

海洋研究開発機構、深海掘削により室戸岬沖の海底下生命圏の実態とその温度限界を解明

国立研究開発法人海洋研究開発機構 研究プラットフォーム運用開発部門 マントル掘削プロモーション室の稲垣史生室長と超先鋭研究開発部門 高知コア研究所 地球微生物学研究グループの諸野祐樹主任研究員らは、ブレーメン大学やロードアイランド大学、高知大学などと共同で、地球深部探査船「ちきゅう」を用いて高知県室戸岬沖の南海トラフ沈み込み帯先端部の海底(水深 4776 m・1.7℃)から深度 1180 m・120℃までの堆積物コア試料を採取し、海底下環境に生息する微生物の分布や間隙水中の化学成分、堆積物の物性や温度などを詳細に分析しました。その結果、室戸岬沖の地質環境と温度条件に依存した海底下生命圏の実態とその限界が明らかになりました。

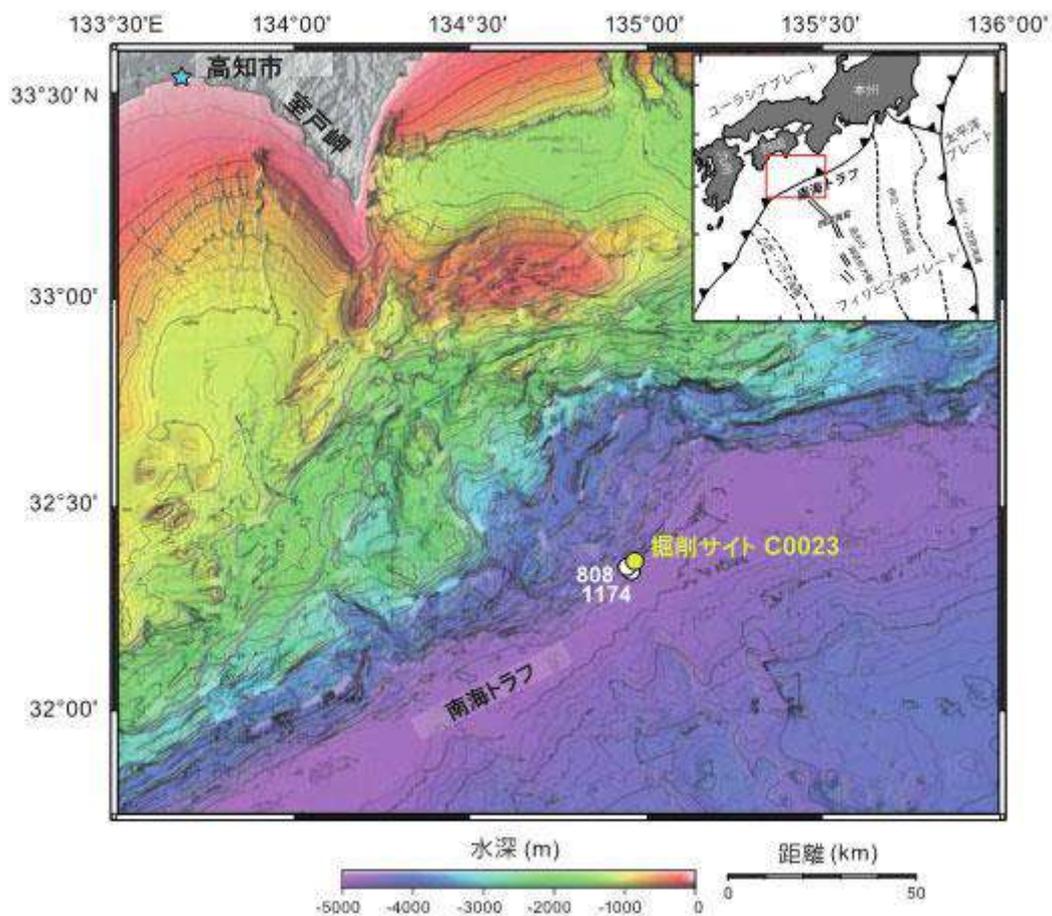
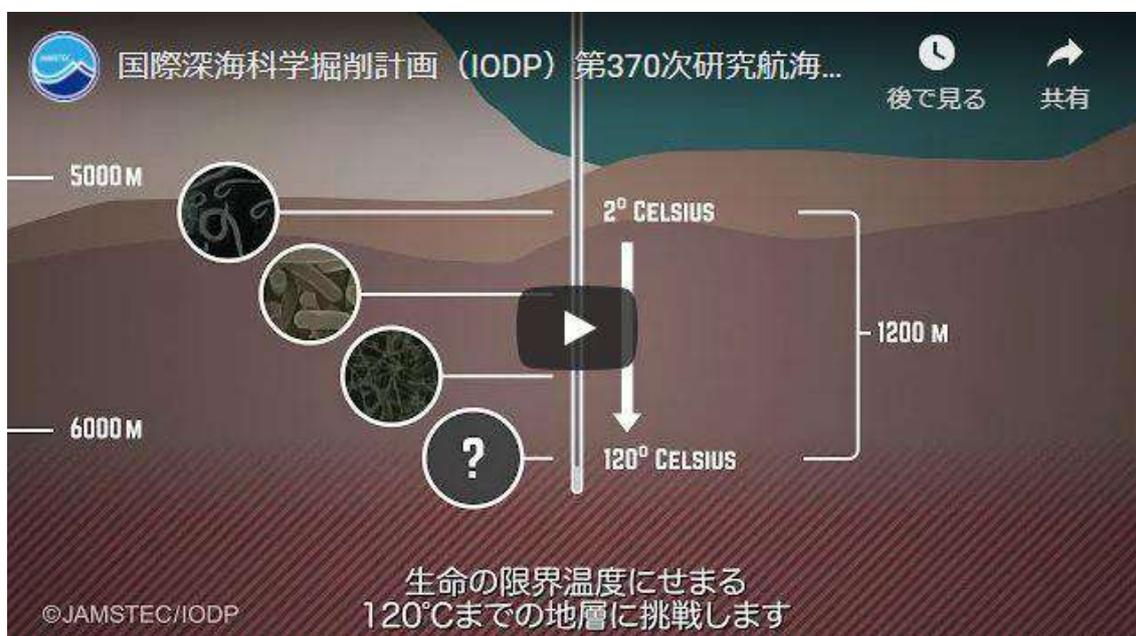


