

# 世界の水循環と資源活用に向けたソリューション

Trends in System Solutions for Global Water Cycle and Effective Use of Resources

篠原 哲哉

■ SHINOHARA Tetsuya

地球規模の大きな課題として、人口急増に伴う食糧、水、及びエネルギーの不足や資源の枯渇などが挙げられる。食料を作るには水が必要であるが利用可能な淡水は偏在する。海水から淡水を得るにはやはりエネルギーが必要である。エネルギーを得るために化石燃料を使えば二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が発生し、これが地球の温暖化、更には水循環に影響を与える。このように社会インフラの課題が複雑に絡み合っており、これらを解決するには全体最適を見据えたアプローチが必要となる。

東芝は、エネルギー技術に加え、水処理、資源再生技術と総合的なシステム技術で、社会インフラの課題に対するソリューション(解決方法)を提供する。

Global-scale issues to be addressed include depletion of natural resources, food, water, and energy due to rapid global population growth. Water is consumed in the process of food production, although fresh water is not always available where it is required. Fresh water can be produced from sea water, but this requires energy. Energy is extracted from the burning of fossil fuels, which emits carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and this causes global warming and will eventually have significant impacts on the global water cycle. A comprehensive approach aimed at a total optimization system is therefore required to solve the complex interactions of these social infrastructure-related issues.

With these trends as a background, Toshiba is making continuous efforts to provide integrated system solutions using its water treatment and resource recovery technologies as well as energy technologies.

## 世界のメガトレンド

世界のメガトレンド(大きな流れ)をもっとも大きくけん引するのは、世界人口の増加である。現在の人類は10数万年前といわれる誕生以来、着実に増加を続けてきた。18世紀に数億人に達した後、特に産業革命以降は急激な増加を示すようになった(図1(a))。

国連人口基金(UNFPA)の2008年のデータによると、世界人口は67億4,970万人で、最近の5年間で4億4,820万人増えている。地域別では、2005年から2010年までの年平均増加率はアフリカが2.3%ともっとも高く、中南米が1.2%、アジアが1.1%(中国0.6%、インド1.5%)と続く。欧州はほぼ横ばいである。現在、人口がいちばん多いのは中国で13億3,630万人、インドが11億8,620万人でそれに続くが、2022年にはインドが中国を追い抜いて世界1位になるとみられている<sup>(1)</sup>。

一方、わが国の人口は、平安時代

(1150年)に約680万人で、18世紀には3,300万人台に達した。明治以降の増加は目覚ましく、1912年に5,000万人、1967年には1億人に到達した。2007年の人口は約1億2,800万人である。国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(2009年資料)の中位推計によると、2005年にピークを迎えた後、減少に転じ、2050年には9,515万人に減るものと予測されている。すなわち、世界に先駆けて人口減少を経験することになる。

世界人口は今後も増加を続けるものと予測されている。国際連合の推計値などによると増加率こそやや鈍るものの、2015年には73億、2030年には83.2億、2050年には91.9億人に達するものと予測している。この増加にも地域的偏在があり、アジアやアフリカなどの開発途上国では1.5倍に増加する見込みである(図1(a))。

この人口増加が、以下に述べるように食糧や水の不足及びエネルギーの大量消費をもたらす。

## ■世界の食料需要の拡大

人口の増加に対し、それを賄うだけの食料が供給できるのかという疑問が生ずる。食料のベースとなる穀物の生産量は、生産が可能な耕地面積に比例する。温暖な気候、肥沃(ひよく)な土壌、豊富な水がある地域が有利であり、気候などの自然条件にも左右される。

20世紀は、技術の発達で大きく農業生産性が向上し、前述の人口増加に対応することができた世紀であった。特に1960～1970年代の高収量品種の導入や窒素肥料など化学肥料の大量投入などによる生産性の向上は“緑の革命”と呼ばれている。

農林水産省の調査では、穀物の生産量は1970年から2007年にかけて1,108百万tから2,091百万tまで増加している。20世紀以上の人口増加が予想される21世紀は、食料増産が差し迫った問題であるが、収穫面積がほぼ横ばいで推移するなか、1960年代には年3.0%であった

