

SANYO DENKI

Technical Report

特集 | カンパニーが持つ技術と強み



1999
SANYO DENKI Techno Service CO., LTD.

60

November
2025



COLUMN

表紙：

SANYO DENKI Techno Service CO., LTD.

1999年

山洋電気テクノサービス株式会社は、1999年に山洋電気株式会社の100%出資により設立され、富士山工場を本社として生産請負事業からスタートしました。2000年には製造・清掃・営繕事業を展開し、2001年には物流、2002年には修理・計測器校正・基板設計・フィールドサービスを開始しました。2003年にはビルメンテナンス、2004年にはリサイクル事業へと業容を広げました。

海外展開としては、2005年に中国・深圳、2006年にシンガポールおよび台湾に拠点を設立し、アジア地域でのサポート体制を強化しました。これにより、日本国外の顧客に対しても迅速かつ的確なサービスを提供し、信頼を確立しています。

その後も警備、電気工事、車両整備、太陽光発電など新たな事業領域を拡充し、2013年には本社を現所在地の神川工場へ移転しました。現在では修理や保守にとどまらず、予防保全やリニューアル提案、現場での技術支援を通じ、顧客の設備稼働率向上に貢献しています。山洋電気グループの一員として、技術力とサービス力を融合させた付加価値の高いソリューションを展開し、社会の持続的発展を支える企業へと成長しています。

人々とともに、新しい時を創る	執行役員 小野寺 悟	1
----------------	------------	---

特集：カンパニーが持つ技術と強み	3
------------------	---

サンエースカンパニーが持つ技術と強み	宮沢 昌嗣	ほか	3
エレクトロニクスカンパニーが持つ技術と強み	児玉 秀明	ほか	9
モーションカンパニーが持つ技術と強み	牧内 一浩	ほか	16

新製品・新技術紹介	21
-----------	----

■ San Ace 製品

ø200×70mm厚 DCファン			
「San Ace 200」9GAタイプ	宮原 義則	ほか	21
□80×80mm厚 二重反転ファン			
「San Ace 80」9CRHAタイプ	山崎 嘉久	ほか	25

■ SANMOTION 製品

SANMOTION G DC48V 駆動			
サーボシステムの開発	三浦 武志	ほか	30

人々とともに、新しい時を創る

執行役員 小野寺 悟 Satoru Onodera

私たち山洋電気は、2024年4月から社内カンパニー体制で事業を運営しています。サンエースカンパニー、エレクトロニクスカンパニーおよびモーションカンパニーの3つのカンパニー体制です。山洋電気として、大きな殻を破り、新しい時代へ向かって、歩み始めました。「私たち山洋電気グループは、すべての人々の幸せをめざし、人々とともに夢を実現します」という企業理念のもとに、各カンパニーの得意技術と資産を活かして、人々の幸せづくりに貢献する製品とサービスを提供し続けています。本号では、各カンパニーの技術と強みをご紹介します。

山洋電気グループは、常に時流を先取りしたものづくりを続けています。1927年の無線通信用電源装置の販売に始まり、1951年：手回し発電機を開発、1952年：国産初のDCサーボモータを開発、1959年：国産初のステッピングモータを開発、1963年：静止型無停電電源装置を実用化、1965年には、国産初の冷却ファンを開発しました。

2020年代前半には、空気清浄機“San Ace Clean Air”，GPUサーバの冷却に最適な高静圧で高風量な二重反転ファン“San Ace 80”，高性能で高効率なACサーボシステム“SANMOTION G”，さまざまな再生可能エネルギーに利用できるパワーコンディショナ“SANUPS W83A”など、時流の一步先を見据えた製品を開発し、多くのお客さまにお使いいただいています。

当社の三つの製品ブランド，“San Ace”，“SANUPS”および“SANMOTION”は、エネルギー変換機器です。冷却ファンなどの“San Ace”は、電気エネルギーを流体エネルギーに変換しています。無停電電源装置などの“SANUPS”は、電気エネルギーを質の良い電気エネルギーに変換しています。また、サーボシステム“SANMOTION”は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換しています。これらエネルギー変換機器の本質は、エネルギー変換効率がより高く、より小型軽量で、より低騒音であることです。私たちは、この本質を追求し続けています。

生産技術面では、樹脂成型金型を設計・製造する技術や生産誘導システムを構築するとともに、部品加工や製品組立ての自動化も図り、常に生産性の向上を追求してきました。

生産誘導システムは、パソコン画面に表示する手順にしたがって作業することによって、「誰でも・間違いなく・手際よく」製品を組立てることができるシステムです。作業履歴や検査データも記録・保存して、数値データにもとづいて、品質改善や作業改善に活用できます。20年以上前に開発したシステムです。これも時流の一步先を見据えた技術です。

このように、私たち山洋電気には、長年培ってきた製品の設計技術と生産技術があります。スムーズな風の流れをつくりだす流体技術があります。電力をきれいに変換・制御する技術があります。思いどおりに、動かしたり、止めたりするサーボ技術があります。また、私たちには、お客さまと一緒に培ってきた「カスタマイズ」という得意な技術があります。お客さまごとに最適なカスタマイズ設計をするためには、お客さまを深く知る必要があります。お客さまが困っていることや解決したいことや「ありたい姿」を深く理解することによって、最適なカスタマイズが実現します。さらに、私たちには、高い品質の製品を手際よく造る生産技術があります。

本号では、私たちが、時流の一步先を見据えて培ってきた「得意な技術と強み」をご紹介します。社会課題の解決に向けて、お客さまとともに考え、人々とともに新しい時へ向かう私たちのエネルギーを感じていただきたいと思います。私たちは、「得意技術」を深めると同時に、「得意技術」と「異質技術」の融合から「新しい技術」、「新しい意味と意義」、「新しい価値」を創っていきたいと考えています。

私たち山洋電気グループは、カンパニー体制のもとに、これからも、三つの製品ブランド“San Ace”、“SANUPS”および“SANMOTION”と事業活動をとおして、「地球環境を守ること」、「新エネルギーの活用と省エネルギーに役立つこと」そして「人の健康と安全を守ること」に貢献し続けます。

サンエースカンパニーが持つ技術と強み

宮沢 昌嗣

Masashi Miyazawa

山田 洋一

Yoichi Yamada

五十嵐 大輔

Daisuke Igarashi

1. まえがき

サンエースカンパニーは、多種多様の冷却ファンと関連製品の開発・製品化をしてきた。時代と人々の暮らしの変化にともない、市場の要求は変化し、その用途は多岐にわたる。冷却だけでなく、吸着、換気、循環などさまざまである。当社はこれまで、お客さまが困っていること、解決したいことを深く理解し、高い性能、品質、そして信頼性の製品を開発してきた。

また、新しい製品を開発するだけでなく、市場に投入した製品のカスタマイズも得意としている。いつでもお客さまとともに付加価値を作り上げ、ものづくりの課題を解決してきた。

高性能・高品質・高信頼性の製品を作り上げてきた背景には当社の設計・生産・品質管理における得意な技術と強みがある。

本稿では、各部門の得意技術と強みを紹介していく。

2. 設計部が持つ得意技術と強み

当社の設計部では、高風量・高静圧・低騒音・低消費電力・高信頼性の冷却ファンを中心に製品開発を進めている。

本章では、冷却ファンと関連製品の開発を支える技術や保有している独自開発の設備とお客さまに提供している付加価値について紹介する。

2.1 冷却ファン開発の技術と強み

2.1.1 冷却ファンの設計

当社では、高性能かつ高信頼性の冷却ファンを短期間で効率的に開発するために、流体シミュレーションやモータシミュレーションに最適化ソフトを組み合わせた自動設計システムを構築している。

このシステムにより各種設計諸元を短時間で最適化でき、開発時間の短縮に貢献している。

シミュレーションで得られた羽根・フレーム形状は、設計部が保有する3Dプリンタによって試作され、実測により性能をフィードバックすることで、シミュレーション精度の継続的な向上につなげている。図1に冷却ファンのシミュレーション例を示す。

このように、シミュレーション結果を基に最適化された羽根・フレーム形状の蓄積やこれまでの知見、ノウハウ、さらに設計者

独自のアイデアを反映させることで、冷却ファンの高性能化を追求している。

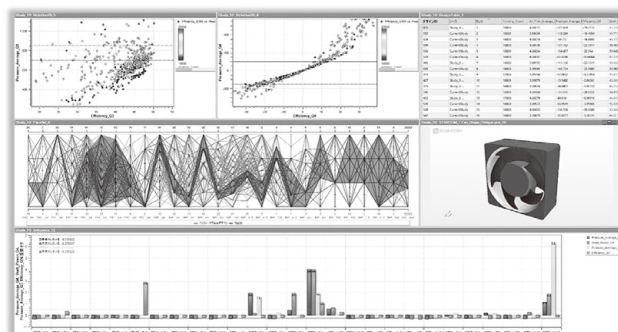


図1 冷却ファンのシミュレーション例

2.1.2 冷却ファンの測定設備

シミュレーション結果から創出された3Dプリンタ品に始まり、金型成形品に至るまでに多数のサンプルを短時間で評価できる環境を構築している。

冷却ファンの基本性能である、風量－静圧特性を測定するダブルチャンバー測定装置や、騒音レベル測定用の無響室を複数保有している。これらの設備で得られるデータは製品の開発にはもちろんのこと、お客さまのさまざまな条件に応じたデータの取得にも活用している。

図2にダブルチャンバー測定装置、図3に無響室を示す。



図2 風量－静圧特性測定用ダブルチャンバー測定装置



図3 無響室

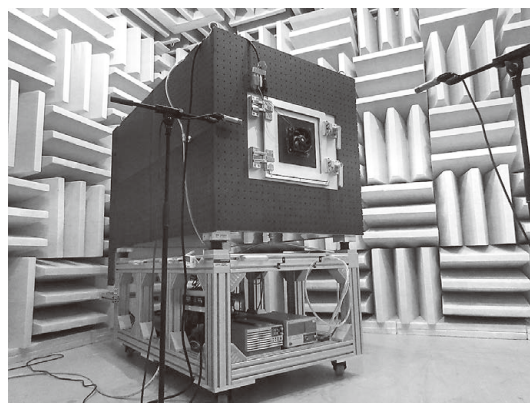


図5 負荷騒音測定装置

さらに、冷却ファンの特性評価の要素として、風速分布と負荷騒音特性も重要である。

風速分布測定装置では、冷却ファン周辺の風速を自動測定して、その分布を可視化することができる。

負荷騒音測定装置では、冷却ファンの風量－静圧特性における、ほぼすべての領域の騒音レベルを全自動で取得できる。いずれも当社独自で開発した測定装置であり、これら評価を通じてお客さまの製品に対する技術支援もおこなっている。

図4に風速分布測定装置と風速分布図、図5に負荷騒音測定装置を示す。

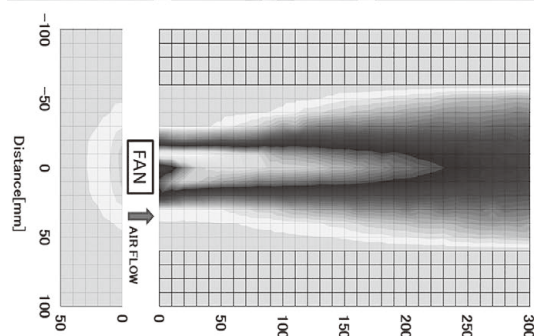
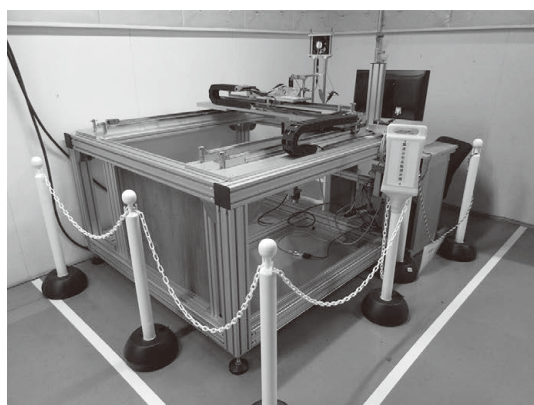


図4 風速分布測定装置と風速分布図

2.1.3 インペラー強度の実測評価

お客さまの製品が小型・高性能化していることにともない、冷却ファンの高風量化、すなわち高回転化が一層求められている。そのため、インペラー強度の確保が信頼性確保の重要な要素となる。しかし、回転するインペラーの観測は難しく、これまでは強度の限界を確認する際はシミュレーションに頼ることが多かった。

インペラーの検証精度をさらに高めるため、当社独自のインペラー強度測定装置を導入したことで、回転速度や周囲温度を変化させた際のインペラーの強度を測定することができるようになった。これにより、より確実な強度の検証ができ、冷却ファンのさらなる高風量化設計を実現している。

図6にインペラー強度測定装置を示す。

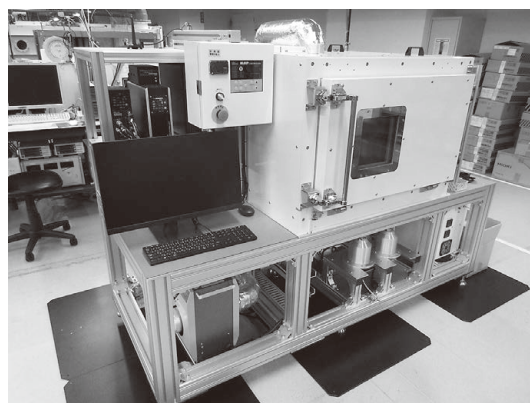


図6 インペラー強度測定装置

2.2 ファンに関連した製品の開発

これまでに培った技術や知見を活かして、ファンに関連した製品の開発にも積極的に取り組んでいる。

これまでに製品化した例として、冷却ファンの回転速度を簡単に制御できる「PWMコントローラ」、携帯型の風量－静圧特性測定装置となる「エアフローテスター」、遠隔でファンの回転速度を操作でき、運転データをクラウドに保存できる「San Ace コントローラ」、オフィスなどの広い空間向けの空気清浄機「San Ace Clean Air」などがある。

これらの製品を通じて、お客さまが当社のファンをより有効かつ便利に活用できるような、付加価値の提供を目指している。
図7に冷却ファンの関連製品を示す。



図7 冷却ファンの関連製品

2.3 冷却ファンのカスタマイズ

市場投入後の冷却ファンに寄せられる、世界各国からの多様なカスタマイズの要望に対しても、迅速かつ柔軟に対応できる体制を整えている。

一例として、カスタマイズのうち8割以上を占めるハーネス追加の要望においては、短納期を実現する独自ツールを開発し、営業の商談現場でハーネス仕様を確定できるとともに、設計部での図面作成の時間を大幅に短縮している。

さらに、国内外のお客さまの要望に基づき当社の冷却ファンを組み込んだ多様なファンユニットを製品化している。

図8にファンユニット製品の一例を示す。



図8 ファンユニット製品の例

2.4 お客さま製品の技術支援

冷却ファンのカスタマイズ対応の過程で、お客さまの製品に組込む際の冷却課題に対する技術支援も得意としている。

当社では、前述で紹介した社内設備を活用し、さまざまな条件で測定したデータの提供や、お客さまの製品を当社で測定するサービスを長年続けている。

さらに近年では、当社で培ったシミュレーション技術を応用し、お客さまの製品における冷却課題の解決やファン選定などを支援する「流体シミュレーションサービス」も開始した。

3. 生産部が持つ得意技術と強み

当社の生産部では、生産性の向上を目指し、保有技術の有効活用、生産工程の自動化推進に取り組んでいる。本章では、生産部が保有する金型内製技術の強みについて述べる。また、金型内製技術の活用事例、およびその展開について紹介する。

3.1 金型内製の強み

図9に生産部における金型の一貫生産体制を示す。

金型の設計・製造・成形・品質評価までを一貫しておこなうことで、金型技術の強みを最大限に発揮できる体制を確立している。特に製品開発の段階では、開発要件を的確かつ迅速に成形品へ反映させることで、製品の競争力向上を支えている。

図10に内製金型の製造事例を示す。

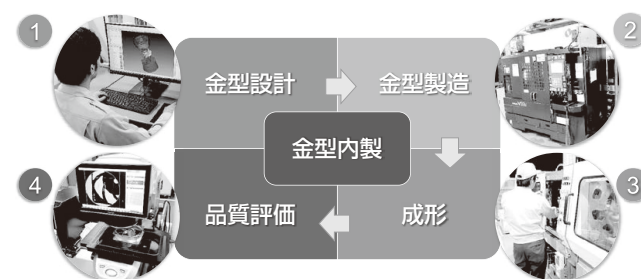


図9 金型の一貫生産体制

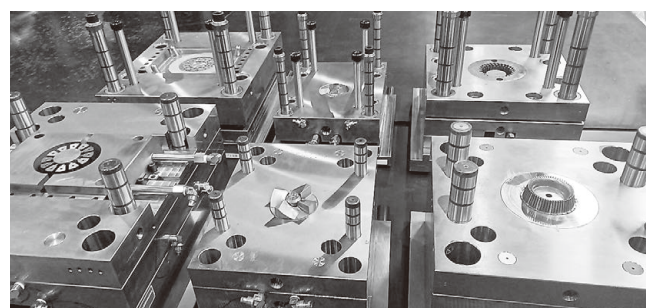


図10 内製金型の製造事例

3.2 金型内製技術の活用事例

金型内製を活用した製品性能や品質、生産性向上の取り組み事例について述べる。

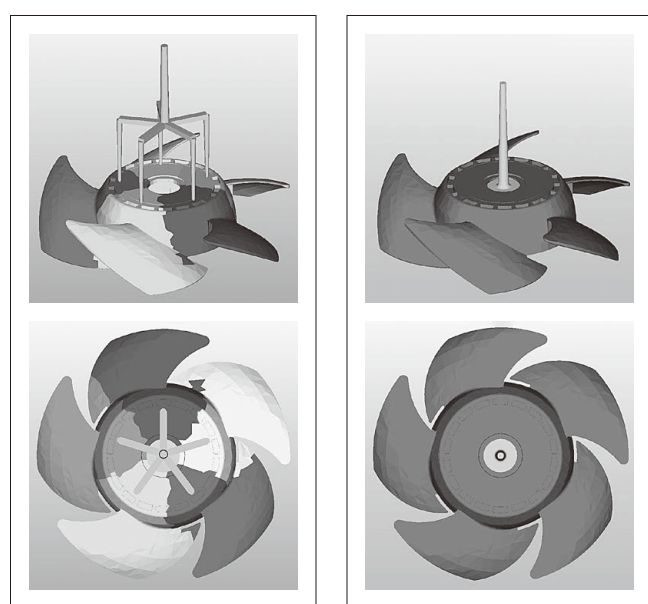
3.2.1 最適な条件での金型製造

内製技術の強みは、製品仕様を正確に把握したうえで、成形品に合わせた最適な金型を設計、製造することにより、高品質なものづくりを実現することである。

近年、冷却ファンの高性能化にともない、羽根の成形品における高速回転時のバランス性能、強度の向上が課題となっている。生産部では、複数の条件において比較や解析をおこない、成形品の品質を最適化する金型設計をおこなっている。

