



兵庫県庁主催：バイオマス活用推進大会

令和6年7月26日(金)

兵庫県民会館

“強靱性”と“生分解性”を両立した「次世代型ポリ乳酸」の 大量生産に成功～プラスチックごみの解決に期待～



バイオ
テクノロジー



再生可能 **バイオマス**

田口 精一
(神戸大学)

バイオ
テクノロジー

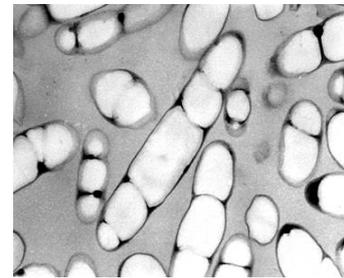


バイオプラスチック



・Planet ・People ・Profit

高分子材料科学

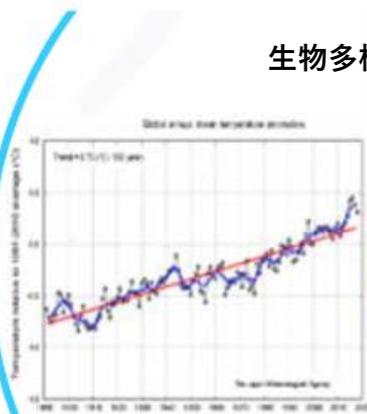


微生物工場



Cool Earth

Clean Earth



地球温暖化

Global warming

生物多様性の喪失



気候変動 (危機)

窒素とリンの過剰

プラネタリー
バウンダリー※
地球の限界



海洋プラスチックごみ

Marine plastic waste



Emission of CO₂ (g/km · person)



173g



70g



110g



0g

The Paris climate agreement: key points

The historic pact, approved by 195 countries, will take effect from 2020

(Dec. 12, 2015)

Temperatures 2100	Finance 2020-2025	Differentiation	Emissions objectives 2050
<ul style="list-style-type: none"> Keep warming "well below 2 degrees Celsius". Continue all efforts to limit the rise in temperatures to 1.5 degrees Celsius" 	<ul style="list-style-type: none"> Rich countries must provide 100 billion dollars from 2020, as a "floor" Amount to be updated by 2025 	<ul style="list-style-type: none"> Developed countries must continue to "take the lead" in the reduction of greenhouse gases Developing nations are encouraged to "enhance their efforts" and move over time to cuts 	<ul style="list-style-type: none"> Aim for greenhouse gases emissions to peak "as soon as possible" From 2050: rapid reductions to achieve a balance between emissions from human activity and the amount that can be captured by "sinks"

1.5-2 °C



Years 1850-1900 (the pre-industrial era)

CO₂ 26% reduction
(2030/2013)

in Japan

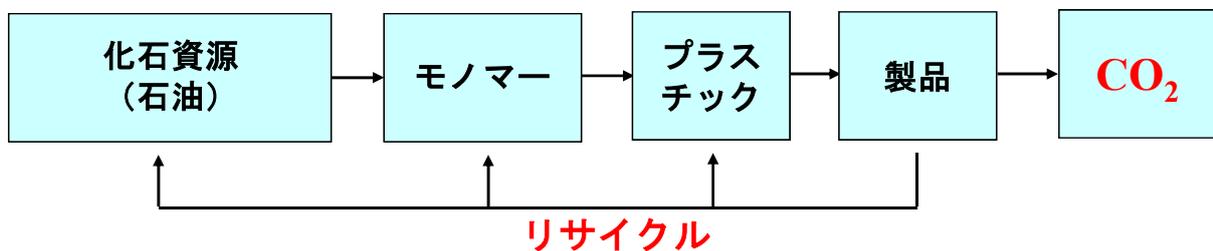
Resource

CO₂ Greenhouse gas

持続可能なプラスチックの生産システム

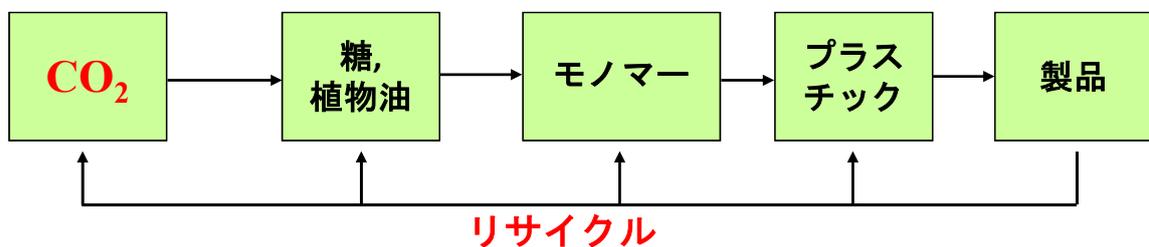
1. 石油プラスチック

<20世紀型>

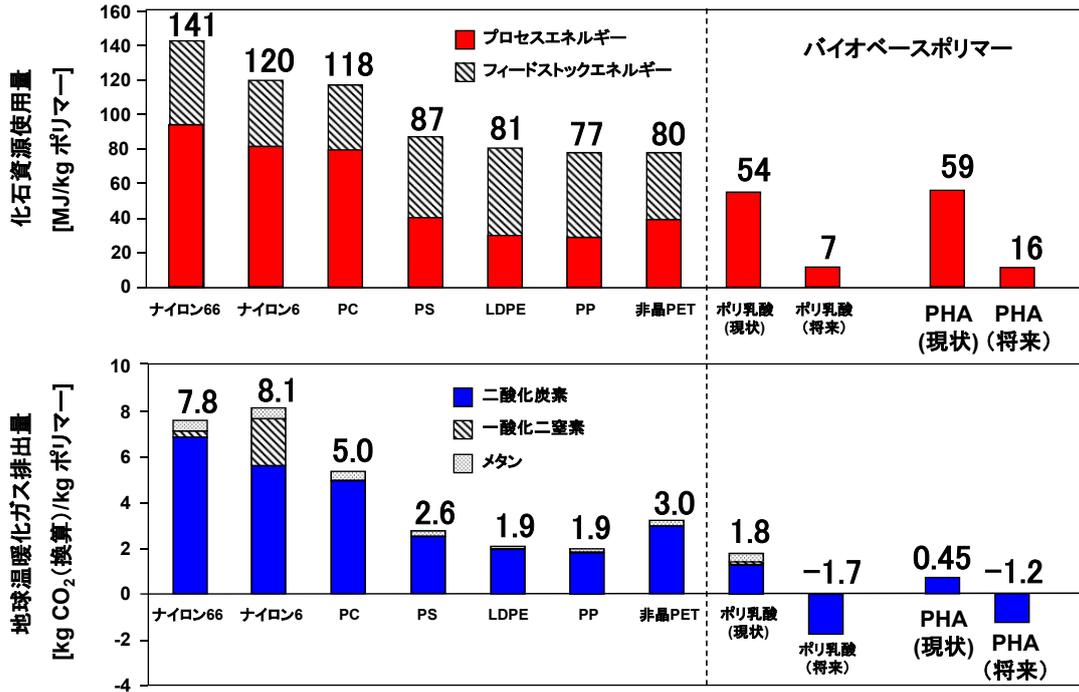


2. バイオプラスチック

<21世紀型>



二酸化炭素の排出の抑制への波及効果



バイオベースポリマー製造における石油資源使用量と地球温暖化ガス排出量

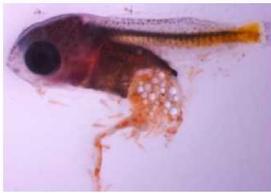
環境に優しいバイオプラスチック

環境中で分解する生分解性プラスチック

環境破壊、生態系への影響の解決に貢献



プラスチックごみ

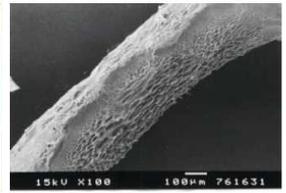


生物濃縮・生育障害
(写真は、スズメダイ稚魚)

難分解から
生分解へ



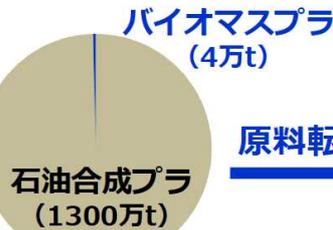
土中分解
(夏の4週間)



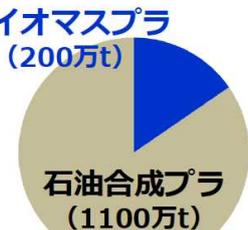
繊維の海水分解
(東京湾)

バイオマスから生産されるバイオマスプラスチック

石油資源の有効利用、地球温暖化防止 (CO₂削減効果)



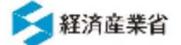
原料転換



カーボンニュートラル：低炭素 → 脱炭素



バイオマス原料・生分解可能なプラスチックの開発・普及



海洋生分解性プラスチック開発・導入普及ロードマップの概要図

令和元年5月

		2019年	2020年	2021～25年	～2030年	～2050年	
実用化技術の 社会実装 (MBBP1.0) FHH, FBS等	海洋生分解機能に係る信頼性向上	ISO策定 体制構築	課題整理	ISO提案【産業技術総合研究所、日本バイオプラスチック協会(JBPA)】 生分解機能の評価の充実にに向けた試験研究【新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)等】	現行の研究プロジェクト (1) NEDO新革新 (2) NEDOムーンショット		
	量産化に向けた生産設備拡大、コスト改善	量産能力の増強				生分解性プラスチック製造のバイオプロセスの改善【NEDO等】	
	需要開拓	国内外の出展、ビジネスマッチングの促進【ナレッジ・イノベーション・プラットフォーム(CLOMA)】	国内の出展、ビジネスマッチングの促進	グリーン公共調達		洗剤用ボトル 農業用マルチフィルム	
	識別表示、分別回収・処理に係る検討	レジ袋 ごみ袋	ストロー カトラリー	識別表示の整備【JBPA】		分別回収・処理に係る検討	
複合素材の技術開発による 多用途化 (MBBP2.0) 不織布(マスク等)、発泡成形品(緩衝材等)等			セルロースナノファイバー等のコスト削減、複合方法の加工性の向上【NEDO等】	マスク 緩衝材			
革新的素材の研究開発 (MBBP3.0) 肥料の被覆材 漁具(漁業・養殖業用資材等)等		革新的素材の創出に向けた海洋生分解性メカニズムの解明【NEDO等】	生分解コントロール機能の付与	海洋生分解性メカニズムを応用した革新的素材の創出	肥料の被覆材 漁具(フイ)		



なぜ今、バイオプラスチックなのか？

RICOH

TOYOTA

Toyota Channel Global Website 検索

Recruiting Information 2014 Amazing! TEIJIN

TORAY

Innovation by Chemistry

製品・サービス

研究・技術開発

CSR・環境

株主・投資家情報

HOME 会社情報 プレスリリース

2010年10月14日

複写機・複合機業界最大*1のバイオマスプラスチック外装部品を開発

キヤノン株式会社(以下:キヤノン)と東レ株式会社(以下:東レ)は、バイオマスプラスチックを使用した複写機・複合機外装部品の開発に成功しました。これはキヤノンのプロダクション向け複合機用のもので、世界最高水準の難燃性に
※1 ※2



ブリヂストン、今度はバイオマス由来の合成ゴムの重合に成功

2012.06.08 15:00

19 users | 159 | 49 | 110 | 11 | 0

Bookmark | 共有 | いいね! | ツイート | +1 | Pinterest | Tumblr

Ads by Google

誰でも使えるグループウェア

マイクロソフトが提供するグループウェアを160円で利用

www.microsoft.com



一石三鳥

「エコスターチ」

CO₂の削減 : 120万トン/年間

コストの削減 : 400万円/年間

設備投資不要 : 余分な経費不要



食品包装用バイオプラスチック

Fresh Foods Package



Automatic Package



PLA Egg Package



Biomass Food Package



(日本バイオプラスチック研究会)



コンピュータ用バイオプラスチック



FMV-BIBLO NW/E90D

More than 70% of housing made from
Biomass-based plastics, 16 inches big size

車の中にもバイオプラスチックを！



●「SAI」に使われている植物由来プラスチック

PLA+kinaf

K:Doortrim ornament

Biopolyester+PET

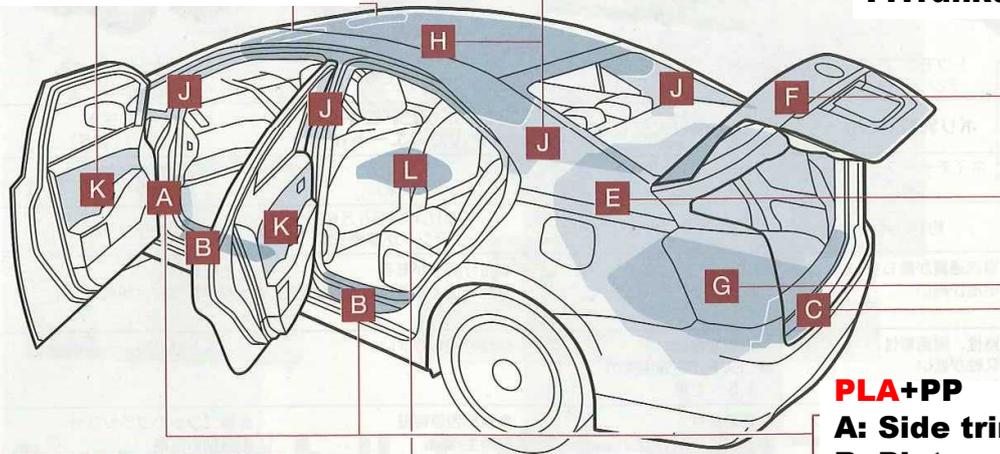
H:Ceiling, I:Sunvisor

I:Pillar

PLA+PET

E:Trunk Trim

F:Trunkdoor Trim



Bio-polyurethen

L:Sheet Cushion

PLA+PP

A: Side trim

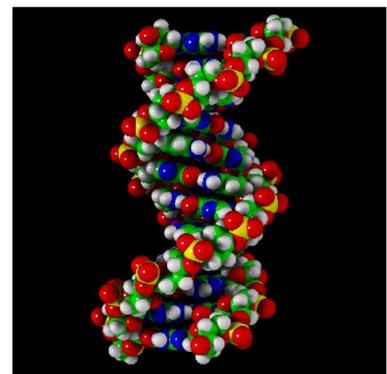
B: Plate

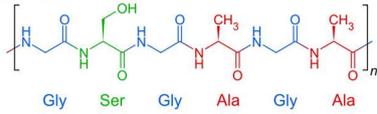
C: Floor Plate

D: Tool Box

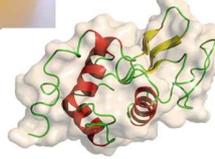
Utilization of Biomass-based Plastics in 「SAI」(TOYOTA)

(Nikkei Ecology No2. 2011)

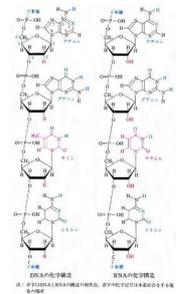




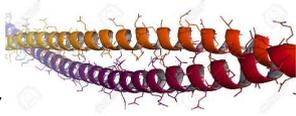
リゾチーム



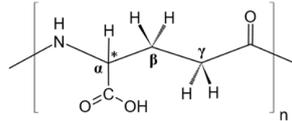
DNA・RNA



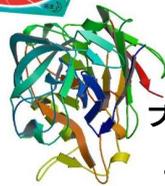
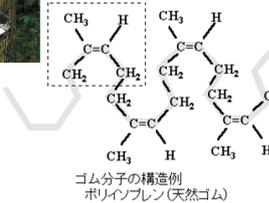
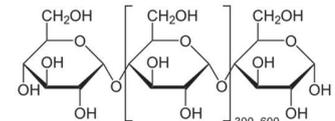
ケラチン



