1.B.2.a.iii 原油の輸送：船舶（Oil Transport：Navigation）（NMVOC）

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

ガソリン等の液体貨物を海上輸送するプロセスにおいて、またタンクのガスフリー作業及び船舶への積荷時において NMVOC が発生する。原油タンカーと、ガソリンや化学薬品を輸送するプロダクトタンカーの 2 種における船舶のカーゴオペレーションから発生する NMVOC を扱う。なお、船舶のその他の積荷として、ナフサも揮発性が高く NMVOC が排出される可能性があるが、自己着火性が高いため、静電気発生が完全に抑えられていないプロダクトタンカーでの運搬は安全上禁止されており、気密性が高く耐圧タンク構造になっているケミカルタンカーによって輸送することとなっている。したがって、ナフサの輸送・積荷時において NMVOC が大気中に排出されることはないと考えられるため、算定対象としていない（化学薬品も基本的にはケミカルタンカーで輸送されるが、一部がプロダクトタンカーで輸送されることもあるため、過少推計とならないように全量を算定対象としている。）。また、本排出量のうち、「原油」及び「石油製品（ガソリン）」起源の VOC 排出については、「1.B.2.a.iv 原油の精製・貯蔵」の排出にも含まれるため、当該排出量を「1.B.2.a.iv 原油の精製・貯蔵」における排出量から差し引いた上で本分野において計上する。さらに、化学薬品起源の VOC 排出についても「2. 工業プロセスと製品の使用」分野にて算定する化学品の製造からの排出にも含まれるため、本排出量を「2. 工業プロセスと製品の使用」分野から差し引いた上で、本分野に計上する。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

船舶による石油輸送からの蒸発起源 NMVOC 排出量の推移は、原油及びガソリンの輸送量の推移に連動している。1990 年前半は原油輸送量の増加に伴い排出量は増加傾向にあったが、1994 年度を境に原油及びガソリン輸送量の減少に伴い減少傾向に転じた。2000 年度に原油及びガソリン輸送量が再び増加傾向となり、排出量も増加トレンドとなったが、2007 年度に寄木港にベーパー回収装置が導入された影響で、排出量は大きく減少した。2010 年代以降は原油及びガソリン輸送量の減少に伴い、排出量は緩やかな減少傾向にあったが、2020 年度以降、微増の傾向となっている。

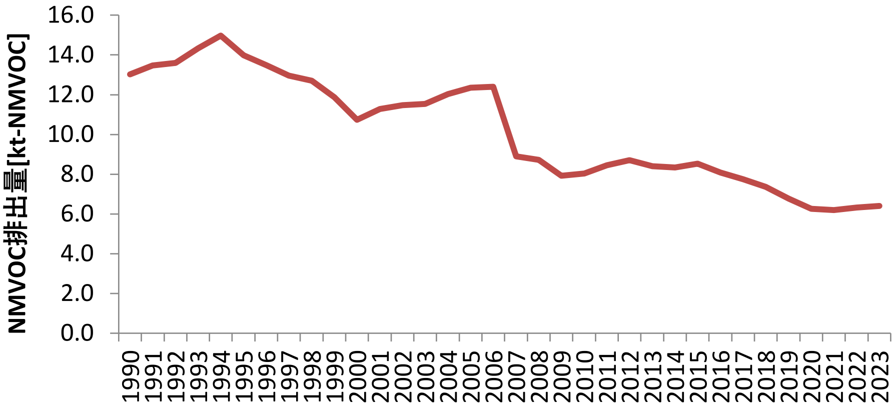

図 1　船舶からの蒸発起源 NMVOC 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

「港湾統計年報（国土交通省）」の「輸出貨物品種別仕向国別表」及び「移出貨物品種別仕向港別表」に示された、「原油」、「石油製品（ガソリン）」及び「化学薬品」の、各港湾の輸出及び移出量（国内の別の地域に輸送された量）に排出係数を乗じて NMVOC 排出量を算定する。排出量算定式は下式のとおり。

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

E　　　：船舶からの蒸発起源 NMVOC 排出量［t-NMVOC］
AD*i*　　：貨物 *i* の輸送量（輸出量＋移出量）［t］
EF*i*　　：貨物 *i* の荷役起源排出係数［kg-NMVOC/t］
i　　　：貨物種（原油・ガソリン・化学薬品）

2.2 排出係数

排出係数は表 1 のとおり設定する。

表 1　船舶からの蒸発起源 NMVOC 排出係数

活動量		排出係数［kg-NMVOC/t］
原油	Vapor recovery あり（2007 年以降の喜入港のみ）	0.03
	Vapor recovery なし	0.14
ガソリン	荷役時	0.12
	ガスフリー時	0.14
化学薬品	ベンゼン	0.011
	メタノール	0.006
	トルエン	0.004
	ジクロロエタン	0.016
	アセトン	0.023

（出典）海洋政策研究財団「平成 17 年　船舶からの揮発性有機化合物（VOC）の排出影響に関する調査報告書」（2006）

2.3 活動量

活動量は、「港湾統計年報」の「輸出貨物品種別仕向国別表」及び「移出貨物品種別仕向港別表」における原油、石油製品及び化学薬品の移出・輸入量を基に表 2 のとおり設定する。

