



## 「グローバル水ビジネスへの取り組みと課題」

2014/9/11

株式会社日立製作所 インフラシステム社

技術最高顧問

上田 新次郎

# Contents



1. 世界の水需要と市場
2. 世界の地域ごとの市場の特徴
3. 水循環に求められる技術
4. 水処理・循環システムの事例
5. 世界の主要水プレイヤーの動向
6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題

# Contents

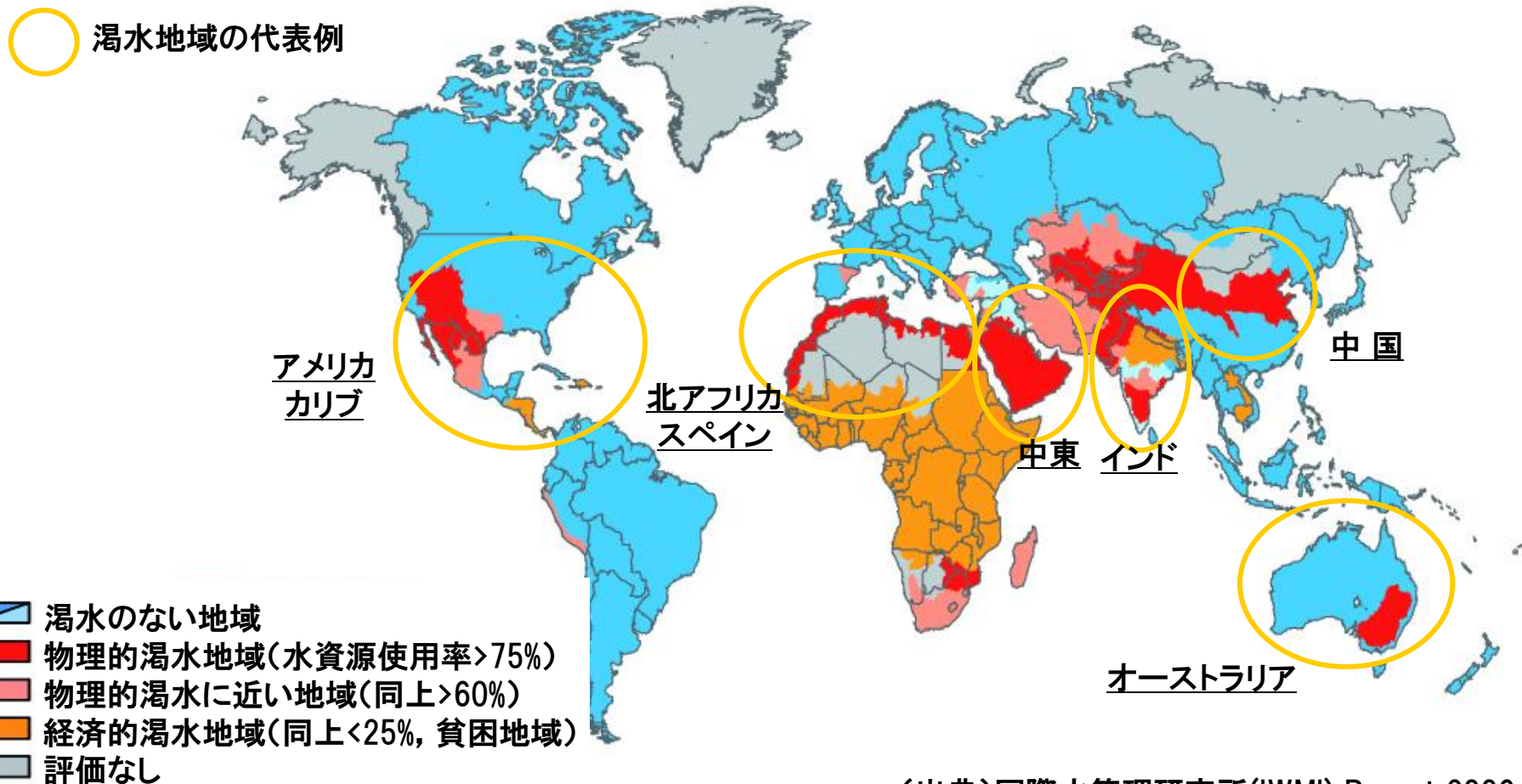
---

- 1. 世界の水需要と市場**
2. 世界の地域ごとの市場の特徴
3. 水循環に求められる技術
4. 水処理・循環システムの事例
5. 世界の主要水プレイヤーの動向
6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題

# 1. 世界の水需要と市場

## 1.1 世界の水環境

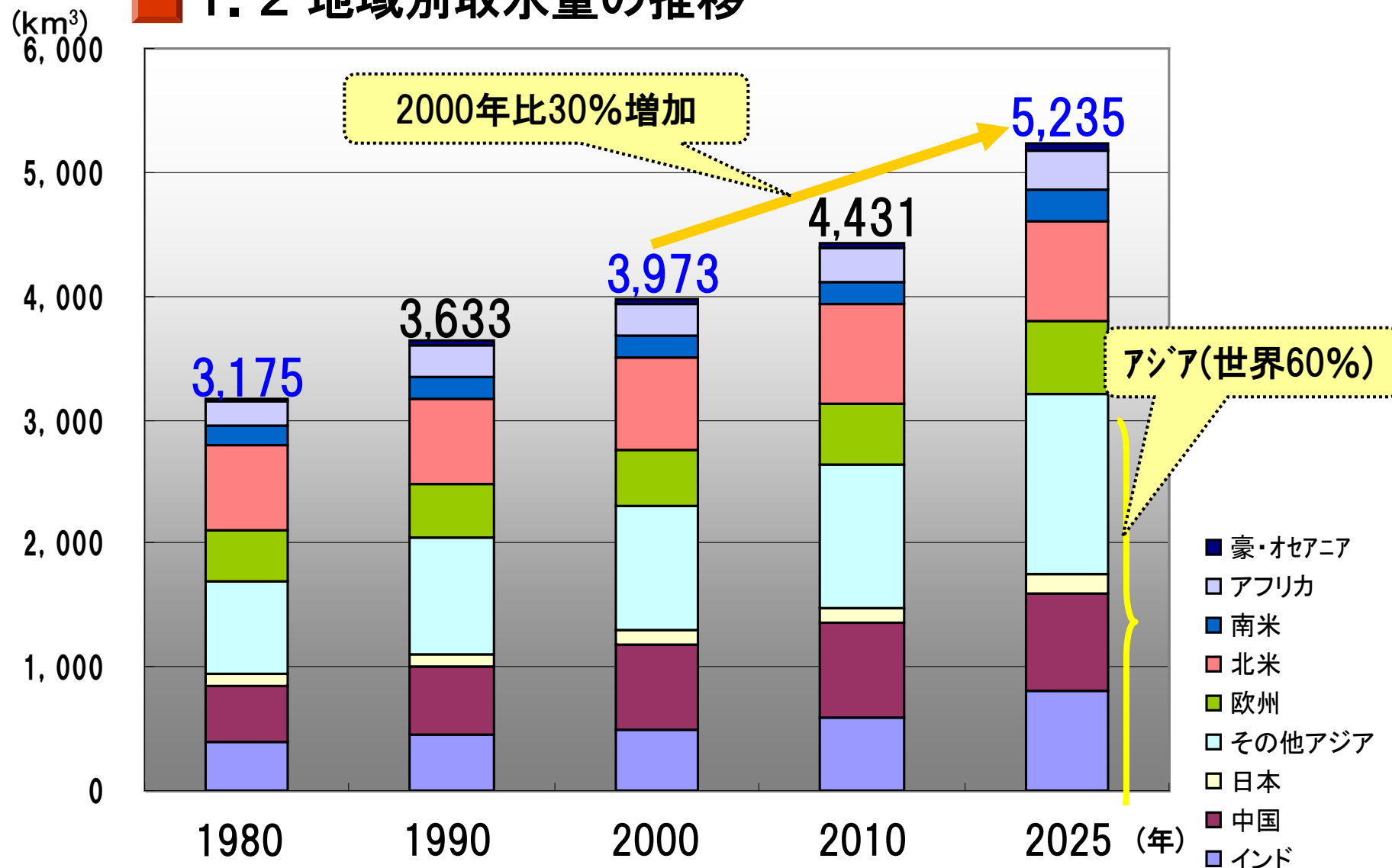
### Areas of physical and economic water scarcity



