

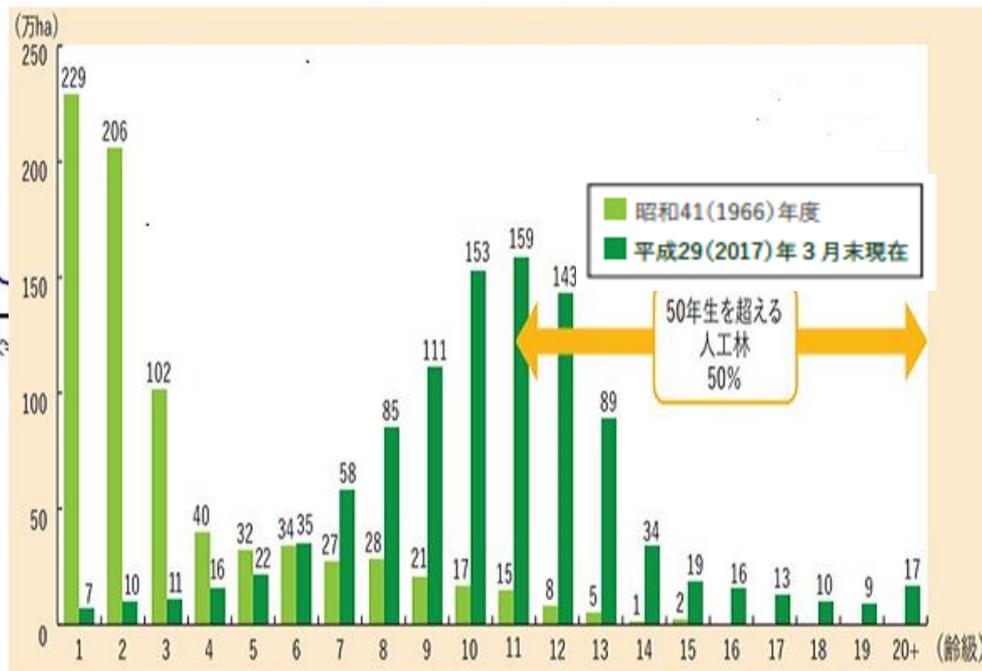
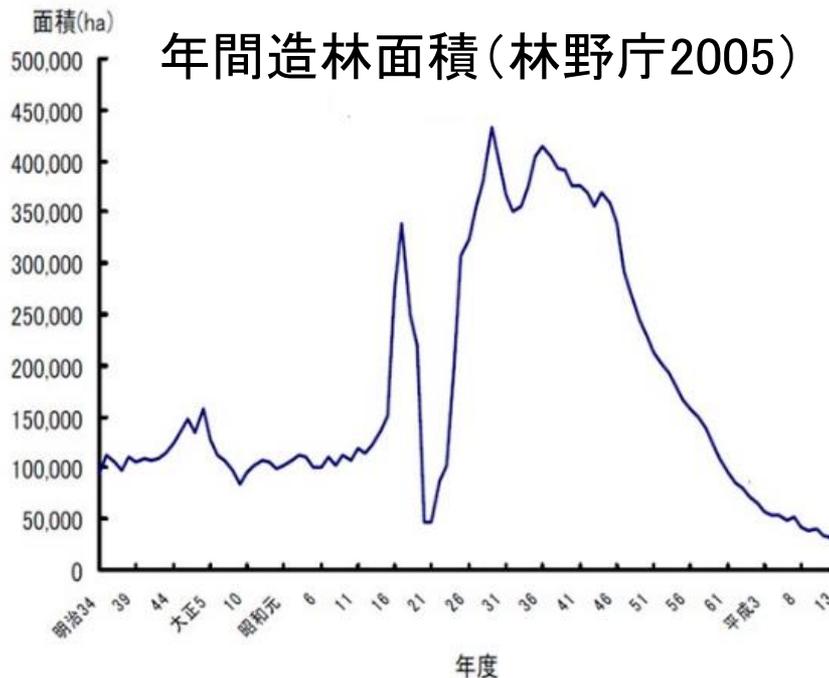
森林資源循環型社会の形成と バイオマスの役割

日本の森林の維持・育成とバイオマス利用の
状況と今後の課題

令和8年(2026)2月19日

酒井秀夫

(一社)日本木質バイオマスエネルギー協会



1年齢級=5年

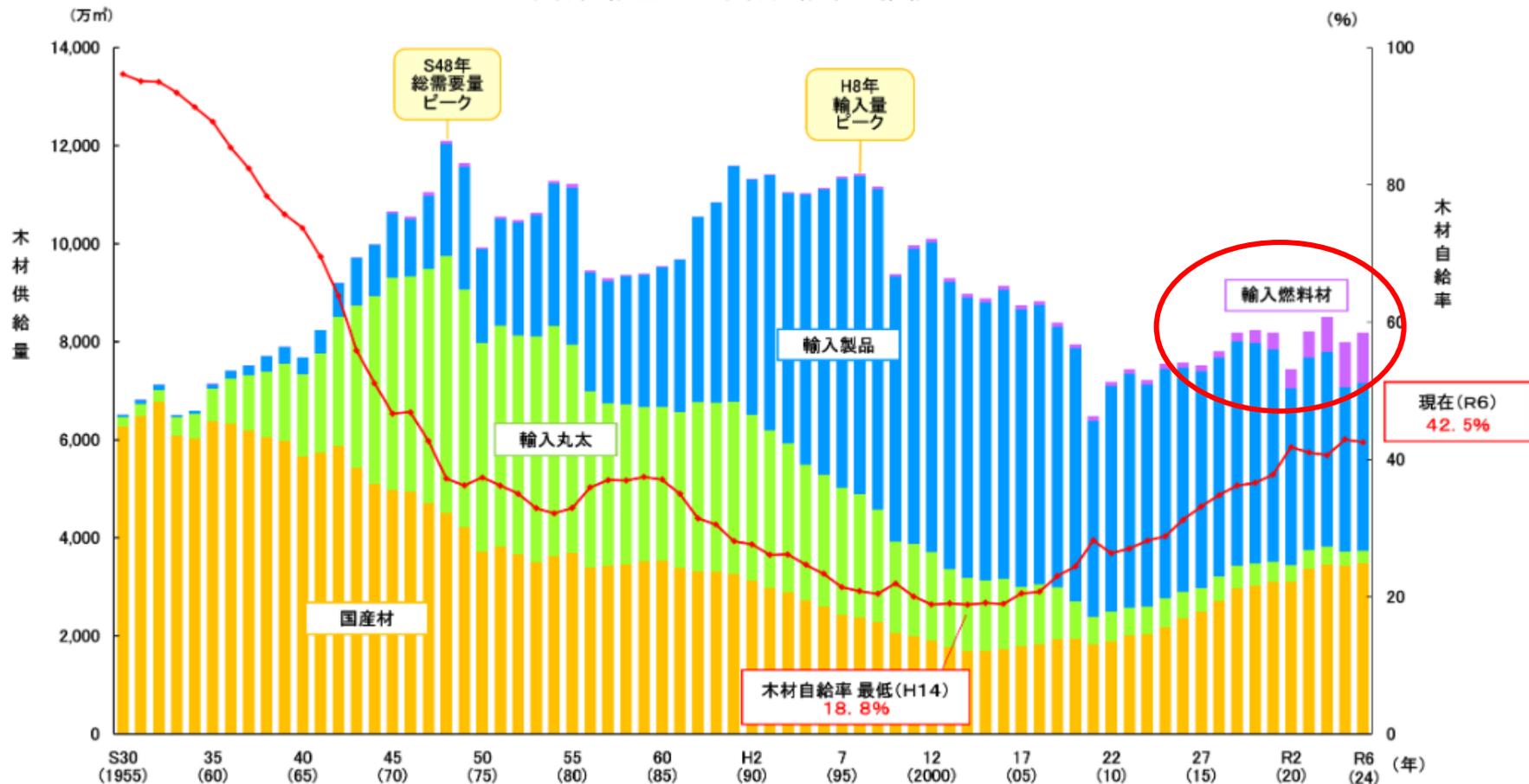
最近の新植は年間25-27,000ha(主伐にして1,000万 m^3 程度)

➡年間4,000万 m^3 供給するためには6-9万haの主伐(皆伐)+間伐が必要

➡苗木供給を現在の5-6,000万本から**1億2-4,000万本必要**

(JAPIC2020政策提言)

木材供給量及び木材自給率の推移



2024年 林野庁

国産材 輸入丸太 輸入製品

【令和5年】



令和5年 需要(供給)量

単位: 万m³

用途 供給	製材用	合板用	パルプ・ チップ用材	その他用	燃料材	合計	しいたけ原木	総計
国産材	1,226.7	390.9	477.8	197.6	1,113.7	3,406.8	19.1	3,425.9
輸入丸太	261.1	22.8	0.4	1.1	0.0	285.4		285.4
輸入製品	691.2	333.7	2,301.5	32.0	915.6	4,274.0		4,274.0
合計	2,179.0	747.4	2,779.7	230.7	2,029.3	7,966.2	19.1	7,985.3
比率	27.4%	9.4%	34.9%	2.9%	25.5%	100.0%		

※国産材: 丸太、林地残材(根株や枝条)

持続的林業の特長

- ・地域が異れば持続的林業も異なる。
- ・持続的林業は同じエコシステムでも多様。
- ・社会的概念も時間や経済とともに変化する。

- ・ノルディック諸国：生物多様性の維持に力点
- ・中欧：林分成長を本来の森林の状態に誘導（択伐）
- ・デンマークなど：Close-to-nature
- ・森林の物理的な保護機能＝森林による気象改善，
傾斜安定化，水質への影響

**科学的かつ客観的な基準・指標に基づいていく
「森林の整備及び保全に関する準則等の整備に向けた取り組み
のための国際的な連携、・・・」(森林・林業基本法)
(2007.1.1より林野庁がモンリオール・プロセスの事務局)**

欧州の森林政策：気候変動対策。森林の後退を止め、新しい森林を作り、伐期齢を上げることにより面積あたりの蓄積を増大させる。人工林の小径木を扱うのではなく、自然に近い森林の大径木を扱うべき

チリ、ブラジル、ニュージーランド、南アフリカなど：造林面積を増やし、短伐期による針葉樹の低質材を丸太や製品として輸出

Nordic Council of Ministers: Nordic implementation of sustainable forest management



南アフリカ

Muedanyi Ramantswana氏提供



ブラジル

Darlon Orlamunder氏提供

成長産業＝森林の資産価値をいかにして上げるか (持続性)、伐って使って更新

主伐としての**皆伐** vs 択伐(＝主伐)

