SANYO DENKI

Technical Report

特集｜人を守る技術

1980
Tsuiji Works

52
November
2021

COLUMN

表紙：

築地工場

1980年

1970年代はコンピュータ機器の普及にともない，オフィス・オートメーションの市場が拡大しました。

当社は，市場の要求にこたえるために1979年に新設した塩田工場に続き，1980年3月に機械加工の専門工場として，上田事業所築地分工場（現：築地工場）を新設しました。

当時はプリンタやハードディスクドライブ向けのステッピングモータの需要が増加した時期であったため，1982年には両工場ともに増設しています。こうした工場の再編成により，冷却ファンとステッピングモータの生産は一段と効率化され，生産能力が飛躍的に向上していきました。

現在の築地工場は，主にサーボモータのコネクタやケーブルの組み立て，ステッピングモータのドライバ組み立てなどがおこなわれており，配電盤の組み立てや制御盤の生産，サーボモータやアンプの修理などさまざまな業務の場として活躍しています。

52 SANYO DENKI TECHNICAL REPORT
November 2021

C O N T E N T S

「人を守る技術」の躍進を目指して　常務執行役員 北村 恵一　1

特集：人を守る技術　3

■ クーリングシステム事業部

人を守るクーリング技術　中村 俊之 3

ø172×150×51mm厚ACDCファン／防水ACDCファン
「San Ace 172AD」9ADタイプ／ 9ADWタイプ　小澄 直也 ほか 6

低騒音ファン「San Ace 60」「San Ace 80」
「San Ace 92」「San Ace 120」9RAタイプ　清水 亮 ほか 11

■ パワーシステム事業部

人を守る技術　三浦 明 19

小型無停電電源装置「SANUPS E11B-Li」,
「SANUPS A11M-Li」シリーズの開発　坂場 浩 ほか 23

■ サーボシステム事業部

人を守る技術　児玉 秀明 ほか 29

SANMOTION Fシリーズ
2相56角1.8°ステッピングモータの開発　依田 昌悟 ほか 33

「人を守る技術」の躍進を目指して

常務執行役員 北村 恵一 *Keiichi Kitamura*

近年，多くの「もの」や「情報」が入手しやすくなり，人々の生活様式は格段に便利になってきました。その一方で，化石エネルギーの大量使用を原因とする地球温暖化，大気汚染，プラスチック廃棄物による海洋汚染など，人々の生活環境はより厳しい方向に向かいつつあります。

このような状況のなか，人を守るための世界的な取り組みが活発におこなわれています。例えば，2030年までに達成すべき17項目の持続可能な開発目標を定めたSDGsや，企業ごとに定めた期限までに再生可能エネルギーの使用率を100％とすることを宣言するRE100，2030年までにエネルギー効率を50％改善する企業を世界で100社以上にするEP100などです。

当社は「すべての人々の幸せをめざす」という企業理念のもと，「地球環境を守るための技術」，「新しいエネルギーの活用と省エネルギーのための技術」，「人の健康と安全を守るための技術」，という3つの技術テーマに着目した製品開発に取り組んでいます。これらの技術は人を守るための技術と深く関わっています。

1. 再生可能エネルギーの利用促進

当社が目指す目標のひとつとして，地球温暖化や環境汚染など生活環境の悪化から人を守るために，太陽光，風力，バイオマスなどの再生可能エネルギーの利用を促進する製品づくりがあります。これは，前述したSDGsが目標のひとつとして掲げている「エネルギーをみんなに　そしてクリーンに」と合致するものです。

例えば，当社のパワーコンディショナは，太陽光発電や風力発電・水力発電などの再生可能エネルギーで発電された電力を，一般に利用できる電力に効率よく変換することができ，クリーンエネルギーを世界の人々にもたらすことができます。当社は今後もさまざまな再生可能エネルギーを利用したパワーコンディショナの製品展開を推進します。また，再生可能エネルギーの利用促進は，製品開発だけにとどまらず，製品を生産する工場で使用するエネルギー源として，その利用率をさらに向上させることも当社が目指す目標のひとつです。

2. 省エネルギー化の促進

すべての人々にエネルギーをもたらし，生活環境を守るためには，省エネルギー化の取り組みは欠かせないものとなっています。当社は，少ない消費電力でより大きな性能を発揮できる省エネルギー製品の開発に加え，生産過程で発生する廃棄物を減らしたり，製品の一部の再利用やリサイクルをしたり，地球環境に優しい材料を使用するなどの活動をさらに高いレベルで実現する製品づくりを目指しています。また，製品を生産する工程で使用するエネルギー量を削減する取り組みもあわせて推進しています。例えば，製品を作りやすい構造にし，効率の良い生産ラインを構築することで，生産に必要なエネルギー量を減らす取り組みなどです。

3. 災害から人の生命・生活を守る

災害発生時にも人々の生命・生活を守るために電力は欠かせないインフラのひとつです。当社の移動電源車は災害発生時の電力供給源としても利用されてきました。また，火災を防ぐための煙感知システムで吸引のためにブロアが採用されている事例や，干ばつが起こる地域で，飲料水を確保する装置にステッピングシステムが使われている事例もあります。今後も，普段の生活を維持するだけでなく，非常時にも頼れるような信頼性の高い製品開発をおこなっていきます。

4. 人の健康と安全を守る

当社の3事業部の製品は，さまざまな分野の電気機器やこれらを生産する生産装置に組み込まれ，人の健康と安全を守るために役立っています。

例えば，CTスキャン装置には，検査台を駆動するためにサーボシステムが使われ，内部を冷却するためにファンが使われ，停電対策用として無停電電源装置が使われています。また，生産装置の例として，産業用ロボットを制御するサーボアンプのSafety機能は，人の安全を守るために役立っています。

今後も，当社は，お客さまの電気機器や生産装置の用途に最適な技術を搭載し，今まで以上に高いレベルで人の健康と安全を守る製品づくりを目指します。

人を守るクーリング技術

中村 俊之
Toshiyuki Nakamura

1. まえがき

近年，コンピュータや通信網の発展により，私たちの暮らしには，多くの電子機器や情報処理機器が不可欠となっている。これらの機器は小型化や性能向上をおこなううえで，機器内部の冷却のためにファンが搭載されており，当社の冷却ファンは，世界ナンバーワンの高性能，長寿命，高信頼性といった特長から，5G基地局，サーバ，データセンタなどの情報通信機器や医療機器，エネルギー分野など，社会インフラや生活を支える用途をはじめとして，世界中のさまざまな用途で採用されている。

今後，ますます電子制御化が進むなかで，冷却ファンが必要とされる市場は増えるとともに，さらなる高性能化や小型化の要求も増えてくると考えられる。

本稿では，人々の暮らしのなかにある冷却ファンによるクーリング技術について紹介する。

2. 暮らしのなかのクーリング技術

2.1 情報通信を支える技術

5Gによる通信速度の向上，クラウドサービスなどの拡大によりサーバにおける処理速度や情報量は年々増大しており，それにともない通信処理装置の発熱量が増加している。また，装置内の実装密度も増しているため，高風量・高静圧な性能の冷却ファンが求められる。

そのため，羽根・フレーム形状については，空力性能向上のために流体シミュレーションを用いた最適化計算や3Dプリンタを用いた試作評価をおこなっている。また，モータや駆動回路についても，三相モータ化や高磁力マグネットの採用により，高効率化をおこなうことで，高風量･高静圧および省エネルギー化を実現している。図1に示すラックマウントサーバや図2に示す1Uサーバ用途には，高風量・高静圧および省エネルギー化を実現した当社の40角ファンが採用されている。

図1　ラックマウントサーバの例
（写真はSuper Micro Computer, Inc.様ご提供）

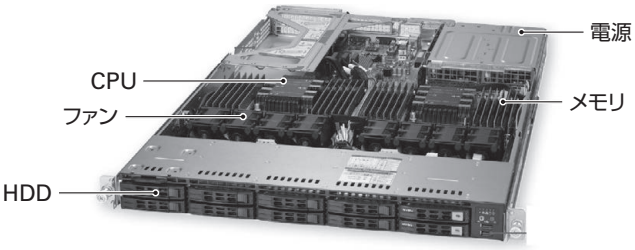

図2　1Uサーバの例
（写真はSuper Micro Computer, Inc.様ご提供）

2.2 医療を支える技術

医療の分野においては，診療に用いられる機器の電子化，高性能化が進み，装置内部の冷却のためにファンが用いられている。医療機器においては，静かな場所で使われるため，低騒音および高信頼性が求められる。

そのため，ファンの羽根・フレーム形状の工夫だけではなく，騒音の一因であるモータ部から発生する磁気音（スイッチングノイズ）も小さくすることで，静かな環境で使用するための最適なファンを実現している。図3に示す超音波診断装置や図4に示すレントゲン画像などを表示する医療用モニタといった用途に当社の静音ファンが採用されている。

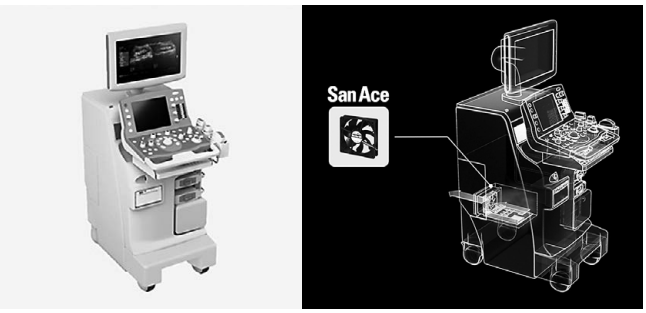

図3　超音波診断装置の例

図4　医療用モニタの例

また，図5に示すCTスキャナー装置には，高速回転するX線照射部の冷却のために当社の耐Gファンが採用されている。X線照射部には，高速回転によって大きな遠心加速度が発生しており，装置内を冷却するファンには，遠心加速度が加わる環境のなかで使用できることが要求されるがシミュレーションによる強度解析結果をもとに，使用材料や形状の設計，さらには各部品の固定方法について新規設計をおこない，耐遠心加速度75Gに耐える製品を実現している。

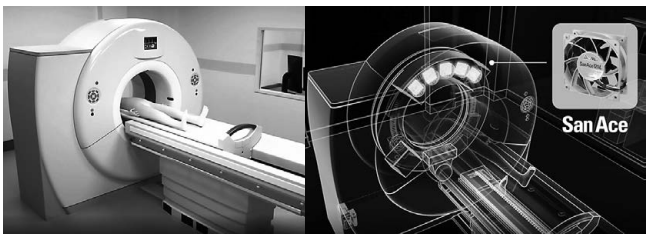

図5　医療用CTスキャナー装置の例

3. これからの暮らしを支えるクーリング技術

情報通信機器をはじめ，電子制御の進化が加速している状況において，装置冷却は大きな課題であり，この課題を克服するために，さらなる高性能な冷却ファンが求められている。同時に人々の暮らす地球環境を守るための取り組みとして定められたSDGs（持続可能な開発目標）の17の目標のうちの「目標7：エネルギーをみんなにそしてクリーンに」，「目標13：気候変動に具体的な対策を」に向けた技術や製品も求められている。

また，冷却ファンの使用方法として，IoTを活用した遠隔操作・状態監視をおこなうことにより，これまで以上に安全・安心な装置の実現も求められるようになってきた。これらの要求に応えられる当社の技術を紹介する。

3.1 エネルギー分野の発展に貢献する技術

太陽光・風力・水力・水素燃料などを用いた電気エネルギーへの変換装置において，いずれも装置内の発熱を解決するために冷却技術が重要な役割を占めている。そして，これらの装置は，主に屋外に設置されることから耐環境性（防水・耐温）や長期間使用において，整備や保守がないことが望まれる。そのため，防水性能，耐温度性能，長寿命性能を持つ高風量・高静圧な冷却ファンを実現することで，エネルギー変換装置の高性能化に貢献している。

図6は，太陽光発電システムのパワーコンディショナ内部の冷却に防水ファンを採用した例である。また，図7は電気自動車の急速充電器の内部冷却に長寿命の防水ファン採用した例であり，エネルギー分野において耐環境性の技術が貢献している。

図6　太陽光発電システムの例

図7　電気自動車用急速充電器の例

3.2 省エネルギー化やCO_2の削減に貢献する技術

冷却ファンの製品開発において，高風量・高静圧，長寿命性能の実現は，装置の省スペース化やメンテナンスを少なくできることによる省資源化に貢献している。

そして，冷却ファン自体の省エネルギー化としては，空力性能の高効率化，モータ性能の高効率化をおこないファン運転時の消費電力を抑える。また，PWMコントロールによる速度制御機能を付加することで，装置の発熱に応じて冷却ファンの回転速度を容易に制御できることにより，装置の消費電力削減に貢献できる。

図8は，新製品「San Ace 92」9RAタイプの消費電力低減の効果を示す。従来品と同等の風量－静圧特性を維持しながら，消費電力の44％低減を実現した。

詳細は，本テクニカルレポートの記事を参照いただきたい。

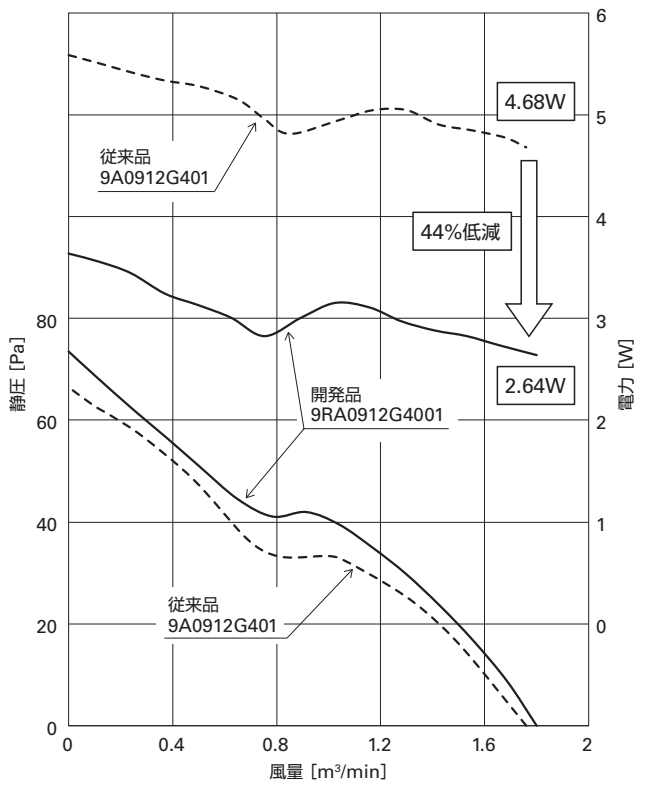

図8 「San Ace 92」9RAタイプと従来品の比較

3.3 予防保全

IoT技術を利用して冷却ファンを制御するニーズには，当社の「San Ace コントローラ」を活用することで，ファンの遠隔操作･監視を可能にしている。図9に「San Ace コントローラ」のシステム構成例を示す。メンテナンスのおこないにくい場所に設置された冷却ファンの状態を監視し，状態に応じてメンテナンスの計画を立てることができる。さらに，このコントローラと各種センサを組み合わせて冷却ファンの自動制御をおこなうこともでき，装置の状態に応じた効率的な冷却・換気を実現できる。

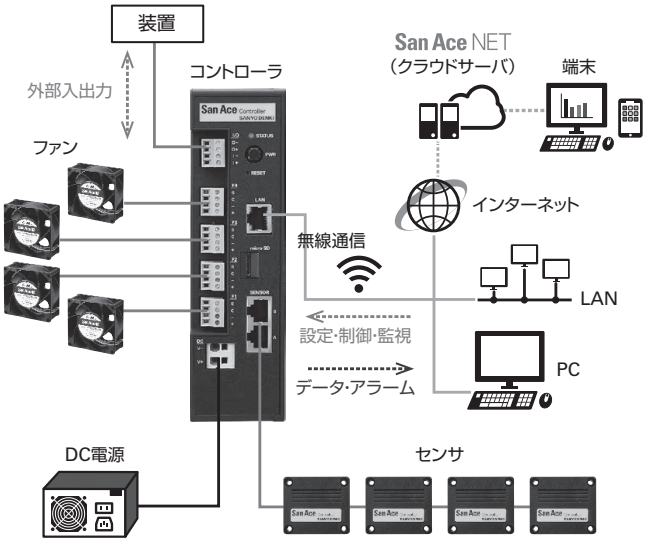

図9 「San Ace コントローラ」のシステム構成例

なお，監視に使用する各項目の設定値はユーザが任意に設定でき，計測値が設定値を逸脱するとメール，ウェブブラウザ画面表示，本体のLED，外部出力で異常を確認できる。また，これらの計測データとアラーム発生履歴は内部メモリに保存され，ウェブブラウザ画面上で確認することができるため，データを利用して装置の不具合解析や新製品の開発に活用することができるようになり，安全・安心な装置の実現に貢献できると考える。