ポリグルタミン酸



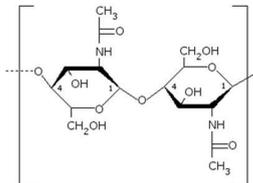
アミロース



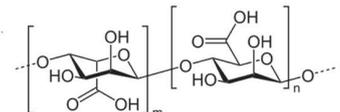
プロテアーゼ
リパーゼ
アミラーゼ
セルラーゼ



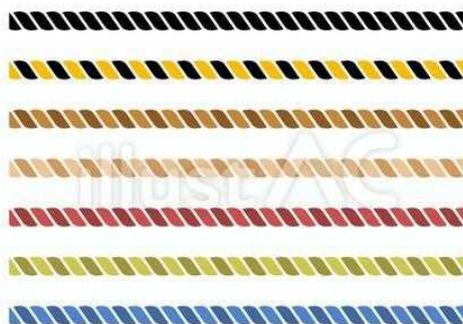
キチン



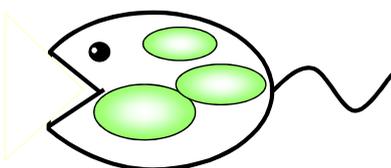
アルギン酸



クイズ



プラスチックは、
一本の**ひも**のようなものでできている





クイズ

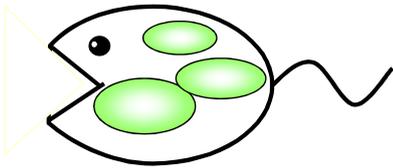


多くのプラスチックは、
何から作られているのか？

土

石

石油



クイズ

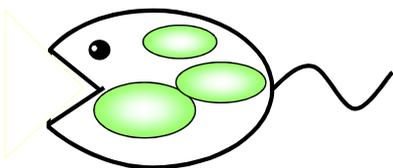


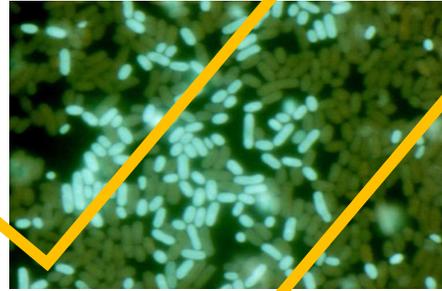
プラスチックは、一年間に
どのくらい作られているのか？

約4百万トン

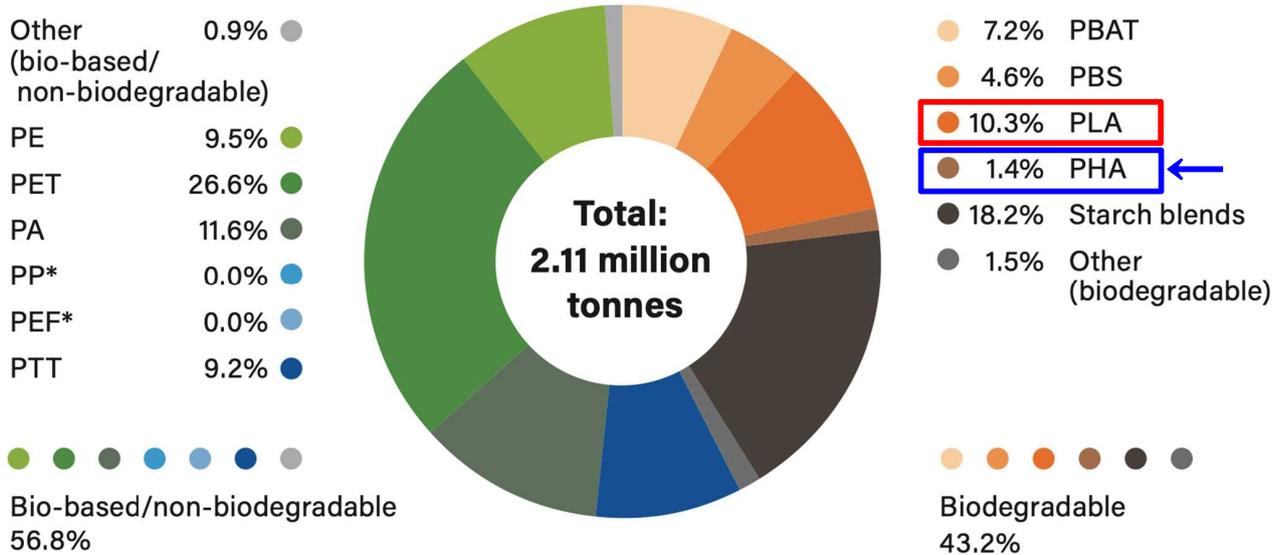
約4千万トン

約4億トン





バイオ原料プラの世界市場

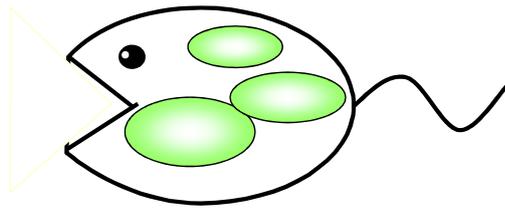


European Bioplastics, Bioplastics market data 2018

如何にして、PHAの普及拡大を実現するか？



クイズ ()はマルチタレント



食品



医薬品

抗生物質
抗ガン剤
免疫抑制物質



環境

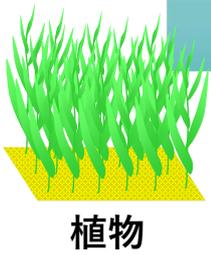
有害汚染物質の分解
排水処理
生分解性プラスチック
の合成



脱石油

再生可能な炭素資源

糖
植物油
CO₂



植物

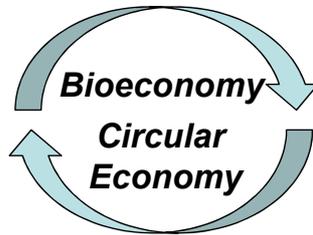
環境微生物
による分解

バイオプラスチック



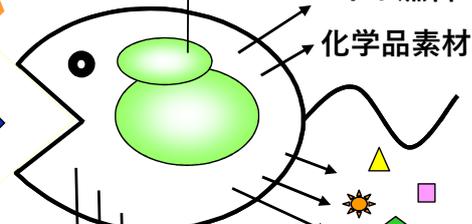
炭素循環システム

バイオマスリファイナリー



ポリエステル

バイオ燃料
化学品素材

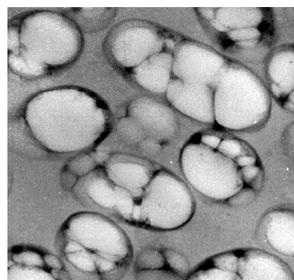


生理活性物質
農医薬品素材

ポリグルタミン酸
ポリリジン
バクテリアルセルロース

合成生物学
代謝工学
ゲノム編集

生産システムの
最適化



(日本バイオプラスチック協会より転載) (細胞内にポリエステルが蓄積している電顕像)

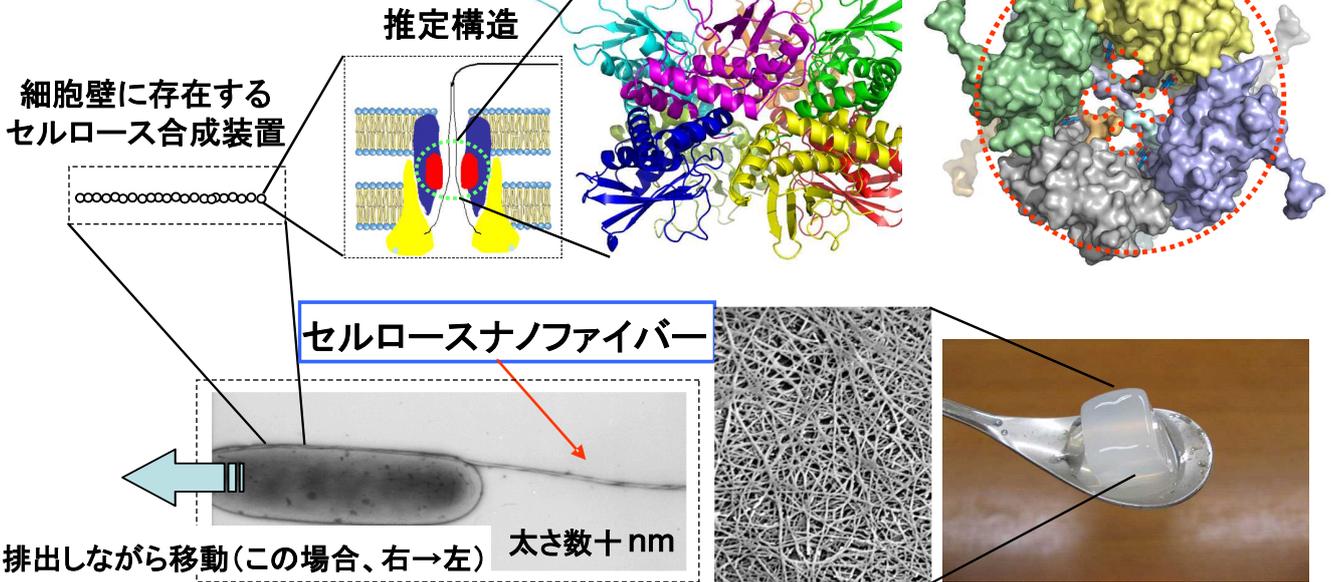
「スイーツとお酢」との関係



Acetobacter xylinum

横から見たところ

上から見たところ



セルロース合成菌

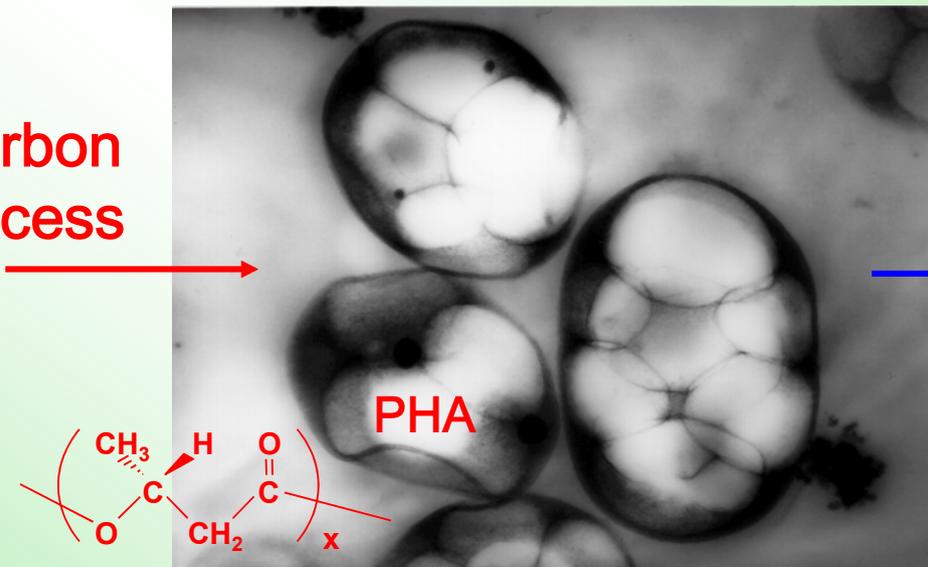
拡大写真

“**ナタデココ**”

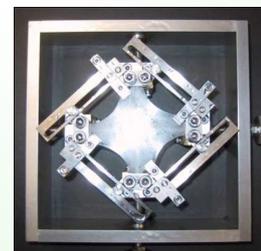
微生物がプラスチックを作る！

Carbon excess

Nitrogen starvation



Energy storage





バイオプラスチックが作られる仕組み

ヒト



食べ過ぎる

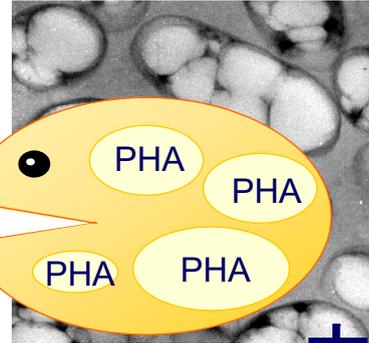


太る

微生物



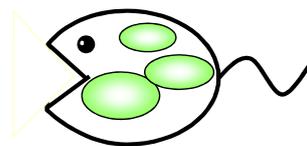
食べ過ぎる



プラスチックをためる



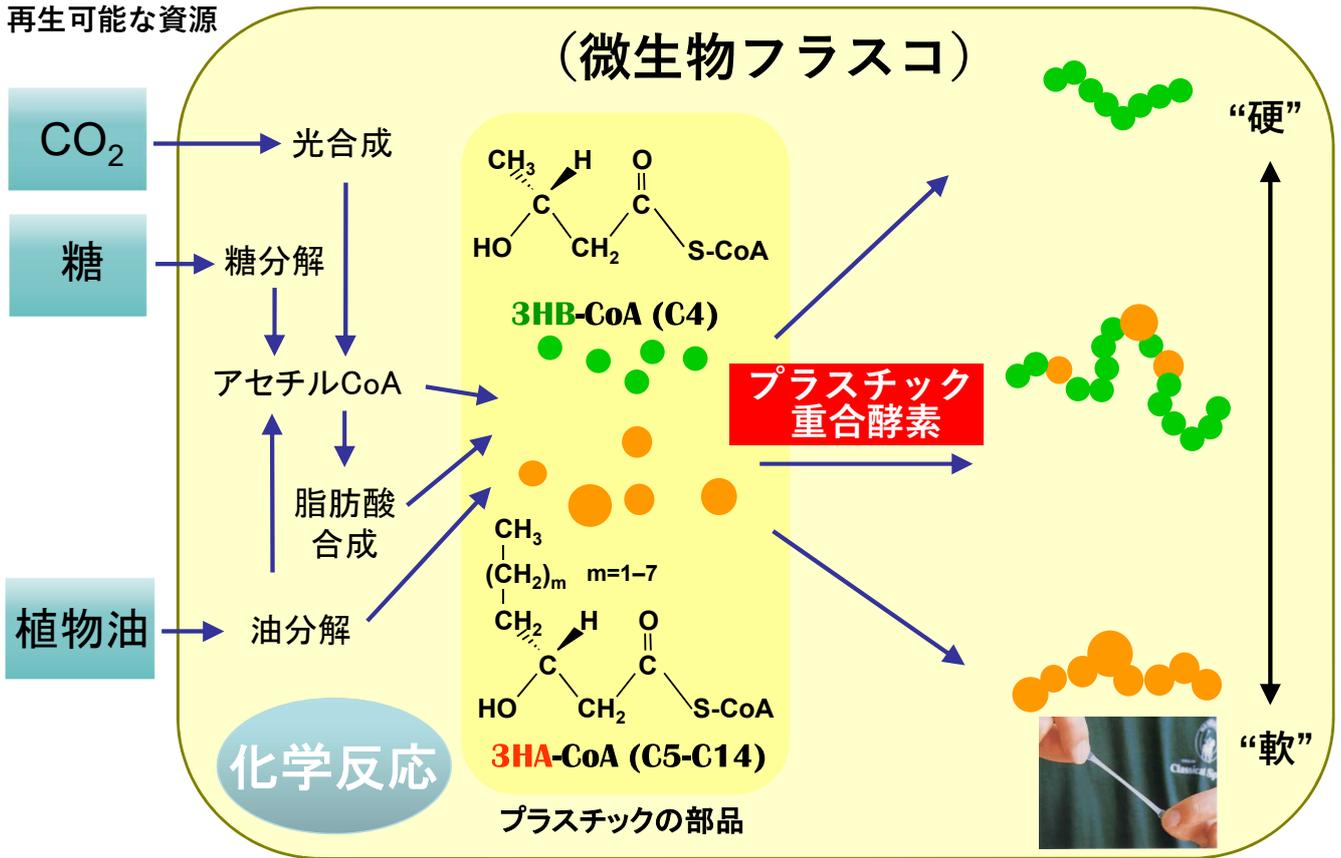
Gene to Plastic



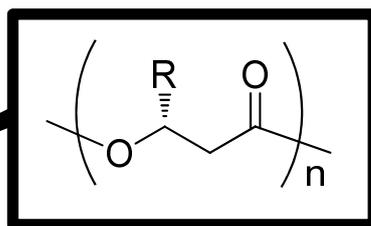
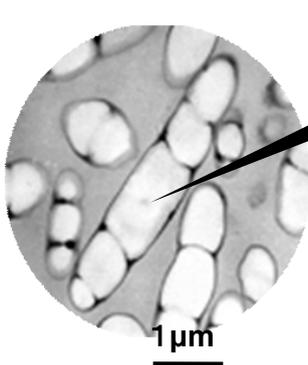
Microbial Plastic Factory

プラスチックはどうやって作られるのか？

再生可能な資源



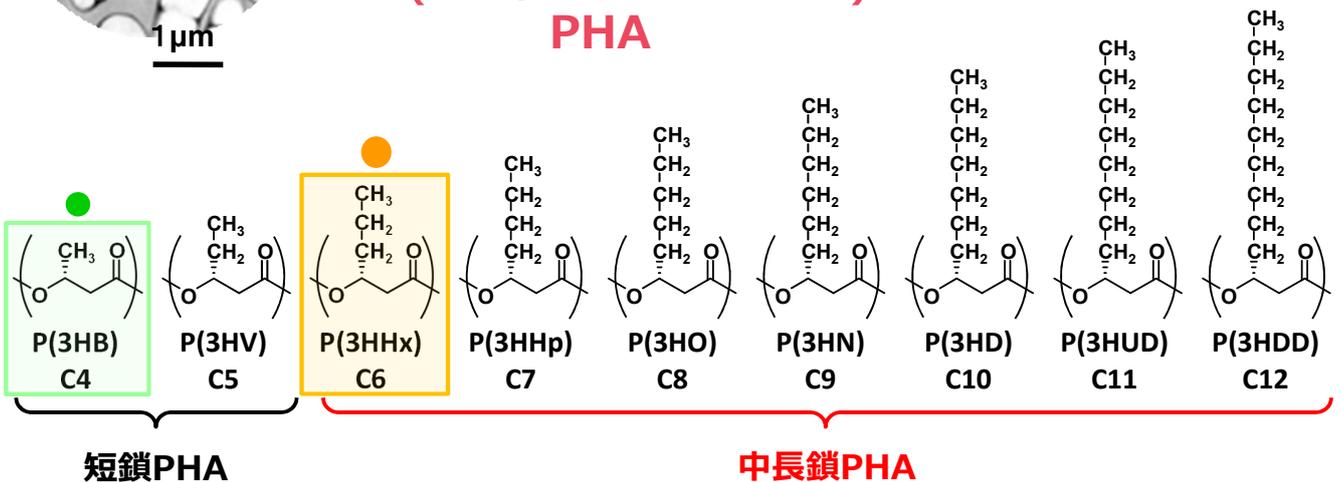
ポリヒドロキシアルカン酸ポリマー



ポリ(3-ヒドロキシアルカン酸)
PHA

微生物がエネルギー貯蔵物質として菌体内に蓄える
ポリエステル

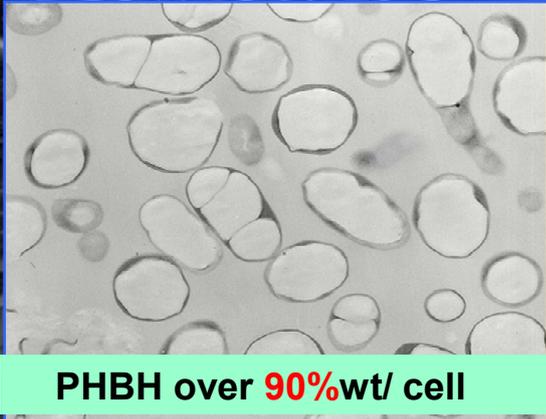
- 熱可塑性
- 生体適合性
- 生分解性





Industrialization of PHBH

Green Planet™



PHBH over 90%wt/ cell

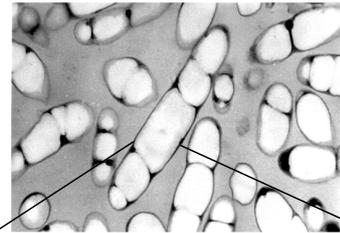


微生物ポリマーの事業化

パーム油精製副産物からの微生物産生ポリエステルの開発



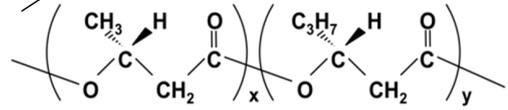
微生物合成



パーム油 → 精製副産物 (年産60万トン)

(株)カネカ:アオニレックス®
 パーム油から1,000トンで生産開始
 → 数年以内に、数万トンへ

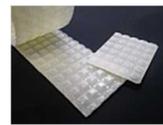
(2011年5月～)



微生物産生ポリエステル(PHBH)



発泡成型、ブロー成型、真空成型、射出成型、インフレーション成型など可能





Green Planet®ストロー

- (株)セブン-イレブン・ジャパン『セブンカフェ』用に約1万店舗に採用 ('19/11~)
- (株)セブン-イレブン・ジャパン『カフェラテスイーツ』用に約2.1万店舗に採用 ('20/6~)
- THE NORTH FACE直営店の併設カフェ5店舗に採用 ('21/4~)
- ファミリーマートの『ファミマカフェ』紙パック飲料向けに採用 ('21/4~)
- 100円ショップDAISOで販売開始 ('22/1~)



