

## 第4節 水<sup>1</sup>問題と我が国の取組

近年、世界的に水に関する議論が関心を集めている。国連等での世界的議論に加え、2007年には我が国においても大分県で「第一回アジア太平洋水サミット」が開催され、アジアの共通課題として水問題が議論されたほか、2008年には世界経済フォーラム年次総会、いわゆるダボス会議や第四回アフリカ開発会議（TICAD IV<sup>2</sup>）でも水問題が重要な議題として取り上げられた。

世界的に水問題への関心が高まる中で、我が国としても過去の経験から得た技術やノウハウを土台に積極的な取組が求められている。決して水が豊富にあ

るとは言えない我が国は、過去の高度経済成長期には、急速な人口成長と経済成長による環境変化に直面し、工業用水のリサイクル促進（現在、工業用水回収率は約8割）や生活用水の漏水率の低減（現在、漏水率は1割以下）等、効率的な節水技術及び水管理システムの確立によって、水問題に対応してきたところであり、こうした技術やノウハウをいかせば、世界の水問題の解決に向けた貢献が可能である。

以下では、このような観点からアジアを中心として顕在化しつつある世界の水問題の状況や各国の対応、我が国の貢献可能性について考察する。

### 1 経済成長と水問題

水は、人間の生活のみならず、各種の経済活動に密接に関わる資源である。

第一に、水は人間の生存に必須であり、適切な水供給が出来ないと、多くの人々が命を落とす。現在、安全な水の供給を欠いている人口は世界で11億人とされているが、安全な水が無いために、毎日4,500人以上の児童が亡くなっているという<sup>3</sup>。

第二に、水は経済活動に必須であり、農産物の生産、工業品の洗浄やエネルギー生産にも用いられる。国毎の電力生産に占める水力発電の割合は、特にサハラ以南のアフリカや中南米で高く、国によっては50%以上となっている<sup>4</sup>。

このように社会・経済に大きな影響を与える水問題に関し、まず世界の水問題の現状を概観し、水問題を引き起こしている構造的な水需要の拡大と供給制約について見ていく。

#### (1) 世界の水問題の概況

従来、洪水等の水の「過剰」が水問題の主軸であった。しかし、近年では水の「過剰」問題とあわせて、資源としての水への需要が拡大する一方で、衛生設備や水供給システムの未整備等によって適切な水供給の増加が停滞し、世界各地で水の「不足」が問題となっている<sup>5</sup>（第3-4-1図）。水不足は今後更に深刻化する可能性があり、気候変動による降水パターンの変化等も考慮すれば、2025年には世界で18億人の人間が1人当たり年間水使用量1,000m<sup>3</sup>を下回る「絶対的水不足」に見舞われ、55億人の人間が「水ストレス」にさらされるとの予測もある<sup>6</sup>。

こうした水不足は国家間の紛争に発展する場合もある。例えば世界145か国にまたがって流れる国際河川流域では、水使用量の配分や、資源開発や汚染対処の資金負担を巡り、国際河川の上流国と下流国で国家間紛争が発生しているという<sup>7</sup>。

1 本節において「水」とは、特に断りの無い場合には、生活や経済活動に用いることが可能な淡水を指す。

2 TICAD IVについては、本章第5節参照。

3 World Health Organization, UNICEF (2005), *Water for Life Making It Happen Decade for Action 2005-2015*. さらに、2004年には220万人が不衛生な水によって亡くなったが、そのうち90%に相当する200万人余りが4歳以下の児童だったとされている。

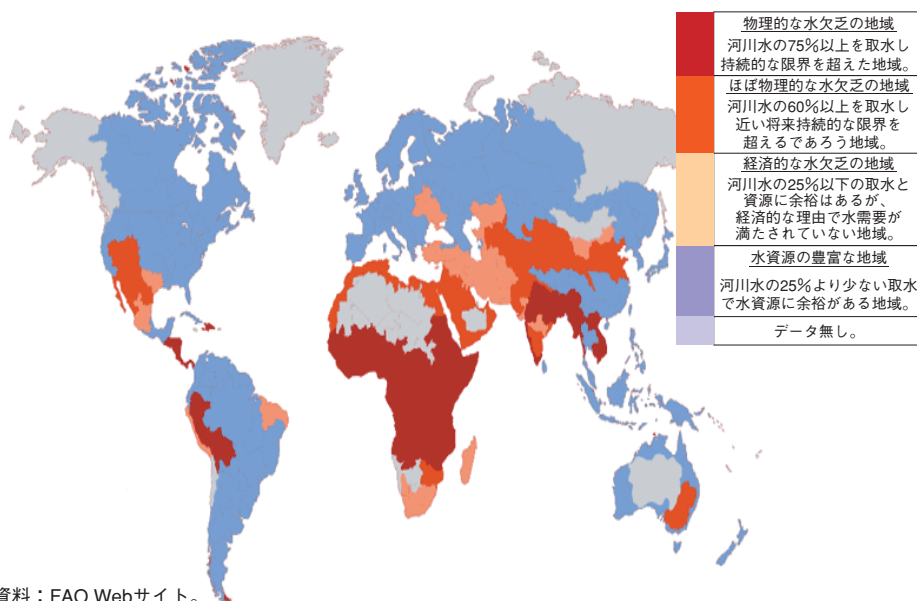
4 2002年のデータであり、出所はInter National Hydropower Association Webサイト。水力発電が電力生産に占める割合は、世界全体で17%であるが、同割合が50%以上の国は66か国に上る（国連（2004）*Energy Statistics Yearbook 2004*）。サハラ以南のアフリカや南米で水力発電への依存度が高いが、これらの地域ではまだエネルギーの増産可能性がある。実際、経済的に抽出可能な水力発電量は年間800万ギガワットと言われているが、建設中のものも含めて現在は802ギガワットと、ほとんどは未活用である（World Energy Council and International Journal on Hydropower and Dams。データは1999年時点。）。

5 例えば、国連によると、1人当たり年間水使用量が1,700m<sup>3</sup>を下回り日常生活に不便を感じる「水ストレス」状態の人口は、2000年で7億人にのぼっている（United Nations Environment Programme (2007), *Global Environmental Outlook 4*）。

