# 2.H.3 炭酸ガスの利用
# （Utilization of Carbonated Gas）（$CO_2$）

## 1．排出・吸収源の概要

### 1.1 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

我が国ではアンモニア工場や製油所等の各種産業から排出された $CO_2$ を回収し、液化炭酸ガス及びドライアイスとして精製・圧縮したうえで、溶接や保冷など様々な用途において活用しているが、基本的には使用時に大気中に再放出されていると考えられる。それら液化炭酸ガス及びドライアイスの製造・使用に伴う $CO_2$ 回収・利用量については、インベントリでは、各回収元の排出源の排出量からは回収量として差し引く一方、利用先において排出量として計上することとしている。

本カテゴリーでは、液化炭酸ガス及びドライアイスの利用に伴う排出のうち、他のカテゴリーに計上されない「ドライアイス」、「溶接」、「冷却」、「その他」の用途での炭酸ガスの利用に伴う排出量を計上対象とする。さらに、環境配慮型コンクリートによってコンクリート内部に固定された $CO_2$ のうち、産業用ガスとして流通している炭酸ガスを原料として製造された環境配慮型コンクリートへの $CO_2$ 固定分を本カテゴリーの排出量から控除している。

### 1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

炭酸ガスの利用からの合計 $CO_2$ 排出量は、1990 年度以降、概ね 700～800 kt-$CO_2$ の範囲内で安定して推移しており、特に顕著な増減傾向はみられない。用途別にみると、直近ではドライアイスが最も大きく、次いで溶接となっているが、ドライアイスは緩やかな減少傾向にあり、溶接用途との差異が縮小しつつある。

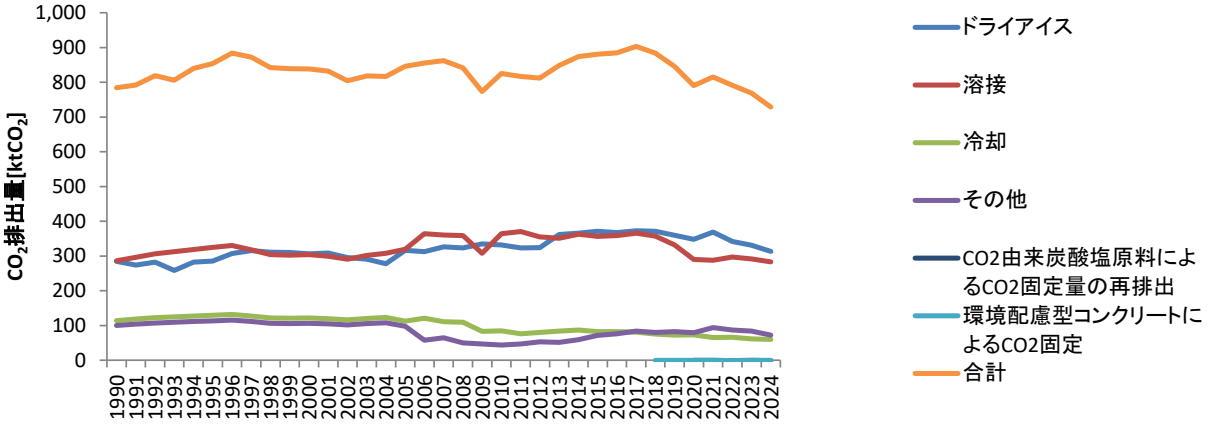



図 1　炭酸ガスの利用からの $CO_2$ 排出量の推移

## 2．排出・吸収量算定方法

ここでは、他カテゴリーも含む、温室効果ガスインベントリにおける $CO_2$ 回収・利用を反映した排出量の算定方法全般について記載する。本カテゴリーでは、下記算定方法によって算定された排出量のうち、「ドライアイス」、「溶接」、「冷却」、「その他」の排出量を計上し、さらに環境配慮型コ