解析による改善事例として、羽根の成形品の金型を「1点ゲート仕様」にすることで、樹脂が羽根の中央から放射状に流れ、充填のバランスが良好になる。また、成形品の弱点となるウェルドラインの発生を抑えることで強度の向上を図っている。

図11にゲート仕様の比較解析事例を示す。



多点ゲート仕様
ウェルドラインができる

1点ゲート仕様
ウェルドラインがない

図11 ゲート仕様の比較解析事例

3.2.2 金型内自動ゲートカット技術

図12に「1点ゲート仕様」の成形品で必要となるゲート切断処理を示す。

「1点ゲート仕様」の欠点として、成形後にゲートの切断作業が必要な点が挙げられる。しかし、生産部では金型内自動ゲートカット技術により、この作業を金型内で自動的におこなっている。

この技術は、自社内で培った金型製作のノウハウで、油圧シリンダーを金型内に組み込むことにより、成形と同時にゲートを切断するものである。

図13に油圧シリンダーを搭載した金型設計を示す。

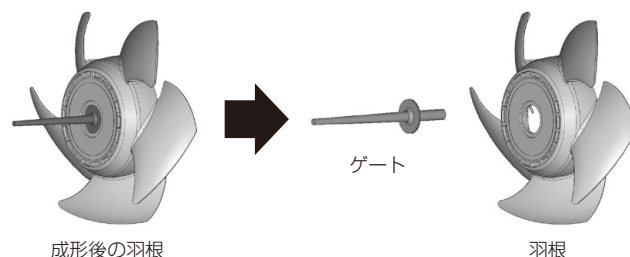


図12 ゲート切断

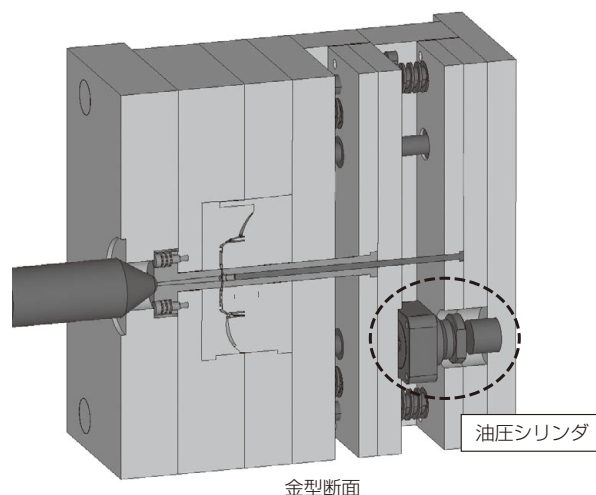


図13 油圧シリンダーを搭載した金型設計

金型内製技術の活用により、良好なバランス性能で回転振動を抑制し、ウェルドラインを抑えた高強度な羽根成形品が得られる。同時に、ゲートの切断作業が不要となる自動化を実現している。

3.3 金型の外販への展開

生産部では2000年より射出成型金型の社内製造を開始し、600型以上の金型を設計、製造および成形してきた。生産部の強みである金型の独自技術を活かし、一貫生産体制をもとに、「高精度な加工」かつ「短納期」で射出成型金型を製作し、販売する外販サービスを開始した。

4. 品質管理部が持つ得意技術と強み

当社の品質管理部では、高品質を目指した活動をおこなっている。本章では、製品検査の自動化が難しい冷却ファンの音検査と振動検査の自動化技術について紹介する。

4.1 製品検査

冷却ファンの検査では、騒音や振動を確認する検査工程がある。

製品検査では、回転時に異常な音が発生していないかを確認する音検査、異常な振動が発生していないかを確認する振動検査、電流やセンサーなどの出力波形に異常がないかを確認する

波形検査、フレームや羽根などの外観部に傷や破損などがないかを確認する外観検査、などの検査をおこなっている。

特に、音検査では聴覚、振動検査では触感、波形および外観検査では視覚に依存しており、当社では検査員の教育で認定された作業者のみが検査をおこなえる。

4.2 製品検査における課題と改善の技術

製品検査において音検査と振動検査は重要であるが、人による官能検査の場合、精度にバラツキが存在する。

- 人により感覚が異なるため、検査員ごと同一では無い。
- 日々の体調による感覚の変化で、検査精度も変化する。

これを改善するため、定性的な検査から定量的で安定した検査をおこなうべく、音検査と振動検査の自動化を開始した。

図14に検査装置外観を示す。

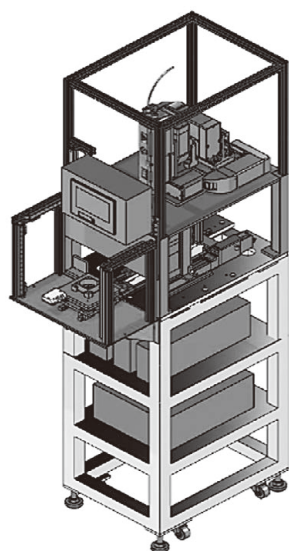


図14 検査装置外観

4.2.1 振動検査

振動検査では、計測器として接触式振動計と非接触式振動計が存在する。

接触式振動計は、振動センサーを冷却ファンへ固定する必要があるが、特に質量が小さい小型ファンの測定において測定精度が得られず自動化が困難であった。

非接触式振動計は、非接触のため振動値に影響を与えず測定が可能であるため、工程での計測自動化に最適と判断し、レーザー振動計を採用した。

図15に振動検査の検査装置を示す。

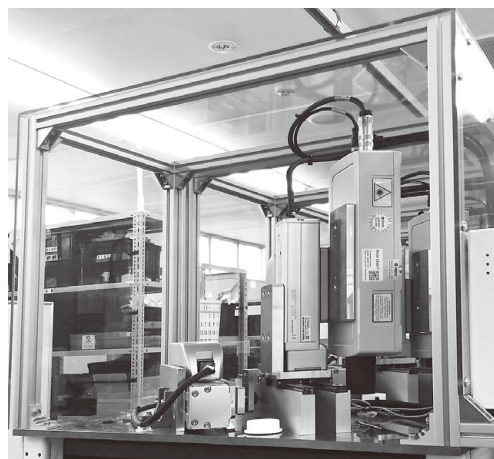


図15 検査装置の拡大(振動検査)

4.2.2 音検査

音検査では、人の聴感による検査からマイクにより音を測定し自動で判定する検査を採用している。

製品から発生する異常音には、ベアリング圧痕音、擦れ音、異物噛み込み音などがある。この検査では、このようなさまざまな異常音を識別し、自動で判定する。

音の周波数解析をおこなうと異常音の種類ごとに異なる周波数でピークが現れるため、その種類が特定できる。

しかし、ファンの種類によってピークの大きさや周波数がさまざまであるため判定基準とその妥当性に課題があった。

これを解決するため、AI技術を活用したMT(マハラノビスタグチ)法⁽¹⁾を採用した。

MT法は、まず正常品のデータを集め「単位空間」として設定する。判定したいデータがこの単位空間からどれだけ離れているかを計算し、その値の大きさによって正常か異常かを判定する。図16にMT法のイメージ図を示す。

音検査では音の周波数解析データを用いて、単位空間の作成及び判定をおこなっている。

本手法により、音色の異なる異常音を高い精度で検出することができ、音検査の自動化を開始することができた。図17に音検査の自動化装置を示す。

これらの対応により、生産工程で発生する異常音や異常振動などの傾向や要因が明確化でき、その要因調査を基にした組立工程の改善、部品管理の強化、製品設計の向上ができた。

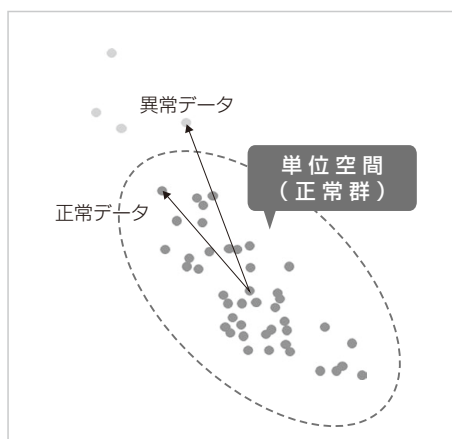


図 16 MT法判定イメージ

執筆者

宮沢 昌嗣

サンエースカンパニー 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

山田 洋一

サンエースカンパニー 生産部
冷却ファンのに金型設計に従事。

五十嵐 大輔

サンエースカンパニー 品質管理部
冷却ファンの品質管理に従事。

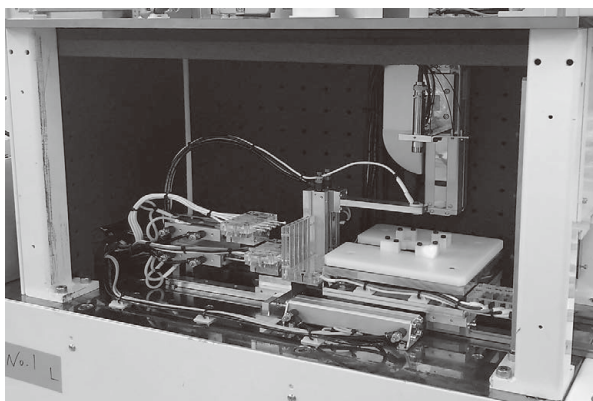


図 17 検査装置の拡大 (音検査)

5. むすび

本稿では、当社が保有する技術と強みについて設計・生産・品質管理、3つの部門に分けて紹介した。

製品開発における高性能化に向けた製品づくりでは、シミュレーション技術と独自で開発した測定設備を活用し、精度の高い製品設計を実現している。

それを製品化する金型製作では設計・製造・成形・品質評価を一貫して実施する体制を構築しており、迅速かつ高い水準の品質で製品を製作できる。

完成した冷却ファンは、わずかな異常状態でも正確に発見できる体制になっている。新たな検査方式やAI技術の活用により、品質を保持した信頼性の高い製品の提供ができる。

このように製品開発で積み上げてきた独自の技術を活かし、今後も継続的にお客さまの課題を解決していき、新たな価値の創出を実現していく所存である。

参考文献

(1) 鈴木 真人：MTシステム解析法入門：試して究める！品質工学

エレクトロニクスカンパニーが持つ技術と強み

児玉 秀明

Hideaki Kodama

柴田 雅之

Masayuki Shibata

土屋 悟

Satoru Tsuchiya

藤沢 健一

Kenichi Fujisawa

水口 政雄

Masao Mizuguchi

1. まえがき

エレクトロニクスカンパニーでは、「SANUPS」と「SANMOTION」の二つの製品ブランドを開発、生産している。この二つのブランドは異なる製品であるが、どちらもエネルギー変換機器である。無停電電源装置やパワーコンディショナなどの「SANUPS」は、電気エネルギーを質の良い電気エネルギーに変換している。また、サーボシステム「SANMOTION」は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換している。「SANMOTION」は、モータと制御装置で構成されるが、エレクトロニクスカンパニーでは、制御装置（サーボアンプやコントローラ）の開発・生産を担当している。

私たちには、「三つの得意技術」がある。「エネルギー変換技術」、「生産技術」および「カスタマイズ技術」である。そして、この「得意技術」を深めるとともに、新しい価値を創りだすために、「五つのチーム活動」をおこなっている。

本稿では、この「三つの得意技術」と「五つのチーム活動」を紹介する。まず、「得意技術」と「チーム活動」について説明する。次に、具体的なチーム活動を紹介する。

2. 得意技術と五つのチーム活動

私たちの仕事は、「お客さまに、安心して使っていただける製品を、手際よくつくること」である。お客さまや世の中に役立つ価値を創り出すこと（価値創造）、安心して使っていただける製品品質にすること（品質向上）、その製品を手際よくつくること（生産性向上）、この三つが、ものづくりの本質であり、私たちの仕事である。

そして、この三つは、「安心・安全」で働きがいのある職場から生まれる。エレクトロニクスカンパニー社員一人ひとりが、お客さまのことを思い、自分の得意なことを製品づくりに生かして、ワクワク感と働きがいのある職場を社員全員でつくっている。

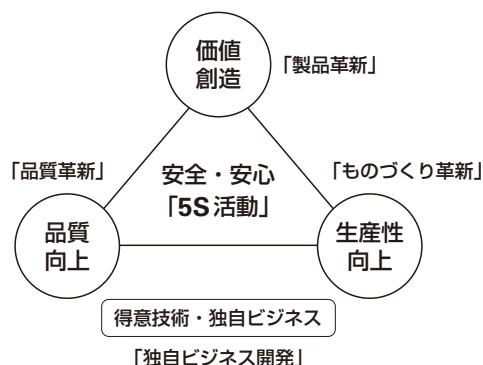
さらに、私たちには、いままでに培ってきた「得意技術」がある。この得意技術を生かして、「独自ビジネス」を開発している。

図1に示すように、「価値創造」、「品質向上」、「生産性向上」、「安全・安心な職場」および「独自ビジネス開発」を「五つのチーム活動」として取り組んでいる。カンパニー社員全員が、このチーム活動に参画して、「全員参加のカンパニー経営」を進めている。

「製品革新チーム」は、お客さまや世の中に役立つ価値（製品・サービス）を創り出すチーム活動である。「品質革新チーム」は、お客さまに、安心・安全にご使用いただくために、製品・サービスの品質を革新するチーム活動であり、「ものづくり革新チーム」は、生産効率を上げ、「価値最大・費用最小」のものづくりを追求するチーム活動である。

「5S活動チーム」は、5S活動（整理・整頓・清掃・清潔・しつけ）をとおして、安心・安全で、働きがいのある職場をつくる活動をしている。この「職場づくり」は、「価値づくり」、「品質づくり」、「ものづくり」だけでなく、「ひとづくり」の「礎」と位置づけられている。

そして、「独自ビジネス開発チーム」は、私たちの得意技術を生かし、エレクトロニクスカンパニーならではの独自ビジネスを創り、お客さまの課題解決に貢献している。



五つのチーム活動

- ①「製品革新」：価値づくり、製品開発、技術開発
- ②「品質革新」：安心・安全な製品品質づくり
- ③「ものづくり革新」：「価値最大・費用最小」のものづくり
- ④「5S活動」：安心・安全・働きがいのある職場づくり、ひとづくり
- ⑤「独自ビジネス開発」：得意技術を生かした独自ビジネスの開発

図1 「五つのチーム活動」

私たち山洋電気には、長年培ってきた製品の設計技術と生産技術がある。電力をきれいに変換・制御する電力変換技術、思いどおりに、動かしたり、止めたりするサーボ技術がある。これらは、「エネルギー変換技術」である。また、高い品質の製品を「手際よくつくる生産技術」がある。さらに、私たちには、お客さま

と一緒に培ってきた「カスタマイズ」という得意な技術がある。お客さまごとに最適なカスタマイズ設計をする技術である。「エネルギー変換技術」、「生産技術」および「カスタマイズ技術」、これが私たちの「三つの得意技術」である。この「三つの得意技術」を「五つのチーム活動」とおとして、より深めながら、お客さまや世の中に役立つ製品とサービスを提供している。

3. 製品革新チーム

「SANUPS」と「SANMOTION」の製品は、どちらもエネルギー変換機器である。エネルギー変換機器の本質は、小型・軽量、高効率、低騒音であることである。それぞれの製品ブランドの得意技術を深化することで、エネルギー変換技術を核とした新しい製品・サービスを創る活動をしている。

まず、得意なエネルギー変換技術を活かした製品を紹介する。次に、その得意技術の深化と新しい価値創造の取り組みを紹介する。

3.1 ブランドごとのエネルギー変換機器

3.1.1 SANUPS 製品

図2にパワーコンディショナ「SANUPS W83A」の外観を示す。本製品は1台で、さまざまな再生可能エネルギーに適用できる製品である。お客さまの発電システムに合わせて最適な電力制御をすることで、再生可能エネルギーを最大限に活用でき、エネルギー変換効率が従来よりも2%向上した。



図2 パワーコンディショナ「SANUPS W83A」

図3に無停電電源装置「SANUPS A13A」の外観を示す。本製品は、UPS モジュール方式で最大4台の並列構成ができる。1台のUPS モジュールが停止しても、残りモジュールで給電を継続できる高い信頼性を実現した製品である。また、新世代の電力変換デバイスの採用と、制御の最適化により、エネルギー変換効率が従来よりも8%向上した。

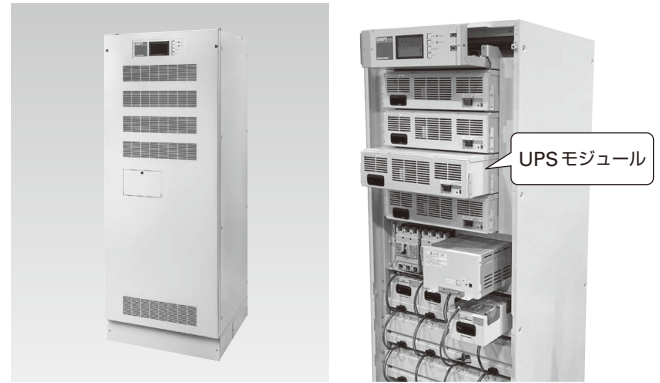


図3 無停電電源装置「SANUPS A13A」

3.1.2 SANMOTION 製品

図4に「SANMOTION G」DC48V 駆動 サーボアンプの外観を示す。本製品は、半導体製造装置やバッテリー駆動用途などで需要が高まっている直流電圧48Vで駆動するサーボアンプである。この製品は、低損失設計と放熱性を工夫した設計により、エネルギー損失が従来よりも12.8%低減した。

