

〈研究発表〉

新・未来 PJ-I (Group-C)

世界を変える技術・システムの創造
— インフラ事業の海外展開を目指して —

小野田 草 介¹⁾, 高 嶋 崇 弘²⁾, 甲 斐 智 子³⁾
大 和 信 大⁴⁾, 中 田 典 秀⁵⁾, 清 水 聡 行⁶⁾

¹⁾ ㈱神鋼環境ソリューション 商品市場・技術開発センター
(〒 651-2241 神戸市西区室谷 1-1-4 E-mail: s.onoda@kobelco-eco.co.jp)

²⁾ ㈱日立製作所 社会・産業システム事業部 海外水プロジェクト推進本部
(〒 101-8608 東京都千代田区外神田 1丁目 18番 13号 E-mail: takahiro.takashima.kq@hitachi.com)

³⁾ ㈱堀場アドバンスドテクノ 開発部
(〒 601-8306 京都市南区吉祥院宮の西町 31 E-mail: satoko.kai@horiba.com)

⁴⁾ メタウォーター(株) R&D センター
(〒 475-0825 愛知県半田市前湯町 1番地 E-mail: yamato-nobuhiro@metawater.co.jp)

⁵⁾ 京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター
(〒 520-0811 滋賀県大津市由美浜 1-2 E-mail: n.nakada@ax5.ecs.kyoto-u.ac.jp)

⁶⁾ 立命館大学理工学部 環境システム工学科
(〒 525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 E-mail: shimiz-t@fc.ritsumeai.ac.jp)

概 要

近年、製品普及、インフラ整備が飽和期を迎えたことや人口動態の変化により内需が伸び悩む中、国内企業の多くが海外展開を重視している。上下水道事業などのインフラ産業においても海外展開をせざるを得ない状況となっているものの、その海外展開については、国際競争のなかで、いかに事業全体を受注できるかが課題となっている。本稿では、水分野に焦点を絞り、我が国の技術について最新の状況をまとめるとともに、我が国のインフラ事業が海外展開するために必要とされるシステムを検討した。

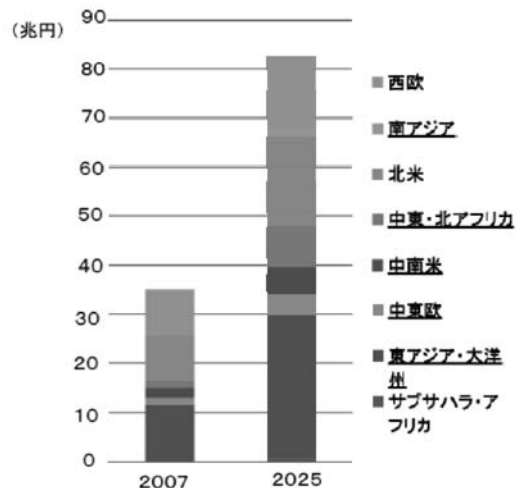
キーワード：パッケージ化、マネジメント、組織体制、産官学連携
原稿受付 2012.1.5

EICA: 16(4) 47-51

1. は じ め に

近年の我が国では、製品普及、インフラ整備が飽和期を迎えたことや人口動態の変化により、右肩上がりの内需の趨勢は終焉を迎え、国内企業の多くが海外展開を重視している。上下水道事業などのインフラ産業においても海外展開をせざるを得ない状況となっている¹⁾。特に、水分野においては発展の著しい東アジア、南アジア、北アフリカで今後、インフラ需要の急増が見込まれている²⁾ (Fig. 1)。

一方で、その海外展開については、今後、インフラ需要の増大が見込まれるものの、国際競争のなかで、いかに事業全体を受注できるかが課題となっている。特に、個々の技術は高いが、計画・施工・維持管理・運営等を分業化してきた我が国のインフラ産業では、海外の企業と競争するのに限界がある。一方で、製品