(出典)国際水管理研究所(IWMI) Report 2006

# 1. 世界の水需要と市場

## 1. 2 地域別取水量の推移

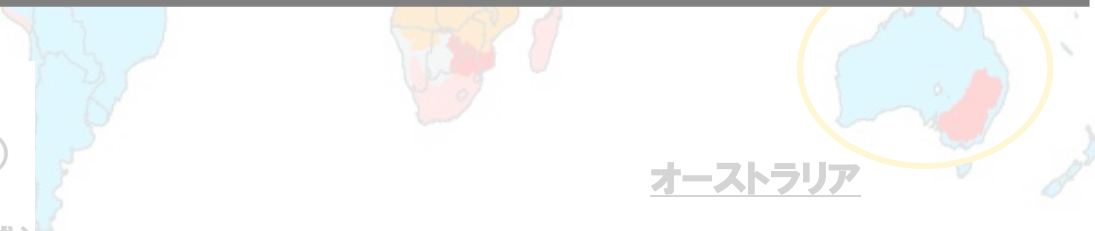


## 1.3 水をめぐる課題

Areas of physical and economic water scarcity

- 人口増加
  - 都市化・人口集中
  - 生活レベルの向上
- 

水環境の悪化  
水需要の増大

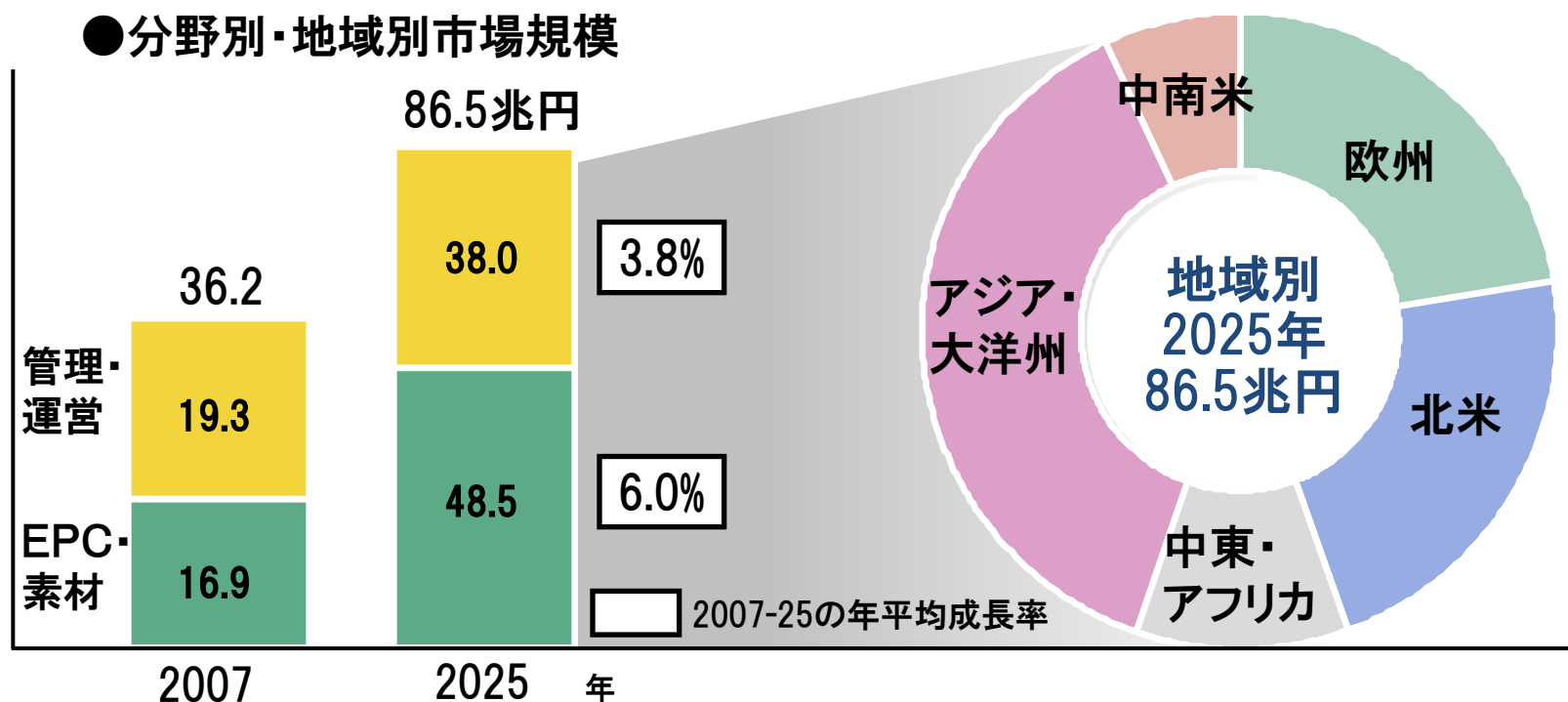
- 
- Legend for water scarcity regions:
- 渇水のない地域
  - 物理的渇水地域(水資源使用率>75%)
  - 物理的渇水に近い地域(同上>60%)
  - 経済的渇水地域(同上<25%, 貧困地域)
  - 評価なし

オーストラリア

(出典)IWMI Report 2006

## 1. 4 世界の水ビジネスの市場動向

- 管理・運営、EPC※ともに伸長率が高い ※EPC:Engineering、Procurement and Construction
- アジア+中東が世界最大の市場規模となる



● 分野別の出典: 経済産業省「水ビジネス国際展開研究会」報告書、地域別: 同資料を基に作成

# 1. 世界の水需要と市場

## 1.5 世界の水ビジネス市場の事業分野別・業務分野別見直し

(上段:2025年…合計87兆円、 下段:2007年…合計36兆円)

| 事業分野 \ 業務分野   | 素材・部材供給<br>コンサル・建設・設計 | 管理・運営サービス          | 合計                 |
|---------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| 上水            | 19.0兆円<br>(6.6兆円)     | 19.8兆円<br>(10.6兆円) | 38.8兆円<br>(17.2兆円) |
| 海水淡水化         | 1.0兆円<br>(0.5兆円)      | 3.4兆円<br>(0.7兆円)   | 4.4兆円<br>(1.2兆円)   |
| 工業用水・<br>工場下水 | 5.3兆円<br>(2.2兆円)      | 0.4兆円<br>(0.2兆円)   | 5.7兆円<br>(2.4兆円)   |
| 再利用水          | 2.1兆円<br>(0.1兆円)      | —                  | 2.1兆円<br>(0.1兆円)   |
| 下水            | 21.1兆円<br>(7.5兆円)     | 14.4兆円<br>(7.8兆円)  | 35.5兆円<br>(15.3兆円) |
| 合計            | 48.5兆円<br>(16.9兆円)    | 38.0兆円<br>(19.3兆円) | 86.5兆円<br>(36.2兆円) |

 ボリュームゾーン(市場の伸び2倍以上、市場規模10兆円以上)  
 成長ゾーン (市場の伸び3倍以上)

(出典)Global Water Market2008 および 経済産業省試算、(注)1ドル=100円換算



# Contents

---

1. 世界の水需要と市場
- 2. 世界の地域ごとの市場の特徴**
3. 水循環に求められる技術
4. 水処理・循環システムの事例
5. 世界の主要水プレイヤーの動向
6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題

## 2. 世界の地域ごとの市場の特徴

### 2.1 世界の水ビジネスのカテゴリー区分 (2009年時点)

|                        |                       | 水資源豊富 ← → 水資源不足                                          |                                                        |
|------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 資金潤沢<br>↑<br>↓<br>資金欠乏 | 技術領域<br>上下水<br>インフラ整備 | 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)                             |
|                        | 運営管理・更新・造水<br>国・地域    | <b>A</b><br>世界各国<br>既に欧州水メジャーが<br>優位な領域                  | <b>C</b><br>中東・北アフリカ、中国都市部…<br>新規欧米企業参入、<br>欧州水メジャーも参入 |
|                        | 下水道整備<br>強化<br>国・地域   |                                                          |                                                        |
|                        | 上下水道<br>未整備<br>国・地域   | <b>B</b><br>マレーシア、タイ、インドネシア、<br>インド、ベトナム…<br>欧州水メジャー進出開始 | <b>D</b><br>アジア周辺国、アフリカ…<br>一部地域を除き未進出                 |

A…既に欧州2大メジャーが優位なエリア

B…ODAなど日本の国際貢献が活発に行われているエリア【モデル事業の創出】

C…日本の先進技術を活用し、進出可能なエリア【R&Dの推進】

D…潜在的市場規模は大きく、将来のターゲット【分散型技術、コストダウン技術の展開】

### 2.2 先進国の状況

#### ➤ 欧州

- ✓ 上下水道をはじめ、水の先進国。国際標準化などをリード
- ✓ 老朽化施設のリハビリ・更新および効率化へ投資
- ✓ 水メジャーを擁する(ヴェオリア、スエズ)
- ✓ 1980年代以降、民営化が進展。世界へ展開
- ✓ リーマンショック、欧州金融危機の影響大

#### ➤ 米国

- ✓ 施設は整備済み。老朽施設の更新。高度処理。
- ✓ 西南部は渇水地域・・・長距離導水、再生水、海水淡水化
- ✓ 中西部・南西部のオガララ帯水槽水位の低下
- ✓ 民営化も一部推進

#### ➤ 日本

- ✓ 施設は整備済み。世界に誇れる水環境。
- ✓ 公共投資抑制。今後はリハビリ市場が中心
- ✓ 民営化への期待・・・民間資金の活用。経営の効率化

### 2.3 新興国の状況(1) 渇水地域

#### ➤ 中東(サウジアラビア、UAE等)、オーストラリア、北アフリカ

- ✓ Oil & Gas、Miningなど資源産業を中心に富の蓄積
- ✓ 人口増加、都市化、生活レベルの向上による水需要の急増
- ✓ 造水……海水淡水化
- ✓ 再生水…膜分離活性汚泥法(以下MBR)等による水再利用

#### ➤ 中国北部、インド

- ✓ 人口増加、都市化、生活レベル向上および工業化の急進展による水需要の増大
- ✓ 造水……海水淡水化
- ✓ 再生水…MBR等による水再利用
- ✓ 新治水…中国の南水北調計画

### 2.4 新興国の状況(2) 水インフラ後進地域

#### ➤ 東南アジア(ベトナム、マレーシア、インドネシア等)、インド、南米

- ✓ 堅調な経済発展、都市部人口増加、工業団地化急速進展
- ✓ 人口増加、都市化、生活レベルの向上による水需要の急増
- ✓ 飲み水不足・工業用水不足・・・浄水場不足、配管不足
- ✓ 高い無収水率(NRW:Non Revenue Water)
- ✓ 汚れた河川・・・下水処理場不足
- ✓ 地域の事情に合わせた設備必要(小規模自立分散型、嫌気処理)
- ✓ 資金不足・・・ODAからPPP(Public-Private Partnership)活用による  
インフラ整備

### ■ 2.5 発展途上国の状況

#### ➤ アフリカの大部分、ミャンマー、ラオス等

- ✓ 水インフラ未整備
- ✓ 地域の事情に合わせた設備必要(小規模自立分散型、簡易型等)
- ✓ 資金不足
- ✓ ODA等援助資金中心
- ✓ 潜在的市場規模大

