

科学の
峰々

91

取材日：2016年12月13日
東京科学機器協会会議室

日本人初の女性宇宙飛行士 東京理科大学 副学長 医師・医学博士

向井 千秋 先生 に聞く
宇宙科学の進歩が切り開く
地球と人類の可能性 上

聞き手：南 明則 日本科学機器協会 広報副委員長
 高橋 秀雄 同 広報委員
 夏目知佳子 同 広報委員
 藏満 邦弘 同 専務理事
 岡田 康弘 同 事務局長
 (取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)



向井 千秋 先生のプロフィール

- 1977年 慶應義塾大学医学部卒業。医師免許取得。(医学博士)
- 1977年 慶應義塾大学医学部外科学教室医局員。
- 1985年 NASDA (現JAXA) より、日本人宇宙飛行士の第一期生に選ばれる。
- 1992年 毛利衛さんが日本人で初めてスペースシャトルの宇宙飛行士を務めた時の第1次材料実験で、地上からの管制業務を遂行。
- 1994年 日本人初の女性宇宙飛行士として、スペースシャトル・コロンビア号に搭乗。宇宙で82テーマの実験を遂行。
- 1998年 自身2度目の宇宙飛行。ジョン・グレン宇宙飛行士らと共に搭乗。微小重力環境下でのライフサイエンス及び宇宙医学分野などの実験を実施。
- 2000年 STS-107ミッションの副サイエンティスト(Deputy Mission Scientist)に任命。
- 2004年 国際宇宙大学(International Space University: ISU)の修士コース客員教授に就任。
- 2005～07年 国際宇宙大学の教授として、国際宇宙ステーションでの宇宙医学研究ならびに健康管理への貢献を目指した教育を行う。
- 2012年 JAXA宇宙医学研究センター長に就任。
- 2014年 宇宙開発利用部会 国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会 委員に就任。
- 2015年 東京理科大学 副学長に就任



©JAXA/NASA



宇宙での無重力状態は “羽”になったような感覚

—日本人初の女性宇宙飛行士として2度宇宙へ飛び立ち、現在は次代の宇宙開発を担う人材の育成や、宇宙飛行士と医師の経験と知識を生かして地球規模の研究や調査に携わっておられる向井先生ですが、宇宙飛行士になる前は、どのようなお仕事をされていたのでしょうか。

向井 私は大学を卒業後、心臓外科医をしていました。医師として医療現場で約10年、宇宙関係の仕事に携わってから約30年になりますが、宇宙飛行士の時も、現在も医学研究や教育を続けています。宇宙空間での研究は、宇宙医学やライフサイエンス医学を専門としてきました。

そもそも宇宙飛行士と一口に言っても色々なバックグラウンドを持って、宇宙での仕事に携わるわけです。日本人の宇宙飛行士の第

一期生は、毛利衛さん、土井隆雄さんと私の3人ですが、毛利さんは材料科学、土井さんは宇宙工学、そして私はライフサイエンス医学が専門でした。

—1992年、その第一期生からまず毛利さんが宇宙に飛び立ったのに続き、1994年に向井先生がスペースシャトルに搭乗されました。宇宙での無重力状態というのは、水に浮いているような感覚なのでしょうか。

向井 自分が軽い“羽”になったような感じでしょうか。宇宙では全く重力がない世界ですので、水に浮いているような感覚とも違いますね。水に浮く浮力にしても、地球の中心に引っ張られる重力があのことですが、重力そのものがなく、自分の手の重さすら支えなくてよい世界です。そして無重力状態では、力の作用・反作用がダイレクトに現れるので、なにか物を押すと、自分自身もそのまま押されていってしまいます。

宇宙は遠い世界ではなく 誰もが行ける身近な世界

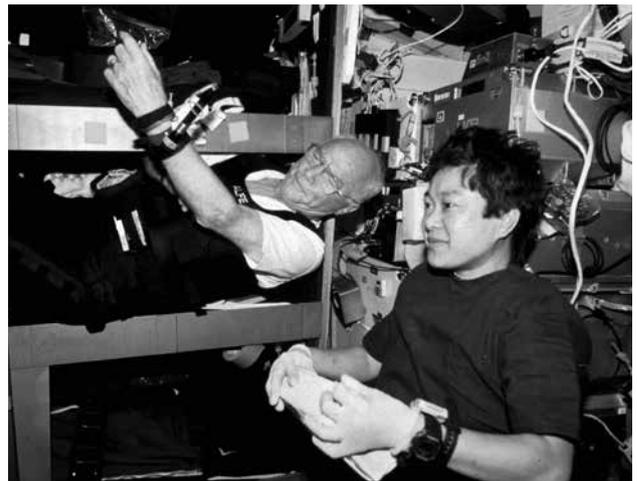
—女性宇宙飛行士も、体力面などで高い身体能力を求められるのでしょうか。

向井 それは今や誤解です。多くの方がそのようなイメージを抱きがちですが、普通の健康状態であれば誰もが宇宙に行ける時代になりました。私が宇宙に行った20年程前は、ただ宇宙に行って帰ってくるだけではなく、宇宙でどんな仕事を進めるか、どんな科学研究が出来るのかが求められていました。日本では宇宙に行くことが特殊で特別なもの、というイメージが強すぎるように思います。

