SANYO DENKI

Technical Report

特集 | 脱炭素社会に向けて

1990
Fujiyama Works

56
November
2023

COLUMN

表紙：

富士山工場

1990年

1980年代後半から1990年代にかけて，社会全体が好景気の「バブル経済期」と呼ばれていました。

富士山工場は，パワーシステム事業部の大型ジェネレータなどの大型製品の受注増加を見越して新設されました。緑ヶ丘工場や築地工場の大型設備を移設し，効率的なものづくりができる工場として操業を開始しました。

2013年にはさらに増設し，最新設備と効率の良い自動化ラインを導入したことにより，現在はクーリングシステム，パワーシステム，サーボシステム全事業部の製品を生産する拠点として稼動しています。

太陽光発電設備を設置し，再生エネルギーを活用している環境に配慮した工場です。

56 SANYO DENKI TECHNICAL REPORT
November 2023

C O N T E N T S

脱炭素社会に向けて　専務執行役員　中山 千裕　1

特集：脱炭素社会に向けて　3

■ クーリングシステム事業部

脱炭素社会に向けて　村上 直樹 …… 3

□40×28mm厚 高静圧長寿命ファン
「San Ace 40L」9LGタイプ　柳沢 篤史　ほか …… 7

□120×25mm厚ACDCファン
「San Ace 120AD」9ADタイプ　川島 高志　ほか …… 11

■ パワーシステム事業部

脱炭素社会に向けた製品と技術　永井 正彦 …… 16

リチウムイオン電池パック
「SANUPS LiB Pack」の開発　齊藤 真伊　ほか …… 20

■ サーボシステム事業部

脱炭素社会に向けて
～省エネルギー・省資源の取り組み～　山口 政裕　ほか …… 23

「SANMOTION C S200」
モーションコントローラの開発　岡崎 達也　ほか …… 28

脱炭素社会に向けて

専務執行役員 中山 千裕 *Chihiro Nakayama*

2023年3月に，山洋電気株式会社はカーボンニュートラル実現に向けて，山洋電気グループ※のCO_2排出量を2030年度に46％削減（2017年度比），2050年度までに実質ゼロとする中長期目標を策定しました。

山洋電気グループは脱炭素社会の実現に向けて，大きく3つのことに取り組んでいます。

1つ目は，エコプロダクツ製品の積極的な開発です。最新の省エネ技術を取り入れ，製品使用時の環境負荷の低減とCO_2の排出量の削減に取り組んでいます。

2つ目は工場における省エネの取り組みです。1997年に長野県上田市のテクノロジーセンターへ太陽光発電設備を導入しました。現在では上田事業所全体で最大2,520kWの発電能力があります。また工場の照明をLED照明に変更したことで大幅な消費電力の削減を実現しました。さらに自動化設備の導入により生産効率を大きく向上させることで，無駄な電力の削減を実現しました。

3つ目はカーボンニュートラル市場に向けた取り組みの強化です。当社のパワーシステム事業部では，太陽光，風力，水力発電用パワーコンディショナやグリッド管理装置など，自然エネルギーを活用できる製品を数多く開発しています。カーボンニュートラル市場で当社の製品が広く使われていくことで，脱炭素社会に向け大きく貢献できると考えています。

これら3つの取り組みにおいて，特に注力しているのが，エコプロダクツ製品の積極的な開発です。

山洋電気グループは，「すべての人々の幸せを目指す」という企業理念のもと，「地球環境を守るための技術」「新しいエネルギーの活用と省エネルギーのための技術」「人の健康と安全を守るための技術」という3つの技術テーマをベースに，高効率かつ省エネルギーの製品を数多く開発してまいりました。

※山洋電気株式会社，山洋電気テクノサービス株式会社，山洋電気ITソリューション株式会社が対象。

開発した製品は，市場や既存の製品と比較し，一定の評価基準を満たしているものを環境適合設計製品（エコプロダクツ）として認定しています。エコプロダクツに認定される製品が増えれば増えるほど，環境に貢献できます。2022年度は20件がエコプロダクツとして認定され，累計358機種になりました。

2022年度，クーリングシステム事業部では，羽根・フレームの最適化設計とモータ・駆動回路の最新設計により高効率化することで，従来品と比較してCO_2排出量を40%削減したクーリングファンを発売しました。

サーボシステム事業部では，巻線の占積率の改善などにより電力損失を低減することで，従来品と比較してCO_2排出量を13%削減したリニアサーボモータを発売しました。

これらのエコプロダクツの研究開発がおこなわれている，長野県上田市のテクノロジーセンターでは，カーボンニュートラルの実現に向けた取り組みを一層加速するため，2023年4月からテクノロジーセンターにおいて使用される電力を，水力発電由来の「信州Greenでんき」に切り替えました。これによりテクノロジーセンターの電力は，太陽光発電と合わせて実質的に再生可能エネルギー100%に切り替わり，電力使用によるCO_2排出量はゼロとなりました。このように当社のエコプロダクツの研究開発に使用する電力も脱炭素となっています。

本号には特集として，「脱炭素社会に向けて」をテーマとし，それぞれの事業部の代表的な製品について，その役割や特長をふまえた技術を紹介しています。

今後も山洋電気グループは事業成長と環境保全を両立した企業活動で，持続可能な循環型社会の実現に貢献してまいります。

脱炭素社会に向けて

村上 直樹
Naoki Murakami

1. まえがき

近年，世界的な地球温暖化･気候変動が深刻な問題となっている。これらの原因となる温室効果ガス（二酸化炭素）の実質的な排出量ゼロを達成する“脱炭素社会”の実現に向けて，ガソリン車から電気自動車への切り替え，クリーンエネルギーの拡大，省エネルギー性能の向上，廃棄物の削減など，世界各国で温室効果ガスを削減するための取り組みがおこなわれている。

脱炭素社会は地球温暖化・気候変動対策であるだけでなく，SDGsの複数の目標に関連する重要なテーマであり，全世界の企業，団体，個人がそれぞれの目標を掲げて実現に向けて取り組んでいる。

当社においても企業理念として掲げている「社会や環境に対しては，企業活動を通じて，地球環境の保全および人類の繁栄に寄与する経営をします」に基づき，脱炭素社会の実現に貢献する製品開発を積極的におこなっている。

本稿では，脱炭素社会を実現するための冷却ファンの低消費電力化技術と，実現に貢献する「San Ace」製品について紹介する。

2. 脱炭素社会を実現するための低消費電力・長寿命技術

2.1 脱炭素社会における冷却ファンの低消費電力化と長寿命化

冷却ファンは世界中のさまざまな分野の装置に搭載されている。そのため，冷却ファンの低消費電力化は化石燃料の消費を減らし，温室効果ガスの発生を抑制するための非常に有効な手段である。また，冷却ファンの長寿命化は製品を長く使うことにより，資源利用効率を向上し，かつ廃棄物を削減することができる技術である。これらは図1に示すSDGsの目標の達成にも貢献できる技術である。

当社は，冷却ファンにおける低消費電力と長寿命は重要な性能と捉え，これらの性能を特長とする多くの冷却ファンを開発してきた。

ここでは，冷却ファンの低消費電力化と長寿命化を実現するための技術の一部を紹介する。

図1　冷却ファンの低消費電力化・長寿命化が貢献するSDGs目標

2.2 シミュレーションによる最適値の自動探査

冷却ファンの低消費電力化には羽根・フレームによる空力性能とステータコア・巻線・マグネット・駆動回路によるモータ性能の高効率化が不可欠である。従来は，実評価によるカットアンドトライが高効率化検討の主な手段であったが，近年では，シミュレーションにより高効率化を探る自動探査を活用し開発をおこなっている。過去の開発により蓄積されたノウハウをパラメータとしてシミュレーションに取り込み，自動探査をおこなうことで，さらなる高効率化の検討ができるようになった。図2にシミュレーションによる自動探査を活用し開発した□140×38mm「San Ace 140」9RAタイプと従来品の羽根･フレーム形状の比較，図3に従来品と同等冷却性能時における消費電力および騒音レベルの比較を示す。

空力性能とモータ性能の高効率化により，従来品と比較し大幅な低消費電力と低騒音を実現している。

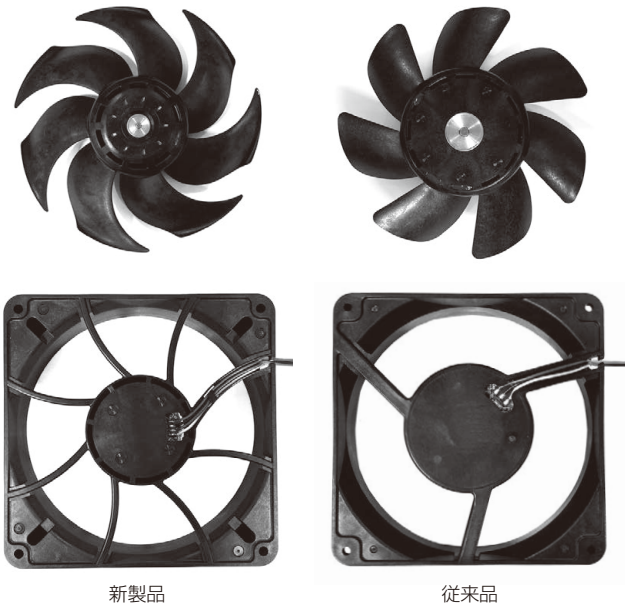


図2 「San Ace 140」9RAタイプと従来品の羽根・フレーム

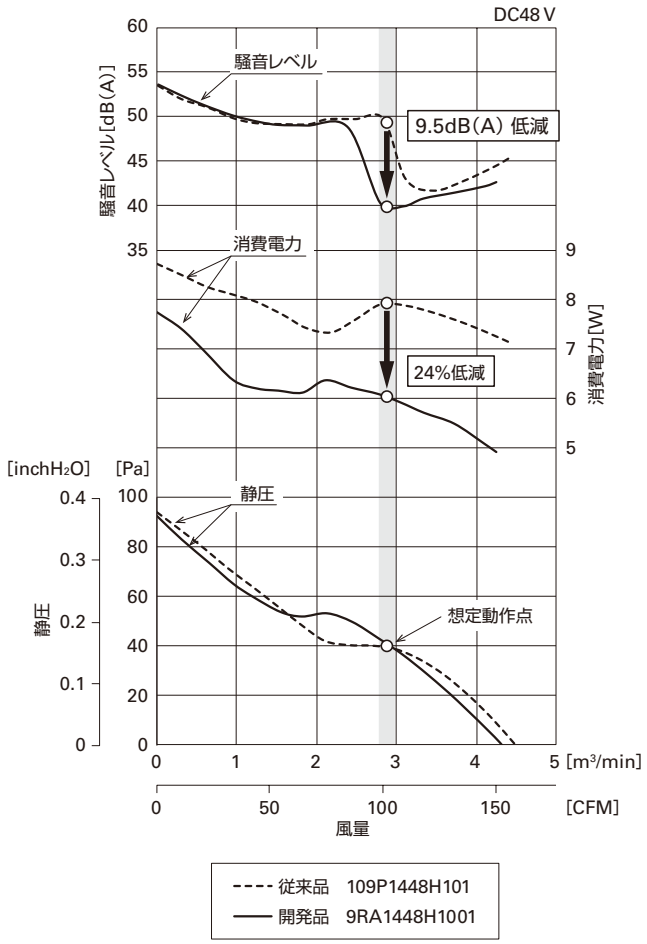


図3 「San Ace 140」9RAタイプと従来品の特性比較

2.3 空気の流れの可視化

前述の自動探査により導き出された羽根・フレーム形状の細部の設計のために，シミュレーションによる空気の流れの可視化をおこなっている。羽根・フレーム形状が適切でない場合，羽根の翼やフレームのスポークの近傍に大きな乱流や渦が発生し，効率低下や騒音増加の原因となる。シミュレーションにより空気の流れを可視化することで，乱流や渦の程度を把握でき，羽根・フレーム形状の変更による改善効果が把握しやすくなった。図4にフレームのスポーク形状による渦の改善例を示す。

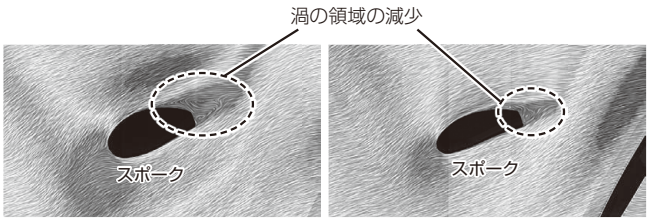


図4 スポーク形状による渦の改善例

また，シミュレーションによる空気の流れの可視化は，長寿命化の検討にも活用している。長寿命化のためには，内部のモータ，および軸受の温度を低く抑える自己冷却構造が有効であるが，シミュレーションにより内部の空気の流れを可視化することで，自己冷却効果を向上させる構造の設計が可能となった。図5に内部の空気の流れの可視化例を示す。構造Aと比較し構造Bは内部の空気流量が増加しているため，より高い自己冷却効果が得られている。

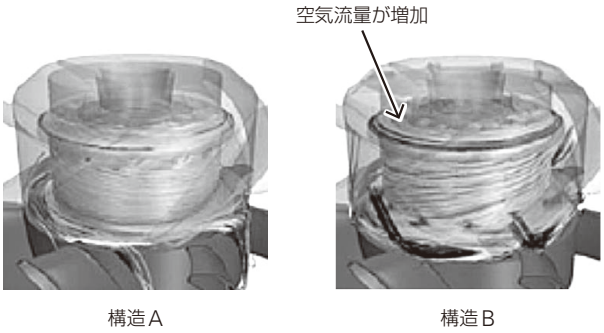


図5 内部の空気の流れの可視化例

シミュレーションによる自動探査と空気の流れの可視化により，インプット（パラメータや形状）に対するアウトプット（効率や消費電力）が明確になり，冷却ファンのさらなる低消費電力，長寿命を実現する羽根，フレーム，モータ，および構造の設計ができるようになった。

今後も，シミュレーション技術，および精度を向上させ，さらなる高性能ファンの開発を目指す。

3. 脱炭素社会の実現に貢献する「San Ace」

当社の「San Ace」製品には，低消費電力ファン，長寿命ファンをはじめとして，脱炭素社会の実現に貢献できる多くのラインアップがある。これらの製品例，および特長を紹介する。

3.1 低消費電力，低騒音　San Ace 9RA タイプ

低消費電力，低騒音を特徴とする San Ace 9RA タイプは，従来の当社製品 San Ace 9P タイプ，San Ace 9R タイプおよび San Ace 9G タイプからの置き換えを想定して開発している。サイズは□60mm から□140mm までラインアップしており，従来品と同等のサイズ，冷却性能を維持しながら低消費電力，低騒音を実現している。

2.2 項で紹介した□140×38mm「San Ace140」9RA タイプは消費電力を大きく低減したことで，製品のライフサイクルにおける CO_2 排出量を従来品と比較して 41% 削減している。（当社 LCA 計算ソフトウェアによる）。

3.2 高風量長寿命ファン／高風量長寿命防水ファン San Ace 9LG タイプ／ San Ace 9WL タイプ

当社では，高風量と長寿命の両立を実現した San Ace 9LG タイプと，さらに防水・防塵性能を備えた San Ace 9WL タイプをラインアップしている。これらの冷却ファンは，長寿命，および防水・防塵性能が求められる再生可能エネルギー市場，電気自動車市場の装置冷却用として最適である。

□140×51mm「San Ace 140L」9LG タイプ，「San Ace 140W」9WL タイプと従来品との期待寿命および一般特性の比較を表 1，2 に示す。San Ace 9LG タイプ，San Ace 9WL タイプは従来品と比べて最大風量で 1.1 倍，最大静圧で 2.7 倍向上し，かつ周囲温度 60℃における期待寿命は San Ace 9LG タイプで 3 倍，San Ace 9WL タイプで 1.7 倍に向上している。（残存率 90%，定格電圧連続運転，フリーエアー状態，常湿）

