

科研シンポジウム「デジタル・ゲノム革命時代の農業イノベーション」
学士会館
2023年3月17日

畑作における精密農業の先駆的 取り組みと「共創」によるイノ ベーション

農研機構 北海道農業研究センター

佐藤 正衛

masaei@affrc.go.jp

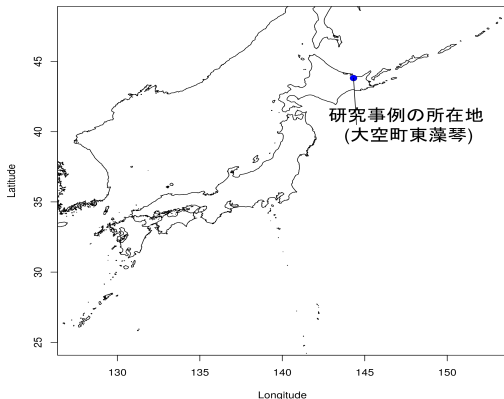
Outline

- ① はじめに
- ② 精密農業と研究対象の概要
- ③ 精密農業の実践とイノベーション
- ④ おわりに

本日の報告

北海道畑作の農業イノベーション

- 北海道オホーツク地域での **精密農業** の技術開発, 実践, 普及
- **イソップアグリシステム**, **システムサプライ**, **馬渡農場** を中心としたイノベーション活動



報告の内容

- ① 北海道の精密農業の取り組み
- ② 精密農業の 可変施肥技術に関わる技術開発活動 の概要
- ③ イノベーション活動の特徴
 - 関係者の連携方法
 - 地域の事業者等のネットワーク組織との関係

本報告の農業イノベーション

表 1: 対象とするイノベーションの区分と内容

イノベーションの区分	イノベーションの内容	主体
プロダクト・イノベーション	精密農業新製品の販売	システムサプライ社
プロダクト・イノベーション	精密農業新サービスの提供	イソップアグリシステム社
マーケティング・イノベーション	圃場情報付き農産物販売と顧客関係性構築	イソップアグリシステム社
プロセス・イノベーション	精密農業製品の利用, 新技術体系の導入	イソップアグリシステム社
プロセス・イノベーション	精密農業製品の利用, 新技術体系の導入	馬渡農場

北海道の畑作風景



(筆者撮影)

図 1: 畑作主要 4 作物 (小麦, 馬鈴薯, 甜菜, 豆類) 圃場の景色, 馬鈴薯の収穫

北海道の畑作風景(つづき)



(筆者撮影)

図 2: 小麦, 甜菜の収穫

精密農業とは

- 精密農業とは「時間的および空間的な広がりを持つ個別事象のデータを収集，処理，解析して他の情報と統合し，推定されたばらつきに応じて，農業生産の資源利用効率，生産性，品質，収益性および持続可能性の改善をめざす管理判断を支援するための経営（マネジメント）戦略」（International Society of Precision Agriculture, 2021）
- 生産性と環境保全の両面に配慮する問題を解決（日本学術会議農学基礎委員会農業情報システム学分科会，2008）する手段
- 欧米：1990年代に研究
- 日本：1993年に初めて研究セミナーが開催

オホーツク地域の畑作の概要

- 対象地域：北海道の北東部に位置するオホーツク地域
- 道内では十勝地域とならぶ大規模畑作地帯
- 経営
 - 1戸当たり耕地面積：35.8ha
 - 基本的生産体系：畑作は輪作体系の維持
 - 基幹作物：小麦，馬鈴薯，てん菜が栽培。近年では豆類も

精密農業イノベーション活動の中心主体



名称	もうたい農場	(株) システムサプライ	(株) イソップアグリシステム
設立等	大空町, 3代目	1983年	2002年, 北見市, 農業者6人, 中小企業6社で
形態	家族経営	株式会社	農業法人
事業	生産, 蕎麦加工販売	情報処理・情報通信システムの企画・開発・運用, 農業情報コンサルティング等	生産, 加工, 販売事業
農業生産	経営面積約70haの畑作経営(小麦, てん菜, 大豆, 蕎麦等)	精密農業情報システム開発(2000年～)	自社圃場約20ha, 構成員農地約280ha
関係性	イソップアグリシステムの精密農業事業の役員	代表者は, イソップアグリシステムと同じ	システムサプライの関連会社
備考	イソップアグリシステム設立メンバー	イソップアグリシステムの設立に参画	経営理念の柱として精密農業の実践

