

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成24年度研究開発実施報告書

研究開発プログラム「問題解決型サービス科学研究開発
プログラム」

研究開発プロジェクト「農業水利サービスの定量的評価
と需要主導型提供手法の開発」

飯田俊彰
(東京大学大学院農学生命科学研究科、准教授)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の要約	2
①研究開発目標	2
②実施項目・内容	2
③主な結果	3
3. 研究開発実施の具体的内容	4
(1) 研究開発目標	4
(2) 実施方法・実施内容	5
(3) 研究開発結果・成果	10
・観測グループ	10
・解析グループ	12
・社会・経済グループ	13
・インターフェイス開発グループ	15
(4) 会議等の活動	17
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	20
5. 研究開発実施体制	21
(1) 研究代表者の率いるグループ	21
(2) 観測グループ	21
(3) 解析グループ	21
(4) 社会・経済グループ	21
(5) インターフェイス開発グループ	21
6. 研究開発実施者	22
(1) 研究代表者の率いるグループ	22
(2) 観測グループ	22
(3) 解析グループ	22
(4) 社会・経済グループ	23
(5) インターフェイス開発グループ	23
7. 研究開発成果の発表・発信状況, アウトリーチ活動など	24
7-1. ワークショップ等	24
7-2. 社会に向けた情報発信状況, アウトリーチ活動など	24
7-3. 論文発表	25
7-4. 口頭発表	25

1. 研究開発プロジェクト名

農業水利サービスの定量的評価と需要主導型提供手法の開発

2. 研究開発実施の要約

①研究開発目標

本プロジェクトでは、現在の農業水利システムが伝統的な上流有利型で供給主導型のシステムであり、サービス被提供者の立場に立った需要主導型のシステムになっていないばかりか、サービスの量の定量的な評価も行われておらず、農業水利サービスが効率的に提供されていない点に問題を設定する。農村地域に居住する農民、市民に対して適切な農業水利サービスが提供され、サービス被提供者が農業水利システムから正当な価値を享受できる状態が、究極的な望ましい状態とする。

しかし、これらのイメージが現実となるためには相応の予算措置が必要であり、多くの地区で事業として採択されるためには国家予算レベルでの財政的動きが必要であろう。そこで、本プロジェクトでは、科学的な実測および解析結果に基づいた建設的な政策提案を行うことをひとつの達成目標とする。また、上記のイメージを末端の個々の農民や市民のレベルで実装するために、農業水利サービスに関する情報を手軽に発信あるいは受信できるアプリケーションとインターフェイスの開発を、もうひとつの達成目標とする。

本プロジェクトは、観測グループ、解析グループ、社会・経済グループ、インターフェイス開発グループの4グループからなる体制で実施される。観測グループは、農業用水の水量、水質についての現地観測、現地調査、モニタリングを行う。解析グループは、観測グループから実測データの提供を受け、農村地域での農業用水および溶存物質の動態の物理化学的モデル解析を行う。農業水利サービスの実態の定量的把握が、観測グループおよび解析グループの目的である。社会・経済グループは、観測グループおよび解析グループから情報を得、農業水利サービスの社会的、経済的価値の定量的評価手法と評価結果の提示を行うことを目的とする。インターフェイス開発グループは、解析グループ、社会・経済グループが得た知見を踏まえ、IT技術を利用して、農業水利サービスの効率的な提供を行えるインターフェイスやアプリケーションを開発することを目的とする。さらに、農業水利サービスの価値が最大化できるような農業水利システムの設計・管理手法について、プロジェクトからの政策提言を行う。

②実施項目・内容

観測グループ

- ・本プロジェクトで対象としている愛知用水土地改良区と印旛沼土地改良区の農業水利の現況把握、観測対象とする末端水田圃場の選定
- ・観測対象圃場での、農業用水の動態、農家の水管理労力、栽培管理労力、その他の投入（ポンプの電気代、人件費）の実態の詳細観測
- ・観測対象圃場での、水田からの排水の水質調査
- ・幹線水路から支線水路への分水状況のデータ収集

解析グループ

- ・愛知用水土地改良区と印旛沼土地改良区のそれぞれの管内での、モデル解析に最適な対象地区の選定
- ・愛知用水における、幹線水路から支線水路へのサービスを解析するための、チェックゲ

ートを備えた幹線水路の1次元非定常水理モデルの作成と、モデルを用いた解析

・印旛沼土地改良区管内の鹿島川中流部にける、適時適切な水質の用水供給サービスを念頭にした、水質水文解析

社会・経済グループ

・愛知用水土地改良区と印旛沼土地改良区における、土地改良区職員に対する聞き取り調査による、機能面と費用面での農業水利サービス構成の確認

・愛知用水土地改良区管内の対象地区での、営農面積に対する利潤の変化（利潤関数）の検討と限界利潤の分析

・収穫物の価格が最も高い時期に収穫できるようにする機能を取り上げ、水利費を時期によって変化させた場合の仮想シミュレーション

・愛知用水土地改良区における、水資源管理の現状と灌漑費用の構成の変遷の調査

・モンスーンアジア地域で今後望まれるであろう農業水利サービスのニーズを検討するための、農水管理組織の組合員に対するアンケート調査（インドネシア中部ジャワ州ソロ近郊（ジャワ島）、ヌサ・テンガラ州（ロンボク島））

インターフェイス開発グループ

・愛知用水土地改良区と印旛沼土地改良区における、農業水利サービスの理想的な提供手段や、どのような農業水利サービスを期待するかについての聞き取り調査

・農業水利情報をリアルタイムで授受するインターフェイスとして、お問い合わせシステム、画像投稿システム、の2つのツールのプロトタイプの開発

・愛知用水土地改良区管内の対象地区の水田へのモニタリングシステムの設置と農業用スマートセンサの開発

・農業水利サービス被提供者の価値創出を支援するツールとしての、コメの収量予測サービスのプロトタイプの開発

③主な結果

・愛知用水の末端水路掛りの水田から2区画の対象圃場を選定し、末端レベル（ミクروسケール）での水田水管理操作の詳細観測を行った。その結果、農家は、水管理労力の削減に主たる関心があり、労力資源の投入が水資源の投入で置き換えられている状況が把握された。水田面積当たりで課金されている水利費、揚水機場の電気代の負担分と、水管理労力の経済的評価との関連の詳細分析により、農業水利サービスの価値を評価できる可能性が示唆された。

・印旛沼土地改良区管内の鹿島工区および鹿島川上流部に観測対象地区を設定し、水田排水の量と水質に関して、現地観測とモデル解析を行った。鹿島工区における観測結果を用いて、止水管理（水田からの表面排水を行わない水管理）を行ったと仮定した場合の窒素排出負荷量の変動をシミュレートした結果、灌漑期を通して止水管理を行うと窒素排出負荷量を60%削減できるとともに灌漑水量を60%節減できることが示された。鹿島川上流部での観測結果からは、適時適切な水質の灌漑水提供サービスの可能性が示された。

・愛知用水幹線の農業用水専用区間の配水シミュレーションを行うプログラムを作成した。モデルを用いて、上下流水位自動制御ゲートを導入した場合の、支線へのサービスの向上を評価することを試みた。様々なシナリオ下でのシミュレーションにより、上下流水位自動制御ゲートの場合の方が、従来のゲートの場合よりも、下流端への用水の到達時間が短縮されることが確認された。

・愛知用水土地改良区と印旛沼土地改良区における聞き取り調査により、農業水利システムの持つ主なサービス機能を抽出した結果、内部経済として、（１）収穫物の価格が最も高い時期に収穫できるようにする機能、（２）収量と品質を向上させる機能、（３）水管理労力を低減させる機能、（４）搬送に伴う無効放流を低減させる機能、などが挙げられ、外部経済として、渇水緩和機能、景観保全機能、水質保全機能、洪水被害緩和機能などが把握された。

・愛知用水の池田工区内の代表的農家（総耕作面積は1,660aで工区全体の66.4%）への個別聞き取り調査の結果から、営農面積に対する利潤の変化（利潤関数）を求め、水利費の変動による経済的効果を検討した。水利費による経済的誘導が効果を持ち得ることが示されたが、水利費の追加的課金には工夫が必要であることが確認された。

・田植え時の水利費を時期によって変化させた場合の仮想シミュレーションを行った結果、水利費変動施策を導入した場合に、収益、合計額共にデフォルトを上回るケースがあることや、どの区画の収益も減少させることなく、いくつかの区画の収益を増加させることが可能であることが明らかとなった。

・愛知用水土地改良区で行った聞き取り調査で出た要望を受け、「お問い合わせシステム」、「画像投稿システム」の開発を行った。

・リアルタイムで圃場の情報を収集してインターネット上に配信するモニタリングシステムの開発を行い、愛知用水半田支線八助谷分線掛りの水田に試験的に設置した。さらに、比較的安価に抑えられる農業用スマートセンサの開発を行った。

・農業水利サービスの被提供者である農家にとって、主な生産物であるコメの収量の多寡は最大の関心事である。そこで、被提供者の価値創出を支援するツールのひとつの候補として、コメ収量予測サービスの開発に取り組んだ。

