.25%であり、測定データへの影響が小さいことを定量的に示すことができた。

また開発スプレーの塗布面は膜厚が薄いだけでなく表面状態も平滑化されており、スキャナでの測定において安定した形状データ取得が可能となった(図8)。

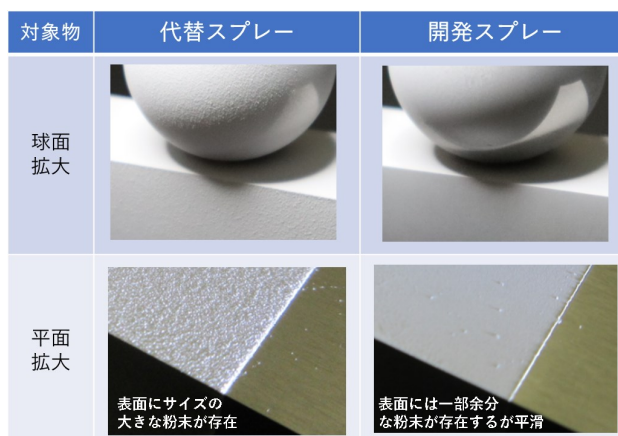


図8 塗布表面状態の比較

実用上の効果

スキャナでの測定を可能としながら塗布した白色粉の薄膜化を実現したことで、測定物の実形状に近い高精度な測定を実現することができた。

これまで使用されていた代替スプレーでは、入り組んだ形状をしており均一に塗布できない箇所などに複数回にわたって塗布してしまうと一部の膜厚が厚くなり過ぎる問題が発生してしまうため、高精度な測定を行いたい場合は一度粉末を除去して塗布をやり直す必要があった。しかし、開発スプレーでは塗布量を抑えていることから、同じ個所に複数回重ね塗りしても膜厚の増加は $1\mu\text{m}$ 以下と形状測定データに与える影響を抑えているため、塗り直しは不要で測定に要する工程の作業効率を $1/2$ 以下に短縮することができた。

またハンディタイプのスキャナの中には前処理スプレー無しでも形状データ取得がし易くなるとしている機種も近年登場してきているが、開発スプレーを塗布することで測定値への影響は抑えつつ、測定物表面に塗布された白色粉により反射光量が増えることで測定データ取得率が大幅に向上し、測定時間を $1/3$ 以下に短縮することができた。

更に、高精度な非接触測定を行いたい企業の中には、既存の代替スプレーでは目的の高精度な測定ができないとして測定の度に塗布膜を薄くできる微粉末の酸化チタンを有機溶剤と混合しガンスプレーを用いて前処理を行っているところがある。しかし開発スプレーとの比較ではスキャナによる測定値への影響は差異が無かった。そのため開発スプレーを使用することで毎回溶剤を準備する負担軽減と生体安全性に影響のある酸化チタンのような粉末を使用するリスクを回避することにも繋がる。

製品発売後 1 年半経過したところで、測定器メーカー、部品加工企業および大学や公的研究

機関等に対して 200 を超える機関で非接触測定時の前処理剤として採用されている。特に光学式非接触測定で測定データ取得が難しかった加工品を取り扱う企業での利用が想定通り増えてきており、どの代替スプレーを用いても期待する測定結果を得ることができなかったが開発スプレーを用いることで、目的のデータ取得が得られるようになったとの声も寄せられている。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許特願 2021-570076 号

名称：光学式非接触測定用の前処理剤およびスプレー体

概要：物品の表面形状を非接触にて光学測定する際に使用する前処理剤に関し、特に、高精度な測定を実現する前処理剤技術に関する

むすび

光学式非接触測定において、従来測定データ取得効率を高めるために使用されていたが測定値への影響度の大きい代替スプレーの課題を解決するため、高精度な測定に寄与できる専用の前処理スプレーを開発することができた。

このスプレーは近年加速的にものづくり現場で増えてきている非接触測定の高精度化および効率化に貢献できると考えている。

今後も本開発技術のスプレーを用いた非接触測定におけるノウハウの提供とともに安定して製品を送り出し、ものづくり現場の形状測定の要望に応えていきたい。

霜取りに冷媒の凝縮潜熱を活用した 寒冷地向けノンストップ暖房技術の開発

三菱電機株式会社

代表執行役 執行役社長 漆 間 啓

三菱電機(株)	先端技術総合研究所	竹 中 直 史
三菱電機(株)	先端技術総合研究所	石 村 尚 平
三菱電機(株)	静岡製作所	渡 辺 和 也
三菱電機(株)	静岡製作所	佐 藤 雅 一
三菱電機(株)	静岡製作所	川 島 惇

はじめに

北海道や東北などの国内寒冷地では、燃焼式の暖房機器が広く利用されている。燃焼式の暖房機器では最大でも投入エネルギーと同等の熱量しか得られないが、ヒートポンプ技術を活用した空調機では、室外機で外気から採取した熱を冷媒と呼ばれる流体で室内機へ搬送し、室内を暖房する。室外空気の熱を利用することで電気入力に対して5倍の熱量を得ることができるので、燃焼式の暖房機器よりも省エネ性に優れる。

図1に、冷媒の流れと室外熱交換器の状態を示す。室外機で熱を採取するときに外気を冷却するため、外気温度が低い条件では、空気中の水蒸気が凝縮し、室外熱交換器に霜として付着する(図1(i))。この状態で暖房が継続されると、霜が室外熱交換器の風路を閉塞するため、定期的な霜取りが必要となり、室内の暖房が停止される(図1(ii))。暖房停止による居住者の快適性の悪化が寒冷地におけるヒートポンプの普及を妨げる唯一の弱点であった。そこで、ヒートポンプの一層の普及に向けてノンストップ暖房技術の開発に着手した。

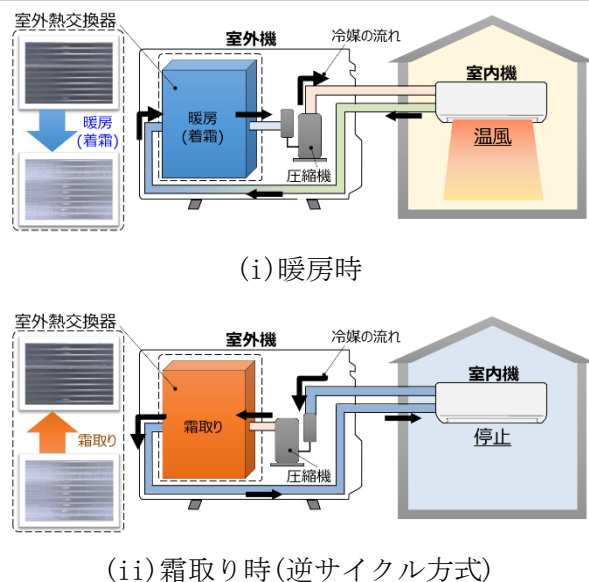


図1 冷媒の流れと室外熱交換器の状態

開発のねらい

霜取り中に室内の暖房を停止させない方法として、室外熱交換器を上下に2分割し、交互に暖房と霜取りするノンストップ暖房技術が、ルームエアコンや店舗用のパッケージエアコンの一部で実用化されている。図2に、室外熱交換器を分割したノンストップ暖房技術を示す。しかし、霜取りに熱量が小さいガス冷媒の顕熱を利用し、霜取りに多くの冷媒が必要であるため、室内の暖房に使用できる冷媒流量が制限される。そ