Green Planet®ストロー 伸縮タイプ

- 伊藤園『充実野菜 乳酸菌ミックス』に採用 ('21/6~販売)
- 伊藤園『お〜いお茶 緑茶』、『お〜いお茶 ほうじ茶』、『健康ミネラルむぎ茶』に採用 ('21/10~販売)



Green Planet®化粧品容器

- (株)資生堂の新製品「アクアジェル リップパレット」に採用 ('20/11~販売)



Green Planet®カトラリー

- カネカ生分解性ポリマーGreen Planet®ファミリーマートのスプーンに採用 ('21/6~)
- 某カフェチェーンに採用予定 ('22/3~)



Green Planet®ホテルアメニティ

- 大手ホテルチェーン等に採用内定



Green Planet®フィルム製品

- JALUXショッピングバッグに採用 ('21/7~)





第74回サイエンス・カフェ札幌

夢の ゼロライフ

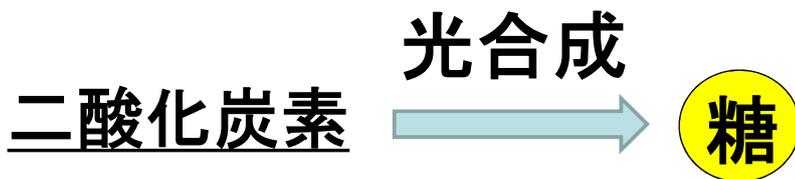
…… 二酸化炭素を資源に ……

田中 歩 (北海道大学 低温科学研究所 教授)

田口 精一 (北海道大学大学院 工学研究院 教授)



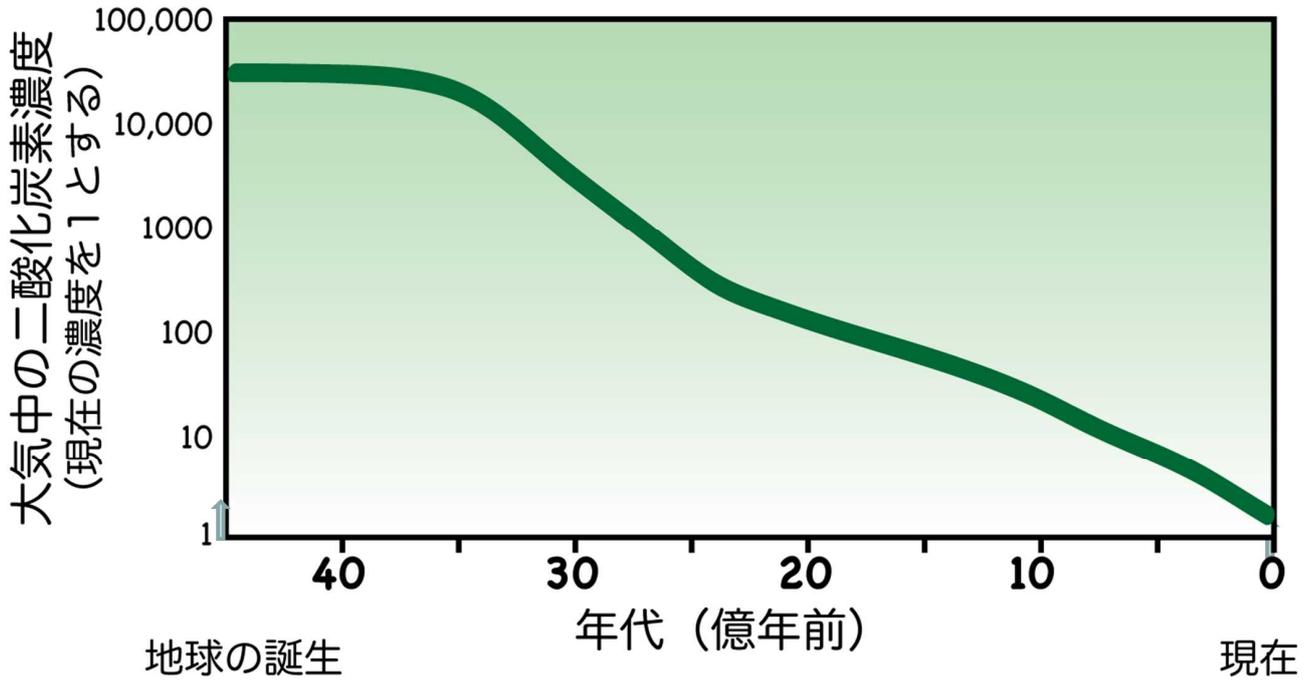
バイオマスを理解する！



タンパク質
核酸
脂質

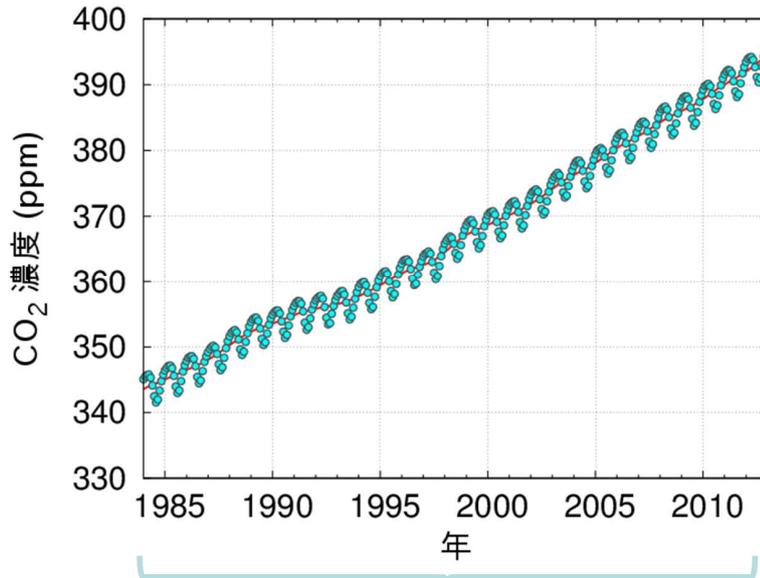


地球が誕生した時は二酸化炭素に満ち溢れていた

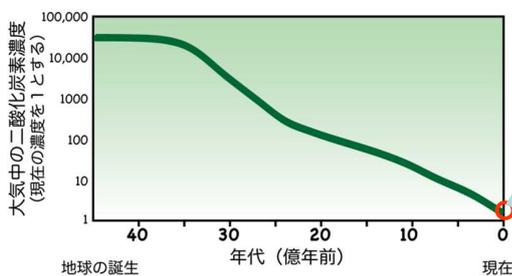


Nature 429, 395-399 (27 May 2004)

近年上昇する二酸化炭素濃度

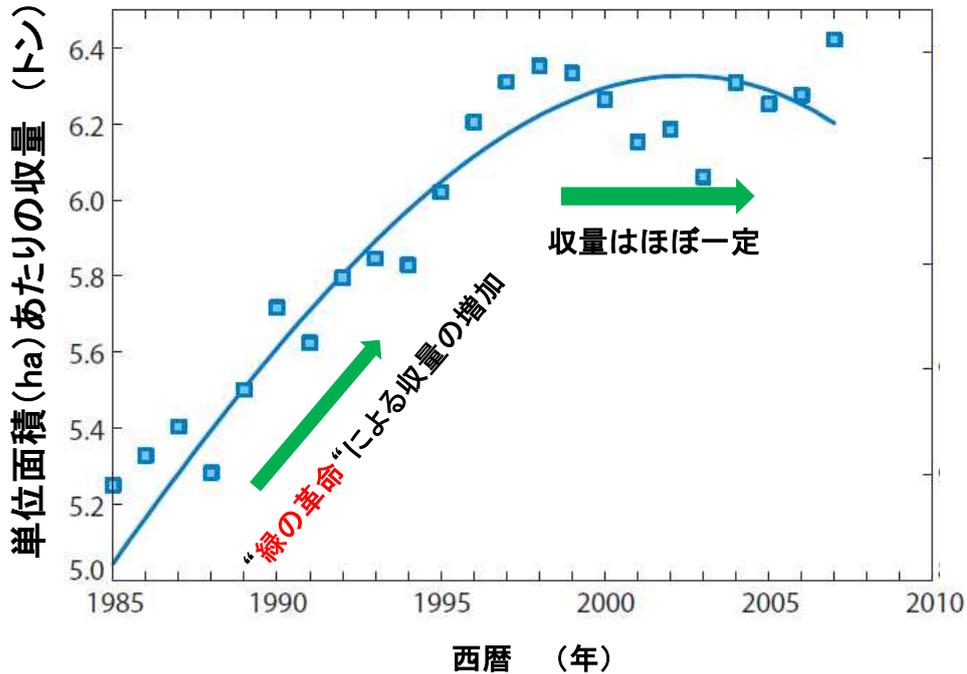


http://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2_trend.html



求められる植物の光合成能力の増強

中国におけるコメの収量の変化



Annu. Rev. Plant Biol. 2010. 61:235-61

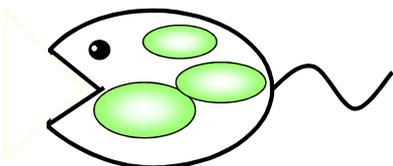
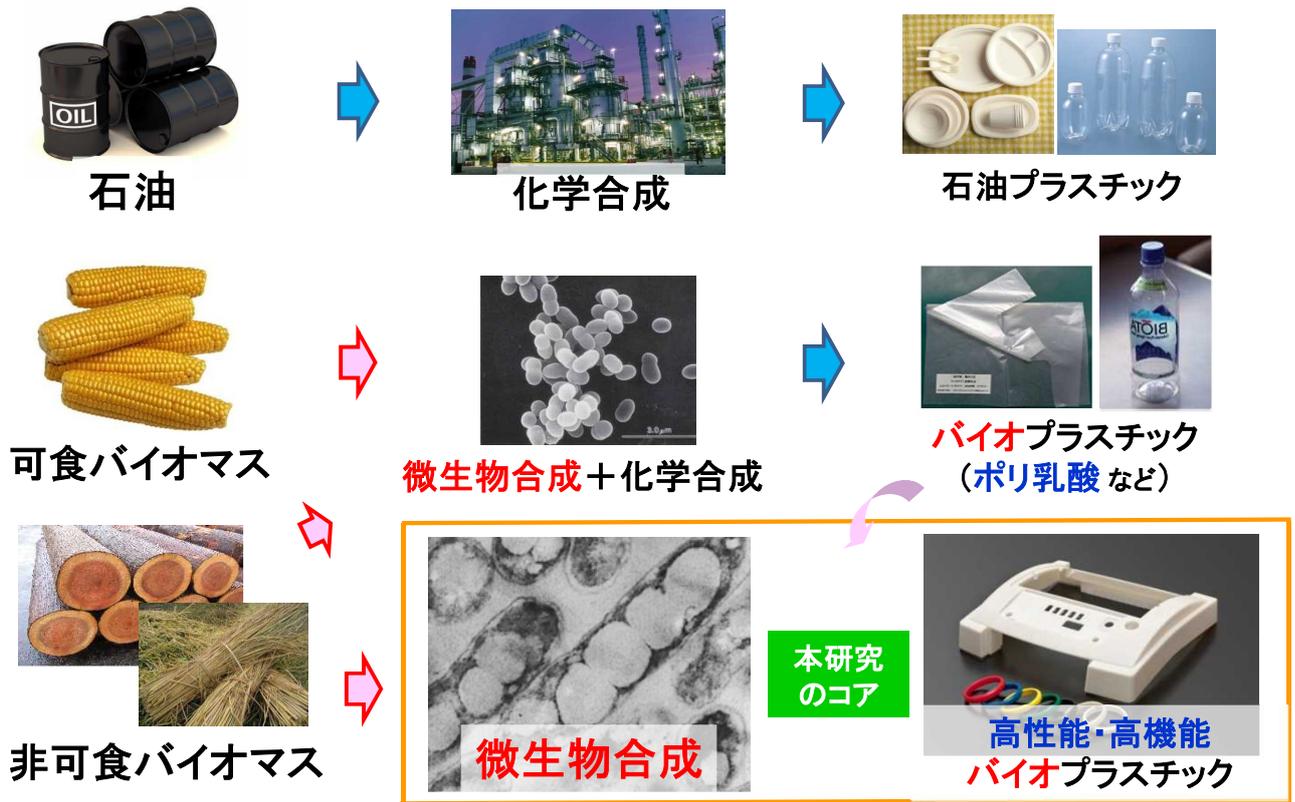
二酸化炭素資源化プロジェクトが始まった

戦略的創造研究推進事業
JST Strategic Basic Research Programs

二酸化炭素資源化を目指した
植物の物質生産力強化と生産物活用のための
基盤技術の創出

JST 科学技術振興機構

本研究領域では、植物の光合成能力の増強を図るとともに、光合成産物としての各種のバイオマスを活用することによって、二酸化炭素を資源として活用するための基盤技術の創出を目的とします。



バイオプラスチックの生産プロセス



Eco/human friendly



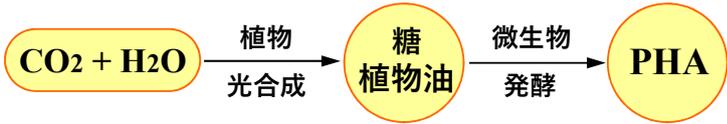
ポリ乳酸 (3ステップ生産)



化学工場



ポリエステル (2ステップ生産)



微生物工場



ポリエステル (1ステップ生産)

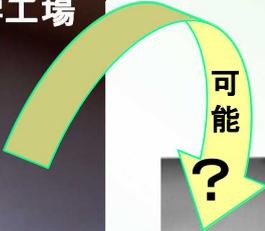
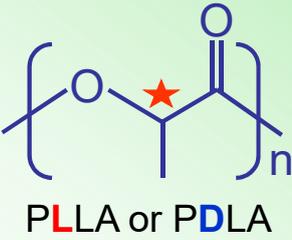


