

カーボンニュートラルと ライフサイクルアセスメント

カーボンニュートラルはハードルが高い？

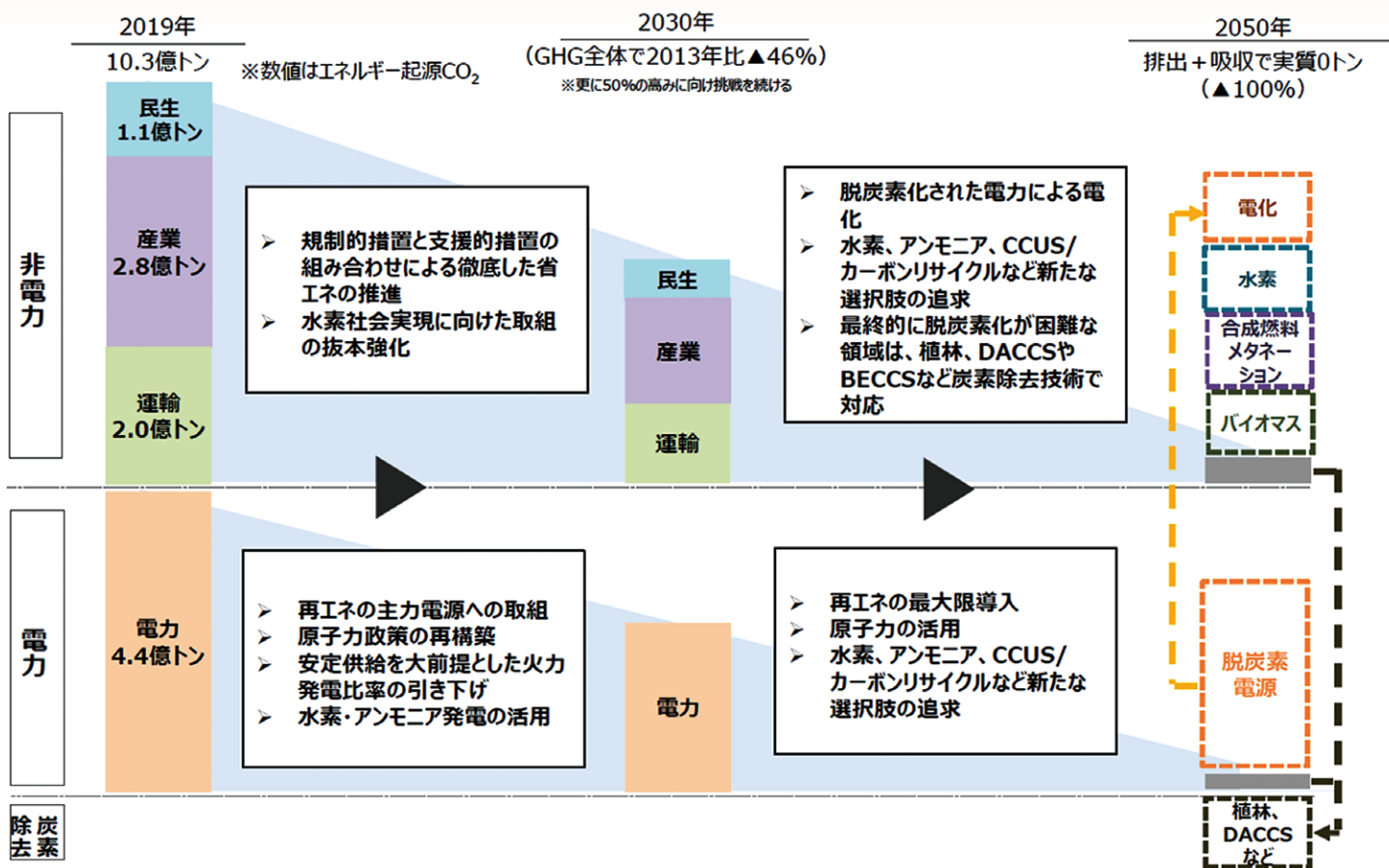
2020年10月菅総理大臣は所信表明演説で、2050年までに温室効果ガス（CO₂）排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラル（脱炭）を宣言しました。

