

42

回

優秀省エネ脱炭素機器・システム

令和4年度受賞機器の概要

経済産業大臣賞

資源エネルギー庁長官賞

中小企業庁長官賞

産業技術環境局局長賞

日本機械工業連合会会長賞



一般社団法人 日本機械工業連合会



競輪の補助事業 この事業は、競輪の補助により実施しました。

<https://jka-cycle.jp>

当連合会が経済産業省の後援をうけ実施しております本表彰制度は、今回で 42 回目を迎えました。この間、社会の要請に応え制度の改善を図りながら事業を進めて参りました。

我が国では、令和 2 年 10 月に「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会を目指す」ことを宣言しました。この目標達成に貢献すべく令和 3 年度から表彰名を「優秀省エネ脱炭素機器・システム表彰」に改め、優秀な産業用の省エネ機器・システムとともに、脱炭素機器・システムも表彰対象と致しました。本表彰では、これらの機器・システムを開発して実用化した企業、団体及び個人に対して、経済産業大臣賞、資源エネルギー庁長官賞、中小企業庁長官賞、産業技術環境局局長賞、日本機械工業連合会会長賞を授与、表彰することで、その普及と一層の開発促進を目的に実施するものです。

令和 4 年度は、幅広い分野から応募を頂き、当連合会内に設置した優秀省エネ脱炭素機器・システム審査特別委員会（委員長・松本洋一郎 東京大学 名誉教授）及び幹事会（幹事長・筒井康賢 高知工科大学 名誉教授）において慎重に審査を重ねた結果、特に優秀と認められる機器・システム 11 件を選定しました。

この冊子は、令和 4 年度に特に優秀なものとして表彰された経済産業大臣賞 1 件、資源エネルギー庁長官賞 2 件、中小企業庁長官賞 1 件、産業技術環境局局長賞 1 件、日本機械工業連合会会長賞 6 件の機器・システムの概要、技術的特徴及び効果、用途等を中心に集録・紹介したものです。

各位の今後の省エネルギー、脱炭素技術の向上にご活用いただければ幸甚です。

令和 5 年 1 月

一般社団法人 日本機械工業連合会

令和4年度優秀省エネ脱炭素機器・システム表彰一覧

(一社) 日本機械工業連合会

賞	分類	表彰機器・システム名	表彰対象者名	本社所在地
経済産業大臣賞	脱炭素	電動式フォークリフト (FE25-2、FE30-2)	コマツ	東京都港区
資源エネルギー庁 長官賞	省エネ	高効率二段過給ガスエンジン (KG-18-T)	川崎重工業株式会社	兵庫県神戸市
資源エネルギー庁 長官賞	省エネ	電源力率・電源効率改善型 PWM 制御誘導加熱インバータ	島田理化工業株式会社	東京都調布市
中小企業庁 長官賞	脱炭素	アルミニウム成型コイルを 用いた高出力密度・高効率 モータ (ASTERMOTOR®)	株式会社アスター	秋田県横手市
産業技術環境局 局長賞	脱炭素	ロスフィルムを原料に変える ペレット再生装置 (eco ペレ GP2)	株式会社マルヤス	愛媛県新居浜市
日本機械工業 連合会会長賞	脱炭素	吸着材蓄熱システム (メガストック®)	高砂熱学工業株式会社 共同申請者： 東京電力エナジー パートナー株式会社 共同申請者： 石原産業株式会社 共同申請者： 森松工業株式会社 共同申請者： 日野自動車株式会社 共同申請者： 国立研究開発法人産 業技術総合研究所	東京都新宿区 東京都中央区 大阪市西区 岐阜県本巣市 東京都日野市 東京都千代田区
日本機械工業 連合会会長賞	脱炭素	エネルギーマネジメント システム (Synergy Link)	株式会社ダイヘン	大阪市淀川区
日本機械工業 連合会会長賞	省エネ	塗装用途ワーク供給装置 兼ポジショナー (MOTOFEEDER TILT)	株式会社安川電機	福岡県北九州市
日本機械工業 連合会会長賞	省エネ	鉄道車両用同期リラクタンス モータシステム (SynTRACS®)	三菱電機株式会社	東京都千代田区
日本機械工業 連合会会長賞	省エネ	脱炭素対応 工作機械省エネ システム (ECO suite plus)	オークマ株式会社	愛知県丹羽郡
日本機械工業 連合会会長賞	脱炭素	メタネーションシステム (HiMethz)	日立造船株式会社	大阪市住之江区

※資源エネルギー庁長官賞、日本機械工業連合会会長賞の表彰機器・システムは応募受付順

— 目 次 —

受賞機器・システムの選定理由	5
【経済産業大臣賞】	
電動式フォークリフト（FE25-2、FE30-2）	12
●コマツ	
【資源エネルギー庁長官賞】	
高効率二段過給ガスエンジン（KG-18-T）	16
●川崎重工業株式会社	
電源力率・電源効率改善型 PWM 制御誘導加熱インバータ	20
●島田理化工業株式会社	
【中小企業庁長官賞】	
アルミニウム成型コイルを用いた高出力密度・高効率モータ（ASTERMOTOR®） .	24
●株式会社アスター	
【産業技術環境局局長賞】	
ロスフィルムを原料に変えるペレット再生装置（eco ペレ GP2）	28
●株式会社マルヤス	
【日本機械工業連合会会長賞】	
吸着材蓄熱システム（メガストック®）	32
●高砂熱学工業株式会社	
●共同申請者：東京電力エナジーパートナー株式会社	
●共同申請者：石原産業株式会社	
●共同申請者：森松工業株式会社	
●共同申請者：日野自動車株式会社	
●共同申請者：国立研究開発法人産業技術総合研究所	

エネルギーマネジメントシステム (Synergy Link)	36
●株式会社ダイヘン	
塗装用途ワーク供給装置兼ポジショナー (MOTOFEEDER TILT)	40
●株式会社安川電機	
鉄道車両用同期リラクタン্সモータシステム (SynTRACS®)	44
●三菱電機株式会社	
脱炭素対応 工作機械省エネシステム (ECO suite plus)	48
●オークマ株式会社	
メタネーションシステム (HiMethz)	52
●日立造船株式会社	

受賞機器・システムの選定理由

【経済産業大臣賞】

電動式フォークリフト（FE25-2、FE30-2）

フォークリフトは、荷役運搬車両として工場や倉庫に限らず、さまざまな現場で使われており、近年では、クリーンでランニングコストが安い電動式フォークリフトの需要が高まっている。しかしながら、バッテリーの保守管理や稼働時間の制約、作業環境の耐性に不足を感じるユーザも多く、国内フォークリフト総需要の約50%を占める2～3トンクラスにおける電動式の比率は25%程度に留まっている。そこで、申請者はバッテリーのメンテナンスを容易にし、長時間の稼働ができ、且つ、エンジン式フォークリフトと同等の性能を持った電動式のフォークリフトを開発した。

従来の電動式フォークリフトでは電池の搭載スペースの制限により、1回の満充電での連続稼働時間が短く（4～6時間）、バッテリーの満充電に時間（10～12時間）を要していた。また、屋外使用時の走行性能や耐水性・防塵性に制約があるなど、使い勝手が犠牲になっている側面があった。そこで、1時間でバッテリー容量の最大60%を回復する急速充電技術を開発し、昼休み等の短時間の補充電による稼働時間の大幅延長を実現した。また、従来のバッテリーでは補水管理が必要であったが、これを不要とした。更に、高電圧で高回転の小形高出力モータを開発することで、車体サイズを維持したままで、エンジン式フォークリフトと同等のパワーとスムーズさを実現した。

申請者は、最大過重2～3トンクラスの電動式フォークリフトで、エンジン式フォークリフト同等の走行性能を実現するとともに、屋外使用が可能な耐水性・防塵性も併せて実現するなど、電動式フォークリフトの使い勝手を向上した。これにより、従来型電動式フォークリフトでは対応が難しかった業種（木材、建設、産廃）にも、電動フォークリフトの適用が可能となり、電動式の適用範囲拡大につながっている点が高く評価できる。本製品により、さまざまな現場で稼働しているフォークリフトの電動化率が向上し、カーボンニュートラル実現に貢献することが期待できる。

【資源エネルギー庁長官賞】

高効率二段過給ガスエンジン（KG-18-T）

風力や太陽光といった再生可能エネルギーによる発電は環境負荷が低い一方、その発電量は風や日照時間といった予測が難しいものによって左右される。そのため、化石燃料を使用する発電機器は、発電電力量や電力系統の安定化に寄与する調整電源としての役割が求められることになり、高い発電効率が求められるだけでなく急速起動も求められている。申請者は、地域分散型発電の市場をターゲットに、8MWクラス最高の発電効率と急速起動性能の大幅な向上を目指して開発を行った。

クラス最高の発電効率を達成するために、国内の同クラスのガスエンジンでは初となる二段過給システムを適用した。このシステムでは、一段目と二段目の過給機の間で空気の間冷却を行い、過給機効率を向上させている。また、二段過給で給気圧力が高くなったことから、給気弁を早閉じしても必要給気量が確保できるため、給気弁の早閉じで圧縮比を低く抑え耐ノック性を向上させた上で、膨張比を大きくして発電効率を向上させた。これらにより、クラス最高となる51%の発電効率を達成した。また、急速起動性能を向上するために、圧縮空気による過給機アシスト装置とエンジン負荷安定性制御機能を導入した。これは、急速起動時には低負荷域で過給機の追従

性の遅れが生じるため、圧縮空気を使って過給機をアシストし必要な過給圧を確保する装置と、燃焼制御の最適化で負荷上昇時のノッキングを防止する機能である。これらにより、起動指令から5分以内に定格負荷に到達することが可能となった。

8MWクラスのガスエンジンで、二段過給機システムを採用して従来機の発電効率49.5%を51%まで高めるとともに、起動後5分以内に定格負荷に到達する急速起動システムも採用して、高効率で負荷調整能力が高い電源を開発したことが高く評価できる。本機は、2020年6月の販売開始から2022年8月末時点で既に国内外で14台の受注実績がある。今後も、地域分散型発電では、高効率で負荷調整能力に高い機種への需要は高く、本機の導入の促進が期待できる。

【資源エネルギー庁長官賞】

電源力率・電源効率改善型PWM制御誘導加熱インバータ

誘導加熱装置は、鉄鋼の溶解、焼鈍、焼入、焼戻、予熱等の用途に幅広く使われており、省エネや環境対策の推進面から更なる普及が要求されている。従来の誘導加熱装置では、商用電源から取り込む電力の力率が低いことから、商用電源への負担が大きかった。また、電流形インバータ回路中の直列ダイオードや直流リアクトルの損失も、効率を低下させていた。申請者は、誘導加熱装置の省エネ化（高効率化）、商用電源への負担軽減（力率・高調波の改善）、製品の小型軽量化を目指して以下の技術開発を行った。

誘導加熱装置のコンバータ部には、従来はサイリスタ素子による電流形回路が使われており、商用電源側の力率が低かった。加えて、低出力時の力率低下も大きく、商用電源への負担が大きいという課題があった。そこで、コンバータ部をダイオード整流方式（電圧形回路）に変更し、商用電源側の力率改善を図った。また、電圧形回路への変更により、大型の直流リアクトルが不要となったため、製品重量の大幅低減と高効率化が可能となった。高周波を出力するインバータ部も、電流形から電圧形に変更するとともに、誘導加熱負荷変動にともなう共振周波数変化への自動追尾と、パルス幅可変による出力電力制御の2制御を同時に高速制御する独自のPWM制御技術を開発・適用した。これにより、出力の高調波含有率が低くなり、高周波出力の力率が高くなり高効率化が図れた。

電圧形回路への変更と独自のPWM制御技術により、誘導加熱装置のリプレースにおいて10%以上の省エネルギー効果を達成するとともに、商用電源側の入力力率の改善と装置の小型軽量化を達成したことが高く評価され、加熱装置の省エネ化に有効な製品として、更なる普及が期待できる。

【中小企業庁長官賞】

アルミニウム成形コイルを用いた高出力密度・高効率モータ (ASTERMOTOR®)

世界の電力の6割がモータによって消費されていると言われており、モータ効率の向上は、エネルギー消費量の減少に大きく寄与することができる。一方で、従来のモータ製造方法では、スロットに収められる巻線の導体占積率の限界が50%前後に留まり、モータの高効率化、高出力密度化を制限していた。そこで、板状導体で巻線を形成する技術と、電着被膜によって当該巻線に絶縁を施す技術を開発し、高い導体占積率を持つ巻線を実現した。

従来のモータでは、エナメル等で絶縁被膜を施した銅線をスロットに巻き込む方法で巻線を形成する。一方、本モータでは、厚さと幅が異なる複数の板状導体で構成

された巻線を予め製作し、その表面に絶縁被膜を施した後にスロットに収めるという方法で製造する。この製造方法では、巻線をスロット形状に最適化した形状にできるので、90%を超える導体占積率を持つ巻線が実現できる。これにより、高性能、高出力密度で、耐久性、信頼性にも優れたモータが実現された。更に、巻線導体をアルミニウムとすることで、ドローン等に活用できる軽量で安価なモータを開発した。巻線の導体占積率が大幅に向上したことにより、巻線の放熱性も高くできる。これにより、密閉型のモータとしやすく防塵・防水性が高い小形軽量モータを実現した。

従来にないモータ巻線構造により、ドローン用モータにおいては、国内外のモータより効率が良く、防塵・防水性がより高いモータを開発したこと、また、モビリティ用モータでは既存モータの1.5倍以上の高出力密度化により、モータ重量を大きく低減したことが高く評価できる。本機の量産は今年中に始まる計画ではあるが、小型軽量且つ高効率なモータであることから、電動モビリティの普及拡大に資すると期待できる。

【産業技術環境局長賞】

ロスフィルムを原料に変えるペレット再生装置（eco ペレ GP2）

フィルム工場（インフレーション方式の製造装置）で発生するトリミングロス は、一つの製造ラインで年間数十トンから数百トンになり、工場内の再生装置が処理業者が回収し再生する以外は、焼却されてCO₂の発生源となる。例えば、100 トンのロスフィルムを焼却すると100～300 トンのCO₂が発生する。現在、ロスフィルムの再生装置としては熔融型と圧縮型があるが、熔融型はロスフィルムを熔融するためフィルムの物性が劣化する欠点があり、圧縮型はフィルムの形状が扁平化し、ペレット状のバージン材と混合しにくい欠点があった。そこで、申請者は、材料物性と混合性を両立し、ロスフィルムを100%原料再生できる再生装置を開発した。