4. むすび

本稿では，人々の暮らしを支えている冷却ファンによるクーリング技術についての紹介と，これからの人の暮らしに貢献できる技術について説明した。

今後，装置の電子制御化が進むなかにおいて，冷却ファンの技術向上により，装置の高性能化や省エネルギー，省資源化につながることで，人々の暮らしおよび地球環境を守ることに貢献できると考える。

今後もお客さまの課題解決，最適な製品提供をおこない，人を守る製品を開発・提供していく所存である。

参考文献

(1) 栗林 宏光：クーリングシステムにおけるこだわり技術
SANYO DENKI Technical Report, No.48, pp.3-7 (2019.11)

(2) Super Micro Computer, Inc.：「SuperRack® Solutions」
https://mysupermicro.supermicro.com

(3) Super Micro Computer, Inc.：「SuperServer 1029U-E1CR4」
https://mysupermicro.supermicro.com

(4) 村上 直樹ほか7名：ファンの遠隔制御・監視を実現するIoT製品「San Ace コントローラ」の開発
SANYO DENKI Technical Report, No.48, pp.8-13 (2019.11)

執筆者

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

ø172×150×51mm厚ACDCファン／防水ACDCファン「San Ace 172AD」9ADタイプ／9ADWタイプ

小澄 直也 *Naoya Ozumi*
村上 直樹 *Naoki Murakami*
上野 宏治 *Koji Ueno*
川島 高志 *Takashi Kawashima*
村田 雅人 *Masato Murata*

1. まえがき

近年，空調機器，インバータ，制御盤など多くの市場でAC入力の冷却ファンが採用されているが，機器の低消費電力化の要求が大きくなっている。また，グローバルに使用できる入力電圧のワイドレンジ仕様，幅広い環境で使用できる防水性能も求められている。当社は従来からø172×150×51mm厚ACファン「San Ace 172」（以下，従来品とする）を販売してきたが，これらの要求に応えることができる新たなACファンが必要とされている。

そこで，ワイドレンジのAC入力でありながら低消費電力を実現するDC駆動モータを搭載したACDCファン「San Ace 172AD」9ADタイプ，および防水ACDCファン「San Ace 172AD」9ADWタイプ（以下，開発品とする）を開発した。

本稿では，開発品の性能と特長，そして，開発のポイントを紹介する。

2. 開発品の特長

図1，図2に開発品の外観を示す。
図1は9ADタイプ，図2は9ADWタイプの外観である。
以下に開発品の特長を示す。

(1) 低消費電力
(2) 高風量・高静圧
(3) ワイドレンジのAC入力電圧に対応

また，9ADWタイプは上記に加え以下の特長を有する。

(4) 防塵・防水「保護等級IP56(注)」

(注) 保護等級IP56
保護等級（IPコード）は，IEC（国際電気標準会議）60529「DEGREES OF PROTECTION PROVIDED BY ENCLOSURES（IP Code）」で規定されています。（IEC 60529:2001）

図1　ø172×150×51mm厚
「San Ace 172AD」9ADタイプ

図2　ø172×150×51mm厚
「San Ace 172AD」9ADWタイプ

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

図3，図4に開発品の寸法緒元を示す。外形サイズ，取付寸法など，従来品と互換性を保っている。

3.2 特性

3.2.1 一般特性

開発品の一般特性を表1に示す。9ADタイプと9ADWタイプの一般特性は共通である。

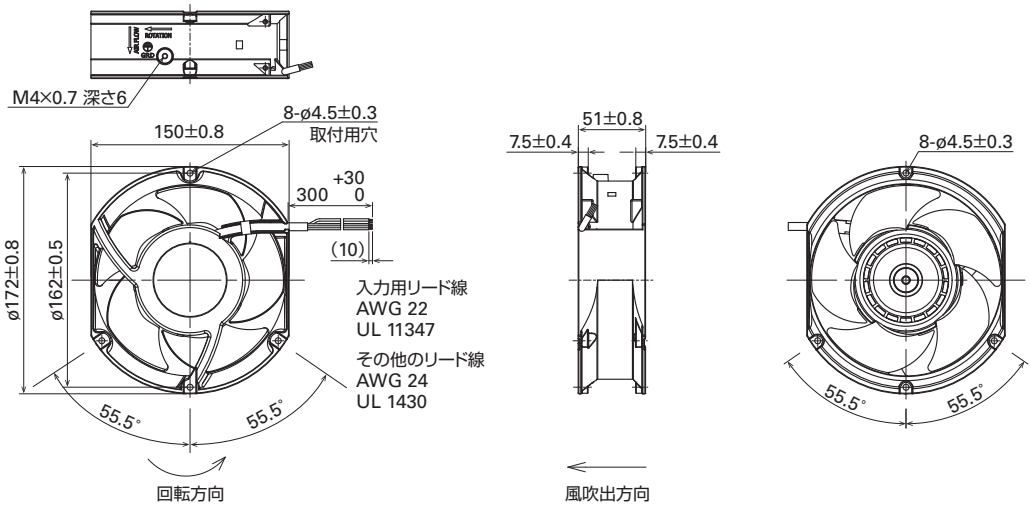

図3 「San Ace 172AD」9ADタイプの寸法諸元 （単位：mm）

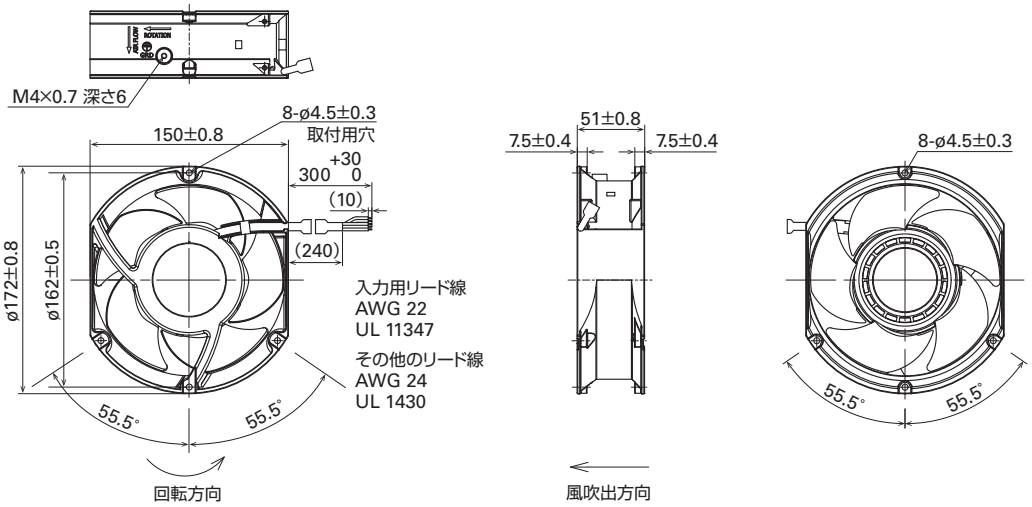

図4 「San Ace 172AD」9ADWタイプの寸法諸元 （単位：mm）

表1 開発品の一般特性

型番	定格電圧 [V]	周波数 [Hz]	PWMデューティサイクル※ [%]	定格電流 [A]	定格入力 [W]	定格回転速度 [min^{-1}]	最大風量 [m^3/min]	最大風量 [CFM]	最大静圧 [Pa]	最大静圧 [inchH_2O]	騒音レベル [dB (A)]	使用温度範囲 [°C]	期待寿命 [h]
9AD5701P5H003 9ADW5701P5H003	100～240	50/60	100	0.3	17	3800	6.7	236	195	0.78	54	－20～＋70	40000/60°C (70000/40°C)
			0	0.08	3.2	1500	2.64	93	40	0.16	31		

※入力PWM周波数：25kHz
周囲温度40°Cの場合の期待寿命は参考値です。

3.2.2 風量－静圧特性

開発品の風量－静圧特性例を図5に示す。入力電圧100Vから240Vにおいて風量－静圧特性は変わらない。

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。

3.3 期待寿命

開発品の周囲温度60°Cにおける期待寿命は，40,000時間（残存率90%，定格電圧連続運転，フリーエア状態，常湿）である。従来品の期待寿命は同条件において25,000時間であるため，開発品の期待寿命は従来品と比較して1.6倍に向上している。

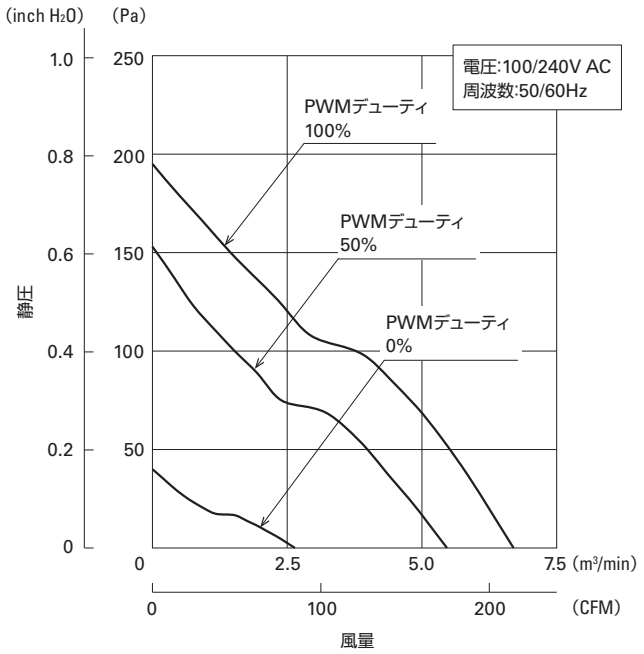

図5　開発品の風量－静圧特性例

図6　開発品と従来品の形状比較

4. 開発のポイント

開発品は，従来品のACファンと同じサイズを維持しながら低消費電力，高風量・高静圧を実現した。さらに9ADWタイプは防塵・防水性能を備えている。

以下に開発品のポイントを説明する。

4.1 羽根・フレーム設計

図6に「San Ace 172AD」の開発品と従来品の羽根・フレームの形状比較を示す。

開発品の羽根・フレームは，羽根の枚数，長さ，角度，フレームの形状など，さまざまな組み合わせをシミュレーションと実機評価を繰り返して，送風効率の優れる最適な形状を決定した。

4.2 回路設計

開発品は，100～240VのワイドレンジのAC入力に対応し，かつ低消費電力を実現するためにACDC変換回路の効率向上，モータを駆動するDC電圧の最適化をおこなった。また，9ADWタイプは基板が密閉空間に格納されるため基板および電子部品の温度上昇が課題であったが，電子部品の熱をフレームに放熱する構造としたことで基板および電子部品の温度上昇を低減させた。

4.3 防水設計

開発品の活電部外観を図7に示す。9ADWタイプでは，モータ部を樹脂でコーティングし，回路部はフレームとカバーで構成する空間に収める構造にすることで，IP56の防塵・防水性能を実現した。また，コーティングの樹脂量を低減する工夫をおこない，製品の軽量化を実現させた。

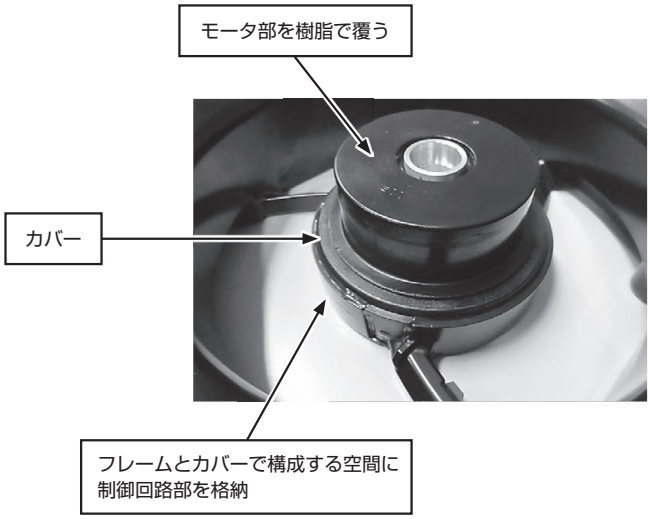

図7　開発品の活電部外観

5. 開発品と従来品の比較

5.1 風量－静圧特性の比較

図8に開発品と従来品の風量－静圧特性例比較を示す。従来品と比較して，最大風量は3%向上，最大静圧は同等である。図中の想定システムインピーダンス（通風抵抗）において，開発品の動作風量は従来品と比べ27%向上している。

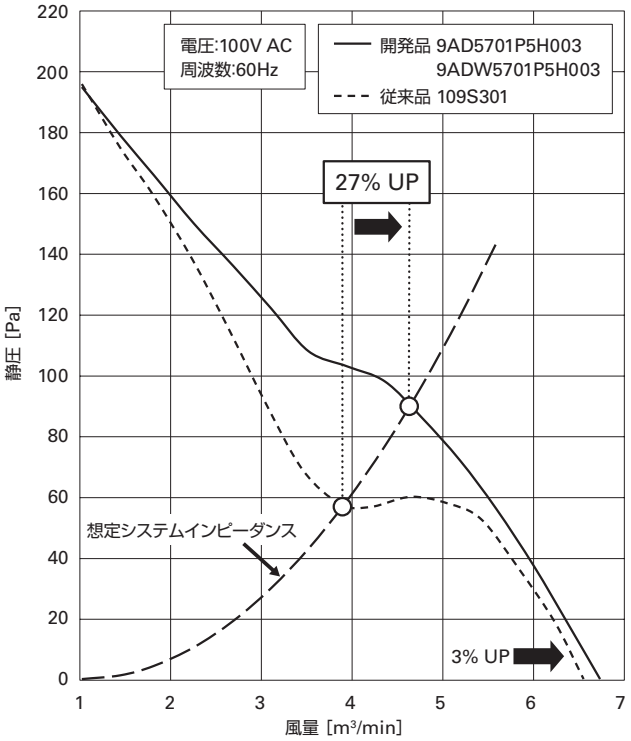

図８　従来品との風量－静圧特性例比較

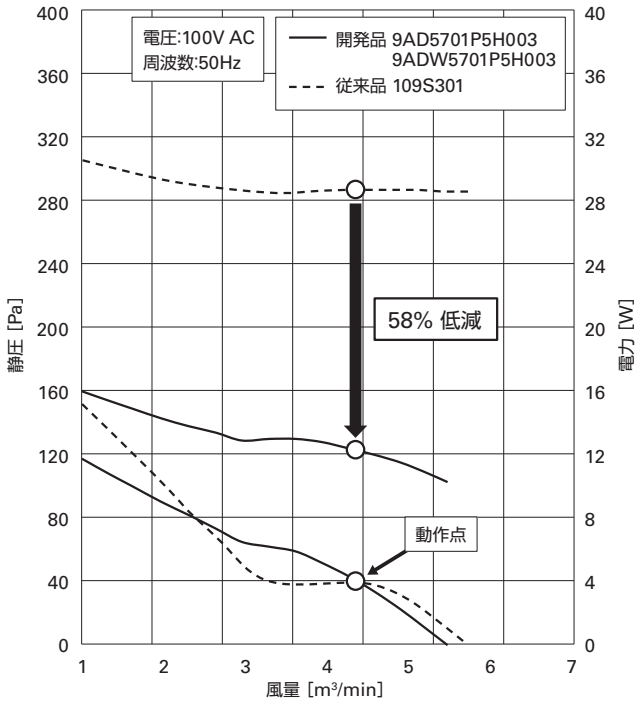

図 10　従来品との消費電力比較（100V/50Hz）

5.2 従来品と同等性能時の消費電力比較

図9，図10に開発品と従来品の同等冷却性能時における消費電力の比較を示す。開発品を従来品と同等冷却性能になるようにPWM制御で回転速度を下げた場合，従来品（60Hz）に対して消費電力が48％低減，従来品（50Hz）に対して消費電力が58％低減している。

