

# 東芝が考えるスマートな水と環境のソリューション

Toshiba's Smart Solutions for Water and Environment

田村 邦夫      仲田 雅司郎

■ TAMURA Kunio      ■ NAKADA Masajiro

2011年3月11日の東日本大震災以降、太陽光、風力、バイオマスなど再生可能エネルギーの活用に期待が高まっている。一方、従来からの世界規模の問題として、水不足、エネルギー不足、資源の枯渇、及び地球温暖化が挙げられる。これらの問題は、社会インフラ全体の問題として相互に関連しているとともに、地域、環境、文化の多様性に応じた様々な課題があり、それらに持続的に応えられるソリューションが求められている。

東芝は、多様な課題に応えるために、省コスト、省資源、及びリスク低減という視点で、ICT（情報通信技術）や水処理装置を駆使した運用制御技術を中心に、スマートな水と環境のソリューションを提供していく。

Expectations have been focused on more effective use of renewable energy sources, such as photovoltaic, wind, and biomass energy, since the Great East Japan Earthquake of March 11, 2011. On the other hand, global issues to be addressed include depletion of water, energy, and natural resources and global warming accompanying rapid population growth. There is a strong requirement for a comprehensive approach aimed at realizing sustainable solutions for diverse regional, environmental, and cultural needs, in order to solve the complex interactive issues related to social infrastructure.

In response to these various issues, Toshiba is making continuous efforts to provide smart solutions for water and the environment. Such solutions contribute to the efficient use of resources, savings in costs, and reduction of risks through the use of operational control technologies including information and communication technology (ICT) and water and wastewater treatment equipment.

## 水環境を取り巻く世界の動向

### 東日本大震災を契機とした変化

2011年3月11日に発生し、かつてない被害をもたらした東日本大震災は、世界に共通する多くの課題を残した。

その一つは、エネルギー需給の安定化である。この解決方法としては再生可能エネルギーの活用促進が挙げられ、国家戦略室エネルギー・環境会議でも喫緊の課題とされている。

もう一つは、レジリエントな（危機耐性のある）社会インフラの構築である。故障やトラブル後の影響を軽減するだけでなく、今後は、より早期の復旧や必要最小限の機能の部分復旧も考慮したシステムの導入が求められることになる。