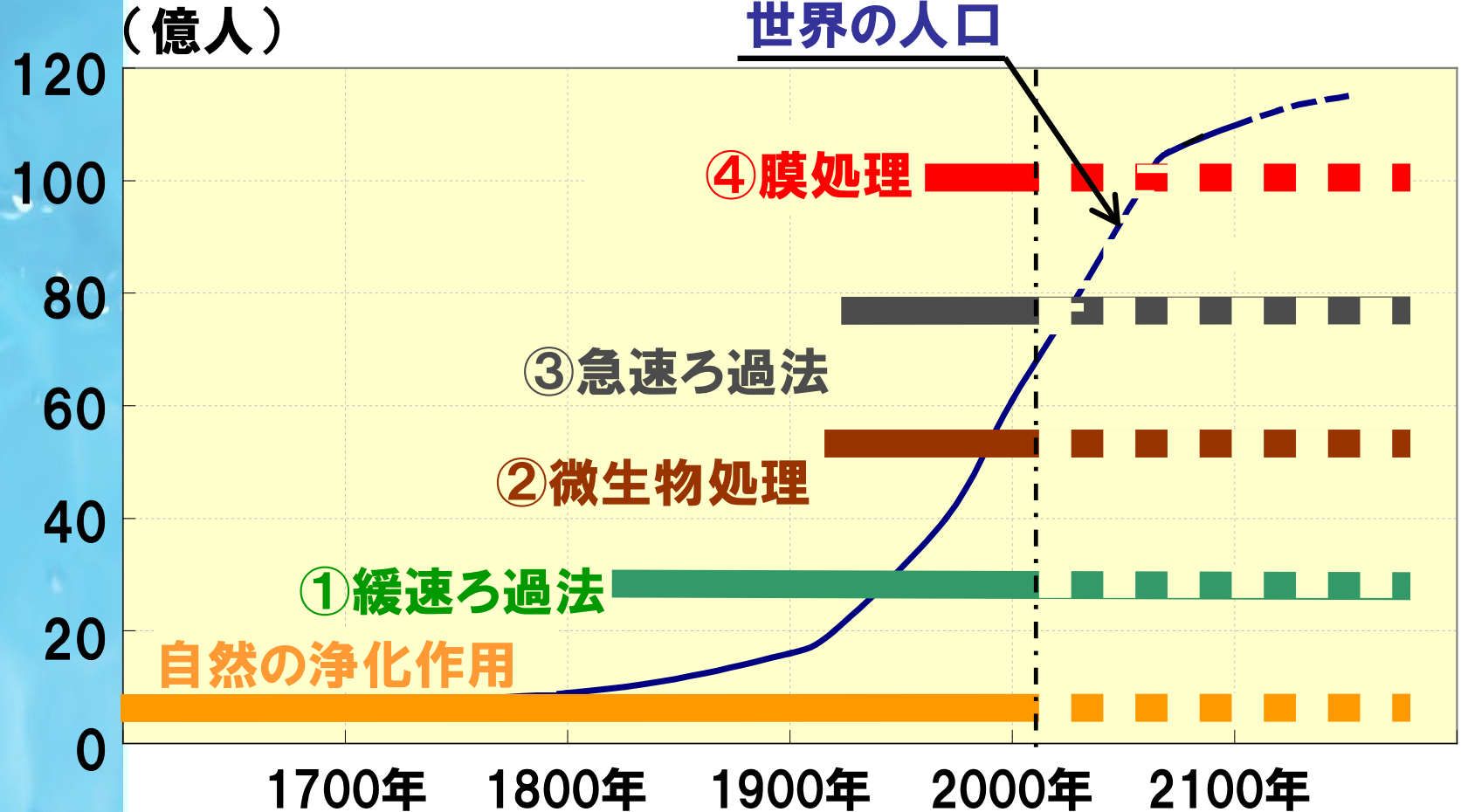
# Contents

---

1. 世界の水需要と市場
2. 世界の地域ごとの市場の特徴
- 3. 水循環に求められる技術**
4. 水処理・循環システムの事例
5. 世界の主要水プレイヤーの動向
6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題

# 人口の増加と水処理技術の進化

## 世界の人口



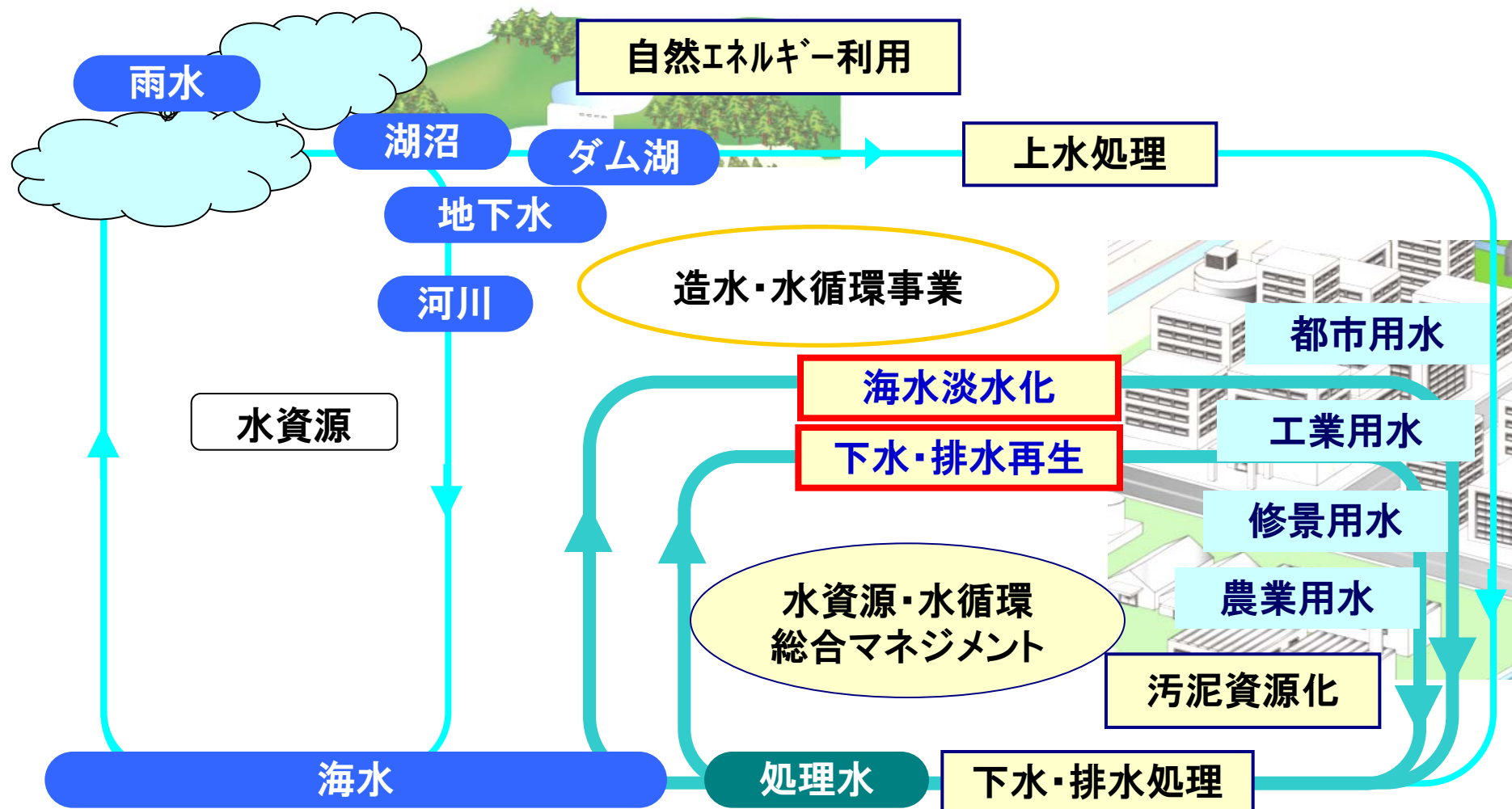
人口の急速な増加等で、**自然の浄化作用**では「水量」と「水質」の確保が困難

高品質・高速処理・省エネプロセスの膜処理技術は、21世紀の必須技術



### 3. 水循環に求められる技術

#### 3.1 水資源の循環サイクル構築



# 膜利用新技術 (浄水、水処理・再利用)

## 水源・原水と用途に応じた処理、再生フロー

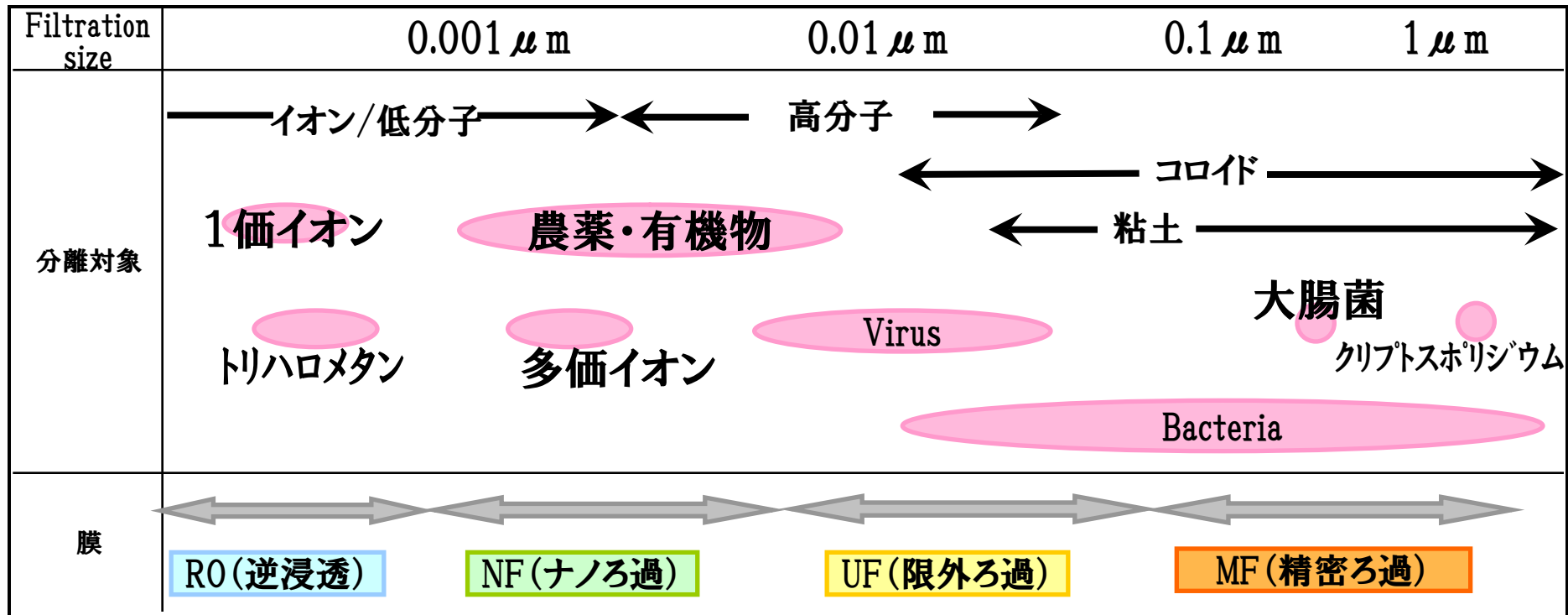
  : Membrane process

| 分野                  | 水源 / 原水          | 処理  |                                                              | 用途               | 備考                        |
|---------------------|------------------|-----|--------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|
| 1<br>浄水処理           | 河川・湖沼水           | 従来  | (1) 砂ろ過法<br>凝集・沈殿 → 砂ろ過 → 消毒                                 | 生活用水<br>(飲料水 ほか) | 膜処理により<br>高度処理が可能         |
|                     |                  | 新技術 | (2) 膜ろ過法<br>MF/UF → 消毒                                       | 工業用水             |                           |
| 2<br>海水淡水化          | 海水               | 新技術 | 膜法<br>(UF etc). 前処理 → RO                                     |                  | 蒸発法より低動力                  |
| 3<br>下水・廃水処理、<br>再生 | 生活廃水(下水)<br>工業廃水 | 従来  | (1) 活性汚泥処理法(生物処理)<br>活性汚泥処理 → 砂ろ過 → 消毒                       | 農業用水             | 要求水質に対応<br>した処理・再生<br>が可能 |
|                     |                  | 新技術 | (2) 膜利用による高度処理法<br>(Activated sludge treatment) → MF/UF → RO | (中水)<br>工業用水     |                           |
|                     |                  |     | (3) 膜分離活性汚泥処理法<br>膜分離活性汚泥処理 → RO                             |                  |                           |

