

IAC-22-B3.IPB.4

DEVELOPMENT OF ASTRAX COMMERCIAL SPACECRAFT EDUCATION AND TRAINING SIMULATORS

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

In the year 2021, the world will be able to travel into space by commercial spacecraft, and many people around the world will be able to fly into space. ASTRAX has developed commercial spacecraft training simulators for World View Enterprises' Voyager, Virgin Galactic's Unity, SpaceX's Crew Dragon, and Blue Origin's New Shepard. These simulators are not used for spacecraft development or pilot training by spacecraft development companies, but rather for customers who will be flying on each company's spacecraft to understand the structure of the spacecraft, and to rehearse and train them for the mission arrangements they want to achieve in space. This paper introduces the roles, functions, and achievements of various commercial spacecraft training simulators, including the latest commercial spacecraft training simulator produced by ASTRAX and various technologies to increase the success rate of these missions.

Keywords: Virgin Galactic, SpaceX, Blue Origin, Spaceship Simulator, Space Travel, ASTRAX

1. Introduction

ASTRAX, a Japanese commercial space business company, has been providing zero gravity flight services since 2012. Over the past 10 years of providing this service, we have gained a variety of insights. In order to meet the needs of diverse customers, it is extremely important to interview them in advance about their needs and to have support staff on board to provide behind-the-scenes support. At the same time, prior awareness and rehearsal by passengers, staff, and other passengers have proven to be most important. (see separate paper [3,17])

Based on our experiences in launching hundreds of space projects, we recognize that the knowledge, awareness, and vision of the people involved is critical, as they have limited knowledge of commercial spacecraft. For this reason, we have been conducting commercial space business development education through ASTRAX ACADEMY. (see separate paper [8])

Furthermore, based on these experiences, we know that for the coming era of space travel by the general public and for the revitalization of the space travel industry, the existence of simulators for spacecraft education and training by multiple companies will have various

advantages, such as education, rehearsal, and the selection of a spacecraft to suit the mission. (see separate paper [9,22,30])

In this paper, in addition to the spacecraft education and training simulators for Virgin Galactic's Unity and SpaceX's Crew Dragon, which are under development by ASTRAX and presented at the 2021 IAC, there is spacecraft education and training simulator for the Blue Origin's New Shepard. This paper summarizes the current and future features added to the various commercial spacecraft education and training simulators and how they can be expanded and reconfigured to meet the needs of customers.

Eventually, these spacecraft education and training simulators and ASTRAX's Commercial Spacecraft Mission Support and Control Center will be connected to the actual spacecraft for interlocking missions, and remote control technology will be established to enable voice control and other functions.

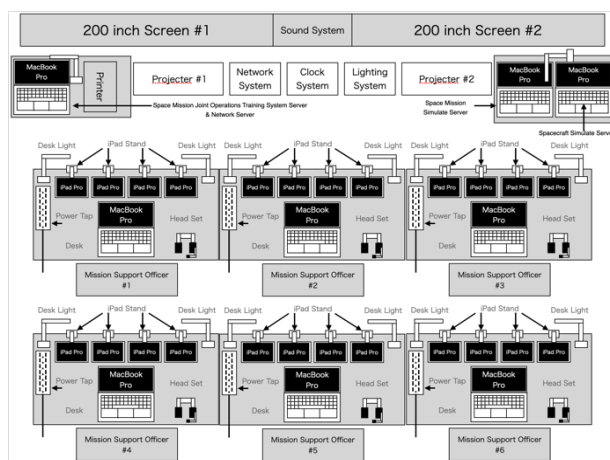


Fig. 1. Image of the completed ASTRAX Spacecraft Simulators and Mission Support and Control Center

2. Renovation and Development plan for ASTRAX Spacecraft Education and Training Simulators

The evolutionary parts of the ASTRAX's facilities such as ASTRAX Spacecraft Education and Training Simulators and ASTRAX Spacecraft Mission Support and Control Center is summarized, after the paper were presented at IAC held in Dubai in 2021.

For each simulator, the parts that have evolved over the past year are listed below.

2.1 Education and Training Simulator for Virgin Galactic Unity

ASTRAX has a simulator for education and training that simulates Virgin Galactic Unity.

We have decided to make the following modifications to the same simulator.



Fig. 2. Actual interior image of Virgin Galactic's Unity spacecraft (top) and the interior of Unity's spacecraft education and training simulator before refurbishment (bottom)

2.1.1 Reconfiguration of the interior (interior walls)

Until now, the interior walls were represented by attaching a screen printed with an image of the Virgin Galactic's interior to the wall surface with a large amount of Velcro tape. However, the problem was that the image differed from that of the actual spacecraft because of wrinkles in the screen. In addition, the printed color was a slightly bluish gray, which made the interior slightly darker. Since the actual spacecraft interior is almost white, we wanted to make it more similar to the actual spacecraft interior by reconfiguring it to something white and wrinkle-free.

Therefore, the decision to make major modifications was made to the interior of the simulator (the walls) with the cooperation of Getty Images, a photographic

imaging agency that wished to use this simulator for taking videos and photos.

2.1.2 Three-Dimensionalization of Windows and Installation of Backlight

As part of the printing of the interior shown in 2.1.1, the windows were also expressed by printing. The image of flying in space was expressed by inlaying an image of Earth. However, there was no backlight, and the windows were darker than those actually were. In addition, because the image was printed, it lacked a sense of three-dimensionality, and thus was different from the actual image.

Therefore, it was decided to make structural modifications to the windows (to make them more three-dimensional) and install backlighting in conjunction with the interior rearrangement. This will ensure the brightness of the entire interior and the brightness of the subject during photography, thereby simulating the light coming in through the windows of an actual spaceship and the brightness of the interior.

2.1.3 Portable Power Supply and Solar Panel Installation

The simulators were powered by electricity from the power supply of the facility where the simulators were located. However, they were inevitably limited by the opening and closing hours of the facility where the simulators were installed and the maximum amount of electricity available.

Therefore, we wanted to install a portable battery and solar panel for each simulator so that it could be operated autonomously by an independent power source.

Then, we selected and purchased a commercially available portable power supply and decided to evaluate its adequacy by first installing it in the simulator of this Virgin Galactic Unity.

2.2 Education and Training Simulator for SpaceX Crew Dragon

ASTRAX has a simulator for education and training that simulates SpaceX Crew Dragon. We decided to make the following modifications to that simulator.



Fig. 3. Actual interior of SpaceX's Crew Dragon spacecraft (left) and interior of Crew Dragon's spacecraft education and training simulator before renovations (right)

2.2.1 A change in the way the seats are fixed

In the past, the seats in the simulator were arranged and connected so that the pipes supporting the seats were as close as possible to the design of the actual Crew Dragon seats. However, due to financial limitations, it was not possible to use the same fixation method as the real thing. In this state, the seats were not strong enough under the gravity on the ground, making it unstable.

Therefore, we decided to use a more stable fixing method with as little cost as possible, assuming that the fixing method was already different from that of the actual Crew Dragon.

2.2.2 Modification of the monitor section

The simulator has three touch panel monitors on the top, but the monitors were only fixed to the board. In addition, the monitors were fixed using strong double-sided tape, but even so, the monitors sometimes came off due to gravity.

In this renovation, the method of fixing the monitor will be improved, and the part of the board that holds the monitor in place will be modified to make it look more like the real thing.

In addition, two LED lights will be installed so that the hand can be illuminated by the lights, just like the real Crew Dragon.

2.2.3 Installation of an air conditioner

Until now, this simulator had a heater but no air conditioning, so we decided to install a portable air conditioner to prepare for the hot summer season.

