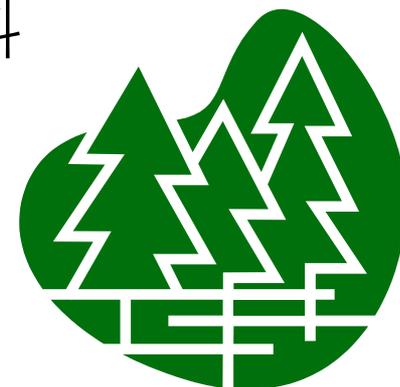


# 森林・林業・木材利用を通じた 気候変動対策

近畿大学農学部環境管理学科

教授 松本光朗



※本資料の複製・転載・転用は固く禁止します。

# 内容

- 森林・林業・木材産業と気候変動
- 京都議定書からパリ協定
- 森林分野の気候変動対策
- J-クレジット制度
- 岐阜県版森林吸収クレジット制度のあり方

# 森林・林業・木材産業と気候変動

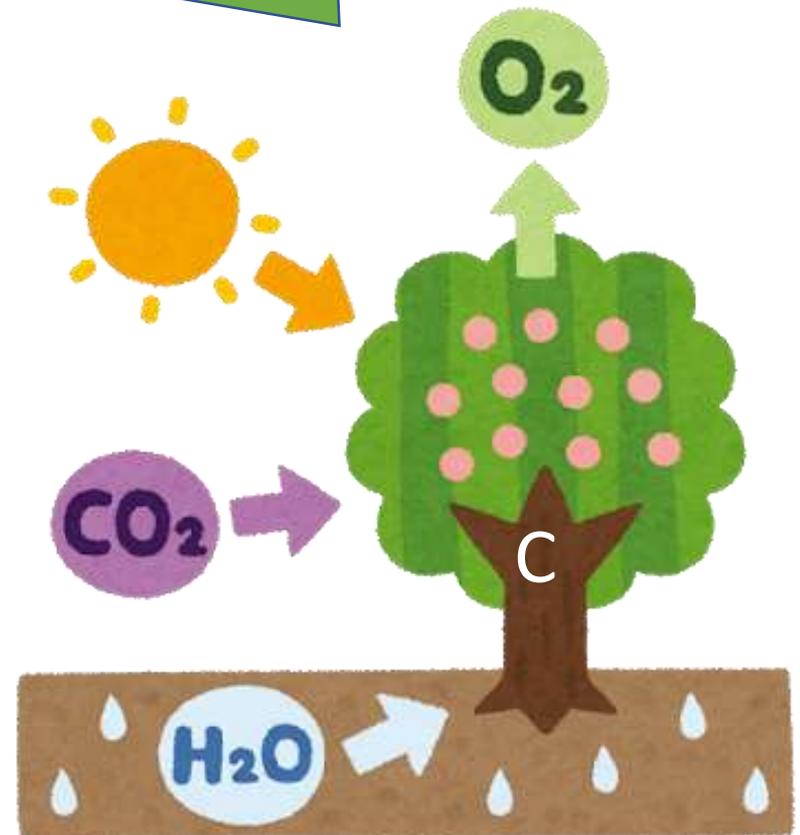


# CO<sub>2</sub>と木・森林

- 植物は光合成によりCO<sub>2</sub>を吸収する
- 木はCO<sub>2</sub>を吸収し、長期間、炭素として蓄積を続ける
- その後、伐採や腐朽や燃焼を通して、再びCO<sub>2</sub>として大気に還って行く
- 木・森が炭素を貯えれば、その分だけ大気中のCO<sub>2</sub>は減っている
- 土壌には林木の2～3倍の炭素を貯えている
- 森林全体としては長期間にわたり安定的に炭素を蓄え、大気中のCO<sub>2</sub>濃度を調整している
- 森林は気候変動緩和の機能を持つ

ゼロエミッション  
カーボンニュートラル

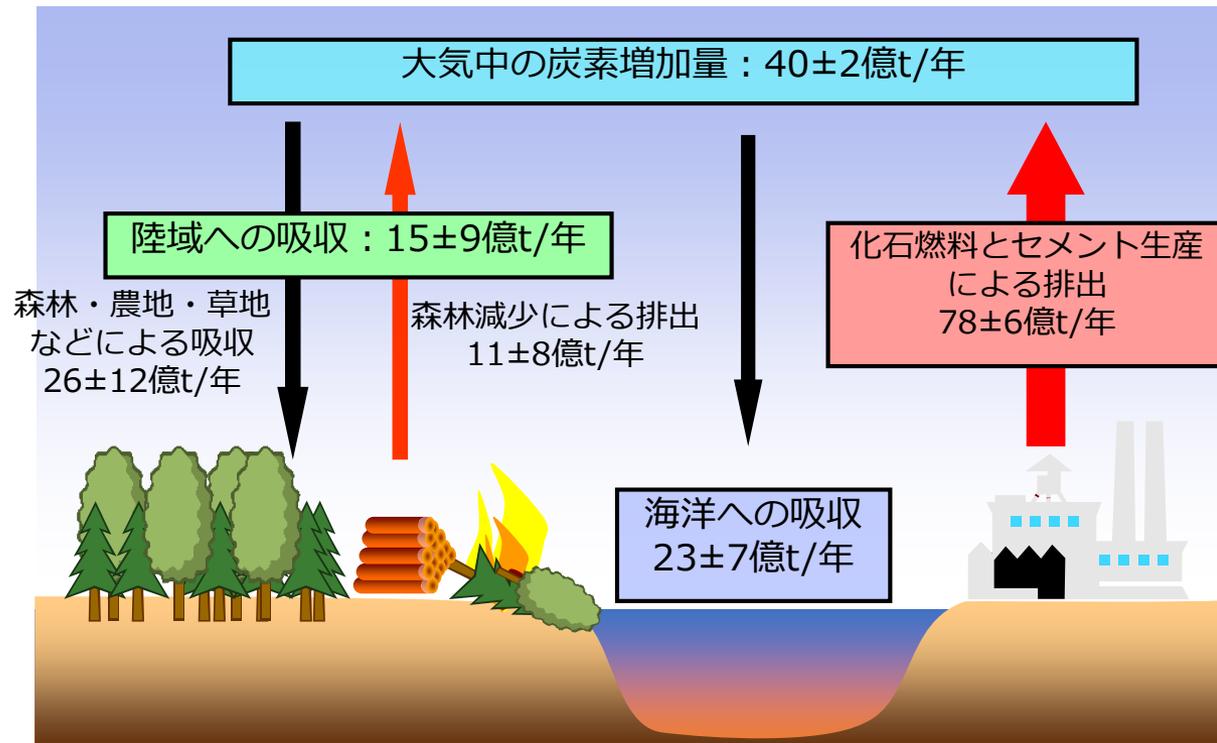
森林を伐採しても、森林に戻れば、またCO<sub>2</sub>を吸収する



# 地球上の炭素循環の中の森林

- ▶ 総排出量が78億t/年に対し森林等の吸収は26億t/年
- ▶ 森林減少により11億t/年（総排出の12%）が排出
- ▶ 森林減少による排出は、化石燃料・セメントに次ぐ
- ▶ 本来なら、気候変動を緩和する役割の森林が、気候変動のひとつの原因になっている

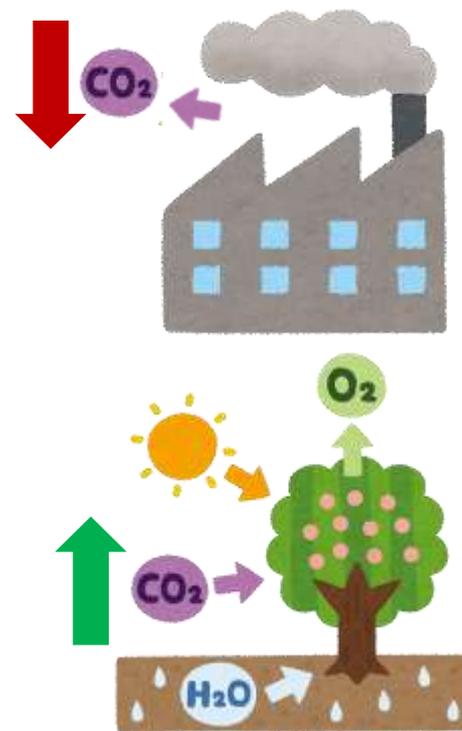
**森林減少**：森林から他の土地利用に変わってしまうこと  
**森林破壊**：森林減少をネガティブに捉えた言葉