6 FAO Water Webサイト。原出所は前掲、United Nations Environment Programme (2007)。

7 国連（2005）“Water for life Decade 2005-2015”。

第3-4-1図 世界的な水の賦存状況



(2) 人口増加と経済成長による水需要の拡大

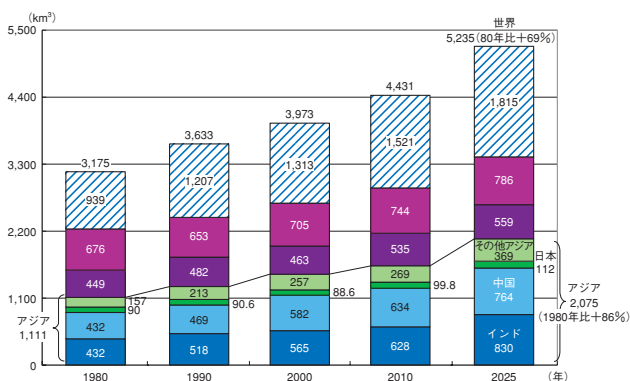
水不足の要因は、世界の水需要の拡大と、供給の停滞である。

水需要の拡大要因として、第一に、継続的な人口増加と経済成長に伴う水使用量の増加がある（第3-4-2図）。前節でも見たように、世界の人口は2010年から2015年まで年間8,000万人（全人口の1.1%）ずつ増加する見込みである<sup>8</sup>。人口増加に伴って食料需要は必ず増加し、1人1日分の食料生産に農業用水を3,000L程度必要とする<sup>9</sup>。こうしたことを踏まえると、人口増と食料需要増にともなって毎年210km<sup>3</sup>（現在の世界

の取水量の5%）ずつ水需要が増加することになる。

なお、食料の増産に当たっては、穀物の単位面積当たり収量（以下、単収）を最大で5倍にまで高める灌漑設備の導入も重要である。これまでの食料増産は、耕地面積の拡大が世界的に伸び悩んできた一方で、単収の増加によって達成されてきたのであり、今後もこの傾向は続くと思われる。ちなみに、穀物の単収と水消費量は比例関係にあるが、1ha当たり3トン以上の単収を上げるために必要となる単位面積当たり水量を見ると、雨の多い熱帯地域でさえ雨水だけではまかなえない<sup>10</sup>。

第3-4-2図 世界の取水量



第二に、経済成長に伴う所得向上が、食生活の変化やサービス消費の増大を通じて水需要の拡大を加速させていることがある（第3-4-3図）。前節で見たように、経済成長は食生活の多様化を促進し、穀物消費中心の食生活から、野菜、果実、畜産等多様な食生活への変化を促す場合が多い。特に畜産需要の増加は、飼料穀物の生産拡大を通じ、その数倍の水需要をも拡大させることとなる（食肉1kgの生産には飼料穀物が最大11kg、水が最大33L必要である）。また、所得の向上は、水洗トイレや洗濯機の普及等によって生活用水需要を増加させる<sup>11</sup>。

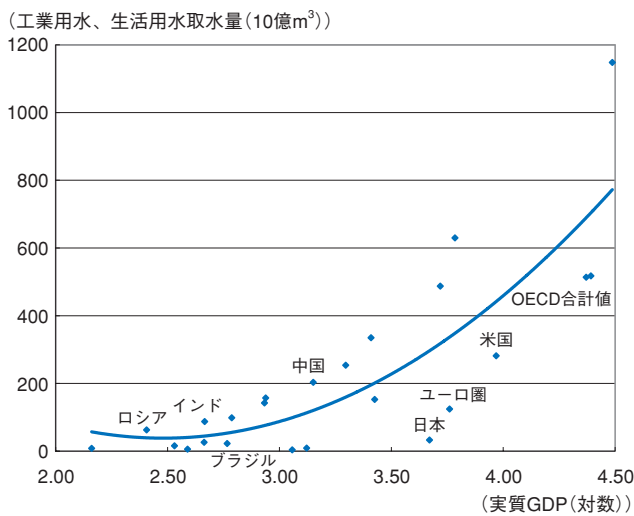
8 国連（2007）World Urbanization Prospects The 2007 revision.

9 前掲、国連（2005）。

10 前掲、国連（2005）、原出所はWorld Water Assessment Programme.

11 例えば日本では、経済成長に伴う生活様式の変化で、1人1日当たり生活用水使用量は、1965年の1人1日当たり170Lから、2000年には同320Lへと約2倍に増加した。また、我が国の生活用水の用途（2002年）を見ると、飲料水が2～4L（約0.01%）にすぎないのに対し、トイレ（28%）、風呂（24%）、炊事（23%）、洗濯（約20%）と、洗浄を目的とするものが大部分となっている。東京都水道局「一般家庭水使用目的別実態調査」。

第3-4-3図 GDPと水需要の関係



資料：世銀「WDI」。

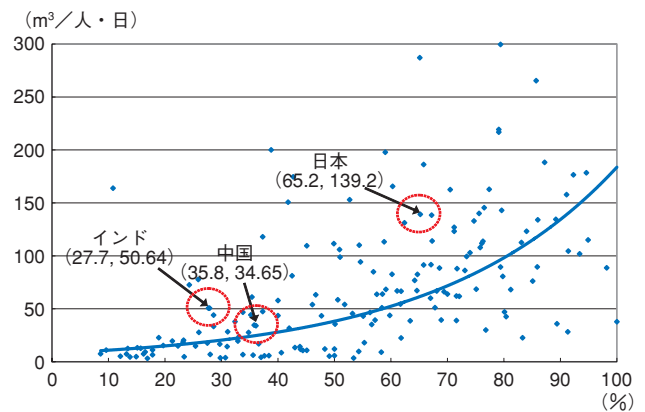
第三に、都市化に伴う水使用量の増加がある(第3-4-4図)。世界人口は2007年の67億人から、2025年には81億人へと増加が見込まれ、都市人口<sup>12</sup>は同33億人から46億人へ増加すると予測されている。この結果、世界の総人口に占める都市人口の割合(都市化率)は49%から57%に増加する見込みである<sup>13</sup>。都市化率と1人1日当たり水使用量の関係を見ると、都市化が進むほど水使用量が増加しているほか、都市規模の拡大によっても1日1人当たり水使用量が增大する傾向にある<sup>14</sup>。この要因として、都市居住者の所得が高いこともあるが、一般に個々の家庭の生活用水使用量は所得が増大してもそれほど増加しないと考えられるため、むしろ都市化に伴う第三次産業の発達の水需要の増加に影響していると考えられる。例えば、高度成長期の東京における最大の水使用主体は病院や大学と言われており、昼間人口の増加とも関連して単位当たり水使用量を増加させるものと見られる<sup>15</sup>。