2.3 Education and Training Simulator for Blue Origin New Shepard

At the time of the paper presentation at the IAC in 2021, ASTRAX did not yet have a simulator for education and training that simulated the Blue Origin spacecraft New Shepard.

Therefore, ASTRAX decided to create a Spacecraft Education and Training Simulator of the New Shepard.



Fig. 4. Actual interior image of Blue Origin's spacecraft "New Shepard"

2.3.1 Installation of the Main Unit

When we installed the simulator of New Shepard, which the assembly began in February 2022, we installed the main body, six seats, a cylindrical projection that simulates the part of the booster for emergency escape, and LED lights.

2.3.2 Windows Frame Installation

The installation of the window frame and the green screen for chroma keying was then carried out with the help of Getty Images.

This will allow images and video of Earth and space to be projected on the window portion of the images and video captured by this simulator.

2.3.3 Installation of Air Conditioning

Until now, this simulator has had a heater but no air conditioner, so we decided to install a portable air conditioner in preparation for the hot summer season.

2.4 Development of a Zero Gravity In-flight Simulator

ASTRAX has been providing zero gravity flight services for more than 10 years since 2012. For details, please refer to separate papers [3,17].

However, it does not yet have an educational training simulator for zero gravity flight services.

The reason being that until recently, zero gravity planes had used a medium-sized private jet (Gulfstream 2), and the company believed that the cost of producing a simulator for that plane would be prohibitively expensive.

However, starting in 2022, ASTRAX's zero gravity flight services will use a smaller plane, the MU-300. We thought a simulator the size of the MU-300 could be built without much expense, so we started developing a zero gravity flight education and training simulator.

The first step was to select a base that could be used as the main body of the simulator.

2.5 ASTRAX LUNAR CITY Simulation Facility

Since 2007, ASTRAX has been working on the ASTRAX LUNAR CITY Business Community, a business community for doing business on lunar land sold by Lunar Embassy, and members who enjoy living on the Moon using products and services created by the community. The ASTRAX LUNAR CITY Residence Club is a community where members gather to enjoy life on the Moon using the products and services created by the ASTRAX LUNAR CITY Business Community.

Until now, ASTRAX LUNAR CITY has been built in a virtual space created in Minecraft and in a world of imagination, but we have decided to launch a plan to build a simulation facility of the actual ASTRAX LUNAR CITY.

Firstly, we decided to study the location of the ASTRAX LUNAR CITY Simulation Facility. The details will be summarized in a separate paper to be presented at the International Astronautical Congress in 2022. [53].

3. Status of development (Results of refurbishment and study)

The following summarizes the status of refurbishment and development of the various commercial spacecraft education and training simulators shown in Chapter 2.

3.1 Spacecraft Education and Training simulator for Virgin Galactic Unity

The following modifications were made to the Spacecraft education and training simulator for Virgin Galactic's Unity.

3.1.1 Reconfiguration of the Interior (Interior Walls)

For the interior walls, the printed roll screen was replaced with urethane board. This eliminated wrinkles, and the color of the interior walls was changed from blue-gray to white, making the interior of the cabin brighter and closer to the actual interior of the Unity spacecraft.



Fig. 5. Interior of Unity's spacecraft education and training simulator after renovation

3.1.2 Installation of Three-Dimensional Windows and Backlights

The windows printed on the roll screens simulating the walls of the simulator were replaced with three-dimensional window frames, and backlights were installed behind the windows to simulate light coming in from outside the windows.

This also made it possible to insert images and video of Earth later through synthesis.

In the future, we are considering installing not only backlights but also an LCD display to display the actual scenery as an image.

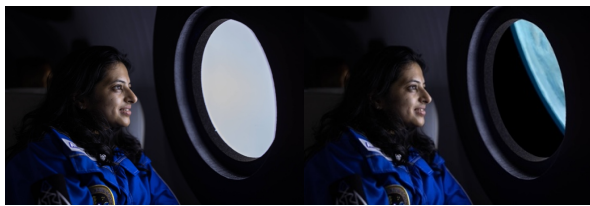


Fig. 6. Photographing with the window after renovation (Top) before compositing / (Bottom) after compositing the image of Earth

3.1.3 Installation of Portable Power Supply and Solar Panels

A portable power supply called Delta Pro by Ecoflow and a 400 W solar panel were installed. This enabled the

simulator to be powered without an external power supply. However, since the balance between power consumption and power generation is not yet achieved, we are considering to add portable power supply and solar panels.

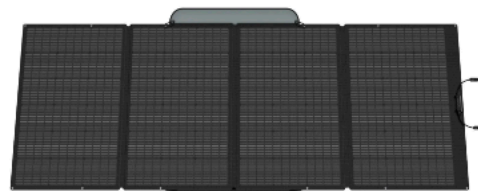


Fig. 7. Installed portable power supply (top) and solar panels (bottom)

We will also consider whether to install similar portable power supplies in the Crew Dragon and New Shepherd education and training simulators shown in 2.2 and 2.3, and in the ASTRAX LUNAR CITY Simulation Facility shown in 2.5, taking cost into consideration.

3.2 Education and Training Simulator for SpaceX Crew Dragon

The following modifications were made to the spacecraft education and training simulator for SpaceX Crew Dragon.



Fig. 8. Interior of Crew Dragon's spacecraft education and training simulator after renovation

3.2.1 Modified Seats Fixing Method

By changing the method of fixing the pipes in the seats fixation area, stronger and more stable seats fixation was achieved. As a result, there is no problem even if four adults sit on the seat at the same time.

Although the appearance of the actual Crew Dragon is very different from the real one, there is no problem even if it is different from the real one because it is for educational and training purposes.

3.2.2 Modification of the Monitors Part

By improving the method of fixing the monitors, it is no longer possible for the monitors to come off.

The board that holds the monitors in place was also modified to make it more similar to the real thing.

By installing two LED lights, it is now possible to illuminate the hands like a real Crew Dragon.

3.2.3 Installation of Air Conditioner

A portable air conditioner was installed in the simulator so that the air conditioner can be used in summer. The air conditioner also has a heater function, so it can be used in winter as it is.



Fig. 9. Air conditioning in the simulator

3.3 Education Training Simulator for Blue Origin New Shepard

The following modifications were made to the simulator for spacecraft education and training simulator for Blue Origin's New Shepard.

3.3.1 Installation of the Main Body

Work on the New Shepard simulator began in February 2022, with the installation of the main body, six seats, a cylindrical protruding section simulating the emergency escape booster section, and LED lights.



Fig. 10. Interior of Blue Origin's New Shepherd spacecraft education and training simulator at the time of installation of the main body

3.3.2 Window Frame Installation

Subsequently, a window frame and a green screen for chroma keying for compositing were installed with the help of Getty Images.

This made it possible to project images and video of Earth and space on the window portion of the images and video taken in this simulator.



Fig. 11. Window frame installation (top) and composite image on window (bottom) of Blue Origin's New Shepherd spacecraft education and training simulator

3.3.3 Air Conditioner Installation

A portable air conditioner was installed in the simulator so that air conditioning can be used even in hot summer. The air conditioner also has a heater function, so it can be used in winter as it is.

3.4 Development of a Zero Gravity Flight Simulator

We selected a base that could be used as the main body of an education training simulator for zero gravity flight services in Japan.

First, the size of the cabin inside the MU-300 is shown in Fig. 13. In order to simulate a cabin of this size, various methods were considered.

In order to make it possible to move it around, we selected a self-propelled vehicle that was as inexpensive and easy to drive as possible.

