

Alvin 号航海で深海底熱水孔環境から新種細菌を発見

～イプシロンプロテオバクテリアの進化のプロセスの理解に期待～

ポイント

- ・東太平洋海膨の深海底熱水活動域の熱水試料から独立栄養性の新規細菌の獲得に成功。
- ・好熱性として知られていた *Hydrogenimonas* 属に属する初めての常温性細菌種。
- ・病原性細菌を含むイプシロンプロテオバクテリアの進化プロセスの理解への寄与が期待。

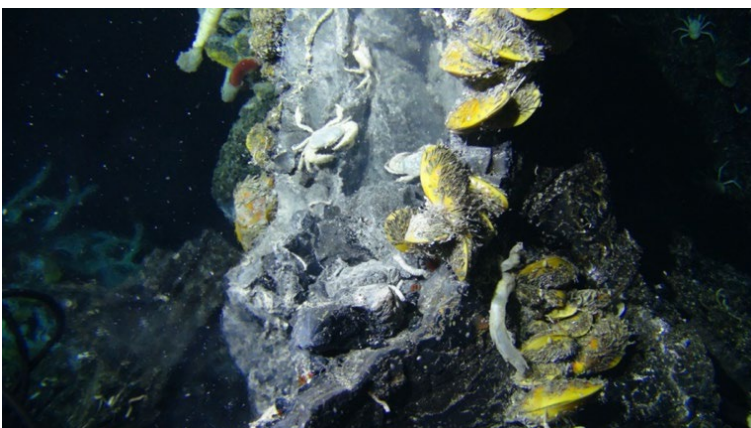
概要

北海道大学大学院水産科学研究所の美野さやか助教、米国ウッズホール海洋研究所 Stefan Sievert 博士らの研究グループは、東太平洋の深海底熱水活動域の一つである Crab Spa 熱水サイトから新規細菌を分離しました。ゲノムや生理学的特徴から、この細菌は水素の他に還元型硫黄をエネルギー源とする常温性の独立栄養性^{*1}細菌の新種であることを明らかにしました。分離源の熱水サイトにちなみ、*Hydrogenimonas cancrithermarum* と命名することを提案しました。

イプシロンプロテオバクテリア綱と呼ばれる微生物グループに属する細菌種のうち、独立栄養性の細菌種は、熱水孔環境の生態系の一次生産者を担っています。また、従属栄養性^{*2}の細菌種には、ピロリ菌やカンピロバクターといった病原性細菌が含まれることも知られています。本グループに属する *Hydrogenimonas* 属は、熱水孔環境から分離された好熱性細菌 2 種のみで構成された分類群で、分子系統解析から、イプシロンプロテオバクテリアの中で、もっとも常温性細菌や病原性細菌に近縁な好熱性細菌グループとして位置付けられています。

今回、研究グループは、ウッズホール海洋研究所が運用する有人潜水調査艇 Alvin 号を用いた潜航調査で、Crab Spa 熱水サイトの低温熱水試料から、新規の *Hydrogenimonas* 属細菌 ISO32 株を取得しました。また、培養実験より、ISO32 株は *Hydrogenimonas* 属において初めて常温性を示す分離株であり、近縁種を含めたゲノム解析から、*Hydrogenimonas* 属及び常温性のイプシロンプロテオバクテリアは病原性の有無、栄養的分類に関わらず、Pta-AckA^{*3}代謝に関わる遺伝子を有していることを明らかにしました。今後、*Hydrogenimonas* や独立栄養性の細菌における本代謝経路の機能の理解が必要ですが、本新種の発見は、イプシロンプロテオバクテリアの進化の理解に貢献することが期待されます。

なお、本研究成果は、2023 年 11 月 3 日（金）公開の International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 誌に掲載されました。



新種細菌が発見された Crab Spa 熱水サイト (Photo courtesy of Stefan Sievert, WHOI/NSF/HOV Alvin, © Woods Hole Oceanographic Institution)