2000～09年の地球上の炭素循環  
(IPCC AR5 WG1から筆者作図)

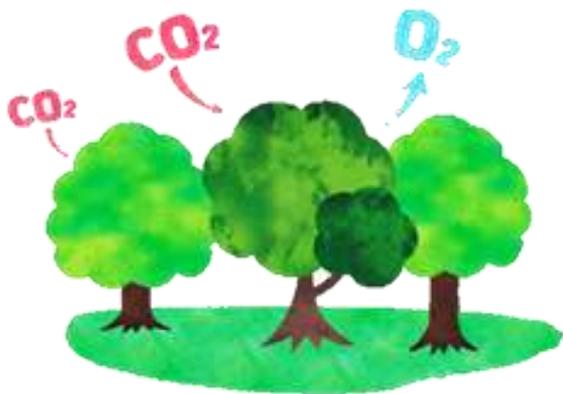
# 気候変動緩和策と森林

- 現在の気候変動はCO<sub>2</sub>をはじめとする温室効果ガスの排出増加によるもの
- 二酸化炭素を出す量を減らす
  - 石油・石炭の利用を減らす
  - 省エネルギー
  - 森林減少を止める
- 二酸化炭素を吸収する
  - 森林を増やす
  - 森林を健全な状態に維持する



# 気候変動緩和策としての木材利用

- 森林への過度の期待は禁物
  - 森林によるCO<sub>2</sub>の吸収、炭素蓄積には限界がある
  - 気候変動緩和策は化石燃料の使用削減が根本
  - その中にも森林や木材の役割があることに注目



でも、木を伐るって悪いことじゃないの？

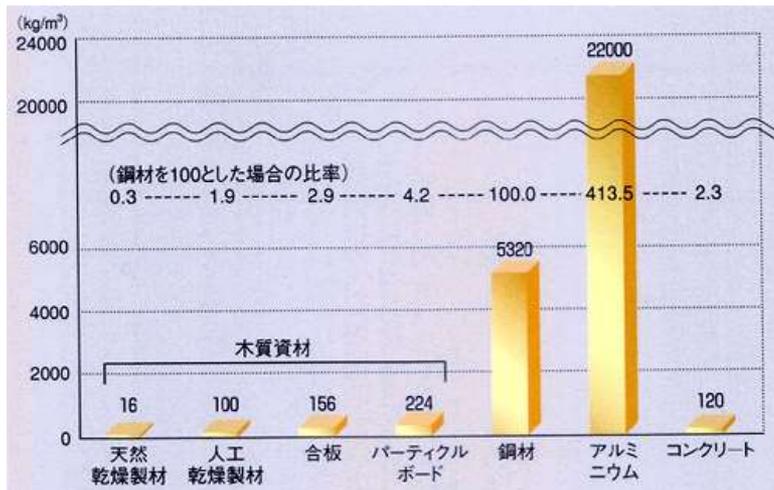
# 炭素蓄積効果

- ▶ 家や家具などの木材製品として炭素（C）を貯蔵する
  - ▶ 木材の乾燥重量のちょうど半分が炭素重量
- ▶ 日本全体で住宅による炭素蓄積量は、人工林（国土の1/4）による蓄積量の半分に当たる
- ▶ 炭素蓄積が増えれば、森林がCO<sub>2</sub>を吸収するのと同様の効果
- ▶ 「都市の森林」



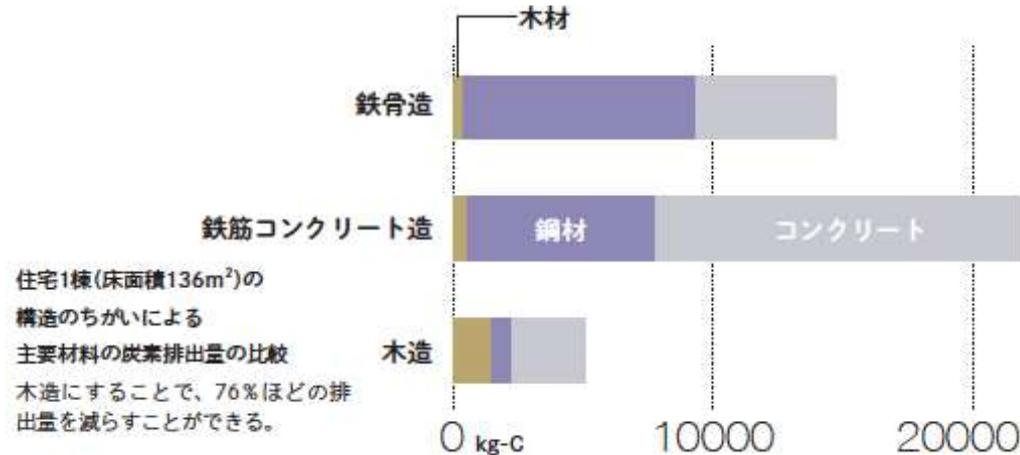
# 省エネ効果（材料代替効果）

- ▶ 製造時のエネルギー消費量に大きな差
  - ▶ アルミニウムは木の18倍、鉄は4倍のCO<sub>2</sub>排出量
- ▶ 木造住宅の排出量は鉄筋コンクリートの76%減
- ▶ 地球温暖化対策には木造住宅が優れている。



製造時のエネルギー消費量

出典：日本森林技術協会「森と木の質問箱」



住宅の構造による炭素排出量の違い

出典：国土緑化推進機構「森林と気候変動 基礎資料集」

# 化石燃料の代替効果

森林は伐採し燃焼する時にCO<sub>2</sub>を排出するが、森林が回復すればCO<sub>2</sub>をまた吸収する。化石燃料のCO<sub>2</sub>排出とは全く違う！

- ▶ 化石燃料を使う代わりに木材を利用
  - ▶ その分だけ化石燃料が節約されCO<sub>2</sub>の排出を減らす
  - ▶ 木質バイオマスエネルギー
  - ▶ スウェーデンでは全エネルギーの20%
- ▶ 資源
  - ▶ 林地残材、工場残材、建築廃材
- ▶ 方法
  - ▶ 直接燃焼
  - ▶ 発熱、発電
  - ▶ 熱電併給（コージェネレーション）
  - ▶ 混燃（火力発電所で木材を燃焼）
  - ▶ エタノール → ガソリン添加



林地残材



建築廃材



工場残材

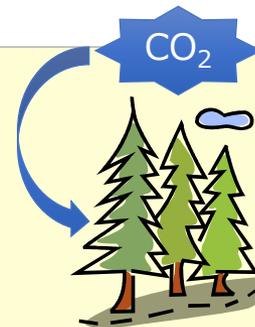
# 森林管理と木材利用による緩和策

- ▶ 森林がCO<sub>2</sub>を吸収し、炭素を長期間貯えておくことは、森林の大きな役割
- ▶ 森林から得られた木材を上手に利用することにより、炭素を貯え、排出を削減することも大切
- ▶ 森林管理と木材利用の流れの中で気候変動の緩和策とすることが重要

## 森林による吸収

二酸化炭素の吸収

炭素蓄積



## 木材による排出削減

炭素蓄積

省エネルギー  
(材料代替)

