

## 最終回 土木技術者よ、資源開発の先頭に立とう！

システム工学研究所(株)取締役社長 中澤 直樹



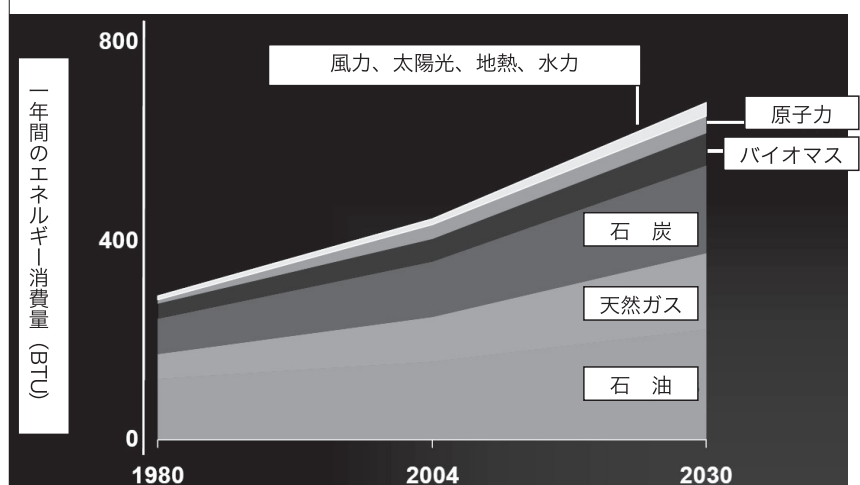
今回で計6回の連載を終える。第一回「石油」、第二回「石炭と天然ガス」、第三回「風力発電」、第四回「海洋エネルギー」、第五回「海底資源」と話を進めてきた。最終回の本稿では、世界のエネルギー情勢の中で日本が置かれている現状を再確認することによって、日本がそして我々土木技術者が進むべき道を探ってみよう。

## 1. 化石資源の時代はまだまだ続く

本連載でたびたび顔を出す図1<sup>1)</sup>に再度登場してもらおう。これは国際エネルギー機構(IEA: International Energy Agency)による2030年までの世界のエネルギー消費予想である。エネルギー消費量は2030年時点で2010年よりも40%増加すると予測されている。その内訳は石油、天然ガス、石炭、再生可能エネルギー(風力、太陽光、地熱、水力)について、比率はほとんど変わらない。世界中で風力、太陽光、バイオマスなどによる再生可能エネルギーの増加につとめても、エネルギー消費全体に占める割合

はそれほど変わらないようである。地球温暖化防止のための有力なエネルギー源として期待される再生可能エネルギーであるが、化石エネルギー社会を低炭素社会に転換させるには新たな強力なエネルギーの登場が必要である。地球温暖化が化石燃料を消費することによる二酸化炭素が主な原因とするならば、エネルギー変換の効率を高める工夫や二酸化炭素を大気中に出さない工夫が必要である。そして、エネルギー効率の良い発電所の建設や地中・海底中への二酸化炭素の貯留は有力な対策となると考えられる。しかし、これらは根本的な対策ではないことは明らかである。化石資源はできるだけ製品の原料にとどめ、電力生産や燃料としての利用は再生可能エネルギーに移行していくことが必要ではないだろうか。そのためには、新たな非化石エネルギー源の開発が必要である。

図1 2030年までの世界のエネルギー消費予想  
(データは国際エネルギー機関 IEA)



## 2. 日本、自らの手で資源を探す

## 2.1 積極的に海外に出よう

過去5回の連載において、我々は日本の資源エネルギー事情について多くのことを学んだ。日本は石油、天然ガス、石炭、鉱物資源などをほとんど産出しない国であること、経済大国でありながらそれらのほぼ100%を輸入に頼っていること。それだけでも今後の日本の資源調達が心配になるのであるが、もっと大きな心配事は日本には世界をまたにかけ

て資源エネルギーを掘り出す企業が少ないことである。そして、日本には資源開発を教える教育機関が少ないこと、それに携わる技術者が非常に少ないことも付け加えなければならない。

