

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2023 年 12 月号 No.24

【学ント】「火星に住もう！」

Season4 の紹介

SIC 有人宇宙学研究センターとよみうりカルチャー-OSAKA の連携講座「火星に住もう！ Season4」(全 6 回) が 11 月 19 日、読売京都ビル(京都市中京区)で開かれ、宇宙ベンチャー INAMI Space Laboratory 代表取締役の稲波紀明氏が登壇しました。「宇宙ビジネス最新情報－ここまで現実的になった宇宙ビジネス！－」をテーマに講演されました。

オープニングの挨拶では、SIC 有人宇宙学研究センター長の山敷庸亮教授が、「民間人としてこれから日本で一番早く宇宙に行く宇宙飛行士で、2005 年に宇宙旅行会社ヴァージン・ギャラクティック社の宇宙旅行に申し込んでから 19 年、ようやく 2024 年に宇宙へ飛び立とうとしています。その間宇宙ビジネスを展開する INAMI Space Laboratory 社を 2022 年に立ち上げ、今まで誰も考えていない「うな重」を宇宙に打ち上げるユニークな取り組みなど、様々な業界に宇宙を用いた企業の価値創造を行います。



また、スペース X と取り引きし、安いコストで宇宙に物を運ぶというビジネスなども展開。NASA や JAXA をはじめオールドスペースの企業が独占している宇宙ビジネスを INAMI Space Laboratory が新しいマーケットと可能性を示めている」と、本日講師を務める稲波紀明氏を紹介しました。

講演では、日本初サラリーマン宇宙旅行者として TV 放映された映像やヴァージン・ギャラクティック社の宇宙旅行の様子をはじめ、中国の宇宙開発の広がり、宇宙旅行に旅立つための訓練などの映像と共に解説されました。

直近に打ち上げられたスペース X の「スターシップ」ロケットシステムの話では、軌道上で燃料を満載した別の Starship と合体することで、さらに推進力が増し、より遠くに行くことが出来る新たなロケットシステムについて説明されました。

世界の宇宙開発の状況は中国が非常に進んでおり、一国で宇宙ステーションを持っている唯一の国

となっています。月の裏側にも着陸して基地を作っており、そう考えると日本の宇宙開発はまだ遅れていると話されました。

宇宙旅行の話では、まず母船に釣り上げられ離陸、上空 15 km時点で母船から分離、地上 80 km地点の宇宙空間で約 4 分間の無重力を体験し、その後宇宙へ帰還します。その時間は 90 分です。それに耐えるための訓練は非常に重要で、重力訓練と無重力訓練の 2 種類あり、重力訓練は小さい部屋が回転し、6 G まで重力加速度を上げていきます。重力が加わると血圧より重力の方が強く、人によって脳に血液が行かなくなって意識が飛んだり、眼球が歪んで視野が暗くなったり狭くなったりし、呼吸もしづらくなることがあるといいます。

90 分で（当時の値段）2300 万円の費用が高いか安いかはどうかと思いますが、宇宙旅行に申し込むいろいろな出会いがあり、奥様も宇宙旅行に申し込んだ切っ掛けが出会いに繋がったと話します。実はこの旅行をキャンセルすると全額が返金され、今は円安なので 1000 万円ほど増えて戻ってくるといいます。

最後に今後の宇宙ビジネスの展開として、アメリカの宇宙ベンチャーと提携し、月面や深宇宙までの輸送として、「自分自身の DNA を月面に」「宇宙葬」「メッセージカード」「神社を分社化し、月面へ」をビジネスとして展開ができないかとされ、「経営には目先のことにとらわれず、客観的に眺める宇宙視点が重要！」と締めくくりました。

次回の講座は 12 月 17 日（13:00～14:30、読売京都ビル）、「宇宙滞在中の人体への影響」をテーマに京都大学学際融合教育研究推進センター宇宙総合学研究ユニット特定准教授の寺田昌弘氏が講師を務めます。

申し込みはよみうりカルチャー OSAKA の HP（<https://www.ync.ne.jp/osaka/mananto/>）から。（今井文能 記）

横浜未来機構宇宙プロジェクト 第 2 回ミートアップ

第 7 回国際ムーンビレッジワークショップとシンポジウム（2023 年 12 月 6 日～10 日 倉敷・鳥取）がまもなく開催されます。国際ムーンビレッジワークショップ＆シンポジウムには、多くの魅力的なイベント、講演、発表がごさいます。タイムテーブルやプログラム内容の詳細は MVA2023 のウェブサイト（URL：<https://mva2023.jp/>）でご確認いただけます！ぜひご覧ください。

