

世界と日本の水ビジネス動向

吉村和就^{*}

1. 世界の水資源問題

世界人口の増加、経済の発展により世界での水需要が急激に増加している。経済協力開発機構(OECD)の報告書によると、世界の水需要は、製造業、火力発電、生活用水に起因する需要増により、2050年には現在の55%の増加が見込まれている。

水は地球上に偏在する天然資源であり、世界各地で問題が発生している。①水資源の量の問題では、国連の「世界水発展報告書2014」¹⁾によると世界一人当たりの水資源賦存量は平均6148m³/年であるが、オセアニアや南アメリカでは3万m³/年を超える一方で、北アフリカでは、一人当たり284m³/年しか存在しない。また②水質の問題では2015年には「安全な水に継続的にアクセスできる人口」は世界全体で91%、開発途上国で89%まで改善したが、未だ6億6千万人が継続して安全な水を利用できない状態が続いている。さらに③気候変動による水資源問題など多くの課題を抱えている。利用できる水資源は降水量に比例するが、気候変動により大きく左右され、毎年のように発生する大雨や干ばつが水資源の量に大きな影響を与えている。

世界で起こっている水資源問題の主因として、上記に記載の「人口の増加」、「地球温暖化の影響による気候変動の激化」の他、「水をめぐる争い・水戦争」などが挙げられている。

1-1. 地域差が顕著な世界人口の増加

国連の報告書では、世界人口は増加を続けるが、地域によって、その増加率に大きな差が出ると予測している。2050年までの人口増加国は、インド、ナ

イジェリア、パキスタン、コンゴ共和国、エチオピア、タンザニア、インドネシア、エジプト、米国の9カ国で、インドは2027年頃、中国を抜いて世界で最も人口が多い国になると予想されている。一方2019年から2050年にかけて、55カ国で人口が1%以上減少し、特にそのうち日本を含む26カ国と地域で10%以上の人口減少の可能性も示されている。国連の報告書「世界人口の推計(2019年版)」²⁾によると、2019年時点で約77億人とされており、2050年には97億人に達し、2100年に110億人で人口増加はピークに達し、その後は頭打ちになると予想している

1-2. 人口増加率と水需要

世界の人口増加率、1950年から1995年までの45年間で約2.2倍(25億人から56億人)に増加したが、水需要は2.6倍に増加している。また水需要の6割がアジアで使用されている。その理由は経済発展による水需要の増加、食糧確保のために農業用水の増加、生活の向上による一人当たりの生活用水量の増加である。前述の経済協力開発機構(OECD)のレポート³⁾によると2000年時点の世界の水需要は約3600km³であり、2050年までの水需要は、おもに製造業の工業用水(+400%)、発電用水(+140%)、生活用水(+30%)の増加により全体では55%の増加が見込まれている。このため2050年には深刻な水資源不足に見舞われる人口が39億人(世界人口の40%)以上になる可能性も示唆されている。さらに水需要がひっ迫している状態を表す指標として「水ストレス」が用いられているが、これは「人口一人当たりの最大利用可能水量」で、年間一人当たり1700m³が「ストレスを感じる最低基準」とされている。

1-3. 世界の水争い…水戦争

限りある水資源が足りなくなると、そこに発生するのが「水争い」や「水ビジネスの台頭」である。特に世界中で「水争いが頻発」している。米国のシ

^{*}YOSHIMURA Kazunari : グローバルウオーター・ジャパン
代表取締役社長(国連テクニカルアドバイザー)
〒275-0014 千葉県習志野市鷺沼3-12-5
TEL : 047-451-1453
FAX : 047-451-1453
E-mail : kyoshi@ka.so-net.ne.jp

シクタンク「パシフィック・インスティテュート」によると、水をめぐる争いは2000年以降で357件に上っている。地域別では、サハラ砂漠以南のアフリカで93件、中東90件、南アジア60件など、つまり人口が増加し、干ばつの影響を受けやすいアフリカ、アジアでのトラブルが増加している。特に各国を横断する流域を持つ国際河川が争いの中心になっている。オレゴン州立大学の調査では、複数国にまたがる国際河川でアジアでは807箇所、南米では354箇所ですダム建設が予定されており、同レポートでは「水をめぐる国際間の紛争は激化する可能性がある」と指摘している（図1）。

1-4. 地球温暖化と水資源への影響

地球温暖化が進むと地球の気候が大きく変化するとされている。もちろん地域により大きな差がある。例えば地中海沿岸、中近東、アフリカ南部、アメリカ中西部では降水量が減少し、年間の河川流量も減ると予想されている。一方、地球温暖化により河川流量や降水量が増加すると予測されている地域もある。ロシアやカナダなどの高緯度の地域が、これに該当する。また温暖化によって降雨強度や頻度も地域により、大きく変化している。これにより干ばつの影響を受ける地域が拡大し、同時に洪水リスクも増大する。また温暖化により積雪量が減り、融雪の時期が早まり、春や夏の水資源量が減少し、さらに地下水量が減少する傾向が顕著になっている。

