

# 宇宙から考える地球の未来

宇宙飛行士・東京理科大学特任副学長 向井 千秋



平田 泰雅 気候変動研究担当・研究ディレクター



東京理科大学会議室にて  
Photo by Godo Keiko

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し、ディスカバリー号で日本人として初めて2回目の宇宙飛行を成し遂げた向井千秋さんと、リモートセンシング技術を駆使して森林減少による気候変動への影響を研究している平田泰雅研究ディレクターに、地球の未来について、お話いただきました。

**平田●**向井さんは、国連の仕事もされていましたがね？

**向井●**宇宙空間平和利用委員会の科学技術小委員会議長をしました。宇宙へ行くだけでなく、その技術でいかに地球に貢献できるかを検討していたのですが、たとえば人工衛星を使って感染症を予防するとか……。

**平田●**人工衛星で感染症ですか？

**向井●**いまの人工衛星は、地表の高低差がわかるので、たとえば川の水位が高くなるとマラリアの蚊が発生しやすいとか、アフリカのビクトリア湖の藻の発生が多いとコレラが発生しやすいとか、人工衛星の観測データを疫学と連携させることで、住民の病気予防に貢献できないか検討しました。

**平田●**それは、すごいアイデアですね。私はリモートセンシング\*で森林の減少を予測する研究をしています。アメリカの観測衛星「ランドサット」が長年たくさんの観測データを蓄積しているので、複雑な要因から地球環境の変化を予測できるようになってきました。

**向井●**立体構造がわかる日本の衛星「だいち」を使って、雨が降った時に雨水が山の背のどっち側に流れるかを調べると、現場では水域のいくつかの箇所を調査するだけで、どの水がポリオに汚染されているかわかるので、その水を飲んじゃいけないとか、そうしたことに人工衛星が役立ってきています。熱射病など、環境が原因となる病気も多いので、環境条件から予測できるわけです。

**平田●**いま、気候変動でいろんなところで予期しなかった病気が発生する可能性があります。

# 搭乗第1回目のスペースシャトル・コロンビア号にて

スペースシャトルは、打ち上げからおよそ40分で地球の周回軌道に入る。写真は、軌道投入後に微小重力状態で宙に浮く向井さん。このあと宇宙服を脱いで軽装となる。向井さんは、コロンビア号のペイロードスペシャリスト(搭乗科学技術者)として、世界13カ国から提案された生命科学や材料科学など82テーマの実験を行った。©JAXA/NASA



すが、そうした予測にも使えるわけですね。  
向井●日照りで小麦が穫れずに飢饉になることがありますが、そうした、地球全体でどれくらいの食糧危機が起きるかといったような、人に関係したデータが人工衛星をうまく使うととてもよくわかるんです。

平田●なるほど。じつは今日は気候変動や持続可能性について、宇宙的な視点から向井さんにお話を伺いたいと思っているのですが、その前に、宇宙から見た地球はどんな風に見えるのでしょうか？ スペースシャトル\*はものすごいスピードで移動しますよね？

向井●秒速7.9キロくらいですから、90分で地球を1周します。でも、かなりゆったり感じます。ビルのつぺんで回転しながら食事するラウンジがありますが、あんな感じですね。

昼間の地球は、よく言われるブループラネットで、青色が言葉にならない美しさです。ただど夜の地球も幻想的で、とくにアマゾンの上あたりは雷の光がまるでなにか生きものが蠢(うごめ)いているように見えるんです。

平田●それはすごいなあ。たぶん私はそのアマゾンの雨雲の下で雷を恐れながらボートで移動して森林の調査をしました(笑)。

向井●私たちは宇宙から高みの見物です(笑)。その雷の光をみたときは、『ああ、すごいなあ』って、行灯の中で光がアメーバみたいに蠢く。アマゾンは地球の肺と言われますが、その光の蠢きを見るとやはり地球は生きてるなって、すごく実感します。

平田●普通の人には見られない貴重な体験ですね。

向井●撮影されたハイビジョンもあります。が、あの臨場感はやはり肉眼で見ないと。地球という類(たぐ)い希(まれ)な環境の上に私たちは生きていて、宇宙ではスペースシャトルのような閉じられた小さな空間でしか生きられない。その対比がひしひしと感じられてきます。地球と自分との間には外に出たら死んでしまう宇宙空間があるわけです。すると自ずと自分が生まれた星ってこんなにも美しくて、その星にやさしく保護されていたんだと、そう思わざるを得ない。だから宇宙飛行士はみんな帰ってくる、哲学者になっちゃう(笑)。

