

工学と国際開発

「バイオテクノロジーと 国際開発工学」

持続可能社会を支える技術としてのバイオテクノロジーをとおして、国際開発工学にどんな貢献が可能か。演者の疑問と希望について話題提供し、将来の可能性について議論を深めたい。

東京工業大学 中崎清彦

ひょっこりひょうたん島

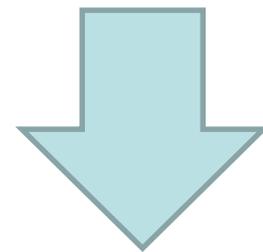


出典:

<http://hitomiza.com/hyokkorihyoutanjima.html>

ひょっこりひょうたん島

- ・エネルギーもマテリアルも循環している閉じた系
- ・持続可能な社会



宇宙船地球号

- ・持続可能な仕組みを

出典: <http://www.ff-dome.com/search/%E6%89%BF%E3%81%A3/page/3>

バイオマスのカスケード利用

バイオリファイナリー



バイオエタノール



バイオ燃料



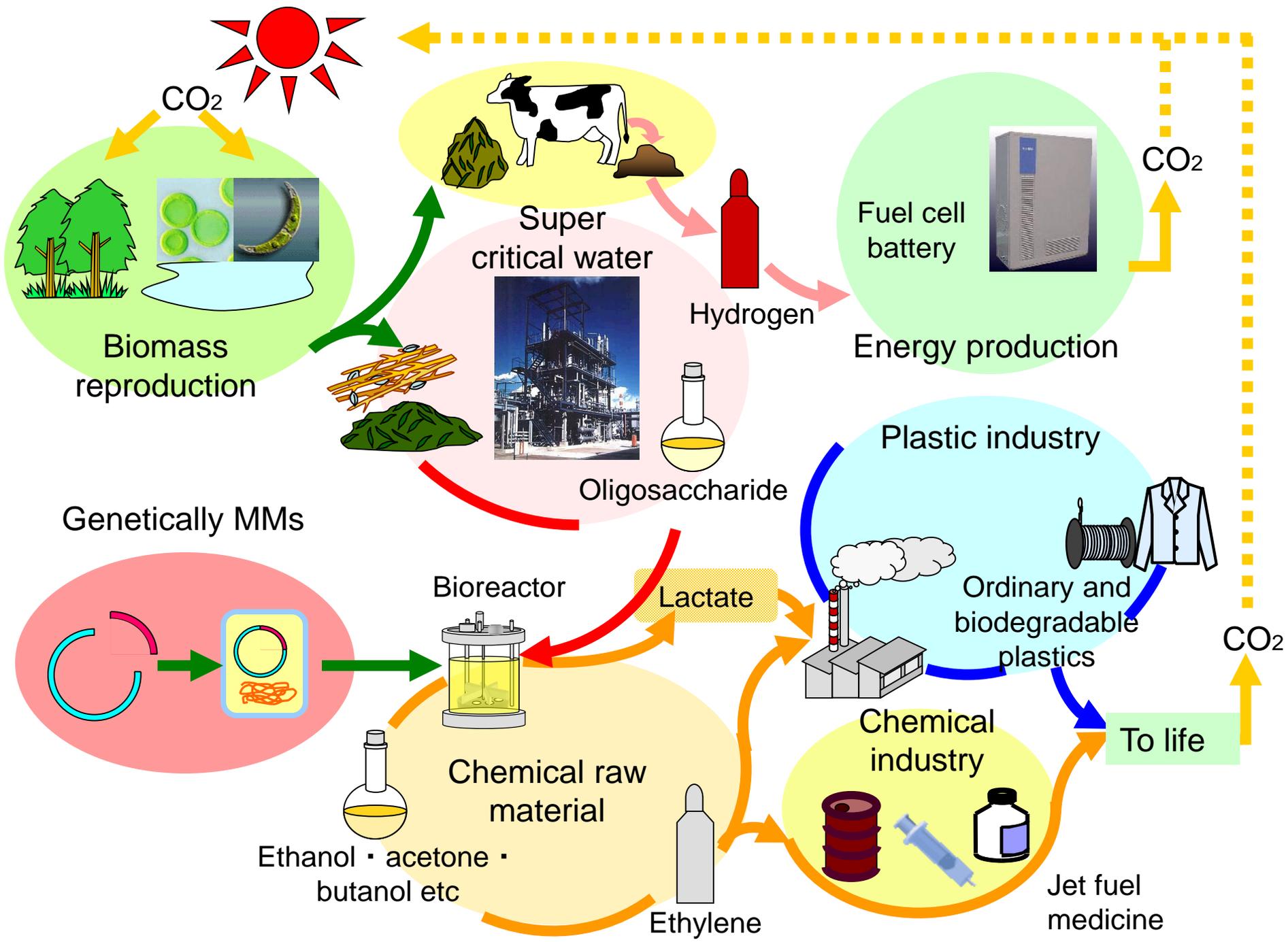
バイオガス

バイオ肥料

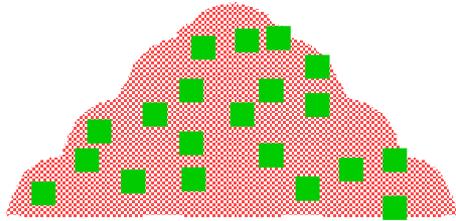


機能性コンポスト

エネルギーと物質
の同時生産



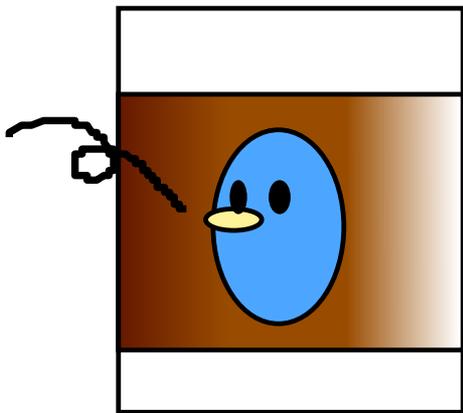
生分解性プラスチック生成過程



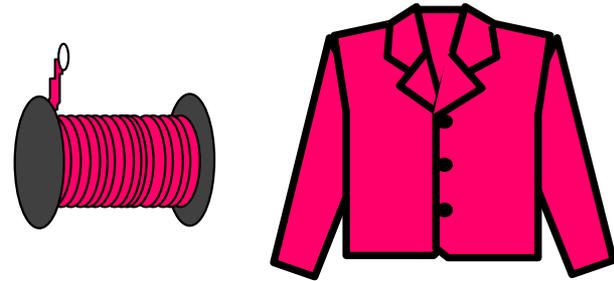
汚泥



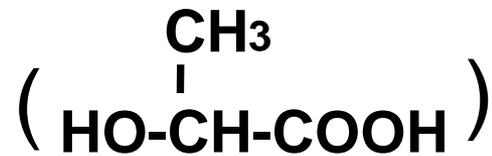
乳酸菌



乳酸発酵



生分解性プラスチック



L-乳酸

produce poly-lactic acid from the paper sludge with the cost less than 1\$/kg



Poly L-lactate
(powder)

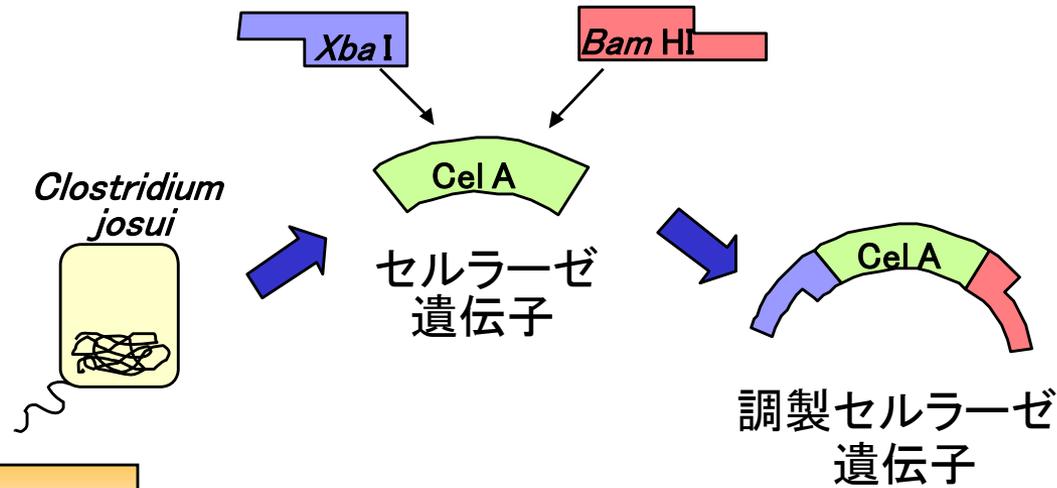


Paper sludge

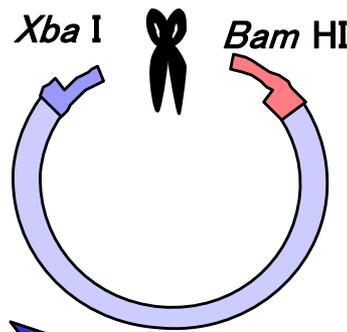
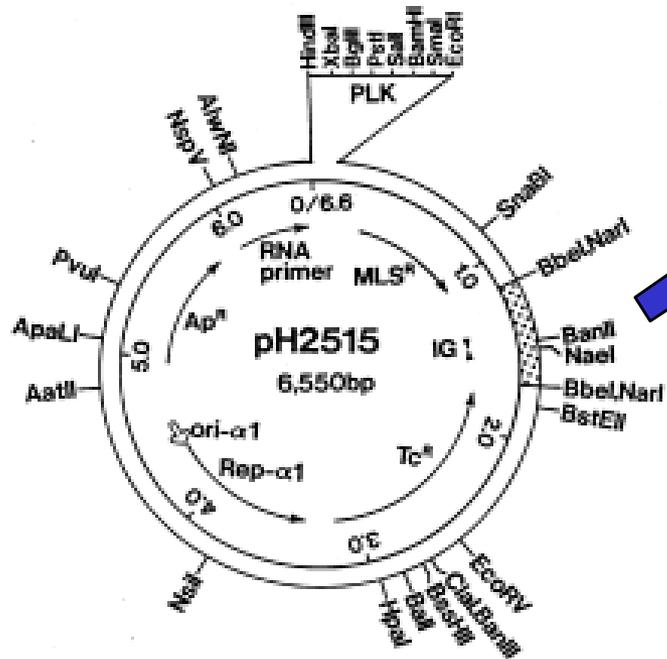
Poly L-lactate
(film)