表 1　「San Ace 140L」9LG タイプと従来品の比較

型番	期待寿命 [h]	最大風量 [m^3/min]	最大静圧 [Pa]
開発品 **9LG1412P5G001**	180,000	9.0	655
従来品 **9LB1412S501**	60,000	8.1	240

表 2　「San Ace 140W」9WL タイプと従来品の比較

型番	期待寿命 [h]	最大風量 [m^3/min]	最大静圧 [Pa]
開発品 **9WL1412P5G001**	100,000	9.0	655
従来品 **9WB1412S501**	60,000	8.1	240

3.3 ACDC ファン／防水 ACDC ファン San Ace 9AD タイプ／ San Ace 9ADW タイプ

ACDC ファン San Ace 9AD タイプは，AC 入力でありながら低消費電力を実現する DC 駆動モータを搭載したファンであり，従来の当社同等サイズの AC ファンと比較し低消費電力化，長寿命化を実現している。また，AC ファンには搭載していない PWM コントロール機能を有しており，状況に応じて回転速度を調節し，さらなる電力低減も可能である。さらに，防水・防塵性能を備えた防水 ACDC ファン San Ace 9ADW タイプもラインアップしており，AC 電源が求められるさまざまな装置の省エネルギーソリューションとして有効である。

図 6 に ø172×150×51mm「San Ace 172AD」9AD タイプ，9ADW タイプの従来品と同等冷却性能時における消費電力の比較を示す。開発品を従来品と同等冷却性能になるように PWM 制御で回転速度を下げた場合，従来品（60Hz）に対して消費電力が 48% 低減している。また，「San Ace 172AD」の周囲温度 60℃における期待寿命は 40,000 時間（残存率 90%，定格電圧連続運転，フリーエアー状態，常湿）であり，従来品の期待寿命 25,000 時間と比較して 1.6 倍に向上している。

また，2023 年 6 月に当社の ACDC ファンとしては最薄サイズとなる□120×25mm「San Ace 120AD」を発売した。詳細は，本テクニカルレポートの記事を参照いただきたい。

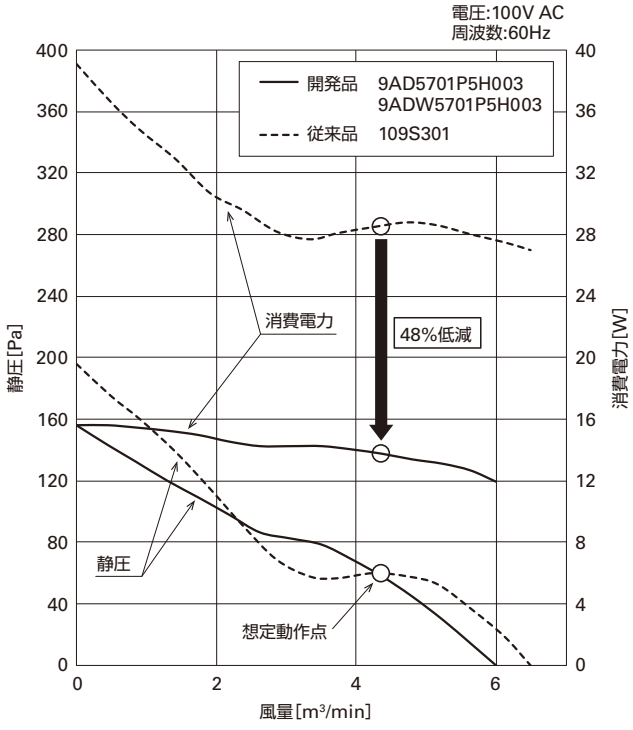


図 6　「San Ace 172AD」9AD ／ 9ADW タイプと従来品の比較

3.4 ファンコントローラ

当社は，IoT対応ファンコントローラとして「San Aceコントローラ」をラインアップしている。図7に「San Aceコントローラ」のシステム構成例を示す。「San Aceコントローラ」を使用すれば，PWMコントロール機能付きファンの回転速度を最適な回転速度に調節できるため，過剰な電力消費を削減することができる。さらに，専用センサと組み合わせて冷却ファンの自動制御をおこなうこともできる。例えば温度センサで装置内の温度を監視し，温度に応じて冷却ファンの回転速度を自動制御することで，常に最適な回転速度を維持でき，さらなる消費電力の削減が期待できる。

また，「San Aceコントローラ」は遠隔監視機能を搭載しており，冷却ファンの回転速度や電流値を監視してアラームを出すことができる。この機能により，実使用環境における冷却ファンの寿命を把握でき，適切なサイクルでメンテナンスすることができる。

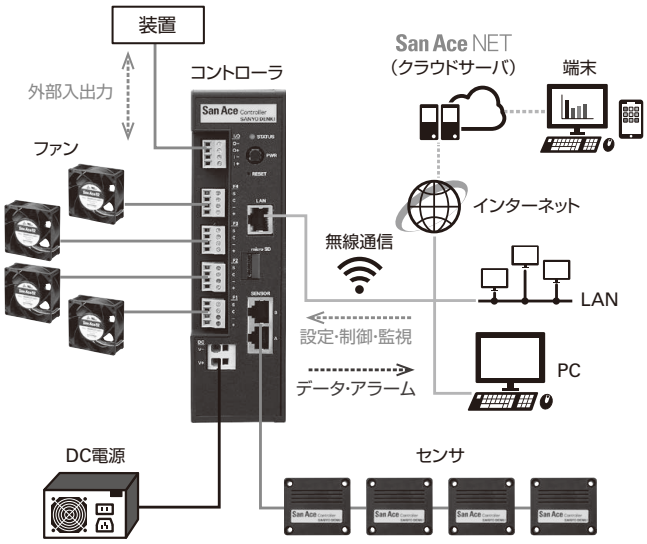


図7 「San Ace コントローラ」のシステム構成例

4. むすび

本稿では，脱炭素社会を実現するための冷却ファンの低消費電力化技術，および長寿命技術と，実現に貢献する「San Ace」製品について紹介した。

地球温暖化や気候変動を抑制し，SDGsの達成に欠かすことのできない脱炭素社会の実現は，全世界の課題であり，企業，団体，個人がそれぞれの目標を掲げて実現に向けて取り組んでいる。当社も，環境負荷低減目標の達成を目指すとともに，グローバルに製品を販売する企業として，今後も脱炭素社会の実現に貢献できる製品を開発･提供することで，世界の脱炭素社会の実現に貢献していく所存である。

参考文献

(1) 小池 正啓ほか4名：高風量長寿命ファン／高風量長寿命防水ファン「San Ace 140L」,「San Ace 140W」
SANYO DENKI Technical Report No.46 pp.7-12（2018.11）

(2) 小澄 直也ほか4名：ø172×150×51mm厚ACDCファン／防水ACDCファン「San Ace 172AD」9ADタイプ／9ADWタイプ
SANYO DENKI Technical Report No.46 pp.9-13（2021.11）

(3) 立山 智司ほか5名：□140×38mm厚 低騒音ファン「San Ace 140」9RAタイプ
SANYO DENKI Technical Report No.55 pp.9-13（2023.5）

執筆者

村上 直樹
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

□40×28mm厚 高静圧長寿命ファン「San Ace 40L」9LGタイプ

柳沢 篤史 *Atsushi Yanagisawa*
石原 勝充 *Katsumichi Ishihara*
漆本 光瑠 *Hikaru Urushimoto*
中村 俊之 *Toshiyuki Nakamura*

1. まえがき

情報通信機器は人々の社会や経済を支える設備として，ますます重要性が高まっている。重要な設備や遠隔地に設置される機器には長期間にわたり安心して使用できる高い信頼性と長い製品寿命が求められており，長寿命ファンが多く採用されてきた。

機器の急速な高性能化にともない，機器内部の高密度化や発熱量の増加が一層進んでいるため，ファンには，長寿命でありながら高い冷却性能が必要になってきた。当社は従来から長寿命ファン□40×28mm厚9Lタイプ（以下，従来品とする）を販売してきたが，こうした要求に応えられないケースが増えてきた。

このような市場の要求に応えるため，高静圧長寿命ファン「San Ace 40L」9LGタイプ（以下，開発品とする）を開発・製品化した。

本稿では，その特長と性能を紹介する。

2. 開発品の特長

図1に開発品の外観を示す。

開発品は従来品と同じ外形サイズでありながら，高風量，高静圧，長寿命を実現している。

定格電圧は従来品と同じ12Vと，新たに24Vを追加して，2種類の電圧仕様をラインアップしている。

図1　□40×28mm厚「San Ace 40L」9LGタイプの外観

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

図2に開発品の寸法緒元を示す。外形サイズ，取付寸法など，従来品と互換性を保っている。

3.2 特性

3.2.1 一般特性

開発品の一般特性を表1に示す。

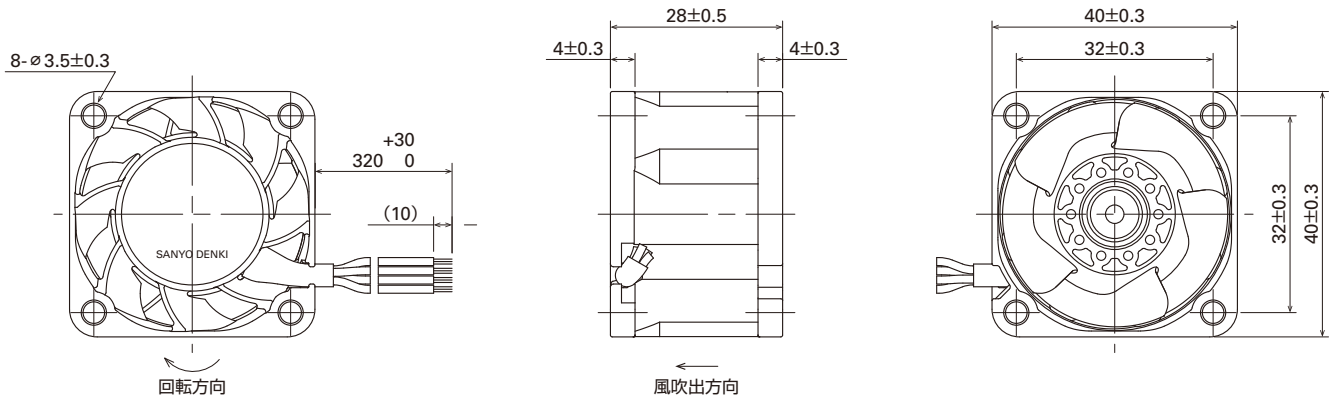


図2 「San Ace 40L」9LGタイプの寸法諸元 （単位：mm）

表1 「San Ace 40L」9LGタイプの一般特性

型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	PWMデューティサイクル※ [%]	定格電流 [A]	定格入力 [W]	定格回転速度 [min⁻¹]	最大風量 [m³/min]	最大風量 [CFM]	最大静圧 [Pa]	最大静圧 [inchH₂O]	騒音レベル [dB(A)]	使用温度範囲 [℃]	期待寿命 [h]
9LG0412P3G001	12	10.2〜13.8	100	1.9	22.8	33500	0.93	32.9	1780	7.15	68	−20〜+70	80000/60℃ (115000/40℃)
			20	0.09	1.08	7500	0.2	7.07	89	0.36	33		
9LG0412P3S001			100	1.23	14.8	28000	0.77	27.2	1290	5.18	65		100000/60℃ (135000/40℃)
			20	0.07	0.84	5700	0.15	5.3	53	0.21	28		
9LG0412P3H001			100	0.69	8.28	22500	0.62	21.9	830	3.33	62		
			20	0.07	0.84	5700	0.15	5.3	53	0.21	28		
9LG0424P3G001	24	21.6〜26.4	100	0.95	22.8	33500	0.93	32.9	1780	7.15	68		80000/60℃ (115000/40℃)
			20	0.07	1.68	6800	0.18	6.36	73	0.29	32		
9LG0424P3S001			100	0.61	14.6	28000	0.77	27.2	1290	5.18	65		100000/60℃ (135000/40℃)
			20	0.05	1.2	5000	0.13	4.59	41	0.16	27		
9LG0424P3H001			100	0.34	8.16	22500	0.62	21.9	830	3.33	62		
			20	0.05	1.2	5000	0.13	4.59	41	0.16	27		

※入力PWM周波数：25kHz。PWMデューティ0%の記載がない型番に限り0%時の回転速度は0min⁻¹。

3.2.2 風量－静圧特性

開発品の風量－静圧特性例を図3に示す。

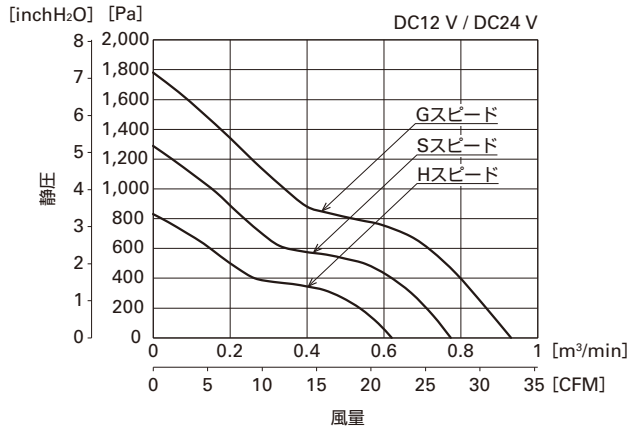


図3 「San Ace 40L」9LGタイプの風量－静圧特性例

3.2.3 PWMコントロール機能

開発品はPWMコントロール機能を有し，速度コントロールができる。

3.3 期待寿命

開発品の周囲温度60℃における期待寿命（残存率90%，定格電圧連続運転，フリーエア状態，常湿）は，大幅に冷却性能を高めた最高回転速度仕様のGスピード品は80,000時間を実現し，SスピードとHスピードは従来品よりも高風量，高静圧ながら同等の100,000時間を実現している。

4. 開発のポイント

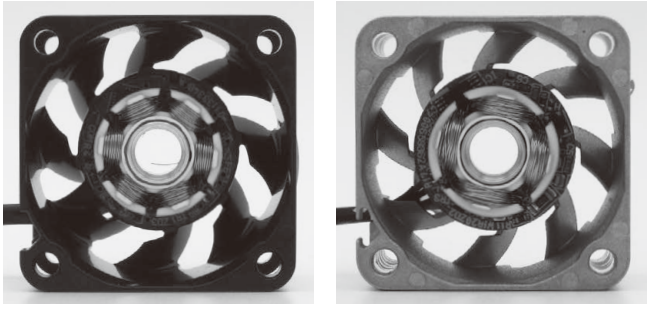
開発品は，高効率な三相駆動モータと空力性能が高い羽根・フレーム形状，および冷却と放熱の工夫により33,500min⁻¹の高回転による高風量，高静圧と長寿命性能を実現した。

以下に開発のポイントを説明する。

4.1 モータ設計

高風量，高静圧を実現するためには，従来品より高回転にすることが必要である。長寿命を実現するには，軸受部の温度上昇を抑える必要があり，モータの高効率化が必須である。そこで，従来品のバイポーラ駆動（単相全波）モータから，開発品は高回転と高効率を両立できる三相駆動モータを採用した。

図4に「San Ace 40L」の開発品と従来品のモータ部の比較を示す。



開発品　　従来品

図4 開発品と従来品のモータ部の比較

4.2 羽根・フレーム設計

羽根は高回転化にともない耐久性の向上が必要であったため，シミュレーションを活用して強度が高く空力性能が優れる羽根を設計した。また，羽根には通気孔を設けてモータの冷却性を高めている。

フレームは従来品と同じ材質のアルミニウムを採用し，強度および放熱性を高めている。また，羽根形状に合わせた最適な静翼形状を設計した。

図5に羽根・フレーム形状の開発品と従来品の比較を示す。

開発品　　従来品

図5　開発品と従来品の外観比較

5. 開発品と従来品の比較

5.1 風量－静圧特性の比較

図6に開発品と従来品の風量－静圧特性例比較を示す。

最も性能が高い開発品（9LG0412P3G001）は，従来品と比較して最大風量が1.8倍，最大静圧が8.7倍向上している。風量と静圧を大幅に向上させながら，期待寿命は従来品に近い80,000時間である。

