



林業の課題解決のためのバイオエネルギー利用： 「共通利益」化を目指して

公益財団法人 自然エネルギー財団
上級研究員 相川高信
博士（農学）

自己紹介

■経歴

- 2001年 京都大学農学部卒業
- 2003年 京都大学大学院農学研究科地域環境科学科 修了（森林生態学専攻）
- 2003年 株式会社UFJ総合研究所入社、研究員
- 2006年 社名変更により、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
- 2013年 北海道大学大学院農学研究院 博士後期課程（森林政策学）
- 2016年 北海道大学大学院農学研究院 博士（農学）取得
- 2016年 公益財団法人自然エネルギー財団、上級研究員
- 2017年 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会 理事

■専門分野

- 再生可能エネルギー政策、森林・林業政策、地域づくり支援

■所属学会

- 日本森林学会、林業経済学会、日本生態学会、日本エネルギー学会

**自然科学と社会科学、利用と保全、
現場と学術の間に身を置き、統合化に挑戦する。**

コメントの構成

■ バイオエネルギー総論

- 現状と将来

■ 林業とバイオエネルギー利用

- 残材と廃棄物を中心とした利用
- エネルギー利用の経済的・経営的な意義

■ エネルギー利用が明らかにした林業の「非」持続可能性

- カーボンニュートラル論争
- カナダ原生林伐採問題

■ 「共通利益化」に向けて

- ウィンドシェアリング
- 炭素の除去ポンプとしての森林・木材利用システム

バイオエネルギー総論

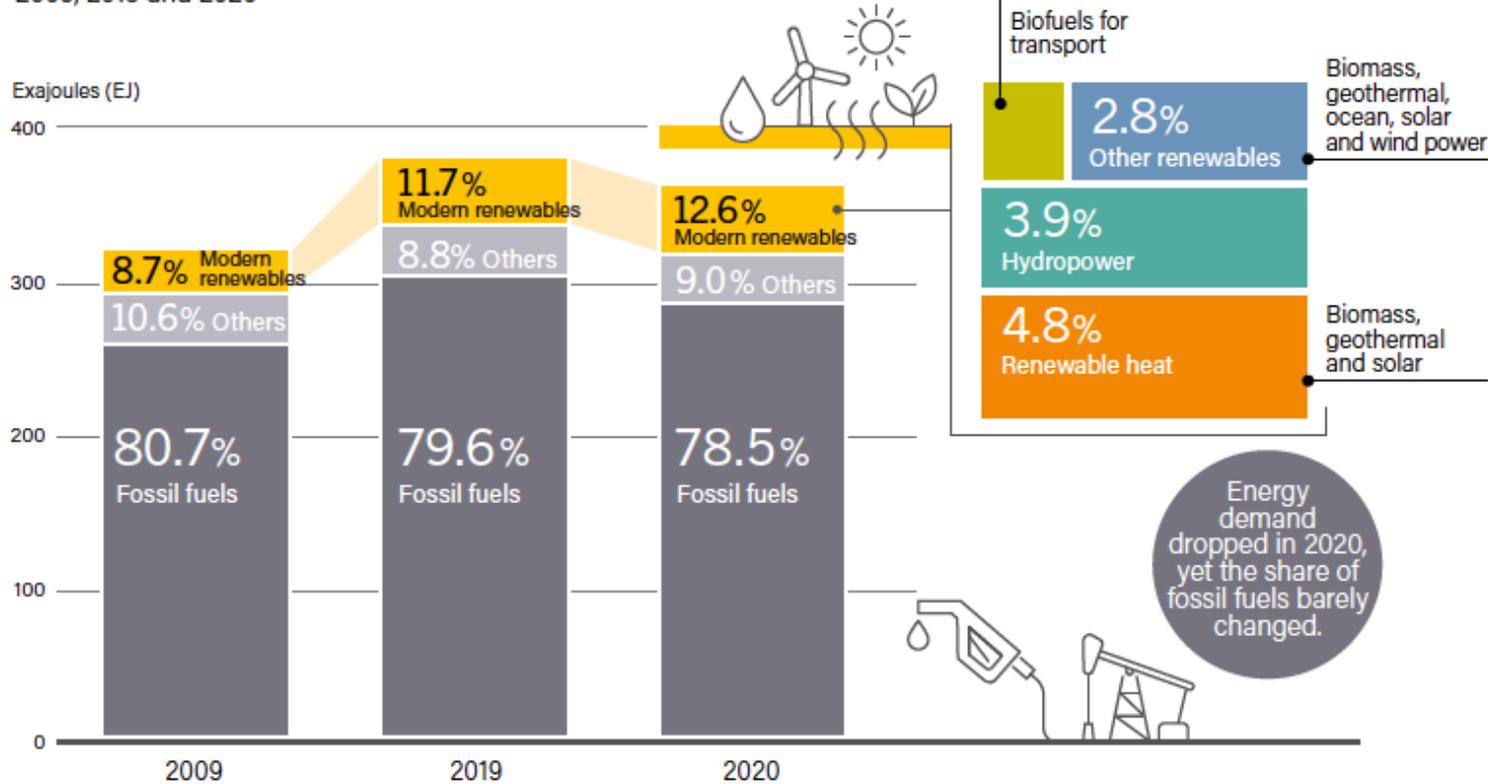
バイオエネルギーは外せない：現状

■現状で最大の再生可能エネルギー

- 電気だけではなく、熱や輸送の分野でも活用
- 化石燃料の依存を減らすための最も即効性のある方策の一つ

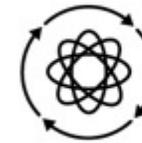
<全世界のエネルギー消費構造>

Share of Modern Renewable Energy,
2009, 2019 and 2020



<EUのロシア産天然ガスへの依存を減らすための10項目計画>

行動計画5



バイオエネルギーや原子力など、排出量の少ない既存のディスパッチ可能資源を最大活用

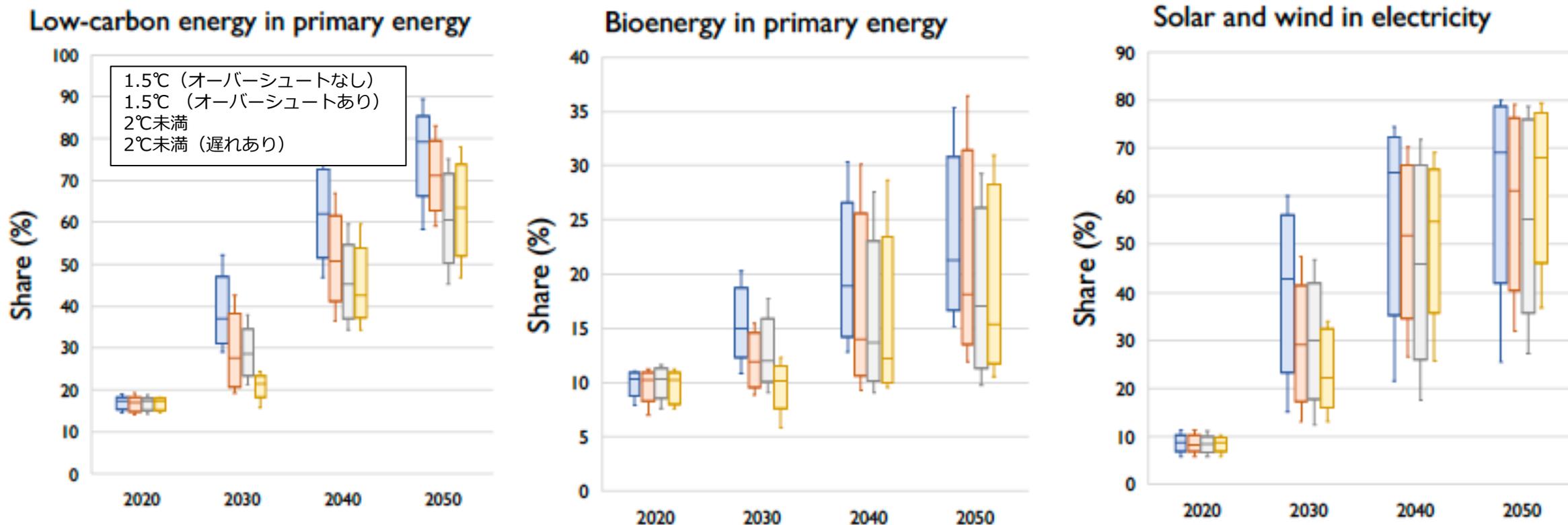
効果：排出量の少ない既存のディスパッチ可能な資源から70テラワット時の電力を追加し、発電のための天然ガス使用を130億立法メートル削減。

Source) A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas (IEA 2022)

バイオエネルギーは外せない：将来

■IPCC第6次報告書もバイオエネルギーが重要なことを再確認

<IPCC第6次報告書におけるバイオエネルギーの評価>



Source) IPCC WGIII Report on Mitigation of Climate Change (IPCC 2022)