〔出典〕 Global Water Market 2008 及び経済産業省試算
(注) 1ドル = 100円換算

Fig. 1 The market growth forecasting of water business

規格の標準化や統一化という視点から見ると開発途上国などの発展中の地域では、計画から維持管理までを一体的に整備することが重要と考えられる。2011年7月に中国で起きた高速鉄道事故は、個々の技術だけでなく運転・管理・制御を一体的に行うことの重要性が認識された1例であろう。つまり、寄せ集めの技術と管理手法だけでは、個々の技術が高くて「安全」と「安心」を担保することが出来ないのである。最近では、高い技術と高い維持管理・運営システムをパッケージ化して海外展開することが重要であると認識されてきている^{3,4)}。

本稿は、「世界を変える技術やシステムとは」という視点から、これまでの新未来プロジェクトIで議論した内容や文献のレビューをまとめて、インフラ事業の方向性を模索・提案したものである。本稿では、まず水分野に焦点を絞り、我が国の技術について最新の状況をまとめた。次に、我が国のインフラ事業が海外展開するために必要とされるシステムを検討した。

2. 我が国の技術

まず、技術を導入する、または、売り込むためには、その技術を評価しておく必要がある。技術の評価には、いくつかの視点(項目)がある。製品単体の評価では、「価格」、「規格」、「性能(処理性能、エネルギー消費量など)」、「使いやすさ」等が挙げられる。海外展開を考えた場合は、「汎用性(修理や交換の容易性)」、「適正技術」も考慮する必要がある。

例えば、LEDは、世界を変える技術の1つである。現在の蛍光灯は水銀を用いているため、LED照明は、廃棄物、エネルギー消費の面では極めて優れているが、価格や発光出力の面では評価が下がる。つまり、導入できる経済レベルと使用用途を考慮する必要がある。

本章では、水分野における我が国の代表的な技術である「膜処理技術」、「漏水・耐震化」、「計測技術」、「資源回収・省エネ技術」について、その最新の状況をまとめた。

2.1 膜処理技術

膜処理技術の特徴は、安定かつ高度な処理水質が得られることが挙げられる。浄水処理の場合では衛生的安全性の確保、下水処理の場合では放流水質の確保が可能となる。

その運用においては、膜の目詰まり対策が基本であり、運転に要する知識、技術、人員は少なくなる傾向があるため、人件費が高い地域にメリットがあるものとする。また、施設設置面積は小さくなる傾向があり、土地の高い都市部にメリットがあると同時に、小規模分散型の施設配置も可能である。

しかしながら、従来技術と比較して設備コストならびに消費エネルギーは大きくなる傾向があり、投資に見合うメリットが得られる必要がある。淡水不足地域における海水淡水化処理においては、膜利用によるメリットが十分に得られるため導入が進んでいる。

水処理用の膜製品については、世界シェアの約60%が日本企業であり、特に海水淡水化で用いられるRO膜は日本企業の世界シェアが約70%と高く⁵⁾、極めて高い技術・製品を保有していると言える。

なお、人材育成(運転・保守人材)の点では従来技術よりも容易となる可能性がある。そのため、人材育成が必須な地域では、従来技術よりも導入しやすいと考えられる。一方で、メーカーごとに異なる膜の取り扱いが人材育成上の障壁となる可能性もある。

2.2 漏水対策、耐震技術(管路)

水供給分野において、漏水率は低くすることは、「資源の有効利用」、「事業運営の効率化」の面からみても極めて重要な要素である。特に、我が国の漏水対策に関する技術力は、他国と比較すると極めて高いといえる。我が国の主要都市における漏水率は、東京都で3.3%、名古屋市で3%弱、大阪市で6~7%となっている。世界の主要都市をみると、ロンドンで26.5%、ロサンゼルスで9%となっており、アジアでは20~30%程度である。特に東京都では、漏水対策として、漏水探索を徹底し、漏水箇所を更新+老朽管の更新を行ってきた結果、世界トップレベルの漏水率の低さとなっている。つまり、「漏水箇所を的確に捜し当てる技術と取り組み」と「老朽管の更新」が重要となる。

