

林野庁 令和6年度第1次補正予算

燃油・資材の森林由来資源への転換等対策のうち

木質バイオマスエネルギー転換促進対策のうち

「SAF等調査支援」事業

（期間：2025年2月～2026年3月）

**SAF（持続可能な航空燃料）・家畜飼料・CNF等の  
新たな原料 木質バイオマス**

（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会

2026年3月18日

1. 調査の背景・目的
2. SAF (Sustainable Aviation Fuel : 持続可能な航空燃料) の概要
3. SAFの原料と生産プロセス
4. CORSIA適格燃料 (CORSIA Eligible Fuels : CEF) の概要
5. 木質由来家畜飼料の概要
6. 木質由来 高機能材料セルロースナノファイバー (CNF) の概要
7. 木材 (原木) ・木質バイオマス (チップ等) の 需給動向

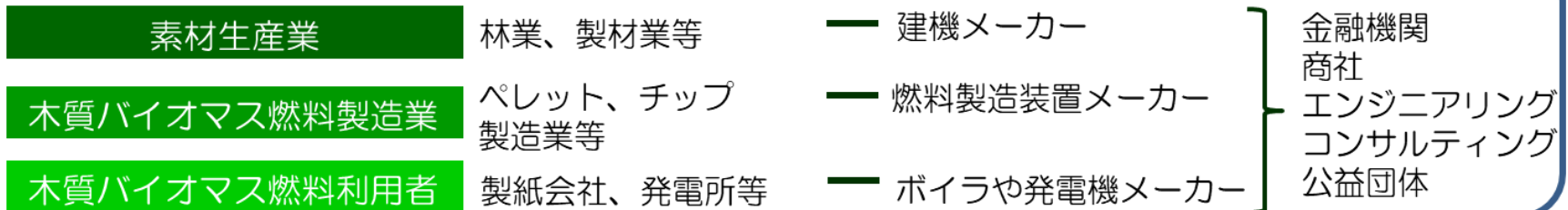
- 2012年7月、木質バイオマスのエネルギー利用に関係する団体、個人を会員とする「木質バイオマスエネルギー利用推進協議会」を設立。
- 林業、林産業の健全な発展に資する、バランスのとれた、木質バイオマスエネルギーの原料調達及び利用を総合的、戦略的に推進。
- 2015年6月、木質バイオマスのエネルギー利用に関する期待の高まりとともに、エネルギー利用の更なる発展を図るため、「一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会」とした。

【会 長】 酒井秀夫 東京大学名誉教授

【活動内容】

- 木質バイオマスエネルギー利用の関係事業化促進のための提言・提案の策定
- 再生可能エネルギー固定買取制度に対する適切な対応方策の検討
- 木質バイオマスエネルギー利用促進における個別技術の課題の整理と対応方策の検討
- 木質バイオマスエネルギー利用の事業関係者ほか関連事業者の連携協調・意見交換の促進
- 木質バイオマスエネルギー利用に関する情報の調査・収集整理と情報発信
- 木質バイオマスエネルギー利用促進のためセミナー等の開催、普及啓発活動

【会 員】 107団体・109個人・142自治体



## ■目標

- ・2050年カーボンニュートラルの達成
- ・国内森林資源の有効活用と資源配分の最適化

カーボンニュートラル実現に向けて木質バイオマスの利用は重要  
しかしながら、

- ・木質バイオマス発電の燃料材需要が拡大し、燃料材の供給不足も散見
- ・長期的にはFIT/FIP調達期間終了後の発電向け燃料材需要は不透明
- ・木質バイオマス熱利用分野での燃料材需要も今後拡大する見通し

## 「固体燃料」以外の新たな需要拡大の可能性

航空分野の脱炭素化

SAF（持続可能な航空燃料）

酪農・畜産向け

家畜飼料

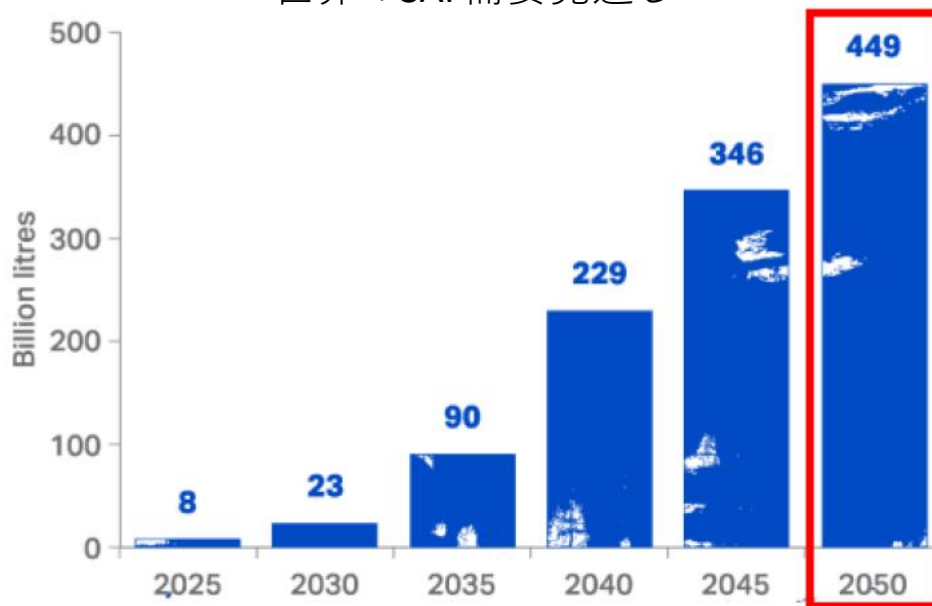
高機能材料  
セルロース  
ナノファイバー  
(CNF)

国内における、これら新たな分野に向けた木質バイオマスの適用の可能性、需要及び供給ポテンシャル、について調査

## 2. SAF (Sustainable Aviation Fuel : 持続可能な航空燃料) の概要

- ・航空分野では、国際的な温室効果ガス（GHG）低減に向けて2021年10月にIATA（国際航空業界団体）、2022年10月に**ICAO（国際民間航空機関）**において、2050年カーボンニュートラル達成の目標を合意。
- ・この目標達成手段の一つとして、**SAF（Sustainable Aviation Fuel：持続可能な航空燃料）**の需要拡大が見込まれる。
- ・2025年時点の世界のSAF供給量は、約190万kL（世界のジェット燃料供給量の0.6%程度）であり、2050年にネットゼロを達成するために必要なSAFの量は、**4.5億～5億kL**程度と推計されている。

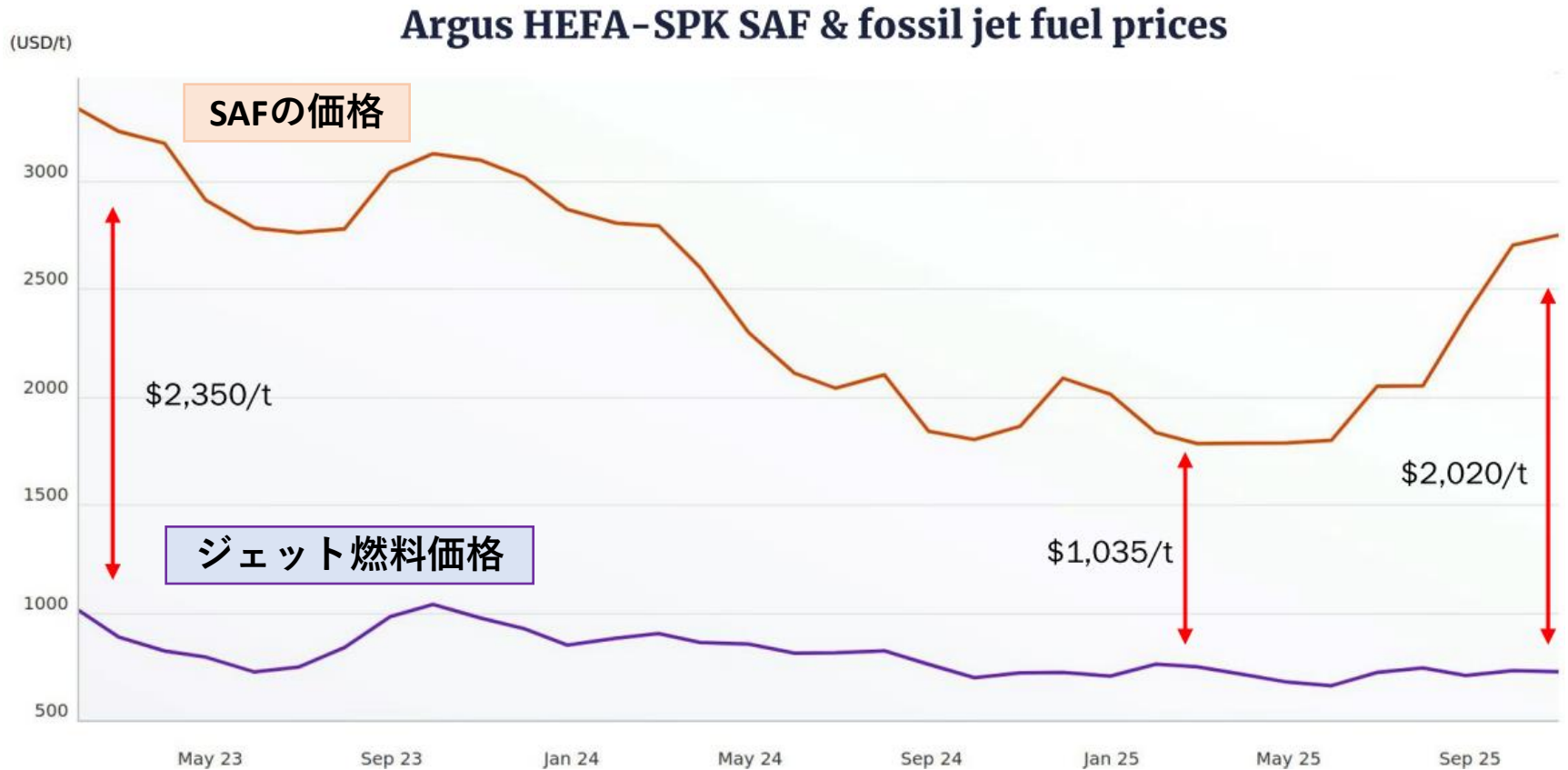
<世界のSAF需要見通し>



出典：IATA Net zero 2050:  
sustainable aviation fuels

# 近年のSAF価格の動向

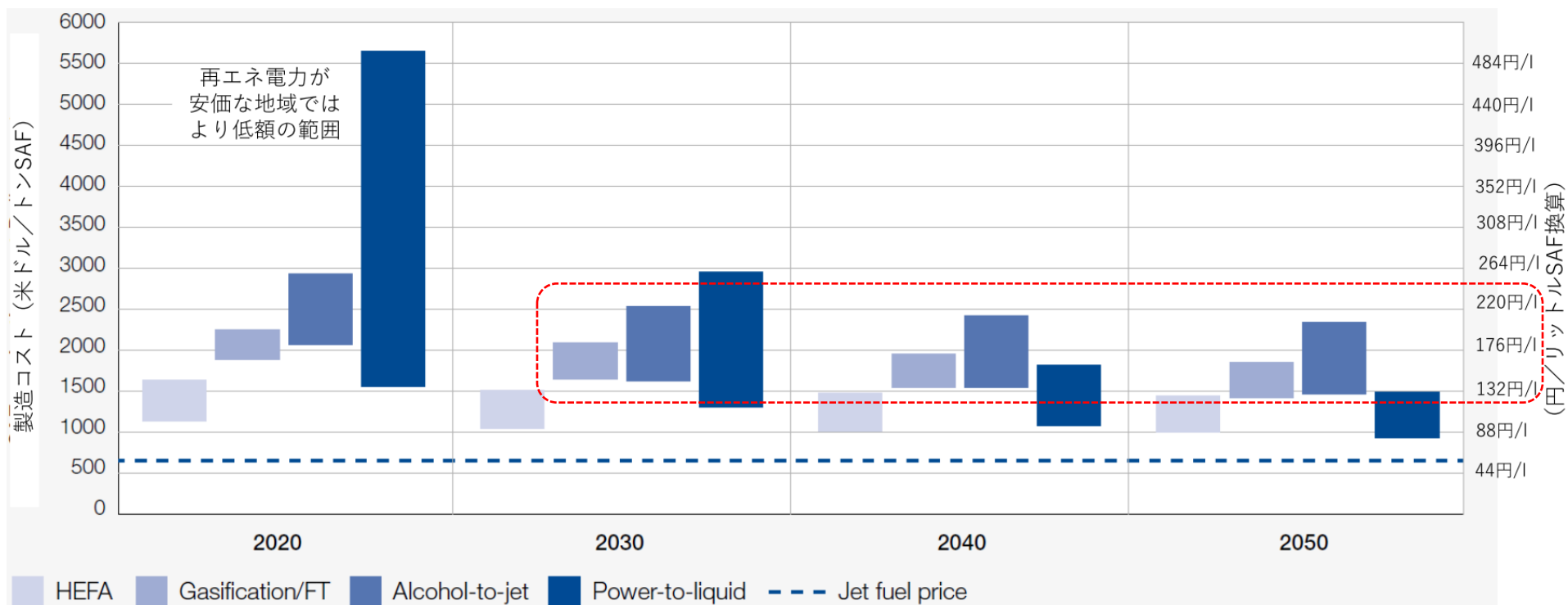
- ・現時点のSAFの価格は、従来からの化石燃料由来ジェット燃料と比べ、数倍程度の高価格。原料や製造技術によっては、10倍以上の高価格。高いコストがSAFの普及の障壁となっている。



出典：APAC SAF Outlook 2025

# 将来的なSAFのコストの見通し（世界全体）

- 世界経済フォーラムの報告書「Clean Skies for Tomorrow Sustainable Aviation Fuels as a Pathway to Net-Zero Aviation」（運輸総合研究所「我が国における SAF の普及促進に向けた課題・解決策」）によれば、将来的にはSAFの大幅なコストダウンが期待されるが、（炭素価格無しでは）化石燃料ジェット燃料と並ぶことはないと考えられている。

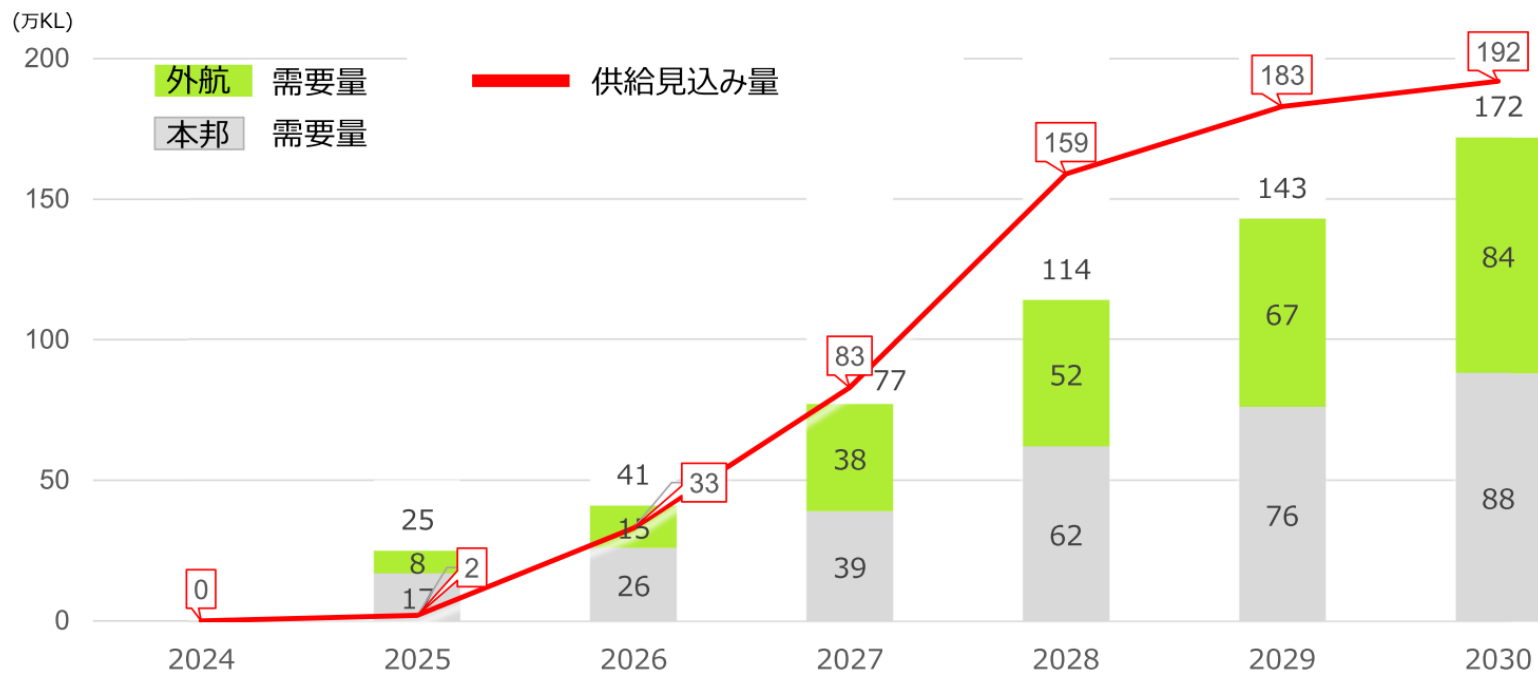


※上記グラフは1ドル110円で換算  
 ジェット燃料の比重は0.775~0.840 kg/L

出典：運輸総合研究所

「SAFの導入促進に向けた官民協議会」によれば、  
**2030年**における国内のSAFの需要量は**172万kL**（国内のジェット燃料使用量の**10%**相当）。  
 2030年の供給見込み量は、石油元売り等のSAF製造・供給事業者における公表情報等から  
 積み上げ、約**192万kL**となる見込み。