ンクリートによる $CO_2$ 固定量のうち本カテゴリーから差し引くべき $CO_2$ 固定量を差し引いて最終的な排出量としている。

## 2.1 排出・吸収量算定式

$CO_2$ の回収が行われている排出源カテゴリーの排出量から回収量を控除し、控除した $CO_2$ の全量は、2006 年 IPCC ガイドラインの考え方に基づき、$CO_2$ が利用されるカテゴリーに漏れなく排出量として計上している（図 2）。

| | 排出量 [kt-$CO_2$]（回収・利用分除く） | | 回収量 [kt-$CO_2$] | | 利用量 [kt-$CO_2$] | | 排出量 [kt-$CO_2$]（回収・利用分含む） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.A.1.b. 石油精製 | 28,677 | − | 584 | + | 0 | → | 28,093 |
| 1.A.2.a. 鉄鋼製造 | 108,613 | | 22 | | 0 | | 108,591 |
| 2.B.1. アンモニア製造 | 1,342 | | 346 | | 0 | | 996 |
| 2.B.8.d. 酸化エチレン製造 | -29 | | 29 | | 0 | | -58 |
| 2.B.10.b. 化学産業その他 | 16 | | 0 | | 62 | | 77 |
| 2.C.1.f. 鉄鋼製造 | 4 | | 0 | | 44 | | 49 |
| 2.H.2. 食品・飲料産業 | 0 | | 0 | | 147 | | 147 |
| 2.H.3. ドライアイス | 0 | | 0 | | 313 | | 313 |
| 2.H.3. 溶接 | 0 | | 0 | | 283 | | 283 |
| 2.H.3. 冷却 | 0 | | 0 | | 60 | | 60 |
| 2.H.3. その他の炭酸ガスの利用 | 0 | | 0 | | 72 | | 72 |
| 合計 | 138,623 | | 981 | | 981 | | 138,623 |

図 2　炭酸ガスの利用における $CO_2$ 回収量・利用量の計上状況（2024 年度）

算定式に表すと以下のとおりとなる。

$$E = E_{ori} - R + U$$

$E$　：$CO_2$ の回収・利用を反映させた $CO_2$ 排出量［t-$CO_2$］
$E_{ori}$　：$CO_2$ の回収・利用分を除く $CO_2$ 排出量［t-$CO_2$］
$R$　：$CO_2$ 回収量［t-$CO_2$］
$U$　：$CO_2$ 利用量［t-$CO_2$］

## 2.2 排出係数

活動量（$CO_2$ 回収・利用量）を直接排出量に加減するため、排出係数は設定しない。

## 2.3 活動量

$CO_2$ 回収量・利用量は、日本産業・医療ガス協会とドライアイスメーカー会協力の下実施された液化炭酸ガスとドライアイスに関する $CO_2$ の直接利用実態の調査結果に基づき、以下のとおりに設定する。

### 2.3.1 $CO_2$ 回収量

液化炭酸ガス向け $CO_2$ 回収量は、$CO_2$ 利用量に等しいとみなし、日本産業・医療ガス協会による液化炭酸ガスの販売量データを使用し、データ欠損期間である 2009 年度以前については、日本産業・医療ガス協会による液化炭酸ガスの生産量データを用いて外挿した。

$CO_2$ 回収量の発生源別の内訳については、同じく、日本産業・医療ガス協会による液化炭酸ガスの発生源別生産量データに基づく発生源別構成比を用いて按分推計することとし、発生源別内訳が不明な 1990～1991、1993～1995、1998～1999、2001～2004、2006～2008、2010、2012、2014 年

度については、内訳が得られた年度の発生源別構成比から内挿補完で推計した。

ドライアイス向け $CO_2$ 回収量については、回収量が国内出荷量に等しいとみなし、ドライアイスメーカー会提供のドライアイス国内出荷量データを用いた。出荷量が不明な 2009 年度以前については、2010 年度の経済産業省「生産動態統計年報 化学工業統計編」における「炭酸ガス」生産量に対するドライアイス出荷量の比率を各年度の炭酸ガス生産量に乗じて推計した。ドライアイスの発生源別内訳は、液化炭酸ガス向け発生源別 $CO_2$ 回収量を用いて、各年度のドライアイス出荷量に、液化炭酸ガスにおける石油精製とアンモニア製造の発生源別構成比を乗じて推計した。