MF : Micro Filtration(精密ろ過)    UF : Ultra Filtration(限外ろ過)    RO : Reverse Osmosis(逆浸透)

# 膜利用新技術

## 水処理用膜と分離対象



・逆浸透: RO (Reverse Osmosis)    ・ナノろ過: NF (Nano Filtrration)    ・限外ろ過: UF (Ultra Filtration)    ・精密ろ過 : MF (Micro Filtration)

超純水製造

硬水の軟水化

浄水処理

浄水処理

海水淡水化

海淡前処理

工業用水製造

下廃水処理

下廃水処理・再生

Usage

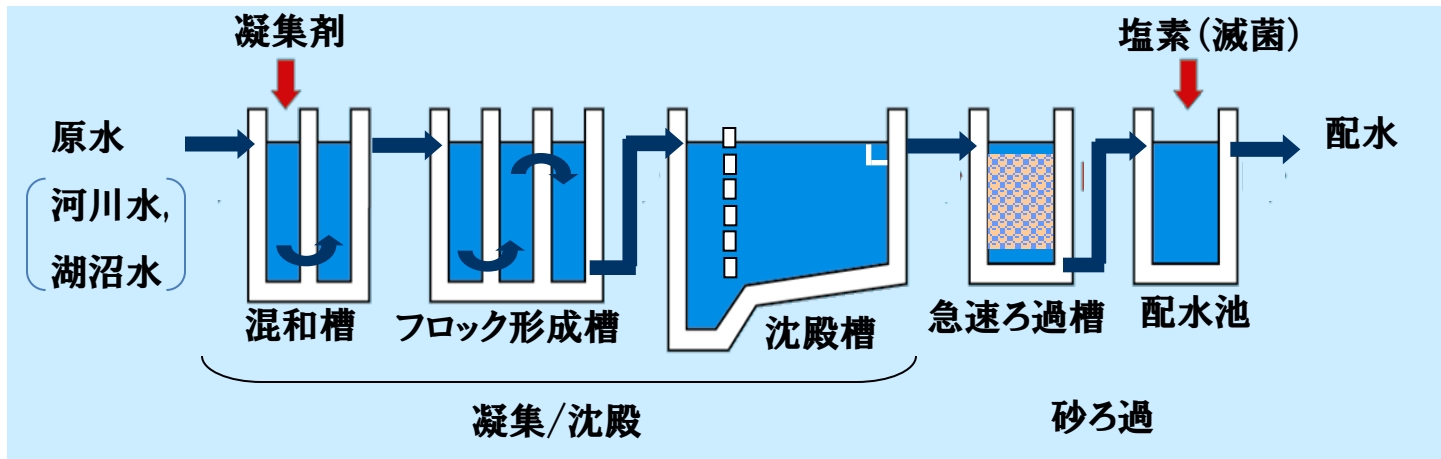
開発動向    孔径, 表面改質等による高度処理、省エネ化    物理強度、耐薬品性向上 (材質改良)

# システムの中核をなす設備 ①上水

## (1) 砂ろ過法(急速ろ過方式)

- 原水中の濁質を沈殿、ろ過し、低動力で、大容量の浄水を供給

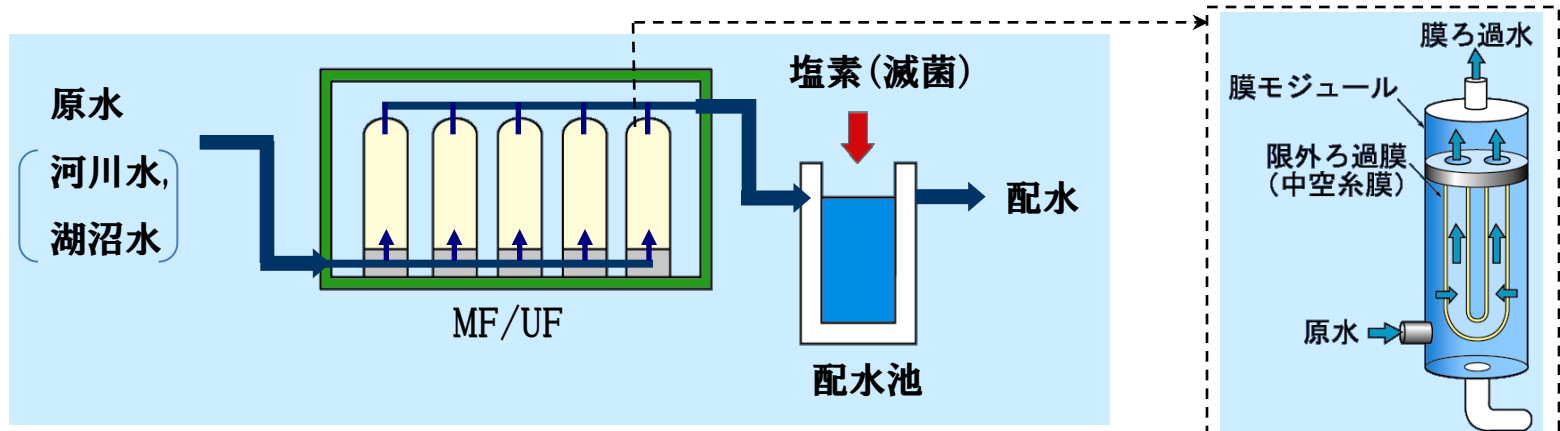
従来



## (2) 膜ろ過法

- 病原性原虫(クリプトスポリジウム等)を除去

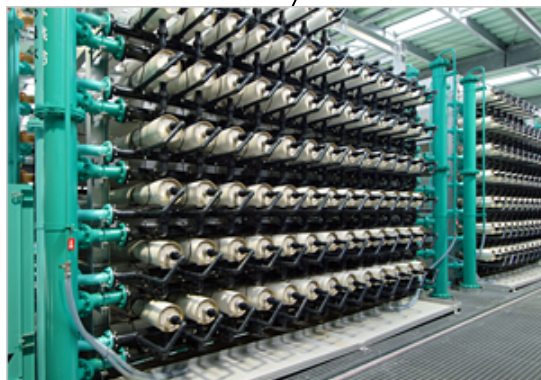
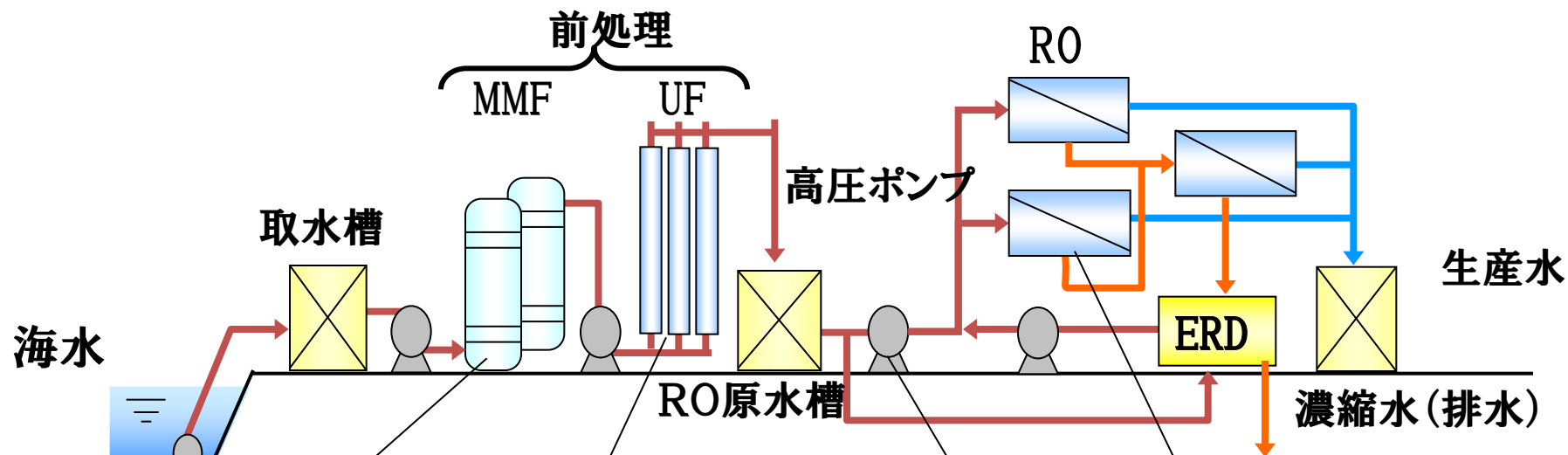
新技術



