

番号: A-9-1J

PJ: 炭素超循環社会構築のための DAC農業の実現

テーマ名: DAC農業

担当機関名: 農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)、東京農工大、名古屋大、東京大、岡山大、信州大、埼玉大、滋賀県立大

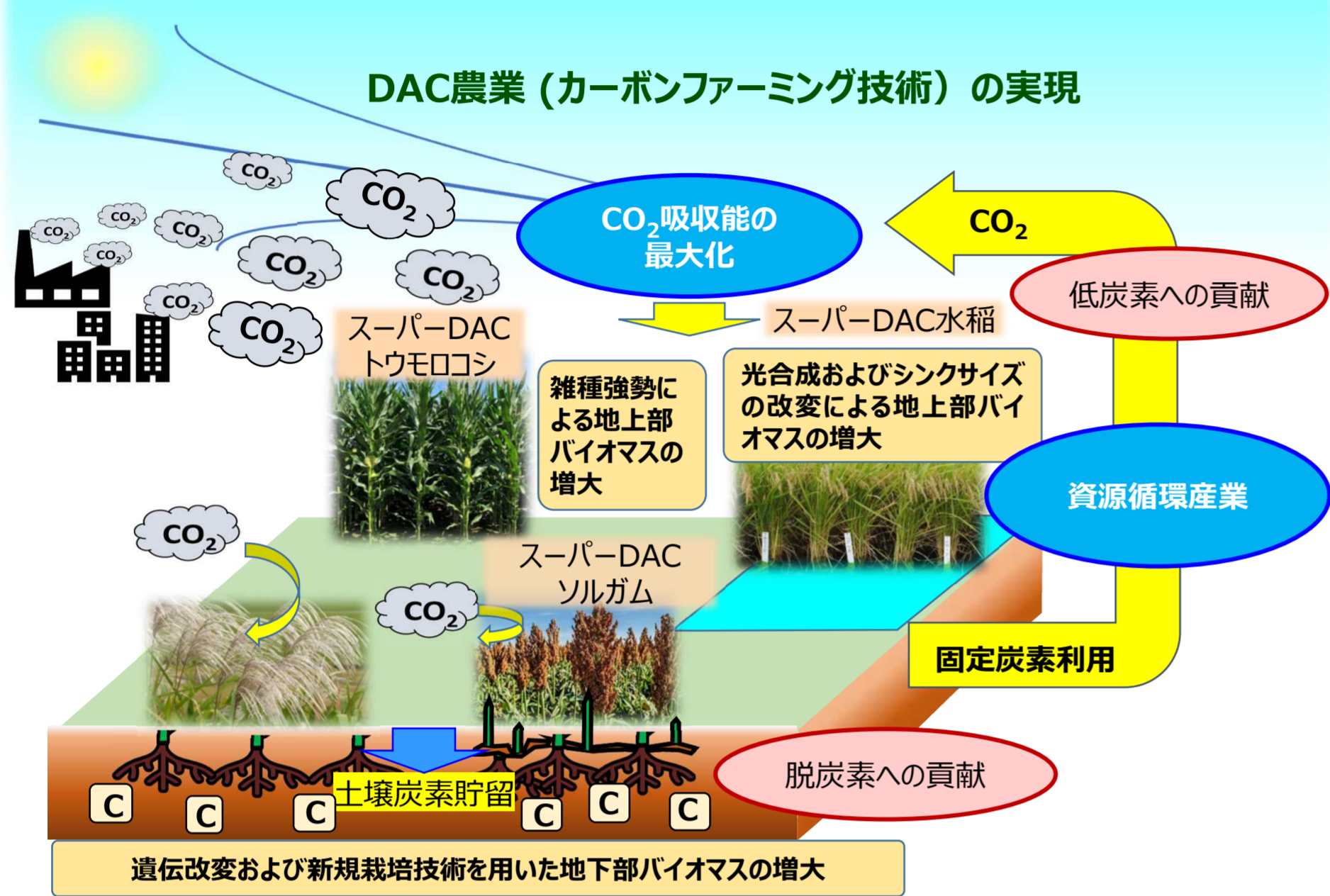
問合せ先: 矢野昌裕PM (農研機構 シニアエグゼクティブリサーチャー) e-mail:myano@affrc.go.jp



研究概要

CO₂吸収・固定能とバイオマス生産能に係る遺伝子の改変および集積の最適化による「スーパー-DAC作物」の設計と有効性評価に加えて、作物残渣分解および土壌炭素貯留の評価技術を開発します。作物生産からの有価物回収・利用する炭素循環の経済価値および環境負荷を評価します。

