

多様なL型糖を利用可能な微生物

加藤 創一郎

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 バイオものづくり研究センター

眞弓 大介

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

メタノールで飲みニケーション!?

ぶらっとラボ

微生物も「飲みニケーション」

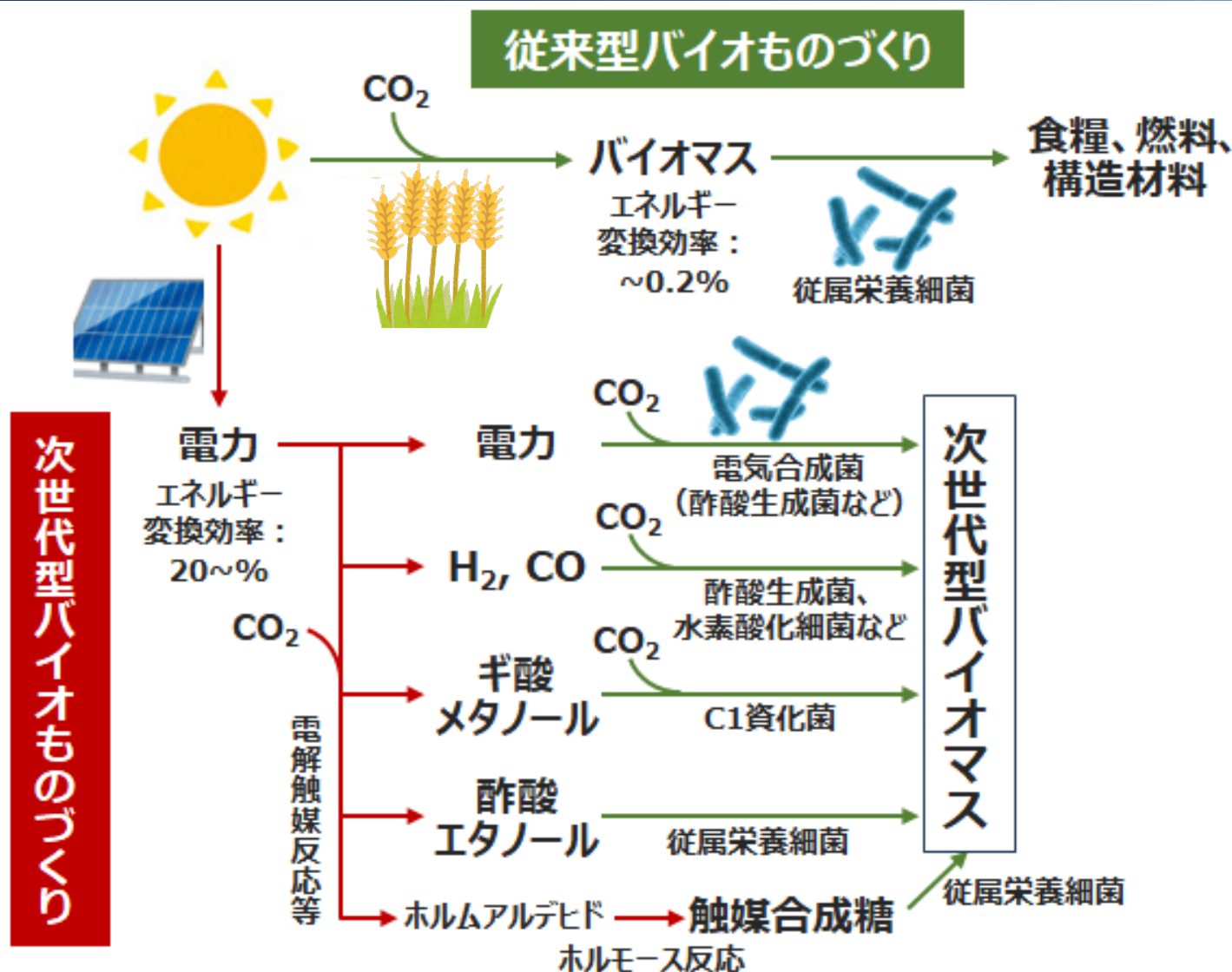


メタノールの受け渡しを介して、バクテリア（左）とメチル利用アーキアがメタンをつくるイメージ＝JAMSTEC提供

海洋研究開発機構（JAMSTEC）や産業技術総合研究所（産総研）などのチームは、2種類の微生物がアルコールの一種メタノールを介して天然ガスの主成分メタンをつくっていることを明らかにした。

