

課題名： 極限環境に適応した深海微生物生存戦略のグリーンバイオケミストリーへの展開

氏名： 大田ゆかり

機関名： 独立行政法人海洋研究開発機構

### 1. 研究の背景

地球上の全炭素貯蔵量約65,500ギガトン(Gt)のうち37,000Gtが深海に存在していると見積もられている。地球炭素循環においては、生物活動による循環量は物理的循環の1000倍に相当する重要な過程であり、深海から浅海域への生物による炭素循環が地球規模の炭素循環に与える影響は極めて大きい。深海域では、太陽光による光合成が行われなため、栄養源となる有機物が乏しく、地上や浅海域から沈んでくる有機物に頼った生態系が広がっている。浅海では分解されやすい有機物が短時間で循環しているが、深海域での炭素循環では、地表から沈んでくる分解されにくい有機物、例えば植物が作る地球最大級かつ難分解バイオマスであるセルロースやリグニンなどに対する微生物の作用が、その循環速度を規定する重要な因子である。セルロースをエタノールなどに生物変換して利用する研究が精力的に行われているのに対し、リグニンに関しては、セルロースと並ぶ生産量を誇る再生可能原料であるにも関わらず、構成成分のフェノール化合物が多くの生物にとって有毒であるが故に、その生物変換法の開発や有効利用が大きく遅れている。しかしながら、リグニンの基本構造は石油成分の構造との共通性が高く、プラスチックなどの化成品のほとんどがリグニンから作り出せる可能性があり、有効利用法の開発が期待されている。

### 2. 研究の目標

リグニンを自在に作り替える機能を持つタンパク質(リグニン変換酵素)を深海微生物から新たに探し出す。これらを組み合わせ、活用し、リグニンを原料とする高機能プラスチックを創生する。

### 3. 研究の特色

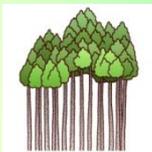
本研究では、しんかい6500などの深海調査船で取得した泥・沈降物を対象として、栄養源がわずかしかない深海極限環境に適応し、非常に効率の良いエネルギー獲得・代謝能力を身に付けるべく独自に進化してきた多様な深海微生物の持つ優れた生物機能を発掘する。生物機能の探索には自ら開発してきた「遺伝子機能探索手法」を利用する。このオリジナル手法により、これまで見出すことのできなかった遺伝子、およびそれらから作られる酵素に代表される新しい生物機能を発見し、リグニンの生物変換へ応用する。

### 4. 将来的に期待される効果や応用分野

私たちの生活に欠かせないプラスチックを非食用の植物原料から、エネルギー効率の高いバイオの力で作ることが可能になり、地球に優しい物質変換反応(グリーンバイオケミストリー)が普及する。リグニンの有効利用技術の開発は、石油資源に頼らない持続可能な社会の構築に非常に重要な技術である。

# 極限環境に適応した深海微生物生存戦略のグリーンバイオケミストリーへの展開

## リグニン



- 未利用の再生可能原料（非食糧に由来）
- セルロースと並ぶ地球最大級のバイオマス  
（木材の30%, 稲ワラの10%, **海藻にも含まれる**）
- 石油原料化成品の95%を作り出すことが可能と推定

深海微生物の優れた機能

## 生活に欠かせない プラスチックを作る

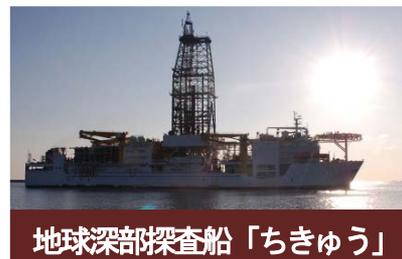
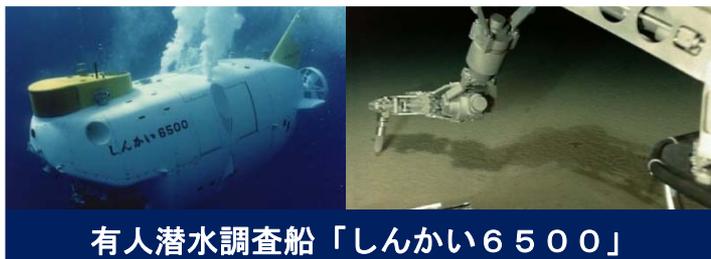
深海微生物の  
優れた酵素を新たに探索し、  
これらをリグニンの  
生物変換に応用



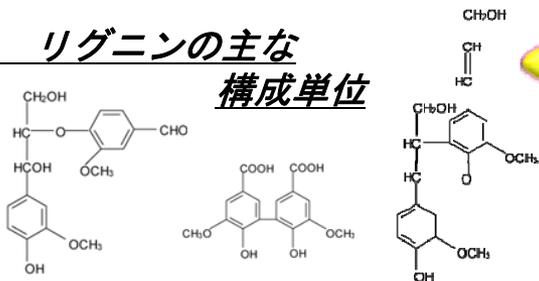
石油資源に頼らない  
持続可能な未来のために

## 深海微生物の 高いポテンシャル

- 深海微生物からはこれまで新規で多様な有用機能が発見されている
- 光合成が行われない深海は栄養源に乏しいため、深海微生物は他の分解が難しい有機物を効率良く利用できる能力を持つ
- 「しんかい6500」・「ちきゅう」で採取した未開拓の泥サンプルから新規な微生物の優れた機能を探索

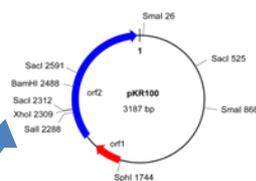
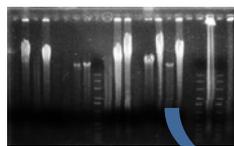


## リグニンの主な 構成単位



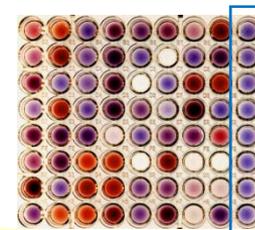
フェノール化合物と呼ばれるこれらの物質は多くの微生物にとって有毒であるため、生物変換がこれまで困難であった。

## オリジナルの新遺伝子探索手法！



フェノール性化合物に耐性を持つ微生物と新しい遺伝子保持システムでリグニンを変換する新しい酵素の遺伝子を探索

## 多様な深海微生物が リグニン代謝「鍵」化合物を変換



微生物の作用無し

多様な代謝反応と代謝物の発見に期待