2050年までに目指すべき農業の姿 (DAC農業)



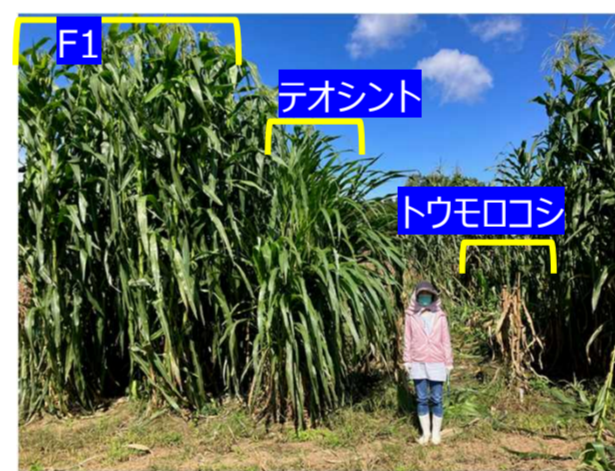
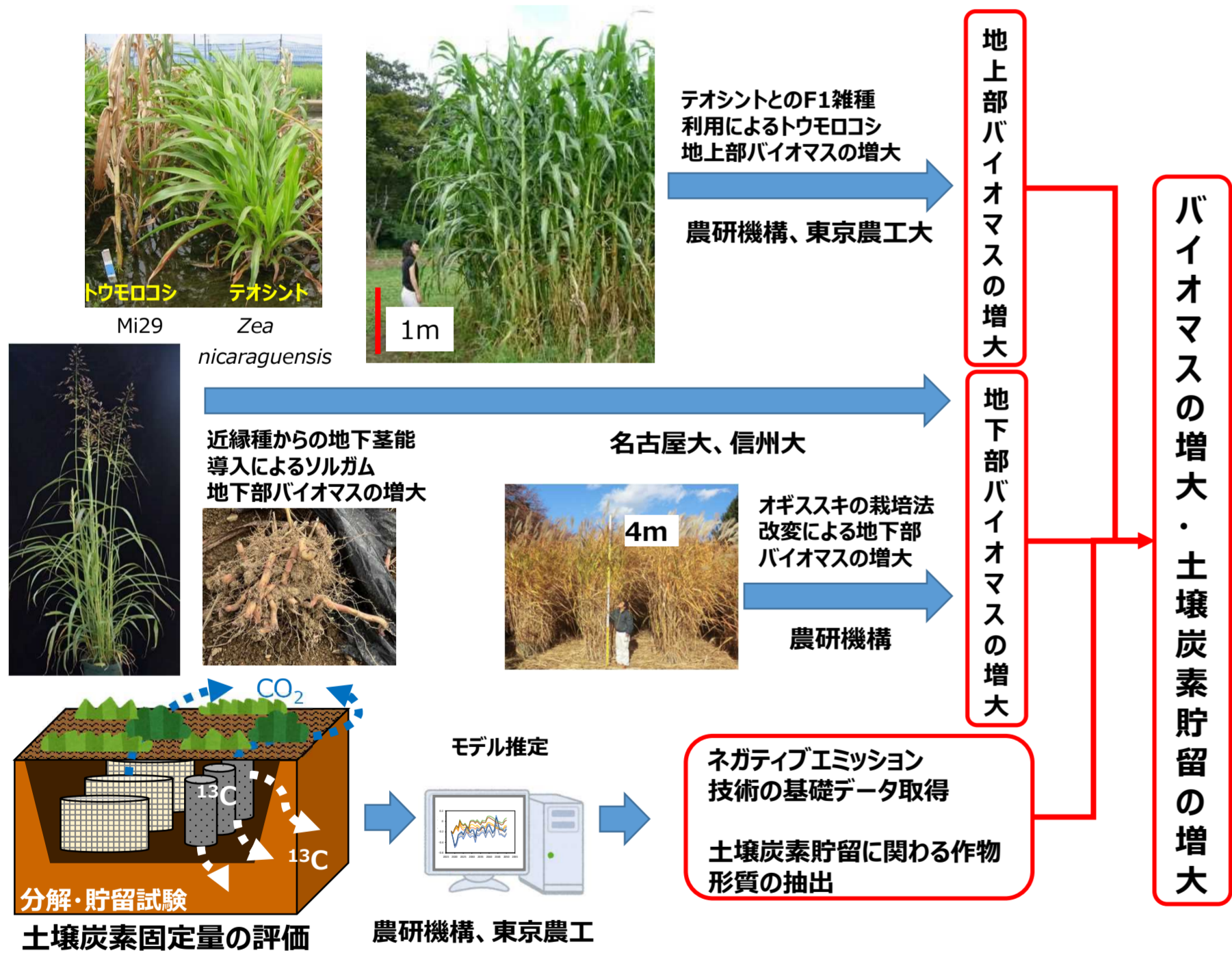
DAC農業実現に向けた課題、開発目標、実施体制