After considering several vehicle types, including trailers, trucks, campers, and vans, we had come to a decision to proceed in the direction of developing a simulator using either of the following two types.



Fig. 12. MU-300 used for zero gravity flight service

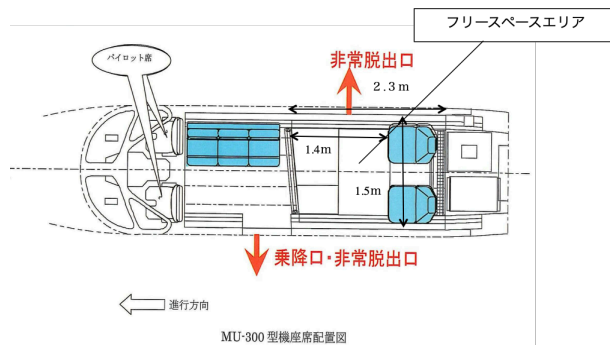


Fig. 13. Size inside the cabin of the MU-300 for zero gravity flight

3.4.1 TOYOTA “HIACE Commuter”

The TOYOTA “HIACE Commuter” vehicle was one of the final candidates due to its size, ease of transportation, availability, ease of modification, and low cost.

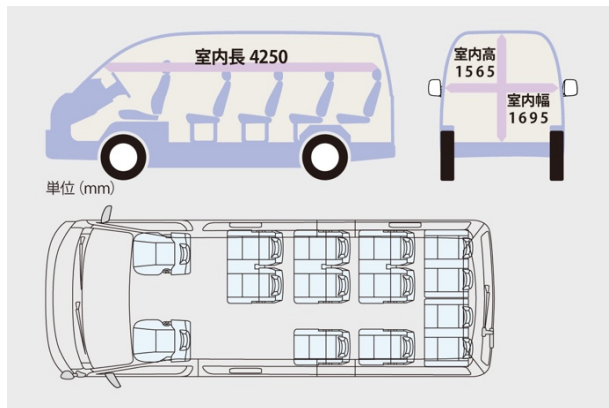


Fig. 14. Interior view of the TOYOTA HIACE Commuter [76]

3.4.2 Self-Propelled Airstream “Argosy”

Considering only the function of the simulator, it can be realized by using the TOYOTA HIACE Commuter shown in 3.4.1.

On the other hand, ASTRAX wanted to install facilities such as restrooms and showers at the location where the simulator would be placed (ASTRAX Space Center), and was considering acquiring a camper for this purpose.

Therefore, by acquiring a self-propelled Airstream “Argosy”, ASTRAX hopes to develop an education training simulator for zero gravity flight services and at the same time make restrooms and showers available.



Fig. 15. Self-propelled Airstream “Argosy” exterior and interior

Whether to use a TOYOTA HIACE Commuter or a self-propelled Airstream “Argosy” in the future will be further discussed and the most appropriate one will be selected.

3.5 ASTRAX LUANR CITY Simulation Facility

The location of the ASTRAX LUNAR CITY Simulation Facility is under consideration to use the large parking space on the roof of the facility where the ASTRAX Space Business Development Education and Training Center is located (Fig. 16), but we have not decided yet.

At the same time, the facilities and functions required for the simulation facility are also being considered.

Please refer to the paper [53] for the details summarized to be presented at the International Astronautical Congress in 2022.



Fig. 16. ASTRAX LUNAR CITY Simulation Facility Candidate Site

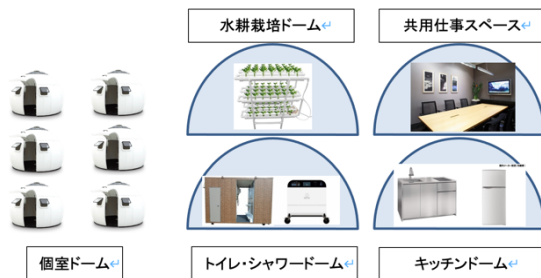


Fig. 17. Schematic diagram of the ASTRAX LUNAR CITY Simulation Facility

4. Actual use of simulators and their roles

Various educational projects, events, and filming have been conducted using the simulators described in this paper.

4.1 Education and events

ASTRAX is currently uses these simulators for education and events for commercial astronauts, space travelers, or those who will be engaged in commercial space business. The following is a list of the various educational projects and events that have been held over the past year.

4.1.1 ASTRAX LUNAR CITY Citizens Conference

The aforementioned ASTRAX LUNAR CITY, a community that uses the Moon for business, held its bi-monthly citizens' meeting at the Space Mission Support and Control Center of ASTRAX Space Business Development Education and Training Center (ASTRAX Space Center). Participants could choose to participate in person or online via ZOOM. During the meeting, participants toured and were introduced to the various

commercial spacecraft education and training simulators located in the facility.



Fig. 18. ASTRAX LUNAR CITY Public Meeting held at the ASTRAX Space Center

4.1.2 Holding the ASTRAX Commercial Space Business Symposium

The Commercial Space Business Symposium, which is planned and held by ASTRAX at least once a year, was held. As in 4.1.1, this symposium also offered the option of an in-person participation or online participation via ZOOM. The symposium program included an explanation of each spacecraft at the Space Mission Support and Control Center, an introduction and tour of various commercial spacecraft education and training simulators for face-to-face participants, a group photo session, and a profile photo session.



Fig. 19. Photographs taken with the simulator during the ASTRAX Commercial Space Business Symposium

4.1.3 ASTRAX International Paper Writing Course

Many ASTRAX group members are presenting papers at the International Astronautical Congress in 2022 (IAC 2022). Since many of the members were taking on the challenge of writing an international paper for the

first time, ASTRAX held an international paper writing course in eight sessions. One of the sessions was held at the Space Mission Support and Control Center of the ASTRAX Space Business Development Education and Training Center (ASTRAX Space Center). In addition to advancing in writing the paper, the students also practiced their presentation skills. Many of the members also used the ASTRAX Spacecraft Education and Training Simulator in their experiments and research for their papers, so they recorded the simulator and reviewed how to use the simulator as well.



Fig. 20. Paper writing course held at the ASTRAX Space Center

4.1.4 ASTRAX Spacecraft Education and Training Simulator Development Experience Event

From April 1-4, 2022, a hands-on event was held to experience the development of a spacecraft educational training simulator for children. At that time, the interior of Unity and New Shepherd were upgraded.

Also in August 2022, hosted by the parent-child online school “cocowith”, the ASTRAX Space Business Development Education and Training Center (ASTRAX Space Center) was the venue for a lecture on commercial space business by the author of this paper, commercial astronaut Taichi Yamazaki, and the development of the ASTRAX Spacecraft Education and Training Simulator. The event was scheduled to be held but due to the spread of the COVID-19, the realistic simulator development event was cancelled and replaced with an online lecture. A simulator

development event is scheduled to be held in the future after the outbreak of the COVID-19 has subsided.

4.1.5 Holding an event to view the launch of Virgin Galactic's Unity spacecraft

In July 2021, an event was held to view the historic launch of Virgin Galactic's Unity spacecraft, on which Richard Branson also flew, in the Unity spacecraft education and training simulator.



Fig. 21. Viewing of Unity launch held inside the simulator

4.2 Various Types of Photography and Video Recording

The ASTRAX Space Business Development Education and Training Center is the only facility in Japan, and probably in the world, that has all types of commercial spacecraft simulators in one place. ASTRAX members and others who understand the value of this simulator have filmed a video using this simulator introduced below.

4.2.1 Filming of Video Contents for ASTRAX ACADEMY

We are planning to shoot video content for educational and training video materials produced by ASTRAX in this simulator. Many of the photographs taken in this simulator have already been used in the teaching materials of ASTRAX ACADEMY.