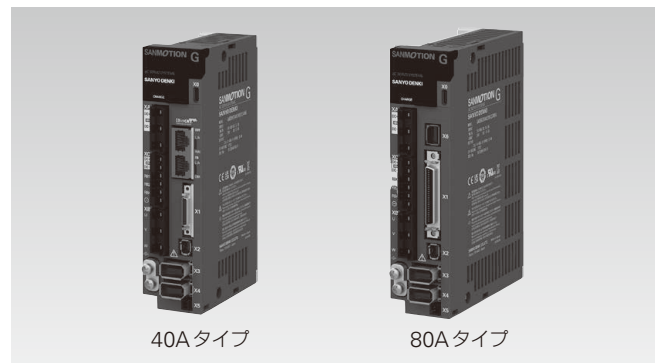


図4 「SANMOTION G」DC48V 駆動 サーボアンプ

図5に「SANMOTION G」2軸一体 AC サーボアンプの外観を示す。本製品は、機械装置の小型・軽量、省エネルギーに貢献する製品である。単軸 AC サーボアンプ2台と比較して設置面積38%低減、質量19%低減と小型・軽量化している製品である。また、回生エネルギーを2軸で効率よく活用することにより、エネルギー損失も18%低減した。

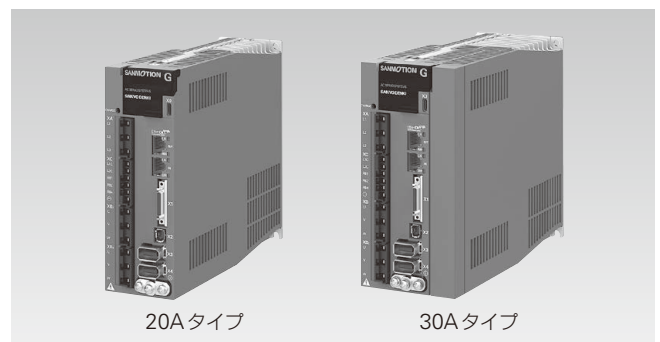


図5 「SANMOTION G」2軸一体 AC サーボアンプ

3.2 得意技術によるチーム活動

「小型・軽量、高効率、低騒音」の技術は、「SANUPS」と「SANMOTION」に共通する得意技術であり、強みである。

製品革新チームでは、表1に示す「共創マトリックス」にもとづき、「SANUPS」と「SANMOTION」の得意技術の深化と新しい価値の創造に取り組んでいる。

表1 共創マトリックス

エレクトロニクス カンパニー		SANUPS	
		技術・製品・ サービス	工場・設備・ 市場・お客さま
SANMOTION	技術・製品・ サービス	コア技術の融合 共通技術を強化	SANUPS市場 SANMOTION 製品を提供
	工場・設備・ 市場・お客さま	SANMOTION市場 SANUPS 製品を提供	新たな市場・お客さま 新しい技術 共創製品をつくる

3.2.1 得意技術の深化

(1) 小型・軽量、高効率、低騒音

製品の「小型・軽量、高効率、低騒音」の技術は、お客さまの装置や当社製品の小型化や消費電力の削減など、技術的、経済的、環境的な幅広いメリットをもたらすエネルギー変換機器の本質であり、この本質を追求し続けている。例えば、最新の電力変換デバイスである GaN（ガリウム・ナイトライド）や SiC（シリコン・カーバイド）の最適な制御方法を確立し、製品の小型化・軽量化・高効率化・低騒音化に取り組んでいる。

(2) 高応答で外乱に強い製品

「SANMOTION」製品では、より高応答で外乱に強い制御を実現するために、高速制御技術の開発に取り組んでいる。この技術は、お客さま装置のタクトタイム短縮や高精度化、電力供給の安定化に貢献する。

(3) 環境に優しいものづくり

両ブランドの製品で使用しているプリント配線板の部品実装プロセスにおける消費電力を削減するため、低温で溶解するはんだ実装技術の確立を進めている。この技術を活用し、プリント配線板の製造品質を維持しつつ、生産時の環境負荷を削減する取り組みである。

3.2.2 新しい価値の創造

(1) 製品の故障予防

「SANUPS」製品では、設置環境の温度と湿度をセンシングし、クラウド経由で予知保全や故障診断に活用する技術に取り組んでいる。製品の設置環境をモニタリングし、故障の兆候を早期に察知することで、劣化状況や寿命予測にもとづいた適切なメンテナンスが可能となる。

(2) 外部センサ情報による制御技術

「SANMOTION」製品では、従来の位置・速度のフィードバック制御に加え、加速度センサ、力覚センサ、圧力センサなどの情報を活用して、より高度で精密なモータ制御の実現に取り組んでいる。これにより、機械装置の滑らかで高精度な動作や、安定性の向上につながることを目指している。

(3) 共創製品

サーボシステムは、加速したときの電気エネルギーの消費や、減速時の回生エネルギーの抵抗による熱消費という課題がある。これを解決するため、「SANUPS」と「SANMOTION」の得意技術を融合した省エネルギー製品の開発に取り組んでいる。サーボシステムにおいて、電力を有効に活用する取り組みの一つである。

4. 品質革新チーム

お客さまに、安心・安全に製品をご使用いただくために、私たちの得意な技術を活かし、品質向上に取り組んでいる。

生産誘導システムを活用したものづくりや、試験の自動化などの不具合を未然に防止するための取り組みを紹介する。

4.1 生産誘導システムの活用

当社では、生産誘導システムを活用したものづくりをおこなっている。生産誘導システムとは、図6に示すように、電子化した作業手順をPC画面やLEDで表示し、作業を正確に誘導するシステムである。作業者によらず、誰でも同じ品質で作業できる環境を構築し、製造品質の向上を実現している。



図6 生産誘導システム

4.2 不具合未然防止のための取り組み

評価試験条件の設定、計測、判定を自動化し、評価試験に漏れない自動評価システムを構築した。お客さまの使用環境条件を網羅した評価試験が自動でできることで、製品品質の向上につながっている。

「SANUPS」製品であるパワーコンディショナの温度上昇試験を自動計測するシステムを図7に示す。試験条件をパソコンで自動設定し、計測したデータをパソコンに取り込み、試験の可否判定を自動でおこなっている。

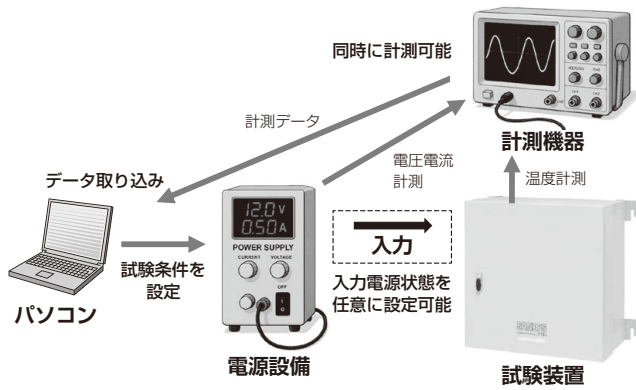


図7 自動評価システムの例

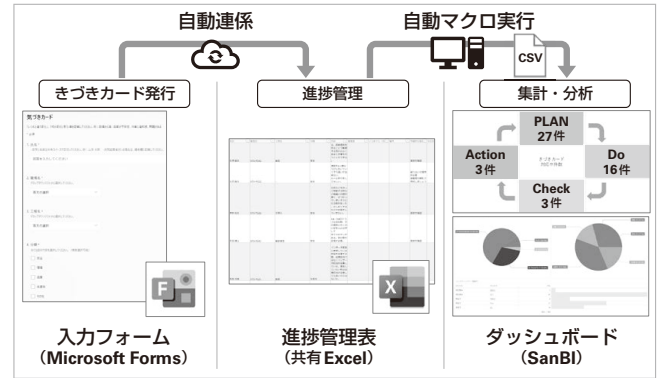


図8 きづきカードの電子版の運用フロー

製品の不具合は、設計変更、部品変更のタイミングで発生することが多い。変更点に着眼し、設計段階での不具合未然防止を図っている。

5. ものづくり革新チーム

ものづくりの生産性を向上するために、設備の自動化や生産誘導システムの適用に加えて、「きづき活動」、「デジタル技術の活用」、「共創活動」および「人財育成」の四つの取り組みを進めている。ものづくりの生産性向上と社員一人ひとりのやりがいの向上につながる活動である。

5.1 きづき活動

日々の生産現場では、「なんか変だな」とか、「なぜだろう」とか、違和感を覚えることがある。このような違和感や問題意識を「きづきカード」に記録・共有して、生産現場の改善や革新に活かす活動をおこなっている。

図8に「きづきカード」電子版の運用フローを示す。「きづきカード」に入力した内容は、クラウド上の共有Excelに自動反映され、改善状況をリアルタイムで確認できる。さらに、蓄積されたデータをBIツール「SanBI」で自動集計・分析することで、職場や工程ごとの改善状況を可視化し、PDCAサイクルの進行度も把握できる仕組みを構築した。

この「きづき活動」により、生産現場の問題の発見や改善までの時間短縮を実現している。社員の主体的な成長を促し、さらなる生産性向上と課題解決力の強化につながる。

5.2 デジタル技術の活用

生産現場では、生産性や品質に影響する事象が日々変化するため、常に課題を見極め、改善に取り組む必要がある。当社ではデジタル技術を活用し、BIツール「SanBI」による、生産性・品質情報および電力使用量の可視化とRPA (Robotic Process Automation) を活用した事務作業・定型業務の自動化に取り組んでいる。

5.2.1 生産性・設備・品質情報の可視化

生産実績・進捗、設備の稼働率、品質データ、異常情報などを、PLCや各種センサ (電流・電圧・温度)、さらに関連システムから自動収集し、「SanBI」を活用して生産現場の状況を可視化した。図9に示すように、蓄積データはグラフやダッシュボードに表示され、稼働状況や生産進捗をすぐに把握できる。これにより、生産性や品質データの分析、設備異常の早期検知が可能となり、作業や管理者は迅速に現場状況を把握して、的確な意思決定や改善ができる。

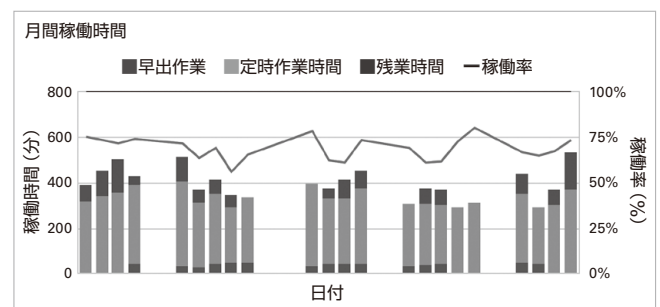


図9 稼働率の可視化

5.2.2 電力使用量の可視化

当社富士山工場における各棟の電力使用量を、図10に示すように「SanBI」での可視化を実現した。

従来は電力監視装置から取得したデータを手作業で編集していたが、電力情報を自動収集・変換し、「SanBI」にアップロードする仕組みを構築した。これにより、電力使用量の異常を早期に把握でき、電力使用量の改善を迅速に進められるようになった。

た。今後は、フロア別や電力分電盤単位など、より細分化した電力量の可視化をおこない、工場全体のエネルギー使用最適化を進めたい。

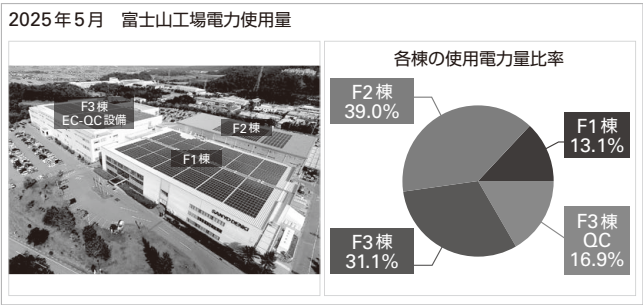


図 10 富士山工場電力使用量の可視化

5.2.3 RPA (Robotic Process Automation) の活用

RPAとは、図11に示すように、人がPCでおこなう定型業務をRPAソフトのプロジェクトファイルとして記録し、ソフトウェアロボットが自動で代行する仕組みである。これにより、業務時間の削減や人為的ミスを防止できる。

このRPAを生産工程準備業務に活用し、最大で50%の業務時間を削減した。今後は、自動化によって創出した時間を、付加価値の高い業務や新たな価値創造へ注力する。

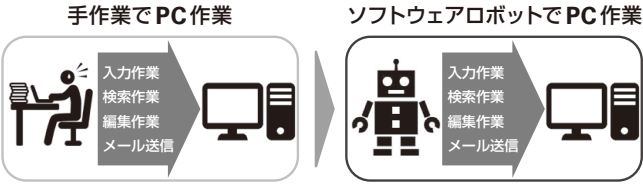


図 11 RPAの活用

5.3 共創活動

「SANUPS」と「SANMOTION」の共創活動として、基板工程を統合し、生産効率向上と設備・工場スペースの有効活用を進めている。

自動化設備や得意技術である生産誘導システムを共有・活用することで、高効率な生産体制を構築している。また、生産人員の多様なスキルを活かした柔軟な働き方を推進するとともに、社員のモチベーション向上と成長支援を図っている。

得意技術を基盤として、パートナー企業との共創活動にも積極的に取り組んでいる。エレクトロニクスカンパニーとパートナー企業の得意技術を融合することで、新たな製品やサービス、生産性向上など、双方にとっての価値創出を推進している。

5.4 人財育成

生産性の向上と高品質なものづくりを将来にわたって維持・発展させるため、エレクトロニクスカンパニーでは「世界一のはんだ付け技術者」の育成を目指し、技術と技能の向上に取り組

んでいる。

はんだ付け分野における国際規格に対応するには、幅広い知識と高度な技能が求められる。この専門性に対応するため、効率的な人財育成を目的に、独自の教育システムの構築に取り組んでいる。学習進捗の可視化、習熟度分析、学習プランの提供をとおして、世界一のはんだ付け技能者の育成を目指している。

また、「SANUPS」製品では、エンジン発電装置の製造や検査など、熟練作業者の高度な技術・技能を必要とする作業が多い。この分野でも新しい教育システムを活用することによって、技能を継承することができ、製品の製造・検査者の育成ができる。

6. 5S活動チーム

5S活動(整理・整頓・清掃・清潔・しつけ)は、安全、生産性、品質のすべてに直結する「ものづくりの基盤」となる活動である。当社では、安心・安全で働きがいのある「職場づくり」と「ひとづくり」に取り組み、5S活動を継続的に推進している。その主な取り組み事例を表2に示す。

表2 「職場づくり」・「ひとづくり」の取り組み

内容	取り組み	効果
職場づくり	5Sパトロール	職場環境の維持・継続 安全・品質リスクの低減
	赤札作戦	不要品の可視化と排除
	看板作戦	定位置・定品・定量の徹底
	清掃活動	設備異常の早期発見 職場環境改善、安全性向上
ひとづくり	全社員5S研修 新入社員教育	社員の自主性、士気向上 モチベーションアップ 人材の成長支援
	5Sマニュアル教育	
	グループ活動報告	
	5S表彰	

(1) 職場づくり

5Sパトロール、赤札作戦、看板作戦、清掃活動を実施し、職場の環境改善、安全性向上、品質確保、設備異常の早期発見に取り組んでいる。

(2) ひとづくり

全社員5S研修、5Sマニュアル教育、グループ活動報告などをおこなうとして、社員の自主性やモチベーションを高め、人材の成長支援につなげている。

7. 独自ビジネス開発チーム

独自ビジネス開発チームは、エレクトロニクスカンパニーの強みであるカスタマイズの技術を活かし、新たなビジネスを開発する活動である。

活動のひとつである生産技術エンジニアリングサービスは、カスタマイズ設計と、ロボット活用技術や自動化技術などの生産技術力を駆使して、お客さまが抱える生産活動の課題解決に取り組んでいる。

7.1 生産技術エンジニアリングサービス

(1) 生産誘導システムの事例

4.1節で紹介したように、当社では生産誘導システムを活用したものづくりをおこなっている。

当社では、本システムを構築から20年にわたり、小型製品から大型の制御盤まで幅広い製品に活用してきた。その強みは、多様な製品へ適用できる柔軟性と高いカスタマイズ性があり、現在もデジタル技術を取り込むなど進化を続けている。

近年、人手不足や多品種少量生産への対応、さらに生産現場のデジタル化などの社会的ニーズが高まり、同じ課題を抱える企業から、本システム導入に関する問い合わせが増加している。これを受け、当社では本システムをお客さまごとにカスタマイズして提供している。

今後も、お客さまのものづくりの課題を解決し、「ニーズに即した使いやすい製品」を提供することで、生産性と品質向上を支援し、お客さまと一緒に、新たな価値を創っていきたいと考えている。

(2) 段ボールパレタイズシステムの事例

「SANMOTION」製品を活用してカスタマイズした段ボールパレタイズシステムの事例を紹介する。

図12に段ボールパレタイズシステムを示す。段ボールパレタイズシステムは、製品が梱包された段ボール箱をパレット上に自動的に積み重ねるシステムである。

パレタイズシステムの開発では、ロボット技術を活かし、コンベアとロボットを安定稼働するために、表3に示すように導入作業をフェーズごとに分割した。作業フェーズと内容を明確にして、各フェーズで発生する可能性がある問題を予測し、作業の抜け漏れを防止することで、開発期間短縮と装置の安定稼働を実現した。



図12 段ボールパレタイズシステム

表3 段ボールパレタイズシステムの導入フェーズ

フェーズ	内容
① 現場調査・要件定義	<ul style="list-style-type: none"> 現場のスペース、ライン構成、作業内容の調査 段ボールの種類、サイズ、重量、日当たり処理数の把握
② システム構想・仕様設計	<ul style="list-style-type: none"> 積載パターン、ロボット種別、可搬重量などの検討 周辺設備（PLC、コンベア、パレット供給装置）との通信接続確認
③ 設計・製作・社内テスト	<ul style="list-style-type: none"> サーボアンプの設定、動作シーケンスの詳細設計 3Dシミュレーションでのパレタイズロボットの動作確認
④ 搬入・据付・現地調整	<ul style="list-style-type: none"> 導入スケジュール調整、据付工事、現地テスト 実際の段ボールを使った動作確認
⑤ 操作確認・試運転開始	<ul style="list-style-type: none"> オペレータや保守担当者との情報共有 試運転期間中のチューニングと安定運用確認
⑥ 本稼働・評価・改善	<ul style="list-style-type: none"> 生産への本格導入、初期トラブルへの対応 稼働データの取得と改善活動