技術的課題	2030年の達成目標	研究開発テーマ
農作物のCO ₂ 固定能力の倍増	1 スーパー-DAC作物開発 水稲、籾収量1.5倍 トウモロコシ 茎葉2倍	● 課題I CO ₂ 吸収・固定能を増強した スーパー-DAC水稲の開発 ● 課題II 作物バイオマスの増大による 炭素固定に関する研究
バイオマスの地中貯留	2 地下部バイオマスの増大 & 農地炭素貯留評価技術開発 ソルガム 根・地下茎 2倍	● 課題II 作物バイオマスの増大による 炭素固定に関する研究
バイオマスの地上部による資源循環・利用	3 スーパー-DAC作物による資源循環ブレイクスルーの解析・調査	● 課題III DAC農業からの資源利用工程の 経済価値・環境負荷評価

代表機関: 農研機構

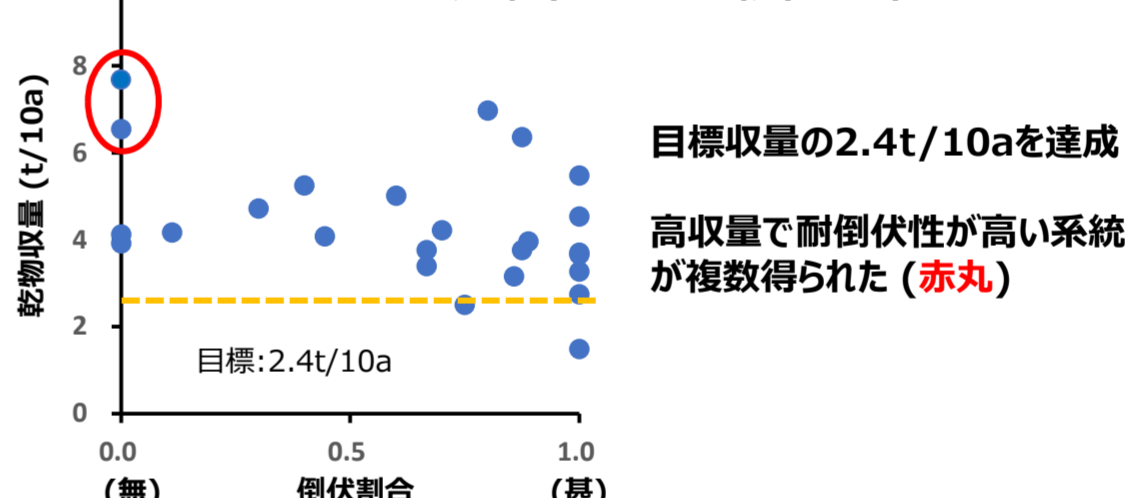
参画機関: 課題I (東京農工大、農研機構、名古屋大、東京大、岡山大)
課題II (農研機構、名古屋大、東京農工大、信州大)
課題III (農研機構、埼玉大、東京大、滋賀県立大)

