



土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF） 分野における排出・吸収量の算定方法について（案）

令和4年度温室効果ガス排出量算定方法検討会
令和5年1月31日（火）



土地利用変化に伴う鉱質土壌炭素蓄積変化の方法論改定（分野横断）

■ 土地利用変化に伴う鉱質土壌の炭素蓄積変化の計算について、これまで十分に科学的な裏付けのある方法論となっていなかったことから、同課題について調査を行った環境研究総合推進費【2-1601】【2-1909】の成果、及び関係する知見を踏まえて以下を含めた算定方法の改定を実施した。

- 森林の平均土壌炭素蓄積量を森林土壌インベントリ調査結果を取りまとめた論文値に変更した。
- 農地、草地の平均土壌炭素蓄積量を2015～2018年の土壌調査結果を取りまとめた論文に用いられたデータの集計値に変更した。
- 環境研究総合推進費の成果を踏まえ、森林への転用時の土壌蓄積変化が生ずる遷移期間をIPCCデフォルトの20年間から40年間に延長し、土地利用変化時の土壌炭素量変化率も新たに設定した。
- 環境研究総合推進費の成果を踏まえ、森林から農地・草地の転用時の土壌蓄積変化が生ずる遷移期間と土地利用変化時の土壌炭素量変化率を新たに設定した。農地への転用時の遷移期間は40年に延長した。
- 環境研究総合推進費の成果を踏まえ、開発地に転用された際の転用後20年時点の平均土壌炭素蓄積量を新たに設定した。また、この過程で得られた土地造成直後の裸地の土壌炭素蓄積量の値を、その他の土地の転用時の平均土壌炭素蓄積量として用いることとした。
- 上記に伴い、土地利用変化に伴う土壌炭素蓄積変化量が再計算されることから、土壌炭素損失量に連動して計算される土壌有機物の消失に伴うN₂O排出について、排出係数とCN比も最新の知見に更新の上で再計算した。

*【2-1601】森林と農地間の土地利用変化に伴う土壌炭素変動量評価とGHGインベントリーへの適用研究（研究代表者：早稲田大学 天野正博）

【2-1909】土地利用変化による土壌炭素の変動量評価と国家インベントリへの適用に関する研究（研究代表者：国立研究開発法人森林研究・整備機構 石塚成宏）

森林バイオマスの成長算定に用いる収穫表の改定（4.A 森林）

- 森林吸収量の大部分を占める森林の蓄積変化量は、森林の成長量を示す「収穫表」の材積を用いて算定しているが、近年、データ収集・検証が進んだ結果、従来考えられていたよりも成長量が多いのではと指摘がなされてきた。民有林の人工林（スギ、ヒノキ、カラマツ）について、地域別の新たな収穫表（2021収穫表）を調製し、2008～2020年の森林吸収量（議定書吸収量及び条約吸収量）に関する再計算を実施した。1990～2007年の森林吸収量（条約吸収量）は2008～2020年の昨年度提出値と改定値の平均増加率（1.08倍）を適用して算定した。

森林の枯死木、リターの平均炭素蓄積量の改定（4.A.2 転用された森林、4.B.2～4.F.2 森林から他の土地への転用）

- 土地転用時の枯死有機物炭素蓄積変化算定のために設定している森林の枯死木量について、過年度のUNFCCC審査で枯死木蓄積量がバイオマス量に対して多すぎるのではとの指摘を受けていた。枯死木、リターの蓄積量を森林の土壌インベントリ調査結果を踏まえた値に更新したほか、森林への転用時の枯死木・リター蓄積増加量を、環境研究総合推進費の調査で取得した新規植林地の枯死木量・リター量から設定した。

竹炭の炭素含有率の改定（4.B 農地）

- バイオ炭の施用に伴う炭素貯留量は、施用量に炭素含有率と100年後残存率の係数を乗じて算定する。竹炭の炭素含有率に関する我が国独自の新たな知見が得られたことから、従来利用していた係数から新たな係数に変更を行った。

マングローブの炭素蓄積変化の新規算定（4.D.3 その他の湿地）

- 沖縄県、鹿児島県に生育するマングローブについて、IPCC湿地ガイドラインの方法論を踏まえて、新規に炭素蓄積変化を算定し、既に森林として計算・報告対象に含まれない部分を総排出量・吸収量の算定に追加した。

