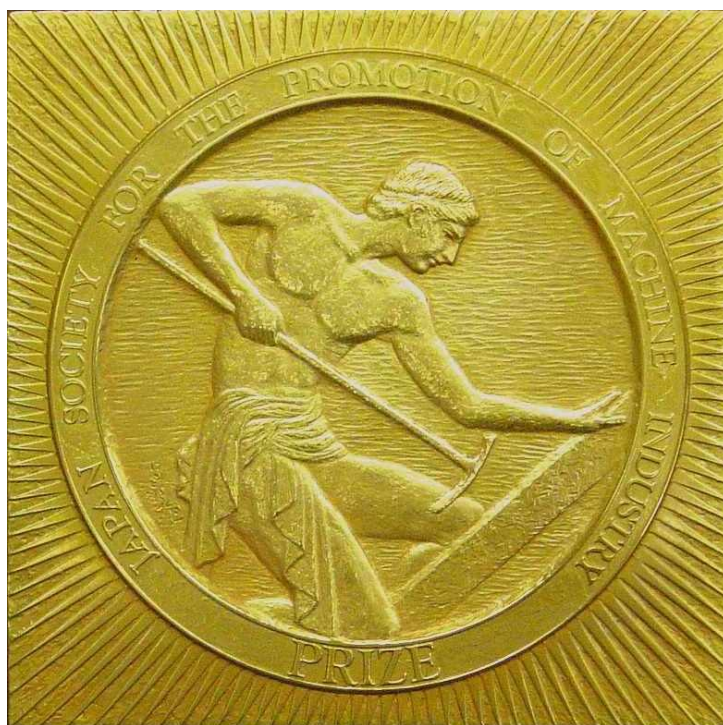


第55回機械振興賞 受賞者業績概要



令和3年2月22日

一般財団法人 機械振興協会

第55回（令和2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、(独)中小企業基盤整備機構、(国研)産業技術総合研究所、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(株)日本政策投資銀行、(株)日本政策金融公庫、東京中小企業投資育成(株)、名古屋中小企業投資育成(株)、大阪中小企業投資育成(株)、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、(公社)発明協会、(公財)JKA、(一社)日本機械工業連合会、(公社)日本技術士会、(一社)中小企業診断協会、(株)日本経済新聞社および(株)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・研究機関および研究開発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55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32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13件、支援業績1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]

- ◇ 最超高塗着エアレス塗装技術の開発 1
トヨタ自動車株式会社

[中小企業庁長官賞]

- ◇ 針葉樹圧密加工装置と圧密浸漬処理技術開発 5
株式会社 天童木工

[機械振興協会会長賞]

- ◇ エレメント積層型混合技術 9
アイセル株式会社

- ◇ ツイン投光差分方式表面検査装置 13
JFEスチール株式会社

- ◇ 新世代スプリット駆動CVTの開発 17
ダイハツ工業株式会社

- ◇ 新構造トーションビームアクスルとその高効率生産技術の開発 21
マツダ株式会社、株式会社 ワイテック

- ◇ 紙幣の高解像度磁気画像取得を可能とするライン磁気イメージセンサ 25
三菱電機株式会社

- ◇ 加工現象をリアルタイムにマルチ計測できる工具 29
株式会社 山本金属製作所

[審査委員長特別賞]

- ◇ 安価でコンパクトな少量多品種に適した飲料充填機の開発 33
株式会社 アステックエンジニアリング

- ◇ 工具等管理対象物の持出・返却管理業務の効率化 37
セールスワン株式会社

- ◇ テコの原理を使って迅速な抜歯を可能にした抜歯鉗子 41
ノイシュタットジャパン株式会社、鶴見大学歯学部、医療法人社団松伯会

【支援事業】

[中小企業基盤整備機構理事長賞]

- ◇ 山口県航空宇宙クラスターの活動支援 45
公益財団法人 やまぐち産業振興財団

(原稿作成日 令和3年2月)

【研究開発】

[奨励賞]

◇セラミックス基板の高効率切断装置

三星ダイヤモンド工業株式会社

◇大型ドローン性能評価装置の開発

ciRobotics株式会社、大分県産業科学技術センター

※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

超高塗着エアレス塗装技術の開発

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) 車両生技開発部 谷 真 二
 トヨタ自動車(株) 車両生技開発部 田 中 一 基
 トヨタ自動車(株) 車両生技開発部 大 竹 伸 弥
 トヨタ自動車(株) 車両生技開発部 村 井 裕 樹

はじめに

世界的な資源保護・温室効果ガス削減の必要性を受け、トヨタは環境チャレンジ 2050 を掲げて活動している。この中に工場の CO₂ 排出ゼロチャレンジがあるが、その削減ロードマップは日常改善だけでなく、技術革新の創出が求められている。自動車工場での工程別で見ると、塗装工程が最大の排出源となっている。その中でも塗装ブースが 50%以上を占めているため、最大の排出源である塗装ブースを根本的に小型化する必要がある(図 1)。ブースの小型化には未塗着塗料を大幅に削減する必要性があり、それはすなわち塗装時の歩留まりを大幅に低減(塗着効率の向上)させる「加工点の開発」が必要となる。

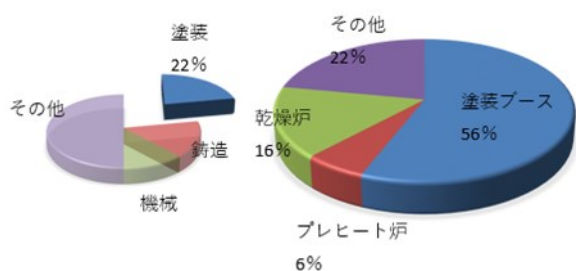


図1 自動車製造におけるCO₂排出割合

開発のねらい

塗装ブースは車体などの被塗布物に塗料を吹き付ける吹付室と、塗装品質を確保するため温湿度をコントロールした空気を火災防止などの安全確保のために常時、一様に給気する給気室、給気

された空気の排気や未塗着の塗料を回収する機能を有す回収室から構成されており、非常に大きな構造体である(図 2)。

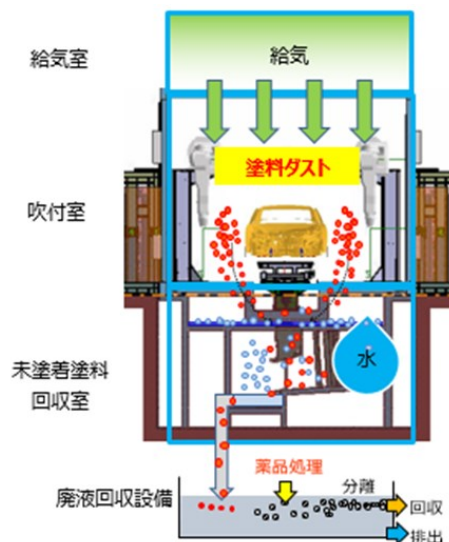


図2 塗装ブース断面(現状)

このブース内に供給する温湿度管理された空気の供給量を減らすことは、エネルギー使用量を減らす非常に有効な手段であり、塗装ブースを超小型化することで CO₂ 排出削減に大きく寄与することができる。しかし、従来の静電スプレー塗装での塗着効率(吹き付けた塗料の被塗物に付着する割合)は 65~70%程度が限界で、被塗布物に塗着しなかった塗料ダストによってブース自体や塗装用ロボットなどが汚れてしまう。その汚れは塗装品質の悪化をまねき、汚れを極力回避するためにロボットをある一定間隔で配置させ、ある程度の大きさのブース構造を確保する必要がある。それでも汚れてしまう塗装設備を維持管理するための清掃作

業が、ある一定生産時間毎に発生している。つまりブースの小型化は容易ではない。

また、従来塗装の塗着効率はいずれ以上の向上は期待できず、回収室に回収した塗料を分離・処理するために大量の水を使用する大型の排水処理装置は依然必要であり、処理に使用する水及び処理にかかるエネルギーは膨大である。

今回開発した塗着効率を画期的に向上させる超高塗着エアレス塗装は上記問題点を根本的に解決し、塗料使用料低減と合わせて、CO₂を画期的に低減可能な超コンパクトな自動車塗装工程を提供することが可能となる。

装置の概要

近年の自動車塗装はその品質と生産性を両立するため、塗装機と呼ばれる霧化装置を搭載した産業用ロボットによる静電スプレー塗装が主流である。この塗装技術はベルカップと呼ばれる回転体の遠心力で塗料の液柱を生成し、それをシェーピングエアと呼ばれる非常に大きな流用の霧化エアで粒子化させ、被塗物に塗着させる。被塗物近傍ではシェーピングエアの跳ね返りで塗料粒子が飛散し大幅な塗着効率低下を発生させる。そのため、塗料粒子を被塗物へ効率的に塗着させるために、あらかじめ塗料にマイナス電荷を印加し、アース物である被塗物へ静電気力で補助的に塗着させているが、塗着効率は65~70%程度であり、この塗装技術では限界に近い状態であった。

今回開発した超高塗着エアレス塗装は、塗着効率低下の要因の1つであるシェーピングエアを使用せず、その代わりに静電気力を最大限にかつ効

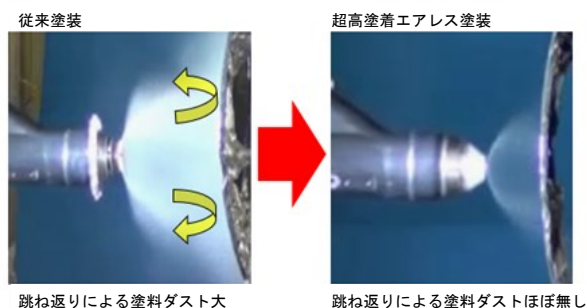


図3 従来塗装と超高塗着エアレス塗装

果的に活用することで、品質と生産性を確保しながら塗着効率を画期的に向上させることができ、環境負荷が大きい塗装工程を根本から変えることができる技術である(図3)。

技術上の特徴

超高塗着エアレス塗装は、静電気力で塗料を微粒化させ、被塗物へ飛行させる静電微粒化技術を、自動車塗装に適用させた技術である。ここで静電微粒化の原理を説明する(図4)。

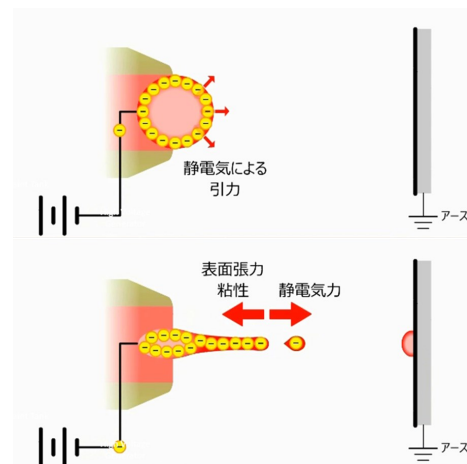


図4 静電微粒化原理

- ①ノズルから吐出した塗料に電荷を供給すると、アースされた被塗物側に静電引力により塗料が柱状に引き伸ばされる(液柱化)。
- ②電荷をさらに供給すると静電気力が塗料の表面張力や粘性を上回り分裂、微粒化する。
- ③帯電した塗料粒子は、電界に沿って被塗物に向かって飛行し、塗着する。

この静電微粒化は一般的にはとても少ない吐出量域でしか発生しない現象であり、弊社で実施した自動車用塗料を用いた可視化実験では液柱径がある一定以下(Φ80μm程度)でなければ成立せず、それより大きな径では良好な微粒化が得られないことが判明した(図5)。

一般的な静電微粒化装置である単筒状ノズルを用いた場合、吐出量に換算すると0.3cc/min以下程度しか成立せず、自動車塗装の量産ラインで必要となる吐出量200cc/min以上に対し大幅に不足していた。それを達成するにはノズルを600個以上

並列で並べれば容易に可能ではあるが、塗装機自体が大きくなりロボットへの搭載が困難になること、また塗料経路が増えることによる保全性の低下や塗色替え時の塗料ロスが増大などの背反があり現実的な方法とは言えない。

この課題を克服するために、従来の塗装機の回転体部分であるベルカップの円周上に、適切な液柱径を生成・放出できるノズルに見立てた特殊な溝構造(セレーション)を600個配置し、回転力を加え塗料を円周上に放出することで、目的の径を持つ液柱を600本形成、静電微粒化現象を発生させ、自動車塗装に必要な高吐出量域を確保することが可能となった(図6)。

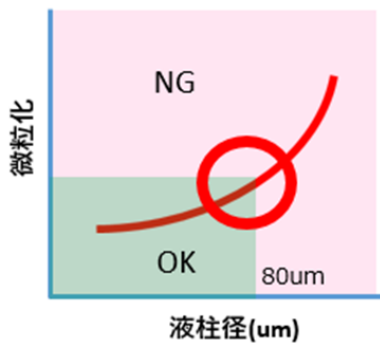


図5 液柱と微粒化相関

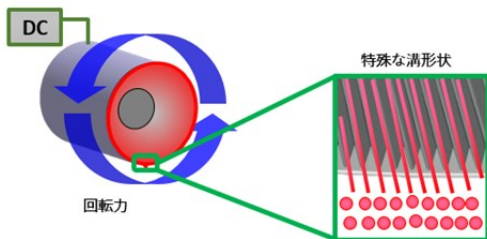


図6 高吐出領域で静電微粒化現象を発生させる手法

また、塗料への電荷の印加が安定しないと、静電微粒化現象を安定的に発生させることができず、微粒化した粒子は均一な粒子径にならない。粒子の不均一さは塗装品質に大きな悪影響を与えるため、安定的な電荷の印加もこの技術の確立のためには重要な因子となる。従来の静電スプレー塗装では電荷を印加させるためのコントローラーは一定の電圧に制御する「定電圧制御方式」が一般的であり、同方法は被塗物との距離などにより電流が変動し、実際に塗料に印加される電荷も変動することになる。自動車の車体形状のように非常に複雑な

面で形成されている場合、塗装機と被塗物の距離を一定に保ち、電荷の印加を安定させることが難しい。つまり静電微粒化の発生が安定せず塗装品質に影響がある。また近づきすぎると電流が増大し過ぎるため、塗装機と被塗物との間にスパークが発生し、機器の破損や火災発生の危険性がある。

そこで今回、電流を高精度に一定に制御する「定電流制御方式」を開発した。これは従来とは異なり、被塗物との距離に応じて自動で電圧を制御できるようにしたものである(図7)。その結果、自動車塗装においても、その車体形状に依存せず供給する電荷を一定にでき、塗装品質確保に必要な安定的な静電微粒化の発生と、近づきすぎてもスパークしない本質安全を両立させることができるようになった。

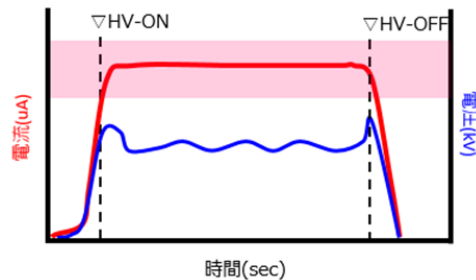


図7 高電圧制御(定電流制御)

実用上の効果

前述の技術開発により、自動車塗装としては静電微粒化現象を応用した塗装技術を世界で初めて適用、実現させ、量産ラインに導入した。従来65~70%前後だった塗着効率は95%まで向上し、従来塗装の実績にもよるが、当社においては塗料使用量を従来比で15%以上低減することができている(図8)。

工場への導入は、2017年11月より、本技術を弊社高岡工場第2塗装ラインの外板溶剤クリア工程に導入し生産を開始した。画期的な塗着効率向上により、塗料の使用量の低減でなく、塗着しなかった塗料ダストによるブースやロボットなどの設備の汚れが画期的に低減され、定期的な清掃作業などの必要性はほぼ無くなった。さらに同年12月には弊社堤工場第1塗装ラインの外板クリア工程とドア開口など車体の内側を塗装する内板クリア工程に

も導入した(図9)。また海外工場や弊社だけでなくトヨタグループ会社の塗装工程にも導入を推進しており、さらに現在は樹脂(バンパー、樹脂バックドア)塗装への適用拡大、ライン導入を進めている。

なお2019年10月には堤工場第1塗装ラインの水性中塗り工程にも導入が完了し、溶剤・水性塗料問わず全材料系への適用拡大中である。

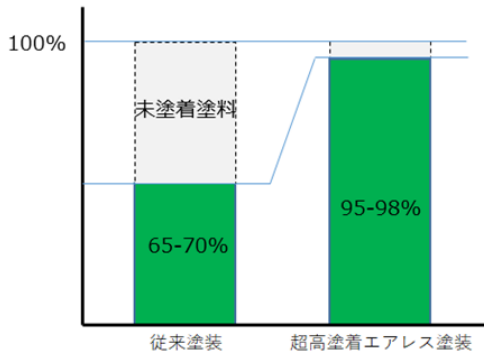


図8 塗着効率



図9 量産ラインでの実車塗装(弊社堤工場)
(上:従来塗装、下:超高塗着エアレス塗装)

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 6319233 号

名称: 静電微粒化式塗装装置及び塗装方法

概要: シェーピングエアを用いずに塗料を微粒化して塗装対象物に効率よく塗着させることが可能な静電微粒化式塗装装置及びその塗装方法を提供すること

この他、公開特許公報 3 件。

むすび

この技術は塗着効率の大幅な向上が期待でき、塗料はほぼ被塗物に塗着するため、塗装設備へ塗着してしまう塗料を大幅に削減でき、設備の汚れを大幅に低減できる。また未塗着の塗料の回収装置も大幅に簡素化が可能となる。

具体的には従来は汚れ回避のために塗装用ロボットをある一定間隔で配置させるなどの必要性があったが、その様な配置も必要でなくなるため塗装設備自体を小型化、密集させて配置させることができ、ブース自体の超小型化が可能となる。これはブース空調用のエネルギー使用量および CO₂ 排出量を大幅に低減できることを意味する。またブース下への落下する塗料ダストも大幅に低減されるため、それを水で回収して処理する従来の装置自体が不要になる。これらにより塗装設備全体がさらに簡素化され、これまでの大掛かりで汚く、環境に悪いというイメージの塗装工程全体の景色を大きく変えることができると考えている。この最新の超小型ブースは現在試作ラインでの評価を進めており、本年度中に実ライン導入・実証を目指し、開発完成を急いでいる(図10)。

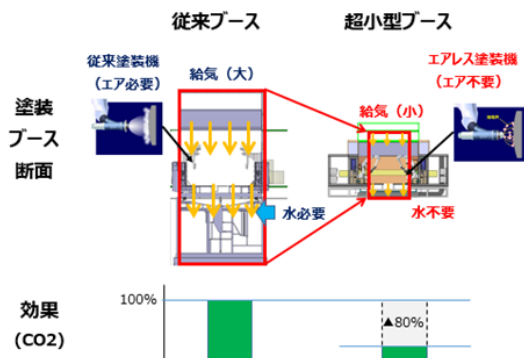


図10 超高塗着エアレス塗装による超小型ブースと排出CO₂量

針葉樹圧密加工装置と 圧密浸漬処理技術開発

株式会社天童木工

取締役社長 加藤 昌宏

(株)天童木工	常務取締役	西塚 直臣
(株)天童木工	製造部 次長	小野 慎一
(株)天童木工	製造部 技術課	武田 亮二
(株)天童木工	製造部 技術課	中田 一浩
(株)天童木工	製造部 技術課	小山 拓馬

はじめに

戦後の復興期に将来の建材としても需要を見込み、成長の早いスギやヒノキ、カラマツなどの針葉樹の植林が日本各地で大規模に行われた。しかし、日本の森林面積の約4割を占めるこれら人工林の多くは今、輸入材の増加や林業の低迷などにより、手つかずのまま放置されている。放置された森林は、荒廃による公益的な機能の低下により、土砂災害などの被害を起しやすくなっている。また、二酸化炭素を吸収する働きも低下し、温暖化防止機能も低下している。こうした日本の荒廃した森林環境を打破し、かつ日本の針葉樹の素晴らしさを広く理解していただきたいという想いから実用不可能とされてきた国産材として豊富な針葉樹による、成形合板家具製造を目指した。

開発のねらい

木製家具づくりを専業とする当社は、柔らかい性質ゆえに家具には不向きとされていた針葉樹から、高い強度とデザイン性を兼ね備えた家具を作る圧密加工技術に着手した。さらにこの技術を応用し、様々な薬液を含浸させて針葉樹