3. 研究開発実施の具体的内容

（１）研究開発目標

本プロジェクトでは、農業水利に由来する人間のための価値創造を目的とした機能の発現を「農業水利サービス」と定義する。サービスの被提供者（受益者）は農民および農村地域に居住する市民であり、サービスの提供者は農業水利システムをデザインする国、水資源機構、地方自治体とそれを管理する土地改良区である。

本プロジェクトでは、現在の農業水利システムが伝統的な上流有利型で供給主導型の用水供給システムであり、サービス被提供者の立場に立った需要主導型のシステムになっていないばかりか、サービスの量の定量的な評価も行われておらず、農業水利サービスが効率的に提供されていない点に問題を設定する。たとえば、発展途上国では、灌漑水量の不安定さのため、計画時に想定した灌漑面積と実際の灌漑面積とが大きく乖離している地区は珍しくない。わが国でも、渇水時に所定の水量が末端圃場へ届かなかつたり、水温や水質が不適切であったりする事例は多い。農業水利施設が危険個所となっていたり、騒音・振動、悪臭、景観劣化などを起こしていたりする場合もある。これらの問題はすべて、農業水利サービスが効率的に提供されていないために起こっている問題であると考えられる。ひいては、農業水利施設の建設や維持・管理のための公共投資が有効に生かされない状況に陥っていると想定され、このような状況はサービス被提供者である農民、市民だけでなく、一般国民に対しても弊害を及ぼす。

本プロジェクトでは、農村地域に居住する農民、市民に対して適切な農業水利サービス

が提供され、サービス被提供者が農業水利システムから正当な価値を享受できる状態が、究極的な望ましい状態とする。それにより、農民や市民による農業水利施設の参加型維持管理へのモチベーションも高まると思われる。また、農業水利サービスの定量的な評価は、適正な水価の設定を可能とし、量水制を基本とした正当な水利費の設定が可能となるであろう。ひいては、農業水利施設の建設や維持・管理のための公共投資が有効に生かされると考えられる。

しかし、これらのイメージが現実となるためには相応の予算措置が必要であり、多くの地区で事業として採択されるためには国家予算レベルでの大きな財政的動きが必要であろう。そこで、本プロジェクトでは、国営事業の創出を目指して、研究開発期間終了時に科学的な実測および解析結果に基づいた建設的な政策提案を行うことを、ひとつの達成目標とする。政策提案の提示先として国の行政担当者の関与が必須であるが、農林水産省農村振興局水資源課農業用水対策室から、研究を実施するに当たっての「意見照会先」となる了解を得ている。

また、上記のイメージを末端の個々の農民や市民のレベルで実装するために、本プロジェクトでは、農民や市民が手軽に農業水利サービスに関する情報を発信あるいは受信できるようなアプリケーションとインターフェイスの開発を行うことを、もうひとつの達成目標とする。インターフェイスの開発により、受益者からの多様なニーズのより詳細な把握が可能になり、多様な配水パターンや予約注文体系の設定が可能となるだろう。さらに、より多様な形態のサービスの創出が可能になると思われ、農業水利分野での新たなサービス産業の創出も期待される。研究開発期間中に、開発されたインターフェイスを対象地域でのシンポジウム等で公開して試験的に実装し、利用者からのフィードバックによりバージョンアップを図る。研究開発期間終了時には、実用的なインターフェイスの提供ができることを目標とする。

本プロジェクトは、観測グループ、解析グループ、社会・経済グループ、インターフェイス開発グループの4グループからなる体制で実施される。観測グループは、農業用水の水量、水質についての現地観測、現地調査、モニタリングを行う。解析グループは、観測グループから実測データの提供を受け、農村地域での農業用水および溶存物質の動態の物理化学的モデル解析を行う。農業水利サービスの実態の定量的把握が、観測グループおよび解析グループの具体的な目的である。社会・経済グループは、観測グループおよび解析グループから情報を得、農業水利サービスの価値評価を行う。農業水利サービスの社会的、経済的価値の定量的評価手法の提示と、評価結果の提示が、社会・経済グループの具体的な目的である。インターフェイス開発グループは、解析グループ、社会・経済グループが得た知見を踏まえて、農民や市民へ農業水利サービスを提供するインターフェイスの開発を行う。IT技術を利用して、農業水利サービスの効率的な提供を行えるインターフェイスやアプリケーションを開発することが、先に述べた通り、達成目標となる。さらに、解析グループ、社会・経済グループが得た知見およびインターフェイス開発の成果品を用いて、農業水利サービスの価値が最大化できるような農業水利システム的设计・管理手法について政策提言を行うことが、先に述べた通り、本プロジェクトの達成目標である。

(2) 実施方法・実施内容

以下、4つのグループごとに、H24年度の研究開発実施方法・実施内容を述べる。

観測グループ

【前年度（H23年度）までの進捗状況】

本プロジェクトで対象としている愛知用土地改良区と印旛沼土地改良区において、それぞれの管内受益地全体の土地利用や水路網の概要を把握した。いずれの土地改良区も広大な受益面積を持つため、その管内から、本プロジェクトの遂行に最適な対象地区（農業水利ユニット）の選定を行った。選定作業は、面積、土地利用の均一性（工場・宅地、森林等が無い）、水路網の接続状況、測定機器の設置し易さ、対象農家の研究プロジェクトに対する積極性、等を勘案し、土地改良区職員と議論しながら行った。

選定された対象地区において、土地改良区職員及び代表的な農家へのインタビューにより、水管理の問題点や、水温・水質についての現状を把握した。また、対象地区の農業水利システムについての詳細な情報収集を行った。さらに、農業水利サービスの実態把握と他グループの研究開発のために有効と考えられる実測データの観測体制の整備を行った。

両対象地区の直近の気象観測点を選定し、測定項目や測定頻度を把握した。

【今年度（H24年度）の進捗状況】

・選定された対象地区（愛知用土地改良区管内、印旛沼土地改良区管内）での、単一区画の水田と末端給水栓の分布状況や詳細な水路系統について、土地改良区で保有するデータを入手し、整理した。愛知用土地改良区管内の対象地区については、水路網のGIS化を行い、これはインターフェイス開発グループによる「お問い合わせシステム」に用いられた。

・愛知用土地改良区管内の対象地区において、H24年灌漑期開始前から、対象地区へ供給される農業用水量と、代表的な末端水田2カ所での水利用量のモニタリングを行った。

・愛知用土地改良区管内の対象地区において、代表的な末端水田2カ所での、監視カメラによる定期的な自動撮影により、水田の湛水状況とイネの生育状況のモニタリングを行った。また、耕作者の協力を得て、水管理操作（給水栓操作の時刻と開度）と水稻の栽培管理状況を記録した。さらに、耕作者の水管理労力の機会費用の概算を行った。

・印旛沼土地改良区管内の対象地区において、適時適切な水質の用水の供給などの水質面での農業水利サービスの可能性について検討するため、水田からの排水の水質の観測を行った。

・愛知用土地改良区管内の対象地区において、日射量、気温、降水量、風速について、対象地区の直近の気象観測点でのデータを入手した。これらのデータからペンマン法により、圃場蒸発散量を推定した。

・開水路系が採用されている追加の対象地として、末端まで開水路系が採用されている石川県の手取川七ヶ用水を選定した。手取川七ヶ用水土地改良区とコンタクトを取り、水路網等の基礎データを収集した。

・愛知用水幹線水路（開水路）で無効放流削減と需要主導型配水を志向して採用されている上下流水位自動制御ゲートについては、（独）水資源機構愛知用水総合管理所より、水路の勾配、通水断面、各種水利施設の位置と諸元についての情報を得た。また、同管理所で、ゲートの上下流水位が毎分1cm単位で、幹線水路の各地点での流量と主な支線への分水量が1時間単位で記録されていることを確認した。これらのデータは、解析グループでのモデル解析に用いられた。

解析グループ

【前年度（H23年度）までの進捗状況】

愛知用土地改良区と印旛沼土地改良区のそれぞれの管内で、モデル解析に最適な対象地区を、観測グループおよび土地改良区職員と議論しながら選定した。

愛知用水では、上位区間である幹線の開水路系での水管理を需要主導型で行うことが課題として抽出されたため、幹線区間で開水路の非定常水理解析を行う対象地区を選定した。

また、両土地改良区管内で、末端圃場で管水路系による灌漑が行われている対象地区をそれぞれ1地区ずつ選定し、管水路の非定常水理解析を行う対象地区とした。

さらに、両土地改良区職員と代表的な農家への聞き取り調査、文献調査等により、農業水利サービスとしての水温・水質情報に対するニーズ調査を行った。調査結果を踏まえて、水質水文モデルの対象地区として印旛沼へ流入する鹿島川の中流部を選定した。