2. 世界の水ビジネス市場

世界の水ビジネス市場規模はどの位か？ 調査機関により異なっているが、最も水関連データを保有

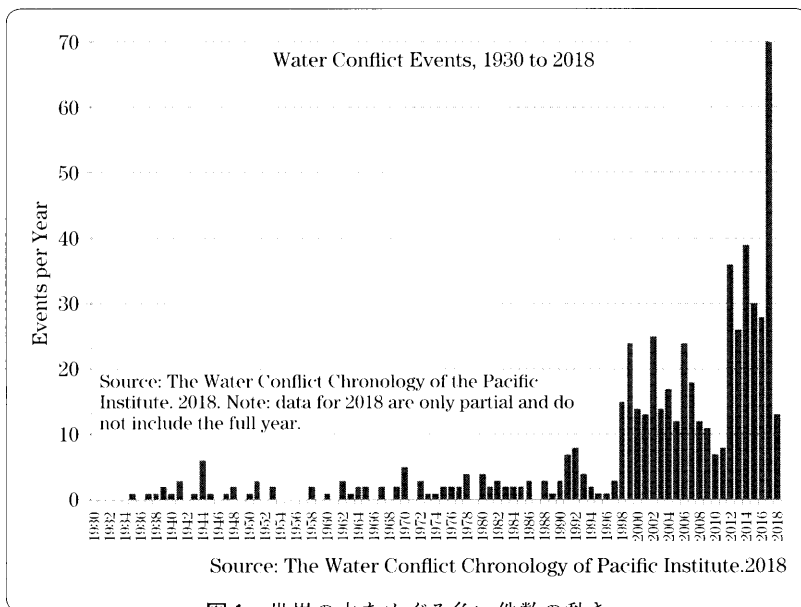


図1 世界の水をめぐる争い件数の動き

している英国の調査会社 Global Water Intelligence の報告によると、世界水ビジネスの市場規模は、2025年には約87兆円になると予測している。事業分野として

- ①上水道
- ②海水淡水化
- ③工業用水
- ④排水の再利用
- ⑤下水道

の5分野に分類している。その中で上下水道分野(①+⑤)は、全体市場の約85%に当たる74.3兆円(2025年予測)、工業用水・産業排水処理は5.7兆円、海水淡水化は4.4兆円、再利用水処理は2.1兆円などの市場規模を見込んでいる。

2-1. 地域別成長率…アジア・太平洋地域が最大市場に

地域別では、東南アジア、中東、北アフリカ地域が、年間10%以上の成長が見込まれる。また2025年予測では、アジア・太平洋地域が世界最大の水ビジネス市場(全体の48%)になる。

では、どんな分野がビジネス対象になるか、先進国では水インフラ(上下水道)の老朽化対策、水の再生利用、途上国では上下水道インフラの普及促進、工業化に伴う用水処理や排水処理、中東地域では海水淡水化装置の増強と既設の海水淡水化の老朽化対策、省エネ化(蒸発法から膜(RO)処理方法へ転換)が大きなビジネスとなっている。

2-2. 水ビジネス対象分野

新興国やアジア・太平洋地域において、人口の増加、経済発展、工業化の進展、さらに生活様式の変化(水洗トイレ、ガーデニング)などにより、急速に水需要が高まることが見込まれている。それでは水ビジネスの分野別の伸びをみてみよう。

2-2-1. 先進国、新興国では上下水道の民営化が促進

先進国では、もともと「水」はビジネスの種だったといえる。日本と違い、多くの国で上下水道事業が民間企業のビジネスになっている。上下水道の事業は、本来、公的セクターが社会インフラとして構築すべき事業である。しかし、途上国では資金難に直面、先進国では建設後の財政難に喘ぐ公的セクターが多く、施設老朽化への対応が困難になっている。そこで頭角を現した

のが、上下水道事業経営ができる民間企業が台頭してきた。では、歴史的に民間が関与した上下水道事業を国や地域別に見てみよう。

イギリスは上下水道民営化が100%（スコットランド、アイルランドを除く）で、フランスは80%、中南米ではチリとアルゼンチンで50%以上、スペイン60%、ドイツ20%、アメリカ15%。アジアでも韓国、中国などで民営化は着実に進行している。ほかにもオセアニア、ラテンアメリカ、地中海、アフリカなど世界中の新興国に水道民営化の波は押し寄せている。2006年時点では、世界の上下水道民営化率はおよそ10%だったが、2015年には16%に拡大するとの予測も出されていたが、リーマンショックや、その後発生した欧州諸国の金融危機で民営化ペースが落ちているのが現状である。

2-2-2. 海水淡水化市場規模

Adroit Researchによると2018年の18ビリオン米ドルが2025年に32ビリオン米ドルに成長し、その市場の67%は中近東（MEA）で、海水淡水化施設の増強と水のリサイクル市場である。残り33%は水資源が不足している地域で、アルジェリア、リビア、モロッコ、エジプト、北アフリカなどが挙げられている。

アジア向け水処理膜市場では飲料水市場、産業用純水処理装置、また半導体用水処理、超純水処理装置や医薬品製造用水の市場の拡大が見込まれている。

2-2-3. 工業用水・産業排水処理市場

世界の工業用水・産業排水処理市場は2025年時点で5.7兆円とみられているが、市場は世界各地の経済成長率等により大きく異なることが予測されている。また民間が主体なので、動きの速さが統計に反映されないことも指摘されている。

エンドユーザーにより世界水市場は分類されている。エネルギー産業、鉱業、石油、化学産業、機械製造業、飲料産業、食品加工産業、紙パルプ産業、繊維産業、製薬産業などである。また処理方式から分類すると

