

# 中国市場における日本水処理膜メーカーの事業展開戦略

仲上 健一・陳 曉晨・朱 可為・錢 学鵬・牛 佳・中島 淳

- I. 水ビジネスの現状と課題
- II. 中国の水資源環境問題克服のための水ビジネスの導入
- III. 日本の水処理膜技術の特色
- IV. 中国における日本水処理膜メーカーの事業展開過程
- V. 中国市場進出における日本水処理膜メーカーの事業展開と課題
- VI. おわりに

## I. 水ビジネスの現状と課題

### 1.1 世界の水ビジネスの現状

経済産業省は2009年10月15日に水ビジネス事業の国際展開を推進するため、「水ビジネス国際展開研究会」を発足し、2010年4月に「水ビジネスの国際展開に向けた課題と具体的な方策」を発表した<sup>1)</sup>。報告書では、2025年における世界の水ビジネス産業の総額を約87兆円と推定し、上下水道事業分野の市場規模を約74兆円と予測している<sup>1)</sup>。水ビジネス市場の中心的役割を果たしているフランス系のスエズ社、ヴェオリア社、英国のテムズウォーターが上下水道事業の約3割のシェアを占めており<sup>2)</sup>、市場参入を巡って各国は世界水ビジネス事業の国際展開に国策として取り組んでいる。OECDの調査によると、公共インフラ投資は水インフラへの投資であり、2030年までに約22.6兆ドルの投資が発生すると予測している<sup>2)</sup>。これまでの水関連インフラへの投資の伸び率は発展途上国を含め、年間約9%であり、今後伸びる市場としては、上下水道インフラ、さらに海水淡水化や水のリサイクル市場である<sup>2)</sup>。

### 1.2 日本の水ビジネスの国際展開と課題

水ビジネスの国際展開は、経済産業省のみならず、各省庁も重要な課題として取り組んでいる。国土交通省は、2011年から国際部門における水ビジネス展開を強化し、日本が有する世界的な優位技術である建設から運営管理までのトータルパッケージを主として海外進出を

目指すことを支援方針としている。厚生労働省は、今までにカンボジア、ベトナム、インドで現地の人々の理解を深めるために水道セミナーを実施し、同時に現地のニーズを的確に調査し、対応できる日本の得意分野を十分に生かせるモデル作りに取り組んでいる<sup>1)</sup>。

以上のような、各省庁の取り組みを背景として、日本政府は、国全体で水ビジネスの海外進出を促進する為に、2010年に国土交通省、厚生労働省、経済産業省など、関連省庁間で「海外水インフラ PPP 協議会」を設立した<sup>1)</sup>。協議会は、日本企業が上下水道事業のトータルマネジメントに関する事業実績が乏しい現状をふまえ、運営管理を得意とする地方公共自治体と技術開発を得意とする民間企業がお互い情報の共有・交換できる体制の整備を促進するものである。一方、日本国内の地方自治体も水ビジネスの海外展開に力を入れており、総務省のまとめによると、次のような新たな展開が進行している<sup>3)</sup>。

- (1) 埼玉県：タイのアマタナコン工業団地において、前澤工業(株)がハイブリッド膜システムで水処理した高品質な工業用水供給。
- (2) 東京都：東京水道サービス(株)が、タイの現地法人との共同出資で「TSS-TESCO バンコク」を設立し、タイ王国首都圏水道公社との間で無収水対策のパイロット事業を実施。
- (3) 横浜市：JICA 草の根技術協力事業「日本の民間技術によるベトナム国「安全な水」供給プロジェクト」(平成26年2月開始)により、横浜水ビジネス協議会会員企業のベトナムにおける水ビジネス展開を支援。

- (4) 大阪市：JICA 協力準備調査（PPP インフラ事業）  
「日本の配水マネジメントを核としたホーチミン市水道改善事業準備調査」として、これまで行ってきた調査等を踏まえて、配水コントロールシステムを導入して水圧や流量などを管理するための、配水場の新設及びその運営・維持管理を行う PPP インフラ事業の可能性について、官民連携して調査を実施。
- (5) 神戸市：ベトナム南部のロンアン省に整備中の2つの環境配慮型工業団地等に対する用水供給事業の支援。
- (6) 北九州市：カンボジア王国鉱工業エネルギー省と北九州市との間で、主要9都市の水道基本計画策定に係る技術コンサルティングに関する覚書を締結し、コンサルティング業務を実施。生活雑排水による河川汚染が深刻化するハイフォン市に対し、北九州市の高度処理技術を移転する協力を JICA 草の根技術協力事業により実施。

北九州市は水ビジネスに関して先導的な事業展開を実施しており、上下水道分野で、カンボジア、中国、サウジアラビア、ベトナムなどを中心にアジア地域で国際技術協力を行い、2010年には全国で最初に官民連携で海外水ビジネスを進める組織「北九州市海外水ビジネス推進協議会」を設立し、率先して水ビジネス海外展開に向けた取り組みを始めた<sup>3)</sup>。

滋賀県は、2013年3月25日に、「しが水環境ビジネス推進フォーラム」を設立し、滋賀県内の産学官の連携により新たな水ビジネスプロジェクト展開を目指すネットワーク組織が国際展開をめざして稼働している<sup>4)</sup>。