ロスフィルムを混合性の良いペレット状にするには、ロスフィルムを捩じって扁平化しないようにした後、圧縮しカッターで切断する必要がある。しかしながら、ロスフィルムを捩じりながら搬送するとロスフィルムのバタつきが発生し、搬送速度が上げられないという問題があった。そこで、ロスフィルムを圧縮・搬送する機構を自転させてロスフィルムを捩じり、引き取りローラ、圧縮ローラ、カッターを一直線に配置して、ロスフィルムの投入口からペレット排出口まで一直線で通過させる装置を開発した。これにより、ロスフィルムを捩じる際に発生するバタつきがなくなり、ロスフィルムの搬送速度をフィルム製造工程のライン速度まで上げることが可能となった。また、装置自体もコンパクト化することができ、フィルム生産現場に設置して、インラインでロスフィルムを100%原料還元できる装置とした。

インフレーション方式でフィルムを製造する工場で発生するロスフィルム（トリミングロス）を、材料劣化をさせずに100%原料還元可能な再生装置を開発し、フィルム生産に必要な原料の削減と、ロスフィルム焼却によるCO₂の発生を抑制することが可能になったことが高く評価できる。本機の出荷台数は2台とまだ少ないものの、1年間でフィルム原料樹脂109 トン節約できることから、今後の普及が期待できる。

【日本機械工業連合会会長賞】

吸着材蓄熱システム（メガストック®）

熱利用の末端にあたる 200℃未満の低温排熱は、用途が限定されるため、それが排出された場所で利用されることがほとんどなく、大部分が未利用のまま放出されている。その排出熱量は我が国の全排出熱量の約 76%を占め、特に、廃熱回収ボイラ等の既存技術で回収困難な 100℃程度の排出熱量が極めて大きいと言われている。しかしながら、低温の熱が排出された場所（工場、焼却場等）から離れた場所では、低温排熱を利用可能な需要場所（工場、温水プール等の施設）もあるため、申請者は、低温排熱を高密度で蓄熱することで、熱を需要する場所の違いや時間のずれがあっても、低温排熱を利用することが可能なシステムを開発した。

これは、蓄熱時には、排熱から製造された高温空気で蓄熱材を昇温・乾燥させ、放熱時には、湿潤空気で蓄熱材に水分を吸着させて発熱させるとともに、蓄熱材との熱交換により高温低湿空気を製造する蓄熱システムである。したがって、蓄熱材を乾燥状態で維持すれば蓄熱ロスが発生しないシステムである。ここで使われる蓄熱材は、非晶質アルミニウムケイ酸塩と低結晶性粘土からなる複合体の吸放湿材（ハスクレイ）で、100℃～150℃程度の低温排熱で蓄熱可能である。また、蓄熱密度は 500kJ/L 以上を有しており、従来の潜熱蓄熱材に比べ 2～3 倍の高密度蓄熱材である。この蓄熱材を利用して、自動車工場内コジェネシステムの排ガス（100℃）から蓄熱し、スイミングスクールで放熱した実証試験では、91%の再生効率（放熱量/蓄熱量）を達成している。

本システムは、世界初の物理吸着式の蓄熱材を採用した蓄熱システムであり、今まで未利用であった 150℃程度の排ガスや 100℃以下の温水といった低温熱源から蓄熱可能なことが高く評価できる。

【日本機械工業連合会会長賞】

エネルギーマネジメントシステム（Synergy Link）

地域、工場、ビルなどのエネルギーマネジメントシステム（EMS）では、機器の監視や出力制御を行うために、中央監視制御装置を使った「一括集中監視制御」が従来一般的であった。しかしながら、中央監視制御装置には制御対象となる各エネルギー機器との相互通信の容量や、各機器の最適出力値を求めるための複雑で高速な演算の処理能力が必要であり、設備規模の増大とともに導入コストが高額になる課題があった。また、システム内のエネルギー機器の追加・増設等の変更に際しての上位装置の改修に手間がかかるなど、システム拡張性の課題もあった。これら課題の解決を図る観点から、申請者は、「自律分散協調制御」方式の EMS「Synergy Link」を開発した。

「自律分散協調制御」方式の EMS は、各エネルギー機器に同一の“全体誘導指令値”を送信する。指令値を受信した各エネルギー機器は、これに基づいて自律的に出力を調整することを繰り返す。この結果として、システム内の各種機器の運転状態は最適な状態に導かれる。この方式では、システム規模による演算量や通信量の増加はなく、従来の「一括集中監視制御」方式と比べて、初期費用の大幅削減が可能となる。また、“全体誘導指令値”の演算も非常にシンプルな方式となっており、システムの拡張性に優れ、運用後のエネルギー機器構成の変化にも柔軟に対応可能である。

尚、本方式と「一括集中監視制御」方式による最適解は数学的に同じであることが確認されている。

本 EMS を太陽光システムと蓄電池システムを持つ工場に適用した結果、「自律分散協調制御」により太陽光の発電と蓄電池の充放電を制御し、工場の電力需要ピーク的大幅低減例や、再生可能エネルギー機器利用率の改善等が確認されている。従来の「一括集中監視制御」方式よりも導入しやすく、且つ、機器構成変更への柔軟性に優れた EMS を開発したことを高く評価する。

【日本機械工業連合会会長賞】

塗装用途ワーク供給装置兼ポジショナー (MOTORFEEDER TILT)

自動車工場の塗装では、塗装ブース内の揮発性有機化合物の濃度を抑制するために給排気の循環は行わず、温度、湿度が一定で異物のない空気を塗装ブース内にダウンフローで供給している。そのため、自動車工場の工程のなかでは、「塗装工程」が最もエネルギー消費量が大きいと言われている。近年、自動車バンパーなど意匠性の高い樹脂部品は大型化、複雑化しており、それにともなって塗装工程のタクトが伸び、エネルギー消費量が増加する傾向があった。更に、コンベア搬送方式で使用される塗装ロボットでは、複雑な面を塗装する時に、塗料吹き出し口の向きがロボット自身の方向になってしまうことがあり、これによりロボット及び周辺が汚れ、不良品の原因にもなっていた。

塗装工程でのエネルギー消費の主要因であるブース内のダウンフローの空気量を削減するには、ブース面積の縮小とブース使用時間の短縮が必要であり、それを達成するために、申請者は、5 軸のワーク供給装置兼ポジショナーを開発した。これは、塗装ロボットを搭載するテーブルに、ワークを保持し、傾動・回転させるためのアームを取り付けたポジショナーで、ワークのセット角度を 3 次的に変えることで、複雑な形状や大型なワークに対しても、塗装ロボットが塗装に最適な姿勢をとることを可能とした。これにより塗装品質が向上し、塗装時間を短縮するとともに、不良品も削減でき、ブースの使用時間の短縮を可能とした。また、搬送中のワーク姿勢を自由に制御できるため、搬送に必要なエリアの削減により、ブース面積の縮小を可能とした。

100 個生産時（色替え 10 回に 1 回）を例に旧設備と比較した結果、生産時間は 26.7%削減した。また、送風エリア面積が 18.8%減少し、総給気風量は 39.1%削減できた。結果として、100 個生産時の消費電力量が 52.8%削減できたことが高く評価できる。本機は既に 23 システムを出荷しており、高い省エネ性を有することから、今後も広く普及することが期待できる。

【日本機械工業連合会会長賞】

鉄道車両用同期リラクタン্সモータシステム (SynTRACS®)

鉄道車両の駆動システムでは、SiC 素子適用インバータ装置の誕生により、高効率の全閉形誘導モータや、永久磁石同期モータを採用した省エネ性の高いシステムが実用化されている。惰行走行をする時間が長い鉄道車両の駆動システムでは、惰行時の誘起電圧対策や鉄損抑制の点では、誘導モータが有利である。一方、回転子銅損が発生しないという点では、同期モータが有利である。申請者は、誘導モータと同期モータの利点が同時に得られる同期リラクタン্সモータによる鉄道車両の駆動システムを開発した。

同期リラクタンスモータは大容量化が難しいことから、鉄道車両駆動への適用は難しいと考えられてきた。そこで、①電磁界解析技術を用いた回転子鉄心のスリット形状の最適化、②SiC素子の低電力損失特性を活かしたインバータによるモータの高電流駆動化、に取り組んだ。その結果、定格効率は永久磁石同期モータと同水準を維持しつつ、惰行時の誘起電圧や鉄損の問題が発生しない鉄道車両用同期リラクタンスモータと、これを可変速駆動するSiCインバータを開発した。

本モータシステムを東京メトロ日比谷線の車両に搭載し、2021年12月より、世界初の同期リラクタンスモータ車両として営業運転を開始した。誘導モータを使用している車両と比べて営業運転で消費電力を6%削減したことや、レアアース材料を用いない高性能モータを実現したこと、車両駆動用システムの小形軽量化につなげたことが高く評価できる。本機の営業運転車両への搭載実績は4台ではあるが、高い省エネ性能を有することから、今後広く普及することが期待できる。

【日本機械工業連合会会長賞】

脱炭素対応 工作機械省エネシステム (ECO suite plus)

脱炭素社会への移行に向け、各企業は生産時に発生する温室効果ガスの排出量削減に取り組んでおり、工作機械を使用して部品加工する際にも、高精度、高生産性だけでなく、消費電力の低減が求められている。申請者は、以前より、この課題に取り組む、モータの消費電力や暖気運転の消費電力の削減だけでなく、段取中の補機の消費電力も削減した工作機械を開発してきたが、更に消費電力を削減するために、(a)改善サイクルにつながる消費電力分析機能、(b)機械が自律的に判断し更に積極的にアイドルストップする機能、(c)加工中の消費エネルギーを削減するための各機器の最適化制御を強化する機能を開発した。

一般に工作機械のなかで補機の消費電力は全体の60%を占めており、消費電力の大きな補機や、無駄な補機動作が見える化することは、消費電力削減のための改善ポイントの気付きになる。そこで、電力モニター機能を強化し、補機グループ毎の消費電力を表示し、記録・分析を可能とした。また、従来のアイドルストップは、プログラム運転時の加工プログラム完了後に動作したが、段取りや保全作業の操作中断までも自律的に判断し、こまめにアイドルストップするように強化を図った。更に、消費電力の大きいミストコレクタに関しては、他の補機と連動して運転・停止する機能を追加した。これらの強化された省電力機能は、3年前以降の申請社の機器に導入できるようにし、また、ユーザ毎に異なる機器構成に対応している。

門形マシニングセンターにおいて、強化された電力モニター機能を使い、加工中における補機の消費電力を測定、分析し、ミストコレクタなどの運転パターンを見直した結果、消費電力を30%削減できたことが高く評価できる。尚、本システムは2022年3月納入機から稼働しており、高い省エネ性から今後の普及が期待できる。

【日本機械工業連合会会長賞】

メタネーションシステム (HiMethz)

再生可能エネルギーである風力や太陽光による電力は、天候により出力が変動し、またその発電に適した地域が消費地から離れているため、大量の再生可能エネルギーを安定的に消費地に供給する方法の確立が望まれている。水素とCO₂からメタンを合成する反応は古くから知られており、メタンは既存の天然ガスのインフラを利用することが可能であることから、グリーン水素とCO₂から大量にメタンを合成する技

術の開発は、カーボンリサイクルの早期社会実装に貢献できる。申請者は1995年から水素とCO₂から合成メタンを製造するメタネーションシステムの開発を進めており、2021年度までに8Nm³/hの実証試験が終了し、2022年度には125Nm³/hの実証試験を終了する。

申請者が開発したメタネーション触媒は、従来に比し常圧・低温（1.0atm以上、200℃以上）でCO₂を高速にメタン変換するもので、20,000時間以上（2年間以上）の連続反応でもCO₂変換率に変化がない高い耐久性を有している。尚、この触媒にはルテニウムなどの希少金属を使用していない。この触媒を充填したメタネーション反応器はシェルアンドチューブ型熱交換反応器であり、これを増設することで合成メタンの製造量を増大させることができる。8Nm³/hの実証試験では、99%以上の高濃度のメタンを製造するとともに、反応熱の87%を回収した運転を4,500時間以上行った。

メタネーションによる合成メタンの経済性は他の水素エネルギーキャリアと同様、再エネ電力の価格に大きく依存するが、既存の都市ガス（天然ガス）インフラを適用できることから、大量のCO₂を有効利用するにはメタネーションが適切と考えられる。そのシステムに用いる触媒に、希少金属を用いない触媒を開発し、20,000時間以上の高耐久性を実現したことが高く評価できる。

【経済産業大臣賞】

電動式フォークリフト（FE25-2、FE30-2）

コマツ
東京都港区

1. 機器の概要

フォークリフトは、荷役運搬車両として工場や倉庫のみでなく、林業や漁業、再生資源業などのさまざまな現場において使われている。近年、環境負荷が大きくランニングコストがかさむエンジン式フォークリフトから、クリーンでランニングコストが低減できる電動式フォークリフトへの転換を検討するお客さまが増加している。しかし、国内フォークリフト総需要の約 50%を占める最大荷重 2～3 トンクラスのフォークリフトでは、荷の重量・荷姿が多岐にわたるほか、屋外の過酷な環境下での高負荷・長時間作業が要求され、バッテリーの保守管理や稼働時間、耐環境性に不安を感じるお客さまも多く、当社の 2～3 トンクラスの販売における電動式の比率は 25%程度に留まっていた。

当社はこれまで電動式フォークリフトの採用を敬遠していたお客さまの脱炭素化に貢献するために FE25-2、FE30-2 を開発した。（図 1）電動式ならではの環境性能や経済性に加え、バッテリーのメンテナンス容易化、長時間稼働、エンジン式フォークリフトに匹敵する走行性能、屋外使用を前提とした防水性・防塵性を実現することで、屋外での作業性を大幅に向上させた。



