

社会動向レポート

# CO<sub>2</sub>有効利用(CCU)の国内外の動向

グローバルイノベーション&エネルギー部  
エネルギービジネスチーム  
コンサルタント 野原 珠華

気候変動問題を解決するイノベーション技術として注目を集める「CO<sub>2</sub>有効利用(CCU)」について、その概要や課題、最近の政策動向や技術動向、各企業の取り組みなどを紹介する。

## 1. CCU とは？

### (1) CCU の意義

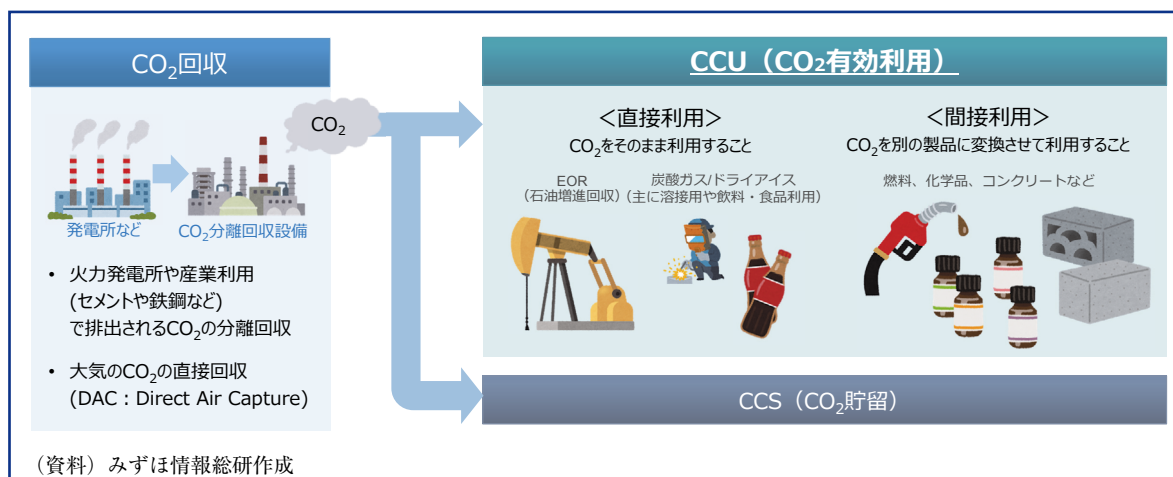
近年、地球温暖化の原因と言われている二酸化炭素(以下 CO<sub>2</sub>)を削減するだけでなく、発電や産業で排出される CO<sub>2</sub>や大気中の CO<sub>2</sub>を回収し、回収した CO<sub>2</sub>を利用もしくは地中に貯留する技術「CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)」が注目されている。CCS (Carbon dioxide Capture and Storage : CO<sub>2</sub>回収・貯留)は、CO<sub>2</sub>を大量に削減できる手段として長年研究されており、最近では年間100万トン以上の CO<sub>2</sub>を回収・貯留する大規模プロジェクトも進んでいる。CCS と同様に長年研究され

ている CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization : CO<sub>2</sub>回収・利用)も、最近では気候変動問題を解決するイノベーション技術として注目を集めるようになった。

CCU は、従来の化石燃料由来の燃料や化学品等の製品を、CO<sub>2</sub>を原料として製造した製品へと置き換えることで低炭素化を図ることができる。さらに、CO<sub>2</sub>を耐久性のある素材に変えれば CO<sub>2</sub>を長期間固定でき、固定している期間は CO<sub>2</sub>ゼロ排出といえる。

低炭素化以外にも、国内で CO<sub>2</sub>や水素を調達すれば、輸入に頼る石油等の代替品を国内で製造できるようになるため、エネルギー供給の安定化に繋がるメリットがある。また、基本的に

図表1 CCU の概念図



は既存製品の代替品を製造するため、既にあるインフラやサプライチェーンをより低炭素な形で活用できる。さらに、最終的に何かしらの製品が作られるため、販売することで収入が得られたり、様々なステークホルダーを巻き込みながら新たなビジネスを創出する可能性も秘めている。

