



NOTA SECTORIAL

La Industria Aeronáutica en Japón

Antena del IGAPE en Japón

Autores: Masahiro Masuda y Jon Ander Musatadi
Antena del IGAPE en Japón.

Fecha: 25/02/2026

ÍNDICE

1. GENERALIDADES	3
1.1 Panorama general.....	3
1.3 Área de aeronaves civiles	4
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA JAPONESA	4
2.2 Estructura de la demanda y tendencias de exportación.....	5
222 Demanda civil	6
223 Tendencias de exportación	6
4. PROMOCIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO	9
5. ELEMENTOS PERIFÉRICOS RELACIONADOS CON LA INDUSTRIA AERONÁUTICA	11
6. INDUSTRIA JAPONESA DE EQUIPOS Y MATERIALES AERONÁUTICOS	13
7. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE EQUIPOS AERONÁUTICOS EN JAPÓN	14
8. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES AERONÁUTICOS.....	15
8.1 Panorama general de la industria de materiales aeronáuticos.....	15
8.2 Estado actual de cada tipo de material	16
8.2.1 Materiales metálicos	16
8.2.2 Materiales compuestos	18
8.3 Retos y perspectivas futuras	19
9. RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE EQUIPOS Y MATERIALES AERONÁUTICOS	20
9.1 Establecimiento de la base industrial	20
9.2 Propuestas clave para el éxito	22

1. GENERALIDADES

1.1 Panorama general

La industria aeronáutica japonesa ha crecido gracias al aumento global de la demanda de aeronaves civiles, impulsado por las aerolíneas de bajo coste y el mayor tráfico en países emergentes. Sin embargo, problemas como la prolongada huelga en Boeing en 2024, fallos de calidad en el B787 y el B737MAX, y pérdidas por defectos en motores PW1100G-JM del A320neo, afectaron gravemente a proveedores japoneses como IHI y Mitsubishi.

A nivel medioambiental, Japón impulsa la descarbonización con el desarrollo de aeronaves sostenibles y la introducción de combustibles SAF -abreviatura de Combustibles Sostenibles de Aviación por sus siglas en inglés-. También avanza en el desarrollo de coches voladores con cooperación internacional y marcos regulatorios. En 2024, se lanzó una nueva Estrategia de la Industria Aeronáutica. La producción en 2023 aumentó un 20 %, alcanzando el 90 % de recuperación pospandemia.

1.2 Área de aeronaves militares

Tras la invasión rusa a Ucrania en 2022, Japón reformuló su política de defensa mediante tres nuevas estrategias: Seguridad Nacional, Defensa Nacional y Fortalecimiento de la Capacidad de Defensa, que incluyen la adquisición de capacidad de contraataque y el aumento del gasto militar hasta el 2 % del PIB.

Se impulsa el uso de drones para reconocimiento y ataque, mientras se retiran helicópteros y aeronaves obsoletas. También se promueven medidas de eficiencia como la reducción de personal y externalización. Para reforzar la base industrial, se ofrecieron apoyos financieros y tecnológicos en áreas clave como ciberseguridad y cadena de suministro.

Entre 2023 y 2027, se destinarán más de 275 mil millones de euros a defensa. En 2023, entró en vigor la Ley de Fortalecimiento de la Base de Producción de Defensa. En el ámbito internacional, Japón colabora con Reino Unido e Italia en el desarrollo del nuevo caza GCAP, incluyendo la creación de una empresa conjunta con BAE Systems y Leonardo.

También se decidió adoptar el UAV MQ-9B SeaGuardian y el T-6 Texan II como nuevo entrenador primario. El presupuesto de defensa de 2024 alcanzó un récord histórico, con un aumento del 16.5 % respecto al año anterior.

1.3 Área de aeronaves civiles

El mercado de aeronaves civiles ha enfrentado tensiones comerciales y riesgos geopolíticos, mientras la demanda aérea global, tras el impacto de la COVID-19, se recuperó plenamente en 2024. Sin embargo, la recuperación de aviones de fuselaje ancho ha sido lenta, con problemas en modelos de Boeing como el B787 y retrasos en el B777X, lo que ha afectado a empresas japonesas. Airbus ha aprovechado esta situación para ganar terreno.

Nuevos actores como COMAC y MS-21 están creciendo. Japón, tras cancelar el SpaceJet, se ha centrado en el negocio de mantenimiento, reparación y revisión general -MRO por sus siglas en inglés-, enfrentando alta competencia. En helicópteros, predomina la importación, aunque hay demanda sostenida en aeronaves de servicios médicos. En movilidad aérea avanzada, empresas como SkyDrive avanzan en certificaciones y producción.

El mercado interno depende en gran medida de la defensa, con baja demanda civil, por lo que la expansión internacional es clave. No obstante, enfrenta desafíos como licencias, escala de producción y soporte posventa. Se espera aumentar la participación mediante innovación tecnológica y colaboración internacional.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA JAPONESA

2.1 Escala de producción

La industria aeronáutica japonesa superó por primera vez los 7,4 millones de euros en producción en 1998 y se ha mantenido en ese nivel desde entonces, alcanzando 10,8 millones en 2023, un 20 % más que el año anterior, recuperando un 90 % del nivel pre-COVID. Aun así, sigue siendo mucho menor que la industria automotriz.

En 2023, los motores representaron el 50 % del valor total, las estructuras de aeronaves el 41 %, y otros equipos el 8 %. En 20 años, los motores crecieron un

234 %, mientras que las estructuras solo un 17 %. La recuperación post-COVID se refleja tanto en fabricación como en reparación, con perspectivas prometedoras en mantenimiento por el auge de las aerolíneas de bajo coste.