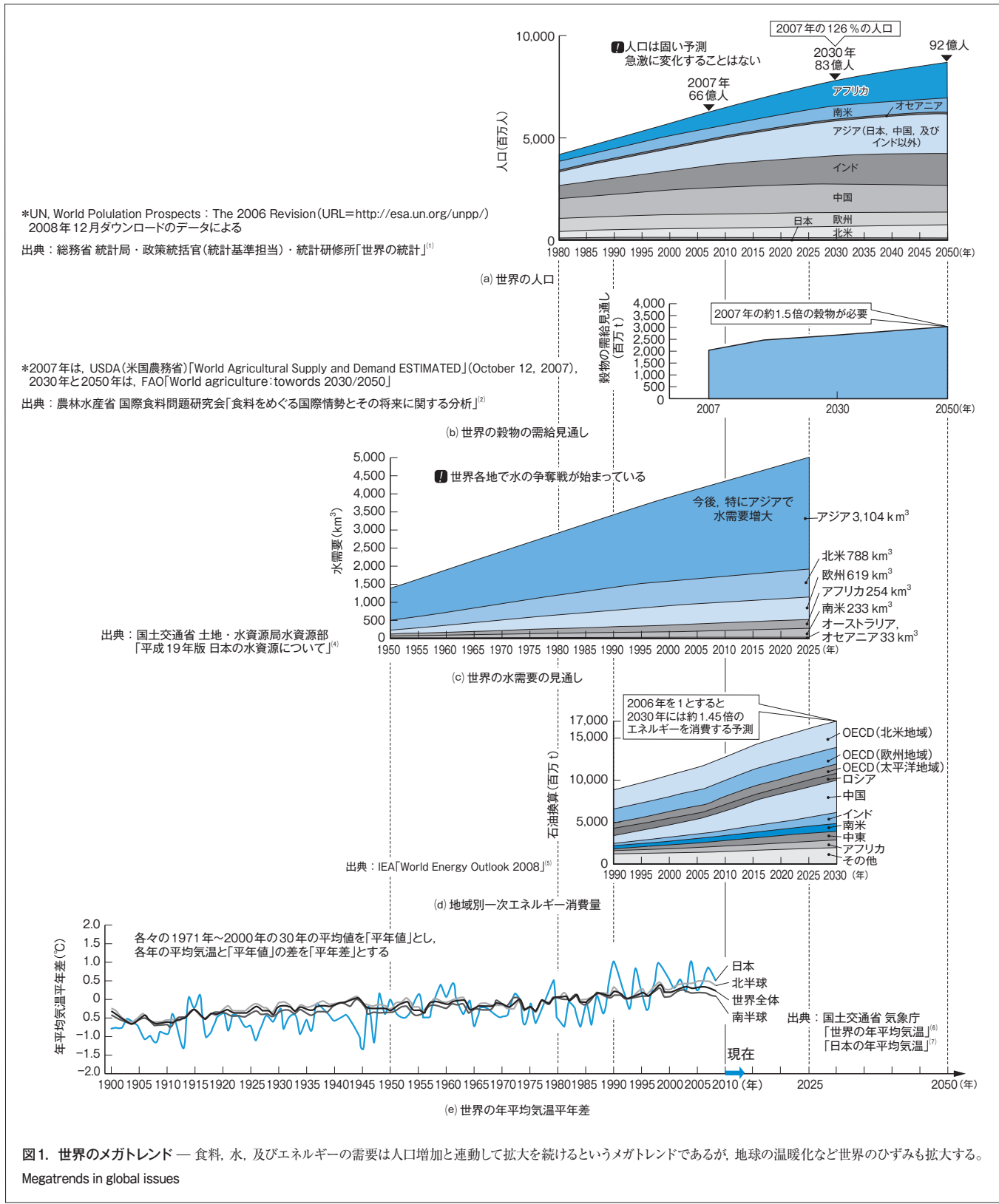


図1. 世界のメガトレンド — 食料、水、及びエネルギーの需要は人口増加と連動して拡大を続けるというメガトレンドであるが、地球の温暖化など世界のひずみも拡大する。  
 Megatrends in global issues

伸び率は近年では年1.5%と伸び悩みの傾向がある。

穀物の食用需要と飼料用需要のバランスは所得水準の影響を受ける。所得

の向上に伴い、食料としては畜産物や油脂の比率が拡大する。畜産物1kgを生産するためには牛肉で11kg、鶏卵で3kgの穀物(とうもろこし換算)が必要

である。世界の1人当たり所得(名目GDP(国内総生産))は1970年から2007年にかけて7.8倍の伸長を示しており、畜産物の需要拡大によって、より多

くの穀物を生産する必要が生ずる。

原油価格の高騰と地球温暖化防止の気運の高まりから、とうもろこしはバイオエタノール生産用需要の伸びが大きく1970年から2006年にかけて2.7倍の増加を示した。バイオ燃料の需要は今後も拡大し、国際エネルギー機関 (IEA) によると年間7%比率で拡大し、2005年の消費量2,000万t(石油換算ベース)から2030年には9,340万tと5倍近い伸びが予測されている。バイオ燃料生産には、さとうきびが更に有利であり、作付面積は飛躍的に増加している。この傾向が続くと、さとうきびへの農地転用により、食用穀物の農地が十分に確保できなくなる懸念がある<sup>(2)</sup>。

わが国の食料自給率は2006年度で39%(カロリーベース)であり、先進国では最低の水準である。輸入相手国は輸入額順に米国(26.2%)を筆頭に中国、オーストラリア、カナダ、タイの上位5か国で60%を占める。食料の輸入はベースとなる穀物や水の輸入と等価であり、これらの不足はわが国の食料危機に直結する。

