

IAC-22-A2.IPB.1

POSSIBILITY OF ZERO-GRAVITY FLIGHT SERVICE BY MRJ (MITSUBISHI REGIONAL JET)

Taichi Yamazaki ^{a*}, Taiko Kawakami ^b

*a CEO and Astronaut, ASTRAX, Inc., 2-23-17 Komachi, Kamakura, Kanagawa, 248-0006, Japan,
taichi.yamazaki@astrax.space*

*b General Manager, ASTRAX, Inc., 1-1-4-301 Mukogaoka, Bunkyo, Tokyo, Japan 113-0023,
taiko.kawakami@astrax.space*

**Corresponding Author*

Abstract

Japan has been developing a domestically produced passenger plane called the MRJ (Mitsubishi Regional Jet) since 2008 where 10 planes were manufactured and test-flown. However, due to the rash of development delays and the effects of COVID-19, development has been frozen in 2020. If this situation continues, the development of MRJ may end up completely in vain. Therefore, ASTRAX is investigating the possibility of using the MRJ in this development stage to develop a zero gravity flight service in Japan and the rest of Asia. In this paper, while analyzing the advantages and disadvantages of MRJ, we will present a summary of ideas and issues to approve MRJ not as a passenger plane, but as a special plane for experiments and research to use it for zero-gravity flight services in Japan and the rest of Asia.

Keywords: Mitsubishi Regional Jet, MRJ, Mitsubishi Spacejet, MU-300, zero gravity flight, ASTRAX

Acronyms/Abbreviations

Mitsubishi Regional Jet (MRJ)

1. Introduction

ASTRAX, a Japanese commercial space business company, has been providing zero gravity flight services in Japan and the United States since 2012. In Japan, the aircraft used for zero gravity flights were the Gulfstream 2, a medium-sized jet operated by Diamond Air Services, and the MU-300, a smaller jet. However, the Gulfstream 2 was retired around 2020, and only the MU-300, a small aircraft, will be available for zero gravity flight in Japan.

Meanwhile, Japan has been developing the Mitsubishi Regional Jet (MRJ) which was later renamed the Mitsubishi Space Jet (MSJ), a mid-size passenger plane, in order to realize the first domestically produced passenger plane in 40 years. Initially, the first mass-produced aircraft was scheduled to be delivered in 2013. However, a series of development delays prevented delivery and due to the impact of the COVID-19, the decision was made to freeze development indefinitely in 2020.

A total of 10 MRJs have been manufactured as various test planes (including unfinished ones). Development tests and flight tests have been conducted in Japan and abroad, but some of them were dismantled and scrapped after the freeze was decided. However, a few aircrafts

still remain, and ASTRAX wanted to make effective use of them, so we have examined to see if they could be used for zero gravity flight services in Japan and the rest of Asia.

2. Overview of MRJ

The following is an overview of the MRJ aircraft that will be examined for its potential for zero gravity flight.

2.1 Overview of MRJ

Two types of MRJs were manufactured: two 70-seat class MRJ-70s and eight of 90-seat class MRJ-90s.

Five of the MRJ-90s were undergoing actual flight tests. In addition, there were other aircrafts scheduled for re-ground function tests (fatigue strength test aircraft) due to design changes, aircraft scheduled for tests due to design changes (function and reliability, operation/operation evaluation, ground resistance to lightning, and high radiation environment), and aircraft scheduled for autopilot tests and equipment layout revisions due to design changes.

Two MRJ-70s were being assembled on the structural line at the final assembly plant and were scheduled for completion in 2018, but both were scrapped when the project was frozen.

On June 13, 2019, the MRJ-70 was renamed to SpaceJet M100 and the MRJ-90 was renamed to SpaceJet M90 in conjunction with the renaming to Mitsubishi SpaceJet. They will be described in this paper under their former names.

Table 1 shows a summary of each of the MRJ-90 and MRJ-70.

Table 1. Summary of MRJ-90 and MRJ-70 [76]

	MRJ90	MRJ70
標準座席数	92	78
機体サイズ (メートル、全長×全幅×全高)	35.8×29.2×10.4	33.4×29.2×10.4
エンジン推力 (キロニュートン)	78.2×2発	69.3×2発
最大離陸重量 (キログラム)	39600-42800	36850-40200
航続距離 (キロメートル)	1670-3310	1530-3380

The roles of each aircraft are shown below (aircraft registration numbers in parentheses). [77]

- **1st model (JA21MJ):**
Plans to conduct functional and performance tests as MRJ-90
- **2nd model (JA22MJ):**
Scheduled to undergo functional and performance tests as MRJ-90
- **3rd model (JA23MJ):**
Scheduled to undergo flight characteristics and avionics tests as MRJ-90
- **4th model (JA24MJ):**
Scheduled to undergo interior, noise, and ice protection tests as MRJ-90
- **5th model (JA25MJ):**
Autopilot test as MRJ-90 [99] and review of equipment layout due to design changes
- **6th model (three types, but not registered as they are for ground tests):**
Planned for re-ground functional test as MRJ-90 due to design change (one static strength tester and two fatigue strength testers)
- **7th model (JA27MJ):**
Scheduled for re-ground functional tests (function and reliability, operation/operation evaluation, ground lightning resistance, high radiation environment) in accordance with the design change as MRJ-90

- **8th model (unregistered):**
Dismantled and disposed of as MRJ-70 after being frozen during fuselage assembly on the structure line at the final assembly plant.
- **9th model (unregistered):**
Dismantled and disposed of as MRJ-70 at the final assembly plant and on the structural line.
- **10th model (JA26MJ):**
Scheduled to acquire Type Certificate as MRJ-90 and to be used for flights.



Fig. 1. 1st Model



Fig. 2. 2nd Model



Fig. 3. 3rd Model



Fig. 4. 4th Model



Fig. 5. 10th Model

2.2 Overview of Body Structure

2.2.1 Body Structure

The exterior appearance is the same as that of a typical small jet airliner with a cylindrical fuselage, retractable wings, and engines under the main wings, but the nose and main wings are shaped in consideration of aerodynamic drag. The fuselage is made of aluminum alloy in consideration of contact with ground equipment and vehicles, as well as ease of maintenance at regional

airports. On the other hand, for the first time in this class of aircraft, the main and tail wings were made of carbon composites, and about 30% of the total weight was planned to be made of composite materials to reduce weight, but this was later changed to aluminum alloy for the main wings. The curvature of the MRJ's main wings is approximately R800, which is larger than the R2000 of a larger aircraft, and it was found necessary to increase the number of laminated sheets and add reinforcement materials to ensure strength. Even the originally planned 30% composite material ratio was less than that of a large aircraft such as the Boeing 787 and Airbus A350 XWB, which have a ratio of approximately 50%, but this was in consideration of the characteristics of regional jets, which frequently take off and land (composite materials are strong against stretching forces but weak against pushing forces such as collisions).

2.2.2 Fuel System

Fuel consumption was reduced by 20% compared to the conventional aircraft by optimizing the airframe shape and reducing the weight of the composite material. In addition, the MRJ's performance significantly exceeds the latest environmental standards (Chapter 4 and CAEP6) set by the International Civil Aviation Organization (ICAO), making it a low-noise aircraft with a lower environmental impact than previous models. In terms of range, both the MRJ-70/90LR models have the capability to cover the entire European and U.S. regions.

2.2.3 Cabin

A modern and stylish cabin space was planned based on the concept of “new comfort”. The forward and aft doors were placed at the same station on the left and right sides, and the emergency exit on the wing was eliminated, allowing for flexible and diverse seating layouts. The cabin was designed to be approximately 2 m high to accommodate the 1.88m value that most American men can fit into, allowing most Western men to move around the cabin without bending down. The aisle width and seat width are both 46 cm, and the seating arrangement is four rows horizontally with two rows on each side across the aisle and no center seat, allowing passengers to move easily (the fuselage section was planned to be slightly wider horizontally than a perfect circle to increase comfort, but this was changed to a shape closer to a perfect circle).

