

## 宇宙から見た地球環境 —最新宇宙活動の動向から

今回の交流セミナーでは、日本のロケット開発や国際宇宙ステーション（ISS）の日本のモジュール「きぼう」の開発に携われ、その利用プロモーション室のアドバイザーを務められたスペースゼロワン代表の齋藤紀男様を講師にお招きし、最新宇宙活動の動向を通じて、宇宙から見た地球環境や、宇宙空間での住環境等、広く宇宙や宇宙活動に関する興味深いお話をうかがった。

開催日時：2014年9月18日（木）15：00～17：00  
参加者：25名



齋藤 紀男氏  
スペースゼロワン代表

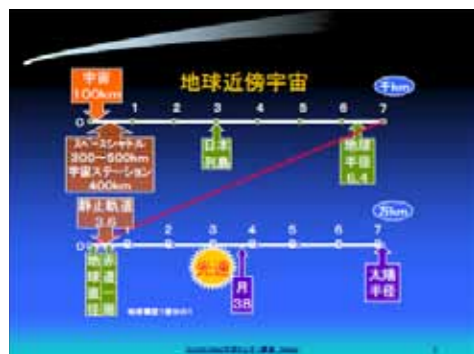
### ■宇宙とは

宇宙という言葉の「宇」は空間（四方上下左右すべて）を示し、「宙」は時間（過去～現在～未来）を示している。どこからが宇宙かという、だいたい高度100kmあたりからを宇宙と決めている。その宇宙についてお話する際、以下の3つに分けるとわかりやすいのではないかと考えている。

- ①地球近傍の宇宙。火星までの範囲
- ②太陽系までの範囲
- ③太陽系を超える範囲  
（常に範囲が広く性質が違ってくる）

#### ①地球近傍の宇宙の概要

宇宙のスケールを実感していただくために、今日は1億分の1の地球の模型を持ってきた。この模型では、地球の直径は約13cmになる。ちなみに私の身長は約180cmなので、1億分の1だと18ナノメートルぐらい。



宇宙は100kmからなのでこれは1mmになり、この模型だと、1mm以下の薄い範囲にしか大気が存在しないことになる。宇宙ステーションが飛んでいるのは4mmのところ。月は直径3.5cm

の大きさとなり、模型から3.8m離れたところを回っていることになる。仮に神楽坂一丁目（セミナー会場）に太陽があるとすると、半径1500mの距離のところを地球が回っている（実際は1億5000万km）。天文の世界は広大な範囲を扱うので、この1億5000万kmを1つの単位として捉え、「1天文単位（AU）」と呼んでいる。水星や金星はこの1500m以内を回っており、火星までの距離はこの約1.5倍になる。このとき太陽の大きさは直径14mである。地球近傍だけでこうした広い空間に天体があり、イメージとして非常に「粗」な状態であることをわかっていただけたらと思う。宇宙は100kmからということなので、実際のスケールでいくと千葉や三浦半島までの距離を垂直にした辺りからが宇宙ということになる。

### □太陽

太陽の表面は詳細に観測されているが、黒点は地球の2倍ぐらいの大きさがあり、太陽表面から発生するフレアは、地球の10倍以上の高さにまでなっている。太陽と地球の一番密接な関係を表しているのはオーロラ。オーロラがきれいということは、その裏には実害があることを表している。ただし、地球が一つの大きな磁石となっているおかげで、太陽活動によるエネルギーを過度に受けなくて済んでいる。

紫外線は太陽から来るエネルギーそのもので、常に太陽の表面から四方八方に出ている。太陽風は常時吹いていて、イオン化したプラズマが飛来して地球にぶつかっているが、やはり地磁気のおかげで生命体が守られている。太陽表面で時々大きな爆発が発生すると、電磁波だけではなく粒子も飛んでくる。そうすると地球上の様々なところで大停電などの大きな影響が出る。

