

# 宇宙総合学研究ユニット NEWS 2021年6月号



## 第4回 Space Camp at Biosphere 2 (SCB2)

### バイオスフィア 2 におけるスペースキャンプ参加学生募集について

今回で通算 4 回目になる SCB2 を今年度も実施します。先月中旬から参加学生の募集をしています。興味のある学生さんはぜひ応募をお願いします。昨年度に引き続き、今年度も日本国内の大学生であれば応募可能ですので、多くの皆さんの応募をお待ちしております。

#### <SCB2 参加学生募集概要>

宇宙総合学研究ユニットと総合生存学館では、文部科学省宇宙航空科学技術推進委託費の支援を受けて、2022 年 2 月に第 3 回 SCB2 をアリゾナ大学の Biosphere 2 (B2) で実施します。B2 は、アリゾナ州オラクルにある巨大な密閉の人工生態系で地球以外の惑星や宇宙空間で長期間生存できるかを検証するために建造されました。そのため内部には人工の海洋、湿地帯、砂漠などの環境が再現されています。SCB2 では、これら B2 の設備を通して将来の有人宇宙ミッションに必要な知識を学びます。参加者は、アリゾナ大学の学生 5 名と日本人大学生 5 名を対象とします。そこで、日本国内の大学の学生から 5 名を募集します。日本人参加学生は SCB2 への参加の前に、国内実習として国内の各施設において、地球環境について学んでいただきます。

(注) アメリカと日本における新型コロナ感染症状況によっては、アメリカへの渡航が出来ず 2022 年 2 月の SCB2 が中止される場合があります。その場合は、日本国内でのみ実習を実施する予定です。

応募期間：2021 年 5 月 17 日 ～ **6月11日**

募集サイト：<https://moon.kyoto/index.html>



## 宇宙ユニットガイダンスを開催しました！

【日時】2021 年 4 月 9 日(金) 17:30~19:05

【開催方法】Zoom によるオンライン

京都大学宇宙総合学研究ユニット(宇宙ユニット)は、宇宙に関連した異なる分野の連携と融合による新しい学問分野「宇宙総合学」の構築を目指して、2008 年に設置された組織です。宇宙ユニットがどのような活動やイベントを行っているのか、またどのように参加すれば良いのかを紹介する大学院生向けのガイダンスを開催しました。宇宙ユニット長による挨拶、宇宙学拠点の紹介に続き、各研究会と

専任教員の自己紹介がありました。宇宙倫理学、宇宙医学、宇宙霊長類学、文部科学省委託費事業、BBT 宇宙天気、宇宙歴史文献学、宇宙生物学について紹介しました。関心ある方は宇宙ユニット <uss@kwasan.kyoto-u.ac.jp> までご連絡ください。

## 今後の宇宙学セミナー・関連イベントなど

日時	内容	開催方法
6月10日(木) 15:00-16:30	<a href="#">第2回宇宙学セミナー</a> 講師：藤井 悠里 氏 (京都大学 大学院人間・環境学研究科 助教) タイトル：ガス惑星周りの巨大衛星系の形成	Zoomによるオンライン開催 (事前申込制) メールにてお申込みください。 <a href="mailto:uss@kwasan.kyoto-u.ac.jp">uss@kwasan.kyoto-u.ac.jp</a>
8月3日(火) 15:00-16:30 (予定)	<a href="#">第3回宇宙学セミナー</a> 講師：高橋 和生 氏 (京都工芸繊維大学) タイトル：プラズマに浮遊する微粒子(塵、水、微生物)の微小重力科学	Zoomによるオンライン開催 (事前申込制) メールにてお申込みください。 <a href="mailto:uss@kwasan.kyoto-u.ac.jp">uss@kwasan.kyoto-u.ac.jp</a>

※宇宙学セミナーの詳細は随時 Web ページ (<https://www.uss.kyoto-u.ac.jp/seminar/>) で公開いたします。

## 土星-タイタン系の形成シナリオ

藤井悠里

(京都大学人間・環境学研究科 相関環境学専攻)

