卒業研究 卒業論文題目と内容説明

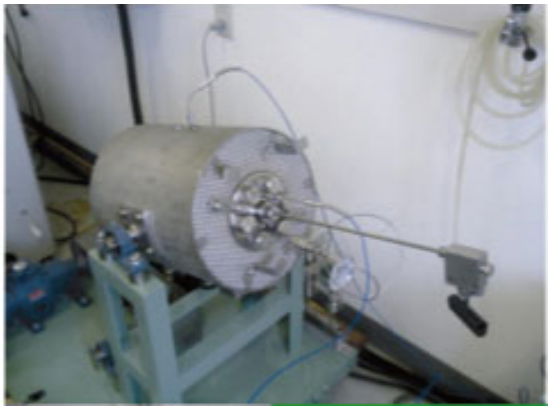
論文題目：生命生息環境の再現実験と生命の起源

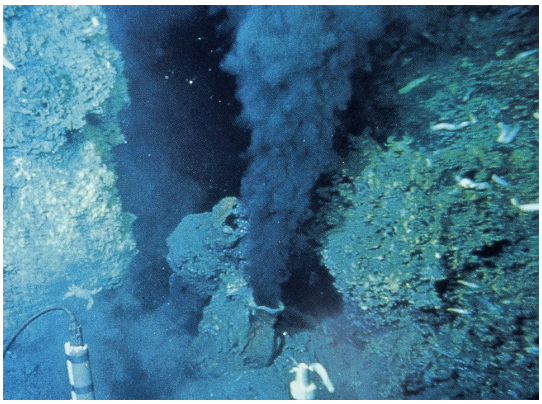
指導教員：　小宮　剛

内容説明：

　深海熱水は生命が出現した有力候補として、広く知られている。そのため、初期地球の熱水環境を研究するため、大西洋やインド洋の深海熱水地域の掘削や潜水艇による調査が日本のみならず多くの国でされてきた。しかし、これらの研究は多大の費用がかかることや面的な調査は不可能で、点での調査しかないできないといった問題点がある。それに加えて、現在の大気・海洋は酸素に富み、二酸化炭素に乏しいため、生命が出現した無酸素・超高濃度二酸化炭素環境とは異なるといった指摘もあるが、その点を考慮した研究は極めて乏しい。

　本研究では、初期地球の熱水場を、高温フロー型熱水循環装置を用いて、実験室で再現し、生命の起源に探る。





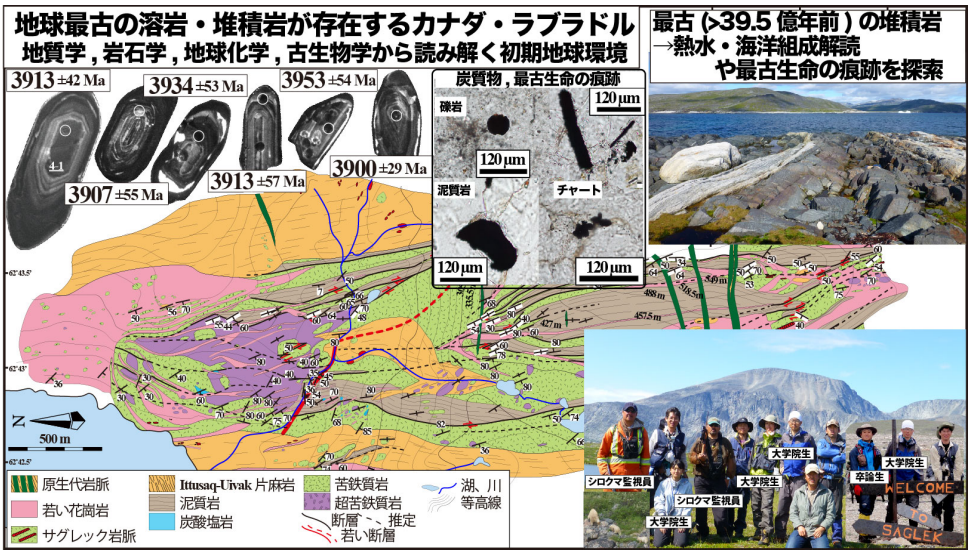
連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp
http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html

卒業研究 卒業論文題目と内容説明

論文題目：初期生命進化解読と初期地球の表層環境解読
①世界最古の堆積岩から炭質物を探し、その炭素、窒素、硫黄などの同位体を分析する。
②炭質物と共存する硫化物などの鉄同位体を分析し、最古の鉄酸化や還元バクテリアの証拠を検出する。
③最古や地球史を通じた炭酸塩岩の化学組成から、初期地球や地球史を通じた表層環境（海洋組成や酸化還元）を解読。

