

# 灌漑スマートグリッドの構想 Proposal of smart grid for irrigation

丹治 肇\*・桐 博英\*  
Hajime TANJI and Hirohide KIRI

**I. はじめに** 最古の灌漑ダムはエジプトの Sadd Al-Kafara で紀元前 2,600 年頃建設されたといわれる。灌漑技術は、近年重機の発達により建設は容易になり、コンクリートの普及により強度は増したが、機能面では 4,000 年来余り変化していないように思われ、今後、転換が必要になろう。ここでは、21 世紀の灌漑システムのあるべき姿を機能面から論ずる。

**II. 既存のシステムの課題** 現在の典型的な灌漑システムは次の特徴がある。①安定した水源（ダム）と受益から独立した集水域、②水源と受益地を結ぶ送配水組織（水路網）、③用水路と排水路の分離。

一方、現在の灌漑システムは次の問題に直面している。①非定常な水利用や需要と供給の時間ずれへの不適合、②低い送水効率、③上下受益の間の不公平な水配分、④生態系へのインパクト、⑤水質悪化。

**III. 最近の動向** これらの問題点の解決のために近年、次の技術が導入されてきた。①開水路からパイプラインへの転換、②分水量の計測・監視と参加型水管理、③SCADA に代表される高度な遠隔監視システムの導入。これらの技術は、ハードウェアの一部を置き換える（①）、ハードウェアはそのまま、ソフトウェアの改善で問題解決を試みる（②、③）点が、基本的には同じなので延長技術に分類できよう。

**IV. 延長技術で問題は解決可能か** 延長技術では問題解決は難しいと考える。現在の方法では水資源の供給サブシステムと需要サブシステムは分離されており、その間を幹線用水路が繋ぐ構造になっている。受益で水需要が変動しても、供給を追従させることは極めて困難で、①供給主導型水管理で末端需要への追従を諦めたり、②中間貯留などを使って変動量を縮小させて凌いでいる。中間貯留のための池を作る一方で、既存の溜め池は、改良区の隠し水源になっており、構造上中間貯留に使えない場合が大多数である。

**V. 新しいシステム** 抜本的な問題解決には、灌漑システムの設計理念を根本から見直し、再構築する必要がある。新しいシステムは次の条件を満たすべきである。①水源と受益の混在化、②送水距離の短縮・非定常な流況に対応できる水監視・管理、④環境負荷の計測と制御。これら列挙した条件は、一時代前は実現不可能であった。しかし、近年、要素技術が非常に安価に提供できるようになってきた。次に、要素技術の例を示そう。

**VI. スマート・メーター** 現在、電力計に無線発信器がついており、個々の使用電力を無線発信するスマート・メーターと呼ばれる電力計が既に世界では 4,000 万台導入されている。電力会社は、このデータにより、リアルタイムで地域ごとの電力需要の変動が把握可能である。また、Google はインターネットに電力消費を発信するガジェットとして、Google Power Meter を試作している。

**VII. スマート・グリッド** 今後、電気自動車の普及による家庭での自動車充電、風力、太

---

\* 農業・食品産業総合研究機構 農村工学研究所

陽光発電による電力供給により，電力システムは分散供給，分散需要化が進むと考えられている．そこでスマート・メーターを使ったスマート・グリッド **Smart Grid for Electric Power** と呼ばれる効率的な分散型電力供給システムの再構築が進められている．

**VIII. 灌漑スマート・グリッド** 今後，電力でスマート・グリッドの技術が進めば，その技術はセンサーと制御部分を入れ替えれば，ほぼそのまま，灌漑用水管理に利用可能と思われる．灌漑スマート・グリッド **Smart Grid for Irrigation Water(SGIW)**も構築可能である．

**IX. 必要な技術開発** グリッドの要素と要素間の演算の2種類の技術が必要になる．具体的例を示す．①水田に，スマート・メーターとして，取水量，排水量，水田水位，水温，水質，気温，日照，風速，降水量などのモニタリングシステムを設置する．これらのデータは，水田の適切な取水量の決定と，バルブやゲートの自動制御に反映される．降水量，気温などのデータは，微気象のネットワーク網として使えば，冷害・高温障害の予測と防止に使える他，一般に提供し，天気予報精度の向上に寄与できる．②小水力・風力発電とのリンクを行いエネルギー効率を高めることができる．溜め池との高低差を利用して発電で揚水を行い，灌漑電力の節約を図る．③耕作放棄水田など利用されていない一部の水田をファームポンド化し，豪雨時の貯水，渇水時の利水に活用する．④耕作放棄水田の一部を湿地化させ，洪水の貯水の他，水質の浄化に使う．植生の扱いによっては，生態系の機能向上も可能である．

**X. SGIW の長所** SGIW は，現在問題になっている，水利用効率の向上（渇水対策），水質問題，生態系などの問題を解決するツールとして，利用可能である．水質では，まず，監視網が整備されることで，極端に大きな負荷源の発生が監視・制御できる．また，上記③のようなファームポンドが複数あれば，下流の池から，上流の池に送水することで，循環利用を促進し，水利用効率を上げるだけでなく，水質の悪化を減少させることができる．総合的に考えれば，面的に資源と環境の質と量を監視・管理できる唯一のシステムと思われる．

**XI. 展望と課題** 以上の技術は，現時点で利用可能な技術は一部にとどまる．電力分野では基礎技術を実用技術に試験的に展開している状況で，普及は早くとも10～20年後になろう．灌漑分野への技術開発と普及はさらに遅れ，早くとも20～30年後になろう．また，この技術は，灌漑技術だけでなく，都市用水や下水道，洪水防御とのリンクへと展開することも可能である．その場合には，現在の法体系の見直しが必要になろう．

**XII. 結論** 21世紀の灌漑技術について，今まで発表された論文は，スマート・グリッドのような最新の技術開発を想定していない．しかし，Googleに見られるような最近の分散処理コンピューティングの進歩は著しく，集中処理では不可能であった問題が，次々に解決している．過去100年に世界的に広まった大規模灌漑用水システムは，渇水のリスクを軽減させ，工場生産のような収集型の農業生産を可能にしてきた．一方では，生産の持続性，環境へのインパクトの面で疑問を投げかけられている．問題に対して，従来技術の改善が行われてきたが，問題の多くは解決していない．技術評価の基準の見直しと，技術体系の再構築が必要であり，その点で，スマート・グリッドは大きな可能性を持っている．

キーワード：スマート・グリッド，分散コンピューティング，技術評価，灌漑システム