のため、霜取り中に室内の温風温度が低下することが課題であった。

温風温度を低下させないためには、霜取りに使用する冷媒流量を可能な限り削減し、室内の暖房に多くの冷媒を使用することが効果的である。そこで、本開発では霜取りにガス冷媒が液体に凝縮されるときに放出する凝縮潜熱を利用することに着目した。潜熱とは、物質が状態変化するときに周囲へ放出、または、周囲から吸収する熱であり、水の蒸発潜熱を利用する打ち水に連想されるように、顕熱よりも熱量が大きいことが特徴である。図3に従来と本開発の霜取り方式を示す。

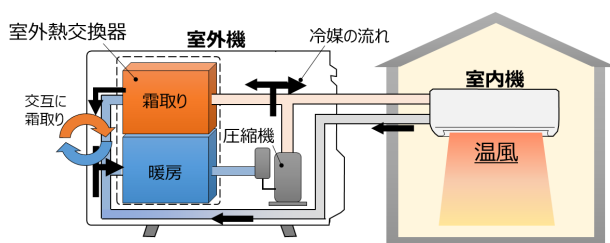
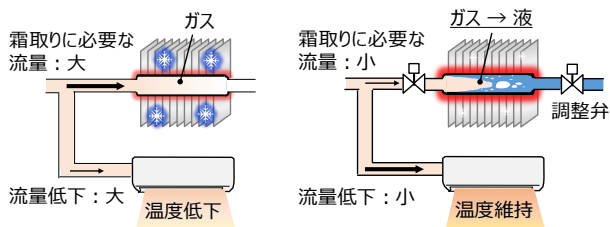


図2 ノンストップ暖房技術



(i) 従来（顕熱利用） (ii) 本開発（潜熱利用）

図3 霜取り方式

また、一般的に霜は 0°C で融解するため、冷媒の凝縮潜熱を利用する霜取りでは、霜の融解温度である 0°C よりも高い温度で冷媒をガスから液体に凝縮させる必要がある。周囲の圧力によって物質が状態変化する温度も変化するため、霜取りされる熱交換器の冷媒圧力を適切に制御することで、凝縮潜熱を利用することが可能となる。

装置の概要

図4に、本技術を搭載したルームエアコンとパッケージエアコンの室外機を示す。ノンス



(i) ルームエアコン (ii) パッケージエアコン

図4 本技術を搭載した室外機

トップ暖房を実現するために増設した冷媒配管やセンサ、アクチュエータは、室外機にコンパクトに収納され、従来モデルと同等のサービス性が確保されている。また、室外機の寸法や重量も従来モデルと同程度であり、室外機の運搬や設置作業性に従来モデルからの差はない。

技術上の特徴

① 新たな冷媒回路の開発

現行空調機の小改良で霜取りに冷媒の凝縮潜熱を利用できる新たな冷媒回路を考案した。図5に冷媒回路を示す。室外熱交換器は冷房能力や暖房能力を最大化する従来の熱交換器パス設計を踏襲するため、上下で分割した。霜取り対象の熱交換器前後に圧力調整機構(膨張弁と毛細管)を設置し、冷媒がガスから液に凝縮するように冷媒圧力を調整する。また、霜取り後の冷

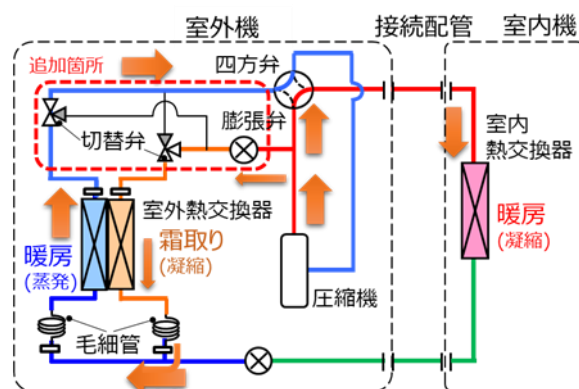


図5 本開発の冷媒回路

媒は、暖房後の冷媒と合流させて、蒸発器に流入させることで無駄なく外気から吸熱する。

② 冷媒圧力の最適な制御範囲

図6に、霜取りする冷媒の飽和温度 T_{s_o} に対する室内の暖房能力 Q を示す。 T_{s_o} が 0°C 以下の領域Ⅰと、 $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ の領域Ⅱ、 10°C 以上の領域Ⅲで暖房能力が異なることがわかる。そこで、エンタルピー変化量、冷媒流量、熱交換器内の冷媒の液量をもとに要因を調べた。

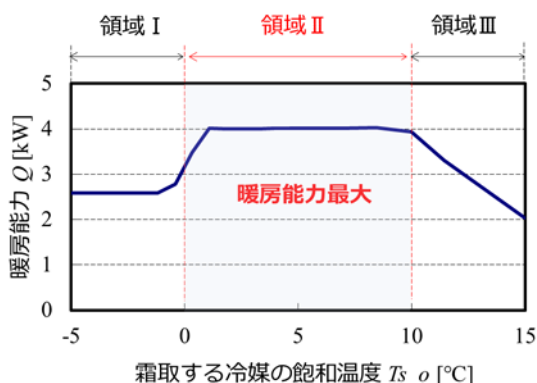


図6 冷媒の飽和温度に対する暖房能力

図7に、霜取りに利用する冷媒のエンタルピー差 Δh を示す。霜は 0°C 以上で溶けるため、領域Ⅰでは霜取りに利用できるエネルギーは、冷媒ガスの温度変化のみで、冷媒から得られるエネルギー量が少ない。一方、領域Ⅱ、領域Ⅲでは凝縮潜熱を利用するため、領域Ⅰに比べて6倍のエネルギーを得ることができる。図8に、暖房する室内機と霜取りに利用される冷媒流量 Gr を示す。領域Ⅱ、領域Ⅲでは、領域Ⅰよりも少ない冷媒流量で霜取りするため、暖房する室内機で多くの冷媒流量を使用できる。

図9に、室外熱交換器に貯留される冷媒量を示す。なお、熱交換器が全て冷媒液で満たされ

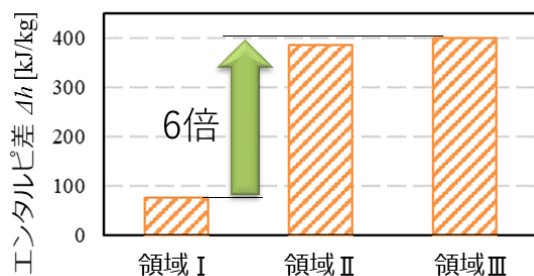


図7 霜取りに利用する冷媒のエンタルピー差

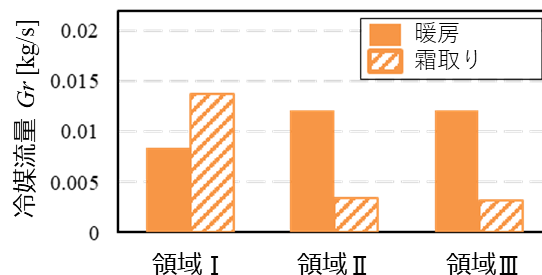


図8 暖房と霜取りに利用される冷媒流量

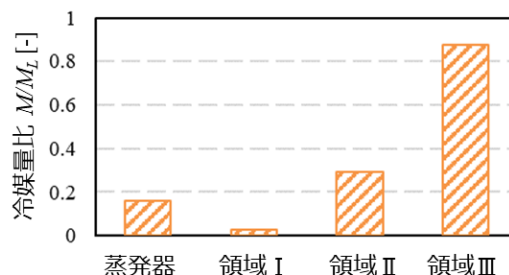


図9 室外熱交換器に貯留される冷媒量

た場合を1とする。冷媒の飽和温度が上昇するにしたがって熱交換器内で液化、貯留される冷媒が増加する。冷媒の圧力を過度に上昇させると、室外熱交換器に多量の冷媒が貯留されるため、冷媒の移動に時間がかかる。