Francia y EE. UU. producen significativamente más que Japón. La productividad ha mejorado desde 2011, aunque sigue en torno al 70 % del nivel automotriz. La fuerza laboral cayó durante la pandemia, pero se recupera desde 2022, representando menos del 5 % de la del sector automotor.

2.2 Estructura de la demanda y tendencias de exportación

La industria aeronáutica es clave en la defensa, con gran parte de la demanda proveniente de gobiernos. En Japón, la demanda de defensa representó el 28,5 % en 2023, disminuyendo frente al año anterior por la recuperación civil. Desde 2006, la producción civil ha superado a la militar.

Las adquisiciones vía FMS – el Foreign Military Sales es un sistema mediante el cual un país compra equipos militares a Estados Unidos a través del propio gobierno estadounidense, en lugar de hacerlo directamente a empresas nacionales o extranjeras- limitan el impacto del aumento presupuestario en la producción nacional. Tras la Guerra Fría, el gasto se mantuvo bajo, con un máximo anual de 8,5 millones de euros hasta 2022. Sin embargo, en respuesta al entorno de seguridad, el presupuesto se cuadruplicó en 2023 y siguió aumentando en 2024, con 5,4 millones de euros destinados a aeronaves, previéndose un progresivo aumento en los próximos años.

2.2.1 Demanda de defensa

Entre 1957 y 1960, la industria aeronáutica japonesa dependía en un 80 % de la defensa, llegando al 90 % con encargos del ejército estadounidense. En los años 60, con la producción del YS-11, esta proporción bajó al 52 % en 1968. Tras el fin del programa YS-11, la demanda militar volvió a dominar, pero desde los años 90 fue descendiendo. En 2006, la demanda civil superó por primera vez a la militar. En 2021, la pandemia elevó la proporción militar al 43 %, pero en 2023 volvió a caer al 28,5 % con la recuperación civil.

El Plan de Fortalecimiento 2023–2027 busca una defensa integrada con capacidades espaciales, cibernéticas y electromagnéticas, incluyendo mejoras

en aeronaves, guerra electrónica, misiles de largo alcance, cazas y drones, así como renovación de flotas de apoyo.

2.2.2 Demanda civil

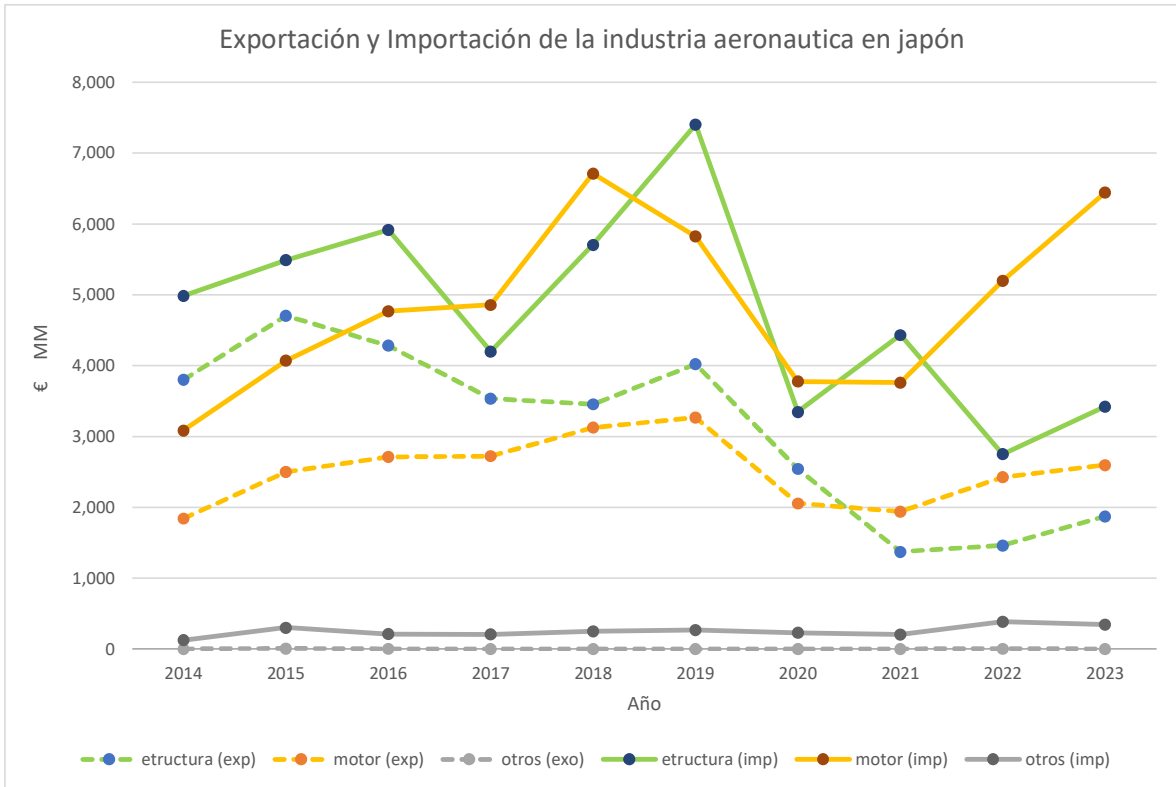
Tras el fin del programa YS-11 en 1973, la demanda nacional se centró en piezas y mantenimiento, pero creció con el aumento de aeronaves. Las exportaciones eran menores al 10 %, pero desde 1996 comenzaron a subir, superando el 30 % en 2005. Sin embargo, desde 2015 (52 %) han caído a alrededor del 40 %, con un débil repunte en estructuras, aunque los motores mantienen buen desempeño.

