

# GSC

リーフレット

「化学のちから」

# 02

## 地球環境と持続可能性を踏まえた産業へ

### グリーン・サステイナブル ケミストリー (GSC) への経緯

【直接関連する項目】 科学と人間生活 「これからの科学と人間生活」  
化学基礎 「化学と人間生活とのかかわり」

グリーン・サステイナブル ケミストリー (GSC) の考えに至った経緯を知るには、およそ200年前まで時代をさかのぼる必要があります。世界で産業がどのように発展してきたか、それに伴って資源や環境に対する世の中の考えがどう変わってきたのかを一緒に振り返ってみましょう。



#### 産業革命から第二次大戦まで

18世紀にイギリスで始まった産業革命は、ヨーロッパ、アメリカに広がりました。近代国家を目指した日本にも、19世紀後半の明治維新を経て、産業革命は大きな影響を与えました。その後、日本は「富国強兵」を掲げ、鉱業、鉄鋼業、繊維工業などの鉱工業を振興しました。そのようななかで、19世紀後半には、栃木県、群馬県などを流れる渡良瀬川流域を中心に起こった、二酸化硫黄や銅イオンなどによる公害「足尾銅山鉱毒事件」があります。産業が人や環境に対して及ぼす影響を考えさせる大きな社会問題になりましたが、全国規模で「鉱工業優先」を見直すような大きな動きにはつながりませんでした。

#### 第二次世界大戦後の発展

第二次世界大戦の末期、日本は主要な都市や工場が爆撃され、壊滅的損害を被りました(1944～45年)。しかし、戦後の復興のスピードは目覚しく、造船、鉄鋼、自動車、家電機器、合成繊維、化学肥料などの産業が立ち上がり、生産実績で世界のトップを争うようになりました。1964年には東京オリンピックが開催され、これに合わせて東海道新幹線が開通するなど、世界から注目されるようになりました。1968年には、国民総生産(GNP)が自由主義世界で米国に次ぐ2位となるまでに至りました。ただし、国民1人当たりの所得では20位程度に過ぎず、さらなる発展が必要でした。

## 水俣病など公害の発生

このような発展の一方で、1956年5月1日、熊本県水俣保健所に「原因不明の中樞神経疾患が多発している」との報告がありました。後に、工場排水に含まれる有機水銀が原因とわかった「水俣病」の第一報で、日本における戦後の一連の公害問題（水俣病、第二水俣病、四日市喘息、イタイイタイ病など）の発端となる出来事です。

これらの公害問題は、1967年に公布・施行された「公害対策基本法」を契機として、「化学のちから」によって製造工程の改善や処理技術の開発などがなされ、80年代末に大きな問題はほとんどなくなりました。なお、同法は1993年の環境基本法施行に伴って統合・廃止されました。

## 環境への関心の高まり

1962年、米国の生物学者、レイチェル・カーソン (Rachel Carson; 1907 ~ 1964) による『沈黙の春』(“Silent Spring”) が出版されました。そこでは化学物質による環境や生命への影響が指摘されており、環境問題に対する関心が高まりました。

我が国では、有吉佐和子 (1931 ~ 1984) による「複合汚染」が1974年から翌年にかけて朝日新聞に連載されて反響を呼びました。これは『沈黙の春』の日本版といえます。



図2. 環境問題への関心が高まるきっかけとなった書籍  
左) 『沈黙の春』(レイチェル・カーソン 著、青樹 築一 訳 新潮社文庫 1974年2月発行)  
右) 『複合汚染』(有吉 佐和子 著 新潮社文庫 1979年5月発行)

## 地球は有限である!

ローマクラブ(「地球の有限性」という共通の問題意識をもった世界各国の有識者で構成される民間組織)が、報告書『成長の限界』(“The Limits to Growth”)を1972年に発表し、地球は無限でなく有限であることを指摘しました。すなわち、世界の人口増加や工業化、汚染、食糧生産、資源消費などがこのまま続けば、今後100年の間に地球上での成長は限界に達するであろう、と警告しました。