課題II: 作物バイオマスの増大による炭素固定に関する研究

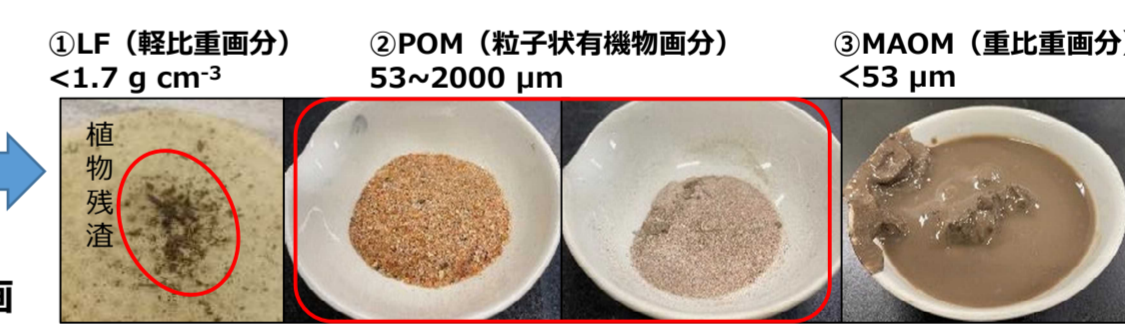


テオシントとのF1雑種の圃場栽培

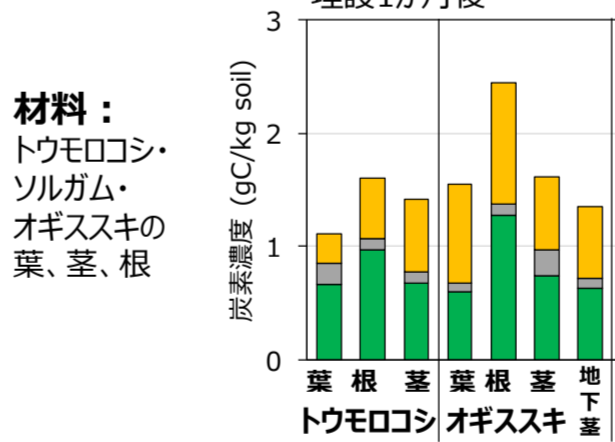
F1雑種系統における倒伏割合と乾物収量の関係



埋設した土壌の分画



埋設3か月後

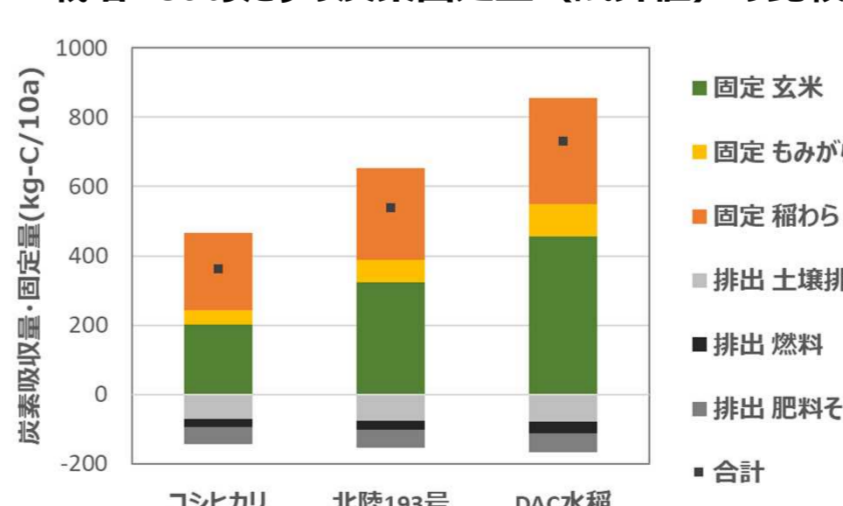


課題III: DAC農業からの資源利用工程の経済価値・環境負荷評価



スーパー-DAC水稲のDAC能力 (試算例)

栽培10aあたりの炭素固定量 (試算値) の比較



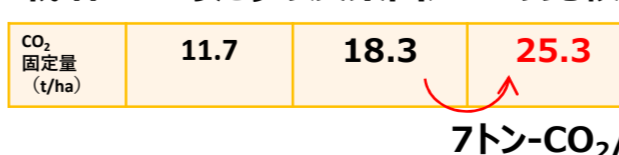
左記試算に用いた農作物バイオマス想定量

	コシヒカリ	北陸193号	スーパー-DAC水稲
籾 (うち玄米)	636 (530)	1020 (850)	1440 (1200)
茎葉	700	830	960

単位: kg/10a、籾・茎葉含水率15%

【参考】36~40年生のスギ人工林1ヘクタールが1年間に吸収する二酸化炭素の量は、約8.8トンと推定 (https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyuu/ondanka/20141113_topics2_2.html)

栽培1haあたりの炭素固定量の比較



スーパー-DAC水稲は25.3トン/haのCO₂を吸収できるものと期待。

2022-2024 : FS期間

2025-2030

スーパー-DAC作物からの資源利用技術を実証

番号: A-9-2J

PJ: 炭素超循環社会構築のための DAC農業の実現

テーマ名: CO₂吸収・固定能を増強したスーパーDAC水稻の開発 (課題I)

担当機関名: 農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)、東京農工大、名古屋大、東京大
岡山大

問合せ先: 安達俊輔 (東京農工大学農学研究院准教授) e-mail: adachi@go.tuat.ac.jp



研究概要

植物体のCO₂吸収・固定能力がきわめて高い「スーパーDAC水稻」の開発を目指します。具体的には、葉の光合成能力・養分吸収能力(ソース能)に関わる遺伝子、種子数や種子サイズなど収穫部位の容積(シンク容量)に関わる遺伝子をゲノム編集技術等によって改変し、新たな育種素材を開発します。