En 2023, las exportaciones totalizaron 4,5 millones de euros (+28 %). A nivel internacional, Japón aún está por detrás de EE. UU. (44 %) y Francia (81 %). El plan de defensa de 2022 busca fomentar exportaciones de equipos militares y apoyar al sector privado. Ante una competencia internacional creciente por la caída de la demanda militar global, Japón apuesta por su experiencia en proyectos como el B777X y B787 para ganar participación en desarrollos internacionales y atraer encargos extranjeros.

2.2.3 Tendencias de exportación

Entre 2004 y 2023, Japón exportó aeronaves por 74,5 millones de euros, representando el 43 % del valor total producido (173,7 millones). Sin embargo, las importaciones alcanzaron 141,3 millones, casi el doble, equivalentes al 81 % de la producción nacional. Gran parte de estas importaciones provienen de adquisiciones FMS (como F-35, V-22), mostrando una fuerte dependencia del exterior.

A pesar del crecimiento de las exportaciones, Japón ha mantenido una balanza comercial negativa en el sector. En 2023, las importaciones aumentaron un 36 %, alcanzando 10,2 millones de euros: 34 % en aeronaves y componentes, 63 % en motores y 3 % en equipos.



2.2.4 Tendencias en el desarrollo tecnológico

La industria aeronáutica combina tecnologías avanzadas en materiales, electrónica y software, siendo clave tanto para defensa como para aplicaciones civiles mediante tecnología dual y spin-offs. En años recientes, los altos costos de desarrollo y largos plazos de recuperación han impulsado la concentración del mercado, predominando los desarrollos internacionales conjuntos liderados por EE. UU. y Europa.

El Boeing 787 ejemplifica este modelo, con producción modular global y tecnologías clave mantenidas internamente. Actualmente, los principales retos son la mejora ambiental y de eficiencia de combustible, fomentando la colaboración entre gobierno, industria y academia, así como la internalización de tecnologías críticas por parte de los OEM para reforzar su competitividad.

3. RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA JAPONESA

3.1 Retos

La industria aeronáutica japonesa, intensiva en conocimiento y con gran valor añadido, es clave para su objetivo de liderazgo tecnológico. Sin embargo, aún existen diferencias significativas con los países occidentales avanzados en cuanto a escala, tecnología y capacidad comercial.

Para acortar esta brecha, se requiere fomentar proyectos internacionales conjuntos y expandir la demanda civil. Estas colaboraciones permiten reducir costos y acceder a mercados, pero también imponen condiciones que dificultan el entorno empresarial.

La visión futura incluye integrar todos los componentes del sistema aeronáutico, fortalecer la capacidad de desarrollo y diseño adaptado a necesidades nacionales, establecer competitividad internacional y equilibrar la base industrial entre defensa y uso civil.

3.2 Tendencias en la demanda de defensa

La industria aeronáutica es clave para la defensa nacional y requiere inversiones en tecnología, infraestructura, financiamiento a largo plazo y desarrollo continuo. Japón ha trabajado para mantener su base industrial de defensa, estableciendo en 2014 principios y estrategias para la transferencia de equipos, cooperación internacional y producción nacional.

En 2022, Japón formuló nuevas estrategias de seguridad que incluyen capacidades de contraataque, aumento del gasto en defensa al 2 % del PIB y siete proyectos clave, como la introducción de drones, modernización de instalaciones y apoyo financiero a empresas. Se asignaron 275 millones de euros al presupuesto de defensa para 2023–2027.

En equipamiento, Japón adquirió 147 F-35, manteniendo el ensamblaje final en el país. El sucesor del F-2 será desarrollado bajo liderazgo japonés, con participación de empresas como Mitsubishi Heavy Industries, IHI, Kawasaki y otras, dentro del programa trilateral GCAP con Reino Unido e Italia. También se

seleccionó el T-6 Texan II como sucesor del T-7, que será importado completamente ensamblado.

3.3 Expansión de la demanda de aeronaves civiles

Aunque el mercado de aeronaves civiles es volátil y competitivo, se espera su crecimiento a largo plazo. Japón ha acumulado capacidades técnicas participando en desarrollos internacionales como los programas B767, B777, B787 y sus motores, además del contrato para el B777X firmado en 2015 por la JADC y cinco fabricantes japoneses.

Se ha promovido el desarrollo de aeronaves pequeñas y helicópteros, así como la participación en proyectos globales, reforzando la reputación técnica de Japón. Aun así, los altos riesgos limitan la participación empresarial, por lo que el gobierno estableció la “Zona Especial de Clúster Aeroespacial No. 1 de Asia” con 391 participantes en cinco prefecturas, y más de 40 clústeres activos en todo el país.

El Ministerio de Economía creó en 2017 la “Red Nacional de Clústeres Aeronáuticos” y, en respuesta a cambios globales como la descarbonización, digitalización y disrupciones en la cadena de suministro, el Consejo de Estructura Industrial identificó retos clave: apoyo financiero, infraestructura de pruebas, plataformas digitales y formación de talento. Esto llevó a una nueva Estrategia para la Industria Aeronáutica en abril de 2024.

4. PROMOCIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO

4.1 Desarrollo conjunto internacional

Boeing 777X

En 2013 (Heisei 25), Boeing lanzó los modelos B777-8 (350–375 asientos) y B777-9 (400–425 asientos) como sucesores del B777. En 2015 (Heisei 27), la Asociación Japonesa de Desarrollo Aeronáutico (JADC) y cinco empresas japonesas (Mitsubishi Heavy Industries, Kawasaki Heavy Industries, Subaru — antes Fuji Heavy Industries—, ShinMaywa Industries, y Nippon Aircraft Manufacturing) firmaron un contrato oficial con Boeing para el desarrollo y producción del B777X. Japón asumió el 21 % de la estructura del fuselaje.