## (2)国内外のCCUに関連する政策動向

CCUは、特に欧州・米国で先進的に取り組まれている。欧州は、2016年に提案した“A Clean Planet for all”で2050年までに正味ゼロエミッションの達成を明示しているが、目標達成に向けた気候変動対策の重要技術として、再生可能エネルギーを利用して水から水素を製造する「Power-to-X技術」が取り上げられている。また、Power-to-X技術で作られた水素をCO<sub>2</sub>と反応させて、メタンなどのカーボンニュートラルな代替製品に変換することにも言及されている。特に、エネルギー形態を電気から燃料へ変換することで、産業・運輸分野など、Power-to-X技術の適用分野の拡大を目指しており、コスト削減を目指し実証事業が進められている。米国では、気候変動対策よりもエネルギーセキュリティの観点から幅広いCCUを検討しており、Power-to-X技術以外にも、CO<sub>2</sub>と水から太陽エネルギーを活用する形で化学品を合成する人工光合成や、微生物やそれが生産する酵素を用いた変換などの基礎研究を含む研究開発や実証試験が実施され、これらの事業向けの補助金制度も整備されている。

日本では、2019年1月に安倍首相がダボス会議で「経済成長と環境の好循環」を実現するイノベーションとしてCCUへの意欲を示してから、経済産業省がCO<sub>2</sub>を炭素資源と捉えて再利用する「カーボンリサイクル」というコンセプトを推進し始めた。同年2月には資源エネルギー

庁にカーボンリサイクル室が設置され、6月にはCCU技術の各分野で研究開発が必要な技術的な課題を整理した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」が公表されている。

カーボンリサイクル技術ロードマップでは、ポリカーボネートやバイオジェット燃料、道路ブロックなど、基礎技術が既に確立し水素が不要なものや高付加価値で代替が進みやすいものに関しては2030年頃からの普及を目指し、オレフィンやベンゼン、トルエン、キシレンなどの化学品、燃料、汎用コンクリート製品等、技術は現段階で未確立だが実現した場合CO<sub>2</sub>利用量が多いものに関しては2050年頃からの普及を目指し技術開発を進めるとしている。

また、環境省も2018年より「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業」を開始し、CO<sub>2</sub>資源化を実現するための課題を整理し、炭素循環社会モデルの構築することでCCU普及を目指す事業を進めている。

## (3) CCUの主な用途について

CCUは主に「直接利用」と「間接利用」とに大別される(図表2を参照)。直接利用はCO<sub>2</sub>をそのまま利用することを、間接利用はCO<sub>2</sub>を何らかの製品に変換させて利用することを指す。

直接利用では、CO<sub>2</sub>を産業ガスとして溶接用シールドガスや炭酸水などの飲料・食品分野、医療分野で利用したり、ドライアイスにして生鮮食品の冷温保管・輸送などで利用したりする。また、枯渇油田に圧入して油田の残存原油を回収するEOR(Enhanced Oil Recovery)で利用されることも多い。

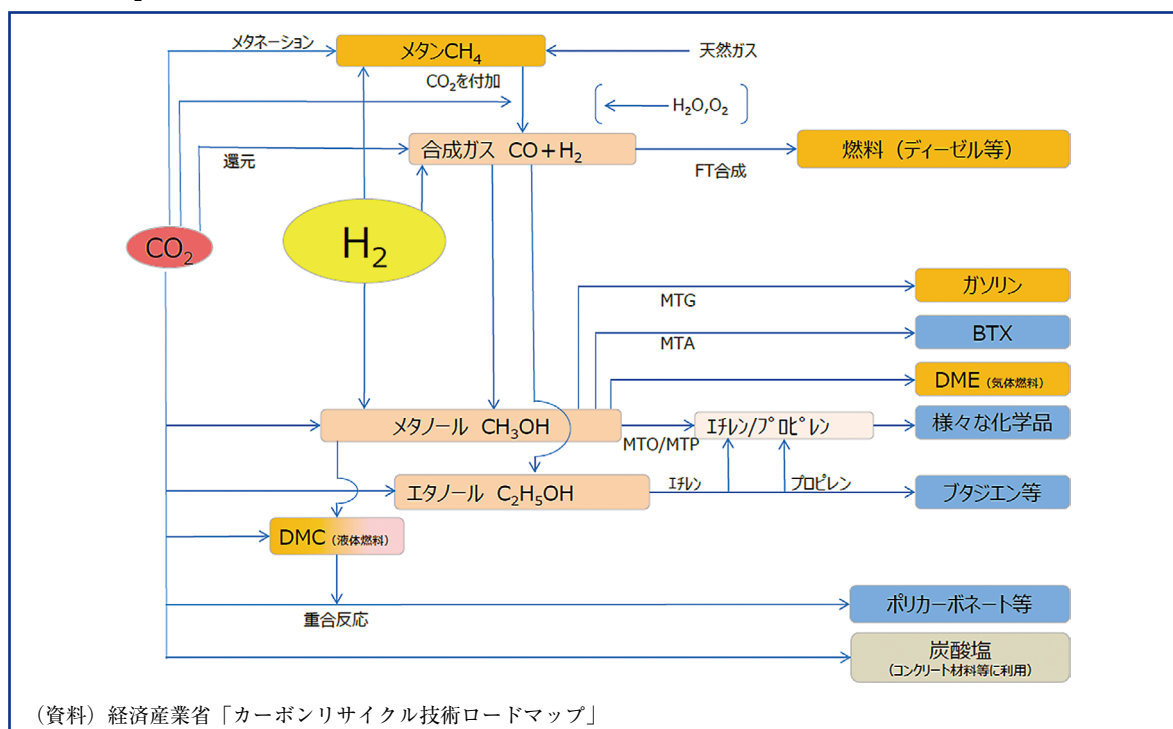
間接利用では様々な物質に変換させて利用する(図表3を参照)。CO<sub>2</sub>をメタンやメタノール、エタノール等に変換させて燃料や化学品として利用したり、CO<sub>2</sub>を炭酸カルシウムに変換しセメントの原料として利用したりする。また、コ

