



第4章

将来予測

「気候変動に関する国際連合枠組条約に基づく

第4回 日本国隔年報告書

4.1 予測

4.1.1 予測シナリオ

二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)、六ふっ化硫黄(SF₆)、三ふっ化窒素(NF₃)について、温室効果ガス別・部門別に、以下のとおり2020年度及び2030年度における排出・吸収量の将来見通しを推計した。

2020年度及び2030年度の将来予測にあたっては、4.3.1に示すマクロフレームを想定した上で、3.1.2に示した各対策・施策による将来の排出削減見通しを考慮した「対策ありシナリオ」における排出量を推計した。この「対策ありシナリオ」は、2013年度時点で実施されていた政策措置、及び将来的に2030年度までに実施することが採択されている政策措置を考慮したものである。

なお、「対策なしシナリオ」については、排出削減対策を実施しない場合のエネルギー需要を満たす供給構造（一次エネルギー供給）を推計していないため、本シナリオは推計していない。また、「追加対策シナリオ」については、まずは2030年度の削減目標を確実に達成するため、地球温暖化対策計画を着実に実施していくことが最重要であり、現時点では地球温暖化対策計画に含まれている対策・施策以外の政策措置は計画されていないため、「追加対策シナリオ」についても推計していない。

また、森林/LULUCF部門の予測値は、GHGインベントリとの時系列の一貫性を確保するため、GHGインベントリの各分野の排出・吸収源区分、炭素プール、ガス毎に推計した単年の純排出・吸収量を推計している。なお、これは2章で示している、排出削減目標の達成に活用されるLULUCFの貢献量とは一部別の値となる。なぜならば、2章の貢献量は、(GHGインベントリを元にした年間の排出・吸収量の予測値ではなく、) 排出削減量に相当する値として表され、LULUCF分野で実施された施策・対策による削減相当量を、京都議定書第二約束期間のLULUCFルールに基づき活動ベースの計上方法で算出した値となっているためである。両者の関係についての詳細は4.3.6を参照のこと。

4.1.2 温室効果ガス総排出量の予測

2020年度における「対策ありシナリオ」の温室効果ガス総排出量（LULUCF分野の純吸収量を含まない値）は約13億9,900万トン（CO₂換算）と予測され、2020年度目標の基準年である2005年度（13億9,700万トン（CO₂換算））と比較すると、+0.2%の水準となる。さらなる排出削減の対策や、吸収源の活用を総合的に進めていくことで3.8%減以上の水準にすることを目指す。

また、2030年度における「対策ありシナリオ」の温室効果ガス総排出量（LULUCF分野の純吸収量を含まない値）は約10億7,900万トン（CO₂換算）と予測され、基準年である2013年度及び2005年度と比較すると、それぞれ-23.4%、-22.7%の水準となる。なお、これに2030年度における吸収源の貢献量（森林吸収源（約2,780万トンCO₂）、農地土壌吸収源（約790万トンCO₂）、都市緑化からの吸収量（約120万トンCO₂））の見通しを考慮すると、我が国の「自国が決定する貢献」で示した2013年度比及び2005年度比でそれぞれ-26.0%、-25.4%となる。

なお、LULUCF分野を含めた場合の純総排出量は、2020年度は13億6,300万トン（CO₂換算）、2030年度は10億5,400万トン（CO₂換算）と予測された。

表 4-1 「対策あり」シナリオにおける温室効果ガス排出・吸収量予測結果（CTF Table 6(a)）

セクター	温室効果ガス排出・吸収量									温室効果ガス排出量の予測値	
	基準年 (2005)	1990	1995	(kt CO ₂ eq)					(kt CO ₂ eq)		
				2000	2005	2010	2015	2017	2020	2030	
エネルギー	1,009,693.34	886,933.71	920,961.46	941,030.83	987,664.88	938,356.51	962,274.55	929,988.80	1,053,578.32	784,200.00	
運輸	235,977.66	205,016.19	246,405.90	256,965.63	240,841.29	224,191.89	210,704.69	207,042.27	194,840.61	165,500.00	
産業/工業プロセス	84,728.60	116,542.71	141,854.37	113,384.03	90,861.74	83,544.03	95,792.14	101,412.01	93,001.43	74,800.00	
農業	40,015.02	37,252.76	36,899.98	35,203.96	35,152.76	35,729.88	33,574.80	33,195.51	38,723.08	37,500.00	
森林/LULUCF	-89,643.58	-62,475.25	-77,269.65	-87,907.43	-91,339.53	-70,546.63	-59,573.77	-57,457.81	-36,404.03	-25,900.00	
廃棄物管理/廃棄物	26,095.94	29,731.99	33,056.87	32,482.50	27,623.82	23,314.87	21,271.51	20,109.84	19,321.96	17,300.00	
ガス											
LULUCF分野からのCO ₂ を含むネットCO ₂ 排出量	1,214,416.17	1,101,210.36	1,167,120.02	1,181,012.87	1,201,889.17	1,146,029.55	1,166,858.43	1,132,504.87	1,261,710.51	971,600.00	
LULUCF分野からのCO ₂ を含まないネットCO ₂ 排出量	1,304,375.96	1,163,988.65	1,244,680.60	1,269,198.24	1,293,497.30	1,216,829.45	1,226,689.66	1,190,240.32	1,298,375.21	997,800.00	
LULUCF分野からのCH ₄ を含むCH ₄ 排出量	39,029.18	44,432.08	41,948.52	38,030.55	35,745.38	34,569.32	30,903.58	30,153.50	33,988.76	31,700.00	
LULUCF分野からのCH ₄ を含まないCH ₄ 排出量	38,962.32	44,346.65	41,865.41	37,950.87	35,665.64	34,496.99	30,830.42	30,064.37	33,932.91	31,600.00	
LULUCF分野からのN ₂ Oを含むN ₂ O排出量	25,760.31	32,005.38	33,368.65	30,073.86	25,238.29	22,462.68	20,989.44	20,649.80	21,762.11	21,300.00	
LULUCF分野からのN ₂ Oを含まないN ₂ O排出量	25,510.95	31,787.78	33,160.84	29,875.59	25,049.43	22,281.75	20,805.14	20,461.29	21,557.28	21,100.00	
HFCs	12,724.24	15,932.31	25,213.19	22,852.00	12,784.02	23,315.84	39,260.61	44,885.37	38,300.00	21,600.00	
PFCs	8,623.35	6,539.30	17,609.92	11,873.11	8,623.35	4,249.54	3,308.10	3,512.15	4,000.00	4,200.00	
SF ₆	5,063.86	12,850.07	16,447.52	7,031.36	5,053.01	2,423.87	2,152.71	2,135.15	2,400.00	2,700.00	
NF ₃	1,249.87	32.61	201.09	285.77	1,471.75	1,539.74	571.03	449.78	1,000.00	500.00	
合計 (LULUCFを含む)	1,306,866.97	1,213,002.11	1,301,908.93	1,291,159.52	1,290,804.96	1,234,590.56	1,264,043.91	1,234,290.62	1,363,061.37	1,054,000.00	
合計 (LULUCFを含まない)	1,396,510.56	1,275,477.36	1,379,178.58	1,379,066.94	1,382,144.50	1,305,137.18	1,323,617.68	1,291,748.43	1,399,465.40	1,079,000.00	

