

宇宙総合学研究ユニット NEWS 2020年10月号



第4回有人宇宙学実習を開催しました

2020年9月7日から12日にかけて、ILAS セミナーとして第4回有人宇宙学実習を開催しました。有人宇宙学実習では、有人宇宙ミッションを模擬して、模擬微小重力実験・閉鎖環境実習・宇宙無線通信の3つの課題に6日間取り組むことで、有人宇宙活動を支えるための幅広い視点と知識を身につけることを目的としています。実際の有人宇宙ミッションでは、宇宙空間という閉鎖環境で決められた時間内に多くの異なった作業をチームでこなすことが要求されます。参加した9名の学生（学部1～3年生）は3班に分かれ、6日間を共同で過ごし、チームワークを発揮して課題に取り組むことを求められます。昨年までは花山天文台敷地内にテントを張って、共同で寝泊まりしましたが、今年は新型コロナウイルス感染症対策として宿泊は止め、学生は自宅やホテルから北部キャンパスへ通いました。

クリスタットを用いて植物の根の成長を観察する模擬微小重力実験、自身のストレスを測定する閉鎖環境実習に加え、今年は新たな課題として宇宙無線通信実験を取り入れました。目に見えない人工衛星が発する電波信号を捕捉するために、刻々と位置を変える人工衛星の軌道を把握し、適切な方位と角度へアンテナを向け、無線機の周波数の調節を行うため、3名のチームワークが試される実験となりました。



作業を分担しながら、人工衛星が発するビーコンを聞く学生たち

9月10日には花山天文台の施設見学を行いました。学生らは知恩院から東山トレイルへ入り、將軍塚を經由して、花山天文台まで徒歩で登りました。花山天文台では、宇宙ユニットの浅井歩先生（理学研究科）から太陽観測について紹介をしていただき、望遠鏡など施設を見学しました。最終日には、各班が実習で得たすべての成果をまとめ、発表を行いました。（田島知之 記）



花山天文台でのグループ写真

総合生存学館講義「有人宇宙医学」のご案内

授業科目名：有人宇宙医学

対象学生：大学院生、学部生（聴講可）

曜日限：水曜日 4 限

場所：総合生存学館大講義室（2F）

* コロナ感染症予防対策のためオンライン開催の可能性あり

概要・目的：人類の宇宙進出は、特に技術的發展に伴って益々活況となっている。人の宇宙滞在もスペースシャトルから国際宇宙ステーションに宇宙プログラムが移行して、益々長期化し、今後は月面ミッションや火星ミッションなどで数年単位の滞在も現実のものになっている。しかし、地球環境に適応して進化した我々人が、宇宙環境に滞在した際にどのような影響があるのかはすべて解明されているわけではない。そのため本講義では、今後の有人宇宙活動に向けて、人への宇宙滞在の影響がどのようなものであるかを学び、将来的にその対策方法の解明に従事する人材育成を目的とする。

授業計画：

- 【第1回】10月7日 宇宙医学概要（寺田昌弘）
- 【第2回】10月14日 宇宙服と低圧症（田中邦彦：岐阜医療科学大）
- 【第3回】10月21日 宇宙生物実験（暮地本宙己：慈恵医大）
- 【第4回】10月28日 フライトサージャンの役割（嶋田和人：筑波航研、元 JAXA 医師）
- 【第5回】11月4日 宇宙酔い（野村泰之：日大）
- 【第6回】11月11日 宇宙での姿勢制御（萩生翔大）
- 【第7回】11月18日 宇宙での骨格筋への影響①（谷端淳：慈恵医大）
- 【第8回】11月25日 宇宙での心循環系への影響①（岩瀬敏：愛知医大）

- 【第9回】12月2日 宇宙での心循環系への影響②（南沢亨：慈恵医大）
- 【第10回】12月9日 宇宙での骨格筋への影響②（河野史倫：松本大学）
- 【第11回】12月16日 宇宙での骨格筋への影響③（志波直人：久留米大）
- 【第12回】12月23日 宇宙飛行とリハビリテーション（山田深：杏林大学）
- 【第13回】1月6日 宇宙放射線の影響①（山敷庸亮）
- 【第14回】1月13日 宇宙放射線の影響②（山敷庸亮）
- 【第15回】1月27日 閉鎖環境の影響（水本憲治）

