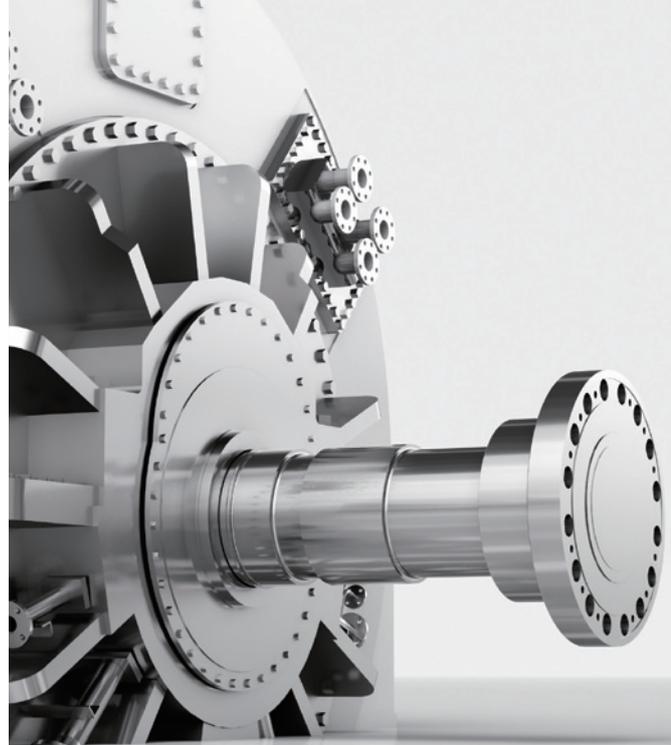


Turbine Generators
タービン発電機 総合カタログ



Providing customers around the world with high-performance, high-quality generators built utilizing long experience in technological applications and integrating state-of-the-art technologies

長きに渡り受け継がれてきた技術と
先進の技術を融合した高性能・高品質の発電機を
世界中のお客様へ提供します。

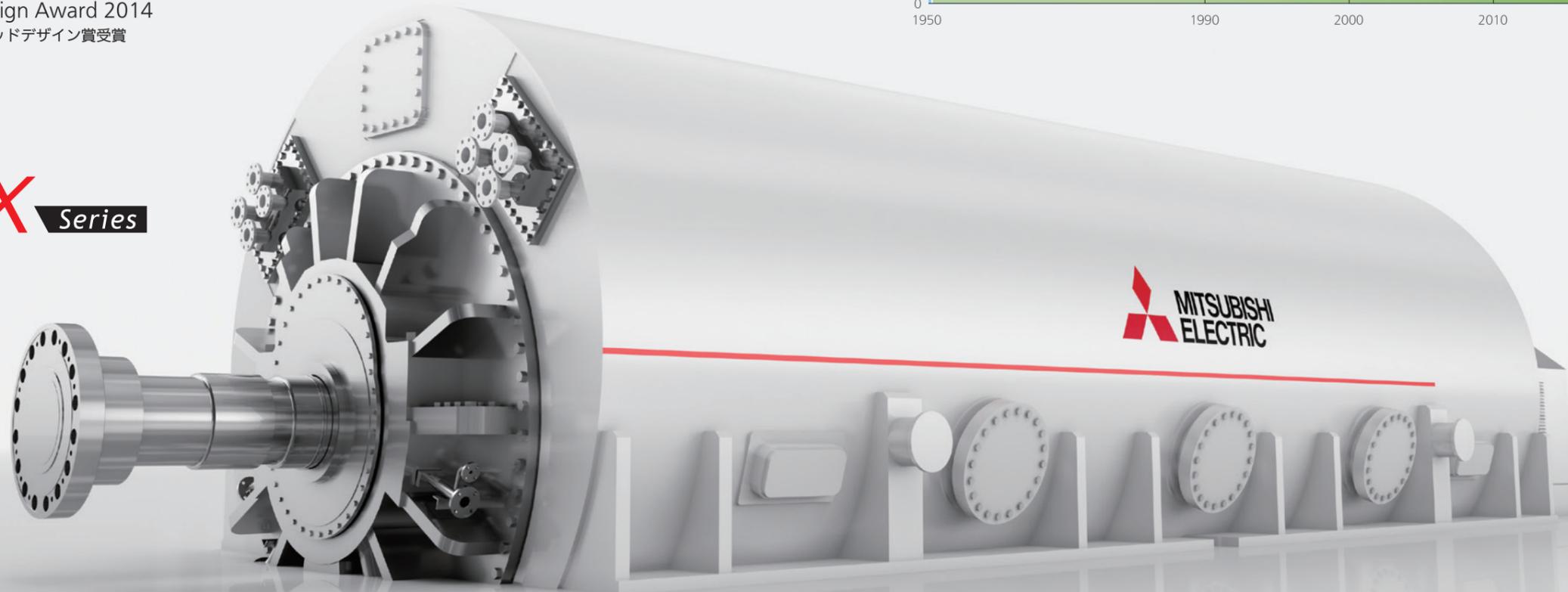


Mitsubishi Electric VP-X Hydrogen-cooled Turbine Generator
三菱電機 水素間接冷却タービン発電機 VP-X

GOOD DESIGN
AWARD 2014

Good Design Award 2014
2014年度グッドデザイン賞受賞

VP-X Series

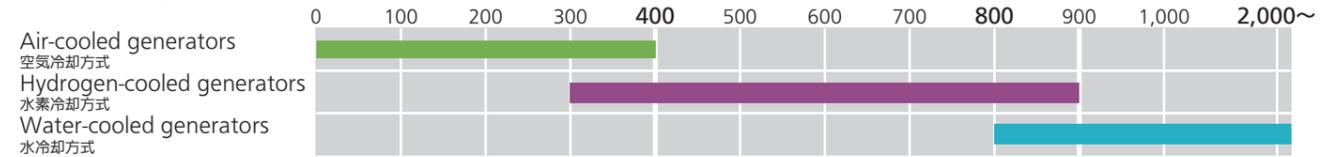


Product lineup 製品ラインアップ

Stator cooling systems available for Mitsubishi Electric turbine generators are divided into three types, and cover a wide output range up to the 2,000MVA class.

