

## <研究の内容>

RuBisCOとホスホリブロキナーゼ(PRK)<sup>注4)</sup>はカルビン回路に特有の酵素です。蘆田准教授らのゲノムデータベースに基づくバイオインフォマティクス解析から、これらの酵素の遺伝子が地球生命誕生後の極めて初期に出現したと考えられている極限環境微生物であるメタン生成菌<sup>注5)</sup> (*Methanospirillum hungatei*)に存在していることを見出しました。メタン生成菌は、地球生命が誕生した、その極めて初期の段階で出現したと考えられる極限環境微生物の一種です。この結果は、光合成を行わないメタン生成菌が、光合成を行う生物に特有と思われていた遺伝子を有することを意味しています。

さらに、これらのメタン生成菌の遺伝子を使って合成した酵素はカルビン回路で機能できる性質を有していました。このメタン生成菌の遺伝子解析や詳細な生化学的解析と<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>を用いたメタボローム解析<sup>注6)</sup>から、これら2つの酵素は、メタン生成菌において、これまで全く知られていなかった新規のメタン生成菌還元的CO<sub>2</sub>固定経路を作り上げていること、そしてこの経路は既知のカルビン回路の一部と同じ反応経路を利用していることを発見しました(図)。この生物の進化的位置から考えて、このメタン生成菌で発見したカルビン回路様CO<sub>2</sub>固定経路は、光合成カルビン回路の進化的原型となったものであると考えられます。

## <今後の展開>

光合成の起源ともいえる新規で原始的な還元的CO<sub>2</sub>固定経路の存在が明らかになったことから、今後の研究で、生物進化の過程でどのように光合成システムが完成されていったのかという、これまで科学が立ち入ることができなかった謎が明らかになっていくことが期待されます。40億年ほど前に地球に出現した初期生物は、500~1,000程度の数の遺伝子しか持ちませんでしたが、その後の40億年の生物進化の過程で、これらの数少ない遺伝子を複製、変異、配列挿入などの改変によって高等動物や高等植物が持つ25,000~35,000程の遺伝子を作り上げ、多様な環境に適応して生命を維持できるようになってきました。しかし、まだ、初期生物の遺伝子がどのような分子的な変化によって多様化したのかは不明です。今回の研究では遺伝子分子進化研究の第一歩として、40億年間のRuBisCOやPRKの進化の過程の関連付けに成功したことになります。今後の研究で、40億年間の遺伝子進化の機構が明らかになることによって、地球生物全体の進化機構、ひいては現在の生物の生存戦略の本質が見えてくると期待されます。さらに、温暖化問題、食糧問題、エネルギー問題などの地球環境問題を解決するために、植物や藻類の光合成機能の改良・利用が期待されています。RuBisCOやカルビン回路は、さまざまな局面で光合成速度を規定しているため、植物や藻類の光合成機能を改良するためのメインターゲットとされています。今回発見したRuBisCOとカルビン回路の進化的原型をさらに研究することで、光合成の機能改良にもつながり、これらの問題の解決に寄与することが期待されます。