図表2 CCUの用途と各技術ステージの概観(●が各技術ステージの現時点を表す)

利用方法	用途		研究開発	実証	実用化/商用化
直接利用	EOR	石油増進回収			●
	炭酸ガス/ドライアイス	飲料・食品、溶接用シールドガスなどの産業ガス			●
間接利用	化学品・燃料	メタノール、メタンなど		● ※一部商用化	
	(参考)人工光合成	触媒	●	2020年以降	2030年以降
	鉱物	コンクリート、骨材、炭酸塩、重曹など			●
	ポリマー	ポリカーボネートなど			●
	バイオ由来化学品・燃料	バイオ燃料、天然色素、サプリメント、プロテイン、飼料・肥料など		● バイオ燃料	● 化学品系
その他	炭素繊維など	●			

(資料) 各種文献よりみずほ情報総研作成

図表3 CO<sub>2</sub>から化学品・燃料等になるまでのフロー図



ンクリート製造時に CO<sub>2</sub>を吹き込むことで強度の高いコンクリートに仕上げたり、バイオマス由来の化学品や燃料の原料となる藻類などの成

長効率を、CO<sub>2</sub>を吹き込むことで向上させたりなど、間接利用における用途は多岐にわたる。

## 2. 国内外のCCUに関連するビジネスや取り組みの紹介

### (1) 化学品

CO<sub>2</sub>から製造できる化学品およびその基幹物質となるものに、メタノールやエタノールが挙げられる。メタノールやエタノールはそのまま発電用燃料や輸送用燃料として利用したり、エチレンやプロピレン、さらに様々な化学品に合成して利用したりすることができる。

CO<sub>2</sub>のメタノールやエタノールへの変換で商業化に至っているプロジェクトは少ないが、アイスランドの Carbon Recycling International (以下 CRI) は同国レイキャビク南方で世界初のCO<sub>2</sub>からのメタノール生産プラントを2012年から商業稼働している。同企業が運転しているプラントは、地熱発電由来の電力で水電解した水

素と、地熱発電の随伴ガスである年間5,500トンCO<sub>2</sub>から、年間4,000トンのメタノールを製造して「Vulcanol」という商品名で売り出している。

CRIはCO<sub>2</sub>からのメタノールを製造し販売するだけでなく、その製造技術「Emissions-to-Liquids」を普及させる取り組みも行っている。CRIは、欧州における研究および革新的開発を促進するための研究・イノベーション枠組み計画である「Horizon2020」の一環として、180万ユーロ(約2億1,600万円、1ユーロ=120円で換算)の支援を受け、大規模メタノール生産プラントの商業化を加速し欧州内での再生可能メタノールの市場を拡大していくため、「CirclEnergy」と呼ばれるプロジェクトを進めている。

