2024/7/19@RIETI BBLセミナー

社会課題の解決に向けたMycoTechの可能性

筑波大学　生命環境系
准教授　萩原大祐

目次

1. はじめに（社会課題とバイテク）
2. 食料生産への利用
3. 物質生産への利用
4. 材料への利用
5. 展望（日本の優位性）

社会課題

気候変動

食料安全保障

天然資源の枯渇

一国では解決できない地球規模課題
→技術と社会の革新が必要

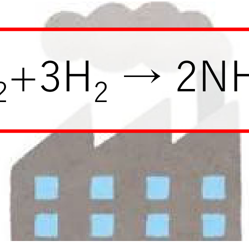
出典：日本財団HP

技術革新

化学（技術）からバイオ（技術）へのトランスフォーム
（脱炭素化GX）

ハーバー・ボッシュ法

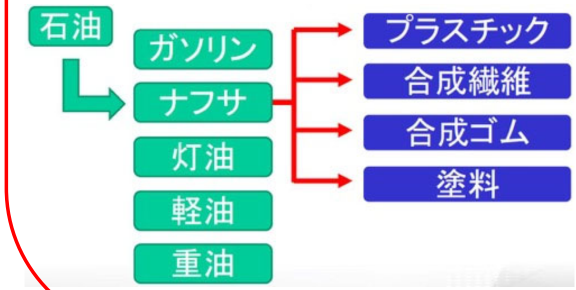
$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