<国内におけるSAFの利用量・供給量の見通し>



出典：SAF導入促進官民協議会

# エネルギー供給構造高度化法におけるSAFの供給目標量

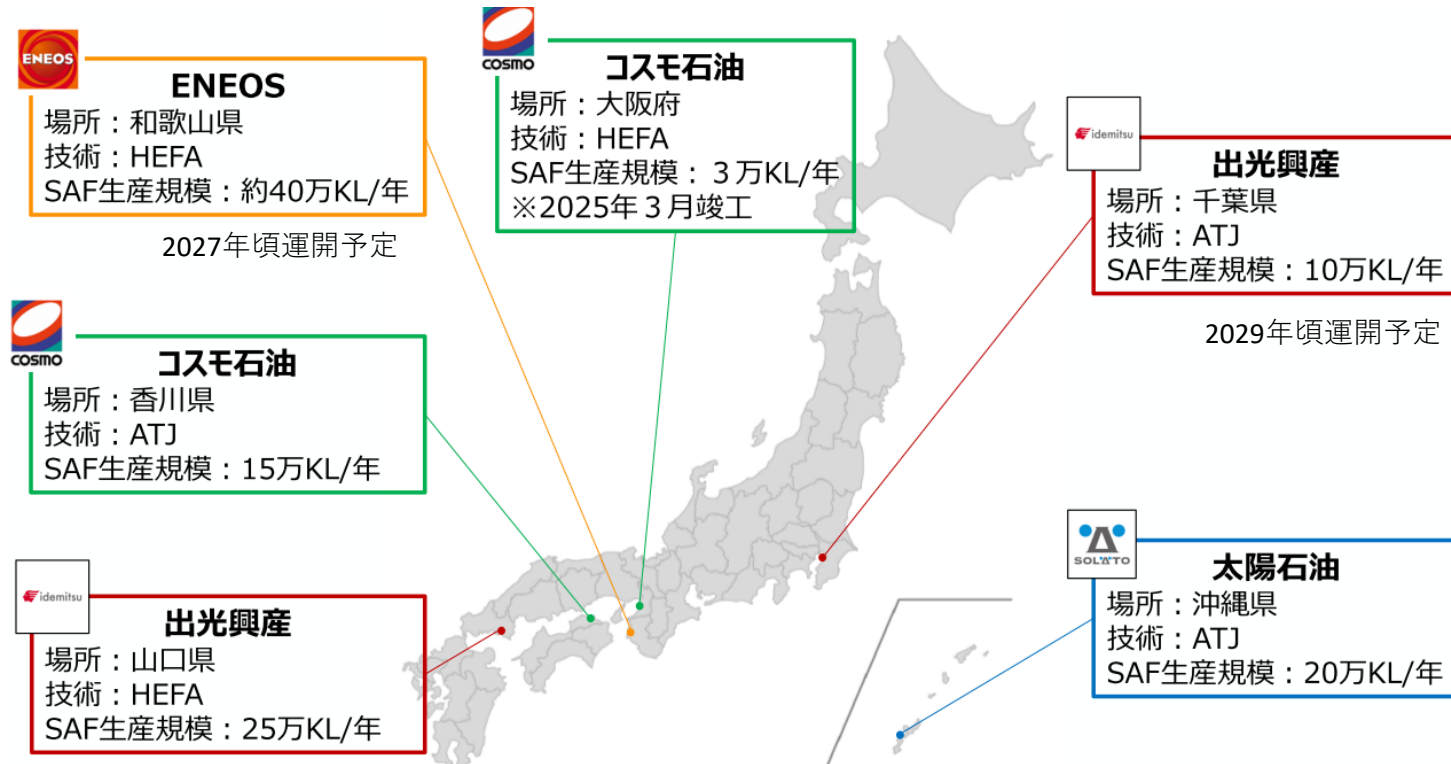
<b>1. 供給目標量</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>SAFを巡る国際動向や、我が国において需要側のニーズも踏まえつつ、必要なSAFの供給体制を整えるとともに、単なるジェット燃料からSAFへの置き換えに留まらず、将来的なe-SAFの普及も含めたより炭素削減価値の高いSAF供給を促すため、<b>対象期間におけるSAFの供給目標量を「2019年度に日本国内で生産・供給されたジェット燃料のGHG排出量の5%※相当以上」とする。</b> ※2019年度に日本国内で生産・供給されたジェット燃料×SAFの混合率10%×GHG削減効果50%相当</li></ul>
<b>2. SAFの定義</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>SAFの品質規格、対象製法</b>は、国際標準に準じて、標準化団体のASTM Internationalが定める燃料規格である<b>ASTM D7566、D1655の規格を満たすもの</b>とする。</li></ul>
<b>3. 対象期間</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>2030～2034年度の5年間</b>とする。</li><li>2035年以降の目標については、今後、ICAOなどの国際的な動向等を踏まえて検討・設定することとする。</li></ul>
<b>4. 対象事業者／個社への目標割当量の方法</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>一定数量のジェット燃料製造・供給実績のある者を対象とするため、<b>年間10万kL以上のジェット燃料製造・供給事業者</b>とする。</li><li>個社への目標割当量の方法は、国内のジェット燃料生産量平均値の総和に対して、個社が占める生産量平均値の割合に応じて目標量を割り当てることとする。</li></ul>
<b>5. 目標達成における柔軟性措置</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>市場黎明期の現状においては、将来的な事業計画の変更等の可能性も考慮し、<b>目標達成における柔軟性措置</b>（例：事業者の責に因らない事情については目標量を引き下げ）<b>を設ける</b>こととする。</li></ul>
<b>6. その他計画的に取り組むべき措置</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>より炭素削減価値の高いSAFの供給拡大を促すため、<b>SAFのGHG削減率を50%以上目指す</b>ことや、<b>SAF原料及びSAF製造技術の開発や推進に関する努力規定</b>を設けることとする。</li></ul>

# SAF 国内商用プラントの稼働・計画（2030年頃まで）

- ・現時点、公表されている国内のSAF商用プラントは下図のとおり。**6プラント**合計で**113万kL/年**。HEFAとATJ（第1世代エタノール※）のみであり、ガス化FT合成やコプロの計画はない。

※一部、第2世代エタノールの実証あり

各プラントは**年間数万～数十万kL**の生産規模であり、コスト面ではこの程度の規模が必要。

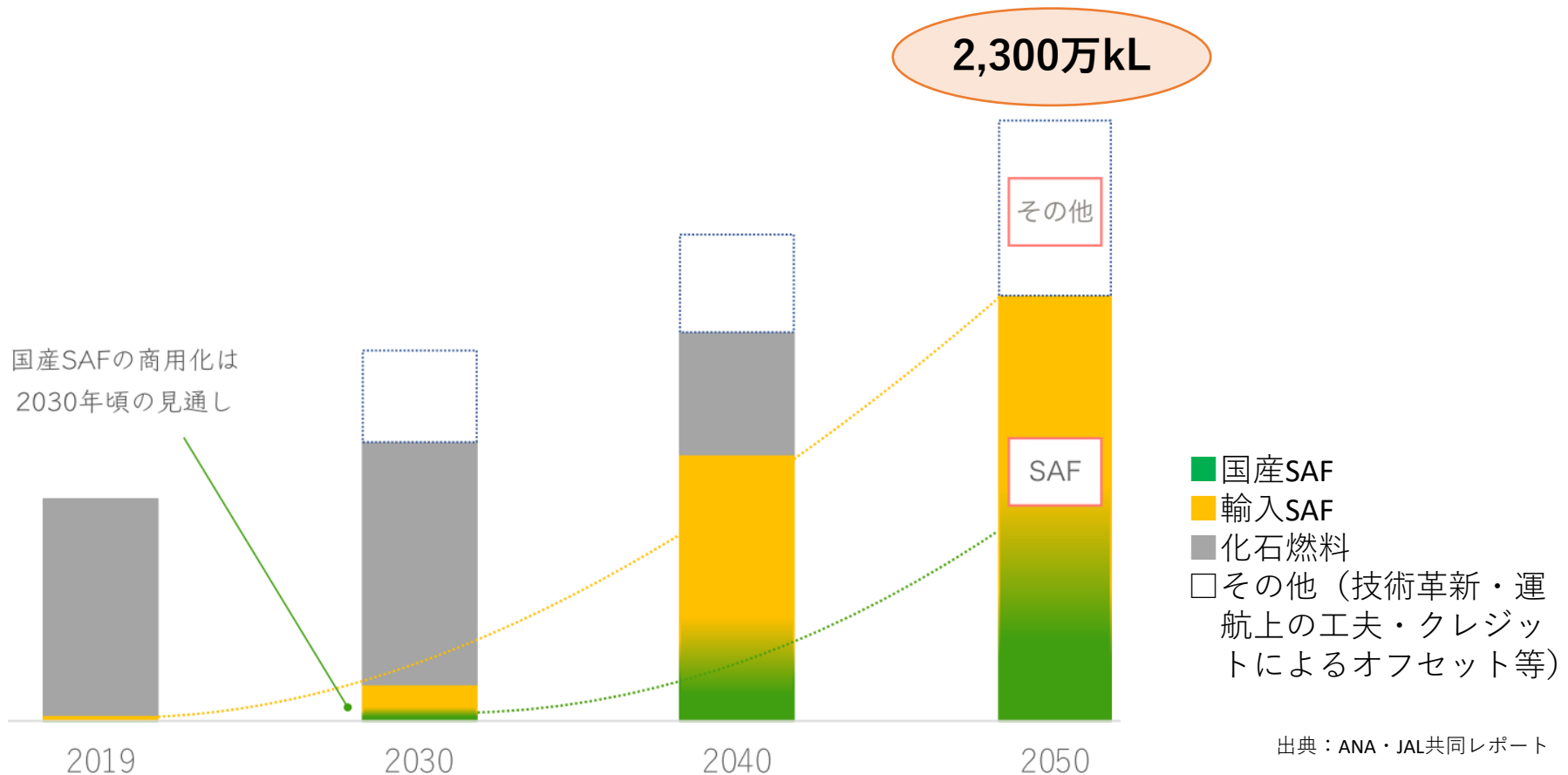


出典：NEDO

# 2050年 日本のSAF需要の推計

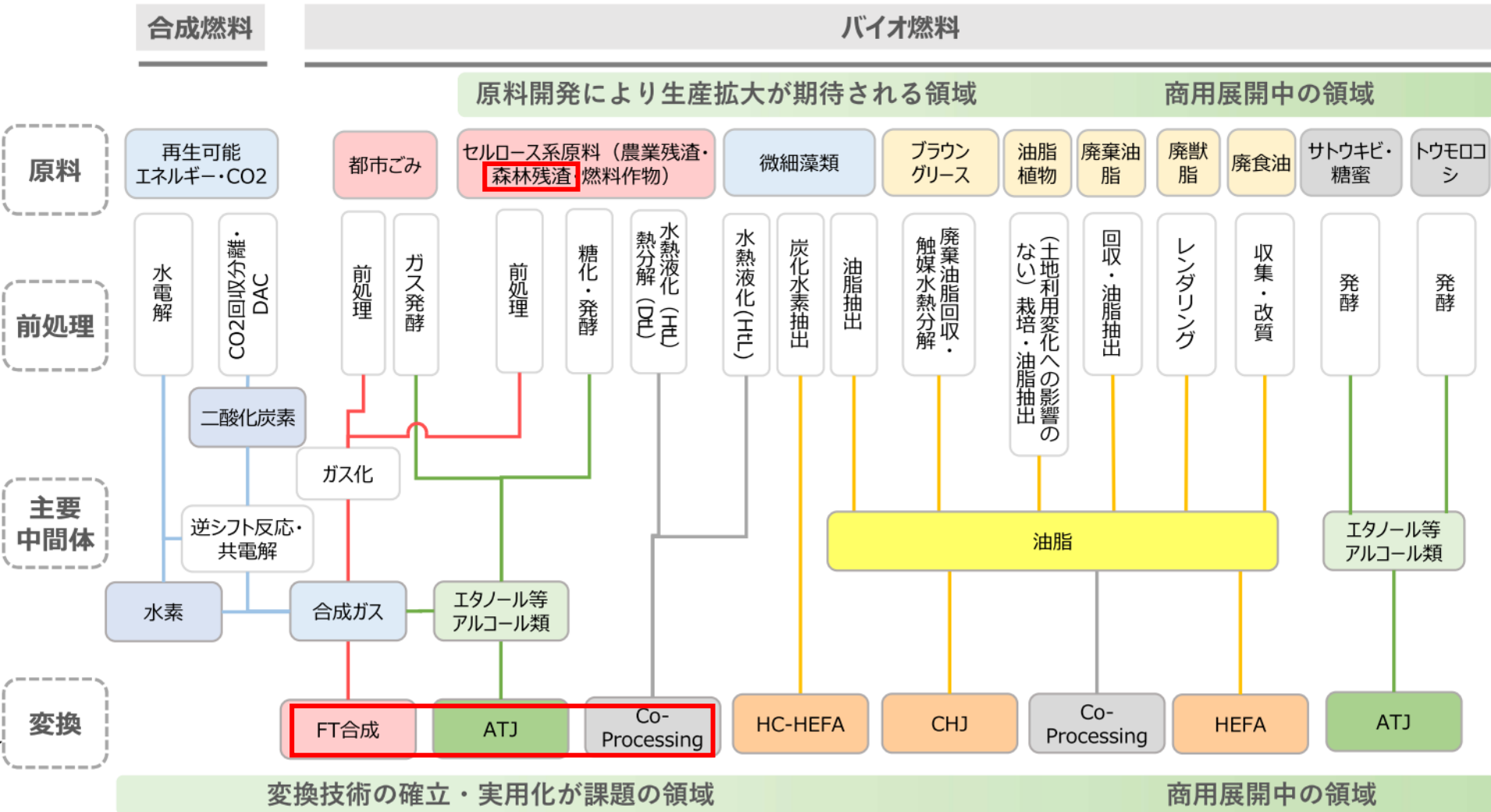
■ ANA・JAL共同レポート（2021年10月）

・ 2050年に日本の航空分野でCO2実質ゼロの達成に必要なとなるSAFの量は約**2,300万kL**と試算。



### 3. SAFの原料と生産プロセス

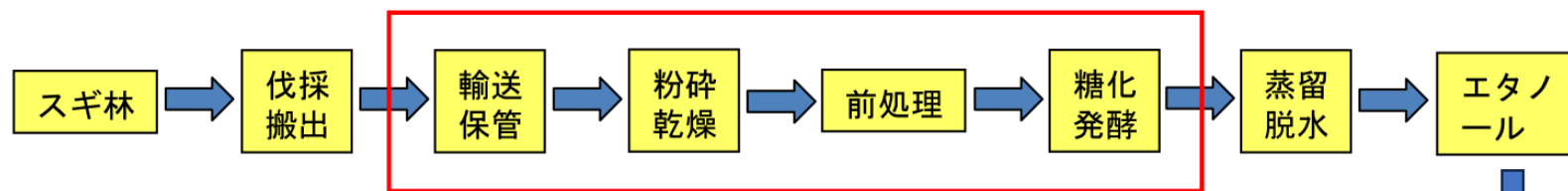
# SAF原料と製造プロセスの主な組み合わせ



出典：NEDO

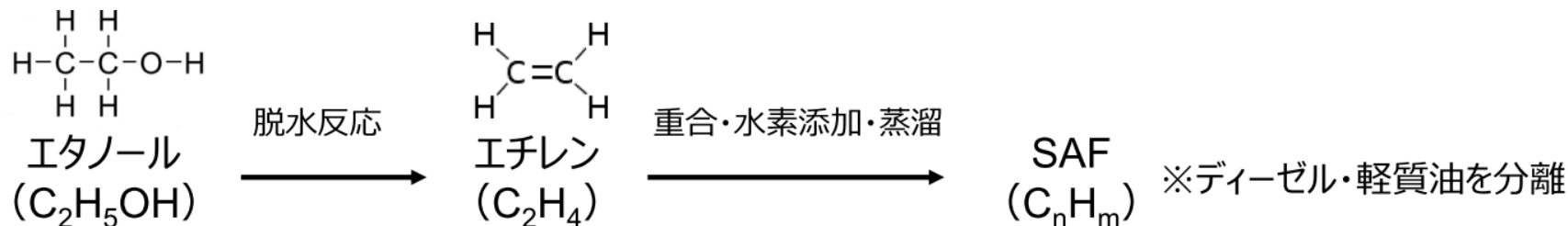
# 「ATJ」によるSAF製造プロセスの概要

- **ATJ (Alcohol To Jet)** とは、サトウキビやトウモロコシなどの可食植物（第1世代）や木質・森林残渣・農業残渣などの非可食植物（第2世代）から作られた**バイオエタノール**を原料とし、エタノールを脱水してできるエチレンを重合させてジェット燃料と同等のSAF ( $C_nH_m$ ) を製造する技術。