* 講師の都合により、授業日程が前後する可能性がある。

大学院分野横断型講義「有人宇宙学」のご案内

授業科目名：有人宇宙学

対象学生：大学院生、学部生（聴講可）

曜日限：水曜日 5限

場所：総合生存学館大講義室（2F）

* コロナ感染症予防対策のためオンライン開催の可能性あり

概要・目的：有人宇宙活動を宇宙に恒久的に人類社会を創造する活動であると定義する時、人類が宇宙に展開するための新しい総合科学：人間－時間－宇宙を繋ぐ有人宇宙学が必要となる。有人宇宙学は、宇宙－時間（宇宙の進化）、時間－人間（生命の進化および文明の進化）、人間－宇宙（宇宙開発の進化）の4つの進化過程を司る学問である。それは、宇宙に人間社会を創ろうとする試みが、自然科学分野のみならず、人文社会科学分野にも幅広く関係していることによる。この講義では、人類が宇宙における持続可能な社会基盤を構築するために何が必要なのか、自然科学的・人文社会科学的に解説する。理工系ばかりでなく人文社会系学生が、宇宙における持続的社会的構築という命題の中に、自分の研究分野との接点を見つけ、自分の研究の新たな意義と新しい方向性を見出すことをめざす。

授業計画：

- 【第1回】10月7日 有人宇宙学1（土井隆雄・山敷庸亮・田口真奈）
- 【第2回】10月14日 宇宙環境工学（山敷庸亮）
- 【第3回】10月21日 宇宙探査工学（清水幸夫；JAXA）
- 【第4回】10月28日 有人宇宙学2（土井隆雄）
- 【第5回】11月4日 宇宙生命科学（保尊隆亨；大阪市立大学）
- 【第6回】11月11日 宇宙木材利用（村田功二）
- 【第7回】11月18日 宇宙医学（寺田昌弘）
- 【第8回】11月25日 有人宇宙学演習1（山敷庸亮）
- 【第9回】12月2日 宇宙霊長類学（湯本貴和）
- 【第10回】12月9日 宇宙法（青木節子；慶応大学）
- 【第11回】12月16日 宇宙人類学（岡田浩樹；神戸大学）
- 【第12回】12月23日 有人宇宙学演習2（山敷庸亮）

【第13回】1月6日 宇宙居住学（稲富裕光；JAXA）

【第14回】1月13日 有人宇宙学演習3（土井隆雄・山敷庸亮・田口真奈）

【第15回】1月27日 フィードバック

* 講師の都合により、授業日程が前後する可能性がある。

大学院分野横断型講義「宇宙学」ご案内

授業科目名：宇宙学

曜日限：木曜日 1 限

場所：総合生存学館大講義室（2F）

* コロナ感染症予防対策のためオンライン開催の可能性あり

概要・目的：我々がこの世界でいかに生存してゆくかを考えるためには、まず我々が生きている世界、即ちこの宇宙とそこにおける人間の位置づけについて知らねばならない。地球とそこに住む生命、そして人間は宇宙開闢以来の進化の帰結として生まれたのであり、今も地球環境は宇宙から様々な形で影響を受けている。そして人類の活動範囲が地球を出て宇宙にまでひろがりつつある現在から未来において、地球外という未知の環境は人類の心身と社会現象に様々な変容を引き起こすと予想される。人類史、生命進化、天文学等の様々な時間スケールで見た時の環境の自然変動と、人類自身が生み出した科学技術によって引き起こされる変化は、どちらも人類の存在そのものを脅かすリスクとなりうる。この授業ではまず自然科学が明らかにしてきた宇宙の歴史と現在の姿、そして人類生存圏の拡大の営みとしての宇宙開発の現状とそこから生じつつある人文社会学的な問題群を概説し、人類の生存に関わるようなリスクにどう向き合ったよいかについて議論を行う。天文学等の高度な自然科学の知識を前提とはしないが、基礎的な物理学等を使って定量的に現象を把握する演習は随時行う。