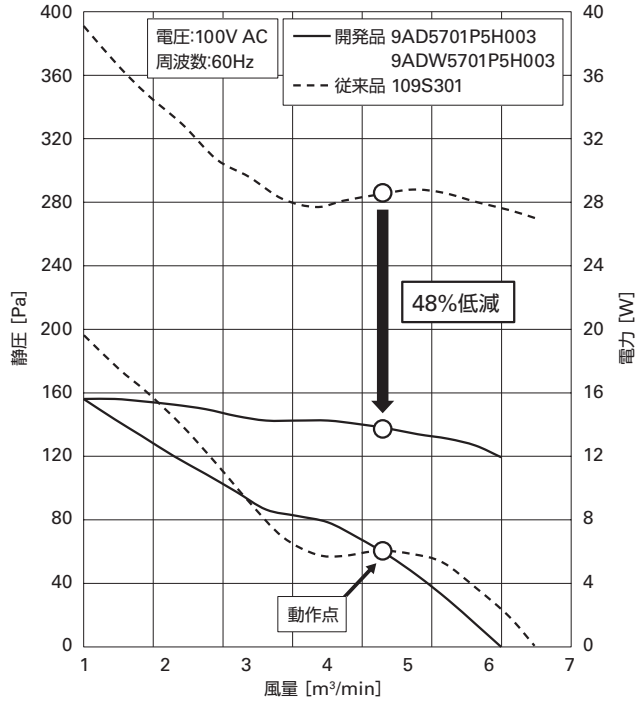

図９　従来品との消費電力比較（100V/60Hz）

6. むすび

本稿では，ACDCファン「San Ace 172AD」9ADタイプおよび防水ACDCファン「San Ace 172AD」9ADWタイプの特長と性能の一部を紹介した。

開発品は従来品のACファンと同サイズで，低消費電力，高風量・高静圧を実現した。また，入力電圧のワイドレンジに対応し，9ADWタイプは防塵・防水性能を備えたことにより，幅広い分野において，機器の冷却，低消費電力に大いに貢献できると考える。

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

執筆者

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

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

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

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

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

低騒音ファン「San Ace 60」「San Ace 80」「San Ace 92」「San Ace 120」9RAタイプ

清水 亮 *Ryo Shimizu*
丸山 晴久 *Haruhisa Maruyama*
村山 勇人 *Hayato Murayama*
稲田 直哉 *Naoya Inada*
児玉 晶生 *Masaki Kodama*
高山 健 *Ken Takayama*
中山 章 *Akira Nakayama*
ロジェン モリノ *Rogen Molino*
ジェーン オリバ *Jane Oliva*
ミシェル アルカンタラ *Michelle Alcantara*
ネリッサ キュロズ *Nerissa Quiroz*
ジェルナン ノバル *Gernan Noval*
山崎 哲也 *Tetsuya Yamazaki*

1. まえがき

近年，計測機器，アミューズメント機器，医療機器およびAV機器などは，高機能化，小型化により機器内部の実装密度が高まり，より高い冷却性能をもつ冷却ファンが求められている。その一方で，これらの機器は人の近くで使用されることが多いため，より低騒音な冷却ファンが求められている。

このような市場の要求に応えるため，新たに低騒音ファン「San Ace 60」，「San Ace 80」，「San Ace 92」，「San Ace 120」9RAタイプ（以下，開発品という）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1～4に開発品の外観を示す。

開発品は従来の当社製品である□60×25mm厚および□80×25mm厚は9Rタイプ，□92×25mm厚は9Aタイプ，□120×25mm厚は9Gタイプ（以下，従来品とする）と同等のサイズ，冷却性能を維持しながら，低騒音化，低消費電力化，長寿命化を実現している。

図1　□60×25mm「San Ace 60」9RAタイプ

図2　□80×25mm「San Ace 80」9RAタイプ

図3　□92×25mm「San Ace 92」9RAタイプ

図4　□120×25mm「San Ace 120」9RAタイプ

3. 開発品の概要

3.1 寸法諸元

図5～8に開発品の寸法諸元を示す。

角寸法は60mm，80mm，92mm，120mmの4サイズ，厚さはすべて25mmである。お客さまの多種多様な機器に合わせて選択できるようにした。

3.2 特性

3.2.1 一般特性

表1に開発品の一般特性の一部を示す。

幅広い市場での使用および従来品からの置換も考慮し，いずれのサイズについても，定格電圧12V，24V，48Vの機種をラインアップした。

図9～図12は定格電圧12Vの回転速度が異なる仕様の風量－静圧特性例である。定格電圧，回転速度の組み合わせで60mm角，80mm角は各10種類，92mm角，120mm角は各13種類の開発品をラインアップした。従来品と同等の冷却性能で低騒音化した開発品をさまざまなサイズで揃えることにより，お客さまの機器に合わせて最適なファンを選択できる。

さらに，表1に示す開発品はPWMコントロール機能を搭載しているため，機器内部の発熱に応じて回転速度を制御することで，機器の低騒音化，低消費電力化が実現できる。

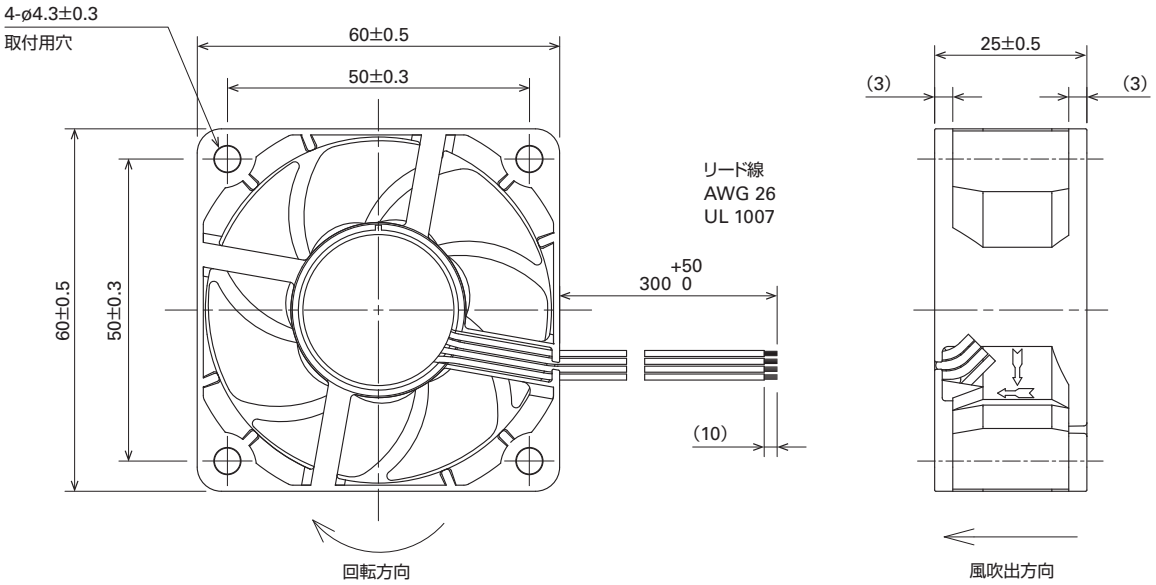

図5　開発品「San Ace 60」の寸法諸元　（単位：mm）

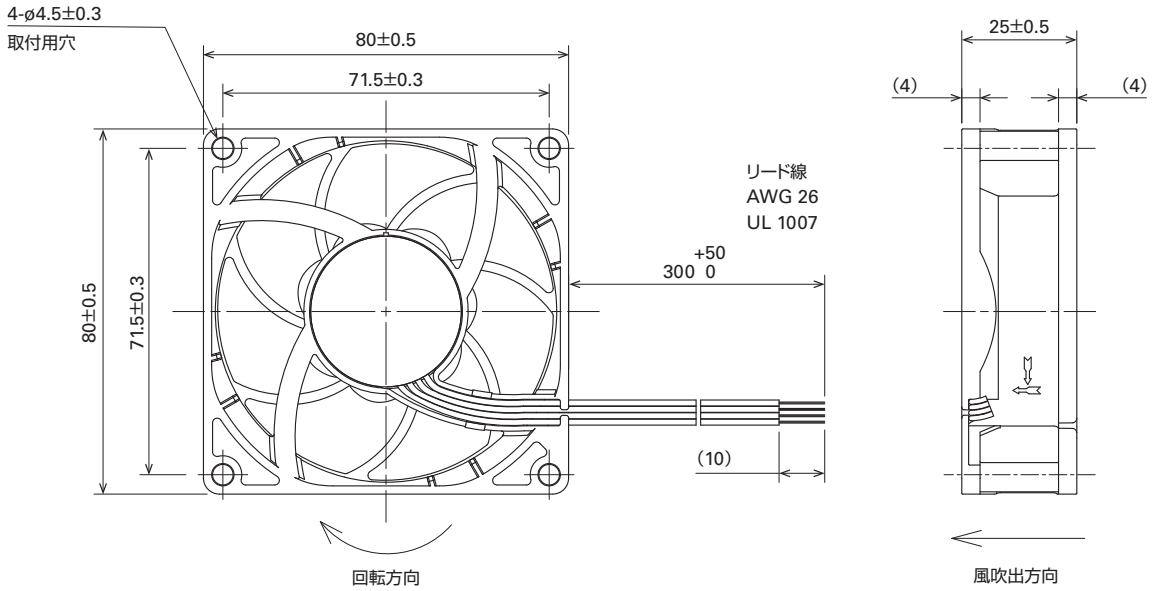

図6　開発品「San Ace 80」の寸法諸元　（単位：mm）

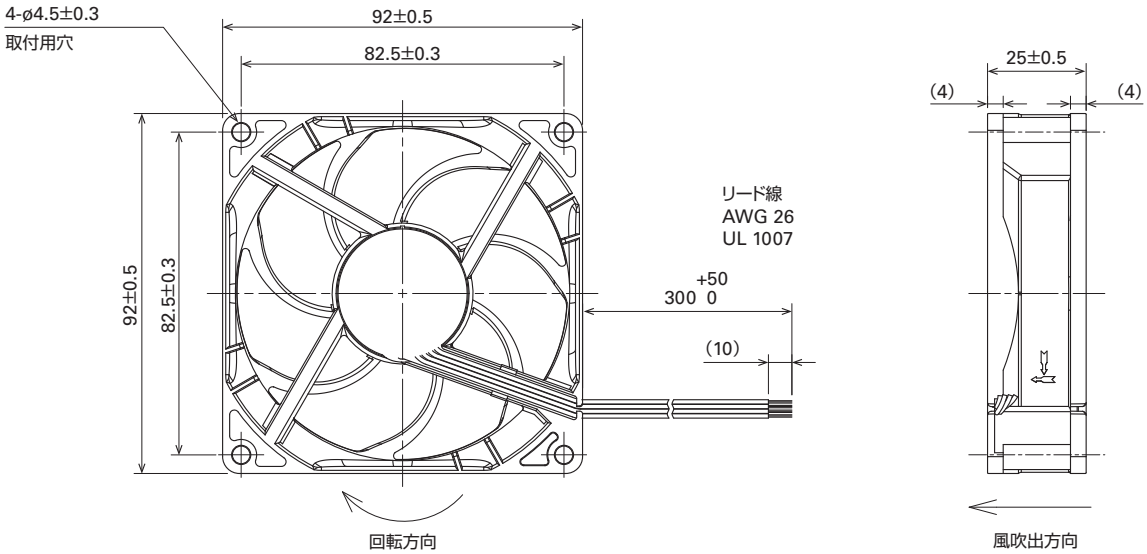

図7　開発品「San Ace 92」の寸法諸元　（単位：mm）

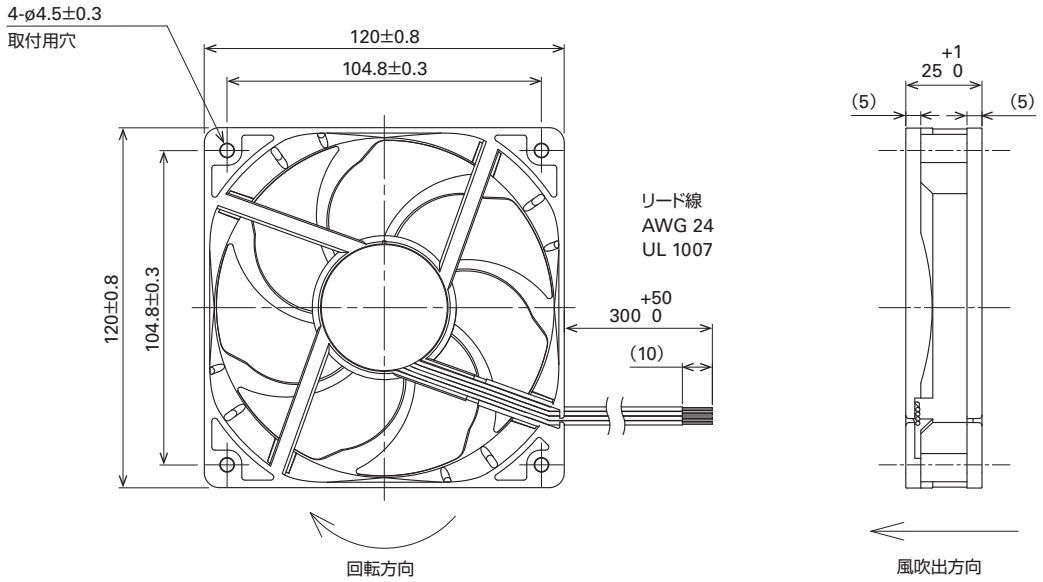

図8　開発品「San Ace 120」の寸法諸元　（単位：mm）

表1　各開発品の一般特性

型番	サイズ	定格電圧 [V]	PWM デューティサイクル※ [%]	定格電流 [A]	定格入力 [W]	定格回転速度 [min⁻¹]	最大風量 [m³/min]	最大風量 [CFM]	最大静圧 [Pa]	最大静圧 [inchH₂O]	騒音レベル [dB (A)]	使用温度範囲 [°C]	期待寿命 [h]
9RA0612P4J001	□60×25mm厚	12	100	0.35	4.2	7,700	1.1	38.8	130	0.52	41	−20〜+70	60,000/60°C (90,000/40°C)
			30	0.05	0.6	1,900	0.27	9.5	8.1	0.03	13		
9RA0624P4J001		24	100	0.18	4.32	7,700	1.1	38.8	130	0.52	41		
			20	0.03	0.72	1,700	0.24	8.5	6.5	0.02	11		
9RA0648P4J001		48	100	0.1	4.8	7,700	1.1	38.8	130	0.52	41		
			20	0.03	1.44	1,800	0.25	8.8	7.1	0.03	12		
9RA0812P4G001	□80×25mm厚	12	100	0.22	2.64	5,000	1.4	49.4	83	0.33	37		
			30	0.03	0.36	1,100	0.3	10.6	4	0.01	11		
9RA0824P4G001		24	100	0.11	2.64	5,000	1.4	49.4	83	0.33	37		
			20	0.02	0.48	1,000	0.28	9.8	3.3	0.01	10		
9RA0848P4G001		48	100	0.07	3.36	5,000	1.4	49.4	83	0.33	37		
			20	0.02	0.96	1,700	0.47	16.5	9.6	0.04	14		
9RA0912P4G001	□92×25mm厚	12	100	0.22	2.64	4,200	1.8	63.5	73.5	0.29	37		
			30	0.03	0.36	1,000	0.42	14.8	4.1	0.016	11		
9RA0924P4G001		24	100	0.13	3.12	4,200	1.8	63.5	73.5	0.29	37		
			20	0.03	0.72	1,000	0.42	14.8	4.1	0.016	11		
9RA0948P4G001		48	100	0.07	3.36	4,200	1.8	63.5	73.5	0.29	37		
			20	0.03	1.44	1,400	0.6	21.2	8.1	0.033	14		
9RA1212P4G001	□120×25mm厚	12	100	0.55	6.6	4,500	3.68	130	120	0.48	47		
			20	0.06	0.72	1,250	1.02	36	9.2	0.037	15		
9RA1224P4G001		24	100	0.28	6.72	4,500	3.68	130	120	0.48	47		
			20	0.05	1.2	1,750	1.43	50.5	18.1	0.073	22		
9RA1248P4G001		48	100	0.15	7.2	4,500	3.68	130	120	0.48	47		
			20	0.03	1.44	1,650	1.34	47.3	16.1	0.065	21		