出典：森林総研

典型的には、パルプ工場で生産されたエタノールを、石油精製工場へ輸送と予想。



出典：経産省

- 木材からエタノールを製造するには、リグニンを除去する必要があるが、工業的に確立された製造法による**パルプ**は有力な原料候補である。

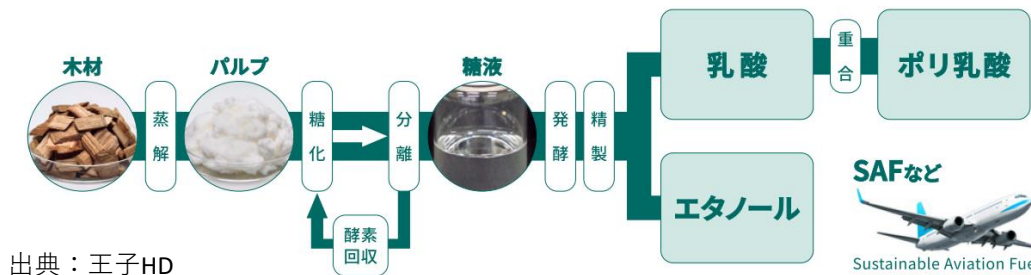
- ・現時点公表されている木質バイオマス由来エタノール等の国内の主な量産プラント／構想は以下のとおり。（※パイロットプラントを除く）  
一部は確定的な計画ではなく、数量や時期は変わり得る。
- ・エタノール→SAFの転換率は5割程度なので、SAF生産量はこの半分程度となる。

◆日本製紙、Green Earth Institute等  
2030年頃をターゲットに、年産**数万kL以上のバイオエタノール**生産

◆大王製紙  
2030年に年間**数万kL**規模の商用設備の稼働を目指す

◆住友林業・レンゴ  
2027年までに**エタノール年間2万kL**の商用生産を目指す

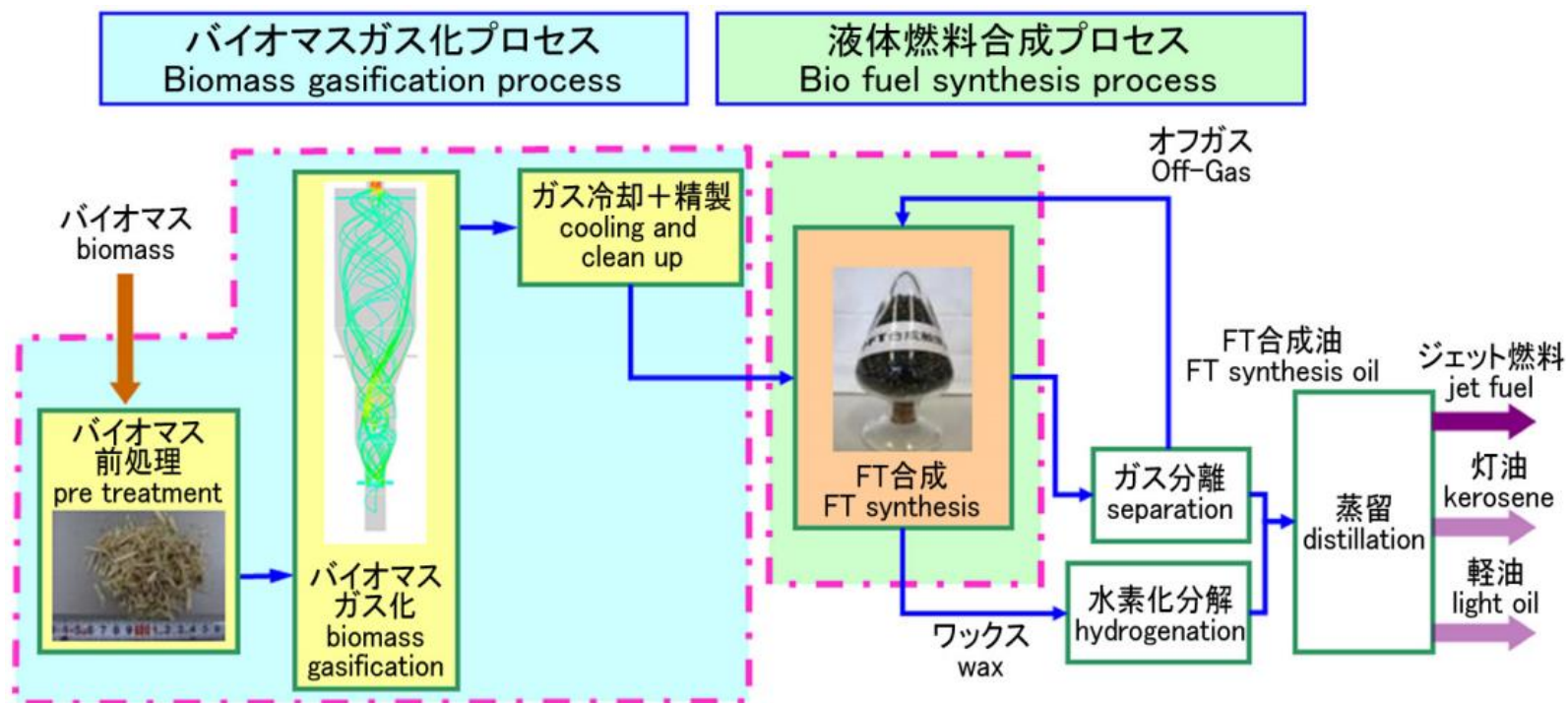
◆王子HD  
2030年時目標：**エタノール10万kL**、糖液を20万t供給  
※ただしSAFに限定せず、糖液、エタノール、ポリ乳酸など複数の出口を想定しており、  
エタノール10万kLは一つの目安



出典：王子HD

# 「ガス化・FT合成」によるSAF製造プロセスの一例

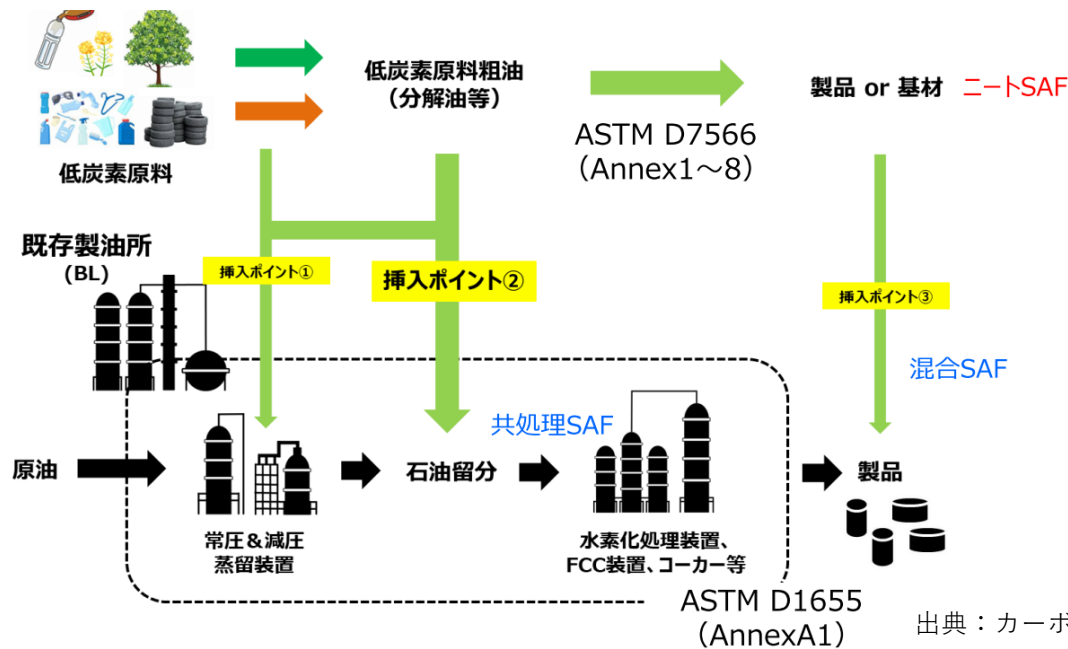
- ・ 粉砕した木質チップ等をガス化炉に投入し、H<sub>2</sub>とCOを主成分とする合成ガスを製造。合成ガスを原料として、FT合成により合成粗油を製造。合成粗油は、蒸留によりジェット燃料（SAF）や灯油、軽油等を製造。
- ・ バイオマスの前処理、バイオマスのガス化、合成ガスの精製、合成ガスのFT合成、水素化分解、異性化からなる。



出典：SAF導入促進官民協議会

# Co-Processing (共処理) SAF

- ・ ニートSAF (※) 専用の製造装置は高額であり、導入にも時間を要する。
- ・ 既存の製油所装置において、廃食油や**木質バイオマス熱分解油**等を原油等と共処理 (Co-Processing) することにより製造する「**共処理 SAF**」がある。



※ニートSAF：  
従来ジェット燃料と  
混合する前の純粋なSAF

出典：カーボンニュートラル燃料技術センター

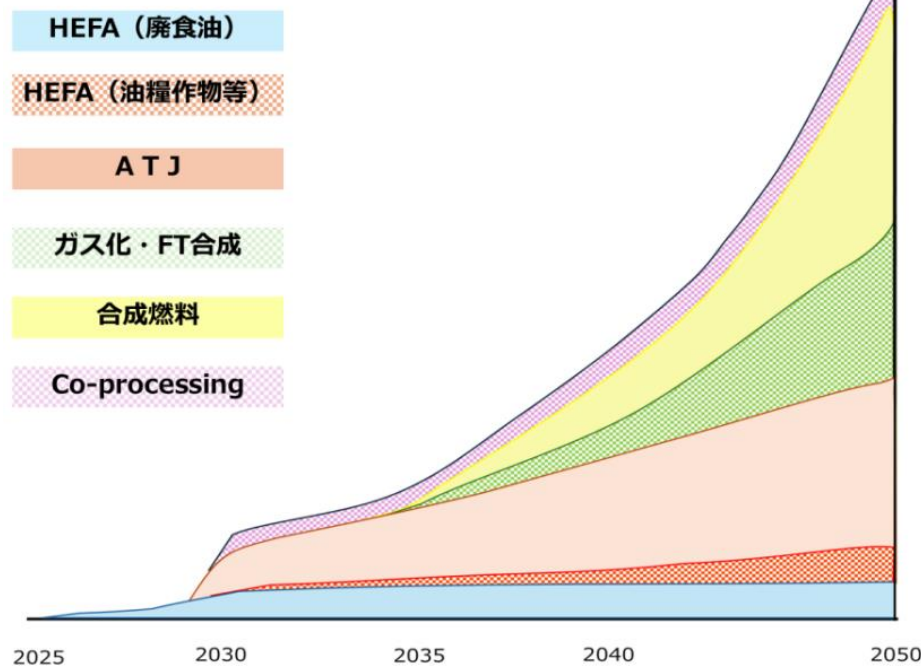
- ・ 共処理によるSAF製造はASTM D1655 AnnexA1に規程されており、使用できる原料、装置、最大混合率に制限がある。一部製法では、混合率の緩和を検討中。

変換プロセス	原料	最大混合率
従来製油所におけるエステルと脂肪酸の共水素化処理	石油と共処理された油脂グリース	5%
従来製油所におけるFT炭化水素の共水素化処理	石油と共処理されたFT炭化水素	5%
バイオマスの共水素化処理	—	10%

- ・ SAFの原料・製造技術(パスウェイ)は多様であるが、原則、製造コスト（実質コスト）の安い順に導入が進むと想定される。
- ただし、原料の供給量等に制約があるため、次第に高コストな製造技術・原料にシフトする。

- コスト順 ↓
- ≫ 2030年頃まで HEFA（廃食油）、ATJ（第1世代エタノール）
  - ≫ 2030年頃以降 HEFA（油糧作物等）、ATJ（第2世代エタノール）、Co-processing
  - ≫ 2035年頃以降 ガス化FT合成（セルロース系）、合成燃料

SAF製造プロセスと供給可能性のイメージ



出典：NEDO。ただしNEDOではSAF需要に関する独自試算は行っておらず、文献調査等による取りまとめのみ。（左図もあくまでイメージであり、数値根拠があるわけではない）

- ・ 現在、ニートSAFの品質規格を規定しているのは、標準化団体のASTM Internationalが定める燃料規格である「**ASTM D7566**」であり、SAFの原料と製造方法の組合せによりAnnexに分類され、Annex毎に従来燃料との混合上限比率を規定。
- ・ D7566に合致すれば、ジェット燃料の国際規格ASTM D1655に適合したと見なされる。

ASTM D7566	製造技術	従来燃料との混合上限
Annex 1	Fischer-Tropsch法により精製される合成パラフィンケロシン (FT-SPK)	50%
Annex 2	植物油等の水素処理により精製される合成パラフィンケロシン (Bio-SPK又はHEFA)	50%
Annex 3	発酵水素化処理糖類由来のイソ・パラフィン (SIP)	10%
Annex 4	非化石資源由来の芳香族をアルキル化した合成ケロシン (SPK/A)	50%
Annex 5	アルコール・ジェット由来の合成パラフィンケロシン (ATJ-SPK)	50%
Annex 6	Catalytic Hydrothermolysis Jet (CHJ)	50%
Annex 7	Hydrocarbon-HEFA (HC-HEFA)	10%
Annex 8	混合アルコールから製造されるアルコール・ジェット由来燃料 (ATJ-SKA)	50%

出典：SAF導入促進官民協議会

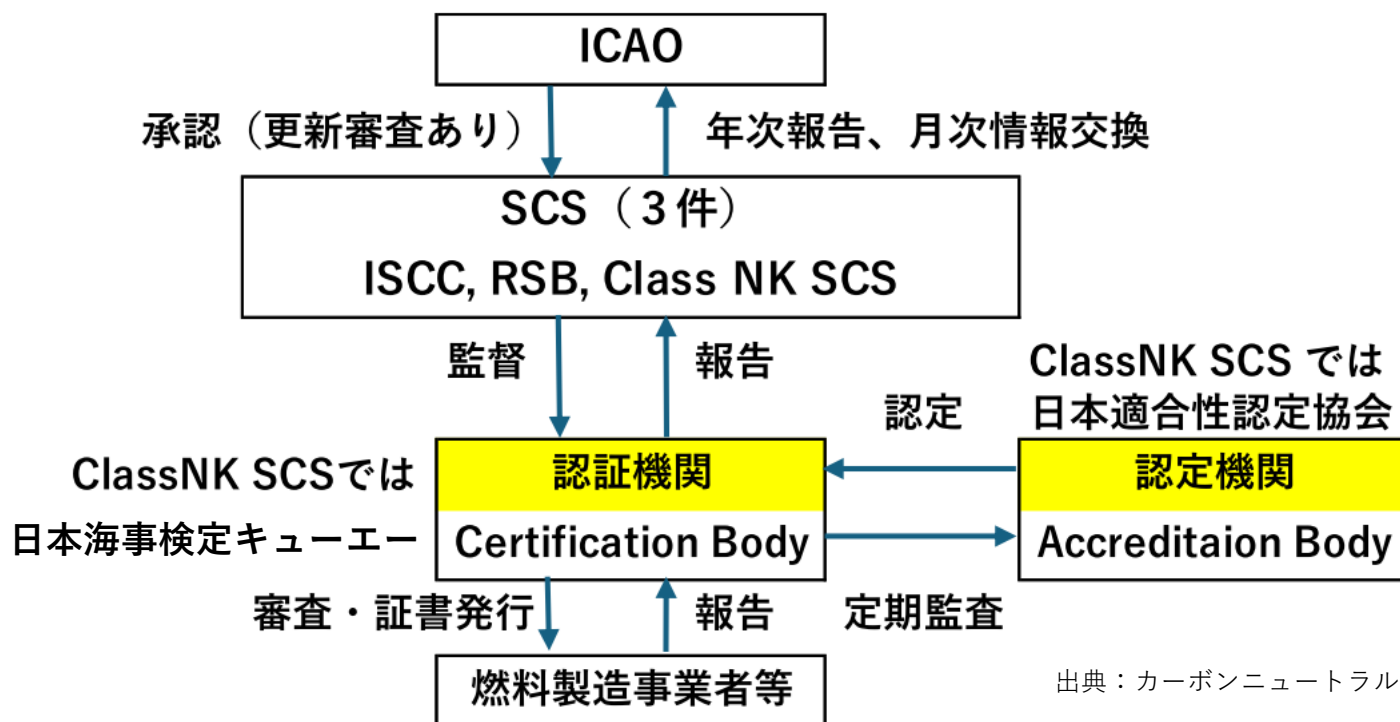
- ・ 木質バイオマスは、主に**Annex1**、**Annex5**、**8**の使用が想定される。