バイオプロセス

- ・水系
- ・常温・常圧
- ・脱重金属触媒

植物工場

乳酸ポリマー生産用微生物工場の開発



<Question>

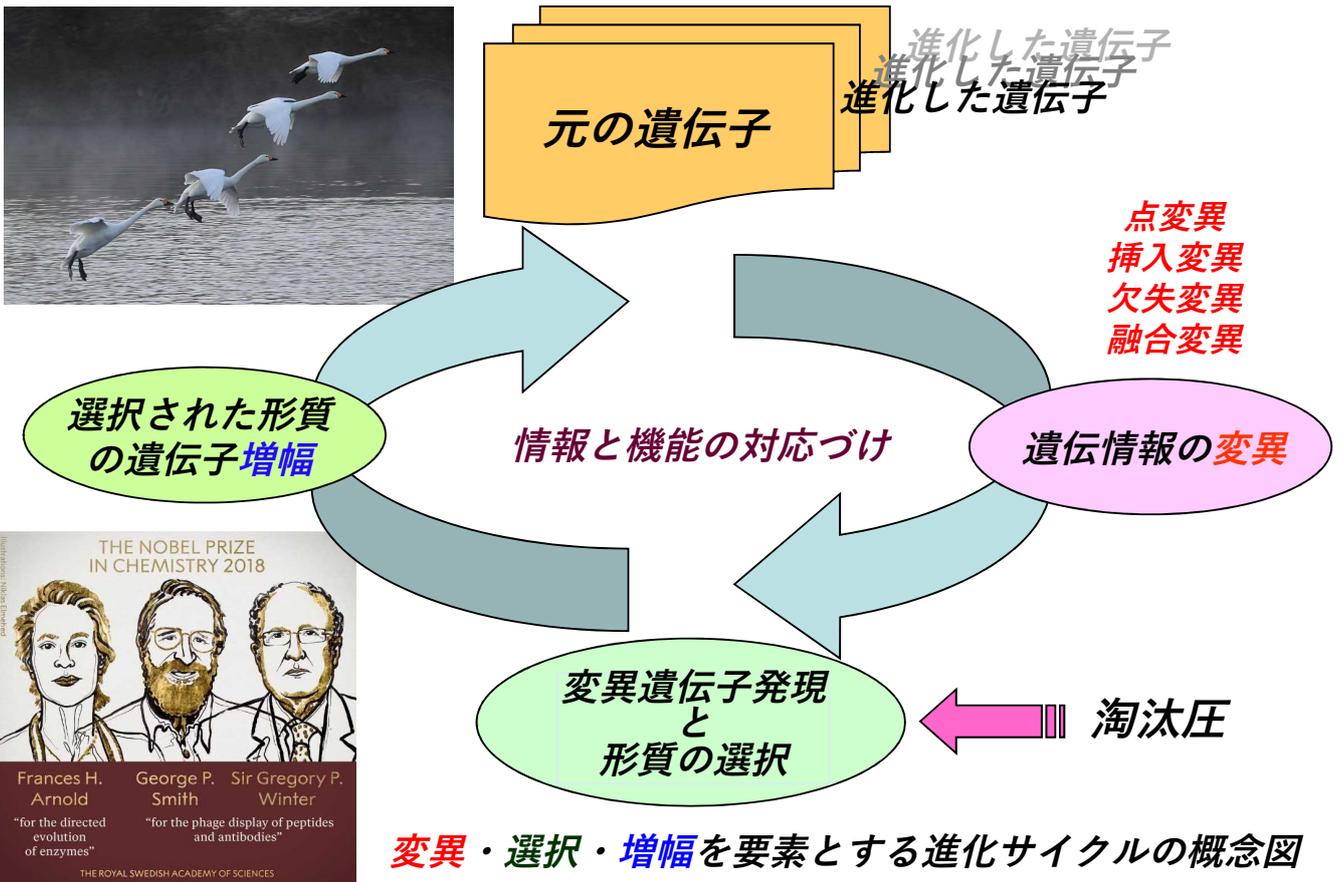
乳酸重合酵素 をどのように手にするか？

ポリ乳酸合成菌を探す？

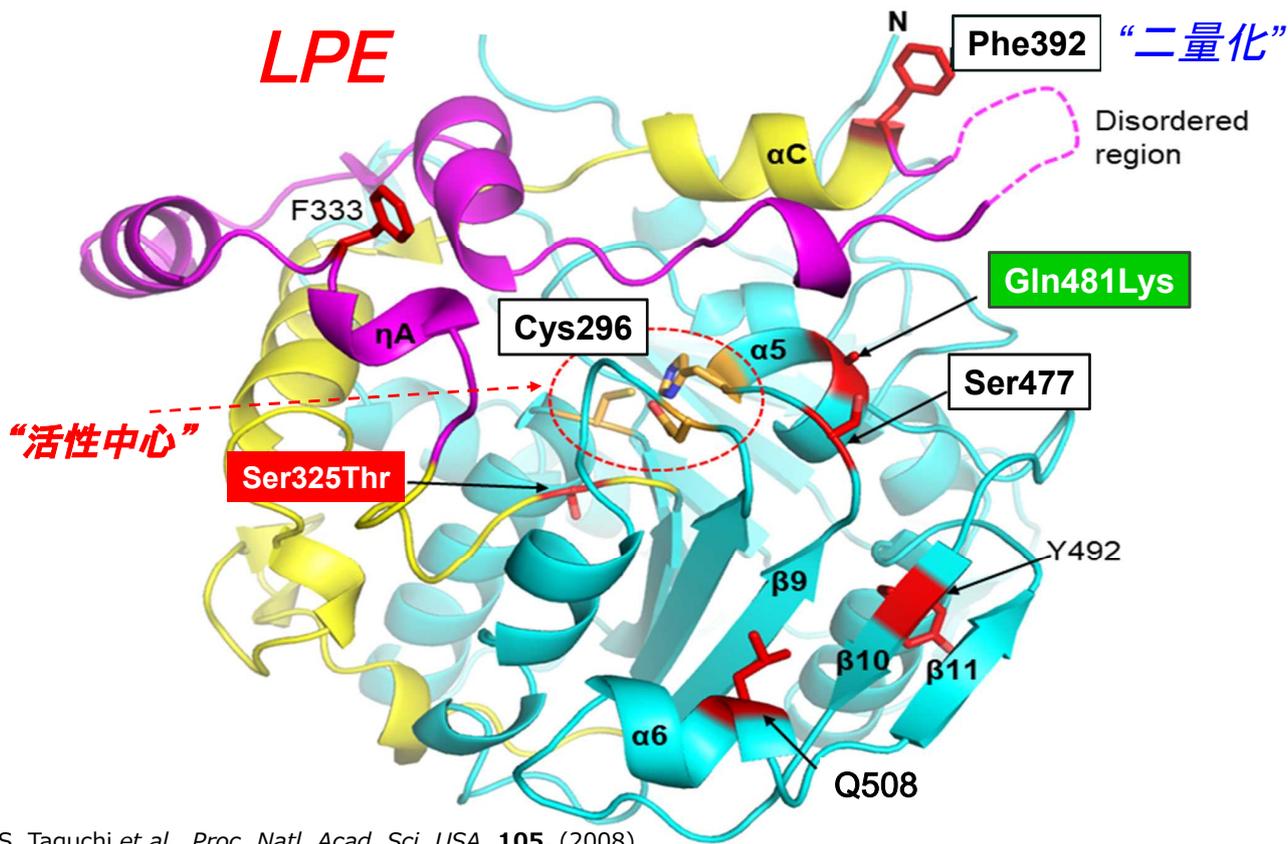
or

自分で創る？

酵素分子の改変 – “機能” からのアプローチ –

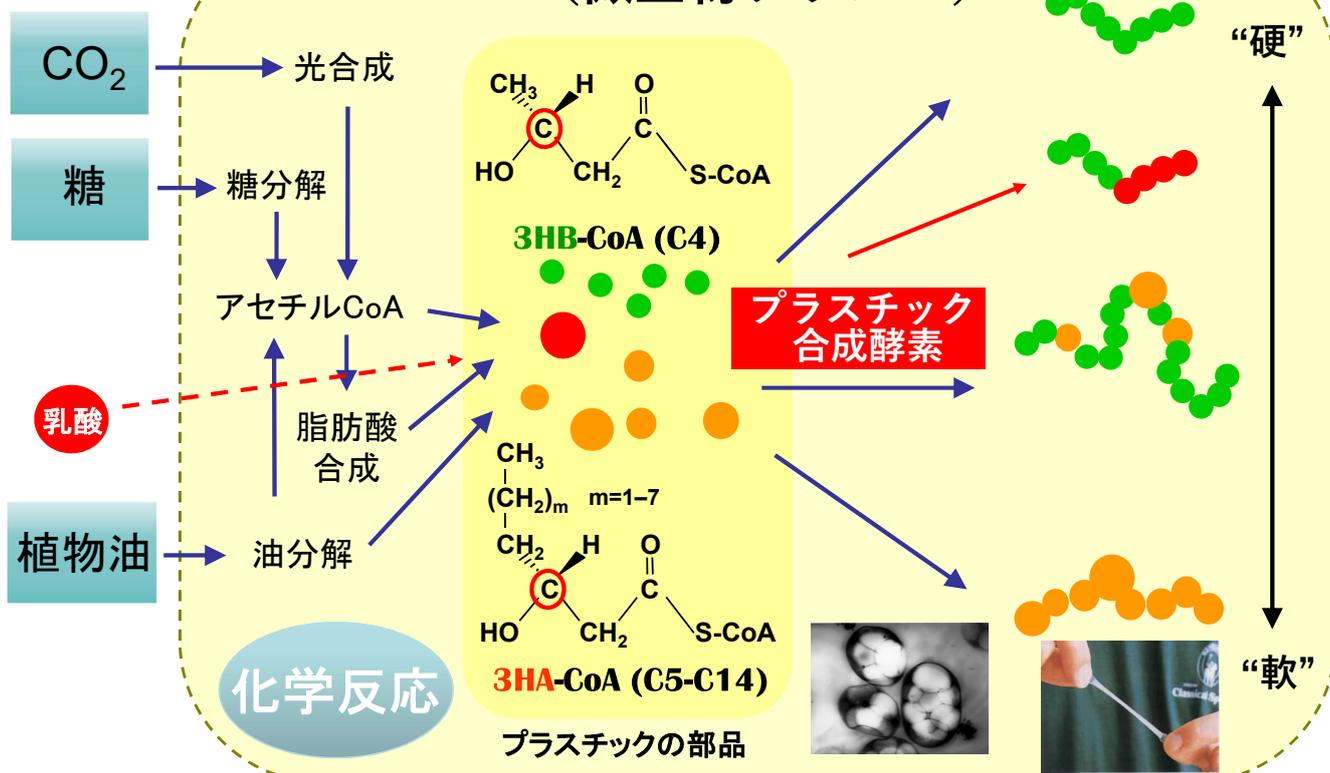


乳酸重合酵素の創出



プラスチックはどうやって作られるのか？

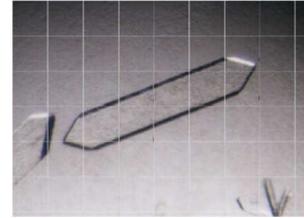
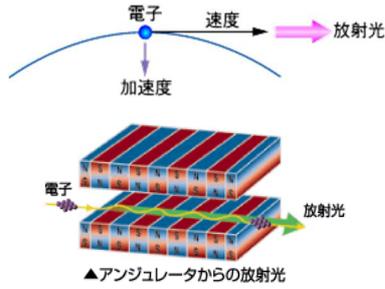
再生可能な資源



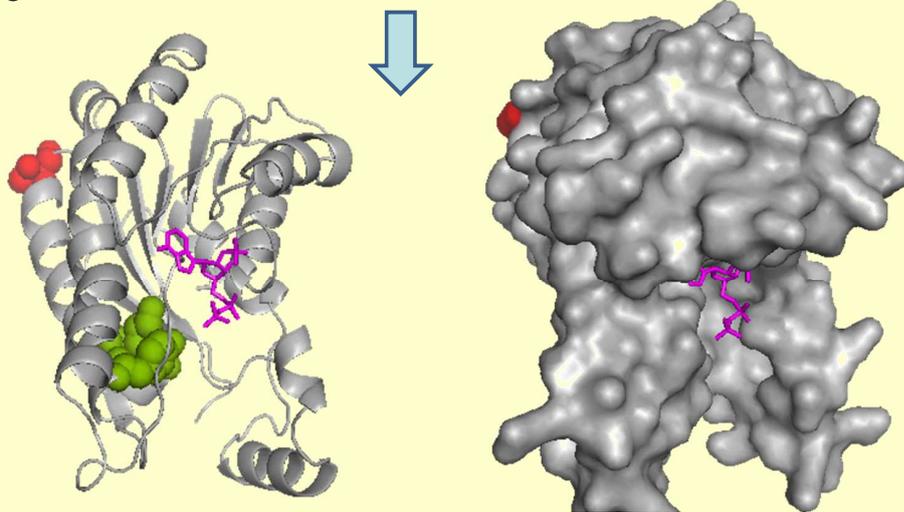
スーパー酵素を創る



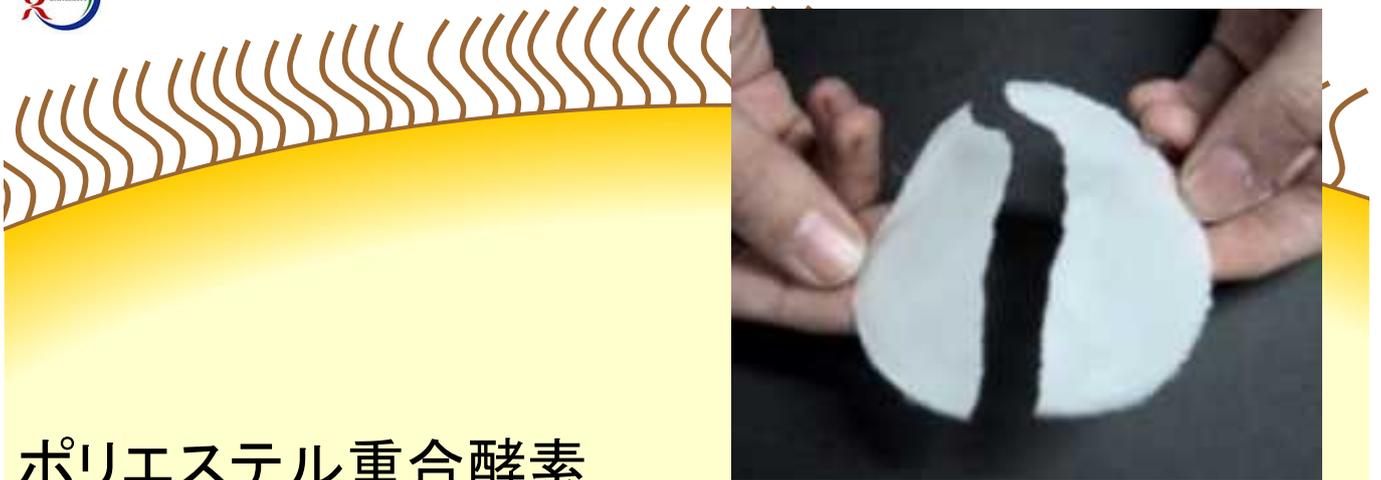
Spring-8



酵素分子の結晶

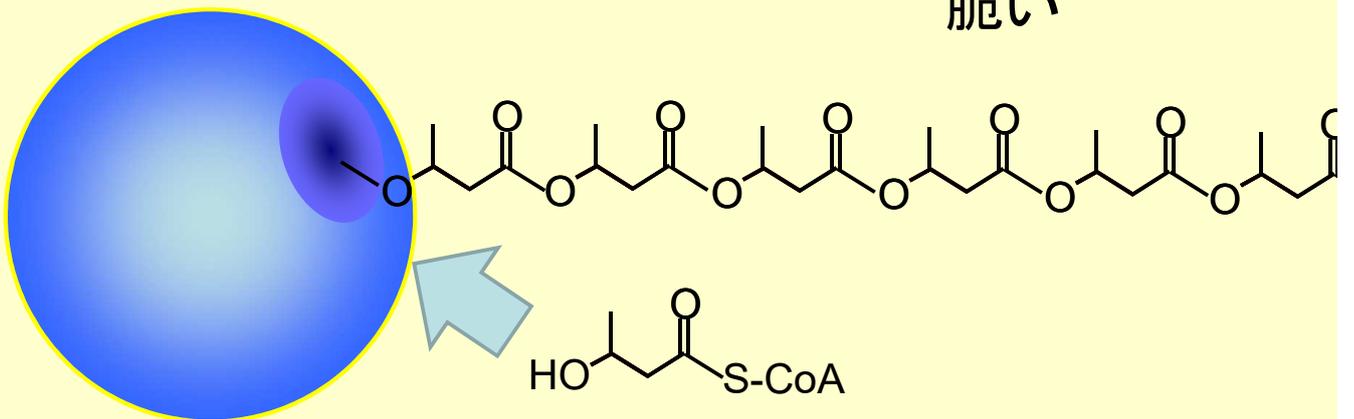


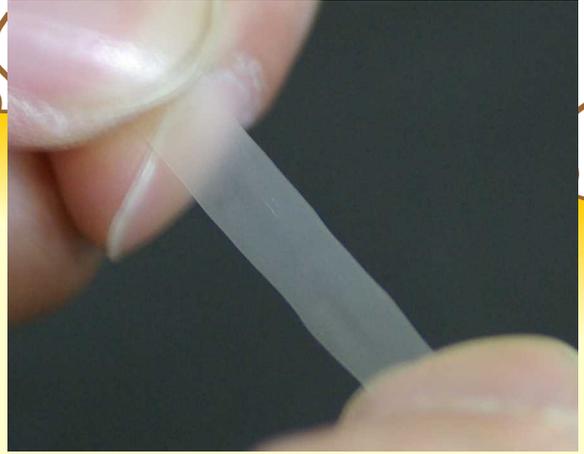
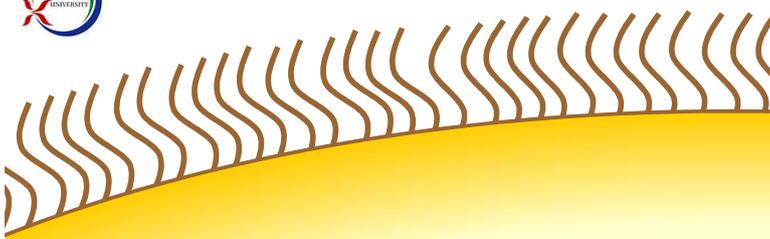
北大・理学部、田中先生らとの共同研究



ポリエステル重合酵素

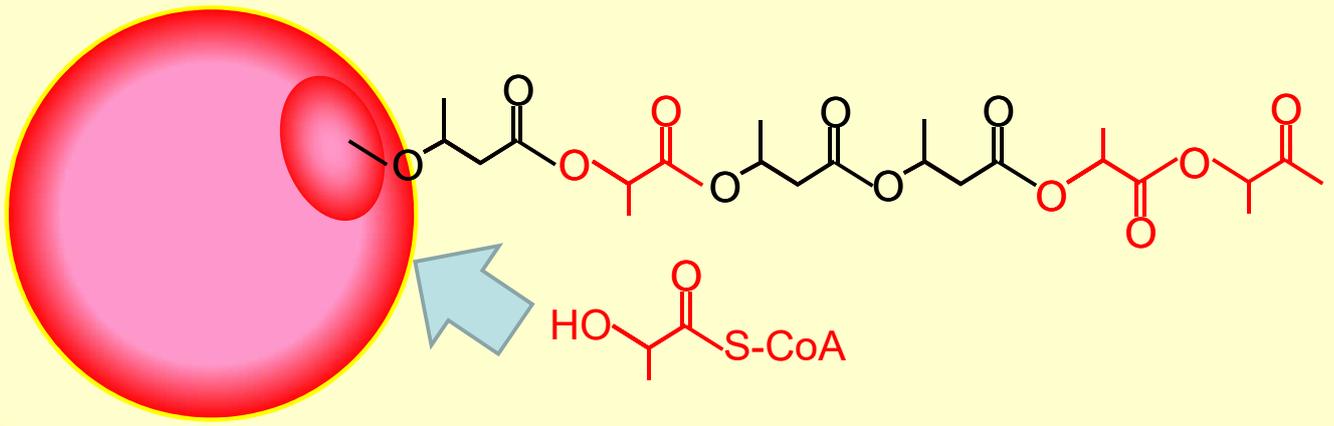
脆い





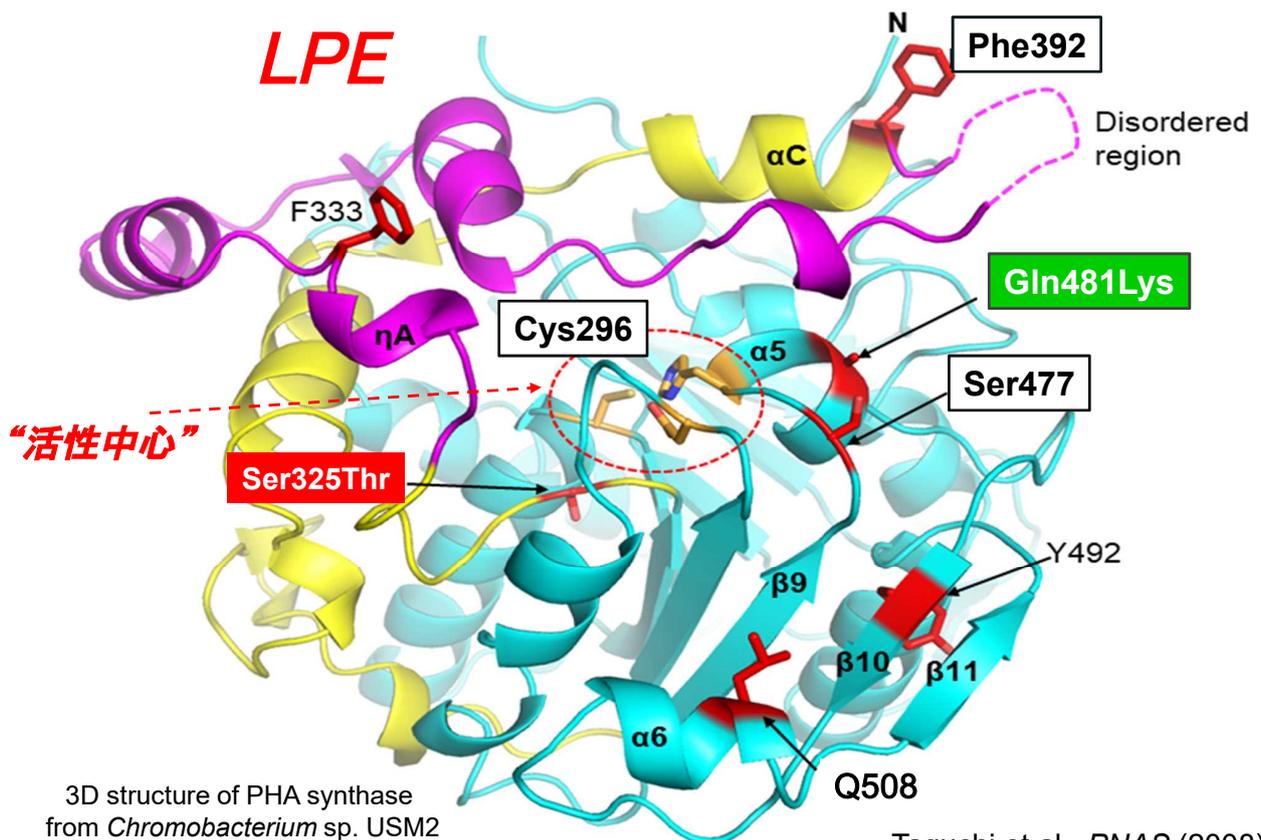
進化型ポリエステル重合酵素

柔らかい



“乳酸重合酵素の創出”