耐震技術において、管路については、現在、ダグタイル鉄管や硬質塩化ビニール管などの腐食や衝撃に強い管路が開発されている。ただし、震災時などは、管路自身の破断もあるが継手が外れる被害も多いため、管路自身の強度と継手を合わせて耐震化を考える必要がある。

2.3 計測技術

健康、安全、環境の保全をはじめとする科学の進歩へ向けた最先端技術は世界トップレベルにある。例えば、微小化、ナノ計測、高分解能化、高速化、複合化、マルチ計測、スマート化などは、世界的に見ても高い技術力を持っているものとする。技術、システムでは世界の市場を獲得できる可能性がある一方で、価格的には国際競争力を持つ先端技術を活かしていない。

2.4 排水からの金属回収、省エネ技術(下水処理)

輸出制限による各種鉱物(レアメタル等)の取引価

格の変動という調達コストの不確実性に対して、先進国企業がアジア各国に工場を建設する際には、資源調達を低コストに抑えるのは必須課題である。つまり、単なる排水処理技術ではなく、「再資源化」という付加価値を持った技術が重要となる。例えば、電気透析膜、イオン交換樹脂等の技術などは、効率的に資源を回収できる可能性がある。

また、下水処理（活性汚泥法）においては、「ばっ気」に多大なエネルギーを必要（設備全体の30～50%）とする。「ばっ気」を行う際に、気泡を微細化し、酸素の溶解効率を高める散気装置を用いることで、約2割の消費電力削減との試算もある。

このように、課題はあるものの、我が国の技術は十分に海外展開できるレベルにあり、また、すでに海外での十分な導入実績もある。一方で、製品は要素技術であり、また、革新的な製品開発は容易ではない。したがって、いくつもの評価項目から複合的・階層的に評価するとともに、様々なレベルの技術を組み合わせることが重要である。

3. 求められる組織とシステム構築案

今後、日本企業が海外でのインフラ整備をめぐり、設備建設だけでなく、その後の管理運営も含めて受注し、我が国の高い技術を活かしながら、建設後の运营管理で長期の収益をあげることが必須である。そのため、要素技術の標準化は当然のことながら、マネジメントの標準化とシステム全体のパッケージ化が重要となる。それと同時に、人材育成や保守管理なども手掛ける見通しを立てることも必要であろう。海外展開を実現するために検討すべき課題は、以下のようなものが考えられ、これらを相互的に連携させるシステムが必要となる（Fig. 2）。

- ・共同組織の設置と持続性の担保（産官学協働）
- ・人材育成（複合的な視点の養成）
- ・パッケージ化（多分野・産業との連携含む）

本章では、これらの課題について、インフラ事業が海外展開するために必要な要件とは何か検討した。

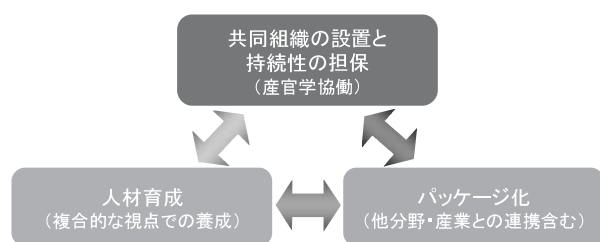


Fig. 2 The system of industry-government-academia collaboration

3.1 共同組織の設置と持続性の担保

前述のように、個々の技術は高いが、施工・維持管理・運営等を分業化してきた我が国のインフラ産業では、海外の企業と競争するのに限界がある。そのため、経産省、国交省などを中心に、共同・連携組織の設置とビジネスモデルの提案がされている。特に、「相手国のニーズを的確に把握し、ビジネスとして成立するか判断する情報収集体制の確立」、「施工・維持管理・運営を共同または連携して行う組織」を一体的に行う組織作りが必要であると考えられる。例えば、まずは産官学の共同組織（仮称：日本水連合）を設立し、その組織が代表となってエンジニアリング、受注まで行い、入札方式で各業者へ振り分ける等の業務を行う（Fig. 3）。このシステムでは、納入する地域に応じた技術力の組み合わせが可能となり、高度な環境計測技術も、必要な箇所にだけ導入が可能となる。