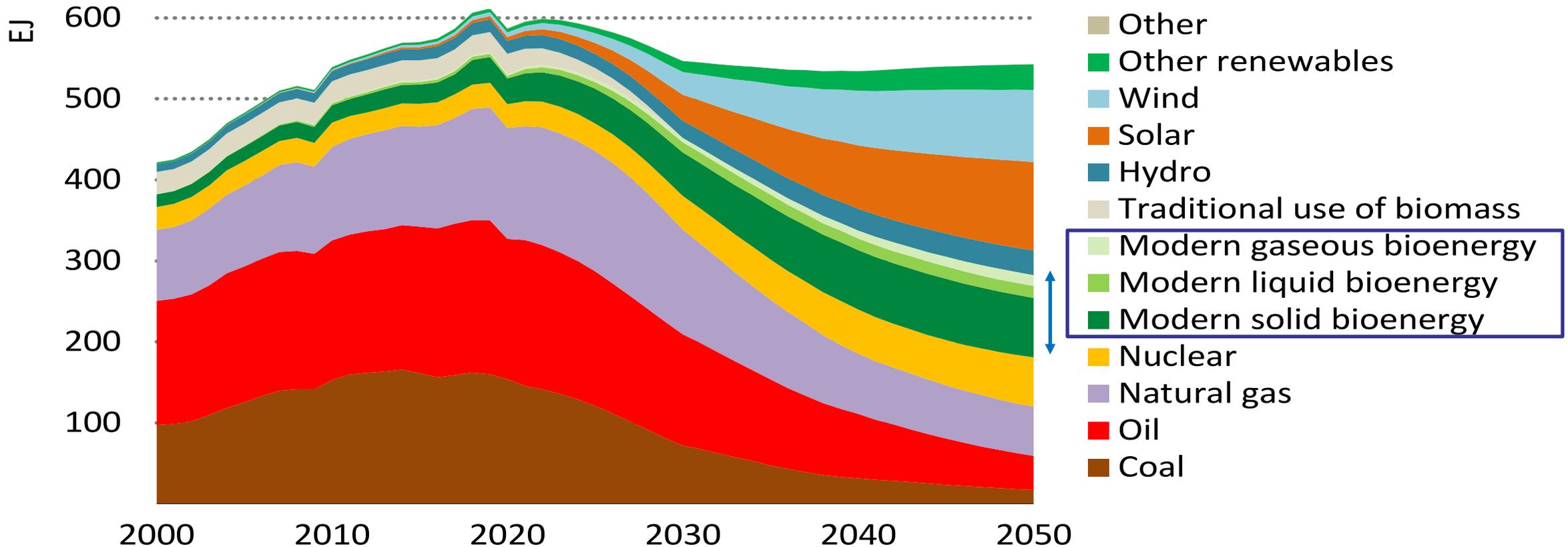
IEA：2050年エネルギー転換シナリオ



■2021年5月：IEAが初めて2050年実質排出ゼロのシナリオを発表

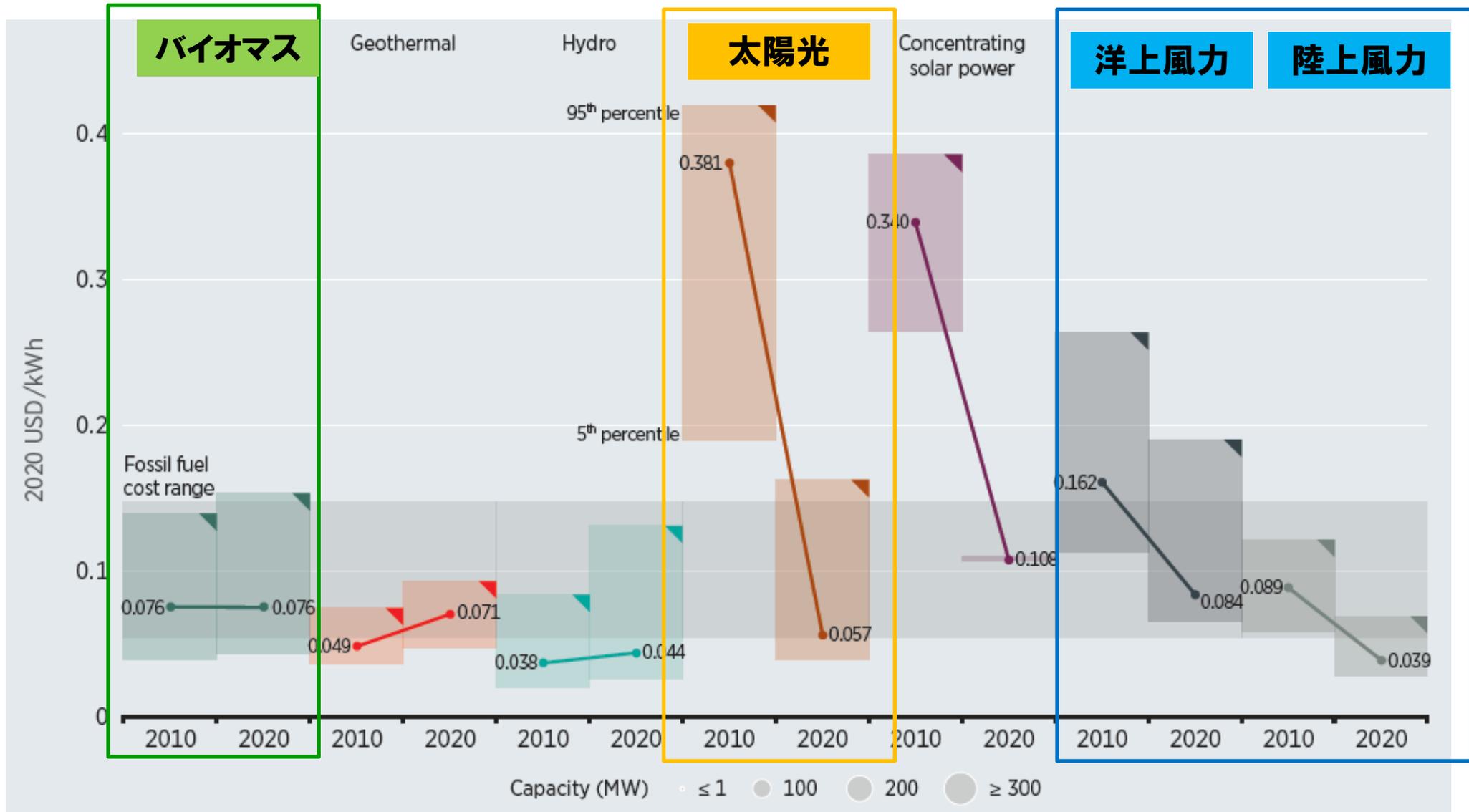
- 再エネがエネ供給の6割以上（うち、バイオエネルギーは18%程度）
- ただし、化石燃料も残る（CCS、ネガティブエミッションの必要性）

<Net Zeroシナリオにおける全エネルギー供給>



Source) Net Zero by 2050 (IEA 2021)

変革のドライバーは太陽光と風力



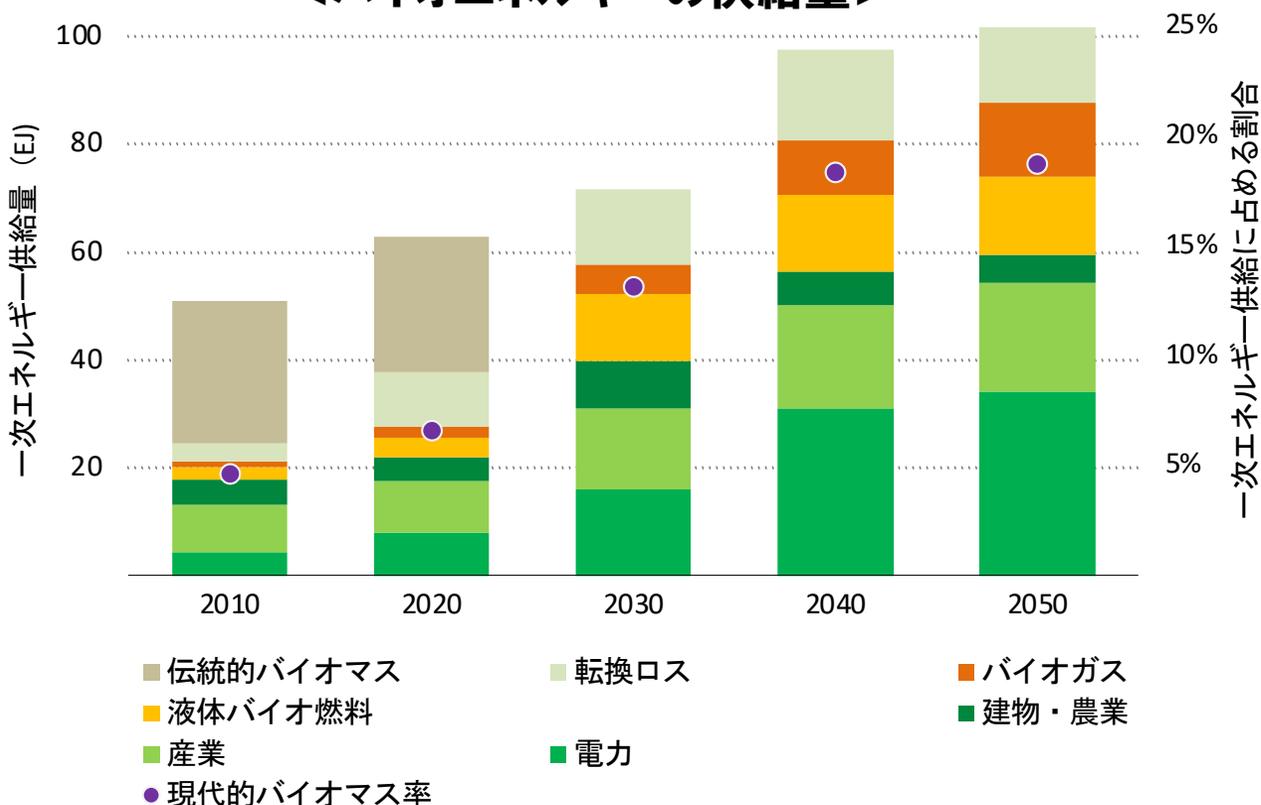
Source) Renewable Power Generation Costs in 2020 (IRENA, 2021)

バイオエネルギー供給の見通し (IEA)

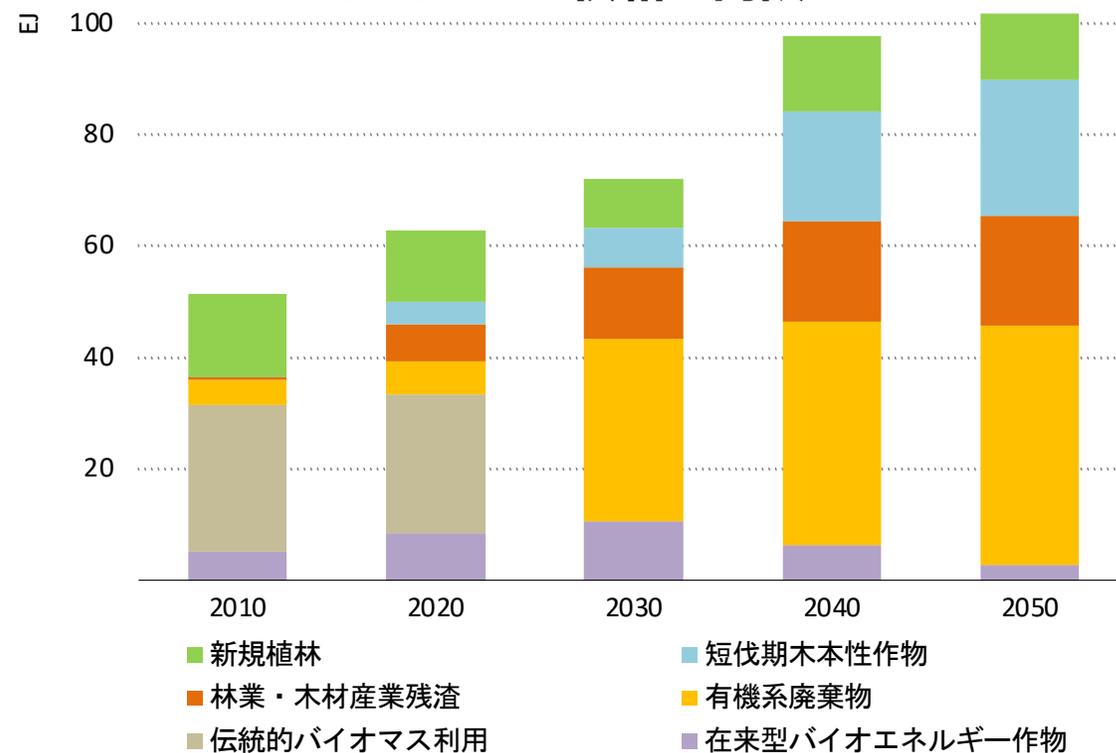
■ 持続可能な供給がカギ

- 林業・木材産業残渣も増加
- 途上国における「伝統的」バイオマス利用の停止
- 廃棄物の活用と、新規植林など土地利用がどこまで進むか

＜バイオエネルギーの供給量＞



＜バイオエネルギー供給の内訳＞



Source) Net Zero by 2050 (IEA 2021)