化石燃料代替



# 森林管理と木材利用による緩和サイクル



木材製品を選ぶことで消費者が森林管理と気候変動緩和に参加

出典：令和元年年森林・林業白書

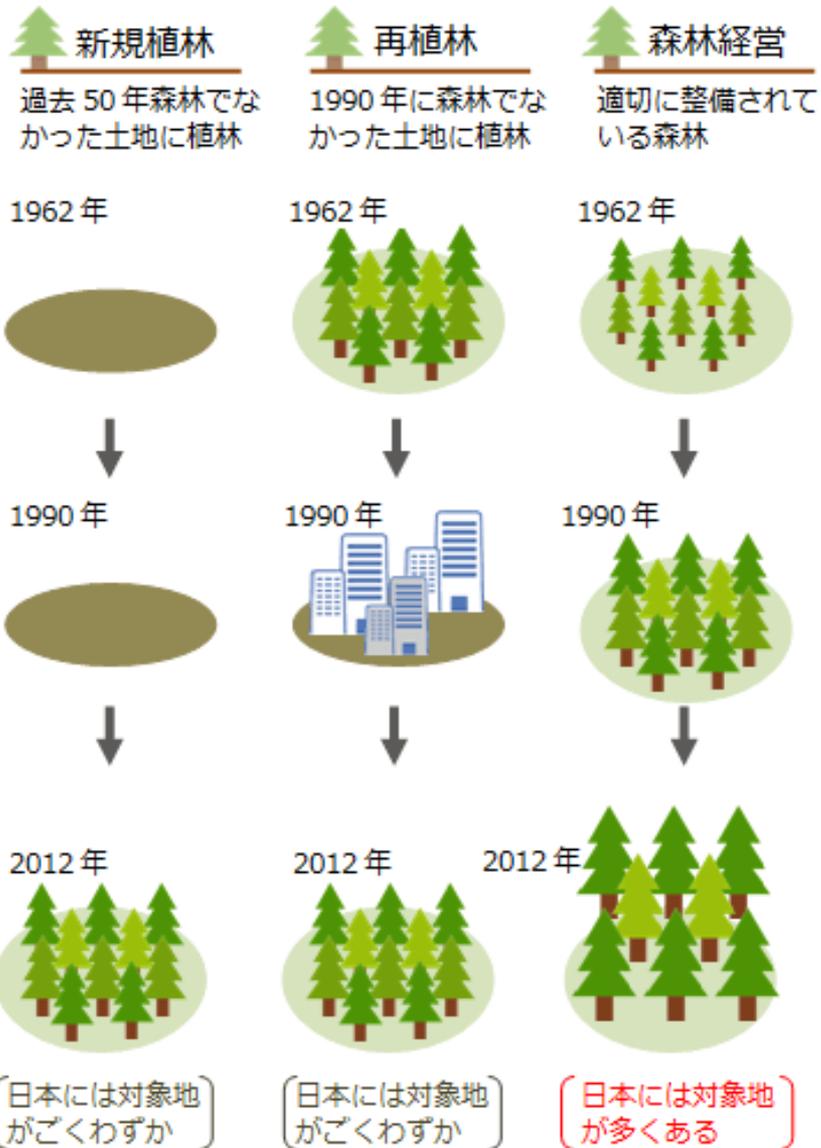
# 京都議定書からパリ協定

# 京都議定書における森林吸収量

- ▶ 我が国は、京都議定書第一約束期間（2008～12年）において、1990年の基準年と比較し6%の排出削減すると約束した。
- ▶ 目標達成に、条件付きで森林による吸収量を利用することができる
- ▶ 国内吸収源
  - 3条3項：1990年以降行われた新規植林・再植林
  - 3条4項：1990年以降に森林経営活動が行われた森林
    - 日本の利用上限は毎年1300万炭素トン
    - この量は1990年の排出量の3.8%に当たる
    - これを背景に林野庁は3.8%獲得のために間伐促進施策を推進
- ▶ 海外の吸収源
  - 新規植林・再植林によるCDM（AR-CDM）
  - 利用上限は基準年排出量の1%



# 目標達成に利用できる森林の吸収量は？



- 新規植林・再植林：1990年以降に新しく植えた森林
- 森林経営：1990年以降に主伐、植栽、間伐など施業を行った森林
  - ・ 伐採による蓄積減少は排出勘定
- 該当森林の吸収量を目標達成に利用できる



# 京都議定書の目標達成と森林吸収量

## ▶ 京都議定書第一約束期間 (2008～12年)

- 間伐促進により、目標の3.8%の吸収量確保を達成
- 京都議定書の排出削減目標1990年比-6%を達成

## ▶ 森林吸収量は長期的に減少

- ピークは2000年代
- 徐々に減少
- 原因
  - 人工林の高齢化
  - 伐採量の増加



京都議定書の第1約束期間における  
森林の炭素吸収量

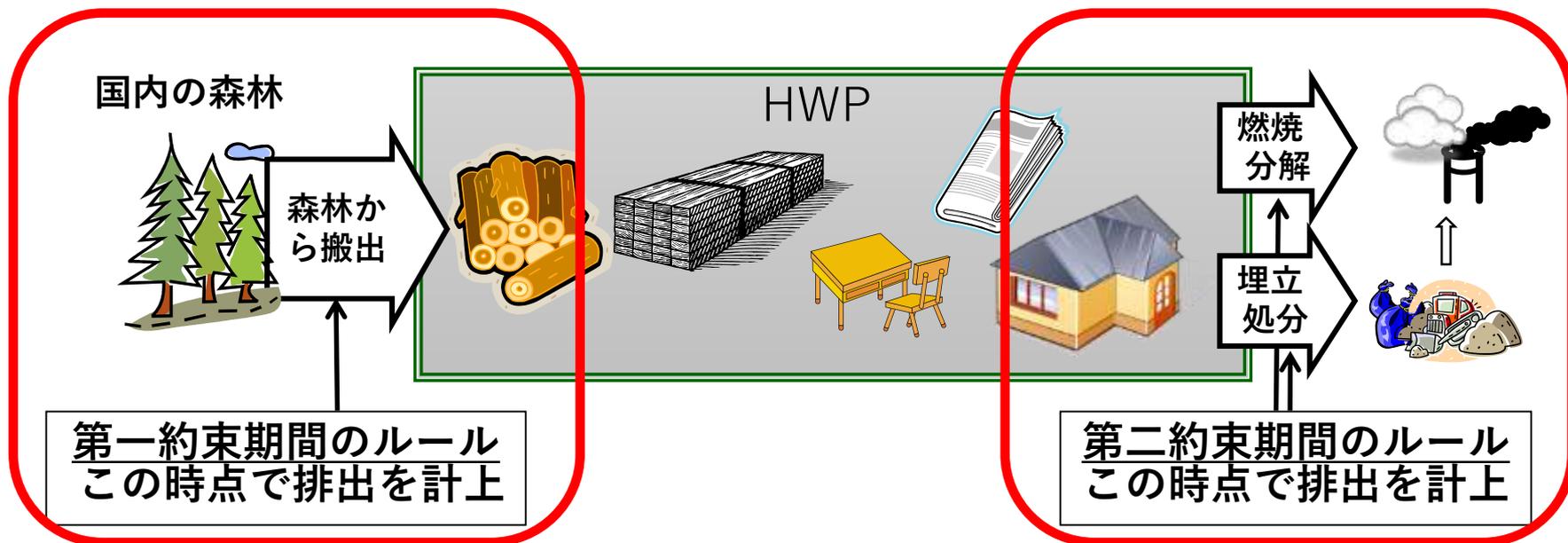
出典：国土緑化推進機構「森林と気候変動 基礎資料集」

# 森林吸収量算定ルールの変更

- ▶ 京都議定書第一約束期間（2008～12年）
  - 排出量1990年比6%削減（日本）
  - 算定ルール
    - 伐採即排出
    - 対象森林：1990年以降行われた新規植林・再植林、1990年以降に森林経営活動が行われた森林
    - 森林経営による利用上限：各国毎に設定、日本は毎年1300万炭素トン／年（1990年排出量の3.8%）
- ▶ 第二約束期間（2013～2019年）
  - 日本は目標を提示しなかったが、算定・報告は義務
  - 算定ルールの変更
    - 伐採木材製品（HWP）の炭素も算定対象
    - 森林経営による利用上限：全ての国で排出量の3.5%
- ▶ パリ協定（2020年～）
  - 森林により注目、森林減少抑止策（REDD+）に言及
  - 算定ルール
    - これまでの算定報告手法を尊重
    - 森林経営による利用上限については記述無し

