

現代中国における農業4.0の発展とオープンソースの貢献 - 山東省寿光市の小規模農家の野菜栽培における情報技術の活用事例より -

Development of Agriculture 4.0 in Modern China and Contribution of
Open Source Software
- A Case Study of Using Information Technology in Small-Scale Farmer's
Vegetable Cultivation in Shouguang City, Shandong Province -

野田哲夫[‡]・王东宾[†]・倪卉[§]・章立^{**}

NODA Tetsuo, WANG Dongbin, NI Hui, and ZHANG Li

概要

オープンソースの開発方式は企業や組織の枠を超えて進められるため、地方のIT産業にとっても新しいビジネス市場の拡大の可能性をもたらす。今後は農業においてもITの活用が進む中でオープンソースの活用が課題になると考えられる。そこで本稿では農業4.0のスローガンに見られるように農業分野でのIT＝情報技術の活用が急速に進んでいる中国の事例を基に、地方の小規模農家におけるオープンソース活用の可能性と課題について探っていくことにする。

† 北京大学 経済学院 School of Economics, Peking University

‡ 島根大学 法文学部 法経学科 教授 Faculty of Law & Literature, Shimane University

§ 京都大学大学院 経済学研究科 Graduate School of Economics, Kyoto University

** 島根大学大学院 人文社会科学研究科 Graduate School of Humanities and Social Science, Shimane University

キーワード

オープンソース オープンイノベーション 農業4.0 小規模農家 情報技術

1. はじめに

ソースコードが公開されプログラマによる改良・公開によって開発が継続されるオープンソース・ソフトウェア（以下オープンソース）の開発方式は、企業や組織の枠を超えて進められるため、地方のIT産業にとっても新しいビジネス市場の拡大の可能性をもたらす。島根県・松江市が進めるオープンソースRubyを活用した地域IT産業振興政策Ruby City MATSUE Projectはプログラミング言語Rubyの技術的優位性を利用しながら、産学官の連携によって地域のIT企業の技術力・経営力を高めようとする取組であり、2006年度を取組の開始から現在まで、地域情報産業の市場拡大・雇用増、また東京のIT企業の誘致など一定の成果をあげてきた¹。

Ruby City MATSUE ProjectはRubyを中心としたオープンソースの採用によって地域IT産業の市場拡大を進める産業振興政策とともに、IT産業の組織の枠を超えたプログラマのコミュニティの形成や地元的高等教育機関でのRuby、オープンソースの教育支援による人材育成によって地元IT産業のプログラマ雇用と技術力強化を進める政策でもある。その一環として島根大学では2009年度から松江市の寄付によって「Rubyプログラミング講座」が開設され、「Rubyプログラミング」や「開発アプリケーション」、そしてオープンソースの技術的な知識だけでなく社会的な位置づけや産業としての可能性について各分野から幅広く学ぶことを目的とする「情報と地域－オープンソースと地域振興」などの講義が開講されてきた。この講義の中で、IT企業においてオープンソースの活用は一般的になり、コスト削減のためにのみオープンソースを活用することは競争優位を得る要因ではなくなっており、IT企業にとってオープンソースを活用したITソリューション市場で優位性を獲得するためにはオープンソース自体への知識、開発力を高める必要があることが課題としてあ

¹ 野田（2013）参照。

げられ²、講義の必要性自身も明らかになったといえよう。

既にIT産業だけでなく、自動車産業や家電産業に代表されるように多くの産業にとってオープンソースの活用が拡大、一般的になっており、これらの産業にとってもオープンソースを活用する知識力・経営力が求められることが考えられる。「情報と地域－オープンソースと地域振興」では国内外からオープンソースに関わる研究者・技術者・経営者の講義によってオープンソースについて社会科学の側面からの理解を深めたが、特に2020年度に行われた中国北京大学博士研究員（寿光市副市長を兼務）王东宾氏による講義「オープンソースと現代農業」³は、農業分野でのITの活用が進んでいる中国の事例とオープンソースを活用した小規模農家の市場拡大の可能性についてもテーマになっており、農業分野の比重が大きくまた小規模農家の割合も高い地域におけるオープンソースも含めたITの活用可能性と課題について言及されている。

中国では1959年に毛沢東が「農業の根本的活路は機械化にある」と断言したが⁴、60年が経過した2019年現在では農業において、科学技術進歩による農業発展の貢献率が60%とされている。今日では中国農業にとって機械化からスマート農業へ移行する次のステージの「農業4.0」の実現、自動化、情報化、デジタル化とスマート化が必要不可欠の要素になっている⁵。コンピュータプログラムのソースコードは情報化技術の基礎表現であり、スマート農業も同様である。したがって農業4.0の実現にはソースコードの重要性が無視できない。ソースコードを議論するにはオープンソース（Open Source）は避けられない課題である。そこで、本稿はオープンソースの視角より現在における農業4.0の発展を王氏の講義内容を**2. 農業4.0では情報が生産要素になる及び王氏による論説（書下ろし）** **3. 農業におけるオープンソースの活用と課題**を翻訳・

