

SANYO DENKI

Technical Report

特集 | SDGsとの関わり



1995
SANYO DENKI AMERICA, INC.

58

November
2024



COLUMN

表紙：

SANYO DENKI AMERICA, INC.

1995年

1995年4月、当社はアメリカ西海岸エリアにおける販売子会社「SANYO DENKI AMERICA, INC.」をカリフォルニア州トーランス市に設立し、当社製品の販売と新規市場の開拓を目指しました。

オフィスはロサンゼルス国際空港から車で南に30分程に位置し、当社におけるアメリカの拠点として重要な役割を果たしました。ロサンゼルスは当時からすでに多くの高層ビルが立ち並び、経済や文化の中心地としての地位を確立していました。

当初はインテル向けCPUクーラーの販売を中心に、初年度30億円の売り上げを目標としていました。安全規格の取得に関する業務や、資材調達なども担い、アメリカにおけるビジネス拡大の重要な拠点となりました。

2024年1月には、現工場に建屋とラインを増設し、サーボアンプ・モーター・冷却ファンのアセンブリラインの能力を拡大しました。

SDGs 山洋電気グループの取り組み 常務執行役員 内堀 康一 1

特集：SDGsや環境技術に関する当社の取り組み 3

カーボンニュートラルに貢献する環境適合設計製品の開発 宮原 章雄 3

特集：SDGsとの関わり 6

■ **San Ace 製品**

サンエースカンパニーの製品とSDGsとの関わり 大澤 穂波 6

□60×76mm厚 長寿命二重反転ファン
「San Ace 60L」9CRLBタイプ 稲田 直哉 ほか 9

□60×56mm厚 二重反転ファン
「San Ace 60」9CRHタイプ 長塚 幸弘 ほか 13

■ **SANUPS 製品**

SDGsとSANUPS製品の関わり 柴田 雅之 ほか 17

再生可能エネルギーシステム用パワーコンディショナ
「SANUPS W83A」の開発 太田 拓弥 ほか 23

■ **SANMOTION 製品**

SDGsとSANMOTION製品との関わり 伊藤 直弘 ほか 31

「SANMOTION G」ACサーボシステムの機種拡充 小林 剛 ほか 36

SDGs 山洋電気グループの取り組み

常務執行役員 内堀 康一 Koichi Uchibori

現在、世界はさまざまな問題に直面しています。この危機を脱するためSDGs(持続可能な開発目標)として、2016年から2030年の15年間で達成すべき“世界共通の目標(SDGsの17のゴール)”が掲げられ、全世界で活動がおこなわれています。

山洋電気グループは、1996年に制定した「すべての人々の幸せをめざす」という企業理念のもと、私たちが持つ技術と強みを生かし、高効率かつ省エネルギーな製品を数多く世の中へ提供して参りました。

企業理念の「すべての人々が幸せな社会」とは、SDGsが目指している「持続可能で豊かな社会」と同じ目標です。山洋電気グループは、この企業理念のもと、2024年度からの事業計画にSDGsとの関わりを強く意識し、当社グループが力を合わせて取り組むための「15の重点目標」を決定しました。これらの目標は、SDGsの期限である2030年の「ありたい姿」を描き、2024年度の目標値を定めたものです。山洋電気グループ全体で、それぞれの目標を達成するため、「SDGsとの関わり」をより深く考え、活動を進めています。

SDGsの17のゴールは、それぞれが独立しているものではなく、密接に関係し、影響を及ぼし合い、1つのゴールの達成策が、他のゴールの達成策にもつながる連鎖関係になっています。これは、SDGsドミノとも表現されています。SDGsドミノの起点は、社会課題解決の連鎖反応を引き起こす起点(私たちの製品やサービス)であり、そのためにコア・コンピタンス(起点を押し上げるための能力=その会社や組織にしかない能力や技術)が重要となります。

製品開発におけるSDGsの取り組みとしては、「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」の3つの技術テーマをベースに新技術・新製品の開発に取り組んでいます。この3つの技術をもとに開発された製品は、製品自体でその性能を十分発揮し、またお客さまの製品に組み込まれて新たな価値を

生み出し、SDGsの17のゴールが示している社会課題の解決につながる連鎖の起点となっています。

山洋電気では、市場や既存の製品と比較し環境負荷が小さく、一定の社内基準を満たしている新製品を「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。さらに2024年度からは、エコプロダクツの評価基準を見直し、環境負荷が極めて小さい製品を「エコプロダクツプラス」製品として上位枠を設けました。従来製品と比べて、省エネ・低環境負荷の性能に優れたエコプロダクツは、製品使用時のCO₂排出量の削減の効果が非常に大きく、製品廃棄時のリサイクル率も高く、性能も優れた製品です。

また、気候変動問題が深刻な社会問題となるなか、当社製品が社会で使用され、その製品寿命を終えるまでの間に排出するCO₂の排出量について、責任を持って社会に公表し、これを削減する努力が求められています。当社は2022年度から、前年度の当社におけるCO₂換算排出量の開示をはじめています。その中で、「製品使用時」におけるCO₂換算排出量が非常に大きな割合となっています。そのためCO₂排出量を低減するには、消費電力や環境負荷の小さい製品を開発・販売することが必須であるため、SDGsの重点目標に掲げています。

省エネ・低環境負荷の性能に優れたエコプロダクツ製品は、当社のみならずお客さまや世の中のCO₂排出量低減に大きく貢献します。そのため、山洋電気グループとして、2030年度までに「エコプロダクツ製品の売上比率80%を達成している」を目標として積極的に活動をおこなっています。

本号では、「SDGsとの関わり」をテーマとし、各カンパニーの新製品について、その役割や特長および技術について紹介します。今後も山洋電気グループは、トップブランドの製品とサービスを提供し、事業成長と環境保全を両立した持続可能な循環型社会の実現に貢献してまいります。

カーボンニュートラルに貢献する 環境適合設計製品の開発

宮原 章雄

Akio Miyahara

1. まえがき

当社は2022年に、当社事業活動におけるCO₂排出量の開示⁽¹⁾をはじめた。さらに2023年3月には、カーボンニュートラル実現に向けCO₂排出量削減の中長期目標を発表し、カーボンニュートラルへの取り組みを推進している。

当社製品はエネルギー変換機器であり、電気エネルギーを流体エネルギーや機械エネルギーなどに変換している。したがって、製品使用時の消費電力に起因するCO₂排出量が、当社のCO₂排出量の多くを占めており、製品の消費電力を低減することがカーボンニュートラルに貢献できる最も大きな要素だと考える。

本稿では、環境負荷を低減する当社設計指針である「環境適合設計」の概要を紹介する。この「環境適合設計」には、消費電力やCO₂排出量を低減する取り組みを含んでいる。また新製品開発で環境適合設計を実施し、自主基準を満足した製品である「エコプロダクツ」についても紹介する。

2. カーボンニュートラルに関する現状と取り組み

2.1 当社のCO₂排出量

当社は、2022年から世界的な温室効果ガスのプロトコルである「Scope」により、サプライチェーン全体のCO₂排出量の開示⁽¹⁾をはじめた。最新の2023年度の排出量を図1⁽²⁾に示す。

「Scope」は大きく3つに分類されている。Scope1はA重油やガスなどの燃料の燃焼により当社が直接排出するCO₂、Scope2は電力会社から供給された電力の使用にともなうCO₂の間接排出を示している。Scope3はScope1, 2以外の間接排出で、部品の購入～輸送・配送～製品の製造～製品の使用・廃棄までのサプライチェーン全体の排出量を表している。

当社のScope1, 2のCO₂排出量は、「Scope」全体の1%にも満たない。一方、Scope3の「製品使用時」カテゴリーの排出量は全体の約94%を占めている。次に排出量が多いのは、Scope3の「原材料」カテゴリーである。

当社のサプライチェーン排出量(Scope1, 2, 3)

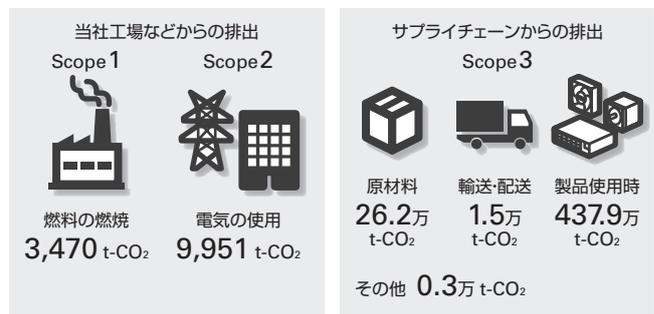


図1 2023年度 ScopeによるCO₂排出量

- Scope3は15のカテゴリーのうち7つのカテゴリー(1, 3, 4, 5, 6, 7, 11)について算出
- Scope1, 2の対象拠点：国内全グループ会社、SANYO DENKI PHILIPPINES, INC., SANYO DENKI AMERICA, INC.
- Scope3：国内全拠点

この結果から、エネルギー変換機器である当社製品使用時の消費電力を低減することが、CO₂排出量の低減に大きく寄与することがわかる。したがって、当社事業の根幹である製品開発において、環境負荷を低減する設計を推進することが、カーボンニュートラル推進に貢献できると考える。

2.2 CO₂排出量削減の目標設定

2023年3月には、表1のようにCO₂排出量削減の中長期目標を発表⁽³⁾した。目標の公表は、環境問題やカーボンニュートラルへの当社の取り組み姿勢や思いを、当社に関わる人々に理解していただく意図がある。この目標はScope1, 2の削減に関する定量目標であり、施策を立案し削減に取り組んでいる。

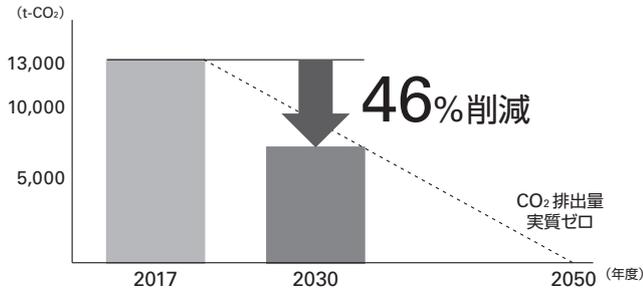
最も大きな要素であるScope3については、製品開発・設計をとおして取り組んでいる。その具体的な取り組みは、「環境適合設計」の推進、「エコプロダクツ」・「エコプロダクツプラス」の制定と実施である。

なお、Scope3の目標設定や、他のグループ会社を含めた目標設定は、今後の課題である。

表1 CO₂排出量削減の中長期目標

2030年度目標	46%削減
2050年度目標	カーボンニュートラル達成

- ・基準年度：2017年度
- ・対象拠点：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



3. 環境適合設計の概要

環境適合設計は、汚染の予防を含む環境への影響に配慮する設計のことである。配慮事項には、資源の節約、材料の選択、部品・製品および生産工程のエネルギー消費効率、再使用、メンテナンスの容易性および分解とリサイクル性を考慮した設計が含まれる。

また環境適合設計は、製品のライフサイクル（部品・材料調達→製造→流通→使用→リサイクル→廃棄など）の各段階における有害な環境影響の低減を図ることを目指しており、ライフサイクルアセスメント（LCA）により環境に与える影響を調査・評価している。

具体的な配慮項目および指針を表2に示す。

表2 環境適合設計の配慮項目と指針

	配慮項目	指針
1	材料	選定、リサイクル性、有害物質の抑制
2	省資源	減量化、再資源化、長寿命化
3	保守保全	環境への影響、経費の削減
4	分解処理	容易化、構造の配慮
5	表示	リサイクルと廃棄処理を考慮した情報
6	省エネルギー	生産時、製品使用時・待機時
7	廃棄処理	容易化、周囲環境への配慮
8	リサイクル	リサイクル・廃棄方法の手順説明
9	包装材	構造、材料、表示
10	LCA評価	消費電力、CO ₂ 排出量

設計エンジニアは製品の開発・設計段階において、これらの項目に配慮した設計をおこない、有害な環境影響の低減を図る。また環境影響の低減効果については、製品アセスメントを実施し評価をおこなう。

4. エコプロダクツの概要と認定基準の見直し

4.1 エコプロダクツの概要

環境負荷を低減する製品開発・設計をおこなった結果は、環境適合設計製品認定として、製品アセスメントにより評価をする。当社既存製品や従来の市場製品と比較評価をおこない、評価点が基準値を満足した製品を「エコプロダクツ」として認定する。

評価は上述の環境適合設計の配慮項目をベースに、製品では10項目、包装材では6項目について実施する。一例として、製品の評価項目と期待される環境影響の低減効果を表3に示す。

表3 製品の環境適合設計評価項目

	評価項目	環境影響低減効果
1	減量化（小型化・軽量化）	省資源・地球温暖化
2	長寿命化	省資源・地球温暖化
3	安全性・環境安全性	化学物質管理、安全衛生
4	再資源化	省資源・リサイクル
5	製品の分解性	省資源・リサイクル
6	廃棄処理	化学物質管理
7	収集・運搬	地球温暖化
8	情報の開示	省資源・リサイクル
9	省エネルギー	地球温暖化
10	LCA（CO ₂ 排出量）	地球温暖化

このなかで、省エネルギーの項目に対する評価点は、点数配分を大きくしている。これは、カーボンニュートラルに寄与する高効率で低消費電力の製品を開発することが、お客さまや当社にとって最も重要であると考えているからである。

4.2 エコプロダクツ認定基準の見直し

お客さまに「エコプロダクツ」の意義をよりご理解いただくために、2023年度に環境適合設計製品認定の評価項目と評価基準の見直しを実施した。

見直しでは、お客さまへのメリットを明確にすることを目的に、以下の見直しをおこなった。

- ・「エコプロダクツ」よりも、さらに環境負荷低減効果が大きい製品を「エコプロダクツプラス」として認定する。図2に「エコプロダクツ」および「エコプロダクツプラス」のシンボルとロゴを示す。
- ・「環境貢献量」を評価項目として追加した。「環境貢献量」は、既存製品との比較で製品使用時のCO₂排出量の低減効果を定量的に示すものである。現在、「環境貢献量」の公表に向け準備を進めている。

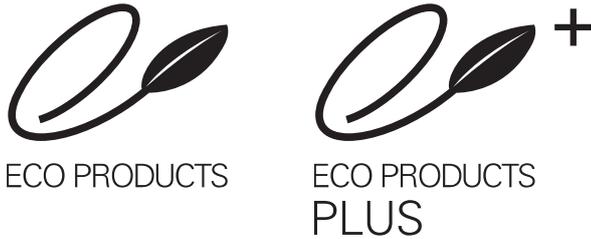


図2 エコプロダクツおよびエコプロダクツプラスのシンボルとロゴ

お客さまに「エコプロダクツ」の意義をご理解いただき、ご使用いただく機会を増やすことで、CO₂排出量の低減を実現しカーボンニュートラルを推進していく。

5. むすび

本稿では、当社のカーボンニュートラルへの取り組み状況と、それを実現する環境適合設計と「エコプロダクツ」について紹介した。要点は、次の3つである。

- ①カーボンニュートラル実現に向けて、「Scope」によるCO₂排出量の開示と、CO₂排出量削減の中長期目標を公表した。
- ②当社のCO₂排出量において、Scope3の「製品使用時」カテゴリの排出量は全体の約94%を占めている。したがって、製品開発において環境負荷を低減する設計を推進することが、カーボンニュートラルに貢献する大きな要素である。
- ③環境適合設計により、環境負荷を低減する製品開発・設計を推進している。お客さまに「エコプロダクツ」の意義をよりご理解いただくために、評価項目と評価基準の見直しをおこなった。そのなかで、「エコプロダクツ」よりもさらに環境負荷低減効果が大きい製品を「エコプロダクツプラス」として設定した。さらに、CO₂排出量の低減効果を定量的に示す「環境貢献量」を評価項目として追加した。

カーボンニュートラルは大きな社会課題であり、社員一人ひとりが自分事として取り組まなければならない。当社では、電力や燃料の使用によるCO₂排出量を抑制していくとともに、カーボンニュートラルに大きく寄与する「エコプロダクツ」の製品開発とラインアップの拡充、販売拡大を通じて、世界のCO₂排出量低減に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 山洋電気：「環境データブック2022」, pp.8 (2022.7)
- (2) 山洋電気：「環境データブック2024」, pp.9 (2024.7)
- (3) 山洋電気 NEWS RELEASE：「カーボンニュートラル実現に向けたCO₂排出量削減の中長期目標を策定」(2023.3)

執筆者

宮原 章雄
環境技術推進部

サンエースカンパニーの製品とSDGsとの関わり

大澤 穂波

Honami Osawa

1. まえがき

持続可能な開発目標 (SDGs:SustainableDevelopment Goals)は、17の目標と169のターゲットで構成され、2015年9月に、国際連合にて「持続可能な開発のための2030アジェンダ」として採択された。

SDGsでは「すべての人々にとってより良き世界をつくる」ことを目標に、その実現に向けて国際連合加盟国に取り組みを求めており、政府だけでなく企業にも主体的に取り組むことを求めている。

当社グループの企業理念である「すべての人々の幸せをめざす」は、SDGsが目指している持続可能で豊かな社会でもある。当社グループでは、独自の目標と基準を策定し、それに基づく企業活動、および製品づくりに取り組んでいる。

本稿では、サンエースカンパニーが開発した製品とSDGsとの関わりを述べる。

2. SDGsに貢献するための「15の重点目標」

当社グループはSDGsとの関わりを強く意識し、力を合わせて取り組むための「15の重点目標」を設定した。「15の重点目標」は表1のとおりである。

表1 SDGsに貢献するための「15の重点目標」

1	事業計画推進	8	ダイバーシティ & インクルージョン
2	エコプロダクツ	9	ワークライフバランス
3	CO ₂ 排出量削減	10	キャリア形成
4	2030年カーボンニュートラル	11	健康経営
5	グループカーボンニュートラル	12	調達基本方針
6	2050年カーボンニュートラル	13	地域社会参加
7	社員エンゲージメント	14	コミュニケーション
		15	第三者評価

この目標のなかで、製品開発に直結するのは「エコプロダクツ」である。エコプロダクツは、当社が独自の判定項目および基

準を設けて、環境負荷の少ない製品を認定する制度である。

サンエースカンパニーの主力製品である冷却ファンにおいて、エコプロダクツ認定には消費電力低減、騒音低減と環境負荷物質の削減が重要な項目である。これを実現するために、以下の企業理念を支える3つの技術をベースに製品開発をおこなっている。

- 「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」

エコプロダクツは、2001年度から認定制度がはじまり、サンエースカンパニーの製品はこれまでに136機種が認定を受けた。(2024年7月現在)

2024年度からは、エコプロダクツよりもさらに環境負荷の少ない製品を認定するエコプロダクツプラスの認定もはじまった。

環境負荷の少ないエコプロダクツ、およびエコプロダクツプラス製品を拡充し、お客さまにご使用いただくことで、SDGsが目指している持続可能で豊かな社会の実現に貢献できる。

3. 「San Ace」製品とSDGsとの関わり

3.1 エコプロダクツ製品とSDGsとの関わり

2章で述べたように、冷却ファンのエコプロダクツ認定には、消費電力低減、騒音低減、環境負荷物質の削減が重要であり、サンエースカンパニーでは、これらを重視した製品開発に注力している。