林業とバイオエネルギー利用

数字で見る林業

■70%

- 国土に占める森林面積の割合

■2,000億円/日

- 花粉症の経済損失の試算・・・

■41.1%

- 木材自給率

■28.7人

- 林業の死傷年千人率（全産業平均2.3人・・・）

■4.4万人（0.06%）

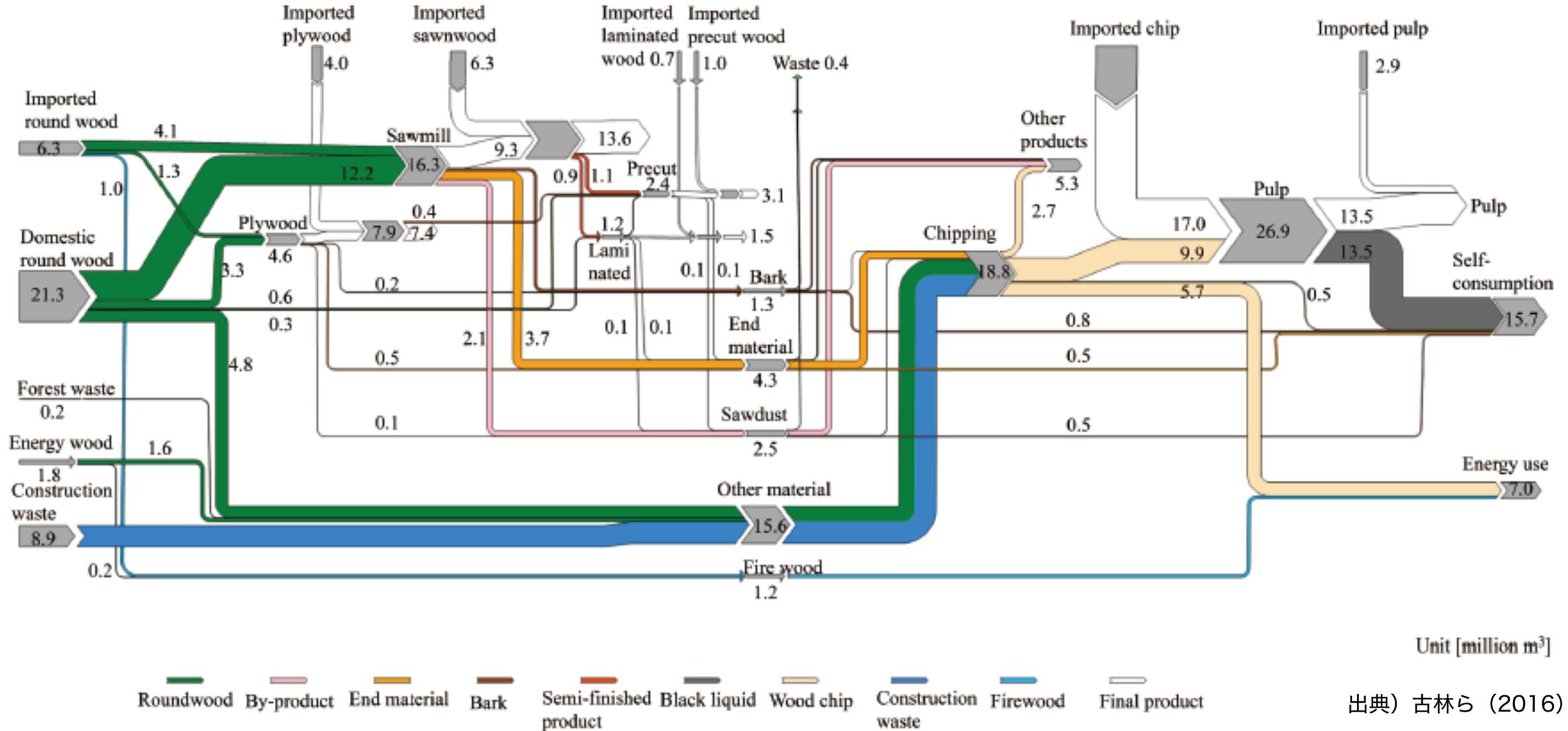
- 林業従業者数

■3割

- 再造林率

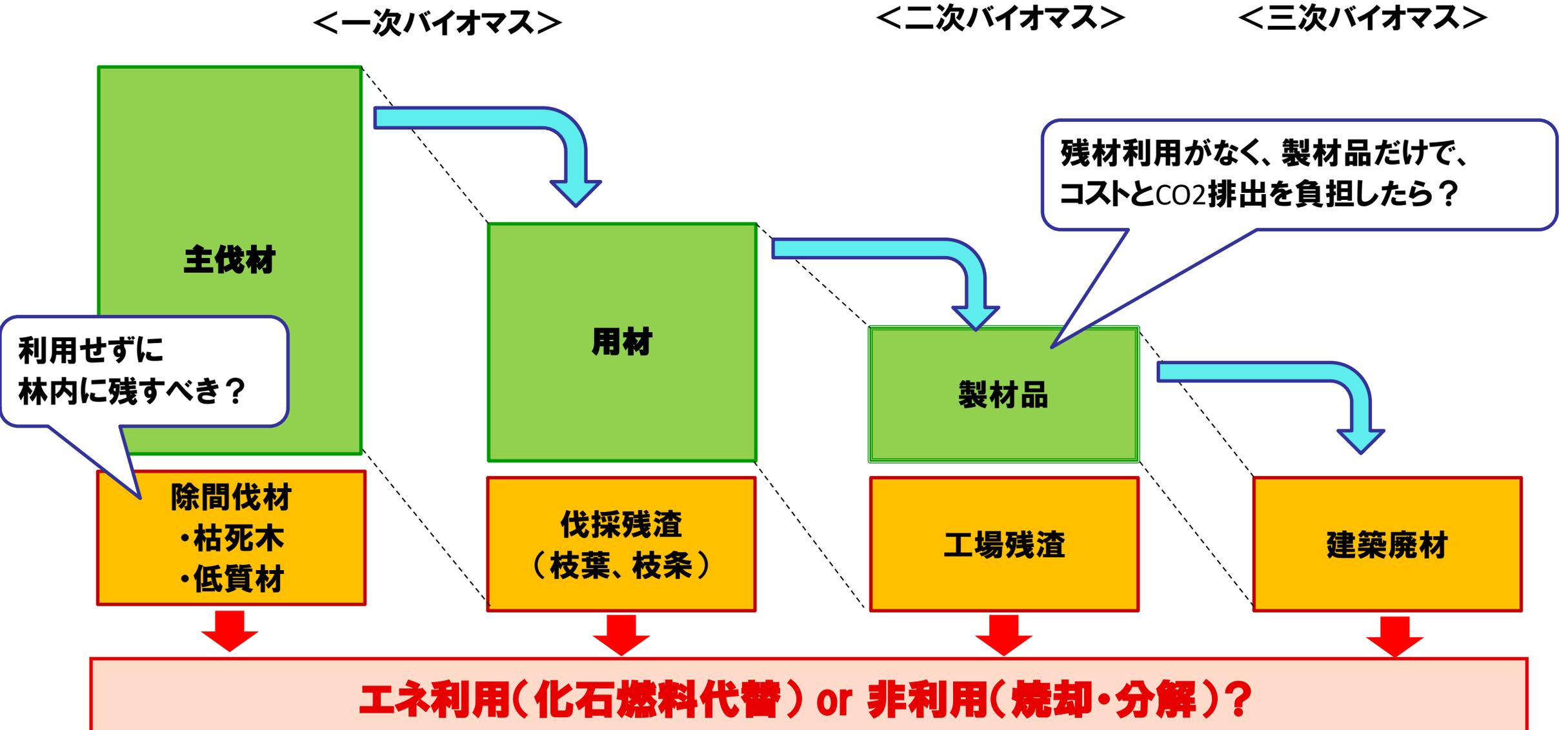
林業は国土保全上も重要な産業、しかしその持続性に大きな課題

木材のカスケード利用

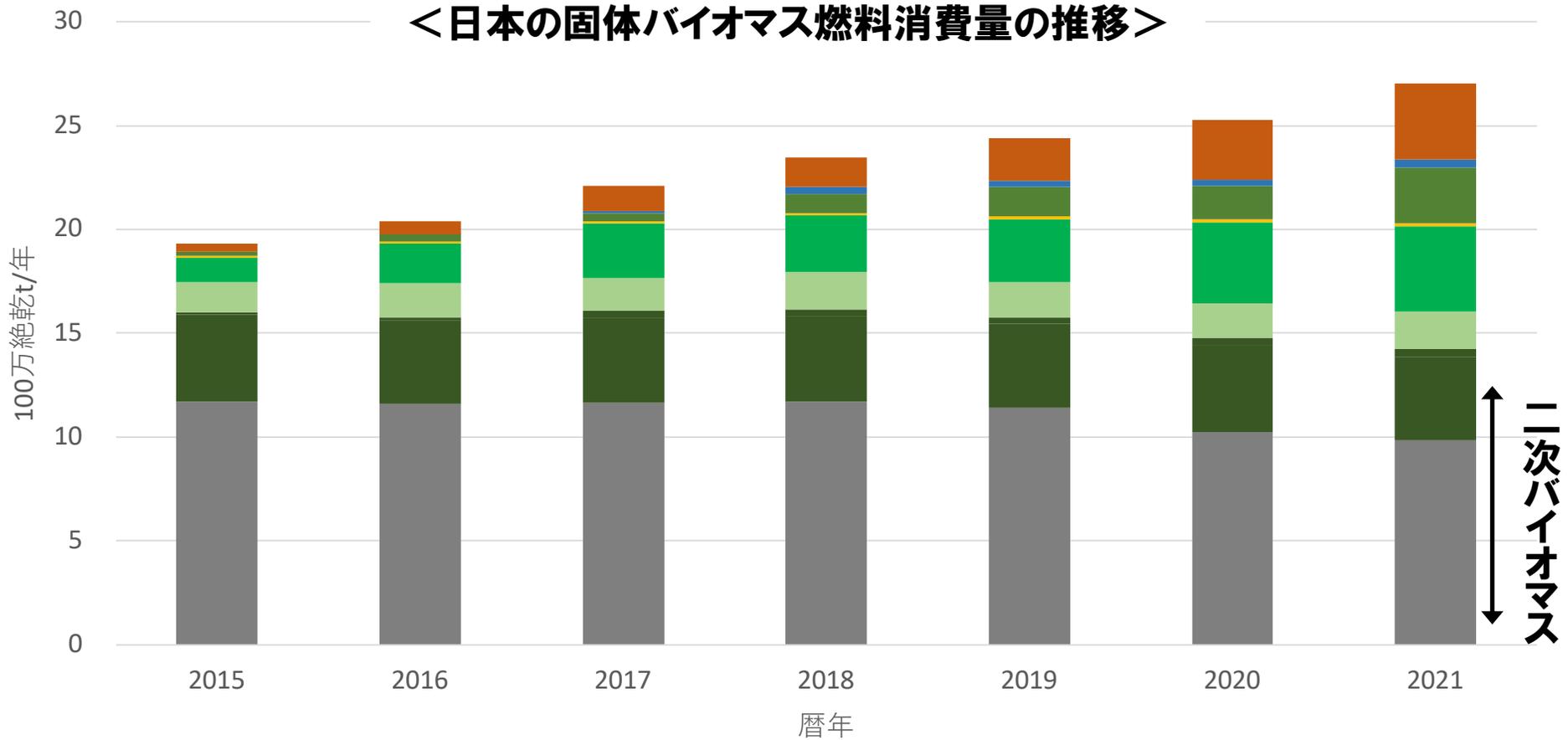


出典) 古林ら (2016)

バイオマスの栽培・加工・利用プロセスでは必ず残渣が発生



残渣・廃棄物を中心とした発展

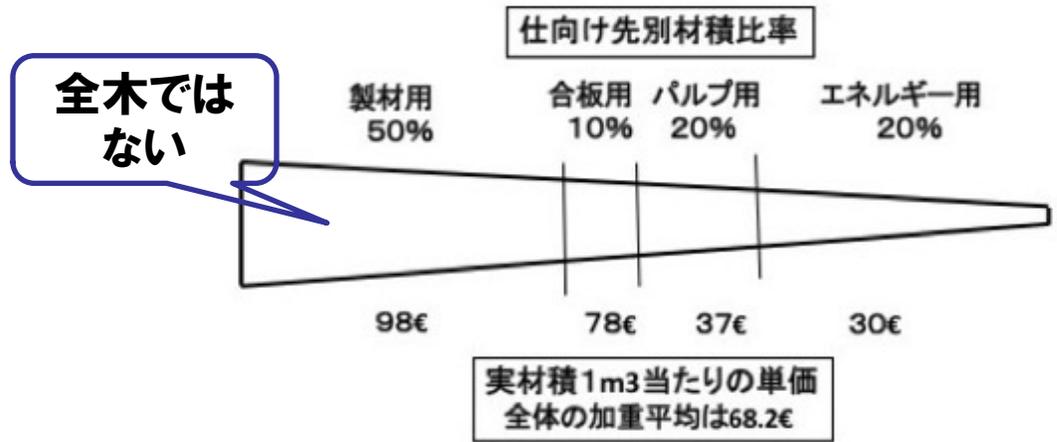


- 回収黒液
- 建設資材廃棄物（解体材、廃材）
- 上記以外の木材（剪定枝等）
- 製材等端材
- 間伐材・林地残材等
- 木質ペレット（国産）
- 木質ペレット（輸入）
- 輸入チップ
- PKS

出典) 貿易統計、総合エネルギー統計、林野庁木質バイオマス利用動向調査などから作成

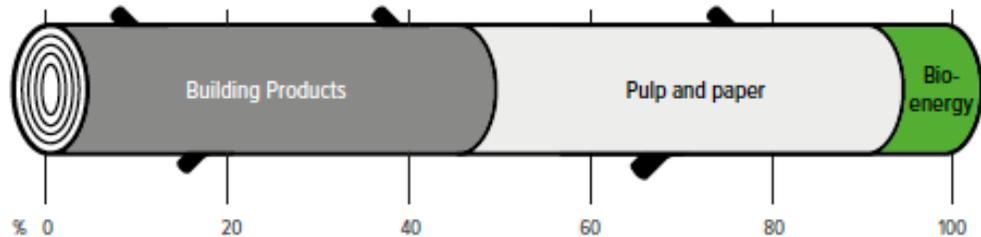
森林バイオマス：使っているのは残材である

図1 針葉樹幹材の部位別材積比率と単価
オーストリア、トウヒ(MD2a+を採材)



