

森林吸収量の算定方法等に関する検討会

(第 1 回)

議事次第

1. 日時

令和 6 年 9 月 3 日 (火) 13 : 00 ~ 15 : 00

2. 場所

農林水産省共用第 3 特別会議室 (中央合同庁舎第 4 号館) (オンライン併用)

3. 議事

(1) 開会

(2) 森林吸収量の算定・計上方法の見直しについて

(3) 森林吸収量目標の設定について

(4) 今後の議論の進め方

4. 配布資料

資料 1 : 議事次第

資料 2 : 森林吸収量の算定方法等に関する検討会開催要領

資料 3 : 委員名簿

資料 4 - 1 : 地球温暖化対策計画及び森林吸収量目標の見直し

資料 4 - 2 : 森林吸収量の算定・計上方法の見直し

資料 4 - 3 : 次期温対計画の策定を踏まえた森林吸収量の将来推計

資料 4 - 4 : 2050CN を見据えた森林吸収量目標のあり方

資料 5 : 今後のスケジュール (案)

森林吸収量の算定方法等に関する検討会開催要領（案）

1 開催趣旨

パリ協定の枠組みにおいて、各国が NDC（国が決定する貢献）」に定める温室効果ガスの排出削減目標に係る野心レベルを順次引き上げていくことが求められる中、2050 年までのカーボンニュートラルの実現を図るためには、ネガティブエミッション（吸収・除去）の促進も重要である。国土の約 7 割を森林が占める我が国は、森林吸収源対策がその主要な役割を担っており、日本の NDC の一環として、森林の整備・保全等を通じた森林吸収量目標を掲げるとともに、京都議定書以降の一貫した手法に基づく森林吸収量の算定業務の実施により、森林吸収量目標の進捗状況の評価にも取り組んできたところである。

一方、近年の我が国における森林資源情報の把握手法の高度化や森林調査データの蓄積により、森林吸収量の算定や将来予測に関して、より正確な分析が可能となってきた。森林吸収量の算定方法の精度向上が図られることは、温室効果ガスインベントリの質を高め、我が国全体の排出削減シナリオにも重要な意味を持つものになると考えられる。このため、現在見直しが進められている地球温暖化対策計画への反映も念頭に置きつつ、森林吸収量の算定方法の見直し、将来の森林吸収量目標の設定のあり方について検討を行うため、森林吸収量の算定方法等に関する検討会を開催する。

2 運営

- 林野庁の主催とし、検討会の事務局は林野庁森林利用課に置く。
- 森林吸収量の算定方法に知見を有する学識経験者から選定し委嘱する。
- 検討会に委員長を置く。委員長は審議の進行を務める。
- 開催形式は、原則として対面とし、委員の要請がある場合には、オンライン併用とする。
- 議事要旨、配布資料は原則公開する。ただし、事務局は、委員長と協議し、本検討会が終了するまでの間において、議事要旨に係る発言の一部、資料の一部を非公開とすることができる。

森林吸収量の算定方法等に関する検討会 委員名簿

天野 正博	早稲田大学人間科学学術院 名誉教授
佐藤 淳	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 地球環境部気候変動グループ 主任研究員
丹下 健	東京大学 名誉教授
中尾 勝洋	森林研究・整備機構森林総合研究所関西支所 森林生態研究グループ 主任研究員
古澤 仁美	森林研究・整備機構森林総合研究所 立地環境研究領域長
松本 光朗	近畿大学農学部 環境管理学科 森林資源学研究室 教授
溝上 展也	九州大学農学研究院環境農学部門 教授

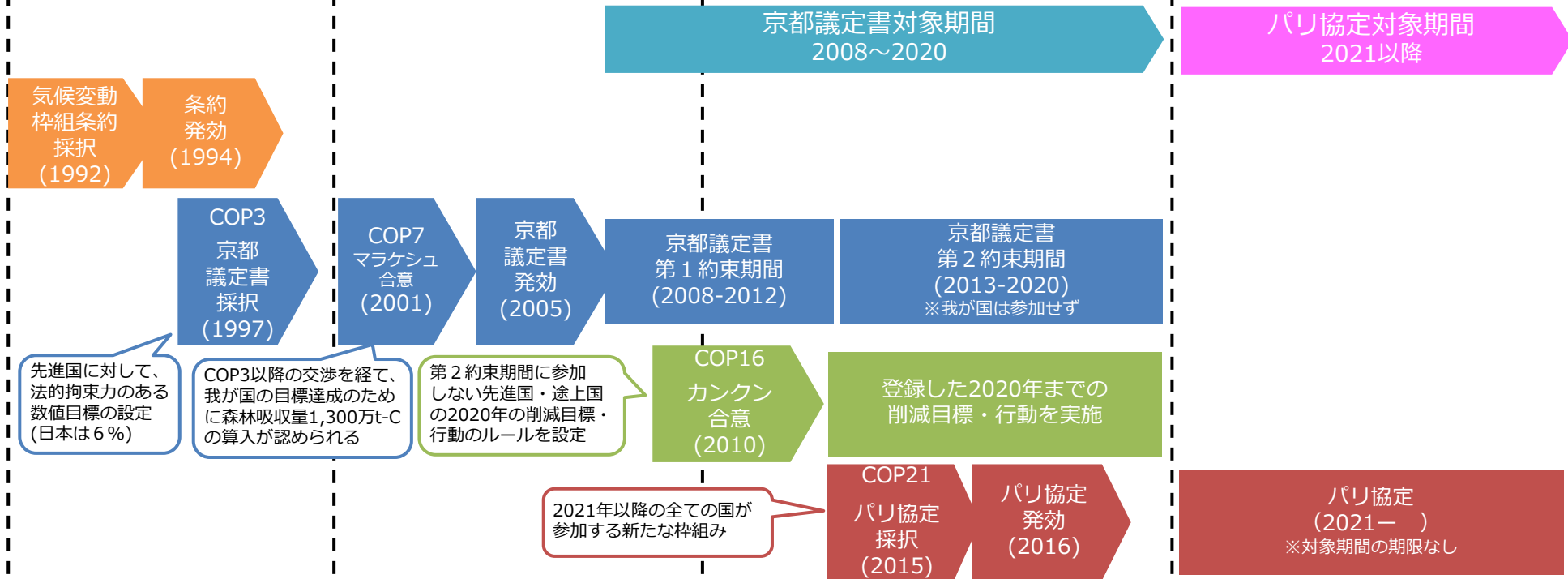
(敬称略、50音順)

地球温暖化対策計画及び森林吸収量目標の見直し

1. 気候変動国際交渉と我が国の森林吸収量目標の変遷

1990 2000 2010 2020

気候変動国際交渉



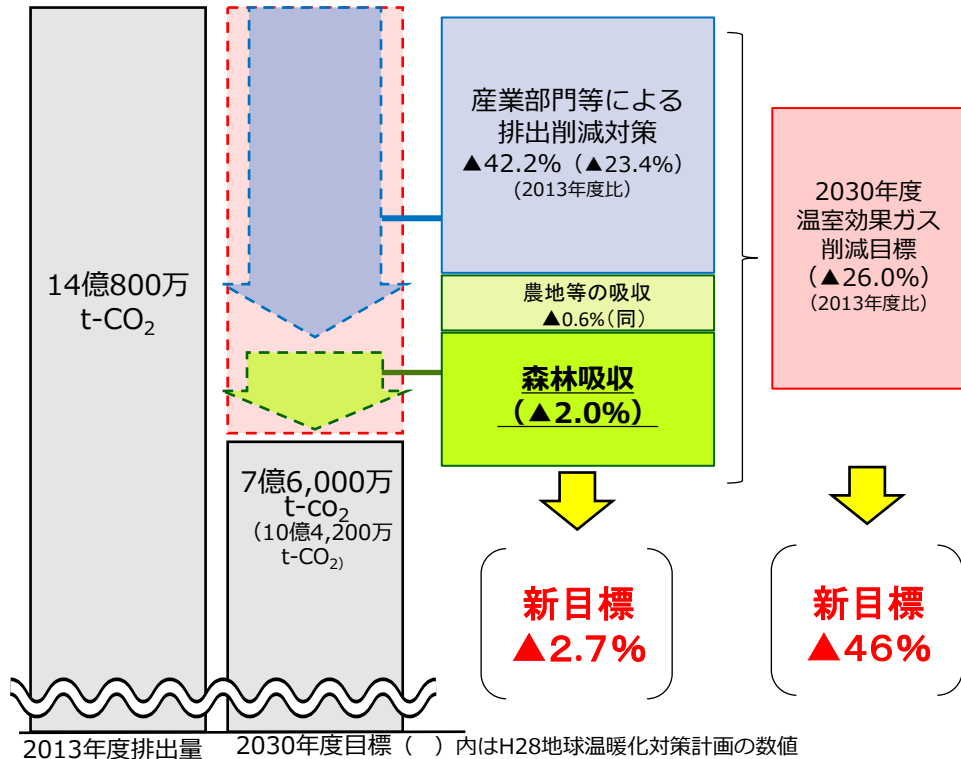
我が国の目標

京都議定書 目標達成計画 (2005)	地球温暖化 対策計画 (2013)	地球温暖化 対策計画 (2016)	地球温暖化 対策計画 (2021)
2008~2012年目標 1990年度比 年平均6% (うち森林年平均3.8%、 4,767万t-CO2)	2020年目標 2005年度比 3.8%以上 (うち森林2.7%以上、 3,800万t-CO2以上)	2030年目標 2013年度比 26.0% (うち森林2.0%、 約2,780万t-CO2)	2030年目標 2013年度比 46.0% (うち森林2.7%、 約3,800万t-CO2)
間伐年平均55万ha	間伐年平均52万ha HWPルールの活用	間伐年平均45万ha	間伐年平均45万ha エリートツリーによる再造林推進 木材利用の拡大