①従来の化学薬品処理ベース（ろ過と凝集剤、脱塩処理、生物ろ過処理、化学酸化処理など）

②水処理膜ベース（精密ろ過膜、RO逆浸透膜、電解膜など）に分類されている。

3. アジア太平洋地域の水問題…8割の国が危機的な状況

アジア途上国の経済成長は著しく、その成長は

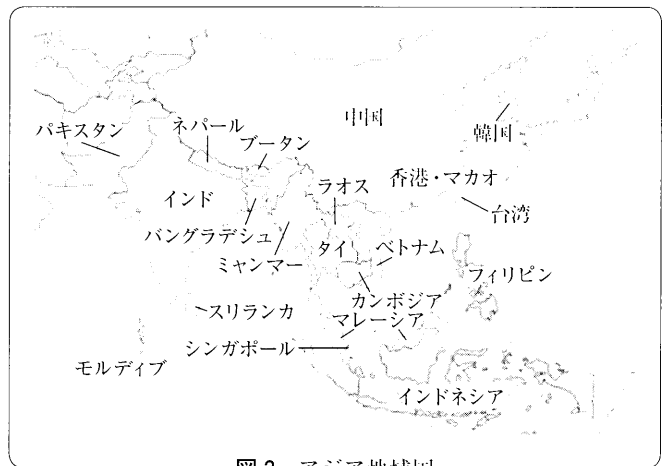


図2 アジア地域図

世界経済を牽引している。その経済成長を裏で支えてきたのが、アジア各国の水資源である。その水資源が、今危機的な状況になりつつある。世界の人口増加率と水需要の増加を振り返ってみると、前述のように、1950年から1995年の45年間で人口は2.2倍であったが、水需要は約2.6倍に増加した。同じ期間の一人当たりの生活用水量は約3倍となっている。これは生活様式の向上（水洗トイレ、シャワー、ガーデニング）によるところが大きい。しかしアジアにおける最大の水需要先は灌漑用水である。この水が不足すれば食糧供給に深刻な問題が生ずる。また水需要の10~15%は工業用水だが、これが不足するとアジアの経済発展に急ブレーキをかけることになる。深刻化するアジア諸国の水環境問題について述べてみたい。

3-1. アジア諸国の水環境問題

アジアの水環境問題を一言でいうなら急激なる人口増加と経済発展にて水資源の枯渇や水ストレスが年々激しくなっていることである。さらに地球温暖化の影響とみられる洪水や干ばつが頻発している。言い換えると「少なすぎる水と、多すぎる水の問題」である。多すぎる水とは洪水であり、少なすぎる水とは干ばつである。特に干ばつによる表流水や地下水の減少で、社会が必要とする水量が十分に確保できない状態に突入している。

アジア地域は中央アジア、北東アジア、南アジア、東南アジア、オセアニア・太平洋地域からなり、50カ国が存在する。アジアは世界の水需要の約6割を消費しているが、水資源不足に加え、工業廃水や無処理の生活排水により貴重な水源も深刻な汚染に直面している。水資源問題の解決の難しさは、国により、地域により、天候により、時系列により、まったく異なる水資源状況が生み出されることである（図2）。

3-2. アジアで大規模水災害の頻発

アジア地域では水関連災害による被害も甚大で、世界の水災害被災者数の約9割が、アジア地域に集中している。さらに「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)の報告によれば、気候変動の影響で、アジア地域が最も洪水や干ばつのリスクが増大すると指摘されている。アジアは水関連災害の宝庫であり、最近の例では2007年サイクロン・シドルによるバングラデシュの高潮被害(892万人が被災、死者行方不明4300名)、2008年サイクロン・ナルギスによるミャンマーの高潮被害(240万人が被災、死者行方不明13万人以上)、2011年異常降雨によるタイ

の洪水被害(248万人が被災、死者行方不明446人)等、このようにいったんアジアのメガデルタ地帯(巨大三角州地帯)が自然の脅威に襲われると未曾有の被害に直面する。近年このようなアジア型巨大水災害が頻発している¹⁾。

3-2-1. タイの洪水被害

2011年7月から発生した大洪水は、248万人が被災する大災害となった。この洪水が世界的に注目されたのは経済的な被害の大きさである。洪水はチャオプラヤ川流域の8つの工業団地を巻き込み、7つの工業団地がほぼ全域で冠水し、日系企業を含む多くの企業や工場が長期間の操業停止を余儀なくされた。被害総額は1.4兆円(約3兆4,550億円)に達し2011年のタイの国民総生産(GDP)成長率予測値3.7%から2.3%に減速したと政府が発表、この被害額はタイGDPの10%以上に達し、過去最大の被害となった。国連の国際防災戦略部門(ISDR)の調査でも、世界の2011年自然災害により経済損失額が世界全体で3,660億ドル(約28兆1000億円)のうち、このタイの洪水被害額により経済損失は400億ドル(約3兆710億円)であり、世界全体の10%以上に相当すると発表している(写真1)。

3-2-2. 日本企業への影響

タイに進出している日本企業数は1,370社(外務省、2010年10月調査)で東南アジア諸国連合(ASEAN)加盟国の中で最も多い。日本の輸出額に占めるタイ向けの輸出割合は4.4%であり、これもASEAN加盟国の中で最大である。日本からアジア諸国向けに輸出される大半が部品や資材の中間財である。その中間財がタイで加工され世界へ輸出される構造で、国際的な分業体制(サプライチェーン)が構築されている。日本貿易振興機構(JETRO)等の調査によると今回の洪水では、主要工業団地内の約804社が冠水被害を受け(表1)、その内日系企業は約486社であった。(全体の約60%)このようにサプライチェーンが長期に渡り寸断され、日本企業に甚大な被害がおよんだ。その被害総額の算定は非常に難しいが、少なくとも日本の損害保険会社が日本企業に支払った保険金の総額は9000億円を超えている。

3-3. アジア開発銀行が指摘するアジアの水環境

2013年3月、アジア開発銀行(ADB)がアジア・太平洋地域に存在する49カ国の水環境に関する調査レ



Source : Wikipedia

写真1 タイの洪水 (2011年)

表1 被災した主要工業団地と企業数

工業団地名	企業数 (社)	うち日系企業数 (社)	従業員数 (人)
①サハ・ラタナナコン	42	35	10,882
②ロジャナ	218	147	99,751
③ハイテク	143	135	51,168
④バンバイ	84	30	27,590
⑤ファクトリーランド	93	7	6,015
⑥ナワナコン	190	104	175,000
⑦バンカディ	34	28	12,000
合計	804	486	382,406