の新たな可能性を引き出す研究を進め、難燃・準不燃性能や防腐・防蟻性能などの機能を付与した木製家具の製造の開発を行った。それにより火災による悲惨な事故を未然に防ぎ、これまで不向きとされていた屋外にも針葉樹の家具を使用することを目指した。

装置の概要

これまで家具用材には有効利用が困難とされてきた針葉樹材を、2段階のロールプレス機(図1)によって加圧・加熱することで密度を高め、木材自体の強度と硬度を高めることで可能とするこの技術では、ロールプレス機の性能が重要となる。

圧密加工の工程では、製材によって製作したフリッチを煮沸し、木材を切削しやすくするために軟化させる。軟化させた針葉樹は、厚突きが可能な専用のスライサーにより、通常より厚くスライスして単板を製作する。

次に厚くスライスした単板は、乾燥し含水率を調整した後、ロールプレス機によって圧密加工を実施する。『圧密加工』とは、熱と圧力を加えて圧縮することによって、木材自体の強度と硬度を高めることであり、この加工技術によって、家具に使える硬さと強度を有する材質へと改質することができる。



図1 ロールプレス機

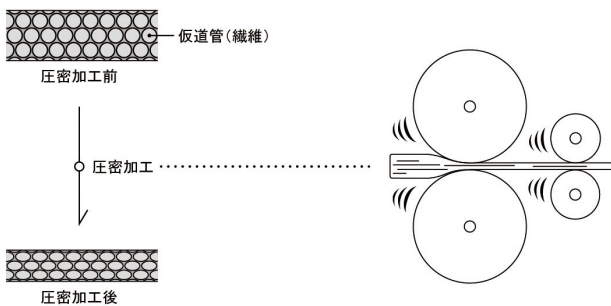
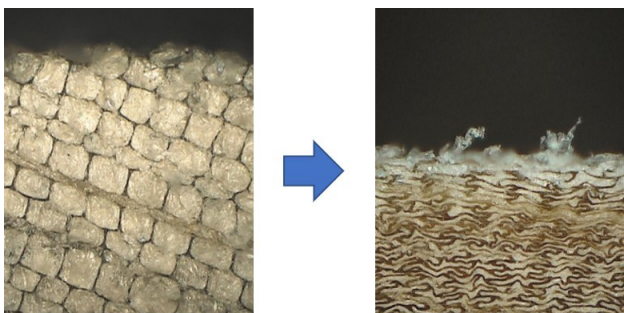


図2 圧密加工簡略図

図2の圧密加工前が通常の針葉樹の細胞の簡略図である。圧密加工を施すことにより、圧密加工後の簡略図の様に細胞組織が圧縮され、硬さと強度を有する材質へと改質される。実際にスギ材の断面を顕微鏡観察すると、図3で示すように圧



圧密加工前

圧密加工後

図3 顕微鏡画像

密加工の前後で仮道管の大きさが変化していることがわかる。その結果、表1に示すように針葉樹においても広葉樹と同程度の密度となり、硬さと強度が向上していることが明らかである。

また、従来型圧密加工機である平板型の加熱圧縮プレスは、装置が巨大でプレス圧力も大き

く、長時間の加圧が必要であった。そして、長時間加圧し続けるため、木材表面が焼けて色が濃くなり、臭いも焦げ臭くなってしまうという問題があった。一方弊社の新開発したロールプレス圧密機は、装置がコンパクトで省スペースであり、プレス圧力も小さく省エネタイプである。また、加圧時間もローラー型なので、連続加工が

表1 針葉樹と広葉樹比重の比較

	材料	気乾比重	圧密後の比重
広葉樹	ホワイトビーチ	0.72	—
	ブナ	0.63	—
	ナラ	0.67	—
針葉樹	スギ	0.32	0.63 (50%圧密)
	ヒノキ	0.46	0.76 (40%圧密)
	カラマツ	0.48	0.66 (30%圧密)



図4 ロールプレスと平板型加熱圧縮プレスとの比較

可能であり、従来型と比べリードタイムを大幅に短縮しコストダウンを実現した。そして、熱がかかる時間が極めて短いため、焼け焦げはほとんど無く、木材本来の木肌や色を美しいまま保つことができる。図4の右の板が従来の平板型プレスで加工したスギ材、左の板が当社のロールプレス圧密機で加工したスギ材である。

技術上の特徴

ロールプレス機を使用して、圧密加工を応用した『圧密浸漬処理技術』の開発を行った。

圧密浸漬処理技術は、浸漬する前に圧密加工を施すことが非常に重要となる。

一度圧密した単板を薬液に浸漬することにより、変形回復による液体吸引効果と、閉塞壁孔の

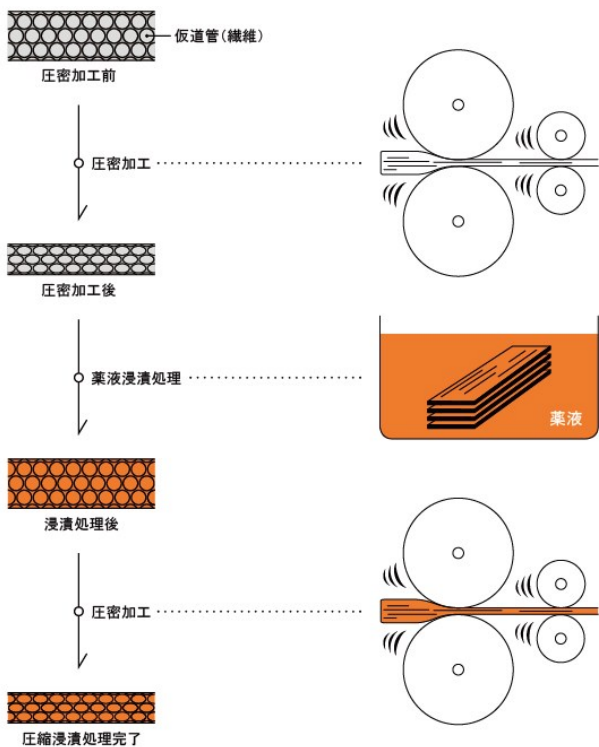


図5 圧密浸漬処理簡略図

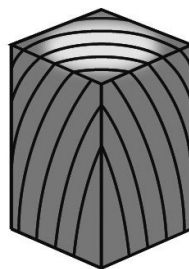
圧壊による液体浸透性の向上が働き、均一に処理することが可能となる。

図5に示すように浸漬した後、乾燥を経て薬液が浸透したことにより復元した単板を、ロールプレス機で再度圧密することにより、薬液の機能を付加し、強度と硬度を高めた単板に改質することができる。

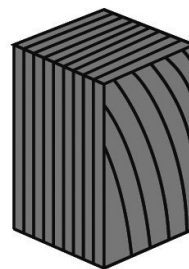
従来の減圧加圧含浸法に比べて大掛かりな設備も不要となり、導入費用や浸漬時間の短縮も図られ、大幅なコストダウンを実現した。

難燃剤に浸漬することにより難燃性の高い木

当社の圧密浸漬処理材の特徴



無垢材



圧密浸漬処理材

図6 圧密浸漬処理の特徴

製家具の製作が可能となり、防腐・防蟻剤に浸漬することにより、屋外で使用することができる木製家具を製作することが可能となる。

また、図6で示すように無垢材を大きな窯で減圧・加圧して薬液を注入する減圧加圧含浸法とは異なり、当社の『圧密浸漬処理』は薄い単板を処理し、それらを成形合板に用いるため、部材の内部まで均一に薬液が行き届くほか、乾燥時間が半日程度と短時間で処理することが可能である。

実用上の効果

圧密加工技術と圧密浸漬処理技術は、当社が日本でいち早く実用化させ、今日まで磨いてきた『成形合板』という技術と合わせることで家具へと生まれ変わることが可能である(図7)。

成形合板とは1.0mm~1.5mmに薄くスライスした木の板に接着剤を塗布し、ミルフィーユ状に



図7 圧密加工家具納入例
山形県総合文化芸術館 ロビー



図8 圧密浸漬処理家具納入例

何枚も重ね合わせた状態で型に入れ、プレス機で加圧・加熱することで木を自由に成形する技術のことである。

圧密加工および圧密浸漬処理された針葉樹を成形合板に使用することで、今までは到底不可能と思われ成し遂げることのできなかつた、デザイン性と高機能性を持った針葉樹の成形合板家具製造の開発と実用化に成功した（図8）。

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 5952758 号

名称：スギ間伐材圧密化・成型方法

【課題】スギ・ヒノキなどの軟質針葉樹材を効率的に圧密加工可能とすると共に、それによって得た軟質針葉樹圧密加工材を利用して曲面を多用した高品質な家具や建具類などの木工製品を経済的に大量生産可能とする新たな圧密化・成形技術を提供する。

【解決手段】伐採・製材・切削にて得た針葉樹突板（針葉樹単板）を、圧密工程にて加熱・加圧して針葉樹圧密単板とした上、研磨工程にて、研磨加工および／またはインサイジング加工し、針葉樹圧密研磨単板とした後、裁断工程にて複数枚の針葉樹圧密輪郭板を切り出し、積層・接着・成形工程にて少なくとも1種類の所定形状、複数枚の針葉樹圧密輪郭板同士間に接着剤を介して、積層方向に所望曲率の湾曲形状とするよう、

積層・接着・加熱・加圧・成形して所望形状・寸法の針葉樹圧密合板成形体を得るようにしてなる針葉樹材圧密化・成形方法である。

②日本国特許第 6494419 号

名称：木材薬液処理方法

【課題】密閉型容器を必要とせず、生産コストを大幅に抑制可能な上、木材および圧密化単板に機能性薬液を効率的に含浸させることができる木材の薬液処理技術を提供する。

【解決手段】木材を、所定加熱温度下、所定圧縮率に強制加圧して木材細胞組織を一方向に弾性圧縮し弾性的圧縮化木材とし、大気圧条件下にて弾性的圧縮化木材の一部または全部を機能性薬液に浸漬し、弾性的圧縮化木材細胞組織の毛細管現象および弾性復元力に由来する負圧力が、機能性薬液を木材細胞組織中に強制的に吸収し、弾性的圧縮化木材が略圧縮前の外郭寸法まで復元した薬液含浸木材とし、洗浄・乾燥して含浸乾燥木材とした上、含浸乾燥木材を、所定圧縮率に強制加圧して含浸木材細胞組織を一方向に圧縮し、薬液含浸圧密化木材とするようにしてなる木材薬液処理方法。

むすび

従来の難燃機能を持つ木製建材の多くは、表面こそ天然木材を使用しているが、内部や裏側には燃えにくい異素材を使用することで、表面は燃えてしまっても内部材が延焼を抑える効果を持つものがほとんどである。しかし、この度開発した圧密浸漬処理の技術で木材に難燃剤を含浸させることにより、難燃機能を有する総天然木の建材を作ることも可能と考えられる。また、木材にフェノール樹脂を含浸させることで、鉛筆硬度 4H~6H に硬度を高めることが可能であるため、ウッドデッキや自動車等の内装に使用することが期待できる。建材や床材に使用することで、針葉樹のさらなる需要拡大も期待でき、地元の針葉樹林で採れた木材だけを使って造られた、施設建設の実現もそう遠くないと言える。

エレメント積層型混合技術

アイセル株式会社

代表取締役 望月 貴司

アイセル(株) 技術顧問 望月 昇
アイセル(株) 事業開発部 課長 田中 鋭治

はじめに

混合・攪拌操作は化学プロセスにおける重要な単位操作の一つである。多孔板形状の混合エレメントを積層したエレメント積層型混合器（以下、「MSE ミキサー（MSE：Multi-Stacked Elements）」）は、これら混合・攪拌操作に使用されるものであり、流体を分割・合流、せん断等により効率的に混合する。静的な混合にも動的な攪拌にも適用できる、幅広い分野で使用可能な応用範囲の広い技術である。

開発のねらい

MSE ミキサーは、静的混合器や攪拌翼等のデバイスへのアプリケーションがあるが、共通する開発のねらいは以下の通りである。

- ①効率の優れた混合
- ②柔軟性を備えたシンプルな構造

①について、よく使用されている攪拌翼は羽根タイプのものであり、流体はこれら攪拌翼により主に羽根周辺で混合される。しかし、攪拌槽内で混合状態が飽和に達した流体が、繰り返し羽根周りを流れてもそれ以上混合は進行しない一方で、羽根から離れた流体の混合は遅く、いわば「過混合」ともいえる状況が発生し、そのため全ての流体を所定の混合状態にするには長時間を要する場合がある。②については、羽根タイプの攪拌翼は改造が難しく、羽根を多段

にする以外に構造の変更は困難である。同様に静的混合器も混合性能調整のために、内部品の構造の変更は困難である。本技術は以上の2点を課題として設定し、開発したものである。

装置の概要

MSE ミキサーは、図1に示す2種類の多孔板形状の混合エレメント（以下、単に「エレメント」）の積層体（以下、単に「積層体」）を、全てのデバイスの基本構成要素とする。エレメントのうち一方は外周部の貫通孔が開いて内周部の貫通孔は閉じており（外開き）、他方のエレメントは逆に外周部の貫通孔が閉じて内周部の貫通孔が開いている（内開き）。各エレメントの貫通孔間の円周方向の壁は、積層時に重ならないように配置されているため、各貫通孔が連通して流路が形成される。さらにエレメントを多層化することにより、三次元的に複雑に連通しながら整列した流路を有する MSE ミキサーが形成される。流体は以上の流路を流れる際に、積層方向及び半径方向に三次元的に分割・合流され、さらにはせん断作用や渦流等により効率的に混

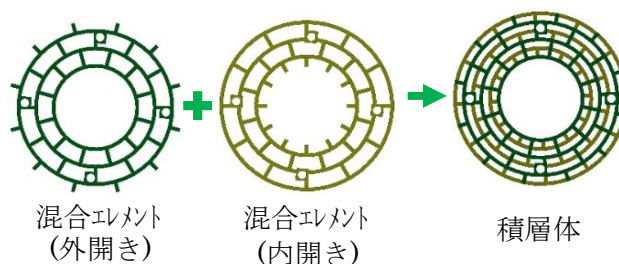


図1 混合エレメント及び積層体

合される。積層体内部の積層方向及び半径方向の流体の流れを図2に示した。

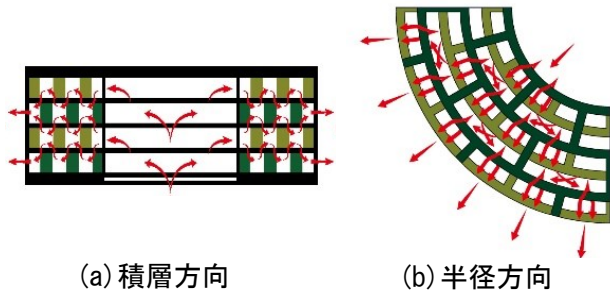


図2 積層体内部の流体の流れ

以上の積層体を基本構成要素として、静的混合器、攪拌翼等のデバイスが構成される。以下に、各デバイスについて説明する。

(1) MSE スタティックミキサー

配管内部で自身は動くことがなく流体を混合するデバイスを静的混合器（スタティックミキサー）と呼ぶ。中央に貫通孔を有する中間板の両側に積層体を配置し、その両端にブラインド板を配置することで MSE スタティックミキサーが構成される。図3(a)に分解斜視図を、図3(b)に流体の流れを示した。

フランジ間に設置された MSE スタティック

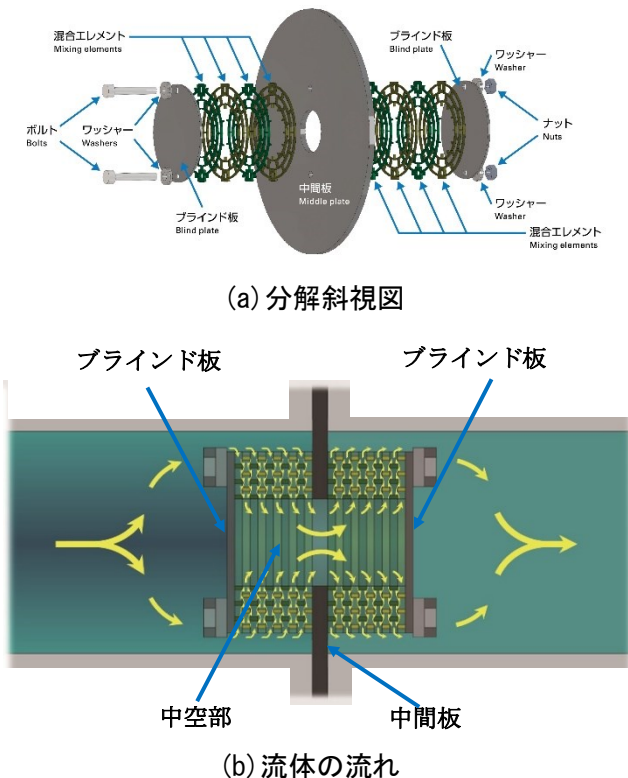


図3 MSEスタティックミキサー

ミキサーに到達した流体は、上流のブラインド板により直進を妨げられ、上流側の積層体の側壁から積層体内部へ流入し、中空部に流出する。次いで流体は中間板の貫通孔を通過し、下流側の積層体内部を通過して配管内に戻る。流体が積層体内部の複雑な流路を通過する際に、図2に示したように三次元的に分割・合流、せん断等を繰り返して高効率に混合される。

MSE スタティックミキサーの主な特徴としては、①短距離での高効率混合、②設置が容易、③エレメント積層枚数・方式の変更による機器特性の調整が可能等が挙げられる。

8～20Aの小径配管用に、積層体をニップル内に収容したニップルタイプも用意されており、これらは配管にねじ込むだけで使用できる。

(2) MSE 攪拌翼

MSE 攪拌翼（以下、「MSE 翼」）は、図4(a)に示すように積層体をリング状の板で挟み、これに回転軸を取り付けて構成される。図4(b)に攪拌槽内における流れのイメージを示す。

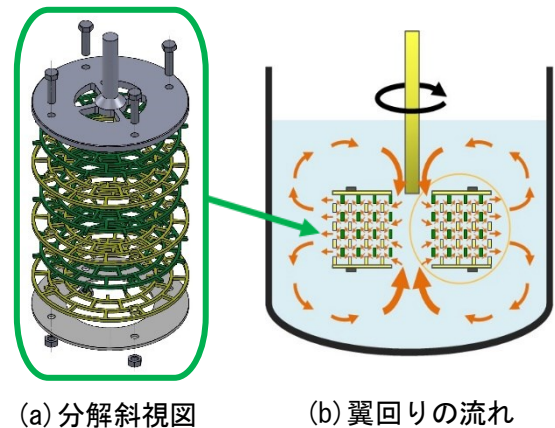


図4 MSE攪拌翼

MSE 翼を回転させると遠心力により積層体内部の流体が吐出され、中央の中空部から流体を吸い込んで積層体に流入する循環流れが発生する。流体は積層体内部の複雑な流路を流れる際に、分割・合流、せん断等により混合される。MSE 翼の主な特徴としては、①高効率で穏やかな攪拌、②巻上げ・吸込み等多彩な攪拌が可能、③流体が同形状の流路を通過することによる均質な混合等が挙げられる。また、略円筒形状のた

め、攪拌時の回転軸の振動が小さい。

MSE ミキサーは構造がシンプルなので、これらのデバイスにおいては、材質やサイズの自由度が高く、金属だけでなくフッ素系樹脂等々の材料での製作が可能である。また、積層枚数・方式の変更による圧力損失や攪拌槽内循環流量の調整ができるため、運転状況により改造が必要になった場合でも、デバイスの特性や混合状態の調整が可能である。

技術上の特徴

当社と山口大学が主導して JIS B8702 として制定された混合性能測定方法により、MSE スタティックミキサーと汎用のケニックス型スタティックミキサーを比較した。測定に使用した流れ系を図5に示した。流れ系に設置したスタティックミキサーの上流から、蛍光顔料で着色した 1.5wt%CMC（カルボキシメチルセルロース）水溶液を水流に対して 0.2vol%の流量で注入し、出口流体が導かれる可視化流路にレーザーシート光を照射し、管断面画像を撮影した。