## システムの中核をなす設備 ②海水淡水化(膜法)

◆ 膜法 (UF + RO) により、

従来の蒸発法より低コストでの海水淡水化が可能



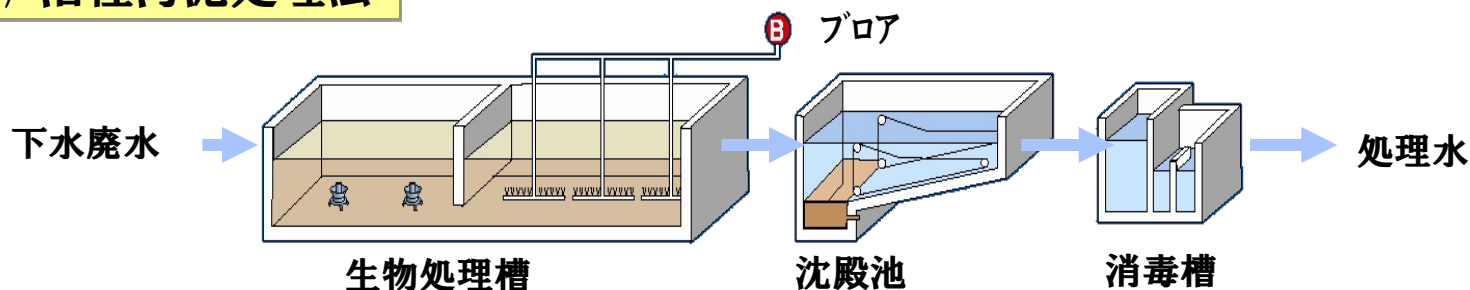
MMF: Multi Media Filter (複層ろ過)

ERD: Energy Recovery Device (動力回収装置)

# システムの中核をなす設備 ②下水・工場廃水処理、再生

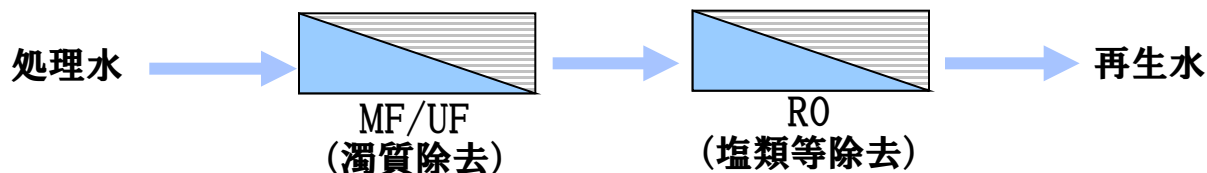
従来

## (1) 活性汚泥処理法



## (2) 膜利用による高度処理法

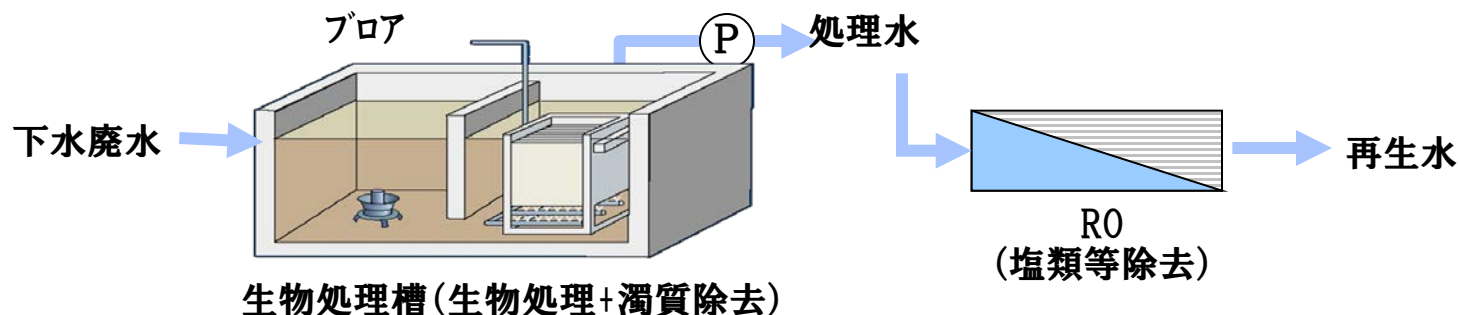
処理水を、さらに膜ろ過することで、  
用途に応じた高度な再生水が得られる



新技術

## (3) 膜分離活性汚泥処理法

生物処理槽への膜の導入により、  
システムのコンパクト化が可能

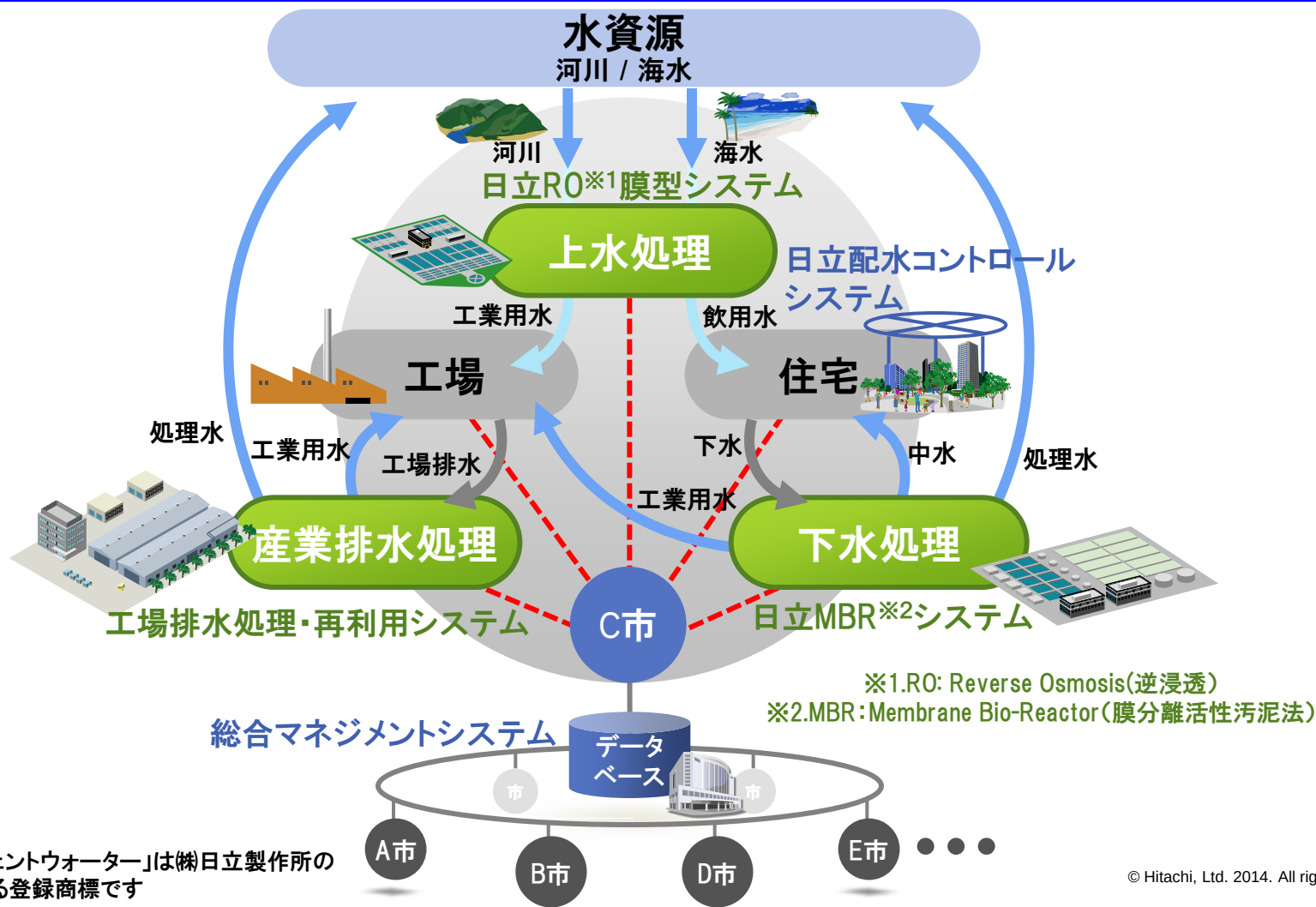




### 3. 水循環に求められる技術

#### 日立の水ビジネスの事例 インテリジェントウォーターシステム

限りある水資源を有効利用するために、先進の水処理システムと情報制御システムを融合し、最適な水循環を実現する街づくりに貢献します。



# Contents

---

1. 世界の水需要と市場
2. 世界の地域ごとの市場の特徴
3. 水循環に求められる技術
- 4. 水処理・循環システムの事例**
5. 世界の主要水プレイヤーの動向
6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題



## 4. 水処理・循環システムの事例

### 日立の水ビジネスの事例 (1) 上下水処理システム

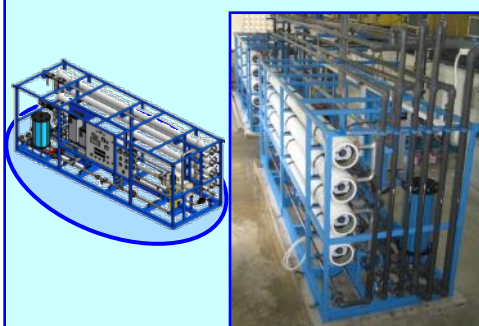
現地の環境条件やニーズに適合した処理システムの提案

#### 上水処理システム

##### 膜型上水処理ユニット



##### 海水淡水化RO※1ユニット



##### EPC実績(スリランカ)

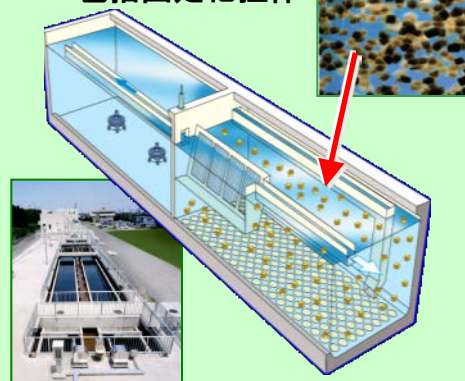


キャンディー市浄水場  
(処理水量: 36,600m<sup>3</sup>/日)

