

市民の立場からの寄稿

水素エネルギーで子孫に美田を残そう

細谷 陽三

細谷技術士事務所

〒661-0012 兵庫県尼崎市南塚口町 2 丁目 15-14-201

1. はじめに

1970年代初めのローマクラブ・レポート「成長の限界」の中で『資源の有限性』が警告されたにもかかわらず、先進国中心に大量生産・大量消費・大量廃棄の経済社会システムが継続されました。好景気持続による高度経済成長を謳歌したのが我々団塊の世代でした。この高度経済成長の時代に会社生活の前半を過ごし、化石エネルギー資源などの大量消費に加担しました。最近は持続可能な経済社会の構築を世界が目指しており、環境調和と経済の両立などが謳われています。循環型社会の構築、エネルギー効率の向上、資源生産性の向上などが重要になっているのは喜ばしい限りです。

鉄鋼業に 35 年携わり、鉄鉱石資源の技術開発や省エネルギー推進、製鉄所環境対策などの仕事に従事してきましたので、その体験を踏まえて標題に関する考えを述べたいと思います。

2. 地球資源は必ず枯渇する

地球資源の中から、石炭、石油、天然ガスなどの化石エネルギー資源と鉄鉱石、アルミニウム鉱石(ボーキサイト)などの金属鉱物資源を取り上げて説明します。まず、世界のエネルギー消費量の歴史的推移を図1.に示します[1]。昔は火と家畜との生活、薪炭や水車、風車などを利用した生活をしていたので、世界全体のエネルギーの消費量は微々たるものでした。急にエネルギー消費量が増えたのは、約 250 年前に英国から始まった産業革命からです。石炭を使い始めてから世界のエネルギー消費量が大きく増加しているのが分かります。このような猛烈なスピードで人類がエネルギー消費を続ければ、資源枯渇危機が将来到来するのは誰でも分かります。

約 150 億年の宇宙の歴史、46 億年の地球の歴史から資源について考えます。熱い火の玉、ビッグバン宇宙が約 150 億年前に誕生して、宇宙は急膨張しました。

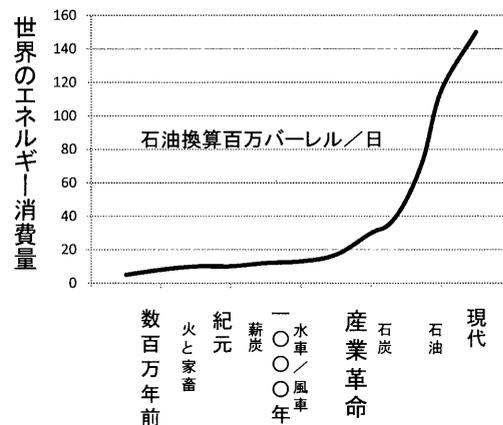


図1. 世界のエネルギー消費量の歴史的推移

生命の材料にもなる元素は星の内部で作られ、重い星の死である超新星爆発でそれらは宇宙にまき散らされました。その後、現在の地球軌道付近で、まき散らされた元素でできた多くの微惑星が衝突、合体を繰り返して、地球や月が誕生しました。微惑星の衝突が減って、地表は冷え始めて原始地殻が作られ、地球の周りの大気中の水蒸気が豪雨となって、海を作りました。20~25 億年前、ラン藻の集団であるストロマトライトなどの光合成生物が大繁殖して、海中に酸素を供給しました。海中の 2 価の鉄が 3 価の鉄になると水への溶解度が減少しますので、水中に溶けていた 2 価の鉄が 3 価に酸化されて、大量の酸化鉄などが海底に沈殿しました。

約 20 億年前に、この海底が浮き上がって大陸が誕生し、離合集散を繰り返しながら、複数の超大陸を形成しました。海底が隆起したので、世界各地で鉄鉱石等の金属鉱物資源などを採掘できるようになったのです。数億年前には動植物が大量絶滅して、石炭、石油、天然ガスなどの化石エネルギー資源が地中に形成されました。人類の先祖が登場したのは、地球の歴史ではつい最近の数百万年前です。その人類が今、地球を支配して化石エネルギーや金属鉱物などの資源を大量消費しているのです。

