

採択大学:北海道大学 (強化を図る機能:①、②)

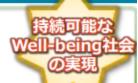
参画機関: The University of Melbourne、University of Massachusetts Amherst、

北海道立総合研究機構、室蘭工業大学、小樽商科大学、帯広畜産大学、北見工業大学

取組内容の概要

Vision

世界レベルの研究卓越性(Excellence)と、特色ある強みを生かし世界の課題解決に貢献する社会展開力(Extension)を兼ね備えた大学「Novel Japan University Model」の実現を目指す





地域中核・特色ある

研究大学強化促進事業

地域中核・特色ある研究大学強化促進事業(J-PEAKS)

社会展開力

Extension

組 織整 強み・特色ある研究領域を 形成するための体制整備

研究支援人材の育成・ 確保と効率的な運用



機 能 強化

**e 研究領域を創成し 育成するためのシステムとその運用

研究のグローバル展開と成果の 🍪 実証・実装を加速するコネクト機能

DX

ジェ

システムに関する研ネラティブな持続的

究食

フィールド観測と データマネジメントのDX化



リジェネラティブ農業の システムサイエンス



リジェネラティブ水産業の システムサイエンス



リジェネラティブグリーン・ブルー CALLED . システムサイエンス

総合イノベーション創発機構 段階的設置

令和6年度

令和7年度

- ・企画・運営室:外部から研究プロデュース人材の登用、研究プロジェクト の進捗管理、研究リソースの再配分
- 統合URA本部:学内部局派遣の拡大、国際連携機能の強化 技術連携統括本部:重点研究事業に人材を集中配置・研修・出向・ 評価・給与制度を構築
- 産学連携グローバル推進室:アジア拠点開設

連携研究プラットフォーム 活動開始

- ・リジェネラティブな持続的食料生産システムに関する研究プロジェクトを アクセラレーションステージで開始
- 学内公募等によるインキュペーションステージプロジェクトの選定

北大コネクト 機能整備と運用開始

URAによる参画機関との連携

令和5年度

海外参画機関とのマッチングファンドによるワークショップ実施 研究者の海外長期派遣推進

研究DX基盤システム(HUCIEP)開発

・フィールドデータ分析のためのAI活用の促進・研究DXの実現

- ・共同研究等を通して学外機関や企業等のデータ利用を促進 ·HUCIEPシステムを活用したデータ共有・データ駆動型研究の全学展開
- ネイチャーテクノロジーとスマートアグリテクノロジーの
- 融合によるリジェネラティブ農業システムの開発
- ・土壌-微生物-植物-動物の物質循環メカニズムの解明
- ・低農業・肥料でも多収量で生産効率の高いAI/IoT農業技術の開発 ・リジェネラティブ農業生産物の脱炭素型パリューチェーンシステムの開発

漁獲漁業と養殖業を両立したカスタムメイド型の リジェネラティブ水産システムの開発

- 沿岸生態系を維持するためのデータ解析
- 持続可能な養殖システムの要素技術の開発
- ・食の多様性を維持する柔軟な加工技術の開発

北大産学連携北米拠点 ボストン

徹底拡充したフィールドファシリティによる生態系の 多次元・多項目・高解像度モニタリングシステムの開発

- 高精度光学・音響センサーの開発
- 生態系サービス等の価値評価手法および環境フットプリント等の環境評価
- 手法を統合した新たなLCAの開発

新機構によるイノベーション創出のための マネジメントの本格化

令和9年度

令和 10 年度

- 研究プロジェクトのステージアップに向けた評価、フォローアップ
- ・技術職員研修の実施、組織・評価制度のレビュー
- 産学連携欧州拠点を開設。既設の北米、アジア拠点と併せて、 グローバル企業群・市場と連携した、知財の海外ライセンス、 共同研究誘致、スタートアップ起業の強化