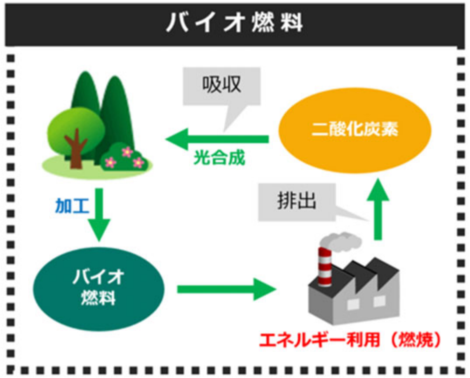


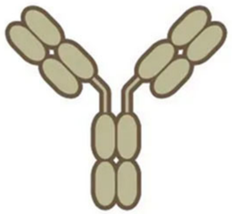
窒素肥料

石油化学工業

創薬化学



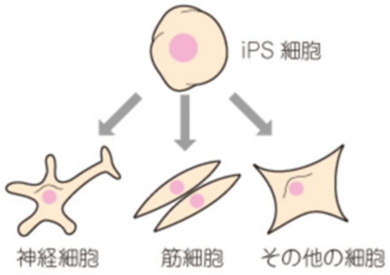




抗体医薬品

遺伝子組み換え, ゲノム編集

iPS細胞



バイテク（Bio-Tech）

➢ 最古のバイオテクノロジーは**発酵**食品・飲料

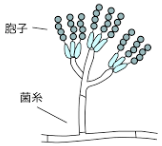
紀元前5700年

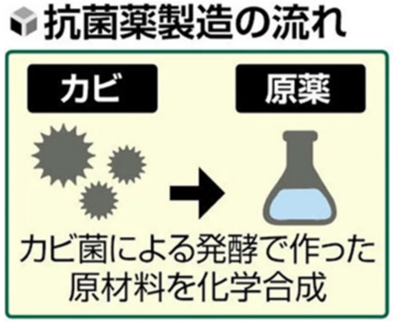
紀元前6000年

紀元前3100年

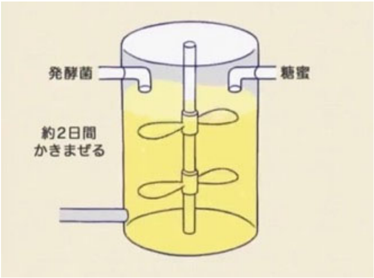
➢ 近代のバイオテクノロジーの幕開けは抗生物質の**発酵**生産

アオカビから
ペニシリンの発見





大量生産：1950年代～



アミノ酸発酵

発酵技術の深化

バイテク（Bio-Tech）

