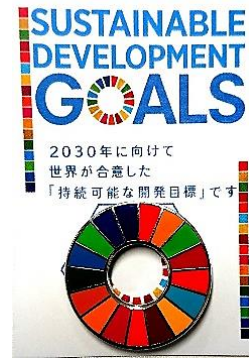


SDGs 3E トリレンマ問題～地球温暖化、エネルギー安定確保、経済発展～

名古屋大学 未来社会創造機構 コベルコ科研インフォアナリシス産学協同研究部門

井上 憲一

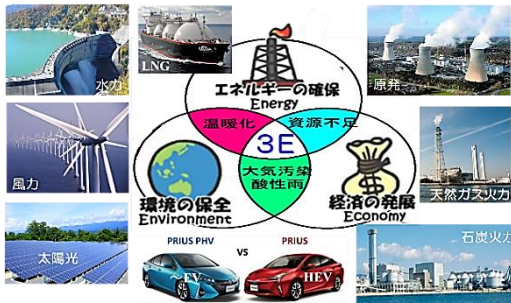
遡ること 2015 年の地球温暖化の国際会議 COP21 におけるパリ協定の締結、また同年、国連で採択された SDGs (持続可能な開発目標アジェンダ 2030) にも関わらず、最近 10 年間の異常気象を物語る衝撃的な気候記録が今なお更新されつつある：1) 大気中の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度が急上昇し、2) 気温が上昇し続け、3) 北極の海氷域が減少し、4) 海面が上昇し続け、5) 世界中でサンゴ礁が死滅し、6) 気象災害が益々深刻化しつつある。昨年の COP25 においては、日本国の石炭火力発電の堅持・輸出姿勢に対し、“CO<sub>2</sub> 排出削減に消極的な国” との不名誉称号である「化石賞」が授与されてしまった。



SDGs 襟章

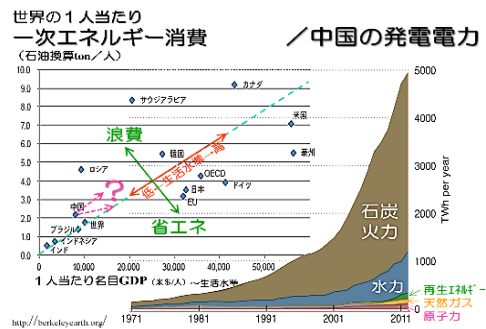
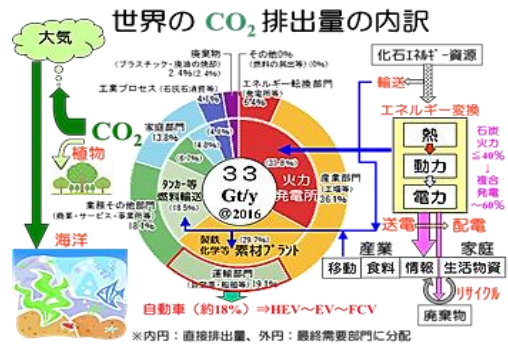
セミナーでは、まず、SDGs の 17 課題はいずれも、互いに独立ではなく、相互に背反事象の問題を内包している実情を認識することから話を起こした。とりわけ、当 NPO-FTFK

物理学は、生活“制約”を把握・打開できるか？



も近年取り上げて活動中の 3E (エネルギー Energy / 地球環境 Environment / 経済成長 Economy) トリレンマ問題 (左図) について、それぞれ現状や背景事情を実データを示しながら、一筋縄では「三方良し」の合理解を見出すことが、いかに難しいかを、全出席者に、定量観に基づく直感として理解頂いた。

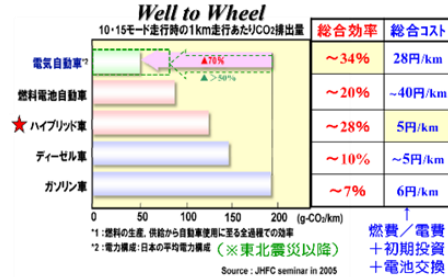
CO<sub>2</sub> 排出の総量に着目すると (右図上) のように、産業別では火力発電、高炉製鉄、セメントプラント、国別では、米国、中国、とりわけ近年の増加率では中国、インドが問題視されるが、人口で除した「一人当たりのエネルギー消費」を指標に、生活水準を表す「一人当たりの名目 GDP」も考慮したプロットで考察すると、中国を含む新興国やアフリカ諸国の非 OECD 国に一方的に CO<sub>2</sub> 排出の制限枠を課することはできない事情が判る (右図下)。しかし、石炭火力は電力と同時に、(PM2.5 等) 大気汚染を伴うことから、当事国や周辺国も含めた広域的な健康問題も生じる。ゆえに、人口の飽和～減少フェーズにある先進国は、省エネ型生活スタイルへの転換を加速するとともに、CO<sub>2</sub> 排出を抑制または排出レスの発