研究プラットフォームの展開・拠点化

- ・リジェネラティブな持続的食料生産システムプロジェクトの自立化
- 世界展開への戦略立案、実行へ

令和8年度

・新たなアクセラレーションステージプロジェクトの開始

コネクト機能の拡張

- ·URAによる国内外研究資金獲得を牽引
- 海外参画機関を中心にスカウトした優秀な若手研究者を教員として雇用

アジャイル型の組織運営

令和 11 ~ 15 年度

WPI拠点に匹敵するような 新たな融合研究拠点の設置

産業創出に結びつく大型研究 プロジェクト形成が活発化

10年後

研究の卓越性と 社会展開力の好循環と 研究エコシステムの創成

研究DXの高度化

学外機関や企業等のデータ利用を促進

リジェネラティブ食料生産 システムを世界各地域に 最適化して展開

北大フィールド研究DXを基盤とする リジェネラティブ農林水産業拠点を設置 実証成果から地域への実装へと移行

持続的成長 の実現

総合

イノベーション

研究の グローバル 展開

戦略的資金計画

北海道から世界へ

北大産学連携アジア拠点 シンガポール

【マーケットB、東京アシア・南アシア国】 アクリテック・シャールは正式を主体という意味は表面以

多様かつ強固な財源の拡大による自律的経営と

『人材・知・資金の好循環』による

持続的成長を実現

HU

既存 経費の 合理化

VISION 2030

大学 ガバナンス 改革

地域中核・特色ある研究大学強化促進事業 (J-PEAKS)

プラネタリー・バウンダリーと日本の食料生産基盤

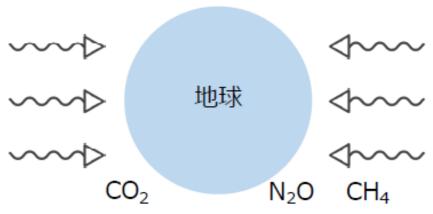
19世紀以降、人類が地球に与えた圧力が地球システム本来のレジリエンス(回復力)の限界を超えようとしている

人間社会活動による圧力

世界人口増加 産業革命 工業生産拡大と効率化 大量生産大量消費 化石エネルギー グローバリゼーション

気候変動による温暖化 温室効果ガス 553億t (CO₂換算, 2018年)

自然災害の増加 動植物の病気蔓延



農業(食料)生産基盤の脆弱化

気候変動による生産性低下 土壌環境の劣化(N,P,K蓄積等) 地下水の枯渇・水質汚染 豊凶作変動の激化

<日本/北海道における農業(食料)生産の問題>

人口減少フェーズ+高齢化=労働生産人口の減少 (農家の後継者不足) 日本 1億2,449万人(2023) →9,965万人(2056)→8,700万人(2070) 北海道 530万人(2020)→400万人(2045) 高齢化率(65歳以上) 42.8%

農地面積の減少600万ha(1965) →435万ha(2021) (荒廃農地の増加)

日本の食料自給率38%(カロリーベース)輸入穀物/飼料依存 化学肥料原料(尿素,リン酸アンモニウム,塩化カリウム)ほぼ全量輸入 地域コミュニティの崩壊 北海道過疎市町村の割合91% (157/172)

農業生産による圧力

緑の革命(Green Revolution) 20世紀

高収量品種の開発(育種技術) 化学肥料・農薬利用(栽培技術) 灌漑・農業機械(農業基盤)

➡ 穀物生産量(単収)の飛躍的増大

アジアの食料危機を回避 世界の食糧安全保障 穀物価格の長期的低下=貧困層が恩恵

罪 地球環境への負荷大 高投入を支える資金が必要

農業分野の温室効果ガス 54億t (CO₂換算)

農用地土壌(微生物からのN2O); 39% (2017) 反芻家畜の消化管発酵(CH4); 39% 家畜排泄物(CH4, N2O); 6.5% 稲作(CH4); 10%

資料;農業由来温室効果ガス排出削減技術の開発(2020)農研機構

北海道の耕地面積114万ha

参考資料;世界の食料需給の動向(2021)農林水産省 肥料をめぐる情勢(2023)農林水産省 北海道過疎地域持続的発展方針(概要版)R4年度 日本の将来推計人口(今和5年推計)