CRIの市場拡大は欧州内にとどまらない。中国河南順成集団がCRIと技術契約を締結し、中国の河南省安養市にCRIの技術を用いたプラン

図表4 CCUによる化学品製造に関連する取り組みを行う企業例

企業名	所在地	CCU関連の取り組みの概要
Carbon Recycling International (※1、※2)	アイスランド	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界初のCO<sub>2</sub>からのメタノール生産プラントを2012年から商業稼働。年間4,000トンの再生可能メタノールを「Vulcanol」という商品名で販売。</li> <li>メタノール製造技術「Emissions-to-Liquids」を普及。欧州のHorizon2020のもと「CirclEnergy」プロジェクトで再生可能メタノール製造の大規模化を進める。</li> <li>上記技術を中国の企業にも提供。</li> </ul>
株式会社東芝(※3)	日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境省事業の1つとして、人工光合成の実証事業を行う。水電解による水素と火力発電所の排ガスからのCO<sub>2</sub>でメタノールを製造。</li> </ul>
三菱日立パワーシステムズ株式会社(※4)	日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>苫小牧のCO<sub>2</sub>回収設備からのCO<sub>2</sub>からメタノールを1日20トン合成するプラントを設置することを想定した調査事業を開始。</li> </ul>
三菱重工エンジニアリング株式会社(※4)	日本	
三菱ガス化学株式会社(※4)	日本	

(※1) Carbon Recycling International ホームページ (<https://www.carbonrecycling.is/>) (最終検索日：2020年9月11日)  
(※2) Carbon Recycling International 2019年5月22日付プレスリリース (<https://www.carbonrecycling.is/news-media/co2-to-methanol-plant-china>) (最終検索日：2020年9月11日)  
(※3) 株式会社東芝「2018年度CCUSの早期社会実装会議 多量二酸化炭素排出施設における人工光合成技術を用いた地域適合型二酸化炭素資源化モデルの構築実証」([http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4\\_3\\_CCUS\\_Utilization\\_TOSHIBA.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4_3_CCUS_Utilization_TOSHIBA.pdf)) (最終検索日：2020年9月11日)  
(※4) 三菱重工株式会社 2020年3月31日付プレスリリース <https://www.mhi.com/jp/news/story/20033102.html> (最終検索日：2020年9月11日)

(資料) みずほ情報総研作成

トを建設するという。このプロジェクトの総費用は約9,000万米ドル(約96億円、1米ドル=107円で換算)と見積もられており、年間約15万トンのCO<sub>2</sub>から年間約18万トンのメタノールとLNGを製造する予定である。

日本でもCO<sub>2</sub>からメタノールを製造するプロジェクトが始まっている。1-(2)政策動向で述べた環境省の事業において、株式会社東芝が太陽光発電による水電解から製造した水素と火力発電所の排ガスからのCO<sub>2</sub>でメタノールを製造する人工光合成の実証事業を2018年より開始している。また、三菱日立パワーシステムズ株式会社、三菱重工エンジニアリング株式会社、三菱ガス化学株式会社は、苫小牧にあるCO<sub>2</sub>回収設備からのCO<sub>2</sub>と、製油所から発生する副生水素と水電解装置により発生させた水素を原料として、メタノールを1日20トン合成するプラントを設置することを想定した調査事業を2020年3月より始めている。

## (2)燃料

CO<sub>2</sub>は、メタネーションと呼ばれる技術によっ

て水素と反応させてメタンに変換させたり、還元反応によって合成ガス(COと水素の混合ガスのこと)を製造させたりすることができる。合成ガスは、フィッシャー・トロプシュ合成と呼ばれる反応によって、軽油やアルコール、オレフィンといった製品へと変換することができる。メタンはそのまま都市ガスとして、軽油はそのまま輸送用燃料として利用できるなど、CO<sub>2</sub>から既存製品の代替品を作ることは、既にあるインフラやサプライチェーンを有効活用できる面で大きなメリットがあるといえる。

海外でも上記のメリットに注目して、各国でメタネーション技術開発が進んでいる。その代表例として「Store&Go」プロジェクトが挙げられるが、Horizon2020の支援を受け27機関が欧州内の3地点においてPower-to-Gasの実証を行うプロジェクトである。プロジェクト期間は約4年間であり、総事業費は2,800万ユーロ(約33億円)に上り、ドイツのFalkenhagen、スイスのSolothurn、イタリア南部のTroiaに実証サイトが設けられている。本プロジェクトの目的は、「パリ協定」の目標達成に向け、メタネー

図表5 CCUによる燃料製造に関連する取り組みを行う企業・プロジェクト例

企業・プロジェクト名	所在地	CCU関連の取り組みの概要
Store&Go(プロジェクト) <sup>(※5)</sup>	ドイツ スイス イタリア	・Horizon2020のもと、27機関がP2Gの実証を行うもの。実証サイトはドイツのFalkenhagen、スイスのSolothurn、イタリア南部のTroiaに設けられている。それぞれの地域特性に合わせた再エネやCO <sub>2</sub> の調達をしている。
国際石油開発帝石株式会社 <sup>(※6)</sup>	日本	・自社のガス田で排出されているCO <sub>2</sub> からメタンを製造し、都市ガスとして再利用する国内初の事業を2019年より始めた。年間50トンのメタンを都市ガスに混ぜ家庭や産業向け供給する構想となっている。
日立造船株式会社 <sup>(※7)</sup>	日本	・メタネーション装置を保有。 ・環境省の事業の1つとして、清掃工場の排ガスからのCO <sub>2</sub> と再エネを利用した水電解による水素でメタンを製造する実証事業を行っている。