平田●比べものにはなりませんが、森林にも似たような感覚があります。実際にアマゾンの蒸し暑い中で虫に刺されながら調査していると、やはり森が生きているという実感がひしひしとしてくる。この森を守らなくてはならないという気持ちになります。大規模に伐採された森の上をヘリコプターで飛ぶと、見渡す果てまで黒焦げになっていたりして、森林は数百年単位で育まれる中で、人間は大変なことをしてるなって。

向井●そうした実体験の感覚は、やはり人々ではものですね。100人いれば100人違う感じ方をして、これじゃいけないと思うてみたり、科学が発達してると思う人もいるでしょうし、そこがAIと人間の決定的なちがいののだとも思います。

平田●感情の部分は大きいですね。途上国の森林減少をなんとか止めなきゃいけないと考えても、現地に足を運んで、そこに暮らしてる人たち、まさに森林を伐りながらわずかな

## \*Key Words スペースシャトル

アメリカ航空宇宙局(NASA)の再利用型宇宙輸送システム(Space Transportation System)。高度400~550キロメートルの地球周回軌道を時速およそ2万8000キロで飛行する。向井さんは2回目の搭乗では最高高度550キロの周回軌道で飛行した。1981年のコロンビア号による初飛行から2011年のアトランティス号まで、5機体で135回の打ち上げが行われた。

## \*Key Words リモートセンシング

人工衛星や飛行機などから、地上表面を観測・測定する技術。森林総研では、長期観測を行っているランドサット衛星、航空機LiDAR(レーザー光を用いた測定)や高分解能衛星を使って、森林の面積変化や熱帯林のバイオマス量の測定を行っている。







## 向井 千秋 (むかい ちあき)

1952年群馬県館林市生まれ。1977年慶應義塾大学医学部卒業後、心臓外科医として勤務。1985年宇宙開発事業団(現JAXA)入社。1994年スペースシャトル・コロンビア号、1998年ディスカバリー号に搭乗。2004年国際宇宙大学(フランス)客員教授。2012年JAXA宇宙医学研究センター長。2015年東京理科大学特任副学長。2017年国連宇宙空間平和利用委員会科学技術小委員会議長。東京理科大学スペース・コロニー研究センター長。



「おすすめのリフレッシュ法は、ウォーキング、入浴、楽しい会話と食事、そして、睡眠です」

### 巻頭●対談

## アマゾンの上あたりは雷の光がまるで なにか生きものが蠢<sup>うごめ</sup>いているように見えるんです。

お金を稼いで生活している人たちの生活の場を取り上げるわけにもいかない。地球全体の問題だけれど、そこに暮らす人たちも生きていかないとけない。どうやって折り合いをつけられいいのかと、現地に行くというんな感情がこみ上げてきます。

技術が切り開く明るい未来がある一方で、たとえば、技術開発で食糧生産が増えると土地が必要となり、畑のために森林を伐ると二酸化炭素が放出され、温暖化が進むと食料生産ができなくなる地域が出てきてしまう。そうした非常に複雑なシステムの中で、人類が持続可能な社会を作るには、どうしたらよいのかと……。

**向井**●難しい問題ですね。

**平田**●貧困と環境問題を同時に解決するのはむずかしくどこかで折り合いをつけないといけない問題です。

よく、「共生」と言いますが、共に生きるというのはお互いどこかで我慢する部分が出てきます。でも、みんな自分は美味しいものが食べたいし、いい生活をしたい。そうした中で、人類はこの21世紀をどうやって折り合いをつけて生きていくのが非常に重要になつてくると思います。

**向井**●アメリカ北部のネイティブ・アメリカンを紹介する集落での展示をみたとき、「人の多くの病気は人間が動物を食べ始めたところから始まった」と解説されてたんです。彼らは自然の一部としての自分、自分たちは自然に生かされているという感覚で生活してる。自然の一部だから、自然を壊したら絶対

に自分は生きていけないということを原理として知ってるんです。だから、自然からもらうけど、もらいすぎない。無駄にしない、感謝する。次世代と共に生きる発想です。「あなたがいま生きているのは、地球からものをもらって、借金をして生きていると思いませんか」という考え方なんです。借りて生きているんだと。で、その借りたものを返すのはあなたの子や孫、2代3代先の子孫が返していくんだから、借金をしすぎないようにしろと。そういう発想で、親から子どもに教えてる。