＝長期にわたる繰り返し間伐

多様な製品と優良材の市場の開拓

路網整備と機械化

林相改良としての**皆伐**



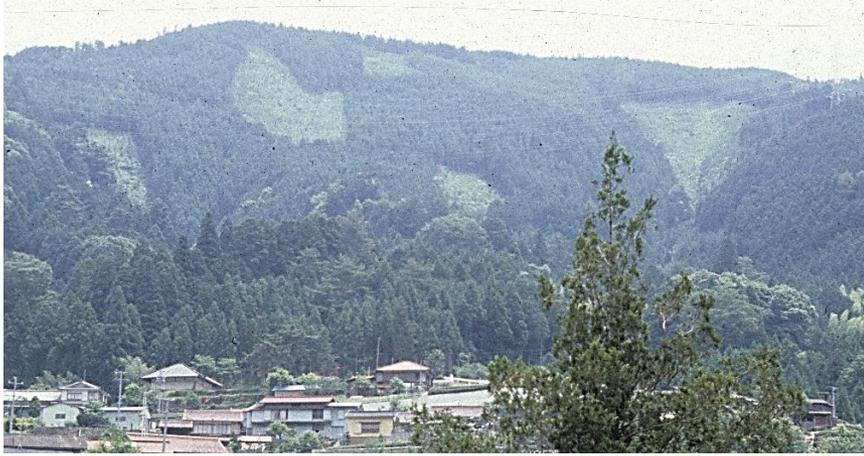
やぶ



間伐遅れの強度間伐？

※皆伐(clear cutting)⇒更新伐(regeneration cutting)

皆伐



1982



1978



2010

天然生林施業(択伐)



カナダ 択伐前



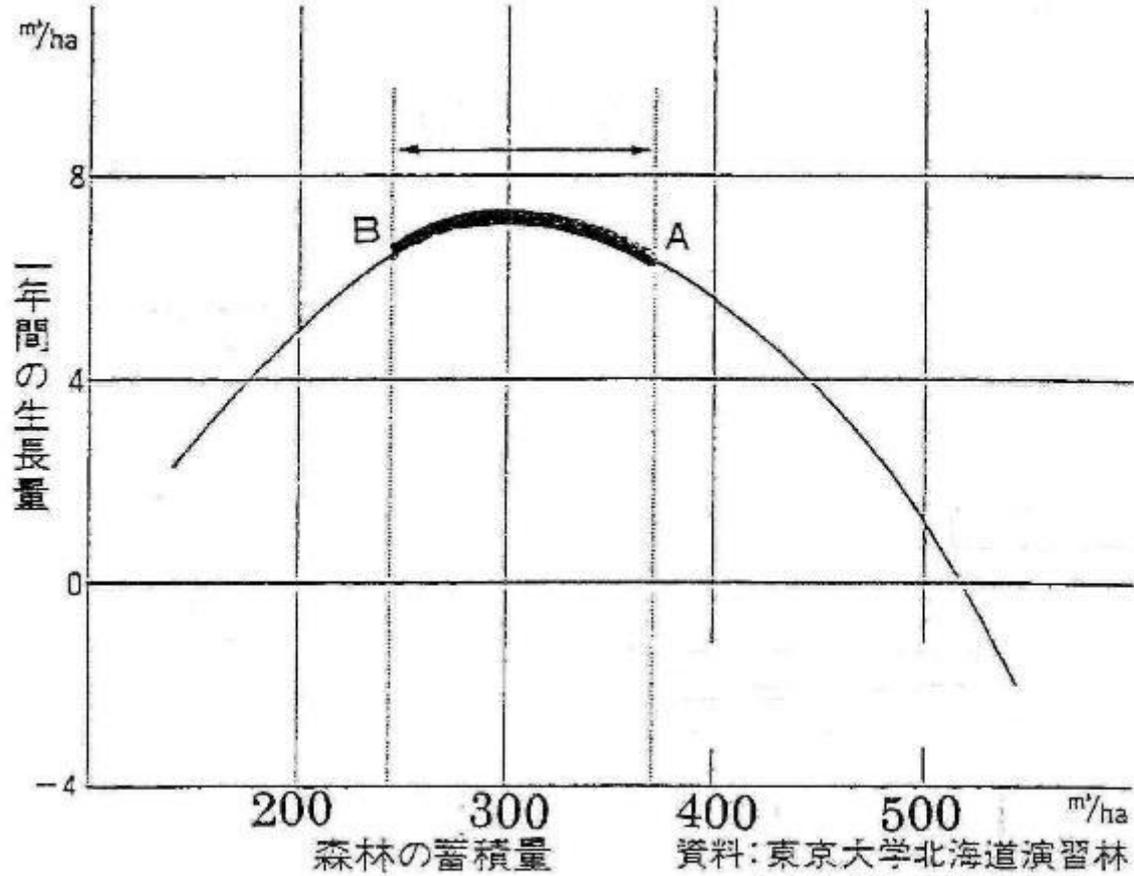
択伐後



同じ林相を維持している択伐林(クロアチア)

択伐

天然林の蓄積量と生長量の関係モデル



資料: 東京大学北海道演習林
天然林生長量試験地

※メリット

林相改良、天然更新で植えない林業、利息で生きる

成長率を p 、伐採率を b 、回帰年を n としたとき、 p に対して

$$(1 - b) \times (1 + p)^n = 1$$

を満たす b 、 n を定める(材積1の林分が複利で元の1に戻るという構造)

例

生育環境と到達利便性がよい里山では、 $p=1.86(\%)$ 、 $n=15$ 年として、14.8%の伐採率

標高が高く、到達の利便性がよくない奥山は、 $p=1.00(\%)$ 、 $n=20$ 年として、16.0%の伐採率

天然林 整理伐・調整間伐 → 高価値材択伐
天然更新・補植

原生林



10年回帰で5回単木択伐・
天然更新・林相改良



東京大学北海道演習林

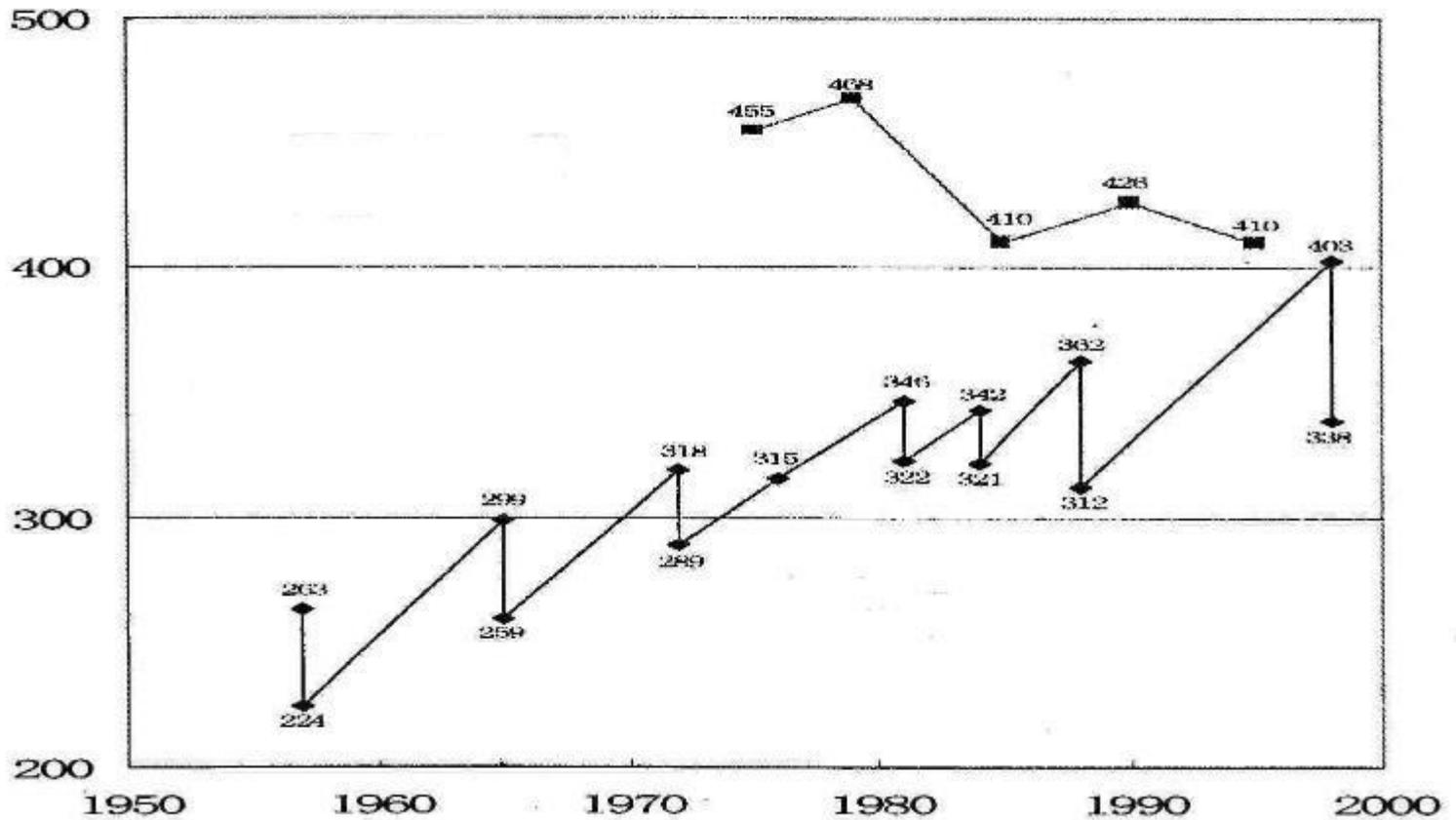


人工林

除伐・保育間伐 → 利用間伐 → 高価値材択伐
広葉樹導入

蓄積

m³/ha



繰り返し伐採により、森林の質・健全性・生産性を改善



アルフレッド・メーラーの恒続林思想(1922)

森林は林地、林木からなる恒続的な有機体であり、これを維持するよう施業する。

	大	中	小径木
本数	2	3	5
材積	5	3	2



天然生林・40m/ha林道(東京大学北海道演習林)



人工林・法正林(国有林)



モザイク状態・適地適木・里山

間伐の推進(需要維持)

繰り返し間伐で森林整備、団地を形成
燃料利用しながら、次回からの製材用材利用に
向けて用材歩留まりを上げ、資産価値を高める



35万haの間伐 = 1700万 m^3 の木材生産
= 860万 m^3 の切捨て
= 原油180万キロリットル

(熊崎実氏)

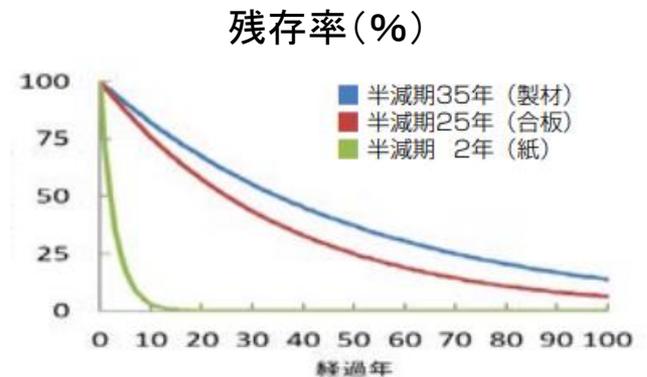
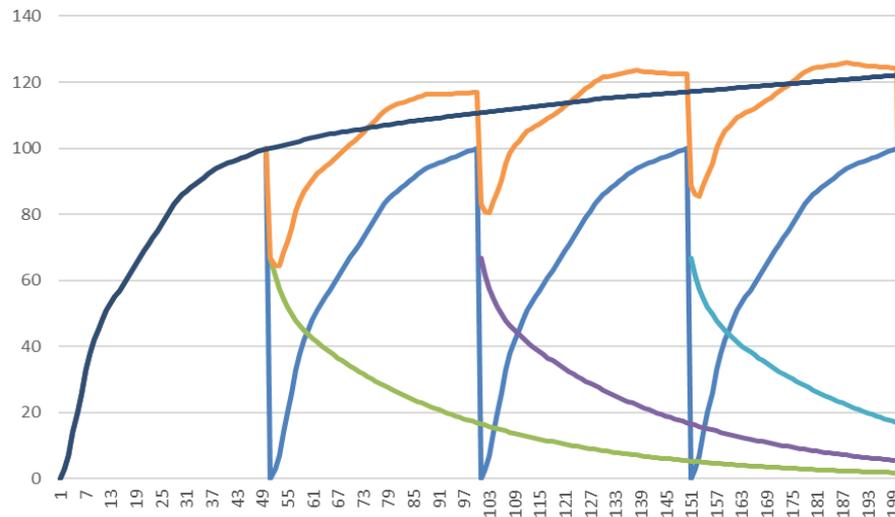
55万haの間伐 = 2600万 m^3 の木材生産
= 2000万 m^3 の切捨て
= 原油410万キロリットル