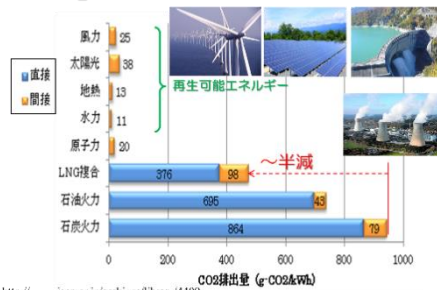


電気自動車では、発電所の新旧や方式、また燃料の種類に依存するため、ここでは、現在主流の石炭ボイラー発電を前提にしている。CO<sub>2</sub>の排出量で比較すると（右図）となり、電気自動車が最も少ないものの、LCA（ライフサイクルアセスメント）視点での総合コストでは、ガソリン車に各段に劣り、総合評価では、やはりハイブリッド車に軍配があがる。世界的には、排気ガス環境規制の視点から、急激に電気自動車への転換が進む傾向にあったが、昨今の中国等もハイブリッド車の復権の動きもある。

CO<sub>2</sub>排出量 や 経済性 も考慮すると



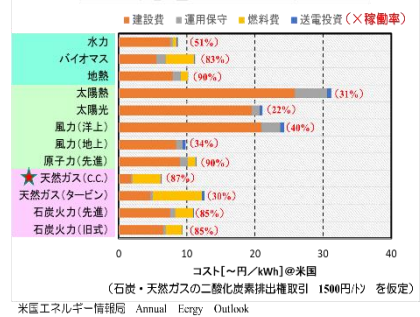
CO<sub>2</sub>排出量の 発電方式別比較



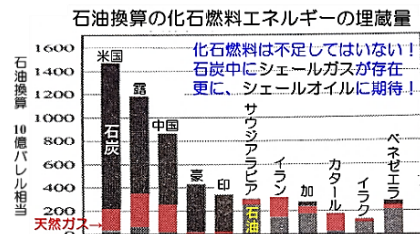
電力でも同様の考え方が必要である。単位電力の発電に対する CO<sub>2</sub> 排出量で、各発電方式を比較すると（左図）となり、再生可能エネルギーは建設に伴う CO<sub>2</sub> はあるものの稼働時には皆無なため優等生に見えるが、水力、地熱のように立地が限られたり、太陽光、風力のように時間変動が伴うと何等かの平準化手段が必要となる。化石燃料では、石炭は最悪だが、天然ガスにすればその半分にまで下げることができる。

一方、コスト比較では（右図）、様相がまったく逆転し、太陽光や風力は建設コストが過大、化石燃料は安く、特に天然ガスの最新鋭（コンバイン）発電は、卓越している。発電では、CO<sub>2</sub> 排出量と、建設&運転コストは、二律背反する。一般に、先進国と後進国では、経済成長の要求、既存の社会インフラ、資源の有無、技術レベルの水準など、各国の状況に合わせた電源方式のミックスが必要であることが判る。豊富な水資源がある北米や南米が水力発電を、電力網が整った欧州では、フランスが原子力、ドイツが太陽光や風力を推進し、電力を融通し合ってエコ社会を目指しているのは当然の成り行きと見ることができ

各種発電のコスト比較



(化石燃料) エネルギー安定確保 → 安全保障



エネルギー危機ではなく、輸送燃料(液体⇒石油)が危機 → G20: ホルムズ海峡

中国が石炭火力に頼って経済成長と格差解消を同時に目指す姿を、一概に非難はできない。

もうひとつの重要な視点は、安い化石燃料資源の埋蔵量(いつ枯渇するか?)と、地域偏在(常に安定確保できるか?)の問題である。(左図)のように、近年開拓されたシェールガス/オイルを含めるとエネルギー的には枯渇の心配はなく、石油のみ不安が残る。

まとめとして、南北問題（格差と成長率）を抱えつつも、世界人口が飽和するまでは、化石燃料資源を、上手に（CO<sub>2</sub>排出を抑制しつつ）効率良く使うことが、3E問題の暫定的な合理解であることは確実である。先進国の日本は、その技術開発に最優先で取り組み、新興国～後進国へ積極的に技術移転していくべきと、小職は考える。

以上