選定された対象地区に対する、それぞれのモデル構造の検討を行ない、一部のモデルでは、他地区でのダミーデータを用いてテストランを行った。

【今年度（H24年度）の進捗状況】

・観測グループによる愛知用水半田支線八助谷分線での管水路流量の連続観測の結果、管水路が満流になっておらず開水路状態で流れている状況が頻繁に起こっていることが把握された。したがって、管水路系における水量、水圧をシミュレートする非定常水理モデルを構築する意義が低下したため、これを行わない方針とした。

・愛知用水幹線水路（開水路）で、無効放流削減と需要主導型配水を志向して採用されている、上下流水位自動制御ゲートの自動開閉状況をシミュレートするモデルのプロトタイプを作成した。流量を変化させた場合のゲートの自動開閉状況の仮想シミュレーションを行い、上下流水位自動制御ゲートの開閉状況がモデルにより良好に再現されていることを確認した。

・愛知用水幹線水路を対象として、チェックゲートを備えた幹線水路の1次元非定常水理モデルのプロトタイプを作成し、解析を行った。幹線から支線へのレベル（メソスケール）での配水サービスの評価指標の一つとして用水変動の到達時間を見たところ、上下流水位自動制御ゲートを導入した場合には、上流水位自動制御ゲートの場合に比して、支線へのサービスが向上していることが示された。

・印旛沼土地改良区管内の鹿島川中流部において、米の品質向上に向けた適時適切な水質の用水供給サービスを念頭に、水田からの排水水質のモニタリングを行い、低濃度排水の賦存状況について水質水文解析を行った。窒素、リン汚濁の進んだ用水が水田により浄化されている状況が把握され、低濃度排水の供給サービスの可能性が確認された。

社会・経済グループ

【前年度（H23年度）までの進捗状況】

農業水利サービスの価値の評価手法について、既往の関連研究をレビューし、評価手法を分類整理した。それぞれの手法について、既往の文献を収集した。レビューと並行して、需要主導型の立場から農業水利サービスの価値を評価するための、客観的な指標についての検討を行った。

現場においては、愛知用土地改良区と印旛沼土地改良区の土地改良区職員に対する聞き取り調査により、農民および市民の期待するサービスのニーズ調査を行った。両土地改良区管内で対象地区を選定し、それぞれの対象地区内の代表的な農家に対して、農業水利サービスに関連した便益についての第1次の聞き取り調査を行った。

日本と同じ水田稲作文化を持つモンスーンアジア地域へサービス科学の知見を適用する可能性を探るため、インドネシアのバリ島における農業水利の状況の現地視察および文献による検討を行った。

【今年度（H24年度）の進捗状況】

- ・愛知用土地改良区と印旛沼土地改良区において、土地改良区職員に対する聞き取り調査を行い、機能面と費用面での農業水利サービス構成の確認を行なった。愛知用水における農業水利サービスの構成を、内部経済と外部経済に分類して機能面から整理した。
- ・水利費の変動による経済的効果を示すためのひとつの試行として、営農面積に対する利潤の変化（利潤関数）について検討した。愛知用土地改良区管内の池田工区を対象とし、耕作者に対する個別聞き取り調査によって農業経営面での現状を把握することで利潤関数を導出し、限界利潤を分析した。
- ・農業水利サービス構成のうち、収穫物の価格が最も高い時期に収穫できるようにする機能を取り上げ、田植え期の水利費を時期によって変化させた場合の仮想シミュレーションを行って検討した。
- ・愛知用土地改良区の関連資料及び文献の分析を行い、経常賦課金、建設負担金（一期事業、二期事業）、農地転用賦課金からなる灌漑費用の構成の変遷を調査した。
- ・愛知用水において、農業水利施設の段階ごとに、サービスの提供者と被提供者が重層的な構成を成している状況を把握した。
- ・愛知用水に関する文献調査、聞き取り調査により、当地では愛知用水からの給水以外に、ため池自流、水田への降雨、水田への地下水からの補給によって水供給が行われている点が明らかとなった。特に、ため池掛りの水管理の状況が土地改良区で把握されていないため、ため池上下流の水管理者に対して聞き取り調査を行った。
- ・モンスーンアジア地域で今後望まれるであろう農業水利サービスのニーズを検討するため、インドネシアの中部ジャワ州ソロ近郊（ジャワ島）およびヌサ・テンガラ州（ロンボク島）で、農民水管理組織の組合員に対するアンケート調査を行った。

インターフェイス開発グループ

【前年度（H23年度）までの進捗状況】

愛知用土地改良区と印旛沼土地改良区において、地域や住民の属性に応じた農業水利サービスの理想的な提供手段について、土地改良区職員への聞き取り調査を行った。また、開発したインターフェイスを試行する対象地区を両土地改良区管内で選定し、それぞれの対象地区内の代表的な農家に対して、どのような農業水利サービスを期待するかについて聞き取り調査を行った。

聞き取り調査の結果を基に、インターフェイスのあり方について整理し、インターフェイス作成の基本方針を策定した。H23年度には、土地改良区の配水管理業務を支援するシステムのプロトタイプを試作した。

【今年度（H24年度）の進捗状況】

- ・農業水利情報をリアルタイムで授受するインターフェイスとして、お問い合わせシステム、画像投稿システム、の2つのツールのプロトタイプを開発した。
- ・愛知用土地改良区管内の対象地区の水田に、湛水深、降水状況、気象状況、イネ生育状況を一定時間間隔で取得してインターネット上へ配信するためのモニタリングシステムを仮設置した。また、無人航空機による広域水田モニタリングの手法に関する試験を実施

した。

- ・農家にとって、主生産物であるコメの収量の多寡は最大の関心事である。そこで農業水利サービス被提供者である農家の価値創出を支援するツールとして、コメの収量予測サービスのプロトタイプを開発した。
- ・比較的安価に抑えられる農業用スマートセンサの開発を行い、カメラによる圃場監視データを無線経由で収集するシステムを開発した。

アウトリーチ活動

【前年度（H24年度）の進捗状況】

- ・H24年灌漑期終了時に、愛知用土地改良区にて研究成果の公表と意見交換を行った。
- ・農林水産省農村振興局水資源課農業用水対策室および農林水産省関東農政局印旛沼二期農業水利事業所とのコンタクトを持ったが、実際の意見交換会は時期尚早と判断された。

項目	平成23年度 (6ヶ月)	平成24年度	平成25年度	平成26年度 (6ヶ月)
観測G 基礎データ取得 対象地区詳細データ取得 現地モニタリング	基礎データ 選定 詳細データ	GIS化		
解析G 水理モデル解析 水質水文モデル解析	選定 選定	テストラン	プロトタイプ プロトタイプ	
社・経G 現地ニーズ調査 便益構造の分析 便益計測	聞き取り調査		計測手法	
インターフェイスG インターフェイス開発 アプリケーション開発	聞き取り調査 聞き取り調査		試行 試行	実装 実装
アウトリーチ 設計・管理手法提言 サービス科学展開 意見交換会（農水省本省， 農水省出先機関）				○ ○
まとめ				→

(3) 研究開発結果・成果

以下、4つのグループごとに、H24年度の研究開発結果・成果を述べる。

観測グループ

(1) 末端レベル（ミクروسケール）での観測（対象地区内の水田圃場での水管理操作の詳細観測）

愛知用水の半田支線から分岐する3次水路である八助谷分線掛りの水田から、2区画の対象圃場を選定し、上流側の区画をPlot1、下流側の区画をPlot2とした。図1に対象圃場および水路系の模式図を示す。表1に対象圃場の耕作者の属性を示す。

愛知用水幹線から半田支線へは半田揚水機場でポンプアップされるが、半田揚水機場の運転時間は日中の8:00～17:00であり、特別に措置される夜間通水時を除いて、夜間には半田支線には通水されない。

2つの対象圃場において、給水栓からの灌漑水量を電磁流量計（愛知時計電機、SA075GS）によって10分間隔で測定した。落水口付近の写真をフィールドカメラ（Brinno, GardenWatchCam）によって1時間間隔（日中のみ）で自動撮影し、湛水深、湛水の色、イネの状態を写真から読み取った。給水栓操作の時刻と給水栓開度の記録を、耕作者に依頼した。また耕作者に営農記録を依頼した。気象データを近隣のアメダス観測点から、時間降水量データを愛知用土地改良区半田事務所より得た。気象データからペンマン法により、圃場蒸発散量を推定し、隣接水田からの横浸透を考慮に入れて、水田水収支を計算した。

Plot1での観測結果を図2に示す。Plot1では、5月29日に田植が行われた後、7月16日の中干し終了まで、給水が全くなかった点が特徴的であった。耕作者への聞き取り調査により、降水と上流側に隣接する区画からの横浸透水があったため、田植後中干し開始までの間の給水の必要が無かったことが把握された。すなわち、隣接区画

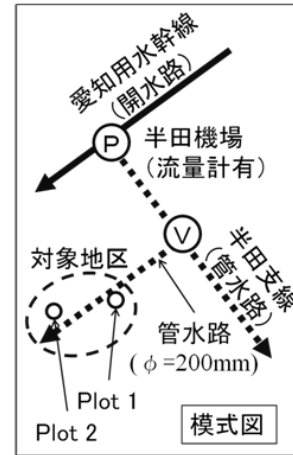


図1 対象圃場および水路系の模式図

表1 耕作者の属性

	Plot A	Plot B
経営形態	専業	兼業
営農歴	40年以上	40年以上
従事者	夫妻	夫妻
自宅と圃場間距離	2.1 km	2.4 km
その他	営農は楽しみ・健康維持のため	夫婦共働き