² 野田・丹生（2016）参照。

³ 2021年1月29日にオンライン講義として実施。

⁴ 1959年4月29日に毛沢東が党内幹部向けの公文書『党内通信』（《党内通信》）に書かれた言葉である。原文は“农业的根本出路在于机械化”。

⁵ 中国語では「自動化、信息化、数字化、智能化」である。

紹介することを通じて、農業のIT化と地方の農業におけるオープンソース活用の可能性と課題について探っていくことにする。1. はじめにおよび4. おわりには野田が担当、2. 農業4.0では情報が生産要素になる、および3. 農業におけるオープンソースの活用と課題は王东宾氏の講義原稿と論説を基に倪卉、章立が翻訳・加筆した。

2. 農業4.0では情報が生産要素になる

2.1 中国農業の4つの発展段階

中国工程院院士・趙春江氏による「スマート農業を促進し、デジタル農村を建設する」⁶をテーマに行なった講演では、農業の発展を4つの段階/ステージに区分した。

- (1) 1950～70年代の農業1.0：人力と畜力を中心とする伝統農業
- (2) 1970～90年代の農業2.0：交雑種、化学肥料と農薬が広く使われている「生物—化学農業」
- (3) 21世紀に入ってから、農業3.0：農業機械が主な生産資料である機械化農業
- (4) 過度期の農業4.0：情報が生産要素となり、インターネット、ICT、ビッグデータ、クラウドコンピューティング、ブロックチェーン、人工知能、スマート設備の使用を中心になるスマート農業

農業発展の経験によれば、スマート農業を中心とする農業4.0は現在ではまだ萌芽状態にある。農業4.0へ移行するために3つの課題が未だに残されている。1つ目は生物—化学農業から生態農業へ移行することである。2つ目は機械化農業からスマート農業へ転換するために、情報及びデータを新たな生産要素として農業生産に取り込む課題である。3つ目は労働力の転換問題である。スマート農業の推進と共に「労働力の代替」ないし「無人化」が促されるため、

⁶ 中国語原題は『發展智慧農業建設數字鄉村』（《发展智慧农业建设数字乡村》）である。中国農業農村部本文より。

いわゆる新農村、新郷土、新農民がさらに自主的発展できる空間的余裕がどのくらい残されるかが課題である。また、農業4.0を推進するには現代的多様性と発展方法の決定に課題が残されている。言い換えればフォード主義（単一、モノカルチャ農業）とポストフォード主義（大規模個性化農業）に傾斜する路線をとるかどうかが課題である。

2.2 現代中国農業における「四つの化」

2021年1月13日、國務院新聞弁公室が開いた記者会見では農業農村部副部長劉煥鑫副部長による郷村の全面的振興状況に関する報告によれば、農業現代化の推進に「三つの重点」、言い換えれば三つの目標を明らかにした。一つ目は産業構造の現代化目標である。いわゆる「三つの連携」つまり産業連関の延長、サプライチェーンの連携、価値連鎖（バリューチェーン）のグレードアップという3点が重要内容である。二つ目は生産構造の現代化目標である。この目標には「四つの化」が取り上げられている。三つ目は経営構造の現代化目標である。経営構造には4種の経営主体が含まれており、家庭農場、農民合作社、専門的サービスを提供する組織、龍頭企業の4種の経営主体である。

現代中国農業の「四つの化」には詳しく以下の内容が含まれている。「施設化」とは農地の生産条件を確実に改善することである。「機械化」とは効率の高い農業機械の研究開発と推進である。「緑色化」とはエコで環境に優しい循環型農業を発展することである。「デジタル化」とはスマート農業を推進することである。

「施設化」と「機械化」の重点は基礎施設と設備の整備、技術の普及である。「緑色化」とは環境に優しく省エネの農業発展を目指すことである。現代的生態農業も含まれる。「デジタル化」はスマート農業発展させるための必要条件である。さまたスマート農業にはソフトウェアの開発などのデジタル化技術も含まれている。

注目すべき内容は、サービスを提供する専門的な組織が4つの新型農業経営主体の一つとして取り上げられたのはこの報告で初めてである。2019年に、中国では家庭農業数が100個を超え、農民合作社も222.5万箇所、農業サービス組織も89.3万に達した。これらの農業組織は現代農業発展を牽

引する主力軍となっている。農業社会サービス組織の役割は小規模農家と現代農業の有機的連携を促進することにある。現代農業への転換には管理（組織）、技術及び制度の参加が要求される。また、農家の協力や、組織的行動、知識の分かち合いも必要だと考えられる。そのため、科学者、農家、企業と政府組織が融合し、より広い範囲をカバーできる有効的なネットワークが必要と考えられる⁷。したがって高度な農業社会化サービスの組織体系の形成は現代農業へ転換するための支えであり、新農業経営主体の視点から見てもその社会的な役割は市場拡大とイノベーション能力を促すことが明らかである。

