

## ■第4期重点分野の取り組みと成果

鳥取県産業技術センターでは、第4期中期計画（令和元年～4年度）の重点分野として、「生産性向上のためのAI・IoT・ロボット技術」、「次世代自動車関連部品の生産技術」、「豊富な水産資源を活用した高付加価値食品の開発」を掲げ、研究開発、人材育成や社会実装に取り組んでまいりました。本特集では、第4期中に取り組んだ内容とその成果についてご紹介します。

### 生産性向上のためのAI・IoT・ロボット技術



県内企業の生産性向上や人手不足解消を実現するため、AI・IoT・ロボット技術の積極的な導入・活用を促進する研究開発・人材育成・導入支援の活動を行ってきました。

#### 研究開発

#### 【IoT】人体通信による作業動態管理技術



人体通信モジュール内部と実際に装着した様子

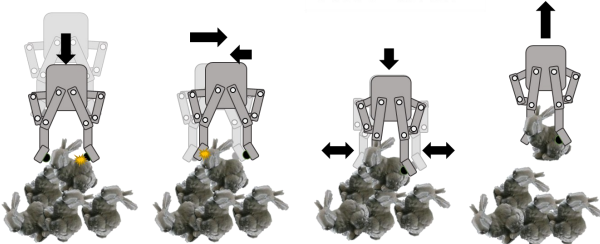
製造現場において、作業時間の計測や作業履歴の管理業務は、データの収集・分析に時間と労力を要する他、作業への負荷になっています。

本研究では、人体通信技術を活用し、作業内容及び作業時間等のデータ収集・分析を簡易にできるシステムを開発し、一般作業者を熟練作業者に近づけることによる生産性の向上を目指しています。

#### 研究開発

#### 【ロボット】新たなランダムピッキング技術

- ① 触覚センサの接触まで下降
- ② 逆側の触覚センサに当て中心補正
- ③ 軽く掴み力の偏り確認。均等でなければ下降して繰り返す
- ④ 均等に力が掛ければ把持・上昇



開発したピッキングロボットの動作原理

現状の産業用ロボットは定位置の部品を移動させることは得意としますが、ばら積み状態になると部品を認識するための高価な3次元カメラが必要になる。さらに部品の正確な3次元データも必要となり、高コストになるため生産現場への導入が進んでいません。

本研究では、安価なビジョンセンサの視覚情報とロボットハンドの触覚情報から、ロボットが自ら考え部品を掴むことができるシステムを開発しました。現在、県内企業と協力して製品化に向けた取り組みを行っています。

#### 技術の普及と人材育成



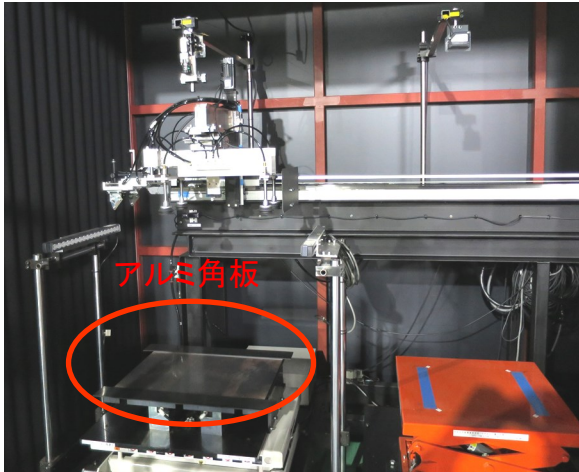
産業用ロボットによるピッキング研修の様子

県内製造業において、AI・IoT・ロボット技術の普及や実装の加速を目的として、4年間で37回の研修を開催しました。県内企業より488社、720名にご参加いただき、学んだ技術を自社での工程改善に活かせる人材の育成を支援してまいりました。