【背景】

深海底熱水活動域には微生物の一次生産に立脚した生態系が形成されています。イプシロンプロテオバクテリア綱は、系統学的及び生理学的に多様な細菌種を含む細菌グループです。熱水孔環境では、独立栄養性のイプシロンプロテオバクテリアが一次生産者としての役割を担う一方、従属栄養性のイプシロンプロテオバクテリアにはピロリ菌やカンピロバクターといった人や動物の消化管を住処とする病原性細菌が含まれることも知られています。イプシロンプロテオバクテリア綱に属する *Hydrogenimonas* 属は、好熱性細菌グループとして知られ、これまでに熱水孔環境から分離された2種の細菌種が報告されています。*Hydrogenimonas* 属の系統学的位置は、現在知られているイプシロンプロテオバクテリア綱の他の好熱性細菌種よりも、常温性や病原性細菌種により近いことが分かっています。本研究では、新たな *Hydrogenimonas* 細菌の獲得、培養実験及びゲノム比較により、*Hydrogenimonas* 属の生理学的特徴の理解と新種提唱、及びイプシロンプロテオバクテリアの多様化についての理解を目的としました。

【研究手法】

東太平洋海膨（EPR）に位置する Crab Spa 熱水サイト（水深 2,506 m）から、改良型 Alvin 号による潜航調査で低温熱水を採取しました。現場環境の圧力を維持しながら船上でエンリッチメント培養を行った後、限界希釈法を用いた分離培養により、ISO32 株を獲得しました。培養に基づく性状試験やゲノム解析、近縁種を加えた網羅的な遺伝子情報解析を実施し、本分離株の特徴及びイプシロンプロテオバクテリアにおける *Hydrogenimonas* 属のゲノム特性を調べました。

【研究成果】

分子系統解析から、ISO32 株は *Hydrogenimonas* 属に属する新種であることを明らかにしました。さらに ISO32 株は、独立栄養性細菌であり、*Hydrogenimonas* 属で初めて、①常温性の増殖温度を示す分離株であること、②水素の他に還元型硫黄化合物をエネルギー源として利用できることを見出しました。国際原核生物命名規約に従って、本分離株を「*Hydrogenimonas cancrithermarum*」と命名し、新種として提唱するとともに、*Hydrogenimonas* 属を好熱性と常温性細菌を含む属として記載しました。網羅的なイプシロンプロテオバクテリアのゲノム比較から、病原性細菌において宿主への定着時に重要な役割を果たしていることが報告されている Pta-AckA 代謝に関わる遺伝子が、病原性の有無や栄養的分類の違いに関わらず、常温性として報告されている属及び *Hydrogenimonas* 属に共通して認められることを明らかにしました。本研究から、好熱性と常温性細菌種を含む *Hydrogenimonas* 属は、イプシロンプロテオバクテリアの代謝の多様性や好熱性から常温性への変遷の理解に寄与することが示唆されました。

【今後への期待】

本研究成果によって、より多くの *Hydrogenimonas* 属に属する細菌種の分離株やゲノム配列の取得、及び独立栄養細菌における Pta-AckA 代謝の機能解明により、イプシロンプロテオバクテリアの進化過程の理解が進むことが期待されます。

論文情報

論文名 *Hydrogenimonas cancrithermarum* sp. nov., a hydrogen- and thiosulfate-oxidizing mesophilic chemolithoautotroph isolated from diffuse-flow fluids on the East Pacific Rise, and an emended description of the genus *Hydrogenimonas* (*Hydrogenimonas cancrithermarum* として水素、チオ硫酸酸化常温性独立栄養細菌の提唱及び、*Hydrogenimonas* 属の改訂)

著者名 美野さやか¹、深澤 操² (研究当時)、土屋地郎²、Jesse C. McNichol³、Stefan M. Sievert³、山木将悟¹、安藤靖浩¹、澤辺智雄¹ (¹北海道大学大学院水産科学研究院、²北海道大学大学院水産科学院、³ウッズホール海洋研究所)

雑誌名 International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (微生物分類学の専門誌)

D O I 10.1099/ijsem.0.006132

公表日 2023年11月3日(金)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究院 助教 美野さやか (みのさやか)

メール sayaka.mino@fish.hokudai.ac.jp

U R L <https://researchers.general.hokudai.ac.jp/profile/ja.0e0693f1626ccb94520e17560c007669.html>

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】



図 1. 改良型の有人潜水調査艇 Alvin 号と母船 Atlantis (Photo by Jennifer Barone, © Woods Hole Oceanographic Institution)