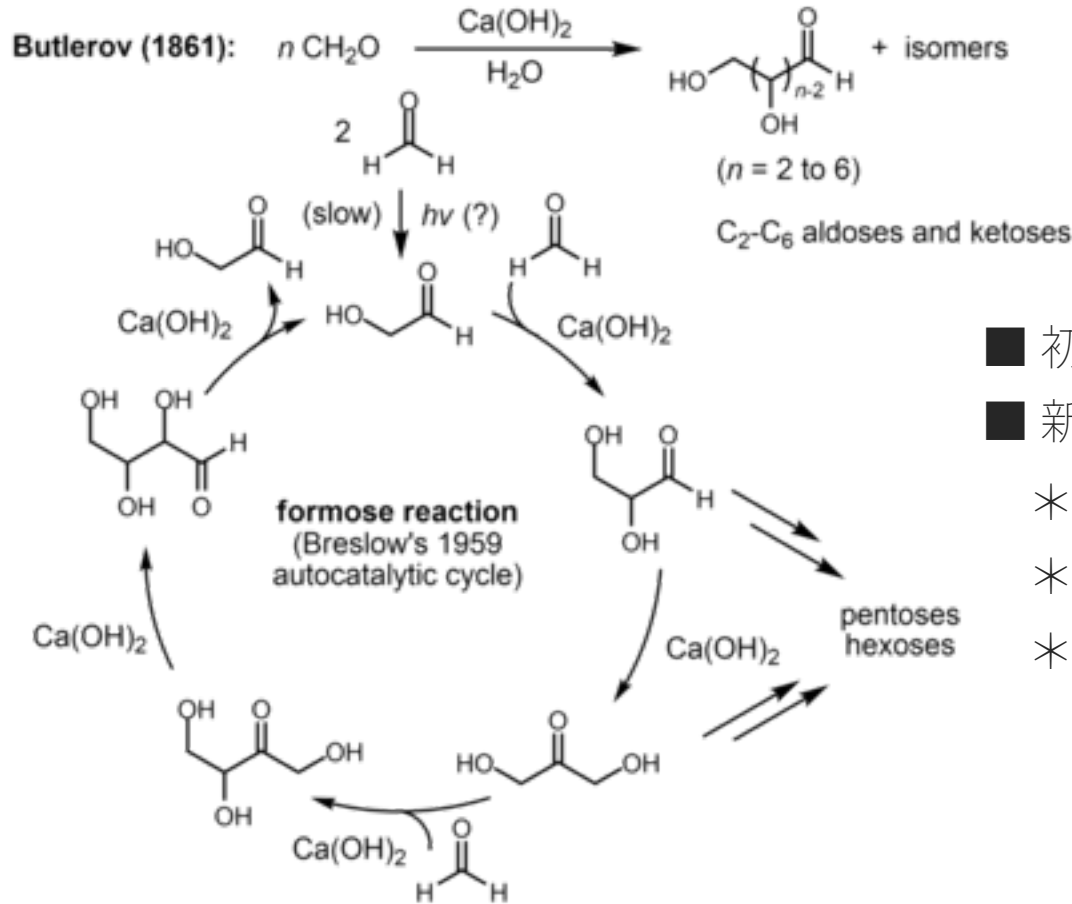
光も酸素も届かない地下深くは厳しい環境だが、多くの微生物がくらすことが近年、掘削調査などでわかってきている。チームは中でも、特に油田や炭田など有機物が多い環境で広く見つかり、メタノールなどからメタンをつくる「メチル利用アーキア」（アーキアは古細菌）に注目した。エネルギー源にもなるメタンができる過程は重要だが、原料となるメタノールがどこからやってくるのか、