都市緑地の算定方法の改定（4.E 開発地）

- 都市緑地は剪定等による樹体管理が行われるため、樹木が成長する実成長期間を設定し、実成長期間後は成長量と損失量が均衡する想定で排出・吸収量の算定を行う。都市緑地における実成長期間は国内知見を基に30年間で設定しているが、一部剪定等を受けずに31年以降も成長が続く事例がある。今回、大規模都市公園を対象に、無剪定樹林地面積の把握方法、及び造成後31～50年までの年間成長量パラメータに関する知見がまとまったことから、大規模都市公園の無剪定樹林地における実成長期間を50年と設定する方法論を導入することとした。

- 2023年に提出する温室効果ガスインベントリにおけるLULUCF分野の排出・吸収量（2020年度を例とした試算値）は右表のとおり。
- 2020年度における温室効果ガス排出・吸収量は約5,380万tCO₂ eq.であり、その内訳を見ると、森林からの純吸収が約6,130万tCO₂ eq.と最も多く、全体の純吸収量の113.9%を占めている。
- その他の主な排出・吸収量は、農地が約465万tCO₂の排出（全体の8.6%）、開発地が約210万tCO₂の排出（全体の3.9%）、伐採木材製品（HWP）が約81万tCO₂の吸収（全体の1.5%）となっており、その他の区分の寄与度は全体の2.7%程度である。
- なお、右表の排出量は、2022年提出インベントリ作成時に使用された活動量等を据え置いた現時点での試算値であり、今後変わり得ることに留意する必要がある。

排出・吸収量算定結果（2020年度排出・吸収量を例とした試算値）

（単位：千tCO₂ eq.）

排出・吸収区分	合計	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4.LULUCF	-52,010 → -53,798	-52,291 → -54,274	69	212 → 408
A.森林	-57,139 → -61,297	-57,139 → -61,297		
1.転用の無い森林	-56,373 → -59,697	-56,373 → -59,697		
2.転用された森林	-767 → -1,600	-767 → -1,600		
B.農地	4,657 → 4,648	4,657 → 4,648		
1.転用の無い農地	4,539 → 4,420	4,539 → 4,420		
2.転用された農地	118 → 228	118 → 228		
C.草地	551 → 547	551 → 547		
1.転用の無い草地	533 → 511	533 → 511		
2.転用された草地	17 → 35	17 → 35		
D.湿地	27 → 23	27 → 23		
1.転用の無い湿地	NO,NE → -2	NO,NE → -2		
2.転用された湿地	27 → 25	27 → 25		
E.開発地	178 → 2,100	178 → 2,100		
1.転用の無い開発地	-1,298 → -1,386	-1,298 → -1,386		
2.転用された開発地	1,475 → 3,486	1,475 → 3,486		
F.その他の土地	243 → 513	243 → 513		
1.転用の無いその他の土地				
2.転用されたその他の土地	243 → 513	243 → 513		
G.HWP	-807	-807		
(I) 施肥の直接N ₂ O排出	1			1
(II) 排水及び再湛水、湿地管理	40		38	1
(III) 土壌有機物の無機化	149 → 284			149 → 284
(IV) 間接N ₂ O排出	42 → 104			42 → 104
(V) バイオマス燃焼	49		30	19

凡例

- : 排出・吸収量の変更があった区分【変更前：2020年提出温室効果ガスインベントリ→変更後：試算値】
- : CRF(共通報告様式)上でデータの記入が必要でない欄

【注釈記号】

- NA: Not Applicable（関連する活動は存在するが、特定の温室効果ガスの排出・吸収が原理的に起こらない）
- NO: Not Occuring（温室効果ガスの排出・吸収に結びつく活動が存在しない）
- NE: Not Estimated（未推計）
- IE: Included Elsewhere（他の排出源の排出量に含まれて報告されている）
- C: Confidential（秘匿）