出典) 熊崎実 出所) Holzpreise Statistik Austria, November 2012

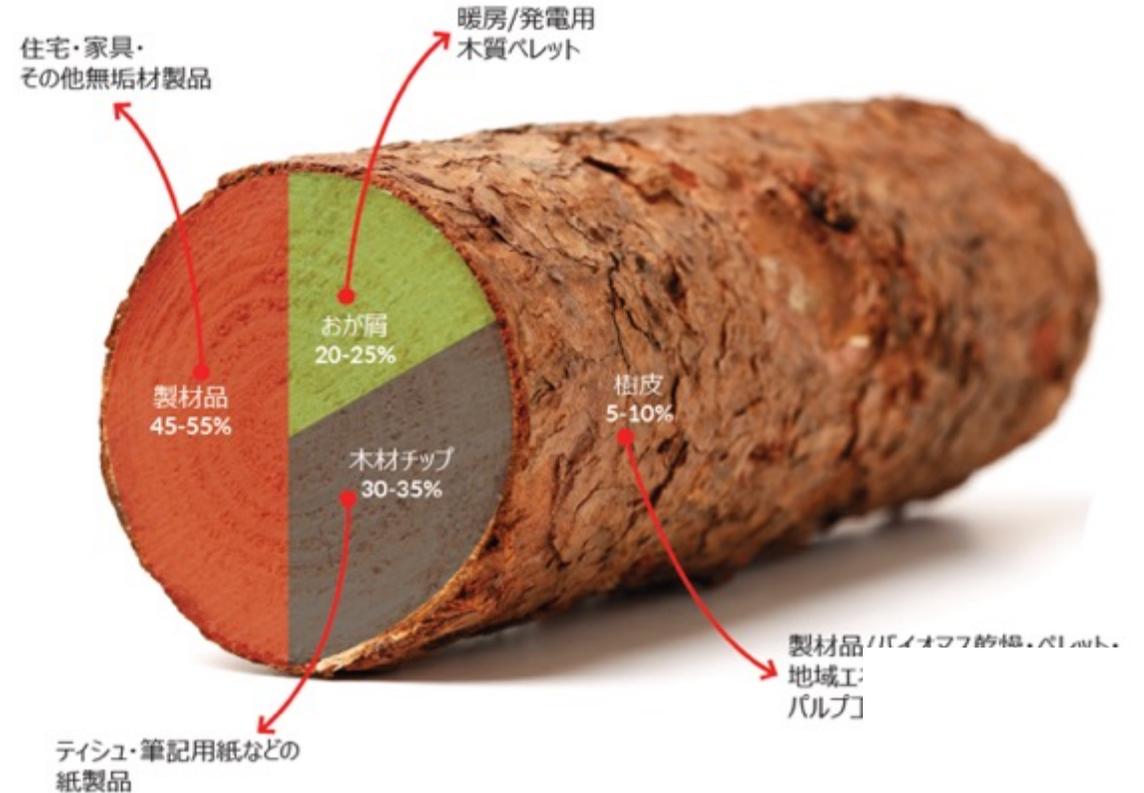
Figure 12. The yield of different products (% of wood volume) from a harvested tree trunk*.



*Tree stumps and roots remain in forest for biodiversity. Treetops and branches are sometimes used for bioenergy.

Source) Bioenergy from Boreal Forests Swedish Approach to Sustainable Wood Use IRENA(2019)

＜製材工場における一般的原木からの生産物＞



Source) Wood Pellet Association of Canada

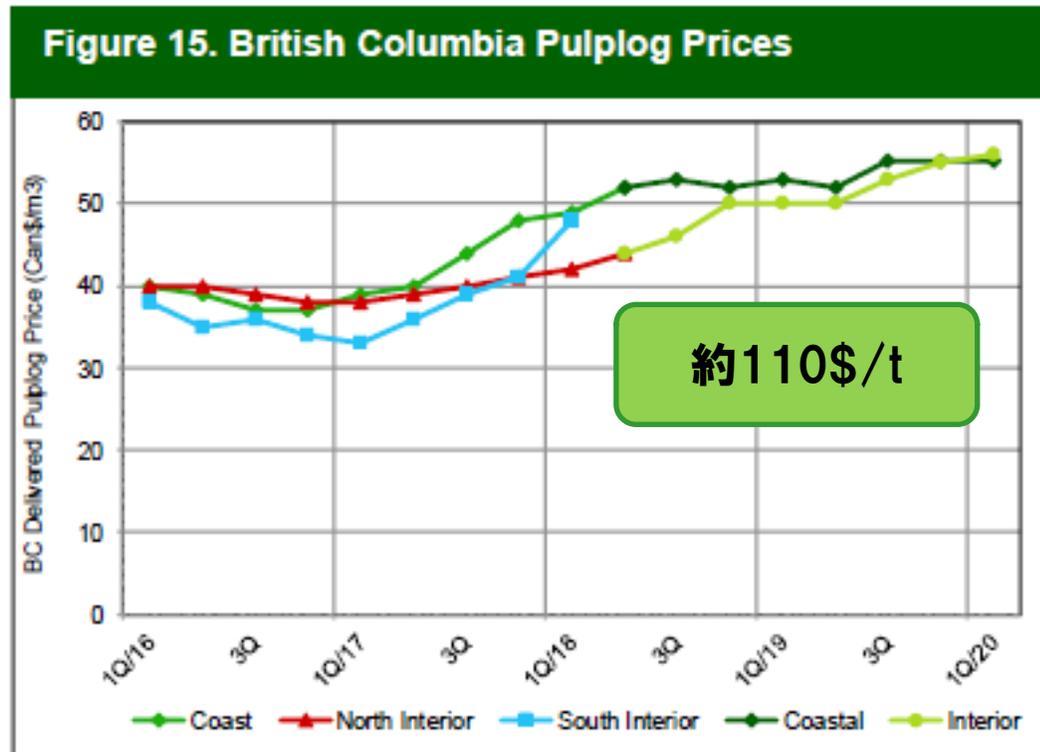
森林バイオマス：使いたいのは残材である



撮影) 演者

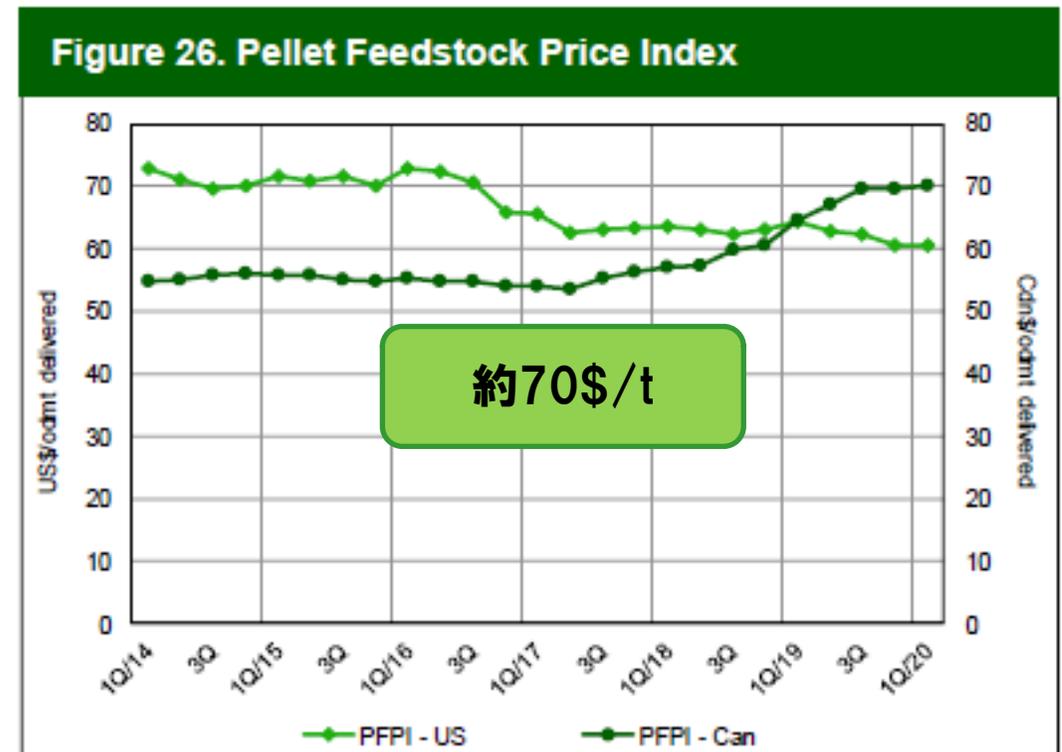
なぜなら価格が安いから

＜カナダにおけるパルプ材(左)とペレット原料(右)の比較＞



Data Source: Forisk Wood Fiber Review

Source) Arborial Environmental Services Ltd. (2020)



Data Source: Forisk Wood Fiber Review

Exchange rate: C\$1.33/US\$ (average for Jan/Feb 2020).

参考) カナダのペレット原料 (2019年)

79% : 製材端材、15% : 低質丸太&伐採残渣 (bush grind) 、6% : パルプ・合板工場の残材、1% : その他

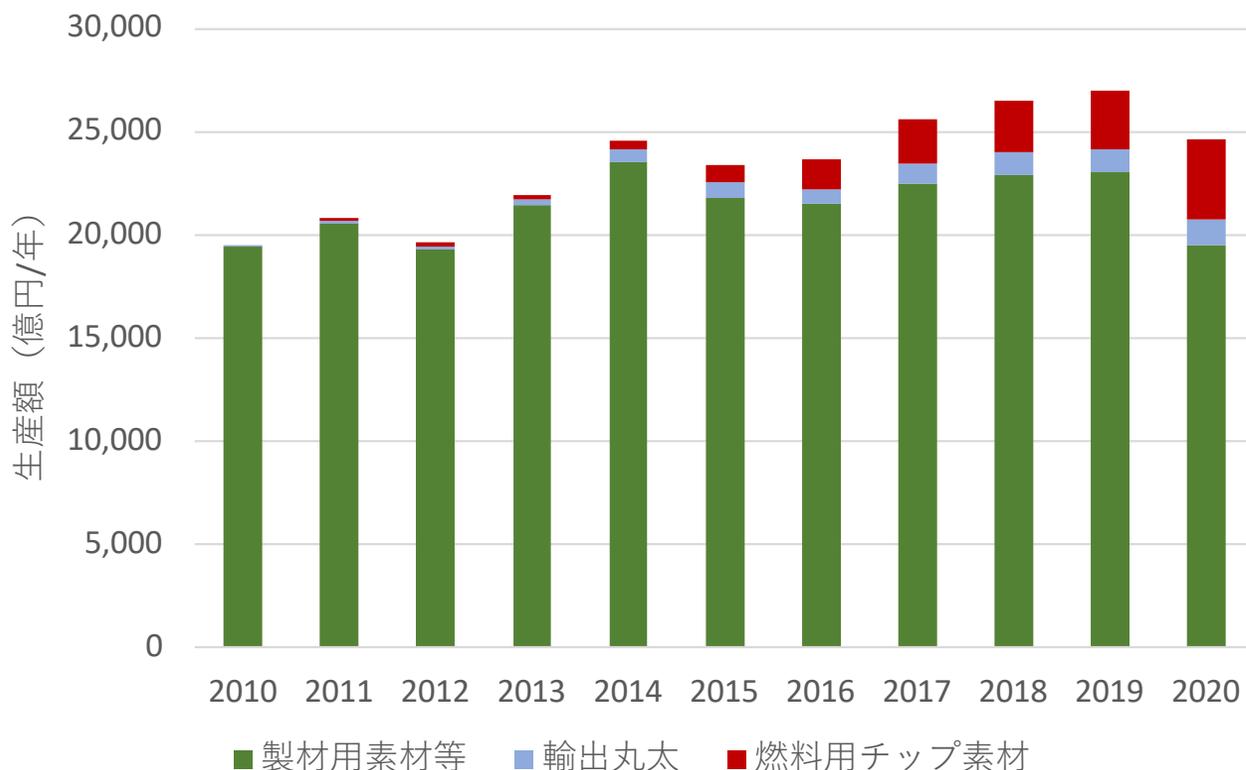
Source) Wood Pellets in BC Woody Biomass used in the Industry, Bull et al. (2022)