国の脱炭にともなうグリーン成長戦略（図1）を見ると、CO₂排出量を2030年で2013年比46%減、2050年で実質0とする目標となっています。省エネルギーと再生可能エネルギー（再エネ）の主力電源化、原子力施策の再構築などで脱炭を達成するシナリオとなっていますが、

かなりチャレンジングな目標であると考えられます。例えば、再エネの主力電源化についてですが、現在の太陽光や風力などの再エネの電源比率は8%程度で、これを主力電源にしなければなりません。そのほか、水素やアンモニアの活用、CO₂を固定化する技術であるCCSでもエネルギーを消費しますので、再エネが必要です。

さらに、グリーン成長戦略には明示されていませんが、製造や廃棄を含めたライフサイクルでのCO₂排出もゼロにしなければなりません。この戦略が、大変高い目標であることわかります。

図1 脱炭にともなうグリーン成長戦略¹⁾





バイオマス、バイオ燃料

動植物などから生まれた生物資源（バイオマス）から作られる燃料。ペレットなどの固体燃料、エタノールやディーゼルエンジン用などの液体燃料、メタンガスなどの気体燃料などがあります。太陽光エネルギーにより、大気中のCO₂を吸収して燃料が作られるため、カーボンニュートラル達成への重要な技術と考えられています。現在のところ、廃棄食用油、サトウキビなどの糖料作物、微細藻類が生成する藻油などを原料として液体燃料を作っていますが、化石燃料に比べて高価、生産に広い面積が必要などの課題があります。

図2 バイオ燃料でのサイクルの例

物質の循環とエネルギーの投入

脱炭を達成するには、循環型社会の実現が不可欠です。現在は循環型に対して直線型といわれており、原料を採掘し、製品を製造、使用した後に廃棄するという一直線の流れです。循環型では、使用した後に再利用し、ふたたび製造、使用という輪の流れとなります。図2にはバイオ燃料をディーゼル気動車に適用した場合の例として、循環型のサイクルを示しています。太陽光により植物を育て（バイオマス^①）、植物の炭水化物からバイオ燃料を作り、同時に、大気中に酸素を排出します。気動車を走らせる際には、エンジンでバイオ燃料^②と大気中の酸素による燃焼で回転力を得て、車両を駆動します。その燃焼のときに、CO₂と水が大気中に排出されます。CO₂と水は、ふたたびバイオマスで、バイオ燃料の元となります。燃料を構成する、水素や炭素、大気中の酸素などの元素は形を変えて循環しているわけです。ここで注意しなければならないのは、物質（元素）は循環していますが、エネルギーは最終的に熱となって

拡散してしまいますので、100%循環することはできません。原子力や地熱エネルギーを除けば、再エネは元をただせばすべて太陽光によって作られています。ちなみに、化石燃料も太古の昔に太陽光エネルギーが蓄積されたものと考えられています。

ライフサイクルアセスメント

直線型、循環型社会にしろ、採掘、製造、使用、回収、廃棄といったライフサイクルで、どの段階でどれだけCO₂を排出しているかを定量的に計算する必要があります。CO₂の排出量がわからなければ、そもそもゼロにできるのか、できたのかが評価できません。この各段階でCO₂が排出された痕跡のことをカーボンフットプリント（CO₂の足跡）とよんでいます。LCA（Life Cycle Assessment）は、ライフサイクルでの物質やエネルギーの投入や排出を定量的に求める手法であり、カーボンフットプリントを計算することができます²⁾（図3）。

