

IAC-23-A2.5.9

DEVELOPMENT OF ASTRAX ZERO GRAVITY AIRCRAFT EDUCATION AND TRAINING SIMULATOR

Taichi Yamazaki ^{a*}, Taiko Kawakami ^b, Hirofumi Oiwa ^c

*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*

*c CEO of HEAVY DUTY, 672-6 Kamakari, Inzai, Chiba, Japan,
airstream.hd@tbz.t-com.ne.jp*

**Corresponding Author*

Abstract

Commercial space travel has started worldwide in 2021, and the demand for zero gravity flight has also been increasing. In Japan, ASTRAX has been providing zero gravity flight services using an aircraft owned by Diamond Air Service since 2012. In the case of a simple experiment, called a simple zero gravity experiment, the experiment can be completed simply by boarding the zero gravity airplane on the day of the flight. In the case of television filming, however, it is necessary to conduct in-flight checks and rehearsals in advance using the actual aircraft. The actual aircraft is usually used for other flight services, making it difficult to use it for in-flight checks and rehearsals in advance. To accommodate this issue, ASTRAX has developed a simulator that can be used for in-flight checks and rehearsals using a zero gravity aircraft, as well as for education and training for personnel involved. In this paper, the outline and functions of the simulator developed by ASTRAX will be introduced, and its usage and future possibilities will also be presented.

Keywords: Zero gravity flight service, Education and training simulator, MU-300, Zero gravity, Commercial space business

Nomenclature

ASTRAX LAB: ASTRAX Commercial Space Research and Development Center

1. Introduction

ASTRAX is conducting various demonstrations to develop services for space flight using the zero gravity flight service provided by Diamond Air Service, the only company in Japan that provides zero gravity flight services. The aircraft used for this purpose is the MU-300, a small jet manufactured by Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. An education and training simulator that simulates the interior of an MU-300 modified for zero gravity flight was developed, and the base was completed in February 2023.

For its simulator, ASTRAX uses a camping trailer (Argosy) manufactured by Airstream in the U.S., which has the necessary equipment to verify and evaluate in advance the experiments and missions that customers will perform during zero gravity flights. The structural part of the trailer is made to simulate the structure of the actual MU-300 for zero gravity flight, and the filming and lighting equipment is installed as is with the

equipment that ASTRAX actually uses when it conducts microgravity flights with the actual aircraft (and sends it to the site when it flies in zero gravity).

This paper will summarize the MU-300 modified for zero gravity flight, and the outline, functions, usage, future modification plan, and possible future usage of the zero gravity aircraft education and training simulator developed by ASTRAX.

2. Zero gravity aircraft MU-300

2.1 Overview of MU-300

The Mitsubishi MU-300 (Diamond I), the base of the zero gravity aircraft used by ASTRAX for its zero gravity flight service, is a small jet developed by Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. in 1981. Today, a total of more than 900 aircraft in the series are still in service around the world. The Japanese Self-Defense Forces have also introduced the T-400 as a training plane. The aircraft cost approximately 700 million yen at the time of its launch. The MU-300 has been modified for zero gravity flight by Diamond Air Service, and ASTRAX charts and operates the aircraft.



Fig. 1 The MU-300 Zero Gravity Aircraft

2.2 Basic Specifications of the MU-300

Made: Mitsubishi Heavy Industries, Ltd
Maximum takeoff weight: 6.6 ton (14,630 Lbs.)
Size: 13.3mW×14.8mL×4.2mH
Engine: P&W JT15D-4
Engine thrust: 1,134 Kg (2,500 Lbs.) /unit
Maximum range: 2.334 Km (1.260 NM)
Maximum operational speed: 796 Km/H (430 KT)
Maximum Operating Altitude: 12,505 m (41,000 Feet)
Maximum number of seats: 7 (2 pilot seats and 5 passenger seats)

2.3 Appearance of MU-300 (photograph and description)

The external appearance of the MU-300, the only aircraft currently used for zero gravity flight service in Japan, is shown below.



Fig. 2 MU-300 exterior of the zero gravity aircraft

2.4 Interior of MU-300

The sizes of each part of MU-300 modified for zero gravity flight service are shown below.

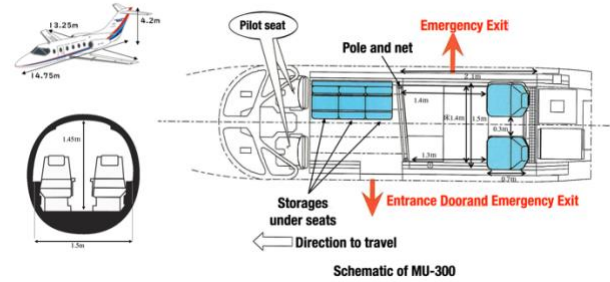


Fig. 3 Size of each part of MU-300, a zero gravity aircraft

The interior of MU-300 is shown below.

2.4.1 Entrance Door

The entrance of MU-300 is located on the left side toward the direction of travel. An image of the door is shown below. Note that the MU-300 has an emergency exit on the right side toward the direction of travel, but since it is not normally used, it is omitted here.



Fig. 4 Entrance area of MU-300

2.4.2 Cockpit

There is basically no netting between the cockpit of the MU-300 and the sideways-facing seat in which the customer boards (there is a white curtain, but it is usually not used). Images of the cockpit of the MU-300 are shown below (Fig. 5).



Fig. 5 Cockpit of the MU-300

2.4.3 Forward Windows

Left and right side wall in the direction of travel near the sideways-facing bench seat in forward area have 2 windows for each sides (the left side has two types: a normal window and an entrance door window).



Fig. 6 Forward Windows of MU-300

2.4.4 Forward Seating (bench seat)

Immediately behind the pilot's seat (in front of the free space), there is a bench seat for three people facing sideways. There is a storage space under the seat for equipment used for simple experiments.

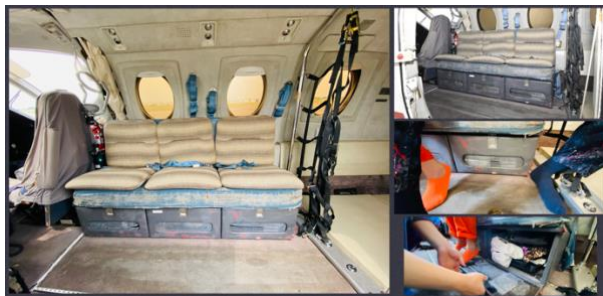


Fig. 7 Forward Seatings (bench seat) of MU-300

2.4.5 Free Area space and aft seat

In the center (slightly forward) of the cabin of the MU-300, a net is affixed, and behind the net is a space called the free area (the seats are removed, allowing the passengers to fly around in a large space in zero gravity). There are two seats, and two people sit in the free area during takeoff and landing, but up to four people can be inside during stable overflight and zero gravity flight.



Fig. 8 Free area and aft seats of MU-300

2.3.6 Windows of Free Area

There are six windows in the free area, three on each side, five on the cabin wall and one on the emergency exit door. The inside surfaces are acrylic panels to which suction cup attachments such as GoPro cameras can be attached, so ASTRAX sometimes uses suction cups to attach GoPro cameras and other equipment in these windows when it is necessary to shoot on the side of the free area or hand-held.



