

令和5年度 気候変動適応の研究会シンポジウム

令和5年12月21日(木)

気候変動適応型作物の創出技術 の開発および活用

○戸高 大輔・関 原明

理化学研究所環境資源科学研究センター
植物ゲノム発現研究チーム

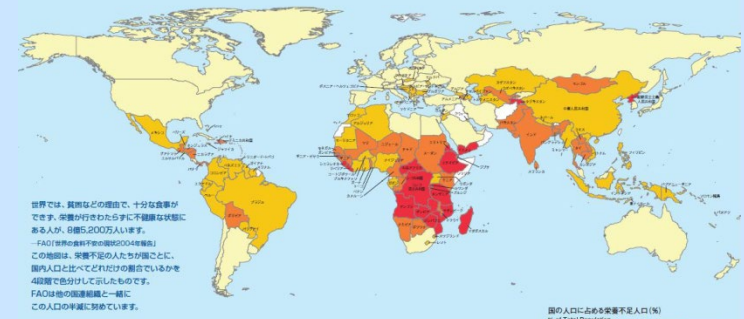
高温、乾燥、塩、低温などの環境ストレスに対して適応できる作物の作出は、食糧問題、人口問題などから緊急に取り組むべき課題

地球規模での環境劣悪化、異常気象による農業生産被害



地球温暖化、砂漠化の進行などの環境劣悪化
異常気象などによる農業生産被害

人口急増



世界の栄養不足地域 (赤い色が濃いほど不足)



開発途上国での爆発的人口増加

2050年までに世界の人口は約100億人へ



<https://www.bbc.com/japanese/66229957>

BBCニュース 2023年7月18日

カリフォルニア州のデス・ヴァリーでは16日、摂氏56度が観測された



<https://www.bbc.com/japanese/66229957>

BBCニュース 2023年7月18日

欧州の市街地でも連日、40度を超えるところが出ているほか、ギリシャでは山火事が多発している



 REUTERS®

<https://jp.reuters.com/article/climate-change-eu-drought-idJPKBN2XD08R/>

2023年5月23日

干ばつに見舞われたスペイン南部ロンダに植えられたピスタチオの木

今年の7～9月の月平均気温は3カ月連続して統計史上最高値を記録

今夏の**記録的猛暑**の影響で、2023年産**1等米**の全国平均比率は**59.6%**で、**過去最低**



https://hyogo-nourinsuisangc.jp/archive/19-kenkyu/article/kenkyu_2502.html

	R5年産	R4年産	R3年産	R2年産	R元年産
9月30日現在	59.6	75.8	82.6	80.7	67.6
最終	—	78.5	83.1	79.8	73.2

農林水産省「[令和5年産米の農産物検査結果（速報値）（令和5年9月30日現在）](#)」

トマトや**ダイコン**、**ネギ**といった野菜類の不作
リンゴの着色不良
ミカンの浮皮



(画像提供：香川県農業試験場)
<https://www.pref.kagawa.lg.jp/kankyoseisaku/chikyuu/tekiou/nourinsuisa.html>

https://scienceportal.jst.go.jp/explore/review/20231116_e01/

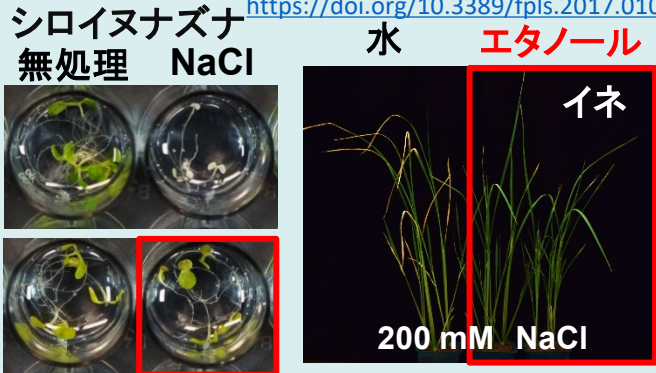
最近の研究成果

エタノールによる乾燥・高温・塩・凍結耐性強化を
世界に先駆けて発見 (関TLはAAAS2020にて招待講演)