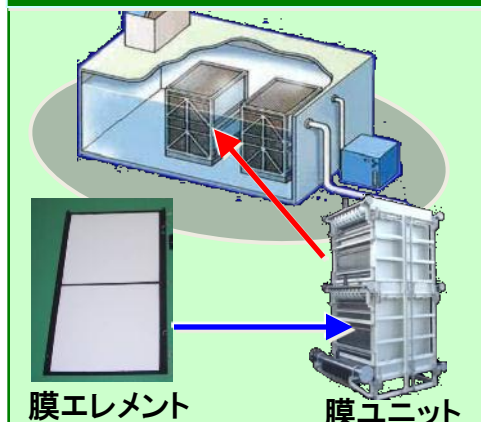
#### 下水処理システム

##### 高度下水処理システム

包括固定化担体



##### MBR※2システム



##### EPC実績(マレーシア)



クアラルンプール市下水処理場  
(5カ所、処理水量: 250,000m<sup>3</sup>/日)

※1. RO: Reverse Osmosis(逆浸透)

※2. MBR: Membrane Bio-Reactor(膜分離活性汚泥法)

## 4. 水処理・循環システムの事例

### 日立の水ビジネスの事例 (2)マレーシアにおける下水 EPC事業



下水処理場4か所  
汚泥処理場1か所

- ・清水建設-Road Builder (Malaysia)-旧日立プラント JV (3社JV:リーダーは清水)
- ・日本の高度処理技術をスペックイン (ペガサス・スクリュウ式脱水機)
- ・運転手法・維持管理手法を指導  
ー安定運転に寄与



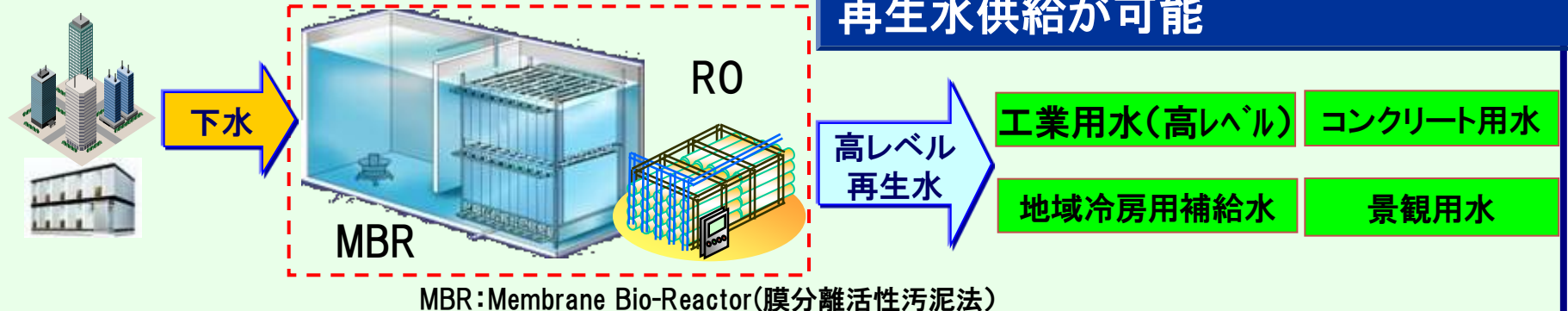


## 4. 水処理・循環システムの事例

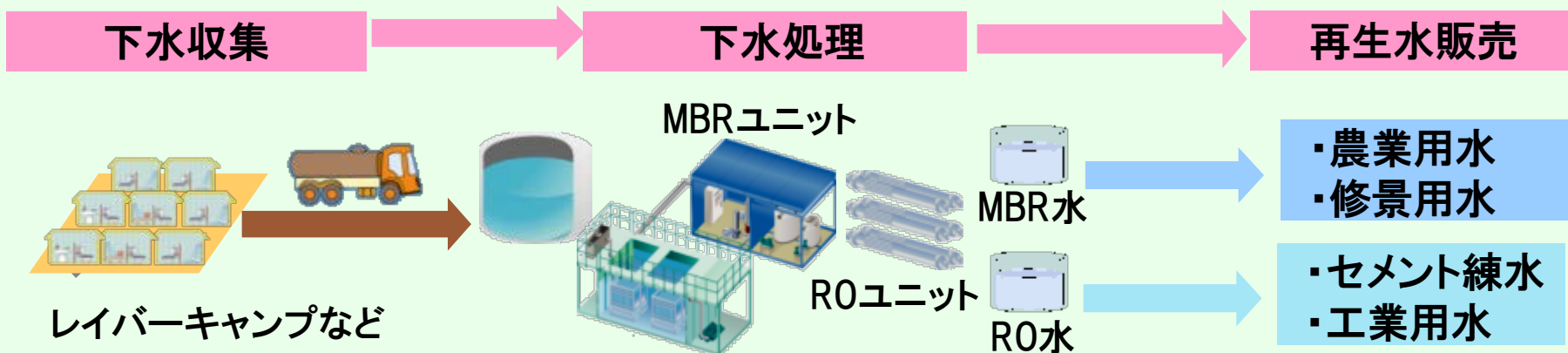
### 日立の水ビジネスの事例 (3)排水再利用技術

#### 日立MBR/ROシステムを用いた高レベル再生水供給システム

##### MBR+ROシステム



##### ビジネスモデル(UAE)



## 4. 水処理・循環システムの事例

### 日立の水ビジネスの事例 (4) UAEドバイの再生水事業

MBR+ROユニット(UAEドバイを中心に約50台納入)

Burj Dubai排水処理設備(3,000m<sup>3</sup>/日) MBR: Membrane Bio-Reactor(膜分離活性汚泥法)