La producción del B777-9 comenzó en 2017 y se preveía la primera entrega en 2020. Sin embargo, Boeing anunció en 2019 el aplazamiento por dos años del desarrollo del B777-8 y, debido también al retraso en el desarrollo del motor GE9X, postergó la entrega del primer avión hasta 2025. El B777-9 realizó su primer vuelo en 2020.

En 2022, Qatar Airways se convirtió en cliente de lanzamiento del modelo de carga B777-8F. Hasta marzo de 2025 (Reiwa 7), se han recibido 521 pedidos en todo el mundo, incluyendo 205 de Emirates y 18 de ANA (según datos de Boeing).

4.2 Desarrollo nacional

Coches voladores

Aunque no hay una definición estricta, un "coche volador" se refiere generalmente a un vehículo eléctrico, autónomo y con capacidad de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL o AAM/UAM en el extranjero). En Japón, los ministerios de Transporte y Economía establecieron un consejo público-privado en 2018, seguido por grupos técnicos en 2020 para abordar temas como seguridad, certificación y regulación. De cara a la Expo 2025 en Osaka, se desarrollaron infraestructuras y normativas, con el objetivo de iniciar operaciones comerciales a finales de la década.

Ejemplos concretos:

- SkyDrive: realizó pruebas tripuladas en 2020 y su modelo "SD-05" recibió los requisitos oficiales en 2025. Estableció producción con apoyo de Suzuki.
- TETRA Aviation: obtuvo en 2020 la primera aprobación de vuelo en EE. UU. para una empresa japonesa y lanzó el modelo "Mk 5" en 2021.
- Honda: en 2021 anunció el desarrollo del "Honda eVTOL", un modelo híbrido eléctrico-turbina.

4.3 Proyectos futuros de desarrollo

□ Próximo caza (GCAP):

Desarrollo del sucesor del F-2 liderado por Japón para 2035. Participan Mitsubishi Heavy Industries, IHI, SUBARU, Kawasaki, entre otros. Cooperación trilateral con Reino Unido e Italia (GCAP), con GIGO como empresa conjunta

desde 2023. Presupuesto: ¥105.4 mil millones (2023), ¥64 mil millones (2024), y ¥112.7 mil millones solicitados para 2025.

□ **Avión civil ligero:**

Estudios para evaluar el desarrollo de un avión nacional de 100–150 asientos, analizando usos duales (civiles/militares), modelos como el P-1, C-2, y el US-2.

□ **Aviones eléctricos (con Boeing):**

Desde 2013 se desarrollan tecnologías clave para la electrificación, como sistemas de energía y actuación eficiente.

□ **B777X:**

Apoyo del gobierno al diseño básico y pruebas del avión desde 2014, continuo desde 2015.

□ **Avión supersónico:**

Investigación con JAXA y cooperación internacional. En 2021 se formó JSR y en 2024 se publicó una hoja de ruta con visión de neutralidad de carbono. JAL firmó con Boom Technology para adquirir 20 unidades del “Overture”.

□ **Electrificación y eVTOL (ECLAIR):**

Plataforma liderada por JAXA con industrias clave. Objetivo: electrificación completa en aeronaves ligeras para 2030 y expansión de híbridos en regionales hacia 2050.

Colaboraciones: ANA (con Joby y Toyota), JAL (con Wisk Aero y empresa Soracle).

Drones logísticos: en desarrollo por Japan Post, NTT y KDDI, con meta de implementación para 2030.

5. ELEMENTOS PERIFÉRICOS RELACIONADOS CON LA INDUSTRIA AERONÁUTICA

5.1 Desarrollo y expansión de aeropuertos

El transporte aéreo ha crecido globalmente, impulsando al Ministerio de Transporte de Japón (MLIT) a establecer tres pilares estratégicos: garantizar un transporte seguro y confiable, promover políticas ecológicas, y fomentar la innovación aeronáutica.

Medidas clave:

- **Aeropuertos:** mejoras sísmicas y ampliaciones en Haneda, Narita, Chubu, Naha y Fukuoka; concesiones y renovación de equipos en aeropuertos regionales.
- **Descarbonización:** uso de nuevas tecnologías, optimización del control aéreo y promoción de combustibles sostenibles (SAF).
- **Innovación:** impulso a drones, movilidad aérea avanzada y seguridad en aeronaves pequeñas.

5.2 Sistema de seguridad aeronáutica

Las aeronaves operan en un entorno tridimensional y de alta velocidad, lo que exige un sistema de seguridad integral debido a su incapacidad para detenerse en vuelo y la influencia de factores como el clima y obstáculos terrestres.

En Japón, la Oficina de Aviación Civil del MLIT gestiona la seguridad aérea a través de servicios de tránsito aéreo, que incluyen: control de tráfico, información de vuelo, comunicaciones internacionales, mantenimiento técnico de instalaciones, iluminación aeronáutica, inspección de vuelo y operación satelital.

Para afrontar el aumento de demanda, se aplican medidas como separación vertical del espacio aéreo y reorganización de rutas para optimizar la eficiencia y seguridad.

5.3 Tendencias en el sistema de seguridad aeronáutica

Japón ha desarrollado sistemas de seguridad aérea junto con su infraestructura aeroportuaria, logrando un nivel técnico avanzado. Sin embargo, el aumento global del tráfico aéreo exige la adopción de sistemas de nueva generación, como la estrategia CNS/ATM de la Organización de Aviación Civil Internacional.

Desde 1994, Japón ha modernizado su sistema con satélites como MTSAT y, desde 2020, con el QZSS "Michibiki 3". En 2010 se lanzó la visión estratégica CARATS (con meta en 2025), que incluye la reorganización del espacio aéreo, implementación del CPDLC -sistema que permite que los pilotos y controladores aéreos se comuniquen mediante mensajes digitales, en lugar de emplear solo la radio por voz- y modernización de sistemas.