耐塩性

Nguyen, Sako et al. (2017) *Frontiers*

<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01001>



活性酸素種 (ROS) の蓄積が減少

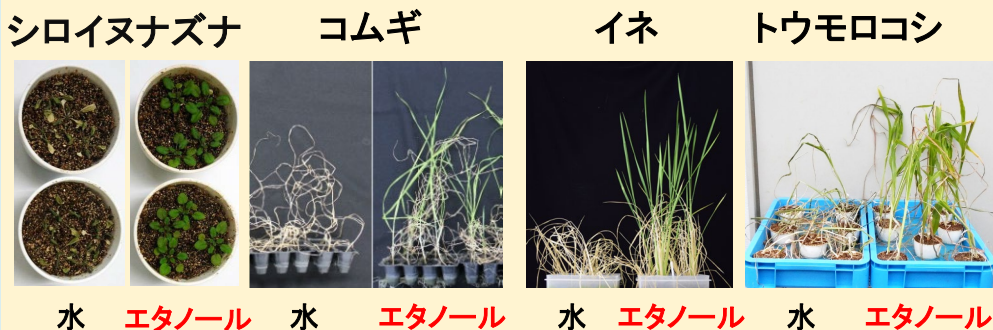


NaCl	+	+
エタノール	-	+

乾燥耐性

Bashir et al. (2022) *Plant Cell Physiol*

<https://doi.org/10.1093/pcp/pcac114>



Vu, Utsumi et al. (2022) *Plant Mol Biol*

[10.1007/s11103-022-01300-w](https://doi.org/10.1007/s11103-022-01300-w)

エタノール処理により気孔の閉鎖が誘導

キヤツサバ

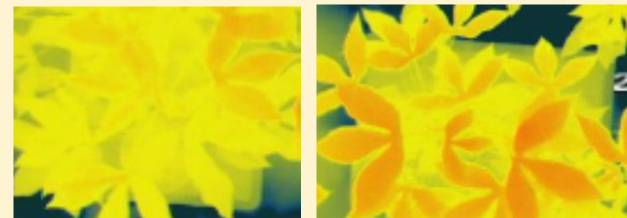
水処理

エタノール処理

乾燥
ストレス



葉の表面
温度測定



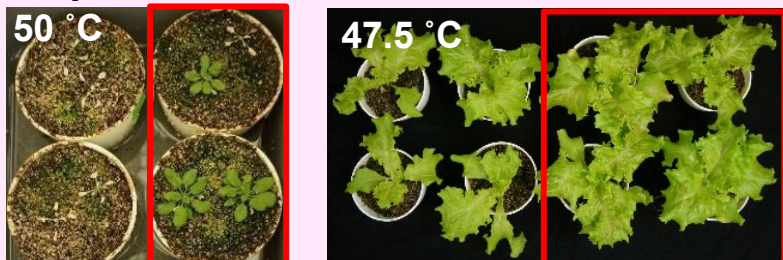
高温耐性

Matsui, Todaka et al. (2022) *Plant Mol Biol.*

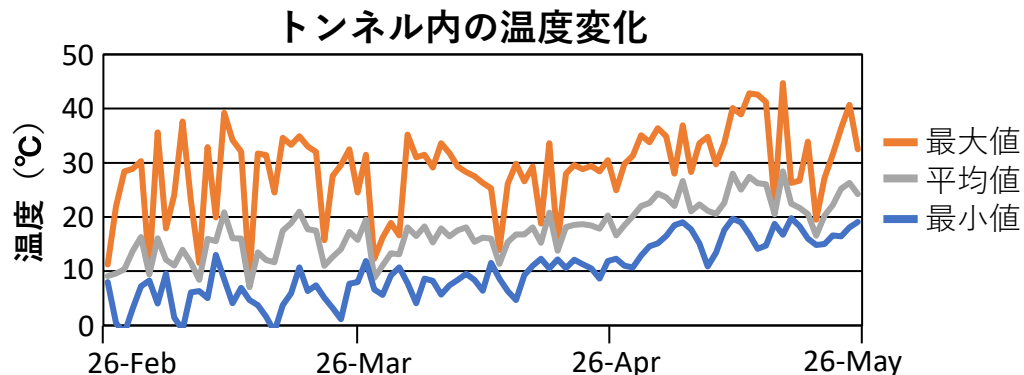
[10.1007/s11103-022-01291-8](https://doi.org/10.1007/s11103-022-01291-8)