(2007～2012)

(22年度白書)

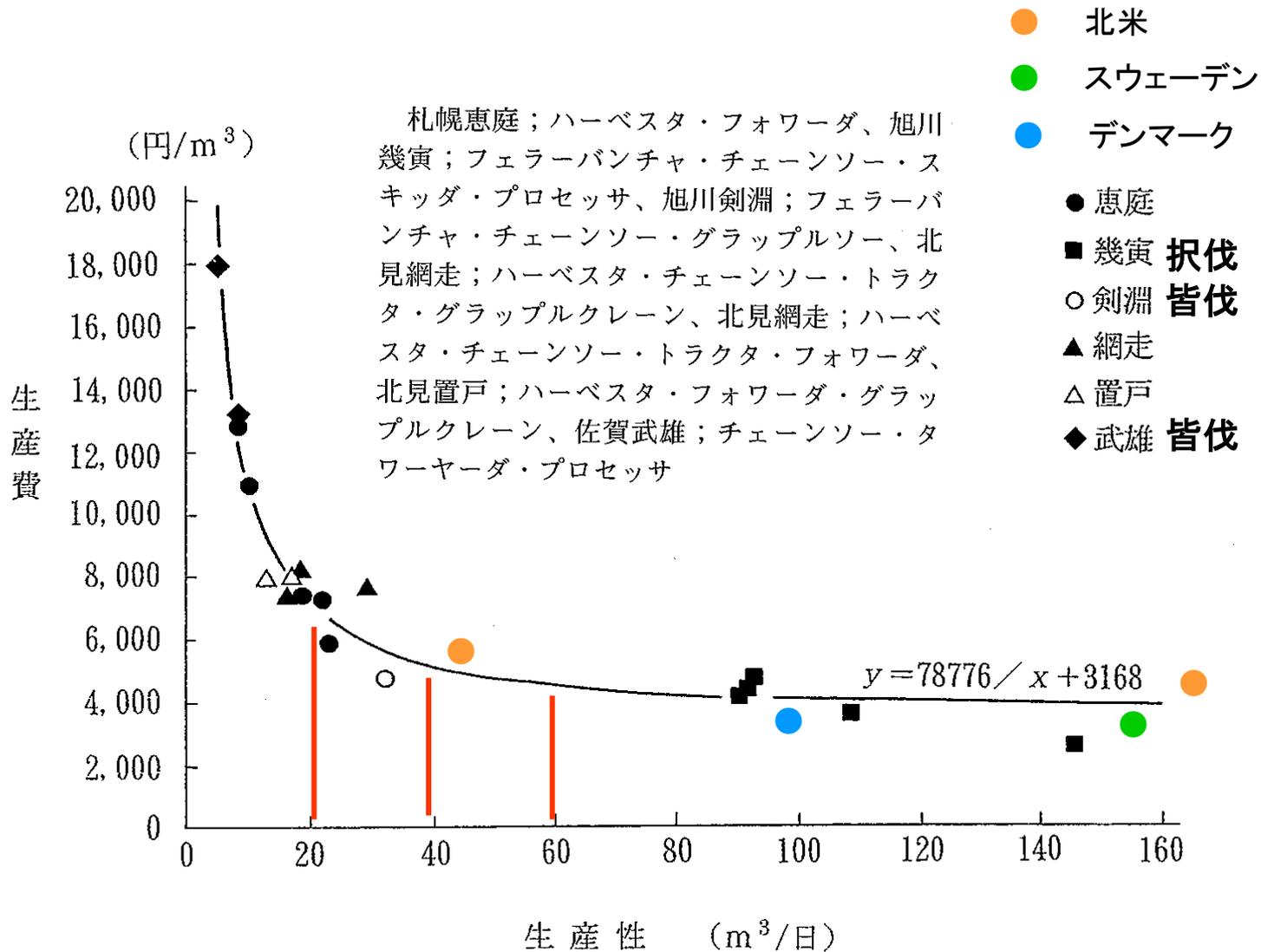
主伐再造林と長伐期施業のCO2固定量比較 (JAPIC2020政策提言)

出典:「IPCC 2014,2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol」を参考にJAPICにて試算



主伐も新たなCO2吸収源対策に組み込み、建築物木造化と政策をリンクさせる。主伐再造林の場合のCO2固定量は長伐期施業と比較して多いとは言えないがHWPを考慮すると大きく減少するものではない。

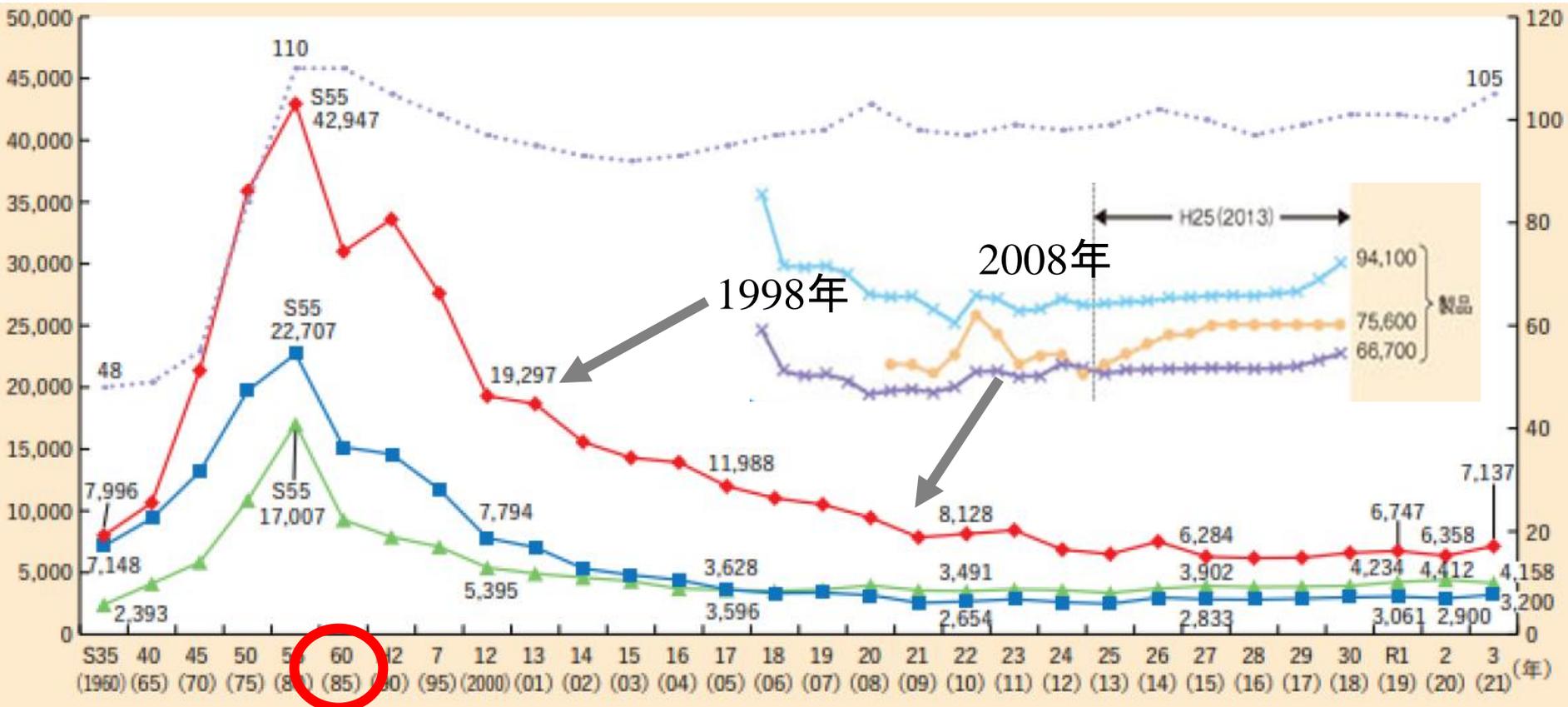
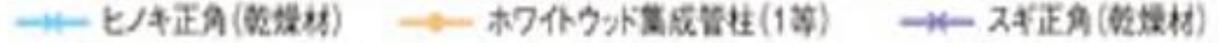
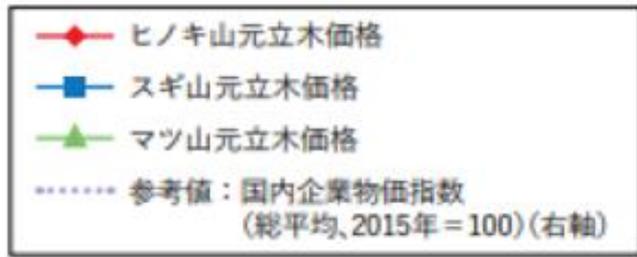
生産性とコスト





- ・製品の価値は顧客が決める(社会も変わる)。変わらないために変わり続ける。その上で新たな林業の形とは？
- ・健全・多機能な森林は樹齢・林齢が高くなる。良木が増えれば需要は増える？ 適地適木適作業、択伐(＋天然更新、植えない林業)
- ・どんな森林を残すか(間伐すべき山、リセットする山)、ゾーニング
長期にわたる繰り返し間伐
- ・どういう施業をしたらよいか。長期ビジョン(時間軸、空間軸)
- ・原料供給から市民の活用も含むサービス産業へ! タフな森林づくり

山元立木価格の推移



注：マツ山元立木価格は、北海道のマツ(トドマツ、エゾマツ、カラマツ)の価格である。
 資料：一般財団法人日本不動産研究所「山林素地及び山元立木価格調」、日本銀行「企業物価指数(日本銀行時系列統計データ検索サイト)」

1985年 北米 WT (Whole Tree)



フェラーバンチャ



スキッダ



プロセッサ

北欧 CTL (Cut To Length)



ハーベスタ



フォワーダ

No hands in logs, No man on the ground.