### 1.3 アジアにおける水ビジネスの現状と課題

アジア諸国は目覚ましい経済発展を遂げており、その結果として都市化が急速に進展し2030年にはその全人口の50%以上が都市に居住すると推計されている<sup>1)</sup>。都市部における水の安全保障という観点から、都市水道事業のインフラ整備ニーズへの対応、給水事業の運営・維持管理能力の向上は緊急の課題である。

アジア諸国における都市の水の安全保障の水準は国毎に異なるものの、共通して水道施設整備、運営・維持管理能力向上に対して大きなニーズがある。JICAは通常の浄水場施設建設という方式から、相手国に短期・長期に有効で、持続的に運営維持可能で、日本が比較優位を

有する技術を、先方に負担可能なコストで提供する方式へと転換を図っている<sup>2)</sup>。多くのアジア諸国においては、基本的に水道事業は公共事業であるため、政府（国・地方）が運営維持管理を行い、水道料金は公共料金という社会的性格上、政策的に低く抑えられている例が多く、その改定は容易ではない。最終責任を持ち料金改定の決定権も持つ主体である地方政府がその傘下の水道事業体の経営改善に真摯にコミットしているかどうかは、水道事業改善の中では重要なポイントのひとつであろう。水道ビジネスの国際展開においては、相手国の社会的状況に応じた活動や配慮をおこなうことが持続的な水道事業改善には重要である。相手国で適切なパートナーと組むことができるかどうかは、事業の成否に関わる事項であり、その「ビジネスモデル」をどのように組成するかは慎重な検討が必要である。

## II. 中国の水資源環境問題克服のための水ビジネスの導入

### 2.1 中国の水資源環境問題の現状と課題

2012年の中国における水資源総量は約2兆9528.8億m<sup>3</sup>/年であり世界全体の約5%、1人あたり年水資源量は2,186m<sup>3</sup>/人/年で、全世界の平均値の28%である<sup>6)</sup>。中国国内の約3分の2の人口を占める都市部では水資源が不足している。中国は都市部においては常時水不足であるが、降水量比較的小さい北部地域では水不足の状態が頻発している。このような慢性的な水不足は、持続的な経済発展を阻害する主要な原因となるため、中国政府は、第12次五カ年計画（2011～2015年）において水利施設の建設を主要な行政課題の1つとして掲げている。

第12次五カ年計画では全国都市部の汚染処理・水再生利用の建設などを計画期間中に4300億元を投入する計画であり、水質汚染対策の強化を図っている<sup>6)</sup>。

中国は、水質汚染対策として問題のある工場閉鎖や行政指導などの厳しい規制を行い、その結果として一定の汚染対策の効果も見られる。

この深刻な状態を打開・改善するため、中国政府は水資源量が豊富な長江の上流から取水して、水量が豊富な南部の地域から水不足な北部に水を移送する「南水北調」プロジェクトを推進している。しかし、水が比較的に豊富な南部の水資源は都市化・工業化などで水質汚染が著しく、例え南水北調プロジェクトの中央ルートが完

成したとしても農薬や工場排水、化学物質、重金属などが含まれた汚染水が南部から北部に流れことが危惧されている<sup>2)</sup>。

GWM（Global Water Market 2008）は、「中国の農業分野、特に農業用水の効率化が向上し、他分野の工業用水・生活用水の伸びた分が相殺されるという水需要の見通しであったが、経済成長による国民の普遍的な収入増加によって、生活水準の向上に伴う水需要の増加を抑制することは困難」と指摘している。中国は今後も先進国を目標に経済の高い成長率の維持を目標としており、国家を支える経済と農業の中心地における水資源不足、深刻な経済成長達成の懸念材料となっている<sup>7)</sup>。

## 2.2 中国の水ビジネス市場動向

中国の水ビジネス市場は2025年において約12.4兆円となり、世界の水ビジネス市場の約15%を占めることが見込まれ、特に上下水道事業分野はこの20年で約4倍に増加する見通しである。中国政府が水ビジネス市場を民間企業・外資企業が参入できるように段階的に開放するという政策のもとに、全支出額に占める民間企業の割合が高まる見通しである<sup>1)</sup>。

中国において上下水道のインフラ設備で民間資本が本格的に導入開始されたのは、1990年代以降であり、当時はフランス系の水メジャーが中国の大都市に水事業の参入を開始した。21世紀に入り、ヴェオリア・ウォーターは、中国の主要都市、北京市、上海市、天津市などで22プロジェクトを受注し、またスエズ社は香港、無錫市、青島市などで21プロジェクトを受注し<sup>2)</sup>、外資系水関連企業が中国市場で大規模な水ビジネス事業を開始した。2002年には外国資本が参加できなかった水道インフラの整備や更新事業が市場開放され、海外資本による水ビジネスが急拡大した。2008年以降は、中国の財閥系企業や地元企業が水ビジネスの中心的な存在となり、自来水公司（日本では水道局に当たる）や排水公司（日本では下水道局に当たる）は中国国内の多くの県や市、地方政府が設立した項目公司（海外ではプロジェクト・カンパニーに当たる）が運営している。

中国では、外国企業や国内企業は項目公司と一緒に協力し、浄水場の建設や水質管理、水道インフラのメンテナンスなどの水事業を行っている。中国の近年のGDP成長率は鈍化し始めるが、水ビジネス市場は、規制対応などから、官民共に需要が増加すると見られ、市場規模

