

## 微生物を利用して地下の未利用有機物をバイオメタンに変換する技術の

### 提案・開発～新たなガス化技術(SCG法)の実現に向けて～

#### 研究成果のポイント

- ・ 北海道北部の天北炭田でのバイオメタン<sup>\*1</sup>生産を念頭に置き、地下圏において技術的に堆積岩<sup>\*2</sup>中の有機物を微生物起源のメタンに変換する手法“Subsurface Cultivation and Gasification”(バイオメタン鉱床造成/生産法(SCG法))を提案した。
- ・ 本提案技術のうち、堆積岩中の難分解性有機物<sup>\*3</sup>の分解において、低濃度の過酸化水素の有効性を示した。また、この分解によってメタン生成菌の基質<sup>\*4</sup>となる低分子量有機酸<sup>\*5</sup>が高収率で得られることが明らかとなった。
- ・ 過酸化水素を利用して堆積岩から分解された種々の基質を含有する反応溶液は、メタン生成菌によって、その接種源<sup>\*6</sup>に関わらず、メタンに変換することが可能であった。
- ・ 本提案技術における天北炭田でのバイオメタン生産は、理論上、経済的・工業的にも成立することが示唆された。

#### 研究成果の概要

幌延地圏環境研究所では、北海道北部の天北炭田の褐炭層や珪藻岩層等に含まれる未利用有機物を微生物の作用によりバイオメタンに変換する技術の開発を進めています(図-1)。本研究では、幌延地圏環境研究所と三菱マテリアル株式会社との共同研究により、新たなガス化技術である地下圏バイオメタン生産技術を提案し、実験結果および理論上、北海道北部の天北炭田において、経済的、工業的にもバイオメタン生産の実現性が高いことを示しています。本成果は、英国の学術誌“Energy Conversion and Management”において、2017年12月1日に公開されました。

本研究は、経済産業省 深地層研究施設整備促進事業補助金の支援により実施しました。

#### 論文発表の概要

研究論文名：Experimental investigation on the feasibility of industrial methane production in the subsurface environment via microbial activities in northern Hokkaido, Japan – A process involving subsurface cultivation and gasification. (北海道北部における微生物による地下圏バイオメタン生産の実現に向けた実験的検討—Subsurface Cultivation and Gasification の提案)

著者：荒牧憲隆<sup>1</sup>，玉村修司<sup>1</sup>，上野晃生<sup>1</sup>，Alam AKM Badrul<sup>1</sup>，村上拓馬<sup>1</sup>，玉澤聡<sup>1</sup>，山口眞司<sup>2</sup>，

青山秀夫<sup>2</sup>, 金子勝比古<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>幌延地圏環境研究所, <sup>2</sup>三菱マテリアル株式会社)

公表雑誌 : Energy Convention and Management

公表日 : 2017 年 12 月 1 日 (金)

## 研究成果の内容

### (背景)

世界のエネルギー資源開発の現状は、将来的なエネルギー需給のひっ迫が懸念される中で、石油・天然ガスの開発ニーズも、在来型資源<sup>7</sup>にとどまらず、シェールオイル・ガス、コールベットメタンなど開発が困難とされてきた非在来型資源<sup>8</sup>まで拡大しています。現在、北海道では、日本の中でも石炭層が広く分布し、埋蔵量が多く、その地下圏に賦存するメタンを有効に活用しようと種々の研究が進められています。

地下環境圏でのメタンは、主に微生物起源と熱分解起源によるものがあり、微生物起源のメタンは、地層中において、メタン生成菌の代謝<sup>9</sup>の過程で生成されます。地層中には、メタンの基質となる根源物質、すなわち難分解性の有機物が含有されており、地質学的スケールの時間の経過を経て、これが化学的な作用や微生物によりメタン生成菌に必要な基質となる低分子の有機酸に分解され、この有機酸をもとにメタンが生成されていると考えられています。

幌延地圏環境研究所では、これまで、北海道北部の地層（石炭層や珪藻質泥岩層等）中に含まれるメタンが微生物起源であることも明らかにしたほか、その生成のメカニズムの一端を逐次明らかにしてきました（図-1）。