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

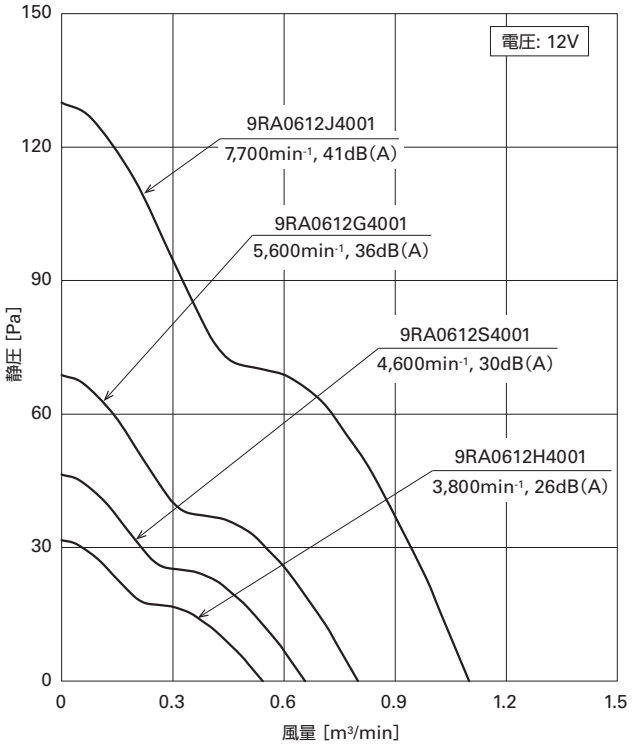

図9　開発品「San Ace 60」風量－静圧特性例

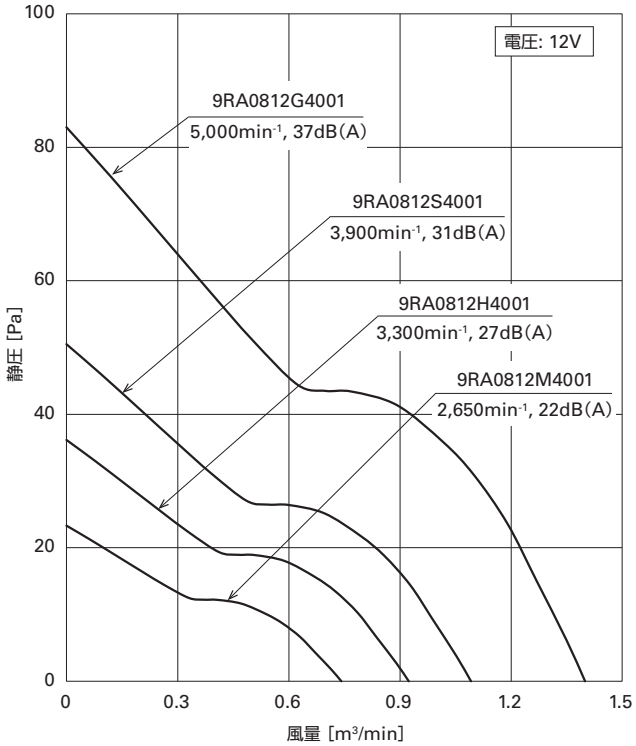

図10　開発品「San Ace 80」風量－静圧特性例

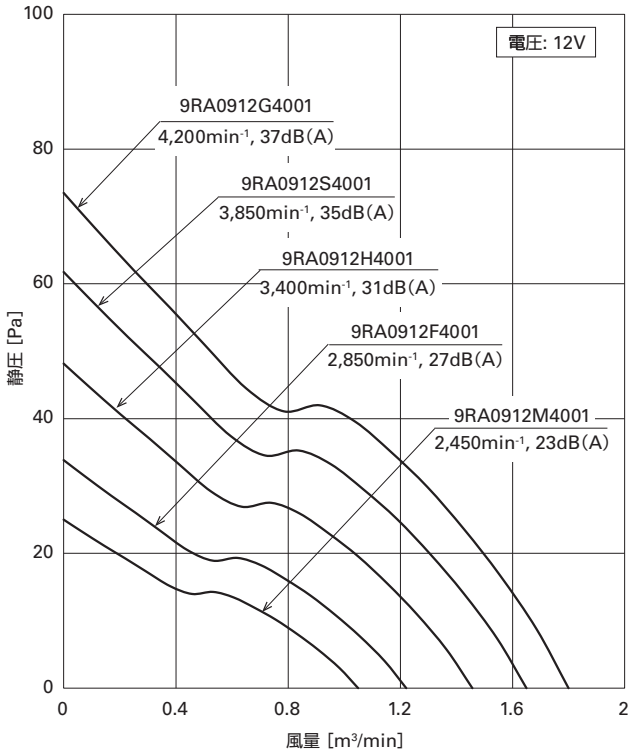

図 11　開発品「San Ace 92」風量－静圧特性例

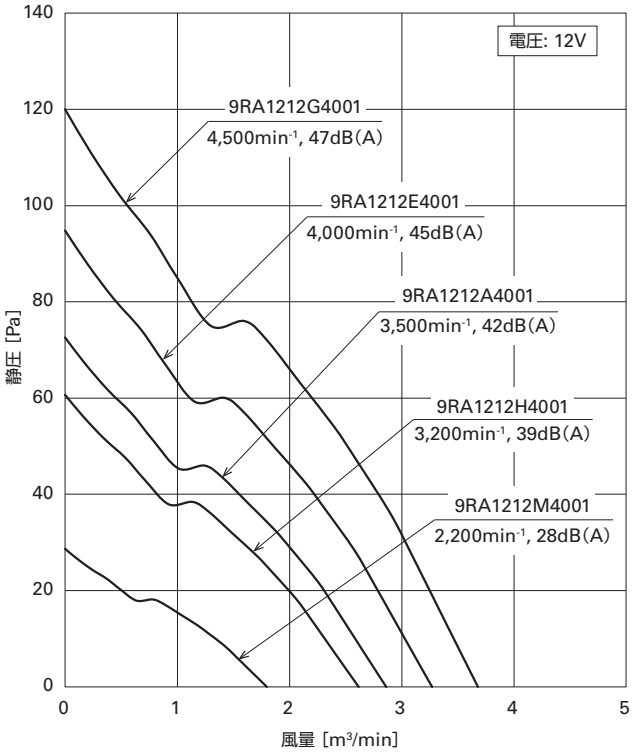

図 12　開発品「San Ace 120」風量－静圧特性例

4. 開発のポイント

各開発品は，従来品と同等の冷却性能を維持しながら低騒音化，低消費電力化，長寿命化を達成した。

以下に開発のポイントについて説明する。

4.1 モータ・回路

開発品の60mm角と120mm角は高効率な小型モータを採用した。さらに80mm角，92mm角を含め新規に回路設計をおこない，駆動方式を変更することで従来品と比較して消費電力を低減することができた。

また，上記の駆動方式により，モータや電子部品によるファン内部の発熱を抑えることができたため，ベアリングの温度上昇が抑えられ，従来品より長寿命化することができた。

4.2 羽根・フレーム

図13に例として「San Ace 60」の開発品と従来品の羽根・フレーム形状の比較を示す。

開発品は小型モータを採用したことで羽根設計の自由度を上げることができた。これにより羽根の形状，翼の取付角度などの条件を増やし，フレームの形状，スポークの本数と合わせて，さまざまな組み合わせでシミュレーションや実機評価をおこない，最適な形状を決定した。

図 13　「San Ace 60」開発品と従来品の形状比較

5. 開発品と従来品の比較

5.1 風量－静圧特性，負荷騒音特性の比較

図14 ～ 17に開発品の最高速品と従来品の風量－静圧－消費電力特性および負荷騒音特性の比較を示す。各開発品は従来品と同等の風量－静圧特性を維持しながら，消費電力は26% ～ 44%低減できた。また騒音は60mm角，80mm角が3dB（A），92mm角，120mm角が4dB（A）と大幅に低減している。この3dB（A）の騒音差とは，開発品2台を動作させたときの騒音レベルと，従来品1台の騒音レベルが同等であることを示している。

5.2 期待寿命の比較

周囲温度60℃における期待寿命（残存率90%，定格電圧連続運転，フリーエア状態，常湿）は60,000時間である。従来品の期待寿命は30,000時間～ 40,000時間であるため開発品の期待寿命は，従来品と比較して1.5 ～ 2倍に向上している。

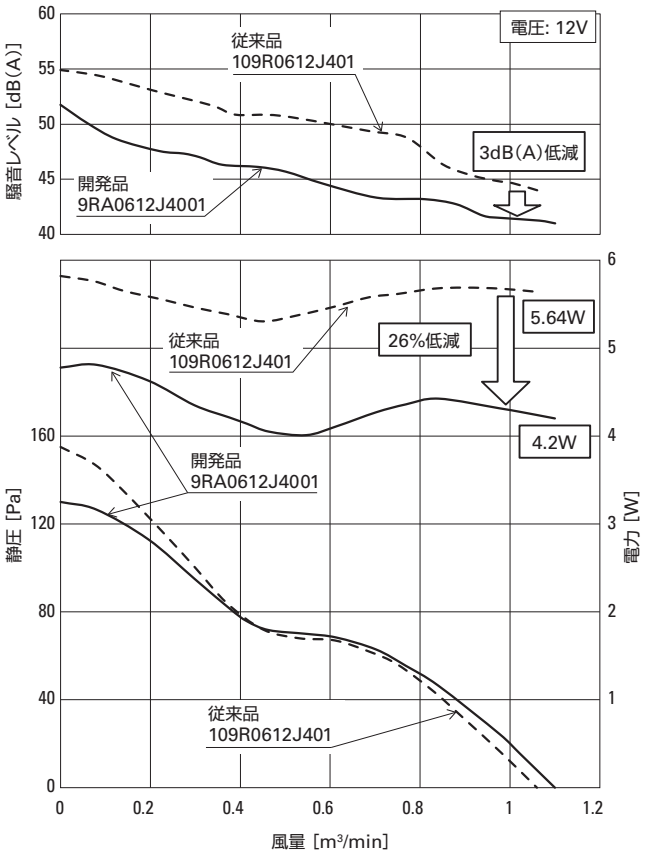

図14 「San Ace 60」開発品と従来品の比較

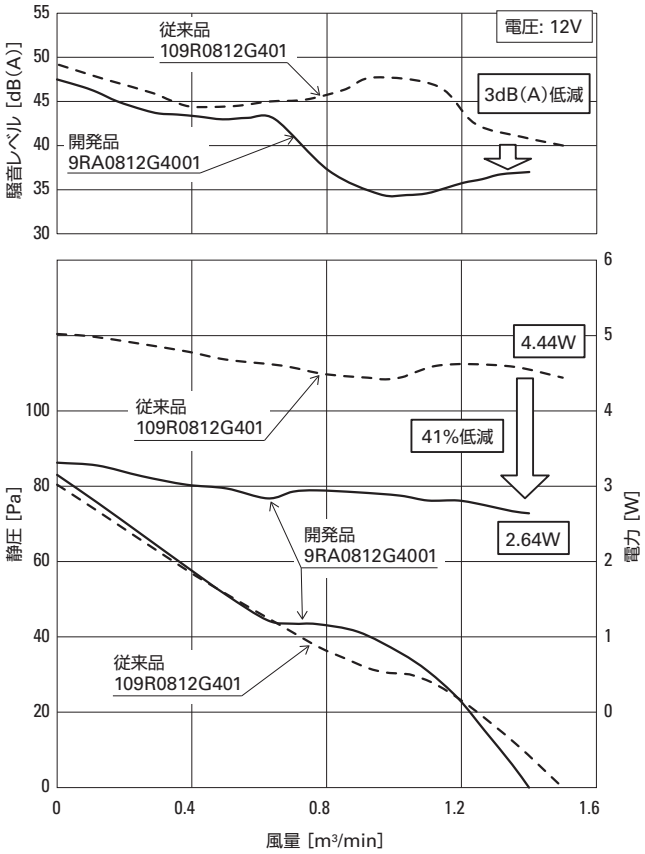

図15 「San Ace 80」開発品と従来品の比較

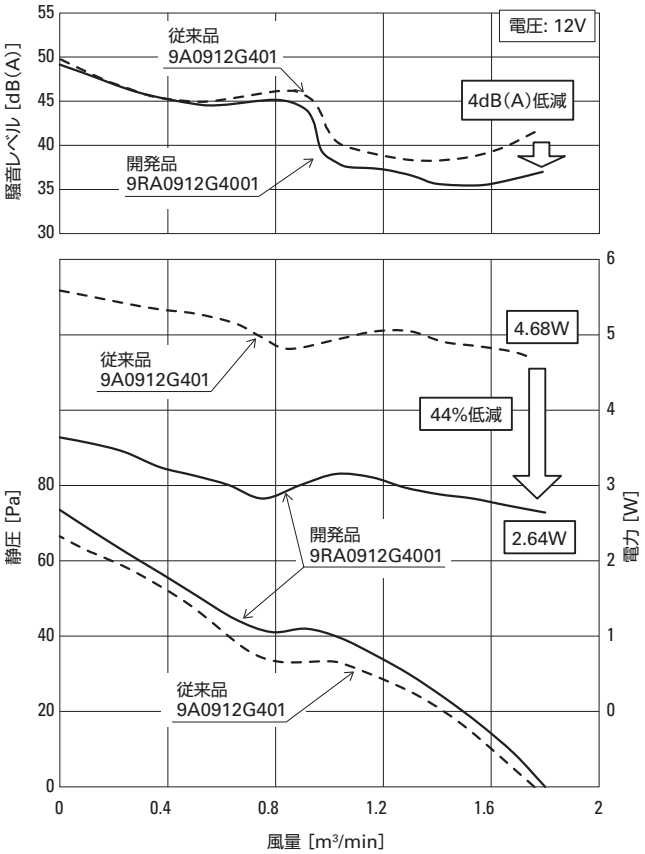

図16 「San Ace 92」開発品と従来品の比較

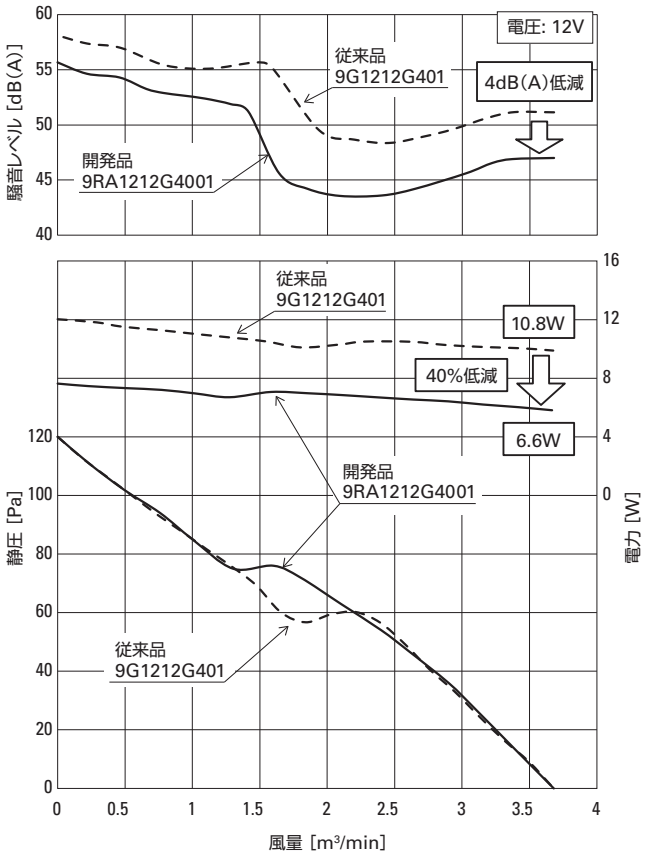

図17 「San Ace 120」開発品と従来品の比較

6. むすび

本稿では，低騒音ファン「San Ace 60」,「San Ace 80」,「San Ace 92」,「San Ace 120」9RA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同等の冷却性能を維持しながら，低騒音化，低消費電力化を実現した。これにより，人の近くで使われる計測機器，アミューズメント機器，医療機器およびAV機器などの低騒音化，省エネルギー化に貢献できると考える。