これら喫緊の課題がある一方で、以下に述べる従来からの課題として、世界の人口増加に伴う食糧・水・エネルギー不足、資源の枯渇、及び地球温暖

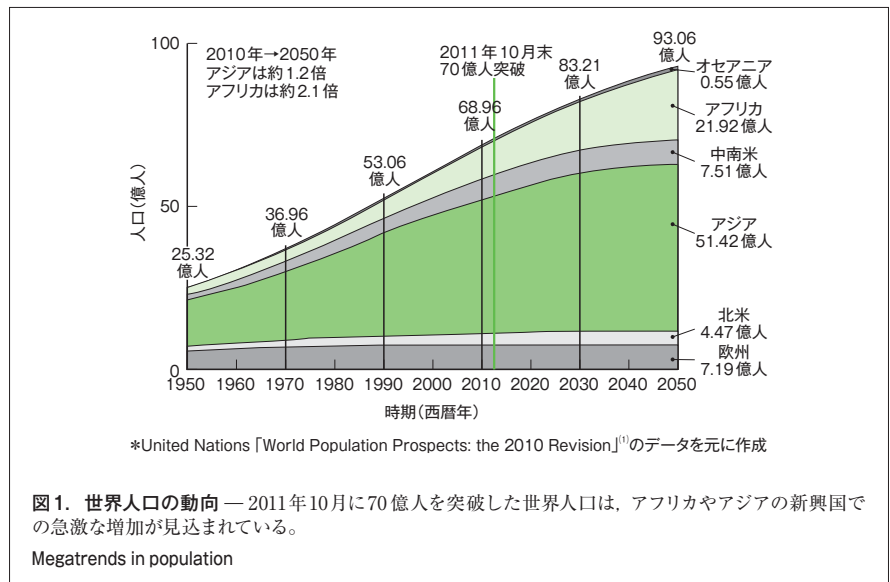


図1. 世界人口の動向 — 2011年10月に70億人を突破した世界人口は、アフリカやアジアの新興国での急激な増加が見込まれている。

Megatrends in population

化といった問題も解決する必要がある。

### 人口増加の動向

世界の総人口は、2011年10月31日に70億人に達した。国連人口基金 (UNFPA) が発表した2011年版の「世界人口

白書」によると、1999年に60億人を突破してから12年間で10億人も増えるというハイペースである。今後も世界の人口は増加を続けるものと予測されている (図1) が、それに伴って懸念されるのは、次に述べる食糧、水、及びエネル

ギーの不足といった問題である。

### ■食糧不足の問題

人口が増加すると、それに対応する食糧を供給できるのかという問題が生ずる。国際連合食糧農業機関 (FAO) の見通しでは、穀物の生産量は2007年の20.7億tから2050年には30.1億tへと1.5倍に拡大する。地球温暖化の影響もあり、穀物生産のための農業用水が十分に確保できるかという問題もある<sup>(2)</sup>。

### ■水不足の問題

20世紀における水需要の増加は人口の増加を上回る伸びを示した。1995年に3,788 km<sup>3</sup>であった水需要は2025年までに5,235 km<sup>3</sup>となり、トータルでは1.38倍になると予測されている (図2)。今後、水需要の増加に対応していくためには、水の再生利用や海水淡水化といった技術の更なる普及が求められる。

### ■エネルギー不足の問題

世界のエネルギー消費量は経済成長とともに増加を続けている。この伸び率は一様ではなく、先進地域では低く、開発途上地域では高くなっており、特に

アジアオセアニア地域は、世界のエネルギー消費量の増加をもたらす大きな要因となっている。国際エネルギー機関 (IEA) では、2030年には現在の約1.4倍のエネルギー消費を予測している。

### ■資源枯渇の問題

われわれの生活や産業の糧となっている資源は、限られた量しか存在しない枯渇性のものと、太陽光や風力などのエネルギーにより繰り返し生産できる再生可能なものに分けられる。現在の社会を支えている化石燃料や金属、鉱物は代表的な枯渇性資源である。近年、これら枯渇性資源の減少が問題視されており、これらの回収や代替の手段を確立することが求められている。

### ■地球温暖化の問題

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) が2007年に取りまとめた第4次評価報告書によると、世界の平均地上気温は1906~2005年の間に0.74 (0.56~0.92)℃上昇し、20世紀を通じて平均海面水位は17 (12~22) cm上昇している。地球温暖化は水の循環に影響し、融雪に依存した水資源の確保への悪影