次世代型CO₂資源化技術 | コンセプト



ホルモース反応

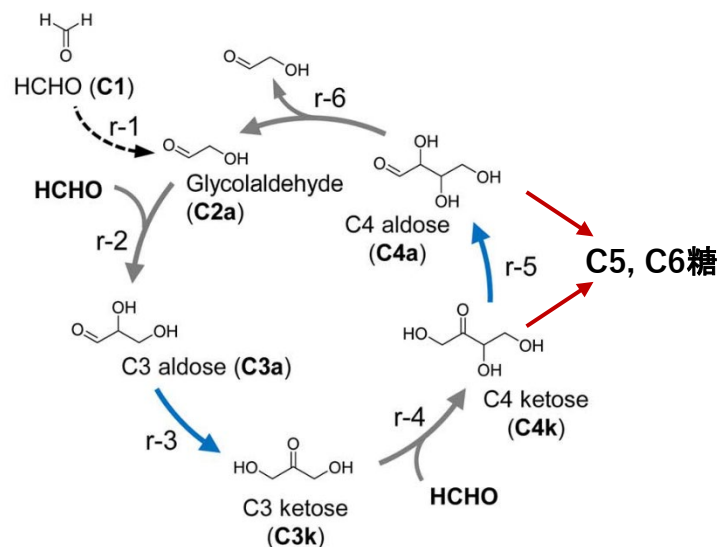
ホルムアルデヒドの重合による糖合成反応



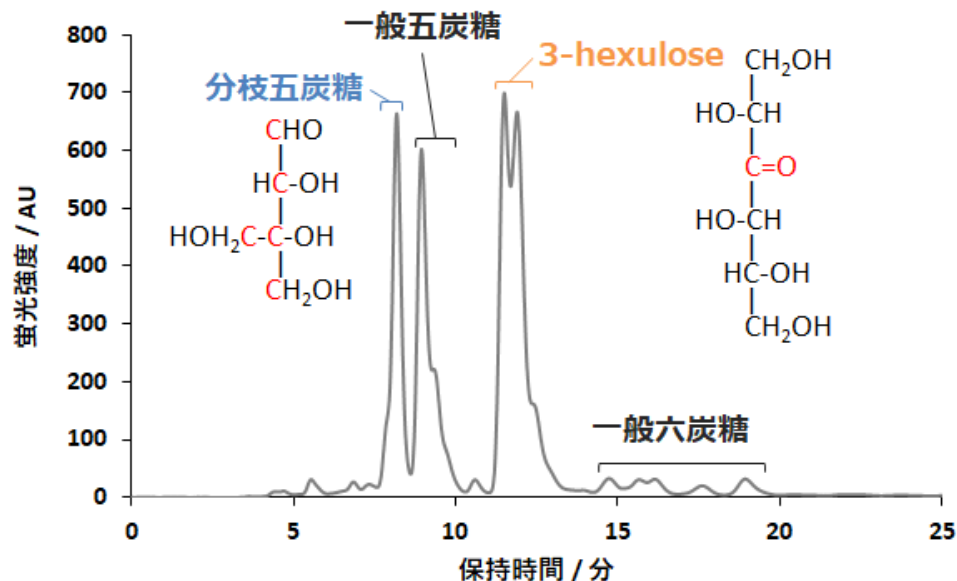
- 初期生命誕生における糖供給源
- 新たな有機物源としての研究は不発
 - *ホルムアルデヒド供給？
 - * $\text{C1} \rightarrow \text{C2}$ 反応が律速
 - *反応選択性が低い
 - 非天然糖を含む雑多な糖混合物 (L糖も含む)
 - 生物利用性が極めて低い