図 1 電動式フォークリフト FE25-2 外観

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) バッテリー補水作業が不要で手間いらず、稼働時間の延長が可能

充電中に内部の電解液がほとんど減らないイージーメンテナンスバッテリーの採用により、従来の液式鉛蓄電池で必要であった面倒な補水作業が不要になるとともに安全性を確保。また大電流による急速充電特性に優れた構造のため、新開発の高出力充電器により1時間でバッテリー容量を最大60%回復する急速充電を可能とした。昼休みや休憩時間を利用した急速補充電により、1日あたりの稼働時間を大幅に延長。(図2) バッテリーの残量や温度に応じた多段定電流充電により長寿命化を図っている。



図2 稼働形態とバッテリー容量のイメージ

(2) 走行性能と走破性の向上、消費電力低減による稼働時間向上

新開発の小型高出力モーターを搭載することでコンパクトな車体サイズのままエンジン式フォークリフトと同等の走行性能を実現。(図3) さらに、最低地上高をアップし、後輪タイヤを大径化することで、エンジン式同等の走破性を実現。また車両重量を低減し、高効率のPMモーターの採用や高電圧化による効率向上、アクセルワンペダルモードによる減速時の回生強化(後述にて説明)によって消費電力を低減し、高出力モード設定時にも従来機のデフォルトモード時と同様の稼働時間を達成。社内テストコースにおいて従来機に対し10~20%の稼働時間向上を達成した。(図4)



図3 発進加速性能(最大負荷時 勾配0°、1°における50m到達時間)

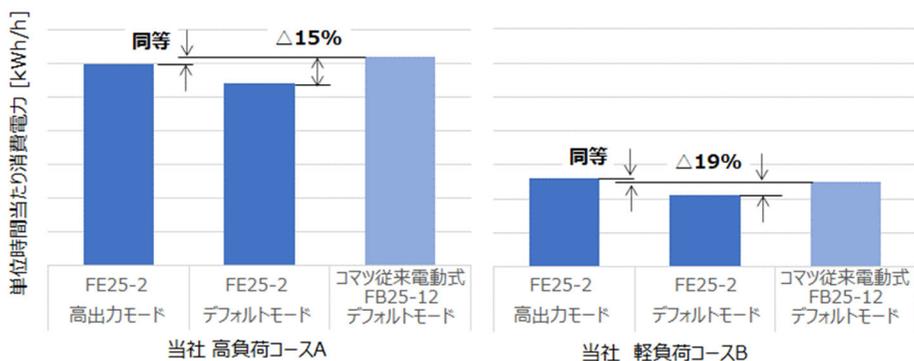


図4 社内テストコースにおける消費電力

(3) オペレーターの疲労軽減に貢献するアクセルワンペダルモード

フォークリフト作業における頻繁なペダル踏み替え操作を減らし、ブレーキペダルを踏まずに、アクセルペダルをゆるめるだけで減速、停止ができるアクセルワンペダルモードを採用。減速時の回生エネルギーを高め消費電力を低減したことで、稼働時間の延長を実現しながらオペレーターの疲労軽減に貢献。

(4) 安定した制動力とメンテナンス性向上

2～3トンクラスのフォークリフトは水産業等で使われることが多く、従来のドラムブレーキでは水が大量にかかる現場においてブレーキの利きが安定しにくい課題があった。密閉湿式多板ブレーキを搭載し、防水性・防塵性の改善により常に安定した制動を發揮。メンテナンス性も向上。(図5)

(5) 雨天時の屋外や粉塵の多い現場などさまざまな現場環境に対応

密閉型の電気コンポーネント(図6)や防水性・防塵性を高めた配線コネクターや充電プラグ等の電装品を採用。さまざまな現場環境にてエンジン式フォークリフトと遜色のない稼働能力を發揮。



図5 密閉湿式多板ブレーキ



図6 防水性・防塵性を高めた電装品

2.2 効果

FE25-2、FE30-2 を導入することで、エンジン式フォークリフトで多く見られる荷物の積み降ろし回数や前後進の切替え頻度が多い高負荷・高稼働作業のみでなく、一般的な作業においても CO₂ 排出量削減の効果が大きい。発売に先立ち行った社内テストでは自社従来エンジン式に対して CO₂ 排出量は 1/3 以下を実現。(図 7)



図 7 エンジン式フォークリフトとの CO₂ 排出量比較

3. 用途

FE25-2、FE30-2 の導入により、当社の 2～3 トンクラス販売に対する電動車比率は 75%を達成。これまで電動式フォークリフトに不安を感じて採用を敬遠していた木材業・産廃業等のお客さまにも導入が進んでおり(図 8)、従来それらの業種で多く使われていたエンジン式(ディーゼル車)の FE25-2、FE30-2 導入前当社販売台数を 80%カバーし、更に増加傾向にある。本年 12 月よりリチウムイオンバッテリーを搭載した FE25G-2、FE30G-2 を市場導入し、更なる長時間稼働を実現することや海外への展開により、電動式フォークリフトの稼働現場を拡大し、カーボンニュートラルの実現に向けて、CO₂ 排出削減に貢献する。



図 8 導入が進む木材業、産廃業の現場

【資源エネルギー庁長官賞】

高効率二段過給ガスエンジン (KG-18-T)

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市

1. 機器の概要

高効率二段過給ガスエンジン (KG-18-T) は、クラス最高効率の発電効率 51%を達成した発電設備である。

川崎重工業は160台以上の納入実績がある自社開発KG-18グリーンガスエンジンをベースに2つの過給機を直列に組み合わせることで、右記の特徴を有するKG-18-Tを開発した。

2. 機器の技術的特徴および効果

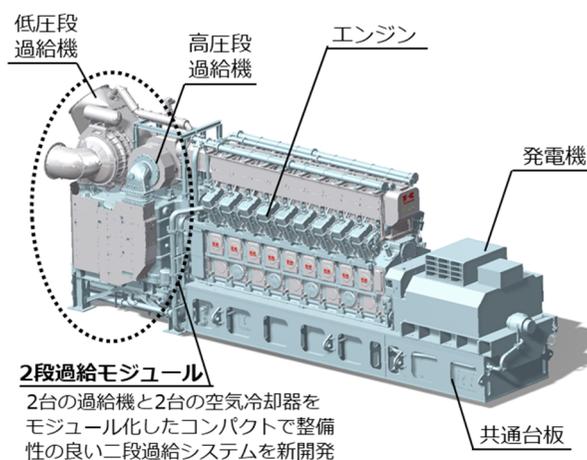
2.1 技術的特徴

(1) 2段過給モジュール

「コンパクトで低圧損」で「整備性の良い」2段過給モジュールとエンジン部分を独立した設計とすることで、約80%を占めるエンジン部分を共通設計とすることが可能となった。

「コンパクトで低圧損」モジュールを設計する為には、川崎重工業の他製品における経験で培った流体解析技術を用いた。

KG-18-Tグリーンガスエンジン構造



KG-18-Tガスエンジンの特長（開発コンセプト）

高い環境性能

- クラス世界最高の発電効率**51.0%**の達成
- 低NOx排出量**200ppm以下** (O₂=0%換算)

2段過給モジュール採用

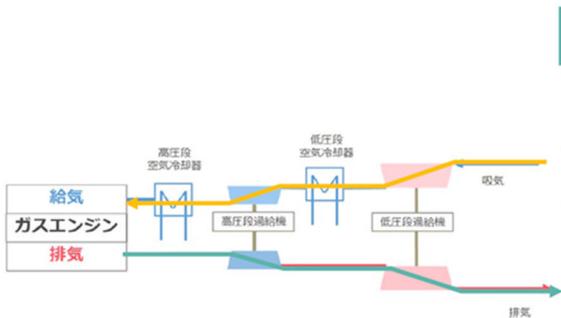
- 2台の過給機を含む機器を**モジュール化し、コンパクト化を実現**
- **モーターサイクルで実績のある流動解析手法**で空気流れを最適化
- 整備性のよいモジュール設計とし、従来機種同等の整備時間

急速起動システム搭載

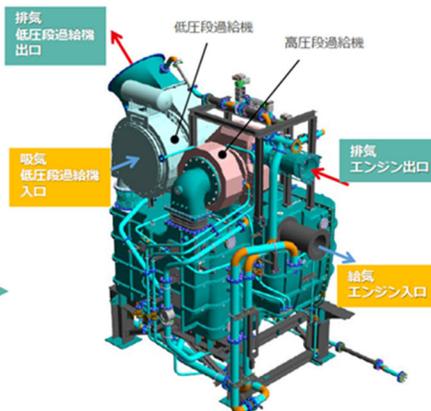
- 起動から**5分以内**に定格負荷到達

高信頼性

- **160台以上**の運用実績を誇るKG-18ガスエンジンの高い信頼性を踏襲



2段過給システム図

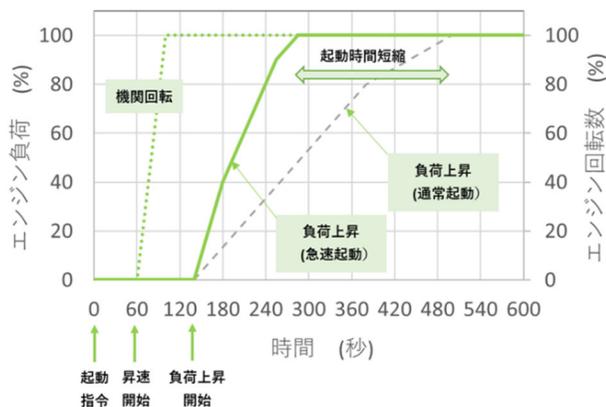


2段過給モジュール

(2) 急速起動システム搭載

急速起動システムでは、圧縮空気を利用したジェットアシストシステムを搭載した。

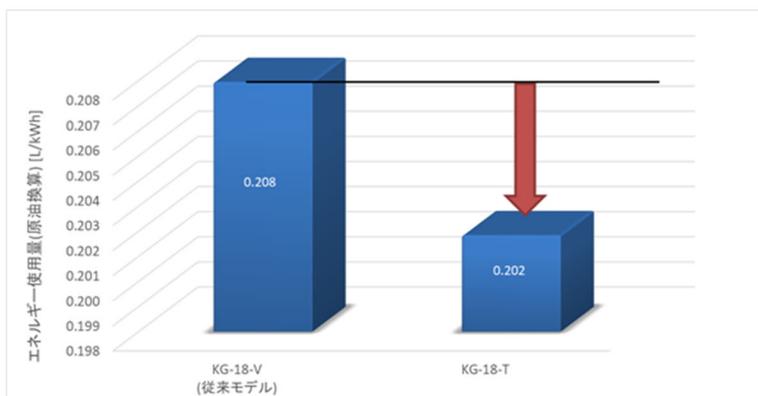
本機能により、急速起動による負荷上昇においても給気圧力と燃焼の安定を実現することで高い信頼性を維持しつつ起動時間を短縮した。



2.2 効果

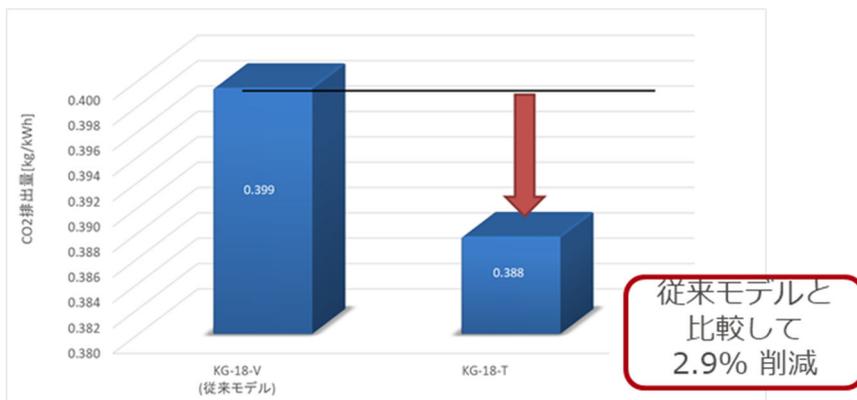
KG-18-Tでは従来機より発電効率が49.5%から51.0%に向上したことにより、大きなエネルギー、CO₂削減効果が期待できる。

■ エネルギー使用量削減効果(定格負荷時)



定格出力運転時、47.6 L/hの原油削減が可能

■ CO₂排出量削減効果(定格負荷時)



定格出力運転時、91.4 kg/h のCO₂削減が可能

※算出条件・・・出力7,800kW、燃料ガス：都市ガス13A (LHV40.6MJ/Nm³)

3. 用途

国内外を問わず熱需要の少ない工場やガスエンジン発電所向けに下記の受注実績がある。また、今後は再エネ電源のバックアップとして調整力市場向けなどへの導入も期待されている。

受注実績

国内：9台（内 1台稼働中）

海外：8台（内 4台稼働中）

※2022年12月15日時点

神戸工場内実証設備を含め6台稼働中



川崎重工業神戸工場の自家発電用エンジンとして稼働中

- ・DSS (Daily start and stop) 運転で運用
- ・毎朝起動時は急速起動システムにより5分起動を行う
- ・総運転時間 約5,400h (2022年12月時点)

【資源エネルギー庁長官賞】

電源力率・電源効率改善型 PWM 制御誘導加熱インバータ

島田理化工業株式会社

東京都調布市

1. 機器の概要

誘導加熱インバータは、電磁誘導の原理によって様々な金属の熱処理を行うために、商用電力を高周波電力に変換する装置である。インバータの消費電力は、加熱対象物の素材・形状・大きさや、加熱温度、加熱時間などによって左右されるが、電源効率を改善することによって消費電力量を大きく削減することが可能になる。

当社は、①最新のパワー半導体 (SiC) の採用と、②整流回路方式の見直し、③新規開発した PWM 制御方式の搭載、④FPGA によるデジタル制御化を実現することにより、従来機に比べて電源力率と電源効率を大幅に改善する「電源力率・電源効率改善型 PWM 制御誘導加熱インバータ」(SBT-PW、SCT-SW) を開発した。



SBT-PW シリーズ (並列共振)
(2020年7月発売)



SCT-SW シリーズ (直列共振)
(2021年9月発売)