シロイヌナズナ レタス

水 エタノール 水 エタノール



エタノール投与により作物の高温ストレス耐性が向上した事例1 レタス



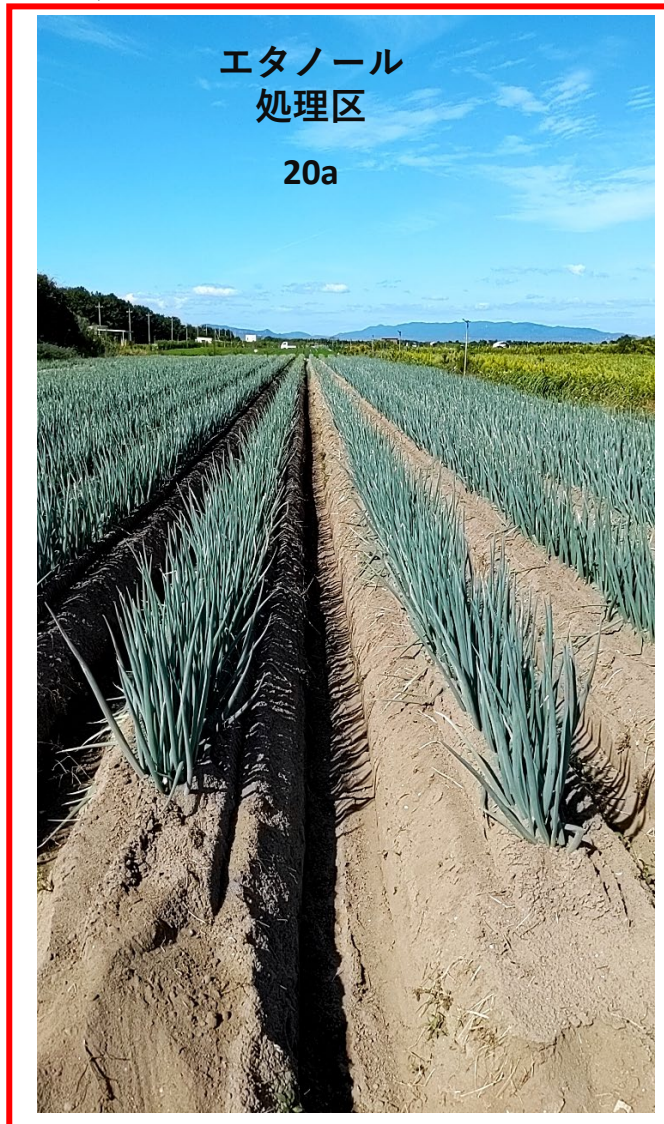
高温条件を実現するため意図的にビニールトンネル内で栽培した。トンネル内の温度は最大35~40°Cに達した。



