生命・食・環境を科学する学会
公益社団法人 日本農芸化学会

複写複製厳禁

微生物･バイオマス研究領域

筑波大学生命環境系
高谷 直樹

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

日本農芸化学会2017年度大会
Visionary農芸化学100 特別シンポジウム

微生物とは？

ー小さいー

酵母　6 x 8 µm; 細菌　1 x 3 µm

カビ　酵母　細菌

いろいろな微生物

ー多様性ー

3ドメイン　すべてに分布

優れた生物資源、遺伝資源

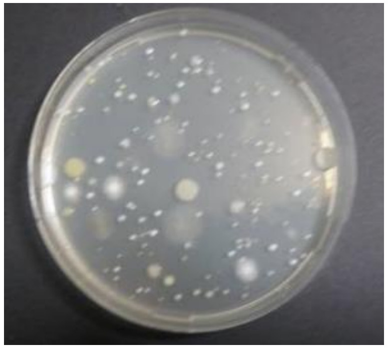
著作権保護のため画像を
省略しています

全ての生物ドメインに分布する微生物

ーユビキタスネスー

地球上のあらゆる環境に存在

多様な生物機能を発現



著作権保護のため画像を
省略しています

1 gの土に10億
ヒトの腸内には数10兆

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

複写複製厳禁

農芸化学は微生物を暮らしに役立ててきた

―発酵・醸造―

清酒、醤油など
麹菌　*Aspergillus oryzae*
酵母　*Saccharomyces cerevisiae*
乳酸菌　*Lactobacillus*など

納豆、
ヨーグルト
漬物
ビール

著作権保護のため画像を省略しています

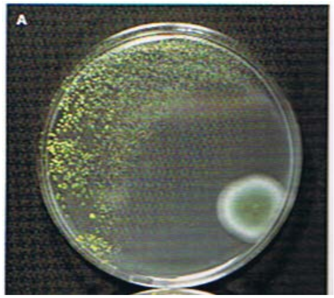
―発酵によるものつくり―

グルタミン酸発酵など
コリネ細菌
*Corynebacterium glutamicum*など

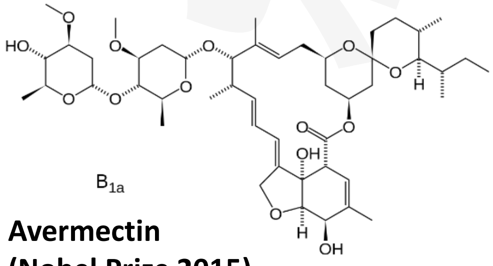
クエン酸発酵
黒麹菌
Aspergillus niger

―抗生物質・医薬―

ペニシリン *Penicillium cryosgenum*
ストレプトマイシン *Streptomyces griseus*
イベルメクチン　*S. avermitilis*
スタチン *P. citrinum*
タクロリムス *S. tsukubaensis*



”微生物の世界“より



Avermectin
(Nobel Prize 2015)