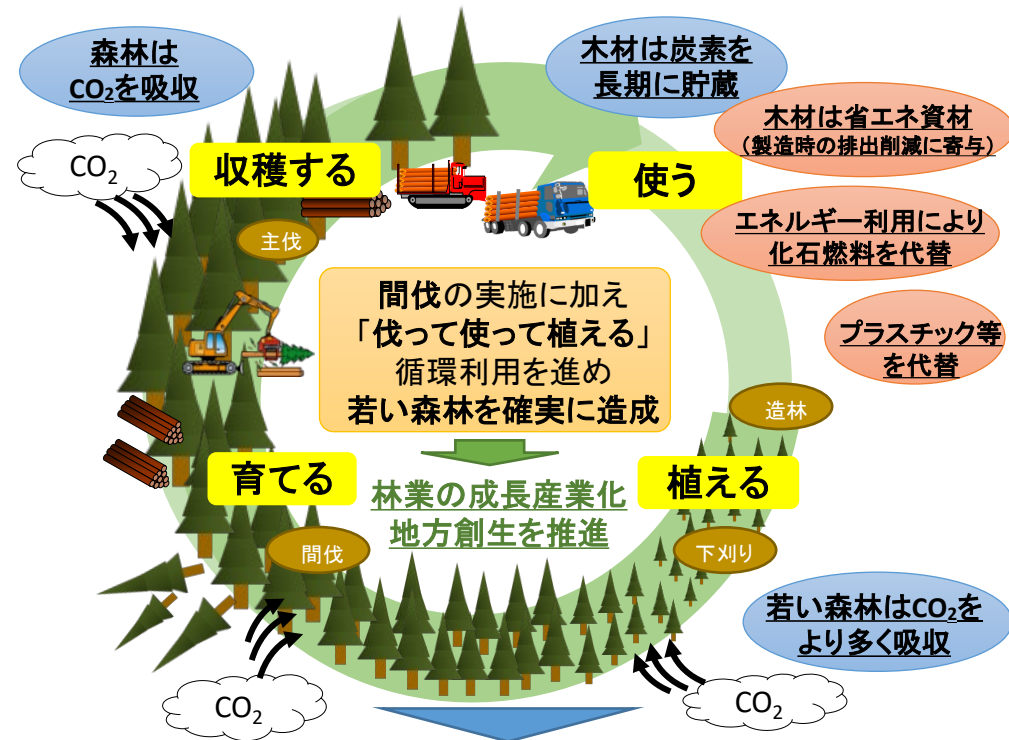
2. 現行の温対計画(森林吸収量目標)

- 地球温暖化防止にはCO₂吸収源を確保することが重要。我が国では、これまで人工林を中心に削減目標達成に貢献。
- 一方で人工林の高齢化に伴い、森林吸収量は減少傾向。間伐の実施に加え、利用期を迎えた人工林について「伐って、使って、植える」ことにより、炭素を貯蔵する木材の利用拡大を図りつつ、成長の旺盛な若い森林を確実に造成していく必要。
- これらの取組により、地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）に掲げられた、2030年度の新たな森林吸収量目標約3,800万CO₂トン（2013年度総排出量比約2.7%）の達成を目指す。

■ 温室効果ガス排出削減と森林吸収量の目標(2030年度)



森林・林業・木材産業による「グリーン成長」



2030年度2.7%目標達成
2050年カーボンニュートラルに貢献

3. 温対計画の見直し

- 2021温対計画では、2030目標として2013より46%削減を目指すとともに、さらに50%の高みに向け、挑戦を続けていく方針を策定。
- 2035目標を定めた次期NDCは、2025年2月までに国連に提出する必要。
- このため、中環審・産構審合同会合(2050年ネットゼロ実現に向けた気候変動対策検討小委員会)において、2035目標及び2040目標を含む次期温対計画の議論を開始(2024年6月～)。

2021温対計画に掲げる2030年度の目標

日本の温室効果ガス削減目標	▲46% (2013年度総排出量比)
森林吸収量目標	約2.7% (3,800万tCO ₂) (同上比)

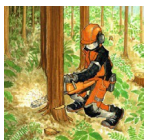
▶ 1990年以降に人為的活動(「新規植林」※1、「再植林」※1、「森林経営」※2)が行われている森林におけるCO₂吸収量を計上。

※1: 1989年末時点で森林でなかった土地に植林

※2: 1990年以降に間伐等の森林整備を行った育成林、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置が図られた天然生林



1990年



森林整備



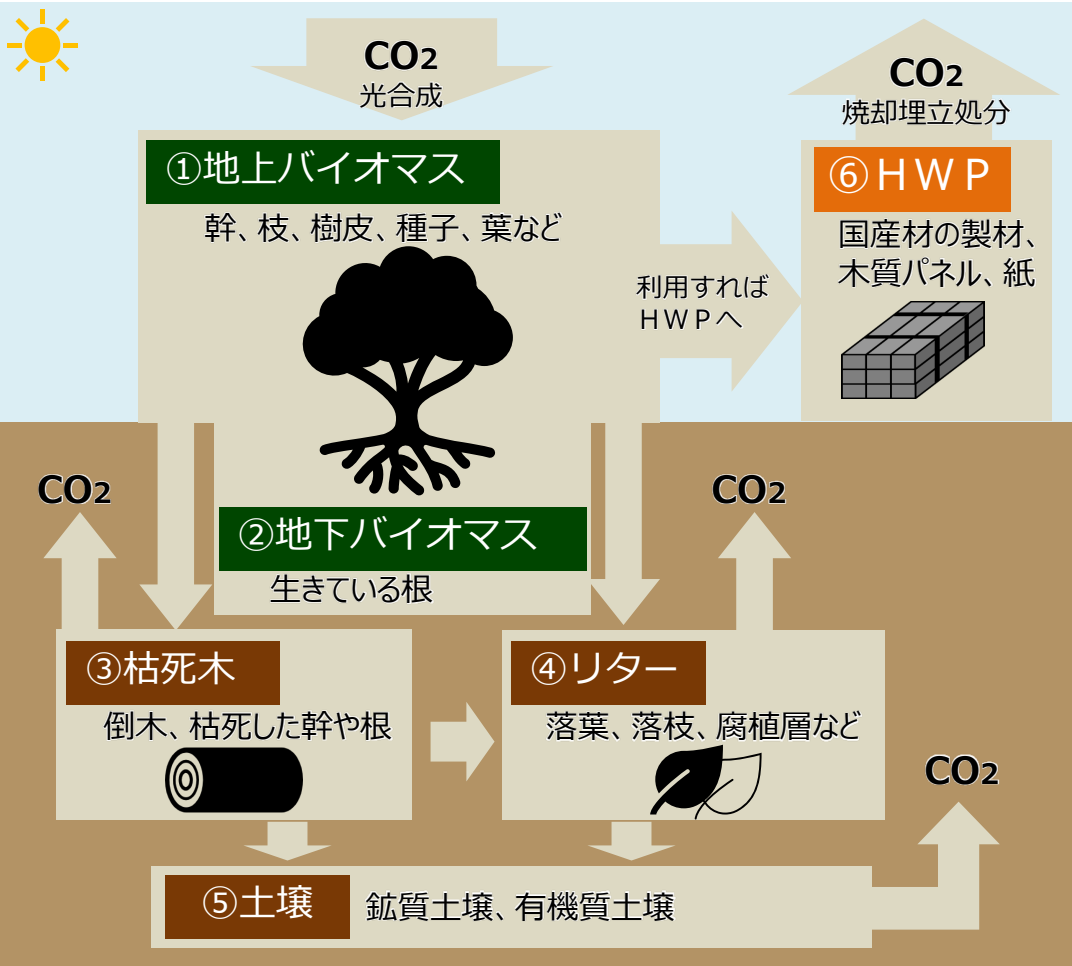
想定スケジュール(想定)

	政府全体の動き	森林吸収量目標検討
2024年5月	24日 中環審・産構審フォローアップ会合 (2022年度削減実績)	
6月	28日 中環審・産構審合同会議での議論開始	
7月		
8月	(施策の深堀)	
9月		第1回検討会 (論点提示)
10月		第2回検討会 (論点整理) 第3回検討会 (とりまとめ)
11月		
12月	次期目標 (NDC改定案) とりまとめ	
2025年1月	パブコメ	
2月	温対本部 NDC提出	

森林吸収量の算定・計上方法の見直し

1. 森林吸収量の算定方法（①算定対象炭素プール）

- バイオマス5プール（生体バイオマス2プール+土壌3プール）+伐採木材製品（HWP）の森林吸収量を算定。
- 各炭素プール毎の炭素蓄積量の増減を推計し（例えば地上バイオマスの炭素蓄積の減少の一部はリターの炭素蓄積の増加へ移行、枯死木の有機物の分解により炭素蓄積が減少など）、合計したものをCO2量に換算。

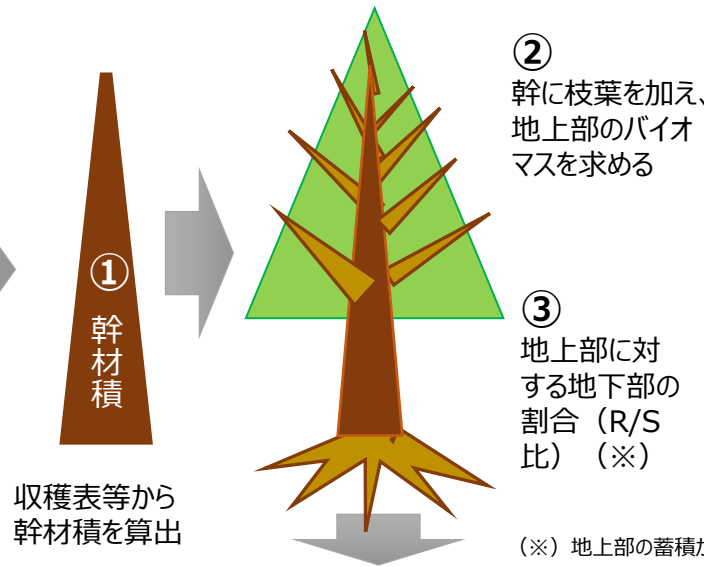
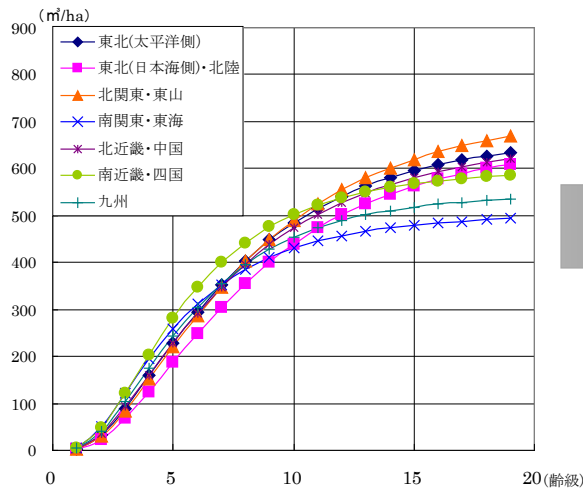