表 1　液化炭酸ガス・ドライアイス向け発生源別 $CO_2$ 回収量［t］

| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.A.1.b. 石油精製 | 376 | 377 | 386 | 383 | 402 | 412 | 430 | 527 | 499 | 487 |
| 1.A.2.a. 鉄鋼製造 | 70 | 81 | 94 | 96 | 98 | 100 | 101 | 93 | 87 | 86 |
| 2.B.1. アンモニア製造 | 434 | 435 | 446 | 439 | 458 | 466 | 484 | 387 | 384 | 393 |
| 2.B.8.d. 酸化エチレン製造 | 66 | 66 | 66 | 64 | 62 | 59 | 56 | 46 | 44 | 44 |

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.A.1.b. 石油精製 | 476 | 486 | 484 | 506 | 519 | 558 | 577 | 601 | 594 | 575 |
| 1.A.2.a. 鉄鋼製造 | 85 | 82 | 77 | 78 | 78 | 76 | 62 | 46 | 29 | 13 |
| 2.B.1. アンモニア製造 | 404 | 387 | 362 | 355 | 342 | 345 | 352 | 362 | 353 | 339 |
| 2.B.8.d. 酸化エチレン製造 | 45 | 46 | 46 | 49 | 51 | 53 | 48 | 43 | 36 | 29 |

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.A.1.b. 石油精製 | 595 | 578 | 565 | 587 | 589 | 576 | 590 | 612 | 617 | 613 |
| 1.A.2.a. 鉄鋼製造 | 9 | 2 | 6 | 10 | 21 | 31 | 29 | 27 | 28 | 23 |
| 2.B.1. アンモニア製造 | 402 | 445 | 427 | 433 | 435 | 426 | 422 | 433 | 410 | 402 |
| 2.B.8.d. 酸化エチレン製造 | 34 | 37 | 37 | 37 | 56 | 73 | 80 | 72 | 84 | 61 |

| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.A.1.b. 石油精製 | 594 | 601 | 619 | 620 | 584 |
| 1.A.2.a. 鉄鋼製造 | 24 | 25 | 24 | 25 | 22 |
| 2.B.1. アンモニア製造 | 352 | 387 | 363 | 359 | 346 |
| 2.B.8.d. 酸化エチレン製造 | 56 | 51 | 41 | 28 | 29 |

### 2.3.2 $CO_2$ 利用量

液化炭酸ガスの利用量は、生産量に等しいとみなし、日本産業・医療ガス協会ウェブサイトにおいて報告されている液化炭酸ガスの用途別工場出荷実績を用いた。ドライアイスの利用量については、ドライアイス出荷量の全量を炭酸ガスの利用（2.H.3.-）カテゴリーに計上している。

表 2　液化炭酸ガス・ドライアイスの国内における用途別 $CO_2$ 利用量の推移［t］

| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.B.10.b. 化学産業その他 | 40 | 41 | 43 | 44 | 44 | 45 | 46 | 44 | 42 | 42 |
| 2.C.1.f. 鉄鋼製造 | 26 | 27 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 28 | 28 |
| 2.H.2. 食品・飲料産業 | 95 | 99 | 102 | 104 | 106 | 108 | 110 | 106 | 101 | 101 |
| 2.H.3. ドライアイス | 285 | 273 | 283 | 259 | 283 | 286 | 307 | 316 | 311 | 310 |
| 2.H.3. 溶接 | 286 | 296 | 307 | 313 | 319 | 324 | 330 | 318 | 304 | 302 |
| 2.H.3. 冷却 | 114 | 118 | 122 | 125 | 127 | 130 | 132 | 127 | 121 | 121 |
| 2.H.3. その他の炭酸ガスの利用 | 100 | 104 | 107 | 109 | 112 | 114 | 116 | 111 | 106 | 106 |