育種素材を開発するための2つのアプローチ

①ゲノム編集

1 対象遺伝子の破壊 (KO) Knockout 難易度 中
注目遺伝子の機能欠損によって有用な表現型を獲得

2 負の制御因子の破壊 (KO) Regulator-KO 難易度 中
注目遺伝子の発現上昇によって有用な表現型を獲得

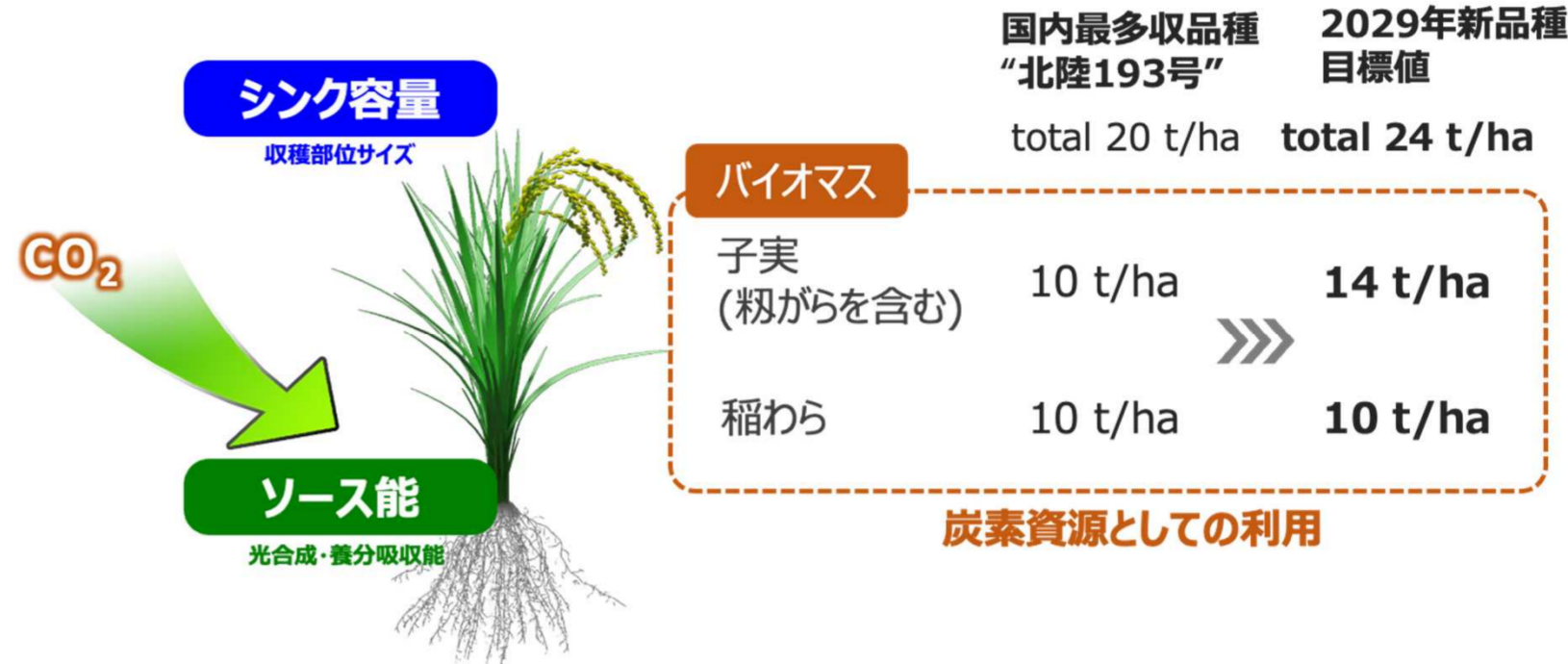
3 プロモータ領域への変異導入による遺伝子発現上昇 Overexpress 難易度 高
注目遺伝子の発現上昇によって有用な表現型を獲得

