

日刊工業新聞社

理工系学生 科学技術論文コンクール「科学技術と日本の将来」

持続可能な発展を支えるエシカルプロセスの提言

1. はじめに

著者らの所属する富山高等専門学校(富山高専)物質化学工学科では本科三年次に化学や生物にまつわるテーマを個別に設定し、文献や実験を用いた調査研究を通して理解を深める演習科目「特別実験」が行われている。ここで著者らは二酸化炭素排出を極限まで削減したカルシウム資源の獲得法について調査研究した。そのプロセスを持続可能な開発目標(SDGs)的な観点から考察した結果、化学技術は従前の環境の側面以外にも目を向けた視座にたって議論されるべきであると感じた。環境に配慮することはもちろん重要であるが、経済や労働環境、地域最適化などの側面も持続可能な発展に必要不可欠である。現在、科学技術の多くの分野で環境や経済に特化した「エコ」という言葉が用いられるが、これからの科学技術に求められるのは必ずしもこの2つだけにとどまらないため、新たな概念が必要であろう。

本論文ではこれからの科学技術において従前の「エコ」に代わる科学技術体系である「エシカルプロセス」の概念を提言する。またその概念について化学産業における意義を考察した。

2. エシカルとは

エシカル(ethical)とはもとは英語圏で「倫理的な」という意味の形容詞として用いられている。最近では環境や社会に配慮した製品や行動に対して「エシカル消費」や「エシカル食品」などの用語がSDGsの普及に伴って徐々に広まりつつある。

「エシカル」には先述した「エコ」と異なる社会的意義を含んでいると考えられる。例えば「エシカル食品」として挙げられるオーガニック野菜は、化石資源に起因する農薬や肥料を使っていないことから「地球環境にやさしい」食品といえると同時に消費者が安心して手にすることができるという人にやさしい側面も持ち合わせている。

しかしながら現段階ではこれらの概念は環境意識の高い市民によって選択される

消費行動にとどまり、広く社会に浸透しているとは言えない状況である。さらに私たちが学んでいる化学分野において地域の産業活動へと実装されているのかに関心を抱いた。時代に即応した実践的技術者を養成する高等教育機関を標榜する高専において、従前の「エコ」の概念を「エシカル」にアップデートするためには何が必要なのだろうか。

3. エシカルと SDGs の関連

SDGs には 17 のゴールが設定されている。多くの企業はその活動をいくつかの SDGs ゴールにひも付けしているが、それは 17 の選択肢から適したものを選択している域を出ないと考える。ストックホルムレジリエンスセンターの Rockström らは図 1 に示すように SDGs の 17 のゴールを大きく生物圏、社会圏、経済圏、そしてパートナーシップの 4 つに分類した¹⁾。これは通称「SDGs ウェディングケーキ」と呼ばれており²⁾、これら 4 分類をバランスよく満たすことにより、真に持続可能な企業活動が可能となる。それは化学技術においても重要な観点であり、SDGs はそのための有効な指標であるといえる。技術の持続性にはコストや労働環境など環境以外の側面にも目を向ける必要があることから、地域の現状に適した技術の最適化が必要となる。すなわち、地域のリソースや環境に最適化された技術革新を通じた環境・経済を両立させた産業活動の実装により、先の 4 つの分類に適合した真に持続可能な「エシカルな」技術構築が可能となると言える。

以上の考察に基づき、著者らは地域における SDGs の実現を可能とする技術体系として次に示す「エシカルプロセス」を提言する。

4. エシカルプロセスの定義と考察

著者らが提唱するエシカルプロセスは図 2 に示すようにエシカルの英単語 ethical を、

Economy(経済)、**E**nvironment(環境)、**T**echnological **I**nnovation(技術革新)、**C**reation(創造)、**A**lternatives(代替・代用)、そして **L**ocalization(地域最適化)の合成語として定義した。図にあるようにそれぞれの項目は種々の SDGs ゴールと関連している。これらのゴールを図 1 の SDGs ウェディングケーキモデルにあてはめると、全ての分類に対して貢献が可能であることがわかる。

エシカルの構成要素とした 6 つの指標を用いて、セメントなどの主原料である生石灰(酸化カルシウム)を製造する技術について検討した。従来生石灰は石灰石を高温で加熱処理して製造されるが、石灰石の半分近い重量に相当する炭酸ガスを大気中に放出する。その代替技術として小嶋ら³⁾による未利用カルシウム資源を用いて消石灰(水酸化カルシウム)を得る技術を活用すると、図 3 に示す資源化プロセスが構築できる。このプロセスについて各指標で評価した結果を以下に示す。

(1) Economy

現在は廃棄されている建築廃棄物である廃セッコウボード中のセッコウ、他産業から発生するアルカリ排水を用い消石灰を得ることができる。そのため原料コストの大幅な削減に加えて、それぞれの処理にかかるコストが不要となる。また、副生成物の硫酸塩も製品として再利用することで多面的な経済効果が得られる。

(2) Environment

本プロセスは石灰石の焼成に伴う炭酸ガスの発生を伴わないばかりか、消石灰を脱水させて生石灰を得る方が石灰石を焼成するより約 400℃低い温度で操業できるため、製造に伴うエネルギー消費を大幅に削減できる。