Fig. 9 Windows at Free Area

2.3.7 Ceiling of Free Area

The ceiling of the free area has a door from which oxygen masks come out, an air conditioner vent, and an emergency exit light, but these are basically not used in zero gravity flight. Since there are no protrusions, it should be considered almost impossible to fix anything to the ceiling.



Fig. 10 Ceiling of Free Area

2.3.8 Floor of Free Area

The floor of the free area has a cushion mat that can be divided into four sections. The surface is synthetic leather, so liquids and other spills can be removed by wiping.

The cushion mats can be removed, and when the cushion mats are removed, there is an aircraft floor surface. The floor surface has attachment rails to which seats, laboratory equipment, etc. can be secured.

There is an air intake for air conditioners, etc. on the side of the floor surface, so care must be taken not to block it. When liquids other than water are suspended or experiments involving large amounts of water are conducted, water-absorbing mats or curing sheets should be placed on top of the cushion mats.



Fig. 11 Floor of Free Area

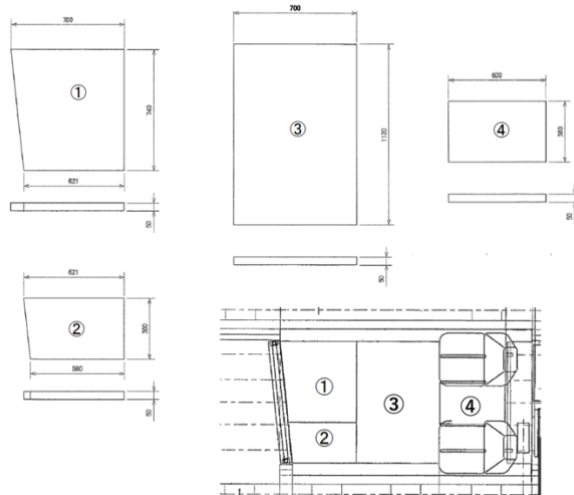


Fig.12 Floor Cushion Mats of Free Area



Fig. 13 Free Area Floor Attachment Rail

2.3.9 Forward and Aft Nets at Free Area

The forward area and the aft free area are separated by net to protect people and objects floating in the free area. The nets can be removed during normal flight, but are attached during zero gravity flight. The net is a combination of lashing belts, which can be hooked and tightened.

In addition to the net, a protective sheet or other material should be attached to the net when experiments such as levitation with liquids are conducted. In some cases, a blackout curtain is placed behind the seats so that the nets and equipment cannot be seen. However, since it is necessary to ensure that the gravity indicator at the top of the net at the aft is not hidden, a transparent sheet is applied to that area when curing.

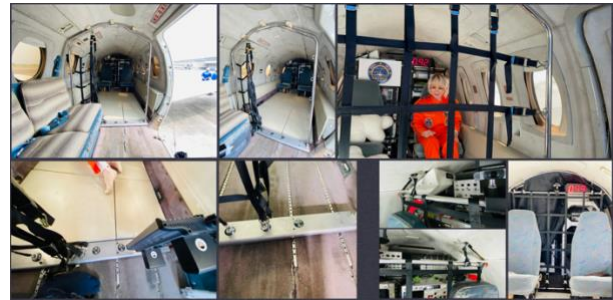


Fig. 14 Forward and Aft Netting

2.4 Photography and Lighting Equipment for MU-300

ASTRAX zero gravity flight service provides filming service by video and photograph. The following is an introduction to the equipment used for this service.

2.4.1 Video camera equipment for movie

Currently, ASTRAX's zero gravity flight service provides two GoPro cameras (HERO10), one Canon wide-angle digital video camera (iVIS mini X), and a Nikon single-lens reflex camera (Nikon D780) for video recording (Nikon D780 is normally used for photography). Sometimes we use Gimbal Camera (DJI Osmo Pocket) as required.

The video camera is basically fixed firmly in place with clamps and attachments, but the installation position can be freely changed.

In addition, when necessary, an iPhone is also used to take video. The camera is not fixed in place, but is held by a zero gravity astronaut (ZeroG-naut), which makes it possible to capture moving video.

In the future, ASTRAX plans to add two or three more GoPro cameras, one of which will be a 360-degree camera.



Fig 15 Video camera equipment for movie ASTRAX's zero gravity flight services

2.4.2 Camera equipment for photography

ASTRAX also provides a photography service by a zero gravity astronaut (ZeroG-naut) using a Nikon D780 single-lens reflex camera. A flash is also used during the photo shoot to ensure high quality, clear photos. At the same time, the company also takes photos using iPhones as appropriate.

2.4.3 Lighting Equipment

In addition to the cameras, ASTRAX also provides lighting equipment, including two LED lights (Tolifo's 60W RGB LED video light GK-S60RGB), which, like the cameras, are securely fastened with clamps. The

installation position can be freely changed (but only where the clamps can be fastened).

The color, brightness, and color can also be changed, allowing the lighting to be adjusted as desired.

The lightings are quite powerful and provide sufficient brightness, but in the future we plan to make it possible to change to LED lights that are a little less bright, compact, and lightweight (this will need to be verified in the future to confirm its practicality).



Fig. 16 Lighting equipment for filming ASTRAX's zero gravity flight service

2.5 Flight suits of ASTRAX zero gravity services

ASTRAX provides orange flight suits to its zero gravity flight crews. Until now, they have been provided (so that they can take them home), but we plan to make them available for rent in the future.

The flight suit has a mission patch uniquely designed for each flight, an ASTRAX logo patch, and a "ZERO" logo patch, which is a sign of ASTRAX zero gravity flight.



Fig. 17 ASTRAX zero gravity flight suits

3. ASTRAX Zero Gravity Aircraft Education and Training Simulator

ASTRAX has developed a zero gravity flight simulator to simulate in advance the zero gravity aircraft and actual zero gravity flight services described in section 2, and uses it for education, training, pre-mission verification, and promotional filming. Details of the zero gravity flight education and training simulator are presented below.

3.1 Appearance of the simulator

The ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator is made from the inside of an old American camping trailer (Argosy made by Airstream). Since the simulator simulates only the interior of an aircraft, its exterior remains that of a camping trailer. In addition, the actual aircraft (MU-300) has the entrance door on the left side toward the direction of travel, but the Argosy has the entrance door on the right side toward the direction of travel, so that part is different from the actual one. The side of the door has an air conditioner, which is not present in the actual aircraft, so when using the simulator, the door and the air conditioner section should be considered as if they were not there.



Fig. 18 Exterior of the ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator (Argosy)

3.2 Simulator Interior

3.2.1 Entrance door

The entrance door is located on the right side toward the direction of travel, which is different from the actual zero gravity aircraft (the actual aircraft is on the left side). In the simulation, this door is treated as if it were not there.



Fig. 19 Entrance to the ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator

3.2.2 Cockpit

The cockpit does not simulate the actual aircraft (it remains the driver's seat of the Airstream Argosy), as it is not required for the customers' missions.