図1. IODP 第 370 次研究航海で実施された高知県室戸岬沖の南海トラフ沈み込み帯先端部に位置する掘削地点(サイト C0023)。過去に、米国の掘削船ジョイデス・レ

ゾリューション号を用いた国際深海掘削計画 (IODP) 第 131 次研究航海 (サイト 808) と第 190・196 次研究航海 (サイト 1174) が実施され、詳細な地質構造や周辺域に比べて地殻熱流量が高いことが報告されている。

これまでの研究により、地質学的時間スケールをかけて形成される海底堆積物には、未だ培養されていない固有の微生物が生息していることが明らかとなっています。それらの微生物活動は、海水から埋没した有機物の分解やメタンハイドレートの形成など、地球規模の物質循環に重要な役割を果たしていると考えられています。しかし、海底下のどの程度の深さまで生命圏が広がっているのか、その限界を規定する環境要因とは何か、といった根本的な疑問が未解明のまま残されていました。



国際深海科学掘削計画 (IODP) 紹介ビデオ (<https://youtu.be/QWj3tFQnl5o>)

それらの科学的疑問を解き明かすことを目的として、2016年に国際深海科学掘削計画 (IODP) 第 370 次研究航海「室戸沖限界生命圏掘削調査:T-リミット」が、地球深部探査船「ちきゅう」と高知コアセンターの研究施設を用いて実施されました。その結果、堆積物上部の低温～常温環境に生息する微生物細胞の密度は、温度(深度)が増すにつれて低下し、約 45°C 以上では 1 cm³ あたり 100 細胞以下にまで減少することが明らかとなりました。また、40-45°C の深度区間と 75-90°C の深度区間では、内生孢子の密度が局所的に増加している現象が認められました。一方、45°C 以上の高温環境では、プレート境界断層下部の 90-100°C の環境に、微生物細胞が検出されない深度区間が存在し、微生物による消費を受けないため高濃度の酢酸が存在するこ

とが明らかとなりました。また、それより深い 110-120°C の堆積物-基盤岩境界域には、酢酸からのメタン生成を示す化学成分濃度や炭素同位体組成の変化や、細胞密度の増加など、超好熱性微生物生態系の存在を示す複数の特徴が認められました。