21世紀の最初の10年を終え、世界の資源エネルギー事情は大転換期を迎えている。経済ではBRICs諸国が世界経済の牽引車となり、資源エネルギーはこれまでに以上に大量の消費を迫られている。20世紀は資源を産出する国とそれを消費する国がうまく分かれていたのかもしれない。そのお陰で日本は資源大量消費による経済発展を遂げ、その経済力により世界中から資源を買い集めることができた。しかし、資源産出国が経済大国化してきた現在、これまでのように資源エネルギーをほぼ100%輸入に依存し続けてよいのであろうか。

経済大国となった国には巨大な資源エネルギー企業、主に石油会社が存在する。米国にはエクソンモービル社やシェブロン社、英国にはブリティッシュペトロリアム社、ロシアにはガスプロム社、フランスにはトタル社、中国にはペトロチャイナ社、ブラジルにはペトロプラス社などである。これらの国々には、自国内に豊富な石油や天然ガス資源が有ることからエネルギー産業が興ったとも言えるが、世界の一大資源輸入国である日本にも世界で資源を開発できる国際企業が育ってもよかったのではないだろうか。写真1<sup>2)</sup>は日本の石油開発企業である国際石油開発帝石(株)が参加している数少ない海外油田開発のひとつ、カスピ海のカシャガン油田開発井掘削基地である。日本はこの油田の約14%、パイプラインの約6%の権益を保有している。写真2<sup>3)</sup>は日本のJOGMEC、住友商事、三菱商事がリチウム資源の生産に向けてボリビア政府と交渉に乗り出したウユニ塩湖である。リチウムは二次電池材料として注目を集めているが、その他にも特殊ガラスやセラミック釉薬、アルミニウム合金等に利用されている。2008年のリチウム世界生産量は23千トンであるが、このウユニ塩湖のリチウムの推定資源量はおよそ5,550千トンと言われている<sup>3)</sup>。日本は今後、このような海外での資源開発に積極的に参画し、自らの手で資源エネルギーを開発および生産し、日本向けに輸出する努力が求められる。

## 2.2 国内の資源を再認識しよう

一方、国内の資源にも注目する必要がある。本連載



写真1 国際石油開発帝石(株)が参加しているカスピ海のカシャガン油田開発井掘削基地

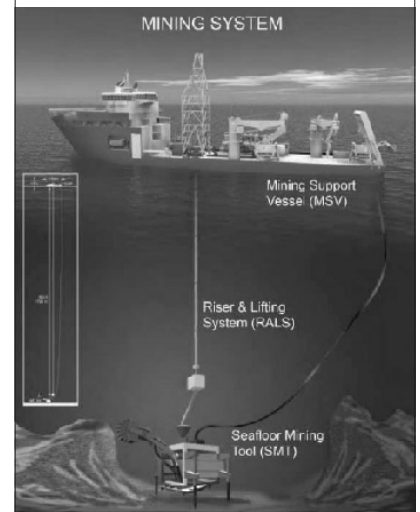


写真2 日本のJOGMEC、住友商事、三菱商事はボリビアのウユニ塩湖でのリチウム資源の生産に向けて交渉に乗り出した。

第5回で詳しく述べたように、日本近海の海底には液化天然ガス換算で現在の消費量の約100年分のメタンハイドレートや多くの有用鉱物を含む熱水鉱床の存在が分かってきた。これらは国内資源であることから、日本は自前の資源エネルギーを確保することができる

のである。そのためには、これまで日本にはなかった新しい資源産業を築かなくてはならない。調査、探鉱、試掘、資源量の評価、採鉱、生産、輸送、製品化、流通、そして環境保全やモニタリングといった資源エネルギーの総合エンジニアリング産業が興らなくてはならない。図2<sup>4)</sup>は海底熱水鉱床の生産概念図である。現在、国内外で調査や生産のための研究が行われている。日本の場合、これら資源の開発はすべて海域で行われることとなる。したがって、陸域とは違う海域での問題や困難さを克服しなくてはならない。船、洋上施設、ライザー（海底坑口装置と海上の施設を結ぶパイプ）、海底掘削装置などなど、材料、機材、システム、エンジニアリング技術の開発には今後十数年が必要であろう。土木技術者にとっても新たな挑戦の分野が待ち受けていることを認識しなくてはならない。

