

【産業競争力懇談会 2007年度推進テーマ報告】

水処理と水資源の有効活用技術

【急拡大する世界水ビジネス市場へのアプローチ】

2008年3月18日

産業競争力懇談会（COCN）

1. はじめに

「21世紀は水の世紀」と言われるように、「水」への関心が非常に高まっている。

- 1) 安全な水の供給と、衛生設備（下水処理）の普及は、発展途上国において切実な問題となっており、国連などで支援の必要性が訴えられている。先進国でも水資源が欠乏している地域が多く、また水環境の汚染が深刻化するなど、下排水処理を含め「水」問題が国家の重要テーマである地域は多い。
- 2) 水問題は、食料問題並びにエネルギー問題と一体化した世界的課題であり、食料とエネルギー資源の他国依存度の高い我国は、国家戦略として水ビジネスを推進する必要がある。
- 3) こうした関心の高まりに合わせ「水ビジネス」が急拡大しており、世界的な競争が始まっている。代表的なグローバル企業としては以下が挙げられる。
 - ① 欧州の水メジャー
 - ② 新規にM&Aで進出する欧米企業
 - ③ 国家戦略と連動して取組む企業

上記の状況下において我国は、世界の動きに追随するのではなく、技術の強みを活かした新たな水ビジネス産業を育成し、近い将来日本の有力な輸出産業とするため、政府及び関係諸機関の全面的なバックアップ体制の構築が必須である。

2. 世界水ビジネスの事業領域・形態と市場規模

1) 事業領域

水ビジネスの裾野は広いがCOCNが対象とする事業領域は、日本の技術が活かせる高度処理、海水淡水化、再利用の各技術を使った、都市用水（上下水、工業用水）と農業用水である。水資源不足、市場の成長性及び技術対応力を鑑み、COCNとしてはこの領域を中心的なターゲットとする。

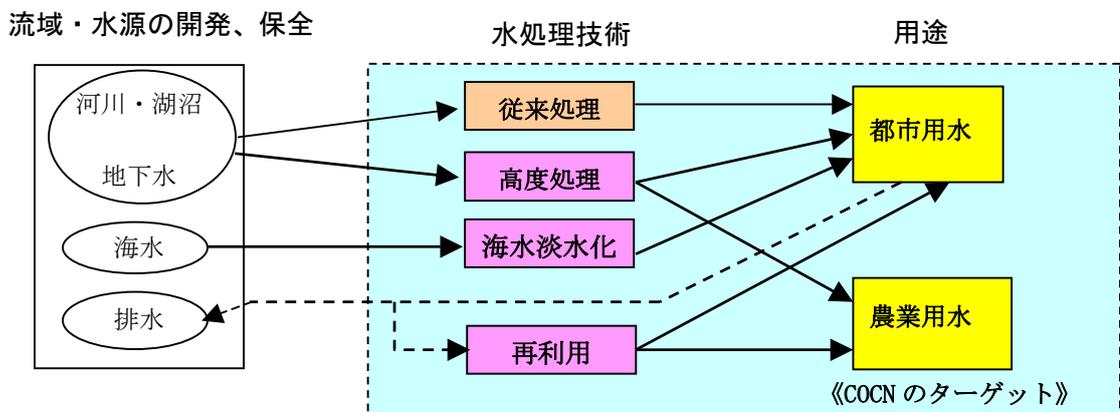


図-1 水ビジネスの事業領域

2) 世界水ビジネスの市場規模

世界水ビジネスでは、管理・運営分野の市場規模が大きいですが、現状ではこの分野での日本企業の実績はほとんど無い。今後装置分野、建設分野の拡大に併せて、管理・運営分野へのアプローチが我国としての喫緊の課題である。

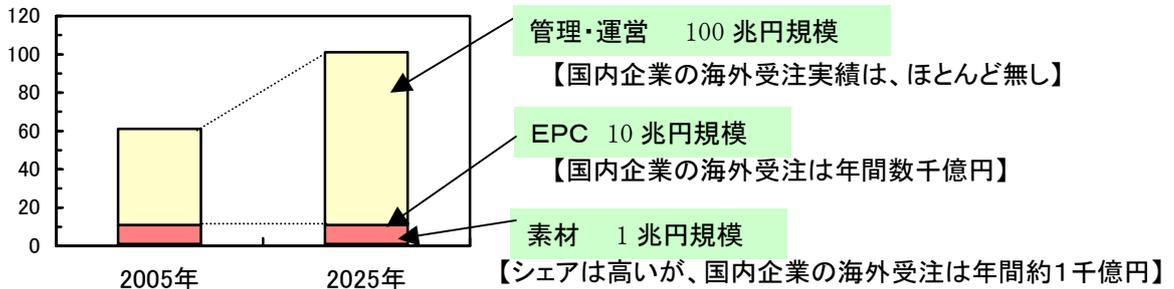


図-2 世界水ビジネスの規模 [(株)東レ推定]

3) 水ビジネス展開における課題

国内の上下水道事業で、個々の民間企業の実績、ノウハウは限定的である。今後世界市場で存在感を示すには、施設所有から顧客管理までを包括的に取り組む必要がある。世界水メジャーは、コスト削減手法やリスクヘッジ手法、またこれらを担保する長期契約手法にノウハウを有している。

表-1 様々な上下水道事業の形態

契約形態	施設所有	サービス水準設定	料金設定	事業経営	投資	EPC (素材)	運転	メンテナンス	顧客管理
コンセッション契約	■	■	■	■	■	■	■	■	■
アフェルマージュ契約	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PFI	■	■	■	■	■	■	■	■	■
O&M契約	■	■	■	■	■	■	■	■	■

欧州水メジャーは様々な契約形態に対応

日本企業は、破線内業務について国内での上下水道分野で経験はあるが、海外での実績はなし

(参考) 世界水ビジネスに積極的に進出している企業

① 欧州水メジャー

- ・ ベオリア・エンバイロメント (仏) …水道、廃棄物、エネルギー、公共輸送のコングロマリット。水道分野では、スエズと共に、世界最大級の管理・運営会社。アジアにも積極的。
- ・ スエズ (仏) …エネルギー、水道、廃棄物のコングロマリット。

② M&Aによる新規参入型

- ・ GE (米) …膜・システム会社の買収による世界展開。海水淡水化と再生水を狙う。
- ・ シーメンス (独) …膜会社買収による水事業強化。東欧、アジアに進出。

③ 国家戦略型

- ・ シンガポール…水産業の開発と成長が国家方針。世界水産業の拠点目指す。
- ・ 韓国 …ドーサンが海水淡水化を核に海外展開を指向。

3. 世界水ビジネスへのアプローチ

世界の水事情は非常に多様であり、日本企業の特徴を踏まえた地域ごとの分析と戦略構築が重要である。世界で水ビジネスを展開するには、アジアとMENA諸国（中東・北アフリカ）が有望な市場であり、以下のように区分して検討する。

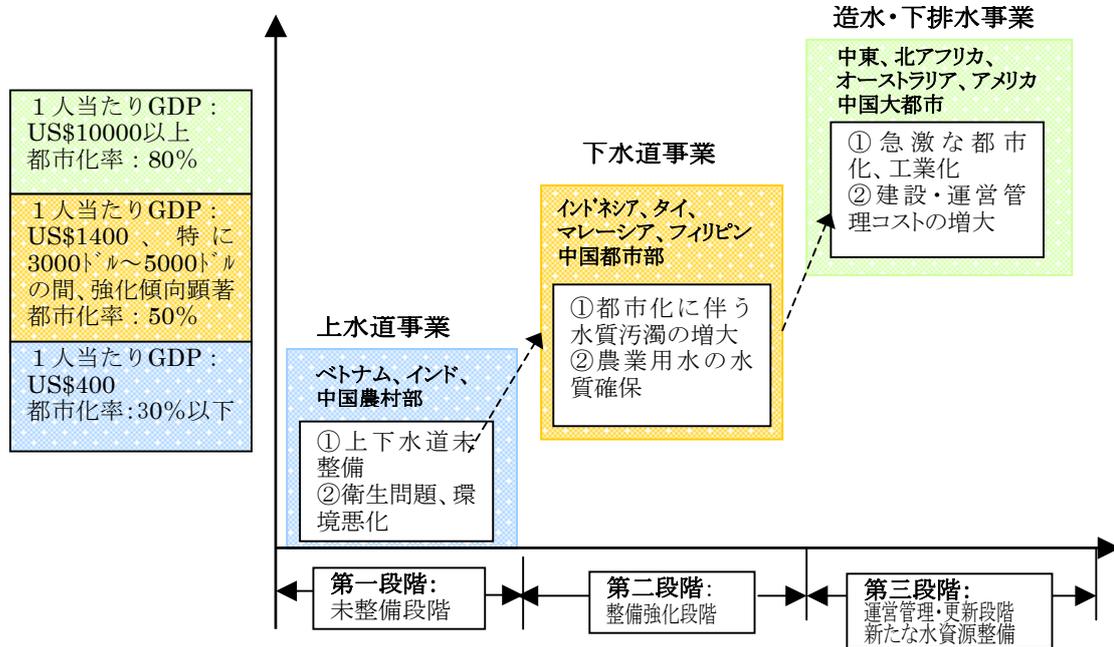


図-3 日本企業が目標とする地域とその課題

【出典：常杓、井村秀文、アジアの都市インフラ整備における海外直接投資に関する調査研究（2002）を元に作成】

表-2 世界水ビジネスの 카테고리区分

		水資源豊富 ←	→ 水資源不足
		従来技術の領域	先進技術の領域（造水・下排水・高度処理・地下水処理）
資金潤沢 ↑ ↓ 資金欠乏	第三段階の国・地域	A 世界各国 既に欧州水メジャーが優位な領域	C MENA 諸国、中国都市部… 新規欧米企業参入、欧州水メジャーも参入
	第二段階の国・地域	B マレーシア、タイ、インドネシア、インド、ベトナム… 欧州水メジャー進出開始	D アジア周辺国、アフリカ… 一部地域を除き未進出
	第一段階の国・地域		

- A**…すでに欧州水メジャーが優位な領域であるが、今後もウオッチしていく。
- B**…ODAなど日本の国際貢献が活発に行われている領域。モデル事業に期待。
- C**…日本の先進技術を活用し、進出可能な領域。
- D**…潜在的市場規模は大きく、今後のコストダウン等R&Dに期待される領域。

4. 各領域に対する活動方針

1) A領域

本領域は既存の欧州2大メジャーが優位に立っている。COCNとしては、他領域を優先して取組みながら、A領域をウオッチする。

2) B領域

【目標】 世界市場における上下水道事業の先鞭をつけ、運営維持管理を含めた実績とノウハウを蓄積して、中核企業並びにSPCを育成する。

【提案】 我国はこの領域において、建設主体のODAで貢献しているが、現地で十分に使いこなせておらず、維持管理・運営面では貢献できていない。そこで産官学の連携により、一定期間の運営維持管理業務を含んだ国際貢献のスキームを構築し、その成果はモデル事業を創出して活かしていく。

- ① 相手国のニーズを踏まえた、即効性のあるモデル事業の創出
- ② 運営維持管理業務まで含む、実効性のある実施体制作り

3) C領域

【目標】 本領域は最も市場規模が拡大している地域であり、欧州水メジャーに加え、M&Aによる新規参入企業も進出している地域である。日本企業の強み(技術)を活かしたR&Dを実行し、海外企業との競争に勝ち抜く。

【提案】 国際競争力(コスト競争力)を獲得するためには、機器調達及び建設、運営・管理のノウハウとともに、ブレークスルーとなる革新技術を付与し、水ビジネス分野への業務拡大を図る。

- ① 大幅な省エネ、安心安全のための水質、水環境負荷低減に着目した革新要素技術の開発
- ② 革新要素技術を組み入れた新システムの開発と実証
- ③ 上記成果を活用し、産官学連携しての事業化推進

4) D領域

【目標】 中長期的な市場と捉え、将来の優位性を確保する。

【提案】 現状ではビジネスとして組立て難いが、潜在的市場規模は大きい。分散型システムなどコストダウンに着眼したR&Dを、C領域に併せて実施する。

5. 提言

1) 推進体制の確立

モデル事業の創出と、革新技術のR&D推進のため、COCNメンバーを中心とし、LLP制度の活用も視野に入れた民間フォーラムを立ち上げる。各省庁、関係機関、大学、自治体とも密に連携をし、実効のあがるオールジャパンの体制作りを目指す。今後の推進体制とフローを次ページに示す。

2) モデル事業の創出

主としてB領域（アジア圏）において、運営維持管理業務を含む以下のようなモデル事業を例示した。今後産官学連携し、具体的な市場調査を実施したうえで、モデル事業の提案を行う。

- ① 既存浄水場の増設と漏水対策など経営の効率化
- ② 都市周辺における分散型上下水道の効率的整備と運営
- ③ CDM事業を活用した下水汚泥資源化施設の建設と運営
- ④ 国内での高効率水循環実証事業

3) R&Dの推進

C領域における国際競争力獲得のため、次のようなR&Dテーマを抽出した。今後研究プロジェクトとして、産官学連携した取組み体制を構築する。

- ① 水資源欠乏地域における水事業に関わる国家戦略とビジネスモデル構築
- ② 水不足地域における広域水循環・再利用システムの開発
- ③ 革新的下排水再利用システム（IMS）の開発

4) 想定スケジュール

表-3 想定スケジュール

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	～2017年
推進体制整備	←→					
A領域		← 継続調査 →				
B領域		← モデル事業検討 →		← 事業化 →		
C領域		← R&D →		← 事業化 →		
D領域			← R&D →			← 事業化 →

【水資源PJ 検討体制】

参加会社名	プロジェクト リーダー	WG 1	WG 2	WG 3
		総合戦略	造水・水処理 システム	コアテクノロジー
東京大学大学院 大垣教授	◎			
鹿島	セクレタリー	◎リーダー	○	○
日立製作所 日立プラントテクノロジー		○	◎リーダー	○
東レ		○	○	◎リーダー
清水建設		○	○	
東芝		○	○	
富士電機水環境システムズ NGK水環境システムズ		○	○	○
三菱電機		○	○	○

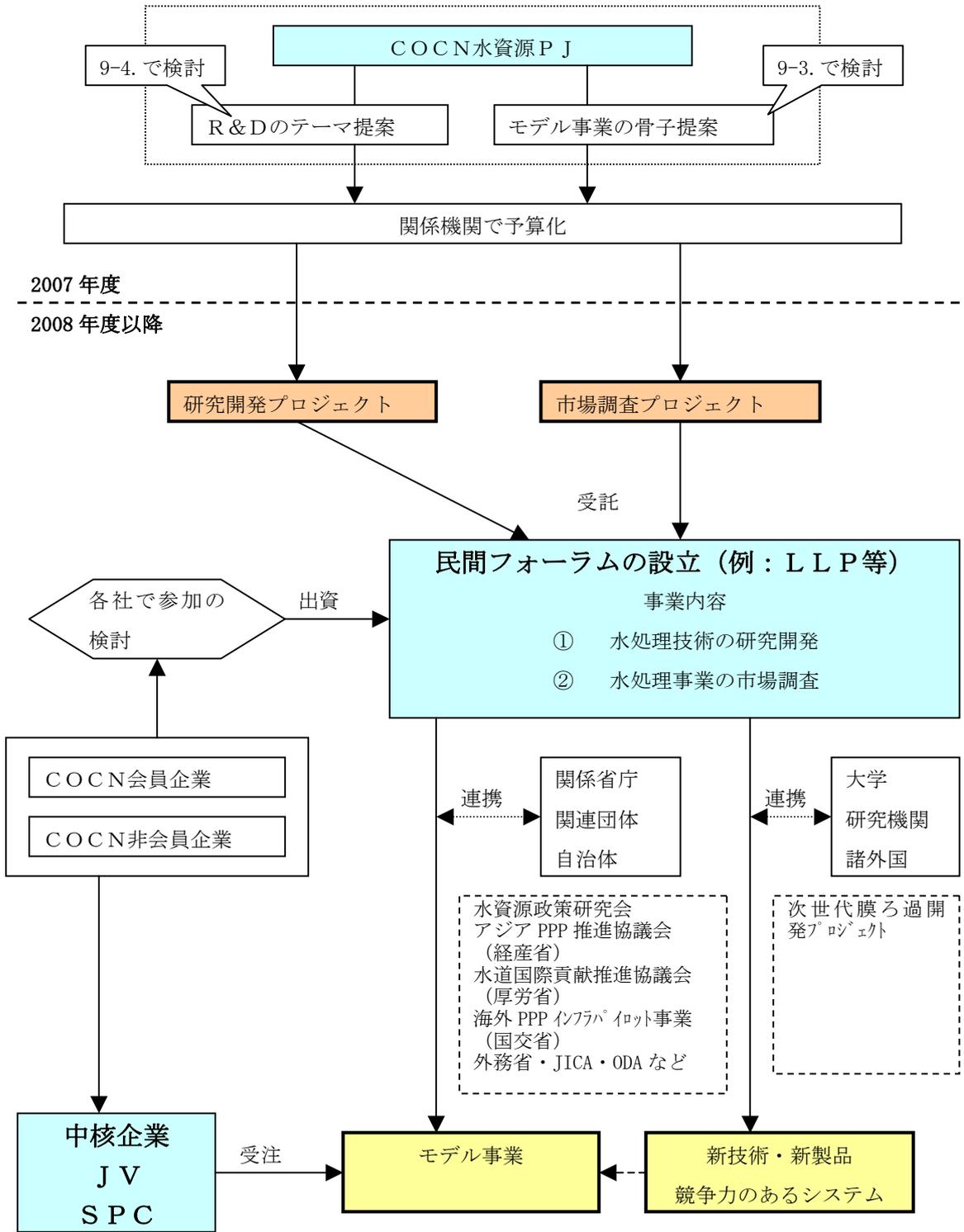


図-4 推進体制(案)