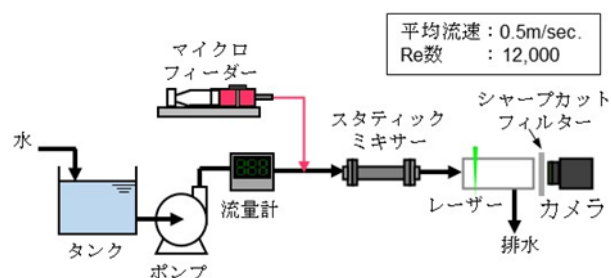


図5 混合性能評価のための流れ系

図6に撮影画像の一例を示した。CMC水溶液は水との相溶性が低く、ケニックス型では濃厚塊が円環状に分断されている一方で、MSEではわずかに小さな濃厚塊が存在するものの、ほぼ均一な混合が達成されているのが分かる。

JIS B8702に規定されている指標の内の2つについて、図6の画像を対象に求めた結果を表1に示した。混合度 M は管断面全領域に対する蛍光領域の割合で、注入流体の広がりやすさを表す指標である。ケニックス型では約50%であるのに

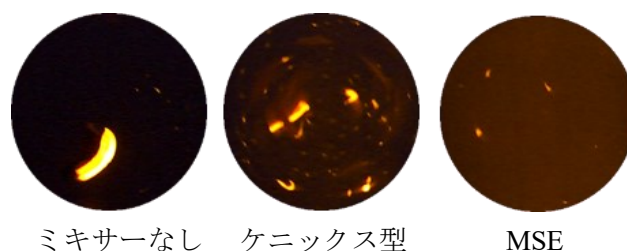


図6 管断面画像

対し、MSEはほぼ100%にまで注入流体が広がっている。一方、濃厚塊の最大輝度 R'_{max} は注入流体の希釈度合いを表す指標であり、大きいほど濃厚塊の濃度が高いことを示す。ケニックス型では注入流体と同じ255であるが、MSEでは93まで低下している。以上により水流に対する1.5wt%CMC水溶液の混合では、MSEの優位性が定量的に示されている。

表1 混合度指標

	ミキサーなし	ケニックス型	MSE
M [%]	6.82	50.54	99.99
R'_{max}	255	255	93

実用上の効果

(1) 高分子液体凝集剤の希釈

水処理において高分子液体凝集剤の使用が広がりがつつあるが、MSEスタティックミキサーは高分子液体凝集剤の希釈において実績を上げている。図7に示すように、従来は希釈槽内で攪拌翼により希釈していたが、これをMSEスタティックミキサーによるインラインでの希釈に切り替えることにより、希釈槽・攪拌翼、希釈剤ポンプを不要とし、希釈設備の省スペース、コス

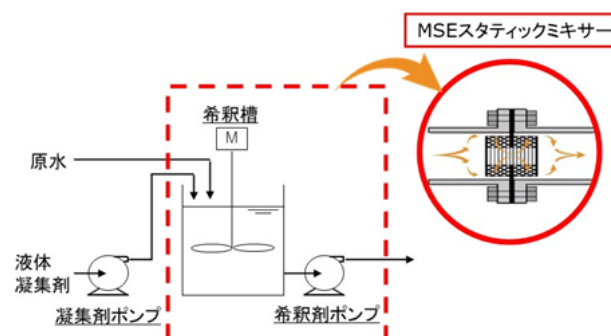


図7 高分子液体凝集剤希釈設備の改造

トダウンを実現した。希釈された高分子液体凝集剤は従来方法と同等以上の凝集効率を示しており、積層体内での一様で適度なせん断作用により高分子が十分に展開されたものと推定される。なお、本希釈操作は、水流への小流量の高粘性流体の混合という点で、前述した JIS に規定されている測定方法の条件と同様である。

(2) MSE 攪拌翼による混合の制御

MSE 翼内部を流れる流体は、複雑であるが規則正しく整列した流路を通過するため、流体に均等にせん断力を作用させられ、混合の制御能力が高いと考えられる。一例として、ポリスチレン微粒子合成における羽根タイプの翼との比較結果を図 8 に示した。MSE 翼では羽根タイプの翼と比較して粒径は大きいですが、単一ピークのシャープな粒径分布が得られている。

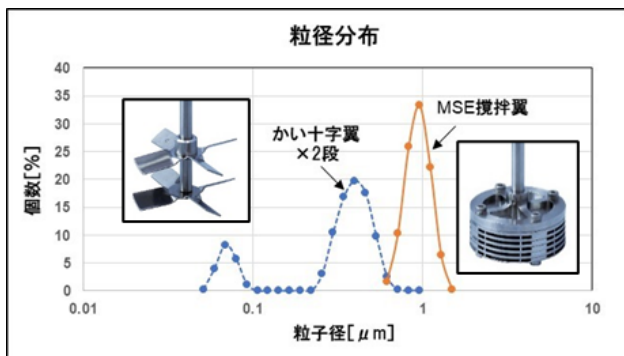


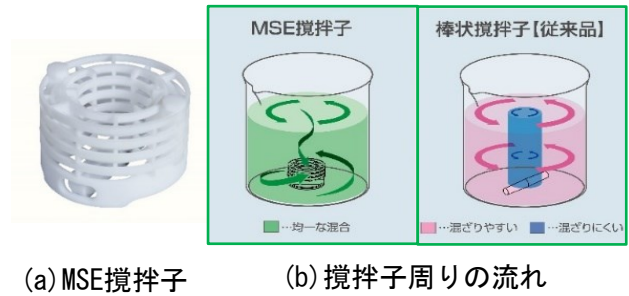
図8 生成ポリスチレン微粒子の粒径分布

この結果は翼内に形成される一様なせん断によるものと推定されるが、同じ理由で羽根タイプの翼からの変更により①貯槽内の液中粒子の沈降防止において、不均一なせん断により生じていた副生成物の抑制、② BDF 製造におけるメチルエステル反応効率の向上の実績もある。

(3) 攪拌子

実験室でビーカーやフラスコ内の流体の混合に使用される攪拌子に、MSE ミキサーを適用した MSE 攪拌子の外観写真を図 9 (a) に、流れを図 9 (b) に示した。積層体の効果により、条件によっては混合時間を 1/10 以下に短縮できる。

知的財産権の状況



(a) MSE 攪拌子 (b) 攪拌子周りの流れ

図9 MSE攪拌子及び混合の様子

本開発品に関する主な登録特許は以下である。対応する特許も米・欧等に登録されている。

① 日本国特許第 5500575 号

名称：混合要素、混合装置、混合方法、攪拌翼、攪拌装置及び攪拌方法

概要：基本特許

② 日本国特許第 5760205 号

名称：混合方法、混合装置、及び混合流体

概要：昇圧機能を備えるポンプ式ミキサー

③ 日本国特許第 6573240 号

名称：攪拌子、攪拌装置、攪拌方法、細胞培養方法、反応促進方法、及び攪拌子の組立方法

概要：攪拌子及び反応方法

むすび

MSE ミキサーは、流体に均等にエネルギーを作用させて混合すると共に、構成部材の組替えが容易であり、材質やサイズの自由度が広く、幅広い条件に対応することができる従来にない混合器である。この特性を生かし、さらに多くの分野に普及させていきたい。

引用文献

- 1) 望月昇, 来栖孝明, 森口優吾, 貝出絢, 佐伯隆, 化学工学論文集, 43, 75-80 (2017)
- 2) 望月昇, 佐伯隆, 化学装置, 60 巻 3 号, 4-7 (2018)

ツイン投光差分方式表面検査装置

JFEスチール株式会社

代表取締役社長 北野 嘉久

JFE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	大野 紘明
JFEスチール(株) 知多製造所製造部	小川 晃弘
JFEスチール(株) 知多製造所 企画部	山崎 孝博
JFEスチール(株) 東日本製鉄所 京浜地区 厚板部	楯 真沙美
JFEスチール(株) 東日本製鉄所 京浜地区 制御部	飯島 慶次

はじめに

鉄鋼製品における表面品質、特に表面欠陥の有無は外観上や強度保証の観点から非常に重要である。自動車用の薄鋼板に関しては、表面性状が均一であり欠陥と健全な部位の区別が容易であるため、主に光学式検査装置を用いた検査の自動化が進んできた。

一方、建築物やインフラ等に用いられる鋼管や厚鋼板では、未だ人による目視検査が主流であった。検査の自動化を妨げる最大の課題として、**図1**に示す通りこれらの鋼材には「黒皮」と呼ばれる無害な鉄の酸化膜が表面を覆い、酸化膜の模様と凹凸を持つ欠陥との区別が難しい点が挙げられる。

そのため、欠陥の検出を目視検査に依存していたが、長時間の過酷な労働に加えて欠陥見逃

しリスクも大きく、検査の自動化が強く求められていた。

開発のねらい

黒皮鋼材を対象とした表面検査の自動化は鉄鋼業界共通の重要課題であり、過去に光学式、電磁気式、超音波式等様々な手法を用いた研究開発がされてきた。

しかしながらいずれの手法も酸化膜の無害な模様起因のノイズと欠陥との弁別や、振動などの悪環境下のエンジニアリングが課題となり、実用化に至った報告例は存在しなかった。

筆者らは本難題をブレイクスルーすべく、欠陥と酸化膜の模様を、様々な角度で光をあてながら観察した際に得られた知見から、酸化膜は凹凸が小さくほぼ平坦で投光方向により見え方が変わらないが、欠陥は凹凸があり投光方向により見え方が異なる点に着目し、**図2**に示す新しい光学的手法を用いた「ツイン投光差分方式表面検査装置」を開発した。本装置は**図3**に示す通り2方向から投光して別々に撮像して差分を取ることで酸化膜模様の信号を低減、陰影の異なる凹凸欠陥の信号のみ検出可能とした。

装置の概要

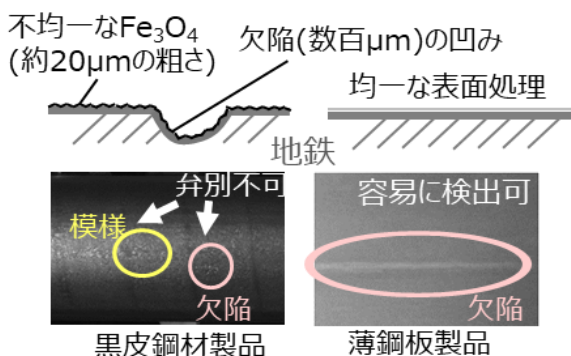


図1 黒皮鋼材と薄鋼板の表面の違い

ツイン投光差分方式表面検査装置では検査対

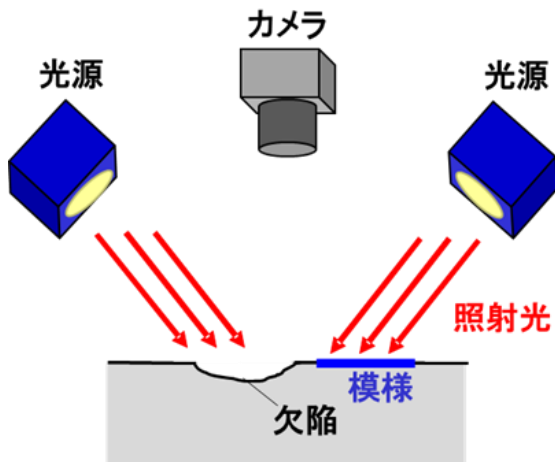


図2 ツイン投光差分方式表面検査装置

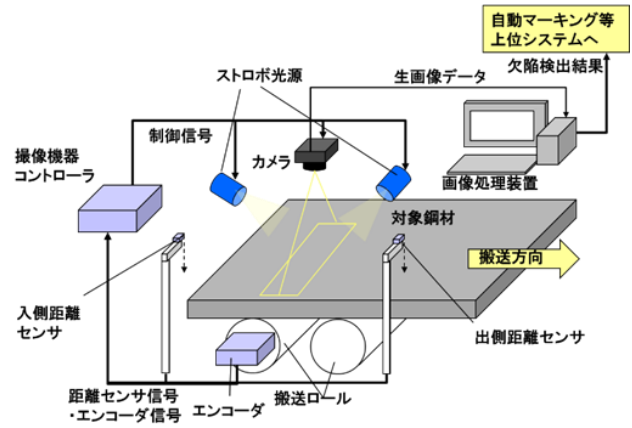


図4 基本的なハードウェア構成図

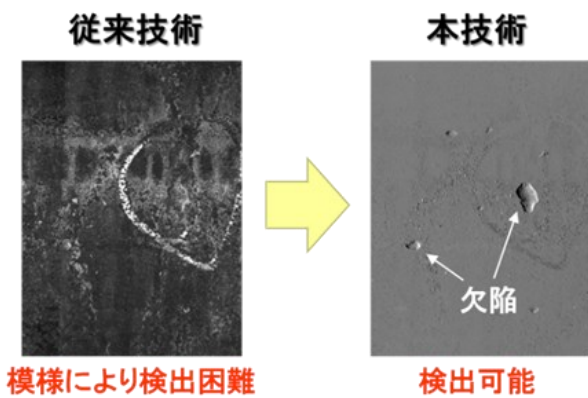


図3 ツイン投光差分方式の効果

象となる黒皮鋼材の全表面を効率よく検査するために、製造工程の搬送ライン上にセンサを固定し、搬送ライン上の移動する鋼材を検査する。

このとき、欠陥検出部を構成しているカメラ・光源などの光学機器や画像処理装置の他に、図4に示す通り検査対象の搬送装置、検査対象の位置を把握するための距離センサやエンコーダ、撮像機器を制御するコントローラを用いて、搬送される鋼材の全長を抜けなくオーバーラップさせて撮像し、鋼材全面を検査する装置を開発した。

上記装置を検査対象や搬送条件ごとにカスタマイズし、様々な黒皮鋼材製造ラインに導入した。まず最も目視検査の環境が悪く、検査自動化のニーズが強かった鋼管の製造ラインを対象として実用化し、続いて厚鋼板や電縫管の製造ラインに導入した。

鋼管の表面検査では図5に示す通り、圧延直

後で赤熱した状態の検査対象を、カメラの撮像範囲を周方向に3分割し、それぞれ上流・下流から投光することでツイン投光差分方式を適用可能とし、検査対象の搬送に合わせて撮像することにより全周全長を検査する。また、対象が800°Cに赤熱した状態であるため、自発光によるノイズ除去のための赤外カットフィルタの設置や、冷却・粉塵への対応といったエンジニアリング対策を実施することで、高温材料の表面検査を実現した。

厚鋼板の表面検査では図6に示す通り、幅方向に表裏面各6台のカメラを並べ、搬送に合わせて撮像することにより全面を検査する。厚鋼板で発生する有害欠陥の中には細長い欠陥もあり、かつ、その向きの様々であることから、投光方向と欠陥の向きの関係次第では感度が低くなる可能性がある。この対策として、各カメラに対して光源を4台設置し、幅方向と長手方向の2組のツイン投光差分方式を適用する構成とした。

電縫管とは、鋼板を管状に丸め、その継目を溶接することにより成形される鋼管である。この

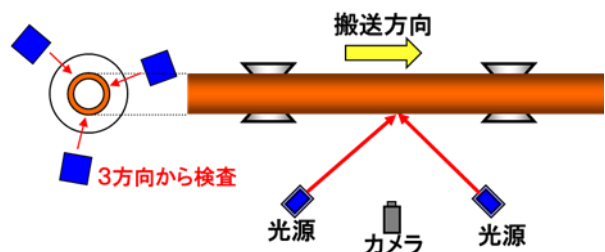


図5 鋼管を対象としたアプリケーション

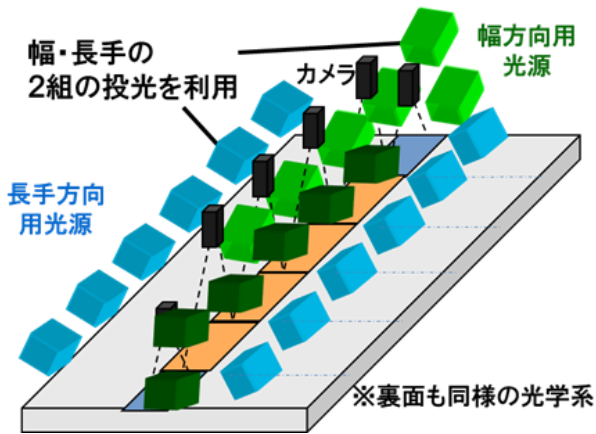


図6 厚鋼板を対象としたアプリケーション

とき、造管時に内面になってしまう面の目視検査が困難であるといった課題がある。そのため造管直前の原板表面を検査し、造管時に内面となる鋼板面の欠陥を検出する。また図7に示す通り、鋼板跳ね上がり時の設備との接触を考慮し、搬送される鋼板直上の外に下流側光源を設置、それに伴い視野を搬送方向に対して斜めとなる領域とした。

技術上の特徴

黒皮鋼材表面検査の自動化を実現した新技術「ツイン投光差分方式」の核となる重要な技術として、①2方向からの投光と差分処理②画像処理による明暗パターン検出③ストロボ投光の高速切り替えが挙げられる。以下各技術の詳細を説明する。

①前述の通り異なる2方向から同一検査部位に各々投光して得られた2枚の画像の差分を取ることにより、凹凸のない酸化膜の模様

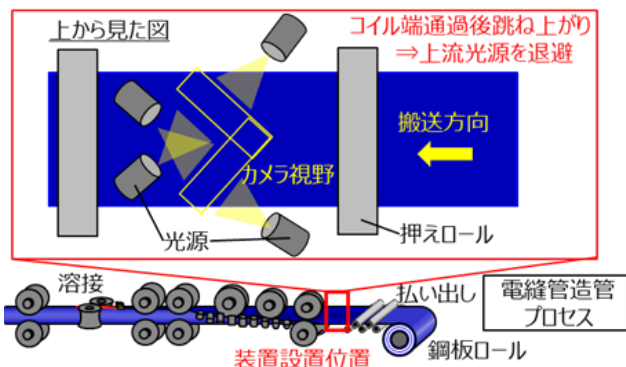


図7 電縫管を対象としたアプリケーション

を低減し、凹凸欠陥の信号のみ強調することが可能となった。

②得られた画像の中で凹形状の欠陥部位は独特の明暗パターンが発生し、さらに図8に示す通り、凸形状の部位と比較し明部と暗部の位置関係が逆転することを利用して凹と凸とを区別可能である。多くの場合、欠陥は凹形状であるため、凹となる明暗パターンのみ検出することによって、検査面上に付着している無害な異物の凸形状の信号や、欠陥でない微小な斜面が偶然正反射条件となることにより発生する明または暗のみの無害な信号との分離も容易である。

③移動中の検査対象に対して、位置ズレなく異なる方向から投光した2枚の画像を取得する必要がある。そこで図9に示す光学系と図10に示すチャートのように1/10,000秒差でストロボの発光を切り替えて投光し、各投光に合わせて高速に連続撮像することで、位置ズレのない2画像の取得を実現した。本高速撮像技術は、光量を確保しつつ瞬時に投光して撮像するため、搬送中に発生する上下方向の鋼材振動影響も除去できるといった利点もあわせもつ。

さらに得られた欠陥画像から明暗パターンや欠陥の長さ、面積といった特徴量を抽出し、機械学習により構築された判定ロジックを用いて欠陥の種類や、その欠陥が有害か無害かを判断する等、検出性能を高める様々な工夫により実用的な表面検査を実現した。