図2 Technip社が提案する海底熱水鉱床の生産概念図:海底に掘削機を降ろし、掘り碎いた鉱石を海上の母船まで吸い上げる。日本でも同様の方法と考えられる。



## 3. 日本、自らの手でエネルギーを創ろう

環境技術やエネルギー効率技術で世界の先端を走ると言われる日本、しかし、地球温暖化問題とともに注目を浴びる再生可能エネルギー分野、例えば風力発電

や太陽光発電で日本が世界をリードしているとは言い難い。図3<sup>5)</sup>は世界の風力発電容量国別割合である。1位の米国以下、欧州とアジアの国が続くのであるが、日本はその他 (Rest of world 13.8%) に属する。風力発電では日本は世界に大きく後れをとっているのである。では、太陽光発電はどうであろうか。日本における太陽光発電容量は2007年の実績で190万kW (キロワット) で、ドイツ (386万kW) に次ぎ2位、2008年末時点ではさらにスペインに抜かれ3位となった。2004年まで1位だったことを思うと、再生可能エネルギー分野においても世界の後進国になるのではないかと危惧される。日本には風力発電機材や太陽光パネルの性能や経済性では世界をリードする企業が数多くある。それらの技術を活かし、国内資源を利用してエネルギーを生産する必要がある。図4<sup>6)</sup>は東

京電力が建設する太陽光発電所である。川崎市の敷地11ヘクタールに10ヘクタールの太陽光パネルを設置し、発電電力量は約740万kWhで、これは一般家庭約2,000世帯分の年間使用電力量に相当する<sup>6)</sup>。しかし、国全体の再生可能エネルギーによる発電量をみるとまだまだ世界の下位に位置し、低炭素社会へ向けてのエネルギー政策の不在が感じられる。

#### 4. 資源開発と土木技術

土木技術は資源エネルギー開発に大きくかかわっている。日本に近いサハリンで行われている巨大石油天然ガス開発プロジェクトを例に、土木技術の活躍を見てみよう。①洋上での石油や天然ガスの生産では日本で建造されたプラットフォーム (可動式掘削装置) が活躍している。写真3<sup>7)</sup>はSuperCidsという名の油ガス掘削用プラットフォームである。日本鋼管 (現JFEエンジニアリング) が建造したが、清水建設と五洋建設が建造に参加し、1984年の土木学会技術賞を受賞した。②サハリン島北部の沿岸でプラットフォームにより生産された石油や天然ガスは、約800kmのパイプラインによりサハリン島南端のアニバ湾まで運ばれる。このパイプラインの鋼管は日本製が多く使われている。③パイプラインで運ばれてきた油ガスは精製や液化されて日本や韓国へ向けて積み出される。このプラントの建設は千代田化工建設と東洋エンジニアリングが行ったの

写真3 清水建設と五洋建設が建造に参加し、1984年の土木学会技術賞を受賞した油ガス掘削用プラットフォーム



写真4 サハリン最南端アニバ湾に建設された石油ガスプラント。多くの日本企業が建設に参加した。



図3 世界の風力発電容量の国別割合:日本はその他の13.8%に入っているにすぎない。

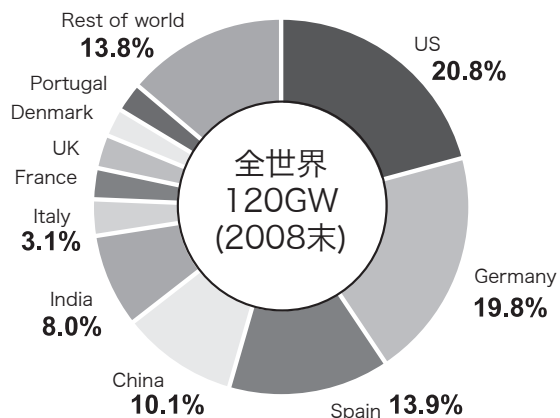


図4 2009年11月に発表された東京電力のメガソーラー発電プラント「浮島太陽光発電所 (仮称)」。発電出力は約7MW、プロジェクト全体を東芝が一括受注した。



であるが、鹿島建設、東亜建設工業、五洋建設などが参加している。写真4は巨大プラントの全景である(Google)。この地はプラント建設以前は森林の原野であったが、そこに石油精製施設、液化天然ガス施設、居住施設、積み出し施設などが建設された。①から③に見るように、サハリンにおけるエネルギー資源の開発は、沖合における油ガスの生産から輸送、精製、そして積み出しに至る、多くの土木技術者が参加して結実させた巨大土木事業であった。