当社タービン発電機は、固定子コイルの冷却方式により3種類に分類され、2,000MVAクラスまでの幅広い出力に対応しています。

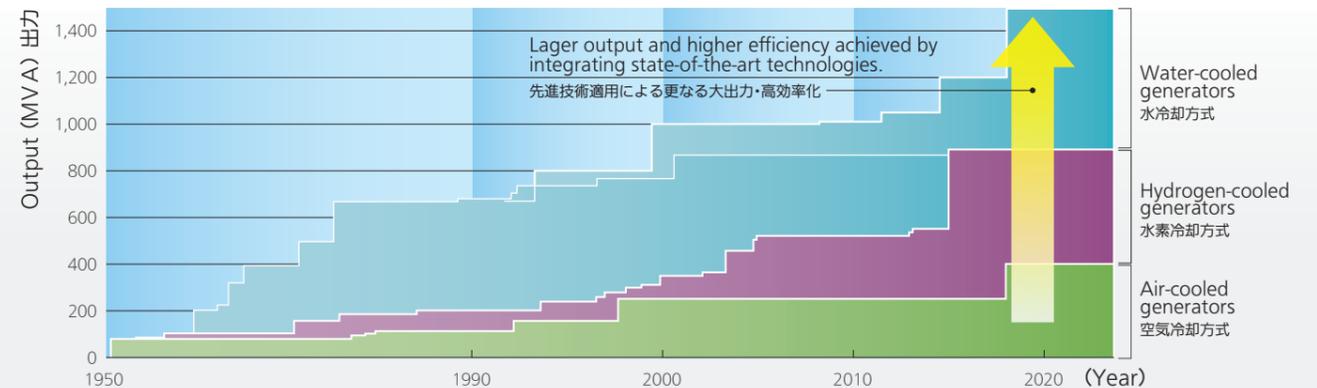
Generator output (MVA) 発電機出力 (MVA)



Trend in generator technologies and development history of maximum output 技術動向と大出力化の変遷

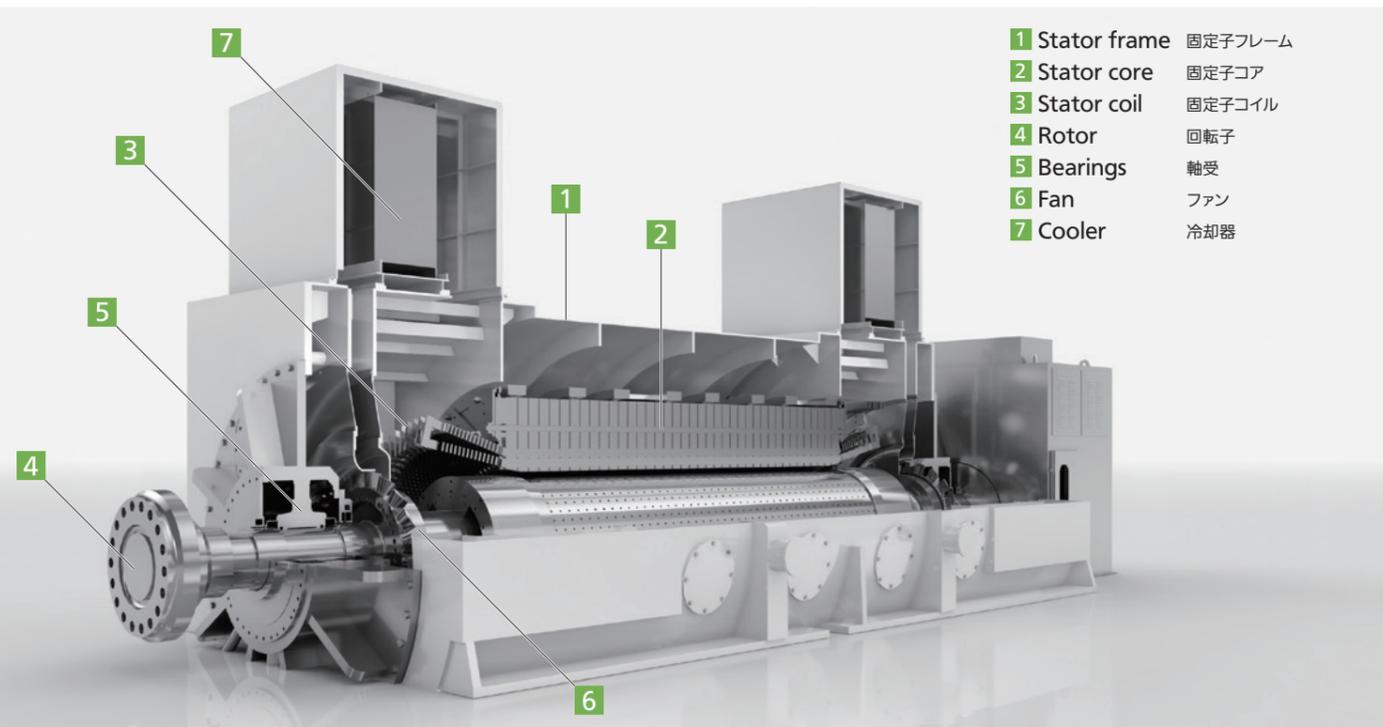
Aiming to improve energy efficiency, Mitsubishi Electric has always maintained a commitment to manufacturing high efficiency turbine generators. Additionally, effectively using the advantage of scale of power generation facilities, elemental technologies that enable substantial increases in generator output have been developed. Both superior design and production technologies are praised highly in countries around the world.

当社はエネルギー効率のさらなる向上を目指し、タービン発電機の高効率化に取り組んできました。また発電設備のスケールメリットを有効に活かす単機容量の増大化に対応する要素技術を開発するなど、世界各国でその優れた設計・製造技術が認められています。



The simple structure of the outstanding air-cooled generators ensures easy maintenance and short installation time too.