(※5) Store&Go ホームページ <https://www.storeandgo.info/> (最終検索日：2020年9月11日)  
 (※6) 国際石油開発帝石株式会社 2019年10月16日付プレスリリース <https://www.inpex.co.jp/news/assets/pdf/20191016.pdf> (最終検索日：2020年9月11日)  
 (※7) 日立造船株式会社「2018年度CCUSの早期社会実装会議 日立造船株式会社におけるCCU事業の取組」([http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4\\_1\\_CCUS\\_Utilization\\_Hitz.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4_1_CCUS_Utilization_Hitz.pdf)) (最終検索日：2020年9月11日)

(資料) みずほ情報総研作成

ションを含む Power-to-Gas のビジネスモデルを確立して商用化を加速することである。このプロジェクトの特徴は、それぞれの地域特性に合わせた再エネや CO<sub>2</sub>の調達をしているところで、例えば、スイスの実証サイトではアルプス地域の太陽光・水力発電の電力を活用し、イタリアの実証サイトでは地中海沿岸地域の風力発電などの電力をメタネーションに活用している。

国内でも、メタネーションの事業が始動している。国際石油開発帝石株式会社は、自社のガス田で排出されている CO<sub>2</sub>からメタンを製造し、都市ガスとして再利用する事業を2019年より始めた。CO<sub>2</sub>を再利用し都市ガスの原料製造を事業化するのには、国内では初めてであり、2019年8月に年間50トンの生産を開始しており、このメタンを都市ガスに混ぜ既存のガス導管経由で家庭や産業向け供給する構想となっている。

メタネーション装置は日立造船株式会社の技術で、1- (2)政策動向で述べた環境省の事業において、2018~2022年度の期間で、清掃工場の排ガスからの CO<sub>2</sub>と再エネを利用した水電解によって作られる水素でメタンを製造する実証事業を行い、メタネーション技術のモデル実証を行っている。

### (3)コンクリート

セメント業界における CCU は、CO<sub>2</sub>をセメントの原料の石灰石の主成分である炭酸カルシウムに変換したり、コンクリート製造時に CO<sub>2</sub>を吹き込むことで強度の高いコンクリートに仕上げたりなど、化学品や燃料と違い水素や CO<sub>2</sub>を変換させるための多量のエネルギーが不要である大きなメリットがある。そのため、様々な企業が上記技術やそれら技術によって作られる商品を開発している。

カナダのスタートアップ企業 CarbonCure Technologies は、2007年に設立されて以来、セメント製造で炭酸カルシウムを焼成する際に大量に排出される CO<sub>2</sub>をリサイクルしてコンクリートに注入する事業に取り組んでいる。同社は、既にコンクリート製造を行っている工場に追加で導入することができるため、従来の製造過程を変えることなく CO<sub>2</sub>削減対策ができるというメリットを打ち出している。

国内では、鹿島建設株式会社が「CO<sub>2</sub>-SUICOM<sup>®</sup>」という CCU によって製造されたコンクリートを商品化している。CO<sub>2</sub>-SUICOM<sup>®</sup>は鹿島建設株式会社、中国電力株式会社、デンカ株式会社、ランデス株式会社が共同開発した

図表6 CCU によるコンクリート製造に関連する取り組みを行う企業例

企業名	所在地	CCU 関連の取り組みの概要
CarbonCure Technologies (※8)	カナダ	・セメント製造で炭酸カルシウムを焼成する際に大量に排出される CO <sub>2</sub> をリサイクルしてコンクリートに注入する事業に取り組む。コンクリートの従来の製造過程を変えることなく CO <sub>2</sub> 削減対策ができるというメリットを打ち出している。
鹿島建設株式会社(※9)	日本	・「CO <sub>2</sub> -SUICOM <sup>®</sup> 」という CCU によって製造されたコンクリートを商品化している。CO <sub>2</sub> -SUICOM <sup>®</sup> は、特殊混和材により CO <sub>2</sub> 高濃度下で CO <sub>2</sub> を強制的に吸収・反応させ製造したコンクリート。既存のものに比べて大幅な CO <sub>2</sub> 排出量の削減効果が得られる。

