

平成 21 年度
アジア諸国における水需要の急拡大に伴う
機械産業の事業機会探索調査報告書

平成 22 年 3 月

社団法人 日本機械工業連合会
株式会社 東レ経営研究所



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp>

序

近年、経済の発展と環境の保全、機械の高度化と安全に対する課題がクローズアップされ、機械工業においても環境問題や安全問題が注目を浴びるようになってきております。環境問題では、地球温暖化対策として排出権取引やCDMなどの柔軟性措置に関連した新ビジネスの動きも本格化し、政府や産業界は温室効果ガスの削減目標の達成に向けた取り組みを強化しているところです。また、欧州化学物質規制をはじめとする環境規制への対応も始まっています。その対応策が新たな課題であるとともに、新たなビジネスチャンスとも考えられます。

一方、安全問題も、機械類の安全性に関する国際規格の制定も踏まえて、平成19年には厚生労働省の「機械の包括的な安全基準に関する指針」の改正に伴い、リスクアセスメント及びその結果に基づく措置の実施が事業者の努力義務として規定されるなど、機械工業にとってきわめて重要な課題となっております。

海外では欧米諸国を中心に環境・安全に配慮した機械を求める気運の高まりから、それに伴う基準、法整備も進みつつあり、グローバルな事業展開を進めている我が国機械工業にとって、この動きに遅れることは死活問題であり早急な対処が求められております。

こうした内外の情勢に対応するため、当会では環境問題や機械安全に係わる事業を發展させて、環境・社会との共存を重視する機械工業のあり方を追求するため、早期からこの課題に取組み調査研究を行って参りました。平成21年度には、海外環境動向に関する情報の収集と分析、それぞれの機械の環境・安全対策の策定など具体的課題を掲げて活動を進めてきました。

こうした背景に鑑み、当会では機械工業の環境・安全対策のテーマの一つとして株式会社東レ経営研究所に「アジア諸国における水需要の急拡大に伴う機械産業の事業機会探索調査」を調査委託いたしました。本報告書は、この研究成果であり、関係各位のご参考に寄与すれば幸甚です。

平成22年3月

社団法人 日本機械工業連合会
会長 伊藤源嗣

は し が き

近年の人口増加や産業化によって世界の水需要は大きく拡大している。それに伴って水不足はかつてのように中東諸国だけの問題ではなくなり、北アフリカ諸国、豪州、中国等々、さらに国土が狭隘なシンガポールのような都市国家においても極めて重要な問題となっている。上下水道や海水淡水化はもとより下水処理水の再生利用等も含め、さまざまな形で水処理・供給事業が世界的に拡大し、これら水ビジネスの市場規模は2025年に100兆円規模に達するという見方もある。

我が国は逆浸透膜に代表されるように、一部の製品では水マーケットにおいて世界的に高いシェアを持っている一方で、日本の装置・プラントメーカー等の存在感が希薄なのは否定できず、海外のいわゆる“水メジャー”に対して水をあけられた状態になっている。

しかし、我が国機械メーカーにとって、海外の水ビジネスマーケットは今後確実な成長が見込まれる数少ない分野であり、当該市場において我が国機械産業の地歩を拡大することが急務となっている。

これらの点を踏まえ、本調査は今後さらなる水需要拡大が見込まれるアジアの水処理マーケットの現状と今後の見通しを評価すると同時に、膨張する海外水ビジネス市場において我が国機械産業がビジネスチャンスを獲得する上での有効なアプローチや課題について考察し、我が国機械産業の国際競争力向上に資することを目的として実施したものである。

なお、本調査にあたり、ご多忙のところをヒアリングや資料提供等に御協力頂いた日本およびシンガポールの関係企業・機関の方々にこの場を借りて心から御礼を申し上げます。

平成22年3月

株式会社 東レ経営研究所
代表取締役社長 佐々木 常夫

本調査の概要 1

第Ⅰ章. アジア地域の水需給状況の整理

1. 世界の水需給の概況 2
 1-1. 資源としての水の重要性 2
 1-2. 水需給関連指標の整理 4
 2. アジア主要国の水需給関連指標整理 7
 3. アジア主要国の水インフラ整備状況 10
 3-1. 上水道・下水道の整備状況 10
 3-2. 今後の見通し 11
 3-3. 海水淡水化施設の状況 12

第Ⅱ章. 水ビジネス市場構造・業界特性の整理

1. 水ビジネスのマーケット構造 16
 1-1. 水ビジネスの階層構造 16
 1-2. 水ビジネスマーケットボリューム 18
 2. 分野別技術動向整理 21
 2-1. 上水・飲料水 21
 2-2. 下水・排水 22
 2-3. 海水淡水化 24
 3. 水ビジネスプレーヤーの動向 26
 3-1. 国内外の水事業者 26
 3-2. プラント・装置メーカー 29
 3-3. 膜メーカー 31
 3-4. その他の関連プレーヤー 33

第Ⅲ章. 国内施設・企業調査結果

1. 国内造水施設ヒアリング結果 37
 1-1. 福岡地区水道企業団 奈多海水淡水化センター 37
 1-2. 沖縄県企業局北谷浄水管理事務所 海水淡水化センター 41
 2. 国内関連企業ヒアリング結果 45
 2-1. 日立プラントテクノロジー（株） 45
 2-2. 膜メーカー大手 A 社 49

第IV章. シンガポール現地動向調査結果

1. シンガポール現地調査の概要	52
2. 現地ヒアリング調査結果	53
2-1. TORISHIMA PUMP MFG.Co.,Ltd. Singapore Branch	53
2-2. Keppel Seghers Engineering Singapore Pte.Ltd.	57
2-3. Sembcorp Industries Ltd	60
2-4. シンガポール公益事業庁 (PUB)	64
2-5. Nanyang Technological University (南洋理工大学)	68
2-6. 在シンガポール 日本政府関連機関	71

第V章. アジアの水需要と我が国機械産業のビジネスチャンス評価

1. エリア別ニーズと有望性評価	75
2. 我が国機械産業と海外水ビジネスの整合性	78
2-1. 我が国機械産業に対する評価	78
2-2. 我が国機械産業が抱える問題点	80
3. 我が国機械産業としての水ビジネスアプローチ考察	84
3-1. 水ビジネスアプローチ戦略の考察	84
3-2. 水ビジネス進出目標の明確化	88
3-3. 水ビジネス進出に向けた留意点	90

----- 本調査の概要 -----

1. 調査目的：

本調査は、アジア各国で重要性が増している水ビジネスマーケットの現状把握と将来性を評価し、さらに我が国機械産業として当該ビジネスへの進出方策を検討することを目的として実施したものである。

2. 調査研究の主な内容と方法

1) アジア水需給関連調査

国内外の各種文献、および国際機関 Web ページ等のデータを元に、アジアを中心とした諸国の水資源状況やインフラ整備状況等を概括

2) 水ビジネス市場・業界構造関連調査

ヒアリング結果、および各種文献調査、Web 調査等を元に海外水ビジネスの市場動向・業界特性等を概括

3) 国内企業・施設調査

国内の海水淡水化施設、国内関連企業に訪問面接ヒアリング調査を実施

4) シンガポール現地動向調査

2009年10月にシンガポール現地動向調査を実施し、現地水処理関連企業や研究機関、関連官庁、現地日系企業、日系政府機関等に訪問面接ヒアリング調査を実施

5) 我が国機械工業のビジネスチャンス評価関連調査

1)～4) 調査結果に基づき、我が国機械産業としての水ビジネスアプローチ方策や進出上の課題等を考察

3. 調査期間：

2009年9月11日 ～ 2010年3月26日

第 I 章. アジア地域の水需給状況の整理

1. 世界の水需給の概況

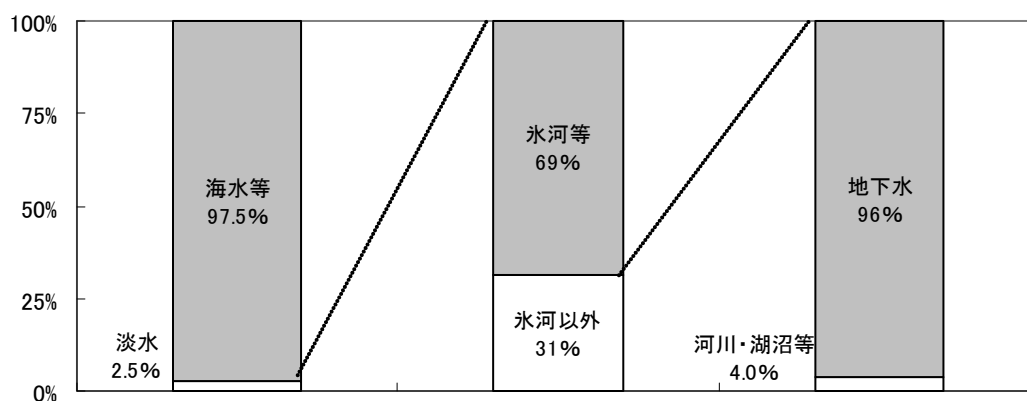
1-1. 資源としての水の重要性

近年、我が国で水市場、それも主に海外の水関連市場に対する関心が急激に高まった背景には、水ビジネスというマーケットが急速に拡大したことが大きな要因になっていることはもちろんであるが、もうひとつの重要な要因は水という天然資源の希少性、重要性が高まったことも大きく影響している。

もともと、地球上にある水の 97.5%は海水等の塩水で飲用には適さず、残った 2.5%の淡水資源の大半は氷の形になって存在していることから、やはり「使える淡水資源」と見なすことは難しい。

氷河以外の淡水資源に限ってみても、その大半は地下水であって、地下水以外の淡水資源は 4%ほどにしかすぎない。これは地球全体の水に対しては 0.04%であるが、ここからさらに「湖沼」や「河川」などの水を「使える淡水資源」と考えれば、そのウェイトは地球全体の水量に対してわずか 0.01%にも満たないレベル（約 10 万 km³）となる。

地球上の水 約 13.86 億 km³ に対する淡水ウェイト

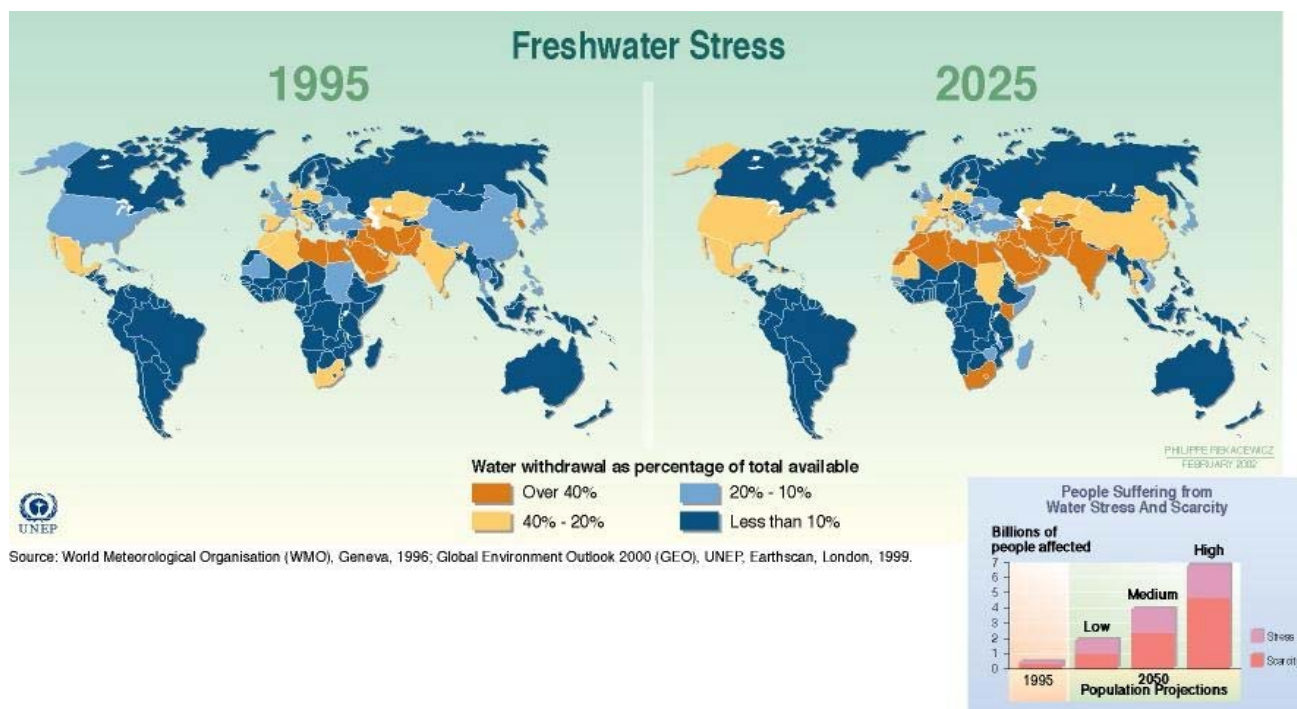


出典：国土交通省「日本の水資源 H22 年版」

このように、そもそも地球上で利用可能な淡水資源は非常に限られたものであり、しかもその供給能力が今後増えることもあり得ない。そういった状況の中で、逆に人口の急増、工業化、生活レベルの向上による水使用量の増大等々、水の需要拡大が加速的に進行したことで、水の需給が逼迫に向かっているという危機感もまた急速に高まる結果となった。

使用可能な淡水資源は一方で偏在性が強いという性格があるため、水の不足、水の需給逼迫といった問題はある地域にとっては昔からの恒常的な問題であった。しかし、人口増加、少量の増大といった要素が急速に進行することで、「水不足地域」が拡大することは避けられないとみられており、世界は「水逼迫エリア」の拡大というシナリオに直面して対応を急がざるを得ない状況にあるといえる。

十分な水の供給を得られない、あるいは明らかに不足している状態を近年では「水ストレス」という言葉で表現するようになった。下図は「利用可能な水資源に対する使用量のパーセンテージ」を指標にして水ストレス度をあらわしたものであり、この比率が高ければ高いほど逼迫度合いは高く、比率が低いほど「余裕がある」ことを表す。



出典：国連環境計画（UNEP）Web ページ

上の図を見ると、たとえばアフリカの中央部などは水資源量に対する使用量が 10%以下の国が多く、量的にみれば「水資源に余裕があるエリア」として表されている。しかし、水の資源としての重要性には量の確保という問題だけではなく、水質の問題もまたきわめて重要であり、特に飲料水においては安全な水質という要求は絶対的なものになる。

しかし、衛生的な飲料水を摂取できるかどうかも実際には地域による差が極めて大きい。次頁の図は「改善された飲料水-improved drinking water-」にアクセスできる人口比（2006年時点）を国別に表した WHO の調査であるが、これをみると水資源の量的側面では余裕があったアフリカ、特にその中央部に「5 割以下」という国が目立って多いことがわかる。

改善された飲料水へのアクセス人口比マップ（2006 年）

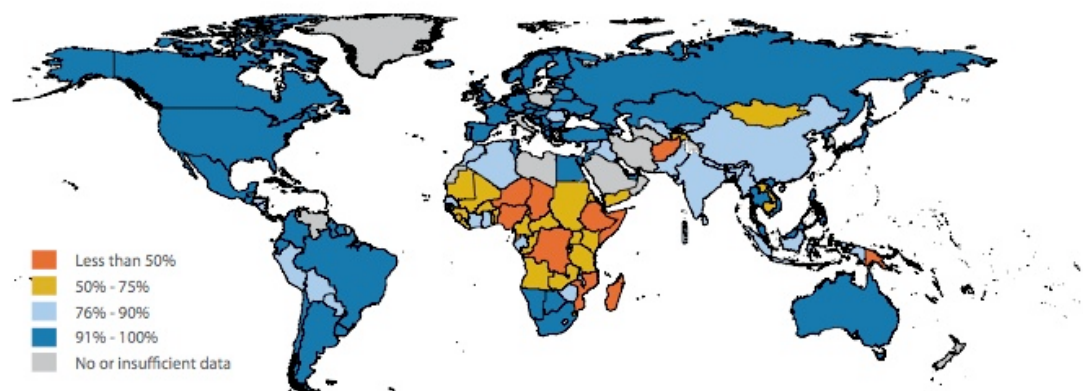


Figure 22 Drinking water coverage, 2006

出典：WHO&unicef「Progress on Drinking Water and Sanitation」

このように水資源は絶対的な量の確保という問題と、その水質、あるいは水を需要者に運ぶためのインフラという問題がともに重要になる。本報告書においては「水ビジネス」というキーワードが頻出するが、本調査でいう「水ビジネス」は資源としての量の確保にかかわるビジネスと、社会インフラに関与するビジネスの両方を包括して捉えている。従って、たとえば淡水資源量を新たに増やす海水淡水化などの造水事業、社会インフラとしての上下水道関連事業ともに同じ「水ビジネス」という範囲に含むものとして扱う。

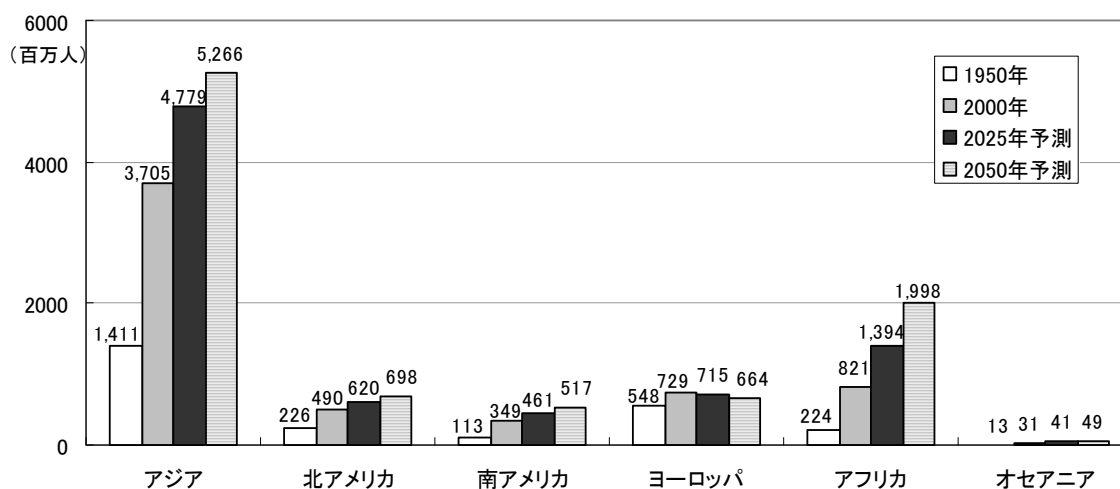
1-2. 水需要の見通し

1) 人口増加と水需要

1950年には25億人強とされてきた世界の人口はその後加速的な増加を続けており、2000年頃に60億人を突破、2008年段階で67～68億人とみられているが、その後も増加はとまらず、2025年には約80億人、2050年には90億人というレベルに達するとみられている。つまり、1950年から2000年までの50年間で水需要は人口増に単純に比例させても2.4倍に、さらに2050年までの1世紀の間には3.6倍に増えるということになる。

20世紀後半以降の人口急増と水需要の拡大によって、世界の中の水不足地域が拡大しているということに関しては議論の余地はほとんどないが、この人口増加が避けられなければ、水需給のさらなる逼迫、水不足地域のさらなる拡大もまた不可避のシナリオであるといえる。

地域別人口増加見通し



出典：総務省統計局「世界の統計 2009」データを元に作成

世界に人口増加予測をみると、特にアジアとアフリカの伸びが突出しており、2050年には世界の人口約90億人のうちの8割がアジアとアフリカに集まることになる。このことは、21世紀の水需給特にアジアとアフリカで逼迫する可能性が高いことを示唆する。

人口という“需要家”側のボリューム増加だけで見ても、今後、世界で水の需給がさらに逼迫するのはもはや避けがたいと言ってよく、このことは世界での水関連ビジネスの拡大余地もまた大きいことを示しているといえる。

2) 消費量の増大

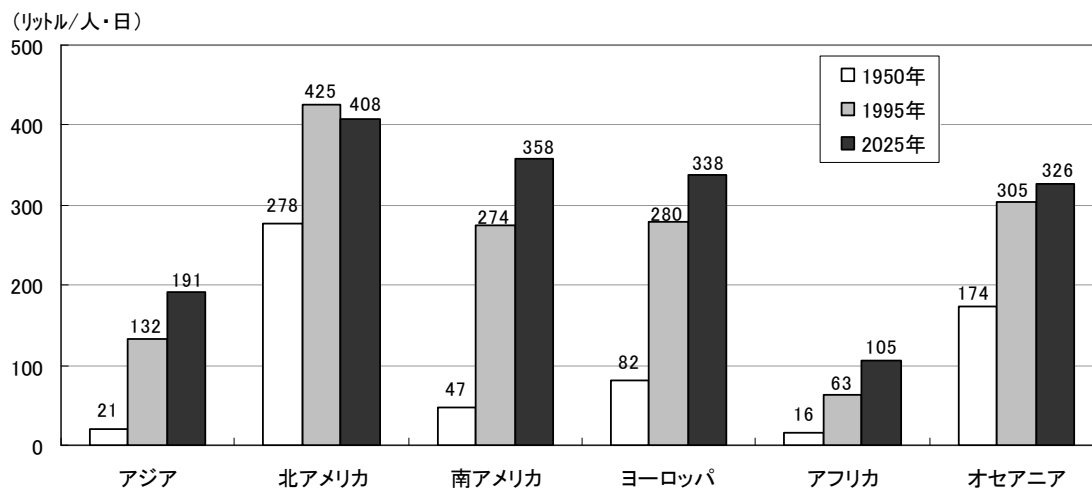
人口増加と並んで水需要に大きな影響をもたらす要因が、産業化・工業化の進展や生活レベルの向上等をもたらす、一人当たり水消費量の増大である。一人当たりの水消費量はエリアの経済レベル・生活レベルと密接に連動しており、しかもその差は生活レベルの差をさらに拡大投影したように大きい。

たとえば1955年の時点で比べてみても、アジアと北米の一人当たり水消費量の差は約13倍、同じ年のアフリカと比べると17倍以上の開きがあるが、この極端なまでの消費量の差は、この当時のアメリカとアジア・アフリカなどの国々の生活レベル、産業レベル、経済レベルの差が反映している。

これが1995年になると、北米とアジアの差は3.2倍、北米とアフリカの差は6.7倍程度に縮まっているが、これは経済・生活レベルの「伸びしろ」が北米にくらべて圧倒的に大きかったアジアなどが1950年以降急速に発展を遂げ、それにともなって一人当たりの水消

費量も急拡大したからだといえる。

地域別・一人当たり生活用水需要量増加見通し



出典：中村靖彦「ウォーター・ビジネス」（岩波書店） 原典は WMO 資料

1995年から2025年までの30年間でみても、伸び率の高い順にアフリカ1.67倍、アジア1.45倍、南米1.31倍となり、依然としてアジア・アフリカの一人当たり消費量の増加余地が大きいことを伺わせる。

このように、前項で見た人口の増加と、一人当たり水消費量の拡大が掛け合わされれば、その需要量増加ペースも加速的に早まることになり、アジアやアフリカなど、人口増加と一人当たり消費量増加が重なっているエリアでは、それだけの水需要を賄うためには、2000年当時のおおむね倍の水資源を確保する必要があるということになる。しかし、実際問題としてこれらの国々が25～30年程度のスパンで水資源量を倍増させ、それに合わせたインフラを整備するのは相当困難であると考えざるを得ず、そこにも水ビジネスの参入余地が潜んでいるといえる。

2. アジアの地域別水需給の現状

アジア地域には中東という、もともと地理的・気候的に水が絶対的に不足した地域が含まれており、さらに比較的水源には恵まれていた東南アジアや中国なども急速な人口増加と経済発展・生活レベル向上で水需要が急増し、その結果として水需給の逼迫、水不足が現実のものになりつつある。

本項では、アジア地域を地域別に分け、それぞれのエリアの主要国について現在の水の逼迫度がどの程度かを比較・整理した

元にしたデータは FAO (国連食糧農業機関) 統計による、各国別の人口推移、および「再生可能な国内水資源量：IRWR -Internal Renewable Water Resources」の数値であり、そこからアジア主要国の 1990→2006 年の人口伸び率、国民一人当たりの再生可能水資源量、さらに国民一人・1日あたりの水資源量を計算して水需給の指標とした。

アジア主要国の一人当たり水資源量比較

		①1990年人口 (千人)	②2006年人口 (千人)	①→②伸び率 (%)	③IRWR (k m ³ /年)	1人年間※1 (m ³ /年)	1人1日※2 (m ³ /日)
東アジア	日本	123,537	127,953	103.6	430	3,361	9.21
	韓国	42,869	48,050	112.1	65	1,353	3.71
	中国	1,155,146	1,328,474	115.0	2,812	2,117	5.8
東アジア	フィリピン	61,226	86,264	140.9	479	5,552	15.2
	タイ	54,291	63,444	116.9	210	3,310	9.07
	シンガポール	3,016	4,382	145.3	1	228	0.62
	マレーシア	18,103	26,114	144.2	580	22,210	60.85
	インドネシア	182,847	228,864	125.2	2,838	12,400	34.0
	ベトナム	66,173	86,206	130.3	367	4,257	11.7
南アジア	インド	860,195	1,151,751	133.9	1,261	1,095	3.0
	バングラデシュ	113,049	155,991	138.0	105	673	1.84
	パキスタン	112,991	160,943	142.4	55	342	0.94
西アジア	イラン	56,674	70,270	124.0	129	1,836	5.0
	イラク	18,515	28,506	154.0	35	1,228	3.36
	UAE	1,867	4,248	227.5	0	0	0
	カタール	467	821	175.8	0	0	0
	サウジアラビア	16,256	24,175	148.7	2	83	0.23

出典：①～③までの数値はすべて FAO「AQUASTAT 2009」の数値

※1：再生可能な国内水資源量＝IRWR を 2006 年人口で割った一人当たり年間水資源量

※2：上記※1 数値を 365 日で割った、人口一人当たり/日の水資源量

一人・1日当たりの水資源量を比べると、その数値はUAEやカタールなどのゼロという数字から、最も高いマレーシアの60 m³強という数字まで極めて幅が広く、水資源の偏在性という特徴が見てとれる。特に中東や南アジアなどの水不足地域、あるいは水ストレス地域における水需給の逼迫状況を改めて感じさせる。