AI画像処理による検査工程自動化や、IoTによる生産工程の見える化、ロボット導入による生産性向上など、企業での実装が進む成果に繋がっています。

社会実装への支援

【AI】アルミニウム角板の自動外観検査装置の開発



カメラと搬送部を組み合わせた外観検査装置

AI 技術を活用したアルミニウム角板の「自動外観検査装置」の開発を行いました。AI 技術を活用することで、設定された条件に合致するものだけでなく、条件から外れたものについても柔軟性を持った判定をすることが可能になりました。

現在は実証実験のため、開発した外観検査装置を工場内に設置し、画像データの蓄積を行いながら、安定稼働に向けて装置の改良などを行っています。

引き続き自動化技術についての研究開発を行い、さらに高品質なモノづくりを実現する装置の完成を目指します。

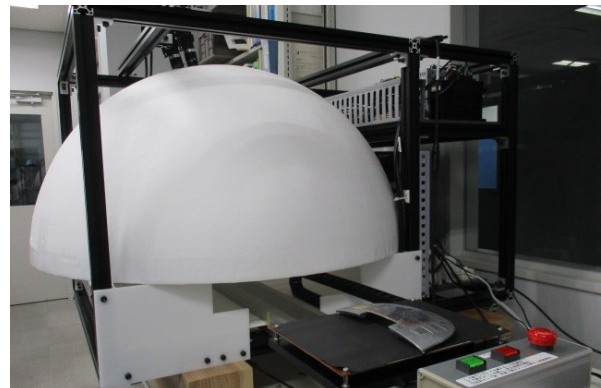
社会実装への支援

【IoT】生産計画の見える化と工程検査自動化支援

生産管理の見える化のため、「データベース作成」、「進捗状況の遠隔入力」、「web ベースでの進捗画面表示部作成」などの技術を、ものづくり人材育成塾を通じて県内企業の技術者に習得していただきました。これにより現場作業員、工程管理者が、生産数をリアルタイムに把握して、生産性向上を実現する生産管理システムを構築することができました。現在、AI 画像処理による自動外観検査システムの開発を支援しており、さらなる生産効率および品質向上を目指しています。



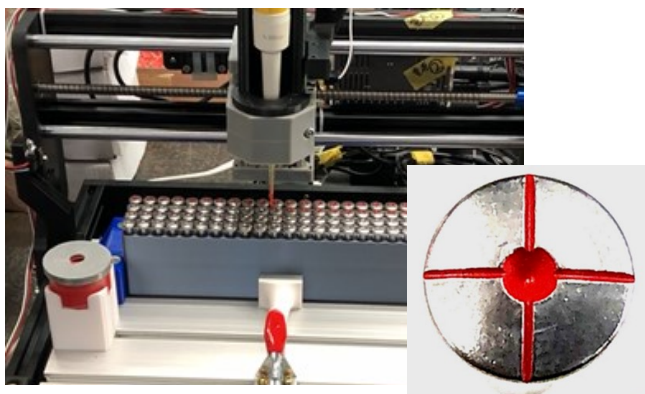
進捗表示画面



外観検査用撮影装置

社会実装への支援

【ロボット】協働ロボットを用いた自動塗装システムの開発



試作した自動塗装システムの外観（左）とその結果（右）

手作業で行っている金属加工部品の塗装工程は、塗装後の不要な塗料の除去が大きな負担となっていました。ものづくり人材育成塾を通じて、フレキシブル型協働ロボットを用いた塗装システムを企業技術者と共に開発しました。

企業現場でこのノウハウを生かした自動機を用いた結果、ランニングコストを 85%削減（塗料の廃棄がなくなった）、生産性を 330%向上させることに成功しました。

## 次世代自動車関連部品の生産技術

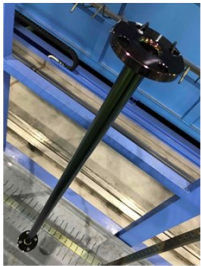
次世代自動車関連部品の生産技術



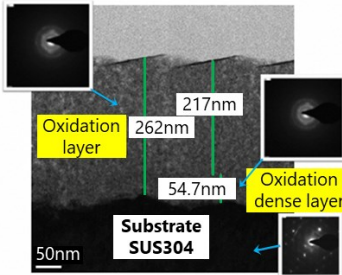
今後来るべきカーボンニュートラル社会を見据えて、当センターでは「次世代自動車関連部品の生産技術」を重点分野として掲げ、研究開発や技術者育成に取り組んできました。