En 2024 comenzó la actualización del plan con meta en 2040, priorizando: seguridad, eficiencia energética, sostenibilidad, movilidad aérea diversa, fortalecimiento del sistema y cooperación internacional. También se enfocará en I+D para mejorar la resiliencia.

6. INDUSTRIA JAPONESA DE EQUIPOS Y MATERIALES AERONÁUTICOS

6.1 Características de la industria de equipos y materiales aeronáuticos

6.1.1 Características como industria

La industria aeronáutica, intensiva en conocimiento y tecnología, representa un sector estratégico para el crecimiento de Japón como nación tecnológica. En particular, el segmento de equipos y materiales aeronáuticos exige alta confiabilidad, seguridad, durabilidad, miniaturización, ligereza y bajo costo a lo largo del ciclo de vida, lo que requiere capacidades técnicas y de gestión avanzadas.

Japón ha superado su dependencia inicial de producción bajo licencia, fortaleciendo su tecnología mediante desarrollos propios y adaptaciones nacionales. Recientemente, ha progresado en tecnologías avanzadas, logrando que sus innovaciones sean adoptadas en aeronaves civiles extranjeras.

6.1.2 Características de las empresas

Las aeronaves contienen millones de piezas, lo que implica la participación de numerosas empresas de diversos sectores en la producción de equipos y materiales aeronáuticos. No obstante, este mercado es limitado en tamaño, con producción de bajo volumen y alta variedad, por lo que suele estar integrado en divisiones de grandes empresas o gestionado por pymes.

6.1.3 Características del mercado

A diferencia de fuselajes y motores, el mercado nacional de equipos aeronáuticos se enfoca principalmente en la defensa. Las exportaciones de

defensa se rigen por los “Tres Principios sobre la Transferencia de Equipos de Defensa” desde 2014. En el ámbito civil, los fabricantes japoneses, gracias a colaboraciones como las de Boeing, han incrementado sus exportaciones y participación internacional, incluso superando ventas internas. Japón ha ganado competitividad como proveedor global de materiales avanzados como polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP) y titanio, utilizados en modelos como el A380 y B787. La presión por reducir costos y peso ha intensificado la competencia, exigiendo mayor tecnología y eficiencia. Se espera que Japón evolucione hacia roles de integrador de subsistemas y gestión de programas. Además, el sector ha experimentado importantes fusiones, como la creación de RTX a partir de United Technologies y Raytheon.

7. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE EQUIPOS AERONÁUTICOS EN JAPÓN

7.1 Panorama general de la industria

Después de la Segunda Guerra Mundial, la industria japonesa de equipos aeronáuticos se consolidó inicialmente con reparaciones y producción bajo licencia para el Ministerio de Defensa. Aunque en sus inicios dependía en gran medida de tecnologías extranjeras, hoy Japón fabrica equipos propios, participa en desarrollos conjuntos y exporta sistemas completos. La entrada en el proyecto del B767 marcó el inicio de su orientación civil, extendiéndose a programas como el B777, A380, B787 y A350. También ha ganado terreno en motores como el V2500 y el CF34. A pesar de estos avances, la dedicación exclusiva al sector sigue siendo baja debido a la limitada escala de producción. Para mejorar su competitividad, Japón promueve la globalización de producción y abastecimiento. Aunque en Occidente hay grandes fabricantes consolidados, Japón tiene potencial para fortalecer su presencia internacional a través de I+D e innovación.

7.2 Situación por tipo de sistema de equipo aeronáutico

Los subsistemas aeronáuticos clave incluyen sistemas hidráulicos, presurización, combustible, propulsión, aviónica y control de vuelo. Se busca mayor eficiencia,

miniaturización y digitalización. Japón participa activamente con empresas como Shimadzu, Nabtesco, IHI, y Kawasaki, colaborando con Boeing, Honeywell y RTX.

La aviónica evoluciona hacia sistemas más integrados, compactos y ligeros, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la fiabilidad y el mantenimiento de las aeronaves. En el ámbito del control de vuelo, los sistemas mecánicos tradicionales están siendo sustituidos por tecnologías electrónicas como el Fly-By-Wire (FBW), que transmite las órdenes del piloto mediante señales eléctricas procesadas por computadoras, y por soluciones más avanzadas como el Fly-By-Light (FBL), que utiliza fibra óptica para reducir el peso y evitar interferencias electromagnéticas. Paralelamente, Japón impulsa el desarrollo de sistemas de navegación basados en GNSS, incluido su sistema regional, y tecnologías propias como los giroscopios RLG y FOG para navegación inercial. También desarrolla sistemas de misión como D-NET, para el intercambio táctico de datos, y ADS-B, utilizado en la vigilancia del tráfico aéreo civil. La certificación internacional de estos sistemas exige cumplir normas estrictas, como DO-178C para software aeronáutico, por lo que Japón está reforzando su infraestructura de pruebas y certificación a través de organismos como JAXA y centros especializados como CerTCAS. En trenes de aterrizaje y cabinas, se priorizan materiales ligeros, confort y diseño avanzado. Empresas como Sumitomo, Koito, Jamco y Panasonic destacan. Japón lidera en simuladores (Mitsubishi Precision) y produce equipos de mantenimiento avanzados, aunque enfrenta barreras de entrada por dependencia de manuales extranjeros. Se espera crecimiento en reparación de materiales compuestos.

8. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES AERONÁUTICOS

8.1 Panorama general de la industria de materiales aeronáuticos

La industria aeronáutica ha transitado desde el uso de metales hacia materiales compuestos, como CFRP, que ahora representan el 50 % del B787 y el 53 % del A350. También se incrementó el uso de aleaciones de titanio, por su compatibilidad con CFRP. En motores, se avanza hacia superaleaciones

resistentes a altas temperaturas y se estudia el uso futuro de compuestos e intermetálicos.