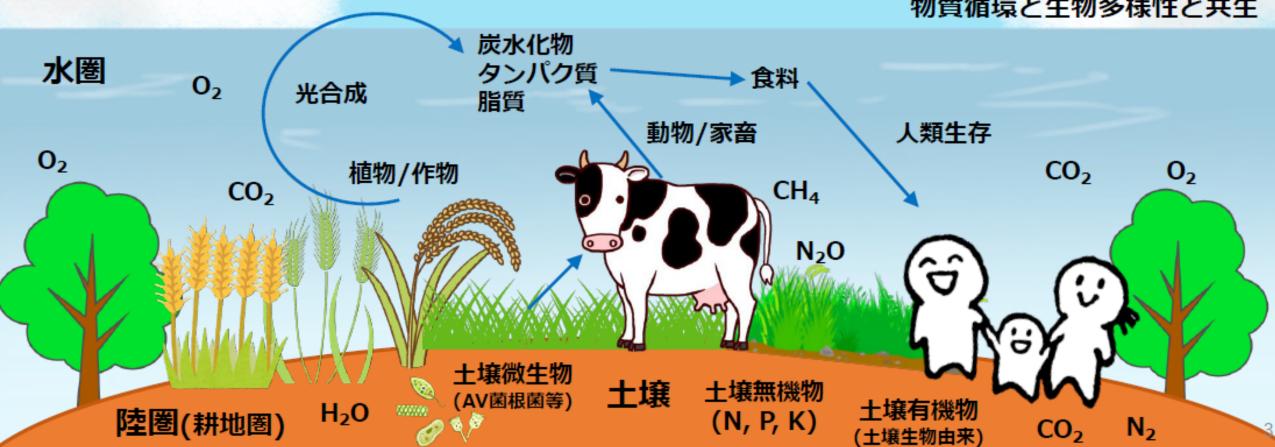
そもそも農業による食料生産とは?

太陽エネルギーで動く地球システムを活用した食料生産

人類が1万年かけて作り上げてきた地球生態環境に最適化した食料生産システム 陸圏、水圏、大気圏の物質循環の中で、生物の多様性と共生によって成立 世界人口が100億を超える地球上で人類が生存していくために不可欠

大気圏

物質循環と生物多様性と共生



農業/食料生産システムのパラダイムシフト

<これまでの農業>

高投入・高収量・高排出の農業 High Input, High Output, High Emission

- ・高収量品種の開発
- 化学肥料に依存した栽培技術
- 化学農薬に依存した病害対策
- ・大型農業機械による耕作体系
- ・化石エネルギーに依存した農業
- ・農産廃棄物を大量に出す生産流通





低投入・高収量・低排出の農業 Low Input, High Output, Low Emission

- ・化学農薬/肥料低減下でも高収量な品種の育種
- 化学農薬使用量の削減
- 化学肥料使用量の削減
- ・再生可能エネルギー利用型農業の構築
- ・農業のゼロエミッション化(脱炭素型農業)
- ・農業フードロスの削減(廃棄農産物の活用)





リジェネラティブ農業のシステムサイエンス



「農地生態系の理解」



「農法の革新」



「地域・市場・経済への波及」

リジェネラティブ農業のシステムサイエンス研究計画

リシ゛ェネラティフ゛• ネイチャー テクノロシ゛ー



リシ゛ェネラティフ゛• スマートアク゛リ テクノロシ゛ー



リシ゛ェネラティフ゛• ハ゛リューチェーン モテ゛リンク゛

開発される技術を組み合わせ、国内外のモデル地区に環境再生型農業の実証実験実施を目指す。また環境再生型農業の普及推進のための社会的な枠組み、例えば民間企業の支援、環境再生度合いの評価法構築も同時進行で推進する。

課題①:生態系サービス(微生物機能等)を最大限生かし、その多様性を破壊しない食料生産法の確立

研究計画:

土壌・植物・動物を繋げる微生物 ネットワークの研究。物質循環を含む生態系全体のバランスを可視化し、 環境負荷を低減しつつ農業の生産性 を維持する最適化技術の開発。化学 肥料や農薬の代替となる農法の効果 をモデル化。ネイチャーポジティブ を前提とした農法評価技術の開発。 **課題②:** AI・IoT技術と先端バイオテクノロジーにより、環境再生型農法を合理的に設計する。

研究計画:

Al・loTを用いた生態系モニタリングの自動化。スマート農業の低コスト化・汎用化。低肥料低農薬型品種。環境負荷を与えない病害虫防除法。これら技術要素を合理的に組み合わせ、育種・栽培・営農法(稲・小麦などから牛・羊まで)などが環境再生型に向かうことを手助けするデータサイエンステクノロジーの研究。

課題③:環境再生型への移行を現場で引き起こすための研究開発とその価値を創出するためのバリューチェーン構築研究。

研究計画:

地域拠点の生態系バランスと食料生産 (食品を含む)の関係性の見える化。 研究者が取り組む研究指針や方向性が、 各地域のニーズに沿ったものであるよう生産者と研究者の考えがリンクであるまる場が提供されている。そのための、 食料生産・消費に関わるすべてのステークホルダー間でのコミュニケーション最適化。