総じて、現在中国農業現代化にとって根本的な課題は小規模農家と現代農業の有機的連携である。産業連関上では、川上と川下間の信頼と合作協力問題として現れている。言い換えれば、1990年代以降に「公司+農家」モデルのように、様々な農業産業化政策が推進されながらも解消できなかった根本的な課題と言える。この課題を解決するために、二つの側面から考える必要がある。一つ目は組織イノベーションである。二つ目はデジタル化が原動力である技術革命である（農業技術以外の技術）。農業農村部の統計によれば、2018年末まで、農家100戸あたりのスマートフォン所持率は300台に登り、ほぼ一人一台である。農業農村部は農家にIT技術支援を提供するために設置したものであり、全国各地20万個の「益農信息社」⁸があり、全国行政村の約3分の1をカバーすることができた。また20の省に8の農産品目、38の試験プロジェクトを立項して、農業と農村に関わるビッグデータ収集の試験を開始した⁹。IT技術は農業農村にとって重要な意義があると考えられる。「デジタル中国」と「デジタル鄉村」計画は農業の現代化を実現するために、デジタル化転換の戦略的意義を持つと

⁷ 世界銀行2008年世界発展報告 Agriculture for Development, p164 より。

⁸ 「益農情報社」とは、中国農業農村部が主導するIT技術推進のプロジェクトの一つで、IT情報技術が農業農村に役に立つように、農村部に設置されたサービスを提供する窓口である。ネット販売やプラットフォームの管理、ハイテク技術支援などを農家の玄関先まで届く活動を行なっている政府の末端組織の一つである。

⁹ 中国農業農村部『農業農村におけるビッグデータテストを行う方案』（《农业农村大数据试点方案》）より。

思われる。デジタル化は農業組織自身のニーズに応じた産物であり、とりわけサービスを提供方法の多様化とサービスのイノベーションにとってはさらなる発展の可能性を示してくれた。

山東省寿光市の事例では、施設と設備の自動化制御システムのみならず、データベースまたは情報技術システムにもオープンソース資源が広く活用されていること明らかである。オープンソース資源によるコスト削減効果は農業の機械化、自動化または情報化水準の向上に積極的な意義を持つ。とはいえ、この利点はまた十分に認識されていないようだ。

次に、寿光市の施設野菜を事例に農業現代化の議論を展開する。

2.3 寿光野菜産業における農業現代化の事例

山東省寿光市は中国有数の野菜生産地域であり、小規模農家を中心とした施設野菜（グリーンハウス）がよく知られている¹¹。1989年に施設栽培を初めて以来、政府関与と市場調整を有機的に利用しながら30年間の経過し、現在ではグリーンハウスの第7世帯まで研究開発が進んだ。技術開発には「オープン」の理念にしたがって、農家が確実に経済利益を実感でき、それと同時に農家の農業技術取得も実現できる経済構造と技術体系が形成されている。これに

¹⁰ 寿光市は中国山東省濰坊市に位置する県級市。野菜の一大産地であるとともに塩の産地でもある。2019年寿光市国民経済と社会発展統計広報（2019年寿光市国民经济和社会发展统计公报）によると、人口は110.9万人。中国農業農村部（中国农业农村部）によると、寿光市の面積は2072 km²。2018年寿光市GDP768.1億元の内、農業は101.2億元で13.2%を占めている。2018年山東省における農業の割合は中国の平均水準（6.5%）の約2倍である。

¹¹ 山東省統計局が公表した『第三次山東省農業センサス』（《山东省第三次农业普查》）によれば、2016年に山東省経営体別で1777.8万戸の経営農家の内、露地栽培面積50ムーまたは施設栽培面積25ムーなど達した規模農家は46.6万戸で、全体の2.6%である。国が定めた経営規模に満たさない所謂小規模農家の割合は約97.4%を占めている。また2016年山東省の農地面積は760.7万haに対し、戸あたりの単純平均経営面積は約0.43haである。日本の2015年農業センサスによれば、島根県では50ムー（約3.3ha）未満の農業経営体数は18896個で、全体の19920個の94.8%を占めている。2016年山東省の小規模農家率は島根県よりも高くなっている。（『山東省第三次農業センサス報告（第二号）』（《山东省第三次农业普查主要数据公报》（第二号））、『2015年農林業センサス 確報 第1巻 都道府県別統計書 32 島根県』を参照）。

よって現代農業へグレードアップする原動力が生まれた¹²。

個々の農家では「水と肥料の一体化」生産方式が実現され、自動制御のできる暖簾巻上げ機、換気設備、カメラ監視と観測システム、耕作収穫機械が使われている。寿光では、野菜農家が使用するグリーンハウスには「水と肥料の一体化」とこれらの自動化設備が一般的に使用されており、農家がスマートフォンなどの端末機器を通じて熟練に遠距離操作ができる。とはいえ、栽培作業や収穫作業はまた人工で行う場合が多い（**図1**参照）。