Fig. 20 Cockpit of the ASTRAX Zero Gravity Aircraft Education and Training Simulator

3.2.3 Forward Windows

The windows are basically irrelevant to the mission, so the printed images are pasted.

In the actual aircraft, one of the windows on the left side in the direction of travel is located at the entrance door, but in this simulator there is no door on the left side, and instead there is an air conditioner in that area, so the window can be detached.



Fig. 21 Forward Windows of the ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator

3.2.4 Forward Seatings (bench seat)

As in the actual aircraft, there is a bench seat for three people facing sideways behind the pilot's seat. Underneath each seat is a storage compartment for experimental equipment.



Fig. 22 Forward Seatings (bench seat) of the ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator

3.2.5 Free Area space and Aft Seats

The free area at the aft of the aircraft is made the same size as the actual aircraft, with cushion mats on the walls and floor surfaces on both sides. Two seats are located at the behind. Although it looks different from the actual aircraft, it does not affect the mission, so there is no problem.



Fig 23 Free area and aft seats in the ASTRAX Zero Gravity Aircraft Education and Training Simulator

3.2.6 Windows of Free Area

The windows of the free area are also shown in the image attached. As in the actual aircraft, there are six windows, three on each side. In the future, acrylic panels will be affixed so that GoPro cameras can be installed using suction cup attachments.



Fig. 24 Window of Free Area of the ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator

3.2.7 Floor of Free Area

The floor of the free area is covered with four separate cushion mats, just as in the actual aircraft. These mats can be removed, but no rails for mounting equipment have

yet been installed on the floor under the mats, only carpeting.



Fig. 25 Floor of Free Area in ASTRAX Zero Gravity Aircraft Education and Training Simulator

3.2.8 Forward net and Aft net of Free Area

As in the actual aircraft, nets are installed at the forward and aft of the free area. In the future, it will be possible to further install a sheet for curing on top of this net.



Fig. 26 Forward and aft nets of free area in the ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator

3.3 Filming and Lighting Equipment (Individual Photographs and Descriptions)

3.3.1 Video camera for filming

Two GoPro HERO 10 video cameras are installed on the forward side of the free area as in the actual aircraft. Although the locations of the cameras can be moved, they are usually mounted on the pole securing the net at the

forward side of the free area to capture images of the entire free area. If necessary, the forward bench seat side can be videoed, or it can be fixed to a window to capture close-ups of the hand of the zero gravity experiment.

In addition, a CANON iVIS mini X digital video camera is mounted on the top of the net on the aft side of the free area so that the entire free area can be filmed from the aft. These are only for simulation purposes, so they are used to check the installation position and angle of view, but actual recording may be done when shooting promotional videos.



Fig. 27 Video camera installed on the Aft Net

3.3.2 Photography Camera

A Nikon D780 single-lens reflex camera, which is used to take photographs of the actual aircraft, can be used to take photographs. A flash is also used to take pictures, allowing for high quality, clear photos to be taken. At the same time, the iPhone is also used to take photographs as needed.

3.3.3 Lighting Equipment

The lighting systems are similar to that of the actual simulator, and are fixed to poles that hold the forward net of the free area so that the free area can be illuminated from both sides. Since the simulator has an electrical outlet, it normally uses power from the outlet and switches to battery power when necessary.



Fig. 28 Lighting equipment for filming in ASTRAX zero gravity education and aircraft training simulator

3.3.4 Table for simple experiments

Some of the experiments conducted in actual zero gravity aircraft use a table (a stick-on bar, on which panels can be placed if necessary) to hold the equipment and tools necessary for the experiments. The table can be set up in the simulator as well. This allows for the evaluation of preliminary arrangements for experiments using the table.



Fig. 29 Table Setup for Simplified Experiment

3.3.5 Zero Gravity Flight Suit

Zero gravity flight suits are also provided for filming in the simulator. There are 12 suits in various sizes.



Fig. 30 Flight suit in the ASTRAX zero gravity aircraft education and training simulator

3.6 Other Functions

The simulator is equipped with a power outlet and an air conditioner, and portable batteries and portable air conditioners can be used as needed.

In addition, the Airstream Argosy in which the simulator is located is a self-propelled camping trailer, so the entire simulator can be moved around as needed.

3.7 Location of the simulator

The simulator is installed in the Airstream Argosy, which is located in the ASTRAX Space Business Creation, R&D, Education and Training Center (ASTRAX SPACE CENTER) in Chiba, Japan.

4. Actual use examples of the simulator

(1) Space singer Mika Islam's PV shooting (July 13, 2023)

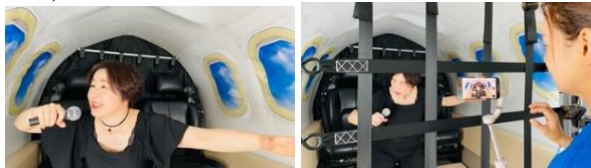


Fig. 30 Space singer Mika Islam's PV shooting (July 13, 2023)

(2) Rehearsals Use for TV program shooting (July 20, 2023)



Fig. 31 Use by TV program producers (July 20, 2023)

(3) Photos shooting for space beer PR (July 26, 2023)

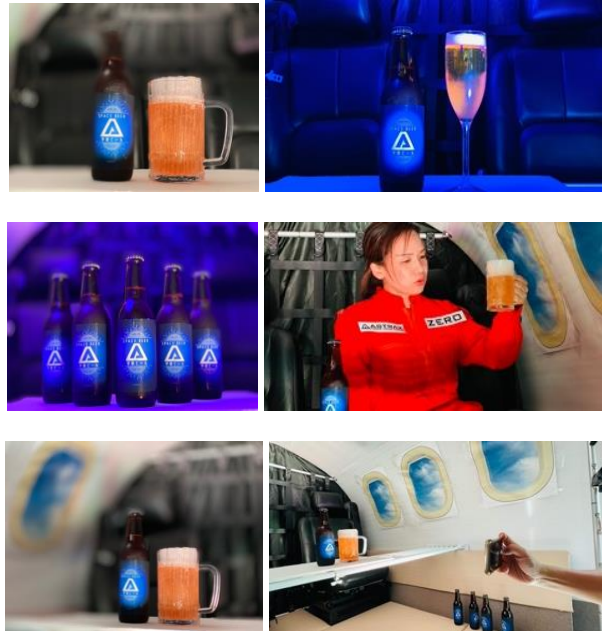


Fig. 32 Photos shooting for space beer PR (July 26, 2023)

(4) Visiting, experiencing, and photographing children (July 7, 2023)



Fig. 33 Visiting, experiencing, and photographing children (July 7, 2023)

5. Evaluation in comparison with actual equipment

The reproducibility of the simulator does not accurately simulate the actual equipment, so it will be necessary to

make minor adjustments by comparing it with the actual equipment as necessary in the future.

6. Future simulator renovation plans

ASTRAX plans to upgrade the zero gravity aircraft education and training simulator and various facilities to improve services. Upgrade items envisioned for the future are listed below.

