1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送・貯蔵（Transmission and Storage）（CO_2, CH_4）

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

当該分野では、国内において生産される天然ガスの輸送に伴う CO_2 及び CH_4 の漏出（パイプラインの移設工事及び設置工事に伴うガスの放散、整圧器の駆動用ガスの放散等）並びに天然ガスの貯蔵に伴う CO_2 及び CH_4 の漏出（国内の液化天然ガス（LNG）受入、都市ガス生産基地及びサテライト基地における通常作業及び定期整備、建設等に伴う漏出）を扱う。なお、我が国においては一部天然ガスが季節による需要変動を調整するため地下貯留施設に貯蔵されるが、国内の天然ガス地下貯蔵では枯渇ガス田を利用しており、またその初期地層圧力以下で運用しているため原理的に漏出が起こらないと考えられる。また、ガスプラントから地中貯留施設への輸送に伴う排出と地中貯留施設から需要家への輸送に伴う漏出を切り分けることが困難なため、「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」のうち、天然ガスの供給に伴う排出は「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送・貯蔵」に計上されている。

なお、当該分野からの CO_2 排出については、「NA」と報告する。これは、都市ガスの 9 割程度を占める LNG 系の都市ガスには CO_2 は存在せず、また、我が国の一部の天然ガス層に存在する国産天然ガス中には CO_2 が含まれているものの、この CO_2 は天然ガスの生産プラントにてほとんど除去された後に天然ガス輸送パイプラインに送られており、都市ガス事業者等へ供給されている天然ガス中には CO_2 はほとんどないと考えられるためである。なお、天然ガスの生産プラントで除去された CO_2 は「1.B.2.c.i.2 通気弁（天然ガス産業）」で計上されている。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

天然ガスの輸送に伴う CH_4 の漏出については、1990 年代から 2000 年代半ばにかけては天然ガス販売量の増加に伴い排出量が増加傾向にあったが、2005 年度以降は、揮発性有機化合物（VOC）排出削減に向けた自主的取組の開始等により、排出量は減少傾向にある。

天然ガスの貯蔵に伴う CH_4 の漏出については、1990 年代後半から 2000 年代半ばにかけて、LNG 受入・都市ガス生産基地においてガス分析時のサンプリング回収ラインの新設（ガスを大気拡散から回収するラインへの変更）を含む各種削減対策が進んだこと等により、排出量が減少した。2000 年代後半以降は、CH_4 排出の削減対策がおおむね実施済みとなったことに伴い、排出量は横ばい傾向となっている。近年においては、老朽化したパイプラインの切り回し工事等の増加等により、放散量が局所的に増加している。

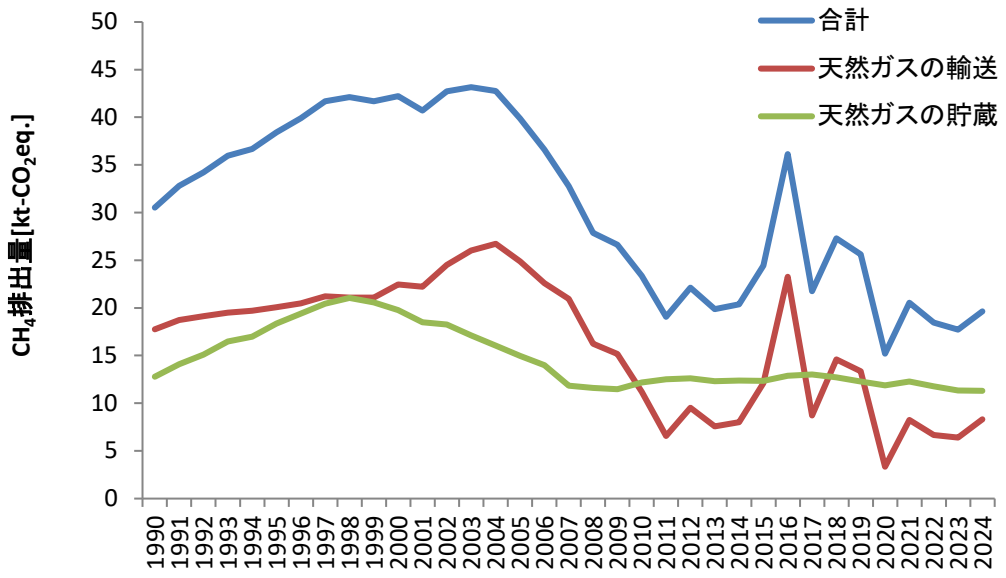

図 1　天然ガス輸送・貯蔵からの CH_4 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

① 天然ガスの輸送

天然ガスの販売量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E：天然ガスの輸送に伴う CH_4 の排出量［kt-GHG］
EF：排出係数［kt-GHG/百万 m^3］
A：天然ガス販売量［百万 m^3］

