

研究成果

株式会社 TAN-EI-SYA

三協立山 株式会社

富山大学

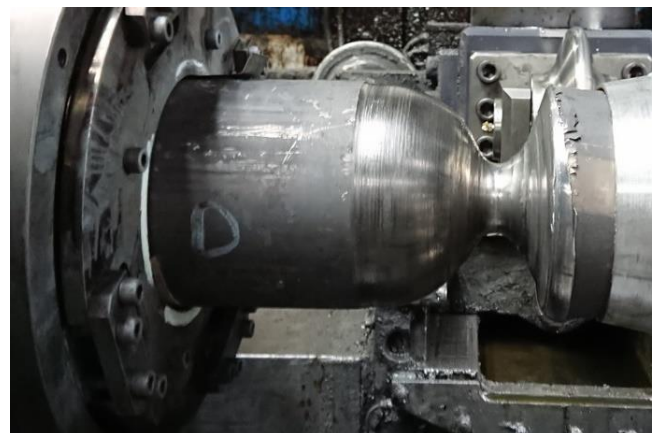
(高辻則夫名誉教授、松田健二教授)

研究背景と目的

自動車業界は100年に一度の変革期を迎え、EVをはじめとした新しいモビリティが主役となりつつあります。

この機会に弊社が保有する、「素材技術」「鍛造技術」「スピニング加工技術」を活かし、新しい分野への参入に向けた技術開発をしています。

軽量、高比強度で水素への安定性に優れるアルミ合金の開発とアルミ合金を構造材としたアルミ容器加工技術の確立を目指しております。



◆ 研究開発内容(平成30年度)

新製法鍛造によるアルミ素材評価

軽量で高い耐圧性を有する必要があるため、素材そのものの高強度化が必須である。
また高圧容器の胴部やドーム部の形成で強加工要するため、変形抵抗の小さいアルミ素材が必要となる。
弊社では、A7000系アルミ合金に着目し、さらなる高強度化の為新製法の鍛造を実施し評価を行った。

①新製法鍛造素材評価

- ・結晶粒径調査を行ったところ、新製法鍛造素材の結晶粒径が小さくなった。
- ・シャルピー衝撃試験を実施し、靱性値が上がることを確認した。
- ・新製法の鍛錬比が低いため、鍛錬比UPしてさらに性能UPを目指す。

②熱間圧縮試験評価

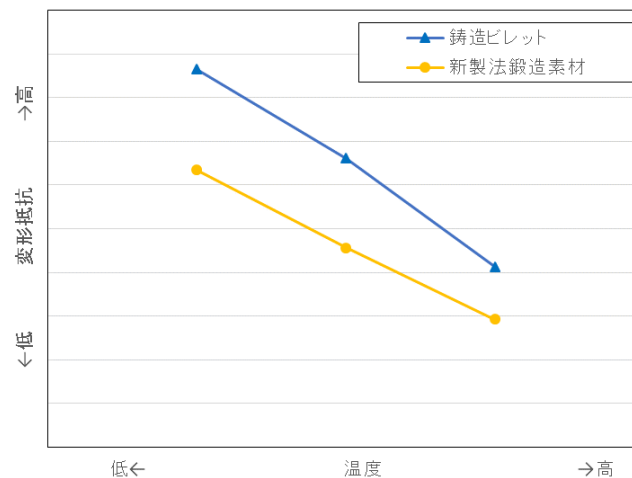
- ・A7000系材料において新製法鍛造素材では、変形抵抗が低くなった。



casting ビレット



新製法鍛造による素材



◆ 研究開発内容(平成31年度、令和元年度)

小型高圧容器試作の実施と新材料の開発

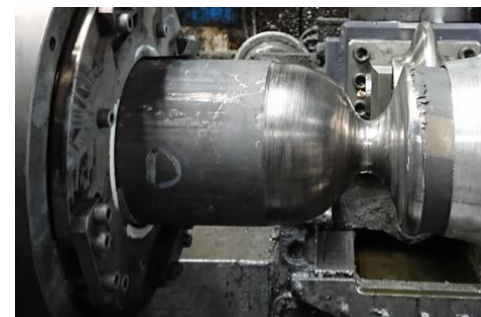
平成30年度の研究開発にて作製した鍛造素材より、後方押出にて胴部、底部の成形を行った。その後、スピニング加工にてドーム部および口金部の成形を行い高圧容器の試作品を作製した。また、さらなる高強度7000系材料の開発に着手した。

- ①後方押出による胴部、底部の成形
・専用金型を導入、試作を実施。(写真参考)



後方押出試作の様子

- ②スピニング加工によるドーム部、口金部の成形
・専用金型を導入、試作を実施。(写真参考)
・各部、厚み不足の為、改良が必要となったが、基礎的な製造技術を確立した。



スピニング加工後の素材

- ③A7000系高強度新材料の開発
・鋳造試作及び硬度測定による評価を行い、T6処理を行った合金候補4種で200HVを超える高硬度材が得られた。



高圧容器試作品

◆ 研究開発内容(令和2年度)

小型高圧容器試作の実施と新材料の開発②

前年度に引き続き、試作の実施とA7000系新材料の開発を継続して実施。
試作品高圧容器を試験機関で試験を行った。
「アルミニウム合金製圧力容器及びその製造方法」の特許を出願。