表 2　船舶からの蒸発起源 NMVOC に係る活動量の設定方法

活動量	活動量設定方法
原油	原油の移出量・輸出量
ガソリン	石油製品の移出量・輸出量に「資源・エネルギー統計年報（経済産業省）」における石油製品の国内向販売量・輸出量に占めるガソリンの割合を乗じて算定。
化学薬品	化学薬品の移出量・輸出量に、化学薬品中の NMVOC が占める割合を乗じて算定。化学薬品中の NMVOC が占める割合については、「港湾統計年報」における化学薬品の移出量に対する、NMVOC の発生が見込まれる化学薬品 5 品目（ベンゼン、メタノール、トルエン、ジクロロエタン、アセトン）輸送量実績の割合（海洋政策研究財団、2012）を使用（2003 年実績）。

表 3　原油の移出量・輸出量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
原油輸出・移出量(喜入港)	万t	2,284	2,386	2,531	2,882	3,080	2,693	2,392	2,437	2,569	2,651
原油輸出・移出量(喜入港以外)	万t	1,499	1,628	1,382	1,406	1,595	1,283	1,222	850	696	730

	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
原油輸出・移出量(喜入港)	万t	2,816	2,893	2,902	2,901	3,282	3,260	3,164	3,138	3,055	2,952
原油輸出・移出量(喜入港以外)	万t	713	582	556	538	506	591	707	843	818	422

	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
原油輸出・移出量(喜入港)	万t	2,713	2,697	2,628	2,641	2,573	2,706	2,993	2,865	2,661	2,453
原油輸出・移出量(喜入港以外)	万t	510	812	1,067	958	813	814	541	362	276	195

	単位	2020	2021	2022	2023
原油輸出・移出量(喜入港)	万t	2,296	2,054	2,077	2,077
原油輸出・移出量(喜入港以外)	万t	224	247	321	321

表 4　ガソリンの移出量・輸出量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ガソリン輸出・移出量	万t	2,952	2,999	3,107	3,186	3,220	3,220	3,219	3,197	3,109	2,725

	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ガソリン輸出・移出量	万t	2,210	2,445	2,532	2,562	2,565	2,653	2,664	2,586	2,540	2,457

	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ガソリン輸出・移出量	万t	2,480	2,478	2,451	2,390	2,448	2,506	2,449	2,430	2,356	2,196

	単位	2020	2021	2022	2023
ガソリン輸出・移出量	万t	2,004	1,995	1,999	2,030

表 5　化学薬品の移出量・輸出量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ベンゼン輸出・移出量	万t	229	235	240	243	246	257	263	266	264	266
メタノール輸出・移出量	万t	93	95	97	99	100	104	106	108	107	108
トルエン輸出・移出量	万t	79	81	83	84	85	89	91	92	91	92
ジクロロエタン輸出・移出量	万t	28	29	30	30	31	32	33	33	33	33
アセトン輸出・移出量	万t	27	28	28	28	29	30	31	31	31	31

	単位	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ベンゼン輸出・移出量	万t	268	270	278	286	301	307	308	308	299	286
メタノール輸出・移出量	万t	109	109	112	116	122	124	125	124	121	116
トルエン輸出・移出量	万t	93	94	96	99	104	106	107	106	104	99
ジクロロエタン輸出・移出量	万t	33	34	35	36	37	38	38	38	37	36
アセトン輸出・移出量	万t	31	32	33	34	35	36	36	36	35	34

	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ベンゼン輸出・移出量	万t	295	277	276	292	288	294	291	296	290	277
メタノール輸出・移出量	万t	119	112	112	118	117	119	118	120	118	112
トルエン輸出・移出量	万t	102	96	96	101	100	102	101	102	101	96
ジクロロエタン輸出・移出量	万t	37	35	34	36	36	37	36	37	36	35
アセトン輸出・移出量	万t	35	32	32	34	34	34	34	35	34	32

	単位	2020	2021	2022	2023
ベンゼン輸出・移出量	万t	260	263	247	247
メタノール輸出・移出量	万t	105	106	100	100
トルエン輸出・移出量	万t	90	91	85	85
ジクロロエタン輸出・移出量	万t	32	33	31	31
アセトン輸出・移出量	万t	31	31	29	29

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

	初期割当量報告書（2006 年提出）	2015 年提出
排出・吸収量算定式	未推計	・新規に排出量を計上。 ・海洋政策研究財団の「排出規制海域設定による大気環境改善効果の算定事業報告書」における算定方法を踏襲。
排出係数	－	－
活動量	－	－

（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）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

船舶からのカーゴオペレーションから発生する NMVOC は「排出規制海域設定による大気環境改善効果の算定事業報告書（海洋政策研究財団）」において算定されており、当該報告書において設定されている算定方法を踏襲して算定した。

2）排出係数

現行インベントリと同様。

3）活動量

現行インベントリと同様。