シンプルな構造でメンテナンス性に優れた空気冷却発電機。
据付も短期間で実施可能。



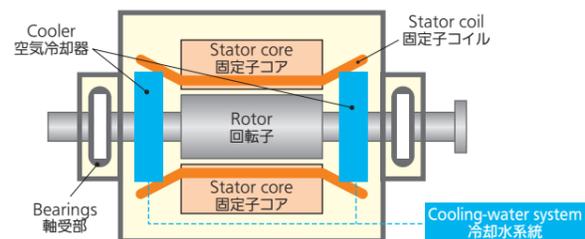
- 1 Stator frame 固定子フレーム
- 2 Stator core 固定子コア
- 3 Stator coil 固定子コイル
- 4 Rotor 回転子
- 5 Bearings 軸受
- 6 Fan ファン
- 7 Cooler 冷却器

Specifications 仕様*

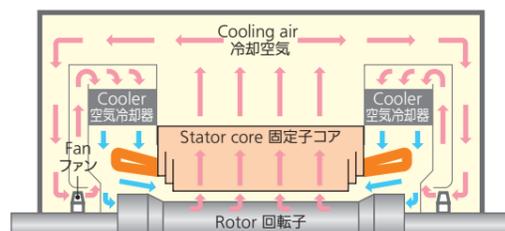
Output 発電機出力	~400MVA class (FTC) ~100MVA class (SFM)
Voltage 電圧	~21kV
Thermal insulation class 絶縁の耐熱クラス	Class 155 (F) クラス155 (F)
Temperature rise 温度上昇	Class 130 (B) クラス130 (B)
Rotational speed 回転速度	3,000min ⁻¹ , 3,600min ⁻¹
Frequency 周波数	50Hz, 60Hz
Efficiency 効率	~98.8%

* Separate series 20MVA class 4-pole generator also available.
20MVAクラスの4極機については別にシリーズ化しております。

System configuration システム構成



Cooling structure 冷却構造



Technologies 技術

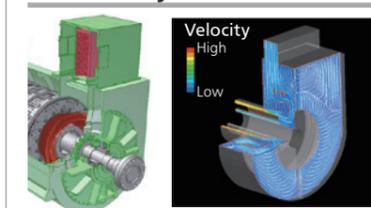
New ventilation system for larger output

新通風方式による発電出力の向上

The latest analytical technologies applied, achieving an optimal cooling system that suppresses temperature rise throughout the generator and realizes higher generator output.

先進の解析技術により、最適な通風冷却構造を採用することで、発電機内部の温度の上昇を抑制し、発電機の出カアップを実現しました。

CFD analysis CFD解析



Higher efficiency fan for lower windage loss

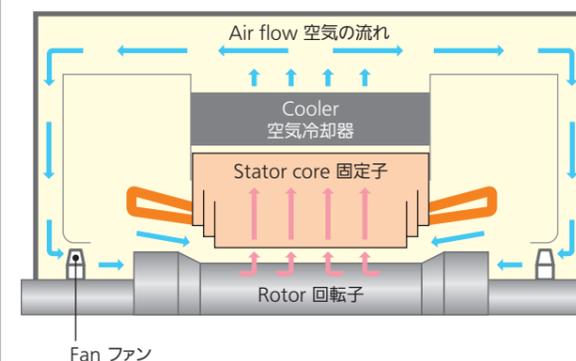
冷却ファンの高効率化による風損低減

A small, high efficiency propeller fan is incorporated to ensure that required fan characteristics are realized, sufficiently reducing wind loss and realizing a high efficiency generator.

小型で高効率のプロペラファンを適用することで、必要なファン特性を満足しつつ風損の低減を実現し、発電機の高効率化を実現しました。

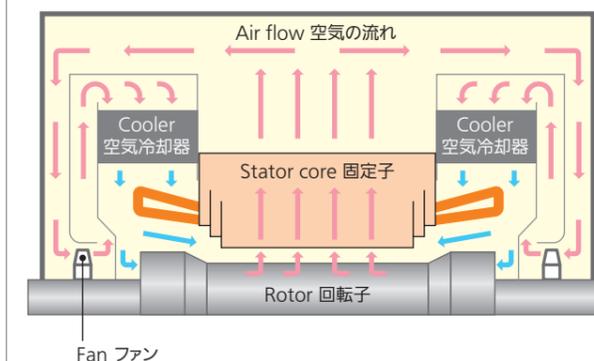
SFM (Simple Frame Modular) SFM型

For small and medium output air-cooled generators
(up to 100 MVA class)
小・中出力空気冷却発電機向け (~100MVA級)



FTC (Fan-to-Cooler) FTC型

For large output air-cooled generators
(from 100-400 MVA class)
大出力空気冷却発電機向け (100~400MVA級まで適用可)



Supply record (as of Mar. 2017) 納入実績 (17年3月時点)