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.B.10.b. 化学産業その他 | 42 | 42 | 41 | 42 | 43 | 39 | 51 | 52 | 41 | 56 |
| 2.C.1.f. 鉄鋼製造 | 28 | 27 | 27 | 28 | 28 | 42 | 38 | 42 | 34 | 35 |
| 2.H.2. 食品・飲料産業 | 102 | 100 | 97 | 101 | 103 | 105 | 95 | 96 | 96 | 92 |
| 2.H.3. ドライアイス | 306 | 308 | 296 | 291 | 278 | 316 | 312 | 327 | 323 | 335 |
| 2.H.3. 溶接 | 304 | 299 | 291 | 301 | 308 | 319 | 364 | 360 | 359 | 308 |
| 2.H.3. 冷却 | 121 | 120 | 116 | 120 | 123 | 113 | 121 | 111 | 110 | 83 |
| 2.H.3. その他の炭酸ガスの利用 | 106 | 105 | 102 | 106 | 108 | 98 | 58 | 65 | 50 | 47 |

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.B.10.b. 化学産業その他 | 67 | 93 | 72 | 58 | 62 | 59 | 63 | 67 | 72 | 71 |
| 2.C.1.f. 鉄鋼製造 | 46 | 41 | 38 | 45 | 46 | 43 | 46 | 44 | 45 | 48 |
| 2.H.2. 食品・飲料産業 | 102 | 112 | 113 | 117 | 119 | 123 | 128 | 130 | 139 | 136 |
| 2.H.3. ドライアイス | 332 | 323 | 324 | 361 | 366 | 371 | 368 | 372 | 371 | 359 |
| 2.H.3. 溶接 | 364 | 371 | 355 | 351 | 363 | 356 | 359 | 366 | 357 | 332 |
| 2.H.3. 冷却 | 85 | 76 | 80 | 84 | 87 | 82 | 82 | 81 | 75 | 72 |
| 2.H.3. その他の炭酸ガスの利用 | 44 | 47 | 53 | 52 | 59 | 71 | 76 | 84 | 80 | 82 |

| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.B.10.b. 化学産業その他 | 64 | 66 | 76 | 75 | 62 |
| 2.C.1.f. 鉄鋼製造 | 37 | 42 | 41 | 46 | 44 |
| 2.H.2. 食品・飲料産業 | 134 | 141 | 139 | 143 | 147 |
| 2.H.3. ドライアイス | 348 | 369 | 342 | 331 | 313 |
| 2.H.3. 溶接 | 290 | 288 | 297 | 292 | 283 |
| 2.H.3. 冷却 | 73 | 65 | 66 | 62 | 60 |
| 2.H.3. その他の炭酸ガスの利用 | 79 | 94 | 87 | 84 | 72 |

## 3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 3　初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

| | 初期割当量報告書（2006 年提出） | 2024 年提出 | 2025 年提出 |
|---|---|---|---|
| 排出・吸収量算定式 | 未計上 | 新規に排出量を計上。 | － |
| 排出係数 | 未計上 | － | － |
| 活動量 | 未計上 | － | $CO_2$ の回収・利用量データを見直し。 |

### （1）初期割当量報告書における算定方法

初期割当量報告書では算定対象とされていなかった。

### （2）2024 年提出インベントリにおける算定方法

本排出源は 2006 年 IPCC ガイドラインにおける算定対象排出源ではないものの、我が国において CCU 技術のイノベーションが推進されていることを受け、$CO_2$ の回収・利用実態を適切にインベントリに反映する趣旨のもと、2024 年提出インベントリにおいて新規に排出量を計上することとされた。

### （3）2025 年提出インベントリにおける算定方法

日本産業・医療ガス協会から新たに提供を受けた販売量データが、それまで使用していた生産量データよりも、より $CO_2$ の回収・利用量として妥当であると考えられることから、当該販売量データを $CO_2$ の回収・利用量データとして新たに採用した。（現行の算定方法と同様。）。