林業従事者

125,000人

100,000

75,000

50,000

25,000

JP

SW

生産性 (m³/人日)

14.5

10.6

9.0

7

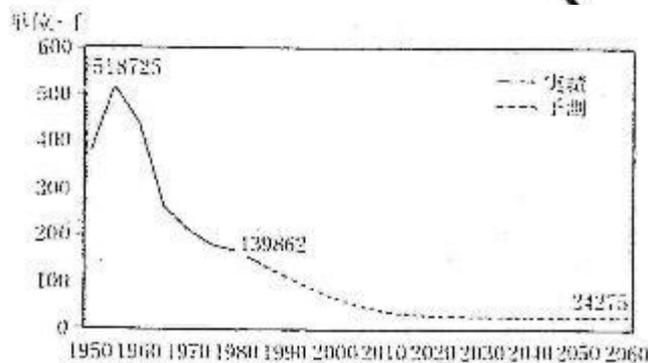
2.3

1.4

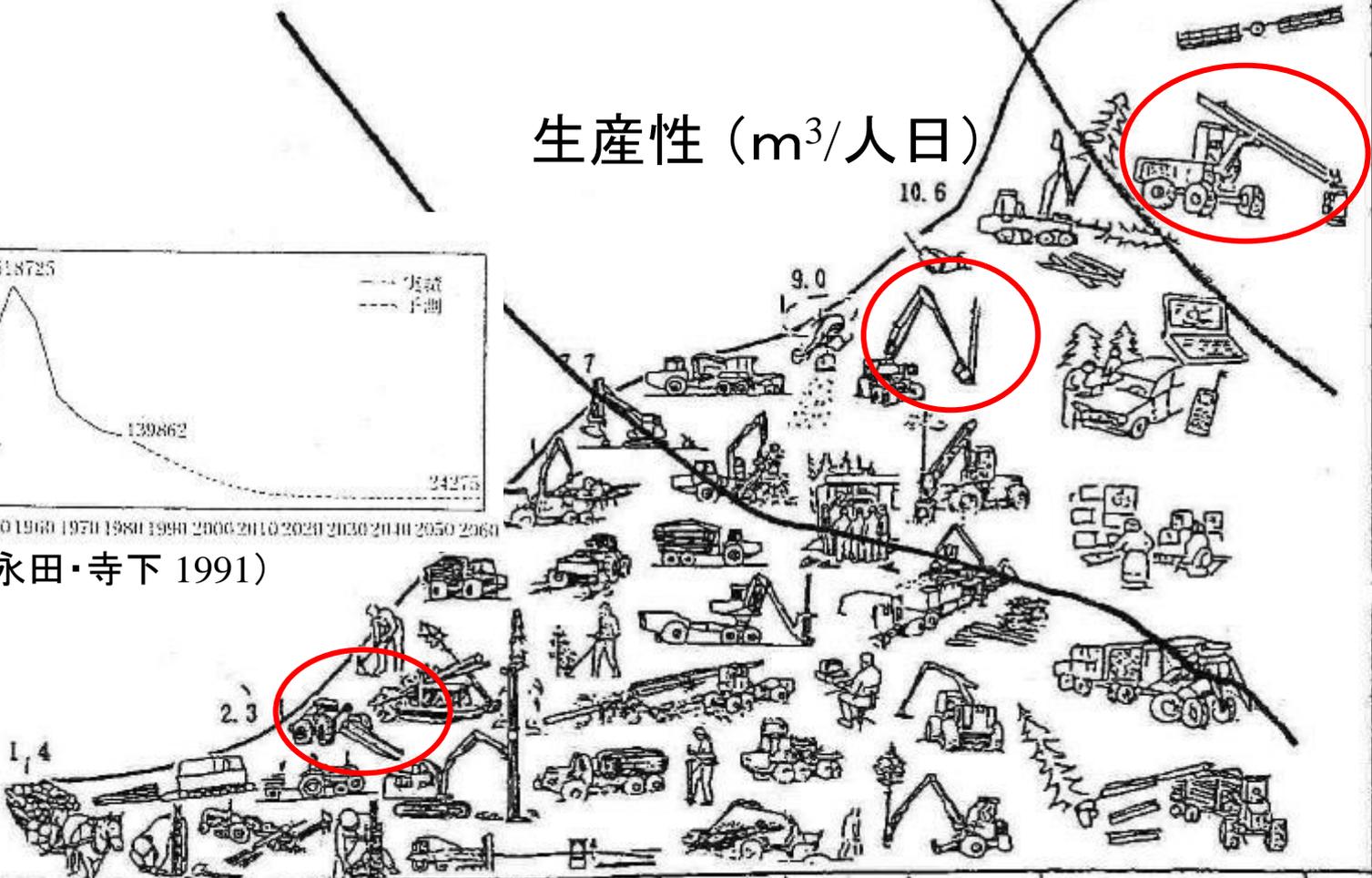
1950 1960 1970 1980 1990 2000



(Skog Forsk, 1997)



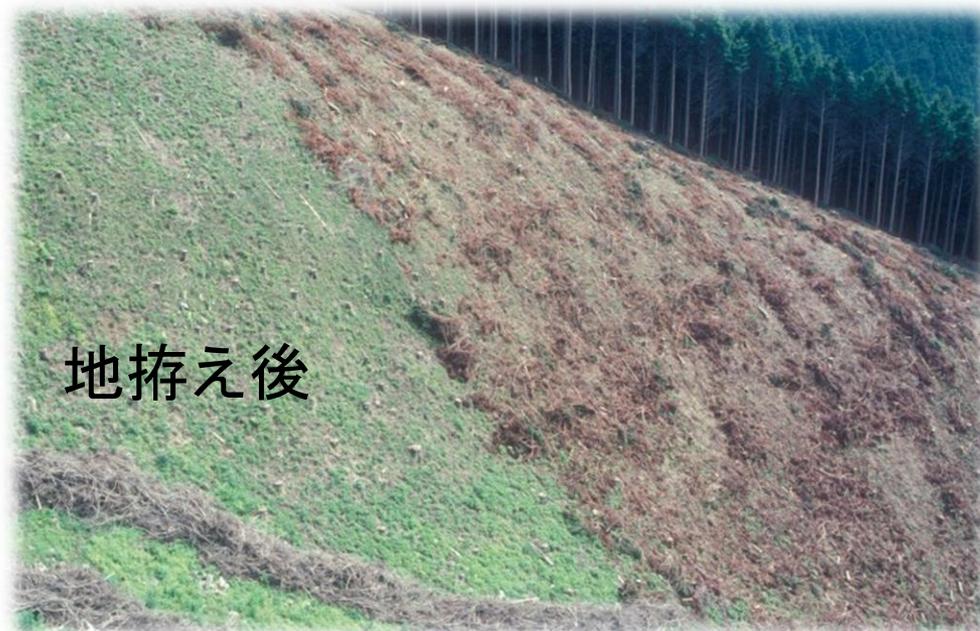
(永田・寺下 1991)



コンテナ苗木代	494,388 円/ha *
裸苗木代	276,594 円/ha *
植え付け費用	187,660 円/ha *
地拵え費用	574,647 円/ha **

森林環境リアライズ(2014) 森林施業低コスト化促進事業のうち低コスト造林等導入促進事業報告書. 72p. 3,000 本/haの植栽を想定。

**林業事業者への聞き取り



現状



車両系集材システムでは全木集材できないため、
大量の枝条残材が発生し、未利用の状態(全国で
7割にのぼる)

解決するには ＝全木集材の確立



架線による全木集材・
地拵えの省力化



2011

- ・森林資源の有効利用、地拵えの省力化を達成
- ・これを可能にするスキッダやタワーヤード→どこまでお金にできるか
 $\text{m}^3/\text{日}(\text{量}) \times \text{円}/\text{m}^3(\text{質、単価})$
- ・廉価で高能率のチッパーが欲しい
- ・団地化集約化施業による末木枝条の集荷圏確立



スロバキアZTS社LKT



ドイツWelte社



ルーマニアIRUM社



CAT

KWF 2024



クロアチア Hittner



スロバキア LKT



ドイツ Welte



ドイツ WF trac



ドイツ ADLER 805HD



ドイツ Reil & Eichinger



ドイツ Pfanzelt Felix 4WD

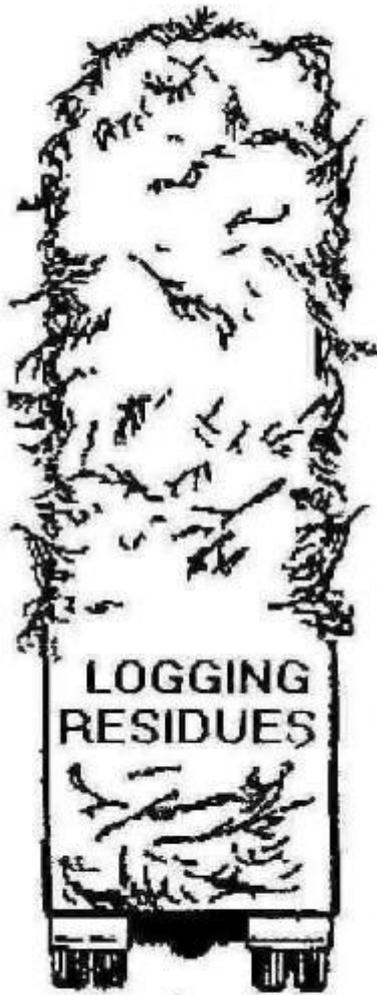


IRUM



バイオマスはサイエンス

- ・バイオマスは輸送
- ・チップニングコストは一定
- ・無駄なコストはかけない
(作業を特化しない)
(副産物はボーナス)
- ・コスト目標の設定



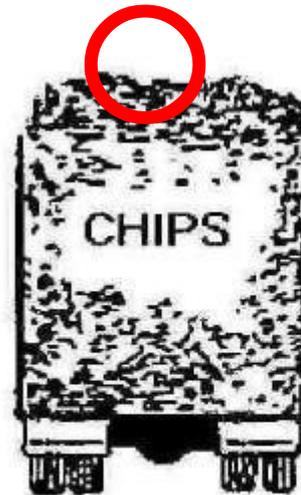
15 - 20 %



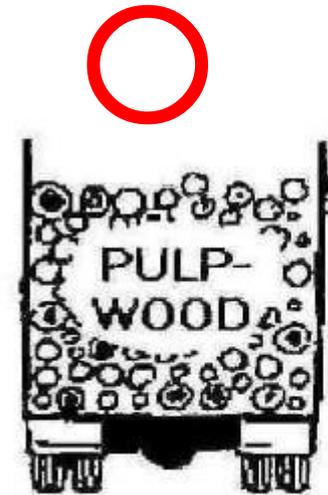
⇒
山元での
チップング
により1/2.5
に減容



35 - 40 %



~ 40 %



60 - 70 %

山元でのチップングにより、空気を運ばない。原木の乾燥により水を運ばない。

コスト目標の設定が大事

米国におけるチップ生産の例

	集材	破碎	輸送	破碎	輸送	計 (ドル/トン)
枝条残材	0	11			29	40
間伐材利用	40	11			29	80
工場破碎	40		34	37	29	140
中間土場	40		34	11	29	114