炭素プール	定義など
①地上バイオマス	地表面上にある全ての生体バイオマス（幹、枝、樹皮、種子、葉など）。
②地下バイオマス	生きた根の全バイオマス。
③枯死木	国別に定めた最小直径（例えば10cm）以上の倒木、枯死した幹または根。
④リター	国別に定めた最小直径（枯死木と同じ）以下の全ての地上の枯死バイオマス（落葉、落枝、腐植層など）。
⑤土壌有機物	国別に定めた特定深度の鉱質土壌及び有機質土壌（泥炭を含む）に含まれる有機炭素。
⑥HWP	伐採木材製品（対象は、国産材の製材、木質パネル、紙）

1. 森林吸収量の算定方法（②炭素蓄積差法）

- 森林吸収量の算定方法は、①異なる時点間の炭素蓄積の差分を計測する炭素蓄積差（ストックチェンジ）法、②総吸収量と総排出量を推計するゲイン・ロス法があり、我が国においては炭素蓄積差法を採用。
- 生体バイオマスを例にとれば、【（①幹材積）×（②拡大係数）×（1 +（③R/S比））】×（④容積密度）×（⑤炭素含有率）により炭素蓄積量を求め、森林吸収量は以下の計算式により算定。

N年（1年間）の森林吸収量（生体バイオマス吸収量）＝【（N年期末の炭素蓄積量）－（N年期首の炭素蓄積量）】×44/12（炭素から二酸化炭素への変換係数）



炭素換算係数の例		②拡大係数		③ R/S比	④容積密度 (t/m³)
		20年生以下	21年生以上		
針葉樹	スギ	1.57	1.23	0.25	0.314
	ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.407
	カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.404
広葉樹	ブナ	1.58	1.32	0.26	0.573
	カシ	1.52	1.33	0.26	0.646

(※) 地上部の蓄積から地下部の蓄積を算出するために使用

※国家インベントリにおいては、それぞれの樹種ごと・地域別に標準的な成長モデル（収穫表）を適用
（例）スギ（7地域）

- ④ 体積から重量に換算
- ⑤ 樹木の乾燥重量に占める炭素の比率
（針葉樹：0.51、広葉樹：0.48）

➡ 炭素蓄積量

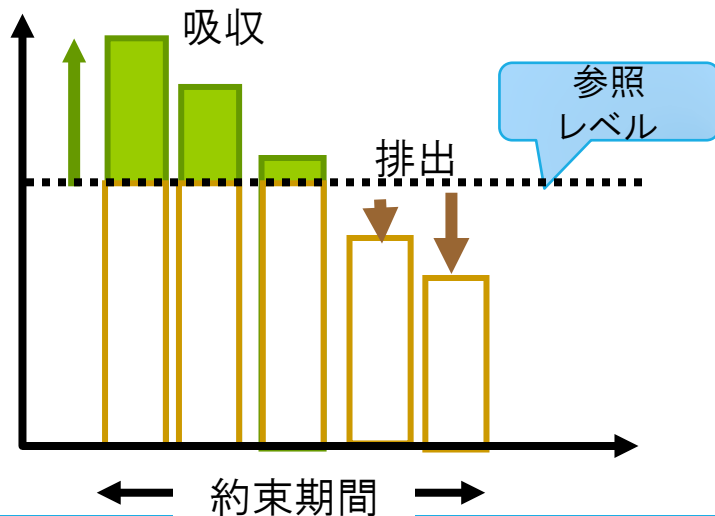
2. 森林吸収量の計上方法 (①NDC削減目標の達成へ反映)

- 森林吸収量の計上方法は、主にネット・ネット方式、参照レベル方式の2種類。参照レベルは、人為活動の追加性を評価すべきという観点から、京都議定書第2約束期間に導入。
- 我が国は森林経営活動が実施されている森林（通称「FM林」）の吸収量のみを計上する前提(Narrow Approach)で参照レベルをゼロと設定する、いわゆるグロス・ネット方式を適用。

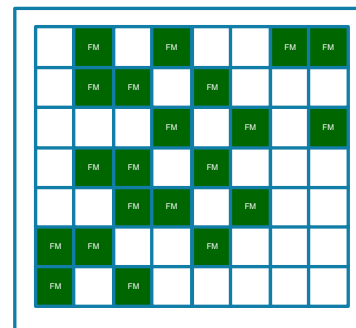
参照レベル方式

- ✓ 一定の要素を考慮し国ごとに参照レベルの値を定め、実際の排出・吸収量との差を計上
- ✓ 多くの国が、基準年吸収量又は将来予測吸収量を設定
- ✓ 参照レベルが0＝グロスネット方式
- ✓ 参照レベルが基準年吸収量＝ネットネット方式

- 参照レベル導入の背景として、1990年以降の人為活動の追加性を担保すべき(森林経営は追加性の把握が困難なため、割引率を導入すべき)との主張
- 森林経営対象森林の特定方法として“Narrow Approach”を採用している日本は、追加性が担保されるため参照レベル“0”が認められた



Narrow Approach



Broad Approach



IPCC2013年改訂議定書補足的方法論ガイダンスで、森林経営対象森林の特定方法として2つを提示

2. 森林吸収量の計上方法（②森林経営の対象森林（FM林））

➤ 森林吸収量の算入対象となる森林経営の対象森林は、我が国においては育成林、天然生林ごとに定義。

京都議定書の算入対象となる森林

新規植林・再植林

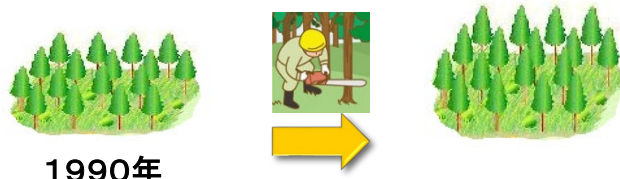
1990年時点で森林でなかった土地に植林(3条3項)



対象地域はごくわずか

森林経営

持続可能な方法で森林の多様な機能を十分発揮するための一連の作業(3条4項)



既にある森林のうち、間伐等が行われた森林が対象

森林経営の対象森林(FM林)と取組

森林管理の現状等を踏まえ、各国が具体的に規定し、条約事務局に報告、国際審査を受ける。我が国は育成林と天然生林それぞれ規定。

育成林

人為により植林・保育などの管理がなされている森林



1990年以降、間伐等の適切な整備が行われている育成林は、森林経営された森林として、その森林の吸収量が算入可能

天然生林

主として自然の力を活用することにより管理されている森林



保安林の指定など保護・保全措置が講じられた天然生林は、森林経営された森林として、その森林の吸収量が算入可能

3. これまでの森林吸収量算定方法の見直し

- ▶ 生体バイオマスの算定に必要な幹材積データは、地域ごと、樹種ごとの収穫表（成長モデル）から得られる値を用いており、現地調査の最新の結果を分析することにより、累次にわたって収穫表の改良モデルの開発を行うことで算定結果の精度向上を図ってきたところ。
- ▶ 土壌3プールにおいては、プロセスモデル（CENTURY-jfos）を用いて炭素蓄積変化を算定しており、最新の科学的知見や現地土壌試料調査データの分析結果等を踏まえてパラメータの見直し等を行ってきたところ。

■ 生体バイオマスの算定

都道府県等の森林簿に搭載された収穫表をベースとして、蓄積変化量を算定



国が検証可能な方法で算定・把握

「新収穫表」の適用 2004年（2006報告）～

民有林のスギ・ヒノキ・カラマツの成長量について、2005～2007年に全国16,000箇所を現地調査し、その結果をもとに新たな収穫表を作成して適用



高齢級林分における蓄積の推定精度向上

「2021収穫表」の適用 2021年（2023報告）～

- 民有人工林（スギ、ヒノキ、カラマツ）の成長量について、「2021収穫表」を調製
- 現地調査結果の更新（NFIデータ等の活用）
 - より実態に合う林分成長モデルの採用