	水安全 総合評価	生活用水	工業・農業 用水	都市イン フラ	河川環境	水災害 耐性
ニュージーランド	4	5	4	4	4	3
豪州	4	5	3	3	4	4
シンガポール	3	5	3	3	2	4
日本	3	5	4	2	2	3
中国	2	3	4	2	2	2
タイ	2	3	3	2	1	2
ベトナム	2	3	1	1	2	2
インド	1	1	3	1	1	2

(注)5段階評価 出所:アジア開発銀行「Asian Water Development Outlook 2013」より抜粋

図3 アジア・太平洋地域における国別の水安全評価

ポートを発表した。それによると調査対象国の75%の国が安全な水を確保できない、また気候変動で洪水などの水災害が増えており、各国政府に対して迅速な政策対応を取るべきと指摘している。注目される内容では、今回各国の水の安全保障の観点から、家庭用の水道、農工業用水、都市の上下水道、水質環境、水災害への備え、という5項目について5段階評価している。調査対象国の水道では、平均して6割以上の家庭が水道管による安全な水の供給を受けていない。特に南アジアでは、その傾向が強く、農村部の貧困層では9割以上に達している。インド、バングラデシュ、カンボジア、また太平洋のキリバス、ツバル、ナウルなどの総合評価は最低の1である。総合評価2以下は中国、ベトナム、ラオス、ミャンマーなど37カ国である(図3)。

3-3-1. アジアの水環境改善…1300億ドル必要

ADBは、アジア全域で安全な水道を整備するためには、約590億ドルが必要で、さらに衛生的な環境を作るためには約710億ドル、合わせて1300億ドル(約12兆6千億円)以上の資金が必要であり、各国政府に対し、官民挙げて取り組むように提言している。

4. アジア・太平洋地域の水ビジネス

アジア・太平洋地域は多くの国で構成されているが、まずは筆者が実際に現地訪問し成長が著しいと感じた国から見てみよう

4-1. インドの水ビジネス…6億人が水不足に直面

4-1-1. インドの水資源問題

インドの国土面積は世界の2%しかないが世界人口の15%はインド人である。しかしインドは世界の水資源の約4%しか保有していない。しかもインドの水源(表流水、地下水)の8割が水質汚染されている、世界で最も劣悪な水を飲まざるを得ない国である。

水資源、インド全土の年間降水量は約4000km³であるが、雨季は6月～9月の3ヵ月間に集中し、利用可能な水資源は690km³しかない。また降水量は各州により大きく異なっている。地下水汚染も深刻である。同国の地下水くみ上げ量は、2014年現在で251km³、G20加盟国の中で最も多く、2位の中国の2倍以上である。地下水の過剰くみ上げで地下水位が急激に低下している。同時に地下水はもちろん表流水も水質汚染が進み、浄化処理なしでは飲用不可となっている。同国の調査(2014-2015CGWB)によ

ると有機物汚染(BOD、COD、他)に加え、フッ素汚染(20州で276箇所)、ヒ素汚染(10州で86箇所)、重金属汚染(15州で113箇所)、鉄汚染(1.0mg/l以上、24州で297箇所)も深刻である。JETROの水インフラ調査(2019年7月)によると、布設された配水管の老朽化で、給水源からユーザーに届くまでの漏水率が約40%(盗水も含め、筆者注)に上ると報告されている。

4-1-2. インドの水ビジネス市場規模

米国の調査会社・フロスト&サリバン社などのデータによると同国の水ビジネス市場は2,400億ルピー(約4080億円、2018年)とみられている⁵⁾。

- ・浄水処理(生活用水、工業用水、浄水場)
- ・排水処理(下水処理、産業廃水処理、再生水処理)で各々2000億円前後、
- ・水処理膜市場(RO、UF、MF膜)は193億ルピー(約320億円)とみられている。

インドの水ビジネス市場は今後数年間で10～15%成長すると見込まれている。しかし、この中で公共(国または州政府)がやるべき水インフラ関係の市場拡大があまり期待できない。なぜなら政府に資金的な余裕が全くない。その理由は、政府統計に載っているインド人口12億9千万人のうち、約1900万人(国民の約1.5%)しか直接税(所得税)を納めていない。年間所得25万ルピー(約42万円)以下には所得税が課税されない、つまりインド国民の9割以上が、この所得水準であり国庫に資金が入らない状態である。

2014年に発足したモディ政権はインフラ投資には国際金融機関や先進国政府の援助資金に頼り、また外資系企業へインフラ投資を働きかけている。日本政府からインド政府への円借款は総額3841億円(2017年)を超え、一国に対する日本の供与額として過去最高を更新している。

しかし、その投資先は高速鉄道、通信、エネルギー(原子力)が主であり、水インフラへは最後の投資案件である。

4-2. インドネシアの水ビジネス

人口約2億7千万人(2018年)、大小1万8千の島々で構成されるインドネシア、世界最大の島嶼国家である。その面積は日本の約5倍の190万km²である。豊富な天然資源に恵まれ、日本とは古くからさまざまな分野で活発な交流が保たれ、現在、特に経済協力、貿易、投資の分野で重要なビジネスパートナーになっている。インドネシアはアセアンの要にある地理的な条件や豊富な労働力、GDPの進展に

表2 インドネシアと日本の水資源状況

	インドネシア (2011年)	日本 (2011年)
年間降水量	2,702mm/年	1,668mm/年
水資源賦存量	2,019km ³ /年	430km ³ /年
・地表水	1,973km ³ /年	420km ³ /年
・地下水	457.4km ³ /年	27km ³ /年
一人あたり水資源賦存量	8,332m ³ /人・年	3,399m ³ /人・年