四捨五入の関係で、表中の内訳と合計の数値が一致しない場合がある。
プラスは排出、マイナスは吸収を示す。

現行の温室効果ガスインベントリとの比較 | LULUCF分野からの排出・吸収量（1/3）

- 現行の温室効果ガスインベントリと新たな算定方法を適用した2023年に提出する温室効果ガスインベントリにおけるLULUCF分野の温室効果ガス排出・吸収量試算値の比較結果（1990年度、2013年度及び2020年度）は以下のとおり。
- 排出・吸収量は1990年度は199万tCO₂ eq.の吸収増、2013年度は515万tCO₂ eq.の吸収増、2020年度は179万tCO₂ eq.の吸収増となっている。この変化の主な要因は、森林の収穫表に改定に伴うCO₂吸収量の増加、土地利用変化に伴う土壌及び枯死有機物中の炭素蓄積変化量の算定方法変更によるCO₂排出・吸収の変動（全体では排出増）などによるものである。

現行の温室効果ガスインベントリとの比較（試算値）

（単位：千tCO₂ eq.）

排出・吸収源	1990年度		2013年度		2020年度	
	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後
A 森林	-78,899	-87,959	-69,809	-78,080	-56,970	-61,127
B 農地	9,051	8,907	5,541	5,527	4,711	4,702
C 草地	689	669	1,128	1,105	581	577
D 湿地	91	80	24	19	27	23
E 開発地	2,907	8,923	-407	2,266	192	2,292
F その他の土地	1,294	2,528	263	753	257	543
G 伐採木材製品	-450	-450	304	304	-807	-807
合計	-65,317	-67,302	-62,957	-68,105	-52,010	-53,798

プラスは排出、マイナスは吸収を示す。

1990年度比(吸収量)		2013年比(吸収量)	
改訂前	改訂後	改訂前	改訂後
-20.4%	-20.1%	-17.4%	-21.0%

現行の温室効果ガスインベントリとの比較（試算値:カテゴリー・ガス別内訳）

（単位：千tCO₂ eq.）

排出・吸収源	1990年度		2013年度		2020年度		
	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後	
A 森林		-78,899	-87,959	-69,809	-78,080	-56,970	-61,127
	CO ₂	-79,061	-88,122	-69,968	-78,239	-57,139	-61,297
	CH ₄	10	10	4	4	3	3
	N ₂ O	153	153	155	155	167	167
B 農地		9,051	8,907	5,541	5,527	4,711	4,702
	CO ₂	8,958	8,814	5,488	5,475	4,657	4,648
	CH ₄	49	49	41	41	39	39
	N ₂ O	44	44	11	11	15	15
C 草地		689	669	1,128	1,105	581	577
	CO ₂	659	639	1,096	1,073	551	547
	CH ₄	15	15	15	15	15	15
	N ₂ O	16	16	17	17	16	16
D 湿地		91	80	24	19	27	23
	CO ₂	91	80	24	19	27	23
	CH ₄	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
	N ₂ O	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
E 開発地		2,907	8,923	-407	2,266	192	2,292
	CO ₂	2,873	8,391	-423	2,024	178	2,100
	CH ₄	32	32	14	14	13	13
	N ₂ O	3	501	1	228	1	180
F その他の土地		1,294	2,528	263	753	257	543
	CO ₂	1,265	2,414	248	706	243	513
	CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	N ₂ O	30	114	14	46	13	31
G 伐採木材製品		-450	-450	304	304	-807	-807
合計		-65,317	-67,302	-62,957	-68,105	-52,010	-53,798

プラスは排出、マイナスは吸収を示す。

1990年度比(吸収量)		2013年比(吸収量)	
改訂前	改訂後	改訂前	改訂後
-20.4%	-20.1%	-17.4%	-21.0%

NO: Not Occuring (温室効果ガスの排出・吸収に結びつく活動が存在しない)

NE: Not Estimated (未推計)