従来品と同じ期待寿命100,000時間の開発品（9LG0412P3S001）は，最大風量が1.5倍，最大静圧が6.3倍向上している。

5.2 消費電力の比較

図7に開発品と従来品の同等動作風量時における消費電力の比較を示す。

図中の想定システムインピーダンス（装置通風抵抗）において，開発品は従来品に対して消費電力が46％低減しており，高効率である。

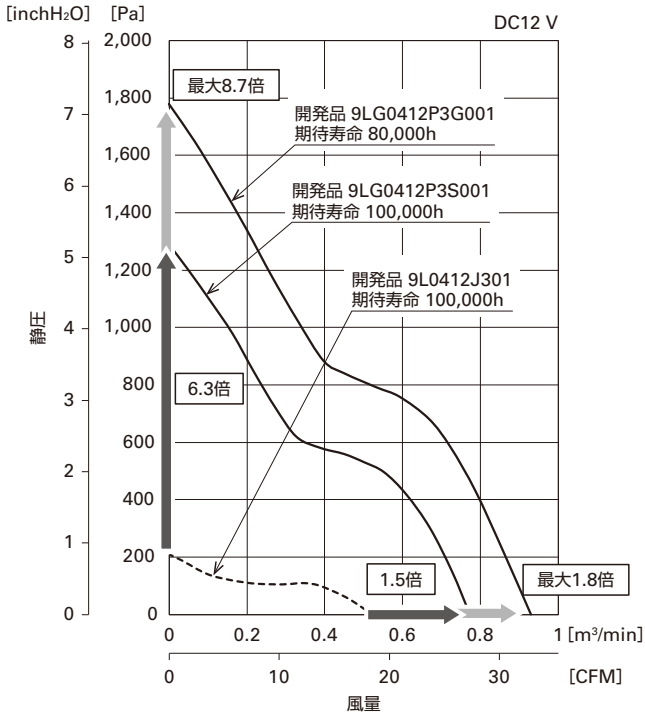


図6　開発品と従来品の風量－静圧特性例比較

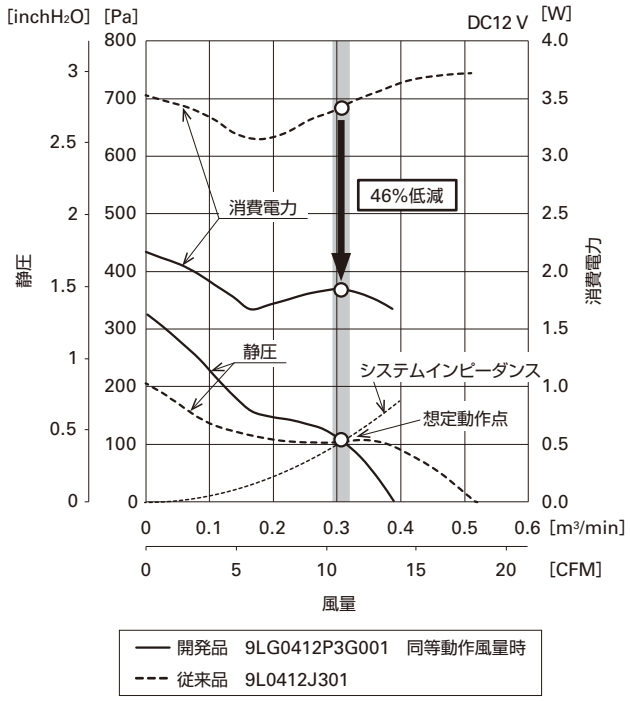


図7　開発品と従来品の消費電力の比較

5.3 環境負荷に対する比較

図8に開発品と従来品のライフサイクル全体におけるCO_2排出量の比較を示す。

開発品は，消費電力を大きく低減したことで，製品のライフサイクルにおけるCO_2排出量を従来品と比較して50%削減できる。

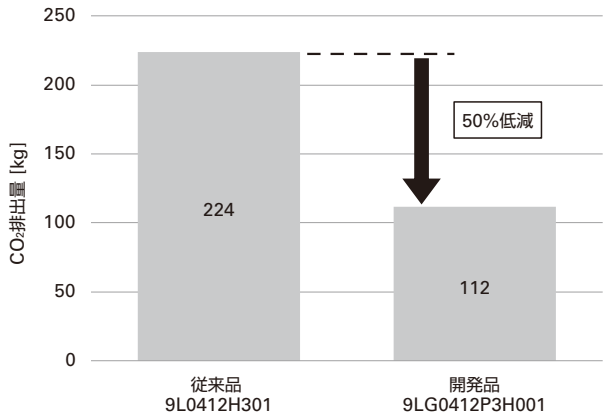


図8　CO_2排出量の比較
当社LCA計算ソフトウェアによる
（100,000時間，同等動作風量時）

6. むすび

本稿では，高静圧長寿命ファン「San Ace 40」9LGタイプの特長と性能を紹介した。

開発品は，長寿命でありながら当社従来品に対して大幅に高風量および高静圧を実現した。

さらに，電圧仕様を12Vと24Vの2種類をラインアップすることにより，幅広い用途で使用が可能となり，さまざまな機器を高性能にでき，長寿命や小型化に大きく貢献できると考える。

今後も，市場要求にいち早く応える製品を提供することで，お客さまの新しい価値の創造に貢献できるよう製品開発をしていく所存である。

執筆者

柳沢 篤史
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

石原 勝充
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

漆本 光瑠
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

中村 俊之
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

□120×25mm厚ACDCファン「San Ace 120AD」9ADタイプ

川島 高志 *Takashi Kawashima*
村上 直樹 *Naoki Murakami*
降幡 翔 *Sho Furihata*
佐藤 圭 *Kei Sato*
宮沢 秀治 *Shuji Miyazawa*
大島 健登 *Kento Oshima*
村田 雅人 *Masato Murata*

1. まえがき

近年では地球温暖化対策として，脱炭素社会を目指す動きが加速しており，冷却ファンにも低消費電力･長寿命の要求が大きくなっている。加えて，装置の稼働状況に応じてファン速度を変更できるPWM制御機能や，世界各国で使用できる入力電圧のワイドレンジ仕様も求められている。

当社が従来から販売しているACファンではこれらの要求に応えることができないため，ACDC変換回路を搭載したDCモータ駆動するACDCファンを製品化することで，ラインアップを増やしてきた。

また，制御盤や産業用機器においては，小型化・高機能化にともない，装置内部のスペースが小さくなってきており，ACDCファンにおいても薄型の冷却ファンの要求が高まっている。

これらの要求に応えるため，当社製品としては最薄型の25mm厚ACDCファンを開発した。本稿では，開発品の性能と特長と，開発のポイントを紹介する。

2. 開発品の特長

図1に外観を示す。

図1　□120×25mm厚「San Ace 120AD」9ADタイプ

以下に開発品の特長を示す。

(1) 省エネルギー
(2) 長寿命
(3) ワイドレンジ
(4) 高静圧・高風量
(5) PWMコントロール機能による回転速度制御

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

図2に□120×25mm厚「San Ace 120AD」9ADタイプの寸法緒元を示す。

3.2 特性

3.2.1 一般特性

表1に開発品の一般特性を示す。

PWM制御付きの高速品，および単一スピードの高速品，中速品，低速品の4機種を開発した。

使用電圧範囲がAC90V ～ AC264Vとなっており AC100V系とAC200V系で使用できる。

3.2.2 風量－静圧特性

図3にPWM制御付きの高速品9AD1201P4H001の風量－静圧特性例を示す。図4に高速品9AD1201H4002と中速品9AD1201M4002，低速品9AD1201L4002の特性例を示す。開発品の風量－静圧特性は，入力電圧100Vから240Vにおいて，すべて変わらない。

3.2.3 PWMコントロール機能

9AD1201P4H001はPWMコントロール機能を有し，回転速度を制御できる。

3.3 期待寿命

開発品の周囲温度60℃における期待寿命は60,000時間（いずれも残存率90%，定格電圧連続運転，フリーエアー状態，常湿）である。

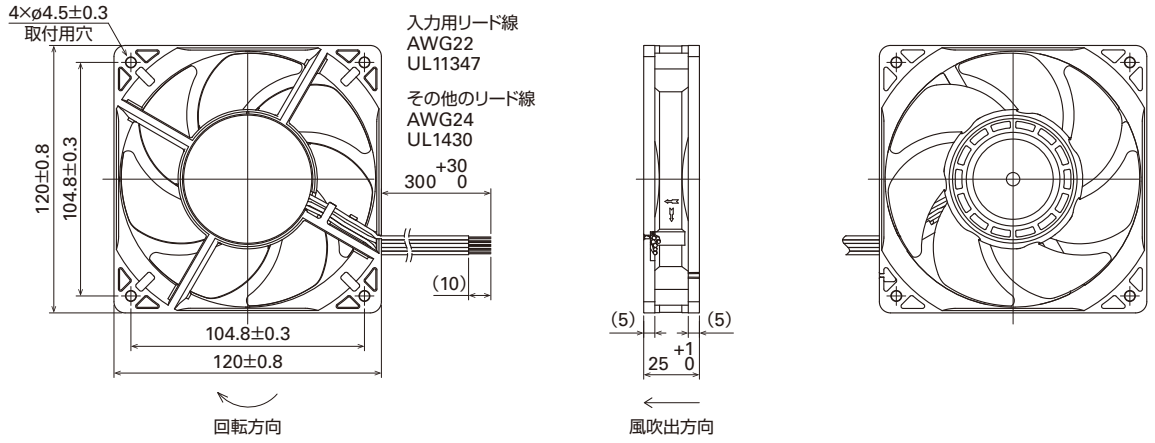


図2　□120×25mm厚「San Ace 120AD」9ADタイプの寸法諸元　（単位：mm）

表1　□120×25mm厚「San Ace 120AD」9ADタイプ一般特性

型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	周波数 [Hz]	PWMデューティサイクル※ [%]	定格電流 [A]	定格入力 [W]	定格回転速度 [min⁻¹]	最大風量 [m³/min]	最大風量 [CFM]	最大静圧 [Pa]	最大静圧 [inchH₂O]	騒音レベル [dB(A)]	使用温度範囲 [℃]	期待寿命 [h]
9AD1201P4H001	100〜240	90〜264	50/60	100	0.06	3.4	3000	2.35	83	62	0.249	40	−20〜+70	60000/60℃ (90000/40℃)
				30	0.02	0.7	900	0.7	24.7	6.6	0.03	14		
9AD1201H4002				−	0.06	3.4	3000	2.35	83	62	0.249	40		
9AD1201M4002				−	0.04	1.6	2250	1.76	62	35	0.140	34		
9AD1201L4002				−	0.03	1.1	1800	1.41	49	22	0.088	26		

※入力PWM周波数：25kHz。周囲温度40℃の場合の期待寿命は参考値です。PWMデューティ0%時の回転速度は0min⁻¹。

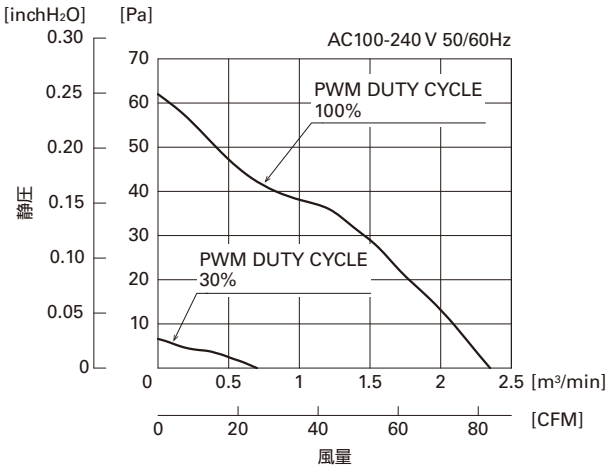


図3　9AD1201P4H001の風量－静圧特性例

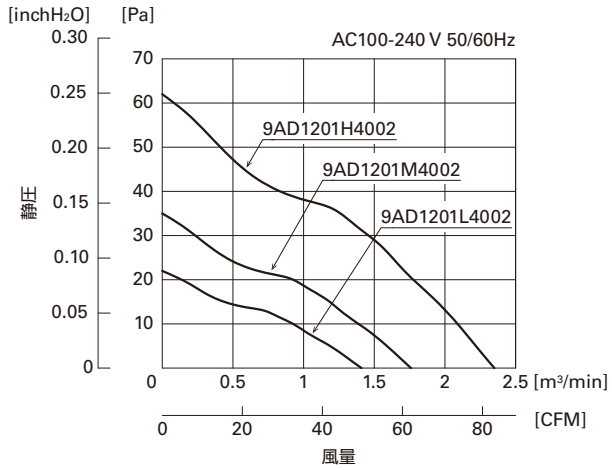


図4　9AD1201H4002，9AD1201M4002，9AD1201L4002の風量－静圧特性例

4. 開発のポイント

開発品は，従来品のACファンと同等のサイズを維持しながら低消費電力・長寿命・高静圧・高風量を実現した。

以下に開発品のポイントを紹介する。

4.1 薄型（25mm厚）を実現するための工夫

ACDCファンではAC電圧をDC低電圧に変換するために，大容量コンデンサ・リアクトルなどの大型部品をファン内部に搭載する必要がある。図5に従来の当社ACDCファンと，開発品の断面図を示す。

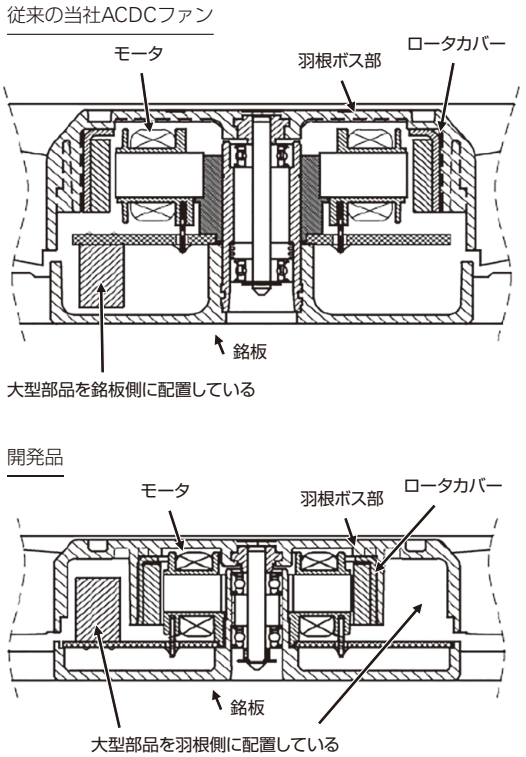


図5　従来の当社ACDCファンと開発品の断面図

従来の当社ACDCファンでは，銘板側に空間を設けて，これらの大型部品を搭載しているため，ファンの薄型化は困難であった。そこで，開発品では□120mmファンとしては小型のモータを採用し，羽根ボス部内周とロータカバーの間にスペースを確保して大型部品を配置することで，当社ACDCファンとして最薄となる25mm厚を実現した。

4.2 羽根・フレーム設計

25mm厚を実現するために，モータを小型にする必要がある。モータを小型にすることで，消費電力と発熱を抑えながら風量－静圧特性を向上させることが難しくなった。そこで，シミュレーションと実機評価で，羽根の枚数・長さ・角度・形状，フレームの形状など，さまざまな組み合わせを検証し，送風効率の優れる最適な羽根・フレーム設計をすることで解決した。

4.3 低消費電力化・長寿命化

開発品は，AC入力を内部でDCに変換し，DCモータで駆動することで，ACモータと比較しモータ効率を向上させ，損失を低減している。送風効率に優れる羽根･フレーム形状と電力損失低減によりモータ，および軸受の温度上昇を抑えて，従来のACファンに対して，風量・静圧特性の向上，消費電力の低減，長寿命化を実現した。