指導教員：　小宮　剛
内容説明：
（１）最古の堆積岩（39億年前）中の炭質物の炭素同位体やそれに伴う硫化物の鉄同位体などから初期生命の特徴（炭素固定や代謝など）を読み解き、生命の起源や初期進化を推定する。
（２）生命は38億年前頃出現し、27億年前後には酸素発生型光合成生物の出現、19億年前頃には真核生物の出現と段階的に進化してきた。しかし、その後、後生動物の出現までおよそ13億年もかかっており、その原因はいまだ未解明である。多細胞動物の活動には豊富な酸素を必要とする為、海水中の酸素濃度の上昇が後生動物の出現を引き起こしたと一般的に考えられてきた。しかし、これまでの研究では、海水中の酸素濃度を詳細に推定した研究は無く、海水酸素濃度の上昇が生命進化を促進した証拠は得られていない。
　そこで、本研究では地球史を通じた海洋の酸素濃度と栄養塩濃度の変遷を読み解き、栄養塩濃度（例えば、P（全生物）やNi（メタン生成菌）, Fe, Cu（シアノバクテリアや藻類などの光合成生物）など）の変化が生成進化に与えた影響を推定する。

連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp
http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html



卒業研究 卒業論文題目と内容説明

論文題目：海水リン濃度の定量と生命進化
（１）炭酸塩と水溶液間のリンの分配係数の決定と生物進化
（２）原生代末からカンブリア紀初期の炭酸塩鉱物の希土類元素分析と海水酸素濃度変動の定量

指導教員：　小宮　剛

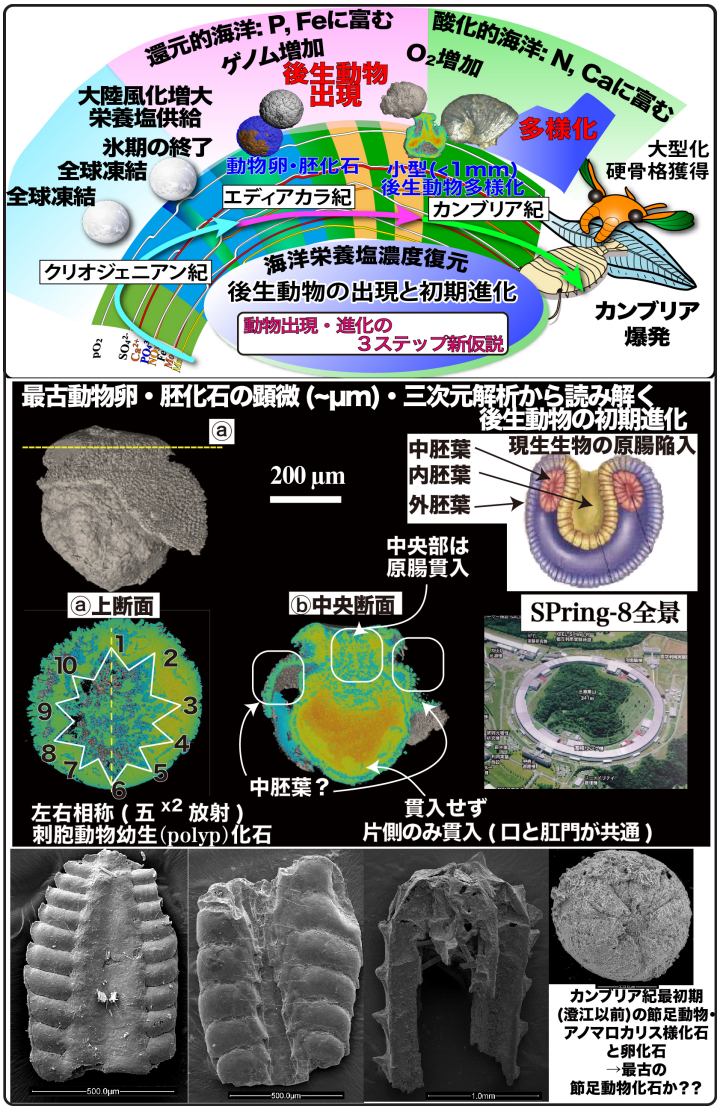
内容説明：
（１）リンはDNAやRNAの根幹をなすなど生命必須元素の中でも最も重要な元素である。しかし、現在の海洋ではリンは多くの海域で枯渇しており、生命の出現と進化のパラドックスとなっている。そこで、本研究ではリンを含む仮想海水から炭酸塩を生成し、炭酸塩中のリン濃度と仮想海水との間のリンの交換反応（分配）を決める。それにより、各時代の炭酸塩中のリン濃度から、過去の海水中のリン濃度を定量的に決める研究手法を確立し、海水中のリン濃度の経年変化を推定することを目指す。
（２）生命は38億年前頃出現し、27億年前後には酸素発生型光合成生物も出現し、19億年前頃には真核生物の出現と順調に進化してきた。しかし、その後、多細胞動物の出現までおよそ13億年もかかっており、その理由に様々に議論されてきた。その原因の一つとして、海水中の酸素濃度の上昇があげられる。多細胞動物の活動には豊富な酸素を必要とした酸素呼吸を必要とする。その為、海水中の酸素濃度が上昇したため、一般に多細胞動物が出現したと考えられてきた。しかし、これまでの研究では、海水中の酸素濃度を詳細に推定した研究は無く、海水酸素濃度の上昇が生命進化を促進した証拠は得られていない。
　そこで、本研究では炭酸塩鉱物中の希土類元素を定量分析することによって、原生代末からカンブリア紀初期の海水中の酸素濃度変動を定量する。そして、海水中の酸素濃度の上昇が生命進化の原因なのか、結果なのかについて議論する。また、関連して、冬には南中国に調査に行く予定である。