(※8) CarbonCure Technologies ホームページ <https://www.carboncure.com/> (最終検索日：2020年9月11日)  
(※9) 鹿島建設株式会社「環境配慮型コンクリート「CO<sub>2</sub>-SUICOM<sup>®</sup> (シーオーツースイコム)」」 [https://www.kajima.co.jp/tech/c\\_eco/co2/index.html#!body\\_02](https://www.kajima.co.jp/tech/c_eco/co2/index.html#!body_02) (最終検索日：2020年9月11日)

(資料) みずほ情報総研作成

コンクリートで、コンクリートの主原料であるセメントの一部を、CO<sub>2</sub>と反応することでコンクリートを緻密化・硬化させる性質を持つ特殊混和材と置き換え、CO<sub>2</sub>高濃度下でCO<sub>2</sub>を強制的に吸収・反応させコンクリートを製造する。そのため、既存のコンクリートに比べて大幅なCO<sub>2</sub>排出量の削減効果が得られるという。CO<sub>2</sub>-SUICOM<sup>®</sup>は、舗装ブロックやフェンス基礎など土木分野の外構材料や、建物の天井など建築分野でも既に利用されている。

#### (4)ポリマー

CO<sub>2</sub>を原料としてポリマーを生成する技術は大学および企業で様々な技術の研究開発が進んでいる。CO<sub>2</sub>から生成されるポリマーは、主に温度によって液体または固体に形状を変化させることができる熱可塑性樹脂が多く、使い捨て容器などの汎用プラスチックとして利用されるポリエチレンや、電気・電子部品や衣料用繊維などの工業用プラスチックとして利用されるポリカーボネートなど、身近にある様々な製品での利用が期待できる。

海外では既にCCUのポリマーを商用化している企業がある。ドイツの化学メーカーCovestro AGは、同国ドルマゲンでCO<sub>2</sub>とプロピレンオキシドを反応させてポリマー原料であるポリオー

ルを年間5,000トン生産している。ポリオールは、装飾品、スポーツ用品、自動車部品など、多くの日用品に使われるポリウレタンの製造に使用される。Covestro AGのCO<sub>2</sub>を原料として生成されたポリオールとポリウレタンは、石油ベースで製造される既存のものと同程度の品質を満たしているという。

国内でも旭化成がCO<sub>2</sub>を原料にポリマーを製造する実証事業を2014年度～2016年度に行っていた。事業の主目的はポリカーボネートを毒性の強いホスゲンを使わずに安全なCO<sub>2</sub>を原料に製造することだったが、実証の過程で従来の製造プロセスに比べて省エネかつCO<sub>2</sub>排出量削減を実現できることが示されている。

#### (5)バイオマス由来製品

CO<sub>2</sub>を微細藻類などのバイオマスに吸収させ光合成を促進させることで増殖させ、それらを原料に燃料や化学品に変換させる技術もCCUの一つとして考えられている。欧州・米国でもバイオマス関連の研究や商品開発を行う企業は多くあるが、本節では佐賀市における取り組みを紹介したい。

佐賀市では、廃棄物がエネルギーや資源として価値を生み出しながら循環する都市「バイオマス産業都市さが」というコンセプトを進めて

図表7 CCUによるポリマー製造に関連する取り組みを行う企業例

企業名	所在地	CCU 関連の取り組みの概要
Covestro AG (※10)	ドイツ	・ドルマゲンでCO <sub>2</sub> とプロピレンオキシドを反応させてポリマー原料であるポリオールを年間5,000トン生産。CO <sub>2</sub> を原料として生成されたポリオールとポリウレタンは、石油ベースで製造される既存のものと同程度の品質を満たしているという。
旭化成株式会社 (※11)	日本	・CO <sub>2</sub> を原料にポリカーボネートを製造する実証事業を2014年度～2016年度に行っていた。

(※10) Covestro AG “CO<sub>2</sub> as a raw material” <https://www.covestro.com/en/company/strategy/attitude/co2-dreams> (最終検索日：2020年9月11日)  
 (※11) 旭化成株式会社 2017年8月7日付プレスリリース <https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2017/ch170807.html> (最終検索日：2020年9月11日)  
 (資料) みずほ情報総研作成