## 4. CORSIA適格燃料 (CORSIA Eligible Fuels : CEF) の概要

### ■CORSIA (国際航空のためのカーボン・オフセットおよび削減制度)

- ・CORSIAで用いるSAFを製造するには、CORSIA適格燃料 (CEF) であることを証明する基準に従って製造する必要があり、第三者認証機関によって審査・認証が行われる。
- ・ライフサイクルGHG削減 (ベースライン比最低限10%削減) の実現と、持続可能性基準を満たしていることが認証されることにより、製造されたSAFの環境面での品質 (排出削減効果) が認められる。

- ・ **CORSIA適格燃料 (CEF)** は、ICAOが承認する「持続可能性認証スキーム：Sustainability Certification Schemes (SCS)」による認証を取得する必要がある。
- ・ これまでSCSは、ISCCとRSBの2機関だけであったが、**日本海事協会 (ClassNK)** が3番目のSCSとして2024年10月に承認された。



出典：カーボンニュートラル燃料技術センター

# ICAO CORSIA持続可能性基準（2024年以降）①

テーマ	原則	基準
1. 温室効果ガス	CEFはライフサイクルベースで炭素排出量を削減すること。	基準1.1： CEFは、航空燃料のベースラインの値と比較して、 <u>ライフサイクルベースで少なくとも10%の正味の温室効果ガス削減を実現すること。</u>
2. 炭素ストック	CEFは高い炭素ストックをもつ土地から得られるバイオマスから作られていないこと。	基準2.1： CEFは、かつて原生林、湿地、泥炭地、サンゴ礁、海藻・海草地帯、河口などから転換された水界生態であった土地から2008年1月1日以降に転換された土地、かつ／もしくは原生林、湿地、泥炭地における炭素ストックの減少を引き起こすような土地から得られたバイオマスから作られていないこと。
		基準2.2： 2008年1月1日以降の土地利用変化を伴う場合には、IPCCの土地区分を用いて直接土地利用変化による排出量を算定すること。直接土地利用変化による排出量が、誘発土地利用変化による排出量のデフォルト値を超える場合には、直接土地利用変化による排出量で誘発土地利用変化による排出量のデフォルト値を置き換えること。
3. GHG 排出削減の持続性	CEFに適用されるGHG削減効果は永続的であること。	基準3.1： CCS活動によるCO2貯留の非永続性に関して、モニタリング・漏洩回避・漏洩の場合の補填等を行うこと。
4. 水	CEFの製造は、水質及び水の利用可能性を維持又は向上させるものであること。	基準4.1： 水質を維持又は向上させるための運用上の慣行を実施すること。
		基準4.2： 水を効率的に利用し、地表水又は地下水の資源が補充能力を超えて枯渇するのを防ぐための運用上の慣行を実施すること。
5. 土壌	CEFの製造は、土壌の健全性を維持又は向上させるものであること。	基準5.1： 土壌の健全性（物理的、化学的、生物学的状態等）を維持又は向上させるための原料生産又は残渣収集に係る農林業の最良の管理慣行を実施すること。
6. 大気	CEFの製造は、大気の質に対する悪影響を最小限に抑えること。	基準6.1： 大気汚染物質の排出を抑制すること。

出典： CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuel

# ICAO CORSIA持続可能性基準（2024年以降）②

テーマ	原則	基準
7. 生物多様性保全	CEFの製造は、生物多様性、保全価値及び生態系サービスを維持するものであること。	基準7.1：管轄する国が生物多様性、保全価値又は生態系サービスのために保護する地域から得られたバイオマスからCEFを製造しないこと。ただし、その活動が保護目的の妨げにならないことを示す証拠が提供される場合は除く。
		基準7.2：栽培された外来種及び改変された微生物が無秩序に広がるのを防ぐ目的で、侵略リスクの低い原料を選択して適切な管理を行うこと。
		基準7.3：管轄する国が生物多様性、保全価値、又は生態系サービスのために保護する地域に対する悪影響を回避するための運用上の慣行を実施すること。
8. 廃棄物及び化学物質	CEFの製造は、廃棄物及び化学物質使用の責任ある管理を推進するものであること。	基準8.1：製造工程から発生する廃棄物及び使用した化学物質が確実に保管、処理、廃棄されることを確保するための運用上の慣行を実施すること。
		基準8.2：農薬の使用を制限又は削減するための科学的根拠に基づく責任ある運用上の慣行を実施すること。
9. 地震及び振動の影響	該当なし (Low Carbon Aviation Fuel, LCAFのみが対象)	該当なし
10. 人権及び労働者の権利	CEFの製造は、人権と労働者の権利を尊重するものであること。	基準10.1：CEFの製造は、人権と労働者の権利を尊重すること。
11. 土地利用の権利及び土地利用	CORSIA SAFの製造は、土地の権利及び土地利用の権利（先住民の権利及び/又は慣習上の権利を含む。）を尊重するものであること。	基準11.1：CEFの製造では、既存の土地の権利及び権利を含む土地利用の権利（公式・非公式を問わず、先住民の権利を含む。）を尊重すること。
12. 水利用の権利	CEFの製造は、以前の公式又は慣習的な水利用の権利を尊重するものであること。	基準12.1：CEFの製造では、地域社会及び先住民社会の持つ既存の水利用の権利を尊重すること。
13. 地域及び社会の発展	CEFの製造は、貧困地域の社会的・経済的発展に寄与するものであること。	基準13.1：CEFの製造では、貧困地域において、事業の影響を受ける地域社会の社会経済的状況を改善するよう努めること。
14. 食料安全保障	CEFの製造は、食料不安のある地域における食料安全保障を促進するものであること。	基準14.1：CEFの製造では、食料不安のある地域において、直接影響を受けるステークホルダーの食料安全保障の向上に努めること。

CORSIAでは、副産物 (by-product) ・残渣 (residue) ・廃棄物 (waste) については、

- ILUC 排出量を考慮する必要がない。
- 原料栽培由来の排出量を考慮する必要がない。
- ポジティブリスト形式により原料が登録される。

「Forestry residues (森林残渣)」は残渣 (residue) に区分される。

CORSIAポジティブリスト (2024年10月)

Residues			By-products
Agricultural residues:	Forestry residues:	Processing residues:	
Bagasse	Bark	Crude glycerine	Palm Fatty Acid Distillate
Cobs	Branches	Cobs	Beef Tallow
Stover	Cutter shavings	Forestry processing residues	Technical corn oil
Husks	Leaves	Empty palm fruit bunches	Non-standard coconuts ***
Manure	Needles	Palm oil mill effluent	Poultry fat
Nut shells	Pre-commercial thinnings	Sewage sludge	Lard fat
Stalks	Slash	Crude Tall Oil	Mixed Animals fat
Straw	Tree tops	Tall oil pitch	<b>Waste</b>
		Wheat Starch Slurry*	Municipal Solid Waste **
			Used cooking oil
			Waste gases

Residue：経済価値がほとんどなく、供給に価格弾力性がない

By-product：経済価値があり、供給に価格弾力性がない

Waste：経済価値がなく、供給に価格弾力性がない

ILUC：誘発的土地利用変化によるGHG排出量。直接土地利用変化と間接土地利用変化とを含む

出典：CORSIA 適格燃料 登録・認証取得ガイド

- CORCIAでは、SAFのライフサイクルGHG排出量 ( $L_{CEF}$  : gCO<sub>2</sub>e/MJ) を  $L_{CEF} = \text{core LCA value} + \text{ILUC} - \text{emission credits}$  の計算式により算定する。

※ core LCA : 原料栽培から燃料燃焼までのライフサイクルGHG排出量

※ ILUC : 誘発的土地利用変化によるGHG排出量。直接土地利用変化と間接土地利用変化とを含む。

※ 化石由来ライフサイクルGHG **ジェット燃料 : 89 gCO<sub>2</sub>e/MJ**、航空ガソリン : 95 gCO<sub>2</sub>e/MJ

- ICAO文書ではcore LCAとILUC のデフォルト値を定めており、core LCA は、デフォルト値の使用もしくは事業者が自ら実測した排出量を使用可能だが、ILUCはデフォルト値の使用が必須要件である。ただし、副産物・残渣・廃棄物のILUCはゼロである。
- 現時点、ICAO文書では「Forestry residues」について、4つの製造技術についてcore LCA のデフォルト値を定めている。(※RegionはいずれもGlobal)

「Forestry residues」のcore LCA デフォルト値 (gCO<sub>2</sub>e/MJ)

製造技術	デフォルト値	ベースラインからの削減率
Gasification FT Fuel Conversion Process	8.3	▲91%
ATJ-SPK from Isobutanol Conversion Process	23.8	▲73%
ATJ-SPK from Ethanol Conversion Process		
Standalone conversion design	31.8	▲64%
Integrated conversion design	24.9	▲72%

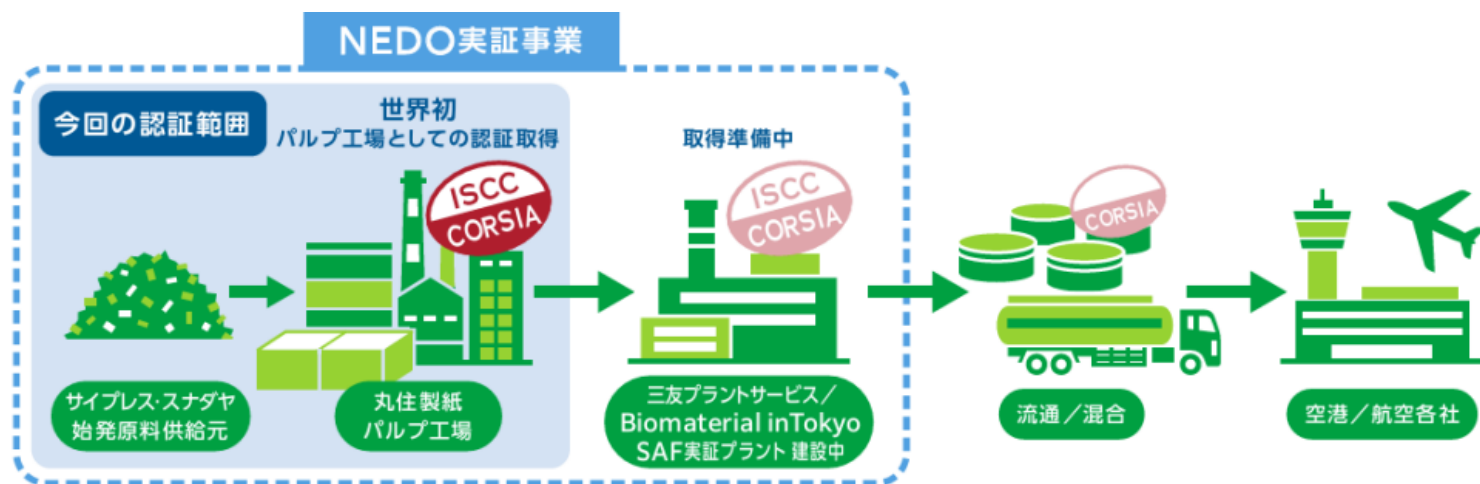
出典 : ICAO文書

※別途、早生樹ポプラについては、core LCAとILUCのデフォルト値が定められている。

## パルプからの国産SAFの一貫生産およびサプライチェーン構築実証事業

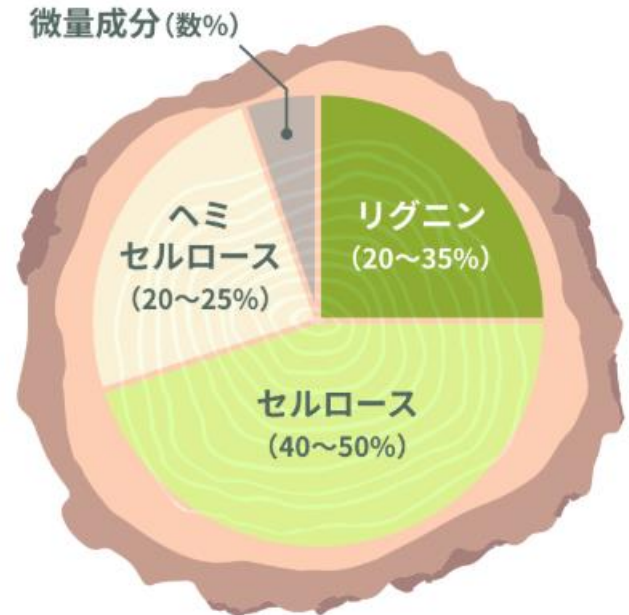
三友プラントサービス株式会社  
株式会社Biomaterial in Tokyo  
丸住製紙株式会社（委託先）

- ・ 事業期間：2022～2024年度
- ・ 10 kL/年SAF生産設備での実証実験 エチレン・ジェット燃料製造試験
- ・ 実証プラントの設計・設置（丸住製紙）
  - 2,000 kL/年のバイオエタノール生産プラント
  - 国産ニートSAF生産（150kL/年）プラント
- ・ 丸住製紙大江工場（愛媛県）が、パルプ工場として世界初のISCC-CORSIA認証取得



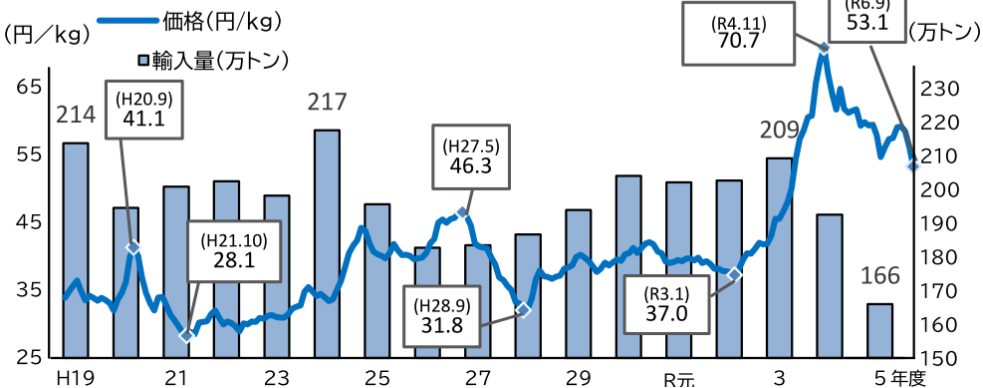
出典：Biomaterial in Tokyo

# 5. 木質由来家畜飼料の概要

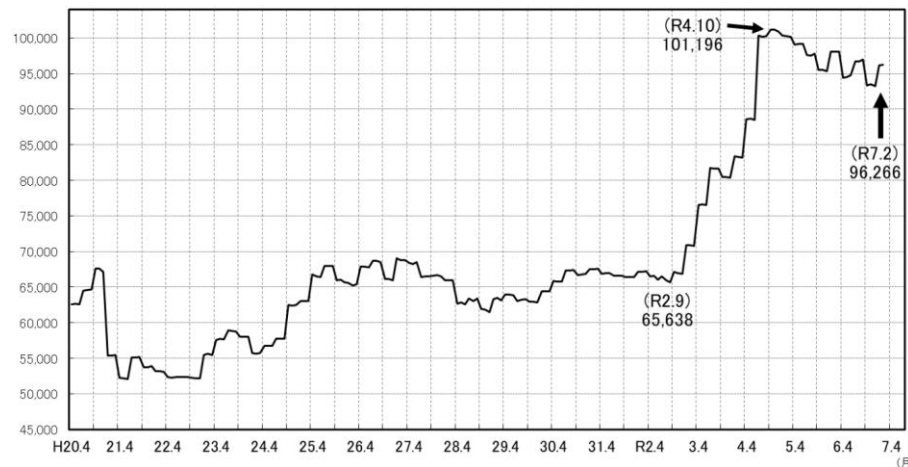


- 我が国の家畜飼料供給量は23,693千TDNトン（2023年度）  
 （※TDN（Total Digestible Nutrients）：家畜が消化できる養分の総量。  
 カロリーに近い概念。1TDNkg≒4.41Mcal）
- 飼料の内訳は、粗飼料が20%、濃厚飼料が80%（TDNベース）。  
 粗飼料：乾草、サイレージ（牧草、青刈りとうもろこし等）、稲わら等  
 濃厚飼料：とうもろこし、エコフィード、ふすま、大豆油かす等
- 自給率（TDNベース）は、粗飼料が80%、濃厚飼料が13%。
- 家畜飼養頭数（2024年2月）：乳用牛：131万頭、肉用牛：267万頭、豚：880万頭
- 飼料費が畜産経営コストに占める割合は高く、粗飼料の給与が多い牛で4～6割、濃厚飼料中心の豚・鶏で6～7割。

