1.A 廃棄物の原燃料利用（廃タイヤ）
（Utilization of waste as fuel－Waste tire）（CO_2, 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

本排出源では、廃タイヤを原料又は燃料として利用（原燃料利用）する場合に排出される CO_2・CH_4・N_2O を扱う。

なお、廃タイヤをガス化炉に利用する場合、当該プロセスから温室効果ガス（GHG）は排出されず、製造された廃タイヤ由来のガスが燃料として利用される際に GHG が排出されるが、我が国のエネルギー分野の統計では、このような廃棄物を原料として製造されたエネルギーの利用量を正確に把握できないため、原料として投入された廃タイヤの量を活動量として、本排出源で一括して廃タイヤの原燃料利用に伴う GHG 排出量を算定する。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

我が国で発生する廃タイヤの大半は原燃料として有効利用されている。2000 年度頃まではセメント焼成用途が全体の半数以上を占めていたが、その後は減少し、代わりに製紙工場向けの燃料用途が大きく増加している。廃タイヤの原燃料利用に伴う CO_2 排出量の総量は、1990 年度から経年的に増加し、2000 年代前半に一時的に減少するものの、2000 年代後半にかけて再び増加し、それ以降はほぼ横ばいで推移している。

【CO_2】

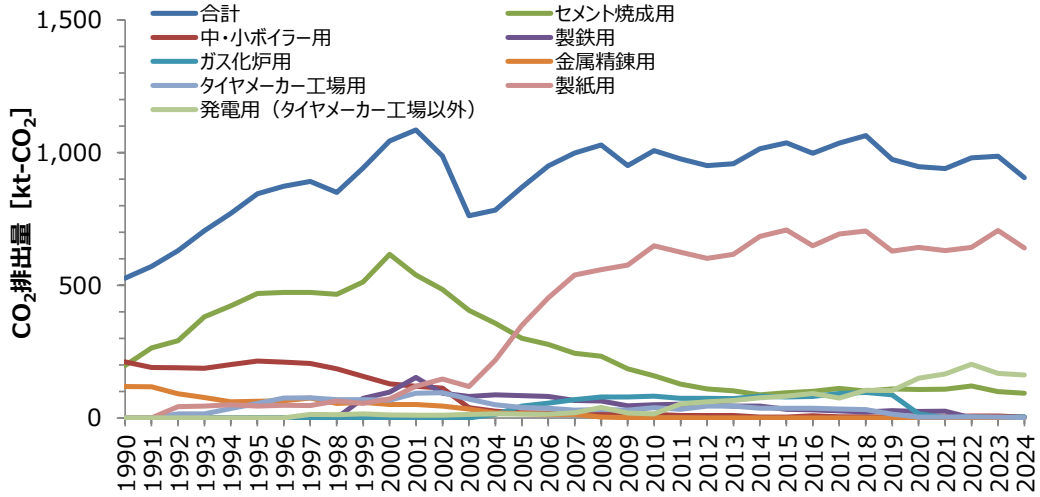

図 1　廃棄物の原燃料利用に伴う CO_2 排出量（廃タイヤ）の推移

【CH_4】

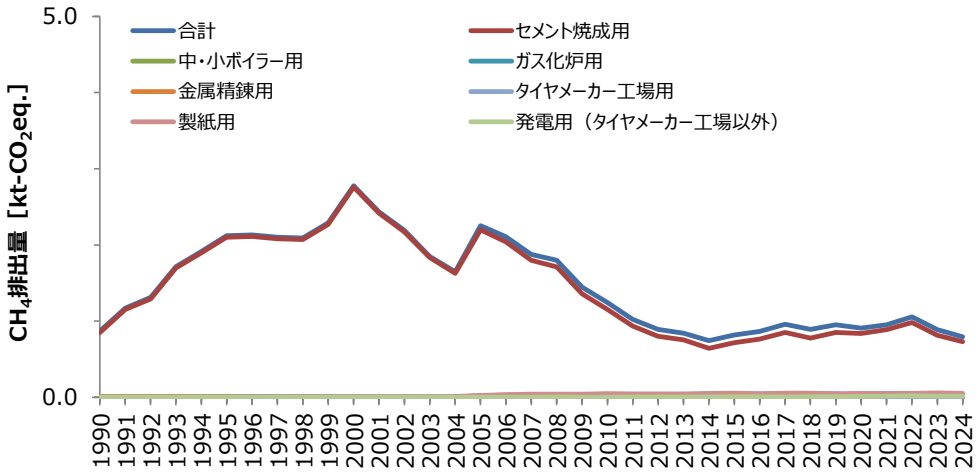

図 2　廃棄物の原燃料利用に伴う CH_4 排出量（廃タイヤ）の推移

【N_2O】

