

微生物進化機能開発講座

Laboratory of Microbial Evolution and Function Research

IFO公益財団法人発酵研究所寄付講座
Institute for Fermentation, Osaka

◇ 博士課程 2名 ◇ 修士課程 9名

◆ 教授
永田裕二
Yuji Nagata



◆ 講師
矢野大和
Hirokazu Yano



◆ 助教
加藤広海
Hiromi Kato



◆ 助教
佐藤優花里
Yukari Sato



片平キャンパス・生命科学研究科棟本館
3階306-307号室 (+ 2階209-213号室)
連絡先 永田裕二 Tel: 022-217-6227
E-mail: aynaga@ige.tohoku.ac.jp

人工的に化学合成した環境汚染物質を食べてしまう細菌がいる！

CONCEPT

Q. このような細菌はどのように誕生したのか？

◆ 細菌の環境適応・機能進化機構の解明

- ▷ 新しい遺伝子はどこから？ どうやって？
- ▷ 酵素の機能はどのように進化？ 改変可能？
- ▷ 新規代謝能力を発揮する細胞・ゲノムとは？
- ▷ 細菌集団としての機能？ ▷ 環境中では？

◆ 微生物の未開拓機能開発法の確立と環境浄化への応用



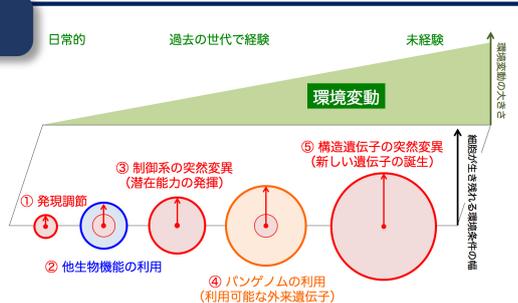
■ 人為起源の難分解性環境汚染物質分解細菌を主な研究対象として細菌の環境適応・機能進化機構を遺伝子・酵素・細胞・集団・環境の各レベルで理解し、微生物機能開発手法の確立と環境浄化へ応用を目指す！

これまでの研究でわかってきたこと

推定される細菌の環境適応・進化様式

- ① 日常的に経験する環境変動に対しては、遺伝子発現制御で適応
 - ② 共存する他生物の機能を利用して適応
 - ③ 過去の世代で経験した環境変動に対しては、適応のための遺伝子をサイレントな状態で潜在的に有していることがあり、この場合は比較的起こりやすい制御系の突然変異で適応
 - ④ 外来の遺伝子を取り込んで適応
 - ⑤ 構造遺伝子の突然変異により生じた新しい機能を有する遺伝子で適応
- ※ ③④⑤では遺伝情報(ゲノム)が変化
※ ②④では他生物(細胞外)との関係が重要
※ 複数の様式の組み合わせでの適応も可能

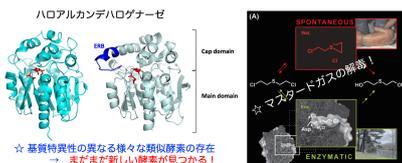
とはいえ、まだまだ「ナゾ」だらけ…



環境汚染物質分解細菌は環境適応・進化の「ナゾ」の解明に適した研究対象

- Q. 新しい酵素機能はどうやって生まれるの？
- ▷ わずか数アミノ酸残基の違いで活性が劇的に異なる分解酵素が存在します。
 - ▷ 基質特異性が「容易に」変化する酵素を使って、実際に酵素進化の過程を追跡してみよう！

◇ 環境汚染物質を分解する酵素(脱ハロゲン酵素)
▷ 基質特異性が広く多様な基質を変換 → 構造-機能相関・様々な応用
▷ わずかなアミノ酸残基の置換で活性が劇的に変化 → 酵素の機能進化



Q. 「新しい遺伝子」はどこから、どうやってくるの？

▷ 分解細菌は起源不明な「特殊性の高い遺伝子」を利用します。しかし、これら遺伝子は「その都度」新たに生み出されているのではなく、人間が未だアクセスできない「未開拓遺伝子資源」から細菌が巧みに「取り出して」利用していると考えられる特徴を持っています。