7.2 省人化・自動化を実現する技術

段ボールパレタイズシステムは、当社製のモーションコントローラ S500 をカスタマイズして構築した。ロボットアームやコンベア、画像認識装置を制御し、作業を自動化することにより、作業効率向上と省人化を実現した。

パレタイズロボットの教示作業を図13に示す。コントローラのプログラムは、ロボットハンドとパレットの位置関係を教示するだけで、段ボールのサイズ、重さ、積み付けパターンに柔軟に対応できるようにカスタマイズしている。

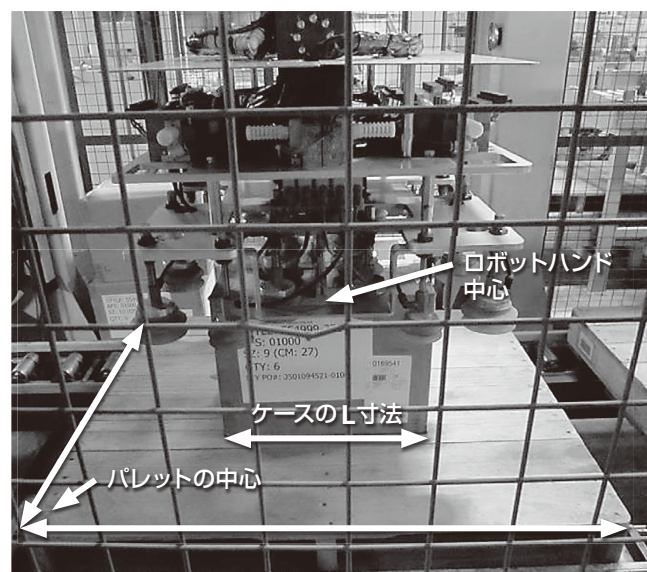


図13 パレタイズロボットの教示の作業

8. むすび

本稿では、エレクトロニクスカンパニーの「三つの得意技術」と「五つのチーム活動」を紹介した。

私たちの「得意技術」は、次の三つである。

- ① エネルギー変換技術 (小型軽量・高効率・低騒音)
- ② 生産技術 (誰でも・間違いなく・手際よく)
- ③ カスタマイズ技術 (お客さま起点の最適設計)

私たちは、「小型軽量・高効率・低騒音」なエネルギー変換機器を、「手際よくつくる」ことが得意である。そして、お客さまごとに、最適なカスタマイズ設計することがとても得意である。

この「三つの得意技術」は、「五つのチーム活動」から生まれている。今後もチーム活動をとおして、製品・サービスの品質やものづくりの生産性をより向上するとともに、「得意技術」と「異質技術」を融合して、お客さまや世の中に役立つ「新しい価値」を創り、提供し続けたい。

参考文献

柴田 雅之ほか2名：「特集：SDGsとSANUPS製品の関わり」エレクトロニクスカンパニー
SANYODENKI Technical Report, No.58, pp.17-22 (2024.11)

伊藤 直弘ほか2名：「特集：SDGsとSANMOTION製品との関わり」エレクトロニクスカンパニー
SANYODENKI Technical Report, No.58, pp.31-35 (2024.11)

執筆者

児玉 秀明

エレクトロニクスカンパニー 設計部
モーションコントローラの開発, 設計に従事。

柴田 雅之

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源機器の開発, 設計に従事。

土屋 悟

エレクトロニクスカンパニー 生産部生産技術課
無停電電源装置と制御装置の生産技術に従事。

藤沢 健一

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

水口 政雄

エレクトロニクスカンパニー 設計部
ステッピングドライバの開発, 設計に従事。

モーションカンパニーが持つ技術と強み

牧内 一浩

Kazuhiro Makiuchi

孫竹 周作

Shusaku Magotake

1. まえがき

モーションカンパニーは、サーボモータの開発・製造・販売を事業とし、全世界のお客さまに製品を届けている。特に、長年培ってきたモータ設計技術と生産技術の強みを活かし、お客さまの装置に合わせた「カスタマイズ」が得意である。

カスタマイズの目的は、お客さまの装置の性能向上と市場競争力の強化にある。具体的にはモータ巻線を変更してお客さまの装置ごとにモータ特性を最適化したり、コネクタやカバー形状を変更して装置の限られた空間に入るように省スペース化したり、装置と結合しやすい出力軸や取り付けフランジを個別設計するなどの事例がある。カスタマイズ製品の設計では、企画段階からモータの仕様をともに作り上げ、サーボモータのプロフェッショナルとしてお客さまの開発に深く携わらせていただいている。

一方、カスタマイズの多様性を受けて、工場では多品種少量生産に対応する必要がある。一般的に、多品種少量生産は、段取り時間が増えるなど生産性が低下するが、当社は長年培った生産技術力により、これらの課題を克服している。作業者と自動装置を適材適所に配置し、段取り時間と、サイクルタイムの最小化を実現するとともに、作業を支援する「生産誘導システム」を用いた高品質な製造ラインを構築している。

本稿では、お客さまの装置に特化したカスタマイズ事例と、生産効率を追求した工場の独自工夫を詳しく取り上げる。さらに、2024年から開始した生産技術エンジニアリングサービスについて紹介し、当社が新たに提供する価値について述べる。

2. お客さまの装置に特化したカスタマイズ

カスタマイズの内容は、モータが使われるお客さまの装置ごとに多種多様である。ここでは多種多様な装置に合わせておこなったカスタマイズの事例を3つ紹介する。

2.1 半導体製造装置向けのカスタマイズ

一般的なモータはロータとステータを筐体（フランジ・フレーム・ブラケット）内に収めた形で提供されるが、筐体部分をお客さまの装置と一体化することで、モータ性能はそのまま装置をより小型化できる。この場合、当社から図1に示すようなロー

タとステータを単品で提供し、お客さまが装置に組み込む形態となる。このような製品をビルトインモータと呼ぶ。

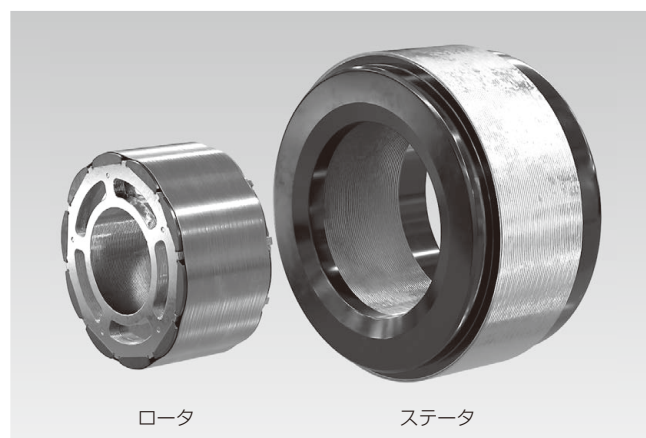


図1 ビルトインモータ

図2に半導体製造装置のウェハ搬送用ロボットの例を示す。ウェハを搬送するロボットは、同軸上に出力軸を2つ以上配置する1芯多軸の構造をとるが、これらのロボットに当社のビルトインモータを採用いただいている。

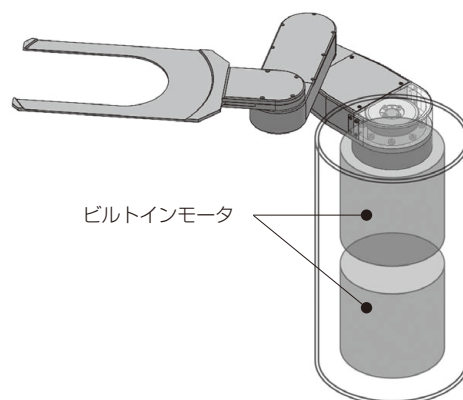






図2 ウェハ搬送用ロボット

ウェハー搬送用ロボットに求められるモータは、最高回転速度は高くないが、低速領域で高トルクを出力するモータである。また、真空や高温などの特殊な環境で使用するため、特別な材質を用いる必要がある。これらの仕様を満足しながら、お客さまの装置を小型化するためには、カスタマイズしたビルトインモータが適している。設計の進め方は、まずお客さまの装置構造に合わせて、インナーロータタイプかアウターロータタイプかを定める。次いで、使用環境を考慮して材料を選定する。さらに、必要なトルク特性を満たすようにコア形状と巻線仕様を決める。構造設計は3Dモデルでおこない、お客さまの装置との干渉チェックをおこないながら、最小スペースになるようにモータ形状を決めていく。

表1に代表的なビルトインモータの諸元を示す。カスタマイズをおこなう場合、これらのなかからお客さまの装置の設計に適した体格の近いものを選び、巻線設計などを最適化することで、コストミニマムかつ短納期でカスタマイズ製品を提供できる。

表1 ビルトインモータの代表機種諸元

形状	ステータサイズ			ロータサイズ		
	外形 (mm)	内径 (mm)	長さ (mm)	外形 (mm)	内径 (mm)	長さ (mm)
	□40	ø24	23.5	ø23	ø16	9
	□60	ø33	27.5	ø32	ø22	12
	ø80	ø50	71	ø49	ø22	63
	ø123	ø72	44	ø71	ø35	37

2.2 主軸モータのカスタマイズ

当社が得意とするモータの一つとして、工作機械で使用される主軸モータがある。図3に主軸モータの一例を示す。一般的に主軸モータは回転速度が高いため、特殊な巻線設計とロータ設計が必要である。当社では工作機械の主軸向けに最高回転速度10,000min⁻¹から27,000min⁻¹までのモータを製造しているが、最高回転速度とトルクのお客さまの装置仕様に応じてカスタマイズができる。例えば、最高回転速度を向上するカスタマイズをおこなう場合、モータ側では巻線仕様の変更や、マグネット配置を変更する等の方法がある。また、サーボアンプとしては、高速領域の電流制御パラメータを変更して実現する方法もある。さらには、お客さまコントローラ内の制御も合わせて変更する場合もある。

お客さまの「実現したいこと」をモータとサーボアンプ、さらにはお客さまのコントローラを含めたサーボシステム全体で考え、最適なカスタマイズを提案・実現できることも当社の強みである。

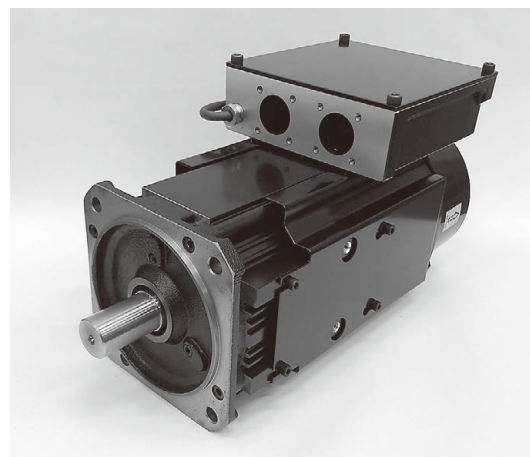


図3 主軸モータ

2.3 モータの高効率化による省エネ化

従来、誘導型モータを使用していた軸を同期型モータに置き換えることにより装置の大幅な省エネを実現した。本カスタマイズは当社の標準製品であるRシリーズモータをベースとして実施した。図4にカスタマイズのベースとしたモータを示す。

本カスタマイズではロータを新規設計し、お客さまの装置を省資源化および省エネルギー化するとともに、開発そのものの効率化も実現した。

2.3.1 モータの省資源化

埋込磁石形同期モータを適用することで、同出力のサーボモータと比較して永久磁石の使用量を20%削減した。モータ体格として、既存の誘導型モータに対して外径サイズを40%、体積を60%削減した。レアアース資源と構造部材の使用量を大幅に削減し、お客さまの装置を省資源化できた。

2.3.2 モータの高効率化

インダクタンスを利用してモータ電流のスイッチング高調波を抑制するように設計した。既存の誘導型モータに対して効率を14%向上して、お客さまの装置を省エネルギー化できた。

2.3.3 開発の効率化

インダクタンスの変化を検出することで、同期型モータでありながら誘導型モータと同じく位置センサレスでの制御ができるようになった。これにより、既存のインバータをそのまま使用することができた。モータのステータ部は当社標準の部品と共通化を図ることで、初期費用の抑制と開発期間の短縮を実現できた。既存の資産を有効利用する設計により、お客さまの開発を効率化できた。

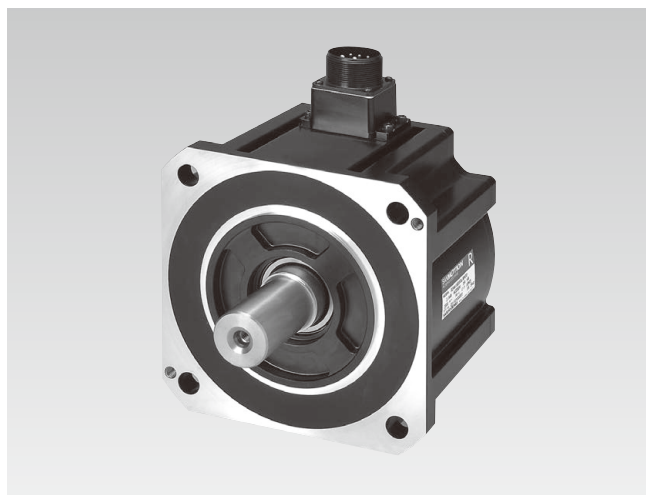


図4 カスタマイズのベースとしたRシリーズモータ
(180mm角サイズ)

3. 多品種少量生産に適した製造装置

カスタマイズの多様性に応じるため、生産現場においては、多品種少量生産に適した製造装置を数多く開発・導入している。ここでは、その代表例として2つの装置を取り上げ、装置の開発において工夫した内容を詳しく述べる。

3.1 セグメントマグネット貼り付け装置

ロータにセグメントマグネット（以下、マグネットと呼ぶ）を貼り付ける工程は、マグネットの位置精度や密着性、接着剤の塗布量などがモータ性能と品質に直結する重要な工程である。

従来、この工程は手作業でおこなっていたが、多品種少量生産のため、モータの生産量に応じた人員を投入する必要があった。

図5は、ロータへのマグネット貼り付けを自動でおこなう装置である。本装置の導入により、多品種少量生産への対応とモータの品質向上を実現した。以下に本装置の主要構成部の役割と工夫について述べる。

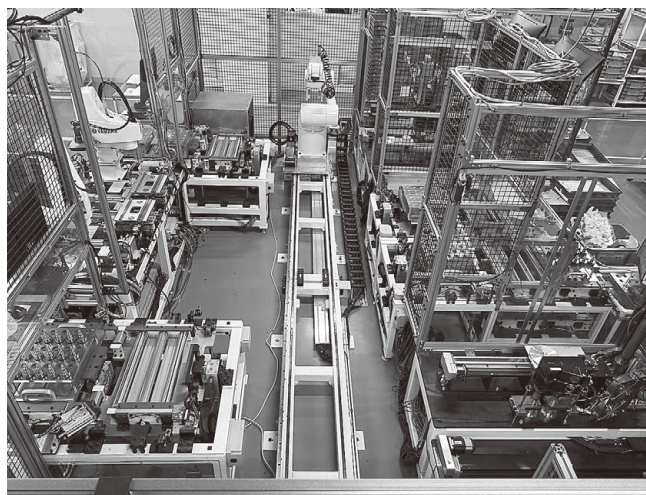


図5 セグメントマグネット貼り付け装置

3.1.1 画像処理を活用したマグネットの検査

ロータに貼り付けるマグネットは、未着磁状態のパラ品として準備され、パーツフィーダの供給部に投入される。パーツフィーダによって表裏を揃えたマグネットを、スカラロボットで吸着し、画像処理による外観検査をおこない、傷や寸法不良などを自動で判定する。不良と判定されたマグネットは廃棄され、不良品が後工程へ流出しない仕組みを構築している。

3.1.2 走行レールと多関節ロボットによる並行生産

画像処理による検査後、マグネットは整列治具に挿入され、貼り付け工程へと搬送される。

ロータにマグネットを貼り付ける工程は、他の工程に比べて時間を要するため、生産性向上を目的として、貼り付けを2ヵ所でおこなえるようにした。マグネット搬送をおこなう多関節ロボットを走行レール上に設置し、2ヵ所の貼り付け工程への柔軟な搬送振り分けができる。この搬送振り分け機構により、貼り付け工程での待機時間を最小化し、高い生産性を実現している。

3.1.3 マグネットの一括貼り付けと高周波加熱

マグネット貼り付け工程では、所定数量のマグネットを整列治具に配置し、一括で貼り付けることによりマグネットの位置精度と密着性を確保している。さらに高周波を用いてロータを加熱する方式を採用し、加熱に要する時間を短縮している。

これらの工夫により、マグネット貼り付けにかかる時間を最小化し、生産性を向上するとともに、マグネットの位置精度と密着性の向上による品質の安定化を実現した。

3.2 ブレーキ組立・検査装置

サーボモータに内蔵される電磁ブレーキ（以下、ブレーキと呼ぶ）は、電源が供給されていない状態でモータの軸が回転しないように保持する役割を担う。安全に直結する重要な部品であり、ブレーキの組み立て工程および検査工程においては、高い信頼性と確実な作業の実施が求められる。

従来、ブレーキの組み立て工程は、作業者がマイクロメータなどの測定機器を用いて部品の寸法を測定し、適切なスペーサを選定するなど、注意が必要で時間がかかる工程であった。この課題をクリアするために新しいブレーキ組立装置では、画像処理技術や各種計測センサを活用し、部品のピックアップを自動で間違いなくおこなう仕組みを構築した。難しい一連の作業を自動化することにより、大幅な時間短縮と信頼性の高い組み立てを実現した。ただし、本装置ではすべての作業を自動化しているわけではなく、搬送パレットへの固定とねじ締めは手作業でおこなっている。多品種少量生産ではすべてを自動化するよりも、手作業と、自動化する作業を適切に組み合わせることが肝要である。