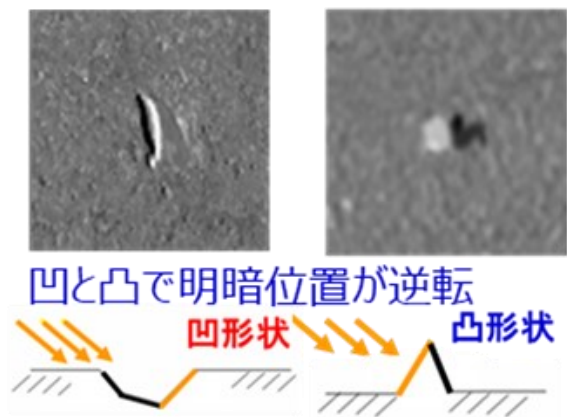


図8 明暗パターンによる凹凸識別

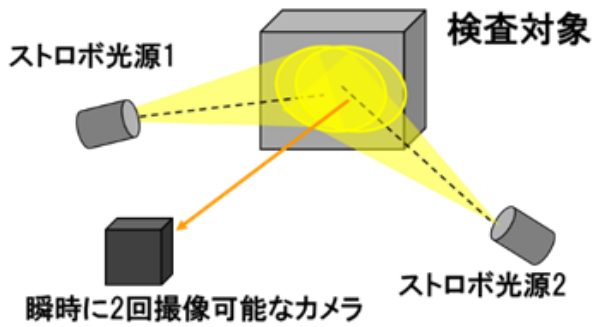


図9 ツイン投光差分方式光学系

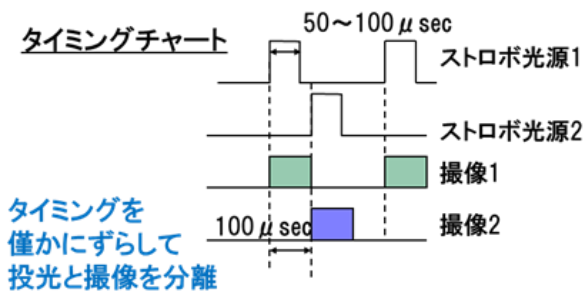


図10 高速撮像技術によるチャート

実用上の効果

産業で幅広く利用される多種多様な黒皮鋼材に対し、従来目視依存であった表面検査を自動化する検査装置を実現、欠陥検出性能及び製品表面品質が飛躍的に向上した。その結果、お客様により信頼性の高い鉄鋼製品を提供することが可能となり、環境破壊や災害リスクの低減など安心した社会づくりに貢献している。

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日本国特許第 6040930 号

名称：表面欠陥検出方法及び表面欠陥検出装置

概要：高速撮像法を用いた二方向照射と差分処理に関する

②日本国特許第 6119663 号

名称：表面欠陥検出方法及び表面欠陥検出装置

概要：明暗パターンによる凹凸弁別に関する特許

③日本国特許第 6064942 号

名称：表面欠陥検出方法及び表面欠陥検出装置

概要：明暗パタンの発生しにくい欠陥に対し効率的な検出に関する特許

むすび

鉄鋼業で強いニーズがありつつも実現できておらず永遠の課題となっていた黒皮鋼材の表面検査の自動化に対して、「ツイン投光差分方式表面検査装置」を開発、検査の自動化を実現した。その結果、従来、目視により表面を検査していた製品において欠陥検出性能が向上、製品表面品質が向上した。

今後、本検査装置の他製造ラインへの展開を検討していくとともに、さらに検出性能の高い新表面検査技術の開発と実用化を進め、より一層の製品品質向上に努めていく所存である。

新世代スプリット駆動CVTの開発

ダイハツ工業株式会社

代表取締役社長 奥平 総一郎

ダイハツ工業(株) 駆動・HV開発部	松本 恭太
ダイハツ工業(株) 駆動・HV開発部	米田 雄紀
ダイハツ工業(株) パワートレーン制御開発部	岸 大輔
ダイハツ工業(株) パワートレーン制御開発部	大治 直樹

はじめに

近年、ますます地球環境保護への要求が高まり、自動車の環境性能の向上が急務となっているため、世界的に電動化技術が発展している。しかしながら、2030年時点でも従来のガソリンエンジン車は約35%残ることが予想されるため、ガソリンエンジン車の燃費向上は重要な課題である。その技術として、内燃機関の技術進化とともにトランスミッションの環境性能向上が必要となっている。

また新興国の自動車販売台数が増加見込みであること、新興国の販売台数の大半は小型車であることから、それらに幅広く採用されているCVTの低燃費化技術が重要である。

このような背景の中、弊社では「スプリット駆動」を採用した新しいCVTを開発した。(図1)



図1 新開発CVT

開発のねらい

1. ハイ変速比領域の画期的な効率向上

通常走行において使用頻度の多いハイ変速比領域の動力伝達効率を画期的に向上することにより、燃費・動力性能の向上を図る。

2. 変速比幅の拡大

変速比ロー側、ハイ側ともに変速比の拡大を図る。ロー側拡大により、発進時の駆動力向上による、発進加速、登坂性能の向上を図る。ハイ側拡大により、高速走行時のエンジン回転数を低減することで、燃費・静粛性能の向上を図る。

3. 軽～小型までをカバー

軽自動車に搭載可能なサイズとし、2シリーズで軽～1.5Lクラスまでをカバーすることで、開発費・期間の低減、共通部品化による低コスト化を実現する。

装置の概要

新開発 CVT の基本断面とパワーフローを図2に示す。ベルトモード(変速部をベルトのみで駆動)とスプリットモード(変速部をベルトとギヤ両方で駆動)の2モードを有する。低速時はベルトモードで走行し、高速になると、湿式多板クラッチを切り替えることで、モード移行し、スプリットモードで走行する。

また、基本諸元を表1に示す。

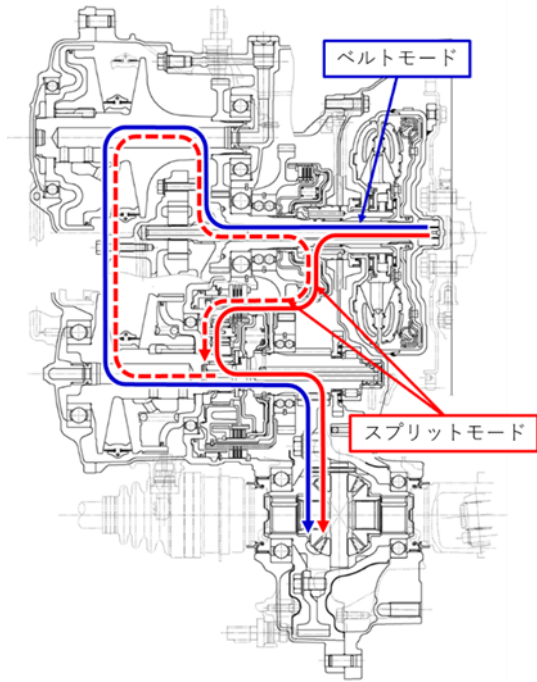


図2 新開発CVT基本断面

表1 主要諸元

		新開発CVT		
		100Nm	150Nm	
変速比	トルク容量	100Nm	150Nm	
	変速比幅	6.7 (7.3※)	6.6 (7.3※)	
	前減速比	1.487	1.255	
	無段変速	ベルトモード	2.230~0.444	2.230~0.444
		スプリットモード	0.445~0.336	0.447~0.338
終減速比	5.444	5.105		
寸法	プーリ間距離	136mm	136mm	
	入出力間距離	167.7mm	167.7mm	

※機械的に取りうる変速比

技術上の特徴

1. 動力分割駆動とモード切替

a) 動力分割駆動とベルトのトルク分担比

従来 CVT の変速比ハイ領域では、トランスミッション全体のトルク損失の内、オイルポンプ（以下、ポンプ）とベルト部の損失が約 8 割を占めることがわかっており、その部分の改善が重要である。

ポンプ部ではベルトがトルクを摩擦力で伝達するために、プーリを挟む油圧を発生させることにより、トルク損失が発生する。ベルト部ではその油圧やトルク、またその反力により、ベルト各部に荷重が働く。また前述のように、回転時に

各部に相対すべりが発生する。それらによる摩擦力でトルク損失が発生する。

以上の改善として、遊星歯車機構を用いたベルトとギヤの動力分割駆動とすることにより、ベルトの伝達トルクを減少させ、ポンプの必要発生油圧を減少させた。これにより、ベルト、ポンプによるトルク損失を低減させた。

図3にスプリットモード中のベルトとギヤのトルク分担比を示す。この分担比は遊星歯車に連結する要素、遊星歯車ギヤ比、変速比で決まる。構造の検討、選択やギヤ比の調整により、ベルト駆動は-0.2~-0.6（マイナスは被駆動状態）の低分担比とした。

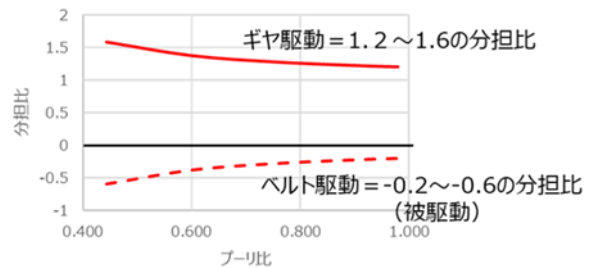


図3 スプリットモード中のトルク分担比

b) 共線図とモード切替

図4に遊星歯車の共線図を示す。セカンダリプーリはサンギヤ、動力分割駆動用ギヤはキャリア、出力はリングギヤと連結されている。ベルトモードでは、サンギヤとリングギヤを湿式多板クラッチ（C2）で係合しているため、セカンダリプーリの回転はそのまま出力される。ベルト駆動部を変速し、セカンダリプーリを増速させ、キャリアの回転が「ある回転」になったら、入力と動力伝達駆動用ギヤを湿式多板クラッチ（C1）で係合させ、C2を非係合とすることで、スプリットモードとなる。次にベルト駆動部を変速し、セカンダリプーリを減速させると、リングギヤはさらに増速する。

ここで、キャリアの「ある回転」とは、C1クラッチの差回転が 0 = 同期状態としているため、ベルトモード→スプリットモードをショックなく切り替えることで、従来 CVT と比較し、違和感のない変速を可能とした。

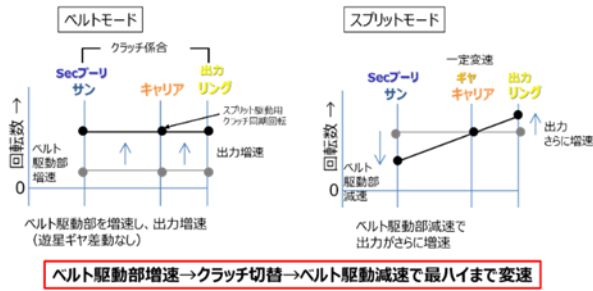


図4 共線図

2. 平行軸式前減速ギヤ

新開発 CVT の構造において、平行軸式前減速ギヤが重要な役割を果たしている。従来弊社 CVT では遊星歯車式の前減速ギヤを採用し、3 軸構造を実現している。スプリット駆動 CVT の場合、入力をそのままプーリに連結すると、3 軸構造に対して、動力分割用ギヤの回転方向合わせ、出力の回転方向合わせのために 2 軸必要で 5 軸になってしまうところを、平行軸式前減速ギヤにより、図 5 のように、それぞれ回転方向合わせが可能となり、4 軸で構成できる。この最少要素構成により、伝達損失の低減、低コスト化、コンパクト化を実現した。

また平行軸式によるギヤ比の自由度により、シリーズ別で前減速比を変更することが可能となり、軽～1.5L クラスまでのベルトの共用化を

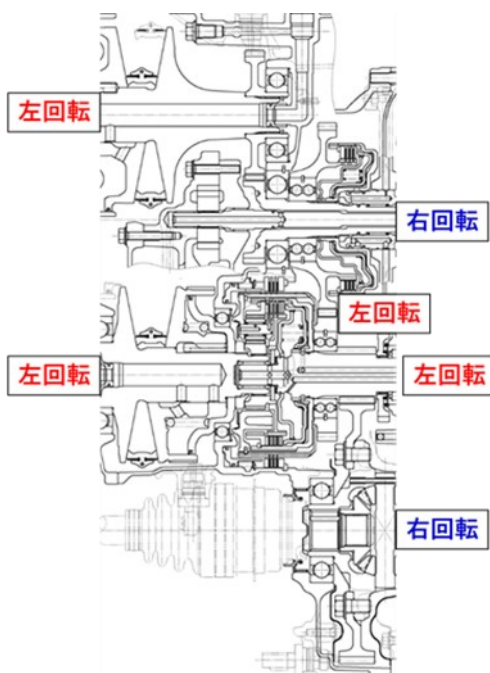


図5 平行軸式前減速ギヤによる回転合わせ

実現した。さらに、ベルト周速低減と過推力領域の低減によるベルト駆動伝達効率向上も実現した。

3. クランク同軸小型オイルポンプ

駆動時のオイルのせん断抵抗低減を目的に、前減速ギヤとプライマリプーリの間のスペースを活用したクランク同軸シャフト駆動の小型ポンプを開発した(図 6)。各社では小型オイルポンプの採用はチェーン駆動が大半であるが、それに対しトルク損失の少ない構造を安価に実現した。

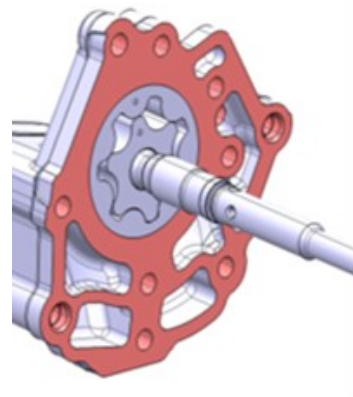


図6 シャフト駆動小型ポンプ

実用上の効果

1. CVT ユニット

従来弊社 CVT の世界最小軸間距離を維持し、軽自動車に搭載可能としながら、トルク容量の向上、変速比幅の向上を実現することができた。また図 7 のように、総減速比においては、従来 CVT と比較して、ロー側は 13%、ハイ側は 11% 変速比幅向上を実現した。

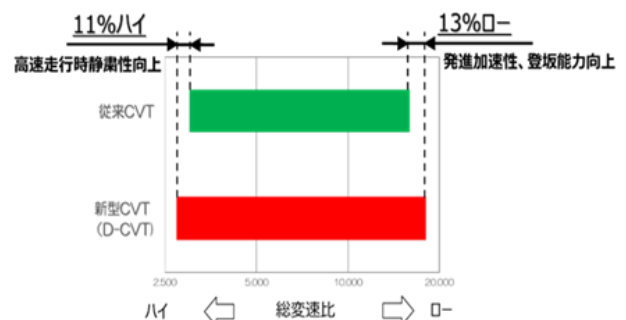


図7 総減速比(従来比較)

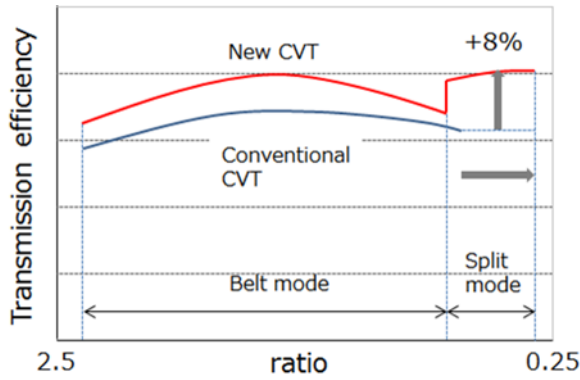


図8 動力伝達効率

また図8に示すように、従来CVTに対し変速比全域の伝達効率が向上し、特にスプリットモードのハイ変速比領域については、約8%の効率向上を実現した。

2. 車両

図9に示すように、CVTの性能向上により、エンジン、車両開発と合わせて、定地走行燃費を約12%向上(60km/h)、約19%向上(100km/h)、発進加速度15%向上、高速走行時のエンジン回転数を約200rpm低減(60km/h)、約550rpm低減(100km/h)し、燃費・加速・静粛性の向上を実現した。

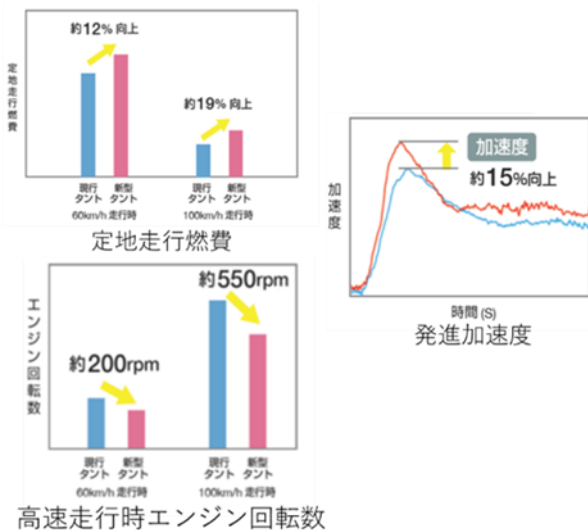


図9 各種車両性能(新旧タント比較)

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は現在全

40件であり、代表3件を下記に示す。

① 日本国特許第6351556号

名称：動力分割式無段変速機

概要：高効率、大変速比幅、コンパクト、低コストに実現する動力分割式CVTの構成

② 日本国特許第6328184号

名称：変速ユニット

概要：ステータシャフトを有する変速ユニットの回転軸方向の長さを短縮し、部品点数低減を可能としたもの

③ 日本国特許第6410706号

名称：回転体の支持構造

概要：シャフト及びベアリングを含む回転体において、アキシヤルガタを抑制しつつ、コスト、重量の低減を可能としたもの

むすび

スプリット機構とその独自レイアウトの開発、クランク同軸小型オイルポンプやその他トルク損失低減技術の開発により、軽自動車にも搭載可能なサイズで、高効率・大変速幅を実現するCVTの開発に成功した。現在弊社国内3車種に搭載されており、商品力向上によるお客様への貢献と地球環境保護に貢献できた。

新構造 トーションビームアクスルと その高効率生産技術の開発

マツダ株式会社

代表取締役社長兼CEO 丸 本 明

株式会社 ワイテック

代表取締役社長 山 本 周二

マツダ(株) 技術本部	川 口 秀 明
マツダ(株) シャシー開発部	高 橋 浩 之
マツダ(株) 技術本部	桑 子 俊
マツダ(株) 技術本部	中 土 信 之
(株)ワイテック 営業本部	江 村 弘 章
(株)ワイテック プレス生技部	國 安 崇 雅
(株)ワイテック 技術開発部	宇 都 宮 翔

はじめに

マツダは「走る喜び」に溢れたクルマを提供し、人の心を元気にすることにより、お客様との間に特別な絆を持ったブランドになることを目指している。マツダの最量販車種であり、2019年5月に市場導入した新型MAZDA 3は、マツダの新世代商品群の第1弾として、刷新したシャシー構造を含む、新たな車両構造技術、SKYACTIV-VEHICLE ARCHITECTURE（スカイアクティブ ビークルアーキテクチャー）を適用し「走る喜び」をさらに追求した。加えて静粛性や自然な着座姿勢、実用性に優れる荷室といった快適な車内空間も確保しつつ、大幅な軽量化による環境性能の改善を目指した。また、グローバルに生産拠点を有するマツダとして、刷新したシャシー構造を全ての生産拠点で、低コストで生産するために、調達性、輸送性に優れた材料の選定や、一般的な汎用プレス機で生産を可能とする生産技術開発にも同時に取り組むことで、クルマの商品価値を高めながら、環境性能向上、生産性向上など、総合的な課題解決に取り組んだ。

開発のねらい

MAZDA 3の開発に際し、ドライバーが思い通りにクルマを操作できる感覚を“感動”のレベルに高めるため、徹底的に人間の感覚とクルマの挙動の研究を重ねた。その結果「走る喜び」を体感するには、ハンドル操作などに応じた路面からの入力を、まるで人間が歩行する時に自然に身体を伝わる力の如く、サスペンションが遅れなく、リニアで滑らかに伝えることが重要であると分かった。このねらいとするクルマの挙動を実現するため、リヤサスペンション形式として、構造がシンプルなため力の伝達を制御しやすく、軽量で空間効率にも優れるトーションビームアクスル（以下、TBA）形式をベースに、力の伝達経路にある部品群の剛性や形状の最適化をマツダとワイテックが一体となり取り組んだ。

装置の概要

TBA は車両前後方向に配置され車体とタイヤ

をつなぐ左右一対のトレーリングアーム部と、車両左右方向に配置され左右のトレーリングアームをつなぐセンタービーム部からなる非常にシンプルな構造のリヤサスペンションであり、センタービームの特性が車両運動性能に大きく寄与する。しかし、従来のセンタービームは国内高炉メーカーから調達した規格品の電縫鋼管であり、その生産方法から均一周長の素管に限られていた。そのため、センタービームのねらいの特性を得ることに限界があった。そこで開発した新構造のTBA式サスペンション(図1)では、我々の目指した人間感覚と一致したクルマの挙動を実現するために、センタービームの周長を部位ごとに連続的に可変させることで、乗り心地と、操縦安定性を最適化することができた。また、新開発した周長可変のセンタービームを汎用プレス機で生産可能とする生産技術も同時に開発して世界の各生産拠点で効率的な生産を可能とした。