図1 電源力率・電源効率改善型 PWM 制御誘導加熱インバータ 外観

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 最新のパワー半導体 SiC (Silicon Carbide) の採用

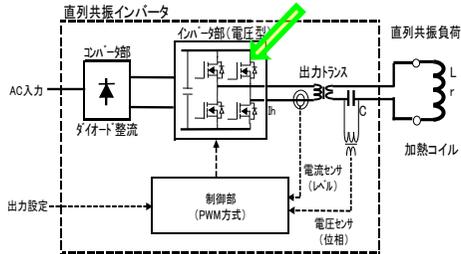


図 2 SiC 素子の採用

大電力の高速スイッチングが可能になり、インバータの低損失化を実現、並列還流ダイオードのリカバリー特性が良好のため、スイッチング損失も低減。

(2) 整流方式をサイリスタ式からダイオード式へ

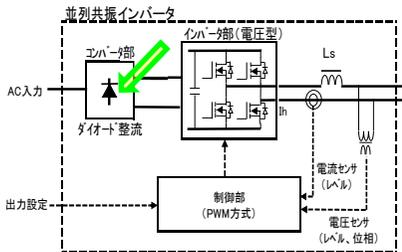


図 3 ダイオード式整流回路

従来のようなサイリスタを使った商用電圧の点弧制御がなくなり、大幅な力率改善と回路電流低減による効率向上を実現。

(3) 独自に新規開発した PWM (Pulse Width Modulation) 制御搭載

負荷変動にともなう共振周波数変化への自動追尾機能（制御 1）と、パルス幅可変による出力電力制御機能（制御 2）の 2 つの機能を同時に高速処理する独自の PWM 制御技術（特許第 6959432 号他）を開発。

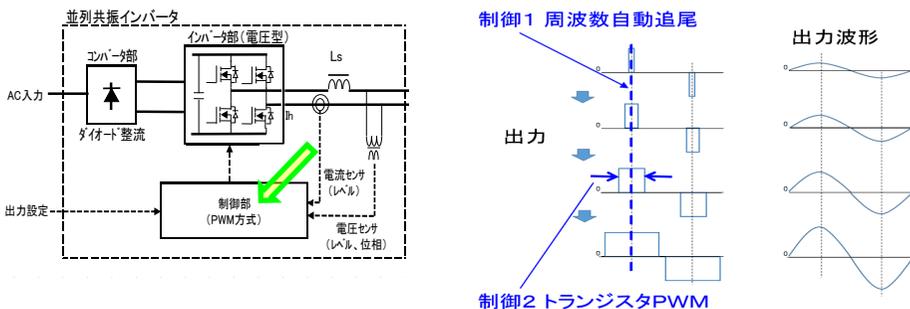


図 4 独自の PWM 制御

(4) FPGA (Field Programmable Gate Array) によるデジタル制御化

FPGA を使ったデジタル制御化を実現し、出力立ち上がり時間高速化 (50ms 以下) と出力電力可変幅最大化 (0.1%~100%) を達成。

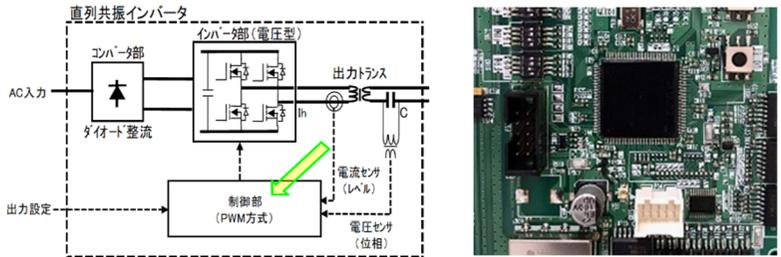


図 5 FPGA 搭載制御部

2.2 省エネ効果

新型 PWM インバータは、上記新技术を搭載することで、従来同等製品と比べ、電源力率・電源効率が大幅に改善された。

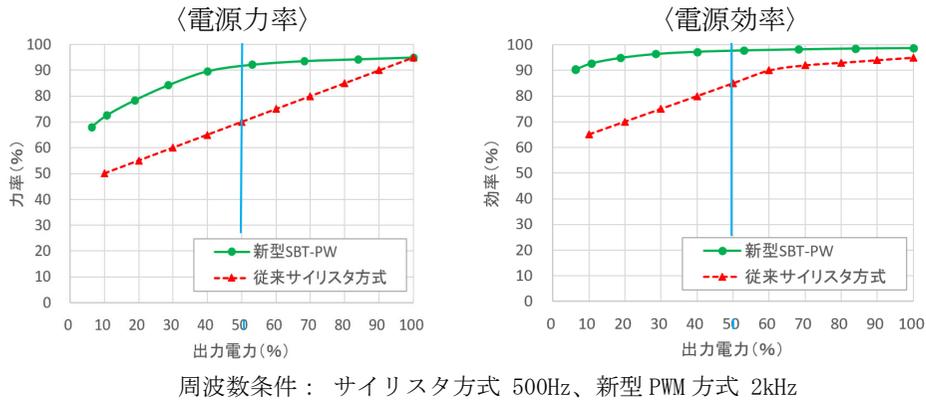


図 6 SBT-PW シリーズと従来サイリスタ方式インバータの比較

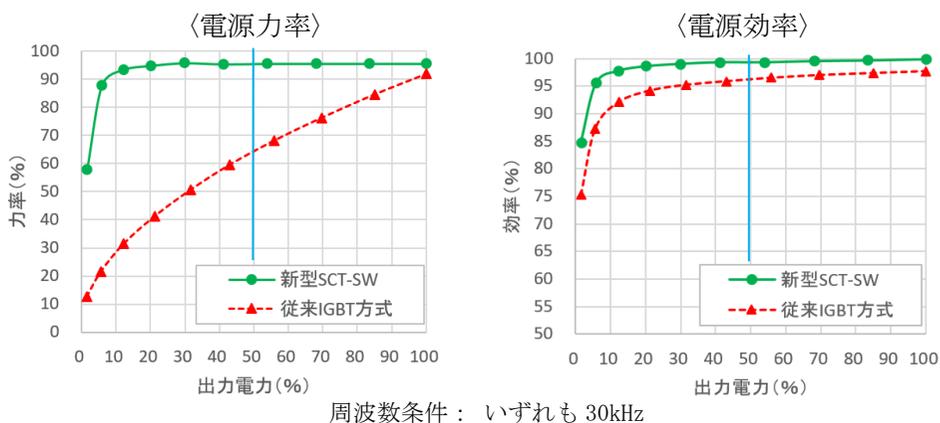


図 7 SCT-SW シリーズと従来 IGBT 方式インバータ(当社製)の比較

表 1 省エネ効果

出力 50%時の比較

並列	SBT-PW	従来サイリスタ式	直列	SCT-SW	従来 IGBT 式
力率	90%	70%	力率	96%	65%
効率	98%	85%	効率	99%	96%

3. 用途

誘導加熱が利用される各分野の出力電力・周波数範囲に幅広く対応。

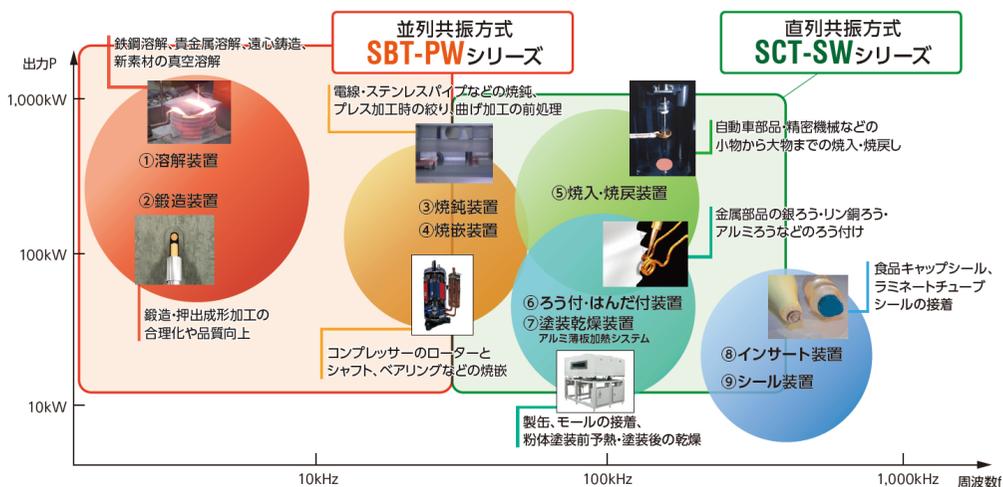


図 8 PWM 制御誘導加熱インバータの用途

【中小企業庁長官賞長賞】

アルミニウム成型コイルを用いた高出力密度・ 高効率モータ（ASTERMOTER®）

株式会社アスター

秋田県横手市

1. 機器の概要

脱炭素社会を目指した変革が世界中で進められている。当社は世界の電力消費量の6割を占めているモータに着目し、性能を飛躍的に向上させることで、脱炭素社会の実現に貢献すべく検討を行った。その結果、革新的なコイルを開発するとともに、そのコイルを組み込んだモータを実現し、事業化に邁進している。

開発した機器が、アスターコイル（ASTERCOIL®）を搭載したアスターモータ（ASTERMOTER®）である。アスターコイルは独自の工法で成型された板状コイルであり、革新的な形状によりモータの巻線占積率を飛躍的に高めた。また、コイルの材料としてアルミニウムを用いることに成功し、製品の大幅な軽量化を実現した。さらに、板状のコイル形状とアルミニウム材料の仕様により、モータとしてのリサイクル性向上にも貢献している。

アスターコイルを組み込んだアスターモータは、後述のように高出力密度・高効率・防塵防水性能という特長を有する画期的なモータとして、ドローン駆動用モータやEV用モータなどの用途で事業化が進められている。

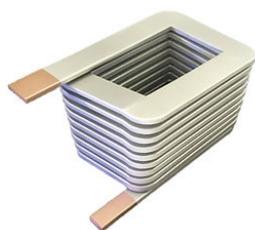


図1 アルミアスターコイル

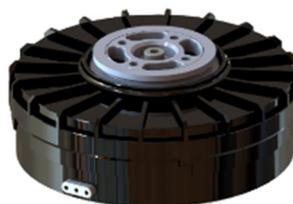


図2 アスターモータ(ドローン用)

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

アスターモータの特長はひとえにアスターコイルの革新性に基づく。アスターコイルは「複数の板状部材をモータの巻線部分の形状に沿って最適設計し、層状に積み重ねた構造を有する。さらに、絶縁被膜をコイル形状の成型後に形成するコイル」である。これは従来の「被膜の施された一定形状の銅線をコア材に巻く」という概念を覆した。

	丸線コイル (銅)	角線コイル (銅)	アスターコイル (銅)	アスターコイル (アルミ)
コイル断面図				
占積率	50%	55%	90%	90%
放熱性	×	×	◎	◎
重量	○	○	○	◎
リサイクル	×	×	○	◎
その他	巻線時のストレスで絶縁被膜にダメージ	内側に曲げR付きコアと密着できず	【放熱】コイル接触面積大 (冷却物との組合せやすい) 【絶縁】巻線時のストレスがなく、絶縁安定性向上	

図3 従来のコイルとアスターコイルの比較

アスターコイルは90%超の巻線占積率を達成し、このコイルを搭載したアスターモータは「高出力密度」「高効率」を実現する。また、隣接するコイルの導体同士が密着した構造であるため、熱伝達性が改善し、モータの放熱性が向上する。つまり、モータの出力特性の向上や連続稼働時間の延長が可能である。さらに、他社が開放型・アウトローター構造でしか達成できないモータ性能を、密閉型・インナーローター構造で実現できる。同構造によりモータの防塵防水性能をIP67まで向上させ、雨や塵埃等の劣悪環境下でも運転可能となる。

また、当社はアスターコイルの材料にアルミニウムを用いることに成功した。各種産業で電動化が進み、銅資源の枯渇リスクが懸念される中、アルミニウムは安定的かつ安価に入手可能であるうえ、リサイクル時のエネルギーコストも低

い。すなわち、環境負荷を軽減し、ビジネスの持続可能性を高めている。さらに、アルミアスターコイルを搭載したモータは、銅コイル製よりも損失を低くできる運転領域があることが分かった。この成果を設計に採り入れ、銅コイル製に対する優位性を発揮している。

当社はこれらの技術を使用し、実用可能な「IP67 対応ドローン用モータ」を世界に先駆けて製品化した。

2.2 効果

前述の通り、アスターモータは従来の製品に比べて「高出力密度」「高効率」および「防塵防水性能」が大きな特長である。当社が取り組む2分野の製品に関して比較データを紹介する。

1つ目にドローン用モータの例である。世界シェアの約70%を占めている海外A社のモータ（外形 $\Phi 90 \times 30\text{mm}$ ・重量300g・定格出力650W）に対して、アスターモータは外形・重量・出力を同等に維持しつつ、効率向上（86→92%）と防塵防水性能を高めた仕様（IP55相当→IP67認証）を実現した。これはドローンの運動性能をそのままに、①飛行時間の延長、②雨や粉塵などの過酷な環境下の安心安全な飛行、を両立させている。また、他社製のモータが200時間程度毎の交換を推奨しているのに対して、アスターモータの交換周期はその防塵防水性能の高さから1,000時間を達成した。これは実仕様における経済性向上、ひいては世界レベルでの環境負荷低減につながっている。

次に小型EV用モータの例を示す。自動車部品大手の海外B社のモータ（外形 $\Phi 150 \times 154\text{mm}$ ・重量7.8kg・定格出力4kW）に対して、アスターモータでは出力を同等に維持しつつ、外形と重量を半減させた。これにより、車体への搭載においては省スペース・低重心・軽量などの効果により、レイアウト設計の自由度向上や運動性能の向上に寄与している。



図4 アスターモータ
（小型EV用）

3. 用途

直近でアスターモータが目指す大きな市場は「ドローン」および「モビリティ」である。以下順次状況を記載する。

ドローン事業は、国内ドローンメーカー（開発企業等含む）数十社へ製品を供給しており、各社で実証および機体開発・評価が進められている。国内の産業用ドローン市場は実証段階のものが多く、法整備と市場の拡大により今後の伸長が期待される。また、欧米のドローンメーカーも経済安全保障の観点から中国製品の排除傾向が強く、防塵防水性能と併せ、当社製品の実用化を進めている。