イソップアグリシステムらの活動

表 2: 精密農業事業の生産関連の主な取り組み

年	沿革	内容
2000	システムサプライ精密農業情報システム開発着手	
2002	イソップアグリシステム設立	農家 6 軒と企業 6 社が設立。農地法改正を受け、道内 5 社目の株式会社形態の農業法人。
2003	精密農業コンサルティング事業開始	システムサプライ GIS ベース生産管理システム販売、イソップアグリシステムがコンサルティング
2006	農水省「IT 活用型営農成果重視事業」実施	IT 活用で環境負荷低減と経営効率化を目指す
2008	農水省・経産省「農商工連携 88 選」選出	IT を活用し、地域循環型の営農システムを構築した事例で選出
2009	大豆の乾燥調整・粉粒体加工施設完成	
2012	北海道「次世代農業確立普及推進事業」実施	可変施肥システム開発、実証試験。本格的に実用化
2016	農水省「ロボット技術導入実証事業」実施	イソップコリドール PF 事業体として RTK 基地局とロボットトラクター、収量コンバインの試験
...		

注：佐藤 (2022, 表 3-5) から一部抜粋。

イソップアグリシステムの精密農業

精密農業の営農管理の考え方

- (a) 収集データの GIS 管理, (b) 解析結果を意思決定 (作業判断, 経営判断) に利用, (c) データ活用した作業計画
- → 農作物の高品質化, 高収量化, 環境に優しい作物生産, 農業経営を実現



図 3: 精密農業管理システム。精密農業のツール群をパッケージ化

精密農業の要素技術

表 3: 精密農業の要素技術（畑作）の分類

要素技術	内容, 効果	精密農業管理システム
自動操舵システム	作業性, 精度向上, 作業時間拡大, 適期適作業, 軽労化	ハードウェアは任意
可変施肥, 可変散布機（計算処理端末+作業機）	作業性向上, 局所管理, 適期適作業, 投入量適正化, 増収	可変施肥システム G-VCas
ロボット（トラクター, 草刈機, 運搬, 収穫期）	作業性向上, 労働代替, 補完, 適期適作業	収量コンバインから作成する収量マップ
センサー（生育, 露地環境計測, 土壌分析）, リモセン（人工衛星, UAV センシング）	各種の空間的・時間的バラツキ発見. 非効率の発見	GPS データ収集用ソフトウェア G-Pad, 生育センサー, 土壌センサー等から作成する各種マップ
生産・経営管理システム（DB）	データ蓄積	農業クラウド営農管理システム
生産・経営管理システム（診断）	分析, 評価, レポートニング（含各種マップ）, 意思決定支援	土壌診断・施肥設計システム, ふりーすらんど農業簿記

注：佐藤 (2022, 表 3-4) から一部抜粋.

イソップアグリシステムらの技術研究開発

基本スタイル

- システムサプライが開発 → イソップアグリシステムで試用 → 結果をフィードバック，改良を重ねる
- 役割分担
 - 小規模な試験：普及センターと連携してもうたい農場で
 - 大規模な試験：イソップアグリシステム中心に，地域の農業者と連携して活動
 - 外部資金を活用：イソップアグリシステムが事業受託の主体

本報告の対象事例

- 分析の内容
 - ① どのような成果が生み出されたのか (イノベーションの種類)
 - 精密農業の技術研究開発全体
 - ② 活動の組織体制に着目したイノベーション・マネジメント
 - 可変施肥技術開発を事例として
 - ③ イノベーションを実現するための日常的な仕組み (イノベーション・システム)

イノベーションの成果

表 4: 実現したイノベーションの内容と区分

主体	内容	区分
システムサプライ社	精密農業新製品の販売	プロダクト・イノベーション
イソップアグリシステム社	精密農業新サービスの提供	プロダクト・イノベーション
同上	ほ場情報付き農産物販売と顧客関係性の構築	マーケティング・イノベーション
同上	精密農業製品の利用, 新技術体系の導入	プロセス・イノベーション
もうたい農場	精密農業製品の利用, 新技術体系の導入	プロセス・イノベーション