一方で、インフラ事業運営は超長期にわたるため、その継続性・持続性の担保が必須となる。そのため、日本政府の保証が必要と考える。保証内容としては、日本企業の撤退も考えられることから「相手国に対する保証」、相手国の不透明な情勢に鑑みて「参画する日本企業に対する保証」、「技術流出等による知的所有権に対する保証」が考えられる。

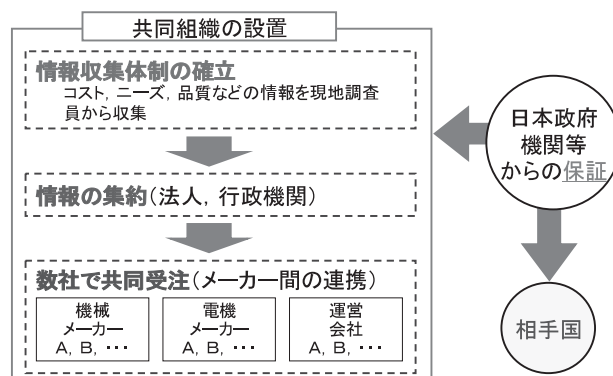


Fig. 3 The founding of corporative organization and the security of its stability

3.2 人材育成

国内での「人材育成」という視点からみると、問題点として、以下のようなものが挙げられる。

- ・インフラ事業の計画（設計）・施工・維持管理・運営といった全般にわたる知識・技術を持った人材が不足している。ただし、範囲が広すぎるため全体を熟知した人材を育成するのは、ほぼ不可能であることに留意が必要である。
- ・育成する人材像と産業界等の評価や期待に関する認識の共有が十分でない。日本の教育において、専門化・タコツボ化し過ぎる。

・技術・製品の押し売りにならないための対象国の事情を十分に把握できる人材が不足している。生活習慣、歴史、宗教、生活レベル（およびレベルの上昇速度）等の把握・理解が必要となる。

これらの問題点への対策としては、以下のようなことが考えられる。

- ・産官学が協力し国内外の多様な社会の要請に的確に対応可能な体系の確立をする。
- ・それぞれの専門人材を束ねる（統括する）人材育成あるいは組織・体系を確立する。
- ・教育課程において、ビジネスの実状に詳しい産業界出身の教員を強化することにより、産業界の経験を吸い上げる。つまり、人材交流・技術交流等（派遣調査）による長期的な育成が必要となる。

3.3 パッケージ化

日本企業が新興国などへ海外進出するにあたり、各企業がそれぞれの専門的な分野の技術だけを持って個別に進出するのでは、価格競争に晒されたり、規格の不適合など、苦戦を強いられることが予想される。そのため、産学官一体となり日本の総合力で戦うという考え方が重要視されてきている。例えば、スマートシティ構想といった、複合的、分野横断的にシステムをパッケージ化し、IT、エネルギー、交通、環境技術を個別でなく包括的に融合した上で、海外の自治体（市、県単位）に、省エネルギーでスマートな「社会」を売りこむというものである。パッケージ化の例を Fig. 4 に示す。水循環分野では、浄水、下水処理、再生水利用は基より、都市全体の需要、供給量を集中監

視し、必要とされる量や質の水を必要とする場所へ供給することで、水資源の有効利用を実現する。同様に、エネルギー循環では、余剰電力を必要な箇所に供給、交通循環では渋滞案内や物流管理といったように、都市全体としてエネルギーロスの少ない社会を提案・提供するものである。

このように、価格勝負ではなく、日本の「技術力」が発揮できる領域を作り出し、提供することが肝要である。今までとは違うより大きな視点から社会を捉え、要求に応じた柔軟な対応が出来るシステムを構築した上で、その展開を産学官一体の組織が担うことにより「世界を変えるシステムの創造」は実現に近づくと考える。

4. ま と め

本稿では、インフラ事業における世界を変える技術・システムの創造についての課題と方向性を整理した。個々の技術としては非常に高い技術力を持っていることから、インフラ事業が海外展開していく上で、技術を組み合わせることやシステム全体のパッケージ化が有効であると考えられた。また、システム全体を提供するためには、共同組織などの新たな組織を設立することが必要と考えられた。