### (3) 水の供給制約

#### (偏在する水と供給体制の未整備)

水供給の制約要因として、第一に、水の地理的な偏在性の問題がある。例えば、アジアでは人口に比して

第3-4-4図 都市化と水需要の関係



資料：World Resource Institute「Earth Trends」、世銀「WDI」。

水の賦存が少なく、世界人口の60%が住む一方で、水は36%しかないため、構造的に水不足や水の枯渇を招きやすい。中国及びインドの一部の地域(タミルナドゥ州等)では、雨水が少なく地下水に水源を依存しているが、水の需要増に伴って地下水の涵養量を超える過剰揚水が行われ、年間2~3mずつ地下水位が低下しており、地下水の激減と将来的な枯渇及び絶対的な水不足の懸念が高まっている。

第二に、適切な水供給設備や適切な衛生設備といった供給体制の整備の遅れがある。例えば、アジアの水供給設備不足人口は5.5億人(全世界の5割)、衛生設備不足人口は16億人(全世界の6割強)となっている<sup>16</sup>。

第三に、排水設備の不足による水質汚染がある。例えば、第1章第3節で見たとおり、中国の7大水系の河川における水資源の状況は、程度は異なるものの引用水源にできる比率が低く水質汚染が深刻化している。水質汚染は水不足の地域で特に深刻化し、汚染物質の排出が少ない場合でもそれらが高度に濃縮されるため、使える水がますます少なくなっていく。

こうした中で、近年、世界各地では、従来から使われている水資源である河川や雨水から、新たな水資源として注目されている海水淡水化や下水再生水の利用等へ供給源を転換するなど、新たな供給体制の整備が課題となっている<sup>17</sup>。

<sup>12</sup> 都市の正確な定義は各国毎に異なるが、日本の場合人口5万人以上の都市を指している。

<sup>13</sup> 前掲、国連(2007)。

<sup>14</sup> 経済企画庁(1971)「昭和45年年次世界経済報告」第70図。

<sup>15</sup> 前掲、経済企画庁(1971)。

<sup>16</sup> 世銀「WDI」。

<sup>17</sup> 中東での海水淡水化案件は今後も案件増加が見込まれており、今後も拡大見込みである(社団法人日本原子力産業協会海水の淡水化に関する検討会(2006)「海水淡水化の現状と原子力利用の課題-世界的水不足の解消をめざして」)。

## コラム 32

### 貿易が運ぶ水

主に農産物貿易を介して水を輸出入しているという考え方として、「ヴァーチャルウォーター貿易」がある。国連によれば、世界全体での「ヴァーチャルウォーター貿易」による水の移動量は年間1.6兆m<sup>3</sup>（うち80%は農産物貿易）であり、貿易を介した水の国際的相互依存は高まっている。各国の単位水量当たり農産物等生産高を考慮すると、世界全体では貿易が全く無い場合に比べて25%（3,520億m<sup>3</sup>）の水が節約されている<sup>18</sup>。

一方、我が国は農産物を介して水を輸入しており、その量は年間627億m<sup>3</sup>と試算されている<sup>19</sup>。我が国が食料輸入を依存する米国や豪州、中国で水不足が懸念されており、水不足によって食料生産が滞れば、我が国の食料調達に悪影響が及ぶ可能性がある。実際に、2007年には干ばつによって豪州の小麦が不作となり、世界的な小麦の需給ひっ迫懸念の高まりから小麦の国際価格が上昇し、我が国の輸入コストや消費者負担も増大している。このため、我が国としては、食料安全保障の観点から、食料自給率の向上を通じて、過度の輸入に依存しない食料供給体制の構築を図るとともに、水利用効率化に関する国際協力を実施していくことが重要であると考えられる。

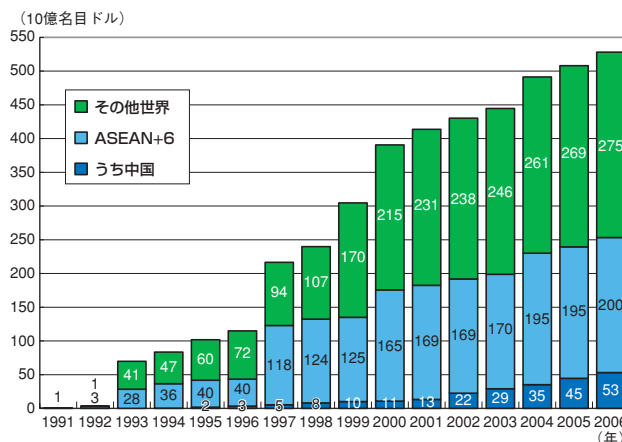
## 2 世界各国・地域における対応

### (1) 世界的な水供給事業民営化の流れ

こうした水不足に対し、世界各国では上下水道インフラの整備や水供給事業への民間主体の参画が増加しており、世界における水供給事業総数のうち、工程（設計、調達、建設、運営）の一部を民間資本にアウトソースしている事業の占める割合は、2004年時点で先進国では80%に、途上国でも35%となっているという<sup>20</sup>。また、1991年から2006年までの水供給事業への累積投資額は約5,300億円に達しているとされており<sup>21</sup>（第3-4-5図、第3-4-6図）、こうした民間主体の参画の進展によって、全世界で民間主体から水供給を受ける人数は1990年の3億人から、2007年には7億人に達し、2015年には12億人に達するとの推計もある<sup>22</sup>。

こうした水供給事業への民間主体の参画拡大の契機は国によって異なるが、例えば、フランスでは、19世紀末に水道事業が民営化され、また英国や米国の一部の州などでは、1980年代以降民間主体が水供給事業を担うようになった。南米やASEAN諸国等でも、1990年代には、水供給事業の効率化の必要や、世銀やIMFの「構造調整プログラム」における融資条件と

第3-4-5図 水と衛生分野への累積投資額  
(民間参加・累積計上)



資料：世銀「WDI」。

第3-4-6図 上下水道の契約形態と民間の業務範囲

契約形態	内容	施設所有	サービス水準設定	料金設定	事業経営	投資	EPC (設計、調達、建設)	運転	メンテナンス	顧客管理
コンセッション契約	水道事業の実施権限を民間企業に委譲し、施設・設備の建設から運営まで一括して民間に任せるもの。									
アフェルマージュ契約	公共が整備した施設、設備を民間に長期リースして運営を委託。									
PFI	設備の建設、運営に加え資金調達までを民間に委託。運営は公共事業者が実施。									
オペレーション・アンド・メンテナンス契約	包括的な労務代替的管理運営委託を、5～10年程度の期間実施。									