触媒による高速糖合成とその微生物利用

■ 改良型ホルモース反応



■ ホルモース反応で合成される糖



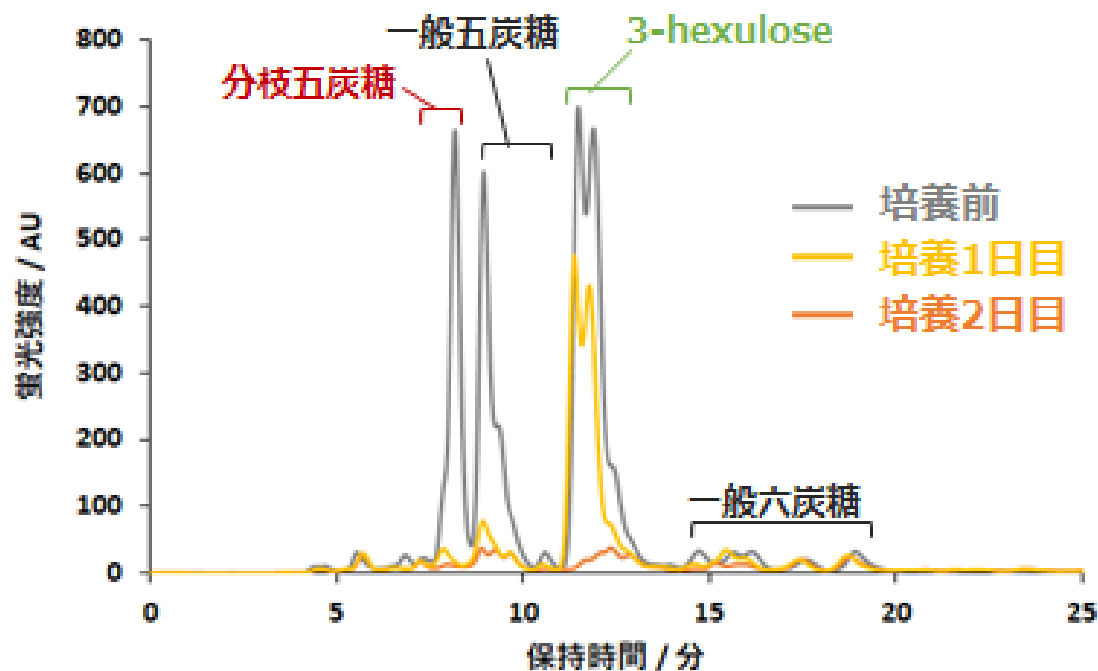
■ 中性条件下、 NaWO_3 触媒によりある程度の**選択的・超高速糖合成**が可能