2.2.4 Seats

Zodiac Seat California seats were adopted. The original plan was to use a slim seat jointly developed with Delta

Industries, a Mazda affiliate. This slim seat uses Japan's unique three-dimensional weaving technology, which makes it thinner than conventional urethane seats, and allows for more leg room than conventional seats by providing more space between the front and back of the seat. The advantage of this technology is that it disperses pressure applied to the body and provides excellent ventilation, allowing passengers to sit comfortably and spaciouly. However, the seat was not adopted due to factors such as the fact that overseas seat manufacturers have been making thinner seats for economy class in recent years.

2.2.5 Overhead bins

The overhead bins are large enough to accommodate a bag with rollers. The latrine is wheelchair accessible.

2.2.6 Cockpit

The cockpit will be a glass cockpit with a Rockwell Collins Proline 21 Fusion system. Initially, the cockpit was considered to have a side stick system like the Airbus aircraft, but the control wheel system is the same as that of the Boeing aircraft. Mitsubishi claims that the cockpit specifications were decided based on market research, but the fact that the new Boeing B777 and B787 aircraft, with which Mitsubishi has been cooperating with Boeing, continue to use control wheels instead of side-sticks is also a factor.

2.2.7 Engines

The PW1215G (MRJ70) and PW1217G (MRJ90) from Pratt & Whitney's new PW1000G series of geared turbofan engine (GTF) type engines were adopted. The GTF uses a relatively larger fan than conventional models, which allows for a higher bypass ratio, resulting in improved fuel efficiency. Pratt & Whitney explained that the GTF is 12% more fuel efficient than conventional engines. It would also reduce noise and emissions. If the original plan had gone according to plan, the MRJ would have been the first aircraft in the series to use the engine, but due to repeated planning delays, the rival Bombardier C series, which uses the PW1500G, took its first flight (September 16, 2013). Final assembly of the engine was to be performed by Mitsubishi Heavy Industries in Japan. Also, while originally equipped with a smaller version of the hybrid aluminum-titanium fan blades used on the larger-diameter derivatives of the PW1000G series fan, the PW1200 series, which the MRJ will later be equipped with, will switch to a solid-state titanium design for improved performance and damage tolerance.

2.2.8 Technology

The fuselage was built with the latest Japanese technology, including composite materials, a specialty of Japan, and a domestically developed supercomputer was used in the design of the fuselage. In addition, aircraft development has a wider technological base than that of automobiles, and it is expected that technology will be transferred from the MRJ to various industries. 30% of the 950,000 parts in the fuselage were produced by Japanese companies.

2.2.9. Partner Companies

Partners for the airframe system came from Japan and abroad. The five major companies included Parker Aerospace of the U.S. for hydraulic systems; Hamilton Sundstrand of the U.S. for power, air conditioning, auxiliary power (APU), fuel tank explosion protection, high lift equipment, and fire protection systems; Rockwell Collins of the U.S. for electronic equipment and flight control systems; and Japan's Nabtesco Corporation for the flight control actuation system, and Sumitomo Precision Industries for the descent and landing system. Jamco will also design the composite ailerons and spoilers in cooperation with Mitsubishi. [77]

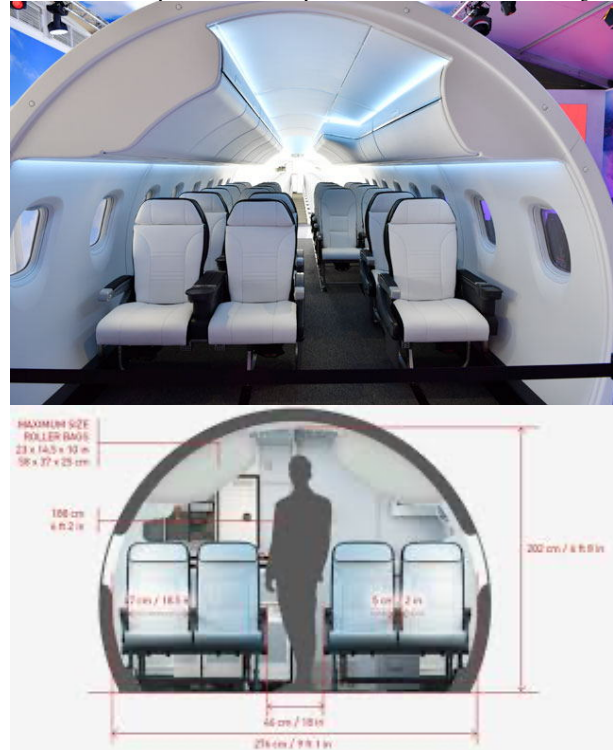


Fig. 6. MRJ-70 (M100) seating mockup (Top) and Overview Figure (Bottom) [78]

3. Considerations for Applying MRJ to Zero Gravity Flight

3.1 Considerations for Conversion of MRJ to Zero Gravity Flight

The following is a list of considerations for converting MRJ to zero gravity flight service.

3.1.1 Structural Strength

First, it is considered necessary to conduct various structural strength tests to determine whether the MRJ itself can withstand parabolic flight. As a result, the structure may need to be strengthened if necessary.

3.1.2 Fuel system

Various tests should be conducted to determine whether fuel and other materials can be supplied to the engine reliably and stably during parabolic flight. As a result, it may be necessary to modify the fuel system if necessary.

3.1.3 Drive and hydraulic systems

Various tests should be conducted on the various drive and hydraulic systems to ensure that they function reliably and stably during parabolic flight. As a result, improvements may need to be made to the drive system and hydraulic gauges, if necessary.

3.1.4 Other additional equipment, etc.

Various devices necessary for zero gravity flight need to be added. The main devices are as follows;

- Gravity sensor
- Gravity meter (for pilot)
- Gravity display (for cabin)
- Experimental equipment to be installed
- Cushions for walls, ceilings, etc.

3.1.5 Items to be removed

Unnecessary seats and devices need to be removed in order to perform zero gravity flight. However, if these are not originally attached to the test plane, there is no need to consider them. The main devices are as follows.

- Unnecessary seats (to ensure a free area)
- Luggage cabinets
- Equipment for in-flight service
- Toilets, etc.

3.2 Advantages and Disadvantages

Consider the advantages and disadvantages of using MRJ for zero gravity flight services.

3.2.1 Advantages

- MRJ can be used for zero gravity flight services.
- Equipment that is no longer needed and is to be dismantled and disposed of can be put to effective use. If the MRJ is provided free of charge, the cost of putting it into service can be significantly reduced.
- In the case of the MU-300, which can accommodate only three passengers, about 30 passengers can fly in zero gravity flight at once if MRJ is used (when MRJ-90 is used and 2/3 of the seats are removed). Since zero gravity flight services outside of Japan are performed by dozens of people, this will expand the possibilities of providing services similar to those offered by other countries.
- Diamond Air Service, which conducts zero gravity flights in Japan, is a subsidiary and group company of Mitsubishi Heavy Industries and Mitsubishi Aircraft, which are developing MRJs, so it is easy to transfer not only the MRJ itself but also development information, and it is also easy to conduct tests to make it compatible with zero gravity flight.
- Mockups and test aircraft can be used as simulators for education and training.
- The space available in the cabin is much larger than that of the MU-300, so several zero gravity experiments can be conducted at the same time, and the zero gravity experiment industry in Japan can be revitalized.
- If the MU-300 can be registered as an experimental aircraft in Asia, it may be possible to provide services in Southeast Asia and other regions.