▶**微生物**が多大な価値を生み出す→応用微生物学が産学で発展（～1980年代）

2007年　NIH「ヒトマイクロバイオーム計画」

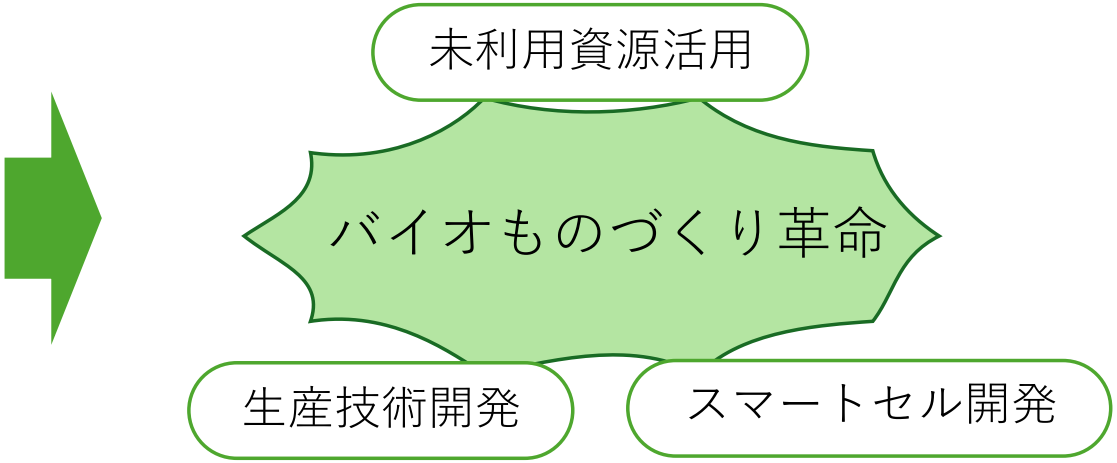
▶あらゆるものが**微生物**を基礎として成立している

▶人智の及ばない機能を持つ**微生物**が潜む可能性

→**微生物**の実力の再評価とポテンシャルへの期待

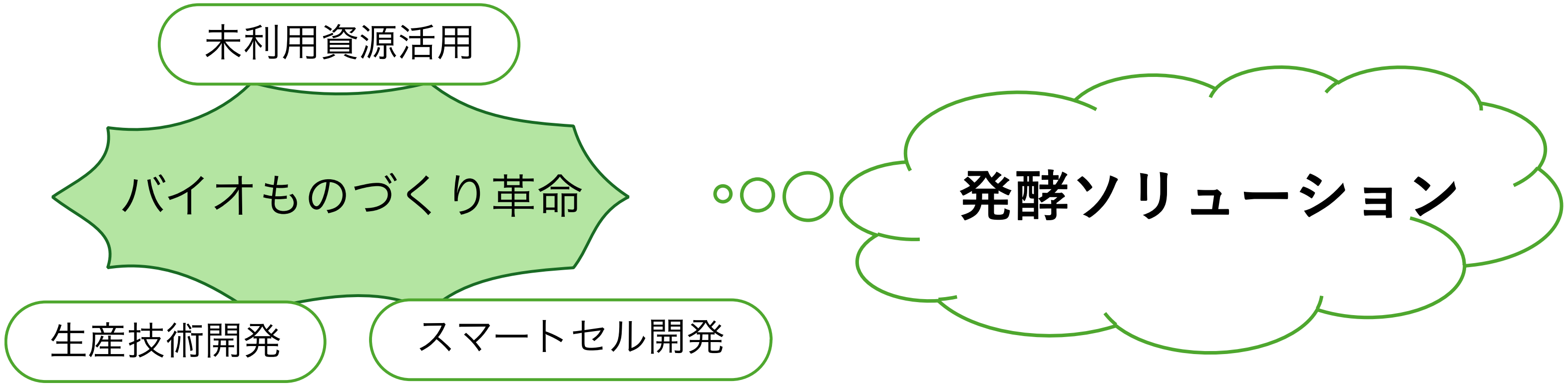
バイテク（Bio-Tech）

▶未来社会においても発酵がキーテクノロジー



SDGsの解決策を微生物に求めることは実に合理的
（資源循環・GX・フードテック）

MycoTechの位置付け

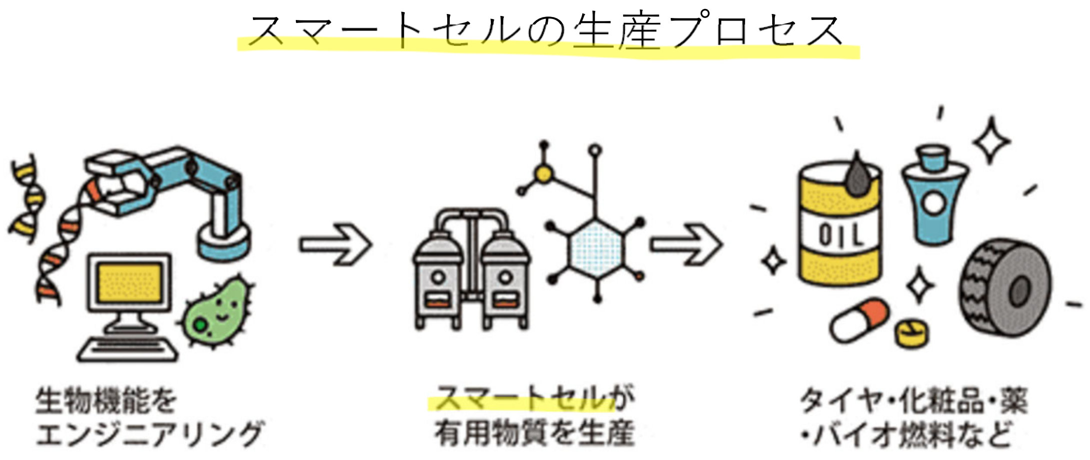


- ✓ 大腸菌や酵母を用いたスマートセルの設計
  （→モデル微生物としての優位性）
- ✓ 微細藻類によるカーボンニュートラルへの取組
- ✓ CO_2を直接原料とする微生物（水素酸化細菌など）

