

極寒の冥王星の地下に海が存在できる謎を解明

北海道大学、カリフォルニア大学サンタクルーズ校、東京工業大学の研究グループは、冥王星に関する 3 つの謎を数値シミュレーションによって同時に解明しました。

冥王星は、太陽系の最果てに存在する地表温度がマイナス 220°C の極寒の氷天体です。NASA の探査機が 2015 年に初めて冥王星を訪れ、分厚い氷の下に海（内部海）が存在すること、赤道域に窒素氷河で覆われた白い巨大盆地が存在すること、窒素の大気が存在することといった驚きの姿を明らかにしました。しかし、なぜこのような特徴的な姿をしているのか、特に、極寒の冥王星で内部海がなぜ凍結せず暖かいままなのかは NASA の探査でも解明されていない難問でした。

NASA の探査機ニュー・ホライズンズによる冥王星探査により、赤道付近に白いハートに見える地域が観測され、その左半分は巨大な盆地であることがわかりました（図 1）。この事実から、冥王星の氷地殻の下にも内部海が存在すること、そして巨大盆地の地下では氷地殻が薄く、その分内部海が厚いことがわかりました（図 2）。もし内部海が厚くないと、巨大盆地が極に向かうように冥王星は自然と回転してしまうからです。しかし、これまで冥王星は氷衛星よりも冷たく熱源にも乏しいため、内部海は既に完全に凍結したと考えられていたことや、長い時間をかければ氷も水飴のように振る舞うため、氷地殻の凸凹がならされたと考えられていたことから、今回判明した地下構造は全く予想できなかったものでした。

