



月面での探査活動模様(イメージ)

日本人初の女性宇宙飛行士として宇宙に挑まれ、「宇宙医学」を研究されるとともに、現在、東京理科大学特任副学長として活躍されている向井千秋先生に、ご自身の宇宙体験や最近の宇宙開発動向から、東京理科大学で推進しておられるスペースコロニー研究センターでの諸研究や「宇宙教育プログラム」などについて伺いました。



◎本号のお客様

医師・医学博士、宇宙飛行士  
東京理科大学特任副学長  
宇宙航空研究開発機構(JAXA)特任参与



# 向井 千秋先生

向井 千秋 (むかい ちあき) 先生

1952年群馬県生まれ  
1977年3月、慶応義塾大学医学部を卒業し、心臓外科医の道へ。  
1985年、宇宙開発事業団(現宇宙航空研究開発機構、JAXA)の第1次材料実験・搭乗科学技術者(科学宇宙飛行士)として選定され入社。1994年、第2次国際微小重力実験室(IML-2/STS-65)計画でスペースシャトル・コロンビア号に搭乗。宇宙の微小重力環境の下、微小重力科学(材料科学、流体科学等)、生命科学(宇宙生理学、宇宙生物学、放射性生物学等)、宇宙医学(心臓血管系、自律神経系、骨・筋肉の代謝等)に関する82テーマの実験を遂行。1998年、STS-95宇宙飛行計画でスペースシャトル・ディスカバリー号に搭乗。宇宙医学(宇宙と老化現象)や生命科学分野の実験を実施。国際宇宙大学教授、JAXA宇宙医学研究センター長などを歴任し、2015年、東京理科大学副学長に就任。現在、東京理科大学特任副学長兼同大学スペースコロニー研究センター長、JAXA特任参与。

## 宇宙と地球上でのクオリティ・オブ・ライフの向上に役立つ、高度な利活用技術の研究開発に挑む。

小川 この度は、私どもフジキンの「超と極」の交流実践誌「THEZEN」71号に日本初の女性宇宙飛行士であり、宇宙医学研究に取り組んでこられた向井千秋先生をお客様にお迎えすることができ、誠に光栄でございます。

私どもフジキンは、JAXA様のロケットに搭載されるバルブや宇宙ロケットエンジン燃焼試験設備への燃料供給システム、高度な技術を有する超精密バルブ機器等の開発、製造に永年尽力してまいりました。そして、

1992年に打ち上げられたスペースシャトル「エンデバー」や、向井先生が搭乗され「第2次国際微小重力実験室計画」を実施された、1994年打ち上げの「コロンビア号」の科学実験用流体機器にもフジキンの超精密

私が一番驚いたのは地球上に帰って来た時に感じた「重力」でした。

お客様 宇宙へ行くと、宇宙の暗さって、ベルベットブラックといわれるのですが、吸い込まれるような暗さなんです。その中にほんとのブループラネット、水惑星の地球が浮かんでいて、それを見た時、「自分がこんな凄いいところに住んでたんだ。素晴らしいな」という、故郷を誇らしく思うのと、こんな素晴らしい地球に住んでいた自分と、一緒に住んでいた人々を誇

らしく思う——。そんな感じでした。

でも、私が一番驚いたのは、地球上に帰って来た時に感じた「重力」でした。その時、感動したのは、ニュートンやアインシュタインは宇宙飛行をしなくても重力の存在に気づいていたことです。ニュートンはリングが落ちるのを見て「万有引力の法則」を発見した、といわれていますが、ニュートンはリングなんか見ていなかったと私は思います。彼は、あんな小さな物体(リング)と、足元にあって見えないほど大きな物体(地球)が同等に引き合っていること、つまり、目には見えなくても存在する「引力」を見ようとしていたんです。私達は、落ちてくるリングは見るけれど、リングと地球が引き合っている力を見ようとはしないじゃないですか。その「力」をニュートンは見ようとして「万有引力の法則」を発見したんです。

小川 さすが素晴らしいお話ですね。ところで、最近の宇宙開発の動向についてご教示いただけますか。

本格的な滞在型月面探査から火星を目指す、新たな宇宙開発の時代が到来。

お客様 2019年はアメリカのアポロ11号が初めて月に着陸して50周年という記念すべき年でしたが、現在、アメリカでは「月に戻ろう、そして火星へ(Back to the Moon and on to Mars)」という計画を進めています。これは、2024年に女性と男性宇宙飛行士を月面に着陸させる「アルテミス」計画や、月の周回軌道に国際協力で小型の宇宙ステーションを建設し、月面に滞在する探査隊の実験・補給基地として、さらに火星などの天体へ無人有人探査機を送り込む拠点とする「ゲートウェイ」計画などから成っています。2024年といえば、あと5年ですが、アメリカは前のアポロ計画も8年で月着陸を実現しましたから、今度の計画では8Kのとても美しい映像や音響で月面の風景や地