本記事では、その中からアウトリーチイベントを抽出して、ご紹介いたします。

イベントテーマが魅力的であることはもちろん、登壇者の方々もとても豪華な方々ばかりです。ぜひご来場くださいませ。

アウトリーチイベント(1)：宇宙探査と月での居住を実現しよう ～MVA 国際ワークショップ・シンポジウム 2023 アウトリーチイベント倉敷～

＜開催日＞ 2023 年 12 月 9 日（土）10:00-13:00 | 入場料無料／予約不要

＜開催会場＞ ムービーふれあいセンター | 岡山県倉敷市真備町箭田 40-1

特別講演①：はやぶさ 2 の冒険と太陽系の資源

<登壇者>

津田 雄一 氏 | JAXA 宇宙科学研究所

特別講演②：月に行ってみませんか

<登壇者>

金井 宣茂 氏 | JAXA 宇宙飛行士

講演

<登壇者>

JOHN MANKINS 氏(MVA 副会長)：ムーンビレッジアソシエーションの活動

山中浩二 氏 (JAXA 宇宙探査センター長)：JAXA の月探査計画

内田 敦 氏 (三菱総合研究所)：人類の生活圏・生存圏拡大のための月の水の利活用

朝妻 太郎 氏 (ispace)：月の輸送サービスから月面都市構想

坂ノ上 博史 氏 (MASC)：倉敷での航空宇宙産業の推進

アウトリーチイベント(2)：月に杜を創ろう～木と野菜から生まれる自給自足エコシステム～

<開催日> 2023 年 12 月 9 日 (土) 9:00 (開場) - 17:00 (終了) | 入場無料

<開催会場> 杜の街グレースオフィススクエア (岡山市)

<タイムテーブル・登壇者>

09:30～ 那須 保友 氏 (岡山大学大学院) 開会のご挨拶

小嶋 光信 氏 (両備グループ代表) ご挨拶

藤木 完治 氏 (一般社団法人日本宇宙フォーラム理事長) ご挨拶

10:00～ 中村 栄三 氏 (岡山大学) 基調講演「月面でサラダを食べよう」

10:50～ 土井 隆雄 氏 (京都大学・元宇宙飛行士) 「月と火星の森」

13:00～ 吉川 真 氏 (宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所) 「小惑星を捕まえよう」

13:50～ 春山 純一 氏 (宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所) 「月溶岩トンネルの特徴と活用」

14:30～ 庄司 研 氏 (大成建設 (株) 技術センター都市基盤技術研究部)

「溶岩トンネル内でのエコシステム概念とアーキテクチャ」

15:00～16:00 公開フォーラム「フロンティア～人は月の杜で夢を見る～」

<展示>「見てみよう、リュウグウと月の砂」

- 小惑星リュウグウ試料を電子顕微鏡で遠隔操作・観察しよう (9:00 より受付にて整理券を配布)
- 月の砂 (ルナ 16, 20, 24 号により採取)
- 木造人工衛星模型
- 科学機器展示・体験

アウトリーチイベント(3)：世界の研究者と交流する特別な 1 日 鳥取で月の未来を語ろう。

<開催日> 2023 年 12 月 10 日 (日) 16:30-18:30 | 無料 (食事付き)

<開催会場> 鳥取砂丘砂丘センター

<特別ゲスト>

黒田 有彩 氏 | 宇宙タレント

<トークイベント登壇者>

稲波 紀明 氏 (INAMI Space Laboratory CEO) | 宇宙旅行者が考える、鳥取県が目指す宇宙ビジネスの可能性

塔本 愛 氏 (コスモ女子 副代表) | 女性が活躍できる月社会

森 裕和 氏 (WARPSPACE CEO) | 「光」が変える宇宙の通信ネットワーク

大野 琢也 氏 (鹿島建設イノベーション推進室 宇宙担当) | 宇宙を広げよう、地球人の輪

山敷 庸亮 氏 (京都大学大学院総合生存学館 SIC 有人宇宙学研究センター) | コアバイオー
ムとテラウインドウ

三浦 政司 氏 (JAXA/IASS 准教授) | 鳥取と宇宙とシステムデザイン

田中 克明 氏 (amulapo CEO) | AR の力で鳥取砂丘が月面に

井田 広之 氏 (鳥取県庁 産業未来創造課) | 鳥取県は「星取県」

<ビデオメッセージ>

山崎 直子 氏 (元宇宙飛行士 鳥取県宇宙部長)