## <参考図>

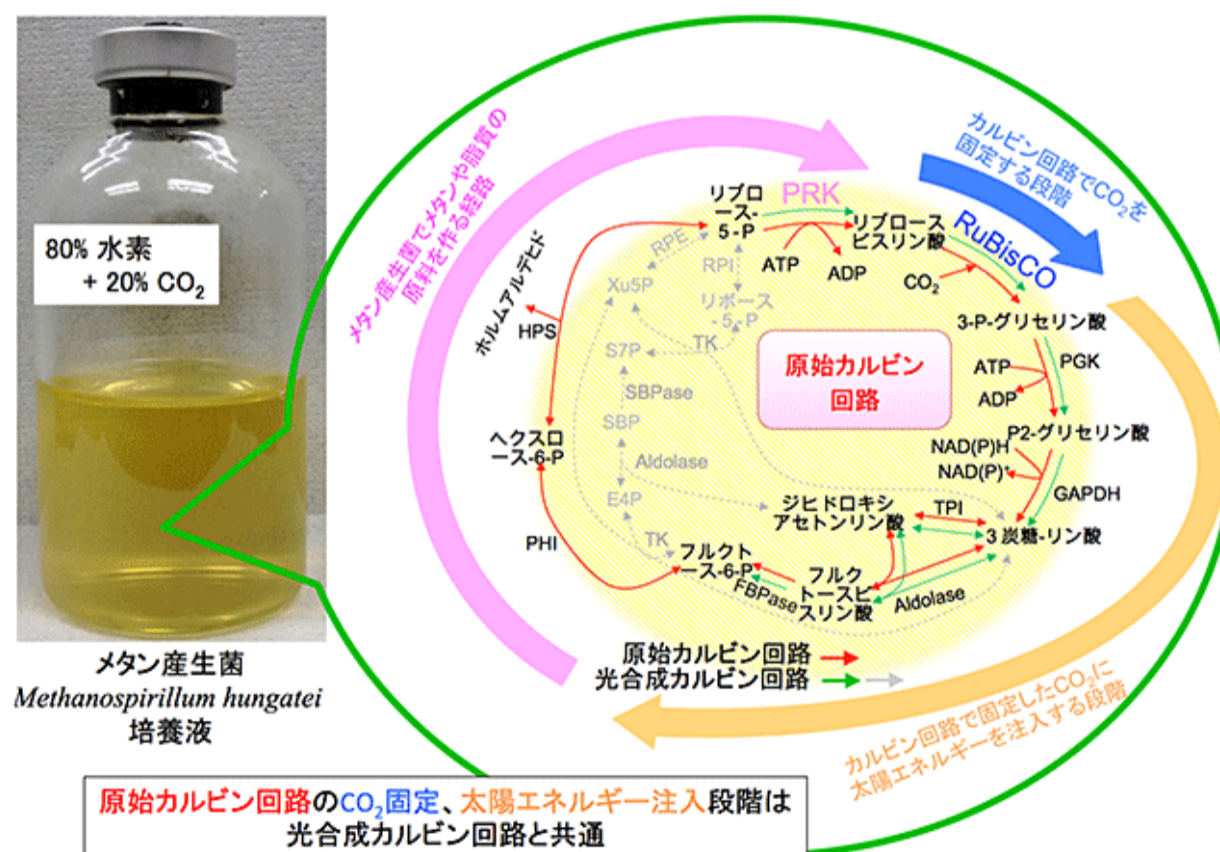


図 メタン生成菌の原始カルビン回路

## <用語解説>

### 注1) CO<sub>2</sub>固定

植物や一部の微生物が外部から取り込んだ二酸化炭素を有機化合物として生体内で留めておく機能。

### 注2) ルビスコ(RuBisCO)

カルビン回路において、CO<sub>2</sub>の入り口となるCO<sub>2</sub>固定段階で働く酵素。その機能の悪さから、さまざまな局面で光合成の速度を規定している。

### 注3) カルビン回路

光合成において、取り込んだCO<sub>2</sub>から糖を合成するための代謝経路である。カルビン回路の名は、発見したカルビン博士に由来し、この発見によりカルビン博士は、1961年にノーベル化学賞を受賞している。

**注4) ホスホリブロキナーゼ (PRK)**

カルビン回路において、RuBisCOがCO<sub>2</sub>固定を行う際にCO<sub>2</sub>分子の受け取り手として使われるリブローズビスリン酸を合成する酵素。

**注5) メタン生成菌**

動物の消化器官や沼、海底堆積物、海底熱鉱床近傍や地殻内などに分布し、地球上で放出されるメタンガスの大半を生産している。メタンを生産する過程で生命エネルギーを獲得している。

**注6) メタボローム解析**

生体内の代謝産物を網羅的に検出、定量する実験手法である。炭素(<sup>12</sup>C)の安定同位体<sup>13</sup>Cを用いれば、炭素分子の代謝経路の同定にも利用される。

## <論文情報>

タイトル：“A RuBisCO-mediated novel carbon metabolism in methanogenic archaea”  
(メタン産生アーキアにおけるRuBisCOが機能する新規炭素代謝)

著者名：Takunari Kono、Sandhya Mehrotra、Chikako Endo、Natsuko Kizu、Mami Matsuda、Hiroyuki Kimura、Eiichi Mizohata、Tsuyoshi Inoue、Tomohisa Hasunuma、Akiho Yokota、Hiroyoshi Matsumura、Hiroki Ashida

掲載誌：Nature Communications