乾牧草の輸入量及び価格(通関価格)の推移



配合飼料工場渡価格の推移 (円/t)



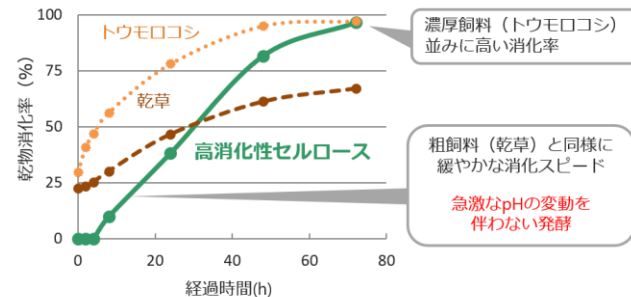
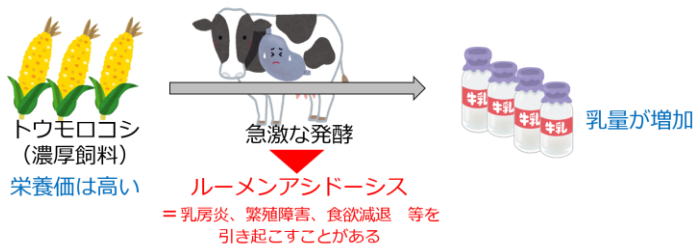
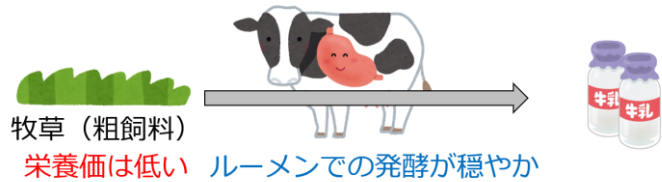
出典：畜産局飼料課

# パルプ由来家畜飼料 — 元気森森® (日本製紙)

- セルロース（多糖類）は栄養となるが、木材のセルロースはリグニンに覆われているため、家畜が消化できるセルロースは限定的。  
⇒ リグニンを取り除くことで消化しやすいセルロースとすることが可能

## ①製紙・パルプ工場におけるクラフトパルプ法

- 製紙会社のクラフトパルプを原料とした、高純度セルロース飼料。TDN95%
- 緩やかな消化速度で100%近く消化
- ルーメン（牛の第一胃）内のpH変動抑制、ルーメン内毒素のエンドトキシン活性を約50%低減



出典：日本製紙

## ■商品特長・使用メリット

- ・まずは「栄養」となることが大前提。（※蒸煮木質飼料等とは異なるカテゴリー）濃厚飼料（エネルギーが多く取れる）と粗飼料（消化が緩やか）双方の特長を併せ持つ。
- ・カリウムが少ない（近年の牧草はカリウム過多のため、Ca・Mg欠乏の原因となる）
- ・ビタミンAが少ない（肥育牛の肉にサシが入りやすく肉質向上）
- ・消化率の高い繊維という特長により、他のどのような飼料の代替（置き換え）も可能。あくまで部分的な置き換え。（給餌量全体の5～10%）  
畜産農家の経営課題次第では、「置き換え」ではなく「上乘せ」という使い方もある。

## ■生産量：2025年度計画 2,500トン

将来の構想 1工場数万トン規模。2～3工場で合計10万トン超。

## ■製造工程：ほぼパルプ製造と同様

## ■収率：約50%（パルプと同水準）

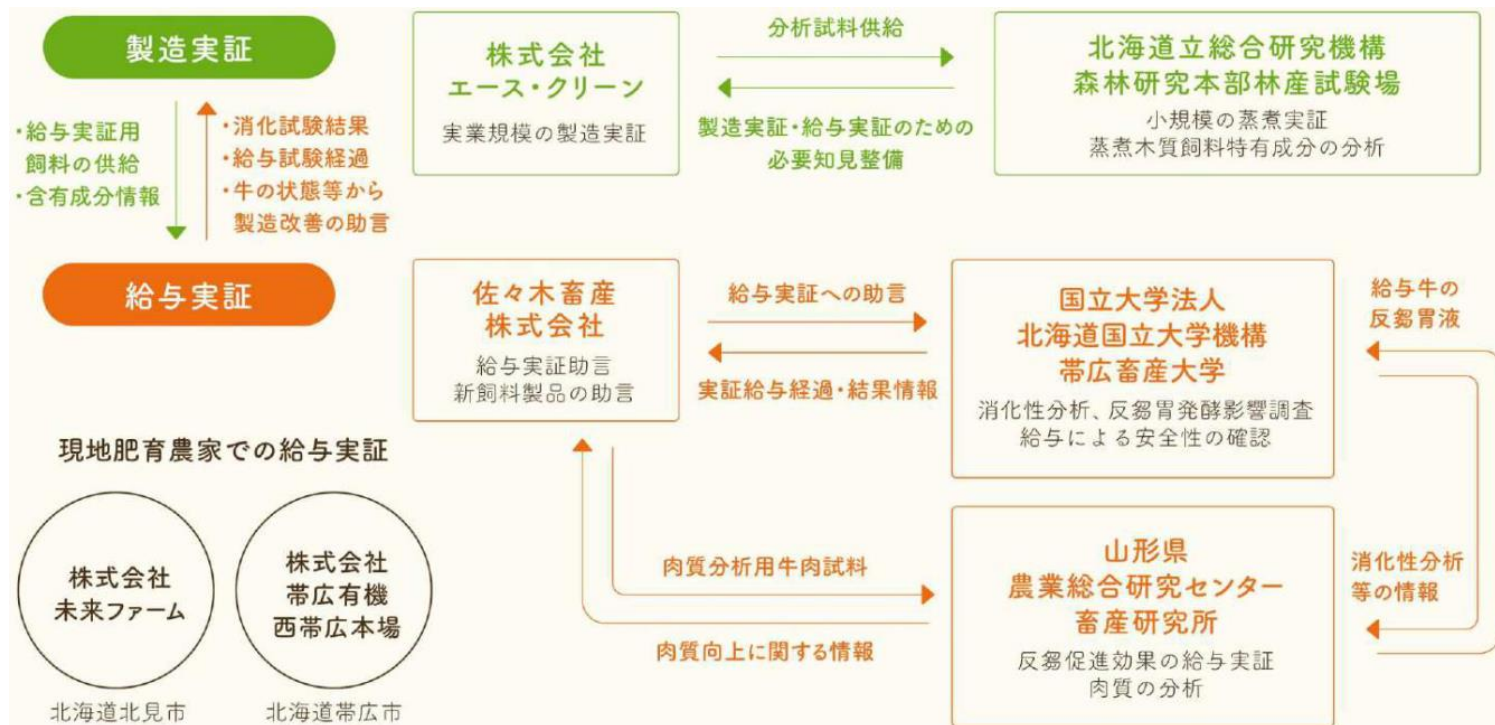
## ■価格：非公開

- ・重量当たりの単価は既存飼料と比較して高価だが、センイ飼料としてエネルギー当たりで見ると問題ではない価格水準に到達。  
既存飼料の内1割程度の添加で、酪農・畜産農家がメリットを享受できる価格水準。

## ■課題

- ・普及啓発

- ②木質チップを高温高圧の蒸気により「**蒸煮**」し、リグニンを一部破壊。  
 1980年代に、北海道立総合研究機構等により、盛んに研究されたが、コスト等の課題も多く、大きな普及には至らず。



出典：エース・クリーン

- ・株式会社エース・クリーンでは、畜産農家150軒以上に対して、年間3,500トンを販売。原料は主に、シラカバ。
- ・価格は53円/kg。（同社公表生産量・売上高より逆算）

- 1980年代の蒸煮木質飼料は、カロリー/TDN（可消化養分総量）が主目的とされたが、現在は、繊維量の多い粗飼料（かつ低カリウム）として、反芻・ルーメンへの物理的刺激が主目的。繊維が多いと、乳脂肪分の高い牛乳が得られる。  
また、牛の糞をまとめる機能や胃の中で留まらせる機能として有用。
- 木質由来のキシロオリゴ糖は分解が緩やかであり、牛の消化管の機能を正常化。餌の摂取量の増加により、健康向上と体重増加（販売収益の向上）。
- 嗜好性が高く、（原則）食い慣らしが不要（一部個体を除く）。  
牛の健康維持に必要な藁や麦稈に混ぜて、食いつきを良くする効果あり。
- 現在の主な原料はシラカバ（樹皮あり）、一部、違う樹種も使用。原料が多様であると、それを分解する菌叢（腸内フローラ）も多様となり、牛の健康に寄与する。

キャトルエースそのものはTDNは低い（乾物中49%）、牛の健康向上、飼料摂取量増加により、飼料効率の向上、牛の体重増加効果あり ⇒ 酪農・畜産農家の収益改善

- 絶乾原木からの収率は、98%程度。
- 蒸煮木質飼料において**樹種は選ばない**。（ただし、蒸煮後に硬い針葉樹の食いつきは悪い）樹種として一定の性能は必要だが、餌としては安いことが最も重要。
- 同社パンフレット等ではチップ・粒状の写真だが、実際の製品はパウダー状。  
リグニン除去しておらず、微生物がセルロースにアプローチできるように、リグニンに穴を開けるイメージ。
- 発酵バガスの置き換えというケースが多い。

## 6. 木質バイオマス由来 高機能材料 セルロースナノファイバー（CNF）の概要

**CNFを用いた製品**



CNF（水分散液）





**テニスシューズ**  
靴底ミッドソールの補強材としてCNFを含有することで、強度・耐久性が向上  
写真:株式会社アシックス



**外壁フェンス**  
CNF含有の下塗り塗料により、紫外線の透過を抑制し、木材の変色や劣化を防ぐ  
写真:玄々化学工業株式会社

- ・ 木材（針葉樹）の比重を $0.4\text{t}/\text{m}^3$ 、セルロース含有量を木材の40%と仮定すると、**CNF 1t = 木材 $6.25\text{m}^3$ （2.84t）**の原料を使用する。

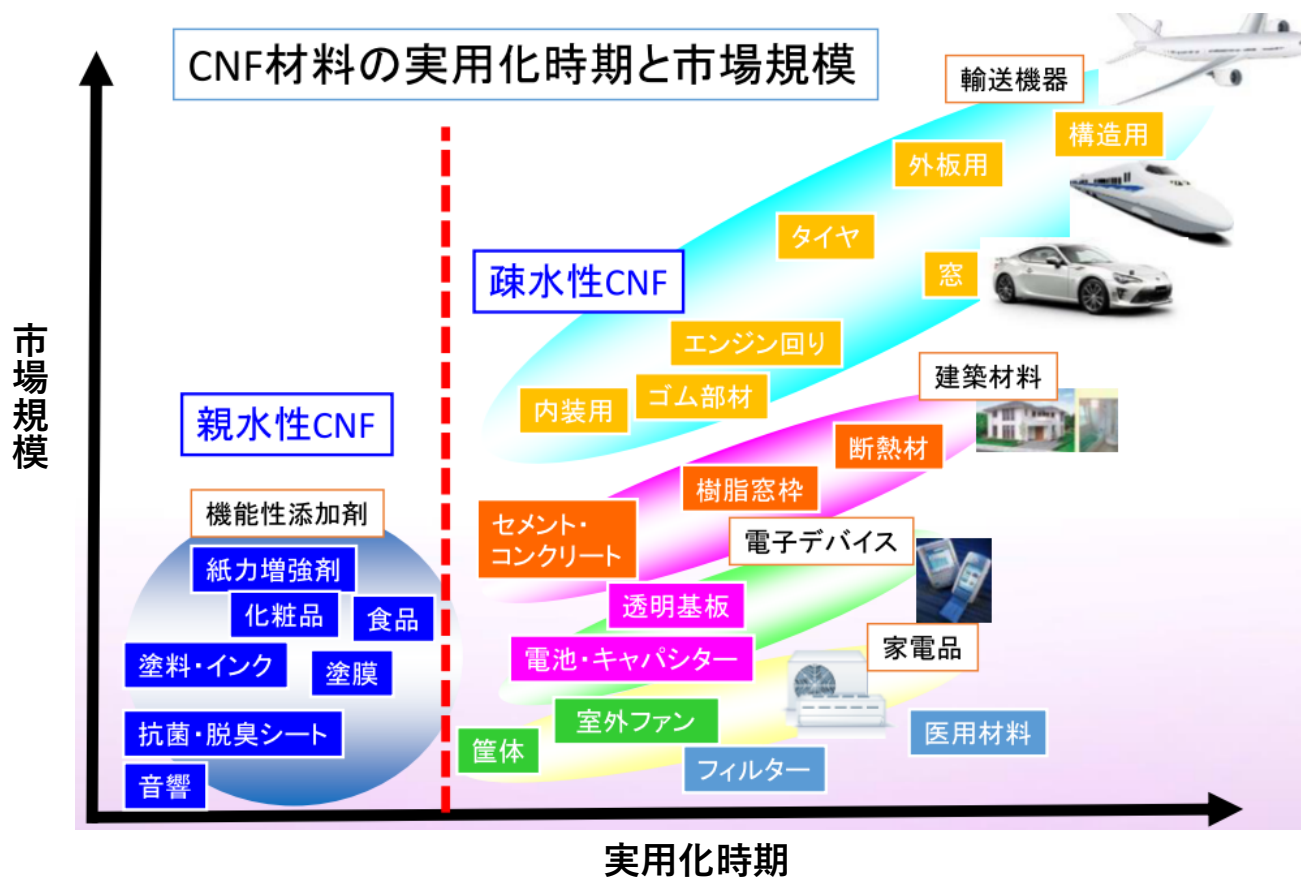
- ・ CNF（セルロースナノファイバー）とは、木材に含まれるセルロースを化学的・機械的に処理してナノサイズ（100万分の1mm）まで細かく解きほぐした極細繊維状物質の総称。
  - ≫ 軽量・高強度（鋼鉄の5分の1の軽さで5倍の強度）
  - ≫ 増粘性制御（用途に応じて適切な粘度に制御が可能）
  - ≫ 低い熱膨張（石英ガラス並で電子基板等に適性）
  - ≫ 高い耐候性（強化膜形成で紫外線透過抑制、変色・劣化防止）等の優れた性質を持つ。
- ・ また、木質であるため、
  - ≫ カーボンニュートラル（燃焼時CO2排出量のカウント不要）
  - ≫ 高いリサイクル性
  - ≫ 国内森林資源から調達することにより、国内の森林保全・CO2吸収源対策への貢献等の幅広い社会的価値を持つ。

機械特性	化学／生物特性	光学/熱/電気特性
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 高強度性</li><li>・ 高弾性</li><li>・ 耐摩擦性／耐耐擦過性</li><li>・ 弾性率安定性</li><li>・ チキソトロピー性</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 吸着性、分子認識性</li><li>・ ガスバリア性</li><li>・ 保水性</li><li>・ 撥水性</li><li>・ 透過性</li><li>・ 生分解性</li><li>・ 低環境毒性</li><li>・ 生体適合性</li><li>・ 増粘性</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 透明性</li><li>・ 紫外線吸収性</li><li>・ 寸法安定性 (低線膨張率性)</li><li>・ 高熱伝導性／ 高電気伝導性</li></ul>