消費電力は，従来品が12Wに対して開発品は3.4Wとなり，72％低減した。

期待寿命（周囲温度60℃，残存率90％，定格電圧連続運転，フリーエアー状態，常湿）は，従来品が25,000時間に対して開発品は60,000時間となり，2.4倍に向上した。

5. 開発品と従来品の比較

5.1 風量－静圧特性の比較

図6に開発品の9AD1201P4H001と従来品の風量－静圧特性例比較を示す。従来品と比較して，最大風量は2％，最大静圧は19％向上した。また，実際の使用領域において動作風量が向上している。

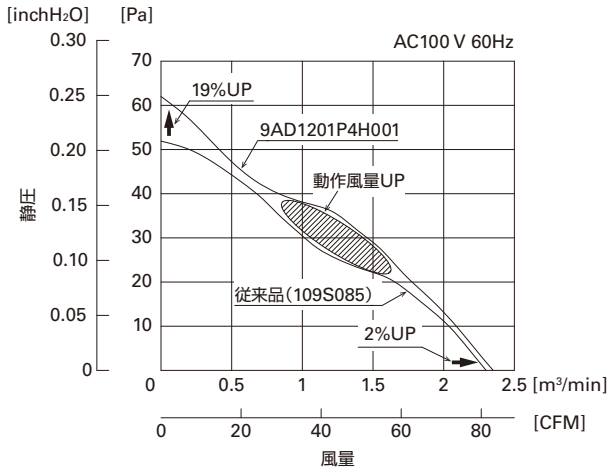


図6　開発品と従来品の風量－静圧特性比較

5.2 従来品と同等性能時の消費電力比較

図7，図8に開発品と従来品の同等冷却性能時における消費電力の比較を示す。

開発品を従来品と同等冷却性能になるようにPWM制御で回転速度を下げた場合，想定動作点における消費電力は，60Hz時は76％低減，50Hz時は81％低減している。

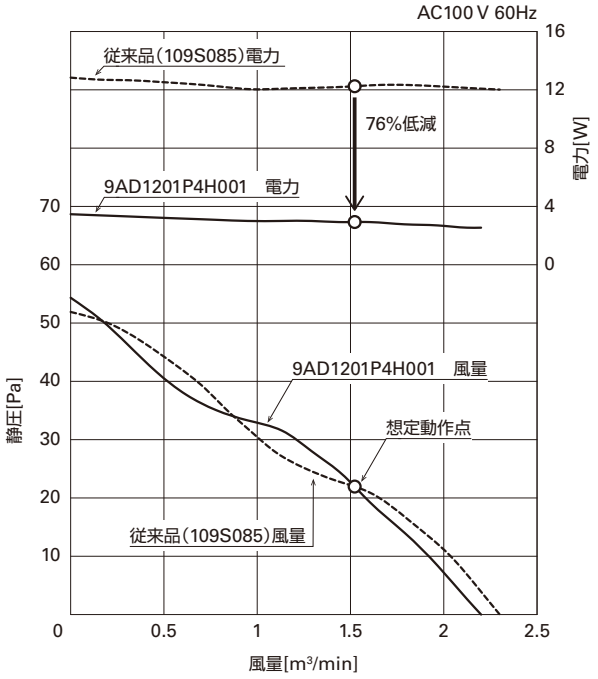


図7　開発品と従来品の風量－消費電力特性比較（60Hz）

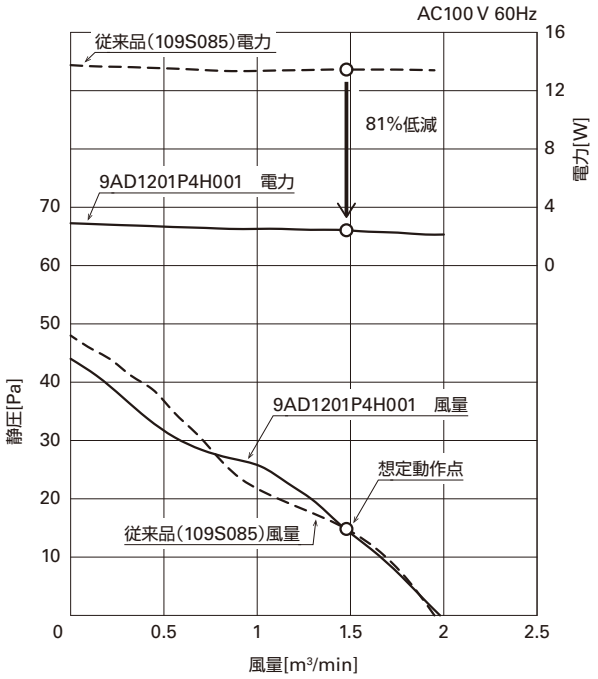


図8　開発品と従来品の風量－消費電力特性比較（50Hz）

5.3 環境負荷に対する比較

図9に開発品と従来品のライフサイクル全体におけるCO_2排出量の比較を示す。

開発品は，消費電力を大きく低減したことで，製品のライフサイクルにおけるCO_2排出量を従来品と比較して77%削減できる。

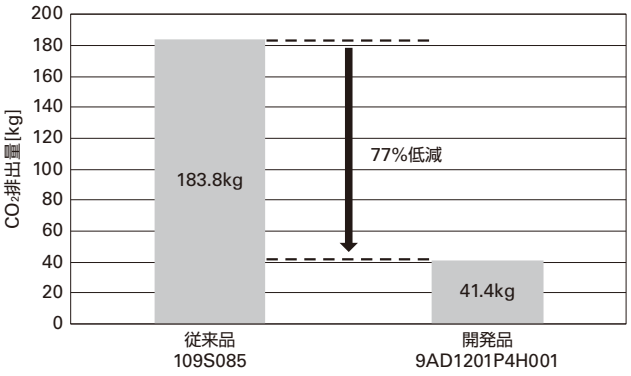


図9　CO_2排出量の比較
当社LCA計算ソフトウェアによる
（25,000時間，フリーエアー連続運転時）

6. むすび

本稿では，□120×25mm厚サイズのACDC変換回路を搭載したACDCファン「San Ace 120AD」9ADタイプの特長と性能を紹介した。開発品は，ファン内部にACDC変換回路を搭載し，高効率な羽根・フレーム形状・モータ・回路の設計をおこなうことで，当社の従来品に対して高風量，高静圧，低消費電力，長寿命，PWMコントロール機能，入力電圧ワイドレンジを実現した。

脱炭素社会を目指す動きが加速しており，低消費電力･長寿命の製品の要求が今後もますます高まっていく。

変化のある市場要求に応える製品を提供することで，お客さまの新しい価値の創造に貢献できるよう製品開発をしていく所存である。

執筆者

川島 高志
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

村上 直樹
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

降幡 翔
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

佐藤 圭
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

宮沢 秀治
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

大島 健登
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

村田 雅人
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

脱炭素社会に向けた製品と技術

永井 正彦
Masahiko Nagai

1. まえがき

今，世界全体が，脱炭素社会の実現に向けて，化石燃料に頼る社会の仕組みを変えていく必要がある。

当社では，その実現に向けて，製品のエネルギー変換効率を高めるとともに，再生可能エネルギーの利用拡大に貢献する製品の開発に取り組んでいる。

本稿では，脱炭素社会に向けたパワーシステム製品とその技術を紹介する。まず，再生可能エネルギーを活用するためのパワーコンディショナとその導入事例について説明する。次に，お客さまの重要な機器を停電から守る無停電電源装置（以下，「UPS」という。）における省エネルギー化の取り組みと，ソリューション例について説明する。

2. 再生可能エネルギーを活用する技術と製品

地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を抑えるため，再生可能エネルギーが着目されている。当社では，再生可能エネルギーを活用するための製品をそろえている。

2.1 風力発電・水力発電用パワーコンディショナ(1)

「SANUPS W73A」は，風力および水力発電システム用のパワーコンディショナである。風力発電や水力発電システムのエネルギーを有効に引き出して，電力系統に供給できる。お客さまの風力発電機や水力発電機の出力特性に合わせて電力特性を最適に設定できる機能を備えることで，さまざまな発電機のエネルギーを有効に引き出すことができるのが大きな特長である。図1に「SANUPS W73A」の外観を示す。主な電気的仕様は以下のとおりである。

- 出力容量： 9.9kW
- 直流入力電圧範囲： DC150 ～ 570V
- 交流出力電圧： 三相3線 AC202V（50/60Hz）
- 自立運転出力： 三相3線 AC202V, 9.9kVA※1

（※1 連系自立タイプのみ）

図1 風力発電・水力発電用パワーコンディショナ「SANUPS W73A」

また，当社は，風力発電機・水力発電機が発電した交流電力をパワーコンディショナに入力可能な直流電力へ変換する製品として，整流器ユニット「SANUPS W75A」をラインアップしている。この「W75A」は保護機能を備えているため，パワーコンディショナと組み合わせて導入いただくことで，お客さまは，より簡単に信頼性の高い発電システムを構築できる。(2) 図2にその構成例を示す。

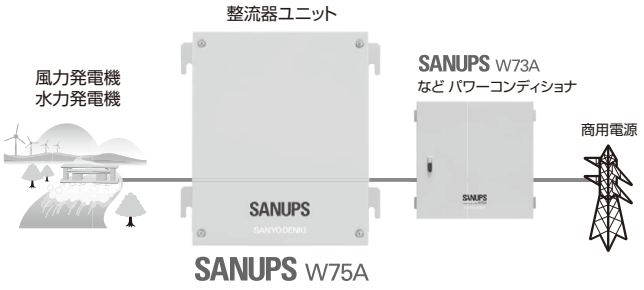


図2 風力発電・水力発電用の整流器ユニット「SANUPS W75A」の構成例

2.2 太陽光発電システム用パワーコンディショナ(3)

「SANUPS P83E」は太陽光発電システム用のパワーコンディショナである。太陽光パネルで発電したエネルギーを有効に引き出すための2つの特長を以下に紹介する。

2.2.1 高い変換効率

「SANUPS P83E」は，高い変換効率を実現するために，スイッチング損失を低減し，トランスやスイッチング周波数の最適化をおこなうことで，高効率95％を実現した。発電したエネルギーをより有効に利用できる。

2.2.2 広い直流入力電圧範囲

「SANUPS P83E」は近年の太陽光パネルの多様化に適応するため，直流最大入力電圧を当社製従来品より拡大して600Vとした。太陽光パネルの選択肢が増えることで，より発電効率の高い太陽光発電システムを構築しやすくなる。図3に「SANUPS P83E」の外観を示す。

図3　太陽光発電システム用パワーコンディショナ「SANUPS P83E」

「SANUPS P83E」の主な電気的仕様を以下に示す。

- 出力容量：　100kW
- 直流入力電圧範囲：　DC240 ～ 600V
- 交流出力電圧：　三相3線AC202V (50/60Hz)
- 自立運転出力：　三相3線AC202V, 100kVA※2

（※2 自立運転機能付きタイプの場合）

2.3 当社施設の再生可能エネルギー導入事例

当社は脱炭素化への取り組みとして，工場など複数の施設に太陽光発電を導入している。最新の事例として，2021年5月に長野県上田市に増設したテクノロジーセンターに導入した300kWの太陽光発電システムを紹介する。図4は太陽光パネルを屋根に設置した施設の外観である。

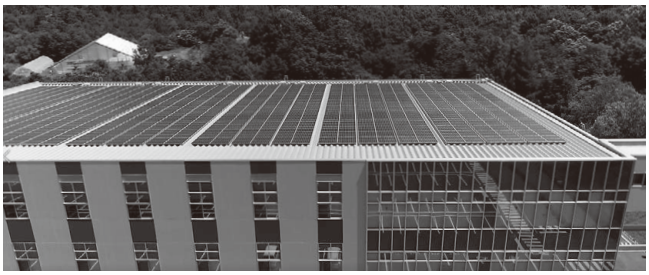


図4　当社テクノロジーセンターの屋根に設置した太陽光パネル

この太陽光発電システムには，先に紹介した当社製パワーコンディショナ「SANUPS P83E」を3台導入し，合計300kWのシステムを構成した。発電した電力を施設内に供給し，余剰分は売電するシステムである。本システムは，施設内で消費する電力の約25％を発電している。

本システムの特長として，「SANUPS P83E」のパワーコンディショナの台数制御機能を活用している。台数制御とは，太陽光パネルの発電量に応じて，パワーコンディショナが最適な運転台数を自動で判断することによって，パワーコンディショナによる損失を抑え，発電量をより多くするための制御である。この台数制御機能により，発電量が少ない時でも高効率な運転ができ，太陽光パネルのエネルギーをより有効に引き出すことができる。

そのほかの特長として，3台のパワーコンディショナのうちの1台を自立運転機能付きタイプにすることで，万一の停電時に太陽光パネルの電力を施設の非常用設備に供給できるシステムとした。

3. UPSの省エネルギー化の取り組み

当社は社会を支えるインフラや，お客さまの重要な機器を停電から守るための製品として，UPSを各種ラインアップしている。UPSは，常時お客さまの機器に安定した電気を送り続けることが役割である。一方で，脱炭素社会を実現するために，電力変換効率をより高くして省エネルギー化することで，CO_2排出量低減に貢献し，お客さまのランニングコストも抑える製品をご提供することも重要な使命である。

以下に，当社のUPSにおける高効率化の取り組みについて，いくつか紹介する。

3.1 高効率で高信頼なUPS「SANUPS A11N」(4)

「SANUPS A11N」は，高効率であり，高信頼な並列冗長および増容量システムを構築できる常時インバータ給電方式のUPSである。

「SANUPS A11N」は5kVAの装置を基本ユニットとし，これを4台まで並列接続することで，最大で20kVAまで拡張できることが大きな特長である。図5，図6に装置の外観を示す。

入出力電圧は単相200V，208V，220V，230V，240Vのなかから設定を変更でき，日本国内だけでなく，グローバルな市場でご使用いただけるUPSである。

「SANUPS A11N」は電力変換効率の向上のため，インバータ回路に3レベル方式を採用した。また，最新のスイッチング半導体に合わせたチューニングをおこなうことで，常時インバータ給電方式では業界トップクラス(注1)の最大95.1%（定格時94%）の高効率を実現した。これにより，ランニングコストの削減や，CO_2排出量の削減に貢献できる。

図5　UPS「SANUPS A11N」5kVA

図6　UPS「SANUPS A11N」20kVA

3.2 高効率で高機能なUPS「SANUPS A23D」(5)

「SANUPS A23D」は，高効率，高機能を備えた常時インバータ給電方式のUPSである。入出力電圧は三相3線200Vであり，設定により210V, 220Vも選択できる。

図7に「SANUPS A23D」100kVAの外観を示す。

図7　UPS「SANUPS A23D」100kVA

出力容量は30kVA，50kVA，75kVA，100kVAをラインアップしている。入力電圧の変動範囲は，200V出力の場合，通常200V±15%であるが，負荷率を60%以下に低減して使用すれば変動範囲の下限を−30%まで拡大して運転できる。そのため，電源変動の大きな場所でも，UPSはバッテリ運転に切り替えることなくインバータ運転を継続し，お客さまの機器に安定した電源を供給できる。

「SANUPS A23D」は，従来製品からさらなる変換効率の向上のため，整流器とインバータの制御方式に2相変調方式を導入した。この2相変調方式は，スイッチング素子のスイッチングを入出力周波数の約1/6周期で各相順番に停止させるため，素子のスイッチング損失が低減し，効率アップにつながる。しかし，スイッチングを停止させる素子を移行する際に，図8に示す中性点に大きな変動が発生する。また整流器とインバータの制御タイミングに違いがあると，中性点をとおして大きな循環電流が流れる。これらは，効率の低下やフィルタ回路の容量増加によるコストアップにつながる。

そこで，本装置では整流器とインバータの2相変調のタイミングを合わせた。さらに，2相変調期間と交流フィルタ回路の定数の最適化を図った。これにより，中性点の変動を低減させ，循環電流を抑制し，コストアップすることなく高効率化を実現した。本装置の変換効率は業界トップクラス(注2)の94%以上（最大95.6%）であり，消費電力や発生熱量を低く抑え，お客さまのランニングコストとCO_2排出量の削減に貢献できる。

