

農業農村地域における DX のための先導的研究

溝口 勝

東京大学大学院農学生命科学研究科

要旨

農業農村工学はこれまで農村地域における農業生産と生活環境を整備し、水や土などの地域資源を管理する技術学として発展してきた。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大や頻発する地震・水害などのリスクを避けて、都市部より農業農村地域の価値が見直されつつある。そうした中、私は早くから農村地域における通信インフラ整備の必要性を主張し、農業農村地域における DX を先導してきた。この講演では、私が開発してきた IT ツールのうち、電源も通信設備もない農地で小型太陽光パネルと SIM を組み合わせてインターネット経由で画像を含むデータを自動取得するフィールドモニタリングシステム、Society5.0 を先取りした WEB シミュレーションシステム、水土の知を提供する学会 WEB システムなど、未来の農業農村地域における DX の必須アイテムになりそうなツール開発の背景と概要を紹介する。

キーワード

DX、フィールドモニタリング、データ解析システム、WEB シミュレーションシステム、学会要旨検索システム、

1. はじめに

DX(デジタルトランスフォーメーション)は「データやデジタル技術を駆使して、ビジネスに関わるすべての事象に変革をもたらすこと」とされる[1]。IT化が既存の業務プロセスのまま業務効率化と生産性向上を図るという限定的な言葉であるのに対し、DX は社会や組織・ビジネスの仕組みそのものを変革することに特徴がある。[1]

ここでは上記を援用して、農業農村地域におけるDXを「データやデジタル技術を駆使して、農業農村地域におけるすべての事象に変革をもたらすこと」と定義する。

農業農村工学はこれまで農村地域における農業生産と生活環境を整備し、水や土などの地域資源を管理する技術学として発展してきた。しかし、都市住民は新型コロナウイルスの感染拡大や頻発する地震・水害などのリスクが小さい農業農村地域の価値を見直しつつある。こうした背景を考えると現代は、都市型目線で開発されてきた数々のデータやデジタル技術を農業農村地域に適用し、従来の農村社会や農民組織・アグリビジネスの仕組みを変革する絶好の時期といえる。

この講演では、農業農村工学(旧農業土木)分野でインターネットを早くから使っていた私が、大学や学会の情報発信のシステム、フィールドモニタリング、WEB シミュレーションなどの開発・研究を振り返りながら、農業農村地域における DX について述べる。

2. インターネットと WEB システム

(1) インターネットとの出会い

私のネット人生は 1980 年代後半の 1,200bps モデムのパソコン通信から始まった。1991 年にアメリカで電子メ

ールを経験し、1992 年の SINET に絡んで学部 LAN 構築に関わり、1993 年に WWW(World Wide Web)に出会った。特に、WWW の裏で動く CGI(Common Gateway Interface)は衝撃的だった。自分で検索や掲示板などの双方向 Web サービスを作れたからである。私は 1995 年の WWW 落書き版を手始めに大学や学会の雑務を軽減させるサービスをほぼ独学で手当たり次第に自作してインターネット上に公開した[2]。(表1)

私の元々の専門は土壌物理学であるため、表1には翻訳プロジェクトや土壌関連講義コレクションなどの土壌科学に関係したツールが多い。(表1:2, 3,14, 21, 22)

(2) 大学や学会の WEB システム

1995 年に農業土木学会のホームページを立ち上げ、学会の広報活動に利用しながら、1996 年の山形大会で講演要旨の登録・検索システム[3]を公開した。これが現在も稼働している農業農村工学会全国大会の講演要旨検索システム[4]である。これにより学会員のみならず非会員も農業農村工学分野の研究に簡単にアクセスできるようになった。

(3) WWW-数値計算インターフェイス

私の博士論文は「凍結に伴う土壌中の水分・熱・溶質の移動」に関する研究[5]である。実験室で土を凍らせ土壌水分・熱・塩分の移動量を計測し、その移動現象を説明する物理モデルをつくりコンピュータシミュレーションで再現した。1996 年にインターネット上にクライアントサーバ方式の仮想計算機空間を構築[6]し、ユーザがパラメータを入力するだけで土の凍結シミュレーションの計算結果を得られる「WWW-数値計算インターフェイス」を世界で初めてイ