図表8 CCU によるバイオマス由来製品製造に関連する取り組みを行う企業例

企業名	所在地	CCU 関連の取り組みの概要
佐賀市 <sup>(※12)</sup>	日本	・廃棄物がエネルギーや資源として価値を生み出しながら循環する都市「バイオマス産業都市さが」というコンセプトを進めている。 ・その取り組みの1つとして清掃工場の排ガスから CO <sub>2</sub> を分離回収し、その CO <sub>2</sub> を利用する事業を進めている。
株式会社アルビータ <sup>(※13)</sup>	日本	・佐賀市の回収した CO <sub>2</sub> をヘマトコッカスという微細藻類の培養生産に利用している。ヘマトコッカスから抽出するアスタキサンチンから、サプリメントとスキンケア商品の販売を2019年より開始している。
グリーンラボ株式会社 <sup>(※14)</sup>	日本	・佐賀市の CO <sub>2</sub> と、清掃工場からの廃熱を利用し、バジル生産を行う植物工場(スマートアグリファクトリー)を2019年7月より本格稼働している。

(※12) 佐賀市ホームページ「二酸化炭素分離回収設備について」 <https://www.city.saga.lg.jp/main/44494.html> (最終検索日：2020年9月11日)

(※13) 株式会社アルビータホームページ <https://www.alvita-saga.com/> (最終検索日：2020年9月11日)

(※14) グリーンラボ株式会社 2019年6月27日付プレスリリース [https://green-lab.co.jp/2019-06-27\\_SAGASAF.pdf](https://green-lab.co.jp/2019-06-27_SAGASAF.pdf) (最終検索日：2020年9月11日)

(資料) みずほ情報総研作成

おり、その取り組みの1つとして清掃工場の排ガスから CO<sub>2</sub>を分離回収し、その CO<sub>2</sub>を利用する事業を進めている。

回収した CO<sub>2</sub>は現在、株式会社アルビータが行う藻類培養事業と、グリーンラボ株式会社が行うバジル栽培事業で利用されている。株式会社アルビータは、CO<sub>2</sub>をヘマトコッカスという微細藻類の培養生産に利用している。ヘマトコッカスからは老化の原因になる活性酸素を抑制する働きがあるアスタキサンチンを抽出でき、サプリメントとスキンケア商品の販売を2019年より開始している。グリーンラボ株式会社は、清掃工場からの CO<sub>2</sub>と、同じく清掃工場からの廃熱を利用し、バジル生産を行う植物工場(スマートアグリファクトリー)を2019年7月より本格稼働している。

佐賀市での事業は、CO<sub>2</sub>を有効活用することでその地域に新たな産業が生み出されており、CCUによる CO<sub>2</sub>削減への貢献だけでなく、周辺の地域活性化にもつながっている意義が大きいと考えられる。

### 3. おわりに

2章で様々な CCU に関連するビジネスや取り組みを紹介したが、CCU にはまだ課題が多い。

1つ目は経済性である。CCU は、CO<sub>2</sub>を使って製造した製品を最終的に商品として売れるため収入が期待できるものの、製造コストが高く、既存製品にコスト面での優位性を持つことが難しい。コストダウンを図るなら、CO<sub>2</sub>分離回収コストや水素調達コスト、その他製造コストなどにおけるコスト削減が必要となる。

なお、海外では個人の環境対策への意識に注目し、出資を促すビジネスに取り組む企業がある。大気中の CO<sub>2</sub>を直接回収する技術(Direct Air Capture : DAC)を保有するスイスの企業 Climeworks は、世界で初めて DAC で回収した CO<sub>2</sub>の地中鉱物への固定に対して個人が出資できるサービスを商用化している。出資額は月7ユーロ(約840円)からで、CO<sub>2</sub>は1人年間85kg から600kg まで回収でき、個人のカーボンフットプリントの削減や、長時間のフライトで発生する CO<sub>2</sub>を代わりにこのサブスクリプションで削



減できることを商品価値として売り出している。今後、企業だけではなく個人の気候変動問題に対する意識が高まっていくことも考えられ、単なる「コスト」だけではなく「環境価値」も含めて経済性を評価すると、ビジネスとして成り立つ可能性があると考えられる。

2つ目の課題としてはライフサイクルにおけるCO<sub>2</sub>収支やエネルギー収支である。CO<sub>2</sub>は安定した物質であり、一般的に変換に大量のエネルギーを必要とするため、化石燃料由来のエネルギーを使用した場合、CO<sub>2</sub>排出量が増加する可能性がある。また、ドライアイスや炭酸ガスとしての利用は、他のCO<sub>2</sub>排出活動を代替することができず、短期間でCO<sub>2</sub>が大気に放出されるため温暖化対策としての意義は低い。