- ※ 2020年度及び2030年度の運輸部門の排出量予測値には、UNFCCCの下でのGHGインベントリにおいてエネルギー分野に含めるべき鉄道の電力消費に伴うCO₂排出を含む。
- ※ 2020年度については、数値の四捨五入の関係でガス別の数値の合計値と合計欄の数値が異なる。
- ※ 2030年度については、数値の四捨五入の関係で分野別の数値の合計値と合計欄の数値が異なる。
- ※ 「基準年（2005年度）」は削減目標決定時（2015年時点のGHGインベントリ）の数値を記載。
- ※ 森林/LULUCFの2020年度及び2030年度予測値は、一部の推計でGHGインベントリの推計対象と異なるものがある。詳細は4.3.6節を参照のこと。

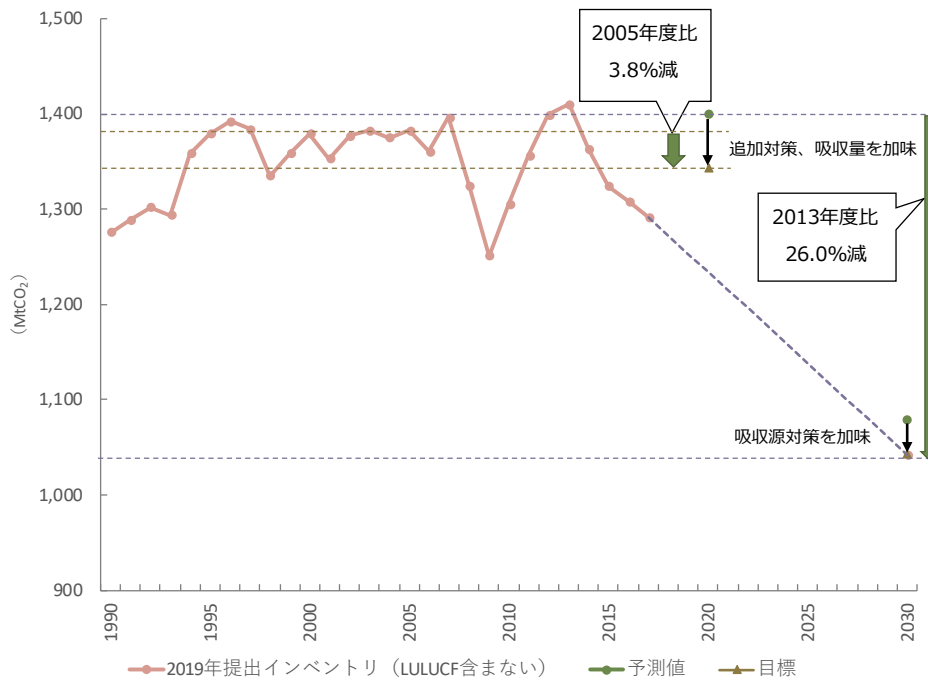


図 4-1 「対策あり」シナリオの温室効果ガス排出・吸収量予測結果

4.1.3 ガス別の予測

■ エネルギー起源二酸化炭素

我が国の温室効果ガス排出量の約9割を占めるエネルギー起源CO₂については、我が国のエネルギー統計上、産業部門、業務その他部門、家庭部門、運輸部門及びエネルギー転換部門の5部門に分けることができ、対策・施策の効果もこの部門ごとに見ることができる。これらの各部門における将来の排出量の見込みは表 4-2のとおりである。なお、部門別エネルギー起源CO₂排出量の将来予測は、国内対策・施策の立案及び実施における国内状況を勘案し、電力や熱の消費に伴うCO₂排出量を需要部門に割り付けた電熱配分後のCO₂排出量ベースで推計している。また、廃棄物のエネルギー利用に伴うCO₂排出量を含んでいない。

2020年度におけるエネルギー起源CO₂排出量の予測値については、運輸部門において大幅な削減を見込んでいるが、産業部門や業務その他部門は経済活動の活発化などにより排出量が増加する見込みであり、2005年度比0.4%増（約12億2,400万トンCO₂）となっている。他方、2017年度の排出実績は、2005年度比▲7.5%の水準（約11億1,100万トンCO₂）となっており、特に、産業部門、業務その他部門における削減が大きく寄与している。

2030年度については、業務その他部門、家庭部門、エネルギー転換部門及び運輸部門で大幅な削減を見込んでおり、2013年度比▲25.0%（約9億2,700万トンCO₂）と予測されている。

表 4-2 エネルギー起源CO₂の各部門の排出量の目安

	削減目標策定時		実績値			目安			
	2005年度 (2020年目標の 基準年排出量)	2013年度 (2030年目標の 基準年排出量)	2005年度	2013年度	2017年度	2020年度		2030年度	
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(2005年度比)	(百万t-CO ₂)	(2013年度比)
産業部門	457	429	467	465	413	490	+7.3%	401	-6.6%
業務その他部門	239	279	220	236	207	267	+11.6%	168	-39.7%
家庭部門	180	201	170	208	186	178	-0.9%	122	-39.4%
運輸部門	240	225	9	12	10	193	-19.7%	163	-27.4%
エネルギー転換部門	104	101	98	102	92	96	-7.1%	73	-27.5%
合計	1,219	1,235	1,201	1,235	1,111	1,224	+0.4%	927	-25.0%

※ 「削減目標策定時」の排出量は、2030年度削減目標を策定した当時の年次インベントリにおける2005年度（2020年度目標における基準年度）及び2013年度（2030年度における基準年度）排出量である。「実績値」の排出量は、最新の年次インベントリにおける排出量であり、排出量算定方法等の変更に伴う再計算により、これらの数値は「削減目標策定時」の排出量とは異なる。なお、2020年度及び2030年度における排出量の目安は、削減目標策定時における予測値を、2005年度比及び2013年度比は、削減目標策定時の2005年度及び2013年度排出量に対する比率を示している。

■ 非エネルギー起源二酸化炭素

2020年度における非エネルギー起源CO₂排出量の予測値は、2005年度比▲13.0%の水準（約7,430万トンCO₂）となった。また、2030年度については、2013年度比▲6.7%（2005年度比▲17.0%）の水準（約7,080万トンCO₂）となった。なお、部門別非エネルギー起源CO₂排出量の将来予測は、国内対策・施策の立案及び実施における国内状況を勘案し、廃棄物分野のCO₂排出量に廃棄物のエネルギー利用に伴うCO₂排出量を含んでいる。

