

次世代のバイオ燃料開発で注目されている多量のオイルを生産する 微細藻ボトリオコッカスの炭化水素細胞外蓄積過程を解明

国立大学法人奈良女子大学(学長 今岡春樹)の研究院自然科学系 野口哲子教授らのグループを中心とする研究により、脂質生産においてアブラナやアブラヤシなどの陸上植物の10~100倍以上もの生産効率があるため注目されている微細藻類のうち、特に多量の炭化水素を生産し、唯一生産した炭化水素を体外(細胞外)に蓄積する緑藻 *Botryococcus* (ボトリオコッカス) における脂質の細胞内輸送・細胞外蓄積過程が電子顕微鏡観察により世界で初めて明らかになった。

本研究成果は、2013年12月5日にオープンアクセス誌 PLoS ONE にて発表された。

研究の背景：微細緑藻 *Botryococcus* は光合成により固定した炭酸ガスを大量の液状炭化水素に変換するため、再生産可能なエネルギー資源として有望視されている。また、生産した炭化水素を細胞外に蓄積する点は脂質回収に有利であり、バイオ燃料資源として魅力的な藻類である。近年、*Botryococcus* の炭化水素生産に関する遺伝子レベル、分子レベルの解析は急速に進んだが、電子顕微鏡を用いた細胞微細構造レベルでの解析はこの30年間なされていない。これは、本藻の特徴である細胞外に多量に蓄積した炭化水素が電子顕微鏡の試料作製を妨げ、炭化水素蓄積の詳細な観察を困難にしてきたためである。奈良女子大学理学部は昭和29年に全国の理学部では初めて透過型電子顕微鏡を設置し、電子顕微鏡を用いた細胞学的研究において歴史と実績を持ち、その技術を駆使して詳細な解析を可能とする *Botryococcus* の電子顕微鏡像を得た。

研究体制：以下の研究者による共同研究

奈良女子大学理学部生物科学科細胞機構学分野

野口哲子教授・鈴木玲子 CREST 研究員・鍵和田聰准教授・大学院生(伊藤奈央子・宇野由紀)

東京大学農学部・岡田茂准教授

シンガポールテマセク生命科学研究所・西井一郎主任研究員(元奈良女子大学特任准教授)

なお、本研究は文部科学省・科学技術振興機構(JST)による戦略的創造研究推進事業(CREST)の平成22年度新規研究課題の研究領域「藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」に採択されたプロジェクト研究(研究期間:平成23年度~平成27年度)として実施している研究の成果である。

研究成果：我々は、従来の化学薬品を用いた細胞固定法ではなく、高圧急速凍結固定法(Leica 製加圧凍結装置; 2100bar の加圧下で液体窒素を噴射して生きた細胞を瞬時に凍結固定する)で電子顕微鏡試料を作製し、鮮明な電子顕微鏡像を得た。脂質を特異的に染色する蛍光色素を用いた蛍光顕微鏡観察と電子顕微鏡観察により、炭化水素の生成時期と細胞外蓄積時期を解析した。更に、電子顕微鏡観察により脂質の細胞内輸送・細胞外蓄積過程

を解析し、脂質合成は葉緑体で開始され、小胞体・リポッドボディを経て、細胞分裂後の細胞壁形成後・母胞壁崩壊前に細胞側底部から細胞外に分泌され、蓄積することを明らかにした。

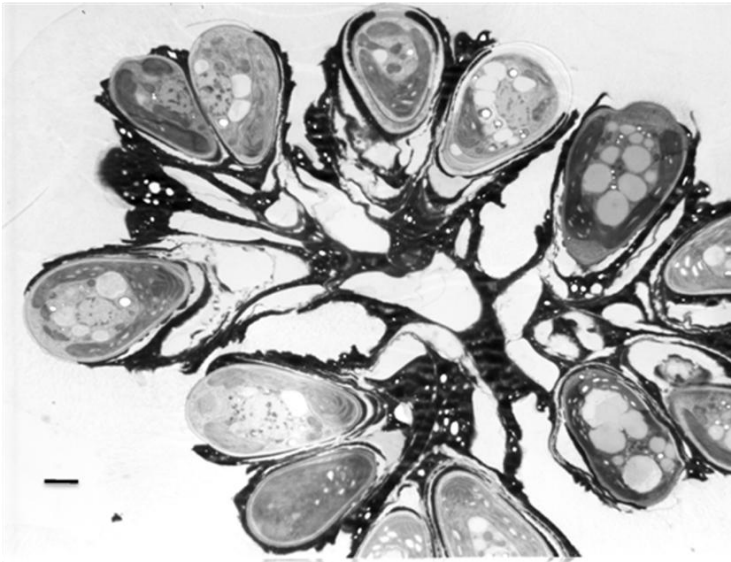
今後の展開：*Botryococcus* を利用したバイオ燃料生産系の構築により、原油等の化石燃料の使用が大幅に削減されることが期待される。また、*Botryococcus* は高い光合成能（大気中の二酸化炭素を用いて炭化水素をつくる）を持つため、工場等から排出される二酸化炭素を *Botryococcus* に作用させることにより、新たな排出削減技術を確立できることが期待される。