表1 インターネットを応用した作品および研究

項目	公開日	内容
1 WWW落書き板	1995.12.1	開かれた大学を目指してホームページ掲示板を試験設置
2 翻訳プロジェクト	1996.2.23	全国の土壌研究者による英語新刊本のリアルタイム翻訳
3 WWW-数値計算インターフェイスの開発 (凍結に伴う土壌中の水分・熱・溶質の移動)	1996.3.1	インターネット上で計算結果を得る仕組み
4 Who's Who?	1996.3.14	開かれた大学を目指して学部内の教官検索システムを設置
5 学会講演投稿・検索	1996.4.4	学会業務の合理化を目指した学会講演要旨の自動登録と検索
6 意向投票	1996.5.12	学生の意識を把握するためのアンケート回収・表示システム
7 自動ML作成ページ	1996.7.16	ホームページ上でMLを自動作成するシステム
8 村づくり情報ネットの展望と課題	1996.8.27	地域格差を埋めるためのインターネット利用の提案
9 みんなの家にパソコンが(朝日新聞記事)	1996.9.12	上記に関する紹介記事
10 J A V A凍上	1996.7.10	動画を使って実験結果をリアルに表現
11 インターネット簡易グラフ用紙	1996.7.18	X-Y関係をWEBで簡単にプロット表示
12 インターネット投票箱	1996.10.10	意向調査の自動回収&表示システム
13 インターネットユーザ養成ギブス	1996.12.19	情報リテラシー教育ツールの開発
14 土壌関連講義コレクション	1997.1.21	世界の講義をコレクション
15 学会講演登録検索システム	1997.4.2	学会開催の仕事もこれで軽減化
16 データベース更新システム	1997.4.10	データベースをWEB上で修正するシステム
17 環境保全型サイバー首都移転構想	1997.4.20	インターネットを使えば首都機能の移転も可能か?
18 研究会開催登録システム	1997.9.9	セミナー幹事もこれで助かる
19 学会誌Web討論システム	1997.11.20	学会誌を読んだ後も議論が続く
20 三重大学紀要サーチエンジン	1997.12.4	いまやあたり前のWEB文献検索サービス
21 土を考え「ネット学会」(朝日新聞記事)	1998.7.6	日本初のCyber土壌学会(SSSI)
22 浸潤モデル	1999.1.22	土壌物理実験もインターネットで体験

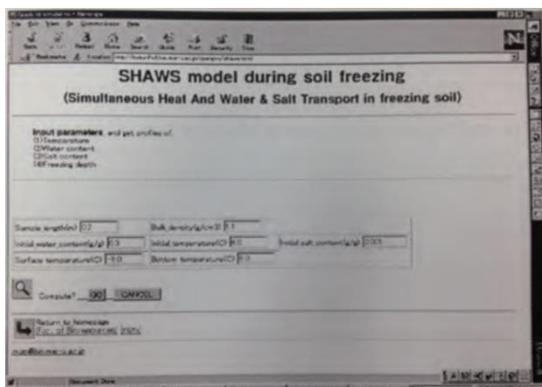


図1 Webシステムを利用した土の凍結過程の熱・水分・溶質移動計算のパラメータ入力画面



図2 イネの栽培可能性シミュレータ

インターネット上に公開した[7]。これは土壌物理分野におけるWEBシステム第1号となった。

当時は単純にモデルをインターネット上に集めれば、いずれは専門分野外の研究者がシミュレーションを実行し総合的な現象を確かめる新しいツールになるだろうと思っていたが、公開して直ぐにシベリアの水循環観測研究をしている他分野の研究者の目に留まり、それがきっかけで連携研究が始まり、15年後には文科省が提唱するデータ統合・解析システム(DIAS)を構築する際に、地球観測データの農業利用として「イネの栽培可能性シミュレータ」の開発[8]にも繋がった。(図2)