4.2.2 Shoot for the ASTRAX IMAGINE Space Flight Attendant Promotional Videos

At the request of ASTRAX IMAGINE, we conducted promotional videos shoot of a space flight attendant using these simulators.



Fig. 22. Shooting the ASTRAX IMAGINE PV on the simulators

4.2.3 Photo and video shoot for sale by Getty Images

At the request of Getty Images, the simulators were used to shoot space travel images.



Fig. 23. Getty images taken with the simulator

5. Future renovation plans

In Chapters 2, 3, and 4, we introduced the renovations, development progress, and results of the various simulators owned or to be developed by ASTRAX over the past year.

Section 5 will summarize future plans (partly the same as Section 3).

5.1 Adding portable power sources and solar panels

During this renovation, portable power supplies and solar panels were installed on a spacecraft education training simulator simulating Virgin Galactic's Unity spacecraft on a trial basis. In the future, we intend to add more similar portable power supplies and solar panels.

5.2 Autonomy through Wireless Communication

Although each simulator is still controlled individually at this time, we are considering making it possible to control power supplies, air conditioners, lighting, and various installed devices through wireless communications in the future. For this purpose, we would like to add portable Wifi and LTE (4G) or 5G communication functions to enable autonomous and remote control.

5.3 Control by Alexa

Along with the addition of the wireless communication function shown in 5.2, we would also like to introduce the voice-controlled AI, Alexa to enable control by voice as well. This will allow the simulator to be controlled from a distance, creating conditions more similar to actual spacecraft operations. This will also provide training for operators.



Fig. 24. Alexa Series [77]

5.4 Interlocking with the ASTRAX Space Mission Support and Control Center

In addition to the modifications shown in 5.2 and 5.3, the ASTRAX Space Mission Support and Control Center will be simultaneously install autonomous wireless communication capabilities and Alexa so that all equipment can be linked together and controlled wirelessly and remotely (or by voice).

Ultimately, the goal is to be able to control the actual spacecraft equipment on the ASTRAX mission in the same way, so that the experience and technology gained from simulations and rehearsals on the ground can be used directly in the actual space travel flight mission.



Fig. 25. ASTRAX Space Mission Support and Control Center

5.6 Link with ASTRAX U2U

ASTRAX is developing an application called ASTRAX U2U as a tool to obtain, educate, use, and control all space-related products and services. The goal is to use this tool to enable control centers, simulators, and other equipment to all be controlled by a smartphone application; see separate paper [51] for more information on the development plans for ASTRAX U2U.

5.7 Realization of Rolls-Royce Images

For the operational image of the spacecraft that ASTRAX is aiming for, please refer to the Rolls-Royce video. [78]

ASTRAX plans to develop various equipment, systems and build facilities to enable such operations.

5.8 ASTRAX Solar System Economic Bloc Initiative

The final goal is to have all goods, services, equipment, facilities, and systems work together as a simulator to realize the ASTRAX solar system economic Bloc Initiative; see separate paper on the ASTRAX solar system economic Bloc Initiative [52].

6. Conclusion

This paper has provided an update on the spacecraft education and training simulator being developed by ASTRAX and its future plans. In the coming commercial space age, we hope that these facilities, technologies, experiences, products, and services will spread more and more throughout the world, so that more and more civilians will be able to enter space safely, easily, and happily. ASTRAX will continue to develop a variety of products and services to achieve this goal.

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 Kiriara, 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.IPB.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 Kiriara, 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://www.aichi-toyota.jp/carlineup/hiacecommuter/feature> (accessed on Aug. 24, 2022).
- [77] <https://amazon-press.jp/Devices/Alexa-Echo.html> (accessed on Aug. 24, 2022).
- [78] <https://youtu.be/yRwQ95vXVmM> (accessed on Aug. 24, 2022)).

IAC-22-B3.IPB.4

DEVELOPMENT OF ASTRAX COMMERCIAL SPACECRAFT EDUCATION AND TRAINING SIMULATORS

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

In the year 2021, the world will be able to travel into space by commercial spacecraft, and many people around the world will be able to fly into space. ASTRAX has developed commercial spacecraft training simulators for World View Enterprises' Voyager, Virgin Galactic's Unity, SpaceX's Crew Dragon, and Blue Origin's New Shepard. These simulators are not used for spacecraft development or pilot training by spacecraft development companies, but rather for customers who will be flying on each company's spacecraft to understand the structure of the spacecraft, and to rehearse and train them for the mission arrangements they want to achieve in space. This paper introduces the roles, functions, and achievements of various commercial spacecraft training simulators, including the latest commercial spacecraft training simulator produced by ASTRAX and various technologies to increase the success rate of these missions.

アブストラクト

2021年より世界では民間宇宙船による宇宙旅行が始まり、世界中のたくさんの方々が宇宙に飛び立てる時代がやってきました。ASTRAXでは、ワールドビューエンタープライズ社の宇宙船ボイジャー、ヴァージンギャラクティック社の宇宙船ユニティ、スペースX社の宇宙船クルードラゴン、ブルーオリジン社の宇宙船ニューシェパードなど、各社の民間宇宙船教育訓練シミュレーターを開発しています。これらは、宇宙船開発会社による宇宙船開発やパイロットの養成などに使われるものではなく、各社の宇宙船に搭乗する顧客が宇宙船の構造を理解し、宇宙で実現させたいミッションの段取りなどをリハーサルしたり訓練したりするためのものです。

本論文では、ASTRAXで制作した最新の民間宇宙船教育訓練シミュレーターを含む、各種民間宇宙船教育訓練シミュレーターの役割、機能、実績などを紹介するとともに、これからますます多様化する民間人による宇宙ミッションのニーズと、それらの成功率を高めるためのさまざまな技術について紹介いたします。

Keywords: Virgin Galactic, SpaceX, Blue Origin, Spaceship Simulator, Space Travel, ASTRAX

1. はじめに(序論)

ASTRAXでは、2012年より、無重力飛行サービスを行ってきた。この10年間のサービス提供の中で、さまざまな知見を得ることができた。多様な顧客のニーズに応えるためには、事前にニーズをヒヤリングし、裏方としてサポートするスタッフの同乗が非常に重要である。同時に、乗客やスタッフなどの搭乗者による事前の意識合わせやリハーサルが最も重要であるということがわかっている。(論文参照 3,17)

また、これまで数百に及ぶ宇宙事業の立ち上げをおこなってきた経験から、民間宇宙船に関する知識があまりにもな

さすぎるため、関わる人たちの知識や意識やビジョンの方向合わせが重要であると認識している。そのため、ASTRAX ACADEMYによる民間宇宙事業創造教育を行ってきた。(論文参照 8)

さらに、それらの経験から、これからの一般人による宇宙旅行時代の到来と、宇宙旅行産業活性化のためにも、各社の宇宙船教育訓練用のシミュレーターがあることで、教育やリハーサル、ミッションに合わせた宇宙船の選定ができるなど、さまざまなメリットがあることがわかっている。(論文参照)

本論文では、ASTRAXが開発中で、2021年のIACで発表したヴァージンギャラクティック社の「ユニティ」やスペースX社の「クルードラゴン」の宇宙船教育訓練シミュレーターに加え、ブルーオリジン社の「ニューシェパード」の宇宙船教育訓練シミュレーターについても紹介する。そして、各種民間宇宙船教育訓練シミュレーターの現在の機能やこれから追加される機能と、どのようにして顧客のニーズに合わせて組み替えていくかという拡張性についてまとめている。