我が国の水使用量は、生活用水、工業用水、農業用水をあわせて約831億m³であり（平成21年版「日本の水資源」による2006年数値）、これを前頁の表の日本の2006年人口で割ると、一人当たりの水使用量は約650 m³/年となる。従って、前頁の我が国の一人当たり水資源量（IRWR）3,361 m³/年という数字は、「日本の水資源量は実際の使用量に対して5倍強のポテンシャルを持つ」とみなすことができる。

仮に、日本の一人当たり水使用量である650 m³/年という数字を“基準使用量”として考え、水資源量はその何倍あるかを比較すると、それぞれの国の水資源量の“余裕”が端的に表され、それを多い順に整理したものが下表である。

650 m³/年に対する資源量の比率（単位：倍）

	1人あたり年間水資源量 (m ³ /年)	基準使用量に対する 水資源量の比率（倍）
マレーシア	22,210	34.17
インドネシア	12,400	19.08
フィリピン	5,552	8.54
ベトナム	4,257	6.54
日本	3,361	5.17
タイ	3,310	5.09
中国	2,117	3.26
イラン	1,836	2.82
韓国	1,353	2.08
イラク	1,228	1.89
インド	1,261	1.68
バングラデシュ	673	1.03
パキスタン	342	0.53
シンガポール	228	0.35
サウジアラビア	83	0.13
UAE	0	0
カタール	0	0

出典；前頁表数値を元に東レ経営研究所作成

これを見ると、一人当たり水資源量が多い国が東南アジアに集まっているという傾向が顕著である。日本よりも潜在的な水資源量が多い国が4カ国あり、「資源量が使用量の5倍を超えている」というレベルで線をひいたとしても、日本以外の5カ国はすべて東南アジア

ア諸国になる。上水道インフラ整備という問題を考慮せず、純粋に水資源ポテンシャルという点で見れば東南アジア諸国は日本以上に恵まれた条件であることがうかがえる。

逆に、「資源量が使用量の 4 倍未満」という国は 11 カ国を数えており、おおむね東アジア→南アジア→西アジアという順で水の不足傾向が顕著になるが、中で韓国の一人当たり水資源量が「日本程度の使用量」の 2 倍しかなく、イランやイラクといった西アジア諸国レベルであるのが目立つ。

サウジアラビアや UAE、カタールなどの国になるともはや水資源そのものがほとんど存在していない状態であり、灌漑や工業用水はもちろん、国内水資源量だけでは国民の生活用水を賄うこともできないことになる。

中東諸国の水不足問題をさらに深刻にしているのは、これらの国々の人口の急増である。国内水資源が決定的に不足している国の 1990 年→2006 年人口増加率は、最も低いサウジアラビアでも 148.7%、カタールが 175.8%、UAE に至っては 220%を超えており、東南アジア諸国やインドなどと比べても際立って高い。つまり、国内水資源では国民の飲料水を賄うことも難しい国で人口が急増しているということになる。

増える人口を賄いつつ、さらに経済を発展させて国内に製造業などを根付かせようとするれば海水淡水化や下水処理水の再生などの方法に依存せざるを得ないのは当然であり、これらの国々で今後も高い人口増加ペースが続くとすれば、継続的な造水プラント新設によって国内水資源量を強制的に増やし続けるしかないことになる。

3. アジア主要国の水インフラ整備状況

3-1. 上水道インフラの普及状況

飲料水の供給は水インフラとしては最も基本的なものであり、水インフラのない地域に水インフラを整備する場合には最も優先されるのが飲料水供給・上水道であり、わが国もかつてそうだったように、下水道が未整備で上水道が存在する国は多いが、その逆は考えられない。

従って、上水道普及率はアジア各国ともおしなべて比較的高いが、都市部・地方ともに普及率 100%というのは日本のみであり、他の国々は都市部で 90%台に達しているところが多いものの、地方では 7 割前後という国が少なくない。

アジア主要国上水道普及率（単位％ 各国上段数字が 1990 年、下段が 2002 年）

	都市部普及率		地方普及率		トータル普及率	
	合計	屋内水道	合計	屋内水道	合計	屋内水道
日本	100	98	100	91	100	95
	100	98	100	91	100	96
中国	100	80	59	37	70	49
	92	91	68	40	77	59
フィリピン	93	37	82	6	87	21
	90	60	77	22	85	44
タイ	87	69	78	11	81	28
	95	80	80	12	85	34
インドネシア	92	26	62	3	71	10
	89	31	69	5	78	17
ベトナム	93	51	67	1	72	11
	93	51	67	1	73	14
インド	88	51	61	5	68	17
	96	51	82	13	86	24
パキスタン	95	61	78	13	83	28
	95	50	87	9	90	23
イラン	98	96	83	69	91	84
	98	96	83	69	93	87
イラク	97	94	50	33	83	76
	97	94	50	33	81	74
サウジアラビア	97	97	63	60	90	89
	97	97	—	—	—	—
東アジア平均	93	91	68	40	89	61
東南アジア平均	91	45	70	8	79	23
西アジア平均	95	79	74	31	88	63
南アジア平均	94	53	80	12	84	24
世界平均	95	79	72	27	83	52

出典：WHO「Meeting the MDG drinking-water and sanitation target」

注 1) 上表においては出典の Improved Drinking Water Coverage を便宜上水道普及率と訳しており、同様に原文の Urban を都市部、Rural を地方、Household Connection を屋内水道とそれぞれ訳しているが、統計上は「保護された井戸」や雨水貯留なども「改良された飲料水」に含まれる。

注 2) 地域平均は 2002 年数値。なお、東アジアには日本・中国、東南アジアにはフィリピン、インドネシア、ベトナム、タイ、南アジアにはインド・パキスタン、西アジアにはイラン・イラク・サウジアラビアが含まれる

2002年の数値で見ると、前頁表に掲げた10カ国のうち、上水道普及率の世界平均である83%を下回っている国が4カ国あり（中国、インドネシア、ベトナム、イラク）、都市部での普及率世界平均95%を下回っている国がやはり4カ国あり（中国、インドネシア、フィリピン、ベトナム）、おおむね東アジア・東南アジアの国で占められる。

前項で東南アジア諸国が水資源という点では恵まれた国が多いことを触れたが、それに反比例するように上水道の普及率という点では東南アジア諸国の方が概して低いということが指摘できる。

逆に、パキスタン、イラン、サウジアラビアといったように水資源の点では不足傾向が顕著な南アジア～西アジア主要国の都市部では概して水道普及率が高いことが見てとれる（ただし、前頁表の注釈にも記したように、ここでいう普及率には給水管による給水以外に掘り抜き井戸、保護された井戸、雨水貯留なども含んだものを便宜上「上水道」と訳しているため、純粋な意味での上水道普及率はこの数字より下回ると想定されることに留意が必要である）。

こうしてみると、アジア諸国の浄水ニーズを一言で言い表せば「水資源が豊富だが上水道インフラ整備の遅れた中国および東南アジアに対し、水資源は不足しているが上水道インフラ整備は比較的進んでいる南アジア・西アジア」という言い方が可能であろう。

3-2. 下水道関連インフラの普及状況

下水道については国別普及率を一律に扱った統計がなく、近似的にWHOの統計数値（原文直訳では『改善された衛生設備』をここでは下水・し尿処理とした）を指標とした。

ここでも中国、インド、フィリピン、インドネシア、ベトナム等が世界平均の普及率を下回っているのに対し、中東のイラン、イラク、サウジアラビア（サウジについては都市部データのみ）等は比較的普及率が高く、世界平均58%を下回っている国はない。

先にも触れたように、社会インフラ整備の遅れた開発途上国において整備の優先度が最も高いのはまず飲料水であるが、アジア諸国では、上水道インフラもまだ不十分という国が目立ち、特に地方・農村部になればほとんどの国において上水道インフラ普及が遅れていることがうかがえる。

近代的な上水道インフラを各世帯別給水であると考えれば、アジア地域の普及率は都市部においてもまだまだ整備余地が大きい。東南アジア都市部における屋内上水道普及率平均値45%という数字は、WHOの地域別統計の中ではアフリカ・サハラ地域の39%に次いで低い。

アジア主要国下水・し尿処理普及率（単位％ 各国上段数字が1990年、下段が2002年）

	下水・し尿処理普及率		
	合計	都市部	地方
日本	100 100	100 100	100 100
中国	23 44	64 69	7 29
フィリピン	54 62	63 72	46 33
タイ	80 99	95 97	74 100
インドネシア	46 52	66 71	38 31
ベトナム	22 41	46 84	16 26
インド	12 30	43 58	1 18
パキスタン	38 54	81 92	19 35
イラン	83 84	86 86	78 78
イラク	81 80	95 95	48 48
サウジアラビア	- -	100 100	- -
東アジア平均	45	69	30
東南アジア平均	61	79	49
西アジア平均	79	95	49
南アジア平均	37	66	24
世界平均	58	81	37

出典：WHO「Meeting the MDG drinking-water and sanitation target」

注1) 日本が都市部・地方ともに普及率100%、タイの地方普及率も100%になっているが、この統計でいう「Improved Sanitation Coverage」は下水直結、浄化槽トイレなどのほかに蓋つき落とし込みトイレや堆肥型トイレ等も「改善された衛生設備」に含めていることが影響している。

注2) 地域別平均の数値は2002年、含まれる国に関しては上水道と同じ

従って、水インフラ整備のニーズという点で考えれば、中東諸国においては整備ニーズの中心はすでに上水道から下水道の方にシフトしつつあるといえるのに対し、中国やインド、あるいは東南アジア諸国では依然として上水道インフラ整備の余地が大きいと考えることができる。

3-3. 水関連インフラ投資の見通し

人口ボリュームに富み、今後の経済成長が見込まれるアジア諸国では、工業化の進展や生活レベル向上余地もまた大きいことから、水需要が増えることは確実であり、現状のインフラ整備状況からみて、水関連インフラ整備余地もまた大きいといえる。

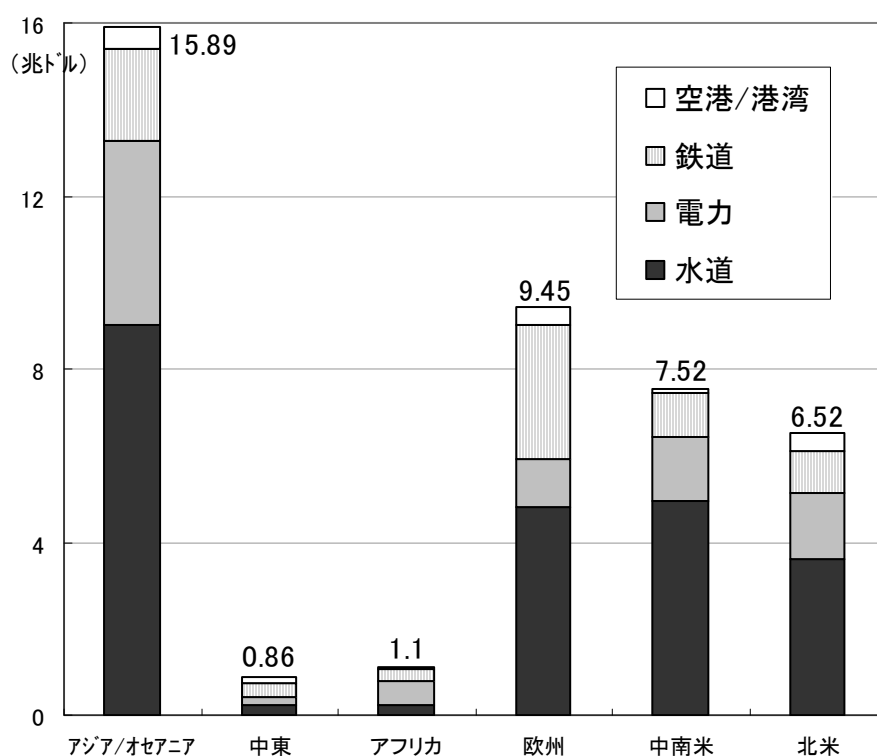
しかし、これまで見たように同じ水インフラ整備といっても、そのニーズには大きく分けてアジアの東部（東アジア、東南アジア諸国など）と西部（中東エリア）とではかなり

質的な差がある。

中国や東南アジア諸国、さらにインドなどでは水インフラとして最もベーシックな上水道インフラ整備余地がかなり残っていることがまず指摘される。特にこれらの国々の地方・農村部等では大きく、当面は地方での上水道普及、都市部での下水道普及といった形の水インフラ整備が進んでいくと考えられる。

一方で中東エリアでは上水道の普及は東・東南アジアよりも全体に進んでおり、むしろ下水道整備ニーズの進展が考えられる。また、中東地域ではすでに水確保のための重要な手段になっている海水淡水化はもちろん、今後の下水道普及にともなって下排水の再生利用等の造水ニーズもまた高まるのは確実である。

地域別インフラ投資予測（2005～30年）



出典：モルガン・スタンレー フラッシュ・レポート 2009.2

2005年から2030年までの25年間に世界では約41兆ドル（約4100兆円）のインフラ投資が必要であるという予測（上図参照）の中でもアジア・オセアニアの占める割合は圧倒的ウェイトであり、世界のほぼ4割、約16兆ドル（約1600兆円）のインフラ投資が必要

とみられているが、この約 16 兆ドルのインフラ投資の中でも水関連インフラは最も大きなウェイトを占めており、約 9 兆ドル (900 兆円) という莫大なマーケットボリュームになる。これは 2005～30 年までの 25 年間のトータルであるが、単年市場規模として考えても平均で約 3600 億ドル (36 兆円) という規模に達する。

前頁の図を見れば、アジア・オセアニアの水関連インフラポテンシャルマーケットが巨大であるがわかるが、一方でインフラ投資に占める水の割合をみると、アジア・オセアニアは約 57% であるが、これは北米の 55%、欧州の 51% に比べて際立って高い比率ではなく、中南米の 66% という数字が最も「水比率」が高いことになる。

一方、この数字では中東地区の水関連インフラ需要はアジア・オセアニアに比べると相対的に小さいものになっているが、すでに触れたように中東諸国は少なくとも上水道の整備は南アジアや東南アジアなどに比べて比較的進んでいるということも影響していると考えられる。

それでもトータルでは 2300 億ドル (23 兆円) であるから 25 年間平均で毎年ほぼ 1 兆円平均というペースで水インフラ投資がなされるということであり、決して小さな数字ではない。逆に言えば巨大な人口を背景にしたアジア地域の“水関連投資余地”がいかに巨大なものであるかがわかる。

前項でもみたように、東南アジアや中国・インドなどでは上水道の普及余地がまだ大きいことから、特に地方部・農村部では上水道関連インフラ投資が中心になると考えられるが、都市部では下水道インフラへの投資も必要度が高まり、こういった傾向は上水道普及率の高い中東エリアでもあてはまるとみられる。

また、海水淡水化という新しいタイプのインフラ投資も今後増えることは間違いない。海水淡水化は当初は地理・気候的に恒常的な水不足状態にある中東地域、あるいは離島などでの水確保手段として普及してきた。しかし、人口増加と生活レベル向上で水の消費量が増え、相対的に「水不足状態にある」地域もまた増えた結果、海水淡水化は中東から北アフリカや欧州、北米、さらに中国やオーストラリアなどにまで広く普及するに至っており、海水淡水化は今や全アジア的レベルで重要な「造水インフラ」とみなされていると言ってよい。

すでに触れたように、サウジアラビアやカタール、UAE といった中東諸国は国内の天然水資源だけでは国民の生活用水を賄うことすら困難である一方で、人口の増加はアジア諸国の中でも特に高い。しかも、これらの国々の生活レベルが向上して一人当たりの水使用量も増えると考えれば、中東諸国における海水淡水化プラント需要が“一服”することは当面考えられないといっても良い。

海水淡水化による造水量は中東の湾岸諸国とそれ以外の地域をあわせて累積で約 4200 万 m³/日であったが、毎年急速な伸びをみせており、2006 年以降の 10 年（～2015 年）までには倍増を上回って 1 億 m³/日に近いレベルに達すると考えられている。

湾岸諸国とその他地域の海水淡水化量予測（2006 年以降 単位：m³/日）

年	湾岸諸国	その他地域	Total
2006	17,621,894	24,935,321	42,557,214
2007	19,031,645	36,930,146	45,961,791
2008	21,505,759	30,027,113	51,532,872
2009	24,516,565	33,630,367	58,146,932
2010	26,725,428	37,589,038	64,314,466
2011	28,863,462	39,844,380	68,707,843
2012	30,595,270	43,549,908	74,145,178
2013	32,736,939	47,730,699	80,467,638
2014	35,355,894	52,981,076	88,336,970
2015	38,350,428	59,184,038	97,534,466

出典：Science Portal China サイト掲載、(財)造水促進センター 平井氏「海水淡水化技術の普及状況と課題」掲載データ

以上にみてきたように、アジア諸国の水需要といっても、その需給環境やニーズ内容は様々ではない。大まかにまとめれば、①豊富な水資源を有する一方で上水道インフラ整備余地が大きい東南アジア、②水資源そのものが決定的に不足し、何らかの造水に依存する中東諸国、インフラ整備面では下水道に潜在ニーズ大、③中国やインドといった巨大な人口を持つ国では特に地方部で水インフラ整備余地が大きい、などの諸点が指摘できよう。

第Ⅱ章. 水ビジネス市場構造・業界特性の整理

1. 水ビジネスのマーケット構造

1-1. 水ビジネスの階層構造

海外水ビジネスという言葉には膜や装置の提供、あるいはプラントエンジニアリングといったビジネスも当然含まれるが、通常は上下水道などの水処理事業そのものを企業が運営するという意味を含めて用いられる。

上下水道事業は自治体などのパブリックセクターが行うケースが圧倒的に多いわが国では、民間企業によって運営される上下水道事業という概念そのものが浸透していないが、海外ではすでに一般化している。この市場構造を海外とわが国とに分けて整理すると下図のようにまとめられる。以下、この図の分類に基づいて各階層の動向を整理する。

日本と海外との水ビジネス市場階層の比較

階層構造の分類		海外（主要プレーヤー）	日本
事業運営	料金設定、徴収 水質・配管管理等	↑ パブリックセクター （政府・公社等） ↓	パブリックセクター （自治体等） ↓ 一部、民間企業
	プラント所有		
EPC	プラント 運転管理	ヴェオリア（仏） テムズウォーター（豪） スエズ（仏）、GE（米） シーメンス（独） ハイフラックス（シンガポール） 等	↑ 水処理プラントメーカー ↓
	プラント設計・建設 部材・資金調達		
機器・ 部材	設備機器	↓ KSB（独） など ↑	↓ 国内ポンプメーカー等 ↑
	薬品・膜など	↓ GE ダウ 等 ↑	↓ 国内膜メーカー等 ↑

（産業競争力懇談会資料等を元に作成）

1) 機器・部材

機器、あるいは膜といった機器・部材のマーケットでは、たとえばポンプであれば西島製作所、膜であれば東レや日東電工等々の有力なメーカーが日本にも存在しており、世界的にも高いシェアを持っている。

ただ、ポンプや膜が水処理プラントの中で中核的な重要技術であるといっても、プラント建設費全体に占めるウェイトは小さく、たとえば業界内では膜のコストはプラント建設費全体の1割程度という見方がなされている。また、こういった機器・部材サプライヤー

は海外にも有力企業が存在しているため、プラントメーカー側の要求に沿うために常に厳しい価格競争と性能向上を求められることになり、俗にいう「買い叩かれる」立場にあることも否定できない。

2) EPC

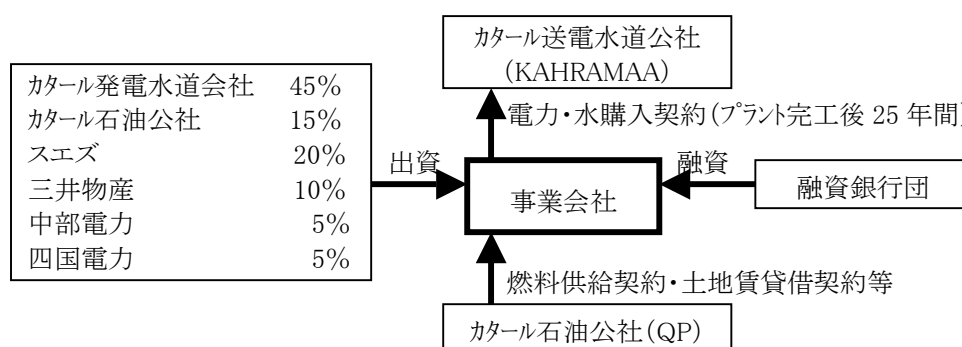
EPC (Engineering, Procurement and Construction : プラントの設計・調達・施工) という領域になると、世界マーケットでのメインプレーヤーといえる日本企業自体が少なくなる。

我が国プラントメーカーによる海外の実績という点、上下水道関連施設に関しては従来、政府の ODA スキームに基づいたものが多く、プラント完成・引渡し後でビジネスとしては終了という形が主流であった。従って、純粋な意味での国際企業間にさらされることなく、完成後のプラント運営に関与するという考え方もほとんどなかったが、このように「民間企業の役割はプラント建設までであって、その先は現地政府の事業」という考え方は我が国の上下水道ビジネスに重なる。言い換えれば我が国企業の海外における上下水道プラントビジネスは国内市場と同じ考え方に基づいて、ODA という資金的な枠組みで実施していたという言い方ができる。

海水淡水化では蒸発法プラント、あるいは火力発電所と造水を組み合わせた IWPP (Independ Water & Power Producer : 独立電力・水事業者) プラントでは日本のプラントメーカーがかなりの実績を重ねており、また、総合商社が EPC だけではなく、その後長期にわたる「水・電力売り」事業運営にも関与するケースも少なくなく、近年は日本の電力会社も参加するといった事例も IWPP では現れ始めている。

複数の日本企業が参画した IWPP 事例 (カタール、ラスラファンCプラント)

発電設備 : 2,730MW 淡水化設備 : 約 29 万 m³/日 総事業費 : 約 39 億ドル



出典 : 三井物産、中部電力プレスリリースを元に作成

だが、蒸発法や IWPP ではある程度の実績を積み、事業運営部分にも手を染めている我が国企業も、海水淡水化の主流となりつつある膜プラントでは EPC の競争ですでに海外勢に水をあけられているのが実情であり、その先のプラント管理や事業運営の実績もほとんどないに等しい。

3) プラント管理・水事業運営

海外水メジャーはプラント設計や建設の EPC (Engineering, Procurement and Construction : 設計・調達・施工) はもちろんであるが、完成後のプラント運転管理をそのまま手がけるケースが多く、そこが水メジャーにとっての最大の収益源であり、日本企業がほとんど進出できていない分野である。また、近年は新しい民営化の手法として、建設したプラントを自ら所有し、パブリックセクターに対しては長期にわたって “水売り” ビジネスを続けることで投資回収と利益確保を図るといったスタイルも珍しくなくなっている。

料金の設定や徴収、さらに水質や配管の管理といった、水道事業そのものについても海外では民間企業に委託するケースが増えており、こういった事業運営そのものに関わる部分こそが海外水ビジネスの巨大市場を形成する中核になっているのである。

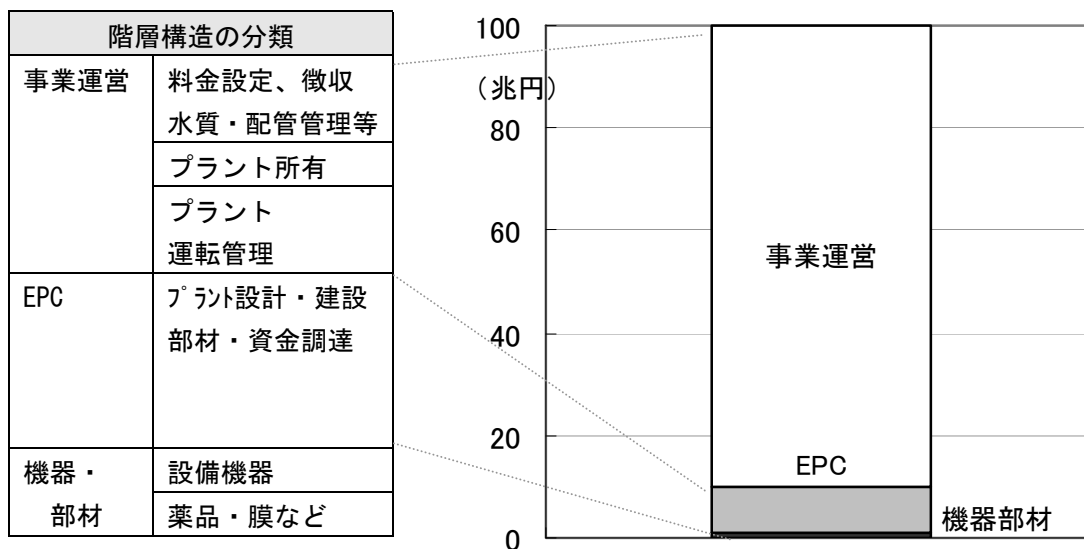
一方、我が国では上下水道プラントを建設するまでは民間企業のビジネス範囲であるが、そこから先のプラント管理や水道事業運営は圧倒的にパブリックセクター (自治体) が担っている。国内に水道事業運営を企業に委託した民営化の例もあるものの、その数はごく少数である上、民営化の規模も比較的小さなものにとどまっている。従って、自治体に代わる事業運営ノウハウを持った企業は国内にはほとんど育っていない状況にあり、言い換えれば、ヴェオリアやスエズなどの企業に相当する事業体は我が国には存在していないとも言える。

1-2. 水ビジネスマーケットボリューム

事業運営そのものも含めた水ビジネスという概念で考えた場合、今日のわが国では最も普及した指標として「1兆円・10兆円・100兆円」という数字が用いられている。

この数字はもともと膜メーカーの東レが2025年の将来市場規模の推定値としてわかりやすく「装置・部材で1兆円、EPCを含めれば10兆円、施設管理・事業運営を含めれば100兆円」という数字として出したものであるが、すでにこの数字は産業競争力懇談会報告書をはじめとして各所で引用されている。

階層別市場規模のイメージ-1



繰り返すように、この1兆円・10兆円・100兆円という数字は2025年の水ビジネスマーケットボリュームの予測数値であり、現段階での市場規模はこの5~6割程度であろうと考えられているが、水ビジネス市場の圧倒的ボリュームがプラントの運転管理や水道事業運営そのものによって占められているという構造自体は変わっていない。