これらの取り組みに関連するSDGsの目標を表2に示し、その内容を述べる。

表2 「San Ace」製品が貢献するSDGsの目標

7	エネルギーをみんなに。そしてクリーンに
9	産業と技術革新の基盤をつくろう
11	住み続けられるまちづくりを
12	つくる責任、つかう責任
13	気候変動に具体的な対策を

消費電力低減、騒音低減は、SDGsの7.3、9.4項の目標達成に貢献できる。

- 7.3項：エネルギー効率を増やす。
- 9.4項：資源利用効率の向上とクリーン技術および環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大により持続可能性を向上させる。

環境負荷物質の削減は、SDGsの11.6、12.4、12.5、13.1項の目標達成に貢献できる。

- 11.6項：大気や廃棄物を管理し、都市の環境への悪影響を減らす。
- 12.4項：化学物質や廃棄物の適正管理により大気、水、土壌への放出を減らす。
- 12.5項：廃棄物の発生を減らす。
- 13.1項：気候関連災害や自然災害に対する強靱性と適応能力を強化する。

つづいて、消費電力低減、騒音低減、環境負荷物質の削減を達成した新製品を紹介する。

3.2 □60×76mm厚長寿命二重反転ファン9CRLBタイプ

2024年3月に製品発表した□60×76mm厚長寿命二重反転ファンCRLBタイプは、従来品(CRLAタイプ)の同等性能時に比べ、消費電力は13%低減、騒音は3dB(A)低減を達成し、エコプロダクツに認定された。製品の外観を図1に示す。

□60×76mm厚長寿命二重反転ファンCRLBタイプについては、本稿で詳しく紹介する。



図1 □60×76mm厚「San Ace 60L」9CRLBタイプの外観

3.3 □60×56mm厚二重反転ファン9CRHタイプ

2024年6月に製品発表した□60×56mm厚二重反転ファンCRHタイプは、従来品(CRAタイプ)の同等性能時に比べ、消費電力は22%低減、騒音は4dB(A)低減を達成し、エコプロダクツプラスに認定された。製品の外観を図2に示す。

□60×56mm厚二重反転ファンCRHタイプについては、本稿で詳しく紹介する。



図2 □60×56mm厚「San Ace 60」9CRHタイプの外観

3.4 □80×80mm厚二重反転ファン9CRHタイプ

2024年7月に製品発表した□80×80mm厚二重反転ファンCRHタイプは、従来品(CRBタイプ)の同等性能時に比べ、消費電力は14%低減を達成し、エコプロダクツに認定された。製品の外観を図3に示す。



図3 □80×80mm厚「San Ace 80」9CRHタイプの外観

この3つの新製品は、EU RoHS指令をはじめとする法規制物質への適合に加え、RoHS指令の適用除外用途に該当する金属中の鉛についても削減し、環境負荷の低減を図っている。

4. 消費電力低減、騒音低減を支える技術

3章で述べたように、冷却ファンがSDGsの目標達成に寄与するためには、消費電力低減、騒音低減が効果的である。消費電力低減、騒音低減は、冷却ファンの効率を上げることで達成できる。

当社では、これらの効率を向上するために、シミュレーション技術を活用して製品開発に取り組んでいる。

図4に空力性能シミュレーションの例、図5にモータ性能シミュレーションの例を示す。

空力性能シミュレーションにより、損失の少ない理想的な流れを発生させる羽根・フレームの形状を実現する。

モータ性能シミュレーションでは電磁界解析により、小型、軽量、高出力、低損失のモータを実現する。

上記に加え、今後の冷却ファンの開発においては、従来の知見を取り入れた最適化シミュレーション技術も活用し、より高効率な冷却ファンの開発を目指す。

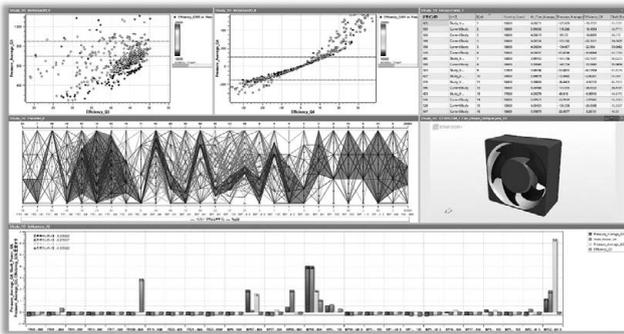


図4 空力性能シミュレーション例

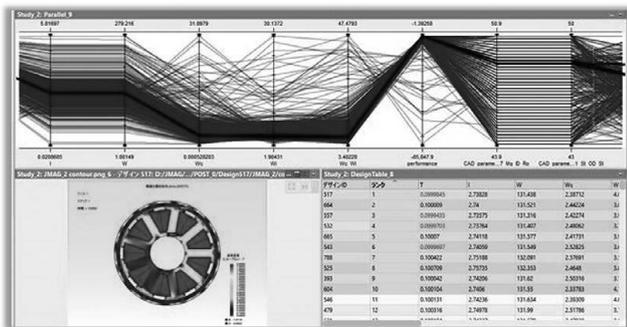


図5 モータ性能シミュレーション例

5. 環境負荷物質低減の取り組み

消費電力低減、騒音低減に加えて、製品に含有する環境負荷物質の削減にも取り組んでいる。法規制物質の把握・削減のために、すべての部材について規制物質の含有状況を調査し、その情報をデータベース化して製品ごとに集計し、確認している。

EU RoHS 指令の対象物質については、蛍光X線分析装置、ガスクロマトグラフィー質量分析装置を導入し、部材の含有状況を自社で確認・管理できる体制を構築している。

また、RoHS 指令の適用除外用途に該当する金属中の鉛を削減するなど、法規制対応だけではなく自主的な環境負荷物質の削減も進めている。

今後も規制物質の確認・管理を継続するとともに、規制を先取りした自主的な削減を進め、SDGsの目標達成に寄与していきたいと考える。

6. むすび

本稿では、サンエースカンパニーの製品における環境負荷の低減に貢献する取り組みとSDGsとの関わりを述べた。

持続可能な開発目標の達成のためには、消費電力低減、騒音低減を実現する技術の向上と、環境に悪影響を及ぼす物質の含有管理および積極的な削減が重要であり、これからも継続的に取り組んでいく。

当社の企業理念である「すべての人々が幸せな社会」のもとに製品を開発・提供していくことで、全世界の人々とともにSDGsの目標達成に貢献していく所存である。

参考文献

(1) 村上 直樹：脱炭素社会に向けて

SANYO DENKI Technical Report. No.56. pp.3-6 (2023.11)

執筆者

大澤 穂波

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。

□ 60 × 76mm 厚 長寿命二重反転ファン 「San Ace 60L」9CRLB タイプ

稲田 直哉

Naoya Inada

丸山 晴久

Haruhisa Maruyama

酒井 悠

Haruka Sakai

大野 耕嗣

Koji Ono

大澤 穂波

Honami Osawa

1. まえがき

情報社会の発展により通信機器やサーバなどの情報関連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。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増加が一層進んでいる。このような市場においては、二重反転ファンが多く採用されており、さらに、重要な設備や遠隔地に設置される機器には高い信頼性と長寿命化が求められている。そのため、冷却ファンには、長寿命でありながらより高い冷却性能が必要になってきている。

当社では従来、長寿命二重反転ファン「San Ace60L」9CRLA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、長寿命二重反転ファン「San Ace 60L」9CRLBタイプ（以下、開発品とする）を開発・製品化した。

開発品は、長寿命を維持しながら、消費電力の低減と騒音の低減を実現しており、環境負荷低減に貢献する製品に対する当社独自の基準であるエコプロダクツの認定を得ている。

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、長寿命を維持しながら当社従来品に対して高風量化および高静圧化を実現した。



図1 □ 60 × 76mm 厚「San Ace 60L」9CRLB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。

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。

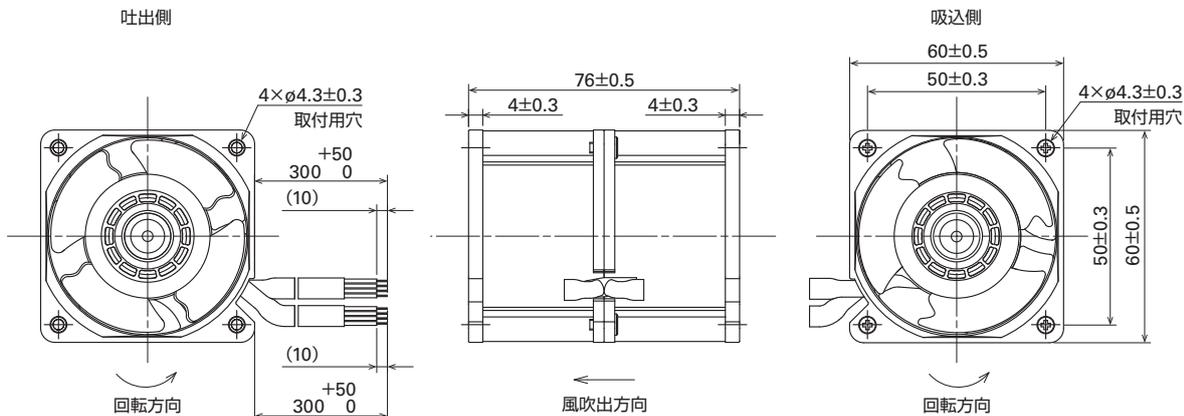


図2 □ 60 × 76mm 厚「San Ace 60L」9CRLBタイプの寸法諸元（単位：mm）

表1 □60×76mm厚「San Ace 60L」9CRLB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]			
9CRLB0612P0G001	12	10.8 ~ 13.2	100	3.6	43.2	19700	18300	2.4	84.8	1500	6.00	75	-20 ~ +70	100000/60°C (135000/40°C)
			20	0.28	3.36	5300	4800	0.64	22.6	110	0.44	43		

^{*}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。

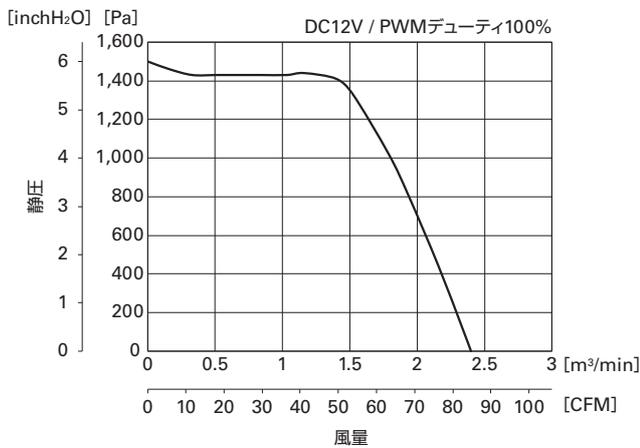


図3 □60×76mm厚「San Ace 60L」9CRLBタイプの風量－静圧特性例

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、速度の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°C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、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、およびモータの小型化により長寿命性能を維持しながら、従来品よりも高風量、高静圧を実現した。

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、従来品より高回転化が必要である。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、高効率化による消費電力の低減が有効である。そこで、開発品は高回転化と高効率化を両立できる三相駆動モータ

を採用した。モータ部は小型でありながら従来品よりも高効率を実現し、低消費電力化に寄与している。

図4に「San Ace 60L」の開発品と従来品のモータ部の比較を示す。従来品はバイポーラ駆動(単相全波)モータである。



従来品

開発品

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

羽根は高風量・高静圧と消費電力の抑制を両立させるために、前段に3枚翼を採用した。翼面積を広くすることで高風量としつつ、翼の反りを小さくし空気の負荷を低減することで消費電力を抑制している。くわえて、モータ部を小型化したことにより、羽根のボス部の傾斜を大きくとることができ、高風量化を達成している。さまざまな組み合わせによるシミュレーションや実機評価をおこない、羽根の動翼形状やフレームのスポーク形状を空気の流れに最適化した形状にすることで負荷時における低消費電力と低騒音を達成した。図5に羽根形状の開発品と従来品の比較を示す。図6に風の流れを可視化したシミュレーション例を示す。

フレームには従来品と同じアルミダイカストを採用し、強度および放熱性を高めることで長寿命化に貢献している。

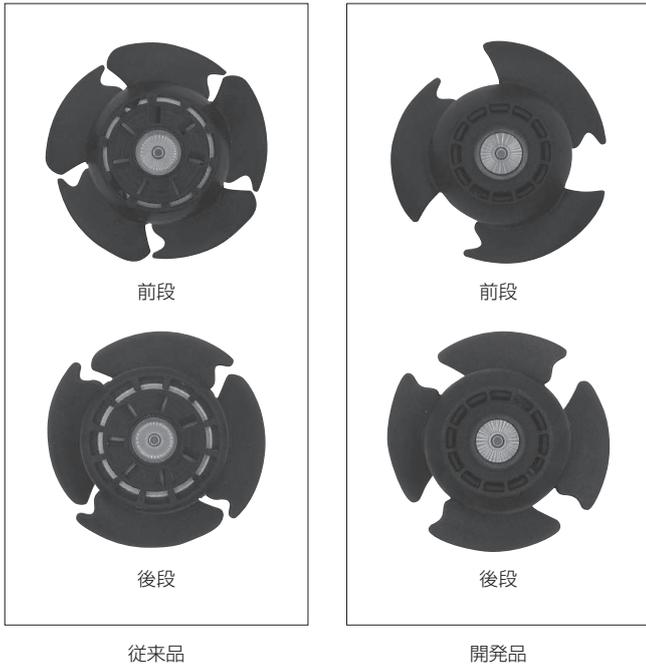


図5 開発品と従来品の動翼形状比較

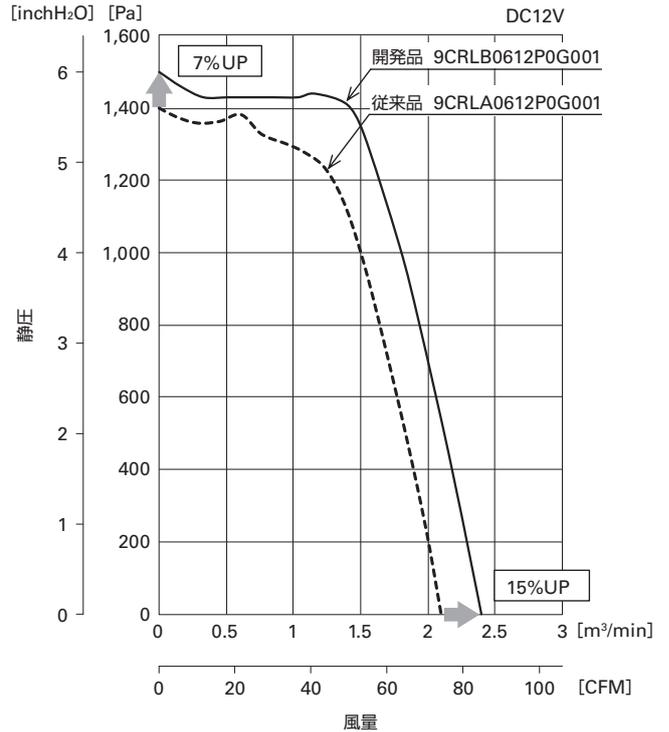


図7 開発品と従来品の風量－静圧特性例比較

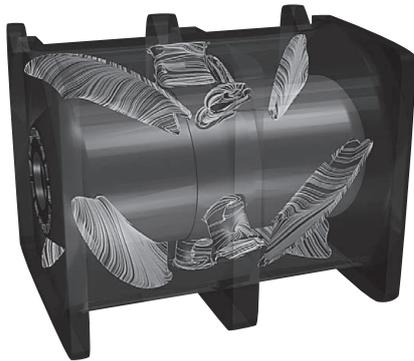


図6 シミュレーション例(開発品の風の流れ)

5. 開発品と従来品の比較

5.1 風量－静圧特性の比較

図7に開発品と従来品の風量－静圧特性例比較を示す。開発品は、従来品と比較して最大風量が15%、最大静圧が7%向上している。

5.2 消費電力と騒音レベルの比較

図8に開発品と従来品の同等動作風量時における消費電力と騒音レベルの比較を示す。

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13%低減、騒音レベルが3dB(A)低減しており、高効率かつ低騒音である。

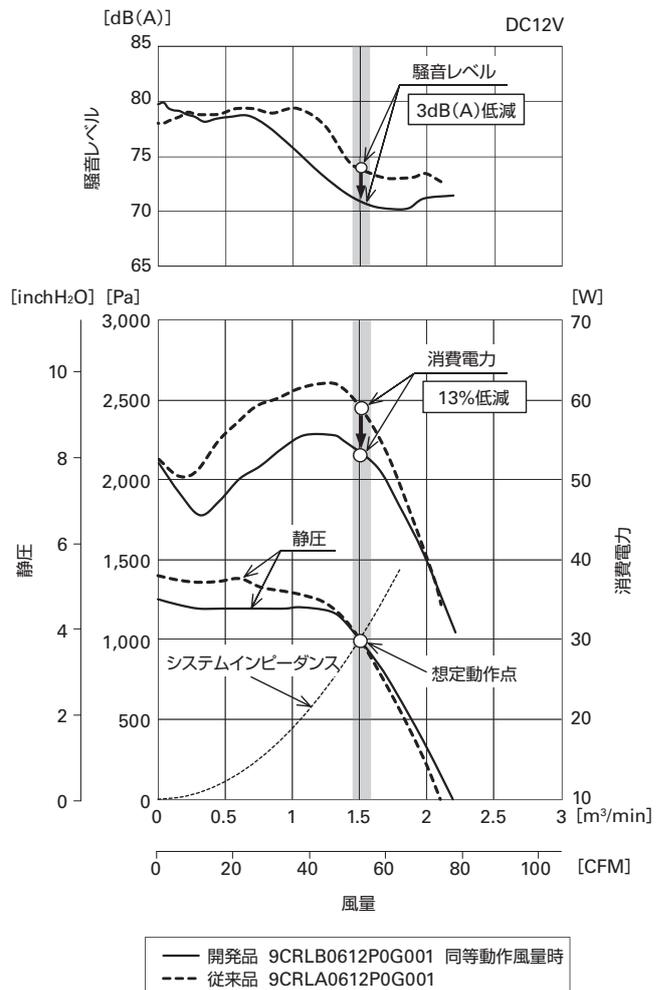


図8 開発品と従来品の消費電力と騒音レベルの比較

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CO₂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CO₂排出量を従来品と比較して13%削減できた。これにより、エコプロダクツ製品の認定を受けることができた。図10にエコプロダクツのシンボルとロゴを示す。

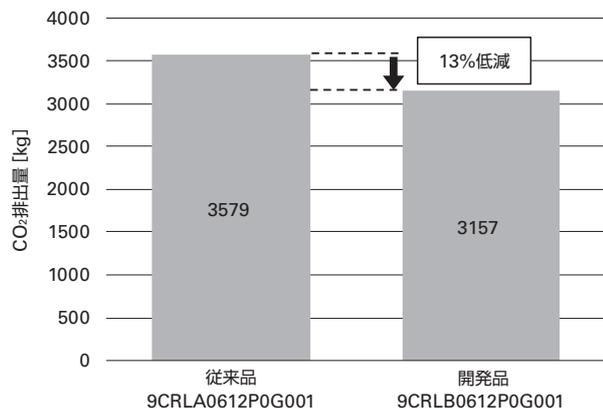


図9 CO₂排出量の比較
当社LCA計算ソフトウェアによる
(100,000時間、同等動作風量時)