なお、最終的には、これらの宇宙船教育訓練シミュレーターやASTRAXの民間宇宙船運用支援管制センターと、宇宙船の実機を繋いで運動ミッションを行ったり、遠隔操作技術を確立させて、音声などでコントロールできるようにする予定である。

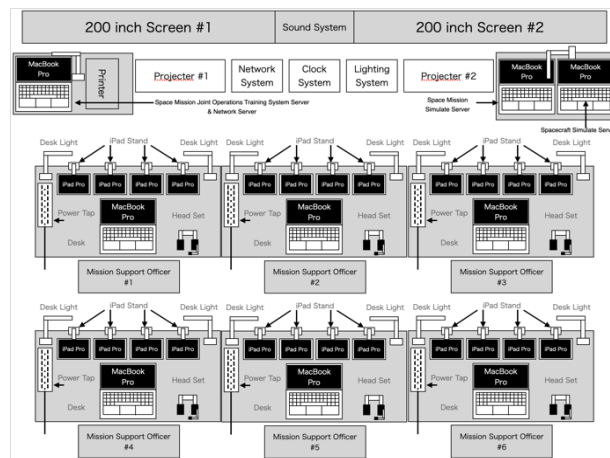
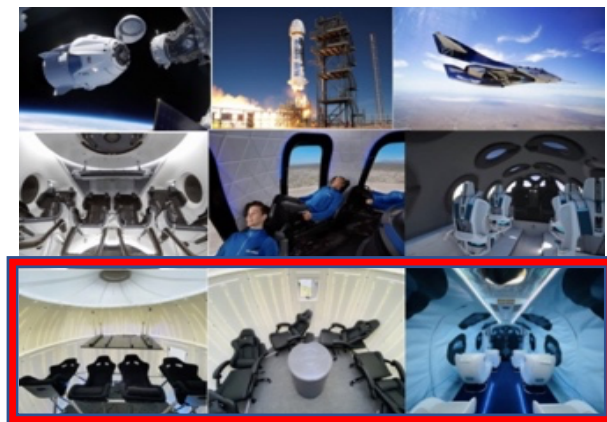


図1 ASTRAX 宇宙船教育訓練シミュレーターと
ASTRAX 民間宇宙船運用支援管制センターの完成イメージ画像

2. ASTRAX の教育訓練シミュレーター改修・開発計画

この論文では、2021年にドバイで開催された国際宇宙会議で発表したASTRAXの宇宙船教育訓練シミュレータ

ーやASTRAXの民間宇宙船運用支援管制センターなどのASTRAXの設備について、主に論文発表後の進化部分についてまとめて論ずる。
それぞれのシミュレーターについて、この1年間で進化させた部分を以下に示す。

2.1 ヴァージンギャラクティック社の宇宙船「ユニティ」の教育訓練シミュレーター

ASTRAXではヴァージンギャラクティックの宇宙船ユニティを模擬した教育訓練のためのシミュレーターを有している。そのシミュレーターについて、以下に示す改修を行うことにした。

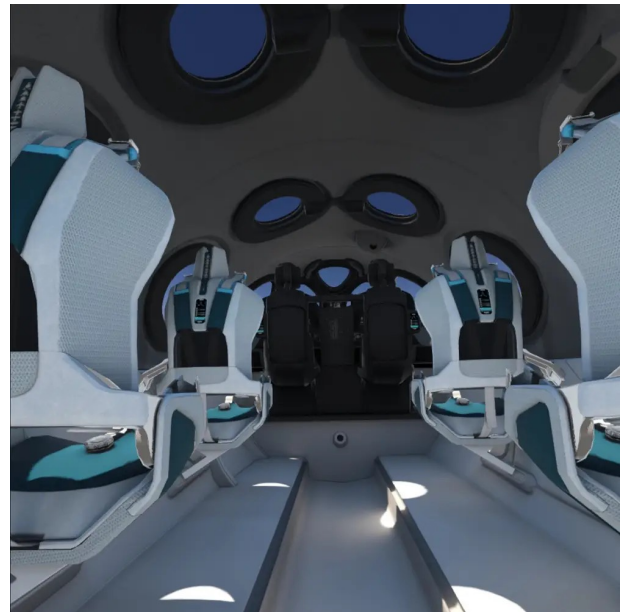


図2 ヴァージンギャラクティック社の宇宙船「ユニティ」の実物内装イメージ(上)と改装前のユニティの宇宙船教育訓練シミュレーターの内装(下)

2.1.1 内装(内壁)の組み替え

これまで、内装の壁の部分は、ヴァージンギャラクティックの内装をイメージした印刷を施したスクリーンを大量のマジックテープで壁面に貼るという方法によって表現していた。しかし、スクリーンにシワがよるため、実際の宇宙船とはイメージが異なっていることが問題であった。また、印刷されている色が少し青っぽいグレーであったため、室内の明るさが若干暗めになっていた。実際の宇宙船の内装はほぼ白色であるため、白くてシワにならないものに組み替えることで、より実際の宇宙船の内装に近いものにしたいと考えていた。

そこで、シミュレーターの内装(壁の部分)について、本シミュレーターを使った動画や写真の撮影を希望していた写真画像代理店であるGettyイメージの協力を得て、大幅な改修を行うことになった。

2.1.2 窓を立体化及びバックライト設置

2.1.1 に示す内装の印刷の一部として、窓の部分も印刷によって表現していた。その印刷により地球の画像をはめ込むことで宇宙空間を飛行中のイメージは表現できていた。しかし、バックライトがあるわけではなく、窓部分が暗くなっており、どうしても実際より暗めになってしまっていた。また、印刷であったため、立体感がなく、どうしても実物とは違うイメージになっていた。

そこで内装組み替えと合わせて、窓部分について構造的な改修(立体的にする)とバックライトの設置を行うことになった。

それにより、室内全体の明るさの確保、撮影時の被写体の明るさの確保を行うことで、より実際の宇宙船の窓から入る光や室内の明るさをシミュレートできるようにする。

2.1.3 ポータブル電源及びソーラーパネルの設置

シミュレータの電源は、シミュレーターを設置している施設の電源から電気を供給していた。しかし、どうしてもシミュレーターを設置している施設の開店・閉店時間や電力量の上限の制限を受けていた。

そのため、シミュレーターごとにポータブルバッテリーとソーラーパネルを設置して、独立した電源によって自律的に稼働させられるようにしたいと考えていた。

そこで、市販のポータブル電源を選定し、購入し、まずは、このヴァージンギャラクティック社の宇宙船「ユニティ」のシミュレーターに設置することで、その妥当性を評価することにした。

2.2 スペースX社の宇宙船クルードラゴンの教育訓練シミュレーター

ASTRAX ではスペース X の宇宙船クルードラゴンを模擬した教育訓練のためのシミュレーターを有している。そのシミュレーターについて、以下に示す改修を行うことにした。



図3 スペースX社の宇宙船「クルードラゴン」の実物内装(左)と改装前のクルードラゴンの宇宙船教育訓練シミュレーターの内装(右)

2.2.1 座席の固定方法を変更

これまでのシミュレーター内の座席について、座席を支えるパイプの部分が実際のクルードラゴンの座席のデザインに少しでも近くなるように配置させ、接続していた。しかし、資金的な制限などにより実物のような固定方法は取れず、またその状態では地上の重力下において強度が足りずに不安定になっていた。

そこで、実際のクルードラゴンとは既に固定方法が異なっていることを前提に、なるべく費用をかけずに、より安定した固定方法を取ることにした。

2.2.2 モニター部分についての改修

シミュレーターには上部に3つのタッチパネルモニターが設置されているが、板にモニターが固定されているだけであった。また、モニターは、強力な両面テープを使ってモニターの固定をしていたが、それでも重力によって外れてしまうことがあった。

