



AEROSPACE BEARINGS  
GUIDE BOOK  
航空宇宙用軸受ガイドブック

CAT.No.8025/JE



## **NTN's advanced technology can open up the future of the aerospace industry.**

NTN, which was established in 1918 in Kuwana, Mie Prefecture, boasts over 80 years of experience in the aircraft industry. Since the 1980s, we have achieved overseas expansion and are now trusted for our world-class technical capabilities around the globe. We are one of the few domestic bearing manufacturers that deal directly with major domestic and overseas engine manufacturers.

We will continue to challenge ourselves on a daily basis to supply customers with high-quality and reliable products.

### **航空宇宙産業の未来を切り拓く、NTNの先進技術。**

1918年、三重県桑名の地で創業し、航空機産業の分野で80年以上の実績と経験を誇るNTN。80年代からは海外進出を果たし、現在は、国内・海外の大手エンジンメーカーと直取引を行う数少ない国内軸受メーカーとして、その高い技術力に信頼を寄せられています。今後も、お客様に高品質で信頼性の高い商品をお届けするために、日々、挑戦し続けます。

A blue-tinted photograph of an airplane wing and engine against a sky with clouds. The text "Heading towards the future" is overlaid in the center.

Heading towards the future

## Our mission for future Sky and Space

In our current society where flying has become normal, aircraft and rockets are now indispensable. With the market demand on an upward trend, an increase in global population and the growth of economies in emerging countries, the demands for global environmental protection and safety is increasing as well.

With advanced technology and the highest reliability that meets such market needs, NTN will commit to developing and realizing its mission of providing safe and secure products.

## 未来のそら“空”・“宇宙”を支える我々の使命

空を飛ぶことが当たり前になった現代社会において、航空機やロケットは必要不可欠な存在となっています。また、世界の人口増加と新興国の経済成長に伴い、今後も市場の需要は増加傾向をたどる一方、地球環境保全や安全性に対する要求は、年毎に高まっています。

NTNは、これらの市場ニーズに応える先進のテクノロジーと究極の信頼性をもって、安全で安心な商品をご提供することを使命として、開発、実用化に努めています。



# NTN's core technology to meet market needs

市場ニーズにこたえるNTNのコア技術



## Lower Fuel Consumption

低燃費化



## Low NOx

低NOx

**Faster Designs** 高速化設計

**Lighter Designs** 軽量化設計

**Advanced Analysis Technology** 高度解析技術



## High Strength

高耐久性



## Stable Quality

品質安定性

**Material Development** 材料開発

**Precision Heat Treatment Technology** 精密熱処理技術

**Processing Measurement Technology** 加工・計測技術



## Foreign Matter Resistance

異物耐性



## Maintainability

メンテナンス性

**Surface Modification Technology** 表面改質技術

**Damage Analysis Technology** 破損解析技術

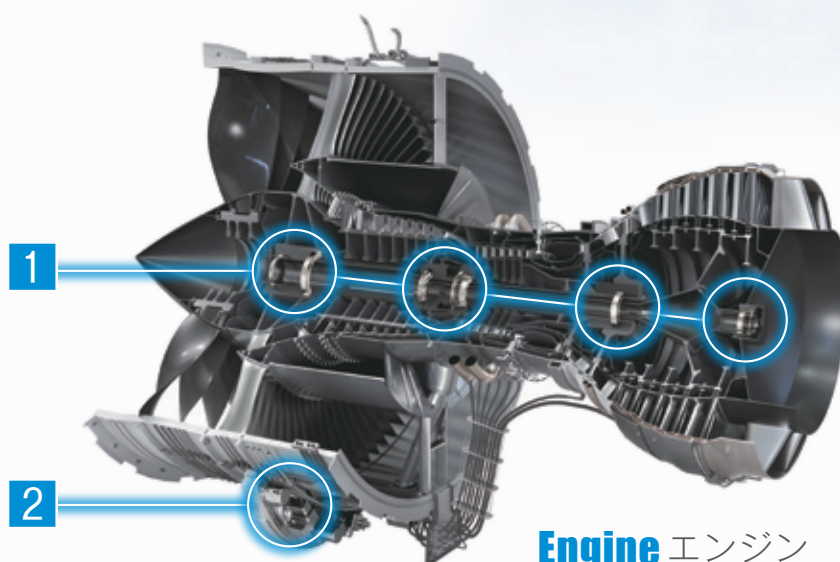
**Anomalies Diagnostic Technology** 異常診断技術

# Aircraft 航空機用軸受

Numerous bearings are used for aircraft, from high-speed rotation engines to parts for opening and closing doors.