上記より、効率よく霜取りするためには霜取りする冷媒の圧力を、領域Ⅱの $0 < T_{s_o} < 10$ に制御することが重要である。

③ 残霜レスを実現する霜取り制御

本技術を実用化する上で、いかなる室外環境においても溶け残りのない霜取りが必要である。上下2分割された室外熱交換器では、上側の熱交換器の霜取りで融解した水が、暖房運転される下側の熱交換器に流入して再氷結することが最大の課題であった。下側の熱交換器に付着した霜が上側の熱交換器で融解した水をせき止めて再氷結させるメカニズムを見出した。図10に室外熱交換器の除霜の様子を示す。最初に下側の熱交換器の霜取り、次に上側の熱交換器の霜取りを終えた後、最後に下側の熱交換器を再度霜取りする一連の霜取り運転により再氷結を防止した。

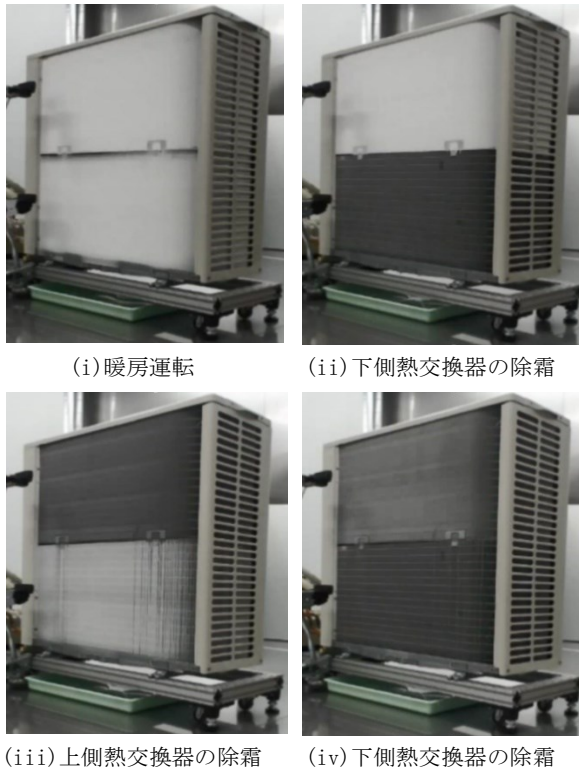


図10 室外熱交換器の除霜

表1 性能比較

	本開発	逆サイクル方式
平均暖房能力比[%]	103	100
平均電気入力比[%]	103	100
室温変動[°C]	0.6	5.4

す。平均暖房能力比と平均電気入力比は従来方式の暖房と霜取り時の平均値を 100%とした。本開発による霜取りは、周波数を増速し暖房能力を増大させるため一時的に電気入力が増大するが、温風温度は維持され室温低下しない。一方、逆サイクル方式は霜取り中に室内暖房が停止され、室温が大きく低下する。暖房復帰後に圧縮機周波数が大きくなり電気入力が増大する。従来と比較して、平均暖房能力と平均電気入力の上昇幅は同等となり、霜取り時の室温変動を抑制しながら省エネ性を維持できることを確認した。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する代表特許は下記の通りである。合計 19 件出願、18 件登録。

①日本国特許第 6021940 号

名称: 空気調和装置

概要: 冷媒回路に関する特許

②日本国特許第 6661843 号

名称: 空気調和装置

概要: 冷媒制御技術に関する特許

実用上の効果

図 11 に、当社試験室における外気 2°C/1°C の試験結果を示す。背景が橙色の時間帯は本開発、青色の時間帯は逆サイクル方式の霜取り運転である。また、表 1 に、本開発と逆サイクル方式の平均暖房能力比と平均電気入力比、室温変化を示

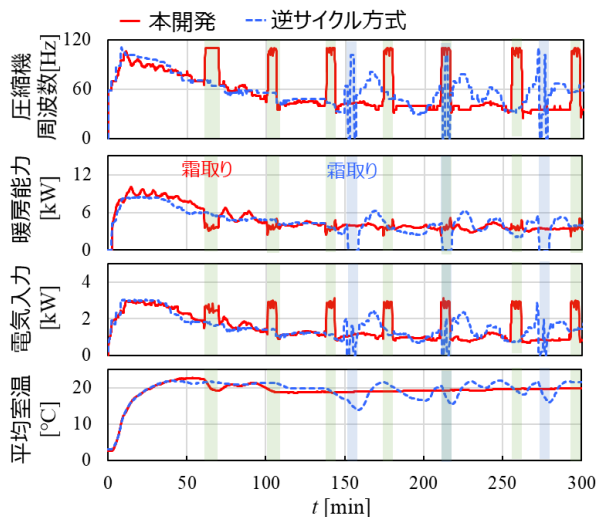


図11 実機試験結果

むすび

今回、寒冷地でのヒートポンプの唯一の弱点であった霜取りによる暖房の停止を克服し、室内の居住者が寒さを感じることなく暖房を継続できる暖房機器を開発した。

燃焼式の暖房機器と同等の快適性を確保した上で、省エネ性に優れたヒートポンプへ置換えを促進することで、地球温暖化への抑制効果が期待でき、暖房機器の環境負荷軽減に貢献する。

配管内撮像と配管図作成を行う 配管探査装置

株式会社 弘栄ドリームワークス

代表取締役社長 菅 原 康 弘

(株)弘栄ドリームワークス 代表取締役会長 船 橋 吾 一

(株)弘栄ドリームワークス 技術部 部長代理 斉 藤 勝 義

(株)弘栄ドリームワークス 技術部 部長代理 吉 田 益 美

(株)弘栄ドリームワークス 技術部 課長 矢 萩 清 人

はじめに

高度経済成長期に建設された社会インフラは50年が経過し、補強・改修の時期にある。

また、ビル・工場などの産業施設、病院や学校などの公共施設、マンション・住宅などの住居施設などの新築工事は縮小傾向にあり、代わって既存インフラをメンテナンスにより良質状態で使用を延長する要求が多くなっている。

このような状況の中、配管メンテナンスにおける埋設配管の破損箇所の特定や、老朽化の進行度の確定は非常に難しい業務である。

また、古い設備では図面が無い、又は最新版に更新されていない場合も多数有る。

これら設備、インフラの更新を、効率良くかつ施工コストを抑えて実施すべく、『見えない配管が見える化』する配管探査装置『配管くん』を開発し、実運用を開始した。

開発のねらい

『配管くん』はカメラとセンサーを搭載して配管内の映像と位置情報を取得することで、配管の診断が行え、『建物の“人間ドック”』のサービスを提供することを目的としている。

このサービスを提供するため、2019年に親会

社から分社化し、建設業プラットフォーム『何とかしたいを何とかします!』を立ち上げて事業を開始した。

装置の概要

表1にラインアップを示す(赤枠が申請対象)。

《共通の利点》

- ①自在に曲がり配管の奥まで進める。
※ファイバースコープは4曲り程度まで
- ②移動した軌跡から配管図を作成し、これと連動して映像を記録/確認できる。
- ③報告書用のデータを簡単に作成。

