1.A.3.d 国内船舶（Domestic Navigation）（CH_4, N_2O）

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

当該排出源では、内航船舶[1]におけるエネルギー消費に伴う CH_4 及び N_2O の排出を扱う。内航船舶の航行に伴う温室効果ガス（GHG）は、軽油・A 重油・B 重油・C 重油を燃料として燃焼することにより排出される。

2013 年度の国内の輸送に伴うエネルギー消費量全体の約 4.5%を内航海運が占めており（「交通関連統計資料集[2]（国土交通省 HP）」）、用いられる燃料は軽油と重油であるが、エネルギー量としては重油が圧倒的に多くなっている。なお、外航船舶及び漁船からの排出は別カテゴリーで計上される。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

「1.A.3.d 船舶」からの CH_4 及び N_2O 排出量は、燃料消費量当たりの排出係数（固定値）を全年度共通で使用しているため、主に内航船舶における燃料消費量の増減によって変化している。CH_4 及び N_2O 排出量は、1997 年度まで排出寄与の大きい C 重油及び A 重油の燃料消費量の増加により増加傾向であったが、1998 年度以降は C 重油、A 重油の消費量が減少傾向であるため、CH_4 及び N_2O 排出量も減少傾向となっている。なお、2020 年度は新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い燃料使用量が減少したため、2020 年度の排出量は前年度比で約 96%となった（2016 年度～2019 年度の前年度比は約 99-100%）。その後、排出量は 2021 年度（前年度比:約 104%）及び 2022 年度（前年度比:約 101%）に増加し、2023 年度以降に再び減少傾向に転じている。「1.A.3.d 船舶」からの排出量の経年推移を図 1 及び図 2 に示す。