世界的な食料生産の偏在も拡大傾向にある。アジアや、アフリカ、中東などの人口増加国では食料生産が消費の伸びに追いつかず輸入量が拡大し、南米とオセアニアは農産物の貿易黒字を拡大し、北米は輸出が減少傾向にある。

国際連合食糧農業機関 (FAO) の見通しでは、穀物の生産量は2007年から2050年に向け20.7億tから30.1億tへと1.5倍に拡大し、需要と供給のバランスはほぼ取れると見ているが(図1(b))、地球温暖化の影響や、農業用水の十分な確保など不透明な課題は多い。

## ■世界の水需要の増加

水の人為的な使用は古代4大文明発祥と同時に始まり、その使用量も増加を続けている。1,000 km<sup>3</sup>に達した1935年までに数千年を要したことになるが、その2倍の2,000 km<sup>3</sup>に達したのが1961年、更に3倍の3,000 km<sup>3</sup>には1978年に達し

ている。そのトレンドを図1(c)に示す。

20世紀の水需要の増加は人口の増加を上回る伸びを示した。1950年から1995年までに着目すると、農業用水は2.2倍(1人当たり横ばい)であるにもかかわらず、工業用水は3.9倍(1人当たり約1.8倍)、生活用水は6.7倍(1人当たり約3.0倍)の伸びとなっている。これは農業の構造変化と生産性向上が水需要上はバランスし、工業の拡大や生活レベルの向上分が水の有効活用とバランスしていないことがわかる。

農業用水の増加は灌漑(かんがい)用水として食料の増産に寄与している。2002年における全耕地に占める灌漑耕地面積の比率は19.5%であるが(66%をアジアが占める)、灌漑耕地から世界の食糧の約4割が生産されている。1人当たりの灌漑耕地面積は約500 m<sup>2</sup>と横ばいであり、人口の増加とはほぼバランスしている。農業の生産性向上が頭打ちになるなか、人口の増加に追従するには、灌漑耕地の拡大を続ける必要があり、農業用水の需要も増加する。

1995年に3,572 km<sup>3</sup>であった水需要は2025年までに4,912 km<sup>3</sup>となりトータルの伸びが1.37倍、うち工業用水は1.55倍、生活用水は1.83倍に達すると予測されている<sup>(3), (4)</sup>(図1(c))。水需要の増加に対応していくにも水の再生利用など、技術的なブレイクスルー<sup>(注1)</sup>が求められる。

### ●淡水の偏在の問題

地球全体の水(13.9億km<sup>3</sup>)の中で地表水のように利用しやすい淡水はわずか0.008%(10.5万km<sup>3</sup>)であるが、この水は必ずしも耕地や生活圏のように水需要のあるところに存在しない。

水は生産財としてみると必ずしも高価なものではなく、世界最高品質と言えるわが国の水道料金でも約150円/m<sup>3</sup>、工業用水で約20円/m<sup>3</sup>程度である。これが重量t当たりの単価になる。一方、近

年では飲料水としてボトルウォーターが普及しているが、これは約15万円/m<sup>3</sup>のオーダの水ということになり、水道水の1千倍も高価な水である。単価の低い水では輸送コストを掛けるわけにもいかず、実際に実用化されている輸送方法はほとんどパイプ輸送だけである。

世界の淡水供給能力の1/4近くが人口のまばらなシベリアのバイカル湖周辺地域にあり、世界の淡水資源の31%を占めるラテンアメリカの1人当たりの淡水資源は南アジアの12倍である。

中国の水資源は南部に偏在(北部の約4倍)しており、大規模な南水北調プロジェクトで水を北に輸送しようとしているが、その投資総額は約5,000億元に達すると言われている。このように偏在する水を必要なところに運ぶためにコストとエネルギーが発生し、それは水の価格に反映される。

### ●淡水の確保

水源のうち、国際河川からの取水は、流域国の利害が対立し、調停が必要となるケースが多い。このような国際河川流域は世界の陸地面積の約半分を占めると言われている。計画的に水源を確保できることから1970年代をピークとして多くのダムが建設されてきた。しかし、ダム建設は、適した土地が既に開発されてしまったことによる新規開発コストの上昇や、環境保護の観点から、世界的に減少方向にある。また既存のダム湖も土砂の堆積(たいせき)が進み、2050年ごろには貯水能力が50%以上低減してしまうと言われており、ダムは建設から改修や更新に移行しつつある。

淡水が得にくい地域では、地球の水の97.5%を占める海水から脱塩し淡水を得る海水淡水化技術がある。国際開発計画 (UNDP) によると、現在、世界では12,500か所以上の海水淡水化施設がある。現在は世界の取水量に占める比率はまだ0.2%に過ぎないが、数万m<sup>3</sup>/日から数十万m<sup>3</sup>/日の大規模なプラントが建設されるようになり注目を集めている。