## かけがえのない地球と「環境権」

1972年に開催された最初の国連人間環境会議(ストックホルム会議)において、「かけがえのない地球(Only One Earth)」をスローガンに、有限な地球における人類と社会の発展を目指した「持続可能性(Sustainability)」が取り上げられ、全文26項目の原則からなる「ストックホルム人間環境宣言」が採択されました。その基本となる「環境権」の考え方は、後に大きな影響を与えました。

## 地球の未来を守るための持続可能な開発

国連の「環境と開発に関する世界委員会」(委員長であるノルウェーの首相(当時)の名前から「ブルントラント委員会」と通称される)の最終報告書『われら共通の未来』(“Our Common Future”) (邦訳『地球の未来を守るために』)が1987年に発表されました。そこでは「将来世代のニーズを損なうことなく現在の世代のニーズを満たすような開発」が「持続可能な開発」とであると説明されています。

また、米国の生態経済学者であるハーマン・デイリー(Herman Edward Daly; 1938 ~)

は、持続可能な社会を築くための一つの指針として、持続可能性を次のように定義しました(1990)<sup>1)</sup>。

1. “再生可能な資源”の持続可能な利用の速度は、その供給源の再生速度を超えてはならない。
2. “再生不可能な資源”の持続可能な利用の速度は、持続可能なペースで利用する再生可能な資源へ転換する速度を超えてはならない。
3. “汚染物質”の持続可能な排出速度は、環境がそうした汚染物質を循環し、吸収し、無害化できる速度を超えてはならない。

### リオデジャネイロ宣言 (リオ宣言)

国連人間環境会議で「持続可能性」が定義された1972年から20年後の1992年、国連環境開発会議(別名「地球サミット」)がブラジルのリオデジャネイロで開催され、環境と開発に関する27原則からなるリオデジャネイロ宣言が採択されました。その第1原則には「人類は、持続可能な開発への関心の中心にある。人類は、自然と調和しつつ健康で生産的な生活を送る資格を有する」と述べられています。これらは90年代の環境・持続性への配慮に関する、世界の動向に大きな影響を与えました。

また、同年には、ローマクラブの報告書作成に携った著者たちによる『生きるための選択 限界を超えて』(“Beyond the Limits”)が出版されました。題名の「超えて」には、1972年以降の20年の間にすでに限界を超えてしまったものもあるが、限界を乗り越えることができる選択肢があるとの意味が含まれています。

### グリーンケミストリーとSusTec

1994年には米国でグリーンケミストリーを推進しているアナスタス(Paul T. Anastas)

とワーナー(John C. Warner)により、化学技術者が目指すべき「グリーンケミストリー(GC)」の指針が示されました。それは次の12か条からなるものです<sup>2)</sup>。

- ① 廃棄物は“出してから処理”ではなく、出さない。
- ② 原料をなるべくむだにしない形の合成をする。
- ③ 人体と環境に害の少ない反応物・生成物にする。
- ④ 機能が同じなら、毒性のなるべく小さい物質をつくる。
- ⑤ 補助物質はなるべく減らし、使うにしても無害なものを。
- ⑥ 環境と経費への負荷を考え、省エネを心がける。
- ⑦ 原料は、枯渇性資源ではなく再生可能な資源から得る。
- ⑧ 途中の修飾反応はできるだけ避ける。
- ⑨ できるかぎり触媒反応を目指す。
- ⑩ 使用後に環境中で分解するような製品を目指す。
- ⑪ プロセス計測を導入する。
- ⑫ 化学事故につながりにくい物質を使う。

また、欧州でも同年に業界団体である欧州化学工業連盟(Cefic)が「SusTecプログラム」を設定し、サステイナブルケミストリー(SC)の観点から、環境技術の遅れている途上国への支援を開始しました。

### 京都議定書

1997年12月に京都で開かれた気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3; 地球温暖化防止京都会議)において、1990年を基準とした2008～2012年の5年間の温室効果ガス(二酸化炭素、メタン、一酸化窒素、代替フロン3種類の合計6種類)の削減目標を、先進国及び市場経済移行国全体として5%削減とし、日本は6%、米国は7%、EUは8%、それぞれ削減することなどが決まりました(後に米国は受け入れを拒否)。日本では2002年6月4日に締結および国連への委託がなされ、議定書は2005年2月16日に発効しました。