図1
農家がスマートフォンを使って自動化コントロールと観測設備の使用を見せる（写真出所：王東賓提供）

村レベルでは、青果栽培を主に行われている村が団体、合作社（例えば党支部などが主導する合作社など）の形式に基づいて、情報化技術を活用し、統一ブランド、統一技術基準、統一集荷販売を行なっている。例えば、トマトの育種専門の古城街道野虎村では、観測システムを活用し村全体のグリーンハウスを一括して情報化管理を行なっている。また村の統一ブランドとして「弥沙」をブランド名に登録し、QRコードで追跡システムも完備し、産品に追跡用コードを与えている。村から出荷する農産品の品質が保証され、村のブランド力が強められた（**図2(a)**、**図2(b)**参照）。

¹² 第301期、王東賓「“遍地英雄下夕煙” — オープンソース資源の視角より農村振興の「寿光モデル」を解説する」（《遍地英雄下夕煙— 开源視角下乡村振兴“寿光模式”的解读》）を参照。



図2(a)
トマト栽培特色村
—寿光古城街道野虎村グリーンハウス
観測システム



図2(b)
野虎村の産品追跡システム
—ORコード発行ボックス

企業と園区レベルでは、情報化、機械化及び自動化水準はいずれも農家レベルより高くなっている。育種から地元の状況に適した自動化機械を開発し、自動「苗床機」が使用されている。また育種過程においても高度な情報化を目標にしている。園区の設備について、より先端的、スマートの設備が使用されている。人工光、植物維持用設備、諸指標を採取するためのセンサーも備えられており、データ観測と分析も行われている。生産管理技術が比較的に成熟している園区では、請負テナント農家（いわゆる新農民も含め）に対する技術指導や予測告知サービスも提供されている。

例えば、寿光市田柳鎮にある寿光市田柳現代農業イノベーション起業示範園区の敷地面積1500ムーに、冬暖房付きグリーンハウス138基、現代化スマートガラスハウス式温室2棟がある。園区は「投資化+運業者+家庭農業」と

いう運営モデルを採用しており、園区は「栽培の標準化、観測スマート化、運営組織化、販売ブランド化、サービス統合化」という「五つの化」の運営理念を中心に、スマート農園、環境に優しい、経済と社会にも三方に有意義の有機的統合を目指している（図3、図4参照）。



図3
寿光市田柳現代農業園区諸指標観測システム

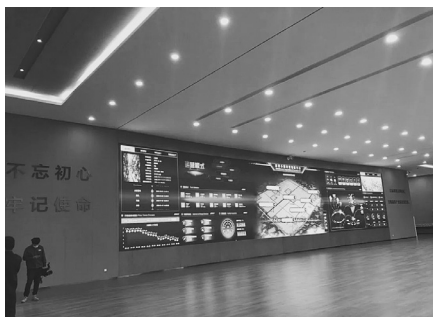


図4
寿光「野菜小鎮」スマート管理システム

現在、園区主要データは：自営式ハウス 27、レンタル式ハウス 111 あり、ハウス栽培農家 106 戸、使用中の野菜栽培面積 575.54 ムーである。栽培されている野菜は 8 種類の 24 の品目がある。中には食感が特徴のトマト、果物キュウリ、血糖値に優しいとうがらし、長瓜、長茄子などの品目が含まれ、年間生産量 750 万キロ、生産高 5000 万元あまりであり、ムーあたりの収益は 8.67 万元を超え、戸当たりの年間売り上げは 30 万元に達している。

物流と市場運営について、「地利農産品物流園区」というアジア最大規模の農産品総合センターがあり、交易、貯蔵や配達サービス業者も一括されている。取引のそれぞれのプロセスが情報化され、これらの情報によって「中国野菜価

格指数」がここで示される（図5参照）。



中国 寿光农产品物流园检测中心农产品检测数据表					
品名	产地	客户姓名	检测率(%)	结果	日期
芹菜	寿光	张洪军	0.9	合格	2019-5-14
芹菜	寿光	张洪军	0.9	合格	2019-5-14
芹菜	寿光	张洪军	0.4	合格	2019-5-14
芹菜	寿光	张洪军	0.8	合格	2019-5-14
黄瓜	寿光	张洪军	0.4	合格	2019-5-14
黄瓜	寿光	张洪军	0.7	合格	2019-5-14

図5
寿光物流園観測中心観測集計表

地方政府は、オフラインとオンラインの両側から関与している。オフラインでは、管轄域内のグリーンハウスを28の地域ブロックに分割し、それぞれのブロックに2名のスタッフと車1台を設置し、ブロック内の状況を巡視する。オンラインでは、市全体のデータをまとめ、スマート管轄観測システムを建て、農産品の生産と流通、農業資料の販売と管理、農業残留の監督も含めて各段階のデータ化と情報化を推進し、スマート管理の実現を目指している。寿光市では、農家から企業、村から郷鎮、種子から農産品、合作社から社会サービス組織まで連携され、産業体系における全てのプロセスの高度の情報化と組織化によって、このようなビッグデータ管理監督システムが発足できたと考える（図6参照）。