①小型圧力容器試作の実施と試験機関での破裂試験の実施

- ・後方押出用鍛造金型、スピニング加工金型を改良し、試作品品質を向上に成功。
- ・試験機関で容器の破裂試験を実施。設計圧力を超える圧力で破壊した。



②新材料開発

- ・ラボ評価の結果、目標としていた0.2%耐力500MPa以上を達成。
- ・合金候補から1種類を選択し、大径ビレットを作製。
- ・押出材にて機械的性質の評価の結果、ラボ評価結果と同様の結果が得られた。

③特許の出願

- ・「アルミニウム合金製圧力容器及びその製造方法」特願2021-024248 を出願。

今後も引き続き、高圧容器の製品化に向けて研究開発進めていく。

- ・A7000系開発合金における材料評価

現状の高圧容器規格では、安全性を考慮して認められているアルミ合金容器は、A6061-T6材のみとなっている。

他のアルミ材を使用する際は、A6061-T6材と同等以上の材料性能が必要であり、耐食性や耐応力腐食割れ性、耐水素性等の評価データの蓄積を行っていく。

- ・医療・工業用等継ぎ目なし高圧容器

水素容器に加え、医療・工業等に使用されている高圧容器にも着目。

現在は鉄製やFRP製容器が主流であるが、アルミ製のメリットとして、鉄製に比べ重量の半減、FRP製に比べリサイクル性が良い点等が挙げられる。

アルミ産業成長力強化戦略推進研究 (アルミコンソーシアム事業)

マルチマテリアル化による軽量・高強度構造部材の開発プロジェクト事業

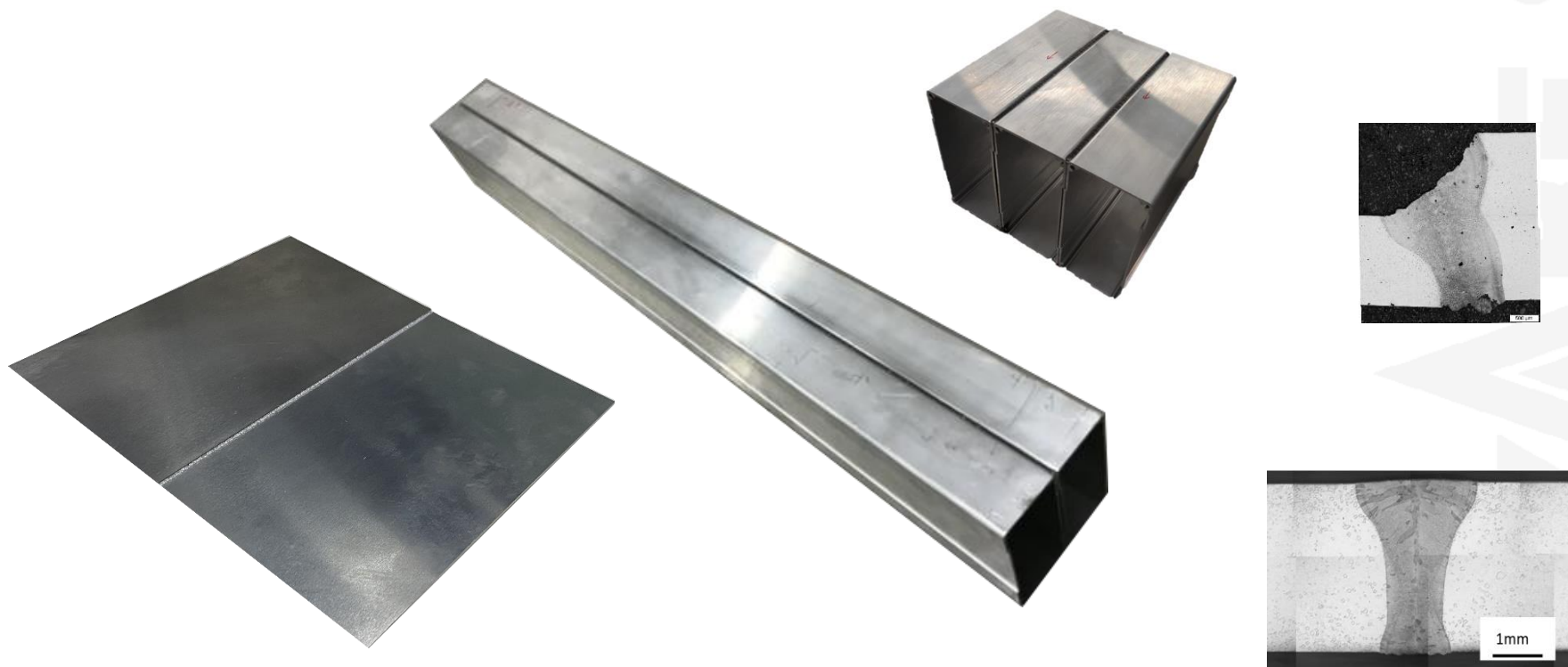
研究成果

株式会社 小矢部精機
技術開発部 研究開発課
高長 昌志

研究目的

軽量・高比強度に優れたアルミ合金を構造材として押出し加工し加工とマルチマテリアル化により、EV車等輸送機器の軽量・剛構造化技術を開発しています。

具体的には、弊社が持つ「レーザ接合技術」を用いてアルミ合金を構造材としたマルチマテリアル化技術を確立し、従来のガソリン車向け構造体をはじめ、次世代小型EV車向けの構造体軽量化のための生産システムの構築を目指します。