チップングコストをベースに輸送範囲が決まる
山元でのチップングが重要

国内の切削式小型チッパー



フィンランドFarmi



デンマークLindana社TP250



韓国ユーリン社製

国内の切削式中型チッパー



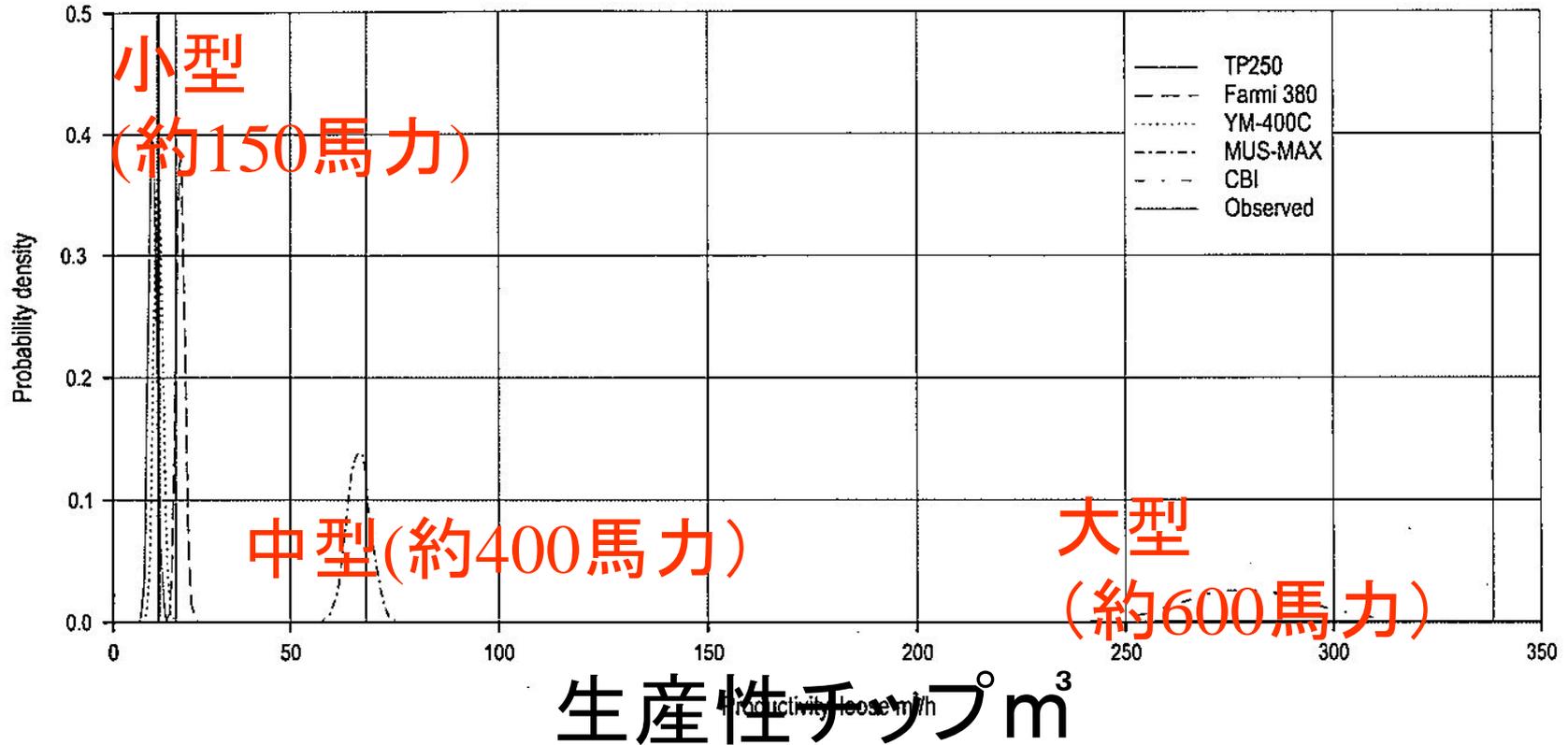
オーストリアMUS-MAX

デンマーク・Lindana社TP450

海外トラック搭載中型チッパーの活躍



チップングの生産性

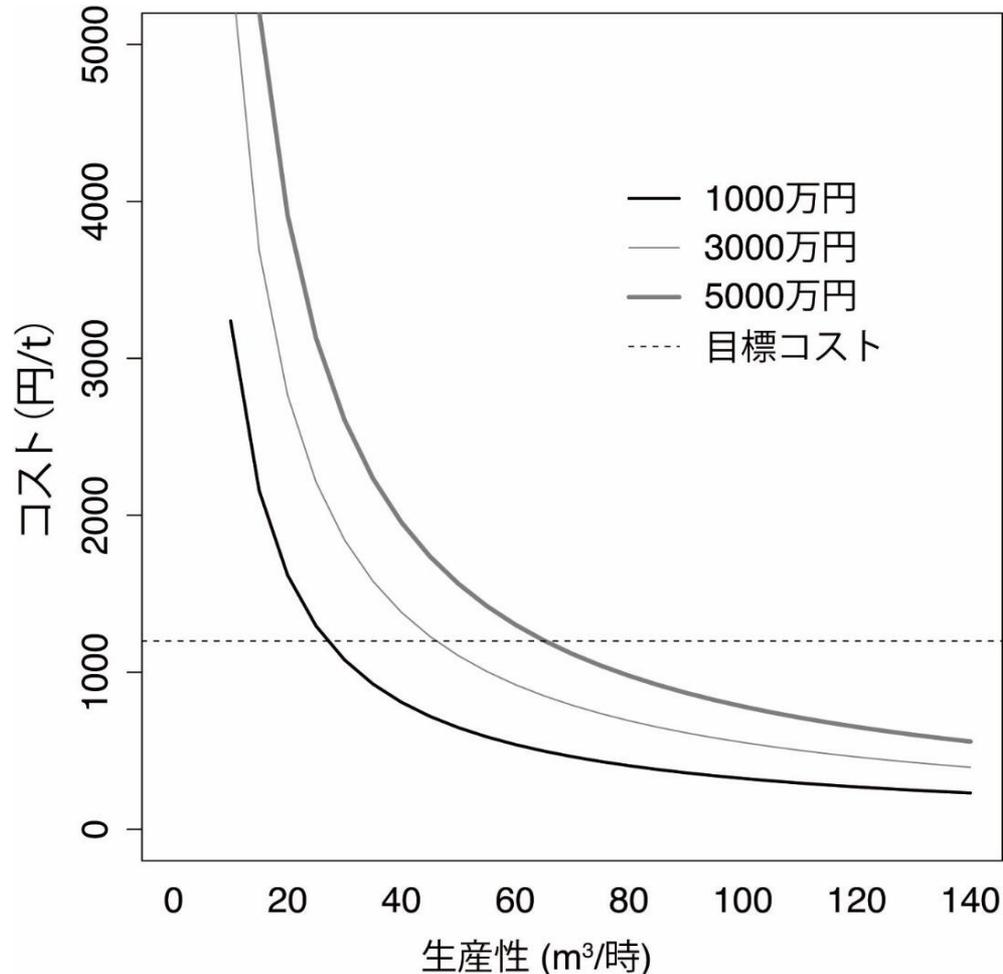


出力によって生産性は一定

Yoshida, Berg, Sakurai, Sakai: Evaluation of Chipping Productivity with Five Different Mobile Chippers at Different Forest Sites by a Stochastic Model

高い生産性 ≠ 低コスト

- ・事業規模にあった機械化！
- ・複雑な作業システム(多機械・多工程)・機械貧乏からの脱却



チップングのコスト目標を1200円/tにすると(人件費を含む)、1000万円の機種は30m³/時、5000万円の機種は70m³/時生産する必要がある。5000万円の機種が40m³しか処理できないとするとコストは2000円/m³近くにはねあがる。

5000万円あれば、1000万円の機種を5台揃え、4台が稼働しても120m³/時生産でき、5000万円の70m³/時よりも多い。

事業規模に応じた資本装備と大小チップパーの地域内での配置が重要。



タワーヤーダによる
全木集材



スキッダによる全木集材



大型チップパー破碎作業



全木材



トレーラー輸送



小型チップパー破碎作業



大型チップパー破碎作業

原木での乾燥も重要 誰がいつ支払うか？



乾燥期間の立替分をファイナンスするシステムを作らないと、民有林からバイオマス原料は集まらない？

品質評価

- ・木質燃料は生物由来であり、エネルギーとしての**品質評価**と**流通過程での品質管理**は重要な検討事項
- ・品質の確かなチップの使用は、ボイラーの性能を発揮、維持し、**環境を守る**ことになる

- ・品質保証の目的は、材料の品質に対する**信頼を確立**すること(Bioenergy Association of Finland「フィンランドにおける木質燃料の品質ガイドライン」)
- ・コストのかかる認証制度ではなく、**精度を高める**企業努力を推奨することがガイドラインの精神

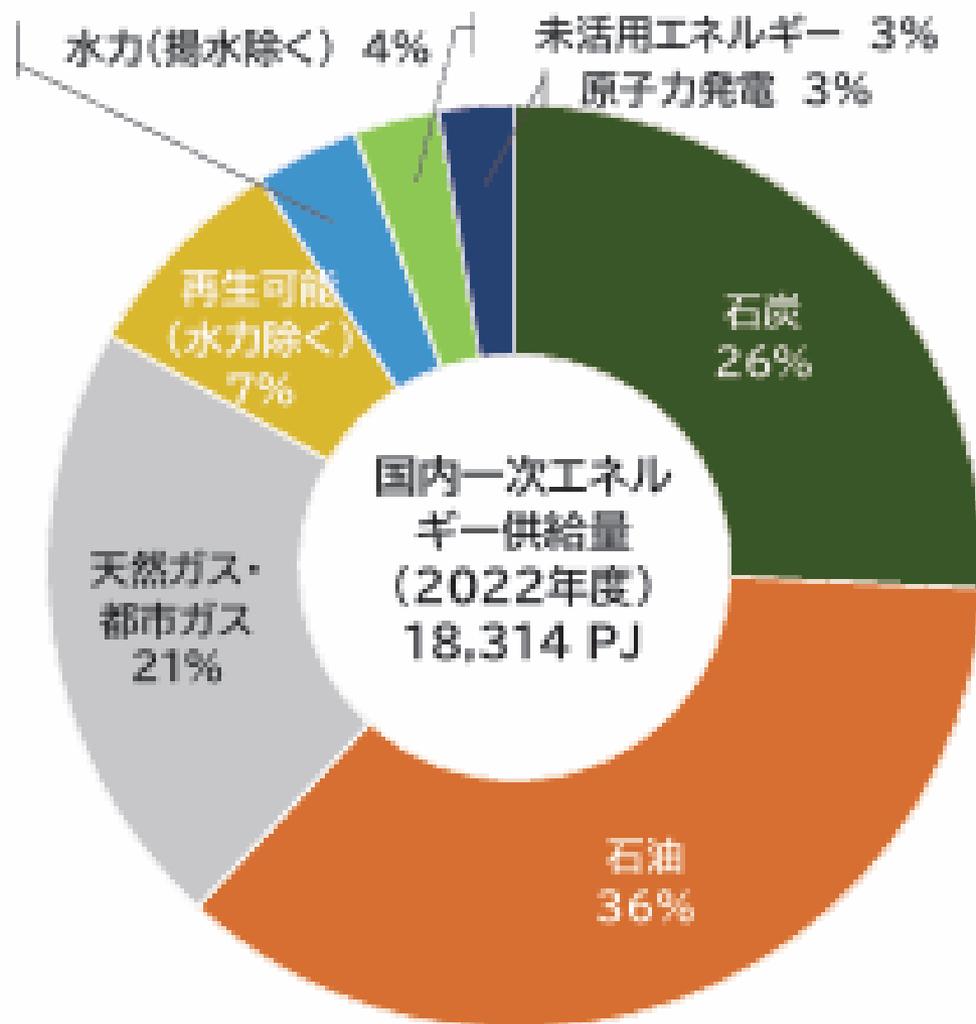
(参考)