ECO PRODUCTS

図10 エコプロダクツのシンボルとロゴ

6. むすび

本稿では、長寿命二重反転ファン「San Ace 60」9CRLBタイプの特長と性能を紹介した。

開発品は、長寿命を維持しながら当社従来品に対して高風量化および高静圧化を実現した。

さらに、同等風量動作時には低消費電力化、低騒音化を実現した。従来の長寿命性能を維持しながら、環境負荷の低減を実現したことにより、エコプロダクツの認定を受けている。

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

稲田 直哉

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 晴久

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。

酒井 悠

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。

大野 耕嗣

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。

大澤 穂波

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。

□60×56mm厚 二重反転ファン 「San Ace 60」9CRHタイプ

長塚 幸弘

Yukihiro Nagatsuka

巖 潤傑

Yen Junchieh

陳 興璋

Louis Chen

許 登貴

Vincent Hsu

小川 範昭

Noriaki Ogawa

奥田 裕介

Yusuke Okuda

鎌田 直秀

Naohide Kamada

吉岡 高太

Shuta Yoshioka

栗林 宏光

Hiromitsu Kuribayashi

1. まえがき

AI技術や通信機器の発展と需要増加とともに、データセンターやGPUサーバなどは、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り、機器の急速な高性能化による機器内部の高密度化や発熱量増加が一層進んでいる。このような市場においては、二重反転ファンが多く採用され、従来以上の冷却性能が求められている。

当社では□60×56mm厚二重反転ファン「San Ace60」9CRA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、□60×56mm厚二重反転ファン「San Ace 60」9CRHタイプ(以下、開発品とする)を開発・製品化した。

開発品は大幅な低消費電力化を実現していることから、環境負荷低減効果が大きい製品に対する当社独自の新たな基準である「エコプロダクツプラス」の認定を得ている。

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、低消費電力を実現している。



図1 □60×56mm厚「San Ace 60」9CRH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。

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。

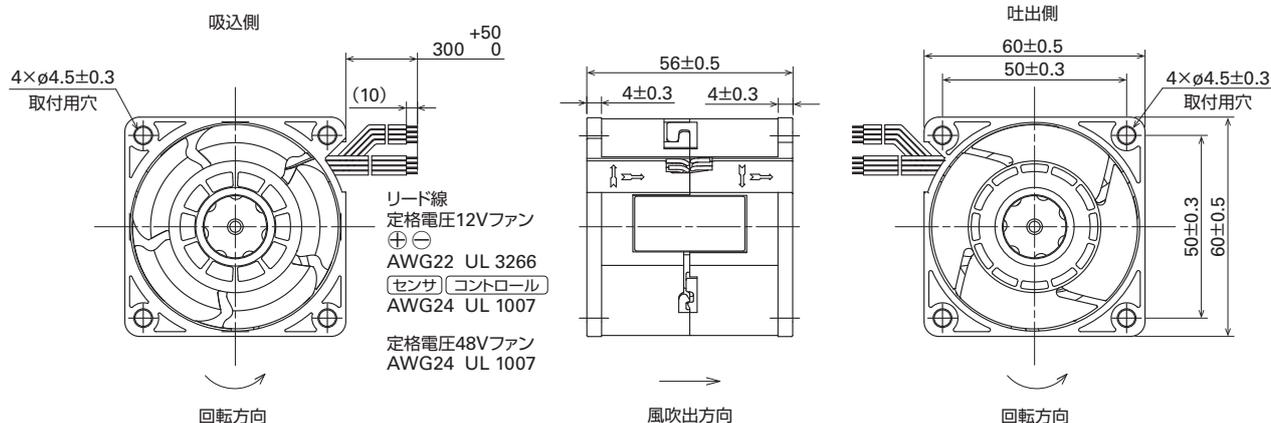


表1 □60×56mm厚「San Ace 60」9CRHタイプの一般特性

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]			
9CRH0612P6G001	12	10.8 ~ 13.2	100	5.6	67.2	26100	26800	2.57	90.8	3350	13.4	78	-20 ~ +70	40000/60°C (70000/40°C)
			20	0.16	1.9	3900	4000	0.35	12.3	74	0.3			
9CRH0648P6G001	48	36 ~ 60	100	1.4	67.2	26100	26800	2.57	90.8	3350	13.4	78		
			20	0.11	5.3	3900	4000	0.35	12.3	74	0.3			

※入力PWM周波数：25 kHz。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。

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、速度をコントロールできる。

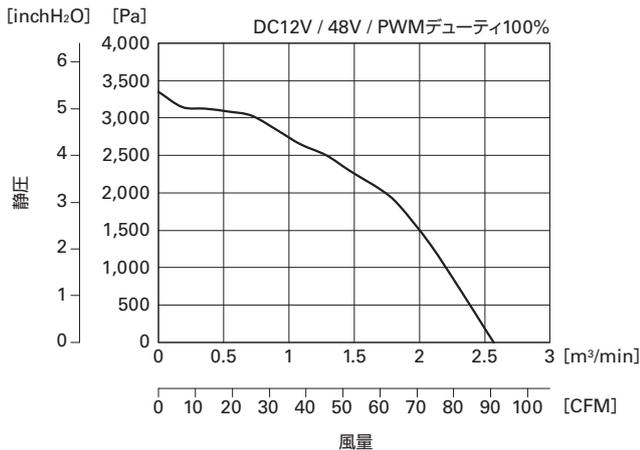


図3 開発品の風量－静圧特性例

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、空力性能が高い羽根・フレーム形状を新規設計することにより、従来品よりも高風量、高静圧、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、従来品より高回転化が必要である。低消費電力を実現するには、モータの高効率化が必要である。そこで、従来品のモータ駆動方式がバイポーラ駆動(単相全波)であるのに対し、開発品は高回転化と高効率化を両立できる三相駆動モータを採用した。これにより高風量、高静圧、低消費電力を実現した。

4.2 羽根・フレーム設計

図4に開発品と従来品の羽根形状の比較を示す。前段の羽根は、従来品からは形状を大きく変更し、高静圧と低消費電力の性能で実績のある当社□60×38 mm厚9HVAタイプの形状を踏襲した。後段の羽根は、従来品に対して、翼面積を大型化している。前段と後段の羽根形状の組み合わせを最適化することで、高性能化を図っている。

また、冷却ファンの性能を決める要素は羽根形状だけでなく、フレーム形状、回転速度も重要である。本製品は二重反転ファンであるため各要素が通常の軸流ファンの2倍であり、その組み合わせは多岐に渡る。そのため、開発にあたってはシミュレーションによる検討と、実機での確認を併用することで、最適な組み合わせを最短で見つけ、高風量、高静圧、低消費電力、低騒音を実現している。



図4 開発品と従来品の羽根形状比較

次に図5に開発品と従来品のフレーム結合部の比較を示す。

二重反転ファンは軸流ファンを2台組み合わせた構造であるため、従来品では前後のファンを接続するためのフランジが張り出していた。しかし、機器内部の高密度化にともない、フレーム周囲にマウント用の部品を取り付けや、リード線を配置するためのファンを取り付けるスペースは、できるだけ大きくすることが求められる。そのため、開発品ではフレーム固定部の構造を見直す必要があった。改善策として、フランジを廃止し、フレーム側面部に固定を担うツメを埋め込む構造とした。ツメの形状を工夫することで、フレーム外周側へのツメの張り出しを抑えながら、作業性・強度を確保している。フレーム周囲のスペースが最大化し、装置に実装する際の省スペース化の設計に貢献できる。

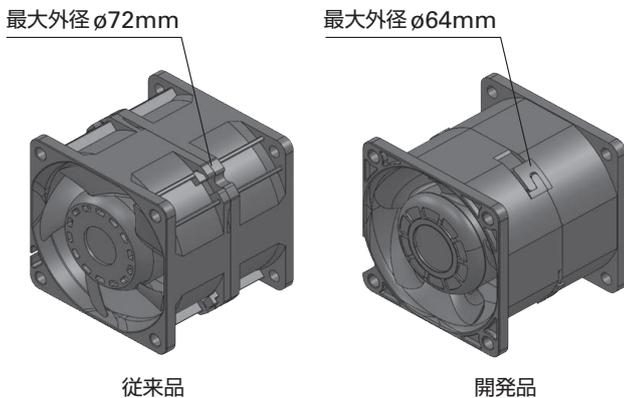


図5 開発品と従来品のフレーム結合部の比較

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。

開発品は、従来品と比較して最大風量が12%、最大静圧が196%向上している。高風量・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同等動作風量時における消費電力と騒音レベルの比較を示す。

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22%低減、騒音レベルが4dB (A) 低減している。高効率かつ低騒音化を実現した。

5.3 フレームの前段と後段の結合部の比較

図5より、開発品は従来品と比較して、前段と後段の結合部の最大外径が $\phi 72\text{mm}$ から $\phi 64\text{mm}$ へ11%の小型化を実現した。

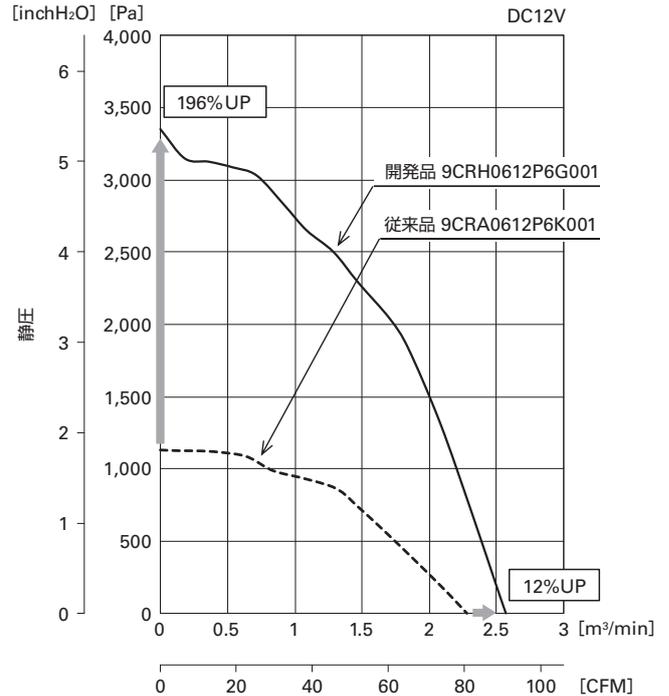


図6 開発品と従来品の風量－静圧特性例比較

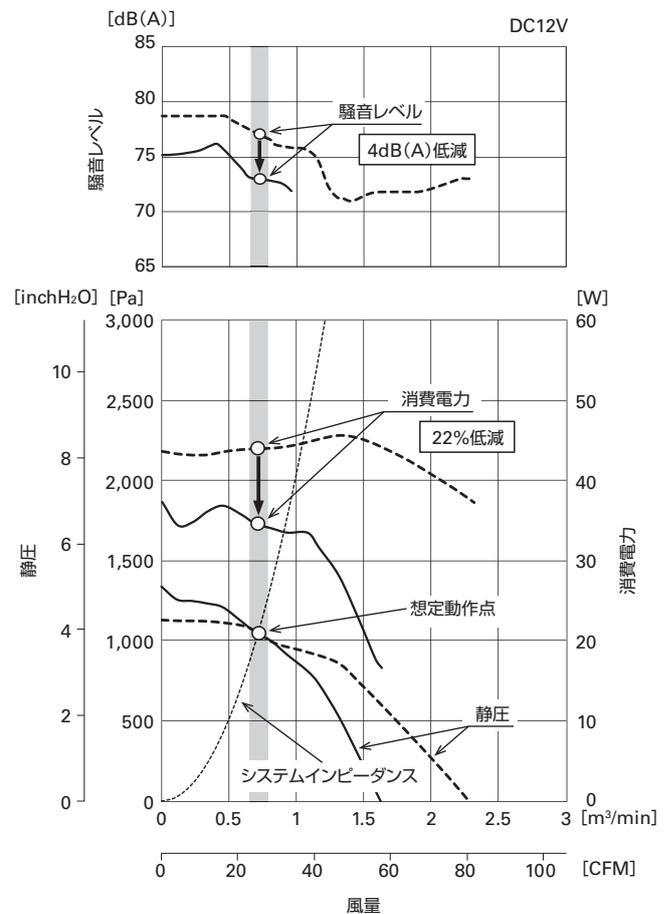


図7 開発品と従来品の消費電力と騒音レベルの比較

5.4 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、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CO₂排出量を従来品と比較して22%削減できる。この削減が大きく評価され、エコプロダクツプラス製品に認定された。エコプロダクツプラスのシンボルとロゴを図9に示す。

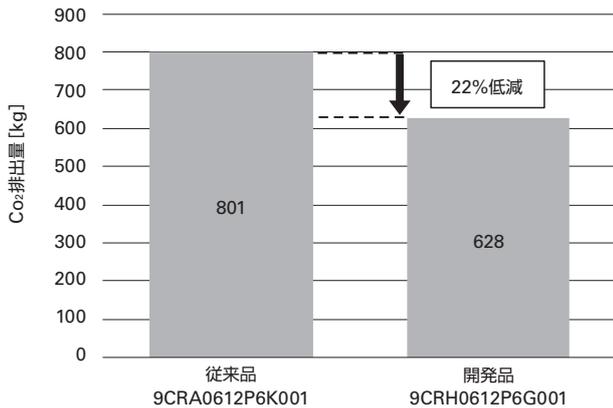


図8 CO₂排出量の比較
当社LCA計算ソフトウェアによる
(40,000時間、同等動作風量時)



図9 エコプロダクツプラスのシンボルとロゴ

6. むすび

本稿では、新規で開発した□60×56mm厚二重反転ファン「San Ace 60」9CRHタイプの特長と性能を紹介した。

開発品は、当社従来品に対して高風量化および高静圧化を実現した。さらに、同等風量動作時では低消費電力化、低騒音化を実現した。これが当社で高く評価され、エコプロダクツプラス製品に認定された。また、フレーム結合部のフランジを廃止し、最大外径を小型化したことで、装置へ実装する際の省スペース設計向上に貢献できる。

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

長塚 幸弘

SANYO DENKI TAIWAN CO., LTD 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

嚴 潤傑

SANYO DENKI TAIWAN CO., LTD 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

陳 興璋

SANYO DENKI TAIWAN CO., LTD 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

許 登貴

SANYO DENKI TAIWAN CO., LTD 設計部
冷却ファンの開発, 設計に従事。

小川 範昭

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。

奥田 裕介

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。

鎌田 直秀

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。

吉岡 嵩太

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。

栗林 宏光

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。

SDGsとSANUPS製品の関わり

柴田 雅之

Masayuki Shibata

坂田 寛明

Hiroaki Sakata

工藤 仁

Hitoshi Kudo

1. まえがき

当社は、「すべての人々の幸せをめざし、人々とともに夢を実現する」という企業理念のもとに、人々の幸せづくりに貢献できる製品とサービスを提供している。これは、国際社会の共通目標であるSDGs（持続可能な開発目標）が掲げる「持続可能で豊かな社会」と深く結びついている。

当社は企業理念に基づき、SDGsの実現に向けて、次の3つの領域に取り組んでいる。

- (1) 事業を通じた社会的課題の解決
- (2) 働きがいのある職場づくり
- (3) サステナブルなものづくり

本稿では、まずSANUPS製品がどのように「社会的課題の解決」に貢献しているかを説明する。次に、これらの製品開発や生産技術が「働きがいのある職場づくり」や「サステナブルなものづくり」に、どのように結びつき、SDGsの実現に貢献しているかを紹介する。

2. 事業を通じた社会的課題の解決

当社では、SANUPS製品として、パワーコンディショナ、無停電電源装置およびエンジン発電装置などをラインアップしている。パワーコンディショナは、再生可能エネルギーを使用して地球環境の保全に寄与する製品である。無停電電源装置は、安定して電力を供給する装置であり、人の健康と安全を守ることに貢献している。

まず、さまざまな再生可能エネルギーに対応するパワーコンディショナ「SANUPS W83A」を紹介する。次に、高い信頼性を持ち、冗長運転ができる無停電電源装置（以下、「UPS」という）「SANUPS A11N」と、瞬時電流耐量の大きいUPS「SANUPS A11K-Li」を紹介する。

2.1 パワーコンディショナ「SANUPS W83A」⁽¹⁾

近年、脱炭素社会の実現に向け、再生可能エネルギーの導入が拡大している。再生可能エネルギーには、太陽光、風力、水力、バイオマスなどがあるが、従来は、それぞれの発電システムに適したパワーコンディショナを選定する必要があった。この課題を解決するため、さまざまな再生可能エネルギーに1台で対応で

きるパワーコンディショナ「SANUPS W83A」を開発した。図1に「SANUPS W83A」の外観を示す。

太陽光、風力、水力、バイオマスなど、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取り出し、エネルギー変換効率を高めた。従来製品に比べて、エネルギー変換効率の向上や、小型化を実現したことで、自社基準に基づいた環境負荷が小さい製品「エコプロダクツ^(注1)」に認定されている。このように、「SANUPS W83A」は、地球環境の保全や、脱炭素社会の実現に貢献する製品である。

さらに、本製品は商用電力系統との連系運転だけではなく、自立運転機能を備えている。この機能により、停電などの非常時に、再生可能エネルギーの発電電力を直接供給することができ、防災対策やBCP（事業継続計画）の対策に貢献する。



図1 パワーコンディショナ「SANUPS W83A」

注1 ライフサイクルにおける製品の小型・軽量化、消費電力・CO₂排出量低減などを評価し、基準を満たした製品を「エコプロダクツ」として認定している。

2.2 高信頼性並列冗長UPS「SANUPS A11N」⁽²⁾

今、私たちの周りには、社会インフラ機器、防犯機器、生活環境の維持管理機器など、人々の安全を守るための電子機器が多くあり、生活に欠かせないものになっている。これらの機器が停止すると、社会や経済に重大な被害や影響を及ぼす可能性がある。「SANUPS A11N」は、停止せずに故障ユニットの交換ができるなど、電源の多重化を構築できる信頼性の高いUPSである。

本製品は5kVAを基本ユニットとし、交流出力部をユニット背面に備えた単機モデルと、集電ユニットに基本ユニットを4台まで接続し、最大20kVAまで拡張できる並列モデルがある。図2に「SANUPS A11N」並列モデルの外観を示す。

並列冗長運転は、独立した制御により、各ユニットの電圧、周波数、負荷分担などを個別に制御している。そのため、図3に示すとおり、並列冗長運転中でも、システム全体を停止せずに、ユニットの交換や増設ができ、メンテナンス性を向上している。