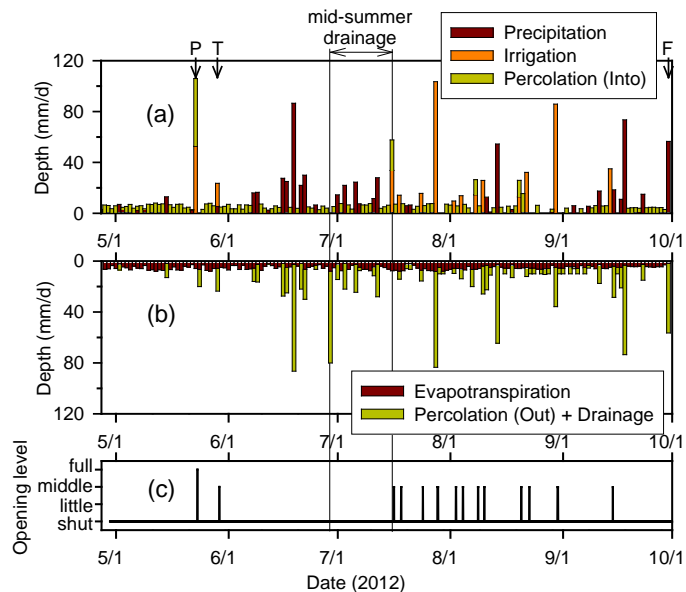


図2 Plot1における水田水収支 (a: 流入, b: 流出) および給水栓開度 (c), P: 代掻き, T: 田植え, F: 落水

からの横浸透水が、灌漑用水節減および水管理労力節減に有効に利用されていた。耕作者は耕作している区画の水管理上の特殊性を長年の経験から熟知しており、それが水資源節減および水管理労力節減の双方に有効利用されているものと考えられた。中干し後には、週に1~2回程度給水栓操作が行われ、給水栓は基本的に朝に開けられて同日の夕方閉められていた。

Plot2での観測結果を図3に示す。Plot2では、5月5日の田植直後から、断続的に給水が行われた。中干し後には、夜間に用水が来ないにも拘らず、給水栓が数日間開放される場合があったのが特徴的であった。これは、半田揚水機場の夜間の停止を利用した、水管理労力の節減の結果であると推察された。一方、この給水栓の開放に伴い、大きな灌漑水量および排水量が発生していた。給水栓操作頻度の低下が無効な排水量の増大、すなわち不必要な灌漑を招いていた。水利費が水田面積当たりで課金されているため節水のモチベーションは少なく、耕作者は水管理労力の節減にもっぱら関心があるものと考えられた。一方で、不必要な灌漑は半田揚水機場の電気代の増大に貢献するものと考えられた。

農家は、水管理労力の削減に主たる関心があり、これは不必要な灌漑を招く場合もあった。言い換えると、労力資源の投入が水資源の投入で置き換えられている状況が把握された。したがって、今後は、水田面積当たりで課金されている水利費、半田揚水機場の電気代の負担分と、水管理労力の経済的評価との関連を詳細に分析することにより、農業水利サービスの価値を評価できる可能性が示唆された。

(2) 水質面からの農業水利サービス向上（排水水質の制御と用水の水質情報サービス）

農地からの窒素やリンといった肥料成分の流出が、下流の閉鎖性水域の富栄養化の原因となる場合があることが指摘されている。一方、湛水を継続した水田では、土壌が嫌気的狀態となるため脱窒が促進され、窒素に対する浄化機能が発揮される場合もある。農村地域においても、健全な農村環境の維持に対する農民や市民の意識は高まっており、農地からの排水水質を適正に制御するとともに、水質に関する正確な情報を市民へ提供するサービスが価値を持ってきている。農地排水に対する市民の理解は、土地改良区の種々の業務の遂行にも好影響を及ぼし、農民、市民、土地改良区の間での価値共創が生まれるものと思われる。

また、近年は、高付加価値を目指して食味を重視する耕作者が増加しているが、コメの品質と灌漑水の窒素濃度との間には有意な相関があることが知られている。栄養成長期の過剰な窒素は食味を低下させるとともに、過剰な窒素供給は稲刈り前の倒伏を招くことが

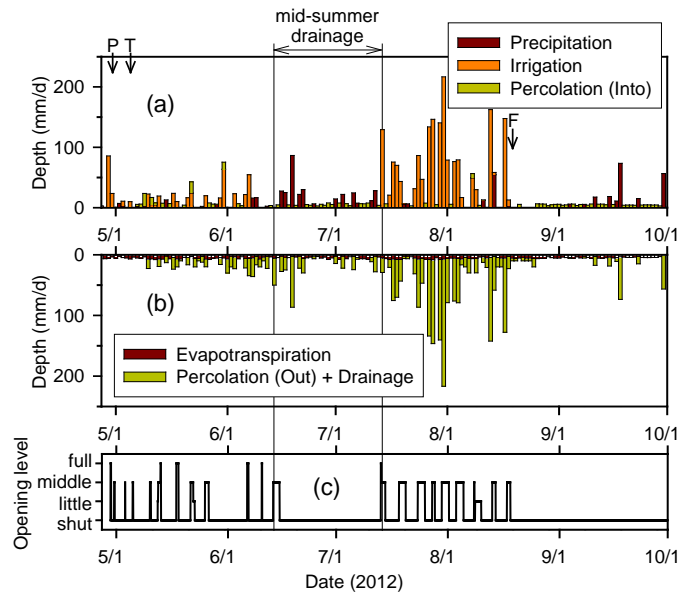


図3 Plot2における水田水収支 (a:流入, b:流出) および給水栓開度 (c). P:代掻き, T:田植え, F:落水

指摘されている。窒素はイネの重要な栄養源であり水田では慢性的に不足する元素である一方、時期によっては窒素分の少ない灌漑水を使いたいニーズが存在している。したがって、適切な濃度の灌漑水の供給サービスが求めら

れており、灌漑水（上流側からの排水）の水質情報サービスが成り立つ状況にある。このようなサービスは、米作農家へメリットをもたらすばかりでなく、土地改良区の新規収入や地域農業の活性化にもつながる。

そこで、印旛沼土地改良区管内の鹿島工区および鹿島川上流部に観測対象地区を設定し、水田からの排水量とその水質に関して、現地観測とモデル解析を行った。

鹿島工区における観測結果を用いて、止水管理（水田からの表面排水を行わない水管理）を行ったと仮定した場合の窒素排出負荷量の変動をモデルによりシミュレートした結果を、図4に示す。灌漑期を通して止水管理を行うと、窒素排出負荷量を60%削減できるとともに、灌漑水量を60%節減できることが示された。また、湛水開始後10日間のみ止水管理を行うと、窒素排出負荷量を40%削減できることがわかった。水管理による排水水質の制御や排水水質に関する正確な情報の提供が、農民や市民へサービスとして提供できる可能性が示された。

鹿島川上流部での観測結果からは、排水のTN濃度は非灌漑期と比べると灌漑期にやや低く、洪水時にも低下したことが示された。水田排水の平均TN濃度は1.3mg/Lと、同時期の河川水の平均濃度3.8mg/Lより低いことが把握され、適時適切な水質の灌漑水提供サービスの可能性が示された。

解析グループ

（1）幹線から支線へのレベル（メソスケール）の観測と解析 —技術革新による利便性向上の評価—

一般に、幹線水路から支線水路へ分水する際には、分水口敷高に対して十分な水位が幹線水路側で確保されていなければ、必要水量の分水が出来ない。そのために幹線水路にチェックゲートが設置され、幹線水路の水位をコントロールしている。チェックゲートには様々なタイプがあり、旧来の操作式ゲートから、浮力を利用した無動力自動制御ゲートへと技術革新が行われて来た。愛知用水幹線水路では、平成16年度に完了した二期事業において、支線水路への需要主導型の配水を志向して、最先端のタイプである上下流水位自動制御ゲートが導入された。このような技術革新による支線水路の利便性の向上は、メソスケールレベルでの農業水利サービスの向上を意味しており、これを客観的に評価するとともに、より効果的なサービス提供手法を模索することが重要である。

そこで、愛知用水幹線の桜鐘チェックから美浜チェックまでの農業用水専用区間（全長30.810km）を対象水路とし、上下流水位自動制御ゲートを含んだ水路全体の配水シミュレ

