

CASE 1

南の島から発見された
新種の光るクモヒトデ

クモヒトデという動物をご存じだろうか。

分類学上は

「棘皮動物門（もん）のクモヒトデ綱（こう）」に分類される
海産無脊椎動物の一群である。

われわれは今回、

オーストラリア領クリスマス島の海底洞窟より、
一般的になじみの薄い

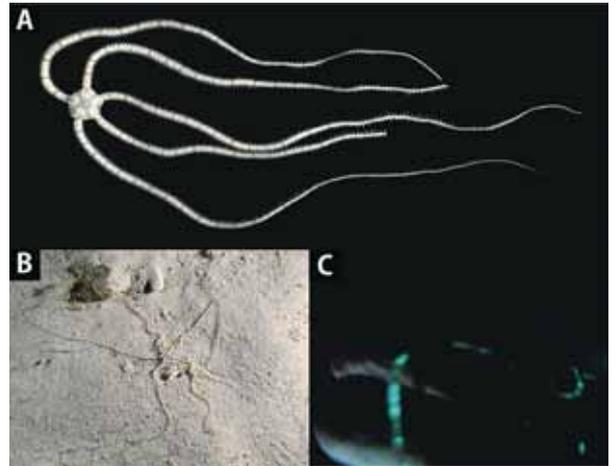
このクモヒトデの新種を発見した。

本種は比較的長い腕をもち、これは餌の乏しい
洞窟環境への適応と考えられた。

また、自然状態での観察から、

本種が洞窟性の生物としては世界初となる
発光を行う事が明らかとなったため、本種を

「クリスマス島の発光性」という意味の
種小名をもつ *Ophiopsila xmasilluminans* と
命名した。



図：ドウクツヒカリクモヒトデ
Ophiopsila xmasilluminans。A：生時の反口側の画像。B：自然状況下の画像。C：自然状況下で腕の一部を光らせている様子。(写真：藤田喜久(沖縄県立芸術大学))

クモヒトデ類は、ウニ、ナマコ、ヒトデを含む棘皮動物門のいちグループであり、腕が細長いヒトデのような形をしている。その形や、クモ「ヒトデ」という名前のせいか、よく「クモヒトデはヒトデのいちグループですか?」と聞かれることがあるが、ヒトデとクモヒトデは「綱（門のひとつ下の階級）」のレベルで分けられる別の分類群である。われわれに近いところに置き換えてみると、魚網と両生綱くらいの違いに相当する。

星形で、一見すると似ているヒトデ綱とクモヒトデ綱だが、実は腕の構造がまったく異なり、星形の真ん中にある口から腕の正中線上に伸びる溝があればヒトデ、なければクモヒトデである。クモヒトデはその細長い腕を器用に動かすことで、岩やサンゴの隙間、砂泥の中などに上手く隠れ住むことで、世界中のあらゆる海域に進出している。そのため棘皮動物の綱の中ではもっとも種数が多く、成功したグループであると言われており、生態系における重要な位置を占めている。しかしながら一般的には知名度が低く、研究者が少ないため、分類などの基礎的な部分も多くが不明瞭で、現在でも新種の発見が後を絶たない。

今回われわれが発見した新種のクモヒトデは、オーストラリアとシンガポールの国際研究チームが行った、オーストラリア領クリスマス島の生物相調査(2010-2012年)によって、2011年に3月に、クリスマス島北部の海底洞窟「Thunderdome cave」の水深10mより発見された。本調査に参加し、

現地で本種を観察・採集した共著者の藤田喜久准教授(沖縄県立芸術大学)と、2017年にその標本を受け取った筆者によって、本種が *Ophiopsila* 属のいかなる種とも形態が異なる未記載種であることが認められた。

本種は洞窟内の奥深くの、塩分濃度や水温の低いアンキアラインとよばれる環境でのみ発見された事から、その生息域は洞窟奥部に限られる事が強く示唆された。本種は同属の他の種にくらべて腕が長く、これは、餌に乏しい洞窟内で効率よく餌を探すための適応ではないかと考えられた。また、藤田准教授によって本種の発光が映像に収められたが、発光生物学の専門家である共著者の大場裕一教授(中部大学)によれば、これは洞窟性種の発光現象としては世界で初めての記録である事が認められた。その具体的な役割は不明であるが、他の発光生物の例から、敵に襲われた時に光ることで、より大きな敵を呼び寄せる光のSOSであることなどが考えられた。われわれはこのような特徴を備える本種を、クリスマス島で採集された発光生物であることに因み、2019年に *Ophiopsila xmasilluminans* (和名：ドウクツヒカリクモヒトデ) として新種記載した。

本研究成果は、Okanishi *et al.*, *Raffles Bulletin of Zoology* 67, 421(2019)に掲載された。本種の発光の様子は <https://www.youtube.com/watch?v=SQtY7mN7UbM&feature=youtu.be> から視聴できる。

(2019年8月5日プレスリリース)

