

2021（令和3）年1月8日（金曜日）第8033号

新年特集号

# 「カーボンリサイクル社会構築に向けて ―後編―

Towards a Carbon Recycling Society

一般財団法人 エネルギー総合工学研究所  
プロジェクト試験研究部

炭素循環エネルギーグループ部長

橋崎 克雄

Katsuo Hashizaki

4. グリーン社会実現の鍵となるカーボンリサイクル
5. カーボンリサイクルエネルギーシステム
6. エネルギーキャリアとCO<sub>2</sub>輸送問題
7. まとめ

#### 4. グリーン社会実現の鍵となるカーボンリサイクル

前述したように、現在の水素基本戦略や、CCS導入計画だけでは、50年度にカーボンニュートラル状態、ましてや80%削減の達成自体もおぼつかない。この実現のためには、カーボンリサイクルという概念を取り入れたCCU技術に取り組むことが重要であることは2章に記した。図5にカーボンリサイクル社会のイメージ図を示す。

毎年排出される多くのCO<sub>2</sub>は、リサイクルなどをしなければ大気中のCO<sub>2</sub>濃度をますます上昇させることになる。その多くは化石燃料の燃焼によるエネルギー利用に因るところが大きい。

「エネルギーリサイクル利用」側では、火力発電などから排出される高濃度CO<sub>2</sub>を回収し、再エネを利用してメタン、メタノールなどの燃料に転換し再利用する。このループは、大量のCO<sub>2</sub>を早く人為的にリサイクル(ACC=Anthropogenic Carbon Cycle)させるルートである。一部は、自動車用などに利用され大気放出されることから、空気中から直接CO<sub>2</sub>を回収するDAC(Direct Air Capture)などによりCO<sub>2</sub>を回収しなければならない。

「直接・化成品リサイクル利用」側では、コンクリート

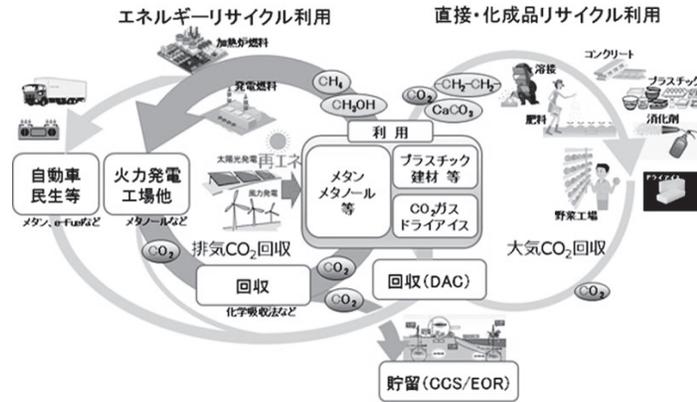


図5 カarbonリサイクル社会のイメージ図

この前者の「エネルギーリサイクル利用」こそが、カーボンリサイクルによるエネルギー供給システムに相当するものであり、カーボンリサイクル社会の根幹を成すものである。その特長は、あくまでも既存のエネルギー供給社会インフラを極力活用し、カーボンニュートラル社会の早期実現を図るうとするものである。

にCO<sub>2</sub>を吸収させる炭酸塩化固定が有望であろう。溶接は直接大気にCO<sub>2</sub>が放出されること、肥料・プラスチックなどは、一旦CO<sub>2</sub>は固定されるものの、長い月日を経て再び大気に出されることから、いずれもDACによりCO<sub>2</sub>を回収しなければならぬ。ここではCO<sub>2</sub>固定期間という、また別の尺度による評価が必要となる。こちらのループは、エネルギーリサイクル利用に比べれば少量のCO<sub>2</sub>を人為的にリサイクルさせるループであり、実際の総CO<sub>2</sub>排出量に対し規模感が伴わないのが実情であろう。