② 天然ガスの貯蔵

都市ガスの原料として用いられた LNG 及び天然ガスの消費量に排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = EF * A$$

E：天然ガスの貯蔵に伴う CH_4 の排出量［kt-GHG］
EF：排出係数［kt-GHG/PJ］
A：都市ガスの原料として用いられた LNG 及び天然ガスの消費量［PJ］

2.2 排出係数

① 天然ガスの輸送

天然ガスの輸送からの漏出に関する排出係数は、パイプラインの移設・設置工事、及び整圧器の駆動用ガスの放散に伴う排出量の調査結果から設定する。

パイプラインの移設・設置工事に伴うガスの放散については 2004 年度及び 2008 年度以降、整圧器の駆動用ガスの放散については 2004 年度及び 2011 年度以降において、天然ガス鉱業会が会員企業の施設からの CH_4 排出量を調査していることから（表 1、表 2）、本調査結果及び各

年の天然ガス販売量を用いて各排出源からの 1990 年度以降の CH_4 排出係数を表 3 のように推計し、両者を合計して天然ガスの輸送に伴う漏出の排出係数とする。なお、排出係数の推計に用いる天然ガス販売量は、天然ガス鉱業会会員企業のデータ（天然ガス鉱業会提供）とする。

表 1　パイプラインの移設・設置工事に伴う CH_4 排出量（2004 年度、2008 年度以降）

	単位	2004	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
放散ガス量	千m^3	843	549	551	405	225	410	333	377	608	1,202	456	805	719	183	488	377	402	563
CH_4換算係数	t-CH_4/千m^3	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645
CH_4排出量	t-CH_4	544	354	355	261	145	264	215	243	392	775	294	519	464	118	315	243	259	363

（出典）天然ガス鉱業会提供データ

表 2　整圧器の駆動用ガスの放散に伴う CH_4 排出量（2004 年度、2011 年度以降）

	単位	2004	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
放散ガス量	千m^3	333	111	76	49	28	7	7	7	9	18	18	17	14	14	2
CH_4換算係数	t-CH_4/千m^3	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643
CH_4排出量	t-CH_4	214	71	49	32	18	5	5	4	5	12	12	11	9	9	1

（出典）天然ガス鉱業会提供データ

表 3　天然ガス輸送時の CH_4 排出係数の推計方法

年度	パイプラインの移設・設置工事	整圧器の駆動用ガスの放散
1990～2003	2004 年度と同じ値を一律に適用。	
2004	2004 年度の CH_4 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。	
2005～2007	2008 年度の排出係数（2004 年度と同様の方法で算定）を算定した上で、2004 年度と 2008 年度の排出係数から内挿して推計。	2011 年度の排出係数（2004 年度と同様の方法で算定）を算定した上で、2004 年度と 2011 年度の排出係数から内挿して推計。
2008～2010	各年度の CH_4 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。	
2011～	各年度の CH_4 排出量実績を、同年度の天然ガス販売量で除して算出。	

表 4　パイプラインの移設・設置工事に伴う CH_4 排出係数（2004 年度、2008 年度以降）

	単位	2004	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CH_4排出実績	t-CH_4	544	354	355	261	145	264	215	243	392	775	294	519	464	118	315	243	259	363
天然ガス販売量	百万m^3	2,473	3,515	3,540	3,664	3,892	3,622	3,448	3,461	3,408	3,572	3,841	4,013	3,891	4,114	4,321	3,876	4,256	4,408
CH_4排出係数	t-CH_4/百万m^3	0.220	0.101	0.100	0.071	0.037	0.073	0.062	0.070	0.115	0.217	0.077	0.129	0.119	0.029	0.073	0.063	0.061	0.082