表1 『配管くん』シリーズ

機種		対応する配管	機能
I 型		排水管用 φ100-150mm	撮像 配管図
II 型	A Type 高圧 洗浄型	排水管用 φ40- 75mm φ75-125mm	撮像 配管図 洗浄
	B Type 流水型	排水管用 φ75-150mm	撮像 配管図
III 型		ガス管用 φ25- 75mm 排水管用 φ25- 75mm	撮像 距離

【Ⅰ型】

PC で機体のロール方向と配管の形状を確認し、リアルタイムの配管映像を見てコントロールBOXで機体进行操作する（図1、2）。

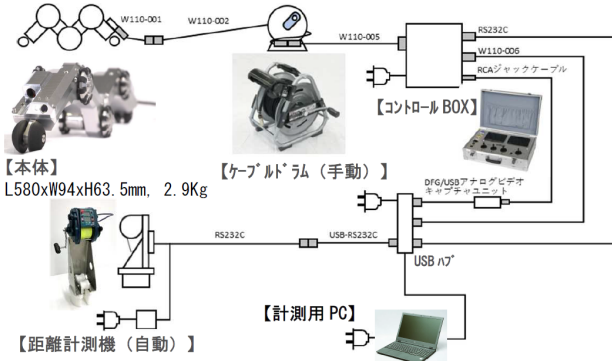


図1 装置構成

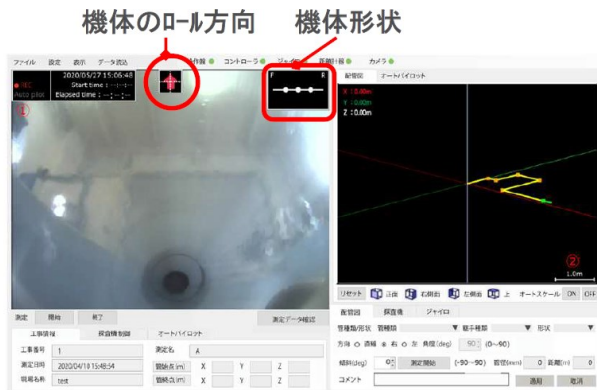


図2 操作画面

【Ⅱ型 A Type】

PC で配管の映像を見て、バルブで水圧を調整し、洗管ホースを回して機体の向きを配管の曲がりに合わせてながら進む（図3、4）。配管図と

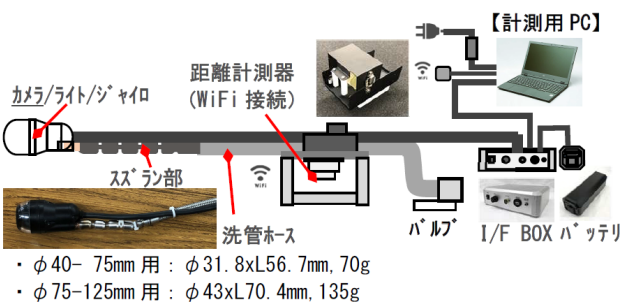


図3 装置構成図



図4 移動時の様子

管内映像は、機体を引き抜く際に取得する。

【Ⅱ型 B Type】

A Type の機体と洗管ホースを図5の装置に置き換えた構成である。カプセルは水流で進み（図6）、PC で配管の映像を見て、水量を調整しながら進む。

配管図と管内映像は、機体を引き抜く際に取得する。

カメラ/ライト/シャフト/発泡材カプセル



φ42mmxL70.4mm, 43g

図5 カプセル

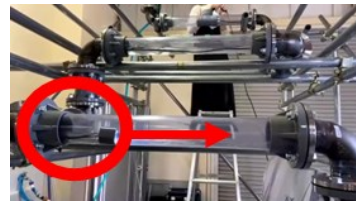


図6 カプセルが流れる様子

【分析用アプリケーション:グットとパイプ Dr.】

取得したデータをクラウド上に保存し、配管図の合成・データ分析・まとめを行う（図7）。

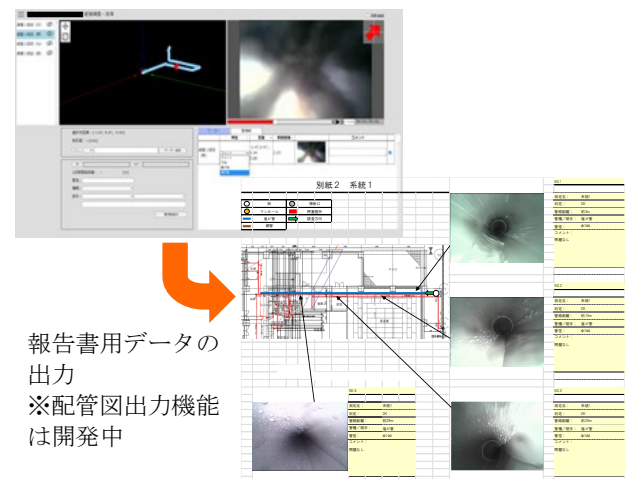


図7 操作画面

技術上の特徴

【Ⅰ型】

①異径管対応

本装置は機体の屈曲を大きく変化でき、管径

φ100～150の異径管に対応可能(図8)である。

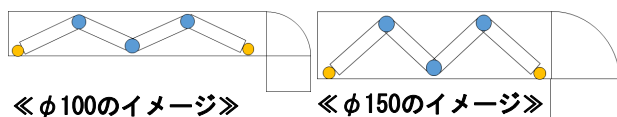


図8 管径の差異による機体形状

また、機体幅を広げると、管壁に当たる車輪の位置の関係から、車輪が小さく、高さも低くなってしまう(図9)。更に、現場で使用するためには、剛性が必要だが、金属を使用すると重量が増し、所要な駆動力も大きくなり、モータ(8個)のサイズも大きくなってしまう。

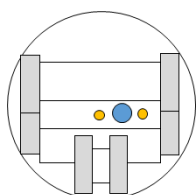


図9 管に対する機体位置

このため、機体寸法の設計が重要で、機体の中に駆動機構および制御/電装系を詰め込まなくてはならず、機構のバランスが重要であった。

②独立した変形駆動部とオムニホイール

各関節に独立した駆動部を設けることで、管内に車輪を押し当てて移動し、様々な管形、異物回避などに対応する(図10)。

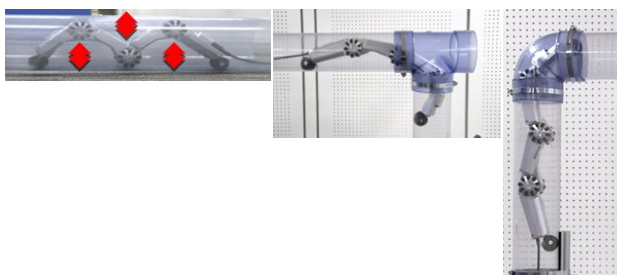


図10 I型の動き

更に、機体を回転、および関節を駆動してカメラの位置を操作し、任意の場所を撮影できる。

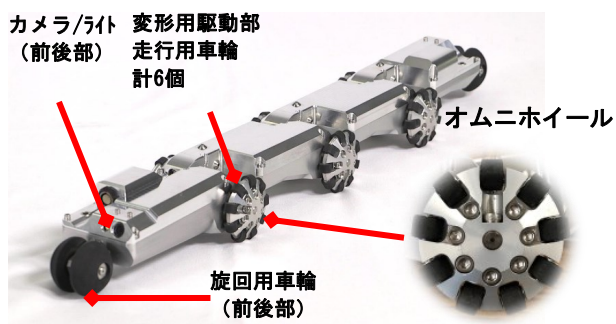


図11 I型構造

また、オムニホイールを採用したことで、機体のロール方向の回転と、前後移動を同時におこなえ、配管内をスムーズに移動できる(図11)。

【Ⅱ型 A Type】

細い管内を進むため、高圧洗浄機と組み合わせて、推力と洗浄力を一挙に獲得した(図12)。

この機器を使用することで、作業者の勘で行っていた洗浄作業を確実に行うことが出来るようになった。また、配管の曲がりには7か所ほど進めるようになり、主な現場をカバーできる(図12)。