同じような階層構造の考え方に基づいたマーケットボリューム指標として、通商白書の数字（元データはGlobal Water Intelligence）がある。ここで掲げられている数字は2007年の世界の水マーケットボリュームであり、市場の階層は「サービス」「プラント」「資機材等」という3つに分けられている。

ただ、「資機材等」に含まれるものが工業用水・工業排水用の機材と工業用水用の水処理薬品という分類になっているほか、プラント市場も送水と排水とに分けられているなど、分類の構成も上記のものとは若干異なる。

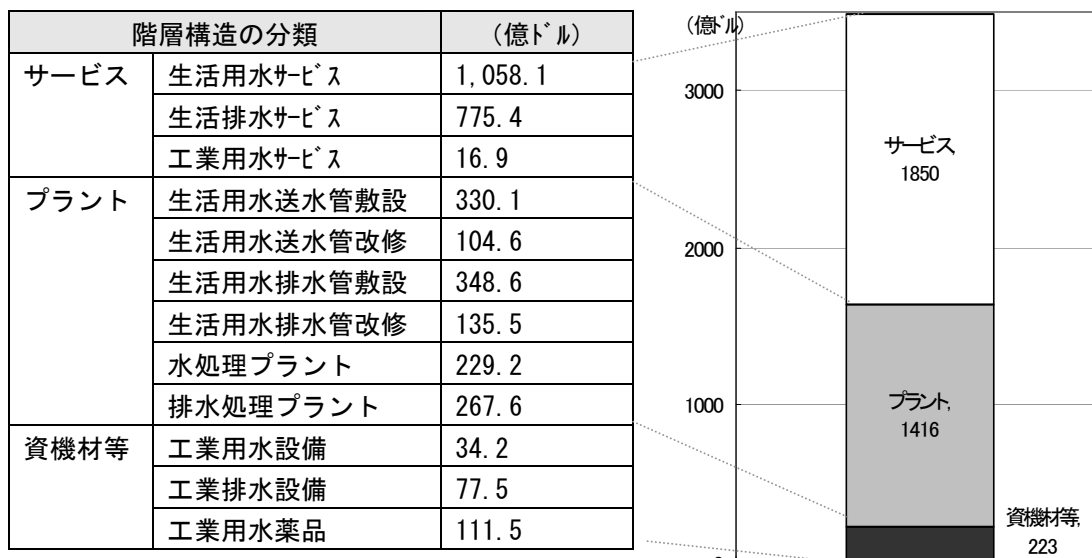
この指標では2007年の市場規模として資機材等の市場が223億ドル（約2兆円強）、プラント市場が1416億ドル（約14兆円強）、サービス市場が1850億ドル（約18.5兆円）となる。

大まかな比率としてはサービス53、プラント41、資機材6というウェイト構成となり、前掲の「100・10・1」ほどの極端な差はないが、いずれにしても世界の水ビジネス市場の圧倒的な部分が運営・サービスビジネスによって占められ、機材マーケットの占めるウェイトが非常に小さいという市場構造はまったく同じであることが読み取れる。

現在、世界の水ビジネス市場では膜のように日本メーカーのシェアが非常に高い領域が

あるが、これらは基本的にすべて市場の階層におけるもっとも小さな部分であり、その後には圧倒的に大きな事業運営や管理サービスといった市場が存在していることになる。

階層別市場規模のイメージ-2 (2007年市場規模)



出典：通商白書 2008 原典は Global Water Omtelligence2007

そして前項でも触れたように、我が国企業は水ビジネス市場の圧倒的部分を占める事業運営や管理サービスといった巨大市場での存在感はまだ希薄であり、逆に言えば日本企業が主要プレーヤーとしての位置付けを発揮できているのは水ビジネス市場のごく一部にすぎないという言い方もできる。

2. 分野別技術動向整理

2-1. 上水・飲料水

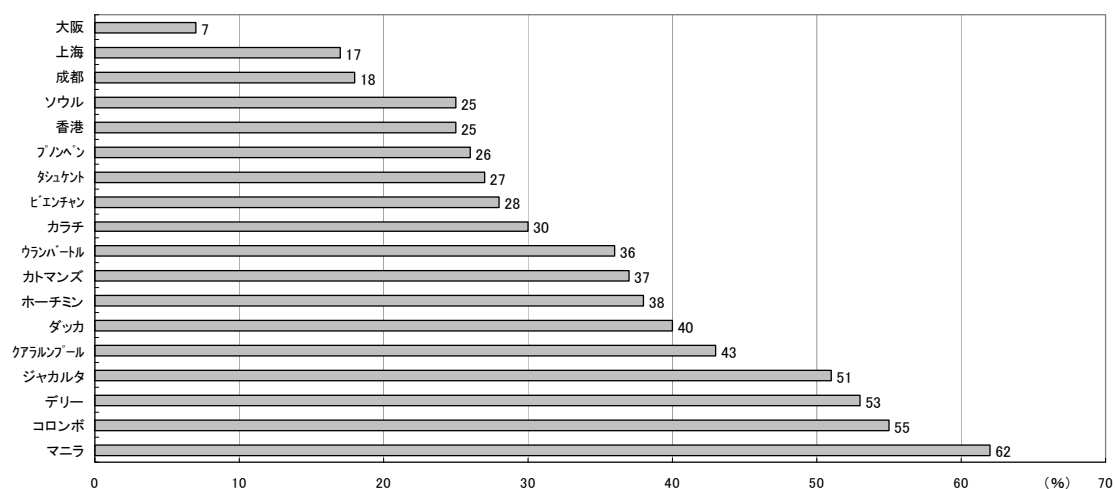
上水道事業においては、立地や気候条件等によって原水確保自体が難しい国が少なくないが、原水が確保されていれば、インフラ整備自体に伴う技術的困難は比較的少ないといえる。

その中でニーズの高い上水道技術として水質浄化技術が挙げられる。米国では1993年に微生物のクリプトスポリジウム汚染で死者が発生する問題があり、微生物による飲料水汚染に対する関心が高まった。また、WHOが飲料水におけるホウ素の含有濃度に関して比較的厳しいガイドラインを出したこともあり（その後、ホウ素に関するガイドラインは緩和している）、ホウ素濃度を下げるニーズが高まるなど、安全な水質の確保は上水道事業において常に大きなテーマとなっている。

こういった流れを受けて、浄水技術も従来中心になっていた凝集剤などを使ってる過す方法だけではなく、膜、オゾン処理、紫外線処理、活性炭処理など技術バリエーションも増加している。プラントメーカー側はこういった浄化技術からいかに最適な組み合わせを用意するかが問われるようになっている。

上水道事業でもう一つ問題になるのは漏水あるいは盗水などによるロス（無収水）である。わが国の水道事業における無収水比率は世界的に見ても極めて低いが、これは配管の素材技術や漏水探知技術等の高さに支えられたものといえ、日本の漏水防止技術が世界でもトップレベルにあることを示している。

アジア主要都市の無収水比率比較（2001年データ）



出典：厚生労働省「水道ビジョンレビュー」

原典：アジア開発銀行「Water in Asia, Utilities' Performance and Civil Society Views」

2-2. 下水・排水

上水道に比べて普及率が圧倒的に低い下水道はまずインフラ自体を整備するニーズが大きいですが、現在技術的な面で注目が集まっているポイントとしては膜を使った活性汚泥処理技術と、下水処理水を高度浄化し、再生利用する技術が挙げられる。

1) MBR

膜を用いた活性汚泥処理は **MBR** (**Membrane Bioreactor** : 膜活性汚泥処理法) は、わが国においては 1990 年代から処理量数十～数百 $\text{m}^3/\text{日}$ 規模の小規模な合併浄化槽などで導入されてきた。活性汚泥の混じった処理水はこれまでは重力分離 (沈殿) で分離するのが一般的であったが、その固液分離に膜を用いるというのが **MBR** の基本原理である。用いられる膜は孔径 $0.1\sim 0.4\ \mu\text{m}$ 程度の **MF** である。

MBR 技術が現れるまでは、膜を直接汚水に漬けるのは技術的に無理と考えられていたため、下水道処理における膜ろ過方法としては「原水槽とは別に設置された膜モジュールに原水を通す」という形が一般的であったが、**MBR** の登場で膜ユニットそのものを汚水の中に入れてしまうということが可能になった。このことから、**MBR** に用いられる膜は通常の **MF** とは区別して「浸漬膜 (しんせきまく)」と呼ばれるのが一般的である

MBR は処理水の浄化レベルが高く、通常の下水处理プラントのような沈殿槽などを設置する必要がないことから、処理プロセスを大幅に合理化できる上にプラント設置スペースも劇的に小さくできるといったメリットがある。また、**MBR** では年に数回程度膜の薬剤洗浄が必要であるが、処理水管から薬剤を注入するだけで膜取り出しの必要がないなど、維持管理も簡単で済むという点も **MBR** のセールスポイントの一つになっている

こういった **MBR** のメリットが注目され、90 年代末頃からは欧州、米国、中東などの海外を中心に数万 $\text{m}^3/\text{日}$ 規模の大型下水処理場に応用される例が増え始めた。**MBR** の大型下排水処理応用が増えるにつれてその市場規模も拡大しており、今後の拡大余地も極めて大きい。従って水ろ過膜の中でも **MBR** は今後特に高い成長が期待できる分野として注目されている。

2) 下排水再生利用

上述の **MBR** とも関連するが、水資源の不測している国・地域においては通常は川などに放流していた下水処理水を膜ろ過で高度浄化し、工業用水や灌漑用水、さらには間接的に飲料水に再生利用する例が 2000 年以降急速に増加している。

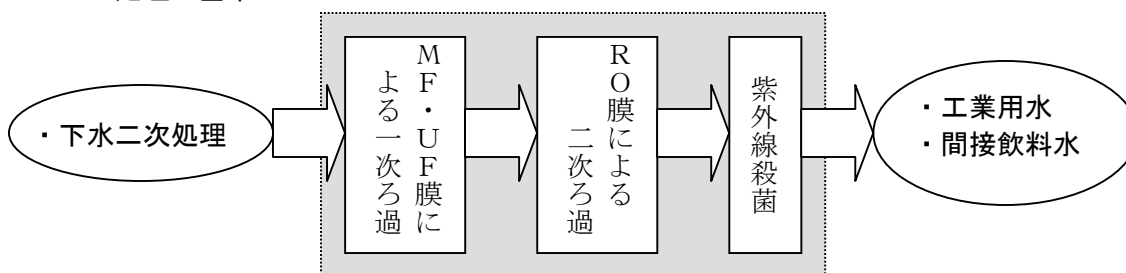
世界の主な下排水再利用プラント

国名	プラント建設場所	造水能力 (m ³ /日)	稼動年
クウェート	スレビヤ	320,000	2005
シンガポール	チャンギ	228,000	2009
米国	ファウンテン・ヴァレー	220,000	2007
シンガポール	ウル・パンダン	140,000	2006
米国	ウェスト・ベイスン	75,000	1997-2001
オーストラリア	ラゲッジ・ポイント	66,000	2008
シンガポール	克蘭ジ	40,000	2003
シンガポール	ベドック	32,000	2003
中国	天津	30,000	2006
シンガポール	セレタ	24,000	2004

出典：東レ資料

代表的な例が本報告書の海外動向調査でも対象にしたシンガポールの NEWater（ニューウォーター）であり、ここでは自然放流レベルにまで浄化した下水処理水を複数の種類の膜ろ過や紫外線殺菌などを組み合わせて純水レベルにまで高度浄化し、主に工業用水として供給しているが、若干は貯水池にも放流して間接的に飲料水としても再利用している。

NEWater 処理の基本フロー



現地ヒアリング結果等を元に作成

NEWater の場合浄化された下水処理水は工業用途に使うことも可能なレベルの純水になり、灌漑用であればここまで高度浄化の必要はない。また、原水が川などに放流するレベルの処理水であるということは、海水が原水である場合に比べて「原水の淡水化度合いが高い」ということになる。従って、使用する RO 膜も海水淡水化プラントで用いる高圧 RO 膜ではなく、低圧 RO 膜でろ過が可能になるが、これは浄化に用いるエネルギー量低減に直結する問題であり、結果的には海水淡水化に比べて下水処理水を原水とする方が淡水化コストもかなり安いという結果になる。

間接的とはいえ、下水処理水を浄化したものを飲料水に用いることには心理的抵抗感が残るのも事実であり、そういった意味では灌漑や工業用水用途の方が受け入れられやすいのは確かであるが、これらはあくまで心理的な問題であって技術的な問題ではない。今

後、下排水処理水は水不足が慢性化している中東エリアなどでは有望な原水資源としてさらなる注目を集めることが十分考えられる。

また、下排水再生水のやや変則的な用途としてカリフォルニア州の例がある。同州では地下水をくみ上げすぎたため地下水推移が海面より下がり、地下水に海水が混じる事態が70年代から発生していた。

そこで1976年から再生浄化した下水処理水を地下にもう一度注入するプロジェクトがスタートした。このプロジェクトでは当初処理水の浄化には石灰を使った凝集沈殿+活性炭ろ過が用いられていたが、1994年から徐々に膜に切り替わり、現在では全て膜処理プラントのなっており、前頁表のファウンテン・ヴァレーなどがそれにあたる。

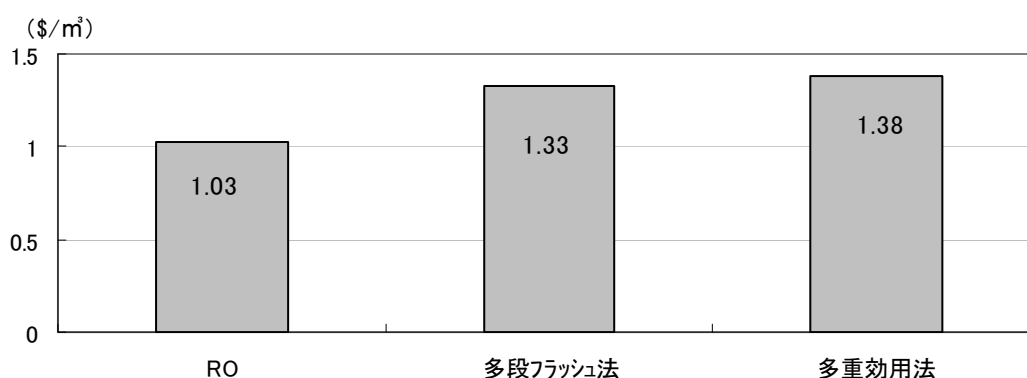
2-3. 海水淡水化

海水淡水化は地理的・気候的に陸上水資源に頼ることが難しい中東や北アフリカはもちろん、アジア、北米、オーストラリア等々で水確保のための重要な技術として広く認識されており、そのプラント数は増加の一途をたどっている。

海水淡水化技術動向として、まず指摘しておかなければならないのは、蒸発法から膜法へと造水技術のシフトが進行していることである。

膜による海水淡水化技術が現れはじめた1970年代には膜法による造水コストは1 m³あたり10ドル/m³(約1000円)を超えており、当時は蒸発法の方が圧倒的にコストは安かった。

造水コスト比較例 (サウジアラビア・シュアイバプラント (21 万m³/日))



出典：東レ資料 原典は Global Water Intelligence, August(2006)

注) 多段フラッシュ法 (MSF)、多重効用法はともに蒸発法に属する

しかし、その後膜の性能向上と価格低下、さらに高効率ポンプや動力回収技術の向上などでエネルギー消費量が減ったことも重なって膜法は大幅なコストダウンがなされ、現在

では1ドル/m³ (約100円)を切り、プラントによっては50~60セント/m³ (約50~60円)レベルにまで達するなど、蒸発法による造水コストを下回った。

もともと、膜法は蒸発法に比べれば使用するエネルギーの量が大幅に少なくて済む上、プラントの部分稼働なども容易であり、水の需要変動にスムーズに追随できるといったメリットもある。従来、火力発電所との併設等によって熱エネルギーを得やすく、蒸発法のシェアが高かった中東においても造水コストで膜法の方が安くなったことで近年は膜プラントが増加しており、現在では世界の淡水化方式別シェアでは累積ベースでRO膜法が6割を占めている。

今後も海水淡水化において膜の優勢が続くことはほぼ間違いないと考えられているが、一部には蒸発法と膜の組み合わせという方法も現れはじめている。中東や北アフリカなどの国々では電力需要の多くが冷房用途であるため、冬期は電力需要が大きく減少するのが一般的であるが、水需要は電力ほどの季節差がないため、結果的に冬は「淡水をつくるため(海水を蒸発させる熱をつくるため)に無駄な発電をする」といったケースが増えてしまうことがあった。

これを防ぐ方法として膜プラントを組み合わせ、電力需要の減る冬季は火力発電所の電力は主にROプラントで消費するという形にすれば、発電と淡水化の両方の効率を上げるということ可能になる。このような蒸発法+RO法の組み合わせはすでにUAEなどで実例がある。

3. 水ビジネスプレーヤーの動向

3-1. 国内外の水道事業者

1) 水メジャー形成・拡大の経緯

我が国で現在一般に水ビジネスと呼ばれるものには、主に都市部での上水道次行や下水道事業はもちろん、下水処理水の再生、海水淡水化、さらには工業用水や灌漑用水の供給等々までもが含まれる場合があり、その概念はかなり幅広い。ただ、この水ビジネスという言葉には「公共が行う水事業を民間が行う」という意味が強く込められており、公共による水事業として世界的に最も優先順位が高いのが上水道事業であることは間違いない。

我が国では上水道の供給事業はおおむね地方自治体あるいは地方公営企業によって運営されるケースが多いが、欧州などでは水道事業を民間企業が担うという例が古くから存在しており、歴史的に一つのビジネスとして根付いている。

民間企業による水道事業の普及が早くから進んだのがフランスである。いわゆる水メジャーの代表的存在であるヴェオリアの前身ジェネラル・デ・ゾー社が設立したのは1853年であり、スエズ社の設立は1822年であるから、これらの企業は我が国の江戸時代末期の頃から水道供給事業に関わっているということになる。フランスでは現在でも水道事業の民間運営ウェイトは人口比率で約8割前後にのぼるとされているが、ヴェオリア、スエズ、およびソールという水道事業大手3社によってこのうちの7割程度が占められる。

一方、イギリスでは水道事業は民営と公営が混在する形で推移してきたが、基本的にはパブリックセクターの比率が大きく、1973年にイングランドに9つ、ウェールズに1つの水道公社が設立された段階で、この10公社による水の供給シェアが78%にのぼった。

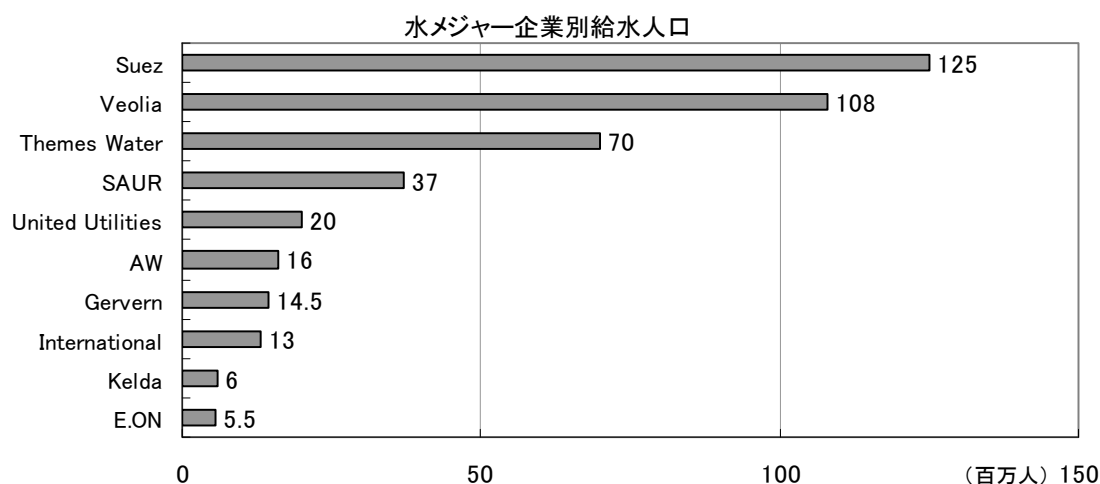
その後、1989年にこの10公社を引き継ぐ形で上下水道サービス事業を行う10の水事業会社が設立されており、いわば公共水道事業体が民間企業化する形で上下水道事業の民営化が進んだといえる。このとき設立された10社の水事業会社の中で最大の規模を持つのがやはり現在有力な水メジャー企業であるテムズ・ウォーター社である。ただし、テムズ・ウォーター社はその後ドイツ企業などによる買収を経て、現在は資本上では豪州企業と扱う場合が多い。

スエズやヴェオリア、そしてテムズウォーターなどの企業を中心とした民間水道事業者の海外進出は1990年代から増え始めた。この時期に世界銀行が開発途上国の上水道整備を加速するための融資を増やしたが、ヴェオリアやスエズは世界銀行に働きかけることで貧困国の水道事業融資に関して「民営化」という実施条件を付帯させることに成功したとき

れている。

その結果として、世界銀行の融資を受けて整備された発展途上国などの水道事業ではそれまでの地元公営企業による水道事業を民営化するという流れが生まれ、この流れに乗って水道事業のノウハウを長年にわたって蓄積してきた欧州企業が海外水事業を急拡大させるに至った。それが現在の水メジャーといわれる存在にまでつながっているわけであり、逆の言い方をすれば、1980年代頃までは「水メジャー」といった概念は存在していなかったとも言える。

現在、世界で「民営化された水道」から水の供給をうけている人口は約4億人程度とみられているが、そのうちのほぼ8割が上述の3社によって占められており、この3社が水メジャーの中でも圧倒的存在であることが伺える。



出典：産業競争力懇談会「水処理と水資源の有効活用技術」GWJ 吉村氏講演資料

2) 我が国における水道事業の民営化動向

我が国では近年まで水道事業はほぼ完全にパブリックセクターが担い、水道事業のノウハウもまた自治体に蓄積されるという状態が長期にわたって続いた。従って、スエズやヴェオリアのような水道事業会社といえるような企業は存在しておらず、上下水道事業運営に関するノウハウのほとんどが自治体側に蓄積する状態のまま今日に至った。水ビジネスを民間企業による上下水道関連事業と考えれば、我が国においては事実上水ビジネスといえるものは存在しなかったともいえる。

海外の水事業民営化の波が強まったこと、さらに国内でも1999年にPFI法が施行されたことなどの流れをうけて我が国でも2002年に改正水道法が施行され、水道事業の民間委託が可能になった。しかし、その後の水道事業民営化のスピードは遅いものであり、民営化

実績もごく少数にとどまっている（下表参照）。

従って、我が国では依然として水道事業運営ノウハウは自治体に集中しているという状況に大きな変化はないといえる。我が国でも 2000 年に設立された（株）ジャパンウォーターのように水道事業の委託運営をビジネスとする企業は現れてはいるが、現状では前項でみたような海外水メジャーといわれる企業との実績・ノウハウの差は未だ大きいと言わざるを得ない状況にある。

水道事業における第三者委託及び PFI の導入状況

	第三者委託		PFI		総数
	導入事業数	割合	導入事業数	割合	
上水道事業	15	0.9%	3	0.2%	1,602
水道用水供給事業	2	2.0%	2	2.0%	102
簡易水道事業	74	0.9%	0	0.0%	7,794

出典：2009.1（財）関西情報・産業活性化センター「関西地域の水道事業アウトソーシングの現状」

原典は 2007.5.22 厚生労働省水道課「水道の維持管理について 質問事業への回答」

3) 国内水道事業者の海外水ビジネス模索

我が国において上下水道事業運営のノウハウを最も蓄積している主体が自治体である以上、我が国企業の海外水ビジネス展開においても自治体との事業協力が有効であるという考え方は以前から存在していた。しかし、実際には自治体水道事業者が海外水ビジネス事業に参加することは法的に難しく、事実上不可能な状態にある。

自治体の海外水ビジネス参加を阻む法的理由は地方公務員法と地方公営企業法にある。地方公務員法ではその第 35 条で職員は「当該地方公共団体がなすべき責を有する職務にのみ従事しなければならない」とされていることから、海外事業のような“越境”が難しいことに加え、第 38 条の「（任命権者の許可をうけなければ）営利を目的とする私企業を営み、又は報酬を得ていかなる事業若しくは事務にも従事してはならない」という規定も水道事業職員が水ビジネスに参加できない理由とされている。

また、地方公営企業法の 22 条では「（水道事業に関わる現金は）金融機関への預金その他の最も確実かつ有利な方法によって保管しなければならない」と定められていることから、自治体が海外水ビジネス会社に出資するといった行為も「確実かつ有利な方法」という条文に照らせば困難であるとみなされている。従って、これまでの自治体水道事業の海外進出というと、無償技術援助などのごく小規模かつボランティア的側面の強いものに限られて、ビジネスとは次元の異なるものであった。

しかし、我が国企業による海外水ビジネス進出が叫ばれるようになるにつれて自治体がある水事業運営ノウハウの活用ニーズも高まり、上述の法的ハードルを越える試みも始まっている。

具体的には自治体の水道事業担当部署が直接水ビジネスに関与するのではなく、第三セクターなどの事業会社を通じてビジネスを展開するケースが中心であるが、下表に示した横浜市の例のように、市が出資して水ビジネスを狙う事業会社設立に動き始めるといったケースも現れており、前述のような法的問題を孕みつつも「自治体による海外水ビジネス参画」が徐々に進展していることが伺える。

自治体の水道事業者による海外水ビジネス参画事例

自治体名	水ビジネス進出の外洋
大阪市	関西経済連合会、東洋エンジニアリング、パナソニック環境エンジニアリングと共同でベトナム・ホーチミン市水道事業の改善に参加。同PJはNEDOの「省水型・環境調和型水循環PJ」対象事業に採択されている。また、大阪市はこれとは別に関西経済連合会とは水インフラ事業の海外展開に関する協定も締結している。
東京都	都が出資する第三セクター・東京水道サービスを通じて民間企業と共同して海外案件の入札を狙う。なお、この三セクにはクボタと栗本鐵工所も出資している。
横浜市	横浜市が資本金1億円を出資し、水道局OBを中心とした構成で浄水場管理などを行う株式会社を設立する計画(2010年春)。将来的には海外での水ビジネス展開も視野に。
川崎市	JFEエンジニアリングがオーストラリア・クィーンズランド州で計画する分散型水供給プロジェクトにおいて、水質・水量管理や課金システム等に関して川崎市水道局が協力。大阪市と同様、NEDO事業として採択。
北九州市	2009年12月、国際協力銀行と気候変動対策・水インフラに関する相互協力の覚書を締結。同銀行が海外とのパイプ役となって北九州市が海外の水道事業に技術協力。将来的には日本企業の受注につなげることも狙う。