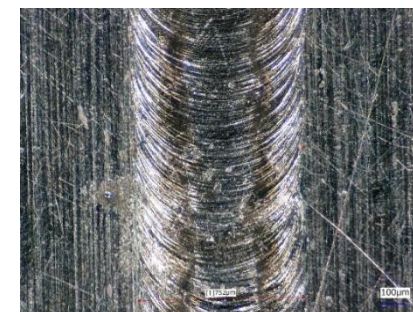
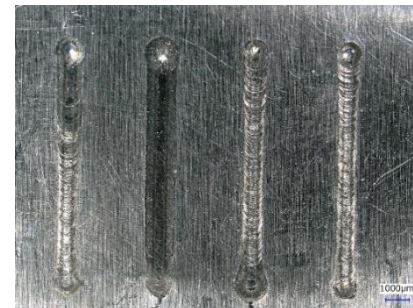
平成30年度

アルミ合金向けのレーザ溶接手法の確立

・アルミニウム合金向けレーザ溶接条件の確認

アルミニウム合金に対して、従来の鋼材の溶接方法ではアルミ材の特性である吸収率の悪さから、レーザ光を反射し、溶融が困難であることが明らかとなった。

スポット径が小さくパワー密度の高いレーザビームとウォブルヘッドによる薄板のアルミ同士の重ねレーザ接合実験より、従来溶接方法と比べて継手外観が良く、接合出来ることが明らかとなった。



・アルミニウム押出材の溶接治具計画

アルミ押出材同士のレーザ溶接実験の為の溶接治具の計画を行った。

以降の溶接実験(溶接条件の検討)では、この溶接治具を用いて試料を位置決めして突合せ位置を狙ってレーザ照射して接合を試みた。



平成31年・令和元年度

新しい溶接工法の評価とアルミ押出材溶接トライ

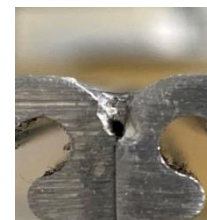
・新しい溶接工法の評価

通常のレーザよりもアルミ材への吸収率が高い波長を持つグリーンレーザやブルーレーザをはじめ、パワー密度の高いビームと低いビームを組み合わせたプロファイルを持つレーザで溶接実験をおこなった。この結果、アルミ溶接を行う為には「高パワー密度」と「十分な入熱量」が必要であることが示唆された。高いパワー密度により、アルミ表面の酸化膜を破壊し、熔融したアルミは熱吸収率が高くなるので、熔融池が形成されると熱が効率的に入り、十分な入熱量により深いビードが形成されるものと考えられる。

・アルミ押出材の溶接トライ

次世代小型EV車向けの構造体を想定したアルミ押出材同士を接合したフレームを試作するため、先の実験から得られたアルミ溶接のノウハウを生かして溶接トライをおこなった。

これよりアルミ押出材同士の接合は端部の形状がフレア状な為、フィラーワイヤーを添加したハイブリッドレーザ溶接によって品質の良い接合を得られることが明らかとなった。



令和2年度

次世代EV車向け構造体の試作とアルミテーラードブランクへの挑戦

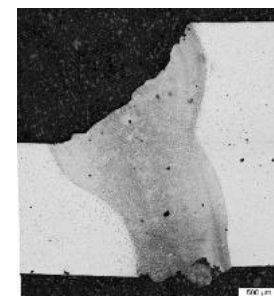
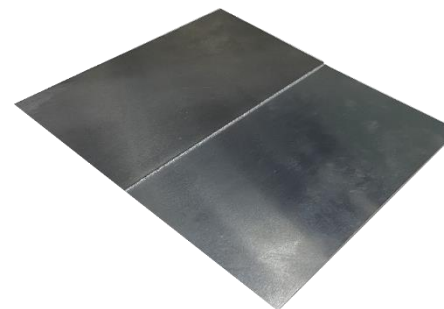
・次世代EV車向け構造体の試作

アルミ押出材の溶接トライにより、押出材同士の接合のノウハウが得られた。
この結果を元に、次世代EV車を想定した2mの長尺のアルミ押出材の溶接を行った。
溶接は、汎用多関節ロボットを用いて行うが、精密な溶接位置を倣う必要がある
レーザ溶接では、ロボットの動作中の微小な振動が溶接ビード形成に直接影響して
しまうため、自動で溶接線を倣う「トラッキング装置」を組み合わせることにより、
長い溶接長においても、溶接ビードが乱れることなく溶接品質の高い接合が出来た。
レーザを用いることにより最小限の入熱で接合出来る為、長尺のアルミ押出材同士の
接合も、曲がり・歪を最小限に抑えることが出来る。



・アルミテーラードブランクへの挑戦

アルミのレーザ溶接技術により、鋼材向けに販売している
テーラードブランク接合装置をアルミ材向けにして販売出来る
可能性が得られた。薄板の差厚材突合せ溶接を行った結果、
実用化まであと一步のレベルまで達することが出来た。