では2012年の265.8億元から、2015年には386.9億元（45.6%増加）に成長すると予測されている<sup>7)</sup>。

## 2.3 中国水処理市場の特徴と需要

中国の水ビジネス市場で地域別には、長江や太湖など広大な水源がある華東地域が全体の4割弱を占める<sup>7)</sup>。次に市場規模が大きいのは、全体の2割強を占める華北地域である。華北地域内に北京市、天津市といった大都市があり、これらの都市圏での需要が中心であり、水の再利用化に不可欠な水処理膜のUF膜、MBR、MBR+RO膜に対する需要が拡大している<sup>7)</sup>。

一方、華南地域ではエレクトロニクス産業や自動車産業の生産基地が多く集積しており、生産プロセスやボイラー用途で使用する純水や超純水等用の水処理膜の需要が高い<sup>7)</sup>。これらの地域では水関連の法整備が近年進み、下水や工場排水の再利用（再生水）が一部では義務として定められていることから、今後海水淡水化や再生水関連のビジネスが拡大すると見込まれる<sup>1)</sup>。

## 2.4 中国水処理膜市場

水処理膜技術は、海水淡水化、工業排水処理・再生、下水処理・再生等の幅広い分野での適用が拡大しつつあり、水処理膜（MF膜（精密ろ過膜）、UF膜（限外ろ過膜）、NF膜（ナノろ過膜）、RO膜（逆浸透膜））を適正に選択し、また組み合わせることで幅広い水処理分野で効果を発揮することが可能である<sup>8)</sup>。

中国の水処理膜全体の市場規模は2012年には41.3億元、2015年には69.5億元（68.3%増）と予測されている<sup>7)</sup>。中国では2012年1月より「第十二次五ヵ年計画」が施行され、水環境改善に関する法規制や上水や下水の水インフラの整備を推進する方針が出された。

中国市場で採用される水処理膜は、従来、膜の品質の良さから日本企業を含む外資系企業の製品のシェアが中国の現地企業より高かったが、現状では中国企業が市場の8割を占めている<sup>1)</sup>。その理由としては、現地中国企業の技術性能向上、価格優位性などである。また、中国固有な理由として、装置やプラント等の設計等においては、公共案件として設計や施工が行われるため、外資系企業にとっては参入障壁が高い現状がある。

しかし膜価格はここ10年間で低下し、様々な水処理分野において膜利用が促進されており、膜関連事業の拡大が予想されるため、日本企業にとっても中国の水ビジ

ネス市場は規模の大きさと成長率の高さから重要な海外市場の一つである<sup>9)</sup>。

日本企業を含む外資系企業が中国市場に参入する障壁は現地企業と比べて高いといえる状況であるが、参入を進めるためには、現地企業とのアライアンスや現地法人の設立などが必要であろう<sup>1)</sup>。

### Ⅲ. 日本の水処理膜技術の特色

#### 3.1 日本の膜開発の歴史

日本が水処理膜技術の研究開発を本格的に始めたのは1965年からで、膜研究開発のポテンシャルがある国内の化学・化繊繊維メーカーがRO膜やUF膜、MF膜等の管状膜や中空糸膜の研究開発を進め、1968年にMF膜ろ過による生ビール製造に成功し、1980年にMF膜を使用して生酒製造が開始され、1970年代には、血液透析用の中空糸膜の研究開発も活発になり、1971年にはキュプロファン中空糸膜の人工腎臓が市販され、1973年にRO膜、UF膜、MF膜、を組み合わせた医薬用無菌水製造装置が製作された<sup>8)</sup>。

逆浸透膜は海水淡水化や半導体製造用の超純水の製造などの用途に1970年頃から研究開発が進められた<sup>8)</sup>。UF膜も同時期に研究開発が開始され、超純水洗浄工程のファイナルフィルターや自動車・家電工業を支えている。また、原子力発電所の純水の回収と再利用、鉄鋼業などの工業用水の回収再利用などでもMF膜/UF膜、NF膜/BWRO膜、SWRO膜が活用されている。

膜分離法は、開発当初は比較的清澄な液体を分離対象としてきたが、1980年代から廃水の高濃度懸濁液にも膜技術が適用可能だと実証され、下水や廃水の膜処理技術の実用化研究に道を拓いた。

これまで水道の浄水処理は砂ろ過が主に用いられてきたが、施設更新時期であること、維持管理技術者の不足が特に中小浄水施設で深刻であること、及び施設改良のための用地確保の困難性などを解決する方策として、水道への膜の適用が検討されてきた

海水淡水化に使用されるRO膜では、技術開発で高性能化し、高回収率で運転可能な膜及びシステムの開発が推進されている。1994年には60%を超える高回収率を有する海水淡水化技術が開発され、日本国内で逆浸透法による大型の海水淡水化プラントが建設されるようになった<sup>8)</sup>。

また、一般家庭用では中空糸膜を用いた浄水器が1984年に世界で初めて開発され、それ以降、普及が進み、現在では、全国で約30%の家庭で使用され、膜式カートリッジは年間約2000万個(1200万㎡)強が出荷されるまでになった<sup>8)</sup>。