現行の温室効果ガスインベントリからの排出量増減の内訳（試算値）

（単位：千tCO₂ eq.）

排出・吸収区分	1990年度	2013年度	2020年度
4.LULUCF	-1,984.9	-5,149.0	-1,787.4
算定方法変更	-1,983.1	-5,146.7	-1,785.1
森林の収穫表変更-4.A.1 転用のない森林	-5,954.5	-6,566.1	-3,324.0
土地利用変化に伴う土壌炭素蓄積変化算定の変更	4,329.8	1,744.2	1,764.9
4.A.2 転用された森林	-3,414.7	-1,655.0	-822.1
※4.B.2 転用された農地	489.2	152.0	118.4
※4.C.2 転用された草地	419.3	20.3	22.1
4.E.2 転用された開発地	5,914.6	2,668.2	2,114.2
4.F.2 転用されたその他の土地	1,247.0	472.2	276.8
4.(III) 鈹質土壌の無機化に伴う直接N ₂ O排出	401.9	178.3	134.8
4.(IV) 鈹質土壌の無機化に伴う間接N ₂ O排出	181.0	80.5	61.1
土地利用変化に伴う枯死有機物炭素蓄積変化算定の変更	-358.3	-255.5	-137.4
4.A.2 転用された森林	308.5	-50.0	-11.1
4.B.2 転用された農地	-143.5	-13.5	-8.9
4.C.2 転用された草地	-20.2	-22.9	-4.0
4.D.2 転用された湿地	-8.5	-2.4	-2.0
4.E.2 転用された開発地	-396.4	-152.5	-103.8
4.F.2 転用されたその他の土地	-98.1	-14.2	-7.6
バイオ炭の竹炭炭素含有率変更 - 4.B.1 転用のない農地	-0.1	-0.2	-0.0
都市公園の吸収量算定期間延長- 4.E.1 転用のない開発地	0.0	-69.0	-88.5
新規算定	-1.8	-2.3	-2.3
マングローブの算定 - 4.D.1 転用のない湿地	-1.8	-2.3	-2.3

プラスは排出増又は吸収減、マイナスは排出減又は吸収増を示す。

※内数の変更となり、総排出・吸収量には影響しない

京都議定書3条3及び4に関する報告の状況

- 2022年提出インベントリでは、削減目標の計算に用いている、京都議定書第3条3及び4に関する2013～2020年度の吸収量計上値の最終的な結果として、合計で3億8,283万tCO₂ eq.、単年当たり4,785万tCO₂ eq.を報告した。
- 森林経営の吸収量計上量は3億8,079万tCO₂ eq.となり、基準年排出量×3.5%×8年分の上限值（3億6,242万tCO₂ eq.）を超過する結果となった（計上計算量には上限値を利用。）。
- 本報告は、京都議定書第2約束期間のLULUCF活動の報告ルールに基づく情報であり、2022年提出を持って終了するものである。

京都議定書第3条3及び4に関する温室効果ガス排出・吸収量

温室効果ガス排出・吸収活動	排出・吸収量										排出削減量相当の吸収計算のための基準値		計上量	
	1990	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CP2合計	基準値	説明		国際ルールに基づく計算方法
3条3項活動													4,333	3条3項活動の合計
新規植林・再植林		-1,478	-1,483	-1,486	-1,488	-1,465	-1,375	-1,316	-1,245	-11,336			-11,336	約束期間の合計吸収量
森林減少		2,005	2,007	2,317	2,316	1,827	1,819	1,683	1,696	15,669			15,669	約束期間の合計排出量
3条4項活動													-387,162	3条4項活動の合計
森林経営													-380,789	約束期間の合計吸収量-A-B**
純排出/吸収量		-51,174	-51,512	-49,255	-46,642	-46,353	-45,229	-41,259	-38,939	-370,363				
FM参照レベル (FMRL)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A: 森林炭素プールのベースライン		
FMRLへの技術的調整 ^(*)		1,044	1,220	1,366	1,499	1,635	1,762	1,899	2,019	10,427	10,427	B: 伐採木材製品のベースライン		
上限値											-362,422	基準年排出量×3.5%×8年	-362,422	森林経営で計上できる上限値**
農地管理	7,561	5,490	6,230	5,749	5,525	4,712	4,130	4,747	4,759	41,341	60,488	1990年値×8年分	-19,147	1990年比の増減量の積算
牧草地管理	443	966	1,582	1,291	1,008	855	622	751	617	7,692	3,541	1990年値×8年分	4,151	1990年比の増減量の積算
植生回復	-80	-1,230	-1,249	-1,270	-1,287	-1,310	-1,325	-1,350	-1,360	-10,381	-638	1990年値×8年分	-9,743	1990年比の増減量の積算
合計*		-45,421	-44,425	-42,654	-40,570	-41,734	-41,357	-36,745	-34,472	-327,378			-382,828	3条3, 4項活動の合計値
												単年当たりの吸収量	-47,854	合計÷8年

