

サイバーフィジカルシステムを利用した 作物強靱化による食料リスクゼロの実現

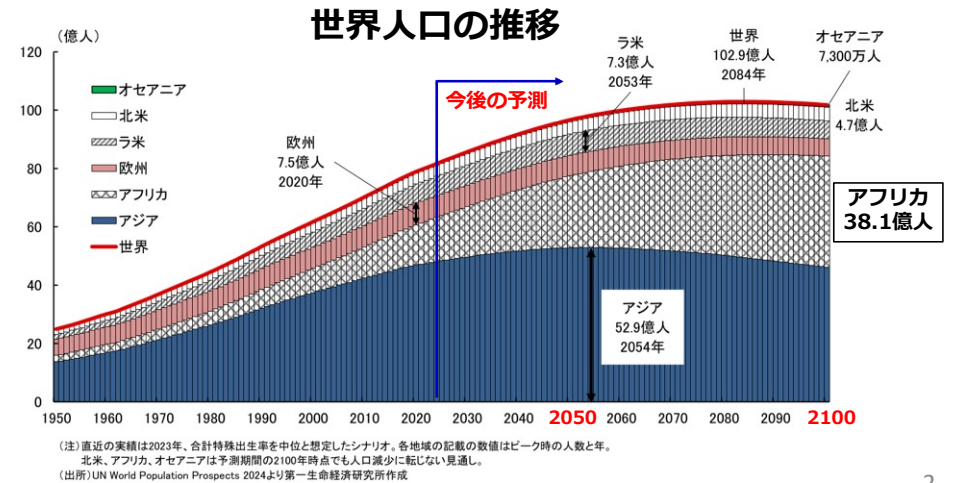


PM 藤原 徹（東京大学 教授）

参画機関：東京大学、農研機構、京都大学、福井県農試、理化学研究所、
東京農工大学、鳥取大学、滋賀県立大学、神戸大学、新潟農総研

1-1. 研究の背景

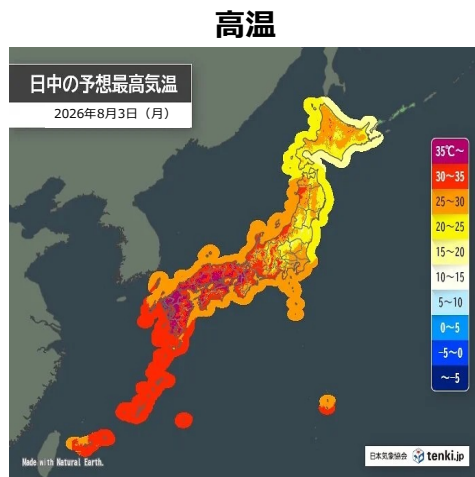
今後、世界人口の増加に伴い食料生産ニーズは増大する。



2

1-1. 研究の背景

地球温暖化による食糧生産への影響は、年々深刻になる。



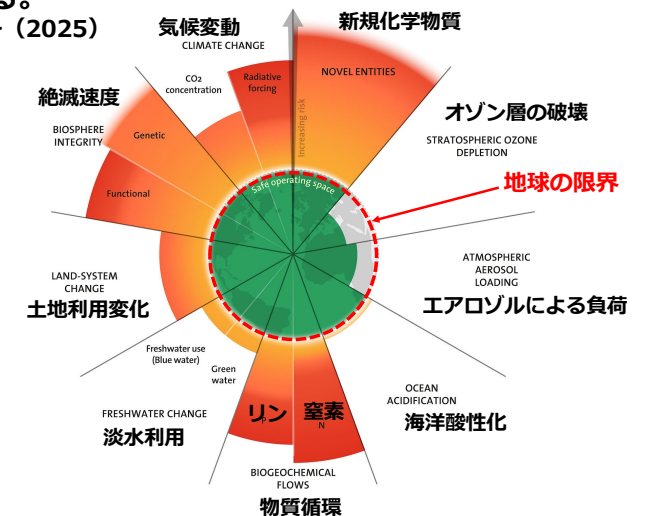
3

1-1. 研究の背景

地球の限界が近づいている。
プラネタリー・バウンダリー（2025）

地球環境に影響を
及ぼす9つの要因の中
には、すでに安全に
活動できる範囲を
超えた要因がある。

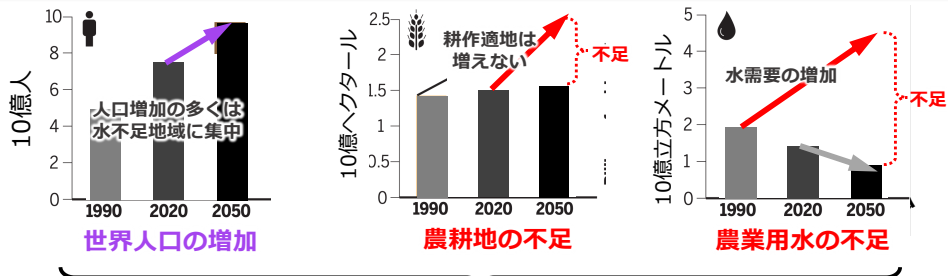
農業活動も環境に
負荷をかけている。



4

1-1. 研究の背景

今のままでは、2050年の世界人口を支えるだけの食料を生産できない。



5

1-2. 研究の目標

【2030年の目標】

環境変動に強く、資源を節約できる作物の**迅速な育種手法を開発**し、国内外の人々に利用できる体制を整える。

これまでの育種

交配親を選ぶ。

1年目	交配
2年目	集団養成
3年目	集団養成
4年目	個体選抜
5年目	系統選抜
6年目	系統選抜
7年目	生産力検定試験
8年目	生産力検定試験
9年目	生産力検定試験
10年目	新品種