出典：大阪市、JFEエンジニアリング、国際協力銀行等の報道発表、および各種新聞報道等から作成

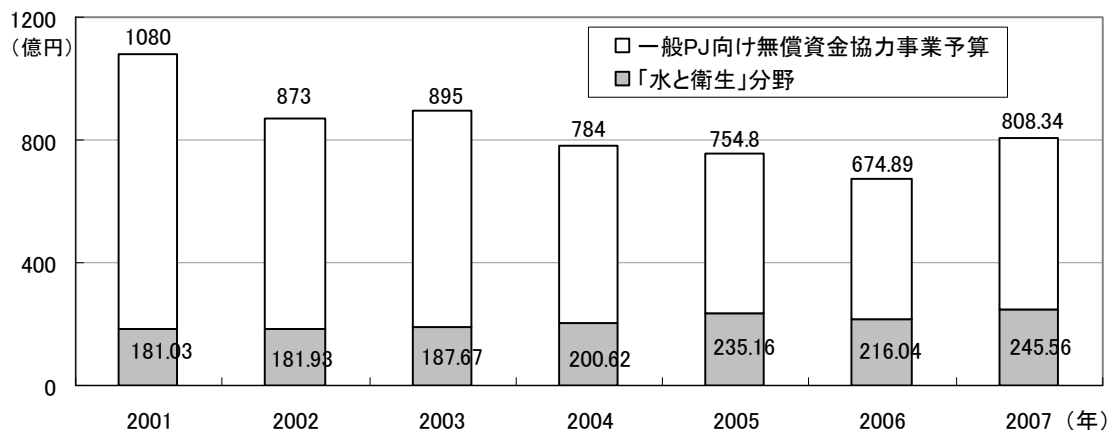
3-2. プラント・装置メーカー

我が国のプラントメーカーや水処理関連装置メーカーは、海外での水処理プラント受注や水処理装置納入といった形ではこれまでにある程度の歴史と実績を積み上げており、そういった意味では実績やノウハウが不足しているわけではない。

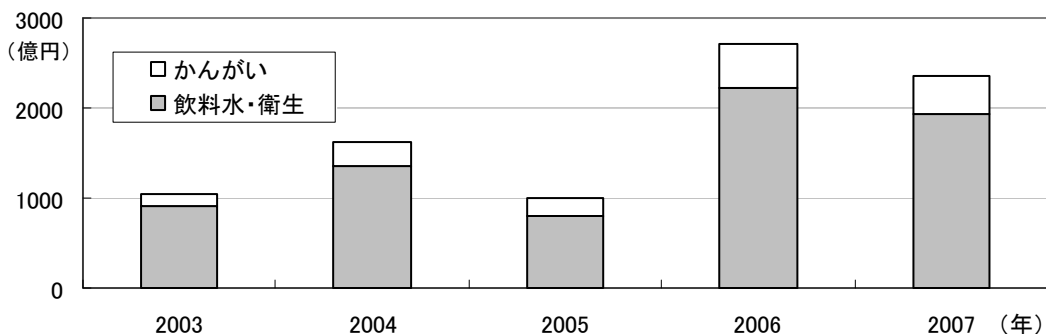
ただ、それら実績の中では日本政府のODA(政府開発援助)スキームに基づいた案件が多かったのも事実であり、純粋なビジネスベース・競争ベースでの実績とはやや性質が異なる。

これまで、我が国の無償資金援助や円借款といった援助においては水関連インフラも重要な対象の一つになっており、特に日本企業の受注を前提とした、いわゆるタイド援助の存在は、我が国のプラントメーカーが海外の水処理施設を手がける重要な場を与えていたことは確かである。

我が国の無償資金協力（一般PJ向け）に占める「水と衛生」分野ウェイト



二国間資金協力（無償資金協力+円借款）に占める水関連援助ウェイト



出典：両グラフとも外務省「ODA 白書」2008年版データを元に作成

しかし ODA の拠出が抑制され、その中でも円借款のウェイトが増えたことで、どの国の企業も円借款プロジェクトに入札できるようになり、日本企業による海外水処理プラントの受注も減少に向かうことになる。また、ODA 関連案件に依存してきたことが国際競争という土俵での経験不足につながったという指摘、あるいは ODA という政府予算に基づいたプロジェクトに慣れたことで国際的な価格競争力の低下を招いた、等々の指摘があることも事実である。

また、ODA による水処理プラント建設は、我が国のプラントメーカーに「海外における水処理施設建設」の実績を与えたものの、プラントを作って引き渡せばビジネスとしては

終了であり、プラント完成後の長期的な水供給事業運営に携わり、ノウハウを蓄積した例はほとんどない。ただ、これは現在の時点から見た場合の評価であり、我が国の ODA が増勢を続けた 1990 年代頃にはそういった発想自体が存在していなかったことも確かである。

現在、世界の水ビジネス市場のプラント受注、あるいは関連装置納入といった面でグローバル・プレーヤーといえる位置にいる企業は極めて少ない。プラント建設においては、たとえば火力発電所に併設する蒸発型海水淡水化施設で我が国企業が一括受注したといった例もいくつか存在するが、大手企業と比較すればそのシェアは依然として小さい。下表に示した水処理プラントメーカーの上位 10 社で、水処理プラント全体のシェアの 65% を占めているが、このトップ 10 の中に我が国企業の名前はない。

水プラント建設メーカーのランキング

	プラントメーカー	国名	水量 (千m ³ /日)	シェア
1	Veoria Environment	フランス	5,420	17%
2	Fisia Italimpianti	イタリア	3,025	9%
3	Doosan	韓国	2,852	9%
4	GE Water	アメリカ	2,472	8%
5	Suez Environment	フランス	1,529	5%
6	Befosa Agua	スペイン	1,388	4%
7	ACS	スペイン	1,312	4%
8	Hyflux	シンガポール	1,121	3%
9	Acciona Agua	スペイン	1,112	3%
10	IDE	イスラエル	1,002	3%

数字は 2000 年から 8 年間の累積ベース。

出典：東レ経営研究所「経営センサー」2009.9 データ出所：International Desalination Association

3-3. 膜メーカー

水処理膜は我が国メーカーが世界的に高い技術競争力とシェアを持っている分野であるが、ひとくちに水処理膜・ろ過膜といっても実際にはろ過性能のグレードによっていくつかのタイプに分けられる。

分類としては膜の目の細かさ、すなわち孔径によって 4 つに分類するのが一般的であり、孔径の大きい方から順にマイクロフィルター（精密ろか膜、以下 MF：孔径 100nm 程度）、ウルトラフィルター（限外ろ過膜、以下 UF：孔径 10nm 程度）、ナノフィルター（ナノろ過膜、以下 NF：孔径 5nm 程度）、逆浸透膜（以下 RO：孔径 0.5nm 程度）という分類になるが、さらに細かい分類として、たとえば RO の中でも海水淡水化などに用いられるものを高圧 RO、かん水など塩分濃度の低い水の処理に使われる低圧 RO などに分けられる。

前述のように、膜の分野では日本メーカーのシェアが高く、装置やプラントとは異なる状況になっている。ただ、日本メーカーのシェアが高いといっても、たとえば RO の国内主要メーカーが東レと日東電工（ハイドラノーティクス）であるのに対し、MF では旭化成であるといったように、膜のタイプによってメーカーの強弱には差がある。4つの膜タイプ、さらに MF や UF を使った廃水処理アプリケーションである MBR（膜活性汚泥処理法）を加えた主要メーカーは下表の通りである。

膜タイプ別主要プレーヤー（◎：高シェア製品 ○：市販品 △：開発製品）

		RO	NF	UF	MF	MBR
海外メーカー	(米) DOW/Filmtec	◎	◎		○	○
	(米) Koch (米)	◎	△	○	○	○
	(米) GE (米)	○	○	◎		◎
	(独) Siemens				◎	○
	(蘭) Norit			◎		○
	(韓) Woongjin Chemical	○	○			
	(中) MOTIMO			○	○	○
	(中)Vontron	○	○			
日本メーカー	東レ	◎	○	○	○	○
	日東電工	◎	◎	○	○	
	三菱レイヨン				○	○
	東洋紡	○		○	△	
	ダイセル化学	○		○		
	旭化成/Pall			○	◎	○
	クボタ					◎

データ出所：東レ調査資料（2008.12）

膜業界で近年特に顕著なのは、GE やシーメンスなどの企業が水ビジネスの有望性に着目し、そのキー技術の一つである膜技術をメーカーごと買収するという動きである。GE が膜メーカー大手のゼノンを買収したのがその代表例であるが、GE はゼノン以外にもオスモニクスやアイオニクスなどの膜専門メーカーを買収している。

同様にシーメンスも米国の膜メーカーUS フィルターなどを買収しており、地道な製品開発や販路開拓を省いて M&A によって一気に水ビジネス市場でのシェアを広げようという両社の戦略が見てとれる。日東電工は1987年に米国ハイドロノーティクス社を買収したが、結果的にはこの買収が現在の膜市場における同社の高いシェアに結びついており、この分野では膜性能という技術と並んで M&A という経営戦略が大きな意味を持つ。

膜市場は高い成長が期待される分野だけに、それを狙って今後も M&A の動きがグローバルレベルで続くことは十分考えられよう。

3-4. その他の関連プレーヤー

1) 総合商社

すでに述べたように、上下水道事業民営化の歴史が極めて浅い我が国では、海外の水メジャーにあたるような企業は存在しないが、水メジャーに相当する機能を担い得る企業として我が国で期待されるのが総合商社である。

総合商社は海外でのプラントビジネスには石油や化学プラントはもちろん、発電所などでも多くの実績を積んでいるが、それらに較べて水処理分野での実績が少なかった。

しかし、アジアや中東、中南米等の人口増と都市化・産業化の波で水不足が深刻化し、水需要が拡大する一方で水ビジネス市場に対する期待も高まったことで、近年は海外水ビジネスへの参入実績を急速に増やしている。

総合商社はプラント完成・引渡しという EPC だけではなく、プラント運営に関与し、長期にわたって事業運営、さらにプラント建設に伴うファイナンス・アレンジメント等のノウハウをある程度持っていることから、長期契約に基づく社会的サービスビジネスへの対応力・ポテンシャルという点では売り切り型ビジネスに慣れた装置メーカーなどより高いといえる。

総合商社による海外水ビジネスの主な事例

企業名	主な進出先	概要
三菱商事	フィリピンなど	現地企業と合弁でマニラウォーターを設立し、水道事業を運営。同社は国内でも日本ヘルス工業と「ジャパンウォーター」を設立し、国内水道事業の委託ビジネスを展開
三井物産	タイ、メキシコなど	2008年にメキシコの水処理エンジニアリング企業を東洋エンジニアリングと共同で買収し、グアダハラ市の20年間の下水事業等を獲得。
住友商事	メキシコ、トルコなど	1999年からトルコ・イズミット市の給水事業に、メキシコでは2000年を皮切りに3箇所の下水処理事業に参画
丸紅	中国、チリ、ペルーなど	中国・成都市では1999年から浄水事業に参画。2009年には同国安徽省の下水処理会社にも出資し、事業参加
伊藤忠商事	豪州など	エズなどが豪州ビクトリア州に建設する日量40万t規模の海水淡水化事業コンソーシアムに出資参加。

出典：各社の Web サイト・プレスリリース、および各種新聞記事等を元に作成

海外での水ビジネスは、たとえば上水道供給事業であれば配管の敷設・メンテナンスや水道料の徴収、さらに盗水の防止といった様々なハードルが存在しており、単に浄水場を運営管理するだけにとどまらない事業リスクも存在する。国内の総合商社はまだこれらのリスク管理のノウハウ蓄積の段階にあるといえ、水メジャー企業との差は依然として大き

い。また、商社による海外水ビジネス進出では、すでに水事業を運営している現地企業への出資による権益型ビジネスというケースも多いため、新規入札案件の獲得という面でのノウハウや実績もまだ十分とはいえない。とはいえ、我が国企業が単なる装置や部材の提供、あるいはプラント建設だけにとどまらず、水メジャーに伍して海外水ビジネスで地歩を拡大していくためには、総合商社が持つノウハウが重要になることは確かであろう。

2) 金融機関

日本企業、あるいは自治体による海外水ビジネス展開に際して側面支援という形で注目されるのが国際協力銀行である。

同銀行は海外でのエネルギー事業をはじめとするインフラビジネスではプロジェクトファイナンスに多く関わっており、水ビジネス展開に関してもプロジェクトファイナンスという業務の一環で関与するのはいわば当然であるが、注目されるのは純水な銀行業務以外の部分での役割である。

同銀行はシンガポールの代表的な水処理企業の一つであるハイフラックス社と独自に覚書を結び、アジア太平洋、中東・北アフリカ地域における水ビジネスでの協力可能性を検討する関係を構築しているが、こういった動きは資金を融通する側とされる側という関係を超えた戦略的な性格を持つ動きであり、こういった動きがハイフラックス社と我が国企業との新しいビジネスに結びつく可能性もある。

また、前に述べた自治体水道事業者の動向では北九州市水道局の海外展開においても同銀行は海外情報の提供など、海外展開に際してのパイプ役として協力する体制が発表されている。これもこれは海外ビジネスのノウハウをほとんど持たない自治体に対する重要な側面支援になるといえよう。

このように、国際協力銀行は融資業務という枠組みを超え、水ビジネスにおいてややコンサルタントに近い動きを見せており、我が国企業が海外水ビジネスを考える上での側面サポートとしてどこまで有効に機能するかが注目される。

3) 機能統合化の流れ

これまでに見てきたように、我が国の水ビジネスに関わるプレーヤーは装置・プラントメーカーや膜メーカー、さらに総合商社、自治体の水道事業者など多岐にわたるが、これは逆に言えば水ビジネスに必要なノウハウが分散している状態であるといえる。個々の事業段階レベルでは強い競争力を持った企業がいたとしても、海外水メジャー企業のように

水ビジネスに関する実績とノウハウが一箇所に集積する構造になっておらず、そのことが日本企業（あるいは自治体）と水メジャーとの大きな競争力の差に反映している。

こういった状況の打開を目指し、異なる機能、異なる得意分野を持つ主体同士が手を握って水ビジネス展開を図る動きが活発化している。こういった動きは個々の企業レベルで提携などの形でも進んでいるが、より大きな枠組みとしては下表に示すように「海外水循環システム協議会」、さらに政府が強く関与して形成された「チーム水・日本」などの動きがある。

これらの動きに共通しているのは、水ビジネスに必要なノウハウが分散した日本の現状を踏まえた上で、オールジャパンによる取り組み体制を構築することで分散したノウハウのシステム化・統合化を図ろうという必要性が強く認識されているという点である。

水ビジネス展開に向けた提携・統合化の事例

名 称	取り組み体制、事業目的等	主な参加主体
有限責任事業組合 海外水循環システム 協議会	“和製水メジャー”の確立を目指し、機器メーカー、プラントメーカー、膜メーカー、総合商社などの異業種間企業が参加した企業連合として 2009 年 1 月に設立。将来は合弁事業、特定目的会社などによる事業展開を狙う。	日立製作所、鹿島、東レ、三菱商事等 14 社でスタート。その後新たに 24 社が加わる。
チーム水・日本	政府主導で 2009 年 1 月に設立された「水の安全保障戦略機構」を中心とし、上に示した「海外水循環システム協議会」をはじめとした団体、企業、自治体、NPO 等々 29 の行動チームが参加。国内および海外での水問題の解決を目指す。	行動チームにはテーマ別に水道技術研究センター、下水道協会などから中部経済連のような団体、さらにメーカー、広告代理店まで幅広い。

出典：新聞各紙報道記事、Web ニュース情報等を元に東レ経営研究所作成

こういった動きが今後どの程度の効果を発揮するかはまだ不透明な部分が多いが、上述のようにノウハウが分散した状態の中で我が国企業が海外水ビジネスに進出しようとするれば、どうしても企業相互や官民のアライアンスによるノウハウ統合化が不可欠になる。

上表では国が関与したり、多数の企業が集まったような大規模な取り組みを例示したが、それ以外に企業個々の間でのアライアンスの模索も 2009 年頃から急速に活発化している。

たとえば 2009 年 12 月には日本のプラントメーカー日揮とシンガポールの水処理会社ハイフラックスが中国の海水淡水化施設で共同事業会社を設立という報道がなされたほか、日揮・三菱商事・荏原製作所が海外水ビジネスの共同受注で提携するといった例もある。

このように、装置メーカーとプラントメーカー、あるいは総合商社とプラントメーカー

といったように、異なる得意分野を持つ企業相互の間でのアライアンスはヴェオリアやスエズのような、メガプレーヤーを持たない我が国企業にとってはある意味必然的な流れといえ、今後も活発な提携や共同事業などのパートナー探しが続くと思われ、その成り行きはわが国企業による海外水ビジネス展開を左右するともいえる。

第三章. 国内施設・企業調査結果

1. 国内造水施設ヒアリング調査

1-1. 福岡地区水道企業団 奈多海水淡水化センター

1) 海水淡水化施設の概要と特色

慢性的な水不足に悩む福岡エリアの新たな水源確保策の一環として海水淡水化施設の検討が 1996 年から始まり、最終的には 408 億円の総事業費を投じて 2005 年 6 月に現在の海水淡水化プラントが竣工するに至った。プラントの主なスペックは下記の通りである。

- ①取水方式 : 玄界灘からの浸透取水方式 最大取水量 103000 m³/日
- ②淡水化方式 : 逆浸透方式 (生産水量最大 50000 m³/日)
- ③放流方式 : 和白水処理センター処理水と混合して博多湾に放流
- ④総事業費 : 約 408 億円
- ⑤処理プロセス : UF (限外ろ過膜) による前処理
(スパイラル型 UF 膜 255 本×12 ユニット)
↓
高圧 RO(逆浸透膜)による淡水化
(中空糸型 RO 膜 400 本×5 ユニット。高圧 RO ポンプ 2450kW)
↓
低圧 RO 膜による二次処理 200」本×5 ユニット。低圧 RO ポンプ 240kW)

国内の大型海水淡水化施設としては、当施設と沖縄のプラントがあるが、当施設は沖縄よりも後に作られたこともあって技術的にもいくつか新しい要素を導入しており、代表的な特徴としては下記の 2 点である。

①浸透取水方式

当施設では海水を直接取水するのではなく、海底に埋めた取水管を通して取水している。従って、取水された時点ですでに水は海底の砂によってろ過された形になり、汚濁度の極めて低い海水を得ることができる。

取水した海水の清澄度が高いということは、RO による淡水化前の処理プロセスにも影響を与える。当施設の場合、淡水化前の処理は沖縄のように除塵機や凝集剤投入などの工程を必要とせず、ほぼダイレクトに UF 膜を通すことができ、プラントのコンパクト化などにも寄与している。

②低圧 RO による二次処理

当施設では高圧 RO による脱塩後に、さらに低圧 RO による浄化処理を加えている。これは「水質調整用」とされているが、実際にはホウ素を管理値以下にまで除去するという目的が大きい。

膜の性能があがった現在、脱塩に関してはいくつかの方法による前処理と高圧 RO を組み合わせるといふ方法をとれば水質上の問題はほとんどないが、当施設では、ホウ素に関し施設として必要な管理値を確実に安定的に確保するために、この方式を採用した。

2) 淡水化施設における技術ニーズ・課題

①ホウ素除去

高圧 RO を通しただけで水質的には水道水としてほとんど問題ないレベルに達しているが、上述のように本施設においてはホウ素の除去を主目的として高圧 RO の後に低圧 RO を組み合わせるといふ構成をとっている。

当施設の場合、淡水化された水は混合施設までパイプで送って陸水の浄水を混ぜた上で水道水として供給するという方式をとっている。これは、膜を通過する時点で減少するミネラル分の補充と、ホウ素濃度を下げるためである。

同じ海水淡水化施設でも沖縄の場合は海淡プラントと浄水場とが隣接した構造になっているので外部送水せずに「施設内で混合」できるため、ここまでホウ素にシビアになる必要がないが、当施設の場合は上述の理由でホウ素の除去が大きな問題となった。低圧 RO を組み合わせるといふ方式は淡水化コストという点ではコストアップ要因になっているのは確かであるが、安全な水を安定的に供給するためには必要な方法であった。

日本では水道水基準でホウ素の含有量は 1mg/L とされているが、WHO のガイドラインでは 0.5mg/L とされており、中東などではさらに低い基準が設けられている例もあると聞く。海水淡水化施設は今後世界的に増えていくのは間違いないが、その中でホウ素をどうやって、どこまで除去するかというのは今後の海淡エンジニアリングにおいて大きなテーマになってくるであろう。

②エネルギーコスト削減

当施設の海水淡水化コストは、減価償却費等の資本費を含めおよそ 210 円/m³（平成 19 年度）でありであり、そのほぼ 1/4 は電気代によって占められる。電力を消費する最大の要因は高圧 RO 膜用の高圧ポンプであるが、膜を使った海水淡水化では高圧ポンプは不可欠な装置であり、高圧ポンプが大量の電力を消費する、従って海淡プラントはエネルギーコ

ストがかかるということも共通した問題になっている。電力消費量をどこまで少なくできるかという問題は今後の海水淡水化プラントにおいても重要な技術的テーマになるのは間違いない。

もちろん、高圧ポンプを使った場合はエネルギー回収装置を使うというのは今やほとんど常識になっており、当施設でも高効率のペルトン式動力回収タービンを使っているが、それでも上述のように依然として電力コストのウェイトは非常に高い。

ポンプの電力消費量やエネルギー回収装置の効率などに関しては、装置単体では劇的な性能向上の余地が少ないことから、プラント全体としていかに効率的な設計・エンジニアリングを実現するかという部分が重要になっていると言える。

3) 我が国の機械メーカーに求められる方向性

①再生可能エネルギーとの組み合わせ

上述のように、膜を使った海水淡水化施設にとってエネルギー消費量をいかに削減するか、エネルギーコストをいかに合理化するかという問題は重要なテーマであり、今後もそれは変わらない。

単純な価格では海外メーカーに対抗しづらい我が国の機械メーカーにとって、このエネルギー消費量の削減ニーズの高まりは注目すべき点であろう。

一つの可能性として考えられるのがソーラー・パネルなどを使って再生可能エネルギー発電を取り入れたような海淡プラントであろう。

実際問題として海淡プラントで使う電気を全て再生可能エネルギーである太陽電池で賄おうとすれば広大なパネルが必要となるし、現時点ではコスト的に難しいであろうが、部分的に使用して従来のプラントより購入電力量を削減するというレベルであれば現実的である。

海水淡水化の計画が多数存在する豪州などでは実際に風力や太陽光発電を取り入れたプラントが検討されていると聞いている。海淡プラントはエネルギーを消費するだけに、多少コストが高くても「環境にやさしい海淡プラント」というニーズが高まることは十分考えられ、その中で「再生可能エネルギー自家発」を部分的に組み合わせる技術は重要な位置づけを占めるのは間違いない。

単純な価格競争では対抗しづらい日本のプラントメーカー・機械メーカーにとって「環境にやさしい再生可能エネルギー自家発を組み合わせた海淡プラント」というのは技術的な差別化を図る上で有効な方向性の一つといえるのではないかと。

②膜メーカーとの連携強化

日本の機械メーカーが水ビジネスで影が薄い一方で、日本の膜メーカーのシェアは世界的にも非常に高く、ブランドイメージも高い。「膜に付随する形で機械をセットで売る」という方向が現実的なアプローチの一つとも考えられる。

たとえばあるメーカーの RO 膜に必ずセットで特定の高圧ポンプを使ってもらおうといったように、特定の膜に特定の装置という組み合わせ方法を取れば、膜の採用時に装置を買ってもらえるというシナリオが考えられる。

もちろん、そのためには装置自体のコスト競争力を相当高める必要があるが、この方法であれば特定の膜に合わせた装置を「その都度特注」ではなくある程度量産できることから、コストダウンの期待もできる。

海水淡水化による造水コストはひと昔前に $1 \text{ m}^3=1\$$ と言われたものだが、最近はどんどんコストダウンが進み、今や $1 \text{ m}^3=55 \text{ ¢}$ といった話も聞く時代である。相当のコストダウンを図らなければ日本の機械メーカーの海外水ビジネス進出は難しい。

1-2. 沖縄県企業局 北谷浄水管理事務所 海水淡水化センター

1) 海水淡水化施設の概要と運転状況

沖縄県は島という地理上の特性もあって大きな河川がなく、渇水の高リスクであった。従って給水制限の実施も頻繁であり、特に1981年～82年の渇水では300日以上にわたって給水制限を実施するなど、慢性的な水不足問題を抱えていた。

沖縄での海水淡水化施設については70年代から調査が始まり、実際の施設は1993年に着工し、95年に一部供用開始、1997年には全体施設が完成している。

その後、数年間は実質的に管理運転という状態が続いたがその後は渇水状況に応じてフル稼働の日数も変動しており、たとえば2008年は67日だったフル稼働が2009年は3月から7月だけですでに106日を数えている。海水淡水化は陸水に較べて2～3倍程度のコストがかかるため、当面はこれまで通り、水不足状況に応じた稼働体制になると思われる。

施設の概要、主要スペック等は下記の通りである。

- ①生産水量 : 40,000 m³/日
 - ②淡水化方式 : 逆浸透法 (スパイラル型芳香族ポリアミド複合膜)
 - ③回収率 : 約40%
 - ④取水方式 : 海底取水管方式
 - ⑤総事業費 : 約347億円 (国庫補助率85%)
 - ⑥主な処理プロセス: 沈砂池+自動除塵機による原水処理
- ↓
- 2段階凝集ろ過による前処理
- ↓
- 逆浸透ろ過 (高圧ポンプ Q8.91 m³/分×H650m×8台)
- ↓
- 各種滅菌剤、苛性ソーダ等注入による水質調

