



グリーン・サステイナブル ケミストリーの動き

1 はじめに

今年の6月に、米国ワシントンにおいて、第2回グリーン・サステイナブル ケミストリー国際会議が開催された。ただし、米国では通常グリーン・ケミストリー¹⁾と呼ばれ、いまだに国際的な共通語は決まっていない。

この国際会議で、さまざまな実例が発表されたが、それと並行して、そもそも、サステイナブル ケミストリーとは何かという議論が活発になされた。その一方で、日本のグリーン・サステイナブル ケミストリー賞(GSC 賞)への評価が高かった。それは、恐らくサステナビリティを明確に定義した評価の視点に先進性があるからだと思われる。

グリーン・サステイナブル ケミストリーは、それぞれの国が独自のコンセプトに従って始動したものの、再びその定義が問題になる状況となったと言えるだろう。

本稿では、日本における GSC 賞の評価法をやや詳細に述べ、グリーン・サステイナブル ケミストリーとは何か、再度考察してみたい。

2 環境負荷の評価の必要性和評価方法

国連の会議である World Summit for Sustainable Development は、一般には 1992 年に行われたリオの地球サミットが有名であるが、その 10 年後、南アフリカのヨハネスブルグにおける WSSD で、先進国を対象とする課題として、「非持続可能な生産・消費形態からの離脱」が掲げられている。この項目では、いくつかの望ましい行動が規定されている。概念的な(1)~(3)を省略し、具体的な(4)以下を示す。

(4) 科学的・定量的な手法で、環境負荷の低減を行うこと。

例えば、ライフサイクルアセスメントなど。

(5) 企業の環境面、社会面での責任を強化すること。

(6) 廃棄物を削減し、リユースとリサイクルを推進。

(7) 自動車による環境負荷の低減を図ること。

(8) 化学物質の適切な管理を行うこと。

化学分野においてこれらの全項目を満たすことが、日本流の GSC の目標である。

3 持続可能性を評価する方法論

(4) にライフサイクルアセスメントという言葉がある。

通常 LCA²⁾ と省略されるが、その基本的な考え方は、製品やサービスについて、その原料採取段階から、廃棄段階までにいたる全ライフサイクルにおいて、環境負荷を考慮するということである。

そもそも、環境面での持続可能性とは何か。図 1 は、地球上で行うことが可能な、究極の持続可能性を示している。太陽系の第三惑星である地球には、太陽から莫大なエネルギーの供給がある。その供給によって形成されるさまざまなエネルギーや材料のみを利用している限り、その結果生ずる環境負荷は、決して地球の能力を越すことはない。ただし、その供給能力には、相当な限界があると考えられる。重要な有機資源である森林なども、その年間の増分のみを利用することになるからである。

しかし、現在の人間活動は、このような持続可能な資源のみならず、地球が過去数億年にわたって蓄積してきた地下資源にかなり多くの部分を依存している。このような状況を示すものが図 2 である。

化石燃料も、もとをただせば、やはり太陽エネルギーである。植物が光合成によって蓄積した物質を地球が変換したものである。

地下金属資源・鉱物資源は、太陽エネルギーとは無関係であり、地球内部の物質濃縮機能によって生成された物質群である。その再生に要する時間も、やはり億年単位ではないか、と考えられる。