資料：産業競争力懇談会（2007）「水処理と水資源の有効活用技術」。

18 国連（2006）“World Water Development Report2”。

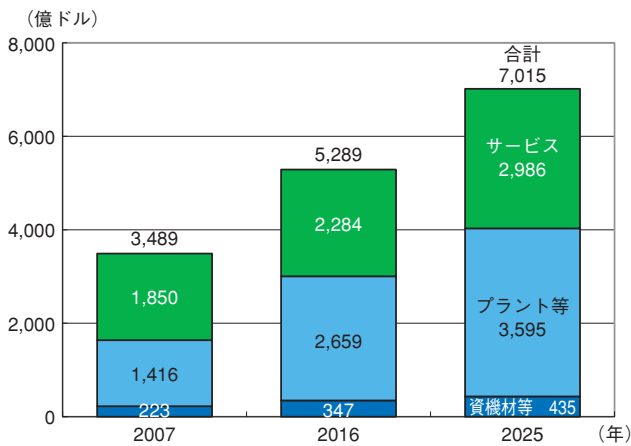
19 農林水産省（2007）「平成19年度食料・農業・農村・農村の動向」。原出所は東京大学沖教授らによる試算。

20 Estache, Antonio; Goicoechea, Ana (2005a), “How widespread were private investment and regulatory reform in infrastructure utilities during 1990s?”。

21 途上国では、各国政府の公的資金だけでは増加する水インフラ需要に対応できないため、民間資金や、世銀など国際機関による資金貸与やODA資金も活用されている。

22 Pinsent Masons (2007), “Water YearBook 2007-2008.”。

第3-4-7図 世界水市場規模の推移



備考 1. 資機材等とは、工業用水用化学薬品、工業用水機材、工業排水機材それぞれの費用の合計値。  
 2. プラント等とは、上下水の設備投資費の合計値。  
 3. サービスとは、上下水の運営費の合計値。  
 4. 2007年、2016年は資料に記載された値。  
 5. 2025年は2007年から2016年の年平均成長率を使って延長し試算した値。  
 資料：Global Water Intelligence (2007)「Global Water Market 2008」。

して「国営企業の民営化」が課されていたことから、民営化の一環としての民間活力導入が進展し、民間主体の参画が増加した。

(民営化に伴う世界水ビジネス市場の拡大)

こうした民間主体の参画拡大に伴い、水関連産業の事業機会も拡大している。上下水道と工業用水を併せた世界の水市場規模は2007年の35兆円から、2016年には53兆円へと拡大するとの推計もある<sup>23</sup>。この推計値を年平均成長率で単純延長すると、2025年には、上下水道及び工業用水を併せた世界の水市場は80兆円に達し、海水淡水化や下水再生水の市場も併せれば、約100兆円に至ると予測される(第3-4-7図)。

(水ビジネスの産業構造とグローバル水企業の世界的展開)

世界の水問題の深刻化を背景に大きな需要が見込まれる水市場だが、水供給事業全体を管理する主体は少数のグローバル水企業に限られている。Veolia(フランス)、Suez(フランス)等のグローバル水企業は、維持管理・運営サービスを軸に、取水から資機材調達、

第3-4-8図 水ビジネスのバリューチェーン

		億ドル	割合		
資機材等	生活用水設備	434.7	12.5%	32.7%	
	送水管改修	104.6	3.0%		
	送水管敷設	330.1	9.5%		
	生活排水設備	484.1	13.9%		
	排水管改修	135.5	3.9%		
	排水管敷設	348.6	10.0%		
	工業用水設備	111.7	3.2%		
	用水設備	34.2	1.0%		
	排水設備	77.5	2.2%		
	工業用水薬品	111.5	3.2%		
薬品	111.5	3.2%			
プラント	水処理プラント	229.2	6.6%	14.24%	
	排水処理プラント	267.6	7.7%		
サービス	生活用水サービス	1,058.1	30.3%	53.0%	
	生活排水サービス	775.4	22.2%		
	工業用水サービス	16.9	0.5%		
世界水市場計	生活用水	3,489.2	100.0%		
	工業用水	3,249	93.1%		
	工業用水	240	6.9%		

資料：Global Water Intelligence (2007)「Global Water Market 2008」、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(2008)「水ストレス地域における水ビジネスの可能性、技術開発課題に関する調査」経済産業省によるヒアリング。

浄水、顧客へ送水、排水回収まで、広く「水バリューチェーン」全体を管理している<sup>24</sup>(第3-4-8図)。近年、グローバル水企業は世界中で事業を拡大しており<sup>25</sup>、Veolia、Suezの2社にSAUR(フランス)、Agbar(スペイン)、RWE(ドイツ)を加えたグローバル水企業上位5社の事業展開先は世界70か国以上に及び、給水人口は2007年には3億人(民間主体による給水人口全体の45%)となっていると言う<sup>26</sup>。

事例

Veolia、Suezの事業展開：欧州母国市場を固めた上でグローバル展開

Veolia Environmentは水道を中心に廃棄物処理やエネルギー供給、交通サービス等幅広いインフラ事業を手がけるフランス企業である。世界59か国で1億1,000万人に対し水道供給や水処理サービスを提供し、契約件数は5,000件、水供給事業の従業員数は77,840人に上る。売上げ全体の35%を水供給事業が占め、同事業の利益率は11%と高い水準にある。国別の事業展開を見ると、2006年のVeolia Environment全体の売上げのうち、フランスが47%を占め、ドイツ、イギリスを含むと80%となる。

23 Global Water Intelligence (2007), “Global Water Market 2008.”  
 24 VeoliaとSuezは、資機材は外部から調達することが多いが、プラント生産はそれぞれSidem、Degremontという子会社が担っている。結果として、プラント生産でも高い世界シェアを有しており、事業競争力を高めてるとの指摘もある(経済産業省によるヒアリング)。  
 25 なお、我が国においても、2006年には埼玉、広島でVeoliaが水道業務を受託している。  
 26 前掲、Pinsent Masons (2007)。なお、上位5社によるグローバル市場の占有比率は2001年には73%であったが、Veolia、Suezの事業拡大と対照的に、SAUR、Agbar、RWEの事業縮小や、途上国での民営化進展によるローカル供給主体の増加によって45%に低下している。