単位：ktCO₂ eq.（+は排出、-は吸収）

*：各年次の排出・吸収量の合計値には計上に関するパラメータ（FMRLへの技術的調整の値）は含めていない。

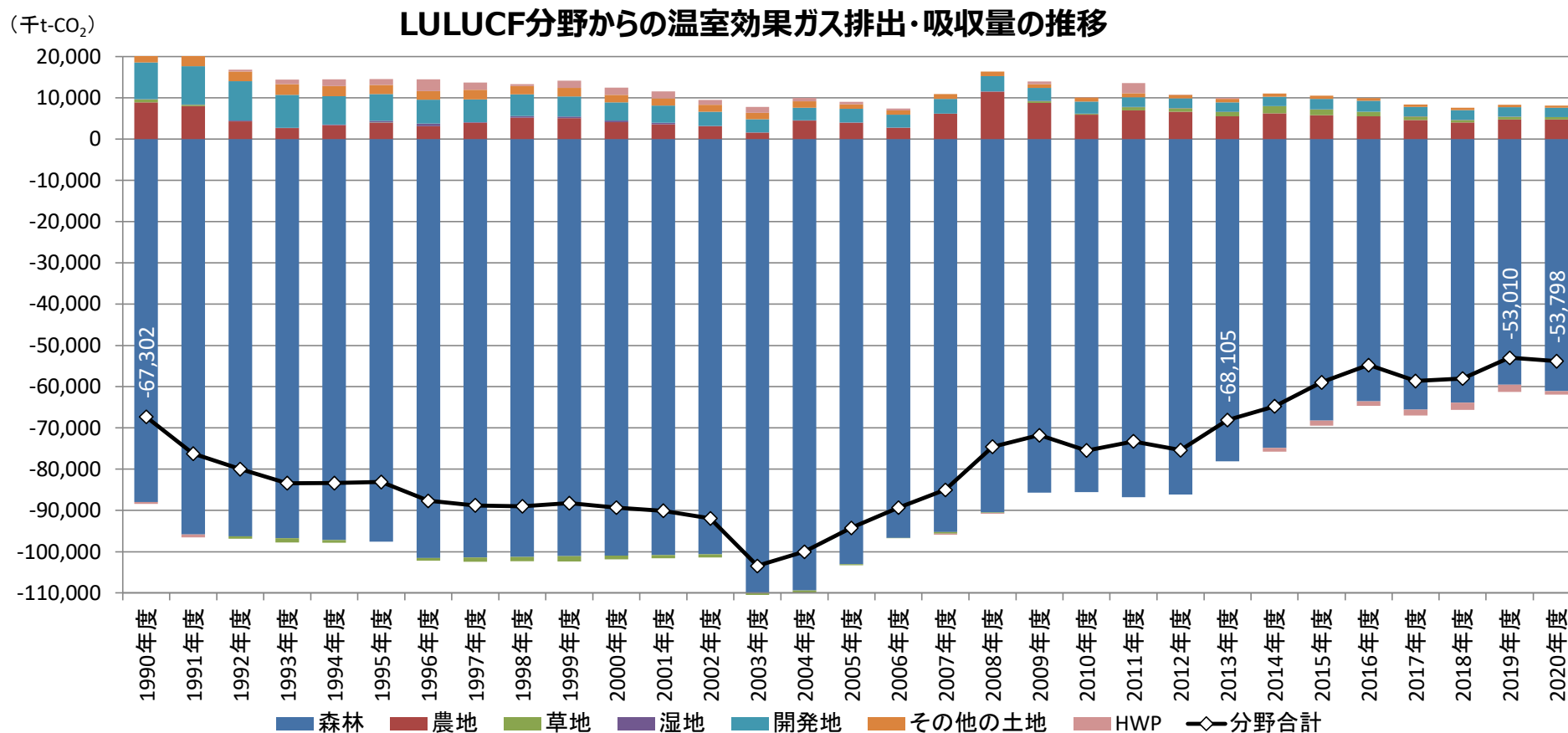
**：約束期間の合計吸収量と上限値の小さい方を3条4項活動の合計値に含める（わが国では、上限値の方を利用）。