それでも、燃料利用による林業の貢献は大きい

■ 燃料用チップ素材で387億円へ

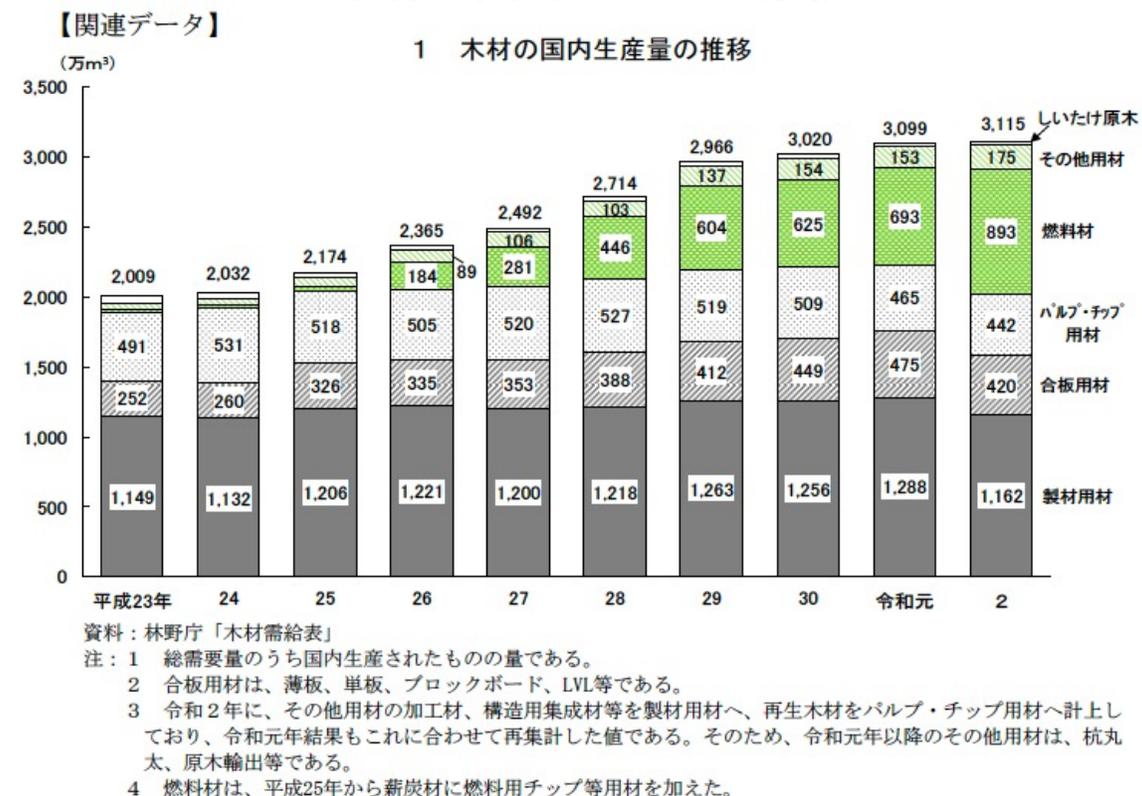
- 全体の15%を占め、主要な成長要因
- 燃料材生産量は、森林・林業基本計画の目標量900万m³@2030にほぼ到達

＜木材生産の産出額の推移(全国)＞



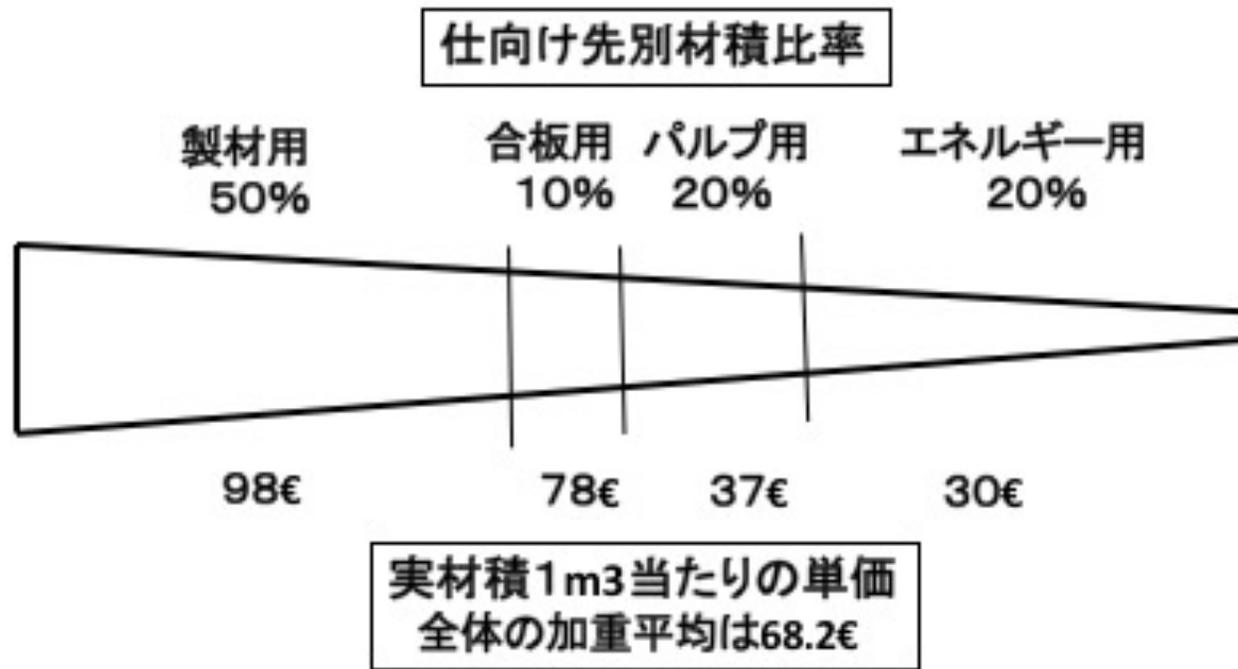
出典) 林野庁「林業産出額」

＜木材の国内生産量の推移＞



燃料利用による経営上のメリット

図1 針葉樹幹材の部位別材積比率と単価
オーストリア、トウヒ(MD2a+を採材)



出所) Holzpreise Statistik Austria, November 2012

<トウヒ1m3あたりの材積の内訳>



売上1割アップ!

出典) 熊崎実 (2015) 「迫られる『未利用木材』の再定義」

利益が1割増えることの経営的な意味

表 林業経営体の林業経営収支等（全国）（1経営体当たり平均）

区 分	単位	平成25年度	構成割合
保有山林面積	a	9,820	-
林業粗収益	千円	2,484	100.0
素材生産	〃	1,744	70.2
立木販売	〃	233	9.4
その他の	〃	507	20.4
林業経営費	〃	2,371	100.0
うち請負わせ料金	〃	982	41.4
雇用労賃	〃	300	12.7
機械修繕費	〃	279	11.8
林業所得	〃	113	-
造林補助金	〃	755	-

注：集計経営体数は、312経営体である。

林業粗収益：
2,484千円
→2,699千円に
所得：113千円
→338千円に

出典) 林野庁「平成25年度林業経営統計調査報告」

材価が相場が決まる中では、貴重な投資(人材・設備)の原資

エネルギー利用が明らかにした 林業の「非」持続可能性

バイオマスはカーボンニュートラルではない？

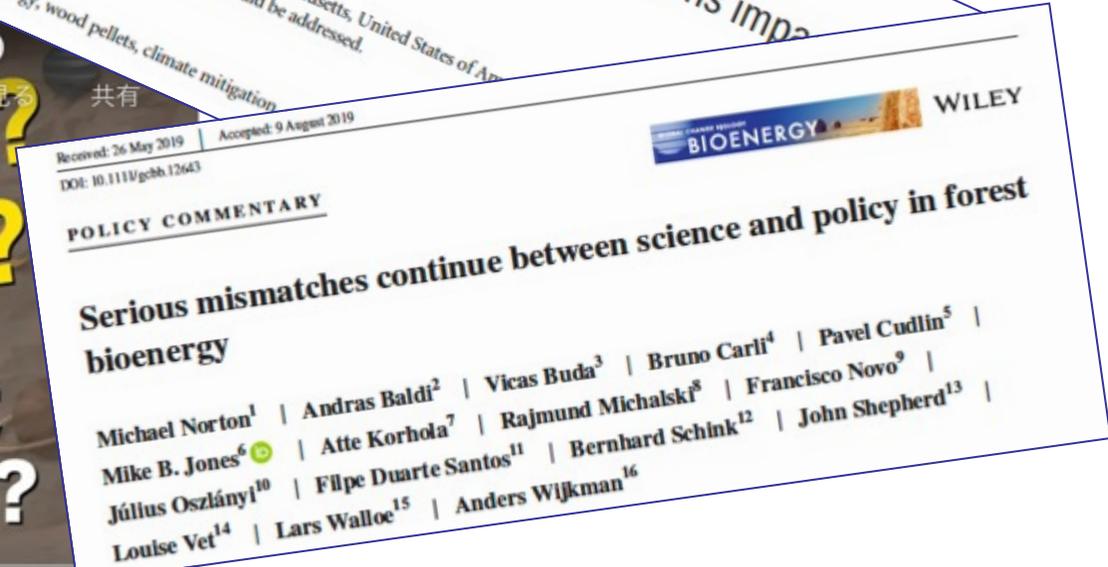
見解：バイオマス発電は「カーボン・ニュートラル（炭素中立）」ではない

本日、FoE Japan、地球・人間環境フォーラム、熱帯雨林フォーラムの4つの環境団体が、「バイオマス発電はカーボンニュートラルではない」とする見解を発表しました。

「見解」では、バイオマス発電は、燃料の生産、収穫、加工、輸送といったライフサイクルの各段階でCO₂を排出し、「カーボンニュートラル」とは言えないこと、とりわけ、ライフサイクル全体のCO₂排出量を削減する必要があることを指摘しています。

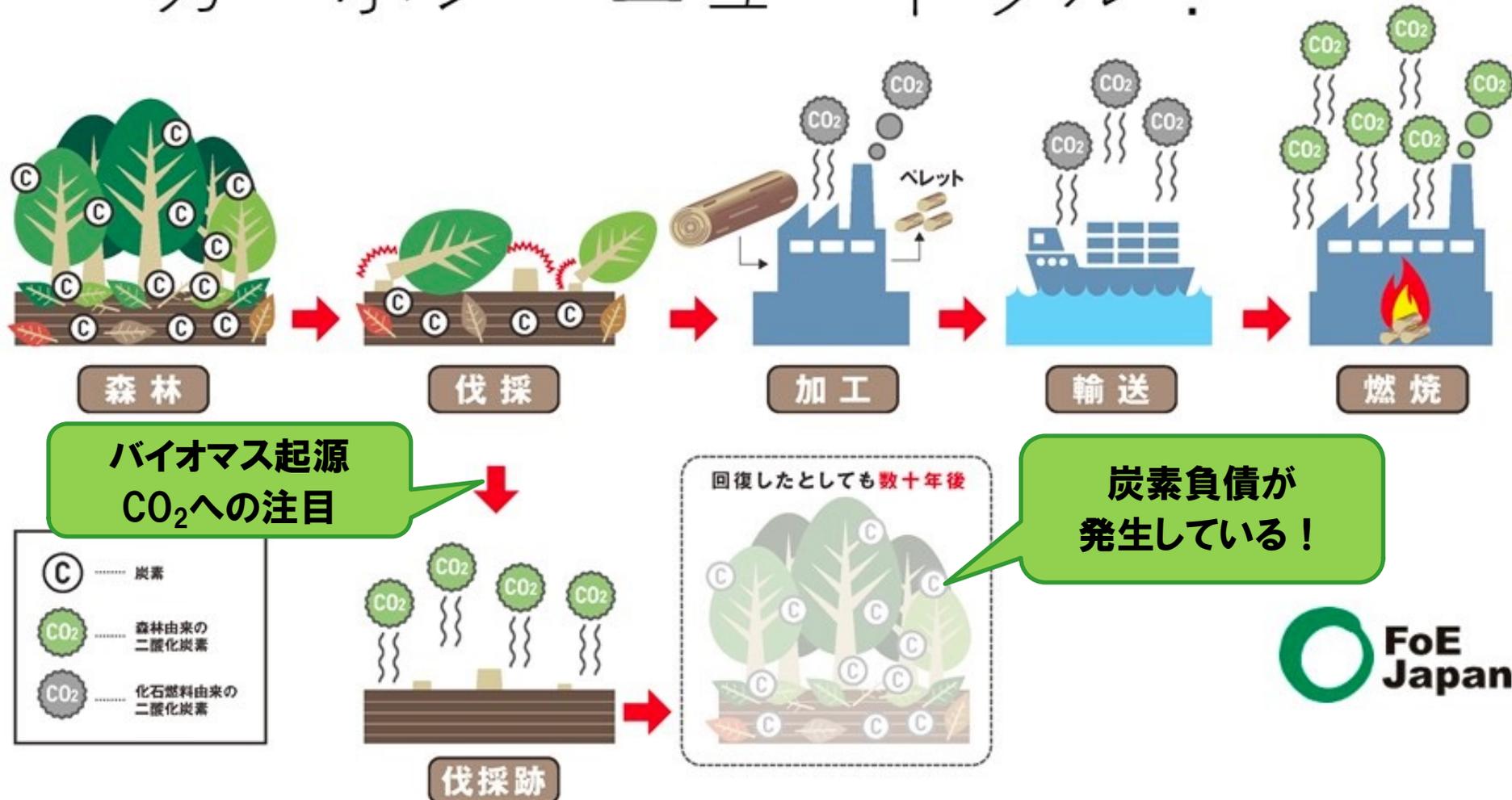
「見解」の発出に先立ち、FoE Jaapnでは、この見解をウェブサイトで公開し、ご意見を伺っています。ご意見をお寄せください。