6.1 GoPro camera augmentation

Two GoPro HERO 11s and one GoPro MAX (360 degree camera) will be added to the facility to enable filming at various locations without having to move the cameras.

6.2 Simplification of LED lighting

The LED lighting currently used is large and powerful, using two batteries, but in the future, we plan to offer a choice of smaller LED lights (running on a single battery) if needed.

6.3 Acrylic panels on windows

Acrylic panels will be installed on the surface of all window images to allow GoPro cameras and other suction cup attachments to be mounted.

6.4 Produce dark curtains and removable curing sheets for the behind

A dark curtain for the behind and a detachable curing sheet for experiments with liquids will be prepared for PV and TV shooting to be provided during simulations and actual flights.

6.5 Introduction of Amazon's Alexa

Due to the small space in the simulator, it is not possible for many people to enter the simulator. Therefore, the simulator will be connected to the ASTRAX Space Mission Support Control Center via the Internet, and voice control devices such as Amazon's Alexa will be installed so that each device in the simulator can be controlled by voice.

7. Future utilization plan

ASTRAX plans to conduct the following activities using these simulators.

7.1 Basic education and training for commercial astronauts and passengers (customers) of zero gravity aircrafts

ASTRAX needs to develop and increase the number of passengers who will fly in zero gravity aircrafts and the number of personnel who will support the passengers' missions on board.

7.2 Rehearsals

Specific image training and rehearsals will be conducted in accordance with the mission of the zero gravity astronauts and passengers (customers) who have decided to fly in zero gravity.

7.3 Promotional Filming

Using the simulator, promotional videos and photographs related to zero gravity flight will be taken without leaving the ground.

7.4 Exhibiting at exhibitions, etc.

The simulator will be exhibited at various events and exhibitions held in Japan so that many people can experience it.

8. Conclusions

The zero gravity aircraft education and training simulator presented in this paper was recently completed at the end of February 2023 and has not been used much yet. But as space travel services begin around the world and many ordinary people are becoming able to go to space, the demands for zero gravity flights for preliminary evaluation of space missions are expected to increase.

ASTRAX has been providing zero gravity flight services since 2012, and has conducted many missions and analyzed the needs of its customers (see Reference "79"). Based on the results of the needs analysis, it is necessary to make the simulator easy to pre-evaluate the needs of those with high needs.

We will continue to upgrade this simulator and aim to improve the quality of zero gravity flight services and space flight services in the future.

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.IP.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 Kirihara, 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] 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.
- [73] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, Fumihiro Oiwa, DEVELOPMENT OF ASTRAX ZERO GRAVITY AIRCRAFT EDUCATION AND TRAINING SIMULATOR, IAC-23-A2.5.9, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [74] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, DEVELOPING TECHNOLOGY FOR DRINKING CHILLED CARBONATED BEVERAGES IN SPACE, IAC-23-B5.1.11, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October."
- [75] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, Hiroki Nakaegawa, DEVELOPMENT OF COMMERCIAL SPACECRAFT EDUCATION AND TRAINING SIMULATOR USING THE METAVERSE, IAC-23-D1.1.6, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.

- [76] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, CONSTRUCTION PLAN OF ASTRAX LUNAR CITY SIMULATION FACILITY IN JAPAN, IAC-23-D4.2.9, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [77] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, Kentaro Chimura, DEVELOPMENT OF THE SPACE TOILET CALLED "SPACE BENKING" 2023, IAC-23-E5.4.3, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [78] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, INTRODUCTION OF COMMERCIAL SPACE R&D CENTER "ASTRAX LAB" IN JAPAN, IAC-23-B3.IPB.5, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [79] Taichi Yamazaki, Taiko Kawakami, ANALYSIS OF PASSENGERS' NEEDS AND DEMANDS OF ASTRAX ZERO GRAVITY SERVICES AND APPLICATION FOR SPACE TRAVEL SERVICES, IAC-23-B3.IP.1, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [80] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, THE SENSES AND CREATIVITY THAT CAN BE ACHIEVED BY BRINGING ENTERTAINMENT IN SPACE, IAC-23-E1.IP.22, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [81] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, TECHNOLOGY, PROBLEMS AND SOLUTIONS FOR DRINKING ALCOHOL IN SPACE, IAC-23-E1.9.2, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [82] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, TECHNOLOGY, PROBLEMS, AND SOLUTIONS FOR SPACE TRAVEL MEALS AS REPRESENTED BY "YAKITORI", GRILLED CHICKEN, IAC-23-B5.IP.2, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October."
- [83] Taiko Kawakami, Taichi Yamazaki, THE POSSIBILITY OF DEVELOPING JAPANESE CULTURE THROUGH "NATTO" IN SPACE, IAC-23-E5.IP.17, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [84] Hikaru Otsuka, Taichi Yamazaki, LOCAL REVITALIZATION PROJECT TO TURN MY HOMETOWN, KOMONO TOWN, INTO "SPACE TOWN", IAC-23-E1.9.3, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [85] Hikaru Otsuka, Taichi Yamazaki, METHODS AND PRACTICES FOR INTRODUCING PRIVATE SPACE EDUCATION PROGRAMS INTO JAPANESE SCHOOLS, IAC-23-E1.2.8, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [86] Masahiko Takehara, Taichi Yamazaki, DEVELOPMENT OF A "LUNAR PATTERN OKONOMIYAKI" BAKING METHOD TO HELP PROMOTE TOURISM IN A LUNAR CITY, IAC-23-D4.LBA.1, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [87] Masahiko Takehara, Taichi Yamazaki, SPACE EDUCATION AND NUTRITION EDUCATION USING "SOLAR PLANET TAKOYAKI, IAC-23-E1.LBA.3, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [88] Masahiko Takehara, Taichi Yamazaki, APPLICATION OF ACTIVITIES ON LUXURY CRUISE SHIPS TO SPACE TOURISM VESSELS, IAC-23-B3.IPB.6, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [89] Masahiko Takehara, Taichi Yamazaki, ASTROLOGY IN THE SPACE AGE: WHAT WILL HAPPEN TO THE HOROSCOPES OF THOSE BORN ON THE MOON?, IAC-23-E1.9.8, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [90] Ayako Kuroono, Taichi Yamazaki, Haruto Kuroono, EXPLORING THE CONCEPT AND POTENTIAL OF SPACE MUSEUMS FOR PRESERVATION, EDUCATION, AND TOURISM, IAC-23-E5.5.2, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.
- [91] Haruto Kuroono, Hikaru Otsuka, Taichi Yamazaki, Ayako Kuroono, BUILDING A LUNAR COMMUNITY FOR CHILDREN: CHALLENGES OF COOPERATION AND SIMULATING TEAM BUILDING, IAC-23-D4.2.7, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbaijan, 2023, 2-6 October.

