

第21回 理学部門研究談話会

日時 : 平成 29年 1月 18日(水)13:30—15:00

場所 : 理学部 2号館 6階第1会議室

話題及び提供者

『 クォーク閉じ込め問題 』

斎藤卓也

『 コリン作動系 今昔物語 』

有川幹彦

『 ジルコンによるU-Pb放射年代測定法の
驚くべき進歩:

数10ミクロンの微小領域の年代測定法が
もたらした新しい地球観 』

石塚英男

教職員, 大学院生, 学生, 一般の方々のご来場をお待ちしております
(お問い合わせ : tsue@kochi-u.ac.jp)

クォーク閉じ込め問題

斎藤卓也

現代物理学では、原子の中心部にある原子核は陽子と中性子から構成され、さらに、それらの内部にはクォークが存在すると考えられている。実際に高エネルギーの散乱実験において内部クォークの存在が示唆されているが、一方で、低エネルギー（我々が生活する通常の世界）では「クォークの閉じ込め現象」により、単独のクォークを観測することはできていない。さらに、これまでのような従来型の摂動計算が強度の非線形性により適応不可能となり、クォークが従う理論である非可換ゲージ理論を再定義した格子ゲージ理論の数値計算により研究を進める必要がある。

本談話会では、自身がこれまでに進めてきた閉じ込め問題の格子シミュレーション研究紹介を予定しております。

コリン作動系 今昔物語

生物科学コース 有川幹彦

コリン作動系とは、末端シナプスの伝達物質としてアセチルコリン (ACh) を利用する神経線維を指し、高等生物においては、運動神経や交感神経の節前線維、副交感神経の節後線維などが該当する。また、コリン作動系は ACh の合成系、受容系、および分解系から構成されており、いずれかの系を持つことがコリン作動系であることの定義にもなっている。

我々の研究グループでは、コリン作動系である迷走神経（心臓副交感神経）の電気刺激が心不全病態改善作用を示すことを明らかにした。これを機に、循環器疾患に対する副交感神経系への直接介入による臨床試験が進められているが、その分子機序は未だ明らかにされていない。我々は、迷走神経刺激、神経伝達物質である ACh、さらには副交感神経活動の活性化作用を持つコリンエステラーゼ (ACh 分解酵素) 阻害剤を用いて、コリン作動系の持つ心筋保護作用の分子機序解明を目指し研究を行ってきた。その結果、副交感神経終末より放出される ACh が、虚血性心不全病態において、心筋細胞に虚血耐性をもたらし、炎症細胞の活動を抑え、心筋組織内に血管新生を促し、そして心臓の収縮性を高めることにより、機能の低下した心臓を保護すること、さらには、不全心を持つ個体の短期および長期生存率を増加させることが明らかになった。これにより、虚血性心不全治療において、副交感神経活動の活性化が予後改善に有効であることが示された。

近年、心筋細胞を含む様々な非神経性細胞においてコリン作動系の存在が確認され、ACh の新たな働きが徐々に明らかになってきた。非神経性細胞は、生体の自律神経活動に依存せず、細胞内コリン作動系を能動的または受動的に活性化させ、ACh による細胞機能の調節を介して、自身の増殖や免疫応答、さらにはエネルギー代謝を制御している。そして今、局所作用性の細胞機能調節物質としての ACh の役割が注目され、20 世紀に神経伝達物質として発見された ACh の生物学的意義の再考が求められている。その中で、コリン作動系の進化的起源はどのような細胞機能なのか？ACh に限らず、一般に神経伝達物質と呼ばれている化学物質は、神経系を持たない生物においてはどのような生命現象に関わっているのだろうか？という疑問を抱いた。本会では、この疑問に対する答えを見つけるために、原生生物を用いた今後の研究の展望についても話をしたい。

ジルコンによる U-Pb 放射年代測定法の驚くべき進歩： 数10ミクロンの微小領域の年代測定法がもたらした新しい地球観

石塚英男

岩石や鉱物が今からどれくらい前に形成されたか(いわゆる、岩石や鉱物の年齢)、という問題は時間軸を基本に学問を展開する地球科学の最も重要なことからである。この問題を解く岩石や鉱物に対する年代決定に用いられる方法として、今日、広く使われているのは放射年代測定法といわれる、放射性同位体元素の壊変とそれによって生まれる安定同位体元素の量的関係を用いる方法である。特に、岩石中にしばしば出現するジルコンという鉱物に含まれる放射性同位体元素ウラン(U)の安定同位体元素鉛(Pb)への壊変【 ^{238}U が半減期 4.468×10^9 年で ^{206}Pb への壊変と ^{235}U が半減期 7.038×10^8 年で ^{207}Pb への壊変】を利用した放射年代測定法は、多くの研究者によって試みられている。その対象となる物質は、地球内はもとより地球外(月、火星、隕石など)の物質、年代的にも太陽系誕生時(45.5 億年前)～数百万年前までの広い年代にわたっている。それらの成果として、地球規模の超大陸の形成と離合集散のプロセスの解明や日本列島の地質構造発達史への新たな試案の提出、更には、地球の形成過程や太陽系の形成過程の解明についての新知見などをもたらした。