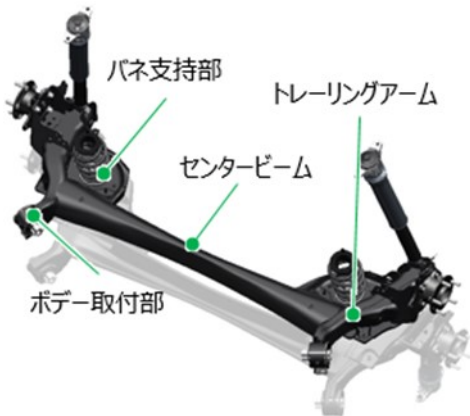


図1 新構造TBA式サスペンション

技術上の特徴

1) 新開発センタービームの構造と性能

センタービームの主な機能は、①旋回時など前後左右の大きな力を受け止める機能、②クルマのロール姿勢を制御するねじりばねの機能の2つである。①の機能からは「高い曲げ剛性」の実現が、②の機能からは「適切なねじり剛性」にすることが必要となり、2つの相反する特性をセンタービーム1部品で両立させることが必要

となる。加えてMAZDA 3から目指したクルマの挙動を実現するには、伝達経路にある構造体の剛性の連続性を高めることが必要であった。これらの機能からセンタービームの曲げ剛性を中央から両端のアームとの結合部に向けて連続的に剛性を高めていくことが有効である。そこで、部品の追加に頼らず、質量増加を最小限とするために、センタービームの周長を新たな設計パラメータとして理想とするセンタービーム形状を導出した。この形状を軽量化に優れる中空断面構造で得るために必要な素管形状として、中央部分に50mmの直線部を有しながら両端部へ向けて直径を連続的に拡大しつつ、左右のトレーリングアーム接合部に再び直線となる周長の変化を持たせることとした(図2)。

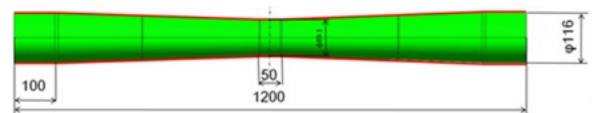


図2 新開発の周長可変パイプ

この素管を用いて得られたセンタービームの車両中央部から両端部までの断面形状を図3に、比較として従来の断面形状を図4にそれぞれ示す。図3では車両中央部から両端部に向けて周長を拡大することができており、各部位での必要な曲げ剛性が得られる断面を確保できている。一方で、図4では各断面は均一な周長であり、中間～端部断面は図3に比して小さい様子が確認できる。

新開発のセンタービームは従来のセンター

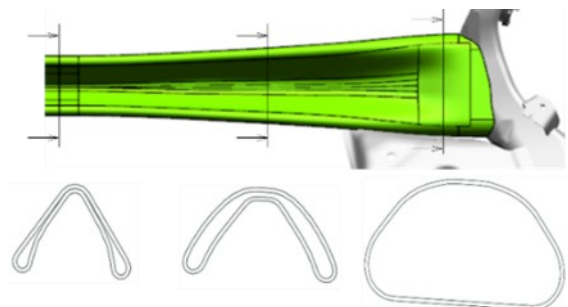


図3 新開発のセンタービーム断面

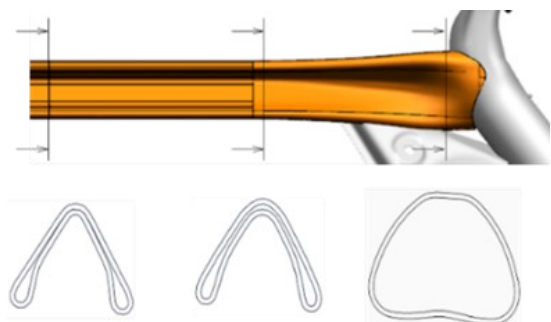


図4 従来のセンタービーム断面

ビームに比して、ねらい通りに中央部から両端部に向けて連続的に最大150%まで断面二次モーメントを増加できており(図5)、路面からの入力に対して滑らかなクルマの挙動が得られるようになった。この結果から、センタービーム曲げ剛性の連続性と絶対値を効率よく改善できた。

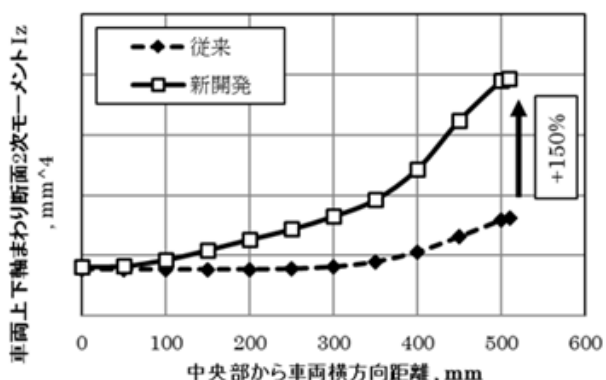


図5 新旧センタービームの特性比較

2) 周長可変パイプを実現する生産技術

従来のセンタービームは、ロール成形で作られた均一周長の電縫鋼管を国内で調達し、世界の各生産拠点に輸送してTBAを生産していた。これに対し、新しいセンタービームは輸送ロスを廃止するため、鋼板を用いて世界の各生産拠点で生産することを目指した。また生産性向上のため、全拠点にある汎用プレスによるU-O成形と、鋼板の性能を最大限活かせる接合技術を採用したセンタービームの生産技術開発に取り組んだ。一般的なU-O成形の工程(図6)では、初工程でコイル材から短冊状に切断、2工程目でU形状に成形、3工程目でO形状に成形したのち、4工程目で接合面に溶接を施し素管となる。

新開発のセンタービームでは、周長可変のユ

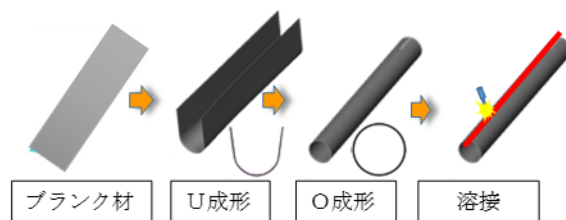


図6 一般的なU-O成形

ニークなU-O成形部品であることから、次の2つの課題があった。①製品の展開形状とブランク形状の余肉(A部)によって生じる「シワ」(図7)を抑制すること。

②結合面をI字形の合わせ面で隙を

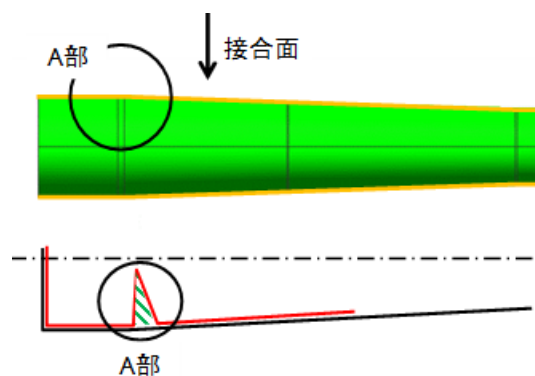


図7 周長可変パイプの展開形状と余肉

0.1mm以下の精度で加工すること。これは高強度部材が持っている強度をTBAとして最大限活用できるように溶接時の熱による強度の低下の抑制をねらい、母材溶解・凝固が可能なレーザー溶接を採用するためである。①は局部的な加工硬化を利用することで「シワ」をコントロールする技術を開発。成形シミュレーションにて「シワ」を抑制できる形状を導き出し予備曲げ工程を追加した(図8)。

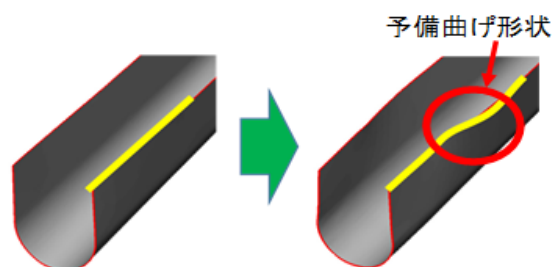


図8 予備曲げ形状

②は冷間鍛造技術を応用し、周方向の製品周長とブランク周長に差を設けることで(図9)、部品全体に周方向の圧縮応力を付与することで高精度なI字形状(図10)とした。適切な圧縮率によってパイプ成形後のレーザー接合品質確保のための接合部の0.1mm以下の隙を実現した。

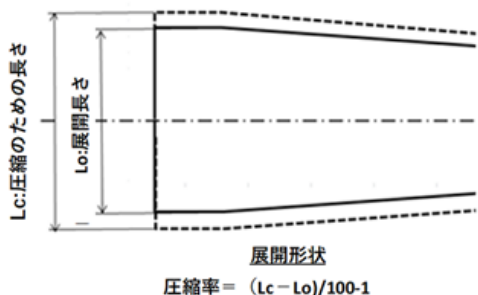


図9 圧縮率の定義

	断面形状
圧縮無し	
圧縮有り	

図10 接合部の断面

これにより一般的な汎用プレスで全拠点にてTBAが生産できる生産技術を確立した(図11)。

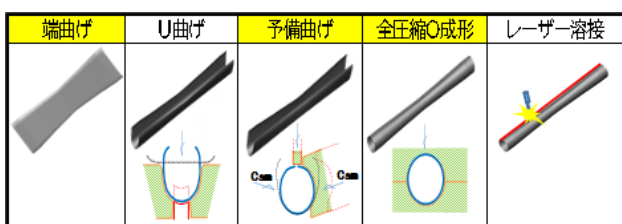


図11 周長可変パイプ生産工程

実用上の効果

新開発のリヤサスペンションは人間の感覚とクルマの挙動に関する研究に基づき、シンプルな構造のTBAで実現するための具体的なサスペンション新設計と生産技術開発をセットで実現した。これにより大幅なコスト/重量低減を実現し、実用的な荷室と快適な車内空間を確保した。

さらに「走る歓び」であるドライバーが思い通りに操作できる感覚を“感動”のレベルに高めたことから、マツダでは小型車だけに採用してきたTBAの採用範囲拡大に成功した(図12)。



図12 採用車種
 (上段MAZDA 3、下段左CX-30、下段右MX-30)

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 6327319 号
 名称：金属管の製造方法及びその装置
 概要：周長可変の鋼管を製造するための方法
- ② 米国特許第 10688843 号
 名称：車両のトーションビーム構造
 概要：周長可変のトーションビーム構造
 その他 5 件を出願中（国内外）。

むすび

従来、機械に多用される『鋼管』は規格品の中から選択するのが一般的であった。しかし今回開発した周長可変の造管技術を適用することで、周長を含めた鋼管の最適化設計を可能とし、商品の目的に応じた形状(強度・剛性・重量)の鋼管を、各拠点で高効率(物流・在庫含む)に生産ができるようになった。今回開発したTBA以外の自動車部品に適用範囲を広げることで、少ない部品点数で、必要な強度を確保しながら、軽量・安価で地球環境にも優しいクルマの生産に継続的に取り組んでいく。

紙幣の高解像度磁気画像取得を可能とする ライン磁気イメージセンサ

三菱電機株式会社

代表執行役 執行役社長 杉山 武史

三菱電機(株)	通信機製作所 電子デバイス製造第二部	尾込 智和
三菱電機(株)	先端技術総合研究所 電機システム技術部	山内 一輝
三菱電機(株)	先端技術総合研究所 センサ情報処理システム技術部	武舎 武史
三菱電機(株)	先端技術総合研究所 センサ情報処理システム技術部	浅村 まさ子
三菱電機(株)	設計システム技術センター LSI応用技術推進部	中井 貴之

はじめに

近年の偽札精巧化に対抗し、ATM (Automatic Teller Machine) 等の金融端末装置ではより精度の高いセキュリティ対策が求められている。金融端末装置には光学センサ (可視光、赤外線、紫外線)、磁気センサ、厚みセンサ等が搭載されており、各センサの読取精度を上げることで偽札鑑別能力の向上を図っている。当社では、光学センサとして密着イメージセンサ (Contact Image Sensor : CIS) を開発・製造しているが、今回、紙幣等に含まれる磁気インク等の磁気情報をイメージとして出力できる高解像度ライン磁気イメージセンサ “MICMO (Magnetic Ink Checker Module : 当社登録商標)” を開発し販売を開始した。

開発のねらい

従来、金融端末装置において磁気センサは磁気情報の有無を確認する目的で搭載されていたため、ポイントセンサもしくは低分解能 (10mmピッチ) ラインセンサが多く採用されていた。しかし、近年、高精細で微弱な磁気情報が含まれている紙幣が増えてきており、精巧な偽札対策と

して、磁気センサに対しても高解像度化、高S/N化の必要性が高まりつつあり、本製品はこのようなニーズに対応すべく開発した磁気センサである。

装置の概要

本製品は紙幣のショートエッジ読み取りを想定した” JS1C90”とロングエッジ読み取りを想定した” JS1C170”の2種類のラインナップがあり、図1に外観、表1に主要仕様を示す。

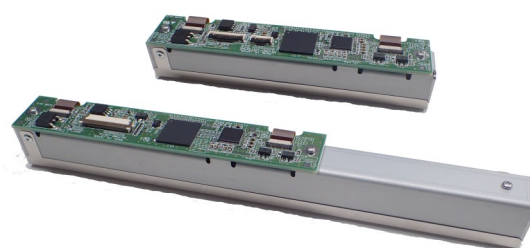


図1 MICMO® 外観(上: JS1C90、下: JS1C170)

表1 MICMO® 主要仕様

項目	JS1C90	JS1C170
読取幅	100mm	180mm
有効読取幅	90mm	170mm
有効画素数	180画素	340画素
画素ピッチ	0.5mm(50dpi相当)	
ライン周期	62.5~1000 μs/line	
データ出力方式	10ビット長デジタル LVDS出力	
制御I/F	SPI準拠	
搬送面主磁束	80mT	
電源仕様	5V × 0.65A	5V × 0.85A
外形寸法(L×W×H)	114 × 16 × 25 (mm)	194 × 16 × 26.5 (mm)
質量	110g	200g

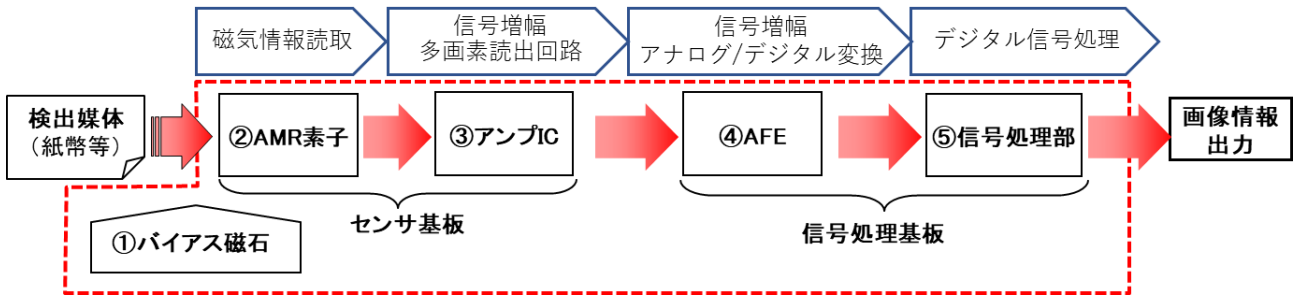


図2 MICMO®の基本構成

図2に本製品の基本構成を示す。①紙幣等の検出媒体とAMR（異方性磁気抵抗効果）素子に磁束を印加するバイアス磁石、②検出媒体に含まれる磁気インク等の磁気情報を電気信号に変換するAMR素子、③AMR素子からの出力信号を低ノイズで増幅する低雑音増幅器と多画素読出回路（マルチプレクサ）を一体化したアンプIC、④アンプIC出力を増幅してデジタル信号に変換するAFE（Analog Front End）、⑤デジタル変換した磁気出力信号に信号処理を行って客先システムへ出力する信号処理部からなる。従来の磁気情報の有無のみを検知する10mmピッチ磁気センサは①と②だけで構成されたアナログ出力磁気センサデバイスであったのに対し、本製品は③～⑤を搭載して微弱なアナログ信号をノイズに強いデジタル信号に変換して出力することで、システム側の取扱い性を向上させたことを特徴としている。

技術上の特徴

(1) 検出原理

本製品の検出原理を図3、4にて説明する。本製品には外部磁束密度の変化を抵抗値の変化に変換するAMR素子を使用しており、ハーフブリッジ回路を構成することで外乱の影響を小さくし品質の安定を図っている。図3にAMR素子に印加される外部磁束密度とAMR素子の抵抗変化率の関係を示す。バイアス磁石によりバイアス磁束を印加することでAMR素子の感度が一番高くなるように構成している。尚、バイアス磁石は検出媒体に磁束を印加する機能も兼ねている。

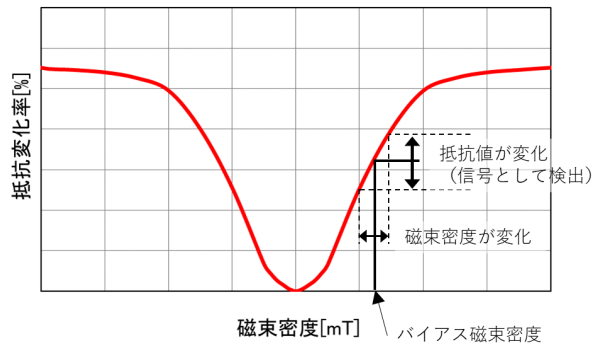


図3 AMRの磁束密度と抵抗変化率の関係

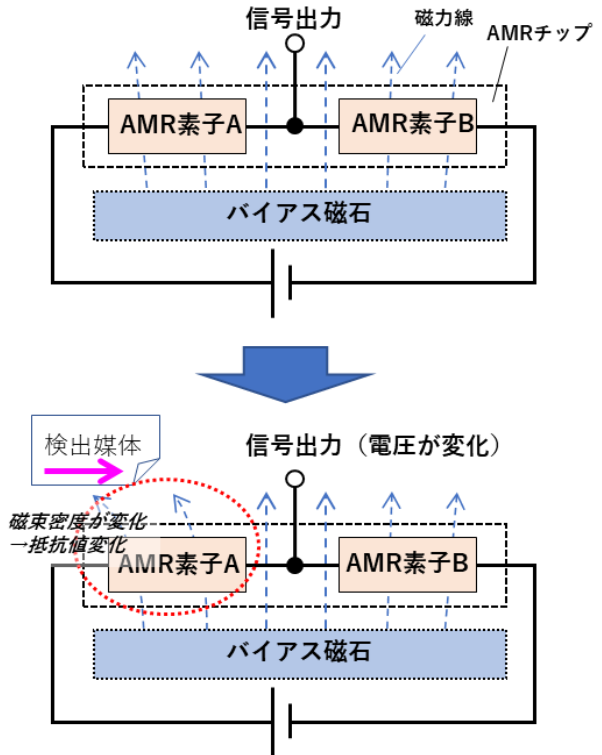


図4 AMR素子検出原理

図4に磁気情報を含む検出媒体がAMR素子Aに近づく場合の検出原理を示す。AMRチップ（AMR素子A、B）には定電圧が印加されている。検出媒体がAMR素子Aに近づく、検出媒体に含まれる磁気インク等の磁性体によりAMR素子Aにかかる磁束密度が変化し、AMR素子Aの抵抗値が変化するため、信号出力端子

の電圧の変化として、検出媒体の磁気情報を検知することができる。さらに検出媒体が進んでいくと、AMR素子Bにも影響が及ぶようになり同じ原理にて検出媒体の磁気情報を検知することができる。

(2) 高感度/高解像度の実現

本製品には感度の高い AMR 素子を採用し、AMR 素子を高密度に集積した AMR チップを新規開発し、このチップを横一列に配置することで所定の読取幅の高解像度読取を実現している。AMR 素子ピッチは 0.5mm であり、読取幅 180mm の場合、360 素子並んでいる。

AMR 素子は磁性体であり素子長手方向が容易磁化方向、短手方向が感磁方向となる。一般的にはブリッジさせる AMR 素子を平行に並べ短手方向にバイアス磁束を印加する構成をとるが、その構成では、長手方向の磁束が安定しないことから少し強い磁性体が搬送されると磁気モーメントの反転現象が発生し出力が急激に変化するという課題がある。本製品では、図5に示すようにブリッジさせる AMR 素子をハの字構造とすることで、長手方向の磁束の向きを揃え磁気モーメントの反転を防いだ。また、消費電流を抑えるために抵抗値を増大させつつ小型化可能なジグザグ配線となるミアンダ構造(図示なし)を採用した。