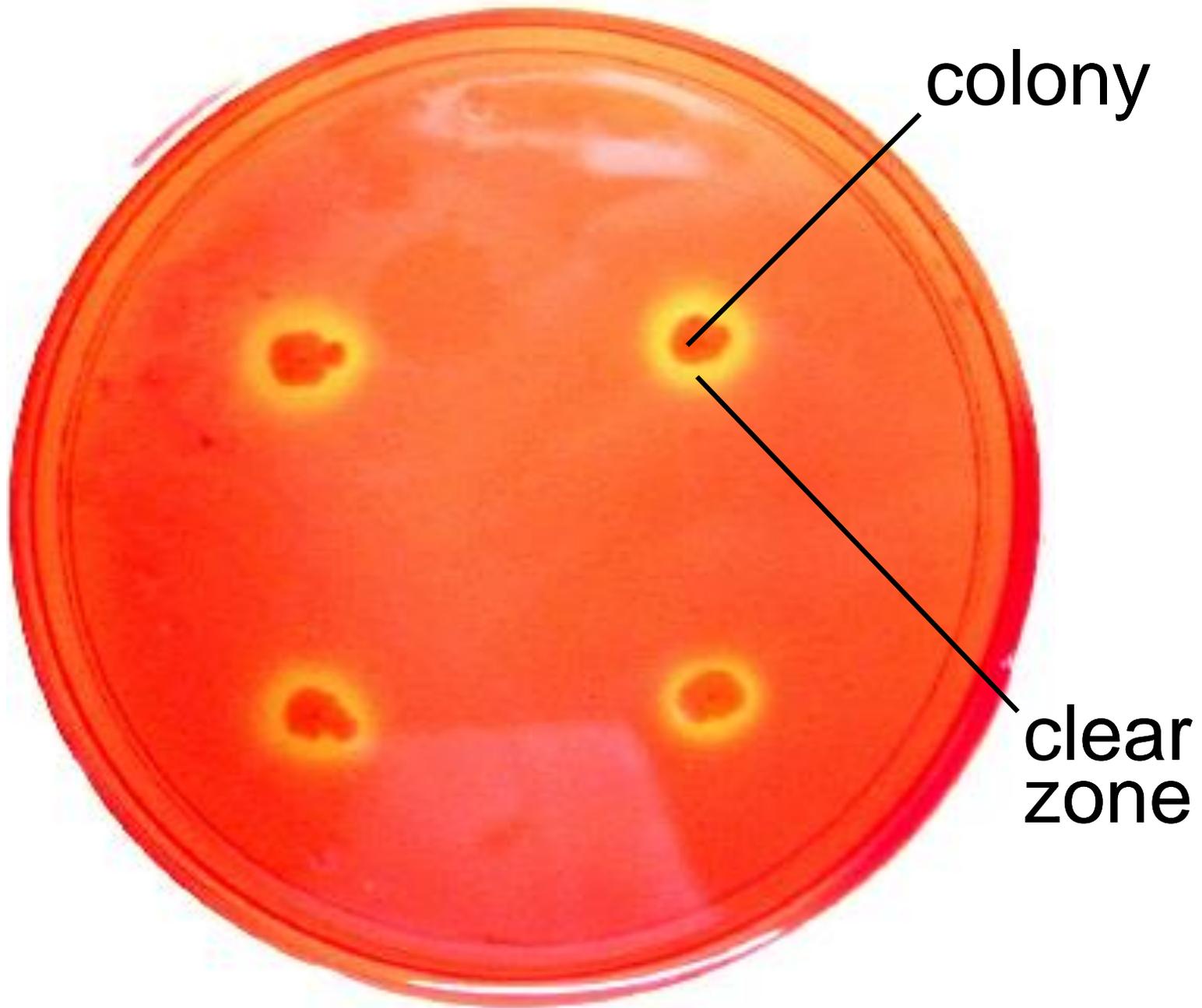
セルラーゼ遺伝子



プラスミドベクター



遺伝子組み換え乳酸菌



colony

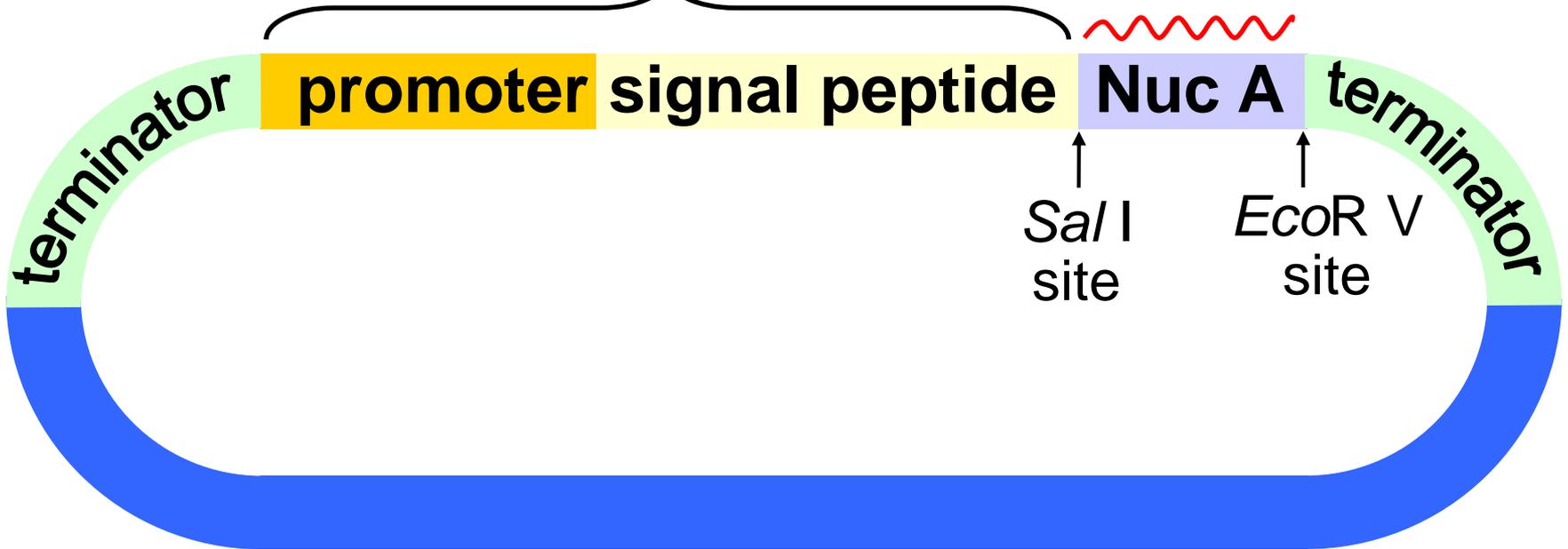
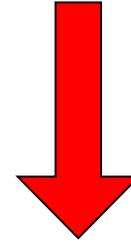
clear
zone