秋まき小麦の可変施肥

- GIS・GPS を活用した可変施肥技術
 - 圃場内の生育のばらつきに対応した施肥で増収



図1 センサ値(S1値)に基づく生育マップ

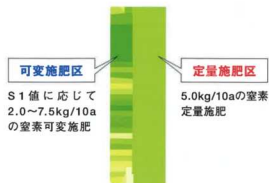


図2 センシング結果に基づく施肥マップ

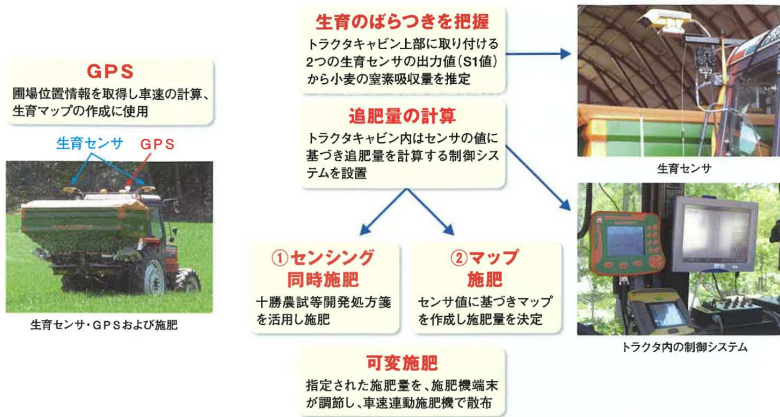


引用：馬淵 (2013).

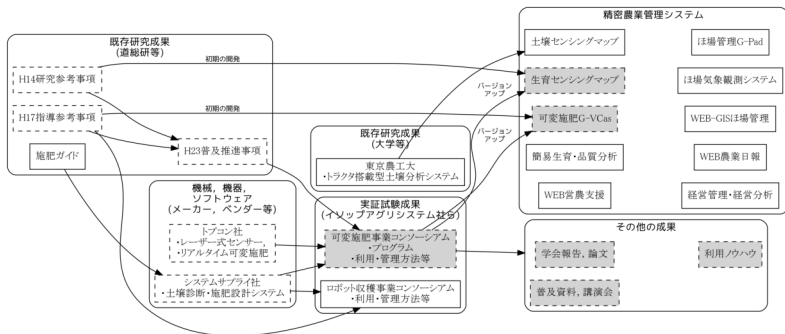
秋まき小麦の可変施肥(つづき)

- 可変施肥技術の基本システム

- GPS と生育センサーでは場内の生育のばらつきを把握 → 追肥量の計算 → (施肥マップ作成) → 可変施肥



知の新結合とプロダクト・イノベーション

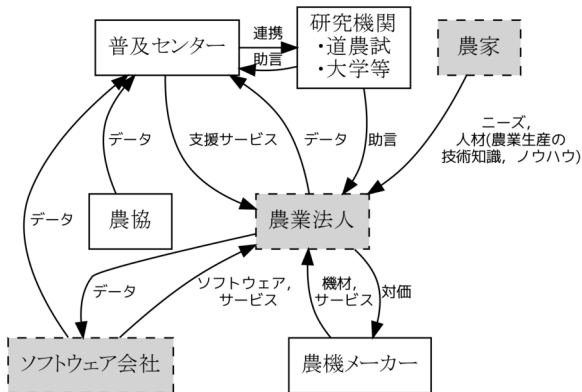


引用：佐藤 (2022, 図 3-3).

図 4: 可変施肥に関わる既存知の新結合とプロダクト・イノベーション。可変施肥に関わる知を点線の枠で囲み、新しく生み出された知に背景色。

- 精密農業の技術開発では、多くの専門知識が結合
- 学会発表、技術普及等、製品・サービス以外の成果が創出

イノベーション・マネジメント



引用：佐藤 (2022, 図 3-4).