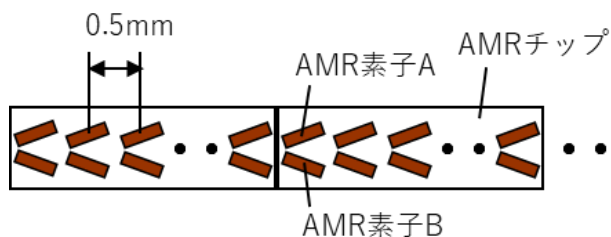


図5 AMRチップ構成

(3) 高 S/N 比の実現

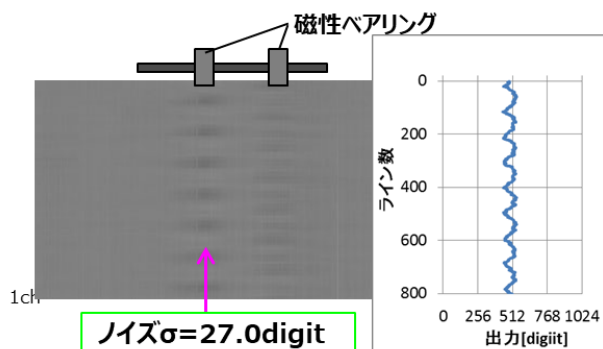
紙幣等に含まれる磁気情報出力は非常に弱く、AMR 素子から出力される信号レベルは極めて微小であり、鑑別に必要な S/N 比を確保するためには低雑音増幅回路が必要となる。本製品では、低雑音増幅器と多画素読出回路(マルチブ

レクサ) を集積した多チャンネルの専用アンプ IC を新規開発し、これを AMR チップと同一基板上に必要な数実装し最短配線とすることでノイズの重量を極力抑え、高い S/N 比を確保した。

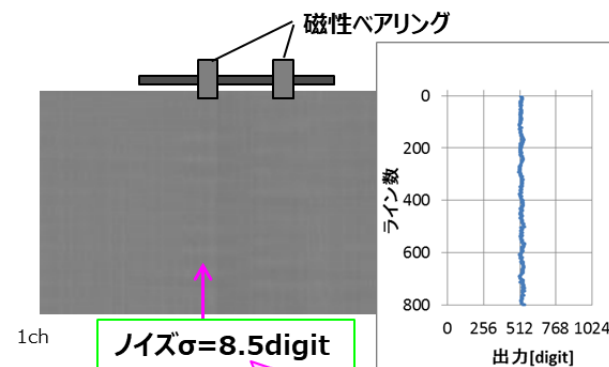
(4) 外部磁性体影響低減

金融端末装置では、紙幣等検出媒体を搬送するために磁性ベアリングが磁気センサの前後に配置されており、本製品には高感度の AMR 素子を採用しているため、磁性ベアリングのノイズが信号に大きな影響を与える可能性がある。

その対策として、本製品では外周に磁気シールドを配置して外部磁性体の影響を低減する対策を実施した。図6に示すように、磁気シールドを追加することにより外部磁性体の影響を 1/3 まで低減した。



(a) 磁気シールドなし



1/3以下に低減

(b) 磁気シールドあり(本製品)

図6 磁性ベアリングの出力への影響

(5) 信号処理機能

本製品には高解像度磁気センサ出力に最適化した各種信号処理機能を内蔵している。本製品の代表的な信号処理機能を以下で説明する。

アナログ利得調整機能

識別する紙幣の磁気量に合わせて利得の最適設定が可能

アナログ/デジタル変換機能

1ライン 360画素分の信号を時分割に高速/高精度にデジタル信号に変換

オフセット補正

画素ごとの基準出力のオフセットばらつきを補正

感度補正

画素ごとの AMR 素子感度、アンプ IC 利得ばらつきを工場出荷時に調整したプリセット値で補正。

実用上の効果

図 7 (b) に紙幣の大部分に磁気インクが使用されている 1ドル紙幣の本製品での読取結果、図 7 (c) に従来磁気センサ相当画像を示す。比較すると情報量に大きな違いがあることが分かる。従来磁気センサでは磁気情報の有無しか判別できなかったが、MICMO[®]を採用することで近年増加している高精細で微弱な磁気情報も画像化することができるようになり、偽札鑑別能力向上への貢献が期待できる。

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 6316429 号

国際公開番号 WO2016/013650

名称：磁気センサ装置

概要：被検知物搬送方向に対して磁界生成部の中心位置に隣接する抵抗体がブリッジ接続されている磁気抵抗効果素子のブリッジ中心を配置した磁気センサ装置

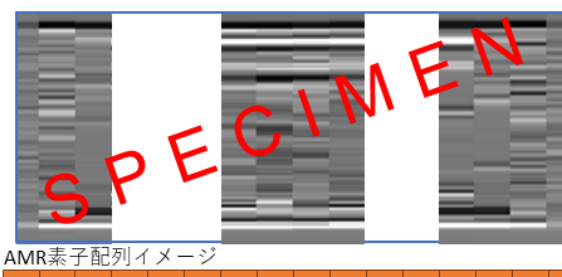
その他 13 件



(a) 1ドル紙幣



(b) MICMO[®]出力画像



(c) 10mmピッチ磁気センサ出力相当画像
(MICMO[®]出力画像を20ch毎に平均化し出力)

図7 1ドル紙幣読取結果(一部抜粋)

むすび

高解像度、高 S/N 比、安定出力を備えた MICMO[®]により、従来困難であった高精細で微弱な磁気情報のイメージ化を実現した。従来の磁気情報の有無を検知する 10mm ピッチ磁気センサとの置換えが可能となり、金融端末の偽札鑑別能力向上に貢献できると考えている。

今後もユーザーのニーズに応えつつ、さらなる拡販、他分野への展開に向けた市場調査も進め、適用拡大をはかり、社会に広く貢献していきたい。

加工現象をリアルタイムに マルチ計測できる工具

株式会社 山本金属製作所

代表取締役社長 山本 憲吾

(株)山本金属製作所 技術開発部	山内 貴之
(株)山本金属製作所 岡山研究開発センター 研究開発グループ	村上 浩二
(株)山本金属製作所 岡山研究開発センター 研究開発グループ	松田 亮
(株)山本金属製作所 岡山研究開発センター 研究開発グループ	荒木 雅史
(株)山本金属製作所 岡山研究開発センター 研究開発グループ	鹽津 陵雅

はじめに

弊社は、油圧機器部品、工作機械部品等の様々な分野における金属部品を切削加工する「精密加工事業」と、切削加工中の加工現象や素材の特性を分析・評価する「計測評価事業」の2つを軸に事業展開をしている。精密加工事業においては、1965年の創業以来培ってきた加工技術を生かし、近年はエネルギーインフラ・航空宇宙・輸送機器・医療といった、成長性の高い先端産業を重点産業分野として積極的に展開している。

また、より高度な技術が要求される部品加工に取り組むとともに、加工の高度化を支援するための計測制御に必要なハードウェア・ソフトウェア開発についても、積極的に取り組んでいる。

開発のねらい

先述の先端産業においては、軽量で強度が高く、耐熱性を持つ材料が多く用いられ、形状においても高精度・複雑化・複合化へのニーズが高まっているが、これらは難切削が多く、適切な加工条件の特定が難しいため、生産性の向上が課題となっている。従来、このような高度な切削

ニーズに対しては、熟練技能者が経験と勘を基に加工条件を選定してきたが、昨今の少子高齢化に伴い、現場での技能伝承は十分に進んでいない。

高度な切削ニーズにおいて、加工品質と生産性を改善し、効率よく技能を伝承するためには、客観的な加工現象のデータに基づき加工方法の選択や条件の適正化が必要である。近年、センサならびに無線通信デバイスの小型化・高性能化が急速に進んでおり、これらを用いて発熱・振動などの加工現象をリアルタイムで見える化するインテリジェント工具が実現すれば、生産性の向上ならびにもものづくり人材の養成は大きく加速される。

弊社では、可能な限り切削点の近傍で温度・加速度・動力などの物理量を計測することが、真の加工現象をとらえるために不可欠と考えている。このために必要なハードウェア・ソフトウェアとして、下記のシステムを開発した。

装置の概要、技術的特徴

マシニングセンタ向け工具ホルダの内部に、センサ・電子回路・マイクロコントローラ(マイコン)・電池を内蔵することで、高速回転(最高

20,000rpm)する工具の加工点近傍温度ならびに工具ホルダの加速度振動を、加工中に計測するMULTI INTELLIGENCE® (以下「MI」と表記)を開発した(図1)。



図1 MIの内部構造

また、マイコンには無線通信機能が搭載されており、工作機械外の受信機を通じて計測データをPCに転送し、加工中の状況をリアルタイムで表示・保存することが可能である(図2)。

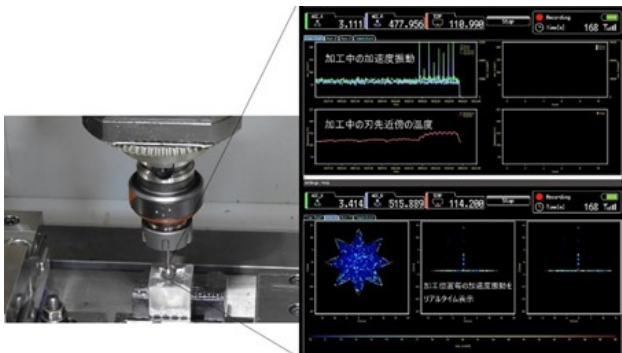


図2 MIの使用状況

電子回路の省電力化や通信方法の改善により、一度の充電で最大40時間以上の連続稼働が可能であり、加工現象の研究のみならず、量産加工での見える化にも使用可能である。

また、ソフトウェアが工作機械の制御コンピュータ(CNC)と双方向に通信することで、加工位置・モータ負荷のリアルタイム表示・保存が可能である。さらに、計測されたデータから、刃先の過熱や過大な振動(ビビリ振動)が生じていると判断される場合には、その状況に応じた

情報をCNCへ送信し、加工の中断・工具の交換・加工条件(工具回転数・送り速度)の変更といった加工制御を行うことができる。(図3)

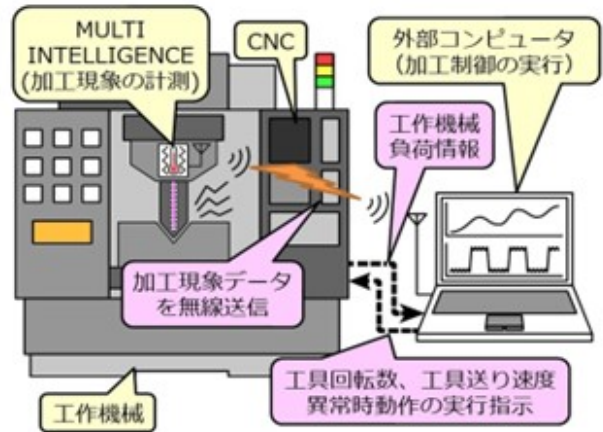


図3 CNCと外部コンピュータの通信

実用上の効果

難削材の高品位加工が要求される例として、航空機のタービンが挙げられ、大型の重要部品を加工する場合には、切削加工前の材料成型や工具の準備に多大な工数を要するのみならず、材料代のみで数百万円にのぼる。一つの重要部品を加工するために200時間以上が必要な場合もあり、刃物が破損し、要求される品質が得られなくなった場合、材料費・工具費・人件費・工作機械稼働費の損失は極めて大きい。以下に、実用上の効用を記述する。

1) 生産中のビビリ検知

面取り時のビビリ振動により面粗度不良が発生した加工を例に挙げる。面粗度不良の発生する場合としない場合があり、全数目視検査が必要であった。そこで、MIの示す加速度に注目したところ、ビビリの発生した場合には、並進方向の加速度のみが検出される一方、発生しなかった場合には、回転方向の加速度が顕著に増加することが確認された。これにより、回転方向の加速度を監視に用いることで、面粗度不良品の選別に要する工数を削減することができた。(図4)

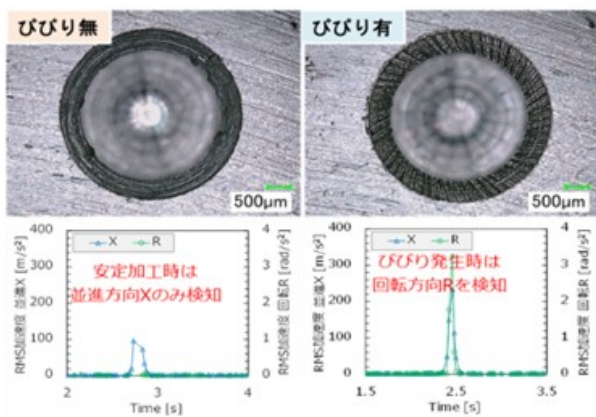


図4 面取り時のビビリ振動による加速度変化

2) 工具寿命の予測

刃物寿命にはバラツキがあるため、加工品の品質を一定に保つことを目的として、不良が発生しないように余裕を持たせた加工個数で刃物の交換頻度が設定されている。MIを使用して、エンドミル刃先近傍の温度を計測した結果、刃先の摩耗量と温度上昇量に相関があることを確認した。(図5)

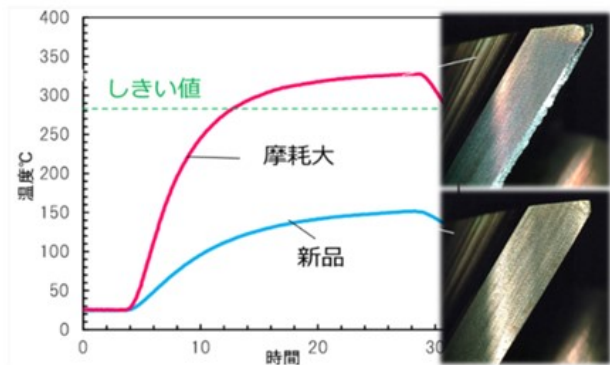


図5 エンドミルの摩耗に伴う刃先近傍温度の上昇

この結果から、工具交換の目安となる温度を閾値に設定することで、耐用限界を超えて工具を使用し、不良を発生させるリスクが低減される。また、使用可能な刃物の廃棄も避けられるため、高価な刃物を使用する場合、刃物費用の削減により、全体コストの15%が低減された事例もある。

3) 加工条件の適正化

ボールエンドミルによる複雑形状加工におい

て、刃先の破損が突発的かつ頻繁に発生したため、工具ホルダの加速度に注目した。これにより、被加工物に刃先が接触した瞬間、加速度が急増する箇所を特定できたため、該当箇所の直前で切削条件を調整し、加工経路を変更した。その結果、加速度を平均化し、刃先の突発的な破損が抑えられた。(図6)

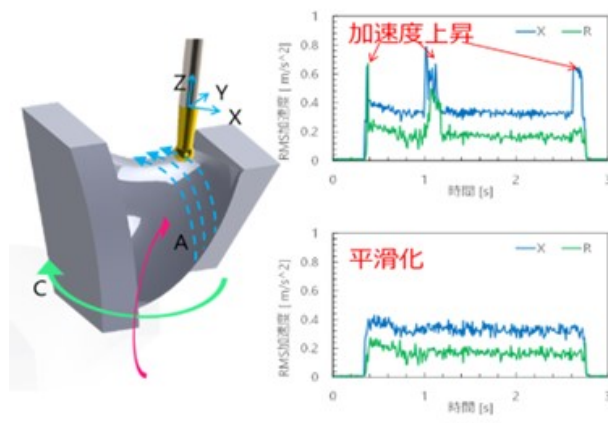


図6 ボールエンドミルによる複雑形状加工時の加速度

4) トレーサビリティの向上

加工後の製品品質と加工現象のデータが関連付けられるため、トレーサビリティが飛躍的に向上する。

5) 技能伝承の補助

従来は熟練技能者の経験や勘で説明されていた工具交換等の現象を客観的なデータによって議論できるようになり、スムーズな技能伝承の補助ツールとして活用ができる。

知的財産権の状況

本開発品に関する特許登録は、下記の通りである。

① 日本国特許第 6168695 号

名称：リアルタイム温度測定方法、及び、リアルタイム温度測定装置

② 日本国特許第 6038426 号

名称：摩擦攪拌接合装置および摩擦攪拌接合に用いる回転ツール

むすび

センサ・通信技術を利用し、切削点近傍に注目した加工現象の見える化を進めたことで、以下の効用を得た。

- 1) 生産中のビビリ検知
- 2) 工具寿命の予測
- 3) 加工条件の適正化
- 4) トレーサビリティの向上
- 5) 技能伝承の補助

今後は、加工中のおきている現象をデータベース化し、AIやロボットも活用することで人が行っているわずかな調整を自動制御に置き換えていく予定である。将来的には工場の自律化を推進し、ものづくりにイノベーションを起こしていく所存である。

安価でコンパクトな 少量多品種に適した飲料充填機の開発

株式会社 アステックエンジニアリング

代表取締役社長 羽山 紀裕

(株)アステックエンジニアリング 取締役社長 羽山 紀裕

(株)アステックエンジニアリング 取締役エンジニアリング部長 川端 栄次

はじめに

飲料業界における生産方式は、生産工程を単純化・合理化して限られた種類の製品を大量に生産する大量生産・大量消費が一般的とされている。しかし近年では、人口減少やインターネット販売の普及による商品の多様化などの要因により、限られたターゲットに付加価値の高い商品やサービスを提供する少量多品種方式が拡がりつつある。飲料業界における機械による少量多品種生産の効率化は進んでおらず、多くの要望に応えるべく開発を続けている。

開発のねらい

少量多品種生産は、大量生産設備の補助として使用されることが多いため、現状の工場空きスペースに設置可能なように、省スペース化を求められる。

省力化・生産性の観点から、洗浄・充填・キャッピング工程を1名で対応できること。さらに、将来的にさまざまな商品に対応できるように一般的に市場に出回っている容器 100 ml～1,800 mlに容易な段取り替えで対応することが求められる。

そこで弊社は、少量多品種の生産方式に適したコンパクトな飲料充填機 (LINE FREE 3) (図1) を2010年に開発したが、この機種は販売価

格が高額であるため中規模以上の飲料製造事業者に限られている。



図1 小ロット多品種型充填機(2010年開発)

飲料においては、清酒など小規模事業者が全国に存在する場合もある。平成28年度国税庁の調査データ『清酒製造業の概況』によると、年間生産200kl以下の酒蔵が1,144社存在し全体の79.8%であるため、年間200klの能力があれば殆どの小規模清酒製造業に対応することが可能となる。従って、比較的安価であり年間200kl以上の生産能力を備える機械 (LINE FREE mini) を2018年から2019年にかけて開発した(図2)



図2 安価コンパクトな少量多品種型
飲料充填機(2019年開発)

装置の概要

弊社が開発した機械は容器洗浄・充填・キャッピングの機能を備えた一体型(図2)のもので、極限までのコンパクトサイズを追求し、家庭用冷蔵庫 600×750×1,900 に収めた。

容器洗浄は2本ずつ行い洗浄後の水切り時間を確保するため2か所を交互に使用する。電源は不要で、開始ボタン(図3、○印部)を押すと自閉で水栓する。



図3 容器洗浄部

充填工程では、容器をびん台にセット後、左右

にある開始ボタン(図4)を同時に押しと充填が開始される。充填ノズルはパッキンレス・グラビティー式を採用することで、充填量は常に一定に保たれ異物混入の心配もない。また、ノズルは工具レスで簡単に脱着・分解可能であり、洗浄しやすい構造となっている。