複写複製厳禁
※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

地球規模の課題解決に不可欠な微生物研究

解決すべき危急の課題

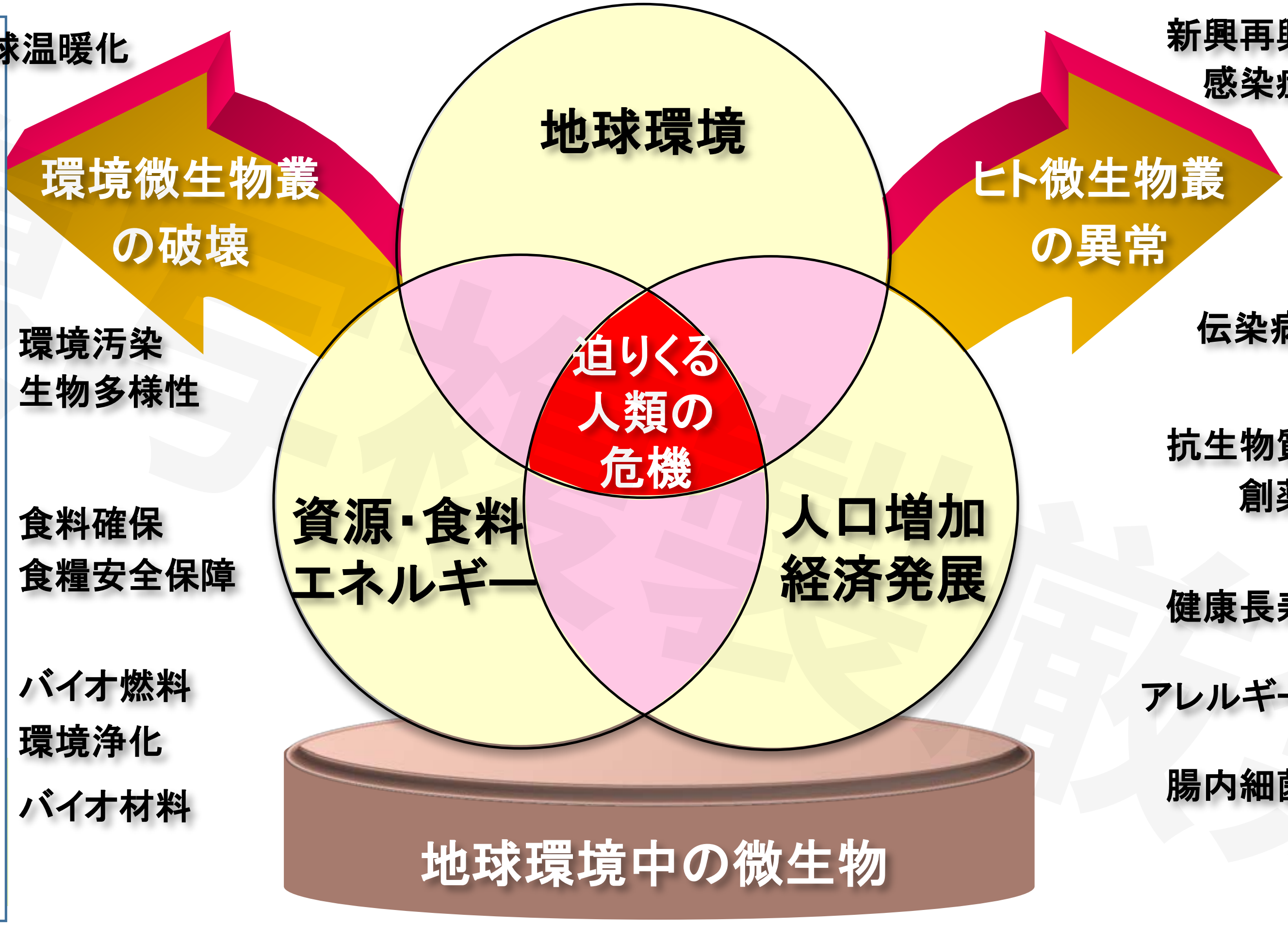
著作権保護
のため画像を
省略しています

地球温暖化

環境汚染
生物多様性

食料確保
食糧安全保障

バイオ燃料
環境浄化
バイオ材料



解決すべき危急の課題

新興再興
感染症

伝染病

抗生物質
創薬

健康長寿

アレルギー

腸内細菌

著作権保護
のため画像を
省略しています

地球規模の課題の根源は、人類による環境・ヒト微生物叢の破壊と異常である。
微生物の理解・能力開拓・制御によって、これらの課題が解決可能となる。

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

農芸化学における応用微生物研究の課題

食料問題の克服

1. 醸造・発酵
- 伝統的な発酵・醸造
- 発酵によるものつくり

本シンポジウム
次演題
「食品機能研究
領域」(米谷先生)

2. 機能性食品
- サプリメントの生産
- 生活習慣病、健康寿命

3. 農業への貢献
- 作物増産への貢献
  根粒菌、菌根菌、作物栽培に関わる
  微生物の研究
  植物工場
  病原菌の防除(農薬)・植物防疫
  PGPR (plant growth promoting rhizobia)

健康社会の構築

4. 創薬
- 医薬品探索
- バイオ医薬品低コスト化、優秀な育種株の作製、培地の検討

5. ヒューマンメタゲノム
- プロバイオティクス
- 善玉菌と悪玉菌
- 腸内細菌のコントロール

本シンポジウム
次演題
「食・腸内細菌・健康
領域」(清水先生)

ものつくり・バイオテクノロジー
- グリーンケミストリー
  アクリルアミドを越える新バイオプロセス
- 食品用・工業用酵素
  許認可の問題を克服する必要あり
  成功例:トランスグルタミナーゼ
- 合成生物学(人工酵素、新機能性の付与)
- 未開発の領域
  糖鎖付加の制御と応用(ヒト型の酵素)

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製(コピー)及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

