



Transcript of the webinar “#Space 4DGs; What can Space Science and Technology teach us about sustainability?” by speaker Naoko Yamazaki hosted by Saideep Rathnam (Chief Operating Officer) on 22nd January 2021

Date: 22nd January 2021

Speaker: Naoko Yamazaki

Space traveler, author, policy-driver, and mentor, whose passion for space and commitment towards sustainability makes her a key figure in science and society, Naoko Yamazaki began her space odyssey as a little girl with stars in her eyes and 2 decades later, she is an inspiring leader and a model of perseverance. Since retiring from JAXA, she has dedicated herself to further causes with a focus on sustainability, space education and research, and exploring commercial space travel.

Yamazaki san enters the session with the fabulous earth-view from the ISS Cupola as her background, one of her favourite views from space, she reveals. She puts a smile on the Indian audiences' faces by congratulating the success of Mission Mangal and excitedly telling us how much she enjoyed the Indian movie of the same name. She also expresses her anticipation for the upcoming joint lunar exploration of India and Japan.

Taking us through her journey, she starts from her childhood in Hokkaido, Northern Japan, reminiscing about the clear skies which inspired her love for the stars and outer space. She was convinced of her chances of going to space when she witnessed Japanese astronauts in space in 1981 and decided to study aerospace engineering. She applied to be an astronaut twice, once as a graduate, and later as an engineer in JAXA, which was followed by training which spanned a period of 11 years and covered several countries and survival exercises including freezing temperatures and underwater locations. Ironically, her batch was nicknamed “The Peacocks”, birds with a beautiful but flightless plumage, as part of an interesting tradition where training batches were named after flightless birds such as penguins to wish them luck that the reverse would come true.

She talks about the trainings focus on team building, leadership, and situational awareness and shares a few exciting moments such as micro gravity simulation, and the mission poster, similar in fashion to the movie Armageddon. The actual mission was to deliver an Italian logistics module called Leonardo to the ISS and Yamazaki san operated the robotic arm to carry out the process. The inside of the discovery space shuttle used in the mission was designed in the 1980's and looked intensely complicated, but Yamazaki san points out that a sleek and modern “Dragon” shuttle designed by Space X is already in use now. Talking about

resupply and delivery missions, Yamazaki san explains that ISS was constructed over 13 years, requiring many parts to be assembled, along with periodic repairs and maintenance.



Inside the space station, Yamazaki san plants her feet on the floor and Noguchi san hangs from the ceiling, but in space, there is no up or down, each person has their own axis, and has to understand the other's axis too, a refreshing concept worth bringing back to Earth.

Life in space is all about hyper organization and little glamour, the numerous articles in the craft are barcoded and constantly checked on, the passengers do not have a minute to spare, and there are micro spaces for meals that are had mostly at separate times. However, the fellow travellers still dined together, played some music, and conducted fun micro gravity experiments during their time off. An interesting discovery made during some experiments was the lengthened life span of microbes in space, also reminding us of the need to be cautious of bio-contamination in space. Another aspect of space life is the effect of the altered environment on muscles and bone density, the former decreasing by 1% by the day and the latter decreasing by 1.5% every month, making a 2-hour workout mandatory.

Back on Earth, Yamazaki san recalls feeling the weight of gravity, and the freshness of the breeze, and the longing she had felt for space was overwhelmed with admiration for the Earth.

Strong partnerships on Earth will extend human frontiers in Space. Talking about the history of space collaboration, Yamazaki san comments on the united efforts of countries like Russia and the U.S even during times of conflict, and the ISS project which will continue until 2024. She also speaks about the Artemis project, an initiative for a lunar gateway, a human outpost to the moon and eventually to Mars, for which NASA has collaborated with Canada, Japan, and several European agencies, with a potential for more nations to get on board.

While on the subject of expanding frontiers, she explains that there is a need to develop sustainable technology in space and talks about how the ISS is testing ground. Presently, water (including urine and sweat) and atmosphere are recycled, but the levels are only at 60%. While energy is solar generated, we would have to consider alternatives for long journeys. Food is completely relayed from the ground at present, though it might not be long before the experiments with space grown food yield results. 3D printers are in use and could be considered for food generation too. On ground efforts include space 4DGs, a UN study collaboration for which Japan cooperates by deploying small satellites for observations. Alternatively, the discovery of water on the polar regions of Mars and other moons, and billions of dollars' worth of metal on asteroids have encouraged several probes and space mining.