- ・チップやペレットの品質はISO(国際標準化機構)によって水分とサイズなどが規定されており、ISOに準じてEU内のEN規定、イタリアならばUNI規定がある
- ・その国の事情に応じて運用できることがISOでも認められており、各国ごとの**運用実態**がある。ISOが共通の物差しとなって、相対取引が行われている
- ・ISOに則ってISOよりも高い品質を証明する**Biomassプラス**認証がある

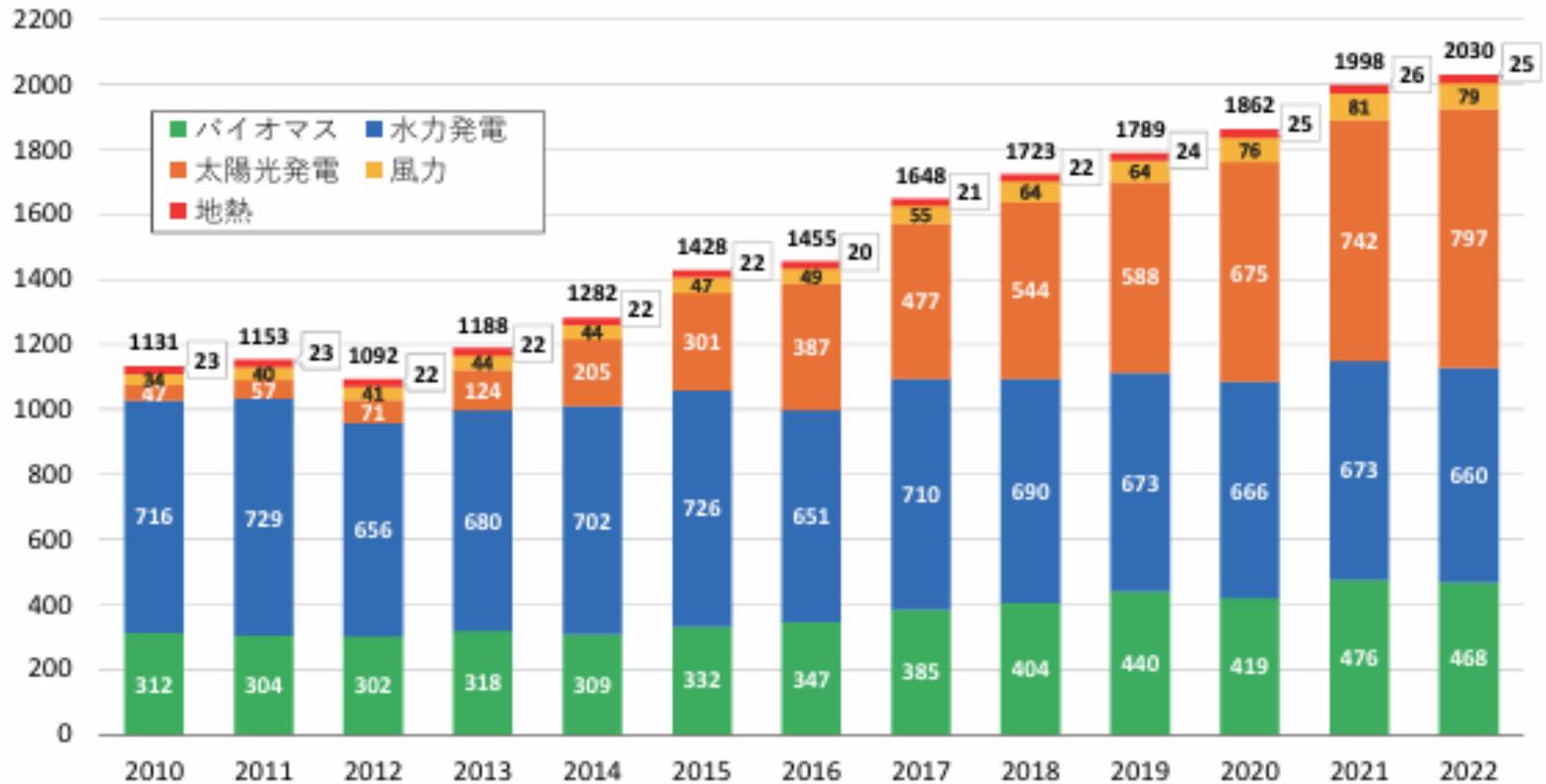
ISO 17225-4による木質チップの品質

品質のパラメータ	単位	A1+ A1+木質チップ	A1	A2	B1	B2
期限と出所 ISO17225		1.1.1根無し全木 1.1.3丸太 1.1.4林地残材 1.2.1化学処理されていない製材端材	1.1.1根無し全木 1.1.3丸太 1.1.4林地残材 1.2.1化学処理されていない製材端材	1.1.1根無し全木 1.1.3丸太 1.1.4林地残材 1.2.1化学処理されていない製材端材	1.1森林, 人工林,他 1.2.1化学処理されていない製材端材	1.1森林, 人工林,他 1.2副産物および製材端材
サイズP	mm	指定(表参照)	指定(表参照)	指定(表参照)	指定(表参照)	指定(表参照)
水分率M	wy%	M10 ≤10	M10 ≤10 M25 ≤25	M35 ≤35	最大値を宣言	
灰分A	乾物に対する割合	A1.0 ≤1.0	A1.0 ≤1.0	A1.5 ≤1.5	A3.0 ≤3.0	
純熱量Q	MJ/kg kWh/kg	Q ≥16 Q ≥4.5	指定	指定	指定	指定
かさ密度	kg/m ³	BD150 ≥150 BD200 ≥200 BD250 ≥250	BD150 ≥150 BD200 ≥200 BD250 ≥250	BD150 ≥150 BD200 ≥200 BD250 ≥250 BD300 ≥300	指定	
窒素N	w-%				1.0 ≤1.0	
硫黄S	w-%				S.0.1 ≤0.1	
塩素Cl	w-%				Cl.0.5 ≤0.5	
ヒ素As	mg/kg				1	
カドミウムCd	mg/kg				2	
クロムCr	mg/kg				10	
銅Cu	mg/kg				10	
鉛Pb	mg/kg				10	
水銀Hg	mg/kg				0.1	
ニッケルNi	mg/kg				10	
亜鉛Zn	mg/kg				100	