では、LCAでCO₂排出量などの計算がどの

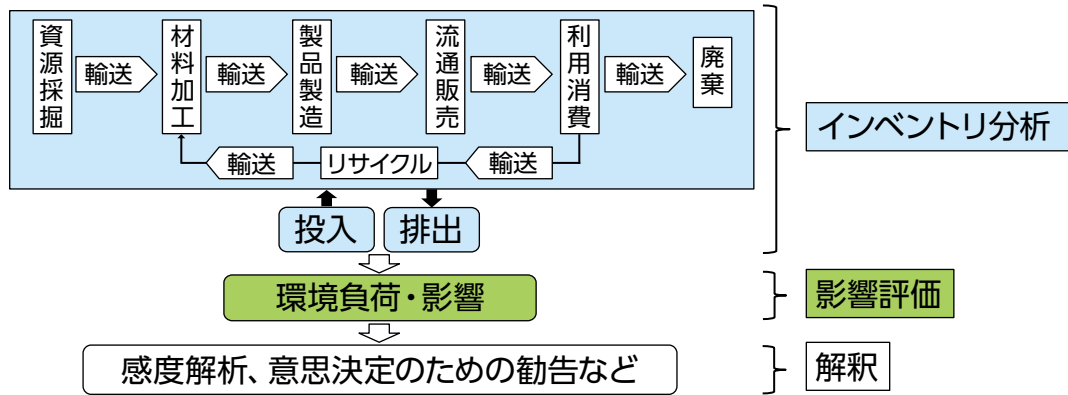


図3 LCA手法

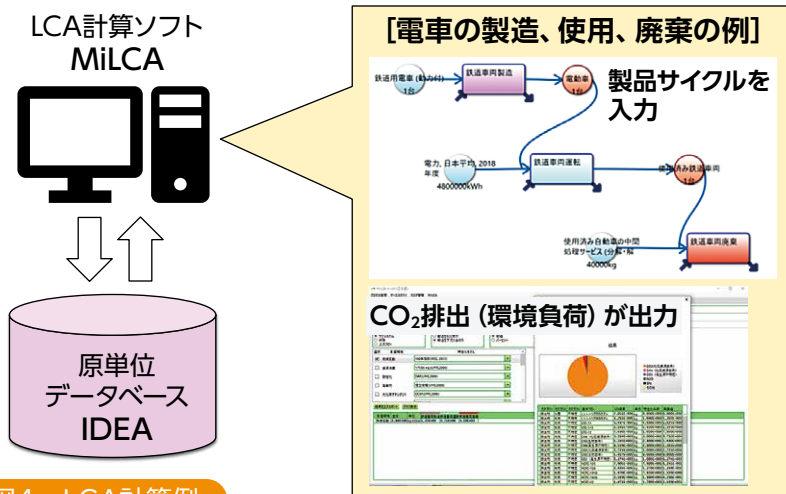


図4 LCA計算例

☞ MiLCA

開発：産業環境管理協会，名称：LCAシステムMiLCAver.3，参照：MiLCAガイドブック

☞ IDEA

開発：産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA研究グループ，産業環境管理協会，名称：LCIデータベース IDEA version 3.1

ように行われるか，電車を例に計算のイメージを説明します(図4)。図では，市販の計算ソフト(MiLCA[☞])と日本標準の原単位データベース(IDEA[☞])を使用しています。

- ①まずはじめに製品サイクルを入力します。電車の製造，使用(運行)，廃棄をライフサイクルとしました。
- ②計算ソフトは製品サイクルをプロセスごとに分け，それぞれのプロセスで原単位データベースを参照します。原単位データベースには，プロセスや材料ごとに物質やエネルギーの投入量や排出量が記録されています。
- ③参照したデータを積算し，最終的に，ライフサイクルでの投入排出量を出力します。この例では，電車を30年間使用した場合の環境負荷として，製造，運行，廃棄の各段階でCO₂排出が何トンであったかといった評価値が算出されます。

計算ソフトは原単位データを参照し乗算加算

をおこなうもので，原単位データベースがとても重要であることがわかります。

カーボンニュートラルとライフサイクルアセスメント

LCAは，CO₂排出の計算だけに限った手法ではありませんが，CO₂の足跡を追うにはLCAは欠かせません。カーボンニュートラル実現に向けては，技術開発，国の施策，国民の意識の改善などが必要でありましたが，計画を立てて，結果を評価するには，LCAが必須となります。このように，脱炭とLCAは切っても切れない関係にあります。

(長谷川均，池田遼平/企画室)

文献

- 1) 内閣官房他：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略，<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html> (入手：2022.9.20)
- 2) 石井久他監修：ライフサイクルアセスメント—インベントリ分析&適用事例—，産業環境管理協会，2001.5