→ 3年間の運用・メンテ



### 再生水用途

- 最大高150m、全長275mの噴水
- 地域冷房用補給水





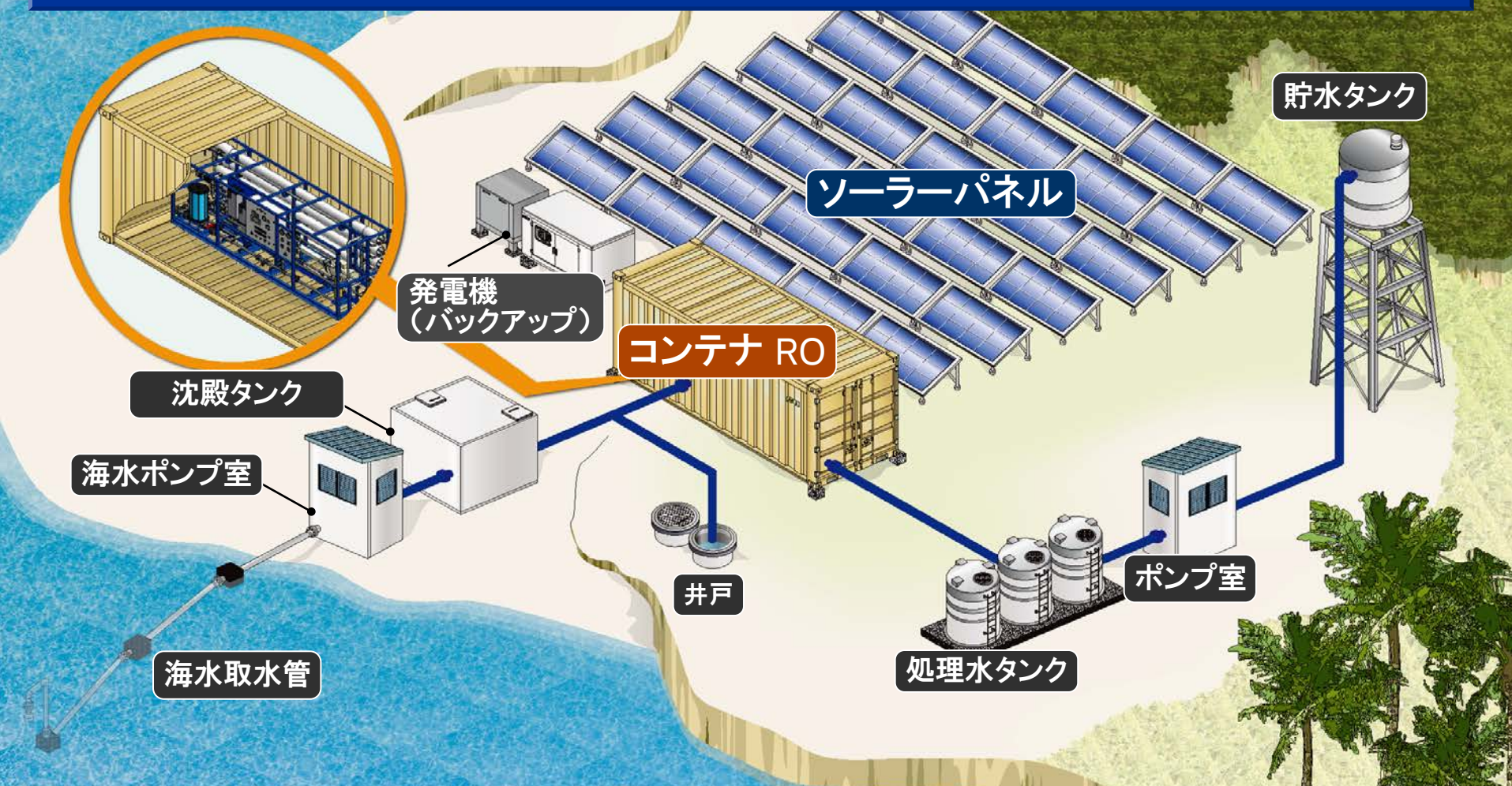
## 4. 水処理・循環システムの事例

### 日立の水ビジネスの事例

#### (5) 島嶼向け自然エネルギー利用海水淡水化システム

##### ●ソーラーパネルによるRO海水淡水化システム

ターゲット：島嶼国、砂漠地帯



## 4. 水処理・循環システムの事例

### 日立の水ビジネスの事例 (6) 水運用システム

水源から配水まで複数の設備をトータル管理

水運用センター



需要予測

曜日、天候、気温等から重回帰分析

過去の天候、気温等の類似日検索

水運用計画

環境負荷低減(CO<sub>2</sub>削減)も評価し、  
最適化手法により配水池ごとに  
受水計画、配水池運用計画を作成



# Contents

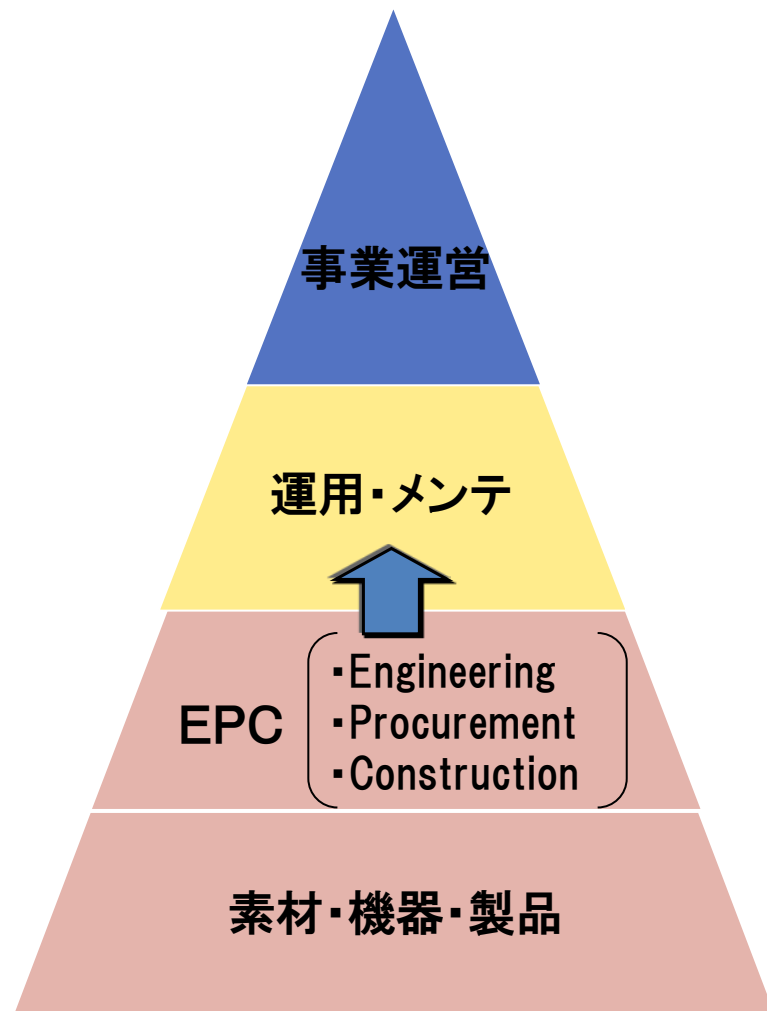


1. 世界の水需要と市場
2. 世界の地域ごとの市場の特徴
3. 水循環に求められる技術
4. 水処理・循環システムの事例
- 5. 世界の主要水プレイヤーの動向**
6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題

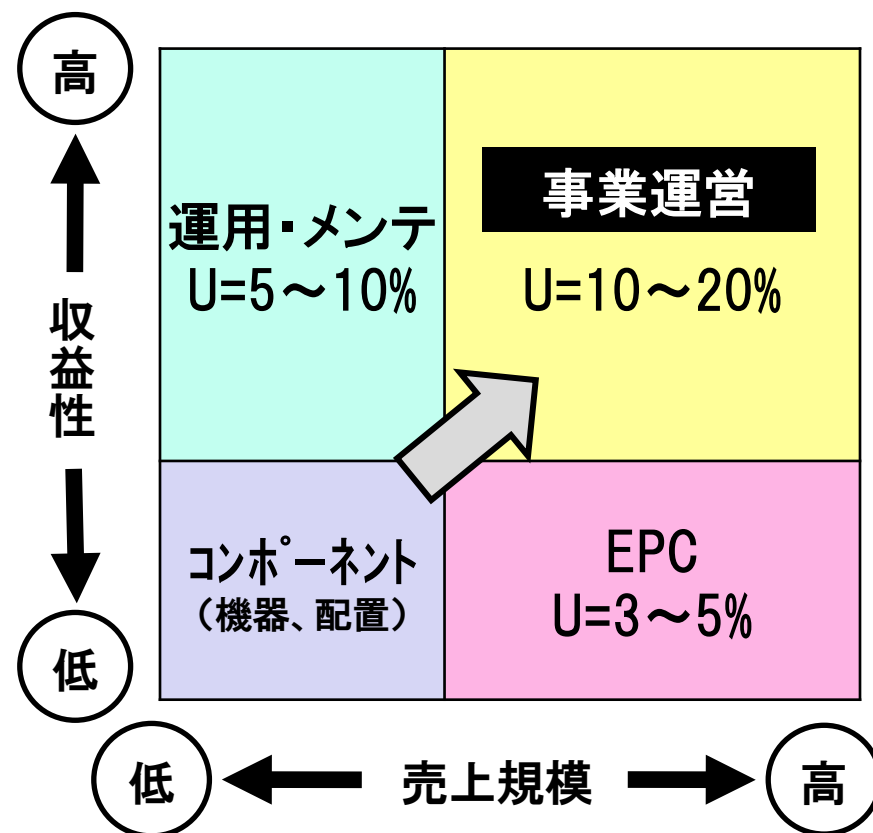
## 5. 世界の主要水プレイヤーの動向

### 総合水事業とは

#### ■ 5.1【ビジネスレイヤー】



### 【水環境事業展開の方向性】



※ 業界平均 U(推定値)



## 5. 世界の主要水プレイヤーの動向

### 5.2 水事業運営参入への課題

| 契約形態        | 施設<br>所有 | サービス<br>水準設定 | 料金<br>設定 | 事業<br>経営 | 投資 | EPC<br>(素材) | 運転 | メンテ<br>ナンス | 顧客<br>管理 |
|-------------|----------|--------------|----------|----------|----|-------------|----|------------|----------|
| コンセッション契約   |          |              |          |          |    |             |    |            |          |
| アフェルマージュ契約  |          |              |          |          |    |             |    |            |          |
| PFI         |          |              |          |          |    |             |    |            |          |
| 運用・メンテナンス契約 |          |              |          |          |    |             |    |            |          |

PFI: Private Finance Initiative

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の国内の上下水道分野で経験はあるが、海外での実績はなし

〔事業運営のために必要とされるスキル〕

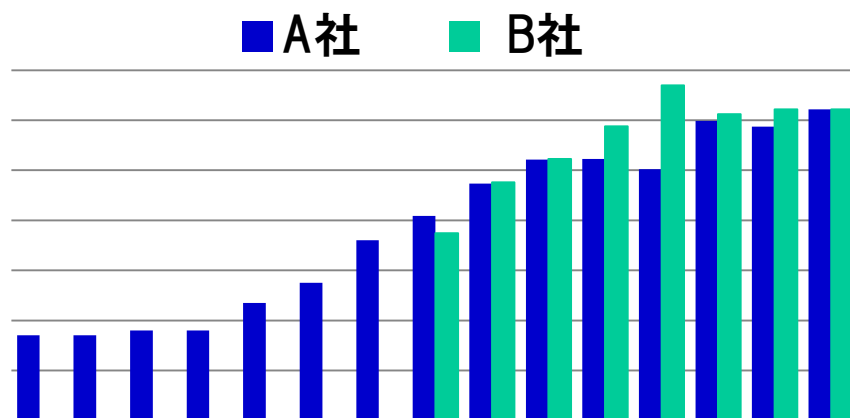
- ✓ 施設のオペレーションテクノロジー
- ✓ 長期にわたる事業運営を健全に行うための契約構築力
  - ・各種契約 ・ファイナンス ・リスク評価と管理 etc.

関連する個別テーマをシステムとして統合するために必要な意思決定を合理的に行うための手法(広義のシステム技術)

## 5. 世界の主要水プレイヤーの動向

### 5.3 大手プレイヤーの事業と収益構造

給水人口の推移(M人)



出典: WaterBook2011

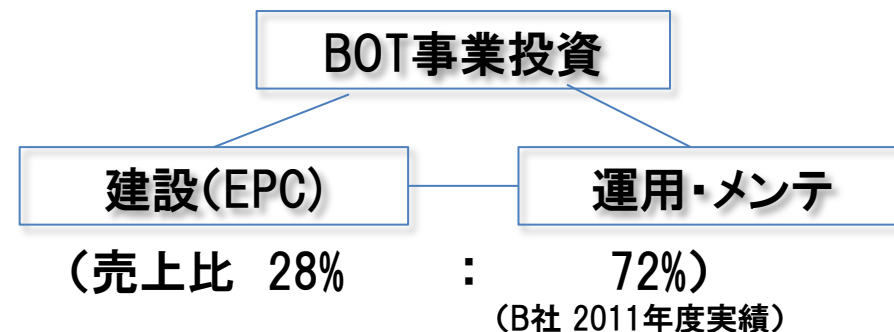
官設民営(アフェルマージュ)

民設民営(BOT※)

**BOT型のビジネスモデルで新興国へ急拡大**

※ BOT: Build, operate and transfer

**BOT事業の収益は3事業の合計**



**B社の収益性の事例**

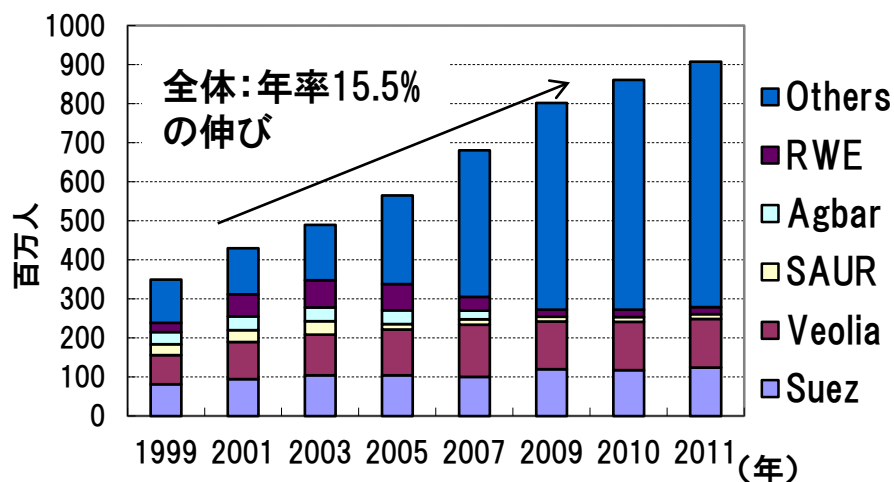
|         | 利益率(注1) | ROCE(注2) |
|---------|---------|----------|
| BOT事業配当 | n/a     | 7.9%     |
| 建設(EPC) | 3.6%    | 6.8%     |
| 運用・メンテ  | 5.3%    |          |