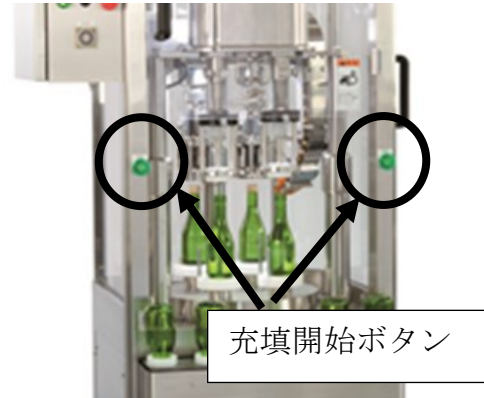


図4 充填開始ボタンの位置

キャッピング工程では、対象キャップは市場で最も採用されているアルミ製スクリューキャップとしており、100個程度収容可能なキャップホッパー(図5)で天地を同じ向きに揃え、キャップシュート(図6)へ1列に整列させる。充填完了後は、自動的にテーブルが反転し、容器はキャッピング工程へ移送される。容器がシュート先端部(図7)を通過すると、キャップが自然にかぶせられる仕組みとなっている。また、キャッピング作業(図7)は充填と同時に開始され、120kgfの圧力をかけた状態でアルミ



図5 キャップホッパー



図6 キャップシュート



図7 キャッピング部



図8 キャップ扉

キャップへのねじ切りを行った後、完成した製品は作業者の手元に戻ってくる。キャップ扉(図8)から投入して補充する。

技術上の特徴

洗浄・充填・キャッピングの機能を備えた一体型の機械。普段は工場で生産し、時にはショップやイベントブースに設置するためには、可能な限りコンパクトで移動・設置が簡単である必要がある。ユーティリティーは AC100V コンセントと洗浄水を接続するのみで、移動・設置も容易にした。誰もが簡単かつ安全に作業を行うため、充填からキャッピングまでの工程を全自動化し、作業者の経験・専門技術を不要にした。

容器サイズ変更は、充填ノズルおよびキャッピングヘッドの高さ調整で行われる。共に同じベースに固定されているため、ひとつのハンドル操作(図9)で切替えができ、非常に簡単である。高さの調整は、高さ合わせ金具(図9)に容器をセットし行うので、数値管理の必要もない。また、ガイドピン(図10、○印部)を差し込む穴を変えることにより、胴径の異なる容器にも対応する。

また、衛生面において設置場所の制限を極力避けるため、機械すべての面にカバーを設け、HEPA フィルターを搭載した換気ファンにより

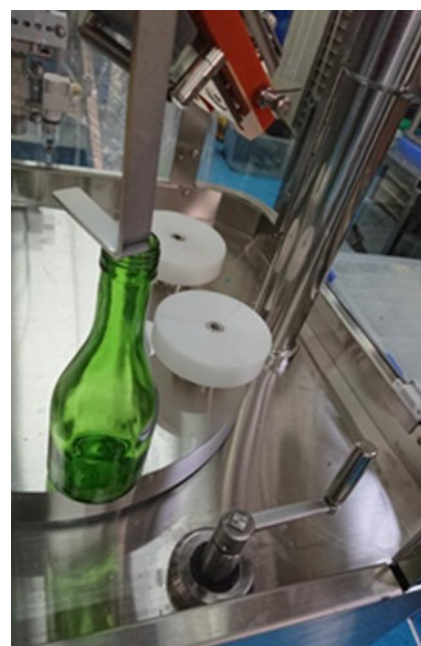


図9 ハンドルと高さ合わせ金具



図10 ガイドピン

クリーンルーム並みの機内環境を整えたことにより、作業員ひとりでも衛生的、かつ高品質を保ち充填作業することが可能となった。

加えて、生産現場を消費者に直接見てもらうため、あらゆる角度から各工程を見てもらうようシースルー化したり、商品のイメージアップを図るため各所に LED 照明を設けたり、外装デザインを工夫した。さらに作業性と品質を損なわないため、機械操作が未経験の複数の方々の意見も取り入れ、改良を繰り返した。

実用上の効果

家庭用冷蔵庫サイズで少量多品種生産が可能になったことにより、わずか 23m² のスペースで清酒を製造・販売している JR 駅構内の店舗にも本機が採用され稼働している。

従来機種と比較し、設置スペースは 80% 減、販売価格は 60% 減と大きく改善したことで、ビジネスにならないとされていた少量多品種生産の概念に変革を与える可能性を感じている。

また、容易に移動可能なことから、イベント会場・デパートの催事などで、実際に消費者の目の前でびん詰め・販売する新たな販売スタイルが見込まれ、飲料メーカーや小規模生産者の宣伝・広告の手段になり、新市場を作る機会になる。

流通・保管の面で難があった小規模生産者も

積極的に販売促進するチャンスが生まれる。商品は樽や小型タンクで入荷しびん詰め販売できるため、流通用の資材は大幅に削減される。

むすび

本機は日々の生産作業として少量・多品種生産で活用されることはもとより、新たな宣伝・広告の媒体として活用されるような情報発信型の新業態に活用されればと、これからも改良を加えていく。

そのような新業態が日本の文化に定着すれば、企業の商品ブランドイメージ作りや地場産業の魅力を直接消費者へ発信する機会になり、日本のモノづくり産業の発展に一石を投じることができればと考えている。

工具等管理対象物の 持出・返却管理業務の効率化

セールスワン株式会社

代表取締役 山本 圭一

セールスワン(株) 開発本部 チーフアーキテクト 土江 拓郎

セールスワン(株) コンサルティング事業部 部長 齋藤 泰子

はじめに

「2025年の崖」という言葉は、製造業の保全管理部門やインフラメンテナンス業の安全管理部門でも、大きな課題となってきた。現場では、ITを活用した効率化や生産性の向上が大きく遅れており、現場では未だに電話、ファックス、打合せがコミュニケーションの中心。情報の集約化、管理の効率化は後回しできない問題と言える。同様の話が複数社からあり、手軽に導入できる工具や計測機の管理用のソフトとして開発したことが、「工具 ONE」の開発の経緯となる。

開発のねらい

当社は先がけて2017年5月より企業内のさまざまな業務を横断的に繋いで効率化できる「StampFlow」というアプリを提供してきた。これは、設備管理業務向けに設備・物品管理や工具・部材管理などの点検管理の効率化を図り、人材不足解消や働き方改革に対応することを目指したソリューションである。そのユーザー企業の一社から「システムとして工具の持ち出しについてリアルタイムで管理を行いたい」との相談を受けたことが、今回紹介する「工具 ONE」を開発するきっかけであった。その会社は、工具の持ち出し管理のためにメーカーより「マルチリーダー（ICタグの読み取り機）」と「ICタグ」

を購入したが、リーダーで読み取った情報を管理するためのソフト開発を販売メーカーへ相談したところ1,000万円以上かかると言われて困っていた。そこで当社が相談を受け開発を進めたところ、同様の話が複数社からあり、手軽に導入できる工具管理用のソフトとして開発したことが、「工具 ONE」の開発の経緯となる。

装置の概要

工具 ONE の特長は、既存の RFID 装置や IoT 機器などの各種センサーとの連携により工具や計測器の「持出・返却手続き」を自動化するソフトウェアである。工具の「持出・返却」のリアルタイム管理や、工具の棚卸管理、校正管理、遊休管理、固定資産管理により、導入することでヒトの動きと移動する工具の情報を蓄積・解析でき、経営視点からの業務改善につなげることが可能な製品となっている。また、タグを貼り付けられるものは全て管理可能なため、工具だけでなく、鍵、車両や重機、部材、工具箱、備品などさまざまなものへ適用できる。さらに、後述する「StampFlow」との連携によりさらなる効率化による企業の DX 対応を素早く行うことができる。

技術上の特徴

「工具 ONE」は、図1のように「ハンディリーダー」「RFタグ」「ソフトウェア」がパッケー



図1 工具の持出管理システム構成

ジとなっている。ハンディリーダーで個々の工具や機器に取り付けられている「RF タグ」に組み込まれた「IC チップ」に記録されているデータを読み取りソフトウェアで一元管理を行う。また、「RF タグ」の部分は、ユーザーの状況に応じて先ほど紹介した各種タグに代用可能となっている。また、独自開発アプリ「StampFlow」との連携によりスマートデバイスにも対応している。

RFID (Radio Frequency Identification の略) は、無線 (電波) で、管理対象物を自動的に識別する仕組みである。一般的には、情報を記録させる「IC チップ」に通信用アンテナを組み込んだ「IC タグ」と、リーダー・ライターのセットで、「ヒト」や「モノ」を識別し、記録・管理を行う利点は、

- ①現場では非接触でデータの受け渡しができる
- ②管理側では、複数の「RF タグ」を一度に読み取ることができる
- ③「RF タグ」は識別番号を持っていて、ソフトウェアで名称や取扱情報、校正情報を管理することができることである。「工具 ONE」では、当社独自の固有識別情報を「IC タグ」に記録し、これまで難しかった情報の精査と一元管理を一度に実現している。また、電波による非接触型のため、1.5 ～ 8.0m の通信距離をもち、データの「読み書き」と「書き換え」が可能で、短時間で多くの「IC タグ (RF タグ)」を認識している。これまではアパレル系に多く、今後コンビニでの利用が期待されている。

「工具 ONE」では工具や計測機への取り付けを想定して、通信距離の長い「UHF 帯 (極超短

を想定して、通信距離の長い「UHF 帯 (極超短波 900MHz 帯) タグ」を利用している。欧州、米国、中国、台湾、韓国、インドネシア、マレーシア等で活用されており海外での導入も可能である。製造業向けには、主に金属向けのタグ「金属タグ」と言われる防水、防塵、防油処理されたものを選択しているが、顧客ニーズに合わせて「一般タグ」を利用することもある。特に、「RF タグ」は非接触型であることから、タグが貼り付けられた工具が入った工具箱から中身を取り出さずに瞬時にリーダーから読み取ることが可能であり、棚卸し作業等が瞬時にできる。また、重要資産に貼り付けることで、それが持ち出された時にリアルタイムで検知できるところも大きなメリットである。

表1 他のICタグとの比較

	課題
QRコード	表面に傷がつくと読取れない
バーコード	作業負荷が軽減できない
ICカード	近付けないと読取れない

Key Success Factor は、独自開発ソフトウェア「StampFlow」との組み合わせ提案

当初の「工具 ONE」では固定資産の所在を自動的に認識できることで、特定拠点における効率化は図れたが、業態によっては工具の利用が特定の拠点とは限らないケースも多く、他拠点間や「ヒト」と「ヒト」との間での工具の受け渡し等にも対応してほしいとのニーズが増えてきていた。そこで、「StampFlow」と連携することで課題解決できると考えた。なぜなら、「StampFlow」では業務のワークフローをシステム上に構築し、管理職と現場の最前線のコミュニケーションをスムーズに連携させることができ、さまざまな業務に携わる人の間で行われる「工具 (モノ)」の受け渡しにも適用可能なためである。

「StampFlow」では意思決定をあらかじめ定めた業務フローに沿って「ファンクショナルスタンプ機能 (特許取得)」により素早く進めることができるうえ、モバイル端末での使用を想定した

音声入力やリアルタイム通知機能による情報伝達や、画像、動画、各種ファイル等をセキュアな環境で情報共有することで、時間、場所、デバイスを選ばずに各自の業務に当たれる。また「StampFlow」上のコミュニケーションをナレッジとして蓄積することで、トラブルの予防や技術承継などに活用することも可能である。

画面構成はチャットアプリのようになっており、操作も単純明快で視覚的にも分かりやすく、世代を問わず直感的に利用できるのも現場が操作に慣れるのも早い。

「StampFlow」との連携においては、顧客の多様なシステム環境に対応できるようにするため、「工具 ONE」へ連携 API 機能を追加することで実現した。この連携 API を活用することの利点は、

(1) 人為的なミス削減

工具 ONE との連携により「点呼→入場→ミーティング→作業→退場」などの一連の点検業務の効率化や、工具の持ち出し・返却管理のシステム化による「承認のワークフロー化」「持ち出し状況のリアルタイム把握」や分析により人為的原因の把握と対策を打つなど発展的に活用していくことが可能である。

(2) 既存システムを活用して手軽に導入が可能

既存の「IoT 機器」や「RFID 装置」などの各種センサーとの連携が可能となり、稼働中の顧客の管理用設備と、シームレスでつなげることもできるため、導入時に大きな設備投資が必要ない。

(3) 棚卸しなどの定期業務の効率化

例えば、固定資産を管理する倉庫で、「RF タグ」を備えた工具や計測器（ツール）等があった場合、ハンディリーダーとスマホ（またはタブレット）があれば、これまでの棚卸し作業工数を一気に削減することが可能であり、そのまま同じスマホから報告作業ができるため、担当者が本来の現場業務に注力できる。

(4) 経営の効率化

モバイル側から工具の予約・管理でき「人（ヒト）」の情報と「工具（モノ）」、「人（ヒト）」

とデバイスの情報などを連携することで、ヒトとヒトとの拠点外での貸し借りや利用実態の見える化による業務の円滑化、効率化が可能である。これをさらに「モノ」→「人」→「予算」と繋げることで適正な固定資産保有や人員配置などによる経営効率化へつなげることができる（図 2）。

このように、連携 API を活用することで「マシン×現場×経営」を一気通貫でき、業務の効率化やミス軽減は可能だが、モバイルファーストなビジネスの促進を短期間で実現するには、「工具 ONE」と親和性が高い「StampFlow」との連携が最適である。現在では「工具 ONE」と「StampFlow」をセットで導入する開発も増えてきている。これは、単なる工具管理だけでなく、短期間で会社の重要資産管理を経営的視点から行えるようにしたいと言うニーズの高まりを示している。



図2 適正な固定資産保有や人員配置へ

実用上の効果

導入することによるメリットは、

- ① RFID 装置の活用により紙やエクセルでの入力ミスが削減
 - ② 工具状況の見える化により工具の前後利用者間の問い合わせ対応の軽減
 - ③ 行動管理の電子化による業務効率化と貸出・返却の誤り低減
 - ④ 業務の効率化による短納期や低コスト実現
 - ⑤ セキュリティレベル向上と監査対応の効率化
- 「工具 ONE」のケーススタディは、ある製造業では、生産管理部門において、社内の工具や計

測器の所在が曖昧なために現場で突発的にレンタル工具や計測機を利用することが増え、工事予算の見直しが発生していたが、導入により自社の工具や計測機のメンテナンス体制を強化して、社内の工具や計測機の有効活用や受注の機会損失軽減につなげることを実現した。また、別の製造業の経理部門では、資産管理を強化する一環で、課税対象物になるものの中に、現場の工具や計測機の管理が課題になっていたが、「工具 ONE」を利用して一元管理を実現するとともに、会計システムとデータ連携を行うことで資産管理システムとして活用することができた。

各種物流機器を取り扱う会社では各種機器設置時にフィールドエンジニアが持ち出す工具管理に困っていた。例えば、フィールドエンジニアが出先から次の顧客の元へ向かう際には、使用していた工具を返し次に必要な工具を受け取るためにわざわざ拠点に戻る必要があった。次に使用する工具は別のフィールドエンジニアが利用しており、直接受け渡しができれば、取りに戻る手間が削減でき働き方改革にもつながるといった思いが経営者にはあった。フィールドエンジニア、マネージャー、経営者の三者へヒアリングしたところ、フィールドエンジニアは、「必要な工具がどこにあるのか、使った工具をどこへ戻せば良いのかが分かるようにしたい。」マネージャーは、「工具の受け渡しに関する指示を自動化したい。」経営者は、「工具の受け渡しを自動化することで工具の探索作業を減らし人材不足に対応していきたい。」ということがわかった。そこで、「工具 ONE」と「StampFlow」を導入し対応することになった。導入後は、「いつ？誰が？どこで」利用しているかが分かるようになり、フィールドエンジニア間での現地工具の受け渡しによる、現場作業の効率化を果たすことができた。また、固定資産全体に RF タグを適用したことで、「固定資産管理作業」の自動化、「重要資産管理」による会社の重要資産の所在のリアルタイム把握、「遊休資産管理」により無駄な固定資産を廃棄することが可能となった（図 3）。



図3 「モノ」→「人」→「予算」へ

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 2017-162426 号

名称：ファンクショナルスタンプを備えたウィザードシステム

概要：業務をパターン化して、ウィザード機能を組み合わせることにより、ファンクショナルスタンプログに基づき、業務の判断を自動化する。

むすび

このように「工具 ONE」は工具にとどまらず、タグ付けできるモノであれば、さまざまな活用が可能である。例えば、放送局向けに保有する機材の管理や現場間での機材の受け渡しに、鉄道会社向けには保線のための各種部品管理や受け渡しに、金型製造業向けには必要な金型の探索時間削減（金型 ONE）などの問い合わせが増えてきている。

「工具 ONE」を、多くの企業へ導入していただくことで、社会の DX 実現へ貢献し 2025 年の崖を回避する一助の役割を担えればと考えております。

テコの原理を使って 迅速な抜歯を可能にした抜歯鉗子

ノイシュタットジャパン株式会社

代表取締役社長 鈴木 計 芳

鶴見大学

学長 大山 喬 史

医療法人社団 松伯会

理事長 埜口 五十雄

ノイシュタットジャパン(株) 代表取締役社長 鈴木 計 芳
鶴見大学 歯学部 教授 里村 一人
鶴見大学 歯学部 教授 細矢 哲 康
(医)松伯会 理事長 埜口 五十雄

はじめに

歯科医院におけるさまざまな治療において診療リスクがとりわけ大きいのは抜歯である。このため他の処置はともかく、いざ抜歯となると当院ではできませんとか、紹介状を書きます等の言い訳めいた言葉を聞いたり、また、いざ抜歯となっても思いもよらぬ時間がかかったり、また、その後に腫れや痛みが出たりとあまり良い印象がない。そもそも現在の抜歯システム(図1)は幕末にシーボルトが持ち込んだ器具類から全く進化していない。麻酔が発達した現代でもペンチ状の鉗子で歯を強く挟んで何回も左右に揺らして抜くという強引な方法がとられてきた。この強引な揺らしが腫れと出血と疼痛の原因にもなっていた。

今回の抜歯方式により 20 秒以内の抜歯が可能になり、出血、疼痛、腫脹が極めて少ない方式となり院内リスクの減少により、より多くのクリニックや往診先での安全な抜歯が可能となった。

開発のねらい

物を抜くという事象において世間を見渡すと挟んで揺すって抜くという方法は極めて稀である。ワインの栓や釘抜きにおいても基本はテコ



図1 従来の歯牙ごとに多数必要となる機器の写真

の原理を使っている。そこで歯牙にネジを接着固定し抜くこととした。

装置の概要

図2に設計図を示す。

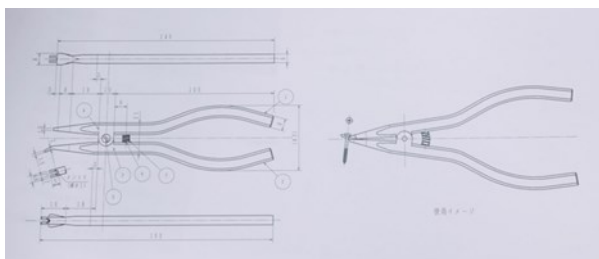


図2 新抜歯鉗子の設計図

装置自体(図3)は非常にコンパクトで軽量である。このため、男医と比べ力の小さい女医でも扱いやすい。



図3 抜歯鉗子

接着剤でネジを強固に固定して、握ればほぼ10秒ですぐ抜けるようになった(図4)。先端のフックに若干の反りを与えたこと、および抜くためのネジを鉗子に固定せず引っ掛けているだけなので、歯を抜くための力の方向が、歯が抜けやすい方向に一致するようになっている(図5)。

技術上の特徴

単純に歯牙にネジをねじ込んでも硬組織の歯は容易に割れてしまう。また、割れた歯の抜歯はさらに難易度が上がってしまい元も子もない。



図4 抜歯の様子



図5 抜歯力の方向と歯が抜けやすい方向が一致

そこで最新の歯牙の接着剤に注目した。この接着剤は200kgfの剥離力に耐えるため歯牙にネジの固定をするには好都合であった。まさにシーボルトの時代では考えられない現代的な抜歯方法であった。この接着剤は2液混合型で光重合で30秒あるいは放置でも化学重合で8分で実用硬化する。このため歯牙の咬頭に穴を開け接着剤を注入し光照射器で2分照射し完全硬化後抜歯を開始でき、抜去自体は20秒ほどで終わる。強引な揺る操作を行わないので出血がほぼ無く、傷の治りも非常に良い。無論術後の腫れもほぼ出現しない。また、力の弱い医師でも操作可能のように従来の鉗子より40%軽量化し、握った力の3倍以上の力が抜く力として出るよ