#### 3.2 日本の膜産業

20世紀中ごろ以降、急速に整備が進んだ水道施設は、今日ではその多くが老朽化しつつあり、それらの更新が課題をなっている。小規模施設への普及が進んできた膜処理施設は、老朽化した水道設備の更新と同時に統合による大型化・効率化を図る上で、従来施設よりも優位性があることから、膜処理施設の本格的導入が多くの水道事業者で検討されるようになった<sup>8)</sup>。

昭和30年代、各企業は研究を開始し、昭和40年前後に多くの企業が蒸発法による海水淡水化施設を設置した<sup>8)</sup>。表3-1は世界と日本の膜メーカーと膜の種類を示したものである。

表3-1は、現在の世界中の膜メーカーの各膜製品に分けて、高シェア製品、普通シェアの市販製品、開発製品など記号を用いて示した業界図である。膜の技術難易度では、高度な技術を有するRO膜の分野では、自社製品を持つ会社の数が他の膜種類より明らかに少なく、高シェア製品を有する会社は日本の東レ、日東電工とアメリカのダウ・ケミカル社の3社のみである。膜の孔の大きさが大きくなるにつれ、技術難易度が容易になるにつれ、市販製品、高シェア製品を有する会社の数が増えている。

#### 3.3 日本企業の世界におけるシェア

日本の膜メーカーは、浄水や排水処理、半導体洗浄用超純水の製造、食品加工など様々な用途について、高い技術を有しており、膜処理技術では、約6割の市場シェアを有している。特に高度な技術が必要とされ、優れたエネルギー効率を有する海水淡水化の逆浸透膜(RO膜)技術については、日本の大手膜メーカーの東レ・日東電工・東洋紡の3社が世界膜市場の約7割ものシェアを占めている<sup>10)</sup>。

近年、世界では都市の下水を再生する水処理技術の導入が増加傾向にあり、下水の二次処理水をMF膜/UF膜で処理した後、さらに逆浸透膜で処理する方式とともに、膜分離活性汚泥法(MBR)方式の大型化も進んで

表 3-1 世界と日本の膜メーカーと膜の種類

		RO	NF	UF	MF	MBR
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			○	◎	○
	クボタ				△	◎
	日本碍子				○	
	ユアサメンブレンシステム				○	
	クラレ			○	○	
	ダイセンメンブレンシステム			○		
海外メーカー	シーメンス社（独）				◎	
	GE社（米）	○	○	◎	○	◎
	ノリット社（蘭）			◎	○	
	デグレモン社（仏）			○		
	ダウ・ケミカル社（米）	◎	◎		○	○
	コーチ社（米）	○	△	○	○	○
	ウンジンケミカル社（韓）	○	○			
	膜天膜科技社（中）			○	○	○
	ボントロン社（中）	○	○			

◎：高シェア製品 ○：市販製品 △：開発製品  
（各資料を整理し筆者作成）

いる<sup>10)</sup>。

#### IV. 中国における日本水処理膜メーカーの事業展開過程

中国における日本水処理メーカーは、特に高度な水処理技術と称される海水淡水化RO膜であり、RO膜市場の世界の半分以上は日本のメーカーが占めている。中国で展開している日本の主要な膜メーカーは東レ、旭化成、クボタ、三菱レイヨン、日東電工の5社が挙げられ、以下では、この5社の中国での展開過程について述べる。

##### 4.1 東レの展開過程

東レ株式会社は1926年に設立された総合素材メー

カーであり、東レグループは、現在世界25カ国・地域で事業展開をする統合化学企業集団である<sup>12)</sup>。東レが有するコア技術は「有機合成化学、高分子化学、バイオテクノロジーなどである。これらをナノテクノロジーと融合した基盤事業は繊維事業、プラスチック・ケミカル事業、そして情報・通信事業、炭素繊維複合材料事業、医薬・医療材事業、水処理などの環境事業」である<sup>12)</sup>。

東レの水処理事業は、世界トップクラスの技術力を有する逆浸透膜（RO膜）などの水処理技術で、水資源の確保に貢献している。東レの強みは、「世界トップクラスの高機能分離膜の技術を保有し、逆浸透（RO）膜、ナノろ過（NF）膜、限外ろ過（UF）膜、精密ろ過（MF）膜の4種類すべてを自社開発できる世界で唯一の総合膜メーカー」である。また、東レは上水道部門に強い水道機工を関連会社にするこ

グの分野でも海外進出を目指している点である<sup>12)</sup>。

東レは急成長する中国市場を開拓する為に、2002年に中国事業の統括を担う中核組織として東レ（中国）投資有限公司を設立した。東レは中国市場での水処理事業の展開を2004年から開始しており、対中事業展開のために840億円の設備投資を実施し、2004年に上海市に水処理研究所を設立し、東レの水処理膜技術が中国市場向けに開発・技術改良を専門的に行う部門を設立した。また、2009年に中国の化学企業の藍星集団と合併会社「藍星東麗膜科技（北京）有限公司」を設立し<sup>11)</sup>。