響が懸念されること、及び強い熱帯低気圧をはじめとする災害や大雨の頻度が高くなるなどが予測されている。

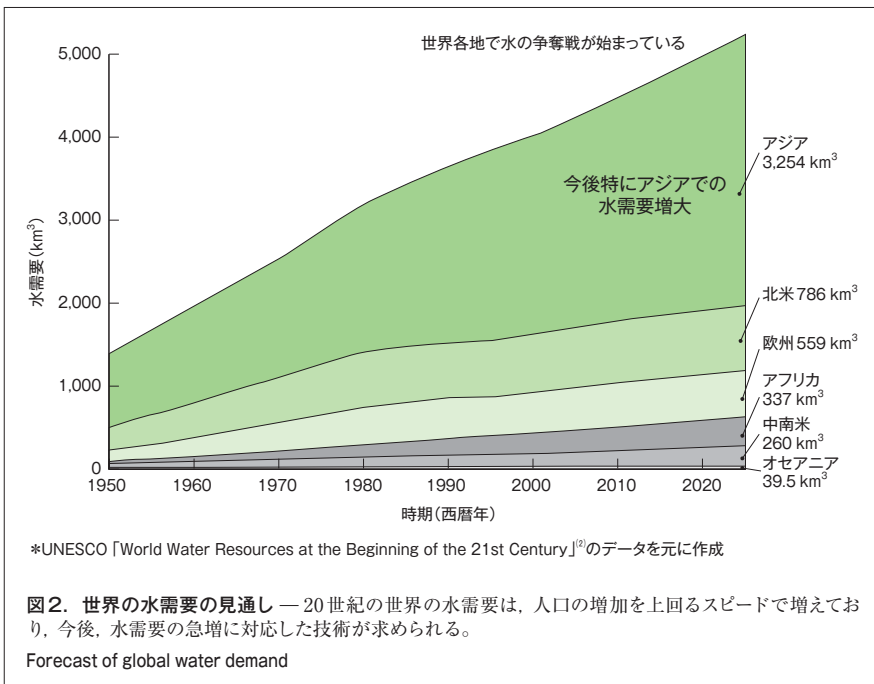
### ■複雑に関連する世界規模の課題

人口の増加、食糧・水・エネルギー需要の増大、資源の枯渇、及び地球温暖化の影響について述べてきたが、これらは全て複雑に連動している。

社会インフラの発展に伴い、エネルギー需要が多数発生する。それと並行して食糧と水の需要が発生し、更には、産業や生活の営みの結果として汚染された排水と廃棄物も併せて発生する。また、資源とエネルギーの必要性は高いが、二酸化炭素の発生を抑制するには化石燃料の使用を減らさなければならない。一方で、化石燃料を再生可能エネルギーで代替しようとする、残念ながらコストの負担が増大する。今後、これらの現象をバランスよく捉えて、最適化を図ることが必要である。

また、震災や洪水などの自然災害に対しては、事前防止策だけでなく、事後いかに早く復旧させるか、又は必要最小限の機能を回復させるかという視点も重要である。

水環境を取り巻く互いに関連するこれらの世界規模の課題を解決していくにあたっては、限られた資源を有効利用していく視点 (省資源)、それらを効率的に運用し活用していく視点 (省コスト)、及び自然災害などの予期せぬ事態にも適応していく視点 (リスク低減) が重要であると言える。更には、これらの視点を基にしたソリューション (解決方法) を、グローバルな視点での地域、環境、文化の多様性に応じて持続的に提供していくことが不可欠である。具体的なソリューションとしては、近年、“スマート”という視点でのソリューションが目まはっている (囲み記事参照)。



## スマートソリューションの動向

スマートソリューションとしては、近

## スマート〇〇とは？

“スマート”ということばは、日本人の感覚からすると“やせている”というニュアンスにとられがちだが、このことばには“賢い”とか“機知に富んでいる”という意味がある。近年、この意味のスマートを使用したことばが多数現れ、流行語にもなっている。次世代携帯電話として普及しているスマートフォンは、スマホの略称で2011年の流行語トップテンに入っている。ここでは、スマートが使われていることばを紹介するとともに、その意味について考えてみる。

### ●スマートフォン

インターネットとの親和性が高く、パソコンの機能をベースとして作られた多機能携帯電話である。

### ●スマートグリッド(次世代送電網)

最新のICTを活用して、様々な集中型及び分散型のエネルギー源を効率的に管理し、供給する次世代送電システムである。

### ●スマートハウス

住宅でのエネルギー消費などに関する情報を地域や社会と共有して最適化する仕組み

み、あるいはそのような仕組みを備えた住宅を言う。

### ●スマートシェルフ

賢い棚という意味で、RFID (Radio Frequency Identification) タグの付いた商品がこの棚に並べて自動的に読み取れるようにすることで、リアルタイムに店頭在庫の管理を行うことができる。