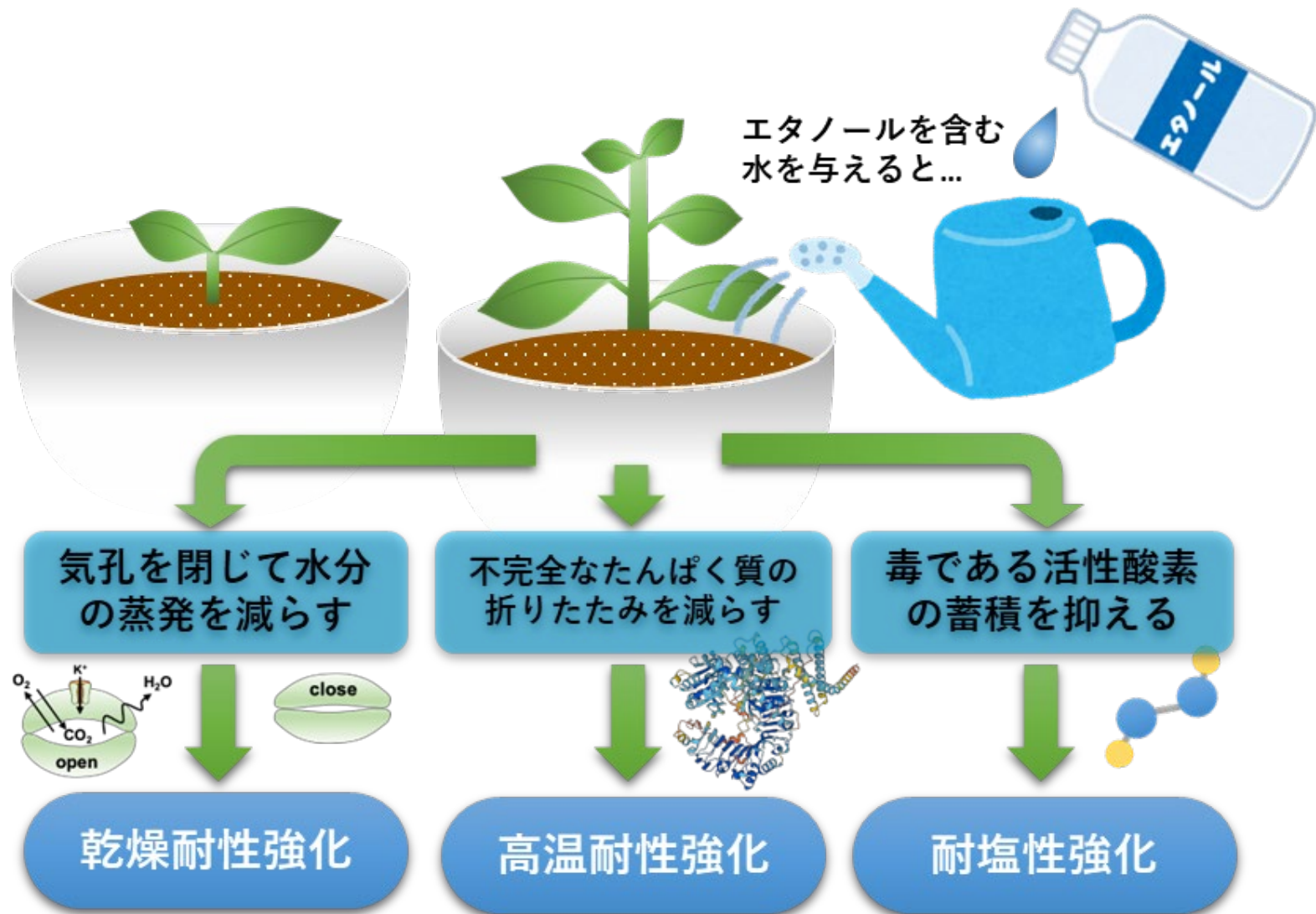
レタスへのエタノール投与により、高温ストレス下での生育が良好になった。写真は圃場での栽培試験の収穫後の結果。