If survival means conservation in space, the Earth is no different. Our planet is breathtaking, but the atmosphere is fragile, a mere 3% of available water is shared amongst 7.7 Billion people. Yamazaki san stresses that we consider our planet as space-ship Earth.

She concludes that to go farther, go together. The sun is resplendent, but during night on earth, the influence of mankind can be seen from space, reminding us together we can accomplish much more, to conserve, sustain, and explore.



Yamazaki san proceeds to answer the piling questions from the audience on space exploration, innovation, research, education, and policy.

Offering her views on the longstanding debate of whether space exploration is really worth the steep expenses and resources for mankind, she suggests that the possibilities presented by space exploration are boundless, the prospect of discovering resources and habitats for the future, studying the universe, fueling innovation, and gathering inputs to preserve our planet. Extending the thought to mining asteroids for rare metals and plans to inhabit life sustaining planets, she expresses that exploring possibilities would pave the way for finding solutions to environmental and societal problems on earth. However, she agrees that we must proceed with wisdom, keeping in mind that needs are endless, and all resources are limited. She suggests that we could learn about changing atmospheres from other once inhabitable planets and develop a sustainable attitude both on Earth and in space.

Welcoming questions on opportunities for innovation in space technology, she speaks about the increasing demand for heat resistant ceramics, and reusable space equipment, citing Tesla's completely reusable starship, and constant experimentation with alloys in the Japanese startup ecosystem. Moving on to innovation in Artificial Intelligence, she says the present spacecraft monitoring and controlling systems work with a 50/50 mechanism between manual and automation mode. However, constant attempts are being made to accommodate mistakes and prepare for high-risk situations, where AI may play a significant role. She also suggests that as projects involving long-term space travel increase, the dependence on AI would grow.

Addressing questions about her involvement in commercial space travel and collaboration, Yamazaki san elaborates on the goals of Space Port Japan, of building an Asia wide space network, launching satellites for independent studies, and gathering data about the water bearing south pole of the moon, to execute manned missions to the moon. She speaks about how international collaboration will empower countries in their exploration and promote equal opportunity in space.

Delving into the details of the challenges of space travel, she answers concerns of biological contamination in space and explains that there are several guidelines about releasing life in space and bringing back extra-terrestrial samples to earth, with an emphasis on rules for potentially life supporting planets such as Mars. Answering questions on the effects of space travel on the human body, she explains that while adjusting to micro gravity is easy, readjusting muscles and bones to gravity is challenging, and longer the stay in space, longer the recovery time, although experiments to create artificial gravity are in progress. She also

reveals that astronauts undergo some permanent changes to vision, and the cause is yet to be discovered. There has been an increase in space debris and possibility of collisions over



the years, but monitoring systems are in place which can help maneuver space shuttles, and new ways to deal with emergencies are always being thought of.

Yamazaki san shares her ways to cope with the psychological challenges in space such as isolation and boredom, she sticks to a well-formed routine, communicates with crew, friends, and family, and indulges in tea breaks as needed. She reminds us that carrying gratitude for the support on ground is a big motivator.

Today, engineers, doctors, and journalists have been to space but looking ahead, opportunities may arise for lawyers or anthropologists and even space tourists. Yamazaki san hopes that soon a day will come where an artist can create a masterpiece, inspired by the wonders of space.

「達人スピーク」4.0

ウェビナーの文字起こし

ウェビナータイトル

“#スペース 4DG : 宇宙科学技術は持続可能性について何を教えてくださいか？”

日付 : 2021 年 01 月 22 日

スピーカー: 直子 山崎

宇宙旅行者、作家、政策立案者、そして指導者である山崎直子は、宇宙への情熱と持続可能性への取り組みにより、科学と社会における重要な人物となっています。山崎直子は、目に星を浮かべた少女として宇宙への旅を始め、20 年後には、刺激的なリーダーであり、忍耐のモデルとなっています。JAXA を退職してからは、持続可能性、宇宙教育・研究、商業宇宙旅行の探求などに力を注いでいます。

