

## 1.B.2.c.Flaring.i フレアリング（石油産業）（Flaring—Oil）（CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O）

### 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

油田及びガス田では、原油・天然ガスの生産時に発生する余剰ガスの一部が焼却処分されるが、この焼却処分のことをフレアリングと呼ぶ。我が国の石油産業におけるフレアリングからの排出は、石油の試掘、生産及び精製の段階で起きると考えられる。これらのうち試掘に伴う排出については「フレアリング（天然ガス産業）（1.B.2.ii.2）」にまとめて報告する。

#### 1.2 排出・吸収トレンド及びその要因<sup>1</sup>

##### 【CO<sub>2</sub>】

フレアリング（石油産業）からの CO<sub>2</sub> 排出量は、2000 年代半ば以降、原油生産量が減少していることに伴い、減少傾向にある。

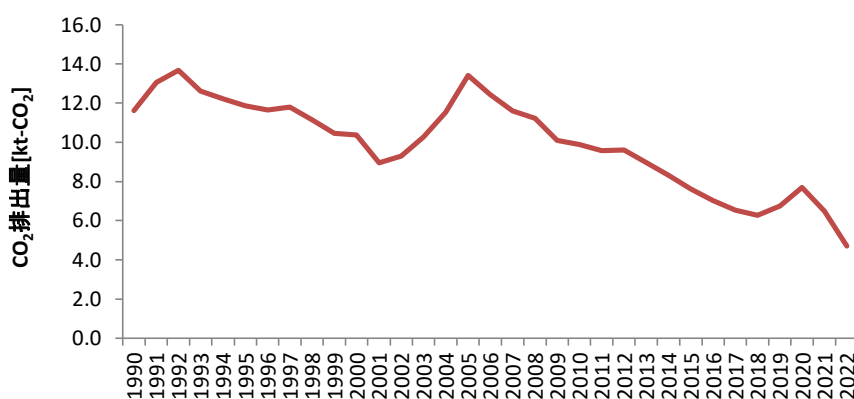


図 1 フレアリング（石油産業）からの CO<sub>2</sub> 排出量の推移

##### 【CH<sub>4</sub>】

CH<sub>4</sub> 排出量のトレンドは、CO<sub>2</sub> 排出量と同様である。

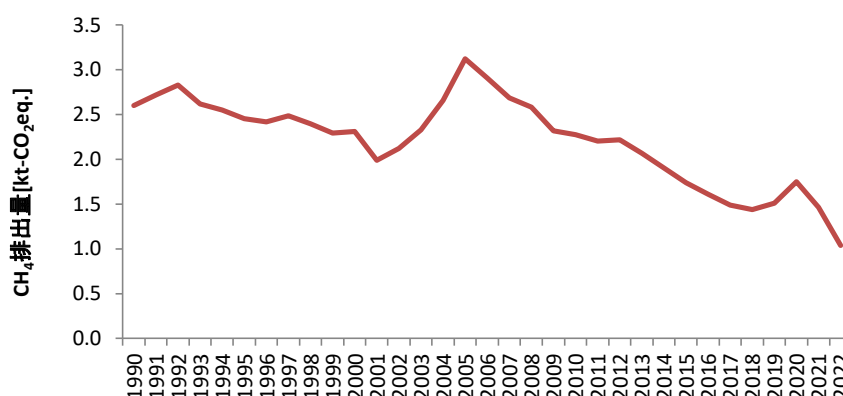


図 2 フレアリング（石油産業）からの CH<sub>4</sub> 排出量の推移

<sup>1</sup> ここでいう原油の生産量は、コンデンセートを含まない原油の生産量を示している。

## 【N<sub>2</sub>O】

N<sub>2</sub>O 排出量のトレンドは、CO<sub>2</sub> 排出量と同様である。

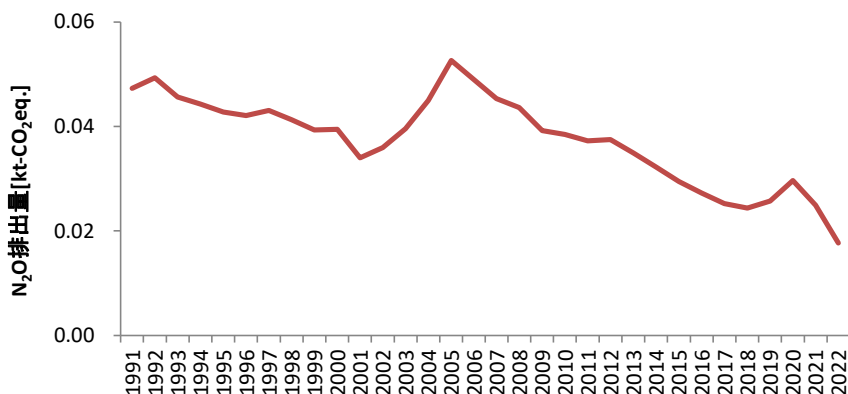


図 3 フレアリング（石油産業）からの N<sub>2</sub>O 排出量の推移

## 2. 排出・吸収量算定方法

### 2.1 排出・吸収量算定式

陸上油田、海上油田別原油生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum_i EF_i * A_i$$

$E$  : フレアリング（石油産業）からの温室効果ガス排出量 [kt-GHG]

$EF$  : 排出係数 [kt-GHG/千 m<sup>3</sup>]

$A$  : 原油生産量 [千 m<sup>3</sup>]

$i$  : 陸上油田、海上油田

### 2.2 排出係数

2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されている陸域、海域別の排出係数デフォルト値を用いる。

表 1 フレアリング（石油産業）の排出係数 [t-GHG/千 m<sup>3</sup>]

|                 | CH <sub>4</sub> | CO <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> O     |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 陸上油田<br>(低排出技術) | 0.38            | 44.54           | $6.7 \times 10^{-4}$ |