SuezにおいてもVeoliaと同様の傾向が見られ、欧州グローバル水企業は、欧州を母国市場として、収益基盤を確立しながら、中国や中東等新興国地域への事業展開を試みていることが分かる<sup>27</sup>。

(2) 水問題に対する各国政府の対応

民間活力の導入（事業の一部または大部分における民間主体の活用）による事業運営の効率化に加えて、各国では、取水から排水までを一貫して管理する水供給体制の構築が、都市レベルまたは国レベルで政策的に展開されている。こうした取組の例として、以下では、シンガポール、中東、中国の取り組みについて紹介する。

(シンガポールにおける都市計画と一体化した下水再生水の利用<sup>28</sup>)

シンガポールは、国土が狭く降水量が少ないため、自国の年間水需要（1,400万m<sup>3</sup>）のうち、雨水等の国内の水で自給できるのは50%（700万m<sup>3</sup>）にとどまる。残りは輸入や再利用に依存してきたため、同国では水の効率的な確保と管理が国家の戦略的目標となってきた。同国では、1980年代から「持続可能な水供給」体制構築に向けた取組が行われ、都市地域内での集水（Catchment）と下水再生水（NEWater）を基軸とし、都市計画とリンクさせた総合的な水管理体制の構築が試みられてきた。

シンガポールの水戦略の中核は2006年に策定された「シンガポールグリーンプラン2012」であり、その下で同年策定された「四つの水源戦略（Four Tap Strategy）」において、水源の多様化の方策として、①地域内での雨水集水、を中心に、②マレーシアのジョホール州からの水輸入、③NEWaterの活用、④海水淡水化を挙げている。

このうち、③NEWaterの活用とは、下水を高度処理し、水源として再利用するものである<sup>29</sup>。2003年2月からNEWaterの実用化が始まっており、2006年時点でのNEWaterの使用量は18,000m<sup>3</sup>（シンガポールの

一日の水需要量の5%）とまだ少ないが、2011年までに同量を45,000m<sup>3</sup>（同15%）とすることを目標としている。

シンガポールは、NEWaterや海水淡水化といった新たな水資源<sup>30</sup>によって、2012年には国全体の水需要の25%を供給することを目標としている。水の少ない都市にとって、都市計画と水計画を組み合わせたシンガポールの経験は、参考になるものと考えられる<sup>31</sup>。実際、シンガポールはインドのチェンナイ等でこのモデルを展開している。

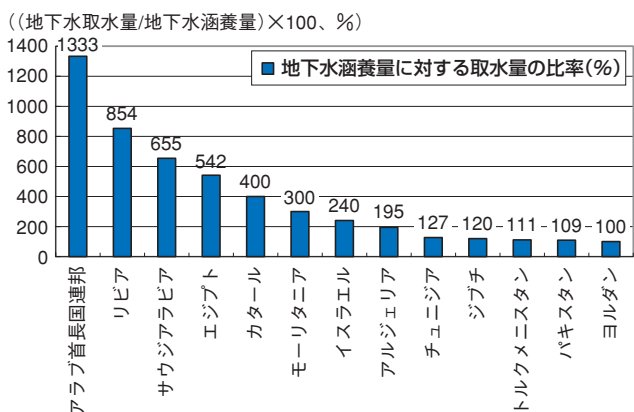
(中東における海水淡水化の普及)

降雨量や地下水が少なく、水賦存が絶対的に不足している中東地域では、過剰揚水によって地下水資源が枯渇しつつある（第3-4-9図）。

このため、1万ドル以上と高い1人当たりGDPを背景に、海水淡水化<sup>32</sup>による水確保が盛んに行われている。実際、世界の海水淡水化市場の半分近くは中東地域となっている<sup>33</sup>。

海水淡水化には海水を蒸留して淡水を取り出す「蒸発法」と、海水に圧力を加え、逆浸透膜（以下、RO膜）等を介して淡水を取り出す「逆浸透法」がある。

第3-4-9図 枯渇する中東の水



備考：アラブ首長国連邦、エジプトは1995年、リビア、チュニジア、ジブチは2000年、サウジアラビアは1990年、カタール、トルクメニスタンは1994年、モーリタニアは1985年、イスラエルは1996年、アルジェリアは1989年、パキスタンは1991年、ヨルダンは1993年の値。

資料：World Resource Institute 「Earth Trends」。

27 経済産業省「開発金融における新たな可能性に関する調査報告書」。  
 28 世銀（2006a）“Dealing with Water Scarcity in Singapore: Institutions, Strategies, and Enforcement”。  
 29 1998年から下水処理のテスト運用が開始され、NEWaterの利用について2年間にわたって調査を続けてきた専門家委員会によって、その安全性が米国や世界保健機関（WHO）の飲料水水質基準を満たしていると公表された。前掲、世銀（2006a）。  
 30 シンガポール政府は、これらの新たな水資源を非伝統的水資源（water from non-conventional sources）と表現している。前掲、世銀（2006a）。  
 31 なお、NEWater計画に関しては、我が国企業の寄与も大きい。RO膜に強い日東電工株式会社は、稼動中の多くのNewaterプラントにRO膜技術を提供し、次世代のNewaterのためにMF膜に強い三菱レイヨン・エンジニアリング株式会社と共同で、シンガポール公益事業庁（PUB）と効率的な排水再利用システムを共同開発し技術的・経済的に持続可能な仕組みを構築しようとしている。

従来、海水淡水化は、発電所のボイラーと併設されていたため、蒸発法が用いられてきた。しかし、造水に占めるエネルギーを見ると、蒸発法の10～15kW/m<sup>3</sup>に対し、逆浸透法の場合は5～7kW/m<sup>3</sup>と低く、大型プラントではその省エネルギー性から逆浸透法が主流になっている。1999年には累積容量で逆浸透法が蒸発法を上回り、2003年には逆浸透法が全体の51%に達している<sup>34</sup>。

水不足を反映してプラント1基当たりの造水量は大型化の傾向にあることから、今後、海水淡水化施設においては、逆浸透法の増加傾向が加速するものと見られている<sup>35</sup>。

なお、中東でもシンガポールと同じく都市計画とリンクしたインフラ整備の取り組みが始まりつつある<sup>36</sup>。

#### (中国における水移転計画等の推進)

中国では、河川開発、都市循環利用、水利管理を合わせた総合的対応が行われている。

第3-4-10表 中国北東部の状況 (2006年)