リジェネラティブ ネイチャーテクノロジー

生態系サービス(微生物機能等)を最大限生か し、その多様性を破壊しない食料生産法の確立

元素動態制御

- ・元素吸収動態の可視化
- ・土壌炭素貯留技術

根圏共生制御

- ・根圏共生の理解
- ・共生微生物の機能

支援

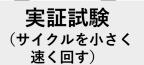
環境評価

・農業生態系多様性評価

アグリサイエンス研究開発室 情報基盤センター

支援

シミュレーションに基づく 技術要素の地域最適化 パッケージング



リジェネラティブ スマートアグリテクノロジー

AI・IoT技術と先端バイオテクノロジーにより、 環境再生型農法を合理的に設計する

次世代スマート農業

・農業の全自動化

環境再生型畜産技術

・循環型酪農

・モニタリング技術の高度化

・微生物制御による低メタン化

環境再生型品種栽培

- ・特産品種群の開発
- 作物高付加価値成分
- ・新規生物防除法

現場からのニーズ 実証実験結果のフィードバック

マネジメント

地域拠点 (案)

- 岩見沢市
- ブラジル
- **浜中町**:酪農環境負荷低減プロ ジェクト実施中
- **黒松内町**:多様性保全・都市地 方連携
- **当別町**:林間放牧プロジェクト

国内外拠点地域(環境再生型農業モデル)

リジェネラティブ バリューチェーンモデリング

環境再生型への移行研究とその価値を創出する ためのバリューチェーン構築研究 マネタイズ・

生産者と研究開発をつなぐ場の形成 資金調達スキーム開発

環境再生型農業の 普及 農業の変革

北大発アグリテッ クの国際展開

持続的食糧生産システムに活用できる最新研究



2050年のAI×ロボットによるスマート農業



【日本農業の課題】

- 低い食料自給率38% (カロリーベース)
- ・<u>農業人口の激減</u> 現在の80%減(2050年)
- ・中山間地域農業の疲弊耕作放棄地の増加(42万3千ha)

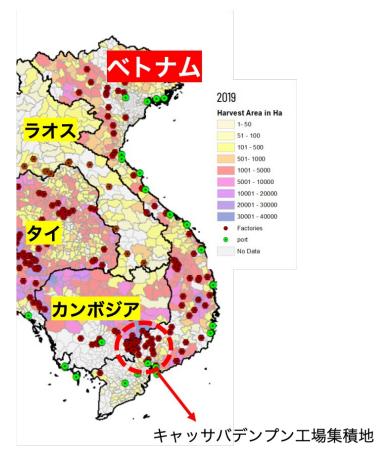
【目指す将来像】

- 小型AIロボット群を活用 して24時間作業
- リモート農業により一人 で 5 倍の作業量を実現
- 精密作業により化学農薬・ 化学肥料使用の大幅削減
- スマート農業技術の海外 展開による持続的社会へ の貢献

持続可能なデンプンサプライチェーンのためのスマートカーボンファーミングの構築によるキャッサバ生産体系の変革プロジェクト 研究代表者:信濃卓郎 北海道大学大学院農学研究院

日本側: 北海道大学, 味の素(株), 茨城大学, 理化学研究所, 秋田県立大学

ベトナム側: <u>Soils and Fertilizers Research Institute (SFRI)</u>, Agricultural Genetics Institute (AGI), University of Engineering and Technology (UET), Alliance of Bioversity International and CIAT



