

上下水道事業に貢献するICTソリューション

ICT Solutions Contributing to Water and Sewage Service Businesses

杉野 寿治

■ SUGINO Toshiharu

近藤 眞哉

■ KONDO Shinya

平岡 由紀夫

■ HIRAOKA Yukio

近年、国内の上下水道事業では、水需要の停滞及び漸減や、団塊世代の大量退職、施設の老朽化、震災対応など持続可能な事業を運営するうえで様々な問題が顕在化している。そこで、事業統合による広域管理や、民間的経営手法の導入、技術継承の仕組み作りなどが検討されている。それらには、多種多様で膨大な情報を管理して共有するプラットフォーム基盤が必要である。

東芝は、これらの要求に応えるため、成長著しいICT（情報通信技術）を活用したソリューションの開発を進めている。これまでに、O&M（Operation and Maintenance）リモートプラットフォームのための各種ソリューションや、危機管理能力向上に対応した教育訓練システム、技術継承ソリューションに対応したナレッジバンクシステムなどを構築し、スマートな上下水道事業の実現に向けて貢献している。

The water and sewage service businesses in Japan are now facing various problems associated with sustainable business operations, such as the stagnation and gradual decrease in water demand, a lack of experienced personnel due to the retirement of people in the baby boom generation, aging facilities, and provision for earthquake disasters. In order to solve such problems, there is a need to manage and utilize large volumes of diverse information for wide-area management resulting from business integration, the introduction of a private-sector type business approach, and the formulation of mechanisms for passing on technologies.

Toshiba is promoting the development of solutions contributing to the realization of smart water and sewage service businesses applying information and communication technologies (ICTs). These include various solutions for our operation and maintenance (O&M) remote platform, a training system to improve crisis management capabilities, and a knowledge bank system to pass on technologies and know-how.

1 まえがき

近年、国内の上下水道事業では、事業収入の減少や、水需要の停滞及び漸減、団塊世代の職員の大量退職、施設の老朽化、震災への対応など持続可能な事業を運営するうえで様々な問題が顕在化している。

東芝は、循環型社会や低炭素社会の形成といった社会環境ニーズを見定めながら、このような問題を省コスト、省資源、及びリスク低減という三つの観点で解決することをスマートな水と環境のソリューションと位置づけている。水と環境のソリューションを実現するためには、様々な事業者が持つ情報や、広い地域に散在するプラント、システム、デバイスなどからの情報といった多種多様で膨大なデータを収集して管理し、分析して診断し、更にこれらの結果を場所や時間を問わずに自由にアクセスできるようにすることが重要な課題になる。

一方、ICT関連技術の近年の発展は目覚ましく、特に、スマートフォンや、タブレット、デジタルサイネージなどを中心とした新たなデバイスの台頭、Twitter^(注1)やFacebook^(注2)などのソーシャルネットワークサービスの急成長、及びこれらを支

える各種ネットワークサービスの多様性は、目をみはるものがある。また、ネットワーク経由で各種ソフトウェアを利用するクラウド技術なども注目されている。

これらは個人の利用にとどまらず、ビジネスにおいても重要な役割を担うようになってきている。しかし、社会インフラの重要な役割を担う上下水道事業では、このような技術を統合的に扱うことはまだまだ進んでいないのが実状である。このような技術を適切に利用し、情報を統合的に管理していくことは、スマートな水と環境のソリューションを実現するために必須である。

ここでは、スマートな水と環境のソリューションを実現するためにICTを用いて解決しようとする課題と、それを実現するために当社が目指している“水情報共有プラットフォーム”の概要及びこれまで構築してきたICTソリューションの事例について述べる。

2 スマートな水と環境のソリューションの課題

ここでは、スマートな水と環境のソリューションとして位置づけている省コスト、省資源、及びリスク低減の三つの観点から、ICTを用いて解決しようとする課題とそのため具体的な施策について述べる。

(注1) Twitterは、Twitter, Inc.の商標。

(注2) Facebookは、Facebook, Inc.の商標。

2.1 プラント運用コストの削減

上下水道プラントでは、従来は運用コストより安全を重視した運転が行われていた。近年、民間への委託が増えるなか委託業者には、安全を重視しつつも、よりコストを削減した運用が求められるようになった。一例として、給水人口10万人弱のある浄水場の運用コストの割合を図1に示す。動力費と薬品費で40%強のコストが掛かっており、これらのコストを削減する運用が望まれる。