Cellulase gene



Clostridium josui 由来

Lactococcus lactis 由来



プラスミドベクター-pVE5523

バイオマスのカスケード利用

バイオリファイナリー



バイオエタノール



バイオ燃料



バイオガス

バイオ肥料

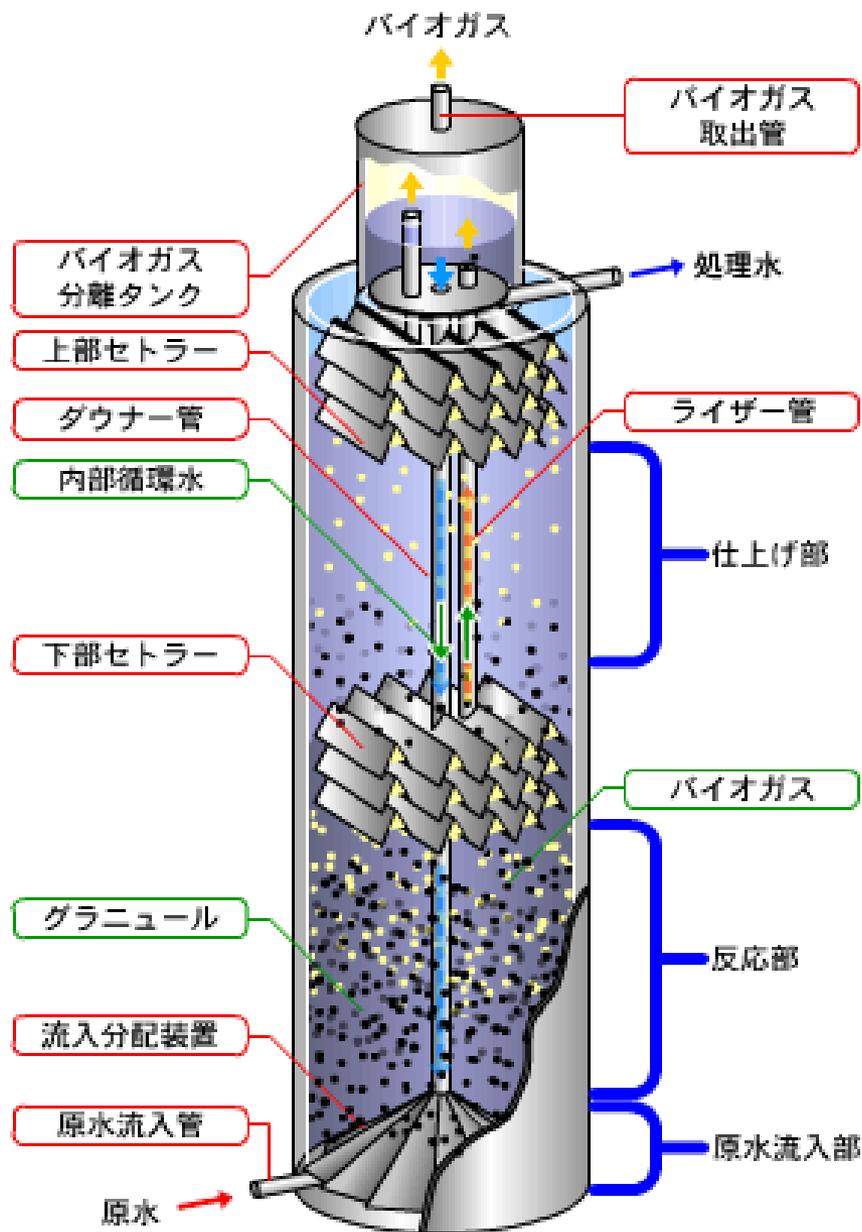


機能性コンポスト

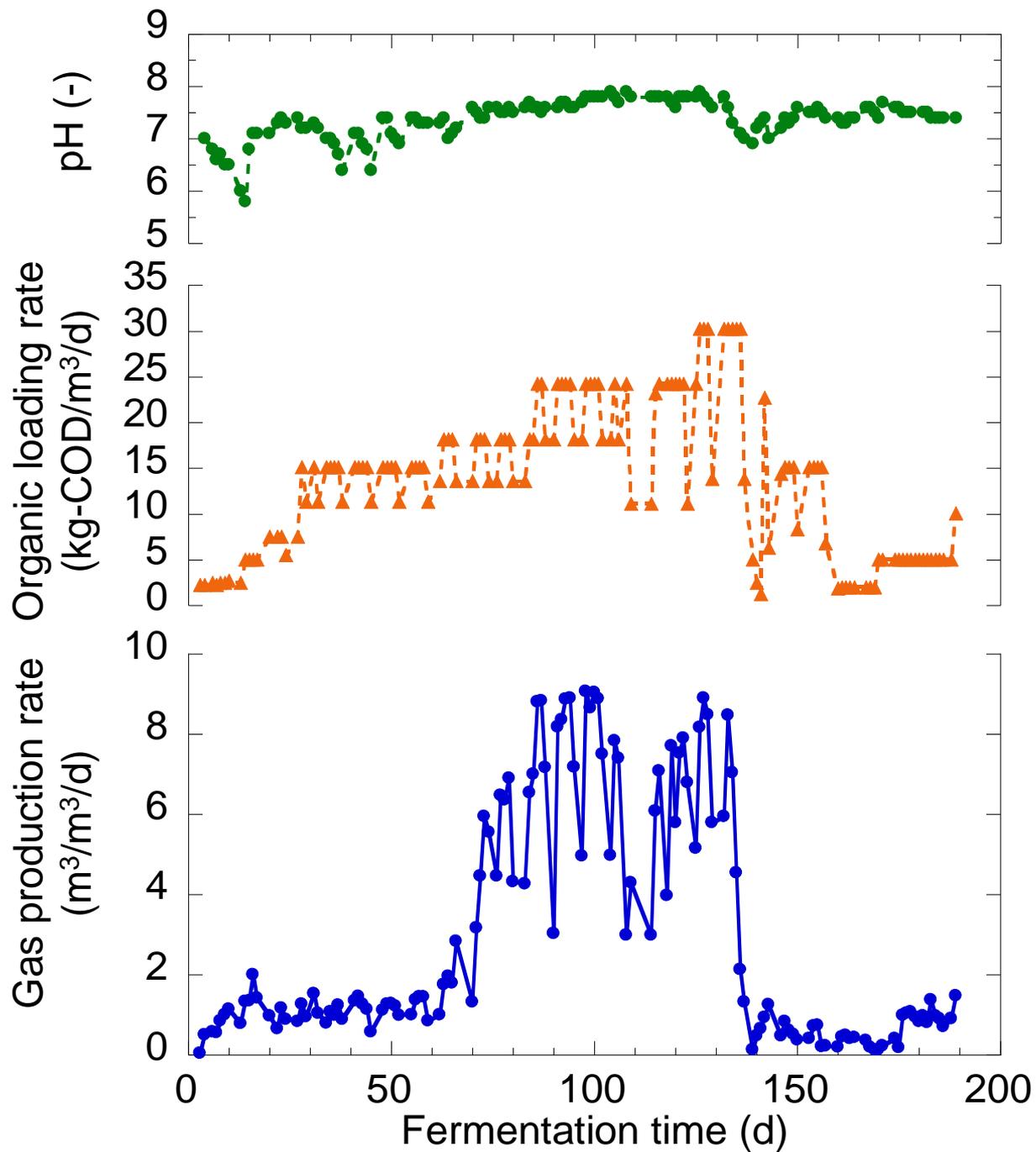
エネルギーと物質
の同時生産

メタン発酵プロセス

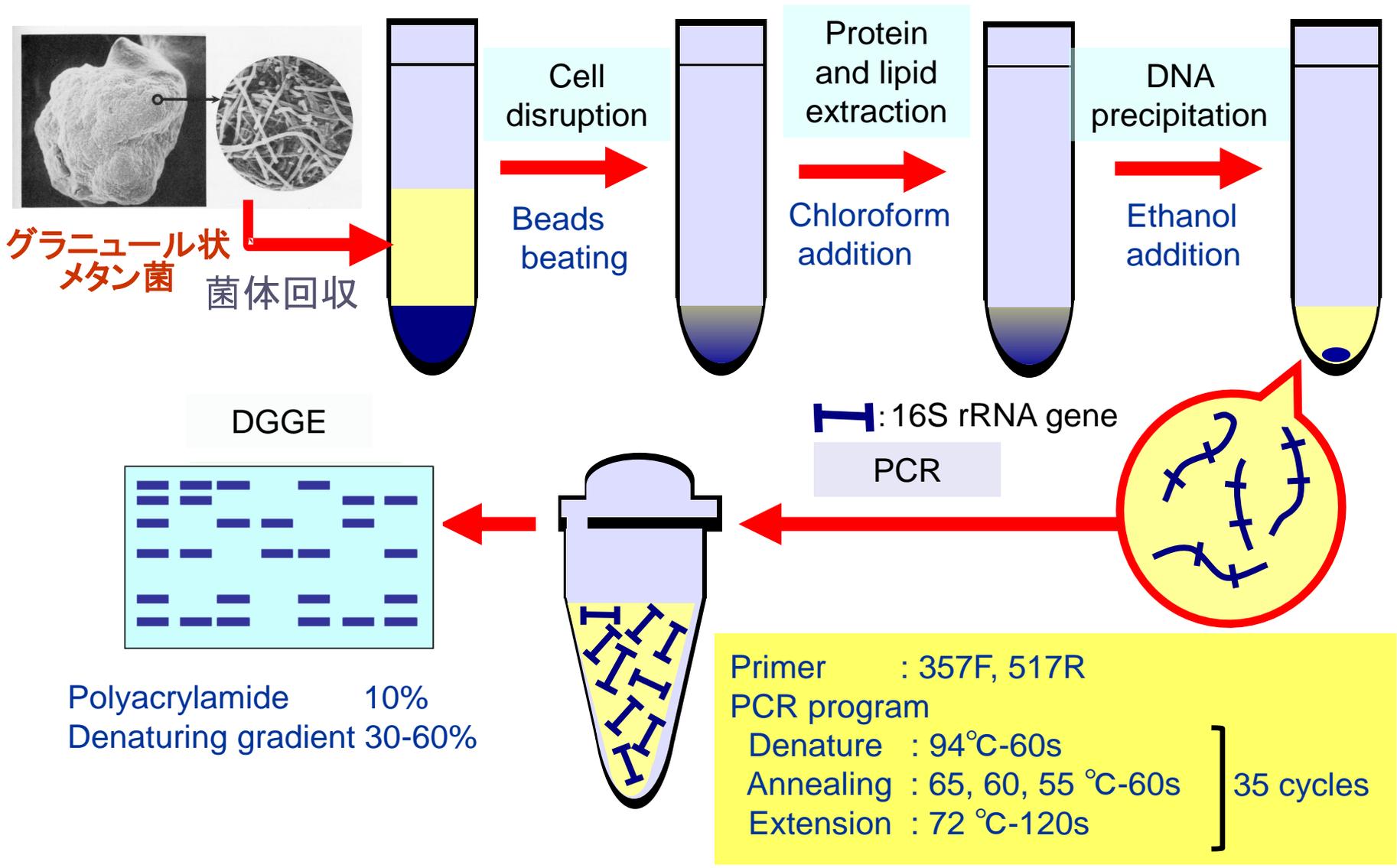