土壌へ炭素貯留能力の高い非生物・生物資源の選定





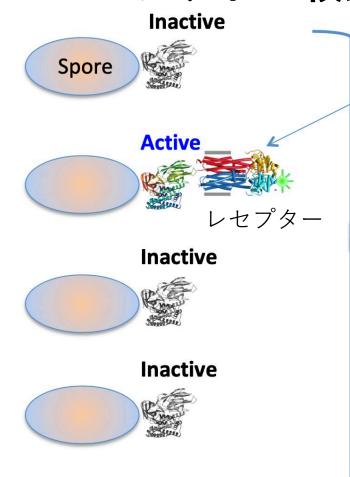
土壌炭素蓄積量測定技術パッケージの開発



キャッサバ産地に適応した環境再生型農業体系の構築



バイオコントロールテクノロジー講座 (連携企業:シンジェンタ社) 超ハイスループットの殺虫タンパク質スクリーニングシステム



Diversified Toxin Library

活性のあるCryトキシンと蛍光 ラベルされたレセプター分子と の結合



FACS sorter



FACSによるレセプター 分子選抜

活性のある Cryトキシン

レセプター分子





Cryトキシンのスポアディスプレイ

ザンビアに向けた

葯培養及びシチズンサイエンスによる即時的稲品種 開発体制構築プロジェクト

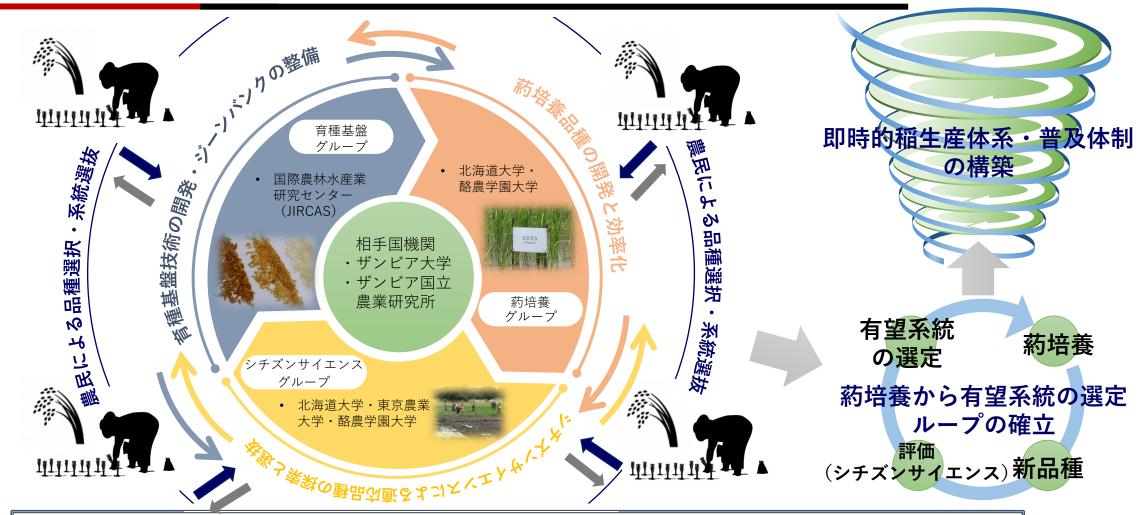
The project for the establishment of an immediate rice variety development using anther culture and citizen Science

研究代表者

近藤巧工物海道大学大学院農学研究院

ザンビアに適性を示す稲遺伝資源の特徴づけと育種基盤の整備 即時的品種育成システムの開発と葯培養の効率化を目指した遺伝機構の解明 シチズンサイエンスによる適応品種探索と選抜