凡例

	： 排出・吸収量の報告欄
	： 計上には使わない値

LULUCF分野の排出・吸収量のトレンド

- 2023年に提出する温室効果ガスインベントリにおける2020年度のLULUCF分野からの温室効果ガス総吸収量（試算値）は約5,380万tCO₂ eq.で、1990年度から約1,350万tCO₂ eq.減（20.1%減）、2013年度から約1,431万tCO₂ eq.減（21.0%減）、前年度から約79万tCO₂ eq.増（1.5%増）となる。1990～2003年度にかけて純吸収量は増加傾向で、その後減少傾向に転じている。これは、森林バイオマスの吸収量が2003～2004年度頃に最大となった後にそれ以降徐々に減少傾向にあること、1990年度頃には土地開発に伴う土地転用由来の排出が現在よりも多かったことが反映された結果である。
- なお、以下の排出量は、2022年提出インベントリ作成時に使用された活動量等を据え置いた現時点での試算値であり、今後変わり得ることに留意する必要がある。



主な継続検討課題（1/3）

森林バイオマスの吸収量算定方法の改良（4.A. 森林）

- 今年度は人工林民有林の収穫表の改定結果を反映するが、それ以外の森林バイオマスに係る吸収量算定方法の改良に向けて、研究者の協力を得ながら科学的な検証に引き続き取り組み、適切な時期に実算定への反映を目指す。

CENTURY-jfosの改定（4.A. 森林）

- 引き続き研究者の協力を得ながら、今年度のモデル改訂作業を踏まえて更に検証や再計算に取り組み、2024年提出以降に、改訂モデルによる実算定への反映を目指す。

土地面積把握方法、土地利用区分（分野横断）

- 現在、統計情報、行政データ、衛星判読等の様々なデータを組み合わせて土地面積や土地利用変化を把握しているが、土地利用変化等の情報把握精度に限界があり、近年の統計調査の廃止・簡素化の影響も受けて、改善の取組が必要と考えられる。

主な継続検討課題（2/3）

農耕地土壌炭素蓄積変化の算定（4.B 農地、4.C 草地）

- 2020年農林業センサスより、作物ごとの専業・兼業別の作付面積データが廃止され、土壌炭素蓄積変化算定に用いているRothCモデルへの入力データである堆肥施用量計算の基礎情報が更新されなくなったことを受けて、代替手法の検討を進めている。

バイオ炭（4.B 農地等）

- バイオ炭施用に伴う炭素貯留効果の算定について、算定対象の拡大や、炭素含有率・100年後残存率の検討が進められており、温室効果ガスインベントリに反映可能な知見が得られた際は、適宜方法論の改定を進める。

沿岸湿地の算定（4.D 湿地-沿岸湿地）

- 2013年に作成されたIPCC湿地ガイドラインで沿岸湿地における排出・吸収量の算定方法が提示されており、本ガイドラインに記載された対象も踏まえつつ、マングローブ、湿地・干潟、海草藻場・海藻藻場を対象とし、人為的影響によるブルーカーボン生態系からの炭素の排出・吸収量の算定に向けた検討に着手している。対象の活動量データ（統計データ）の確保や算定方法の学術的裏付けがされる等の作業が済んだ生態系より、温室効果ガスインベントリに順次反映できるように関係者での議論・作業を進めている。

2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映（4.D. 湿地-湛水池）

- 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版において、湛水池から発生している温室効果ガス排出の算定方法が新規に提示されたため、その反映に向けて検討する必要がある。

都市緑化の算定（4.E 開発地）

- 都市緑化について、一部都市公園（都市基幹公園・大規模公園）を対象に、従来の造成後30年までから、造成後50年まで炭素ストックが増加する方法論を導入したが、小規模な都市公園についても同様の延長に関する検討を進めている。また、これまで未推計であったその他の緑地について、民間による都市緑化活動を中心にデータ収集等検討に着手するとともに、都市緑地の廃止に伴う排出量の算定方法の改善について検討を進める。