東京理科大学の優れた多様な研究室、研究チームを「宇宙」という横串で通した研究組織。

小川 ところで、向井先生は、東京理科大学様で宇宙開発に関わる研究センターを統括されているとお伺いしましたが、その目的はどのようなものでしょうか。

宇宙と地球上での「衣食住」に不可欠な技術開発と社会実装を目指す「スペースコロニー研究センター」。

球の姿が楽しめ、アポロ11号の時の興奮がもう一度蘇ってくるでしょうね。なお「アルテミス」とは、ギリシャ神話でアポロの双子の姉妹で月の女神で、女性宇宙飛行士が月面に行く計画にぴったりの名称です。



◎聞く人  
(株)フジキン 代表取締役  
小川 洋史

立ち上げ、さまざまな民間企業様と連携して4分野で研究開発を進めています。

現在の宇宙ステーションに必要なものをほとんど地球から補給していますが、月に半年、1年住むとなればそうはいきません。地産地消と同じく「月産月消」が重要です。なお、月では医学も遠隔医療で対応できませんが、地球からの声が届くのに20分もかかる火星を目指すには、100%自給自足できなければなりません。また、実学、の東京理科大学には他大学にない火

●表紙の言葉

『THEZEN』は、インドの深い瞑想と思索、そして中国に伝わる実践の考えを合体して生み出された梵語の「禪」を指すとともに、全ての物事を全うする場合に使われる「全」であり、理にかなった行為としての「善」でもあります。また、おのがままの姿をさす自然の「然」でもあり、ガムシャラでなく、だんだんと進む「漸」を意味し、前向きに物事に取り組む「前」でもあります。これらを総括して、極限にある観念は「諸法無我」であります。このような意味を持った『THEZEN』は、思慮深く、厳しい「行」の実践力を持って、新時代を築かんと燃える各界の人々に、ご意見交流の場を提供せんとする本誌の趣意にふさわしいと考え、本誌のタイトルとしました。



小川 東京理科大学様における人財育成について、お聞かせください。  
お客様 会社にとっても大学にとっても、国にとっても、「人財」が一番の財産ですね。

### 将来、理科教員・研究者・技術者として、 宇宙科学技術の魅力を社会に広く発信できる 若者を育てるために。

小川 向井先生に東京理科大学様における人財育成について、すこし  
できず、人間関係のストレスを解消するの  
はとてもむずかしいと思います。ストレスのよ  
うな地球上の問題を顕在化させて研究して  
いくのに、「宇宙医学」はいいと思います。

お客様 それは、①微小重力や低圧等の特殊な環境条件下の月面に長期滞在するための安全・安心や医療のセーフティネット等、快適に生活するために必要なシステムの設計と必要技術の抽出を行う「スペースQOLシステムデザインチーム」、②水中プラズマ技術と光触媒技術の併用で、資源が欠乏する閉鎖空間でも自給自足

お聞きください。私どもフジキンでは、従業員の育成を極めて大切にしています。従業員を「人財宝」と呼んでいます。おかげさまで、2019年秋、大阪府経営合理化協会様が主催されている、第2回学生に教えた「働きがいのある企業」大賞の「大賞」を受賞することができました。

### 宇宙科学技術の魅力を社会に 広く発信できる若者を育成する 「宇宙教育プログラム」。

お客様 それは、素晴らしいことですね。東京理科大でも「実学」研究とともに、「人財」育成に力を注いでいます。やはり、会社にとっても大学にとっても、国にとっても、「人財」が一番の財産ですね。実は私がこの大学の副学長として赴任して最初に取り組んだのが「宇宙教育プログラム」です。これは、将来、理科教員・研究者・技術者として、宇宙科学技術の魅力を社会に広く発信できる若者を育成することを目的とするものです。



宇宙教育プログラムのCANSAT実験(小型衛星模擬モデルの落下実験)に使用する模擬モデルの作業風景

宇宙教育プログラムの受講生達に講義されている向井千秋先生

宇宙教育プログラムでは毎年、各地の高校生、高等専門学校生、大学生など一般公募した学生さんの中から高校生10名、大学生20名を選考させていただきます。東京理科大学の教授陣や各界の宇宙科学技術研究者などによる最新の宇宙知識や宇宙科学実験などの講義や講演、実習や宇宙関連機関の視察ばかりでなく、自ら宇宙実験テーマを企画して実験装置をつくり、急降下する飛行機内でのパラボリックフライト実験(微小重力実験)やCANSAT実験(小型衛星模擬モ