### 研究開発

### 湿式表面処理で汎用ステンレス鋼の高耐食化



フランジ溶接長尺パイプへの適用事例(提供:(株)アサヒメッキ)



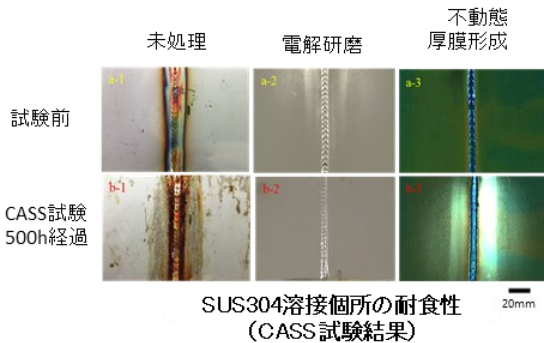
不動態厚膜の断面透過電子顕微鏡像

オーステナイト系ステンレス鋼は耐食性や靱性に優れるため、化学プラントや高圧ガスの配管容器材料として使用されますが、海岸地帯等の厳しい環境下では溶接箇所や隙間部分に錆を生じます。特に、高圧水素ガス用の構造材料として使用する場合は、水素脆化に伴う強度低下が問題となります。

本研究では、ステンレスの耐食性の元となる不動態膜を、自然状態の 1 nm 未満から人工的に 250 nm まで厚くする湿式表面処理技術を開発しました。また、現場溶接したパイプ内外面を再度被覆する可搬型の装置を構築し、さらに開発皮膜による SUS304 の耐食性向上や水素バリア効果を検証しました。

この技術は、汎用ステンレス鋼種 SUS304 のバリア型保護膜として、製品対象物の大きさや形状を問わず適用可能です。特に次世代エネルギーである水素ガスの輸送や貯蔵で、ステンレス配管容器の利用が拡大されれば、信頼性維持とコスト低減の両立につながります。

※本研究は経産省サポイン事業(2019～21)の助成を受け、(株)アサヒメッキ、産総研、電通大との共同研究で行われたものです。



SUS304溶接個所の耐食性(CASS試験結果)

※ CASS 試験：腐食(さび)の加速試験

### 技術の普及と人材育成



低コスト化ワークショップセミナーで実演する研究員の様子

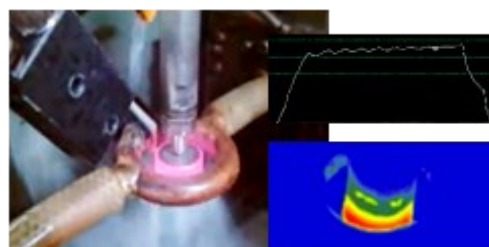
EV など次世代自動車関連部品の生産技術に必要な技術力向上を目的として、軽量化、電動化、低コスト化に資するセミナーを現地レポート、当センターの技術を交えながら行い、4年間で10回、延べ117社、185名の参加をいただきました。EV自動車関連の研究開発や部品受注の増加など、企業での実装が進む成果に繋がっています。

<主なセミナー>

- ・超硬材料金型工具の長寿命化対策ワークショップ
- ・電動化ワークショップセミナー
- ・低コスト化ワークショップセミナー
- ・鉄系部品に命を吹き込む 熱処理と脱炭素



