医科歯科大
BLOOM!
September 2017 No.23

C O N T E N T S

2
特集 1
TMDU × JAXA 座談会
宇宙と医学
人類の明るい未来のためにできること
油井亀美也氏 宇宙航空研究開発機構（JAXA）有人宇宙技術部門宇宙飛行士グループ長 宇宙飛行士
松本暁子氏 宇宙航空研究開発機構（JAXA）有人宇宙技術部門 フライトサージャン
吉澤靖之 東京医科歯科大学 学長
室伏広治 東京医科歯科大学 教授／スポーツサイエンスセンター長

10
特集 2
TMDUの臨床力
超急性期からの歯科介入で脳卒中の早期回復を目指す

14
医療研究 ★ 最前線 未来医療を拓く
傷ついた肝細胞を排除して恒常性を維持する細胞自身による品質管理機構を発見
難治疾患研究所 発生再生生物学分野 仁科博史教授
インフルエンザウイルスを高感度で検出する糖鎖を組み込んだ導電性プラスチックを開発
生体材料工学研究所 バイオエレクトロニクス分野 合田達郎助教

18
附属病院 ◎ 診療科訪問
医学部附属病院 周産期母子医療センター

19
卒業生の今 ◎「活躍する医科歯科人」
セイナヨキ・ヘルスセンター registered nurse 小林桃子氏

20
医科歯科大生 file ◎「自ら問い、自ら導く学生たち」
保健衛生学科検査技術学専攻4年 南部真由さん

21
医科歯科百景
銘水「御茶ノ水」を活用する
地下水膜ろ過システム

22
Campus Information

今号の表紙
御茶ノ水駅を降りて聖橋から湯島キャンパスを臨むと10号館のファサードに張り出した壁面レリーフが目に入ります。左から「ヒポクラテスの誓い」「アテネの学堂」「世界最初の全身麻酔公開実演」と3つの絵で構成されています。教育、研究、診療を題材としたこのレリーフ。一度じっくり眺めてみてはいかがでしょう。

TMDU×JAXA 座談会

宇宙と医学
人類の明るい 未来のためにできること

1961年にユーリ・ガガーリンが人類初の有人宇宙飛行に成功してから56年が経ち、宇宙開発は大きな変化を遂げた。今や宇宙は人類共通の“実験室”として活用されている。宇宙医学という分野も発展している中、医学、スポーツ科学の分野から貢献できることは何か。JAXAの日本人宇宙飛行士として宇宙に飛び、約142日間滞在した油井亀美也宇宙飛行士と、油井飛行士のクルーサージャンとしてサポートした松本暁子氏を迎え、東京医科歯科大学の吉澤靖之学長、室伏広治教授との4人で「宇宙と医学」をテーマに語り合った。

無重力空間では地上より数倍早く体が老化する

吉澤　油井さんは宇宙ステーションに142日間も滞在されたそうですが、そんなに長く宇宙にいると、人間の体にはどのような影響があるのでしょうか。

油井　よく言われているのは、宇宙で何も運動しないでいると、骨が地上の10倍くらいのスピードで老化して、筋肉も地上の2倍ぐらいのスピードで弱くなっていくそうです。重力がないことで老化が加速するのですが、そのような現象に対抗する方法が分かれば、地上での健康や長生きに役立つかもしれません。ISS（国際宇宙ステーション）では薬を飲んで骨の老化を遅くできるかどうか、筋力の低下抑制に役立つ運動についての実験なども行っています。

松本　宇宙ステーションではグリニッジ標準時に合わせて、地球と同じ24時間サイクルで生活するようにしているのですが、軌道上にいると90分に1回地球を周回し、太陽が出たり入ったりするので、体内リズムも狂ってしまいます。自律神経系なども影響を受けるようです。

吉澤　太陽が出てきて沈むのが1日、月が満ちて欠けるのが1カ月、さらに公転があって1年ですから、時間の感覚は狂うでしょうね。

油井　時間の感覚や季節感はなくなりますね。宇宙からでも山の上の方から木々が色づいているのが見えて日本に秋が来たことを感じたり、北から雪が降ってくる様子が見えます。ただ、南半球と北半球を行き来していますから、夏と冬を繰り返し見ることになるので季節感はなくなってくるのです。