### 人間はいつになっても学び、 それを次世代に教え、 伝えていくことが大事。

お客様 ユニークなのは、このプログラムを卒業した高校生や大学生が次年度はメンターとして新しい受講生の教育指導を担当し、次世代へバトンタッチしていくことです。他人に教えるとなれば、皆さん、必死になつて自覚的に勉強していくので、グンと力が付き、今では彼らメンターがプログラムを運営しているほどに育ってきました。やはり、人間は幾つになつても学び、それを次世代に教え、伝えていくことが大事ですね。

そのうえ、受講生はいろんな高校、大学から参加していますから、いろんな学校のやり方、教え方を学び合う、現代社会の重要なダイバーシティ(多様性)&インクルージョン(包括性)の場ともなっています。私は、この宇宙教育プログラムで、いろんな人がチームを組んでミッションを遂行しないと成功しない、ということを学んでほしいんです。先にも述べましたが、宇宙船や宇宙基地の中では、どこにも逃げ場がありませんから、あまり相性のよくない人とも一緒に過



東京理科大学野田キャンパスに設置された、宇宙居住に関する様々な要素技術の実験を行う共同実験プラットフォーム「スペースコロニーデモンストレーションモジュール」

と一緒にならざるを得ない。技術を活用して地球上で社会実装していく、というデュアル開発が私達の目標です。

人間が宇宙で、健康で安全、安心して生活できる技術、システムの開発を目指して。

お客様 極限の閉鎖環境である宇宙を対象とした研究開発は、地球上に暮らす私達のクオリティ・オブ・ライフ、国連の提唱するSDGsの実現に不可欠です。

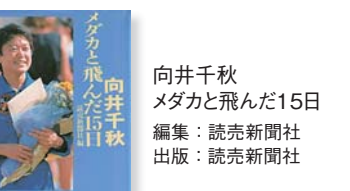
例えば私の専門分野「宇宙医学」のお話をしますと、元氣な宇宙飛行士が宇宙に行けば、お年寄りと同じように筋肉が弱くなり、骨がもろくなり、関節の調整がうまくできなくなります。そんな状態で地球に戻ってきた宇宙飛行士に約50日間かけて骨や筋肉を強くする栄養補給やリハビリテーション、運動療法を行って元の状態に戻し、また宇宙へ飛べるようにしていきます。

また、火星に行くようになれば、精神心理、メンタルヘルス面のケアも非常に大切になってきます。月では地球が見えていますし、3日で地球に帰れると思えばそれほどホームシックにならないでしょうが、火星から見ると地球は小さな星の一つにすぎません。それに往復で3年かかります。それに宇宙ではゆとりや逃げ道がないので、人間関係が悪くなつても逃げ隠れ

まず、お年寄りが病院に行かれる時は、骨や筋肉、関節が悪くなつてからなので、どのように悪化してきたか分かりません。でも、元氣な宇宙飛行士の宇宙での状況を観察・検査すれば、「老化や病気になる」プロセス、メカニズムを医学的に検証でき、老化予防に役立てることが出来ます。

なお、お年寄りの筋肉や骨の力が落ちて地球上で寝たきりになつても、重力が地球の2分の1の天体に行けば体重が地球上の半分になるので、普通に生活することが出来ることになるんです。

それに宇宙に行くと、無重力や放射線、閉鎖環境でのストレスなどで人の免疫力が低下してきます。そこで、免疫力を維持するためにピフィズス菌などの腸内細菌を活性化させるプロバイオティクスの研究も、現在、宇宙ステーションで実施されています。いずれ宇宙飛行士だけでなく、普通の民間の方々も観光旅行で月に行ける時代になりますので、人間が宇宙で、健康で安全、安心して生活できる技術、システムの開発は重要です。



向井千秋  
メダカと飛んだ15日  
編集：読売新聞社  
出版：読売新聞社

し、協力していかねければなりません。すこし彼らの実験のお話をしますと、地球上では水と油は比重の相違で上下に分離しますが、重力がないと、濡れ性(液体の親和性)の関係で、容器の外側に親和性の高い液体が、内側に親和性の低い液体が分散するなどの現象が観察できます。また、砂鉄を撒いたプレートに下から磁石を当てるとN極とS極が平面的に可視化できますが、重力のないところで透明の箱に砂鉄やゼムクリップを入れて振ると、全体に分散します。そこに電磁力でN極とS極をかけると、磁力線の影響で砂鉄やゼムクリップが曲線状に分散します。それは、地球の北極と南極から出ている磁力線と同じ現象なんです。受講生の皆さんは、飛行機による20秒ほどの微小重力実験で、そのような興味深い実験をたくさん企画実施しています。