| 海上油田            | 0               | 3.96            | $1.6 \times 10^{-5}$ |

(出典) 2019 年改良 IPCC ガイドライン、Vol. 2, page 4.54, Table 4.2.4A 及び page 4.129, Table 4A.2.2

### 2.3 活動量

陸上・海上油田別の原油生産量（コンデンセートを含まない。）を用いる。なお、天然ガス資料年報で公表される最新年度値はインベントリの最新年度値より 1 年前の値となる。そのため、同統計を出典とするデータの最新年度値は前年度値据え置きとする。

#### ① 海上油田

海上油田からの原油生産量（コンデンセートを含む。）から、海上油田からのコンデンセート

生産量を減じて算定する。

$$A_{\text{offshore}} = A_{\text{offshore, conventional}} - A_{\text{offshore, NGL}}$$

$A_{\text{offshore}}$  : 海上油田からの原油生産量（コンデンセートを含まない。）[千 m<sup>3</sup>]

$A_{\text{offshore, conventional}}$  : 海上油田からの原油生産量（コンデンセートを含む。）[千 m<sup>3</sup>]

$A_{\text{offshore, NGL}}$  : 海上油田からのコンデンセート生産量 [千 m<sup>3</sup>]

海上油田からの原油生産量（コンデンセートを含む。）は、「天然ガス資料年報（天然ガス鉱業会）」<sup>2</sup>に示された海域からの原油生産量を用いる。

海上油田からのコンデンセート生産量については、統計から直接把握することが困難であるため、推計値を用いる。ここでは、コンデンセートが天然ガスの生産に付随して生産されることを踏まえ、コンデンセートの生産量全量に占める洋上ガス田からの生産量の割合が、天然ガスの生産量全量に占める洋上ガス田からの生産量の割合と等しいと仮定し、下式より算出する。

$$A_{\text{offshore, NGL}} = A_{\text{NGL}} * A_{\text{offshore, naturalgas}} / A_{\text{total, naturalgas}}$$

$A_{\text{offshore, NGL}}$  : 海上油田からのコンデンセート生産量 [千 m<sup>3</sup>]

$A_{\text{NGL}}$  : 我が国全体のコンデンセート生産量 [千 m<sup>3</sup>]

$A_{\text{offshore, naturalgas}}$  : 洋上ガス田からの天然ガス生産量 [千 m<sup>3</sup>]

$A_{\text{total, naturalgas}}$  : 我が国全体の天然ガス生産量 [千 m<sup>3</sup>]

我が国全体のコンデンセートの生産量及び天然ガス生産量については、「エネルギー生産・需給統計年報（経済産業省）」及び「資源・エネルギー統計年報（経済産業省）」より把握する。また、洋上ガス田からの天然ガス生産量については、「天然ガス資料年報」より把握する。

