

## 地域活性化の起爆剤としての農業イノベーション ～高知県の取組事例からみた考察～

佐藤暢（高知工科大学）

Keyword： 地域活性化、農業イノベーション、産学官連携

### 【背景と目的】

施設園芸農業を中核的な産業とする高知県では、先進国オランダの環境制御技術などをもとにした「次世代型こうち新施設園芸システム」を確立、2014年度から同システムの整備を推進し、産地の活性化を図ってきた。2018年度にはその進化版として、「ネクスト次世代型施設園芸農業」の研究開発プロジェクトを立ち上げ、国の「地方大学・地域産業創生交付金」に採択された。向こう10年間で70億円強の事業費を投じ、作物の増収や農家の省力化を実現し、施設園芸農業の飛躍的な進化を目指す、地域の産学官連携による大型プロジェクトである。高知工科大学は地域の高等教育機関として高知大学や高知県立大学と共に本プロジェクトに参画している。本発表では、本プロジェクトにおける高知工科大学の取組みの一部を紹介するとともに、今後の展望について述べる。

### 【研究事例】

(1) 高知県の想い：「次世代」から「ネクスト次世代」へ  
森林割合が84%と全国一の高知県では、狭い農地で効率的な生産ができる施設園芸農業を古くから発展させてきた。現在、高知県の施設園芸農業は、耕地面積1ヘクタール当たりの農業算出額が738万円（2017年産）と全国一の生産性を誇る。ナス、ショウガ、ニラなど全国シェアトップクラスの園芸品目も多い。このような施設園芸農業のさらなる振興のため、高知県は2009年にオランダ・ウエストラント市との間で友好園芸農業協定を締結し、施設園芸先進国オランダの環境制御技術を高知の気象条件や栽培品目等にあわせて進化させた「次世代型こうち新施設園芸システム」を確立した。そして2014年度から、既存型ハウスへの環境制御技術の導入や、環境制御機器を標準装備した次世代型ハウスの整備を推進してきた。この結果、次世代ハウスは2018年度末までに209棟、46ヘクタールまで拡大し、主要7品目（ナス、ピーマン、シシトウ、キュウリ、ミョウガ、ニラ、トマト）における環境制御技術の導入率は50%に達した。人口減少下において、如何に生産性を向上させ、販路を拡大し、縮む経済から拡大する経済への転換を図ることは農業に限らず地域産業全般における課題であるが、次世代ハウ

スの普及拡大により、増収による所得向上、新たな投資や規模の拡大、新規就農者の増加など、産地の活性化が見られるようになってきた。その結果、高知県の農業産出額は2014年度から上昇に転じてきた。たとえば2013年の農業産出額は938億円（うち野菜545億円）であったが、2017年には1,193億円（同750億円）に達している。その一方で、農家戸数は10年間で3割近く減少しており、さらに高齢化も進んでいることなどから、農業振興のためには、若者に魅力ある農業・稼げる農業への転換や、省力化の実現による若者の就農促進、人口減少下での生産量・額の拡大が課題となっている。

これらの課題を克服するため、高知県では、最先端の研究やAI・IoTなどを活用することで「次世代型施設園芸システム」を「ネクスト次世代型」として進化させる産学官連携プロジェクトを立ち上げた。その基盤コンセプトは「IoP（Internet of Plants：植物のインターネット）である。ハウス内の環境情報のみならず、植物の生理・生育情報をデジタル化し、さらに栽培、出荷、流通などあらゆるデータをインターネット上のクラウドシステムに集約化させ、栽培生産管理の最適化や、出荷時期・出荷予測を実現することで、高知県の施設園芸農業の「超高収量・高品質化」「超省力化・省エネルギー化」「高付加価値化」を促進する。これらの取組みにより、若者が夢や希望を叶えることができる持続可能な産業としての発展を図る。また、農業分野における「Society 5.0」の実現を目指している。

### (2) 国が提唱する「農業Society5.0」

ここで「Society5.0」とは、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）を指す（内閣府）。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された。内閣府は、「Society 5.0で実現する社会は、IoT（Internet of Things）で全ての人とモノがつながり、様々な知識や

## 高知県「IOP (Internet of Plants)」が導く「Next次世代型施設園芸農業」への進化

○ **施設園芸農業の飛躍的発展** (園芸農業生産性日本一を誇る本県の施設園芸農業の更なる生産性向上を図る)  
 多様な園芸作物の生理・生育情報のAIによる可視化と利活用を実現する**IoP (Internet of Plants)** 等の最先端の研究  
 ⇒ **栽培、出荷、流通までを見通したIoPクラウドを構築し、AIにより営農支援** (「次世代型施設園芸システム」を「Next次世代型」へと進化)