### □水星・金星

水星には空気がないので、月と同じようなクレーター状の表面になっている。金星は地球と同じぐらいの大きさで、大気（ほとんど炭酸ガス）がある。一部は濃硫酸の雨が降っているが、表面が温室効果で熱く500℃ぐらいあるので、地表面まで雨が落ちずに途中で蒸発し、大気圧が90キロぐらいの高圧になっている。レーダーで見ると表面がなだらかな山状になっていることから、昔は火山活動もあったのではないかと考えられている。

### □月

観測衛星から撮った月の写真で地平線（月平線）がくっきり見えるのは空気がないせいである。最近注目されているのは月の裏側。月の裏側の表情は表側と全然違っているが、これは月ができた経緯が影響していることもわかってきている。仮に月に住む処を作ろうとした場合、月の表面に凹凸があるということ

は非常にラッキーなことで、空気がないところは放射線もすごいので、こうした穴を利用して最初のベース基地を造れるのではないかと考えられ、研究者が積極的に調べている。

### □火星

最近、火星には水があったということが判明した。火星の写真で白く見える部分はドライアイスで、赤道近くは夏に0℃以上になるので、氷が溶けた水が出ていた跡と考えられているものも観測されている。これまでいろいろな探査機がこうした河川敷のような場所を探査している。撮影された写真を見ると、地球のどこにでもありそうな風景で、アップで見ても写真に説明書きがないとどちらが地球でどちらが火星かわからないぐらい似ており、かつて水があった証拠を示している。

よく火星の表面は赤いと言われるが、掘ってみると内部は酸化されておらず、表面だけだということもわかってきた。3～5m程度まで掘ることができれば、地中に微生物のようなものがあるかもしれないという可能性は残されている。

#### ②火星より外側の惑星

木星や土星は、地球の約10倍の大き

さで、天王星や海王星は約5倍である。距離的には、太陽～地球間を1AU（天文単位）とすると、木星までが5.2AU、土星までが9.5AU、天王星までが20AU、海王星は30AUとなる。このあたりまでが一般的に太陽系の範囲である。1億分の1の縮尺で考えると、1500mが1AUなので、海王星は45km先にあることになる。

### □木星

木星の表面を見ると、木星にもオーロラがあることがわかる。それは裏返しと言えば磁場があるという証拠。有名な赤い大きな斑点をアップで見ると渦模様になっていることがわかる。この大赤斑は地球の2倍ぐらいの大きさがあるが、これほど巨大な渦が多少変化をしながらも200～300年続いて存在している。

### □土星

土星にもオーロラがあり、やはり磁場があるということがわかっている。土星の環は実は非常に薄く、向こう側から太陽の光が照って、環を通して土星本体が透けて見えている非常に美しい写真なども撮影されている。

### □天王星・海王星

天王星にも環があるが、その状態から、公転方向に対して90度傾いているこ

とがわかる。海王星の大気はほとんどが水素だが、ヘリウムやメタンも少しあるのできれいな水色に見える。

### □太陽系の質量

太陽系全体について専門家が行った質量計算がある。これによると、太陽系全体の質量のうち99.9%を太陽が占めており、他の惑星全部を合計しても0.1%で、太陽がいかに大きい存在かを示している。地球はわずかに0.0003%程度しかない。質量的には非常に小さいが、それでも我々にとっては地球はとても大きな星である。

#### ③太陽系を超える宇宙

我々は、天の川銀河の中にいる。天の川銀河の直径は約10万光年で光の速さでも10万年かかるが、その中心から2.6～2.8万光年離れたところに我々はいる。この銀河のあちこちで星が誕生し死んでいる。星にも一生があり、星が生まれる元となるガスや塵（星間物質）が徐々に集まって太陽系のようなものが誕生するが、ここで生まれた星の元の大きさ（質量）で星の一生が決まるといことがわかっている。太陽の8倍以下の質量の星は、最後は惑星状星雲となり白色矮星となっていく。太陽もこの仲間である。太陽の20倍以上の質量の星は最後にブラックホールになり、その中間の大きさの星は、中性子だけでできている中性子星になる。爆発した後は、星間ガスとなって拡散していくが、やがて再び集まって塵になり、星の元になっていくので、私たちは星のかけらから生まれたと言える。