---

<sup>2</sup> 天然ガス資料年報に示されている陸域・海域別の原油生産量は天然ガス鉱業会の会員企業が生産した量のみを対象としているが、海上油田・ガス田を運営する主体となっている事業者は全て天然ガス鉱業会の会員企業なので、我が国の海上油田・ガス田からの生産量の全量がカバーされている。

表 2 海上油田からのコンデンセート生産量の推移

|                   | 単位               | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  |
|-------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 天然ガス生産量(日本全体)     | 百万m <sup>3</sup> | 2,066 | 2,173 | 2,155 | 2,229 | 2,272 | 2,237 | 2,209 | 2,301 | 2,297 | 2,313 |
| 天然ガス生産量(洋上ガス田)    | 百万m <sup>3</sup> | 342   | 417   | 460   | 407   | 425   | 374   | 384   | 376   | 356   | 333   |
| 洋上ガス田の占める割合       | %                | 17    | 19    | 21    | 18    | 19    | 17    | 17    | 16    | 16    | 14    |
| コンデンセート生産量(日本全体)  | 千kL              | 234   | 279   | 264   | 242   | 239   | 243   | 233   | 266   | 276   | 301   |
| コンデンセート生産量(洋上ガス田) | 千kL              | 39    | 53    | 56    | 44    | 45    | 41    | 40    | 43    | 43    | 43    |

|                   | 単位               | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  |
|-------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 天然ガス生産量(日本全体)     | 百万m <sup>3</sup> | 2,499 | 2,466 | 2,752 | 2,814 | 2,957 | 3,140 | 3,408 | 3,729 | 3,706 | 3,555 |
| 天然ガス生産量(洋上ガス田)    | 百万m <sup>3</sup> | 350   | 300   | 378   | 363   | 403   | 361   | 355   | 214   | 190   | 191   |
| 洋上ガス田の占める割合       | %                | 14    | 12    | 14    | 13    | 14    | 12    | 10    | 6     | 5     | 5     |
| コンデンセート生産量(日本全体)  | 千kL              | 375   | 399   | 461   | 487   | 518   | 541   | 576   | 645   | 633   | 608   |
| コンデンセート生産量(洋上ガス田) | 千kL              | 53    | 49    | 63    | 63    | 71    | 62    | 60    | 37    | 33    | 33    |

|                   | 単位               | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|-------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 天然ガス生産量(日本全体)     | 百万m <sup>3</sup> | 3,343 | 3,334 | 3,177 | 2,940 | 2,746 | 2,715 | 2,797 | 2,926 | 2,657 | 2,467 |
| 天然ガス生産量(洋上ガス田)    | 百万m <sup>3</sup> | 188   | 190   | 196   | 196   | 197   | 190   | 176   | 148   | 113   | 120   |
| 洋上ガス田の占める割合       | %                | 6     | 6     | 6     | 7     | 7     | 7     | 6     | 5     | 4     | 5     |
| コンデンセート生産量(日本全体)  | 千kL              | 560   | 541   | 478   | 403   | 365   | 339   | 331   | 336   | 301   | 278   |
| コンデンセート生産量(洋上ガス田) | 千kL              | 32    | 31    | 29    | 27    | 26    | 24    | 21    | 17    | 13    | 13    |

|                   | 単位               | 2020  | 2021  | 2022  |
|-------------------|------------------|-------|-------|-------|
| 天然ガス生産量(日本全体)     | 百万m <sup>3</sup> | 2,290 | 2,262 | 2,108 |
| 天然ガス生産量(洋上ガス田)    | 百万m <sup>3</sup> | 87    | 83    | 83    |
| 洋上ガス田の占める割合       | %                | 4     | 4     | 4     |
| コンデンセート生産量(日本全体)  | 千kL              | 259   | 252   | 229   |
| コンデンセート生産量(洋上ガス田) | 千kL              | 10    | 9     | 9     |

(出典) 天然ガス生産量(我が国全体)、コンデンセート生産量(我が国全体): エネルギー生産・需給統計年報(経済産業省)、資源・エネルギー統計年報(経済産業省)、生産動態統計年報(経済産業省) 天然ガス生産量(洋上ガス田): 天然ガス資料年報(天然ガス鉱業会)