すなわち、地下資源に依存している限りにおいて、人間活動が究極的持続可能性を維持することが不可能である。

入力量が増えると、必然的に排出量も増加する。そして、地球がもともと持っている各種の処理能力を越すことが起きる。二酸化炭素については、人間活動によって放出

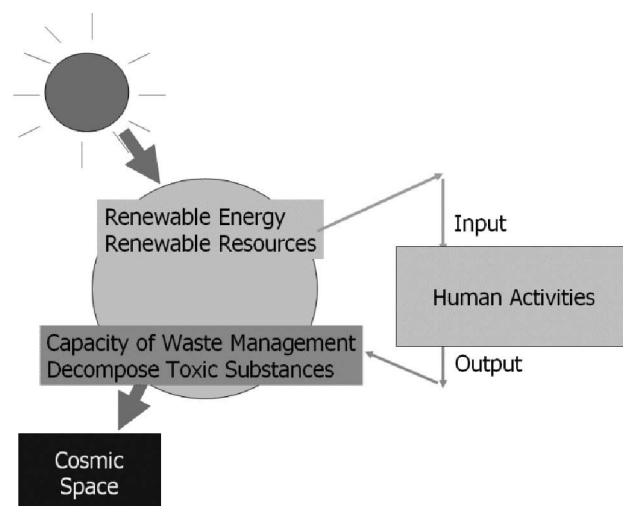


図 1 究極的持続可能性。

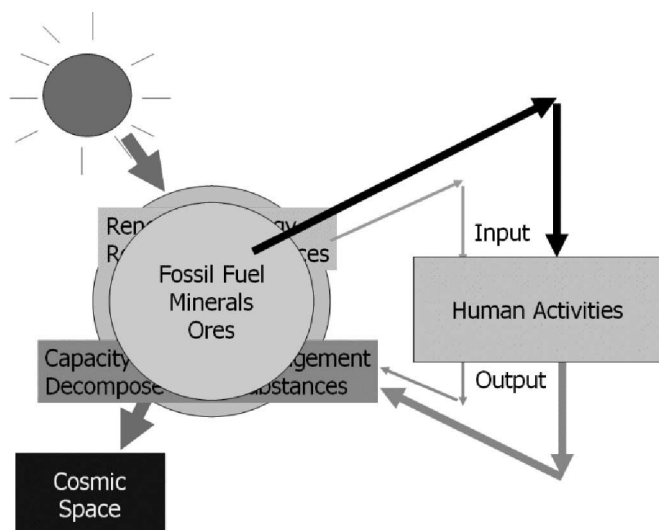


図2 地下資源大量依存型の人間活動。これらの資源は枯渇型資源であるだけでなく、地球への排出も地球の処理限界を越す可能性がある。

された量の半分程度が、処理されず大気中に留まっているものと思われる。また、他の環境負荷、例えば、窒素酸化物、硫黄酸化物なども比例的に増加する傾向を示す。

人間活動によって使用される物質は、不要物になった際、いかに次の人間活動のための原料として利用されたとしても、最後の最後には、必ず地球に戻される。これが廃棄物の最終処分である。埋め立てに使用された空間は、他の用途には使えない。そのため、人間活動を持続型にするためには、最終処分量を最小限に保つ必要がある。

以上のような考え方をまとめてみる。地球レベルでの人間活動の持続可能性を、資源・エネルギー・環境という切り口で整理すると、以下ようになる。

- 1) 入力される化石燃料使用を減らすこと。これは、二酸化炭素排出削減とほぼ同じ。
- 2) 入力される地下金属資源使用量を減らすこと。
- 3) 窒素酸化物、硫黄酸化物、重金属、有機溶媒などの排出量を減らすこと。
- 4) 最終処分量を減らすこと。

以上の4つの観点が必要不可欠であることが分かる。

これらではカバーしきれない環境負荷がまだまだ存在する。極めて有毒性の強い物質、例えば、ホスゲンの使用などが該当するものと思われる。この視点は、グリーン・ケミストリーにとって、必要不可欠の要素である。有害性の強い物質を、有害性の低い物質で代替することは、第5の要素となりうるだろう。

- 5) 有害性の非常に強い物質を有害性の低い物質で代替すること。

この際、エネルギー使用量の増大なども伴うものと思われる。したがって、総合的な評価には、上述の1)～4)が同時に評価されることが重要である。

4 GSC 賞の評価方法

今年度が第5回目になるが、グリーン・サステイナブルケミストリー ネットワークでは、経済産業大臣、文部科学大臣、環境大臣の3大臣賞からなる表彰を行っている。

賞には評価システムが不可欠である。ここでは、前節において記述した、1)～4)と5)の5つの条件を用いた評価を行っている。特に1)～4)の4項目については、四軸法と呼ばれる相対評価法として利用されている。これは、従来からの方法を基準とし、改善された方法による環境負荷を、レーダーチャートの形式で表現したもので、直感的に効果を判定することができる。

GSC賞は、LCA的な評価が必須というものではない。もちろん、他の通常の視点、例えば、新規性・経済効果・受容性などがやはり重要な評価ポイントとなっている。

これまでどのような技術が表彰されているか、HPから見る事ができる。LCAが使用された例として、日本ペイントの実例がある³⁾。

5 化学の専門家向けの簡易指標との整合性

日本のGSC賞は、環境を専門とする研究者にとっても合理的と思われる指標を用いている。しかし、このような指標が、化学のみを専門としている研究者にとって、分かりやすいとは言えない。そのため、アトムエコノミーを始めとする、いくつかの在来型の指標と、GSC賞の指標との関連性を理論的に説明する必要がある。GSC指標のさらなる拡張を、現在、評価指標委員会が検討を行っているが、今後ともこのような足が地に着いた活動が必要不可欠のようである。

6 まとめ

米国のグリーン・サステイナブルケミストリーに対する評価は、依然として、かなり、散文的である。

それに対し、日本流は、より定量的な視点に基づいている。地球からの入力と出力を監視できる方法と、有害な化学物質の使用量の削減によって、少なくとも持続性を近似的に評価することができ、高い評価が得られたものと思われる。

参考文献

- 1) 読売新聞科学部, 地球と生きる「緑の化学(グリーンケミストリー)」, 中公新書, 中央公論新社(2003).
- 2) 未踏科学技術協会 編, LCA(ライフサイクルアセスメント)のすべて—環境への負荷を評価する, 工業調査会(1995).
- 3) GSCN News Letter, No. 5(2002).
<http://www.gscn.net/letter/newsletter/newsletter-No5.pdf>

安井 至 YASUI Itaru
(国際連合大学 副学長)

[連絡先] 150-8925 東京都渋谷区神宮前 5-53-70 (勤務先)。