Our primary products are main shaft bearings which require the highest level of reliability and quality. We have the ability to manufacture a wide variety of bearings for our customers based on function and usage.

航空機には、高速回転するエンジンからドアの開閉部に至るまで数多くの軸受が使用されています。NTNは、最も高い信頼性と品質が求められるエンジンの主軸用軸受を主力商品とし、お客様が求める機能や使用箇所に応じた多種多様な軸受の製造対応が可能です。



Engine エンジン

## 1 Main Shafts

### 主軸

Main shaft bearings support high-speed rotation of the engine and are required to have high reliability and strict quality control due to needing to be run with high precision for long periods of time. From material processing to heat treatment, and processing to inspection, our company conducts the highest level of quality control.

エンジンの高速回転を長期間、高精度に支持し、高い信頼性と厳しい品質管理が求められる主軸用軸受。材料、熱処理、加工、検査の各工程でNTN最高レベルの品質管理を行っています。



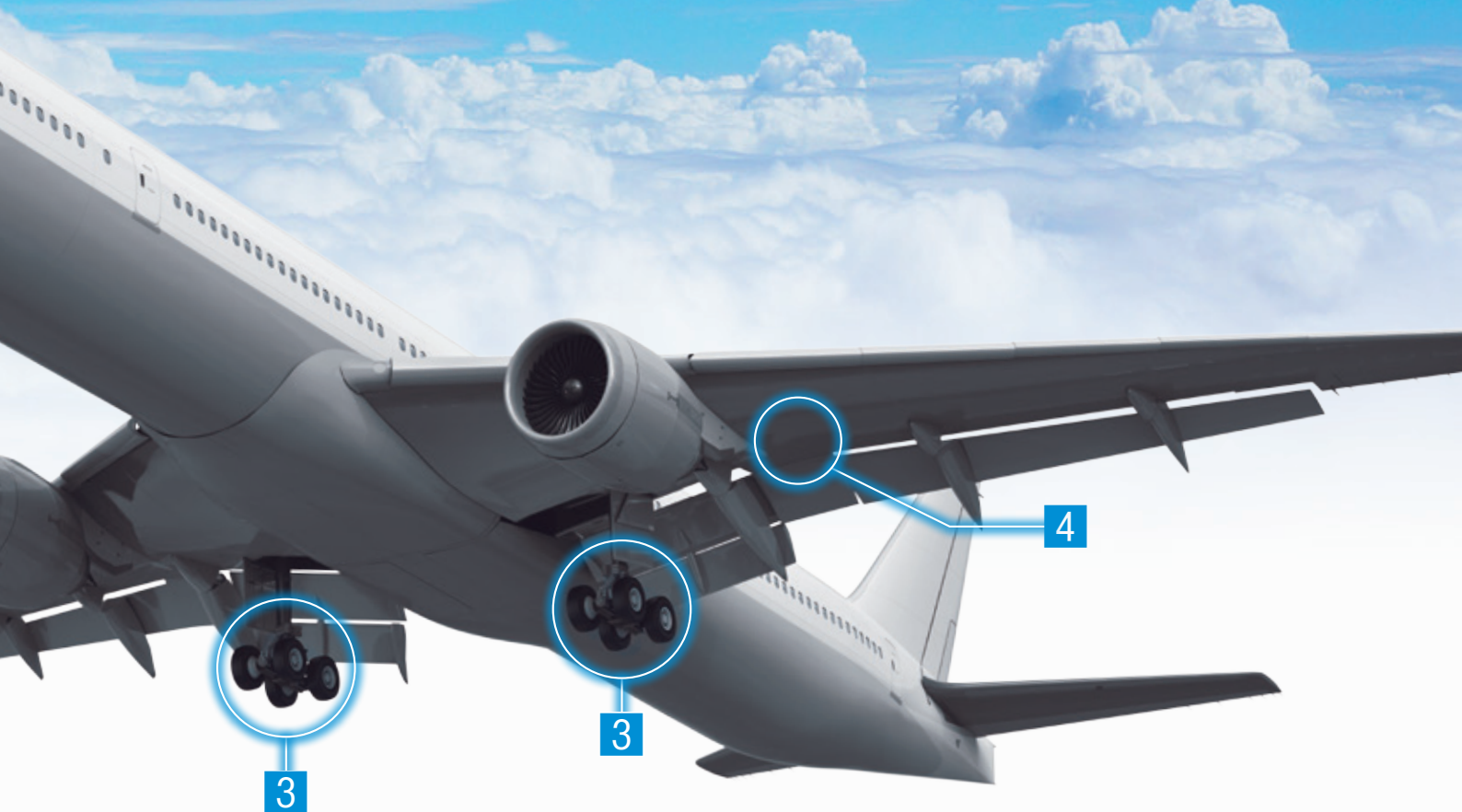
## 2 Gearboxes

### ギアボックス

NTN provides the highest quality bearings for gearboxes that drive such things as the generator and various pumps by obtaining power from the engine. The same level of reliability as main shafts is required for gearbox bearings that support gear loading and rotation.