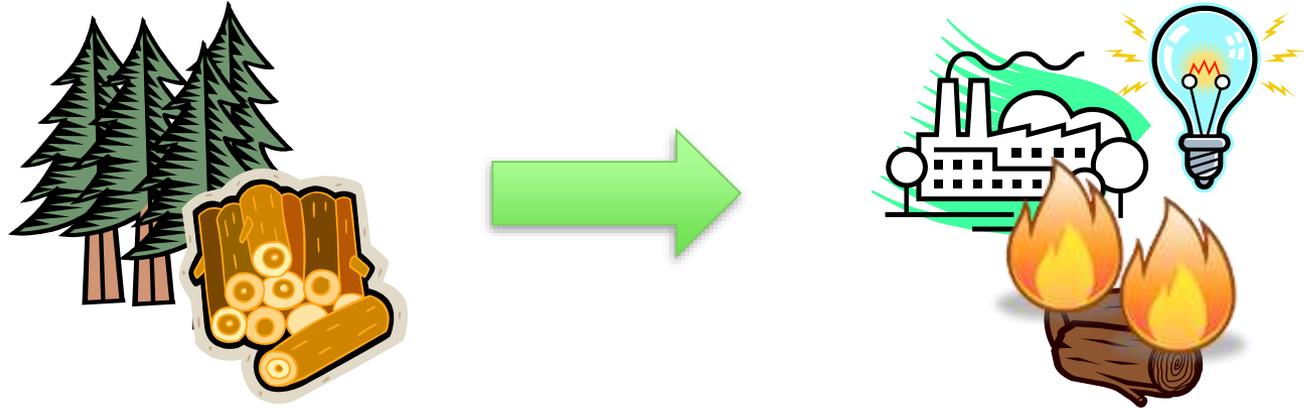
# 伐採木材製品（HWP）の取扱い

- ▶ 京都議定書第2約束期間（2013年以降）から、国内の森林から生産された伐採木材製品の炭素について、廃棄された時点で、排出量を計上できるルールに変更された

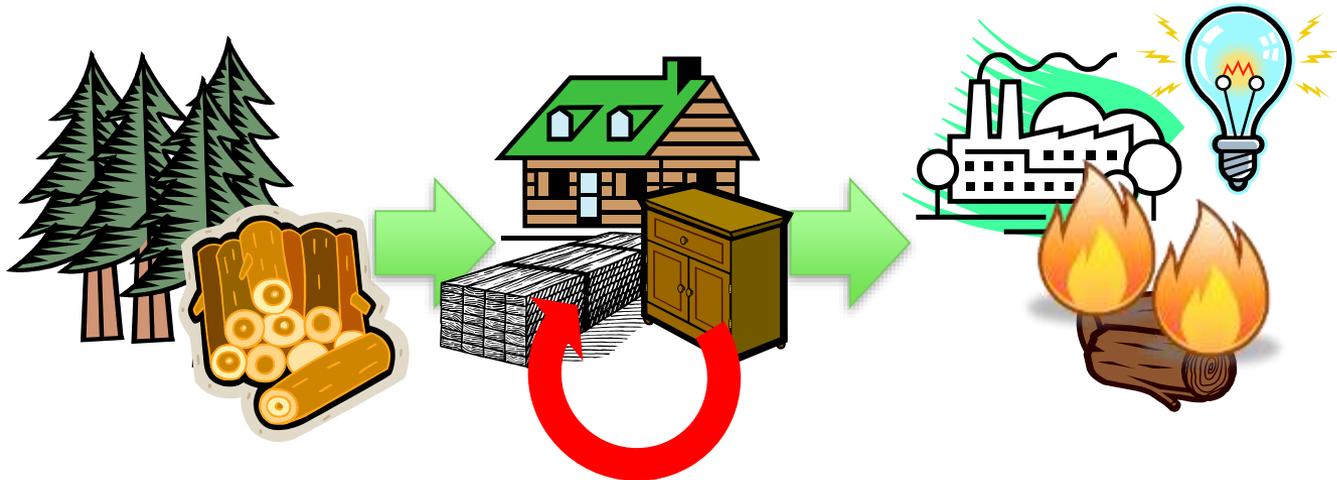


# HWPの取り扱いの変化

以前 HWPを増やしても評価されなかった

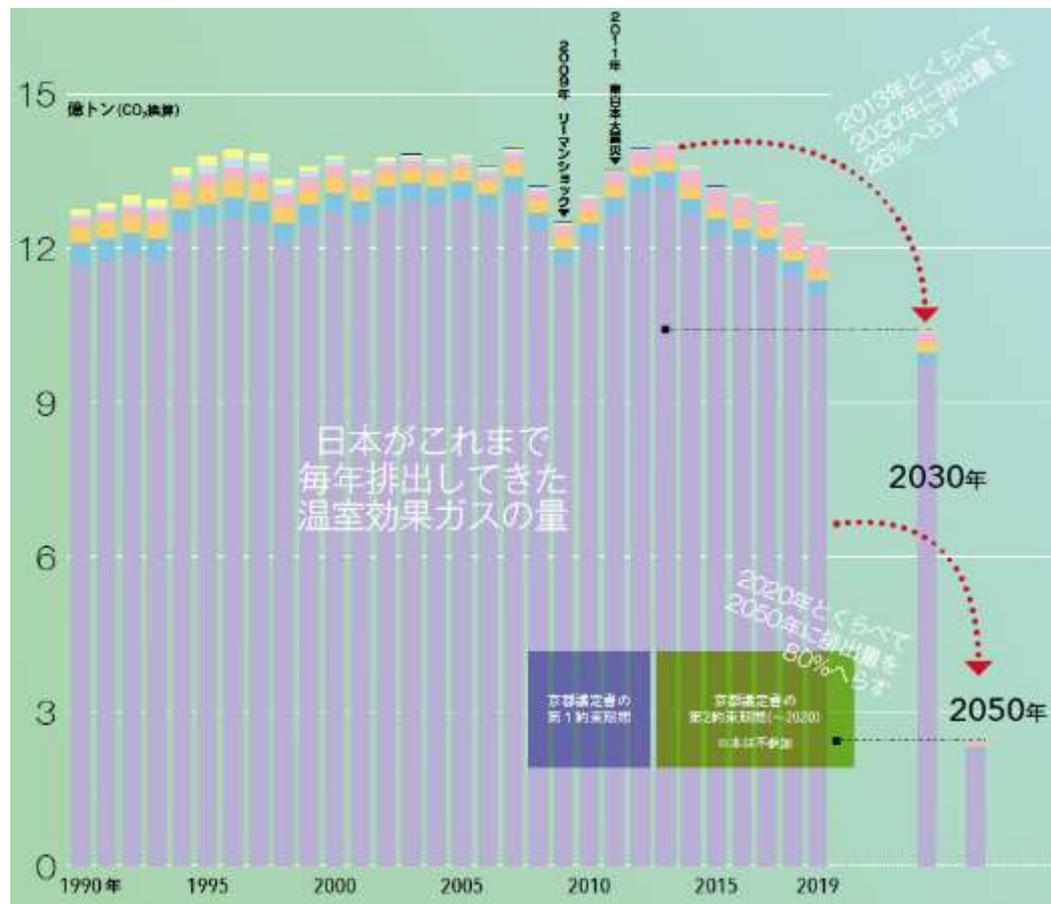


現在 社会にHWPが増えればCO<sub>2</sub>吸収と同じ意味



# パリ協定での目標

- 日本の排出削減目標（2021.9 地球温暖化対策計画の改定）
  - 2030年度に2013年比▲26%  
→新目標 ▲46%
  - うち森林吸収 ▲2.0%  
→新目標 ▲2.7%
- 新たな排出削減目標（菅首相所信表明（2020））
  - 2050年に排出量を全体としてゼロする
  - 脱炭素社会の実現を目指す
  - 2030年に46%削減（2021.4.22）