訓練は体力を鍛錬しているわけではありません。宇宙で行う科学実験のことを学び、シミュレーションするなど、トレーニングの時間が圧倒的に多かったのです。特に体力や持久力をつけなければいけない、といったようなことはありません。



1994年 初めての宇宙飛行で船内のトンネルを通過してSLモジュールに入る向井PS
©JAXA/NASA



1998年 77歳のジョン・グレン飛行士から訓練を受ける向井PS
©JAXA/NASA

そもそも宇宙飛行士は体力で選ばれているわけではないのです。現に1998年にジョン・グレンが77歳で宇宙飛行をしています。そこそが科学の進歩で、1960年代に人が宇宙に初めて行ってからの宇宙医学の蓄積の結果なのです。もし今も強靱な肉体の人しか行けなかったら、この50年間に宇宙医学は進歩がなかったということになってしまいます。もちろんそこにはロケットなどの技術的な進化も伴っています。例えば、ロケット発射時の衝撃は私の時代で約3G、つまり体重の3倍ほどの重力でしたが、初期の宇宙飛行では約8~9Gの衝撃がかかったと聞いています。

発射時の重力がこれほど軽くなったのは、ロケットエンジンの発射が進化したからです。初期の頃は急発進で体に大きな負担が掛かっていたものが、発射から次第にゆるやかに上がっていくように技術改良されたからです。今や、誰でも希望すれば行ける「宇宙旅行」が現実的に考えられていて、日本でも宇宙は身近なものとして捉えられるべきものだと思います。

足が震えるほど感激した 宇宙飛行士募集の新聞記事

— 向井先生は、子供の頃に宇宙旅行の夢を抱いたことはありませんか。

向井 まったくありませんでした。そもそも“日本人が宇宙飛行士になれる”といったことを思いつきません

でした。当時は米ソが競い合って宇宙開発をしていて、日本と宇宙、という結びつきがない時代でしたから。

— どのようなきっかけで宇宙飛行士になったのでしょうか。

向井 きっかけは新聞記事です。今でも鮮明に覚えています。1983年の12月、医学部を卒業した私は、医者として患者さんの治療にあたり、心臓外科の研究などを行っていました。そんな時、当直明けの医局でコーヒーを飲みながら新聞を開いたら、小さな記事で「日本人宇宙飛行士募集！」と書いてあったのです。その時に「えっ、日本人でも宇宙飛行士になれるの？」とすごく驚きました。しかも自衛隊などのパイロットではなく、日本が重力のないところにおける科学技術を推進する目的のためなので、科学者や医者や研究者などに宇宙という場所を使って研究してほしい、というような内容でした。私はその募集記事を見て、足が震えるほど感激しました。

心臓外科医だった私は、週に何日か病院に泊まって患者さんと共に病気と闘っていたわけですが、そういう私でも宇宙に行ける時代が来たのだ、という喜びを感じたこ

とを覚えています。20世紀の日本の科学技術はこんなに進歩したのだ、地球上で仕事をしている医者や科学者が宇宙で仕事をする時代になったのだと感じました。

— その新聞記事を見て、すぐに応募しよう。と思ったわけですね。

向井 一番のきっかけは、自分の目で宇宙から地球を見てみたかったのです。幼い頃、ロシア(旧ソ連)のガガーリンが「地球は青かった!」と言っていたことを思い出し「これは私が生きている間に、地球を自分の目で外から見るができる最初で最後のチャンスだ」と思うようになりました。自分の目で外から地球を見ると、どんな風に視野が広がったり考えが深くなったりするのだろうと想像が頭の中で膨らんでいきました。

次に、宇宙で予定されている実験内容を見てみると非常に面白かったのです。私の専門の医学やライフサイエンス系の実験では「地上の重力で起こる現象が無重力状態だとこういう仮説が立っているが、その仮説は本当にあてはまるのか、実際に検証してみる」といったようなものです。私はそのひとつひとつに非常に興味を覚え



毛利 衛さん

©JAXA/NASA



土井 隆雄さん

©JAXA/NASA

産学官との連携

した。しかも「男女問わない」と募集要項に書いてあったので、応募を決断したのです。一期生の応募者数は530人程だったと聞いています。そして何度かの試験と面接を経て、毛利さん、土井さん、そして私の3人が日本人飛行士の第一期生に選ばれました。