■ 枯死木、堆積有機物、土壌の算定

科学的不確実性や、森林タイプ等による炭素ストック量の変動を把握できないことから、「変化なし」と報告



モデル法の活用

プロセスモデルの採用 2005年（2007報告）～

枯死木、堆積有機物、土壌有機物の炭素蓄積変化量を、プロセスモデル（CENTURY-jfos）を利用して計算し、施業タイプ面積を乗じて算定



最新の科学的知見の反映、現地調査データの集積

モデルのパラメータ見直し 2022年（2024報告）～

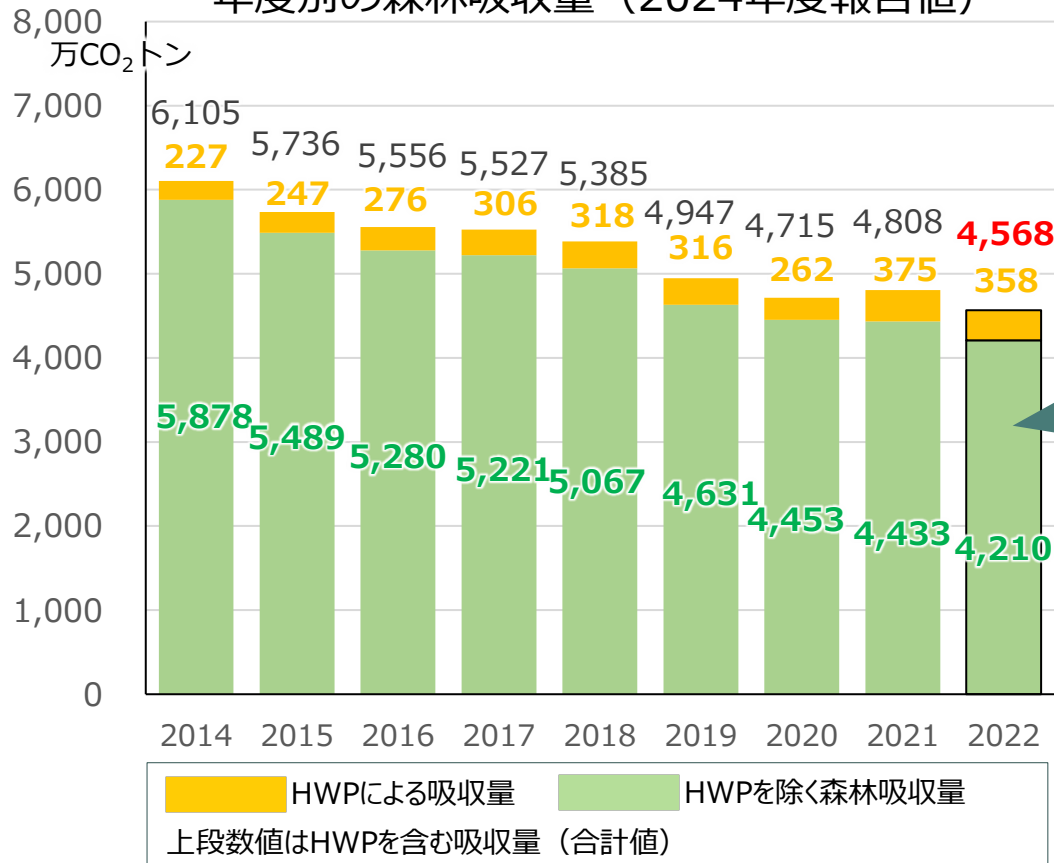
- CENTURY-jfosのパラメータ設定を見直し
- 収穫表再調製に伴う人工林成長量の変更
 - 地上部・地下部バイオマスの枯死率の変更

その他、土地利用変化判読（ARD）の集計方法の見直し等を実施。

3. 我が国の森林の炭素蓄積量及び森林吸収量

- 現行の吸収量算定方法に基づく試算では、我が国の森林（FM林）の（生体バイオマスにおける）炭素蓄積は約28.2億トンC（約103億トンCO₂）と推定され、我が国の2022年度CO₂排出量の約10年分に相当。
- 森林吸収量（炭素蓄積増加量）は森林資源の成熟（高齢級への移行）に伴い減少傾向にあり、2022年度は約**4,568万CO₂トン**（2013年度総排出量比約3.0%に相当）。**吸収量の9割が生体バイオマス**によるもの。

年度別の森林吸収量（2024年度報告値）



森林の炭素蓄積量及び吸収量（2022年度）

	炭素蓄積 (億Cトン)	CO ₂ 吸収量 (万CO ₂ トン)			計
		AR 新規植林 再植林	D 森林減少	FM 森林経営	
生体 バイオマス	13.3	109	▲133	3,941	3,917
枯死木	1.5	6	▲17	316	304
リター	0.7	7	▲8	▲31	▲32
土壌	12.7	24	▲118	114	20
計	28.2	145	▲276	4,341	4,210

※ 枯死木、リター、土壌の炭素蓄積は2016～2020年度の平均値

4. 現行の森林吸収量の算定方法の特徴

- 現行の森林吸収量算定(生体バイオマス)は収穫表(成長モデル)から炭素蓄積変化量を推計する方法であり、算定結果は森林簿のデータ更新状況や収穫表の精度に依存。
- 育成林の収穫表には造林目的樹種以外の侵入木等のバイオマス量が含まれていないこと、天然生林の収穫表は現況との乖離が大きいこと等から、吸収量を保守的に評価。

森林吸収量の求め方

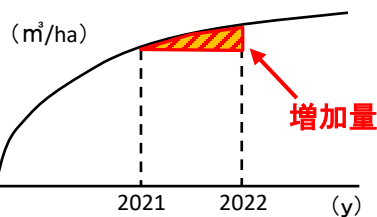
【育成林】

一年間の育成林の
炭素増加量

×

FM率

- ① 都道府県から森林簿データを収集
- ② 成長モデル(収穫表)を当てはめて、炭素蓄積の増加量を算定



- ・FM率: 1990年以降に森林整備が行われた森林の率
- ・これを把握するため、毎年現地調査を実施
- ※R4のFM率は83%で、ほぼ飽和

【天然生林】

- ① 都道府県から森林簿データを収集して、算定対象となるFM林(保安林等)を抽出。
- ② 1年間の森林蓄積の差分から、炭素蓄積増加量を算出

これまでの算定に係る論点

【育成林】

- ・ 収穫表は、膨大な研究成果を反映した有用なモデル。
- ・ ただし、スギ等の植栽木が対象で、侵入木(雑木)まではモデル化できず。
- ⇒ このため、侵入木の炭素蓄積量は算入されていない。
- ・ 高齢級化が進む中、定期的に収穫表の見直しが必要。

【天然生林】

- ・ 天然生林は、構成樹種や一本ごとの樹齢が極めて多様で、これまでの計測技術やデータでは正確に把握することが困難であった。
- ・ 現在は、皆伐後の二次林を想定し、収穫表に基づく森林蓄積を利用して炭素増加量を算出。
- ⇒ 有用なモデルのある育成林に比べ、炭素蓄積量はさらに過少評価との意見あり。

※吸収量を保守的に算定して条約事務局に報告すること自体は問題ない

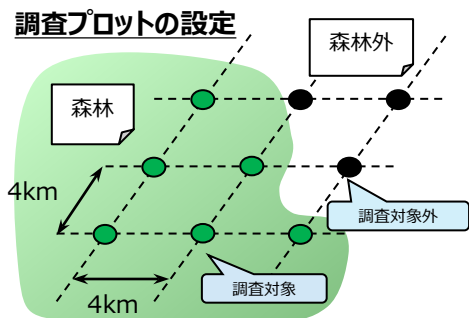
5-1. 今後の森林吸収量算定のあり方

- ▶ 全国1万5千の固定点での標本調査(森林生態系多様性基礎調査)の継続実施により5期25年分の実測値(NFIデータ)の蓄積が図られたことを踏まえれば、生体バイオマスに係る森林吸収量について、NFIデータから炭素蓄積変化量を直接推定する方法を検討してもよいのではないか。
- ▶ これにより、森林吸収量算定の精度向上が期待できる。

新たな吸収量算定方法の検討

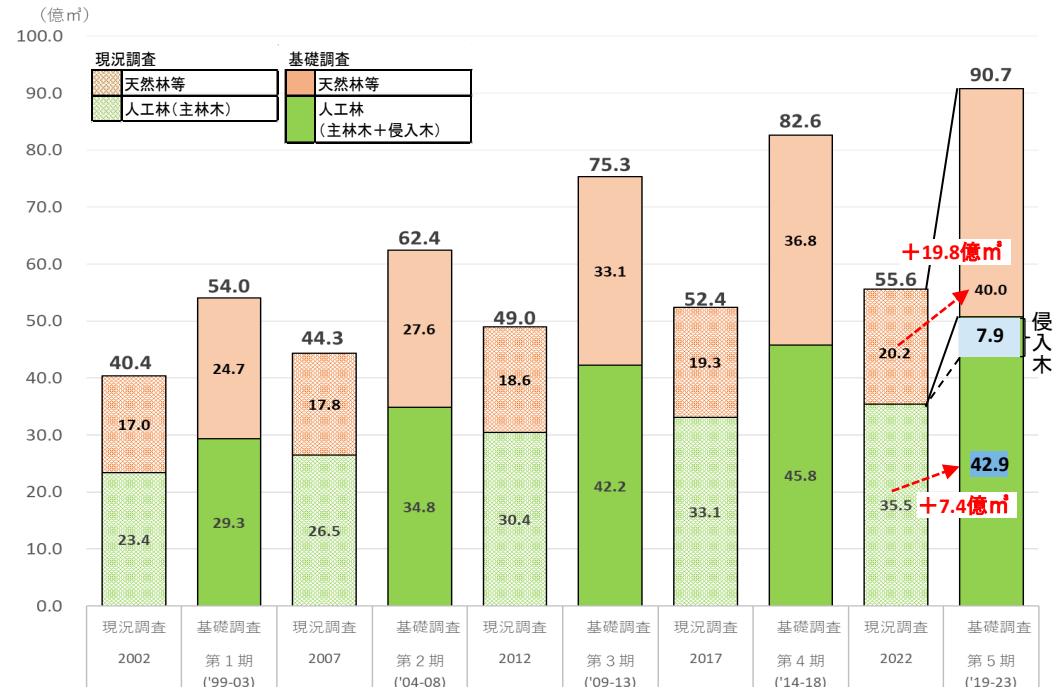
- 全国1万5千の固定点で林内の全立木を実測する、「森林生態系基礎調査(NFI)」を実施してきた結果、ようやく十分なデータ蓄積を達成。
- これを利用すれば、従来の算定方法の課題である過少評価を解決し、現実に近い炭素増加量を把握できる可能性。

- ▶ 平成11年度から、**全国統一した方法**により森林を調査。
- ▶ **全国を4kmメッシュで区切り、その交点に位置する森林を調査プロットとして設定**(約1万5千点)し、森林生態系に関する様々な調査を継続的に実施。



NFIによる森林蓄積の評価

- ▶ 森林簿データとNFIによる推計の森林蓄積では、人工林で約7.4億 m^3 (侵入木を含めると15.3億 m^3)、天然林*で約19.8億 m^3 の差がある。