2013年度の主要な排出源は、セメント製造（工業プロセス及び製品の使用分野）、廃棄物の焼却（廃棄物分野）などである。2020年度は、工業プロセス及び製品の使用分野での削減率が最も大きく、次いで廃棄物分野が続いている（「その他」を除く）。2030年度では、逆に、廃棄物分野での削減率が最も大きく、工業プロセス及び製品の使用分野がそれに続いている。

表 4-3 非エネルギー起源CO₂の各部門の排出量の目安

	削減目標策定時		実績値			目安			
	2005年度 (2020年目標の 基準年排出量)	2013年度 (2030年目標の 基準年排出量)	2005年度	2013年度	2017年度	2020年度		2030年度	
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(2005年度比)	(百万t-CO ₂)	(2013年度比)
燃料からの漏出	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.7	+31.9%	0.9	+96.4%
工業プロセスと製品の使用	53.9	46.6	56.8	49.2	47.1	45.6	-15.4%	44.0	-5.5%
農業	0.4	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	+39.1%	0.6	+13.3%
廃棄物	30.1	28.1	31.7	29.4	29.0	27.2	-9.6%	25.0	-11.1%
その他	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	-36.2%	0.3	+16.3%
間接CO ₂	-	-	3.2	2.2	2.2	-	-	-	-
合計	85.4	75.9	93.0	82.1	79.4	74.3	-13.0%	70.8	-6.7%

- ※ 「削減目標策定時」の排出量は、2030年度削減目標を策定した当時の年次インベントリにおける2005年度（2020年度目標における基準年度）及び2013年度（2030年度における基準年度）排出量である。「実績値」の排出量は、最新の年次インベントリにおける排出量であり、排出量算定方法等の変更に伴う再計算により、これらの数値は「削減目標策定時」の排出量とは異なる。なお、2020年度及び2030年度における排出量の目安は、削減目標策定時における予測値を、2005年度比及び2013年度比は、削減目標策定時の2005年度及び2013年度排出量に対する比率を示している。
- ※ 削減目標策定時には間接CO₂排出量は算定されていなかった。

■ メタン

2020年度におけるメタンの排出量予測値は、2005年度比▲12.9%の水準（約3,390万トン（CO₂換算））となった。また、2030年度については、2013年度比▲12.3%（2005年度比▲18.8%）の水準（約3,160万トン（CO₂換算））となった。なお、部門別CH₄排出量の将来予測は、国内対策・施策の立案及び実施における国内状況を勘案し、廃棄物分野のCH₄排出量に廃棄物のエネルギー利用に伴うCH₄排出量を含んでいる。

2013年度の主要な排出源は、稲作、家畜の消化管内発酵（農業分野）、廃棄物の埋立（廃棄物分野）などである。2020年度・2030年度とも、廃棄物分野での削減率が最も大きく、次いで燃料からの漏出分野が続いている。

表 4-4 メタンの各部門の排出量の目安

	削減目標策定時		実績値			目安			
	2005年度 (2020年目標の 基準年排出量)	2013年度 (2030年目標の 基準年排出量)	2005年度	2013年度	2017年度	2020年度		2030年度	
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(2005年度比)	(百万t-CO ₂)	(2013年度比)
燃料の燃焼	1.4	1.6	1.4	1.0	0.9	1.5	+9.3%	1.5	-2.1%
燃料からの漏出	1.0	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	-21.0%	0.7	-10.9%
工業プロセスと製品の使用	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-15.6%	0.0	-4.5%
農業	28.4	28.1	24.8	24.6	23.7	27.1	-4.3%	26.0	-7.1%
廃棄物	8.1	5.9	8.5	5.9	5.4	4.4	-45.6%	3.4	-40.7%
合計	39.0	36.4	35.7	32.3	30.8	33.9	-12.9%	31.6	-12.3%

- ※ 「削減目標策定時」の排出量は、2030年度削減目標を策定した当時の年次インベントリにおける2005年度（2020年度目標における基準年度）及び2013年度（2030年度における基準年度）排出量である。「実績値」の排出量は、最新の年次インベントリにおける排出量であり、排出量算定方法等の変更に伴う再計算により、これらの数値は「削減目標策定時」の排出量とは異なる。なお、2020年度及び2030年度における排出量の目安は、削減目標策定時における予測値を、2005年度比及び2013年度比は、削減目標策定時の2005年度及び2013年度排出量に対する比率を示している。

■ 一酸化二窒素

2020年度における一酸化二窒素の排出量予測値は、2005年度比▲15.5%の水準（約2,160万トン（CO₂換算））となった。また、2030年度については、2013年度比▲6.1%（2005年度比▲17.4%）

の水準（約2,110万トン（CO₂換算））となった。なお、部門別N₂O排出量の将来予測は、国内対策・施策の立案及び実施における国内状況を勘案し、廃棄物分野のN₂O排出量に廃棄物のエネルギー利用に伴うN₂O排出量を含んでいる。

2013年度の主要な排出源は、農用地の土壌、家畜排せつ物の管理（農業分野）、燃料の燃焼分野などである。2020年度は、工業プロセス及び製品の使用分野での削減率が最も大きく、次いで廃棄物分野が続いている。2030年度では、廃棄物分野での削減率が最も大きく、燃料の燃焼分野がそれに続いている。

表 4-5 一酸化二窒素の各部門の排出量の目安

	削減目標策定時		実績値			目安			
	2005年度 (2020年目標の 基準年排出量)	2013年度 (2030年目標の 基準年排出量)	2005年度	2013年度	2017年度	2020年度		2030年度	
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(2005年度比)	(百万t-CO ₂)	(2013年度比)
燃料の燃焼	7.4	6.3	7.2	6.2	6.1	6.2	-16.2%	5.9	-7.1%
燃料からの漏出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.2%	0.0	+0.0%
工業プロセスと製品の使用	3.1	1.7	2.9	1.6	1.2	1.8	-42.9%	1.9	+7.0%
農業	11.2	11.1	10.0	9.5	9.4	11.0	-2.0%	10.9	-0.9%
廃棄物	3.8	3.3	5.0	4.3	4.2	2.6	-31.8%	2.3	-28.9%
合計	25.5	22.5	25.0	21.6	20.8	21.6	-15.5%	21.1	-6.1%

※ 「削減目標策定時」の排出量は、2030年度削減目標を策定した当時の年次インベントリにおける2005年度（2020年度目標における基準年度）及び2013年度（2030年度における基準年度）排出量である。「実績値」の排出量は、最新の年次インベントリにおける排出量であり、排出量算定方法等の変更に伴う再計算により、これらの数値は「削減目標策定時」の排出量とは異なる。なお、2020年度及び2030年度における排出量の目安は、削減目標策定時における予測値を、2005年度比及び2013年度比は、削減目標策定時の2005年度及び2013年度排出量に対する比率を示している。