参加者豪華特典 (先着 100 名様)

食事無料提供 | 研究者との交流会 トークイベント

無料ご招待 | 鳥取砂丘 砂の博物館 プロジェクションマッピング

<ムーン・ビレッジ協会 (MVA) とは>

ムーン・ビレッジ協会 (MVA) は、2017 年にオーストリアのウィーンに拠点を置く非政府組織 (NGO) として設立されました。MVA は、政府、産業界、学术界、およびムーン・ビレッジの開発に興味を持つ一般市民など、様々なステークホルダーに対する永続的な国際的な非公式フォーラムとして機能しています。MVA は、既存または計画中の地球外探査プログラムに関与する公的または私的な国際的な協力を促進しています。600 人以上の参加者と 65 カ国以上からの 33 の機関メンバーで構成され、技術、科学、文化、学際的な分野にわたる多様な専門分野を代表しています。

MVA は他の組織と協力して国際的な議論を促進し、ムーン・ビレッジの実現を支援する計画の策定を推進しています。また、国際、国内、地域のネットワークを構築し、世界中の市民社会を巻き込むための取り組みを行っています。

<開催期間>

2023 年 12 月 6 日～10 日 倉敷・鳥取

<イベント会場>

メイン会場：倉敷市立美術館

鳥取会場：乾燥地研究センター

(大森 香蓮 記)

LignoSat 紹介 MISSION 班

今回は LignoSat の MISSION 班の活動をご紹介します。現在行っている業務は大きく 2 つあります。衛星から受信した MISSION データを解析するためのプログラム作成、2 号機に向けた地磁気センサと磁気トルカの基礎実験です。

まず、1 号機について。衛星が打ち上げられた後、衛星は、京都大学に設置されている地上局との通信が始まります。MISSION 班では、衛星が測定する温度、地磁気、衛星に使用されている木材のひずみのデータを解析します。地上局に向けて送信される CW データは 0 と 1 の 2 進数。このデータから、MISSION 班が使用するデータを取り出し、解析のために意味のある値に変換します。さらに、温度、ひずみ値、時間のデータから熱膨張率を計算し、グラフを用いて視覚化します。その他、以前の実験での解析手法を自動化していく予定です。

次に、2 号機に向けた磁気関係の基礎実験について。2 号機において、衛星の姿勢制御が最大の目的であり、課題です。衛星軌道上に存在する地磁気に対して、衛星から磁気を発することで、衛星に力を働かせます。ISS からの打ち上げでは、衛星放出時に衛星が回転してしまいます。そこで、方位磁石のように衛星の回転を止め、さらには、地球の方向に送受信アンテナを向けることで、円滑に地上局と通信できるようになることを目標としています。現段階では、使用する磁気センサと磁気を発する磁気トルカの性能を調べます。また、衛星の内部をどのような構造にするのか、設計していきます。1 号機打ち上げ後は、1 号機で測定した地磁気データの解析結果をもとにより詳細な設計をしていく予定です。

(長谷真暉 記)



低圧下樹木育成プロジェクト紹介

樹木育成学生チーム

11 月 19 日、宇宙木材研究室の有志が集まり京都市植物園の見学会を行いました。

京都市植物園は 1923 年に開園し、来年に 100 周年を迎える伝統ある植物園であり、開園当初からある歴史の深い樹木も楽しむことができます。この見学会では、樹木育成プロジェクトで指導をされている京都府立大学名誉教授の池田武文先生に展示物の解説をしていただきながら、植物園を一周して様々な植物や樹木を観察しました。紙幅の都合上、見学で得た知見の全てを共有することはできませんが、その中から読者の皆さんにも楽しめるようなお話をふたつほどしたいと思います。

まず一つ目は 11 月が見頃のイロハモミジについてです。皆さんは、紅葉のメカニズムをご存知でしょうか。落葉樹の葉っぱには基本的にクロロフィル（緑色）とカロテノイド（黄色）が含まれており鮮やかな

緑色に見えます。しかし冬にかけて気温が下がると葉の根元に離層という組織ができることで、葉で作られた糖が植物全体に行き渡らずその場で蓄積されます。それらが日光と化学反応を起こすことでアントシアニン（葉緑体を保護すると言われている）という赤い色素が生成されることで、葉が赤く染まるように見えるのです。紅葉は日本では見慣れた光景ではありますが、こうして科学的に考察してみることで見え方が変わるとともに、今まで以上に親近感が湧くようになりました。