上水プロセスで、運用コストをICTを用いて削減する施策の例を図2に示す。動力費や薬品費を削減するためには、ICTにより水源から需要家までの様々なデータを収集して、分析・最適化技術を用いることで、例えば次のような施策を組み合わせ、コスト低減が実現できる。

施策(1) 導水コストや浄水場での薬品コストの削減を目指し、季節変動などによる水量や水質、及びそれに伴う浄水処理コストなどを総合的に判断し、優先したい目的に合った水源選択を行う。

施策(2) 配水池容量を有効に活用した送水の夜間シフト

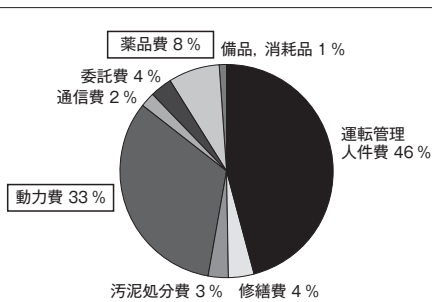


図1. 浄水場運用におけるコスト内訳の例 — 動力費と薬品費で約40%を占めており、これらのコストを削減する運用が望まれる。

Example of breakdown of operating cost of water purification plant

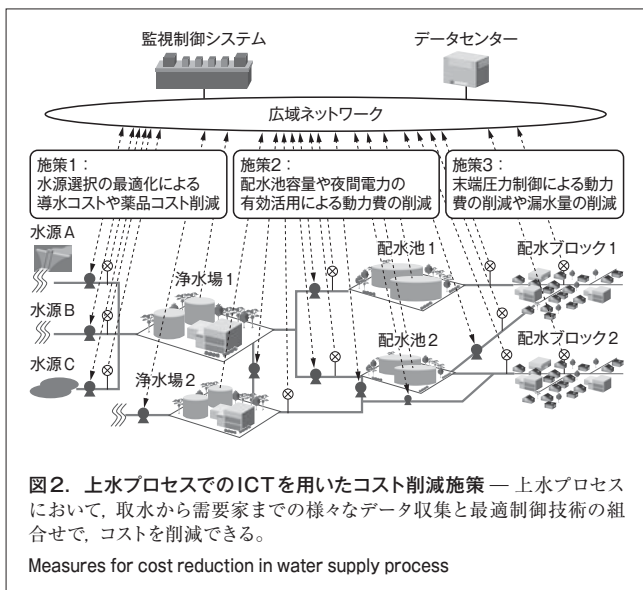


図2. 上水プロセスでのICTを用いたコスト削減施策 — 上水プロセスにおいて、取水から需要家までの様々なデータ収集と最適制御技術の組合せで、コストを削減できる。

Measures for cost reduction in water supply process

などによる動力費の削減を目指し、気象情報や過去の蓄積データ、ポンプ定格や配水池といった土木データ、及び電力料金体系などに基づく、需要予測と制御技術を用いて最適な水運用制御を行う。

施策(3) 水量に応じた設備の縮小、及びポンプ動力費や漏水量の削減を目指し、各種センサ値に基づいた管網解析やシミュレーション技術を用いて、配水ブロック内の最適な圧力管理を行う。

2.2 持続可能な事業を行うためのリスク低減

安全で安定的な浄水の生産や、放流水質を保った排水処理などを行うには、各設備や装置の稼働率を維持しつつ、所定の性能を発揮させる必要がある。そのため、各設備や装置をライフサイクル全体にわたって適切に管理し、ICTを用いて稼働状況や、故障、トラブルなどの情報の収集、分析、及び診断を行い、最適な修繕・更新時期を計画することが重要である。

一方、設備が高信頼化され、また運転が自動化された結果、異常や故障が生じたときの対応能力が不十分になるおそれがある。そこで、ICTを用いて効果的な訓練を行ったり、運用ノウハウの継承及び体系化のため、運用の過程で蓄積された情報や経験を統合的に管理し、それらを利用しやすくしたりすることが重要になる。