**平田**●とても大切な考え方ですね。

現代の都市に住んでると、自然との距離があるので、肉も肉としてしか見えてこない。その肉が、かつてどう生きていた動物なのか。飼料として何を食べていたのか。ブラジルのアマゾンを開発した畑に植えられた大豆を食べて育ったのかもしれないということを想像できなくなっている。

想像といえば、温暖化で何が起きるかというところのイメージが、先進国の都市で生活する人間には、まだ持っていないのかもしれない。たとえば、太平洋に浮かぶ島からなるミクロネシアにマングローブの調査に行ってるんですが、90年代から調査しているマングローブが徐々に海の中に消えていつてるのが現状で、海面上昇が実感としてみえてくる。

**向井**●2003年の夏の熱波。あの時、フランスをはじめとする国々で多くの方が亡くなりました。これまで自然災害や温暖化の影響は開発途上国で起きることと思われていた。



### コロンビア号の打ち上げ

向井さんが乗ったコロンビア号は1994年7月8日にアメリカのフロリダ州ケネディ宇宙センターから打ち上げられた。

©JAXA/NASA



## 平田 泰雅 (ひらた やすまさ)

1962年東京生まれ。東京大学大学院博士課程中退。農学博士。1992年森林総合研究所林業経営部遠隔探査研究室、四国支所流域森林保全研究グループ長、森林管理研究領域チーム長、温暖化対応推進拠点長を経て、現在、研究ディレクター(気候変動研究担当)。森林総合研究所 REDD研究開発センター長。日本森林計画学会理事、森林GISフォーラム会長。IPCC2019改良ガイドライン執筆者。



「標高4000メートルのアンデスでの森林調査のときに  
見上げる空の青さは格別です」



巻頭●対談

# 人類はこの21世紀をどうやって折り合いをつけて生きていくのかが非常に重要になってくると思います。

最近、大都市でも海岸線が上がってきたり、自然災害の被害の影響がはじめている。気候変動は、人類が真剣に考えて取り組まないと、取り返しのつかないことになります。

**平田** ●自然災害がこれだけ頻発して、アメリカのハリケーンも北のほうまで行くようになって、多発しています。

人類が本気で持続可能な社会を作るには、まさに自分たちがスペースシャトルのような限られた空間に生きていくんだと、地球といってもそんなに広くない宇宙船のようなものだと思像力を働かせないといけない。

**向井** ●地球って、宇宙空間から見るとほんとうに小さいんです。

**平田** ●限られた中で生きていることをもっと強く認識しなくてはいけないのですね。

**向井** ●空間もですが、テクノロジーの進み方があまりにも早くて、自然を破壊してしまう。地球規模で破壊できてしまうくらいのテクノロジーを人類は持っているという自覚を持つ必要があるのだろーと思います。

**平田** ●人間は、いちど壊してしまった自然を蘇らせるテクノロジーはまだ手にしていませんね。自然は一度壊れると回復がとて難しいんです。たとえ一部を蘇らせたとしても、全体を復元することはできないかもしれない。生態系は非常に繊細な均衡の中で多様な種が生きていますから。

**向井** ●患者さんを薬漬けにしても治療できないのと同じですね。そのひとの治癒力、体力を高めることが大事で、薬はいわばその補助です。破壊された森に植林はできるけれど、

根治するには何百年もかけて、森自体が持っている治癒力や体力を高めないといけないのですね。

ところでいま、もしも地球がダメになった時のことを想定して、月面で生きるための技術開発をするスペース・コロニー研究センターを立ち上げたんです。人が生きるために必要な水、空気、食料、そしてエネルギー。これらを確保するために、理科大は光触媒や電池などの技術分野で先進の研究をしているので、それらの研究をどう組み合わせると、月で生きることが可能か研究しています。月だとドームを建設して森を育てることになると思うんですが、火星ならテラフォーミング\*で森をつくることも可能かもしれません。

**平田** ●月面の森から地球を見ながらお酒を飲むことも将来はできそうですね(笑)。

**向井** ●月見酒ならぬ「テラ見酒」(笑)。で、月などに人が住めるようにする最低限のことを考えていくと、技術開発が大切なわけですね。その技術は当然、資源を有効に使い、便やゴミを有価物にする、そういう技術にならざるを得ない。

月なら地球から物資を運んで地球に依存しながら生きることもできますが、火星は100パーセント自給自足で生きるしかない。通信だけでも「みなさん元気？」という声が地球から届くのには20分かかりますから。遠隔医療もできないし、すべて自分たちで賄うしかない。そのかわり月より重力はあるし、テラフォーミングで植物が生存できる可能性もある。すると、酸素もできてくるだろうし。