【目次】

はじめに

1. 本プロジェクトに対する基本的な考え方	P1
2. 世界水ビジネスの全体像	P2
2-1. 世界水ビジネスの市場規模と業態	
2-2. 事業領域とターゲット	
2-3. 民営上下水道事業の拡大	
2-4. 世界水メジャーの概要	
3. 世界の水問題に取り組む国際社会	P7
3-1. 主な国際機関と組織	
3-2. 国際的な施策の動き	
3-3. 世界における水供給、衛生設備の現状と目標	
3-4. 日本のODAにおける支援実績	
4. 水ビジネスのターゲット国の検討	P11
4-1. 世界全体を俯瞰して	
4-2. アジア・中東地域の概要	
4-3. アジア・中東における経済状況と上下水道整備	
4-4. 注目国における事業可能性の検討	
5. 世界水ビジネス市場へ進出するための基本的考え方	P16
6. 包括的上下水道事業に取り組むための検討【B領域】	P17
6-1. B領域の競争環境の認識	
6-2. 包括的上下水道事業に不足するノウハウ	
6-3. 連携によるノウハウの獲得	
6-4. モデル事業に関する検討	
7. 先進技術領域での競争力強化の検討【C領域】	P21
7-1. C領域の競争環境の認識	
7-2. 海水淡水化	
7-3. 再生水【MBRなど】	
7-4. 高度処理【オゾン】	
7-5. セラミック膜	
7-6. 海洋深層水利用技術	
8. 将来の市場開拓を見据えたR&Dの検討【D領域】	P30
9. 提言（まとめ）	P32
9-1. 基本認識	
9-2. 推進体制の確立	
9-3. モデル事業の提案	
9-4. 研究開発の推進	
略字の説明	P44

はじめに

「21世紀は水の世紀」と言われており、国連のミレニアム開発目標では、2015年までに安全な飲料水と衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減するという。国際社会は、その重要性を認識し、数々の取組みを実施しているが、必ずしも順調に推移しているとは言いがたい。

このような状況下において、水ビジネスはダイナミックに動きつつあり、欧州水メジャーやグローバル企業による世界的な競争が始まっている。これに対しわが国の水企業は、個々の優れた技術を有するが、最大の水ビジネス領域の維持管理・運営を含む水サービス事業としての取組みが遅れている。これは維持管理・運営事業が、国内では主として公共セクターの責務であるために、民間企業のビジネス領域が狭いことも一因として挙げられる。

本報告書は、水ビジネスを成長させ有力な輸出産業に発展させることを目標に、「水処理と水資源のプロジェクト」として、2007年度に活動した内容を取りまとめたものである。

本プロジェクトでは、アジア圏・中東圏等、地域毎の市場分析と戦略を検討し、民間フォーラムを核とした当面の推進体制、総合力が期待できるモデル事業、更なるコストダウン・省エネルギーを目指した革新的下排水再利用システムの技術開発等を提言している。

昨年12月には大分県で第1回アジア太平洋水サミットが開催され、「水と衛生」問題について活発な議論が交わされ、また福田総理は本年1月のダボス会議で洞爺湖サミットにおける重要課題の一つとして「水」を取上げている。まさに本プロジェクトは時宜を得たものと考えているが、今後の推進には、政府、各府省、大学等研究機関との連携が不可欠であり、絶大な御支援を賜りたいと期待している。

2008年3月
産業競争力懇談会
会長 野間口 有

水資源プロジェクト推進メンバー

プロジェクトリーダー：大垣眞一郎（東京大学）

WG1リーダー：塩山欣春（鹿島建設）

WG2リーダー：堀内敏彦（日立プラントテクノロジー）

WG3リーダー：栗原優（東レ）

メンバー：横塚雅実、阿部芳久（鹿島建設）

伊藤真実、中村裕紀（日立プラントテクノロジー）

紅林利彦（日立製作所）

竹内弘、玉田洋（東レ）

山崎雄介（清水建設）

田村邦夫、松井公一（東芝）

葛本昌樹（三菱電機）

新井利孝、大戸時喜雄（富士電機水環境システムズ）

岡本祐三（NGK水環境システムズ）

セクレタリー：小谷健一、雨森司瑞利、塚田亮平（鹿島建設）

1. 本プロジェクトに対する基本的な考え方

世界の水資源問題の意識が高まる中で、水ビジネスを巨大市場と捉えた世界規模のビジネス競争が始まっている。我々日本企業は、国内の上下水道事業で培ったビジネスモデルだけでは、世界市場で十分な競争力を持ちえているか疑問である。石油資源ビジネスでは、欧米の石油メジャー企業が世界的に有利なポジションを獲得している。水資源ビジネスにおいても、同様の状況になりつつある。

水問題は、食料問題並びにエネルギー問題と一体化した世界的テーマであり、食料とエネルギー資源の他国依存度の高い我が国は、国家戦略として水ビジネスを推進し、国際社会における日本の存在感を高めることが重要である。

「水」への取り組みは、非常に幅広い業務領域と業態にわたり、また国や地域によって、水を取り巻く状況も様々である。日本が国際競争力を得るためには、技術の更なる革新と共に、農業用水を含めた上下水道（都市用水）事業の経営、運営、維持管理業務に取り組み、海外での総合水事業運営のノウハウ取得と水環境問題を有する相手国と継続した関係構築が重要である。

そこで本プロジェクトでは、3つのWGにより各種検討を実施する。

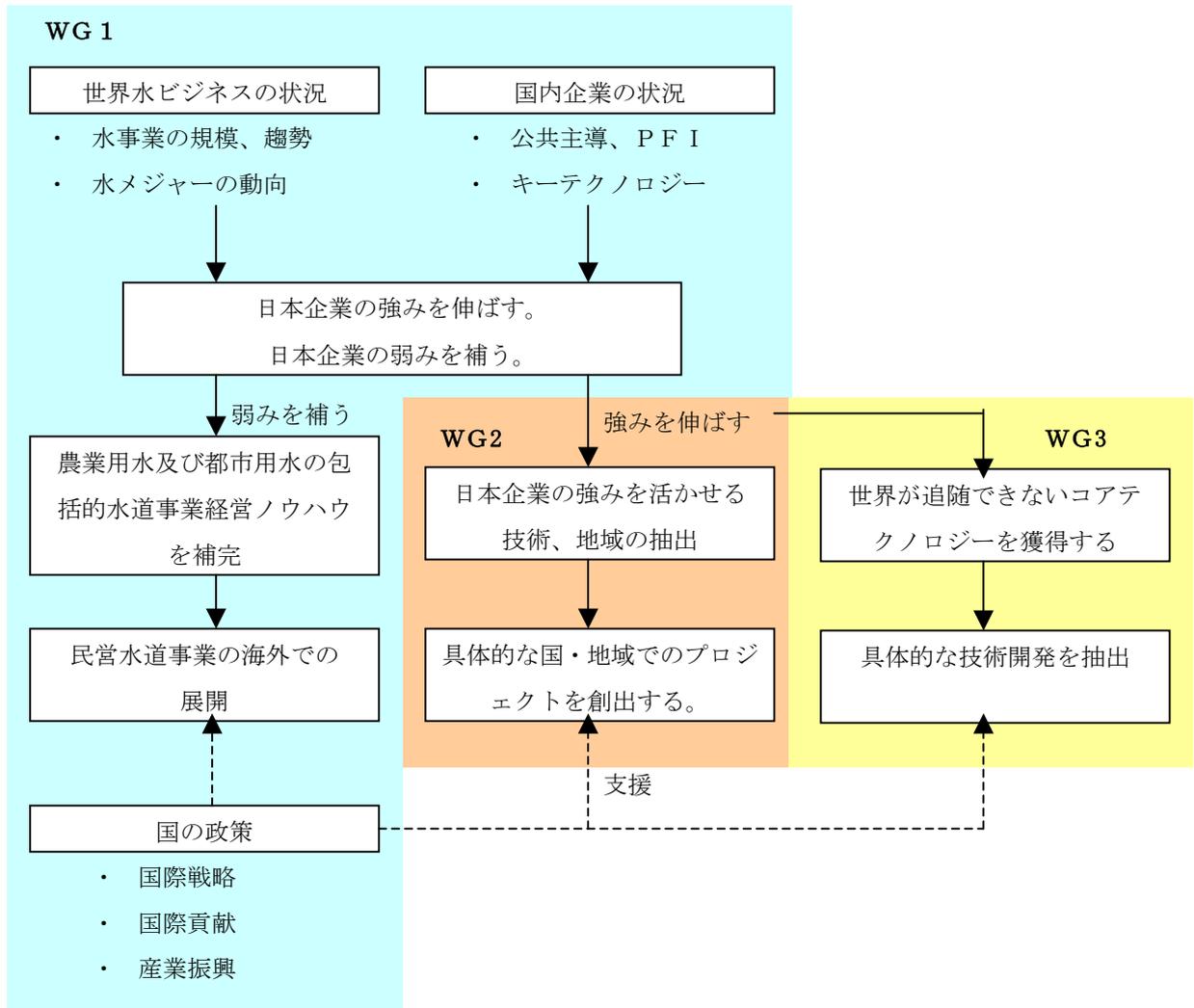


図-1 各WGの検討領域

2. 世界水ビジネスの全体像

水ビジネスの裾野は広く、上水、工業用水、農業用水、下排水処理、再生水、海水淡水化、地下水処理に加え、流域・水域の環境保全など多くの事業領域がある。また業態も調査・計画、機械製造、薬品の製造販売、エンジニアリング、プラント建設、維持管理、運営業務、分析業務など多岐にわたる。水ビジネスと一口に言っても、非常に幅広い概念を含むため、今後の検討のためには、ある程度焦点を絞った議論が必要である。

2-1. 世界水ビジネスの市場規模と業態

農業用水、都市用水（上下水道）の整備、運営においては、世界各国共通して、基本的に公共セクターが中心的な役割を果たしてきた。我々民間企業はそのなかにおいて、製品、機械、建設などに係わる技術や労働力を提供してきた。

近年は、事業の効率化を狙い、これまで公共セクターが担ってきた範囲まで民間を活用する潮流にあり、農業用水、都市用水（上下水道）事業における民間のビジネスチャンスが急拡大している。様々な見方はあるが、将来的には世界で100兆円を超えるビジネス規模となる。

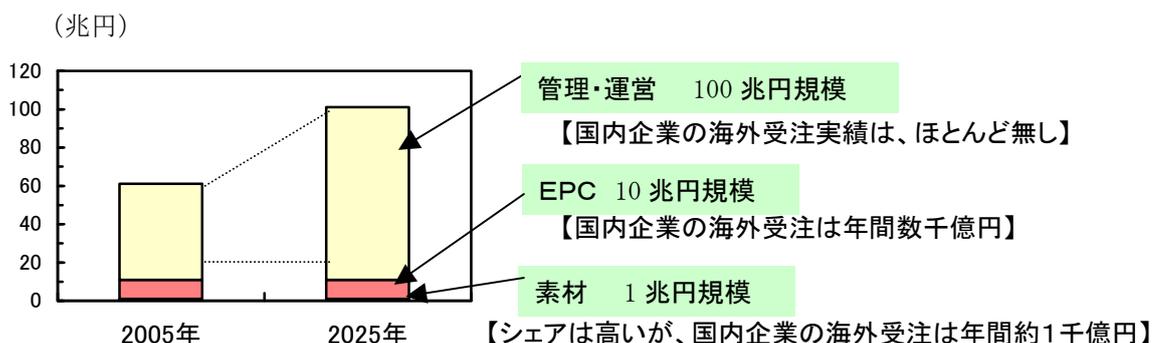


図-2 世界水ビジネスの規模（㈱東レ推定）

上図に示すように、業態としては今後、管理・運營業務が大きく伸びると予測されている。例えば日本国内だけでも、上下水道合わせて約5兆円の市場規模があり、また全体としては収益の出せる事業形態となっている。

表-1 国内の各種事業の規模：1999年度（単位/10億円）

	上水道事業	下水道事業	電力事業	一般ガス事業
営業収益	3,088.8	2,011.1	15,287.3	2,607.9
営業支出	2,520.6	1,409.1	13,124.5	2,448.6
営業利益	568.2	602.0	2,162.7	159.2

【出典：石上圭太郎 上下水道の民営化に向けて 知的資産創造 2001/10】

2-2. 事業領域とターゲット

水ビジネスは、水源から水利用者への供給まで、幅広い事業領域となる。このうち、国や地域の公共セクターの関与度合が強い部分は、ビジネスとしては取組みにくい。我々COCNとしては、下図に示す領域、すなわち農業用水、都市用水（上下水道）など水処理事業領域と、それに付随する給水・排水事業領域を中心的なターゲットとする。

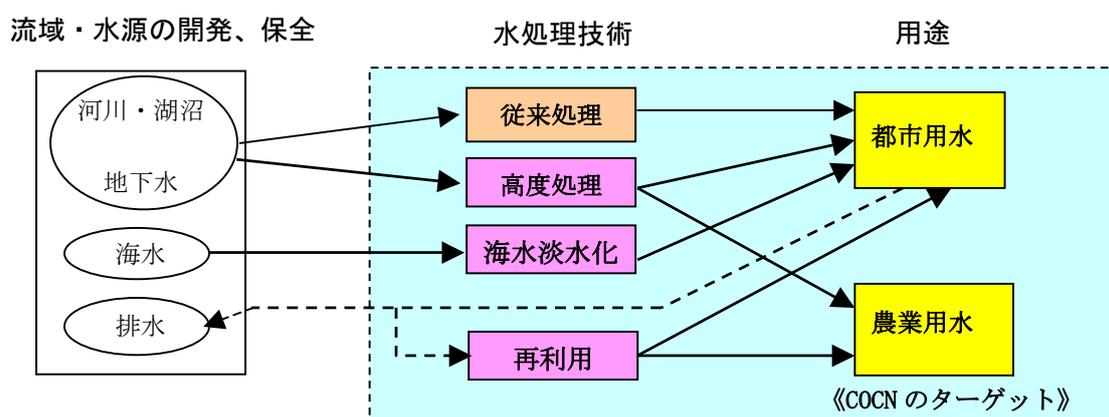


図-3 水ビジネスの事業領域

2-3. 民営上下水道事業の拡大

上下水道事業は、多大なインフラ投資を伴うため、電力事業やガス事業など、他のユーティリティ産業と比較して、後の金利負担が大きい。そのためインフラ初期投資は公共で、運営については民間で実施するのが世界的趨勢となっている。

こうした民営化はフランスで始まり、イギリス、アメリカ、各国へ普及しつつあり、日本国内においても、指定管理者制度やBTOまたはDBO方式による民営上下水道事業が動き出している。こうした民営上下水道事業の形態や業務範囲は様々である。

表-2 民営上下水道事業の形態

形態	内容
オペレーション&メンテナンス委託（O&M）	包括的な労務代替的管理運営委託を、5～10年程度で実施するもの。
アフェルマージュ契約	公共が整備した施設、設備を民間に長期リースして運営を委託するもの。
コンセッション契約	水道事業の実施権限を民間企業に委譲して、施設、設備の建設から運営まで、一括して民間に任せるもの。

表-3 民間の業務範囲

	施設 所有	サービス 水準設定	料金 設定	事業 経営	投資	E P C (含素材)	運転	メンテ ナンス	顧客 管理
コンセッション契約	■	■	■	■	■	■	■	■	■
アフェルマージュ契約	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P F I	■	■	■	■	■	■	■	■	■
O & M契約	■	■	■	■	■	■	■	■	■

水メジャーは様々な契約形態に対応

日本企業は、破線内業務について国内での上下水道分野で経験はあるが、海外での実績はなし

2-4. 世界水メジャーの概要

上水道の民営化市場においては、欧豪の上位 3 社で、80%の寡占化状態となっている。またGEやシーメンスなど大資本がM&Aにより、新規に水ビジネスに進出してきており、この分野で国内企業の存在感は薄い。

