2.B.8.d 石油化学及びカーボンブラック製造（酸化エチレン）
（Petrochemical and Carbon Black Production ーEthylene Oxide Production）（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

酸化エチレン（C_2H_4O）は、グリコール、グリコールエーテル、アルコール及びアミン製造の原料として使用されており、世界の酸化エチレン生産量の約 70%がモノエチレングリコールを含むグリコール製造用途に使用されている。酸化エチレンは、触媒上で酸素とエチレンを反応させることにより製造され、副生成物として CO_2 が排出される（下式参照）。酸素は、空気を供給するか、あるいは空気から分離した純酸素を供給するといった二つの方法がある。

$$C_2H_4 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow C_2H_4O$$
$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

発生した CO_2 は、一部はベントにより大気放出され、一部は炭酸塩溶液により回収され食料品製造等に利用される。一般的に、酸化エチレン製造はガスを循環利用するプロセスであり、原料ガス中に含まれる微量の反応しない不純物（アルゴンや窒素など）の蓄積による圧力上昇を抑えるために一部系外にパージする必要がある。これが排ガスである。この排ガスには、エチレンやメタン、酸素、アルゴンなどが存在し、一般的にはそのまま燃焼処理するが、漏出やベントにより CH_4 が排出される場合もある。なお、我が国の酸化エチレンプラントでは、ほとんどの事業者において、CH_4 はフレア燃焼あるいは燃料として焼却処理した上で大気中に放出されているが、一部の事業者においては CH_4 の排出が確認されている。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

CO_2 排出量については、活動量である酸化エチレン生産量の増減に応じた排出量推移となっている。2000 年度及び 2009 年度に相次いで酸化エチレンプラントが停止されたことで生産量の減少に伴い排出量も一時的に減少し、以降は緩やかに増加傾向となっていたが、近年は再び減少傾向となっている。

なお、CH_4 排出量については、秘匿情報となっている。

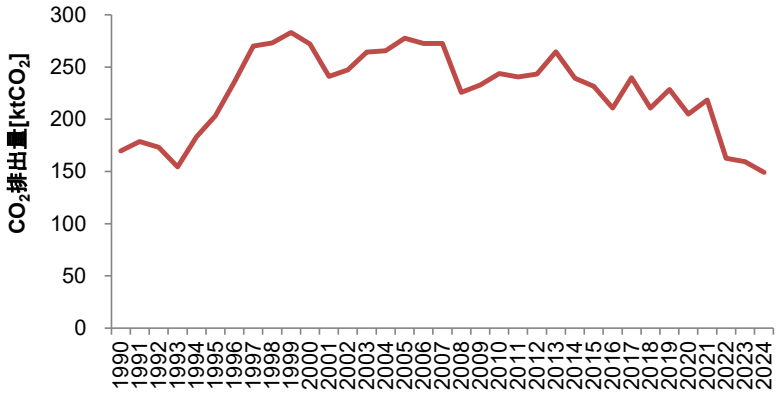


図 1　酸化エチレン製造からの CO_2 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 CO_2

2.1.1 排出・吸収量算定式

2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 3 手法に基づき、国内総生産量に、工場別データを基に設定した我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。さらに、別途業界団体の調査結果に基づき推定された酸化エチレン製造からの CO_2 回収量（「2.H.3. 炭酸ガスの利用」を参照）を排出量算定結果から差し引いて最終的な排出量として計上する（下式参照）。

$$E = AD * EF - R$$

E　：酸化エチレン製造に伴う CO_2 排出量［kt-CO_2］
AD　：酸化エチレンの年間生産量［kt-生産量］
EF　：酸化エチレンの生産量当たり CO_2 排出量［t-CO_2/t］
R　：酸化エチレン製造プロセスからの CO_2 回収量［kt-回収量］

2.1.2 排出係数

石油化学工業協会より提供された、生産量当たりの排出係数 0.33 t-CO_2/t-生産量を使用する。排出係数は、国内の全工場における工場別の排出係数を単純平均したものであり、各工場の排出係数は、工場において投入された原料及び副資材の量と、製品及び副産物の生産量の炭素収支等を基に算出されている。工場別の生産量データは秘匿情報に当たり加重平均が困難であること、我が国では酸化エチレンは全て同一の製造プロセス（酸素法）により製造されていることから、単純平均としても実態からの乖離は軽微であると判断されている。なお、我が国の酸素法では触媒の選択性がデフォルト値の設定よりも高いため、排出係数はデフォルト値（0.663 t-CO_2/t）よりも低い値となっている。