La fabricación aditiva (impresión 3D) ha permitido reducir peso y piezas, con aplicaciones en motores LEAP, A350, GE Catalyst y GE9X. Japón impulsa esta tecnología a través de la Asociación Japonesa de la Industria Aeronáutica - TRAFAM por sus siglas en inglés-, con desarrollos liderados por Mitsubishi Electric, JAXA y la Universidad de Kumamoto.

Japón es fuerte en materiales como aluminio, titanio y fibra de carbono, aunque ha enfrentado desafíos para su aplicación aeronáutica debido a la baja demanda inicial y la dependencia de importaciones para piezas grandes. La creación de Japan Aeroforge ha reforzado su capacidad de forja para componentes como el tren de aterrizaje del A350.

Aunque el titanio es el principal material en trenes de aterrizaje, se explora el uso de CFRP para aligerar peso, aunque su aplicación aún es limitada por complejidades en el tratamiento de daños en piezas gruesas.

8.2 Estado actual de cada tipo de material

8.2.1 Materiales metálicos

(1) Aleaciones de aluminio

Las aleaciones de aluminio, conocidas por su ligereza y fiabilidad, han sido clave en la estructura de aeronaves durante años, con EE. UU. dominando el 70 % del mercado. Japón, que antes dependía de importaciones, ahora puede cubrir gran parte de su demanda interna y trabaja en el desarrollo de aeronaves nacionales.

Se han desarrollado nuevas aleaciones de alta resistencia, compuestos de aluminio y técnicas avanzadas de procesamiento y fundición de precisión. Las aleaciones de aluminio-litio de tercera generación, más ligeras y resistentes, ya se usan en modelos como el A380, B787, A350, A220 y posiblemente el C919.

(2) Aleaciones de titanio

Las aleaciones de titanio, valoradas por su resistencia y resistencia a la corrosión, son clave en motores y estructuras aeronáuticas, con una participación del 5–15 % en aviones civiles y hasta 40 % en militares. EE. UU., Rusia y Japón lideran la producción de esponja de titanio. Ante la reducción de dependencia rusa, Japón ha ampliado su capacidad mediante empresas como Osaka Titanium y Toho Titanium.

La producción nacional está más avanzada en piezas forjadas para defensa, mientras que los productos extruidos y fundidos enfrentan desafíos por la baja escala y diversidad. Se usan aleaciones como Ti 6Al 4V y Ti 10V 2Fe 3Al, aunque persisten retos en costos y certificación.

(3) Aceros especiales y superaleaciones

Los aceros especiales y superaleaciones se usan en fuselajes, sistemas y motores, con una producción limitada y gran variedad. Japón posee alta capacidad técnica y exporta parte de su producción con certificaciones internacionales. Sin embargo, existe dependencia de materiales licenciados por fabricantes occidentales, lo que intensifica la competencia.

Japón ha logrado avances, como el uso de palas de turbina de superaleación monocristalina en el B787. Se prevé una expansión futura hacia materiales compuestos y cerámicos avanzados.

(4) Aleaciones de magnesio

Las aleaciones de magnesio, muy ligeras (2/3 del peso del aluminio), están ganando atención por su alta resistencia específica, aunque presentan problemas como corrosión, baja resistencia térmica e inflamabilidad. Se desarrollan mejoras para superarlos.

Destaca la aleación KUMADAI (Universidad de Kumamoto), no inflamable y de alta resistencia. La FAA -Administración Federal de Aviación de Estados Unidos- ha levantado restricciones para su uso interior tras establecer métodos de prueba. Aunque su uso en aeronaves es aún limitado, se aplica en motores y cajas de engranajes de helicópteros.

8.2.2 Materiales compuestos

1) Situación actual

En el sector aeroespacial predominan los materiales compuestos reforzados con fibras, especialmente el CFRP (fibra de carbono con resina epóxica), por su alta resistencia y ligereza. Entre sus desventajas están la baja resistencia térmica e impactos, y la degradación por humedad, por lo que se investigan resinas como BMI (Bismaleimide, resinas termoestables avanzadas, situadas entre las epoxi y las poliimididas en prestaciones) y PI (Polyimide, resina de muy alta resistencia térmica).

Desde los años 70 su uso se ha expandido a estructuras principales como alas y fuselajes, con proporciones crecientes en modelos como el B787 (50 %) y A350 (53 %). También se aplican ampliamente en satélites y cohetes (como el H3).

En Japón, su desarrollo comenzó con investigaciones del Ministerio de Defensa y se ha aplicado en aeronaves nacionales y proyectos internacionales como el B777 y B787, alcanzando un nivel tecnológico de clase mundial.

2) Fibras de refuerzo

La fibra de carbono, principalmente a base de PAN -polímero sintético que se utiliza como materia prima principal para fabricar fibra de carbono-, es esencial para el rendimiento de los materiales compuestos. Japón lidera en tecnología y producción global, con fibras de alta resistencia y módulo, aunque aún enfrenta retos como mejorar la compresión y reducir costos.

La fibra de aramida, liviana y resistente a impactos, se usa en estructuras y refuerzos tipo panel. La fibra de vidrio, más económica, se aplica como complemento en rotores, suelos y radomos por su transparencia electromagnética.

3) Matrices (resinas)

Las resinas epóxicas termoestables enfrentan limitaciones térmicas ($\sim 82^\circ\text{C}$), pero han mejorado en compresión post impacto y resistencia a humedad/calor.

Se desarrollan resinas avanzadas como BMI (Tg 250–300 °C) y PI (Tg 250–360 °C), aunque requieren condiciones de moldeo complejas.

Las resinas termoplásticas (PEEK, PEI, PPS) destacan por su tenacidad, resistencia ambiental, y facilidad de soldadura y reciclaje. Se usan en modelos como A380 y A350, y Japón trabaja en tecnologías de bajo costo y alta producción.