企業別給水人口の割合、ベオリア社の各都市での実績、ベオリアを含む世界の民間上下水道企業概要を以下に示す。

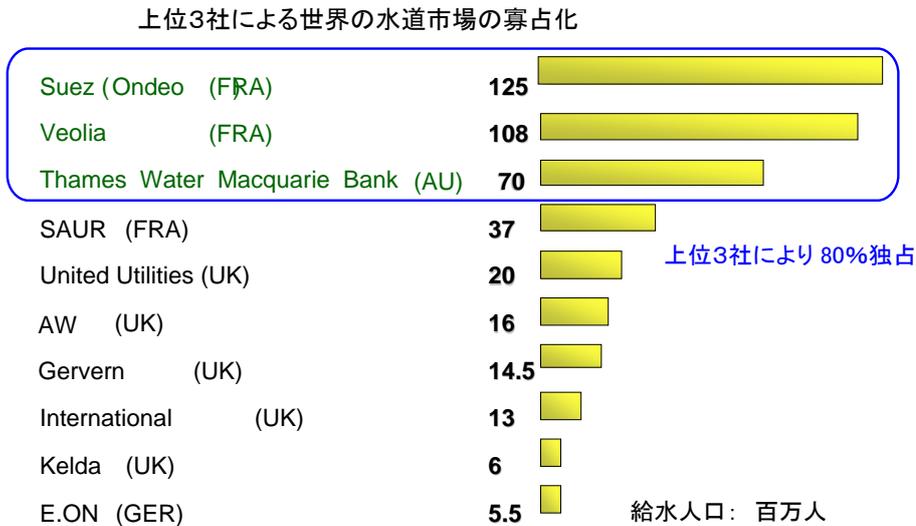


図-4 企業別給水人口

【出典：GWJ 吉村氏講演資料より】

表-4 ベオリア社の上下水道事業受託例

国	都市	上水	下水	再生水 淡水化	コンセッション アフェルマージュ BOT	O&M BTO DBO
中国	上海	●			●	
	成都	●			●	
韓国	仁川		●			●
ドイツ	ベルリン	●	●		●	
チェコ	プラハ	●	●		●	
ベルギー	ブリュッセル		●		●	
フランス	パリ	●			●	
	リヨン	●			●	
アメリカ	インディアナポリス	●			●	
	タンパベイ	●				●
モロッコ	タンジール	●	●		●	
イスラエル	アシュケロン			●	●	

その他、オーストラリア、ルーマニア、ハンバリー、マレーシア、オランダ、イタリア、ガボン、メキシコ、イギリスなど各地で実績を有している。

【出典：ベオリア社パンフレットより】

1) ベオリア

世界最大の上下水道サービス会社ベオリア(仏)は、上下水道事業運営に関する高度なノウハウの提供というビジネス戦略を世界 55 ヶ国で繰り広げている。現在、世界でおよそ 1 億 1,250 万人がベオリアによる上下水道サービスを受けているが、同社ではとくに新興国における上下水道サービスへの需要の高まりに注目し、消費者保護、環境保全、効率改善といった優先課題を柱に以下の活動に力をいれている。

また、上下水道事業の現場ばかりでなく、研究開発分野でも成果を上げている。現在、調査研究員 350 名を含む約 600 名の専門家が世界ネットワークを通じて研究開発を行っており、これまでに取得した飲料水の処理や廃水処理に関する特許数は、3,000 件を超える。

とくに中国では、人口の都市集中化から上下水道インフラの整備が必要となっており、さらに 2008 年のオリンピックに向けて水不足や下水処理、環境面での問題に取り組まなければならないこともあり、上下水道事業の発展にとくに力を入れている。こうしたことから、中国の大都市は外部への上下水道事業の委託を開始していたが、ベオリアは中国国内に上下水道事業のノウハウを持つ企業がない点に注目し早くから市場に進出している。

2) スエズ

リヨネーズ・デソー、オイラヴァッサー、アグバル、LYDEC、ユナイテッド・ウォーター、オンデオ、サフェージュ、ドゥグレモンなどを傘下に置くスエズ(仏)は、約 1 億 800 万人の顧客を持ち、欧州を中心に世界の市場を舞台に水資源関連事業を繰り広げている。

る。

過去 65 年間にスエズが建設した浄水場の数は世界 70 ヶ国で 1 万件を超える。そのうち、上水処理プラントが約 3,000 件、都市下水処理プラントが約 2,500 件、海水の淡水化プラントが約 250 件である。

3) RWE→テムズウォーター/Macquaries Bank (AU)

テムズウォーターは上下水道サービス分野では世界第 3 位の企業で、各国に約 7,000 万人の顧客を持っていたが、独エネルギー会社 RWE に買収され、その後同社は 2005 年 11 月に欧州大陸以外の上下水道事業を売却する方針を発表し、テムズウォーターはオーストラリアのマッコリー銀行に売却した。かつて 110 億ユーロ以上を投じて買収し、上下水道市場のシェアを伸ばした RWE だが、今後は欧州におけるメイン事業である電力部門に力を入れる計画としている。

4) GE

アメリカの GE (ゼネラル・エレクトリック) は、2002 年に BETZ を買収し、続いてオスモニクス、アイオニクス、ゼノンといった膜専門会社を買収し、膜技術で世界を制覇する戦略を展開している。メイン・ターゲットは海水淡水化と下水再利用で、機器売りではなく資本を持って事業として実施しようとしており、アルジェリアにおいて、ハンマ海水淡水化施設、クウェートのスレビア下水再利用施設の実績がある。

5) シーメンス

ドイツのシーメンスは、2004 年に US フィルターを買収し、最近でも 2007 年に殺菌と超純水のソリューションのための製品ポートフォリオを補完するために米国の会社 4 社を買収し、膜技術に加え、活性炭関連、イオン交換関連、UV 殺菌関連の会社で、地域強化も含めて水処理製品群の強化を狙ったものである。

市場の展開としては、ドイツから始まり、近隣諸国、旧東欧圏に積極的に展開している。欧州以外では米国に積極的にとヨーロッパが売り上げの 50% を占めている。一方、アジア市場とくにシンガポールや中国の水事業への進出を図っており、2006 年に中国で CNC Water Technology を買収し、また、シンガポールでは、アジア水センター構想のための投資を実施している。

3. 世界の水問題に取り組む国際社会

発展途上国においては、安全な水の供給と衛生設備の普及が緊急課題であり、国際的な施策が動き始めている。日本国としても国際貢献の大きな目玉として取り組んでおり、技術協力にあわせ、毎年2,000～3,000億円規模の資金協力も行っている。

従って、海外での水ビジネスを指向する我々にとって、日本の国際貢献で実施される上下水道事業は、重要な市場である。

3-1. 主な国際機関と組織

表-5 主な国際機関と組織

機関名		設立目的	水に関する活動概要
国連・政府間機構	WHO (世界保健機構)	<ul style="list-style-type: none"> 国際保健事業の調整・援助、伝染病や風土病の撲滅。 保健関連条約の提案・勧告。 医療・衛生等の国際基準の策定。(1948) 	<ul style="list-style-type: none"> 飲料水水質ガイドラインの策定。(現在、第3版改定中—最終段階) WSSCC(水供給下水協力協議会、1991)地球規模の情報交換の推進及び国際的な指針の作成。
	UNDP (国連開発計画)	<ul style="list-style-type: none"> 途上国に対する技術協力活動を推進するための、国連システムの中心的資金供与機関。(1966) 	<ul style="list-style-type: none"> ミレニアム開発目標を達成するためのグローバルな取組みの支援、調整。
	UNESCO (国連教育科学文化機関)	<ul style="list-style-type: none"> 教育・科学・文化面での国際協力の促進を通じて、世界の平和と安全に貢献すること。(1946) 	<ul style="list-style-type: none"> 科学・教育という観点から、水文・水循環分野の国際的研究支援、開発途上国援助の活動等
	UNICEF (国連児童基金)	<ul style="list-style-type: none"> 子供たちの生存と健やかな発達を守ること。(1946) 	<ul style="list-style-type: none"> 児童の健康対策と言う観点から、ポンプつき井戸や簡易トイレづくり、衛生知識の普及支援、住民参加の推進と訓練等。
	世界銀行	<ul style="list-style-type: none"> 社会基盤の整備等発展途上国が発展するために、支援を行う。 一般に、国際復興開発銀行と国際開発協会のこと。国際復興開発銀行(IBRD)は、1945年に設立。 	<ul style="list-style-type: none"> 水供給プロジェクト等への資金提供
	WTO (世界貿易機構)	<ul style="list-style-type: none"> 貿易障壁の削除による貿易の円滑化(1995) 	<ul style="list-style-type: none"> 自由貿易の対象として水道サービスが位置付けられるかの検討。(2005年が期限)
非政府組織	IWA (国際水協会)	<ul style="list-style-type: none"> 水に携わる関係者の状況理解、相互協力・啓発の場の提供。 (1999、IWSAとIWQAの合併により設立。) 	<ul style="list-style-type: none"> 国際会議の運営。(毎年) 出版等による情報提供。 専門委員会の設置。 発展途上国への支援。等
	IDA (国際脱塩協会)	<ul style="list-style-type: none"> 脱塩、排水再利用に関する関係者の状況理解、相互協力・啓発の場の提供。 	<ul style="list-style-type: none"> 国際会議の運営。(毎年) 出版等による情報提供。 専門委員会の設置。 発展途上国への支援。等
	WWC (世界水会議)	<ul style="list-style-type: none"> 政府系機関、国際機関、学識者(団体、NGO等様々な水に関する関係者からなる国際シンクタンクの設立)(1996) 	<ul style="list-style-type: none"> 世界水フォーラムの運営。
	ISO (国際標準化機構)	<ul style="list-style-type: none"> 世界共通の規格・基準を制定。(1947) 	<ul style="list-style-type: none"> 上下水道事業の規格化。【TC/224】(2006年の規格化を目指す)

【出典：厚生労働省HPを元に作成】

3-2. 国際的な施策の動き

表-6 国際的な施策の動き

開催年	会議名	概要
1977年	国連水会議	1980年代を「国際水供給と衛生の10年」とする決定がなされた。
1990年	1990年代における安全な水と衛生世界会議	「ニューデリー宣言」の採択。この中で、「環境と健康」、「人々と制度」、「コミュニティによる経営」、「財政と技術」の4つの指導原則が示された。
1992年	水と環境に関する国際会議（ダブリン会議）	世界レベルでの淡水資源確保を強く位置付けた。また、今後実施すべき行動計画として、「貧困と疾病の軽減」、「自然災害に対する防護」等10項目が挙げられた。
	国連環境開発会議（リオ・サミット）	「アジェンダ21」の採択。この中で、「淡水資源の質及び供給の保護」が主張された。
1997年	地球環境開発特別総会	アジェンダ21の一層の実施のための計画が採択された。
1998年	CSD6	淡水管理に対する戦略的なアプローチが議論された。
2000年	第2回世界水フォーラム	持続可能な水利用と発展に向かって進むための「世界水ビジョン」と「行動のための枠組み」が発表された。
	国連ミレニアム・サミット	「ミレニアム宣言」の発表。この中でミレニアム開発目標（MDGs）が盛り込まれ、「2015年までに、安全な飲料水を継続的に利用できない人々の割合を半減する。」という目標が成立した。
2002年	持続可能な開発に関する世界首脳会議（ヨハネスブルグ・サミット）	「ヨハネスブルグ宣言」とその「実施計画」の採択。実施計画の中で、改めて「2015年までに、現在安全な飲料水を利用できない人々の割合を、また基本的衛生施設を利用できない人々の割合を半減する。」ことが合意された。
2003年	第3回世界水フォーラム（閣僚級国際会議）	「水に関するガバナンスと自助努力の強化」と「自助努力を支援する水パートナーシップの醸成」のための各国、国際機関の貢献策をとりまとめた「水行動集」が発表された。
	CSD11	ヨハネスブルグ計画の実施に関わる採択。この中で、「水」、衛生施設、「人間居住」が、2004～2005年の第1サイクルのテーマに決定された。
	エビアン・サミット	「水に関するG8行動計画」の採択。この中で良いガバナンスの促進、全ての資金源の活用等を実施することが確認され。
2004年	CSD12	「水」、「衛生施設」、「人間居住」をテーマに開催。
2005年	CSD13	「水、衛生、および人間居住に関する行動を促進するための政策選択肢と実際的手段」を採択。
2006年	第4回世界水フォーラム	持続可能な発展のあらゆる面において、水が重要であることを再確認。
2007年	第1回アジア・太平洋水サミット	アジア・太平洋地域において安全な飲料水を利用できない人々の数並びに基本的衛生設備の利用できない人々の数を、2015年までに半減し、2025年までにゼロを目指す。

【出典：厚生労働省HPを元に作成】

3-3. 世界における水供給、衛生設備の現状と目標

表-7 世界における水供給、生成設備の現状と目標

地域	【現状】（2000年）			【目標】（2015年）		
	改善された飲料水へのアクセス率（%）	改善された飲料水へアクセス可能な人口（百万人）	総人口（百万人）	改善された飲料水へのアクセス率（%）	改善された飲料水へアクセス可能な人口（百万人）	総人口（百万人）
アフリカ	62	484	784	82	889	1078
アジア	81	2990	3683	91	3970	4347
ラテンアメリカとカリブ海諸国	85	441	519	93	588	631
オセアニア	88	26.7	30.4	94	33.9	36.1
ヨーロッパ	95	703	729	100	718	719
北アメリカ	100	310	310	100	343	343
全世界	82	4956	6055	91	6542	7154

【出典：WHO ホームページ内

“Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report.”】

3-4. 日本のODAにおける支援実績

日本のこれまでの水分野への協力実績をみると、2001～2005年度では、6500億円（約57億ドル）程度の政府開発援助（ODA）を実施している。また日本は、ミレニアム開発目標（MDGs）やヨハネスブルク・サミットで目標が定められた「飲料水と衛生分野」について、1990年代から継続的にDAC諸国[※]の中でトップドナーとして支援を実施してきており、2000年から2004年までの5年間で二国間ドナーの41%に当たる46億ドルのODAを実施している。

※）DAC諸国とは、OECD（経済協力開発機構）内の開発援助グループ（22カ国）のこと。

表-8 日本のODA実績

年度	ODA 合計	無償資金協力 （億円）	円借款 （億円）	技術協力（人）		
	（億円）			研修員受入	専門家派遣	協力隊派遣
2001	2063.7	220.6 (20.6)	1843.1 (27.4)	364 (1.7)	51 (1.6)	1 (0.1)
2002	2183.7	275.3 (27.5)	1908.4 (22.9)	746 (3.8)	36 (1.3)	1 (0.1)
2003	2144.2	187.7 (22.7)	1956.6 (35.1)	610 (3.7)	47 (1.6)	2 (0.2)
2004	2244.8	204.35 (25.4)	2040.5 (31.2)	1120 (5.6)	60 (1.4)	0 (0)
2005	1978.9	195.51 (23.4)	1783.4 (31.5)	954 (3.9)	69 (2.0)	3 (0.2)

（注）括弧内は各援助形態ごとのODA合計（ただし、無償資金協力は一般プロジェクト無償全体）に占める、水と衛生分野における援助実績の割合

【出典：ODA白書2006年度版、資料編、第2章、第6節、2. 主要分野・課題別実績】

このように日本は資金援助を積極的に行っているが、一過性の建設業務が主体で、事業運営にはあまり関与していない。そのため相手国との国際貢献を通じた関係構築が十分に進まず、現状のODAの問題のひとつとされている。

日本の「顔」が見える国際貢献のためにも、また我々のビジネスチャンスとするためにも、ODAなどと連動した上下水道事業として民間が運営・維持管理まで含めて取組めるスキーム作りが望まれる。

4. 水ビジネスのターゲット国の検討

水ビジネスは世界各国において、地理的条件や経済状況など千差万別であり、日本企業が進出するのに有利で、かつ市場性の豊かな地域を検討しておく必要がある。

4-1. 世界全体を俯瞰して

世界の地域別に水資源賦存量と人口の分布比率をみると、人口の比率に比べ水資源賦存量の小さいのはアジア（中東含む）、ヨーロッパ、アフリカであり、特にアジアで低い比率となっている。

またアジアは、日本と気候・風土が似通っており、日本企業が保有する技術・ノウハウを最大限活かすことができる。また発展途上国が多いことから国際貢献も図ることでき、アジア・中東地域を第一のターゲットとする。

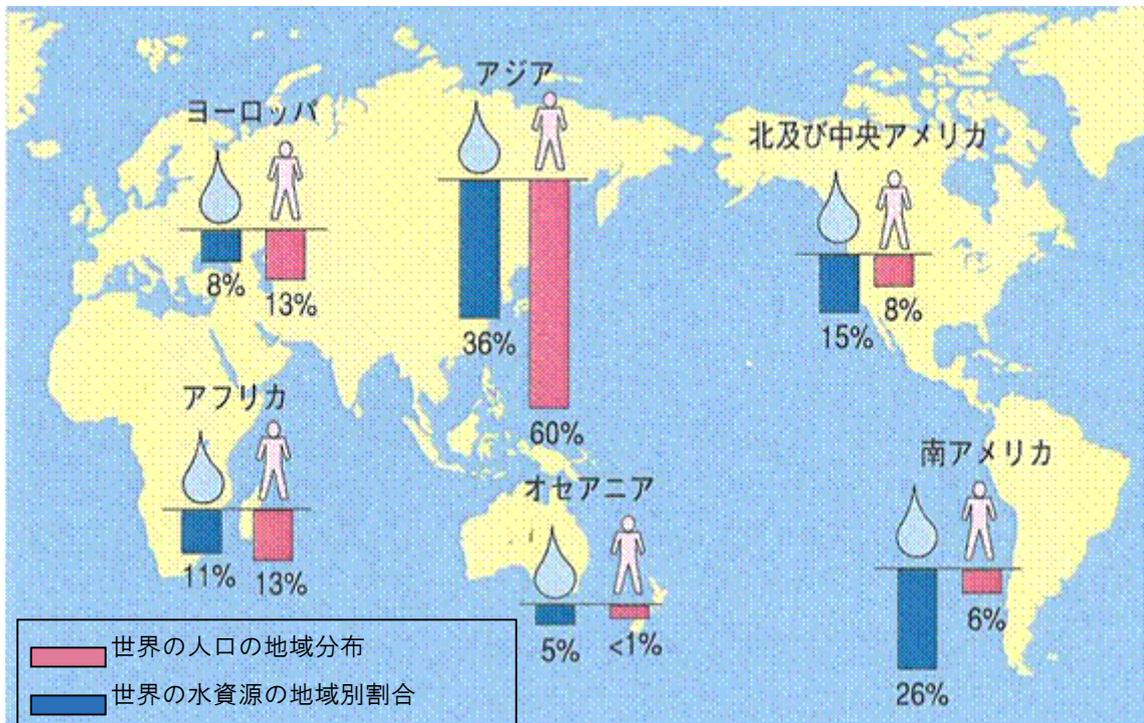


図-5 世界の地域別水資源賦存量と人口の比較

【出典：国土交通省HPより】

4-2. アジア・中東地域の概要

次にアジア・中東の代表的な国々の人口、都市人口比率、1人当たり水資源賦存量、水供給状況、衛生設備状況、1人当たりGDP及びアジア・中東の概況を整理すると以下の通りとなる。