このように、「SANUPS A11N」は、電力を継続的に安定供給することによって、重要な機器を止めない役割を持ち、人々の安全を守ることに貢献している。

さらに、従来製品に比べて、変換効率が向上した「エコプロダクト^(注1)」の認定製品であり、CO₂排出量を削減し、地球環境負荷の低減に貢献する製品である。

2.3 UPS「SANUPS A11K-Li」⁽³⁾

フリーザー専用モデル⁽³⁾

2019年に発生した新型コロナウイルス感染症「COVID-19」は、世界的なパンデミックとなり、社会情勢に大きな影響を与えた。新型コロナウイルス感染症のワクチンは、温度管理が難しく、フリーザーに安定した電力供給が必要である。常時インバータ給電方式のUPS「SANUPS A11K-Li」の「フリーザー専用モデル」は、この課題を解決した製品である。

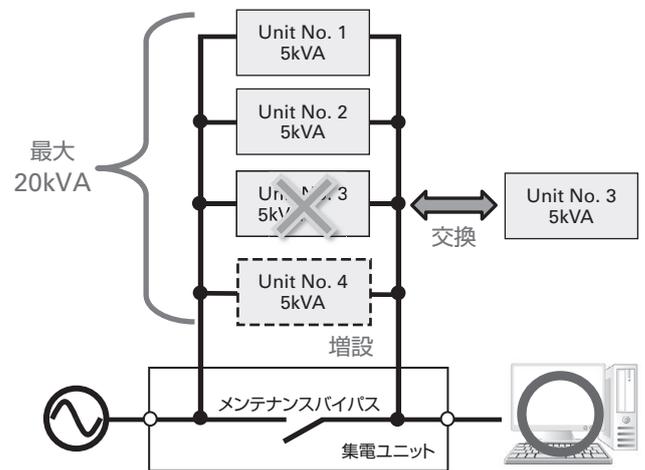
図4に本製品の外観を示す。「SANUPS A11K-Li」フリーザー専用モデルは、コンプレッサ起動時の急激な突入電流が流れても、停止せずに電力供給できるように、瞬時の電流耐量を向上した。本製品は、厚生労働省指定の超低温冷凍庫（ディープフリーザー）との組み合わせ試験をクリアしている。

また、入力電源プラグはNEMA5-15Pを採用し、一般的な壁埋め込みコンセントから、電力を供給できるようにするとともに、キャスタを備えて移動も容易にしている。

このように、新型コロナウイルスなどのワクチン保冷库用UPSとして、人々の健康を安全に守り、安心してご使用いただける製品である。



図2 「SANUPS A11N」並列モデル



負荷に給電を維持したまま交換・増設ができる
※負荷容量は交換・増設ユニット分を除く

図3 並列冗長運転システム



図4 「SANUPS A11K-Li」フリーザー専用モデル

3. 働きがいのある職場づくり

働きがいのある職場づくりとして、チーム活動と製品開発の取り組み事例を紹介する。

まず、エレクトロニクスカンパニーの五つのチーム活動を紹介する。次に、バーチャルシミュレータの導入による技術者育成の取り組み、そして海外開発拠点との共同開発による設計開発力の向上について紹介する。

3.1 五つのチーム活動

2024年4月から社内カンパニー制となり、旧パワーシステム事業部と旧サーボシステム事業部のアンプ・ドライバ部門はエレクトロニクスカンパニーとして新たにスタートした。「私たちは、お客さまの“よろこび”と私たちの“働きがい”と人々の“感動”を創る」をカンパニー理念とし、図5に示すとおり、五つの取り組みとして、「五つのチーム活動」をはじめた。

「五つのチーム活動」の目的は、次のとおりである。

①製品革新チーム

お客さまにとっての新しい価値（製品・サービス）を提供するために、SANUPSの電力変換技術、蓄電技術、発電技術とSANMOTIONの制御技術を融合して、新しい技術と製品をつくる。

②品質革新チーム

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。

③ものづくり革新チーム

生産工程の集約・一体化など、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。

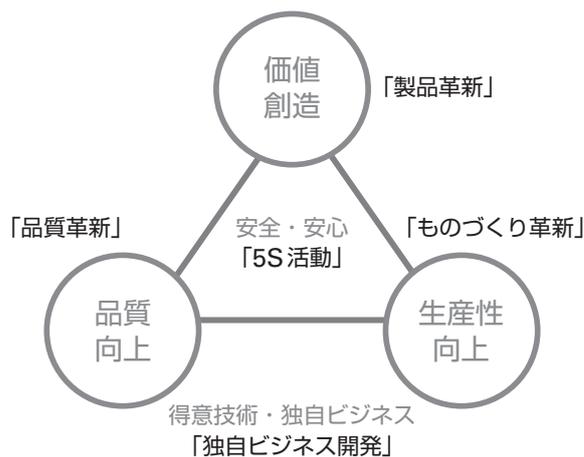
④5S活動チーム

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。この「職場づくり」は、「価値づくり」、「品質づくり」、「ものづくり」、「ひとりづくり」の「礎」である。

⑤独自ビジネス開発チーム

得意技術を生かして、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る。

この「五つのチーム活動」は、カンパニー社員全員参加で、目標を立て、具体的な取り組みを計画し、働きがいのある職場づくりに取り組んでいる。



五つの取り組み

1. 価値創造：お客さまにとっての新しい価値（製品・サービス）を提供する。
2. 品質向上：「安心・安全」な製品品質にする。
3. 生産性向上：ものづくりの「生産性」を高くする。
4. 安心・安全：安心・安全・働きがいのある職場をつくる。
5. 独自ビジネス：得意技術を生かした独自ビジネスを創る。

図5 五つの取り組みとチーム活動の相互関係

3.2 バーチャルシミュレータが活用できる技術者の育成

従来の製品開発は、試作品の製作、評価、改良を繰り返すプロトタイプ開発がおこなわれており、多くの費用と時間を費やしていた。この課題を解決するために、3Dデータを活用し、仮想空間で評価ができるバーチャルシミュレータ（Virtual Product and Process Simulator：以下、「VPS」という）を活用した開発環境を構築した。

生産部門において、部品や工具の干渉、組立の作業性や工数など、VPSを用いて評価し、問題点をフィードバックすることで、試作・評価回数を減らした。VPSによる仮想空間での評価例を図6に示す。

3Dデータの環境整備、運用ルールを策定するとともに実践トレーニングをおこない、VPSで製品の構造評価ができる技術者を育成した。これにより、生産部門も製品開発に深く関わり、働きがいのある職場づくりに取り組んでいる。

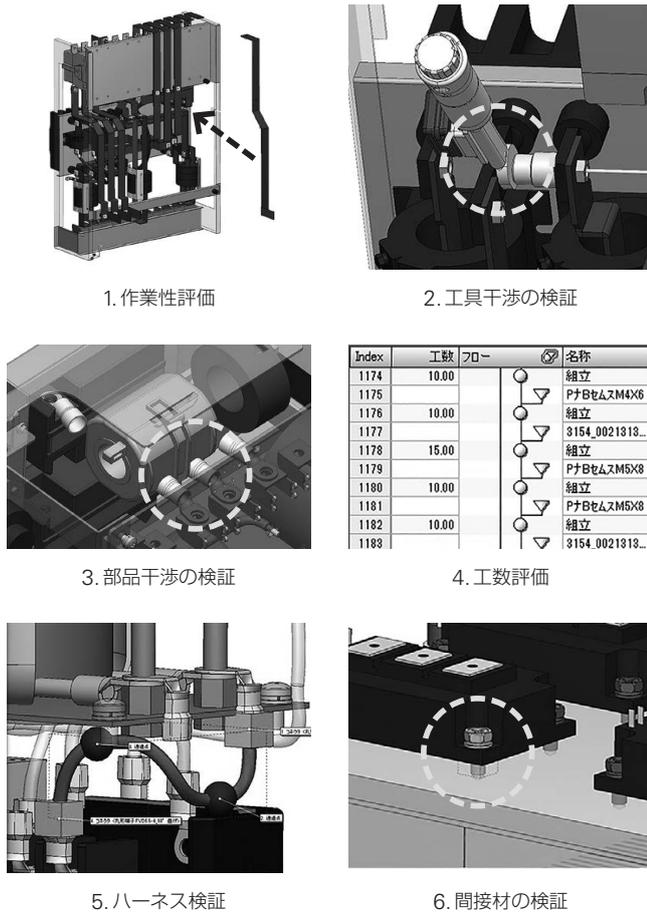


図6 VPSによる仮想空間の評価項目例

3.3 山洋電気フィリピンとの共同開発

当社グループの開発拠点として、2019年に山洋電気フィリピン（以下、「SDP」という）にテクノロジーセンターを開設した。SDPでSANUPS製品を開発するため、共同でカスタマイズ開発に取り組んだ事例を紹介する。

UPSの仕様変更と部品変更のカスタマイズを、SDP設計部と共同開発した。UPSの仕様変更では、SDP設計部で板金設計、入力電源ケーブル設計および内部配線検証をおこなった。さらに、使用部品の生産中止にともなう部品変更では、代替部品選定、基板設計および評価をおこなった。日本からの技術サポートや業務内容を丁寧に説明することで、設計や評価を計画どおり実施できた。

SDPの設計開発力を向上し、共同でカスタマイズ開発した結果、グループ会社の働きがいのある職場づくりを実現した。今後は、SDPとの共創製品や独自製品の企画・開発を進める予定である。

4. サステナブルなものづくり

サステナブルなものづくりとして、生産活動の取り組み事例を紹介する。

まず、生産工程の取り組みとして、リチウムイオン電池パック

「SANUPS LiB Pack」の自動組立検査装置の構築による生産性向上を紹介する。次に、生産現場の取り組みとして、生産過程で排出する「はんだ」のリサイクル活動を紹介する。

4.1 「SANUPS LiB Pack」自動組立検査装置の構築

近年、UPSに搭載するバッテリーは、長寿命、小型化の利点から、リチウムイオン電池の採用が進んでいる。当社は、安全性・安定供給をより一層向上するため、リチウムイオン電池パック「SANUPS LiB Pack」を開発した。同容量の鉛蓄電池に比べ、大幅に長寿命化、軽量化した「エコプロダクツ^(注1)」の認定製品であり、廃棄物の削減に貢献できる。

「SANUPS LiB Pack」の生産コストを最小にするために、図7に示すような、組立・溶接・検査工程の自動組立検査装置を構築した。



図7 「SANUPS LiB Pack」自動組立検査装置

4.1.1 溶接技術の確立

「SANUPS LiB Pack」の最適な溶接には、工法、材料・形状、溶接条件の3つの要素が重要である。

工法は、図8に示すように、費用・構造面に優れ、薄板溶接に適用できる抵抗溶接を採用した。材料・形状では、銅合金を溶接に最適な形状とし、図9に示すとおり、品質の高い溶接が実現できた。溶接条件では、電流、電圧、通電時間、加圧力の最適な組み合わせと、閾値を定め、自動組立検査装置で常に監視することで、製造品質を高めている。



図8 抵抗溶接

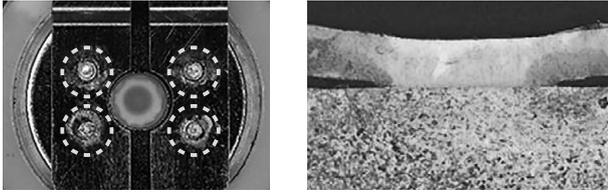


図9 溶接痕と断面図

4.1.2 品質情報の工程間連携

自動組立検査装置では、「SANUPS LiB Pack」に使用するリチウムイオン電池の受入検査から最終組立までの製造・検査データを蓄積し、そのデータを工程間で連携、システムで照合できる仕組みを構築した。未検査品や不合格品を検出し、次工程に不具合品を流出しないラインにした。

4.1.3 自動組立検査装置構築の効果

「SANUPS LiB Pack」の自動組立検査装置を構築したことで、購入品のリチウムイオン電池に比べて、リードタイムを大幅に短縮できた。また、溶接技術の確立、品質情報の工程間連携により、製品品質が向上し、生産性も向上した。

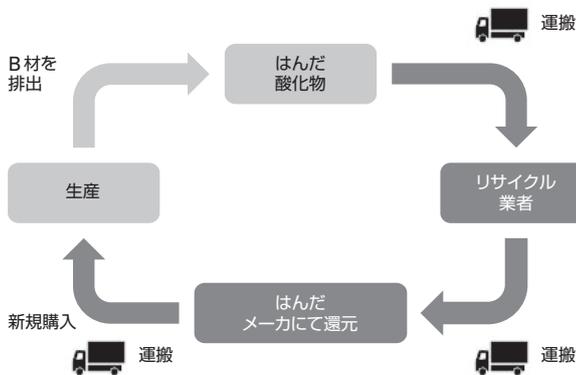
4.2 はんだリサイクルの取り組み

はんだリサイクルシステムを構築し、プリント回路板の生産過程で排出する廃棄はんだの社内リサイクルをおこなっている。

図10に示すように、従来のリサイクルフローでは、リサイクル業者、はんだメーカーが関わっていたが、リサイクルシステム構築により、社内のみで、はんだの再生・再利用ができるフローとなった。これにより、リサイクル業者へ売却していた年間1,000kgの廃棄はんだのうち、約640kgが社内で再生・再利用できる。

廃棄はんだの社内リサイクルは、生産と消費の持続可能性を向上するとともに、当社とリサイクル業者間の廃棄物輸送に関わるCO₂排出を抑制し、地球環境への負荷低減に貢献している。

従来のリサイクルフロー



現在のリサイクルフロー

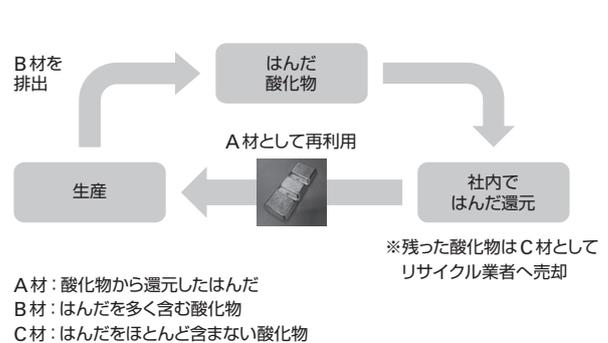


図10 はんだリサイクルフロー

5. むすび

本稿では、SDGsの実現に向けて、SANUPS製品の3つの領域への取り組みを紹介した。

(1) 事業を通じた社会的課題の解決

「SANUPS W83A」は地球環境の保全、脱炭素社会の実現に貢献する。また、「SANUPS A11N」は電力を継続的に安定供給することで、重要な機器を止めずに、人々の安全を守っている。さらに「SANUPS A11K-Li」は、ワクチン保冷庫用UPSとして人々の健康を守り、安全で安心して、ご使用いただいている。

(2) 働きがいのある職場づくり

五つのチーム活動は、カンパニー社員全員参加で、働きがいのある職場づくりをめざしている。また、バーチャルシミュレータを活用して、生産部門も製品開発に深く関わっている。さらに山洋電気フィリピンとの共同開発により、設計開発力を高めると共に、働きがいのある職場づくりを実現した。

(3) サステナブルなものづくり

「SANUPS LiB Pack」の自動組立検査装置を構築し、生産性を向上した。また、はんだリサイクルシステムの構築により、社内でのリサイクルフローを実現し、地球環境への負荷を軽減した。

SANUPS製品の需要はますます高まっている。これに応えるため、地球環境の保全や人々の健康と安全を守るSANUPS製品を、開発し続ける必要がある。製品開発と生産活動とおして、お客さまに価値を提供し、「持続可能で豊かな社会」の実現に貢献していく。

参考文献

- (1) 太田 拓弥ほか12名：「SANUPS W83A」連系自立タイプの開発
SANYODENKI Technical Report, No.58, pp.23-30 (2024.11)
- (2) 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)
- (3) 塩川 直彦：「特集：2021年の技術成果」パワーシステム事業部
SANYODENKI Technical Report, No.53, pp.16-17 (2022.5)

執筆者

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。

坂田 寛明

エレクトロニクスカンパニー
生産部生産技術課第一係
電源機器の生産技術に従事。

工藤 仁

エレクトロニクスカンパニー
生産部生産技術課第二係
コントローラ, サーボアンプの生産技術に従事。

再生可能エネルギーシステム用 パワーコンディショナ 「SANUPS W83A」の開発

太田 拓弥
Takuya Ota

和田 有司
Yuji Wada

小林 隆
Takashi Kobayashi

石田 誠
Makoto Ishida

藤巻 哲也
Tetsuya Fujimaki

新村 翔
Sho Niimura

竹原 美香
Mika Takehara

棚橋 克俊
Katsutoshi Tanahashi

水口 清志
Kiyoshi Mizuguchi

吉沢 勝浩
Katsuhiko Yoshizawa

加藤 裕
Yutaka Kato

荻原 博紀
Hironori Ogihara

川島 功之
Noriyuki Kawashima

1. まえがき

近年、脱炭素社会の実現に向けて、再生可能エネルギーの導入が拡大しており、それにとまってパワーコンディショナの需要が高まっている。再生可能エネルギーには、太陽光、風力、水力、バイオマスなどがあり、それぞれの電力変換に適したパワーコンディショナが必要である。また、電力の需給バランスを調整するために、蓄電池を接続して使用できるパワーコンディショナも求められている。

このような背景のなか、さまざまな再生可能エネルギー発電システムや蓄電池と接続して使用でき、さらに無線通信機能を内蔵したパワーコンディショナ「SANUPS W83A」を開発した。

本稿では、新しいパワーコンディショナ「SANUPS W83A」の概要と特長、そして、開発のポイントを紹介する。

2. 製品の概要

「SANUPS W83A」は、三相3線式、AC202V、出力容量49.9kWのパワーコンディショナである。

本製品は、発電システムにあわせてパワーコンディショナを選定する必要がなく、太陽光、風力、水力、バイオマスなどの再生可能エネルギーや蓄電池を接続して使用できる。

また、停電などの非常時にも、再生可能エネルギーの発電電力や蓄電池電力を供給する自立運転機能を備えているため、防災対策やBCP（事業継続計画）対策に貢献できる。

さらに無線通信機能により、モバイル端末で装置の状態監視や設定変更ができるため、操作性と保守性を大幅に向上するとともに、図1に示すように、従来製品に対して、表示画面と操作ボタンをなくし、シンプルな外観である。



図1 「SANUPS W83A」の外観

表1に「SANUPS W83A」の電気的仕様を示す。さまざまな発電システムや、蓄電池に接続して使用できるように、ハードウェアの共通化と、連系出力や自立出力など、基本的な電気的仕様を共通化した。