出典：CNF利活用ガイドライン

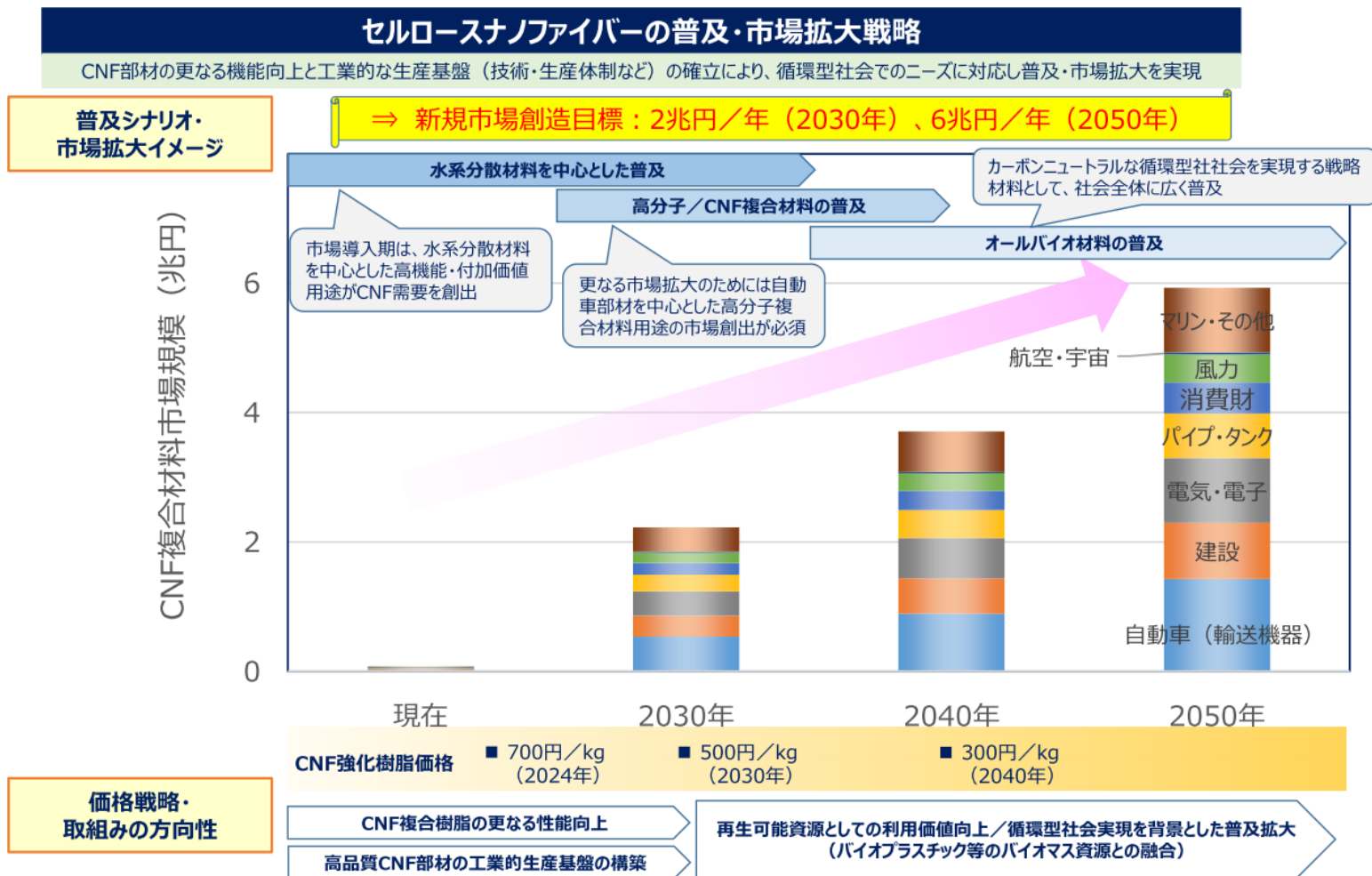
# CNF材料の実用化時期と市場規模

- ・現在は、高付加価値・高単価な親水性CNF（水系分散材料）を中心に普及が進んでいるが、今後はより市場規模の大きな電子材料や構造材料への普及が見込まれる。  
これにより、CNFの「量」の拡大が見込まれるが、大幅なコスト低減も必要とされる。



出典：CNF利活用ガイドラインを一部修正

2019年度NEDO成果報告書「セルロースナノファイバーの市場及び技術動向調査」において、CNF複合材料の市場規模が示されたが、現時点、数年程度の遅れが見られる。



出典：NEDO

- 国内各社のCNF生産設備能力合計：**1,220t/年**  
国内最大（世界最大）の生産能力を持つ日本製紙の製造拠点は以下のとおり。

工場	生産能力	製造方法等
石巻工場	500 t /年	TEMPO酸化法
富士工場	50 t /年	京都プロセス
江津工場	30 t /年	CM化CNF（粉末）
岩国工場	30 t /年	パイロットプラント

出典：日本製紙

- 各社の生産量は公開されていないが、民間市場調査会社によると  
2024年の世界の生産量は**132t**、出荷金額約**63億円**（※）、2025年予測は**221t**、**77億円**。  
※逆算すると、単価は47,652円/kg。
- CNFの代表的な製造方法及びコストは以下のとおり。  
コストダウンに向けては、①生産量の拡大（固定費を薄める）と、②ナノレベルまでの解繊を行う電力コストの抑制、が最も重要となる。

製法	繊維径	現状価格	将来の目標価格
機械解繊処理 （ウォータージェット法等）	10-数10nm	500～数万円/kg ※解繊度により異なる	300～800 円/kg
変性パルプ直接混練法 （京都プロセス）	3-100nm	3,000～40,000 円/kg	500～1,000 円/kg
TEMPO 酸化	3-5nm	3,000～30,000 円/kg	1,000 円程度/kg

注：現状価格は10～30%CNF相当を想定。将来価格は30%CNF相当を想定。

出典：CNF利活用ガイドライン

## 7. 木材（原木）・木質バイオマス（チップ等）の 需給動向

- ・ 現行の「森林・林業基本計画」は2021年（令和3年）6月に作成され、燃料材はすでに目標を超過。
- ・ 同計画は5年の更新時期を迎え、2026年に改定を予定している。

## <木材供給量の目標>

(単位:百万m<sup>3</sup>)

	R元年 (実績)	R7年 (目標)	R12年 (目標)
木材供給量	31	40	42

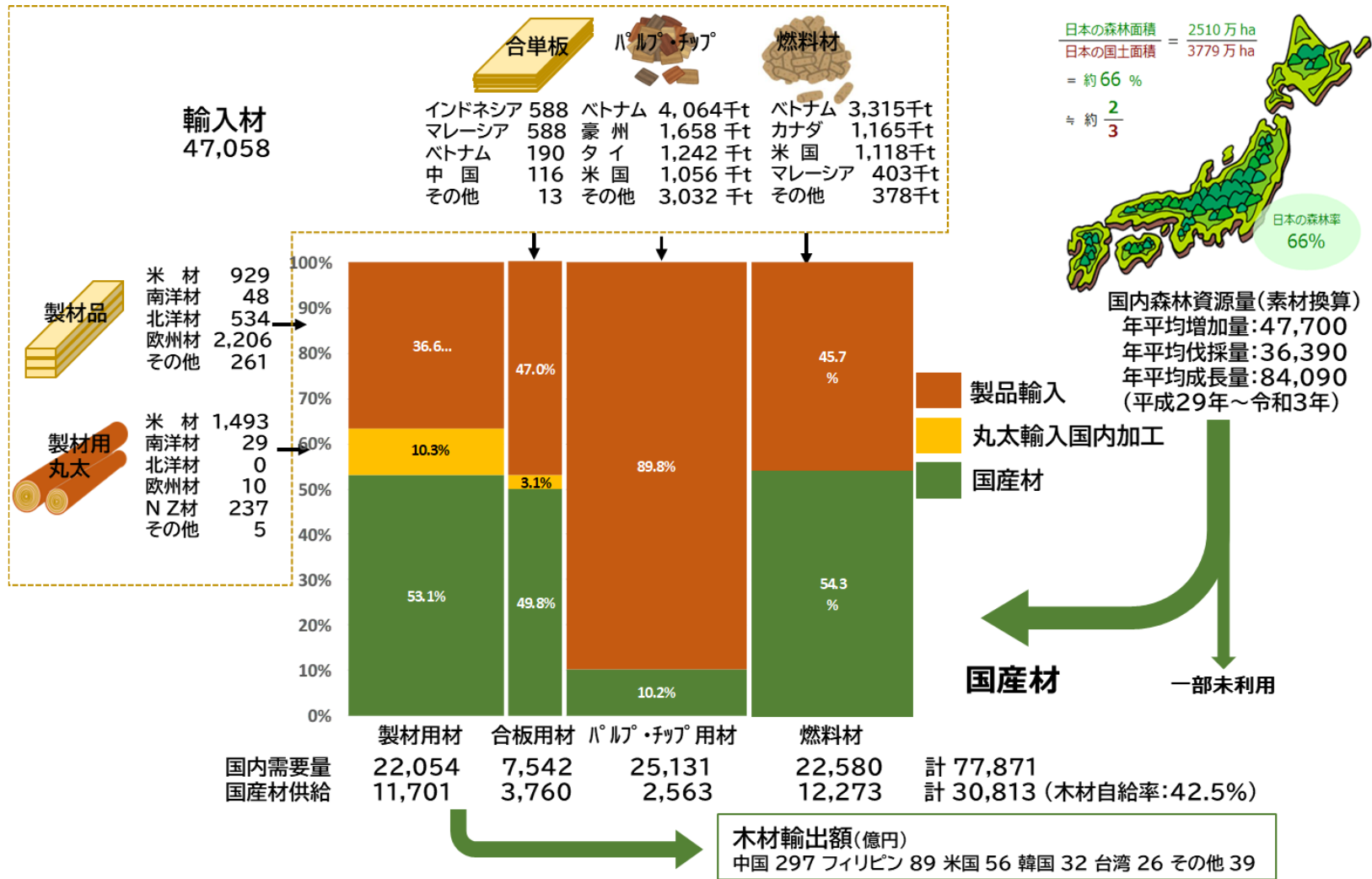
## <用途別の利用量の目標>

(単位:百万m<sup>3</sup>)

用途区分	総需要量			利用量		
	R元年 (実績)	R7年 (見通し)	R12年 (見通し)	R元年 (実績)	R7年 (目標)	R12年 (目標)
建築用材等 計	38	40	41	18	25	26
製材用材	28	29	30	13	17	19
合板用材	10	11	11	5	7	7
非建築用材等 計	44	47	47	13	15	16
パルプ・チップ用材	32	30	29	5	5	5
燃料材	10	15	16	7	8	9
その他	2	2	2	2	2	2
合計	82	87	87	31	40	42

出典：森林・林業基本計画

# 我が国の用途別木材需要量と供給の内訳(令和6年)



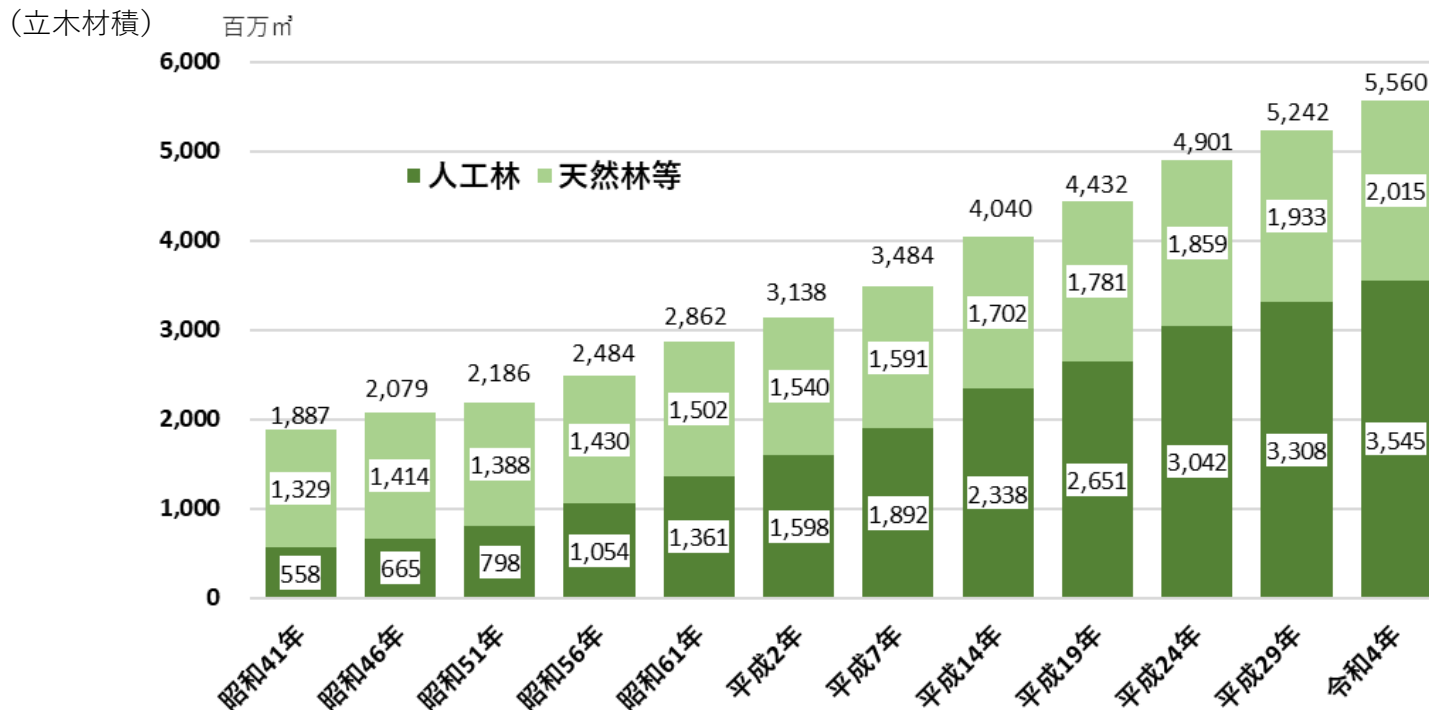
資料: 林野庁「木材需給表」、「森林資源現況調査」、財務省「貿易統計」

注1: 数字は丸太換算値であり、パルプ・チップ、燃料材の輸入量、木材輸出額を除き単位は千m<sup>3</sup>である。  
注2: 素材歩留まりは75%とした。

※燃料材国内需要の外数に、工場残材・解体材・廃材由来のチップがある。

# 我が国の森林資源量の推移

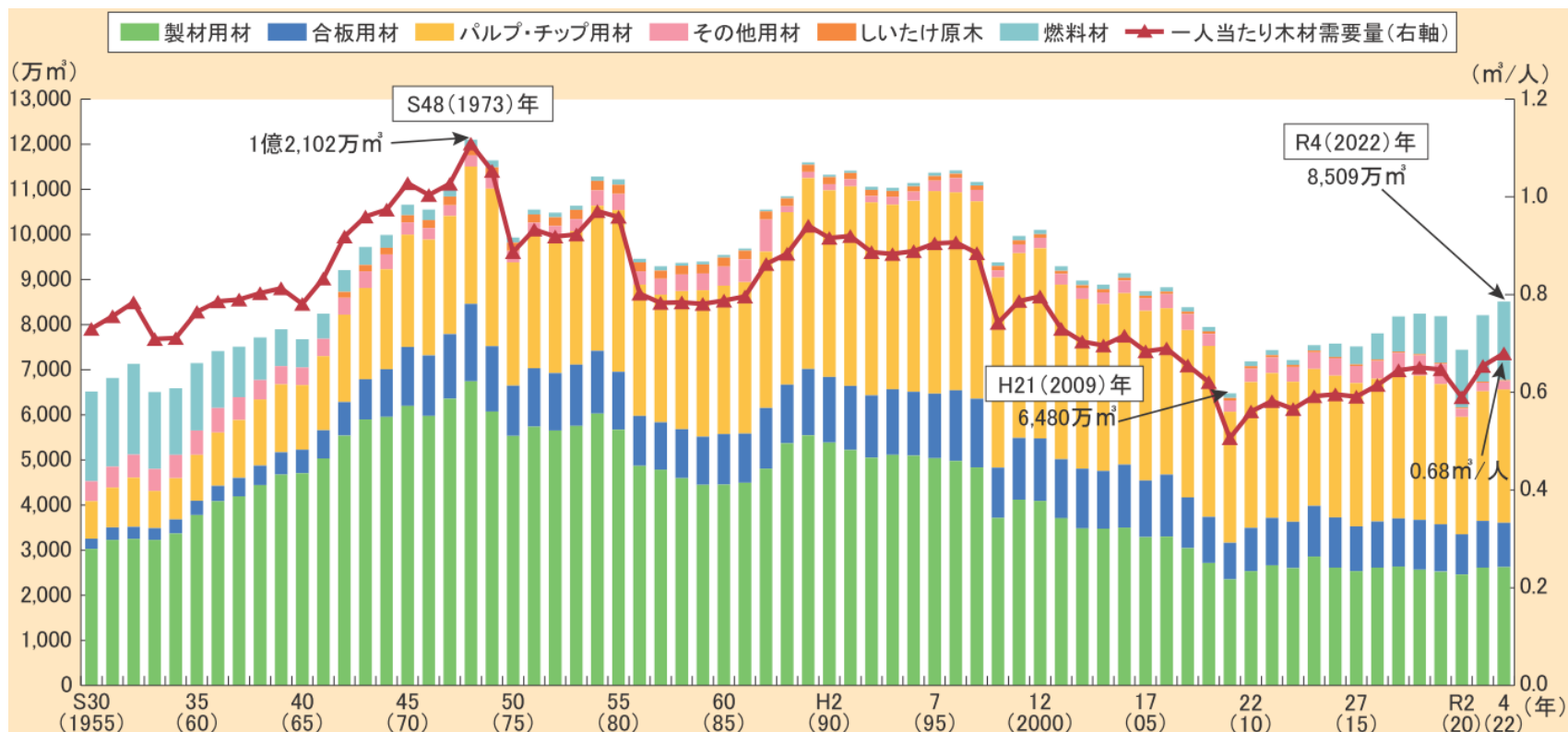
- 我が国の森林資源量は、人工林を中心に増加しており、令和4年3月末時点で5,560百万m<sup>3</sup>。  
この5年間の毎年の資源増加量は64百万m<sup>3</sup>。
- 森林の成長量は、毎年の資源増加量に伐採した量を加えた量。  
5年間の平均伐採量は49百万m<sup>3</sup>。  
森林の成長量 = 64百万m<sup>3</sup> + 49百万m<sup>3</sup> = 113百万m<sup>3</sup>(立木材積) ÷ 85百万m<sup>3</sup>(丸太材積)  
(令和5年の我が国の木材需要量は76百万m<sup>3</sup>(丸太材積) ÷ 109百万m<sup>3</sup>(立木材積))