### ●スマートEV

高出力バッテリーと高効率モータを活用した環境配慮型のEVである。

### ●スマートメータ

通信機能や機器の管理機能を備えた高性能な電力メータ、あるいはそれを含むシステムを言う。

この他にも、スマートビルやスマートストアなど数多くの“スマート〇〇”が存在するが、これらにおけるスマートの使われ方を見ると、効率的に、最適に、自動的に、自在に、といった意味で使い分けられている。

今回の特集は水と環境のスマートソリューションである。この場合のスマートは、水環境システムに対し、運用制御技術を核と

してICTや装置を活用することで省コスト、省資源、及びリスク低減を達成するソリューションを、グローバルな視点での多様性に依拠して提供することである。ここでスマートフォンの特徴を考えてみると、従来の携帯電話と比べて、自分の目的に応じて、使いやすいように設定(カスタマイズ)できるものであるとも言える。これを今回の水と環境のスマートソリューションと比べてみると、社会インフラの目的に応じて(多様性に依拠して)使いやすいように(省コストなどを意識して)ソリューションを提供するという点で相通するところがある。

流行語にまでなったスマートフォンは、わが国での普及率がまだ6%程度だが、アプリケーションのインストール数では調査した30か国中の第1位である。海外ではスマートフォンの普及率が50%を超える国もあり、スマートフォンをキャッチアップする勢いで水と環境のスマートソリューション市場を活性化していきたい。

年、スマートグリッドを活用した低炭素社会向けのソリューションの概念である“スマートコミュニティ”が注目されている(図3)。

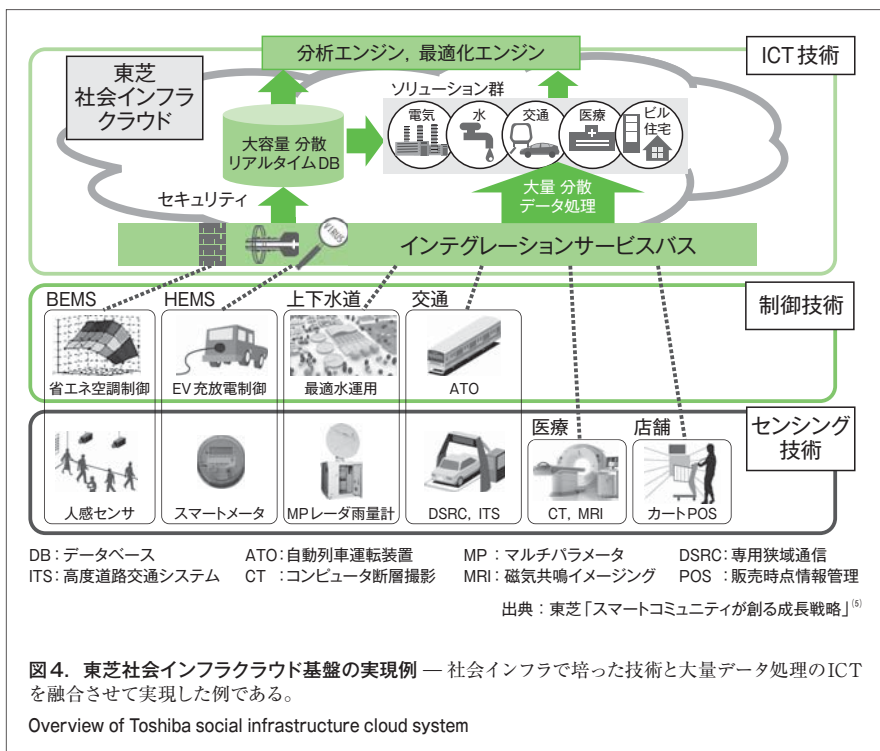
スマートコミュニティとは、経済産業省によると、電気の有効利用に加え、熱や未利用エネルギーも含めたエネルギーの“面的利用”，地域の交通システム及び市民のライフスタイルの変革などを複合的に組み合わせた、エリア単位での次世代のエネルギー・社会システムの概念である。