IAC-23-A2.5.9

**DEVELOPMENT OF ASTRAX ZERO GRAVITY AIRCRAFT EDUCATION AND TRAINING
SIMULATOR**

Taichi Yamazaki ^{a*}, Taiko Kawakami ^b, Hirofumi Oiwa ^c

*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*

*c CEO of HEAVY DUTY, 672-6 Kamakari, Inzai, Chiba, Japan,
airstream.hd@tbz.t-com.ne.jp*

**Corresponding Author*

Abstract

Commercial space travel has started worldwide in 2021, and the demand for zero gravity flight has also been increasing. In Japan, ASTRAX has been providing zero gravity flight services using an aircraft owned by Diamond Air Service since 2012. In the case of a simple experiment, called a simple zero gravity experiment, the experiment can be completed simply by boarding the zero gravity aircraft on the day of the flight. In the case of television filming, however, it is necessary to conduct in-flight checks and rehearsals in advance using the actual aircraft. The actual aircraft is usually used for other flight services, making it difficult to use it for in-flight checks and rehearsals in advance. To accommodate this issue, ASTRAX has developed a simulator that can be used for in-flight checks and rehearsals using a zero gravity aircraft, as well as for education and training for personnel involved. In this paper, the outline and functions of the simulator developed by ASTRAX will be introduced, and its usage and future possibilities will also be presented.

Keywords: Zero gravity flight service, Education and training simulator, MU-300, Microgravity, Commercial space business

アブストラクト

世界では 2021 年より、民間人による宇宙旅行が始まり、並行して無重力飛行の需要も高まっている。日本において ASTRAX は、2012 年よりダイヤモンドエアサービス社が所有する無重力飛行機を利用して無重力飛行サービスを行なっている。無重力簡易実験と呼ばれる簡単な実験の場合は、当日に無重力飛行機に搭乗するだけで実験を行うことで完結できるが、テレビ撮影などの場合、実際の機体を使って事前に機内チェックやリハーサルなどを行う必要がある。しかし、実機は通常、別のフライトサービスに使っており、なかなか事前の機内チェックやリハーサルなどに使用することが難しい。そこで、ASTRAX では、無重力飛行機を利用した事前の機内チェックやリハーサル、さらには教育や、関係者の訓練のために利用するためのシミュレーターを開発した。

本論文では、ASTRAX が開発した無重力飛行機教育訓練シミュレーターの概要や機能を紹介するとともに、利用方法や今後の可能性などについて発表を行う。

Keywords: ASTRAX LAB, R&D Center, Commercial Space Business, zero gravity airplane educational training simulator

Acronyms/ Abbreviations

1. はじめに

ASTRAX では、日本において唯一無重力飛行サービスを行っているダイヤモンドエアサービス社が実施している無重力飛行サービスを利用して、宇宙飛行向けのサービスを開発するための様々な実証実験を行っている。そのために使

用している機体は、三菱重工業製の MU-300 という小型ジェット機である。無重力飛行用に改修された MU-300 の内装を模擬した教育訓練用シミュレーターを開発し、2023 年 2 月にベースが完成した。

そのシミュレーターは、ASTRAX では、米国のアストリーム社製のキャンピングトレーラー（アルゴジー）を利用しており、顧客が無重力飛行中に行う実験やミッションを事前に検証し、評価するために必要な設備を有している。構造

的な部分は、実機の無重力飛行用 MU-300 の構造を模擬して作っており、撮影機材や照明機材などは、実際に ASTRAX が実機を使った無重力飛行を行う際に使用する機材をそのまま設置している（無重力飛行する際には、現地に送っている）。

本論文では、無重力飛行用に改修された MU-300 について、ASTRAX が開発した無重力飛行機教育訓練シミュレーターの概要、機能、利用方法、今後の改修計画、今後の利用方法の可能性などについてまとめることにする。

2. 無重力飛行機 MU-300

2.1 MU-300 の概要

ASTRAX が無重力飛行サービスに使用している無重力飛行機のベースとなっている三菱式 MU-300(Diamond I) は、三菱重工業株式会社が 1981 年に開発した小型ビジネスジェット機である。現在でもシリーズ合計として 900 機以上が世界各国で活躍している。また、日本の自衛隊も T-400 練習機として導入している。機体価格は発売当時の価格で約 7 億円。この MU-300 をダイヤモンドエアサービス社が無重力飛行用に改修し、運航を行っており、ASTRAX がそれをチャーターして利用している。



図 1 無重力飛行機 MU-300

2.2 無重力飛行機 MU-300 の基本諸元

最大離陸重量	: 6.6 ton (14,630 Lbs.)
サイズ	: 13.3mW×14.8mL×4.2mH
エンジン	: P&W JT15D-4
エンジン推力	: 1,134 Kg (2,500Lbs.) / 基
最大航続距離	: 2,334 Km (1,260 NM)
最大運用速度	: 796 Km/H (430 KT)
最大運用高度	: 12,505 m (41,000 Feet)
最大座席数	: 7 席 (パイロット席 2、客席 5)

2.3 MU-300 の外観(写真・解説)

現在日本において唯一無重力飛行サービスに利用されている飛行機 MU-300 の外形を以下に示す。



図 2 無重力飛行機 MU-300 外形

2.4 MU-300 の内装

無重力飛行サービス用に改造された MU-300 の各部のサイズを以下に示す。

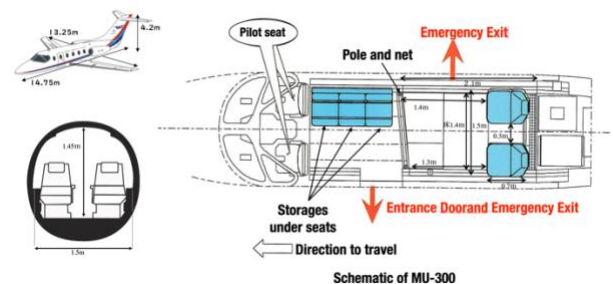


図 3 無重力飛行機 MU-300 各部サイズ

MU-300 の内部の様子を以下に示す。

2.4.1 入口ドア

MU-300 の入口は、進行方向に向かって左側にある。ドアの画像を以下に示す。なお、MU-300 には、進行方向に向かって右側に非常用の出口があるが、通常は使用しないため、ここでは割愛する。



図 4 無重力飛行機 MU-300 入り口付近

2.4.2 コックピット

MU-300 のコックピットと顧客が搭乗する横向きのシートとの間には、基本的にネットなどはない(白い幕があるが、通常は使用しない)。MU-300 のコックピットの画像を以下に示す。



図 5 無重力飛行機 MU-300 コックピット

2.4.3 前方の窓

MU-300 の横向きのベンチシートの正面(進行方向左側)と背面(進行方向右側)にはそれぞれ窓がある(正面側は、通常の窓と入り口のドアの窓の 2 種類)。



図 6 無重力飛行機 MU-300 前方の窓

2.4.4 前方の座席(ベンチシート)

パイロット席のすぐ後ろ(フリースペースの前側)には、横向きに 3 人用のベンチシートがある。座席の下には収納スペースがあり、簡易実験に使う機材などを収納することができる。

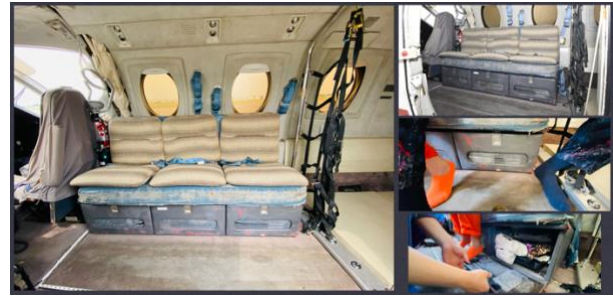


図 7 無重力飛行機 MU-300 前方座席(ベンチシート)