■ **栽培作物の数万倍**の速度で糖を合成可能：土地・水・肥料等の必要量↓

■ 四炭糖、分枝五炭糖、3-hexulose、**L型糖**などの**非天然糖**が含まれる

微生物は非天然糖を利用できるのか？

土壌微生物群集による触媒合成糖の利用

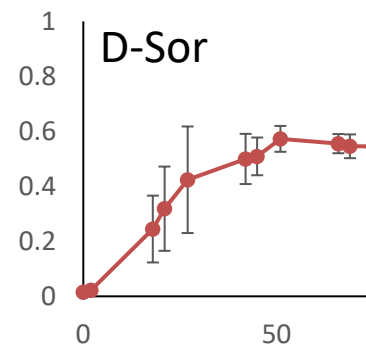
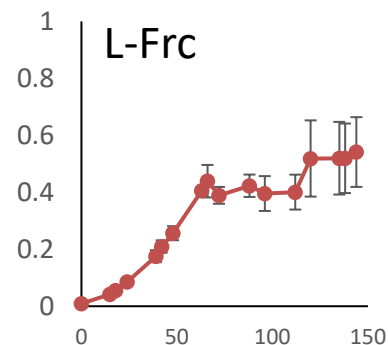
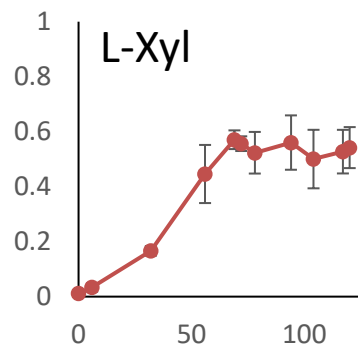
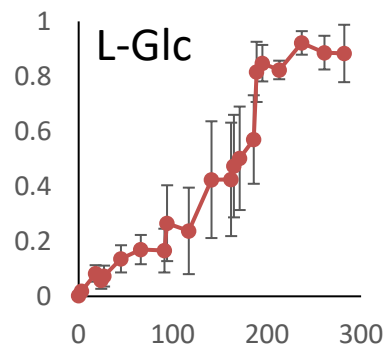
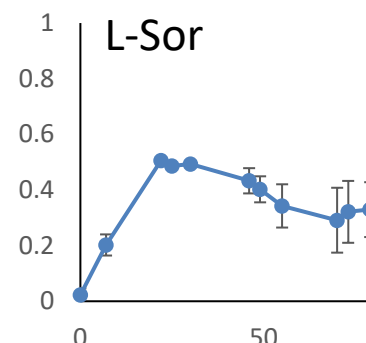
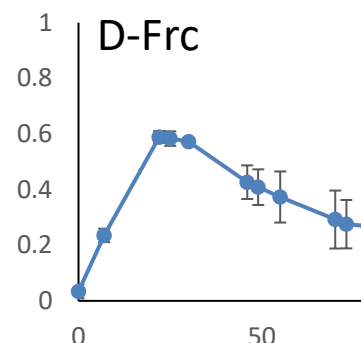
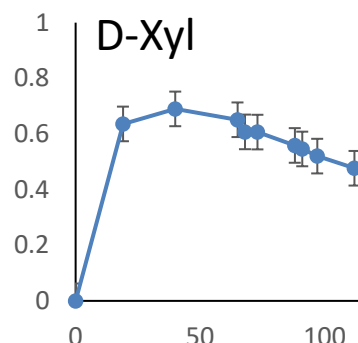
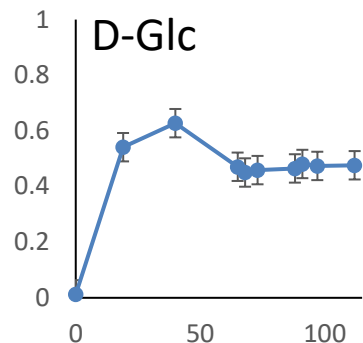
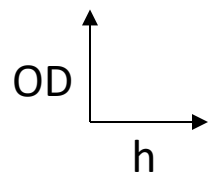


■土壌微生物群は触媒合成糖をほぼ完全に消費

→非天然糖を資化可能な微生物が存在 (L型も!!)

