

バイオテクノロジー・バイオシステムを利用した地球温暖化の緩和・適応対策ならびに環境計測技術

Utilizing biotechnology and bio-system as global warming mitigation / adaptation measures and environmental measurement.

2017年1月に就任したトランプ米大統領が、6月に「パリ協定」離脱を表明した。2018年1月になってトランプ氏は、パリ協定の内容がアメリカを考慮するならば復帰もありえると表明した。2020年以降の地球温暖化対策である「パリ協定」は、実施へ着実に進んでいる/ゆく。バイオエコマネジメント学分野では、再生可能エネルギー・省エネルギーや資源リサイクル等についてバイオテクノロジーやバイオシステムの適用を図っている。これらの技術・システムは、地球温暖化の「緩和」と「適応」の技術的ベースとなる。再生可能エネルギーの一つであるバイオマスエネルギーの利用では、効率的な使い方・技術が肝要となってくる。2017年度では、CO₂を効率的に有用物質へ変換する技術として微生物の電気培養法の開発を進めた。また、CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization & Storage) 要素技術開発の一環として触媒によるCO₂の有用化学物質への変換技術について取り組んだ。さらに、低炭素化に寄与するインフラの劣化抑制に関して、金属の微生物腐食に関する研究を行った。

U.S. President Donald Trump expressed secession from the Paris agreement in January 2017. He also announced that a return would be possible if the contents of the Paris agreement were to consider the United States, it was January 2018. We are engaged in biotechnical eco-management research for mitigation of greenhouse gases (GHGs) and environmental analysis/monitoring. These techniques and systems have become the technical basis for the mitigation of and adaptation to global warming. Effective and efficient techniques for the use of biomass energy, a renewable energy, are vital. In 2017, we pushed forward the development of an electric method of culturing microbes as a technique for effectively converting CO₂ into a useful material. We are also engaged in the technology development for converting CO₂ to a useful chemical substance using a catalyst as part of CCUS elemental technology development. Furthermore, we performed a study on metal microbial corrosion to restrain infrastructural deterioration.

電気を還元力として独立栄養細菌により二酸化炭素から有用物質を生産

産業由来排出CO₂の削減する技術の一環として、CO₂を有用物に変換する技術の開発が進められている (Fig.1)。我々は電気化学的に電子を還元力として供給しながら微生物の培養を行う電気培養法の開発を進めており、これまでに電極から鉄を介して電子を供給することで鉄酸化細菌 *Acidithiobacillus ferrooxidans* の増殖促進・高密度化が可能であることを明らかにしている。更に、遺伝子組換えにより *A. ferrooxidans* に有用物生産能を付与することで、電気を還元力とした鉄酸化細菌によるCO₂変換を可能とする基盤技術を構築した (Fig.2)。乳酸菌由来の乳酸生産に関わる遺伝子を *A. ferrooxidans* に導入した組換え株を作製した。組換え株においては乳酸の蓄積が認められ、電気を還元力としてCO₂から乳酸を生産可能であることが示された。

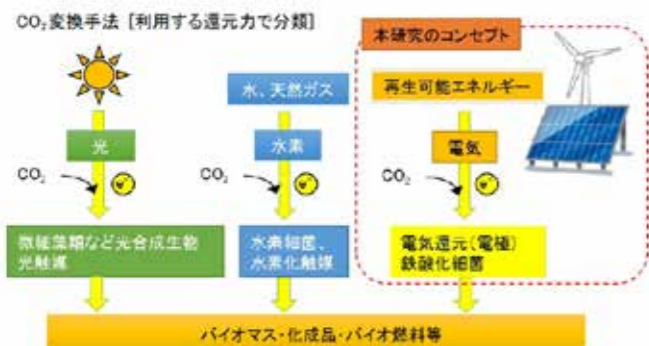


Fig.1 Image of the useful material production from carbon dioxide(CO₂)

Useful material production from CO₂ by autotrophic bacteria using electricity

The development of a technique to convert CO₂ into useful substance was pushed forward (Fig.1). We developed a method of culturing microbes using a supply of electrons from electricity, and we clarified that it is possible to increase the promotion and densification of iron oxidation bacteria *Acidithiobacillus ferrooxidans* by supplying electrons through iron from an electrode. Furthermore, we built a generic technology for converting CO₂ due to iron oxidation bacteria by giving a useful substance production ability to *A. ferrooxidans* through genetic modification (Fig.2). We made a recombination strain which introduced a gene for lactic acid production into *A. ferrooxidans* and cultured it while applying electricity. An increase in cell density was observed in the recombination strain with the electronic supply from an electrode. Lactate accumulation was accepted in the recombination strain.