2.4.5 フリーエリアの空間と後部座席

MU-300 の機内の中央(やや前側)には、ネットが貼ってあり、その後ろ側はフリーエリア(座席が取り外してあり、広い空間を飛び回れるようになっている)と呼ばれる空間がある。座席は 2 脚あり、離陸と着陸時は 2 名がフリーエリアの座席に座るが、上空の安定飛行中や無重力飛行中は最大 4 名まで中に入ることができる。



図 8 無重力飛行機 MU-300 フリーエリアと後部座席

2.3.6 フリーエリアの窓

フリーエリアの窓は左右 3 個ずつ、合計 6 個あり、5つはキャビンの壁に、1つは非常口扉に設置されている。内側の表面はアクリル板になっており、GoPro カメラなどの吸盤アタッチメントが装着できるため、ASTRAX では、フリーエリアの横からの撮影や手元撮影などが必要な場合は、GoPro カメラなどを吸盤でこれらの窓に設置することもある。



図 9 無重力飛行機 MU-300 フリーエリアの窓

2.3.7 フリーエリアの天井

フリーエリアの天井は、酸素マスクが出てくる扉やエアコンの吹き出し口、非常口の案内灯などがあるが、無重力飛行においては基本的に使うことはない。突起物などもないため、何かを固定することもほぼできないと考えた方がいい。



図 10 無重力飛行機 MU-300 フリーエリア天井

2.3.8 フリーエリアの床

フリーエリアの床には、4つに分割できるクッションマットが設置されている。表面は合皮なので、液体などがこぼれても拭けば取り除くことができる。クッションマットは取り外すことができ、クッションマットを外すと飛行機の床面がある。床面には座席や実験機材などが固定できるアタッチメントレールがある。床面の脇には、エアコンなどのための吸気口があるため、そこを塞がないように注意が必要である。水以外の液体を浮遊させたり、大量の水を扱う実験などを行ったりする場合は、クッションマットの上に吸水マットや養生シートなどを設置するようにしている。



図 11 無重力飛行機 MU-300 フリーエリア床

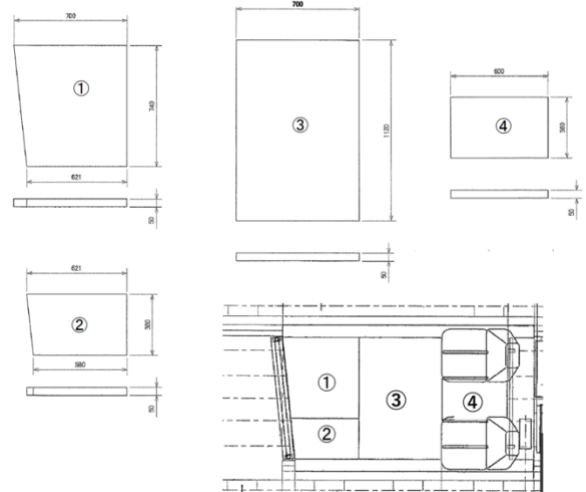


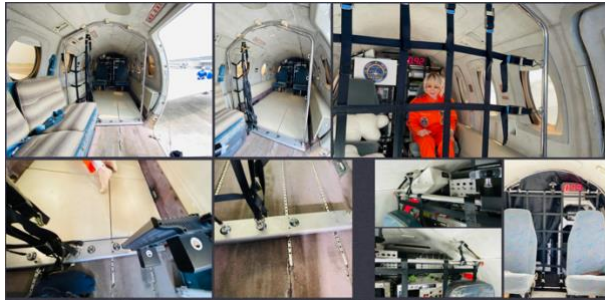
図 12 無重力飛行機 MU-300 フリーエリア床クッションマット



図 13 無重力飛行機 MU-300 フリーエリア床アタッチメントレール

2.3.9 フリーエリアの前方と後方のネット

フリーエリアの前方と後方には、フリーエリアで浮遊する人や物を保護するために、ネットで区切られている。通常飛行の際は取り外しできるが、基本的に無重力飛行中はネットを取り付けることになっている。ネットはラッシングベルトを組み合わせたものになっており、フックに引っ掛けて締め付けることができるようになっている。液体による浮遊実験などを行う場合は、このネットに加えて、さらに養生シートなどをこの上に貼り付けるようにする。また、座席の背後に黒い暗幕をかけることでネットや機器が見えないようにすることもある。ただし、後部のネットの上部にある重力表示器が隠れないようにする必要があるため、養生する場合は、その部分は透明のシートを貼るようになっている。



映像カメラは基本的にクランプやアタッチメントでしっかりと固定されているが、設置位置は自由に変えられるようになっている。

さらに必要に応じて、iPhone による映像撮影も行っている。これは固定ではなく、無重力飛行士 (ZeroG-naut) が手に持って撮影するため、動きのある動画を撮影することができる。

今後、ASTRAX ではさらに GoPro カメラを 2-3 台追加する予定で、その 1 台は 360 度カメラになる予定である。



図 15 ASTRAX の無重力飛行サービス撮影用ビデオカメラ設備

2.4.2 写真撮影用カメラ設備

ASTRAX では、無重力飛行士 (ZeroG-naut) が Nikon の一眼レフカメラ D780 を使用して、写真撮影のサービスも行っている。また、撮影においてはフラッシュも使用するため、高画質で鮮明な写真を撮影することができる。また、同時に適宜 iPhone による写真撮影も行っている。

2.4.3 照明設備

ASTRAX では、撮影用のカメラに加え、照明設備も用意している。照明機材は Tolifo 製 60W RGB LED ビデオライト GK-S60RGB を使用している。この LED 照明が 2 台あり、これらもカメラと同様にクランプでしっかりと固定されている。設置位置は自由に変更可能(ただしクランプが留められる場所に限る)。

色合いや明るさ、カラーも変更できるため、自由な照明調整ができる。

照明の明るさがかなり強力なため、十分な明るさが確保できるが、今後、もう少し明るさが弱くて、コンパクトで軽量の LED ライトにも変更可能にする予定である(今後検証を行い、実用性を確認する必要がある)。



図 14 無重力飛行機 MU-300 フリーエリア前後方のネット

2.4 MU-300 の撮影・照明設備

ASTRAX 無重力飛行サービスでは、映像や写真による撮影サービスを用意している。そのための機材を紹介する。

2.4.1 撮影用ビデオカメラ設備

現在、ASTRAX の無重力飛行サービスにおいては、映像撮影用に GoPro カメラ (HERO10) が 2 台、キャノン製広角デジタルビデオカメラ (iVIS mini X) が 1 台、さらに、ニコンの一眼レフカメラ (Nikon D780) を使用できるようにしている (ただし Nikon D780 は通常は写真撮影に使用)。必要に応じてジンバルカメラ (Osmo Pocket) も使用している。



