

最先端・次世代研究開発支援プログラム  
事後評価書

研究課題名	エネルギー再生型海底下 CO <sub>2</sub> 地中隔離（バイオ CCS）に関する地球生命工学的研究
研究機関・部局・職名	独立行政法人海洋研究開発機構・高知コア研究所 地下生命圏研究グループ・グループリーダー
氏名	稲垣 史生

## 【研究目的】

約 40 億年の地球と生命の共進化の歴史において、地球の環境変動に伴う生命進化と生態系機能の連動は、地球環境の維持や元素循環に重要な役割を果たして来た。一方、産業革命以降の化石燃料等の有限資源に依存した文明の発展は、急速な地球温暖化やエネルギー需給問題など、現在の経済社会や地球環境に大きな負荷を与えており、近い将来、地球と生命のホメオスタシス作用による自発的環境修復は困難な状況になると考えられている。我が国では、特に温室効果ガスである CO<sub>2</sub> の排出の抑制・削減による気候変動の緩和に関して、様々な行政レベル・経済セクターにおいて早急かつ具体的な検討が進んでいる。将来、これらの地球的・人類的な問題を打開し、その解決に至るには、CO<sub>2</sub> のリサイクル（CO<sub>2</sub> 転換によるエネルギー再生）技術による炭素・エネルギー循環型社会への移行が必要であり、産業社会におけるエネルギー体系の根幹部分や地球規模の元素循環に大きな影響を与えるような、革新的な科学技術の創出と実用化が求められている。

地球上のあらゆる環境の生態系において、炭素循環のノード（分岐点）は、有機物の一次生産及び最終分解の末端プロセスであり、それらは化学合成独立栄養微生物の持つ特異な代謝機能に依存している。ほぼ全ての化学合成独立栄養微生物は、地球の内部エネルギー（マントル）に由来する無機物や空気・海水・ミネラルなど、地球上に普遍的に存在する物質をエネルギー呼吸代謝の基質として用いる特性を有している。その中で、特に地球表層の約 7 割を占める海洋の地下堆積物環境において、CO<sub>2</sub> をメタンや有機物に転換する代謝機能は、生命の初期進化過程から培われた安定的で合理的な生体システムであると考えられる。しかしながら、それを産業社会の炭素・エネルギー循環や地球環境の維持・修復に適用した例は、極めて限られている。

そこで本研究では、地球深部探査船「ちきゅう」を用いて、青森県八戸沖にて統合国際深海掘削計画（以下、IODP という。）第 337 次航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」を実施し、海底下深部に埋没した石炭等の有機物を含む堆積物コア試料を採取した。それらの掘削コア試料等を用いて、① 石炭層を根源とする大陸沿岸の炭化水素循環システムの解明、② 地下深部微生物の炭素循環に関連する代謝機能の解明、③ 海底下地層中への二酸化炭素隔離ポテンシャルと「CO<sub>2</sub>-水-鉱物-生命」相互作用に関する研究を実施した。それらの研究により、海底下環境に生息する微生物の潜在的な炭素循環機能ポテンシャルを理解し、非在来型炭化水素資源環境とその形成に関わる微生物活動を活用した CO<sub>2</sub> 資源化システム（バイオ CCS）による持続的な炭素・エネルギー循環型社会の創出に貢献することを目的とした。

【総合評価】	
○	特に優れた成果が得られている
	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】
① 総合所見
東日本大震災のために、本研究課題の最初の目的である試料採取が一年以上遅れたが、その後の努力により、①下北八戸沖石炭層生命圏研究、②「CO <sub>2</sub> -水-鉱物-生命」相互作用研究、③下北八戸沖石炭層生命圏研究という初期の目的を十分な成果で達成できた。また今後、どの程度のCO <sub>2</sub> を地中貯留（CCS）できる可能性があるのかを評価すること、また海底下における微生物活動の評価等への研究の発展も期待できる。

② 目的の達成状況
・所期の目的が ( <input checked="" type="checkbox"/> 全て達成された ・ <input type="checkbox"/> 一部達成された ・ <input type="checkbox"/> 達成されなかった)
石炭層を根源とする大陸沿岸の炭化水素循環システムの解明、地下深部微生物の炭素循環に関連する代謝機能の解明、海底下地層中への二酸化炭素隔離ポテンシャルと「CO <sub>2</sub> -水-鉱物-生命」相互作用の解明による新しい持続的炭素循環システムの創出に関する地球生命工学的研究への展開を目指し、多少の研究計画の遅れはあったが、優れた研究成果が上げられた。

③ 研究の成果
・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が ( <input checked="" type="checkbox"/> ある ・ <input type="checkbox"/> ない)
・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が ( <input checked="" type="checkbox"/> 創出された ・ <input type="checkbox"/> 創出されなかった)
・当初の目的の他に得られた成果が ( <input type="checkbox"/> ある ・ <input checked="" type="checkbox"/> ない)
地下生命圏が海底下2,000メートルまで広がっていることを明らかにしたことは、本研究課題の重要な成果の1つである。第337次研究航海では、深海掘削の世界最高到達深度2,466メートルまでの堆積物試料の回収に成功しており、外来微生物の汚染の影響除去を上記方法で成功した時には、さらに深い層準からのメタン菌などの検出が期待でき、金属の腐食反応を用いた二酸化炭素のメタン化の基礎実験は、余剰二酸化炭素を堆積物中に注入せず、工業的に二酸化炭素のメタンへの変換の可能性を示すものであり、今後のさらなる展開が期待される。東日本大震災以降、火力発電が重要性を増しており、そのための二酸化炭素放出が問題となっている。その解決への糸口となり得る研究結果は先進性・優位性があるとともに、ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が創出された。

当初の目的の他に特記すべき研究成果が上げられていない。

#### ④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が

( 見込まれる ・ 見込まれない )

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が

( 見込まれる ・ 見込まれない )

地下生命圏が海底下 2,000 メートルまで広がっていることを明らかにし、現在の地球科学分野でも最もホットな課題に対して重要な情報を提供しており、継続的に展開される生物活性測定や分子科学的な研究によって、地下深部での炭素物質循環の解明につながる可能性、メタンハイドレートの生成メカニズムの解明に関して重要なデータが提供される可能性があり、関連する研究分野への波及効果が見込まれる。

本研究が発展すれば我が国のエネルギー資源の状況を改善できる可能性を秘めており、社会的・経済的な課題の解決への波及効果が見込まれる。

#### ⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが ( 行われた ・ 行われなかった )

研究目的の達成に向けて研究計画は適切に実行され、研究実施体制は適切に組織され、各年度、研究実施上必要な設備を随時導入され、指摘事項への対応も適切に実施されている。更に、研究成果の発信は適切に行われ、国民との科学・技術対話についても効果的に実施され、研究マネジメントは適切に実施された。