また，開発品は従来品に対して期待寿命が向上しており，機器のメンテナンス性や寿命の向上につながると考える。

今後も市場要求にいち早く応える製品開発をおこない，お客さまの新しい価値創造に貢献できる製品を提供していく所存である。

執筆者

清水 亮
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

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

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

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

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

高山 健
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

中山 章
クーリングシステム事業部　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

Rogen Molino
SANYO DENKI PHILIPPINES, INC.　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

Jane Oliva
SANYO DENKI PHILIPPINES, INC.　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

Michelle Alcantara
SANYO DENKI PHILIPPINES, INC.　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

Nerissa Quiroz
SANYO DENKI PHILIPPINES, INC.　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

Gernan Noval
SANYO DENKI PHILIPPINES, INC.　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

山崎 哲也
SANYO DENKI PHILIPPINES, INC.　設計部
冷却ファンの開発，設計に従事。

人を守る技術

三浦 明
Akira Miura

1. まえがき

近年，人々の安全な暮らしを脅かすような自然災害が頻発しており，今後も増加する可能性が高まっている。2018年以降に発生した主な自然災害は以下のとおりである。[1]

- 2018年　7月豪雨（西日本豪雨）
- 2019年　台風15号（房総半島台風）
- 2019年　台風19号（東日本台風）

年間の平均気温は世界の陸上の広い範囲で高く，日本でも全国的に気温の高い状態にある。2020年の日本の平均気温の基準値（1991～2020年の30年平均値）からの偏差は1898年の統計開始以降最も高い値を記録し，自然災害の増加は地球温暖化と深い関係性があると指摘されている。

政府は2020年10月，温暖化ガスの排出が実質ゼロとなる「カーボンニュートラル」を2050年までに実現すると宣言し，再生可能エネルギー比率を50～60％目安に引き上げる目標を掲げた。

本稿では，パワーシステム事業部の製品から，“激甚化（げきじんか），頻発化する自然災害から人を守る製品”，“災害発生時の停電などから人を守る製品”，“カーボンニュートラルを進め，地球温暖化から人を守る製品”を紹介する。

2. 屋外用無停電電源装置「SANUPS N11B-Li」

2020年12月，政府は「防災・減災，国土強靱化のための5か年加速化対策」を閣議決定し，災害から国民の命と暮らしを守るため，道路ネットワークの機能強化対策，鉄道，港湾，空港などの耐災害性強化対策，取り組みのさらなる加速化・深化を進めている。

当社では，リチウムイオン電池を搭載した屋外用無停電電源装置「SANUPS N11B-Li」をベースに，国土交通省が作成した『屋外用無停電電源装置 機器仕様書』[2]に適合するようカスタマイズをおこなった国土強靱化基本計画案件に使用できる装置を開発した。

当社標準仕様に対し，－20℃で規定の保持時間をバックアップできるよう，蓄電池構成および回路の見直しをおこなうとともに，板金の素材を標準のSUS430-KDからより耐食性に優れたSUS304に変更した。

過酷な環境でも使用できるため，道路・河川・港湾・上下水道などのインフラを維持するための監視カメラ，情報表示器などの電源バックアップに使用されている。

公共インフラ設備の耐災害性を強化し，激甚化する自然災害から，人々の安全を守っている。

図1に「SANUPS N11B-Li」の外観を，表1に製品仕様を示す。

図1 「SANUPS N11B-Li」

表1　国土交通省の「国土強靭化基本計画」案件に使用できる「SANUPS N11B-Li」仕様

型番		N11BL152AK11TST44HP	N11BL102AK31TST44HP
負荷		70W	140W
バックアップ時間※1		24時間	
運転方式		常時商用給電方式	
切換時間		10ms以下	
効率（AC-AC）		95％	
交流入出力	定格周波数	50Hz/60Hz（自動判別）	
	相数・線数	単相2線	
	定格電圧	100V/110V/120V	
負荷力率		0.8（遅れ）	
バッテリ種類		リチウムイオン電池	
使用環境		周囲温度：－20～＋50℃，相対湿度：10～90％（結露なきこと）	
保護等級		IP44※2	

※1　周囲温度－20℃において
※2　当社の標準仕様はIP65

2.1　過酷な環境で使用するための技術

(1) リチウムイオン電池の採用

過酷な環境下で使用できるよう，リチウムイオン電池（以下「LiB」という。）を採用した。

LiBはエネルギー密度が高いため，使用方法を誤ると発煙・発火の危険性がある。当社装置ではLiB自体が持っているバッテリマネジメントシステム（以下「BMS」という。）による安全管理に加え，無停電電源装置（以下「UPS」という。）本体側でもLiBの状態を監視することで二重の監視をおこない，安全性を確保している。

- BMSによる保護
  LiBの電流，セル電圧，セル温度の監視をおこない，異常を検出した場合はBMSが開閉器をOFFすることで，LiBを切り離して保護する。

- UPSによる保護
  UPSはBMSと通信をおこない，運転中のLiBの状態を監視している。異常が発生した場合やBMSと通信ができなくなった場合は，UPSは充放電を停止してLiBを保護する。

(2) 高い防塵・防水性能

屋外で長期間，安全に稼働させるため，UPS筐体を防塵・防水性能IP65（当社標準品の場合）の密閉構造とした。

密閉構造を実現するため，筐体設計において流体解析シミュレーションにより内部の熱の流れを検証し，熱を効果的に循環させて，筐体全体を使って内部の熱を外部に放熱できるよう，最適な構造およびレイアウト設計をおこなった。

これによりIP65の防塵・防水性能を確保しながら内部の温度上昇が一部に集中することを防ぎ，UPSの性能や信頼性を確保しながら屋外で安心して使用できるUPSが開発できた。

3. 防災用ディーゼル発電装置「SANUPS G53A」

電気設備が常に正常稼働するためには，品質の良い電源供給が不可欠である。日本国内の電源事情は非常に良好で，停電することはほとんどない。

しかし，火災や大規模な自然災害が発生し，電力会社からの電源供給が途絶えた場合，設置している防災設備が動作できないことが考えられる。

「SANUPS G53A」は建物防災向けとして必須となる消防法に適合した発電装置である。消防法に適合しているため，消防法に基づく非常電源（屋内消火設備，スプリンクラー設備など）や建築基準法に基づく予備電源（非常用照明設備，排煙設備など）に使用できる。

火災や大規模な自然災害が発生したとき，予備電源として業務の継続や保安用として人々の生活を守るとともに，消防法における非常電源，建築基準法における予備電源として防災設備の電源をバックアップし，人々の安全を守っている。

図2に「SANUPS G53A」の外観を示す。

図2　「SANUPS G53A」

3.1 消防法に適合するための技術

防災用ディーゼル発電装置「SANUPS G53A」は一般社団法人日本内燃力発電設備協会が定める防災用自家発電装置技術基準（NEGA C 311規格）に適合するため，通常の発電機に対して以下の変更をおこなった。

- エンジン・発電機の耐震構造
- キュービクル材料，構造
- 消防法適合充電器

また，新規メーカのエンジンを採用し，組み合わせる発電機も新規設計とした。

エンジンと発電機の組み合わせ設計においては，ねじり振動によるシャフト強度，動特性などについて，規格を満足しつつ，それぞれが過大な容量にならないようにする必要がある。

本装置の開発では，シミュレーションを駆使してエンジンと発電機をカップリングしたあとの共振点やシャフトにかかる応力，エンジン回転数の特性などを計算して組み合わせを決めたあと，実機による評価結果を基に確認をおこなうことで，短期間で最適な選定をおこなった。

図3 「SANUPS P73L」

4. 電力ピークカット機能付き パワーコンディショナ「SANUPS P73L」

「SANUPS P73L」はLiBなどへの充電・放電に対応したパワーコンディショナである。

蓄電池システムとして使用できる「連系自立充電タイプ」では，蓄電池入力部に実装した双方向コンバータにより，蓄電池への充放電中や自立運転中でも，最大電力点追従制御（以下「MPPT制御」という。）ができるため，太陽電池の発電電力を最大限利用できる。太陽電池の発電電力を有効活用することで，カーボンニュートラルを推進し，地球温暖化から人々を守っている。

図3に連系自立充電タイプと連系自立タイプの外観を，図4に連系自立充電タイプの基本回路構成を示す。

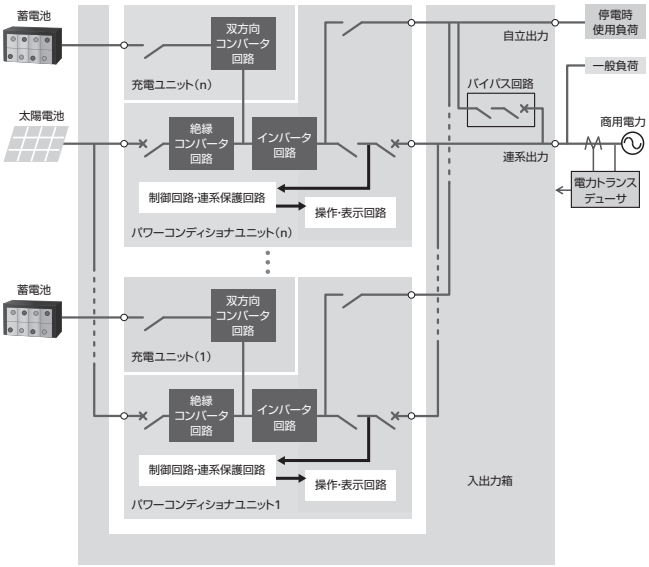

図4 連系自立充電タイプ基本回路構成

4.1 太陽電池の発電電力を有効活用するための技術

蓄電池と太陽電池を直結するタイプのパワーコンディショナでは，太陽電池の電圧が蓄電池の電圧に固定されてしまうため，MPPT制御ができず太陽電池の一部の電力しか利用ができなかった。

「SANUPS P73L」では，蓄電池入力部に実装した双方向コンバータにより，蓄電池の充放電時にもMPPT制御を継続したまま蓄電池の充放電管理ができる。これにより，常に太陽電池の最大電力を出力でき，大幅な発電量アップを実現している。

また，双方向コンバータには，高い効率を維持しつつ幅広い蓄電池電圧に対応できるよう，非絶縁の昇降圧チョッパを採用した。

これにより太陽電池を直結するタイプのパワーコンディショナでは制約が多かった蓄電池と太陽電池の組み合わせに柔軟性を持たせることができ，システム設計を容易にしている。

5. むすび

パワーシステム事業部の製品から，“激甚化，頻発化する自然災害から人を守る製品”，“災害発生時の停電などから人を守る製品”，“カーボンニュートラルを進め，地球温暖化から人を守る製品”を紹介した。

引き続き人々の安全な暮らしを実現するための製品を開発していく所存である。

参考文献

(1) 内閣官房国土強靱化推進室：国土強靱化パンフレット（R3.3版）
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kokudo_pamphlet_r3.pdf（2021.4.1）

(2) 国土交通省：屋外用無停電電源装置 機器仕様書
https://www.mlit.go.jp/tec/it/denki/kikisiyou/touitusiyou_17okugaimuteidenR0203.pdf（2020.3）

執筆者

三浦 明
パワーシステム事業部　設計部
電源装置の開発・設計に従事。

小型無停電電源装置「SANUPS E11B-Li」,「SANUPS A11M-Li」シリーズの開発

坂場 浩 *Hiroshi Sakaba*
塚田 昭洋 *Akihiro Tsukada*
花岡 裕之 *Hiroyuki Hanaoka*
西澤 和也 *Kazuya Nishizawa*
庄山 祐平 *Yuhei Shoyama*
小澤 拓也 *Takuya Ozawa*
滝沢 秀徳 *Hidenori Takizawa*
髙山 裕樹 *Yuki Takayama*

1. まえがき

近年，世界的に無停電電源装置（以下「UPS」という。）の需要が高まっている。背景としては，モバイル情報端末やIoT機器の普及により，それらを支えるシステムを強化する必要があることがあげられる。国内はもとより海外で使用することを考えると，電源事情の良くない場所での使用が想定され，そのような場所での使用にも耐えられるUPSの要望がある。

また，市場ニーズとして，さまざまな環境のなかで使用される機会が増えてきており，高温，低温などの過酷な温度環境下での使用が求められている。従来の鉛蓄電池では充電のできる温度範囲が限られており，高温環境下では放電できるが充電はできないなどの課題もあった。その他にもバッテリ交換回数を少なくして，メンテナンスの手間を極力省きたい，製品の設置や運搬の際の取り扱いを容易にしたい，などの要望がある。

今回，これらの課題や要望をクリアするため，リチウムイオン電池（以下「LiB」という。）を採用した「SANUPS E11B-Li」シリーズ,「SANUPS A11M-Li」シリーズを開発した。本稿では，その概要について紹介する。

2. 製品の概要

「SANUPS E11B-Li」シリーズは100V用として1kVA, 1.5kVA, 2kVA, 200V用として1kVA, 2kVAの5機種,「SANUPS A11M-Li」シリーズは100V用，200V用の2機種をラインアップした。図1と図2にそれぞれの代表機種の外観を示す。どちらのシリーズも19インチラックへの搭載，横置き，縦置きが可能である。

図1 「SANUPS E11B-Li」1kVA

図2 「SANUPS A11M-Li」8kVA（並列8台構成）

3. 製品の特長

3.1 「SANUPS E11B-Li」シリーズ

本装置の運転方式はハイブリッド方式を採用している。ハイブリッド方式は給電品質優先モード（常時インバータ方式），効率優先モード（常時商用方式）の2つのモードを備えている。モードは設定により，使い分けられる。設定が「給電品質優先固定」の場合は，給電品質優先モードに固定されるため，常にインバータから良質な給電がされる。設定が「自動」の場合は，入力電源の状況に応じて給電品質優先モードと効率優先モードが自動的に切り替わり，優れた給電品質と省エネルギーを両立する。

(1) 給電品質優先モード

図3に給電品質優先モードの電力供給経路を示す。商用電源を整流し直流電圧に変換した後，インバータにより正弦波の電圧に変換して出力する。そのため，商用電源に変動が発生した場合でも，整流器，インバータが変動分を吸収し，質の高い給電が継続される。バッテリは充電器により浮動充電され，停電，電

圧降下など商用電源の異常に備える。商用周波数が周波数同期範囲内（設定が給電品質優先固定のときは±1%,自動のときは同期範囲の設定による）の場合は，交流入力周波数に同期した周波数の電圧を出力し，範囲外の場合は入力電圧とは同期せずに，50Hzまたは60Hzの一定の周波数を出力する。

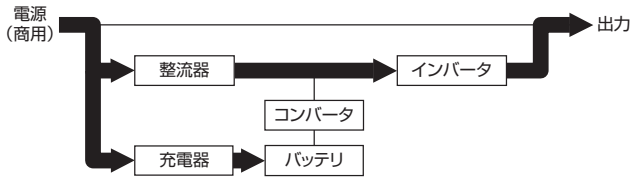

図3　給電品質優先モードの電力供給経路

(2) 効率優先モード

図4に効率優先モードの電力供給経路を示す。商用電源の状態が良い場合は，インバータは停止し商用電源をそのまま出力するため，インバータのロスがなくなり効率が向上する。バッテリは充電器により浮動充電され，停電，電圧降下など商用電源の異常に備える。また，電源の状態が悪化した場合には，(1) の給電品質優先モードに自動的に切り替わるが，入力周波数が同期範囲内であれば無瞬断で，範囲外の場合は8ms以下の瞬断を挟み切り替わる。

効率優先モードでは，商用電源の異常を瞬時に検出する必要性があることから，入力電圧波形を常に監視することで，異常の検出をおこなっている。

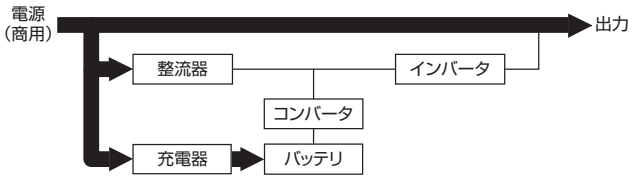

図4　効率優先モードの電力供給経路

(3) 商用電源異常時

図5に商用電源異常時の電力供給経路を示す。商用電源に瞬断または停電が発生した場合には整流器，充電器は停止し，コンバータが動作しバッテリから電力が供給される。給電品質優先モードの場合は無瞬断で，効率優先モードの場合は8ms以下の瞬断をともない負荷に電力が供給される。