各種資料を基に筆者作成

に伴い国内市場の将来性が、世界各国から期待されている。インドネシアには日系企業 1489 社 (2020 年 1 月 JETRO 調査) が進出しており、さらに増加する見込みである。しかし急激に発展する同国の悩みは社会インフラの整備が追い付いていないことである。

4-2-1. 気候と水資源

インドネシアの気候は典型的な熱帯性気候である。しかし細分化するとスマトラ島やカリマンタン島などは年間を通して降雨量の多い熱帯雨林気候で水資源が豊富であるが、ジャワ島西部は雨季 (1 月~4 月) や乾季 (5 月~10 月) のある熱帯モンスーン気候で乾季に水不足が発生する。ジャワ島東部および以東は乾燥の度合いが高いサバナ気候となり、ここでは水不足に悩まされている。

4-2-2. 不足する水資源

国内人口の過半数が日本の本州の半分程度のジャワ島に集中している。その結果、乾季には増加する水需要に、供給が追い付かない状態となっている。もちろん乾季に対応するために多くのダムが建設されてきたが、上流区域の大規模な森林伐採や、同国の地質はもともと脆弱なことなどによりダムへの堆砂流入が激しく急激にダムの貯水量が減少している。また水インフラの整っていないジャワ島の沿岸地区では大量の地下水汲み上げにより深刻な地盤沈下が進行している。

国全体とすれば年間降雨量も多く、国民一人当た

りの水資源賦存量は日本の約 2.5 倍であるが、水インフラが整っていないので効率的な利用がなされていない (表 2)。

4-2-3. 拡大する水質汚染

都市部への人口の集中に伴い、水質汚染の問題も深刻化している。下水道普及率は低く、殆ど処理されないまま河川や湖沼に放流されている。特に乾季には河川流量が低下するので、水質汚染が顕著になる。WEPA アウトルック 2015 によると河川の汚染が進んでおり、BOD、大腸菌など基準を超えている河川が多く、その汚染源は未処理の生活排水と廃棄物の河川への直接廃棄であると報告されている。

4-3. ミャンマーの水ビジネス

4-3-1. ミャンマーの現状

軍事政権が長く続いたために、国家に関する統計的な数値は公開されてこなかったが、国連等の国際機関等の調査数値によると、人口は約 5371 万人 (2018 年推計)、民族はビルマ族が約 7 割、少数民族 (約 130 族) が 3 割、宗教は仏教 90 %、他はキリスト教やイスラム教、ヒンズー教で成り立っている。電化率は全国で 34 % (国民の 3 人に 1 人しか電気の恩恵を受けていない) ヤンゴン市内の電化率は 78 %、道路舗装率は 23 % と言われている。水道の普及率は、全国での統計数値はなく、ヤンゴン市内の水道普及率 (2016 年、東京都水道局調べで約 4 割)、無収水率 (漏水や盗水で料金収入にならない率、同調査) は 66 % に達している (写真 2)。

4-3-2. 日本の貢献…水関連分野

日本のミャンマーへの資金協力 (ODA) は 1954 年の「日本・ビルマ平和条約および賠償・経済協力協定」に始まり、有償資金協力は 1968 年より、無償資金協力は 1975 年より供与されていたが、ミャンマーには延滞債務があり、政治的な不安定さもあり、1987 年以降、人道的な案件を除き有償資金協力は一時停止していたが、ミャンマーの民主化運動 (2010 年 11 月、アウン・サン・スー・チー女史の自宅軟禁措置が解除) の進展に伴い ODA を再開。平成 23 年度 (2011 年) はマグウェー、カレン州、バゴー地区での洪水被害などに対し 16 億円 (供与限度額)、平成 24 年度はエーヤーワディ地域の洪水被害対策に 11.6 億円、平成 26 年はバゴー地域西部灌漑開発事業に 148 億円、また少数民族向け河川水供給システムや雨水収集タンクの設置など、水と衛生改善に寄与する無償援助を積極的に行っている。

ミャンマーには歴史的に親日派が多いが、経済の



写真 2 宅配水はピックビジネス (ミャンマー・ヤンゴン市内)

発展に連れシンガポール、ベトナム、中国、タイなどから多額の直接投資がなされ、日本は第7位に甘んじている。ミャンマーは日本にとって中国とインドに挟まれた地政学的にも重要な国である。また豊富な鉱物資源（天然ガスはアジア地域3位の埋蔵量）を有し、社会インフラ（電力、通信、道路、上下水道）が整えばASEAN地区の優等生になりえる国である。ミャンマーの持続的な経済成長を支援することは、日本の国益向上にも寄与することを確信している。

4-4. ベトナムの水ビジネス

ベトナムが世界から注目されている。人口9500万人（2017年推計）を擁し、平均年齢が31歳という活気のある国であり、2030年までには人口1億人に達すると予測されている。（ジェットロ報告2016年8月 数字で見るベトナム経済）

2012年から2016年までの平均実質GDP成長率は5.9%を超え、同国経済成長率は堅調に推移している。成長の要因は、同国の政治情勢が比較的安定している。アジア各国からアクセスも良く、相対的な労働力コストの安さと経済成長力の高さが魅力、また天然資源が豊富（鉱物資源、森林資源、水産資源、水資源）などである。

それゆえ各国からの投資案件も多く、特にハイテク産業には、同国は「投資インセンティブ」を導入し、投資拡大の後押しをしている。法人税は周辺諸国より安く、ハイテク産業の場合は、当初4年間は免税、続く9年間は税率5%、その後は税率10%が適用されるルールとなっている。産業の急速な発展と都市部への人口増加により同国の水需要も急拡大している。