3.2.2 Disadvantages

- It will cost a lot of money to conduct various tests to see if zero gravity flight is feasible.
- It is also expensive to reinforce the strength of the aircraft and to modify it for zero gravity flight services.
- Training of pilots is required.
- The aircraft is larger than the MU-300, and the number of passengers is about 10 times larger, so we do not know if it will be able to attract passengers.

- If repairs are to be made in the future, it is assumed that a large amount of money will be required for procurement of parts.

4. Conclusion

In order to actually use MRJ for zero gravity flight services, there are many obstacles that must be overcome just to make the aircraft available, conduct various tests, and make modifications. In addition, there is no doubt that it will cost a great deal of money. On the other hand, there is nothing that cannot be done.

Furthermore, whether or not the project can be realized even if it costs a large amount of money in order to solve technical problems and cost, but also of the business plan for operating the zero gravity flight services, including subsequent operations, attracting customers, and whether it can be profitable as a business.

However, it would be a disappointing to dismantle and dispose of the MRJ, which has been developed with nearly 1 trillion yen invested in its development.

The age of space travel is upon us, and the demand for zero gravity flight is expected to increase in the future, including rehearsals and experiments for space travel. The demand for zero gravity flight will not stop in Japan, but will spread to the rest of the world. In such an era, the MRJ, which has been developed under the name "Space Jet," will be put to good use, if possible, in any way possible.

References

Reference to a conference/congress paper:

- [1] T. Yamazaki, 民間商業宇宙飛行士と新規宇宙ビジネスの展開について, 3D18, 50th Space Science and Technology Conference, Kita Kyushu, Japan, 2006, 8- 10 November.
- [2] T. Yamazaki, OVERVIEW OF ASTRAX SPACE SERVICES INCLUDING OVER 50 SPACE BUSINESSES, ISDC-2018-Many Roads to Space, International Space Development Conference 2018, Los Angeles, USA, 2018, 24-27 May.
- [3] T. Yamazaki, ASTRAX ZERO GRAVITY FLIGHT SERVICES IN JAPAN, ISDC-2018-Many Roads to Space, International Space Development Conference 2018, Los Angeles, USA, 2018, 24-27 May.
- [4] T. Yamazaki, ASTRAX LUNAR CITY DEVELOPMENT PROJECT, ISDC-2019-Many Roads to Space, International Space Development Conference 2019, Washington D.C., USA, 2019, 5-9 June.
- [5] T. Yamazaki, ASTRAX SPACE SERVICES PLATFORM BY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, ISDC-2019-Many Roads to Space, International Space Development Conference 2019, Washington D.C., USA, 2019, 5-9 June.
- [6] Taichi Yamazaki, Buhe Heshige, Yoshihide Nagase, ASTRAX UNIVERSAL SERVICE PLATFORM BY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, IAC-19- E6.5-GST.1.6, 70th International Astronautical Congress (IAC), Washington D.C., United States, 2019, 21-25 October.
- [7] Taichi Yamazaki, MISSION CONTROL CENTER TO SUPPORT COMMERCIAL SPACE MISSIONS AND PASSENGER'S ACTIVITIES INSIDE OF THE CABIN, IAC-19-B3.2.3, 70th International Astronautical Congress (IAC), Washington D.C., United States, 2019, 21-25 October.
- [8] Taichi Yamazaki, ASTRAX ACADEMY AND SPACE BUSINESS AND SPACE FLIGHT SUPPORT EDUCATIONAL SYSTEM, Next-Generation Suborbital Researchers Conference (NSRC), Broomfield, CO, United States, 2020, 2-4 March.
- [9] Taichi Yamazaki, MISSION SUPPORT CONTROL CENTER AND SUBORBITAL SPACECRAFT SIMULATOR TO SUPPORT COMMERCIAL SPACE MISSIONS AND CUSTOMER ACTIVITIES, Next-Generation Suborbital Researchers Conference (NSRC), Broomfield, CO, United States, 2020, 2-4 March.
- [10] Taichi Yamazaki, ZERO-G NAUT AND MISSION COMMANDER TO SUPPORT COMMERCIAL SPACE MISSIONS AND CUSTOMER ACTIVITIES INSIDE CABIN, Next-Generation Suborbital Researchers Conference (NSRC), Broomfield, CO, United States, 2020, 2-4 March.
- [11] Taichi Yamazaki, "SPACE SCOOTER": SPACE MOBILITY SYSTEM USED IN SPACE HOTELS AND SPACE STATIONS, IAC-20-B3.7.17, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [12] Taichi Yamazaki, ASTRAX LUNAR CITY DEVELOPMENT PROJECT 2020, IAC-20-D4.2.11, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [13] Taichi Yamazaki, ASTRAX LUNAR CITY ECONOMIC SYSTEM BY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, IAC-20-E6.2.9, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [14] Taichi Yamazaki, ASTRAX SPACE SERVICE CATALOG SYSTEM FOR SPACE TOURISM,

- IAC- 20-B3.2.12, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [15] Taichi Yamazaki, ASTRAX UNIVERSAL SERVICE PLATFORM BY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, IAC-20-D4.1.20, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [16] Taichi Yamazaki, EXPERIENCE AND LESSONS LEARNED FROM THE COVID-19 PROBLEM IN JAPAN AND APPLICATION TO SPACE TRAVEL, IAC-20-A1.3.15, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [17] Taichi Yamazaki, ZERO-G-NAUT AND MISSION COMMANDER TO SUPPORT COMMERCIAL SPACE MISSION AND CUSTOMER ACTIVITIES INSIDE CABIN, IAC-20-B3.2.13, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [18] Chieko Takahashi, Yuko Kiriara, Creating a new business of Space Flight Attendant service & SFA Academy, IAC-20-B3.2.10, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [19] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, THE IMPORTANCE OF KIMONO IN SPACE, IAC-20-E1.9.2, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [20] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, WHAT WOMEN NEED FOR SPACE TRAVEL, IAC-20-E3.2.9, 71st International Astronautical Congress (IAC), The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [21] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, ASTRAX LUNAR CITY DEVELOPMENT PROJECT 2021, IAC-21-D3.1.6, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [22] Taichi Yamazaki, COMMERCIAL SPACE MISSION SUPPORT CONTROL CENTER AND SUBORBITAL SPACECRAFT SIMULATOR TO SUPPORT COMMERCIAL SPACE MISSIONS AND PASSENGERS ACTIVITIES IN SPACE, IAC-21-B6.2.12, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [23] Taichi Yamazaki, INITIATIVE OF DEVELOPMENT OF THE SOLAR SYSTEM ECONOMIC BLOC BY USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, IAC-21-D4.1.11, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [24] Taichi Yamazaki, Mika Islam, SPACE FASHION AND SPACE CULTURE IN THE AGE OF SPACE TRAVEL AND THE POSSIBILITIES OF "SPACE HAGOROMO", IAC-21-E5.3.6, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [25] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, Keiichi Iwasaki, Akifumi Mimura, MAKING ASTRAX ACADEMY ONLINE AND MULTILINGUAL, IAC-21-E1.7.10, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [26] Taichi Yamazaki, POTENTIAL FUTURE PLAN OF SPACE IZAKAYA AS A PLACE TO CREATE NEW PRIVATE SPACE BUSINESS, IAC-21-E1.9.10, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [27] Taichi Yamazaki, FOSTERING UNIVERSAL HUMAN RESOURCES AND SUPER NEWTYPES FOR THE SPACE AGE, IAC-21-E1.9.8, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [28] Taichi Yamazaki, Shunsuke Chiba, DEMAND AND SUPPLY MATCHING BY THE ASTRAX LUNAR CITY BUSINESS COMMUNITY AND RESIDENCE CLUB, IAC-21-D3.3.3, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [29] Taichi Yamazaki, OUTLINE OF ASTRAX PRIVATE SPACE BUSINESS CREATION EDUCATION AND TRAINING CENTER, IAC-21-B3.2.5, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [30] Taichi Yamazaki, PROTOTYPE PLANS FOR VARIOUS COMMERCIAL SPACECRAFT TRAINING SIMULATORS, IAC-21-B3.2.2, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [31] Taichi Yamazaki, Yuki Yamazaki, EXPERIMENTS ON COLORING SOAP BUBBLES UNDER MICROGRAVITY, IAC-21-A2.6.5, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [32] Taichi Yamazaki, STUDY OF THE SELECTION OF LOCATION FOR COMMERCIAL SPACEPORTS IN JAPAN, IAC-21-D6.3.8, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [33] Taichi Yamazaki, SPACE RADIATION SHIELDING BY WATER DOME IN ASTRAX LUNAR CITY ON THE MOON, IAC-21-A1.5.10,