※: 天然林等には、伐採跡地や無立木地、竹林等を含む
 ※: 基礎調査第5期の値は速報値(未公表)

5-2. NFI調査の実測データを活用する森林吸収量算定方法への移行

- 森林吸収量の算定に必要な炭素蓄積増加量の推定について、収穫表(成長モデル)に基づく算定方法から、全国のNFI調査の実測データに基づく算定方法へ転換を図る。

$$\text{森林吸収量} = \text{炭素蓄積増加量} \times \text{FM率}$$

これまで

Point 1

- 森林簿を基に収穫表(成長モデル)による蓄積を算定
- 人工林のスギ・ヒノキ・カラマツは林野庁調製の収穫表を使用
- それ以外は都道府県の収穫表を使用
※ 都道府県の収穫表(特に広葉樹)は現実林分の蓄積よりは過少

Point 2

- 年間蓄積差分を毎年の吸収量算定とする

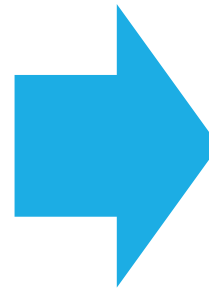
今後

Point 1

- 全国1万5千の固定点を5年で一巡するNFI調査から算定
- 調査点の森林の蓄積を育成林・天然生林別に実測

Point 2

- NFI調査は5年に1度のため、トレンドで毎年の吸収量を仮算定(外挿)し、5年目に再計算で確定(内挿)



6. NFI調査データを直接利用した蓄積差法による森林吸収量算定方法を導入する上での技術的課題

- NFI調査データから全国の森林の炭素蓄積変化量を直接推定する森林吸収量算定方法の導入を検討する上で、国家GHGインベントリとしての要求事項を完全に満たすためには、以下の論点について整理が必要。

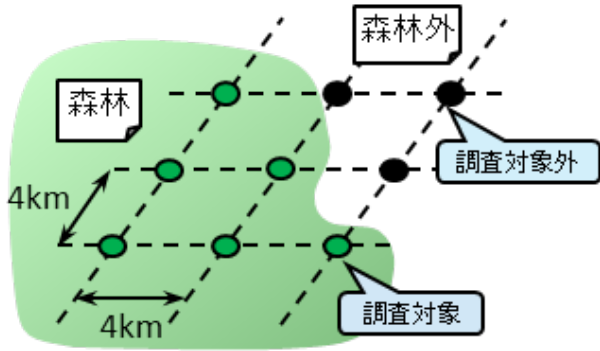
■ 論点整理が必要な事項

1. NFI調査データの統計的信頼性
2. 侵入木・枯死木データの取扱い
3. 土壌3プールの算定方法
4. ARDの取扱い
5. FM率の取扱い
6. 5年1期毎のデータ集計サイクルの下での中間年の取扱い
7. 国際的整合性

6.1 NFI調査データの統計的信頼性に係る論点

- NFI調査（森林生態系多様性基礎調査）は、全国を4kmメッシュで区切り、その交点に位置する森林を調査プロット（0.1ha）として設定。サンプリング調査データとしての特性と固定調査プロットとしての特性を併せ持ち、全国レベルでの蓄積推定の誤差を3%以下（信頼度95%）となるように調査点を設定。
- QA・QCの実施により、計測項目の誤差率を減少させ、近年はおおむね一定範囲内を維持。
- 調査結果は、現地調査に由来する樹種、直径、樹高等のデータと調査地点の森林簿に由来する林種、林齢等のデータからなる。
- NFIを森林吸収量の算定に用いるにあたり、以下の論点について整理が必要。
 - ・調査実施率（調査未実施個所の取扱い）

■ 調査プロットの設定と調査内容



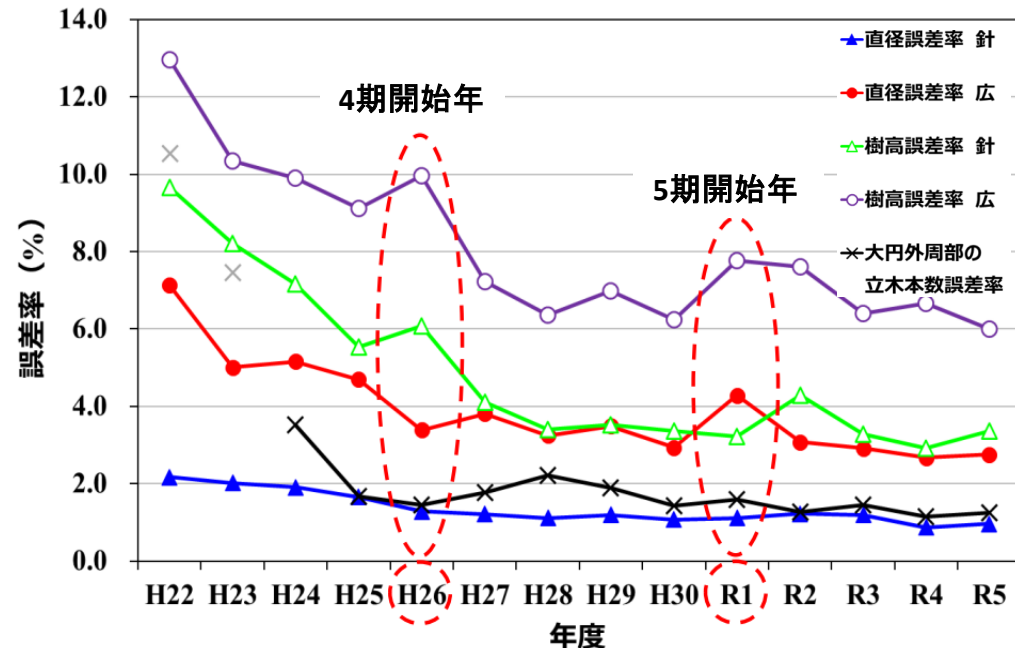
【現地調査由来のデータ】

- ・立木（樹種、直径、樹高等）
- ・伐根、倒木
- ・下層植生（植物名、優占度等）
- ・土壌侵食の状況
- ・森林被害の状況（病虫獣害、気象害等）
- ・施業履歴（施業種類、施業歴等）等

【森林簿由来のデータ】

- ・林種（人工林、天然林等）、林種の細分（育成単層林、育成複層林、天然生林等）
- ・林齢
- ・地況（標高、土壌分類等）
- ・林分概況（所有区分、法令指定等）

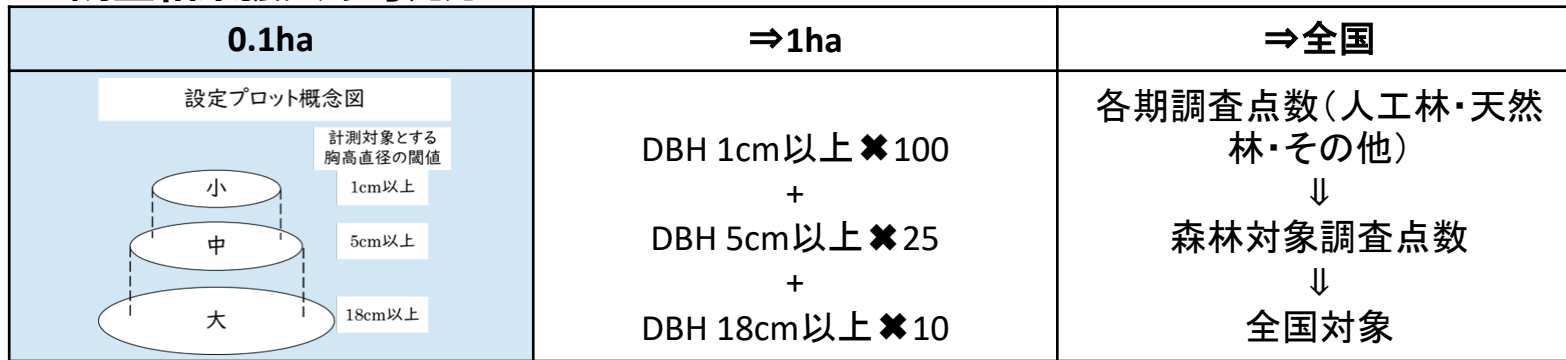
■ 主な計測項目におけるH22～R5の誤差率の推移



6.1-① 調査実施率（調査未実施個所の取扱い）

- 調査地点数を見ると、
 - ・ 自然災害、所有者の不同意、予算等の事情により期毎の発注点数、現地調査実施地点数が変動
 - ・ 調査未実施（発注点外の森林、到達不可能等）地点が存在（森林調査点に対する調査実施点は3期91%、4期87%）
- 調査地点（0.1ha）の調査結果を全国に拡大するにあたり、調査未実施地点を以下の方法により補完している

■ 調査結果拡大の考え方



	プロット数	面積・蓄積等	国土
第N期	○○○	各林種点数/全国点数 ✖国土面積	23270 (全国点数)
人工林	△△△		37,287,252 (国土面積)
天然林	◇◇◇		
その他	☆☆☆		