**《次世代型》** 高収量・高品質  
 ○ 温度、湿度、炭酸ガス濃度など  
 ハウス内環境を見える化 (ほぼ手動で制御)  
 次世代型ハウス | 46ha(H27~H30)  
 環境制御技術 | 50%の農家に普及 (主要7品目)

**《Next次世代型》** 超高収量・高品質化 高付加価値化 超省力化・省エネルギー化  
 ○ 「ハウス内環境」+「生理・生育」の可視化  
 ⇒ レベルに応じた営農指導 ⇒ 統合制御 (自動化)  
 ○ 農家間の情報の一元化 ⇒ 産地全体としてSuper四定へ (定時、定量、定品質、定価格)  
 ○ さらに**出荷量・出荷時期の予測、作業の効率化**

○ **施設園芸関連産業群の創出・集積** (関連する機器・システムを開発し、県外・海外にも販売する) ○ **IoP専門人材の育成**

---

**最先端の研究** → **クラウド構築・運用 (データに基づく営農支援)**

**生産システム** 作物の生理・生育の可視化による生産の最適化  
 労働 (時間と技) の可視化による匠の技の伝承

**省力化技術** 生産や収穫作業の自動化、省力化技術の研究

**高付加価値化** 特定の機能性成分等を強化した品種や栽培方法の開発、  
 医学的検証

**流通システム** 出荷量・出荷時期等の予測システム開発

**統合管理** システム全体の最適化、ネットワークインフラの研究

**世界トップレベルのIoP研究の拠点を目指す**

**IoP専門人材の育成**

○ IoP連携プログラム (修士課程) の展開  
 高知大学農学専攻 (改組) × 高知大学医学専攻 × 高知工科大

○ IoP教育プログラム (学士課程) の展開

○ IoP塾、土佐FBC (研究開発人材育成コース) の開校 等

**IoPクラウド**  
 栽培、出荷、流通までを見通した世界初の  
 AI × データベース  
 学習、探索、同定、予測、最適化  
 データの送信  
 営農支援 (診断・改善提案)

**最適栽培モデル**  
 ✓ 光合成、蒸散、転流等  
 ✓ 作物の成長・収量・収穫時期  
 ✓ 環境・農作業・市場 etc.  
 集積したデータによりモデルをさらに高度化 (農家間の情報の一元化)

**栽培管理を最適化**  
 最適な栽培モデルと、実際の栽培データを比較  
 > 診断 (正常・異常判定) → 改善提案

天窓自動開閉システム  
 LED-電照システム  
 省エネルギー  
 省水システム  
 省肥料システム  
 エココントロール  
 ヒートポンプ  
 加湿機  
 除湿機  
 CO<sub>2</sub>  
 換気機  
 IoPによる環境の最適化  
 ハウスの規模や仕様に  
 応じて、開発した最新の機  
 器・システムを導入可能  
 日照比向  
 導水システム

**出荷量・出荷時期を予測**  
 > 栽培や販売戦略に活用

Next次世代型の普及とさらなる高度化に向けて、**IoP推進機構を設立** [R.2.3.21]

**推進体制**

**高知県Next次世代型施設園芸農業に関する産学官連携協議会**  
 【会長】 濱田省司 高知県知事 【事業責任者】 愛田清之 高知大学理事  
 高知県、高知大、高知工科大、高知県立大、JA高知中央会、  
 JA高知県、工業会、IoT推進ラボ研究会、四国銀行、高知銀行

**KPI**

① 野菜の産出額を130億円増加させる H29推計 | 621億円 → 10年後 (R9) | 751億円  
 ② 新規雇用就農者を1,000人増加させる  
 ③ 専門人材育成プログラム受講生の地元就職・起業数100人を達成する  
 ④ 施設園芸関連産業群の集積：機器・システムを100億円販売する 等 ※②~④は10年間の累計

図 高知県ネクスト次世代型施設園芸農業推進事業の概要 (作成：高知県)

情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで、これらの課題や困難を克服します。また、人工知能 (AI) により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服されます。社会の変革 (イノベーション) を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合あえる社会、一人一人が快適で活躍できる社会となります。」としている。

この考え方を農業に応用したのが「農業 Society5.0」である。内閣府は、「Society 5.0 では、気象情報、農作物の生育情報、市場情報、食のトレンド・ニーズといった様々な情報を含むビッグデータをAIで解析することにより、「ロボットトラクタなどによる農作業の自動化・省力化、ドローンなどによる生育情報の自動収集、天候予測や河川情報に基づく水管理の自動化・最適化などによる超省力・高生産なスマート農業を実現すること」「ニーズに合わせた収穫量の設定、天候予測などに併せた最適な作業計画、経験やノウハウの共有、販売先の拡大などを通じた営農計画の策定すること」「消費者が欲しい農作物を欲しい時に入手が可能になること」「自動配達車など

により欲しい消費者に欲しい時に農産物を配送すること」といったことができるようになるとともに、社会全体としても食料の増産や安定供給、農産地での人手不足問題の解決、食料のロス軽減や消費を活性化することが可能となります。」としている。