二つ目はハス（蓮）です。ハスはその巨大な葉っぱが特徴的ですが、この葉は水で濡れることはありません。その理由は、葉の表面がワックスで覆われていることと、表面に無数の微細な凹凸があり、水との接触角が大きくなることで高い撥水性を得ていることにあります。これをハスの英語の lotus からロータス効果と呼びます。ロータス効果は人間社会にも応用されており、特定のヨーグルト製品の蓋やビルの壁面などがその一例です。生物が自然を生き抜くために獲得した独自の形質からヒントを得て人工物に応用させるのは、非常に興味深いですし、生命の神秘を感じます。

今回の見学会の中には植物学を専攻する学生や普段植物とは縁の薄い方など色々な知識レベルの参加者がいましたが、みなそれぞれの学びがあり、実りのある見学となりました。どなたでも楽しめるので、まだ訪れたことのない方は一度足を運んでみてはいかがでしょうか。（岸 広登 記）

研究紹介

有人宇宙学—宇宙移住のための3つのコアコンセプト 内容紹介

第二回 有人宇宙学

土井隆雄

「有人宇宙学」は、人類の有人宇宙活動を科学的に記述する新しい学問です。「有人宇宙学」はどのように創られ、何をめざし、そして何を生み出すのでしょうか。

1. 有人宇宙学の創出

有人宇宙学は人類が宇宙に進出するための学問と定義できます。さらに有人宇宙学を人間—時間—宇宙を繋ぐ学問であると再定義してみることにしましょう。そうすると人間—時間—宇宙を繋ぐ 3 本の矢印ができます。この 3 本の矢印の中心に月から見た地球を配置させると図 1 ができあがります。有人宇宙学の定義の中に時間が入っていますので、有人宇宙学は何かの時間変化或いは進化を内包する学問であると考えることができます。ここでは、まず、それぞれの矢印が何を意味するのか考えてみることにしましょう。

宇宙と時間を繋ぐ矢印は、138 億年前にビッグバンから宇宙が生まれて現在まで進化して来た宇宙、即ち、宇宙の進化を表しています。人間と時間を繋ぐ矢印は、地球に生命が生まれて人間まで進化する過程、即ち、生命の進化、また、考えることのできる人間が村や町や都市を作り、文化を作ってきたこと、即ち、文明の進化という、二つの進化過程を表していると考えられます。人間と宇宙を繋ぐ矢印からは、ライト兄弟が飛行機を作り、それがロケットとなり、そして国際宇宙ステーションに人間が暮らすようになるまで、即ち、宇宙開発の進化を表しています。このように 3 本の矢印からは、4 つの進化過程：宇