2.3 水資源や人的資源の低減

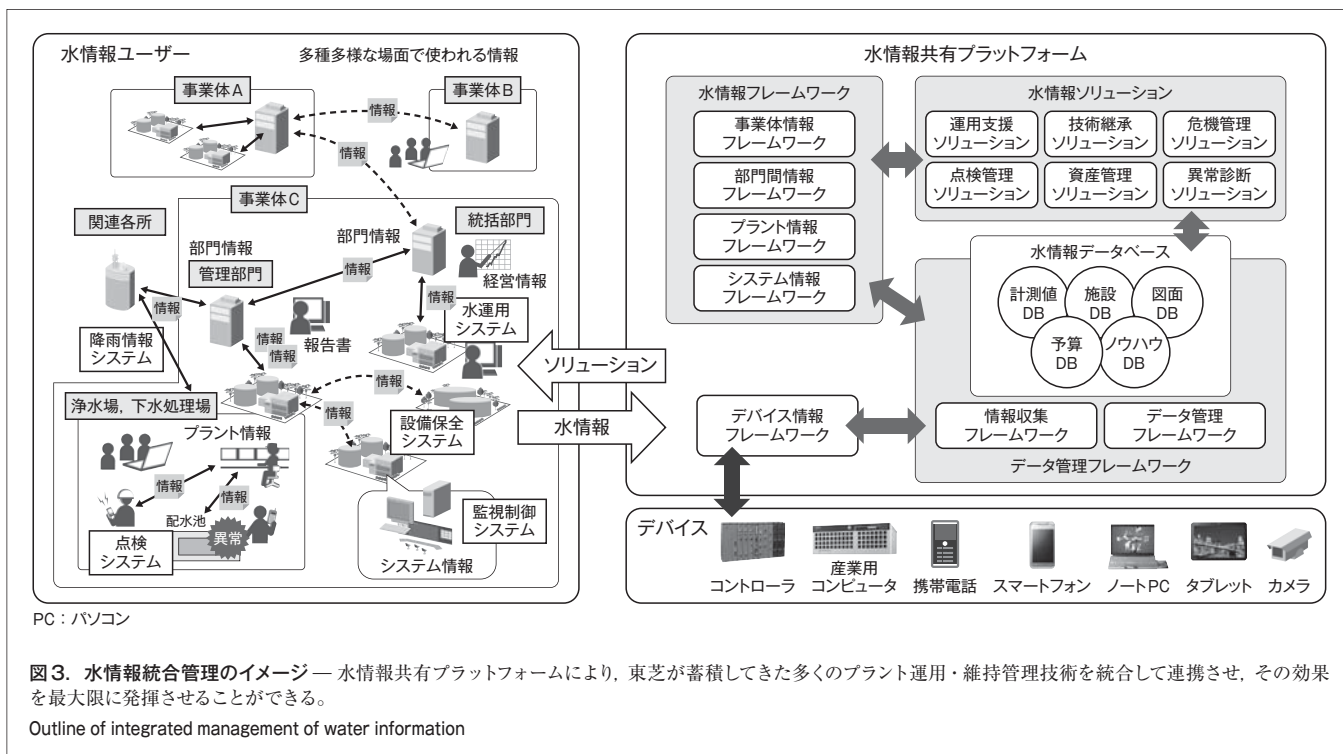
従来の上水道では、井戸や河川、湖沼などから取水した均一な水質の水を供給してきた。しかし近年では、雨水の利用や、海水の淡水化、再生水の利用など多様な水源を選択できるようになり、カスタムメイドした水質で供給できるようになってきた。このような水循環系におけるデータは多種多様で、互いに複雑に関連している。限りある水資源を有効に使うためにも、ICTを活用して地域特性を考慮しながら効果的に運用することが望まれる。更には、広い地域に散在するプラントのデータを収集し分析するために作業員に掛かる時間的・人的資源を削減するには、適切なネットワークを構築してデータを収集し高度なデータ解析ができることが必要で、これらはICTが効果をもっとも発揮できる場所である。

3 スマート化に必要なICTプラットフォーム

3.1 水に関する情報の統合管理の必要性

上下水道事業では、多くのプラントや、システム、デバイスなどが存在するため、取り扱う情報は非常に多種多様で膨大な量になる。更に、上下水道事業の一体的な運営や事業体の統合に伴う広域化、及び河川流域を中心とした上下水道、河川、農業など水循環の一体運営による他業種事業との連携強化の動きがあり、情報の流れはますます複雑化していくと思われる。