エタノール投与により作物の高温ストレス耐性が向上した事例2 長ネギ

長ネギ（夏越し）を栽培されている鳥取県の農家様



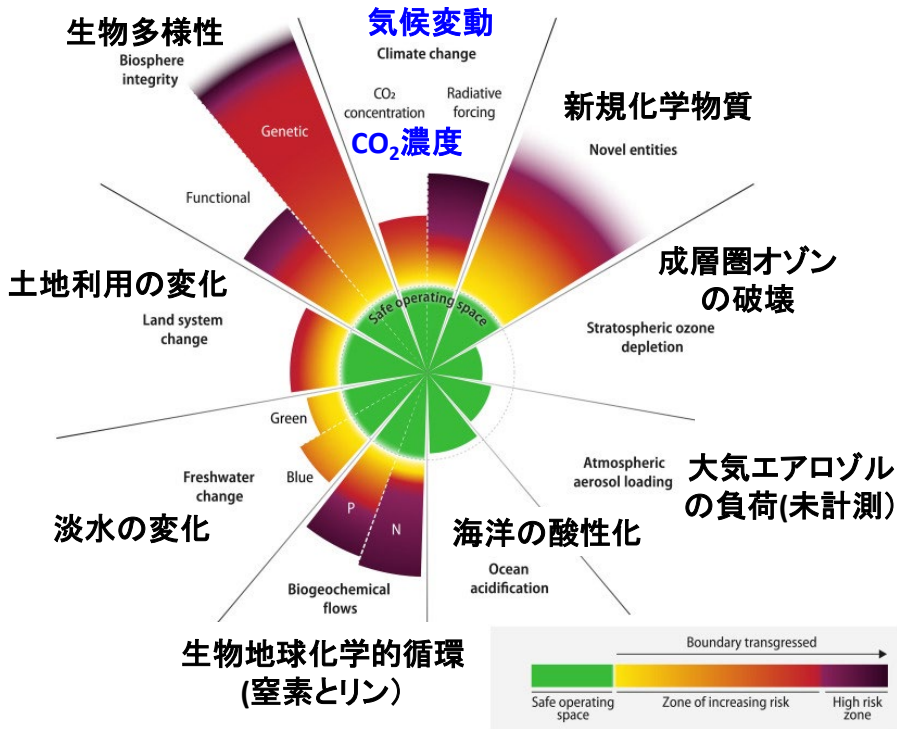
2023年秋



背景

プラネタリーバウンダリーの最新状況

(Rockström et al. 2009, Nature; Richardson et al. 2023, Science Adv.)



気候変動、生物多様性、窒素・リンの循環、新規化学物質、土地利用の変化、淡水の変化については既に許容限界量を超えて復元不可能な環境変化が生じる可能性がある

2015年：パリ協定がCOP21で採択。産業革命前からの世界の平均気温上昇を「2度未満」に抑える（「1.5度未満」を目指す）。

2020年：菅義偉首相（当時）が「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言。大気中のCO₂除去 (CDR, Carbon Dioxide Removal) が必須。

IPCC(気候変動に関する政府間パネル) による推定で、2050年に約20~100億トン/年のネガティブエミッション技術(NETs)の活用によるCO₂除去が必須と試算。

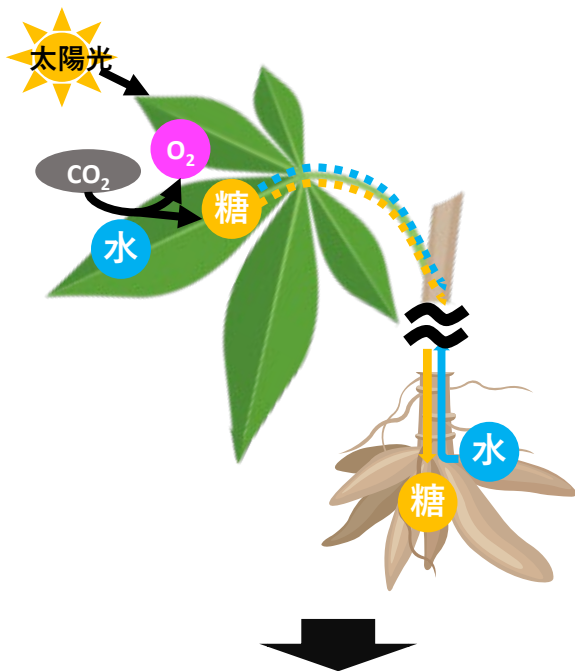
近年、諸外国において、NETsの社会実装に向けた動きが加速。米国、EU、英国はCDRの必要性と今後の取り組み方針を相次いで公表（参考資料）。

我が国においても、2022年度以降、グリーンイノベーション戦略推進会議およびWGにおいて、NETsの要素技術の分類や、各分類の世界規模でのコスト、ポテンシャルの分析を踏まえ、今後の対応について議論（参考資料）。

2022年8月：五神真理事長が、「RIKEN's Vision on the 2030 Horizon」を公表。脱炭素、完全循環型社会の実現に資する行動等が例示。

植物はCO₂を吸収して光合成により澱粉（糖）を生産する能力を有している。

⇒植物は環境に優しい究極のエコ資源の一つ

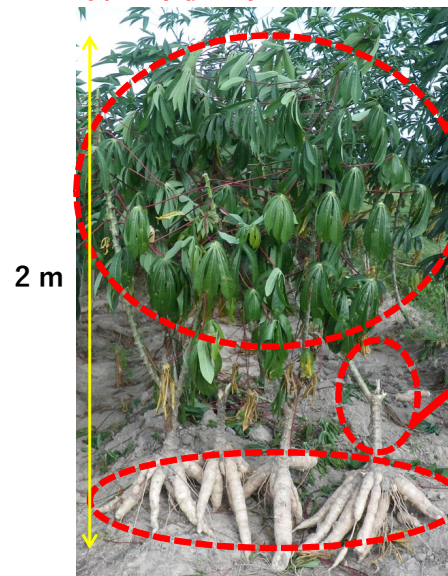


世界的にも植物のCO₂を吸収する能力を活用して、環境に優しく、かつ、CO₂を大量に削減するネガティブエミッション技術の開発が激化

キャッサバ：眠れる戦略資源

CO₂削減に貢献する澱粉資源作物
(約1.4億トンのCO₂を吸収、2018FAOデータから計算)