4-4-1. ベトナムの水事情

ベトナムはインドシナ半島の東端に位置し、南北に1700キロ、面積は日本列島から九州を除いたくらいの面積（33万km²）をもつ。東側の海岸線は約3300キロの長さがあり、北部の中国、ラオス、カンボジアとの国境付近は山岳・高原地帯が占め、国土の約8割が山地や高原である。ベトナムの気候は、熱帯モンスーン気候に属しているが、北部と南部では気候が大きく異なる。ハノイを中心とする北部では四季があり雨季は5月から9月で年降水量は地域により1500ミリから2800ミリと大きく変化する。ホーチミンを中心とする南部では平均気温が26度℃と高く、年降水量の地域的な変化は少なく1800ミリから2200ミリの間である。同国の国民一人当たりの水資源量は9853m³/年（日本の2.9倍）と豊

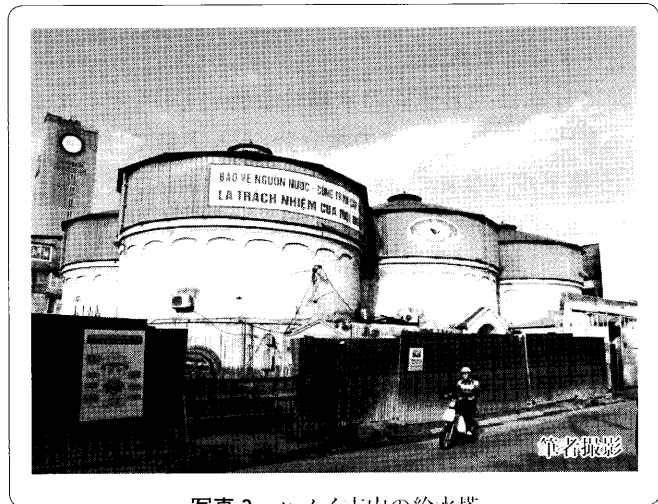


写真3 ハノイ市内の給水塔

富にあり水力発電が盛んでベトナム全体の発電量の約40%を占めている。（2014年実績）しかし他の水インフラの未整備が大きな課題である。

北部と南部には2大河川、紅河とメコン河が流れ広大なデルタ地帯が形成されているが、その他の多くの河川は急流で、流域地区の保水力が小さく洪水と渇水の被害が多い。ベトナムの主な産業は農業、特に米作が盛んであり水資源の約8割は灌漑に使われている。農業人口は国民の約5割を占めている。

最近では鉱工業、建設、各製造業など2次産業が大きなウェイトを占めるようになり、水需要が急拡大している。

4-4-2. ベトナムの水インフラ状況

上下水道の普及率（直轄5市）は90%程度だが、他省都市の平均値は約70%である。

その水源は表流水が65%、地下水が35%である。全国に約430箇所の主要な浄水場があるが、設備が旧式で能力不足、さらに漏水率の改善が急務である。一方、水環境問題（水質汚染）が深刻化してきている。

急激な経済発展の一方で工場排水処理施設や下水道は未整備で、下水道の普及率は低く都市部でも20%程度である。上下水道事業は建設省が、水質管理は天然資源環境省が所管、個別事業は各省の人民委員会（自治体）に属する上下水道公社が担っているが、いずれも資金難に直面している。筆者もたびたびベトナムを訪問しているが、ハロン湾や中小河川の水質汚染や、集中豪雨で道路の冠水などを実感している。特に都市部の浸水被害が頻発し、単なる交通被害だけではなく、汚水の拡散による汚染物質の拡散や伝染性細菌・ウイルスによる健康被害が危惧されている（写真3）。

今まで政府開発援助資金（ODA）でベトナムを支

えてきた国々は、日本、フランス、ドイツ、スイス、オランダなどである。

特に日本はベトナムの水環境改善に ODA として 2006 年から 2010 年までの水分野 ODA 実績では累積約 15 億ドル（全体の 34% を占め）でトップであったが、近年は韓国に追い抜かれている。金額だけではない、日本の ODA 案件の実施までの遅さも問題である。ベトナムの下水道案件では、調印から着工まで平均 5.3 年かかり、他の件案（例えば運輸関係では 3.3 年、電力案件 3.9 年）に比べスピードが遅い（JICA ベトナム事務所の報告 2016 年 9 月号）、他国は 2 年から 3 年で完工している例が多い。相手国の受け入れ側の問題もあるが、このままでは感謝されない日本となっている。

日本 ODA、最近の動きでは 2017 年 9 月、JICA による下水・排水処理システム改善に 247 億円の円借款の供与、同 11 月には日本政府とベトナム政府間で、水環境改善として 300 億円の円借款が調印された。しかし同年 11 月、ベトナム政府は韓国政府から政府開発援助（ODA）として 2020 年までに 15 億ドル（約 1710 億円）を借り入れる枠組み協定を締結したと発表している。ベトナムの都市化率の向上、経済発展につれ、多くの国が同国の水処理市場の獲得を目指し、熾烈な戦いが始まっている。

5. 国際水メジャーの最近の動向

1990 年代から 2010 年にかけて、世界の上下水道の民営化は、ウォータバロンと呼ばれる国際水メジャーが約 7 割の市場を席捲していた。

最近では英国を中心とするテムズウォーターは、国内問題（料金値上げなど）で国際市場から脱落し、ヴェオリア、スエズ社の 2 強となっている。さらに世界市場を目指し、2 強の間で熾烈な競争が展開されている。2020 年 10 月、世界中を駆け巡った水業界の最大ニュース、それは世界水メジャーのトップ・ヴェオリア社による、世界第二の同業者スエズ社に対する敵対買収であった。仮に敵対買収が成功