図6
野菜科学博覧会園区内にある展示用のスマート農業管理システム

地方金融サービスもまた農業デジタル化転換に積極的な役割を果たしたと考える。とりわけ様々な主体の間に斡旋する社会サービスを提供する団体や組織の役割が大きいと考える。まず、現代的支払と決算が地方金融の改革に結合された形になっていることである。2018年寿光市は全国移動支払い試験を行う「示範県」になった。これによって、銀聯の「雲閃付」というサービスを中心に、移動支払いの能力向上に取り組み始めた¹³。

地方政府をはじめ、人民銀行寿光市支店、農業銀行などの金融機関が協力し、寿光の野菜産業とローカルの状況を考慮し、全国範囲の移動支払いを創設する目標を立てた。「雲閃付」サービスを提供するAPPをプラットフォームに、帳面付けと決算が一体化した「野菜生産と販売のサービスプラットフォーム」を開発し、リリースした。全国から見ても先進的である。2019年時点ではこのサービスを管轄域内の全ての郷鎮をカバーするように普及し、農家向けの銀聯サービスセンター600箇所、2万の法人、7万ほどの個人が参加している。このサービスを通じた取引金額は1.4億に登り、農業商業銀行と協力し、一連のサービスを提供した結果、600の青果類合作社が立てられ、受益している農家は9000戸に達した。

地元のニーズに対応した形で、合作社などの農業サービスを提供する組織の移動支払いと決算能力が高められ、取引コストが低減し、中間手続きを減らし、情報化デジタル化コストも減少した。より大規模のデータの採取には有利であると考えられる。

2つ目は寿光市と建設銀行が協同で立ち上げたサービス「寿光野菜スマート管理サービスプラットフォーム」である。このサービスは“1+2+N”という構造モデルを採用している。「1」はサービスの中心である野菜管理するスマートプラットフォームである。「2」はサービスを支えるビッグデータベースと

¹³「雲閃付」は中国銀聯が提供するスマートフォンなどの端末Appを通じた移動支払いサービスである。銀行などの金融機関がサービスに提携しているため、金融機関を跨いだ取引が可能になっていることは強みであるが、ユーザー数が少なく、実際にアリペイなどの移動支払いサービスほどよく知られていない。

ICTを指す。「N」は実際のサービスを実行する端末とAPPを指す。現在ではオンラインスマート農場、野菜取引端末システム、野菜の追跡と展示サービスの三つのAPPが使われており、これらのAPPを通じて農業より収集される静態データと動態データを統合し管理している。2020年12月には270個の合作社にはこのAPPを含めたシステムがインストールされた端末を設置している。

これらのシステムの活用によって農業生産連関の川中部分のデジタル化の推進効果が期待されている。また農業生産連関にある主体間をつなぐ「粘着剤」の役割も期待されており、情報化コストの削減効果も見込まれている。

地方の金融機構、とりわけ農業と商業関連の地方法人や中小銀行にとっても、このシステムは厳しい競争の中に新たな道が開かれることが期待されている。

小規模農家の場合、言うまでもなく、寿光市が1989年より農業転換政策を実行して以来、小規模農家は基礎であり、小規模農家の主体性の形成を促すことは「寿光モデル」の魅力であり、「役に立つ政府」の政治哲学表現である。

寿光では、グリーンハウス一基はつまり零細企業一つである。農民一人一人は匠精神と企業精神の有する市場主体である。技術と市場の変化には敏感である。寿光では農家たちが「グリーンハウスをやる」や「野菜をやる」などの雑談が時々耳にする。農家も企業家も寿光ではまるで野菜栽培施設をゲーム「プレイヤー」のような感覚で、投資や起業の視点を持っている。野菜農家はムーあたりの栽培株数や、投資や、栽培期間、収穫回数、生産量、価格または収益などの情報も全ては把握しており、水と肥料、ハウスの温湿度を調節することによって、果実の成熟期間をコントロールでき、収穫も市場価格が最も有利な時期に合わせて行い、出荷できるように栽培状況をコントロールすることが可能になっている。

また、寿光の小規模農家は決して個々の農家が孤立しているわけではなく、彼らは組織と技術を通じて（政府と市場の二重作用）、ネットワークが形成されており、生命力のあるシステムになっている。リスク回避力や戦力が保証されているのは現代農業の中核的内容と基準だと考えられる。2018年と2019年の二回の水害時にも、寿光市野菜産業は柔軟に対応し、急速回復した。コロナ

の災害時にも寿光市は最も早い段階で武漢に野菜などの物資を提供した地域である。2020年6月にも寿光市は北京を支援し、その動員能力と保障力が注目されている。6月22日には中央紀委国会監委の公式アカウントより「困難時に、5000トンの寿光野菜の北京入りはいかに実現できたか」という1分50秒ほどの動画が公開されていた。動画には農家たちを代表とする現代農業が国際化大都市に如何にして野菜の提供を保障したかの内容が濃縮されている（図7参照）。