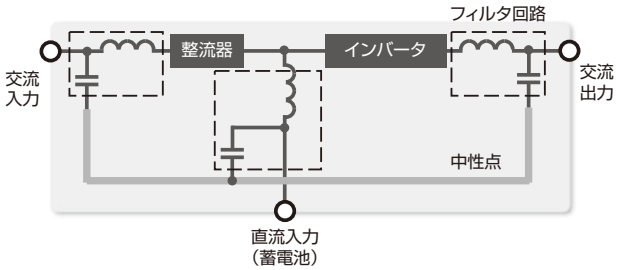


図8　「SANUPS A23D」の内部簡易回路図

3.3 UPSによる省エネルギーソリューション

UPSの重要な役割は，お客さまの機器に電力を送り続け，大切な機器やデータを守ることである。一方で，近年のIoT化が進むなか，UPSの役割が多様化している。例えば，最新のセキュリティ環境でのサーバの電源管理や，お客さまの機器周辺の電源状況や環境の温湿度の監視など，単なる無停電電源の域を超えて，多様なニーズにお応えできるように製品開発を進めている。

このような背景のなか，IoTを利用した脱炭素化への取り組みとして，UPSによる省エネルギーソリューションの提案例を以下に示す。

省エネルギーを図るうえで，まず重要なことは，機器の消費電力を把握することである。当社製UPSとLANインタフェースカードを組み合わせたシステムであれば，お客さまの機器の消

費電力を容易に把握できる。図9はその構成の一例である。パソコンのほか，スマートフォンのWebブラウザで機器の消費電力を監視し，推移をトレンドグラフとして把握できる。

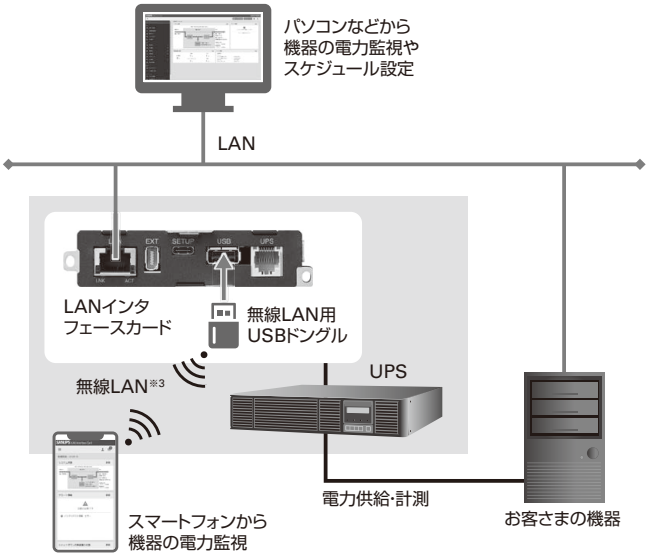


図9　UPSによる省エネルギーソリューションの提案例

※3 無線LANを利用する場合は，当社推奨の無線LAN用USBドングルをご用意いただき，LANインタフェースカードに接続する必要があります。（USBは，USB Implementers Forumの登録商標または商標です）

また，UPSに接続されたお客さまの機器を遠隔から起動と停止ができる。コンピュータなどシャットダウンが必要な機器は，シャットダウンした後，安全に停止することもできる。

そのほか，UPS出力のスケジュール機能を利用して，計画的にお客さまの機器の起動と停止をおこなった運用もできる。例えば，夜間や長期休暇などに機器を停止して，消費電力の削減を計画できる。

以上のように，UPSはお客さまの大切な機器を停電から守るだけではなく，IoTを利用した省エネルギー化のツールとして活用できる。

4. むすび

本稿では，脱炭素社会の実現に貢献する当社のパワーシステム製品と技術を紹介した。

再生可能エネルギーを活用するための製品として，次の三つを紹介した。

① 風力発電・水力発電システム用のパワーコンディショナ「SANUPS W73A」
② 整流器ユニット「SANUPS W75A」
③ 太陽光発電用のパワーコンディショナ「SANUPS P83E」

さらに，脱炭素社会に寄与する当社の取り組みの一例として，太陽光パネルと「SANUPS P83E」を当社施設に設置した太陽光発電システムを紹介した。

また，UPSの省エネルギー化の取り組みとして，高効率化の技術や，UPSを活用した省エネルギーソリューションの提案例について説明した。

今後も，再生可能エネルギーを活用する技術や，エネルギーを有効利用できる技術を開発して，脱炭素社会の実現に向けた取り組みを進めるとともに，お客さまに喜んでいただける製品を提供し続ける所存である。

注1　2022年6月時点，常時インバータ給電方式UPSで，同等の電圧，容量，バックアップ時間の場合。当社調べ。
注2　2022年3月時点，常時インバータ給電方式UPSで，同等の電圧，容量，バックアップ時間の場合。当社調べ。

参考文献

(1) 石田 誠ほか3名：「SANUPS W73A」連系自立タイプの開発
SANYODENKI Technical Report No.48 pp.26-30 (2019.11)
(2) 吉澤 竜ほか3名：風力発電・水力発電システム用整流器ユニット「SANUPS W75A」の開発
SANYODENKI Technical Report No.50 pp.21-24 (2020.11)
(3) 犬飼 将弘ほか8名：「SANUPS P83E」100kWパワーコンディショナの開発
SANYODENKI Technical Report No.37 pp.17-21 (2014.5)
(4) 北澤 誠ほか7名：常時インバータ給電方式UPS「SANUPS A11N」の開発
SANYODENKI Technical Report No.54 pp.27-32 (2022.11)
(5) 三好 宏明ほか8名：常時インバータ給電方式UPS「SANUPS A23D」の開発
SANYODENKI Technical Report No.54 pp.23-26 (2022.11)

執筆者

永井 正彦
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計，品質管理に従事。

リチウムイオン電池パック「SANUPS LiB Pack」の開発

齊藤 真伊 *Mai Saito*
山崎 哲也 *Tetsuya Yamazaki*
滝沢 秀徳 *Hidenori Takizawa*
中村 直哉 *Naoya Nakamura*
工藤 一哉 *Kazuya Kudo*

1. まえがき

一般に，リチウムイオン電池は，鉛蓄電池と比較して，重量的にも体積的にも大きなエネルギー密度を持っているので，小型軽量にできる。また，リチウムイオン電池は，鉛やカドミウム，水銀などの物質を使用していないので，廃棄時の環境への負荷も軽減できる。このような特長から，リチウムイオン電池を搭載した無停電電源装置（以下，「UPS」という）への需要が増加しており，当社もそのラインアップを拡充している。

この度，当社では，リチウムイオン電池を搭載したUPSの需要増加にともない，高品質で安全性の高いリチウムイオン電池パック「SANUPS LiB Pack」を自社開発した。

本稿では，まず開発品の電気的仕様と外観および基本回路構成を示す。次に開発品の特長である高い安全性，高い耐環境性，長寿命・高性能について説明する。さらに，バッテリマネジメント機能内蔵によるメリットについても説明する。

2. 製品の概要

図1に「SANUPS LiB Pack」の外観を示す。また，表1に電気的仕様を示す。外形寸法は幅151mm，奥行64.5mm，高さ93.1mmであり，質量は約1kgである。

図1 「SANUPS LiB Pack」

表1 開発品「SANUPS LiB Pack」の電気的仕様

項目		仕様	備考
製品型番		LFPB12050AU	
セル構成		2並列4直列	
特性	公称エネルギー	66Wh	出荷時の初期特性
	公称容量	5.0Ah	出荷時の初期特性
	公称電圧	13.2V	3.3V /セル
放電特性	放電終止電圧	9.2V	2.3V /セル
	推奨放電電流	5A	
	最大放電電流（連続）	45A	
	最大放電電流（パルス）	100A	パルス時間　100ms
充電特性	充電電圧範囲	13.8V ～ 14.4V	
	推奨充電電流	2A	周囲温度　0℃以上
	推奨充電電流	0.5A	周囲温度　0℃未満
	最大充電電流（連続）	10A	周囲温度　15℃以上
周囲温度	動作時	－20 ～ 60℃	
外形寸法		151 × 64.5 × 93.1mm	幅×奥行×高さ，突起部を除く
質量		約1kg	
適合規格		UL1973	

図2に電池パックの基本回路構成を示す。電池パックの公称電圧は13.2V，公称容量は5Ahである。正極材にリン酸鉄リチウムを使用したリチウムイオン電池セルを2並列4直列で接続し，電池パック内の保護回路で電池セルの監視・保護をおこなう。電池パックは，4直列まで外付けのバッテリマネジメントシステムなしで接続できる。

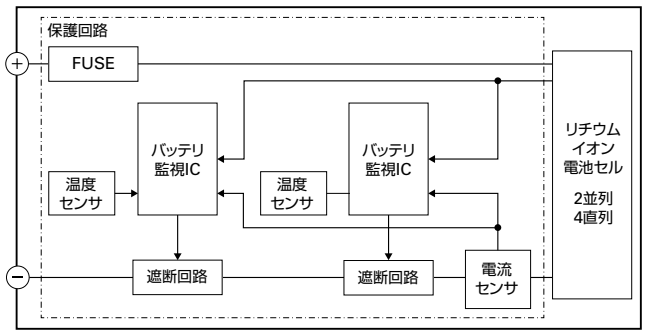


図2　電池パックの基本回路構成

3. 製品の特長

3.1 高い安全性(1)

リチウムイオン電池はエネルギー密度が高く，使用方法を誤ると重大な事故につながる危険があり，安全性の確保がもっとも重要である。

本製品では，高い安全性を確保するため，次の三つの工夫を適用した。

① リン酸鉄系の電池セルの採用
② 回路遮断機構付き保護回路を搭載
③ 各保護回路の完全二重化

本製品は，正極材にリン酸鉄リチウムを使用した電池セルを採用した。この電池セルは，熱的安定性と電解液の安定性が良いというメリットを持つ。そのため，過充電や過放電など電池パックに異常が発生した際の爆発や発火のリスクが極めて低い。

保護回路には回路遮断機構を設けている。電池パックの過電流，過充電，過放電などの異常を検出すると電池パック内部の遮断回路が動作して，充放電回路を遮断することで安全に保護できる。また，端子を誤って短絡させた場合も，同様に保護回路が動作して短絡電流を流さないため，安全を確保できる。

さらに，各保護機能は回路を完全二重化することで，仮に1つの回路が故障してももう一つの保護回路が動作し，確実に保護できる設計としている。(UL1973認証(注)取得)

本製品に搭載している保護機能を表2に示す。

注 UL1973は，定置型および動力補助電源用途で使用する電池の安全性に関するUL規格のこと。

表2　保護機能

保護機能	機能の説明
過充電保護	各セル電圧の過充電状態を検出し，充電回路を遮断する機能
過放電保護	各セル電圧の過放電状態を検出し，放電回路を遮断する機能
充電過電流保護	充電過電流を検出し，充電回路を遮断する機能
放電過電流保護	放電過電流を検出し，放電回路を遮断する機能
高温保護	電池の高温状態を検出して，充放電回路を遮断する機能
低温保護	電池の低温状態を検出して，充放電回路を遮断する機能

3.2 高い耐環境性

当社製UPSで従来使用している鉛蓄電池の動作温度範囲は，放電時－20˚C～50˚C，充電時0˚C～40˚Cである。本製品の動作温度範囲は，－20˚C～60˚Cであるため，本製品に置き換えることで，UPSの動作温度範囲を広げることができる。鉛蓄電池搭載UPSより過酷な環境下での用途にも採用できる。

3.3 長寿命

図3に本製品の予想サイクル寿命を示す。本製品は，周囲温度30℃の場合，3800回充放電を繰り返しても80％以上の容量を維持できるため，仮に1日1回充放電することを想定した場合，約10年の使用が期待できる。一方，当社で使用している鉛蓄電池の場合，同様の使用方法では約0.5年で交換が必要となる。鉛蓄電池と比較して長期間交換が不要となるため，メンテナンスフリーを実現できるとともに，電池パック交換費用を削減できる。

• 使用環境や使用条件の影響によって，寿命は変動する。

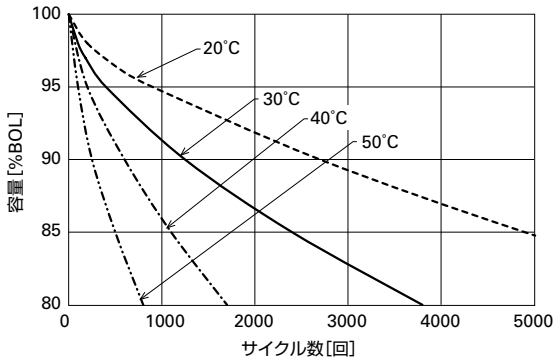


図3　予想サイクル寿命（計算値）

3.4 高性能

図4に本製品の放電特性，図5に充電特性を示す。本製品は，急速充放電を実現しており，最大9C（45A）放電，2C（10A）充電ができる。そのため，大電流出力を必要とする用途にも採用できる。さらに，急速充電ができるため，無人搬送車（AGV）などの充放電を繰り返す機器で使用した場合，充電による稼働できない時間を短縮でき，運用効率を高めることができる。

• Cレートとは，電池容量を1時間で充放電させるときの電流を「1C」と定義したレートのこと。

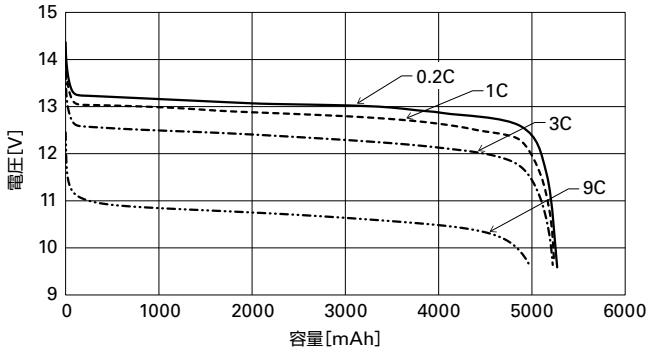


図4　放電特性

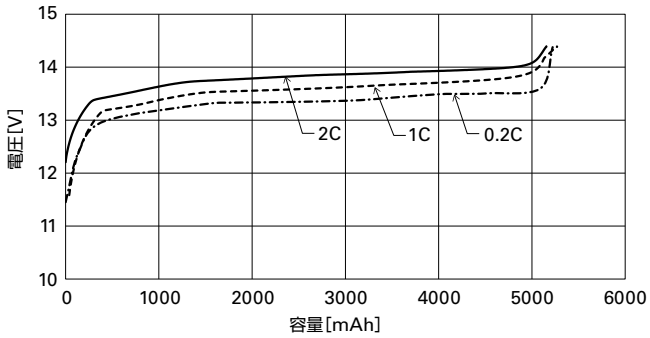


図5　充電特性

3.5 バッテリマネジメント機能を内蔵

リチウムイオン電池は，電池を安全な動作範囲で使用するため，バッテリマネジメントシステムなど電池の状態を監視・保護するためのシステムと併せて使用する必要がある。本製品は，リチウムイオン電池パック内に，セル電圧の監視や保護回路などのバッテリマネジメント機能を内蔵した。そのため，外付けのバッテリマネジメントシステムが不要であり，電池パックのみで容易に使用できる。バッテリマネジメントシステムを必要としない鉛蓄電池を使用している既存の機器でも，簡単に「SANUPS LiB Pack」に置き換えて使用できる。

4. むすび

本稿では，新たに開発した，リチウムイオン電池パック「SANUPS LiB Pack」について，概要と特長を紹介した。本製品の特長は以下のとおりである。

① 高い安全性
② 高い耐環境性
③ 長寿命
④ 高性能
⑤ バッテリマネジメント機能を内蔵

これらの特長をもつリチウムイオン電池パック「SANUPS LiB Pack」を開発したことで，需要が高まるリチウムイオン電池搭載のUPS市場に，高品質で安全性の高い製品を提供できるようになった。