一方で、リスクを抱えて海外に乗り出す企業への保証、産官学の複合体が得た利益の配分、知財帰属など組織整備に関する課題を早急に解決する必要があると考える。

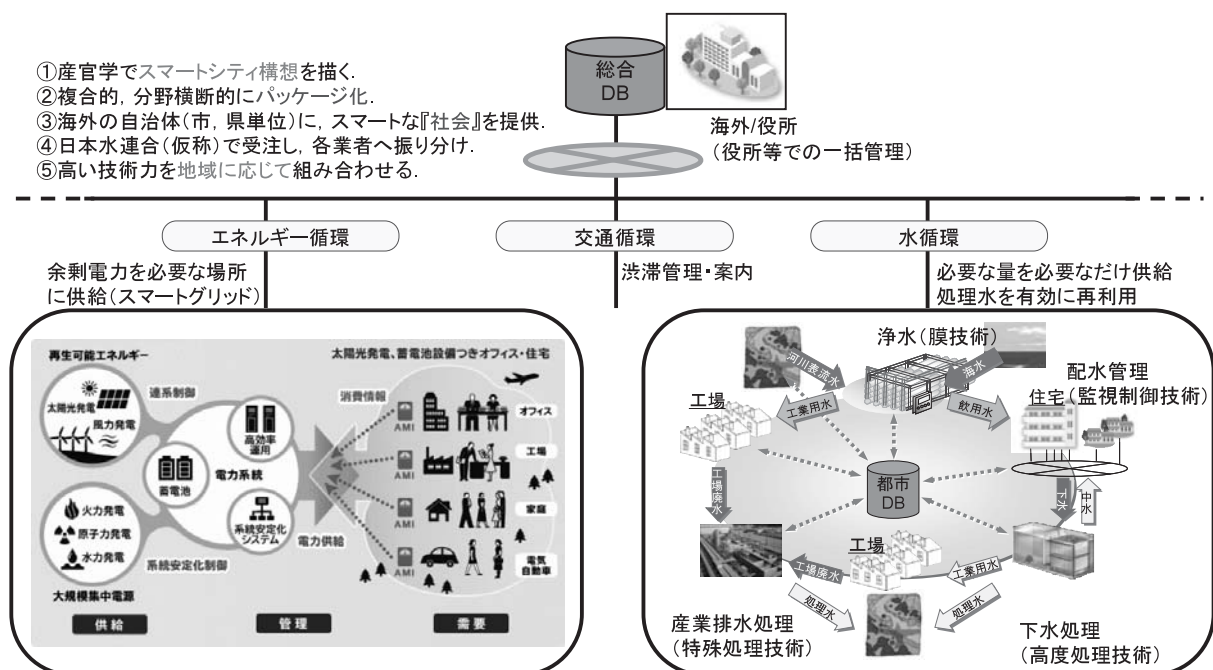


Fig. 4 The example of packaged system

参考文献

- 1) 特集 上下水道インフラ分野における国際展開に向けて, 土木学会誌, Vol. 96, No. 7, pp. 43-68 (2011)
- 2) 経済産業省 水ビジネス国際展開研究会: 水ビジネスの国際展開に向けた課題と具体的方策 (2010)
<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g100426b01j.pdf>
- 3) 特集 産官学一体で世界に拡げる日本のインフラ技術と標準化戦略, 土木学会誌, Vol. 96, No. 8, pp. 43-68 (2011)
- 4) 町田史隆: 「新成長戦略」における「パッケージ型インフラ海外展開」, 電子版 ESP (経済企画協会), 2010 秋号 (2010)
<http://www.epa.or.jp/esp/10a/10a05.pdf>
- 5) 経済産業省: 我が国水ビジネス・水関連技術の国際展開に向けて —「水資源政策研究会」取りまとめ— (2008)
http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/innovation_policy/pdf/mizuhoukokusyo.pdf