表 4-6 非エネルギー起源CO₂・メタン・一酸化二窒素の排出量の目安

	削減目標策定時		実績値			目安			
	2005年度 (2020年目標の 基準年排出量)	2013年度 (2030年目標の 基準年排出量)	2005年度	2013年度	2017年度	2020年度		2030年度	
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(2005年度比)	(百万t-CO ₂)	(2013年度比)
非エネルギー起源CO ₂	85.4	75.9	93.0	82.1	79.4	74.3	-13.0%	70.8	-6.7%
メタン	39.0	36.0	35.7	32.3	30.8	33.9	-12.9%	31.6	-12.3%
一酸化二窒素	25.5	22.5	25.0	21.6	20.8	21.6	-15.5%	21.1	-6.1%

※ 「削減目標策定時」の排出量は、2030年度削減目標を策定した当時の年次インベントリにおける2005年度（2020年度目標における基準年度）及び2013年度（2030年度における基準年度）排出量である。「実績値」の排出量は、最新の年次インベントリにおける排出量であり、排出量算定方法等の変更に伴う再計算により、これらの数値は「削減目標策定時」の排出量とは異なる。なお、2020年度及び2030年度における排出量の目安は、削減目標策定時における予測値を、2005年度比及び2013年度比は、削減目標策定時の2005年度及び2013年度排出量に対する比率を示している。

■ 代替フロン等4ガス

2020年（暦年）における代替フロン等4ガス（HFCs、PFCs、SF₆、NF₃）の排出量予測値は、2005年の水準から+64.6%の水準（約4,560万トン（CO₂換算））となった。また、2030年については、2013年比▲25.1%（2005年比+4.5%）の水準（約2,890万トン（CO₂換算））となった。

2013年の主要な排出源は、冷凍・空調機器等の冷媒として使用されるHFCsの製造・使用・廃棄時における漏出である。冷凍・空調機器等の冷媒がオゾン層破壊物質であるハイドロクロロフルオロカーボン類（HCFC）からHFCsに代替されていることに伴い、今後排出量が増加すると見込まれている。HFCs排出量は2020年に2005年の3倍程度まで増える見込みであるが、2017年の実績排

出量よりは下回ると推計されている。2030年にはノンフロン・低GWP化や漏洩防止などの対策により、HFCs排出量は2013年比▲32.1%まで減少する見込みである。

表 4-7 代替フロン等4ガスの排出量の目安

	削減目標策定時		実績値			目安			
	2005年度 (2020年目標の 基準年排出量)	2013年度 (2030年目標の 基準年排出量)	2005年度	2013年度	2017年度	2020年度		2030年度	
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(2005年度比)	(百万t-CO ₂)	(2013年度比)
HFCs	12.7	31.8	12.8	32.1	39.3	38.3	+201.6%	21.6	-32.1%
PFCs	8.6	3.3	8.6	3.3	3.3	4.0	-53.5%	4.2	+27.2%
SF ₆	5.1	2.2	5.1	2.1	2.2	2.4	-52.9%	2.7	+23.5%
NF ₃	1.2	1.4	1.5	1.6	0.6	1.0	-16.7%	0.5	-64.8%
合計	27.7	38.6	27.9	39.1	45.3	45.6	+64.6%	28.9	-25.1%

※ 「削減目標策定時」の排出量は、2030年削減目標を策定した当時の年次インベントリにおける2005年（2020年目標における基準年度）及び2013年（2030年における基準年度）排出量である。「実績値」の排出量は、最新の年次インベントリにおける排出量であり、排出量算定方法等の変更に伴う再計算により、これらの数値は「削減目標策定時」の排出量とは異なる。なお、2020年及び2030年における排出量の目安は、削減目標策定時における予測値を、2005年比及び2013年比は、削減目標策定時の2005年及び2013年排出量に対する比率を示している。

4.1.4 分野別の予測

■ エネルギー分野

2020年度におけるエネルギー分野の排出量予測値は、2005年度比+0.2%の水準（約12億4,840万トン（CO₂換算））となった。また、2030年度については、2013年度比▲24.6%（2005年度比▲23.8%）の水準（約9億4,970万トン（CO₂換算））となった。

エネルギー分野の排出量のほとんどは燃料の燃焼由来のCO₂である。将来の排出量の増減については、「エネルギー起源二酸化炭素」を参照のこと。

■ 工業プロセス及び製品の使用分野

2020年度における工業プロセス及び製品の使用分野の排出量予測値は、2005年度比+9.8%の水準（約9,300万トン（CO₂換算））となった。また、2030年度については、2013年度比▲14.0%（2005年度比▲11.7%）の水準（約7,480万トン（CO₂換算））となった。

2013年度の主要な排出源は、鉱物産業（CO₂）、冷媒（HFCs）、化学産業（CO₂、CH₄、N₂O）、金属産業（CO₂、CH₄）となっている。2020年度の増加は、オゾン層破壊物質であるハイドロクロロフルオロカーボン類（HCFCs）からHFCsへの代替に伴い、冷媒分野において排出量が増加することが主な要因である。2030年度の排出量の減少は、冷凍空調機器の使用時におけるフロン類の漏えい防止、廃棄時等のフロン類の回収の促進、及びノンフロン化や低GWP化の推進により冷媒分野からの排出量が減少することが主な要因である。

■ 農業分野

2020年度における農業分野の排出量予測値は、2005年度比▲3.2%の水準（約3,870万トン（CO₂換算））となった。また、2030年度については、2013年度比▲5.1%（2005年度比▲6.3%）の水準（約3,750万トン（CO₂換算））となった。

2013年度の主要な排出源は、稲作（CH₄）、消化管内発酵（CH₄）、家畜排せつ物の管理（CH₄、N₂O）、農用地の土壌（N₂O）となっている。2020年度・2030年度の排出量の減少は、削減対策の実施が主な要因となっている。

■ LULUCF分野

2020年度におけるLULUCF分野の純吸収量予測値は約3,640万トンCO₂となった。また、2030年度については約2,590万トンCO₂となった²⁹。

LULUCF分野は森林、農地、草地、湿地、開発地、その他の土地における炭素ストック変化に起因するCO₂排出及び吸収並びに非CO₂排出が対象で、森林が主要な吸収源となっている。

■ 廃棄物分野

2020年度における廃棄物分野の排出量予測値は、2005年度比▲26.0%の水準（約1,930万トン（CO₂換算））となった。また、2030年度については、2013年度比▲20.7%（2005年度比▲33.7%）の水準（約1,730万トン（CO₂換算））となった。

2013年度の主要な排出源は、焼却及び原燃料利用（CO₂、CH₄、N₂O）、排水処理（CH₄、N₂O）、最終処分（CH₄）となっている。2020年度・2030年度の排出量の減少は、人口の減少及び3Rの進展による廃棄物焼却量・最終処分量・排水処理量の削減、ならびにバイオマスプラスチックの導入によるプラスチック焼却時のCO₂排出量の削減が主な要因となっている。