山崎さんは、国際宇宙ステーションのキューポラからの素晴らしい地球の眺めを背景にセッションに臨みましたが、これは山崎さんが好きな宇宙からの眺めの一つだそうです。ミッション・マンガルの成功を祝福し、同名のインド映画を楽しんだことを興奮気味に語り、インドの観客に笑顔を振りまいた。また、インドと日本の共同月面探査への期待も語ってくれました。

山崎さんの旅は、北日本の北海道で過ごした幼少期から始まり、星や宇宙への憧れを抱かせた澄んだ空の思い出を語っています。1981 年に日本人宇宙飛行士の宇宙飛行を目

の当たりにして、自分も宇宙に行けるのではないかと確信し、航空宇宙工学を学ぶことを決めました。宇宙飛行士になるためには、新卒と JAXA の技術者の 2 回応募し、その



後、11年間にわたる訓練では、いくつかの国を訪れ、氷点下や水中でのサバイバル訓練を行いました。皮肉なことに、山崎さんのバッチは「ピーコック」と呼ばれました。これは、ペンギンのような飛べない鳥の名前を訓練バッチにつけることで、逆に幸運が訪れることを願うという面白い伝統の一環です。

山崎さんは、チームビルディング、リーダーシップ、状況認識に重点を置いたトレーニングについて語り、微小重力シミュレーションや、映画「アルマゲドン」に似たミッションポスターなど、エキサイティングな出来事を紹介してくれました。実際のミッションは、イタリアの物流モジュール「レオナルド」をISSに届けることで、山崎さんはそのためのロボットアームを操作しました。今回のミッションで使用されたディスカバリー・スペースシャトルの内部は1980年代に設計されたもので、非常に複雑な構造になっていましたが、山崎さんは、スペースX社が設計した最新型のシャトル「ドラゴン」がすでに使用されていると指摘しました。補給・運搬ミッションについて山崎さんは、ISSは13年の歳月をかけて建設され、多くの部品を組み立て、定期的に修理やメンテナンスを行っていると説明しました。

宇宙ステーションの中では、山崎さんは床に足をつき、のぐちさんは天井からぶら下がっていますが、宇宙には上下がなく、それぞれが自分の軸を持っていて、相手の軸も理解しなければならないという、地球に持ち帰る価値のある新鮮なコンセプトがあります。

宇宙での生活は、超整理整頓が基本で、華やかさはありません。船内にある数多くの物品はバーコードで管理され、常にチェックされ、乗客には1分1秒の余裕もなく、食事のための微小なスペースもあり、ほとんどの場合、別々の時間に食事をしています。しかし、仲間同士で食事をしたり、音楽を聴いたり、楽しい微小重力実験をしたり、暇な時間を大切にしていました。実験の中では、宇宙では微生物の寿命が長くなるという興味深い発見もあり、宇宙での生物汚染には注意が必要であることを再認識しました。また、宇宙での生活では、環境の変化が筋肉や骨の密度に影響を与え、筋肉は日ごとに1%、骨は月に1.5%減少するため、2時間のトレーニングが必須となります。

地球に戻った山崎さんは、重力の重さや風の爽やかさを感じ、宇宙への憧れが地球への憧れに変わったと振り返りました。

地球上での強力なパートナーシップが、宇宙での人類のフロンティアを広げます。山崎さんは、宇宙協力の歴史について、ロシアとアメリカが対立しながらも一致団結して取り組んできたことや、2024年まで継続されるISSプロジェクトについて述べました。また、アルテミス計画については、NASAがカナダ、日本、ヨーロッパの複数の機関と



共同で進めている、月への有人飛行の前哨基地である月面ゲートウェイ、さらには火星への有人飛行の構想であり、今後、さらに多くの国が参加する可能性があると言っています。

フロンティアを広げるというテーマでは、宇宙で持続可能な技術を開発する必要があると説明し、ISS がその実験場であることを語っています。現在、水（尿や汗を含む）や大気はリサイクルされていますが、その割合は 60%に過ぎません。また、エネルギーは太陽光発電でまかなわれていますが、長期滞在の場合は代替手段を検討する必要があります。食料は、現在は完全に地上からの中継ですが、宇宙栽培の実験で成果が出るのもそう遠くないかもしれません。また、3D プリンターが実用化されていますが、これも食料の生産に利用できるかもしれません。地上での取り組みとしては、国連の研究協力機関である「Space 4DGs」があり、日本は小型衛星を打ち上げて観測に協力しています。また、火星や他の月の極域に水が存在することや、小惑星に数十億ドル相当の金属が存在することが発見されたことで、いくつかの探査機や宇宙採掘が行われています。