具体的な技術としては、HEMS (Home Energy Management System) に代表されるスマートハウス、電気自動車 (EV)、ビルなどの建物全体のエネルギー設備を統合的に監視し制御するBEMS (Building Energy Management System)、電力の見える化につながるスマートメータ、及び大量のデータ処理に欠かさないクラウドコンピューティングなどが代表的である。



東芝は、スマートコミュニティを電力、水、交通、物流、医療、情報など、あらゆる

インフラの統合的な管理と最適制御を実現した次世代のコミュニティとし



て捉え、これらのインフラに対する複合ソリューションで、環境への配慮と快適な生活の両立を図るスマートコミュニティを創出しようとしている。具体的には、これまで培ってきた社会インフラ関連技術を駆使して、人感センサやレーダ雨量計などのセンシング技術及び省エネ空調制御やEV充放電制御などの技術と、大量データ処理のICTを融合させ、東芝社会インフラクラウドを構築していくことを考えている(図4)。

として、「水環境を取り巻く世界の動向」の章で述べた“省コスト”，“省資源”，及び“リスク低減”を掲げ、これらから展開される各価値を実現する手段を、スマートな水と環境のソリューションとして提供していくことを考えている。

具体的には、シミュレーション、最適化、及び制御の各技術と上下水道プラントの運用経験を融合した運用制御技術を中心に、ICTや水処理装置を活用して、グローバルな視点でのスマートな水

ソリューションを提供していきたいと考えている(図6)。ここでは、エネルギーや資源の利用効率及びリスクに関する都市の性能指標(KPIs: Key Performance Indicators)を、国や地域ごとの多様性に応じて柔軟かつ的確に改善することをスマートと捉え、新しい装置と、情報と制御を統合した運用改善を適切に組み合わせる。

実現方法としては、「スマートソリューションの動向」の章で述べたスマートコミュニティを構成する重要なソリューションの一つとして今後展開していくとともに、水環境システムだけでもスマートソリューションを提供していくことを考えている。

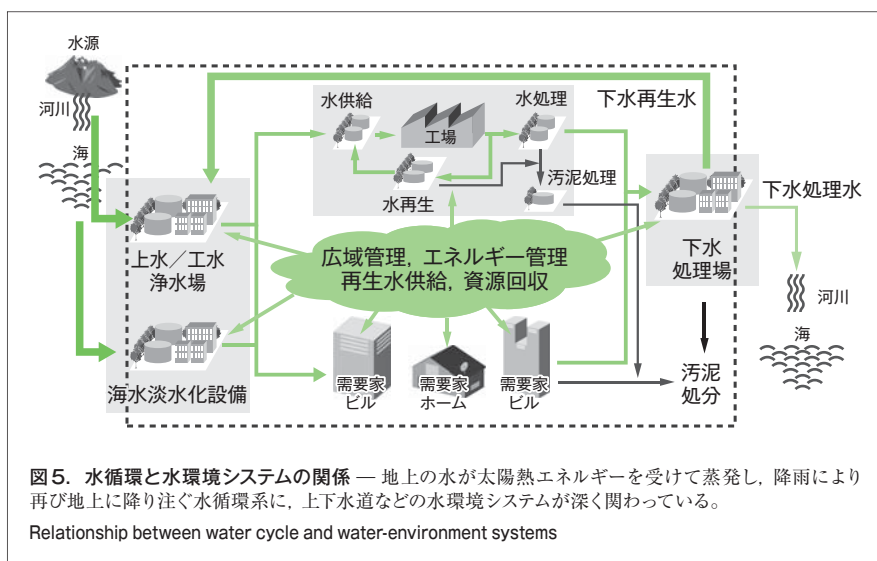
この特集では、スマートな水と環境のソリューションとして、水処理と水の再利用に新たな素材や発想を取り込んで効率を高める技術、未利用バイオマス資源の高付加価値化技術、及び水の挙動を情報源として水質悪化や浸水リスクを低減し、図5の水循環全体を最適化する運用制御技術や装置について紹介する。これらを、ICT及び、創エネルギー(以下、創エネと略記)、上水、造水、下水、産業排水の六つのカテゴリーに分けて紹介する(図7)。