“二量化”



3D structure of PHA synthase from *Chromobacterium* sp. USM2 (Sci. Rep. (2017), AMB Mini-review (2018))

Taguchi et al., PNAS (2008)

次世代型 ポリ乳酸「LAHB」

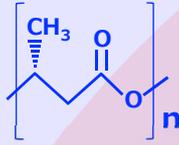


P(3HB) P(3HB) P(3HB) P(3HB) P(3H
 P(3HB) P(3HB) P(3HB) P(3HB) P(3H



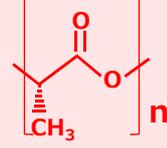
P(3HB)

硬い・不透明
 ◎生分解性



ポリ乳酸 P(L-LA)

低衝撃、生分解性
 ◎透明

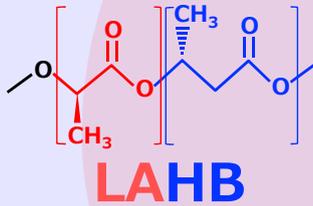


海洋生分解性

新規な物性を発現

海洋難分解性

P(D-LA-co-3HB)



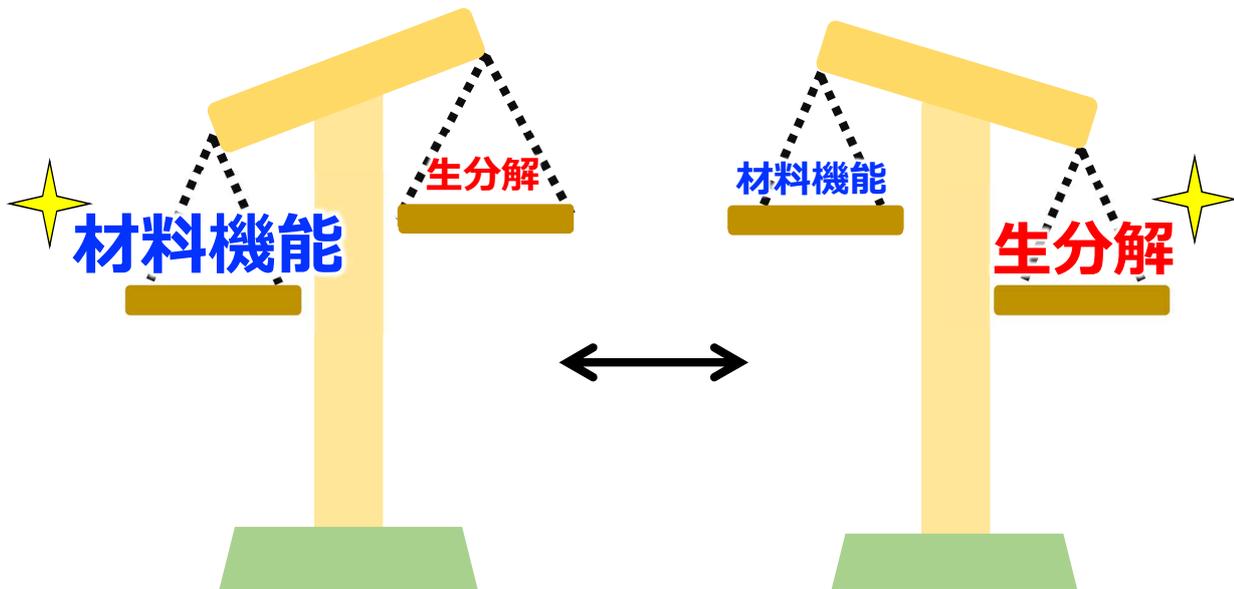
P(3HB-co-31mol%-LA) P(3HB-co-31mol%-LA) P(3H
 B-co-31mol%-LA) P(3HB-co-31mol%-LA) P(3H

軟質・透明・生分解性

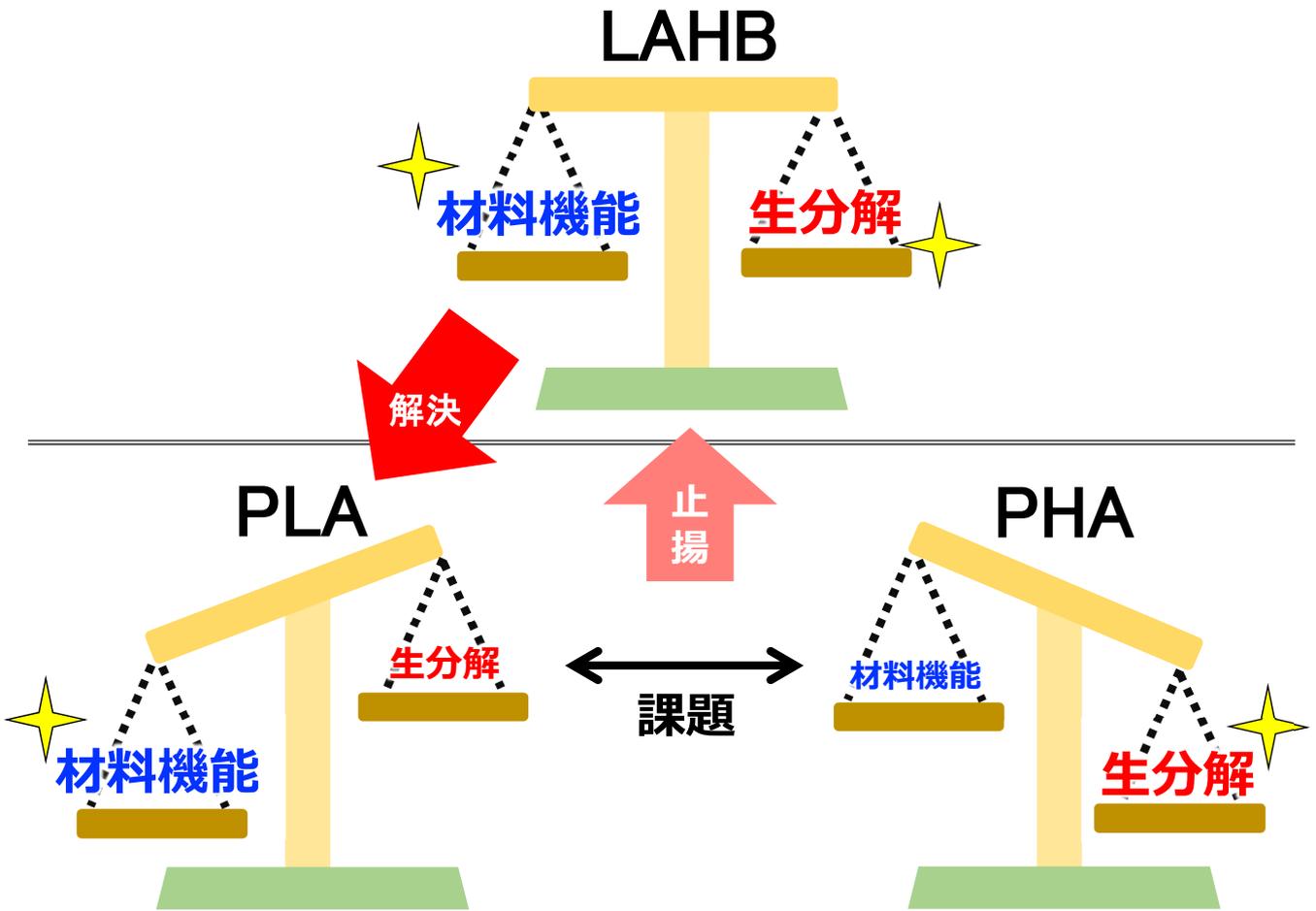
物性と生分解との“トレードオフ”

ポリ乳酸

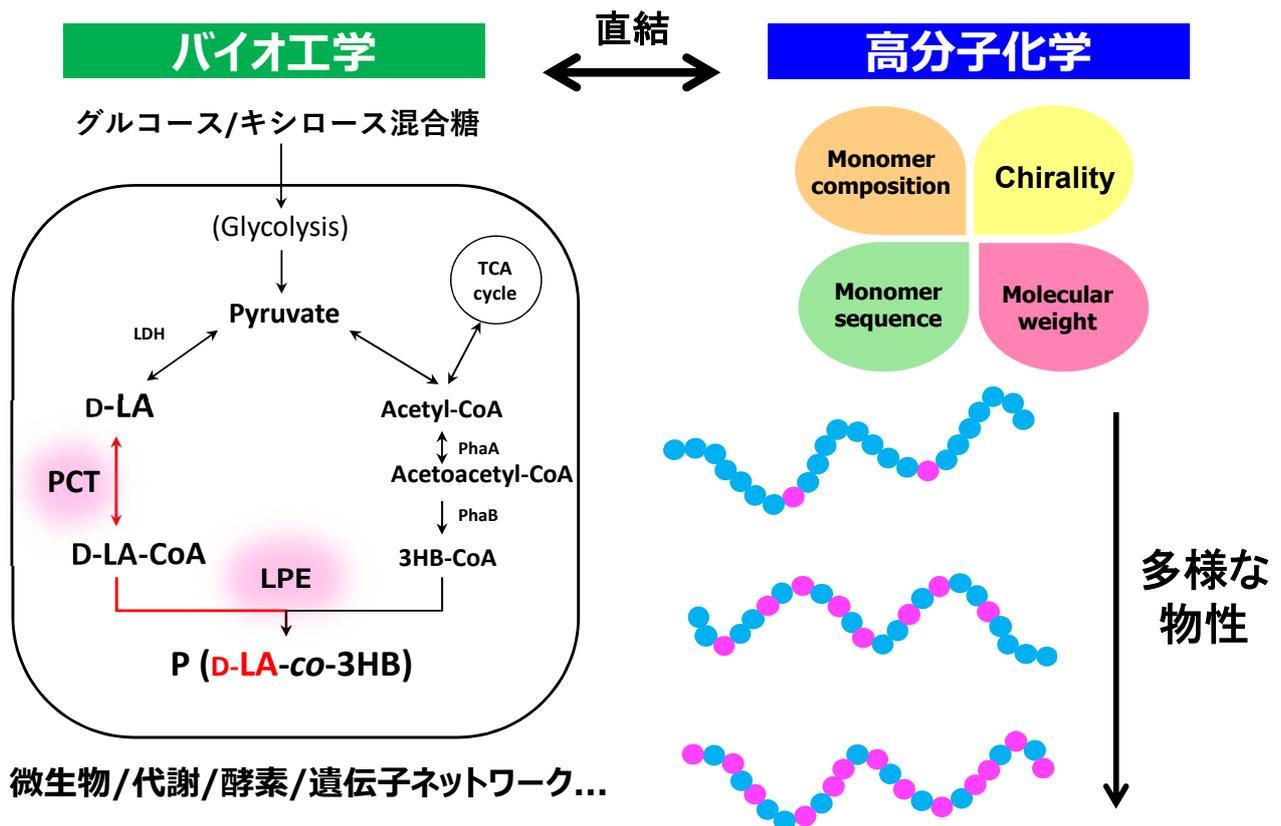
PHA



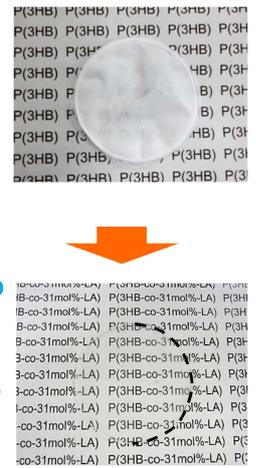
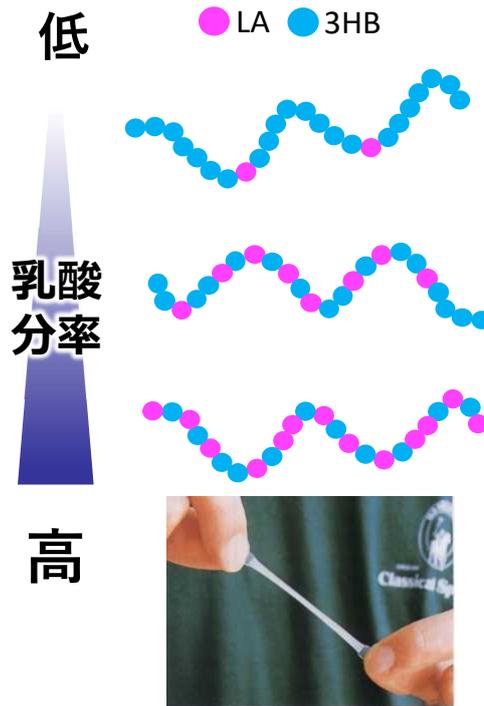
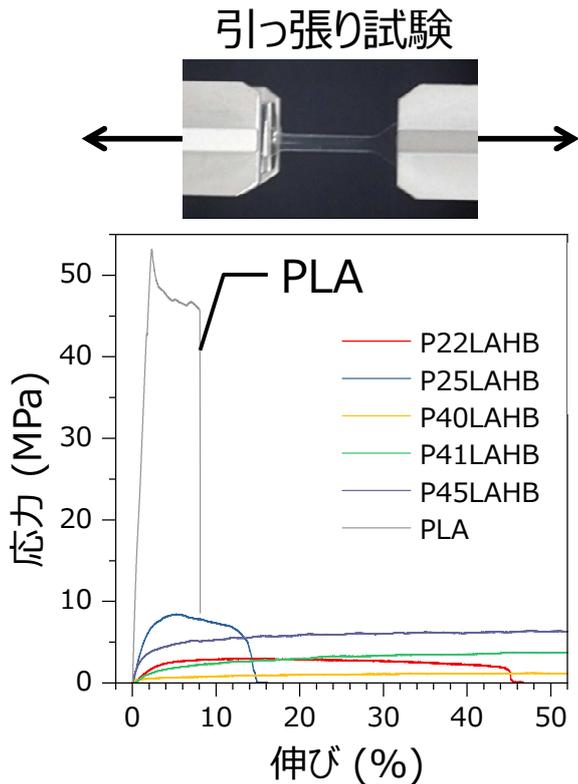
両立が可能か！



「バイオ↔材料」両睨みの合成生物学



LA分率に依存した柔軟性・透明性制御



透明でしなやかなフィルムを形成

ポリプロピレンに匹敵する柔軟性



二酸化炭素資源化プロジェクトが始まった

戦略的創造研究推進事業
JST Strategic Basic Research Programs

二酸化炭素資源化を目指した
植物の物質生産力強化と生産物活用のための
基盤技術の創出



JST 科学技術振興機構

本研究領域では、植物の光合成能力の増強を図るとともに、光合成産物としての各種のバイオマスを活用することによって、二酸化炭素を資源として活用するための基盤技術の創出を目的とします。



稲わらからバイオプラスチックができた！



稲わら



前処理



ヘミ/セルロース

糖化



混合糖液
(グルコース+キシロースなど)

- (1)風船型大腸菌の利用
- (2)カタボライト抑制の解除
(混合糖液の同時資化)
- (3)転写因子のノックアウト



微生物工場



発酵生産



~100 mL



2 L



100 L



P(31mol%LA-co-3HB)