CASE 2

見えない銀河が
どうしたって？

現在の宇宙は、興味深い多様性と規則性を併せ持つ銀河たちで満ち溢れている。

この銀河たちは、138億年の宇宙史の中で、いつ、どこで、どのように誕生し、現在に至ったのか。

この謎に挑む上での課題は、遠方の宇宙にある銀河をどう探すか、であり、もっとも標準的な手法は「ライマン・ブレイク法」である。

今回発見した、近赤外線では見えないが

サブミリ波で明るく輝く銀河は、

その標準的な手法では見落とされている初期宇宙の大質量銀河(現在の宇宙における大質量楕円銀河のご先祖さまにあたる天体)が大量にある可能性を示唆している。

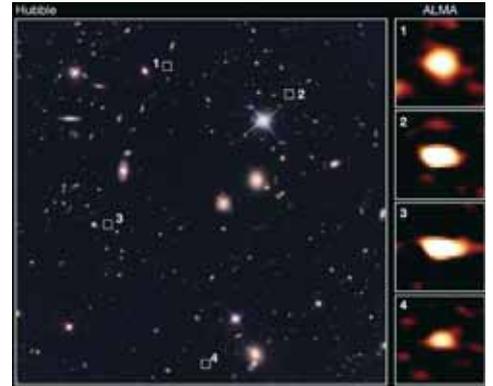


図1. 今回発見された、「見えない銀河」の例。ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された、可視光 (λ バンド、約 $0.85 \mu\text{m}$) と近赤外線 (Jバンド $1.25 \mu\text{m}$ および Hバンド $1.6 \mu\text{m}$) の3波長の画像を、順に青緑赤で3色合成した疑似カラー画像を示している。この可視光から近赤外線にかけての画像では何も「見えていない」場所(1から4の番号が付されている小さい白い四角の領域)をアルマ望遠鏡で観測すると、サブミリ波(波長 $870 \mu\text{m}$) で明るく輝く銀河が「見えて」いる(1から4と番号が示してある4つのパネル)。

遠方にある銀河を観測すると、銀河における紫外線連続光のうち、波長約 $0.12 \mu\text{m}$ よりも波長の短い紫外線は、水素ガスに吸収され見えなくなる(ブレイク)。宇宙は膨張しているため、このブレイクが現れる波長は、赤方偏移 z の銀河では $1+z$ 倍長くなる。たとえば、 $z=3$ の銀河では約 $0.49 \mu\text{m}$ の可視光にブレイクが現れるため、Uバンド(約 $0.3 \mu\text{m}$) には見えていないが、それより長い波長では見えている天体(Uドロップアウト)を探すと、それは赤方偏移が3付近の銀河候補ということになる。この調子で、波長がさらに長いバンドでドロップしている、すなわち見えなくなる天体を探していくと、より遠方の銀河が見つかるという算段である。近年の観測では、近赤外線のJバンド(波長 $1.25 \mu\text{m}$) で見えなくなる銀河(Jドロップアウト)が報告されている(その赤方偏移は計算してみしてほしい)。

今回アルマ望遠鏡で見た銀河は、その上をいくHバンド($1.6 \mu\text{m}$)でのドロップアウトである(図1)。ライマン・ブレイク法の考え方を単純に適用すると、赤方偏移は13を超える。しかし、詳しい解析の結果、私たちが発見した銀河の赤方偏移は約3から6の範囲

にありそうだ。なぜ、赤方偏移が3から6の銀河なのに、Hバンドでドロップしているのか? その答えを出したのはアルマによる観測であった。870 μm というサブミリ波で明るく輝いているという観測事実から、これらの銀河が、多量のダスト($1 \mu\text{m}$ よりも小さい微粒子)に覆われており、その中で爆発的な星生成を行なっているということが推測できる。多量のダストの存在により、若い大質量星からの紫外線が吸収され、出てくることができないのであろう。そのかわり、紫外線を吸収したダストが約40Kに「温め」られ、その熱放射がサブミリ波として検出されたというわけだ。

赤方偏移の記録更新ではなかったものの、今回の成果はたいへんに興味深い。私たちが遠方銀河を探索する際に広く用いるライマン・ブレイク法では、実は見落としている銀河が結構あるかもしれない、ということの意味しているからである。詳しい解析の結果、今回発見した「アルマで明るく見えるHドロップアウト」は、質量の大きな銀河(現在の楕円銀河の「ご先祖さま」にあたるような銀河)の形成初期段階に相当するらしい。同程度の大質量で活発に星生成をしている銀河は、ライマン・ブレイク法でも見つかっているが、「アルマで明るく見えるHドロップアウト」は、ずっと数が多いようである。困ったことに、銀河形成理論の研究者に聞いてみると、現在の銀河形成・進化シミュレーションで、Hバンドで見えなくなるような大質量の星生成銀河を、この時代に、これほど多数「つくる」のは至難らしい(図2)。理論計算の中で、ダストの取り扱いに問題があるのか、はたまた、銀河を育むゆりかごである暗黒物質の塊(ダークハロー)についての理解で何か見落としがあるのか。Hバンドで見えないけれどサブミリ波で見たこれらの銀河は、また新たな謎を私たちに突きつけている。

本研究成果は、T. Wang, et al., *Nature*, 572, 211 (2019) に掲載された。

(2019年8月8日プレスリリース)

今回アルマ望遠鏡で見た銀河は、その上をいくHバンド($1.6 \mu\text{m}$)でのドロップアウトである(図1)。ライマン・ブレイク法の考え方を単純に適用すると、赤方偏移は13を超える。しかし、詳しい解析の結果、私たちが発見した銀河の赤方偏移は約3から6の範囲

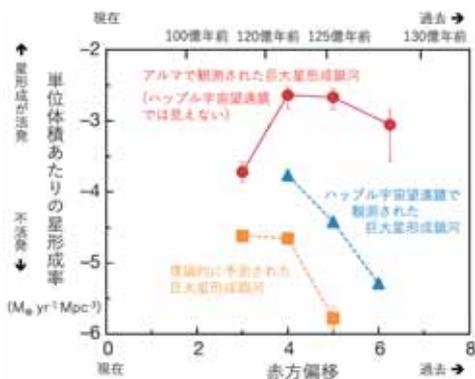


図2. 星形成率密度を、赤方偏移(つまり宇宙の時間軸)の関数として表した図。今回アルマで観測された銀河(●)は、ライマン・ブレイク法で見えている同程度の質量の銀河(▲)や理論的な予測(■)と比較して顕著に多い。