そこで今回の改修では、モニターの固定方法の改善を行うとともに、モニターを固定している板の部分に改修を行い、より実物に近い形状にする。

また、LEDライトを2個取り付けることにより、実物のクルードラゴンのように手元をライトで照らすことが出来るようにする。

2.2.3 エアコンの設置

これまで、このシミュレーターにはヒーターはあったが、エアコンがなかったため、暑い夏の時期に備えてポータブルエアコンを設置することにした。

2.3 ブルーオリジンの宇宙船ニューシェパードの教育訓練シミュレーター

2021 年の IAC での論文発表の時は、ASTRAX はまだブルーオリジンの宇宙船ニューシェパードを模擬した教育訓練のためのシミュレーターは有していなかった。そこで、ニューシェパードについても教育や訓練が行えるようにシミュレーターを制作することにした。

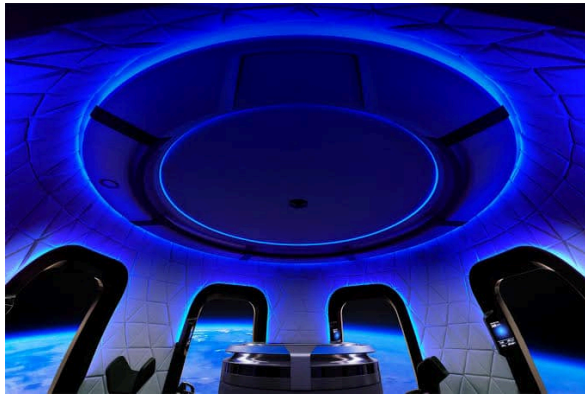


図 4 ブルーオリジン社の宇宙船「ニューシェパード」の実物内装イメージ

2.3.1 本体設置

2022 年 2 月に組み立てが始まったニューシェパードのシミュレーターを設置した際、本体、6脚の座席、緊急脱出用ブースターの部分を模擬した円筒形の突起部分、そして LED ライトの設置まで行った。

2.3.2 窓枠設置

その後、Getty Images の協力を得て、窓枠及び合成用クロマキーのための緑のスクリーンの設置を行うこととなった。これにより、本シミュレーターで撮影した映像や画像の窓の部分に地球や宇宙の画像や映像を映せるようにする。

2.3.3 エアコン設置

これまで、このシミュレーターにはヒーターはあったが、エアコンがなかったため、夏の時期に備えてポータブルエアコンを設置することにした。

2.4 無重力飛行機内シミュレーターの開発

ASTRAX では 2012 年から 10 年以上、無重力飛行サービスを行ってきた。詳細は別論文【●】を参照のこと。

しかし、まだ無重力飛行サービスのための教育訓練シミュレーターは有していなかった。

それは、それまで無重力飛行機は中型のプライベートジェット(ガルフストリーム2)を使用しており、その飛行機のシミュレーターの制作のためには高額な費用がかかると考えていたからである。

しかし 2022 年から ASTRAX の無重力飛行サービスでは小型の MU-300 という飛行機を使うようになった。そこで、MU-300 のサイズであれば、それほど費用をかけずにシミュレーターが作れると考え、無重力飛行教育訓練用のシミュレーターの開発に着手した。

まずはシミュレーターの本体として利用できるベースの選定を行うことにした。

2.5 ASTRAX 月面シティシミュレーション施設

ASTRAX では、2007 年より、ルナエンバシー社が販売している月の土地を利用してビジネスを行うためのビジネスコミュニティとして、ASTRAX 月面シティビジネスコミュニティや、そのコミュニティが作り出した商品やサービスなどを利用して月面生活を楽しむメンバーが集まる ASTRAX 月面シティレジデンスクラブというコミュニティを運営してきた。

そして、これまでは想像の世界やマインクラフトで作ったバーチャル空間において ASTRAX 月面シティを構築してきたが、実際の ASTRAX 月面シティの模擬施設(シミュレーション施設)を建設する計画を立ち上げることにした。

まずはその ASTRAX 月面シティシミュレーション施設の設置場所の検討を行うことにした。詳細は 2022 年の国際宇宙会議で発表する別論文にまとめるのでそちらを参照のこと。【53】

3. 開発状況(改修結果・検討結果)

2 章で示した各種民間宇宙船教育訓練シミュレーターの改修や開発の状況を以下にまとめる。

3.1 ヴァージンギャラクティックの宇宙船ユニティの教育訓練シミュレーター

ヴァージンギャラクティックの宇宙船ユニティを模擬した教育訓練のためのシミュレーターについて、以下に示す改修を行った。

3.1.1 内装(内壁)の組み替え

内装の壁について、印刷されたロールスクリーンからウレタンボードに変更した。これによって、シワにならなくなり、また内壁の色がブルーグレーから白くなったことで、キャビンの内部が明るくなって、実際の宇宙船ユニティの内装により近くなった。



図 5 改修後のユニティの宇宙船教育訓練シミュレーターの内装

3.1.2 窓を立体化及びバックライト設置

シミュレーター内の壁を模擬していたロールスクリーンに印刷されていた窓部分を立体型の窓枠に変更し、さらに窓の裏側にバックライトを設置することで、窓の外から光が入ってきている状態を模擬することが出来るようになった。また、それによって、後から合成によって地球の画像や映像をはめ込むことも出来るようになった。

さらに今後は、バックライトだけでなく、液晶ディスプレイを設置することで、実際の景色を映像で表示できるようにすることも検討している。



図 6 改装後の窓を使った撮影
(上)合成前／(下)地球の画像合成後

3.1.3 ポータブル電源及びソーラーパネルの設置

エコフロー社のデルタプロというポータブル電源と、400W のソーラーパネルを設置した。これにより、外部電源を供給しなくてもシミュレーターの電源を確保できるようになった。ただ

し、消費電力と発電電力とのバランスが取れていないため、追加でポータブル電源およびソーラーパネルを増設することも検討している。



図 7 設置したポータブル電源(上)とソーラーパネル(下)

また、2.2, 2.3 に示すクルードラゴンやニューシェパードの教育訓練シミュレーター、及び 2.5 示す ASTRAX 月面シミュレーション施設にも同様のポータブル電源を設置するかどうか、コストを考慮しながら検討していくことにする。

3.2 スペース X の宇宙船クルードラゴンの教育訓練シミュレーター

スペース X の宇宙船クルードラゴンを模擬した教育訓練のためのシミュレーターについて、以下に示す改修を行った。



図 8 改装後のクールドラゴンの宇宙船教育訓練シミュレーターの内装

3.2.1 座席の固定方法を変更

座席の固定部分のパイプの固定方法を変更することにより、より、強力で安定した座席の固定が可能となった。これにより、4名の大人が同時に座席に座っても問題なくなった。

実際のクールドラゴンとは見た目が大きく異なるが、教育や訓練用であるため実物と異なっても問題はない。

3.2.2 モニター部分についての改修

モニターの固定方法を改善することで、モニターが外れることがなくなった。

また、モニターを固定している板の部分にも改修を行い、より実物に近い形状となった。

さらに、LED ライトを 2 個取り付けることにより、実物のクールドラゴンのように手元をライトで照らすことが出来るようになった。

3.2.3 エアコンの設置

シミュレーター内にポータブルエアコンを設置し、夏でもクーラーが使えるようになった。なお、このエアコンにはヒーター機能もついているため、そのまま冬でも使用することができる。