エンジンから動力を得て発電機や各種ポンプ等の補機を駆動させるギアボックスにも高品質の軸受を供給しています。ギア荷重と回転を支持するギアボックス用軸受にも主軸同様の高い信頼性が求められます。





### 3 Landing Gear

#### ランディングギア

Wheel bearings for landing gear require a design that repeatedly withstands the impact at the time of grounding, rapid acceleration and moment load at taxiing. We supply specially designed tapered roller bearings that suppress the occurrence of excessive surface pressure and are optimized for this application.

接地時の衝撃や急加速、タキシング時のモーメント荷重に繰り返し耐える設計が求められるランディングギアのホイール用軸受。NTNは特殊設計により過大面圧の発生を抑え、同部位に最適化した円すいころ軸受を供給しています。



### 4 Flight Control System

#### フライトコントロールシステム

NTN supplies bearings of various types and sizes to be used for parts that are extremely important for the aircraft to fly such as flaps, ailerons, and ladders, as well as actuators that control the angle of the aircraft during flight.

フラップやエルロン、ラダー等、航空機の飛行に極めて重要な、動翼の支持や、その角度を制御するアクチュエータに、さまざまなタイプ・サイズの軸受を供給しています。



# Helicopters

## ヘリコプター用軸受

Numerous bearings are also used for helicopter engines, transmissions, and aircraft. NTN manufactures a wide range of highly reliable bearings built with the same level of quality control required in aircraft. A couple such product are spindle bearings for turboshaft engines and transmission bearings that transfer power to the main rotor and tail rotor.

ヘリコプターにも数多くの軸受が使用されています。NTNは、ターボシャフトエンジンの主軸用軸受や、メインロータ・テールロータに動力を伝達するトランスミッション用軸受を中心に、航空機同様の品質管理で製造した信頼性の高い軸受を幅広く製造し、お客様に供給しています。



### 1 Transmissions

#### トランスミッション

A large number of bearings are also used for transmissions that transfer engine power to the main rotor and tail rotor. Although it is not as fast as the engine spindle, high load capacity is required because it supports gear loads.

メインロータやテールロータにエンジンの動力を伝達するトランスミッション用軸受は、ギア荷重を高剛性で支持します。

### 2 Turboshaft

#### ターボシャフトエンジン主軸

Spindle bearings for turboshaft engines, which are a power source to rotate the rotor, require reliability to support high-speed rotation with high precision.

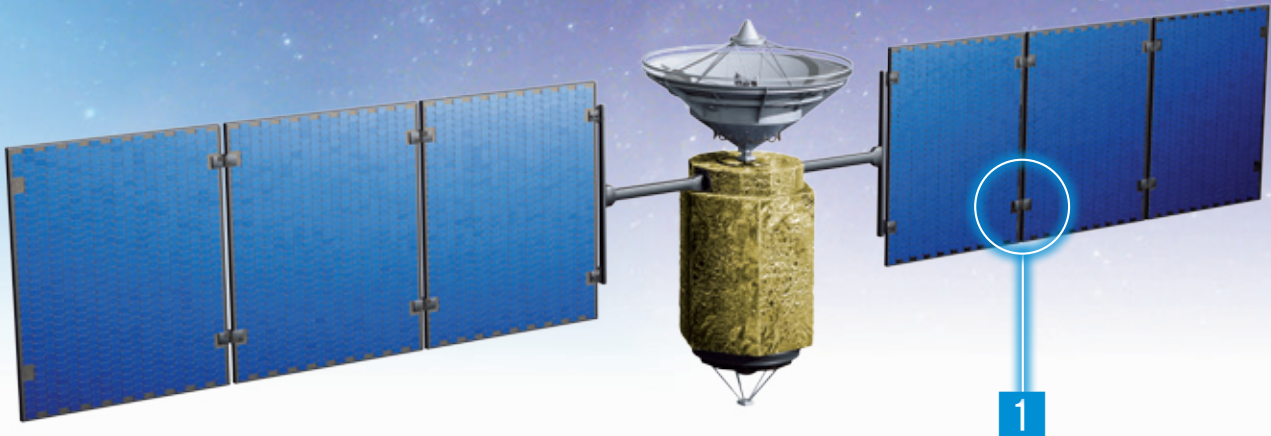
ロータ回転の動力源であるターボシャフトエンジン用主軸軸受には、高速回転を高精度に支持する信頼性が求められます。



# Outer Space 宇宙機器用軸受

NTN is major supplier of turbopump bearings and valve bearings for Japanese Rockets. We contribute to Japanese space development.