(3) Technological Innovation

石灰資源はセメントのみならずガラス産業など多様な分野で用いられ、世界中の様々な産業において必須の資源の一つである。この技術を広く世界に展開

することで世界的な技術革新が期待される。

(4) **Creation**

複数の廃棄物から価値あるカルシウム資源を生み出すことが可能である。さらに主生成物だけでなく副生成物も新たな資源として利用することができる。

(5) **Alternatives**

従前の化石資源である石灰石の代替として複数の廃棄物を資源として活用することが可能となる。また、新たな産業を地域に実装することによる経済効果も期待される。

(6) **Localization**

上述の通り本プロセスは既往の石灰製造より低い温度で操業できることから、従前の大規模な生産装置を必要としない。地域で発生した廃棄物を組み合わせることで地域に必要な資源を獲得することにより、地域に最適化された地産地消の物質循環を創成できる。

ここで示したとおりエシカルプロセスは環境的観点はもちろん、技術転用や地域産業との連携など持続的に運用するために必要な要素を指標化することで、これからの科学技術の指標として種々の産業に適応できると考えられる。

5. まとめ

消費者がエコマークのついている商品を選んで購入するように、エシカルプロセスを実装した技術が多くの現場で信頼を得て一種の評価基準となれば、化学産業のみならず種々の産業の技術革新が一層進むことが期待される。また、地域産業と連携することで化学技術が技術者以外の市民にもより身近なものとなり、より一層「エシカルなものづくりについての理解が深まると予想される。

富山高専が位置する富山市は令和3年3月に「ゼロカーボンシティ」の構想を打ち

出した⁴⁾。これをうけて著者らは富山市の産業界とエシカルプロセスの実装に向けた活動を開始した。本論文の成果を活用し、地域の脱炭素社会の創出へ貢献できるよう取り組みを進めていきたい。

6. 謝辞

本論文は富山高等専門学校物質化学工学科3年生の杉本光咲さん、田中咲那さんとともに行った調査に基づき、両名の協力を得て執筆したものである。期して謝意を表する。

【3,176 文字】

引用文献

- 1) Rockström, J.; Sukhdev, P. How food connects all the SDGs. Opening key note speech at the 2016 EAT Forum. 2016.
- 2) Stockholm Resilience Center. The SDGs wedding cake.
<https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html> (2022. 2. 8 閲覧).
- 3) 小嶋芳行, 遠山岳史. 水酸化カリウム水溶液中での二水セッコウから水酸化カルシウムの合成. *J. Inorg. Soc. Japan*, 14 巻, pp. 281–286. 2007.
- 4) 富山市. 「ゼロカーボンシティ」の表明について.
<https://www.city.toyama.toyama.jp/kankyobu/kankyoseisakuka/ondankataisakukikaku/zerocarbo.html>. (2022. 2. 8 閲覧).

【図表】

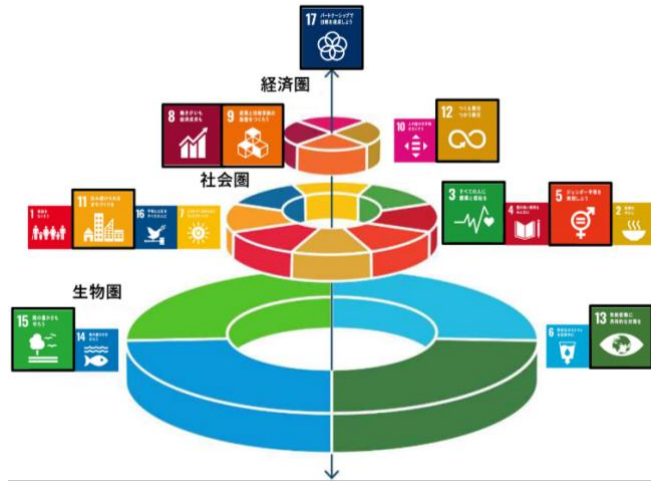


図1 SDGs ウェディングケーキモデル (文献2より引用)



図2 エシカルプロセスの定義

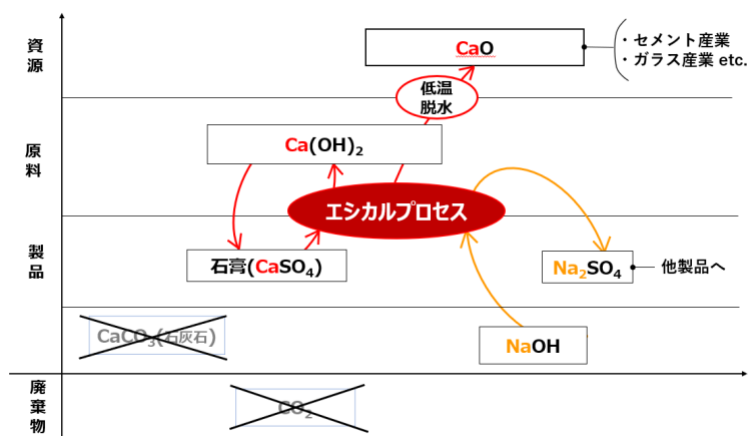


図3 カルシウム資源獲得に関するエシカルプロセスのマテリアルフロー