▶菌類（かび、きのこ）は直接記載なし

経産省（2023.4.19）「バイオものづくり革命の実現」資料５より

MycoTechの位置付け



バイオマス原料

①菌類の分解能により
直接利用可能

②バイオマス自体
を利用可能

→MycoTechにより幅広い産業分野に展開が可能

Newsweek Japan オンライン記事(24/6/3) より

MycoTechの位置付け

菌類（MycoTech）による生産範囲は広い

経産省（2023.4.19）「バイオものづくり革命の実現」資料５より

目次

1. はじめに（社会課題とバイテク）
2. 食料生産への利用
3. 物質生産への利用
4. 材料への利用
5. 展望（日本の優位性）

食料生産への利用

➢食用キノコの機能性アップデート

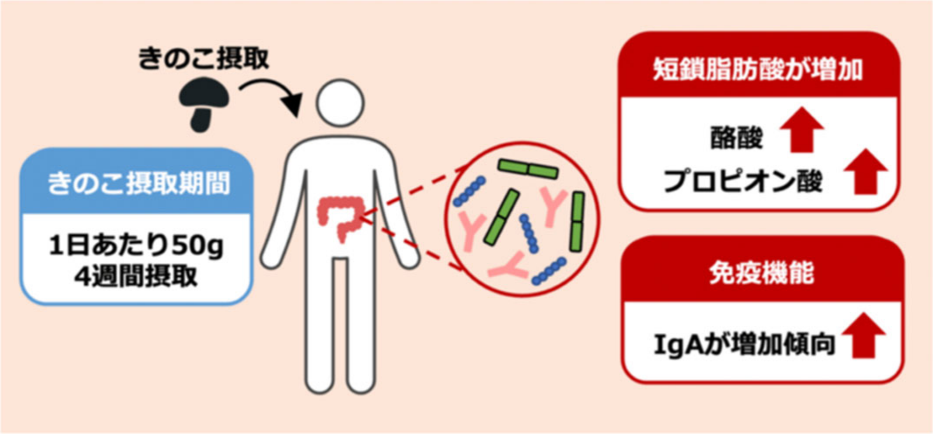
① がん予防効果

キノコの継続的摂取により
がんリスク比が0.65
（リスク 35%減）

引用論文：Ba D. M., et al., Higher Mushroom Consumption Is Associated with Lower Risk of Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies, Adv. Nutr., 2021, nmab015

株式会社ホクトHPより

② 腸内環境への影響

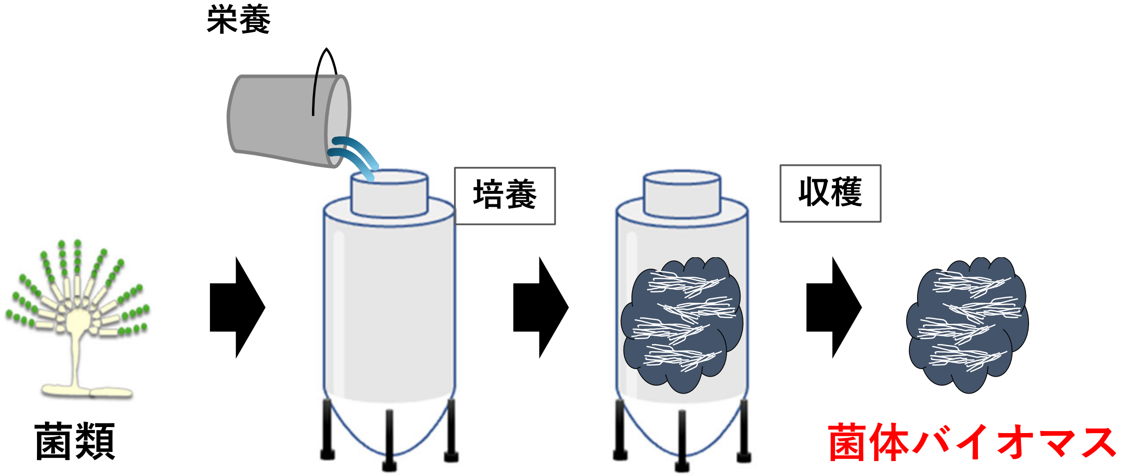


株式会社メタジェンHPより

食料生産への利用

➢代替プロテイン（マイコプロテイン）生産

<u>生産（培養）プロセス</u>



糖類＋窒素源から菌を培養
→増殖菌体を食材として加工調理する

菌体バイオマス

代替肉として調理例

The Better Meat Co.より

食料生産への利用

➢代替プロテイン（マイコプロテイン）生産

- ■ **食品**としての利点
  - ✓ 繊維感
  - ✓ クセのない風味
  - ✓ 高タンパク質（>40%）
  - ✓ ビタミン、必須アミノ酸、ミネラル含有

➡ **植物性代替肉に対して優位性**

- ■ **環境、ポリシー**に対する利点
  - ✓ GHGの排出量が低い（20%の牛肉置き換えで、約半分に低減と試算*）
  - ✓ 土地、水資源の使用量も低い
  - ✓ ギルティーフリー
  - ✓ 宗教食に対応可

* *Nature*, **605**, 90-96 (2022)