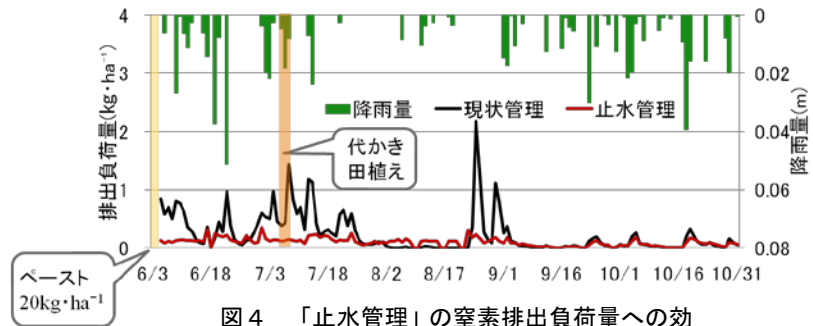


図4 「止水管理」の窒素排出負荷量への効果のシミュレーション結果

ーションを行うプログラムを作成した。このモデルを用いて、用水の到達時間、無効放流量、需要供給の変動に対する応答性等において、二期事業以前の上流水位制御ゲートの場合に比べて、どの程度支線へのサービスが向上しているかを評価することを試みた。

まず、水位が十分に高い状態から流量が次第に低下した時のモデルの挙動を追跡し、上下流水位自動制御ゲートの動作を正しく再現できたことを検証した。次に、対象水路全長を扱うシミュレーションモデルを作成し、各分木工での計画分水量を連続的に分水するシナリオ（パターン1）、1時間毎に各分木工で分水のON/OFFがランダムに切り替わるシナリオ（パターン2）について、シミュレーションを行った。

パターン1の場合の下流端での水深変動のシミュレーション結果を図5に示す。下流端では、上下流水位自動制御ゲートの場合の方が、上流水位制御ゲートの場合よりも、水深の上昇開始が早く、上流からの送水がより早く届くことが示された。すなわち、下流端への用水の到達時間が短縮されることが確認された。一方、上下流水位自動制御ゲートでは流量減少時の無効放流量が増加することが示唆されたが、この点については、さらに様々なシナリオ下でのシミュレーションが必要であると考えられた。

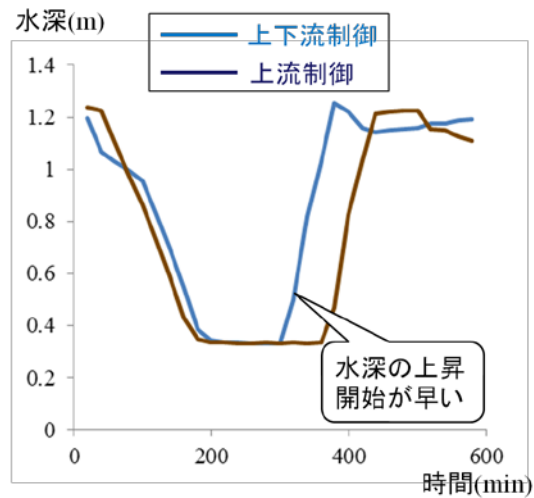


図5 下流端での水深変動のシミュレーション結果（パターン1）

（2）水質面からの農業水利サービス向上（排水水質の制御と用水の水質情報サービス）
本項については、観測結果と解析結果とをまとめて、観測グループの（2）の項で述べた。

社会・経済グループ

（1）サービス提供の場における農業水利サービスの機能分類

愛知用水土地改良区と印旛沼土地改良区において、土地改良区職員に対する聞き取り調査を行い、機能面と費用面での農業水利サービス構成の確認を行なった。農業水利システムの持つ主な機能として、内部経済として、1）収穫物の価格が最も高い時期に収穫できるようにする機能、2）収量と品質を向上させる機能、3）水管理労力を低減させる機能、4）水源から下流への搬送に伴う無効放流を低減させる機能、などが挙げられ、外部経済として、渇水緩和機能、景観保全機能、水質保全機能、洪水被害緩和機能などが把握された。

（2）経済モデルアプローチ

需要主導の立場から新たな農業水利サービスを提供することを想定すると、その対価は受益者である末端農家が支払う水利費へも反映されるものと考えられる。そこで、水利費の変動による経済的効果を示すための一つの試行として、営農面積に対する利潤の変化（利

潤関数) について検討した。

愛知用水池田工区を対象とし、工区内で耕作面積の広い農家6軒を選定して聞き取り調査を行った。選定された聞き取り調査対象者の総耕作面積は1,660aであり、これは本対象工区の総耕作面積の66.4%に当たる。個別聞き取り調査方式で、基本属性、経営規模（農業生産費、農業収入など）、水利用に関する現状と意識などについて、質問を行った。聞き取り調査の内容をデータ化、定量化し、各種統計資料を用いたデータ換算と補正を行った。

その結果、営農面積に対する利潤の変化（利潤曲線）をみると、利潤はある営農面積で極大値をとり、本対象工区では営農面積2,000ha付近で利潤が最大となることが把握された。すなわち、各農家に対し一定額の水利費を追加的に課金すると仮定すると、利潤曲線のピークよりも営農面積が広い場合には最適規模まで営農面積を削減することが合理的となり、水利費による経済的誘導が効果を持ち得る。一方で、利潤曲線のピークよりも営農面積が狭い場合には農業を放棄する方向へ動くため、追加的課金には工夫が必要であることが確認された。

本プロジェクトの目標の一つである政策提言は、需要主導型を標榜している以上、農家の利潤を最大化する方向への誘導となるので、

サービスの価値の指標（利潤など） $=f$ （説明変数）

形式のモデルを作り、利潤またはサービスを向上させるためには説明変数をどのように設定したらよいかを検討して行く必要があると考えられた。

（3）水利費についての検討

農業水利サービス構成のうち、収穫物の価格が最も高い時期に収穫できるようにする機能を取り上げ、田植え時の水利費を時期によって変化させた場合の仮想シミュレーションを行って検討した。具体的には、図6に示したような仮想的な水田区画配置のもとで、1) 田植え時には大量の用水を要するため、給水は同時に2区画まで、2) 各区画の期待生産額（土壌、日照等による）に差が有る、を前提とし、様々な条件下で、各区画および地域全体での収益がどうなるかを検討した。

その結果、水利費価格変動施策を導入した場合に、収益、合計額共にデフォルトを上回るケースがあることや、どの区画の収益も減少させることなく、いくつかの区画の収益を増加させることが可能であることが明らかとなった。しかし、合計額では、社会的最適化を下回るケースもあり、水利費の適切なプライシングが重要であることが指摘された。

また、愛知用水土地改良区の関連資料および文献の分析を行い、灌漑費用の構成の変遷を調査した。農家の灌漑費用は、経常賦課金（いわゆる毎年の水利費）、一期事業建設負担金、二期事業建設負担金、農地転用賦課金（農業からの転出時に支払う清算金）から成っていた。農地転用賦課金は190円/m² = 190万円/haと高価であり、農業からの転出者は水路の耐用年数にほぼ等しい57年分相当の管理費を負担していた。土地改良区の維持管理費の3分の1が農地転用負担金で賄われていること、過去50年間で20%の農地が転用されたことが把握され、通常の土地改良区の費用便益構造と大きく異なっていた。

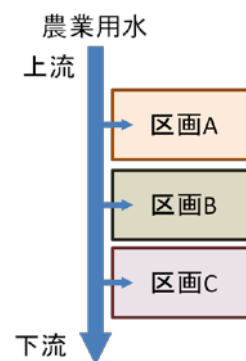


図6 仮想的な水田ブロック

(4) 農業水利サービスの海外事情調査

日本と同じ水田稲作文化を持つモンスーンアジア地域では、現在は、圃場整備の行われていない農地で伝統的農法が行われているため、土地生産性、労働生産性のきわめて低い稲作が行われている。農村地域でのネットワーク環境の整備は遅れており、携帯電話のサービスが受けられるのは幹線道路沿いのみである。しかし将来、社会的条件が整ってより集約的な稲作を目指す気運が起こってきた時には、日本の農村地域で得られたサービス科学の知見がモンスーンアジア地域へ適用できる可能性が高い。モンスーンアジア地域で今後望まれるであろう農業水利サービスのニーズを検討するため、インドネシアの中部ジャワ州ソロ近郊（ジャワ島）およびヌサ・テンガラ州（ロンボク島）で、農民水管理組織の組合員に対してアンケート調査を行った。その結果については、現在、整理中である。

インターフェイス開発グループ

(1) リアルタイムな情報提供インターフェイスの開発

愛知用水土地改良区において、土地改良区の幹部職員に対して、フリーディスカッション形式で聞き取り調査を行った。その結果、土地改良区の業務の中で、農家からの水が出ない等の苦情や各種問い合わせの処理業務が大きなウエイトを占めていることが明らかとなった。現状では、苦情を電話で受け、問題個所の同定を紙の図面上で行い、対応処理の記録を紙媒体に記入してファイルするという作業が行われており、一連の作業のIT化が強く望まれていた。また、苦情を電話で受けて説明を聞いても状況が良くわからず、携帯電話のカメラ機能でいいから現場の画像を土地改良区へ送ってもらえると一目瞭然だというニーズもあった。しかし、土地改良区にはパソコンは多数あるものの、これらの業務を簡便化する便利なアプリケーションは無かった。そこで、本プロジェクトでは、土地改良区職員から出された上記の要望を受け、「お問い合わせシステム」、「画像投稿システム」の開発を行った。これらのツールを土地改良区のパソコンや農家の携帯端末にインストールすることによって、農民、市民からの苦情や問い合わせに対する土地改良区の対応を迅速化、的確化することが出来、農業水利サービス被提供者にとっての価値創造がもたらされる。また、土地改良区の業務の効率化がサポートされることによりサービス提供者にとっての価値創造ももたらされ、農民、市民と土地改良区との間での価値共創が促進されるものと考えられる。