表 3 活動量(海上油田からの原油生産量(コンデンセートを含まない。))の推移[千kL]

|                          | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(洋上油田)   | 214  | 464  | 506  | 454  | 428  | 432  | 413  | 384  | 314  | 254  |
| コンデンセート生産量(洋上油田)         | 39   | 53   | 56   | 44   | 45   | 41   | 40   | 43   | 43   | 43   |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 175  | 411  | 450  | 410  | 383  | 391  | 373  | 340  | 271  | 211  |

|                          | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(洋上油田)   | 220  | 195  | 158  | 186  | 163  | 138  | 115  | 118  | 130  | 124  |
| コンデンセート生産量(洋上油田)         | 53   | 49   | 63   | 63   | 71   | 62   | 60   | 37   | 33   | 33   |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 167  | 146  | 94   | 124  | 92   | 76   | 55   | 81   | 97   | 91   |

|                          | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(洋上油田)   | 109  | 107  | 101  | 97   | 108  | 99   | 88   | 87   | 72   | 118  |
| コンデンセート生産量(洋上油田)         | 32   | 31   | 29   | 27   | 26   | 24   | 21   | 17   | 13   | 13   |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 78   | 76   | 72   | 70   | 82   | 76   | 67   | 70   | 59   | 104  |

|                          | 2020 | 2021 | 2022 |
|--------------------------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(洋上油田)   | 99   | 93   | 93   |
| コンデンセート生産量(洋上油田)         | 10   | 9    | 9    |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 89   | 84   | 84   |

(出典) 原油生産量(コンデンセートを含む。)(海上油田): 天然ガス資料年報(天然ガス鉱業会)

## ② 陸上油井

我が国全体の原油生産量（コンデンセートを含まない。）から、上記で算定した海上油田の原油生産量（コンデンセートを含まない。）を減じて算定する。

我が国全体の原油生産量（コンデンセートを含まない。）については、「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された原油生産量から、同出典に示されたコンデンセート生産量を減じて算定する。

表 4 活動量（陸上油井からの原油生産量（コンデンセートを含まない。））の推移 [千 kL]

|                          | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(日本全体)   | 655  | 946  | 981  | 899  | 863  | 866  | 834  | 840  | 773  | 728  |
| コンデンセート生産量(日本全体)         | 234  | 279  | 264  | 242  | 239  | 243  | 233  | 266  | 276  | 301  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 175  | 411  | 450  | 410  | 383  | 391  | 373  | 340  | 271  | 211  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(陸上油田) | 245  | 257  | 267  | 247  | 241  | 232  | 228  | 235  | 226  | 216  |

|                          | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(日本全体)   | 761  | 734  | 756  | 830  | 860  | 911  | 905  | 979  | 973  | 917  |
| コンデンセート生産量(日本全体)         | 375  | 399  | 461  | 487  | 518  | 541  | 576  | 645  | 633  | 608  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 167  | 146  | 94   | 124  | 92   | 76   | 55   | 81   | 97   | 91   |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(陸上油田) | 218  | 188  | 200  | 220  | 251  | 295  | 274  | 253  | 243  | 218  |

|                          | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(日本全体)   | 853  | 824  | 759  | 668  | 626  | 578  | 549  | 546  | 496  | 524  |
| コンデンセート生産量(日本全体)         | 560  | 541  | 478  | 403  | 365  | 339  | 331  | 336  | 301  | 278  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 78   | 76   | 72   | 70   | 82   | 76   | 67   | 70   | 59   | 104  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(陸上油田) | 215  | 208  | 209  | 195  | 180  | 164  | 152  | 141  | 136  | 142  |

|                          | 2020 | 2021 | 2022 |
|--------------------------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)(日本全体)   | 513  | 473  | 410  |
| コンデンセート生産量(日本全体)         | 259  | 252  | 229  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(洋上油田) | 89   | 84   | 84   |
| 原油生産量(コンデンセート含まない)(陸上油田) | 165  | 138  | 98   |

(出典) 原油生産量（コンデンセートを含む。）（我が国全体）、コンデンセート生産量（我が国全体）：エネルギー生産・需給統計年報（経済産業省）、資源・エネルギー統計年報（経済産業省）、生産動態統計年報（経済産業省）

### 3. 算定方法の時系列変更・改善経緯

表 5 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

|               | 2015 年提出                                    |
|---------------|---------------------------------------------|
| 排出・吸収量<br>算定式 | —                                           |
| 排出係数          | 2006 年 IPCC ガイドラインで新たに示されたフレアリングからの排出係数に変更。 |
| 活動量           | —                                           |