表-9 アジア、中東の代表的な都市の比較

		人口 (百万人)	都市人 口比率 (%)	1 人当り水 資源賦存量 (m ³ /人・年)	改善され た水源利 用比率(%)	改善された 衛生施設利 用比率(%)	1 人当り GDP (ドル/人)
ア ジ ア	日本	128	66	3,357	100	100	35,650
	中国	1,315	41	2,150	77	44	1,732
	インド	1,103	29	1,719	86	33	725
	インドネシア	222	48	12,739	77	55	1,263
	タイ	64	32	6,382	99	99	2,750
	ベトナム	84	27	10,580	85	61	627
	マレーシア	25	65	22,882	99	94	5,159
	シンガポール	4.3	100	139	100	100	26,969
	フィリピン	83	63	5,767	85	72	1,184
M E N A	UAE	4.5	85	33	100	98	19,691
	サウジアラビア	24	88	98	97	100	12,608
	クウェート	2.6	96	7	—	—	21,348
	オマーン	2.5	79	384	—	—	11,959
	カタール	0.8	92	65	100	100	36,476

【出典：ユニセフ世界子供白書 2007、総務省統計局世界の統計 2007、国連食糧農業機関 (FAO) アクアスタットデータ 2007
より作成】

(アジアの概況)

中国、インド、インドネシア、タイ、ベトナムでは都市人口比率が 50%以下であり、今後は都市部に人口が流入し、都市部での水供給が課題となる。

また、中国、インド、インドネシア、ベトナム、フィリピンでは衛生設備が不十分な国が多く、これらの国では生活排水が河川や湖沼の水質汚濁の原因となっている。

更に日本とシンガポールを除いたアジア各国の 1 人当り GDP は 10,000 ドル以下であり、今後、上下水道整備が加速していくことが予想される。

(中東の概況)

表中のすべての国々が水不足状態 (1,000m³/人・年以下) であり、都市部では恒常的に水不足の状態にある。これらの国々は水不足を解消するために、1 人当り GDP が 10,000 ドルを超える経済状況を背景として、発電・海水淡水化事業がさかんに実施されている。

4-3. アジア・中東における経済状況と上下水道整備

上記アジア・中東の概況より、各国、地域の経済状況及び上下水道の整備状況をグループ化し整理すると下図のようになる。

これらから、今後我々がアジア・中東市場で注目すべき水ビジネスを大まかに見ると、以下のように整理できる。

- ① 上水道事業…ベトナム、インド、中国農村部など
- ② 下水道事業…インドネシア、タイ、マレーシア、フィリピン、中国都市部など
- ③ 造水事業…中東、北アフリカ、オーストラリア、アメリカ、中国大都市など

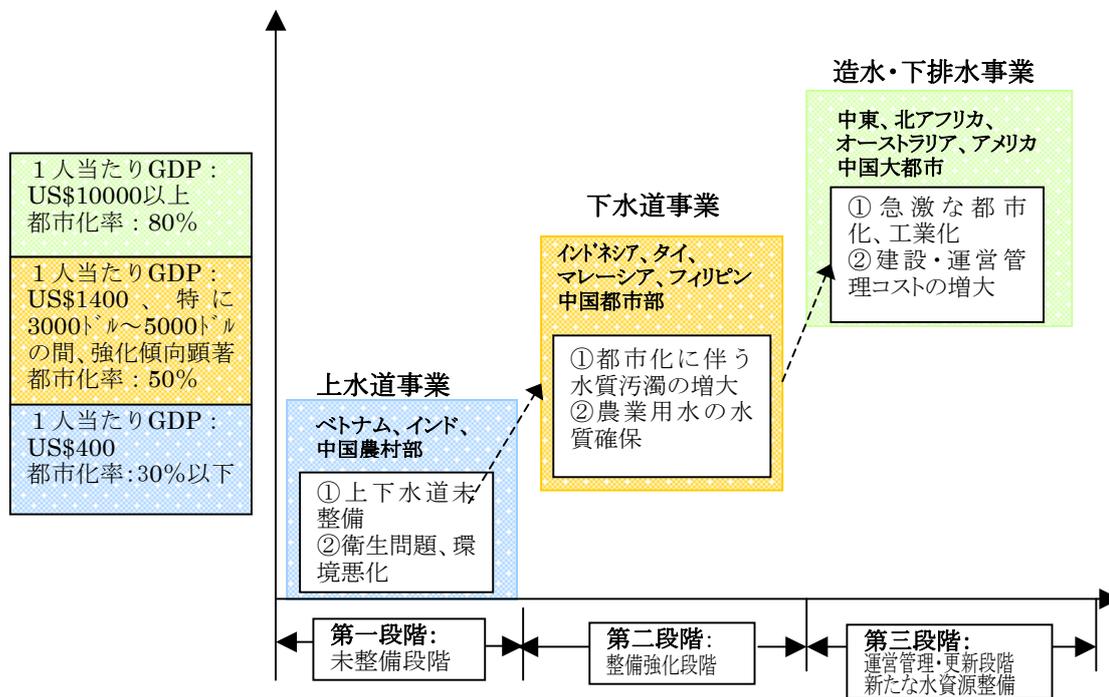


図-6 日本企業が目標とする地域とその課題

【出典：常杓、井村秀文、アジアの都市インフラ整備における海外直接投資に関する調査研究（2002）を元に作成】

4-4. 注目国における事業可能性の検討

次に各事業で目標となりうる国であるインド（上水道事業）、タイ（下水道事業）及びUAE・サウジアラビア（造水・下排水事業）に注目し、市場概況と事業可能性について検討する。

4-4-1. インド

インドは、世界第7位の面積、世界第2位の人口と約8000億ドルの経済規模、2001年から2005年の5年間に平均5%以上の経済成長を誇る発展途上国の大国である。

インドにおける水の問題として

- a) 水不足
- b) 河川の水質汚濁

が挙げられる。

水不足の原因は、人口の急増や灌漑農業による水利用によるものである。また、地下水を水源としている人口が多く、常時接続の水供給設備（上水道）の普及率がきわめて低い。

水質汚濁の原因は、生活排水が全体の70～80%を占め、人口の急増や都市化の進展などにより、対策が追いつかず、深刻な状況である。しかし、水質汚濁対策が州毎の業務であることや、予算不足などにより、対策がなかなか進展していない。

このような状況下において、インドでは日本のODAにより上下水道整備事業が積極的に実施されている。

- 1) ラジャスタン州ジャイプール市上水道整備事業 (2004.3 88 億円)
- 2) ケララ州上水道整備事業Ⅱ (2007.3 327 億円)
- 3) ウッタル・プラデシュ州アグラ市上水道整備事業 (2007.3 248 億円)
- 4) バンジャブ州アムリトサル市下水道整備事業 (2007.3 69 億円)
- 5) オリッサ州総合衛生改善事業 (2007.3 190 億円)
- 6) ゴア州上下水道整備事業 (2007.8 228 億円)

インドは現在、上下水道整備の黎明期であるため、我々日本企業はODAとの連携により、施設の建設だけでなく、事業の運営・管理までを提案・実行する機会が十分ある。

4-4-2. タイ

タイは面積で日本の約1.5倍、人口約6,400万人、約1,600億ドルの経済規模、2001年から2005年の5年間に平均5%以上の経済成長を誇る中所得開発途上国である。

タイにおける水問題として河川の水質汚濁が挙げられる。その原因としては、1990年以降タイ政府は下水処理場を積極的に建設したが、複数の施設が稼動しておらず、また稼動中の下水処理場も機能が十分果たしていないためである。

このような状況下で、タイでは日本のODAにより上水道整備事業が30年以上前から実施されている。

- 1) チェンマイ上水道建設事業 (1976 15.6 億円)
- 2) バンコク上水道整備事業 (1979~2000 922 億円)
- 3) コンケン浄水場拡張 (1985 22.6 億円)
- 4) 水道技術訓練センター建設計画 (1985 17.9 億円)
- 5) ナコン・ラチャシマ上水道拡張事業 (1987 28.7 億円)
- 6) 南部地方3都市上水道拡張事業 (1993 42.2 億円)

また、首都圏水道公社(MWA)において、1997年のアジア経済危機を契機としたIMFとの合意により、改革を進める一環として民営化手法の検討が要請され、東京都、(社)国際厚生事業団、三井物産、東京都市開発㈱で調査が行われたが、最終的には採用はされなかった。

一方、日本企業では、三井物産が2006年2月、タイの大手ゼネコンのチョーカンチャン社が保有する上水供給会社(TTW)の株式の35%を取得し、上水供給事業に進出した。また、2007年7月には別の上水供給会社(PTW)を傘下に納め、2008年4月より2件目の上水供給事業を実施する予定である。

タイは現在、上下水道の整備を図りつつ、かつ、効率的な運営・管理を目指す時期にきている。東京都水道局も過去には民営化の提言をおこなっており、また商社が水道事業の運営・管理に資本参加している状況である。そこで、我々日本企業は施設の建設だけでなく、事業の運営・管理までを提案・実行する機会が十分ある。

4-4-3. UAE、サウジアラビア

UAEは面積で日本の約1/5、人口約450万人、約1,300億ドルの経済規模を誇り、サウジアラビアは面積で日本の約5.6倍、人口約3,500億ドルの経済規模を誇る、両国とも世界の代表的な産油国である。

UAE、サウジアラビアとも、共通の水の問題として「水不足」が挙げられ、その原因は、水資源賦存量が極めて少ないこと及び人口の急増によるものである。

このような状況下において、UAE、サウジアラビア両国では日本の商社を核とした日本連合による発電・海水淡水化事業が積極的に実施されている。

<UAE>

1) ウル・アル・ナール発電・淡水化事業 (約2,500億円、11万m³/日)

(2003 三井物産、東京電力、インターナショナルワター社(英)とアブダビ水電力公社の合弁会社によるB00事業)

2) タウィーラB複合発電・淡水化事業 (約2,500億円、63万m³/日)

(2005 丸紅、日揮とアブダビ水電力公社の合弁会社によるB00事業)

3) フジャイラII発電造水事業 (約3,300億円、59万m³/日)

(2007 丸紅、インターナショナルワター社とアブダビ水電力公社の合弁会社によるB00事業)

<サウジアラビア>

1) シュケイク発電・淡水化事業 (約2,300億円、21.6万m³/日)

(2006 三菱商事、ガルフインベストメント(クウェート)、アクアワター社(英)とサウジ水電力公社の合弁会社によるPFI事業)

UAE、サウジアラビア両国とも、2015年までに約400万m³/日の海水淡水化施設が建設されることが予測されており、また両国では既に日本の商社を核とした水・電力事業を実施している。そこで、我々日本企業はコア技術、システムのポテンシャルを上げて、欧米メーカーとの競争に打ち勝つことで、施設の建設・運営・管理を提案、実行する機会が十分ある。

5. 世界水ビジネス市場へ進出するための基本的考え方

今後日本企業が、世界水ビジネス市場で更なる競争力を獲得し、市場開拓を進めていくためには、これまでの検討を踏まえ、以下のような領域に区分して検討した。

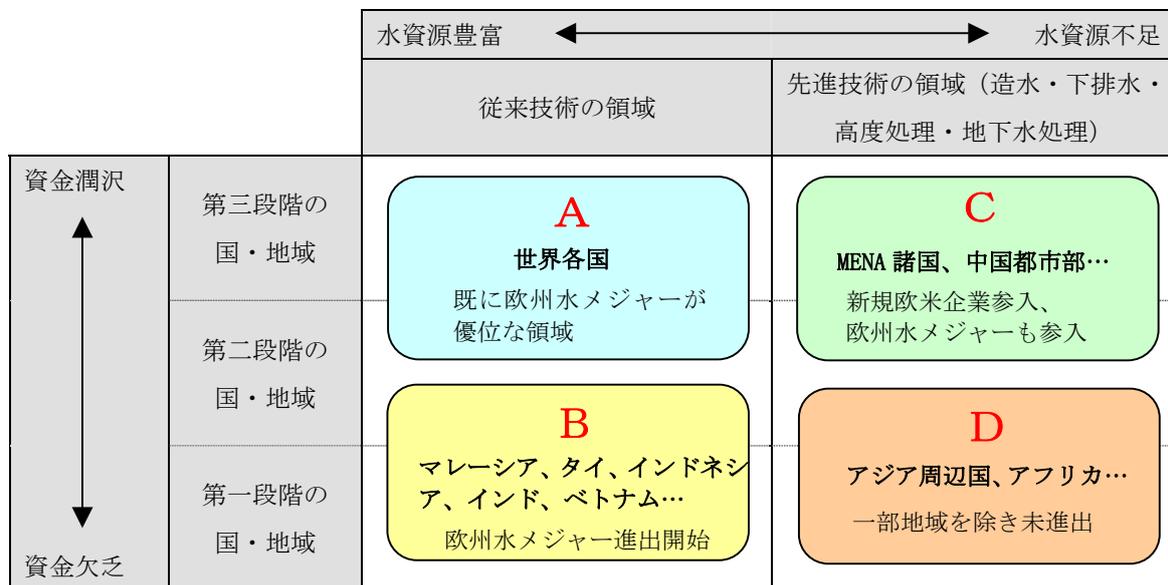


図-7 世界水ビジネス戦略マップ

- A**…すでにベオリア、スエズなど既存水メジャーの領域で、今から競争力を獲得することは難しい領域。他の領域で水道事業の実績、ノウハウを蓄積し、市場進出をうかがう。
- B**…現在ODAなど、国際協力が積極的に行われている。ODAを活用した運営維持管理業務を含むモデル事業を創出し、包括的上下水道事業の実績とノウハウを蓄積することを指向する。
- C**…造水・再生水・高度処理などは、先進技術が必要とされ、技術オリエンテッドな市場開拓が可能な領域である。日本企業の技術的強み（海水淡水化と下排水再利用）を活かしたプロジェクトの提案が有効と考えられる領域。当面の狙いはこの領域とする。
- D**…国連などで、安全な水供給と衛生設備の普及が、世界的な問題とされているが、有効な手立てがなされていない。潜在的な市場規模は大きいですが、コストダウンなどR&Dの提案が必要な領域。

6. 包括的上下水道事業に取り組むための検討【B領域】

6-1. B領域の競争環境の認識

B領域においては、ODAなどで日本企業はいくつもの施設建設業務には参入している。前述したように、運営維持管理業務には参入していないため、日本のODAで建設した上下水道処理場の運営維持管理業務は、欧米水メジャーが受託している例も多い。今後この領域でさらに競争力を獲得するには、包括的な上下水道事業に取り組めるノウハウが不可欠となっている。

日本国内の上下水道事業は公共セクターが中心であり、閉鎖的であると言われてきた。しかし最近では、指定管理者やPFI事業が検討され始めており、上下水道事業への民間の係わりが変化してきている。しかしその業務範囲はまだまだ限定的であり、日本企業が世界に進出するためには、コンセッション型（またはアフェルマージュ型）の上下水道事業に取り組めなくてはならない。

6-2. 包括的上下水道事業に不足するノウハウ

ベオリアなど世界水メジャーと比較して、上下水道事業の各フェーズでCOCN企業の強みと弱みを下表に示し、不足するノウハウを整理する。ベオリアなどは、コスト削減手法やリスクヘッジ手法、これらを担保する長期契約手法に、圧倒的なノウハウを有するとされている。

表-10 上下水道事業のフェーズ

項目	内容	ベオリア	COCN 水メンバー	COCN 全メンバー
営業・情報	対象国・地域とのネットワーク	○	△	△
同意形成	事業の必要性、住民との協調	△	○	○
契約	長期契約のノウハウ	◎	×	○
資金調達		◎	×	○
事業経営	緊急時対応、リスクヘッジなど	◎	×	○
コア技術	膜ろ過技術、オゾン処理技術など	△	◎	◎
建設	施設建設全般	○	◎	◎
運転管理	日常管理	○	○	○
メンテナンス	機器管理	○	○	○
補修・更新	軽補修～大規模更新	○	○	○
顧客管理	料金徴収、クレーム対応など	○	×	○
コストダウン	漏水対策、運転方法など	◎	×	×