宇宙飛行士第一期生はすべてが手探りの状態

— 第一期生に選ばれた80年代は、現在のJAXA（宇宙航空研究開発機構）が、まだNASDAという名称だった頃ですね。

向井 そうです。今でこそ日本は国際宇宙ステーションに参加して先進諸国の一端を担っていますが、当時の日本は宇宙開発の途上国のひとつにすぎませんでした。既にロケットの打ち上げに成功していたものの、純国産ロケットではありませんでした。実はロケットの組み立ては日本で行いましたが、エンジンなど肝心の部分はアメリカの技術者が担当し、日本側には詳細が分からないといった状況でした。ですから宇宙飛行士を選ぶ試験でも、選ぶ側も宇宙のことはよくわかっていなかったわけです。

また、宇宙飛行士に初めて話を聞くことが出来たのはNASAで行われた四次試験の時です。日系アメリカ人で初のスペースシャトル搭乗員になったオニヅカさんとお会いでき、その時に、宇宙での様子やスペースシャトルでの体験

を初めて聞くことが出来ました。

— 選ばれたときの感動は、どのようなものでしたか？

向井 応募した時は、宇宙に行きたいという気持ちもありながら、当然競争率も高いので、宝くじを買ったような気分でした。そして、第一期生に選ばれたときは感慨深いものがありました。

— 宇宙飛行士に選ばれ、いよいよ訓練が始まるわけですが、訓練などで大変だった思い出がありますか。

向井 私たちは一期生で前例がなかったので、明日走るレールを自分たちで敷いていくような感じでした。訓練は毛利さん、土井さん、私の3人で一緒にNASAに行きましたが、約2年間のスケジュールが組まれていました。

先ほど話したように宇宙で行う科学実験について学んだりするわけですが、この時に3人の専門分野が違うことが非常に役立ちました。3人は互いに得意な分野を教え合い切磋琢磨しあう兄弟のようでした。

— そんな訓練中に、予想もしなかった大変な事故が起きましたね。

向井 訓練を始めて4ヶ月ほど経ったときに、スペースシャトルの爆発事故が起きたのです。あのチャレンジャーの爆発事故です。

— 向井先生が初めて宇宙の話聞かれたオニヅカさんも搭乗員として命を落とされましたね。

向井 とても痛ましい事故で悲しかったです。事故の第一報を耳にした時「あのスペースシャトルが墜ちるなんてありえるのか、20世紀の科学の粋を集めてアメリカの威信をかけたあのプログラムにそんなことが・・・」と耳を疑いました。ですがテレビで、ファイヤーボールになったシャトルを見た時に、つくづく「人間のやっていることに完璧なことはないな」と思われました。実はこの事故で世界の科学界が躊躇を覚えたような雰囲気は私は肌で感じたことがあるのです。

この頃は、20世紀の科学技術を過信していた時代なのです。要するに科学技術があったら人間は楽に快適になれる、環境も変えられる、スペースシャトルで宇宙に行ける、人間の生み出した科学は凄いのだという考えが広がっていたわけです。そんな時チャレンジャー号が爆発して、同じ年にチェルノブイリ原発も事故を起こしたので、世界の科学界が打ちのめされた出来事だったと思います。

事故の翌々日に、人工衛星からチャレンジャーの爆発を撮影した写真を見る機会があったのですが、あの爆発が宇宙から見たら細かい毛が一本ある程にしか見えなかったのです。それを見て、地球や宇宙の大きさに比べたらスペースシャトルも本当にちっぽけなものなのだ、とがく然としました。

——特に向井先生にとっては、数年後にスペースシャトルに搭乗するための訓練を始めた矢先でしたし、衝撃は大変なものだったでしょうね。

向井 当初の訓練の計画は崩れてしまい、予定が全く立ちませんでした。それどころかスペースシャトル計画がいつ再開するのかもわからなかったのです。この時が一番大変だったかもしれませんね。こうした悲しい事故があったから、じゃあ有人宇宙飛行をやめるかという、アメリカは逆の考えで、それまでのレガシーを無駄にしないで次に踏み出そうと、新たなチャレンジをしたわけです。

その後、2000年代に入ってコ



宇宙で受精や産卵の実験が行われたメダカのみス・オス
©JAXA



向井PS（右より3人目）と6名の男性IML-2クルー

©JAXA/NASA

ロンビア号の爆発事故でも宇宙飛行士が犠牲になっていますが、そうしたことを乗り越えて先に行くスピリットは、日本ではなかなか感じ難いことだと思います。

宇宙医学が広げる可能性 より長く、より誰でも

——そうした紆余曲折を経て、当初の予定より4年も遅れて1992年に毛利さんが、そして94年に向井先生が宇宙に飛び立ちました。向井先生が宇宙で行った「メダカの実験」は多くの人々の記憶に刻まれています。受精や産卵の実験を行い「宇宙メダカ」が誕生しましたね。