また，本製品は，UPSに搭載するだけでなく，無人搬送車（AGV），通信機器バックアップおよび電源機器など，従来鉛電池を使用していた用途に広くご使用いただける製品である。

小型軽量で安全性が高く，高性能で環境にやさしいリチウムイオン電池パック「SANUPS LiB Pack」は，さまざまなお客さまに，安心してご使用いただける製品であると考える。

参考文献

（1）鳶島 真一：「リチウムイオン電池の安全性と要素技術（設計技術シリーズ）」科学情報出版（2016.10）

執筆者

齊藤 真伊
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

山崎 哲也
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の機構設計に従事。

滝沢 秀徳
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の機構設計に従事。

中村 直哉
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

工藤 一哉
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

脱炭素社会に向けて
～省エネルギー・省資源の取り組み～

山口 政裕 *Masahiro Yamaguchi*
小林 剛 *Tsuyoshi Kobayashi*
三澤 康司 *Yasushi Misawa*
塚田 明 *Akira Tsukada*
米田 毅浩 *Takahiro Yoneta*

1. まえがき

近年，気候変動による地球温暖化や災害の被害が深刻化するなか，地球環境や人々の生活を守るため「脱炭素社会」を実現する必要がある。

当社は，「地球環境を守るための技術」や「省エネルギーのための技術」に取り組み，さまざまなサーボシステム製品を開発し，多くのお客さまにご使用いただいている。また，生産現場においても，電力や原材料の使用量削減など継続的な改善活動に取り組んでいる。

本稿では，脱炭素社会の実現に向けて，省エネルギーや省資源に貢献しているサーボシステム製品や技術を紹介する。さらに，生産活動における省エネルギー技術と3R（Reduce，Reuse，Recycle）の取り組みを紹介する。

2. 脱炭素社会を実現するための製品および技術

本章では，製品開発を通じ，脱炭素社会の実現に向けて貢献している製品や技術を紹介する。

まず，サーボモータ製品で従来製品より小型・軽量で高効率な「SANMOTION G」サーボモータの特長を紹介する。次に，サーボアンプ製品で従来製品より大幅にCO_2排出量を低減した「SANMOTION G」サーボアンプ，および電力の有効活用に寄与する電源回生装置を紹介する。

2.1 サーボモータの製品と技術

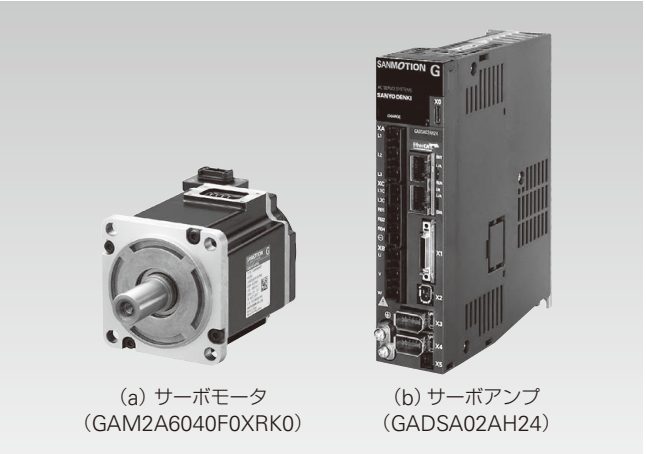
サーボモータは，電気エネルギーを機械エネルギーへ変換する「エネルギー変換器」である。脱炭素社会に貢献するためには，電気エネルギーをより効率よく機械エネルギーへ変換することが求められる。

脱炭素社会に貢献する技術として，従来製品より高いエネルギー変換効率のACサーボシステム「SANMOTION G」シリーズを2022年5月に販売開始した。開発した「SANMOTION G」サーボモータを紹介する。

2.1.1 「SANMOTION G」サーボモータ

当社は，小型軽量，高効率を追求したサーボモータを開発している。最新のサーボシステム「SANMOTION G」シリーズは，従来製品「SANMOTION R」シリーズと比較してサーボ性能の向上だけではなく，地球環境にも配慮した製品である。

図1に「SANMOTION G」サーボモータとサーボアンプの外観を示す。以下に，本製品の特長と省資源化，省エネルギー化と産業廃棄物削減の取り組みを述べる。



(a) サーボモータ
(GAM2A6040F0XRK0)
(b) サーボアンプ
(GADSA02AH24)

図1 「SANMOTION G」シリーズサーボシステム

(1) 小型・軽量化・高出力と省資源化

「SANMOTION G」サーボモータは，モータ本体と保持ブレーキの電磁界設計と巻線仕様を最適化した。また，コネクタ配置とモータ構造を改善，さらにエンコーダを小型化してモータ全長を大幅に短縮した。図2にモータの全長比較を示す。「SANMOTION R」シリーズの高トルク・高出力特性を維持しつつ，モータ全長は最大22%短縮，モータ質量は最大26%軽量化した。その結果，サーボモータの構成部品の体積を最大28%削減して省資源化している。

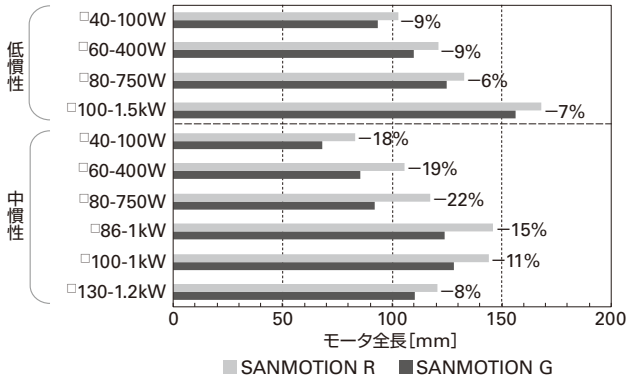


図2　モータ全長比較

(2) 省エネルギー化

モータ全長の短縮と高効率化は相反関係であるが，前述した電磁界設計の最適化に加え，巻線占積率の向上と低損失材料の採用により電力損失を低減し，効率を最大9%改善した。また，保持ブレーキも電磁界設計と構造の最適化，および巻線占積率を向上することにより，消費電力を最大44%低減した。さらに，エンコーダの消費電流も従来製品と比較して26%低減している。高効率で省エネルギーな製品特性であり，地球環境に配慮した設計としている。

これらにより，ライフサイクルアセスメント（LCA）は，CO_2の排出量を最大48.3%と大幅に削減(1)しており，従来製品より脱炭素社会の実現に貢献する製品である。

表1に，サーボモータのLCA結果を示す（従来製品の「SANMOTION R」と「SANMOTION G」のエネルギー消費量とCO_2排出量の比較）。

表1　サーボモータのLCA結果

LCA結果	Size	定格出力	SANMOTION R（R2）（従来製品）	SANMOTION G（GAM2）（開発製品）	低減率
エネルギー消費量	40角	100W	1727Mcal	1643Mcal	4.8%
	60角	400W	2728Mcal	2575Mcal	5.6%
	80角	750W	4347Mcal	3401Mcal	21.8%
	100角	1kW	4382Mcal	3374Mcal	23.0%
	130角	1.2kW	10585Mcal	5443Mcal	48.6%
CO_2排出量	40角	100W	447kg	426kg	4.8%
	60角	400W	706kg	670kg	5.1%
	80角	750W	1127kg	881kg	21.8%
	100角	1kW	1141kg	877kg	23.1%
	130角	1.2kW	2739kg	1416kg	48.3%

(3) エンコーダ高分解能化と産業廃棄物削減

搭載エンコーダは，最高分解能27bitの高分解能バッテリレスアブソリュートエンコーダである。高分解能化により，安定した繰り返し動作と高精度な位置決めを実現できる。このエンコーダは，電源遮断時に多回転データを保持するためのバッテリバックアップが不要である。このため，定期交換が必要なバッテリをなくし，省資源化，産業廃棄物の削減，メンテナンス性の向上に貢献できる。

2.2 サーボアンプの製品と技術

サーボアンプは，「高効率な変換技術」，「エネルギーの有効活用」，機械装置との情報共有や管理するための「IoT（モノのインターネット）技術やAI（人工知能）と連携した制御技術」が求められている。

脱炭素社会に貢献する技術として，従来製品よりCO_2排出量を低減した「SANMOTION G」サーボアンプ，さらにサーボモータから発生する回生エネルギーを有効活用する「電源回生装置」を紹介する。

2.2.1 「SANMOTION G」サーボアンプ

当社は，軽量でより高いエネルギー変換効率であるサーボアンプを開発している。

「SANMOTION G」サーボアンプは，出力密度を向上するため，より低発熱パワーデバイスの採用と放熱設計の最適化により，最大出力電流を最大5%向上した。また，消費電流の低い部品を選定することで，消費電力を最大22%低減している。さらに，部品の小型化により，従来製品と同一のサイズで，質量を最大5.5%軽量化した。

これらにより，ライフサイクルアセスメント（LCA）は，CO_2の排出量を最大18.9%削減(1)しており，従来製品より脱炭素社会の実現に貢献する製品である。

表2にサーボアンプのLCA結果を示す（従来製品の「SANMOTION R 3E Model」と「SANMOTION G」のエネルギー消費量とCO_2排出量の比較）。

表2　サーボアンプのLCA結果

LCA結果	アンプ容量	SANMOTION R 3E Model（従来製品）	SANMOTION G（開発製品）	低減率
エネルギー消費量	10A	905Mcal	736Mcal	18.7%
	20A	2,412Mcal	2,259Mcal	6.3%
	30A	3,797Mcal	3,654Mcal	3.8%
	50A	6,257Mcal	5,826Mcal	6.9%
CO_2排出量	10A	233kg	189kg	18.9%
	20A	638kg	602kg	5.6%
	30A	1,000kg	963kg	3.7%
	50A	1,630kg	1,520kg	6.7%

また，サーボアンプは，センシングした情報を活用して，サーボシステムの消費電力を算出するモニタ機能を備えている。サーボシステムを使用するお客さまに消費される電力の使用状況を表示することで，機械装置および工場全体を含めた電力の有効活用に貢献できる。

2.2.2 電源回生装置

主に機械装置で使用されるシステムでは，モータが負荷を駆動して動作するときは，電力を消費する。しかし，動作中に減速や停止するときは，モータにかかる負荷が駆動力と逆方向に作用し，モータ自体が発電機として機能する。

従来，発生した回生電力は，主に抵抗器で熱に変える抵抗回生方式を採用していた。しかし，この方式は，電力を有効利用でき

ていない。

近年では，回生電力を有効活用する電源回生機能を搭載した製品を開発し，お客さまにご使用いただいている。図3に電源回生装置の例を示す。

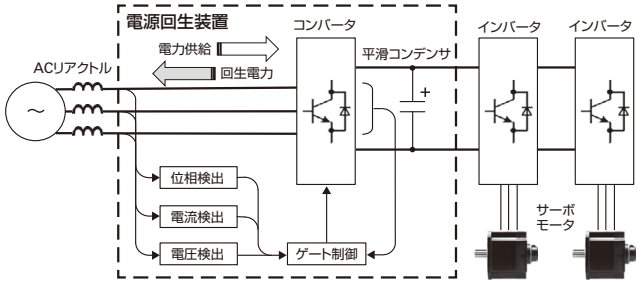


図3　電源回生装置

電源回生装置は，コンバータにフリーホイールダイオードをともなうIGBTブリッジで構成し，電力の正逆変換ができる回路である。サーボモータが発生する回生電力は，インバータをとおり平滑コンデンサに充電され，コンバータの逆変換により，エネルギーを電源に戻す。

電源回生の制御方式は，電源電圧の位相を検出し，電源電圧の120°区間のみ電源に電力を回生する「120°通電方式」[(2)]である。この方式は，PWM方式に比べてIGBTのスイッチング回数が大幅に少ないため，損失が小さく，漏洩電流も小さい。このように電源回生方式は，抵抗回生方式と比べて，回生エネルギーを無駄な熱に変えることなく，他の機械装置のエネルギーとして有効利用できる。

これらの電源回生技術の製品は，エネルギーの有効活用ができる。さらに低損失で消費電力の少ない製品は，脱炭素社会の実現に貢献できる製品である。

3. 生産活動での脱炭素社会に向けた取り組み

本章では，製品の生産活動において取り組んでいる省エネルギーと廃棄物削減の事例を紹介する。まず，製造工程での取り組みとして，電着塗装ラインや接着工程の省エネルギー技術を紹介する。次に，製造現場での取り組みとして，3R（Reduce，Reuse，Recycle）推進活動の実施例を紹介する。

3.1 生産工程での省エネルギー技術

当社では，既存の製造装置を改善する際や，新たに装置を開発する際は，積極的に省エネルギーへの取り組みをおこなっている。ここでは，既存装置の改善として電着塗装ラインの取り組み事例を，新規開発装置への省エネルギー技術導入として，マグネット接着装置の事例について述べる。

3.1.1 電着塗装ラインでの省エネルギーの取り組み

電着塗装ラインでは，水洗工程でスプレー方式の洗浄を採用している。電着塗装ライン水栓工程を図4に示す。洗浄をおこなう際，水圧によるワーク落下や，水の飛散防止のため，吐出流量の調整をおこなう必要がある。装置改善前は，タンクからの汲み上げポンプ動作が常時全開のため，作業者が手動バルブで流量の調整をおこなっており，消費電力の無駄が生じていた。

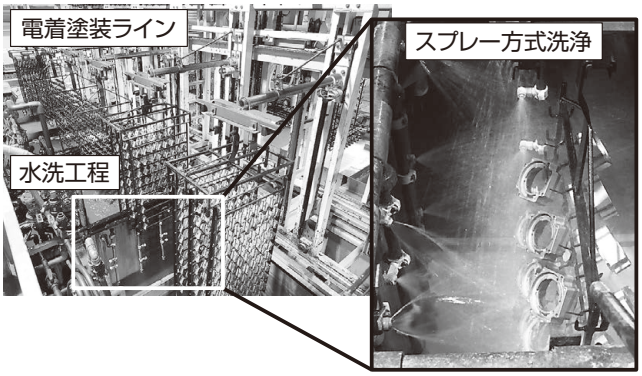


図4　電着塗装ライン水洗工程

装置改善後は，汲み上げポンプの駆動モータにインバータを設置することで，ポンプ動作の制御によって，吐出流量の調整をおこなうように変更し，消費電力を低減した。

この改善により，常時全開であったポンプ動作を制限し，駆動モータを制御することによって，大幅な省エネルギーを実現した。改善前と比較して，水洗工程の消費電力量は約1/2まで低減した。

3.1.2 マグネット接着工程改革での省エネルギー技術（加熱炉⇒高周波加熱）

新製品「SANMOTION G」サーボモータの開発と同期して，新たにマグネット接着装置の開発をおこなった。

この装置では，ロータ（回転子）へマグネットを接着する際の接着剤加熱硬化促進に，高周波誘導加熱技術を採用することで，消費電力の大幅な低減を達成した。

図5に高周波誘導加熱技術の原理を示す。

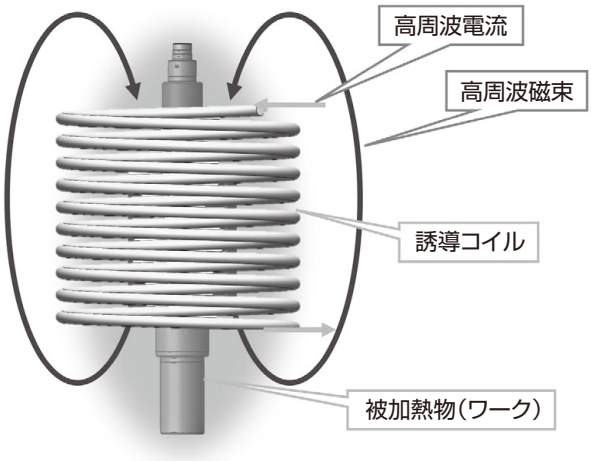


図5　高周波誘導加熱原理

従来製品のマグネット接着工程では，乾燥炉を使用して接着剤の加熱硬化をおこなっている。乾燥炉は加熱温度を維持するために，作業開始から終了までの時間，ワークの有無に関わらずヒータの電源を入れておく必要があり，常時電力を消費している。