日本の一次エネルギー供給

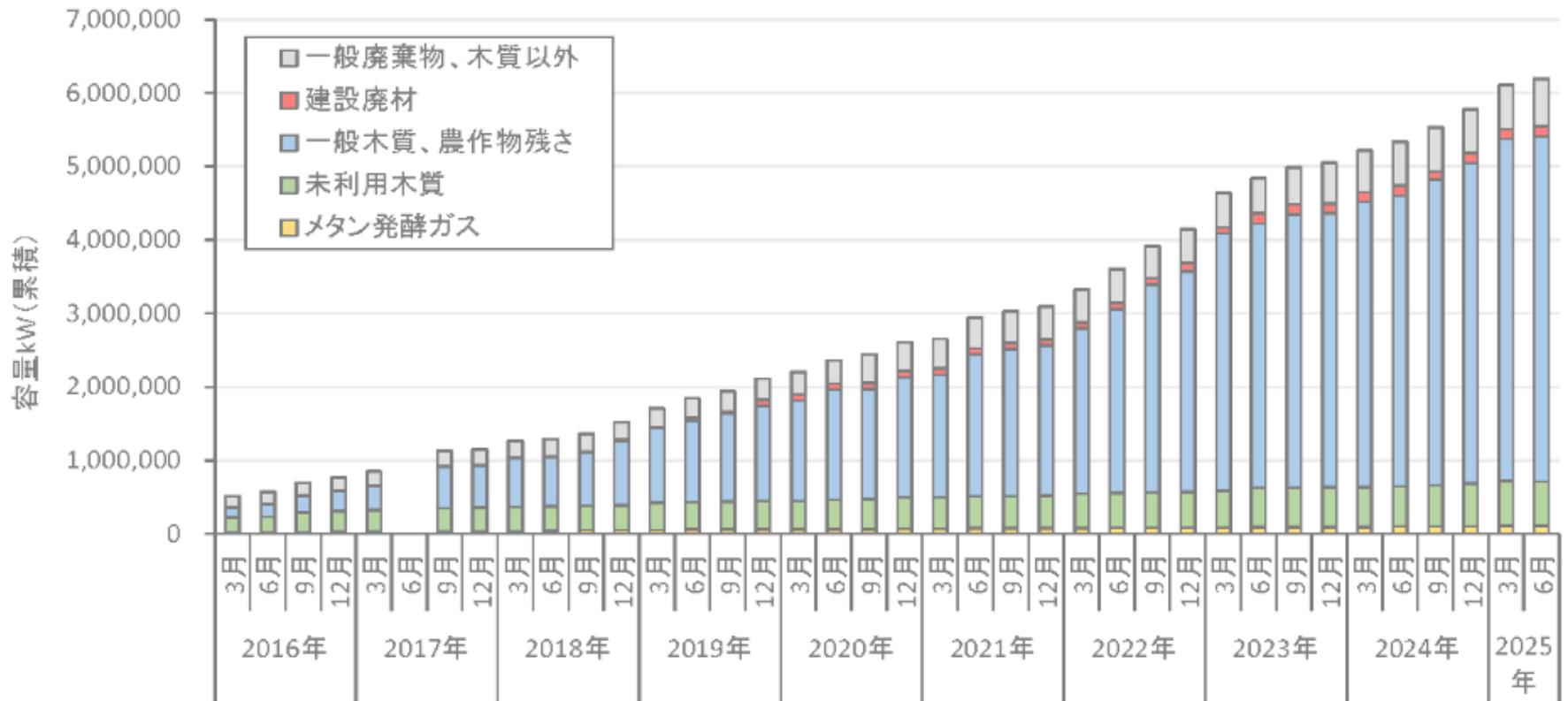


一次エネルギー―再生可能エネルギーの推移



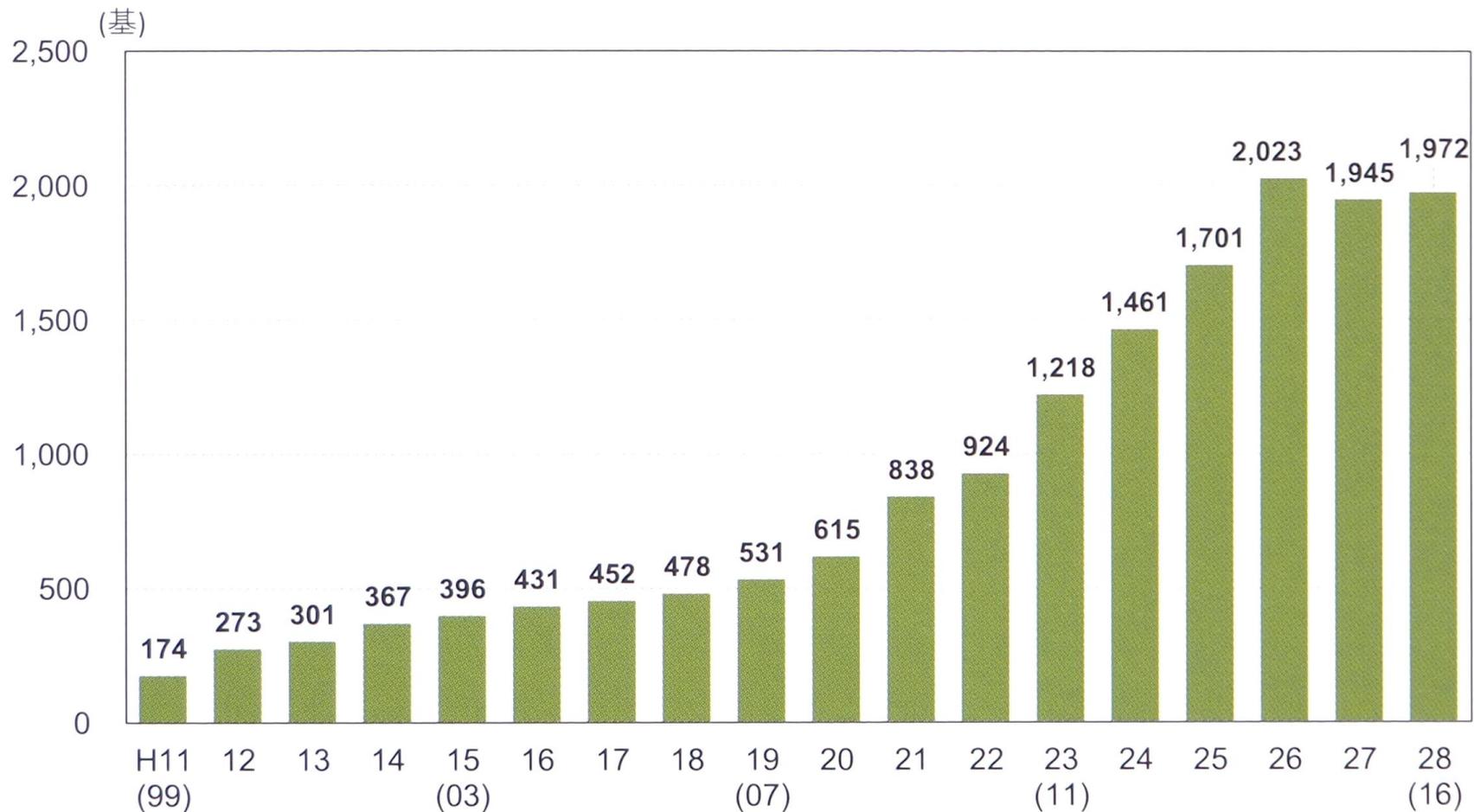
資源エネルギー庁：総合エネルギー統計2010～2022年度

FIT制度・バイオマス発電所新規導入容量の推移



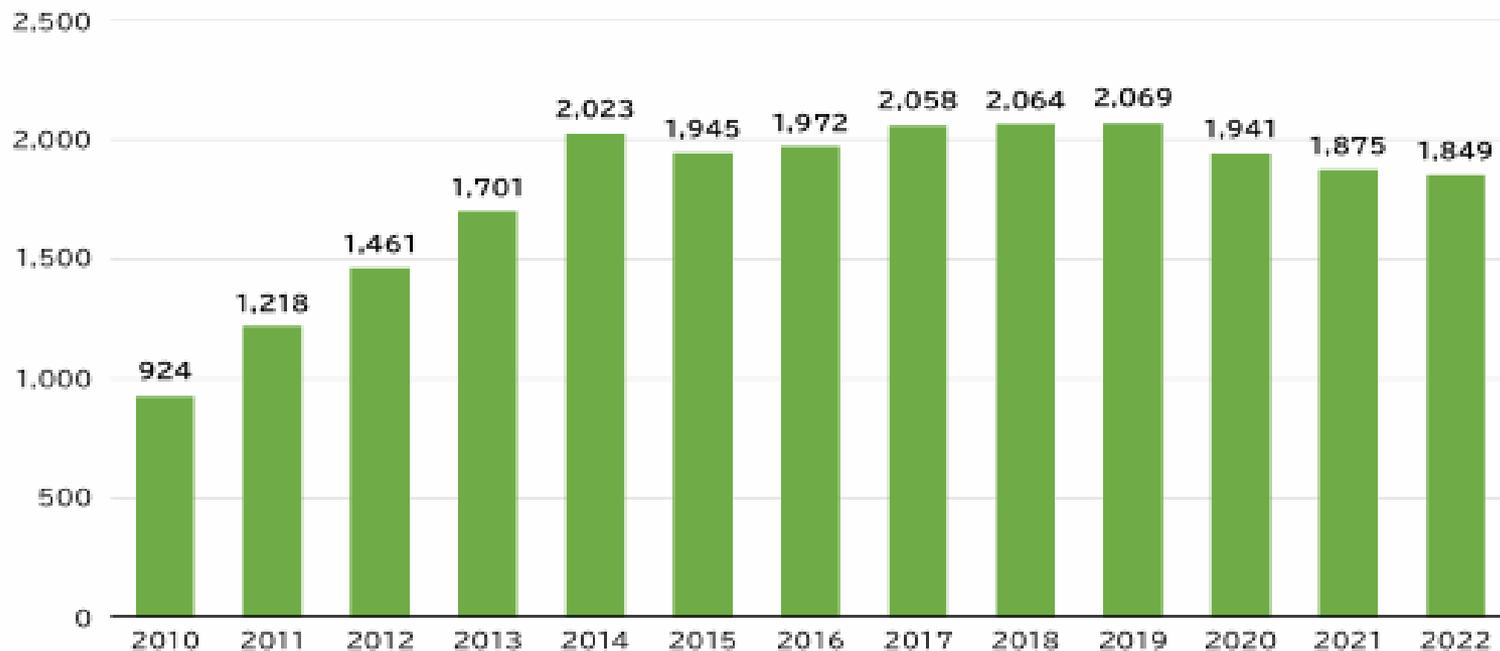
資源エネルギー庁「設備導入状況の公表」

木質資源利用ボイラー数



林野庁 2016年度

日本の一次エネルギー供給木質資源利用 ボイラー数(発電用を除く)



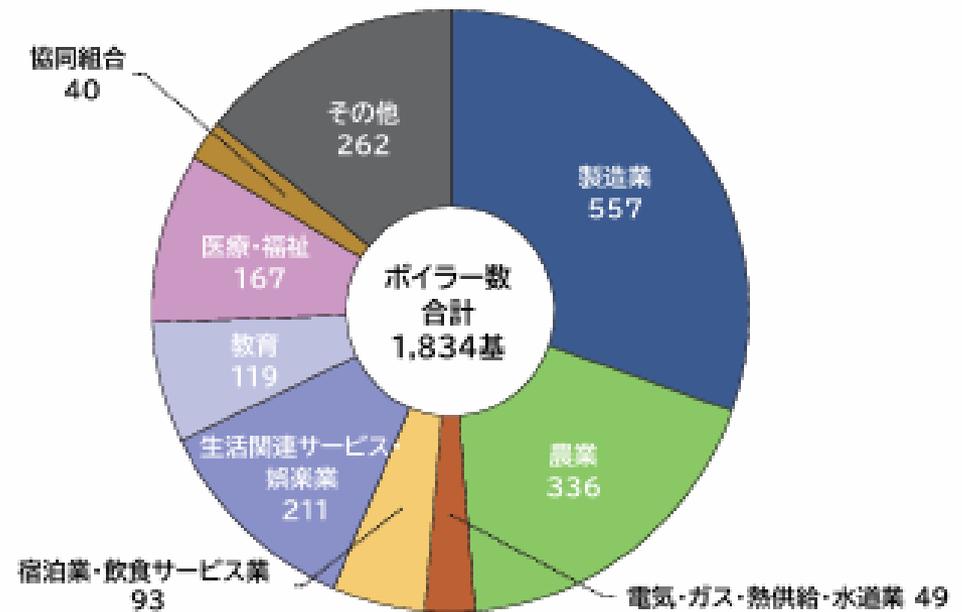
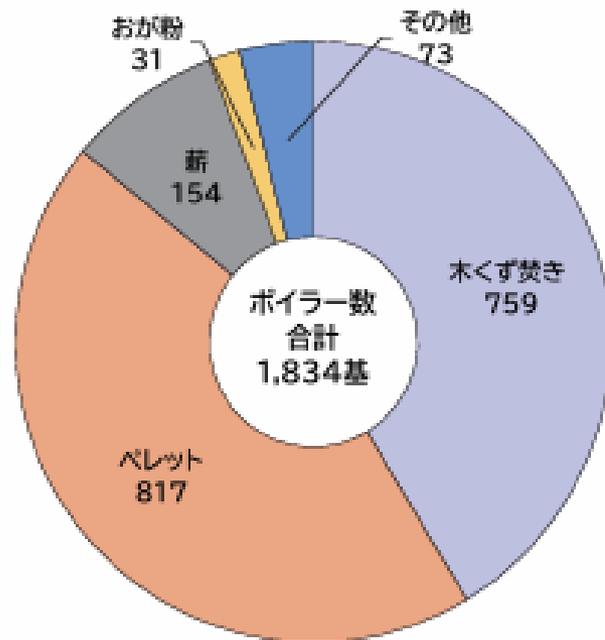
注1: 木くず、木材チップ、木質ペレット等を燃料とするもの合計

注2: 平成26(2014)年までは、各年度末時点の数値。平成27(2015)以降は、当年時点の数値

2014年までは林野庁木材利用課

2015年以降は林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」

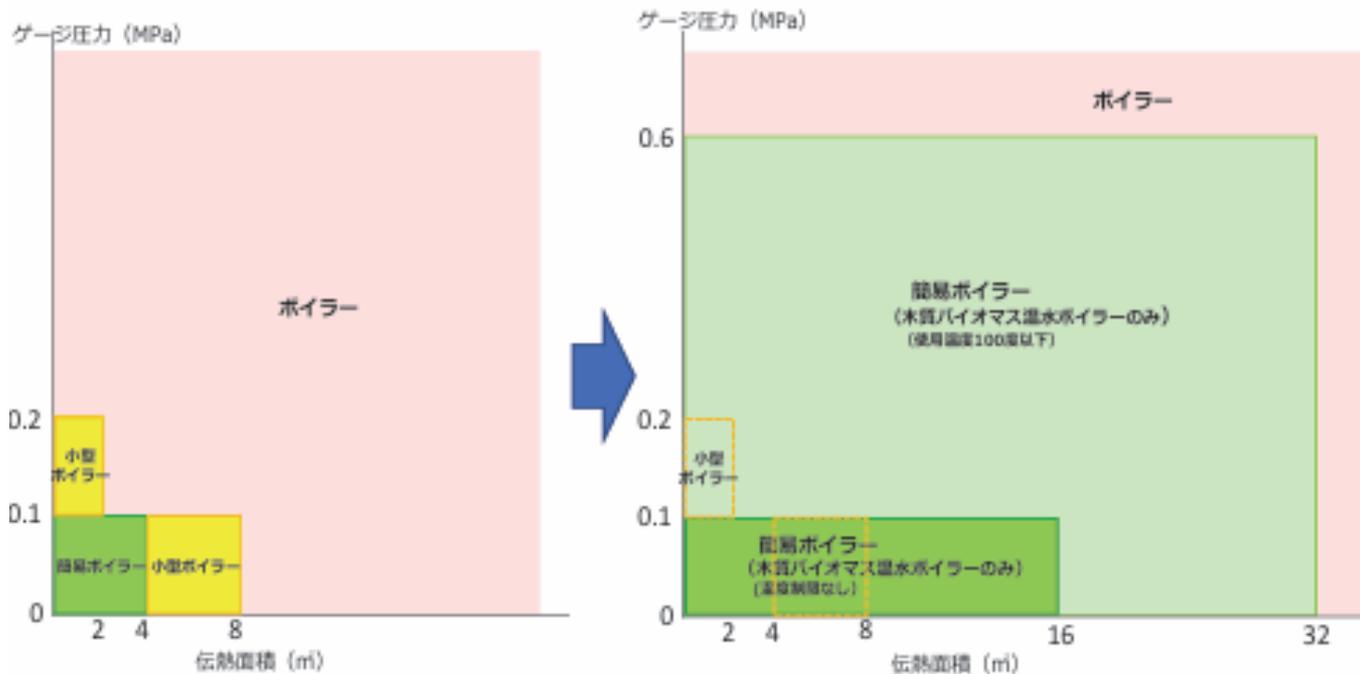
木質資源利用ボイラーの燃料・業種別内訳 (2023年度)