向井 今でも「あのメダカの実験を見て宇宙に興味を持ちました」という若い人に出会います。宇宙での実験は82のテーマで行いましたが、もちろんライフサイエンスや宇宙医学の実験も行い、心臓血

管系や、骨・筋肉の代謝など、様々な作用が宇宙の無重力状態でどうなるのかを調べました。

現在は、宇宙医学関連の研究テーマの1つとして、人間はどのくらい宇宙にいても可逆的な性質を維持できるのか、つまり地球で生活しているような体に戻れるのか、その変曲点を見つけ出すという研究をしています。

——向井先生は、宇宙にどれくらい滞在されたのですか。

向井 94年の1回目は2週間宇宙に滞在しました。実はこれ、当時は女性で最長の宇宙滞在日数だったのです。しかし、国際宇宙ステーションがある今では200日前後の長期滞在が普通のことになっています。また、スペースシャトル時代の一番のネックは電源でした。今のような太陽電池ではなく酸素と水素を反応させた燃料電池でしたので、これを地上から運ばない



1994年7月8日 スペースシャトル・ロンビア号で初めての宇宙飛行

©JAXA/NASA



1998年10月29日 スペースシャトル・ディスカバリー号で2回目の宇宙飛行

©JAXA/NASA

産学官との連携



1998年 2回目の宇宙飛行でVFEU（魚の実験）を行う向井PS

©JAXA/NASA



1994年7月23日 スペースシャトル・コロンビア号で宇宙より初めて帰還 ©JAXA/NASA



1998年 ディスカバリー号で2回目の帰還

©JAXA/NASA



1994年7月23日 JSCエリントン空港にて2週間の宇宙飛行を終え、笑顔で帰還する向井PS

©JAXA/NASA

といけなかったのです。スペースシャトルでは、理論的に宇宙での滞在は最大で1ヶ月とされていました。私が宇宙に2週間滞在する以前、宇宙での滞在は10日間ほどだったのですが、それまで、地球に戻っても筋肉痛を起こした宇宙飛行士はいなかったのですが、私の場合は帰ってきた翌日にコマンダーから電話があって「筋肉痛が出るかもしれない」ということを言われ、実際その通りになりました。無重力状態でほとんど筋肉を使ってなく、急に地球に戻って使うようになったから筋肉痛が出たのです。これまでより4日間滞在が長くなることでこうした変化が起きたわけです。

ちなみに、これまで宇宙の滞在日数の最長記録はロシアのポリャコフという方で438日です。この方は医師で自分の体を調べながら宇宙に滞在していました。帰ってきた時も「まだ宇宙にいても大丈夫だと思ったけれども、帰らなくなったから地球に帰ってきた」と話していました。

——宇宙では、他にどのような影響が体に起きるのでしょうか？

向井 色々ありますが、骨は何もしないと骨粗鬆症の症状がものすごく進みます。地上では女性の閉経後に起こりやすい症状ですが、宇宙では若い男性がその約10倍もの症状で進行してしまい、何もしないと骨がぼろぼろになってしまうのです。それを宇宙医学の蓄積で、どう薬を飲んで、どう栄養を摂って、どれくらい運動すればいいのかなどを解明し、対処してきたことで、宇宙に長期間滞在出来るようになったわけです。

——宇宙飛行を特別な事とらえ過ぎてしまっていますが、それは先入観でもあるわけですね。

向井 一般の人が宇宙旅行に行く場合と、宇宙飛行を職業として長期間行く場合とは区別して考える必要があります、宇宙医学もその方向に2局化しています。

一般の人が宇宙旅行で地上4

00kmから450kmの宇宙ステーションまで行くようなことは、今や比較的簡単に往復ができる範囲なのです。ですから行ける人の健康条件は、例えば、血圧や病歴が多少あっても基準を広げる方向で進んでいます。たくさんの方が宇宙旅行に行くようになれば費用も安くなるからです。それと旅行なので、何日も何ヶ月も滞在するわけではありませんし、何かあったらすぐ地球に戻って来られる距離なのです。

一方、職業としての宇宙飛行士は、回数もたくさん、期間も長く宇宙にとどまる場合のことです。例えば、地球と火星を往復するには3年もかかります。それほど長く宇宙に滞在しても体を健康に保つことを考えなければなりません。このように宇宙医学とひと口に言っても、今や様々な方向に発展しています。

次号「科学の峰々」では引き続き向井千秋先生に「宇宙科学の進歩が切り開く地球と人類の可能性」(下)についてお話をいただきます。