2) プラントユーザーとしての技術的ニーズ

①ファウリング対策

福岡と違って当施設では原水は海水を直接取水しているため、RO膜処理の前処理プロセスも福岡とは違って二段凝集ろ過などの方法をとっている。しかし、それでもファウリング、特にバクテリア等の微生物に起因するバイオフィアリングを完全に排除することは難しく、特に、心臓部ともいえるRO膜の殺菌用塩素に対する耐久性がバイオフィアリング

の発生にも影響している。

大きく分けて 2 タイプある RO 膜のうち、いわゆる「中空糸型」は塩素耐久性があるので、殺菌用塩素を含んだ水をそのまま膜に通すことができ、結果的にバイオフィアウリング発生リスクを抑えることができるが、当施設で使っている「スパイラル型」の RO 膜は塩素に弱いため、膜を通す前に水に含まれた殺菌用塩素を還元剤注入などによって消す工程をはさむ必要がある。

しかし、実際には「塩素を消す」工程から高圧ポンプ・RO 膜に至るまでのわずかな間で水にバクテリアが発生し、結果的にそれがバイオフィアウリングの要因になっている。スパイラル膜と中空糸膜とはそれぞれ一長一短あるが、塩素に対する弱さ→バイオフィアウリング発生リスクという問題はスパイラル型 RO 膜を使う当施設にとっては大きな課題の一つであることは間違いない。

②配管等の腐食対策技術

原水が海水であり、海中に敷設した設備を通して取水・放水していることもあって、配管や弁、特に海中を通す配管類の腐食は難題といえる。

こういった腐食の対策技術として、一般に「犠牲電極法」といわれる方法がある。犠牲的電極法は、配管材料よりも低い電位を持つマグネシウム等の金属を管に取り付けることで、先にマグネシウムの方を腐食させることで配管そのものの防食効果がある、という技術である。

犠牲電極法は当施設においても導入しているが、配管メンテナンスの手間とコストの削減に寄与している。犠牲電極法などは技術としては“高度なハイテク技術”というよりはむしろシンプルな技術であろうが、こういったシンプルな技術であってもプラントユーザーにとっては有用な技術の開発・応用余地はまだ十分ある。我が国機械メーカーにもそういった新しい技術の提供を期待したい。

3) 海水淡水化プラント技術の将来に関する見解

①低炭素型海淡プラント技術

やはり今の時流で考えれば「環境にやさしい海水淡水化プラント」という方向性は避けて通れないであろう。もちろん太陽電池などを使ってプラントの電力すべてを賄うのは現実的ではないが、電力の一部を賄うようなプラントであれば技術的には十分可能であろう。

現在はまだソーラーパネルのコストは高いし、太陽光発電や風力といった方法はプラントの立地条件にもかなり左右される。従って、それが主流になる可能性は少ないかもしれない。

ないが、海淡プラントの消費電力削減は世界的に大きなテーマだけに、再生可能エネルギーとの組み合わせという選択肢は今後必ず出てくるであろう。太陽電池などの分野は日本の技術が世界のトップクラスだけに、再生可能エネルギー発電を組み合わせた低炭素型海淡プラントというのは日本メーカーにとって大きな技術的差別化ポイントになり得る。

②新しい膜プラントの可能性

アイデア・可能性ということであれば、膜を使った海水淡水化プラントにも新しい形が考えられるはずである。

たとえば、シンガポールや中東では海淡以外に下水処理水を原水とした造水もさかんであるが、こういった下水処理水と海水とを混ぜて「薄い海水」ないし「かん水」にしたものを原水にするという方法も考えられるのではないか。

海水よりも塩分濃度が低い原水であれば、場合によっては高圧 RO を使わずに低圧 RO だけで処理できるという可能性もあろう。低圧 RO であればポンプの駆動用電力などエネルギーコストは大幅に安くなるため、通常の高圧 RO よりも淡水化コストも削減できるであろう。

4) 日本の機械メーカーによる海外水ビジネスアプローチ

日本の機械メーカーは、日本国内での大型の海水淡水化プラントの実績といえば事実上、沖縄と福岡くらいしかない。つまり国内での実績がたった 2 件であり、そこに関与した企業も限られるという状況であるから、世界の水ビジネスマーケットにおいて決定的に実績不足なのは明らかである。

今後、国内の海淡あるいは排水再生利用などの分野で多くの実績を重ねる（＝国内プラントの建設が増える）という可能性も考えづらい以上、海外水ビジネスマーケットに進出しようと思えば結局は実績不足のまま進出しようとするようなものであり、現実的にはかなり難しいと言わざるを得ない。

一方で日本の膜メーカーは世界で多くの実績を積んでいるということを考え合わせれば、むしろ膜を中心に据えて「海淡プラントのユニット化」のような方向性が考えられるのではないか。

たとえば造水量 2,000 t/日、5,000 t/日といったように、決まった処理量の膜+ポンプその他の装置類を最初からユニットとして設計しておけば、ユーザーの求める量に応じて「4 万 t/日プラントなら 5,000 t/日ユニット×8 つ」といった形でエンジニアリングのシンプル化が図れる。

ポンプなどの装置類は最初からその膜・その処理規模に最適なものを開発し、特定の膜

を使った海淡ユニットは必ずこの装置が使われるという状態になれば、あとはユニットの必要数に応じて同じものを作ればいいわけで、メーカーにとっては量産によるコストダウン効果も期待できるし、工期の短縮といったメリットも出てこよう。

もちろん、実際にはそこまで単純化できるものではなく、原水の水質や立地条件等応じた細かい仕様変更等が必要になるから、ある程度の可変性を残すことになるが、ベーシックな部分に関してはある程度のユニット化という可能性はあるのではないか。

2. 国内関連企業ヒアリング結果

2-1. 日立プラントテクノロジー（株）

1) 水ビジネス展開の経緯とスタンス

①水ビジネスの経緯

当社では前身の日立プラント時代から国内・国外で水処理設備事業を長く手がけており、この分野では多くの実績を有している。80年代頃の海外水処理事業での実績という点、主にODA（政府開発援助）に基づいた案件が多く、地域としては中東・東南アジア・中南米など多岐にわたっていた。

当時は水処理といえば上水（飲料水）であり、ビジネスの形態としては完全にEPC中心であった。つまり「プラントを作るために海外に行き、完成したら戻ってくる」というスタイルであったから、長期的な水供給サービス事業などに関与する機会はなかったに等しい。だが、この当時からヴェオリアやスエズといった企業はすでに海外での水事業を展開していたわけである。

その後、ODAが徐々に削減され、形態も無償援助から円借款という形をとり始めると、海外ユーザー側のコスト意識もシビアになり、入札で日本以外のメーカーが入ってくる例が現れ始め、日本企業は海外メーカーのコストに対して徐々に価格競争力を失ってきた。今や海外の水プラントのEPC受注競争では日本メーカーはまず勝てない状況と言って良く、韓国や中国、あるいはシンガポールなどのメーカーにコストでは勝つことが難しい状況になりつつある。さらに2008年に代表的な水メジャーであるヴェオリアが日本の水道事業に参入することになったあたりから急に日本企業の間でも急に危機感が強まり始め、膜以外の分野での水マーケットへの進出の遅れなどが指摘されるようになった。そういった意味では現在の水ビジネスに対する注目の高さはせいぜい「ここ1~2年で急に」という側面が強いのが実情である。

②海外水マーケットへのスタンス

膜や装置という単品ビジネス、あるいは「作ったら終わり」のEPCではなく、施設の維持管理から水道供給サービス、さらに料金徴収までを含めた長期的ビジネスに進出したいという思いは日本の水処理プラントメーカーの多くが抱いているであろう。

しかし、国内では公共事業としての上下水道プラント、海外ではEPCというスタイルに慣れきった日本の水処理プラントメーカーにとって、海外はおろか日本国内ですら水道料金徴収などといったところまで手がけた実績はないに等しく、海外の水メジャーとの間の実績や蓄積ノウハウの差はあまりにも大きい。

2) シンガポール企業の買収に関して

当社は2009年1月にシンガポールの膜処理システムメーカーであるアクアテック社を買収した。同社は東南アジア地区中心の離島にあるホテルなどの施設用に RO 膜を使った小型海淡水システムのメーカーであり、機械・プラントメーカーである当社と膜処理システム技術を持つアクアテック社との技術的な補完関係・相乗効果が狙えるという判断が買収の背景にはあった。

後述するアブダビのかん水処理システムは小規模な RO 膜処理システムを用いているが、この小型 RO 膜システムはアクアテック社の技術であり、同社を買収したことによる相乗効果が早くも実際のビジネスとして実を結んだといえる。

日本の機械メーカーやプラントメーカーには海外水ビジネスに関して豊富な実績を持つ企業は事実上ないに等しいわけであり、もし海外水マーケットへの進出を真剣に考えるのであれば海外企業の買収や合弁などは有効な方法なのは確かである。当社に限らず、海外の水処理関連企業を買収したりする例は最近増えているが、ただ、いい会社をパートナーにするのは「早い者勝ち」という部分も多分にあるため、スピードが重要になるのは当然である。

3) 近年の海外水関連事業例

① ドバイでの可搬型小型水循環システム

UAE のドバイで進めている小規模プラントであり、NEDO の助成（平成 21 年度省水型・環境調和型水循環プロジェクト）も受けて進めているものである。

ドバイはここ数年大変な建設ラッシュに沸いており、工事現場で働く海外からの出稼ぎ労働者なども多い。こういった労働者たちが寝泊りするレイバーキャンプがドバイ周辺にはいくつもあるが、こういったところは公共下水道などのインフラは全く整っていないため、生活排水はとりあえずタンクに貯め、あとは巨大なタンクローリーでどこかの処理場に毎日のように運ぶという方法をとるしかなかった。

当社のシステムはコンテナ搭載の小型の水処理施設であり、中核部分は MBR と RO 膜を使って 2000 m³/日の処理能力がある。レイバーズキャンプのオーナー企業はこれまで毎日のようにかかっていたタンクローリーでの運搬コスト、持ち込み処理の委託コストが不要になり、さらに処理水はキャンプ内のトイレフラッシュ用水などに再利用できるばかりか、余れば灌漑用水として外部に水を売ることも可能になる。従って、キャンプオーナー側のコストメリットは大きく、こういったシステムを導入してもその投資回収期間は非常に短くなると考えられる。もちろん当社は単に機械を売るだけではなく、施設管理やメンテナ

ンス等も行うことになる。

先に述べたように、当社を含めて日本の機械メーカーやプラントメーカーの多くはこれまで「プラントを作ったら終わり」というビジネスが中心で、海外での長期的な水施設運営や水供給事業の経験が極めて乏しい。当社としてはこういった小規模案件を手がけることで海外での水事業運営ノウハウを蓄積すると共に、実績を増やしておきたいと考えており、ドバイの案件などは海外水マーケットへのエントリーという側面もある。

②アブダビでの太陽光発電稼働海淡設備

これは当社の営業が独自に受注した案件であり、①と同様に基本は小型の膜処理装置によるかん水の淡水化であるが、駆動エネルギーの太陽光発電を用いたことで注目されている。

アブダビの砂漠で得られる井戸水は多少の塩分が含まれた「かん水」であり、そのままでは飲めないことから、なんらかの処理が必要であるが、砂漠である以上送電設備なども当然なく、水処理と動力源のエネルギー確保という両方の問題を確保する必要があった。

そこで RO 膜による塩分除去と太陽光発電を組み合わせたシステムが採用されたわけであり、ここで使われる小型 RO 処理システムは前述のシンガポール企業アクアテックのものを用いている。

4) 我が国機械メーカー・プラントメーカーの課題

国際的な水マーケットにおいて日本の装置・プラントの価格競争力が決定的に不足しており、その差は多少のコストダウン努力程度で埋まるものではない。

この背景には日本国内の水マーケット事情に企業が慣れきってしまったという部分があるのは確かであろう。国内の上下水道プラントであれば基本的にユーザーは自治体であるからコスト要求が民間ほど厳しくなく、むしろユーザー側の高い品質要求に沿って「高くてもいいものを作る」という商売が当たり前であり、それで十分に利益も出た。

こういったビジネスに慣れきった日本のメーカーが厳しい企業間競争の繰り広げられる海外水ビジネスに進出しようとしても、外国メーカーが提示してくる圧倒的に安いコストに勝てるはずがない。

当社では昔から現地のローカル社員を集め、現地ローカル企業を使ってコストダウンを図っているが、そういった努力をしてもなお、韓国や中国などのメーカーに EPC 入札で驚くほどの差で負けることがある。不要な部分にコストはかけないといってもまだまだ日本企業は海外メーカーにくらべて「不要なコスト」をかけている部分があると考えざるを得ない。

どこでコストカットするか、そしてどんな契約でリスクヘッジするかといった部分を含めて、日本企業にはまだまだコスト競争力も事業ノウハウも足りないのが現実であり、逆に言う「これまでの日本流は海外水ビジネスでは全く通用しない」という事実を認識する必要がある。

5) 日本企業の水ビジネスアプローチ戦略に関する見解

すでに繰り返し述べているように、海外水ビジネスに進出しようと思えばコスト競争力を大幅にアップする必要があり、そのためには技術よりも考え方自体を変えることが前提となり、特に指摘できるのが下記の2点であろう。

①現地化

海外プラント建設に日本人がぞろぞろ行く意味はないし、コスト面では逆に害になると言ってもよい。コスト競争力向上のためには現地企業を活用し、現地社員を活用し、マネジメントから営業・エンジニアリングまで現地社員に任せて日本人は事務所に1人で十分というくらいの現地化が必要であろう。これは単に人的コストダウンというだけではなく、現地顧客とのリレーション構築やネゴシエーションのためにも不可欠な要素であり、ポンプメーカーの西島製作所のように海外水処理市場で活躍している日本企業はずっと昔からこの努力を続けている。

当社としても現地化による体質強化は重要テーマであり、現地パートナー探しから労働者確保、人材の育成等々の取組みには今後も注力しなければならないと考えている。

②対ユーザーサービス提供のあり方

すでに散々指摘されていることだが、日本企業はそれぞれの領域では強いがそのシステム化が苦手であるとされており、これは自治体の水行政についても同様である。つまり水ビジネスに関する全ての差別化戦略もノウハウの蓄積も狭い領域でバラバラになされている状態にあり、ユーザーへの「ワンストップサービス」の提供にはほど遠い。

設計から建設、ファイナンスに至るまで水プラント建設の全てに関して「ワンストップサービス」を提供し得るプレーヤーとして日本で考えられるのは総合商社ということになるだろうが、総合商社が入れば水メジャーと伍して戦えるという単純な問題でもない。スエズやヴェオリアには長い年月で蓄えられた「日本企業にない独自のノウハウ」があるのは否定できず、これは一朝一夕に追いつけるものではない。

もし、海外水ビジネスに進出しようとするなら相当長い期間にわたって腰を据えて取り組む必要があり、それが無理なら最初から国内市場だけでやるというのも現実的選択と考えるべきであろう。

2-2. 膜メーカー大手 A 社

1) 水処理プラントにおける技術的課題

最近までは膜によるホウ素除去性能をどこまで高めるかが大きなテーマになっており、膜メーカー間の技術的競争という点でホウ素除去性能は重要なポイントであった。日本の場合、飲料水中のホウ素含有基準は 1mg/リットル、世界保健機構(WHO)ではさらに低い 0.5mg/リットルという数値を望ましいレベルとして示していたため、原水のホウ素濃度が高い海水からの淡水化の場合それを効率よく除去できる RO 膜の開発が求められた。

ただ、その後 WHO の 0.5mg/リットルというガイドラインがなくなったことでホウ素除去性能に関する技術競争は一服した感があり、現在はいかにエネルギー効率・造水効率を高めるかということが膜メーカー間での競争ポイントになっている。

RO膜による海水淡水化設備では高压運転にともない大きな電力を必要とするので、エネルギー効率を上げることがコスト削減だけでなく省エネという面からも重要になっている。またRO膜の場合はエネルギー量だけではなく、原水に対して回収する淡水の量も多いほど造水効率が良くなる。単に電力消費量がより少ないと言うだけでなく、高回収率でも良質な水質を造水するには、膜だけでなく（淡水の）造水効率の最適バランスというプラントの設計能力も絡んでくるテーマであると言える。

2) 我が国機械メーカーの課題

①コスト競争力

世界の水ビジネスマーケットにおいては日本の機械メーカーのほとんどがコスト競争力という点でまず大きく遅れていることは否めない。技術や品質が優れていたとしても値段で折り合えなければ売れないのは当然であり、日本の機械メーカーの現状のコスト体質のままでは海外水ビジネスの地歩拡大は難しい。

当社の膜は世界で売れているが、これは品質・性能が優れているというだけではなく、結局はユーザーが満足できるだけの価格条件を提示しているから売れているのであり、「コスト競争力がなければ売れない」というのは膜であっても機械であっても同様である。

海外の水プラントで受注に成功している海外メーカーの機械やプラントなどのコストを日本のメーカーが知ると「どうしてこんな安いコストで受注できるのか」といった反応が多い。日本国内の水処理プラントでみられるようなハイスペック・ハイコストの考え方に慣れた機械メーカーにとって、海外のプラントメーカーや機械メーカーの出してくる安い

コストに驚きの対象になるのは致し方ない。ただ、逆に言うと装置コストやプラント建設費といった面で、日本メーカーと海外メーカーのコスト競争力はそれほど開いているということであり、この差を縮めるのは容易ではないであろう。

②企業体質

日本企業が海外で事業展開する場合、その多くは「日本人が何人も現地に派遣され」「現地法人では日本語のできる社員を採用する」といったスタイルが以前はよく見られたが、水ビジネスのようにシビアな国際競争が繰り広げられているマーケットに「日本人だけで、日本語だけで」といった考え方でチャレンジしようとしてもまず無理であると言わざるを得ない。

海外水ビジネスは中東や中国やインドなど、マーケットも広いし、そこに集まるプレーヤーも欧州、アジアなど多岐にわたっており、さらに競争自体が単なる「ものづくり企業間競争」ではなく、水メジャーと言われるような企業からファイナンス、コンサル、メーカーなど様々な業態が絡み合う。宗教や人種といった問題もまた水ビジネスにおいては少なからぬ“影響因子”となる。

こういった国際的なプレーヤーが錯綜している海外水マーケットで戦おうとすれば、鋭敏な国際感覚が要求されるのは当然であり、“日本ローカル”的な考え方のままで出て行っても成功の可能性は低い。前述のように日本人が固まって現地に行き、日本語のできる現地の社員と仕事をしているような体質自体をグローバル体質に変える努力が求められる。

3) 我が国機械メーカーの水ビジネスアプローチに関して

ヴェオリアやスエズといった、いわゆる水メジャーは水処理プラントの建設から水道事業の運営まで過去何十年という実績を積んでおり、ようやく水ビジネスに目を向け始めたという段階の日本企業が彼らを脅かす存在になるのはかなりの時間がかかるであろうし、単に「日本の技術力があれば」という問題ではないであろう。

仮に、技術力で競争力を持とうとしても、たとえばプラントエンジニアリングでは、どんな装置をどんな風に組み合わせるかといったレベルであれば専門家が見れば大体のノウハウは模倣できてしまうし、海外のプラントメーカーなら模倣品を日本企業より安くすることが可能であろう。これを防ぐためには特許か、あるいは他の方法で模倣しづらい仕組みを作っておくことも重要になる。

膜の世界では自社独自の技術ノウハウに合わせて製膜装置を独自に作らせている。従って、膜メーカーの製膜装置はそれぞれに異なるし、その装置を使ったメーカーの製膜ノウ

ハウは外部の企業では見ただけで模倣できるものではない。そのため、中国にもRO膜エレメントメーカーがあるが、それらはみんな日本あるいは米国から膜を買って中国でエレメントをアッセンブルしているだけであり、製膜技術ノウハウを持っているわけではない。

同様に水処理機械メーカーもどこかで決定的に優位性のあるオンリーワン技術を持ち、しかも他社がそれを真似できない仕組みにしておけば、日本企業にも海外水ビジネスに参画するチャンスは出てくるであろう。水処理ビジネスでは膜以外の部分は比較的「ローテク・コスト勝負」であるという見方もあるが、装置分野で技術的勝負の余地が全くないと言うわけでは無いと考えられる。排水処理に関わるある特殊な技術を1社だけが持っていることで、その技術を使おうとすれば必ず指名入札になる、といった例も実際にあるようで、膜以外の部分でもオンリーワン技術の開発余地はあるはずである。

そういった決定的に優位性のある技術がないとしても、徹底的に低コスト化を図って海外メーカーと同じ土俵にあがって勝負するというのももちろんあり得る。ただ、そのためには調達から人員に至るまで現地化を進めてコスト競争力をアップさせることが不可欠であるし、それなりの実績を積み重ねる必要もある。これは前述のように短期間で達成できるものではなく、「何年かやってみて、儲からなければやめる」といったスタンスでは成功は難しいと言わざるを得ない。これから海外の水ビジネスに参入し、生き残っていくためには、時間とお金をかけ人材と技術を育成していく忍耐力が必要になる。

第IV章. シンガポール現地動向調査結果

1. シンガポール現地調査の概要

海外における水処理需要動向や技術動向、あるいは水ビジネスに対する取組み動向等を検証するために、本調査では10月12日～16日にかけてシンガポールに現地動向調査を実施した。調査中の訪問先は下表の通りである。

日付	ヒアリング先
10/12 (月)	TORISHIMA PUMP MFG.Co.,Ltd. Singapore Branch 大型ポンプ大手。日本の機械メーカーの中では海外水マーケットでの実績が多く、アジアをはじめ中東などでも実績多数。
	Toray Asia Pte.Ltd. アジア、オセアニア地域で自社の膜を中心とした水処理関連製品のマーケティングや販売サポートを行う。
10/13 (火)	Keppel Seghers Engineering Singapore Pte.Ltd. ハイフラックスやセムコープと並ぶシンガポールの水ビジネス大手。海外プラント事業展開も活発。
	Sembcorp Industries Ltd. 建設中のチャンギ NEWater プラントにてヒアリング。Sembcorp 社シンガポールの水処理はじめインフラ整備企業の大手であり、チャンギのプラントに関しては DBOO 形式で同社が建設・管理・運用している。
10/14 (水)	PUB (Public Utilities Board : シンガポール公益事業庁) ベドックの NEWater Visitor Center でヒアリング。シンガポールの飲料水・工業用水の供給を統括。
	EDB (Singapore Economic Development Board : シンガポール経済開発庁) EDB は海外企業をシンガポールに誘致するための支援機関。International Water Week や Global Hydro Hub など、シンガポールの「水ビジネス拠点化」にも積極的に関与。
10/15 (木)	Nanyang Technological University (南洋理工大学) 南洋環境水研究所 (NEWRI) において水処理技術動向等に関しヒアリング。
	在シンガポール 日本政府関連機関 日本の海外水ビジネス展開戦略等に関しヒアリング
10/16 (金)	Ministry of the Environment and Water Resources (環境水資源省) PUB の所轄官庁。Global Hydro Hub 等に関する資料収集。

2. 現地ヒアリング調査結果

2-1. TORISHIMA PUMP MFG.Co.,Ltd. Singapore Branch

西島製作所 シンガポール支店

1) 自社の海外水ビジネス市場での実績

当社は高度なポンプ技術をベースに、水処理関連プラント用ポンプはもとより、工場プロセスや発電所の送水用ポンプなどで多くの実績を持つ。

海外の水ビジネス関連で目立つのは海水淡水化プラント用の大型高圧ポンプである。最近では日量約 50 万 m³ という、RO プラントでは世界最大のアルジェリアの海水淡水化プラントで大型ポンプを受注している。

海水淡水化用途のような特殊な大型ポンプを作れるメーカーは世界的にもたくさんあるわけではなく、ある程度限られている。海外水ビジネスにおいて当社製ポンプが実績を重ねている背景には品質、技術力がアドバンテージになっていると思われる。

2) プラントタイプから見た装置ニーズ

一口に水処理ビジネスにおける装置ニーズといっても、プラントのタイプや規模によってかなり差があるのも事実であり、ハイテクポンプが求められるのはやはり大容量の上下水道プラントや海水淡水化プラントである。海水淡水化プラントの中でも RO プラントは高圧の膜を使用するので、必然的に高圧・大流量のポンプが必要になる。しかも扱うのが海水であり、通常材質ではもたないので、腐食や錆の対策も重要な要素になる。

当社では、海水淡水化用高圧ポンプの材料にはスーパー2層ステンレスを使うなどの素材面での工夫を重ねて技術的競争力を高めているが、圧力や流量といったスペックに加えてエネルギー効率に対するユーザーの要求も非常に強くなっている。

海水淡水化プラント、水処理プラント、浄水プラントに、近年膜が多用されるようになるとともに年々プラントが大型化し、腐食対策、大容量化、高圧化（高揚程化）、高効率化など高度な技術が要求されている。

3) 新しい技術・アイデアに対する評価

水不足に悩むオーストラリアでは解決策として海外淡水化プラントを考えており、すでに実行されている。将来計画の中に、風力発電やソーラーパネルを導入した海淡水プラントという考え方もすでに検討されている。オーストラリア、あるいは中東諸国のように土地がたくさんあり、しかも日照時間の多い国であれば海水淡水化と大規模ソーラー発電の組み合わせは技術的に十分あり得る。

機械メーカーが膜メーカーとジョイントして、海水淡水化プラントのユニット化・標準化を図るというアイデアもある程度は実現可能だろう。しかし、標準化といっても限界があるのは確かであり、基本的な部分は標準化しつつ、原水条件やプラントの技術要求に応じてフレキシブルに対応しなければならない部分がある。そういった部分こそ膜メーカーや機械メーカーのノウハウや知恵が発揮される部分でもある。

たとえば、大きな超高圧ポンプを作るよりも、ブースターポンプとある程度の高圧ポンプを組み合わせ、ブースターポンプの方に回転数制御の役割を持たせてプラント全体の効率を最大化するといった考え方はポンプメーカーでなければ出てこない発想であり、標準化を進めたとしてもこのように蓄積したノウハウを元にした技術ソリューションは常に必要になる。