図12 主要部概観

①光源位置とカバー

小型化と側面からの光量確保のため、中央寄りに配置した(図13)。



図13 カプセル

②レンズカバー

衝撃による傷対策としてサファイアガラスを採用した(図13)。

③箱型ジャイロ

カプセルの小型軽量化と内部配線スペース確保のため、箱型ジャイロ(図14)を開発した。

④配管図作成

移動距離を距離計測器(図15)で測定し、曲がった場所と角度をジャイロで検出し、経路を3D表示する。



図 1 4 箱型ジャイロ

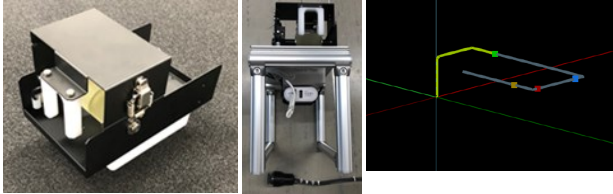


図 1 5 距離測定器

【調査用アプリケーション】

調査状況を確認しながら調査。映像と配管図をリンクして記録することで、配管図の任意の部分をクリック 1 つで映像確認ができる（図 1 6）。



図 1 6 操作状況

実用上の効果

①配管調査の範囲を拡大

これまで入れなかった配管の奥の世界を見ることができるようになった。

②不具合箇所の特定

全配管の画像と、配管図を取得するため、不具合箇所が特定できるようになった。

また、竣工前の確認に使うことで、不具合箇所の特定および確認と、竣工に向けた的確な対応が行えるようになった。

③洗浄と確認を同時に実施

これまで、洗浄と確認を繰り返し行っていたが、Ⅱ型 A Typeを使用することで、作業者の勘

で行っていた洗浄を確実にでき、両作業も同時に済ませられ、作業効率が向上した。

④効率的な改修

不具合箇所を特定できるため、改修規模を抑制し、工期、費用および廃棄物共に削減（事例：1/3～1/4に削減）できるようになった。

知的財産権の状況

本件に関する特許は下記の通りで、全て出願中である。

① 日本国 特開 2020-062942

名称：配管測定システム、配管測定装置、情報処理装置及びプログラム

概要：配管内部を走行するロボットと、配管の直線部と屈曲部を特定する仕組みを持ち、配管図を作成する

②日本国 特開 2020-068007

名称：建築設備表示システム、端末装置及びプログラム

概要：実際の部屋、建物などをカメラを通して見る際に、配管および設備を VR 表示できる仕組み

他、4 件の特許を出願中。

むすび

本開発により、『建物の“人間ドック”』のサービスを提供する一步を踏み出すことが出来た。また、本サービスを提供するパートナー企業が 30 社を超え、様々な業界、用途、運用状況のお客様からも御相談があり、配管調査のニーズと奥深さを実感している。

今後、配管調査の質の向上と、幅の充実に進化と深化を重ね、皆様のお役に立てる企業に成長したい所存である。

最後に、Ⅰ型開発にご協力頂いた立命館大学、およびその他関係各位の皆様方に感謝と敬意を表す。

極薄長尺板の 水平自動溶接装置の開発

株式会社 ムラタ溶研

代表取締役社長 村田 倫之介

(株)ムラタ溶研 代表取締役会長 村田 彰久

はじめに

ベローズ管(ひだ形状の伸縮管)は強い曲げを繰り返し行って凹凸の波を形成し、衝撃吸収やある程度の曲げに対応する部品で、世の中に広く使われている。ベローズ管成型の前に円筒縦継ぎ溶接を行ったベローズ素管を製作する必要があるが、強い曲げ加工で成形するため、溶接線上に粗密があると溶接の弱い部分から破断する(図1)。



図1 破断したベローズ管

一方、金属材料削減や慣性力減少による故障低減の理由から、ベローズ管には軽量化、薄肉化が求められ、素管成型はさらに高難度溶接となった。素管溶接は均一なビード幅で安定した溶込みが必要となる。薄肉化は0.2mmまで進んだが、それ以下は金属量が少なく、破断しやすいためこれまでできなかった。

開発のねらい

ベローズ管の薄肉化は、金属材料の削減、故障削減に直結する。また、あらゆる箇所に使われているだけに、たとえば運搬などベローズ管軽量化が産業全体にもたらす効果は大きい。

気密漏れ、破断などが起きやすい高難度溶接だからこそ、不安定な職人的技量を必要とせず、

溶接未経験者などだれが使用しても高難度溶接が実現できる構造としたい。このようなSDGs要素を伴う時代背景にも後押しされ、歩留まりほぼ100%でありながら、さらなる薄肉化を達成する装置の開発が求められた。今回は厚さ0.15mmのSUSの突合せ溶接による円筒素管形成で、1/10高さまでベローズ圧縮形成して気密性を保ち、かつ不良をほぼ出さない装置の開発を目標とした。

装置の概要

本装置の外観を図2に、円筒素管をホールドしている状態と模式図を図3に示す。



図2 装置外観

図2、3のように円筒素管を配置し、溶接線全線にわたって密着させる。ここでポイントとなるのが、溶接全線にわたってわずかの隙間もなくワーク端部どうしの密着状態を形成すること



図3 ワークのホールド状態と模式図

である。それができていないと、溶接後に強い曲げ加工を行ったとき密着が弱い箇所、または隙間がある部分から割れてしまう。

溶接前のワーククランプを抜本的に改良する必要があり、機械的クランプに加えてエアチューブを使用した新発想・新開発のクランプ機構を開発し、左右のクランプを柔軟に計4段階で加圧することにより、この課題を克服した。

また、ビード幅を1mm以下に抑えながら、かつ金属溶融の溶込みを一定に保ち、溶接箇所から破断しないようにするという相反する課題があったが、こちらは10年にわたり改良を加え続けた独自開発の狭窄TIG技術を使用することで克服した。狭窄TIG技術は、トーチ先端部を2重ノズル化することで中心部のガス流速を高め、入熱密度を飛躍的に向上させて狭いビード幅であっても十分な溶込みを行う技術である。

技術上の特徴

今回の円筒素管溶接のポイントは、以下の2点であり、これが技術上の特徴となる。

- ①ワーク端面どうしのわずかの隙間もない密着状態形成
- ②幅1mm内で均一かつしっかりとした金属溶融を伴う溶接の実現

まずは①の密着状態の形成について解説する。溶接全線を機械的に強い力で突き合わせるだけでは、応力は分散せず粗密が生じて均一な力で密着しない。これまではサーボモータを使用してクランプ板を押し付け合って密着状態をつくり出していたが、その方法ではモータがシリンダを押す部分に荷重が集中してしまう。もっと、人の手で摺り合わせるような応力を緩