1 内航船舶とは、本邦内における 2 港間以上の海上運送を対象とする。また、内航船舶は出発港と到着港で判定され、船籍等で判定されるものではない。

2 2018 年 5 月閲覧

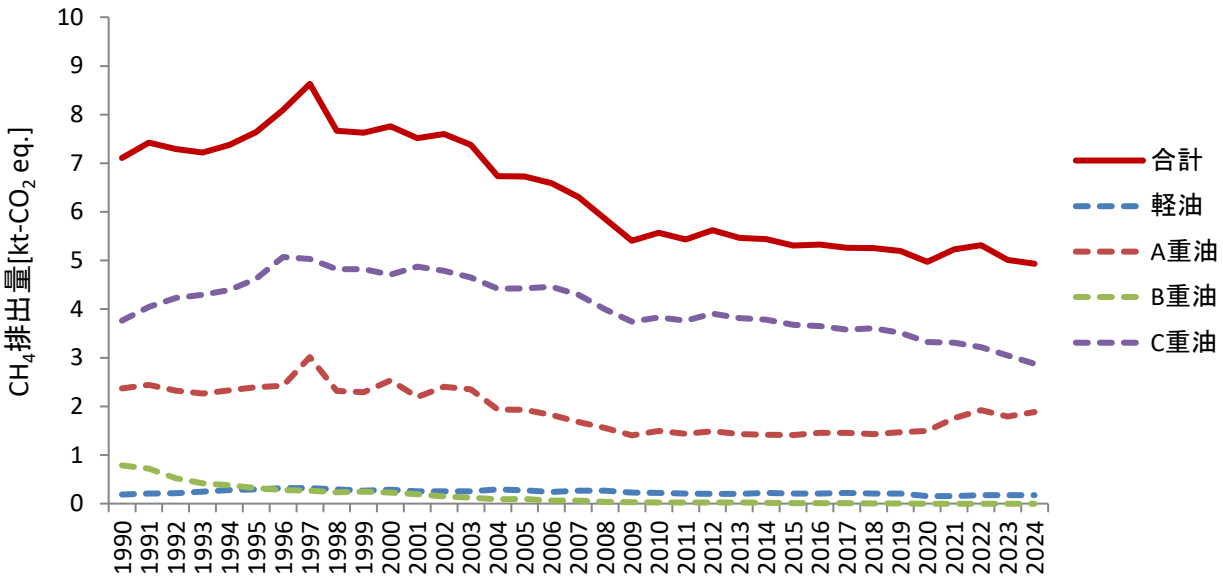

図 1　「1.A.3.d 船舶」からの CH_4 排出量の推移

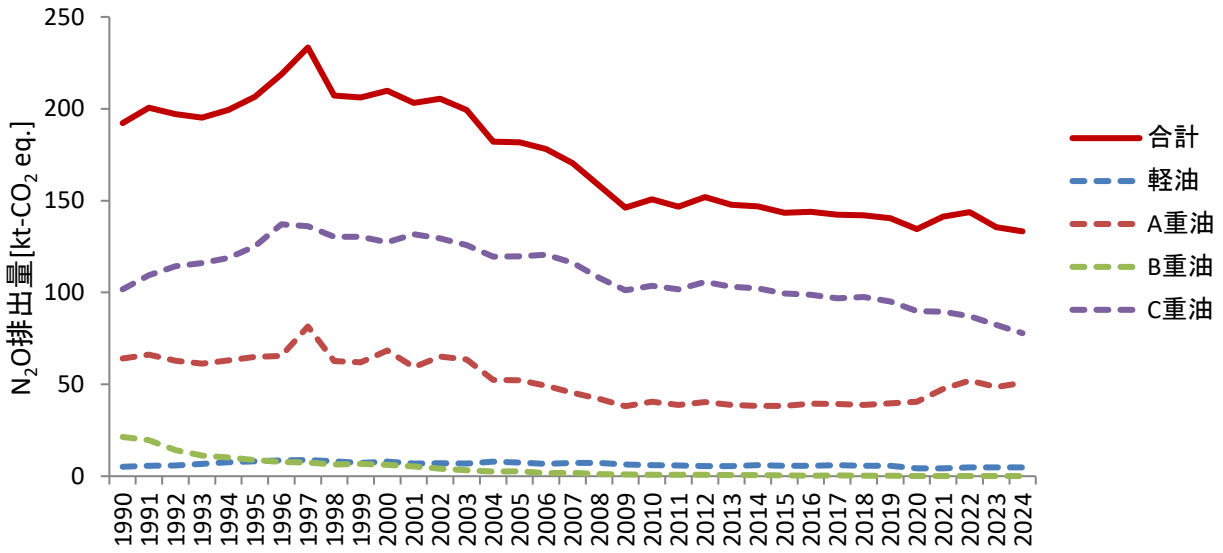

図 2　「1.A.3.d 船舶」からの N_2O 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリー[3]に従い、Tier 1 法を用いて、排出量を算定している。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i)$$

E　：化石燃料の燃焼に伴う内航船舶からの CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4, kg-N_2O］
EF_i　：燃料種 i における排出係数［kg-CH_4/kl, kg-N_2O/kl］
A_i　：内航船舶における燃料種 i の燃料消費量［kl］

3 IPCC, “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, Vol. 2, Chapter 3, p. 3.49, Fig.3.5.1

2.2 排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインに示された「Ocean-going Ships」のデフォルト値[4]（表 1 参照）に、国際海事機関（IMO）の調査[5]で得られた上記の変化率である補正係数を乗じて排出係数としている。なお、燃料種（軽油、A 重油、B 重油、C 重油）ごとの実質発熱量（表 2 参照；石油製品など一部のエネルギー源につき各種調査報告を用いて毎年度発熱量が算定されているものを「実質発熱量」と呼称している。）（B 重油は標準発熱量）を用いてリットル当たりに換算した値を使用している（表 3 及び表 4 参照）。2017 年度排出量算定時から、軽油についてはバイオマス成分控除後の換算用実質発熱量を遡って採用することとした。

表 1　船舶の排出係数

ガス	デフォルト値	補正係数 （IMO 第 2 次→第 3 次調査報告書変化率）	排出係数
CH_4	7［kg-CH_4/TJ］	0.2 倍	1.4［kg-CH_4/TJ］
N_2O	2［kg-N_2O/TJ］	2.0 倍	4.0［kg-N_2O/TJ］

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 2, p. 3.50, Table 3.5.3、2014 年 IMO 第 3 次温室効果ガス調査報告書 p119