Otros materiales avanzados:

- FRM: investigación activa pero con pocas aplicaciones.
- C/C: buena resistencia térmica, requiere protección contra oxidación, útil en frenos y aplicaciones espaciales.
- CMC: ligeros, resistentes a altas temperaturas, útiles en motores, aunque requieren recubrimientos por deterioro con vapor.

8.3 Retos y perspectivas futuras

Reducir peso no es suficiente; es vital reducir costos. Se requieren propiedades opuestas como resistencia térmica y tenacidad, por lo que optimizar resinas e interfaces es clave. Avanzan las técnicas de evaluación rápida de durabilidad y el uso de prepregs específicos. En manufactura, destacan la automatización, moldeados integrales y pruebas no destructivas eficientes.

Es necesario un enfoque integral que abarque materiales, diseño, producción y calidad. En Japón, proyectos como el Programa Estratégico de Innovación del Gobierno Japonés, coordinado por la Oficina del Gabinete de Japón, promueven tecnologías sin autoclave, resinas termoplásticas resistentes, CFRTP - termoplástico reforzado con fibra de carbono-, CMC -material compuesto de matriz cerámica- y monitoreo de procesos. También surge la importancia del reciclaje.

Materiales cerámicos avanzados:

Tienen alta resistencia y se usan en herramientas, turbocompresores y rodamientos. En motores aeronáuticos, los recubrimientos térmicos (como TBC de ceria/zirconia) y materiales como el nitrato de silicio, el carburo de silicio y el ya referenciado CMC son esenciales. Japón desarrolla CMC con fibras de

carburo de silicio, buscando aplicaciones en motores de nueva generación (~1400 °C) hacia la década de 2030.

9. RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE EQUIPOS Y MATERIALES AERONÁUTICOS

9.1 Establecimiento de la base industrial

1) Estabilidad de la demanda de defensa y producción nacional

Desde 1995, la proporción de producción aeronáutica japonesa vinculada a la defensa ha disminuido, situándose cerca del 30 % desde 2016 y cayendo al 27 % en 2019. Aunque subió temporalmente por la caída de la demanda civil en 2020, estructuralmente sigue baja. Esto se debe a restricciones fiscales, altos costos tecnológicos y el uso del sistema FMS, que limita la producción nacional.

La defensa implica producción limitada y variada, generando inestabilidad para la industria. Por ello, en 2015 se creó la Agencia de Adquisición de Equipos de Defensa para gestionar programas clave como el P-1 y C-2. Fomentar componentes nacionales ayuda al avance tecnológico y es clave para seguridad y soporte en crisis. El conflicto en Ucrania y cambios geopolíticos han llevado a aumentos presupuestarios y medidas para fortalecer la industria y asegurar sostenibilidad operativa.

2) Creación de demanda interna

El crecimiento económico, la regeneración urbana, la descentralización, la logística y el turismo impulsan la expansión de la demanda aérea interna a medio y largo plazo. La ampliación de aeropuertos, helipuertos y la desregulación del transporte aéreo también favorecerán el mercado de aeronaves ligeras y helicópteros, y con ello, el de equipos y materiales.

Hasta ahora, los fabricantes han aprovechado programas de I+D gubernamentales como ATP -el programa gubernamental para el desarrollo de tecnologías avanzadas-, HYPR -programa centrado en el desarrollo de sistemas de propulsión altamente fiables- y AMG -programa enfocado en el desarrollo de materiales avanzados para generadores de gas en motores aeronáuticos- para generar mercado. De cara al futuro, será clave que participen activamente en el

desarrollo de equipos para nuevas aeronaves, drones, helicópteros civiles y coches voladores, para fomentar el crecimiento del mercado interno desde la industria misma.

3) Promoción de exportaciones y refuerzo competitivo

El mercado doméstico japonés es limitado, por lo que expandir la industria de equipos y materiales aeronáuticos al sector civil requiere aumentar las exportaciones. Sin embargo, los mercados internacionales están dominados por fabricantes europeos y estadounidenses con gran experiencia, tecnología avanzada y redes globales de soporte, lo que dificulta competir solo con productos básicos.

A pesar de esto, los fabricantes japoneses han ganado reconocimiento mediante su participación en proyectos globales como los del B767, B777, B787, B777X y A350, suministrando desde neumáticos y sistemas de cabina hasta componentes eléctricos. La tendencia actual en la industria es que los fabricantes de equipos colaboren para desarrollar sistemas completos, lo cual representa una oportunidad para Japón, pero también un desafío para quienes no tengan capacidad de desarrollo ni asuman riesgos compartidos.