図6、図7は開発したブレーキ組立・検査装置である。組立装置と検査装置を並べて配置し、組み立てから検査まで1個流しで生産する。本装置を開発するにあたって取り入れた工夫について詳しく述べる。

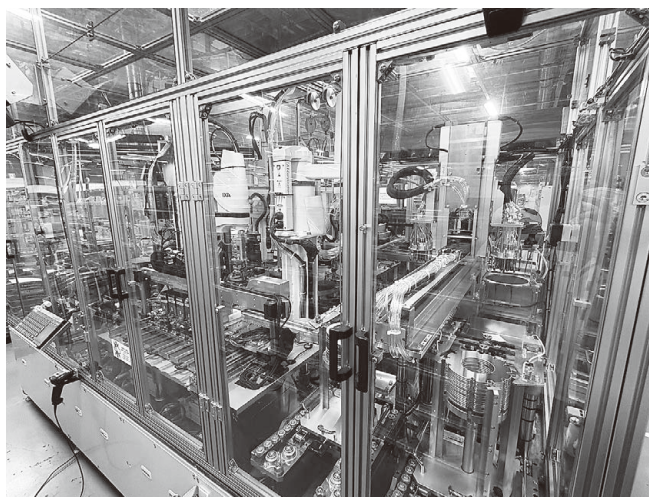


図6 ブレーキ組立装置



図7 ブレーキ検査装置

3.2.1 画像処理を活用した組み立て

ブレーキの組み立てはスカラロボットと直交ロボットを使用しておこなう。組み立てにあたっては、最下部にブレーキヨークを配置し、その上にインナープレートや摩擦板などを順次積層する積層型の組み立て方式を採用した。積層時には、ロボットハンドに搭載された複数のカメラで各部品的位置差分を算出する。算出した値をロボット座標に換算することで、高精度な位置決めを実現している。

3.2.2 厚み自動測定による適切なスペーサ選定

インナープレートと摩擦板を高精度なセラミックス製測定板で上下から挟み、複数の変位計により厚みを自動で測定する。この測定値をもとにヨークとインナープレート間のスキマが適正值となるよう、適切なスペーサを自動で選定してピッキングする。従来、集中力を必要とし、時間がかかっていた厚み測定とスペーサ選定の工程を自動化して、生産性の向上と品質の安定化を実現した。

3.2.3 インデックステーブルを活用した同時検査

組み立てが完了したブレーキは、各種検査を経て完成品となる。検査工程では、組立工程のサイクルタイムと同期を取るため、インデックステーブル方式を採用した。作業者が製品を搬送パレットに固定した後、製品が各検査ステーションを自動で移動し、特性検査、バックラッシュ検査、静摩擦トルク検査などの検査が順々に自動でおこなわれる。製品の固定を含めて、すべての検査が同じ時間内に並列に実施され、一定のサイクルタイムで必要な検査がすべて完了する。

以上のとおり、ブレーキ組立・検査装置は、作業者がおこなう工程と自動化された工程を適切に組み合わせ、検査の効率化を達成し、生産性向上と品質安定化を実現している。

4. 生産技術エンジニアリングサービス

事業部制からカンパニー制への移行にともない、モーションカンパニーの新たな事業として、生産技術エンジニアリングサービスを開始した。

ここでは生産技術エンジニアリングサービスの概要と、重点取り組みの一つと位置付けている生産誘導システムについて紹介する。

4.1 生産技術エンジニアリングサービスの概要

生産技術エンジニアリングサービスは、長年培ってきたロボット活用技術と自動化技術および生産システム構築の経験を活かして、お客さまが生産工程で抱えている課題を解決する取り組みである。サービスの内容は以下の3つである。

- ① お客さまの生産活動を支える機械装置の製作・販売
- ② お客さまの生産性向上を実現する自動化設備の製作・販売
- ③ お客さまの製造品質の向上を実現する生産システムの製作・販売

特に③の生産システムの製作・販売は、当社工場で使用している“生産誘導システム”をご提供する取り組みである。作業指示書の電子化が進んでいないお客さまや、作業履歴の詳細を残したいと考えているお客さまなどから非常に大きな反響をいただいている。

4.2 生産誘導システム

生産誘導システムとは、図面から手順を起こし、常に同じ手順で「誰でも」・「ミスなく」・「効率良く」高品質の製品を製造することを目的に開発したシステムである。生産誘導システムの主な特徴は以下の3つである。

- ① 作業手順の電子化
- ② 外部機器との接続・コントロール
- ③ 作業履歴をトレースデータとして蓄積

①の「作業手順の電子化」は、工程を作業単位（以下、ステップ

と呼ぶ)に分割し、図8のとおりモニタに工程順に表示する。ステップは写真や図面、文章によって分かりやすく表示され、作業者の力量によらず「誰でも」作業ができる。

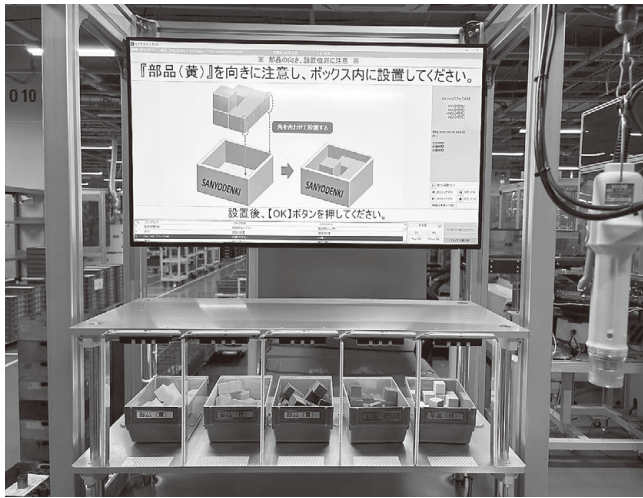


図8 生産誘導システムのステップ

②の「外部機器との接続・コントロール」は、各ステップと連動し、工具に取り付けたLEDを点灯する。また、センサからの信号によりブザーの鳴動も制御する。これにより作業者の動作を視覚と聴覚で誘導する。さらに、外部機器からの値の取得や、取得値をステップ完了の判定条件として使用することで、「ミスなく」作業をおこなうことができる。

③の「作業履歴をトレースデータとして蓄積」は、各ステップの作業内容をデータベースに記録する。工程のボトルネックの抽出や工程バランスの調整といった作業分析に活用できる。この機能を活用することで、作業を「効率良く」おこなうことができる。

生産誘導システムの導入により、「誰でも」・「ミスなく」・「効率良く」高品質の製品を製造できる。生産誘導システムはモノづくり現場の改革に寄与し、お客さまにご満足いただけるシステムであると確信している。

5. むすび

本稿では、「モーションカンパニーが持つ技術と強み」として、次の3つを紹介した。これらは、当社が長年培ってきたカスタマイズの設計技術力と、数多くのカスタマイズ製品を高品質に効率良くつくる生産技術力を活用した取り組みである。

- ① お客さまの装置に特化したカスタマイズ
- ② 多品種少量生産に適した製造装置
- ③ 生産技術エンジニアリングサービス

カスタマイズの目的は、お客さまの装置の性能向上と市場競争力の強化にある。そのためには、お客さまの装置をよく知り、当社の経験を活かした最適な提案をすることが大切である。「山

洋電気なら何とかしてくれる」、「いい製品を作ってくれた」と言っていただけることが、私たちの喜びであり、社会への貢献であると考えている。私たちはこれからもお客さまとともに歩み、新たな価値を生むカスタマイズにこだわり続けていく所存である。

執筆者

牧内 一浩

モーションカンパニー 設計部

サーボモータ、エンコーダの開発、設計に従事。

孫竹 周作

モーションカンパニー 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。

ø200×70mm厚 DCファン 「San Ace 200」9GA タイプ

宮原 義則

Yoshinori Miyabara

大林 英俊

Hidetoshi Obayashi

奥井 宗一郎

Soichiro Okui

中村 俊之

Toshiyuki Nakamura

1. まえがき

近年のAI技術の普及やデータ処理の高速化により、データセンタではCPUやGPUが搭載された高機能なサーバラックや熱交換器が使用されることが多くなり、冷却ファンには高い冷却性能、低消費電力が求められている。

また、高風量を確保するために冷却ファンを複数台設置するサーバラックではラックサイズに最適なø200サイズの需要が増えてきている。

当社ではø200×70mm厚DCファン「San Ace 200」9GVタイプ（以下、従来品とする）を製品化し販売してきたが、このような市場の要求に応えるため、ø200×70mm厚DCファン「San Ace 200」9GA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を保ちつつ、低消費電力化および軽量化を実現している。



図1 ø200×70mm厚「San Ace 200」9GAタイプの外観

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

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

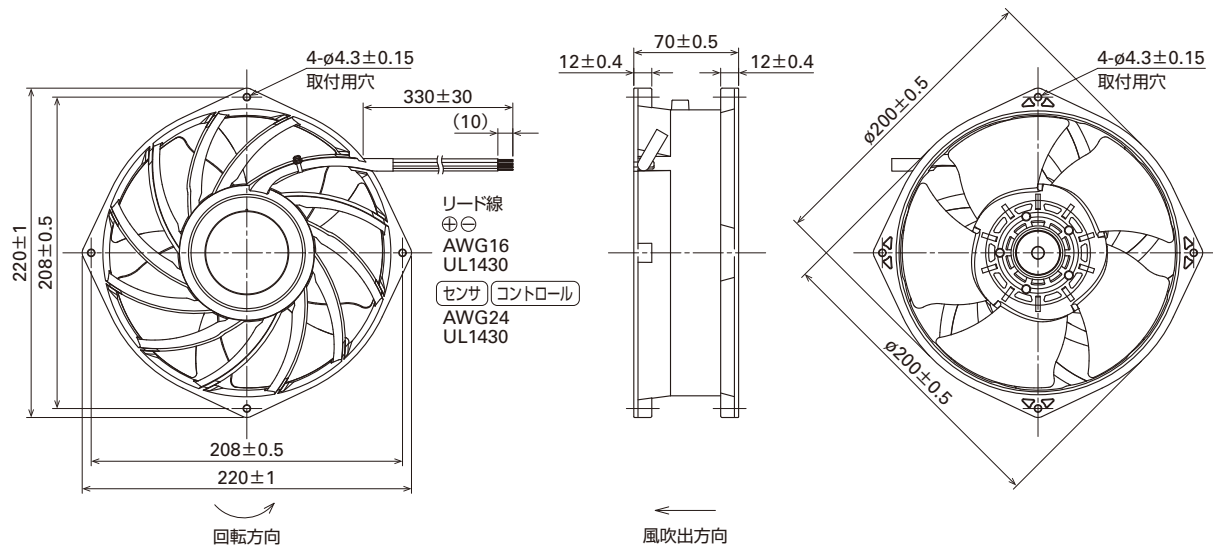


図2 ø200×70mm厚「San Ace 200」9GAタイプの寸法諸元（単位：mm）

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。

表1 φ200×70mm 厚「San Ace 200」9GA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		最大静圧		騒音 レベル [dB (A)]	使用 温度範囲 [°C]	期待寿命 [h]
9GA2048P0G001	48	36 ～ 60	100	8.0	384	7,800	30.7	1084	1350	5.40	81	- 20 ～ + 70	40,000/60°C (70,000/40°C)
			20	0.30	14.4	2,000	7.87	278	147	0.588	48		

※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,
コントロール端子がオープン時の回転速度は, PWMデューティ 100% 時と同じ。

3.2.2 風量－静圧特性

図3に開発品の風量－静圧特性例を示す。

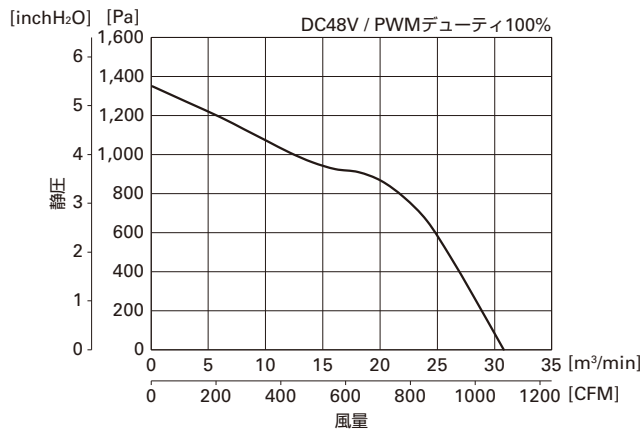
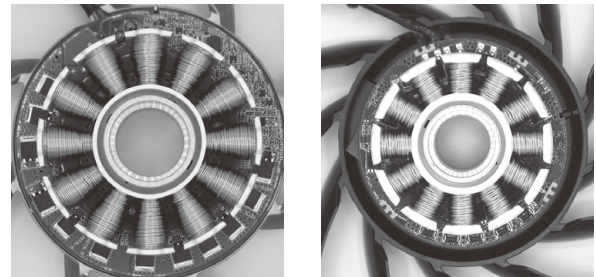


図3 開発品の風量－静圧特性例

開発品, 従来品ともに三相駆動モータを採用しているが, 本開発では, 送風効率を向上させるために, モータサイズ, 回路基板サイズの小型化をおこなった。モータ外径は従来品と比較して約20% 小さくしているが, モータ巻線の最適化と高磁力マグネットの採用により, 従来品と同等のモータ効率を実現した。



従来品

開発品

図4 開発品と従来品のモータ部の比較

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可能である。

4. 開発のポイント

開発品は, 高効率な三相駆動モータを採用し, 送風効率が高い羽根・フレーム形状を新規設計することにより, 従来品と同等冷却性能を確保しながら低消費電力を実現した。

以下に開発のポイントを説明する。

4.1 モータ・回路設計

図4に「San Ace 200」の開発品と従来品のモータ部の比較を示す。

4.2 羽根・フレーム設計

図5に開発品と従来品の羽根・フレーム形状の比較を示す。

開発品は小径モータの採用により羽根およびフレーム中央ボス部のサイズを小さくすることができ, 通風面積を拡大することが可能となった。また, 羽根およびフレームの翼形状の最適化により送風効率の向上を実現した。これにより, 低消費電力化を実現した。

さらに, 羽根天面に通気口を設けモータ内部の自己冷却性を高めることで, 電子部品と巻線の温度上昇を抑えている。

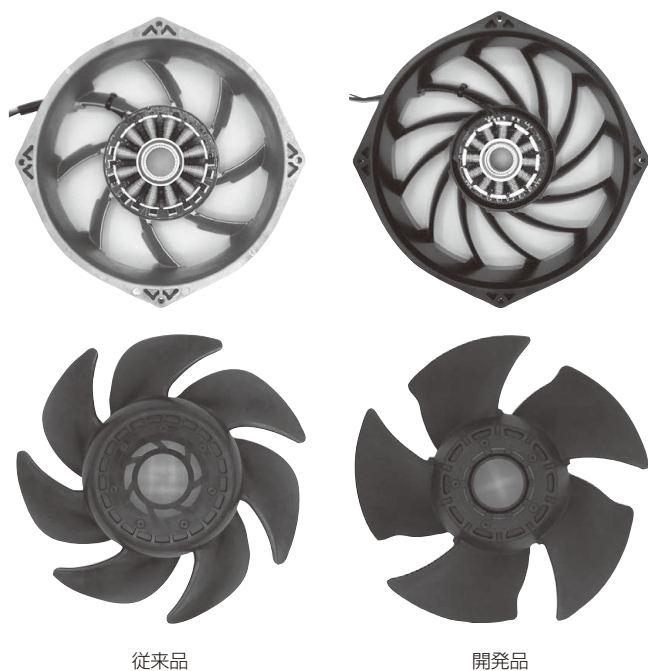


図5 開発品と従来品の羽根・フレーム形状比較

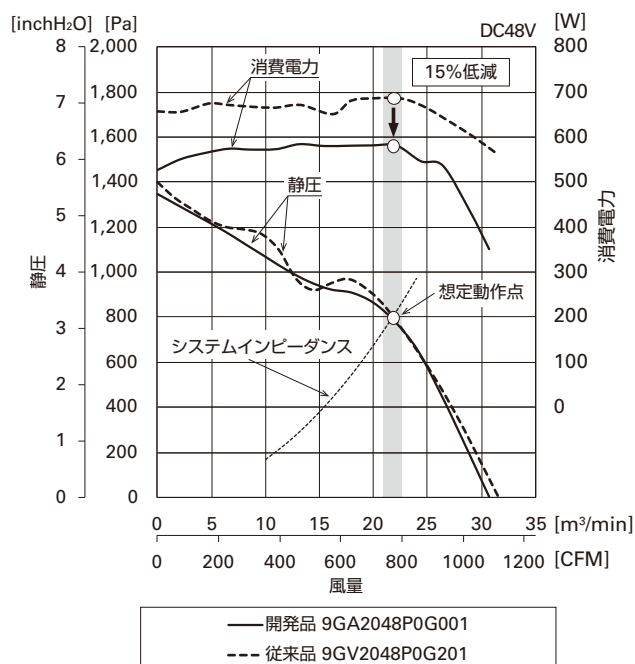


図6 開発品と従来品の風量－静圧特性例比較

5. 開発品と従来品の比較

5.1 風量－静圧, 消費電力の比較

図6に開発品と従来品の風量－静圧特性と消費電力の比較を示す。

同等冷却性能となる図中の想定動作点において、開発品は従来品に対して消費電力が15%低減した。さらに最大風量に近い領域では最大36%低減した。

5.2 構成部品点数と製品質量の比較

開発品は、新規の駆動ICを使用することにより駆動回路の部品点数を従来品の部品点数から約60%削減した。さらに、モータの小型化により開発品の製品質量は従来品に比べ約16%の軽量化を実現した。これにより、ファンの製造時および輸送時の環境負荷低減に貢献できる。

5.3 環境負荷に対する比較

図7に開発品と従来品のライフサイクル全体におけるCO₂排出量の比較を示す。

開発品は、同等動作風量時の消費電力を低減したことで、製品のライフサイクルにおけるCO₂排出量を従来品と比較して15%削減できる。このような環境負荷に対する貢献が評価され、エコプロダクツ製品と認定された。