→この能力を活用できれば触媒合成糖を原料としたバイオ物質生産が可能に

土壌・活性汚泥からの集積培養



すべての糖種で微生物が生育

集積培養の菌叢解析（土壌）

Confidential

- 与える糖によって優占する微生物は大きく異なる
- 多様な系統群の微生物がL糖培養系に生存
- 複数のL糖培養で優占化する微生物種も存在

集積培養の菌叢解析（活性汚泥）

Confidential

- 与える糖によって優占する微生物は大きく異なる
- 多様な系統群の微生物がL糖培養系に生存
- 土壌集積と共通して検出される微生物も

L糖で増殖する微生物の単離

Confidential

- α -proteobacteriaが多く単離された
- 複数の培養系から単離された微生物種も存在

L糖での生育を確認

Confidential

地下圏・嫌気環境からのLG資化菌探索

Confidential

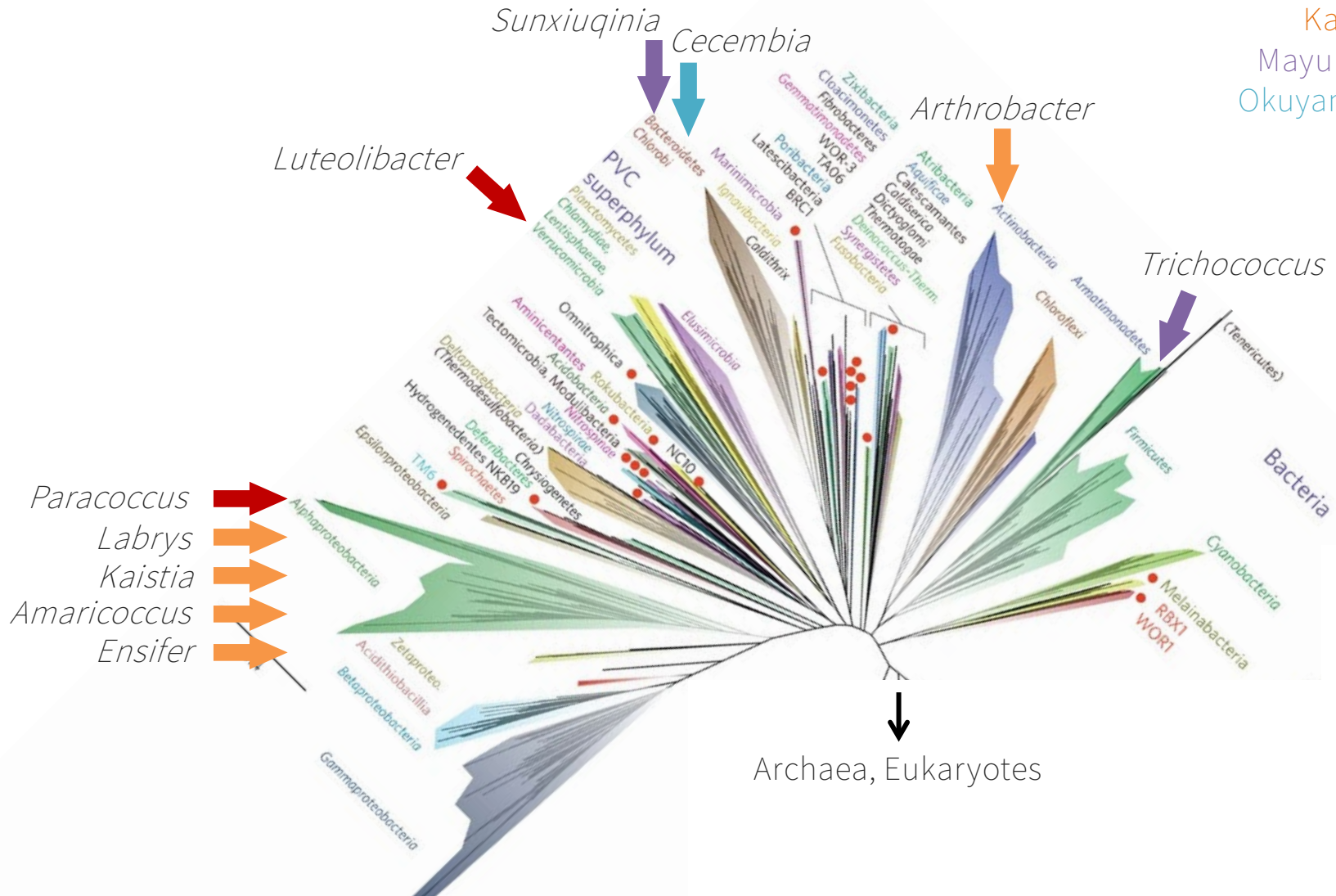
L糖資化菌は多様な系統群に存在

Nakamura *et al.*

Kato *et al.*

Mayumi *et al.*

Okuyama *et al.*



まとめと考察

- L-glucoseのみならず多様なL型糖の資化微生物が存在
- L型糖資化微生物は多様な環境に普遍的 (?) に存在
- L型糖資化微生物はBactertiaの幅広い系統群に存在