出典: http://www.kakokishoji.co.jp/products/kankyo/kousoku_UASB.html



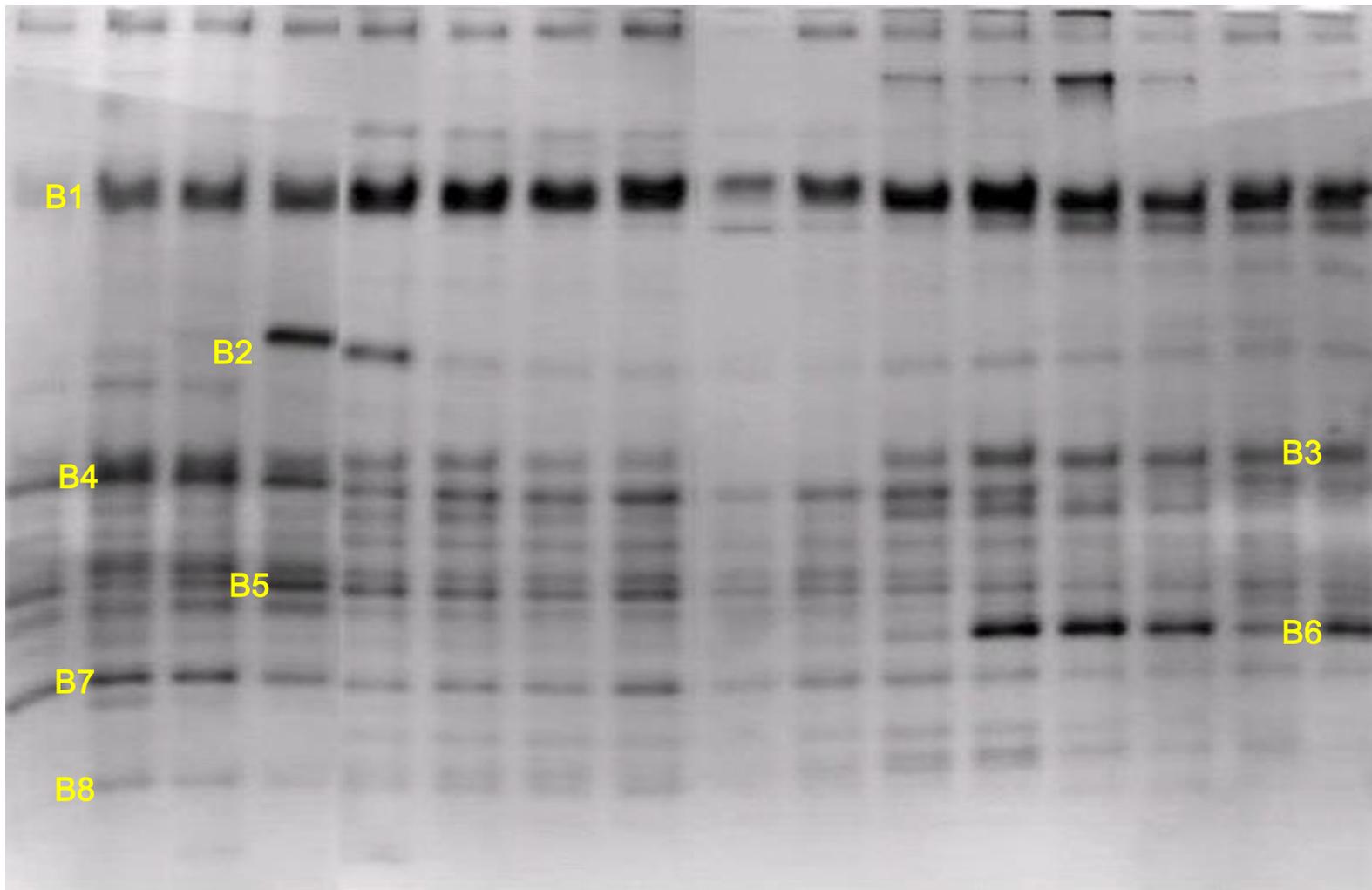
微生物叢の解析方法 (PCR-DGGE法)



Bacteria

Fermentation time (d)

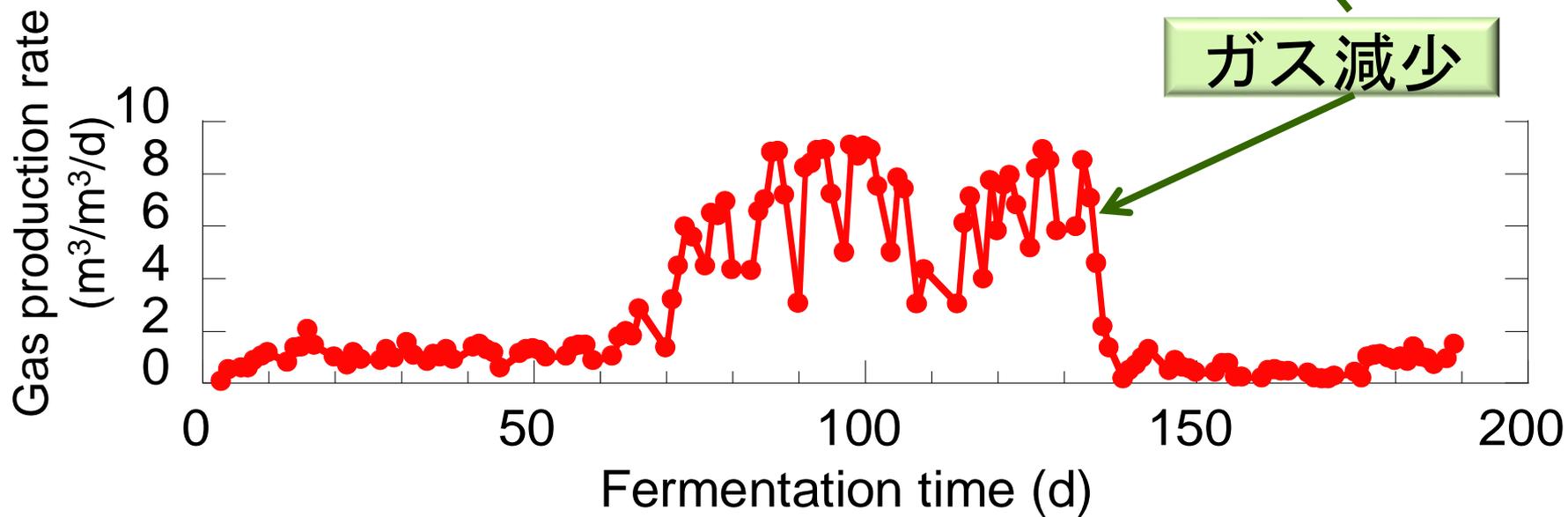
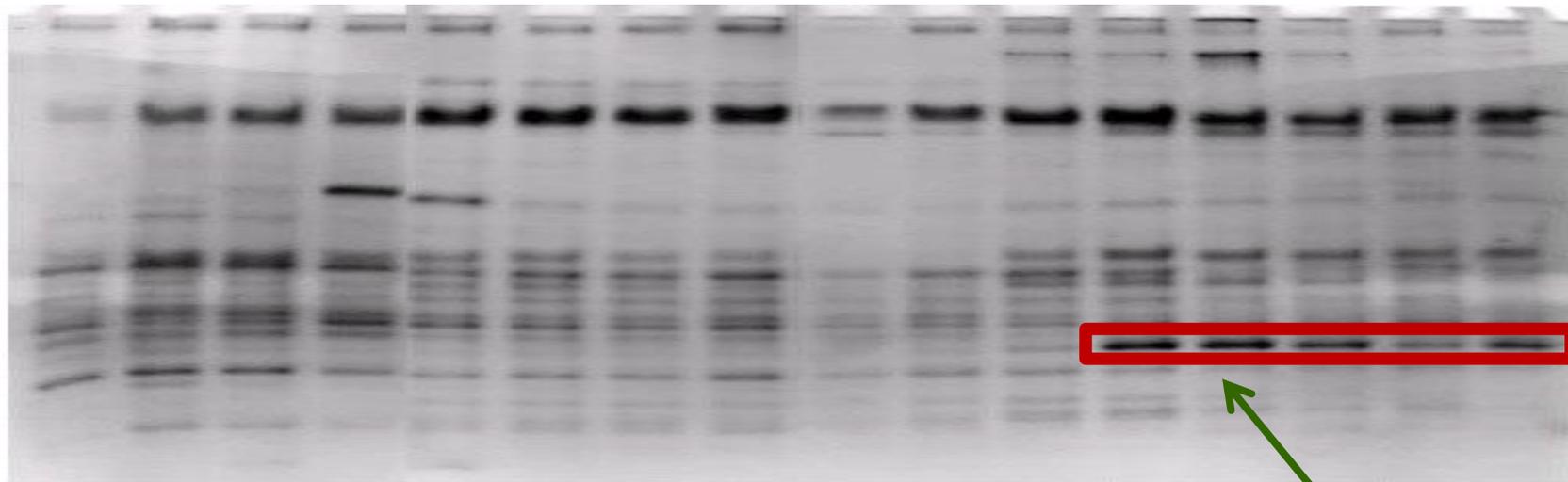
S 0 9 26 64 72 76 83 84 95 103 125 136 143 169 190