しかし、北海道北部の地層中に存在するメタンは、資源量が乏しく、工業的に利用するには、難分解性の有機物を迅速に分解し、バイオメタンに変換する技術の確立が必要でした。

【本研究発表の報道解禁日】平成 29 年(2017 年)12 月 1 日(金)

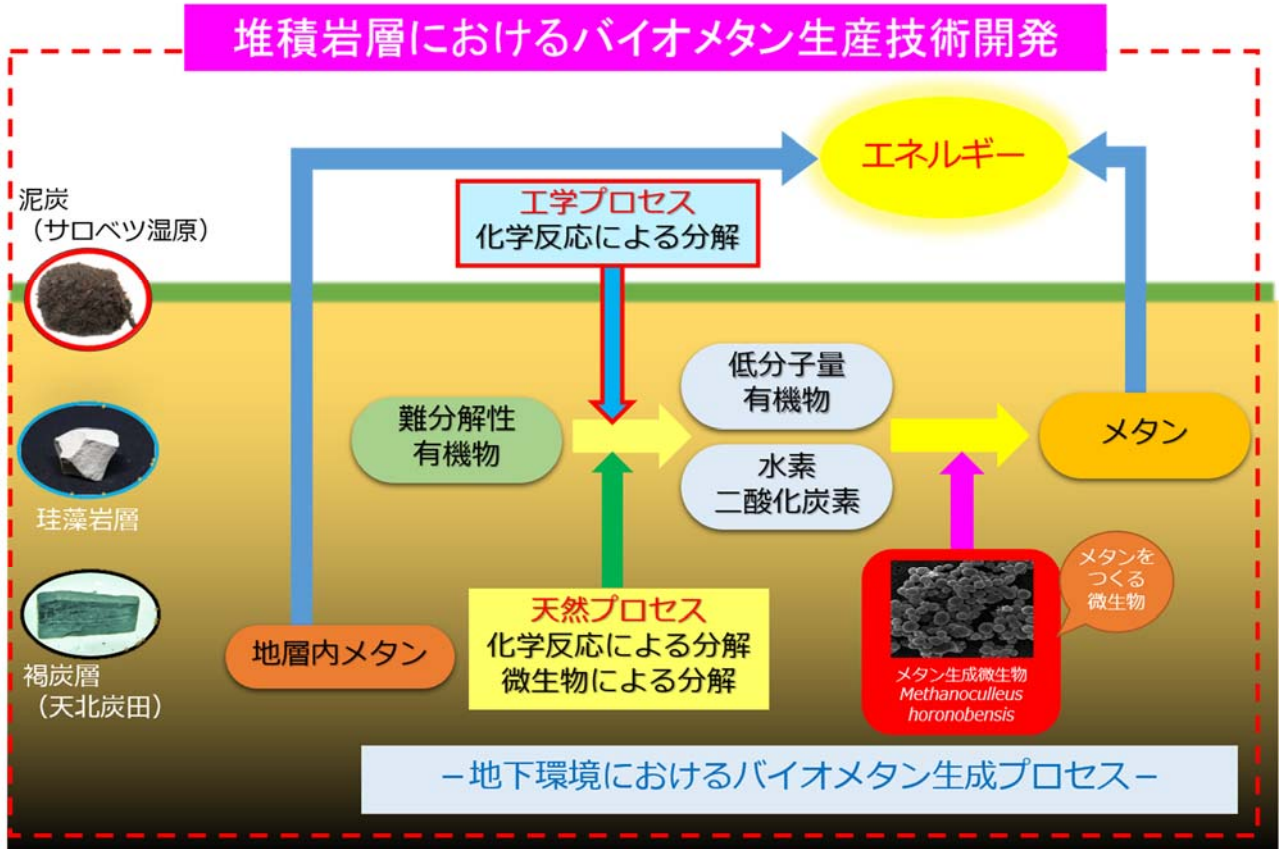


図-1 堆積岩層におけるバイオメタン生産開発のイメージ

## (研究手法)

バイオメタン鉱床造成/生産法 (SCG 法) は、石油開発技術および土壌汚染対策技術をもとに提案しています (図-2)。実験用試料には、北海道北部の天北炭田中の宗谷夾炭層から採取された褐炭を用いています。この褐炭を 1%過酸化水素水に浸漬させて、褐炭から酸化分解される生成物の濃度を評価したバイオメタン生産のために必要な基質生成ポテンシャル試験が行われました。生成物の濃度評価には、イオンクロマトグラフィー<sup>\*10</sup> によって分析されました。さらに、この実験で得られた反応液を用いて、接種源の異なるメタン生成菌を用いて、バイオメタン生成実験を実施しました。