食料生産への利用

➢代替プロテイン（マイコプロテイン）生産

▶海外では40年前から存在

Quorn

▶欧米のマイコプロテインスタートアップ

	meati	Nature's Fynd	MYCORENA
設立年	2014	2012	2017

▶日本でも参入企業のリリース（2023年）

YAEGAKI Biotechnology **→キノコ菌糸体の利用**

Nipponham **→麹菌の利用**

筑波大学 University of Tsukuba （2021~） **→麹菌の利用**

発酵粕

麹肉

食料生産への利用

➢代替プロテイン（マイコプロテイン）生産

▶肉以外にも利用されている菌類バイオマス

ヨーグルト

動物飼料、ペット、養殖魚

→多様な菌種が、多様な食用途に利用される

Nature's Fynd

兼松アグリテック株式会社HPより
日経新聞記事2020/1/16

目次

1. はじめに（社会課題とバイテク）
2. 食料生産への利用
3. 物質生産への利用
4. 材料への利用
5. 展望（日本の優位性）

物質生産への利用

➢食品成分：Precision fermentation（精密発酵）

特定の遺伝子を微生物（菌類）に導入して、
タンパク質や脂質などといった 目的の食品成分を生成する技術

→代替乳製品や植物性代替肉の風味改善成分（ヘム）を生産

Perfect Day社

ホエイプロテイン（β-ラクトグロブリン）を
*Trichoderma reesei*にて生産

スターバックス（米）でミルクの販売（2021~）

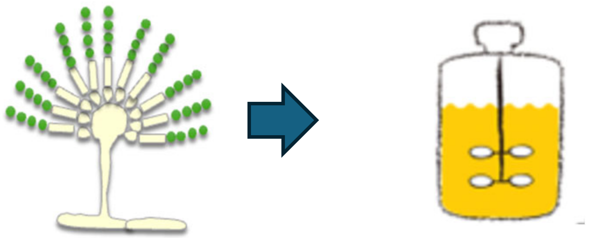
→資金調達の総額は約1200億円

アイスクリーム(2019~)

物質生産への利用

➢酵素生産：生産高度化

分泌による産業用酵素生産

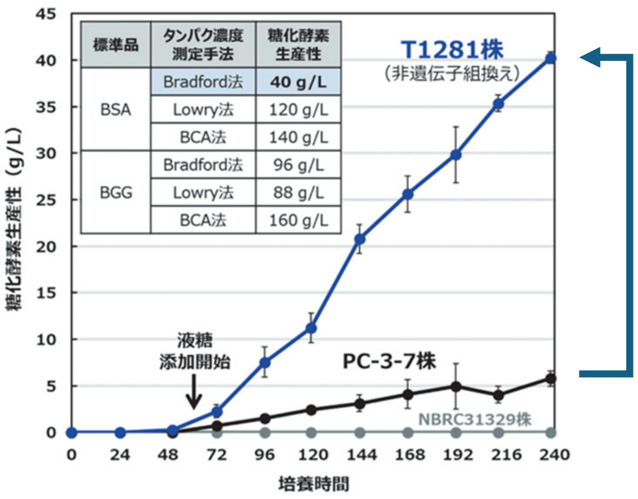


Aspergillus niger
Apsergillus oryzae
Trichoderma reesei

グルコアミラーゼ
α-アミラーゼ
セルラーゼ

多様な遺伝子資源からの導入
（探索＋タンパク質工学による改良）

変異処理による超高生産株の作出



標準品	タンパク濃度測定手法	糖化酵素生産性
BSA	Bradford法	**40 g/L**
	Lowry法	120 g/L
	BCA法	140 g/L
BGG	Bradford法	96 g/L
	Lowry法	88 g/L
	BCA法	160 g/L