Number of units delivered 納入台数	1,361 units 1,361台
Maximum output 最大出力	286MVA



Hydrogen-cooled Generators

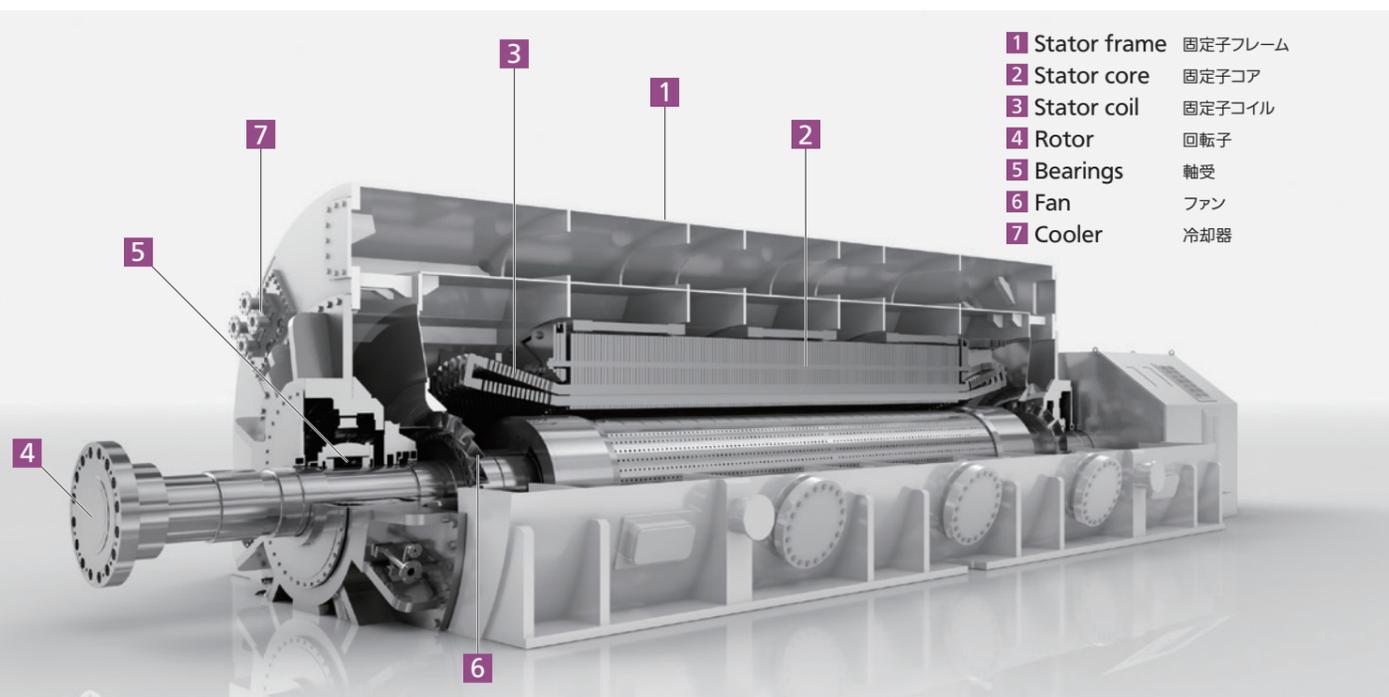
水素冷却発電機

Mitsubishi Electric hydrogen-cooled generators are highly efficient and cover the widest output range, up to 900MVA. The compact frame size is ideal for transportation by rail too.

900MVA級の大容量までカバーしながら、コンパクト化により鉄道輸送も可能な高効率発電機。



Compact frame design for rail transportation
コンパクト化による効率的な鉄道輸送

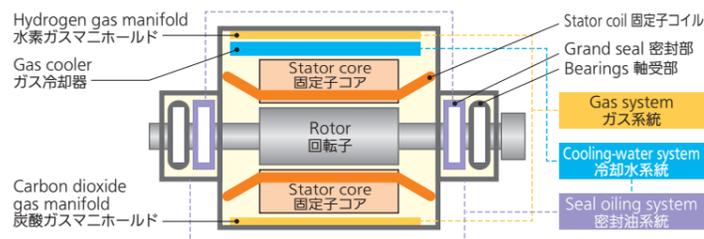


- 1 Stator frame 固定子フレーム
- 2 Stator core 固定子コア
- 3 Stator coil 固定子コイル
- 4 Rotor 回転子
- 5 Bearings 軸受
- 6 Fan ファン
- 7 Cooler 冷却器

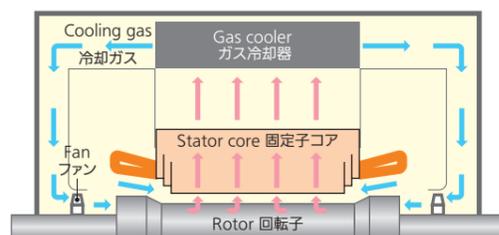
Specifications 仕様

Output 発電機出力	~900MVA class
Voltage 電圧	~25kV
Thermal insulation class 絶縁の耐熱クラス	Class 155(F) クラス155(F)
Temperature rise 温度上昇	Class 130(B) クラス130(B)
Rotational speed 回転速度	3,000min ⁻¹ , 3,600min ⁻¹
Frequency 周波数	50Hz, 60Hz
Efficiency 効率	~99.0%

System configuration システム構成



Cooling structure 冷却構造



Technologies 技術

Latest hydrogen-cooled generator technologies
最新の水素冷却技術

Highly efficient VP-X Series turbine generators 高効率タービン発電機「VP-Xシリーズ」

Utilizing technologies that improve generator cooling, raise efficiency even higher and enable a smaller, more compact design, the world largest output 870MVA generator has achieved world-leading high efficiency of 99%.

発電機の冷却強化技術、高効率化技術、コンパクト化技術を適用し、世界最大級出力の870MVAと世界最高レベルの高効率99%※を実現しました。

※ 2014年12月8日現在、当社調べ
As of December 8, 2014, based on in-house research.

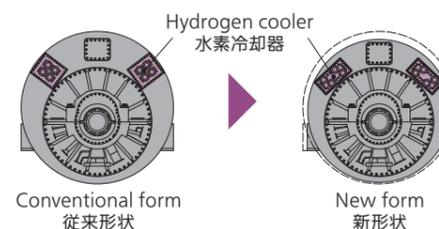
Typical specifications of generator developed 検証機の主な仕様

Maximum output 最大出力	870MVA
Power factor 力率	0.90
Rotational speed 回転速度	3,600min ⁻¹ /60Hz
Efficiency 効率	99%
Cooling system 冷却方式	Hydrogen 水素冷却



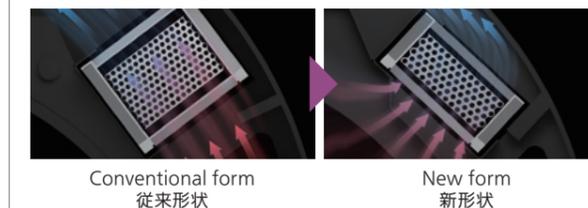
Compact frame design フレーム小径化

Smaller generator diameter realized using compact gas cooler
ガス冷却器小型化により発電機を小径化



High-performance gas cooler ガス冷却器高性能化

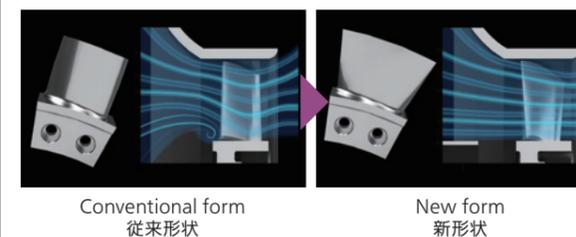
Fin shape changed to reduce size
フィン形状変更により小型化



High-efficiency fan 高効率ファン

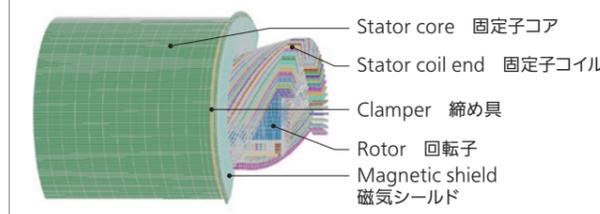
Fan efficiency improved, realizing higher pressure and larger airflow capacity
ファン効率向上により差圧・風量増加