~~＊ 生命の共通祖先はDL糖を利用 → L糖利用能を失った？~~

＊ L糖利用能獲得イベントが多様な系統群で、複数回、独立して起こった？

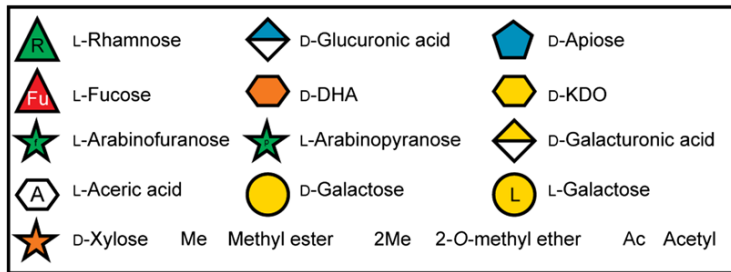
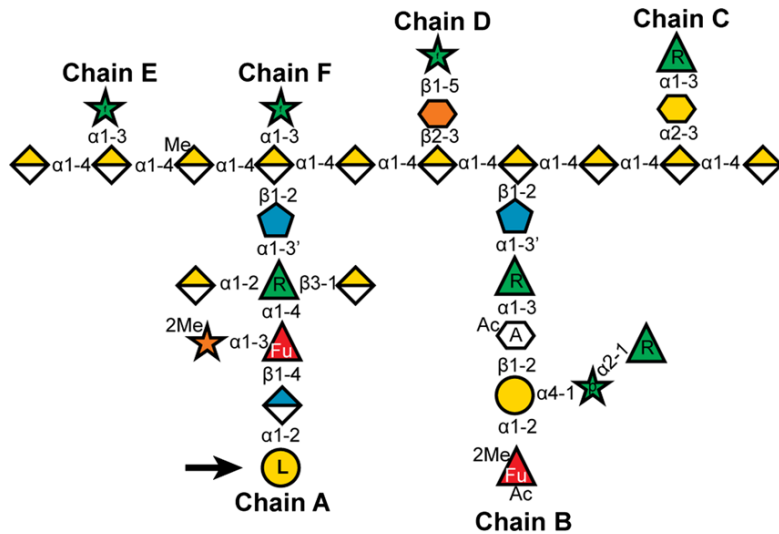
＊ L糖利用能を持つことは生存戦略的にメリットがあるべき

＊ L糖は現在考えられているよりも普遍的に存在するはず
(一部の生物はL糖を合成しているのでは？)

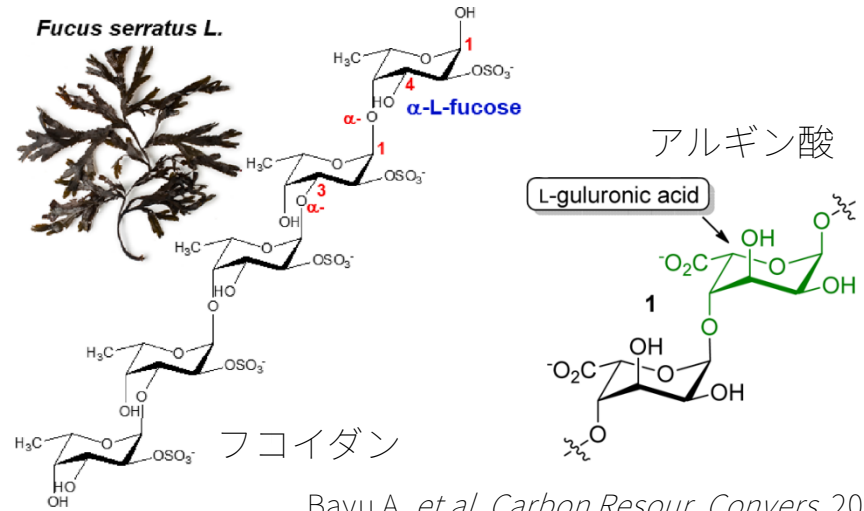
天然から見つかっているL型糖

rhamnogalacturonan-II

植物のペクチン多糖の1種

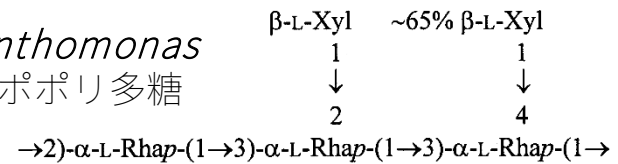


Ndeh D. *et al. Nature* 2017



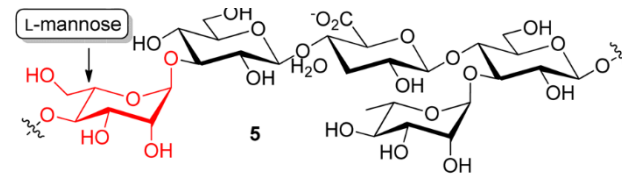
Xanthomonas

リポポリ多糖



Senchenkova S.N. *et al. Carbohydr. Res.* 1999

*Sphingomonas*細胞外多糖
(gellanはL-ManではなくL-Rha)



Frihed T.G. *et al. Chem. Rev.* 2015