挿し木後1年



●葉：

- ・家畜の飼料
- ・エリ蚕の餌



●茎：

- ・繁殖に利用

●根：

- ・タピオカ澱粉
- ・食料・バイオマス

ス

●生育：

- ・肥料なしでも育つ
- ・悪環境下(乾燥地、貧栄養土壌等)でも育成可能



キャッサバ：眠れる戦略資源

CO₂削減に貢献する澱粉資源作物
(約1.4億トンのCO₂を吸収、2018FAOデータから計算)



- ✓ 肥料なしでも育つ
- ✓ 悪環境下でも育つ
(高温、乾燥、貧栄養土壌)
- ✓ 全ての器官が利用可能

眠っているキャッサバ
有用遺伝資源

眠っている有用遺伝子等の
同定に向けたAI統合
オミックス解析

ゲノム編集・化学制御等
による作出

栽培

CO₂吸収

アルティメット
CO₂吸収作物の創出及び活用

収穫

- ✓ CO₂吸収能力の向上
- ✓ 大量CO₂吸収技術の開発
- ✓ 少雨地域での栽培を
可能にする技術開発
耕作面積の拡大
- ✓ 塊根の早熟技術の開発 etc.

栽培

収穫

収穫

栽培

キャッサバサーキュラーエコノミー新市場の開拓

CO₂バイオ
リファイナリ

餌飼料



高品質のシルク、
化粧品、医療品

エリ蚕の餌



肥料

発酵副生物
副生物を環境に
やさしく再資源化

バイオプラスチック

環境負荷の低い
生分解性プラスチック

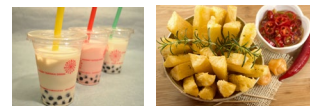
産業用原材料（糊、フィルム、
紙表面へのコーティング材）

アミノ酸

甘味料・
食品物性改良

機能性食品

バイオエタノール



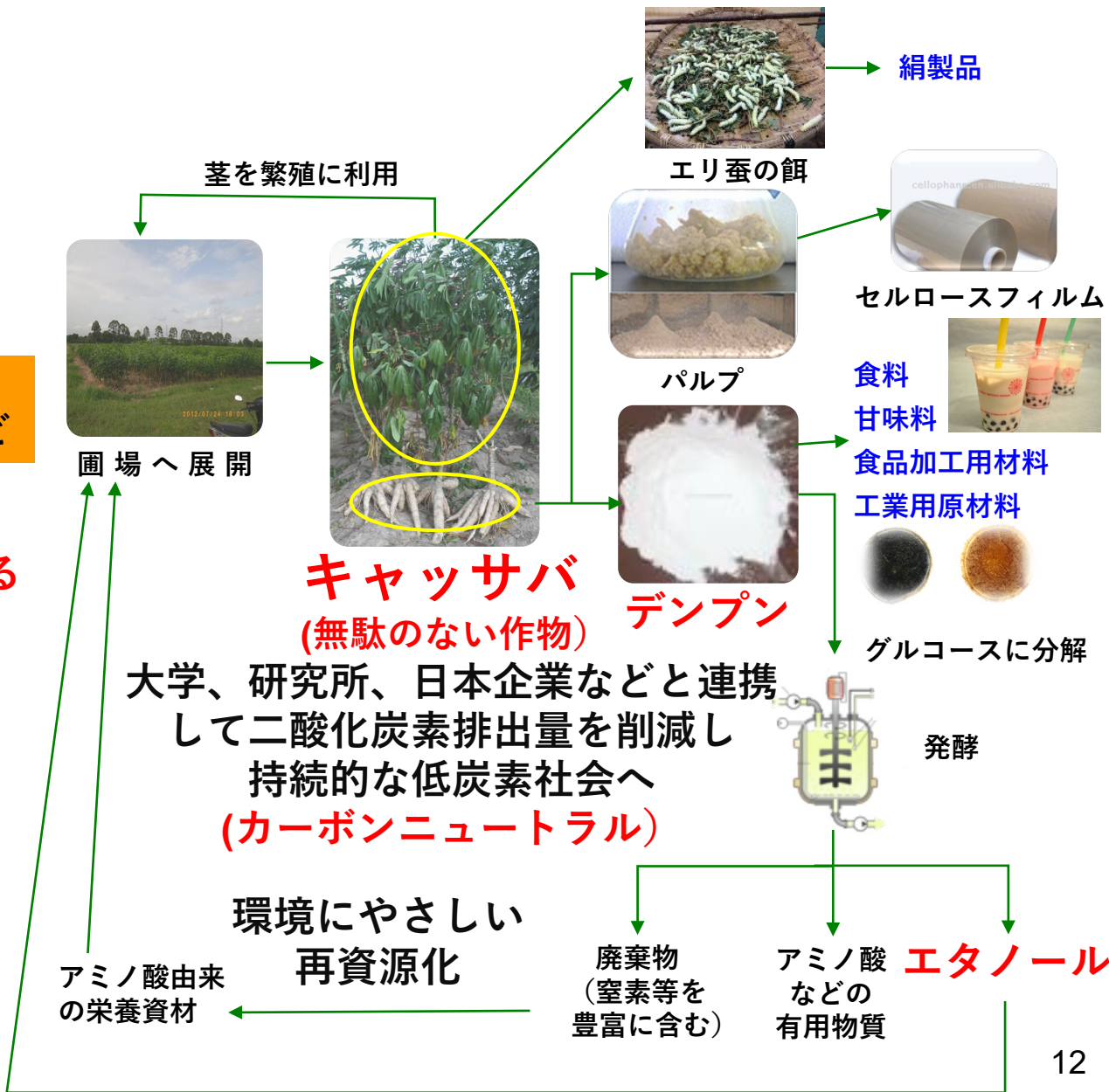
研究担当機関：理研、筑波大、龍谷大、名古屋大
連携候補先企業：国内食品会社