新規開発装置で採用した高周波誘導加熱技術は，ワークを短時間で加熱することができるため，加熱時にのみ電力を消費する。そのため，乾燥炉に対し大幅な消費電力の低減を達成した。ロータ1本あたりの消費電力は，乾燥炉方式と比較すると，約1/3に低減できた。

3.2 生産現場における3R推進活動

サーボシステム製品の製造現場では，環境への負荷を軽減し，資源の有効的な利用を促進するための行動原則3R（Reduce，Reuse，Recycle）に則った活動を推進している。ここでは，具体的な取り組み事例を紹介する。

3.2.1 Reduce（削減）の取り組み

お客さまへサーボシステム製品をお届けするために使用している梱包材を，ダンボールから図6に示す再利用が可能な通い箱へ変更する取り組みを推進している。通い箱を利用することで，ダンボール生産に必要なエネルギーと森林資源の消費が削減できる。

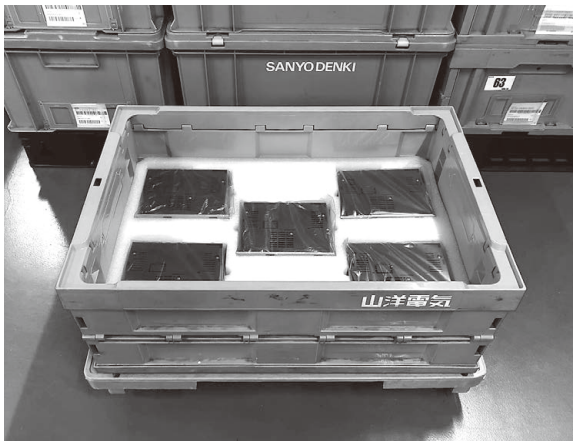


図6　サーボアンプの通い箱

3.2.2 Reuse（再利用）の取り組み

プラスチック廃棄物の排出抑制や再資源化といった資源循環の取り組み促進を目的として，2022年4月にプラスチック資源循環促進法が施行された。

サーボシステム事業部では，図7に示す電子部品が梱包されているプラスチック容器を，メーカへ返却して再利用することで，持続可能な資源利用を促進する活動をおこなっている。また，プラスチック容器の再利用は，樹脂材高騰や材料不足による，部品メーカにおける調達リスクの回避にも寄与している。

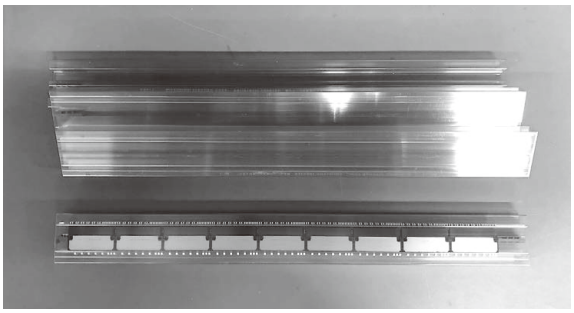


図7　部品梱包用プラスチック容器

3.2.3 Recycle（リサイクル）の取り組み

プリント回路板の製造過程で排出される使用期限切れのはんだや，製造工程で酸化してしまったはんだ屑を，廃棄物リサイクル業者へ売却し，マテリアル・リサイクルの促進・再資源化の取り組みをおこなっている。図8に，廃棄はんだのリサイクルフローを示す。はんだに含まれるスズや銀といった，貴重な鉱物資源のリサイクルは，消費と生産の持続可能性を向上するとともに，鉱物資源の新たな採掘を抑制し，地球環境や生態系への負荷軽減が期待できる。

図8　廃棄はんだのリサイクルフロー

4. むすび

本稿では，脱炭素社会の実現のため，省資源，省エネルギーを通じてCO_2排出量削減に貢献しているサーボシステム製品と技術を紹介した。また，生産工程における省エネルギー技術の一例として，「電着塗装ライン」や「マグネット接着装置」を紹介した。さらに，生産現場における3R推進活動の取り組み事例を紹介した。

「SANMOTION G」サーボモータとサーボアンプは，小型軽量で高い変換効率により，省エネルギー・省資源に貢献している。また，電源回生装置は，モータの回生エネルギーを他の機械装置のエネルギーとして有効活用することで省電力を実現している。

電着塗装ラインでは，水洗工程のポンプ動作の制御による消費電力の低減を実現した。また，マグネット接着工程では，高周波誘導加熱技術の採用により，生産時間の短縮と消費電力の低減を実現した。

生産現場における3Rの取り組みでは，通い箱の使用によるダンボールの削減，プラスチック容器の再利用，廃棄はんだのリサイクルをおこない，環境への負荷を軽減している。

今後，脱炭素社会に貢献するサーボシステム技術への期待はますます高まるものと考える。これらの期待に応え，地球環境と人々の生活を守り続けるサーボシステムであり続けたいと思う。

参考文献

(1) 三澤 康司ほか15名：SANMOTION G ACサーボシステムの開発
SANYO DENKI Technical Report No.54 pp.42-51（2022.11）

(2) 井出 勇治ほか5名：電力の有効利用に貢献するサーボアンプ関連技術
SANYO DENKI Technical Report No.34 pp.12-15（2012.11）

執筆者

山口 政裕
サーボシステム事業部　設計第一部
サーボモータの開発，設計に従事。

小林 剛
サーボシステム事業部　設計第二部
サーボアンプの開発，設計に従事。

三澤 康司
サーボシステム事業部　設計第一部
サーボモータの開発，設計に従事。

塚田 明
サーボシステム事業部　生産第二部
コントローラ，サーボアンプの生産に従事。

米田 毅浩
サーボシステム事業部　生産技術部
サーボモータ，ステッピングモータの生産技術に従事。

「SANMOTION C S200」モーションコントローラの開発

岡崎 達也 *Tatsuya Okazaki*
田﨑 朋伸 *Tomonobu Tazaki*
遠藤 博人 *Hiroto Endo*
水谷 将之 *Masayuki Mizutani*
小林 允隆 *Yoshitaka Kobayashi*
クオン ヒョクジュン *Hyukjun Kwon*
佐藤 茂樹 *Shigeki Sato*

1. まえがき

近年，さまざまな業界で，生産性と品質の向上のためにIoT技術の活用が進んでいる。効率的で安定した生産を維持するために，モーションコントローラには，装置の稼働状態や周辺環境の変化を検知し，生産現場の状況を迅速に確認できる機能が必要である。また，不具合発生時の復旧時間を最短にするために，異常時のデータをリアルタイムに収集・記録する機能も必要である。

このような背景のもと，装置の稼働状態を正確に把握し，遠隔地からメンテナンスできる機能を搭載したモーションコントローラを開発した。

本稿では，「SANMOTION C」モーションコントローラに新たにラインアップした，「SANMOTION C S200」（以下，開発品）の製品概要，主要機能および特長について紹介する。

2. 製品の概要

2.1 外観

開発品の外観を図1に，外形寸法を図2に示す。

製品の取り付けは，制御盤への設置が容易なDINレール(注1)取り付けを採用した。

図1 「SANMOTION C S200」

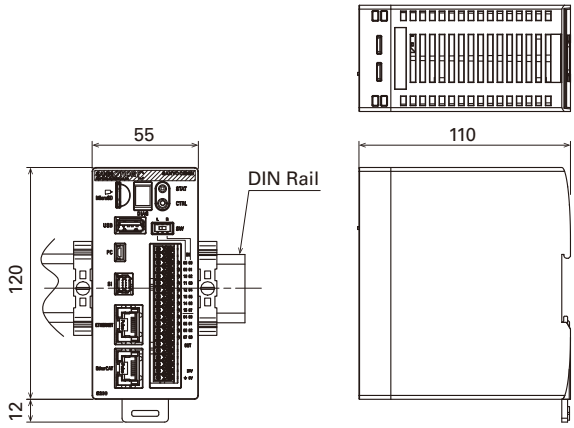


図2 開発品の外形図 （単位：mm）

注1 ドイツ工業規格に基づいた金属製のレール。

2.2 製品仕様

開発品のラインアップと基本仕様を表1に，システムの構成例を図3に示す。

複雑な補間制御ができるAdvanced Modelと，PTP（Point-to-Point）位置決め制御に特化したBasic Modelの2種類をラインアップした。

装置周辺の環境情報を取得するセンサ機器と接続するために，EtherCAT（マスター），Ethernet，RS-485，1-Wire(注2)通信に対応した。さらに，USBポート（Type-A）は，メモリストレージの接続用途だけでなく，画像情報を取得するための，Webカメラの接続機能を搭載した。microSDカードスロットを標準で装備し，装置の状態変化や異常時の状況を記録できる。

記録したデータを保存するためのクラウドシステムと簡単に接続するために，MQTT(注3)通信と認証機能を搭載した。

開発品を遠隔からメンテナンスできる機能と，装置の異常時に，詳細情報を担当者へ通知するメール送信機能を開発した。

海外規格は，UL/cUL（米国），EMC指令（欧州），UKCAマーク（イギリス），KCマーク（韓国）の法規制に適合した。

注2 接地線と一本の信号線（兼電力供給線）だけでデータ転送をおこなうバス規格。
注3 Message Queuing Telemetry Transportの略で，TCP/IPによる，短いメッセージを頻繁に送受信する用途に向いた軽量な通信プロトコル。

表1　基本仕様

項目		Advanced Model	Basic Model
インタフェース		EtherCAT（100Mbps）マスター機能，FoE 対応	
		Ethernet（10/100/1000Mbps）プロトコル（Modbus TCP，OPC UA，Ethernet/IP）	
		RS-485（9600bps ～ 115200bps），1-Wire（15400bps　半二重双方向通信）	
		USB2.0：Type-A（メモリストレージ，Web カメラ），Mini-B（PC 接続）	
		MicroSD カードスロット（最大32GB）	
デジタル入出力		デジタル入力16点 DC24V プラスコモン/マイナスコモン入力 デジタル出力8点 DC24V，0.5A /点 シンク出力	
アナログ出力		アナログ出力2点 出力レンジ4mA ～ 20mA，分解能4000	
入力電源		DC19.2V ～ DC30V，0.9A（主電源） DC19.2V ～ DC30V，140mA以上（IO 電源）	
消費電力		22W	
冷却方式		自然空冷	
外形寸法（W，H，D）		55mm × 120mm × 110mm	
質量		300 g	
制御機能		シーケンス制御 モーション制御 （電子カム・ギア，直線・円弧補間） ロボット制御：CNC 機能使用時 （直交，スカラ，パラレルリンク機構）	シーケンス制御 モーション制御（PTP 制御）
制御言語		国際標準規格（IEC 61131-3）に準拠したプログラミング言語	
		G コード（DIN 66025 に準拠）	－
ネットワーク機能		Web ビジュアリゼーション（注4）	
		Edge Gateway	
		MQTT プロトコル	
		メール送信（SMTP プロトコル）	
		Web アプリケーション	
適合法規制	UL/cUL	UL 61010-1，3rd Ed.，UL 61010-2-201，Edition 2 CSA C22.2 No.61010-2-201:18，2nd Ed.，CSA C22.2 No.61010-1-12，3rd Ed.	
	EMC 指令	EN61131-2:2007	
	UKCA マーク	EN61131-2:2007	
	KC マーク	KS C 9610-6-4:2017，KS C 9610-6-2:2019	

注4　開発品に実装されている，操作画面を作画し，Web ブラウザで表示する機能。

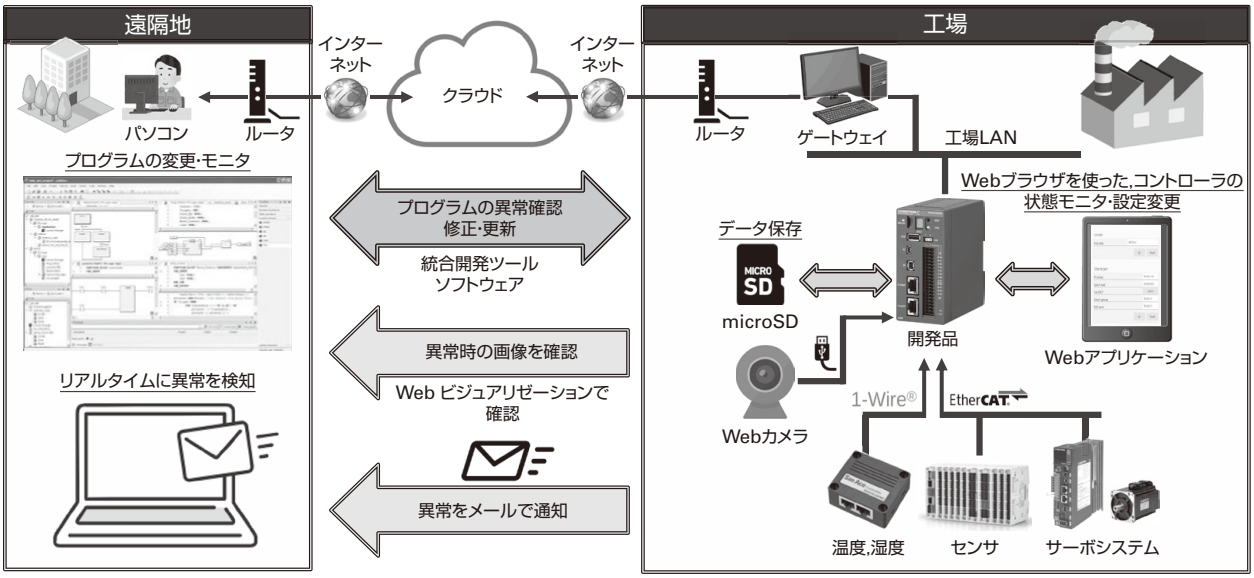


図3　システム構成

3. 特長

本開発品は，業界最小クラス(注5)である「SANMOTION C S100」と寸法・質量の互換性を維持し，IoT機能を搭載した製品である。モーション制御と同時に，装置周辺の画像データや環境データをリアルタイムに収集・記録することができる。Automation Server(注6)やクラウドシステムとの接続機能により，遠隔から装置の状態監視やメンテナンスができるようになった。さらに，Webブラウザから開発品の状態確認やパラメータ設定ができる機能を搭載した。以下に各機能の詳細を示す。

3.1 データ収集，記録機能

図4にデータを収集・記録するインタフェースを示す。開発品は，接続されたサーボシステムやデジタル入出力，環境データを時系列に収集できる。サーボシステムの位置やステータス情報などは，プログラムで該当のモータ軸を指定するだけで，簡単に収集・記録できる（図5）。収集したデータを，開発品の内蔵記録領域（32GB）やmicroSDカード（最大32GB）へ記録することにより，長時間にわたる装置の稼働状況を確認できる。また，Webカメラを開発品に接続することで，状態を確認し，画像として記録する機能を搭載した。例えば，異常発生をトリガにして，異常前後の画像を記録することで，迅速に異常の原因が特定できる。

3.2 遠隔状態監視とメンテナンス機能

図6に示すように，Automation Serverにより，遠隔地のパソコンと開発品との通信を確立することができる。Edge GatewayはAutomation Serverを介して，パソコンと開発品を接続するための機能である。本機能を開発品と統合開発ツール（プログラム作成やサーボシステム設定をおこなうソフトウェア）に搭載した。

Automation Serverのダッシュボード機能により，開発品のプログラム変数の確認ができる。また，VPN(注7)接続により，開発品を遠隔から操作できるため，現地に出向くことなく，プログラムのモニタや修正ができる。

注5 8軸制御を対象としたIoT機能を備えるモーションコントローラとの比較（2023年8月）、当社調べ。
注6 CODESYS社が提供している，コントローラを遠隔操作するためのクラウドサービスの名称。
注7 Virtual Private Networkの略で，拠点間を仮想の専用線で接続し，安全に情報をやり取りする仕組み。