宙の進化、生命の進化、文明の進化、そして宇宙開発の進化が出てくることがわかります。

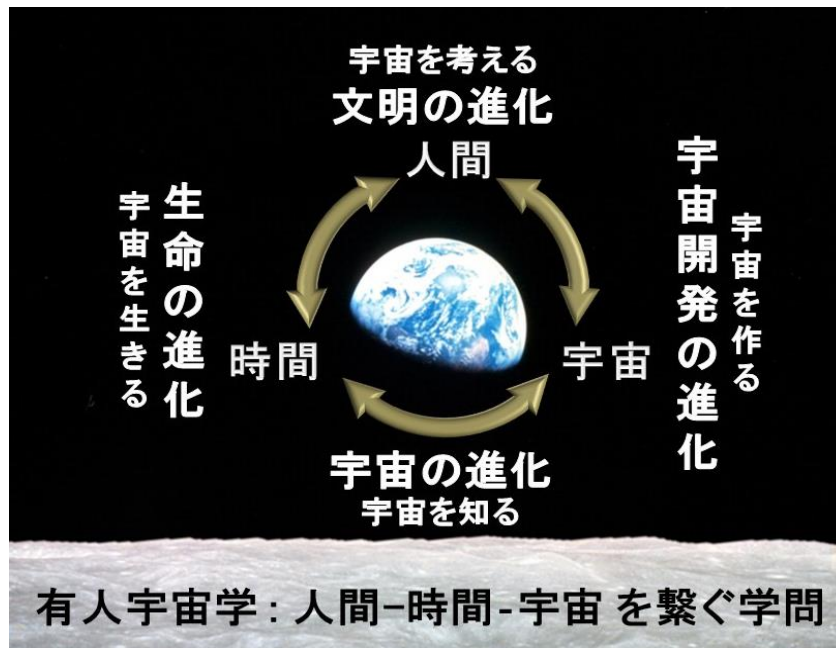


図 1 有人宇宙学の定義

以上の議論により、有人宇宙学は4つの進化過程を扱う学問であると定義することもできることが分かりました。しかしながら、4つの進化過程はどのひとつをとっても膨大が知識の集合体であり、それらをひとつの学問に落とし込むのは不可能に近いと思われます。それ故、私たちはそれぞれの進化過程に由来した人間の活動でそれらの進化過程を記述してはどうでしょうか。例えば、宇宙の進化を学ぶ活動は、即ち、「宇宙を知る」活動と置き換えます。同様な置き換えを実行すると、生命の進化は「宇宙を生きる」であり、文明の進化は「宇宙を考える」になります。そして、宇宙開発の進化は「宇宙を作る」と置き換えることにしましょう。結果として、有人宇宙学の定義は、人間による「宇宙を知る」「宇宙を生きる」「宇宙を考える」「宇宙を作る」活動を記述する学問であると言い変えることができます。

さてここで私たちは、「何故、学問を持っているのか」という命題について考えてみることにしましょう。私たちは、生まれてから死ぬまで、学問から常に新しい知識を学び、それらの知識を使い、そしてまた、新しい知識を作り、学問を深めて行きます。それらの学問は、親から子へ、世代から世代へを引き継がれていきます。私たちは、何故、学問を持っているのでしょうか。それは、私たちが、そして、私たちの子孫が、地球で生き延びるためではないでしょうか。学問がなければ、私たちは、当の昔に滅んでいたことでしょう。

ここでもうひとつ質問をしましょう。今、私たちの持っている学問は、私たちが月や火星、そしてはるかな宇宙に行ったとしても、私たちを助けてくれるでしょうか。その答えは、直ぐに“No”であることがわかります。数学や物理学など自然を記述する学問を除いて、ほとんどの他の学問は私たちが地球で生き延びるために作ってきた物だからです。それ故、私たちが月で生活するためには月の学問が、火星で生活するためには火星の学問が必要になるでしょう。私たちが宇宙のあらゆる環境で生き延びるためには、新しいその環境に適した学問が必要になるのです。

有人宇宙学は私たちが宇宙に展開するための学問であると最初に定義しました。そうすると、有人宇宙学は私たちが宇宙のどんな環境においても生き延びるための知識を提供できなければなりません。まさ

にこれが有人宇宙学の本質です。これが意味するのは、有人宇宙学を地球に適応すれば、私たちがいま今地球で持っている学問になります。月に適用すれば、私たちが月で生き延びるための学問になり、火星に適用すれば、火星で生き延びるための学問になるということです。

この理由のために、図 1 では月からみる地球の姿が画面中央に描かれているのです。即ち、有人宇宙学を作ろうとしている私たちの足元はもはや地球ではないのです。私たちの足元には宇宙があり、その中で私たちは人間が生き延びるための学問を作ろうとしているのです。それが有人宇宙学なのです。

2. 宇宙における「人間社会の存在可能条件」の探究

人類が宇宙に進出するために何が必要でしょうか。それを考える前に、まず人類はどうやって地球上で生き延び、現在の文明を築き上げることができたのかを考えてみることにしましょう。

霊長類学によれば、人間もチンパンジーも含めたすべての霊長類の祖先は同じで、アフリカの森に住んでいました。約 500 万年前に何故か後に人間になる霊長類の祖先だけがサバンナに降り、2 足歩行を獲得し、道具や火を使うことを覚え、今の人間に進化したのです。森に残った霊長類の祖先は、チンパンジーやゴリラになりました。即ち、人間とチンパンジーやゴリラの進化の方向性を分けたのは、「森から出てサバンナに降りた」ということだけなのです。「森から出てサバンナに降りた」というのは、即ち、環境の変化です。今、私たちは地球を離れて宇宙に出ようとしています。これもまた環境の変化です。宇宙へ進出しようとしている人類は、500 万年前に森からサバンナに降りようとした私たちの祖先と同じ進化の分岐点にいることになります。有人宇宙学が進化を司る学問であるという意味が少しわかってきたのではないのでしょうか。