Stator and rotor cooling performance improved
固定子・回転子の冷却性能向上



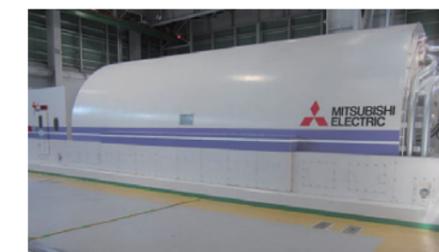
Electromagnetic 3D FEM analysis 三次元有限要素法(3D FEM)による電磁界解析

Optimized design by utilizing 3D FEM analysis for evaluation of electrical loss and electromagnetic force, etc.
3D FEMによって損失・電磁力等を計算し、設計を最適化



Supply record (as of Mar. 2017) 納入実績(17年3月時点)

Number of units delivered 納入台数	731 units 731台
Maximum output 最大出力	610MVA (indirect hydrogen-cooled) 610MVA (水素間接冷却機) 990MVA (direct hydrogen-cooled) 990MVA (水素内部冷却機)



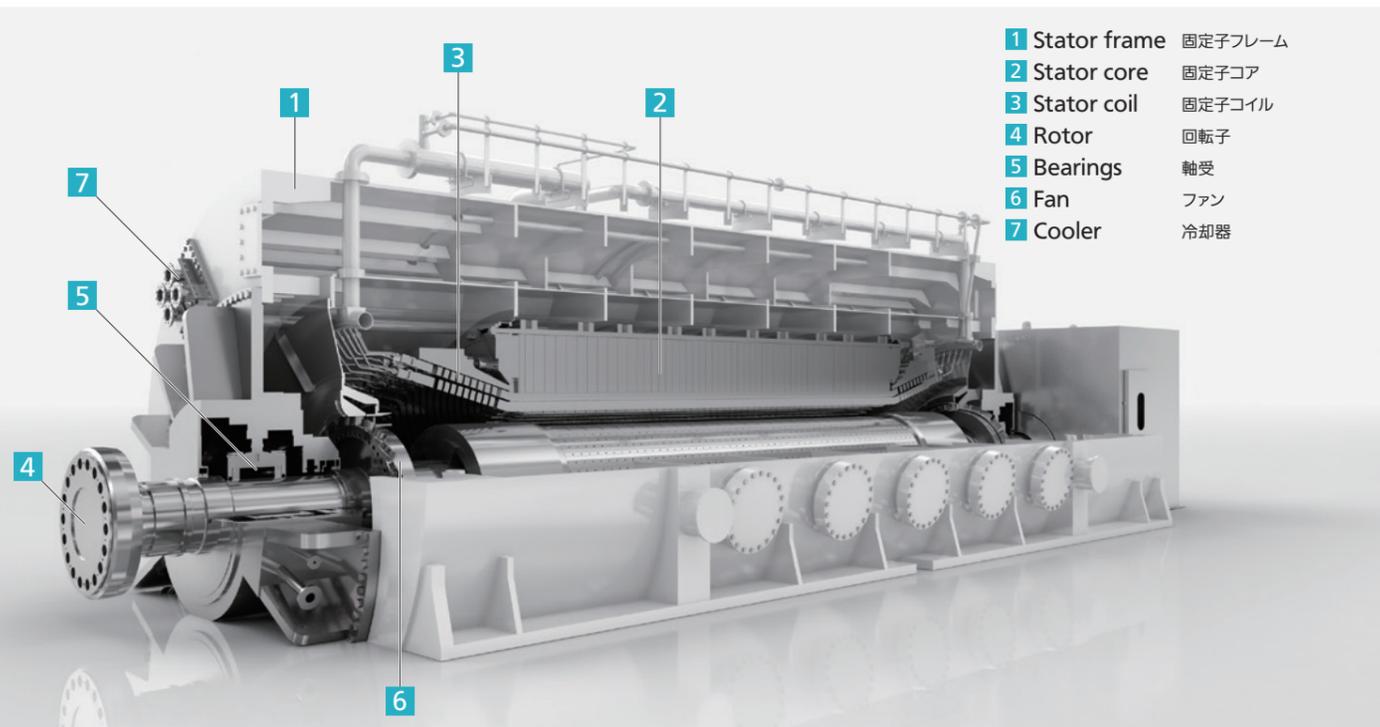
Water-cooled Generators

水冷却発電機

◆大出力機

Using hydrogen to directly cool the rotor and water to directly cool the stator coils, Mitsubishi Electric water-cooled generators have the highest cooling performance and offer higher efficiency.

機内を水素ガスで冷却するとともに、固定子コイルを水で直接冷却する冷却能力の高い大出力の高効率発電機。

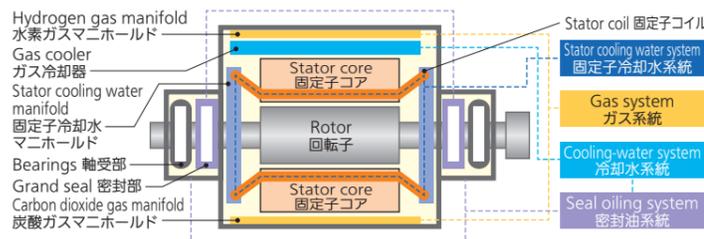


- 1 Stator frame 固定子フレーム
- 2 Stator core 固定子コア
- 3 Stator coil 固定子コイル
- 4 Rotor 回転子
- 5 Bearings 軸受
- 6 Fan ファン
- 7 Cooler 冷却器

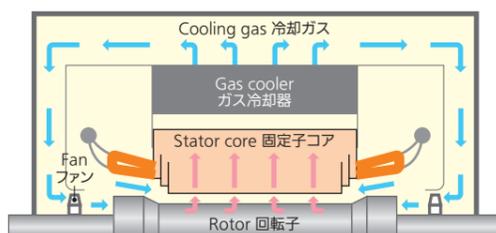
Specifications 仕様

Output 発電機出力	~2,000MVA class (4pole machine) (4極機) ~1,400MVA class (2pole machine) (2極機)
Voltage 電圧	~30kV
Thermal insulation class 絶縁の耐熱クラス	Class 155 (F) クラス155 (F)
Temperature rise 温度上昇	Class 130 (B) クラス130 (B)
Rotational speed 回転速度	1,500min ⁻¹ , 1,800min ⁻¹ (4pole machine) (4極機) 3,000min ⁻¹ , 3,600min ⁻¹ (2pole machine) (2極機)
Frequency 周波数	50Hz, 60Hz
Efficiency 効率	~99.0%