2020年11月11日



バイオマスがカーボンニュートラルではないとする理由

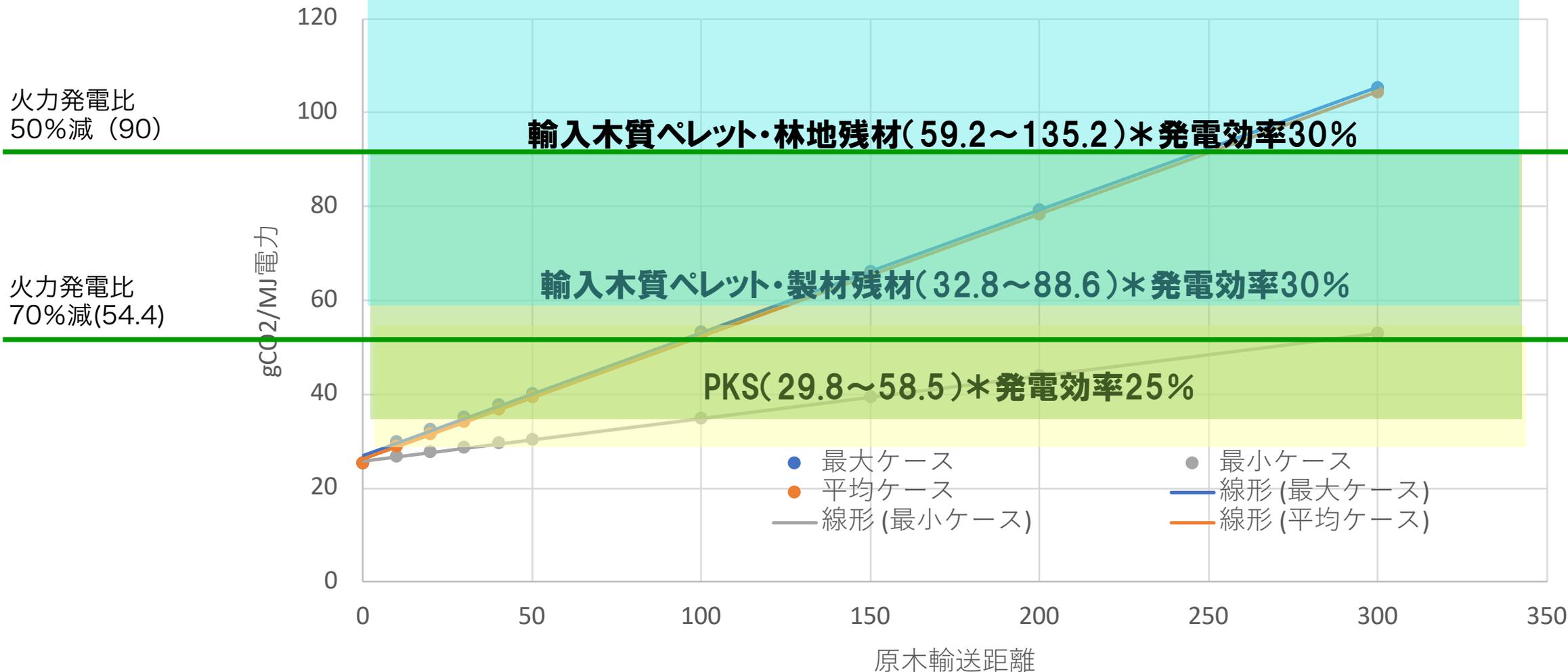
カーボン・ニュートラル？



出典) FoE Japan 「バイオマス発電は環境にやさしいか? “カーボン・ニュートラルのまやかし”」

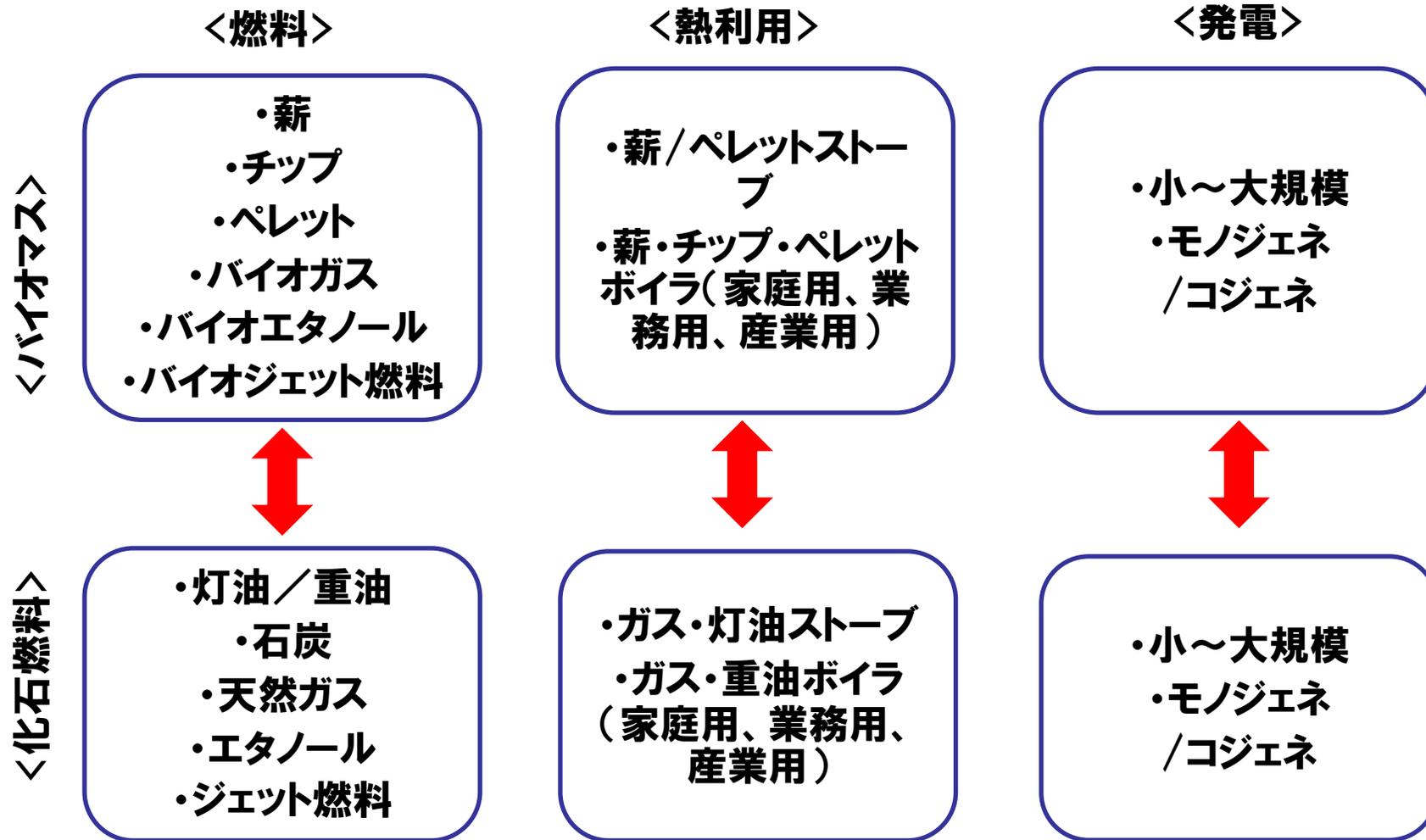
輸入材と国産材もLCA評価が必要

＜国産(林地残材)チップを用いたバイオマス発電所のライフサイクルGHG排出量＞



(注) 発電効率は21.6%、(チップ工場から発電所までの)チップ輸送距離は10kmで固定
出典) 「FIT/FIP精度におけるバイオマス燃料のライフサイクルGHG排出量の規定値について(案)」バイオマス持続可能性ワーキンググループ(2022年12月)より

何と何を比較しているのか？



バイオマス起源CO₂：ネットからグロスによる計上へ

IPCCガイドラインにおけるバイオマス起源CO₂の計上方法 ：国レベルでの計上方法

バイオマスもしくはバイオマス製品の燃焼により発生するCO₂排出は、農業・林業・土地利用（AFOLU）セクターにおいて、たとえ物理的には移出が別の場所で行われたとしても（エネルギー利用など）、炭素蓄積の変化、つまりバイオマス収穫の推計を通じて、捕捉されている。

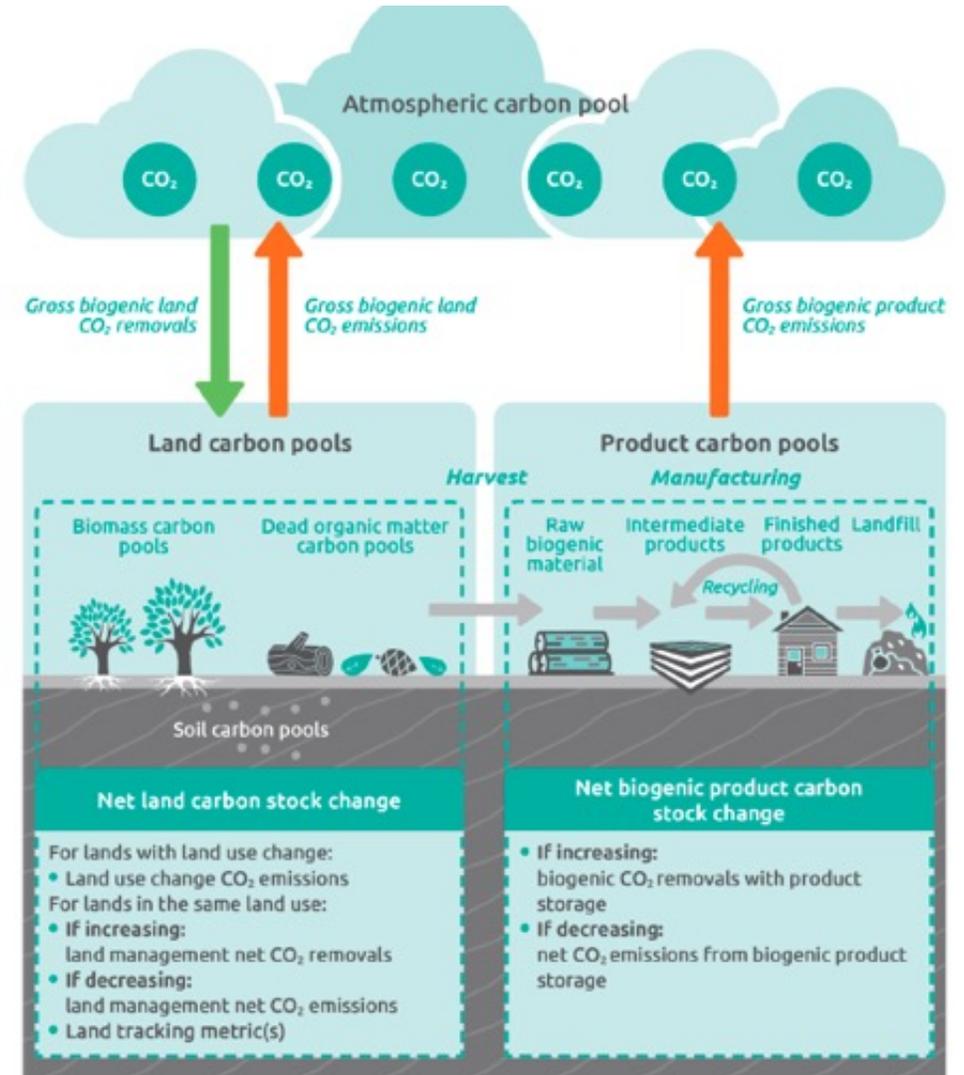
バイオマスもしくはバイオマス製品のCO₂排出をAFOLUセクターにおいて、推計・報告するこのアプローチは、バイオマス収穫についてのデータとの密接な関係および二重計上を避けるという実務的な理由を考慮して、最初のIPCCガイドラインにおいて導入された。

Carbon dioxide (CO₂) emissions from the combustion of biomass or biomass-based products are captured within the CO₂ emissions in the AFOLU sector through the estimated changes in carbon stocks, e.g. from biomass harvest, even in cases where the emissions physically take place in other sectors (e.g., energy). This approach to estimate and report all CO₂ emissions from biomass or biomass-based products in the AFOLU was introduced in the first IPCC guidelines for national greenhouse gas emissions (IPCC 1995), reflecting close linkages with data on biomass harvesting, and for the pragmatic reason to avoid double counting.