ICTでは、広域に散在する多種大量のデータを収集して管理し、各種データを分析して診断し、場所と時間を問わずに結果にアクセスできるという観点での、

### 東芝が考える スマートな水ソリューション

世界には、再生可能エネルギーの導入、災害への対応、地球規模の課題である温室効果ガス排出量の削減、水資源の偏在と世界的な人口増加に起因する水不足、更には、水環境の保全など、地域、環境、文化の多様性に応じた水に関する様々な課題がある。これらに対応できるソリューションへの期待が高まっている。

当社は、図5に示すような水循環に関する問題を解決するためのキーワード



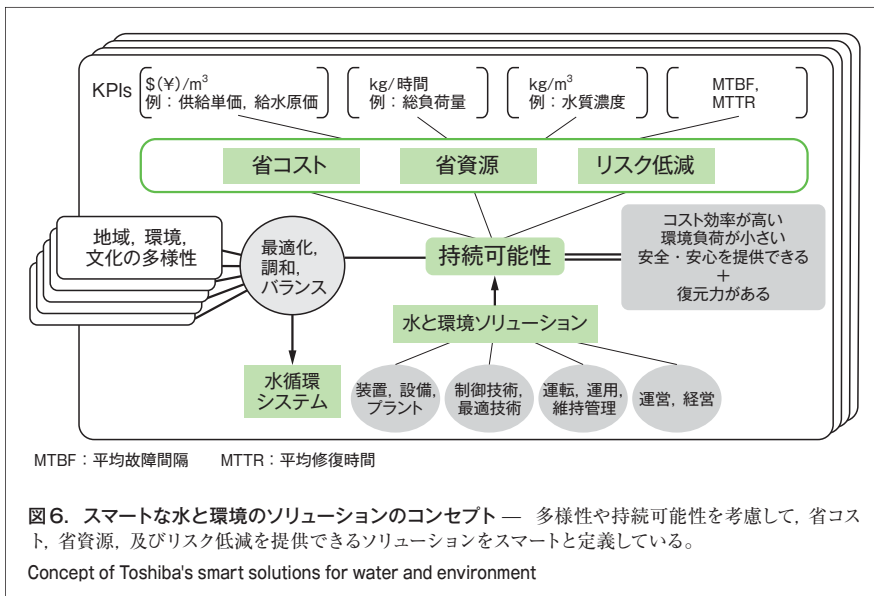


図6. スマートな水と環境のソリューションのコンセプト — 多様性や持続可能性を考慮して、省コスト、省資源、及びリスク低減を提供できるソリューションをスマートと定義している。