System configuration システム構成



Cooling structure 冷却構造



Technologies 技術

Large output generators

大出力発電機

In parallel with improving cooling performance, it is possible to increase output density and therefore maximum output. The largest outputs for 4- and 2-pole water-cooled generators were a 1,600MVA class in 2000 and 1,200MVA class in 2012, respectively. Today, designs for 2,000MVA class 4-pole generators and 1,400MVA class 2-pole generators have been completed.

冷却能力に優れた水冷却方式を採用し、出力密度の増加による大出力化を進め、2000年には4極1,600MVA級、2012年には2極1,200MVA級の大出力機を製作しました。また、更なる大出力化の実現に向け、4極機は2,000MVA級、2極機は1,400MVA級の設計を完了させています。

Technologies applied

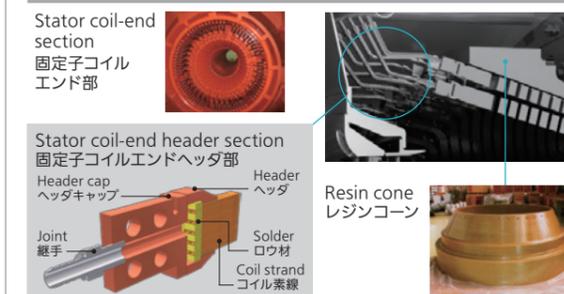
適用技術

Stator coil-end rigidity has been improved by incorporating a specially designed large resin cone that supports the structure and enables maximum output to be achieved. A high-quality brazing system that applies vertical brazing has also been introduced, ensuring the highest level of reliability.

固定子コイルエンド支持構造に高剛性なレジンコーン支持方式を採用し、大出力化に対応しています。また、製作時にはコイルを垂直に立ててロウ材を入れる「縦ロウ付け方式」を採用しており、高い品質を実現しています。

Stator coil-end support structure

固定子コイルエンド支持構造



New series water-cooled generator

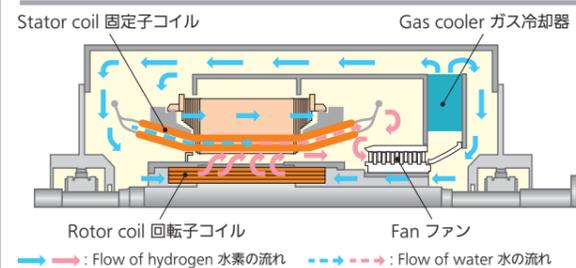
新型水冷却発電機

In order to meet diversified market needs, a new series of water-cooled generators has been developed to achieve higher efficiency, easy maintenance and shorter delivery time.

近年の多様化する市場ニーズに対応すべく、更なる効率向上、保守性向上、短納期化を実現した新型水冷却発電機を開発しました。

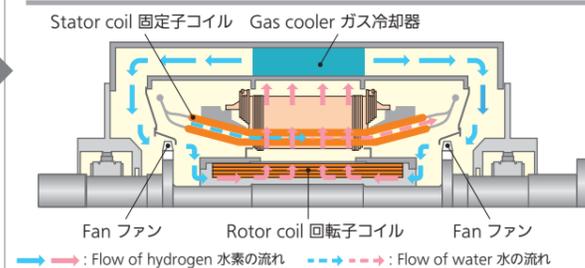
Cooling structure of conventional water-cooled generator

従来水冷却発電機の冷却構造



Cooling structure of water/radial ventilation-cooled generator

新型水冷却発電機の冷却構造



Supply record (as of Mar. 2017) 納入実績 (17年3月時点)

Number of units delivered 納入台数	45 units 45台
Maximum output 最大出力	1,600MVA (4-pole generator) 1,600MVA (4極機) 1,205MVA (2-pole generator) 1,205MVA (2極機)



Generator Maintenance Service

発電機メンテナンスサービス

Experience the improved reliability and economic efficiency of equipment and systems supported by Mitsubishi Electric's expansive global network and cutting-edge maintenance technologies.

三菱電機は、グローバルにサービス拠点を展開しており、最新のサービス技術の適用により納入後の設備の安定運用・経済性向上を支援します。

1 Generator maintenance service menu 発電機メンテナンスサービスメニュー

Maintenance technologies 保全技術

Diagnostic technology 診断技術

Generator operational data such as coil temperature, shaft vibration, coil-end vibration, and partial discharge are measured, and an operational data evaluation report is submitted periodically.

コイル温度、軸振動、コイルエンド振動・部分放電等の発電機運転データを計測し、定期的な状況評価レポートをご提出致します。

Generator replacement 発電機リプレイス

Replacing older generators enables upgrading to the latest models produced with state-of-the-art technologies that offer enhanced efficiency, improved ratings and minimal maintenance requirements.

最新技術の適用により、メンテナンス性・効率向上。出力アップを目的とした発電機のリプレイスをご提案します。

Coil rewinding technology 巻替技術

Incorporation of an optimal coil structure and cutting-edge rewinding technology realize coil rewinding work faster and more efficient than ever before.

コイル構造の最適化や最新の施工技術の適用により、短工期での巻替工事を実現します。



Periodic inspection 定期点検工事

Robotic inspection ロボット点検

Advanced robotic inspection technology enables the inside of the generator to be inspected without needing to remove the rotor.

