

これからのエネルギーを考える

藤井 博信

広島市立大学 社会連携センター・プロジェクト研究推進室

特任研究員 (広島大学名誉教授)

〒730-0052 広島県広島市中区千田町三丁目8番24号

私は、広島大学を平成16年定年退官後、引き続き、特任教授として3年間務め、その後平成19年より、広島市立大の特任研究員として、水素エネルギー利用開発研究会の立ち上げ及びその研究会のお世話をしてきました。

この度、水素エネルギー協会より、執筆の依頼をいただいたので、私が最近考えている、これからのエネルギーの在り方について、私見を交えながら述べさせていただきます。

1. 人類が使用してきたエネルギー

今後のエネルギーについて語る前に、まず、これまで人類が利用してきたエネルギーの歴史[1]を振り返っておく。

歴史をひも解くと、火の発見が人類最初の「エネルギー革命」であることに気付く。薪、炭を利用した自給自足の時代から製鉄、製塩の工業の発達を経て、地下資源の石炭が掘り出され、利用が始まった。その後、石油、天然ガスがエネルギー源として登場した。

古来、人間は生活のため、自らの力や畜力(牛、馬)によって創り出す動力を使用してきた。米をつく、麦粉にする、油を搾る、水を汲む、船を漕ぐなど人力による時代が長く続いた。畜力の利用としては、「鋤を引く牛が文明を作る」(紀元前2000~3000年)時代から、「馬の背が国を作る」(紀元前300~600年)時代を経て、畜力の中心が「牛から馬」へ転換、16世紀には鉱山の排水ポンプに馬の力が利用されはじめた。10世紀に入ると、水車や風車など自然エネルギーが積極的に利用され始めた。用途は、ほとんどが粉挽き用、揚水用、鉱山の原鉱石の引き上げ、製材、搾油、製造などであった。

17世紀に入ると、ニューコメンによって蒸気機関が発明され、燃料さえあればどんな場所でも動力が得られる利点から、炭鉱での排水処理用や石炭の掘り出し用に利

用され始めた。いわゆる産業革命の始まりである。その後、18世紀にはワットの蒸気機関(ニューコメン機関の改良、エネルギー効率を3倍以上、ピストンシリンダー式の往復運動を回転運動に変換)が発明され、実用蒸気機関の時代が始まった。19世紀末には、往復式の蒸気機関に代わって回転式の蒸気タービンが開発され、工場用動力としては十分な大出力が得られるようになった。しかし、大出力の動力源を準備しても、工場内での動力の伝達に損失が大きく、工場規模の拡大は無意味であった。その限界を打破したのが、19世紀末の発電機、モーターおよび送電システムの出現であった。高圧交流送電技術が開発され、発電所をエネルギー源の確保に都合の良い場所に立地することが可能となった。消費側では、動力供給の制約も、内部では動力伝達装置の制約もなくなった。個々の機械にモーターを直結し、それぞれの用途に応じて、レイアウト出来、生産性が著しく向上した。まさに、エネルギー革命であった。

一方、電力需要による生産性の向上に伴って、原料や製品の輸送量が増大していった。蒸気機関に代わって、小型で起動・停止の容易な輸送用動力源の必要性が高まってきた。様々な先人の努力の結果、19世紀後半から20世紀前半にかけて、内燃機関であるガソリン機関およびディーゼル機関が相次いでドイツで発明され、現在の自動車時代(モータリゼーション)が到来したのである。

2. 化石燃料と地球温暖化

人類が熱機関の発明により電力・動力を手に入れて以来、人口は4倍、穀物生産は7倍、エネルギーや鉄鋼など工業生産物は20倍に増大し、文明生活を営む人間の行動範囲は20世紀の100年間で爆発的に拡大した。これに伴って、エネルギーとしての化石燃料が大量に使用され、二酸化炭素の大量放出により地球温暖化をもたらしてき