ROCE: Return on Capital Employed 投下資本利益率  
注1: 某欧州企業2010実績 注2: 某欧州企業2011実績

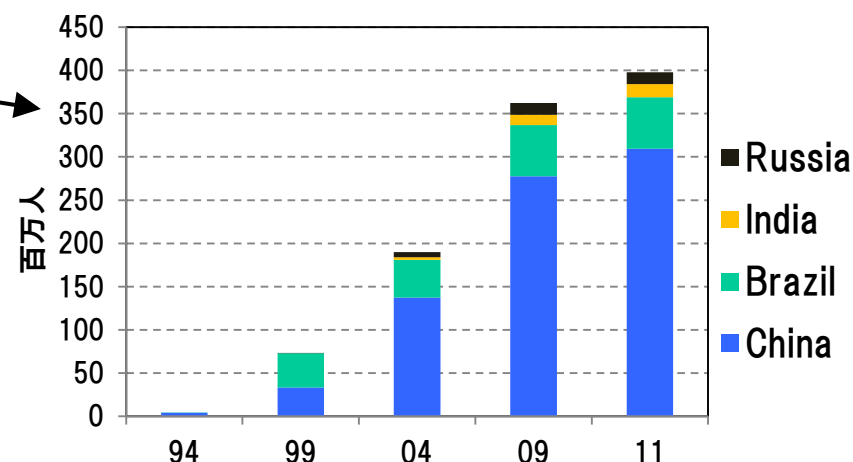
## 5. 世界の主要水プレイヤーの動向

### 5.4 世界の主要水プレイヤーの動向

民営化事業における水メジャーの  
(給水+下水処理)人口



BRICSにおける民営  
(給水+下水処理)人口



✓ 民営化の進展が開発途上国にも広がり、  
民営水道事業者による給水人口  
(+下水処理人口)は1999年から年率15.5%で増加

✓ 2005年以降は各国の地元企業による民営化が増加し  
水メジャーのシェア低下(全体の30%)

✓ 最近の中国での民営化の進展は目覚ましく、2011年時点で民営水道事業者の  
給水人口は2億人を超えた

## 5. 世界の主要水プレイヤーの動向

### 5.5 海水淡水化事業における新興企業の勃興

|   | 02年～06年(5年間)  | 07年～11年(5年間)   |                        |
|---|---------------|----------------|------------------------|
|   | 発電プラント併設多し    | 新技術(逆浸透膜法)が主流  |                        |
| 1 | Veolia(フランス)  | Hyflux(シンガポール) | EPCコストの低減とファイナンスの工夫で躍進 |
| 2 | Suez(フランス)    | IDE(イスラエル)     |                        |
| 3 | ACS(スペイン)     | Veolia(フランス)   | 豪州の大型案件獲得など。建設コストで劣勢   |
| 4 | 三菱重工(日本)      | Suez(フランス)     |                        |
| 5 | GE Water(米国)  | Doosan(韓国)     | 中東案件で積極展開              |
| 6 | Abengoa(スペイン) | Acciona(スペイン)  | スペインの海淡会社(Pridesa)を買収  |

✓5年～10年でプレイヤーは大きく様変わり。新興企業(Hyflux・IDE・Doosan)が躍進

✓今後、環境条件の厳しさ(取水、排水環境)、運用コスト(省エネ技術)がポイント

# Contents

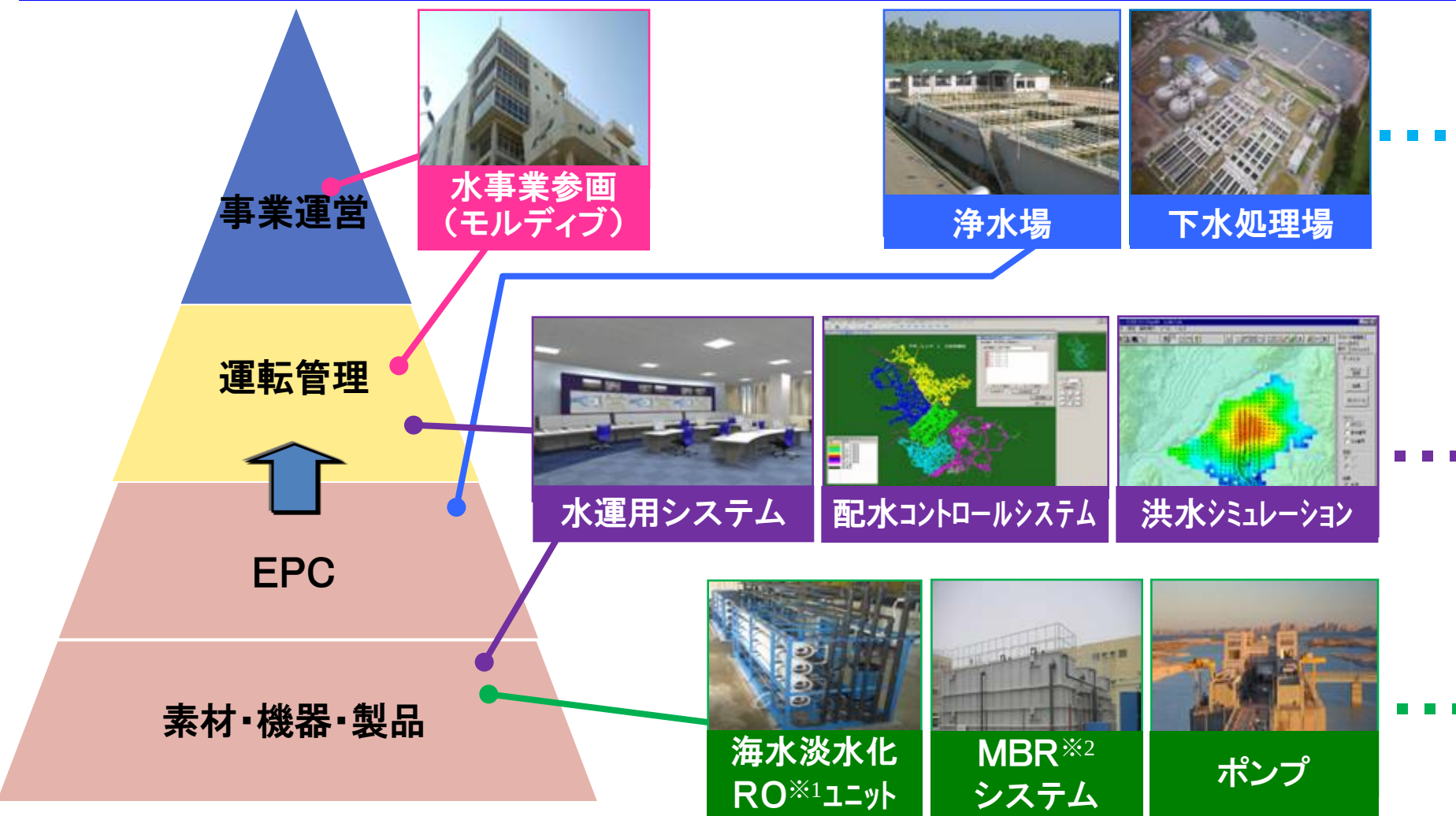
---

1. 世界の水需要と市場
2. 世界の地域ごとの市場の特徴
3. 水循環に求められる技術
4. 水処理・循環システムの事例
5. 世界の主要水プレイヤーの動向
- 6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題**

# 6. グローバル水インフラ事業発展へ向けた課題

## 6.1 ビジネスモデル

### ビジネスレイヤーの選定



※1. RO: Reverse Osmosis    ※2. MBR: Membrane Bio-Reactor



### ■ 6. 2 総合水事業(水メジャー)への展開 ～水インフラシステム輸出に向けて～

- ✓ 事業計画、契約、ファイナンス
- ✓ EPC (Engineering, Procurement, Construction)
- ✓ Operation and Maintenance
- ✓ 水運営会社の経営(サービス事業)

#### Partnershipが重要

政府、自治体

コンサルティング会社、商社、エンジニアリング会社、メーカー、サービス会社  
金融、保険(JICA、JBIC、NEXI、ADB、メガバンク)

### 6.3 水インフラ事業

- ✓ 風土、歴史、社会構造に結びついた水文化
- ✓ 地域社会(政府、自治体等)との関係が重要
- ✓ 初期投資が膨大、また回収に時間がかかる
  - ・事業権の取得(契約)
  - ・資金集め(Finance)
  - ・様々なリスクの発生と回避の仕組み(契約)
- ✓ 事業運営(サービス業)に参加することにより、長期安定収入を得る
- ✓ 日銭が入り、着実な収入が期待できる
  - .....長期投資(例えば年金資金)に適している

### 6. 4 PPP (Public - Private Partnership: 官民連携)について ～今後の海外インフラの柱～

- ✓ 日本政府支援のFS (Feasibility Study) による案件創生  
(日本イニシアチブ)
- ✓ 民間投資を可能とする事業モデルの確立
  - ・水道料金の適正化
  - ・PPPとODAの組合せによる投資範囲の適正化
  - ・ファイナンスの確保(現地通貨建て融資等)
- ✓ 民間企業の限界を超えた政治や為替リスク対策への政府支援
- ✓ 民間企業のグローバルコスト競争力強化
- ✓ 現地事業会社(SPC)を設立し、事業運営と運用・メンテに参画

### ■ 6.5 技術イノベーションへの挑戦

- ✓ Megaton Water System の開発(平成21年～25年)
  - ・ FIRSTプログラム:中心研究者 東レ 栗原フェロー、18企業・11大学
  - ・ 21世紀の超大型省エネ海水淡水化プラント
- ✓ 超省エネ海淡 Remix Water System の開発(平成23年～25年)
  - ・ NEDO大型開発資金、GWSTA・北九州ウォータープラザで開発
- ✓ 信州大学COI アクアイノベーションプロジェクト(平成25年～33年)
  - ・ 文科省JSTのCOIプロジェクト
  - ・ ナノカーボン技術をベースに  
高品質・ロバストな分離膜の開発
  - ・ 次世代海水淡水化、Oil & Gas分野の革新的水循環システムをめざす

- 
- 風土・歴史・社会構造に結びついた水文化
  - 製品・システムの販売からサービスまでを提供
  - 地域の発展に貢献