CCUは、大量に存在し排出削減のニーズの高まっているCO<sub>2</sub>を資源にできるため魅力的なオプションである一方、サプライチェーン全体のライフサイクルで評価してCO<sub>2</sub>が削減されているのか、必要なエネルギーを低炭素かつ安定的にどのように調達するのか、コスト競争力があるか等を見極める必要がある。適切にCO<sub>2</sub>を有効利用できれば、飛行機や船舶といった電化が難しいところや製造プロセスでCO<sub>2</sub>の排出が避けられないところなど、省エネルギー対策や再生可能エネルギーの利用だけでは気候変動への対応が難しいところを補う役目を、CCUが担っていくことができると考えられる。

#### 参考文献

1. 環境省「2018年度 CCUS の早期社会実装会議 環境省 CCUS 事業の概要」  
[http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/1-2\\_MOE\\_CCUS\\_gaiyo.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/1-2_MOE_CCUS_gaiyo.pdf)（最終検索日：2020年9月11日）
2. European Commission “A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy (2018)”（最終検索日：2020年9月11日）
3. U.S.Department of Energy “Carbon Capture, Utilization, and Storage: Climate Change, Economic Competitiveness, and Energy Security (2016)”

4. 経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ」  
[https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/Carbon%20Capture%2C%20Utilization%2C%20and%20Storage--Climate%20Change%2C%20Economic%20Competitiveness%2C%20and%20Energy%20Security\\_0.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/Carbon%20Capture%2C%20Utilization%2C%20and%20Storage--Climate%20Change%2C%20Economic%20Competitiveness%2C%20and%20Energy%20Security_0.pdf)（最終検索日：2020年9月11日）
5. Carbon Recycling International ホームページ  
<https://www.carbonrecycling.is/>（最終検索日：2020年9月11日）
6. Carbon Recycling International 2019年5月22日付プレスリリース  
<https://www.carbonrecycling.is/news-media/co2-to-methanol-plant-china>（最終検索日：2020年9月11日）
7. 株式会社東芝「2018年度 CCUS の早期社会実装会議 多量二酸化炭素排出施設における人工光合成技術を用いた地域適合型二酸化炭素資源化モデルの構築実証」  
[http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4\\_3\\_CCUS\\_Utilization\\_TOSHIBA.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4_3_CCUS_Utilization_TOSHIBA.pdf)（最終検索日：2020年9月11日）
8. 三菱重工株式会社 2020年3月31日付プレスリリース  
<https://www.mhi.com/jp/news/story/20033102.html>（最終検索日：2020年9月11日）
9. Store&Go ホームページ  
<https://www.storeandgo.info/>（最終検索日：2020年9月11日）
10. 国際石油開発帝石株式会社 2019年10月16日付プレスリリース  
<https://www.inpex.co.jp/news/assets/pdf/20191016.pdf>（最終検索日：2020年9月11日）
11. 日立造船株式会社「2018年度 CCUS の早期社会実装会議 日立造船株式会社における CCU 事業の取組」  
[http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4\\_1\\_CCUS\\_Utilization\\_Hitz.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/2-4_1_CCUS_Utilization_Hitz.pdf)（最終検索日：2020年9月11日）
12. Carbon Cure Technologies ホームページ  
<https://www.carboncure.com/>（最終検索日：2020年9月11日）
13. 鹿島建設株式会社「環境配慮型コンクリート「CO<sub>2</sub>-SUICOM®（シーオーツースイコム）」」  
[https://www.kajima.co.jp/tech/c\\_eco/co2/index.html#!body\\_02](https://www.kajima.co.jp/tech/c_eco/co2/index.html#!body_02)
14. Covestro AG “CO<sub>2</sub> as a raw material”  
<https://www.covestro.com/en/company/strategy/attitude/co2-dreams>（最終検索日：2020年9月11日）
15. 旭化成株式会社 2017年8月7日付プレスリリース  
<https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2017/ch170807.html>

16. 佐賀市ホームページ「二酸化炭素分離回収設備について」  
<https://www.city.saga.lg.jp/main/44494.html> (最終検索日：2020年9月11日)
17. 株式会社アルビータホームページ  
<https://www.alvita-saga.com/> (最終検索日：2020年9月11日)
18. グリーンラボ株式会社 2019年6月27日付プレスリリース  
[https://green-lab.co.jp/2019-06-27\\_SAGASAF.pdf](https://green-lab.co.jp/2019-06-27_SAGASAF.pdf)  
(最終検索日：2020年9月11日)
19. Climeworks ホームページ  
<https://www.climeworks.com/> (最終検索日：2020年9月11日)