８倍上昇

→非遺伝子組み換えでも機能向上の実績

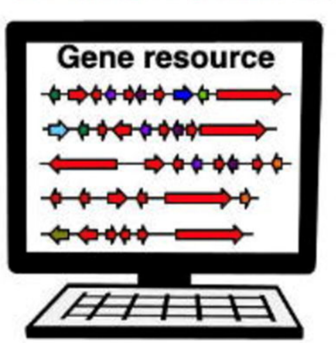
東レ株式会社　産経新聞社賞資料より

物質生産への利用

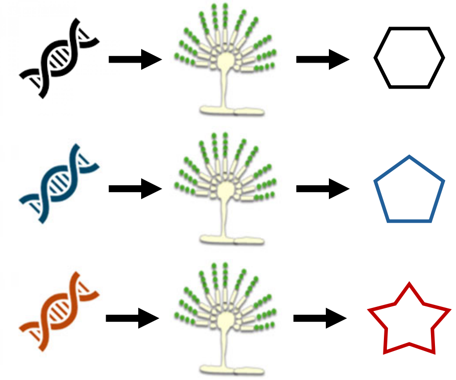
➢医農薬の効率的生産技術

多様な化合物を生産
（限定的、少量）

貴重な遺伝子資源



ゲノムマイニング

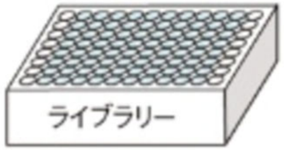


生産プラットフォーム

麹菌

効率的探索＋多様性創出

医薬シーズ拡充



東北大学 薬学部
浅井 禎吾 教授

千葉大学真菌センターHPより

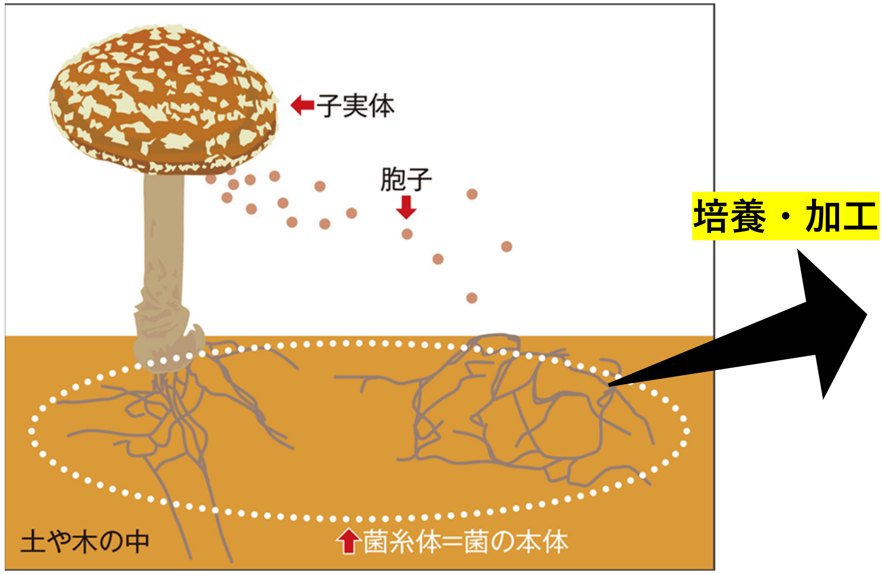
東北大学浅井研HPより

目次

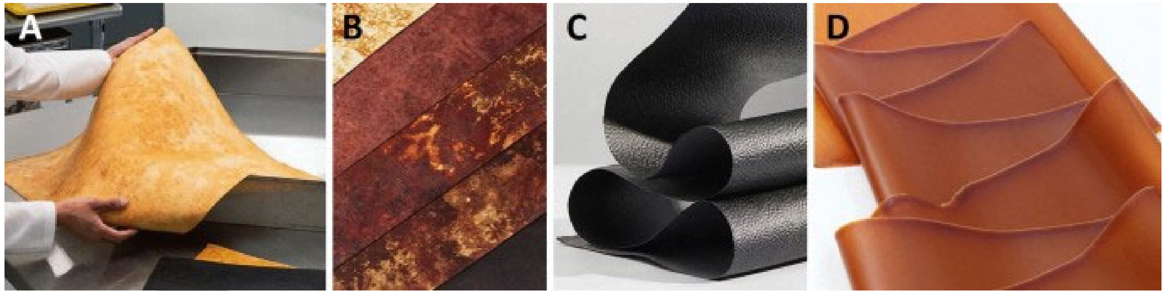
1. はじめに（社会課題とバイテク）
2. 食料生産への利用
3. 物質生産への利用
4. 材料への利用
5. 展望（日本の優位性）

