

有人宇宙学の創出と教育的実践

土井 隆雄¹

(要旨) 有人宇宙学は「人間-時間-宇宙」を繋ぐ総合科学であり、4つの進化過程：宇宙の進化/生命の進化/文明の進化/宇宙開発の進化より導かれる。有人宇宙学は人類が宇宙に持続的社会基盤を構築することを主命題とし、人類の宇宙への展開の意義を明らかにすると同時に、その方法論も与えることが期待される。

1. はじめに

1961年のガガーリンによる人類初の宇宙飛行以来、宇宙は人類にとって進出可能な新世界となった。図1は世界の有人宇宙ミッションの動向を示す。世界の有人宇宙活動は、1960年代のアポロミッション(アメリカ主導)、1970年代のサリュートステーション(ロシア主導)、1980-90年代のスペースシャトル(アメリカ主導)の時代を経て、2000年代の国際宇宙ステーションによる国際協力の時代へと発展して来た。国際宇宙ステーションは、2024年までの運用が国際間で定められている。また、2003年以降、中国も有人宇宙活動を積極的に展開している。

図2は日本の有人宇宙ミッションの動向である。

1985年に国際宇宙ステーション計画への参加決定及び第一次材料実験に参加する日本人宇宙飛行士の選抜により、日本の「第一期有人宇宙活動」は始まった。日本は短期有人宇宙ミッションを通じて、宇宙実験技術、ロボットアーム操作技術、船外活動技術など有人宇宙活動に必須な技術を獲得した。「第二期有人宇宙活動」は、2008年「きぼう」日本実験棟を宇宙ステーションに取り付けるミッションを契機に始まった。これより日本人宇宙飛行士による長期ミッションが開始され、宇宙飛行士訓練技術、有人宇宙施設の運用、長期宇宙実験の実施、宇宙貨物船の運用などの技術を獲得した。しかしながら、これら30年以上にわたる有人宇宙活動の間、有人宇宙活動全体を系統立てて理解し、有人宇宙活動を担っていく人材育成が大学レベルで行

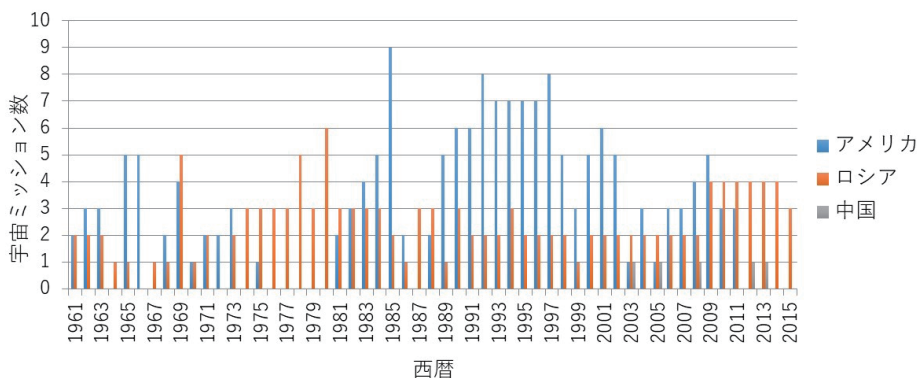


図1：世界の有人宇宙ミッションの動向。

1. 京都大学 宇宙総合学研究ユニット
doi.takao.8w@kyoto-u.ac.jp

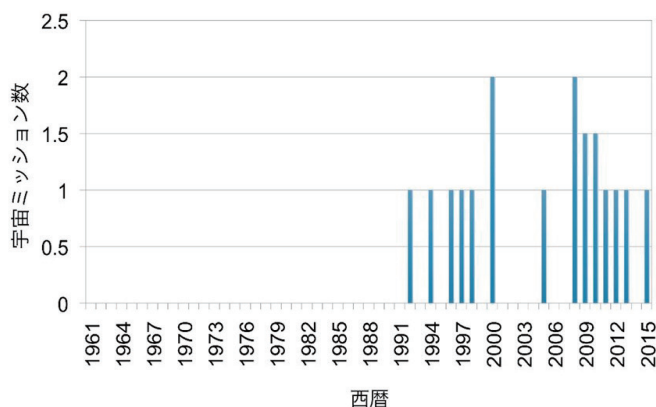


図2：日本の有人宇宙ミッションの動向(打上げ・帰還を各0.5回と数える)。

われることはなかった。現在の多様化していく有人宇宙活動を支え、さらに宇宙産業を発展させていくための若い人材の育成が急務である。

有人宇宙活動に関わる学問は、飛翔体工学・通信工学・ロボティクス・建設工学・宇宙科学といった理工学だけでなく、微小重力・閉鎖空間・真空といった極限空間における生理学などの生命科学、さらには国際協力体制の実施のための宇宙法、商業といった社会科学、巨大科学に対し正当性を問う倫理的考察といった人文科学など、あらゆる学問・専門領域に及ぶ。これらの学問分野の有機的結合による有人宇宙活動に必要な総合科学を創出する必要がある。