B-co-31mol%-LA	P(3HB-co-31mol%-LA)	P(31

乳酸分率に依存した柔軟性制御

ポリプロピレンに匹敵する柔軟性

多元ポリ乳酸の用途開発



1. 成型体 (食品容器)
透明性・柔軟性



2. 熔融紡糸繊維 (釣り糸、縫合糸)
生体適合・吸収性



3. ナノファイバー (細胞培養足場)
立体構築・生体適合・吸収性の両立



4. 微粒子 (ビルダー、ヘルスケア製品)
環境分解性

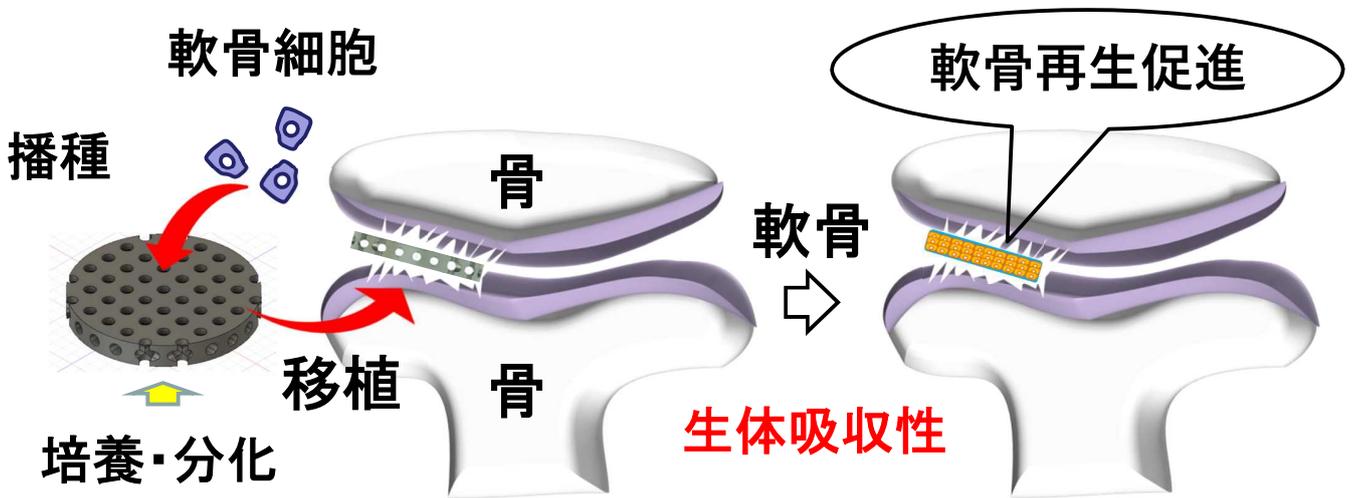


5. 光学材料への展開
高透明性

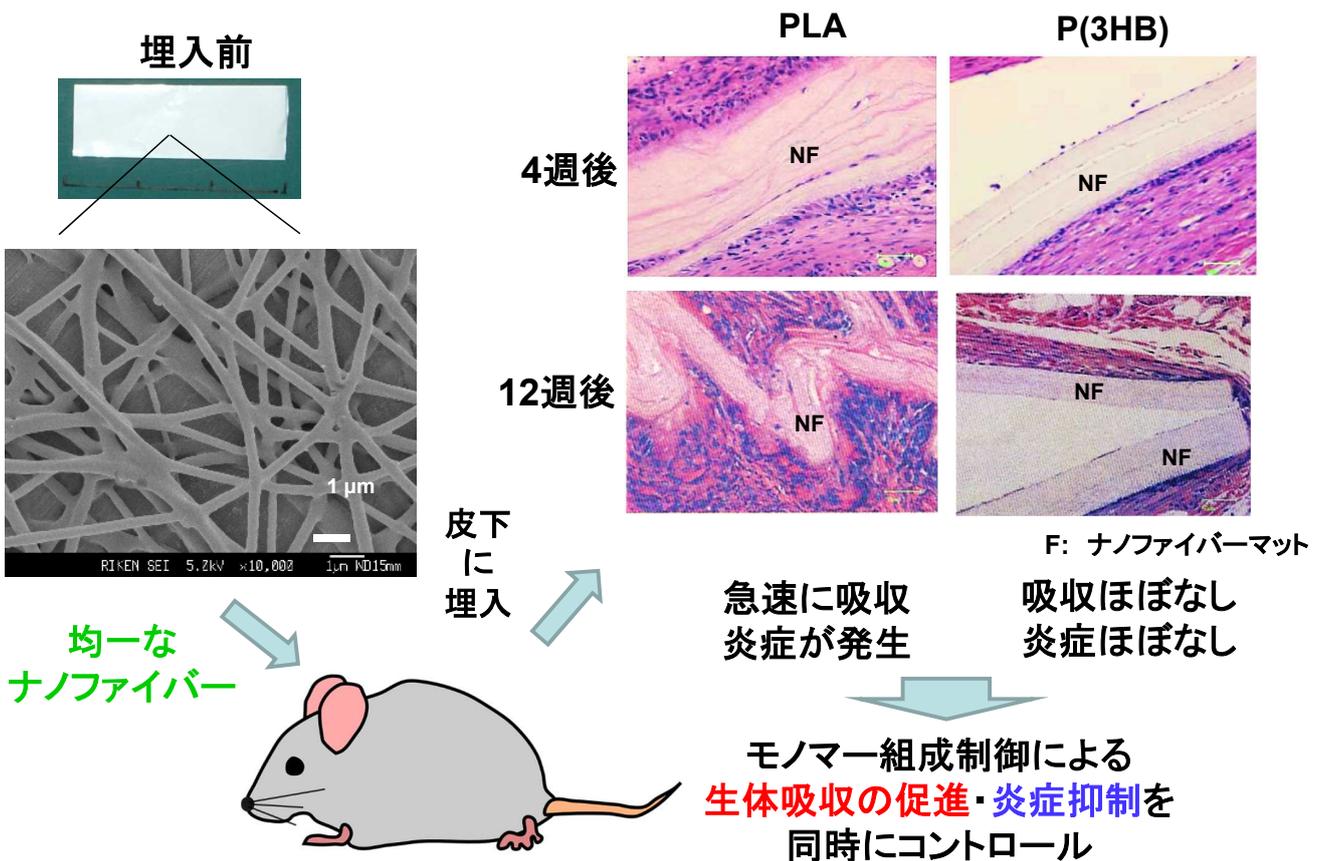


本研究のデザイン

軟骨損傷部における軟骨再生促進を目指し、多元ポリ乳酸に基づいた「軟骨組織形成」に適した3Dスキャホールドを開発する。



ナノファイバーマットの生体吸収性





生命 つくられる&こわれる

ゆく河の流れは絶ずして、しかももとの水にあらず。
よどみに浮ぶうたかたは、かつ消え、かつ結びて、
久しくとどまりたるためしなし。

「方丈記」 鴨長明

モノづくり 合成 分解



クイズ

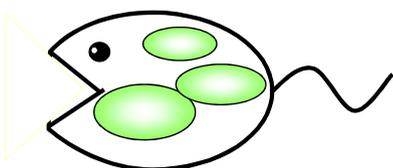


生分解性プラスチックは、
どこで良く分解されるか？

土の中

大気の中

海洋の中





マイクロプラスチック問題

一次的
マイクロプラスチック



研磨剤
(洗顔料・歯磨き粉)

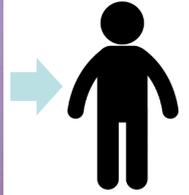


二次的
マイクロプラスチック

破碎・細分化された
プラスチック (自然環境中)

環境
流出

有害物質
吸着



生物濃縮・生育阻害
(写真は、スズメダイ稚魚)

現状

石油系微粒子

欧米: 製造・販売禁

(2018年)



日本: 自主規制

(日本化粧品工業連合会、会員企業1100社)

あるべき姿

バイオポリエステル
微粒子の開発

生態系を乱さない
システム構築

生分解



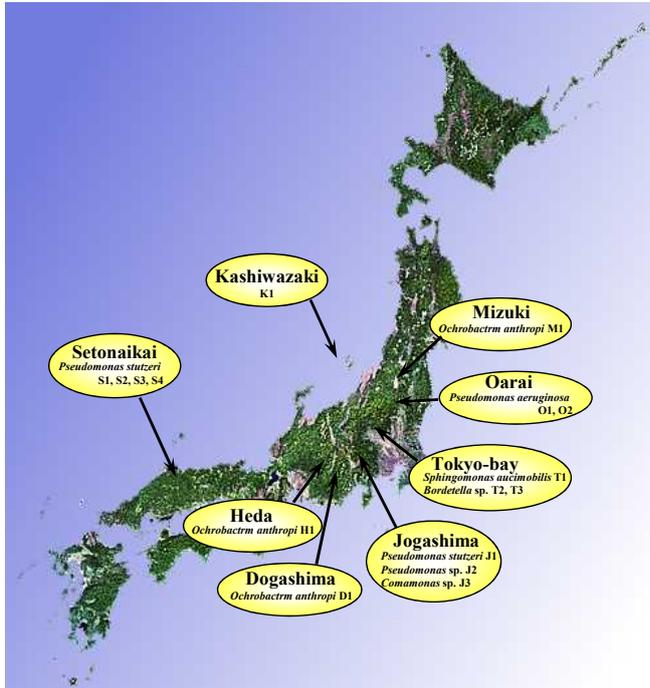
生分解が可能



出處: Stefania Pompani Butler Blog

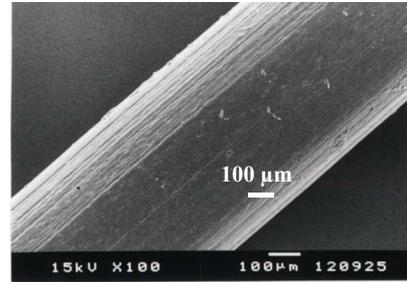
バイオプラスチック分解微生物の探索

海水から単離されたプラスチック分解菌

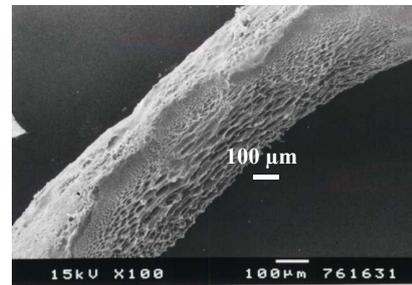


ポリエステル繊維の生分解過程

(分解前)

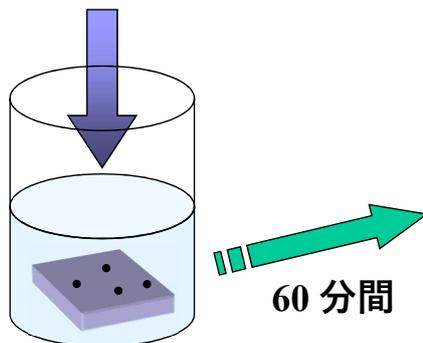


(21日後)

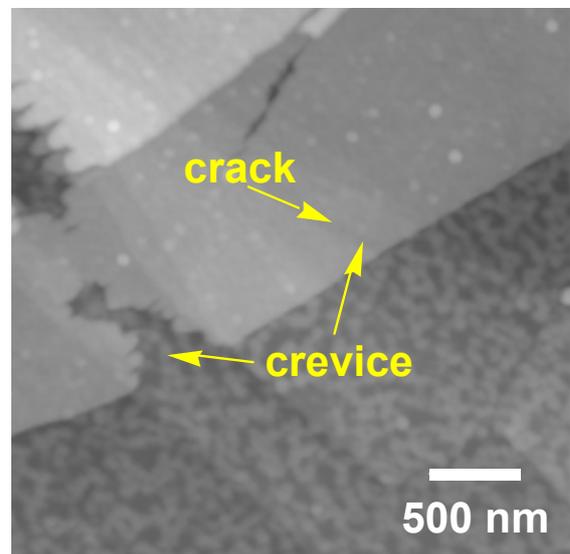


溶液中での酵素分解のその場観察

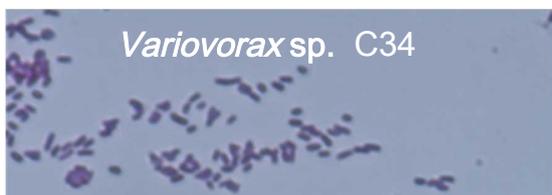
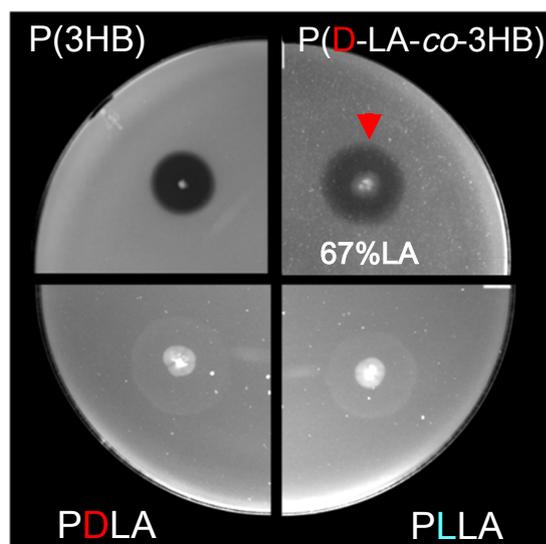
微生物のプラスチック分解酵素



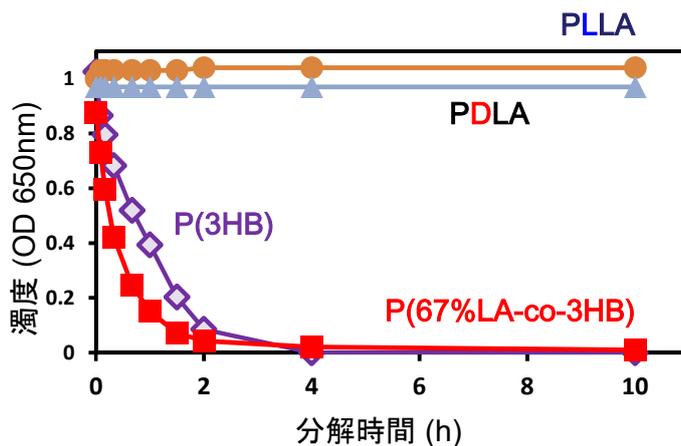
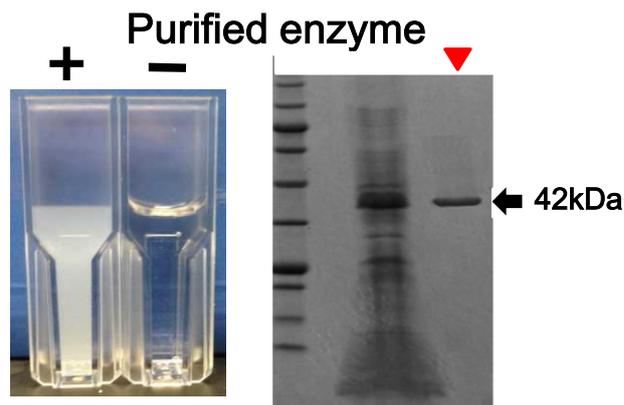
溶液中での分解実験



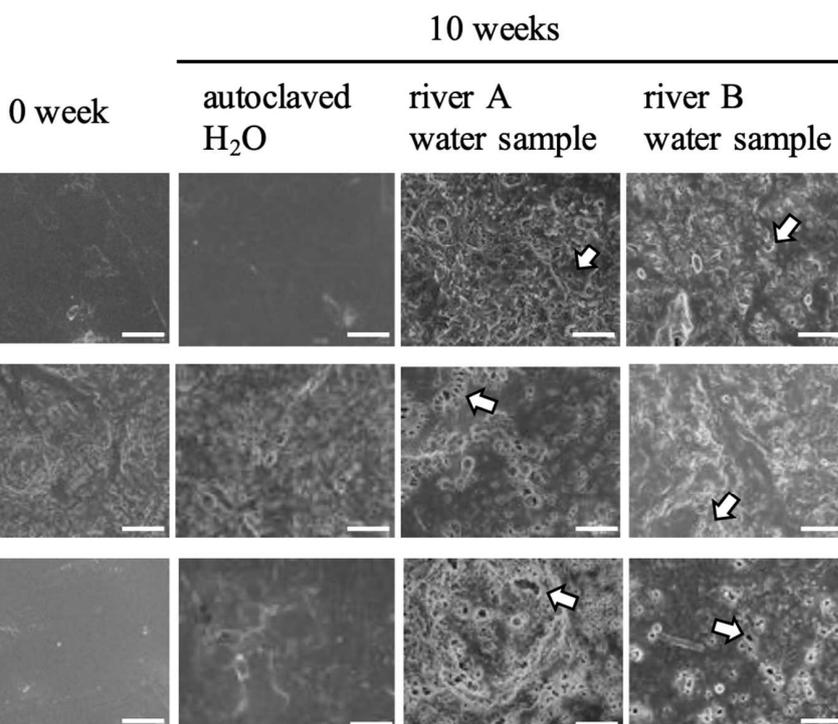
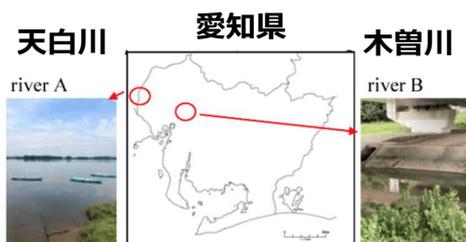
LAHBの生分解性 (土壌)



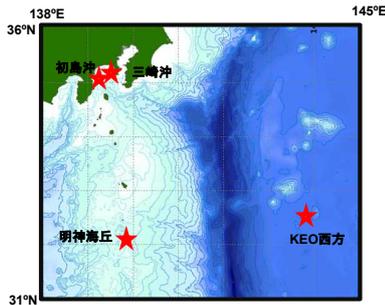
J. Sun et al., *Polym. Degrad. Stab.* **110** (2014)



LAHBの生分解性 (河川)