東レの中国における代表的な実績は、下廃水再利用の面では2008年に稼動した寧夏石炭化学の廃水再利用プラント（7.8万 $\text{m}^3/\text{日}$ ）と2012年から稼動した北京BDA下廃水再利用プラント（2.0万 $\text{m}^3/\text{日}$ ）である。海水淡水化では、2011年に稼動した中国の青島市と曹妃甸の海水淡水化プラント用に、逆浸透（RO）膜の納入実績がある。この二つのプラントの合計造水量は15万 $\text{m}^3/\text{日}$ で、特に青島市の海水淡水化プラントは中国最大規模の造水量10万 $\text{m}^3/\text{日}$ である<sup>11)</sup>。

#### 4.2 旭化成の展開過程

旭化成株式会社は1922年に設立された、総合化学メーカーであり、旭化成グループはケミカル・繊維、住宅・健在、エレクトロニクス、ヘルスケアなど四つの領域で事業展開している<sup>13)</sup>。ケミカル事業の中に、水処理膜を含む高機能ケミカルズ部門があり、中空糸ろ過膜「マイクロザ」などを展開している<sup>13)</sup>。

旭化成は2005年に中国に完全子会社の旭化成膜分離装置（杭州）有限公司を設立し、2006年から中国で膜事業の展開を開始した。中国水処理膜事業の研究開発・生産・営業の拠点となっている<sup>11)</sup>。

旭化成の中国での代表的な実績は、2009年に中国江蘇省蘇州市で世界初のBOO方式の廃水リサイクルプラントを建設、2010年に中国浙江省杭州市の膜式浄水設備に「マイクロザ」を納品である。処理能力はアジア最大規模の30万 $\text{m}^3/\text{日}$ である。旭化成は海外の廃水処理事業の中心を中国に置き、蘇州市でのプロジェクトをベースに、BOO方式の廃水処理再生事業を周辺地域に拡大し、中国市場の開拓スピードを加速させる方針である<sup>11)</sup>。

#### 4.3 クボタの展開過程

株式会社クボタは1890年に創業の産業機械メーカーであり、鋳物の製造・販売からスタートし、日本初の水道管国産化や農業機械化を実現したメーカーである<sup>14)</sup>。

クボタの水処理システム事業の主要製品は下水インフラが未普及な地域で活躍する浄化槽と膜分離活性汚泥法（MBR）に使われる液中膜である<sup>14)</sup>。

クボタは2011年に中国水処理市場に本格的に参入した。中国の大手水処理エンジニアリング企業である安徽国禎環保節能股份有限公司との合併会社「久保田国禎環保工程科技（安徽）有限公司」を設立し、主に中国水処理市場で中国向けのMBRのプラントエンジニアリングおよび膜装置の製造と販売を担当する。安徽国禎環保節能股份有限公司（1997年設立）は中国の総合下水処理事業会社であり、O & M、下水処理場建設、下水関連設備機器の製造・販売などを主として、江蘇省、湖南省、広東省、安徽省で展開している<sup>11)</sup>。

また同時期に新会社「久保田環保科技（上海）有限公司」が設立され、クボタ初の地域統括会社「久保田（中国）投資有限公司」が上海市に設立された<sup>14)</sup>。

クボタは現地での新会社を設立したことにより、「人材採用・資金・製造・部材調達などの主要な機能の強化につながり、また現地の情報収集とマーケティングの機能を主とした成長戦略の立案力と実行力を強化することが出来た。今後、既進出した事業に対してのさらなる事業拡大のための経営面での支援をし、水関連事業等の新規進出する事業では既進出した事業のノウハウを共有し、クボタグループの総合力を発揮できる体制を構築し、中国市場での売上を1000億円を超えるレベルまで早期に拡大させる」ことを目指している<sup>14)</sup>。

中国での代表的な実績は、2011年から運営開始した江蘇省某製紙場の改造プロジェクトにクボタの液中膜を採用し、処理能力は9千 $\text{m}^3/\text{日}$ である。本プロジェクトはクボタによる中国で最大の工業廃水MBR処理プロジェクトである。2012年から運営開始した江蘇省の市政汚水処理場はクボタの液中膜を採用し、処理能力は2万 $\text{m}^3/\text{日}$ 、本処理場は中国で液中膜を用いたMBRで最大規模の施設である<sup>11)</sup>。

#### 4.4 三菱レイヨンの展開過程

三菱レイヨン株式会社は1950年に設立された、合成繊維・合成樹脂メーカーであり、「精密ろ過膜」の製造

大手であり、水処理事業の主要製品は中空糸膜である<sup>15)</sup>。三菱レイヨンの主要膜製品である中空糸膜は主に「産業排水処理設備や下水処理場や浄水処理場、発電所のタービン復水ろ過装置、病院手術用無菌手洗いなどで使用され、産業と医療分野」で幅広く使用されている<sup>15)</sup>。

三菱レイヨンは2012年に、現地企業の北京碧水源科技份有限公司（オリジン社）と合弁会社「無錫碧水源麗陽膜科技有限公司」を設立し、中国市場の下排水処理用の中空糸膜の製造と販売及び膜エレメント加工と販売を行い<sup>11)</sup>、中空糸膜を使用したMBRのシステムを柱に事業を展開している<sup>15)</sup>。一方、オリジン社は、三菱レイヨンの中空糸膜の販売先企業でもあり、膜使用の実績は豊富で、また中国国内での大型MBR案件受注力は高い。