各目GDP	人口	耕地面積	水資源
41.2%	28.3%	32.3%	8.2%

備考1. 各数値はそれぞれの項目について、中国北東部の省市(北京市、天津市、河北省、遼寧省、吉林省、黒龍江省、江蘇省、山東省)が、中国全体に占める割合を示す。  
2. 耕地面積は1996年のデータ。  
資料：中国国家统计局「中国統計年鑑2007」。

長江の水を、東西中央3本のルートで北京、天津などの比較的水資源が少ない地域に導く「南水北調プロジェクト」(総額5,000億元<sup>37</sup>、2050年完成予定)に加え、①節水やりサイクルによる循環利用政策、②海水淡水化、③直接利用を骨子とする「海水利用特別計画」を推進しており、2010年までの5年間で、工業生産増加額1単位あたりの水使用量を30%削減する等の目標を立てている(第3-4-10表)。

また、外資を含めた民間活力導入も進展しており、例えば、水道業における産業別付加価値に占める外資系民間企業の割合を見ると、2000年の2%から2006年には13%へと6倍に増加している<sup>38</sup>。

## コラム 33

### 米国・豪州における水利権取引制度の導入

水不足問題の根本的な解決には、造水や節水及び再利用の促進が重要であるが、水問題解決を側面から支える制度的仕組みとして、米国や豪州では水利権取引が導入されている。米国のカリフォルニア州では、干ばつによる水不足を背景に「カリフォルニア渇水銀行 (California drought water bank, 以下、水銀行)」制度が1991年から開始された。

また、農産品輸出が重要な経済活動となっている同国にとって、作況を左右する水の安定供給が国家的関心事項となっている豪州<sup>39</sup>でも1994年に水利権取引が開始されている。

32 アジア、アフリカ、南米の11カ国23地域の灌漑に関するFAOの調査によれば、現在、海水から淡水をつくる(海水淡水化)ための費用は、過去20年間で10分の1に低下し、現在1m<sup>3</sup>当たり約50円(1ドル=100円換算)だという。しかし、この水準は、河川や地下水からの灌漑用水取水費用の2倍以上であり、農業用水に用いるには高価であると言える。今後の技術進歩次第では、沿岸部の都市近郊農業等で、農業用水へ活用できる可能性もあり、海水淡水化技術の発展は、水の供給拡大とともに、食料供給も拡大させることができる可能性があると言える。

33 前掲。社団法人日本原子力産業協会海水の淡水化に関する検討会(2006)。

34 産業競争力懇談会(2007)「水処理と水資源の有効活用技術」。

35 前掲、産業競争力懇談会(2007)。

36 例えば、アラブ首長国連邦のアブダビでは、アブダビ都市開発協議会(Urban Development Council)によってプラン・アブダビ2030(Plan Abu Dhabi 2030: Urban Structure Framework Plan)が計画されている。同計画では、アブダビを最もすぐれた国際都市の1つに発展させることを目的として、2030年までにアブダビの人口が300万人になることを前提として、水も含めた必要なインフラ整備を目指している。

37 1元=15円換算で、約7兆5,000億円。

38 中国国家统计局「中国統計年鑑」各年版。なお、我が国でも、例えば丸紅株式会社が成都(四川省)で上水道事業を受託するなど、進出が進んでいる。

39 豪州では、国家水憲章(2004年6月)や、豪州水資源基金(2004年7月)、水確保全国計画(2007年1月)など国家的な計画が立案されている。

### 3 世界的な水問題の克服に向けた我が国の取組

我が国は、1970年代の公害や、高度経済成長期の人口急増及び水需要拡大に対し、節水等で対応した経験から、水利用・処理等に関する産業技術と「省水型・環境調和型・循環型」の水管理技術及び社会システムを培ってきた。水問題が世界的な課題となっている現在、水問題に直面する国々に対して、我が国が培ってきた技術や社会システムを一体的に展開することは、これらの国々の水問題解決に向けた取組の後押しとなる。

#### (1) 我が国における水問題と我が国水関連産業

##### (我が国の水管理の経験)

我が国の上下水道事業は、伝統的に公共事業として地方自治体が行ってきた。

上下水道事業は、浄化施設等のみならず市中に張り巡らされた配管を含め大規模な投資とその裏付けとなる多額の資金を必要とするため、最も有利な条件で資金調達が可能であった地方自治体が事業全体を統括し、一部について民間企業を活用する事業運営手法は経済的合理性を有していた。実際、上水道普及率はほぼ10割に達し、水にまつわる下痢等は1975年にはほぼ皆無になるなどの成果が挙げられているとともに、下水道普及率も7割を超えている<sup>40</sup>。

しかし、近年では水道設備の老朽化が進み<sup>41</sup>、将来的には膨大な設備改修・更新需要が見込まれる一方で、地方自治体の財政は悪化しており、今後投資額が対前年比-1%で推移した場合には、早ければ平成32年度には我が国全体の更新需要が投資額を上回るとの試算<sup>42</sup>もある。そのため、資金調達面も含めて民間活力を活用する制度改正が行われた。例えば、1999年にはPFI法<sup>43</sup>によってPFIが、2002年には改正水道法によって浄水場の運転管理等の技術的業務につい

て当該業務に係る水道法上の責任とともに民間事業者を含む第三者への委託が可能となった。ただし、第三者委託制度活用事例のうち、民間企業が受託している件数は、2007年で93件<sup>44</sup>と、水道事業経営体がおおよそ1,700存在することと比べるとまだまだ少なく、我が国には自治体に代わってバリューチェーン全体を把握するような民間水道供給事業者は現れていないと言われている<sup>45</sup>。

##### (我が国水関連企業の海外事業展開の現状)

人口減少と公共事業の縮小で国内市場の縮小に直面する我が国の水関連企業は、資機材の製造事業者や商社等一部の事業者を中心に、中東での海水淡水化や中国等での排水処理事業等、海外での事業展開を積極化させている。特に、我が国企業は要素技術では強みを発揮しており、逆浸透膜では我が国企業5社で世界シェア7割を占めている<sup>46</sup>。

しかし、我が国企業が強みを有する濾過膜等が、水供給事業全体に占める収入割合は全体の5%程度に過ぎず、我が国企業は事業全体の管理・運営サービスの実績に乏しいため<sup>47</sup>、同分野で海外企業に劣後し、海外で十分な収益と市場を確保できておらず、結果として、我が国企業が有する高い要素技術や節水型のシステムが世界の水問題の解決に十分有効利用されていない。