一方、業務引継ぎなどのようにプラントの運転管理従事者が日常の運用で何げなくやり取りしている情報や、事業体の経営



層及び事業主が日々の業務や他部門との連絡などで扱っている情報には、多くのノウハウが含まれている。

このように多種多様で膨大なデータを扱い、更に情報に含まれたノウハウを確実に集積するためには、複雑な情報の流れを整理して様々な情報を統一的に管理し、目的に応じて提供できる仕組みが必要である。

3.2 水に関する情報のプラットフォーム化

これまで当社は、コンポーネント・プラットフォーム・システム技術、及び制御・最適化・シミュレーション技術をはじめ、プラントの運転管理業務や包括委託業務を実施するなかで培った多くのプラント運用・維持管理技術を蓄積してきた。

現在、これらの技術を統合して連携させ、その効果を最大限に発揮させるため、水に関する情報を総合的に共有するプラットフォーム基盤の構築を進めている。水情報共有プラットフォームは、次の要素から構成されるICTプラットフォームである。

- (1) あらゆる場面で発生する多種多様な情報を収集し、統一的に保存して管理する水情報データベース (DB)、データ管理フレームワーク、及びデバイス情報フレームワーク
- (2) 保存された情報と、制御・支援・解析技術などにより、各種の機能を提供する水情報ソリューション
- (3) 必要なソリューションを適宜組み合わせ、効果的に情報を提供する水情報フレームワーク

当社が考える水情報共有プラットフォームと、それを活用して水情報を統合管理するイメージを図3に示す。水に関連する情報を必要とする関係者、あるいは関連部門は、このようなICTプラットフォームの利用により、多種多様で膨大な情報の

中から必要な情報を容易に取り出すことができ、それらの情報を適宜組み合わせることで、より効果的な運用や管理を実現できる。

4 ICTソリューションの適用事例

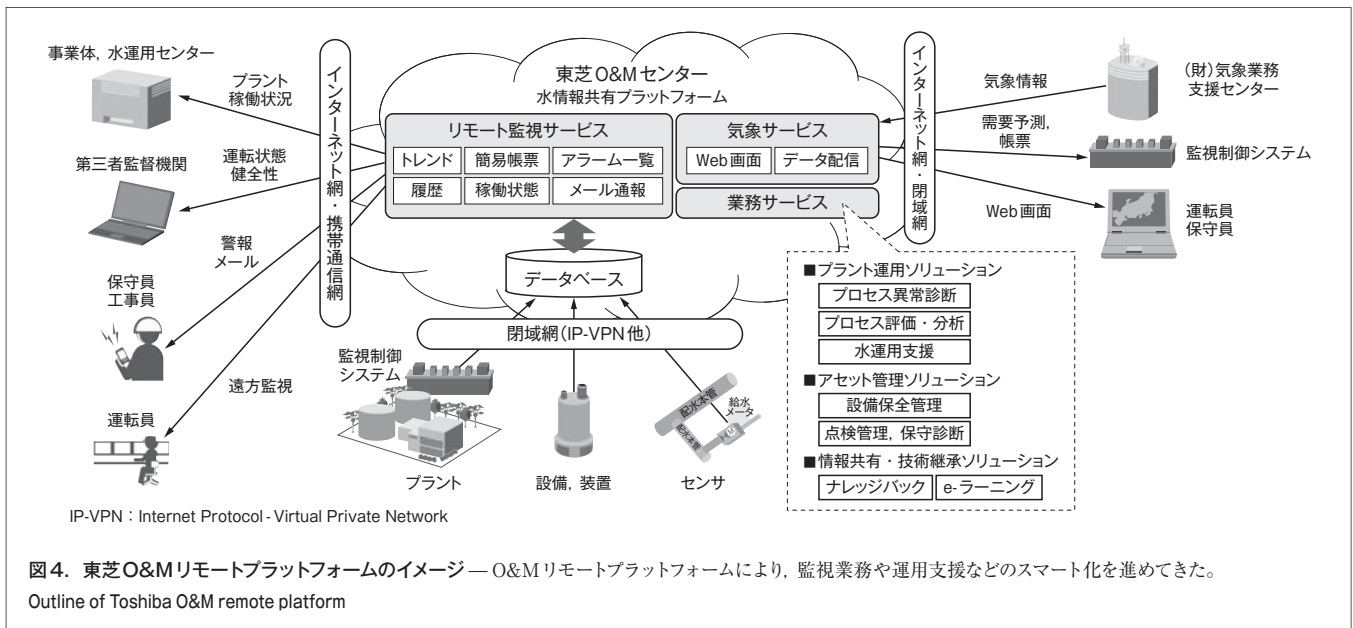
ここでは、省コストの観点からプラントの運用改善に、また、リスク低減の観点から危機管理能力と技術継承の向上に焦点を当て、当社がこれまでにICTを特長的に用いて構築してきたソリューションの事例について述べる。