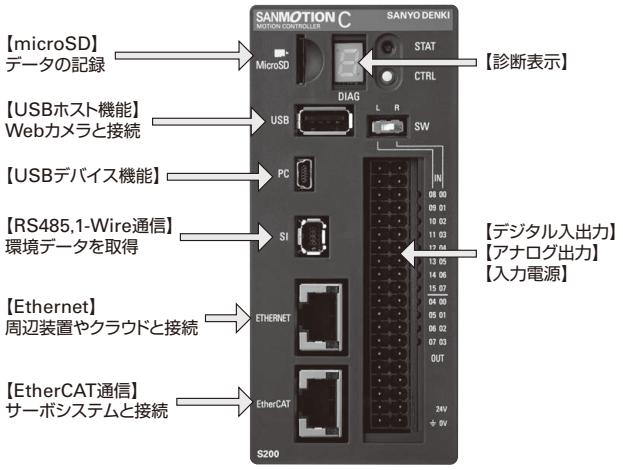


図4 データの収集・記録のインタフェース

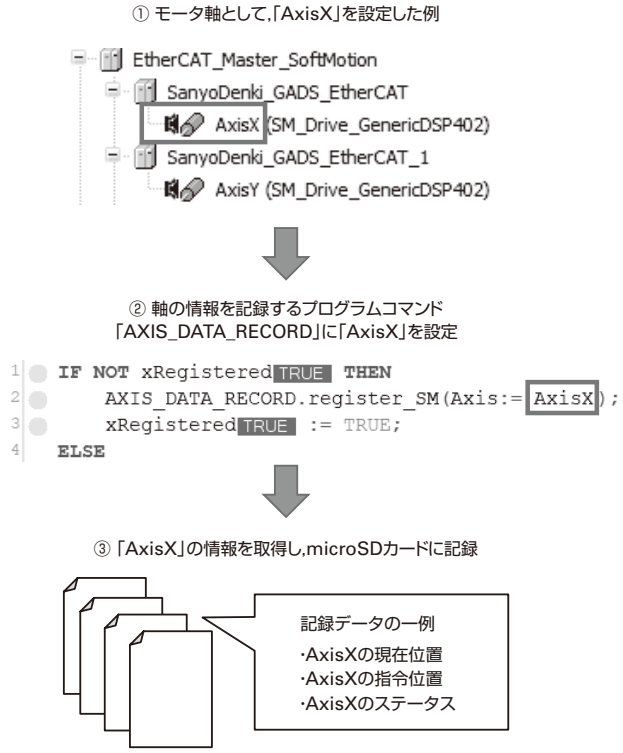


図5 サーボシステムの軸の情報収集・記録

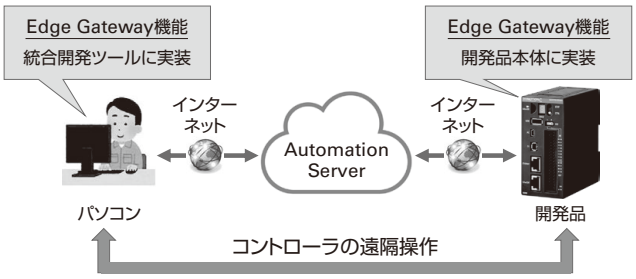


図6 コントローラの遠隔操作

3.2.1 遠隔状態監視

遠隔地から装置の状態を監視するために，ダッシュボード機能を利用し，図7に示すように収集した各軸の位置やエラー情報，デジタル信号の状態などを確認できる。また，開発品で動作中のプログラム変数を確認することにより，装置の状況を把握できる。

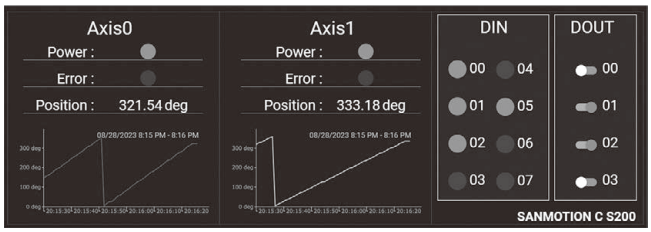


図7　ダッシュボード機能

3.2.2 遠隔メンテナンス

Automation ServerのVPN接続により，遠隔地から統合開発ツールと開発品を接続し，図8に示すようにプログラムのモニタや修正ができる。この機能により，いつどこからでも開発品のメンテナンスができるため，異常時の装置復旧時間を短縮できる。

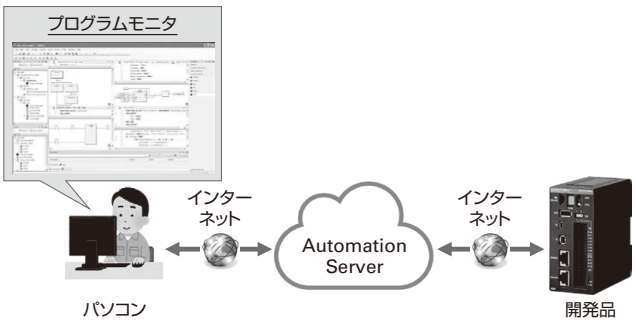


図8　遠隔地からのプログラムのモニタ

3.3 メール送信機能

図9に装置の異常が発生したときの通知の流れを示す。

SMTPプロトコルを使用したメール通知機能を搭載した。装置の異常を検知し，情報を担当者へすぐに通知できる。異常だけでなく，例えば，“生産予定台数に到達”など生産情報を条件にしたメール送信もできるため，担当者が現地にいなくても生産状況を確認できる。

この機能により，担当者はリアルタイムに装置や生産状況を把握し，効率的で安定した生産を維持できる。

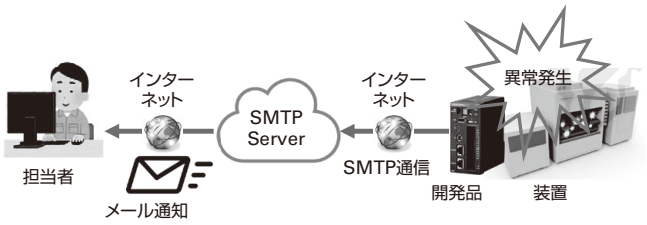


図9　メール送信機能

3.4 クラウド接続機能

図10に示すように，クラウドシステムと接続するための通信としてMQTTプロコルと認証機能を実装した。セキュリティを担保するための証明書や秘密鍵のファイルは，Webブラウザを使用して図11に示す画面から設定する。

本機能により，短時間で，クラウドシステムと接続できる。

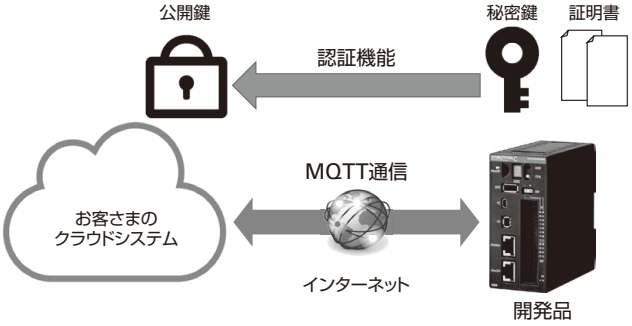


図10　クラウドシステムとの接続

図11　証明書や秘密鍵ファイルの設定画面

3.5 ブラウザによる状態表示と設定

Webブラウザを使用して，開発品の状態表示や設定変更できるWebアプリケーションを搭載することで，ユーザビリティの向上を図った。

3.5.1 開発品の状態表示

表2に開発品の状態を確認する項目を，図12に開発品の状態表示画面を示す。開発品のデバイス名やシリアル番号，バージョン情報だけでなく，Ethernetポートの設定も確認できる。開発品の状態として，CPUの負荷率やメモリの使用率をリアルタイムにグラフ表示する機能を搭載した。これにより，開発品のパフォーマンスの確認や異常なCPU負荷率の変動があった場合のトラブルシューティングに活用できる。

開発品の記録領域やmicroSDカードのメモリの容量や使用率が確認できるため，記録領域が不足したことによるデータの記録異常を防止する。

表2　状態確認の項目

モニタ情報	機能
本体情報	デバイス名やシリアル番号など
ステータス	CPUの負荷率，メモリの使用率など
ネットワーク設定	Ethernetや無線のIPアドレスなど
デジタル／アナログ信号	入力や出力信号の状態
1-Wire接続機器	接続機器の情報
ログデータ	プログラムの動作情報など
Webカメラ	動画モニタや画像データの確認
サービスの起動状態	Edge Gatewayなどの起動確認

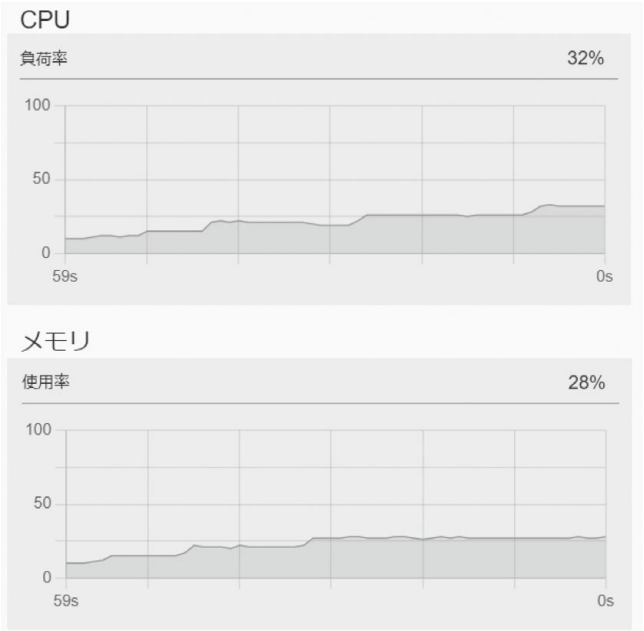


図12　開発品の状態表示画面

3.5.2 開発品のパラメータの設定

表3に開発品の設定可能なパラメータを示す。

専用ソフトウェアでしか設定できなかったネットワーク設定をWebブラウザからできるようにした。また，メール送信設定画面から，送信元や送信先のアドレスを指定し，図13に示すようなメールの送信状況を確認できる。さらに，図14に示したWebカメラの撮像用パラメータの設定画面では，映像を確認しながらWebカメラの調整ができる。

表3　設定パラメータ

設定パラメータ	機能
ネットワーク設定	Ethernetや無線のIPアドレスなどを設定
メール送信設定	送信先の設定，テストメールの送信
Webカメラの設定	コントラストなどの設定が可能
サービスの起動設定	Edge Gatewayなどの自動起動を設定

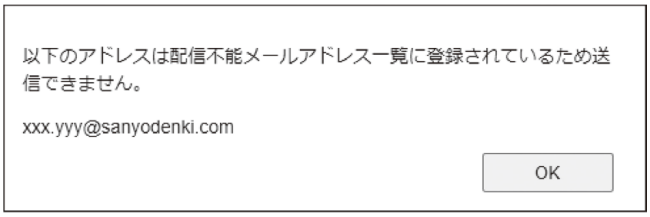


図13　メールの送信状況（正しく送信されない場合）

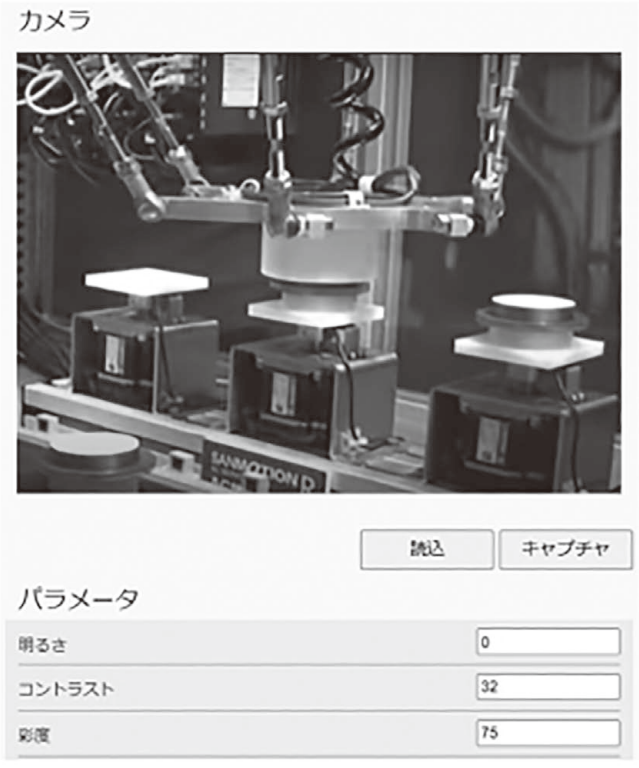


図14　Webカメラの設定画面

4. むすび

モーションコントローラ「SANMOTION C S200」について，製品概要と特長を紹介した。

本開発品において，実現したことは以下である。

・装置の情報をリアルタイムに収集し記録する機能を搭載した。記録したデータを異常時の不具合解析に活用することで，迅速に原因を究明できる。

・Edge Gateway機能の搭載により，Automation Severを介して，遠隔地のパソコンと開発品を接続できる。Automation Severのダッシュボード機能を利用し，遠隔地から装置の状態監視を実現した。また，VPN接続による遠隔メンテナンスにより，異常時の装置復旧時間を短縮できる。

・異常や生産情報をもとにメールを送信することで，装置の状態や生産状況を即座に把握でき，効率的で安定した生産の維持に貢献する。

・Webブラウザを用いた開発品の状態表示や設定変更ができるアプリケーションを搭載し，ユーザビリティの向上を図った。

開発品は，装置の稼働状態と周辺の環境の変化を検知し，状況を迅速に通知できるモーションコントローラである。異常時のデータをリアルタイムに収集･記録し，不具合発生後の復旧時間を最短にできる。さらに，遠隔地から装置の稼働状態を把握し，メンテナンスができるため，生産性向上に貢献できる。

今後もIoT技術やデジタル技術を活用して，お客さまの新たな価値の創造につながる製品を開発していく所存である。

本文中に記載されている会社名，製品名，ネットワーク名称などは，各社の商標または登録商標です。

参考文献

(1) 児玉 秀明ほか7名：「SANMOTION C モーションコントローラSMC100」の開発
SANYODENKI Technical Report No.47 pp.30-34（2019.5）

執筆者

岡崎 達也
サーボシステム事業部　設計第二部
システム製品の設計，開発に従事。

田﨑 朋伸
サーボシステム事業部　設計第二部
システム製品の設計，開発に従事。

遠藤 博人
サーボシステム事業部　設計第二部
システム製品の設計，開発に従事。

水谷 将之
サーボシステム事業部　設計第二部
システム製品の設計，開発に従事。

小林 允隆
サーボシステム事業部　設計第二部
システム製品の設計，開発に従事。

クオン ヒョクジュン
サーボシステム事業部　設計第二部
システム製品の設計，開発に従事。

佐藤 茂樹
サーボシステム事業部　設計第二部
システム製品の設計，開発に従事。

SANYO DENKI
Technical Report
56
November
2023
https://www.sanyodenki.co.jp/

発行　山洋電気株式会社
〒170-8451 東京都豊島区南大塚 3-33-1
電話(03)5927 1020

発行者　児玉 展全

編集委員会　小野寺 悟(委員長)
成沢 康敬(副委員長)
小林 孝至(委員兼事務局)
塚田 志保(委員兼事務局)
稲村 里紗(委員兼事務局)
松下　奨　　羽田 格彦
石田　誠　　坂場　浩
倉石 大悟　　碓井 淳之
吉池 仁志　　小峯 理恵子

発行日　2023 年 11 月 15 日(年 2 回発行)

©2023 SANYO DENKI CO., LTD. Printed in Japan　　無断転載を禁ず
本テクニカルレポートに記載された会社名と商品名は，それぞれ各社の商号，商標または登録商標です。