

執筆にあたって

私が1998年に東京慈恵会医科大学から宇宙開発事業団（NASDA）に移り、以来2003年の機関統合を経て宇宙航空研究開発機構（JAXA）になり、宇宙科学研究所（ISAS）に異動してから今に至るまで、宇宙環境を利用する生物実験を担当して約20年になる。その間、多くの先生方とスペースシャトルや国際宇宙ステーション（ISS）での宇宙実験に携わってきた。2017年2月までは、老化や人工冬眠の研究のかたわら宇宙飛行士の姿勢制御に関する実験の代表研究者としてヒューストンのジョンソン・スペース・センター（JSC）に行ったり来たりしていた。

2017年3月に定年退任を迎えるにあたり、これまで宇宙環境を利用する生命科学実験の自分の経験と面白さを次の世代の若い方々に伝え、少しでも宇宙生命科学の分野に興味と関心を持ってもらいたいとの思いから本書の執筆を思い立った。この分野に身を置き多くの方々にお世話になった者として、少しは恩返しができるのではないかとも考えた。そこで、日本がISS「きぼう」で本格的に宇宙実験を開始したときの最初の実験の代表研究者で、私が共同研究者として一緒に谷田貝文夫先生（理化学研究所、JAXAシステム共同研究員）にご相談申し上げたところ、それではと心よく執筆に協力していただけたこととなった。特に第1章、第4章はほとんど先生に執筆していただいた。また、宇宙微生物研究の推進にお力添えいただいた那須正夫先生（大阪大学名誉教授、大阪大谷大学客員教授）には、本書執筆を力強く後押ししていただいた。さらに共立出版の信沢孝一様（取締役編集担当）をご紹介いただき出版にこぎつけることができた。この場をお借りして感謝申し上げます。

本書では、地球の誕生に遡り、生物の進化をもたらしながら現在の地球環境に至った諸要因を考察することから始め、地球環境をより良く理解して、生命にとっての宇宙の特殊性の本質に迫りたいと考えている。さらには宇宙における生命の起源、進化、分布、そして未来についてまで考え、我々人類が未来に

向けて宇宙をどのように活用し利用していったらよいのか、人類が宇宙に進出する意味について考えていただければと思っている。

有人宇宙飛行が1961年に実現し、その後スペースシャトルの時代を経て、宇宙飛行士がより長く宇宙に滞在することがISSの建設によって可能になったことは周知の通りである。関連する技術の目覚しい発展により、ISSの中では微小重力であることを除くとほとんど地上の環境に近いと言われるまでになった。しかしながら、微小重力による宇宙飛行士への健康影響、例えば、骨密度の減少や筋力の低下などは今現在でも問題になっている。また、有人火星探査の計画が持ち上がってから、さらに長期間の宇宙滞在が余儀なくされることもあって宇宙放射線による被ばく線量の増大も心配の種になってきている。宇宙での微小重力と放射線は生物に影響を及ぼす二大因子である。まずは、これら二大因子による生物影響について今までにわかつってきたことを、過去の歴史的発見から最新情報までなるべくわかりやすく解説したいと思っている。次に、微小重力と宇宙放射線をそれぞれ独立の因子として生命への影響を評価するだけでよいのかという問題を提起したい。この本を通して、この問題提起や見解について読者の方にも関心をもってもらいたいと考えている。

この本の執筆を開始してから、すでに2年以上の月日が経ってしまい、その間にも、テレビ、報道などを通して宇宙に関して多くの重大なトピックスが報じられた。はやぶさ2号の打ち上げは、その目的の一つが生命の起源を地球外に求めるものである。NASAは地球を周回するケプラー天体望遠鏡で太陽系外惑星を1284個発見し、550個が地球のような岩石惑星で、そのうちの9個がその属する恒星の「居住可能区域」内を周回していると発表した（さらに2017年2月、地球からわずか?40光年ほど離れた星系に地球型惑星7個が見つかり生命の存在する可能性が期待できるとNASAから発表があった）。ブラックホールどうしの合体によって重力波が生じることは、インシュタインによって100年も前に予測されていたが、実際に地上の宇宙重力観察装置によって重力波が検出されたという大きなニュースも入ってきた。日本ではカミオカンデやスーパー・カミオカンデで有名な奥飛騨の神岡鉱山に新しい装置（重力波望遠鏡KAGRA）をつくって重力波の検出を試みている。米ソの冷戦時代に両国が開発に国の威信をかけてしのぎを削ってきたことは有名な話だが、現在

でも中国やインドなども含めて宇宙開発に積極的な国が多くあり、昔よりもさらに競争が激しくなってきたと言えるかもしれない。人類の生活を向上させるために宇宙をどのように利用するか、国際間の協調関係をもとにした適切な宇宙開発が望まれてやまない。

生命の本質に迫る問題を解決するために宇宙があるという捉え方をしたくて、「宇宙生命科学入門—生命の大冒険—」というタイトルをつけて執筆にあたったが、科学の進歩は速く、新たな問題を提起する目的で書いたことが新しさを失いつつあるのではと不安にかられている。とりわけ、生命科学分野においては、一つの細胞に対する解析、いわゆる Single-cell Analysis を駆使して細胞応答を明らかにできる時代にさえなってきたことを考えると心配が一層深刻化する。ともあれ、幅広い層の読者に興味をもってもらうとともに、この分野の若手研究者や研究者の卵にはより一層の探求心を駆り立てることができたらという願いから、不安はあっても当初の構想通りに筆を進めた。幅広い層の読者の興味を引くには、難解のところがかなり多くなってしまったかもしれない。その点はご容赦願いたい。

さて、21世紀は、本当に、人類が宇宙に進出する世紀になるのだろうか。この問題を扱う学問分野の一つとして、アストロバイオロジー (Astrobiology) が挙げられる。本書ではあえて言及はしていないが、アストロバイオロジーとは NASA がつくった造語で、宇宙における生命の起源、進化、分布、そして未来についてまで考える、幅広い領域をもつ学問と認識されている。ただ、宇宙生物学の分野をアストロバイオロジーと捉えると扱う問題が限定されてしまうので、ライフサイエンスに関わる研究分野として捉えた方がよいという考え方もある。もしかしたら、このような定義はあまり意味がないのかもしれない。大切なことは、私たちが未来に向けて宇宙をどのように活用し利用していくならよいのかを考え、提案し、実現していくことである。また、新たな活用や利用を可能にするにはどのような技術の開発が期待されているのかも重要である。

最後に、ISS の運用が 2024 年まで延長されることが決まったが、多くの関連研究者が ISS の運用、利用を延長することだけにとらわれ過ぎてはいないだろうか。成果最大化を問われる今、ISS の存在理由を明確にして、今後の

10年、20年、いや100年後を見据えた今までとは全く異なる独創的な発想が
この分野にも求められているような気がしてならない。

石岡 憲昭