(注1) ブレイクスルー  
ある問題に対して、従来とは質的に違う方法によって解決策を見いだすこと。

## 京都議定書とコペンハーゲン合意

京都議定書とは1997年12月11日に京都市で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議(COP3)で議決したもので、6種の温室効果ガス(CO<sub>2</sub>、メタン、亜酸化窒素、ハイドロフルオロカーボン類、パーフルオロカーボン類、六フッ化硫黄)の削減と達成時期を各国に定めたものである。

京都議定書は2004年にロシア連邦が批准したことにより発効条件が成立し、2005年2月16日に発効された。京都議定書には先進国が発展途上国と協力してプロジェクトを行い、その結果生じた排出削減量又は吸収増大量に基づいて発行されたクレジットを参画者で分け合う制度“クリーン開発メカニズム(CDM)”や先進国間で排出枠クレジットを1t-CO<sub>2</sub><sup>(\*)</sup>単位で獲得し取引を行う仕組みである“排出量取引(ET)”などの機構を京都メカニズムとして含む。

2008年4月から第一約束期間に入ったが、わが国の目標は6%削減(対1990年)であるのに対し、2007年度は+8.7%、2008年度は金融危機の影響もあり+1.9%であった。

京都議定書に定めのない2013年以降の地球温暖化対策を決定することが目的で

あった。第15回気候変動枠組条約締約国会議(COP15)が2009年12月7日から19日までデンマークの首都コペンハーゲンで行われた。ここで各国の利害が交錯するなか、最終日に合意に至った“コペンハーゲン合意”の要旨は以下のとおりである。

- **長期目標** 産業革命前に比べ世界の気温上昇を2度以下に抑えるべきだとの科学的見解を認識し、長期の協力的行動を強化する。全世界及び各国の温室効果ガス排出をできるだけ早期に減少に転じるよう協力する。
- **先進国の義務** 2020年までの国別排出削減目標の実施を約束。目標は2010年1月31日までに提出する。京都議定書の締約国は議定書で始めた削減をいっそう強化する。
- **途上国の行動** 国家間の“共通だが差異ある責任”原則や途上国の約束履行は先進国の資金や技術移転に依存するなど気候変動枠組条約の規定に沿って、2010年1月31日までに提出した計画などの排出対策を行う。最貧国や小さな島国は、支援に基づく対策を自発的に行う。対策は隔年で国内的な検証を

受け、データを国際的な協議や分析に提供する。支援を受けた対策については国際的な検証の対象とする。

- **森林対策** 森林破壊や劣化対策のため、先進国からの資金導入を可能にする仕組みを早急に設ける。
- **資金と技術支援** 対策の費用対効果を高めるため市場の活用を含む様々な手段を追求する。先進国全体で2010～2012年に計300億ドルを供与し、更に2020年までに年間1,000億ドルの目標を約束する。条約に基づく資金メカニズムの運営主体として「コペンハーゲン・グリーン気候基金」を設立し、技術開発や移転を支援する「技術機構」を設立する。
- **評価見直し** 2015年までの実施状況を評価し、温度上昇を1.5度にとどめることなど長期目標強化の検討を行う。また協定には、先進国は2020年までの温室効果ガス排出削減目標、途上国は経済発展の段階に応じて削減行動計画を、2010年2月1日までに自主報告するという内容の付属書が作成された。

\* 1：温室効果ガス削減量を量る単位で、CO<sub>2</sub>換算1t相当。

海水淡水化技術は、大きく蒸発法と逆浸透膜法(RO膜法)に分けられる。蒸発法は30年以上の歴史を持ち、とりわけ中東などの水資源枯渇地域で採用されてきた。しかし、造水コストが高く、中東や欧米諸国など建設資金が潤沢にある国に限られてきた。蒸発法に比べコスト的に有利なRO膜法のほうが主流になりつつある。この方式は、RO膜に浸透圧以上の高圧(6MPa程度)をかけて海水を押し込み淡水を得る。膜の分野ではわが国のメーカーが高い技術レベルを持ち、世界シェアの6割を占めている。造水コストの低下に伴い、今後はオーストラリアや、北アフリカ、中国を含むアジアなど、広く渇水地域への普及が見込まれている。

海水淡水化の需要は、過去30年間で

12倍になり、2003年にはプラント設置容量合計は3,700万m<sup>3</sup>/日を超えている。近年は毎年11%以上の伸びを続けており、2080年までに5,800万m<sup>3</sup>/日になるとの予測もある。

RO膜法は現在1m<sup>3</sup>当たりの造水コストが約1USドルであり、いっそうの低減が求められている。高圧ポンプを駆動する動力が必要なことから、動力費(電力費)の比率が約50%を占める。安価な電力を得ることがコスト低減に直結することから、電力開発とペアで計画されることが多い。また滅菌剤、凝集剤、及びpH<sup>(注2)</sup>調整剤などの薬品費も