中国における代表的な実績は、2013年から稼動した中国江西省宜春市内に染色工業団地污水处理施設（処理能力は3.5万t/日）である<sup>11)</sup>。

#### 4.5 日東電工の展開過程

日東電工株式会社は1918年に設立され、「粘着テープなどの包装材料・半導体関連材料・光学フィルム」などを製造するメーカーである<sup>16)</sup>。日東電工グループは自社の基幹技術である粘着技術や塗工技術などをベースに、エレクトロニクス業界や、自動車、住宅、インフラ、環境及び医療関係などの領域で、事業のグローバル展開をしている<sup>16)</sup>。

日東電工の水処理事業の主要製品は、海水淡水化や、排水の再利用など水資源保護のためのろ過膜である。日東電工では、「分子設計技術、高分子合成技術、製膜技術、膜モジュール化技術、さらにシステム設計技術、分析技術」を組み合わせながら、自社の膜分離技術を発展させてきた<sup>16)</sup>。

日東電工は、1987年に世界的な水関連のコンサルティング会社などつながりが深いアメリカのハイドロテックスを買収し、傘下に置いた。これにより、日東電工は低エネルギー用の膜や大流量向けの大口径の膜を開発し、ハイドロテックスを活用して世界展開を図っている<sup>11)</sup>。

日東電工は、中国市場では1995年から事業展開を開始しており、北京市、上海市、済南市、広州市、鄭州市の五つの都市でオフィスを構え、ハイドロテックスは

2002年4月に同社が中国で対中展開を行う設立した完全子会社である日東電工（上海松江）有限公司にハイドロテックスブランドの逆浸透膜モジュールの組み立て、生産の権利を授与し、同社は中国で初の膜の組み立て・生産を実施した海外膜メーカーとなった<sup>11)</sup>。

中国での代表的な実績は、2009年から稼動した中国天津市向けの中国最大級の海水淡水化施設に対する海水淡水化用逆浸透膜“SWC5”の大型物件の受注である<sup>11)</sup>。

日東電工は上海市松江に逆浸透膜の組み立て工場とセールスオフィス&テクニカルサービス拠点を中国全土に5箇所配置している<sup>11)</sup>。

## V. 中国市場進出における日本水処理膜メーカーの事業展開と課題

### 5.1 中国市場進出日本膜メーカーの事業展開

中国で水処理膜事業を展開している日本の膜メーカー5社の各要項を表5-1に示す。

表5-1によれば、日本の五大水処理膜メーカーは、日東電工は1990年代から中国水処理市場に進出し始め、他の4社は2000年代以降に進出したのがわかる。各社は中国の市場ニーズを的確に捉え、自社の競争優位性が高い主力製品を重点に展開している。

5社の中国市場における展開している水処理膜製品は主に産業用純水製造、海水淡水化、下廃水再利用などの用途領域がある。

販売面では、各社とも、現地会社を設立する前は、日本の商社を通して製品を輸出販売していた。現地生産を始めてから、直売または代理店経由で顧客に販売している。

経営方式においては、5社ともに中国事業を担当する中国に営業拠点・研究開発拠点を作っており、東レとクボタと三菱レイヨンの3社は現地会社と合弁会社を作り、旭化成と日東電工は現地に完全子会社を作って拠点としている。

研究開発の面では、5社とも水処理膜の基幹技術の研究開発の拠点は日本国内に置いている。中国市場のニーズを正確に捉え、中国向けの製品・サービスを提供できるように、現地に応用開発の拠点を作っている。東レは独立した水処理研究所を作り水処理技術研究を進めている。旭化成、クボタの2社は現地会社の中に研究開発部

表 5-1 中国で事業展開中の日本の主要膜メーカー 5 社の比較

	東レ	旭化成	クボタ	三菱レイヨン	日東電工
1. 主要製品 (太文字は主力製品)	RO/NF, UF/MF, MBR	UF/MF, MBR	MBR	UF, MBR	RO
2. 用途	海水淡水化、純水製造、下廃水再利用	浄水処理、下廃水再利用、RO 前処理	下廃水再利用	下廃水再利用	海水淡水化、純水製造、下廃水再利用
3. 現地生産会社	中国北京 藍星東麗膜科技(中国)有限公司(2009)	中国杭州 旭化成分離膜装置(杭州)有限公司(2005)	中国安徽 久保田国禎環保工程科技(安徽)有限公司(2011)	中国江蘇無錫市無錫碧水源麗陽膜科技有限公司(2012)	中国上海市 日東電工(上海松江)有限公司(1995)
4. 販売ルート	日本→商社→中国顧客 現地→中国顧客	日本→商社→中国顧客 現地→中国顧客	日本→商社→中国顧客	日本→商社→中国顧客	日本→商社→中国顧客 現地→中国顧客
5. 研究開発	中国上海 東麗先端材料研究開発(中国)有限公司 水处理研究所	旭化成分離膜装置(杭州)有限公司	久保田国禎環保工程科技(安徽)有限公司	中国 浙江清華長三角研究院 MRC 膜分離水处理技術研發センター	無し
6. 現地技術サポート	現地スタッフ 顧客対応迅速	現地スタッフ	現地スタッフ	現地スタッフ	現地スタッフ
7. 現地企業タイプ	合弁会社 中国藍星集団 50% 東麗(中国)投資有限公司 10% 東レ株式会社 40%	外資企業	合弁会社	合弁会社 三菱レイヨン 51% オリジン社 49%	外資企業
8. 現地パートナー企業	中国藍星集団	無し	安徽国禎環保節能科技股份有限公司(1997)	北京碧水源科技股份有限公司(2001)	無し
9. プラントビジネスの関与	無し	BOO 方式 (Build Own Operate)	主に産業排水再利用向け	O & M (運用・管理)	無し