第一に言いたいことは、人類による大量消費がこのまま推移すれば、化石エネルギー資源と金属鉱物資源など

は必ず枯渇することです。会社時代のある時に、資源が確実に枯渇することに気が付きました。金属は消費国に人工の都市鉱山の形などで残りますので、リサイクル再使用を徹底していけば、金属鉱物資源が枯渇する時期はかなり先に延ばすことができます。しかし、石炭、石油、天然ガスなどの化石エネルギーは、それらが燃焼すると気体の二酸化炭素などに変化するので、現在の技術ではリサイクル再使用がほとんどできません。化石エネルギー資源はより早期に枯渇するので、代替のエネルギー源などを開発する必要があるのは自明の理です。

第二に言いたいことは、資源価格が急上昇している最近の動向です。表 1. に石炭、石油、鉄鉱石の価格指数の最近 30 年の推移を示します[2]。資源価格はここ 10 年で急激に値上りし、何倍もの価格に上昇しました。いろいろ違う理由があるのですが、石炭、石油、鉄鉱石のいずれもが値上りの時代に突入しました。もちろん、天然ガスも石油価格に連動して値上りしています。昨年の日本の貿易収支は、輸入資源の価格高騰に円高による製品輸出価格の低下が重なったので、31 年振りに赤字になってしまいました。この資源価格値上りの時代はしばらく続くと思われるので、オイルシェール、オイルサンドの非在来型石油資源やシェールガスの非在来型天然ガスなどが本格的に開発、生産されるようになりました。

表 1. 石炭、石油、鉄鉱石の価格指数の推移

資源	1980年	1990	2000	2010
石炭	1.0	0.9	0.6	2.5
石油	1.0	0.7	0.8	2.1
鉄鉱石	1.0	1.2	1.0	12.1

第三に言いたいことは、過去の資源開発は偏食指向であったことです。品位や性質の良い高品位資源から採掘を開始し、ある期間経過してから劣質な低品位資源を採掘するようになりました。化石エネルギー資源と金属鉱物資源の偏食指向はほぼ同じです。また、採掘条件の良いものから開発していますので、今後の資源の採掘はさらに難しくなっていきます。例えば、石油開発ではこれから難しい深海の採掘などが増えていくでしょう。これらを例え話で説明しますと、我々の先祖は容易に入手できる極上の米から採掘を開始し、徐々にアワ、ヒエなどの雑穀類の採掘を増やして、それらを混ぜて消費するようになりました。しかし日本の歴史を見ると、縄文時代

前期にはアワ、ヒエなどの雑穀類が畑で作られ、弥生時代になってから本格的に水田ができて米が主食になりました。資源の採掘は、その日本人の食生活の歴史と逆のルートをたどっています。このまま資源の大量消費が続けば、極上の米が最初に枯渇し、将来の子孫はアワ、ヒエなどの雑穀類に劣質の米を混ぜて消費する生活になります。子孫のことを考えれば、我々の時代から雑穀類の使用を大幅に増やして米の消費を減らし、将来の世代も我々と同じ生活ができるようにすべきなのです。地下埋蔵量に比例した、偏食のない資源の消費形態へ早く持っていけないと、資源劣質化に起因する消費危機の到来が予想以上に早くやってくるように思います。

3. 水素元素との出会い

私は、宇宙創造、太陽核融合、水素イオン濃度 pH、ロケット燃料、材料の水素脆性などを勉強した時に水素元素の概要を知りました。その後、①アイスランド国が水素社会を構築している、②北欧 5 ヶ国が国際水素プロジェクトを推進している、③日本は水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術を推進している、なども知りました。さらに、日本鉄鋼協会事務局にいた時に、製鉄所を核にしたエコ・コンビナート構想で石炭副生ガスから抽出した水素を社会に供給する考えを特別委員会が提案しました（エコ・コンビナート構想：鉄鋼技術を基盤にした環境・エネルギー技術を産業間資源循環などに応用する社会システム）。その提案は北九州エコ・コンビナート構想などに発展し、昨年には「北九州水素タウン」が開所されて、製鉄所で製造された水素がステーションを介してパイプラインで特定施設の燃料電池等に供給されています。水素元素は私にとって身近な存在なので、将来への期待も大きいのです。

4. 水素エネルギー社会の構築に向けて

昨年の東日本大震災を経験して、国家エネルギー戦略やエネルギー基本計画などの見直しが検討されています。省エネルギーを徹底しながら、再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電ほか）などを拡大する方向になると予想します。日本近海の海底にあるメタンハイドレードなどの新たなエネルギー源の採掘も期待していますが、それだけでは不十分で、他に