さて、森のように隠れることのできないサバンナに降りた私たち人類の祖先は、どのように生き延びることができたのでしょうか。彼らは、鋭い牙も逃げるための早い足を持っていたわけでもなかったのです。サバンナに降りた人類の祖先が生き延びることができたのは、彼らが集団で生活し、お互いを守りあったからに他なりません。私たちの祖先は小さな社会を作ることができたからこそ生き延びることができたのです。そうであるならば、宇宙に進出しようとする人類が生き延びるためには、人類が宇宙に社会を作れるかどうか鍵になってくるはずです。

では、「人類が宇宙に社会を作れる条件」、即ち宇宙における「人間社会の存在可能条件」はどうやって探せば良いのでしょうか。質問を変えて、「人類が宇宙に社会を作れますか」という質問にすると、その答えは 2 つしかありません。「はい、作れます」という答えと「いいえ、作れません」という答えです。ここでは、「はい、作れます」という答えができる条件を探すことになるわけです。そもそも、何を「社会」と定義するかという問題から始まりますが、残念ながら現在の人類には、この質問に答えるための十分な知識がありません。ただし、知識をもっていないからと言って諦めることもできません。何故なら、その答えに人類の未来が掛かっているかもしれないからです。

現代天文学のホットピックスのひとつに太陽系外惑星の発見があります。世界で初めての系外惑星が 1995 年にスイスの天文観測チームによって発見されました。それ以来、現在まで約 5000 個以上の系外惑星が発見されています。系外惑星の発見が非常に重要なのは、地球型の惑星が発見されれば、ひょっとするとそこに生命がいるかもしれないからです。そのため、系外惑星の発見以後、惑星に生命が存在する条件を明らかにすることが非常に重要になってきました。宇宙に存在する生命で私たちが知ってい

るのは、地球にいる生命体だけです。即ち、「液体の水」を必要とする生命体です。ですから、天文学者たちは「液体の水」が存在する惑星の存在する領域をハビタブルゾーン（生存可能領域）を名付けました。私たちの「宇宙における人間社会の存在可能条件」（ソーシャル・ハビタビリティ）の探索は、まず、この「液体の水」が存在する条件から始めることにして、少しずつ最終目標である宇宙における「人間社会の存在可能条件」に近づいて行くことにしましょう。その探索の過程を図示したのが、図 2 になります。

「液体の水」が存在する領域とはどのような領域でしょうか。もちろん、地球には海があるので地球は太陽系の「液体の水」が存在する領域にあります。もし、地球を太陽の方向に近づけていくと、段々と表面温度が上がってくるでしょう。もし、地球表面の温度が 100℃を超えると、もはや地球には「液体の水」は存在できないことがわかります。逆に地球を太陽から離れる方向に動かしていくと、地球表面の温度は少しずつ下がっていきます。ついには 0℃になり、水はすべて氷になるでしょう。もはや「液体の水」は存在できません。このことから、「液体の水」が存在する領域は太陽から調度良く距離が離れている領域になることがわかります。地球はこの『調度良い距離が離れている領域』に存在しているのです。ここではさらに議論を進めるために、「液体の水が存在する条件」を「水条件」と呼び名を変えて進めることにします。

次に私たちが探したいのは、宇宙に「生命が存在する条件」です。それを「生命条件」と呼ぶことにしましょう。地球は水条件を満たし、かつ、生命条件を満たします。実はこの太陽系には水条件を満たすもうひとつの天体があります。その天体は地球から見える月です。それでは月には生命が存在するでしょうか。皆さんも良く知っているように、月には「生命」は存在しません。このことは、「水条件」は「生命条件」とは等価にならないということがわかります。