木星や土星のようなガス惑星がその大気を獲得した際には、図1のように惑星の周りにガスが円盤上に集積し、その中で衛星が形成されたと考えられている。

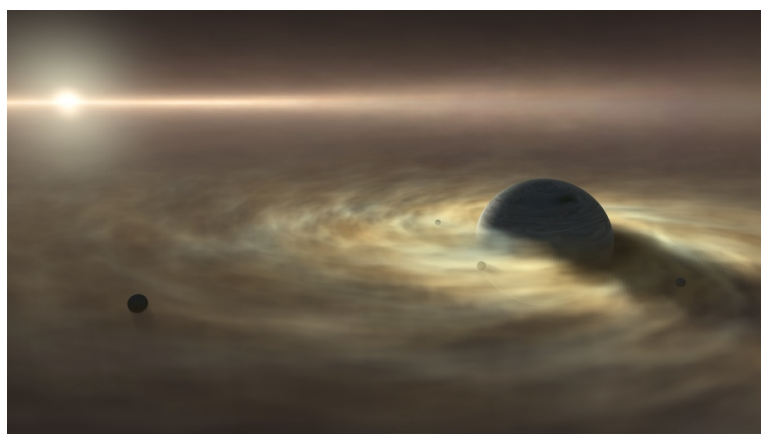


図1：太陽系の母体となった原始惑星系円盤の中で惑星の周りにガスが円盤状に集積し、その円盤の中で衛星が誕生しつつある様子のイメージ図。(©名古屋大学)

惑星周囲のガス円盤内で形成された衛星は、一つ所にとどまらず、ガスから重力を介してトルクを受けて、その軌道をゆっくりと変化させる。この軌道移動の向きや速さは衛星の大きさやガス円盤の温度・密度構造によって決まる。そして、ガスがそこにあり続ける限りは、衛星の軌道は移動し続ける。小さく軽い衛星の場合は、ゆっくりと非常に長い時間をかけて軌道が変化していくが、重い衛星の場合には、軌道移動は深刻な問題となる。これまでの研究で考えられてきたようなガス円盤内では、巨大衛星と呼ばれるような重い衛星はその軌道がどんどん惑星に近づいていき、あっという間に惑星に飲み込まれてしまう。

そうならないために、惑星に近付いていく衛星の軌道移動を食い止める方法がいくつか考案されてきた。それらのメカニズムでは、ひとつ衛星を救うと、ほぼ自動的に後続の衛星も救うことができる。これは、木星のように巨大衛星が複数ある衛星系の形成を説明するにはもってこいである。一方で、土星のように巨大衛星がタイタンひとつの衛星系の成り立ちを説明することはできない。

多数ある土星の衛星の中でも、図2の右上に位置するタイタンはひとときわ大きい。最近では、その表面にメタンの湖が発見されるなど、太陽系の衛星の中でも注目を集めている。そんなタイタンが、どのようにして前述の軌道移動を生き残ったのか、そしてその際に、どうして他に巨大衛星が生存しなかったのかについては謎に包まれたままだった。従来の衛星形成の理論を土星系に適用すると、土星とタイタンのように、巨大衛星がひとつだけの系を実現させるには、衛星がひとつ生まれると、その衛星は次が生まれるまでに惑星に飲み込まれてしまうような環境だったと考えるしかなかった。

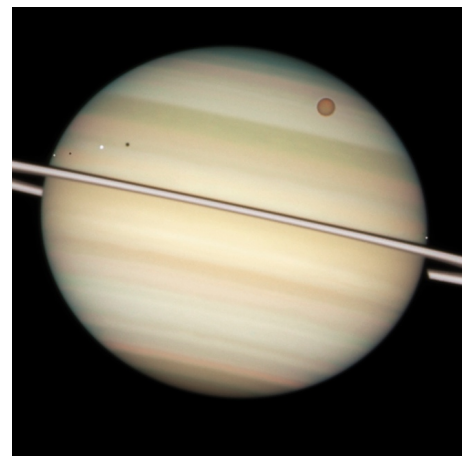


図2：ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた土星衛星のトランジット画像。右上に見える一番大きな衛星がタイタン。  
(©NASA/ESA/HubbleHeritageTeam(STScI/AURA))