- 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [34] Taichi Yamazaki, Hiroki Nakaegawa, INTRODUCTION OF A PRACTICAL EXAMPLE OF ASTRAX LUNAR CITY MAPPING WITH MINECRAFT AND ITS LINKAGE TO ECONOMIC ACTIVITIES ON EARTH, IAC-21-D4.2.6, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [35] Taichi Yamazaki, Hiroki Nakaegawa, DEVELOPMENT OF A CIVILIAN SPACECRAFT INTERIOR SIMULATOR USING MINECRAFT, IAC-21-B6.3.11, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [36] Taichi Yamazaki, PROPOSAL TO ADD A SPACE ECONOMICS SUBCOMMITTEE TO THE UN OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS' COMMITTEE ON THE PEACEFUL USES OF OUTER SPACE (COPUOS IN UNOOSA), IAC-21-E3.4.7, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [37] Ayako Kurono, Haruto Kurono, Taichi Yamazaki, THE GENDER GAP AND ITS IMPACT IN MANGA, ANIME AND OTHER SPACE CREATIONS, IAC-21-E5.3.10, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [38] Ayako Kurono, Haruto Kurono, Taichi Yamazaki, CAREER DESIGN IN SPACE - FROM CHALLENGED TO CHALLENGING, IAC-21-B3.9-GTS.2.1, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [39] Haruto Kurono, Ayako Kurono, Taichi Yamazaki, THE EFFECTS OF USING MINECRAFT TO TEACH CHILDREN ABOUT SPACE, IAC-21-E1.8.2, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [40] Tomoko Imaizumi, Taichi Yamazaki, MAINTAINING THE HEALTH OF PILOTS AND CREW, IAC-21-D6.3.4, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [41] Taichi Yamazaki, Mami Oka, CONSIDERATION ON THE CREATION OF A CHICKEN EGG MARKET AT THE MOON VILLAGE, IAC-21-D4.2.10, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [42] Chieko Takahashi, Yuko Kirihara, Taichi Yamazaki, CONSIDERATION OF THE FUTURE PROSPECTS OF THE SPACE FLIGHT ATTENDANT(SFA) PROFESSION WITH THE EXPANSION OF SPACE TRAVEL MARKETING, IAC-21-B3.9-GTS.2.10, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [43] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, PROBLEMS AND SOLUTIONS THAT ARE PREVENTING MORE WOMEN FROM BECOMING SPACE TOURISTS, IAC-21-B3.2.3, 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 2021, 25-29 October.
- [44] Hayaki Tsuji, Taichi Yamazaki, Satoshi Takamura, Yoichi Sugiura, PEACE THOUGHT AND SOCIO-ECONOMY FOR THE SPACE AGE USING SATELLITES, IAC-20-E5.5.5, 71st International Astronautical Congress (IAC) – The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [45] Taichi Yamazaki, ADVANCED SPACE SERVICE ACCESS APPLICATION TOOL: ASTRAX UNIVERSAL USER INTERFACE (U2U), IAC-20-B3.1.11, 71st International Astronautical Congress (IAC) – The CyberSpace Edition, 2020, 12-14 October.
- [46] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, DEVELOPMENT OF A TERIPPER FOR INTRA-SPACECRAFT TRANSPORTATION, IAC-22-A1.3.17, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [47] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, POSSIBILITY OF ZERO GRAVITY FLIGHT SERVICE BY MRJ (MITSUBISHI REGIONAL JET), IAC-22-A2.IPB.1, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [48] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, DEVELOPMENT OF ASTRAX COMMERCIAL SPACECRAFT EDUCATION AND TRAINING SIMULATOR, IAC-22-B3.IPB.4, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [49] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, DEVELOPMENT OF SPACE SHOWER, IAC-22-B3.3.5, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [50] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, PRODUCTION OF SPACE SUITS AND REPLICAS FOR SPACE TRAVEL, IAC-22-B3.9-GTS.2.1, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [51] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, ADVANCED SPACE SERVICE ACCESS APPLICATION TOOL “ASTRAX UNIVERSAL USER INTERFACE (ASTRAX U2U)”, IAC-22-B5.IPB.7,

- 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [52] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, ASTRAX SOLAR SYSTEM ECONOMIC BLOC CONCEPT USING NFT AND METAVERSE TECHNOLOGIES, IAC-22-D4.1.10, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [53] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, DEVELOPMENT OF A REAL-LIFE (ANALOG) ASTRAX LUNAR CITY CONSTRUCTION PROJECT IN JAPAN, IAC-22-D4.2.6, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [54] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, MULTILINGUALIZATION OF ASTRAX ACADEMY, IAC-22-E1.7.10, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [55] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, POSSIBILITY OF ZERO GRAVITY FLIGHT AND SPACE FLIGHT BY PEOPLE WITH DISABILITIES, IAC-22-E1.9.18, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [56] Taichi Yamazaki, Kentaro Chimura, Taiko Kawakami, DEVELOPMENT OF SPACE TOILET "SPACE BENKING" IN JAPAN, IAC-22-E5.IP.10, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [57] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, DISASTER PREVENTION AND EVACUATION TECHNOLOGIES ON EARTH AND THEIR APPLICATION TO SPACE TRAVEL, IAC-22-E5.4.9, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [58] Mika Islam, Taichi Yamazaki, CLEANING METHODS FOR REUSING CLOTHES IN SPACE, IAC-22-B3.7.7, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [59] Mika Islam, Taichi Yamazaki, HOW TO GO TO SPACE WITH DIFFERENT HAIRSTYLES, IAC-22-E1.9.7, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [60] Yuko Kirihaara, Airi Negisawa, Chieko Takahashi, Taichi Yamazaki, Cocoro Tamura, RESEARCH ON PSYCHOLOGICAL CHANGES AND GROWTH OF CHILDREN THROUGH EDUCATION RELATED TO COMMERCIAL SPACE BUSINESS, IAC-22-E1.IPB.9, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [61] Ayako Kurono, Taichi Yamazaki, WHAT DO THEY NEED FOR A SPACE MUSEUM?, IAC-22-E5.5.8, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [62] Haruto Kurono, Taichi Yamazaki, ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF A LUNAR COMMUNITY AND ACTIVITY SPACE BY CHILDREN FOR CHILDREN, IAC-22-D4.2.10, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [63] Akifumi Mimura, Taichi Yamazaki, VIDEO EDITING SERVICES FOR SPACE TRAVELLERS, IAC-22-B3.2.6, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [64] Akifumi Mimura, Taichi Yamazaki, TECHNOLOGIES ON A TRANSPARENT RESTROOM COULD BE USED FOR LUNAR HABITATS, IAC-22-E5.1.8, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [65] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, ASTRAX LUNAR CITY PROJECT 2022, IAC-22-D3.1.12, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [66] Chikako Murayama, Taichi Yamazaki, THE NEED FOR A SPACE VERSION OF HAND SIGNALS, A COMMUNICATION TOOL FOR SPACE TRAVELERS, IAC-22-B3.2.1, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [67] Chikako Murayama, Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, PHOTOGRAPHY SERVICES AND TECHNIQUES REQUIRED FOR SPACE TRAVEL, IAC-22-D6.1.8, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [68] Chikako Murayama, Taichi Yamazaki, ON IMAGES OF THE UNIVERSE INFLUENCED BY MANGA AND ANIME, IAC-22-E1.9.3, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [69] Hikaru Otsuka, Taichi Yamazaki, A SPACE EDUCATION PROGRAM TO SOLVE THE SHORTAGE OF COMMERCIAL SPACE TEACHERS IN JAPANESE SCHOOLS, IAC-22-E1.7.8, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [70] Yasuko Fukushima, Taichi Yamazaki, HOW TO CAPTURE THE COSMIC DIVERSITY THAT IS COMING, IAC-22-E1.9.22, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [71] Chieko Takahashi, Taichi Yamazaki, THE ROLE OF SPACE FLIGHT ATTENDANTS IN LARGE, LONG-DURATION SPACE TRAVEL, IAC-22-

B3.2.10, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.