回転子引き抜きを実施せず、機内点検が出来るロボット点検技術をご提供します。



Upgrade アップグレード

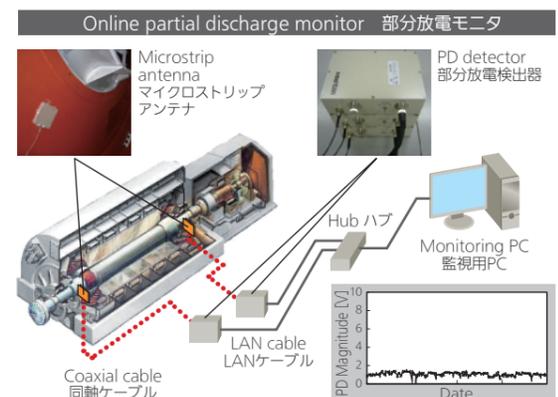
Replace or upgrade generator component to improve generator operation. Improve operation efficiency by installing a new gas cooler, newly-designed bearings, a high-efficiency blower, etc., all manufactured using the latest technologies.

最新技術を活用したアップグレード部品(新型ガス冷却器・新型軸受・高効率ファン等)への更新により、発電機の性能向上をご提案します。

New functions added 新機能追設

Functionality and operability of existing generators are enhanced by various replacement menus such as a seal oil degassing unit and online partial discharge monitor.

機能・運用性向上を目的とした更新メニュー(密封油脱気装置・部分放電モニタ等)をご提案します。

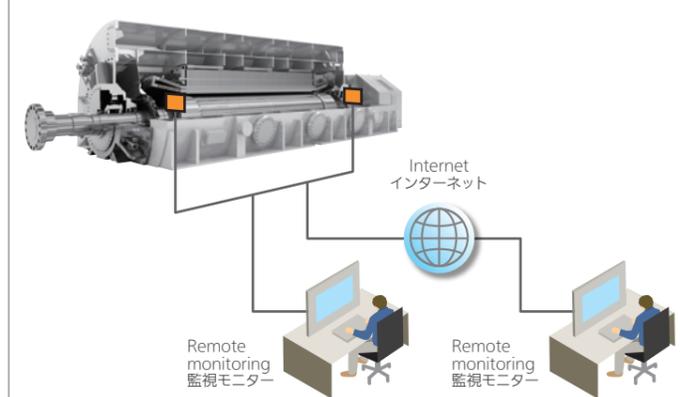


Operations support 運転サポート

Remote online monitoring system 運転状態遠隔監視システム

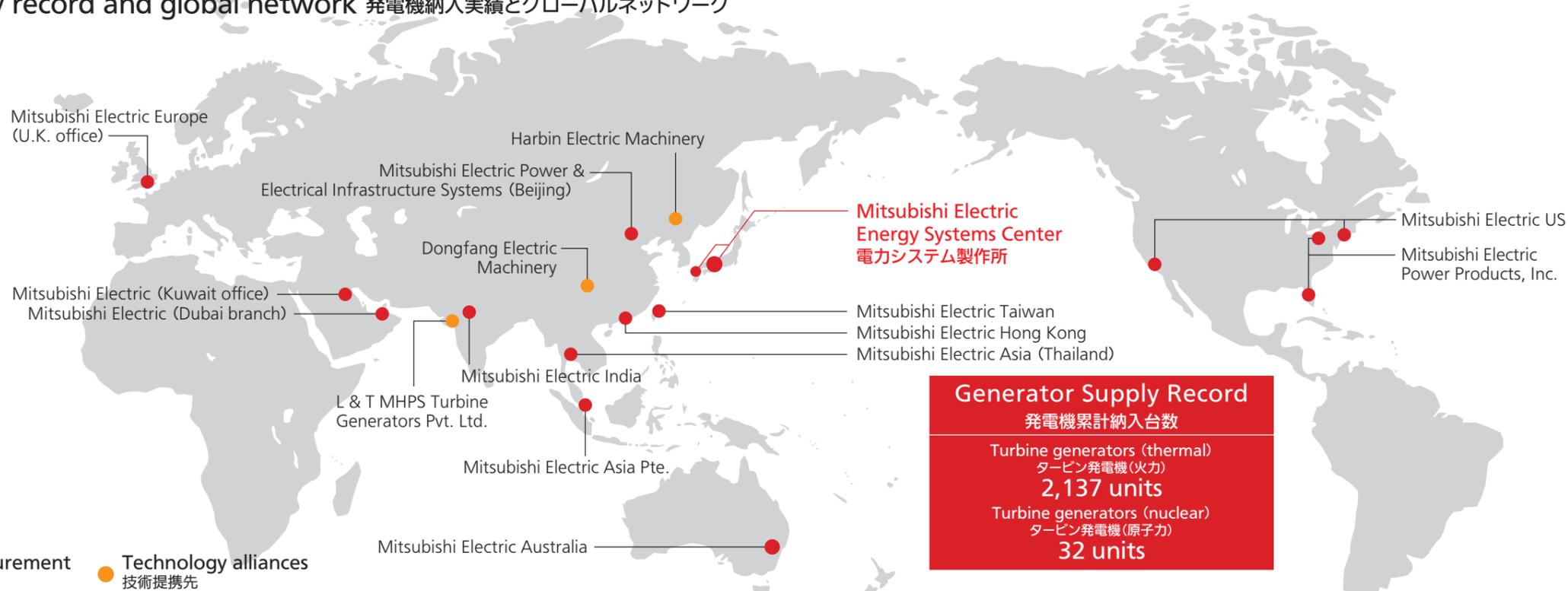
Generator operational data are monitored remotely and an evaluation report is periodically provided to a customer.

発電機の運転中の状態を遠隔で監視し定期的に状態評価レポートをご提出します。



2 Generator supply record and global network 発電機納入実績とグローバルネットワーク

Europe ヨーロッパ
Turbine generators (thermal) タービン発電機(火力) 40 units
Middle East 中東
Turbine generators (thermal) タービン発電機(火力) 204 units
Others その他
Turbine generators (thermal) タービン発電機(火力) 47 units