超硬材料金型工具の長寿命化対策ワークショップセミナーの様子

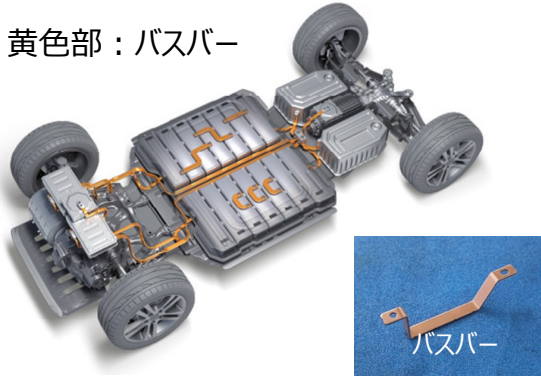


鉄系部品に命を吹き込む 熱処理と脱炭素のセミナーの様子

社会実装への支援

次世代自動車用配電部材(バスバー)等の高性能化に寄与する革新的曲げ成形技術の開発

黄色部：バスバー



左図：  
サンコール株式会社ホームページより  
<https://www.suncall.co.jp/shunt-sensor-solution/busbar/>

- ※ バスバーとは：電気自動車に搭載される 電池から大容量の電流を流すための電極（詳細は右文）
- ※ スプリングバック現象とは：板材を曲げたときに元に戻ろうとする現象のこと。
- ※ バウシinger効果とは：金属板材に対し、はじめにある方向に負荷をかけて変形させた後、反対方向に負荷をかけた場合にはじめの変形のときより小さい降伏応力を示す現象のこと。

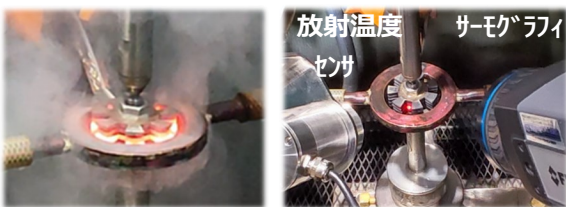
電気自動車等で大容量電流を分岐する際に、ケーブルや電線を用いるのではなく、バスバー（BUS-BAR）と呼ばれる、銅製の厚板を打ち抜き、複数個所を折り曲げて立体形状に成形し、耐熱性樹脂基材に取り付けた部品が用いられます。

バスバー製造に用いられるプレス加工による板成形では「スプリングバック現象」が顕著で形状凍結が難しく、また複数個所の曲げ加工に伴い、その影響が蓄積・増幅されて大きな寸法変動を生じるため、基材への取り付けには作業者の手による矯正が避けられず、品質、生産性、コストの面で課題を抱えていました。そこで本研究開発では、「バウシinger効果」という現象を活用したプレス加工法を開発することでスプリングバックの影響を極力排除し、短時間で高精度の曲げ加工が可能な技術を開発しました。

また、新工法では銅板材の焼き付きや金型の摩耗・破損が問題となるため、金型構造の最適化や自己潤滑機能を有する部分強化分割金型の開発を行い、加工後の銅板材の後処理の効率化に資する取り組みについても実施し企業の生産性向上にも貢献しました。

社会実装への支援

磁束密度制御治具を活用した選択的高周波誘導加熱法の開発

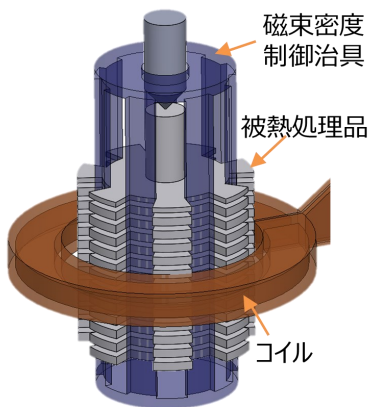


高周波誘導加熱 熱処理実験の様子

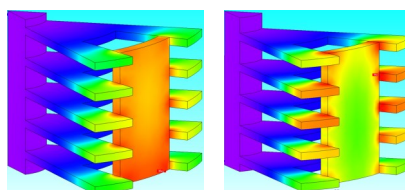
図に示す高周波誘導加熱は、数秒で焼入れ処理を行うため、人の目による現象把握は物理的に困難です。さらに、高周波誘導加熱で用いられる電磁誘導加熱現象は、目には見えない磁束密度の違いで温度上昇が異なるため、現場レベルでの改善は難しく、経験と勘に頼っている部分があります。