②DNAマーカー選抜 Marker-selection

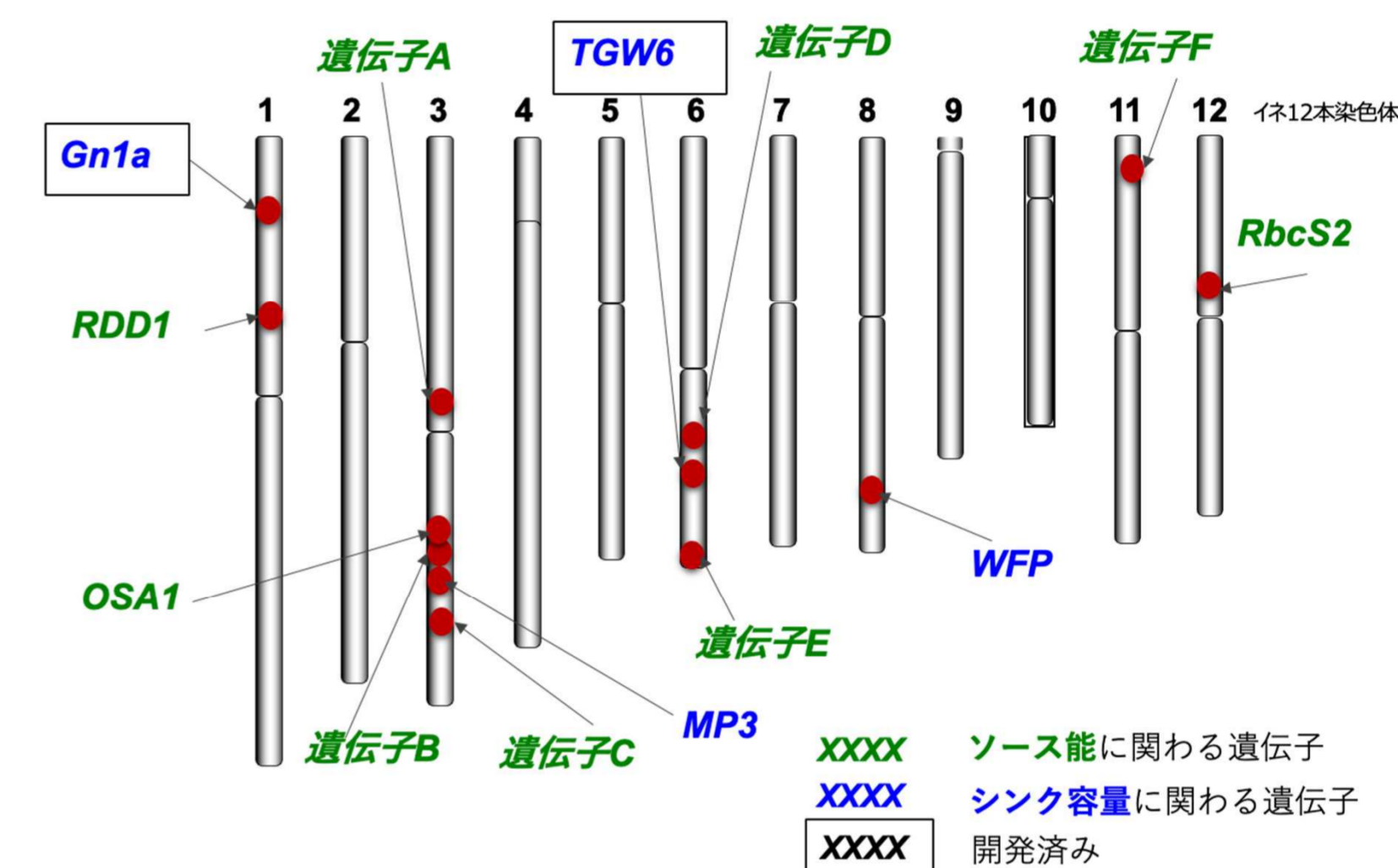
1 北陸193号を遺伝背景とした準同質系統の育成
北陸193号 × 北陸193号 → F1 → BC1F1 → BC4F2 → 準同質系統(NIL)
人工交配によって注目遺伝子を北陸193号へ導入し、有用な表現型を獲得

2 高速世代促進技術
内寸高さ1100mm 小型グロースチャンパー 最適化された人工気象環境 播種から収穫までを100日程度で完結 通常6年かかるNIL育成を2年に短縮