表1 「SANUPS W83A」の電気的仕様

項目		型番	W83A493S	
使用システム		太陽光発電	発電機 (水力・風力・バイオマスなど)	蓄電池
電力制御方式		最大電力点追従制御 (MPPT制御)	発電機パワーカーブ制御	充放電スケジュール制御
出力容量		49.9kW (力率0.95 ~ 1.0)		
主回路方式		自励式電圧型		
スイッチング方式		高調波 PMW		
絶縁方式		商用周波絶縁トランス方式		
冷却方式		強制空冷		
直流入力	定格電圧	DC300V		—
	最大許容入力電圧	DC650V		—
	入力運転電圧範囲	DC200 ~ 600V		—
	定格出力範囲	DC270 ~ 600V		—
連系出力	相数・線数	三相3線		
	定格電圧	AC202V		
	定格周波数	50Hz/60Hz		
	定格出力電流	AC143A		
	出力電流ひずみ率	総合電流5%以下, 各自電流3%以下		
	出力力率	0.95以上		
	力率設定範囲	0.8 ~ 1.0 (0.01ステップ)		
	効率	95% (JIC C 8961に基づく効率測定方法 力率1.0の場合)		
自立出力	定格出力	50kVA (負荷力率1.0)		
	相数・線数	三相3線		
	定格電圧	AC202V		
	電圧精度	定格電圧±8%		
	定格周波数	50Hz/60Hz		
	周波数精度	定格周波数±0.1Hz以内		
	出力電圧ひずみ率	線形負荷時: 5%以下		
	負荷力率変動範囲	0.7 ~ 1.0 (遅れ)		
	過負荷耐量	100% 連続		
	自立運転への切替	自動もしくは手動		
蓄電池 入出力	入力運転電圧範囲	—	DC260 ~ 600V	
	定格出力範囲	—	DC270 ~ 600V	
	最大充電電力	—	DC49.9kW	
	最大充電電流	—	DC185A	
	充電電圧調整範囲	—	DC270 ~ 600V (1Vステップ)	
	最大放電電流	—	DC195A	
連系保護		過電圧 (OVR), 不足電圧 (UVR), 周波数上昇 (OFR), 周波数低下 (UFR), 並列時許容周波数		
単独運転 検出	受動的方式	電圧位相跳躍検出		
	能動的方式	ステップ注入付周波数フィードバック方式 (STEP3.2)		
通信方式	有線 LAN インターフェース	Ethernet 10Base-T / 100Base-TX / 1000BASE-T		
	無線 LAN インターフェース	準拠規格: IEEE802.11 b/g/n, 使用周波数帯: 2.4GHz帯		
	パワーコンディショナ間	RS-485 (Modbus RTU)		
	LIB 盤間	RS-485 (Modbus RTU)		
騒音		62dB以下 (A特性 装置正面1m)		
使用環境	周囲温度	-10 ~ 50°C (40°Cを超える場合は出力制限にて運転)		
	相対湿度	30 ~ 90% (結露しないこと)		
	標高	2000m以下		

3. 製品の特長

3.1 さまざまな再生可能エネルギーと蓄電池に対応

一般に、表2に示すように、接続する太陽電池、発電機、蓄電池などの用途に応じて異なる電力制御方式が必要である。従来製品では、各制御方式に対応するパワーコンディショナをラインアップしていた。

本製品は、制御や機能のソフトウェア処理を共通化し、異なる電力制御を切り替えることで、3つの電力制御方式を1台で制御することを可能にした。

これにより、電力制御方式を選択するだけで、同一のパワーコンディショナで、さまざまな再生可能エネルギーの発電システムや蓄電池に対応できる。

表2 電力制御方式と電力用途

発電システム	電力制御
太陽電池	最大電力点追従制御 (MPPT 制御)
発電機 (水力・風力・バイオマスなど)	発電機パワーカーブ制御
蓄電池	充放電スケジュール制御

3.1.1 最大電力点追従制御 (MPPT^{注1} 制御)

最大電力点追従制御は、パワーコンディショナに太陽電池を接続した際に使用する。

この制御方式は、図2に示すように、季節や天候、設置場所に応じて、変動する太陽電池の電力を最大限に活用するために、動作電圧を制御して、最大電力点に追従する方式^{注2}である。

注1 Maximum Power Point Trackingの略

注2 装置の動作電圧を変化 (増加または減少) させ、発電電力が増加した場合は、動作電圧を同じ方向に変化させ、発電電力が減少した場合は、動作電圧を逆方向に変化させることで、常に発電電力が最大となる最適動作点に制御する方式。

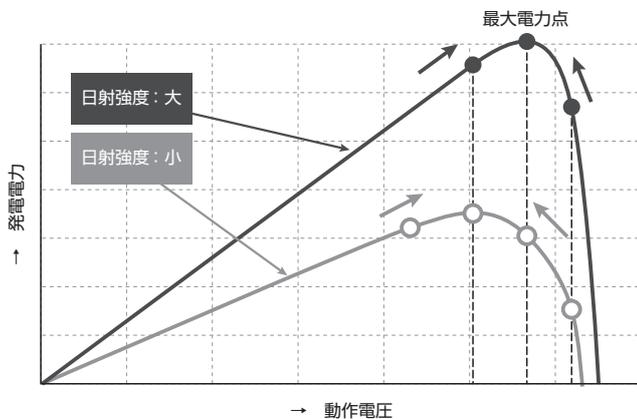


図2 最大電力点追従制御のイメージ図

3.1.2 発電機パワーカーブ制御

発電機パワーカーブ制御は、パワーコンディショナに発電機を接続した際に使用する。発電機の出力特性に合わせた入力電圧と入力電力の特性 (発電機パワーカーブ) を設定することで、発電機の最も高効率なポイントで出力する制御方式である。

図3に示すように、パワーカーブの設定は、2点から16点まで任意に設定できるため、さまざまな出力特性の発電機に対応できる。

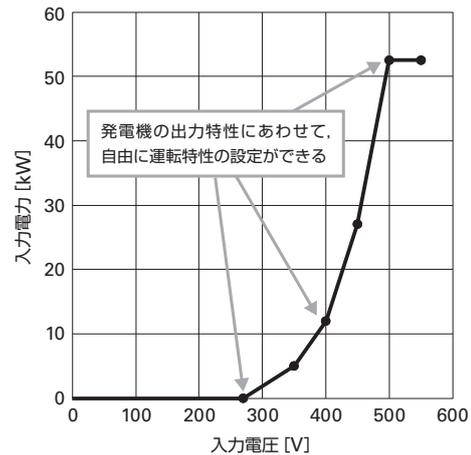


図3 発電機パワーカーブの設定イメージ

3.1.3 充放電スケジュール制御

充放電スケジュール制御は、パワーコンディショナに蓄電池を接続した際に使用する。

図4に示すように、1日の充放電電力をある一定の時間間隔で設定し、各時間帯の充放電量をスケジュールに基づいて管理する方式である。

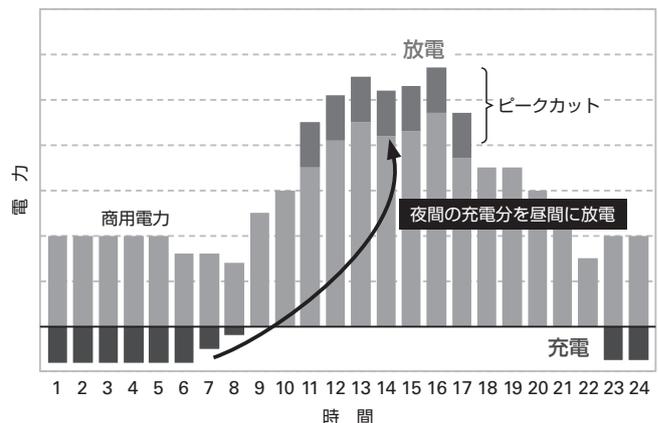


図4 充放電スケジュール制御のイメージ

夜間は、蓄電池に電力を蓄え、日中の電力需要が増加した際には、蓄電池から電力を供給することで、商用電力のピークを抑えることができる。このピークカット制御により、契約電力の削減や電力需給のひっ迫時には、電力インフラの安定化に貢献できる。

3.2 防災およびBCPへの対策

前述したとおり、停電時などの非常時にも電力を供給する自立運転機能を備えている。自立運転は、定電圧・定周波数の交流電力を、通常の連系出力とは別の系統に出力し、非常用設備などに電力を供給できる機能である。本製品は、自立運転時も三相3線式のAC202Vで、最大50kVAの出力ができる。

この自立運転機能により、防災やBCP（事業継続計画）対策に貢献できる。

3.3 高効率

インバータの制御方式に二相変調方式^{注3}を採用し、スイッチング損失を約1/3低減した。この方式により、従来製品（「SANUPS P73L」⁽¹⁾/50kW）に比べて効率を2.0%向上し、変換効率95%を達成した。

消費電力や発生熱量を低く抑え、CO₂の排出量の削減に貢献できる。なお、当社では、省エネルギーで環境に配慮した製品を「エコプロダクツ^{注4}」および「エコプロダクツプラス^{注4}」として認定しており、本製品は「エコプロダクツ」認定製品である。

^{注3} 基準波形の約1/6周期で、三相のうち波形のピーク値に近い一相だけをONまたはOFFに固定し、他の二相は固定した相を補完するように変調する方式。

^{注4} ライフサイクルにおける製品の小型・軽量化、消費電力・CO₂排出量低減などを評価し、基準を満たした製品として「エコプロダクツ」、より高い基準を満たした製品を「エコプロダクツプラス」として認定している。

3.4 新たな系統連系規程に対応

パワーコンディショナを電力会社の送配電網（系統）に接続（連系）するには、系統連系規程にしたがい電力会社との協議のうえ、許可を得る必要がある。

本製品は、新たに2つの技術要件に対応した。

3.4.1 ステップ注入付周波数フィードバック方式（STEP3.2）^{注5}

パワーコンディショナは、停電が発生した際には、系統連系規程にしたがって出力を停止し、直ちに系統から切り離す必要がある。複数台設置している場合、干渉により、検出が遅れる可能性がある。本方式は、複数台設置していても、瞬時に停電を検出し、確実に停止することができる。2024年4月以降、低圧連系の発電設備には、本方式に適合する必要があるため、安心してご利用いただける。

^{注5} 単独運転検出機能の能動的方式において、停電発生時に発生する周波数偏差から算出した無効電力を注入し、交流電圧周波数の変化をより助長させ、その変化を高速に検出する方式。

3.4.2 並列時許容周波数検出機能^{注6}

パワーコンディショナは、系統電圧や系統周波数が運転範囲を逸脱した際は、待機状態（系統と解列状態）となる。また、系統電圧や系統周波数が運転範囲内に戻ると系統に連系（系統と並列状態）し、運転を再開する。

系統周波数が運転範囲の上限付近で、運転を再開すると、さらに周波数が上昇して、運転と待機を繰り返すことで、系統電源の周波数が変動する。本機能は、系統周波数が適正な範囲にあることを確認して運転を再開することで、系統電源の安定性を向上した。

本機能は、特別高圧で連系する発電設備に必要であり、2025年からは高圧、および低圧で連系する発電設備にも適用が必要である。

^{注6} 系統周波数が並列時許容周波数（標準周波数+0.1Hz）以下の場合に発電設備の並列（系統電源への接続）を可能とする技術要件。

3.5 無線通信機能による操作性・保守性の向上

従来製品では、装置正面に取り付けた表示画面と操作ボタンを使用して、状態監視や設定変更をおこなっていた。本製品では、無線通信機能を内蔵した。

図5に示すように、モバイル端末を用いることで、離れた場所からでも装置の状態監視や設定変更を可能にするとともに、図やグラフなど、視覚的にわかりやすい画面を提供して、操作性を向上している。

また、複数のパワーコンディショナをRS-485通信で接続することで、1台のモバイル端末で最大10台のパワーコンディショナを一元管理できる。

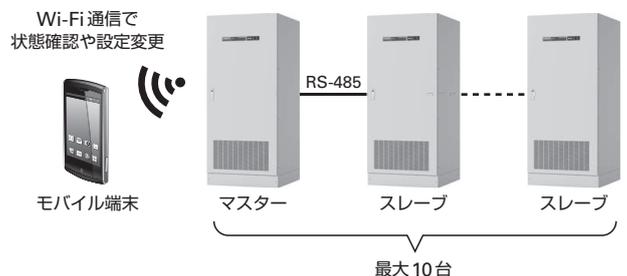


図5 モバイル端末と「SANUPS W83A」の接続イメージ

本製品の無線通信機能は、SANUPS製品の「LANインターフェースカード」⁽²⁾とSANMOTION製品の「ワイヤレスアダプタ 3A」⁽³⁾を組み合わせで実現した。いずれも自社製品であるため、高い接続性と、長期間、安定的に供給できる。

次に主な操作画面について説明する。

3.5.1 ダッシュボード画面

従来製品は、LCD画面であったため、パワーコンディショナの電力確認など、数値表示のみであった。本製品は、図6に示すように、数値に加え、アニメーションで電力の動きを視覚的に表示しているので、システム全体の電力や運転の状況がひと目で確認できる。

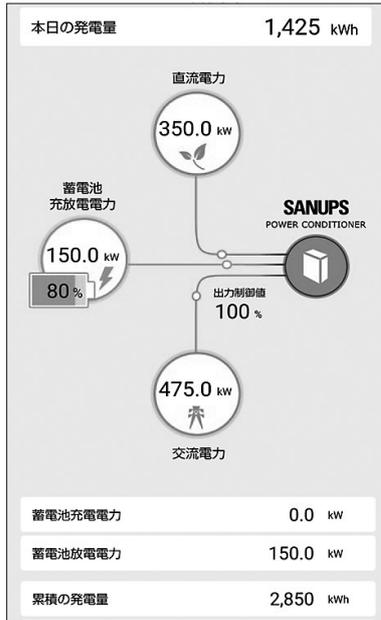


図6 ダッシュボード画面



図8 装置状態・計測情報画面

3.5.2 装置管理画面

従来製品では、パワーコンディショナの運転状態は、装置正面のLED状態やLCD画面の表示を1台ずつ確認していた。また、LCD画面表示は、1画面に表示できる計測情報が限られていた。

本製品では、図7に示すように、モバイル端末の装置一覧画面で装置の種別や型番も含め一覧表示で確認できる。

装置No.	種別/型番	状態
1	W83A493	運転
2	W83A493	運転
3	W83A493	運転
4	W83A493	運転
5	W83A493	待機
6	W83A493	待機
7	W83A493	待機
8	W83A493	停止
9	W83A493	停止
10	W83A493	停止

図7 装置一覧画面

図8に示すように、装置状態・計測情報画面から装置情報や計測値に加え、画面をスクロールすることで装置のステータスや警報なども確認できる。

これにより、多くの情報をひと目で分かりやすく把握できるようになった。

さらに、図9に示すように、装置一覧画面から複数の装置に対して始動・停止ができるため、利便性を向上している。



図9 装置の始動と停止の操作画面

3.5.3 イベントログ画面

従来製品では、パワーコンディショナのステータスや警報の発生の履歴を、操作ボタンを使い1件ずつ確認する必要があった。本製品では、図10に示すように過去の装置状況などの履歴全体を時系列で把握できるようにした。

このように、複数のイベントログを一度に確認できるため、装置の管理や復旧作業が容易である。



図 10 イベントログ画面

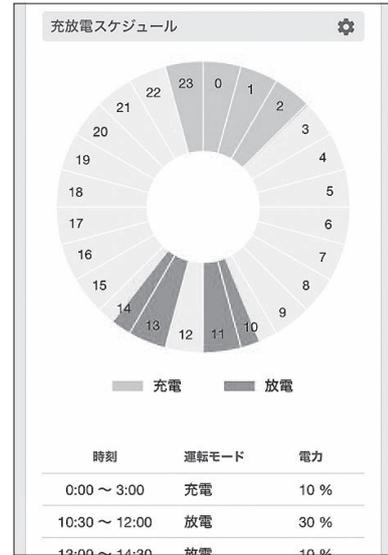


図 12 充放電スケジュール設定画面

3.5.4 発電機パワーカーブ設定画面

図 11 に示すように、発電機のパワーカーブを電圧値と電力値でグラフ表示できるようにした。このように、複数の設定内容を確認しながら、直接数値を設定できるので、作業効率が大幅に向上する。

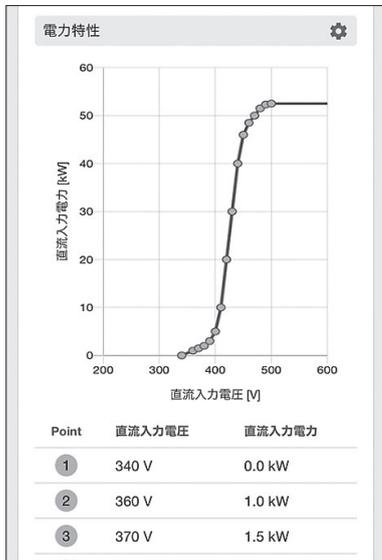


図 11 発電機パワーカーブ設定画面

3.5.5 充放電スケジュール設定画面

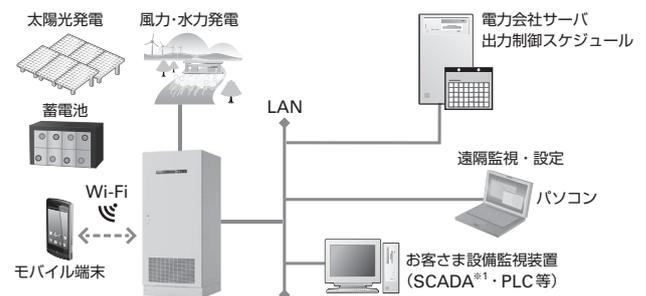
図 12 に示すように、蓄電池を用いた場合の充電と放電のスケジュールを 24 時間の円グラフで色分けし、視覚的に表示した。設定と確認を容易にし、使いやすさを向上している。

3.6 出力制御と遠隔監視機能

電力の安定供給には、電力需要と発電電力のバランスを保つことが重要である。電力会社は再生可能エネルギーの発電システムに対して、出力制御をおこなうことを求めており、パワーコンディショナも電力会社の情報を基に、出力を制御しなければならない。

このため、従来製品では、オプションの「SANUPS PV Monitor」⁽⁴⁾ やモバイル通信パックを利用して、各電力会社のサーバにアクセスし、出力制御をおこなっていた。

「SANUPS W83A」は、図 13 に示すように、有線 LAN を使用したネットワークシステムが構築できるため、オプションなしで出力制御に対応できるとともに、遠隔から装置監視ができる。



※ 1 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 産業機器の制御・監視システム

図 13 「SANUPS W83A」のシステム構成例

4. むすび

本稿では、パワーコンディショナ「SANUPS W83A」を紹介した。本新製品の主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 太陽光、風力、水力、バイオマスおよび廃熱利用などの再生可能エネルギーの発電電力に対して、設定を切り替えるだけで使用できる。また、蓄電池と組み合わせても使用できる。
- (2) 停電時などの緊急時にも電力供給が可能な自立運転機能を搭載しているので、防災対策やBCP対策に貢献できる。
- (3) スwitching損失を1/3低減し、従来製品に比べて、効率を2.0%向上した。消費電力や発熱量を低く抑え、CO₂の排出量の削減に貢献できる。
- (4) 新たな系統連系規程に適合する。
 - ステップ注入付周波数フィードバック方式 (STEP3.2)
 - 並列時許容周波数検出機能特別高圧、高圧、または低圧に連系する発電設備に使用できる。
- (5) 無線通信機能を搭載し、モバイル端末に対応しているので、視覚的にわかりやすい画面で状態監視や設定変更ができる。また、LANを使用したネットワークシステムも構築できるため、遠隔監視ができる。

「SANUPS W83A」は、脱炭素社会の実現に向けて大きく貢献する製品である。これからも、高効率でエネルギーの有効活用に貢献できる製品・サービスをとおして、環境保護や持続可能な社会の実現に貢献していきたい。