和する動作が必要だった。

この問題を当社はエアチューブとばねを併用して2段階に柔軟かつ強力に突合せが行える把持機構によって解決した。図4にその概略図と解説を示す。

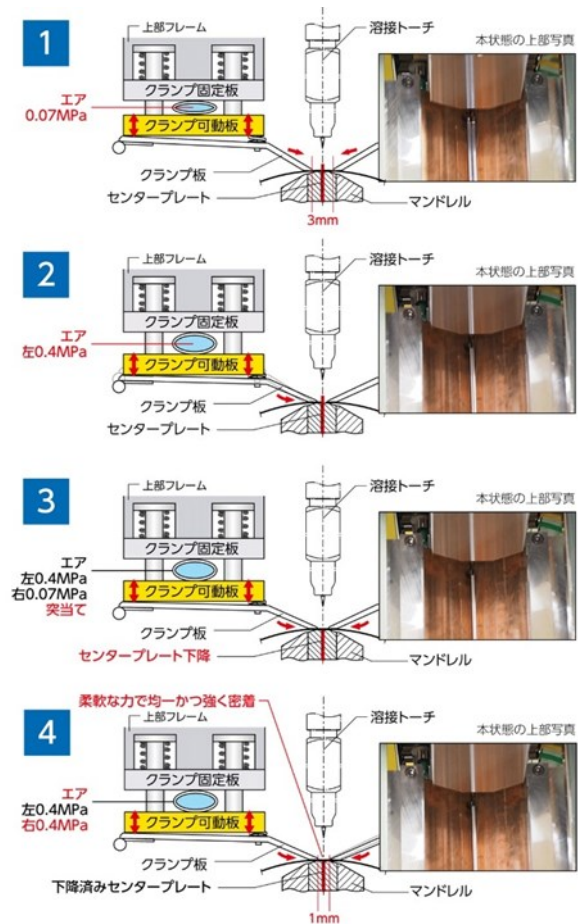


図4 エアチューブとばねによる把持機構

- ① 左右のクランプを、ばねの力とエア圧0.07MPaのみで円筒の端部をセンタープレートに押し当てるようにクランプ(クランプの間隔: 3mm)。
- ② 左エア圧を0.4MPaまで加える。各部ばねが縮み、クランプ版の折れ角度がやや開き、断面図左右からセンタープレートへ柔軟に押しつけるように力が加わる。
- ③ センタープレートが下降する。
それまでのクランプへの加圧により、円筒材料の端面どうしが密着する。
- ④ 右エア圧を0.4MPaまで加圧、円筒溶接端面どうしの密着力がさらに高まる。

端面の応力に対してエアとばねにより、柔

軟な力で均一で強い密着を実現。

このときクランプの間隔は 1mm まで縮まり、円筒溶接端面どうしの密着力がさらに高まる。端面の応力に対してエアとばねによる柔軟な力で突き合わせることにより、均一で強い密着力となり溶接を行うに理想的なワーククランプ状態ができる。

次に狭小幅で入熱密度を高め、均一でしっかりと金属溶融を行うための「狭窄ノズル」について説明する。狭窄ノズルはトーチノズルの中にもう一つ設けられたノズルである。図5にその構造を、図6に狭窄ノズル装着状態の外観を示す。

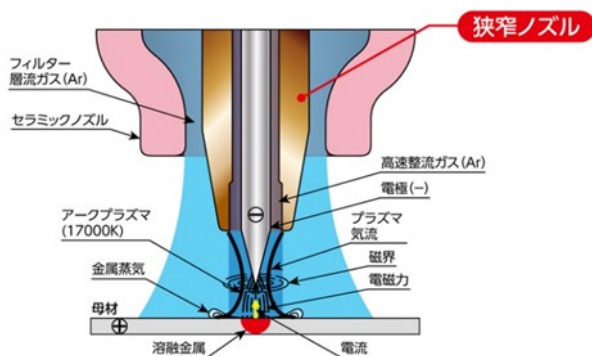


図5 狭窄ノズル解説図

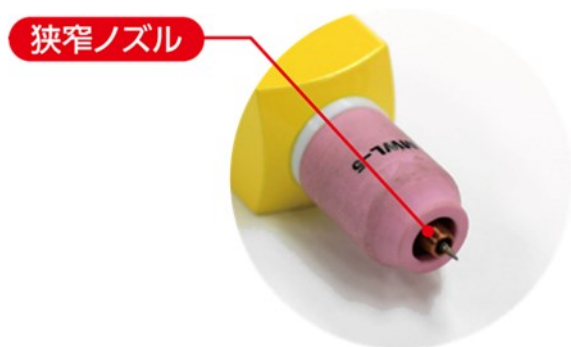


図6 狭窄ノズル装着状態

狭窄ノズルを装着することで、入熱密度および挿入熱量の向上、プラズマ気流速度の向上がなされた。図7に大阪大学 接合科学研究所の解析による数値的結果を示す。

数値的結果は以下の通り。

- ・最高入熱密度：約 23%UP
- ・総入熱量：約 8%UP
- ・プラズマ気流速度：約 49%UP

この効果により、狭小幅でも入熱密度を高め、安

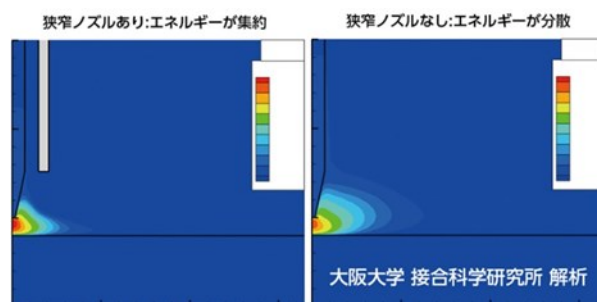


図7 大阪大学によるエネルギー収束解析図

定した溶接が可能になった。狭窄ノズルはムラタ溶研が以前から保有する技術だが、さらに今回はクランプ幅の狭小化と電流パルス制御によるサーマルピンチと磁気ピンチ効果で高品質溶接を実現した。その解説図を図8に示す。

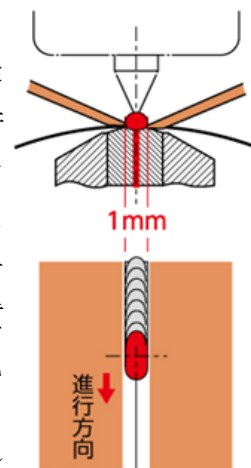


図8 サーマルピンチ効果

狭窄ノズルに強弱パルス電流制御を搭載することで、磁気ピンチ（アーク緊縮）効果を高めた。また、クランプ幅を狭くすることでクランプ板の冷却効果（サーマルピンチ）によりアーク形状がトーチ進行方向に長く変形する。このことにより、タングステン電極の中心より溶融プールが先行し、穴あきを防いで高品質の溶接を実現することができる。

このような技術により、0.15mm SUS の円筒素管形成で、1/10 高さまでベローズ圧縮形成して気密性を保ち、かつ不良をほぼ出さない装置開発目標を達成した（図9）。



図9 素管と1/10圧縮したベローズ管

実用上の効果

金属製管継手 2019年の生産高は 291,011 百

万円である（経済産業省 工業統計調査 品目別統計より）。

うち 5%をベローズ継手かつ適合形状の市場と考えると年間 145 億円市場となり、潜在的市場規模は大きい。

採算性や回収期間については導入先企業の従来状況との比較になるが、当社試算で一般円筒溶接装置と比較して年間約 450 万円の人件費削減効果が得られる。

さらに年間 504 万円分の生産性向上（ $\text{¥6,000/h} \times 7\text{h/日} \times 240\text{日稼働} \times 50\%$ 生産性向上=504 万円）が計上できるため、経済的効果は ¥9,540,000/年 と試算できる。各社の生産状況にもよるが、装の回収期間は約 1～2 年と見込まれる。