4) シンガポール企業の戦略に関する見解

シンガポールから水ビジネス企業が現れて世界的プレーヤーの一角に食い込みつつあるが、これらシンガポール企業の戦略は日本の機械メーカーとは異なる。

たとえば、近年急速に海外水ビジネスで実績を重ねて注目されている A 社は、機器を外部から調達してプラントを作り上げるが、各機器メーカーが持っている固有のノウハウや技術を引き出しうまくまとめ上げている。技術力という点で言えば日本の機械メーカー・エンジニアリングメーカーの方が力としては上であろう。しかし、シンガポールでは、日本と同等の技術競争力を得ようとしても、国内に水処理関連エンジニアを十分に供給できる体制がなく、人的リソースが不足している。

A 社のやり方で重要なのは中国やインドなどから多くのエンジニアを雇い入れるという方法をとったことであろう。中国やインドなどはシンガポールの人材不足を補う重要な人材供給源になっている。また、これらの国から人材を雇う方が自国の人間を雇うよりもコストが安いというメリットもある。そういった事情に関しては日本も同様であり、参考になる。

こういったエンジニアを A 社では他国籍の管理職が上手く指導しており、管理職には世界的に有名な水ビジネス企業出身者が多い。

人的・物的資源が不足しているシンガポール企業にとって雇用はもちろん、ビジネス構造そのものを根本的に国際化することにはある意味「当たり前」の方法論であり、特に A 社のように歴史も浅く、技術的な蓄積もない企業にとっては、シンガポール国内の上下水道プラントや RO 実証プラントで実経験を積みながら、知識経験のある管理職を他国に求め、また中国やインドからコストの安い若いエンジニアを多く雇うという方法は当を得たものといえる。

また、シンガポール国民は中国系であれば英語+中国語、マレー系であれば英語+マレー語といったように 2 ヶ国語がしゃべれるのが普通であるが、こういった言語的・文化的な背景が外国人エンジニアを使って水ビジネスを展開する上でのアドバンテージとして大きかったことも確かであろう。

A 社はこのようにして安いエンジニアを使ってベーシックな部分を作り上げ、膜とかポンプのようにプラントのキーになる部分については膜メーカー、ポンプメーカーから知恵を借りるという形で実績を重ねてきたといえる。当社も A 社と一緒に仕事をしているが、単にポンプを供給するというだけにとどまらず、プラント全体のエンジニアリングに踏み込んで A 社にソリューションを提供していることが実績となっており、それは日本の膜メーカーも同様であろう。

このように自国以外の、海外のマンパワーや技術を巧みに取り込んで自社のビジネスモデルを構築する上手さがシンガポールの水ビジネス企業には共通して見られる。

このように自国以外の、海外のマンパワーや技術を巧みに取り込んで自社のビジネスモデルを構築する上手さがシンガポールの水ビジネス企業には共通して見られる。

5) 我が国機械メーカーのアプローチ戦略に関する見解

日本企業の場合、海外展開・国際化といっても基本的には「海外に工場や支店を置き、何人もの日本人を赴任」させたり、「海外の案件を受注し、日本人担当者を派遣」するといったスタイルが基本であり、その根本には「全部日本人でやる」という思想が強く根付いている。

日本企業（あるいは日本人）にはシンガポールと違って言語上のハンディキャップが大きく、シンガポールの企業と同列に比較することは難しいとしても、日本企業がこれまで続けてきた「日本人だけで、ものづくりの力と技術力を生かす」といったパターンのやり方がそろそろ通用しなくなっているのは否定できない。

たとえば海外での水ビジネスを考えても、水処理技術を熟知していて、さらに英語に堪能で、その上タフな交渉力・折衝力を持った日本人がどれだけいるかと考えれば、おのずと答えが出るのではないだろうか。

それであればインドの案件ならインド人に、中国の案件であれば中国人に折衝させるくらいの方向転換が必要であろう。

おそらく、日本国内では「まず日本人の雇用を」といった考え方が強いであろうが、海外インフラビジネスにおいて現地化、国際化を進め、それによって企業の事業領域や業務量が拡大すれば、結果的に日本人の仕事も増えることにつながる。欧米の多国籍企業は、かなり以前より自国・自前主義から脱却してグローバル化、現地化を推し進め、国内外で多くの外国人を雇用して競争力を向上させ、その結果事業を拡大してきた。

海外水ビジネスで、これまでのように「海外案件に大量の日本人を派遣する」といった方法を続けようとするれば人件費がふくらみ、それだけで現地や他の国籍の人間を効率的に使っている海外企業とは競争力で差が出てきてしまう。いくら技術力の高さをうたっても前述のように水ビジネスではコスト勝負という性格も強い。

そういった状況を踏まえた上でなおかつ日本メーカーが海外水ビジネスに進出しようとするれば、海外の人的リソースを思い切って導入し、コスト競争力と同時に国際ビジネスへの対応力を高めることが不可避的に求められるのではないか。その意味では海外水ビジネス展開は、そのまま機械産業としての「真の国際化」が問われる問題といえよう。

2-2. Keppel Seghers Engineering Singapore Pte.Ltd.

1) Keppel Seghers 社に関して

Keppel Corporation Ltd.は造船や海洋土木、インフラ整備、金融、不動産など幅広い事業を展開する、シンガポールを代表する巨大企業グループの一つであるが、その中で環境関連ビジネス・インフラ整備事業を統括するのが KIE (Keppel Integrated Engineering Ltd.) である。

ヒアリング対象となった Keppel Seghers Engineering はこの KIE の中で上下水関連プラントや廃棄物処理プラント等のエンジニアリングを展開しており、KIE の中の環境エンジニアリング事業の中核的企業といえる（なお、本ヒアリング原稿中では以下、Keppel Seghers Engineering Singapore Pte.Ltd.を Keppel として表記する）。

Keppel が展開しているインフラビジネスは KIE による環境分野だけではなく、廃棄物発電などの電力プラント建設・運営を行う Keppel Energy 社、さらに通信・運輸インフラ整備をビジネスとする Keppel Telecommunications & Transportation 社などもグループ企業を構成している。

2) 環境エンジニアリング事業の展開動向

Keppel が世界で展開しているエンジニアリング事業は技術分野別に分ければ上水道、下水道、固形廃棄物の処理といったような範囲に及ぶが、もう一つ重要なのはそれぞれの環境プラント・水処理プラントのビジネス形態別の分類である。これについては細かい分類がいくつもあるが、Keppel の場合は大体 4 つ程度に分けることができる。

- ① DB (Design & Build)
- ② BOT (Build, Operate & Transfer)
- ③ BOOT (Build, Own, Operate & Transfer)
- ④ DBOO (Design, Build, Own & Operate)

近年増えているのが④の DBOO という方式であり、たとえば Keppel がウル・パンダンに建設した日量 14.8 万 m³の造水能力を持つ NEWater プラントの場合は PUB との間で長期契約が結ばれており、Keppel はプラントを所有し、運営管理しながら PUB に対して 20 年間「水売り」を続けて初期投資を回収することになる。なお、このウル・パンダンの場合、PUB から受け取る運営管理フィーは固定した金額であるが、水の売価に関しては多少の変動幅が設けられている。

上述のように、近年シンガポールはもちろん海外でも DBOO タイプの水ビジネスが増えているが、そのプラントがどういった契約で建設・運営されるかは、機械メーカーの評価にも結びつく問題だけに、重要であるといえる。

3) 機械メーカーに対する評価

前項で述べたように、機械メーカーに対する評価、あるいは装置の選択基準はプラントの建設や管理に関する契約形態によって若干変わってくる。

特に問題になるのが、装置を選択する上で最も重要になるのはコストに対する評価である。コストというと装置価格と捉えられる場合が多いが、この捉え方がプラントの契約形態によって異なる。

DB (Design & Build) の場合

この場合、企業側のビジネスは建設してプラントを引き渡すまでであり、いかに安くプラントを建てるかが競争のポイントになるから、上述のように装置価格すなわちイニシャルコストの評価が重要になる。

DBOO (Design, Build, Own & Operate) の場合

DBOO ではプラント完成後の運営管理が 20 年程度続くわけであるから、イニシャルコストと並んでライフサイクルでのコスト比較が重要になる。具体的にはエネルギー消費、特に電力コストと、予備部品ストック・交換などに要するメンテナンスコストが評価ポイントであろう。

DBOO で事業を請け負った会社は、契約期間全体でのライフサイクルで装置コストを評価するため、エネルギーコストやメンテナンスコストの安さは重要な要素になる。特に水関連プラントではポンプが消費する電力コストが相当の量になる。

PUB が処理した下水排水を原水としている NEWater プラントの場合はポンプの圧力も比較的低いものであるが、それでもランニングコストに占める電力代は 2 割程度を占めており、高圧大型ポンプを使う海水淡水化プラントであれば 3~4 割というウェイトに達する。

海水淡水化プラントで使う高圧ポンプは技術的にも難しいものであり、中国やインドの技術レベルで作るのは難しい。その意味ではイニシャルコストの安さよりも性能が重視されるウェイトが高いといえるが、一方でより少ない電力消費という要求は高まっている。今後の原油価格次第ではこの要求はさらに強まることになり、高圧・大容量で、しかも低電力消費のポンプに対する技術ニーズは重要なものと考えらるべきであろう。

4) 日本の機械メーカーに対する評価

Keppel の水プラントで、膜以外で日本の装置を使っている例があるかと聞かれると、ちょっと思い浮かばない。やはり日本の機械メーカーに対する評価となると、やはり「高い」という問題が大きいであろう。

前項でも述べたように、海水淡水化プラントで使う高圧ポンプは技術的にも難しいものであり、インドや中国などのメーカーではまだ作ることができない。また、水の供給というビジネスに求められる安全性・公共性を考えれば、実績のないメーカーのポンプを安いからという理由で採用するのが難しい部分もある。

しかし、それでもやはり日本の装置は高いと考えざるを得ない。Keppel が海水淡水化プラントで使っている高圧ポンプには、ドイツの有名なポンプメーカーである KSB 社製のものも多いが、実際にはドイツの KSB の技術を使って中国のメーカーが作った「中国製 KSB ポンプ」も存在している。このように、技術レベルは保ちつつコストを安くする努力は海外の機械メーカーも進めている。

日本製の機械は技術的な信頼性や性能といった面では優れているし、さらに技術開発を進め、より高性能の装置を開発するという考え方も間違っていない。ただ、水ビジネスにおいてはそれほど高度な機械技術は高圧ポンプなどを除けばあまり需要がないのも確かである。そういう性格を持つ水ビジネスで日本の機械メーカーがシェアを広げるには、やはりコストを下げることを考えてほしい。

5) 今後の水プラント形態に関する見解

シンガポールにおける NEWater のようなプラントがシンガポール以外の国で今後増えるかとなるとやや疑問が残るが、海水淡水化プラントの建設が今後世界でますます増えるのは確実であろう。将来的に「海水淡水化プラントを標準化・ユニット化」し、造水量に応じてユニットを増やしてプラントを作るといった可能性もあり得なくはない。

ただ、海水淡水化ではある中規模ユニットをたくさん並べるよりもある程度大規模集約型ラインを少数設置した方が効率は良いのではないかと。淡水化ユニットの数が増えるということはポンプの数も増えるということであり、多数のポンプを制御する難しさが増す。

電力消費という点で考えても多数のポンプを設置するより、少数の高圧ポンプでプラントを動かした方が効率はよいのではないかと。

2-3. Sembcorp Industries Ltd

1) Sembcorp 社に関して

Sembcorp は、2-2 のヒアリング対象であった Keppel などと同様に、政府系の企業複合体であり、進出ビジネス分野は水処理や水供給事業などの公共インフラ建設・運営から廃棄物処理等の環境ビジネス、製油・天然ガス等の海外エネルギー調達、さらに海底油田掘削リグなどの海洋土木・建築事業に至るまで非常に幅広い。

現在、建設中で部分的に稼動も始まっているチャンギ NEWater プラントは、チャンギ空港近隣の海岸部に立地する、シンガポール最大の下水処理水リサイクルプラントであり、本ヒアリングはこのチャンギプラントにて行われた。

2) チャンギ NEWater プラントに関して

現在、当社が DBOO 方式で建設・運営しているチャンギの NEWater プラントの現在（2009 年 10 月訪問時）の操業はまだ全体の 1/3 程度の規模にとどまっており、最終的には 2010 年の 4～6 月頃に全てが完成し、日量 22.8 万 m³の再生水を供給する予定である。

処理の技術は前処理として砂ろ過+MF+UF、次に中核となる RO ろ過、最後に後処理として UV 照射という流れになっており、技術的にはベドックその他の既存 NEWater プラントの流れを継承するものである。

プラントで使用する機器や設備として膜以外で代表的なものと言えば大きなポンプ、コンプレッサー、あとはタンクなどであるが、今回はポンプに関しては欧州の KSB 社から、コンプレッサーについてはマレーシアのメーカーから調達している。

基本的な技術コンセプトは変わっていないものの、膜技術の進歩や民間企業による事業参画が増えたこと等によって NEWater のコスト削減が進んでいる。Keppel がやはり DBOO 方式で建設・運営しているウル・パンダンの NEWater プラントでは造水コストが大体 45 セント/m³とされているが、チャンギプラントの場合は前述の技術的な進歩に加えてプラント自体の大きさ（スケール・メリット）もあり、造水コストは 30 セント/m³程度と見込まれる。

DBOO 方式の場合、運営企業にとってはプラントの運営コストが水の販売売上よりも低いということが絶対的条件になるため、低コスト化は最大のポイントである。たとえば、中東の海淡水や下水処理水再生プラントではポンプを 3 つ並べ、一つを稼動させて二つを予備にすると聞いているが、チャンギの場合、予備は一つだけである。予備用の機器を極力合理化することは、装置コストの低減はもちろん、プラントそのもののコンパクト化にも

つながる問題であり、重要である。

また、ポンプそのものも膜との低圧 RO と組み合わせるとさほどの高圧を必要としない構造になっているため、電気代なども海淡水プラントに較べると相当安く済んでいる。

3) 機器・資材の調達に関して

DBOO である以上、チャンギのプラントは Sembcorp 社のプライベート・プラントということになり、機器等の調達先も基本的にはすべて当社の裁量に任される。

ただ、PUB には一種のメーカー候補リストのようなものがあり、それぞれの機器や資材タイプ別に調達先の候補が示されている。これは機械だけではなく膜についても同様であり、このリストに載っていないメーカーから調達しようとする場合、プラントメーカーは PUB と協議・説得し、承認を得る必要がある。

今回のチャンギのプラントの例でいうと、東レの膜が「PUB の承認を得て調達した機器」の代表的なものであろう。今回採用した東レの RO 膜は低ファウリング性能、ろ過に必要なエネルギー、そしてメーカーによる保証等々で比較して当プラントに最も適していると判断されたため、PUB との事前協議の上、承認を得て調達するに至った。

また、PUB と同じように当社にも Sembcorp 社としての調達先候補リストがある。当社の調達候補リストはもちろんだが、PUB のリストも頻繁に更新されているはずである。

4) 日本の機械メーカーに対する評価

日本製の機械の性能や信頼性が優れているのは議論の余地がないと言ってもいいほどで、産業機械でも、あるいは家電のような耐久消費財でも日本製なら多少価格が高くても信頼性を重視して買おうというユーザーマインドはアジア地域には強かった。

だが、デジカメやパソコンなどのように機能向上スピードがあまりにも速い製品に関しては最新機器でも性能的に色あせてしまうスピードもまた速く、「長く使っても壊れない」といった意味での信頼性はもはや意味をなさなくなっている。機能進化の激しい分野では「長く使える」ということにはある意味オーバースペックを意味するとも言えよう。

水ビジネスにおけるポンプやコンプレッサー等の機器は家電ほど性能向上のスピードが速くはなく、むしろ成熟した技術であるから、新機能を競い合うといった意味での差別化は困難であり、機械としてのベーシックな性能、信頼性、耐久性などが問われる。しかし、ここでもやはり「耐久性が高く、長く使える方がいい」と一概には言えない部分が残る。

たとえば、7年もつ中国製のポンプが1万ドル、10年もつ日本製のポンプが2万ドルであったとすれば仮に20年という事業期間で捉えた場合、日本製ポンプ2台より中国製ポンプ3台の方がコスト効率は良いということになり、日本製のポンプを選ぶユーザーはいないという結果になってしまう。

海水淡水化で使う超高圧ポンプなど一部の機器を除けば、水ビジネスで使う機器の多くは進歩スピードの速い先端的技術領域というより成熟した技分野であり、それは下水処理水を使うチャンギのNEWaterプラントについても同様である。機械をチョイスする上でのポイントが性能・技術よりもイニシャルコスト・ランニングコストの方になってしまうという傾向がさらに強くなるのは否めない。より高度な技術を追求してハイエンド製品を市場に出す、というこれまでの日本の機械メーカーのビジネススタイルでは、少なくとも水ビジネスにおいてシェアを獲得・拡大させていくのは難しいかもしれない。

ただ、日本製機器の使用例が膜以外では全くないわけではない。当社の場合ではたとえば横河製の流量計を採用した例がある。この時はキメ細かい流量管理のために精度の高い流量計を設置する必要があり、技術的な要求レベルから横河製の流量計を採用した。

5) 将来的な水処理プラントニーズに関する見解

①水リサイクルプラントニーズに関して

下水を処理・浄化した水を原水に使うNEWaterのような水リサイクル型プラントは、水1m³あたりのコストにしても、プラント建設コストにしても海水淡水化プラントより安く済むのは確実であり、それは海水淡水化よりもはるかに経済的な造水手段といえる。

ただ、NEWaterプラントと同じようなプラントが今後世界に普及するとは即断できない部分も多い。シンガポールもチャンギプラントに続くNEWaterプラントの具体的な計画はないし、海外で考えてもインドで似たような計画がいくつかあると聞いたことがある程度である。

実際にはインドにしても中国にしても今後水不足が問題になる地域であり、水処理プラントの潜在的需要も大きい国であるが、こういった国では河川も多いので、下水処理水を使った純粋な水リサイクル型プラントではなく、河川水を使うケースが多くなるであろう。水のリサイクルには心理的抵抗感の存在も無視できないが、地理的な条件、あるいは、そもそもその国での下水道普及率がどの程度か、といった指標も重要になる。

大きな河川が少ない中東地域では下水処理水の再利用プラントはすでに現れており、今後も増える可能性があるが、中東の場合もリサイクル水は工業用水または灌漑に使うため

の水リサイクルという考え方が強い。下水処理水をリサイクルしたものを飲用に混ぜているという国はシンガポール以外にはほとんどないはずである。水リサイクルプラントが世界に普及するとすれば、それは基本的には非飲用水としてであり、飲用としての水リサイクルの普及には心理的抵抗感をのぞくまでにかなり長い時間がかかるかもしれない。

②省エネ型プラントニーズに関して

すでに述べたように民間企業による水供給事業にとっては水を売った金額よりもプラント運営コストを低くし、利益を出すことが絶対的な条件となる。

電力消費量を少しでも削減できれば、それは電力コストの低減につながるし、その低減が小さいように見えても 20 年の間には相当の金額になる。少しでもエネルギー消費の少ないプラントにするというのは施工者側にとってますます重要な問題になっている。将来的にはソーラーパネルで電力をある程度自給自足するという方法も一つのソリューションにはなり得よう。

チャンギプラントは空港に近いので、ソーラーパネルのように反射する素材を屋根に敷き詰めるわけにはいかないが、太陽光発電機能を組み合わせた水処理プラントというのは技術的にはすでに十分可能なはずである。

特に中東のような地域であれば日照という点から考えても、土地の広さという点から考えても、海水淡水化が電力多消費型プラントであるということから考えても有効であろう。あとはパネルコストがどこまで安くなるかと、原油価格がどこまで上がるかという要素にかかっている。

2-4. シンガポール公益事業庁 (Public Utilities Board : PUB)

1) PUB、および PUB 水供給事業の概要

シンガポール公益事業庁（以下、PUB と記載）はシンガポール政府の環境・水資源省に属する政府機関であり、公益事業という名称ではあるものの、実質的にはシンガポール国内の飲料水・工業用水供給事業、および下水処理・再生利用事業など、水事業を統括する機関であり、一日あたり約 3.3 億ガロン（約 150 万 m³）の上水を供給している。

シンガポールは元々、水の供給を隣国のマレーシアからの購入に多くを依存していたが、マレーシア政府が水の供給契約更新に伴って大幅な値上げを提示してきたため、水の確保はシンガポールにとっての国家的緊急課題となった。

現在、PUB はシンガポールにおける水源の確保に関して「4 つの蛇口」という考え方に沿って整備を進めている。「4 つの蛇口」と、そのウェイトは以下の通りであり、国内水源の確保や他の浄水技術導入により、マレーシアからの輸入水ウェイトをかなり下げること成功している。

- ①河川、貯水池などの国内水源浄化水＝約 70%
- ②海水（海水淡水化プラント整備）＝約 10%
- ③リサイクル水（下水処理水を再生利用した NEWater）＝約 15%
- ④マレーシアからの水輸入＝約 5%

この中でも NEWater 事業は下水処理水を高度浄化して再利用するという、世界的に見ても先進的な取組みであり、注目を集めた。ただ、NEWater は現在主に工業用水として供給しており、飲料水への再利用は貯水池への小規模な放流（取水量に対して 2.5%ほど）という形にとどめている。これは主に国民の感情的な部分への配慮からであり、NEWater をそのまま直接飲料水として供給はしない（Indirect Potable Use : IPU）という原則を保っている。ただ、PUB としては将来的には NEWater の貯水池への放流ウェイトを 2～3 割程度に増やす計画を持っている。

2) 水供給事業の民間委託に対する考え方

シンガポールに限らず、世界中で水供給という公共事業の基本的なあり方が DBOO などの民間委託型に大きく変わっている。

もともと、NEWater 事業に限って言えば、10 年前にスタートした当初は技術的に確立したものは到底言えず、世界的にも先進的かつ実験的なプロジェクトという側面が強かつ

た。従って、このようにリスクの高い事業をいきなり民間にやらせることは現実的には困難であったことから、最初の NEWater プラントであるベドックは PUB が保有する形になった。しかし、その後の NEWater プラントであるウル・パンダンは Keppel が、チャンギは Sembcorp が DBOO 方式で建設・運営しているし、海淡プラントであるトゥアスも Hyflux による DBOO 方式であり、PUB はこれら運営企業から 20～25 年程度の長期契約で水を買うというスタイルをとっている。

DBOO で企業同士に競わせ、入札によって運営企業を決定するという方式は「早さ・安さ」といった民間企業の効率性を公共サービスに取り込む有効な方法であり、プラントの建設・運営コストが安くなればそれは「安くて上質な水の供給」という結果につながって国民にもメリットを与える。実際、NEWater のコストはひと昔前までは約 1.3S\$/m³程度であったが、民営化によるコスト削減などの効果から、最近では 1S\$/m³程度のレベルにまで下がっている。

さらに、DBOO は企業にイノベーションを強いる上でも重要な要素になっている。企業は技術力・資本力から保証条件等々、持てる力を総動員してより低コストで効率的なプラント建設のための努力を続けており、このことがシンガポール水事業会社全体のレベルアップや世界での地位拡大にも結びついているといえよう。

3) 水処理関連機器調達に対する考え方

DBOO 形式でプラントの建設・運営を企業に委託する場合、機器の選定に関して PUB が干渉するということは基本的にはない。ただ、水の供給事業という性格を考えれば安全な水質の確保というのは極めて重要なポイントであり、妥協できない部分でもあるので、ある程度のチェックは行う。

NEWater や海淡プラントではやはり膜が特に重要な位置を占めるので、膜については特に性能や信頼性を重視しなければならないという考え方が強い。確かに価格は重要だが、いくら安くても全く聞いたこともない、実績の少ないメーカーの膜を使うのはリスクが高いと考えるのは当然であろう。

膜以外の装置・機械類に関してもたとえば中心的役割を果たすポンプなどの重要な機械があり、これらについても高い信頼性が求められるのは言うまでもないが、膜と違ってポンプなどの機器は先端的ハイテク機器というわけではなく、メーカー間の技術的な差もそれほど大きくはない。

万一、ポンプの一部から漏水があったとしても、それを修理するのはそれほど難しいことではないので、膜などに較べれば委託企業の裁量に任せる部分が大きくなり、コスト重

視という傾向も強くなるのは確かであろう。ただ、上述のように国民に水を供給するという極めて公共性の強い事業の性格を考えれば、いくらコスト重視とはいっても性能あるいは信頼性といったベーシックな部分が軽視されることはあり得ない。

4) 日本の機械メーカーに対する評価

実際のところ、日本の機械メーカーに関しては PUB として豊富な情報を持っているわけではない。これはおそらくハイフラックスやセムコープ等の企業にしても同様であり、たとえばこの装置であればどんな日本メーカーがあるか、あるいはどんな日本メーカーがどのような技術において優れているか、といったことに関して詳しい人間はほとんどいない。膜メーカーと較べれば、日本の機械メーカーに関する情報は圧倒的に不足しているといえよう。

先に述べたように、NEWater などのプラントで使う機器はポンプなどを含めてもそれほど先端的ハイテク機器というわけではなく、そういう意味では日本製の機械に対して「性能はいいがコストが高い」という評価が生まれることは想像がつく。

確かにコストダウンは重要であるが、これは装置価格を下げるというだけにとどまる問題ではない。たとえばエネルギー消費効率、特に電力消費量の少ない装置というのは非常に重要な問題であり、こういった分野では「技術開発によってコストダウンにつなげる」ということが可能なはずである。

NEWater プラントで部分的に使っている 16 インチ径の膜モジュールも技術開発によるコストダウンの一例といえよう。通常は 8 インチ径が一般的な膜モジュールを、倍の太さにすることで、膜の設置面積のコンパクト化につなげている。

このように、単に「装置価格を下げる」というだけではなく、水処理プラントにおいては技術開発によってエネルギー消費やプラント面積等々を合理化できる余地はまだ少ない。高い技術力を持つ日本企業にはこのように「プラントの効率化→コストダウンにつながるような技術開発」を期待したい。

5) ウォーター・ウィークの活用に関して

上述のように、シンガポールの水ビジネス業界において日本の機械メーカーの情報はまだ決定的に足りない状態にある。それを踏まえて PUB が日本企業に提案したいのがシンガポールで毎年開催されているウォーター・ウィーク（国際水週間）の活用である。