今では、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ことを目標とする Society5.0 [9]が唱えられるようになっているが、表1をインターネットに公開した頃は、「あいつは論文も書かず遊んでばかりいる」との批判もあった[10]。今から振り返ると結局は遊び的要素にこそオリジナリティが潜在していたのだと懐かしく思える。

3. フィールド研究におけるDX

(1) 地球環境研究とフィールドDX

私は自分の凍土研究に関して、現実のフィールドを持つ

ていない弱点や異分野の研究者との議論の必要性を感じていたので、1997年にシベリアでの気象水文の観測に加わった[11]。地球温暖化のセンサーとして広大なシベリアの永久凍土は新鮮で、面白い現象の宝庫だった。しかし実際に現地に行ってまず感じたのは、フィールドの不均一性の問題だった。実験室では理想的な実験条件を予め設定し、そこで生じる現象を記述し、その現象を説明するモデルを作ることができる。しかし現実のフィールドでは、異なる植生の凸凹な地表面をどのように表現すべきか、場所によって組成の異なる土をどう近似すべきか、このとき自分がやってきた土壌物理がコップの世界であったことに気がついた。事象を細分化し、その系での現象を解明し、それを再統合することで全体の現象を解明できたとする還元主義的な土壌物理が見落としていた問題だった。

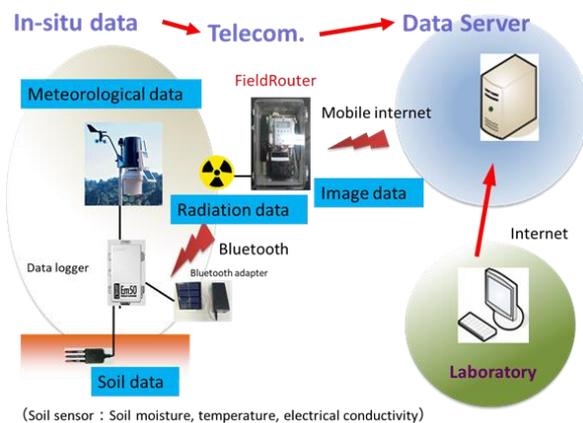


図3 フィールドモニタリングシステム(FMS)

(2) フィールドモニタリングシステム (FMS)

シベリアでは広大なツンドラに日本から苦勞して運んだ観測機器を設置した[11]。しかし、一年後にそのデータを回収に行くとデータロガーが3日間のデータだけを記録して362日間停止していた。私は愕然とした。この時に初めてフィールドからデータを取ることに難しさを実感した。せめて1週間に一回で良いから日本からデータをチェックできる技術があれば世界中のフィールド科学研究の役に立つに違いない。この失敗がフィールドモニタリングシステム(FMS)[12]を作ろうと思った動機になった。そして、センシング技術とフィールドの科学、そしてインターネットを統合した土壌情報科学を始めることになった。

近年、農業農村の現場で使えるような土壌水分や水位などのセンサーが開発されている。従来のフィールド研究ではこれらのセンサーをデータロガーと組み合わせて現地に設置し、データ回収と機器メンテナンスのために定期的に現地に赴く必要があった。そこで私は電源も通信設備がない農地で小型の太陽光パネルと携帯電話SIMを組み合わせてインターネット経由で現地画像を含む複数のデータロガーからデータを自動取得するシステム[12]を開発し、それを水田の水管理[13, 14]や原発事故農地の放射線モニタリング[15]、海外の農作物栽培現場モニタリング[16]

に使えるようにした。FMSは多くのフィールド科学者に重宝されるようになった。今では、低コスト化した複数のWiFiカメラとセンサーのデータが世界中の農地からFMS経由で取り出せるようになった。