- [72] Yoshiaki Kurihara, Taichi Yamazaki, INSIDE&VERTICAL FARMING ON MARS, IAC-22-A3.IPB.43, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [73] Yoshiaki Kurihara, Taichi Yamazaki, SERVICE OF ENTERTAINMENT ARCADE ON MARS OR THE MOON, IAC-22-D4.2.8, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [74] Yoshiaki Kurihara, Taichi Yamazaki, AERONAUTICAL EDUCATION FOR FRESHMEN, IAC-22-E1.3.4, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.
- [75] Kiyomi Shigematsu, Taichi Yamazaki, PROPOSAL FOR A BUSINESS MODEL THAT ENABLES AND ENCOURAGES OLDER ADULTS TO TRAVEL TO SPACE, IAC-22-E5.IP.22, 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, France, 2022, 18-22 September.

Reference to a website:

- [76] https://pub.nikkan.co.jp/uploads/book/pdf_file550270d322b2f.pdf, (accessed on Aug. 31, 2022).
- [77] https://ja.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi_SpaceJet, (accessed on Aug. 31, 2022).
- [78] <http://tokyoexpress.info/2019/07/14/「三菱 mrj」改称「三菱スペースジェット」は量産/>, (accessed on Aug. 31, 2022).

IAC-22-A2.IPB.1

POSSIBILITY OF ZERO-GRAVITY FLIGHT SERVICE BY MRJ (MITSUBISHI REGIONAL JET)

Taichi Yamazaki ^{a*}, Taiko Kawakami ^b

*a CEO and Astronaut, ASTRAX, Inc., 2-23-17 Komachi, Kamakura, Kanagawa, 248-0006, Japan,
taichi.yamazaki@astrax.space*

*b General Manager, ASTRAX, Inc., 1-1-4-301 Mukogaoka, Bunkyo, Tokyo, Japan 113-0023,
taiko.kawakami@iss-japan.com*

**Corresponding Author*

Abstract

Japan has been developing a domestically produced passenger plane called the MRJ (Mitsubishi Regional Jet) since 2008 where 10 planes were manufactured and test-flown. However, due to the rash of development delays and the effects of COVID-19, development has been frozen in 2020. If this situation continues, the development of MRJ may end up completely in vain. Therefore, ASTRAX is investigating the possibility of using the MRJ in this development stage to develop a zero gravity flight service in Japan and the rest of Asia. In this paper, while analyzing the advantages and disadvantages of MRJ, we will present a summary of ideas and issues to approve MRJ not as a passenger plane, but as a special plane for experiments and research to use it for zero-gravity flight services in Japan and the rest of Asia.

アブストラクト

日本では、2008年より、国産旅客機としてMRJという飛行機を開発してきた。これまで10機製造し(未完成も含む)強度試験や飛行試験などを行っていたが、あいつく開発の遅延とコロナの影響により、2020年に開発が凍結してしまった。このままでは完全にMRJの開発は無駄に終わってしまう可能性がある。そこでASTRAXでは、この開発段階のMRJを利用して、無重力飛行サービスの日本やアジア展開の可能性について検討を行っている。本論文では、MRJの持つメリットとデメリットを分析しつつ、旅客機としてではなく、実験・研究用特殊飛行機としての認可を行い、日本国内及びアジア圏において無重力飛行サービスのために利用するためのアイデアや課題などをまとめて発表する。

Keywords: Mitsubishi Regional Jet, MRJ, Mitsubishi Spacejet, MU-300, zero gravity flight, ASTRAX

Acronyms/Abbreviations

Mitsubishi Regional Jet (MRJ)

1. はじめに(序論)

ASTRAX では、2012 年から日本及びアメリカにおいて無重力飛行サービスを行ってきた。無重力飛行の提供のための機材は、ダイヤモンドエアサービス社が運行するガルフストリーム 2 という中型のジェット機と、MU-300 という小型のジェット機が使用可能であったが、2020 年ごろにガルフストリーム 2 が引退し、日本で無重力飛行ができるのは MU-300 という小型の機体だけとなった。

一方、日本では 40 年ぶりの国産旅客機の実現のために、三菱リージョナルジェット MRJ(その後 MSJ: 三菱スペースジェットに改名)という中型旅客機の開発を行ってきた。当初は 2013 年に量産初号機が納入される予定だった。しかし、相次ぐ開発の遅れから納入が出来ず、新型コロナウイルス感染症の影響もあり、2020 年に開発無期限凍結が決定した。

MRJ はこれまで各種試験機として合計 10 機製造され(未完成も含む)、日本国内外で開発試験や飛行試験などが行われていたが、凍結が決定して解体され廃棄されてしまった機体もある。しかし、まだ数機が残っているため、ASTRAX ではなんとかその機体を有効利用したいという思いから、日本国内及びアジア圏での無重力飛行サービスに利用できないか検討を行った。

2. MRJ の概要

無重力飛行が可能か検討を行う MRJ の機材について、その概要を以下に示す。

2.1 MRJ の全体概要

70 席クラスの MRJ-70 が 2 機と、90 席クラスの MRJ-90 が 8 機の 2 タイプ製造されていた。

MRJ -90 の方は、5 機が実際の飛行試験を行っていた。そのほか、設計変更に伴う再地上機能試験予定機(疲

労強度試験機)や、設計変更に伴う(機能と信頼性、運用/操作評価、地上耐落雷、高放射能環境下)試験予定機、オートパイロット試験及び設計変更による機器配置の見直し予定機などがあつた。

MRJ-70の方は最終組立工場の構造ラインにて2機が機体組立を行なっており、2018年に完成予定だったが、計画凍結に伴い2機とも廃棄された。

ちなみに、2019年6月13日、三菱スペースジェットへの改称に伴い、MRJ-70はSpaceJet M100に、MRJ-90はSpaceJet M90に名称変更されたが、本論文では旧称のままで記述する。

表1にMRJ-90とMRJ-70の各概要を示す。

表1 MRJ-90とMRJ-70の概要 [76]

	MRJ90	MRJ70
標準座席数	92	78
機体サイズ (メートル、全長×全幅×全高)	35.8×29.2×10.4	33.4×29.2×10.4
エンジン推力 (キロニュートン)	78.2×2発	69.3×2発
最大離陸重量 (キログラム)	39600-42800	36850-40200
航続距離 (キロメートル)	1670-3310	1530-3380

以下に各機の役割を示す(括弧内は機体登録番号)。
[77]