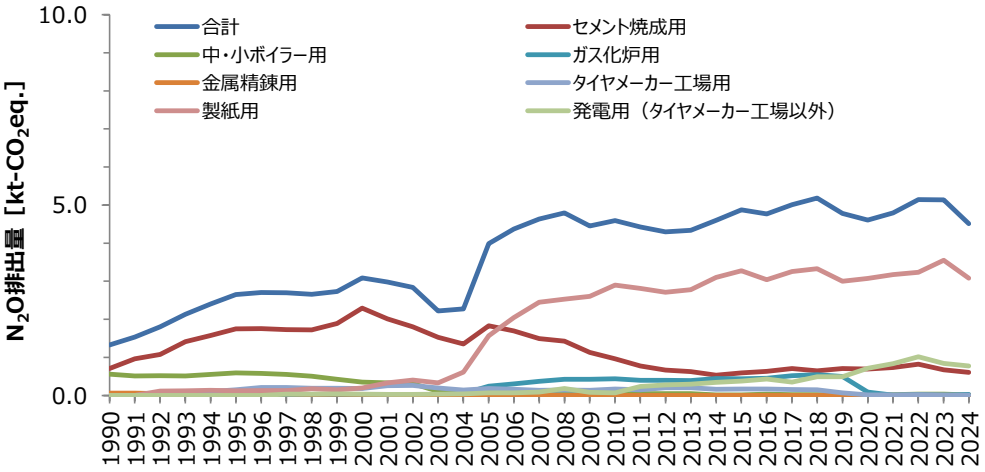

図 3　廃棄物の原燃料利用に伴う N_2O 排出量（廃タイヤ）の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

2.1.1 CO_2

2006 年 IPCC ガイドラインのデシジョンツリーに従い、廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率より設定した CO_2 排出係数に、廃タイヤの原燃料利用量を乗じて CO_2 排出量を算定する（Tier 2b）。

$$E = \sum \left(EF_i \times A_i \right)$$

E　：　廃棄物の原燃料利用に伴う CO_2 排出量（廃タイヤ）［kg-CO_2］
EF_i　：　廃タイヤの原燃料利用に伴う CO_2 排出係数（用途 i）［kg-CO_2/t（乾燥ベース）］
A_i　：　廃タイヤ中の原燃料利用量（用途 i）［t（乾燥ベース）］

2.1.2 CH_4・N_2O

「1.A. 廃棄物の原燃料利用（一般廃棄物）」と同様、廃タイヤの原燃料利用量に、燃焼排ガス中の CH_4 及び N_2O 濃度より設定した CH_4 及び N_2O 排出係数を乗じて排出量を算定する。なお、製鉄用途については、発生するガスは全て鉄鋼系ガスとして回収されており大気中に CH_4・N_2O は排出されないため、算定対象から除外する。

$$E = \sum \left(EF_i \times A_i \right)$$

E ： 廃棄物の原燃料利用に伴う CH_4 or N_2O 排出量（廃タイヤ）［kg-CH_4］or［kg-N_2O］

EF_i ： 廃タイヤの原燃料利用に伴う CH_4 or N_2O 排出係数（用途 i）［kg-CH_4/t（排出ベース）］or［kg-N_2O/t（排出ベース）］