吉澤　理解力など、認知的な変化はないのですか。

松本　帰還した後の宇宙飛行士が、飛行中、少し物忘れしやすくなったとか、うまく脳が働かないような感じがしたと話すことはあります。

油井　重力があると血液が下肢に集まるのが普通ですが、宇宙に行って無重力になると水分が頭の方に上がってきます。常に逆立ちをしているような、少し頭に血が上ったような感じで、ボーッとしたようにもなります。そういう状態がしばらく続くと、なぜか水分をそれほど摂らないのに尿がたくさん出る日が数日間続き、頭に血が上ったような感覚がなくなってきます。最初のうちは足を地球の方に向けてないと気持ちが悪いものですが、数カ月経つとどんな姿勢でも仕事ができるようになります。

室伏　私は油井さんが宇宙で見たことに興味があります。やはり宇宙から見た地球は、ガガーリンが言ったように青かったですか。ガガーリンの「地球は青かった」という言葉は、実は「地球は青いベールをまとった花嫁のようだった」という表現が正しいのだと聞いたことがありますが。

油井　本当に青くて、言葉で表すことができないくらいきれいでした。それと同時に、青い大気のベールが非常に薄いことに驚きました。地上にいるときは水も空気もいくらでもあると思っていましたが、宇宙から見るとこれだけしかないのかと。やはり水や空気は汚さないようにしなければと思うようになりました。

室伏　宇宙に行くと人生観が変わると、皆さんおっしゃいますね。

油井　そうですね。さまざまな部分で自分の考え方は変わったと思います。例えば、宇宙に行く前は、地球は母なる大地で、何をしても多少許してくれると思っていました。ところが、宇宙に行ってからは、地球は小さくて、もろくて、守っていかなければいけないものなんだと思うようになりました。

筋肉や骨量を維持するためトレーニングが欠かせない

室伏　宇宙飛行士になるには完全に健康でないといけないと聞いたことがありますが、本当でしょうか。

松本　全身に対してさまざまな検査をして選抜をします。そうして宇宙飛行士に選ばれた人も1年に1回は医学検査を受けて、飛べる状況にあるかどうかを調べます。

油井　たぶんスポーツ選手も同じだと思いますが、フライトサージャンは飛行士の健康を維持するための医学を専門にしています。一般的な医学は病気になった人を治すものですが、宇宙に行くための医学は、究極の予防医学のような感じです。

室伏　宇宙滞在中のトレーニングはどのように行うのですか。

油井　宇宙では仕事の時間が最重要ですから、運動の時間をどこまで減らして大丈夫かという実験をしています。その一つでは、インターバルのトレーニングを行い、心拍数を上げることで筋力を維持するという実験もあります。筋トレを2日に1度にする代わりに、全速力で走って心拍数を測ります。その結果を毎日の筋トレと比較したところ、ある程度運動を減らしても大丈夫そうでした。

吉澤　重力がない中で走るのは難しそうですね。

油井　肩と腰のあたりを下方向に引っ張るバネをつけて、トレッドミルのようなマシンで走ります。自転車はこげるので、自転車運動も取り入れています。ただ、座る必要がないのでサドルはついていません。足を踏み込む反作用で飛んでしまわないように逆さまについた手すりにつかまりながら行います。

室伏　運動後のクールダウンも必要だと思いますが。

油井　宇宙ではストレッチが難しいのです。運動後に筋肉が硬くなっているのを感じても、重力がないとなかなか伸ばせなくて苦労しました。ただ、宇宙のほうが地上に比べて疲れが取れやすく、ケガの治りが早い気がします。地上で安静にするといっても限度がありますが、宇宙で

重力のない宇宙では
トレーニングも特殊です
ストレッチではなかなか
伸ばせなくて苦労しました。（油井）

宇宙にいるときの代謝や
神経系、血液循環など
人体の変化に
とても興味があります。（吉澤）

油井亀美也氏
宇宙航空研究開発機構（JAXA）
有人宇宙技術部門宇宙飛行士グループ長
宇宙飛行士

YUI Kimiya
1970年長野県生まれ。1992年防衛大学校理工学専攻卒業、航空自衛隊入隊。2009年JAXA日本人宇宙飛行士候補に選抜。JAXAに入社し、ISS搭乗宇宙飛行士候補者基礎訓練に参加。2015年7月から12月までISS長期滞在クルーのフライトエンジニアとして約142日間滞在。「きぼう」船内でさまざまな実験を行った。