2.1.3 活動量

「化学工業統計年報（経済産業省）」における酸化エチレン生産量を使用する。

表 1　活動量（酸化エチレン生産量）の推移［千 t-生産量］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
酸化エチレン生産量	714	742	725	662	742	795	885	957	961	993

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
酸化エチレン生産量	961	869	887	948	959	1,001	972	957	795	792

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
酸化エチレン生産量	843	842	849	915	894	923	882	945	893	878

	2020	2021	2022	2023	2024
酸化エチレン生産量	790	818	618	569	539

（出典）化学工業統計年報（経済産業省）

2.2 CH_4

2.2.1 排出・吸収量算定式

2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 1 手法に基づき、CH_4 排出が確認されている事業者における酸化エチレン生産量に、当該事業者での実測結果に基づく事業者独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD * EF$$

E：酸化エチレン製造に伴う CH_4 排出量［kt-CO_2］
AD：酸化エチレンの年間生産量［kt-生産量］
EF：酸化エチレンの生産量当たり CH_4 排出量［t-CO_2/t］

2.2.2 排出係数

当該事業者での実測結果に基づく事業者独自の排出係数を使用する。CH_4 排出量データは、当該事業者において、プロセスから排ガスをパージする際に外部から導入したガス中の CH_4 量を基に大気中に排出された CH_4 量を推定したものである（年度別データ）。ただし、データが把握されているのは 2004 年度以降のみのため、2003 年度以前については、2004～2006 年度の 3 か年平均排出係数を固定値として使用する。なお、データは秘匿情報である。

2.2.3 活動量

当該事業者における酸化エチレン生産量を使用する。なお、データは秘匿情報である。

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 2　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	2024 年提出
排出・吸収量算定式	未計上	新規に排出量を計上。	CO_2 回収量の算定方法を変更。
排出係数	未計上	－	－
活動量	未計上	－	－

（1）初期割当量報告書における算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインから新たに追加された排出源であり、初期割当量報告書では算定対象にはされていなかった。

（2）2015 年提出インベントリにおける算定方法

2006 年 IPCC ガイドラインにおいて新たに設定されたことを受け、業界団体から提供された我が国固有の排出係数を基に新たに排出量を算定計上した。

1）排出・吸収量算定式

2006 年 IPCC ガイドラインに示された Tier 3 手法に基づき、国内総生産量に、工場別データを基に設定した我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定する。また、CO_2 回収量を差し引く前の排出係数と、CO_2 回収量を差し引いた実排出係数の 2 種類の排出係数により排出量を算定し、その差分を CO_2 回収量として「2.H.2 食品・飲料産業」で計上することとなった（下式参照）。

$$E = AD * EF_1$$

$$R = AD * EF_2 - E$$

E ：酸化エチレン製造に伴う CO_2 排出量
R ：酸化エチレン製造プロセスからの CO_2 回収量
AD ：酸化エチレンの年間生産量
EF_1 ：酸化エチレンの生産量当たり CO_2 排出量（CO_2 回収を考慮。）
EF_2 ：酸化エチレンの生産量当たり CO_2 排出量（CO_2 回収を考慮せず。）

2）排出係数

石油化学工業協会より提供された、生産量当たりの排出係数（回収を考慮：0.24 t-CO_2/t-生産量、回収を考慮せず：0.33 t-CO_2/t-生産量）を使用する。

3）活動量

「化学工業統計年報（経済産業省）」における酸化エチレン生産量を使用することとなった。

（3）2024 年提出インベントリにおける算定方法

これまで、CO_2 回収量を差し引く前の排出係数と、CO_2 回収量を差し引いた実排出係数の 2 種類の排出係数による排出量算定結果の差分として推計していた CO_2 回収量について、新たに業界団体の調査による実績値に基づく値へと変更となった（現行の算定方法と同様。）。