図 5: イソップアグリシステムらによる精密農業に係るコンソーシアムの模式図。背景色は中核となるイソップアグリシステム，システムサプライ，もうたい農場を想定。研究活動で取得されたデータは各主体の分析の結果，情報（助言，サービス）となり利活用される。

イノベーション・マネジメント(つづき)

考察1：中心となる主体間の関係性

- イソップアグリシステム
 - 生産者ニーズ，ノウハウを基礎にシステムサプライと共同開発(メリット)
 - 開発システムを自社で利用(メリット)
 - 情報のとりまとめ役，構成員に共有(対価)
- システムサプライ
 - 農業の知識や生産者ニーズをふまえた新たな情報システムを開発(対価，メリット)
 - 農業分野への事業参入，事業領域の拡大(メリット)
- 生産者(もうたい農場)
 - 自経営のほ場，農業機械等を用いて試験実施(対価)
 - イソップアグリシステム，システムサプライからのサポート(メリット)
 - ニーズ，ノウハウ，試験結果を提供，共有(対価)

→ win-win

イノベーション・マネジメント(つづき)

考察2: 「知の探索」(入山, 2019) から見たコンソーシアム 参画メンバーの活動

- 生産者(もうたい農場)
 - 精密農業を実践したい → 単独では実験できない → イソップアグリシステムと連携
- システムサプライ
 - 生産者らと連携 → 自社にない農業生産活動の知を獲得
- イソップアグリシステム
 - 普及センターとの連携 → 自社にない専門的な知の獲得
 - 公共部門である普及センターと連携 → 独自の実験結果よりも地域の他の事業者から信頼を得やすい
- 普及センター
 - 地域農業全体の振興には新技術の普及が重要 → 新技術のリードユーザー(イソップアグリシステム)と連携 → 効果的な技術普及に繋がる

イノベーションの特徴(その1)

オープン・イノベーション (Chesbrough, 2003)

① 活動の実施面

- 中心になる三者は固定。精密農業の技術研究開発は、それぞれが得意とする技術，知識を持ち寄って実施。
- それ以外のメンバー：プロジェクトごとにメンバーが変わり，コンソーシアムを形成して実施

② 成果の展開面

- 新製品，サービス
- それ以外にも学会報告，論文，普及資料，講演会等の成果
 - 農業では技術研究開発に公共部門の関与が大きく，その連携下で生まれる成果も多いことから，農業イノベーションの特徴であるともいえる。

イノベーションの特徴(その2)

ユーザ・イノベーション (von Hippel, 1988)

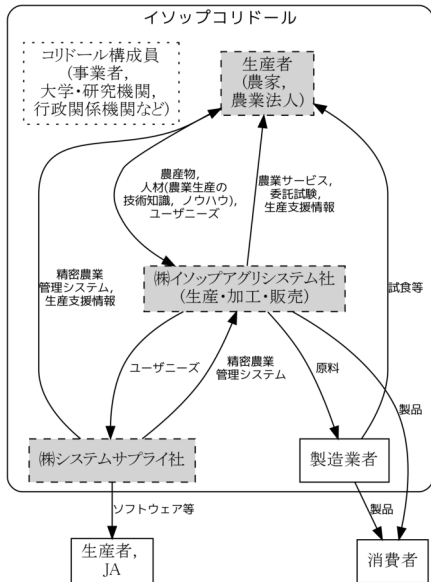
① 活動の実施面

- イノベーションの源泉がユーザ
 - 生産者 (馬渡氏) 自らが, 自らのニーズを含め生産者ニーズをふまえた開発
- 自らが試験研究を実施し, マネジメントを担い, 製品・サービスの内製化を達成

② 成果創出のアイデア, 基礎知識

- **リードユーザの存在** : ユーザ・イノベーションを効果的に行うためには, 主体となる利用者が精密農業の知識を豊富に有する必要
 - 馬渡氏は農業機械関連の学会メンバーとして活動
 - 海外視察等により精密農業技術情報の習得に努める。

イノベーション・システム



● 共創のプラットフォーム 「イソップコリドール」

- ① 構成員の多様性
- ② 活動
 - フォーラムの開催, 研究開発の推進, 新規の事業化等
- ③ 緩やかな連携
 - 交流→連携→創造を段階をふみ, 共創を実現
- ④ 精密農業の実践と情報利活用
 - 駆動力としてのイソップアグリシステム
- ⑤ トータルフードシステム
 - 生産圃場情報 → 付加価値 → 消費者

イノベーション・システム(つづき)