**小川** ところで向井先生、これから新たにこんなことをやってみたい、という夢についてお聞かせいただけませんか。

### 私の新たな夢は、月の遊覧飛行の添乗員。

**お客様** 私は宇宙に行けたことに非常に感謝していますので、若い方々が意欲と情熱をもって宇宙に飛び出していきける基盤づくりをさせていただいていますが、自分の夢みたいなことでしたら、月の遊覧飛行の添乗員になりたいんです。今後、宇宙に気軽に行ける世の中になっていくと思いま

すが、まだまだ費用は高いので自分で代金を払って行けるほどの財はありません(笑)。とにかく近い将来、1週間ほどの日程で行って帰ってくる月の遊覧飛行は必ず実現します。私は宇宙飛行士で医師免許もありますから、月の遊覧飛行の添乗員にはちょうどいいんじゃないでしょうか(笑)。

**小川** 向井先生に添乗していただければ、きっと学ぶこと、気づくことの多い、愉しく意義深い宇宙旅行になるでしょうね。

たしか日本の女性宇宙飛行士は向井先生と山崎直子さんのお二人ですね。

**お客様** 日本は航空宇宙業界に入ってくる女性の母集団が少ないので人数も少ないのですが、アメリカでは宇宙飛行士の3割以上が女性です。これから月へ行く機会も増えてきますから、若い人達にもどんどん宇宙へ行ってほしいです。

**小川** 次に、向井先生のお好きなお言葉についてご教示ください。

### 好きな言葉は「マイウェイ」と「ケセラセラ」。

**お客様** 大したことは言えませんが、私は、歌の「マイウェイ」と「ケセラセラ」が好きなんです。高校時代、試験勉強を始める時、いつも「マイウェイ」をかけていました。これはご存知のように、どんな辛い道でも自分が選んだ道だから、この道を行かなければ、という歌で、試験は大変だけど、医者になろうと思っていたので、一生懸命

勉強をしなければ、と試験の直前まで毎日「マイウェイ」を聴いていたんです。でも、試験前日になると切り替えて、もう一曲の好きな「ケセラセラ」をかけるんです。結局、未来はどうなるか分からない、なるようにしかならないから今日はもう寝よう(笑)。試験結果って自分の手の届かないところの話でしょ。だから、手の届くものに関しては努力しなければいけないけれど、人生って、手の届かないことはたくさんありますね。私、早く宇宙に飛びたいと思っても、チャレンジャー号の爆発事故でスペースシャトル計画が延期になったり、最初のフライトで選ばれず、バックアップになったり。時の運も自分の努力だといわれるとそうかもしれないですが、実際、自分の努力以外のところで決まることもかなりありますから、そこはもう受け入れるしか仕方ありません。そんな訳で、「マイウェイ」と「ケセラセラ」なんです。

**小川** 私どもフジキンが30年以上も発行してきました「THE ZEN」の誌名は、ご承知のように「禅」から来ています。ずっと昔、私どもは法話を受けて「禅」への興味、関心が生まれ、企業経営にも必要だと実感しました。

### 人間は、自然の中に溶け込み、無私の境地に達することがとても大切。

**お客様** 今、アメリカではIT企業でもメデイテーションを重視して座禅を組み、心を落ち着かせてクリエイ

ティブになろうとすることが大きな社会的関心を集めています。それを30年以上も前から続けてこられたのはすごいですね。

私は「禅」のことをよく知らないのですが、人間は、自然の中に溶け込み、無私の境地に達することがとても大切でしょうね。一神教の方々から見れば、日本の人達は、寛大といえるのか、何かを排除するのではなく、お互いが一緒になって自然界に入り込んでいこうとします。これは、自律神経の調律を整え、心の拠り所を保ち、無駄な力、ストレスを感じないで済むため、フジキンさんだけでなく、最先端のIT企業などにとっても大きな意味を持つ、素晴らしいことだと思っています。

**小川** 超貴重なお話、本当にありがとうございます。今後のご活躍を心よりお祈り申し上げます。

(収録 2019.12.3 伊田記)



対談を終えて 東京理科大学様神楽坂キャンパスにて