なお、我が国の水と衛生分野へのODA額は、2003年から2005年計で36.9億ドル（世界全体の37%）と世界一となっているが<sup>48</sup>、その用途は一過性の建設業務や人材育成が主体で、事業運営にはあまり関与しておらず、国際貢献を通じた相手国との関係構築が不十分であるなどの課題もあるとの指摘もある<sup>49</sup>。

40 ADB (2007), "Asia Water Development Outlook 2007."

41 2005年には、上水道・用水供給事業の有形固定資産減価償却率は34.6%と、老朽化が進展した（厚生労働省（2007）「水道ビジョンフォローアップ検討会」資料、原出所は水道統計）。

42 前掲、厚生労働省（2007）。

43 PFIとは、Private Finance Initiativeの略。正式名称は「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律」。

44 社団法人日本水道工業団体連合会（2008）「水団連の海外への取り組み」。

45 経済産業省の企業等ヒアリングによる。

46 産業競争力懇談会「水処理と水資源の有効活用技術」。

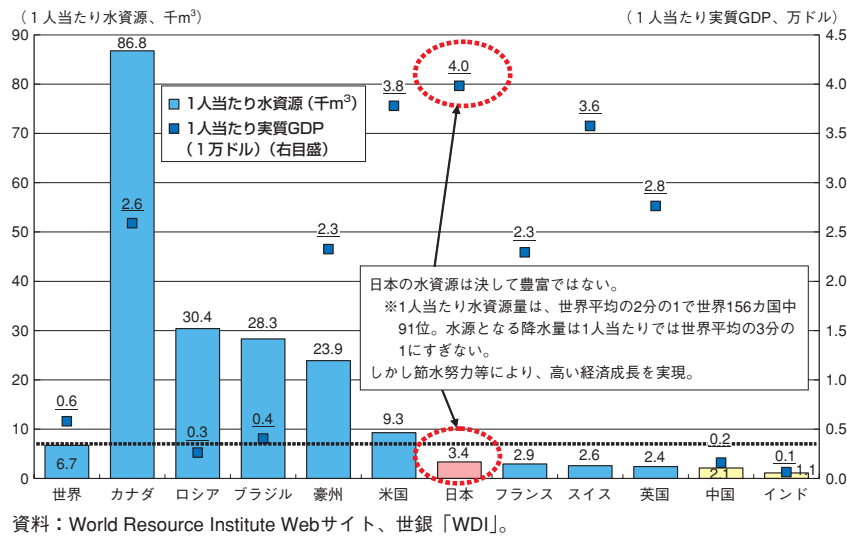
47 我が国の海外水道事業への展開としては、三菱商事株式会社によるマニラ・ウォーター（フィリピン）、三井物産株式会社によるタイ・タップ・ウォーター（タイ）等があるが、その数は多くないと言われている（日本貿易会「日本貿易会月報2008年2月号」）。

48 OECD開発援助委員会（DAC）Webサイト。

49 産業競争力懇談会（2007）「水処理と水資源の有効活用技術」。World Resource Institute「Earth Trends」。



第3-4-11図 1人当たり水資源量と1人当たりGDPの関係



(2) 我が国の有する真の強み：アジアの経験を先取りした高度経済成長期の節水経験

(決して豊富ではない水と、公害対応及び節水経験による技術及び知見上の優位)

世界156か国のうち、我が国の1人当たり水量は91位であり、1人当たり年降水総量は世界平均の3分の1、1人当たり年水資源量は世界平均の2分の1に過ぎないなど、我が国は決して水に恵まれているとは言えない状況にある<sup>50</sup>。

一方、我が国では1970年代の工業用水需要の拡大や工場排水による水環境汚染等への対応を通じ、節水技術や水質汚染対策技術を向上させ、効率的な水活用を実現し、限られた水でも継続的な経済発展と消費拡大を実現してきた。こうした中で、我が国の優れた技術も磨かれてきた。

実際に、我が国は国際的な水準に比して水が少ない割に、高い1人当たりGDPとなっている(第3-4-11図、第3-4-12図)。この背景には、工業排水回収率の向上(約8割<sup>51</sup>)や、漏水等による収益ロス(以下「無収水率」と言う。)の削減<sup>52</sup>があり、例えば、無収水率は、アジア各都市の平均が34%であるのに対し東京で4%、大阪で7%と低く、我が国では比較的効率的な水道運営がなされている<sup>53</sup>。中国を始めとするアジアでは

第3-4-12表 世界各国の水生産性

国名	全産業	農業	工業	サービス業
英国	157.9	48.3	49.2	461.4
日本	53.0	1.5	89.9	182.4
ドイツ	40.9	2.2	15.9	208.5
フランス	34.2	8.8	9.4	144.6
韓国	30.6	2.4	66.7	42.2
米国	20.9	0.5	9.6	116.2
豪州	17.9	0.6	43.2	77.7
世界	8.6	0.4	11.4	54.8
中国	2.2	0.4	4.0	13.8
インド	0.8	0.2	3.4	4.7

日本/中国	23.6倍	3.5倍	22.2倍	13.2倍
日本/インド	68.2倍	8.9倍	26.1倍	39.0倍

備考：データは2002年。  
資料：世銀「WDI」。

質・量両面で水問題が深刻化し、まさに今1970年代に公害と経済成長による質・量の問題に直面した我が国と同様の状況にあると言える。困難を乗り越え、節水努力や産業技術力により少ない水でも経済成長が可能であることを証明した我が国の経験は、水問題に悩む中国、インドがこれから歩む道を先んじた、まさにロールモデルである。我が国は、自らの経験に根ざした知恵をいかし、「地球的課題」である水問題の解決に向けて貢献することが重要である。

50 国土交通省「平成19年版日本の水資源」。

51 経済産業省「工業統計」。

52 例えば、東京都では過去50年間で2割から1割以下へ、250万都市分の水量を節約した。前掲、厚生労働省(2007)。原出所は水道統計および水道便覧、2007年5月にニューヨークで開催された「世界大都市サミット」における石原都知事講演資料。