農芸化学における応用微生物研究の課題

環境問題の克服

（例えば、極限微生物）
人工光合成、化学合成菌の見
菌

7. 環境破壊・環境修復

- バイオレメディエーション・汚染除去
- 温室ガスの排出削減
- 水処理技術
- 資源回収 （リン酸、貴金属、希少元素など）

8. バイオマス利活用・バイオリファイナリー

- バイオ燃料：バイオエタノール、バイオディーゼル、燃料電池
- バイオ材料：材料・プラスチック（含むエンプラ）、繊維など
- 原料：非食バイオマス（バガス、カーネル、ストロー、雑草など）
- カーボンニュートラル、温室ガス削減

「次世代を担う革新的なバイオマス生産・利活用技術の（農学学際）研究開発」
マスタープラン2017大型研究計画

これらの基盤技術としての微生物の探索と育種

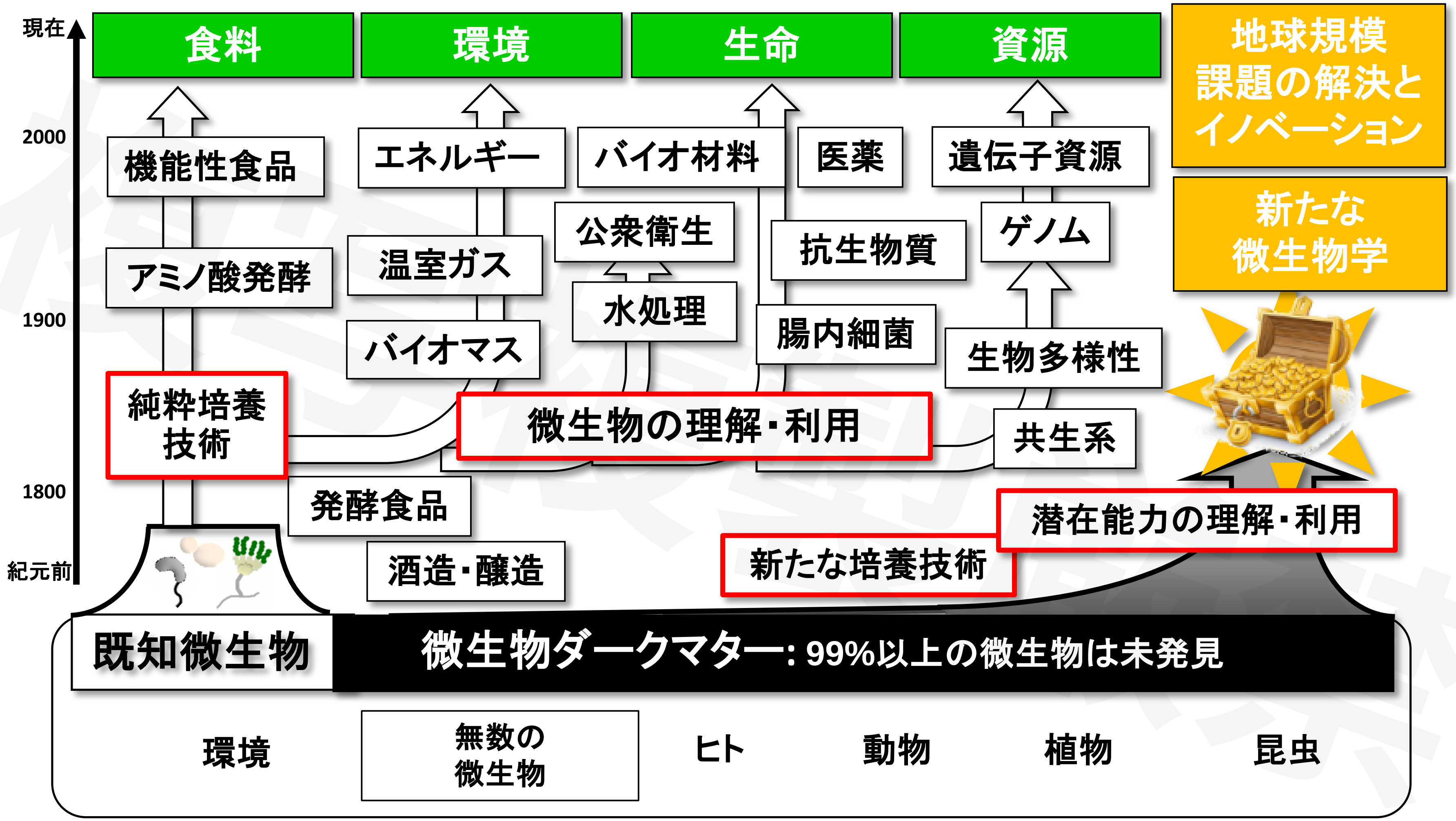
- 微生物探索の加速
  未利用微生物のスクリーニング、複合生物系、生物相互作用
  生物多様性、組換え微生物規制： 世界の微生物資源の利用
- 微生物育種の加速
  新規微生物をつかった物質生産への貢献
  合成生物学、ゲノム編集： より多く作らせる