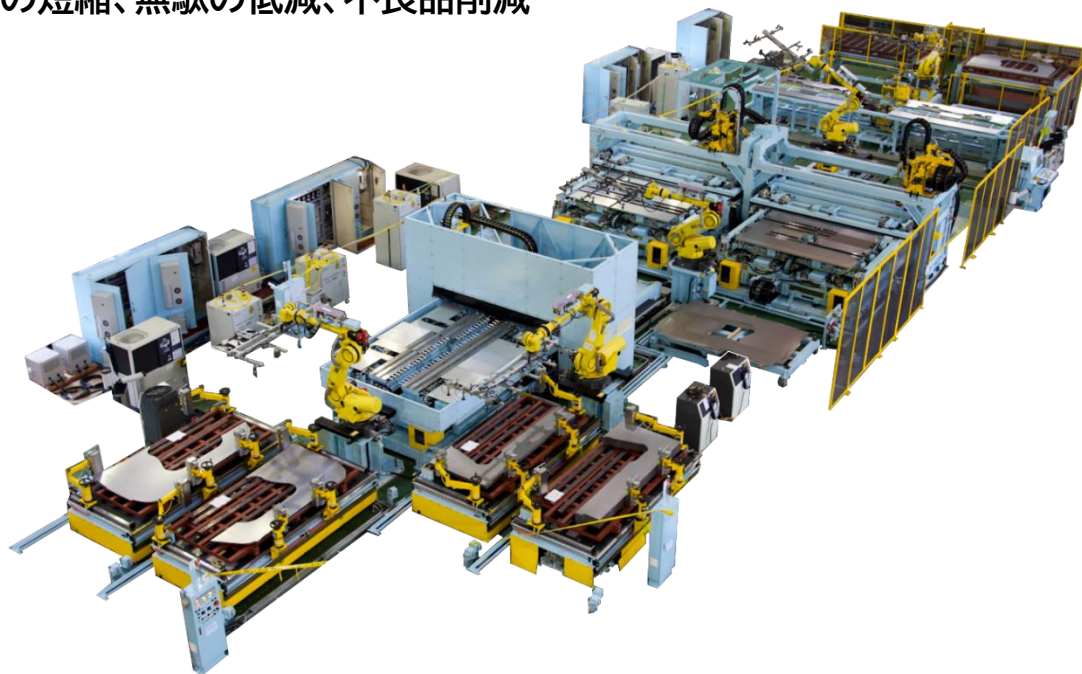
アルミ対応テーラードブランク接合装置の商品化

今後は、アルミ対応テーラードブランク接合装置の商品化を目指して研究開発を進める。
接合のノウハウを確立し、自動車軽量化に大きく寄与する設備の提供を目指す。

現在、溶接シミュレーション技術を検討中。

アルミは接合部の内部欠陥が発生し易い材料な為、溶接前に予め最適な溶接条件を導出出来ることは、トライ時間の短縮、無駄の低減、不良品削減など大きなメリットが考えられる。