NTNは、国産ロケットのターボポンプ用軸受およびバルブ用軸受を供給しており、日本の宇宙開発に貢献しています。



## 1 Satellites 人工衛星

Bearings that operate stably in harsh environments that differ from Earth's surface are required. A successful mission demands that bearings are highly reliable in conditions such as high vacuum, radiation, and wide temperature ranges. NTN supplies bearings for the driving mechanism of the solar cell panel, the hinge, and the deployment support instruments of various antennas.

高真空や放射線、広い温度範囲など、地上と異なる過酷な環境下で、確実に作動し、ミッションの成功を支える高い信頼性が軸受に求められます。NTNは、太陽電池パドルの駆動部やヒンジ部、各種アンテナの展開支持部に多くの軸受を供給しています。



## 2 Rocket Engines ロケットエンジン

A turbopump plays an important role in the heart of a rocket engine. We manufacture bearings that support the shaft of the turbopump that rotates at a super high speed, exceeding the critical speed and  $dn = 2$  million \*1 by the cryogenic liquid fuel environment \*2.

ロケットエンジンで心臓の役割を果たすターボポンプ。危険速度を超えて $dn=200$ 万\*1の超高速で回転するターボポンプの軸を極低温の液体燃料環境\*2で支持する軸受を製造しています。

\*1 Bore x Rotational speed

\*2 Liquid hydrogen (-253°C), Liquid oxygen (-183°C)

\*1 軸受内径×回転速度

\*2 液体水素(-253°C)、液体酸素(-183°C)



# MRO Service

## 補修サービス

NTN-SNR has over 20 years of experience in the engine MRO industry with more than 13,000 bearings being repaired and reused.

NTN-SNR repair station operates under strict procedures approved by OEM, FAA\*<sup>1</sup>, EASA\*<sup>2</sup>, and CAAC\*<sup>3</sup>.

NTNグループのNTN-SNRでは、エンジン主軸用軸受のMRO事業で20年以上の実績を積み、今日までに13,000個を超える軸受が修理され、再利用されています。NTN-SNRのMROステーションでは、エンジンメーカー、FAA\*<sup>1</sup>、EASA\*<sup>2</sup>およびCAAC\*<sup>3</sup>当局に承認された厳格な作業手順に基づき、作業を行っています。

\*<sup>1</sup>FAA : FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

\*<sup>1</sup> 米国航空連邦局

\*<sup>2</sup>EASA : EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY

\*<sup>2</sup> 欧州航空安全局

\*<sup>3</sup>CAAC : CIVIL AVIATION ADMINISTRATION of CHINA

\*<sup>3</sup> 中国民用航空局

### Inspection and Repair of Bearings:

軸受の点検と修理:

NTN-SNR has four applicable levels for MRO service based on the condition of each bearing.

MRO事業は、対象軸受に応じて4つの段階(補修内容)があり、各段階に応じた技術が要求されます。

Level 1 Inspection: Visual examination and inspection of dimensions and noise (only for ball type) after washing.

洗浄後、目視・寸法・音響(ボールタイプのみ)検査を実施

Level 2 Inspection: Disassembly of parts after visual examination and washing. Visual examination of the rolling surface of each part followed by replacement of cages and rolling elements.

洗浄後、目視検査後に分解。転走面や各部品の目視検査と保持器・転動体の交換

Level 2 Repair: Disassembly of parts, super finishing of the raceway, and replacement of cage and rolling elements.

分解し、軌道輪の超仕上げ加工と保持器・転動体の交換

Level 4 Repair: Replacement of raceway of the outer or inner ring, in addition to Level 2 Repair.

Level 2 Repairに加え、内外輪いずれかの軌道輪を交換

### Asset Management: “One-Stop Shop”

お預かりした軸受を徹底管理 “One-Stop Shop”

NTN-SNR can be the only MRO contact for bearing inspection and repair, regardless of bearing manufacturer. This simplifies customer logistic management & decreases TAT with rotatable pooling solutions.

お客様より返却された軸受が、NTNグループの商品でなくとも、NTN-SNRでは、目視検査による再利用の可否判定を実施します。再利用可能な軸受は、元の製造メーカーへ返却し、再生加工いただきます。また、MROステーションでは、交換用部品の在庫を保有することでTAT (Turnaround Time)の短縮を実現しています。

NTN Group is engaged in improving daily operations and is always providing the best service to its customers. NTN promises ultimate reliability and quality assurance and provides safe and secure bearings for MRO.