（出典）CH_4 排出実績、天然ガス販売量：天然ガス鉱業会提供データ

表 5　整圧器の駆動用ガスの放散に伴う CH_4 排出係数（2004 年度、2011 年度以降）

	単位	2004	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CH_4排出実績	t-CH_4	214	71	49	32	18	5	5	4	5	12	12	11	9	9	1
天然ガス販売量	百万m^3	2,473	3,892	3,622	3,448	3,461	3,408	3,572	3,841	4,013	3,891	4,114	4,321	3,876	4,256	4,408
CH_4排出係数	t-CH_4/百万m^3	0.087	0.018	0.013	0.009	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.000

（出典）CH_4 排出実績、天然ガス販売量：天然ガス鉱業会提供データ

表 6　天然ガス輸送時の CH_4 排出係数［t-CH_4/百万 m^3］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CH_4排出係数（パイプラインの移設・設置工事）	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
CH_4排出係数（整圧器の駆動用ガスの放散）	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087
CH_4排出係数（合計）	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CH_4排出係数（パイプラインの移設・設置工事）	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.190	0.160	0.131	0.101	0.100
CH_4排出係数（整圧器の駆動用ガスの放散）	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.077	0.067	0.057	0.048	0.038
CH_4排出係数（合計）	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.267	0.227	0.188	0.148	0.138

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CH_4排出係数（パイプラインの移設・設置工事）	0.071	0.037	0.073	0.062	0.070	0.115	0.217	0.077	0.129	0.119
CH_4排出係数（整圧器の駆動用ガスの放散）	0.028	0.018	0.013	0.009	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003
CH_4排出係数（合計）	0.099	0.056	0.087	0.071	0.075	0.116	0.218	0.078	0.131	0.122

	2020	2021	2022	2023	2024
CH_4排出係数（パイプラインの移設・設置工事）	0.029	0.073	0.063	0.061	0.082
CH_4排出係数（整圧器の駆動用ガスの放散）	0.003	0.003	0.002	0.002	0.000
CH_4排出係数（合計）	0.032	0.075	0.065	0.063	0.083

（出典）天然ガス鉱業会提供データより推計

② 天然ガスの貯蔵

国内の主要な LNG 受入、都市ガス生産基地及びサテライト基地において実測された通常作業及び定期整備、建設等の際に排出される CH_4 の排出量（日本ガス協会提供データ）を、投入された原料（LNG、天然ガス）の発熱量で除した値を排出係数として用いる。なお、当該 CH_4 排出量のデータが得られているのは 1998 年度及び 2007 年度実績のみであることから、他の年度については 1998 年度及び 2007 年度の排出係数から以下のように推計する。

- 1990～1997 年度については、1998 年度と同じ排出係数を用いる。
- 1999～2006 年度については、1998 年度と 2007 年度の排出係数から線形に内挿することで設定する。1998～2007 年度にかけて排出係数が減少しているが、主な要因は、LNG 受入・都市ガス生産基地において、ガス分析時のサンプリング回収ラインの新設（ガスを大気拡散から回収するラインへの変更）等の削減対策が進んだことにより CH_4 排出量が低減されたためである。削減対策は徐々に進められたものであり、1999～2006 年度の期間の排出係数は段階的に減少していると考えられるため、上記の設定方法としている。
- 2008 年度以降については、現在は既に削減対策がおおむね実施済みであり、当面排出係数の大きな変化はないと考えられるため、2007 年度と同じ排出係数を用いる。

表 7　天然ガス貯蔵時の CH_4 排出係数（1998 年度、2007 年度）

	単位	1998 年度	2007 年度
CH_4 排出量（LNG 受入、都市ガス生産基地（12 基地））	kt-CH_4	0.619	0.201
CH_4 排出量（LNG サテライト基地（27 基地））	kt-CH_4	0.019	0.079
CH_4 排出量（LPG 熱調・空気希釈等（43 基地））	kt-CH_4	0.032	0.116
CH_4 排出量（合計）	kt-CH_4	0.670	0.396
原料 LNG・天然ガス使用量	PJ	740.00	1,499.63
CH_4 排出係数	kg-CH_4/PJ	905	264

（出典）日本ガス協会提供データ

表 8　天然ガス貯蔵時の CH_4 排出係数［kg-CH_4/PJ］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CH_4排出係数	905	905	905	905	905	905	905	905	905	834

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CH_4排出係数	763	692	620	549	478	407	335	264	264	264

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CH_4排出係数	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264

	2020	2021	2022	2023	2024
CH_4排出係数	264	264	264	264	264

2.3 活動量

① 天然ガスの輸送

「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）」に示された天然ガスの販売量を用いる。

表 9　活動量（天然ガス販売量）の推移［百万 m^3］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
天然ガス販売量	2,067	2,183	2,229	2,271	2,297	2,339	2,387	2,471	2,455	2,458