今後も、アルミをはじめとしたマルチ材料化による軽量化に寄与するものづくりを通して社会に貢献出来るよう努めて参ります。



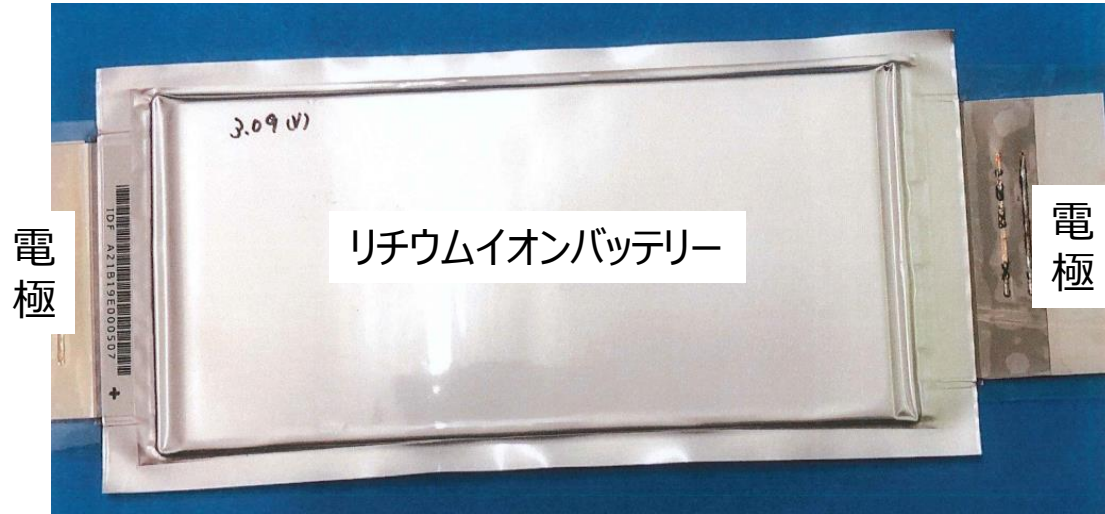
～車載蓄電用バッテリーユニットの小型モジュール化～

研究成果

アール&スポーツディベロップメント株式会社

電動EV車用バッテリーの小型・軽量化の取り組み

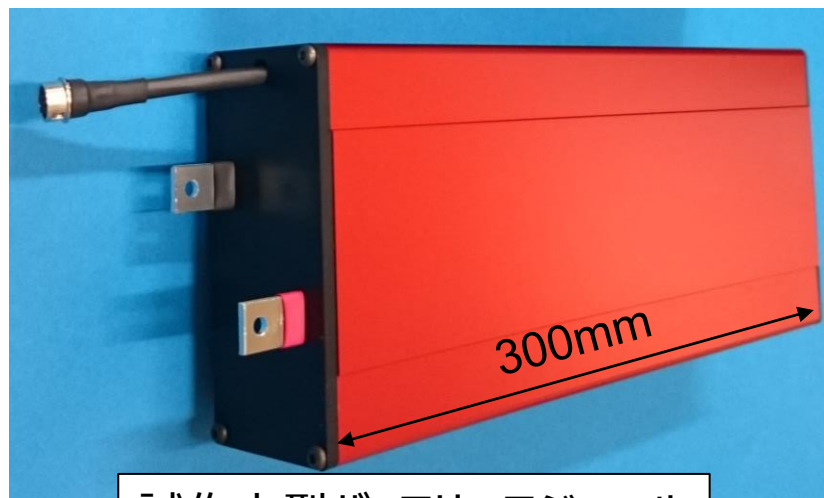
アール&スポーツディベロップメント株式会社



レーザー溶接による
バッテリーの連結



4連結バッテリー



試作小型バッテリーモジュール

アルミ押し出し製
バッテリーケース
に収納

小型リチウムイオンバッテリーを搭載した3輪電動自動車

アール&スポーツディベロップメント株式会社



EV三輪車「立山」

左から3人乗り、4人乗り、5人乗り
1回の充電（約120円）で約55km走行
出来ます

バッテリーモジュールの応用製品

アール&スポーツディベロップメント株式会社



「もちっこECO」
おしゃれなキャリーバッグタイプ
内蔵バッテリー容量 450wh
最大出力 AC100V 300W



「もちっこUPS」
コロナワクチン保存冷凍庫対応
内蔵バッテリー容量 900wh/1350wh/1800wh
最大出力 AC100V 1500W/1800W/2000W

高品位リサイクルアルミ合金の活用と厚肉アルミ構造部材の 高効率加工技術の開発プロジェクト

研究成果

株式会社三和製作所
北陸アルミニウム株式会社
三協立山株式会社三協マテリアル社
富山大学（柴柳敏哉教授）

厚肉アルミ構造部材の高効率溶接技術の開発（溶接変形抑制）

目的

押出成形による厚肉構造部材の高品質・高効率の接合技術を開発し、各種大型構造部材の加工・組立て工法の確立を目指す。

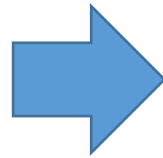
高強度アルミ部材の溶接熱変形（角変形）制御技術の開発

板厚10～20mmのアルミ合金板の突合せ継手にて溶接時の熱歪がどの方向にどれだけ発生するか測定し、変形方向や変形量を利用し独自の施工方法を執ることでフラットに接合しすることを可能にし溶接長2mまでの角変形を防止した。