授業計画：

【第1回】 人間の宇宙観の変遷

【第2回】 宇宙史概観

【第3回】 人類生存圏としての太陽地球環境

【第4回】 地球と生命の歴史

【第5回】 地球外生命、宇宙人、宇宙文明

【第6回】 太陽系外惑星

【第7回】 宇宙開発利用の現状と将来

【第8回】 人類の生存を脅かす宇宙規模災害

【第9回】 宇宙政策

【第10回】 宇宙人類学入門

【第11回】 ハビタブルな第二の地球を求めて

【第12回】 ハビタブルな系外惑星のリスク

【第13回】 宇宙の極限建築

【第14・15回】 リフレクションと議論

今月号の研究紹介記事について

9月号に続き、今月号の研究紹介記事ですが、愛知医科大学の岩瀬敏教授に執筆をお願いしました。岩瀬先生にも、宇宙ユニットが実施している文部科学省宇宙航空科学技術推進委託費「有人宇宙活動のための総合科学研究教育プログラムの開発と実践」でご協力をいただいております。今回は、岩瀬先生の宇宙医学への携るきっかけや、ご経験について寄稿いただきました。

今後も引き続き、宇宙ユニットの活動にご協力いただいている外部の先生方にご執筆をお願いする予定です。（寺田昌弘 記）

宇宙は有人ぬきでは考えられない。

岩瀬 敏

（愛知医科大学）

1961年、当時ソ連のユーリ・ガガーリンが、初めて、大気圏外にでて有人宇宙飛行をした。当時、幼稚園に通っていたのであるが、テレビや新聞が大々的に報道していることは記憶にある。以後は報道でしか宇宙のことには接することはなかったが、次に起こった重大イベントは、中学校2年の時であった。

中学校2年時に夏の合宿があった。夏休みは7月21日からだったが、その夜、合宿中にアポロ11号の月着陸があった。それ以前から月着陸時にアームストロングがどんな言葉を発するか、について、夏休み前の教室は、英語を習って2年目の中学生にとって、大騒ぎであった。ソ連の宇宙飛行士は、「地球は青かった」とか、「私はカモメ」などと、非常に短い言葉だったので、今度も短いだらうと予想していた。

月着陸時の同時通訳者は西山千氏（1911-2007）で、英語フリークの間では憧れの的であった。しかし、アームストロング船長が発した言葉は、

That's one small step for (a) man、one giant leap for mankind.

であった。長い、覚えられんぞ、という感想が飛び交ったが、フリークの間では、いい英語だ、と評判になった。

その後、しばらくは宇宙とはあまり関係のない受験生活に入ったが、大学を卒業し、研修医生活を終え、入った大学院が名古屋大学環境医学研究所の間野忠明教授のところだった。最初は臨床の神経内科の大学院に入ろうと、祖父江逸郎第一内科教授のところへお願いに行ったが、祖父江教授の定年まであと1年ということで、間野教授のところにお世話になることになった。この選択が以後の研究を左右するとは、夢にも思わなかった。

間野教授は1983年当時、千葉大学の神経内科から、環境医学研究所の教授に就任したばかりであった。その頃の環境医学研究所は、宇宙開発事業団から委託され、宇宙における各種問題点の解決に関して医学的な面から研究することになっていた。ここで宇宙医学との出会いがあった。間野教授は交感神経活動を微小神経電図（マイクロニューログラフィ）という方法で記録し、次第に研究領域を広げていく途中であったが、無重力状態における交感神経活動はどうなるのか、というテーマで研究してみようと考えておられた。

まずティルトにより臥位から立位になる際の交感神経活動を記録し、次に頸までの水浸状態という模擬無重力状態における交感神経活動を記録した。これにより、無重力状態においては交感神経活動

が抑制されるだろう、ということが判明した。

同時にこの交感神経の抑制反応が、加齢に伴いどのように変化するかをいう実験を多くの被験者に対して行い、高齢者では無重力状態における交感神経抑制反応が低下する、という結果を報告し、これが学位論文となった。