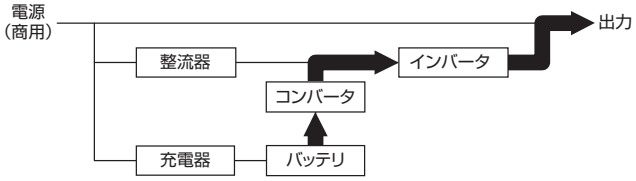

図5　商用電源異常時の電力供給経路

3.2「SANUPS A11M-Li」シリーズ

(1) システム系統図

1kVAのUPSユニットを最大8台並列運転することで信頼性を高め，容量の拡張もできる。図6に示すように，装置は最大8台のUPSユニットと，1台の集電ユニットで構成される。

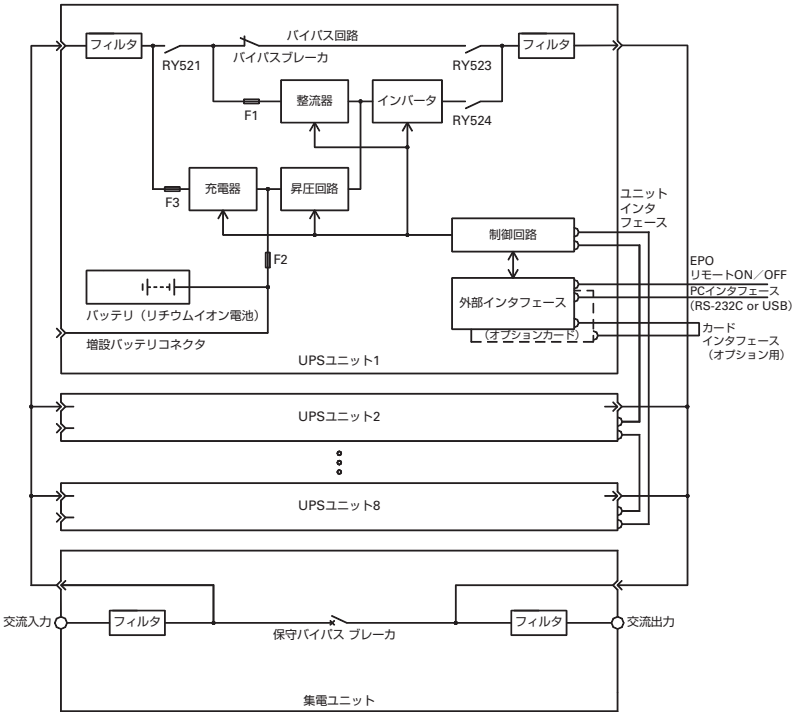

図6　A11M-Liシステム系統図

(2) 制御方式

制御方式は個別制御方式を採用する。共通制御方式やマスタースレーブ方式と比較し共通制御部を設けず，ユニットごとに独立した制御回路で制御するため，高い信頼性と故障時のユニット解列性を確保する。図7に示すように，ユニット8台接続の場合は最大8kVAの負荷へ電力を供給できる。これに対して負荷容量を7kVA以下とした場合はユニット1台分の余裕を持つことで，ユニット1台が故障しても運転を維持する冗長化を実現できる。

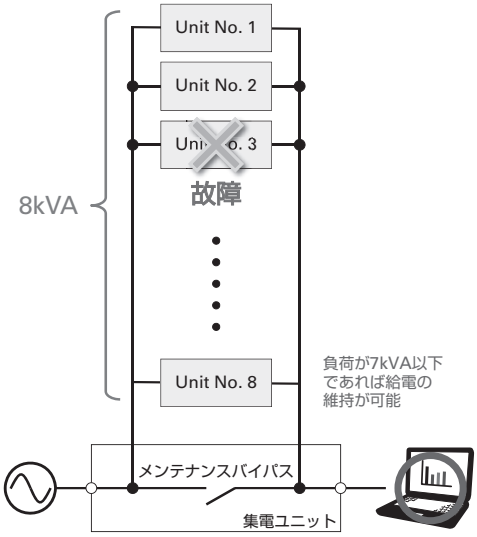

図7　並列冗長運転

3.3 入力のワイドレンジ化

「SANUPS E11B-Li」,「SANUPS A11M-Li」ともに，入力電圧範囲を55V～150V（100V系），110V～300V（200V系），入力周波数範囲を40Hz～120Hzとワイドレンジ化した。これにより入力電源が不安定で電圧や周波数が大きく変化する地域においても，バッテリ運転への切り替えが少なくなるため，バッテリの損耗をおさえつつ安定した電力を負荷に供給できる。

3.4 幅広い使用温度範囲

鉛蓄電池は40°C以上の周囲温度において，放電はできるが充電ができない。LiBを使用することにより，－10°C～＋55°Cの幅広い使用温度範囲においてバッテリの充放電が可能となる。これにより，極寒，酷暑の地域や，空調設備のない小規模建屋内などでも使用できる。

3.5 メンテナンスの手間を削減

鉛蓄電池を搭載した従来品は，約5年ごとにバッテリ交換作業が必要であったが，LiBを採用することで，約10年間（※周囲温度30°Cの場合）バッテリ交換が不要となる。バッテリの寿命に合わせて装置の寿命の見直しをおこない，従来品の7年から10年とした。これにより，保守の手間とバッテリ交換の費用を削減できる。図8に正面パネルとLiBの実装状態を示す。

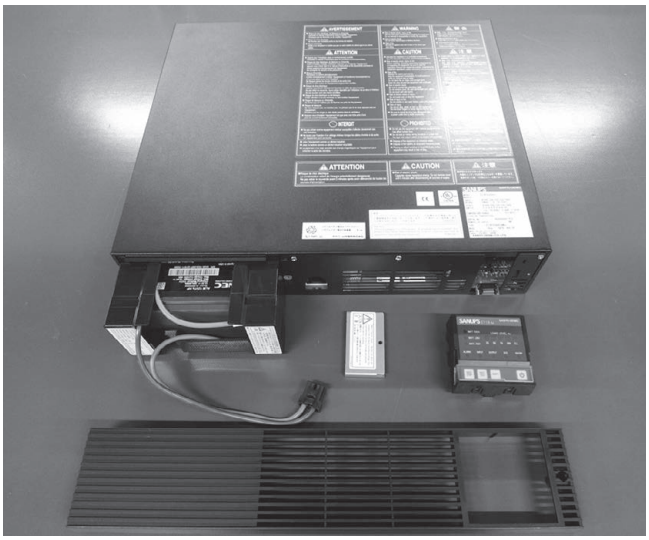

図8　正面パネルおよびLiB

3.6 装置の軽量化

LiBは鉛蓄電池と比較し約1/3の質量であるため，装置全体の軽量化に貢献する。運搬，設置，19インチラックへの搭載時など，お客さまの製品取り扱いが容易になる。

3.7 LiB監視機能

LiB本体には安全のために保護機能がある。保護機能が働いた場合，LiBはLiB本体のバッテリ回路の導通を切断し，異常解消とともに自動で導通を回復する。以下に代表的な保護機能を示す。

- OCP（放電過電流保護）
- OTP（温度上昇保護）
- OVP（充電電圧上昇保護）
- UVP（放電電圧低下保護）

UPSはLiBの保護機能発生を確認するため，24時間ごとにバッテリ回路の導通チェックをおこない，異常が確認された場合は，軽故障アラームを発出する。

4. 仕様

(1)「SANUPS E11B-Li」1kVAの標準仕様を表1に示す。

表1 「SANUPS E11B-Li」1kVA標準仕様

項目			規格または特性		備考	
型式			E11BL102 100V系	E11BL102 200V系		
出力容量			1kVA/0.8kW			
運転方式			ハイブリッド方式		効率優先モードからのバッテリ運転は瞬断あり	
冷却方式			強制空冷			
交流入力	インレット		IEC60320-C14			
交流入力	相数		単相2線			
交流入力	定格電圧		100, 110, 115, 120V	200, 208, 220, 230, 240V		
交流入力	電圧		55 ～ 150V（負荷率40％未満） 68 ～ 144V（負荷率70％未満） 80 ～ 144V（負荷率70％以上）	110～300V（負荷率40％未満） 136～288V（負荷率70％未満） 160～288V（負荷率70％以上）	給電品質優先モード運転時	
交流入力	電圧		定格電圧±8％以内		効率優先モード運転時	
交流入力	周波数		50または60Hz		自動判別	
交流入力	周波数変動範囲		40 ～ 120Hz			
交流入力	所要容量		1.1kVA以下		バッテリ回復充電時の最大容量	
交流入力	入力力率		0.95以上		給電品質優先モード，定格出力時	
交流出力	アウトレット		NEMA5-15R×6個	IEC60320-C13×6個		
交流出力	相数		単相2線			
交流出力	電圧		100, 110, 115, 120V	200, 208, 220, 230, 240V	ユーザ設定可	
交流出力	電圧整定精度		定格電圧±2％以内		給電品質優先モード運転時	
交流出力	周波数		50Hzまたは60Hz		入力周波数と同じ（自動選択）	
交流出力	周波数精度		定格周波数±1％以内		運転モード「給電品質優先固定」設定時	UPSバッテリ運転時：±0.5％以内
交流出力	周波数精度		定格周波数±1，3，5％以内		運転モード「自動」設定時	UPSバッテリ運転時：±0.5％以内
交流出力	電圧波形		正弦波			
交流出力	電圧ひずみ率		線形負荷時：3％以下 100％整流器負荷時：8％以下		定格出力時	
交流出力	過渡電圧変動	負荷急変時	定格電圧±5％以内		0⇔100％変化，定格入力時	
交流出力	過渡電圧変動	停電・復電時	定格電圧±5％以内		定格運転時	
交流出力	過渡電圧変動	入力電圧急変	定格電圧±5％以内		±10％変化 給電品質優先モード運転時	
交流出力	応答時間		5サイクル以下			
交流出力	負荷力率		0.8（遅れ）		変動範囲0.7（遅れ）～ 1.0	
交流出力	過電流保護動作		105％以上でバイパス回路へ自動切換		オートリターン機能付	
交流出力	過負荷保護	インバータ	105％		200ms	
交流出力	過負荷保護	バイパス	15A（カレントプロテクタ）	8A（カレントプロテクタ）	200％30秒，800％2サイクル（参考値）	
バッテリ	種類		リチウムイオン電池			
バッテリ	個数		2個		直列接続	
バッテリ	容量		40Ah・セル			
バッテリ	バックアップ時間		4分		周囲温度25℃，初期値	
発生熱量			25W		効率優先モード運転時	
発生熱量			130W		給電品質優先モード運転時，バッテリ満充電時	
周囲条件			周囲温度：－10 ～＋55℃ 相対湿度：20 ～ 90％（結露なきこと）		周囲温度範囲外はバッテリ充電停止	
騒音			41dB以下		効率優先モード運転時	装置正面1m，A特性
騒音			51dB以下		給電品質優先モード運転時	装置正面1m，A特性

(2)「SANUPS A11M-Li」の標準仕様を表2に示す。

表2 「SANUPS A11M-Li」標準仕様

項目			規格または特性		備考
型式			A11ML102 100V系	A11ML102 200V系	
定格出力容量	N台		1.0 ～ 8.0kVA/0.8 ～ 6.4kW		並列台数による
	N＋1台		1.0 ～ 7.0kVA/0.8 ～ 5.6kW		
運転方式			常時インバータ給電方式		
冷却方式			強制空冷		
交流入力	相数		単相2線		
	定格電圧		100，110，115，120V	200，208，220，230，240V	出力電圧の設定による
	電圧		55 ～ 150V（負荷率40％未満） 68 ～ 140V（負荷率70％未満） 80 ～ 140V（負荷率70％以上）	110～300V（負荷率40％未満） 136～280V（負荷率70％未満） 160～280V（負荷率70％以上）	
	周波数		50または60Hz		
	周波数変動範囲		40 ～ 120Hz		
	所要容量	N台	1.1 ～ 8.2kVA		並列台数による バッテリ回復充電時の最大容量
		N＋1台	1.2 ～ 7.2kVA		
	入力力率		0.95以上		定格出力時
交流出力	相数		単相2線		
	電圧		100，110，115，120V	200，208，220，230，240V	ユーザ設定可
	電圧整定精度		定格電圧±2％以内		
	周波数		50Hzまたは60Hz		入力周波数と同じ（自動選択）
	周波数精度		定格周波数±1，3，5％以内		
	電圧ひずみ率		線形負荷時：3％以下 100％整流器負荷時：8％以下		定格出力時
	過渡電圧変動	負荷急変時	定格電圧±10％以内		0⇔100％変化，定格入力時
		停電・復電時			定格運転時
		入力電圧急変			±10％変化
	応答時間		5サイクル以下		
	負荷力率		0.8（遅れ）		変動範囲0.7（遅れ）～ 1.0
	過電流保護動作		105％以上でバイパス回路へ自動切換		オートリターン機能付
	過負荷保護	インバータ	105％		200ms
		バイパス	200％（30s），800％（2サイクル）		
バッテリ	種類		リチウムイオン電池		
	個数		2個		1台あたり直列接続
	容量		40Ah・セル		1台あたり
	バックアップ時間		4分		周囲温度25℃，初期値，N台時
発生熱量			130W ～ 1040W		並列台数によるバッテリ満充電時
周囲条件			周囲温度：－10 ～＋55℃ 相対湿度：20 ～ 90％（結露なきこと）		周囲温度範囲外はバッテリ充電停止
騒音			54 ～ 59dB		並列台数による装置正面1m，A特性

5. むすび

本稿では「SANUPS E11B-Li」,「SANUPS A11M-Li」について紹介した。

「SANUPS E11B-Li」は電源事情の悪い地域や過酷な設置環境でも安心して使用でき，LiBの長寿命，高エネルギー密度により装置が軽量などのメリットを持ち，世界中のお客さまに提案できる製品となった。

「SANUPS A11M-Li」は,「SANUPS E11B-Li」のメリットに加えて並列冗長運転ができるUPSとして，小容量ながら高信頼性を必要とするお客さまに提案できる製品となった。

今後もお客さまのニーズを的確に判断しタイムリーに製品を開発していく所存である。

参考文献

(1) 花岡 裕之ほか6名：小容量UPS「SANUPS A11M」シリーズの開発
SANYODENKI Technical Report，No.48，pp.22-25（2019.11）

(2) 塚田 昭洋ほか7名：ハイブリッド方式UPS「SANUPS E11B」シリーズの開発
SANYODENKI Technical Report，No.51，pp.21-24（2021.5）

執筆者

坂場 浩
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

花岡 裕之
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

塚田 昭洋
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

西澤 和也
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

庄山 祐平
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

小澤 拓也
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

滝沢 秀徳
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の機構設計に従事。

髙山 裕樹
パワーシステム事業部　設計部
電源機器の開発，設計に従事。

人を守る技術

児玉 秀明 *Hideaki Kodama*
林 秀利 *Hidetoshi Hayashi*
孫竹 周作 *Shusaku Magotake*
竹田 慎一 *Shinichi Takeda*
唐 玉琪 *Yuqi Tang*
依田 昌悟 *Shogo Yoda*

1. まえがき

サーボシステムは，工作機械，射出成形機および半導体製造装置など，主として「ものづくり」への貢献をとおして進化してきたが，医療や福祉機器への適用をとおして，「人の健康づくり」への貢献も増えてきている。「ものづくり」と「人の健康づくり」，さらには，「地球環境づくり」へのサーボシステムに対する期待は高い[(1)]。

本稿では，人の健康を守るための医療機器に貢献するサーボシステム製品を紹介する。さらに，そのサーボ製品を製造する現場での例をとりあげて，人の安全を守るための技術を紹介する。

まず，「医療用分析装置」に貢献するサーボシステム製品を紹介する。次に，最新の「細胞培養向けピペット作業遠隔操作システム」へのサーボ製品の適用例を紹介する。さらに，人とロボットが協調したモータ組立工程を例に，作業者の安全を守るための技術を紹介する。