・単位の［kg/TJ］は低位発熱量当たりの排出量

4 IPCC, “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, Vol. 2, Chapter 3, p. 3.50, Table 3.5.3

5 2009 年 IMO 第 2 次温室効果ガス調査報告書及び 2014 年 IMO 第 3 次温室効果ガス調査報告書

表 2　軽油・A 重油・C 重油の実質発熱量（軽油はバイオマス成分控除後、B 重油は標準発熱量）

燃料種	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
軽油	MJ/L	38.11	38.11	38.10	38.12	38.12	38.09	38.10	38.16	38.12	38.13
A 重油		39.74	39.81	39.71	39.67	39.56	39.61	39.45	39.40	39.48	39.44
B 重油		40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19	40.19
C 重油		40.22	40.35	40.22	40.32	40.34	40.29	40.35	40.42	40.34	40.35

燃料種	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
軽油	MJ/L	38.18	38.20	38.04	38.00	37.77	37.76	37.85	37.96	37.94	37.92
A 重油		39.33	39.42	39.63	39.15	39.27	39.08	39.97	40.05	39.88	39.93
B 重油		40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40
C 重油		40.35	40.40	40.34	40.41	40.38	40.34	40.39	40.24	40.30	40.44

燃料種	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
軽油	MJ/L	38.06	37.95	37.94	38.04	38.04	38.04	38.04	38.04	38.04	38.04
A 重油		39.92	39.78	39.76	38.90	38.90	38.90	38.90	38.90	38.90	38.90
B 重油		40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40	40.40
C 重油		40.38	39.99	40.64	41.20	40.92	41.37	40.99	41.00	41.06	41.05

燃料種	単位	2020	2021	2022	2023	2024
軽油	MJ/L	38.04	38.04	38.04	37.87	37.87
A 重油		38.90	38.90	38.90	38.82	38.82
B 重油		40.40	40.40	40.40	40.40	40.40
C 重油		41.06	41.04	41.02	41.03	41.10

表 3　内航船舶からの CH_4 排出係数

燃料種	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
軽油	kg-CH_4/kL	0.051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051
A 重油		0.053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 052	0. 052	0. 053	0. 052
B 重油		0.053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053
C 重油		0.055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055

燃料種	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
軽油	kg-CH_4/kL	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050
A 重油		0. 052	0. 052	0. 053	0. 052	0. 052	0. 052	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053
B 重油		0. 054	0. 054	0. 054	0. 054	0. 054	0. 054	0. 054	0. 054	0. 054	0. 054
C 重油		0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 055

燃料種	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
軽油	kg-CH_4/kL	0. 051	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050	0. 050
A 重油		0. 053	0. 053	0. 053	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051	0. 051
B 重油		0. 054	0. 054	0. 054	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053	0. 053
C 重油		0. 055	0. 055	0. 055	0. 055	0. 054	0. 055	0. 054	0. 055	0. 055	0. 055

燃料種	単位	2020	2021	2022	2023	2024
軽油	kg-CH_4/kL	0. 050	0. 050	0.050	0.050	0.050
A 重油		0. 051	0. 051	0.051	0.051	0.051
B 重油		0. 053	0. 053	0.053	0.053	0.053
C 重油		0. 055	0. 055	0.055	0.055	0.055

表 4　内航船舶からの N_2O 排出係数

燃料種	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
軽油	kg-N_2O/kL	0.145	0. 145	0. 145	0. 145	0. 145	0. 145	0. 145	0. 145	0. 145	0. 145
A 重油		0.151	0. 151	0. 151	0. 151	0. 150	0. 151	0. 150	0. 150	0. 150	0. 150
B 重油		0.153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153
C 重油		0.157	0. 157	0. 157	0. 157	0. 157	0. 157	0. 157	0. 158	0. 157	0. 157

燃料種	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
軽油	kg-N_2O/kL	0. 145	0. 145	0. 145	0. 144	0. 144	0. 143	0. 144	0. 144	0. 144	0. 144
A 重油		0. 149	0. 150	0. 151	0. 149	0. 149	0. 149	0. 152	0. 152	0. 152	0. 152
B 重油		0. 154	0. 154	0. 154	0. 154	0. 154	0. 154	0. 154	0. 154	0. 154	0. 154
C 重油		0. 157	0. 158	0. 157	0. 158	0. 157	0. 157	0. 158	0. 157	0. 157	0. 158