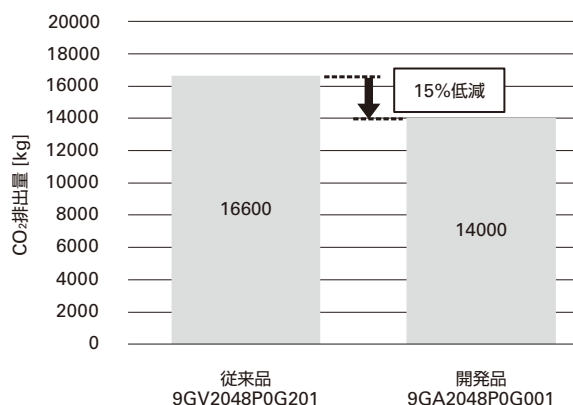


図7 CO₂排出量の比較
当社LCA計算ソフトウェアによる
(40,000時間, 同等動作風量時)

6. むすび

本稿では、新規で開発した ø200×70mm 厚 DC ファン「San Ace 200」9GA タイプの特長と性能を紹介した。

開発品は、当社従来品と比較し同等の冷却性能を維持しつつ、さらなる低消費電力化を実現した。また、モータの小型化により製品質量の軽量化を実現した。

今後も、市場要求にいち早く応えつつ、環境負荷低減を推進でき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

宮原 義則

サンエースカンパニー設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。

大林 英俊

サンエースカンパニー設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。

奥井 宗一郎

サンエースカンパニー設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。

中村 俊之

サンエースカンパニー設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。

□80×80mm 厚 二重反転ファン 「San Ace 80」9CRHA タイプ

山崎 嘉久

Yoshihisa Yamazaki

丸山 和也

Kazuya Maruyama

藤澤 健

Ken Fujisawa

宮沢 昌嗣

Masashi Miyazawa

1. まえがき

AI技術の飛躍的な進展および需要の拡大にともない、それを支えるGPUサーバや通信機器は、現代社会における経済基盤の中核として、その重要性を一層増大させている。

一方で、これら装置の高性能化および高密度化の進展により、内部発熱量は著しく増加している。これらの装置には、冷却能力に優れた二重反転ファンが多く採用されており、さらなる冷却性能の向上が強く求められている。

こうした市場の要求に対応すべく、□80×80mm厚二重反転ファン「San Ace80」9CRHタイプ（以下、従来品と称する）を製品化したが、さらに高性能、高密度の装置にも搭載可能な□80×80mm厚二重反転ファン「San Ace 80」9CRHAタイプ（以下、開発品と称する）を開発して製品化した。

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一の外形寸法を維持しつつ、高静圧化を実現している。



図1 □80×80mm厚「San Ace 80」9CRHAタイプの外観

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

図2に開発品の寸法諸元を示す。

外形サイズおよび取付寸法等は従来品と互換性を保持している。

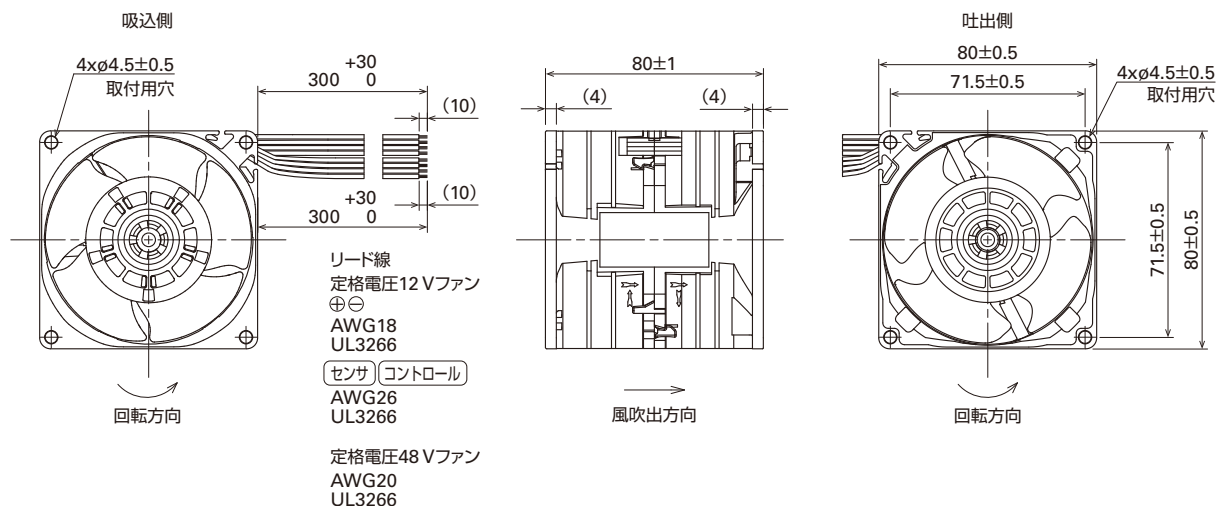


図2 □80×80mm厚「San Ace 80」9CRHAタイプの寸法諸元（単位：mm）

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。

3.2.2 風量－静圧特性

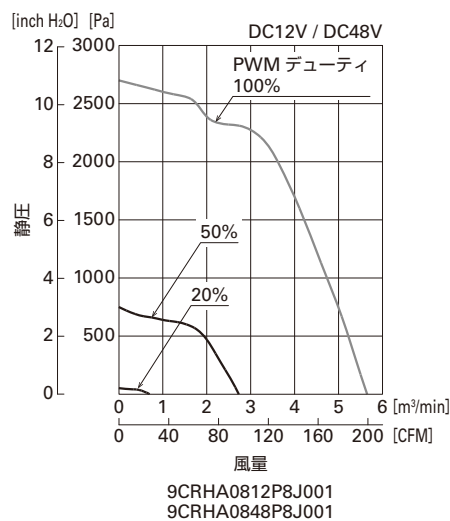
図3に開発品の風量－静圧特性例を示す。

表1 □80×80mm 厚「San Ace 80」9CRHA タイプの一般特性

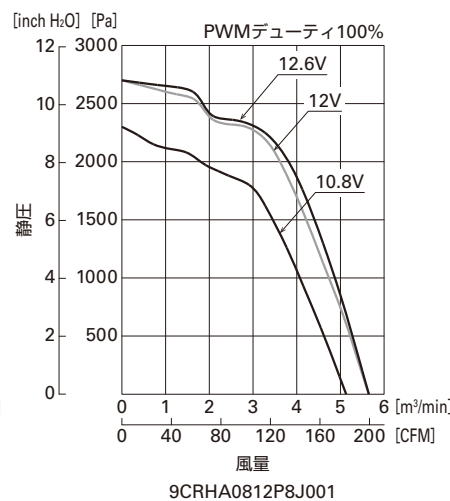
型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	PWM デューティ サイクル※ [%]	定格電流 [A]	定格入力 [W]	定格回転速度 [min ⁻¹]		最大風量		最大静圧		騒音 レベル [dB (A)]	使用 温度 範囲 [°C]	期待 寿命 [h]
						吸込側	吐出側	[m ³ /min]	[CFM]	[Pa]	[inchH ₂ O]			
9CRHA0812P8J001	12	10.8 ～ 12.6	100	12.0	144	18500	19300	5.65	199	2700	10.8	85	-20 ～ +70	40000/ 60°C (70000/ 40°C)
			20	0.20	2.40	2300	2500	0.70	24.7	52.0	0.208	36		
9CRHA0848P8J001	48	40.8 ～ 60.0	100	2.8	135	18500	19300	5.65	199	2700	10.8	85		
			20	0.11	5.28	2300	2500	0.70	24.7	52.0	0.208	36		

※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、コントロール端子がオープン時の回転速度は、PWM デューティ 100% 時と同じ。

PWMデューティサイクル



使用電圧範囲



使用電圧範囲

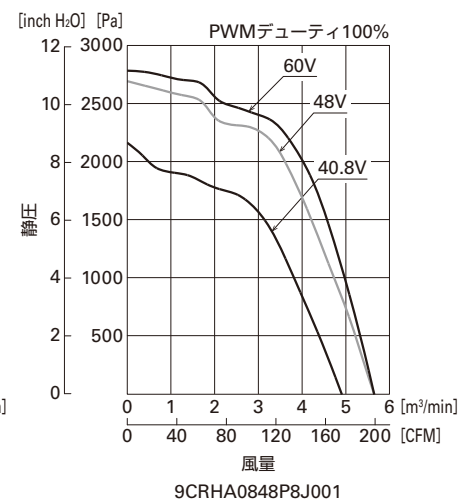


図3 開発品の風量－静圧特性例

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可能である。

4. 開発のポイント

開発品は、高効率な三相駆動モータの採用に加え、高回転、高静圧での性能に優れた羽根およびフレーム形状を新たに設計したことで、従来品に比べて高静圧化と、高負荷領域での低消費電力化を実現した。

また、ファンを搭載する装置への影響を考慮し、省スペース化に寄与する工夫も施している。

以下に開発の主要なポイントを示す。

4.1 モータ設計

従来品から高回転化するにあたり、回転速度の増加は消費電力と振動の増加の要因であるため、モータの高効率化と低振動化は不可欠である。

開発品は、高負荷領域でのモータ効率を上げるため、巻線および相切り替え時のタイミングなどの最適化を図った。また、低振動化のため、工夫を施した着磁ヨークを採用し、コギングトルクを低減した。これにより、高回転化を実現した。

4.2 羽根・フレーム設計

4.2.1 羽根・フレームによる特性改善

図4に開発品と従来品の羽根・フレーム形状の比較を示す。開発品は、従来品に比べて羽根形状とフレームのスポーク形状を最適化した。

特に、スポーク本数を増やし、羽根の取り付け角度を調整することで、高効率化と高静圧化を実現した。

冷却ファンの性能は、羽根形状だけでなく、フレーム形状や回転速度も重要な要素である。加えて、二重反転ファンは、これらの要素が通常の軸流ファンの2倍となり、組み合わせは多岐にわたる。

そのため、シミュレーションによる設計探索と試作評価を繰り返しながら、最適な形状を効率的に導き出すことで高性能化を実現した。

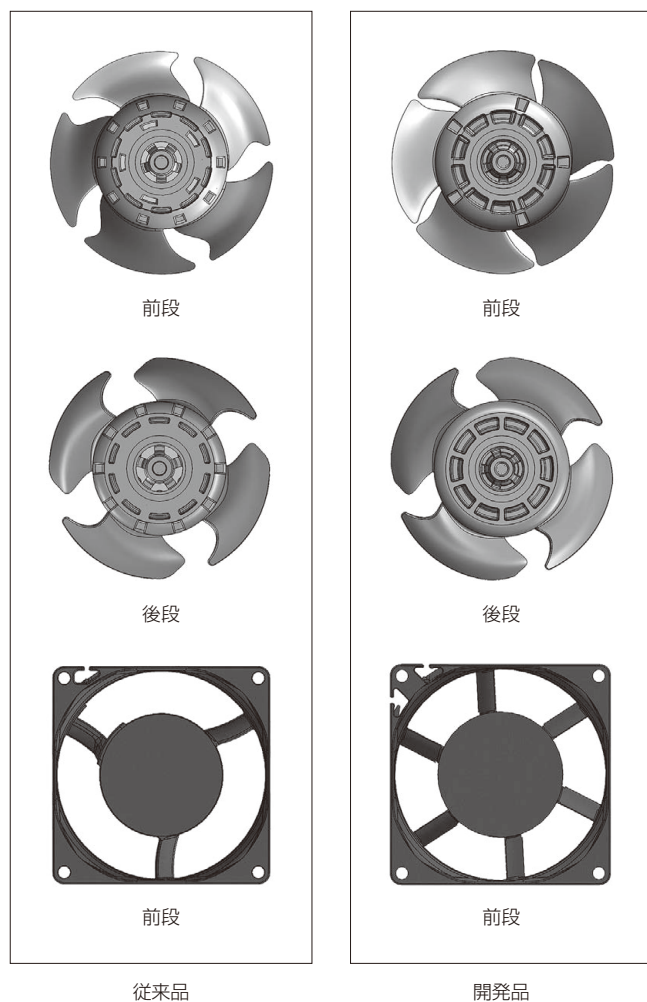


図4 開発品と従来品の羽根・フレーム形状比較

4.2.2 フレーム形状の工夫による

装置への組み込み性向上

図5に開発品と従来品のリード線出口部形状比較を示す。従来品では、吸込、吐出面のフランジにリード線出口部が1カ所しかないことが、配線の位置を制限していた。

開発品では、新たに取り付け穴を中心に2カ所のリード線出口部を設けた構造を採用した。

これにより、装置内の高密度な組み込み環境においても、ファンの配置や配線の自由度が向上し、装置全体の省スペース化に貢献できる。

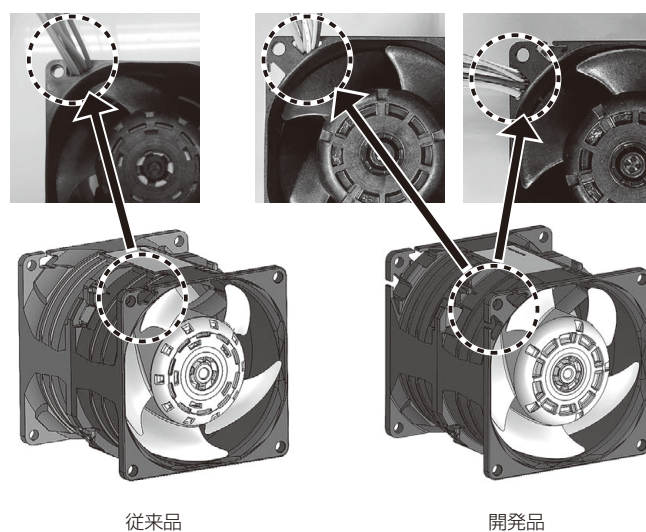


図5 開発品と従来品のリード線出口部形状比較

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－静圧特性例の比較を示す。

開発品は従来品と同等の最大風量を維持しつつ、最大静圧を38%向上させ、高静圧化を実現した。

5.2 消費電力と騒音レベルの比較

図7に開発品と従来品の想定動作領域における同等風量時の消費電力と騒音レベル比較を示す。

開発品は想定動作領域において、従来品に比べて消費電力を21%低減、騒音レベルを2dB (A) 低減しており、高効率化と低騒音化を実現した。

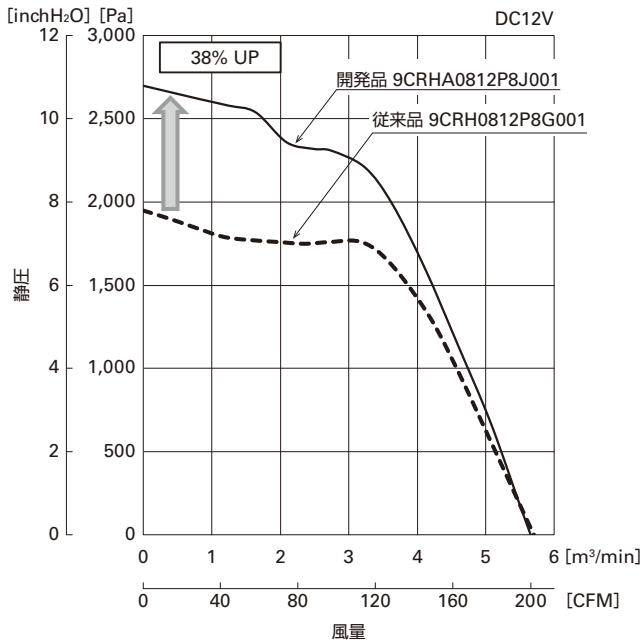


図6 開発品と従来品の風量－静圧特性例比較

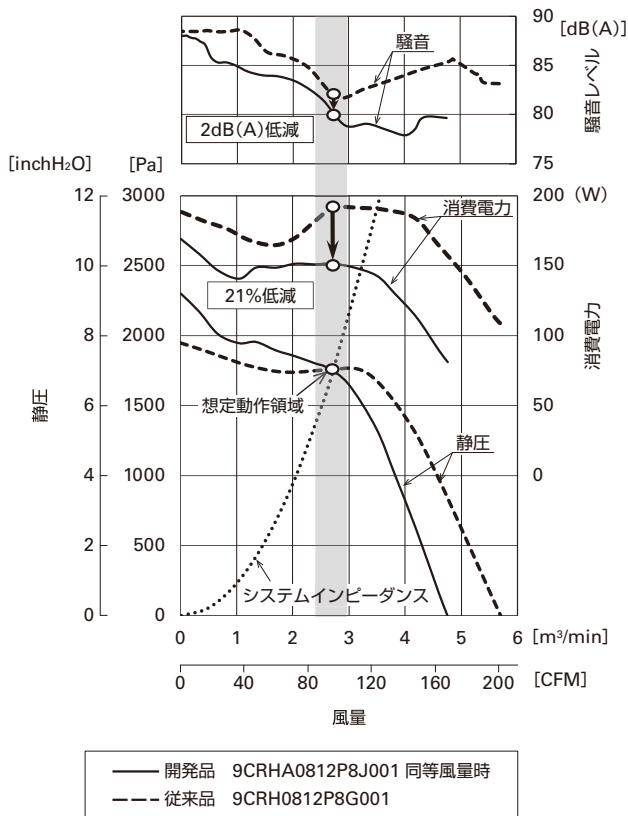
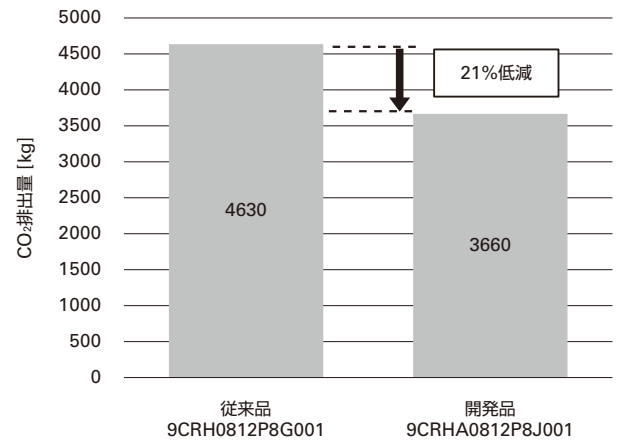