人類が宇宙に恒久的に進出できる持続可能な社会基盤を構築する
新しい宇宙開発へのアプローチ

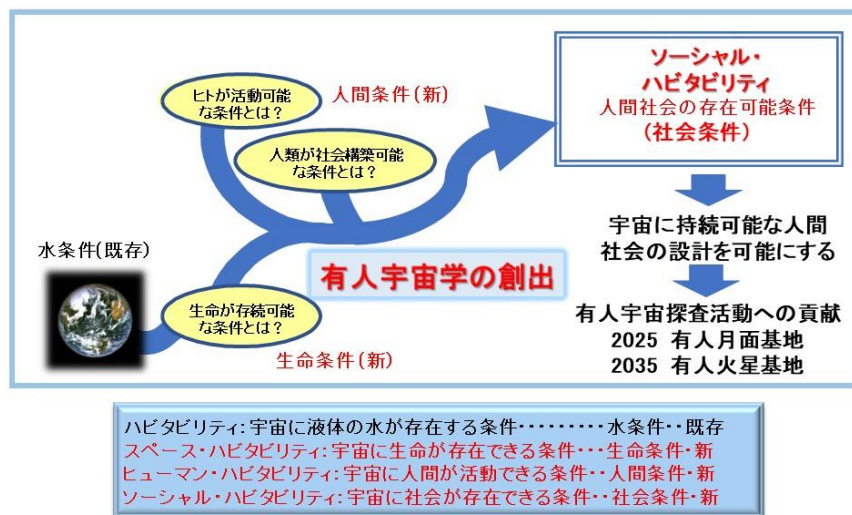


図 2 水条件・生命条件・人間条件・社会条件とは何か

「液体の水」が存在し、その次に「生命」の存在が確認できたら、次に私たちが探するのは宇宙に「人間が活動できる」条件です。今度はそれを「人間条件」と名付けることにしましょう。では、ここでもうひとつ質問です。太陽系に地球以外に「人間が活動できる条件」を満たす天体はあるでしょうか。その答えは、「はい、存在します」です。それは国際宇宙ステーションです。国際宇宙ステーションは2000年から宇宙

飛行士が滞在を開始し、すでに20年以上にわたって常に人間が活動してきました。即ち、国際宇宙ステーションは「人間条件」を満たしているのです。このことは、何を意味するのでしょうか。それは、人間が科学技術を使うことによって、宇宙に「人間条件」を満たす天体を作ることができるということです。私たちは少しずつ宇宙における「人間社会の存在可能条件」に近づいてきました。

次に進む前に宇宙における「人間社会の存在可能条件」条件を「社会条件」と名付けることにしましょう。今まで定義してきた「水条件」「生命条件」「人間条件」そして「社会条件」はお互いに関連していることは明らかです。すなわち、「社会条件」を満たすためには、まず、「人間条件」を満たすことが必要です。「人間条件」を満たすためには「生命条件」を満たし、「生命条件」を満たすためには「水条件」を満たさなければなりません。つまり「水条件」は「生命条件」の、「生命条件」は「人間条件」の、そして「人間条件」は「社会条件」の必要条件になっていることがわかります。

3. 宇宙社会の構成員数

私たちは「人類が宇宙に社会を作れる条件（社会条件）」を探しています。その答えを考える時に、まず、私たちは「社会」とは何かを考える必要があります。特に、人間が何人集まれば、それを「社会」と考えて良いのでしょうか。この問いに答えるために、私たちは再び霊長類学を使うことにしましょう。霊長類学は、人間（ヒト）に近い霊長類を研究することによって、より深くヒトを理解しようとする学問です。

イギリス人の霊長類学者ロビン・ダンバーは1993年に霊長類の群れを構成する個体数と脳の大きさにある関係があることを発表しました（図3）。これを見ると脳の大きさが大きくなるにつれて群れを構成する個体数が増えていくのがわかります。ここで言う群れは意図的に組織された群れではなく、本能的に作られる群れを意味しています。これは何を意味しているのでしょうか。群れが大きくなるにつれて、自分が覚えておかなければいけない相手の数が増えていきます。脳が大きくなるにつれて、覚えて置ける相手の数が増えていくことを意味しているようです。すなわち、相互のコミュニケーションによって、相互に覚えている個体数が増えていき、それが群れを構成する個体数の上限を決めているようです。

霊長類学が与えるグループサイズ Robin Dunbar (1993)

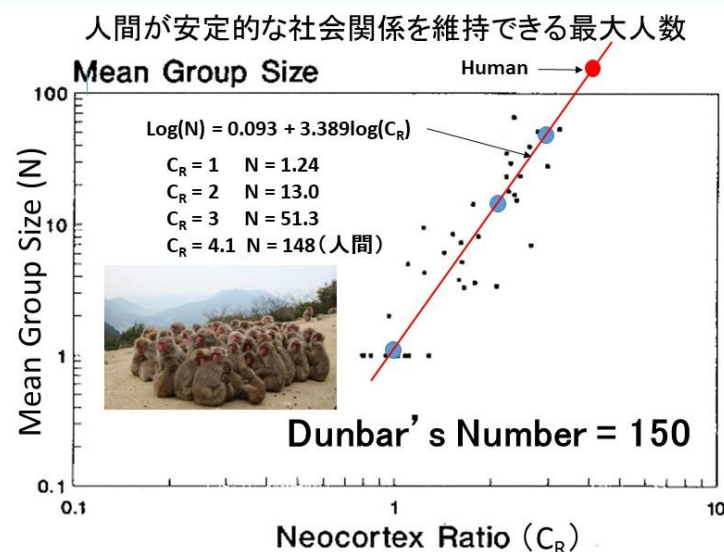


Figure 1. Group size plotted against neocortex ratio for nonhuman primates (redrawn from Dunbar 1992a).