### □系外惑星

最近のホットニュースは系外惑星（太陽系以外の場所にある惑星）が見つかったことだ。そこには地球外生命もいる可能性があると言われている。ケプラー探査機による調査でこうした惑星は何千と見つかったが、これ





論でも説明できず、これを説明するためにはダークマター（暗黒物質）が27%必要で、それでも膨張を考えると合わないの、さらにダークエネルギーが68%あることになっている。

いずれにしても、95%は我々の感覚外の、ただし質量だけはあるという物質で宇宙ができていてという考え方が最新の宇宙論なのである。

### □宇宙の歴史

ビッグバンによる宇宙の始まりから現在までの138億年という長さを1年として換算すると、太陽系の誕生は9月1日ぐらい、恐竜が滅んだのは12月30日の12時ぐらい（実際は6600万年前）、我々の先祖の現代人は7分ぐらい前に誕生し（実際は20万年前）、西暦0年は5秒前にしか過ぎないことになる。

### ■最新宇宙活動の動向

言葉として表すと「宇宙活動」と「宇宙開発」の2つになる。宇宙開発というのは、いわゆるインフラ整備のようなもので、ロケットとか人工衛星とか国際宇宙ステーションといった、どちらかというとハードに近いものを示している。

そこに“利用”の観点が入ってくると幅が広まり、宇宙環境利用（有人で空間を利用する、環境を利用するイメージ）や宇宙科学、天文学、これらが積み重なった宇宙ビジネス（宇宙産業）などが今後増えてくると考えられる。さらに有人という概念が入ってくるとずっと広がってくる。宇宙医学、宇宙

観光、宇宙国際法、宇宙教育や宇宙芸術、宇宙人類学といったものが広がりをみせているので、「宇宙時代」というのもいいのではないかと考えている。

### ■人工衛星による地球観測

人工衛星には様々なものがあるが、役割としてみると静止軌道としては気象衛星、通信衛星、放送衛星などがある。測位衛星というのはGPSのこと。他にも地球観測衛星や科学目的の衛星、軍事目的の衛星があり、有人の宇宙ステーション、探査機というものもある。地球を周回しているものを衛星と呼ぶが、そうでないものは探査機になる。例えば「はやぶさ」は探査機である。地球観測を行う「リモートセンシング」とは、可視光だけではなく、太陽から来た電磁波が地表面等で反射したものを観測するのと、自ら放射するものを観測する2つがある。

電磁波は波長によって異なり、地表面の状況によって反射する波長も異なるため、いろいろな波長を観測するために各衛星には目的に合ったセンサーが搭載されている。

### ■宇宙での生活の住環境

宇宙に有人で行くとなると「衣食住」が問題になってくる。「衣」には宇宙船内で着る宇宙服や作業服等があり、「食」は水だけではなく、宇宙食（食材）、宇宙栽培（食糧生産）ということが大事になってくる。「住」を考えると、地上とは違ってすごい広がりをもってくるとのではないかと考える。これを「宇宙住」という造語

として捉え、キーワードをまとめてみた。「宇宙住」を考えることで、地球の「住」への斬新でユニークな発想をフィードバックできるのではないかと考えている。

- 建設場所は、宇宙空間もしくは月や惑星、小惑星。  
宇宙船や宇宙ステーション、宇宙ホテルは真空、無重力状態となるが、無重力は大きなパラメーターとなる。
- 地球の自然（多様な生態系との共存）との違いはとても大きい。
- 宇宙放射線の影響は強く、大気があるところではその風や成分の影響が考えられる。
- 一日や昼夜の長さが変わる。地球上では当たり前のことが軌道によって大きく変わる。
- 非常に身近なこととして、住環境のQOLをどう確保するかが問題になる。  
異なる環境で現れてくる人間の（潜在的な）空間認識などに新しい視点が出てくるのではないかと。
- 現実問題として、クローズドな環境において建設するための様々なリソース（資材、エネルギー（電気や熱）、輸送、廃棄物リサイクル）をどう確保するかという問題もある。