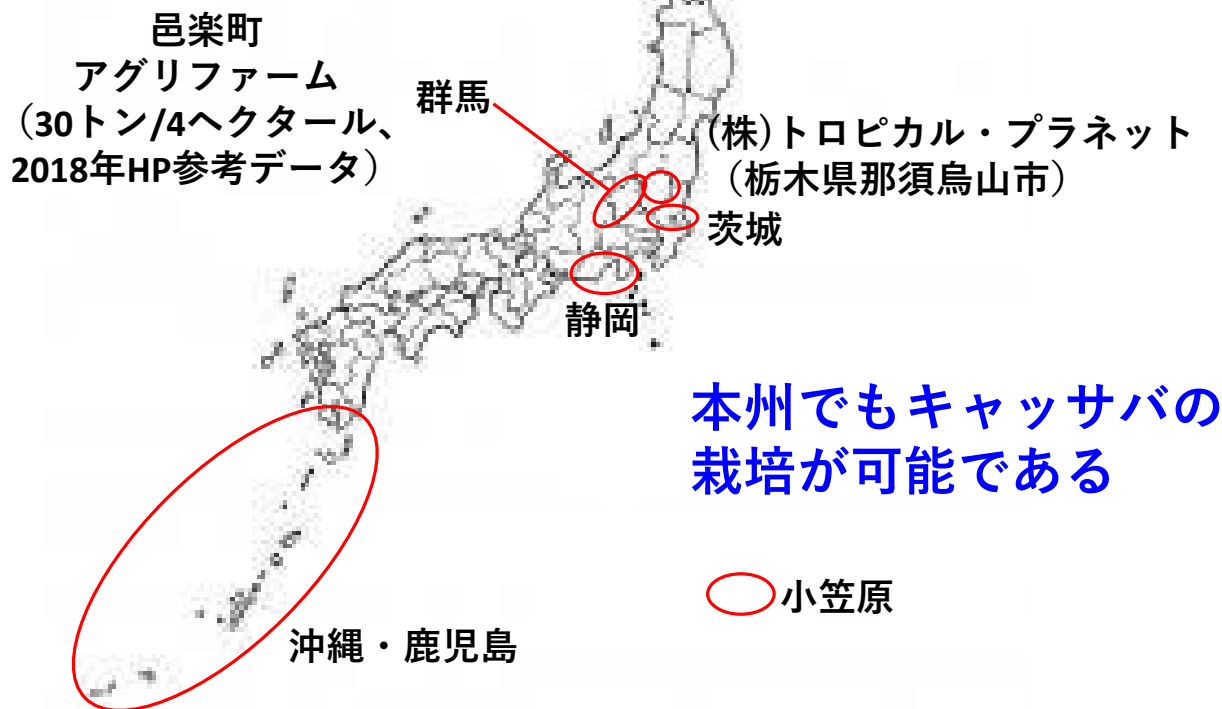
カーボンニュートラル社会の実現



理研、AGI、CIAT、
国内外の大学、日本企業など

1. 環境ストレス耐性強化・
バイオマス向上等に関与する
有用遺伝子・化合物の同定
2. 化学制御・ゲノム編集
技術などの活用による
有用キャッサバの創出技
術の開発





- 連携提案課題：**
1. キャッサバ（環境ストレスに強くCO₂削減に貢献する）の国内生産増加に向けた試験研究（生産可能地域および栽培方法の検討）
 2. エタノールによる作物へのストレス耐性強化の試験研究

キャッサバやエタノールを用いた連携研究にご興味ある方は、
 関（e-mail: motoaki.seki@riken.jp; Tel: 045-503-9587）までお知らせ下さい。

第2回キャッサバワークショップ「カーボンニュートラルな循環型社会の実現に向けたキャッサバの研究開発」

日時：2024年1月31日（水）午前10時から

会場：理化学研究所横浜事業所交流棟ホール

<https://www.yokohama.riken.jp/cassava/2024/>

プログラム

10:00-10:10 開会挨拶 関 原明（理研CSRS）

10:10-10:40 石谷学（CIAT）カーボンニュートラルに向けた東南アジアのキャッサバ生産-現状と今後の取り組み

10:40-11:10 内海好規（理研CSRS）カーボンニュートラルに貢献するキャッサバの分子育種研究の進捗と今後の展望

11:10-11:40 徳永浩樹（国際農研）東南アジア諸国とのキャッサバ共同研究の成果と展望: キャッサバモザイク病の脅威と対策