通常の溶接継手

板厚：20mm



開発方法による溶接継手



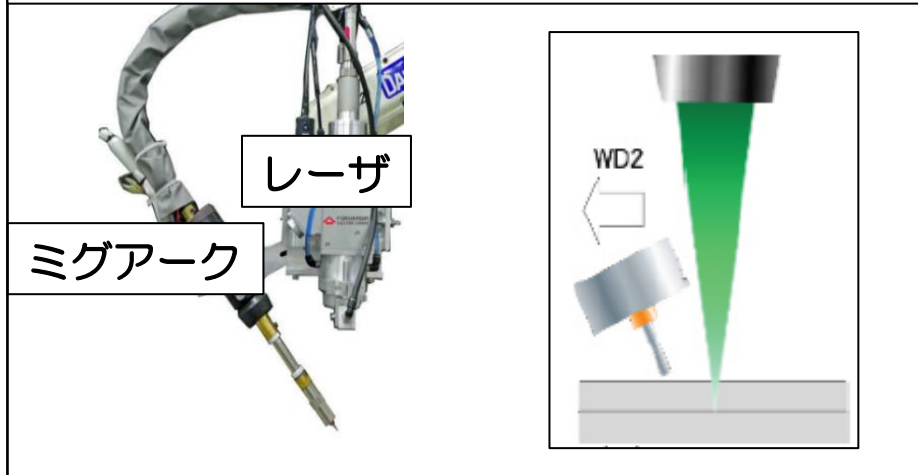
溶接部マクロ組織



試作溶接継手

高能率溶接技術（レーザ・アークハイブリッド溶接）の開発

レーザ・ミグアークハイブリッド溶接法



特 徴

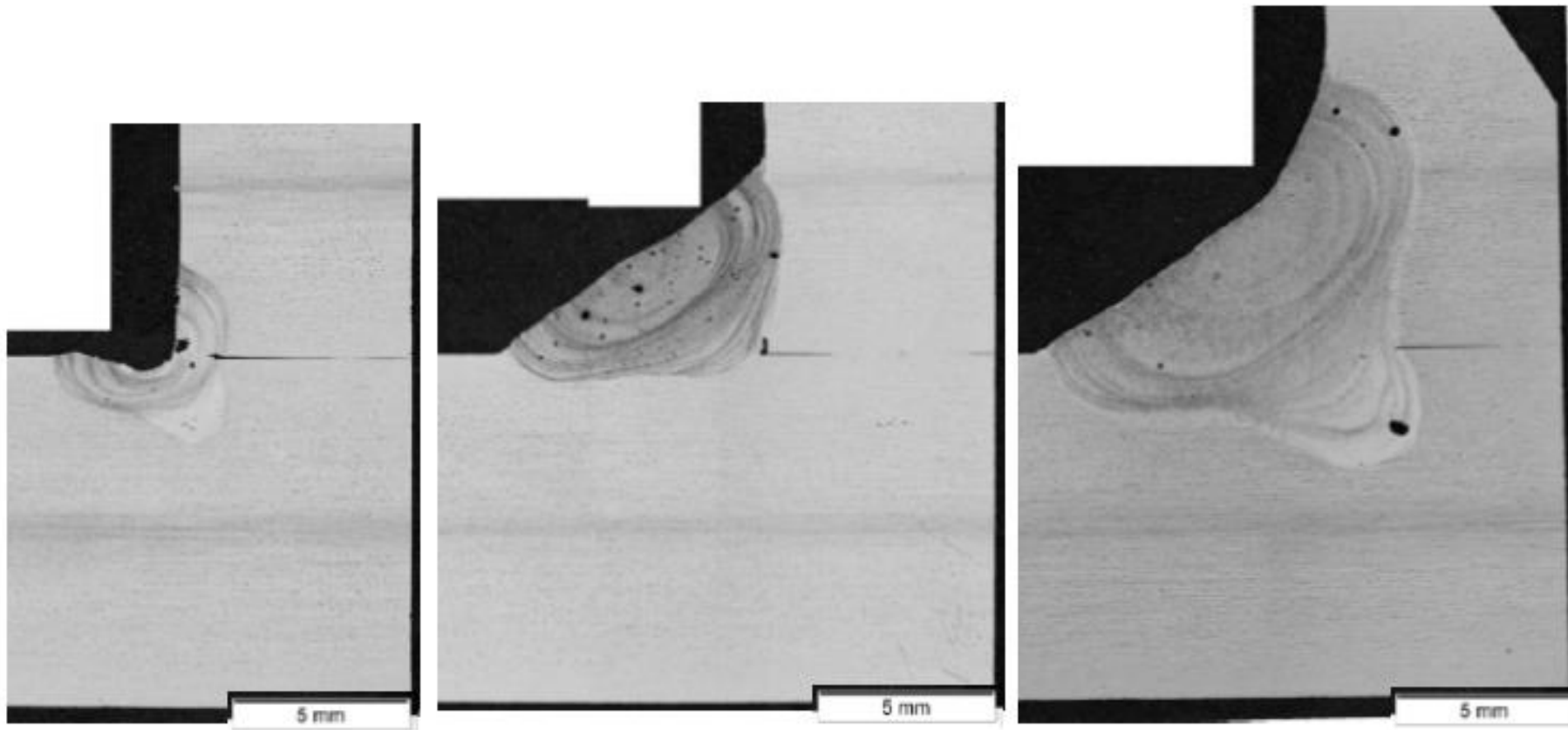
- ・レーザによる深溶け込み溶接
- ・ミグアーク溶接による溶着量の確保
- ・両溶接法のハイブリッド化による溶接変形抑制
- ・溶融池内の強攪拌によるガス欠陥の抑制などのメリットが期待できる。



厚肉（10mm）押出アルミ部材の長尺溶接施工の実現

レーザ・アークハイブリッド溶接継手の特徴

すみ肉溶接継手の断面組織



レーザ溶接の場合

ミグアーク溶接の場合

レーザ・アークハイブリッド溶接の場合

未利用エネルギー活用による高効率熱循環システムの 開発プロジェクト

研究成果

アルミファクトリー株式会社
三協立山株式会社三協マテリアル社
株式会社協同アルミ
株式会社トヨックス
富山県立大学（中川慎二教授）

未利用エネルギー活用による高効率熱循環システムの開発

目的

アルミの高熱伝導性・良加工性を活かし、中低温域熱エネルギーを有効活用する熱循環システムを開発する。富山県内の植物工場を対象とし、熱回収技術・回収熱利用技術の確立を目指す。

研究内容

人工光型水耕栽培棚の温度・湿度・露点・照明・飽差等のデジタルデータを取得、利用することで低中熱領域循環シミュレーター技術を開発し、水耕栽培棚の設計にフィードバックさせ、効率的に水を循環させ、LED照明からの排熱を回収、熱エネルギーとして工場内の温度管理などに再利用する熱循環プロセスを備えた植物工場システムを開発することを目標とした。



既存植物工場例
(提供：三協立山(株))

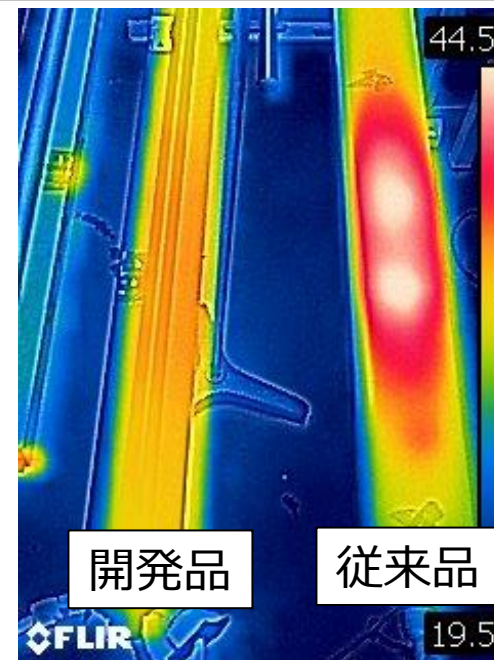
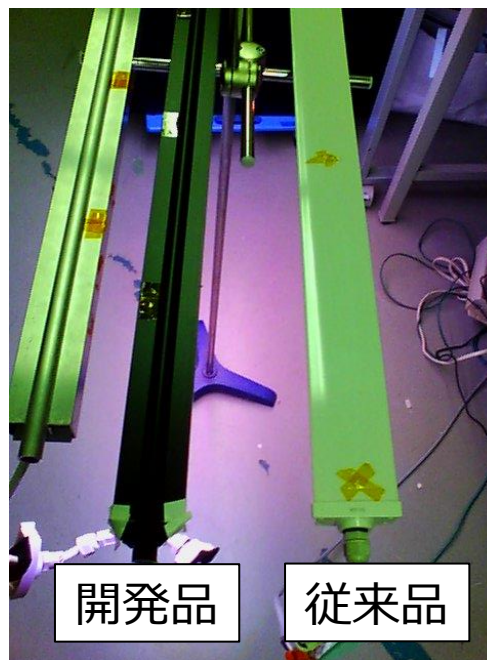
既存LED照明装置に替わる排熱回収装置の試作と性能評価試験