53 ADB(2003)、「Water in Asian Cities, Utilities' Performance and Civil Society Views」(データは2001年のもの)。同論文では、大阪、マニラ、コロンボ、デリー、ジャカルタ、クアラルンプール、ダッカ、ホーチミン、カトマンズ、ウランバートル、カラチ、ピエンチャン、タシュケント、プノンペン、香港、ソウル、成都、上海の18都市について無収水率を比較している。

（我が国水供給システムが展開されるべき「市場」）

我が国が、経験に基づいた技術や水管理システムを展開し、水問題に直面する新興国・途上国の取組を後押しするためには、機材のみならず、プラント建設及び施設の維持・運営も含めた水供給システムとしての製品・サービスの提供が重要であると言える。

すなわち、我が国の「環境力」をいかす形での水のバリューチェーンの構築と、この管理を行う主体の育成こそが、我が国の技術力をいかした形での、世界の水問題解決に向けた貢献という観点からも重要になってくる。

具体的には、海外での工業団地等<sup>54</sup>の取水・排水をすべて一括して管理することを通じ、我が国の省水型・環境調和型の水管理システムの導入を提案することが必要である。

特に、工業化が進み、1人当たりGDPが高い割に雨水や地下水など、資源水が少ない中東（サウジアラビアやアラブ首長国連邦のアブダビ等）や、中国の河南省の一部地域、インドのタミルナドゥ州、シンガポール等は、我が国の水供給システムに対するニーズが高いものと思われる。こうした地域では海水淡水化や下水再生水の利用等「非伝統的水資源」の創出、すなわち「造水」が必要である。

この分野ではグローバル水企業もまだ確固たる地位を築いていない一方で、効率的なエネルギー使用のシステム化技術や、ものづくりの高度な要素技術に支えられた素材等に強みを有する我が国企業が参入する余地は大きいと考えられる。

ただし、グローバル水企業に代わって、近年水ビジネス市場で急速に存在感を増しているGE（米国）やシーメンス（ドイツ）、ドゥーサン（韓国）<sup>55</sup>等が造水分野に積極的に事業進出を試みており、急速に勢力を拡大しているため、我が国企業も安泰ではない。例えば、我が国が強みを有する要素技術（RO膜等）の世界貿易動向を見ると、中国市場を中心に、インド市場や、世界市場の4割を占めると言われる米国市場で、ドイツ企業や韓国企業の存在感が高まる傾向にある（第3-4-13表）。激化する国際競争の中で、我が国企業は早急に事業展開を行って日本型のビジネスモデル

第3-4-13表 濾過膜及びポンプの中国、インド、米国市場シェア（2000年、2006年）

濾過膜（HS842121）の世界貿易市場シェア  
2000年

	米国	日本	ドイツ	韓国
中国市場	18.8%	12.9%	5.7%	3.9%
インド市場	35.9%	15.4%	8.0%	8.5%
米国市場	—	3.1%	2.6%	2.5%
三市場計	5.5%	5.9%	3.5%	3.0%

2006年

	米国	日本	ドイツ	韓国
中国市場	14.1%	11.2%	12.5%	6.2%
インド市場	5.9%	0.3%	1.6%	0.6%
米国市場	—	6.4%	5.1%	3.1%
三市場計	3.7%	6.6%	6.1%	3.4%

遠心ポンプ（HS841370）の主要市場別輸出シェア  
2000年

	ドイツ	日本	中国	メキシコ	米国	韓国
中国市場	13.4%	25.0%	—	0.0%	17.7%	1.9%
インド市場	12.1%	18.6%	0.0%	0.0%	20.9%	0.0%
米国市場	15.6%	13.7%	7.3%	3.8%	—	0.2%
三市場計	15.2%	15.3%	6.1%	3.2%	2.9%	0.4%

2006年

	ドイツ	日本	中国	メキシコ	米国	韓国
中国市場	18.1%	23.5%	—	0.0%	12.2%	3.6%
インド市場	15.6%	5.2%	11.3%	0.0%	9.5%	0.4%
米国市場	8.1%	9.2%	21.8%	13.0%	—	0.2%
三市場計	11.9%	13.9%	14.4%	7.9%	4.7%	1.4%

備考：プラント等に組み込まれて輸出される分等は考慮していない。  
資料：国連「COMTRADE」。

確立に努めると同時に、一層の研究開発によって技術面で独走態勢を構築することが望まれる。

（我が国水関連産業の積極的な海外展開の実現に向けて）

市場を獲得するには、①水不足及び水質汚染の深刻な地域に対し、広域水循環や排水の再利用といった水循環システムを提案し事業を展開する、②我が国の優れた工業用水利活用を、水に関する環境基準として国際標準化する、③マイクロフィルター膜と逆浸透膜を組み合わせた革新的な膜技術を開発するなどが重要になる。

こうした取組を後押しするために、政府としても、①投資章を含むEPAや投資協定を活用し、投資先国での接収リスク等を予め除去、②NEXIによる投資保

54 JBIC「中国の投資環境レポート」によれば、中国の工業団地数は、国設置のものだけでも数千に及ぶとされており、我が国企業の事業展開の可能性は非常に大きい。

55 GEはオスモニクス、アイオニクス、ゼノンといった膜専門企業を次々買収し、海水淡水化と下水再利用を主な市場と位置づけ、膜技術で世界を制覇する戦略を展開している。また、シーメンスは2004年にUSフィルターを買収し、2007年にも活性炭等関連企業を4社買収、近年は中国やシンガポールにも進出している（前掲産業競争力懇談会（2007））。

険<sup>56</sup>の適用等で為替リスクや取引リスクを低下する、等の取組を行っていくべきである。また、必要となる

資金が莫大であるため、将来的には為替リスクヘッジのための市場措置の構築も望まれる<sup>57</sup>。

56 投資保険とは企業が海外で行った投資（出資、権利等の取得）について、株主や債権主としての権利等が受ける損失を補填する保険の事をいう。米国では海外民間公社（Overseas Private Investment Corporation）、英国では輸出信用保証局（Export Credits Guarantee Department）が投資保険業務を行っており、その他ドイツ、フランスでも政府機関によって投資保険が実施されている（経済産業省「開発金融における新たな可能性に関する調査 報告書」）。

57 資金面では、我が国の1,500兆円にのぼる個人金融資産の活用が望まれるが、こうした資金は内外のインフラ分野に投資されていないのが現状である。その一因として、我が国におけるインフラファンドの不在が指摘されている。したがって、インフラ分野への投資促進には、我が国インフラ整備市場の積極的な民間開放も検討していく必要もあると考えられる。