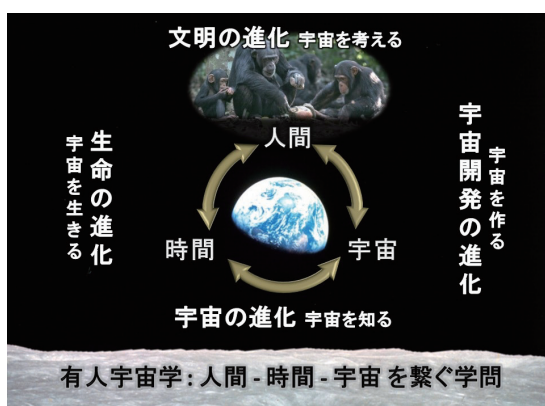


図3：有人宇宙学概念図。(c) NASA

2. 有人宇宙学

京都大学宇宙総合学研究ユニット(宇宙ユニット)では平成29年度に有人宇宙学部門を新設し、有人宇宙活動に必要な学問の創出に取り組んでいる。有人宇宙学は、「人間－時間－宇宙」を繋ぐ総合科学であり、時間スケールの違いにより4つの進化過程に大別できる(図3：有人宇宙学概念図)。

<100億年スケール>宇宙の進化、太陽系、そして地球の海の形成：人類が住める宇宙環境はどのように実現されたか、また実現していくかを調べる(宇宙を知る)。

<1億年スケール>生命の進化、生命の海から陸、遂には宇宙に至る進化：人類が宇宙で生存するために、食料となる植物が宇宙で生存できるかを調べる(宇宙を生きる)。

<1万年スケール>文明の進化、知能を持った人類が村・町から巨大都市を形成していく過程：宇宙という特異な重力環境下で人類の知的作業がどのように変容し、その結果として人間の作る社会がどのように変貌して行くかを調べる(宇宙を考える)。

<100年スケール>宇宙開発の進化、ロケット・人工衛星を作り、将来的には月・火星に到達する過程：人類が安全に宇宙に行き、恒久的に生活・仕事をする技術を開発する(宇宙を作る)。

有人宇宙学はさらに上述の4つの分野を融合することにより、人類が宇宙に持続的社會基盤を構築するための基礎理論と方法論を与える。有人宇宙活動が総合科学になることによって、人類の宇宙への展開が論理的に解析できるようになり、宇宙における人類社会の設計が可能になる。

3. 有人宇宙学の教育的実践

宇宙ユニットでは、有人宇宙学の教育実践活動を平成29年度4月より開始している。その活動の一環として、2017年9月11－16日にかけて学部1・2・3回生9名が参加し、京都大学大学院理学研究科附属花山天文台にて有人宇宙学実習を実施した(図4：花山天文台で行われた有人宇宙学実習)。有人宇宙学実習は、短期有人宇宙ミッションを模擬し、天体観測実習、模擬微小重力実験、閉鎖環境実習を計6日間かけて体験することによって、分野横断型学習から有人宇宙活動に関する包括的な視点と基礎知識を身につけることを目的としている。また、参加学生は3人が1チームとなり、共同生活をすることによって、チームワーク(小社会)がどのように形成されていくのかを体験してもらった。

天体観測実習では、系外惑星天体の講義の後、望遠鏡を使い系外惑星天体のトランジット観測を行った。観測データ解析によりホットジュピター型系外惑星の特徴を調べることで、太陽系外の惑星系の存在を確認

した。模擬微小重力実験では重力の植物に与える影響の講義の後、クリノスタット(模擬微小重力発生装置)を使い、植物の初期成長実験を行った。実験結果の解析により、植物の持つ重力感知機構の特性を明らかにした。また顕微鏡による重力感知機構の直接観察も行った。閉鎖環境実習では、閉鎖環境が人間に与える影響の講義の後、与えられたスケジュールに沿って各実習・実験を行うことにより、自分のストレスレベルがどのように変化するかを生理的・心理的に調べた。また、時間経過に従って増大するストレスによって、チームがどのように変化するかを記録した。

有人宇宙学実習は、宇宙・生命・社会に関する活動を模擬宇宙ミッションというカリキュラムの中に凝縮させた体験学習であり、今年が初めての試みであった。学生全員が積極的に実習課題に取り組み、各チームがチームワークの形成に成功した。本実習は、宇宙環境の認識を深め、微小重力の影響を理解し、閉鎖環境における人間関係の形成など、宇宙に人類が展開したときの包括的な模擬演習ともいえ、まさに有人宇宙学の教育的側面を象徴していると考えている。



図4：花山天文台で行われた有人宇宙学実習。