既存LED照明装置から熱を回収するための試作照明装置の性能試験を実施するため、専用実験室（富山県立大学）にて、植物栽培施設環境を模擬する装置に試作品を搭載し実証試験すると共に、以下の熱的シミュレーション技術の開発も実施した。

- ✓ アルミ部材での熱回収機構シミュレーション
- ✓ 植物工場全体での 熱・電力・植物生長 シミュレーション

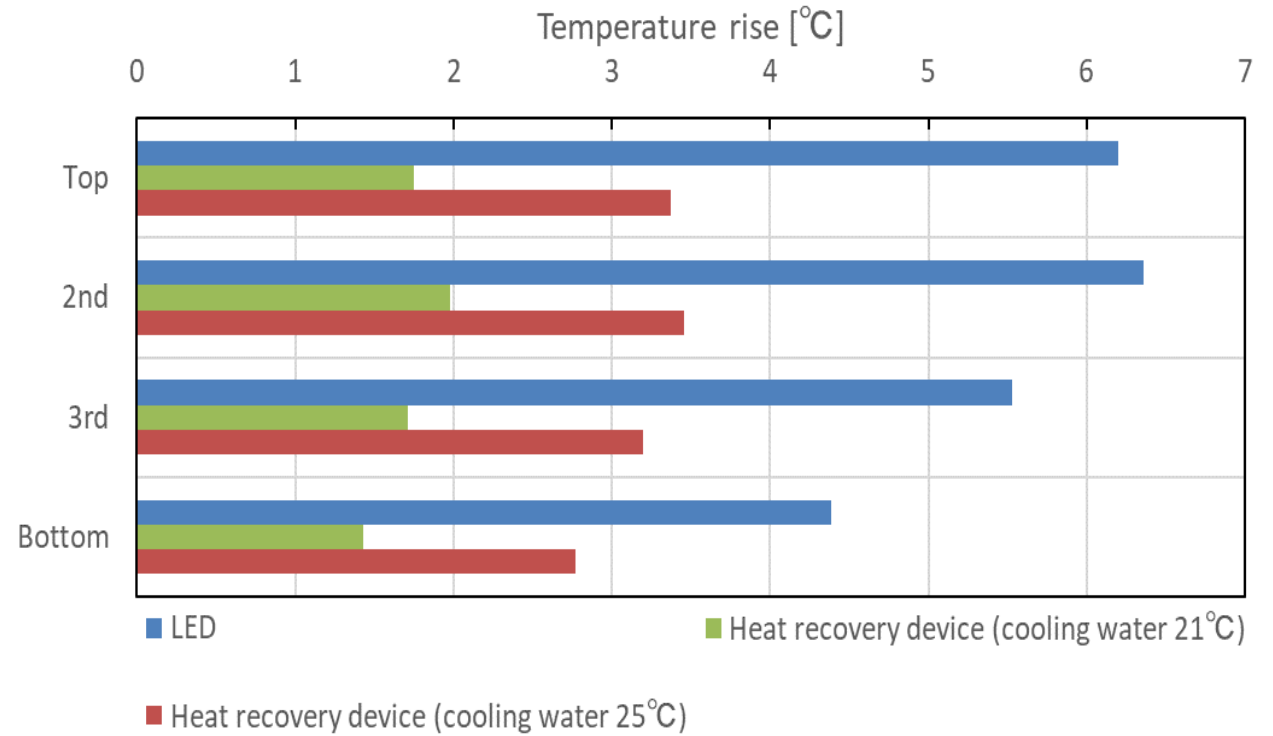


性能試験用LED・アルミ排熱回収部材・樹脂ケーシング
(試作ランプシェード)



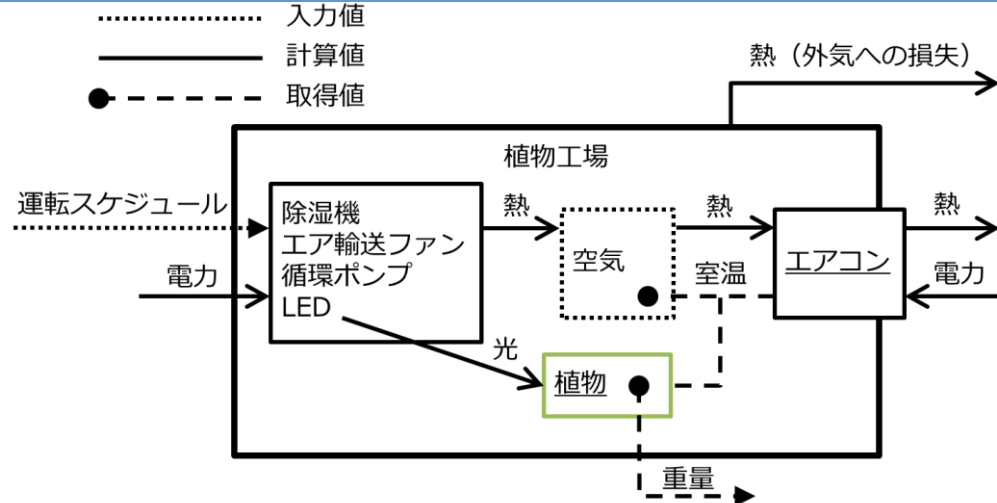
開発したアルミ製LED廃熱回収装置（左）によるLED照明の温度低減効果。従来品（右）に比べて温度低減が可能であり、LED高寿命化が期待できる。排熱回収のための液循環も可能である。