- **1号機(JA21MJ):**
MRJ-90として機能・性能テスト実施予定機
- **2号機(JA22MJ):**
MRJ-90として機能・性能テスト実施予定機
- **3号機(JA23MJ):**
MRJ-90として飛行特性試験とアビオニクス試験実施予定機
- **4号機(JA24MJ):**
MRJ-90としてインテリアや騒音、防氷試験実施予定機
- **5号機(JA25MJ):**
MRJ-90としてオートパイロット試験^[99]及び設計変更による機器配置の見直し予定機
- **6号機(3種類あるが地上試験用なので未登録):**
MRJ-90として設計変更に伴う再地上機能試験予定機(静強度試験機1機、疲労強度試験機2機)
- **7号機(JA27MJ):**

MRJ-90として設計変更に伴う(機能と信頼性、運用/操作評価、地上耐落雷、高放射能環境下)試験予定機

- **8号機(未登録):**
MRJ-70として最終組立工場、構造ラインにて機体組立中に凍結となり解体・廃棄。
- **9号機(未登録):**
MRJ-70として最終組立工場、構造ラインにて機体組立中に凍結となり解体・廃棄。
- **10号機(JA26MJ):**
MRJ-90として型式証明(Type Certificate)取得飛行使用予定機



図1 1号機



図2 2号機



図 3 3 号機



図 4 4 号機



図 5 10 号機

2.2 機体構造の概要

2.2.1 ボディ構造

外観は円筒形の機体に後退翼、主翼下にエンジンを備えた一般的な小型ジェット旅客機と同じであるが、機首や主翼は空気抵抗を考慮した形状を採用している。地上設備や車両との接触、また地方空港での整備性を考慮し、胴体はアルミ合金製が採用された。他方、このクラスの機体

では初めて主翼・尾翼を炭素系複合材料とし、全体の 3 割程度を複合材料として軽量化を図ることが予定されていたが、後に主翼はアルミ合金製へ変更された。これは MRJ の主翼の曲率は R800 程度と大型機の R2000 程度に比べて大きく、強度確保のためには積層枚数の増加・補強材追加の必要性が判明し、予定したほどの軽量化が望めなくなったためとされている。なお、当初予定の複合材割合 3 割でも、5 割程度に達するボーイング 787 やエアバス A350 XWB のような大型機に比較すると少ないが、これは、頻繁に離着陸を行うリージョナルジェットの特徴を考慮したものであった(複合材は伸びる力に強いが衝突など押す力には弱い)。

2.2.2 燃料系

燃費は機体形状の最適化や複合材による軽量化によって、従来の機体より 2 割削減した。また、国際民間航空機関 (ICAO) による最新の環境基準 (チャプター 4・CAEP6) を大幅に上回る性能で、従来の機体より低騒音かつ環境負荷を低減した機体としている。航続距離は、MRJ-70/90LR 型共に、欧州や米国の全域をカバーできる能力を持つ。

2.2.3 キャビン

機内は「新しい快適さ」というコンセプトのもと、モダンでスタイリッシュな客室空間を計画した。前方扉と後方扉を左右同一のステーションに配置し、翼上の非常脱出口を廃したことから、柔軟かつ多様な座席レイアウトを可能とした。キャabinはほとんどの米国人男性が収まる値の 1.88 m を考慮して高さ約 2 m とし、大抵の欧米人男性なら屈まずに室内を移動できるようにした。通路幅・座席幅は共に 46cm、座席配列は通路を挟んで左右 2 列ずつの横 4 列で中央座席は無く、乗客は容易に移動することができる(胴体断面は真円よりやや横に広げることで、居住性を高める計画だったが、真円に近い形状に改められた)。

2.2.4 座席

座席はゾディアック・シート・カリフォルニアのシートを採用した。当初はマツダ系列企業のデルタ工業と共同開発したスリムシートを採用する予定であった。このスリムシートは日本独自の三次元立体編物技術を使用し、従来のウレタン製座席よりも薄くすることが可能であり、座席の前後の間隔に余裕を持たせ、従来より足元の空間を広々ととれる。また、体にかかる圧力を分散させ、通気性にも優れており、乗客はゆったりと快適に座れることを利点としていた。しかし、近年の海外のシートメーカーがエコノミークラス向けシートを薄型化していることなどの要因から不採用となった。

2.2.5 オーバーヘッド・ビン

オーバーヘッド・ビン(荷棚)はローラー付バッグも収納できる大きさである。便所は車椅子を用いた利用も可能である。

2.2.6 コックピット

コックピットはロックウェル・コリンズ製のプロライン 21 フュージョンシステムを用いたグラスコックピットとなる。当初、操縦桿はエアバス機などと同じくサイドスティック方式とすることも考えられたが、ボーイング機と同じ操縦輪方式となっている。三菱側はコックピットの仕様は市場調査で決めたとしているが、従来から協力関係にあるボーイングが作る新型機 B777 や B787 がサイドスティックでなくコントロール・ホイールを使い続けていることも影響している。

2.2.7 エンジン

エンジンにはプラット・アンド・ホイットニーのギヤードターボファンエンジン(GTF)タイプの新型エンジン PW1000G シリーズの PW1215G(MRJ70)と PW1217G (MRJ90)を採用した。GTF はファンの駆動にギヤを介する構造で、従来型より相対的に大きいファンを用い、バイパス比を高めることが可能になる結果、燃費の向上が期待できる。プラット・アンド・ホイットニーでは、GTF は従来のエンジンより 12% 燃費が良いと説明していた。また騒音や排出ガスを削減も実現していた。当初の計画通りなら MRJ が同エンジンシリーズを採用した航空機の中で最初に初飛行をする予定であったが、度重なる計画遅延によって PW1500G を採用しているライバルのボンバルディア C シリーズが先に初飛行した(2013 年 9 月 16 日に初飛行)。エンジンの最終組み立ては、三菱重工が日本国内で行うこととしていた。また、元々は PW1000G シリーズのファン直径の大きい派生型で使用されるハイブリッドアルミ・チタンファンブレードの小型版を搭載していたが、後に MRJ が搭載する PW1200 系列はパフォーマンスおよび損傷許容性の向上のため固体状チタンデザインに切り替えることとなった。

2.2.8 テクノロジー

機体には日本の最新技術が結集しており、日本が得意とする複合材を始め、機体の設計には国内開発のスーパーコンピュータを使用した。また、航空機開発は自動車以上に技術の裾野が広く、MRJ から様々な産業への技術移転が期待されており、機体の部品数 95 万点のうち 3 割を日本企業が手がけた。

2.2.9 パートナー企業

機体システムのパートナーは国内外から参加していた。主要 5 社では、油圧システムに米国パーカー・エアロスペース社、電源・空調・補助動力(APU)・燃料タンク防爆・高揚力装置・防火の各システムに米国ハミルトン・サンドストランド社、電子機器及びフライト・コントロールシステムに米国ロックウェル・コリンズ社、フライトコントロール・アクチュエーションシステムに日本のナプテスコ株式会社、降着システムに住友精密工業が、それぞれ担当する。また、ジャムコは複合材によるエルロンとスポイラーを三菱と共同で設計する。[77]



図 6 MRJ-70(M100) 客席のモックアップ(上)と概要図(下)[78]

3. MRJ を無重力飛行に適用するための検討事項

3.1 無重力飛行に転用するために考慮すべきこと

MRJ を無重力飛行サービスに転用するために考慮すべきことを以下にあげる。

3.1.1 構造強度

まずは、MRJ の本体自体がパラボリックフライトに耐えられるかどうか、さまざまな構造強度試験を行う必要があると考えられる。その結果、必要に応じて構造を強化する必要があるかもしれない。

3.1.2 燃料系

燃料などがパラボリックフライト中も確実に安定してエンジンに供給されるかなどについてもさまざまな試験を行う必要がある。その結果、必要に応じて燃料系の改良を行う必要があるかもしれない。