図7 開発品と従来品の想定動作領域における同等風量時の消費電力・騒音レベル比較

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CO₂排出量の比較を示す。

開発品は想定動作領域での消費電力の低減により、ライフサイクル全体のCO₂排出量を従来品と比較して21%削減した。その結果、環境負荷に対する貢献が評価され、エコプロダクツ製品と認定された。

図8 CO₂排出量の比較
当社LCA計算ソフトウェアによる
(40,000時間、同等動作風量時)

6. おまわり

本稿では、新規で開発した□80×80mm 厚 二重反転ファン「San Ace 80」9CRHA タイプの特長と性能を紹介した。

開発品は、当社従来品と比較し同等の最大風量を維持しつつ、さらなる高静圧化と低消費電力化を実現した。

さらに、環境負荷の低減と装置の省スペース化に寄与できることを示した。

今後も、市場要求にいち早く応えつつ、環境負荷低減を推進でき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

山崎 嘉久

サンエースカンパニー 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

丸山 和也

サンエースカンパニー 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

藤澤 健

サンエースカンパニー 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

宮沢 昌嗣

サンエースカンパニー 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

SANMOTION G DC48V 駆動 サーボシステムの開発

三浦 武志

Takeshi Miura

松山 雅昭

Masaaki Matsuyama

人見 健太

Kenta Hitomi

佐久間 隆寿

Takahisa Sakuma

山本 哲也

Tetsuya Yamamoto

押森 卓男

Takao Oshimori

高杉 満

Mitsuru Takasugi

金井 宏

Hiroshi Kanai

水沢 正明

Masaaki Mizusawa

山崎 祐

Tasuku Yamazaki

藤田 一輝

Kazuki Fujita

橋本 幸弥

Yukiya Hashimoto

出澤 智輝

Tomoki Idesawa

関 貴祥

Takayoshi Seki

1. まえがき

半導体製造装置をはじめ、医療機器、農業機械、食品機械などの分野においては、感電や火災の危険性が低い、直流60V以下の電源（SELV電源：Safety Extra-Low Voltage）で駆動するサーボシステムの需要が高まっている。

また、人手不足への対応や生産性向上を目的に、自律走行搬送ロボット（AMR：Autonomous Mobile Robot）などバッテリーで駆動する装置の普及が進んでいる。

このような、半導体製造装置やバッテリー駆動装置に最適なサーボモータとサーボアンプとして、「強く」「やさしい」をコンセプトにした「小型・軽量」「高効率」で「低騒音」な「SANMOTION G DC48V 駆動サーボシステム」を開発した。

本稿では、最初に本製品の概要を紹介する。つづいて、本製品の「強さ」と「やさしさ」の特長を説明し、さらに、開発のポイントを紹介する。

2. 製品の概要

「SANMOTION G DC48V 駆動」のサーボモータおよびサーボアンプの製品概要を示す。

2.1 サーボモータ

図1にサーボモータの外観を示す。また、表1にサーボモータのラインアップ一覧、表2にサーボモータとエンコーダの仕様諸元を示す。中慣性（GAM2シリーズ）として40角30Wから60角400Wまでの計7機種をラインアップした。

従来製品（注1）「SANMOTION R」シリーズと同じ5機種に加え、サーボアンプ80Aと組み合わせ可能な60角200Wおよび400Wの2機種を新たに追加した。

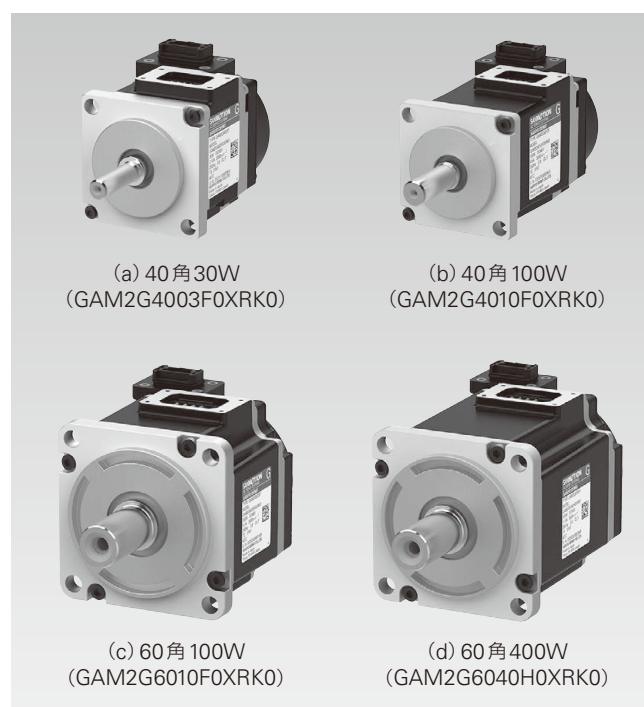


図1 サーボモータの外観

表1 サーボモータのラインアップ一覧

フランジ サイズ	定格 出力	サーボモータ 型番	対応 アンプ	機種 拡充
□40	30W	GAM2G4003F0	40A	—
	50W	GAM2G4005F0		—
	100W	GAM2G4010F0		—
□60	100W	GAM2G6010F0	40A	—
	200W	GAM2G6020D0		—
	200W	GAM2G6020F0		○
	400W	GAM2G6040H0	80A	○
				○

表2 サーボモータとエンコーダの仕様諸元

サーボモータ型番			中慣性：GAM2G						
			4003F0	4005F0	4010F0	6010F0	6020D0	6020F0	6040H0
フランジサイズ	—	mm	□40	□40	□40	□60	□60	□60	□60
定格出力	P _R	W	30	50	100	100	200	200	400
定格トルク	T _R	N・m	0.098	0.159	0.318	0.318	0.637	0.637	1.27
連続ストールトルク	T _S	N・m	0.108	0.167	0.32	0.353	0.637	0.637	1.27
瞬間最大ストールトルク	T _P	N・m	0.24	0.56	0.98	0.84	1.5	2.2	4.0
定格回転速度	N _R	min ⁻¹	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
最高回転速度	N _{max}	min ⁻¹	6,500	6,500	6,500	6,500	5,000	6,500	4,000
定格電機子電流	I _R	Arms	2.10	3.7	4.5	6.4	6.4	9.1	11.0
連続ストール電機子電流	I _S	Arms	2.00	3.7	4.4	6.4	6.4	8.7	10.5
瞬間最大電機子電流	I _P	Arms	4.5	13.5	14.8	14.8	14.8	30	33
回転子 イナーシャ	ブレーキなし	J _M	× 10 ⁻⁴ kg・m ² (GD ² /4)	0.0233	0.0324	0.0600	0.143	0.247	0.466
	ブレーキ付			0.0303	0.0394	0.0670	0.201	0.306	0.524
エンコーダイナーシャ		J _S		0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
モータ 全長	ブレーキなし	LL	mm	51.5	55.5	68	55.5	65.5	85.5
	ブレーキ付			84	88	100.5	77.5	91.5	111.5
質量	ブレーキなし	WE	kg	0.25	0.29	0.39	0.59	0.8	1.2
	ブレーキ付			0.44	0.48	0.58	0.88	1.2	1.6
エンコーダ分解能	—	—	17bit (131,072 分割), 20bit (1,048,576 分割), 23bit (8,388,608 分割), 27bit (134,217,728 分割)						
多回転保持方式	—	—	バッテリーレスシステム						

また、動力ケーブルと保持ブレーキ用ケーブルを一本化し、6芯一体型コネクタに変更した。

組み合わせエンコーダは、最高分解能 27bit のバッテリーレスアブソリュートとシングルターンアブソリュートの 2 種類をラインアップし、高分解能化を実現した。オプションとして、保持ブレーキの有無、オイルシールの有無、出力軸形状（丸軸／キー付き）が選択可能である。

2.2 サーボアンプ

図2にサーボアンプの外観を示す。電源およびモータ動力コネクタは、従来のねじ方式からスプリング方式のワンタッチロックコネクタに変更し、Gシリーズ 200V・100V の 10A から 50A と共用化することで配線作業性を向上した。

表3に示すとおり、組み合わせるサーボモータおよび上位コントローラとのインタフェース仕様に応じて、合計 12 機種をラインアップしている。従来製品^(注1)「SANMOTION R」(RS2K)は定格出力 30W から 200W までのラインアップであったが、本製品では定格出力 400W まで駆動可能なサーボモータとサーボアンプを新たに追加した。従来よりも高出力・大型の装置にもご使用いただける。

上位コントローラとのインタフェースは、従来 EtherCAT^(注2)のみであったが、今回 EtherCAT に加えて、アナログ／パルス列指令入力タイプの 2 種類をラインアップし、インタフェースの選択肢を拡充した。なお、アナログ／パルス列指令入力タイプは汎用出力仕様として、シンク型およびソース型を選択可能である。



図2 サーボアンプの外観

表4にサーボアンプの主要諸元を示す。従来製品に対し応答性を向上するとともに、電圧フィードフォワード制御、リミッタレスPWM制御、およびモデル追従摩擦補償などの新機能を搭載し、サーボ性能を高めた。

また、さまざまな地域や環境で使用できるように、標高や使用

周囲温度、耐振性などの耐環境性能を強化し、信頼性を向上した。さらに、部品の残寿命推定機能や電源状態・通信品質をモニタリングする監視機能を充実することで、メンテナンス性も向上した。

表3 サーボアンプのラインアップ一覧

アンプ容量	組み合わせモータ	インタフェース	汎用出力 (シンク型, ソース型)	内蔵回生抵抗	サーボアンプ型番	機種拡充
40A	30W ~ 200W	EtherCAT	共用	あり	GADSK04AH24	—
				なし	GADSK04LH24	—
		アナログ ／パルス列	シンク型	あり	GADSK04AA22	○
				なし	GADSK04LA22	○
			ソース型	あり	GADSK04AB22	○
				なし	GADSK04LB22	○
80A	200W 400W	EtherCAT	共用	あり	GADSK08AH24	○
				なし	GADSK08LH24	○
		アナログ ／パルス列	シンク型	あり	GADSK08AA22	○
				なし	GADSK08LA22	○
			ソース型	あり	GADSK08AB22	○
				なし	GADSK08LB22	○

表4 サーボアンプの主要諸元

アンプ容量		40A	80A
制御電源電圧範囲		DC24V ± 10%	
主回路電源電圧範囲		DC48V ± 10%	
適用モータ		30W ~ 200W	200W, 400W
連続出力電流／瞬時最大電流		6.4Arms / 14.8Arms	12.0Arms / 36.0Arms
標高／使用周囲温度／耐振動		2,000m以下 / 0 ~ 60°C / 6.0m/s ²	
外形寸法		160H × 40W × 85D	160H × 45W × 110D
質量		0.5kg	0.7kg
構造／冷却方式		トレイ型／自然空冷	
組合せモータ構造		・ロータリモータ ・リニアモータ ・ダイレクトドライブモータ	
適用エンコーダ		・アブソリュートエンコーダ (バッテリーレス, シングルターン, バッテリバックアップ) ・省配線インクリメンタルエンコーダ ・HEIDENHAIN 社製 EnDat2.2 エンコーダ (注2)	
性能・機能	応答性, 最大適用分解能	・1,500Hz (速度ループ周波数応答) ・1回転 134,217,728 分割 (27bit)	
	制御機能, 補償機能	・タンデム運転制御 ・デュアル位置フィードバック制御 ・象限突起補償 ・摩擦補償 ・重力補償 ・外乱オブザーバ	
	インタフェース	・EtherCAT, アナログ／パルス列指令入力	
	機械振動, 共振抑制	・モデル追従制振制御 ・FF 制振制御 ・軌跡制御用制振制御 ・適応ノッチフィルタ ・CP 制振制御 ・微振動抑制 ・トルク指令ノッチフィルタ (幅可変)	
	サーボ調整	・周波数特性計測機能 ・アドバンスドチューニング ・オートチューニング応答性 (7 特性 40 段)	
	立上げ, 監視, 診断	・仮想モータ運転 ・ドライブレコーダ ・システムの消費電力モニタ ・入力電源モニタ ・制御電源周波数モニタ ・エンコーダ / EtherCAT 通信品質モニタ ・電解コンデンサ残寿命 ・回生抵抗の消費電力モニタ ・リレーの動作回数計測 ・エンコーダ温度モニタ ・アンプ温度モニタ ・リレー溶着検出	
適合法規制	UL / CSA	UL61800-5-1 / C22.2 No.274-13	
	低電圧指令 / EMC 指令	EN61800-5-1 / EN61800-3, EN61326-3-1	
	機能安全	ISO13849-1/PL=e, EN61508/SIL3, EN62061/maximum SIL 3	
	KC マーク	KS C 9610-6-2, KS C 9610-6-4	
	その他	UKCA マーク, RoHS 指令	

3. サーボ性能の「強さ」

3.1 高出力・高精度なサーボモータ

本開発品では、サーボモータの電磁界構造と巻線仕様の最適化およびエンコーダの小型化によりモータ全長を大幅に短縮した。サーボモータの小型化と高トルク特性によって、従来製品「SANMOTION R」シリーズよりもトルク密度を向上した。

図3に瞬時最大トルク密度の比較を示す。従来製品と比較して最大39%向上した。

エンコーダは、17bit, 20bit, 23bit, 27bitの4種類から選択可能な高分解能バッテリーレスアブソリュートエンコーダを採用した。高分解能化により、安定した繰り返し動作と高応答な位置決めが可能である。

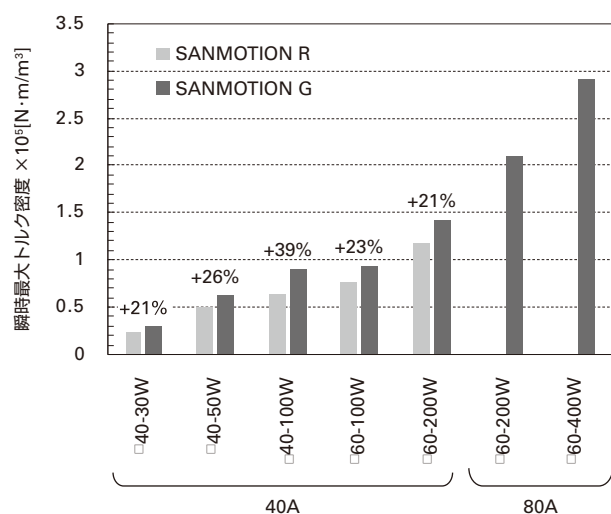


図3 瞬時最大トルク密度比較

3.2 出力領域の拡大

図4にトルク・回転速度特性 (T-N特性) の比較を示す。サーボモータは巻線仕様を最適化することで、最高回転速度を従来製品の5,000min⁻¹から6,500min⁻¹と大幅に向上した。

サーボアンプは、出力電流を向上するとともに、電圧利用率を改善し、電圧飽和領域におけるサーボモータへの印可電圧を引き上げたことで、高速回転域のモータトルクを最大14%向上した。

これにより、モータの出力領域が最大36%拡大し、加速・減速時間の短縮が可能となった。

3.3 高応答化と位置決め時間の短縮

図5に速度制御系の閉ループ周波数応答を示す。電流制御系は、制御周期の高速化と電流検出の高精度化により、従来製品の約2倍の高応答性を実現した。さらにトルク制御系の改良により、速度制御系の周波数応答を従来製品と比較して約2.2倍 (1.5kHz) に高めている。

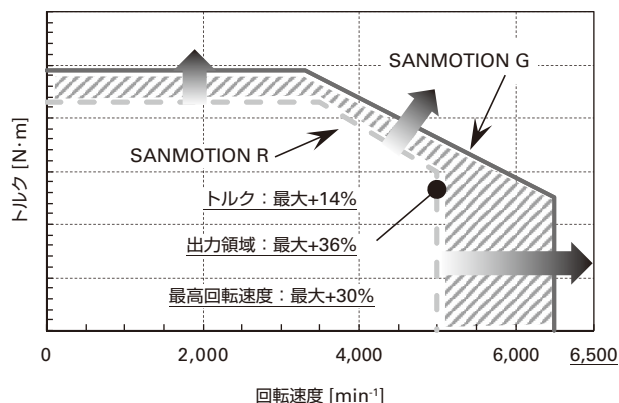


図4 サーボモータのT-N特性比較

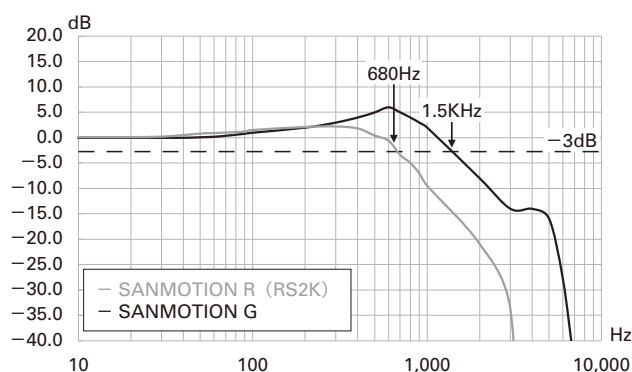


図5 速度制御系の閉ループ周波数応答

図6に位置決め時間の短縮特性を示す。

「SETUP SOFTWARE」の調整機能 (アドバンスドチューニング) を用いて、整定の妨げとなる摩擦や重力の影響を補償した結果、位置決め整定時間を従来製品の約1/8に短縮した。

これらにより、機械装置の振動を抑制しつつタクトタイムを短縮することで、生産性の向上が期待できる。

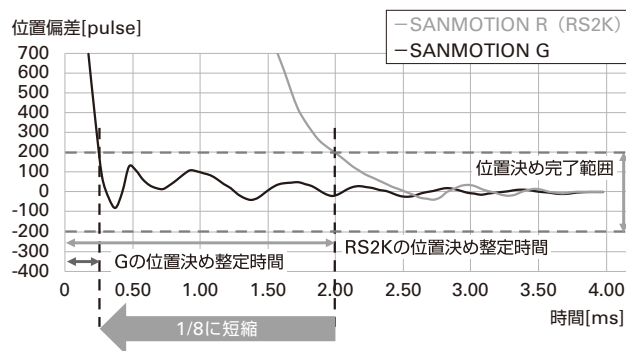


図6 位置決め整定特性

3.4 耐環境性能の「強さ」

表5に、従来製品との耐環境性能の比較を示す。

製品設計に際して、構造の強度シミュレーションや熱シミュレーションをおこなうとともに、実機検証をおこない、耐環境性能を向上した。

従来製品に比べて、標高1,000mから2倍(2,000m)までの使用を可能にするとともに、サーボモータは、耐振動を24.5m/s²から2倍(50m/s²)に向上し、サーボアンプは、使用温度を40℃から1.5倍(60℃)に向上した。より厳しい環境での使用が可能である。