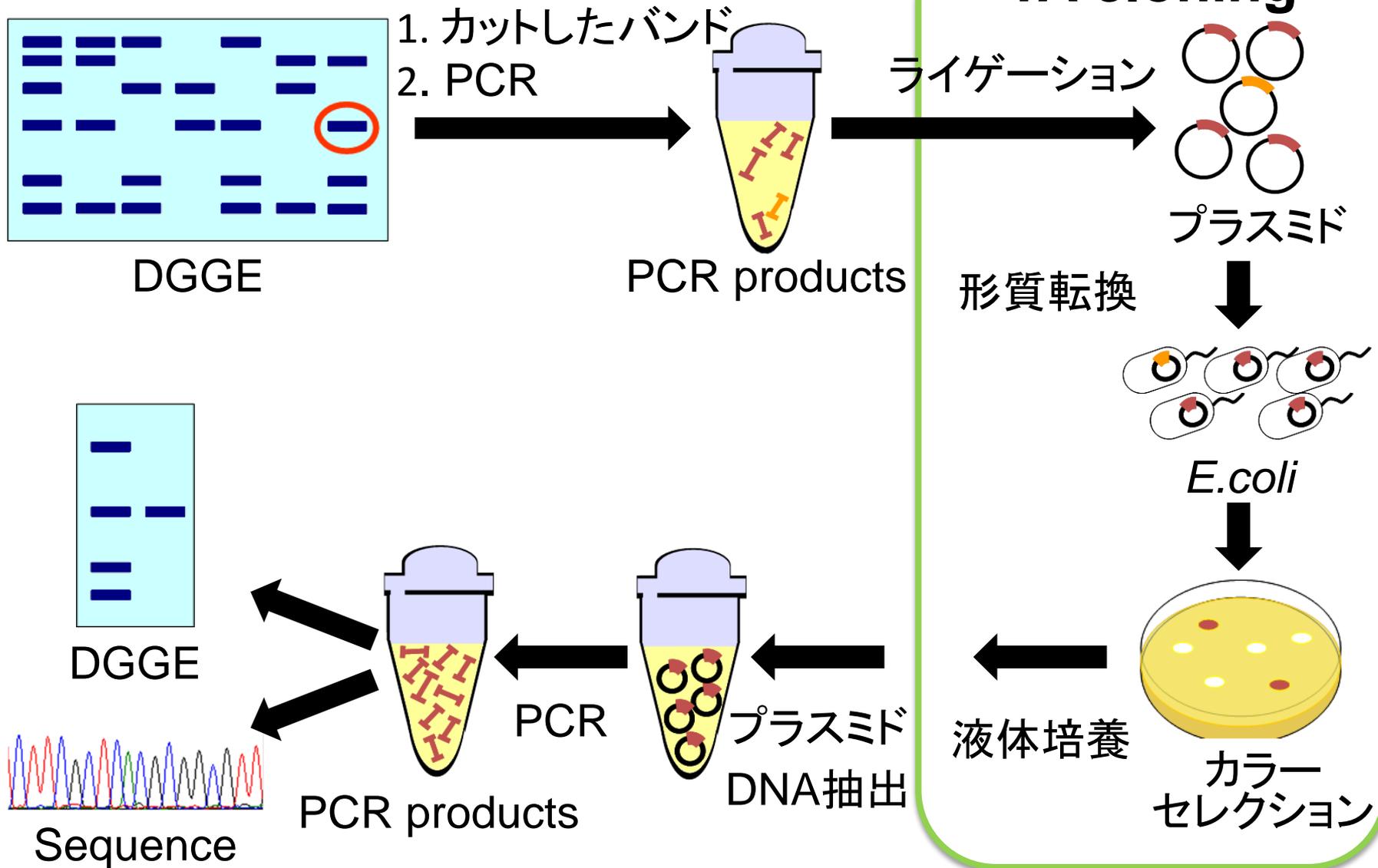
Bacteria

Time (day)

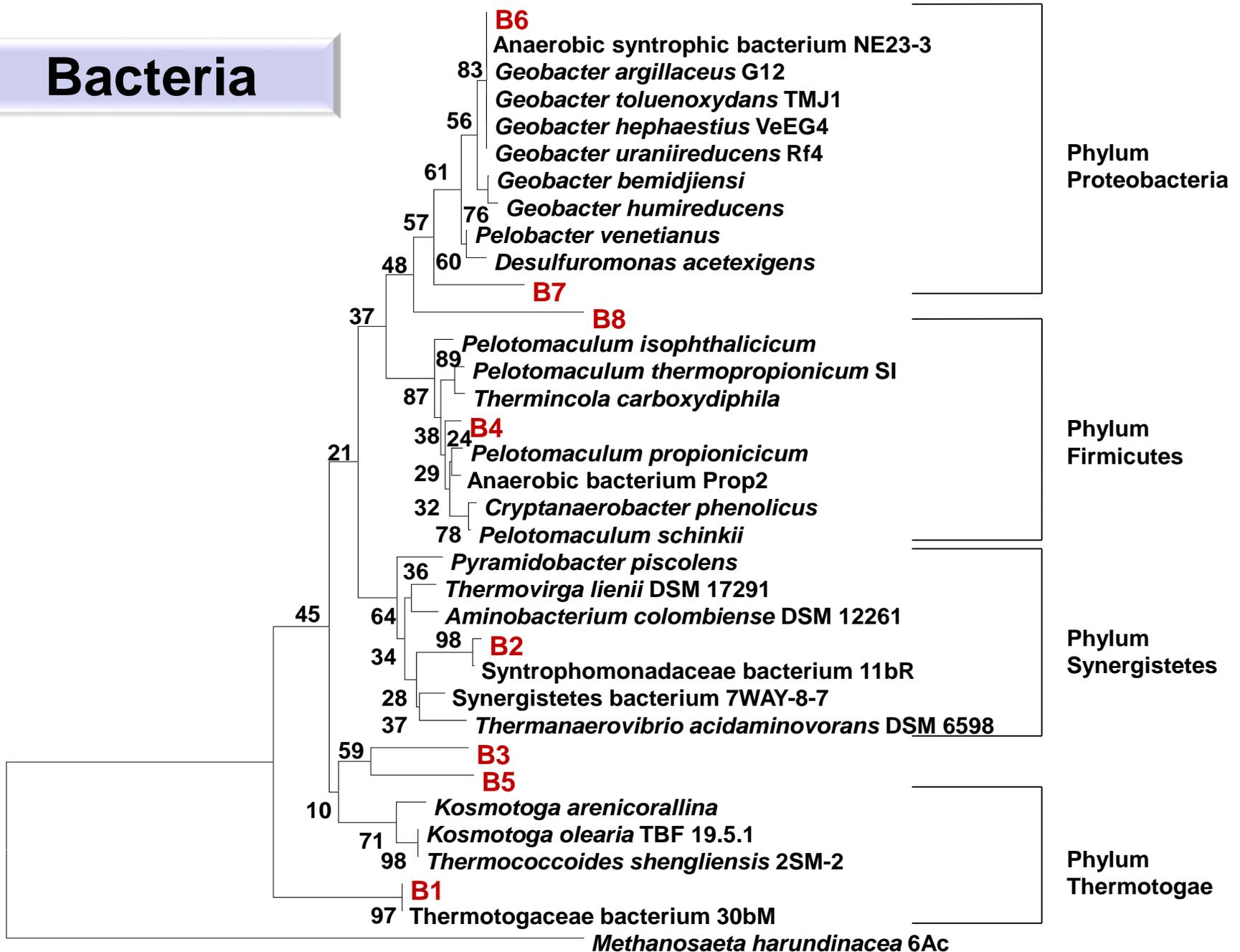
0 1 9 26 64 72 76 83 84 95 103 125 136 143 169 190



16S rRNA gene



Bacteria



0.1



運動会 自分の子供の活躍は

出典：<http://www.misaki.rdy.jp/illust/child/gakkou/text/undoukai1.htm> (一部改変)