モビリティ事業は、国内およびアジア新興国の小型EVをターゲットとして、共同開発およびサンプル評価を推進中である。また、国内においては、大手自動車会社や自動車部品 Tier1 メーカー等と共同開発を進めている。

今後の展開として、上記以外にもアスターモータの特長を活かした産業機械や農業分野への展開を視野に入れた共同開発が進んでいる。この技術を応用することで人々の生活が豊かになることを目指している。

また、モータと発電機は基本的に同じ原理に則った機器であることから、アスターモータはエネルギー分野への応用が期待されている。高効率・小型・軽量という特長は、発電機の製造・設置・運用コストの低減に寄与できると考えている。エネルギーを生み出すのはもちろんのこと、地方創生や地域電力の創造という観点から、地域を豊かにして脱炭素社会、持続可能な地域の実現に貢献していきたい。



図 5 アスターコイルが脱炭素社会に貢献する領域

【産業技術環境局局長賞】

ロスフィルムを原料に変えるペレット再生装置 (eco ペレ GP2)

株式会社マルヤス
愛媛県新居浜市

1. 機器の概要

ペレット再生装置は、プラスチックフィルム製造中に発生するトリミングフィルムや不良原反などのロスフィルムを、再びフィルム製造の原料として利用できるペレットにリサイクルする装置である。

当社は、フィルム製造工程で端材となって廃棄焼却されるトリミングフィルムをインラインでペレットに再生し原料循環することで、プラスチックの廃棄量の削減と、原料費削減との両立が期待できる夢の原料再生を目指し 2002 年頃から装置開発に着手、2012 年に世界初のねじり方式によるペレット再生装置 GP1 の販売を開始した。そして、2021 年にねじり構造と圧縮部を改良し、同等以下の装置サイズでより高品質なペレットを 2 倍以上の速度で生産できるペレット再生装置 eco ペレ GP2 を開発、販売を開始した。

ねじり方式を用いて形成した再生ペレットは、バージンペレットとの混合性に優れ、熔融による材料劣化が無いと、インラインでトリミングフィルムの 100%再生ペレット化と原料循環が可能である。現在、インライン稼働中の企業の一例では、年間約

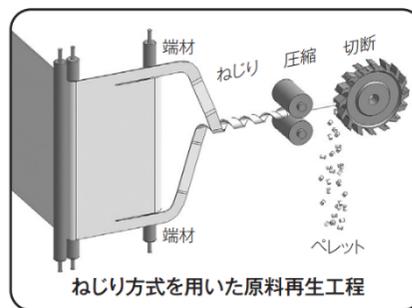


図 1 原料再生工程



図 2 eco ペレ GP2

980万円の原料費削減と約50トンのCO₂削減が見込まれている。GP2の技術は、トリミングフィルムを100%原料還元できるインライン稼働に好適であり、今後、フィルム製造装置への設備化の浸透や、多様な材料への展開が期待できるものである。

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 小型で高性能なねじり圧縮ユニット

第1世代GP1は、ねじり圧縮部とカッター部との周りをフィルムが回転するダブルツイスト方式を採用し、フィルムを一回転させると2回ねじられるねじり効率の良い構造であった。しかしながら、多くの顧客が要望する現行の2倍の生産速度は、直径約60cmのフィルムの公転速度を上げるとフィルムへの遠心力や風の影響及び回転体の振動の増大で達成することが困難であった。

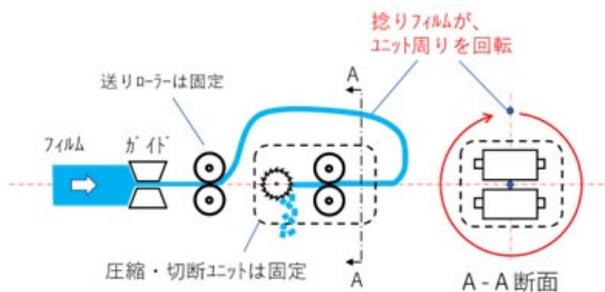


図3 ダブルツイスト方式

そこで、下記の設計方針でGP2の開発を行なった。

- ・フィルムの遠心力と風対策：フィルムの進行方向をねじりの回転中心へ
- ・ねじり機構の振動対策：ねじり回転体を直径の小さいコンパクト構造へ

開発されたGP2のねじりユニットは、フィルム搬送ローラー部と、ねじり圧縮ローラー部（ツイストフィーダー）と、カッター部とが直線に配置されたシングルツイスト構造とし、ねじり圧縮ローラー部がフィルムの進行方向を中心として回転する。そして、ねじりを加えながら搬送ローラーと圧縮ローラーの間でフィルムを延伸し、圧力を加え圧着した後、外周刃カッターで切断されペレットになる仕組みである。ねじり圧縮ローラー部（ツイストフィーダー）は、本体の回転機構とその内部に加圧・搬送機構、絡み防止機構を集約し、ねじり回転体の外周直径を約10cmにコンパクト化した。

(2) 遠心力を利用した圧縮機構（カウンターウエイトバランス）

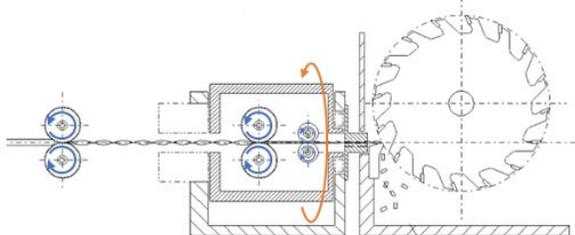


図4 シングルツイスト方式

再生ペレットには、フィルム製造時に原料搬送パイプ内の空送や搬送スクリーンによる定量切り出し等の負荷が加わっても解れない圧着強度が必要である。GP2 のねじり圧縮ローラー部は、コンパクトに設計されているため加圧源であるスプリングサイズにスペース上の制約がある。また、加圧側ローラーは、ねじり回転速度が上がるほどフィルムから遠ざかる方向に遠心力を受けて加圧力が低下する問題があった。

そこで、加圧ローラーのローラー軸に重りを連携し、重りの重心がフィルムと反対側になるよう配置した。この構成により、ねじり回転数の増加に伴い、重りに遠心力が発生し加圧ローラーを駆動ローラーに押しつけ、フィルムへの圧縮力に変換する仕組みである。

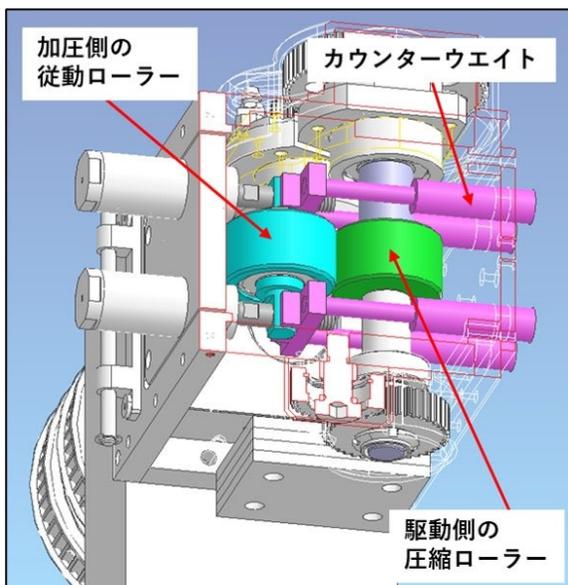


図5 カウンターウエイト機構

2.2 効果

- (1) フィルムへの遠心力や風の影響が解消し、ねじり圧縮ローラー部の振動が抑制され高速回転で安定したフィルム搬送が可能になり、定格 2kW の低消費電力と、第 1 世代 GP1 の 2 倍以上に当たる最大 55kg/h の生産能力が達成された。
- (2) カウンターウエイト技術を用いた構成により、ねじり回転体の回転数が上がるほど、高密度なペレットの形成ができ、フィルム生産中のブリッジや混合精度のばらつきが改善された。

3. 用途

- (1) インフレーション方式及び T ダイ方式のプラスチックフィルム製造装置で製造中に発生するトリミングフィルムをインラインで再生ペレット化・原料循環に好適である。
- (2) 製造工程で巻かれたトリミングフィルムロールや原反ロスをアウトラインで再生ペレット化することが可能である。
- (3) オプションの温熱ヒーターユニットを GP2 の入り口側に設置することでフィルムを軟化して再生ペレットを形成することができる。ねじり圧縮だけでは密着力が弱くペレット形成が困難であったフィルムに対しても有効であり、より広範囲なフィルムに適用可能になる。
- (4) バイオマス原料や生分解性原料を使用したプラスチックフィルムへの適用によるさらなる脱炭素化への取組み。

さらに、現行技術では、ペレット形成が困難なエンジニアリングプラスチックなどの高融点高強度の材料や厚みのあるシートに対してもリペレットができるよう技術の改良を行ないフィルムの適合の範囲拡大を目指す。

【日本機械工業連合会会長賞】

吸着材蓄熱システム（メガストック®）

高砂熱学工業株式会社	東京都新宿区
東京電力エナジーパートナー株式会社	東京都中央区
石原産業株式会社	大阪市西区
森松工業株式会社	岐阜県本巣市
日野自動車株式会社	東京都日野市
国立研究開発法人産業技術総合研究所	東京都千代田区

1. 機器の概要

我が国のエネルギー利用で発生する熱の多くは十分な有効活用ができておらず、未利用熱の大部分が排熱として廃棄されている現状にある。我が国の全排熱量の76%は200℃未満であり、排熱回収ボイラ等の既存技術で回収困難な100℃程度の排熱量が極めて大きい。

また、電力安定供給のための現実的な方策の1つとして、コージェネレーションシステム（CGS）の普及促進が挙げられるが、現状は経済的な観点から、システム規模に適した安定的な熱需要量がなければCGSの導入判断には至らない。

このような省エネルギーやエネルギー有効利用の様々な課題を解決するための手段として、100℃程度の低温排熱を高密度に貯蔵・利用可能な吸着材蓄熱システムを開発した。

本システムは吸着式ヒートポンプの原理を応用した技術であり、水分の移動に伴う発熱を利用したシステムである。蓄熱槽を乾燥状態で維持すれば蓄熱ロスが発生しないこと、高密度蓄熱が可能であることが特長である。本システムで用いる蓄熱材料には、産業技術総合研究所が開発した吸着材ハスクレイ（HAS-Clay）を蓄熱用途に改良して適用した。100℃程度の低温排熱で蓄熱可能で、従来の潜熱蓄熱に比べ2倍以上の蓄熱密度を有することが特長である。

本システムの特長を活かせば、排熱と熱利用の時間的な需給ギャップを解消するだけでなく、吸着材を充填した蓄熱槽を輸送することで空間的なギャップも解消することができ、広域での熱利用を実現することができる（図1）。



図 1 広域での熱利用イメージ

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 吸着式ヒートポンプの原理を応用した技術

蓄熱運転時は、排熱によって製造された高温空気を粒状の吸着材が充填された蓄熱槽に供給し、吸着材を乾燥させる。放熱運転時は、湿潤空気を蓄熱槽に供給し、吸着材に水分を吸着させて発熱させ、高温低湿空気を製造する。このように蓄熱運転時は水分の脱着であり、放熱運転時は水分の吸着であるため、蓄熱利用というよりは水分の移動に伴う発熱を利用したシステムである(図2)。

(2) 100℃程度の低温排熱で蓄熱可能で高密度蓄熱が可能

ハスクレイ(図3)は、非晶質アルミニウムケイ酸塩と、低結晶性粘土から成る複合体の無機系吸放湿材である。安価な工業用原料から合成でき、100℃程度の低温排熱で蓄熱可能で、従来の潜熱蓄熱に比べ2倍以上の蓄熱密度(500kJ/L以上)を有することが特長である。また、長期保管しても蓄熱量の90%以上を放熱利用可能で保管時の温度保持が不要である。

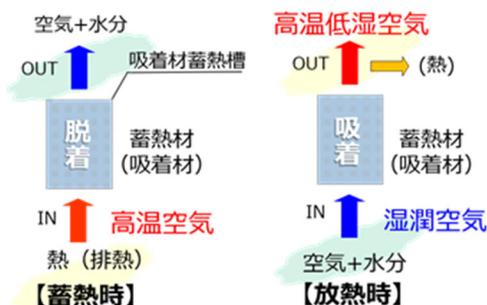


図 2 吸着材蓄熱の概要



図 3 ハスクレイの外観

(3) 加温・除湿利用が可能な省エネルギーと CO₂削減に寄与するシステム

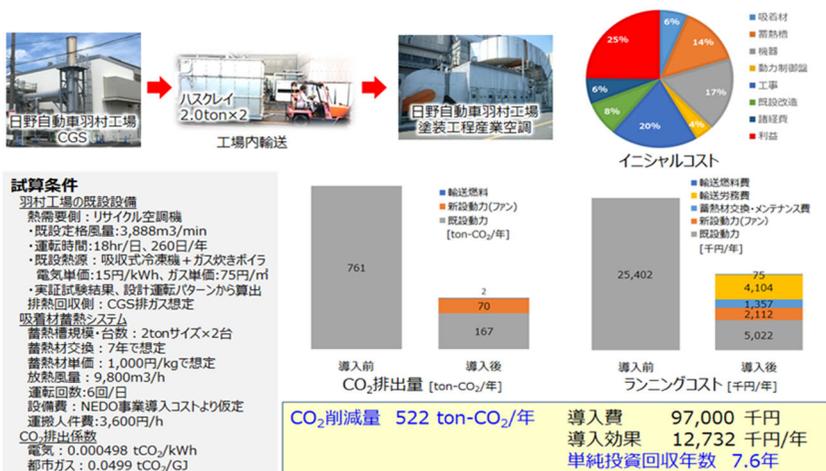
図 4 に、システム構成・概要を示す。利用サイトでの放熱時には、高温低湿空気が得られ、加温・除湿利用が好適である。また、蓄熱/放熱に必要な主要な運動動力はファンによる送風動力のみであり、小さい圧力損失で蓄熱材の機能を最大限活用できる構造の蓄熱槽と運転制御システムを開発したことで、排熱の高効率な回収/供給を実現し、省エネルギーと CO₂削減に寄与することが可能である。