吉澤靖之
東京医科歯科大学
学長

YOSHIZAWA Yasuyuki
1969年東京医科歯科大学医学部卒業。同大学医学部副手、東京逓信病院勤務、米国イリノイ大学、ウィスコンシン医科大学、筑波大学等を経て、1998年東京医科歯科大学医学部附属病院呼吸器内科教授に就任。保健管理センター長、医学部附属病院副病院長、理事・副学長を務めた後、2014年に学長就任。

は常に寝ているぐらいの活動量しかないので、常に絶対安静の状態だからかもしれません。

火星行きが実現したとき人間の精神はどうなるか

室伏　将来、月や火星に行けるようになれば宇宙での滞在は数年単位になります。そうなったときの筋力低下の対策はどうするのでしょうか。

油井　現在、世界各国の協力で議論が進んでいます。アメリカやロシアの宇宙飛行士たちは1年間宇宙ステーションに滞在して、その影響を調べていましたが、地上に帰ってきてからの適応が大変だったと話していました。彼らは半年間程度の宇宙滞在も経験していますが、半年と1年とでは帰還後の疲れやすさなどがまるで違っていたそうです。ですから、数年単位で宇宙に行くとなると、人工的に重力を作り出す装置などが必要になりますし、まだまだ課題はあります。

吉澤　そのときに感じる疲れは全身の疲れとして感じているのでしょうか。

油井　私が疲れたのはやはり足でした。足はほとんど使っていなかったので少し細くなります。それに、少し身長も伸びます。女性の方々によく言うのは、宇宙では身長も伸びて足は細くなるし、ウエストも細くなるので、理想的な場所ですよと。結構代謝が良くなるので、たくさん食べてもあまり太りませんし。顔はちょっと膨れてしまいますけれど、その分シワは伸びますなんて話も（笑）。

松本　実際の話をすると、私は宇宙での体重減少に関して論文を出したことがあります。ロシアのボストーク時代から現在のISSまで調べて解析したところ、100日で約2・4％体重が減少していました。宇宙では骨量だけでなく、筋肉や脂肪も減ります。ですので、数年単位で宇宙に行くようになった場合は、スタミナ不足なども懸念されるかもしれません。

吉澤　長期滞在での一番の不安は身体的な面と精神的な面とどちらですか。

松本　身体的には放射線の影響です。もうひとつ、心理的な影響もあるのではないかと考えています。ISSは地球の周りを回ってるので、何かあれば帰れるという安心感があると思いますが、火星では状況が異なります。

油井　そうですね。今は宇宙から家族に電話もできますが、火星レベルだと光が往復するだけで時間がかかってしまうので、電話での会話は成り立ちません。そうなると孤独感は増すと思います。

吉澤　フィジカルとメンタルの両面でトレーニングが必要だということですね。

油井　室伏さんもそうだと思いますが、運動の場合はいかにケガをしないかが大切ですよね。鍛えようとして強度を上げすぎるとどこかで無理が出ますし、楽しく球技でもと思ってもケガの危険があるので。

室伏　私たちの場合は、定期的なメンテナンスやチェックなど、客観的に見てくれる人が不可欠です。その上でお医者さんの言うことはよく聞くことですね（笑）。お医者さんが全治2週間だと言うのに自己判断で無理してトレーニングを始めたりすると、結局ぶり返してしまう。やはりお医者さんは組織のダメージがどのぐらいで修復するかなど知っていますから、アドバイスを聞くことで長く競技が続けられたのだと思います。

地上の医師と患者の関係と同じ何年もかけて信頼関係を築く

松本　宇宙飛行士とフライトサージャンの関係も同じです。宇宙飛行士はミッションの2年ぐらい前にアサインされ、その少し後から私たちもクルーサージャンとして担当します。そこからのお付き合いになるので、わずかな体調の変化なども分かるようになり、宇宙にいても大体様子は把握できる。それくらいに信頼関係が強いのです。