定量的PCRによるBand B6の濃度測定

Band B6

Geobacillus stearothermophilus

Bacillus vulcani

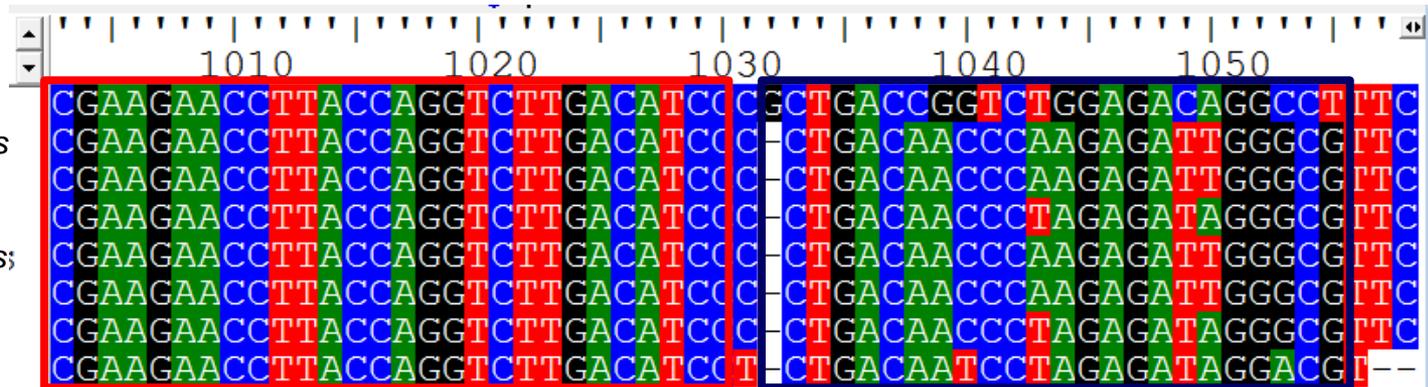
Geobacillus pallidus

Geobacillus thermodenitrificans

Geobacillus subterraneus

Bacillus thermoalkalophilus

Bacillus subtilis



相同性高い

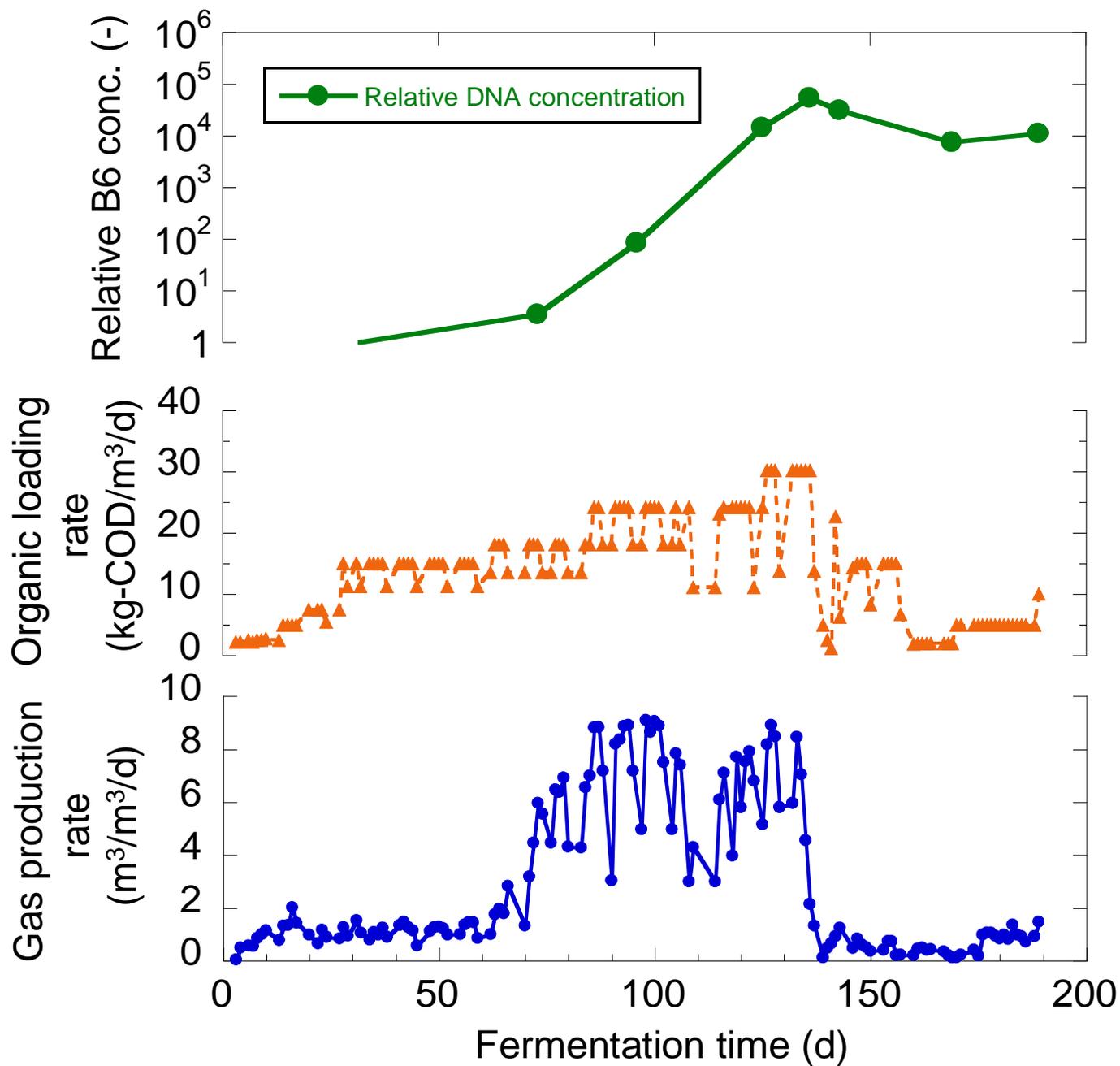
相同性低い

→ 相同性の低い領域からプライマーを設計

Band B6に特異的なプライマー

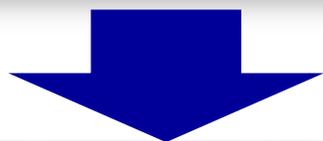
GMP478: CGGGTGCTAATATCATCTGCGC

GMP573: ATCAAACCGCCTACACGCGC

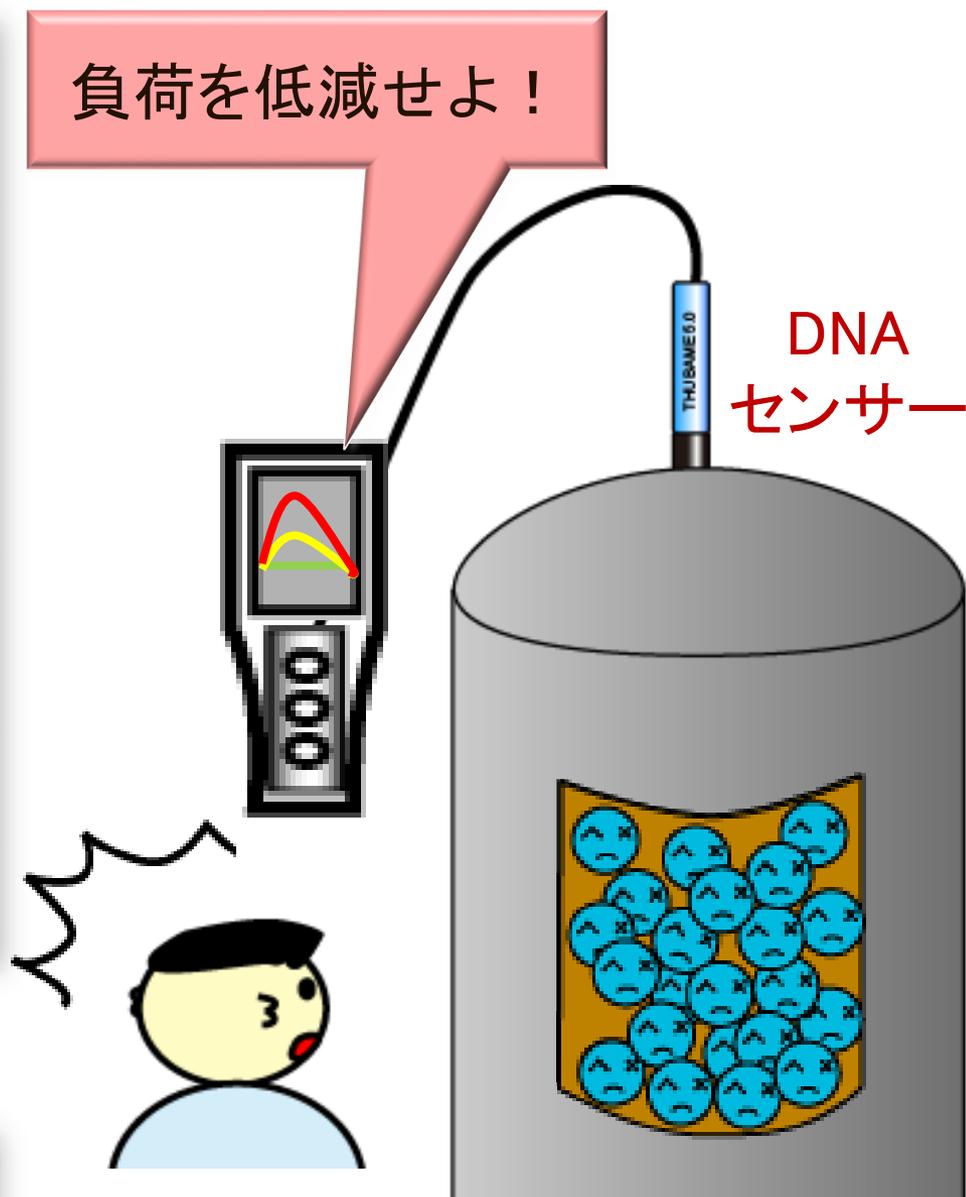


結論

- ・シロップ廃液を基質としたUASBメタン発酵装置において有機物負荷の変化にともなう微生物叢変化を明らかにした。
- ・高負荷条件でメタン発酵失敗する時に増殖する微生物B6を発見した。