日本の温室効果ガス排出量の推移と削減目標

出典：国土緑化推進機構「森林と気候変動 基礎資料集」

# 森林分野の気候変動対策



# 気候変動対策としての森林管理

## ▶ 森林面積の維持・増加

- ▶ 日本では造林の余地は少ない
- ▶ 伐採後の確実な更新
- ▶ 耕作放棄地への造林

日本は先進国の中で第2位の森林国  
各国の森林率 (FAO 2015)

- |           |       |
|-----------|-------|
| 1. フィンランド | 73.1% |
| 2. 日本     | 68.5% |
| 3. スウェーデン | 68.4% |

## ▶ 高い森林蓄積を利用した木材生産

- ▶ 成熟した人工林を伐採し木材生産
- ▶ 適切な伐採・更新 (エリートツリー)
- ▶ 間伐を継続
- ▶ 多様な森林の造成
- ▶ 多面的機能の発揮



# 気候変動対策としての木材利用

## ▶ 木材利用の促進

- ▶ 大型施設・ビルの木造化
- ▶ 木づかい運動
- ▶ 木質バイオマスエネルギー
- ▶ カスケード利用・リサイクル

## ▶ 新しい木材利用技術

- ▶ 集成材・合板に加えて
- ▶ CLT・LVL等エンジニアリングウッド
- ▶ 改質リグニン
- ▶ セルロースナノファイバー



出典：林野庁 <https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/kidukai/>



出典：平成30年森林・林業白書

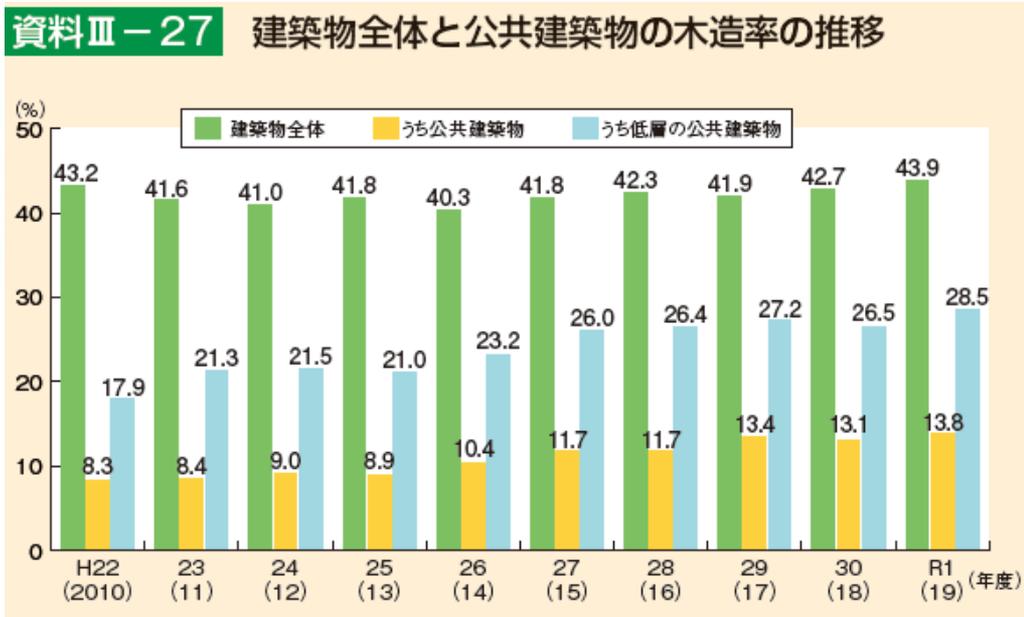


出典：国土緑化推進機構 森林と気候変動 基礎資料集

# 林野庁の木材利用推進施策

- ▶ 公共建築物等木材利用促進法（2010）
  - ▶ 公共建築物については可能な限り木造化、内装等の木質化を図るとの考え方に転換
- ▶ 改正法 脱炭素社会の実現に資するための建築物等における木材の利用の促進に関する法律（2021）
  - ▶ 法の目的として脱炭素社会の実現を明示
  - ▶ 対象を民間建築物を含む建築物一般に拡大

公共建築物の木造率  
 8.3%（2010）→ 13.8%（2019）  
 うち低層建築物  
 17.9%（2010）→ 28.5%（2019）



# 純木造11階建てビル

- ▶ 2022年5月 大林組が横浜市に11階建て44m、日本初の高層純木造耐火建築物となるビルを完成
- ▶ 木材は国産のスギやカラマツなどによるエンジニアリングウッドを使用
- ▶ 鉄構造と比べて、LCAによる二酸化炭素の排出量を40%削減

[https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20220520\\_1.html](https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20220520_1.html)



# 木づかい運動



- ▶ 日本の木を積極的に利用することにより、日本の森林を活性化し、環境保全を推進するための国民運動。平成17年度から林野庁が推進。

- 木材は炭素の貯蔵庫
- 木づかいは日本の森林を守る
- 木づかいは海外の森林を守る

木づかい.com より引用

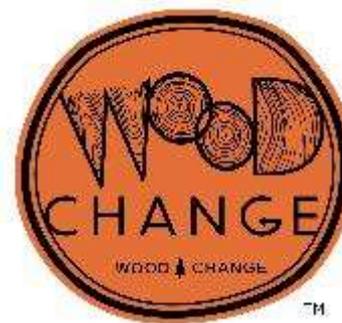
## ▶ WOOD CHANGE

- 身の回りのものを木に変える、暮らしに木を取り入れる、建物を木造・木質化するなど、木の利用を通じて持続可能な社会へチェンジする行動

WOOD CHANGE プロジェクトWebより引用



林野庁Webより引用



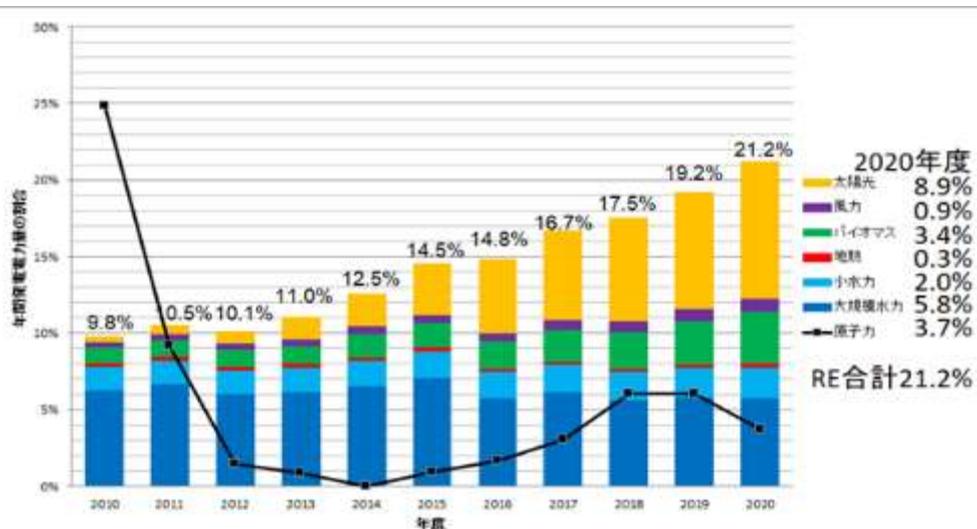
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/kidukai/wood-change-logo.html>

# 木質バイオマスの利用促進

- 2012年に再生可能エネルギー電力買取制度（FIT）が開始され、木質バイオマス利用が急激に増加
- 端材や低質広葉樹にも価値が生まれ、木材価格の下支えとなっている
- ただし、資源量に対し発電所が多く原料確保に課題

バイオマス発電買取価格（1kw/hあたり）

電源	規模	2021年度
バイオマス（一般木材等）	10,000kW未満	24円
バイオマス（一般木材等）	10,000kW以上	入札制度により決定
メタン発酵ガス化発電（バイオマス由来）	全規模	39円
間伐材等由来の木質バイオマス	2,000kW未満	40円
間伐材等由来の木質バイオマス	2,000kW以上	32円
建築資材廃棄物	全規模	13円
一般廃棄物・その他のバイオマス	全規模	17円