6-3. 連携によるノウハウの獲得

現状で不足するノウハウを補うには、それらを有する企業や組織と連携することが、先ず考えられ、国内での候補先をリストアップする。

① 東京都水道局その他の上下水道事業者

国内上下水道事業者は長年事業を営んでおり、緊急時対応や顧客対応など事業経営全般に多大なノウハウを蓄積している。

また上水道においてコストダウンのキーとなる漏水対策にしても、東京都水道局は世界で最も進んでいると言われている。国内上下水道事業者のノウハウを世界水ビジネスに活かせる方法を検討する価値がある。

② 大学など研究機関や政府の国際援助機関

上述したように、日本は水分野において、世界で最も積極的に国際貢献を行っている。国内の研究機関や援助機関が、多くの国・地域で水ビジネスに関連する情報や、人・組織とのネットワークを形成している。

また、ODAが施設建設だけでなく、運営・維持管理まで含めた水道事業全般に適用されれば、資金調達の大きな後ろ盾となり、世界水ビジネス進出の契機となる。

③ 商社など多国籍企業

水道事業における諸外国との長期契約については、一朝一夕ではノウハウ取得は難しいと考えられる。この分野において国内企業では、総合商社が類似した蓄積をしてきており、そのノウハウを引き出すことも有効である。

また総合商社は多国籍に事業活動を行っており、世界各地でのネットワーク形成に大きな力となる。

④ 電力・ガスなどのエネルギー供給会社

上下水道事業と電力事業・ガス事業は、供給・処理ステーションの建設、運営や、製品の供給形態、顧客管理など、業態として類似点が多い。電力会社・ガス会社の事業運営ノウハウは、世界水ビジネスにとっても有効と考えられる。

6-4. モデル事業に関する検討

世界水ビジネスにおいて、日本企業が競争力を獲得するためには、従来のEPCではなく、包括的な上下水道事業（いわゆる水サービス事業）に取組み、そのノウハウを蓄積する必要があることを、強調してきた。そのための手段として、国際貢献など国の施策と連携し、維持管理・運営まで含む包括的なモデル事業を創出し、産官学が協調して取り組むことを提唱したい。

表-11 従来のODAと対比したモデル事業の業務範囲

事業形態	事業分担		料金 設定	事業 経営	施設 所有	運転	メンテ ナンス	EPC	資金調達
	サービス 水準設定	相手国							
従来のODA事業	相手国の 事業範囲	相手国の事業範囲 *欧米水メジャーが受託すること も多い					日本企業の事業範囲	ODA	
COCONが提言する 包括的事業のイメ ジ	相手国と 協議して 決定	日本企業の事業範囲					ODA 民間資金の 活用も検討		

(1) 対象地域の選定

モデル事業の対象地域は、アジア圏（B領域）とする。アジア圏でのモデル事業創出には、次のようなメリットが考えられる。また具体的な対象国、エリアの選定は、今後外交ルートや学術ルートを活用して行っていく必要がある。

- ① 上下水道分野における日本のODAは、これまで主としてアジア圏を対象に、毎年2,000～3,000億円実施されており、日本の資金による資産がストックされており、また相手国との関係構築が期待できる。
- ② 日本と気候風土が似かよった地域も多いため、日本の知識、経験を活かしやすい。
- ③ 世界的にみても、人口の増加している地域であり、上下水道インフラのニーズは今後とも旺盛である。

(2) モデル事業の要件

上述のような日本企業のニーズを満足し、かつ効果のあるものとするには、モデル事業として次のような要件を満足することが望ましい。

- ① 即効性のある事業の立上げを狙うためには、既設インフラを対象とすることが確実である。そのため、過去に日本のODAで建設した案件であること。
- ② 既設インフラに、更新、増設、高度化など何らかのニーズがあり、併せて維持管理・運營業務においても支援が必要なこと。
- ③ 新規のインフラの場合は、パイプラインの整備に多大な労力と時間を要する案件はモデル事業としては取組みにくいいため、比較的小規模（分散型）のものであること。
- ④ 維持管理・運営まで長期に関与するため、カントリーリスクが少なく、安定した国情であること。
- ⑤ 維持管理・運營業務のサービス対価は、原則として相手国の上下水道事業体が支払うものとするが、ODA資金も組み合わせたスキームを検討する（保守・修繕、技術支援（人材育成）など）。

(3) モデル事業のニーズ

アジア圏においてモデル事業を提案する時に、相手国のニーズを整理すると、以下のよう
に考えられる。

表-12 モデル事業における相手国ニーズ

	上水道	下水道
都市域 人口集中地域	① 老朽化施設の更新 ② 能力の増強（水需要増大） ③ 処理水の高度化（安全対策） ④ 漏水対策 ⑤ 経営の効率化	① 新規整備（大規模施設） ② 能力の増強 ③ 処理水の高度化（水質保全） ④ 汚泥の処理、処分、リサイクル ⑤ 処理水の再利用（農業用水など）
都市周辺域	① 新規の整備（小規模分散型） ② 効率的な維持管理	

7. 先進技術領域での競争力強化の検討【C領域】

7-1. C領域の競争環境の認識

水資源が乏しいという厳しい条件下にありながら経済的発展が見られる地域が存在する。これらの地域をC領域と定義する（図-7参照）。これらの地域ではその経済的発展が水需要増加を招き、水資源不足をさらに招くという状況が見られる。これらの地域を具体的に例示すると、MENA と略称される中東・北アフリカ地域、あるいは、シンガポールなどである。両地域の形成要因を分析する。

(1) MENA

本地域は、もともと砂漠であり人口も少なかった。油田の発見とともに、世界的への石油供給基地として発展し、いわゆる、オイルマネーによって経済成長を続けている。

(2) シンガポール

シンガポールは、国土が狭く自国で水を自給することはできず、マレーシアより供給される水によって国を維持している。近年、国家セキュリティの観点から水資源の自給を目指し、さまざまな施策をとっている。

これら2地域は、成り立ちこそ違っても、河川のような通常の水資源に依存しているのは自国民の生活や産業を維持することができないという点で共通している。このような地域に必要な上水を得るためには、「浄水」ではなく「造水」が必要である。

造水には、海水から淡水を得る「海水淡水化」、および、広義に解釈すれば、生活・産業で使用された下水を処理し再利用可能とした「再生水」がある。造水では、効率的にエネルギーを使用するシステム化技術や、膜などの高度技術に支えられた材料が必要不可欠である。したがってA領域で長い経験を有し、大きなシェアを占めているベオリアなどの企業も、まだ、それほど大きな存在となっていない。

一方、これらの領域での事業拡大にすでに着手している企業も多くみられる。たとえば、国家戦略として水事業を活性化し近隣諸国へのハブとなろうとしているシンガポール系企業や、膜生産会社をM&Aにより取得し事業規模を急激に伸ばしているGE、Siemens、同様にM&Aにより海水淡水化事業を拡大しているDoosan（韓国）などである。同領域で日系企業がビジネスを成立させるには、造水にかかわる技術領域での日本企業の現状を分析し、今後のとるべき方策についてまとめ、実行に移すことが急務である。また、本章で述べる技術的優位性を、地域ごとの特性に合わせて事業に活用するビジネスモデルの構築も重要であり、9章で検討する。

7-2. 海水淡水化

(1) 現状

海水淡水化には、海水を蒸発させて蒸留水を作る「蒸発法」と、逆浸透膜（RO膜）により塩分を除去する「膜法」の2種がある。

日本国内では海水淡水化プラントは、主として離島の水道水源、あるいは発電所のボイラー用水等として利用されてきており、比較的小規模のプラントが多い。国内淡水化施設の代

表例としては、

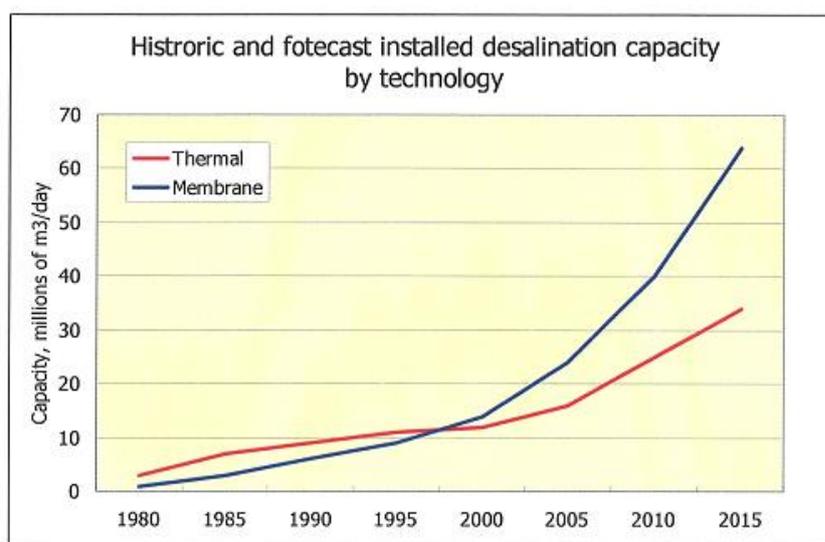
- ・ 沖縄県企業局・海水淡水化センター：逆浸透法（4万m³/日）
- ・ 福岡地区水道企業団・海の中道奈多海水淡水化センター：逆浸透法（5万m³/日）

がある。

世界の淡水化プラント設置容量合計は2001年には3,200万m³/日、2003年には3,700万m³/日を越えた。現在、世界最大の海水淡水化プラントは、サウジアラビアのアルジュベールの100万m³/日の多段フラッシュ蒸発プラントである。従来、発電所ボイラー用海水淡水化は蒸発法が用いられてきたが、造水に占めるエネルギーが、逆浸透法の場合で5~7 kW/m³、蒸発法では10~15 kW/m³であり、大型プラントでは逆浸透法がその省エネルギー性から主流となってきた。1999年には累積容量で膜法（RO+NF+ED/EDR）が蒸発法を凌駕し、2003年には膜法が全体の51%、蒸発法が43%となっている。今後もこの傾向は続き、水不足を反映して、造水設備の増加傾向は一段と増えることが予想される（図-8、Thermal=蒸発法、Membrane=膜法）。また、1基当たりの造水設備能力もますます大型化が顕著になっている。

2003年までに設置された全淡水化プラントの国別実績では、日本は米国に次いで2位、蒸発法では1位で、日本メーカーの蒸発法に占めるシェアは27%となっている。世界のプラントメーカー上位20社中に日本メーカー7社が含まれ、蒸発法の実績を有するメーカーとして三菱重工、サクラ、日立造船、IHIが名前を連ねている。

膜エレメントの供給では、日本国内企業が競争力は強い（図-9）が、装置・設備・建設（EPC, Engineering, Procurement and Construction）面では、技術力はあるもののコスト競争力の強化が大きな課題となっている。更に、水供給事業に関しては、ほとんど実績がなく、欧米企業がこの市場を押さえているのが現状であり、日本の企業は全く貢献出来ていない。



Authority: Global Water Intelligence, "Desalination Markets 2007 A Global Industry Forecast"

図-8 海水淡水化技術の推移

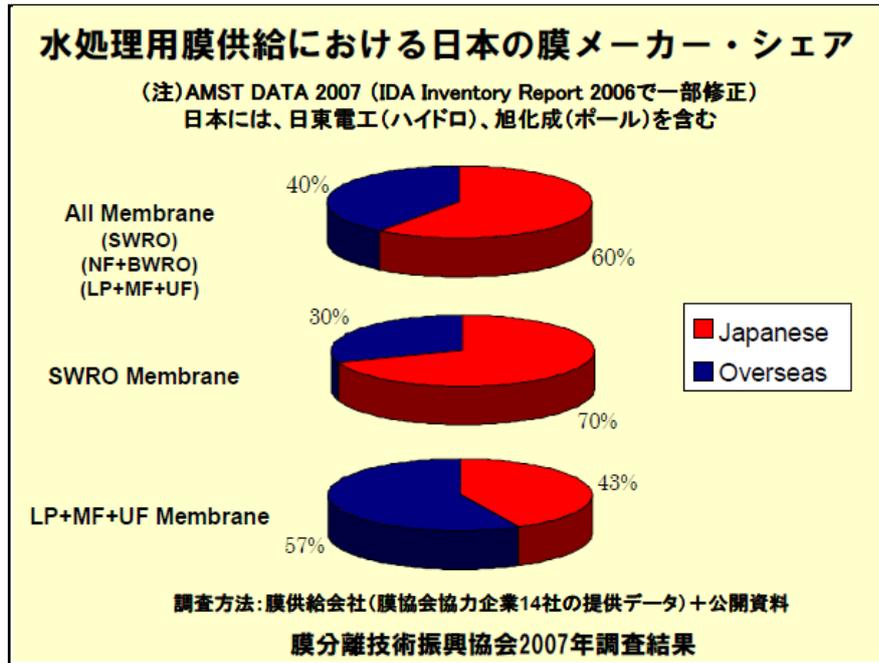


図-9 世界に占める日本の膜技術のシェア

(2) 今後の展開

膜法に関しては、今後は日本の強みを生かした水供給事業分野への参入と装置設備建設(EPC)面の現地調達によるコスト低減の策定、および資源・エネルギーの大幅削減を可能とする新規プロセス及びそれに必要な膜などの素材開発を重点的に研究・開発すべきである。

表-13 新規分離膜開発

分野	ターゲット	技術開発のポイント
上水製造 海淡水前処理	容易な維持管理(自動化) 環境負荷低減	①高耐久性ろ布 ②直接ろ過(ケミカルレス)MF/UF膜
海水淡水化	造水エネルギー半減 造水コスト低減 容易な維持管理(自動化) 環境負荷低減	①高性能RO/NF膜 ・前処理用NF ・高透水性 ・高耐久性(耐薬品、耐ファウリング) ・低動力運転 ・特定成分除去(ホウ素、砒素など) ②膜コスト低減 ・低コスト膜モジュール ・膜リサイクル技術 ③IMS(Integrated Membrane System, 膜複合システム) ・NF+RO ・MF/UF+RO ④エネルギー回収技術 ・浸透圧発電(Pressure Retarded Osmosis) - 高性能PRO平膜 - 複合中空糸PRO膜 - 低ファウリングPRO膜 - 専用モジュール構造 - 簡易または無前処理技術 ・温度差発電 ・エネルギー回収統合プロセス ⑤水回収率向上&濃縮排水処理 ・濃縮排水利用膜蒸留(MD) - 膜, モジュール, プロセス ・濃縮排水処理用膜晶析(MCr) - 膜, モジュール, プロセス
下廃水再利用	処理エネルギー半減 環境負荷低減	①高性能MBR(UF/MF)膜 ・高透水性 ・低ファウリング ・高耐久性 ②高性能RO/NF膜 ・低ファウリング ③低排出(→ゼロエミッション)生物処理技術 ・再利用濃縮排水の再処理技術

朱記: 膜、モジュール

蒸発法は熱移動操作であり、いかに経済的に水、蒸気間の熱の移動を行えるかが技術課題である。高い温度で蒸発させるほど供給水との温度差（蒸発駆動力）が大きく小さな設備で済むので経済的である。また、プラントの大型化、濃縮水温度の上昇を図ることによりコスト削減が可能である。濃縮水温度の上昇にはスケールの問題、腐食に耐える金属材料の開発が課題として残されている。なお、コージェネ型のプラントでは燃料コストの大幅な低減が可能である。これらを踏まえると、蒸発法による海水淡水化は今後ともある程度の比重を占めていくものと思われる。

さらに、蒸発法による海水淡水化の熱源としての原子力の利用が国際原子力機関で提案され、1990年代からは本格的な検討がなされ、技術的、経済的な展望があるとの結論が得られている。日本においても数年前から積極的な検討が始まっている。

7-3. 再生水【MBRなど】

(1) 現状

水資源不足に対処するため、下水を有望な水資源と見なす傾向が世界各地で強まっている。下水処理水は通常飲料に適さない。ただ、中水として再利用すれば、その分だけ飲料用水源の確保につながることになる。すでに米国、オーストラリア、中東産油国を始めとする水不足地域では、下水処理水を再生し、ビル雑用水、商工業用水、灌漑用水などに大規模に利用され始めている。

再生方式は、要求される水質に応じて選定、改良されている（図-10）。近年では、下水の活性汚泥処理水を従来の砂ろ過、消毒（塩素、紫外線等）する方法に代わり、MF膜あるいはUF膜でろ過する方法が多くなってきている。さらに、主としてRO膜による脱塩処理により、産業・建設サイト用、各種冷却水などに利用できる高度な水質まで、幅広い用途拡大が可能になってきた。また、最近では、再生処理プロセスが少なく敷地面積を低減できる新しい方法として、MF/UF膜を下水の活性汚泥処理槽に浸漬し、活性汚泥を直接ろ過し処理水、再生水を得る膜分離活性汚泥法（Membrane Bio-Reactor; MBR）が増加傾向にある。

現状、日本企業は、シンガポール、クウェートの下水再生施設のほか、中国での世界最大規模のMBRによる下水処理設備など、膜エレメントの供給を主体に世界市場で事業を拡大している。