従来の育種では少なくとも10年かかる新品種育成を、

本プロジェクトにより、5年以内にする。

7

1-1. 研究の背景

現状

世界人口の増加に伴う食料生産ニーズの増大

地球温暖化による生産への悪影響

食料生産に伴う環境劣化の促進

解決策

地球温暖化による影響を受けない食料生産
環境劣化を引き起こさない持続可能な食料生産

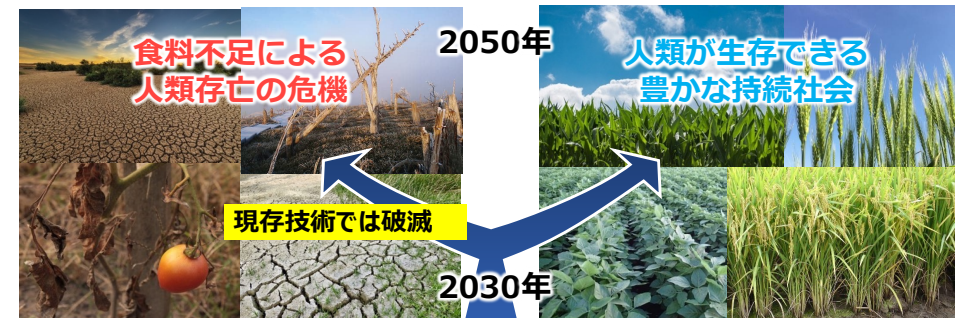
環境変動に強く、資源を節約できる作物の育種が不可欠

環境変動に素早く対応できる**迅速な育種**が不可欠

6

2. 2050年に目指す社会像（ありたい姿）

高温でも、干ばつでも、資源が少なくても、持続的な食料供給を可能にする。



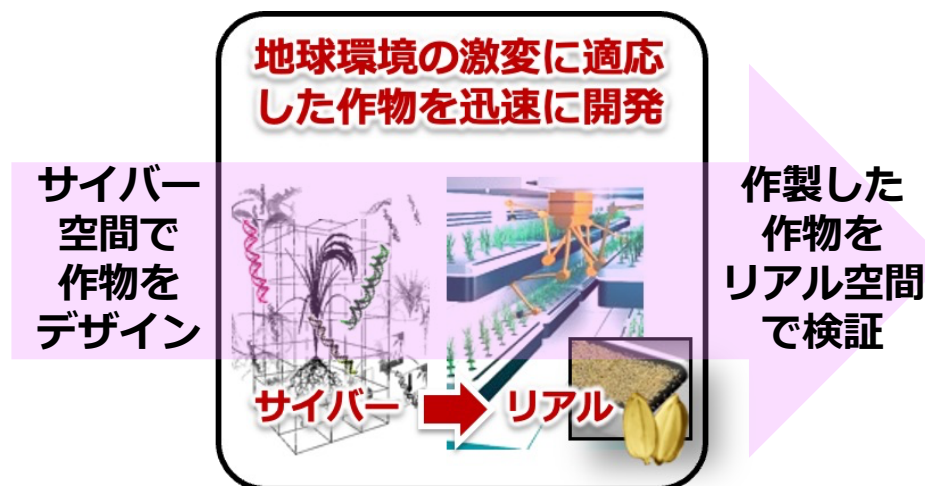
地球環境の激変

- ・人口増加
 - ・地球温暖化
 - ・資源枯渇
- 2026年

8

3. 主な研究成果・進捗状況 (1)

新技術：サイバーフィジカルシステム (CPS) の開発

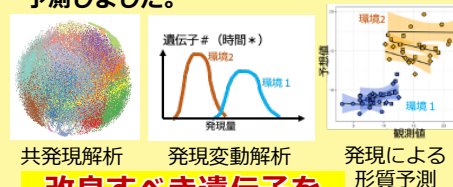


9