R. Kadoya et al., *Polymers* **15** (2023)



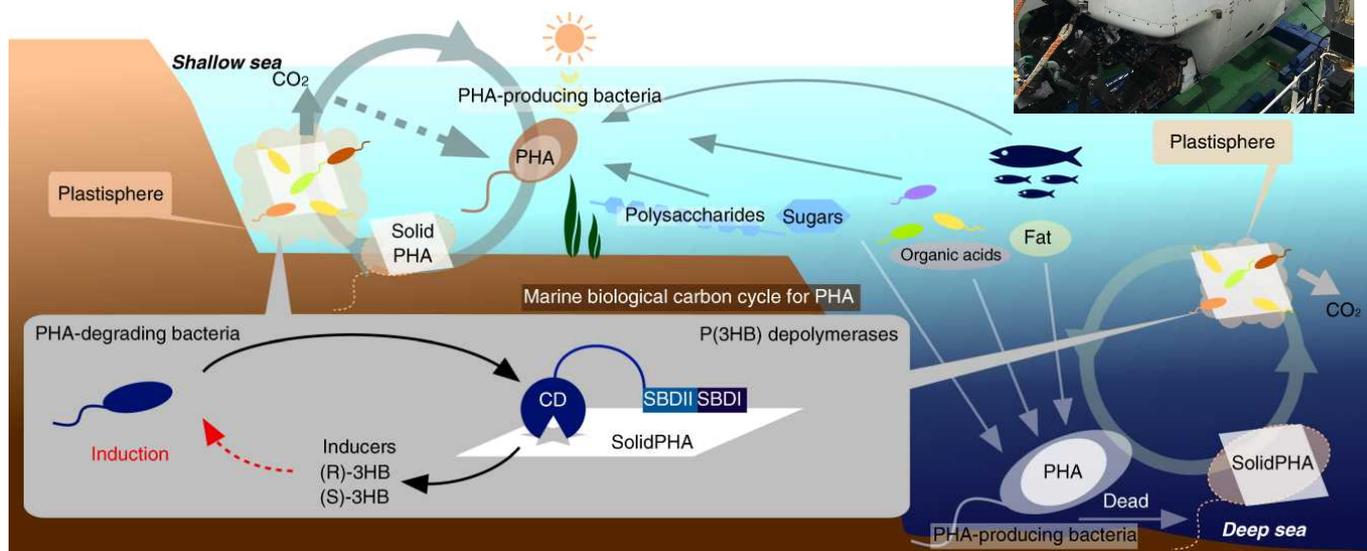
7ヶ月後のサンプル形態

	初島沖A	初島沖B	三崎沖A	三崎沖B	結果
ポリ乳酸					分解なし
LAHB (6,13%)					分解有り

LAHB分解の普遍性

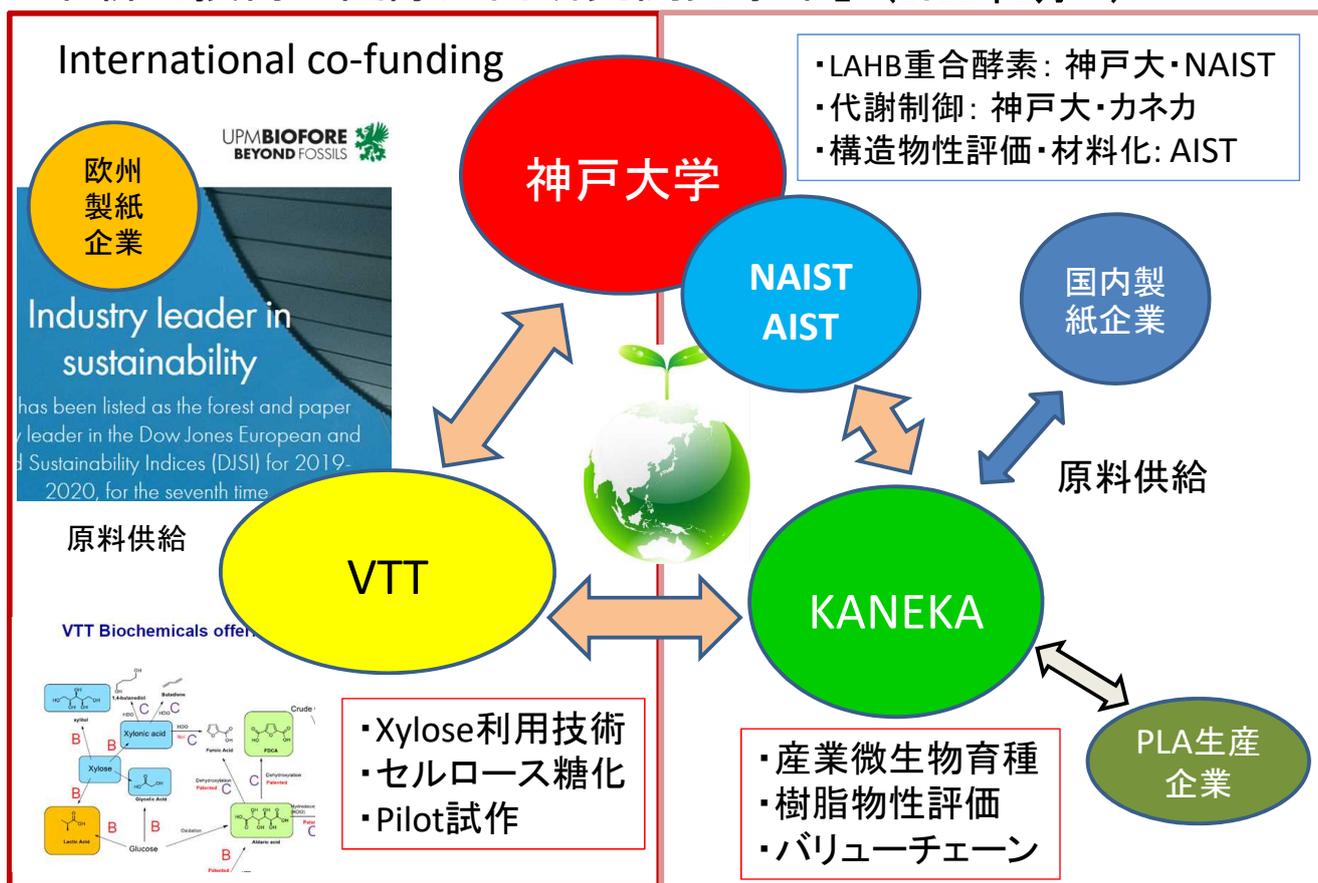
環境 ($< 25^{\circ}\text{C}$)	P(3HB)	<乳酸分率>						PLA
		6%	13%	29%	45%	67%	69%	
土壌	○					○ 北大土壌		×
河川	○			○ 愛知県河川			○ 愛知県河川	×
海水	○		○ 兵庫県海水		○ 千葉県海水			×
深海 700-800m	○		○ 初島沖/三崎沖					×

PHA = 環境循環材料



M. Suzuki et al., *Polymer J.*, **53**(1), 47-66 (2020)

NEDO「クリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業」(2021年1月~)

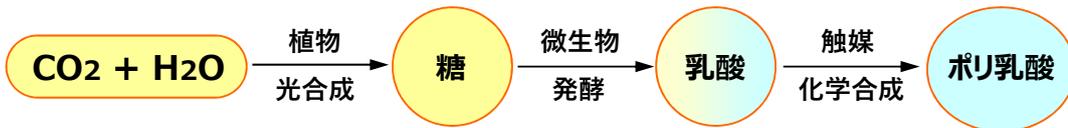




生産プロセスにおける優位性



ポリ乳酸（3ステップ生産）



化学工場



ポリエステル（2ステップ生産）

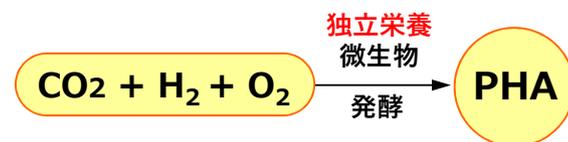


微生物工場



水素細菌

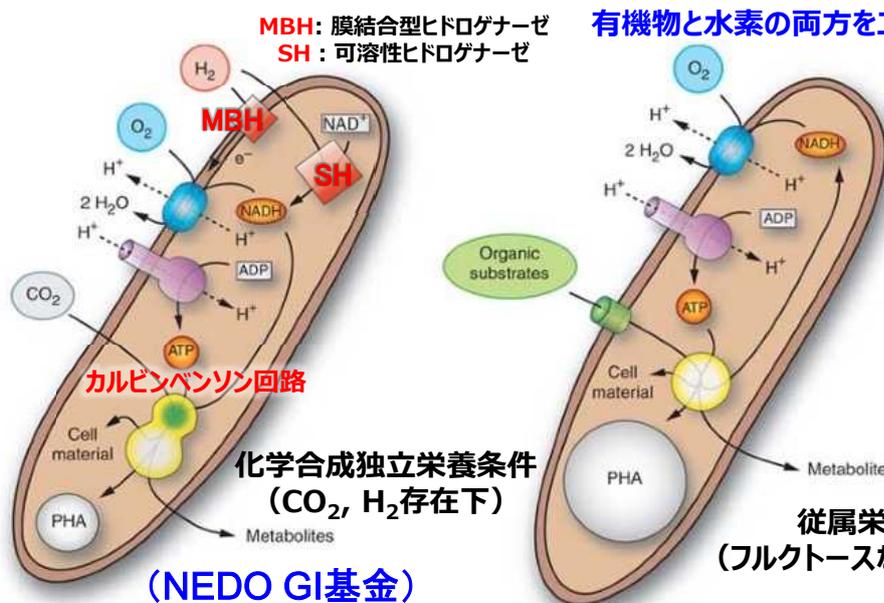
ポリエステル（1ステップ生産）



次世代型微生物工場



水素細菌 *Cupriavidus necator* (カプリアビダス・ネカトール)



太陽光とCO₂を利用した面積当たりの糖生産効率の比較 (～ton/年・ヘクタール)

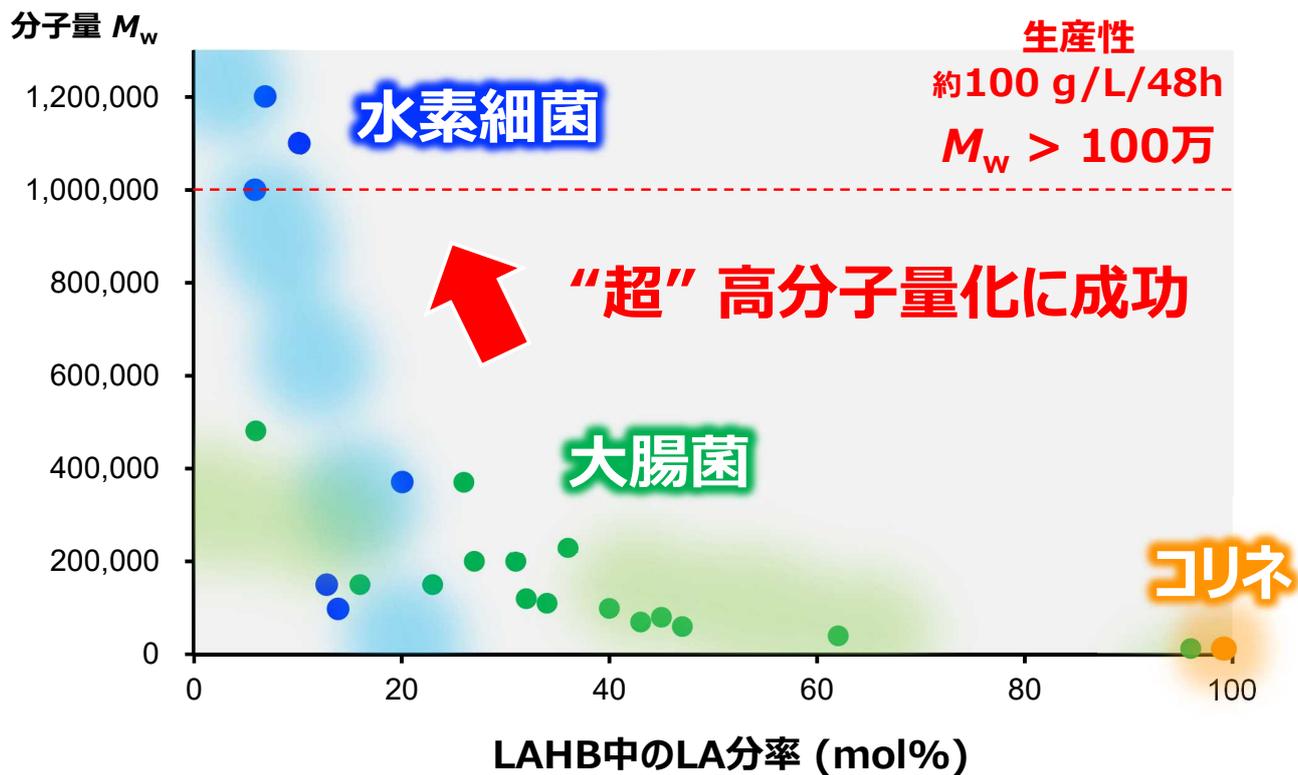
炭素固定能：植物の65倍

※太陽光発電由来水素の利用

物質生産効率：植物の35倍

ポリマー生産によるGHG排出量：バイオマス発酵の1/3以下

「水素細菌」 攻略のインパクト



ポリマーブレンドの様子



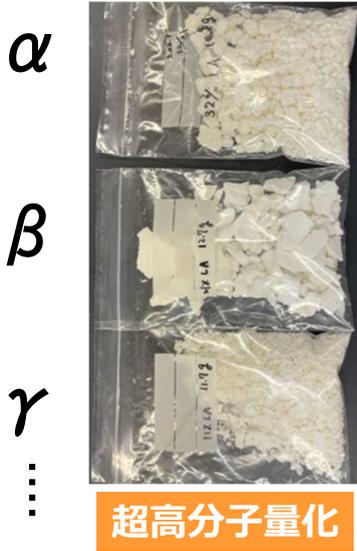
小型溶融混練



熱プレスシート成形

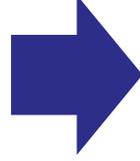
LAHB×ポリ乳酸 → 新複合材料 “創発”

LAHBシリーズ



LA分率 × 分子量

配合率



PLA (L/D体)



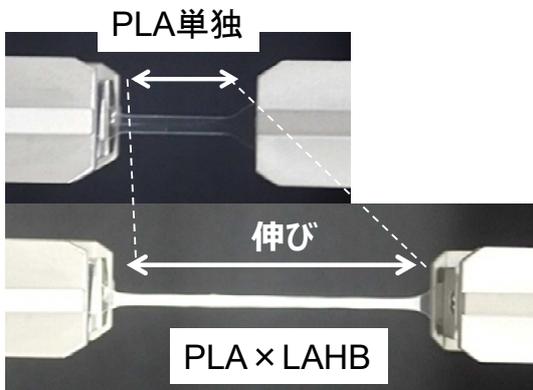
⑤ 生分解付与



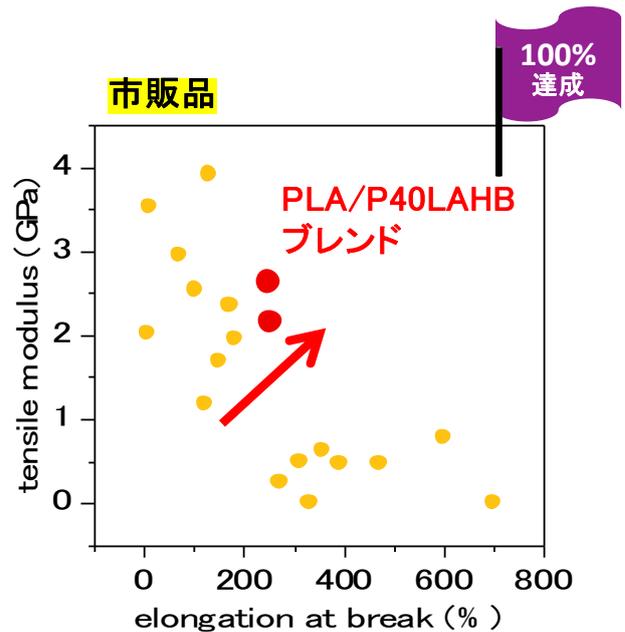
- ① 伸び ↑
- ② 耐衝撃性 ↑
- ③ 結晶化促進
- ④ 成型加工性 ↑

① 透明性に優れ、高い伸びと高弾性率の両立

< 引っ張り試験 >

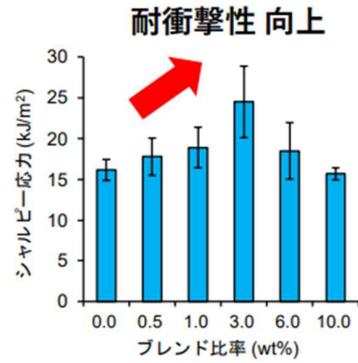
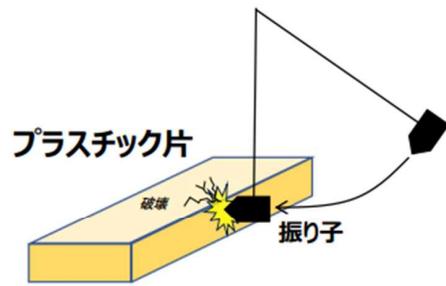


可塑効果を発現



② ポリ乳酸の耐衝撃性の改善

100%
達成



LAHBの均一分散
↓
衝撃の全域緩衝

S. Koh et al.,
ACS Sus Chem & Eng (2024)

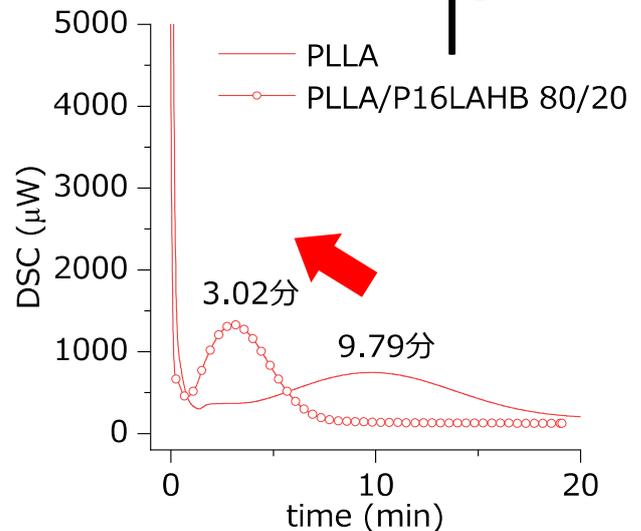
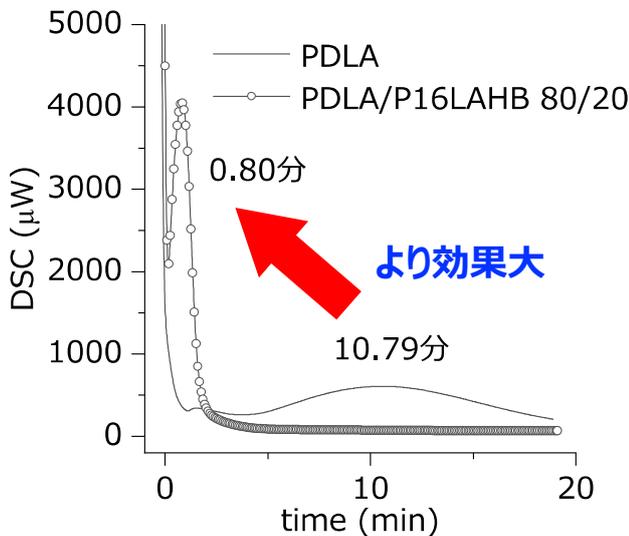
ブレンド材料
(今回) (通常)