### (2) 高知工科大学の想い：専門性に基づく地域貢献

高知工科大学は、地域の高等教育機関として高知大学や高知県立大学と共に本プロジェクトに参画している。高知工科大学は従前より「専門性と時代の要請に基づく、世界レベルの地域貢献・社会貢献」を提唱し、先進的学術・科学技術を以て地域の産業振興に貢献する取組みを推進してきた。このような観点から、本プロジェクトにおいては、施設園芸ハウスという空間を共有して、実際に作物を育てるリアル空間としての農業経営と、そこから生まれるサイバー空間としての情報工学とが表裏一体となることが重要ではないかと筆者は考える。また、これがうまくいけば、研究開発と社会実装の双方の観点から、他には真似できない新たな展開も期待できる。さらに、地域資源の活用や省エネルギーという観点からは、高知県では森林資源ははじめ様々なエネルギー源がある。

これらも効果的に取入れながら、作物と情報を一つのハウスに集約した研究の推進も重要と考えている。

### 【考察・今後の展開】

このように本プロジェクトは、農業（実業）と工学（学術）の連携融合による新たな価値の創造、という一面がある。とりわけ先端工学による地域産業への貢献は、高知工科大学の想いでもある。その一端として、高知工科大学では地域住民の理解と協力のもと、大学キャンパスに隣接する農地を借り受け、木質バイオマス燃料による小型熱電併給システムを活用した環境制御型の施設園芸ハウス（ネクスト次世代型施設園芸ハウス）を導入した。また、小型熱電併給システムが産出する二酸化炭素、熱および電気エネルギーをハウスに自家供給するトリジェネレーションシステムも構築した。現状、施設園芸の経営費に占める燃料費の割合は3割近くあり、燃油価格の変動に経営が左右される側面を有している。このため、収益性の向上（コスト削減、収益安定）、攻めの農業の実現（需要拡大、付加価値向上、生産現場強化、多面的機能）、さらにはSDGsに資するグリーン施設園芸の達成には、木質バイオマス燃料の積極活用がひとつのソリューションとなる。そして、高知県の豊富な地域資源である森林バイオマスを活用することで、農業だけでなく林業や製造業の活性化への貢献も目指している。

このハウスにおいて、ハウス内外の環境データ、植物の生育データ、熱電併給システムからの出力データ、さらには出荷情報、労務情報、会計情報等、ハウス稼働にまつわるあらゆるデータ（＝農業から派生するデータの総体としてのフィールドデータ）をデジタル化し、ひとつのシステム（統合管理システム）に集約、活用することで、収量や収益の増加、省力化や自動化など農業経営発展への貢献を目指す。なぜ、施設園芸に直結したデータだけでなく、より広い総体（データ集合の集合）を意識するのか？ それは次の2つの理由に基づいている。

①新規就農者の呼び込みによる耕地面積の維持拡大には、施設園芸という業態を起点として派生する新しいビジネス展開の可能性を示す必要があること。②労働生産性を高め、高収益を実現するには、複数圃場が有機的に繋がる必要がある。それを単なる大規模化とは異なる視点で実現することが、とくに高知県においてはその地理的特性から必要であること。

2020年度は事業開始から3年度目に当たり、プロジェクトの推進がより加速的になるとともに、その成

果が問われてくるものと認識している。プロジェクト全体を巡る大きな動きとしては、高知県を主体とした営農サービスビジネスの実現のためのIoPクラウドシステムの構築、その営農サービスビジネスを展開する組織であるIoP推進機構の設立、高知大学を中心とした大学間連携による人材育成プログラムの整備等の取り組みも進められている。

高知工科大学としては、上記したネクスト次世代型施設園芸ハウスや統合管理システムのほか、分光計測による植物の成長評価、画像認識やAI学習による自動判別、農作業の省力化に向けたロボット開発、通信ネットワークにおける情報セキュリティ最適化等の研究も進めている。関連産業の集積等も目標に掲げている本プロジェクトが、農業分野でのイノベーションをもたらし、いかにして地域活性化に貢献するか、今後の動向にぜひご注目いただくとともに、先輩諸氏からのご意見を賜れば幸甚である。

### 【引用・参考文献】

- 岡林俊宏（2019），高知の園芸！強みを活かし、伸ばす 次世代から Next 次世代へ，日本生産管理学会中国・四国支部平成31年度支部研究会講演資料
- 高知県（2018），地域における大学振興・若者創出事業に関する計画（計画の名称：“IoP(Internet of Plants)が導く「Next 次世代型施設園芸農業」への進化 Society 5.0 とは [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) ※内閣府ウェブサイト
- Society 5.0 新たな価値の事例（農業） [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/agriculture.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/agriculture.html) ※内閣府ウェブサイト
- 高知県Next 次世代型施設園芸農業に関する産学官連携協議会について <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/160601/2020033000189.html> ※高知県ウェブサイト
- IoP (Internet of Plants) が導く Next 次世代型施設園芸農業への進化プロジェクト <https://kochi-iop.jp/> ※高知大学ウェブサイト
- 高知工科大、Next 次世代施設園芸PJTで、木質バイオマス熱分解ガス化 CHP を導入（バイオマス等再エネの環境の利用情報ネット専門誌 On-site Report no.411 11. Mar. 2020)