さらに、本装置導入の波及効果としては以下の事柄が上げられる。

本装置は高難度溶接でありながら職人的な技能を全く必要としない。パート従業員や外国人研修生でも使用方法について 30 分程度の簡単なレクチャーを受けるだけで、ほぼ歩留まり 100%で最高品質の溶接結果が得られる。生産のタクトタイムは大幅に短縮し、品質のバラツキは回避され、熟練工は他の高難度溶接を行うことができる。

本装置は人体にとって有害な溶接ヒューム発生量が 0.005mg/m^3 以下と極めて少なく、基準の 0.05mg/m^3 以下に抑制されているため、「金属アーク溶接等作業による特化則の特定化学物質」に該当しない。

溶接可能材料の薄さが $0.2\text{mm} \rightarrow 0.15\text{mm}$ となるため、他社従来品との比較では使用金属材料 25%以上の削減が可能になる。

狭窄ノズル採用で加工速度が $4,000\text{mm/min}$ に向上するため、使用ガス、使用電力は極めて抑制され、従来と比較して大きく削減できる。

モニターを介してアークを監視し、直視できない構造を採用している。また、クランプ時にも指挟みや怪我が起こりえない構造で、未経験者や外国人研修生でも安全性が担保される機

構設計を採用し、安全性、信頼性、PL 法への対応面で改善できる。

以上の事柄より、本装置の導入は SDGs の 17 のゴール「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」「8. 働きがいも経済成長も」「9. 産業と技術革新の基盤をつくろう」など多くに該当すると考えられる。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 5893198 号

名称：水平自動溶接装置

② 日本国特許第 5602974 号

名称：狭窄ノズルおよびこれを用いた TIG 溶接用トーチ

むすび

本装置の開発により、ベローズ素管（図 10）の 25%の薄肉化に成功した。ベローズ管はありとあらゆる箇所で使用されている基本部品であり、その全てにおいて気密品質で 25%の薄肉化が図れるならば、産業界全体で見た場合、金属材料の削減は莫大なものになる。その他、軽量化による耐衝撃性の向上、運搬の容易さ向上など社会的に大きなメリットが見込まれる。



図10 本装置による素管で形成されたベローズ管

産学行政連携による 共同研究開発の活動支援

公益財団法人 科学技術交流財団

理事長 濱口 道成

(公財) 科学技術交流財団 知の拠点重点研究プロジェクト統括部

はじめに

公益財団法人科学技術交流財団は、幅広い研究者・技術者の交流を基盤として、産学行政の連携と協力により、地域における科学技術に関する活動を支援・推進するために設立されました。

当財団は、愛知県が愛・地球博跡地に整備を進める「知の拠点あいち」（図1）に拠点を構え、産学行政による科学技術分野の研究会活動や共同研究プロジェクトなどの事業展開を推進しています。また次世代のモノづくりに不可欠なナノレベルの先端計測分析施設である「あいちシンクロトロン光センター」を整備運営し、付加価値の高いモノづくり技術を支援しています。



図1 知の拠点あいち

ここでは、当財団が平成23年度より実施している産学行政連携による共同研究開発「知の拠点あいち重点研究プロジェクト」の取り組みについて紹介します。

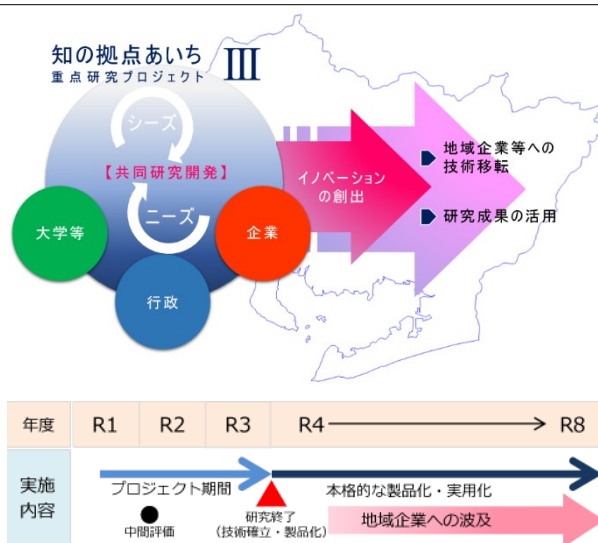


図2 知の拠点あいち重点研究プロジェクトイメージ

事業支援のねらい

「知の拠点あいち重点研究プロジェクト」は、大学等の研究シーズを活用したオープンイノベーションにより、県内主要企業が有する課題を解決し、新技術の開発・実用化や新たなサービスの提供を目指す産学行政連携の共同研究開発プロジェクト（図2）であり、当財団が愛知県から委託により実施しているものです。

本プロジェクトは、知の拠点あいちにおいて、「場」と「機会」を提供する大規模な産学行政連携の共同研究開発です。研究テーマごとに守秘義務を課したのち、企業技術者、大学等の研究者、任期付研究員が365日24時間いつでも自由に使える研究室をシェアできます。また、あいちシンクロトロン光センター、あいち産業科学技

術総合センターの電子顕微鏡を始めとした 20 種を超える高度計測分析機器が身近にあり、これらの機器分析を担当する公設試験研究機関等の職員が常駐しており、その利便性の良さがあります。

さらに、知の拠点あいち内の実証研究エリアでは、開発した装置のパイロットプラント規模の実証実験を実施するとともに、成果を広くアピールすることができます。

事業支援の概要

知の拠点あいち重点研究プロジェクトは、Ⅰ期 5 年間、Ⅱ期 3 年間、Ⅲ期 3 年間（令和 3 年度まで）、計 11 年間の共同研究開発を実施しました。予算規模は、1 プロジェクト当たり約 3 億円/年間となっています。

<重点研究プロジェクトⅠ期>

（平成 23 年度～平成 27 年度）

26 大学、81 企業、11 研究機関から合計 815 名が参加し、共同研究開発に取り組みました。以下の 3 プロジェクトを実施しました。

- ①低環境負荷型ナノ・マイクロ加工技術開発
- ②食の安心・安全技術開発
- ③超早期診断技術開発

<重点研究プロジェクトⅡ期>

（平成 28 年度～平成 30 年度）

17 大学、99 企業、11 研究機関から合計 898 名が参加し、共同研究開発に取り組みました。以下の 3 プロジェクトを実施しました。

- ①次世代ロボット社会形成技術開発
- ②近未来水素エネルギー社会形成技術開発
- ③モノづくりを支える先進材料・加工技術開発

<重点研究プロジェクトⅢ期>

（平成 31 年度～令和 3 年度）

19 大学、106 企業、12 研究機関から合計 1,063 名が参加し、共同研究開発に取り組みました。以

下の 3 プロジェクトを実施しました。

- ①近未来自動車技術開発
- ②先進的 AI・IoT ビッグデータ活用技術開発
- ③革新的モノづくり技術開発

重点プロジェクトⅢ期の研究開発スケジュールを図 2 に示します。研究開発の目標として、技術の確立、製品化、成果の社会実装を目指しました。

「近未来自動車技術開発プロジェクト」では、加速する自動車の電動化、情報化、知能化および MaaS など、自動車関連技術を取り巻く環境が、100 年に一度の大変革期を迎えており、この大変革期を乗り越えるため産業界・大学・研究機関が一丸となり、研究開発に取り組みました。

「先進的 AI・IoT ビッグデータ活用技術開発プロジェクト」では、モノづくりから農業・健康長寿までの幅広い分野において、AI・IoT・ビッグデータを利活用し、ロボット高度化やエネルギーの最適配分などの技術開発に取り組みました。