つまり、タイタンはいくつかの兄弟と共に生まれるわけではなく、生まれた時からひとりっ子だったという説だが、衛星の成長にかかる時間と軌道移動にかかる時間を見積もった研究からは、タイタンには同時期に生まれた兄弟がいたであろうことが示唆される。なお、小さくて軽い衛星の形成には諸説あり、ここでは巨大衛星にだけ注目する。

長年の謎だった土星-タイタン系の成り立ちを解明するために、まずは土星の周りに集積するガス円盤の構造について計算した。最終的な衛星の軌道位置は円盤ガスが散逸しきった際に決まると考えられるため、散逸によってガスが薄くなっていく効果も考慮して、密度や温度が時間と共に変化していく様子をモデル化した。そして次に、そのような円盤内での巨大衛星の軌道移動の向きを推定した。すると、土星の近くでは、衛星は土星に近づく向きに移動することが予想される一方で、少し遠くの軌道には、土星から遠ざかる向きに軌道移動する領域があることが判明した。我々は、この領域がいわば「安全地帯」の働きをし、タイタンが土星に飲み込まれないようにするのに一役買うのではないかと考えた。実際に、衛星同士の重力相互作用などを考慮したシミュレーションを行い、複数の兄弟と共に誕生した衛星たちの軌道進化を調べたところ、内側の軌道のものはすべて土星に飲み込まれ、一番外側に位置していた衛星のみが「安全地帯」に一時避難し、その後円盤ガスが散逸するまで生き残るという進化過程が見つかった。こうして、タイタンがいかんじひとりぼっちになったかについて説明を与えることに成功した（その概略は図3参照）。

ここで重要な働きをした「安全地帯」はどのような条件でも確実に存在するわけではなく、また、衛星移動の向きが外向きの領域が全て「安全地帯」として機能するわけでもない。よって、これらの結果は、タイタン形成時の状況に制限を与えるために利用できる。惑星に付随するガス円盤については、この数年で太陽系外での観測例が報告され始めている。そして、太陽系内では様々な衛星に向かう探査ミッションが多数計画されている。様々な衛星系の起源を説明可能な理論的枠組みの構築を目指して、今後も精進していきたい。

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 に関する皆さん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 宇宙総合学研究所

<http://www.uss.s.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 507 号室

編集人：堀山勝輝

Tel&Fax: 075-753-9665 Email: [uss.s@kwasan.kyoto-u.ac.jp](mailto:uss.s@kwasan.kyoto-u.ac.jp)

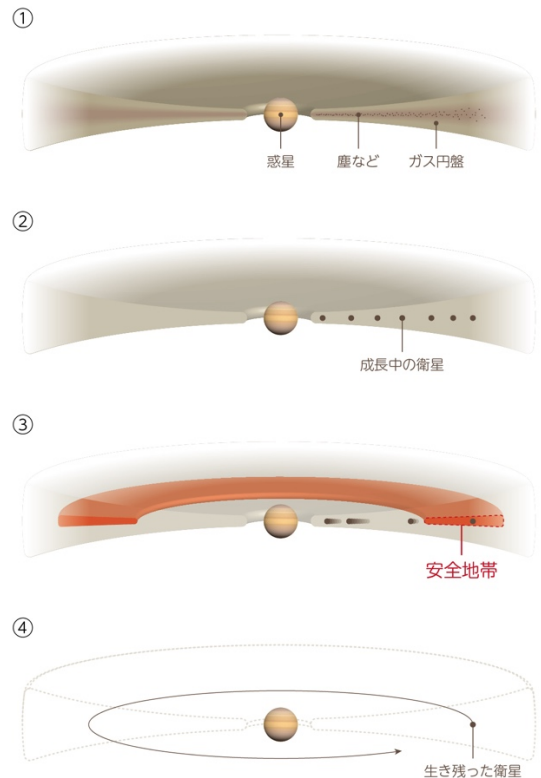


図3：巨大衛星がひとつだけ形成されるメカニズムの模式図。惑星周囲のガス円盤の中で塵などが集積し、巨大衛星へと成長する。内側の衛星は中心の惑星に飲み込まれてしまい、「安全地帯」に一時避難したもののだけが円盤ガスが散逸するまで生き残る。(©国立天文台)