資料：林野庁「森林資源現況調査」

# 日本の木材需要量の推移

日本の木材需要（2022年）は8,509万 $m^3$ 。  
パルプ・チップ用材は2,955万 $m^3$ （34.7%）、燃料材は1,739万 $m^3$ （20.4%）。



出典：森林・林業白書

※可能な限り、各スライドにも注記するが、関連用語・単位を本スライドでまとめて整理。

## ・丸太換算 (= 素材換算)

木材を丸太の状態に戻して体積や量を表す方法であり、製材品やチップなど、様々な形態で利用される木材を、丸太という共通の単位で比較するためを行う。

「製品」種ごとに、林野庁が定める「丸太換算率」を用いて換算する。(例：針葉樹1t=2.2 m<sup>3</sup>)

区分	木材製品名	単位	丸太換算率	区分	木材製品名	単位	丸太換算率	
製材品等	製材品	針葉樹	m <sup>3</sup>	63.7%	木材パルチップ等	木材パルプ	t	1 t = 3.3 m <sup>3</sup>
		広葉樹	m <sup>3</sup>	54.8%		木材チップ	針葉樹	t
	集成材・構造用集成材	m <sup>3</sup>	60.0%	広葉樹			t	1 t = 1.7 m <sup>3</sup>
	セルラーウッドパネル	m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> = 7.92 m <sup>3</sup>	再生木材		m <sup>3</sup>	100.0%	
	加工材	針葉樹	m <sup>3</sup>	60.0%	その他	改良木材	m <sup>3</sup>	100.0%
		広葉樹	m <sup>3</sup>	50.0%		枕木	m <sup>3</sup>	50.0%
合板等	合板	m <sup>3</sup>	61.8%	のこくず・木くず		t	1 t = 1.282 m <sup>3</sup>	
	薄板・単板	m <sup>3</sup>	61.8%	燃料材	木炭	t	1 t = 7.407 m <sup>3</sup>	
	ブロックボード等	m <sup>3</sup>	40.9%		木炭以外	t	1 t = 1.282 m <sup>3</sup>	

単位tは、乾燥重量  
(乾燥重量 = 絶乾重量)

## ・素材歩留まり

立木材積から丸太材積への換算係数。本稿では0.75とする。

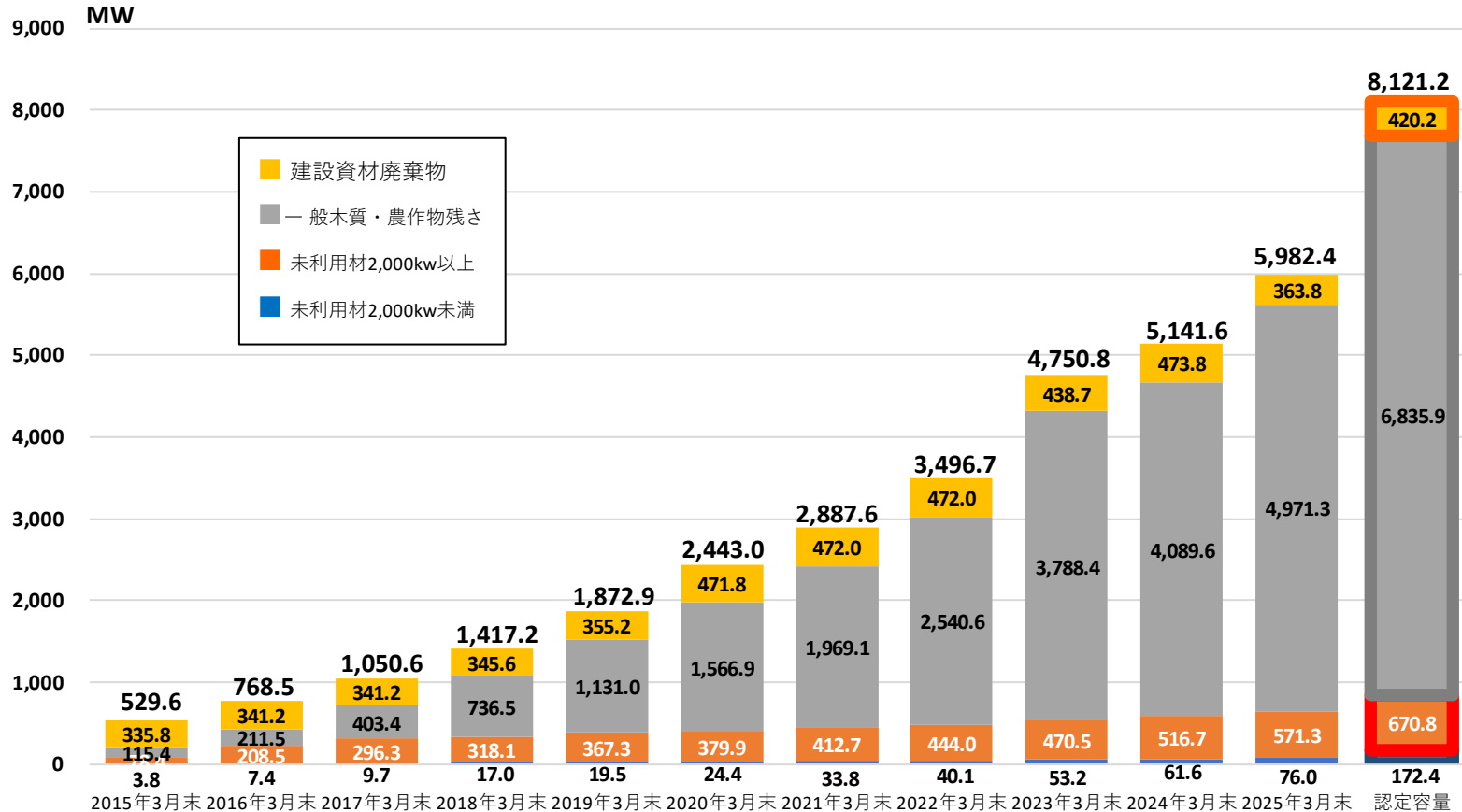
森林資源量は立木材積で表されており、成長量・伐採量等を整理すると下表のとおり。

H29 (2017) ~ R3 (2023) 平均

	立木材積(千m <sup>3</sup> )	素材歩留まり	丸太材積(千m <sup>3</sup> )	比率
国内森林資源量	5,560,000	0.75	4,170,000	100.0%
年平均成長量	113,000		84,090	2.0%
年平均伐採量	49,000		36,390	0.9%
年平均純増量	64,000		47,700	1.1%

# FIT/FIPの木質バイオマス発電導入容量の推移と認定容量

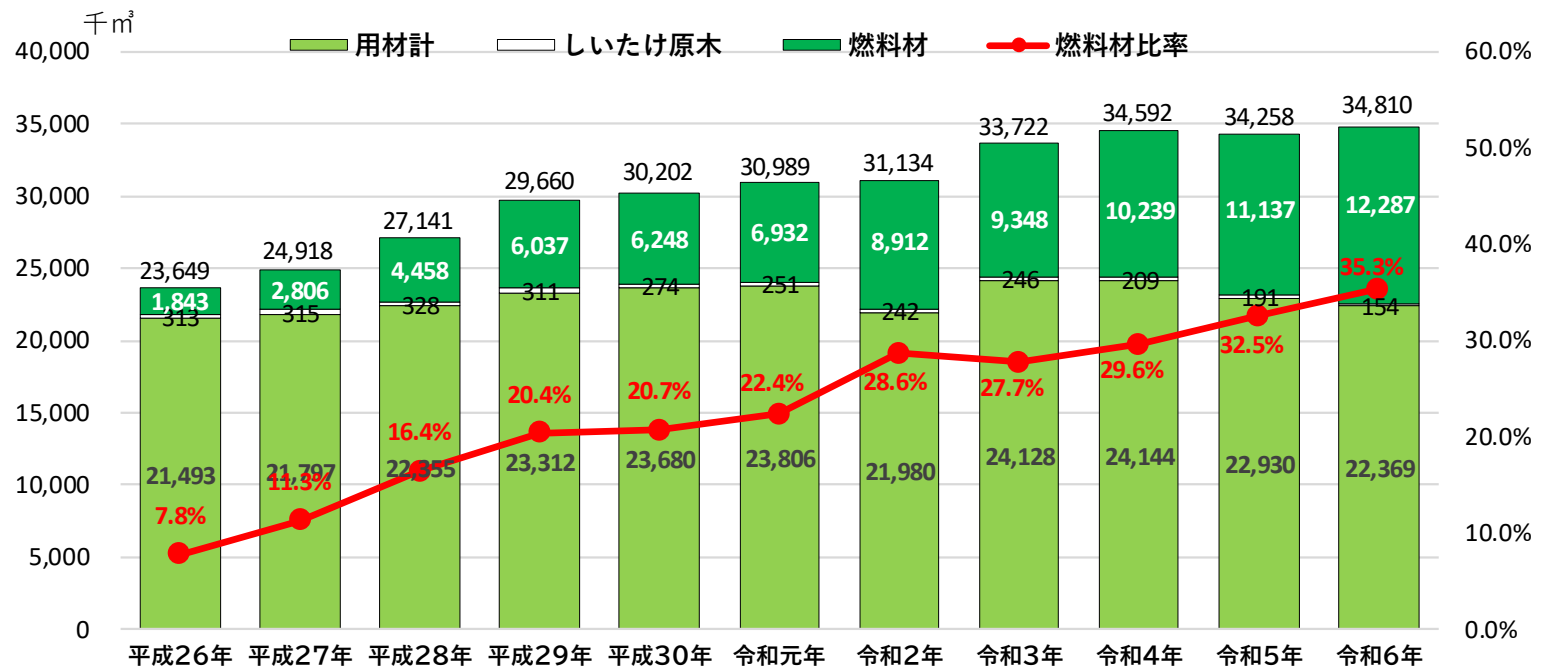
- ・木質バイオマス発電の導入容量は、一般木質・農作物残さを中心に着実に増加。
- ・認定容量に対する導入容量の割合は、未利用材由来が77%、一般木質・農作物残さは73%。



木質バイオマス発電導入容量の推移と認定容量

# 国内での木材生産量と燃料材比率の推移

- ・令和6年における国内の木材生産量は、34,810千 $m^3$ と前年より552千 $m^3$ 増加。  
これは燃料材生産が1,150千 $m^3$ 増加したことが影響しており、用材生産量は561千 $m^3$ の減少。  
この結果、木材生産量に占める燃料材比率は、前年よりも2.8ポイント上昇し、35.3%に。

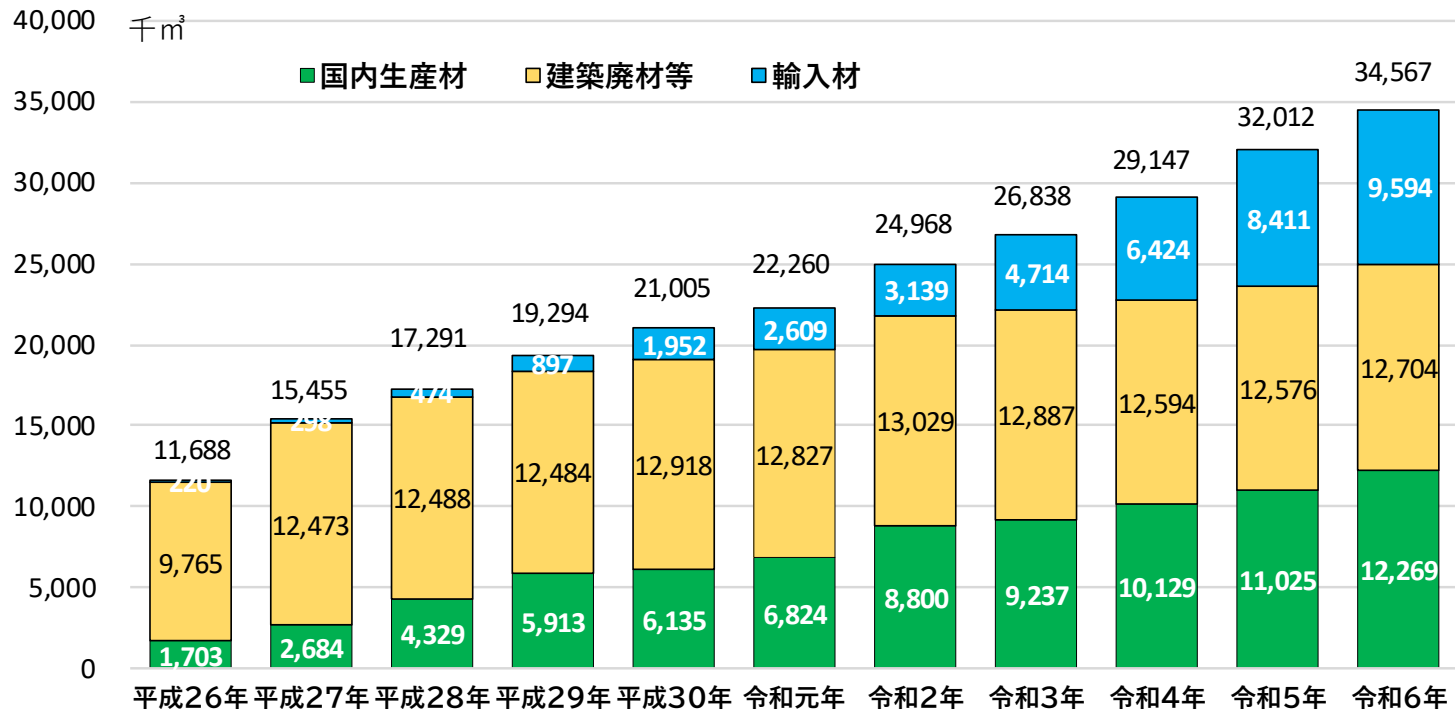


資料: 林野庁「木材需給表」

図 我が国における木材生産量の推移

# 国内の木質バイオマス燃料の需要量の推移

- ・令和6年の国内の木質バイオマス燃料の需要量は、前年から2,555千 $m^3$ 増加し、34,567千 $m^3$ 。
- ・内訳は、国内生産材及び輸入材がそれぞれ1,244千 $m^3$ 、1,183千 $m^3$ 増加したのに対し、建設廃材等はほぼ横ばい。  
(国内生産材の多くは木質チップ、輸入材の多くは木質ペレット。)



資料: 林野庁「木材需給表」

※41ページとの差異は、建築廃材等を含むため。

# 木質バイオマス燃料材の由来別利用状況

- 木質バイオマスの由来別発生量のうち、林地残材の発生量は、令和5年時点で1,131万トンにまで増加。
- 一方、林地残材の利用量も453万トンにまで増加し、利用率は令和5年時点で40.1%。

(材積量に換算すれば、調査における材積換算は、1トン $\div$ 2m<sup>3</sup>を用いていることから、発生量は2,262万m<sup>3</sup>、利用量は906万m<sup>3</sup>と推定)