連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp
http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html

卒業研究 卒業論文題目と内容説明

論文題目：後生動物出現の原因の解明と初期進化解読
（１）最古動物胚化石の化学分析と３D観察
（２）全球凍結後のエディアカラ紀の環境変動と多細胞動物出現と生命進化の原因の解明

指導教員：　小宮　剛



内容説明：
（１）最古の後生動物化石は約６億年前の南中国の瓮安で発見され、動物出現の原因を解明する手がかりとして注目されてきた。しかし、従来の研究では、化石の形状観察のみが着目されてきたが、最古の動物化石は現生生物との差異があまりに大きい為、同定が難しく、研究が滞っているのが現状である。私たちは、３次元観察と化学分析から化石の起源を推定する独創的な研究手法を創成し、その方法を最古の動物化石に適用する研究を進めている。研究は世界最大級の放射光施設であるSPring-8などの最新の分析機器を用いて行なわれる。
（２）私たちは全球凍結からカンブリア紀初期までの浅海域に堆積した堆積物の掘削を世界で初めて行ない、当時の環境変動を解読する研究を進めてきた。本研究では、掘削試料の炭素、酸素、Sr同位体を分析し、当時の表層環境（生命活動、海水温度、栄養塩濃度）を解読する。推定された表層環境変動と生命進化とを対比し、生命進化の原動力を推定する。

連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp
http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html