2. 医療用分析装置への貢献

医療現場は，さまざまな医療機器により支えられている。なかでも，医療分析装置は病気の診断や健康状態の把握のために必要不可欠な装置である。

分析装置には遺伝子検査装置，生化学自動分析装置，血液検査装置，尿検査装置などがあり，これらの医療用分析装置にはステッピングモータが多く使われている。本章では生化学自動分析装置を例に，医療機器に貢献する当社の製品を紹介する。

2.1 装置概要

図1に生化学自動分析装置の外観イメージを示す。生化学自動分析装置は血液や尿を使い試薬と反応させて糖やたんぱく質，脂質などの成分を分析する装置である。

図1　生化学自動分析装置の外観イメージ

2.2 装置への使用例

生化学自動分析装置では検体サンプルや試薬をターンテーブルに配置し，ピペットで検体サンプルと試薬を分注する。これらの工程をすべて，自動でおこなうために，装置には，多くのモータが使用されている。

図2にステッピングモータの生化学自動分析装置における使用例のイメージを示す。ステッピングモータは，装置内に簡単に設置でき，高精度な位置決め制御ができるため，ターンテーブルの回転軸やピペットの旋回軸の制御に適している。

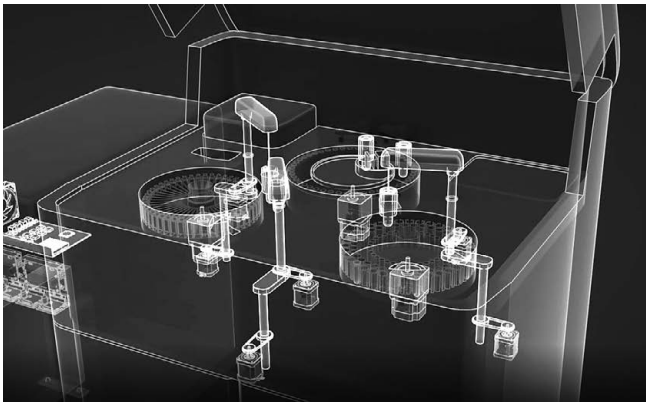

図2　ステッピングモータ使用例

2.3 製品の仕様（ステッピングモータ）

「SANMOTION F 2相42角1.8°ステッピングモータ」[2]は低騒音，高トルク，省エネルギーを実現したステッピングモータであり，多くの医療分析装置に採用いただいている。高トルク化による検査スピードの向上，低騒音化による臨床検査技師の負担軽減，効率向上による装置の低発熱と省エネルギー化により，「人を守る技術」として，医療の現場に貢献している。

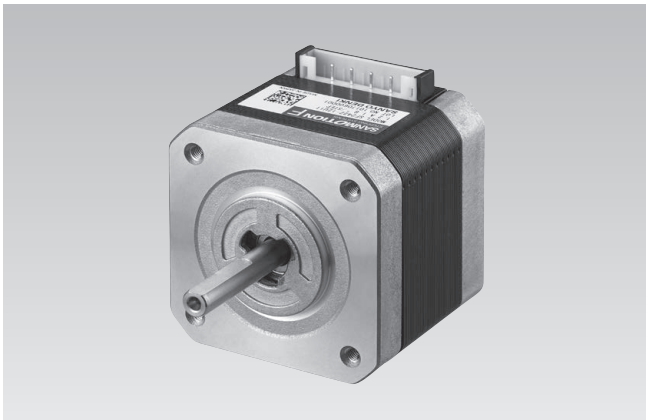

図3　製品の外観（SF2422タイプ）

3. 細胞培養向け ピペット作業遠隔操作システムへの貢献

日本国内における再生医療の急速な進展により，細胞培養の需要が大幅に拡大している。その一方，細胞培養に関わる人々の安全と人材不足が大きな課題となっており，それを補う技術開発が急務である。

このような背景のもと，第5世代移動通信システム「5G」とロボットアームを活用したピペット作業の遠隔操作を目的とした製品開発がおこなわれている。本章では，先端技術を駆使した「細胞培養向けピペット作業遠隔操作システム」の遠隔側ロボットアームの先端で使用される「SANMOTION」小型シリンダリニアサーボモータ[4]について紹介する。

3.1 装置概要

第5世代移動通信システム「5G」とロボットアームを活用したピペット作業の遠隔操作の様子を，それぞれ図4の操作側と，図5のロボットアーム遠隔側に示す[3]。培養士の操作に遅延がなく，かつ忠実に遠隔側のロボットアームを制御することが，「細胞培養向けピペット作業遠隔操作システム」の基本的な要求仕様である。この仕様を実現するために次の二つの技術が必須である。

1) 培養士動作に関するデータ転送に遅延が無い技術
2) 培養士動作を忠実に反映するピペット駆動システム

「SANMOTION」小型シリンダリニアサーボモータは，「細胞培養向けピペット作業遠隔操作システム」の遠隔側ロボットアーム先端のピペット用動力モータとして活用され，熟練培養士が操作するピペット動作を忠実に実現している。

図4　ピペット作業の操作側

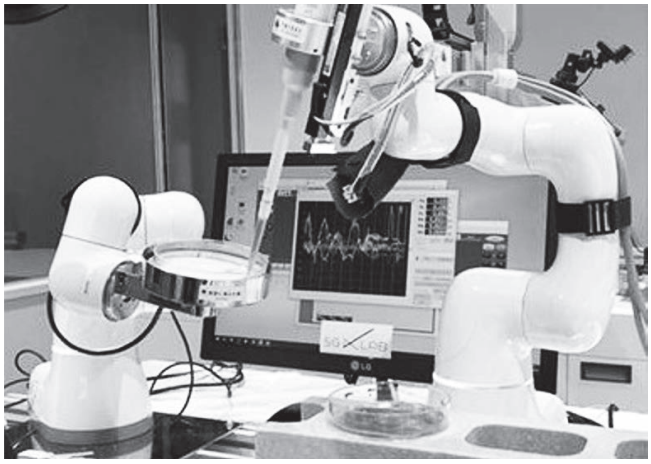

図5　ピペット作業のロボットアーム遠隔側

3.2 小型シリンダリニアの仕様と特長

図6に「SANMOTION」小型シリンダリニアサーボモータの外観と構成を示す。本リニアモータは，リニアエンコーダとリニアガイドを内蔵したオールインワン構造により12mm幅の小型化を実現したモータである。また，ステンレスパイプ内に磁石を内蔵した可動子と，給電ケーブルが動かない固定子で構成することにより，モータの小型化と使いやすさを実現している。

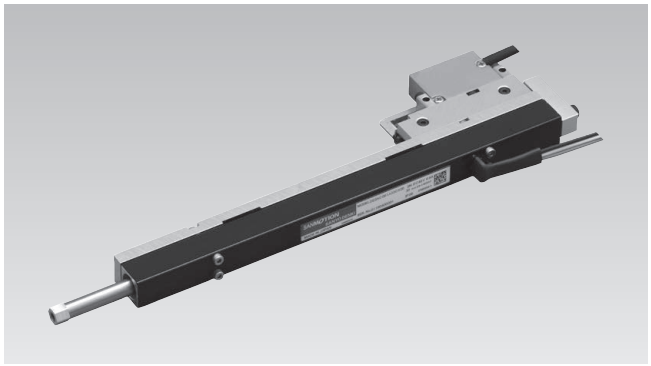

図6　「SANMOTION」小型シリンダリニアモータ

モータの最大推力は16.5N，定格推力は5.1Nであり，モータの小型化と大推力化を両立している。無負荷最大加速度は37.4Gを実現し，高加減速運動と，高速位置決めにより，幅広い分野での応用が期待されている。

内蔵したリニアエンコーダの分解能は1μmを実現し，精密な位置決め動作に適している。そのためピペットを用いた細胞培養工程で，細胞などの目的物にダメージを与えずに，少量の液体を吸引，吐出，計量する緻密な操作を可能にしている。

また，小型シリンダリニアの構造はバックヨーク付のコアレスリニアであり，磁気変動に起因した推力の変動もなく，応答性に優れたスムーズな動作が得意である。そのため，熟練培養士のピペット操作をリアルタイムかつ，忠実に反映することができ，ロボットアーム先端の駆動モータとして最適である。

「SANMOTION」小型シリンダリニアサーボモータは，「人を守る技術」として，繊細な動きを遠隔で実現する「細胞培養向けピペット作業遠隔操作システム」の開発に貢献している。

4. 人とロボットが協調する モータ組立工程の技術

医療機器を支えるステッピングモータの製造工程では，作業者が，限られたスペースで，複雑な作業を安全・確実にできるように，協働ロボットを活用したものづくりをおこなっている。

本章では，人とロボットが協調したモータ組立工程に盛り込んだ，人の安全を守る「こだわり技術」を紹介する。

4.1 人とロボットが協調する組立工程

ステッピングモータの組立ラインを図7に示す。この製造ラインでは，56角サイズ[5]のモータを対象として，組立から検査までを一貫しておこなっている。

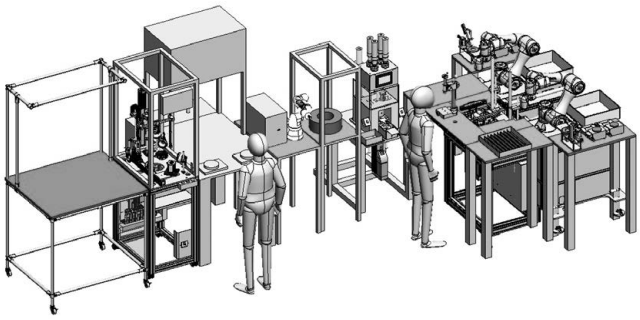

図7　56角ステッピングモータ組立ライン

ラインの先頭には，2台の協働ロボットを配置し，作業者への部品供給をおこなう。ロボットは部品供給後，作業者による組立作業中に，新たな部品のサーチとピッキングをおこなう。このように，人とロボットが協調したシームレスな組立ラインを実現した。ライン構築にあたって導入した協働ロボットを図8に示す。

ロボットの先端に，画像認識用のカメラを取り付け，ピッキングする部品の撮像をおこなっている。撮像した画像データから，部品の高さ違いや位置を認識し，ロボットの動作制御をおこなうことで，バラ積みした部品を整列することなくピッキングする3Dピッキング技術を実現した。

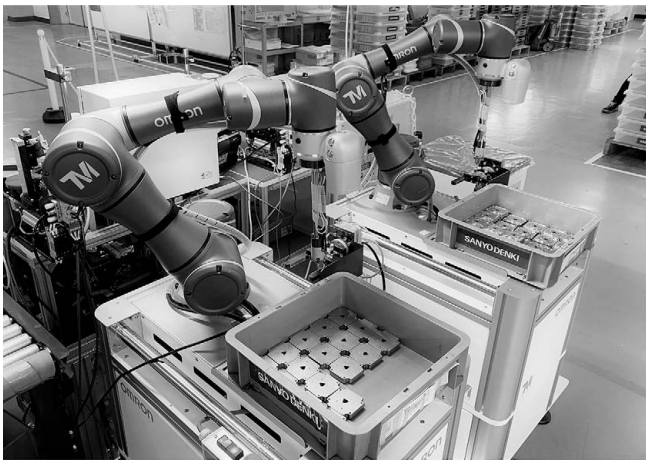

図8　協働ロボット

画像データからロボットがピッキングする動作軌跡を制御する「こだわりの技術」である。

4.2 ロボットと安全なものづくり

協働ロボットを使用したラインを構築する際，作業者の安全確保が重要である。そのため，「協働ロボットに関する国際安全規格：ISO/TS15066」，「基本安全規格：ISO12100」などの安全規格に基づき，製造現場で起こり得るさまざまな危険事象に対するリスク評価と対策を繰り返しおこなった。これにより，作業者の安全を確保し，協働ロボットの導入を実現した。

安全に関する取り組みの一例を挙げる。ISO/TS15066に定義される，ロボットと人の接触は，過渡的接触と準静的接触に分類される。これらは，ロボットと人がどのように接触したかを定義するもので，瞬間的な接触（衝突など）は過渡的接触，挟まれ接触などは準静的接触に分類される。

今回導入した協働ロボットは，過渡的接触が発生した場合，衝突した瞬間の外部反力が高い軸のトルク限界（許容値）を下げることで，衝突後即停止となるように設定した。

また，準静的接触（挟まれ接触）は，主に部品のピッキング時に手指に対し発生するため，軸の下降動作時のトルク限界を設定して，ロボット動作に対する安全の確保を図るとともに，チャック爪の設計にあたっては，形状に丸みを持たせるなどの工夫（本質的安全設計）を施して，作業者が怪我をするリスクを低減した。

図9に本質的安全設計の一例として，今回設計したチャック爪を示す。

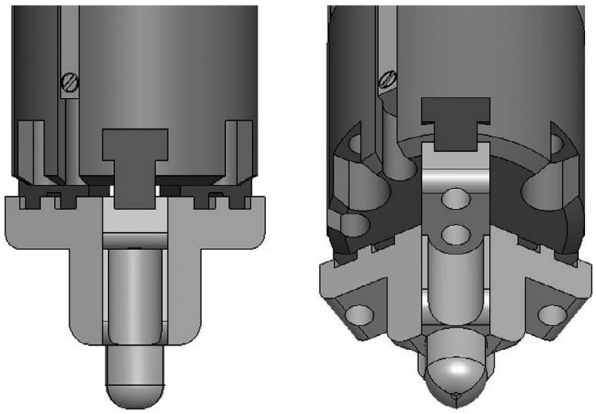

図9　チャック爪（本質的安全設計の一例）

ステッピングモータ組立ラインでは，協働ロボットの活用方法，チャック設計の工夫技術により，人とロボットの接触時の安全性を確保し，作業者の安全に貢献している。

5. むすび

本稿では，人の健康を守るための医療機器に貢献するサーボシステム製品として，医療分析装置と「細胞培養向けピペット作業遠隔操作システム」へのサーボ技術の適用例を紹介した。また，そのサーボ製品を安全に製造するための技術の事例を紹介した。

医療分析装置では，低騒音，高トルクおよび省エネルギーを実現したモータ技術により，検査スピードの向上と装置の低騒音化に貢献している。医療機器の低騒音化は，臨床検査技師や患者の負担軽減に寄与する。

「細胞培養向けピペット作業遠隔操作システム」では，小型･大推力で高応答の特長を持つシリンダリニアモータを使用して，遠隔地の熟練培養士のピペット操作をリアルタイムかつ，忠実に実現することに貢献している。

また，人とロボットが協調したモータ組立工程の例をとおして，人とロボットの接触を想定した工夫など，人の安全を守る「こだわり技術」を紹介した。

今後，「人の健康と安全を守るための技術」と「地球環境を守るための技術」として，サーボシステム技術に対する期待がますます高まるものと考える。これらの期待に対して，新しい価値を創り提供しつづけるサーボシステムでありたいと考えている。

参考文献

(1) 倉石 大悟ほか2名：サーボシステムの現状と将来
精密工学会誌2021年3月号，pp.257-261（Vol87.No3，2021）

(2) 中武耕二ほか6名：SANMOTION Fシリーズ 2相42角1.8°ステッピングモータの開発
SANYO DENKI Technical Report，No.45，pp.30-33（2018.5）

(3) 大成建設株式会社：5Gとロボットアームを活用した細胞培養のピペット作業の遠隔操作に成功
https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2021/210510_8133.html
（2021.5.10）

(4) 唐 玉琪ほか1名:SANMOTION 小型シリンダリニアサーボモータの開発
SANYODENKI Technical Report，No.38，pp.42-45（2014.11）

(5) 依田 昌悟ほか5名：SANMOTION Fシリーズ 2相56角1.8°ステッピングモータの開発
SANYO DENKI Technical Report，No.52，pp.33-36（2021.11）