図 16 ASTRAX の無重力飛行サービス撮影用照明設備

2.5 ASTRAX が使用する搭乗服

ASTRAX では、無重力飛行を行う搭乗者に、オレンジ色の搭乗服を提供している。これまでは支給(持ち帰れるように)していたが、今後はレンタルにすることを予定している。搭乗服には、フライトごとに固有にデザインされたミッションワッペン、ASTRAX のロゴワッペン、ASTRAX 無重力飛行の証である「ZERO」のロゴワッペン、などをつけている。



図 17 ASTRAX の無重力飛行サービス搭乗服

3. ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター

ASTRAX では、2 項に示した無重力飛行機や実際の無重力飛行サービスを事前に模擬できるように、無重力飛行機教育訓練シミュレーターを開発し、教育や訓練、ミッションの事前検証やプロモーション撮影などに使用している。以下に無重力飛行教育訓練シミュレーターの詳細を紹介する。

3.1 シミュレーターの外観

ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーターは、アメリカの古いキャンピングトレーラー(エアストリーム社製アルゴジー)の内部を改造したものを使用している。シミュレーターは飛行機の機内だけを模擬しているため、外観はキャンピングトレーラーのままである。また、実際の飛行機(MU-300)は進行方向に向かって左側に入出入口のドアがあるが、アルゴジーは進行方向に向かって右側に入出入口のドアがあるため、その部分は実際のものとは異なっている。ドアを入った正面には、実際の機体にはないエアコンが設置されているため、シミュレーターを利

用する場合は、ドアとエアコン部分はないものとして考えて使用するようになっている。



図 18 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター(アルゴジー)外観

3.2 シミュレーターの内装

3.2.1 入口ドア

入口のドアは、進行方向に向かって右側にあるため、実際の無重力飛行機とは異なっている(実機は左側)。シミュレーションの際は、このドアは無いものとして扱う。



図 19 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター 入り口

3.2.2 コックピット

コックピットは顧客のミッションには必要ないため、実機を模擬していない(エアストリームアルゴジーの運転席のまま)。



図 20 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
コックピット

3.2.3 前方の窓

窓は、基本的にミッションに関係ないため、印刷した画像を貼っている。
実機の場合、進行方向左側の窓の一つが入口のドアに設置されているが、このシミュレーターでは左側にドアがなく、代わりにその部分にエアコンがあるため、窓を脱着できるようにしている。



図 21 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
前方の窓

3.2.4 前方の座席（ベンチシート）

実機と同様に、パイロットシートの後ろ側に横向きに3人用のベンチシートがある。各座席の下は収納になっており、実験機器などが入れられるようになっている。



図 22 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
前方の座席（ベンチシート）

3.2.5 フリーエリアの空間と後部座席

機体後方のフリーエリアは、実機と同じサイズで作っており、両側の壁と床面にはクッションマットが設置されている。後部には2脚の座席が設置されている。見た目が実機とは異なるが、ミッションには影響しないため問題ない。



図 23 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
フリーエリアと後部座席

3.2.6 フリーエリアの窓

フリーエリアの窓も、画像を貼ったものとなっている。実機と同様に左右3個ずつ合計6個の窓がある。今後、アクリル板を貼ることで、吸盤アタッチメントを使って GoPro カメラを設置できるようにする予定である。



図 24 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
フリーエリアの窓

3.2.7 フリーエリアの床

フリーエリアの床には、実機と同様に、4 枚に別れたクッションマットが敷いてある。これらのマットは剥がすことができるが、マットの下の床にはまだ機器を装着するためのレールは設置されておらず、絨毯のみが敷いてある。



図 25 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
フリーエリア床

3.2.8 フリーエリアの前方と後方のネット

実機と同様に、フリーエリアの前後にネットが設置されている。今後、この上にさらに、養生用シートを取り付けられるようにする予定である。



図 26 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
フリーエリア前後方ネット

3.3 撮影・照明設備(個々の写真・解説)

3.3.1 映像撮影用ビデオカメラ

映像撮影用カメラとして、実機と同様に、フリーエリアの前方側に GoPro HERO 10 が 2 台設置してある。設置場所は移動できるが、通常は、フリーエリアの前側のネットを固定しているポールに装着して、フリーエリア全体を撮影するようにしている。必要に応じて、前方のベンチシート側を撮影したり、窓に固定して、無重力実験の手元のアップを撮影することもできる。

また、フリーエリアの後方側のネットの上部には、CANON 製のデジタルビデオカメラ iVIS mini X を設置しており、フリーエリア全体を後方から撮影できるようになっている。これらはあくまでシミュレーションのためのものなので、設置位置や画角のチェックなどを行うためのものであるが、プロモーション映像を撮影する場合などは、実際に録画を行うこともある。



図 27 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
撮影用ビデオカメラを設置した様子

3.3.2 写真撮影用カメラ

実機での写真撮影に使っている Nikon の一眼レフカメラ D780 により撮影が可能である。撮影においてはフラッシュも使用するため、高画質で鮮明な写真を撮影することができる。また、同時に適宜 iPhone による写真撮影も行っている。

3.3.3 照明設備

照明設備も実機と同様で、フリーエリアの前側のネットを固定しているポールに固定して、左右からフリーエリアを照らすことができるようになっている。シミュレーターにはコンセントがあるため、通常はコンセントからの電源を使用し、必要に応じてバッテリーに切り替えるようにしている。



図 28 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
撮影用照明設備

3.3.4 簡易実験用テーブル

実際の無重力飛行機で行う実験のうち、実験に必要な装置や道具を乗せるためのテーブル(突っ張り棒。必要に応じてパネルを乗せる)を使うものがあるが、シミュレーター内でもそのテーブルを設置できるようになっている。それによって、テーブルを使った実験について、事前の段取りの評価などが行えるようになっている。



図 29 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
簡易実験用テーブル設置

3.3.5 無重力飛行搭乗服

シミュレーターにおいて、撮影などを行うために、無重力飛行用搭乗服も用意されている。さまざまなサイズで、12 着ある。



図 30 ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーター
にある搭乗服

3.6 その他の機能

シミュレーター特有の機能として、電源用コンセントとエアコンが設置してあり、必要に応じてポータブルバッテリーやポータブルエアコンなども使用することができる。さらに、シミュレーターを設置しているエアストリームアルゴジーは自走式キャンピングトレーラーであるため、必要に応じてシミュレーターごと移動させることもできる。

3.7 保管場所

日本の千葉県内の某所にある ASTRAX 民間宇宙事業創造研究開発教育訓練センター(ASTRAX 宇宙センター)内にある、エアストリームアルゴジー内に設置されている。

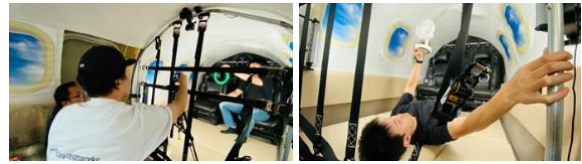
4. 実際にシミュレーターを利用している例

シミュレーターを利用している例を以下に紹介します。

(1) 宇宙シンガー イスラムミカさんの PV 撮影(2023 年 7 月 13 日)