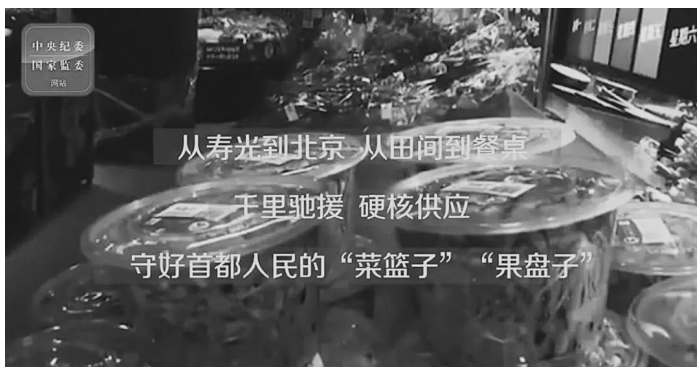


図7 中央紀委国会監委の公式アカウントより公開した動画
「困難時に、5000トンの寿光野菜の北京入りはいかに実現できたか」
<https://mp.weixin.qq.com/s/xVmW1h1Oa-RgT-yJT0tNKQ> より。

さらにオープンソースと情報化の課題を展開する。現在では現代農業転換にとって、小規模農家の「情報化知識の教養」が事実上農業デジタル化転換の基礎と土壌となっており、情報化技術の消化と吸収能力の決め手であり、支えである。またオープンソース技術哲学と一致している点もある。

農業自動化制御、データベースなどの領域においてオープンソース資源が広く使われているにもかかわらず、議論されることもほとんどなく、認識もされていない状態である。言い換えれば、ユーザーと非技術企業にとってオープンソース資源の認識水準は啓蒙の初期段階に近いと言える。この状況のもとでは、オープンソースの役割を十分に発揮されず、価値の実現も難しいことが明らかである。そこで、次に欧米における農業オープンソース活用のケースを紹介する。

3. 農業におけるオープンソースの活用と課題

3.1 農業におけるオープンソースの活用

Berend de FarmBot はイスラエルの Van Hall Larenstein 科学大学によって開発された、世界最初のオープンソース農業ロボットである。標準パッケージにソフトヴィアイが備えられている。ソフト部分のコードには自由にアクセスできるため、農家自身が Berend の機能を調節することも可能、さらに拡張することも可能である。

FarmBot は備えられたソフトのソースコードが公開されている自動耕作機械である。カリフォルニアのエンジニア Rory Landon Aronson によって設計されたもので、X、Z、Y の三方に移動できる 3D プリンターのような設備である。同時に、センサーなどの設備をさらに追加することも可能である。発明者によるとこのプロジェクトの趣旨は無制限のオープンソース技術を実現することによって、人々のために栽培しながら、人々も自分のために栽培してくれることを現実にする。彼らの使命は一種のコミュニティ文化を形成することである。無料でコードも公開されているハードの対応法、ソフトウェア、データまたはファイル資料。これによって、すべての人々が農業機械の製造と操作を可能にするためである。

このような考えに基づいて、Aronson は同時に OpenFarm というデータベースを設計した。このデータベースから、機械を操作するための農業に関する専門知識を無料で獲得することができる。このように、機械が実際に栽培経験の蓄積ができ、さらに新しい発見やイノベーションにつながらう。農業の生産技術とプロセスの進化も促される。Aronson が指摘したように、FarmBot はデジタル工作機械のように、労働力と人間の経験を機械に定着させることであり、単純に人工を代替するのではない (図8(a)、図8(b)参照)。

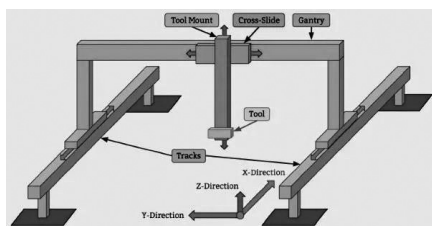


図 8a
設計図



図 8b
設計チーム

その他にもアメリカ農業部によって開発されたオープンソースソフトウェア RIST (Rainfall Intensity Summarization Tool) や、欧州も類似したソフトの研究開発を公共政策として取り込むことを議論し、中小企業のデジタル化を促進している農業意識決定に助言を提供するために開発されたオープンソース農業ソフト GeoFIS などもある。

さらに農家により優れたソフトと技術を提供するために開発されたオープンソース食品ネットワーク Open Food Network も存在する。生産者と消費者をつなぐ情報ルートを開通し、消費者に安心して品質の高い食品を提供する。このプロジェクトはすでにオーストラリアなどの地域で実際に運営開始している。

以上の事例からわかるように、農業分野におけるオープンソースの活用にはまだ未発見の可能性がある。欧米と比べ、中国では小規模農家が農業生産と農業政策において主体性が発揮でき、この主体性は強みだと考えられる。オープンソースの可能性を開発するためには適した環境であり、オープンソースを活用した研究実験成果はより速く農業実践できると考えられる。とはいえ、これを実現するには、継続的なイノベーション、政策の転換と想像力、また政策的