図 4 システム構成・概要

2.2 効果

後述の 3. で示す日野自動車羽村工場へ導入した場合において、実測データに基づき、年間の経済性と CO₂削減効果を試算した例を下記に示す。(蓄熱サイト：コージェネレーションシステム(以下、CGS)の排ガス・排温水、放熱サイト：塗装工程の産業空調の除湿・加熱利用)



3. 用途

NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラムの助成事業を活用し、東京都の日野自動車羽村工場と羽村市スイミングセンターにおいて、図 5 のようなオフライン熱輸送の実証を行った。CGS 設備からの排熱を回収・蓄熱し、同工場内の塗装工程の産業空調設備の除湿・加熱として利用した。また、工場から約 2km 離れた羽村市スイミングセンターでは、温水プールの加温や施設内暖房・除湿として利用し、既設ボイラ燃料の消費量を削減した。同様に石原産業四日市工場において、図 6 のような定置型システムの実証を行った。乾燥ラインからの排熱を回収・蓄熱し、乾燥ラインに必要な熱源の負荷低減のために、ラインへの給気に蓄熱槽からの放熱空気を供給した。

当システムは、2020 年度より本格的な営業活動を開始し、現在多くの引き合いを受けている。当システムの導入により事業所/地域単位での CO₂ 削減に貢献していきたい。



図 5 オフライン熱輸送の実証

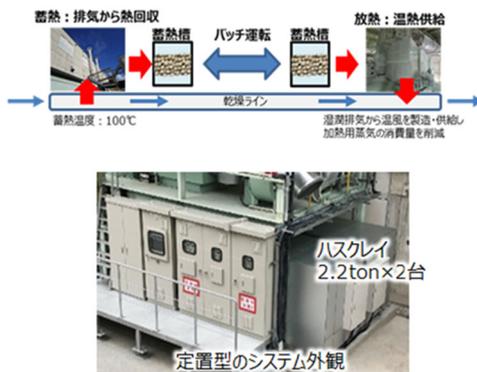


図 6 定置型システムの実証

【日本機械工業連合会会長賞】

エネルギーマネジメントシステム (Synergy Link)

株式会社ダイヘン
大阪市淀川区

1. 機器の概要

従来、地域・工場・ビル・マンションなどの EMS (CEMS、FEMS、BEMS、MEMS) においては、機器の監視や制御を行うために中央監視制御装置を使った「一括集中監視制御」が一般的であった。しかし、「一括集中監視制御」によるシステムは、中央監視制御装置と各機器との相互通信や、複雑で高速な制御演算が必要なため高額な導入コストが必要となる。また、設備増強を行うと、中央監視制御装置の通信インフラの増強や大幅な制御ソフトの変更が必要となり、システムの拡張にも課題があった。

当社が開発した Synergy Link は、従来の「一括集中監視制御」において使用される高コストな中央監視制御装置が不要となり、初期導入費用を大幅に低減することができる。さらに、各機器の状態を一括管理する必要がなく、各機器が自律的に調整を行うため、システム拡張に伴う課題も解決する新たな EMS である (図 1)。

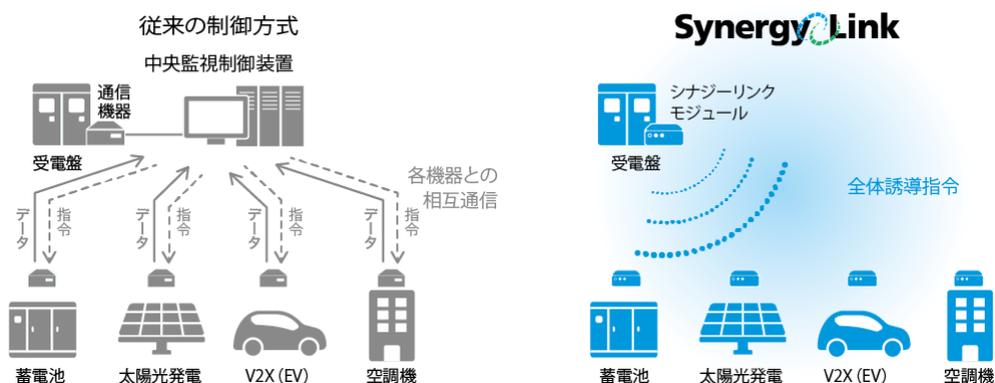


図 1 従来の制御方式との比較

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

Synergy Link の技術的特徴は、「自律分散協調制御」である。Synergy Link では、受電盤と太陽光発電・蓄電池・EV充電器などの機器に「シナジーリンクモジュール（図2）」と呼ぶ手のひらサイズの情報処理装置を搭載するだけで、受電盤に搭載したモジュールが全体の電力使用量に基づいた一律の指令値を、すべてのモジュールに毎秒配信する。配信された情報をもとに、それぞれの機器が状態に合わせて自律的に運転し、これを繰り返すことで従来のEMSと同等の性能を発揮する（図3）。



図2 シナジーリンクモジュール

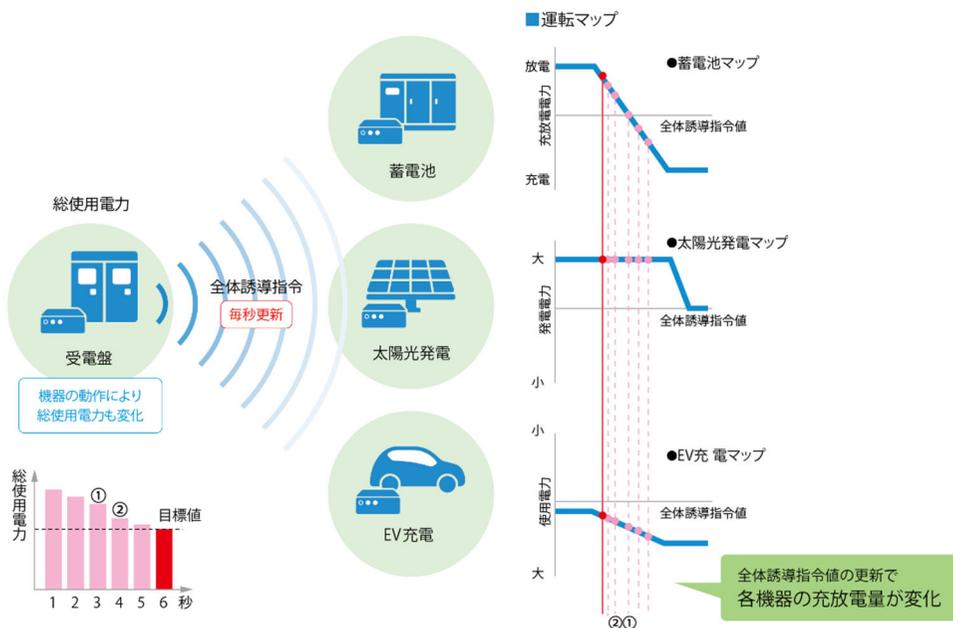


図3 自律分散協調制御のイメージ

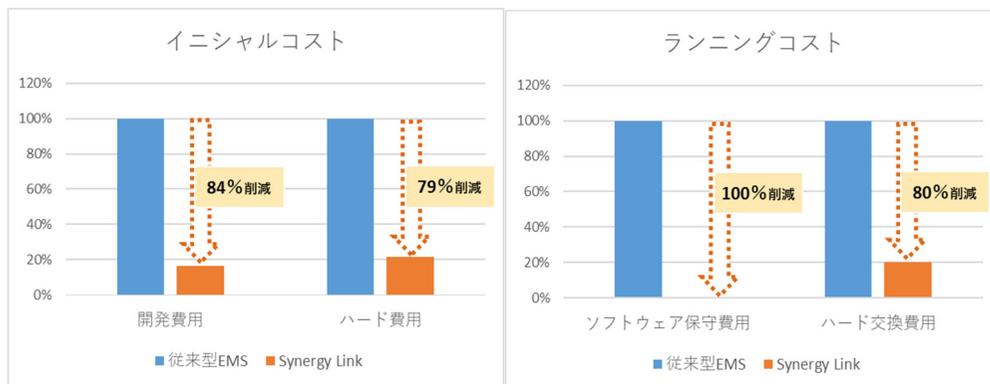
Synergy Link は、システム全体に対して一律の指令値だけを演算することに加え、配信された情報をもとにそれぞれの機器が自律的に運転することで、従来の EMS である「一括集中監視制御」方式が抱えていた導入コストとシステムの拡張性の課題を全て解決する。

2.2 効果

脱炭素社会を実現させるためには、太陽光発電をはじめとした再生可能エネルギーの更なる普及や EV、蓄電池などの蓄電デバイスの導入を推進するだけでなく、それらの機器を最適に制御（エネルギーマネジメント）する必要がある。これを実現するのが EMS であり、EMS を導入することにより、発電量や電力使用量に応じた最適な機器制御を実現し脱炭素効果を最大化することが可能になる。Synergy Link は、従来の「一括集中監視制御」方式の EMS と比較し、性能劣化がないことが数学的にも証明できており、脱炭素効果について従来手法と同等の性能を保有している。

また、「一括集中監視制御」方式の従来型 EMS と比較し、インシヤルコストおよびランニングコストを大幅に削減することができる。一例として、工場に以下の機器を導入し、Synergy Link にて最適なエネルギーマネジメントを実現する EMS を構築した場合の経済性効果を示す。（図 4）

（太陽光発電：500kW、蓄電池：250kW/500kWh、急速充電器：50kW×2 台、普通充電器：6kW×10 台）



※従来型 EMS 採用時のコストを基準として、Synergy Link 採用時のコストと比較

図 4 Synergy Link 採用時の経済性効果

3. 用途

今後、脱炭素社会が進展し、導入される機器が増えれば増えるほど EMS の重要性は増していく。また、制御すべき機器が増えれば増えるほど、拡張性の高い Synergy Link の優位性は高くなる。Synergy Link の拡張性を活かすことで、工場・事業所における再生可能エネルギーや EV の活用から、スマートシティのエネルギーマネジメント、VPP まで、脱炭素社会実現のための多様な用途に汎用することが期待できる。今後も、Synergy Link により脱炭素関連機器の普及を促進し、再生可能エネルギーを最大限に有効活用することで、脱炭素社会の実現に貢献していく所存である。

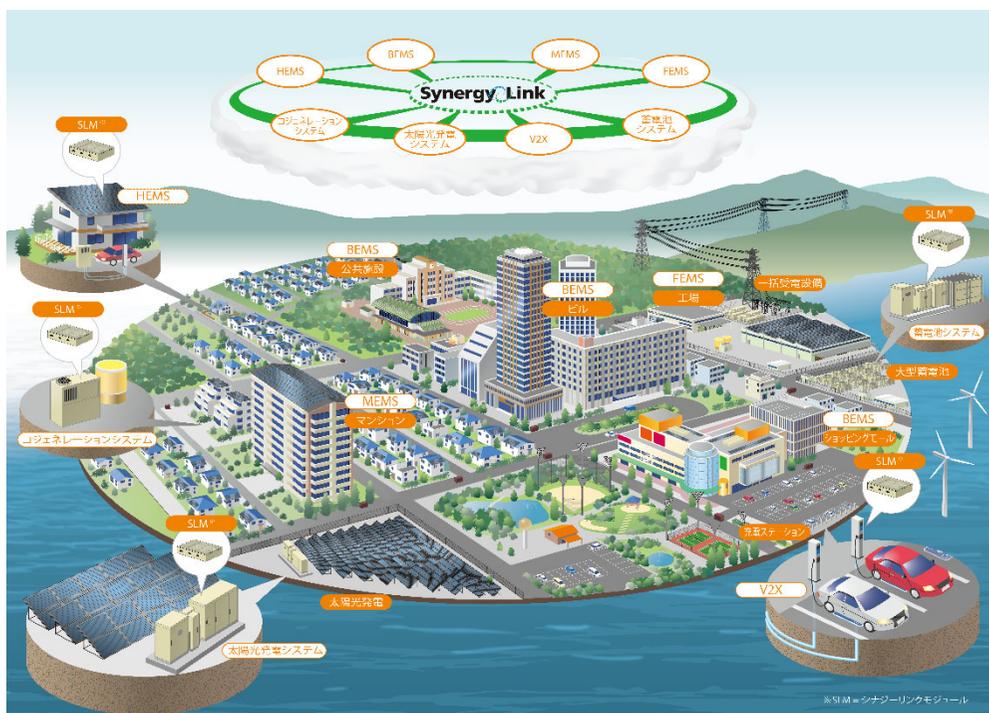


図 5 Synergy Link を活用したスマートシティのイメージ

【日本機械工業連合会会長賞】

塗装用途ワーク供給装置兼ポジショナー (MOTOFEDER TILT)

株式会社安川電機

福岡県北九州市

1. 機器の概要

塗装工程はプレス工程、溶接工程、組立工程と比較して大きなエネルギーを消費しており、特に塗装ブースの空調（クリーンで均一な温度・湿度の空気供給と塗料ミストにより汚れた空気の排気）にほとんどが消費されている。塗装ブースの空調はVOC濃度管理から一般的には循環せずかけ流しとなるため、膨大なエネルギーを消費している。このエネルギーを削減するためには「ブースの縮小化」・「ブースの使用時間削減」が必要である。即ち以下の改善が必要となる。

- ①コンパクトなブースで塗装ができる
- ②補正塗装が不要で不良品の少ない高品質な塗装
- ③生産時間・生産準備時間の短縮

この課題を解決するために公転半径を小さくでき、ワーク姿勢を自由に制御できる MOTOFEDER TILT を開発した。



図1 ワーク搬送装置兼ポジショナー
MOTOFEDER TILT

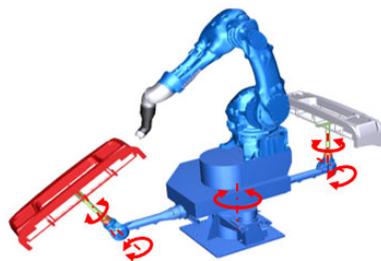


図2 塗装ロボット搭載例

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) システム構成

本システムは塗装ロボット搭載型のワーク搬送装置兼ポジショナーである。塗装ロボットを旋回中心部に搭載し、塗装側とワーク搬入出側のアームを入れ替える旋回軸と両アーム先端に傾動、回転の2軸をもつ全5軸の装置である。