「お問い合わせシステム」では、土地改良区へ電話等での問い合わせがあった場合に、土地改良区職員が、問い合わせしてきた人、起きている問題の種類、問題の起きている場所、をパソコン端末で入力して登録することができる。場所については、GIS化された地図情報と水路網データを利用してディスプレイ上に表示された地図上で登録する。図7に、お問い合わせ管理の画面の一例を示す。登



図7 お問い合わせシステムの画面の例

録された情報はデータベースとなり、問い合わせの一覧を見ることや、各種の情報で並べ替えや検索を行うことが可能となる。問い合わせの状態の管理やコメントの付加も可能で、問い合わせ対応の進捗管理も便利に行える。将来的には、クラウド上でデータを共有することにより、複数の土地改良区でのノウハウの共有も可能となる。本システムは今後、英語だけでなく中国語、タイ語、ベトナム語などのアジアモンスーン地域の主要な言語に対応することも想定している。将来的には、日本と同じ水田稲作文化を持つモンスーンアジア地域へ、このようなツールを用いた農業水利サービスを展開することを想定している。



図8 圃場モニタリングシステム

「画像投稿システム」では、iPhoneやAndroidアプリでの写真の投稿ができる。カメラで撮影した画像と、良いか悪いかの状態のチェックボックス1箇所をチェックしてアップロードすると、ワンクリックで位置と画像がサーバへ送信される。後からコメントを付けることも可能である。GPSとカメラ機能付の携帯電話等から発信されれば、受け手側（例えば、土地改良区事務所）では、投稿された情報を元に問題が発生している地点をGIS上ですぐに対応することができる。また、ある地点の周辺で投稿された画像を呼び出したり、投稿された日付別に写真の一覧を見ることも可能である。

さらに、リアルタイムで圃場の情報を収集し、インターネット上に配信するためのモニタリングシステムの開発を行った。気象データ、水田湛水位データなどを、圃場に設置したセンサーでモニタリングし、無線でインターネット上へ送信するシステムである。公的な観測点ではカバーしきれない地域の圃場での気象状況や圃場の状態、ゲリラ豪雨時や渇水時の水路や圃場の状況などを、リアルタイムでモニタリングできる。特に、本プロジェクトで、比較的安価に抑えられる農業用スマートセンサの開発を行い、カメラによる圃場監視データを無線経由で収集するシステムを開発した。図8は、愛知用水半田支線八助谷分線掛りの水田に設置された圃場モニタリングシステムである。

（2）被提供者の価値創出を支援するツールの開発

本プロジェクトでは、プロトタイプツールをユーザーである農家や土地改良区職員へ提示することにより、ユーザーからのフィードバックをアプリケーション開発に活用すると同時に、開発初期段階のプロトタイプツールが示されることによりユーザー側でも現場での新たなニーズに気付くという効果を狙っている。平成25年2月7日に愛知用水土地改良区で実施した現場技術者に対する説明会でも、プロトタイプツールを示すことによって現場のニーズを拾い上げ、それによってプロトタイプツールを改良していくというスパイラルが効果的であるという手ごたえが得られている。

このような、サービス提供者－被提供者間でのコミュニケーションを促進するユーザーインターフェイスの開発のひとつとして、H24年度に、コメ収量予測サービスの開発に取り組んだ。このシステムでは、農家が、デジタルマップ上での自分の農地の位置と、品種、作付日、土壌の種類を指定し、近隣の気象観測点を検索して過去のデータを参照すると、収量の予測が提示される。このシステムを利用して作付前にコメの収量や収穫時期を予測することにより、収量を最大にしてかつ労力投入を抑えるよう農作業を最適化した上での栽

培計画立案が可能となる。また、短期的な気候変動(長雨, 低温, 日射不足)の影響評価ばかりでなく, 将来の気候変動(温暖化, 降雨パターンの変化)の影響評価とそれに適応するための代替品種や作物の選定にも応用できる。

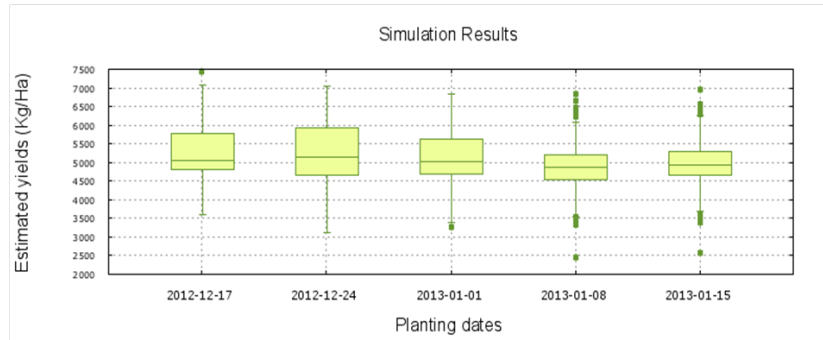


図9 コメ収量予測システムの実出力結果の例

まず試行として, 気象, 土壌等のデータに解像度の粗いグローバルデータセットを用い, ローカルな地形の影響などを受けないタイ中央平原を仮の対象地として検討を行った。異なる田植え日の場合の収量予測の結果を図9に示す。

(4) 会議等の活動

・実施体制内での主なミーティング等の開催状況

年月日	名称	場所	概要
平成24年 4月17日	第2回全体会議	東京大学農学部 7号館A棟1階, 114/115教室	平成23年度の成果と平成24年度の計画について各グループリーダーから述べられ, アドバイザリーボードからの意見を頂きつつプロジェクトの進め方について議論した。
平成24年 5月11日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	PDCAをどう進めるか, 事前事後の評価をどう行うか, 水質・水文モデルをどう構築するか等について, 議論した。グループリーダー会議を月例化することとなった。
平成24年 6月5日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	水質関連研究をどのようにプロジェクト内で位置付けるかについて議論した。プロジェクトの着地点の議論では, 研究内容だけでなく, 見せる部分を決めた方がよいこととなった。
平成24年 7月3日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	研究代表者より, プロジェクト全体の青写真のたたき台が示され, 議論された。
平成24年 8月7日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	愛知用水八助谷地区の支線の流量計の問題について意見交換した。プロジェクト全体の青写真のたたき台につ

			いて、前回に引き続き議論した。
平成24年 8月10日	研究協力者杉浦氏との打合せ	東京大学農学部 7号館A棟6階, 613号室	杉浦氏のプロジェクトへの参画について話合った。
平成24年 9月4日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	愛知用水半田支線の流量データの取り扱い, インターフェイスの開発方針, 水質関連研究の位置付け等について議論した。
平成24年 9月19日	水質関連担当者打合せ	北海道大学北部 生協食堂	水質関連研究の位置付けと進め方について議論した。印旛沼流域を対象として観測と解析を進めることとなった。
平成24年 10月4日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	水質関連研究の進め方について議論した。解析G(久保), 社会・経済G(丹治)から進捗状況が報告され, 議論を行った。
平成24年 11月1日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	愛知用水八助谷での今灌漑期の観測結果について(横井), 水質関連研究の進め方について(吉田), プレゼンテーションが行われ, 議論した。
平成24年 11月15日	インターフェイス開発グループ打合せ	東京大学農学部 2号館別館4階, 溝口研究室	インターフェイス開発Gの進め方について議論された。研究代表者より, 水管理サポートサービスシステムの提案が示され, 概ねこの方針で進めることとなった。
平成24年 11月29日	ラオスでの農業水利サービスの実態についての聞き取り調査	ラオス国立大学 水資源工学科, ビエンチャン	ラオス国立大学水資源工学科の副学科長であるBounhom Silimanotham氏に対し, ラオスでの農業水利サービスのニーズについて聞き取り調査を行った。
平成24年 12月5日	社会・経済グループ打合せ	東京大学農学部 7号館A棟7階, 会議室	社会・経済Gから進捗状況のプレゼンテーションが行われた(櫻井)。田植え時期によって水利費を変えるシミュレーションが提示され, 議論された。
平成24年 12月6日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	12月5日の打合せの内容を踏まえ, 社会・経済Gの進め方について議論を行った。
平成25年 1月28日	インターフェイス開発グループ打合せ	東京大学農学部 2号館別館4階, 溝口研究室	インターフェイスの開発の方針について議論された。