燃料種	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
軽油	kg-N_2O/kL	0. 145	0. 144	0. 144	0. 143	0. 143	0. 143	0. 143	0. 143	0. 143	0. 143
A 重油		0. 152	0. 151	0. 151	0. 147	0. 147	0. 147	0. 147	0. 147	0. 147	0. 147
B 重油		0. 154	0. 154	0. 154	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153	0. 153
C 重油		0. 157	0. 156	0. 158	0. 157	0. 155	0. 157	0. 156	0. 156	0. 156	0. 156

燃料種	単位	2020	2021	2022	2023	2024
軽油	kg-N_2O/kL	0. 143	0. 143	0.143	0.142	0.142
A 重油		0. 147	0. 147	0.147	0.147	0.147
B 重油		0. 153	0. 153	0.153	0.153	0.153
C 重油		0. 156	0. 156	0.156	0.156	0.156

2.3 活動量

「総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）」で把握された運輸部門の船舶（旅客、貨物）における燃料種別の燃料消費量を使用している（表 5 参照）。

表 5　活動量（「1.A.3.d 船舶」における燃料消費量）の推移

燃料種	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
軽油	千 kL	133	148	152	172	197	208	224	226	208	186
A 重油		1,602	1,649	1,571	1,533	1,582	1,625	1,649	2,053	1,575	1,562
B 重油		526	483	350	278	251	215	189	179	158	164
C 重油		2,446	2,622	2,751	2,786	2,848	3,002	3,286	3,257	3,126	3,126

燃料種	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
軽油	千 kL	204	178	181	180	206	195	172	189	189	163
A 重油		1,728	1,494	1,629	1,613	1,324	1,324	1,224	1,126	1,046	946
B 重油		152	129	99	79	59	63	41	42	25	20
C 重油		3,055	3,156	3,106	3,010	2,863	2,873	2,889	2,792	2,592	2,420

燃料種	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
軽油	千 kL	154	149	141	142	157	148	147	155	149	150
A 重油		1,007	969	1,006	994	984	980	1,013	1,010	993	1,020
B 重油		18	16	16	14	12	9	7	7	5	3
C 重油		2,482	2,460	2,517	2,487	2,482	2,386	2,392	2,347	2,361	2,300

燃料種	単位	2020	2021	2022	2023	2024
軽油	千 kL	109	113	125	125	125
A 重油		1,039	1,220	1,334	1,248	1,309
B 重油		0.14	0.02	0.17	0.17	0.17
C 重油		2,175	2,168	2,107	1,995	1,879

３．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 6　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	2016 年提出	2024 年提出
排出・吸収量算定式	－	－	－
排出係数	2015 年提出インベントリについて、船舶の CH_4 及び N_2O 排出係数の見直し。	軽油、A 重油、C 重油について、2006 年 IPCC ガイドラインにおけるデフォルト値をリットル当たりに換算する際に用いる値を実質発熱量に変更。	2006 年 IPCC ガイドラインにおけるデフォルト値に補正係数を乗じることにより、船舶の CH_4 及び N_2O 排出係数の見直し。
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

Good Practice Guidance（2000）に示されている Tier 1 の算定方法を用い、内航船舶での軽油、A 重油、B 重油、C 重油の各燃料消費量に、それぞれの燃料消費量当たりの排出係数を乗じて排出量を算定していた。

$$E = \sum_i (EF_i \times A_i)$$

E　：化石燃料の燃焼に伴う内航船舶からの CH_4、N_2O 排出量［kg-CH_4, kg-N_2O］
EF_i　：燃料種 i における排出係数［kg-CH_4/kl, kg-N_2O/kl］
A_i　：内航船舶における燃料種 i の燃料消費量［kl］

2）排出係数

内航船舶の CH_4 及び N_2O 排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドライン[6]に示されたデフォルト値を、燃料種（軽油、A 重油、B 重油、C 重油）ごとの発熱量を用いてリットル当たりに換算した値を使用していた（表 7 参照）。