Reconocimientos recibidos de los fabricantes de aeronaves

Premio	Empresa	Year	
Pride In Excellence (Boeing)	Mitsubishi Heavy Industry	1975,1984,1985,1988-1990	
	Jamco Corporation	1979-1981,1983-1987	
	Nabtesco Corporation	1985	
	KOITO MANUFACTURING CO., LTD.	1996	
Supplier of the year (President Award Fair Excellence) (President of Boeing Award)	The Yokohama Rubber Co., Ltd.	1989, 2000	
	KOITO MANUFACTURING CO., LTD.	1991, 1999	
	Jamco Corporation	1992, 1994, 1998, 2002, 2015	
	Toray	1994	
	Nabtesco Corporation	1995, 2013, 2015, 2016	
	Subaru Corporation (ex. Fuji Heavy Industries)	1996, 2003, 2011	
	Kawasaki Heavy Industry	1997, 2010	
	NIPPI Corporation	1998, 2016	
	Toray Composite Materials America, Inc.	1999	
	Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	2003	
	Mitsubishi Electric Corporation	2003	
	Bridgestone	2009, 2010	
ShinMaywa Industries, Ltd.	2013, 2014		
Boeing Performance Excellence Award	Subaru Corporation (ex. Fuji Heavy Industries)	2010, 2012, 2013	
	Jamco Corporation	2010, 2012, 2017	
	KYB Corporation	2010-2012, 2015, 2016	
	ShinMaywa Industries, Ltd.	2010, 2012, 2013, 2015, 2016	
	Kawasaki Heavy Industry	2011, 2012	
	Showa Aircraft Industry Co.,Ltd.	2011, 2013-2015, 2017	
	Nabtesco Corporation	2015-2017	
	Bridgestone	2012, 2014	
	SKY Perfect JSAT Corporation	2013, 2017	
	Jamco Corporation	2013	
	Tamagawa Trading	2014, 2017	
	Tamagawa Seiki, Co., Ltd.	2017	
	NIPPI Corporation	2017	
Supplier of the year (Rolls-Royce)	Sumitomo Precision Products Co., Ltd.	2009, 2010	
President of Douglas (ex McDonnell Douglas)	Jamco Corporation	1996	
Spirit of Excellence (ex McDonnell Douglas)	Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	1994	
	Jamco Corporation	1996	
von Karman Award	V2500 Engine	Japanese Aero Engines Corporation	1996
	Global Express/Bombardier	Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	1998
	HYPR Project	HYPR Project	2000
Howard Hughes Award	Japan OHX Engineering Team	1998	
Robert J. Collier Trophy (National Aeronautic Association:NAA)	ShinMaywa Industries, Ltd.	1997	
	Lockheed Martin / Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	2002	
Airbus Supplier Support Rating Award (Airbus)	Jamco Corporation	2015, 2016	
Zero Concession Award (Airbus)	Jamco Corporation	2016	

9.2 Propuestas clave para el éxito

(1) Fortalecimiento de la capacidad técnica de desarrollo

La capacidad tecnológica es clave en la competencia internacional, por lo que es necesario fortalecer el desarrollo de tecnología avanzada. En particular, es importante centrarse en áreas tecnológicas en las que Europa y EE. UU. tienen

relativamente menos dominio y donde la tecnología civil avanzada de Japón puede aplicarse.

Además, los sistemas de equipo y los materiales avanzados son difíciles de abordar por una sola empresa, por lo que la cooperación con fabricantes de aeronaves y motores nacionales y extranjeros, empresas del mismo sector y aerolíneas es necesaria. En especial, la colaboración entre fabricantes de equipos es un factor clave.

(2) Participación activa en programas de desarrollo conjunto internacional (riesgo compartido)

La participación en desarrollos conjuntos internacionales está directamente ligada a la expansión de las exportaciones. En los futuros proyectos de desarrollo conjunto será necesario participar, tanto individualmente como en grupo, y aplicar estrategias de **compartición de riesgos (riesgo compartido)**. Esto incluye aprovechar esquemas de apoyo como los de IADF Foro Internacional de Defensa Aeroespacial por sus siglas en inglés- para reducir barreras financieras, de riesgo y estructurales.

(3) Fortalecimiento de la competitividad en precios de los productos

Debido a la presión por bajos precios, la competitividad en costos es esencial para sobrevivir en la competencia internacional. Es necesario optimizar el costo total, incluida la producción en el extranjero. Varias empresas ya cuentan con centros de producción en el exterior, lo cual constituye una dirección apropiada.

(4) Refuerzo de la estructura de soporte al producto (product support)

El soporte postventa y operativo contribuye a mejorar la rentabilidad, pero establecer una red global de soporte requiere inversiones significativas. A menudo los líderes del mercado utilizan esta necesidad como barrera de entrada. Por ello se requiere que las empresas no actúen de forma aislada, sino que colaboren dentro de la industria nacional, por grupos o con fabricantes extranjeros, para construir y fortalecer eficientemente las capacidades. Además, cumplir con las regulaciones y certificaciones de cada país es indispensable.

(5) Promoción del intercambio internacional

Para asegurar oportunidades de intercambio tecnológico y comerciales, es importante la actividad de promoción en ferias aéreas y eventos internacionales. Se espera que gobierno, industria y empresas utilicen oficinas en el extranjero para fomentar esta interacción. La participación en exposiciones debe considerarse como la “puerta de entrada” para la expansión de exportaciones.

En conclusión, podríamos seguir los siguientes como puntos clave:

1. **Fortalecer la capacidad técnica de desarrollo:**

Es esencial reforzar el desarrollo de tecnologías avanzadas, enfocándose en áreas donde Japón tiene ventaja sobre Europa y EE. UU. La cooperación entre fabricantes de equipos, aeronaves y motores es crucial.

2. **Participación en desarrollos internacionales con riesgo compartido:**

La participación en proyectos conjuntos globales permite expandir exportaciones. Es necesario aprovechar esquemas como el IADF para reducir barreras financieras y estructurales.

3. **Mejorar la competitividad en costos:**

Ante la presión por precios bajos, se debe optimizar el costo total, incluyendo producción en el extranjero, donde muchas empresas japonesas ya operan.

4. **Refuerzo del soporte postventa:**

Tener una red global de soporte técnico mejora la rentabilidad, pero requiere colaboración entre empresas y cumplimiento normativo internacional.

5. **Promoción del intercambio internacional:**

Participar en ferias y eventos es clave para acceder a nuevas oportunidades. Se necesita una estrategia coordinada entre gobierno e industria.

En resumen, no basta con tener buenos productos. Se necesita una combinación de desarrollo tecnológico diferenciado, participación en proyectos de riesgo compartido, competitividad en precios, redes de soporte global y promoción internacional. Solo así las empresas japonesas podrán fortalecer su presencia internacional y expandir sus exportaciones en el sector civil.