■ 間接CO₂

間接CO₂排出量は、2017年度にUNFCCCに提出した温室効果ガスインベントリからGHG総排出量に含めるようになった。そのため、まだ将来予測値の推計は行っていない。

²⁹ ここで示す2020年度、2030年度の推計値は目標達成には直接利用しない値である。また、比較に用いた2005年度、2013年度の実績値と将来予測値については、一部で推計対象が一致していない。

表 4-8 2020年および2030年における分野別排出量（LULUCFを除く）の目安

	削減目標策定時		実績値			目安			
	2005年度 (2020年目標の 基準年排出量)	2013年度 (2030年目標の 基準年排出量)	2005年度	2013年度	2017年度	2020年度		2030年度	
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)	(2005年度比)	(百万t-CO ₂)	(2013年度比)
エネルギー	1,245.7	1,259.5	1,229.2	1,261.6	1,173.5	1,248.4	+0.2%	949.7	-24.6%
工業プロセス及び製品の使用	84.7	86.9	90.2	91.7	95.3	93.0	+9.8%	74.8	-14.0%
農業	40.0	39.5	35.2	34.6	33.6	38.7	-3.2%	37.5	-5.1%
廃棄物	26.1	21.8	27.6	22.4	21.3	19.3	-26.0%	17.3	-20.7%
間接CO ₂	-	-	3.2	2.2	2.2	-	-	-	-
合計	1,396.5	1,407.8	1,385.3	1,412.5	1,325.8	1,399.5	+0.2%	1,079.0	-23.4%

- ※ 「削減目標策定時」の排出量は、2030年度削減目標を策定した当時の年次インベントリにおける2005年度（2020年度目標における基準年度）及び2013年度（2030年度における基準年度）排出量である。「実績値」の排出量は、最新の年次インベントリにおける排出量であり、排出量算定方法等の変更に伴う再計算により、これらの数値は「削減目標策定時」の排出量とは異なる。なお、2020年度及び2030年度における排出量の目安は、削減目標策定時における予測値を、2005年度比及び2013年度比は、削減目標策定時の2005年度及び2013年度排出量に対する比率を示している。
- ※ 削減目標策定時には間接CO₂排出量は算定されていなかった。

4.1.5 国際航空・国際船舶

日本は、国際航空・船舶に販売された燃料に関するGHG排出量の将来予測値の推計は行っておらず、国別の全体にも含めていない。

4.2 政策措置の統合効果の評価

CTF 表3で報告している各排出削減対策による排出推定削減量を合計し、政策措置の統合効果を推計した。その結果、2020年度の削減量は、1億2,330万トン（CO₂換算）（CO₂：1億340万トン、メタン：80万トン（CO₂換算）、一酸化二窒素：60万トン（CO₂換算）、代替フロン等4ガス：1,850万トン（CO₂換算））となった。また、2030年度の削減量は、2億6,990万トン（CO₂換算）（CO₂：2億1,880万トン、メタン：210万トン（CO₂換算）、一酸化二窒素：90万トン（CO₂換算）、代替フロン等4ガス：4,820万トン（CO₂換算））となった（表 4-9）。

なお、CO₂の排出削減対策による推定削減量については、全ての削減対策による削減量について定量化を行うのが困難であることや、CTF 表3で報告している各排出削減対策による削減量の定義が全ての対策で共通ではないことから、合計削減量は参考値に過ぎないことに留意する必要がある。また、政策措置の統合効果の算定においては、削減量が重複する対策は合計の対象外としている。

表 4-9 排出削減対策による将来の削減量

	削減量	
	2020年	2030年
	(百万t-CO ₂)	(百万t-CO ₂)
二酸化炭素	103.4	218.8
メタン	0.8	2.1
一酸化二窒素	0.6	0.9
代替フロン等4ガス	18.5	48.2
合計	123.3	269.9

4.3 将来予測の推計方法

4.3.1 概要

将来推計は分野別に行っており、基本的な推計方法は、エネルギー分野の「燃料の燃焼 (CO₂)」とそれ以外の分野で異なる。

「燃料の燃焼 (CO₂)」における将来推計は、エネルギー需給モデルを使用して実施している。エネルギー需給モデルはいくつかのサブモデルから構成され、マクロフレームなどの外生的な数値をインプットすることで、将来のエネルギー消費量及びCO₂排出量を算出している（排出削減対策は重複がないように設定されており、想定される省エネ量 (CO₂削減量) は対策別に算出される）。エネルギー需給モデルは、エネルギー消費量やCO₂排出量に影響を与える様々な要素を1つのモデルにおいて統合的に考慮できるところに強みがあるが、モデルが複雑になるほど計算過程が分かり難くなってしまい、算定方法に関する理解を難しくしてしまうことが弱みである。

「燃料の燃焼 (CO₂)」以外の分野における将来推計は、スプレッドシートを用いた積み上げ型モデルを使用して実施している。このモデルは、基本的に年次温室効果ガスインベントリにおける算定方法・算定モデルと同様の構造で、算定対象年を将来まで延長した形式となっている。排出・吸収量は排出係数・吸収係数に活動量を乗じて算定されるが、排出係数・吸収係数及び活動量にそれぞれの将来想定値を使用することで、将来の排出・吸収量を算定している。この際、将来の排出係数・吸収係数及び活動量は、削減対策の重複がないように設定されている。なお、ある排出源において複数の削減対策が存在する場合は、複数の対策の相乗的な削減効果も考慮している。この積み上げ型モデルの強みは、温室効果ガスインベントリと同様の算定方法を採用しており、温室効果ガスインベントリとの整合性が高いことや、算定方法がシンプルであり透明性が高いことが挙げられる。一方、各排出・吸収源において使用しているパラメータが独立的に設定されており、パラメータ間の相互関係が十分に反映されていないことが弱みである。

4.3.2 主要変数及び前提

将来予測において想定したマクロフレームは表 4-10のとおり。これらの想定は、経済成長率や人口などの将来見通しを踏まえて設定した。

表 4-10 マクロフレームの想定 (主要変数及び前提) (CTF Table 5)

項目	単位	実績値						予測値					
		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2020	2025	2030
実質GDP	2011年連鎖価格兆円	411.71	440.97	464.18	492.53	493.03	517.42	521.98	531.89	535.59	570.3	NE	686
総人口	千人	123,611	125,570	126,926	127,768	128,057	127,095	126,933	126,706	126,443	124,100	NE	116,618
一般世帯数	千世帯	40,670	43,900	46,782	49,063	51,842	53,332	NE	NE	NE	53,053	NE	51,231
粗鋼生産量	百万t	112	100	107	113	111	104	105	105	103	NE	NE	120
セメント生産量	百万t	87	92	80	70	51	54	54	55	56	NE	NE	56
エチレン生産量	百万t	5.8	6.9	7.6	7.5	7.0	6.8	6.3	6.5	6.2	NE	NE	5.7
紙・板紙生産量	百万t	28	30	32	31	27	26	26	26	26	NE	NE	27
業務床面積	百万m ²	1,285.00	1,498.00	1,656.00	1,759.00	1,830.00	1,869.00	1,885.00	1,893.00	NE	NE	NE	1,971.00
旅客輸送量	10億人km	1,295	1,385	1,417	1,409	1,347	1,399	1,417	1,440	NE	NE	NE	1,344
貨物輸送量	10億トンkm	461	467	479	464	449	409	415	416	NE	NE	NE	520