(注2) pH  
水溶液中の水素イオン又は水酸イオンの濃度指数で、pH7を中性、これより低い値を酸性、高い値をアルカリ性と呼ぶ。

20%を占める。東芝は、国内の上下水道システムで培ったきめ細かい制御技術を適用し、動力・薬品コストの低減を試みるため、実証プラントを設置し検討を進めている。

### ● 水質の浄化

国連児童基金(UNICEF)と世界保健機構(WHO)が2008年に発表したレポートによると、安全な飲料水を継続して利用できない人口は約8億8,400万人、基礎的な衛生施設を継続して利用できない人口は25億3,300万人存在するとされている。

水質の浄化は衛生面での問題を解決するだけではなく、灌漑用水や上水道の取水水源確保のためにも重要である。積極的な下水の浄化で水需要の増加に対応する新たな水源とした例として、

シンガポールにおけるニューウォーター (NEWater) という取組みを述べる。

シンガポールでは、水の総消費量の約半分をマレーシアからの輸入に頼っており、この依存度を低減するため、新たな水の調達手段を求めている。このNEWaterは、下水処理場で通常の活性汚泥処理を行った後、精密ろ過膜、逆浸透膜、及び紫外線殺菌の浄化処理を施し、飲用可能な水準まで高度処理し、再利用水として活用する。この開発を1998年から始め、2000年に1万m<sup>3</sup>/日規模のパイロットプラントで実証を行った。2005年までには2機場で72,000m<sup>3</sup>/日の処理を行い、水道水源として活用している。更に、RO膜処理水を半導体工場用に超純水の原水とするなど、多面的に活用を行っている。現在の水道水源に占める比率は1%未満であるが、政府は2011年までに2.5%に引き上げることを計画している。

### ■エネルギー需給の増加

世界のエネルギー消費量は経済成長とともに増加を続けており、1965年の38億toe(原油換算t: tonne of oil equivalent)から年平均2.6%で増加し続け、2007年には111億toeに達している。この伸び率も一様ではなく、先進地域では伸び率が低く、開発途上地域では高くなっており、特にアジア大洋州地域は、世界のエネルギー消費量の大きな増加要因となっている。

1人当たりのエネルギー消費量のトレンドを見ると、米国は別格で、ほかの先進諸国の約2倍である8,000kg/人(石油換算)に達しており、ヨーロッパ先進国とわが国は同レベルで緩やかに上昇し約4,000kg/人、韓国がこれに追いつく形となっている。一方、中国(1,400kg/人)やインド(500kg/人)などの人口大国はまだ低いレベルにあり、今後のエネルギー消費の伸びが予想される。今後もこの傾向は続くものと考えられ、IEAでは2030年には現在の約1.4倍のエネルギー消費を予測している<sup>(5)</sup>(図1(d))。

一次エネルギー費目別に見ると、原子力や水力、バイオマスなどの再生可能エネルギーは増加するものの、化石エネルギーへの依存は継続する。化石燃料の消費に起因するCO<sub>2</sub>の排出量は、2030年に現在の1.4倍に達すると見られている。

### ■地球温暖化の問題

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が2007年に取りまとめた第4次評価報告書によると、世界平均地上気温は1906年から2005年の間に0.74(0.56~0.92)℃上昇し、20世紀を通じて平均海面水位は17(12~22)cm上昇した。この報告では、気候システムに温暖化が起こっていると断定するとともに、20世紀半ば以降の世界平均気温の上昇は人為起源の温室効果ガス濃度の増加によるものである可能性が非常に高いとしている。

また報告では、世界全体の経済成長や人口、技術開発、経済及びエネルギー構造などの動向について複数のシナリオに基づく将来予測を行っている。2090年から2099年までの平均気温上昇は、1980年から1999年までに比べ、環境の保全と経済の発展が両立すれ

ば約1.8(1.1~2.9)℃に抑えられるが、高度経済成長が続き化石エネルギー利用が継続すれば約4.0(2.4~6.4)℃になると予測している(図1(e))。

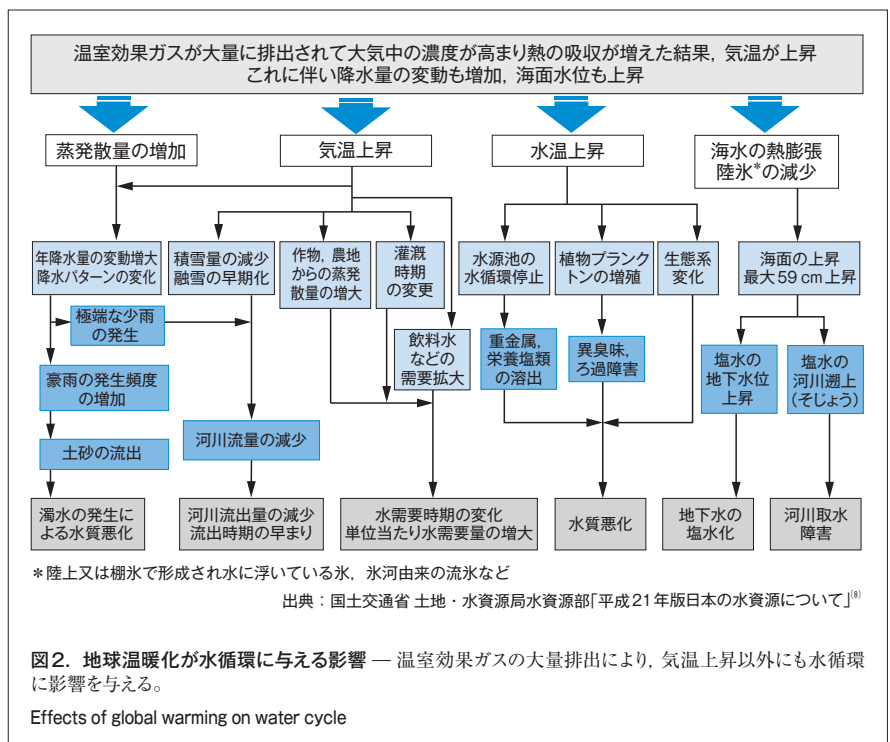
地球温暖化を防止するための世界的枠組みとして、1997年に京都議定書が発行され、その後も議論は続けられているが、世界的な方向性の一致には至っていない(困み記事参照)。