図 9 シミュレーター内にエアコンを設置しているところ

3.3 ブルーオリジンの宇宙船ニューシェパードの教育訓練シミュレーター

ブルーオリジンの宇宙船ニューシェパードを模擬した教育訓練のためのシミュレーターについて、以下に示す改修を行った。

3.3.1 本体設置

2022 年 2 月からニューシェパードのシミュレーターの制作を開始し、本体、6 脚の座席、緊急脱出用ブースターの部分を模擬した円筒形の突起部分、そして LED ライトを設置した。



図 10 ブルーオリジン社のニューシェパードの宇宙船教育訓練シミュレーターの本体設置時点の内装

3.3.2 窓枠設置

その後、Getty Images の協力を得て、窓枠及び合成用クロマキーのための緑のスクリーンの設置を行った。

これにより、本シミュレーターで撮影した映像や画像の窓の部分に地球や宇宙の画像や映像を映しこさせるようになった。



図 11 ブルーオリジン社のニューシェパードの宇宙船教育訓練シミュレーターの窓枠設置(上)と窓にイメージを合成した画像(下)

3.3.3 エアコン設置

シミュレーター内にポータブルエアコンを設置し、夏でもクーラーが使えるようになった。なお、このエアコンにはヒーター機能もついているため、そのまま冬でも使用することができる。

3.4 無重力飛行機内シミュレーターの開発

日本における無重力飛行サービスのための教育訓練シミュレーターの本体として利用できるベースの選定を行った。まず MU-300 のキャビン内のサイズを図 13 に示す。このサイズのキャビンを模擬するために、さまざまな方法を検討した。

その際、移動させることも可能とするため、自走式の自動車で、なるべく安価で運転しやすいものから選定を行った。トレーラーやトラック、キャンピングカーやバンなど、いくつかの車種を検討した結果、以下の 2 種類のどちらかを使ってシミュレーターを開発する方向で進めていくことになった。



図 12 無重力飛行サービスに使用している MU-300

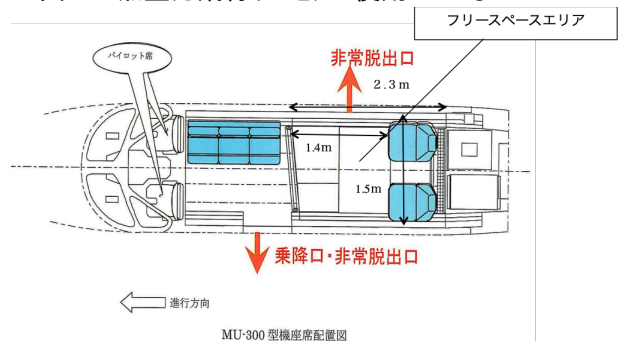


図 13 無重力飛行用 MU-300 のキャビン内のサイズ

3.4.1 トヨタ「ハイエース通勤ター」

サイズ、移動のしやすさ、入手のしやすさ、改造のしやすさ、費用の安さなどから、トヨタの「ハイエースコミューター」という車が最終候補の1つとなった。

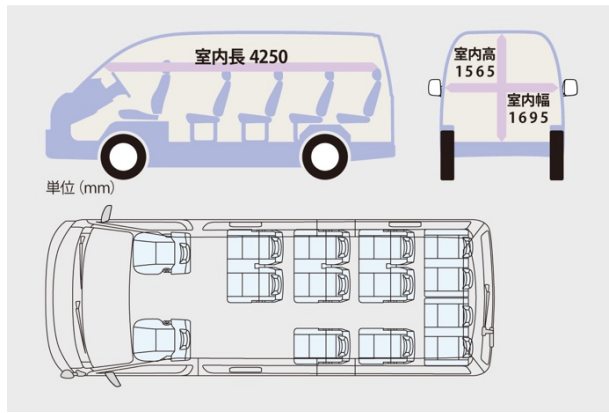


図 14 トヨタハイエースコミューターの内装図[76]

3.4.2 自走式エアストリーム「アルゴジー」

シミュレーターの機能だけで考えると、3.4.1 に示すトヨタハイエースコミューターを利用することで実現が可能である。

一方で、ASTRAX では、シミュレーターを設置する場所（ASTRAX 宇宙センター）に、トイレやシャワーなどの設備を設置したいと考えおり、そのためにキャンピングカーを入手することも検討していた。

そこで、自走式エアストリーム「アルゴジー」を入手することで、無重力飛行サービス用教育訓練シミュレーターの開発と同時に、トイレやシャワーを利用できるようにしたいと考えている。



図 15 自走式エアストリーム「アルゴジー」外装と内装

今後トヨタ「ハイエースコミューター」にするか、自走式エアストリーム「アルゴジー」にするか、さらなる検討を行い、最適なものを選定することにする。

3.5 ASTRAX 月面シティシミュレーション施設

ASTRAX 月面シティシミュレーション施設の設置場所は、ASTRAX 民間宇宙事業創造教育訓練センターがある施設の屋上の広い駐車場スペース(図 16)を利用する方向で検討を進めているが、まだ決定には至っていない。

また、同時に、シミュレーション施設に必要となる設備や機能についても検討を行っている。

これらについての詳細は 2022 年の国際宇宙会議で発表する別論文にまとめるのでそちらを参照のこと[53]。



図 16 ASTRAX 月面シティシミュレーション施設候補地

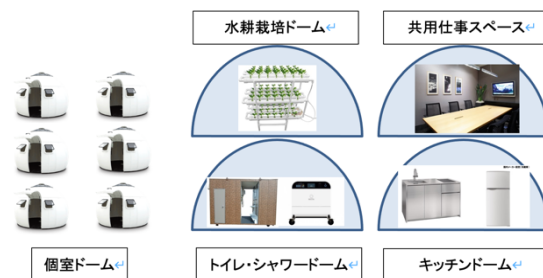


図 17 ASTRAX 月面シティシミュレーション施設の概要図

4. シミュレーターの利用実績と役割

本論文で紹介しているシミュレーターを利用して、さまざまな教育企画やイベント、撮影などが行われている。

4.1 教育やイベント

ASTRAX では現在、これらのシミュレーターを、民間宇宙船搭乗者や宇宙旅行者、あるいは民間による宇宙ビジネス

スを行っていく人たちの教育やイベントのために利用している。以下に、この1年間に開催されたさまざまな教育企画やイベントについて紹介する。

4.1.1 ASTRAX 月面シティ市民会議の開催

前述の、月面を使ってビジネスを行うコミュニティ ASTRAX 月面シティが2ヶ月に1度開催している市民会議を ASTRAX 民間宇宙事業創造教育訓練センター (ASTRAX 宇宙センター) の宇宙船運用支援管制センターで行った。対面参加と ZOOM でのオンライン参加が選択できた。その際に同施設内にある各種民間宇宙船教育訓練シミュレーターを見学・紹介した。



図 18 ASTRAX 宇宙センターで開催した ASTRAX 月面シティ市民会議の様子

4.1.2 ASTRAX 民間宇宙ビジネスシンポジウムの開催

年に1度以上 ASTRAX が企画し開催している民間宇宙ビジネスシンポジウムを開催した。こちらも 4.1.1 と同様に対面参加と ZOOM でのオンライン参加が選択できた。シンポジウムのプログラムとして、宇宙船運用支援管制センターで、個々の宇宙船について説明を行った後、対面参加者に対して各種民間宇宙船教育訓練シミュレーターを紹介・見学させ、集合写真撮影やプロフィール写真撮影なども行った。