材料への利用

➢マッシュルームレザー



菌糸部分を使用



A. Reishi™ from Mycoworks, **B**. Mylea™ from Mycotech Lab,
B. C. Mylo™ from Bolt threads, **D**. VTT mycelium leather

（上）Our Heritage – MycoWorksより
（下）Fungal Biol Biotech, 8: 20 (2021)

材料への利用

➢マッシュルームレザー

エルメス x MYCOWORKS

アディダス x BOLT THREADS

土屋鞄製造所 x BOLT THREADS

MYCL Japan x FUMIKODA
国産初

材料への利用

➢梱包材、建材

代替発泡スチロール
→IKEAやDellが一部導入

いずれもEcovative社の技術（バイオマス＋菌糸）

Fungal Biol Biotech, 8: 17 (2021)

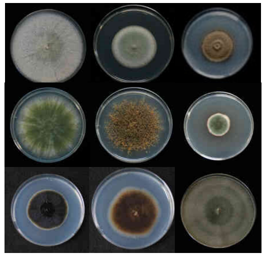
目次

1. はじめに（社会課題とバイテク）
2. 食料生産への利用
3. 物質生産への利用
4. 材料への利用
5. 展望（日本の優位性）

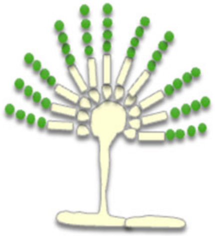
展望（日本の優位性）

➢ MycoTechが提供する価値

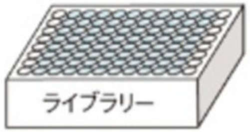
多様な菌株リソース
遺伝子資源



利便性の高い
プラットフォーム



新しい価値



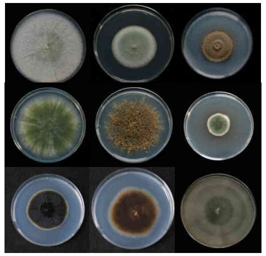
→既存技術（戦略）でカバーされていない、持続可能性に資する領域

展望（日本の優位性）

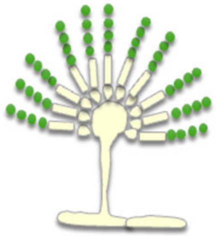
➢ MycoTechの展開に向けた日本の菌類生物学的資産

保有する価値

多様な菌株リソース
遺伝子資源



利便性の高い
プラットフォーム



NBRC、種麹屋
などが優れた
リソース保有
（＞数万株）

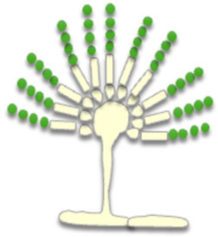
麹菌（国菌）の
ゲノム解析
→知見・技術の蓄積
→他の菌類への波及

優位な分野に重点投資して世界にキャッチアップ必要

展望（日本の優位性）

➢ 麹菌による菌類生物学の基盤形成からものづくり展開

麹菌



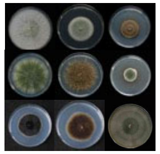
伝統的
発酵産業

基盤・多様性・応用

一気通貫

バイオマス食品

物質生産



リソース利用

バイオマテリアル

融合

人と地球の健康
→ウェルビーイング社会

資源循環型社会
→宇宙空間での完全循環

未来社会形成

MycoTechによる産業構造変換

▶伝統的な発酵にとどまらず**次世代発酵**へ

- 食品（Food）
- 化合物（Chemistry）
- 材料（Material）

を持続可能な形（循環）で効率的大量生産

▶**発酵王国**日本の復権へ

産業界全体に発酵ソリューションを浸透