卒業研究 卒業論文題目と内容説明

論文題目：地球と生命の共進化解読

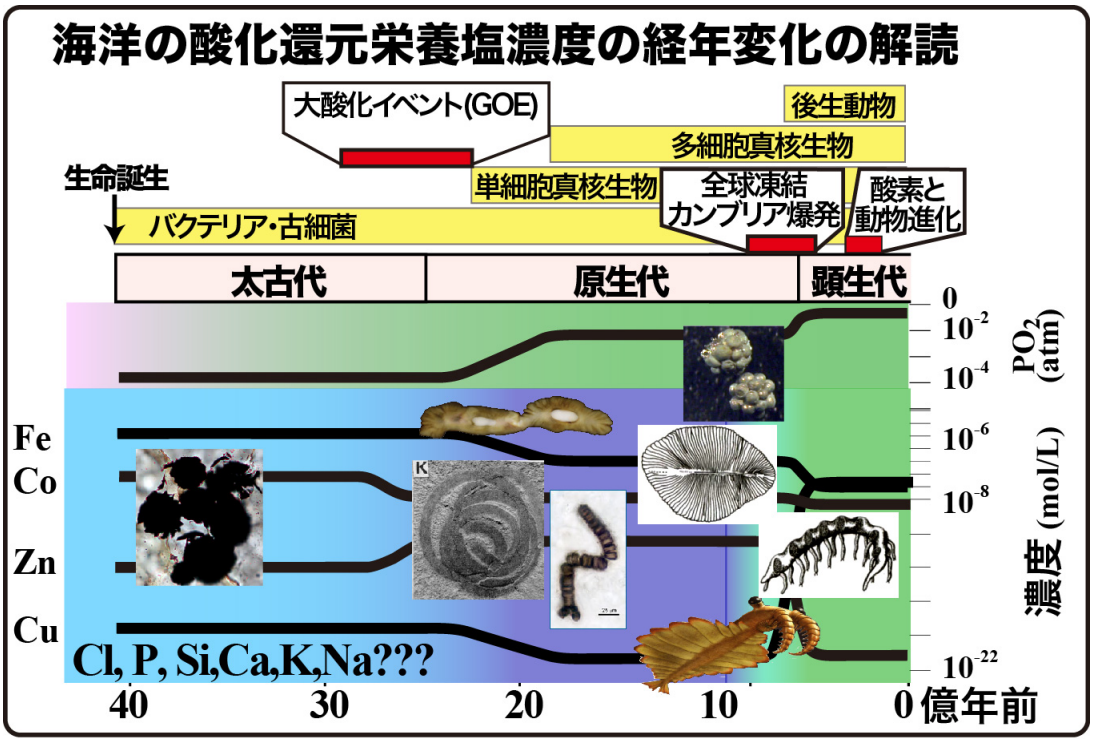
指導教員：　小宮　剛

内容説明：

　酸素発生型光合成生物の出現以来、地球表層には酸素が蓄積され、還元的な環境から酸化的な環境へと変化した。それに適応して、嫌気性の生物から、好気性の生物へと主たる表層の生物も変化した。一般に、酸素の増加はコラーゲンやセルロースなど多細胞化に必須とされる生体分子の合成を可能とし、また、効率的にエネルギーを作ることにつながるため、生物の大型化など進化を促進させるとされる。一方で、海洋中の生命必須元素の生物利用可能濃度を大きく変化させるため、生物の絶滅を引き起こすことも予期される。

　本研究では、海洋中の生命必須元素濃度の経年変化を推定し、それと生物のゲノム進化とを対比させることで、地球表層環境の変化が生命進化にどのような影響を及ぼしたのかを読み解く。

連絡先: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp
http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html



卒業研究 卒業論文題目と内容説明

論文題目：『退屈な時代』を紐解く

指導教員：　小宮　剛

内容説明：

二つの全球凍結時代に挟まれた原生代中期は、『退屈な時代』地球・生命進化が停滞した時代であると長らく考えられてきた（右図）。しかし、最近のゲノム解読による分子時計では、この時代に急激に真核生物が進化・多様化してきたことがわかってきた。本研究ではこの時代に堆積した炭酸塩岩のCr同位体、Hg同位体、希土類元素パターンおよびヨウ素濃度や硫化物のSe/Co比を測定し、当時の大気・海洋中の酸素濃度を推定し、原生代中期は酸素濃度が極端に変動したことによって、真核生物の急激な進化が起きた激動な時代であったことを示す。従来の定説を覆す、新たなパラダイムシフト生み出すことを目標とする。

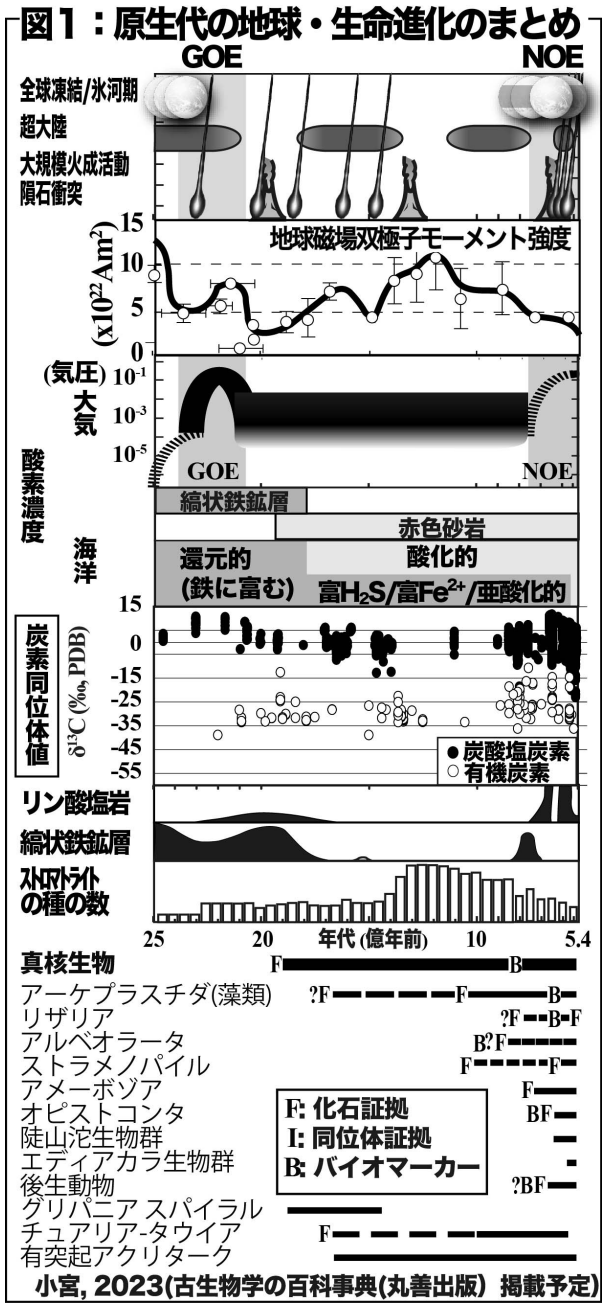


図1：原生代の地球・生命進化のまとめ

小宮, 2023(古生物学の百科事典(丸善出版) 掲載予定)

連絡先:
komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp
http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html