A_i ： 廃タイヤの原燃料利用量（用途 i）［t（排出ベース）］

2.2 排出係数

2.2.1 CO_2

廃タイヤ中の化石燃料起源の炭素含有率に、廃タイヤの原燃料利用施設における廃タイヤ中の炭素の酸化率を乗じて CO_2 排出係数を算定する。なお、自動車タイヤ原材料には天然ゴムが使用されており、廃タイヤの化学分析結果から得られる炭素含有率には化石燃料起源ではない炭素分が相当程度含まれるため、タイヤ中の原材料別に化石燃料起源炭素含有率を把握し、毎年度のタイヤ中の原材料構成割合を用いて加重平均し、廃タイヤ中の平均的な化石燃料起源の炭素含有率を算定する。

$$EF = CF \times OF \times 1000 \times 44 \div 12$$

CF ： 廃タイヤ中の平均的な化石燃料起源の炭素含有率［-］

OF ： 廃タイヤの原燃料利用施設における廃タイヤ中の炭素の酸化率（我が国の場合、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いて 1.0 と設定）［-］

表 1　廃棄物の原燃料利用に伴う CO_2 排出係数（廃タイヤ）（EF）［kg-CO_2/t（乾燥ベース）］

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1,867	1,839	1,813	1,805	1,795	1,794	1,805	1,833	1,808	1,816

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1,799	1,794	1,794	1,779	1,762	1,746	1,738	1,730	1,734	1,738

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1,759	1,744	1,743	1,744	1,736	1,698	1,677	1,673	1,661	1,645

2020	2021	2022	2023	2024
1,641	1,562	1,563	1,563	1,634

表 2　廃タイヤ中の平均的な化石燃料起源の炭素含有率（*CF*）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
タイヤコード（スチール）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
タイヤコード（ナイロン）	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
タイヤコード（ポリエステル）	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
タイヤコード（レーヨン）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
合成ゴム	21%	20%	20%	20%	19%	19%	20%	20%	20%	21%
天然ゴム	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ビードワイヤー	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
配合剤	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
カーボンブラック	26%	26%	26%	26%	26%	26%	26%	27%	26%	26%
合計	51%	50%	49%	49%	49%	49%	49%	50%	49%	50%

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
タイヤコード（スチール）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
タイヤコード（ナイロン）	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
タイヤコード（ポリエステル）	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
タイヤコード（レーヨン）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
合成ゴム	20%	20%	20%	20%	19%	19%	19%	19%	19%	19%
天然ゴム	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ビードワイヤー	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
配合剤	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
カーボンブラック	26%	26%	26%	26%	26%	26%	25%	25%	26%	26%
合計	49%	49%	49%	49%	48%	48%	47%	47%	47%	47%

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
タイヤコード（スチール）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
タイヤコード（ナイロン）	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%
タイヤコード（ポリエステル）	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
タイヤコード（レーヨン）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
合成ゴム	20%	19%	20%	20%	20%	19%	19%	19%	18%	18%
天然ゴム	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ビードワイヤー	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
配合剤	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
カーボンブラック	26%	25%	25%	25%	25%	25%	24%	24%	24%	24%
合計	48%	48%	48%	48%	47%	46%	46%	46%	45%	45%

	2020	2021	2022	2023	2024
タイヤコード（スチール）	0%	0%	0%	0%	0%
タイヤコード（ナイロン）	0%	0%	1%	0%	0%
タイヤコード（ポリエステル）	1%	1%	1%	1%	1%
タイヤコード（レーヨン）	0%	0%	0%	0%	0%
合成ゴム	18%	17%	17%	17%	16%
天然ゴム	0%	0%	0%	0%	0%
ビードワイヤー	0%	0%	0%	0%	0%
配合剤	1%	2%	2%	2%	2%
カーボンブラック	24%	22%	22%	22%	25%
合計	45%	43%	43%	43%	45%