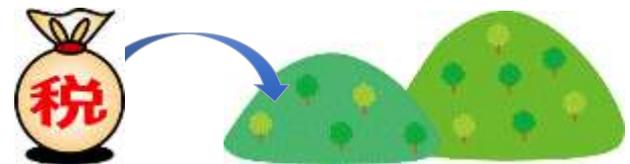
自然エネルギー発電割合の推移

<https://www.iseip.or.jp/archives/library/13427>

# 森林環境税と森林環境譲与税

(平成29年12月22日閣議決定)

- 森林吸収源対策のための地方財源の確保を目的
  - すでに進んでいる都道府県の森林環境税とは並列
- 国税として徴収し、森林環境譲与税として市町村および都道府県に譲与
- 2024年度から課税、一人年額1000円
- 森林環境譲与税は前倒しで2019年度から譲与
  - 年額200億円から段階的に増額、2033年度以降は600億円
- 譲与税の使い道
  - 間伐推進（境界画定、路網の整備等を含む）
  - 人材育成・担い手確保
  - 木材利用促進、普及啓発等



# 森林環境譲与税の使い道

- 間伐推進
- 人材育成・担い手確保
- 木材利用促進、普及啓発
- 基金積み立て

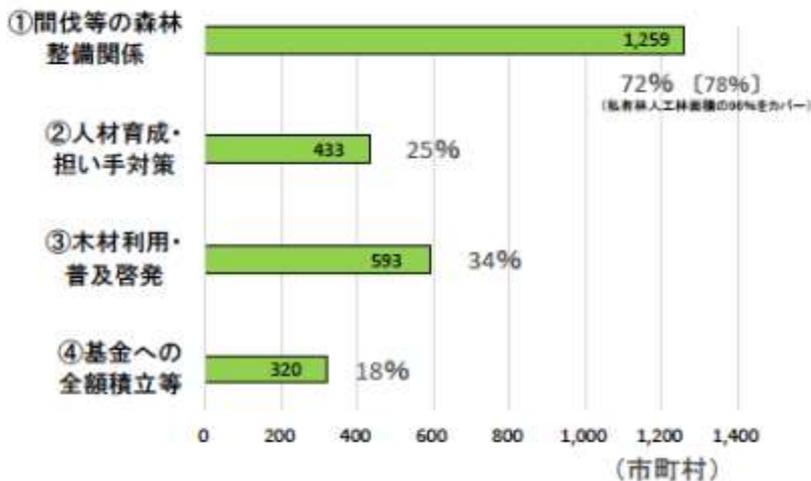


<間伐前の状況>



<間伐の実施状況>

間伐推進・里山整備（兵庫県神戸市）



<事前学習の様子>



<コースター製作の様子>

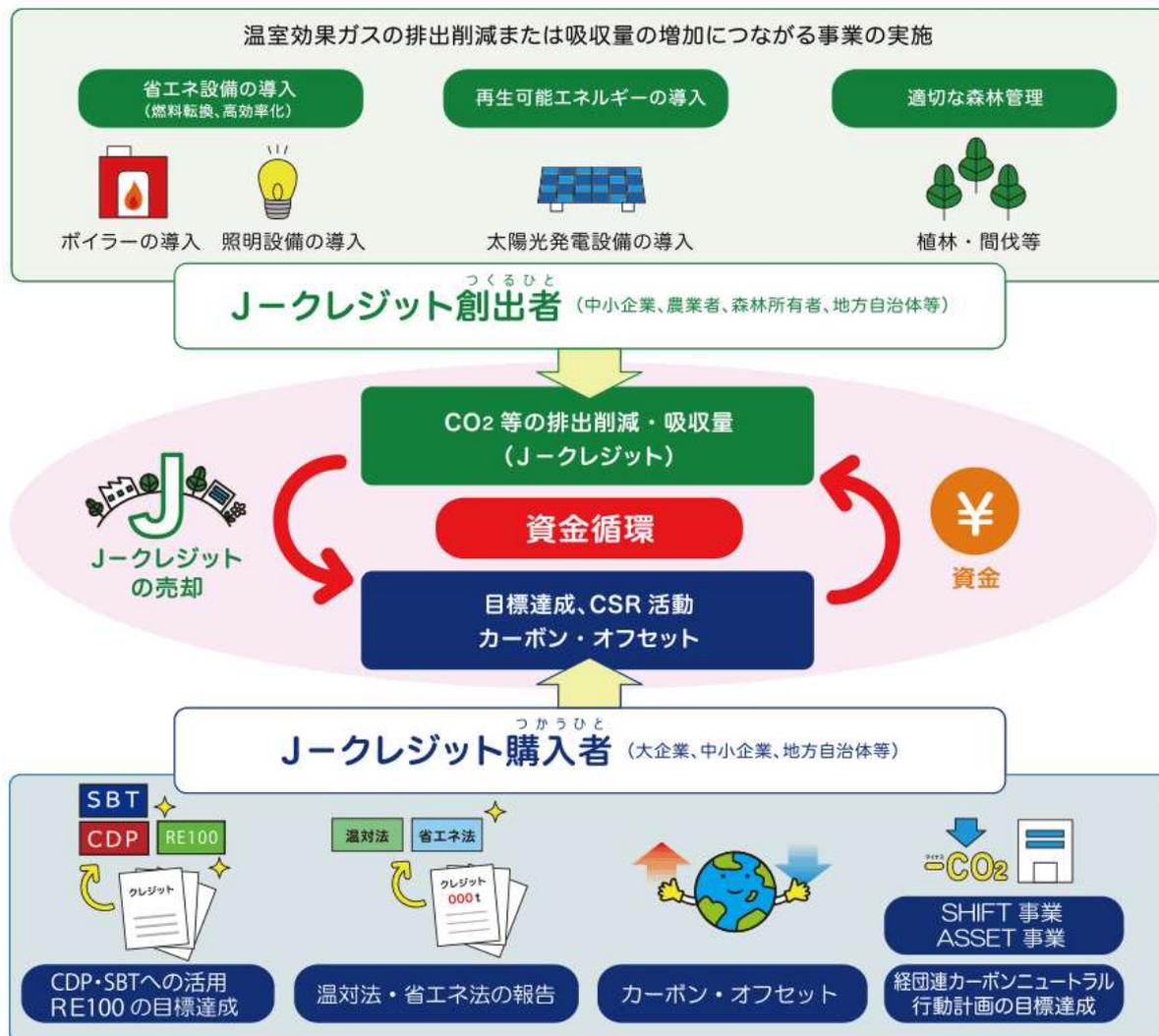
森林教育（大阪府高石市）

出典：総務省・林野庁「令和元年森林環境譲与税の取り組み状況について」

# J-クレジット制度

# J-クレジット制度

- 省エネルギー設備の導入や再生可能エネルギーの利用によるCO<sub>2</sub>等の排出削減量や、適切な森林管理によるCO<sub>2</sub>等の吸収量を「クレジット」として国が認証する制度
- 2013年度より国内クレジット制度とJ-VER制度を一本化し、経済産業省・環境省・農林水産省が運営。
- 削減・吸収活動はプロジェクト単位で制度に登録、クレジット認証される。
- 本制度により、中小企業・自治体等の省エネ・低炭素投資等を促進し、クレジットの活用による国内での資金循環を促すことで環境と経済の両立を目指す



## 【吸収方法】

- 間伐等の適切な森林経営活動を実施することで、地上部・地下部バイオマスが増加することにより吸収量を確保する。

## 【適用条件】

- ① 原則、森林法に基づき市町村長等に認定された森林経営計画の単位で、森林経営計画に沿って実施されること。
- ② プロジェクト実施地に主伐実施の林分を含む場合は、認証対象期間における吸収量の累計が正であること(主伐による炭素蓄積の減少は排出量として計上)。
- ③ 認証対象期間内において、森林経営計画に基づく間伐が計画されていること。
- ④ 森林以外の用途への土地転用が計画されていないこと。