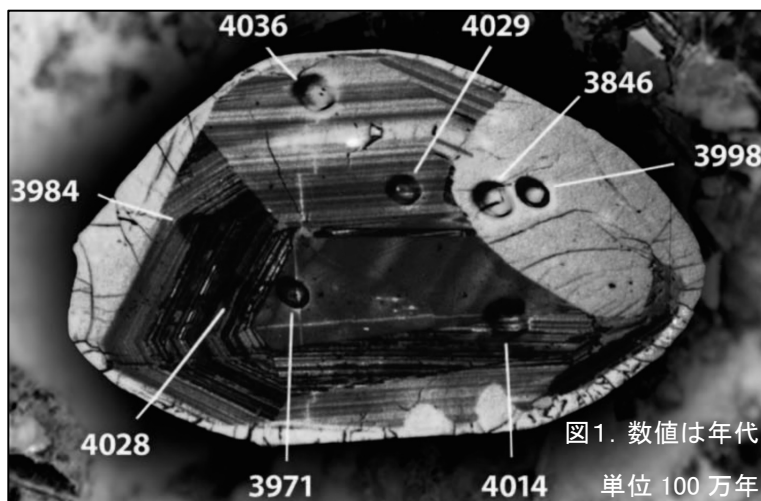


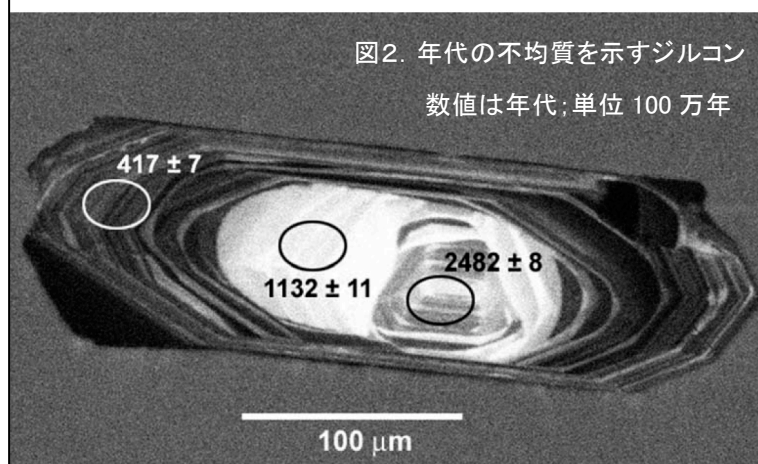
図1. 数値は年代
単位 100 万年

長径: 約 3 mm のジルコン (Elements, 2013, Cover Photo)

これらの成果をもたらした要因は、分析機器(SIMS、SHRIMP、LA-ICP-MS など)の進歩とそれに対応した研究方法の変化にある。従来の年代測定は、岩石中から鉱物分離して得られたジルコンを溶融して、年代測定をしていた。この方法では、岩石全体のジルコンの平均的な年代値が1個/1試料だけ得られ、問題とする試料が1回の地

質学的イベント(たとえば、マグマの冷却に伴ってジルコンが短期間に形成された)を経験していれば、ほぼ、その岩石の形成年代として解釈可能であった。しかし、例えば、堆積岩(砂岩など)から鉱物分離した碎屑性ジルコンの年代は、問題とする堆積

C.J. Hawkesworth, A.I.S. Kemp / Chemical Geology 226 (2006) 144–162

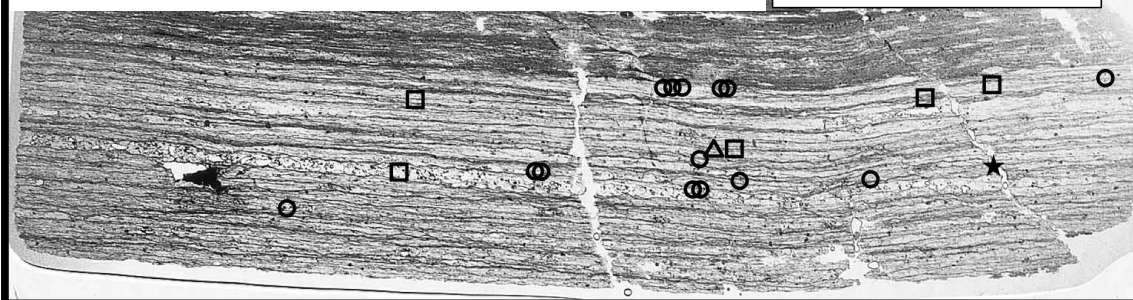


岩が堆積した時期の後背地の地質年代を決めるには有効であるが、ジルコンを溶融して測定すると、本来、後背地には様々な年代を有する岩石が分布しており、従って、広い範囲にわたる年代を持ったジルコンがあるはずだが、データとしては1個の平均化した意味のない値が得られることになる。このことを解消する為に、近年、ジルコンの鉱物粒子ごとに分析が出来る方法が開発された。具体的には、微小領域をレーザー光でエアロゾル化とそれを更にプラズマ化(LA-ICP-MS)したり、酸素ビームにより直接イオン化(SHRIMP)して同位体分析する方法である。この方法によると、個々のジルコンごとの年代が求まり、更に、1個のジルコ粒子内でも数10ミクロンの微小領域ごとの年代を求めることも可能となる(図1、2)。また、岩石薄片を使用した分析も可能になり、堆積岩特有のラミナごとの成因の議論ができるようになった(図3)

図3. 沖縄県石垣島に産出する変成砂質片岩の薄片写真(横幅: 4.8 cm)。堆積岩起源のラミナが明瞭な部分には多数の碎屑性ジルコンが含まれており、それらのLA-ICP-MSによるU-Pb年代にはラミナごとの不均質性が認められ、ラミナ形成時の後背地の地質の年代分布を伺い知ることが出来る。

$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age

- ★ 2504 Ma
- △ 2125 Ma
- 1796~2005 Ma
- 234~303 Ma



発表では、これらの新しい年代測定法の概略とそれにより明らかになったことを紹介し、新しい地球観、更には新しい惑星観を実感して頂きたいと思う。