4. 今後の展望

(1) 農業農村の通信インフラ整備

日本の農業の特徴は弥生時代から続く水田稲作である。1970年代から減反政策により生産調整が図られていたが、品種改良、水管理、土地改良など、日本の稲作技術は先人たちの知恵の宝庫であり、工夫次第で国際競争力も高いといえる。そのため、田植後の水管理作業を軽減するためにICTを利用して遠隔で給水栓を操作するスマート農業技術が開発されているが、現状では既存の携帯用電波が届く範囲でしか使えない。また、圃場の耕作や代かき用の無人自動走行トラクタや田植機、イネの生育モニタリング用のドローン等も開発されている。こうした新しい農業ロボットが、農村地域の高度通信網に繋がると更なる威力を発揮するが、残念ながら現状では農村地域の通信インフラ整備が追い付いていない。[17]

総務省は2023年までに次世代の通信規格5G(第5世代移動通信システム:2時間の動画を3秒でダウンロードできる)の基地局を日本全国10キロメートル四方で整備する計画を打ち出している。また文部科学省はGIGAスクール構想を掲げ25年までに高速ネットワーク環境を整備し、義務教育を受ける児童生徒に1人1台の学習者用PCを使えるようにするという。農林水産省もまた25年までに農業の担い手全員に農業用データを使えるようにするスマート農業加速化プロジェクトを進めている。計画上はこの数年間で日本国内のインターネット環境が劇的に変化することになる。[18]しかし、各省が縦割りで施策を進める一方で、末端までのラストワンマイルを誰が整備するのが明確になっていない。

そこで農業農村工学の出番となる。農業農村地域の水と土のインフラ整備に加えて通信インフラ整備にも乗り出すべきである。山に作ったダムから水田の末端まで農業用水を運ぶ水路網を利用して光ファイバーを敷設すれば山奥から平野部までの広域インターネット環境を低コストで簡単に作れる。これにより今まで不便だった中山間地での通信環境が飛躍的に向上し、多様な価値観を持つ人々を地方に呼び込む基盤ができるはずである。[18]

幸いなことに、農林水産省が2021年度に新たに情報通信環境整備を加えることを決定した。ようやく農業農村地域のDXが始まったといえる。

(2) 中山間地域の通信インフラ

日本の農業農村地域には中山間地域が多い。中山間に点在する集落は常に災害や鳥獣害などに悩まされている。中山間地域の通信インフラ整備は見通しの良い平地

のみならず山林も含めて広域的な通信インフラ整備を考える必要がある。

そこで私は現在、ラストワンマイルの通信インフラ整備の方法を探るために福島県飯舘村で LoRa 通信方式による山林内からの IoT センサデータの転送実験を実施している。いまのところ、基地局や中継器を適切に配置すれば広域をカバーできることがわかってきている。[19]

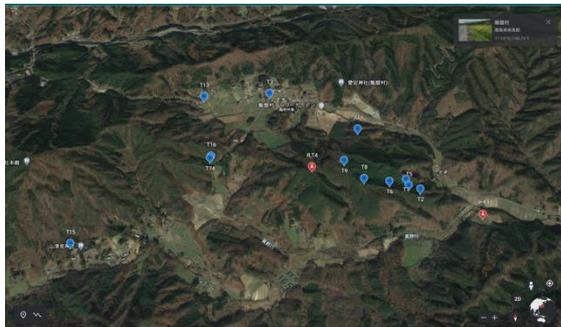


図 4 LoRa 通信機と基地局の配置(Google Earth)
親機 (赤色 : 右)、中継器 (赤色 : 中央)、子機 (青色)

5. おわりにー農業農村地域におけるDX

私は大学では土壌物理学を専門としていたが、栃木の農家出身ということもあり、いつも農村の生活環境には関心を持っていた。表1には、「(8)村づくり情報ネットの展望と課題」がある[20]が、これは 1996 年の農業土木学会農村計画研究部会現地研修会で地域格差を埋めるためのインターネット利用について提案した資料である。また、「(17)環境保全型サイバー首都移転構想」は、首都「機能」だけでなく当時のインターネット技術でも上手く利用することによって作れる、という提案である。いま改めてこれらの資料を見直してみると、データやデジタル技術を駆使すれば農業農村地域が変わりますよ、と当時から主張していたに過ぎない。そういう意味では、私は最初から農業農村地域におけるDXを目指していたのかもしれない。