革新的エネルギーの開発が必要だと思います。革新的エネルギーの候補として人工光合成による炭化水素、藻類による液体燃料なども考えられますが、私はクリーンエネルギーの水素に最も期待しています。

二次エネルギーの水素を経済的かつ大規模に製造する技術の開発が待たれます。再生可能エネルギーと水から水素を製造する方法が最も理想的だとは思いますが、その製造法に今はこだわる必要はないと思います。製造業などで使い難い劣質な資源は安価に購入できますので、それから水素を製造すればコストを下げられます。例として石炭を取り上げますと、石炭は地中に埋まった植物が年代を経るに従って泥炭→亜炭、褐炭→瀝青炭→無煙炭に変化しました。無煙炭、高品位瀝青炭から人類は使い始めて、これから低品位瀝青炭や褐炭をより多く使うようになっていきます。この使い難い劣質な石炭にバイオマス廃棄物などを混ぜて水素を抽出すれば良いのです。この水素利用で貴重な石油の消費を減らせれば、化石エネルギー資源全体の消費量節減になる可能性があります。さらには、地球資源各種の埋蔵量のバランスが良くなることなども期待できます。

それから、水素を作る時に二酸化炭素を多く発生させることをデメリットとして心配されていますが、金属リサイクル再使用の徹底などで化石エネルギー資源の消費量が減っていけば二酸化炭素排出量は自然に減少していきますので、日本もしくは世界全体のエネルギー消費の観点から考えればいい問題のように思います。水素はエネルギーの多様化や蓄えにも貢献します。水素製造法の高効率化とコストダウンなどを地道に実現しながら、理想の水素エネルギー社会を着実に構築していった下さい。

5. 若い技術者・研究者、協会への期待

子孫の生活を考えれば、化石エネルギー資源が少なくなってから新たな技術を実用化するのではなく、今から革新的エネルギーなどを開発して化石エネルギー資源を長く使えるようにすべきです。産業革命は1760年代から1830年代までの半世紀以上の期間をかけて漸進的に進行了。これから革新的エネルギーなどを開発して社会変革していくには、情報化社会になったといえども多大の時間が必要だと思います。旧技術と新技術が長く共存する期間が必要なので、今から技術開発を進めないと間に合いません。

若い技術者・研究者にこの分野で頑張ってもらいたいと思います。あなた方が定年退職後をも明るく、楽しく過ごすには、その準備を今からする必要があるのです。水素エネルギーの開発では、輸送、貯蔵、安全対策などで難しい課題がさらに出てくると思いますが、半世紀後に理想の水素エネルギー社会を構築すればいいのです。

技術開発を進めるに当たって身に付けて欲しい資質は、熱意、粘り強さ、修羅場での頑張り、チームワーク力などです。知識がいくらあっても技術開発は絶対に成功しません。知恵と成功するまでやり抜く精神力が重要なのです。頭の芯から知恵を絞り出して、背水の陣で技術開発に挑戦していただきたいと思います。

水素エネルギー協会の諸活動にも期待しています。国際交流や科学と技術の融合に特に期待しております。水素エネルギー利用を研究する国々との交流を活発にやること、革新的な技術を一つ一つ実用化することを要望します。また、水素エネルギーに関する一般社会への啓蒙活動も重要です。特に、大学生以下の若者や子供を身近で教育するお母さん方への啓蒙が重要だと思っています。

6. おわりに

世界は地球資源枯渇の時代を必ず迎えます。化石エネルギー資源の枯渇は予想以上に早く来ると思います。未来のことを真面目に考えずに「子孫に美田を残さず」のペースで地球資源を大量消費してきましたが、現代の我々の責務は未来の子孫も同じ地球資源の恵みを受けられるようにすることでしょう。

資源に乏しい日本は、追いつめられた気持ちになって無限、無尽蔵の知恵を出して勝負するしかありません。世界はこれから人口の増加と資源の枯渇に向かいますが、日本と世界の人々が協力して活動すれば、未長く地球資源を使えるようにできるでしょう。若い技術者・研究者の活躍で水素エネルギーの利用を着実に増やし、貴重な化石エネルギー資源を末永く残しましょう。「水素エネルギーで子孫に美田を残そう」が私の言いたいことです。

参考文献

1. 環境省ホームページ:平成10年版図で見る環境白書,1999 (<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/>)
2. 世界経済のネタ帳ホームページ:世界の経済、統計情報サイト,2012 (<http://ecodb.net/pcp/>)