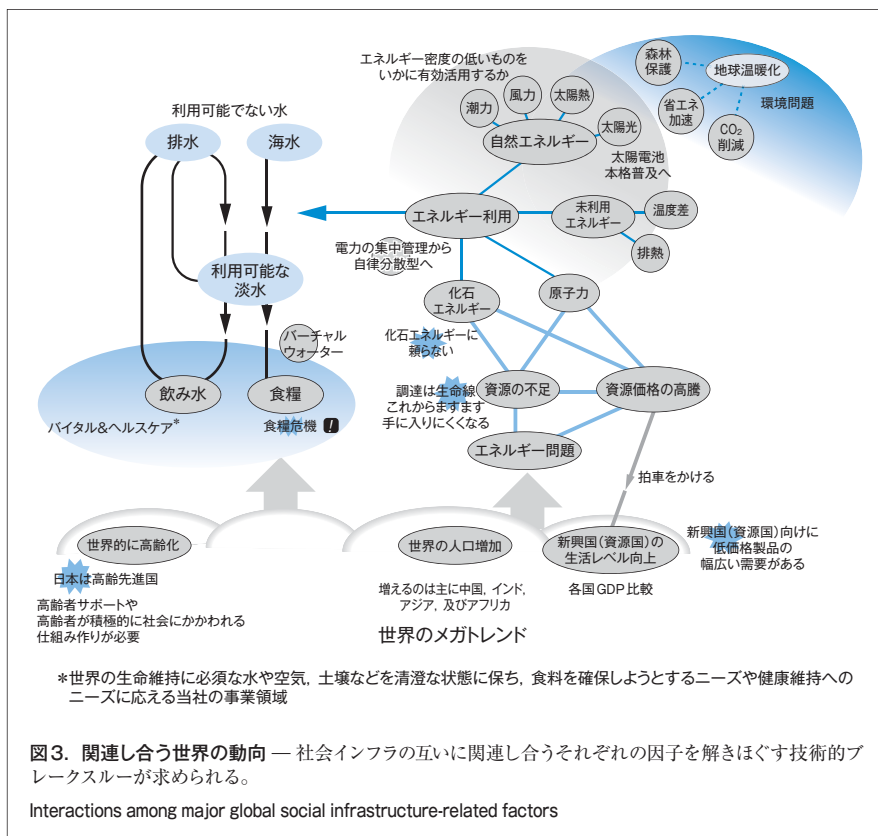
### ■地球温暖化が水循環に与える影響

気候の温暖化は水ストレスの助長につながることや、融雪に依存した水資源の確保への影響が懸念されること、強い熱帯低気圧をはじめとする災害や大雨の頻度が大きくなることなどが予測されている。国土交通省 土地・水資源局水資源部から毎年発行される「日本の水資源」の中で気候変動に関するIPCCの第4次評価報告書について触れ、これらの影響について図2に示すような懸念の連関としてまとめている<sup>(8)</sup>。

### 関連し合う世界のメガトレンド

前章では世界の人口増加の予測や、





食料の需要と穀物生産増加の必要性、水の偏在と需要拡大、エネルギー需要の予測、温室効果ガスの増加による温暖化と水循環への影響などに触れてきたが、これらはすべて複雑に連動しながら、拡大への方向に進んでいる。これらを同じ時間軸で並べたものが図1であるが、それぞれの関連を図3に示す。

エネルギー利用の拡大により人類の生産活動が効率化し、その結果、生活レベルは向上し、人口も増加した。このような右肩上がりのトレンドがいつまでも持続可能でないことは誰もが気づいており、エネルギー不足、食料不足、水不足、あるいは地球温暖化による災害などひずみが顕在化し、それぞれが関連し助長し合って複合的にブレーキが掛かると思われる。