このように、本研究では、このようなエネルギー資源開発に対して、地盤工学、石油工学、化学工学および微生物学に関わる知見、技術を有機的に結びつけ、SCG 法の確立を目指しています。

## バイオメタン生産技術

### SCG method (Subsurface Cultivation and Gasification)

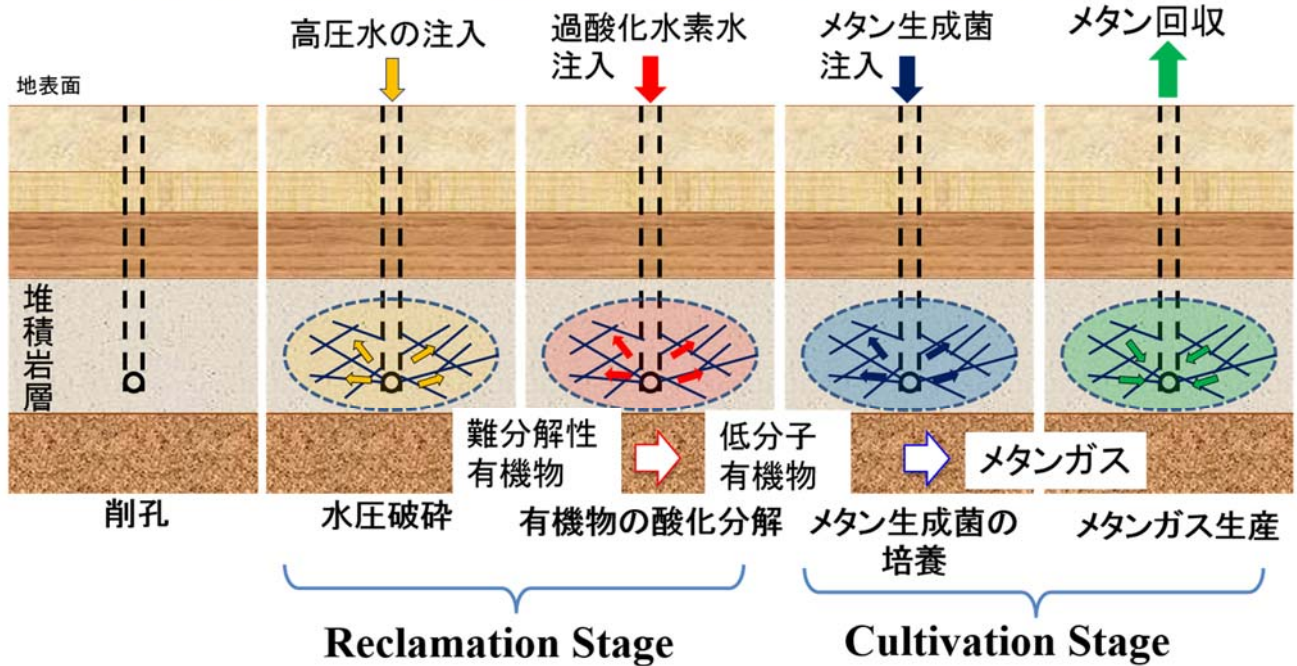


図-2 原位置酸化分解を伴う SCG 法のプロセス

#### (研究成果)

天北炭田での SCG 法開発を念頭に置き、褐炭の有機物を迅速に分解するために、地下に  $H_2O_2$  を注入する方法が検討され、褐炭の酸化分解により、メタン生成菌の基質として、低分子有機酸生成が高収率で得られることが認められました。反応溶液の酸化還元電位 (ORP) <sup>\*11</sup> および電気伝導率 (EC) <sup>\*12</sup> を計測することで、SCG の実際の適用における  $H_2O_2$  消費の有効なモニタリングパラメータとして有用であることも明らかとなりました。