## 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第4次報告書

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、地球温暖化防止政策の科学的な基礎を与えることを目的として、世界気象機関 (WMO) と国連環境計画との協同で1988年に設立されました。2007年11月には第4次報告書がまとめられ、そこでは「気候システムの温暖化には疑う余地がない」とし、それは「1750年以降の人間活動が、正味の温暖化効果を持つとの結論の確信度は非常に高い」<sup>3)</sup> としています。

その後、気候の温暖化を裏付けるデータの信憑性に対して疑問が提出されるなど<sup>4)</sup>、地球温暖化の主な原因を二酸化炭素とすることを疑う意見も表明されています。しかし、20世紀になって大気中の二酸化炭素濃度の増加割合が大きくなっており、化石資源に依存する人間の活動に関係していることが示唆されています。この大気中の二酸化炭素濃度の増加が、地球温暖化の他にも環境に影響を与えるおそれがあります。また、化石資源使用量削減の観点からも、二酸化炭素の排出量を意識することは意味があります。

## グリーン・サステイナブル ケミストリー (GSC)

我が国では、上述の一連の環境問題に対応すべく、有害化学物質の減量化や温室効果ガスの環境中への排出削減に取り組んできましたが、欧米での動きを受け、「環境負荷低減」と「持続可能社会」とともに含めた概念を我が国で「グリーン・サステイナブル ケミストリー (GSC)」と名づけました。そして通商産業省 (現・経済産業省) の働きかけを受けて、化学関係の学協会・諸団体、および国立研究機関が協力して、GSCの概念を普及する団体であるGSCネットワーク (GSCN) を2000年に設立して活動を開始しました。この活動は、2011年4月からはGSCNを組織内に組み入れた新化学技術推進協会 (JACI) が推進しています。その活動の主なものは、GSCに貢献した化学技術の顕彰、GSCに関する情報の提供と普及・啓発、GSCを中核に据えた化学技術の推進などです。GSCジュニア賞の授与など高校生に対するGSCの普及と教育にも力を入れています。

### 問題

「公害」、「地球環境」、および「持続可能性」という言葉が、それぞれ何を意味しているか、違いや共通点を話し合ってみましょう。

#### 【参考文献】

- 1) 島田 広道 「持続可能社会の実現に向けた化学の役割」 化学と教育 59巻1号 pp.36-39 (2011年)
  - 2) Paul T. Anastas, John C. Warner 日本化学会・化学技術戦略推進機構 訳編、渡辺 正・北島 昌夫 訳 「グリーンケミストリー」 丸善出版 1999年3月発行
  - 3) 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第4次統合報告書「政策決定者向け要約」(2007年；文部科学省・気象庁・環境省・経済産業省による翻訳) [http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/syr\\_spm.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/syr_spm.pdf)
  - 4) 深井 有 「気候変動とエネルギー問題 CO<sub>2</sub>温暖化論争を超えて」 中央公論新社 2011年7月発行
- 【さらに学習したい人へ】
- 1) 御園生 誠・村橋 俊 編 「最新グリーンケミストリー 持続的社会的のための化学」 講談社 2011年3月発行
  - 2) 北島 昌夫・山本 靖・佐野 健二 「グリーンテクノロジー」 丸善出版 2011年11月発行
  - 3) 荻野 和子・竹内 茂彌・柘植 秀樹 編 「環境と化学 グリーンケミストリー入門 第2版」 東京化学同人 2010年4月発行
  - 4) K. H. フォイヤヘート・中野 加都子 「環境にやさしい国づくりとは？ 日本そしてドイツ」 技法堂出版 2011年3月発行



企画・編集 公益社団法人新化学技術推進協会 GSCN普及・啓発グループ 〒102-0075 東京都千代田区三番町2三番町KSビル2階  
TEL : 03-6272-6880 FAX : 03-5211-5920 E-mail : info@jaci.or.jp URL : <http://www.jaci.or.jp>  
協力 株式会社リバネス

2013年4月 発行