表 7 船舶の排出係数のデフォルト値

ガス	値
CH_4	0.007［g-CH_4/MJ］
N_2O	0.002［g-N_2O/MJ］

（出典）1996 年改訂 IPCC ガイドライン, p.1.90, Table 1-48
・単位の［g/MJ］は低位発熱量当たりの排出量

3）活動量

「総合エネルギー統計」で把握された運輸部門の船舶（旅客及び貨物）の軽油、A 重油、B 重油、C 重油の各燃料消費量を使用していた。

6 IPCC, “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, Vol. 3, Chapter 1, p. 1.90, table 1-48

（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

初期割当量報告書と同様（現行の算定方法と同様。）。

2）排出係数

2015 年に提出するインベントリについては、2013 年末の COP19 で採択された改訂 UNFCCC インベントリ報告ガイドライン[7]に基づき、2006 年 IPCC ガイドラインを適用し、排出量の算定カテゴリーや算定方法等の全面的な更新を行う必要があることから、これまで 1996 年改訂 IPCC ガイドラインの排出係数のデフォルト値を設定していた船舶の CH_4 及び N_2O 排出係数の見直しを行った。1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値と 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に変更はない。

3）活動量

初期割当量報告書と同様（現行の活動量と同様。）。

（3）2016 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

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の算定方法と同様。）。

2）排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値を、発熱量を用いてリットル当たりに換算する際、資源エネルギー庁のエネルギー源別標準発熱量（おおむね 5 年ごとに更新）を用いていたが、CO_2 排出量の算定では実質発熱量（毎年度更新；石油製品など一部のエネルギー源につき各種調査報告を用いて毎年度発熱量が算定されているものを「実質発熱量」と呼称している。）が用いられているため、軽油、A 重油、C 重油については実質発熱量に統一することとした（現行の排出係数と同様。）。

標準発熱量と実質発熱量の比較は、表 8～表 10 のとおりである。

表 8　軽油の標準発熱量・実質発熱量

（単位：MJ/L）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
標準発熱量	38.51	38.51	38.51	38.51	38.51	38.51	38.51	38.51	38.51	38.51	38.20	38.20	38.20
実質発熱量	38.11	38.11	38.10	38.12	38.12	38.09	38.10	38.16	38.12	38.13	38.18	38.20	38.04

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
標準発熱量	38.20	38.20	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	38.07	38.07
実質発熱量	38.00	37.77	37.76	37.86	37.96	37.94	37.92	38.06	37.96	37.94	38.04	38.04

7 Decision 19/CP.24, Annex I “Guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, Part I: UNFCCC reporting guidelines on annual greenhouse gas inventories”

表 9　A 重油の標準発熱量・実質発熱量

（単位：MJ/L）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
標準発熱量	38.93	38.93	38.93	38.93	38.93	38.93	38.93	38.93	38.93	38.93	39.10	39.10	39.10
実質発熱量	39.74	39.81	39.71	39.67	39.56	39.61	39.45	39.40	39.48	39.44	39.33	39.42	39.63

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
標準発熱量	39.10	39.10	39.10	39.10	39.10	39.10	39.10	39.10	39.10	39.10	38.90	38.90
実質発熱量	39.15	39.27	39.08	39.97	40.05	39.88	39.93	39.92	39.78	39.76	38.90	38.90

表 10　C 重油の標準発熱量・実質発熱量

（単位：MJ/L）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
標準発熱量	41.02	41.02	41.02	41.02	41.02	41.02	41.02	41.02	41.02	41.02	41.70	41.70	41.70
実質発熱量	40.22	40.35	40.22	40.32	40.34	40.29	40.35	40.42	40.34	40.35	40.35	40.40	40.34

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
標準発熱量	41.70	41.70	41.90	41.90	41.90	41.90	41.90	41.90	41.90	41.90	41.78	41.78
実質発熱量	40.41	40.38	40.34	40.39	40.24	40.30	40.44	40.38	39.99	39.67	40.95	41.11

3）活動量

初期割当量報告書における活動量と同様（現行の活動量と同様。）。

（4）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

初期割当量報告書と同様（現行の算定方法と同様。）。

2）排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値については、IMO の第 2 次報告書（2009 年）に紹介された排出係数と同等である。第 3 次報告書（2014 年）では、船齢の古い結果を除外した調査結果等を基に排出係数を整理しており、第 2 次報告書の排出係数に比べて CH_4 が 0.2 倍、N_2O が 2 倍と大きく変化している。我が国の船舶の排出量の適切な把握のためには 第 3 次報告書の排出係数を用いる方が妥当と判断されたため、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に上記調査の変化率である補正係数（CH_4：0.2 倍、N_2O：2 倍）を乗じて排出係数とすることとした。

3）活動量

初期割当量報告書と同様（現行の活動量と同様。）。