また、種々の基質を含有する反応溶液は、メタン生成菌の接種源に関わらず、メタンに変換可能であることが認められました。これら実験結果は SCG 法による地下環境でのバイオメタン生成が実現可能であることを示唆しています。

さらに、理論的にバイオメタン生産量を評価した結果、SCG 法による天北炭田でのバイオメタン生産は  $15\sim 25m^3/t$  であると推定できました。このバイオメタン生産量は、アメリカで商業的に生産されているコールベッドメタン量 (例: Powder River coal mine  $0.8\sim 1.9m^3/t$ , San Juan coal mine  $8.5\sim 17.0m^3/t$ ) と比較しても、経済的・工業的に十分可能であることが明らかとなりました。



【本研究発表の報道解禁日】平成 29 年(2017 年)12 月 1 日(金)

## （今後への期待）

この SCG 法が開発されることで、北海道北部において、生産されたメタンガスを小規模な火力発電に利用することで新たな安定電源として期待される他、周辺の風力発電やメガソーラーなどの自然エネルギーのバックアップ電源としても期待されます（図-3）。

また、ローカルエネルギーの地産地消モデルとして全道、全国そして世界へ展開することが期待できます。

## 【本件のお問い合わせ窓口】

### ●ノーステック財団：(公財)北海道科学技術総合振興センター

担当者名 常務理事 中西 猛雄

電話 011-708-6527

F A X 011-708-6529

部署名 (公財)北海道科学技術総合振興センター 研究部 幌延地圏環境研究所

担当者名 主任研究員 荒牧 憲隆

電話 01632-9-4112

F A X 01632-9-4113

E-mail h-rise@h-rise.jp

参考図

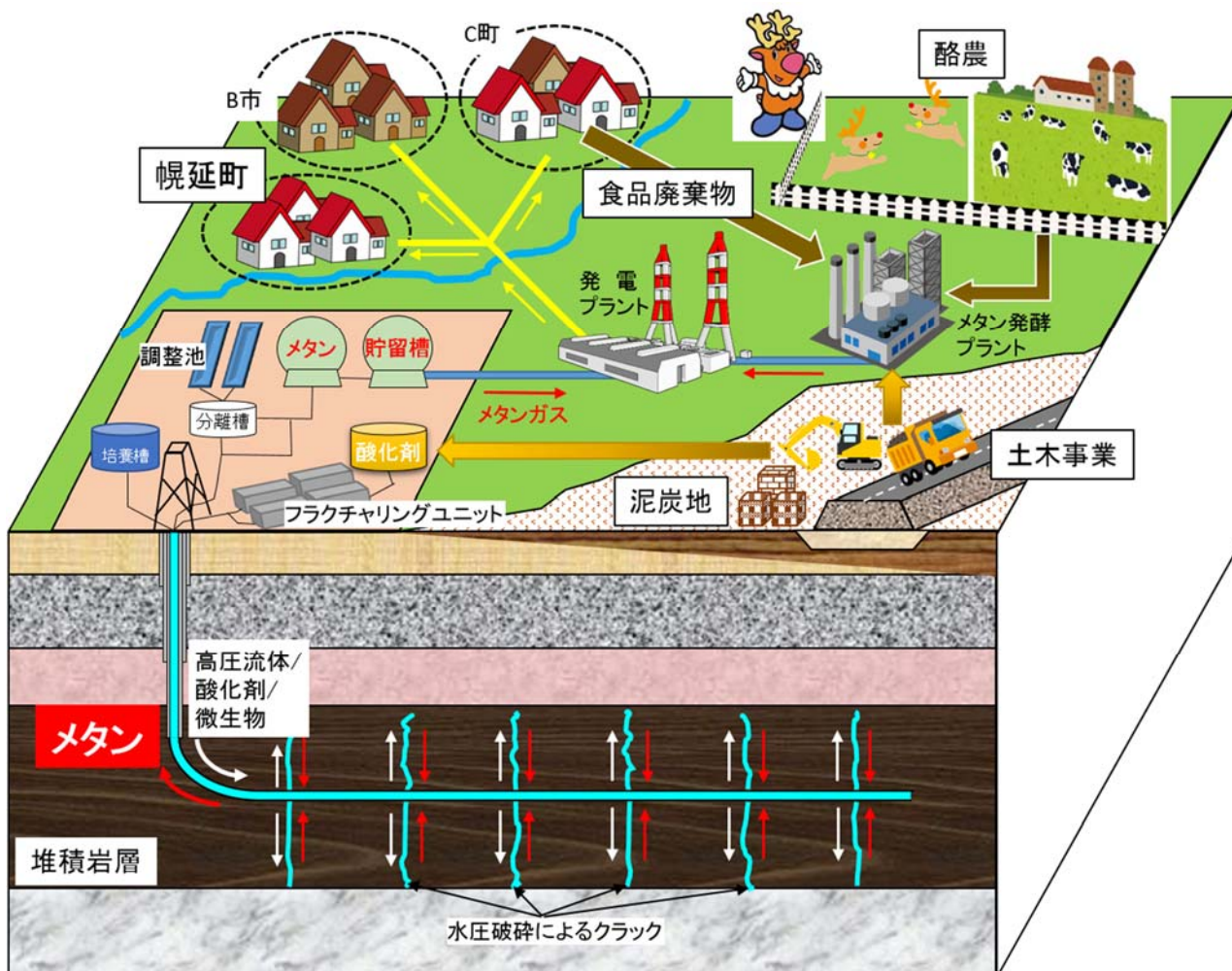


図-3 道北地区におけるエネルギーの地産地消モデル