謝辞

今回の受賞に際し、格別のご配慮を賜りました農業農村工学会関係の皆様方に厚く感謝の意を表します。また、やんちゃだった学生時代の私に農業農村工学研究の道を進むきっかけを与えてくださった故白井清恒先生・故中野政詩先生、故岩田進午先生に感謝します。さらには研究室の先輩・後輩諸氏、世界中のオタク仲間、他分野の共同研究者、そして共に新しいことにチャレンジして楽しく遊んでくれた元学生たちに心から感謝します。

引用文献

1)例えば、DX(デジタルトランスフォーメーション)とは？、
https://monstar-lab.com/dx/about/digital_transformation/(2022年

4月22日アクセス)

- 2)溝口勝：インターネット応用作品集，<http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/~mizo/inetworks.html> (2022年4月22日アクセス)
- 3)溝口勝：WWWを利用した学会講演要旨の自動登録・検索システムの試作，農業土木学会誌，65(10)，1025-1027(1997)
- 4)溝口勝：農業農村工学講演要旨検索システム，<http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/annuals.html> (2022年4月22日アクセス)
- 5)溝口勝：土の凍結に伴う水分・熱・溶質の移動現象に関する研究，東京大学博士論文(1990)，<http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/MizoDoctorThesis.pdf> (2022年4月22日アクセス)
- 6)M Mizoguchi and K. Noborio: Cyber Soil Center for Predicting Soil Water and Nutrients Movements in Agricultural Fields, the XIV Memorial CIGR World Congress, 1755-1758(2000)
- 7)Masaru Mizoguchi: Development of internet tools for calculation and prediction of soil hydraulic properties, Characterization and Measurement of the Hydraulic Properties of Unsaturated Porous Media, University of California Riverside, 341-347(1999)
- 8)田中慶，木浦卓治，杉村昌彦，二宮正士，溝口勝：SIMRIW を利用した水稲栽培可能性予測支援ツール，農業情報研究，20，1-12(2011)
- 9)内閣府：Society5.0，https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/ (2022年4月22日アクセス)
- 10)溝口勝：ネットワーク整備に入れ込む理由(わけ)，農業土木学会誌，vol.67(7)，pp.62-63(1996)
- 11)溝口勝：私の土壌物理履歴書，土壌の物理性，130，35-37(2015)
- 12)溝口勝・伊藤哲：農業・農村を変えるフィールドモニタリング技術，水土の知，83(2)，3-6，(2015)
- 13)飯田俊彰・木村匡臣・溝口勝・竹下義晃・樋口克宏：水稲作向けの ICT を利用した農業水利情報サービスの提供，水土の知，83(4)，23-26(2015)
- 14)Virgilio Julius P.,Manzano, Masaru Mizoguchi, Shoichi Mitsuishi, Tetso Ito : IT field monitoring in a Japanese system of rice intensification (J-SRI), Paddy and Water Environment, 9, 249-255(2011)
- 15)溝口勝：土壌除染と放射線モニタリング，計測と制御，52(8)，730-735(2013)
- 16)H. Kiyoshi, A. Shrestha, R. Chinnachodteeranun, M. Mizoguchi, H. Shimamura and T. Kameoka : Spinach field monitoring for bridging Thai producer and Japanese consumer under sensor Asia, SICE Annual Conference, IEEE, 2582-2585(2008)
- 17)溝口勝：情報基盤整備、地方が主役，下野新聞 (2020.5.31)
- 18)溝口勝：スマート農業の死角，日本農業新聞：現場からの農村学教室 (2020.3.1)
- 19)リコ・アハマド・マウラナ，杉野弘明，溝口勝：LoRa 通信方式による山林内からの IoT センサデータの取得実験，農業農村工学会講演要旨(2022年8月発表予定)
- 20)溝口勝：村づくり情報ネットの展望と課題，農村計画，43，27-31(1996)