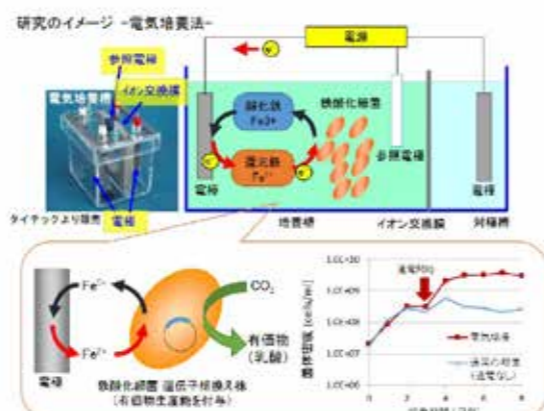
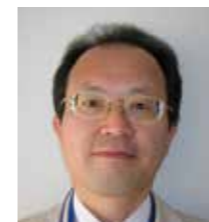


Fig.2 Useful material production from carbon dioxide due to the iron oxidation bacteria which assumed electricity a reduction power



客員教授 渡部 良朋
Professor
Yoshitomo Watanabe



客員准教授 松本 伯夫
Associate Professor
Norio Matsumoto

酢酸菌による金属腐食能の評価とその腐食に関わる遺伝子の探索

インフラの機能劣化を引き起こす原因の一つとして金属腐食がある。金属腐食はこれまで化学・材料の側面から研究されてきたが、化学的な腐食を受けづらい環境 (中性・常温・常圧、嫌気) で生じる急速な腐食や局所腐食などでは、「微生物腐食」が関わっていることが理解されるようになった。微生物腐食は、固体金属を電子供与体とする微生物による作用により生じ、腐食による経済的損失を回避するため、微生物の側面から適切な対策手法の確立が急務となっている。金属腐食を誘引する微生物種やその腐食メカニズムなどの情報は限定的であり知見が不足している。近年、微生物腐食を促進する新しい微生物として酢酸菌が単離された。一方で、これまでに酢酸菌と報告されている微生物の中にも腐食能をもつ種が潜在的に存在する可能性がある。そこで、本年度の研究では既報の酢酸菌の腐食能を評価するとともに、腐食活性の高い酢酸菌において腐食に関与する因子 (遺伝子) を推定した (Fig.3)。

CCUS オプションとしての化学的二酸化炭素再資源化に関わる触媒開発

CO₂を削減する方法として、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) と CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) が注目されている。後者のCCUSは、工場等から排出されたCO₂を他の気体から分離して集め (分離・貯留)、そのCO₂を利用しようとするものである。CCUSの技術開発の一環として、CO₂の化学的変換技術の基礎研究に取り組み、アルデヒド/ケトン水素化のための新規銅触媒を開発した (Fig.4)。開発した新規銅触媒は多様なアルデヒド/ケトンの水素化に適用可能であると同時に、安定性が高くハンドリングに優れる特徴を有する。

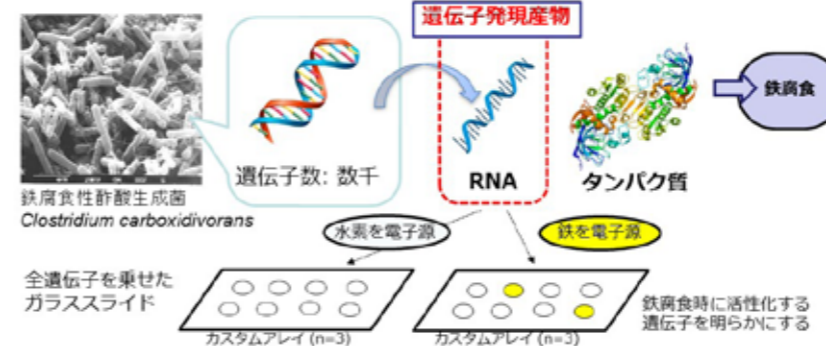


Fig.3 Onset of cyclopedic gene analysis to estimate a gene participating in a corrosion reaction

An evaluation of the metallic corrosion ability of acetic acid bacteria and a genetic search for corrosion

Metallic corrosion had been studied until from the perspectives of chemistry and materials. However, rapid corrosion and local corrosion that occur in an environment where it is difficult to receive chemical corrosion have come to be understood to be caused by microbial corrosion. It is necessary to establish appropriate techniques for measuring such microbial corrosion. There is limited information about microbial species and the mechanisms they use to induce metallic corrosion. In recent years an acetic acid bacterium was isolated as a new microbe that promotes microbial corrosion. On the other hand, other microbes with corrosion ability may exist. Therefore, we evaluate the corrosion ability of the acetic acid bacteria discovered earlier this year, and we estimate factor (gene) that participates in corrosion in the acetic acid bacterium.

Catalytic development of chemical carbon dioxide recycling as a CCUS option

As countermeasures for reducing CO₂, CCS and CCUS are attracting attention. As part of the technology development of CCUS, we worked on fundamental studies of the chemical conversion technology of CO₂ and developed a new copper catalyst for aldehyde/ketone hydrogenation (Fig.4). The new copper catalyst has high stability and superior handling and is applicable for hydrogenation of a variety of aldehydes and ketones.

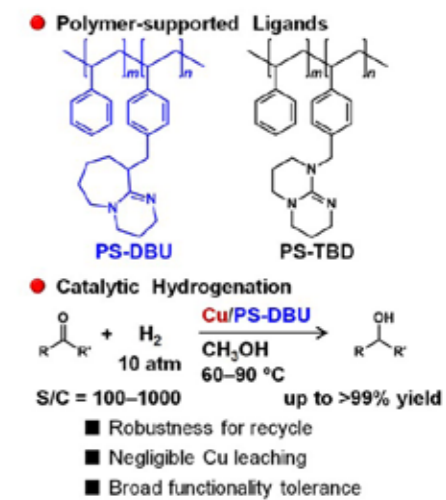


Fig.4 Immobilized DBU-Copper catalyst; concept and summary