## 【ベースライン 吸収量の考え方】

- 適切な施業が実施されなかった森林(ベースライン)の吸収量を0とする。  
 ※日本国温室効果ガスインベントリ上、人為的な活動が行われていない森林の吸収量は算入対象外としているため(京都議定書ルール)

## 【主なモニタリング項目】

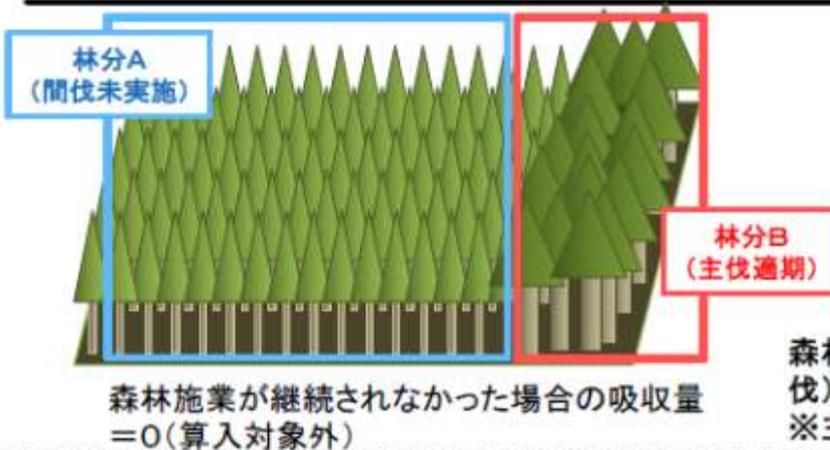
- 森林の施業(植栽、保育、間伐、主伐)及び森林の保護(森林の巡視等を含む)が実施された樹種・林齢別の面積
- 森林の施業が実施された森林の地位(樹高等の計測により特定される、林地の生産力を示す指数)

## 【吸収量の計算式】

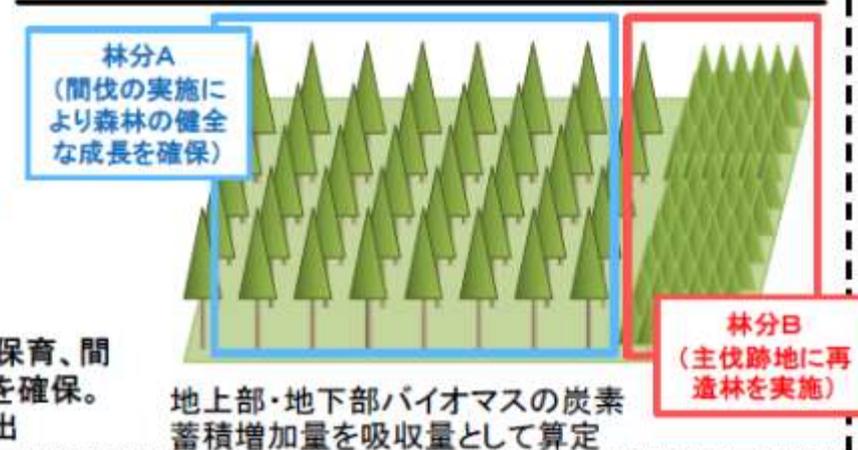
- 施業面積 × ha当たり年間幹材積成長量(樹種、地位等から計算) × 拡大係数※ × (1 + 地下部率) × 容積密度 × 炭素含有率 × CO2換算係数  
 ※幹のバイオマス量に枝葉のバイオマス量を加算補正するための係数

## 【方法論のイメージ】

### ベースライン



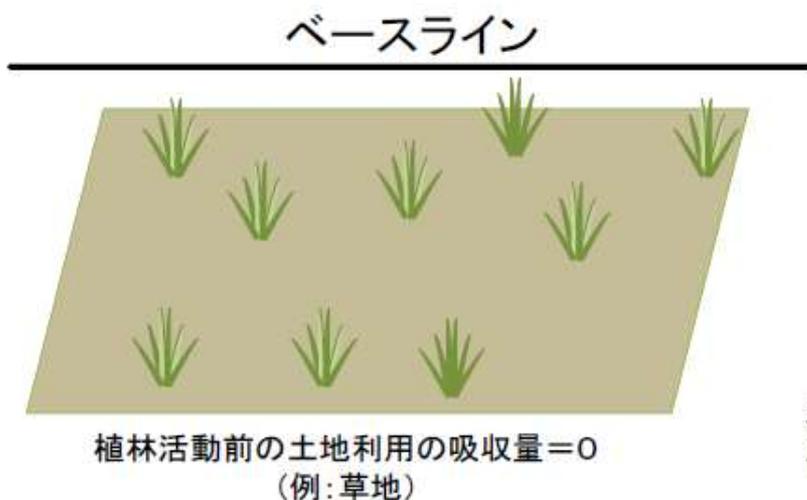
### プロジェクト実施後



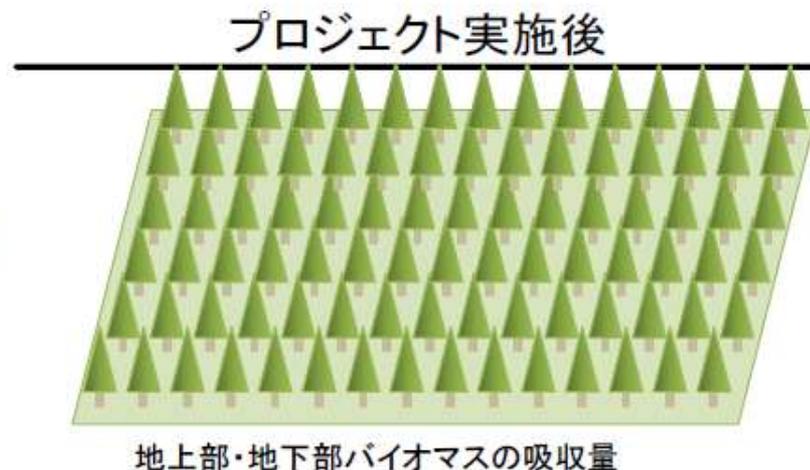
森林施業(植栽、保育、間伐)により吸収量を確保。  
 ※主伐箇所は排出

- 【吸収方法】
  - 森林の定義を満たしていない土地で植林活動を実施することで、地上部・地下部バイオマスが増加することにより吸収量を確保する。
- 【適用条件】
  - ① 地域森林計画や市町村森林整備計画等に含まれる樹種の植林活動であること。
  - ② 森林の定義を満たしていない土地(2013年3月31日時点)で実施されること。
  - ③ 検証申請時まで、プロジェクト実施地が森林経営計画に含まれること。
- 【ベースライン  
吸収量の考え方】
  - 植林活動前(ベースライン)の吸収量は0とする。  
※植林活動前の草地、農地(田、畑地)等は、日本国温室効果ガスインベントリ上、バイオマスの吸収量が計上されないため。
- 【主なモニタリング項目】
  - 植林活動が実施された樹種・林齢別の面積
  - 植林活動が実施された森林の地位(樹高の計測により特定される、林地の生産力を示す指数)