「革新的モノづくり技術開発プロジェクト」では、モノづくり愛知の根幹をなす基盤技術の更なる高度化を推進するため、自動車・航空機産業などの分野を支える先進材料・加工技術の研究開発、その評価技術などに取り組みました。

事業支援の特徴

本プロジェクトの研究マネジメントのために、当財団に「知の拠点重点研究プロジェクト統括部」を設置しました。研究統括、プロジェクトごとに事業統括、科学技術コーディネーターおよび事務管理部門からなる体制を組織しました。また、研究チームには、研究リーダー（主に大学研究者）、事業化リーダー（主に企業技術者）を配置して研究開発を進めました（図 3）。

研究マネジメントは、研究統括と各研究チームの研究リーダー・事業化リーダーが直接面談して開発の課題や方向性等について確認しあう「戦略対話」、開発の段階が全体行程のどの位置にいるのかを常に見える化することにより適切

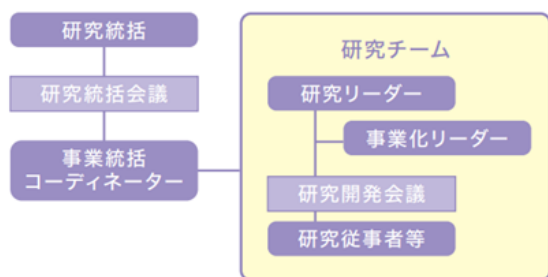


図3 研究マネジメントの体制(一部抜粋)

な進捗管理を行う「研究開発のフェーズ管理」の手法を軸にして、研究評価(年次評価・中間評価・最終評価)と連携して進めてきました(図4)。さらに、成果の確実な社会実装につなげる観点から、参加企業の役割を明確化させ、プロジェクト終了後5年間を見通した「事業連携チェーン」の構築など、出口を意識したマネジメントに取り組んできました。

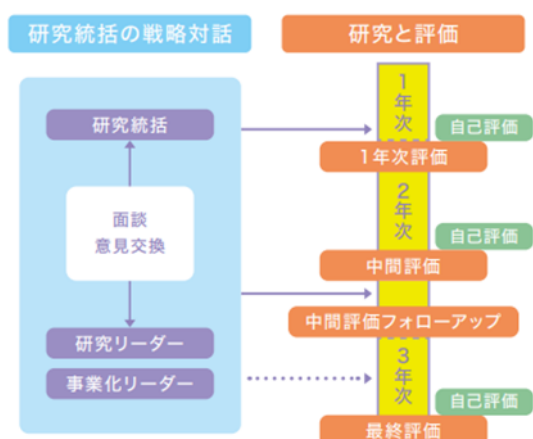


図4 研究マネジメントの取り組み

事業支援の成果

知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅠ期、Ⅱ期、Ⅲ期の成果を表1に示します。本プロジェクトの目標としている「②技術の確立」段階以上に開発ターゲット全体の82%が到達、社会実装(生産準備・製品化)に至ったものも82件あり、概ね初期の目標に達成することができました。

表1 数字で見る研究開発成果

項目		成果
開発ターゲット※		249件
到達地点	①要素開発達成	44件 (18%)
	②技術確立(実証試験)	107件 (43%)
	③社会実装	82件 (33%)
	④他プロジェクト展開	16件 (6%)
特許出願		187件
査読論文		164件
プレス発表		144件

※ 開発ターゲットとは、研究開発の対象となる具体的な製品、技術、ソフトなど、最終的な目標として当初に設定するものです。

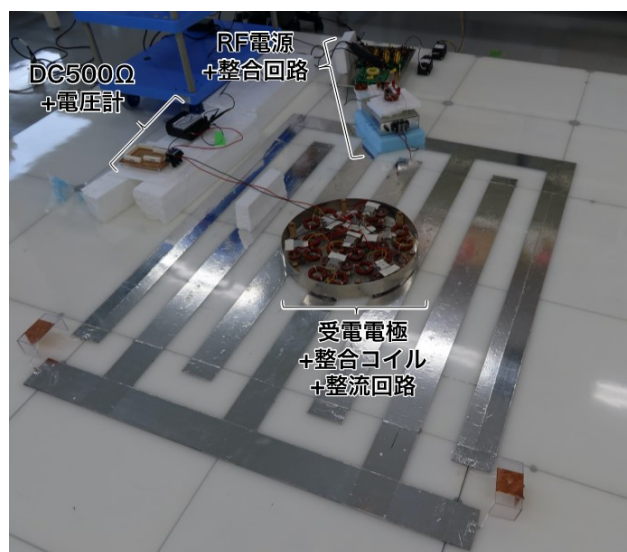


図5 ワイヤレス給電システム統合電気性能試験

研究成果事例①

＜小型ビークル・ロボットのためのワイヤレス給電インフラシステム＞

いつでもどこでも知らぬ間に充電されるワイヤレス給電インフラシステムを研究開発しました(図5)。

本研究チームに参画した(株)パワーウェーブ(豊橋技術科学大学発ベンチャー)が、ワイヤレス給電方式をビークルに適用するた



図6 試作したロボットの例

めの基礎構想作成の業務を受注しました。また、令和4年度以降は、量産準備も含め、AGV（無人搬送車）、パーソナルモビリティ、産業機械への応用展開を計画しています。

研究成果事例②

<ロボットプラットフォーム>

自律移動型ロボットをターゲットとしたプラットフォームを研究開発しました（図6）。

研究リーダーである OnClouds Inc.（名古屋大学発ベンチャー）は、複数のロボットの自律移動を実現するための要素（地図作成、経路生成等）を持った「RaaS」ソフトウェアを開発。現在メカトロニクス技術を持つ中小企業と連携し、自律移動ロボットを用いた搬送サービス事業への活用を進めています。

研究成果事例③

<新しい金属積層造形装置・機能の開発>

既存のマシニングセンター上で提案する新しい金属積層造形技術を実現する装置/機能を研究開発しました（図7）。開発した機構は、板材の搬送、FSW（摩擦攪拌接合）、切削の各プロセスを、マシニングセンターのNC機構によって自動的に繰り返し、省スペース低コストの積層造形を実現することができました。



図7 開発した新積層造形装置・機能

むすび

今日、デジタル社会・データ駆動社会への移行という大きな潮流の中で、生活スタイルや社会構造が大きく変わろうとしています。モノづくりの現場においてもこの渦から逃れることはできず、確かな対応を余儀なくされております。とりわけ喫緊の課題となった気候変動問題に関しては、メーカーのみならずサプライチェーンを含めたモノづくりの連鎖全体としてカーボンニュートラルへの移行が必要であり、DX（デジタルトランスフォーメーション）の加速化はその実現のための有力な手段と考えられます。このほか、様々な技術分野において、現状の延長線上にはない革新的なイノベーションが求められています。

知の拠点あいち重点研究プロジェクトは、企業・大学・研究機関が切れ目なくつながり連携するオープンイノベーションのネットワークです。新しい社会課題に対応する基本軸を兼ね備えています。今後さらに研究開発のすそ野を前広に展開し地域発のイノベーション創成の要として貢献していきます。

令和4年度からは、愛知県が定めた「あいち科学技術・知的財産アクションプラン2025」に基づく「知の拠点あいち重点研究プロジェクトIV期」を実施しています。

これまで、当財団の取り組みにご理解ご協力いただきました皆様に深く感謝を申し上げます。

(無断転載を禁じます)

第57回機械振興賞受賞者業績概要

令和5年2月21日発行

発行所	一般財団法人 機械振興協会
〒203-0042	東京都東久留米市八幡町一丁目1番12号
	電話 042-475-1168 (技術研究所 賞事務局)

