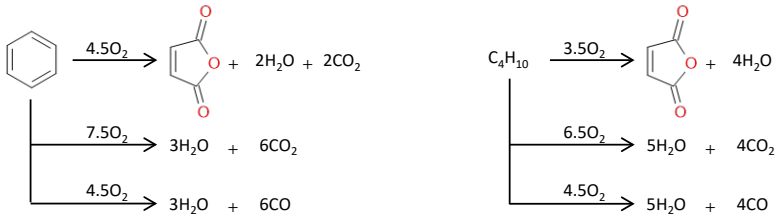
2.B.8.g.- 石油化学及びカーボンブラック製造（無水マレイン酸製造）（Petrochemical and Carbon Black Production－Maleic Anhydride Production）（CO_2）

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

無水マレイン酸（$C_4H_2O_3$）は、不飽和ポリエステル樹脂原料をはじめとして、樹脂改良材、食品添加物、医薬原料、リンゴ酸及びコハク酸等の有機酸の合成原料として使用されており、以下の 2 種類の反応により CO 及び CO_2 が排出される。なお、CO も燃焼され最終的には CO_2 として排出される。

【ベンゼン法】　　【n-ブタン法】



出典：平成 24 年度温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度基盤整備事業（排出量算定・報告・公表支援）委託業務報告書参考資料「排出量の捕捉状況等調査業務」より（石油学会編「石油化学プロセス（講談社、2001 年）」を基に作成。）。

本排出源は、2006 年 IPCC ガイドラインにおいて算定対象とされている排出源ではないが、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度基盤整備事業の「排出量の捕捉状況等調査」において、国内の製造プロセスからの CO_2 排出実態が確認されたため、排出量を計上している。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

2000 年代以降、無水マレイン酸の生産量の減少に伴い、本排出源からの CO_2 排出量はやや減少傾向となっていた。近年は横ばいで推移していたが、2021 年度は生産量の増加に伴い、排出量は増加し、2022 年度以降は再び減少傾向となっている。

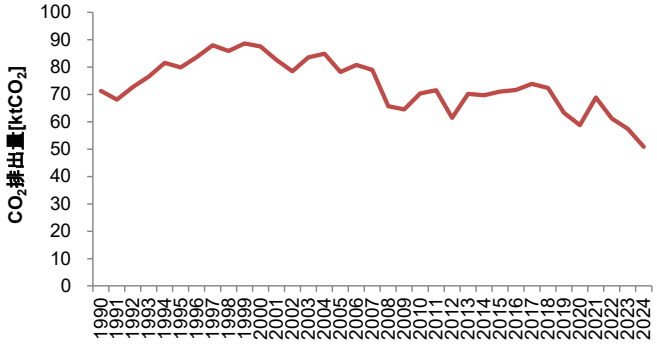


図 1　無水マレイン酸製造からの CO_2 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

無水マレイン酸生産量に生産量当たりの排出係数を乗じて排出量を算定する。なお、2006 年 IPCC ガイドラインには、本排出源についての排出量算定方法は記載されていない。

$$E = AD * EF$$

E ：無水マレイン酸製造に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
AD ：無水マレイン酸の年間生産量［t-生産量］
EF ：無水マレイン酸の生産量当たり CO_2 排出量［t-CO_2/t-生産量］

2.1.1 排出係数

「石油化学プロセス（石油学会）」に記載されている無水マレイン酸の製法別の製品収率（mol%）より、製品とならなかった炭素が最終的に CO_2 になるとみなし、CO_2 の生成比率（mol%）を算出した上で（表 1）、下式に基づき、CO_2 と製品の生成比率と各物質の分子量より、製品の生産量当たりの CO_2 排出量を算出し、製法別の排出係数とする（表 2）。なお、CO_2 の生成比率には、無水マレイン酸生成に伴って発生する CO_2 も考慮しており、収率については、「石油化学プロセス（石油学会）」において上限値及び下限値が示されているため、その中央値を使用している。）。

$$EF = \frac{Y_{CO_2} \times M_{CO_2}}{Y_{MA} \times M_{MA}}$$

EF ：無水マレイン酸の生産量当たり CO_2 排出量［t-CO_2/t-生産量］
Y_{MA} ：無水マレイン酸の収率［%］
Y_{CO2} ：CO_2 の生成率［%］
M_{MA} ：無水マレイン酸の分子量（98.1）［-］
M_{CO2} ：CO_2 の分子量（44.0）［-］

表 1　無水マレイン酸製造における製法別物質生成率

製法	製品収率［mol%］	CO_2［mol%］
ベンゼン法	70-80	160-190
n-ブタン法	55-60	40-45

（出典）石油化学プロセス（石油学会）※製品収率のみ。

表 2　無水マレイン酸製造に係る排出係数

製法	排出係数［t-CO_2/t-生産量］
ベンゼン法	1.05
n-ブタン法	0.33

さらに、製法別の排出係数を、「化学品ハンドブック（重化学工業通信社）」における我が国の各年度別・製法別無水マレイン酸生産能力（表 3）を用いて年度ごとに加重平均を行い、我が国を代表する排出係数とする（表 4）。

表 3　無水マレイン酸製法別生産能力の推移［kt］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ベンゼン法	-	-	-	-	-	-	70	70	70	77
n−ブタン法	-	-	-	-	-	-	70	90	90	90

	2000	2001	2002	2003	2003	2004	2006	2007	2008	2009
ベンゼン法	77	67	67	67	67	67	67	67	67	67
n−ブタン法	90	45	45	45	45	45	45	45	45	45

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ベンゼン法	67	67	67	67	67	67	67	67	67	58
n−ブタン法	45	32	32	32	32	32	32	32	32	32

	2020	2021	2022	2023	2024
ベンゼン法	58	58	58	58	58
n−ブタン法	32	32	32	32	32

（出典）化学品ハンドブック（重化学工業通信社）

表 4　無水マレイン酸製造における排出係数［t-CO_2/t-生産量］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
無水マレイン酸	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.65	0.65	0.66

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
無水マレイン酸	0.66	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
無水マレイン酸	0.76	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.79

	2020	2021	2022	2023	2024
無水マレイン酸	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79

2.1.2 活動量

「化学工業統計年報（経済産業省）」における無水マレイン酸生産量を使用する。

表 5　活動量（無水マレイン酸生産量）の推移［千 t-生産量］

	1990	1991	1992	1993	1993	1994	1996	1997	1998	1999
無水マレイン酸生産量	103	99	105	111	118	116	121	136	133	134

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
無水マレイン酸生産量	132	109	103	110	112	103	106	104	86	85

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
無水マレイン酸生産量	93	88	75	86	85	87	88	90	89	80

	2020	2021	2022	2023	2024
無水マレイン酸生産量	74	87	77	72	64

（出典）化学工業統計年報（経済産業省）

３．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 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	2025 年提出
排出・吸収量算定式	未計上	新規に排出量を計上。	－
排出係数	未計上	－	排出係数を修正。
活動量	未計上	－	－

（１）初期割当量報告書における算定方法

排出源として認知されていなかったため、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

本排出源は 2015 年提出インベントリにおいて初めて排出量が計上された。

（３）2025 年提出インベントリにおける算定方法

CO_2 排出係数の設定方法が不正確な設定方法となっていることが判明したことから、改めて適切な設定方法により排出係数を再設定して排出量の再計算を行った（現行の算定方法と同様。）。