すると、ヴェオリア社は世界最大の水企業、売上規模で 5~6 兆円の企業となる。

5-1. 水メジャーと呼ばれるヴェオリア、スエズ社の現状

ヴェオリア、スエズは、ともに世界有数の水処理・多国籍企業であり、お互いに 160 年以上も強力なライバルとして戦ってきた歴史がある。

5-1-1. ヴェオリア

1853 年、ナポレオン 3 世の勅命により、市民への安全な水を届けるために設立された「ジェネラル・デゾー社」が前身で、それ以来 160 年以上にわたり、世界中で水、廃棄物処理、エネルギーに関するソリューションを提供、世界 70 カ国以上に拠点を有す。日本へは 2002 年に上陸、その後千葉県、埼玉県の下水道の維持管理を初め、多くの国内水インフラ事業を手掛けている。ヴェオリア・ジャパン・グループの総従業員は約 3500 人（パート従業員を含め約 9 千名）である。

5-1-2. スエズ

1858 年フェルナン・ド・レセップスが設立したスエズ運河会社が前身で、1967 年リヨン水道の主要株主になり、当時の水処理エンジニアリング会社「デグレモン」を買収し世界的に水事業を、その他、ガス事業、電力事業を展開している。08 年にフランスガス公社（GDF）と合併して GDF スエズ（現：エンジー）となった際、水道事業を切り離し現在のスエズが水ビジネスを担っている。スエズは水道事業では世界 1 億 4500 万人に配水する世界的なリーダーである。

最近の話題は 2017 年に GE（ゼネラル・エレクトリック）から水部門を約 34 億ドル（約 3700 億円）で買収、水ビジネス業界で世界トップの座を目指している。日本での話題は、2018 年 12 月、日本の上下水道コンセッション事業に参画するために、前田建設工業と覚書を結んでいる。

5-1-3. 数値でみる両社の概要（表 3）

5-2. ヴェオリアとスエズの応酬合戦

スエズの最高責任者ベルトラン・カミュは、「ヴェオリアの提案はスエズの解体であり、フランスにとって悲惨な結果をもたらすだろう」、さらに「スエズはヴェオリアとまったく結婚する必要はない」とフランスの日刊紙ル・フィガロ紙に語っている。

スエズはヴェオリアの敵対買収への対抗策として、①フランスの水事業をオランダの財団へ移す対抗策を発表、また②フラン

表 3 数値でみるヴェオリア、スエズ社の比較

項目	ヴェオリア	スエズ
主たる事業分野	水、廃棄物、エネルギー	水道、電力、ガス事業
水道/下水道サービス	9800 万人/6700 万人	1 億 4500 万人/
従業員	18 万人	8 万 9 千人
売上高	270 億ユーロ (3 兆 3210 億円)	180 億ユーロ (2 兆 2140 億円)
利益	40 億ユーロ (4920 億円)	30 億ユーロ (3690 億円)

各種資料から筆者作成

スの民間投資会社アルディアン（1千億ドルの資産を保有する世界有数の民間投資ハウス）の創設者ドミニク・セネキエ氏に直接掛け合い、ヴェオリア提案の1株当たり18ユーロより高い18.50ユーロの価格を約束させたが、20年10月5日に突然、アルディアンは撤退表明。ホワイトナイト（白い騎士団）は消え去った。撤退理由は「アルディアンは、敵対的な買収案件には関わらない原則でビジネスを拡大させてきた。従ってこの提案は受け入れられない」と表明したが、別の大きな政治力が働いたのではないかとわさされている。さらに10月9日、パリの裁判所はスエズ・グループの社会経済委員会（CSE）の要請に基づき、ヴェオリアによる株式買収を一時停止する命令を出している。

5-3. ヴェオリア，スエズ 急きょ合併…世界最大の水企業に

2021年4月、水メジャー最大手のヴェオリア社と同業2位スエズ社は合併することで急遽合意に達した。これで、スエズ経営陣を含め利害関係者が数カ月間続けてきた根強い反対運動に終止符が打たれ、世界最大の水ビジネス・廃棄物ビジネスの巨大企業が誕生することになった。

5-3-1. 買収・合併の合意内容

合意内容は①ヴェオリア社はスエズの未保有株約70%を一株当たり20.5ユーロで取得する。（今年の提案価格は18ユーロ）ヴェオリアのフレロ最高経

営責任者（CEO）は買収に当たり、スエズの株式価値を130億ユーロ（約1兆6900億円）前後と明らかにした。

スエズ・グループは、従来の上下水道サービスの継続および新規事業開拓のために、②約70億ユーロ（約9100億円）規模の新会社を設立する。③ヴェオリア社は、新しいスエズ新会社の長期的な発展を保証する。具体的には、フランス国内での水道・廃棄物事業と、イタリア、チェコ、アフリカ、中央アジア、インド、中国、豪州などの国際的な事業はスエズの新会社の管轄とする。これからの海外水ビジネスは巨大資本力と160年の歴史を有する水メジャーとの対決である。