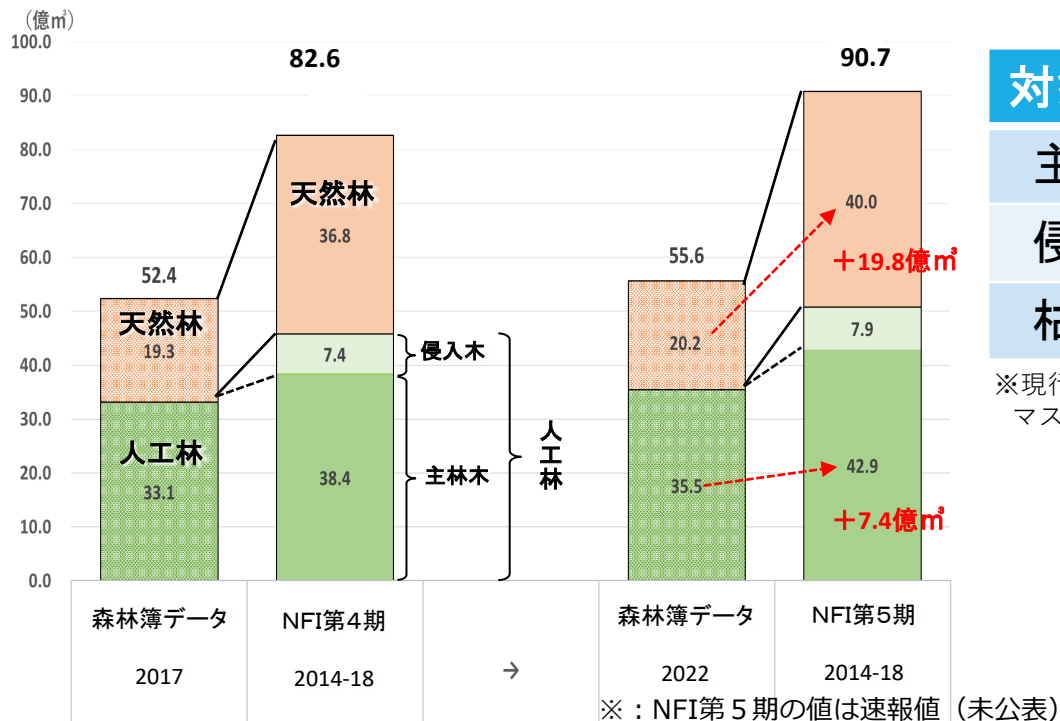
①、②、③を用いて調査未実施地点の情報を補完

- ① 全てのメッシュ交点について衛星画像を用いた森林・非森林を判読
- ② ①の森林箇所について林種(森林簿由来の人・天)と気候帯区分を付与
- ③ 全国に拡大する際には、【面積】②の林種毎地点数/全国点数 × 国土面積により計算、【蓄積】面積の方法に加え、②の気候帯別林種毎地点数にNFIから求めたha当たり平均蓄積を当てはめる

6.2 侵入木・枯死木の取り扱い

- 現行の成長モデル（収穫表）を用いた森林吸収量算定方法では、人工林における侵入木（スギ・ヒノキ・カラマツ等の主要造林樹種以外の立木）はカウントされないが、NFIでは造林樹種に加え侵入木の蓄積も調査されている。
- 生体バイオマスの正確な炭素収支動態を把握する観点から、**侵入木を算定対象に加えてはどうか。**
- また、NFIでは枯死木の蓄積も把握されているが、枯死木は土壌3プールのCENTURY-jfosモデルにより算定されることから（次ページ参照）、NFIの枯死木データは直接算定の対象には加えない。

■ 森林簿データとNFIによる蓄積構成



■ 新方式における算定対象（案）

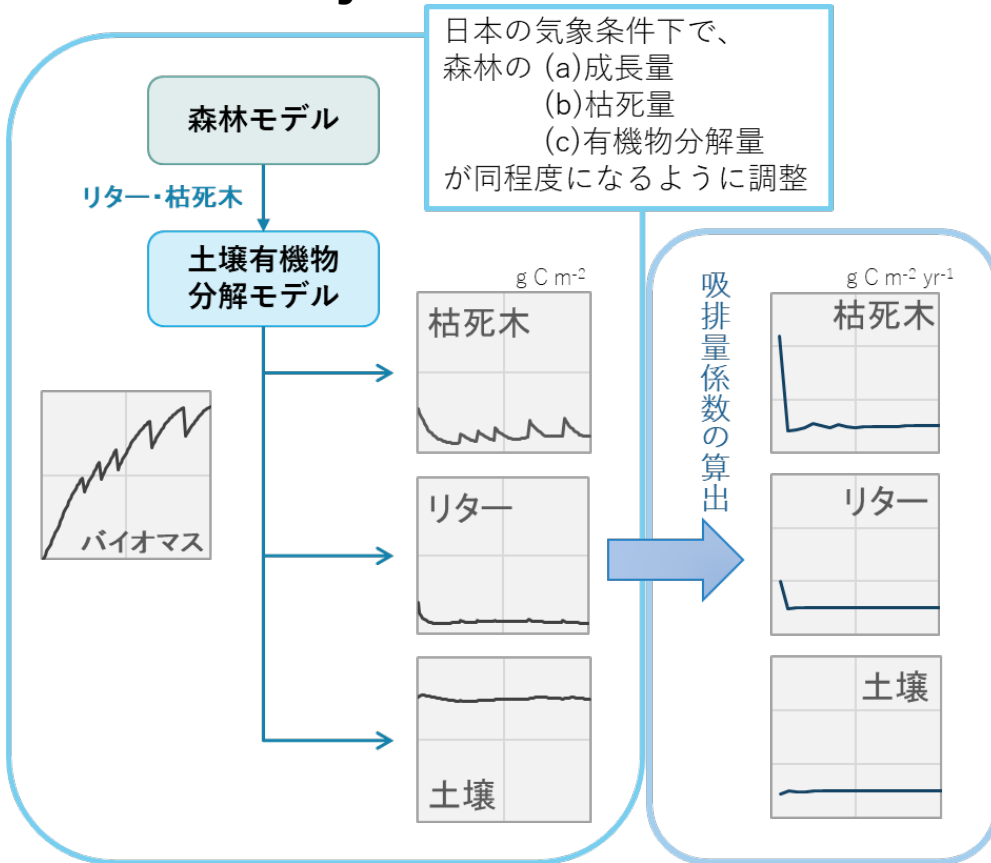
対象樹種	解釈	現行方式	新方式
主林木	主要造林樹種	○	○
侵入木	上記以外	×	○
枯死木	枯死木	×	×

※現行方式、新方式、共に枯死木は土壌プールで計上されることから地上バイオマスプールの算定対象としない。

6.3 土壌3プール算定方法の取扱い

- 土壌3プールの炭素蓄積量は、都道府県別、林種別、樹種別、林齢別面積にCENTURY-jfosモデルにより求められた土壌吸排出係数を乗じて算出。
- 森林簿を用いた現行方式からNFIを用いた新方式への変更にあたり対応方法を検討する必要がある。

■ CENTURY-jfosの構造



※グラフは人工林の場合

■ 土壌3プールの吸排出量算定方法

$$\text{森林面積(※)} \times \text{CENTURY-jfosの土壌吸排出係数} = \text{土壌吸排出量}$$

※都道府県別・樹種別・林種別・林齢別

■ 対応方法 (案)

- ・CENTURY-jfosからNFI構成に応じた土壌吸排出係数を調整する(全国的林種別等)
- ・NFIを用いて都道府県別・樹種別・林種別・林齢別森林面積を調整する

6.4 ARDの取扱い

- 国家インベントリの作成に当たって、LULUCF分野については、森林、農地、草地、湿地、開発地、その他の土地の6つ土地利用区分ごとに報告を行うことが求められる。
- 森林吸収量の報告にあたり、森林から非森林及び非森林から森林への土地利用変化を伴う土地については、森林としての土地利用が継続している林地とは区分して吸収量・排出量の算定が必要。
- 土地利用変化を伴う場合、毎年度の転用前、転用後の土地利用区分を特定する必要があるため、全国500mメッシュの交点について衛星画像判読を実施し、A（50年以上森林以外の土地利用に供された土地への植林）、R（再造林：A以外の非森林から森林への転用）、D（森林減少：森林から非森林への転用）を把握。
- 現行の方法では、ARD発生率から発生面積を求め、地域・樹種・林齢別の単位面積当たり蓄積量を乗じ、吸収量・排出量を算定しているが、NFIを用いた新方式への変更にあたり対応方法を検討する必要がある。

■ ARD炭素蓄積量算定方法



※バイオマス拡大係数、地上部に対する全体の比率、容積密度、炭素含有率

■ 対応方法（案）

- ・NFIのN期調査結果と(N+1)期で調査結果の蓄積差分をバイオマスプールの算定に利用する際は、N期と(N+1)期の両方において土地利用区分が森林（無立木地を含む）である調査プロットのみとし、いずれかが非森林である調査プロットのデータは利用しない。
- ・ARDに関しては、基本的には従来方法を踏襲することとするが、算定に用いる係数については、適用可能な場合は、NFIを用い、必要に応じ、ほかの統計情報を使用した算定方法を検討。

6.5 FM率の取扱い

- これまでFM率については、育成林と天然生林において異なる定義でFM林の該当/非該当を判定。
- NFIベースの森林吸収量算定方法へ移行する場合、個々のNFIの調査点で得られるデータからFMに該当するかを判定するのが合理的ではないか。
- 生物多様性保全等を目的とした積極的な森林経営への関心も高まっていることに鑑み、法指定に加え、森林経営計画等の計画認定を受けた区域も保護・保全が図られているとしてFMに該当するとすべきではないか。

<現行>

- 育成林：標本調査点（NFIとは異なる）がFMに該当するかを判定した上でFM率を算定
- 天然生林：保護・保全措置が図られた法指定区域をFM林と判定

<NFI調査をベースとする森林吸収量の算定方法に適合したFM率の算定方法（案）>

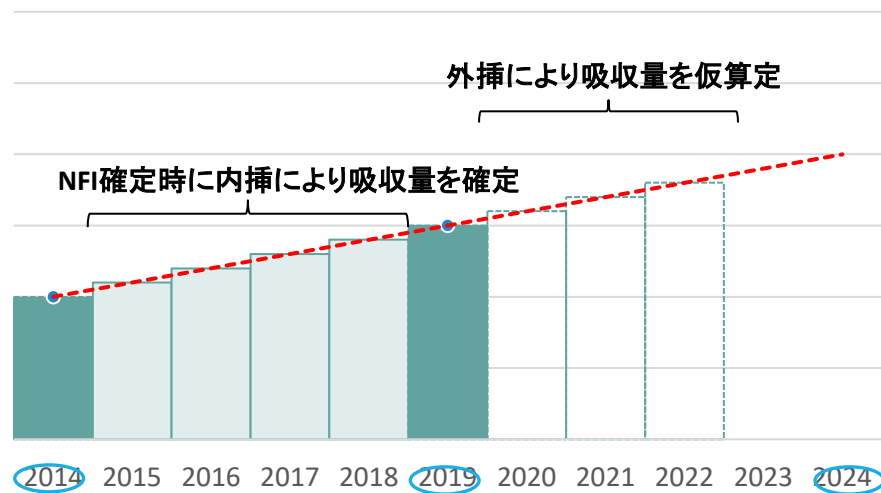
- FM該当/非該当は、個々のNFI調査点で得られる植栽木の収量比数（ R_y ）、樹木の生育状況（ R_y 判定のなじまない若齢林等）、林床被覆率等により判定
- ただし、保護・保全措置が図られる、森林法に基づく森林経営計画や生物多様性増進活動促進法に基づく増進活動実施計画（自然共生サイト）の認定を受けた区域又は法指定区域については、自発的な森林経営が行われている森林としてFM林と判定