※ 予測値は、「中長期の経済財政に関する試算（内閣府）」、「中位推計（国立社会保障・人口問題研究所）」、「長期エネルギー需給見通し 関連資料（平成27年7月）（資源エネルギー庁）」、「国民経済計算（内閣府）」などを基に作成。

4.3.3 エネルギー分野

■ 燃料の燃焼（CO₂）

エネルギー消費量及びCO₂排出量の将来予測値は、上述のとおり、エネルギー需給モデルを基に算出されている。エネルギー需給モデルの全体像を図 4-2に示す。エネルギー需給モデルに含まれる主要なサブモデルの説明を表 4-11に示す。

表 4-11 エネルギー需給モデルに含まれる主要なサブモデル

サブモデル	内容
マクロ経済モデル	所得分配、生産市場、労働市場、一般物価など総合的にバランスの取れたマクロフレームを算出し、エネルギー需要に直接、間接的に影響を与える経済活動指標を推計する。
二次エネルギー価格モデル	原油・LNGなどのエネルギー輸入価格や国内の一般物価指数などから、エネルギー需要、選択行動に影響を与えるエネルギー購入価格を推計する。
最適電源構成モデル	エネルギー需給モデルにより推計された電力需要に対し、対象期間内における割引現在価値換算後のシステム総コスト（設備費、燃料費）を動学的に最小化することにより、経済合理的で最適な電源構成（発電量、設備容量）を試算する。最適化手法は動的計画法を利用する。
要素積上モデル	回帰型のマクロモデルでは扱いにくい、トップランナー基準の効果を明示的に取り入れるために、家電機器効率や自動車燃費などの省エネルギー指標を推計する。
エネルギー需給モデル	上述の各モデルから得られる経済活動指標、価格指標、省エネルギー指標などから各最終部門におけるエネルギー需要を推計する。次に、発電部門等のエネルギー転換を経て、一次エネルギー供給量を推計する。エネルギー源別の消費量をもとに、CO ₂ 排出量を計算する。

（出典）平成27年度エネルギー環境総合戦略調査（将来のエネルギー需給構造に関する調査研究）報告書（一般財団法人 日本エネルギー経済研究所）

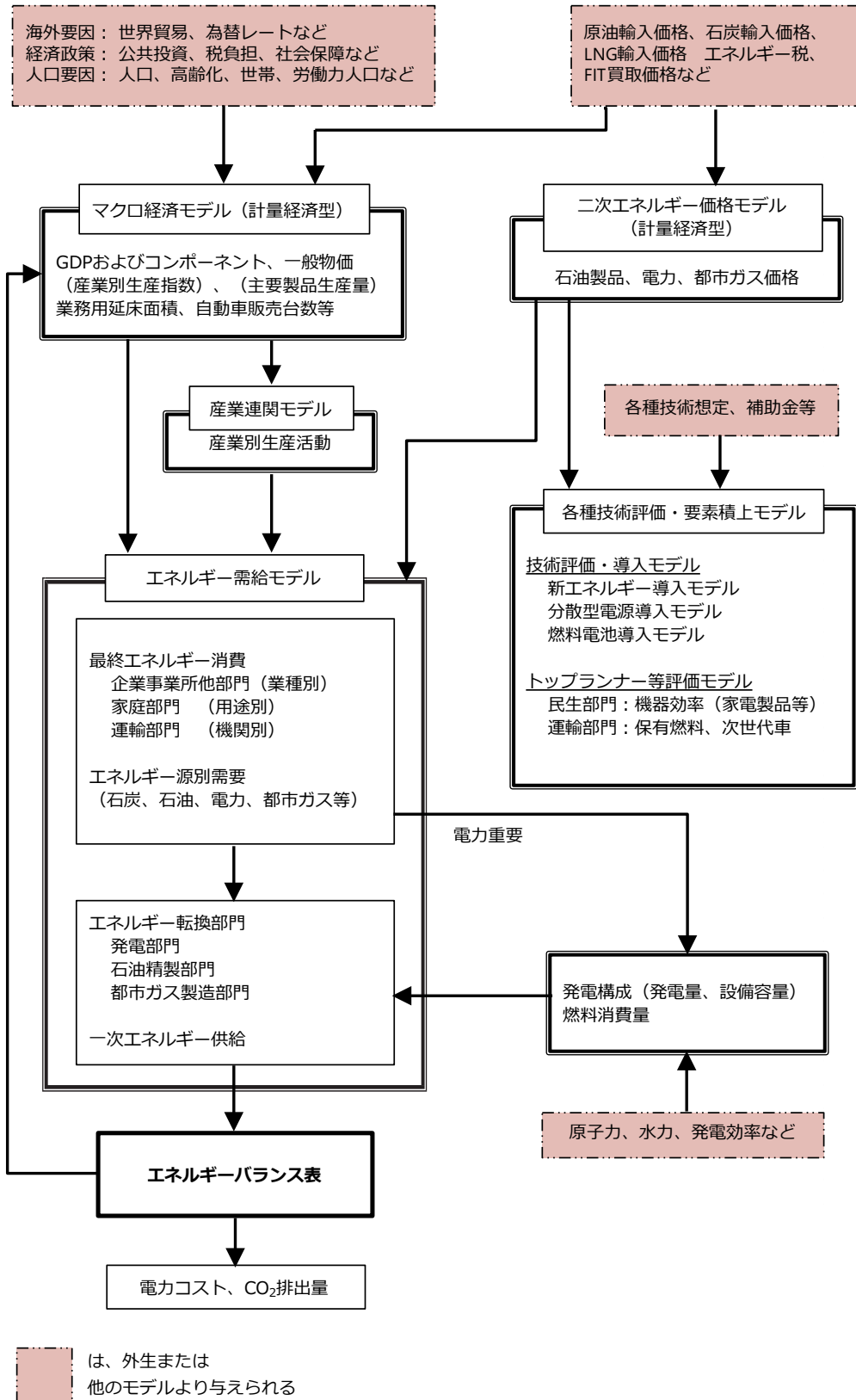


図 4-2 エネルギー需給モデルの全体構成

(出典) 平成27年度エネルギー環境総合戦略調査(将来のエネルギー需給構造に関する調査研究)報告書(一般財団法人 日本エネルギー経済研究所)より作成

エネルギー需給モデルに使用される主要な変数を表 4-10に、将来の発電構成(エネルギーミッ

クス) を表 4-12に、それぞれ示す。これらは外生的な数値としてエネルギー需給モデルに入力される。モデルでは、エネルギーミックスと整合的なものとなるよう、技術的制約、コスト面の課題などを十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによりエネルギー消費量及びCO₂排出量を算出している(排出削減対策は極力重複がないように設定されており、想定される省エネ量(CO₂削減量)は対策別に算出される)。