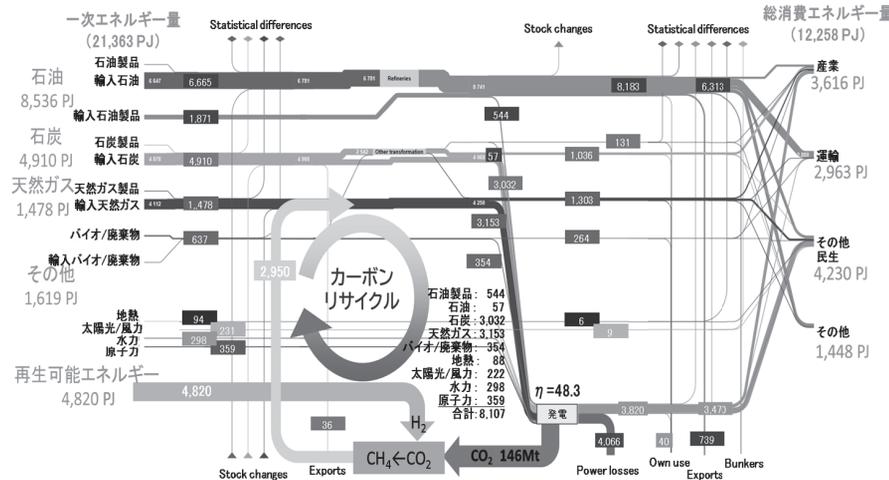


図6 カーボンリサイクルエネルギーシステム (CO<sub>2</sub>/メタン)

### 5. カーボンリサイクルエネルギーシステム

カーボンリサイクルによるエネルギー供給システム、いわゆるカーボンリサイクルエネルギーシステムには、既存の社会インフラを考えれば2パターンが考えられる。

一つは図6に示すCO<sub>2</sub>/メタンの場合、もう一つが図7に示すCO<sub>2</sub>/メタノールの場合である。

前者の場合、発電による天然ガス由来のCO<sub>2</sub>排出量は年間1億4600万tで、これを水素で再燃料化した時のメタン(CO<sub>2</sub>フリーメタン)合成量は5300万t(2950PJ相当)と計算される。この時、水素製造に必要な再生エネルギー量は4820PJとなる。後者の場合、発電による石炭由来のCO<sub>2</sub>排出量は年間2億7500万tで、これを水素で再燃料化した時のメタノール(CO<sub>2</sub>フリーメタノール)合成量は2億(4540PJ相当)と計算される。この時、水素製造に

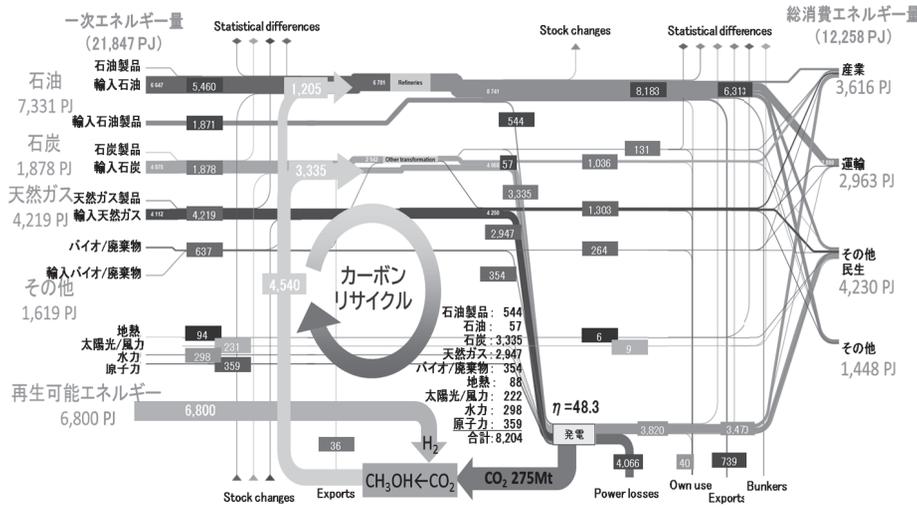


図7 カーボンリサイクルエネルギーシステム (CO<sub>2</sub>/メタノール)



船の仕様も載せた。

炭化水素系燃料は、1隻の輸送エネルギー量が大きく、輸送効率のよさが際立っており、液体水素船、アンモニア船の4〜5隻分のエネルギーを1隻で輸送可能なのである。しかも、メタンは既存のLNG船が輸送に利用可能であり、GTCにそのまま燃料利用できる。メタノールは、将来流通が減る原油に代わり、大型タンカーが輸送利用可能であり、既存の石油、石炭焚きボイラに混焼利用できる。両者ともその混焼率を上げることによって一次エネルギー消費量(天然ガス、石炭)を大幅に削減することが可能である。

問題は、これら炭化水素系燃料には、CO<sub>2</sub>回収装置が必要であること、エネルギーを運ばないCO<sub>2</sub>輸送船が必要なことに対する評価であろう。CO<sub>2</sub>回収装置については、水素インフラを新たに整えることに比べれば遥かに投資額は小さく、しかも早期に対応可能である。CO<sub>2</sub>輸送船については、その設計仕様は、実はアンモニア船と酷似している。50年時点においても現実論的にはCO<sub>2</sub>の排出源が存在せざるを得ないことが考えられる。そこで、この両者兼用船を建造し、国内から海外に向かう時にはCO<sub>2</sub>を輸送し、海外から国内に帰港するときはアンモニアを輸送するという活用法が考えられる。輸送仕様の類似物は兼用設計とし、少しでも社会インフラ投資のリスク軽減に努めようという訳である。