DNAセンサーを用いた
メタン発酵の制御



UASBメタン発酵装置

バイオマスのカスケード利用

バイオリファイナリー



バイオエタノール



バイオ燃料



バイオガス

バイオ肥料

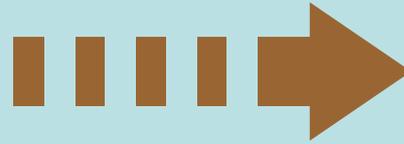


機能性コンポスト

エネルギーと物質
の同時生産



時間経過



化学肥料

コンポスト



無肥料

対象病害

チンゲンサイ尻腐病



病原菌: *Rhizoctonia solani* チンゲン2

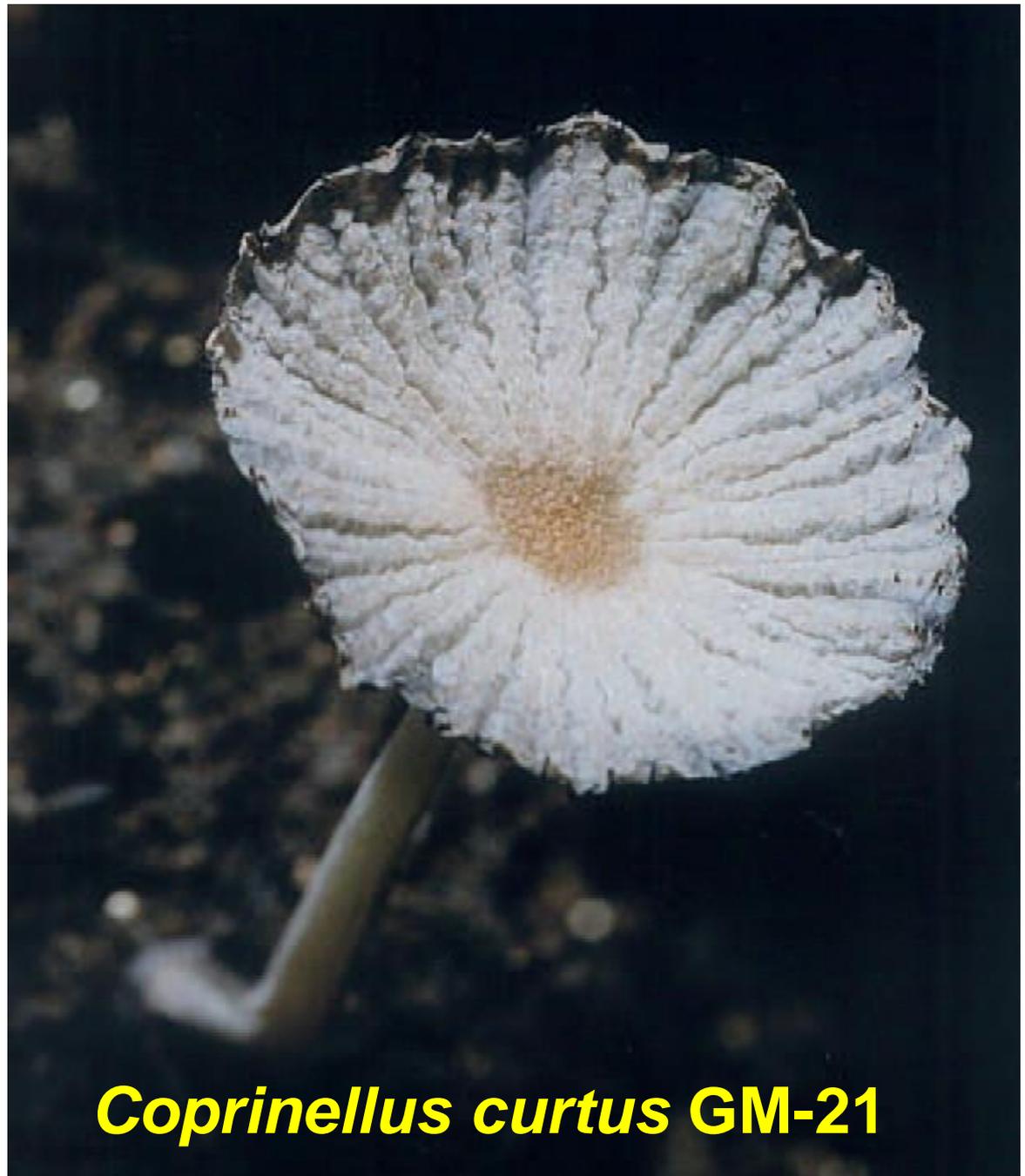


葉柄の腐敗と地際のくもの巣状菌糸



病斑部の拡大

新しく発見した
有効微生物



***Coprinellus curtus* GM-21**

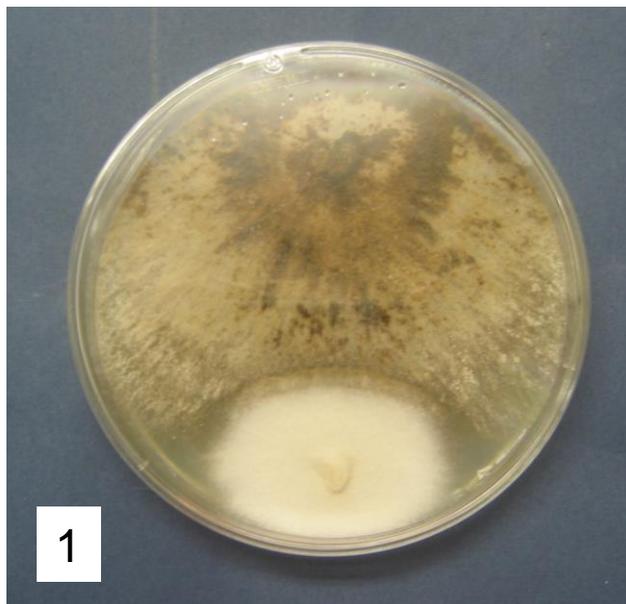
機能性コンポストによる病害防除試験



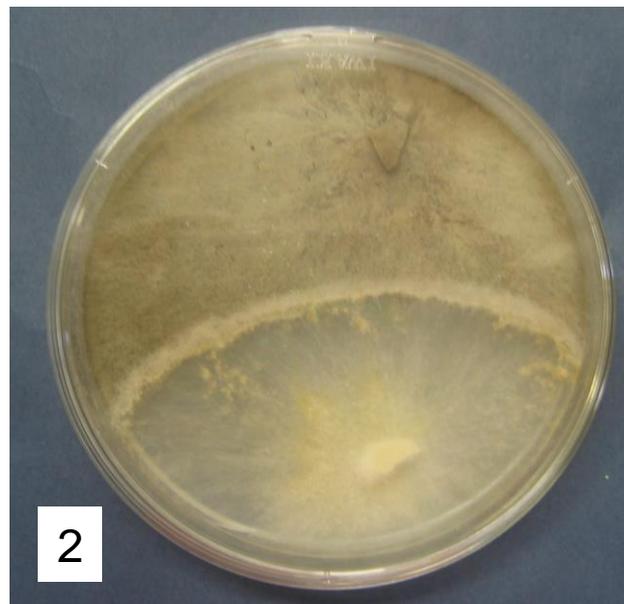
病原菌 ー
コンポスト ー

病原菌 十
コンポスト ー

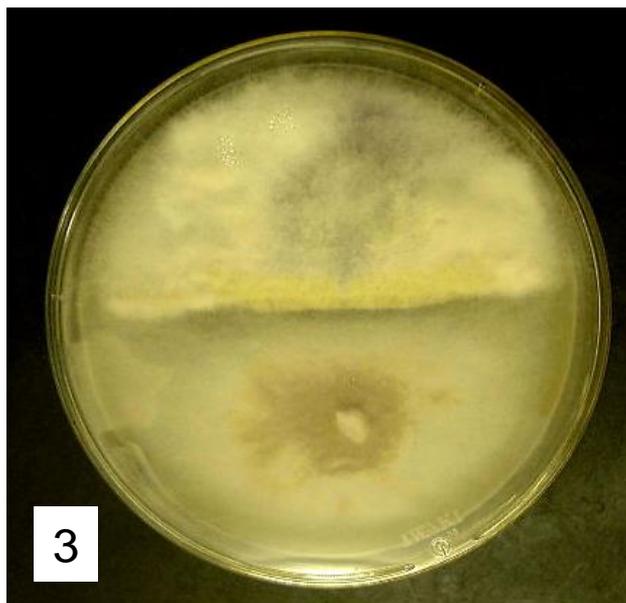
病原菌 十
コンポスト 十



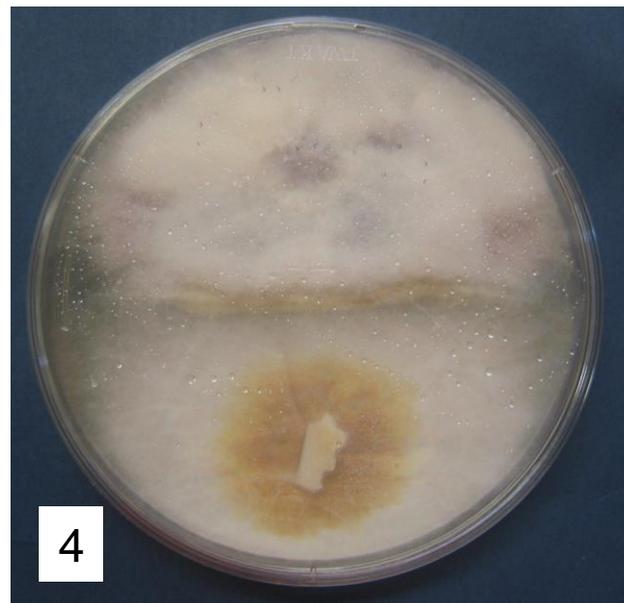
1



2



3



4

1: *R. solani* チンゲン2, 2: *R. solani* K1, 3: *F. oxysporum* f.sp. *melonis* FO-Me-2
4: *F. oxysporum* f.sp. *redicis-lycopersici* FO-T-3

石油化学に代わる総合化学産業

枯渇することのない資源の適正利用

光合成により再生可能なバイオマス原料

バイオマスからは、様々な化学物質が製造可能

乳酸やエタノールが一例

- ・環境調和型新産業の創製
 - ・途上国が工業生産を分担
- (世界的にバランスの取れた資源の利用)

バイオマス利用を新産業の創製に繋ぐ研究

かつて先進国は

- ・取り扱いに不便なコンポストを敬遠
- ・土地を疲弊させ、農耕に適しない土地
- ・コンポストを使用しない農業の基盤や構造

途上国は同じ失敗の轍を踏まず

- ・コンポストを用いた健全な持続的農業
- ・食の安全・安心・安定を先進国に先駆けて実現

途上国における食の安定は、人類と地球全体の存続にも大きな役割

**OLDコンポストからNEWコンポストへの脱却
国際的な食糧・環境問題などの解決に貢献**

有機性廃棄物＝バイオマス資源

変換技術

農業利用 ＜コンポスト化＞

生産性を低下させずに
食の安全・安心・安定を確保

21世紀型第一次産業
のさきがけ

工業利用 ＜工業原料化＞

バイオマスリファイナリーに
よる基幹ケミカルの製造

石油化学に代わる
総合化学産業

環境調和型産業の創製



マニラ湾再生計画



バイオ燃料



バイオマスリファインリー



無農薬バナナプランテーション

バイオマスのカスケード利用