NTNグループは、日々の業務の改善活動に取り組み、常にお客様へ最高レベルのサービスを提供しています。お客様へ究極の信頼性と品質保証をお約束し、安心して安全な補修軸受を提供します。

# NTN's Technology

「究極の信頼性」を支えるNTNの技術

To continue to rotate in the harshest environments and extreme usage conditions - This is the "ultimate reliability" required for aerospace bearings.

NTN is improving design reliability by implementing a dynamic design that utilizes analytical tools such as dynamic and fluid analysis, as well as a highly accurate static analysis, that consider the influences of bearing peripheral parts. In addition, we repeat experimental verification with test equipment that reproduces the device characteristics and operating environment and collect empirical data on the technology. The pursuit and accumulation of these innovative technologies have become the core of NTN's technological capabilities in realizing the "ultimate reliability" of our aerospace products. NTN continues to contribute to the development of the aerospace industry with "ultimate reliability", which is backed up by the latest technology.

いかなる過酷な環境や極限の使用条件でも回転し続けること、それが航空宇宙用軸受に求められる「究極の信頼性」です。

NTNでは、軸受周辺部品の影響も考慮した高精度な静解析はもちろん、動力学解析や流体解析などの解析ツールを駆使したダイナミック設計を導入し設計の信頼性を向上させています。また、装置特性や使用環境を再現した試験装置で実験検証を繰り返し、技術の実証データを積み上げています。これらのたゆまない技術の追求と蓄積がNTN技術力のコアとなり、長年航空宇宙産業を支えてきたNTN商品の「究極の信頼性」を実現しています。

NTNは、これからも最新技術に裏付けされた「究極の信頼性」で、航空宇宙産業の発展に貢献し続けます。

## Dynamic analysis

動力学解析

## CFD analysis

CFD解析

## Jet engine High-speed operation tester for spindle

ジェットエンジン  
主軸用高速運転試験機

## Rocket engine Cryogenic operation testing machine

ロケットエンジン 極低温運転試験機



# Production base 生産拠点

**NTN supplies its products to major manufacturers across the world, from its two specialized factories in Japan (Mie Prefecture Kuwana City) and France (Argonay City) that produce aerospace bearings. Both plants have acquired aerospace quality management standards such as JIS Q 9100 (EN 9100) and special international certification (NADCAP).**

NTNは、三重県桑名市とフランスのアルゴネ市にある、航空宇宙用軸受専門工場から、世界のお客様に商品を供給しています。両工場ともに、航空宇宙産業の品質マネジメント規格であるJIS Q 9100 (EN 9100)や、特殊工程の国際認証 (NADCAP) を取得しています。



# Kuwana Works

Kuwana Works, which is also the place of origin of NTN, produces various types of products for the industrial machinery market. This specialized factory ships aerospace bearings of the highest quality.

NTNの原点である桑名製作所では、産業機械市場向けの商品を多品種、製造しています。当製作所内に、航空宇宙用軸受の専門工場があり、高品質な商品を出荷しています。



NonDestructive Testing  
非破壊検査



Heat Treating  
熱処理



Chemical Processing  
化学処理



Surface Enhancement  
表面強化



Nonconventional Machining  
特殊機械加工

## OUTLINE

### NTN Corporation, Kuwana Works, Ultra-precision bearing plant

2454 Tsuchijima, Higashikata, Kuwana-shi, Mie 511-8678, Japan

NTN株式会社 桑名製作所 精密軸受工場  
〒511-8678 三重県桑名市大字東方字土島2454番地

Built in 1986  
建設年

Total floor space (m<sup>2</sup>) 4,300  
延べ床面積 (m<sup>2</sup>)



# Argonay Plant

Located in France's Annecy City with NTN-SNR headquarters, the Argonay factory is operating as a specialized factory for aerospace bearings.

NTN-SNRのアヌシー本社から、北に約6kmの山間に、航空宇宙用軸受の専門工場を建設し、世界へさまざまな商品を供給しています。



NonDestructive Testing  
非破壊検査



Heat Treating  
熱処理



Chemical Processing  
化学処理

## OUTLINE

### NTN-SNR ROULEMENTS, Argonay Plant 114, Route de Champ Farcon, 74370, Argonay, France

NTN-SNR アルゴネ工場

Built in 1964  
建設年

Total floor space (m<sup>2</sup>) 14,000  
延べ床面積 (m<sup>2</sup>)

**NTN®**