実践と生産的实践の中、ボトルネックを突破した、持続的努力が必要不可欠だと考える。

3.2 農業におけるオープンソースの価値

オープンソースの価値について既存研究と文献にも多くなされてきた。ここでは農業の生産におけるオープンソース活用の価値を議論する。

(1) コスト低減

まず、オープンソースを活用すれば情報化コストの低減ができ、農業機械化に必要なソフトウェアコストの低減にも役に立つと考える。これはオープンソース政治経済学者である Weber 教授の主張である¹⁴。発展途上国にとってオープンソースを採用する最大なメリットはコストである。次に、情報を獲得するためのコストの低減も考えられる。農業に関する知識は暗黙知が多い。また、小規模農家を中心とする生産方式には情報の不対称問題が課題であり、農業協力、監督と管理、ファイナンシャルイノベーションの際に阻害となり、情報のために費用の上昇が予測できる。したがってオープンソースなどの技術を採用することによって、情報の不対称性によって生じた情報の費用を低減することが考えられる。総じて、オープンソースの活用によって情報化、デジタル化を推進し、ジェレミー・リフキンが言ったように農村社会が「限界費用ゼロ社会」へ促進することができる。現代農業イノベーション将来性が広げられ、農村社会自主的空間が開かれる。したがって、都市と農村の融合も促進される。

(2) 汎用性

農業に関わる領域が多く、機種も多様である。とりわけ山間部地域、丘陵地域の小農家にとって、多様な小型機械が使用され、汎用性が求められる。オー

¹⁴ Weber (2004) 参照。

オープンソースによって異なる機種ソフトにも汎用性が用いられ、情報交換も可能になる。これもまたデータの公開と共有が可能になることに役に立つ。

(3) 個性化と開発可能性

オープンソースは個性化に役に立つ。新型農家が自分の需要に合わせて、個性のある開発、開拓または設計を行うことができる。同一生産モデルや技術を用いることもなく、農業の大規模個性化オーダーメイドが可能になる。

(4) システムの集約

オープンソースを通じて、システムが集約され、前述したスマートデータの監督プラットフォームになる。同時に、オープンソースの法規制をいかし、技術の特許の挑戦に応じて、今後データ資産の所有権問題に制度上または法律上の保護を提供することもできる。

(5) 技術倫理

オープンソースの魅力は小口理由者に力を与え、零細をまとめイノベーションを起こし、個々の力を集めて貢献することにある。寿光市野菜産業発展に見られる活気には、オープンソース路線を採用した結果とも言える。オープンソース哲学を十分に理解すれば、小規模農家の現代性と主体性を理解するにも有利である。今日の中国にとってさらに重要であると考えられる。当然、オープンソースは現代農業にとって技術論理的意義も有する。この点に関して今後の研究と議論が必要である。

3.3 ボトルネックと未来の方向性

オープンソースの活用は農業分野においても多くの価値を有している一方で、現在では農業におけるオープンソースの活用はまた初期段階にあり、多くの課題が残されている。

(1) オープンソース教養の課題

デジタル化転換は現代農業の必須要素である。前述のように、小規模農業を現代農業と有機的に融合するため、情報化とデジタル化は避けられない。とはいえ、新農民の情報化とデジタル化教養レベルを高めるためにはオープンソースの活用が必要不可欠だと考える。言い換えれば、農業領域にはより多くのIT人材が求められており、同時に新農民にもより高いオープンソース教養が要求される。「認識せずに活用する」、「そもそもオープンソース認識ない」という状況は技術上でも論理上でも持続的に長期的に技術イノベーションを発展する道ではない。

(2) 情報サイロと情報の離島問題

オープンソースにはコードとソフトだけではなく、データのオープンも重要である。農業領域にも情報サイロと情報の離島問題が見られる。農業にはビッグデータを構築する基礎が欠けている。中国工程院副院長の鄧秀新院士が批判したように「試験に止まり、推進せずには生命力がない、空洞化をもたらす“ビッグデータ”はあちらこちらに見られる」。中国にはデータベース（とりわけ真のビッグデータ）が欠如している。

(3) 農学とアルゴリズム（算法）の問題

農業におけるオープンソース活用の本質は現代情報価格と農業の有機的融合である。主に2つの内容が含まれる。一つ、技術の粘着剤が必須であり、それぞれのプロセスと要素を有効的に組み合わせ、融合させることのできる粘着剤のことである。二つ、所有権、財産権制度の粘着剤である。所有権制度のバリアを打破し、共同で享受できる制度を形成し、現実に見えるデータを蓄積することにある。このようなアルゴリズムによって農学の現代化が実現されるだろう。

3.4 美しい農業へ導くオープンソース

2013年習近平首席が山東省を視察する際に「農業にハイテクの翼を」と指示した。科学技術が支えとなる農業4.0へ推進する根は、オープンソースの全面的に活用を重視しなければならない。オープンソースは小規模農業と現代農業の有機粘着剤として、小農家の主体形成と潜在能力開発にも役に立つ、これによって小規模農業の弱体性が変化し、創造性が劣勢から優勢に変える。より多元的、柔軟性のある、より安全で持続可能な現代農業発展の道が開かれる。