食料と水の関係は、環境省が提供する“仮想水計算機”<sup>(9)</sup>でわかりやすく示されている。仮想水（バーチャルウォーター）とは、食料の生産に要する水が、食料の輸出入に伴って売買され、移動していると想定した概念である。例え

ば、牛肉100gを得るために2,060Lの水が使われ、炊いたごはん1杯を得るには277.5Lの水が必要である。食料の分野ではその移動についてフードマイレージという考え方が提唱されている。これは食料自給率の向上と地産地消を推進するため、食料の輸送に必要なエネルギー消費や、CO<sub>2</sub>の排出を認識しようという動きである。このことは水についても同様で、水を今ある場所（水源や浄水場）から利用する場所（耕地や生活圏）に移動するには、パイプラインを作りポンプで輸送するための資源と動力が必要である。

質の面で利用のできない状態の水を利用可能にするためにもエネルギーが必要でありコストが掛かる。生活排水のような汚染された水を浄化するには1m<sup>3</sup>当たり0.3～0.5kWh程度の電力を使い、わが国では1m<sup>3</sup>当たり約100円を負担している。海水から淡水を得るには1m<sup>3</sup>当たり2kWh以上の電力が必要であり、現在最先端の技術でもコストは1m<sup>3</sup>当たり約100円である。

このように資源とエネルギーの必要性は高まるが、CO<sub>2</sub>の発生を抑制するには化石燃料の使用を減らさなければならない。化石燃料を再生可能エネルギーで代替しようとする、残念ながらコストの負担が増大する。水力発電、バイオマス発電、風力発電などの自然エネルギー利用は古くからある技術であるが、これらのエネルギー源は化石燃料よりエネルギー密度が低いことが課題であった。

水力発電はスケールメリットが効く分野であり、大規模ダムの開発により実用化できるコストが実現してきた。風力発電は風車を巨大化することでエネルギーを集約して、実用化できるようになった技術である。エネルギー密度が低く、今まであまり活用されていなかった再生可能エネルギーとしては小規模水力や、潮力、温度差、各種廃熱などがある。このような未利用エネルギーを活用するための技術的なブレークスルーが求められている<sup>(10)</sup>。

### インフラの問題を 解きほぐすソリューション

わが国のGDP1,000 USドル当たりのCO<sub>2</sub>排出量は約0.5t以下と、フランスの0.4t以下に次ぐ世界トップクラスである。また、工業生産における水の再利用や水道の漏水率など、水の有効活用技術でも世界でトップクラスである。このような技術を広く世界に適用することにより、環境問題解決に寄与できる分野は広い。

特に、当社はエネルギー供給技術で強みを持つ。非化石燃料エネルギーである原子力では、高信頼性軽水炉や高速増殖炉などの先進技術の適用拡大はCO<sub>2</sub>削減に直接的に貢献する。また火力発電分野でも、発電の高効率化やCCS (Carbon dioxide Capture and Storage) 技術の確立を図り、CO<sub>2</sub>削減への貢献を目指している。

一方、前章で述べたような複雑に絡

み合う社会インフラの課題を解決するため、エネルギーと水を筆頭にほかの環境因子をまとめて解決するソリューションに期待が高まっている。街を作るとエネルギー需要が発生し、発電所が必要になる。それと並行し、食料と水の需要が発生し、更には、産業や生活の営みの結果として汚染された排水と廃棄物も併せて発生する。これらの有価値の動脈系フローと負の価値を持つ静脈系フローを併せて最適化を図ることが必要である。

この最適化を実現するには、情報の収集と活用が必要である。再生可能エネルギーにはエネルギー密度の低さに加え、制御の難しさという問題がある。風力や太陽光などは自然現象である気象に大きく依存する。配電系統から見ればそれらの出力変動が安定性を損なう要因になり、これを防ぐために蓄電などのエネルギー貯蔵を活用する必要もある。一方、需要があらかじめわかっているれば、制御可能量を適切に制御すること

で、安定性維持とコスト低減の最適化を図ることができる。このように、配電系統運用の観点で、制御するための情報を収集し活用して、これらを最適化する仕掛けがスマートグリッド(次世代電力網)である。この考えを水や資源などほかのインフラに適用していきたい(図4)。