表 4-12 予測値の算定に用いたエネルギーミックス

	2030年度
●最終エネルギー消費量	326 百万kl
(省エネルギー対策量)	50 百万kl
●総発電電力量	10,650 億kWh 程度
再生可能エネルギー	22%~24%程度
原子力	22%~20%程度
石炭	26%程度
LNG	27%程度
石油	3%程度
(再生可能エネルギーの内訳)	
太陽光	7.0%程度
風力	1.7%程度
地熱	1.0%~1.1%程度
水力	8.8%~9.2%程度
バイオマス	3.7%~4.6%程度

■ 燃料の燃焼 (CH₄, N₂O)

燃料の燃焼分野(CH₄, N₂O)の将来予測は、温室効果ガスインベントリの排出区分に従い、「産業部門」、「業務その他部門」、「家庭部門」、「運輸部門」、「エネルギー転換部門」の5つの部門を対象とした。

排出量の将来予測値は、温室効果ガスインベントリにおける算定方法に則り、基本的には各部門における各種燃料消費量の将来見通しに排出係数を乗じて算出している。活動量の将来見通しは、産業部門であれば鉱工業生産指数の将来予測値、業務その他部門であれば将来床面積予測値、家庭部門であれば将来世帯数といったように各部門と関連した指標の将来見通しを踏まえて設定している。

排出係数の将来見通しは、現在の排出レベルが将来も続くものと想定し、現状の排出係数をそのまま使用している。

■ 燃料からの漏出

燃料からの漏出分野の将来予測は、温室効果ガスインベントリの排出区分に従い、「固体燃料」(CO₂, CH₄)、「石油、天然ガス及びその他のエネルギー生産由来の排出」(CO₂, CH₄, N₂O)の2つの部門を対象とした。

排出量の将来予測値は、温室効果ガスインベントリにおける算定方法に則り、基本的には排出源ごとに石炭・原油・天然ガスの生産量、原油精製量、天然ガス販売量などの活動量の将来見通しに、

排出係数の将来見通しを乗じて算出している。

活動量の将来見通しは、燃料の燃料分野の将来予測における国内のエネルギー需給見通しを踏まえて設定している。なお、石炭・原油・天然ガスの生産量など、化石燃料の国内生産に関連する活動量については、現在のレベルが将来も続くと想定して活動量を設定している。

排出係数の将来見通しは、現在の排出レベルが将来も続くものと想定し、現状の排出係数をそのまま使用している。

■ CO₂の輸送及び貯留

当カテゴリーで計上するCO₂の排出量及び吸収量については、将来予測値に計上していない。

4.3.4 IPPU分野

■ CO₂, CH₄, N₂O

IPPU分野（CO₂, CH₄, N₂O）の将来予測は、温室効果ガスインベントリの排出区分に従い、「鉱物産業」（CO₂）、「化学産業」（CO₂, CH₄, N₂O）、「金属製造」（CO₂, CH₄）、「燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用」（CO₂）、「その他製品の製造および使用」（N₂O）の5つの部門を対象とした。

排出量の将来予測値は、温室効果ガスインベントリにおける算定方法に則り、基本的には排出源ごとにクリンカ生産量、エチレン生産量などの活動量の将来見通しに、排出係数の将来見通しを乗じて算出している。

活動量の将来見通しは、各種工業製品の将来生産量や化学工業における鉱工業生産指数の将来見通し等を基に設定している。ただし、削減対策として「混合セメントの利用拡大」が実施される鉱物産業については、活動量を削減対策の強度に応じて変化させている。

排出係数の将来見通しは、現在の排出プロセスが将来も続くものと想定し、現状の排出係数をそのまま使用している。

■ 代替フロン等4ガス

代替フロン等4ガス分野（HFCs, PFCs, SF₆, NF₃）の将来予測は、温室効果ガスインベントリの排出区分に従い、「化学産業」（HFCs, PFCs, SF₆, NF₃）、「金属製造」（HFCs, PFCs, SF₆）、「電子産業」（HFCs, PFCs, SF₆, NF₃）、「オゾン破壊物質の代替としての製品の使用」（HFCs, PFCs）、「その他製品の製造及び使用」（PFCs, SF₆）の5つの部門を対象とした。

排出量の将来予測値は、温室効果ガスインベントリにおける算定方法に則り、基本的には排出源ごとに冷媒種類別冷媒充填量などの活動量の将来見通しに、排出係数の将来見通しを乗じて算出している。「業務用冷凍空調機器の使用時におけるフロン類の漏えい防止」等の削減対策が実施される排出源については、排出係数及び活動量を削減対策の強度に応じて変化させている。

4.3.5 農業分野

農業分野の将来予測は、温室効果ガスインベントリの排出区分に従い、「消化管内発酵」(CH₄)、「家畜排せつ物の管理」(CH₄, N₂O)、「稲作」(CH₄)、「農用地の土壌」(N₂O)、「農業廃棄物の野焼き」(CH₄, N₂O)、「石灰施用」(CO₂)、「尿素施用」(CO₂)の7つの部門を対象とした。

排出量の将来予測値は、温室効果ガスインベントリにおける算定方法に則り、基本的には排出源ごとに家畜飼養頭数、作付面積などの活動量の将来見通しに、排出係数の将来見通しを乗じて算出している。

活動量の将来見通しは、「食料・農業・農村基本計画」(農林水産省、2015年3月31日閣議決定)における将来の家畜飼養頭数、作付面積の見通し等を元に設定している。ただし、削減対策として「施肥に伴う一酸化二窒素削減」が実施される農用地の土壌については、活動量を削減対策の強度に応じて変化させている。

排出係数の将来見通しは、現在の排出レベルが将来も続くものと想定し、現状の排出係数をそのまま使用している。ただし、削減対策として「水田メタン排出削減」が実施される稲作について、削減対策の強度に応じて現状の排出係数を低減させている。

4.3.6 LULUCF分野

LULUCF分野の将来予測は、温室効果ガスインベントリの区分に従い、「森林」、「農地」、「草地」「湿地」、「開発地」、「その他の土地」における炭素ストック変化に起因するCO₂排出及び吸収並びに非CO₂排出を対象とした。このうち、2章の目標、及び3章の対策・施策でも言及している、1) 森林吸収源対策、2) 農地土壌吸収源対策、3) 都市緑化等の推進、の3つの活動と、1)~3)に含まれないその他の排出吸収の予測を別々に実施している。