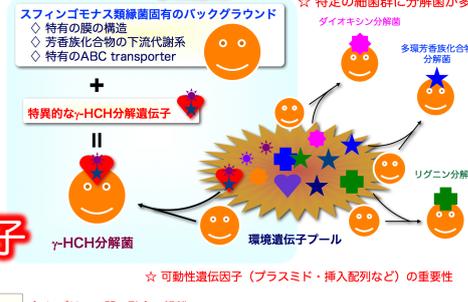
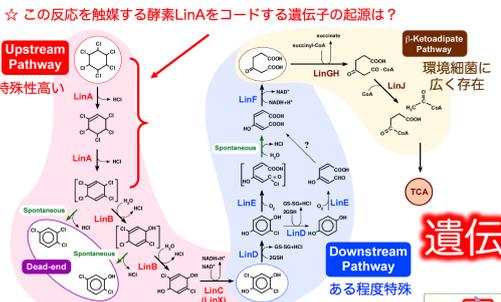
▷ 鍵となる「可動性遺伝因子(プラスミドや挿入配列)」に注目して「新しい遺伝子」の起源や誕生のナゾを解明しよう！

Q. 細菌は新しい分解酵素遺伝子を取り込めば分解細菌になるの？

▷ 分解代謝酵素遺伝子だけが揃って分解細菌にはなりません。例えば、各ステップの反応を触媒する酵素の発現バランスも大切です、毒性の代謝産物の解毒機構も必要です。

▷ 新規代謝能を発揮するために必要な基本的細胞機能を解明しよう！

細胞



酵素

- Q. 酵素機能を人為的に改変することは可能？
- ▷ 理論的に改変のターゲットを絞り、ランダム変異と組み合わせることで、目的の機能改変は「ある程度」可能です。そして、分解できない環境汚染物質がたくさんあります。
 - ▷ 「潜在能力」を持つ新しい酵素を見つけ出そう！また、それらを素材として、実験室進化系(in vitro/in vivo)を利用して、役に立つ新しい酵素をつくってみよう！



ゲノム

Q. 「ゲノム」って、そんなに変わりやすいの？

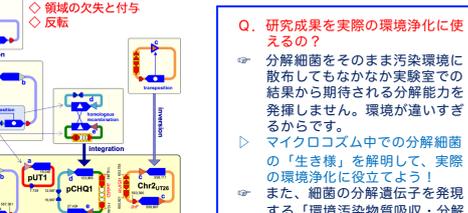
▷ 分解細菌のゲノムは比較的容易に変化します。

▷ ゲノム変化の要因、そしてゲノム構造と代謝機能との相関関係を明らかにして、細菌ゲノムの構成原理を解明しよう！

Q. 分解細菌は実際の環境中でも「単独で」汚染物質を分解しているの？

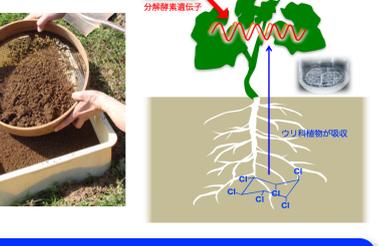
▷ これまでは「単独した」分解細菌の実験室環境での分解能の研究が中心でした。しかし、実際の環境中では非分解細菌を含む「細菌集団」として分解細菌は能力を発揮しているようです。

▷ 「細菌集団」を理解し、その構成原理を明らかにしよう！

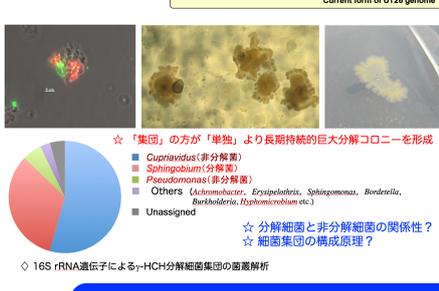


Q. 研究成果を実際の環境浄化に使えるの？

- ▷ 分解細菌をそのまま汚染環境に散布してもなかなか実験室での結果から期待される分解能力を発揮しません。環境が違いすぎるからです。
- ▷ マイクロコスム中での分解細菌の「生き様」を解明して、実際の環境浄化に役立てよう！
- ▷ また、細菌の分解遺伝子を発現する「環境汚染物質吸収・分解形質転換植物体」の作製にも取り組んでいます。



細菌集団



中粗粒褐色森林土

愛媛県農機試験場より採取

☆ 実験室環境との「生き様」の違い？

実験室環境

マイクロコスム

環境

「ナゾ」の解明は微生物の未開拓機能開発や環境浄化への応用にも繋がります！