イソップコリドールの特徴

- ① 緩やかな連携事業体 (2000年～) 「オホーツク圏全体を圃場から食卓までの食に関する総合企業に見立て、地域の企業群などが、情報技術を最大限活用する「ゼロエミッション地域循環科学システム」を構築し、そのシステムをコアとしてクラスターを形成」
 - イソップアグリシステム, システムサプライ, 馬渡農場もイソップコリドールの構成員として活動を支持
- ② より広範囲の地域経済ネットワーク「産業クラスターオホーツク」と連携した活動
- ③ 階層性
 - 地域経済異業種連携 ～ イソップコリドール ～ コンソーシアムの3階層構造
 - 「知」の集積と活用の場との類似性

イノベーションのプラットフォーム

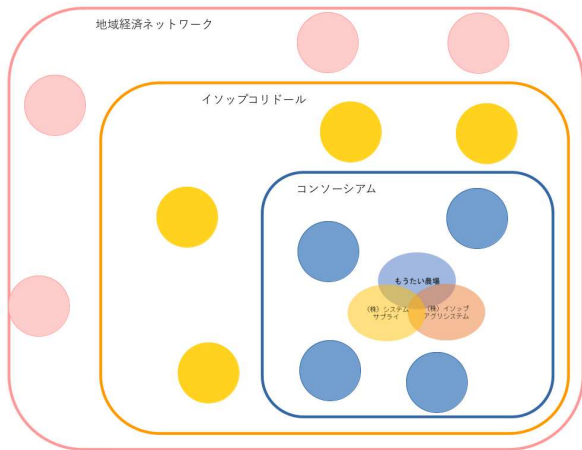


図 6: 階層構造をもつイノベーション・システムの概念図

おわりに

イソップアグリシステムらの精密農業のイノベーションのまとめ

- 事例分析により、内容、主体間の関係性、基盤とするイノベーション・システムの存在を明らかにした。
- 本分析の結果、技術研究開発&伝承モデル(南石, 2022, 図2-5)の「農業経営者 自らが研究し、イノベーションの主体となり」「多様な主体と連携してイノベーションに取り組む」という 研究する農業者・農業法人のひとつの類型が、北海道畑作の精密農業で示された。
- 本研究事例における農業と情報技術が融合したイノベーション活動は、
 - 取組みの先駆性、継続性、技術開発の内製化、経営理念に精密農業によるイノベーションが位置付けられていること等、注目される点が多い。
 - より一層、社会のデジタル化が進行する中で、精密農業を柱としつつ 農業者が主体となる農業イノベーションの先端事例のひとつになりうることを期待 できる。

今後の課題

- センサ類やデータ処理技術の高度化
 - さらなるデータ集約的な技術になることが想定
 - これらデータを個別経営範囲内を超えたデータ連携・利活用
 - 気候変動への地域農業の適応等，地域課題の解決研究への貢献に期待
 - 地域課題の解決に向けたパブリックデータとの連携の必要性
 - 関係機関との連携によるイノベーション

引用文献

- Chesbrough, H. W. (2003) *Open Innovation*: Harvard Business School Press, 大前恵一郎 (訳) (2004) 『OPEN INNOVATION』 産業能率大学出版部.
- von Hippel, E. (1988) *The Sources of Innovation*: Oxford University Press, 榊原清則 (訳) (1991) 『イノベーションの源泉—真のイノベーターはだれか』 ダイヤモンド社.
- International Society of Precision Agriculture (2021) Precision Ag Definition, ISPA ホームページ, < <https://www.ispag.org/about/definition> > (2021年10月21日閲覧).
- 入山章栄 (2019) 知の探索・知の深化の理論 1, 「世界標準の経営理論」, ダイヤモンド社, 223 - 234.
- 馬淵富美子 (2013) 秋まき小麦生育のばらつきをなくそう!GPS・GISを活用した可変施肥技術, Technical report, 北海道米麦改良協会.
- 南石晃明編 (2022) デジタル・ゲノム革命時代の農業イノベーション, 農林統計出版.
- 日本学術会議農学基礎委員会農業情報システム学分科会 (2008) IT・ロボット技術による持続可能な食料生産システムのあり方.
- 佐藤正衛 (2022) 畑作における精密農業の先駆的取り組みと「共創」によるイノベーション, 南石晃明編「デジタル・ゲノム革命時代の農業イノベーション」, 農林統計出版, 49 - 77.