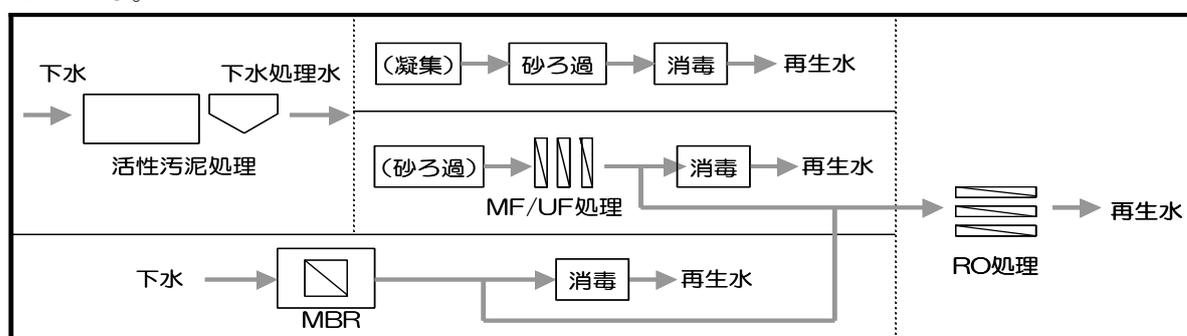


図-10 下水処理水の再生方法

(2) 今後の展開

世界各地の水不足を背景に、再利用される水の量は年々増加し、2015年には5,450万m³/日に、水再利用市場への資本投資は2015年までに世界全体で280億米ドルを超える見込みである。今後、これらの需要と投資額はますます増加すると予測されている。

ここでの課題も、海水淡水化（膜法）と同様である。すなわち、膜エレメントの供給は日本企業が圧倒的に強いが、システムとしてのEPC面では、技術力はあるもののコスト競争力がさらに必要である。日本が有する世界トップレベルの膜技術や運転管理・制御技術などを核に、用途に応じた再生水の製造システム、都市開発や灌漑・緑化と連携した大規模再利用システムの普及が期待される。そのためには、さらなるコア技術の強化とともに、システムとしてのコスト競争力を高める技術開発が必要である。

表-14 再生水システム開発

再生水システムの課題	必要な技術開発内容
省エネ、低コスト化	高性能・低コスト膜、水質に応じた最適運転（低動力、低ファウリング）
環境負荷低減	RO膜濃縮水の有効利用、水質モニタリング

7-4. 高度処理【オゾン】

(1) 現状

中国の都市部において、脱臭、脱色、殺菌を目的としたオゾンを用いた浄水の高度処理が急速に導入され始めている。この分野では、当初から事業参入していた欧州のOzonia社、Wedeco社が市場を独占している。日本企業は技術的に進んでいる高効率なオゾン発生器を武器に、近年市場参入を試みたが、先行の欧州メーカーの厚い壁に阻まれて、大きな進展は見られていない。

(2) 今後の展開

この領域では、補助金を投入して納入実績を作り、その中で日本製品の省エネ性や安定性を広くアピールし、欧州メーカーの牙城を切り崩して行くことが効果的であると思われる。

また、今後需要が急速に拡大すると考えられる下水の再利用分野では、脱臭、脱色、殺菌に加えて環境ホルモン対策も重要になってきており、オゾン処理はひとつの有効な処理法である。特に中国では、北京オリンピックなどに向けて、オゾンによる下水の再利用が計画されている。欧州メーカーも実績を持たない状況であるため、早期に参入し、納入実績と性能（省エネ性、安定性）が認知されれば、国内メーカーによる市場獲得のチャンスも十分あると考えられる。この領域においても、何らかの補助のもと、早期な実績作りと性能実証が必要である。

7-5. セラミック膜

(1) 現状

膜分離に使用される膜モジュールとしては、前述のように世界的には高分子膜が大勢を占めているが、上下水等の大規模水処理分野に適用可能な大型セラミック膜(無機膜)は、日本のオリジナル技術であり、国内水道分野で多数の実績を有する。

(1) -1 セラミック膜モジュール

セラミック膜は、その材質により、①高い機械的強度、②高い化学的安定性、③長い膜寿命、④使用済み後のリサイクルが容易、との特徴を有する。セラミック膜外観を写真-1に示す。



写真-1 セラミック膜外観

また、セラミック膜を適用した浄水システムは、河川表流水、伏流水、井水など幅広い水源に適用されており、以下の特徴がある。

- ①安定して高品位な浄水の供給が可能
- ②高回収率運転が可能
- ③排水処理の負荷が軽減
- ④維持管理が容易
- ⑤薬品洗浄が容易

(1) -2 大容量セラミック膜モジュール

全世界においては、国内も含め複数のセラミック膜が工業的に製造、販売、適用されている。いずれも膜外径 30mm 程度のセラミック膜を用いた小規模モジュールで、主に食品・医薬工場の製造プロセスに用いられている。海外ではセラミック膜の浄水処理への適用はほとんどない。

一方、日本国内では、小規模セラミック膜を初めて浄水処理に適用した 90 年代半ば以降、膜外径と膜長を拡大してセラミック膜の大型化が進められた。膜モジュール 1 本当りの造水能力は、この 15 年間に 100 倍近く増加した。現在、国内では、外径 180mm の大型セラミック膜を用いた浄水場の実績は、最大 4 万 m^3 /日級規模の浄水場設備を含め約 60 件に達している。写真-2 に大規模セラミック膜浄水場の膜ろ過ユニット外観を示す。これらの国内実績をベースに、欧米等海外においても、大型セラミック膜の適用の試みが行われている。



写真-2 大規模セラミック膜ユニット

(2) 今後の展開

大型セラミック膜は、自然水（河川表流水、地下水等）を対象に水道分野を中心に適用されてきたが、現在セラミックの特長を生かし、以下のような分野への展開が検討されている。

① 下水高度再生水への適用

セラミック膜の耐久性と汚濁水に強いという特性を生かし、オゾン等の高度処理技術と組み合わせ、水質の高度化、膜ろ過流速向上、設備のコンパクト化等を目的とした開発が国内外で進められており（図-11）、ほぼ実用化の段階に来ている。



図-11 オゾン-セラミック膜再生水システムフロー（例）

② 海水淡水化の前処理への適用

今後、世界的に水資源として活用が推進されつつある海水淡水化分野でも、セラミック膜の堅牢性を生かし、RO膜の前処理への適用が検討されている。特に汚濁が進んだ原海水に対し、凝集処理と組み合わせることで、水質の高度化、安定ろ過と膜破損によるRO膜ファウリング防止により海水淡水化コストの低減に貢献できる可能性を有している。

7-6. 海洋深層水利用技術

(1) メンテナンスが簡単な海水淡水化への利用

海洋深層水とは、水深が200メートル以下の深海に分布する表層水とは違った物理的・化学的特徴を持つ海水のことであり、特に、物理的清浄性が優れているという特長がある。海洋深層水を逆浸透膜方式による海水淡水化の原水に使用すれば、前処理装置がなくても無薬注で1年あまり連続運転可能といわれている。そのため、海洋深層水の取水費用を除けば、これらのシステムの設備費は従来の標準型海水淡水化設備の25%減になるとの試算がある。また、得られた淡水は各種の元素イオンが微量に透過混入しているため、その

ままでもミネラルウォーター飲料水として用いる場合もあるが、脱塩過程で抽出したミネラルやさらに外部の成分を添加して調整する場合もある。

(2) 海水淡水化・造水と発電設備との連携

NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）は 1999 年度から 5 ケ年にわたり「エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発」を実施した。これは 100 万 t / 日の海洋深層水を取水することを前提として、

(ア) 第 1 段で火力発電所の冷却水やガスタービン吸気冷却への利用など省エネルギー技術に活用

(イ) 第 2 段で昇温した海洋深層水を淡水供給、漁業、食品産業などに多目的、多段階で活用すること

を狙いとした。

海洋深層水を火力・原子力発電所の復水器冷却に活用する場合、これまでの表層水を利用する方式に比べて低水温のために運転効率が数%向上するといわれている。さらに海洋深層水のもつ清浄性のために配管への生物の付着や汚れがないため、熱ロスも小さく、海水の輸送配管系のメンテナンスがほとんど不要になる。

本開発では経済性を考慮した技術検討やモデル実証を通じて、高効率かつ低コスト・メンテナンスフリーの大量取水の技術的可能性が確認された。しかし実証実験までにはいたらず、現在、エンジニアリング振興協会海洋開発室が検討を継続している。

(3) 国の関与の必要性と施策・制度への適合性

海洋深層水の利用はほぼ全国に普及したが、発電所等での冷却利用を考えたエネルギー開発はこれまで全く行われていない。発電所等での冷却利用を実用化するためには、比較的大規模な水量を常に安定して供給することが必要不可欠であり、300～600mの大水深からの大量取水技術を確立することが前提となる。

日量 100 万 t / 日の取水は、現在実用化されている内径 20～30cm のパイプより一桁大きな内径 2 m 級のパイプが必要であり、民間企業では研究投資リスクが高く単独で取り組むことは困難である。さらに、大量取水に関しての厳密な経済性評価等を行われておらず、現状では民間主導では技術開発の促進は望めない。

しかし、海洋深層水の大規模取水およびその有効利用（図-12）は、海洋基本法を策定したわが国の国家的海洋開発課題の一つとして位置づけられ、実用後の公益性は高く、新規産業の創出活動の基盤となりうる開発テーマである。海洋深層水を活用した海水淡水化と発電設備の連携技術は、国が関与する必要性の高い実用化開発・実証支援事業である。

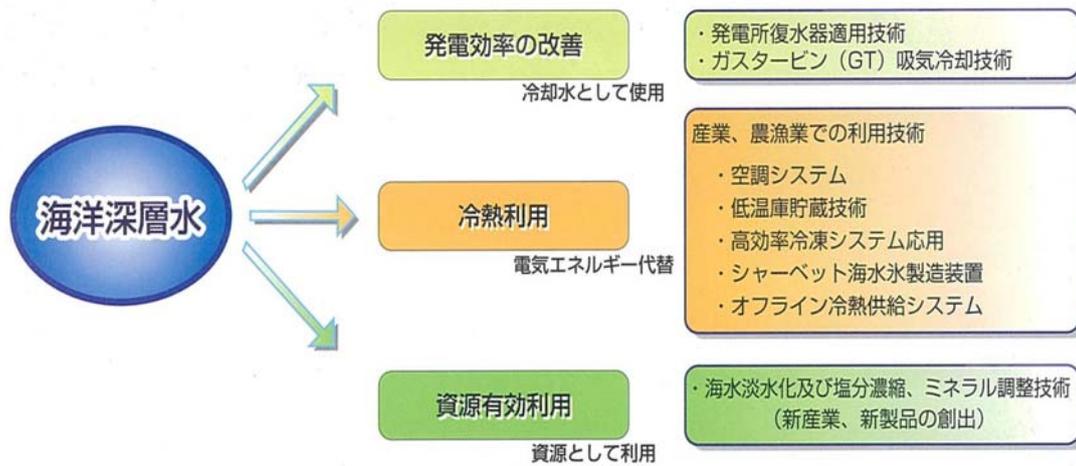


図-12 海洋深層水の利用方法

【出典：NEDO パンフレットより】

8. 将来の市場開拓を見据えたR & Dの検討【D領域】

8-1. D領域の現状認識と必要対策

アジア・アフリカ地域を中心とした人口の急激な増加や工業の発展、地球温暖化現象に伴う気候変動などにより、さまざまな水問題が発生している。1995年、世界銀行は「水危機に直面する地球」と題するレポートの中で今世紀は水紛争の世紀になると推測している。

1997年の国連事務総長報告によれば、世界における人口の増加により一人当たりの河川等の淡水の量は1970年から1995年の間に約40%減少していると報告している。なかでもアフリカでは、1995年の国連の推計によると2.67%で、アジア・ラテンアメリカのそれの1.68%を上回っている。

本項ではアフリカに焦点を当てて論ずる。アフリカ地域の人口急増であることからナイル川の水資源巡って国家間の紛争が現に起こっている。水不足ばかりではなく、水の衛生問題により、世界保健機構(WHO)の調査によるとでは、開発途上国における疾病原因の80%は汚水によるものとされている。水に関わる病気が原因で子供達が8秒に1人ずつ死亡しているとされている。

このような人口増加の著しい国々は一人当たりの水資源に乏しく、衛生状態も芳しくないため、水の供給問題は急務である。一方、近年ではアフリカの資源を求めてアフリカ諸国以外からの投資がさかんにおこなわれるようになり、アフリカ全土の平均の一人当たりのGDPは\$745(2005年)、年間成長率が4.3%(1998~2006年の平均)と、アフリカ全般としては経済状況がよくなりつつある。しかし、1日1ドル未満で生活する人がアフリカ全人口の41%(2004年)を占めるなど、アフリカ内での経済格差が広がっている。(数値は外務省HPより引用)

現状、サハラ砂漠以南の地域では上水については、地下水開発を中心とした整備、維持管理の強化が行われている。ただ、日本のように水の全てが飲料対象になるまで衛生的に処理されるニーズは低いと思われる。従って、水源から取水した水を飲料や医療の対象になる分量のみを衛生的に処理し、供給するようなシステムを先進国側が支援すればよいと考える。また、農業用水、工業用水については、水源から取水した水、雨水の利用ほかに、下水の再生利用が考えられる。このようなことから、同地域には水施設の市場は存在するものの、ODA等の海外援助で所謂、先進国並の設備を一方的に建設しても、技術的なインフラと維持管理費が不足していると考えられ、利用されずに設備のみが残ってしまう恐れがある。現地の状況をよく勘案して、合致した提供開発が必要なことである。そのポイントとして考えられることは、

- ・分散型で建設が容易なこと(浄化槽や浄水器のような技術が有効と考えられる)
- ・維持管理に深い専門知識と多額の費用を必要としない
- ・多くの動力を必要としない(太陽光パネルの利用も一方である)

などの条件となる。

先進国側は、設備・システムの援助のみならず、運転維持管理方法の技術供与を行う必要がある。対象国の技術的(人的)インフラが高まり、経済力がついてきた段階で、先進国

側は自国に対象国の技術者を招聘し、研修を供与し、序々に対象国が自立できるようシステム作りをすることによって、世界全般にわたる反映に寄与することができると思う。

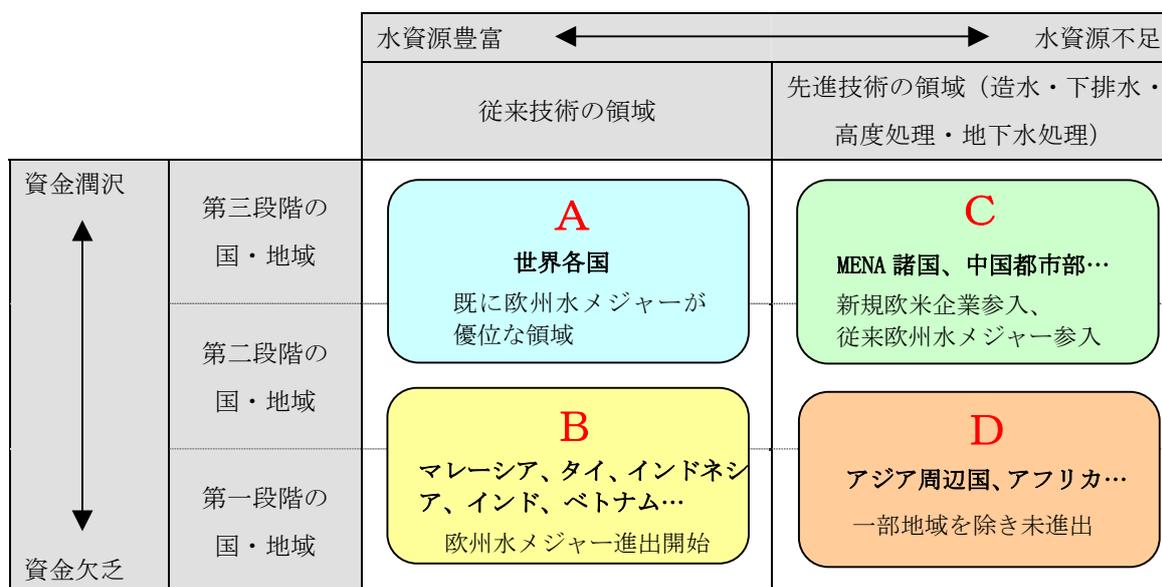
9. 提言（まとめ）

9-1. 基本認識

(1) 世界水メジャーに比較して、日本企業の世界水ビジネス進出は遅れており、今後産官学連携した取組みが必要な状況である。

(2) 今後の市場で最大の分野は、上下水道事業であり、日本も海外で民営水道事業を担当できる中核企業またはコンソーシアムを立上げ、実績とノウハウの蓄積が急務である。

(3) 世界の水事情は非常に多様であり、日本企業の特性を踏まえた地域ごとの戦略構築が重要である。ターゲットとすべきゾーンは高成長が期待できる、MENA諸国（中東・北アフリカ）を中心とするCゾーンである。