参考文献

- (1) 藤巻哲也ほか6名：電力ピークカット機能付きパワーコンディショナ「SANUPS P73L」の開発
SANYODENKI Technical Report, No.44, pp.29-35 (2017.11)
- (2) 吉沢勝浩ほか6名：1ギガビットEthernetを搭載したUPS用「LANインタフェースカード」の開発
SANYODENKI Technical Report, No.55, pp.17-22 (2023.5)
- (3) 佐藤茂樹ほか5名：「SANMOTION C ワイヤレスアダプタ 3A」の開発
SANYODENKI Technical Report, No.50, pp.31-33 (2020.11)
- (4) 竹元直樹ほか3名：出力制御機能付き「SANUPS PV Monitor E Model」の開発
SANYODENKI Technical Report, No.41, pp.23-28 (2016.5)

本誌に掲載されている会社名名称とブランド名称等は、各社の商標または登録商標です。

執筆者

太田 拓弥

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

和田 有司

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

小林 隆

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

石田 誠

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

藤巻 哲也

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

新村 翔

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

竹原 美香

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の開発・設計に従事。

棚橋 克俊

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源装置の構造設計に従事。

水口 清志

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源機器, 監視装置の開発・設計に従事。

吉沢 勝浩

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源機器, 監視装置の開発・設計に従事。

加藤 裕

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源機器, 監視装置の開発・設計に従事。

荻原 博紀

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源機器, 監視装置の開発・設計に従事。

川島 功之

エレクトロニクスカンパニー 設計部
電源機器, 監視装置の開発・設計に従事。

SDGsとSANMOTION製品との関わり

伊藤 直弘 中武 耕二 米田 毅浩
 Naohiro Ito Koji Nakatake Takahiro Yoneta

1. まえがき

近年、SDGs（持続可能な開発目標）への関心が高まるなか、SDGsの目標を達成する取り組みや関連製品が一層注目されている。

SDGsが目指す「持続可能で豊かな社会」とは、山洋電気グループの企業理念が目指す「すべての人々が幸せな社会」でもあり、企業理念を実現することが、SDGs目標の達成につながる。

本稿では、企業理念に基づいた取り組み事例として、お客さまへのSANMOTION製品の提案事例および製品開発と生産活動を紹介します、それらがどのようにSDGs目標の達成に関わっているかを説明する。

2. 事業を通じた社会的課題の解決

SDGsの「飢餓を終わらせ、食料安全保障および栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する」という目標において、食料の安定供給と持続可能な農業の促進が社会的課題として挙げられている。

本章では、この社会的課題を解決する取り組みとして、農業関連機器へのSANMOTION製品の提案事例を紹介する。

2.1 ブロッコリー自動選別収穫機への提案

農業は、収穫物の栽培や収穫、畑の維持など常に人による管理や労力が必要である。

また、現在の日本は、全国的に農業労働人口の高齢化が進み、将来的に農業に従事する人口層は大幅に減少するため、労働力の確保が一層難しくなっている。

今後は、農業の自動化や省人化が進むことから、SANMOTION製品を用いて農作業を自動化する農業機器市場への積極的な提案活動をおこなっている。

ブロッコリーは、生産量・消費量ともに増加傾向にあるが、人手による収穫は重労働であるため、省力化が求められている。このような背景から、自動でブロッコリーの収穫をおこなう装置にSANMOTION製品を提案している。

図1にブロッコリー自動選別収穫機と畑で稼働している様子を示す。ブロッコリー自動選別収穫機は、畑を自動走行し、画像認識により収穫可能なブロッコリーを選別し、自動で刈り取る

装置である。

このブロッコリー自動選別収穫機の走行軸に、当社ACサーボシステム「SANMOTION G」シリーズ、ACサーボモータ100mm角1.5kWとACサーボアンプ容量50A EtherCATモデルを提案した。



図1 ブロッコリー自動選別収穫機

「SANMOTION G」シリーズは、小型・軽量、高効率を特長としており、2022年にリリースして以来、さまざまなお客さまにご使用いただいている。

当社では、環境負荷が小さい製品を自社基準に基づいた「エコプロダクツ」として認定している。「SANMOTION G」シリーズは、「エコプロダクツ」の認定製品であり、省エネルギーに貢献する製品である。なお、この「SANMOTION G」シリーズは、2023年度のグッドデザイン賞も受賞した。

「SANMOTION G」シリーズは、従来モータと比較し、モータ全長を20%短縮、質量を34%軽量化している。このような小型・軽量化と高性能・高効率化を評価いただき、採用に至った。

小型化により、駆動機構部を最小化することで装置下部の収穫スペースをより広くすることができる。さらに、サーボモータとサーボアンプの軽量化および高効率化により、走行時の装置重量の負担を軽減することで、装置全体の省エネルギー化に貢献できる。

今後も農業機器市場への製品提案をおこない、事業を通じて農業の自動化や省人化を進めることで、社会的な課題の解決に取り組んでいきたい。

当社の神川工場、富士山工場およびテクノロジーセンターな

どの生産・開発拠点は、長野県内に集中している。長野県は農家数も多いため、これらの取り組みを継続することで、農業の後継者不足を解決し、地域社会に積極的に貢献していきたいと考えている。

3. 働きがいのある環境づくりと人材育成を兼ねた製品開発

SDGsの「包摂的かつ持続可能な経済成長およびすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用を促進する」という目標においては、働きがいのある環境と、経済成長につながる取り組みが求められている。

本章では、この目標を実現するために取り組んでいる「働きがいのある環境づくり」と「人材育成を兼ねた製品開発」として、テクノロジーセンター新棟の活用、SANYO DENKI PHILIPPINES, INC (以下、SDP) 設計部門との共同開発およびシミュレーション技術の活用事例を紹介する。

3.1 テクノロジーセンター新棟の活用

当社は、設計開発の生産性向上を目的として、2021年にテクノロジーセンターの新棟を稼働した。テクノロジーセンター新棟は、新たに10m法の電波暗室、振動試験室、および防音壁を備えた耐久試験室などの設備を導入し、設計開発の基盤となる設計室や実験室を拡張した。

広々と整然とした設計・評価環境と新しい高精度な設備を使用することで、設計者は高いモチベーションを持ち、開発業務に集中して取り組んでいる。

本節では、放射エミッションレベルの低減に寄与する「10m法の電波暗室」の活用事例を紹介する。

放射エミッションレベルが高くなる大きな要因は、高精度、高周波で動作する部品の影響である。これまでの主なエミッション対策は、プリント配線板の近磁界解析を実施し、パターンレイアウトの改善をおこなってきた。

それに加えて、新棟の電波暗室では、第三者認証機関の認証試験と同じ10m法の試験ができるようになった。これにより、認証試験の前に、放射エミッションのレベルを正確に測定し、基準値以下であることを確認することで手戻りをなくすことができる。

図2に、「SANMOTION G」サーボアンプの開発時に、テクノロジーセンター新棟の電波暗室で測定した放射エミッションを示す。このように、新しい10m法の電波暗室を最大限活用し、従来製品に対して、発振器などの基準クロック信号に起因する高周波領域の放射エミッションのレベルを大幅に低減し、評価期間も短縮できた。

この電波暗室をはじめとする新しい設備は、今後の製品開発においても有効利用することで、設計開発の生産性向上に大いに貢献するものと考えている。そして、持続可能な産業化の促進およびイノベーションの推進にもつながっている。

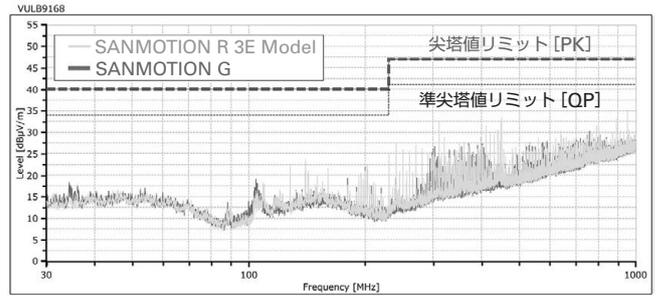


図2 放射エミッション(10m法, 水平軸)

3.2 SDP 設計部門との共同開発

グローバルな設計開発と、国際市場の競争力を強化するために、SDP 設計部門でも SANMOTION 製品の設計・開発に取り組んでいる。

SDP 設計部門の SANMOTION 製品を扱うグループは、2018年からステッピングモータの図面作成や量産製品の技術サポートを中心に設計活動をおこなってきた。

第9次中期経営計画がスタートした2021年からは、開発業務に着手するために、SDP 設計部門のさらなる人材育成と評価環境の充実化を進めている。

2022年に、SDP 設計部門のエンジニア1名が当社テクノロジーセンターで約1年間の実務訓練をおこなった。主にACサーボアンプの製品知識、設計技術、開発プロセス、および評価方法を学んだ。

図3に、SDP 設計部門でのサーボアンプの評価試験の様子を示す。人材育成と環境整備の結果、あらたにSDP 設計部門でもサーボアンプの開発業務ができるようになった。

その成果として、2023年には「SANMOTION G」シリーズのACサーボアンプ機種拡充の開発において、SDP 設計部門との共同開発により、開発期間を約2.5か月短縮することができた。



図3 SDP 設計部門によるサーボアンプの評価試験

これらの取り組みは、フィリピン地域の技術者の技術力やモチベーションの向上を目指すとともに、山洋電気グループ全体の製品開発力および設計の生産性向上につながっている。また、SDGsが目指すダイバーシティの促進にも貢献するものと考えられる。

3.3 シミュレーション技術の活用事例

従来の製品開発は、設計後、実際に試作機を製作し、実機での評価をおこない、評価結果に基づき、問題点を改善していく手法が主流であった。

近年、新しい設計手法や技術に対して、設計担当者が主体的にその技術を取り入れ、製品開発をとおして試行錯誤し、使える技術に育てていく体制ができています。

現在では、設計後、その設計内容をシミュレーションで検証し、結果を予測することで、手戻りを少なくしている。これにより、製品品質の向上と開発期間の短縮につながっている。

また、シミュレーション技術を活用するなかで、予測と結果とのギャップから、問題点の抽出と原因の分析をおこない、適切な対策を立案するなど、設計者のスキルアップにも大いに役立っている。

本節では、これまで取り組んできたシミュレーション技術の活用事例のひとつである「モデルベース開発」について紹介する。

3.3.1 モデルベース開発

「SANMOTION G」サーボアンプの制御系開発において、モデルベース開発を取り入れた。サーボモータやサーボアンプのモデル^{注1}を作成し、実際の動作シミュレーションをおこない、問題ないことを確認してから、製品開発を進め、効率化をはかっている。

3.3.2 モデルベース開発を適用した製品開発

モデルベース開発は、図4に示すフローにておこなう。

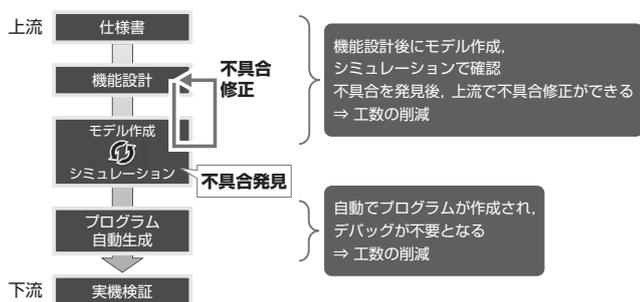


図4 モデルベース開発のフロー

具体的な開発の工程は以下のとおりである。

- ①製品仕様を策定
- ②仕様に基づき機能設計を実施
- ③機能設計に基づきモデルを作成 (図5参照)
- ④モデルに対し、コーディングガイドラインへの準拠を確認し、モデルを修正 (図5参照)

- ⑤モデルの動作をシミュレーションで検証し、モデルの不具合を修正 (図5参照)
- ⑥仕様を満足しない動作結果の場合は、機能設計を修正しながらモデルを確定 (図5参照)
- ⑦確定したモデルからプログラムを自動生成、実機へ実装 (図6参照)
- ⑧実機の評価・検証

注1 モデル：対象システムを簡略化してブロック図にしたもの

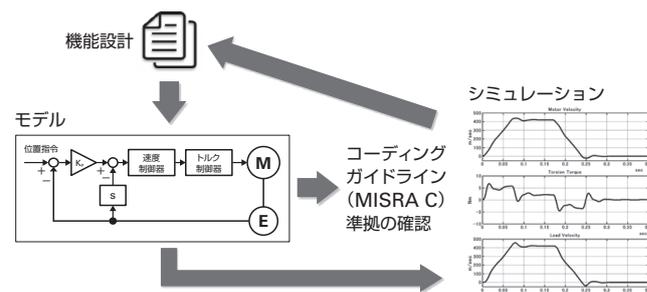


図5 モデル作成とシミュレーション結果のフィードバック

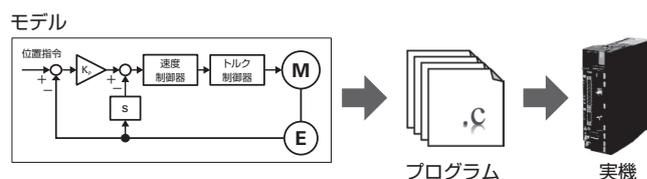


図6 プログラムの自動生成

この開発手法によって、以下のメリットが得られる。

- 開発の上流で検証するため、下流へ不具合が流出しない
- プログラムを自動生成するため、ヒューマンエラーが除去できる
- コーディングガイドライン (MISRA C^{注2}) への準拠が容易である
- シミュレーションにより制約のない検証が可能である

このモデルベース開発の導入により、従来の開発手法に比べ、大幅な開発期間の短縮と製品品質の向上をはかっている。

このほか、熱シミュレーションを導入することで、サーボアンプの発熱問題の解決に取り組み、成果を上げている。「SANMOTION G」サーボアンプ機種拡充の開発においても、熱シミュレーションをおこない、冷却ファンの角度を適切に調整し、放熱設計の最適化を図ることで問題を早期に解決した。

今後は、モーション制御系などサーボ制御系以外にもモデルベース開発の適用範囲を拡げ、さらなる製品品質と開発効率を高めていく。このように、働きがいを持ち、技術を高めていくことで、SDGsが目指す高いレベルの経済生産性の達成につながっていききたい。

注2 MISRA C: Guidelines for the Use of C Language in Critical Systems

4. サステナブルなものづくり

SDGsの「強靱なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進およびイノベーションの推進をはかる」という目標達成のために、当社では生産ラインの自動化や、生産効率向上のためのシステムの導入を継続的におこなっている。世の中の役に立つSANMOTION製品を提供し続けることで、持続可能な社会の実現に貢献している。

本章では、サステナブルなものづくりとして、当社がおこなった生産システムや自動化ラインの具体的な取り組みを紹介する。

4.1 生産効率を向上するシステム

4.1.1 生産誘導システムの導入

当社では、生産誘導システムを導入したのものづくりをおこなっている。生産誘導システムとは、図7に示すように、電子化した作業手順を作業者に表示し、作業の標準化をはかったものである。このシステムにより、“誰でも”、“ミスなく”、“効率よく”作業することができ、作業者の技量に左右されることなく、品質の安定化、資源の無駄を削減することを実現した。

さらに、作業未経験者が本システムを使用することで短期間での作業習得ができるようになり、教育にかかる期間を短縮した。

また、データベースに保管された作業履歴を分析することで、時間のかかる工程や作りづらい工程を容易に把握でき、作業効率向上や作業ミス防止による不良率の低減などの品質改善活動をおこなっている。

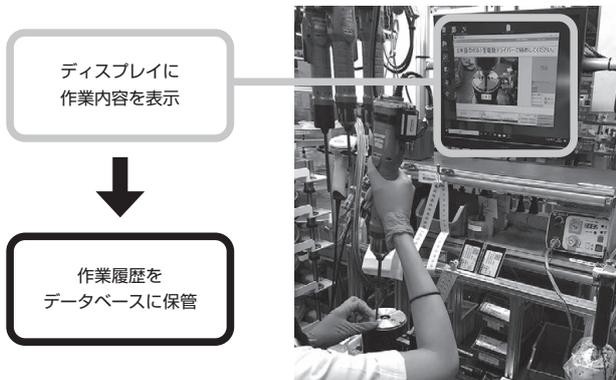


図7 生産誘導システム

4.1.2 作業誘導システム^{注3}の構築

作業者が一人で複数の装置を使用して生産をおこなう際、従来は装置間の移動を作業者の判断でおこなっていたが、移動のタイミングによっては作業の待ち時間が発生してしまい、生産性低下の要因となっていた。

この問題を解決し、効率よく作業できるように、作業者自身を誘導する、“作業誘導システム”を構築した。

注3 特許出願中

図8に示すとおり、装置間の移動は誘導灯に従っておこなう。装置間移動のタイミングになると、移動を促す誘導灯が点滅することで作業者を誘導し、移動元の誘導灯は消灯する。さらに、移動元の端末はロックがかかり、作業を勝手に進めることができなくなる。

本システムの導入により、装置間移動を適切なタイミングでできるようになり、作業の待ち時間の発生がなくなった。この結果、生産効率を42%向上することができ、エネルギーと資源の使用を最適化した。

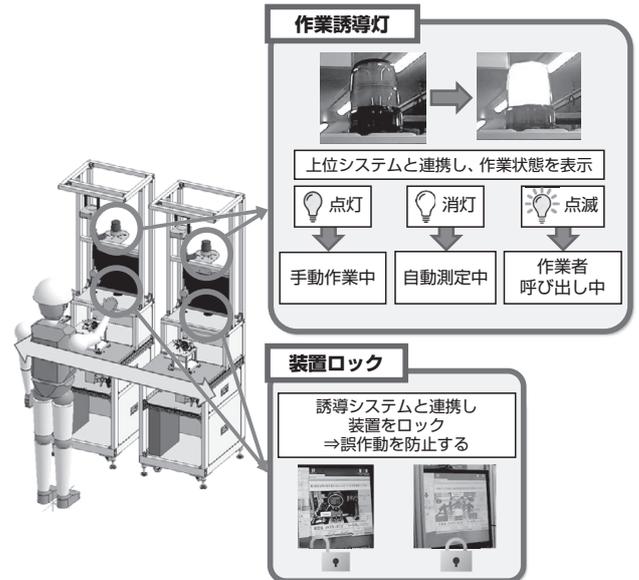


図8 作業誘導システム概要

4.1.3 測定値監視システムの開発

エンコーダの調整・検査工程において、測定値をリアルタイムで監視するシステムを開発した。

図9に示すこのシステムでは、期間、対象装置、および監視項目を選択することで、測定値の推移をグラフ化し、画面に表示することができる。

本システムの導入前は、不具合品が発生した場合、不具合品の状況の分析・解析のために、測定値の収集、規格値との比較、および前後の測定データ推移の確認といった作業を担当者がおこなう必要があった。