## 【方法論のイメージ】



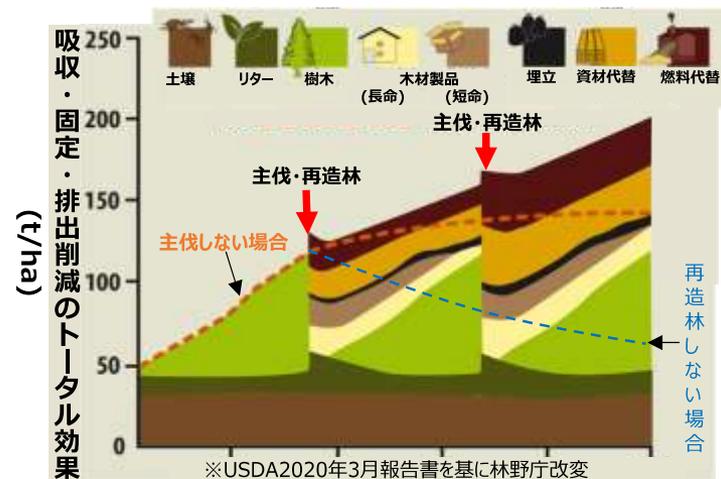
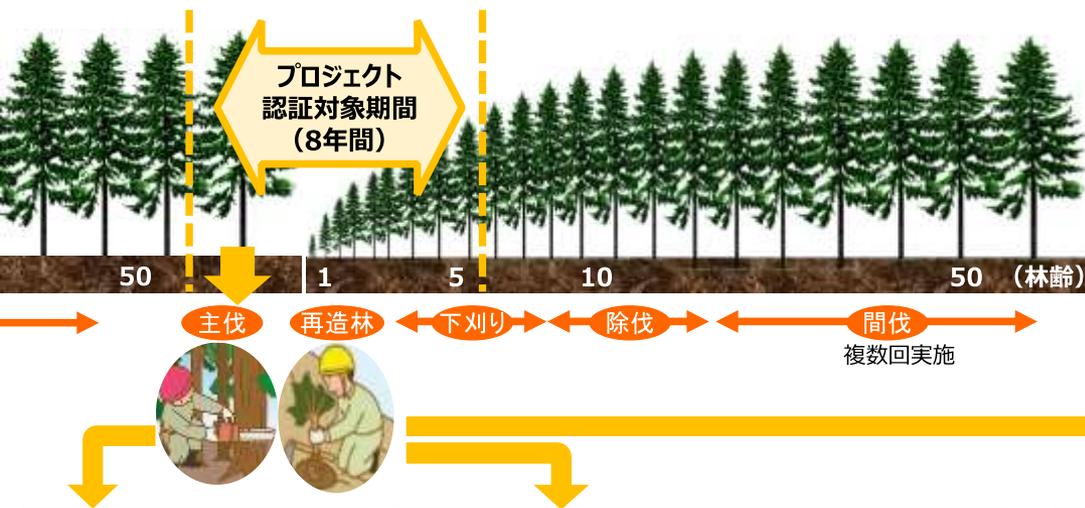
植栽により吸  
収量を確保。



# 森林由来 J-クレジットの創出拡大 –森林管理プロジェクトの制度見直しの概要–

出典：林野庁資料

- 利用期を迎えた森林資源を「伐って、使って、植える」循環システムを確立することが2050年カーボンニュートラルに大きく貢献。
- J-クレジット制度が主伐・再造林の循環システム確立の後押しとなり、より利用しやすくなるよう、森林経営の長期的な時間軸を踏まえたルールに改正（8月5日の制度運営委員会において決定）。



## 課題①：追加性要件

- 認証対象期間中（8年間）の収支見込が赤字であることを証明する必要（主伐を行うと黒字が見込まれ、プロジェクト登録要件を満たさない）。
- ➔ 主伐後に再造林を計画する場合や、保育・間伐等施業のみ計画する場合は、林業経営の長期的な経費を踏まえ、証明は不要とする。

## 課題②：主伐時の排出計上、再造林の推進

- 主伐は「排出」計上されるためクレジット認証量が少ない（主伐・再造林を含むプロジェクトが形成されにくい）。
- ➔ 主伐後の伐採跡地に再造林すれば、排出量から控除する\*制度を導入。  
\*標準伐期齢(35-45年程度等)に達した時点の炭素蓄積を排出量から控除（別紙参照）
- 主伐後の造林未済地が増加。
- ➔ 造林未済地を対象に、第三者が再造林を行う場合も制度の対象に追加。

## 課題③：伐採木材の炭素固定

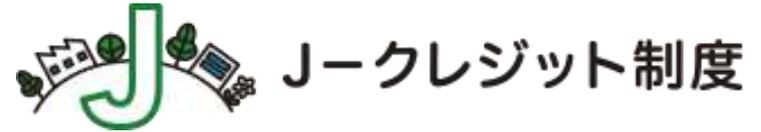
- 森林のみが吸収クレジットの算定対象（伐採木材に固定される炭素は評価対象外）
- ➔ 間伐や主伐により伐採された木材が製品として使われることにより固定される炭素量の一部を、吸収クレジットの算定対象に追加（伐採木材が木製品として利用されることによる固定量を評価）。

## 課題④：天然生林の取り扱い

- 森林施業が実施された森林（＝育成林）のみが吸収クレジットの算定対象（天然生林は算定対象外）
- ➔ 保安林等に指定された天然生林で、森林の保護に係る活動（森林病害虫の駆除・予防、火災予防等）を実施すれば吸収クレジットの算定対象に追加。

【認証対象期間の延長】 認証対象期間を最大16年間に延長できる措置を併せて導入。

# 要検討事項



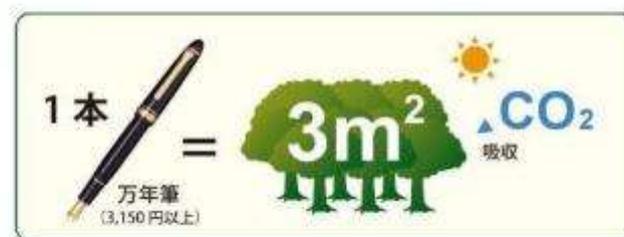
- ▶ J-クレジットは、今回の改訂により、現状に沿って使いやすい制度に改訂された
  
- ▶ ただし、まだ要検討事項は残っている
  - 森林経営活動の持続性を担保するため「森林経営計画」を要件とする点
  - 天然林の活動内容が限定的
  - 天然林の吸収量算定手法の改善
  
- ▶ そもそもの課題
  - クレジットを誰が買うのか？
  - クレジットを買う団体はどれだけいるのか？

# 岐阜県版森林吸収クレジット制度 のあり方（私案）

- ▶ J-クレジット制度から大きく離れた独自制度は社会的な理解が得られにくい
- ▶ 一方で、J-クレジット制度にも改善の余地が多数ある
- ▶ 岐阜県版森林吸収クレジット制度は、J-クレジット制度の課題に対応し一歩先を進む制度とすべき
- ▶ その成果をもとに、J-クレジット制度の改訂に繋げる
- ▶ 県内のクレジット購入者をいかに増やすかが課題
- ▶ 環境省カーボン・オフセットガイドラインに沿った制度とすることは必須

# 参考：フォレストック認定制度

- ▶ フォレストック認定制度は、林業経営者協会が設立した独自の森林吸収量の認定制度
- ▶ J-クレジット制度とは異なった方法論
- ▶ 認定森林はわずか（8件）
- ▶ しかし、クレジット購入者に有名企業が多い
  - J:COM、スノーピーク、NTTドコモ、セーラー万年筆、ポッカサッポロフード&ビバレッジ等
  - 宣伝・ストーリー作りが上手



▲プラスリリース資料（2013年7月24日付）

セーラー万年筆  
FOREStationery(R) フォレストেশヨナリープロジェクト  
<http://www.forestock.or.jp/program/sailor/>

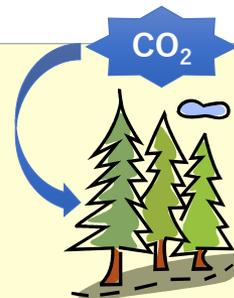
# まとめ

- 気候変動対策として、森林・林業・木材利用の分野では大きな役割がある
- 森林管理によるCO<sub>2</sub>の吸収・炭素蓄積
- 木材利用によるCO<sub>2</sub>の排出削減
  
- 温暖化対策として木材の利用は正義に
- 一方で途上国の森林減少は国際的な課題
- 森林減少をもたらす木材利用はNG
  
- 森林・林業は林業関係者による対策
- 木材利用は市民・消費者が参加できる対策
- これらを促すような対策・政策が求められる
- J-クレジットおよび岐阜県制度はその先進事例

## 森林による吸収

二酸化炭素の吸収

炭素蓄積



## 木材による排出削減

炭素蓄積

省エネルギー  
(材料代替)

化石燃料代替