門を設立して中国市場向けの製品開発を行っている。三菱レイヨンは、中国の清華大学と共同で研究所を設立して研究開発している。日東電工は中国国内に研究拠点を持たない。

三菱レイヨンは、中国での産業排水に有効な MBR を中心とする排水処理技術の確立を目指している。浙江清華長三角研究院との共同研究をはかり、「浙江清華長三角研究院 - MRC 膜分離水处理技術研究センター」を浙江省に設立した<sup>15)</sup>。三菱レイヨンは本研究センターで、「中国での水環境面に課題である染色、養豚、製薬など産業排水の処理」に関する研究開発を行っている。また本研究センターにおいて「中国市場に最適化した濾過材料、浄水器を開発」することにより、家庭用浄水器「クリンスイ」事業の中国での展開の強化を目指している。

現地でのパートナーの選択では、東レは国営企業中国化工傘下の藍星集団と水处理膜製品の製造・販売及び輸出入を行う合併会社を設立した<sup>12)</sup>。藍星集団の傘下に

中国最大の水处理エンジニアリング会社があり、中国国内で「廃水の再利用と海水淡水化の事業」を積極的に行っている<sup>12)</sup>。

クボタは安徽国禎環保節能科技股份有限公司と中国向けの MBR のプラントエンジニアリングと膜装置の製造・販売を行う合併会社を設立した<sup>14)</sup>。安徽国禎社は中国の大手水处理エンジニアリング企業であり、中国国内に 10 ケ所の営業拠点ネットワークを有し、また下水処理場の設計・調達・建設までのエンジニアリング面でのノウハウも有する。したがって、クボタはこの合併会社に自社の水处理膜技術を導入する一方、安徽国禎社の中国での営業ネットワークとエンジニアリングなどのノウハウを活用し、クボタの中国における水処理事業の早期立ち上げに繋がる<sup>14)</sup>。

三菱レイヨンは北京碧水源科技股份有限公司(オリジン社)と下排水処理膜用中空糸膜の製造・販売及び膜エレメント加工と販売を行う合併会社を設立した<sup>15)</sup>。オ



オリジン社は、中国の大手水処理エンジニアリング企業であり、三菱レイヨンの膜技術主要製品である中空糸膜の顧客エンジニアリング会社としての実績を有し、また中国国内では大型 MBR 案件での高い受注力を有する。したがって、三菱レイオンはこの合併会社に自社の水処理膜技術を導入する一方、オリジン社の MBR 案件の受注力と膜販売力を活用し、三菱レイヨンの中国 MBR 市場でトップシェアの獲得に繋がる。また、三菱レイオンは、「現地生産によるコスト競争力と地産地消の優位性から、膜技術の提供だけではなく、水処理施設の維持・運営・管理システムなど、幅広い水処理事業の展開」をしている<sup>15)</sup>。

水処理プラントビジネスの関与では、東レと日東電工は膜製品の納品を行っているため、中国でのプラントビジネスの関与は今のところ無しである。旭化成は中国で BOO 方式 (Build Own Operate) でのプラントビジネスを行っている<sup>13)</sup>。クボタは中国で主に産業排水再利用向けのプラントビジネスを行っている<sup>14)</sup>。三菱レイオンは中国で O&M (Operate and management) 方式でのプラントビジネスを行っている<sup>15)</sup>。

## 5.2 中国市場に進出している日本各膜メーカーの課題

日本の膜メーカーの強みとして挙げられるのは、世界でトップクラスの水処理膜技術力と競争力を有していることである。海水淡水化及び下排水再利用では、日本企業が世界シェアの 5 割以上を占めている。しかも、海水淡水化での脱塩率の高さ、ポンプの消費電力低減につながる透水性の高さなどで競争力を有している。中国で水の需要が増大しており、需給の差が大きくなることや水源が汚染されている水事情が起きていることから、日本の膜メーカーの強みをビジネスとしてこれらの問題解決につながることに期待されている。

一方で、日本の膜メーカーは中国市場で展開する上で、いくつかの課題に直面する。まず、膜メーカーの採算性の低下への懸念が強いことが挙げられる。この背景には、量産による製造コストの低下並びに製品価格低下に繋がったが、近年、中国の現地膜メーカーの成長が著しく、膜製品の価格競争が一段と激しさが増す見込みである。日本の膜メーカーは技術的な優位性を背景に中国市場のシェアはある程度維持しているが、コスト競争力の強化が重要な課題の一つである。

また、日本の膜メーカーにとっての主要顧客は日系企

業が競争力を有する機能水製造装置メーカーから初期受注できるが、水ビジネスではエンドユーザーと直接契約を結ぶことが多い運営・管理企業が強い主導権を有することから価格低下圧力は強い。水処理膜には使用寿命があり、RO 膜は 3 年から 5 年で交換が必須であるので、交換時に契約を再受注できるのかは不透明である<sup>10)</sup>。