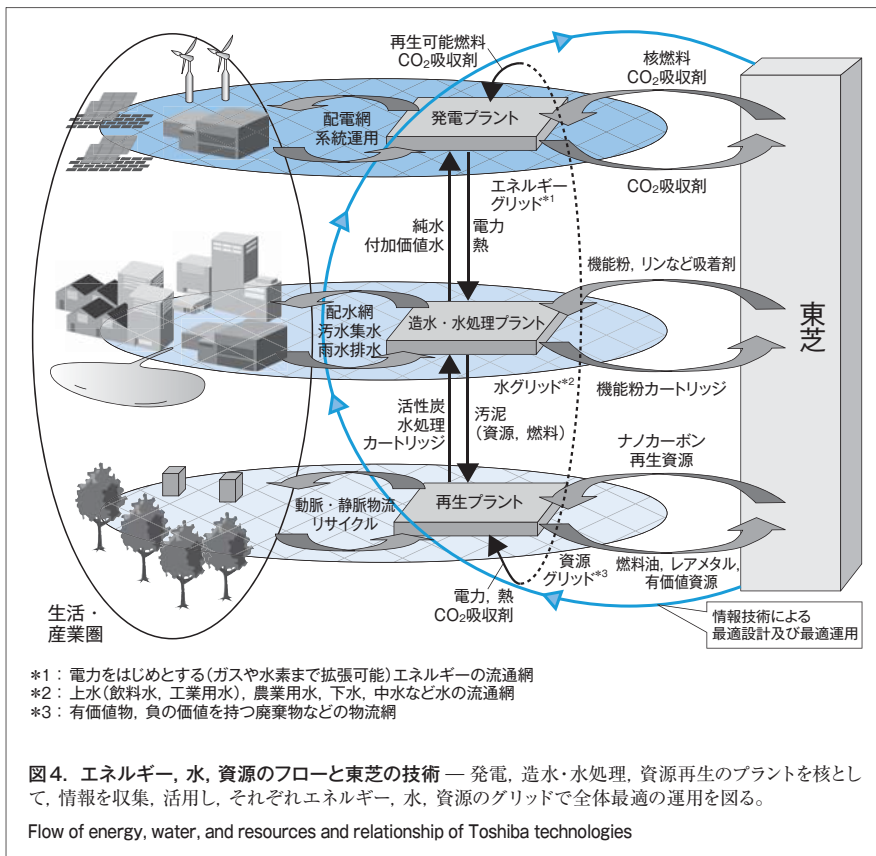
この特集では、水処理、再利用に新たな素材や発想を取り込み効率を高める技術、未利用バイオマス資源の高付加価値化技術、及び水の挙動や需要の情報を把握して水循環のリスクを低減し施設運用の最適化を図るプラットフォームについて述べる。従来、上下水道の分野でシミュレーション技術を用いて水運用の最適化を進めてきたが、今後はこれらを統合し、大規模な水のシミュレーションプラットフォームを構築するための開発に着手した。

正負の価値を持つ資源、化学エネルギー、食料、水など多くの要素が複雑に絡み合っているため、この関係を把握すると更に高次元の最適化ができる。社

会インフラの構築と持続可能性維持のために、当社は、総合的なイノベーションを産み出すことで、社会インフラを支える発電、水処理、及び資源循環のプラントを核にマルチインフラを束ねたソリューションを提供し貢献していきたい。

## 文 献

- (1) 総務省 統計局・政策統括官(統計基準担当) 統計研修所. “世界の統計”. 統計局ホームページ. <<http://www.stat.go.jp/data/sekai/index.htm>>. (参照2010-01-03).
- (2) 農林水産省 国際食料問題研究会. “食料をめぐる国際情勢とその将来に関する分析”. 農林水産省ホームページ. <[http://www.maff.go.jp/www/council/council\\_cont/kanbou/syokuryu\\_mondai/index.html](http://www.maff.go.jp/www/council/council_cont/kanbou/syokuryu_mondai/index.html)>. (参照2010-01-03).
- (3) 農林水産省. “世界のかんがいの多様性”. 農林水産省ホームページ. <[http://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/mizu\\_signen/index.html](http://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/mizu_signen/index.html)>. (参照2009-12-31).
- (4) 国土交通省 土地・水資源局水資源部. “平成19年版日本の水資源について”. 国土交通省ホームページ. <<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H19/index.html>>. (参照2010-04-12).
- (5) IEA. World Energy Outlook 2008. 578p.
- (6) 国土交通省 気象庁 “世界の年平均気温”. 気象庁ホームページ. <[http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an\\_wld.html](http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an_wld.html)>. (参照2010-04-12).
- (7) 国土交通省 気象庁 “日本の年平均気温”. 気象庁ホームページ. <[http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an\\_jpn.html](http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an_jpn.html)>. (参照2010-04-12).
- (8) 国土交通省 土地・水資源局水資源部. “平成21年版日本の水資源について”. 国土交通省ホームページ. <<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H21/index.html>>. (参照2009-12-31).
- (9) 環境省. “仮想水計算機”. 環境省ホームページ. <[http://www.env.go.jp/water/virtual\\_water/kyouzai.html](http://www.env.go.jp/water/virtual_water/kyouzai.html)>. (参照2010-04-12).
- (10) 経済産業省 資源エネルギー庁. “エネルギー白書”. 資源エネルギー庁ホームページ. <<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/index.htm>>. (参照2009-12-31).



篠原 哲哉  
SHINOHARA Tetsuya

社会システム社 水・環境システム技師長。上下水道、環境などのシステム開発及びエンジニアリング業務に従事。電気学会、環境システム計測制御学会会員。技術士(電気電子部門、総合技術監理部門)。

Social Infrastructure Systems Co.