ウォーター・ウィークは 2008 年の第 1 回には約 8500 人、今年の第 2 回には約 1 万人が参加する世界的な水ビジネスイベントとなっており、水ビジネスに関連したメッセとしては今や世界で最も重要なものと言ってもよい。

日本の機械メーカーがウォーター・ウィークのようなグローバルな場に参加すれば、自社の技術や製品の国際的な知名度を高める上で効果的であろうし、参加すれば企業サイドは世界の水ビジネス動向の情報収集を行うことができる。最近では日本の積水などがウォーター・ウィークで自社技術を積極的にプロモートした例もある。

日本企業が優れた技術を持っていても、その情報が世界に発信されなければビジネスにはつながらないし、優れた技術が市場に投入されれば、それは世界の水ビジネスそのものの活性化・レベルアップにもつながる。ウォーター・ウィークは水道事業者、メーカー両者にメリットを与える場であり、日本企業の積極的な参加を期待したい。

注) 本ヒアリング時点では正式に公表されていなかったが、2010 年のシンガポールウォーター・ウィークは 2010 年 6 月 28 日から 7 月 2 日にかけて開催される予定である。

2-5. 南洋理工大学 Nanyang Technological University

南洋環境・水研究所 Nanyang Environment & Water Research Institute

1) 南洋環境・水研究所に関して

南洋環境・水研究所（以下、NEWRI と記載）は南洋理工大学（以下、NTU と記載）の中に設置された廃棄物処理や水処理研究のための機関であり、特に膜技術を使った水処理技術で実績を持つ。

研究の枠組みづくり、ネットワークはシンガポール国内にとどまっておらず、たとえばデンマーク水理環境研究所と NTU とが共同で設立した DHI-NTU 水環境センター&教育ハブや SMTC (Singapore Membrane Technology Centre) などの機関を併設しているほか、日本の代表的膜メーカーである東レとも共同研究の覚書を締結している。

2) 水問題の捉え方とマーケット特性

水不足の解決や環境負荷の改善という問を、我々は3つのステージに分けて捉えている。そのステージとは以下の「3つのW」で表される。

①1W = drinking water (飲料水)

②2W = drinking water (飲料水) + waste water (廃水)

③3W = drinking water (飲料水) + waste water (廃水) + waste (廃棄物)

この①～③のステージは、経済発展のレベルに応じたニーズを表してもおり、最も開発の遅れた貧しい国では①の飲料水確保が最優先され、それ以外の問題は二の次になる。

ある程度産業化・都市化が進めば②のステージに到達し、最も経済発展の進んだ国では③のように3つのWをいかに適切に行うかが問題となる。日本やシンガポールなどはすでに③の段階にあるが、中国などはまだ②というエリアも多いし、北アフリカなどであれば①という国も珍しくはない。

その国、あるいは地域が①～③のどの段階にあるかによって、同じ水関連ビジネスであってもニーズにも違いが出てくる。①段階のマーケットであれば、やはりコストの安さが優先されるのに対し、③の段階になると同じ水ビジネス・環境ビジネスといっても技術も複合化・高度化してくるので、むしろ「最適な技術ソリューションの提供」ということが重要になる。

もちろん、③段階のマーケットにおいても安さという要素が軽視されることはあり得な

いが、たとえばシンガポールの NEWater のような新しい取組みは価格競争力が強い、言い換えれば安いものを作るというメーカーの集合だけでは成し得ないであろう。

3) 今後の水プラントのあり方に関する見解

①契約形態の変化

近年の水処理プラントは上水でも下水といった公共事業的性格の強い水事業でも BOT や BOO など、民間企業がプラント完成後の事業運営に長く関与するというスタイルにシフトしてきている。企業側の競争も激化しているため、少なくとも公共的性格の強い上水道などの水供給事業については徐々に利益幅も小さくなっており、その分運営会社側はオペレーティング・コストに対して非常に敏感になっている。

オペレーティング・コストを下げるためには、水処理プロセスのトータルの効率を上げる必要があり、特にエネルギー効率の向上に対するニーズはここ数年の間に急送に強まっている。

これは大容量ポンプの消費電力を下げれば良いということではなく、プロセス全体の効率を重視した設計が求められるといえる。従って、ポンプはもちろん、コンプレッサーやブロワ、そして各種配管に至るまでよりコスト・エネルギー両面でより効率的になるような設計ノウハウが必要となる。

②産業排水マーケットに関して

上述のように、上水道のような公共的性格の強い水ビジネスは競争の激化で利益幅も徐々に小さくなっているが、それに対して企業を相手にする産業排水処理マーケットは比較的利益率が高く、企業側の研究も進んでいる。

産業排水の場合は NEWater などのようにプロセスがある程度完成しているものと違って業種やプラントでの製造品目等によって応用できる技術も異なる。場合によっては排水処理と並行して有機汚泥のような廃棄物からガスを取り出すといったような組み合わせも考えられ、プラントの技術的なバリエーションも広がる。いわば、産業排水処理マーケットは先に述べた 3W（飲料水、排水、廃棄物）という側面を強く持っているということであり、NWERI としても研究を進めたい分野の一つであると捉えている。

4) 日本企業の海外水ビジネス展開に対する見解

水ビジネスに限ったことではないが、日本企業が海外にビジネスを広げるには文化の壁、あるいは言葉の壁というものがあることを指摘しないわけにはいかない。

それでも大企業であれば自社の実績を海外の PR し、ビジネスチャンスをつかむことも可能であろうが、特に日本の中小企業に関しては情報のギャップが大きい。日本国内には特殊な装置に関して高い技術を持った中小企業も多数存在しているはずであるが、マンパワーの限られた中小企業が自社の技術や実績などを、たとえば英語などの外国語で海外に PR するのは、それだけでかなり高いハードルであろう。結果的に日本以外の国にいる我々はそういった中小企業のことを知るチャンスはないに等しいのである。

たとえばガスマキサーのような特殊な装置を日本メーカーから購入したような場合、いざ使おうとしても使用説明書が日本語版しか用意されていないため、我々には使いようがないといった事態が現実に起こるわけであり、海外から見れば日本のメーカーは技術が優れていてもコミュニケーションが難しいと考えざるを得ない。

もし、日本の中小機械メーカーが使用説明書に英語版を作り、海外ユーザーからの問い合わせ等に対するサポート体制を作れば、それだけでも海外ビジネス展開ではかなり有利になると思うが、しかし上述のようにリソースの限られた中小企業だとそれもなかなか難しいのが現実であろう。

もし日本の、特に中小企業が海外の水ビジネス向けに自社製品を展開したいのであれば、たとえばシンガポールの EDB のような機関にコンタクトするというのも一つの方法かもしれない。EDB は海外企業のシンガポール進出を推進する機関であるから、日本の中小企業がシンガポールを拠点として海外展開を図るような場合にサポートしてくれる。

確かに日本製の機械はコストが高いとか、オーバースペックといった声もあるかもしれないが、実際にはそれ以前の問題で、我々には日本のメーカー情報も、技術情報も、他国の機械メーカーに較べて圧倒的に不足しているという現状を理解してもらい、それを改善する努力を期待したい。

2-6. シンガポール 日本政府関連機関

1) 日本企業による海外水ビジネス展開に対する考え方

世界の水ビジネス市場において、日本企業は「膜メーカーは力を持っているが、機械メーカーは影が薄い」といった見方があるが、結局のところ膜メーカーも機械メーカーも機器部材を供給するだけのベンダーで終わっているという点では同じであるといえる。

そういう観点で見れば、我々としてはむしろ膜メーカーも機械メーカーもこのままではダメだといった危機感を持っている。水ビジネスで日本企業が有利な位置を占めようとするれば、やはり日本企業の特色や技術力に通暁した人間が発注主側に回ってくれなければならない。

ヴェオリアやスエズなどの、いわゆる水メジャーと言えるプレーヤーが日本に存在していないのはもちろんだが、コンサルティングの部分でも日本は弱い。欧米には水ビジネスに強いコンサルティングファームが何社かあるが、これらに対抗できる日系のコンサルティング会社を育成する必要もあろう。

日本で、水の供給事業に関して最も実績とノウハウを持っているのはどこかとなれば、それは実際に水供給事業を行っている水道局などだ、ということになる。しかし、日本の場合はノウハウを持った水道局の人間が海外水ビジネスに進出する例はほとんどない。

これは発電事業であれば、たとえば J パワーや東電設計のような会社が海外発電ビジネスのプレーヤーになっているし、下水道事業団などもかなり積極的に海外展開を進めている。

しかし、日本の自治体系水道局ではこういった動きはまだ極めて少ないのが実情である。もちろん、今後は水道局からスピンアウトした人間がコンサル会社などを作って海外水ビジネスに進出するといった例が増える可能性はあるが、それが実現するのを待っているばかりでは、いつになるかわからないのが実情であろう。

2) 総合商社の存在

こういった状況を考えた時、日本企業に水ビジネスのノウハウを蓄積する近道としては、総合商社に参加してもらうという方法があり得る。

実際、三菱商事がフィリピンのマニラウォーターによる水供給事業に加わったり、タイの三井物産や中国・四川成都市での丸紅など、海外の水供給事業に日本の総合商社が参画した実績は徐々にではあるが増え始めている。

総合商社が水ビジネスでどこかと組む相手として、もちろん既存の海外水メジャーと組

むという方法もあろう。しかし、大手水メジャーと組むと結局水メジャーの意向につきあわされるだけという危険が増えるのも確かであり、それよりはアジアなどの、しかもややローカルな案件で実績を積み上げていくという方法が適切であろうと考えている。

水ビジネスは利益率の高いビジネスではないし、公共的性格が強いだけにリスクも大きい。総合商社にとっても必ずしも優先度の高いビジネスではないかもしれないが、しかし商社サイドにとっても水ビジネスの成長性は無視できない部分であろう。水ビジネスのノウハウをためてもらふプレーヤーとして当面考えられるのは総合商社が有力だけに、今後の海外水ビジネスでの商社の動向は注目される。

3) シンガポールの水処理企業に関して

海外水ビジネスでは、EPCの発注者側としては当然コストを重要視して調達にあたるが、最低限の要求性能と信頼性を持つ機器を買い叩いてかき集めても、プラントが稼動してみるとトラブルになる例もないわけではない。その点、ハイフラックスなどはイニシャルコストでは多少高くても、故障や不具合が少なく結局全体のコスト低減が期待されることから、高い信頼性を持つ日本製などの機械への関心が高まっており、実際に日本製品の調達が増えている。

近年急成長してきたハイフラックスもリーマン・ショック後の金融危機で事業環境が悪化していたこともあって、資金力・技術力のある日本企業との関係を深めることには前向きであり、一方で日本メーカーは海外水ビジネスで実績づくりのための足がかりを必要としていた。そういう意味ではハイフラックスのようなシンガポールの水処理企業と日本メーカーの協力関係はお互いにとってメリットが期待できるといえよう。

たとえばシンガポールの水処理企業が EPC（エンジニアリング・調達・建設）では商社と組み、そのまま O&M（運転、メンテ）も日本企業がやるという形に進めば海外水ビジネスでの日本企業のノウハウ蓄積のスピードは大きく加速する。

ハイフラックスは大規模な海水淡水化事業なども行っているが、それ以外に中規模クラスの海外ローカル案件もたくさん手がけている。そういった案件であれば日本企業が資金・EPC・O&Mなどでノウハウを蓄積する上での一種の“トレーニング”としても規模的には適当であるといえよう。

3) 日本メーカー側に存在する問題点

水ビジネスに限らず、家電や自動車なども含めた日本のものづくり全体に言えることであろうが、日本メーカーは「コストでは中国製品などに勝てない」ことを前提として高付加価値のハイエンド製品を輸出し、それを買える購買層が増えてくるのに期待するという、「待ち受け型」と言うべき事業スタイルが当たり前になっている。

しかし、韓国企業などはデザインを重視した安いエントリーモデルを投入して最初から自社製品になじませてしまうといった作戦をとっており、この幅の広さが日本企業にない強みとなっている。日本メーカーはハイエンドの製品だけを作るという従来のモデルから、たとえばアジア地域での現地生産であれば「性能はそこそこでとにかく安い」製品を作るような戦略も考える時期に来ているのではないか。もちろん、数年で壊れてしまう製品を現在のブランドでは出せないであろうから、ブランド戦略とも連動した検討が求められる。

R&Dにしても、韓国企業などの中にはたとえばインド向けの製品はインド人にデザインさせるといったような、一種の「R&Dのローカル化」を始める企業が現れ始めている。日本企業は言葉の壁などがあるとはいえ、本当の意味での国際化という面で遅れをとった部分があるのは否めない。

4) シンガポール企業の持つ特性

シンガポール企業の有利な点の一つに、国民のほぼ全てが英語を話せて、しかもバイリンガルであるという点が挙げられる。従って、中国ビジネスでも中国系シンガポール人にとっては母国語で対応できる。

インド系であればタミル系シンガポール人が使えるし、さらに言えばマレー系にとって中東は同じイスラム圏ということになるなど、シンガポール企業はアジアの主要な水ビジネス市場に関して日本企業にはない圧倒的なアドバンテージを持っていることになる。

水ビジネスで世界に手を広げようと思えば、徐々にノウハウや実績を蓄積するという方法のほかにも、こういったアドバンテージを持つシンガポールの会社に対しM&Aを仕掛ける、もしくはアライアンスを組むという手もある。シンガポール企業を買収するなどし、その会社の販路に自社の装置を売らせる形で徐々に実績を広げていくというのは、資金はかかるが現実的な方法の一つといえる

シンガポール政府には海外企業をシンガポールに呼ぶEDBと、シンガポール企業の海外進出をサポートするIEという二つの機関がある。たとえば日本の機械メーカーがシンガポ

ール企業と合併でシンガポールに新しい会社を作ることであれば前者の、その会社が今度はインドや中東に拠点を作るといった場合には後者のバックアップが期待できるのもシンガポールのメリットといえる。

現地会社を買収する、あるいは合併企業を作るというのは海外に進出する上でシンガポールに限らず有効な方法の一つであるが、先に述べたようにシンガポール企業には日本企業にない言語的・文化的なアドバンテージがあることが大きなポイントになっていると言える。

第V章. アジアの水需要と我が国機械産業のビジネスチャンス評価

1. エリア別ニーズと有望性評価

1) 主要エリア別「水ニーズ」特性の整理

第I章・II章でもみたように、アジア地域は水資源の偏在が顕著である一方、水関連インフラの整備も総体的には遅れが目立つことから、今後の水関連施設需要は旺盛なものがあると評価できる。また、いわゆる新興国、別の言い方をすれば「今後の経済成長余地・生活レベル向上余地の大きい国」もまた多いということも今後の水需要拡大、水インフラ設備ニーズ拡大に結びつく。

他の製品市場などと違って水需要は景気動向に左右されるということが比較的少なく、しかも人口が増えれば生活水需要は確実に増大する。第I章でもみたように、アジアに人口増加率が高い国々が多いという事実もアジア地域での水インフラ市場の増大を確信させる要素といえよう。

このように、基本的には「確実に増大する」というシナリオ以外は考えられないといってよいアジアの水ニーズ・インフラニーズであるが、それぞれの地域別特性を整理すると下表のようにまとめられる。

アジア水ニーズ特性の整理

地域	水資源状況	水インフラ普及度	人口増加率	ニーズのポイント
東アジア	やや不足。一人当りは日本の1/2～1/3	地方の上水道整備が遅れ目立つ。し尿・下水インフラは都市部でも普及余地	低い	中国などでは地方における上水道普及が急務だが海水淡水化等の造水プラントニーズも中国沿岸部や韓国などで今後さらに拡大
東南アジア	シンガポール以外は水資源量豊富	やはり地方の上水道整備が遅れており、特に屋内水道の普及度は低い。	比較的高い	豊富な水資源がありながら上水道インフラが不足しており、特に地方部では不足が目立つが、都市部でも潜在需要は大きい。
南アジア	不足。日本の1/3～1/10程度	上水道普及は都市部と地方の差が大きい。	比較的高い	当面は地方の上水道インフラが急務だが、将来的には海淡などの造水系インフラが必要となる可能性もある。
西アジア・中東	行・行は日本の半分程度。湾岸諸国は極端な不足	上水道に関しては整備が進む。地方の下水・し尿整備が遅れ。	高い	水インフラーズの中核は中東・湾岸諸国。これらの国々は人口増加率も高く、継続的な造水プラント整備が必要。再生水の原水としての下水道整備も重要。

出典：第I章で用いた各種統計データ等を下に東レ経営研究所作成

2) 東アジア

中国は WHO 統計による 2002 年段階での上水道普及率が地方では 68%にとどまっており、水インフラとしては最も基本的な上水道インフラ整備のニーズが地方では高いとみることができる。

本調査報告書では第 I 章などで WHO 統計を便宜上「上水道」と訳しているが、直訳すれば「改良された飲料水」であり、「保護された井戸」や「雨水貯留」などもカウントされている。従って、厳密な意味での上水道普及率は 69%という数字をかなり下回ると考えるべきであり、中国の農村・地方部では上水道インフラ整備の潜在需要は非常に大きなボリュームを持つと見なすことができよう。

人口の多い沿岸都市部では水の量的不足も顕著であり、すでに海水淡水化プラントも増えているが、都市部への人口流入状況を考えれば造水ニーズの高まりもまた确实といえ、地方部での上水道インフラ、都市部での造水インフラニーズが今後も増え続けると考えられよう。

海水淡水化などの造水プラントという点では韓国も増加が予想され、すでに釜山では大型プラントの計画が進んでいる。中東ほどの人口増加率ではないものの、水資源的にみて韓国がやや不足傾向にあることを考えれば、(1 人あたり資源量では日本の 1/3 程度) 韓国における海水淡水化はもちろん、ある程度下水道の普及が進んだ都市部ではシンガポールのような下水処理水の再生利用が進む可能性も十分ある。

3) 東南アジア

シンガポール以外の東南アジア主要国は概して水資源が豊富であるが、その一方で上水道インフラ整備は特に地方での遅れが目立つ。フィリピン、タイ、インドネシア、ベトナムといった国々の、地方の上水道普及率はおおむね 6~8 割程度のレベルであるが、前項で触れたようにこの数字の中には雨水貯留といったものも含まれると考えれば、実際の上水道普及率は大幅に低いと考えざるを得ない。仮に「屋内水道」の普及率を上水道普及率と見なして考えれば、地方部での普及率は最も高いフィリピンでも 22%、タイで 11%、ベトナムでは 1%となる。

同じように「屋内水道普及率」を上水道普及率と見なした場合、東南アジアでは都市部にといても決してその数字は高くない。最も高いタイは 80%であるが、フィリピンは 60%、ベトナムが 51%、インドネシアは 31%といった数字であり、東南アジア諸国では地方はもちろん、都市部においても上水道インフラ整備の整備ニーズがかなり高いと考えるべきで

あろう。

水インフラ整備において上水道が最も基本的かつ優先的なものであるとすれば、東南アジア諸国での下水道インフラニーズは当面は都市部に限られたものになると考えられ、「まずは上水道整備」という状況がしばらくは続く公算が高い。

4) 南アジア

インドやパキスタンといった南アジア諸国は東南アジアと同様にまず上水道インフラを普及させることが優先される状況にあるが、東南アジアとの大きな違いは水資源そのものも十分とはいえない点である。人口の増加ペースが東南アジアと同程度に高いことを考え合わせれば、将来的には水不足が深刻化する可能性が高いエリアといえる。

淡水資源だけでは賄えずに、今後は海水淡水化などの造水プラントを整備する必要に迫られることも十分考えられ、すでに小規模プラントの設置例もある。ただ、中東諸国と違って資金面がネックとなっており、また、下水道の普及率が低いことから下水処理水の再生利用といった都市型造水の導入もしばらくは見込めない。

しかし、これらの国々が現在のペースで人口が増え続け、今後上水道インフラの整備も徐々に進んで行けばいずれは水資源そのものの深刻な不足という状況に陥る可能性は高いと見られ、将来的には造水ニーズの高まるエリアと考えることができる。

5) 西アジア・中東

西アジアは同じイスラム圏とはいえ、イランやイラクなど、やや中央アジア寄りの地域とアラビア半島周辺国の間ではニーズにもかなり差がある。イランやイラクなどの国はインド・パキスタンなどよりも水資源的に若干恵まれており、上水道普及率も高い。従って、特に都市部などでは上水道インフラ整備という段階はある程度クリアした市場と見なすことができ、今後はむしろ下水道整備ニーズが高まることが考えられる。

一方、アラビア半島周辺諸国は水資源に恵まれていないため、古くから海水淡水化に力を入れてきたが、人口増加率が特に高いエリアでもあることから今後も海水淡水化や下水処理水の再生といった造水プラントに対する旺盛なニーズが続くことは間違いない。

本調査の対象とはなっていないが、中東よりさらに西の北アフリカ諸国などでも状況は似ており、中東から北アフリカにかけてのエリアが今後長期にわたって海水淡水化などの造水プラントの巨大マーケットを形成し続けることになると考えられる。

2. 我が国機械産業と海外水ビジネスの整合性

2-1. 我が国機械産業に対する評価

1) 競争力評価ポイントの違い

我が国の機械産業が世界で現在のポジションを築くまでには「より高い技術による、より優れたものづくり」を追求した長い歴史があり、それが現在の「日本製品の高い品質」という世界的評価に結びついている。この考え方は日本の機械メーカーの間にあまりにも深く浸透してしまっており、「より良い性能、より高い技術」を追求するのはもはや日本メーカーの体質そのものになっていると言える。

人件費の高さで製品のコスト競争力が相対的に弱くなったとすれば、それをカバーするのもまた「最先端技術によって、より高い性能・品質を実現すること」になり、結果的に我が国の機械製品の多くが世界的に見ればハイエンド・クラスの高級ハイグレード製品とみなされている。

しかし、海外の上下水処理プラントや造水プラントの元請企業が重視するのは技術よりもコストであり、技術的信頼性や性能といったスペックが重視されるのは高圧ポンプや RO 膜など、一部の資器材に限られる。しかも、“重視”とはいってもこれは他の装置・機材、あるいはプラント全体と比べた場合の相対的なものであり、実際に高圧ポンプや RO 膜であっても調達先決定に際してはコストが大きく影響するのは言うまでもない。結果的に日本製装置の多くは「コストが高く、オーバースペック」と見なされてしまうことになる。

コストの高さももちろん問題であるが、性能や信頼性に対する考え方自体に海外発注サイドと日本企業との間で乖離が存在する可能性もある。たとえば、他国製の装置コストが日本製の半分であり、耐用年数は他国製が 10 年、日本製が 20 年であるといったような場合、通常の場合であれば「2 倍高いが、逆に 2 倍長く使える」という信頼性と耐久性の高さが日本製装置のアピールポイントになる。

しかし、「長く使える」ことが本当にアピールポイントになるか、というのがここでいう“乖離”である。たとえば、情報通信機器のように技術環境が年々早いスピードで進む世界では装置更新のサイクルも早いいため、仮に「20 年使っても壊れないパソコン」を作ったとしても評価されない。

水処理のようなプラント関連装置類はパソコンと違って、本来であれば高い耐久性は重要な評価指標であったが、シンガポールのヒアリングなどではそういった考え方にも徐々に変化の兆候がみられる。

たとえば、膜の性能やコストひとつ取ってみてもこの10年・20年間で劇的な変化を遂げており、そもそも20年前であれば膜が海水淡水化の主流になることも、下水処理水の再生利用などといった技術の出現も予測は困難であったといえる。

このように、水処理マーケットも技術進化のスピードは早くなっており、それはプラント設計の考え方自体にも影響を与える。「プラント全体の寿命の間に装置は最低1~2回リプレイスする」という前提に立てば、最初を買うのは耐用年数10年の安い装置で問題ないといったケースも十分ありえる。

そうなる「長く使っても壊れない耐久性の高さ」という品質の良さが「耐用年数に達する前に陳腐化するリスク」につながり、単なるオーバースペックにとどまらず、むしろマイナス評価に結びつく恐れすらある。

我が国機械メーカーの多くは安い新興国製品などとの競争の結果、「高付加価値・高性能のハイエンド・クラス市場」を狙わざるを得ない状況になりつつあるが、「高性能」という評価はどんな国・どんな市場でも一様に得られるわけではない。ここで挙げた「耐久性の高さ」の例のように、日本メーカー側の目で見れば高い技術を注入した高いスペックであっても、同じものをユーザー側から見れば「不必要な機能を搭載した、価格の高い機種」という“乖離”した評価に結びつく可能性がある。さらに言えば、そのように技術進化の激しいマーケットにおいても「価格の安さ」という部分だけは評価の“乖離”が決して発生しないものであることも念頭に置く必要がある。

2) 国際化努力の不足

「高コスト」「オーバースペック」といった声と並んで、我が国機械メーカーに対する指摘が多かった点として、海外でビジネスを獲得する上での基本的な取り組みが不足しているということが挙げられる。

ここでいう「基本的な取り組み」とは海外ユーザーに対して自社の存在、そして自社製品や技術の良さを知らせる等々、海外顧客とコミュニケーションし、海外に市場を開拓しようとする取り組みである。

海外事業展開を進めようとするれば海外向けPRや海外顧客等とのコミュニケーションは避けて通れないものであり、それは水ビジネスに限ったことではない。だが、実際にはシンガポールの水処理企業などは日本の機械メーカーに関する知識はほとんど持っておらず、どんなメーカーがどんな技術を持ち、どんな装置を作れるかといった知識も皆無に等しい状態にある。

シンガポールの水処理企業がここ数年の間に世界の水ビジネスで急速に存在感を強めて

いる理由の一つとして、シンガポール国民のほとんどが英語+母語（主に中国語、マレー語、タミル語）のバイリンガルであるということが挙げられ、これが海外マーケットの開拓に際して有利に作用していることは確かである。

一方、我が国の機械メーカーはすでに言語という点で海外顧客とのコミュニケーション上不利な立場にあることは確かであり、言語や文化の差といった問題は企業レベルで解決できない問題であることもまた確かである。

しかし、海外水ビジネスを展開しようとするれば、海外顧客に対して自社技術や自社製品の PR を行い、その上で技術折衝や価格交渉など、さらに深いコミュニケーションを避けて通ることはできない。そして、少なくとも水ビジネスという業界において、我が国の機械メーカーにそういった国際的コミュニケーションの努力が決定的に不足していると思われているのは事実である。