スーパーDAC水稻の開発目標



改変対象とする遺伝子一覧



北陸193号の高バイオマスの要因

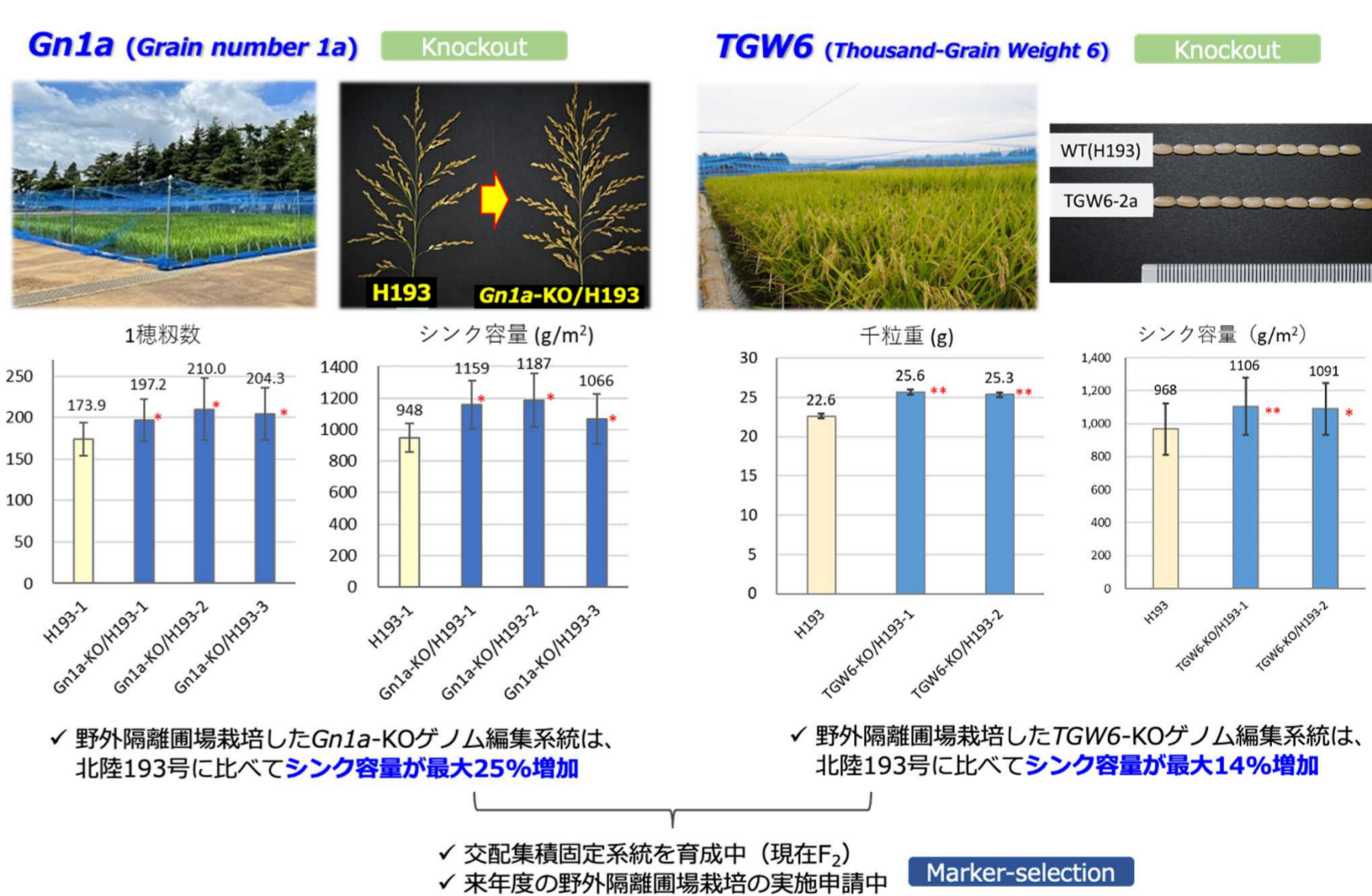
バイオマス収量 (t ha ⁻¹)	北陸193号	タカナリ	たちすがた	日本晴
2022年 東京	19.1	17.2	15.6	15.4
2022年 京都	15.1	12.4	11.2	13.4
2023年 東京	18.9	16.0	15.2	14.8
2023年 岡山	15.5	12.0	11.3	11.9