他には、膜単体の技術のみでは受注確保が困難な状況で、異なる膜技術の組合せ、例えば、MF 膜 + RO 膜、MBR + RO 膜などの統合的な膜処理システム IMS (Integrated Membrane System) の開発が求められている。

最後に、海水淡水化や排水再利用事業では運営・管理企業やプラントメーカーによる造水コストの低減が求められている。つまり、水処理膜の性能やコストのみならず造水プロセス全体におけるコスト低減の面でも提案が問われ、受注確保に左右する。したがって、今後、膜メーカーは、膜の提供にとどまらず、長期的・安定的な収益確保の為、展開する事業領域を広げることが必要になる。

## VI. おわりに

中国の水ビジネス市場は、多額のインフラ投資が見込まれており、水関連市場開放も進められ、中国国内と海外の水関連企業にとっては、大きなビジネスチャンスにもなっている。

日本の膜メーカーは早くから研究開発を始めており技術力や市場の競争力ともに世界的に優位な位置にあり、その中でも、海水淡水化用逆浸透膜については東レ・日東電工・東洋紡の 3 社が高いシェアを持ち、3 社の合計は世界の約 7 割を占めている。しかし、近年は現地の中国の膜メーカーも成長し、市場の外資系企業に対する参入障壁も高いなどから、現状では中国企業が市場の 8 割を占めている。

日本の膜メーカーは中国水処理膜市場に積極的に事業展開している。主要なメーカーは東レ、旭化成、クボタ、三菱レイオン、日東電工の 5 社である。5 社とも現地に事業展開の拠点を置いている。東レとクボタと三菱レイオンは現地会社と合併会社を設立した。共通するのは現地のパートナー選びでも中国の同分野で大手エンジニアリング企業である。旭化成と日東電工は現地に完全子会社を設立した。また各社ともに中国の市場ニーズを

的確に捉えており、自社の競争優位性が高い主力製品を重点に展開しており、中国向けの製品・サービスを提供できるように、現地に応用研究開発の拠点を作っている。

しかし、日本の膜メーカーは中国市場で展開する上で、いくつかの課題に直面している。①膜製品の価格競争による膜メーカーの採算性の低下。②エンドユーザーと直接契約を結ばないので膜の交換時の再受注が不透明。③膜単体の技術のみでは受注確保が困難で、異なる膜の組合せ能力が求められる。④水処理膜の性能やコストのみならず造水プロセス全体におけるコスト低減が求められ、膜の提供にとどまらず、長期的・安定的な収益確保するために事業領域を広げることが必要。

したがって、日本の膜メーカーが中国市場で展開を推し進めるためには、現地ニーズと自社能力に適した研究開発・生産・販売など総合的な戦略を立て、強化することが重要であろう。

#### 謝辞

本研究は、文部科学省平成 26 年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」S1411032、「R-GIRO 水再生循環によるアジアの水資源開発研究拠点」（代表立命館大学近本智行教授）の研究成果の一部である。

#### 注

- 1) 経済産業省「水ビジネスの国際展開に向けた課題と具体的方策」、2010 年 4 月
- 2) 吉村和就『最新水ビジネスの動向とカラクリがよ〜くわか

る本』秀和システム、2012 年

- 3) 総務省、「自治体水道事業の海外展開事例」、平成 26 年 3 月
- 4) 滋賀県、「しが水環境ビジネス推進フォーラム」〈<http://www.pref.shiga.lg.jp/f/shokokanko/mizukankyobusiness/>〉(2014 年 10 月 30 日現在確認)
- 5) 「シンガポールに学ぶ水立国の道しるべ——出遅れニッポン、復活のヒント」日経ビジネス 2008 年 6 月 30 号 p.38 ~p.41
- 6) 中華人民共和国水利部 〈<http://www.mwr.gov.cn/>〉(2014 年 9 月 21 日現在確認)
- 7) 株式会社富士経済 〈<https://www.fuji-keizai.co.jp/market/13027.html>〉(2014 年 9 月 21 日現在確認)
- 8) 膜分離技術振興協会・膜浄水委員会監修 浄水膜（第 2 版）編集委員会編集『浄水膜（第 2 版）』技報堂出版社株式会社、2008 年
- 9) 経済産業省『我が国水ビジネス・水関連技術の国際展開に向けて——「水資源政策研究会」取りまとめ——』2008 年
- 10) 産業競争力懇談会『水処理と水資源の有効活用技術』2008 年
- 11) 郑祥・魏源送主编『中国水処理行业可持续发展战略研究报告』中国人民大学出版社、2013 年
- 12) 東レ株式会社 〈<http://www.toray.co.jp/>〉(2014 年 9 月 21 日現在確認)
- 13) 旭化成株式会社 〈<http://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/>〉(2014 年 9 月 21 日現在確認)
- 14) 株式会社 Kubota 〈<http://www.kubota.co.jp/index.html>〉(2014 年 9 月 21 日現在確認)
- 15) 三菱レイヨン株式会社 〈<http://www.mrc.co.jp/>〉(2014 年 9 月 21 日現在確認)
- 16) 日東電工株式会社 〈<http://www.nitto.com/jp/ja/>〉(2014 年 9 月 21 日現在確認)