Source) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2019)

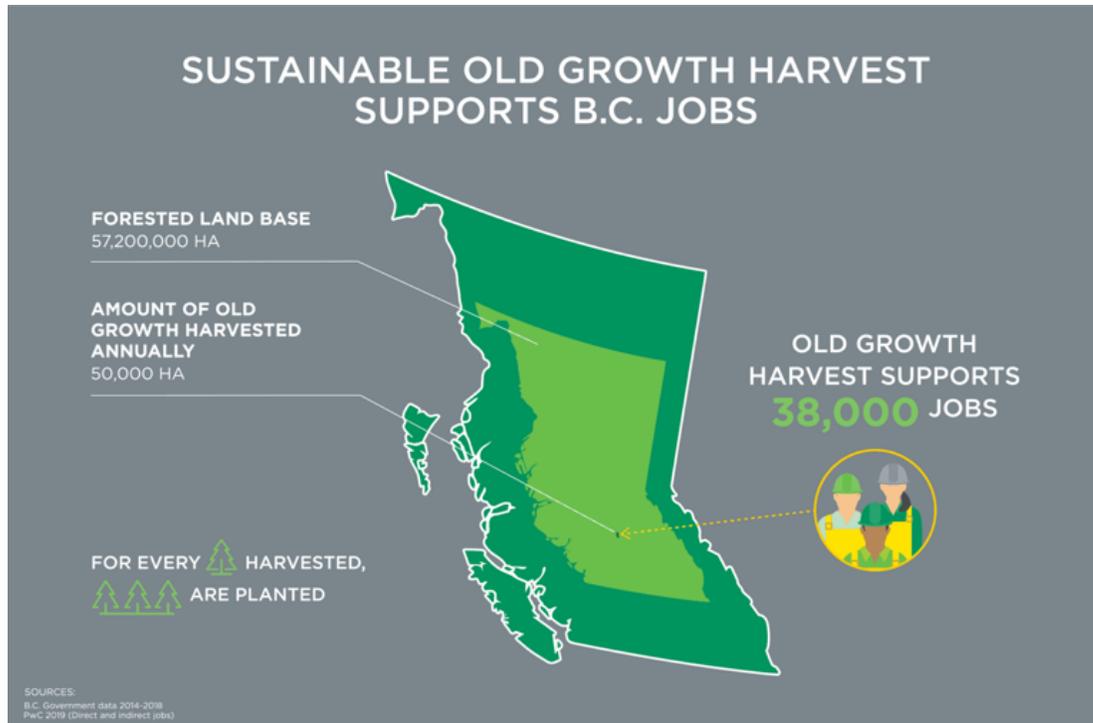
Source) Land Sector and Removals Guidance, Draft for pilot testing and review (September 2022), GHG Protocol

GHGプロトコルで提案されているバイオマス起源CO₂の計上方法 ：土地利用セクター企業の計上方法

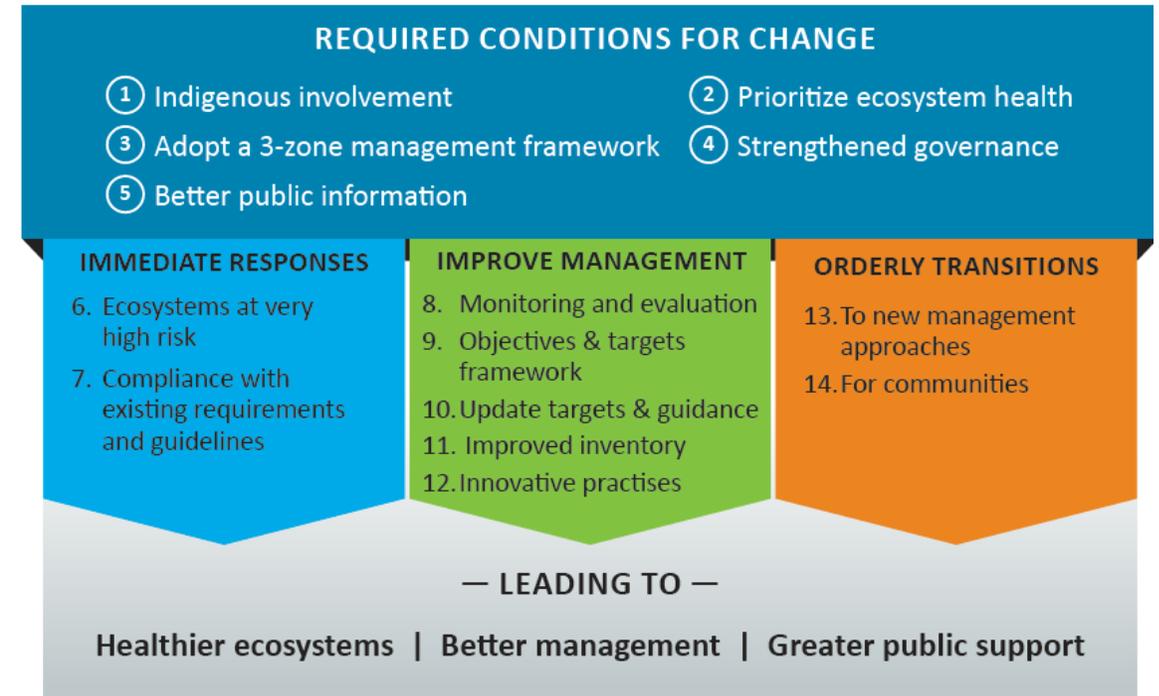


原生林の伐採はペレット生産が原因ではない

- カナダBC州では原生林（Old-growth）伐採にほとんどの木材企業が関与
 - 先住民を含む地域コミュニティの重要な雇用の場となっていた



Source) British Columbia Forestry Association



Source) A New Future Old Forests: A Strategic Review of How British Columbia Manages for Old Forests Within its Ancient Ecosystems. (Old Growth Review, 2020)

林業全体の「公正な移行」につなげることができるか

「共通利益」化に向けて

森林における「ウィンド」シェアリング



■SCA（スウェーデン）の事例

- 2020年まで：5.4TWhの発電量（社有林内に561本の風車）
- 将来的には11TWhの供給を目指す

参考)日本の風力発電の
発電量:9TWh(2020年度)



Source) <https://origin.sca.com/en/energy/products/wind-energy/>

森林空間を活用した再エネ開発

- ・ 欧州の国有林では、森林空間を活用し、自国の再エネ導入に貢献。
- ・ 林業経営（木材生産）をコアビジネスとしつつ、生物多様性保全やクリーンエネルギー供給など、SDGsなどとも統合的なビジネスを展開。

* 今回の3事例は全て民営化している



	スウェーデン	バイエルン州（ドイツ）	オーストリア
国有林（会社） 基本情報	410万ha （1992年民営化）	75.5万ha （2005年民営化）	85万ha （1997年民営化）
再エネ生産	風力：3TWh（400基）	風力：271MW（101基） 太陽光：13.5MW（24箇所） バイオマス：0.7MW（2箇所） * 主に貸付によるが、太陽光の一部とバイオマスは自社経営及び経営参加によるもの	風力：14基、93GWh 小水力：9箇所、67GWh バイオマス：ウィーンの発電所へ33%の出資
貢献度合 （概算）	国土面積の約1割で、風力発電量の18%	州土面積の約1割で、風力導入容量の11%	国土面積の約1割で、風力発電量の1.5%程度 * 国有林の場所（山岳地帯）と、風況のよい場所が一致しない

注）スウェーデン、バイエルン州は主に土地の貸付による。オーストリアでは自社所有・運営を行っている。

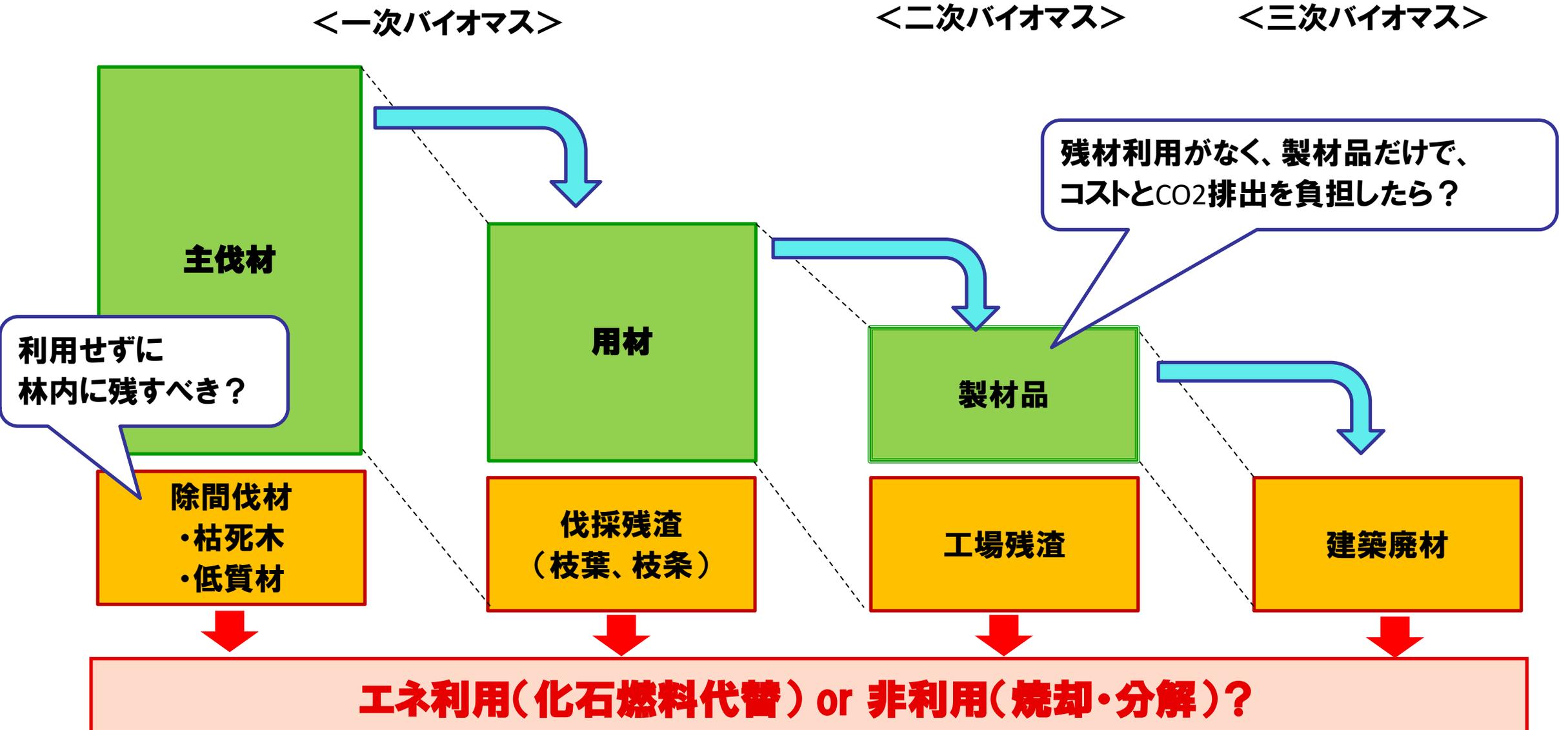
出典）スウェーデン：Sveaskog Annual Report and Sustainability Report 2019