油井　信頼関係がないとなかなか相談できませんから。私の場合は松本先生に家族も含めて面倒を見ていただいて、なんでも言える関係をつくっていたので非常にやりやすかったです。

吉澤　宇宙にいる間のメディカルチェックはどうするんですか。

油井　宇宙には医師も検査技師もいないので、宇宙飛行士が採血や歯科のことなど、さまざまな訓練をしていきます。ただ、医療に関して日本で訓練できないので、今後そういうところが進むといいなと思っています。

松本　飛行士が宇宙で活動している間は私たちは地上で見ていて、緊急電話などで対応できるようにしていますし、宇宙飛行士自身も緊急時に救命活動ができるよう地上で訓練を受けています。

油井　宇宙で行う心臓マッサージは特殊で、地上のように重力を利用できないので、天井に足をつけて逆立ちするようにして心臓マッサージをします。これは地上では訓練できないので、宇宙に行ってすぐ練習をするのです。

地上の医学を宇宙で実験実験成果を地上の医学に応用

吉澤　宇宙は老化促進モデルとして利用できるようですが、地上の臨床に活かせるような研究はありますか。

松本　必ずしも地上での老化と同じではないですが、大腿骨など下肢の骨に関しては地上の骨粗しょう症の患者さんの約10倍の速度で骨量減少が進むことが分かっています。上肢はそれほど減少しません。そこで、ビスフォスフォネートという骨粗しょう症の薬を使って予防の研究をしています。宇宙から地上という一方向での研究ではなく、双方に影響し合う研究をすることが重要です。

医師という経歴は
宇宙飛行士としても強みになります。
興味がある人は
ぜひチャレンジしてみてください。（松本）

松本暁子 氏
宇宙航空研究開発機構（JAXA）
有人宇宙技術部門
フライトサージャン

MATSUMOTO Akiko
1990年東京医科歯科大学医学部医学科卒業。医学部附属病院等の神経内科で臨床と研究に従事し、1997年同大学院博士課程修了。2001年宇宙開発事業団（NASDA）に入社。2005年米国ライト州立大学大学院で航空宇宙医学修士号取得、JAXAフライトサージャンとして数々の宇宙ミッションをサポート。2016年より東京医科歯科大学客員教授に就任。

宇宙で適応できる人間の
ポテンシャルの高さを信じ
スポーツの面から貢献できることを
考えていきたい。（室伏）

室伏広治
東京医科歯科大学
教授／スポーツサイエンスセンター長

MUROFUSHI Koji
1974年静岡県生まれ。1997年中京大学卒業後、ミズノ株式会社入社と同時に中京大学大学院体育学研究科に入学。2008年同大学院博士課程修了。2014年より現職。東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会スポーツディレクター。ハンマー投げ選手として、日本陸上競技選手権で20連覇（2014年）、2011年世界陸上で金メダル、2004年アテネオリンピックで金メダルを獲得。

室伏　トレーニングによる健康維持は効果がありそうですか。

油井　はい。自転車運動では骨に振動が伝わりにくいのですが、走って骨に振動を伝えるほうが効果があるようです。しかし、重力があるということが素晴らしく、立ったり座ったり、バランスをとったりというだけで重力に逆らい運動することになります。ですから、人間にとっては重力の中で暮らすことが一番の健康維持方法なのかもしれないと思います。

吉澤　東京医科歯科大学の研究が宇宙医学に役立つことがあるといいですね。

油井　ぜひお願いします。日本の実験棟「きぼう」では医学研究にもかなり力を入れていまして、宇宙飛行士がさらに遠くに行くための研究をやると同時に、宇宙での実験結果を地上に還元して、新しい薬を開発するなど地上の方々が長く健康に生きられることに貢献したいという目的もあるのです。最近では宇宙でマウスの飼育も始めました。「きぼう」では0Gと1Gの比較実験ができるので、それぞれでの飼育実験も行っています。