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
天然ガス販売量	2,617	2,590	2,854	3,032	3,114	3,329	3,549	3,981	3,911	3,918

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
天然ガス販売量	4,020	4,208	3,928	3,790	3,792	3,709	3,806	4,000	3,980	3,903

	2020	2021	2022	2023	2024
天然ガス販売量	3,768	3,902	3,664	3,619	3,594

（出典）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 天然ガスの貯蔵

「総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）」に示された都市ガスの原料として用いられた LNG 及び天然ガスの消費量を用いる。

表 10　活動量（都市ガスの原料として用いられた LNG 及び天然ガスの消費量）の推移［PJ］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
都市ガス製造におけるLNG消費量	464	514	552	605	624	676	716	755	775	823
都市ガス製造における天然ガス消費量	40	42	44	46	45	48	50	52	54	57
合計	504	556	596	650	669	724	766	807	830	881

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
都市ガス製造におけるLNG消費量	864	892	982	1,041	1,122	1,230	1,380	1,468	1,439	1,424
都市ガス製造における天然ガス消費量	61	62	68	73	77	86	110	133	131	127
合計	925	954	1,050	1,114	1,199	1,315	1,491	1,601	1,570	1,551

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
都市ガス製造におけるLNG消費量	1,531	1,574	1,592	1,555	1,567	1,567	1,641	1,665	1,635	1,584
都市ガス製造における天然ガス消費量	115	118	112	107	106	103	101	96	85	75
合計	1,646	1,691	1,704	1,663	1,673	1,669	1,742	1,762	1,720	1,659

	2020	2021	2022	2023	2024
都市ガス製造におけるLNG消費量	1,532	1,593	1,532	1,472	1,470
都市ガス製造における天然ガス消費量	71	68	61	61	59
合計	1,604	1,661	1,593	1,533	1,528

（出典）総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）

３．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 11　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

	2009 年提出	2015 年提出
排出・吸収量算定式	1996 年改訂 IPCC ガイドラインにおいて定義が合致する排出源がないことから、「1.B.2.b.v」で排出量を報告。	・ 2006 年 IPCC ガイドラインで新たに示された輸送時における排出量算定方法を採用。 ・ 新たに天然ガスの貯蔵に伴う温室効果ガス排出量の報告欄が設けられたことから、貯蔵時における排出量を当該部門で報告。
排出係数	－	－
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

① 天然ガスの輸送

天然ガスパイプライン総延長に排出係数を乗じて排出量を算定していた。

$$E = EF * A$$

E：天然ガスの輸送に伴う CH_4 の排出量［kt-GHG］
EF：排出係数［kt-GHG/km］
A：天然ガスのパイプライン敷設距離［km］

② 天然ガスの貯蔵

現行の算定方法と同様。ただし、排出量の報告区分については、1996 年改訂ガイドラインにおいて定義が合致する排出源がなく、また他に適当な区分がなかったことから、「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」で排出量を報告していた。

2）排出係数

① 天然ガスの輸送

天然ガス鉱業会より提供された 2004 年度における天然ガスの輸送に伴う CH_4 排出量実績を、天然ガス鉱業会の会員企業のうち CH_4 排出量実績のあった企業の同年度のパイプライン敷設距離で除した値（0.363 t-CH_4/km）を排出係数として設定していた（全年度一律の排出係数を適用。）。

表 12　2004 年度における天然ガスの輸送に伴う CH_4 排出量

項目	単位	パイプラインの移設・設置工事	整圧器の駆動用ガスの放散
放散ガス量	千 m^3	843	333
CH_4 換算係数	t-CH_4/千 m^3	0.645	0.643
CH_4 排出量	t-CH_4	544	214

（出典）天然ガス鉱業会提供データ

表 13　天然ガスの輸送に伴う CH_4 排出係数（2004 年度）

項目	単位	数値
CH_4 排出量	t-CH_4	759
パイプライン敷設距離	km	2,090
CH_4 排出係数	t-CH_4/km	0.363

（出典）天然ガス鉱業会提供データ

② 天然ガスの貯蔵

現在と同様、国内の主要な LNG 受入、都市ガス生産基地、及びサテライト基地において実測された通常作業及び定期整備、建設等の際に排出される CH_4 の排出量（日本ガス協会提供データ）を、投入された原料（LNG、天然ガス）の発熱量で除した値を排出係数として用いていた。ただし、当該 CH_4 排出量のデータが得られているのは 1998 年度実績のみであることから、他の年度についても 1998 年度の値を一律に適用していた。