北陸193号の高バイオマス要因

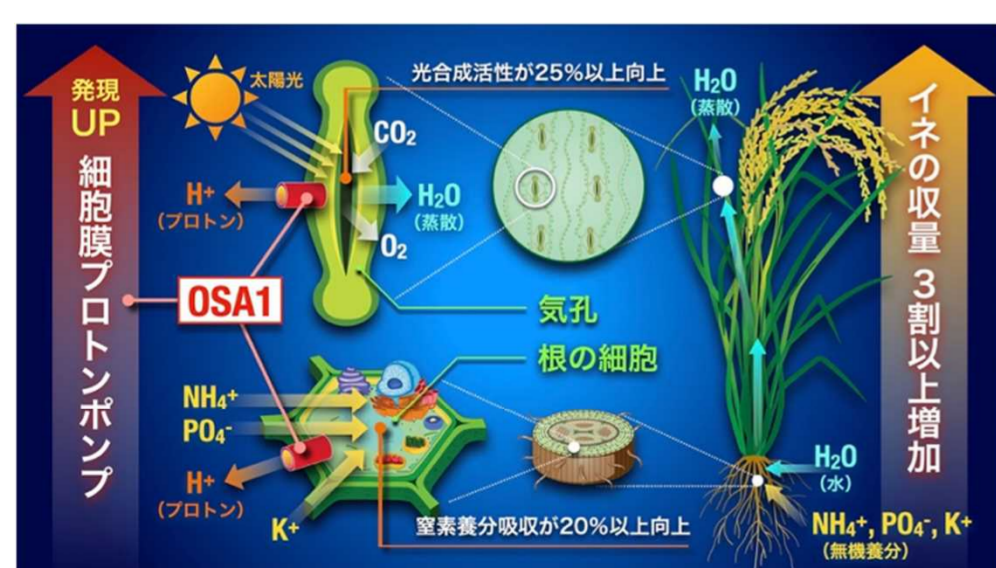
- 初期生育: 大きい傾向 分けつが広がりがやすく 受光率が高い
- 葉面積指数: やや大きい
- 個葉光合成速度: 他の多収品種と同等 改良の余地
- 生育期間: 東京では長い 京都では他と同等

◆北陸193は 個体群受光率が高い
◆分けつが放射状に存在することが 高い受光率の理由
◆北陸193は生育全体を通じて葉面積がやや大きい
◆光合成速度は他の多収品種と同等か、やや低い

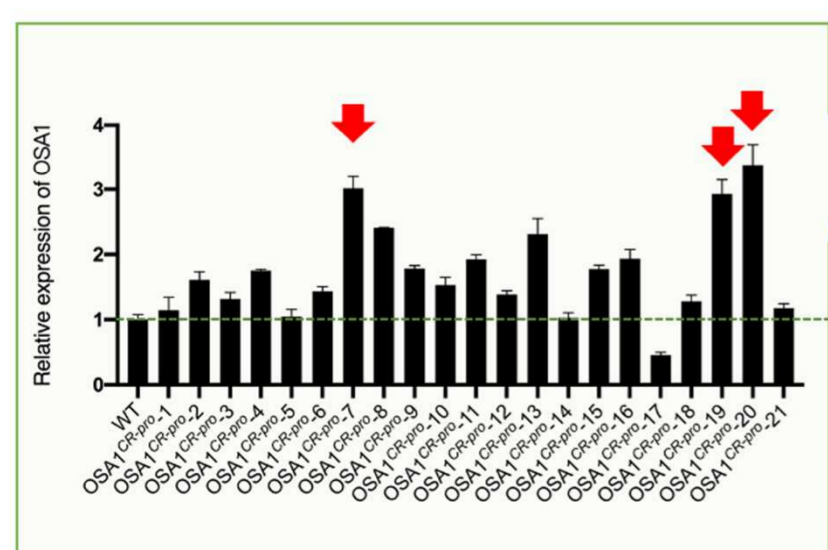
シンク容量の向上 (Gn1a, TGW6ノックアウト)



ソース能の向上 (OSA1発現上昇)



稲品種「日本晴」のOSA1過剰発現により、光合成と収量性が大幅に向上
Zhang, Kinoshita et al. 2021 Nature Communications 12: 735



Overexpress ゲノム編集

pOSA1 5' - Promoter -1959bp -1451bp -658bp -196bp Coding region

- ✓ 形質転換に依存しないOSA1発現上昇を実現するため、プロモーター領域にゲノム編集によって変異導入
- ✓ 日本晴を原品種としたT0では、日本晴よりも発現レベルの高い系統が複数出現
- ✓ 本手法による過剰発現系統の育成が期待

DAC能力の飛躍的向上戦略

(現状)	(2022-2024 : FS期間)	(2025-2029)
------	--------------------	-------------

ゲノム編集技術等による遺伝子改変系統の作出 高精度人工気象器内の表現型調査

高速世代促進による複数遺伝子の迅速集積 高精度人工気象器内および圃場環境における表現型調査

「北陸193号」

- ソース能力 光合成能向上
- 養分吸収能向上
- シンク容量 籾数増加 籾重増加

ソース能力増強

シンク容量増強

「北陸193号」の約1.3倍