平成25年 2月7日	第3回全体会議	愛知用水土地改良区大会議室 (愛知県大府市, 愛知用水会館)	農業用水に量水制を採用している三重用水での, 量水制導入の経緯や問題点について, 三重用水土地改良区事務局長からプレゼンテーションが行われた。平成24年灌漑期に, 愛知用水土地改良区管内で行った研究活動の成果を愛知用水関係者に対して説明した。愛知用水土地改良区管内での, 平成25年灌漑期の研究の進め方について, 愛知用水関係者を交えてディスカッションを行った。
平成25年 3月7日	グループリーダー会議	東京大学農学部 7号館A棟6階, 619号室	3月4日のプログラム進捗報告会でのコメントについて, 報告された。エージェントモデルに関するレビューおよび水質関連研究の進め方についてプレゼンテーションが行われ(加藤), 議論された。サービスの価値の社会経済学的な評価法について議論された。
平成25年 3月11日	社会・経済グループ打合せ	東京大学農学部 1号館3階, 中嶋研究室	サービス被提供者におけるサービスの価値の評価方法について議論された。アンケートの方法や, WSの開催について検討された。

・実施体制内での現地観測等の記録

年月日	名称	場所	概要
平成24年 4月9日	愛知用水 現地出張	愛知用水土地改良区 半田事務所および半 田支線八助谷分線	観測対象として選定された水田2区画の流量計設置状況の確認。耕作者2名への営農, 水利条件の聞き取り調査
平成24年 4月26日 ~27日	愛知用水 現地出張	愛知用水土地改良区 半田事務所および半 田支線八助谷分線	選定された水田への観測設備の追加の検討。耕作者2名へのインタビュー
平成24年 5月31日	印旛沼現 地出張	印旛沼土地改良区お よび鹿島工区	観測対象として選定された水田2区画の視察。耕作者2名への営農, 水利条件の聞き取り調査
平成24年 6月27日	印旛沼現 地出張	鹿島川	鹿島川での水文・水質観測地点の選定
平成24年 7月12日	愛知用水 現地出張	愛知用水土地改良区 半田事務所および半 田支線八助谷分線	対象圃場および半田支線でのデータ回収と観測器の保守点検
平成24年 8月20日	愛知用水 現地出張	水資源機構愛知用水 総合管理所, 愛知用水	愛知用水幹線水路の水管理について愛知用水総管の管理者にインタビュー

～21日		幹線水路, 半田支線八助谷分線	一し現地視察. 対象圃場および半田支線でデータ回収と観測器の保守点検. 対象圃場の耕作者に営農状況についてのインタビュー.
平成24年10月12日～13日	愛知用水 現地出張	愛知用水土地改良区 半田事務所および半田支線八助谷分線	対象圃場および半田支線でのデータ回収と観測器の保守点検
平成25年1月16日	印旛沼現地出張	印旛沼土地改良区管内鹿島工区	対象圃場での機器設置のための現地での耕作者への説明と下見
平成25年2月8日	三重用水 視察	水資源機構三重用水管理所, 他	農業用水に量水制を採用している三重用水での, 量水制導入の経緯や問題点について, 関係者からの聞き取り調査と現地視察.
平成25年2月9日	愛知用水 現地出張	愛知用水土地改良区 半田事務所および半田支線八助谷分線	対象圃場および半田支線でのデータ回収と観測器の保守点検 対象圃場の耕作者2名各々への, インタビュー
平成25年3月5日	印旛沼現地出張	印旛沼土地改良区管内鹿島工区	対象圃場への流量計設置状況の確認

4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

本プロジェクトの達成目標のひとつは、農民や市民が農業水利サービスに関する情報を手軽に発信あるいは受信できるようなアプリケーションとインターフェースの開発を行うことである。将来的には、圃場においてタブレットコンピュータやスマートフォンなどで各種の情報を送受信することや(図10)、圃場に設置したセンサー類により情報収集を行ったり、各種の水利施設を遠隔操作したりできることを想定している。



図10 研究開発成果活用の想像図

しかし、農村地域では都市域をはるかに上回る超高齢化が進んでおり、現状では、本プロジェクトで開発されたアプリケーション等が今すぐに幅広く利用される可能性は低いかもしれない。またICTツールは提供者が良かれと思って一方的にシステムを作っても使ってもらえるものではない。そこで、本プロジェクトでは、プロトタイプツールをユーザーである農家や土地改良区職員へ提示することにより、ユーザーからのフィードバックをアプリケーション開発に活用すると同時に、開発初期段階のプロトタイプツールが示されることによりユーザー側でも現場での新たなニーズに気付くという効果を狙っている。平成25年2月に愛知用水土地改良区で開催されたプロジェクト第3回全体会議で、現場技術者に対してデモを行いながら現在までの本プロジェクトでの成果品を紹介したが、会終了後に、デモを見た若い技術者から「こうしたこともできるのか?」というような具体的な質問があった。これは、具体的なツールを披露したからこそ現場のニーズを拾えた好例であり、プロトタイプツールをサービス被提供者へ示すことによって現場のニーズを拾い上げ、それによってプロトタイプツールを改良していくというスパイラルが効果的であるという手

ごたえが得られた。

サービス被提供者である農家とのインタラクションは、これまでも重視して来たが、H25年度以降にはさらに頻度を増やし、サービス被提供者における、サービスニーズの実態、サービスに対する評価、サービスの内容に対する意見等の情報収集を進めて行く予定である。具体的には、インタビュー回数の増加、より広範なアンケートやターゲットを絞ったアンケート、ワークショップの開催を予定している。

5. 研究開発実施体制

(1) 研究代表者の率いるグループ

- ① リーダー名：飯田俊彰（東京大学大学院農学生命科学研究科，准教授）
- ② 実施項目
 - ・ 研究総括
 - ・ 農業水利サービスの価値の最大化のための、農業水利システムの設計・管理手法の政策提言
 - ・ 農業水利サービスの被提供者（受益者）へのアプリケーションの公開とその評価

(2) 観測グループ

- ① リーダー名：飯田俊彰（東京大学大学院農学生命科学研究科，准教授）
- ② 実施項目
 - ・ 対象地区の土地利用，農業用水路網等のGISデータの収集
 - ・ 対象地区の気象データの収集および観測
 - ・ 対象地区内の多点での，農業用水路の流量，水温，水質のモニタリング
 - ・ 観測データのデータベース作成
 - ・ グループ間でのデータフォーマットの調整

(3) 解析グループ

- ① リーダー名：久保成隆（東京大学大学院農学生命科学研究科，教授）
- ② 実施項目
 - ・ 農業水利システムの水理モデル解析
 - ・ 水文水質モデル解析

(4) 社会・経済グループ

- ① リーダー名：丹治肇（（独）農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所，上席研究員）
- ② 実施項目
 - ・ 対象地区での農業水利サービスに対する農民・市民のニーズの現地調査
 - ・ 農業水利サービスの社会的・経済的価値の定量的調査手法の開発
 - ・ 農業水利サービスの価値の社会的・経済的モデルによる表現

(5) インターフェイス開発グループ

- ① リーダー名：溝口勝（東京大学大学院農学生命科学研究科，教授）
- ② 実施項目

- ・ リアルタイムな情報提供インターフェイスの開発
- ・ 被提供者の価値創出を支援するツールの開発

6. 研究開発実施者

「○」印は代表者・グループリーダー

研究グループ名：研究代表者の率いるグループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	飯田 俊彰	イイダ トシアキ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	准教授	統括／サービスの有効な 提供手法の提案, フォー ラムの企画運営
	久保 成隆	クボ ナ リタカ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	教授	サービスの有効な提供手 法の水理学的な面からの 提案
	丹治 肇	タンジ ハジメ	(独) 農業・食品産 業技術総合研究機 構農村工学研究所	上席研 究員	サービスの有効な提供手 法の農業水利学的な面か らの提案
	溝口 勝	ミゾグチ マサル	東京大学大学院農 学生命科学研究科	教授	アプリケーションの公開 と評価
	藤原 裕子	フジワラ ユウコ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	事務補 佐員	事務補助

研究グループ名：観測グループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	飯田 俊彰	イイダ トシアキ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	准教授	現地観測と水質解析
	吉田 貢士	ヨシダ コウシ	茨城大学農学部	准教授	現地観測と水質解析
	高橋 修	タカハシ オサム	印旛沼土地改良区	事務局 長	現地観測
	岡田 昌治	オカダ マサハル	愛知用水土地改良 区	管理課 長	現地観測
	木村 匡臣	キムラ マサオミ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	特任研 究員	現地観測と水質解析, 水 質分析

研究グループ名：解析グループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	久保 成隆	クボ ナ リタカ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	教授	農業水利システムの水理 モデル解析
	加藤 亮	カトウ タスク	東京農工大学農学 部	准教授	水質水文モデル解析
	木村 匡臣	キムラ マサオミ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	特任研 究員	水理モデル, 水質水文モ デル解析