開発したLED廃熱回収装置による栽培環境温度の制御と均質化

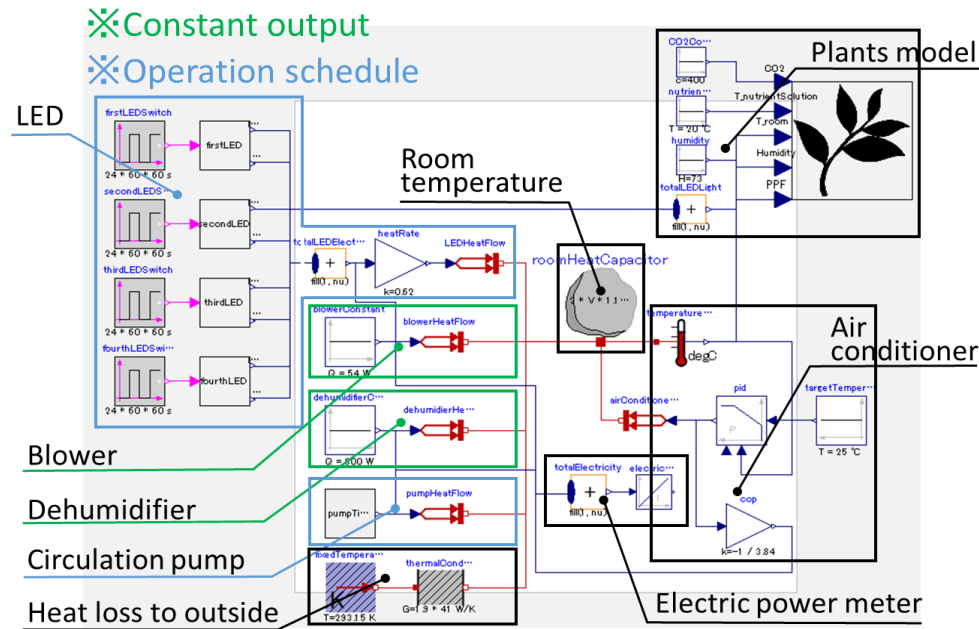


LED照明に開発したアルミ製廃熱回収装置を装着し、小型栽培棚でレタスを育てた。開発品を使うことで、栽培棚内気温を均質化できること、冷却水温度によって温度を制御できることを確認した。

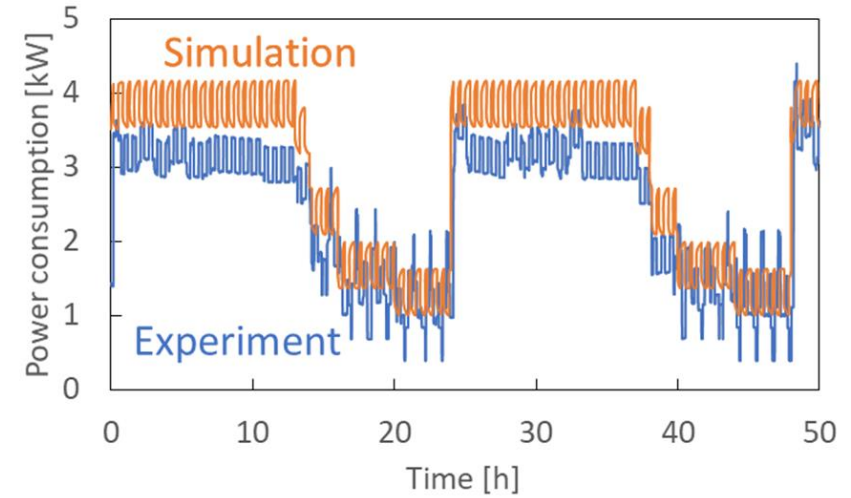
植物工場シミュレーションモデルの提案



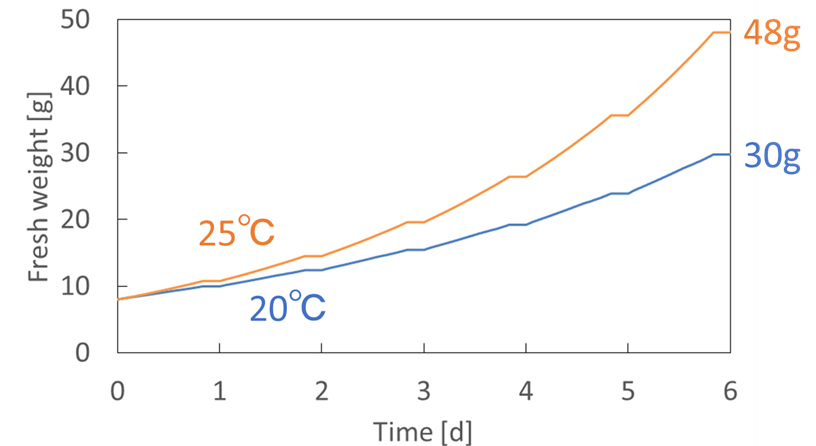
植物工場全体シミュレーションモデル概要



MBDシミュレーションモデル概要



植物工場全体の消費電力
(シミュレーション結果と実験結果との比較)



植物重量のシミュレーション結果
(環境温度の影響予測)