本研究の目的・新規性と研究実施体制



葯培養技術と育種基盤技術、およびシチズンサイエンスによる地域環境・社会経済 条件に適応する系統選抜システムによる即時的稲品種開発・普及体制の構築

植物育種学



育種の基本

遺伝変異の拡大

多くの遺伝子の組み合わせを作る

未利用遺伝資源の利用

遺伝変異の収束

良い遺伝子の組み合わせを選ぶ

数理モデルを用いた品種改良技術の開発

未利用遺伝資源を用いた新規有用品種の創出



イネの種間雑種強勢

- 高いバイオマス生産性
- 速い成長速度

未探索・未利用の有用遺伝資源

種間雑種不稔の 原因遺伝子単離

Koide et al. (2018) PNAS Myint et al. (2024) iScience



種間雑種の利用へ



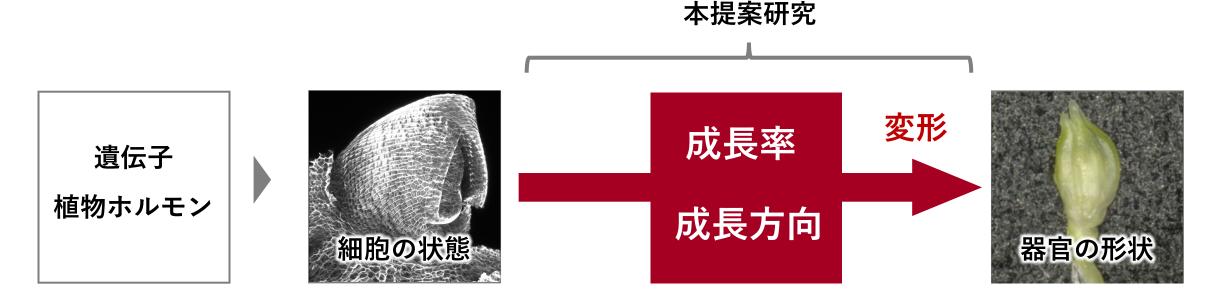
植物形状の自在操作は人類にとって夢の技術

植物マテリアルを 高度利用する未来

- 地域の環境に最適な作物
- **超集約的**な植物工場
- 光合成する家具
- 植物のように成長する住居
- 環境負荷が少ない都市

数理モデル研究を作物の開発に応用するためには?

生物学的情報に裏付けされたモデルの構築



多階層をまたぐ器官形成原理の解明 器官形状の予測・操作

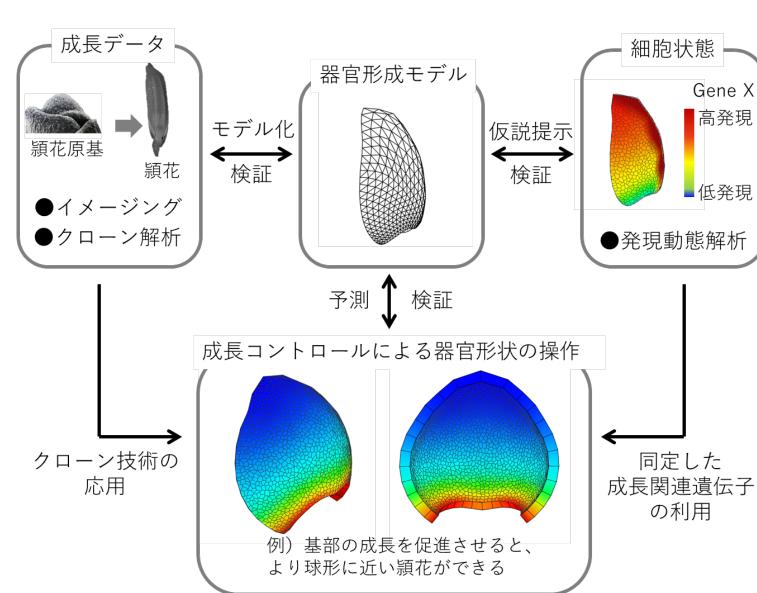
どの部分の、どの遺伝子発現を、どのように変えれば 望みの形が得られるかがわかる

研究目的と研究内容

- 生物学的情報に基づく 器官形成モデルの構築
- 器官形状操作法の開発

器官形成原理の解明 器官形状の予測・操作

植物マテリアルを高度利用する 未来の実現



新しい作物開発への挑戦

遺伝変異の拡大

未利用遺伝資源の利用

- 低インプット高収量型のイネ
- 将来の環境変動を見据えたイネ

遺伝変異の収束

数理モデルを用いた品種改良技術の開発

- デジタル技術を用いてイネの完成形を予測
- 品種育成に関わる時間と手間の削減

課題とボトルネック

農業の持続可能な発展を地球環境と調和させる新しい農業体系が必要であるが、 試行回数が限られるため、新しい農業体系を構築することが困難 イノベーション

農業をシミュレートする 融合的な研究基盤の構築

北海道大学 農場

農場3次元クラウド構築 ロボティクスシミュレーション

農学研究院 野口伸 工学研究院 川村洋平

作物収量予測モデル 土壌・共生微生物解析

震学研究院 小出陽平、柏木純一 理学研究院 中野亮平



農業研究データの蓄積 研究者層の厚み 地方自治体との連携 栄養輸送体・植物ホルモンモデル化

品種遺伝子最適化

農学研究院 山田哲也、北岡直樹 地球環境科学研究院 三輪京子

環境制御型

多様な環境での試験、**実験温室** モデルの高精度化

データ利用、

シミュレーション結果検討

波及②

農業研究データのプラットフォームとしての活用、 学内他分野の参入 実験環境構築

農学研究院 佐藤昌直

・ 北大農場 デジタルツイン

モデル統合

地域実装に向けた最適化

情報科学院 棟朝雅晴



波及① 道内実証試験 民間企業・自治体との 共同研究



環境調和型の 新しい農業体系の構築へ

研究代表者:小出 陽平 所属:農学研究院

終わりに:「地域・世界の課題を解決する北大の農学」を目指して