この新しい考え方であるカーボンリサイクルシステム、アンモニア供給システムを組合わせた「ACC with NH<sub>3</sub>」エネルギーシステムの構想図を図8に示す。海外相手国は、再エネ資源量の豊富なオーストラリアを想定した。

このシステムを構成するために必要な技術は、ほぼすべ

てが既存技術の延長線上にあるものであり、新たに開発する新技术を必要としないため、開発リスクのハードルも非常に低い。あと必要なものは、実証プラントの建設、実機運用による経験の蓄積、およびこれら開発を後押しする施策の立案・推進のみである。

## 7. まとめ

我が国も菅総理の所信表明演説以降、法制化による決意表明までしようとしている。各企業の動きが活発化する中、30年代半ばのガソリン車新車販売の禁止、およびカーボンプライシング導入の本格的な検討も始まるうとしていいる。こうなると水素自動車についてはもはやインフラ整備が間に合わないのではなからうか。実現にはハイブリット車、電気自動車などの電動車に頼らざるを得ない。本稿で解説したように、その電源は太陽光発電との適性が最も高い、近い将来、かつて太陽光がその価格の高さを打ち消すために住宅とセット販売されていたように、次は、住宅、太陽光、さらに電気自動車が家電製品のように

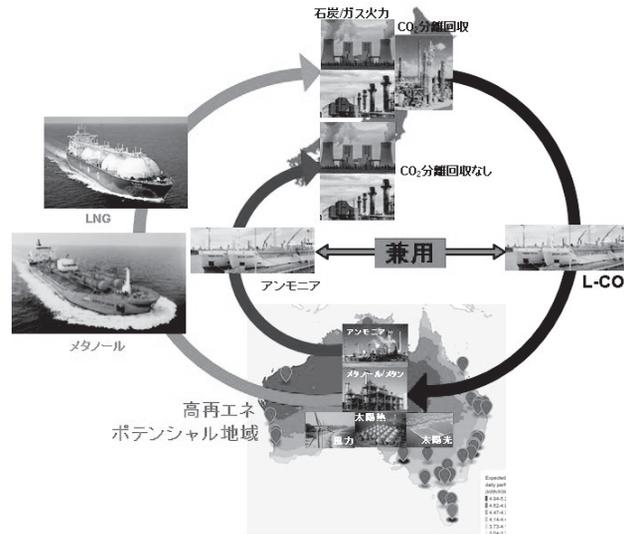


図8 ACC with NH<sub>3</sub> エネルギーシステム構想

セット販売される日が来るかもしれない。マンションには、カーシェアリングの電気自動車やセット販売され、電気自動車単体の価格の高さを感じさせないようにする。

これは太陽光の普及拡大につながることもなるし、太陽光発電電力の自家消費により系統安定化対策やBCP対策にもなる。ハイブリット車には、カーボンリサイクルにより合成されたCO<sub>2</sub>フリーメタン、CO<sub>2</sub>フリーメタンノールを混合し、少しでもCO<sub>2</sub>排出量の削減に努める。そして、一次エネルギー源である石油、石炭は、カーボンリサイクルにより合成されたCO<sub>2</sub>フリーメタン、CO<sub>2</sub>フリーメタンノール、およびアンモニアに代替していく。

当然、風力発電も活用すべきである。しかし、それだけでは我が国の一次エネルギー消費量を賄うことはできないことが、エネルギーフローから明らかであり、カーボンリサイクルエネルギーシステムの構築は必須であろう。

すべては、本稿に記載したような一次エネルギーフローを押さえ、定量的、かつエネルギーバランスの取れた具体的CO<sub>2</sub>排出削減対策を立案していくことが重要なのである。

私の主催する「ACC技術研究会」の会員も増え、相談も多くなった。我が国のカーボンリサイクル社会、カーボンニュートラル社会構築に向け一緒に考えていければ幸いである。

(おわり)

【著者略歴】橋崎克雄(はしぎきかつお)

広島大学院院移動現象工学修士課程修了。九州大学院院総合理工学府博士課程修了、博士(工学)。86年三菱重工業入社。15年京都大学産官学連携本部、特定研究員。16年(一財)エネルギー総合工学研究所出向、現在、同研究所プロジェクト試験研究部炭素循環エネルギーグループ部長。