その中で、自動車の動力伝達用部品等で活用される起伏の大きく薄い部品（例えば歯車）については、最外周面側への熱処理ができない形状がありました。その要因を電磁場・非定常伝熱の連成解析により検証した結果、形状依存の磁束密度分布が影響していることがわかりました。

そこで本研究では、磁束密度を制御する治具（下左図）を考案し、その形状や材質が温度分布に及ぼす影響を明らか（下図中央）にし、複雑形状部品においても選択的に高周波焼入れ可能な方法（下図右）を開発しました。



考案した磁束密度制御治具



治具材質の違い（シミュレーション）



試作した治具 熱処理の様子



本研究開発は、（公財）JKA の 2022 年度公設工業試験研究所等が主体的に取り組む共同研究事業により実施しました。

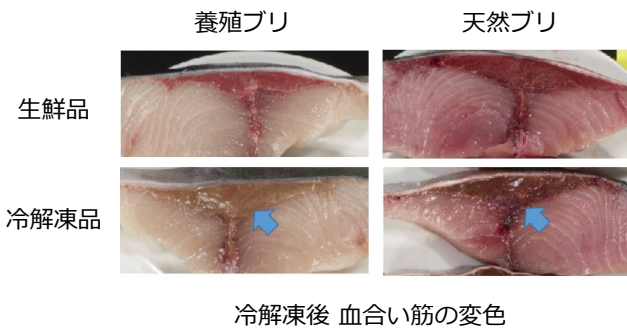
## 豊富な水産資源を活用した高付加価値食品の開発



鳥取県の豊富な水産資源をより一層活用するために、鮮魚に引けをとらないような冷解凍技術や凍結保管時の品質劣化を抑える技術の開発、当センターが開発した技術の実用化に向けた取り組み、カニの品質を判別する技術の開発等、県内企業の新たな事業展開に結びつくための活動を行ってきました。

### 研究開発

#### 高品質冷凍、高品質保管、高品質解凍に係る実用化技術開発



境港は日本屈指の鮮魚供給基地であり、高度に衛生管理された漁港・市場への整備が進められています。そのため、加工品を含めた水産資源の高品質な冷凍～保管～解凍に至る一連の技術が求められています。

冷凍ブリを解凍した後に血合い部分に褐変が生じる（写真矢印）課題について、全国各地の13機関が連携し、水産庁の補助を受けて、褐変抑制技術の開発に取り組みました。その結果、天然ブリの血合いの褐変は、養殖ブリに比べると変色の程度が穏やかであることがわかりました。

### 研究開発

#### 当センター保有技術（凍結通電加熱接着技術等）の社会実装研究

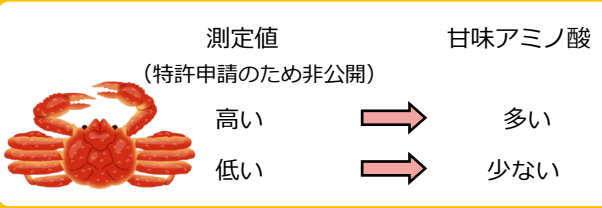


シルバーとサーモンの接着魚肉 イワシのしぐれ煮

当センターでは、凍ったままの魚肉に電気を通して、異なる魚種の肉を接着させる技術開発を行ってきました（写真:左）。その他、加工利用に不向きな魚や切れ端などを使った魚肉加工技術開発にも取り組みました。その結果、まるで肉のような食感をもつ素材の開発に成功し、その素材を活用した新たな食品開発にも取り組んでいます（写真:右）。

### 研究開発

#### カニの品質選別技術開発



測定値と甘味アミノ酸について

境港は、ベニズワイガニの水揚げが日本一です。美味しいカニを提供するためには、カニ品質を簡便に選別する技術が必要であり、生のベニズワイガニの味や身入りを非破壊で評価する技術開発に取り組みました。現在、特許出願を行い、県内企業への技術移転を目指しています。