(2) 機器の特徴

① コンパクトなブースで塗装できる

「ブースの縮小」にはコンベアやロボット及び塗装機器、搬送スペースを削減できるセル生産方式が望ましい。また本システムはロボット搭載型であり、ロボットの設置エリアが不要となりブース面積を縮小できる。さらに搬送中（旋回中）のワークを内側に傾けることでブースの縮小が可能である。

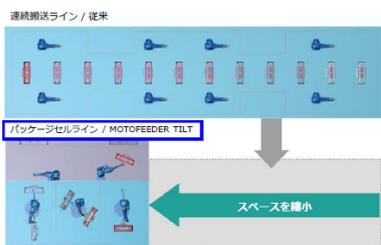


図3 セル塗装への変更例



図4 傾動を用いた旋回

② 補正塗装が不要で不良品の少ない高品質な塗装

ワークのセット角度を傾動軸、回転軸で姿勢制御することで複雑な形状や大型ワークに対しても、中小型ロボットで塗装に最適な姿勢がとれ、重力方向に吹くことで塗着効率が向上し、均一な塗装面を実現する。この姿勢制御により塗装ロボットは常に排気ダクト側に向けて塗装ができるため、ワークに塗着しなかった塗料の回収を促進する。ブース内は塗料の堆積を減少でき、日々のメンテナンス時間の短縮、ワークへの異物付着による不良品リスクを低減できる。

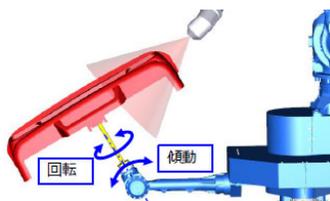


図5 ワークの姿勢制御

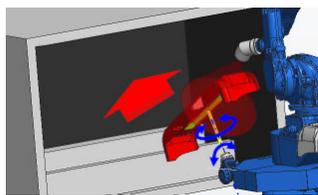


図6 排気ダクト側に向けての塗装

③ 生産時間・生産準備時間の短縮

コンベア搬送方式では動作姿勢が取れないなど動作に制限が発生し、塗装品質に影響を与える場合があるが、本機を用いたセル生産ではワーク姿勢制御ができるため、分割のない1パスによる塗装ができ、均一な膜厚を実現できる。また、コンベア搬送では発生してしまうエアカット（姿勢変更）時間が削減できるため、生産時間が短縮できる。

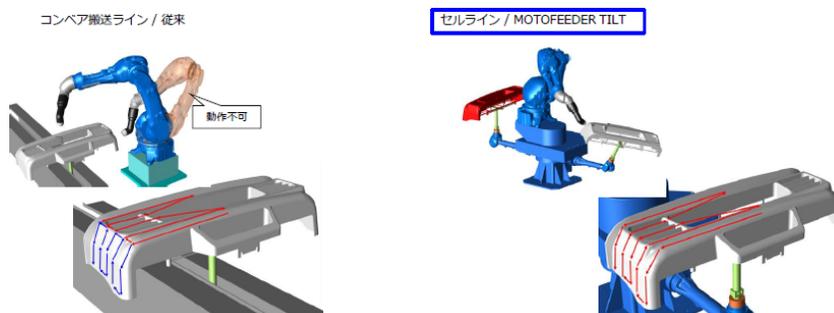


図7 塗装軌跡の比較

また、コンベア搬送は各機器が個別に設置されるため、隣り合うロボットの動作が同じ場合もロボット毎に動作補正作業が必要であり、それぞれ確認作業が必要である。それに対しロボットを搭載するセル塗装はロボットとワークの相対位置関係が一定となり、各ロボット毎の確認時間を短縮できる。この効果はシミュレーションと実機の誤差縮小にもつながり、シミュレーションデータを実機に移した際に発生する補正作業の時間を短縮でき、生産準備時間を削減できる。

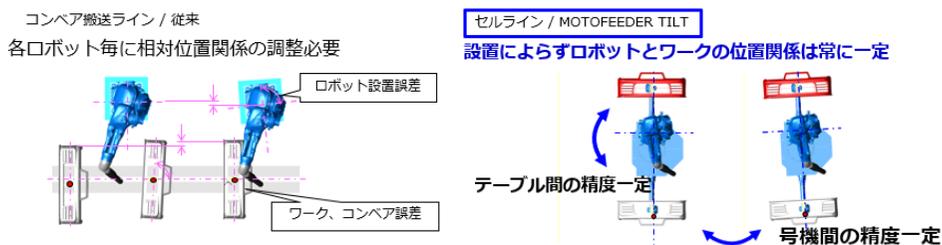


図8 ロボットとワークの相対誤差の比較

コンベア方式はティーチングとプレイバックで動作に違いがあるため、一部の動作変更でも全動作の確認を必要とするが、セル塗装の場合、ティーチングとプレイバックは同一動作であり、生産準備工数は削減できる。



図 9 ティーチングとプレイバックの動作の比較

2.2 効果

自動車樹脂部品の塗装を想定し、従来システムと本システムの消費電力量の試算例を表 1 に示す。「ブースの縮小」と「生産時間の短縮」により、ブース稼働に必要な消費電力量は従来システムに対して消費電力量を約半分以下となり大幅なエネルギー削減効果がある。またこの省エネルギー効果はランニングコストのみの試算例であり、イニシャルコストのダウン要素や生産準備時間の短縮は含んでおらず、トータルコストとしては更なる削減を見込める。

従来 (W4. 3m × L21m × H3. 5m)

本システム (W4. 7m × L15. 6m × H3m)

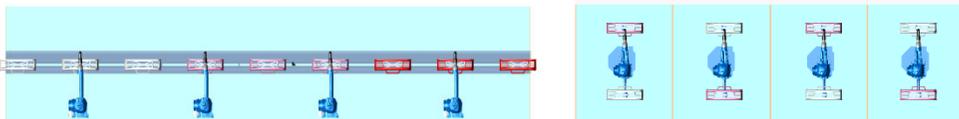


図 10 試算に用いた塗装ブース

表 1 従来システムとの比較

項目	従来システム	本システム
100 個生産時間	8350sec	6120sec
ブース面積	90.3m ²	73.3m ²
ブース風速	0.6m/sec	0.45m/sec
100 個生産時の消費電力量	1108kWh	522kWh

3. 用途

主に自動車の内外装に使用される樹脂部品の塗装工程へ導入されている。特に意匠性の高い部品 (4 輪ではバンパーやグリル、スポイラー) に適用されている。また 2 輪タンクやカウルなど美観を要求される部品への適用が検討されている。

【日本機械工業連合会会長賞】

鉄道車両用同期リラクタンスモータシステム 「SynTRACS®」

三菱電機株式会社
東京都千代田区

1. 機器の概要

同期リラクタンスモータ（以下 SynRM：シンアールエム）は、鉄道車両に多く使われる誘導モータ（以下 IM）と比較して発熱損失が少なく、高効率であることが特長である。高効率モータとして、以前より永久磁石同期モータ（以下 PMSM）の適用もあるが、レアアースが必要であり、更に惰行時に発電するために回路構成上の配慮が必要であった。

今回開発した鉄道車両推進システム「SynTRACS：シントラックス」は、SynRMと、それを制御するインバータで構成されており、レアアースを用いずに世界最高レベルの高効率化を実現。SynRM で世界最大級となる最大出力 450kW の高出力・変速駆動を実現し、既存高効率 IM 比で 50%の損失削減に成功した。

SynTRACS を東京地下鉄日比谷線 13000 系に搭載し、世界初の営業線運用を達成。消費電力量が従来 IM システムと比較して、18.1%の改善となることを確認した。今後の鉄道車両の省エネに大きく貢献するシステムである。

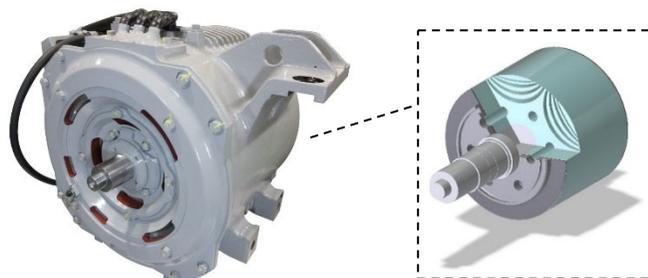


図 1 鉄道車両用 SynRM の外観およびモータ内部の回転子イメージ

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) SynRM の特長

SynRM の回転子は鉄心のみで構成されるため、IM 同様、惰行時にモータに電圧が発生しない。そのため、惰行時の扱いは IM と同様となる。鉄道車両は、惰行走行を多用して走行するため、惰行時の誘起電圧対策や、鉄道車両のあらゆる速度・トルク帯での駆動によるモータ内で発生する鉄損抑制の観点では IM 方式が有利とされている。一方で IM 方式は、回転子導体へ通電が必要であり、回転子に銅損が発生するため、原理的に同期モータ方式が効率面で有利である。SynRM は、このような IM の有利な点と、同期モータの高効率特性の両方を併せ持っている。

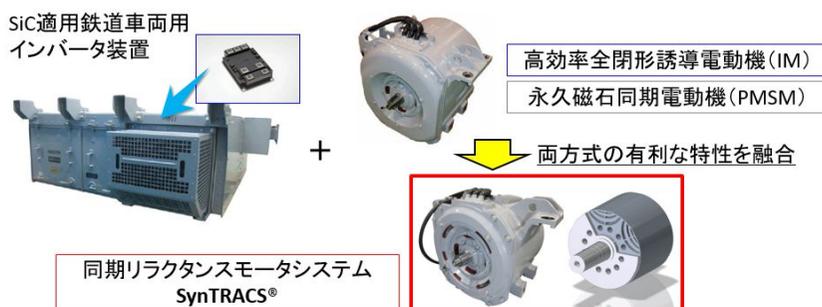


図 2 SynRM は IM と PMSM の両方式の特長を併せ持つ

(2) 鉄道車両用主電動機への SynRM 適用

SynRM は、永久磁石を使用せずリラクタンストルクのみで駆動するため、高出力化が難しく、可変速・高トルク駆動に多くの課題があった。この課題に対し、①回転子鉄心形状の最適化 ②SiC 適用インバータの特性の活用という 2 つのアプローチによって課題を解決し、世界で初めて鉄道車両用 SynRM の実用に成功した。

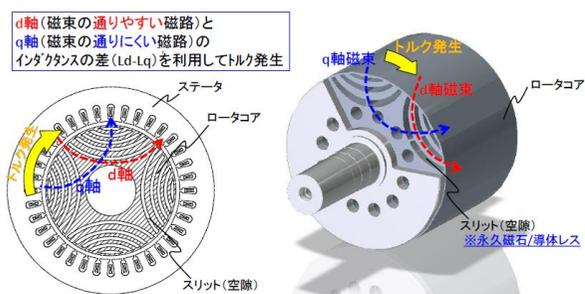


図 3 SynRM の回転原理および回転子イメージ

(3) 鉄道車両用 SynRM に最適なインバータ制御

高出力 SynRM を駆動し、トルク制御を実現するためセンサレスベクトル制御を開発した。通常、ベクトル制御にはモータの回転角情報が必要で、回転角検出のセンサを要するが、本制御技術によりセンサを不要とし、省保守化も実現した。また、SynRM の高出力化には固定子コイルの磁束を強める必要があり、駆動するインバータの電流容量を増加させる必要があるが、フル SiC 素子 (図 4) を適用したインバータと組み合わせる事で、電力損失を大幅に低減したシステムの構築に成功した。



図 4 フル SiC パワーモジュールの外観

2.2 効果

SynTRACS を東京地下鉄日比谷線 13000 系に搭載し、2021 年 12 月より世界初の SynRM システム適用車両として営業運行での使用を開始した。約 1 か月半の営業線走行における、SynTRACS®搭載車の積算電力量を測定した。積算走行距離は 11,157km に及び、実消費の原単位は 0.88kWh/(車・km)であった。SynTRACS®の省エネ効果を確認するため、従来の IM システムとの電力量の原単位比較を行った。各システムの搭載車系の車重が異なるため、車重を換算した比較を表 1 に示す。SynTRACS は従来の IM システムと比較して、実消費で 18.1%の改善となった。

表 1 従来システムとの原単位比較

	車重[tom] (1両あたり)	原単位[kWh/(車・km)]		
		力行	回生	実消費
13000系試験搭載 SynTRACS® (車重換算後)	33.31	1.58	0.81	0.77
9000系B修搭載 全閉IMシステム	29.25	1.87	0.93	0.94

18.1%の改善

また、SynRM の高効率特性を活かし、冷却構造を簡素化する事で従来の IM と比較して軽量化(-7.1%)、かつ大容量化(+11%)を実現(表 2)。更に、SynRM は惰行時に発電しないため、インバータとモータ間に故障時開放用の接触器が不要となり、システム簡素化が可能となる。

表 2 試験搭載の SynRM と従来主電動機との比較

	13000 系試験搭載 SynRM	9000 系 B 修搭載 全閉 IM
外観		
定格	250kW (+11%)	225kW
質量	562kg (-7.1%)	605kg
冷却方式	全閉自冷式 (走行風自冷)	全閉自冷式
フレーム内 外気通風	なし	あり

3. 用途

近年、エネルギー、イノベーション、気候変動に対する国際目標である SDGs により、持続可能なエネルギーの確保と利用拡大に向けた活動に注目が集まっている。加えて、昨今のエネルギー需給を取り巻く情勢の変化や、レアアース等、希少材料の調達上のリスクが高まっており、省エネルギー化に加え、省資源化についても以前にも増して必要性が高まっている。

SynTRACS はこれらに対応可能なシステムとして、レアアースを用いずに世界最高レベルの高効率化を実現可能である。今後、SynTRACS を主回路システムの選択肢に加えることで、世界最高レベルの効率により、鉄道車両のさらなる省エネルギー化を実現して、持続可能性の確保に貢献してゆく。