## 5. これからの土木工学に3Eを

日本の土木工学は河川、道路、鉄道、ダム、橋梁など、ややもすると単独施設の建設を対象としてきたのではないだろうか。21世紀に入り、日本が直面しているのは資源エネルギー問題や地球環境問題である。資源エネルギーを開発する巨大プロジェクトを遂行し、また地球規模の環境問題を解決するためには、これまでのような単独施設の建設に対する知識や技術だけではなく、総合的に事業を遂行するためのエンジニアリング力が必要である。そのために我々土木技術者は3E、Energy(エネルギー)、Environment(環境)、Engineering(エンジニアリング)の知識が必要である。そして、資源エネルギー分野に携わる技術者は次のようなことを常に考えていたい。

- ・資源が地球のどこにどのくらい有るか
- ・世界は今後どれほどの資源を必要としているか
- ・日本は資源をどこからどのように獲得するのか
- ・獲得するためにどのような戦略と技術が必要か
- ・必要な技術はどこにあるか
- ・新たに開発すべき技術は何か
- ・そして、土木技術者は必要な技術をどのようにして身につけるか

更に、大学の土木教育においてもEnergy、Environment、Engineeringをカリキュラムに入れてほしい。多くの土木技術者の卵が資源エネルギー分野に関心を持ち、その分野での活躍を目指して資源エネルギー産業に進出するならば、日本の資源エネルギー界はすばらしい頭脳と活力を得ることができるとともに、土木の世界も新たな魅力ある活躍の場を得ることになる。欧米の資源エネルギー産業では多くのCivil Engineerが施策の立案、企業の経営、プロジェクトの遂行において指導者として活躍している。日本でも多くの土木技術者が資源エネルギー開発の先頭に立つて活躍してほしいものである。

## 6. 最後に余談、Viva! Civil Engineer

今回で連載「土木技術者のための資源エネルギーの話」を終えます。お読みいただいた方々には心から感謝申し上げます。ありがとうございました。連載第1回でもご紹介したように、世界では土木技術者が資源エネルギー開発企業のリーダーとして、現場では第一線の技術者として活躍しています。それを実感するできごとがありました。最後に写真5をお見せして終わることにします。2009年6月に筆者の隣家にアメリカ人家族がカタールから引っ越してきました。近所の英国とスウェーデン家族に声をかけて歓迎会を催しました。お互い仕事の話になりビックリ、そして土木技術に乾杯!しました。なんと4人の内、私を含めて3人がCivil Engineerであり、お互いその時に初めてわかったのですが、英国と米国の2人は米国の石油会社エクソンモービルの技術者だったのです。英国人のノーマンは東京に家族を残しながら東京とワシントンDCオフィスを行ったり来たりの生活、米国人のジョンはカタールでの石油プロジェクトのためにプラント建設を発注した日本の会社にプロジェクトのスーパーバイザーとして来ているとのことでした。土木技術者は世界の資源エネルギー開発で活躍しているのです。Viva! Civil Engineer.

写真5 筆者のご近所さん:左からノーマン、1人おいて、ジョン、筆者。ノーマンとジョンは世界最大の石油会社エクソンモービルに勤める土木技術者。



### 参考文献

- 1) "Facing The Hard Truths About Energy," National Petroleum Council, July 18, 2007, USA.
- 2) 国際協力銀行ホームページ
- 3) 「ウユニ塩湖リチウム資源の共同開発をボリビア政府に提案」、ニュースリリース、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構、平成21年6月8日
- 4) Technip社ホームページ
- 5) "Global Wind 2008 Report," A report by the Global Wind Energy Council.
- 6) (株)東芝ホームページ
- 7) 清水建設(株)ホームページ