バイオリファイナリー



バイオエタノール



バイオ燃料



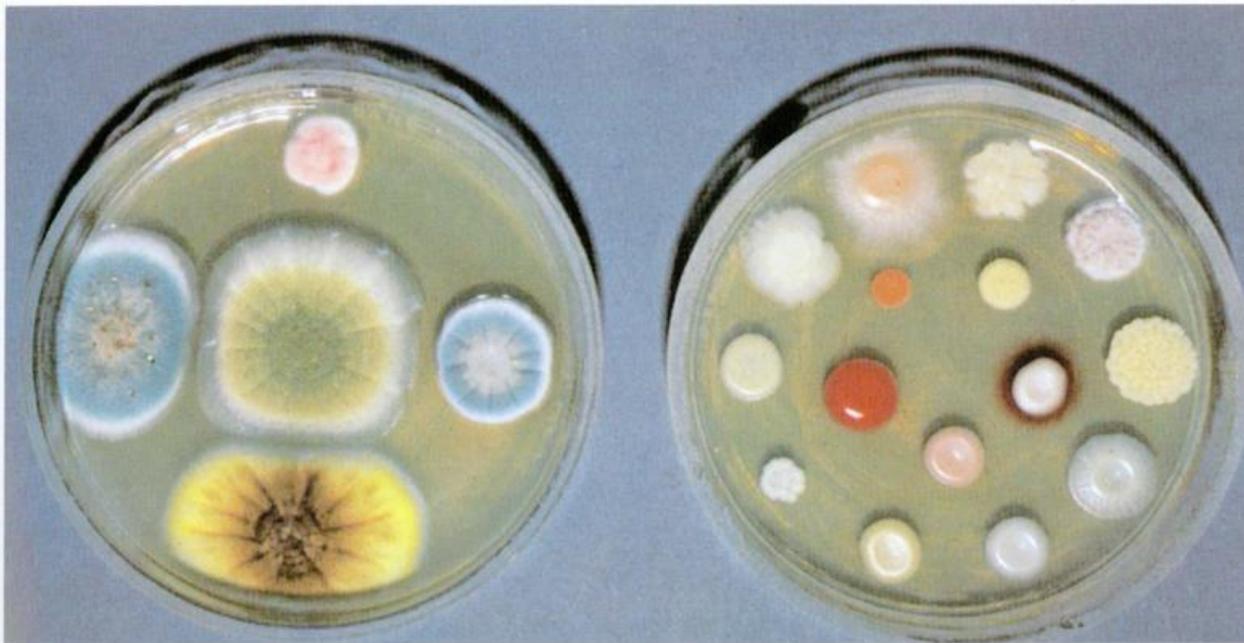
バイオガス

バイオ肥料



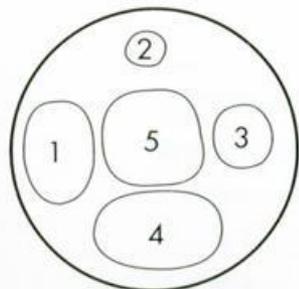
機能性コンポスト

エネルギーと物質
の同時生産



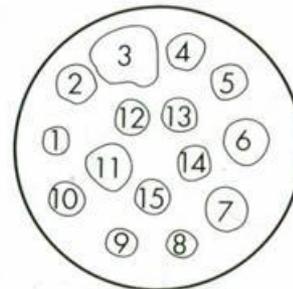
栄養寒天平面培養のカビおよび酵母 From H. Phaff, Industrial microorganisms, *Scientific American*, September 1981. Copyright © 1981 by Scientific American, Inc. All rights reserved.

出典：斎藤日向ら共訳、微生物バイオテクノロジー、培風館（1996）



カビ

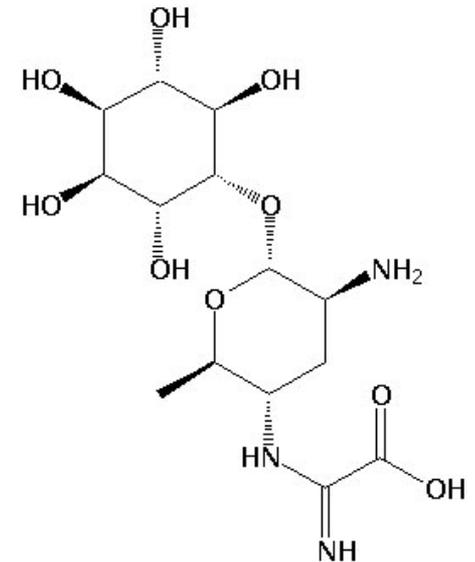
- 1 *Penicillium chrysogenum*
- 2 *Monascus purpurea*
- 3 *Penicillium notatum*
- 4 *Aspergillus niger*



酵母

- 1 *Saccharomyces cerevisiae*
- 2 *Candida utilis*
- 3 *Aureobasidium pullulans*
- 4 *Trichosporon cutaneum*

カスガマイシン(抗生物質)



出典: <http://www.kasugataisha.or.jp/about/>

1965年に奈良の春日大社の境内の土壌から分離された放線菌 *Streptomyces kasugaensis* が生産する農業用抗生物質で、イネの重要病害の一つであるいもち病の防除に用いられる。薬剤はイネ体内に浸透移行して、いもち病菌 *Piricularia oryzae* の生育を阻止する。キャプタンという殺菌剤と混合するとトマトの葉かび病に有効で、また動物医薬としても用いられる。本剤は、タンパク合成を阻害することで、植物病原菌に殺菌作用を示す。



出典：<http://www.hitachihyoron.com/2007/05/05a06.html/>

バイオリアクター内で純粋培養による医薬品生産

バイオマスの微生物利用 バイオ燃料やバイオ肥料

複合微生物系

複数の微生物が複雑な相互作用を及ぼしながら共存

1 + 1 = 2ではない
相互作用をはかる



複合微生物系の解析と制御

複合微生物学

環境・エネルギー

コンポスト
バイオレメディエー
ション
排水処理
バイオガス

農耕地の微生物作用

口腔細菌
腸内細菌

発酵食品
発酵飼料

健康・長寿

食の安心・安全

3つの主要な応用分野

<環境・エネルギー>
微生物叢制御による高
効率化

<食の安心・安全>
食品・飼料の衛生管
理・プロセスの合理化

<健康・長寿>
細菌叢制御による腸内
善玉菌増殖・口腔バイ
オフィーム抑制