さらに宇宙開発事業団の委託研究が推進されていたある日、パラボリックフライト研究に参加しないかというお誘いがあった。これはダイヤモンドエアサービスという小牧空港にあるパラボリックフライト（弾道飛行）を用いて、20秒間の無重力状態を作り出し、その間の生体反応がどうなるか、という実験であった。最初はほとんど記録できなかった交感神経活動が、固定方法を工夫することにより、やっと5例の交感神経活動を記録しながら無重力状態に曝露する実験に世界で初めて成功した。地上で筋支配の交感神経活動を記録し、その後に自衛隊の訓練空域に出かけ、10回ほど弾道飛行を行い、戻ってくる実験である。今、数えてみると、72回の弾道飛行に参加したことになる。

さらにロシアの宇宙医学研究のメッカ、Institute of Biomedical Problemsにおいて、dry immersionという模擬無重力実験に参加し、さらに120日間のベッドレストという長期間の模擬無重力実験にも参加した。モスクワには7回往復し、ペレストロイカ後のロシア経済の混乱も体験した。

その後、1998年のNeurolabの実験に参加した。きっかけは向井千秋先生からマイクロニューログラフィのテクニックを教えて欲しい、と言われたことからであった。間野教授がNeurolabのco-investigatorになったことから、ヒューストンに行き、宇宙飛行士から14日の飛行後の交感神経活動を記録する実験に参加し、宇宙飛行士から交感神経活動を記録した。

さて、これからは、スペースシャトルから国際宇宙ステーション（ISS）の時代だ、ということで、長期宇宙滞在の問題点に関する研究が進められることになった。そこで、その対抗措置としての人工重力研究に取り組むことになった。

ベッドレストの前後で神経前庭系、循環器系、筋骨格系、骨代謝系、自律神経系の実験を行い、そのデコンディショニングの変化が、人工重力＋運動により、抑制されるか、という検証を行った。その結果、各種デコンディショニングは、人工重力と運動を1日30分で良いから行えば、抑制されることが判明した。そこで、2009年の国際宇宙ステーションを利用した実験に応募することにし、米国、ドイツ、フランス、オランダ、ベルギーの共同研究者に呼びかけて共同研究者になってもらい、国際公募に応募した。幸いなことに採択されたが、このAGREE（artificial gravity with ergometric exercise）プロジェクトは、ISSの構造をスポイルする、という理由によりキャンセルになってしまった。しかし、その甲斐あってか、2012年度の国際宇宙アカデミーの生命科学賞という栄誉に浴した。

さて、これからの課題はなんだろうか。

それは、月基地および火星探査における問題点がこれからの課題であろうと思われる。それは、デコンディショニングにより生ずる身体変化が、どれくらい宇宙環境に曝露すると不可逆になるかが判明していないからである。さらには宇宙における生殖に関してもまだ十分に分かっていない。それが判明しない限り、人工重力で1Gの状態に人の身体は順応させておかなければならないと考える。そのため、月周遊のゲートウェイには、遠心機を搭載し、人工重力の効果を確かめなければならない。

月基地の課題は、1. 低重力における身体機能の維持、2. 月のリゴリスからの健康防御、3. 宇宙放射線からの保護、の3点にあると考えられる。さらに火星往復の課題は、やはり2年半の無重力

状態への長期曝露が問題点になると思われる。これらの課題を解決することで、人類は宇宙へ進出することができるのである。大航海時代にヨーロッパから全世界へ進出したように、地球から宇宙への進出は持続的に推進したいものである。

宇宙ユニットの活動やイベントについては、下記サイトをご覧ください。また、宇宙ユニットや本 NEWS に関する皆様のご意見等も気軽に下記メールアドレスまでお送りください。

京都大学 宇宙総合学研究ユニット

<http://www.usss.kyoto-u.ac.jp/>

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 吉田キャンパス北部構内 北部総合教育研究棟 403 号室

編集人：平井颯

Tel&Fax: 075-753-9665 Email: usss@kwasan.kyoto-u.ac.jp