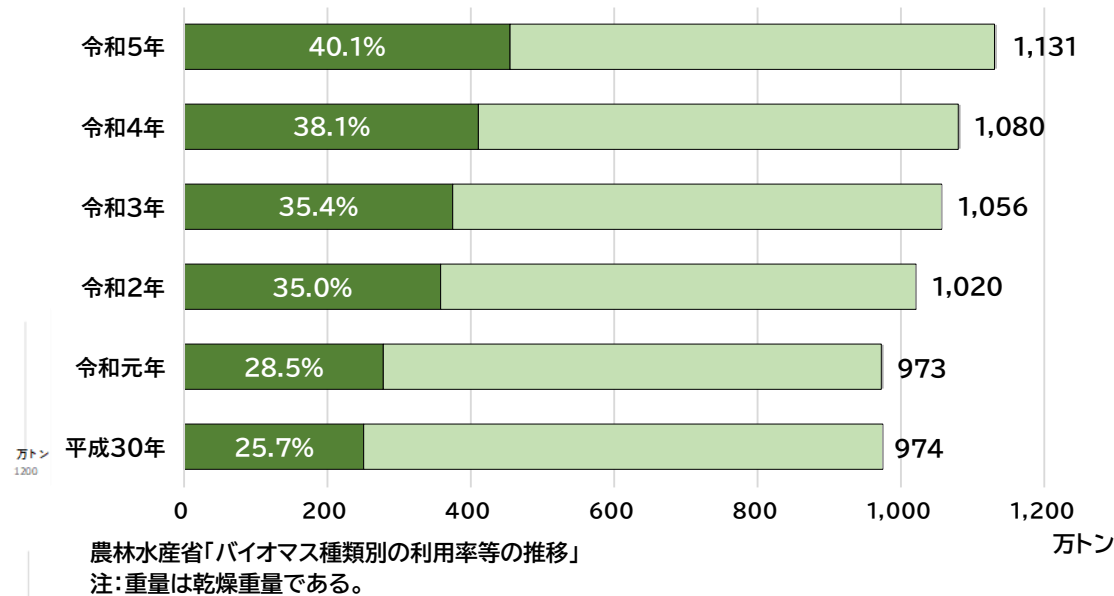
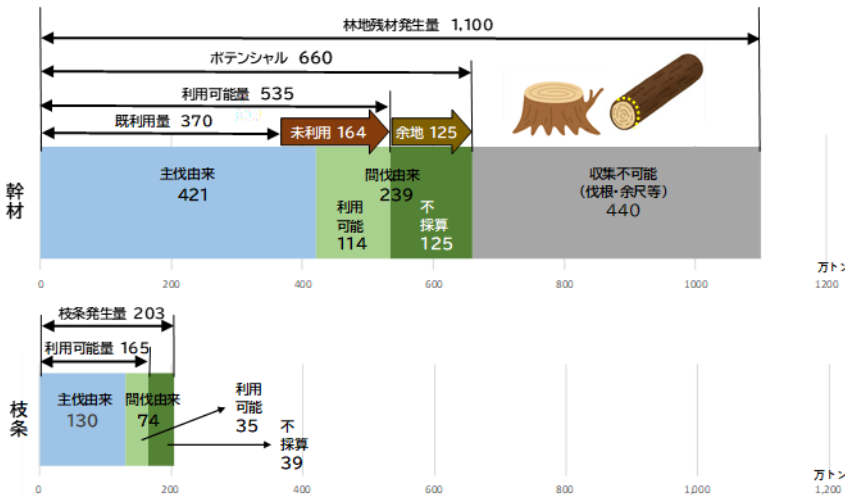


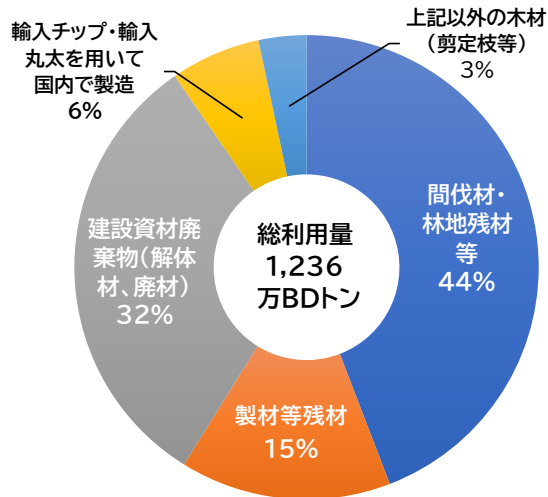
図 林地残材の発生量と利用率

出典：木質バイオマス燃料の安定供給システム構築に関する調査報告書

# 木質チップの由来別利用量

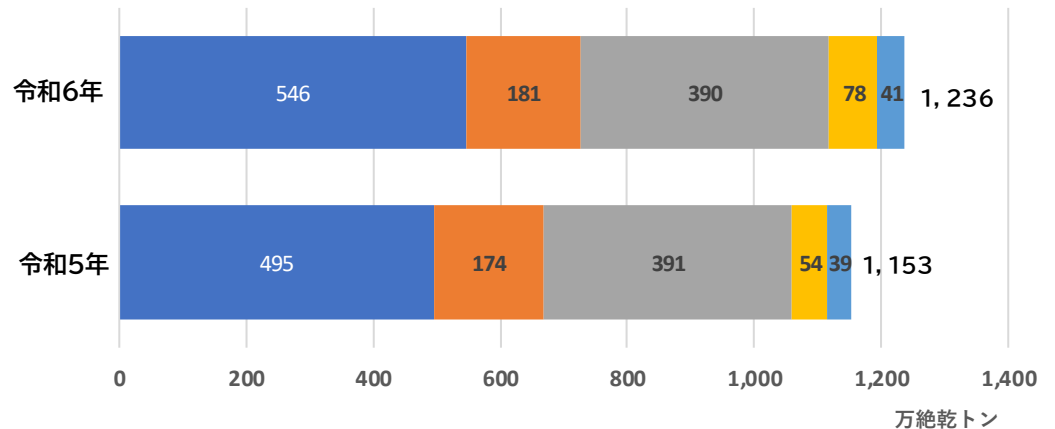
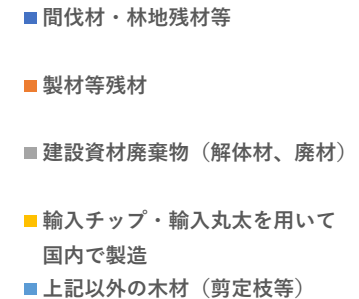
・令和6年の燃料材(木質チップ)の利用量は、前年より83万トン増加し、1,236万トン。  
由来別にみると、

- ① 間伐材・林地残材等由来が51万トン増加し、全体の44%に当たる546万トン。
  - ② 建設資材廃棄物は、横ばいで、32%に当たる390万トン。
  - ③ 製材等残材は、7万トン増加して15%に当たる181万トン。
- このほか、輸入チップは24万トン増加し78万トン。



資料: 農林水産省「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」

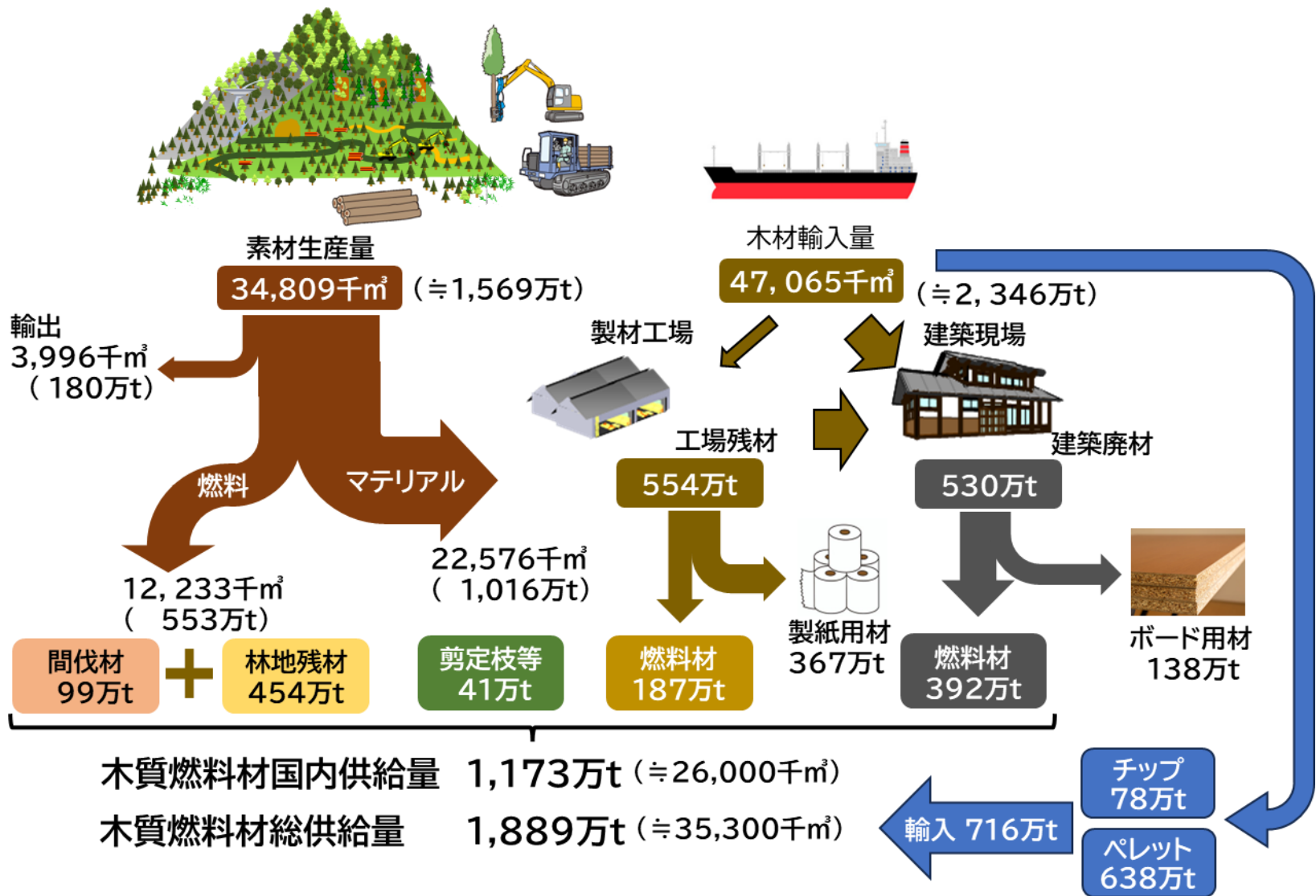
図 由来別木質チップの利用量(令和6年)



資料: 農林水産省「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」

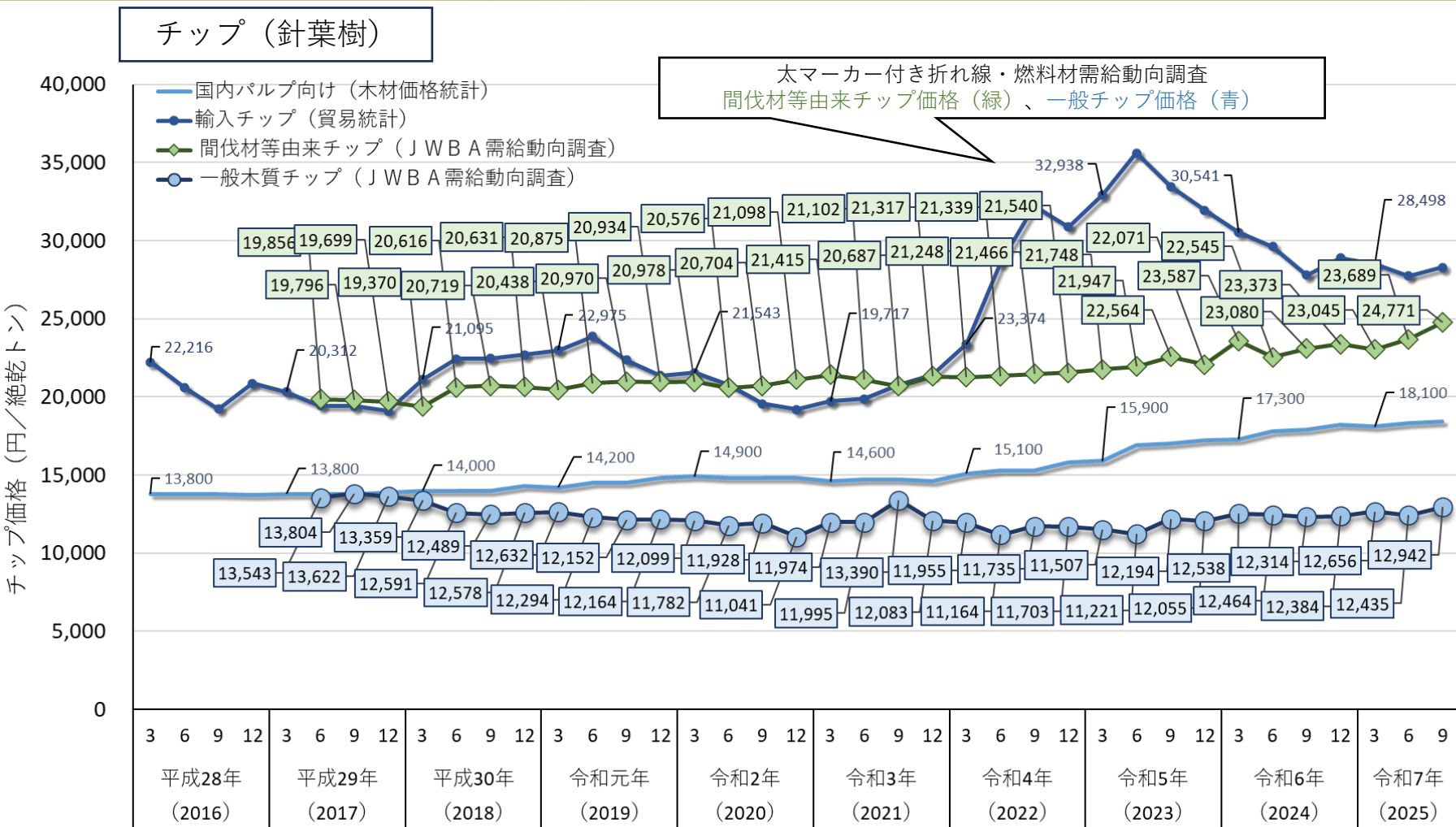
図 由来別木質チップの利用量

# 木質バイオマス燃料材の需給構造(令和6年)



資料: 農林水産省「バイオマス種類別の利用率等の推移」、「木材需給報告書」、「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」、「特用林産物生産統計調査」

# (参考) 発電所における燃料用チップ調達価格の推移 (絶乾材 全国)



※各年度ごとに第1～4四半期を通じて回答頂いた発電事業者を対象に集計しました。  
(年度により、通期で回答いただいた事業者が異なるため、年度間の単純比較はできないことにご注意ください。)

# SAFの導入ポテンシャル（運輸総合研究所 報告書）

- ・運輸総合研究所と三菱総合研究所による「我が国における SAF の普及促進に向けた課題・解決策」から抜粋。
- ・シナリオにより異なるが、木質バイオマス由来のSAFの供給ポテンシャルは**91～241万kL**と推計される。

国内原料由来のSAFポテンシャル推計（万 kL/年）

	HEFA		ガス化FT合成、ATJ				木質 小計	ATJ	ガス化FT合成		PtL	合計
	廃棄 油脂	主産物 (油糧作物)	農業 残渣	森林 残渣	製材 残渣	建設発 生木材		主産物 (糖料作物)	一般 廃棄物	産業 廃棄物	CO2 ・水素	
①	5.0	3.2	73	87	1.4	2.2	90.6		3	17	514	706
②	5.6	3.2	73	106	3.1	3.4	112.5		259	17～118	514	984～1,085
③	21	3.2	106	122	64	55	241	2.3	306	118	514	1,313

- ①未利用量のみ SAF に振り向ける場合
- ②未利用量に加え発電用等バイオマス以外の供給源がある既利用分を SAF に振り向ける場合
- ③全ポテンシャルを SAF に振り向ける場合

出典：運輸総合研究所

当協会では、木質由来のSAFや家畜飼料、CNFの需要や供給、それらの製造に必要な木質バイオマスの量について独自の試算を行いました。この調査結果については当協会webサイトに掲載予定の報告書を参照願います。

# ご清聴ありがとうございました。

お問い合わせフォーム

ご相談ください!

## 木質バイオマスエネルギー 利活用相談窓口



発電 熱利用 燃料 利活用

検索

更新情報 **NEW** 2024.4.15  
令和5年度事業の成果報告書を掲載しました

お知らせ **NEW** 2024.4.10  
会員ページに国内木質バイオマスのライフサイクルGHG  
しました

更新情報 2024.3.18  
ガイドブックを掲載・更新しました

更新情報 2024.3.18  
データベースを更新しました

〒110-0016  
東京都台東区台東3-12-5  
クラシックビル604  
TEL：03-5817-8491  
<https://www.jwba.or.jp/>