1) 森林の吸収量の予測値は、森林吸収源対策の目標値と一貫した値を用いている。これは、森林・林業基本計画に則って森林の整備・保全を進めた場合に想定される京都議定書3条の3活動(新規植林・再植林、森林減少)及び3条の4活動(森林経営)の対象森林の炭素ストック変化量から、京都議定書第二約束期間のLULUCFルールに則った計上方法でCO₂吸収量を推計した値であり、GHGインベントリの区分では「転用の無い森林(うち森林経営活動の定義を満たす部分)」、「転用された森林」「森林から転用された土地」のバイオマスプール、及び「伐採木材製品」が含まれる。当該活動の計上アプローチは、新規植林・再植林及び森林減少はグロス・ネット方式、森林経営は活動対象地をナローアプローチにより特定しており参照レベルが0であるため実質的にグロス・ネット方式であることから、2020年度、2030年度の純吸収量予測値をそのまま2020年度、2030年度の目標値として活用している。なお、上述のとおり、森林経営に該当しない森林の吸収量は、将来予測値からは除外されている。

2) 農地土壌吸収源の目標値は京都議定書第3条4項の農地管理・牧草地管理活動からのネット排出削減量である。この値は数理モデル(改良Roth-Cモデル)に基づき、将来の気温予測、「食料・農業・農村基本計画」における将来の作付面積の見通し等を元に推計している。これらの値は京都議定書の第二約束期間のLULUCFのルール(1990年度を基準年とするネット-ネット方式)に基づく値であり、GHGインベントリの区分では「農地」「草地」「農地及び草地から転用された土地(森林、湿地、開発地、その他の土地)」の鉱質土壌の炭素ストック変化

量に該当する。農地土壌吸収源の排出・吸収量の2020年度及び2030年度の将来予測値は、1990年度の排出量から、削減目標の値を差し引くことで推計している。

3)都市緑化の吸収量は、京都議定書第3条4項の植生回復活動を含む、都市緑化の推進の目標値として示されており、推計対象となる30年生以下の緑地面積（活動量）を予測し、GHGインベントリで適用している算定方法に基づき吸収量の算定を行ったものである。GHGインベントリの区分では「開発地」の各炭素プールによる吸収量に該当し、第二約束期間のLULUCF計上ルールに基づき、対象年度と1990年度の純吸収量をネット・ネット計上した値として示されているが、実質的に1990年度吸収量は無視可能なレベルであることから、各年度の目標推計値を、将来予測においてもそのまま活用した。

4) 以上の推計対象に含まれない排出・吸収源は、最も細かい区分・炭素プールにおける推計を積み上げている。農地・牧草地に係る推計のうち上記2)に含まれないものについては、食料・農業・農村基本計画に示された計画に基づいて推計を行った作付面積の将来予測値を指標として作成した活動量の将来見通しを用い、温室効果ガスインベントリにおける算定方法に則り排出・吸収量の算定を行った。それ以外の小規模の排出については、それぞれの規模も小さいことから、シナリオ等の設定は行わず、実績値の外挿等により推計した。

表 4-13 LULUCF分野の将来予測値と吸収源目標の関係

項目	単位	目標		計上方法	排出・吸収量			GHGインベントリ区分との対応関係
		2020	2030		1990	2020	2030	
(1) 森林吸収源	ktCO ₂	-38,000	-27,800	グロス・ネット計上		-38,000	-27,800	4.A 森林（森林経営対象及び新規植林・再植林対応地）：バイオマス 4.B.2-4.F.2 森林の転用：バイオマス 4.G 伐採木材製品
(2) 農地土壌吸収源	ktCO ₂	-7,680	-7,900	ネット・ネット計上(1990年比)	9,043	1,363	1,143	4.B 農地：鉱質土壌 4.C 草地（牧草地）：鉱質土壌
(3) 都市緑化の推進	ktCO ₂	-1,283	-1,200	ネット・ネット計上(1990年比)	negligible	-1,283	-1,200	4.E 開発地（植生回復対象地）：全炭素プール
(4) その他	ktCO ₂ eq.			目標に含まれない		1,517	1,930	上記以外の区分、炭素プール、ガス
合計	ktCO ₂ eq.	-46,963	-36,900			-36,404	-25,928	全LULUCF分野

4.3.7 廃棄物分野

廃棄物分野の将来予測は、温室効果ガスインベントリの排出区分に従い、「廃棄物の埋立」（CH₄）、「廃棄物の生物処理」（CH₄, N₂O）、「廃棄物の焼却」（CO₂, CH₄, N₂O）、「排水処理」（CH₄, N₂O）の4部門を対象とした。

排出量の将来予測値は、温室効果ガスインベントリにおける算定方法に則り、将来の一般廃棄物・産業廃棄物処理量及び生活排水・産業排水処理量に排出係数を乗じて算定している。

活動量の将来見通しは、将来人口（生活系）、将来産業活動（産業系）を元に設定している。「バイオマスプラスチック類の普及」などの削減対策が実施される排出源については、活動量を削減対策の強度に応じて変化させている。

排出係数の将来見通しは、現在の排出状況が将来も続くものと想定し、現状の排出係数をそのまま使用している。

4.4 感度分析

感度分析として、電源構成を変化させた場合のエネルギー起源CO₂及びコストへの影響について試算を行っている。その結果を表4-14に示す。各電源の構成比率を1%増減させた場合、例えば、石炭火力を1%減少、原子力を1%増加させると、CO₂排出量が8.4百万トンCO₂、発電コストが340億円それぞれ減少するものと推計されている。

表 4-14 電源構成を変化させた場合のエネルギー起源CO₂及びコストへの影響

	石炭 ▲1%	LNG ▲1%	原子力 ▲1%	再エネ ▲1%
石炭 +1%		+4.4百万トンCO ₂ ▲640億円	+8.4百万トンCO ₂ +340億円	+8.4百万トンCO ₂ ▲1,840億円
LNG +1%	▲4.4百万トンCO ₂ +640億円		+4.0百万トンCO ₂ +980億円	+4.0百万トンCO ₂ ▲1,200億円
原子力 +1%	▲8.4百万トンCO ₂ ▲340億円	▲4.0百万トンCO ₂ ▲980億円		±0百万トンCO ₂ ▲2,180億円
再エネ +1%	▲8.4百万トンCO ₂ +1,840億円	▲4.0百万トンCO ₂ +1,200億円	±0百万トンCO ₂ +2,180億円	

*各数値はいずれも概数

(出典) 長期エネルギー需給見通し 関連資料 (平成27年7月) (資源エネルギー庁)

4.5 BR3における将来予測との差異

2017年12月に日本が提出した第3回隔年報告書 (BR3) から、推計方法の変更は行っていない。ゆえに、2020年度及び2030年度における排出量の将来予測結果は、BR3と同一である。