図3 ダンバー数と霊長類の群れを構成する個体数（参考文献1）

この関係を延長して、人間の脳の大きさの時に群れの個体数がいくらになるか見てみることにしましょう。ダンバーの発表した図に人間の場合を書き加えたのが図 3 に示される赤丸の位置です。その数は 150 人になります。この 150 人という数は、現在ではダンバー数と呼ばれています。ダンバー数が意味するのは、ひとりの人間が覚えていられる相手の数を意味していると考えられます。また、ダンバー数までは、人間がただ群れいても平和を維持できるグループの最大個体数とも考えられます。しかし、私たちの社会はもっと多くの人々が参加しています。村や町であれば 100 人から 1000 人程度、市であれば 10,000 人から 100,000 人程度、県であれば 1,000,000 人程度、国であれば 10,000,000 人から 100,000,000 人程度まで、どんどん大きくなっていきます。ダンバー数は現代には当てはまらないのでしょうか。私たちは、現代でもダンバー数は当てはまると考えています。ダンバー数は、調度、村や町を構成している個体数になっています。市や県や国になると、社会に代議員制などの社会制度が導入されるので、より多くの人々がグループに参加できるのです。村や町の構成員数がダンバー数になっているので、それ以上小さな組織に分裂する必要はないのだとも言えます。

私たちが宇宙に恒久的な社会を作ろうとすると、まず初めに挙げられる事は、宇宙に社会を維持するために必要な仕事を果たす様々な人々が必要だということです。またその人々は緊急事態にも各々が自発的に対応できることが求められます。これはダンバー数が規定する誰もが相手のことを考えて行動できる社会に繋がっていると考えられます。そこで、これから考える宇宙社会はダンバー数で決まる 150 人が住む社会と仮定することにしましょう。

4. 有人宇宙学の展望

ヒトの祖先がかつて森林からサバンナへ進出したことが人類進化を誘発したように、地球を離れ宇宙をめざす有人宇宙活動は進化の一形態と考えられます。そう遠くない未来、人類は宇宙空間をも居住空間とし、そこに新たな社会を創造することでしょう。私たちは、宇宙を切り開く有人宇宙活動のための新しい総合科学を「有人宇宙学」と名付けました。それは、人類が宇宙に展開していくことを記述できる学問です。有人宇宙学は、宇宙における「人間社会の存在可能条件」（ソーシャル・ハビタビリティ）という宇宙に持続可能な人間社会を構築するための新しい指標の確立・体系化をめざしています。宇宙における「人間社会の存在可能条件」は、物理的・生化学的条件のみでなく、技術やそこに居住する人類のコミュニティの制約条件によって左右される宇宙社会の存在限界を定量的に決定する新たな指標と考えることができます。宇宙における「人間社会の存続可能条件」が確立されれば、それは宇宙に持続可能な人間社会が誕生することを意味し、まさに人類進化そのものに他なりません。

京都大学で行われている講義「有人宇宙学」では講義と同時に演習が必須とされることで、学生は議論と研究を行いながら宇宙社会の設計を進めていきます。この過程において、学生は宇宙について学ぶと同時に人間とその社会について深く洞察する機会を持つことになります。これまで学生の設計した宇宙社会は静的なものですが、少しずつその世界に適応した人間の文化的活動にも意識が及ぶようになって来ています。将来的には宇宙に設計した社会の動的な変化も取入れることが可能になれば、宇宙における「人間社会の存在可能条件」（ソーシャル・ハビタビリティ）の構築も可能になるのではないかと期待しています。

参考文献

1. Dunbar, R. I. M., "Coevolution of neocortical size, group size and language in humans," BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES, 1993, 16, 681-735.

京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター
<https://space.innovationkyoto.org/>

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 吉田キャンパス本部構内 総合研究 16 号館 208 号室

編集人：宇宙木材研究室 三本勇貴、豊西悟大、山本陽大

Tel & Fax: 075-753-5129 Email: spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

SIC 有人宇宙学研究センター Newsletter No.24

2023 年 12 月 1 日発行