### 技術の普及と人材育成



セミナー風景

水産資源を活用した高付加価値食品の開発を目的として、令和2年度から3年間、県内企業の技術者を対象に「鳥取県水産加工技術研究会」を開催しました。当センター研究成果の情報発信の他、冷凍技術の基礎や冷凍食品の品質向上、水産未利用資源の活用に関するセミナー等を開催しました。また、当センターと企業で共同開発した急速凍結・解凍装置の実演会も行い、参加者が持ち込んだ食材の急速凍結体験も行いました。

ものづくり人材育成塾の「水産加工開発コース」では、水産加工に係るオーダーメイド型研修を行い、自社製品開発に活かして頂きました。

### 社会実装への支援

### 厨房用小型ブライン凍結装置の開発



厨房用小型ブライン凍結装置  
(株)トライアングル製造  
で急速凍結したイワシ

品質劣化を抑える凍結方法として、0℃以下でも凍らない液（ブライン液）を使用した急速凍結方法があります。「鳥取県水産加工技術研究会」での意見交換をきっかけに、株式会社トライアングルがものづくり人材育成塾に参加して「飲食店向けの簡易ブライン冷凍装置」の開発に取り組みました。攪拌方式の改良等を行い、液体を効率よく動かすことが可能な「厨房用小型ブライン冷解凍装置」の開発を実現した結果、共同で特許出願し、令和3年に製品としての販売が開始されました。

### 社会実装への支援

### カニ殻粉からのアスタキサンチン抽出法の開発



導入された真空濃縮装置（左）  
アスタキサンチン含有油（右上）と  
カニ殻ナノペースト（右下）

(有)前田水産からカニ殻粉に含まれる機能性成分のさらなる有効活用を進めたいとの相談があり、当センター保有の特許（キチン・アスタキサンチン分離生産方法）の応用を提案しました。同社の技術者が当センターの商品開発支援棟での試作を繰り返し実施したのち、カニ殻粉から機能性を持つアスタキサンチンを抽出するための真空濃縮装置を導入されました。現在、アスタキサンチン含有油として素材化を実現されています。

さらに、アスタキサンチン抽出後のカニ殻粉をディスクミルで解繊することにより無駄なく利用することが可能となり、カニらしい色合いでキチンナノファイバーを含むカニ殻ナノペーストとしても活用されています。

### 社会実装への支援

### サワラ蒸し煮干しの開発

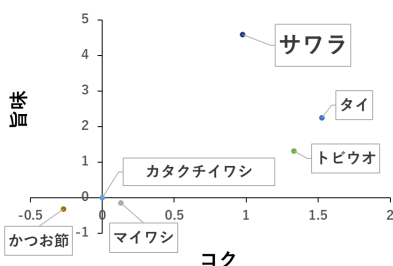


サワラ蒸し煮干し（全長約 45cm）

平成 11 年ごろから日本海でもサワラが多く漁獲されるようになりましたが、小型のサワラ（サゴシ）は山陰地方ではほとんど利用されていないのが現状でした。そこで、脂肪量が少ないといった特徴を活かして煮干し加工を検討しました。

うまみの流出を防ぐために、煮る工程を蒸す工程に変更し、味覚センサーで分析した結果、トビウオやタイよりも旨味が強いことが分かりました。また、サワラ蒸し煮干しの製造には塩を使わないにもかかわらず、官能評価では塩味を強く感じるため、サワラ蒸し煮干しで出汁をとることで、塩味の満足感を残したまま減塩することが可能と考えております。

令和 4 年より鳥取県境港市の有限会社岡島水産においてサワラ蒸し煮干しの製造、販売がはじまり、境港市の有限会社山本製麺所で提供されるうどんの出汁に採用されています。



各種煮干し等の旨味・コクの  
分析結果



うどんの出汁として採用