11:40-12:00 戸高大輔（理研CSRS）:エタノールによる植物への環境ストレス耐性強化のキャッサバへの応用

12:00-12:20 増富祐司（国立環境研究所）:作物シミュレーションモデルを用いた温暖化の影響・適応策評価

昼食

13:20-13:40 足立幸穂（理研R-CCS）:適応策研究のための将来地域気候予測研究の紹介

13:40-14:00 高野俊一郎(九州大): キャッサバコナカイガラムシの加害によるキャッサバ新芽の変形とその分子的機構

14:00-14:20 坂上潤一（鹿児島大）:鹿児島大学におけるキャッサバの農学的研究の取り組み

14:20-14:35 小林功（農研機構）: キャッサバとエリサンを活用したサプライチェーンについて

14:35-14:50 仲宗根豊一（UKAMI養蚕）: 価値を創造するキャッサバ栽培とエリサンの大規模養蚕

14:50-15:10 中村和之（味の素）: 味の素グループと農業との関わり ～”Thai Farmer Better Life, partner” project～

休憩 20分

集合写真撮影

15:30-15:50 小倉千沙（メロス）: カーボンファームと土壌炭素貯留のビジネス化に向けた世界の動き

15:50-16:10 小杉昭彦（国際農研）: キャッサバ残渣からのバイオ燃料生産技術

16:10-16:30 村中俊哉（大阪大/理研CSRS）: ゲノム編集技術のジャガイモへの適用

16:30-16:50 大谷基泰・中谷内修（石川県立大学）: 石川県立大学におけるサツマイモの遺伝子組換えとゲノム編集研究

16:50-17:10 菊野日出彦（東京農業大）: 東京農業大学におけるヤムイモ研究について

総合討論

おわりに

18:00-20:00 懇親会（横浜事業所交流棟パーティールーム）