3. 主な研究成果・進捗状況 (1)

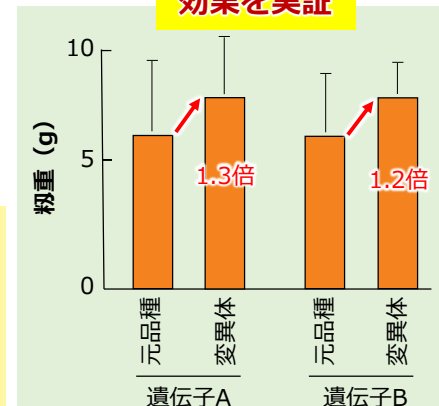
フィジカル空間で取得した遺伝子発現データから、改良すべき遺伝子をサイバー空間で予測し、効果を実証しました。

以下の3つの解析手法を組み合わせ、遺伝子発現データから改良すべき遺伝子を予測しました。



改良すべき遺伝子をサイバー空間で予測

効果を実証



干ばつ耐性に関する遺伝子を変異させたところ、干ばつ条件下で収重量が増加

10

3. 主な研究成果・進捗状況 (1)

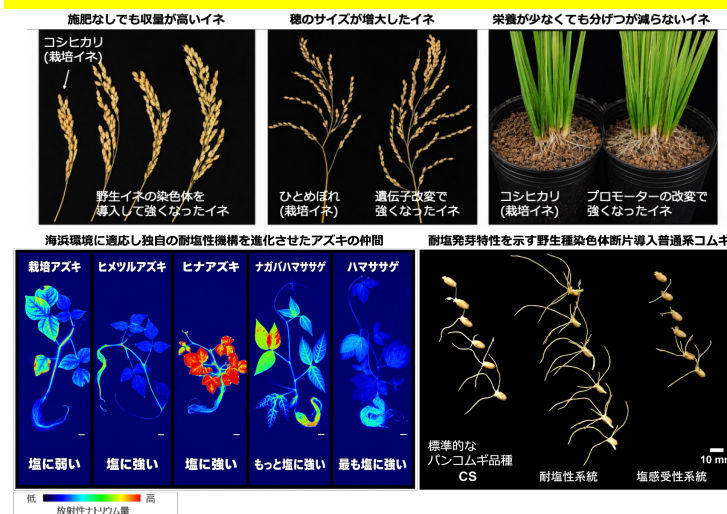
サイバー空間で改変すべき遺伝子を特定するCPS技術の強み

- ・ 独創性: **世界初の技術** (特許出願済)
- ・ 即効性: **育種年限の短縮**
- ・ 有効性: **高い成功確率**
(従来法では“当たる”確率は0.01%、CPSでは15%)
- ・ 普遍性: **対象作物、対象形質を選ばない**
- ・ 経済性: **安価**
(従来育種では1品種開発に約1億円かかるのに対し、CPS技術を用いれば約3000万円で開発が可能)