「超高効率な微生物探索による生物機能開発イノベーションの革新」
マスタープラン2017大型研究計画

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

未知の微生物を利用する新たな応用微生物学



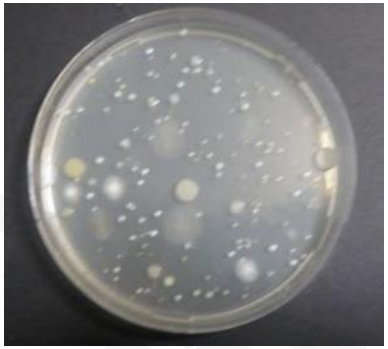
微生物の理解・利用は、バイオテクノロジーに不可欠となっている。
“純粋培養”の殻を破り“微生物ダークマター”を 理解・利用する新たな微生物学によって、イノベーションの創出、地球規模の課題の解決が達成できる。

私たちが目指す微生物の探索技術の革新

従来の純粋分離

ペトリ皿上でのコロニー形成を指標とした純粋培養

研究者の独創的発想の継続も必要である



Robert Kochの寒天培地（1882）

未知の探索源を探る

非入植地	複合生物系
海洋（深海）	微生物共生系
地殻	複合微生物系（植物、ヒトetc）
宇宙	

著作権保護のため画像を省略しています

新たな分離方法の開発

培養環境制御（デバイス）、セルソーター

微小コロニー、Micro Dissection

著作権保護のため画像を省略しています

iChip (Nature 2015)　Single cell droplet　Micro Dissection

分離せずに利用する

複合微生物制御技術、メタゲノム

分光学、顕微鏡技術、Image/Tracking

著作権保護のため画像を省略しています

微生物ダークマターの全貌解明

これまでの人類の英知を凌駕する新たなテクノロジーを！

バイオリソースの拡充、生物多様性の理解と保全

ゲノム、合成生物学、有用微生物開発のブレイクスルーとしても貢献

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

「超高効率な微生物探索による生物機能開発イノベーションの革新」がもたらす未来

未来

農芸化学は、生命・食・環境を支える学問と技術を担います

・有用微生物の探索
　創薬
　バイオテクノロジー
　排水処理
　バイオリファイナリー

・オンサイト微生物検出
　食品汚染防止 (食の安全)
　健康診断・管理
　土壌汚染
　バイオテロ対策

著作権保護のため画像を省略しています

Visionary農芸化学100

遺伝子機能の開拓:合成生物学へ
合成生物学の弱点である"新規反応"の発見と、ゲノム配列からは読み解けない"機能が付与された遺伝子"の拡充

産業微生物開発の革命:
・Treasure huntからPick your ownの有用微生物探索へ
・高生産(変異)株の単離への応用

これから

微生物ダークマターの全貌解明

微生物機能解析
・新たな微生物機能の発見
・取り扱う遺伝子の拡充

バイオリソース
・バイオリソースの拡充
・生物多様性

ゲノム、合成生物学、有用微生物開発のブレイクスルーとしても貢献する
これまでの人類の英知を凌駕する新たなバイオテクノロジーを生み出す!

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

「次世代を担う革新的なバイオマス生産・利活用技術の（農学学際）研究開発」

① 目指すもの

温室効果ガス削減、石油資源依存からの脱却という地球規模の課題を解決するために、食糧と競合しない**バイオマス資源を原料として**バイオテクノロジー技術を農学、工学、理学分野の融合によって確立し、種々化学品を生産する**バイオリファイナリーを社会実装**する。

著作権保護のため画像を省略しています

② 取り組む内容

- □ **「バイオマス増産・開発」研究：** バイオマスの増産ならびに未利用バイオマスの活用に関する基盤研究と実用化の拡充を担う。
- □ **「革新的バイオリファイナリー技術開発」研究：** バイオマスを活用した化学品生産のための先端的バイオテクノロジー開発研究の融合と統合を担う。

③ <u>ブレークスルーとなる技術</u>

- □ 生命原理の解明と人為的改変が必要であり、そのためには高度な遺伝子操作技術が必須となる。そのために**「ゲノム編集」技術**の開発が重要となる。
- □ バイオリファイナリー技術開発には、高機能化された酵素反応や代謝経路を人工的にデザインし駆動させる**「合成生物学」、「高性能な人工細胞開発」**が必須となる。ゲノム解析やメタボローム解析、休眠遺伝子活用など様々なアプローチが必要となる。