## 用語解説

\*1 バイオメタン：

メタン生成菌によって生成されたメタン。

\*2 堆積岩：

もともとの岩石が風化，侵食されてできた堆積物，また火山灰や生物遺骸などの堆積物が，水底または地表に堆積し，物理的，化学的な作用を受けてできた岩石。石炭も含まれます。

\*3 難分解性有機物：

有機物のうち自然の作用をもって分解されない，または分解されるまでに長期間要する物質。例

えば、石炭には難分解性有機物が多く含まれています。

**\*4 基質：**

微生物の呼吸に使われる物質。メタン生成菌の場合、酢酸、ギ酸、水素、二酸化炭素など。

**\*5 低分子量有機酸：**

酢酸やギ酸のような分子量の小さい有機酸。

**\*6 接種源：**

自然のもしくは人工的に微生物が繁殖した場。

**\*7 在来型資源：**

古くから利用されてきた通常の油・ガス田から開発される石油・天然ガス。

**\*8 非在来型資源：**

通常の油・ガス田以外から開発される石油・天然ガス。代表的な非在来型資源として、石油系ではオイルサンドやシェールオイル、天然ガス系ではシェールガス、コールベッドメタン、さらにはメタンハイドレートなどが挙げられます。

**\*9 代謝：**

生命維持活動に必須なエネルギーの獲得や、成長に必要な有機物を合成するために生体内で起るすべての生化学反応の総称。

**\*10 イオンクロマトグラフィー：**

主に溶液中のイオン性成分の定性・定量を行う分析手法です。環境水や排水等の水質管理のほか、大気環境測定や食品分野などの品質管理等にも広く適用されている分析方法。

**\*11 酸化還元電位 (ORP)：**

酸化させる力と還元させる力との差を測定して電圧(mV)で表したものです。電圧値がプラスであれば酸化力が強く、マイナスであれば還元力が強いということになります。

**\*12 電気伝導率 (EC)：**

液体中での電気の流れやすさを示す指標。pH と並び、水溶液の性質を知るための重要な指標となっています。