#### （1）初期割当量報告書における算定方法

##### 1) 排出・吸収量算定式

原油の生産量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

$E$ ：フレアリング（石油産業）からの温室効果ガス排出量 [kt-GHG]

$EF$ ：排出係数 [kt-GHG/千 m<sup>3</sup>]

$A$ ：原油生産量 [千 m<sup>3</sup>]

##### 2) 排出係数

Good Practice Guidance (GPG) (2000) に示された排出係数のデフォルト値を用いていた。なお、GPG (2000) の CH<sub>4</sub> の排出係数のデフォルト値には上限値と下限値が示されているため、それらの中間値を使用していた。

表 6 フレアリング（石油産業）の排出係数 [kt-GHG/千 m<sup>3</sup>]

| CH <sub>4</sub> <sup>1)</sup> | CO <sub>2</sub>      | N <sub>2</sub> O     |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1.38×10 <sup>-4</sup>         | 6.7×10 <sup>-2</sup> | 6.4×10 <sup>-7</sup> |

（出典）GPG (2000)、p.2.86 Table2.16

1) デフォルト値は、5.0×10<sup>-6</sup>～2.7×10<sup>-4</sup>

##### 3) 活動量

「エネルギー生産・需給統計年報（経済産業省）」及び「資源・エネルギー統計年報（経済産業省）」に示された原油生産量（コンデンセートを含む。）から、同出典に示されたコンデンセート生産量を減じて算定した、我が国全体の原油生産量（コンデンセートを含まない。）を用いていた。

表 7 活動量（原油生産量（コンデンセートを含まない。））の推移 [千 kL]

|                    | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)   | 655  | 946  | 981  | 899  | 863  | 866  | 834  | 840  | 773  | 728  |
| コンデンセート生産量         | 234  | 279  | 264  | 242  | 239  | 243  | 233  | 266  | 276  | 301  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない) | 420  | 667  | 717  | 657  | 624  | 623  | 601  | 575  | 497  | 427  |

|                    | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)   | 761  | 734  | 756  | 830  | 860  | 911  | 905  | 979  | 973  | 917  |
| コンデンセート生産量         | 375  | 399  | 461  | 487  | 518  | 541  | 576  | 645  | 633  | 608  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない) | 386  | 334  | 295  | 344  | 343  | 370  | 329  | 334  | 341  | 310  |

|                    | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)   | 853  | 824  | 759  | 668  | 626  | 578  | 549  | 546  | 496  | 524  |
| コンデンセート生産量         | 560  | 541  | 478  | 403  | 365  | 339  | 331  | 336  | 301  | 278  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない) | 293  | 284  | 281  | 265  | 262  | 240  | 219  | 210  | 195  | 247  |

|                    | 2020 | 2021 |
|--------------------|------|------|
| 原油生産量(コンデンセート含む)   | 853  | 824  |
| コンデンセート生産量         | 560  | 541  |
| 原油生産量(コンデンセート含まない) | 293  | 284  |

(出典) 原油生産量（コンデンセートを含む。）、コンデンセート生産量：エネルギー生産・需給統計年報（経済産業省）、資源・エネルギー統計年報（経済産業省）、生産動態統計年報（経済産業省）

## （２）2015 年提出インベントリにおける算定方法

### 1) 排出・吸収量算定式

初期割当量報告書の算定方法と同様。

### 2) 排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインに示されている排出係数のデフォルト値を用いていた。

表 8 フレアリング（石油産業）の排出係数 [kt-GHG/千 m<sup>3</sup>]

| CH <sub>4</sub>      | CO <sub>2</sub>      | N <sub>2</sub> O     |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| $2.5 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-2}$ | $6.4 \times 10^{-7}$ |

(出典) 2006 年 IPCC ガイドライン、vol. 2、p.4.50 Table 4.2.4

### 3) 活動量

初期割当量報告書の算定方法と同様。

## （３）2024 年提出インベントリにおける算定方法

### 1) 排出・吸収量算定式

2019 年改良 IPCC ガイドラインにおいて当該排出源が細分化されたことに基づき、「陸上油田」、「海上油田」の 2 区分に細分化した（現行の算定方法と同様）。

### 2) 排出係数

2019 年改良 IPCC ガイドラインに基づき、陸上、海上別に設定することとした（現行の排出係数と同様）。

### 3) 活動量

2019 年改良 IPCC ガイドラインに基づき、陸上、海上別に設定することとした（現行の活動量と同様）。