林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」

木質バイオマス温水ボイラーの規制緩和措置 (2022年)

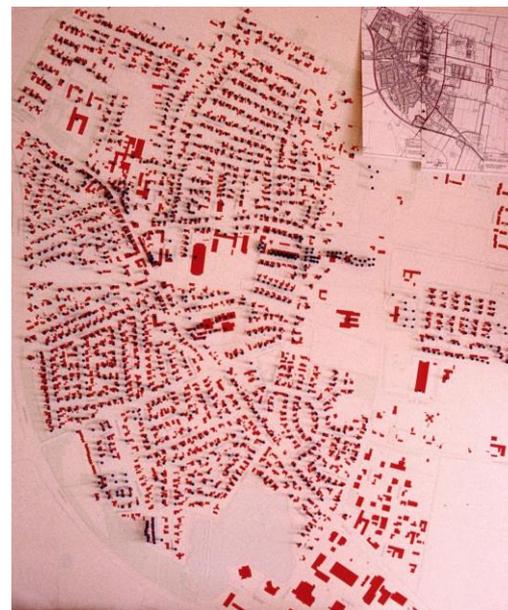
一定規模以下の木質バイオマス温水ボイラーはボイラー規制を受けない
簡易ボイラーとなる



厚生労働省「労働安全衛生法施行令の一部を改正
する政令案概要」からJWBA作成







デンマーク
District Heating Plant
北海道の面積の約半分
人口は同じくらい





スイス



スイス



スウェーデン



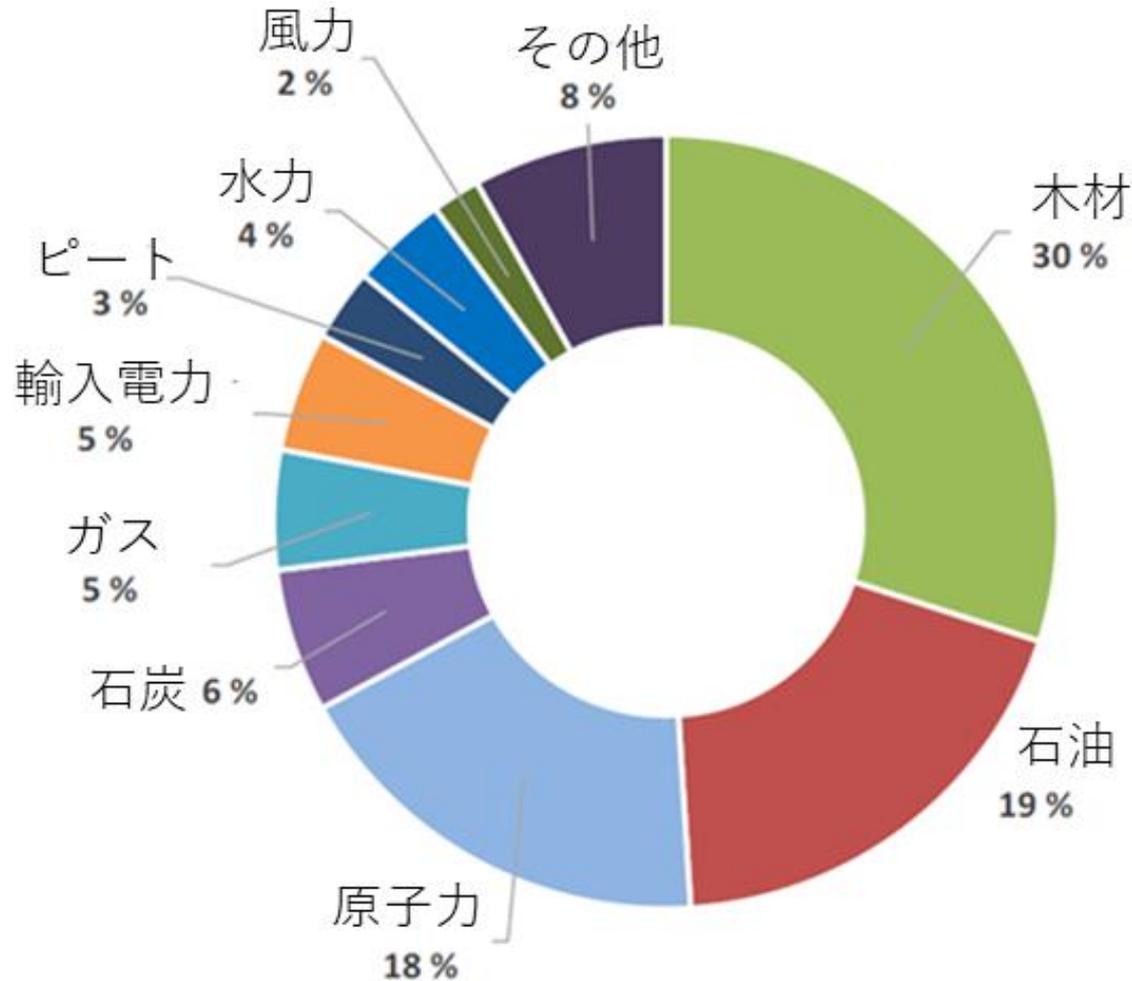
オーストリア



カナダ

A delivery agent bins pellets into small industrial client in Finland. 1 success in boosting its domestic public buildings for conversion from
 domestic pellet consumption same period from 500,000 1.8 million tonnes. The det in the residential heating m is expected to grow by a tonnes to 900,000 tonnes l
 Similar trends can be se Europe, where a combina ment incentives, public investment in appliance infrastructure has paid off i trends. In Germany for eu ket has increased exponen when a grand total of us

フィンランドの電力構成





Joensuu Biocoal 2024



フィンランドは**公共建築の**
3割が木造、地元素材を利用

<https://www.arcadia.fi/referenssit/lighthouse>

フィンランド GreenHub Forest Bioeconomy Cluster

教育研究機関
Research and Education

木材生産業
Wood production

林業
Forestry

製材業
Wood processing

バイオマス利用
Biomass utilization

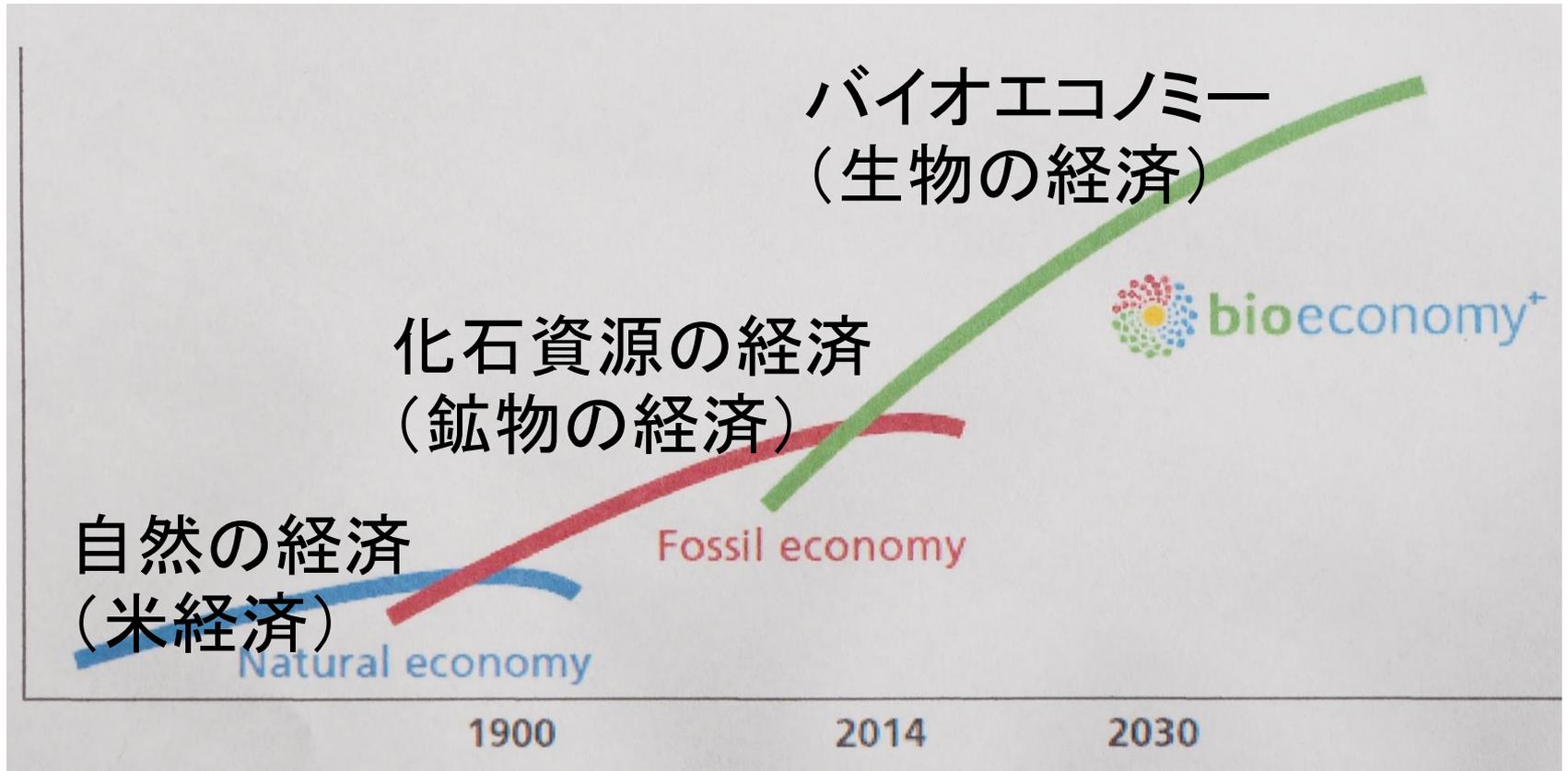
建築
Wood construction

ICT, AI, tech services
ICT services

林業機械
Forestry machinery

National networks
↕
International networks

GDP



Finnish Ministry of Employment
and the Economy

EU使い捨てプラスチック禁止法案 2018.10

ナイフ、フォーク、スプーン、箸、皿、ストロー
発泡スチロールの食品・飲料容器、カップ
オキシ分解性のプラスチック製品
綿棒





2016年11月16日

<http://www.forestbusinessnetwork.com/>

森林 = 再生可能循環資源

環境



健康



住



食



福祉

保健