2.2.2 CH_4・N_2O

「1.A. 廃棄物の原燃料利用（一般廃棄物）」と同様、各種炉分野の CH_4・N_2O 排出係数（排出ベース）に廃タイヤの発熱量を乗じ、重量ベースの CH_4・N_2O 排出係数を設定する。廃タイヤの発熱量は、「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数一覧表（資源エネルギー庁）」より、2004 年度以前は 20.9［MJ/kg］、2005 年度以降は 33.2［MJ/kg］と設定する。

表 3　廃棄物の原燃料利用に伴う CH_4 排出係数（廃タイヤ）（EF_i）［kg-CH_4/t（排出ベース）］

廃タイヤ用途	CH_4 排出係数		設定根拠
	～2004 年度	2005 年度～	
セメント焼成用	0.27	0.43	その他の工業炉（固体燃料）
中・小ボイラー用	0.0027	0.0043	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
ガス化炉用	0.0179	0.0284	その他の工業炉（気体燃料）及びその他の工業炉（液体燃料）の加重平均値
金属精錬用	0.0048	0.0077	ボイラー（気体燃料）
タイヤメーカー工場用	0.0027	0.0043	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
製紙用	0.0027	0.0043	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
発電用（タイヤメーカー工場以外）	0.0027	0.0043	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）

表 4　廃棄物の原燃料利用に伴う N_2O 排出係数（廃タイヤ）（EF_i）［kg-N_2O/t（排出ベース）］

廃タイヤ用途	N_2O 排出係数		設定根拠
	～2004 年度	2005 年度～	
セメント焼成用	0.024	0.038	その他の工業炉（固体燃料）
中・小ボイラー用	0.018	0.028	ボイラー（流動床ボイラー以外）（固体燃料）
ガス化炉用	0.021	0.034	その他の工業炉（気体燃料）及びその他の工業炉（液体燃料）の加重平均値
金属精錬用	0.004	0.006	ボイラー（気体燃料）
タイヤメーカー工場用	0.018	0.028	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
製紙用	0.018	0.028	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）
発電用（タイヤメーカー工場以外）	0.018	0.028	ボイラー（一般炭、コークス、その他固体燃料）

2.3 活動量

2.3.1 CO_2

廃タイヤの原燃料利用量（排出ベース）を「日本のタイヤ産業（日本自動車タイヤ協会）」より把握し、廃タイヤの平均的な固形分割合を乗じて活動量を算定する。廃タイヤの平均的な水分割合は、「廃棄物基本データ集 Fact Book 2000」（日本環境衛生センター）の「産業廃棄物の性状分析例」における分割タイヤの三成分分析例を用いて各年度一律に 5.0%と設定する（固形分割合は 95.0%。）。

表 5　廃タイヤの用途別の原燃料利用量（A_i）［kt（乾燥ベース）］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
セメント焼成用	105	143	161	211	236	261	262	258	257	282
中・小ボイラー用	113	104	105	104	112	120	117	112	103	86
製鉄用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
ガス化炉用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金属精錬用	64	64	50	43	34	35	36	41	30	32
タイヤメーカー工場用	0	0	9	9	20	30	42	42	38	38
製紙用	0	0	24	25	28	25	27	26	35	30
発電用（タイヤメーカー工場以外	0	0	0	0	0	0	0	8	7	9

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
セメント焼成用	343	300	270	228	202	172	160	141	134	106
中・小ボイラー用	71	67	63	22	14	11	10	10	11	9
製鉄用	54	86	52	46	49	48	47	38	37	27
ガス化炉用	0	0	0	0	8	26	32	40	46	46
金属精錬用	29	29	25	19	10	10	8	8	2	1
タイヤメーカー工場用	37	52	53	40	29	23	21	17	18	17
製紙用	40	67	82	67	124	200	260	312	322	332
発電用（タイヤメーカー工場以外	7	6	6	8	9	9	9	11	23	10