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

- 化石資源の枯渇
- 環境問題（温暖化など）

→ 革新的ﾊﾞｲｵﾘﾌｧｲﾅﾘｰ技術を中心として一気解決目指す。

ﾊﾞｲｵﾏｽの増産と安定供給

・早生広葉樹
・針葉樹
・ソルガム
・デンプン
・ゴム
・海藻類

著作権保護のため画像を省略しています

著作権保護のため画像を省略しています

要素技術

植物生長促進に関する研究（光合成能強化、微生物との相互作用など）

糖化
圧搾
溶剤処理
発酵
酵素変換

ﾊﾞｲｵ法によるﾋﾞﾙﾃﾞｨﾝｸﾞﾌﾞﾛｯｸ化合物の生産

・メタン
・水素
・アルコール類
・ジオール
・ジカルボン酸
・ジアミン
・フェニルプロパノイド
・テルペノイド
・リピッド
・セルロースナノファイバー

要素技術

革新的バイオリファイナリー研究
（酵素機能の開拓、微生物資源の探索など）

ブレークスルー

ﾊﾞｲｵ化学の社会実装

ﾄﾞﾛｯﾌﾟ･ｲﾝ（石油化学代替）

・バイオ燃料
（化石燃料の代替）

・汎用プラスチック・繊維
（プラスチック製品）

ﾉｰｳﾞｪﾙ（新規化学品）

・新規ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ･ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ
（自動車、飛行機部品等）

・セルロース材料
（電子デヴァイス等）

・バイオファインケミカル
（医薬品または中間体）

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

ブレークスルーとなる要素技術（学術的価値）

バイオマス資源増産

・デンプン
・セルロース
・グルコース
・キシロース
・アルギン酸
・リグニン
etc.

バイオ化学の社会実装

ドロップ・イン（石油化学代替）
・バイオ燃料
・汎用プラスチック・繊維

ノーヴェル（新規化学品）
・新規エンジニアリング・プラスチック
・セルロース材料
・バイオファインケミカル

ブレークスルー要素技術開発
植物生長促進に関する研究

- 植物/藻類生長促進
- 植物－微生物間相互作用解析
- 植物光合成能の強化
- ゲノム編集

著作権保護のため画像を省略しています

学術的意義：
ゲノム編集技術などにより植物の生命原理を分子レベルで解明

ブレークスルー要素技術開発
革新的バイオリファイナリー研究

- 有用酵素群の探索
- 酵素機能の開拓
- 微生物資源の探索
- 合成生物学
- 高性能な人工細胞開発

著作権保護のため画像を省略しています

学術的意義：
酵素（進化）工学、合成生物学分野のブレークスルー

複写複製厳禁

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

微生物が作るバイオマス材料の未来

温室効果ガスを削減し、石油依存から脱却した社会

バイオスーパーエンプラ

畳める液晶　透明タッチパネル　フロントガラス

透明・高耐熱バイオプラ
（原料）糖、微生物バイオマス
バイオ芳香族化合物

Visionary農芸化学100

バイオエンジニアリングプラスチック

バイオPET、バイオPTT
30%が微生物バイオマス由来
（原料）バイオエタノール、
1,3-プロパンジオール

自動車内装　PETボトル

汎用バイオプラ

バイオポリエチレン
（原料）サトウキビ
（バイオエタノール）

PHA
ポリ乳酸

レジ袋、包装資材

石油由来プラスチック

複写複製厳禁

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

微生物・バイオマス研究

生命・食・環境を支える農芸化学・微生物研究

革新的な
微生物生産

微生物
情報化

ダークマター
微生物

2024年 農芸化学100周年

微生物間
相互作用

バイオマス
利活用

2017年 Visionary農芸化学100

1924年 日本農芸化学会設立

（応用微生物学）微生物を利用した学問・産業への展開

1878年 駒場農学校開校 （農産製造学）麹の製造成分及性質に関する試験、味噌の製造及成分に関する研究

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。

複製厳禁

Visionary 農芸化学100

第1回「微生物・バイオマス研究領域」シンポジウム

開催日：2017年12月10日（日）
会場：徳島大学常三島キャンパス　けやきホール

懇親会：徳島大学常三島キャンパス　第1食堂

- 希少物質の社会実装
- バイオポリマー
- 複合微生物系
- 微生物を活用した物質生産

世話人:櫻谷英治先生

※本資料の内容の一部または全部を無断で複写複製（コピー）及び転載することは、
法律で認められた場合を除き、権利の侵害となりますので、あらかじめ本会あて許諾を求めてください。
複写複製厳禁