うに工夫を凝らした。

ただしもっとも困ったことがあった。そもそも歯科学会において噛み込む時の咬合圧についてのデータは豊富で、その耐圧力は150kgfを超えることはよく知られていた。無論入れ歯等の噛み込める圧の研究データも豊富であった。ところが今まで誰も何kgfで歯が抜けるのかのデータを持っていなかった。そこで我々はさまざまな方法で何kgfで牽引すれば歯が抜けるかを調べた。結果ほぼ全ての歯で90kgf前後で抜去できることが分かった。このため前後に歯が無い状態の症例においてもガーゼで作った枕状のものを歯茎に置いて支点とし抜歯を行うことも可能になった。

実用上の効果

この抜歯方式は単に、早い、出血が少ない、予後が良いだけではない。

近年若年層のお醤油顔化が言われて久しいが、この顔面変化は歯学的には顎の骨の矮小化ということになる。顎骨の矮小化は各個人の歯牙の矮小化より先に進むため結果として親知らずが定位置から萌出できない、結果歯並びが悪化するという事態を招いている。

無論以前より抜かざるを得ない親知らずも増えており、埋伏したまま炎症を起こす親知らずも若年層に多くなった。

このような埋伏抜歯は従来はほぼ大学でしか行えなかった。麻酔をかけて、大きく切開をして周囲に挟めるだけのスペースを作る必要があったため抜去する歯牙の4倍ほどの骨の切開を必要とした。これが、大出血や治癒に時間がかかる原因であった。

今回の抜歯鉗子では、抜くべき歯の咬頭面が露呈さえすれば後は穴を開けネジを入れ接着剤を注入し光を当てて接着剤を固定すればほぼ抜歯は終了となる。

この操作の簡便性のため田舎のクリニックでも、老人ホームでも、遠隔地での往診でも簡便な

抜歯が可能となりクリニックの大きな増収に結びついている。また抜歯の簡便化のため、口腔外科を標榜する歯科医院も増えた。無論抜歯に対する世間のブランドイメージも上がる。

実際に抜いた埋伏智歯のレントゲンを以下に示す。

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 2017—104483

名称：抜歯用具

概要：ネジを使って使って歯牙に固定する方法

② 日本国特許 2018—175817

名称：抜歯用具及び抜歯方法

概要：接着抜歯法と抜去する方式

むすび

古来日本人は手先が器用と言われたきたが歯科の器具においてほぼ全てが舶来物である。これが歯科の医療の海外依存の大きな原因と考えてきた。

日本の歯科大学においては欧米人の留学生をみたことがなく歯科の理論はほぼ全てが欧米由来でもある。よって欧米に留学することはあっても欧米からの来訪留学はない。この悪循環を根底から断ち切るためには日本が元祖の歯科技術を育成することが必定と考えている。

また一方で、日本の歯科医院はほとんどが零細な個人医院であり大規模な医療法人が皆無で、臨床からの豊富なフィードバックが少ない。

その上業界の特殊事情がある。すなはち御用聞き制度である。各歯科医院には材料屋と呼ばれる日々のマスクや、エプロン、石膏等の消耗品を取次ぐ業者が存在して隔日あるいは毎日小物を届けるシステムが綿々と続いてきた。この材料屋さんは国内7万軒弱の歯科クリニックを網羅するために各担当者がほぼ50件ほどのゾー

ンでクリニックを回っている。この日々回る材料小売屋の上に地域問屋が存在し、その上に県単位の問屋、その上に関東甲信越レベルの問屋、その上に全国レベルの問屋が介在する。でこの大元にメーカーは製品を卸すことになる。

このためユーザーである開業医の提案、改善要求はほぼ大メーカーに上がらない。また、歯科治療は削る、詰める、抜く、入れ歯にする。という医学に比べると比較的簡単な治療行為のため一部上場企業クラスの参入も競合もなく、また、技術的にこれ以上改善はなくこのまま何とかなると臨床医も考えやすくメーカーも現状維持が多かった。

無論、歯科医師も 10 年もすればある程度不便な方式にも慣れるので、さらに革新の波から取り残されてきた。ところが、現代のようにさまざまな通信手段が出現し、特に Line のようなツールで 300 人を超える全国の顔も知らない歯科医師の集団チャットが同時に可能になると沖縄から釧路までの開業医が日々のさまざまなボヤキをリアルタイムで聞くことが出来るようになった。

ここで出たさまざまな不満の 1 つが抜歯の不便さであった。田舎の先生は近くに大学病院もなく紹介もできない。放置するか、なかったことにするしかなかった。だから何とかしたいであった。

こういう要求を満たして器具を作製するメーカー探しには Google の検索が大いに役立った。無論今流行りのリモートチャットで大方の試作完成まで漕ぎ着けることが可能になった。また、試作品の評価には全国の歯科医に届ける宅急便が大いに活躍した。

また、販売にはヤマト運輸が持っている全国の歯科医院データが大いに役立った。これらの歯科医院にダイレクトにファックスやパンフレットを送ることができ、複雑でバックマーゲンの大きな従来の流通システムを回避できた。

この抜歯鉗子は、現在国内で 200 の歯科医院で使われ出した。特に辺鄙な地域の歯科医院の導入が多い。

このような現代的なさまざまなシステムの恩

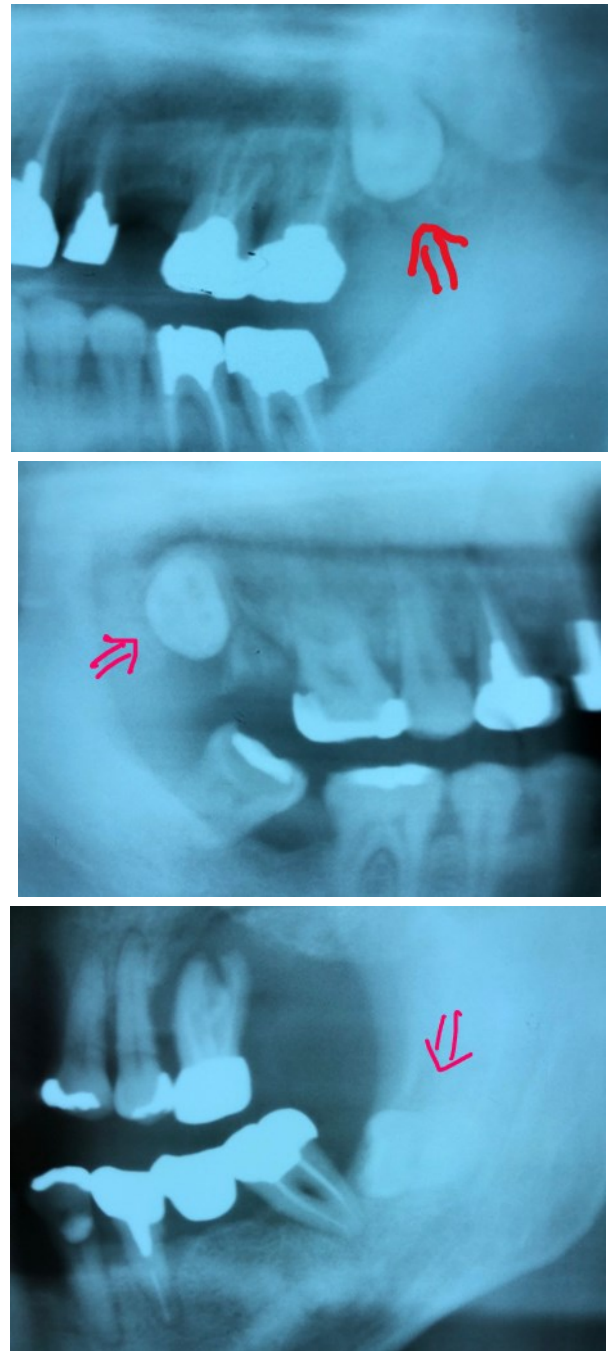


図6 実際に抜いた埋伏智歯のレントゲン写真

恵に助けられながら、さらにさまざまな臨床からの改善希望や、改善提案が活発に出て来ている。Line フォーラムはさながら歯科の情報発信シンクタンクになりつつある。また、さまざまな知見を集めた歯科ペディアを作る動きも出てきた。今後は、さらにさまざまな歯科機器を開発し、最終目標である日本から歯科イノベーションを起こすことを地道に実現化したい。

今回の受賞が大いなる認知となることに感謝を添えて。

山口県航空宇宙クラスターの活動支援

公益財団法人 やまぐち産業振興財団

理事長 楠 正 夫

(公財)やまぐち産業振興財団 事業支援部 松田 正樹

(公財)やまぐち産業振興財団 経営企画部 櫻 旭輝

はじめに

やまぐち産業振興財団での企業支援における強みの1つに、販路開拓がある。その特徴は、単に取引先や売上高を増やすことだけでなく、関係者により多くの利益をもたらすことを念頭に、支援を行っていることである。支援企業が事業拡大するための事前調査や、志を同じくする連携ネットワークの構築を通して、世界のトップシェアを有する企業等との企業間マッチングを行っている。今回、新分野として航空宇宙分野へ参入するための、当財団の取組を紹介する。

事業支援のねらい

今後成長が期待される航空機・宇宙機器産業において、山口県産業の裾野の拡大と競争力強化を目的として、航空宇宙業界への参入支援を行った。

山口県は、素形材産業を基幹産業として、輸送機器や医薬品、半導体等の産業も盛んで、これらの部品製造等、多品種少量を得意とする中小企業が多い。特に今回、新分野への参入意欲が高く、技術力と品質管理システムを備えた企業をグループ化し、連携受注体制を構築した(図1)。

また難燃性マグネシウム合金や炭素繊維複合材といった新素材と、レーザーや3Dプリンターといった新加工技術に着目し、差別化戦略を進めた(図2)。これらにより、業界の大きな



図1 山口県航空宇宙クラスター体制図

課題である軽量化に貢献する提案を行うことで、受注獲得やプロジェクト創出につながった。

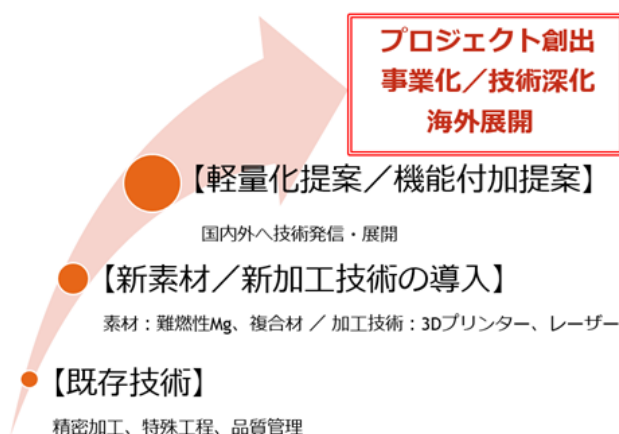


図2 差別化戦略

事業支援の概要

業界のニーズとクラスター企業の現状を踏まえ、当財団にて調査した情報やネットワークを

基に、実践的な支援を講じ、クラスター企業の国内外での事業展開と新事業展開を促進した。Phase1～4の各段階での支援の内容を以下に示す。

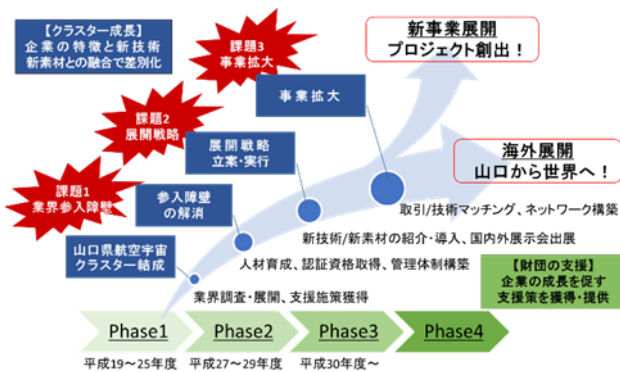


図3 クラスター企業支援イメージ

【Phase1】山口県航空機研究会

(平成19年～平成25年度)

平成19年度に当財団独自事業として「山口県航空機研究会」を立ち上げ、航空機分野への参入を目指す企業グループを15社で組織し、参入セミナーを実施した。平成21年度から25年度は、中国経済産業局の補助事業により「ちゅうごく地域航空機産業クラスター」を立ち上げ、当財団は販路開拓を担当し、中国地域企業の航空機分野への参入支援を行った。

【Phase2】先端産業参入促進事業

(平成27年～29年度)

県内企業が航空宇宙分野に参入するための体制整備を目的に、県に事業提案を行い、平成27年度から平成29年度まで「先端産業参入促進事業」を実施した。

はじめに航空宇宙分野への参入セミナーを3回開催し、その参加企業を基に9月15日、山口県航空宇宙クラスターを6社で立ち上げた。(当財団は事務局として事業実施や運営を担当) クラスターの参画条件として、平成29年度末までに航空宇宙産業における国際的な認証規格である、JISQ9100を取得することとした。これにより、真に航空宇宙分野に参入しようとする意欲の高い企業をグループ化することに成功した。一方で、認証取得には多額の経費が必要であることが参入障壁となることから、当財団からの

認証取得に関わる助言の他、認証取得に係るコンサルタント経費、審査経費の助成を行った。その結果、当初参画した6社の全社が認証取得を完了した。その他、セミナー、大手航空機部品メーカーやエアラインの整備工場、航空機部品の一貫生産を行う中小企業の工場見学と意見交換会を毎年2回程度実施し、クラスター企業の体制整備と意識高揚に役立てた。また航空宇宙に関する展示会への出展(年3回程度)や国やJAXA、政府系金融機関、宇宙ベンチャーなどが主催するセミナーへの参加と、知り合った企業/機関等へのフォローアップを積極的に実施し、クラスターの取組PRや販路開拓を行った。クラスター企業への展示会出展経費や旅費助成に加え、当財団が企業と同行訪問することにより、参画企業が最新の情報を収集することやネットワーク構築を促進することができた。

クラスター企業の管理体制強化を目的に、経営者と従業員を対象として、航空機人材育成研修を行った。平成27年度は、株式会社VRテクノセンターから講師を招き、座学120時間、組立実習20時間を4ヶ月かけて行った。実際に作業を実施/管理されていた大手重工OBの方からの指導により、参画企業従業員の作業/管理能力向上につなげた。平成28年度は、より実践的な研修を行うため、航空機部品の一貫生産模擬研修を行い、実際に加工実習を行った。一貫生産ニーズに対して、クラスター企業連携を模擬的に実施することで、連携に必要な課題と対策を明らかにできた。この研修内容は、当財団が株式会社VRテクノセンターに提案し、全国に先駆けて実施したもので、後の一貫生産模擬研修のモデルとなった。また、受講経費の助成を行うことで、企業の人材育成を促進した。

【板金加工一貫研修】 (10日間)

板金加工→熱処理→板金加工→熱処理
→浸透探傷検査→表面処理→塗装→最終検査

【機械加工一貫研修】 (5日間)

機械加工→浸透探傷検査→ショットピーニング
→表面処理→塗装→最終検査

【Phase3】航空機・宇宙機器産業参入促進事業 (平成30年度～)

平成30年度からは、「航空機・宇宙機器産業参入促進事業」として、航空宇宙分野の販路開拓/拡大に力を入れている。大手航空機部品メーカーをクラスターで訪問し、工場見学、クラスター企業のプレゼンテーションを行うことで、マッチングを目的としたPRを進めている。またクラスター企業の品質管理能力向上を目的に、名古屋品証研株式会社から講師を招き、「内部監査員養成研修」を実施した(受講経費助成あり)。

航空宇宙に関する展示会については、国内展示会のみならず、海外展開を目指し、平成30年2月に開催されたシンガポールエアショーを視察し、次年度以降の海外展開の準備を行った。平成30年度、令和元年度に、アメリカユタ州立大学で開催された、世界最大規模の小型衛星学会である Small Satellite Conference (SSC) に2年連続出展し、クラスターのPR、販路開拓を行った。中小企業の海外展開では、技術はあっても言語や文化の違いが大きな障壁だが、国や貿易振興機関の支援を受け、海外大手航空メーカーとの商談に至った。またSSCに日本から出展していた他企業と、宇宙分野の海外展開で連携を進めており、今後海外からの受注が期待できる。

【Phase4】産業イノベーション促進事業

(平成30年度～)

クラスター企業の研究開発と新事業展開を目的に、「やまぐち産業イノベーション促進事業」を開始した。1年間で最大1,500万円、補助率2/3とし、最長3年間の事業実施を可能とした。航空宇宙産業の開発には、多大な資金と労力を事前に必要とすることが大きな障壁であり、これを解決するためにこの補助制度を設けた。また当財団にて、開発案件はあるが加工方法に苦慮する県外企業や大学等と、クラスターの企業や技術をマッチングすることにより、当補助制度の活用を促進した。その結果、これまで2件のプロジェクト創出を成功させた。

事業支援の特徴

クラスター事務局である当財団職員が、課題を解消するために必要な企業/機関とのネットワークを構築し、クラスター企業に展開することで、クラスター企業の事業拡大を支援した。国やJAXA、政府系金融機関等が主に大都市圏で開催するセミナーで情報を収集し、またそこで知り合った企業/機関等にフォローアップを行うことで、連携ネットワークを拡大させた。

当財団でのマッチングは、航空宇宙だけでなく他産業も対象に行っていることで、他産業でのマッチング増と、医療分野でのプロジェクト創出にもつながった。事業拡大 → 利益拡大 → 設備投資 → 雇用増 → 新事業展開 と、継続した成長の好循環となるよう支援するという「企業支援の想い」と「職員自らが創造しながら行動すること」が特徴であり、当財団での事業拡大/新事業展開支援のキラーコンテンツと言える。またこの支援活動で構築できた連携ネットワークこそが、独自の支援体制である。

事業支援の成果

軽量化をテーマに、既存技術と新素材/新加工技術との融合による差別化戦略の基、当財団での取引/技術マッチングと企業/機関等との連携促進により、国内外での販路拡大、新事業展開につながった。クラスター参画企業は、JAXAや



宇宙ベンチャーから宇宙機器部品、大手重工や航空機エンジンメーカーから航空機部品を、継続受注できている。クラスター全体として約2億5,000万円の受注獲得につながった。またクラスター参画企業は、最新鋭のレーザー加工機や3Dプリンター等の設備投資も積極的に行っている。これが企業の成長の好循環につながっており、クラスター参画前に比べて、売上高や従業員をほぼ倍増させた企業が4社ある。

海外大手航空メーカーとの商談を進めるなど、国内外の支援機関とも連携して海外展開を進めている。また宇宙ベンチャーや大学等と連携してプロジェクトを立ち上げ、事業化に向けて航空宇宙機器の共同開発を進めている。これらの販路拡大と新事業展開により、今後のさらなる事業拡大が期待できる。

新事業として、「やまぐち空中発射プロジェクト」と「小型衛星推進ユニット軽量化プロジェクト」の2件のプロジェクトを創出した。航空宇宙機器の事業化に向け、クラスター外企業も参画するなど、航空宇宙分野参入は地域企業にも波及している。またこれまでの取組実績とネットワークにより、再生医療用装置の開発プロジェクト立ち上げにもつながった。

当財団としても、航空宇宙分野参入を戦略的に取り組むことにより、他の産業との接点が生まれ、企業間マッチングを促進することができた。当財団の令和元年度実績は、取引成立件数143件、当初成立金額約15億8,000万円と、過去最高額となった。



図5 やまぐち空中発射プロジェクト



図6 小型衛星推進ユニット軽量化プロジェクト

むすび

当財団が企業支援を行うにあたって、関係する企業/機関/大学等の関係者が Win-Win になるよう心掛けています。大手企業のできること、中小企業のできること、支援機関のできることを明確にし、新事業創出のために最終的になりたい姿をイメージし、そのイメージを形にする。そのために、自らが情報収集に時間と労力をかけ、志を同じくする企業/機関/大学等とのネットワークを構築することが重要である。

これまでの取組で得た情報とネットワークを基に、県内中小企業の「販路開拓・拡大支援」が実現できており、当財団の大きな強みとなっている。

Creativity ～創造する夢を現実に～

日本の航空宇宙産業の発展を祈念するとともに、これまで当財団の取組にご協力頂いた皆様、山口県航空宇宙クラスター企業各社にお礼を申し上げます。

(無断転載を禁じます)

第55回機械振興賞受賞者業績概要

令和3年2月22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)