4.1 O&M効率化ソリューション

当社は、上下水道施設の維持管理業務を行う東芝アクアパブリックテクノス(株)を1999年に設立し、上下水道プラントのリモート監視サービスの提供を2002年に、気象情報サービスWeather-plus™の提供を2003年にそれぞれ開始し、この分野では、早くからスマート化に取り組んできた。O&Mリモートプラットフォームのイメージを図4に示す。

このサービスにより、各プラントの監視制御システム、あるいは各種の設備や装置から運転データを収集し、トレンドや履歴画面を使って稼働状況を遠方から閲覧できるようにしたり、保守員へ警報メールを発報したりするなど、監視業務のスマート化を実現した。また、プラントデータと気象情報を連携させることで、雨水排水設備や汚水処理設備の運転管理、上水設備の広域的な水運用、太陽光発電や風力発電といった自然エネルギーの活用など、運用支援のスマート化も進めてきた。

以下に、二つのソリューションの適用事例を述べる。



(1) プラント運用ソリューション 当社の水運用制御技術を適用した浄水プラントにおいて、1日のポンプ運転に使う電力量の3.4%を夜間にシフトし、年間の使用電力料金を4.8%低減した。また、市町村の合併によって統合される二つの配水区域に対して、管網解析と配水制御シミュレーションを行って夜間の圧力分布を検証することで、配水区域を連絡管で接続し、片方の配水区域に送水するポンプを夜間全台停止させることを可能にした。当社が保有するこのような水運用支援技術やプロセス評価・分析技術などを組み合わせ、より高度な運用の実現を支援できる。

(2) アセット管理ソリューション 当社が浄水プラントの運用を受託している機場において、非定常業務や点検などの結果をDB化し、設備経過年数と故障発生件数の相関や故障発生要因の分析など、故障モード影響解析を行った。この結果、設備の更新や巡回点検の動員計画の見直しなどを事業体へ提案することで、設備の故障件数が前年の95件から35件に、対応時間が前年の299hから133hに減少できた。こうした設備保全管理や、点検管理、保守診断などのサービスを提供し、設備のライフサイクルにおける適切な管理や更新を支援するソリューションを提供できる。

今後、このような各種の業務を支援するソリューションを、SaaS (Software as a Service) 型サービスとして順次提供していく。

4.2 危機管理能力向上ソリューション

近年、国内の上下水道事業体では、経験豊富な職員の大量退職や、施設の整備と高度化に伴う事故対応機会の減少などにより、少数の職員で高度な事業運営を行う必要が高まっている。そのためには、業務経験や、技術、技能などの継承を行

い、突発事故や震災などに対応できる危機管理能力の向上を目指した、継続的な人材育成が必要である。こうした背景のなかで当社は、東京都水道局と共同で、危機管理能力向上ソリューションの一つとして“職員教育訓練システム”を開発した。

このシステムは、各種の端末装置や、音響設備、画像合成装置などから構成され、訓練はこれらを設置した研修室で行われる(図5)。訓練目的ごとに各役割に応じて作成されたシナ



リオに基づき、動画像、音声その他の情報により事故や震災を模擬し、各受講生がそれらの情報を適時判断し、相互の協調を図りながら、ロールプレイング方式で訓練を進行する。

研修効果を高めるため電話や、カメラ、ファクシミリ、チャットなどのコミュニケーションツール及び、映像、音響を活用して、臨場感のある訓練ができるようにしている。また必要に応じて東京都水道局が保有するマッピングシステムや震災情報システムなどを活用して研修を行っている。

更に研修の効果を測定して評価するため、講師及び各受講生の挙動や音声、パソコンの操作履歴、講師との情報交換の状況などの履歴を時系列的にサーバに記録して、研修実施内容を再現できるようになっている。

現在、土木系職員向けの水道管路事故や、電気・機械系職員向けの浄水場設備事故、環境検査職員向けの油流出事故、事業所職員向けの震災対応訓練など、様々な職種の職員に対して多様な訓練シナリオが登録されている。