※ 森林吸収量目標に計上できるのはFMに該当するプロットの蓄積差のみ

6.6 5年1期毎のデータ集計サイクルの下での中間年の取扱い

- NFIは5年で全国を一巡する調査であるため、中間年の報告方法の検討が必要。
- IPCCガイドラインに以下の記述があり、内挿・外挿が認められている（IPCC2006ガイドライン Annex 3A.3）。
 - ・ NFI調査は一般的に5～10年の頻度が適切
 - ・ 報告値については内挿及び外挿の方法を適用することが必要となる
- 中間年については、トレンドで毎年の吸収量を仮算定し、5年目に再計算により確定してはどうか。

■ 報告のイメージ



○: NFI確定年

■ 他国における中間年の取扱い

国名	使用データ	算定方法
ドイツ	NFI	内挿・外挿により算定。内挿値は伐採量の相対値により補正。
オーストリア	NFI	内挿による単純平均に、伐採統計及び年輪分析に基づく成長量指標を用いて補正。
イタリア	NFI、伐採統計、火災面積統計	測定年以降、1年毎にモデルにより推計した蓄積増加量を加え、減少推計量（伐採、火災、枯死、自然攪乱等）を差し引いて算定（ゲイン・ロス法）。
フィンランド	NFI	6期NFIの線形内挿（直近NFIの中間年以降は一定とする）
ニュージーランド	NFI	2期の調査年間は内挿、前後は外挿により算定。
カナダ	NFI	内挿・外挿により算定。

各国のGHGインベントリ(2023)を基に作成

6.7 国際的整合性

■ IPCCガイドラインとの整合

Point 1

● 全国1万5千の固定点を5年で一巡するNFI調査から算定

- 格子状などの体系的なデザイン、固定プロットによる継続的な計測が統計的に好ましい。
- プロット面積や地点数の具体的な規定はなく、一般的なガイダンスとして、国土面積や環境変数、地域の管理システムを考慮して決定する。（IPCC2006ガイドライン Annex 3A.3）

● 調査点の森林の蓄積を育成林・天然生林別に実測

- インベントリは炭素蓄積量の直接測定に基づき、吸収・排出量を算定できる。（IPCC2006ガイドライン 2.5.1）
- 部分集団内の変動が全集団内の変動より小さくなるように層別化することにより、精度を効率的に向上することができる（IPCC2006ガイドライン Annex 3A.3）

Point 2

● NFI調査は5年に1度のため、トレンドで毎年の吸収量を仮算定し、5年目に再計算で確定

- 測定頻度は、炭素蓄積量に変化を及ぼす事象の頻度及び報告要件に基づいて決定されるべきであるが、一般的に5～10年の頻度が適切。
- 一方で、国家GHGインベントリ報告は毎年の報告となっているため、報告値については内挿及び外挿の方法を適用することが必要となる。（IPCC2006ガイドライン Annex 3A.3）

7-①. 参考資料

■ 各国のインベントリ調査方法

国名	使用データ	算定方法		層別化要素 (属性毎に部分集団に分けて統計処理)
ドイツ	NFI、伐採統計	炭素蓄積差法	アロメトリック式により単木レベルのバイオマス量を推定。サンプリング地点数の割合を用いて全体バイオマス量を算定。	樹種
オーストリア	NFI、伐採統計	ゲイン・ロス法	NFI測定値から蓄積増加量及び減少量を推計。伐採統計などにより減少量を補正。	針葉樹/広葉樹
イタリア	NFI、伐採統計、火災面積統計	ゲイン・ロス法	For-estモデル 蓄積量を独立変数とする非線形モデルにより蓄積増加量を推定。統計値によりバイオマス減少量を推定。	樹種、地域
フィンランド	NFI、伐採統計等	ゲイン・ロス法	生体バイオマスモデルにより単木レベルの年間成長量を推定。統計値及NFIデータからバイオマス減少量を推定。	樹種、地域、土壌タイプ
ニュージーランド	NFI、LiDERデータ	炭素蓄積差法	天然林は樹種別アロメトリック式、人工林は樹種別成長モデルを使用した複合モデルにより推定。	林種、造林時期
カナダ	NFI、州別森林インベントリ、攪乱に関するデータ、収穫データ等	ゲイン・ロス法	CBM-CFS3モデル 収穫表により幹材積を推定。統計値により地上部バイオマスの減少を推定し、プール間の炭素移動をモデルにより推定。	針葉樹/広葉樹

各国のGHGインベントリ(2023)、森林吸収源インベントリ情報整備事業報告書(平成26年度)を基に作成

7-②. 参考資料

■ 各国の中間年のインベントリ報告のやり方

国名	使用データ	算定方法
ドイツ	NFI	内挿・外挿により算定。内挿値は伐採量の相対値により補正。
オーストリア	NFI	内挿による単純平均に、伐採統計及び年輪分析に基づく成長量指標を用いて補正。
イタリア	NFI、伐採統計、火災面積統計	測定年以降、1年毎にモデルにより推計した蓄積増加量を加え、減少推計量(伐採、火災、枯死、自然攪乱等)を差し引いて算定(ゲイン・ロス法)。
フィンランド	NFI	6期NFIの線形内挿(直近NFIの中間年以降は一定とする)
ニュージーランド	NFI	2期の調査年間には内挿、前後は外挿により算定。
カナダ	NFI	内挿・外挿により算定。

各国のGHGインベントリ(2023)を基に作成

7-③. 参考資料

■ 各国の森林炭素蓄積量の比較

国名	森林面積 (k-ha)	地上部バイオマス (t/ha)	森林吸収量・全森林 (t-CO ₂ /ha)
ドイツ	11,018	185.1	-5.3
オーストリア	4,058	172.3	-0.6
イタリア	9,578	110.6	-3.5
フィンランド	21,849	59.8	-1.3
ニュージーランド	9,972	294.7	-2.4
英国	3,623	115.0	-5.1
ポーランド	9,443	616.0	-3.7
日本	24,985	113.0	-2.5

データ: SDG 15.2.1 Above-ground biomass in forest, 2020年 (FAO)

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業(パリ協定下の森林吸収量算定にかかる技術的課題の分析・検討)報告書

NFIを用いてラフに求めた地上部バイオマス量は約210t/ha

次期温対計画の策定を踏まえた森林吸収量の将来推計

1. 将来の森林吸収量の推計方法

- 将来の森林吸収量は、将来の森林蓄積の変化量（増加量）を推計することにより算出。
- 現行の温対計画における森林吸収量の目標は、
 - ✓ 育成林については、将来の齢級構成の推移を見通した上で、目標年度の1年間の森林蓄積増加量（成長量と蓄積減少の差分）を算出し、係数を用いて吸収量を算出。さらにFM率の伸びの見込みを踏まえて森林吸収量目標を設定。
 - ✓ 天然生林については、基本的に森林蓄積の減少の増減を見込まず、FM林（保安林等）における吸収量を実績からの趨勢で推計して目標値を設定。

森林の吸収量 (生体バイオマス)

目標年1年間の森林蓄積の変化量(成長量)等から吸収量を算出
育成林と天然生林の吸収量を合計

育成林

【2030年の森林蓄積変化量】

2030年度の対象森林の成長量
(期末の蓄積－期首の蓄積)



(容積率)
(炭素換算率)
など



FM率

\sum 樹種別齢級別面積 × ha当たり蓄積

天然生林

FM林(保安林等)における吸収量を実績からの趨勢で推計

2-1. 森林吸収量の算定方法の見直しを踏まえた将来の吸収量推計 (森林蓄積変化量の推計)

- 炭素蓄積差法に基づく森林吸収量の算定について、収穫表(成長モデル)に基づく蓄積把握方法から、全国のNFI調査の実測データに基づく蓄積把握方法へ改めることを前提とした場合、森林吸収量の目標設定に当たっても、NFI調査をベースとする蓄積推計に切り替えることが必要。

$$\text{森林吸収量} = \boxed{\text{目標年の森林蓄積変化量}} \times (\text{容積率など}) \times \text{FM率}$$

これまでの将来推計方法

Point 1

- 育成林については、将来の齢級構成の推移シナリオを作成し、収穫表(成長モデル)により各期の蓄積を算出した上で蓄積変化量を算定
- 人工林のスギ・ヒノキ・カラマツは林野庁調整の収穫表を使用
- 植栽木以外の樹種は含まない

Point 2

- 天然林の蓄積変化量は、実績からの趨勢で推計



将来推計方法の見直し

Point 1

- 全国1万5千の固定点を5年で一巡するNFI調査による蓄積を元に将来推計
- (NFI調査を元に成長モデルを作成し吸収量を推計)
- 植栽木に加え、侵入木を含めて計上