Concept of Toshiba's smart solutions for water and environment

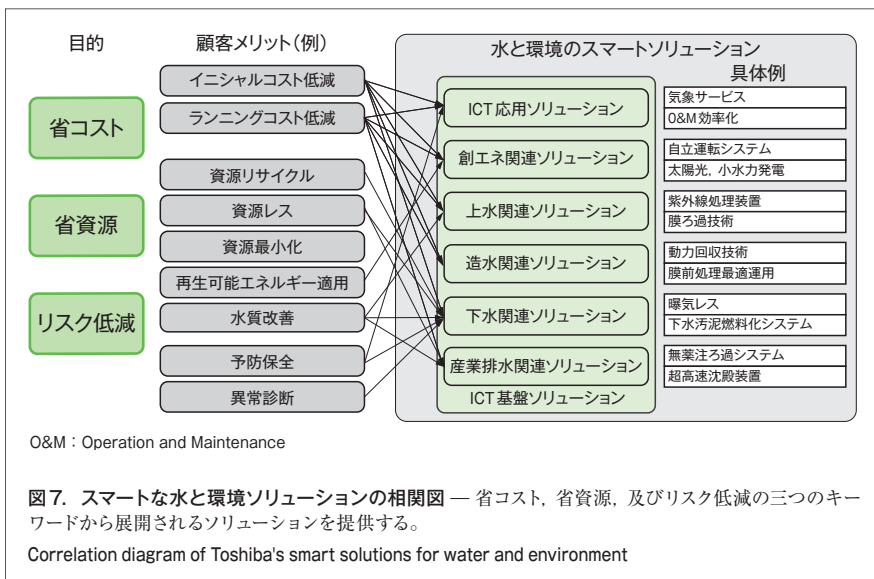


図7. スマートな水と環境ソリューションの相関図 — 省コスト、省資源、及びリスク低減の三つのキーワードから展開されるソリューションを提供する。

Correlation diagram of Toshiba's smart solutions for water and environment

リスク低減を意識した効率的なソリューションについて述べる (p.7-11参照)。

創エネでは、上下水道施設において再生可能エネルギーを利用した分散型電源を活用して、平常時にも災害時にも効率的な電力供給を実現する上下水道スマートエネルギーソリューションについて述べる (p.12-15参照)。

上水では、高度浄水処理のキー技術であるオゾン発生装置、耐塩素性病原生物対策技術である紫外線照射装置、及び維持管理が容易で耐塩素性病原生物にも対応できる膜ろ過装置を取り上げ、省コストに向けた取組みについて述

べる (p.16-19参照)。

造水では、海水淡水化における動力費がもっとも低くなる回収率での運転制御技術と、膜前処理の最適運用で省コスト及び省資源を実現する技術の開発について述べる (p.20-23参照)。

下水では、省コスト、省資源、及びリスク低減などを実現する下水汚泥燃料化システム、曝気(ばっき)レス水処理システム、プロセス性能診断システム、及び雨水対策システムについて述べる (p.24-27参照)。

産業排水では、凝集剤を使用せず省コストで運転可能な無薬注ろ過処理シ

ステムと、省スペースでイニシャルコスト低減に貢献する超高速沈殿装置について述べる (p.28-31参照)。

## 今後の展望

グローバルな視点での、社会インフラの構築と多様性への対応及び持続可能性維持のために、当社は、この特集で述べるスマートソリューションを省コスト、省資源、及びリスク低減の視点で更に進化させ、循環型社会の実現に貢献していきたいと考えている。

## 文 献

- (1) United Nations "World Population Prospects, the 2010 Revision". <<http://esa.un.org/unpd/wpp/>>, (accessed 2012-02-10).
- (2) UNESCO. "World Water Resources at the Beginning of the 21st Century". <[http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/sum\\_tab7.html](http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/sum_tab7.html)>, (accessed 2012-02-10).
- (3) 国土交通省 土地・水資源局水資源部. "平成19年版日本の水資源について". <<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H19/index.html>>, (参照2012-02-10).
- (4) スマートコミュニティ関連システムフォーラム. "スマートコミュニティフォーラムにおける論点と提案". 経済産業省ホームページ. <<http://www.meti.go.jp/press/20100615006/20100615006-2.pdf>>, (参照2012-02-10).
- (5) "スマートコミュニティが創る成長戦略". 東芝ホームページ. <<http://www.toshiba.co.jp/about/ir/jp/library/pr/pdf/tpr20111216.pdf>>, (参照2012-02-10).



田村 邦夫  
TAMURA Kunio

東北復興推進室 復興支援技術部長。  
東北復興推進業務に従事。環境システム計測制御学会会員。技術士(上下水道部門)。  
Tohoku Recovery Promotion Div.



仲田 雅司郎  
NAKADA Masajiro

社会インフラシステム社 水・環境システム技師長。  
上下水道をはじめとする公共分野のシステム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。技術士(上下水道部門)。  
Social Infrastructure Systems Co.