執筆者

児玉 秀明
サーボシステム事業部　設計第二部
コントローラの開発，設計に従事。

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

孫竹 周作
サーボシステム事業部　生産技術部
コントローラ，サーボアンプの生産技術に従事。

竹田 慎一
サーボシステム事業部　生産技術部
サーボモータ，ステッピングモータの生産技術に従事。

唐 玉琪
サーボシステム事業部　設計第一部
リニアサーボモータの開発，設計に従事。
工学博士。

依田 昌悟
サーボシステム事業部　設計第一部
ステッピングモータの開発，設計に従事。

SANMOTION Fシリーズ 2相56角1.8°ステッピングモータの開発

依田 昌悟 *Shogo Yoda*
中武 耕二 *Koji Nakatake*
依田 泰志 *Yasushi Yoda*
関 貴祥 *Takayoshi Seki*
松尾 亮 *Ryo Matsuo*
山添 史晴 *Fumiharu Yamazoe*

1. まえがき

ステッピングモータは，オープンループ制御が可能であり，位置･速度センサが無くても，高精度な位置決めや速度制御ができるため，システム全体をシンプルに構築できる。そのため，OA機器や一般産業用機器など幅広い分野で使用されている。近年は，特に半導体製造装置や医療機器向けの需要が増えており，高トルク，低騒音および省エネルギー化が求められ，2017年に「SANMOTION F 2相42角1.8°ステッピングモータ」(1)を発売し，好評を得ている。

このような背景のもと，フランジサイズ56mm角の「SANMOTION F 2相56角1.8°ステッピングモータ」を開発し，ラインアップに追加した。

開発品は従来品に対してトルクを約40%アップするとともに，低騒音化と高効率化を図った。また，オプションのラインアップを充実した。

本稿では，まず開発品の外観およびラインアップと仕様諸元を示す。次に開発品の特長である高トルク，低騒音および省エネルギー化のための設計の考え方とその手段を説明するとともに，従来品との比較を示す。また，カスタマイズ性とオプションなどのラインアップについても説明する。

2. 開発品の仕様

2.1 外観

図1に本開発品の外観を示す。従来品（103H712シリーズ）はモータとリード線が一体になっている仕様であったが，開発品はコネクタタイプを標準にした。コネクタタイプにすることで，装置にモータを取り付けた後にハーネスの接続ができるため，従来品に比べてリード線の引き回しや，モータの取り付けが容易になる。また，従来品はハーネスのカスタマイズごとに機種数が増えてしまい，お客さまの部品管理が複雑になっていた。開発品はハーネスのカスタマイズを中継ハーネスで対応できるため，モータの共通化により部品の管理がしやすくなる。

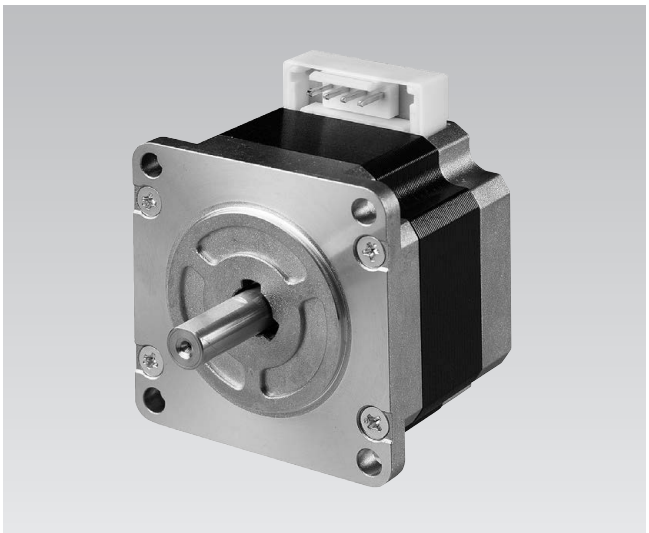

図1　開発品の外観（SM2562タイプ バイポーラ仕様）

2.2 外形寸法

図2に本開発品の主な外形寸法を示す。フランジサイズは56mm角であり，取り付けピッチおよび，取り付けインローは従来品と同一にした。これにより，従来品からの置き換え時も，お客さまは装置の取り付け諸元を変更する必要がない。また，軸径はモータのトルクアップを考慮し，シャフト強度をアップしたø8を標準にした。

お客さまからの軸仕様のカスタマイズのご要望は，従来どおり可能である。

2.3 ラインアップと主要諸元

表1にユニポーラ仕様，表2にバイポーラ仕様のラインアップと主要諸元を示す。開発品は，モータ全長41.8mm，53.8mm，75.8mm，85.8mmの4種類，特性の異なるユニポーラ仕様12種類とバイポーラ仕様20種類，そして片軸仕様と両軸仕様の2種類，合計64機種を標準品としてラインアップした。モータ全長は従来品と同等以下であり，お客さまの装置仕様を変更することなく置き換えることはもちろんのこと，トルクアップによりモータ長の1サイズダウンも検討可能である。

また，標準品は安全規格のUL/cULに適合している。

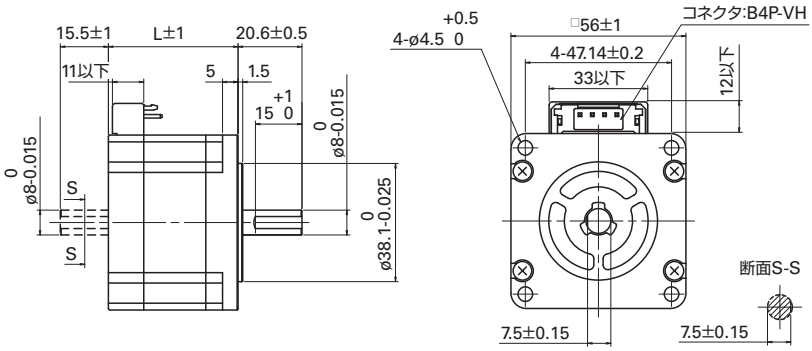

図2　開発品の外形寸法

表1　ユニポーラ仕様のラインアップと主要諸元

型番		ホールディングトルク 2相励磁時	定格電流	巻線 インダクタンス	ロータ イナーシャ	質量	モータ長 (L)
片軸	両軸	N·m以上	A/相	mH	$\times 10^{-4}$kg·m^2	kg	mm
SM2561C10U41	SM2561C10U11	0.53	1	6.8	0.14	0.49	41.8
SM2561C20U41	SM2561C20U11	0.53	2	1.8	0.14	0.49	41.8
SM2561C30U41	SM2561C30U11	0.53	3	0.77	0.14	0.49	41.8
SM2562C10U41	SM2562C10U11	1.1	1	12.6	0.28	0.69	53.8
SM2562C20U41	SM2562C20U11	1.1	2	3.3	0.28	0.69	53.8
SM2562C30U41	SM2562C30U11	1.1	3	1.37	0.28	0.69	53.8
SM2563C10U41	SM2563C10U11	1.7	1	17	0.5	1.1	75.8
SM2563C20U41	SM2563C20U11	1.7	2	4.2	0.5	1.1	75.8
SM2563C30U41	SM2563C30U11	1.7	3	1.75	0.5	1.1	75.8
SM2564C10U41	SM2564C10U11	1.75	1	22	0.6	1.27	85.8
SM2564C20U41	SM2564C20U11	1.75	2	5.4	0.6	1.27	85.8
SM2564C30U41	SM2564C30U11	1.75	3	2.2	0.6	1.27	85.8

表2　バイポーラ仕様のラインアップと主要諸元

型番		ホールディングトルク 2相励磁時	定格電流	巻線 インダクタンス	ロータ イナーシャ	質量	モータ長 (L)
片軸	両軸	N·m以上	A/相	mH	$\times 10^{-4}$kg·m^2	kg	mm
SM2561C10B41	SM2561C10B11	0.75	1	13.5	0.14	0.49	41.8
SM2561C20B41	SM2561C20B11	0.75	2	3.5	0.14	0.49	41.8
SM2561C30B41	SM2561C30B11	0.75	3	1.5	0.14	0.49	41.8
SM2561C40B41	SM2561C40B11	0.75	4	0.85	0.14	0.49	41.8
SM2561C60B41	SM2561C60B11	0.75	6	0.38	0.14	0.49	41.8
SM2562C10B41	SM2562C10B11	1.4	1	25.5	0.28	0.69	53.8
SM2562C20B41	SM2562C20B11	1.4	2	6.5	0.28	0.69	53.8
SM2562C30B41	SM2562C30B11	1.4	3	2.9	0.28	0.69	53.8
SM2562C40B41	SM2562C40B11	1.4	4	1.5	0.28	0.69	53.8
SM2562C60B41	SM2562C60B11	1.4	6	0.72	0.28	0.69	53.8
SM2563C10B41	SM2563C10B11	2.35	1	36	0.5	1.1	75.8
SM2563C20B41	SM2563C20B11	2.35	2	9.5	0.5	1.1	75.8
SM2563C30B41	SM2563C30B11	2.35	3	4.2	0.5	1.1	75.8
SM2563C40B41	SM2563C40B11	2.35	4	2.4	0.5	1.1	75.8
SM2563C60B41	SM2563C60B11	2.35	6	1.05	0.5	1.1	75.8
SM2564C10B41	SM2564C10B11	2.5	1	41	0.6	1.27	85.8
SM2564C20B41	SM2564C20B11	2.5	2	11	0.6	1.27	85.8
SM2564C30B41	SM2564C30B11	2.5	3	4.9	0.6	1.27	85.8
SM2564C40B41	SM2564C40B11	2.5	4	2.8	0.6	1.27	85.8
SM2564C60B41	SM2564C60B11	2.5	6	1.15	0.6	1.27	85.8

3. 開発品の特長

3.1 高トルク

開発品は従来品に対して，使用速度領域のトルクを約40%アップした。図3に開発品と従来品の回転速度－トルク特性比較を示す。ステッピングモータは固定子と回転子の空隙がとても狭く，空隙の磁束量がトルクに大きく影響する。そのため，開発品では残留磁束密度の高いマグネットを採用し，固定子や回転子など部品の加工精度を向上するとともに，組立の工程や設備を工夫した。加工精度とモータの組立精度を向上することで，従来の生産性や品質を維持しつつ空隙長を28%短縮した。空隙の磁束量を増加する設計とし，高速域も含めてトルクをアップしたことにより，お客さま装置の高速化に貢献できる。

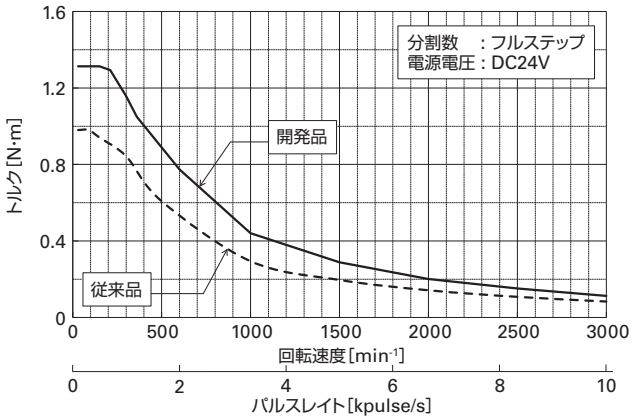

図3　回転速度－トルク特性比較（SM2562C30B41）

3.2 低騒音

開発品は従来品と比較して，使用速度領域の騒音レベルを3dB低減した。これは音響エネルギーを半減したことに相当する。ステッピングモータは医療機器に採用されることも多く，医療従事者や患者に近いところで装置が使用される。そのため，低騒音であることが望ましい。低騒音化を達成するため，以下の工夫をおこなった。

(1) ステータコアの高剛性化

ステータコアの構造解析をおこない，ステータ構造の剛性がアップするようバックヨークやポールの形状を決定した。

(2) モータの高剛性化

ブラケットとステータとの嵌合部を組み立てやすさと高剛性が両立するように工夫した。締め代と嵌合長さの最適化を図った。

このように，ステータ構造およびモータの高剛性化を図ることで，振動固有値を最適に配分し騒音低減を実現した。

3.3 モータ効率向上による省エネルギー化

開発品は従来品と比較して，効率を約3%向上した。巻線のスロット内占積率を向上して銅損を低減し，さらに，コアの最適設計により鉄損を低減することで全損失を低減した。これらの損失低減と先に述べた高トルク化により，従来品よりも少ない入力電流で同等のトルクが得られる。

図4に一例としてSM2562C30B41の入力電流とモータの温度上昇値の比較を示す。従来品にトルクを合わせた場合，開発品は入力電流を27%低減することができ，その結果，モータの温度上昇値は48%低減する。装置の発熱を抑制し，省エネルギー化に貢献できる。

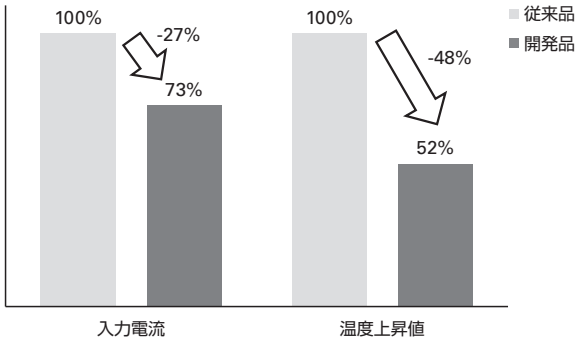

図4　入力電流と温度上昇値の比較（SM2562C30B41）

3.4 カスタマイズ性と豊富なオプション

開発品は従来品同様にカスタマイズしやすい設計形態にした。軸形状変更やブラケットへのタップ穴の追加など，お客さまのご要望に合わせてカスタマイズが可能である。また，オプションを充実させ，ギヤ付やエンコーダ付などのオプションを標準でラインアップした。表3にオプションのラインアップを示す。ギヤ付モデルは低バックラッシュギヤを減速比違いで6種類，ハーモニックギヤは2種類ラインアップした。エンコーダ付も分割数違いで3種類，その他にも電磁ブレーキ付をラインアップした。お客さま装置に最適なカスタマイズが簡単にできるとともに，お客さまは，豊富なオプションを使って，自由度の高い装置設計ができる。

表3　オプションのラインアップ

低バックラッシュギヤ	減速比	1:3.6，1:7.2，1:10，1:20，1:30，1:36
	バックラッシュ	0.55度以下
ハーモニックギヤ	減速比	1:50，1:100
エンコーダ	基本分割数	1000，2000，4000P/R
	チャンネル数	3CH
	出力方式	ラインドライバ
	電源電圧	DC5V±5%
電磁ブレーキ	電源電圧	DC24V±5%
	静摩擦トルク	0.8N・m以上

4. むすび

本稿では,「SANMOTION F 2相56角1.8°ステッピングモータ」のラインアップと仕様諸元および特長を紹介した。

本開発品は, 従来品に対してトルクを約40%アップするとともに, 騒音を3dB低減, 効率を約3%向上した。コネクタタイプにしたことで, ハーネスのカスタマイズに対してモータの共通化ができる。従来品との取り付け互換, サイズ互換を保つことで, 従来品との置き換えも容易である。また, オプションのラインアップも充実した。

新しいステッピングモータは, 使いやすくて, お客さま装置の新しい価値づくりに貢献できる製品である。今後も, ステッピングモータのさらなる性能向上や機能向上を目指し, より多くのお客さまに喜ばれる製品を開発していく所存である。

文献

(1) 中武 耕二ほか6名 : SANMOTION Fシリーズ 2 相42角1.8°ステッピングモータの開発
SANYODENKI Technical Report No.45, pp.30-33 (2018.05)

執筆者

依田 昌悟
サーボシステム事業部　設計第一部
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

中武 耕二
サーボシステム事業部　設計第一部
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

依田 泰志
サーボシステム事業部　設計第一部
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

関 貴祥
サーボシステム事業部　設計第一部
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

松尾 亮
サーボシステム事業部　設計第一部
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

山添 史晴
サーボシステム事業部　設計第一部
ステッピングモータの開発, 設計に従事。

Memo

SANYO DENKI
Technical Report 52 November 2021
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　馬場 俊彦(委員長)
小野寺 悟(副委員長)
小林 孝至(委員兼事務局)
塚田 志保(委員兼事務局)
由井 里紗(委員兼事務局)
丸山 晴久　大野 耕嗣
西澤 博文　石田　誠
倉石 大悟　押森 卓男
吉池 仁志　成瀬 理恵子

発行日　2021 年 11 月 15 日(年 2 回発行)

©2021 SANYO DENKI CO., LTD. Printed in Japan　無断転載を禁ず
本テクニカルレポートに記載された会社名と商品名は，それぞれ各社の商号，商標または登録商標です。