【日本機械工業連合会会長賞】

脱炭素対応 工作機械省エネシステム (ECO suite plus)

オークマ株式会社
愛知県丹羽郡大口町

1. 機器の概要

国際的な脱炭素社会への移行に向け、各企業では、温室効果ガス(GHG)算定プロトコルで定められたサプライチェーン全体の炭素排出量の内、Scope1(事業者による温室効果ガスの直接排出)とScope2(他社から供給された電気、熱、蒸気の使用に伴う間接排出)の合計を、2030年を目安に先行して実質0にする目標を達成するため、生産に伴う温室効果ガス排出量の算定と、削減に向けた具体的なアクションが求められている。

当社は、お客様工場で工作機械を使用して部品加工する際の省エネ(Scope2)を回りつつ、高精度及び高生産性を両立するため、工場や機械の過度な温度管理と暖機運転や寸法修正工程を最小化する技術である「サーモフレンドリーコンセプト」の技術を応用し、高精度を維持したまま工作機械をアイドルストップする「ECOアイドルストップ」をはじめとする省エネルギーシステム「ECO suite」を2014年に実現した。「ECO suite plus」は、「ECO suite」を脱炭素社会へ対応するため、以下の狙いで、さらなる機能強化を図ったものである。

- (1) 改善サイクルにつながるCO₂排出量分析を実現
- (2) 人が操作することなく機械が自律的に判断するアイドルストップを実現
- (3) 高い加工精度安定性を維持しながら、最小限のエネルギーで加工を実現

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 改善サイクルにつながる CO₂ 排出量分析の実現

「ECO 電力モニタ」にプラス

- 工作機械に搭載する複数の周辺機器について、消費電力および CO₂ 排出量を個別に確認・記録管理できる機能を追加。工場の脱炭素化に向け、見える化を促進
- CO₂ 排出量の実績を制御装置の画面上に常時表示。日常の CO₂ 排出量管理に活用可能 (図 1)
- ネットワークを利用した外部出力機能を強化し、PC 上で消費電力と CO₂ 排出量を確認、機器ごとの CO₂ 排出量を分析可能 (図 2)



図 1 ECO 電力モニタ



図 2 CO₂ 排出量分析の一例

(2) 人が操作することなく機械が自律的に判断するアイドルストップ

「ECO アイドルストップ」にプラス

- 加工工程だけでなく、機械操作、保全作業中を含めた工作機械を使用する全てのシーンで、精度への影響、操作状況を自動で検知し、アイドルストップ、復帰動作を完全自動化 (図 3)
- オペレータが意識することなく、CO₂ 排出量削減効果を最大限に発揮 (ボタン操作等は不要)



図 3 ECO アイドルストップ

(3) 生産性を維持しながら、最小限のエネルギーで加工を実現

「ECO オペレーション」にプラス

- 電力使用量の大きいミストコレクタなどの機器に対し、更にきめ細やかな運転パターンのチューニング（図 4）を可能とすることで、生産性を損なわない CO₂ 排出量削減活動を徹底支援
- 「電力モニタ」機能で記録・分析した結果に基づき、各補機の運転をコントロールし、消費電力・CO₂ 排出量を削減



図 4 ECO オペレーション設定画面

2.2 効果

下記の改善サイクルの実行により、当社工場設置の門形マシニングセンタ（図 5）の CO₂ 排出量を 30%削減（図 6）

- 各加工における、それぞれの補機の消費電力の測定・分析
- 加工中のミストコレクタなどの運転パターンを見直し、消費電力を削減



図 5 門形マシニングセンタ

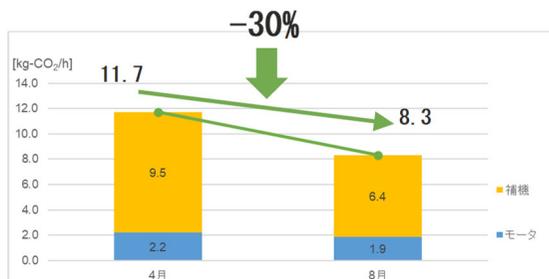


図 6 改善サイクルの効果

3. 用途

「ECO suite plus」は、当社生産の旋盤、複合加工機、マシニングセンタに搭載する標準仕様であるため、イニシャルコストの差額は発生しない。

当社工場設置の円形マシニングセンタでは6.2kWh/時削減により

$6.2\text{kWh} \times 20 \text{円} \times 400 \text{時間} \times 12 \text{ヶ月} = \text{約} 54 \text{万円/年}$

の削減効果が望める。

表 1 削減効果

[円/台]	従来	改善後	差	備考
イニシャルコスト	—	—	—	差額発生なし
年間ランニングコスト	166 万円	112 万円	▲54 万円	

「ECO suite plus」は、2022年2月から適用を開始し、2022年12月現在、約2,800台（前身の「ECO suite」を含めると約44,000台）の実績がある。

【日本機械工業連合会会長賞】

メタネーションシステム (HiMethz)

日立造船株式会社

大阪市住之江区

1. 機器の概要

2021年6月に閣議決定された成長戦略や改訂されたグリーン成長戦略において、成長が期待される産業として「次世代熱エネルギー産業」を位置づけ。実行計画の着実な実施を通じて、2030年までに都市ガスの1%をe-methaneに、2050年までに90%をe-methaneにするという方針が打ち出され、これの具体化を目指した「メタネーション推進官民協議会」が設立され、e-methaneの早期社会実装が求められている。

日立造船は、1993年に東北大学金属材料研究所の橋本功二教授らが提唱した「グローバル二酸化炭素リサイクル構想」に基づき、 $0.5\text{Nm}^3\text{-CH}_4/\text{h}$ のプラントで再生可能エネルギー水素と二酸化炭素からメタンを合成し、これをリサイクルすることが技術的に実現可能であることを世界に先駆けて実証した。以来30年近くの基礎研究、実用化研究を経て、2022年には国内最大のメタネーションプラント $125\text{Nm}^3\text{-CH}_4/\text{h}$ を小田原市清掃工場の排ガスから回収した二酸化炭素を用いて、早期社会実装試験を実施、成功して報道関係にも取り上げられた。



図1 小田原清掃工場実証試験に供したメタネーションシステム($125\text{Nm}^3\text{-CH}_4/\text{h}$)とメタネーション触媒

都市ガスのインフラ(貯める、運ぶ、利用する)をそのまま活用できるので社会導入の障壁が低いことが大きな特徴である。

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 高反応速度

図 2 は世界的研究機関にて評価した 200~280℃でのメタン生産速度の比較を表す図である。当社メタネーション触媒 HiMethz は、世界での最高活性を示す触媒であり、他社メジャー触媒と比較してメタンの生産速度が高い。200℃でも顕著な活性を示す。

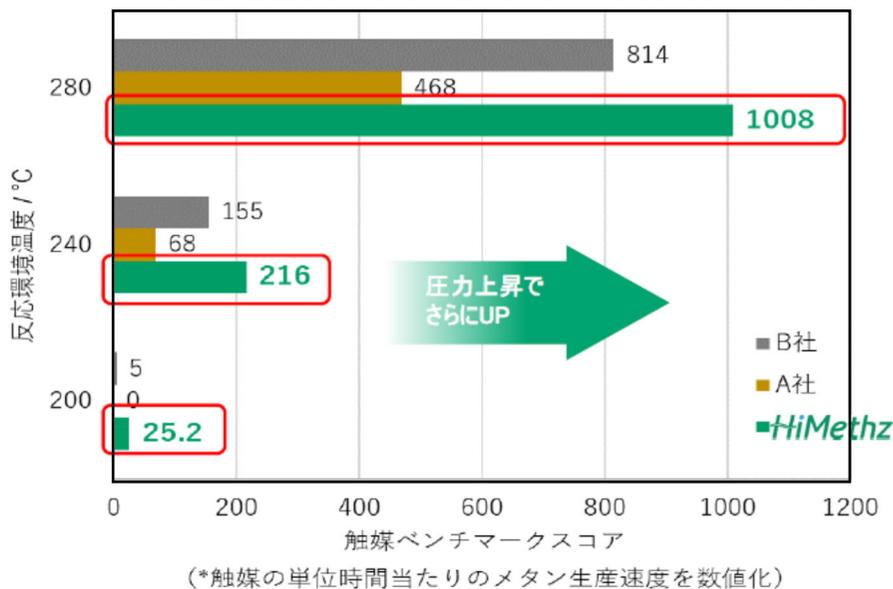


図 2 他社触媒とのメタン生産速度の比較

(2) 貴金属を用いない触媒組成

一般的なメタネーション触媒は、白金族金属であるルテニウム(Ru)が用いられている。しかし、地球温暖化防止は地球規模の課題であり、白金族金属のような地球に遍在する材料をエネルギーセキュリティーの観点から用いることができない。当社触媒は材料開発の段階から Ru のようなレアメタルを用いることを排除して設計されている。

(3) 高耐久性

当社触媒は、図 3 に示すように、熱力学的な理論値 90%に近い CO₂ 転換率を 20,000 時間以上、維持しており安定な触媒である。

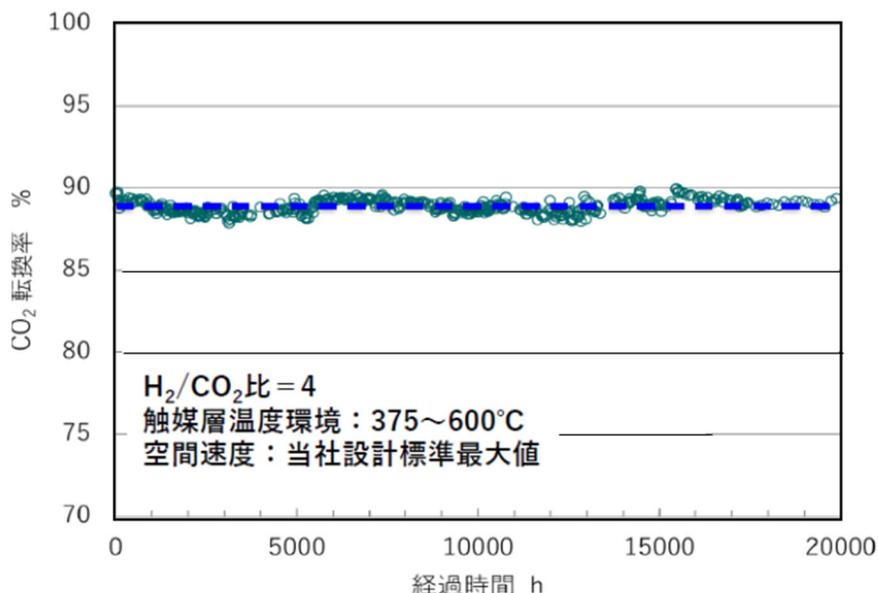


図 3 18,000 時間以上の耐久性試験の結果

2-2 技術的效果

メタンは燃焼時に CO₂ を排出するが、メタネーションをおこなう際の原料として、発電所や工場などから回収した CO₂ を利用すれば、燃焼時に排出された CO₂ は回収した CO₂ と相殺されるため、大気中の CO₂ 量は増加しない。つまり、CO₂ 排出を実質ゼロにする効果がある。

この場合、水素は再エネ水素、グリーン水素であることが必須であり、グリーン水素のエネルギーキャリアとして用いるため、新たに化石燃料である天然ガスを利用することがなく、都市ガス業界でも天然ガスを用いないガス体として利用できる脱炭素技術として、2050 年までに 90%を e-methane に代替するというロードマップを示している。

都市ガス業界での既存のガスインフラを用いることができるので、新たにインフラを導入する必要がなく、グリーン成長戦略

(https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_koho_r2.pdf)には、2050 年における国民生活のメリットその経済効果は

20兆円で1世帯当たりの負担14,000円追加負担を回避させる効果があると記載されている。

3. 用途

e-methaneは政府グリーン成長戦略で2050年に向けて成長が期待される14の重点分野に次世代熱産業として選定されており、化石燃料ではない都市ガス代替燃料であるため、図4に示すように、(1) 運輸部門の代替燃料、(2) 再エネを消費地に運ぶエネルギーキャリア、(3) 再エネの主力電源化した際の需給バランスの調整用燃料と、その用途は多岐にわたっている。

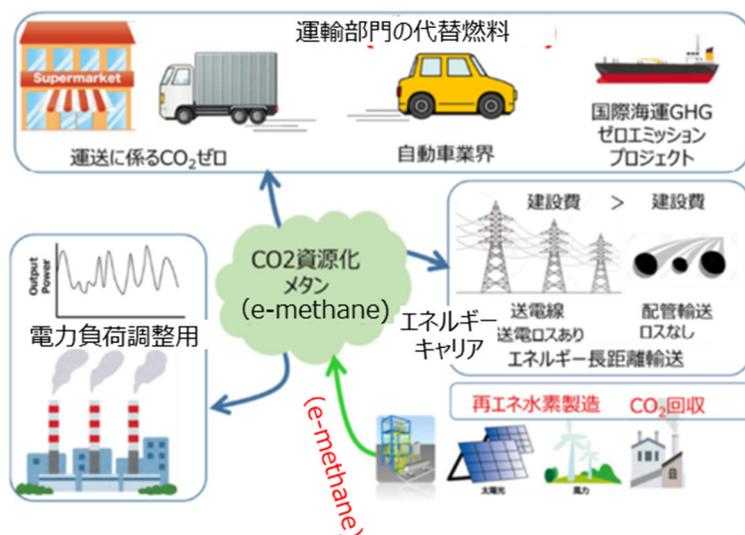


図4 e-methaneの主な用途

優秀省エネ脱炭素機器・システム
令和4年度受賞機器の概要

発行 一般社団法人 日本機械工業連合会
発行日 令和5年1月

東京都港区芝公園三丁目5番8号 機械振興会館 (〒105-0011)

TEL/東京 03 (3434) 5382 (業務部)

FAX/東京 03 (3434) 6698

大阪事務所/大阪市北区西天満四丁目11番22号

阪神神明ビル (〒530-0047)

TEL/大阪 06 (6355) 4888

URL: <http://www.jmf.or.jp>



優秀省エネ脱炭素機器・システム