図 19 ASTRAX 民間宇宙ビジネスシンポジウムの時にシミュレーターで行った写真撮影の様子

4.1.3 ASTRAX 国際論文執筆講座の開催

2022 年の国際宇宙会議 (IAC 2022) には、ASTRAX グループメンバーから多くの論文発表者がいる。国際論文執筆に初めて挑戦するメンバーも多かったため、ASTRAX では8回に分けて国際論文執筆講座を実施した。そのうちの1回を ASTRAX 民間宇宙事業創造教育訓練センター (ASTRAX 宇宙センター) の宇宙船運用支援管制センターで行った。論文の執筆を進めるだけでなく、プレゼンテーションの練習も行った。また、論文の実験や研究の中で ASTRAX 民間宇宙船教育訓練シミュレーターを使用するメンバーも多く、シミュレーターの記録やシミュレーターの利用方法を確認するなどした。



図 20 ASTRAX 宇宙センターで開催した論文執筆講座の様子

4.1.4 ASTRAX 民間宇宙船教育訓練シミュレーター開発体験イベントの開催

2022 年 4 月 1 日～4 日にかけて、子どもたち向けの宇宙船教育訓練シミュレーターの開発体験イベントを開催した。その時は、ユニティとニューシェパードの内装のアップグレードを行った。

また、2022 年 8 月には、親子オンラインスクール cocowith の主催で、ASTRAX 民間宇宙事業創造教育訓練センター (ASTRAX 宇宙センター) を会場にして、本論文の著

者である民間宇宙飛行士山崎大地の民間宇宙ビジネスに関する講演会と ASTRAX 民間宇宙教育訓練シミュレーターの開発イベントを開催する予定だった。しかし、新型コロナウイルス感染症が拡大し、リアルでシミュレーター開発イベントは中止となり、オンライン講演会に変更になった。今後、新型コロナウイルス感染症が落ち着いた後、シミュレーター開発イベントも開催予定となっている。

4.1.5 ヴァージンギャラクティック社の宇宙船「ユニティ」の打ち上げ鑑賞イベントの開催

2021 年の 7 月ではあるが、リチャードブランソンも搭乗したヴァージンギャラクティック社の宇宙船「ユニティ」の歴史的打ち上げをまさにユニティの宇宙船教育訓練シミュレーター内で鑑賞するイベントを行った。



図 21 シミュレーター内で行ったユニティ打ち上げ鑑賞会の様子

4.2 各種写真・動画撮影

各種民間宇宙船のシミュレーターが1箇所に揃っている施設は、日本に、おそらく世界を見ても ASTRAX 民間宇宙

事業創造教育訓練センター以外にないであろう。ASTRAX メンバーをはじめ、その価値が分かる人々による本シミュレーターを使った動画撮影が行われたので紹介する。

4.2.1 ASTRAX ACADEMY 用動画コンテンツ撮影

ASTRAX で制作している教育訓練用の動画教材のコンテンツ動画の撮影を本シミュレーター内で行う予定である。なお、本シミュレーターで撮影した写真に関しては、既に ASTRAX ACADEMY の教材に多数採用している。

4.2.2 ASTRAX IMAGINE のPV 撮影

ASTRAX IMAGINE からの依頼により、本シミュレーターを使用して宇宙フライトアテンダントの PV 撮影を行った。



図 22 シミュレーターでの ASTRAX IMAGINE PV 撮影の様子

4.2.3 ゲットイイメージの販売用写真・映像撮影

ゲットイイメージからの依頼により、本シミュレーターを使用して宇宙旅行イメージの撮影を行った。



図 23 シミュレーターでのGettyイメージによる撮影の様子

5. 今後の改修計画

2章、3章、4章では、ASTRAX が所有する、あるいはこれから開発していく各種シミュレーターについて、この1年で行った改修や開発進捗、利用実績について紹介した。5章では、今後の計画についてまとめることにする(一部3章と同じ)

5.1 ポータブル電源やソーラーパネルの増設

今回の改修で、試験的にヴァージンギャラクティックの宇宙船ユニティを模擬した教育訓練シミュレーターにポータブル電源やソーラーパネルを設置したが、今後、他の宇宙船のシミュレーターや月面シミュレーション施設での使用のために、順次、同様のポータブル電源やソーラーパネルを増設していきたいと考えている。

5.2 ワイヤレス通信による自律化

今はまだ、それぞれのシミュレーターは個別に制御するようになっているが、今後、電源やエアコン、照明や各種設置機器について、ワイヤレス通信によって制御できるようにしていくことを検討している。そのためにポータブル Wifi や LTE (4G) の通信機能を追加し、自律的に、かつ遠隔で制御できるようにしたいと考えている。

5.3 アレクサによる制御

5.2 に示すワイヤレス通信機能の追加と同時に、音声制御 AI アレクサも導入することで、音声でも制御できるようにしたいと考えている。これにより、遠く離れた場所からでもシミュレーターを制御することが出来るようになり、より実際の宇宙船のオペレーションに近い状態が作り出せると考えている。それによりオペレーターの教育訓練にもなる。



図 24 アレクサシリーズ[77]

5.4 ASTRAX 民間宇宙船運用支援管制センターとの連動

5.2, 5.3 に示す改修に加え、ASTRAX 民間宇宙船運用支援管制センターも同時に自立型ワイヤレス通信機能やアレクサの設置により、全ての機器が連動してワイヤレスで遠隔で(あるいは音声で)制御することが出来るようになる。

最終的には、ASTRAX のミッションにおいて実際の宇宙船に搭載される機器なども同様に制御できるようにすることで、地上のシミュレーションやリハーサルの経験や技術がそのまま本番の宇宙旅行フライトでのミッションでも使えるようにすることを目標としている。



図 25 ASTRAX 民間宇宙船運用支援管制センター

5.6 ASTRAX U2U との連動

ASTRAX では、あらゆる宇宙関連商品やサービスを購入したり、教育したり、利用したり、制御するためのツールとして、ASTRAX U2U というアプリケーションを開発中である。このツールを使って、管制センターやシミュレーターなどの機

器も全てスマートフォンのアプリケーションで制御できるようにすることを目指している。ASTRAX U2Uの開発計画については別論文【51】を参照のこと。

5.7 ロールスロイスの映像の実現

ASTRAX が目指している宇宙船の運用イメージはロールスロイスの動画を参考にしたい。[78]
このようなオペレーションを可能にするために、今後さまざまな設備やシステムの開発や施設の構築を行っていく予定である。

5.8 太陽系経済圏構想

最終的には、ASTRAX 太陽系経済圏構想の実現のための模擬装置として全ての商品、サービス、設備、施設、システムが連動して機能することを目指している。
ASTRAX 太陽系経済圏構想については別論文【52】を参照のこと。

6. 結論

本論文では、ASTRAX が開発を進めている宇宙船教育訓練シミュレーターについての最新情報と今後の計画について紹介した。これからの民間宇宙時代において、これらの設備や施設、技術や経験、商品やサービスなどがどんどん世界中に広がり、ますます民間人が安全に気軽に楽しく宇宙に進出できるようにしていきたいと考えている。そのために、ASTRAX では、これからもさまざまな開発を行っていく予定である。

References

Reference to a conference/congress paper:

- 【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】 Zerog-Naut And Mission Commander To Support Commercial Space Missions And Customer Activities Inside Cabin,
Zerog-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す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

ホームページ

[76] <https://www.aichi-toyota.jp/carlineup/hiacecommuter/feature> (accessed on Aug. 24, 2022).

[77] <https://amazon-press.jp/Devices/Alexa-Echo.html>
(accessed on Aug. 24, 2022).

[78] <https://youtu.be/yRwQ95vXVmM>
(accessed on Aug. 24, 2022)).