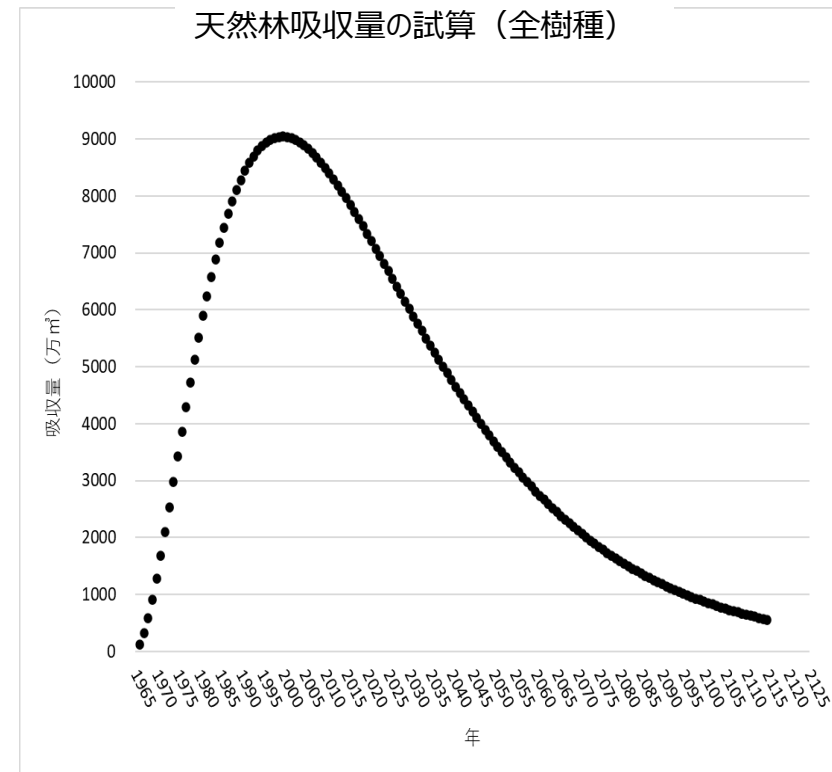
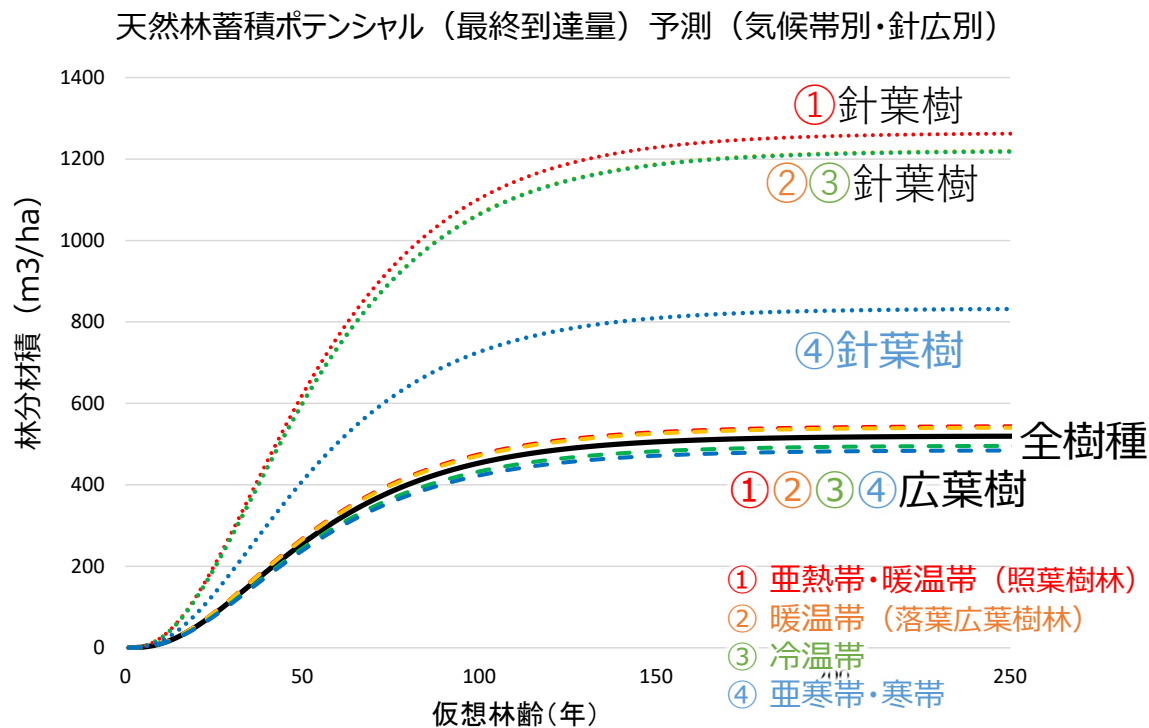
Point 2

- 天然林はNFI調査を元に生長モデルを作成し、吸収量を推計

2-2. 森林吸収量の算定方法の見直しを踏まえた将来の吸収量推計 (天然林の成長モデル)

- 天然林蓄積の推計に当たっては、既往の文献レビュー及び専門家へのヒアリング結果から、林齢に依存しない天然林の成長モデル構築方法として、成長方程式法（仮称）を採用。
- 実装に向けた精度検証が必要。

Richards成長関数の微分方程式形（成長方程式）にNFI第3期、第4期のデータをあてはめ、気候帯（4区分）、樹種別（針広2区分）別に材積成長曲線を作成。



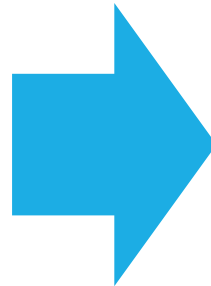
2-3. 森林吸収量の算定方法の見直しを踏まえた将来の吸収量推計 (FM率)

- FM林の定義の見直し(資料4-2)に関する議論の動向を踏まえ、次回の検討会においてNFI調査データに基づくFM率の定量的な分析結果を提示。

$$\text{森林吸収量} = \text{目標年の森林蓄積変化量} \times (\text{容積率など}) \times \text{FM率}$$

これまでの将来推計方法

- 育成林のFM率については、これまでのFM率の増加トレンドを踏まえ、目標年度のFM率を設定



将来推計方法の見直し

- FM林の定義の見直し(資料4-2)に関する議論の動向を踏まえ、次回の検討会においてNFI調査データに基づくFM率の定量的な分析結果を提示。

(参考) 他国における将来予測

国名	使用データ	算定方法
ドイツ	NFI	NFI直接推計 森林類型毎のha蓄積変化量を算定し、類型毎の面積を乗じて、蓄積変化量を推計。類型毎の面積変化は参照期間のデータを用いてモデル化。
オーストリア	NFI	CALDIS-VB V0.1モデル 複数のモデルから構成されるCALDIS-VB V0.1を用いて単木ベースの蓄積量変化を推定し、面積を乗じて蓄積増加量を推計。
イタリア	NFI、伐採統計、 火災面積統計	For-estモデル 森林類型毎の蓄積変化量をモデルを用いて推計し、伐採量等の減少要因を差し引き、蓄積変化量を推計。
フィンランド	NFI	MELAモデル 単木ベースの生体バイオマスモデルで成長量及び森林施業の影響をシミュレーション。
カナダ	NFI、州別森林インベントリ、攪乱に関するデータ、 収穫データ等	CBM-CFS3モデル 収穫表により幹材積を推計。統計値により地上部バイオマスの減少を推計し、プール間の炭素移動をモデルにより推計。

2050CNを見据えた森林吸収量目標のあり方

1. 2050CNを見据えた森林吸収量目標のあり方

- 今後、「カーボンニュートラル（CN）の実現」（排出量と吸収・除去量の均衡）をNDC目標に掲げる段階になれば、我が国における吸収・除去量の総量を評価する観点から、森林吸収量に関しては、FM林か非FM林か、人為起源か非人為起源かにかかわらず、全森林の吸収量を計上することが合理的ではないか。
- 将来的に森林の成長量の低下が見込まれる中、森林蓄積が将来にわたって増加し続けることは想定しづらいことを踏まえると、森林・林業分野の貢献として、森林吸収源としての役割のみに着目するのではなく、森林生態系の炭素蓄積の保持効果、木材製品の利用による製品炭素貯蔵効果、エネルギー多消費型資材や化石資源由来製品の代替効果、省エネ効果、化石燃料の代替効果等も含め、総合的な視点で評価していくための方法の検討が必要ではないか。

● 課題の整理（昨年度の委託事業報告書より抜粋）

- 令和2年に日本政府が打ち出した「2050年カーボンニュートラル目標」の達成にあたっては、排出セクターにおける**排出削減努力を極限まで行った上で**、それでもなお残余する排出量を**森林等の土地セクターで吸収**することで、日本国内でGHGの排出と吸収を均衡させることが必要である。この「2050年時点で、日本全体で実質排出量ゼロ」という考え方の元では、吸収量として、**あえて森林施業等の人為的活動由来の吸収量のみを抽出して計上する必要はなく、森林を含む日本国内の土地全体からの吸収・排出量を計上すると整理できる可能性**がある。
- 京都議定書における計上は、第3条3項及び第3条4項に基づき、統一的なルールの下で行われていたが、**パリ協定下においては**、IPCCガイドラインや過去決定に適合する形で人為による排出及び吸収を計上することが定められているものの、**人為性の明確な定義はない**。我が国は、現在自国の判断に基づいて京都議定書の計上方法を引き続き採用しているが、今後、現行算定方法の課題解決の観点からも、京都議定書の定義に基づいた活動ベースの計上を脱却することは可能である。
- パリ協定下においては「人為による排出・吸収」が計上対象となっていることから、条約報告と同じく、**管理下にある土地（森林の場合は森林計画対象森林）からの吸収を「人為的吸収」と定義することも可能**になると考えられる。
- 計上方法におけるルールの変更とカーボンニュートラル目標の設定を踏まえて、我が国としても、国際的なルールに則りながら、他国の対応状況を情報収集しつつ、計上方法の変更を検討していくことが課題となる。

今後のスケジュール（見込み）：森林吸収量の算定方法等に関する検討会

- 9月3日（火） ・ 第一回検討委員会（論点提示）
- 10月7日（月） ・ 第二回検討委員会（論点整理）
- 10月下旬 ・ 第三回検討委員会（とりまとめ）