本稿では農業生産連関の川中部分について議論している。中には組織/政府と技術システムの協力問題も触れていた。オープンソースは農業サービスが社会化のために技術ツール、制度のツールと哲学のツールとして捉えることができる。新技術の使用には組織構造の再編と変革を求めるだろう。農業サービスの社会化組織について、今後「社会企業」または社会企業家の出現が促進されることが予測できる。これも本稿が示したい内容である。政府と起業の二者が協力し、オープンソースが現代農業における政策支援のメカニズムに果たす役割が発揮できる。

オープンソースは技術であり、また政策のメカニズム（オープンソース巡る法規制など）でもある。そしてオープンイノベーションの生態メカニズムでもある。オープンソースに基づいて、オープンアクセス、オープンデータベース及び基準のイノベーションが実現できる。これによってオープンイノベーションの新生態が形成され、農業知識のデータベースが構築できる。農業4.0に体制的な技術支援、制度支援を提供する（**図9**参照）。

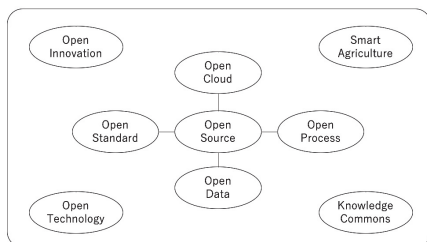


図9
現代農業の知識生態を支えるオープンソース。著者（王東賓）作成

4. おわりに

現代中国はあらゆる面で産業面での技術革新、特にITの活用を進めており、農業分野でも例外ではない。山東省寿光市は中国有数の野菜生産地・集積出荷地であり、野菜工場と呼ばれるほど野菜栽培における技術革新、IT活用が進んでいる。中国政府が進める農業4.0への過渡期を体現している地域であるといえよう。北京大学経済学院研究員として経営管理の視点か、オープンソースを導入した機関・企業の経営管理における現状と課題を研究していると同時に、寿市副市长として農業行政にも関わる王东宾氏の講義によってその実態が明らかになった。

今後農業4.0へ移行するための課題の1つとして、機械化農業からスマート農業へて転換するために情報及びデータを新たな生産要素として農業生産に取りこむことが必要とされる。その点でIT技術におけるオープンソース、オープンデータの活用は不可欠であることも同時に指摘される。本稿に見られるようにオープンソースの活用は既に農業分野でも進んでおり、小規模農家における導入のメリットも存在する。一方で小規模農業における情報化とデジタル化教養レベル、IT人材の課題なども明らかになった。

中国の農業4.0は今後過渡期からスマート農業の実現に急速に進んでいくと考えられ、寿光市は引き続きその中心を担うであろう。そして小規模農家を中心にオープンソースの活用が進んでいくと同時に、上記の課題を解決していくことによって小規模農業の弱体性が変化し、持続可能な現代農業発展の道の可能性について今後も注視していきたい。

【参考文献】

- Weber, S. (2004) "The Success of Open Source" (邦訳『オープンソースの成功』、毎日コミュニケーションズ)
- 世界銀行 (2008) 世界銀行2008年世界発展報告 Agriculture for Development,
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5990> 参照 (2021.1.31 確認)
- 中国山東省統計局 (2018) 『山東省第三次農業センサス報告 (第二号)』 (《山东省第三次农业普查主要数据公报 (第二号)》),
http://tjj.shandong.gov.cn/art/2018/2/5/art_6109_795057.html (2021.1.31 確認)
- 中国農業農村部 (2016) 『農業農村大数拠試点方案』 (《农业农村大数据试点方案》) 2016年10月14日発効,
http://www.moa.gov.cn/govpublic/SCYJJXXS/201610/t20161018_5308511.htm
(2021.1.31 確認)
- 中国農業農村部本文リンク
http://www.jhs.moa.gov.cn/zlyj/202004/t20200430_6342836.htm 参照 (2021.1.31 確認)
- 農林水産省 (2016) 『2015年農林業センサス確報第1巻 都道府県別統計書32 島根県』,
https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500209&tstat=000001032920&cycle=0&tclass1=000001077437&tclass2=000001077396&tclass3=000001093235&tclass4=000001093535&stat_infid=000031513890&tclass5val=0 (2021.1.31 確認)
- 野田哲夫 (2013) 「オープンソースのプログラミング言語Rubyによる地域産業振興 松江から世界へ」, 科学技術振興機構『情報管理』, 56(6), 355-362.
- 野田哲夫, 丹生晃隆 (2016) 「日本のIT企業におけるオープンソース・ソフトウェアの活用・開発貢献が企業成長に与える影響に関する研究」, 『島根大学法文学部紀要法経学科篇経済科学論集』, 42, 91-101.