3.1.3 駆動系・油圧系

各種駆動系・油圧系についても同様に、パラボリックフライトにおいて確実に安定して機能するかどうか各種試験を行う必要がある。その結果、必要に応じて、駆動系・油圧計にも改良を行う必要があるかもしれない。

3.1.4 その他追加装置等

無重力飛行を行うために必要なさまざまな装置を追加する必要がある。主な装置は以下の通りである。

- ・重力センサー
- ・重力計（パイロット用）
- ・重力表示ディスプレイ（キャビン用）
- ・実験装置を取り付けるためのもの
- ・壁や天井などのクッション（緩衝材）

3.1.5 除去するもの

無重力飛行を行うために、不要な座席や装置を取り外す必要がある。ただし、試験機にこれらが元からついていなければ、考える必要はない。主な装置は以下の通りである。

- ・不要な座席（フリーエリア確保のため）
- ・荷物を入れるキャビネット
- ・機内サービス用機材
- ・トイレなど

3.2 メリット&デメリット

無重力飛行サービスに MRJ を利用するメリットやデメリットを検討する。

3.2.1 メリット

- ・不要となって解体・廃棄される機材が有効活用できる。もし無償で提供されるのであれば、サービスインする際の費用が大幅に軽減できる。
- ・乗客が 3 人しか乗れない MU -300 に対して、MRJ で無重力飛行を行った場合、30 人程度が一度に無重力飛行を行うことができる（MRJ-90 を使用し、座席を 2/3 ほど取り除いた場合）。日本以外の無重力サービスは数十人単位

で実施されるので、海外が行っているものと同様のサービスも提供できるようになるなど可能性が広がる。

- ・日本で無重力飛行を行っているダイヤモンドエアサービス社は、MRJ を開発している三菱重工業や三菱航空機の子会社やグループ会社であるため、MRJ 本体だけでなく、開発情報を移管しやすく、また、無重力飛行に対応させるための試験などもやり易いと考えられる。

- ・旅客機としての型式証明を取得しなくても、日本国内での実験機としての登録ができていれば、日本国内での無重力飛行が可能だと考えられる。

- ・モックアップや試験機などが、教育・訓練用シミュレーターとして利用できる。

- ・MU-300 に比べて機内の使用できる空間が広いと、複数のさまざまな無重力実験が同時に行うことができ、日本の無重力実験産業が活性化できる。

- ・もしアジアでも実験機としての登録ができれば、東南アジアなどでのサービスもできるかもしれない。

3.2.2 デメリット

- ・無重力飛行ができるかさまざまな試験を行うために多額の費用がかかる。

- ・さらに強度を補強したり、無重力飛行サービスように改造するためにも費用がかかる。

- ・パイロットを養成する必要がある。

- ・MU-300 に比べ機体が大きく、搭乗者数が 10 倍くらいになるため、集客できるかがわからない。

- ・今後修理を行うようになるとすると部品の調達に多額の費用がかかることが想定される。

4. 結論

実際に MRJ を無重力飛行サービスに使用するためには、機体を利用可能にするためだけでも、各種試験を行い、改造を施すだけでも乗り越えなければならない壁がたくさんある。そして多額の費用がかかることは間違いない。しかし、逆に言えば、やってできないことはないということでもあるだろう。

さらに、多額の費用がかかっても実現させられるかどうかは、技術的な問題解決、費用の問題だけでなく、その後のオペレーションや集客、事業として利益が上げていけるかどうか

かなど、無重力飛行サービスを運営していくための事業計画も考えていく必要がある。

しかし、これまで、1兆円近い資金を投じて開発を行ってきた MRJ をそのまま解体して廃棄してしまうのは非常に勿体無い。

時代は宇宙旅行時代となり、宇宙旅行に向けたリハーサルや実験など、これからますます無重力飛行の需要も高まってくると考えられる。その需要は日本に止まらず、世界中に広がっていくだろう。そのような時代に、せっかくスペースジェットという名で開発が進んでいた MRJ なので、もし可能であれば、あの手この手で有効活用できるようになんとか働きかけていけたらと考えている。

References

参考文献

Reference to a conference/congress paper: **会議・論文**

【1】民間商業宇宙飛行士と新規宇宙ビジネスの展開について

【2】Overview Of ASTRAX Space Services Including Over 50 Space Businesses,
50 以上の宇宙事業を含む ASTRAX の宇宙事業の概要

【3】ASTRAX Zero Gravity Flight Services In Japan,
日本における ASTRAX 無重力飛行サービス

【4】ASTRAX Lunar City Development Project,
ASTRAX 月面都市開発プロジェクト

【5】ASTRAX Space Services Platform By Using Blockchain Technology,
ブロックチェーン技術を活用したアストラックス宇宙サービスプラットフォーム

【6】ASTRAX Universal Service Platform By Using Blockchain Technology,
ブロックチェーン技術を活用した ASTRAX のユニバーサルサービスプラットフォーム

【7】Mission Control Center To Support Commercial Space Missions And Passenger'S Activities Inside Of The Cabin,
商業宇宙ミッションと乗客の機内活動を支援するミッションコントロールセンター

【8】ASTRAX Academy And Space Business And Space Flight Support Educational System,

ASTRAX ACADEMY と宇宙ビジネス・宇宙飛行支援教育システム

【9】Mission Support Control Center And Suborbital Spacecraft Simulator To Support Commercial Space Missions And Customer Activities,
商業宇宙ミッションと顧客活動を支援するミッション支援管制センターとサブオービタル宇宙船シミュレータ

【10】Zero-G-Naut And Mission Commander To Support Commercial Space Missions And Customer Activities Inside Cabin,
Zero-G-Naut と商業宇宙ミッションと顧客活動を支援するミッションコマンダー（船内）

【11】“Space Scooter”: Space Mobility System Used In Space Hotels And Space Stations,
「スペーススクーター」宇宙ホテルや宇宙ステーションで利用される宇宙移動システム

【12】ASTRAX Lunar City Development Project 2020,
ASTRAX 月面都市開発プロジェクト 2020

【13】ASTRAX Lunar City Economic System By Using Blockchain Technology,
ブロックチェーン技術を活用した ASTRAX 月面都市経済システム

【14】ASTRAX Space Service Catalog System For Space Tourism,
宇宙観光のための ASTRAX 宇宙サービスカタログシステム

【15】ASTRAX Universal Service Platform By Using Blockchain Technology,
ブロックチェーン技術を活用した ASTRAX ユニバーサルサービスプラットフォーム

【16】Experience And Lessons Learned From The Covid-19 Problem In Japan And Application To Space Travel,
日本の COVID-19 問題から得た経験と教訓、そして宇宙旅行への適用

【17】Zero-G-Naut And Mission Commander To Support Commercial Space Mission And Customer Activities Inside Cabin,
ゼロ G 飛行士とミッションコマンダーが、商業宇宙ミッションと顧客活動を機内でサポートする

【18】Creating A New Business Of Space Flight Attendant Service & Sfa Academy,
宇宙飛行士と SFA アカデミーという新しいビジネスの創出

【19】The Importance Of Kimono In Space,
宇宙での着物の重要性

【20】What Women Need For Space Travel,
女性が宇宙へ行くために必要なこと

【21】ASTRAX Lunar City Development Project 2021
ASTRAX 月面シティ開拓プロジェクト 2021

【22】Commercial Space Mission Support Control
Center and Suborbital Spacecraft Simulator to Support
Commercial Space Missions and Passengers Activities
in Space
商業宇宙ミッションと宇宙での搭乗者の活動をサポートす
るための商業宇宙運用支援管制センターとサブオービタル
宇宙船シミュレーター

【23】Initiative of development of the Solar System
Economic Bloc by Using Blockchain Technology
ブロックチェーン技術を活用した太陽系経済圏構築構想