吉澤　宇宙では放射能被ばくも大きいので、遺伝子への影響があるかもしれませんね。

油井　まだ始まったばかりですが、マウスの遺伝子変異を調べる研究も始まりました。その変異が世代を超えるか超えないか、といったことも調べていきます。

松本　先ほど油井飛行士が話していた1年間宇宙に滞在した宇宙飛行士は、実は一卵性の双生児なんですよ。NASAでは、宇宙に長期滞在して遺伝子にどんな変化があるか、同じ遺伝子を持つ双子での研究が進められています。この研究成果はこれから出てきます。

ISSに設置された日本初の有人実験施設「きぼう」の模型。「きぼう」はISSの中でも最大の実験モジュールで、船内実験室では微小重力環境や宇宙放射線などを利用した科学実験が行われている。

油井　このように興味深い研究が多岐にわたって進められていますが、医学の専門家からもいろいろなアイデアを出してほしいと思っています。そのためにも、たくさんの人に宇宙での実験のことを知っていただきたいです。

東京オリンピックに向けて宇宙と医学にできること

室伏　スポーツと宇宙ということだと、重力の問題をどうやって克服するかが重要です。

油井　全く新しいスポーツができるかもしれません。私たちもなんとか開発できないかと頑張ってきたのですが、どうしても重力がある状態で考えてしまうのです。

室伏　私は行ったことがないのでイメージしにくいですが、誰かの助けを借りないと動けなくなることなどありますか。

油井　理論的にはありますが、宇宙ではそれよりも止まることのほうが難しいです。少しでも力が加わると動いてしまうので、宇宙にいるときに一番大変なのは物をなくさないことでした。物を置けないので、面ファスナーのようなもので体につけておくなどしないと、どこかに飛んでいってしまいます。なくしたからといって下を探せばいいのではなくて、どこに飛んでいくかまるで分からない。だから、よく物をなくしました。

松本　室伏先生はご自身がメダリストでありますし、東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会のスポーツディレクターをされていますが、我々も2020年の東京オリンピック・パラリンピックに向けて何かできないかと考えているのです。

油井　ロシアのソチで冬季五輪を開催したときは、聖火を1回宇宙に持っていって、それからまた持って帰っていましたね。

室伏教授がハンマー投げ競技で使用していたハンマー。重さは約7kg。ハンマーには1m程度のワイヤーがついている。

吉澤　まずは東京医科歯科大学とJAXAとでどんなことができるか、一緒に考えていきましょう。もしよければ、お二人に宇宙開発や宇宙医学などの講義をしてもらえれば、興味を持つ学生も現れると思います。

油井　それはぜひお願いします。これからは宇宙に行くだけでなく、宇宙を利用する時代に入っていきます。宇宙について知ってもらうことで、医学利用の道も開けるはずです。

松本　日本でも宇宙飛行士になった医師が何人かいますが、今東京医科歯科大学で勉強している学生さんが将来宇宙飛行士になる可能性もあります。医師の経験がある宇宙飛行士は医学的判断ができますし、宇宙飛行士にとって医師のキャリアは強みになります。

油井　私と宇宙に行ったアメリカの宇宙飛行士も元医師だったので、私たちはとても心強かったです。そうは言っても、彼が病気になってしまうこともありますから、医師でない者もみんな訓練は受けています。

松本　宇宙飛行士でなくても、もちろんフライトサージャンという道もありますよ。

油井　スポーツトレーナーも重要です。地上でのトレーニングと、宇宙に行ったときの運動の処方、両方を作れるようなトレーナーが必要です。特にスポーツサイエンスはこれから特に重要になると思いますので、スポーツサイエンスの知見は私たちも学びたいところです。

室伏　人間が宇宙という環境に合わせて、ここまで順応できるのだとは知りませんでした。人間のポテンシャルの高さを信じて、私の専門であるスポーツの面から体と心の健康に貢献するような取り組みをしていきたいと思いました。

松本　私は宇宙飛行士をサポートする役割ですが、スポーツの第一線で活躍されている方がどのようにモチベーションを維持して、晴れの舞台で最高のパフォーマンスをするのかといったことに興味があります。それは宇宙飛行士に似たところがあるように思うのです。そして、母校である東京医科歯科大学で行われている最先端の研究についても、何らかの形で宇宙と関わるように進めていければと思います。

吉澤　私たちも宇宙については知らないことばかりです。お互いに情報交換しながら進めていきましょう。本日はありがとうございました。

B