③ ポリ乳酸の結晶化促進

結晶化時間に要する時間が、大幅に短縮

100%
達成



“成型加工” に大きなメリット

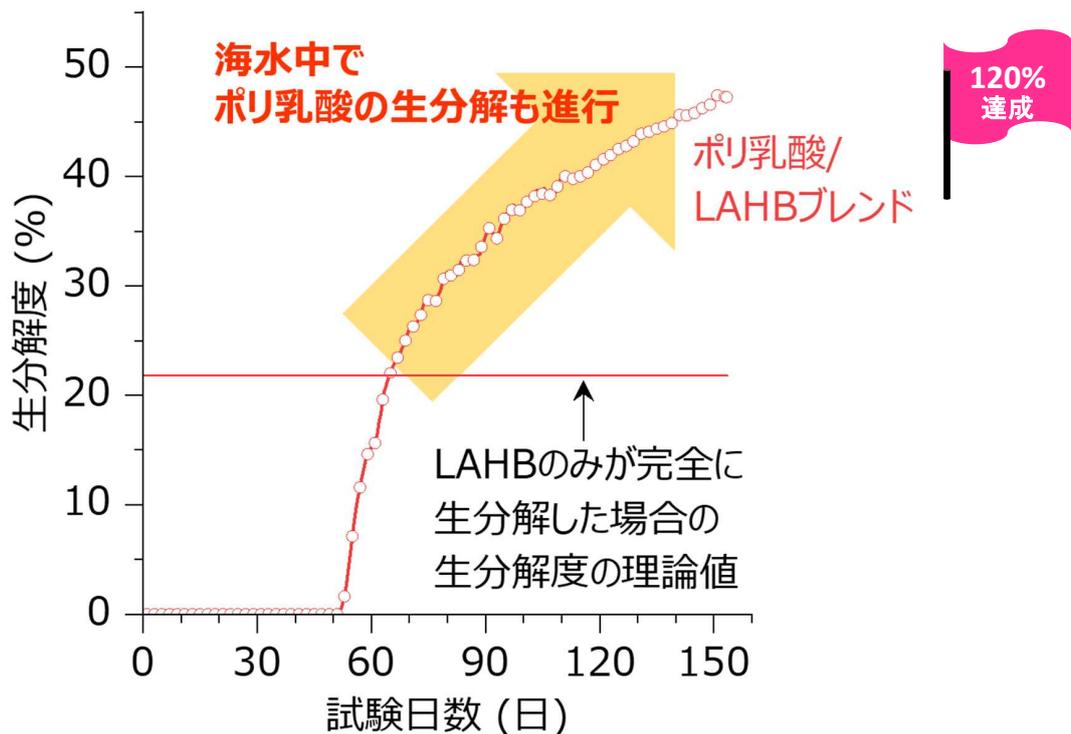
④ ポリ乳酸の成型加工性改善



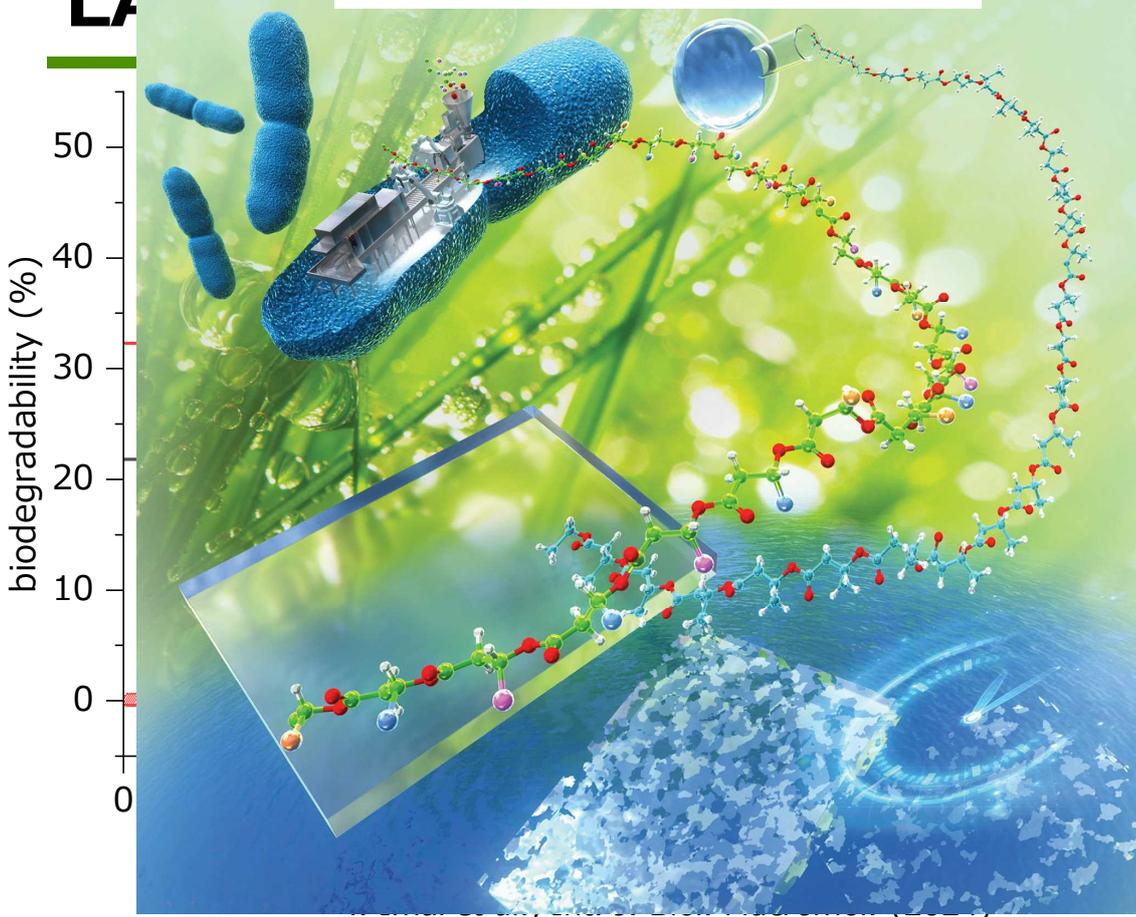
S. Koh et al.,
ACS Sus Chem & Eng (2024)

垂れ性試験
(重力方向に、樹脂が伸びるほど、成形性が悪い)

⑤ 想定外の結果：ポリ乳酸の生分解促進



Y. Imai et al., Int J Biol Macromol (2024)



の開発へ

ライン

ライン

よって
解促進

NEDO新革新の“反響”

ACS 表紙に選定 2024年4月22日

ACS Sustainable Chemistry & Engineering
XXXXX XX, XXXX | Volume XX Number XX
pubs.acs.org/acsccce

ACS Publications
Most Trusted, Most Cited, Most Read.
www.acs.org

TV出演 1件

: THE TIME (TBSニュース)

新聞 14件

6:42 古川 17℃
4/11 (水) TIME

丈夫なのに海中で分解
神戸大「分解可能プラ」展

神戸大学大学院 科学技術イノベーション研究科 田口 精一 教授

あらゆるところに実用可能な
プラスチックとして使えるのです

神戸大が世界初の技術

従来素材の課題解消 丈夫、加工も容易に

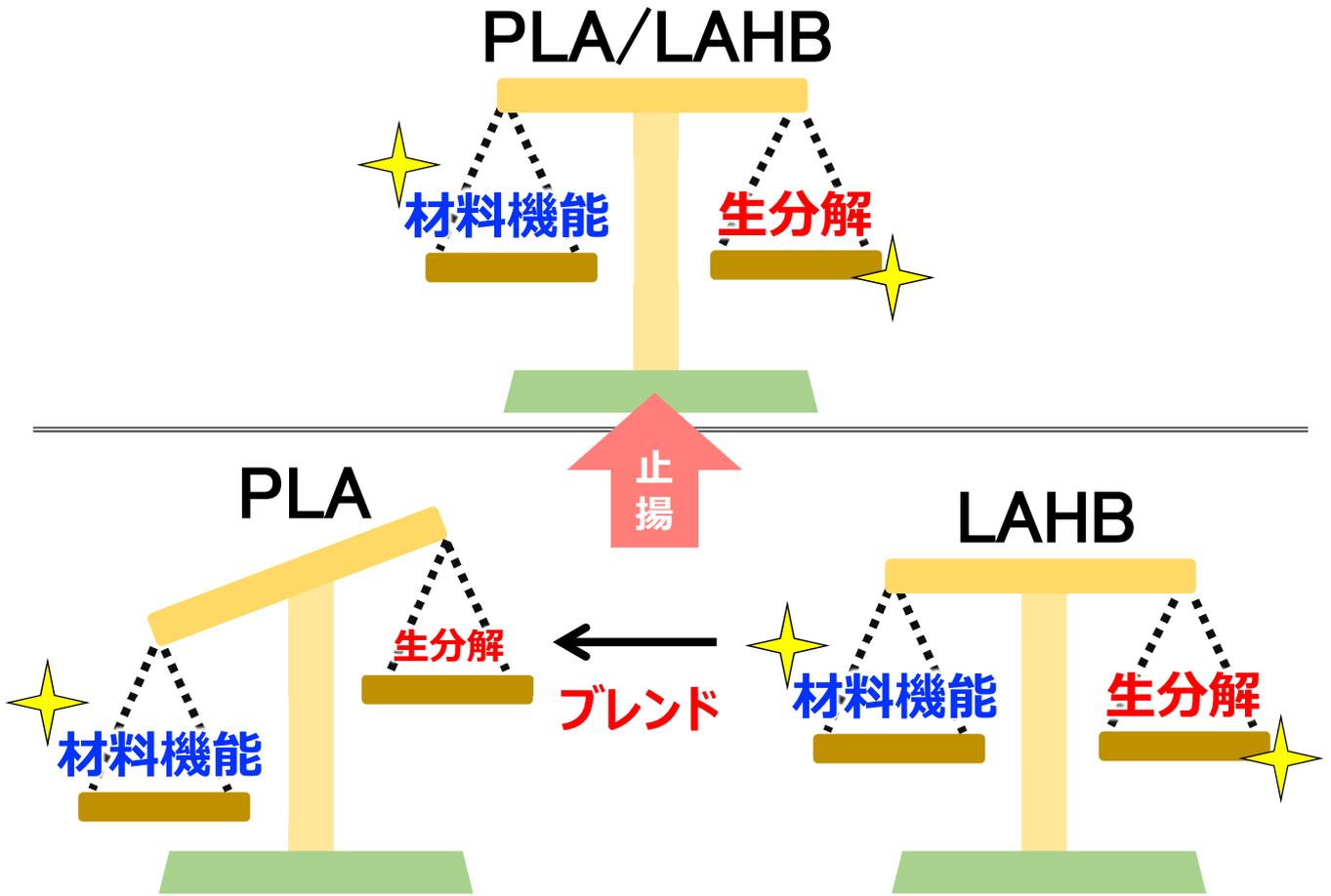
海外メディア 16件 国内 多数

JAPANTODAY Japanese team create biodegradable plastic fit for industrial use
Japan Today, 10 Apr 2024
A team of Japanese researchers said Wednesday it has developed a new bioplastic that is not only durable but degrades rapidly...

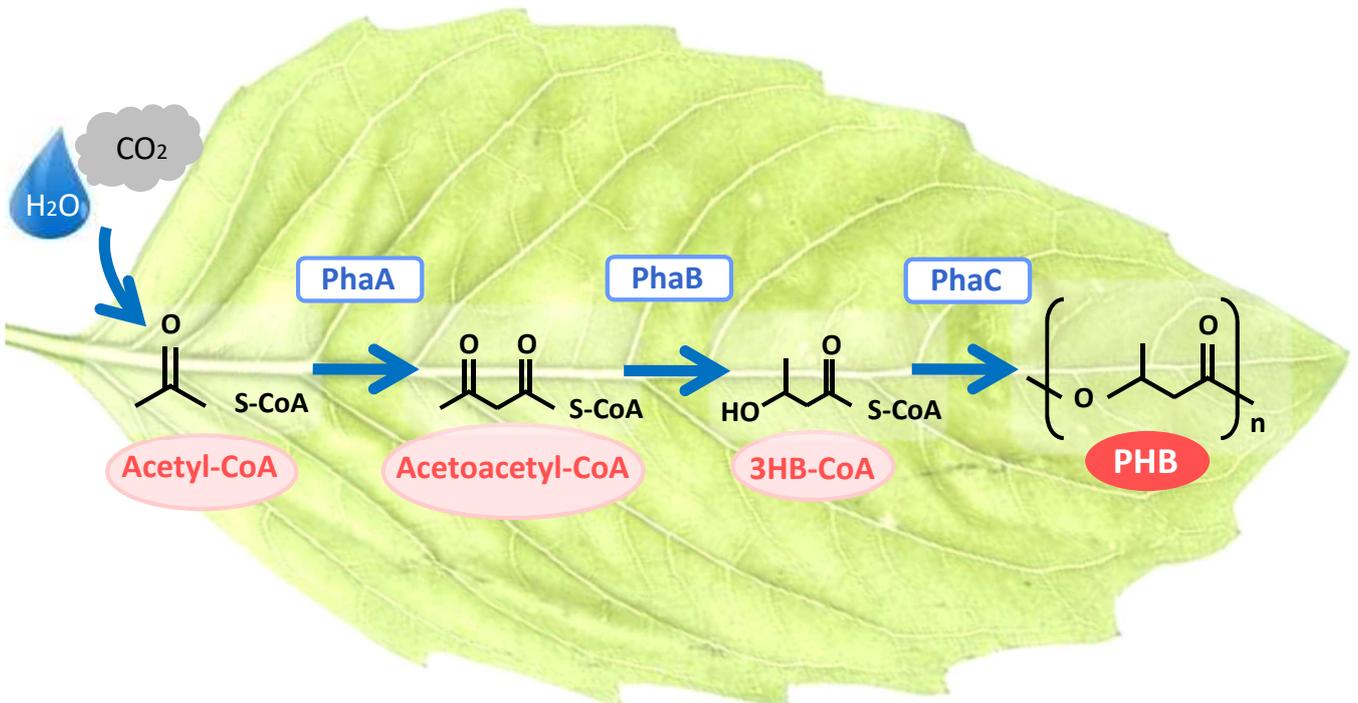
HB Зелений пластик. Японські вчені навчили бактерії виробляти пластмаси з глюкози
NV.ua, 10 Apr 2024
10 квітня, 16:30 Поділитися: Науковці Університету Кобе та компанія Kaneka Corporation розробили інноваційний метод виробництва...

HB Зелений пластик. Японские ученые научили бактерии производить пластмассы из глюкозы
NV.ua, 10 Apr 2024
10 апреля, 16:30 Поделились: Ученые Университета Кобе и компания Kaneka Corporation разработали инновационный метод производства...

AZO Microbial Platform for Producing Biodegradable Poly lactide Modifiers
Azom.com, 10 Apr 2024



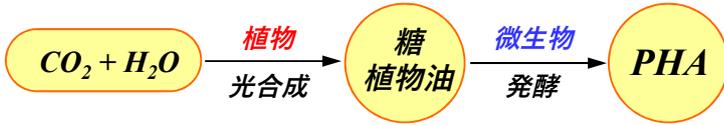
植物バイオテクノロジー



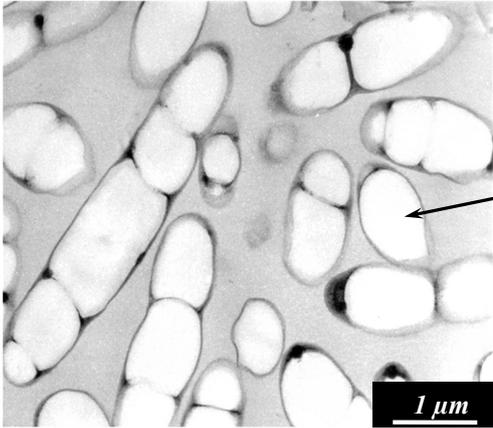


微生物工場 から 植物工場へ

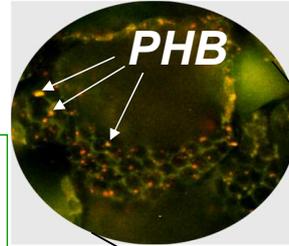
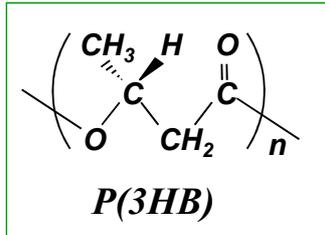
2ステップ生産



1ステップ生産



遺伝子組換え水素細菌
(80-90 wt% PHA)



遺伝子組換えタバコ
(1 wt% PHA)



生分解性プラスチックの認証ロゴマーク



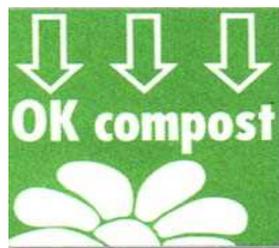
Japan: BPS/BPS
GreenPla



USA: USCC/BPI
Compostable



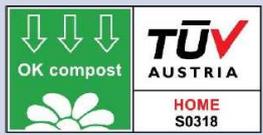
Germany: DIN CERTCO/IBAW
Kompostierbar



Belgium: AIB Vincotte
OK compost



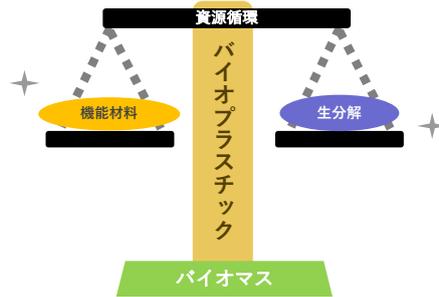
Finland
Jaetelaitosyhdistys

		JPN	EU	USA
Bio based				
Bio degradability	Compost (Industry)			
	Compost (Home)			
	MARINE			
	SOIL			

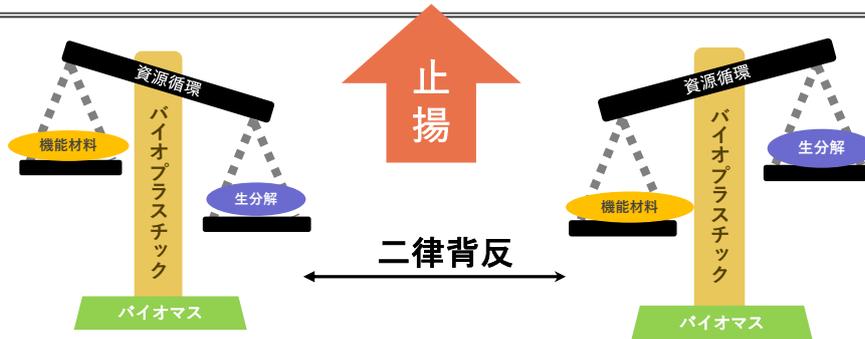


P(LAHB)

解決



課題



PHB

PLA

PHAの合成菌と分解菌は海洋に普遍的に存在

バイオプラスチック研究

<バイオテクノロジー>

- ・分子生物学
- ・遺伝子工学
- ・生化学
- ・微生物学
- ・植物学
- ・再生医工学

<高分子化学>

- ・化学合成
- ・結晶学
- ・材料科学
- ・生体関連化学

<社会人文科学>

- ・経営学
- ・政治学
- ・倫理学
- ・地政学



謝辞



糖原料からの次世代ポリ乳酸の微生物生産技術開発
2020-2023年度、JPNP20005、PM：田口精一

カネカ 佐藤俊輔 博士
古舘祥 博士

産総研 今井祐介 博士
富永雄一 博士
田中真司 博士



生分解開始スイッチ機能を有する海洋分解性プラスチックの研究開発
2020-2029年度、JPNP20005、PM：粕谷健一

群馬大 粕谷健一 教授
鈴木美和 助教

JAMSTEC 石井俊一 博士



Green Japan,
Green Innovation

バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進
2023-2030年度、実施者：株式会社カネカ



夢の アップライフ

…… 二酸化炭素を資源に ……

(北大時代のサイエンスカフェ写真)

本当に多くの共同研究者、研究支援に
感謝申し上げます！

ご清聴ありがとうございました！