研究グループ名：社会・経済グループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	丹治 肇	タンジ ハジメ	(独) 農業・食品産 業技術総合研究機 構農村工学研究所	上席研 究員	便益のサービス構造の分 析と便益計測
	中嶋 康博	ナカシマ ヤスヒロ	東京大学大学院農 学生命科学研究科	教授	便益のサービス構造の分 析と便益計測
	櫻井 一宏	サクライ カツヒロ	立正大学経済学部	専任講 師	便益のサービス構造の分 析と便益計測
	山岡 和純	ヤマオカ カズミ	(独) 国際農林水産 業研究センター	研究コ ーディ ネータ ー	農業水利サービスの海外 事情調査

研究グループ名：インターフェイス開発グループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	溝口 勝	ミゾグチ マサル	東京大学大学院農 学生命科学研究科	教授	インターフェイスの開発
	本多 潔	ホンダ キヨシ	中部大学中部高等 学術研究所	教授	インターフェイスの開発
	伊藤 良栄	イトウ リョウエイ	三重大学生物資源 学部	助教	インターフェイスの開発
	大村 仁	オオムラ ヒトシ	N T C コンサルタ ンツ株式会社	代表取 締役社 長	インターフェイスの開発

	渡邊 博	ワタナベ ヒロシ	N T C コンサルタ ンツ株式会社	専務執 行役員	インターフェイスの開発
	樋口 克宏	ヒグチ カツヒロ	N T C コンサルタ ンツ株式会社	主任技 師	インターフェイスの開発
	竹下 義晃	タケシタ ヨシテル	芸者東京エンター テインメント株式 会社	プログ ラマー	インターフェイスの開発

7. 研究開発成果の発表・発信状況，アウトリーチ活動など

7-1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加 人数	概要
平成25年 2月7日	プロジェクト第 3回全体会議	愛知用水土地改良区 大会議室（愛知県大 府市，愛知用水会館）	約50 名	農業用水に量水制を採用している 三重用水での，量水制導入の経緯 や問題点について，三重用水土地 改良区事務局長からプレゼンテー ションが行われた．平成24年灌漑 期に，愛知用水土地改良区管内で 行った研究活動の成果を愛知用水 関係者に対して説明した．愛知用 水土地改良区管内での，平成25年 灌漑期の研究の進め方について， 愛知用水関係者を交えてディスカ ッションを行った．
平成25年 2月20日	Seminar on "Synergies and Symbiotic Strategies in Irrigation -Lessons learnt from Japanese experiences-"	インドネシア国ジャ カルタ市(Meeting Room of DG of Agricultural Infrastructure and Facilities, Ministry of Agriculture, Ragunan, Jakarta, Indonesia)	33名	モンスーンアジアの社会経済にお ける灌漑サービスの相乗効果と共 生の戦略に関して，インドネシア 側から国家経済計画局，公共事業 省，農業省の関係者から発表があ り，日本側から山岡が "Institutional design of irrigation and rural development projects and management in Japan"と題する 発表を行い，討論を行った．

7-2. 社会に向けた情報発信状況，アウトリーチ活動など

・水土里ネット印旛沼（印旛沼土地改良区），疏水ネットワーク，全国水土里ネット（全
国土地改良事業団体連合会）が主催し，2012年10月19日にウィシュトンホテル・ユーカリ
（千葉県佐倉市ユーカリが丘4-8-1）で開催された「疎水フォーラムinいんばぬま2012」（来
場者約150名）において，水資源・水利用関係者，一般市民に対するポスター発表を行い，
本プロジェクトの研究内容を紹介した．

・千葉県、印旛沼流域水循環健全化会議が主催し、2012年10月20日に印旛沼土地改良区管内のコスモス広場（千葉県佐倉市角来および臼井田）で開催された「秋佐倉マルシェ」（来場者約500名）において、一般市民、農家に対するポスター発表を行い、本プロジェクトの研究内容である農業用水利用と農業系汚濁排水の関係についての説明・解説を行った。

①書籍、DVD（タイトル、著者、発行者、発行年月等）

なし

②ウェブサイト構築（サイト名、URL、立ち上げ年月等）

なし

③学会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

・ Yamaoka, K. (Japan International Research Center for Agricultural Sciences): Policies and strategies on irrigation charging systems for rice paddies in Japan and the Asian monsoon region – with a case study. Workshop for Task Force on “Country case studies of water user charging systems and available financing of irrigation”, the 63rd International Executive Council (IEC) Meeting of the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Adelaide, Australia, June 26, 2012

・ 伊藤良栄（三重大学）：IT を利用した水管理支援ツールの検討。中勢用水土地改良区サマーセミナー，中勢用水改良区事務所，津市，2012年8月3日

・ Yamaoka, K. (Japan International Research Center for Agricultural Sciences): Water management and agriculture, lesson learned from practice in Japan. Seminar on “Water Management Technologies and Policies to Enrich Indonesian Food Security”, Jakarta, Indonesia, October 31, 2012

7-3. 論文発表（国内誌 3 件，国際誌 0 件）

（国内誌）

・山岡和純：参加型灌漑開発管理の成果と課題～水問題解決への重点課題。環境技術 41(10), 14-20, (2012)

・山岡和純：サブサハラ・アフリカ稲作水管理研究の意義および現状と課題。農業農村工学会誌 80(8), 7-10, (2012)

・山岡和純：世界水会議と灌漑排水，日本 ICID 協会会報 28, 1-2, (2013)

7-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

①招待講演（国内会議 0 件，国際会議 0 件）

②口頭講演（国内会議 7 件，国際会議 5 件）

③ポスター発表（国内会議 0 件，国際会議 0 件）

（口頭発表）

・ Tanji, H.*, Kiri, H.*, Iida, T.** (*National Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization, ** The University of Tokyo): Service dominant logic for irrigation services. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) 7th Asian Regional Conference, Adelaide, Australia, June 26-28, 2012

・ 櫻井一宏*, 中村中*, 丹治肇** (*立正大学, **農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所)：愛知用水を事例とした農業用水における水利サービスの経済評価。日本環境

- 共生学会第15回（2012年度）学術大会，北九州市立大学，北九州市，2012年9月1-2日
- ・飯田俊彰，木村匡臣（東京大学）：わが国の農村でのICTを用いた各種サービス提供の可能性．平成24年度農業農村工学会大会講演会，北海道大学高等教育推進機構，札幌市，2012年9月18-20日
 - ・伊藤良栄，近藤雅秋，加治佐隆光（三重大学）：インターネット上で公開されているデータを利用した農業用水情報システム．平成24年度農業農村工学会大会講演会，北海道大学高等教育推進機構，札幌市，2012年9月18-20日
 - ・酒井博子，吉田貢士，安瀬地一作，黒田久雄（茨城大学農学部）：灌漑方法と施肥方法の違いによる根圏での窒素収支の評価．平成24年度農業農村工学会大会講演会，北海道大学高等教育推進機構，札幌市，2012年9月18-20日
 - ・丹治肇，桐博英，中矢哲郎（農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所）：SDLに基づく農業水利の情報レベルとサービスレベルの分析手法の提案．平成24年度農業農村工学会大会講演会，北海道大学高等教育推進機構，札幌市，2012年9月18-20日
 - ・樋口克宏*，竹下義晃**，伊藤良栄***，本多潔+，溝口勝++，飯田俊彰++（*NTCコンサルティング，**芸者東京エンターテインメント，***三重大学，+中部大学，++東京大学）：土地改良区の情報管理作業を軽減する農業水利サービスツールの開発．平成24年度農業農村工学会大会講演会，北海道大学高等教育推進機構，札幌市，2012年9月18-20日
 - ・山岡和純（国際農林水産業研究センター）：サブサハラ・アフリカ地域の稲作振興にかかる用水管理研究の意義と課題．平成24年度農業農村工学会大会講演会，北海道大学高等教育推進機構，札幌市，2012年9月18-20日
 - ・Iida, T.*, Kimura, M.*, Yoshida, K.**，Kubo, N.*，Yokoi, T.*（*The University of Tokyo, **Ibaraki University）: Investigation of paddy field irrigation activities by farmers aiming for demand-oriented irrigation service. PAWEES 2012 - The 11th Conference of International Society of Paddy and Water Environment Engineering, Royal Irrigation Department, Thailand, November 27-29, 2012.
 - ・Kato, T.*，Yoshida, K.**，Azechi, I.**，Noda, K.***，Kuroda, H.**（*Tokyo University of Agriculture and Technology, ** Ibaraki University, *** The University of Tokyo）: Multi regression analysis of water quality characteristics in lowland paddy fields. PAWEES 2012 - The 11th Conference of International Society of Paddy and Water Environment Engineering, Royal Irrigation Department, Thailand, November 27-29, 2012.
 - ・Tanji, H. (National Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization): Drought response by farmers after decreasing water supply. PAWEES 2012 - The 11th Conference of International Society of Paddy and Water Environment Engineering, Royal Irrigation Department, Thailand, November 27-29, 2012.
 - ・Sakurai, K.*，Nakamura, A.*，Shibusawa, H.*，Tanji, H.**（*Rissho University, **National Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization）: Economic evaluation of water services in agricultural irrigation canals: A case study of Aichi Irrigation Project. 52nd Annual Meeting of Western Regional Science Association, Santa Barbara, California, USA, February 24-27, 2013