「日本の膜メーカーの名前は知っているが、機械メーカーの名前は全く知らない」という、海外におけるこの知名度の差は膜メーカーと機械メーカーの実績の差であり、我が国機械メーカーが海外水ビジネスでシェアを広げれば自ずと知名度も高まるという考え方も不可能ではないが、海外 PR や海外顧客とのコミュニケーションといった問題はいわば「シェア拡大以前の問題」であり、これは技術や品質の高さで解決する問題ではないことを認識する必要がある。

2-2. 我が国機械産業が抱える問題点

1) コスト競争力の不足

海外においても、国内においても、日本の機械産業が海外水ビジネス進出上最大かつ決定的なネックとして指摘されるのがコスト競争力の不足である。これは個々の装置レベルでも、プラント受注というレベルでも指摘されるポイントであり、少なくともコスト競争力を現状より相当アップさせない限り、他の方策にいかん注力しても日本の機械メーカー・プラントメーカーが海外の水ビジネス市場でシェアを広げるのは難しいと考えざるを得ない。

もちろん、コスト競争力は品質や信頼性といった要素と不可分のバランス要素であり、価格さえ安ければ受注できるというものではない。しかし、ヒアリングなどでも指摘されているように、水処理プラント関連装置でコスト以上に性能が重視される部分は少ないのが実情であり、水ビジネス市場でのキーデバイスの存在となっている RO 膜においても、性能、信頼性、ブランドといった評価要素と並んでコストの安さが重視される。

日本メーカーの場合、国内人件費が高いという悪条件もあって海外メーカーと真正面からコスト競争するのは難しい部分があるのは確かであり、家電や自動車といった製品であればそのコスト上の不利を「高い技術」「高い付加価値」という方法で補完することも可能であった。

しかし、前述のように水処理プラント装置というマーケットでは「高い付加価値」で勝負できる余地が少ないと見なされており、「海水淡水化用の高圧大流量ポンプなどの一部の機械を除けば、あとの装置類は安い中国・インド産でも十分間に合う」という考え方が支配的になっている。

このように、先端技術競争という要素が希薄な水ビジネスマーケットにおいて我が国機械メーカーが存在感をアピールしようとするれば、目指すべき方向性は大きく二つに限られるとあって良い。

その一つは新興国製品などと競争できるレベルのコストダウンを実現することであり、もう一つは水処理業界の定説を打ち破るような、あるいは他社がまったく真似できないような画期的新技術でコスト面での不利を打ち消すことである。これについては後に詳述するが、いずれにしても「コストは高いが性能の良さで勝負」という考え方に固執しては、海外水ビジネスでのシェア獲得は難しいと考える必要がある。

2) 実績・ノウハウの不足

我が国の機械メーカーが海外の水処理プラント設計・建築請負企業（EPC）を相手にした装置販売ビジネスを展開したいと考えた場合、前項で述べたようにコスト競争力アップが不可欠になる。もしそれが実現すれば、新興国などのメーカーと伍して受注競争に加わることは可能になるが、実際には装置販売に限ったビジネスでは EPC からの厳しいコスト要求をクリアすることが必要になる。

こういった構造は EPC としてプラント建設そのものを受注したとしても基本的には変わらない。膜、装置、あるいはプラントといった“ハード売り”型のビジネスは厳しいコスト競争を常に強いられる立場にある。また、こういった装置販売や EPC といったマーケットは第Ⅱ章で見たように、水ビジネス市場のごく一部であり、マーケットの大半は「プラント運営管理」「水売り」「水道事業運営」といった部分で占められる。

現在我が国現在我が国で論議されている「和製水メジャー」という方向性も、運営ビジネスにおける日本企業の地位拡大を狙ったものといえるが、海外水ビジネスで「脱・ハード売り」「事業運営型プレーヤー」を目指すとするれば、日本企業にはそのノウハウが決定的に不足している。我が国のプラントメーカー・機械メーカーで、水処理プラントあるいは

装置を“納品”した実績を持つ企業は多いが、その後の事業運営を10年・20年といったレベルで担当した実績は国内外を通じてないに等しい。

「企業による公共水事業」という土壌のなかった日本の場合、水事業運営ノウハウは自治体が持っており、自治体が海外水ビジネスに関与するビジネスモデルの模索も始まっている。従って、将来的には自治体の運営ノウハウと装置・プラントメーカーのハード供給機能を合体させた企業体が日本に誕生することを期待することはできる。また、自治体が水道事業を民間に委託するという例も徐々にではあるが現れていることから、ある程度時間をかければ我が国でも水事業運営のノウハウを蓄積した民間企業が成長するというシナリオを想定することも可能であろう。

しかし、海外の海水淡水化や上下水プラントの競争入札においてはノウハウやコストなどと並んで過去の実績が条件になるケースが多い。入札参加資格条件に「●万 m^3 /日以上の水処理プラントの運営実績を○カ国以上で有する」といった項目が設けられたとすると、現在の日本企業でこの条件をクリアする可能性があるのは総合商社などに限られ、機械メーカーは事実上の門前払いに近い状態になる。上述のように自治体の水事業運営ノウハウと機械メーカーの技術を組み合わせた事業体を作ったとしても、実績がなければ入札にすら参加できない状態が続くことになる。

機械業界に水事業運営ノウハウが不足しているという問題、仮にその不足を自治体などのジョイントで補完したとしても過去の運営実績が不足している問題は、日本企業だけで解決することは難しい問題といえる。特に、この問題を短期的に解決しようとするれば、海外企業との提携といった方向に活路を見出さざるを得ないと考えられるが、この点についても「3. 我が国機械産業としての水ビジネスアプローチ考察」で詳述する。

3) ローカル体質

我が国の機械・プラントメーカーがアジアをはじめとした海外水ビジネスで主要なプレーヤーになるための課題として、今回調査で指摘する声が多かったのが「日本の企業はまだ国際的感覚が希薄である」「本当の意味での国際企業になっていない」といった問題である。これは機械産業に限らず、日本企業全体が持つ一種の体質といえ、前項で指摘した「国際化努力の不足」とも密接につながる問題といえる。

企業の国際化の“度合い”は通常、海外事業ウェイトの高さや海外法人の数などを指標とすることが多く、そういう意味では日本の機械メーカーの多くが十分「国際企業」であるといえるが、本調査で指摘された「日本企業の国際化の遅れ」は特に人的リソースと結び付けられる。

たとえば、日本企業が受注して海外に建設するプラントを考えた場合、そこで働く現場作業員たちはほとんどが現地で集めた外国人で占められるとしても、現場のマネジメントやエンジニアといった担当者にどれだけの外国人がいるかと考えれば、多くは日本人によって占められているというのが現状であろう。こういった傾向はプラント建設現場だけではなく、海外顧客との交渉などにおいても基本的には変わらない。

ハイフラックスなどのシンガポール企業が海外水ビジネスで成功している要因の一つも効率的な人的リソースの活用にあるといえるが、この場合は日本企業とは逆にエンジニアはもちろん、そのマネジメントまで積極的に外国人に任せているということが大きなポイントになっている。

外国人・現地人に任せる業務のウェイトを増やすという“現地化”は水ビジネスに限らず、海外事業展開においては重要な問題であり、どの企業にもあてはまる正しい解は存在しないといえる。ただ、海外の水ビジネスにおいてはシンガポール企業に限らず、フランスなどの水メジャーも積極的に現地社員の活用や現地企業との提携などを進めており、「自国人ウェイト」は日本企業よりも相当低いとみられている。

繰り返すように、現地化をどこまで進めるかという問題は企業の特質やビジネスの特性にも影響される要素であり、正しい最適解を提示できる性質のものではない。しかし、現地人や現地企業を積極的に活用することは前述のコスト競争力の向上にも直結する問題であり、日本企業が海外水ビジネス展開を真剣に考えようとすれば避けて通れない課題であるといえよう。

3. 我が国機械産業としての水ビジネスアプローチ考察

3-1. 水ビジネスアプローチ戦略の考察

前項で考察したように、我が国企業、特に機械メーカーやプラントメーカーが海外水ビジネスで成功するためには克服すべき課題は多く、しかもそれらの課題には短期的にはクリアしづらい、体質的・構造的な要素も含まれている。逆に言うと、ほとんどの課題は日本企業が拠り所とする「高い技術力」では解決できないばかりか、一企業の努力という範囲を超えた問題も少なくない。

ここでは前項の考察を踏まえて我が国機械メーカーが海外水ビジネスに進出する上での課題対応策について、大きなテーマごとに検討していく。

1) コスト競争力の強化

コスト競争力のアップは単独企業の努力にかかる問題であり、企業レベルで達成しなければ意味がない問題でもある。しかし、水ビジネスにおいて日本製プラントや装置に求められるコストダウンは通常の日企業同士でのコスト競争のレベルを超えていると考えるべきであり、これを実現するための方向性は大きく二つに分けられる。

①海外企業の活用

新興国製品に伍するコスト競争力を達成しようとするれば、ある程度“劇的”なコストダウンが必要であり、そのためには国内自社生産という考え方自体を変えることを検討する必要がある。

海外の企業に装置の製造や施工などを委託するという方法を取り入れている日本の機械・プラントメーカーはすでにかなり多いと考えられる。ただ、水ビジネスにおいては開発や設計を国内で行い、製造や据付を海外メーカーに委託するという方法では現在のコスト差を埋めるには不十分ということも考えられ、開発や設計といった部分から思い切って海外外注比率を高めるという方法も必要になる可能性がある。

②スペックダウン

海外メーカーを活用することである程度のコストダウンは可能になるが、さらなるコスト競争力アップのためには必要な機能・性能を見極め、時には思い切ったスペックダウンをする“勇気”も求められる。

特に、性能競争よりはコスト競争という性格の強い海外水ビジネスマーケットにおいては、すでに述べたように日本製の高性能の機械は「高コストでオーバースペック」という

指摘も多く、現在の高いスペックが競争力向上に寄与しているかどうかは十分再検証しなければならない。

高付加価値の追求を続けてきた日本メーカーの設計エンジニアにはコストダウンのために思い切ってスペックダウンするという設計思想自体がなじまず、「低コスト・ロースペック」型装置を作ることにかけては新興国メーカーの方がむしろノウハウを持っているという可能性も十分ある。そういった点からも前項で述べた「設計・開発段階から海外外注」という方法論が意味を持つことになる。

2) 人材育成

①自社の水ビジネス人材補強

我が国企業の場合、水ビジネスにおける必要機能のうち機械・プラントメーカーが担うことが可能なのは実際には一部であり、残りの必要機能は総合商社や膜メーカー、自治体、金融機関等々に分散している。従って、機械メーカーの中には海外プラント建設経験のあるエンジニアはいても水ビジネスを総合的にプロデュースできる人材はほとんど存在しない状態にある。

後項で触れるように、自社に不足した機能は他社で補完することは可能であるが、機械メーカーとして独自の存在感を発揮しようとするれば、自社内にノウハウを蓄積することは不可欠となる。ただ、これを自社の現有リソースのみで進めようとするれば時間がかかることは避けられず、長期的な事業スタンスが必要になる。

短期的かつ現実的な解決策としてはノウハウの豊富な海外人材を招くということも一つの選択肢となり得る。ただ、水ビジネスノウハウの豊富な海外人材の多くは日本語でのコミュニケーションが不可能であるという前提に立てば、海外人材を取り入れて短期で成果を出せるかどうかは受け入れ側企業のグローバル体質自体が問われるともいえよう。

②海外人材の育成

海外水ビジネスにおいて自国以外の海外人材を積極的に活用し、権限を持たせることは自国内人材リソースに制約のあるシンガポール企業などでは当然のこととして行われているが、日本企業では依然として「ローカル体質」が強いという指摘は多い。

しかし、現地人材を登用することによって現地顧客とのコネクション形成やネゴシエーションがスムーズに進むという期待は大きく、日本人社員を大量に現地駐在させるよりコスト面でもメリットが大きい。

また、現地での人材採用には別の重要な側面もある。2008年にヴェオリアがサウジアラビアのリヤドで受注した排水回収システムにおいては、専門家チームによるシステムの運

営・管理を行うためのサウジアラビア側人材の育成ということが受注獲得の大きなポイントになったとされている。

建設後のプラント運營業務を受注できたとしても、その業務をすべて日本人が行っているのではコストが合わないのは当然であり、自らが建設したプラントで現地人材を研修させながら運転管理オペレーターを育成することは長期の管理業務を担当する上では不可欠になる。ヴェオリアの例は、そういった現地人材の育成自体を商談上の有利な材料として活用した例といえ、我が国企業が現地人材育成を考える上でも示唆に富む事例といえよう。

3) グローバルレベルでの自社 PR

水ビジネス市場において我が国機械産業の技術力に対する評価は高いが、個々の企業レベルでの地名度となると、極めて低い。水ビジネスにおいて存在感を発揮し、海外受注を増やそうとすれば海外顧客に対する自社 PR もまた不可欠となる。

海外向けに自社 PR を行おうとする場合、効率的な方策の一つとして指摘できるのが国際的な水関連イベントへの参加である。こういったイベントへの参加は、海外に自社技術を PR するチャンスであると同時に、海外技術や企業動向の情報収集の場としても有用といえる。

シンガポールの Water Week などはその代表的なものであり、2009 年の Water Week には日本からもかなりの事業者が出展している（2010 年は 6 月 28 日～7 月 2 日開催）が、国際的な水ビジネスへの関心の高まりから Water Week の開催規模は年々拡大している。自社技術の PR や情報収集、海外企業との提携コネクションの形成など、様々な利用方法が考えられるだけに、海外水ビジネス展開を考える企業は積極的に検討する価値があろう。

4) 自社不足機能の補完

コストダウンや人材のグローバル化、あるいは海外向け PR などを企業単位で進めたとしても、現実には日本の機械・プラントメーカーが海外水ビジネスで成功するためには不足する部分は少なくない。そういった不足部分を補完するために他企業などと手を結ぶのは当然といえ、以下のその方向性について整理する。

①国内企業等との提携

自社に不足した機能を補完する方法として国内の企業等との提携や合併といった方法は最も現実的なものといえる。すでにその動きは日本企業相互の間ではもちろん、自治体な

どを含めた産官共同の取り組みの模索も活発化しており、こういった動きの大規模な事例として本報告書第Ⅱ章では「海外水循環システム協議会」や「チーム水・日本」などの動きに言及した。

しかし、案件の受注獲得ということで考えれば、こういった大規模な取り組みよりも個々のプロジェクト単位で適切な相手と組むことが実践的といえる。もともと、日本企業は海外プラント建設などでは、たとえばプラントメーカー・総合商社・金融機関などがプロジェクト単位でコンソーシアムを組むというのが普通である。そういう意味では水ビジネスにおいても「自社不足機能を補完」するために「自社不足機能」を持った国内他社と組むという方法論は不可欠なものといえる。

②海外企業との提携・M&A

海外水ビジネス、特に事業運営部分での実績が我が国企業不足しており、実績がないことという障害が新しいビジネス獲得も阻むさらなる障害につながることはすでに触れた通りである。この問題を解決するには入札条件の緩い小規模案件から少しずつ実績を重ねながら徐々に大規模案件の獲得に進んでいくというのがいわば「正攻法」といえるが、この方法は長い時間がかかることが避けられない。

短期間でこの問題を解決するには、すでに海外水ビジネスの豊富な企業を買収し、その実績や販路を自社に取り込むというのが最も効率的なのは確かであり、すでに海外の水処理関連企業の M&A という動きは日本企業の間でも活発化している。

海外企業の M&A が重要なもう一つの理由は、それによって我が国企業に不足しているグローバル体質の強化につながることを期待できる点にあり、「現地ビジネスを現地社員・エンジニアを使って進める」という体制が短期間で整備できる。

水ビジネスの実績が多い海外企業と提携・共同事業化して実績を重ねるという方法も現実的な方策としては十分考えられる。日揮がシンガポールのハイフラックスと共同で中国・天津での海水淡水化事業を獲得したのをはじめ、他の地域での共同事業展開も図っているのはその好例といえる。

もちろん、共同事業や提携は相手側にもメリットがなければ成立しない話であるから、資金あるいは技術など、日本企業側が何を提供できるかも重要になるのは言うまでもない。

5) ワン・アンド・オンリー技術

これまで 1) ～4) で述べてきたコスト競争力向上やグローバル人材育成、あるいは他社との提携等々のポイントは、そのどれもが多かれ少なかれ「技術・ものづくり」を強く志向してきた我が国機械産業に対して基本的な考え方の変化を求める部分がある。

しかし、高い技術でいいものを作るというこれまでのものづくり志向の延長が水ビジネスで完全に通用しないわけではなく、「高い技術力で勝負する」という考え方を水ビジネスにあてはめる余地はある。そこで重要なのは、その技術が他社より優れているというレベルではなく、極めて高い独自性を持ち、他社が真似できないものであるということである。いわば「程度の差ではなく次元の差」といえるだけのワン・アンド・オンリーの技術を獲得することが求められるといえる。

同じ技術の土俵の上で“程度の差”を競うということは、いずれ他社に抜き返される可能性を持つ性能競争ということに他ならない。これはそのまま高付加価値競争となって企業からコスト競争力を奪うだけではなく、前述のようにオーバースペック競争につながる危険性も高い。

技術で勝負するのであれば、それまでの水処理プラントになかったような斬新な技術を開発すると同時に、それを他社に真似させない仕組み、その技術を使うためには必ず開発メーカーから調達しなければならないような仕組みを構築する必要がある。

水処理プラント関連技術の世界で、そのようなワン・アンド・オンリー技術が出現する余地は広いとは言えない。しかし、これまでのように「他社より良いもの」という“程度の差”型の技術競争を続けながら、同時にコスト競争力も高め続けることは、我が国機械メーカーにとっては困難な道であることを認識する必要があるだろう。

3-2. 水ビジネス進出目標の明確化

我が国の機械・プラントメーカーとしての海外水ビジネスアプローチ方策について前項で様々な考察を行ったが、アプローチ方策と並んで重要になるのが企業として水ビジネスに進出するスタンスである。これは別の言い方をすれば水ビジネス市場においてどんなプレーヤーになりたいかという目標を明確化することに他ならず、その目標によって求められる方策にも違いが出てくる。

水ビジネス進出スタンスをどこに見出すかは、企業が持つ経営資源によって異なってくるが、機械産業という立場に立っていくつかの形に分類すると大きく 3 タイプにまとめることが可能であろう。

①「和製水メジャー」型

ヴェオリアやスエズ、あるいはハイフラックスやセムコープなどと同じように、海外の水処理案件の元請け事業者を目指す考え方であるが、我が国の機械・プラントメーカーが

単独でこれを実現するのは相当難しいと言わざるを得ず、現実的には総合商社などと組んだ「和製元請けコンソーシアム」の一員となるといったスタイルになることが想定される。

しかし、実際にはこのような「和製元請けコンソーシアム」も存在しない状態であるから、元請け志向で海外水ビジネス市場に参入を考える場合は単に機械・プラントメーカーとしてハードのコスト競争を勝ち抜くというだけではなく、長期の事業運営を前提とした採算モデルの策定や海外外注ネットワークの構築など、日本企業に決定的に不足している多くのノウハウを新たに、しかも急いで蓄積する必要があり、当然のことながら海外企業のM&Aや他社人材の招聘といった方法論も組み合わせる必要があるだろう。

②「装置・プラントサプライヤー」型

①とは逆に、完全な“ハード売り”に徹するという考え方であり、機械・プラントメーカーとしての従来の事業の延長線上で海外水ビジネスを捉える考え方といえる。すでに保有している技術や人材といったリソース、ノウハウを生かして事業参入リスクも比較的低いと言えよう。

ただ、装置・プラントサプライヤーに徹することは、プロジェクトの元請け企業から“買い叩かれる”立場であることを意味し、新興国メーカーなどとの厳しいコスト競争に勝ち抜く必要がある。従って、自社のコスト競争力の大幅アップは不可欠となるが、厳しいコストダウンは企業の体力そのものを奪うことにもなりかねない。優位に事業を進めるためには装置サプライヤーとして世界のワン・アンド・オンリー技術を持つ努力も必要となるだろう。

③「サプライヤー+オペレーター」型

EPC ないしはそれに近い立場で自社の装置・プラントを納品しつつ、その後の長期的な運転管理受託で安定的フィーを得るといった形であり、いわば①と②の中間型ともいえるスタイルといえる。自社装置納入+その後の管理・メンテ受託というのは我が国機械メーカーが慣れたスタイルでもあることから、海外水ビジネスで装置売り以外にまで自社事業を拡大したい機械メーカーにとっても取り組みやすい印象がある。

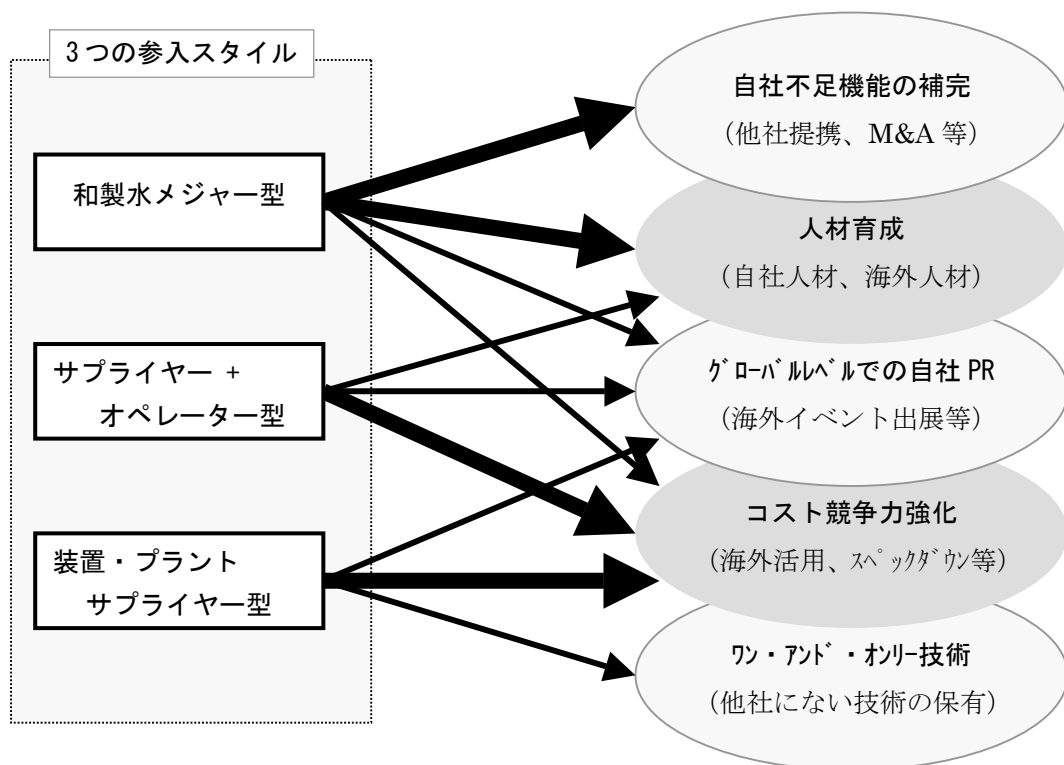
しかし、現実にはこのスタイルも厳しいコスト競争が避けられない。水処理施設の元請け企業はプラントの設計・建設から運転管理、水販売事業までを請け負うが、実際にはこれらの中で自社社員が担当する部分のごくわずかであり、ほとんどは安い専門業者に外注する。

当然、プラントの運転管理や保守・メンテに関しても最も安い企業に委託するという形をとっており、「装置あるいはプラントのメーカーである」ことがその後の管理やメンテを長期受託する上での有利な条件にはほとんどならないとみられる。逆に言えば、自社製プラントを作ったとしても、その後の運転管理受託のためにはプラント受託と同様の価格競争に直面することになり、「安く製品を納めた“出血”分をその後の管理・メンテで補う」

といった日本型従来スタイルは通用しないと考えなければならない。

3-3. 水ビジネス進出に向けた留意点

3-1項で考察した我が国機械産業の水ビジネスアプローチ上のポイントは、前項でみた水ビジネス進出目標によって重要度にも差が出てくる。その関係性を示したのが下図であり、特に絶対必須条件と考えられる部分は太線で強調している。



ヒアリング結果等を元に東レ経営研究所作成

たとえば、上図の装置・プラントサプライヤー型、つまり純粋なメーカーとして水ビジネスに進出するような場合は、基本的には技術や人材等は既存のリソースで打って出ることが可能であるが、大幅なコスト競争力の強化が不可欠であり、しかも他社にない技術的な強みを持っていることが望まれ、しかもハード売りビジネスであれば海外顧客に対するPRも必要となる。また、水メジャーに伍して元請受注を目指すのであれば、自社人材・海外人材の育成はもちろん、他社との提携やM&Aなど、自社にない機能を積極的に取り込む努力も不可欠になる。

このように、水ビジネスへの参入スタイルや目標が異なっても、そこにはそれぞれ

厳しいハードルが待っており、海外水ビジネスへの容易なアクセスルートは存在しないと
言ってもよい。しかし、海外水ビジネス市場が今後確実に急成長する市場であり、我が国機
械産業にとってそのマーケットが重要であることもまた確かである。

そのためには、「水ビジネスプレーヤー」としての目標が装置サプライヤーであろうが、
元請け企業であろうが、いずれにしても海外水市場が「ビジネスになる」までの期間を長
く捉える必要がある。「何年かトライして、芽が出なければ撤退する」といったスタンスで
は海外水ビジネスでの成功はおぼつかない。

すでに述べてきたように、海外水メジャーと我が国企業との実績やノウハウの差は極め
て大きく、この差を埋めるためには一企業としてはもとより、国のバックアップを含めて
長期的な取り組みが続けられなければならない。そういった意味では、ここ 1~2 年の間に
急速に高まった海外水ビジネスに対する関心が一過性のブームで終わるのか、それとも長
期的取り組みを経てビジネスとして結実するかという問題は、我が国機械産業の真価が問
われるテーマともいえよう。

非 売 品

禁無断転載

平 成 2 1 年 度

アジア諸国における水需要の急拡大に伴う

機械産業の事業機会探索調査報告書

発 行 平成22年3月

発行者 社団法人 日本機械工業連合会

〒105-0011

東京都港区芝公園三丁目5番8号

電 話 03-3434-5384

株式会社 東レ経営研究所

〒279-8555

千葉県浦安市美浜一丁目8番1号

電 話 047-350-6149