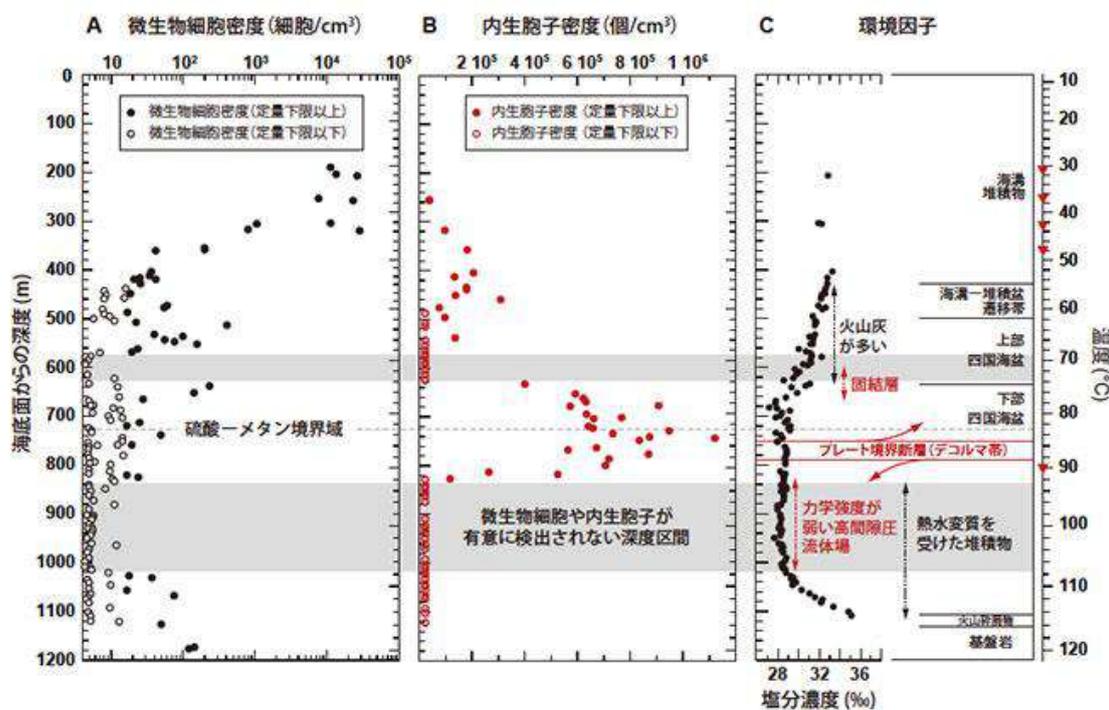


図 2. IODP 第 370 次研究航海で掘削地点 C0023 から採取された堆積物コア試料に含まれる微生物細胞と内生胞子の密度と環境因子の鉛直プロファイル。(A) 蛍光色素 (SYBR Green I) で染色した微生物細胞の密度プロファイル。定量下限値よりも高い細胞密度のプロットを●、低いプロットを○で示す。(B) 内生胞子に特異的なバイオマーカーであるジピコリン酸の定量分析から推定される内生胞子の密度プロファイル。(C) 堆積物の間隙水中の塩分濃度、温度、堆積学的特徴の概略図。基盤岩に向けての塩分濃度の上昇は、基盤岩(玄武岩)の変質の影響を受けた流体が堆積物側に供給されていることを示している。灰色の区間は、蛍光染色による微生物細胞とジピコリン酸による内生胞子の両方が有意に検出されなかった深度(570-633 m と 829-1021 m)を示している。

本研究で得られた知見は、現場の温度や栄養・エネルギー状態のみならず、室戸岬沖の南海トラフ沈み込み帯先端部における地質学的プロセスや流体移動プロセスが、海底下深部環境における生命生息可能条件(ハビタビリティ)に重要な影響を与えていることを示しています。また、海洋プレートの沈み込み帯において、120°C までの堆積物-基盤岩境界域においてもなお生命シグナルが検出されたことから、地球

惑星における生命圏の広がりとその限界の可能性は、海洋プレートが沈み込むその先や堆積物の下に広がる岩石圏(海洋地殻や上部マントル)にまで及ぶことが示唆されました。

論文情報

タイトル Temperature limits to deep seafloor life in the Nankai Trough subduction zone

雑誌 Science

URL <https://science.sciencemag.org/content/370/6521/1230.abstract>

日本語リリース

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20201204/