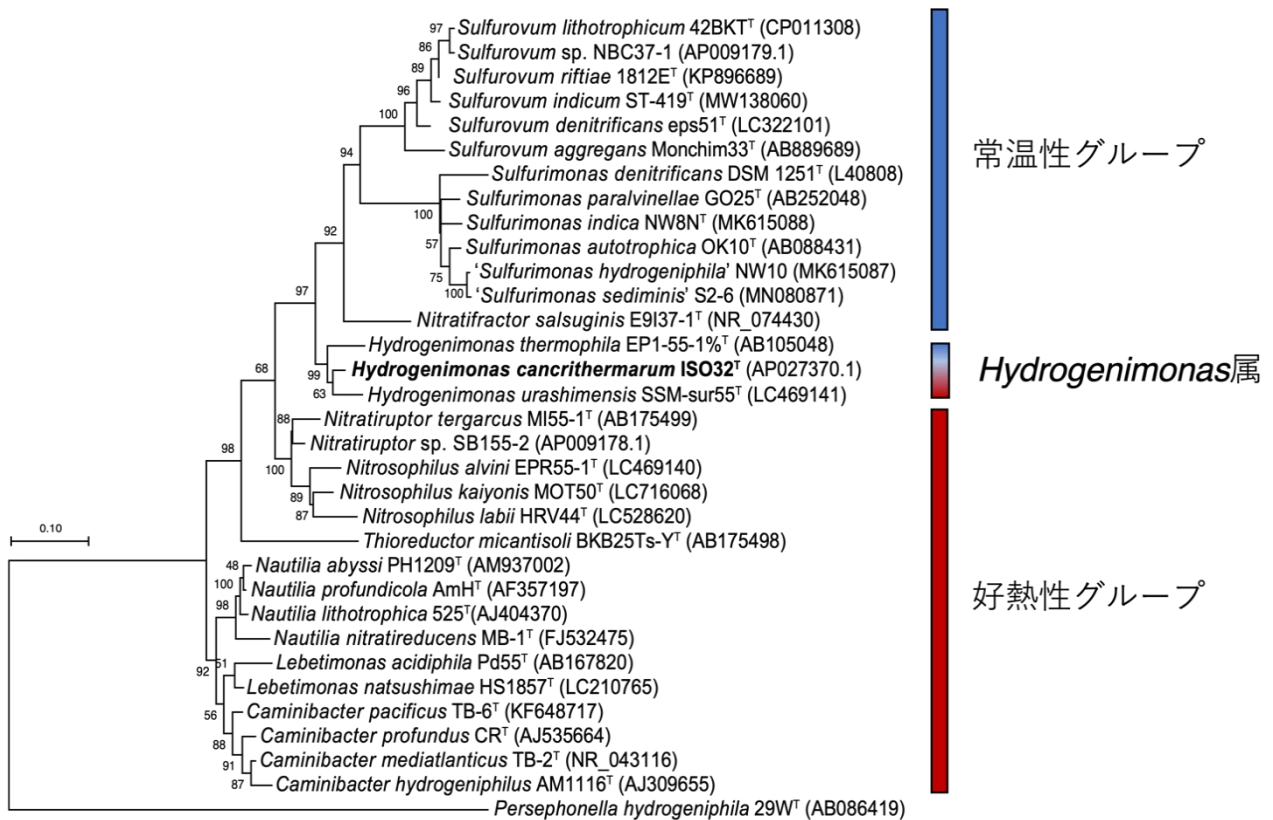


図 2. 16S rRNA 遺伝子塩基配列に基づく系統解析による近縁種内の ISO32 株の系統学的位置。太字が ISO32 株であり、*Hydrogenimonas* 属に属することを示す。右側の色分けは、各属の示す増殖温度特性を反映したものの。

【用語解説】

- * 1 独立栄養性 … 炭素源として二酸化炭素を利用する栄養的分類タイプのこと。
- * 2 従属栄養性 … 炭素源として有機物を利用する栄養的分類タイプのこと。
- * 3 Pta-AckA … アセチル CoA からアセチルリン酸を介して酢酸を生成する可逆的経路のこと。
Campylobacter jejuni では、*pta*、*ackA* 遺伝子変異株において、マウスへの定着に障害が生じることが報告されている。