Asia アジア
Turbine generators (thermal) タービン発電機(火力) 454 units
Turbine generators (nuclear) タービン発電機(原子力) 4 units
Japan 日本
Turbine generators (thermal) タービン発電機(火力) 1,084 units
Turbine generators (nuclear) タービン発電機(原子力) 24 units
Americas 北中南米
Turbine generators (thermal) タービン発電機(火力) 308 units
Turbine generators (nuclear) タービン発電機(原子力) 4 units

as of Mar. 2017 17年3月時点

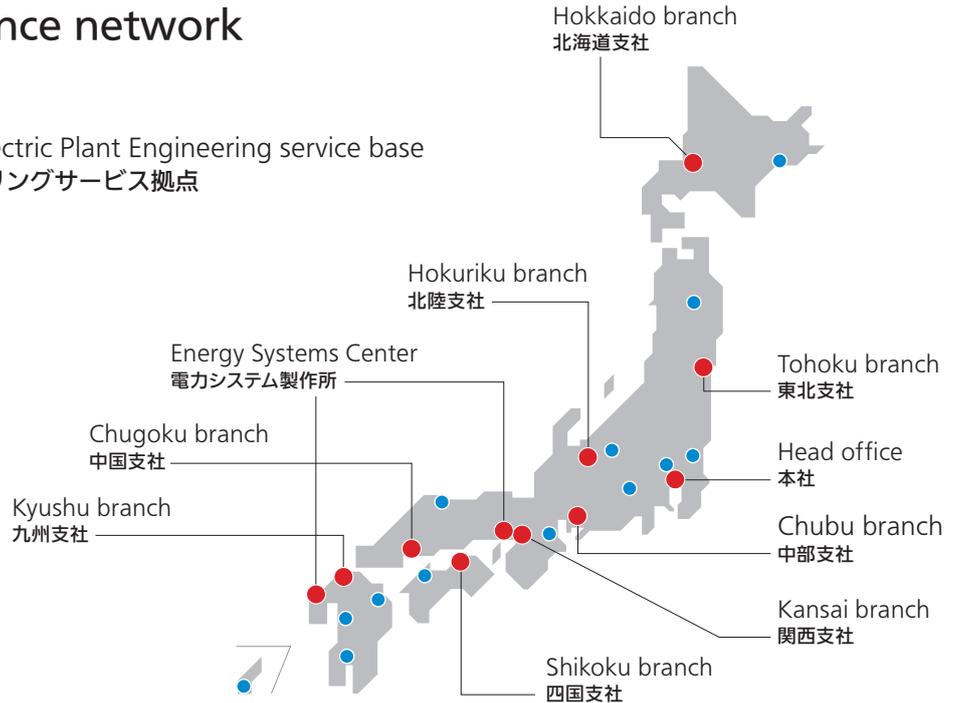
Turbine Generators

タービン発電機 総合カタログ

Domestic maintenance network 国内保守ネットワーク

Mitsubishi Electric and Mitsubishi Electric Plant Engineering service base
三菱電機・三菱電機プラントエンジニアリングサービス拠点

- Mitsubishi Electric
三菱電機
- Mitsubishi Electric Plant Engineering
三菱電機プラントエンジニアリング



MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

HEAD OFFICE: TOKYO BLDG., 2-7-3 MARUNOUCHI, CHIYODA-KU, TOKYO 100-8310, JAPAN

三菱電機株式会社 〒100-8310 東京都千代田区丸の内2-7-3(東京ビル)

For inquiries, please contact one of the following offices

Head Office
Tokyo Bldg., 2-7-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, Japan
Tel: +81(3)3218-9764

Hokkaido Branch
Hokkaido Bldg., 4-1 Kitanijounishi, Chiyoda-ku, Sapporo 060-8693, Japan
Tel: +81(11)212-3721

Tohoku Branch
Kakyoin Square., 1-1-20 Kakyoin, Aoba-ku, Sendai 980-0013, Japan
Tel: +81(22)216-4531

Hokuriku Branch
Intec Bldg., 5-5 Ushijimashinmachi, Toyama 930-0856, Japan
Tel: +81(76)443-1705

Chubu Branch
JR Central Towers., 1-1-4 Meieki Nakamura-ku, Nagoya 450-6045, Japan
Tel: +81(52)565-3127

Kansai Branch
Grand Front Osaka., 4-20 Ofuka-cho, Kita-ku, Osaka 530-8206, Japan
Tel: +81(6)6485-0481

Chugoku Branch
Nissay Hiroshima Bldg., 7-32 Nakamachi, Naka-ku, Hiroshima 730-8657, Japan
Tel: +81(82)248-5255

Shikoku Branch
Nihonseimei Takamatsu Before A Station Bldg., 1-1-8 Kotobuki-cho, Takamatsu 760-8654, Japan
Tel: +81(87)825-0003

Kyushu Branch
Tenjin Bldg., 2-12-1 Tenjin, Chuo-ku, Fukuoka 810-8686, Japan
Tel: +81(92)721-2130

お問い合わせは下記へどうぞ

本社
〒100-8310 東京都千代田区丸の内2-7-3(東京ビル)
TEL: (03)3218-9764

北海道支社
〒060-8693 札幌市中央区北2条西4丁目1(北海道ビル)
TEL: (011)212-3721

東北支社
〒980-0013 仙台市青葉区花京院1-1-20(花京院スクエア)
TEL: (022)216-4531

北陸支社
〒930-0856 富山市牛島新町5-5(インテックビル)
TEL: (076)443-1705

中部支社
〒450-6045 名古屋市中村区名駅1-1-4(JRセントラルタワーズ)
TEL: (052)565-3127

関西支社
〒530-8206 大阪市北区大深町4-20(グランフロント大阪)
TEL: (06)6485-0481

中国支社
〒730-8657 広島市中区中町7-32(ニッセイ広島ビル)
TEL: (082)248-5255

四国支社
〒760-8654 高松市寿町1-1-8(日本生命高松駅前ビル)
TEL: (087)825-0003

九州支社
〒810-8686 福岡市中央区天神2-12-1(天神ビル)
TEL: (092)721-2130

⚠ Safety Precautions 安全に関するご注意

- Before using, please read the instruction manual carefully to ensure that the product is used correctly.
- ご使用前に取扱説明書をよくお読みの上、正しくお使いください。

The export of these products and strategic goods (or services) related to them is subject to the Foreign Exchange and Foreign Trade Control Law. Export (or service transaction) requires prior approval from the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan.
本品のうち、戦略物資(又は役務)に該当するものの輸出にあたっては、外為法に基づく経済産業大臣の輸出(又は役務取引)許可が必要です。



ISO 9001 Certified ISO 9001 認証取得

The products in this catalog are designed and manufactured in facilities that have received ISO9001 certification for internationally recognized quality management system standards.

この製品は、品質に関する世界共通の規格であるISO 9001に適合した品質管理下の製造部門で設計、生産されています。