更に多量の炭化水素や軽油に相当する短い炭化水素鎖（現在は重油相当）をつくる *Botryococcus* を創製するため、代謝系の機構解明や遺伝子レベルでの機能改変等の研究を我々の研究チームで進めているが、改変した細胞内の異常の有無を電子顕微鏡でチェックすることにより、効率よく研究を推進していく。

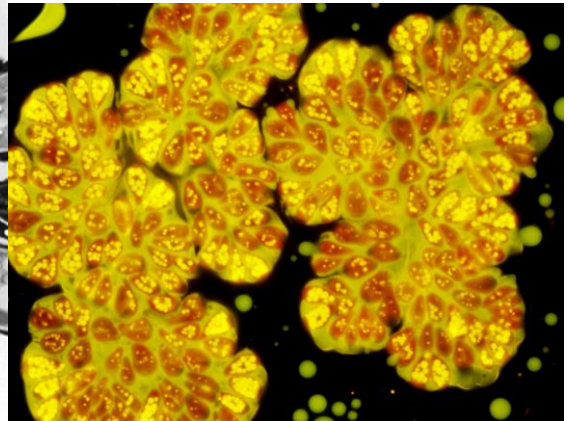
発表論文：

Reiko Suzuki, Naoko Ito, Yuki Uno, Ichiro Nishii, Satoshi Kagiwada, Sigeru Okada, Tetsuko Noguchi. Transformation of Lipid Bodies Related to Hydrocarbon Accumulation in a Green Alga, *Botryococcus braunii* (Race B).

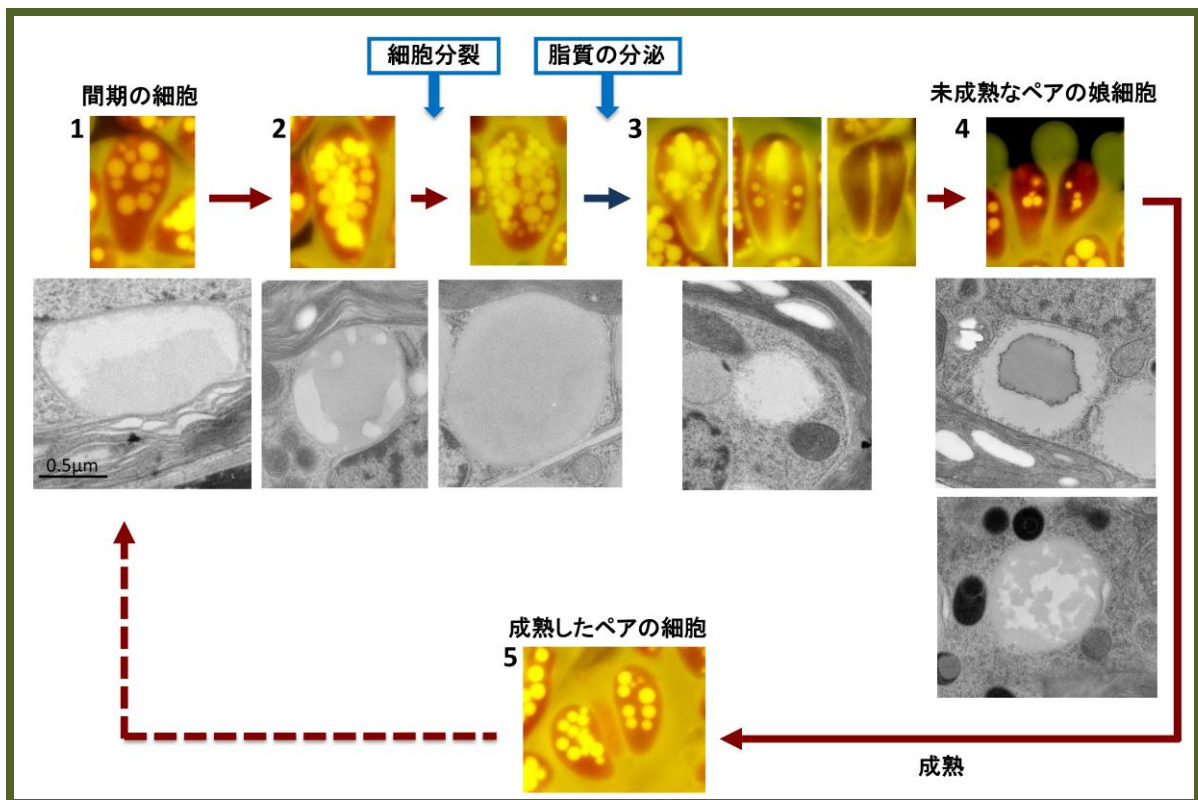
PLoS ONE 2013, 8(12), e81626. doi:10.1371/journal.pone.0081626



Botryococcus braunii の電子顕微鏡写真



Botryococcus braunii の蛍光顕微鏡写真
脂質が黄色に染色されている。



細胞周期を通したリピッドボディの消長

リピッドボディは、細胞分裂期に数を増し (2)、細胞分裂後に起こる細胞外脂質の蓄積に伴って細胞質から消失し (3)、ペアの娘細胞の成長に伴って再出現した (4, 5)。

【研究に関する問い合わせ】

奈良女子大学理学部生物科学科 教授 野口 哲子 (のぐち てつこ)

TEL&FAX :0742-20-3416 e-mail:noguchi@cc.nara-wu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ】

国立大学法人 奈良女子大学 総務・企画課
評価広報係 TEL 0742-20-3220