サバイバルが宇宙での保全を意味するなら、地球も同じです。息を呑むような美しい地球ですが、大気はもろく、77 億人の人々が共有する水の量はわずか 3%にすぎません。山崎さんは、この地球を「宇宙船地球」と見なしていることを強調しました。

山崎さんは、より遠くへ行くためには、一緒に行こうと結論づけています。太陽は輝いていますが、地球の夜には人類の影響力が宇宙から見えます。私たちが一緒になって、保存、維持、探検など、もっと多くのことを達成できることを思い出させてくれます。

山崎さんは、宇宙開発、イノベーション、研究、教育、政策などについて、会場から寄せられた質問に答えています。

宇宙開発は、人類にとって莫大な費用と資源を費やすに値するものなのかという長年の議論に対して、彼女は、宇宙開発がもたらす可能性は無限であり、未来の資源や居住地を発見し、宇宙を研究し、イノベーションを促進し、私たちの地球を守るための情報を集めることができると提案しています。小惑星からのレアメタルの採掘や生命維持可能な惑星への移住計画など、可能性を追求することで、地球上の環境問題や社会問題の解決への道が開けると述べています。しかし、ニーズは無限にあり、資源には限りがあることを念頭に置き、知恵を絞って進めていかなければならないと考えています。かつて人が住んでいた他の惑星の大気の変化を学び、地球と宇宙の両方で持続可能な態度をとることができるのではないかと示唆しています。

宇宙技術におけるイノベーションの機会についての質問には、耐熱セラミックの需要が高まっていることや、再利用可能な宇宙機器について、テスラ社の完全に再利用可能な宇宙船や、日本のスタートアップエコシステムにおける合金の絶え間ない実験を例に挙げて説明しました。また、人工知能の革新については、現在の宇宙船の監視・制御シス



テムは、手動と自動の半々の仕組みで動いていると言います。しかし、人工知能が重要な役割を果たす可能性のあるハイリスクな状況に備えて、ミスに対応するための試みが常に行われています。また、長期の宇宙旅行を伴うプロジェクトが増えれば、人工知能への依存度も高まるだろうと指摘しました。

山崎さんは、商業的な宇宙旅行やコラボレーションへの参加についての質問に答えながら、スペースポートジャパンの目標である、アジア全体の宇宙ネットワークの構築、独自の研究のための衛星打ち上げ、月の南極に水が存在することを示すデータの収集、月への有人ミッションの実行などについて詳しく説明しました。また、国際的な協力体制を構築することで、各国の宇宙開発に力を与え、宇宙での機会均等を図ることができると語りました。

宇宙旅行の難しさについては、宇宙での生物学的汚染の懸念に答え、宇宙での生命の解放や地球外サンプルの地球への持ち帰りにはいくつかのガイドラインがあり、特に火星のような生命を維持できる可能性のある惑星でのルールに重点を置いていることを説明しています。また、宇宙旅行が人体に与える影響については、微小重力に適應するのは簡単だが、筋肉や骨を重力に再適應させるのは難しく、宇宙滞在が長くなると回復に時間がかかるが、人工的に重力を作り出す実験も行われていると説明しています。また、宇宙飛行士の視覚には永続的な変化が見られ、その原因はまだ解明されていないと述べました。

山崎さんは、宇宙での孤独や退屈といった心理的な問題に対処するために、きちんとしたルーティンワークを守り、クルーや友人、家族とコミュニケーションをとり、必要に応じてティータイムを楽しむという方法を紹介してくれました。また、地上でのサポートに対する感謝の気持ちを持ち続けることが、大きなモチベーションになることを教えてくれました。

現在、宇宙に行ったことがあるのはエンジニアや医師、ジャーナリストなどですが、今後は弁護士や人類学者、さらには宇宙旅行者にもチャンスが巡ってくるかもしれません。山崎さんは、アーティストが宇宙の素晴らしさに触発されて名作を生み出す日が早く来ることを願っています。