本システムの導入により、不具合が発生したときの作業時間を80%以上短縮することができ、効率的に不良解析と対策に取り組むことができるようになった。

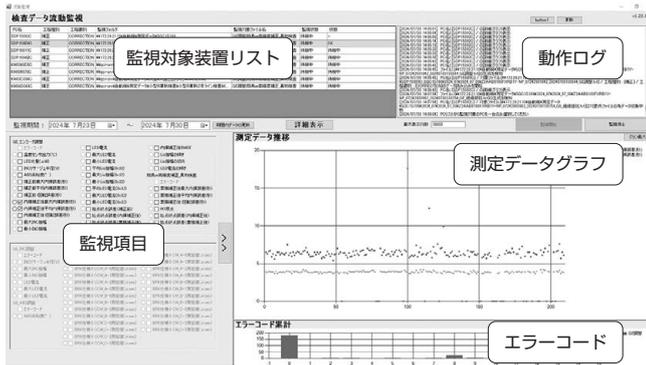


図9 測定値監視システム

また、データの蓄積と分析により、製造プロセスの改善点の特定、さらに測定値の解析を実施し、その傾向から検査装置や治具などの劣化の発見といった予防処置に繋げる活動を進めている。

これらの取り組みにより、廃棄物を減らし、環境負荷の低減を図ることで、サステナブルなものづくりを促進する。

4.2 自動化ラインの構築

効率的な生産と適切な人員配置を実現するため、自動化ラインの構築をおこなった。図10に示すDCサーボモータの自動化ラインでは、ワークの投入・検査の各ステーションを一列に並び、パレットによる製品の自動搬送、検査装置との接続を自動でおこなっている。

また、このラインでは製品のシリアル番号をキーとして、データベースから製品データを取得し、機種ごとに製品の検査における規格値や検査内容を自動で設定している。

このように検査工程におけるワークの搬送や検査などの一連のプロセスを自動化することで、多品種少量生産における生産効率の向上、エネルギーと資源の効率的な運用をおこなっている。



図10 DCサーボモータの自動化ライン

5. むすび

本稿では、企業理念の実現に向けたSANMOTION製品における3つの取り組みを紹介し、それらがどのようにSDGs目標の達成に関わっているかを紹介した。

- (1) 事業を通じた社会的課題の解決として、農業関連機器のブロッコリー自動選別収穫機への提案事例を紹介した。この取り組みにより、農業従事者の人手不足を解消し、食料の安定供給に貢献できる。
- (2) 働きがいのある環境づくりと人材育成を兼ねた製品開発として、テクノロジーセンター新棟の活用、SANYO DENKI PHILIPPINES, INC設計部門との共同開発およびシミュレーション技術の活用事例を紹介した。これらの取り組みにより、働きがいのある職場環境を構築し、社員のスキルと設計開発力を強化している。
- (3) SANMOTION製品を効率的に製造するための生産ラインの自動化やシステム導入の事例を紹介した。サステナブルなものづくりにより、社会に役立つ製品を提供し続けることができ、持続可能な社会の実現に貢献している。

このように、SANMOTION製品は、今後もSDGsと深く関わり、SDGs目標の「持続可能で豊かな社会」を目指すとともに、「すべての人々が幸せな社会」を実現するサーボシステムであり続けたい。

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。

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)

執筆者

伊藤 直弘

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。

中武 耕二

モーションカンパニー 設計部
ステッピングモータの開発、設計に従事。

米田 毅浩

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。

「SANMOTION G」ACサーボシステムの機種拡充

小林 剛

Tsuyoshi Kobayashi

金井 宏

Hiroshi Kanai

水沢 正明

Masaaki Mizusawa

今井 雄太

Yuta Imai

涌井 康洋

Yasuhiro Wakui

西沢 英朗

Hideaki Nishizawa

石崎 圭介

Keisuke Ishizaki

藤田 一輝

Kazuki Fujita

松本 昭弘

Akihiro Matsumoto

三澤 康司

Yasushi Misawa

斎藤 拓也

Takuya Saito

原田 智博

Tomohiro Harada

1. まえがき

サーボシステムは、お客さまの機械・装置の性能、品質、信頼性に直接影響を与える重要な要素である。お客さまは、高い応答性と追従性、優れた保守性を求めるとともに、カーボンニュートラルの実現に向けて、省エネルギーな製品を求めている。

2022年に、「強さ」と「やさしさ」を兼ね備えた「SANMOTION G」シリーズとして、定格出力30W～1.5kWのサーボモータと、出力電流10A～50Aのサーボアンプをリリースした。本製品は、多くのお客さまにお使いいただき、機械・装置の小型・軽量化と機能・性能の向上に寄与している。

今回、新たに定格出力1.8kW～5kWのサーボモータと、出力電流75A、100A、150Aのサーボアンプを開発し、大きな機械・装置にご使用いただける機種をラインアップに加えた。

本稿では、まず、開発製品の概要を示す。次に、製品の「強さ」と「やさしさ」の特長を示し、さらに、開発のポイントを紹介する。

2. 製品の概要

ACサーボシステム「SANMOTION G」シリーズに機種拡充したサーボモータ、エンコーダ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。表1に低慣性、表2に中慣性の機種拡充したラインアップを示す。

低慣性のサーボモータは、100mm角2kW～130mm角5kWの10機種、中慣性のサーボモータは、130mm角1.8kW～3kWの5機種の合計15機種をラインアップに追加した。動力ケーブルとエンコーダケーブルのコネクタは、ワンタッチロックタイプを採用し、簡単・確実に嵌合できる。

従来製品^{注1}の「SANMOTION R」シリーズに対して、新たに130mm角の3kWを追加したことで、さらに大きな機械や装置にご使用いただける。

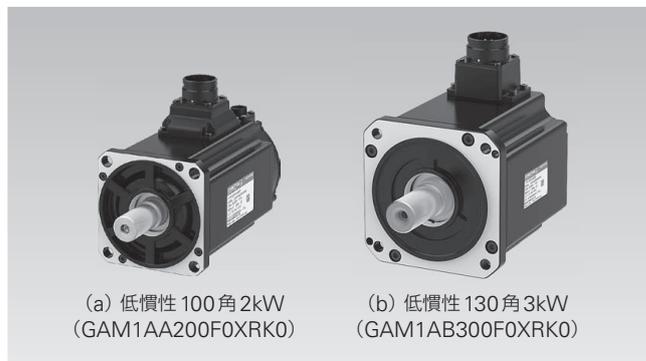


図1 サーボモータの外観

表1 サーボモータのラインアップ一覧〈低慣性〉

フランジサイズ	定格出力	電源電圧	サーボモータ型番	機種追加
		200V		
□100	2kW	○	GAM1AA200F0	—
		○	GAM1AA200H0	—
	2.5kW	○	GAM1AA250F0	—
		○	GAM1AA250H0	—
□130	3kW	○	GAM1AB300F0	—
		○	GAM1AB300H0	—
	4kW	○	GAM1AB400F0	—
		○	GAM1AB400H0	—
	5kW	○	GAM1AB500F0	—
		○	GAM1AB500H0	—

表2 サーボモータのラインアップ一覧〈中慣性〉

フランジサイズ	定格出力	電源電圧	サーボモータ型番	機種追加
		200V		
□130	1.8kW	○	GAM2AB180D0	—
		○	GAM2AB180H0	—
	2kW	○	GAM2AB200D0	—
		○	GAM2AB200H0	—
	3kW	○	GAM2AB300B0	○

表3 サーボモータ (代表機種) とエンコーダの仕様諸元

サーボモータ型番			低慣性：GAM1A					中慣性：GAM2A			
			A200F0	A250F0	B300F0	B400F0	B500F0	B180D0	B200D0	B300B0	
フランジサイズ	—	mm	□100	□100	□130	□130	□130	□130	□130	□130	
定格出力	P _R	kW	2	2.5	3	4	5	1.8	2	3	
定格トルク	T _R	N・m	6.37	7.97	9.7	12.8	16.0	8.6	9.5	14.4	
連続ストールトルク	T _S	N・m	6.37	7.97	9.7	12.8	16.0	10.0	12.0	16.0	
瞬時最大ストールトルク	T _P	N・m	20.0	24.0	29.0	39.0	48.0	25.5	31.0	47.3	
定格回転速度	N _R	min ⁻¹	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,000	2,000	2,000	
最高回転速度	N _{max}	min ⁻¹	6,500	6,500	6,000	6,000	6,000	5,000	5,000	3,000	
回転子 イナーシャ	ブレーキなし	J _M	×10 ⁻⁴ kg・m ² (GD ² /4)	2.30	2.80	7.00	8.80	10.6	11.5	15.0	18.7
	ブレーキ付			2.59	3.11	8.00	9.88	11.8	12.5	16.2	19.8
エンコーダイナーシャ	J _S			0.0025	0.0025	0.0105	0.0105	0.0105	0.0025	0.0105	0.0105
モータ 全長	ブレーキなし	LL	mm	167.5	187.5	184	208	232	125.5	163	178
	ブレーキ付			204	224	227	251	275	150.5	216	231
質量	ブレーキなし	WE	kg	5.7	6.7	9.7	12.2	14.3	6.9	8.4	9.8
	ブレーキ付			7.2	8.2	12.2	14.7	16.8	8.5	11.0	12.4
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								

※オプションとして、保持ブレーキ付き/無、オイルシール付き/無、出力軸は丸軸とキー付きを選択できる

表3にサーボモータの代表機種とエンコーダの仕様諸元を示す。モータエンコーダは、一回転、最大27bitの高分解能な小型・薄型のシリアルエンコーダを搭載し、バッテリーレスアブソリュートエンコーダとシングルターンアブソリュートエンコーダを選択できる。

2.2 サーボアンプ

表4にサーボアンプのラインアップを示す。出力電流75A～150Aの3容量をラインアップした。上位コントローラとのインタフェースは、EtherCAT^{注2}とアナログ/パルス列指令入力2種類の合計9機種をラインアップに追加した。

表4 サーボアンプのラインアップ

サーボ モータ	サーボアンプ (電源電圧200V入力)			
	出力 電流	型番	インタフェース (汎用出力タイプ)	
			EtherCAT	アナログ/パルス
～3kW	75A	GADSA07*A**	—	シンク型出力
		GADSA07*B**	—	ソース型出力
		GADSA07*H**	○	—
～5kW	100A	GADSA10*A**	—	シンク型出力
		GADSA10*B**	—	ソース型出力
		GADSA10*H**	○	—
～7kW	150A	GADSA15*A**	—	シンク型出力
		GADSA15*B**	—	ソース型出力
		GADSA15*H**	○	—

従来、電源入力とモータ動力の配線は、端子台を採用していたが、図2に示すように、コネクタ方式に変更したことで、配線作業を容易にした。

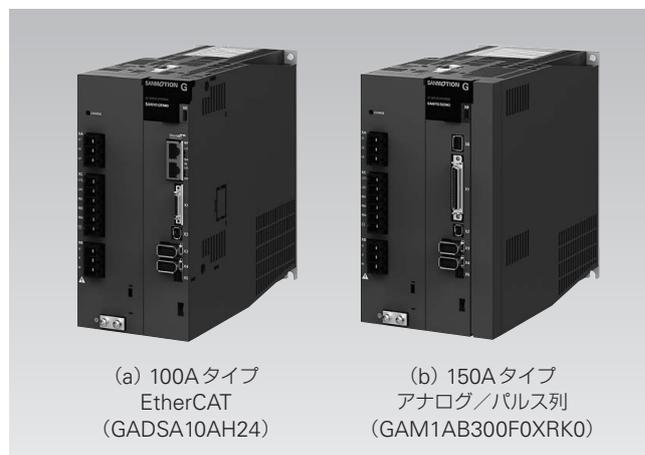


図2 製品の外観

図3に示すように、100Aと150Aは、従来製品^{注3}では、筐体を板金と押出フィンで構成していたが、本新製品では、樹脂とダイカストフィンの筐体に変更した。強度を下げることなく、質量を最大19%軽量化している。

表5にサーボアンプの仕様諸元を示す。応答性を高めるとともに、フィードフォワードゲインの切換機能とオーバーシュート抑制機能によって、高い追従性と短い整定性を実現した。また、磁極位置推定と低騒音モードを改良し、動作時の騒音や振動を低減した。機械・装置の生産性と静粛性の向上に貢献できる。

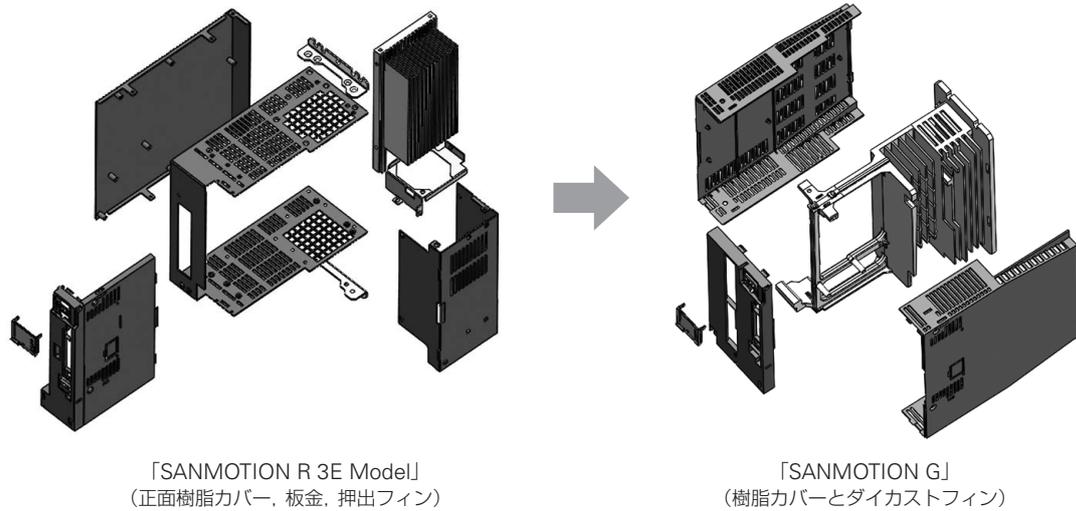


図3 従来製品と新製品の筐体

表5 サーボアンプの仕様諸元

アンプ容量	75A	100A	150A	
制御電源電圧範囲	AC200V ~ 240V + 10% / - 15%			
主回路電源電圧範囲	AC200V ~ 240V + 10% / - 15%			
外形寸法	205H × 75W × 190Dmm	205H × 100W × 220Dmm	205H × 120W × 220Dmm	
質量	2.4kg	3.4kg	4.2kg	
連続出力電流	18.0Arms	24.0Arms	34.0Arms	
瞬時最大電流	63.2Arms	77.7Arms	116.9Arms	
適用モータ	~ 3.5kW	~ 5.0kW	~ 7.0kW	
適用エンコーダ	<ul style="list-style-type: none"> • 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 			
性能・機能	応答性, 最大適用分解能	1,070Hz (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	<ul style="list-style-type: none"> • タンデム運転制御 • 摩擦補償 • オーバershoot抑制 • 磁極位置推定 (位置フィードバック) 	<ul style="list-style-type: none"> • デュアル位置フィードバック制御 • 重力補償 • エンコーダ分解能シフト 	<ul style="list-style-type: none"> • 象限突起補償 • 外乱オブザーバ • 低騒音モード
	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	<ul style="list-style-type: none"> • モデル追従制振制御 • CP制振制御 	<ul style="list-style-type: none"> • FF制振制御 • 微振動抑制 	<ul style="list-style-type: none"> • 適応ノッチフィルタ • トルク指令ノッチフィルタ (幅可変)
	サーボ調整	<ul style="list-style-type: none"> • 周波数特性計測機能 	<ul style="list-style-type: none"> • アドバンスドチューニング 	<ul style="list-style-type: none"> • オートチューニング応答性 (7特性 40段)
立上げ, 監視, 診断	<ul style="list-style-type: none"> • 仮想モータ運転 • 入力電源モニタ • 電解コンデンサ残寿命 • エンコーダ温度モニタ • リレー溶着検出 	<ul style="list-style-type: none"> • ドライブレコーダ • 制御電源周波数モニタ • 保持ブレーキ残寿命 • アンプ温度モニタ 	<ul style="list-style-type: none"> • システムの消費電力モニタ • エンコーダ/ EtherCAT 通信品質モニタ • 回生抵抗の消費電力モニタ • リレーの動作回数計測 	
法規制	UL/c-UL	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/SILCL3		
	KCマーク	KN61000-6-2, KN61000-6-4		
	その他	UKCA マーク, RoHS 指令		

3. サーボ性能の「強さ」

3.1 効率の向上

サーボモータは、電磁界構造と巻線仕様を追求し、材料の能力を最大限に引き出すように最適設計することによって、効率を従来製品に対して3%向上した。

3.2 出力領域の拡大

図4に中慣性サーボモータのトルク・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し、サーボアンプは、電圧飽和状態となる高速回転時の電圧利用率を向上することでサーボモータへの印可電圧を上げて、出力領域を10%拡大した。

出力領域を拡大することによって、加速時間と減速時間を短縮できる。

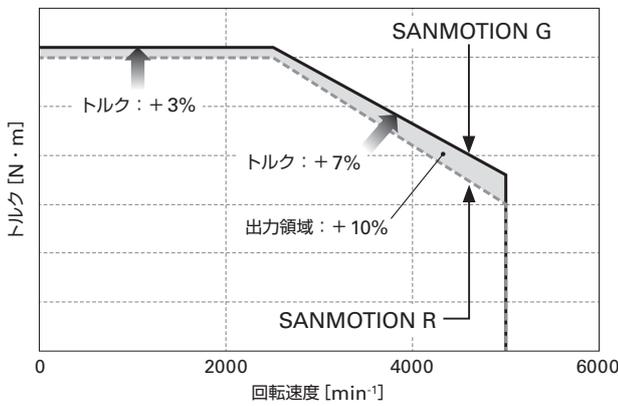


図4 中慣性モータのT-N特性比較

3.3 高応答化と位置決め整定時間の短縮

図5に速度制御系の閉ループ周波数応答特性の比較を示す。パワーデバイスのスイッチング周波数の高速化、制御周期の高速化および電流検出の高精度化によって、従来製品に比べて速度ループの周波数応答を1.4倍 (1,070Hz) に高めた。

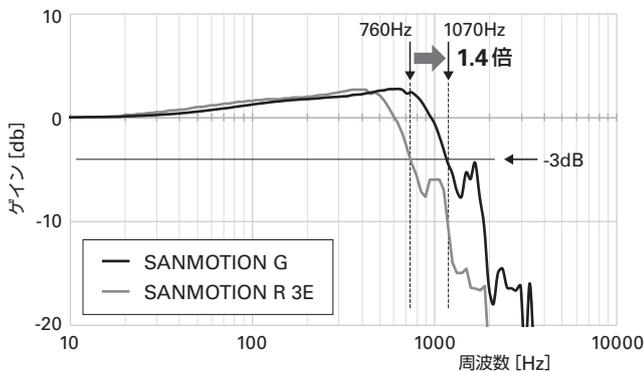


図5 速度制御系の閉ループ周波数応答

また、フィードフォワードゲインの切換機能を追加した。図6のとおり、ゲイン切換機能をもたない従来製品に対して位置決め整定時間を1/3に短縮できる。この整定時間の短縮によって、