A…すでに欧米水メジャーが優位な領域であり、他領域から進出を図る。

B…ODAなど日本の国際協力が活発に行われている領域。

C…日本の先進技術を活用した取組みが可能な領域

D…潜在的市場規模は大きく、今後のR&Dに期待される領域

(1) A領域

本領域は既存の欧州2大メジャーが優位に立っている。COCNとしては、他領域を優先して取組みながらA領域をウオッチする。参入するためには国家戦略が不可欠である。

(2) B領域

【目標】 世界市場における上下水道事業の先鞭をつけ、実績とノウハウを蓄積して中核企業並びにSPCを育成する。

【提案】 我国はこの領域において、建設主体のODAで貢献しているが、現地で十分に使いこなせておらず、維持管理・運営面では貢献できていない。そこで産官学の連携により、一定期間の運営維持管理業務を含んだ国際貢献のスキームを構築し、その成果はモデル事業を創出して活かしていく。

(3) C領域

【目標】 本領域は最も市場規模が拡大している地域であり、今後、競争も激しくなると考えられる地域である。コスト競争力を含めた国際競争力を獲得するためには、機器調達及び建設、運営・管理のノウハウとともにブレークスルーとなる革新技術を付与し、さらには、地域特性を踏まえた水活用に関するビジネスモデルを構築し、水ビジネス分野への業務拡大を図る。

【提案】 国内企業が国際競争力を獲得するためには、コストダウンに併せ、革新技術の創出、水活用に関するビジネスモデル構築が不可欠である。産官学連携により早急に取り組む必要がある。

- ① 外交ルートも活用した現地固有の情報入手とそれに基づく社会システムを含むビジネスモデルの構築。その推進のためのプロジェクトの創出、またLLP組織などの体制整備
- ② 産官学連携による、大幅な省エネ、安心安全のための水質向上、水環境負荷低減に着目した革新要素技術の開発
- ③ 革新要素技術を組み入れた新システムの開発とモデル事業による実証
- ④ 上記成果をふまえて、SPCを立ち上げ、事業化推進

(4) D領域

【目標】 中長期的な市場と捉え、将来の優位性を確保する。

【提案】 現状ではビジネスとして組立て難いが、潜在的市場規模は大きい。分散型システムなどコストダウンに着眼したR&DをC領域に併せて実施する。

9-2. 推進体制の確立

本報告でまとめたように、水はそれぞれの地域の経済成長・生活に不可欠でありながら偏在しており、水資源欠乏の地域においてはその確保が喫緊の課題となっている。日本としても、国際貢献の立場から、その効果を最大化するため「顔の見える」活動が求められている。そして、資源国との関係を強化し、ひいては、エネルギー、資源の確保に結びつけることも国家戦略として重要であり、「水」はそのための重要な柱の一つになりうる。しかし、現状では、国家戦略の形で明確に方針が固まっておらず、個々の企業が自社の事業方針にのっとり海外展開を模索しているのにとどまっている。プラントメーカーは、国内の上下水道設備建設の経験をベースに ODA に伴うプラント建設などを推進している。また、商社などは諸外国で民営化された水運営会社への投資を進めている。このように、オールジャパン体制は整備されず、世界の中での存在感はまだまだ小さいと言わざるを得ない。

COCONとしては今後、図-13に示すように、LLP制度の活用も視野に入れ、民間会社を中心となるフォーラムを形成し、モデル事業の創出と、競争力獲得のためのR&Dを推進することを検討する。またこのフォーラムの活動は、各関係省庁や研究機関と連携し、オールジャパンの体制作りに役立つものとしたい。

表-15 想定スケジュール

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	～2017年
推進体制整備	←→					
A領域		← 継続調査			→	
B領域		← モデル事業検討		← 事業化	→	
C領域		← R&D	→	← 事業化	→	
D領域		← R&D			→	事業化

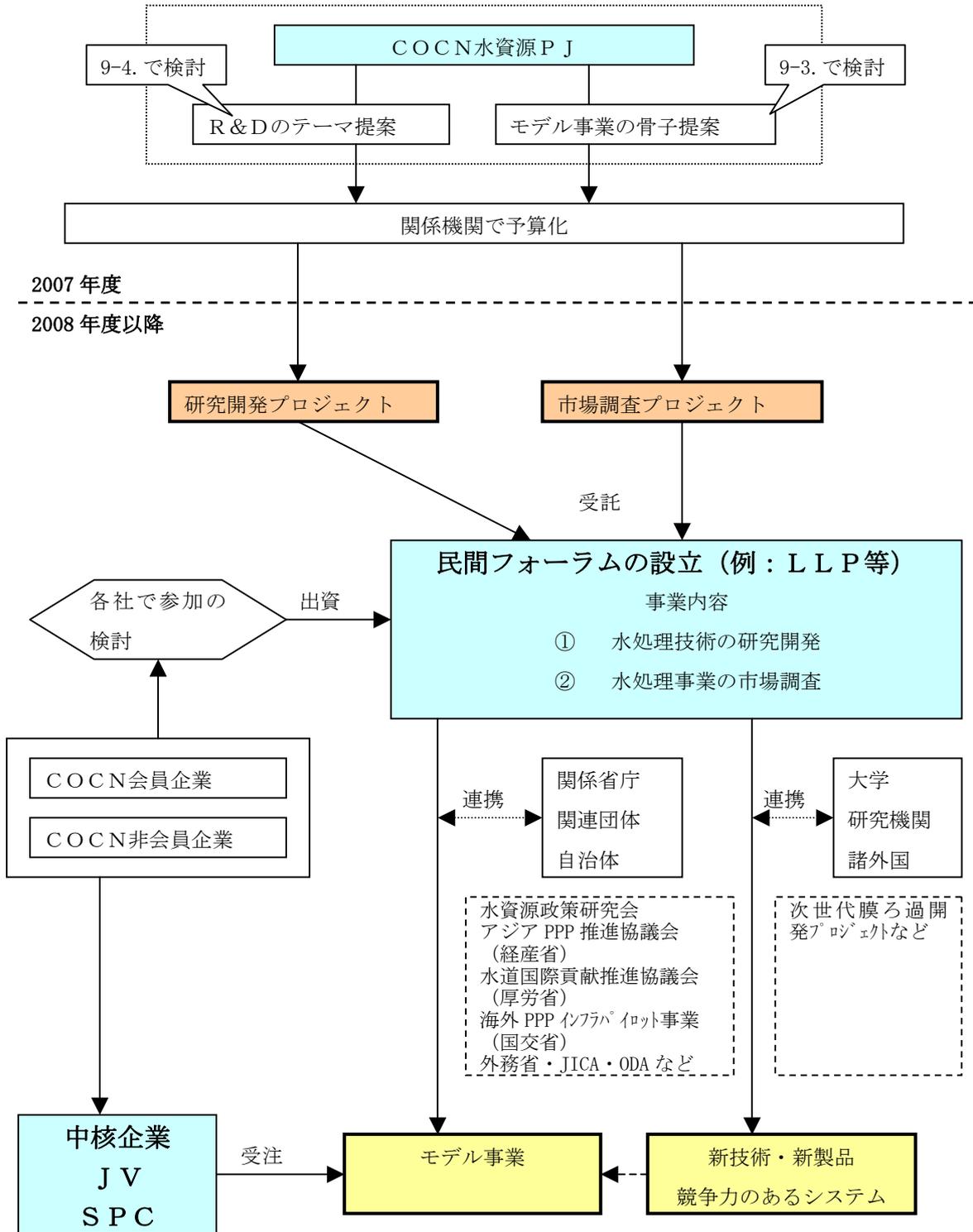


図-13 推進体制 (案)

9-3. モデル事業の提案

6-4. ではモデル事業を提案する時の、対象地域、要件、相手国ニーズを整理した。ここでは、それらを踏まえ、B領域（アジア）における、現実的で即効性のあるモデル事業の案をいくつか例示する。

また、海外で適用可能となる、国内での実証事業も併せて提案する。

モデル事業①【既存浄水場の増設と漏水対策など経営の効率化】

都市化の進展する地域で、浄水場の増設が必要なところを対象とする。アジア各国の漏水率は非常に高いため、漏水対策のノウハウ活用を柱とし、その他日本が有する各種技術（水質管理、地震対策など）を組み合わせ、効率的で高度な上水道事業運営に貢献する。

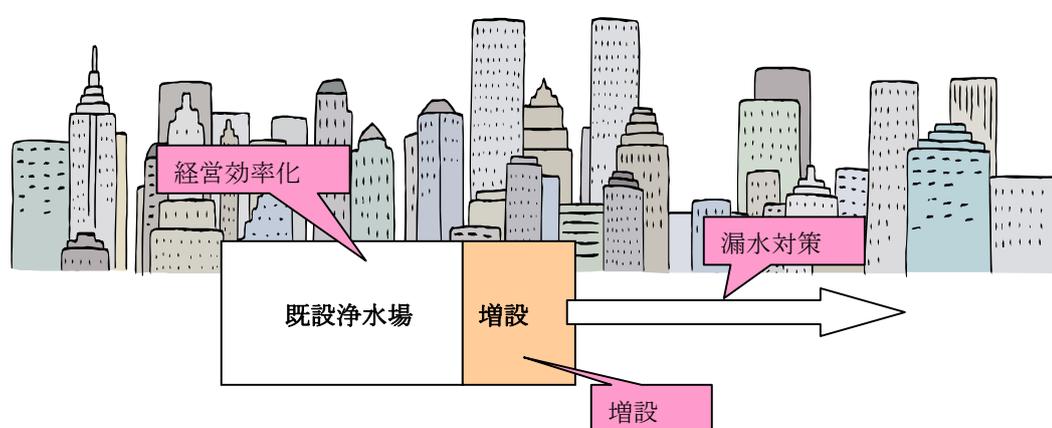


図-14 モデル事業①のイメージ

表-16 モデル事業①の業務概要

日本企業の業務範囲	① 増設部分の設計施工 ② 漏水調査、対策 ③ 全体施設の運転状況調査、運転効率化対策 ④ 耐震診断、耐震補強対策 ⑤ 全体施設のO&M
業務担当者の構成	① コンサルタント ② 建設、機械、電気などメーカー ③ 水道事業者（東京都水道局など）
コストイメージ	30万人から50万人規模への増設を想定し、10年間のO&Mとする ① EPC 200億円 ② 漏水対策 数十億円 ③ O&M 100億円

モデル事業②【都市周辺における分散型上下水道の効率的整備と運営】

アジア各国の地方都市部には、まだまだ新規で上下水道整備が必要な地域が多い。こうした小規模分散型の上下水道整備には、運転管理の省力化がキーポイントである。日本には膜ろ過など無人の自動運転に適する技術があり、また遠方集中監視制御システムを適用することで、日本国内からの集中管理も可能となる。こうした技術を活用し、上下水道をパッケージにして、効率的な水道整備を提供する。

維持管理運営については、日常的には無人運転となる。定期的な管理や、緊急時の対応のため、現地の担当者を教育して連携を図る。

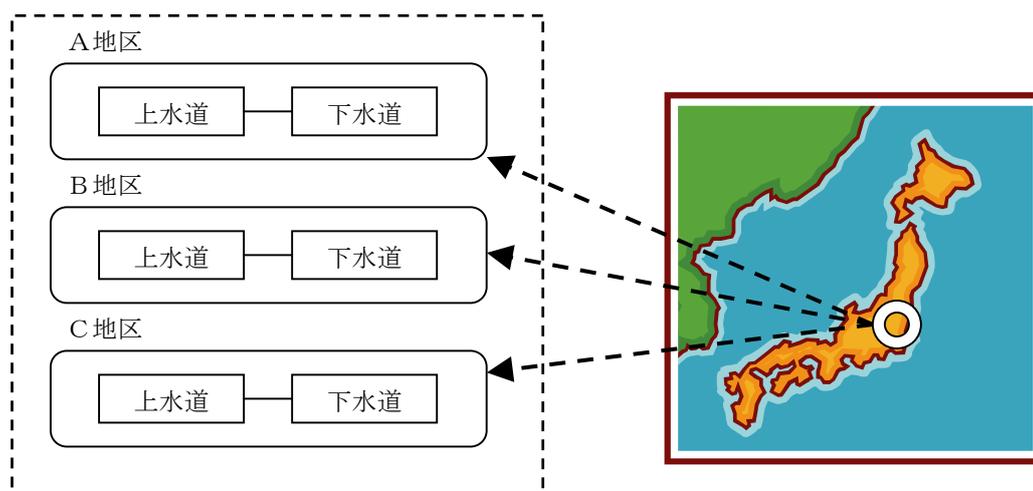


図-15 モデル事業②のイメージ

表-17 モデル事業②の業務概要

日本企業の業務範囲	<ul style="list-style-type: none"> ① 新設浄水場、下水処理場の設計施工 ② パイプライン整備の指導（相手国の担当とする） ③ インターネットなど活用した遠方集中監視制御システムの構築と運営 ④ 現地施設のO&Mについては、現地担当者への連絡と指導が中心的業務
業務担当者の構成	<ul style="list-style-type: none"> ① コンサルタント ② 建設、機械、電気などメーカー ③ 上下水道事業体
コストイメージ	<p>1,000人規模の上下水道処理場整備が10箇所とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① EPC 200億円 ② 遠方集中監視制御システム 数十億円

モデル事業③【CDM事業を活用した下水汚泥资源化施設の建設と運営】

アジアの都市部では、大量の下水汚泥がそのまま埋立処分されている。また生ゴミなど廃棄物も、焼却されずに埋立されているところが多い。こうした廃棄物はメタンガス発生源となるので、それらの減量、リサイクルや、発生メタンガスの回収利用は、CDMのクレジットとして活用可能である。

日本は、これらバイオマスリサイクルには、最近特に力を入れており、コンポスト化、メタン発酵（消化）など、技術的にも優れている。この技術、ノウハウを活用し、下水汚泥や生ゴミなどバイオマスの资源化施設を建設運営し、相手国への環境貢献とあわせ、CDM事業にも参画を図る。

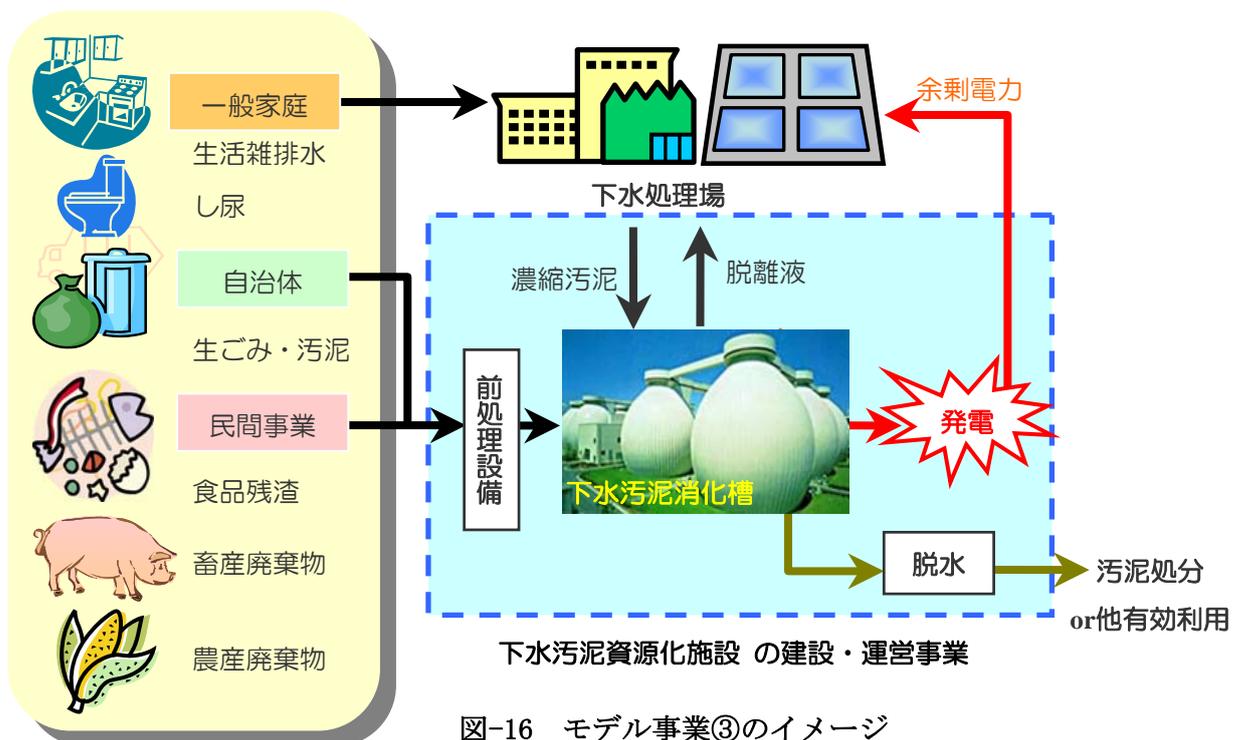


表-18 モデル事業③の業務概要

日本企業の業務範囲	① 汚泥リサイクル施設の設計施工 ② 汚泥リサイクル施設のO&M ③ 汚泥・生ゴミその他バイオマスの処理事業（収集運搬は別） ④ CDMを活用したフィー事業
業務担当者の構成	① コンサルタント ② 建設、機械、電気などメーカー ③ 商社・電力会社
コストイメージ	20万人規模の下水処理場を想定し、10年間のO&Mとする。 ① EPC 40億円 ② O&M 20億円 ③ CO2クレジット 数億円