バイエルン州：Bayerische Staatsforsten Statistikband 2020

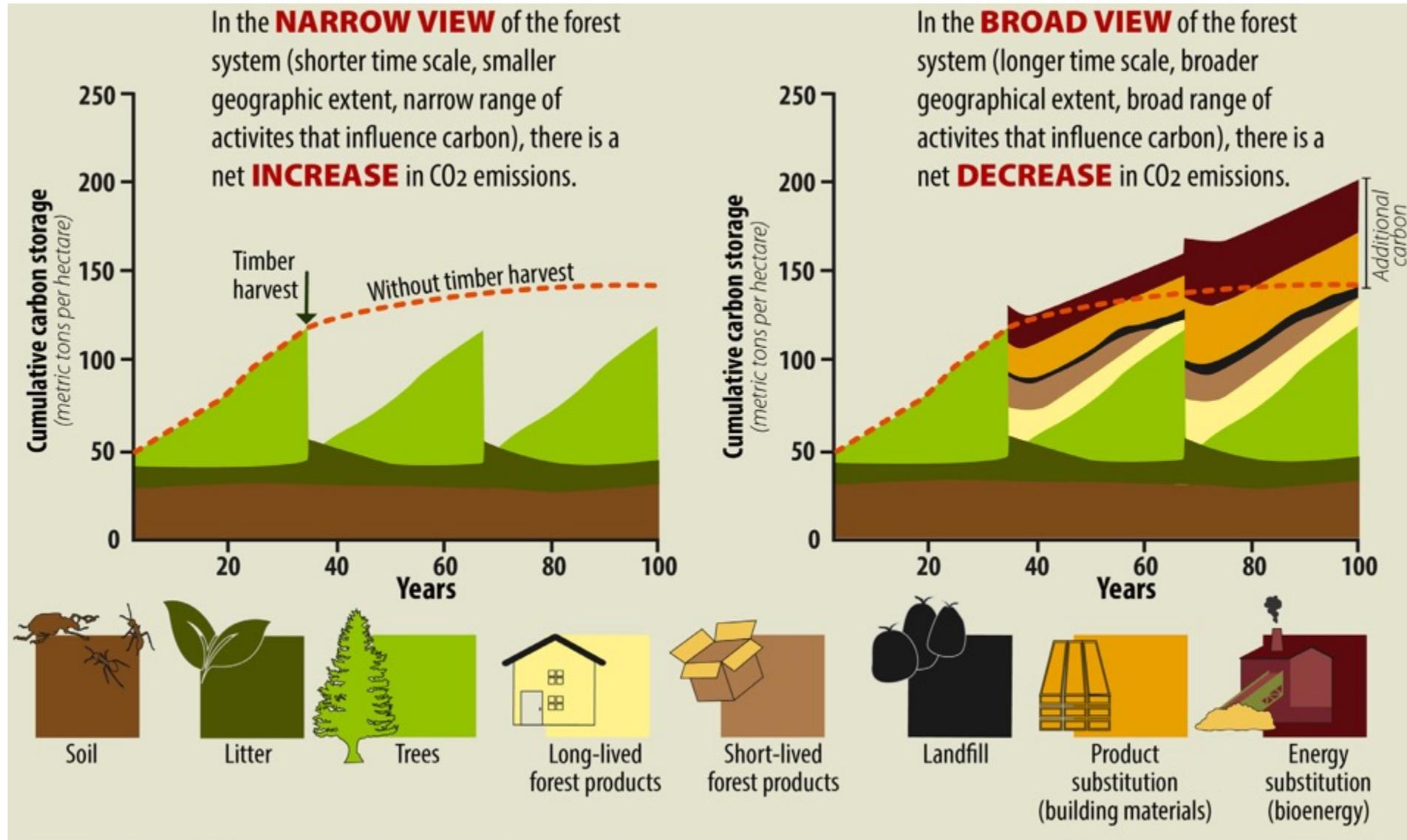
オーストリア：Sustainability Report 2019 for the financial year of Österreichischen Bundesforste

出典）第6回再生可能エネルギー等に関する規制等の総点検タスクフォース、資料4-2

バイオマスの栽培・加工・利用プロセスでは必ず残渣が発生



炭素の「除去ポンプ」としての森林・木材利用システム

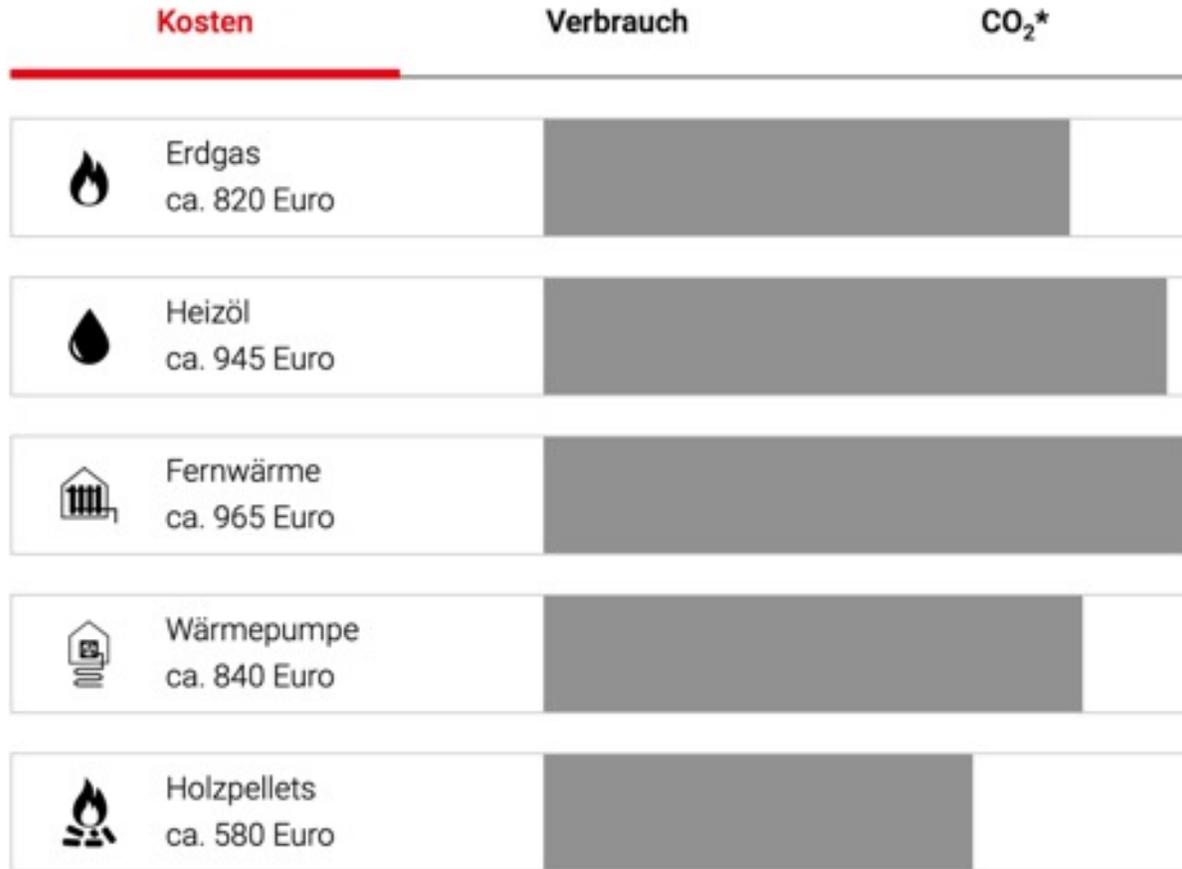


Source) Timber Harvest & Carbon (USDA2020)

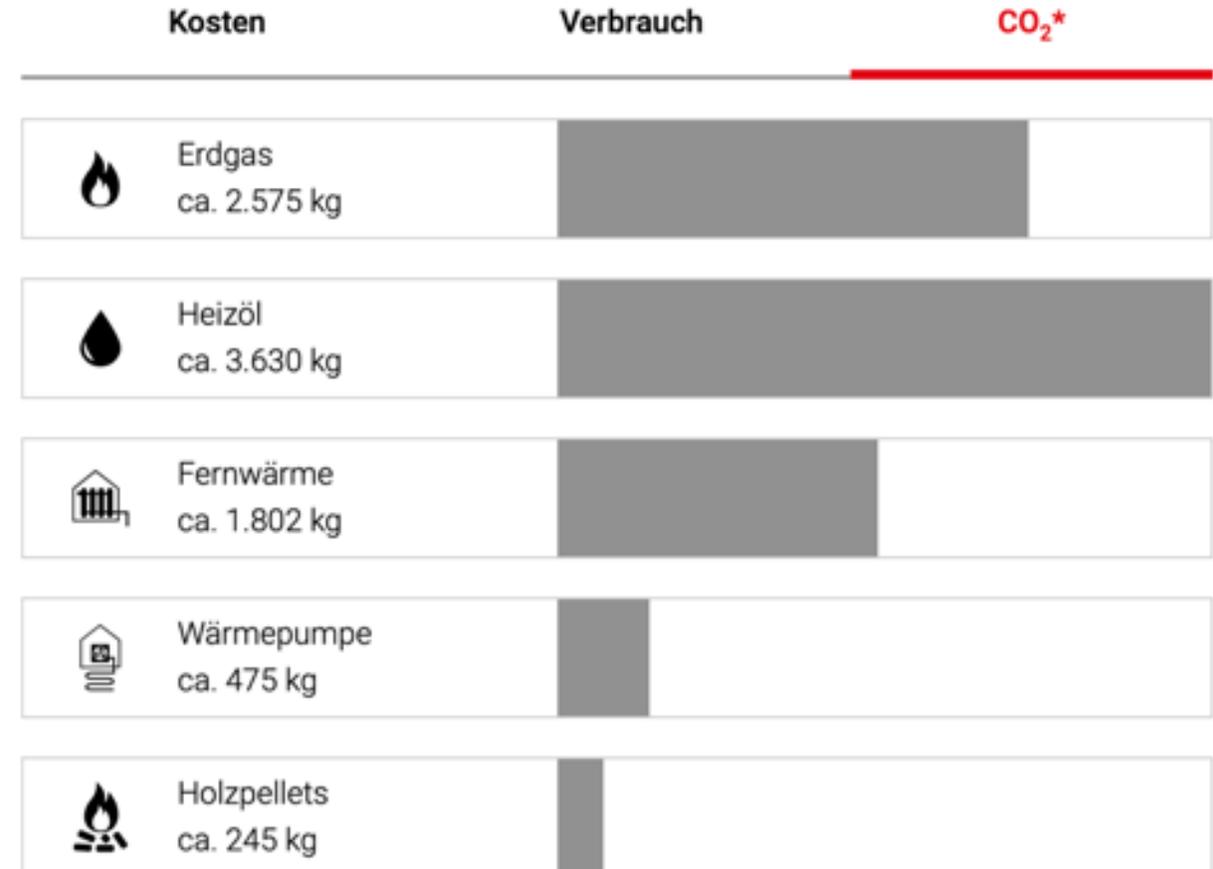
参考スライド

ドイツ：市民にペレット暖房が支持される理由

<70m²のアパートの暖房に必要なコスト（左）とCO₂排出量（右） 2021年>



Quelle: www.heizspiegel.de



Quelle: www.heizspiegel.de

Source) <https://www.heizspiegel.de/heizkosten-pruefen/heizspiegel/>