11

3. 主な研究成果・進捗状況 (2)

劣悪環境下の生育に必要な遺伝子を多数発見し、環境ストレスに強い作物を育種しました。



12

3. 主な研究成果・進捗状況 (3)

CPS技術の社会実装に向けて、環境制御施設を整備しています。



農研機構
デジタル作物デザインセンター
多様なストレス環境を再現
様々なニーズへの対応を可能に



福井県農業試験場
高温処理ハウス
高温耐性評価専用ハウス
高温耐性作物の選抜と育成



鳥取大学乾燥地研
レインアウトシェルター
高温乾燥耐性を屋外で評価
高温乾燥耐性コムギの選抜

CPS技術のさらなる改良を進めています。

生成AIを駆使した進化言語モデルで作物のDNA配列を解析
→ 遺伝子発現の微調整を可能にする技術を開発しています。

13

4. 今後の取組み

(2) 社会実装・事業化

事業計画

公的機関のニーズには各参画機関が共同研究契約を結んで対応し、
種苗会社等のニーズにはベンチャー企業が窓口となり
受注契約を結んで対応する予定です。

公益事業

ユーザー
国内公設試
国際機関

共同
研究契約

農研機構
作物研

デジタル作物
デザインセンター
(MS予算で整備)

または

大学・
公設試

共同研究 (施設貸与及び解析)

ベンチャー企業

商品
遺伝子リスト
または
耐性系統

営利事業

ユーザー
種苗会社
国際機関

受注契約

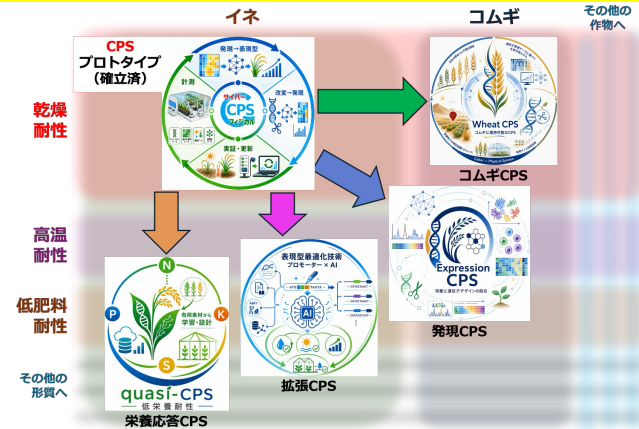
商品
遺伝子リスト
または
耐性系統

15

4. 今後の取組み

(1) 研究

2030年までに、CPS技術を乾燥耐性だけでなく高温に強い品種や、
肥料が少なくても育つ品種を作る技術へと拡張します。さらに、
コムギに適用可能なCPS技術を開発します。



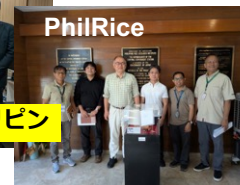
14

4. 今後の取組み

(2) 社会実装・事業化 国外への展開



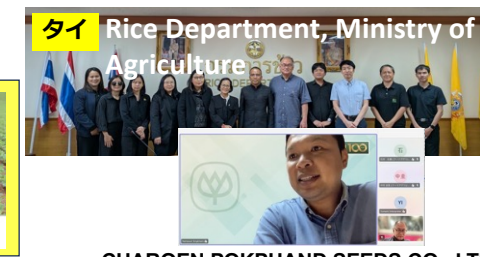
フィリピン



ベトナム



ブラジル



タイ Rice Department, Ministry of Agriculture

CHAROEN POKPHAND SEEDS CO., LTD.

4. 今後の取組み

2050年に目指す社会像（ありたい姿）

イネ・ムギを中心に気候変動適応型作物を開発し、悪化する栽培環境（干ばつ、高温、貧栄養土壌、塩害）でも安定した食料供給を可能とする。



2050年
（豊かな社会）

2030年までに
技術開発と技術提供の開始

2020年（MS始動）