4.3 技術継承ソリューション

上下水道事業者が持つ様々な業務ノウハウや技術の継承において、経験や運用のなかで習得した“暗黙知”を“形式知”として継承する試みが進められている。その一方、形式知も活用を想定した“知識化”が行われないと、必要な情報の有無や、所在、内容などの確認に時間が掛かり、“知識”としてデータが活用できないなどの問題がある。この問題を解決するためには、業務ノウハウや技術を容易に蓄積し、効果的に活用する仕組みが必要である。

当社は、東京都水道局の開発委託を受け、東芝ソリューション(株)のナレッジマネジメント支援システム KnowledgeMeister™をベースに、技術継承ソリューションに対応したナレッジ

バンクシステムを構築した(図6)。

このシステムは水道局内のLANに接続され、サーバに蓄積された様々な技術文書ファイル、及び現場での実際の操作状況やノウハウを含んだ作業動作を撮影したビデオ映像などを、職員の各端末から検索して閲覧できるようになっている。

このシステムは、次のような特長を持っている。

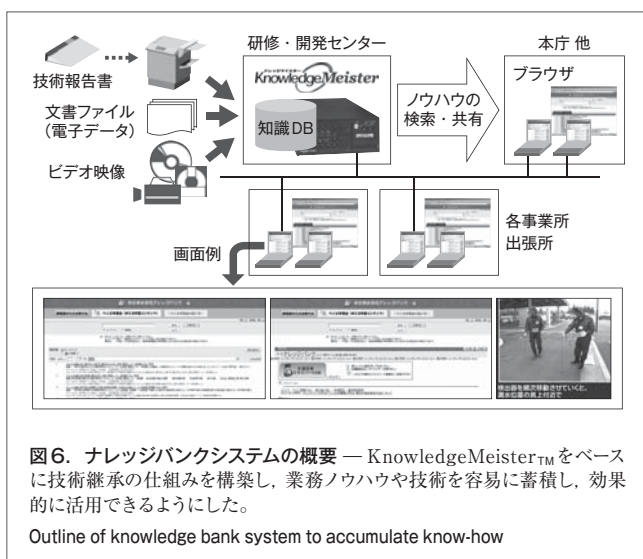
- (1) 文書や動画ファイルをサーバのフォルダに置くだけで、自動的に検索用のDBを作成できる。
- (2) Webブラウザを用いて簡単に検索できる検索キーを搭載し、活用を促進できる。自然言語検索^(注3)にも対応できる。
- (3) あらかじめ分類設定しておくだけで、登録された文書を活用シーンに合わせたカテゴリに自動分類できる。

東日本大震災では、各種の台帳図面や運用ノウハウを記載した書類など、重要な情報を消失した事業者も多かった。当社では、サーバを当社のデータセンターに設置したクラウド型ナレッジバンクサービスも行っている。図面消失のリスクを回避し、必要に応じて簡単に図面を参照できるサービスとして、今後、上下水道事業者へ提供していく。

5 あとがき

上下水道事業に貢献するICTソリューションとして、ICTを応用した水に関する情報の共有プラットフォームの必要性と、これまで当社が実際に構築してきたICTを用いたソリューションの代表的な事例について述べた。

ICTは今後、更に発展していくものと思われる。当社はそれらの技術を駆使し、また、情報格差の是正や情報セキュリティへの対応といったICT技術利用における課題を解決して、よりスマートな上下水道事業に貢献できるICTソリューションの開発と提供を促進する。



(注3) 思い浮かんだフレーズを、そのまま質問文として使用できる検索システム。「～はいつ?」、「～はだれ?」、「～はどのくらい?」といった日付や人数の概念、数などを解釈し、質問に沿った検索が可能。



杉野 寿治 SUGINO Toshiharu

社会インフラシステム社 水・環境エンジニアリングセンター 水・環境品質保証サービス部参事。公共システムのエンジニアリング業務に従事。環境システム計測制御学会会員。Water & Environmental Engineering Center



近藤 真哉 KONDO Shinya

社会インフラシステム社 府中事業所 社会インフラシステムソリューション部参事。公共システム及び社会システムのソフトウェア開発に従事。Fuchu Complex



平岡 由紀夫 HIRAOKA Yukio

社会インフラシステム社 府中事業所 社会インフラシステムソリューション部主務。公共システム及び社会システムの開発・設計に従事。電気学会会員。技術士(総合技術監理部門, 上下水道部門)。Fuchu Complex