表 14　天然ガス貯蔵時の CH_4 排出係数

	単位	1998 年度
CH_4 排出量（LNG 受入、都市ガス生産基地（12 基地））	kt-CH_4	0.619
CH_4 排出量（LNG サテライト基地（27 基地））	kt-CH_4	0.019
CH_4 排出量（LPG 熱調・空気希釈等（43 基地））	kt-CH_4	0.032
CH_4 排出量（合計）	kt-CH_4	0.670
原料 LNG・天然ガス使用量	PJ	740.00
CH_4 排出係数	kg-CH_4/PJ	905

（出典）日本ガス協会提供データ

3）活動量

① 天然ガスの輸送

「天然ガス資料年報（天然ガス鉱業会）」に示された我が国におけるパイプライン敷設距離を用いていた。

表 15　活動量（パイプライン敷設距離）の推移［km］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
パイプライン敷設距離	1,984	1,992	1,992	2,059	2,127	2,195	2,262	2,317	2,357	2,448

	2000	2001	2002	2003	2004
パイプライン敷設距離	2,434	2,545	2,617	2,615	2,721

（出典）天然ガス資料年報（天然ガス鉱業会）

② 天然ガスの貯蔵

現行の算定方法と同様。

（2）2009 年提出インベントリにおける算定方法

LNG 受入・都市ガス生産基地及びサテライト基地等で通常作業及び定期整備、建設等の際に漏出する CH_4 の排出量データについて、1998 年度実績から算定した排出係数を一律に適用していたが、日本ガス協会より新たに 2007 年度のデータの提供を受けたことから、当該データに基づ

き天然ガスの貯蔵に伴う CH_4 の漏出の排出係数の設定方法を変更した（1999～2006 年度の排出係数は、1998 年度及び 2007 年度の排出係数から線形に内挿することで設定。2008 年度以降は、2007 年度と同じ値を適用。）。

1）排出・吸収量算定式

① 天然ガスの輸送

初期割当量報告書における算定方法と同様。

② 天然ガスの貯蔵

初期割当量報告書における算定方法と同様（現行の算定方法と同様。）。ただし、排出量の報告区分については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインにおいて定義が合致する排出源がなく、また他に適当な区分がなかったことから、「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」で排出量を報告していた。

2）排出係数

① 天然ガスの輸送

初期割当量報告書における算定方法と同様。

② 天然ガスの貯蔵

現行の算定方法と同様。

3）活動量

① 天然ガスの輸送

初期割当量報告書における算定方法と同様。

② 天然ガスの貯蔵

初期割当量報告書における算定方法と同様（現行の算定方法と同様。）。

（3）2015 年提出インベントリにおける算定方法

天然ガスの輸送に伴う漏出については、2006 年 IPCC ガイドラインにおいて、天然ガスの販売量を活動量とする新しい算定方法が示されたことに伴い、2013 年度における検討において、天然ガス販売量を活動量とする上記の方法を用いて排出量を算定することとした。また、天然ガス鉱業会より、パイプラインの移設・設置工事に伴う CH_4 排出量実績（2008 年度以降）及び整圧器の駆動用ガスの CH_4 放散量（2012 年度以降）についてデータ提供を受けたため、それらを基に排出係数を設定した。

天然ガスの貯蔵に伴う排出については、2015 年提出インベントリの報告に使用される共通報告様式（CRF）において、天然ガスの貯蔵に伴う温室効果ガス排出量の報告欄（「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送と貯蔵」）が設けられたことから、当該カテゴリーで排出量を報告することとした。

1）排出・吸収量算定式

① 天然ガスの輸送

現行の算定方法と同様。

② 天然ガスの貯蔵

初期割当量報告書における算定方法と同様（現行の算定方法と同様。）。

2）排出係数

① 天然ガスの輸送

現行の算定方法と同様。

② 天然ガスの貯蔵

2009 年提出インベントリにおける算定方法と同様（現行の算定方法と同様。）。

3）活動量

① 天然ガスの輸送

現行の算定方法と同様。

② 天然ガスの貯蔵

初期割当量報告書における算定方法と同様（現行の算定方法と同様。）。