(2) テレビ番組制作のためのリハーサル(2023 年 7 月 20 日)



(3) 宇宙ビールの PR 用写真撮影(2023 年 7 月 26 日)



(4) 子供の見学・体験・撮影 (2023 年 7 月 7 日)



5. 実機との比較評価

シミュレーターの再現度については正確に実機を模擬しているわけではないため、今後必要に応じて、実機と比較しながら細かい調整をしていく必要がある。

6. 今後のシミュレーター改修計画

今後、ASTRAX では、無重力飛行機教育訓練シミュレーター及び各種設備について、サービス向上のためにアップグレードすることを計画している。
今後想定しているアップグレード項目を以下に示す。

6.1 GoPro カメラの増強

GoPro HERO 11 x 2 台、GoPro MAX (360 度カメラ) x 1 台を追加し、カメラを移動させなくても各所で撮影ができるようにする予定。

6.2 LED 照明の簡略化

現在使用している LED 照明は大型で、2 個のバッテリーを使用する強力なものなのだが、今後、必要に応じて、小型の LED ライト(バッテリー 1 個で稼働するもの)も選択できるようにする予定。

6.3 窓にアクリル板を設置

すべての窓の画像の表面にアクリル板を装着し、GoPro カメラなどの吸盤アタッチメントを取り付けられるようにする予定。

6.4 背景の暗幕・脱着方養生シートの制作

PV 撮影やテレビ撮影用に、背景用の暗幕と、液体を使った実験のための脱着型養生シートを用意し、シミュレーション及び実際のフライトで提供できるようにする。

6.5 Amazon のアレクサ導入

シミュレーター内は狭いため、たくさんの人がシミュレーター内に入ることができない。そのため、ASTRAX の運用支援管制センターとシミュレーターをインターネットでつなぎ、Amazon のアレクサなどの音声制御装置を設置することで

音声でシミュレーターの各機器を制御できるようにする予定である。

7. 今後の利用計画

ASTRAX では、今後、これらのシミュレーターを利用して、以下のような活動を行なっていく予定である。

7.1 無重力飛行士や無重力飛行機搭乗者(お客様)の基礎教育及び基礎訓練

ASTRAX では、無重力飛行機に搭乗するお客様や、お客様のミッションを機内でサポートする人材を育成し、増やしていく必要があるため、この無重力飛行機教育訓練シミュレーターを活用することで、教育や訓練を行っていく。

7.2 リハーサル

実際に無重力飛行を行うことが決まった無重力飛行士や無重力飛行機搭乗者(お客様)のミッションに合わせて、具体的なイメージトレーニングやリハーサルを行っていく。

7.3 プロモーション撮影

この無重力飛行機教育訓練シミュレーターを利用して、地上にいながらにして無重力飛行に関するプロモーション映像や写真の撮影などを行っていく。

7.4 展示会などでの出展

日本国内で開催されているさまざまなイベントや展示会などに展示して、たくさんの人たちが体験できるようにしていく。

8. 結論

本論文で紹介した無重力飛行機教育訓練シミュレーターは、2023 年 2 月末に完成したばかりで、まだそれほど利用されていないが、世界では宇宙旅行サービスが本格的に始まり、たくさんの一般人が宇宙に行けるようになりつつあるため、宇宙ミッションの事前の評価のための無重力飛行の需要も高まっていくと考えられる。

また、ASTRAX では 2012 年から無重力飛行サービスを行っており、たくさんのミッションを行なっており、顧客のニーズの分析も行なっている(参考文献「●」を参照)。それらのニーズ分析の結果から、ニーズの高いものについて、シミュレーターで簡単に事前評価できるようにしていく必要がある。

これからもこのシミュレーターをアップグレードしつつ、今後も無重力飛行サービスと宇宙飛行サービスの質の向上を目指していく予定である。

参考文献

学会/国際会議論文

- 【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使用
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,
宇宙旅行のための 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 Leaned 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,
スペースフライトアテンダントと 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,
宇宙用トイレ「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】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

【73】Development of ASTRAX Zero Gravity Aircraft Education and Training Simulator
ASTRAX 無重力飛行機教育訓練シミュレーターの開発

【74】Developing technology for drinking chilled carbonated beverages in space
宇宙で炭酸飲料を飲むための技術開発

【75】Development of commercial spacecraft education and training simulator using the Metaverse メタバースを利用した民間宇宙船教育訓練シミュレーターの開発

【76】Construction plan of ASTRAX LUNAR CITY Simulation Facility in Japan 日本における ASTRAX 月面シティシミュレーション施設の構築計画

【77】Development of the space toilet called "Space Benking" 2023
宇宙用トイレ「宇宙ベンキング」の開発 2023

【78】Introduction of commercial space R&D center "ASTRAX LAB" in Japan
日本における民間宇宙開発センター「ASTRAX LAB (アストラックスラボ)」の紹介

【79】Analysis of passengers' needs and demands of ASTRAX Zero Gravity Services and application for space travel services
無重力飛行サービスに対する乗客のニーズ・要望の分析と宇宙旅行サービスへの応用

【80】The senses and creativity that can be achieved by bringing entertainment in space

宇宙空間でエンターテインメントを実現することで得られる感覚と創造性

【81】Technology, problems and solutions for drinking alcohol in space
宇宙空間でお酒を飲む際に必要な技術と問題点および解決方法

【82】Technology, problems, and solutions for space travel meals as represented by "yakitori", grilled chicken
焼き鳥に代表される宇宙旅行での食事に必要な技術と問題点および解決方法

【83】The Possibility of Developing Japanese Culture through "NATTO" in Space
宇宙空間における納豆を通した日本文化の展開の可能性

【84】Local revitalization project to turn my hometown, Komono Town, into "space town"
故郷の菰野町を「宇宙の町」にする地方活性化プロジェクト

【85】Methods and Practices for Introducing Private Space Education Programs into Japanese Schools
民間宇宙教育プログラムを日本の学校現場に導入する方法と実践

【86】Development of a "lunar pattern okonomiyaki" baking method to help promote tourism in a lunar city
月面シティの観光振興に貢献する「月面模様お好み焼き」の焼き方開発

【87】Space Education and Nutrition Education Using "Solar Planet Takoyaki"
「太陽系惑星たこ焼き」を利用した宇宙教育と食育

【88】Application of activities on luxury cruise ships to space tourism vessels
豪華客船内アクティビティの宇宙観光船への応用

【89】Astrology in the Space Age: What will happen to the horoscopes of those born on the Moon?
宇宙時代における占星術 月生まれの人のホロスコープはどうなるの？

【90】Exploring the Concept and Potential of Space Museums for Preservation, Education, and Tourism
保存・教育・観光のための宇宙ミュージアムのコンセプトと可能性を探る

【91】Building a Lunar Community for Children: Challenges of Cooperation and Simulating Team Building
子どものための月面コミュニティづくり：協力への挑戦とチームビルディングの模擬体験

Reference to a website:

[92] Website of ASTRAX, Inc., ASTRAX PORTAL, <https://astrax.space> (accessed September 1.2023)