モデル事業④【国内での高効率水循環実証事業】

水需要の増大に対応するためには、新たな水源の確保が必要となる。しかし、水源開発には、多大なコスト、時間、環境影響が伴うことが懸念される。

ここでは、先進技術の活用も視野に入れて、大規模な水源開発を伴わず、再生水など先進技術を取り入れることにより、地域の高効率な水循環システムを国内で構築し、水需要増大へ対応するための実証事業を提案する。本モデル事業の目的は、①国内での所管を越えた水循環全体システムを実証し、その技術的特性及び管理運営業務のノウハウの集積を図ること、及び②更なる先端技術の開発と実証である。

ここで得られた知見は、海外で都市化の進展する地域へ適用が可能である。

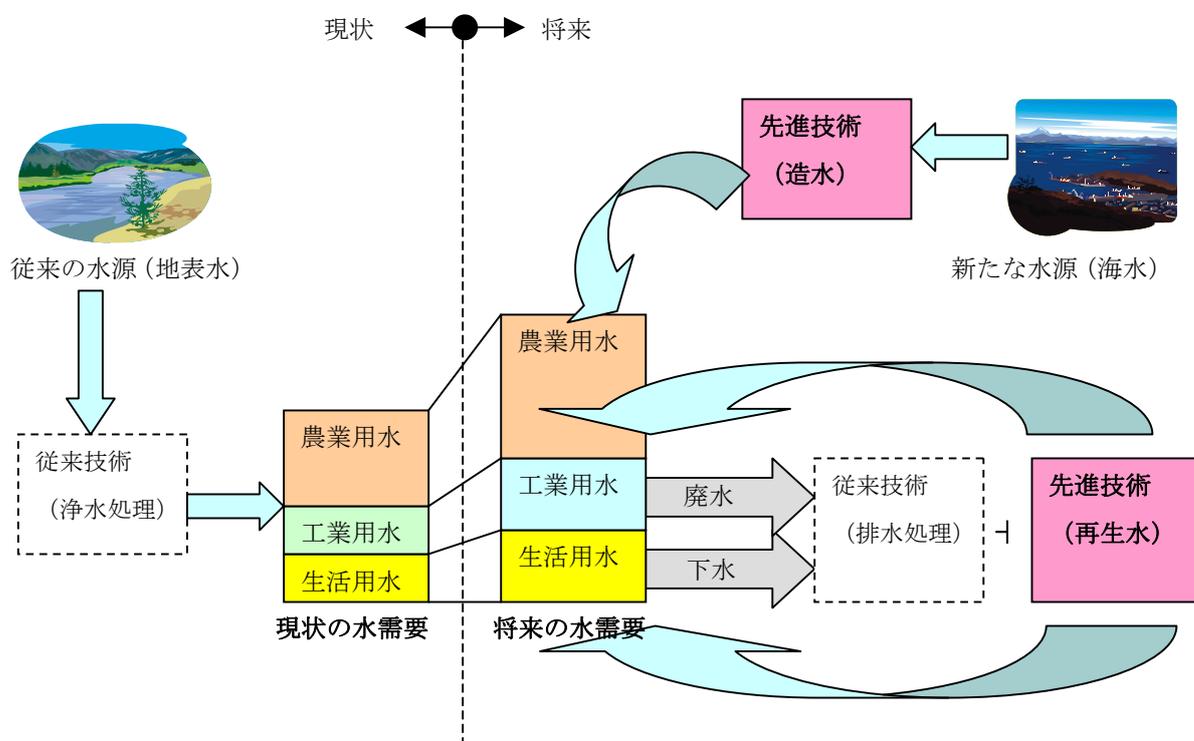


図-17 モデル事業④のイメージ

9-4. 研究開発の推進

今後、活発に活動する諸外国と対抗し、国際貢献と日本の国益を両立して水事業の海外展開を図るためには、現地国のニーズを踏まえた密接な協働のもと日本が主導した新しい水処理/造水システムの構築が必要である。ここでいう「システム」とは単なる水処理・造水設備およびその運営にとどまらず、水循環に関わる自然環境（土壌、河川など）や社会システム（廃水回収、料金徴収、販売などのビジネスモデルを含む）も視野に入れた包括的なシステムモデルのことである。また、システム構築では現地企業活用などを容易にするため標準化が不可欠であり、ISO等のような規格化が望まれる。ここで日本がリーダーシップをとるための戦略も検討が必要であろう。以上は広義のビジネスモデルとも言える。

上記の取り組みは、社会インフラへの投資資金を得ることが容易である地域（本報告でC領域とした地域）から始めることになると考えられる。ただし、引き続き、将来、資金が不足している地域（本報告でD領域とした地域）に展開していくことも想定すると、徹底したイニシャルコスト、および、ランニングコストの低減のための技術開発が不可欠である。さらにこれに加え、民間企業がここに参画するためのインセンティブをつくる必要がある。たとえば、CO₂削減においては、国際連合が主導しているCDMの枠組みや炭素税課税の動きなどがある。水の分野でも同じようなフレームワークの構築が望まれる。

もちろん、上記のようなビジネスモデルが成立するためには、水処理/造水システムを成立させるための技術的側面の開発、さらには、その構成要素としての水再利用プラントに関する革新的技術開発が不可欠であるのは言うまでもない。そこで、C領域での水ビジネス分野へのオールジャパンでの業務拡大を図るための研究開発を、ビジネスモデル、水循環システム（ビジネスモデルの技術的構成要素）、排水処理・再生システム（水循環システムの重要なサブシステム）の3つのレイヤーに分けてまとめる。

(1) ビジネスモデル構築

研究開発テーマ

水資源欠乏地域における水事業に関わる国家戦略とビジネスモデル構築

想定推進組織

- ・ 水資源ビジネスLLP（COCN）／取り纏め、戦略・ビジネスモデル構築
- ・ 大学、シンクタンク／標準化、国際貢献スキーム構築
- ・ 調査会社（委託）／ターゲット地域の状況調査

協力機関

- ・ 経済産業省／水資源政策研究会、NEDO
- ・ 厚生労働省／水道国際貢献推進協議会
- ・ 国土交通省／土地・水資源局、都市・地域整備局下水道部
- ・ 外務省／在外公館、JICA

推進内容

項目	内容	想定成果
水循環システム 基本コンセプト立案	水処理・造水設備、その運営、 水循環に関わる自然環境、社会 システムを視野に入れた包括 的なシステムモデルの立案、事 業成立条件の整理	<ul style="list-style-type: none"> ・システムモデル立案、事 業成立条件 ・システム構築のためのR &Dプロジェクト提案
対象領域策定と調査	日本の国家戦略の観点からの 対象地域の策定と、その地域特 性の調査 (在外公館との協力)	<ul style="list-style-type: none"> ・対象国における水資源ニ ーズとその特性の明確化
地域情勢に導入戦略と モデル事業提案	調査結果を踏まえた、地域特性 に合わせたシステム導入・維 持・運営方針策定と事業成立性 のある具体的モデル事業の提 案	<ul style="list-style-type: none"> ・基本コンセプトの地域特 性に合わせたチューニン グ ・モデル事業提案
標準化戦略	世界の標準化動向調査と、水循 環システムに関わる標準化戦 略策定	<ul style="list-style-type: none"> ・システムモデルの国際標 準化のロードマップ策定
水資源開発の 国際的枠組提案	水資源開発へのインセンティ ブ付加のための国際的枠組の 策定	<ul style="list-style-type: none"> ・国際的枠組の策定と情報 発信

(2)水循環システムの技術開発

研究開発テーマ

水不足地域における広域水循環・再利用システム開発のための R&D

推進内容

都市の発展と自然が本来もっている水循環機能の適切なバランスを確保した、広域水循環・再利用システムを備えた健全な水循環型都市づくりを目指す。都市・地域の人口増加、開発推進と自然環境が共生した持続可能な健全な水環境を目指すには、上水、下水、工業排水、工業用水、農業用水などの総合水管理システムを確立する必要がある。特に、水需要と供給の空間的、時間的バランスの維持、これに伴う広域的エネルギー消費量の低減は、持続可能で健全な水環境の構築に重要である。そこで、水不足地域の都市づくりにふさわしい低環境負荷広域水循環・再利用システムの開発を目指し、膜ろ過技術、バイオテクノロジーなどを活用した R&D を推進する。開発課題となる個々のシステムとして次があげられる。

(a) 排水処理・再生システム

住居地域から排出される生活排水を処理・再生するための、低コスト・省エネ型排水処理、水再生システム。コア技術として膜利用技術の開発がポイントになる。

(b) 緑化・地下水かん養、水再資源化システム

再生水を農業や緑化地帯の灌漑用水に利用するための水管理システム、土壌・植物による浄化、地下貯水システム。及び灌漑後、地下浸透した水を回収、再処理することで間接飲用化を含め、都市で再利用するための水再資源化システム。浄化のためのバイオ利用技術の開発がポイントの1つにあげられる。

(c) 都市・地域の再生水効率利用システム

水循環を取り入れた都市開発に必要な、省エネ、節水のための水道・衛生施設の効率利用、適切な維持管理システム。

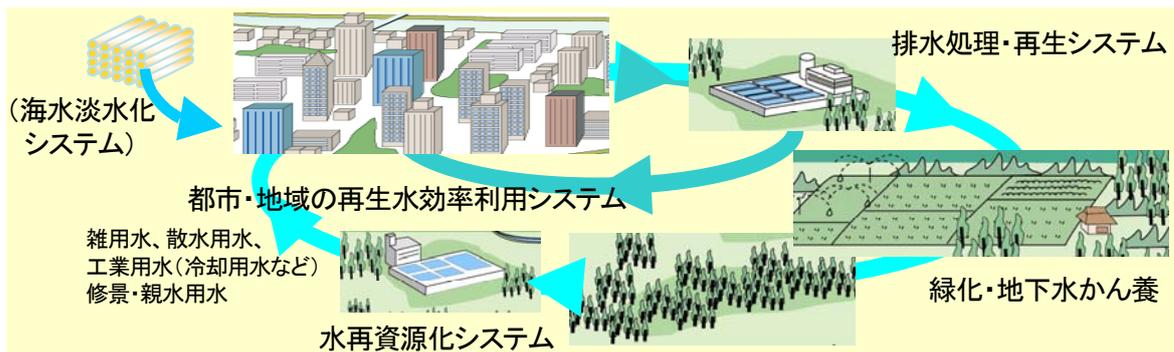
(d) 水循環総合マネジメントシステム

海水淡水化などによる上水の供給量、広域エネルギーの消費量を最適・最少化し、健康・環境リスクを低減するための、水循環に伴うエネルギー、植物の物質収支モデル、水質モニタリング、水量バランスなどに基づく総合水管理システム。

なお、各システムの関係と必要な開発技術は、図-17 に示す通りである。

水不足地域における広域水循環・再利用システム開発のためのR&D

(健全な水循環型都市づくり)



システム	内容	開発技術
排水処理・再生システム	低コスト、省エネ型排水処理、水再生システム	<ul style="list-style-type: none"> ・地域性、再生水レベルに応じたプロセスの選定 ・水再生システムの低動力、省スペース化 ・有機性廃棄物処理、資源化
緑化・地下水かん養 水再資源化システム	灌漑農業に関する水利用、土壌による浄化・地下貯水・水再資源化システム	<ul style="list-style-type: none"> ・灌漑農業に適した植物種の選定、改良 ・土壌浄化による地下貯水、水資源化技術
都市・地域の再生水 効率利用システム	省エネ、節水のための水道・衛生施設の 効率的利用、適切な維持管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ・水道、再生水施設の効率運用・管理ネットワーク化 ・都市冷却源としての利用、ヒートアイランド対策 ・省エネ、節水型機器
水循環総合マネジメント システム	水循環に伴うエネルギー、植物等の物質 収支モデル、水質モニタリング、水量バラ ンス等に基づく総合水管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ・水質モニタリング技術 ・地下水位、水質、浸透域など水循環に関する項目の監視 ・自然エネルギー利用

図-18 広域水循環・再利用システムの概念図

(3)排水処理・再生システムの開発

研究開発テーマ

革新的下排水再利用システム(IMS)の開発

推進内容

21世紀の都市において、持続可能で健全な水循環システムを構築するためのコアコンポーネントは、下水を有望な水資源として捉え、その処理水を活用するための下排水再利用システムである。そのシステムの心臓部は様々な用途に応じて使い分けられることのできる主として造水用の各種の膜（MF膜、UF膜、NF膜、RO膜）ろ過技術と、下排水処理用の膜分離活性汚泥法（MBR）である。

現在、下排水処理の膜分離活性汚泥法と造水処理のための膜ろ過技術は、各々のシステムとして研究・開発ならびに適用されているが、システム間のインターフェースが十分ではなく、更なるコストダウン、省エネルギー等、トータルシステムとしての統合化が求められている。そこで、図-18に示すような、膜ろ過技術を核とした革新的下排水再利用システム(IMS, Integrated Membrane System、統合膜処理システム)を推進する。対象とする原水及び使用目的に応じた最適なプロセスを確立し、世界水ビジネス参入のための核としたい。

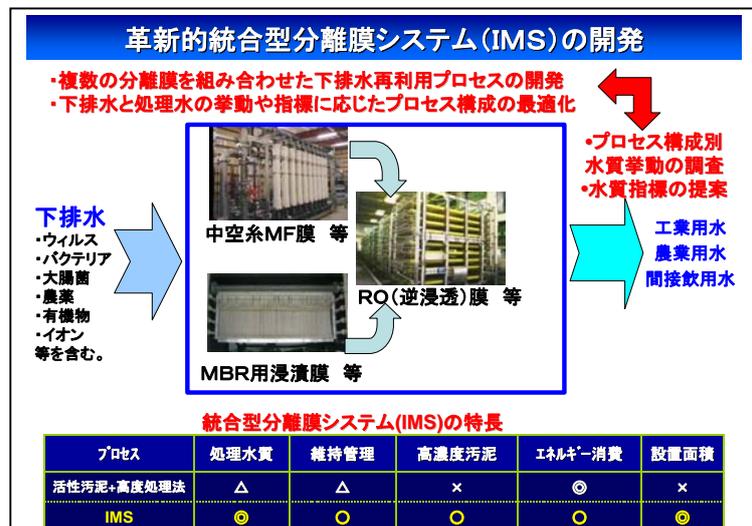
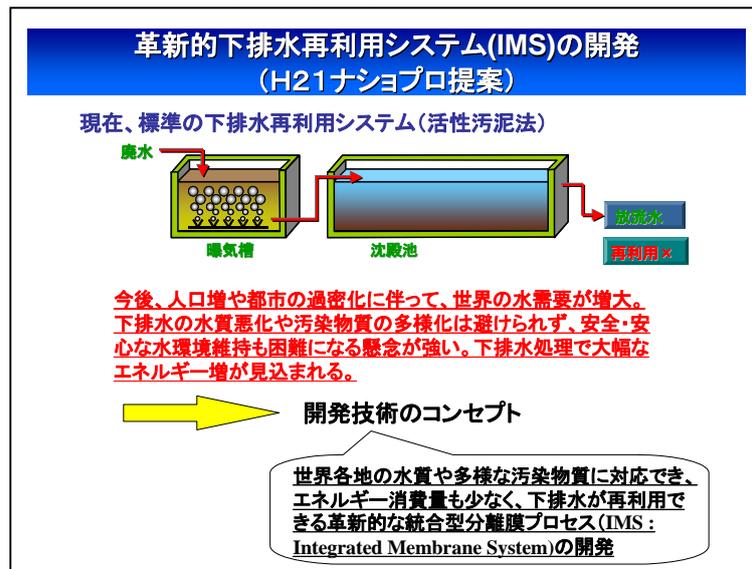


図-19 革新的下排水再利用システム(IMS)の開発の概要

略字の説明

(事業の形態など)

PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PFI	Private Finance Initiative	民間資金を活用した公共事業
BOT	Build Operete Transfer	民間が資金を調達し、施設建設の後、一定期間運営管理を行った後に、公共に施設を移転する
DBO	Design Build Operate	公共が資金調達し、民間が設計・施工・維持管理を行う。
EPC	Engineering Procurement Construction	エンジニアリング・調達・建設
O&M	Operation and maintenance	運転メンテナンス
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
LLP	Limited Liability Partnership	有限責任事業組合(出資の範囲でしか事業の責任を負わない)
JV	Joint Venture	複数社が共同で業務にあたる形態

(国際貢献など)

ODA	official Development Assistancc	政府開発援助
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会(OECDの3大委員会のひとつ)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan Intenentional Cooperation Agency	国際協力機構
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム(温暖化ガスの排出権取引)

(水処理技術)

MF膜	Micro Filtration	精密ろ過膜(0.1 μ m程度の物質が分離)
UF膜	Ultra Filtration	限外ろ過膜(分子量1000~300000程度の物質が分離)
NF膜	Nano Filtration	ナノろ過膜(分子量200~400以上の物質が分離)
RO膜	Reverse Osmosis	逆浸透膜(イオンも分離し、海水淡水化に利用される)
IMS	Integrated Membrane System	膜複合システム
MBR	Membrane Bio-Reactor	膜分離活性汚泥法

産業競争力懇談会（COCN）

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 〒100-8280

日本生命丸の内ビル（株式会社日立製作所内）

Tel : 03-4564-2382 Fax : 03-4564-2159

E-mail : cocn.office.aj@hitachi.com

事務局長 中塚隆雄