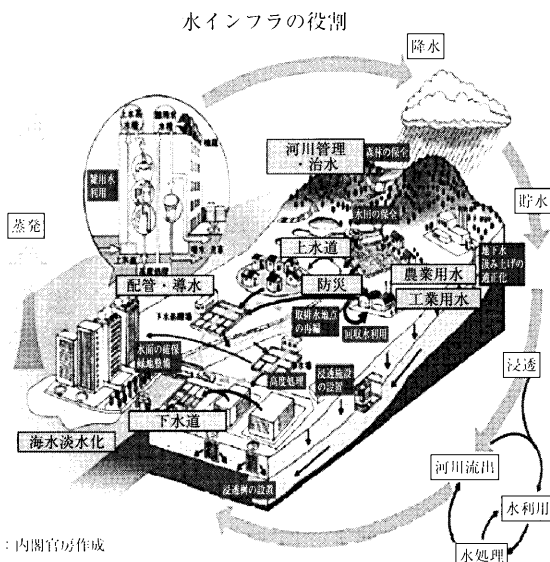
6. 日本はなぜ、海外水ビジネスで勝てないのか

日本には、世界に誇れる水分野における要素技術は沢山ある（図4）。

優れた技術がありながら、なぜ勝てないのか。最大の欠点は「技術力の過信」である。

水インフラの最終目標は、低廉で豊富な水供給である。つまり国民に命に直結するインフラであり、それは既に日本の水道法第一条に「清浄にして豊富低廉な水の供給」と掲げられている。海外から求められる技術力とは「相手のレベルとラベル、さらに財布の中身に合わせた提案力」である。相手のコスト・ニーズに合致できない技術力は、本当の技術力

- ▶貯水から排水・再利用までの水利用全体や水防災に様々な技術分野があり、我が国は膜技術等の要素技術、環境対策や省エネ技術や高い水質、低い無取水率・漏水率等事業運営に強み。
- ▶一方、国の発展段階、水資源の状況等にニーズが異なるなか、ニーズの見極めとそれに応じた技術開発、ビジネス展開が課題。



我が国の優位技術と適用可能な地域

技術分野	我が国の優位技術	適用可能な地域
河川管理・治水	河川改修、可動堰、ダム再生技術	アジア
農業用水	参加型水管理、遠隔監視・操作システム	アジア等
工業用水	超純水造水機器	欧米、アジア
上水道	RO膜法、オゾン処理、ICM漏水マネジメント	アジア等
配管・導水	ICM・スマートメーター、高度配水システム、耐震性水道管	アジア、北米等
海水淡水化	蒸発法、RO膜法、省エネ型淡水化プラント	中東、島嶼国、北米等
下水道	推進工法、管渠更生工法、膜分離活性汚泥法、省エネ型下水処理、高度処理、汚泥処理	アジア、ロシア、北米、中東等
浄化槽	窒素やリン除去などの高度処理、フロア、インバータ等の優れた省エネルギー技術	アジア、大洋州、南アジア、アフリカ
産業排水	産業排水処理技術、モニタリング技術	アジア・大洋州等
事業運営	漏水、無取水対策	アジア
防災	海岸保全、洪水予警報システム	アジア

出典：各省資料等を元に内閣官房作成

図4 世界に誇れる水分野の要素技術

ではない。

さらに公共インフラは国と国との約束（長期に渡る資金力など）であるが、国の支援策が不足している。「外貨の獲得は国益である」と主張する政治家もほとんど皆無である。指揮者が不在で、メーカーが個別分散で攻撃して、負けている（原発、鉄道、通信、水インフラなど）。

ではどうしたら良いのか、まずは攻めるべき国の状況を良く知るコンサルタント会社と組み、彼らのニーズと財布の中身を予め知ることである。その上で国産品（日本製品）に拘らず、コストパフォーマンスが高い製品を組み合わせた「システム提案」である。最近の低価格の水処理機器は、ほとんどが中国製やインド製である。日本は、単品売りより、システムの提案、さらに水メジャーのように「維持管理ビジネスで利益を上げるビジネススタイル」に変えてゆくべきであろう。そのためにはIOT技術によ

りモニタリング、制御が重要になり、さらに得られたデータによる新規ビジネス創出に舵を切ることが求められている。

人口の増加、経済の発展、さらに地球温暖化の加速により世界水ビジネスを巡る状況が劇的に変化している。これらに状況に、日本企業はどう立ち向かうのか、これからの戦略が問われている。

〈参考文献〉

- 1) 国連「世界水発展報告書 2014」001044451.pdf (mlit.go.jp)
- 2) 国連の報告書「世界人口の推計（2019年版）」
- 3) 経済協力開発機構（OECD）「Environmental Outlook to 2050（2012）」
- 4) 水危機に直面するアジア諸国 ENECO2013-05 吉村和就著
- 5) インドの水ビジネス事情 ENECO2018-08 吉村和就著

『化学装置』2021年 9月号別冊

発売日8月31日

ソサエティー5.0を目指した

「次世代粉体技術ガイダンス」

—IoT, AI, 粉体計測とシミュレーションの最新動向—

内藤 牧男 監修

A4判・192頁/定価2,500円(税込+送料)/発行部数10,000部

化学、新素材、食品、医薬、化粧などの粉を扱う製造現場では、生産性の効率・高品質化を目指して大きな変化が起きています。すなわち、AIやIoTを活用して膨大な情報の管理やロボットなどの活用による合理化、省力化が進んでおり、それに伴って粉体製造プロセスの改良や新しい粉体プロセス開発の動きです。

本別冊、ソサエティー5.0を目指した「次世代粉体技術ガイダンス」—AI・IoT, 粉体計測とシミュレーションの最新動向—は、これらAIやIoTなどを利用する中で、切っても切り離せない、それらの基本となる粉体測定の基礎的部分、すなわち粉体の粒子分布や液中分散・スラリー特性あるいはそれらを乾燥して得た造粒体の特性評価技術など、また実際の測定機器装置による事例および装置の紹介をまとめた冊子です。

粉体計測の進展が、これからますます進化するAIやIoT化に進む新しい粉体製造プロセス開発に不可欠なものと考えて別冊の刊行を試みました。

予約申し込みは販売部：FAX：03-3667-5371（E-mail：issniki@kct-densen.com）まで。

（化学装置編集部）

貴社名：	お名前	部署名：	
送付先：〒			
部数： 冊	TEL：	FAX：	E-mail：
請求先（送付先と同じ場合は不要）：			