たのである。

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第4次評価報告書 (2007年) [2]によると、世界規模および大陸規模の気温変化と気温モデルによるシミュレーションの結果、20世紀の100年間で、地球の平均気温は、0.74°C上昇したと結論付けている。この地球温暖化は、温暖化ガスの放出による人為起源であることも断定している。地球温暖化シミュレーションによると、このまま化石燃料を使い続けていくと、21世紀末には、二酸化炭素の濃度は、1990年比2倍以上に達し、地球の平均温度は、2~6°C上昇し、海面上昇は30~80cm、局所的異常気象 (大型台風の発生、亜熱帯地方の砂漠化、都市の局所的豪雨など) の発生が推察されている[2]。もはや、元の地球には戻せない状況に達してしまうことも予測されている。

それに対して、2009年に開催された気候変動枠組条約第15回締約国会議 (コペンハーゲン) [3]では、1気温上昇2度以内の目標を達成するため、2050年までの世界全体のCO₂排出量を50%減らす必要がある。そのためには先進国全体の排出量を80%減らし、中国と米国が加わり、新興国も発展途上国も参加する枠組みの構築が不可欠であるとの建設的な意見もあったが合意には至らなかった。各国の利益優先が見え隠れし、総論では賛成しても、各論では反対意見が出て、結果的に共同声明も個別国の削減目標も見送られた。

3. 低炭素社会を実現するには

IEAエネルギー技術展望2008[4]によると、国際経済は、現在から2050年の間に4倍の規模に成長を遂げると考えられており、中国やインドといった発展途上国においては、成長率は10倍近くに達しようかと予測している。この経済成長は経済的な利益や人間の生活水準の大幅な向上をもたらすが、同時に現在よりもはるかに多くのエネルギー利用を伴う。もし、我々がエネルギー需要の伸びを経済成長と切り離し、また、化石燃料の需要を減らさなければ、持続不能な圧力がかかることは避けられないと報告している。エネルギーの供給と利用の方法に関して、全世界的な改革が必要であることを主張している。

そのためには、一体なことが出来るであろうか。まず、身近なところから考えると、(1) 脱物質化 (製品の長寿命化、リサイクル化を徹底する、我々のライフスタイルの変更)、次に、(2) 省エネルギー化 (個別機器のエネ

ルギー効率の改善、都市交通システムや都市構造の改善、エネルギー使用の効率化など)、(3) 二酸化炭素濃度抑制 (天然ガスへの燃料転換、CO₂回収貯留技術の確立など)、(4) エネルギー供給源の脱炭素化 (再生可能エネルギーの大幅導入、バイオマス燃料の利用、水素エネルギーの利用など) の実施を早急に推進すべきと考える[1, 5]。

最後に、立場を変えて、エントロピー増大の法則から地球環境問題[1]を考察してみよう。“閉鎖された環境の中ではエントロピー (無秩序の度合) は増大する”というエントロピー増大の法則は物理学の最も基本的な法則であり疑う余地はない。“物質とエネルギーは、一つの方向にのみ、つまり、利用可能なものから不可能なものへ、あるいは、秩序化されたものから、無秩序なものへ変化する”。エントロピーが増大することは、物質の有用性が減少し、使用不能なエネルギーが増えることを意味している。使用不能なエネルギーの蓄積の冴えたるものは、地球温暖化であり、環境問題である。地球上の物質は、有限の有用性しかもっていないので、人類が生活を向上させようともがけばもがくほど、残された有用な財産は少なくなる。化石燃料も原子力エネルギーも、人間が使用すればするほど、利用不能なエネルギーを後世へ残すだけである。

エントロピー増大の法則からのがれる随一の方法は、太陽エネルギーを使用することである。太陽エネルギーは地球という閉鎖された環境の外からやってくるから減ることがないからである。今後の世界は、太陽エネルギーへの移行が迫られているのである[1]。

我々は、社会基盤や経済活動を根本から変革しなくては、とりかえしのつかないことになることに早く気付くべきである。

参考文献

1. 地球環境テキストブック「エネルギー工学」、牛山 泉、山地 憲治 共編、オーム社、2010、
2. IPCC 第4次評価報告書第1作業部会報告書、2007、
3. COP15 第15回気候変動枠組条約締約国会議、2009、
4. IEAエネルギー技術展望 2008、
5. エネルギー・環境・経済システム論」、山地憲治、岩波新書、2006、