機械・装置のサイクルタイムを短縮し、システムの動作効率を高め、生産性の向上に貢献できる。

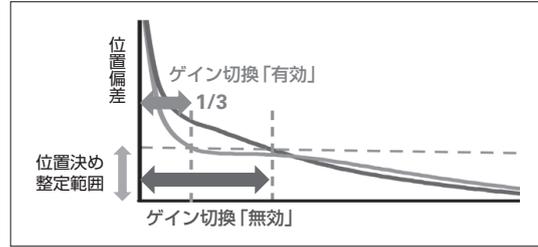


図6 位置決め整定特性

3.4 耐環境性能の向上

表6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。

標高2000mまでの使用を可能にするとともに、サーボモータは、従来製品に比べて、耐振動を2倍 (50m/s²) に向上し、より厳しい環境でも使用できる。

表6 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 (新製品)	従来比
標高	共通	1,000m以下	2,000m以下 (一部減定格)	100% 拡大
耐振動	モータ	24.5m/s ² (10Hz ~ 2kHz)	50m/s ² (10Hz ~ 2kHz)	100% 向上
	アンプ	4.9m/s ² (10Hz ~ 55Hz)	6.0m/s ² (10Hz ~ 150Hz)	22% 向上
周囲温度	アンプ	0 ~ 55°C	0 ~ 60°C (一部減定格)	9% 拡大
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)	5% 向上

4. 信頼性の「強さ」

4.1 オーバーシュート抑制機能

サーボアンプの速度制御に、オーバーシュート抑制機能を追加した。図7に示すように、速度のオーバーシュートが1/2に抑制され、指令追従性が向上していることがわかる。例えば、感光剤の塗布や現像をおこなう半導体製造装置など、高い精度の追従性が必要な装置の処理時間を短縮できる。

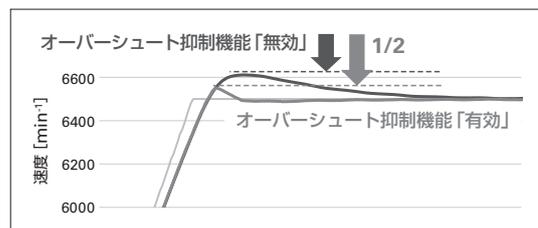


図7 オーバーシュート抑制特性

4.2 エンコーダ分解能シフト機能

エンコーダの分解能を高めることで、繰り返し精度や応答性を向上できるが、一方でいくつかの課題も生じる。

例えば、図8に示すとおり、EtherCATインターフェースの実位置は、32bitのため、通常、一回転27bitのエンコーダを使用すると、マルチターン部分が5bit (32回転分) となり、機械の可動範囲を制限する。

そこで、サーボアンプでエンコーダ分解能を変更する機能を追加した。高分解能のエンコーダでも、マルチターン部分の有効長を増やし、機械のストロークを拡大できる。

また、エンコーダ分解能が異なると、上位コントローラで管理している座標の単位変換を修正いただく必要があるが、大幅な変更をすることなく、「SANMOTION G」シリーズサーボモータへの置き換えができる。

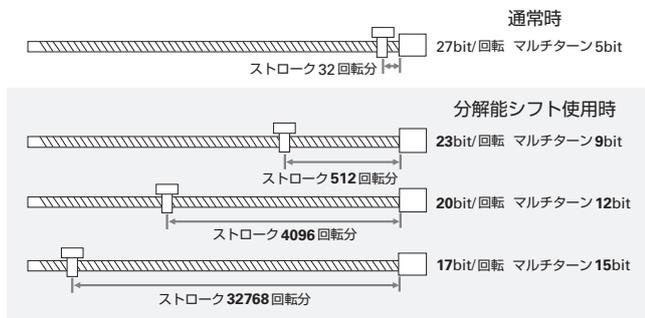


図8 エンコーダ分解能シフト機能の概略図

4.3 予防・診断機能

パワーデバイス異常の要因には、過電流、デバイスの制御回路異常、過熱などがあるが、従来製品は、これらの要因を特定することが困難であった。そこで、図9に示すように、アラームを3つに細分化した。より詳細なアラーム内容にしたことで、機械や装置の対策を迅速におこなえるため、ダウンタイムを短縮できる。

さらに、過負荷アラーム到達率モニタを追加した。過負荷アラームが発生するまでの余裕度を把握して、適切なサイクルタイムで運転することで、サーボモータの特性を最大限に引き出すことができる。

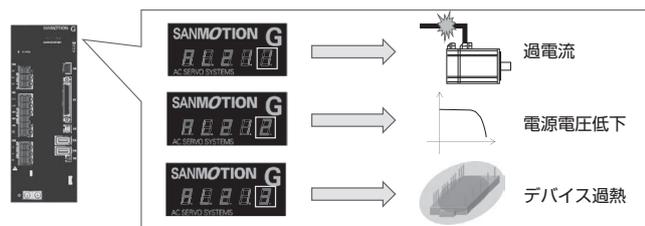


図9 パワーデバイス異常の細分化

5. 地球環境への配慮「やさしさ」

5.1 小型・軽量, 高効率なサーボモータ

サーボモータの電磁界構造と巻線仕様の最適化を追求して、効率を3%向上するとともに、エンコーダも小型・薄型化して、全長を短縮、軽量化した。図10に従来製品とのサーボモータの全長比較を、図11には質量比較を示す。全長は、最大9%短縮、質量は最大11%軽量化している。

お客様の装置や設備の小型化と省エネルギー化に貢献できる。

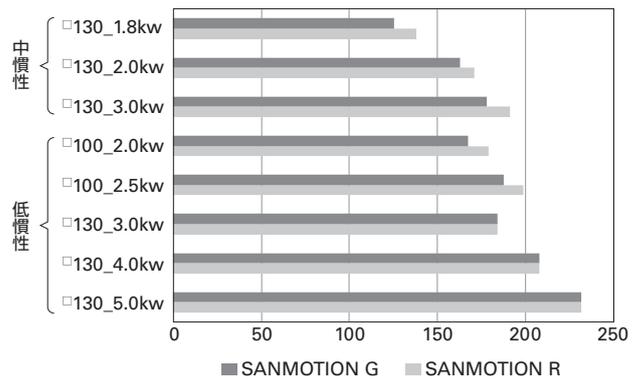


図10 モータ全長比較 (保持ブレーキ無し)

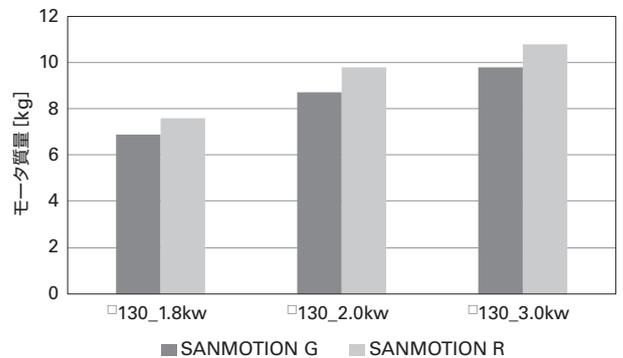


図11 中慣性サーボモータ質量比較 (保持ブレーキ無し)

5.2 軽量, 高効率なサーボアンプ

前述したとおり、高応答化を実現するために、スイッチング周波数を高速化 (12% up) した。一般に、高速スイッチングによって、損失が増加して、効率が低下するが、本開発では、低損失のパワーデバイスと、制御回路の消費電力を低減することで、スイッチングを12%高速化しながら、効率を0.6%向上した。また、筐体を変更したことで質量を最大19%軽減した。

機械・装置の省エネルギー化と軽量化に貢献できる。

5.3 エコプロダクツ製品 (CO₂排出量の削減)

当社では、省エネルギーで環境に配慮した製品を「エコプロダクツ^{注4}」および「エコプロダクツプラス^{注4}」として認定している。

ライフサイクルアセスメント (LCA) による従来製品とのCO₂

排出量の比較結果を、サーボモータは図12に、サーボアンプは図13に示す。サーボモータは、電磁界構造と巻線仕様の最適化により、CO₂排出量を29%削減し「エコプロダクツ」認定製品である。特に中慣性サーボモータ130角は、より環境負荷の小さい「エコプロダクツプラス」認定を取得した。

サーボアンプは、エネルギー変換効率の向上と、軽量化により、CO₂排出量を最大19.4%削減し「エコプロダクツ」認定製品である。

サーボモータ、サーボアンプともにカーボンニュートラルの実現に貢献できる製品である。

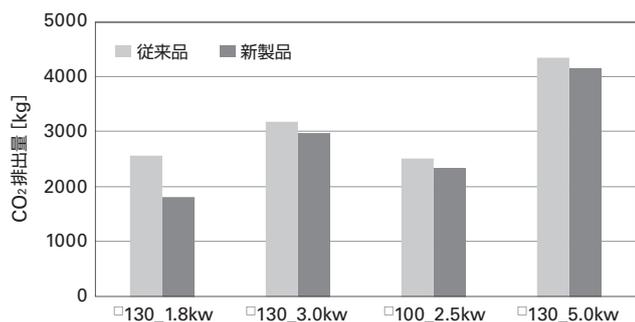


図12 サーボモータ CO₂排出量の比較

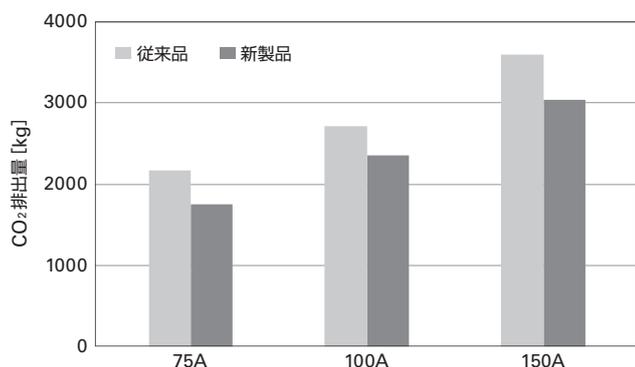


図13 サーボアンプ CO₂排出量の比較

6. お客さまへの「やさしさ」

6.1 取り付け作業と置き換えしやすさ

サーボモータの動力コネクタは、ねじ嵌合式からワンタッチロックの丸型コネクタに変更し、ケーブル取り付け時の作業性を向上した。また、従来製品とフランジ寸法、取り付け寸法および出力軸形状を合わせて取り付け互換としたことで、従来製品からの置き換えが容易である。なお、動力コネクタは、従来のねじ嵌合式コネクタも取り付けできる。

6.2 磁極位置推定機能

リニアサーボモータ（ホールセンサレス）用に、移動量と振動の小さい磁極位置推定機能を追加した。本機能は磁極位置推定中に位置のフィードバック制御をおこなうことで実現した。従来機能と比較して、磁極位置推定動作時の移動量を1/1000、振

動を1/15にした。移動量と振動が小さいため、例えば、ストローク幅が限られる基板検査装置などの用途で有効である。

6.3 低騒音モード

サーボモータ停止時にスイッチング周波数を高速化することで、スイッチング周波数に起因する騒音を低減できる。

図14に示すとおり、任意のモータ速度で切替える機能を追加した。お客さま装置の動作に合わせて、低騒音モードの適用範囲を変更できるため、低速運転時の耳障りな高周波ノイズを抑えることができる。

協働ロボットや医療機器など、人や患者の近くでも安心してご使用いただける。

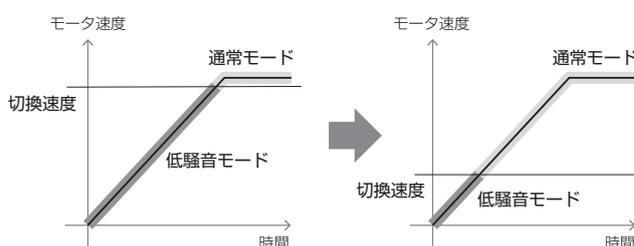


図14 低騒音モード概略図

7. 開発のポイント

従来製品に対して、小型・軽量化、発熱の低減および効率的な生産を実現するために、本開発で取り組んだ開発のポイントと工夫したポイントを紹介する。

7.1 サーボモータの全長短縮

サーボモータは、電磁界構造と巻線仕様の最適化して、コア積層層を短くした。また、従来製品はブラケットにエンコーダとカバーを積み上げる単純な構造だったが、本新製品では、ブラケット構造を刷新し、ブラケット内部にエンコーダを埋め込む構造を採用してモータ全長を短縮した。中慣性サーボモータは、業界で最もモータ全長が短い。

7.2 サーボアンプの筐体の見直し

100Aと150Aは、筐体部品にアルミダイカストと側面に樹脂カバーを採用した。従来製品よりも大型の金型部品のため、成形時に、材料を均一に充填する工夫をした。

図15と図16に、ダイカスト金型に材料を充填した場合の金型内部の圧力分布を示す。開発の初期段階では、図15のように、充填圧力が高くなる箇所があった。充填圧力が高いと、成形時の充填不良が起きやすく、成形品の部分的な欠落や寸法誤差が大きくなる。そこで、図16に示すとおり、ブリッジを追加することによって、成形時の材料の充填を均一にした。

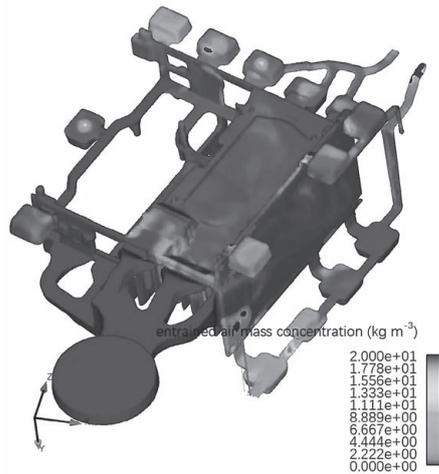


図15 ダイカスト流動解析（開発初期段階）

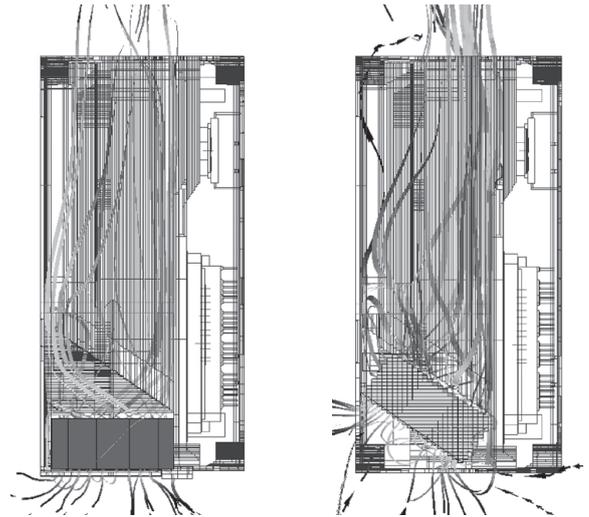


図17 冷却ファンの風の流れ

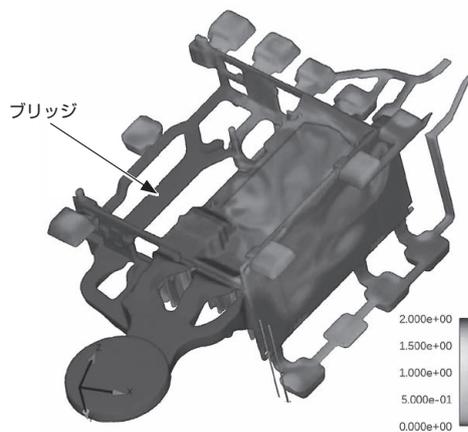


図16 ダイカスト流動解析（ブリッジあり）

7.3 サーボアンプの組立性の向上

従来製品では、電源を生成する基板と、サーボモータを駆動する電力基板が別であった。これを小型で低損失な半導体や、セメント抵抗をチップ抵抗に切り換えることで、実装密度を高め、基板を集約し、ハーネスを削減した。さらに、ダイカストフレームと樹脂カバーの筐体にするすることで、固定するねじを削減した。

このような工夫をすることによって、組み立てしやすい製品にし、生産性を向上した。

7.4 サーボアンプの放熱効率の向上

サーボアンプを小型軽量化して、出力密度を向上するためには、温度上昇を抑制する必要がある。本開発では、冷却ファンの角度を工夫することによって、サーボアンプ内部の温度上昇を抑制した。図17に冷却ファンの風の流れを示す。冷却ファンを最適な角度に取り付けることで、発熱部品を効率的に冷却することができ、温度上昇を抑制した。

8. むすび

ACサーボシステム「SANMOTION G」シリーズに、「定格出力1.8kW～5kW」のサーボモータと、「電流容量75A、100A、150A」のサーボアンプをラインアップに加えた。従来製品に対して、新製品の特長は次のとおりである。

- ① 高速回転時の出力領域を1.1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1.4倍（1.070Hz）に高めた。

この高い追従性により、加速時間および減速時間を短縮し、機械・装置の生産性を向上できる。

- ② サーボモータの耐振動性能を2倍に、サーボアンプの耐振動性能を1.2倍に向上した。使用可能な標高を2,000mに引き上げ、使用温度範囲も拡大した。

より厳しい環境でもご使用いただける。

- ③ 追従性、静粛性を高める機能を搭載した。
 - 速度のオーバーシュートを1/2に抑制した。
 - 磁極位置推定時の移動量を1/1000、振動を1/15に低減した。
 - 低騒音モードに任意速度で切替する機能を追加した。
 機械・装置の性能向上と静粛性の向上に貢献できる。

- ④ 小型・軽量化、高効率化を図った

- サーボモータ：全長9%短縮、質量11%低減、効率3%向上
- サーボアンプ：質量19%低減、効率0.6%向上

小型・軽量、高効率な製品のため、カーボンニュートラルの達成に寄与できる。

- ⑤ サーボモータの動力ケーブルとエンコーダケーブルのコネクタは、ワンタッチロックタイプのため、簡単に嵌合できる。また、取り付けに互換性があるため、従来製品からの置き換えが容易である。

このように、本新製品は、サーボ性能・機能を進化し、信頼性を高め、小型・軽量化、高効率化、低騒音化を図り、「強さとやさしさ」を兼ね備えたACサーボシステムである。

今後も、お客さま装置の性能・機能の向上に貢献するとともに、さらにエネルギー変換効率を高め、カーボンニュートラルの実現に貢献していきたいと考えている。

参考文献

(1) 小林剛ほか16名：SANMOTION G ACサーボシステムの開発
SANYODENKI Technical Report, No.54, pp.42-51 (2022.11)

注1 サーボモータの従来製品は、SANMOTION Rシリーズです。
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 サーボアンプの従来製品は、SANMOTION R 3E Modelです。
注4 ライフサイクルにおける製品の小型・軽量化、消費電力・CO₂排出量低減などを評価し、基準を満たした製品として「エコプロダクツ」、より高い基準を満たした製品を「エコプロダクツプラス」として認定しています。

執筆者

小林 剛

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。

今井 雄太

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。

涌井 康洋

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。

西沢 英朗

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。

石崎 圭介

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。

松本 昭弘

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。

三澤 康司

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。

斎藤 拓也

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。

原田 智博

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。

SANYODENKI

Technical Report

58

November
2024

<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
石田 誠
倉石 大悟
吉池 仁志
稲葉 聡

羽田 格彦
坂場 浩
碓井 淳之
小峯 理恵子

発行日 2024年11月15日(年2回発行)