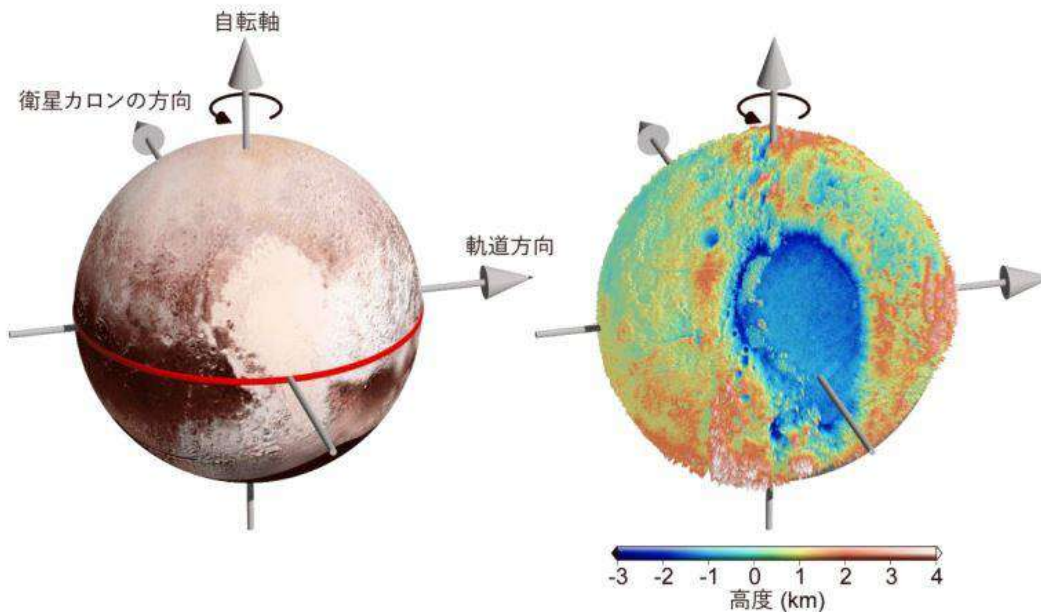


図 1. 冥王星の「白いハート」の特徴。

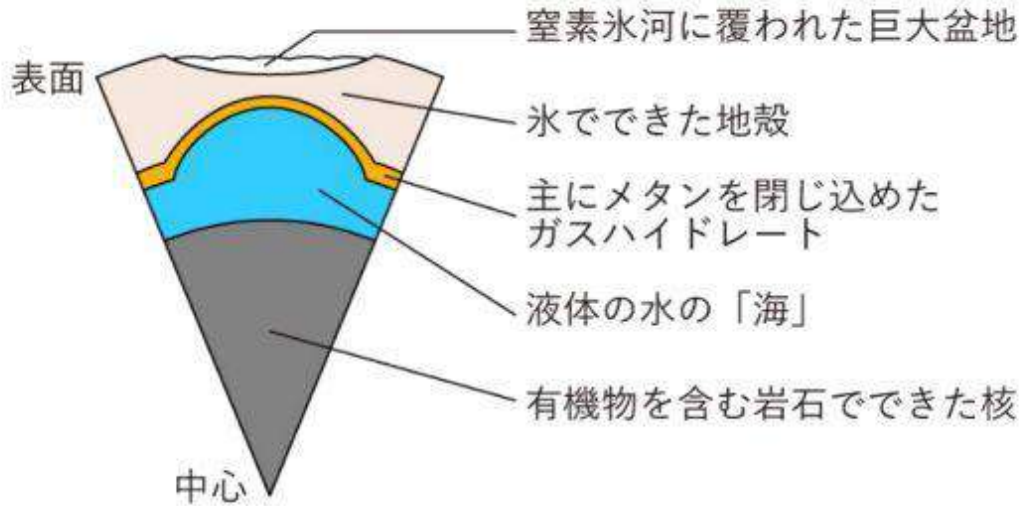


図 2. 本研究で提唱する冥王星の内部構造。氷地殻と内部海の上にガスハイドレート層が存在する。

今回、研究グループは冥王星の内部海とそれを覆う分厚い氷の間にメタンハイドレートが存在すると、メタンハイドレートが効率的な断熱材として機能して内部の熱を逃がさず、その結果、表面は極寒でも内部海は凍結しないことを明らかにしました。さらに、このメタンハイドレートの存在から、巨大な盆地が赤道に存在できることや、冥王星が窒素の大気を持つという、冥王星の特徴的な姿を同時に説明できることもわかりました。

1 つ目のシミュレーションの結果、メタンハイドレートが存在しない場合は何億年も前に内部海は完全に凍結しますが、存在する場合には内部海はほとんど凍結しないことがわかりました (図 3)。この結果は、メタンハイドレートが断熱材として効率的に機能し、その下にある内部海は長期間暖かいままとなる一方で、氷地殻はすぐに冷えて硬くなるため、天体内部がより一層冷えにくくなることを示しています。

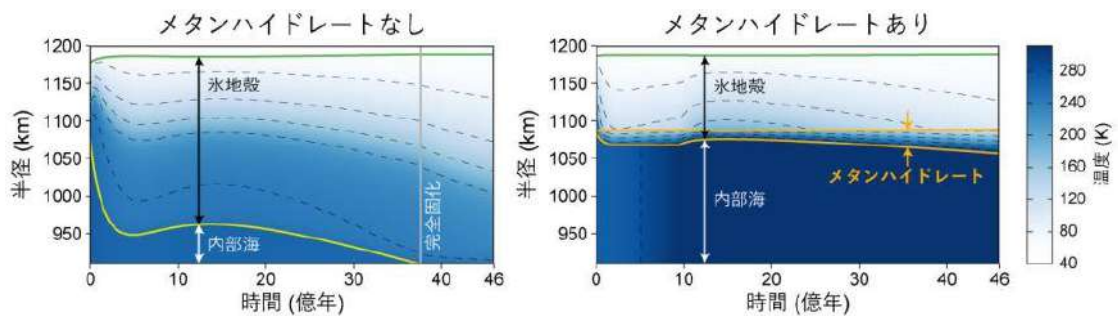


図 3. 冥王星内部の熱・構造進化シミュレーションの例。

また、2 つ目のシミュレーションの結果、メタンハイドレートが存在しない場合には氷地殻厚の均一化にかかる時間はたった 100 万年程度ですが、存在する場合には 10 億年以上かかることがわかりました。これは、メタンハイドレートの粘性が高いことに加えて、その上の氷地殻が冷えて硬くなるためです。メタンや一酸化炭素などはガスハイドレートに取り込まれやすいため、地下のガスハイドレート層に貯蔵されて地表にあまり出てこられない一方で、窒素分子は取り込まれにくいため表面に 3/4 出てきます。このような理由で、地下のガスハイドレート層が特定の分子だけを吸着するフィルターのように機能するために、一見すると不思議な窒素に富む表層になることがわかりました。

本研究成果は、宇宙における液体の水の存在を考える上で重要です。これまで内部海に関する議論は巨大ガス惑星を周回する氷衛星に限られてきました。しかし、今回の発見は冥王星のような衛星ではない多くの氷天体であっても、実は内部海を持つものが広く存在できることを示すものであり、地球外生命の存在可能性をさらに広げるものです。

なお、本研究成果は 2019 年 5 月 21 日(火)公開の *Nature Geoscience* 誌の速報(AOP) 電子版に掲載されました。(日 文 发 布 全 文 https://www.hokudai.ac.jp/news/190521_pr.pdf)

文 JST 客観日本編集部