## \*Key Words テラフォーミング

ほかの惑星の環境を人間が暮らすことができるような、地球環境に近づけること。温室効果ガスをコントロールして気温を安定させたり、酸素濃度を高めるための森林を育てるなどの技術開発が求められるが、そうした研究が、現在直面している地球環境問題を解決へ導くための技術開発にもつながる。

発芽したカイワレダイコンを左手にもつ向井さん  
宇宙飛行士は、プライベートに3点の品を宇宙に持って行くことができる。向井さんは、そのうちのひとつとしてカセットテープのケースに入れたカイワレダイコンの種子を持ち込み、ティッシュで給水して宇宙で発芽させたところ、微小重力下では四方八方へ向かって成長をはじめた。© JAXA/NASA







#### スペーススラブ(宇宙実験室)と地球

スペーススラブはスペースシャトル後方に固定され、機首にあるキャビンのデッキとトンネルでつながれている。写真は、向井さんの搭乗したコロンビア号の機首側から撮影したスペーススラブ。この実験室で、第2次国際微小重力実験(IML-2)が行われた。©JAXA/NASA

**平田** なるほど！ 面白いですね。

**向井** もちろん長い時間がかかるでしょう。でも、その開拓のための技術を考えることが、いま人間が弱らせつつある地球の生態系の治療力を高める技術、たとえばゴミを資源とする技術につながる。人口は爆発的に増加しているのに、地球の持つリソース、キャパシティは変わりませんから。

**平田** そうした技術開発、イノベーションが、いまの地球を見直す契機になるわけですね。

**向井** そう、未来の宇宙へ向けての技術開発が、いまの地球を救う技術になる。

**平田** ほかの星で生きるためには、食物だけあればいいわけではなくて、地球の文明をそのまま持っていけばいいわけでもなくて、やはり現代文明の悪い部分、問題を修正していかないと、向こうに行つてからこは悪いと言つても、間に合いませんね。

**向井** 国を超えた枠組み、「地球人」「宇宙人」という意識や構想を持たない限り無理だと思ふんです。「地球人」の意識でいまの地球をみれば、戦争なんかやつてる暇はないわけで、破壊の力を創造する力に変えたら、お金は10分の1でもっと実り豊かなことができる。

**平田** スペース・コロニー研究センターでルナシティ（月面都市構想）を考えてますが、都市も、たとえば古代ギリシャのアクロポリスみたいな、そこに住む人は、自分の国から来たことを誇りに思ふけれど、月世界人としては一つになる。国という束縛を超えた人間社会を作れないものかと。地球で学んだことを反面教師に理想社会ができないかなあと思つて

んです。

**平田** 持続可能な共同体？

**向井** いまの技術をうまく使えば、客観的、多角的に自分の住んでる小つちやい地球が見える。だれもがそう感じれば、資源の使い方も、森林の大切さもわかつてくるでしょう。

**平田** 「人より豊かな暮らしがしたい」という心の問題の解決がないとなかなか難しいかもしれませんが、それでもおそらく、豊かさが物質的、環境的なものだけでなく……

**向井** 心が豊かにならないと。

**平田** ですね。その3つが揃ったときに持続可能な社会が達成できるのかもしれませんが。

**向井** ところで、テラフォーミングでは、植物も地球とはちがう形態に育つかもしれません。たとえば月では6分の1の重力で世代を重ねていくので、それに適したものだけが生き残っていくことになる。

**平田** 月の森林は、地球とはちがった形に育った樹木で構成されるというわけですね。

**向井** 地球は重力文化圏なんです。ちょうどいい重力で太陽からでもいい具合に距離が離れてるから、それでこれだけの生命体が多様化することができた。環境のちがいは、ちがった多様性を生むかもしれませんね。

**平田** ヒョイトと宇宙に行つて、宇宙人に会えたら楽しそうです。（笑）

**向井** あ、でも、これも宇宙なの。私たちが暮らす地球が宇宙の中の1丁目1番地。

**平田** そうでした！ まずは、地球人、宇宙人という自覚が必要ですね。

貴重なお話をありがとうございました。■