表5 従来製品との耐環境性能比較

項目	製品	SANMOTION R (従来製品)	SANMOTION G (開発品)
標高	モータ	1,000m以下	2,000m以下 (一部減定格)
	アンプ		
耐振動	モータ	24.5m/s ² (10Hz～2kHz)	50m/s ² (10Hz～2kHz)
	アンプ	4.9m/s ² (10Hz～55Hz)	6.0m/s ² (10Hz～55Hz)
周囲温度	アンプ	0～40℃	0～60℃ (一部減定格)
周囲湿度	アンプ	90%RH以下 (凍結、結露しないこと)	95%RH以下 (凍結、結露しないこと)

4. 地球環境への配慮「やさしさ」

4.1 小型・軽量で高効率なサーボモータ

図7に従来製品と開発品のモータ全長の比較を、図8にモータ質量の比較を示す。前述のとおり、サーボモータは電磁界構造や巻線仕様の最適化、エンコーダの小型化により、モータ全長の短縮と軽量化を実現した。全長短縮率は最大19%，モータ質量は最大32%低減した。

また、モータ全長の短縮と軽量化の結果、構成材料を最大37%削減した。さらに、モータ損失を低減するために、電磁界設計の最適化、巻線占積率の向上、低損失材料の採用により、効率を最大3.2%改善した。

組み合わせて搭載するバッテリーレスアブソリュートエンコーダは、電源遮断時にも多回転データを保持できるため、バッテリーバックアップは不要である。

これにより、定期交換が必要なバッテリーがなくなり、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している。

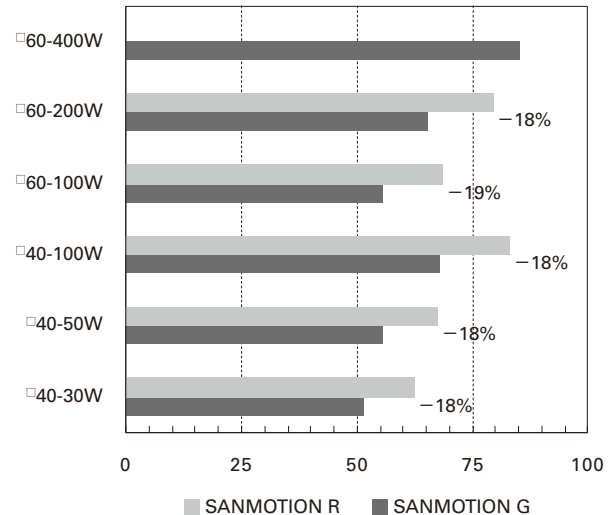


図7 モータ全長比較（保持ブレーキ無し）

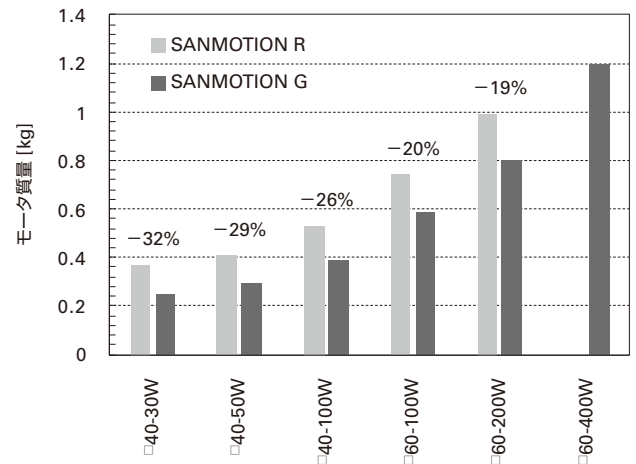


図8 モータ質量比較（保持ブレーキ無し）

4.2 高効率なサーボアンプ

サーボモータの高トルク化および高応答化のため、サーボアンプの定格出力電流を7%，ピーク出力電流を5%引き上げ、さらにパワーデバイスのスイッチング周波数を16%高速化した。

通常、出力電流の増加およびスイッチング周波数の高速化はパワーデバイスの損失増加を招き、効率低下をもたらすが、低損失のパワーデバイスを採用することで、電力損失を最大12.8%低減、効率を最大1.6%改善した。その結果、CO₂排出量を最大9.8%削減した。

4.3 高剛性で軽量のサーボアンプ

図9に示すとおり、ダイカスト部品の薄肉化を図った。

構造解析を実施し、断面形状を見直すことで、質量を低減するとともに、剛性を高めた。このような最適化によって、ダイカスト質量は31%低減し、固有振動数は28%向上した。

これにより、サーボアンプの質量を最大9%低減、耐振動を4.9m/s²から1.2倍(6.0m/s²)に向上した。

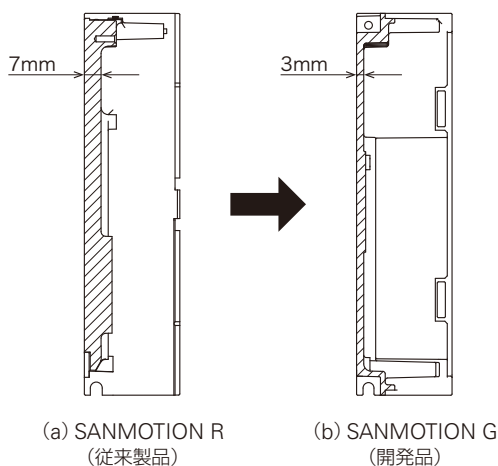


図9 ダイカスト部品の断面図比較

4.4 環境負荷低減の取り組み

図10に示すとおり、正面カバーのシルク印刷をレーザーマーキング方式に変更し、樹脂カバーへのインク使用を廃止した。

これにより、前述の高効率・軽量化によるCO₂排出量の削減と合わせ、環境負荷の低減を図るとともに、リサイクル性も向上した。

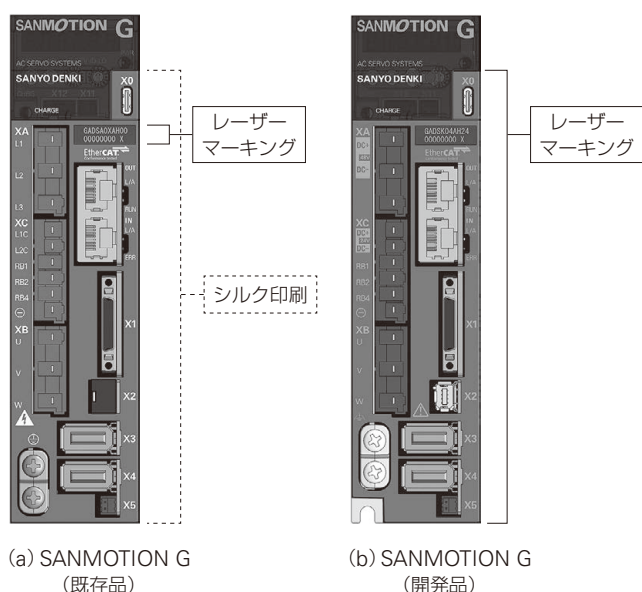


図10 (a)シルク印刷と(b)レーザーマーキング

5. お客さまへの「やさしさ」

5.1 ケーブルの省配線化

サーボモータは、従来製品ではモータ動力線と保持ブレーキ線が個別のケーブルであったが、図11に示すとおり、ケーブルを1本にまとめ、部品点数を削減した。

また、従来製品「SANMOTION R」とフランジ寸法、取り付け寸法および出力軸形状を同一にし、取り付け互換性を確保した。

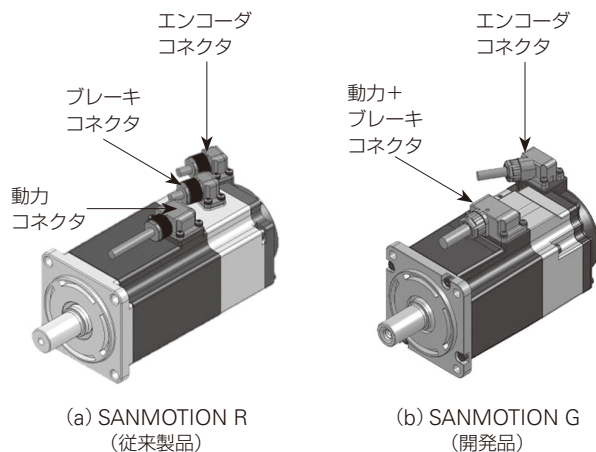


図11 サーボモータのコンネクタ外観

5.2 安全性と拡張性を両立したラインアップ

直流60V以下で駆動する製品は、IEC / ULなどの国際規格において人体に直接触れることができる電圧として許容されている。

このため、本開発品は安全規格の要求範囲が狭く、お客さま装置の認証取得が容易であるため、医療機器や半導体製造装置およびバッテリー駆動装置に最適な製品である。

さらに、EtherCATに加えて、アナログ／パルス列指令入力を追加するとともに、従来製品(最大200W)に対し、2倍(400W)まで駆動可能な製品を新たにラインアップした。これにより、従来よりも高出力・大型のウェハ搬送ロボットや自律走行搬送ロボットなどでの使用が可能となった。

なお、従来製品と同一外形とし、取り付け互換とした。既存装置に対してGシリーズへの置き換えが容易である。

6. 開発のポイント

本開発で取り組んだ主な開発のポイントを紹介する。

6.1 サーボアンプの使用周囲温度範囲の拡大

図12にサーボアンプの放熱方法を示す。従来は、ダイオードやFETなどの発熱部品自体を冷却していたが、半導体製品はICチップをモールド樹脂で封止しているため、放熱効率が低いという課題があった。

そこで、本開発品では基板パターンを介して放熱フィンに熱を伝える方式を採用し、パターン面積を増やすことで放熱を促進し、部品温度の上昇を効果的に抑制している。

さらに、熱伝導率の高い放熱シートを併用することで製品内部の温度上昇も抑制している。加えて、小型かつ低損失の半導体を採用することで発熱自体の低減も図った。

これらの工夫により、自然空冷での使用周囲温度の上限を従来製品の40℃から1.5倍(60℃)へ拡大した。

これにより、幅広い温度環境下での使用が可能である。

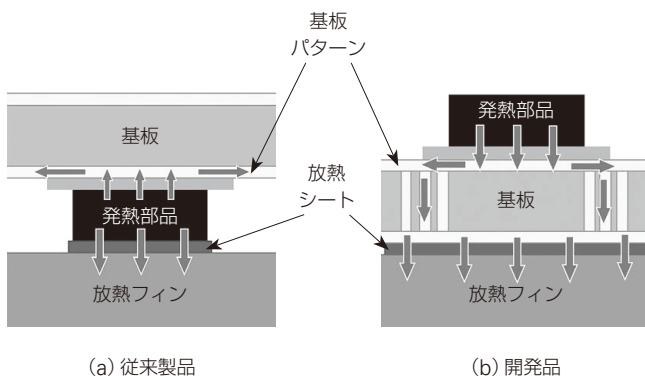


図12 発熱部品の放熱方法

6.2 サーボアンプの設置性の向上

横置き設置では対流による放熱が制限され、製品内部の温度が上昇するため、従来のサーボアンプでは縦置き設置を推奨していた。しかしながら、自動搬送装置や自律走行搬送ロボットなどの低床化を妨げる要因となっていた。

そこで、横置き設置専用のアタッチメント^(注3)を用意し、サーボアンプの低重心化を図った。さらに、図13に示すとおり、ファンを取り付け可能な構造とすることで、横置き設置でも周囲温度60℃まで使用可能にした。

これにより、お客さま装置の低床化にも貢献するとともに、さまざまな取り付け方法を可能にした。

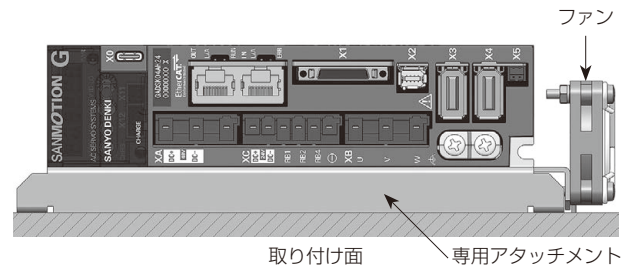


図13 サーボアンプの横置き設置

6.3 サーボモータの生産性の向上

サーボモータは、全機種アルミフレーム構造とし、相似設計によって構造骨格を統一した。各機種の基本構造が同一であるため、短時間で生産機種の切り換えが可能となった。また、モータ構成要素であるステータ部およびロータ部の組み立ては、工程ごとに自動化し、生産性を向上した。

エンコーダ部には、回転ディスクモジュールを生産する新規の自動設備を導入した。従来、手作業で行っていた回転ディスクの芯出しおよび接着工程を、カメラとロボットによって自動化することで、大幅な生産性向上を実現している。

6.4 サーボアンプの生産性と検査品質の向上

6.4.1 生産性の向上

図14に、内蔵回生抵抗器の配線方法の違いを示す。従来製品では、サーボアンプ内部から回生抵抗器の配線を引き出し、正面コネクタに接続していたため、作業が煩雑であった。

本開発品では、回生抵抗器をサーボアンプ内部の基板に直接コネクタ接続できる構造とし、生産性とデザイン性を向上した。

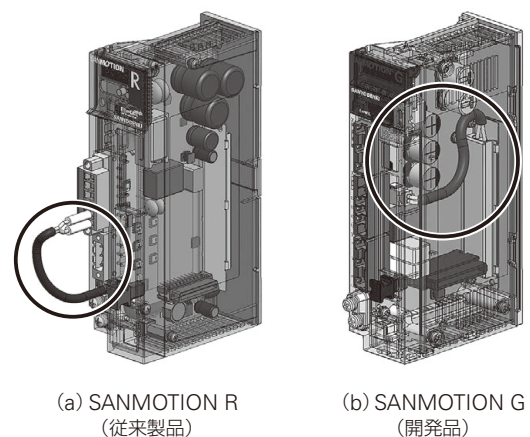


図14 内蔵回生抵抗器の配線方法

6.4.2 検査品質の向上（検査の自動化）

従来、LED点灯検査は目視で確認、スイッチの切り替え検査は手動で確認していた。

今回、新たに画像検査装置を導入した。LED点灯検査は、カメラで点灯を確認し判別する。スイッチの切り替え検査は、カメラでスイッチ座標を認識し、ロボットで操作する。このように、検査工程を自動化し、検査品質を向上した。

7. むすび

本稿では、「強く」「やさしい」をコンセプトに開発した「SANMOTION G DC48V 駆動サーボシステム」の製品概要と特長、および開発のポイントを紹介した。

「SANMOTION G」は、従来製品と比較して、以下のような進化を実現している。

- ① 従来は、定格出力30Wから200Wまでの製品ラインアップであったが、本製品では定格出力400Wを新たに追加したことで、より高出力・大型の装置へ使用できる。
- ② 瞬時最大トルク密度は最大39%向上し、高速域の出力領域を1.36倍に拡大した。エンコーダの分解能を16倍（最大27bit）、速度ループの周波数応答を2.2倍（1.5kHz）に高めたため、安定かつ高応答な動作が可能である。
- ③ 耐振動はサーボモータで24.5m/s²から2倍（50m/s²）、サーボアンプで4.9m/s²から1.2倍（6.0m/s²）に向上。使用可能な標高は1,000mから2倍（2,000m）へ拡大し、使用周囲温度の上限も、従来の40°Cから1.5倍（60°C）へ拡大した。これにより、さまざまな地域や厳しい環境での使用が可能である。
- ④ サーボモータは、全長を最大19%短縮、質量を最大32%低減し、小型・軽量化を達成。サーボアンプは、質量を最大9%、エネルギー損失を最大12.8%低減することで、省エネルギー化を実現した。
- ⑤ モータ動力線と保持ブレーキ線を一本化し、コネクタの向き変更にも対応。配線の自由度が高まり、配線作業の効率化を図った。
- ⑥ サーボモータおよびサーボアンプは、従来製品との外形サイズおよび取り付け寸法を互換とし、置き換えを容易にした。また、サーボアンプは、横置き設置も可能にし、お客さま装置の低床化に貢献した。

この「SANMOTION G DC48V 駆動サーボシステム」は、サーボ性能を大幅に向上し、信頼性も高めたため、厳しい環境でも安心してご使用いただける製品である。加えて、省エネルギー化や小型・軽量化を図り、地球環境と人にやさしい製品である。

今後も、地球環境に配慮した小型・軽量で高効率、低騒音の製品を開発し続けるとともに、お客さまの装置に最適なソリューションを提供していく所存である。

注1 従来製品は、次の通りです。

サーボモータ：SANMOTION Rシリーズ

サーボアンプ：SANMOTION R（RS2K）

注2 本文中に記載されている会社名、製品名等は、各社の登録商標または商標です。

注3 特許出願中。

参考文献

(1) 小林剛ほか11名：SANMOTION G ACサーボシステム

SANYODENKI Technical Report, No.58, pp.36-43 (2024.11)

執筆者

三浦 武志

モーションカンパニー 設計部
サーボモータの開発, 設計に従事。

松山 雅昭

モーションカンパニー 設計部
サーボモータの開発, 設計に従事。

人見 健太

モーションカンパニー 設計部
サーボモータの開発, 設計に従事。

佐久間 隆寿

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

山本 哲也

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

押森 卓男

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

高杉 満

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

金井 宏

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

水沢 正明

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

山崎 祐

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

藤田 一輝

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

橋本 幸弥

エレクトロニクスカンパニー 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

出澤 智輝

山洋電気フィリピン株式会社 設計部
サーボアンプの開発, 設計に従事。

関 貴祥

山洋電気フィリピン株式会社 設計部
サーボモータの開発, 設計に従事。

Memo

SANYO DENKI

Technical Report

60

November
2025

<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
藤巻 哲也
倉石 大悟
稲葉 聡
小峯理恵子

丸山 和也
坂場 浩
碓井 淳之
羽田 格彦

発行日 2025 年 11 月 15 日(年 2 回発行)