【24】Space Fashion and Space Culture in the Age of
Space Travel and the Possibilities of “Space Hagoromo”
宇宙旅行時代の宇宙ファッションと宇宙カルチャー及び“宇
宙羽衣”の可能性

【25】Making ASTRAX ACADEMY Online and
Multilingual
「ASTRAX ACADEMY」のオンライン化と多言語化

【26】Potential Future Plan of Space Izakaya as a Place
to Create New Private Space Business
新たな民間宇宙ビジネス創出の場としての宇宙居酒屋の
将来性

【27】Fostering Universal Human Resources and Super
Newtypes for the Space Age
ユニバーサル人材の育成と宇宙時代のスーパーニュータイ
プの養成

【28】Demand and Supply Matching by the ASTRAX
LUNAR CITY Business Community and Residence
Club
ASTRAX 月面シティのビジネスコミュニティとレジデンスクラ
ブによる需要と供給のマッチング

【29】Outline of ASTRAX Private Space Business
Creation Education and Training Center
ASTRAX 民間宇宙事業創出教育訓練センターの概要

【30】Prototype plans for various commercial spacecraft
training simulators
さまざまな民間商用宇宙船訓練用シミュレータの試作計
画

【31】Experiments on Coloring Soap Bubbles under
Microgravity
微小重力下でのシャボン玉の着色に関する実験

【32】Study of the selection of location for commercial
spaceports in Japan
日本における商業宇宙港の立地選定に関する研究

【33】Space Radiation Shielding by Water Dome in
ASTRAX Lunar City on the Moon
ASTRAX 月面シティのウォータードームによる宇宙放射線
の遮蔽

【34】Introduction of a practical example of ASTRAX
Lunar City mapping with Minecraft and its linkage to
Economic Activities on Earth
マインクラフトを使った ASTRAX 月面シティのマッピングの
実践例と地球上の経済活動との連携の紹介

【35】Development of a Civilian Spacecraft Interior
Simulator Using Minecraft
マインクラフトを用いた民間宇宙船内部シミュレーターの開
発

【36】Proposal to Add a Space Economics Subcommittee
to the UN Office for Outer Space Affairs' Committee on
the Peaceful Uses of Outer Space(COPUOS in
UNOOSA)
国連宇宙局の「宇宙空間の平和利用に関する委員会」
(COPUOS in UNOOSA)に「宇宙経済小委員会」を追加
する提案

【37】The Gender Gap and Its Impact in Manga, Anime
and Other Space Creations
マンガ・アニメなどの空間演出におけるジェンダー・ギャップと
その影響

【38】Career Design in Space - From Challenged to
Challenging
宇宙でのキャリアデザイン - 挑戦者から挑戦者へ

【39】The Effects of Using Minecraft to Teach Children
about Space
マインクラフトを使って子どもたちに宇宙を教える効果

【40】Maintaining the Health of Pilots and Crew
パイロットとクルーの健康維持

【41】Consideration on the Creation of a Chicken Egg Market at the Moon Village
月面ビレッジでの鶏卵市場の創設についての検討

【42】Consideration of the future prospects of the Space Flight Attendant (SFA) profession with the expansion of space travel marketing
宇宙旅行マーケティングの拡大に伴うスペースフライトアテンダント(SFA)という職業の将来性についての考察

【43】Problems and Solutions that are Preventing More Women from Becoming Space Tourists
宇宙旅行者になる一般女性を増やすことを妨げている問題点と解決方法

【44】人工衛星を使用した宇宙時代の平和思考と社会経済学(ワンスマイルファンデーションシステム)

【45】最新型宇宙サービスアクセスアプリケーションツール「ASTRAX U2U (Universal User Interface)」

【46】Development of a Teripper for intra-spacecraft transportation,
宇宙船内移動用テリッパの開発

【47】Possibility of Zero Gravity Flight Service by MRJ (Mitsubishi Regional Jet),
MRJによる無重力飛行サービスの可能性

【48】Development of ASTRAX commercial spacecraft education and training simulator,
ASTRAX 民間宇宙船教育訓練シミュレーターの開発

【49】Development of Space Shower,
宇宙シャワーの開発

【50】Production of space suits and replicas for space travel,
宇宙旅行のための宇宙服とレプリカの製作

【51】ADVANCED SPACE SERVICE ACCESS APPLICATION TOOL "ASTRAX UNIVERSAL USER INTERFACE (ASTRAX U2U)",
先進の宇宙サービス利用アプリケーションツール「ASTRAX Universal User Interface (ASTRAX U2U)」

【52】ASTRAX Solar System Economic Bloc Concept using NFT and Metaverse Technologies,
NFTとメタバース技術による ASTRAX 太陽系経済圏構想

【53】Development of a Real-life (Analog) ASTRAX Lunar City Construction Project in Japan,
日本におけるリアル(アナログ)ASTRAX 月面シティ構築計画

【54】Multilingualization of ASTRAX ACADEMY,
ASTRAX ACADEMY の多言語化

【55】Possibility of zero gravity flight and space flight by people with disabilities,
障がい者による無重力飛行と宇宙飛行における可能性

【56】Development of Space Toilet "Space BENKING" in Japan,
宇宙ベンキングの開発

【57】Disaster prevention and evacuation technologies on Earth and their application to space travel,
地球上の防災・避難生活技術と宇宙旅行への応用

【58】Cleaning Methods for Reusing Clothes in Space,
宇宙で衣類を再利用するための洗浄方法

【59】How to Go to Space with Different Hairstyles,
さまざまなヘアスタイルで宇宙へ行く方法

【60】Research on Psychological Changes and Growth of Children through Education Related to Commercial Space Business,
商業宇宙事業に関連した教育による子どもの心理的変化・成長に関する研究

【61】What do they need for a space museum?,
宇宙ミュージアムに必要なものは？

【62】Establishment and development of a lunar community and activity space by children for children,
子どもによる子どものための月面コミュニティ・活動空間の構築と発展

【63】video editing services for space travellers,
宇宙旅行者のためのビデオ編集サービス

【64】technologies on a transparent restroom could be used for lunar habitats,
透明なトイレの技術は、月面基地にも応用できる

【65】ASTRAX Lunar City Project 2022,
ASTRAX 月面シティプロジェクト 2022

【66】The need for a space version of hand signals, a communication tool for space travelers,

宇宙旅行者のコミュニケーションツール、宇宙版ハンドシグナルの必要性

【67】Photography services and techniques required for space travel,
宇宙旅行に必要な写真撮影サービス・技術

【68】On images of the universe influenced by manga and anime,
マンガやアニメの影響を受けた宇宙像について

【69】A space education program to solve the shortage of commercial space teachers in Japanese schools,
日本の学校における民間宇宙講師不足を解消するための宇宙教育プログラム

【70】How to capture the cosmic diversity that is coming,
これからやってくる宇宙の多様性をどう捉えるか

【71】The Role of Space Flight Attendants in Large, Long-duration Space Travel,
大規模・長期間の宇宙旅行におけるスペースフライトアテンダントの役割

【72】Inside&vertical farming on mars,
火星での垂直・水平農法

【73】Service of entertainment arcade on mars or the Moon,
火星や月でのエンターテインメント・アーケードのサービス

【74】Aeronautical education for freshmen,
新入生のための航空教育

【75】Proposal for a business model that enables and encourages older adults to travel to space,
高齢者の宇宙旅行を実現・促進するビジネスモデルの提案

Reference to a website:ホームページ

[1]

https://pub.nikkan.co.jp/uploads/book/pdf_file550270d322b2f.pdf, (accessed on Aug. 30, 2022).

[2] https://ja.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi_SpaceJet, (accessed on Aug. 30, 2022).

[3] <http://tokyexpress.info/2019/07/14/>「三菱 mrj」改称「三菱スペースジェット」は量産/, (accessed on Aug. 30, 2022).