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
セメント焼成用	90	73	63	59	50	56	60	67	61	67
中・小ボイラー用	8	6	6	6	2	2	5	3	3	2
製鉄用	29	29	29	26	26	19	18	16	13	17
ガス化炉用	47	43	43	42	48	47	48	55	58	53
金属精錬用	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
タイヤメーカー工場用	22	19	26	26	21	22	22	20	19	9
製紙用	369	358	345	353	394	417	387	414	424	382
発電用（タイヤメーカー工場以外	9	30	35	38	44	48	55	45	63	63

	2020	2021	2022	2023	2024
セメント焼成用	66	69	77	64	57
中・小ボイラー用	2	3	5	5	2
製鉄用	15	16	0	0	0
ガス化炉用	10	1	2	1	3
金属精錬用	0	0	0	0	0
タイヤメーカー工場用	2	2	3	2	1
製紙用	391	404	411	452	392
発電用（タイヤメーカー工場以外	91	106	129	107	99

2.3.2 CH_4・N_2O

廃タイヤの原燃料利用量（排出ベース）を「日本のタイヤ産業」より把握する。

表 6　廃タイヤの用途別の原燃料利用量（A_i）［kt（排出ベース）］

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
セメント焼成用	111	151	169	222	248	275	276	272	271	297
中・小ボイラー用	119	109	110	109	118	126	123	118	108	91
製鉄用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
ガス化炉用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金属精錬用	67	67	53	45	36	37	38	43	32	34
タイヤメーカー工場用	0	0	9	9	21	32	44	44	40	40
製紙用	0	0	25	26	29	26	28	27	37	32
発電用（タイヤメーカー工場以外	0	0	0	0	0	0	0	8	7	9

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
セメント焼成用	361	316	284	240	213	181	168	148	141	112
中・小ボイラー用	75	70	66	23	15	12	11	11	12	9
製鉄用	57	90	55	48	52	51	49	40	39	28
ガス化炉用	0	0	0	0	8	27	34	42	48	48
金属精錬用	30	30	26	20	11	10	8	8	2	1
タイヤメーカー工場用	39	55	56	42	30	24	22	18	19	18
製紙用	42	70	86	70	130	210	274	328	339	349
発電用（タイヤメーカー工場以外	7	6	6	8	9	9	9	12	24	11

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
セメント焼成用	95	77	66	62	53	59	63	70	64	70
中・小ボイラー用	8	6	6	6	2	2	5	3	3	2
製鉄用	30	31	30	27	27	20	19	17	14	18
ガス化炉用	49	45	45	44	50	49	51	58	61	56
金属精錬用	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
タイヤメーカー工場用	23	20	27	27	22	23	23	21	20	9
製紙用	388	377	363	372	415	439	407	436	446	402
発電用（タイヤメーカー工場以外	9	32	37	40	46	51	58	47	66	66

	2020	2021	2022	2023	2024
セメント焼成用	69	73	81	67	60
中・小ボイラー用	2	3	5	5	2
製鉄用	16	17	0	0	0
ガス化炉用	10	1	2	1	3
金属精錬用	0	0	0	0	0
タイヤメーカー工場用	2	2	3	2	1
製紙用	412	425	433	476	413
発電用（タイヤメーカー工場以外	96	112	136	113	104

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 7　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
排出・吸収量算定式	―
排出係数	酸化率を変更。
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

現行の排出量算定式と同様。

2）排出係数

酸化率は、IPCC グッドプラクティスガイダンスのデフォルト値を用いて 99%と設定していた。

3）活動量

現行の活動量と同様。

（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

現行の排出量算定式と同様。

2）排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、酸化率をデフォルト値の 100%に変更した（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

現行の活動量と同様。