### □国際宇宙ステーション

ISSは1998年に打ち上げられた。大きさはサッカーグラウンドより一回り大きい程度で、重さは約400トンある。

内部は実験室のような無機質なイメージであり、1つの空間は、2.2m × 2.2mの正方形。ただし、無重力の宇宙空間では上下左右は関係ないので、意外と空間を広く使うことができる。

こうしたことから、“住環境の空間認識が（地上とは）異なるのではないか”、という説もあり、重力があるときとは別の感覚を人間はもっているのではないかと考えられている。

### ■まとめ

宇宙活動を何のためにやるかという、（私見になるが）人類が直面している様々な課題（地球環境問題、防災、人口問題、水・食糧問題、エネルギー問題等）を解決する一手段として、地球観測や通信・放送・測位、宇宙環境利用、国際協力といった宇宙活動を役立てることができるのではないかと。

そのためには宇宙インフラがまだ十分ではないため、その整備が必須になってくる。そして究極的には、今の子どもたちにこうしたことを伝承していくことではないかと思っている。その場合、他の分野と同様、10年先、50年先、21世紀末まで、22世紀以降といった具合に、長期的なスパンで考えていくことが重要になってくる。今後「宇宙時代」が到来した場合に、宇宙ビジネスと宇宙産業がもっと広がっていくと思うが、同時に、地球資源が限界だという問題もある。そうしたときに大事になるのは、人間の発展の方向性である。科学技術はそれなりに役立つはずだが、科学技術は

素晴らしさと恐ろしさの両面を持っている。これを如何に使うか、どんどん進んでいっていいのか、進んでいくとしても単に進んでいくのはまずいのではないかと、使う人の「ところ」が大切なのではないかと。

難しい問題だとは思いますが、そうしたことが絡んでくるのではないかと考えている。

「地球は、とても薄い大気で包まれた水の惑星。

地球はみんなの家のようなもの。ということは、この家である地球を大事にすることが大前提であり、素晴らしい可能性は宇宙にある」

そういうつながりがあるのではないかと考えている。

\*

講演の中で斎藤氏は、「宇宙住は極限環境の中で考えるもので、究極の省エネでエコロジカルな、未開拓な住であり、今後考えていかなければならない」と述べられ、宇宙住と環境共生住宅のコンセプトの共通点に言及された。そして、宇宙時代を先取りする意味も含め、「宇宙住勉強会」を行うことで様々な発想を積極的に展開していくことを参加者に呼びかけられたことが印象的であった。（終）

はある方向だけを集中的に調べた結果なので、全体ではだいたい宇宙の星の1/3程度には惑星があると言われている。

生命の存在については、水が液体として存在できる温度範囲にある「ハビタブルゾーン」という一種の居住環境条件があるが、それで調べると可能性は結構ありそうである。

最近では、「ケプラー 186F」と名付けられた惑星が、地球の従兄ぐらいに近い存在で、大きさは1.5倍程度、水が液体で存在できる温度範囲となるエネルギーをもらっているという星も見つかっている。

近い将来、もっと近い存在の惑星が見つかる可能性は大いにあると言える。

### □宇宙全体の質量

宇宙全体の質量分布を専門家が計算した結果、通常物質（目で見えて観測できる物質）はたった5%しかないとわかってきた。ただし、それだけだと銀河系の動きや宇宙の膨張、銀河系や太陽系の回転などの理屈が相対性理

