

木質バイオマスエネルギー利用の推進と 燃料材の効率的な供給システムの構築

2020年8月27日

一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

1、森林資源の状況と燃料材の需要見通し

我が国は資源的には大きな木材賦存量を有するが、有効に利用されていない。
2030年の燃料材需要量を見通すと最低でも1300万m³以上になると想定される。
そのため、燃料材供給の拡大を図っていくことが必要である。

2、燃料材供給の課題① A、B材需要の停滞

- A、B材需要の確保と林地残材の有効利用
- 広葉樹林の燃料材としての利用促進
- 早生樹林の造成と燃料材としての利用

3、燃料材供給の課題② 供給コストの低減

○効率的な燃料材供給システムの構築

燃料材に即した効率的な燃料材供給（流通・加工）システムを構築することで、山元の丸太価格は維持しつつ、山元丸太価格+流通・加工経費を現在の12000円/tから8000円/t程度まで低下させる。このためには、地域における関係者の合意形成と連携が必要である。また、発電所の燃料用チップの購入において絶乾重や熱量を考慮した取引の普及を図ることが重要である。

○林道整備の促進

林道の延長がほとんど伸びていないが、林業振興等からみても林道の整備が重要であり、集中的な投資を進める。

4、燃料材供給の課題③ 燃料用チップの品質確保

○品質認定制度の創設

発電効率の確保等のためには、燃料材品質の安定的な確保が必要であり、品質認証制度を創設する。

5、燃料材供給の課題④ 持続性の確保

将来の持続性を確保していくためには、主伐後の更新を確保していくことが必要であり、森林政策と連動しつつ、更新の確保を確認する。

広葉樹林等については萌芽更新の活用を図る。

6、発電原価の低減（未利用木質発電）

燃料費の低減等により、発電原価を15円/kw程度に低減させることが可能と試算される。そのため総合的な対策を実施する。

- 人材の育成
- 発電原価低減対策

7、熱利用の推進

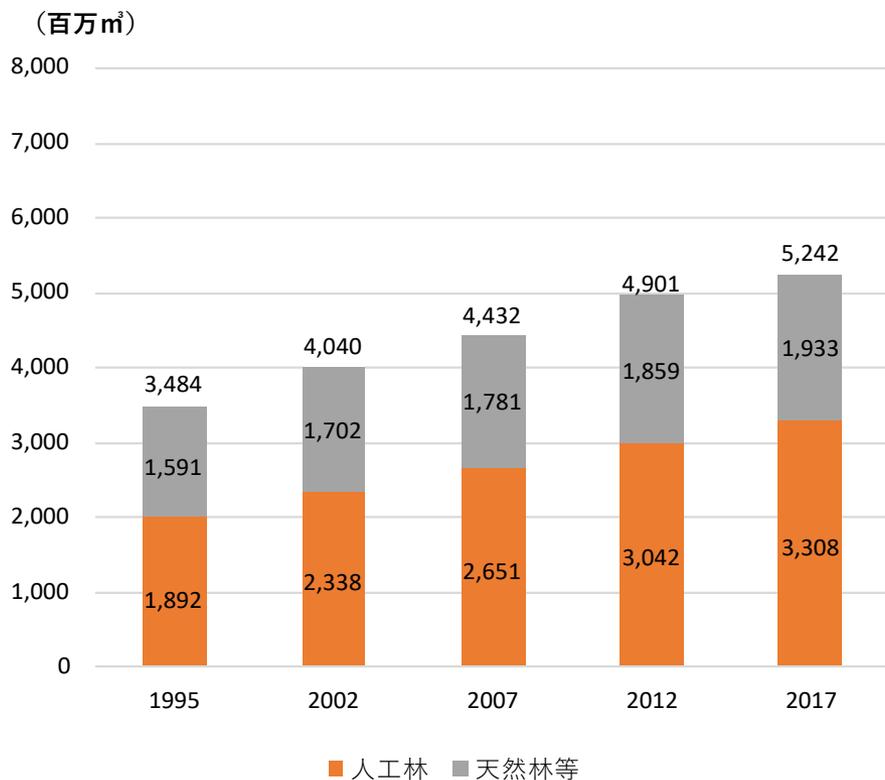
ゼロカーボンを目指していくためには、発電のみならず熱利用の促進を図ることが必要である。ロードマップの作成等推進体制の構築を図る。

參考資料

資源的には極めて大きい木材賦存量

我が国の森林資源については二つのデータがあるが、森林生態系多様性基礎調査では、蓄積が、木材供給量約3千万 m^3 /年に対し、人工林で1億3千万 m^3 /年、天然林では1億1千万 m^3 /年増加している。

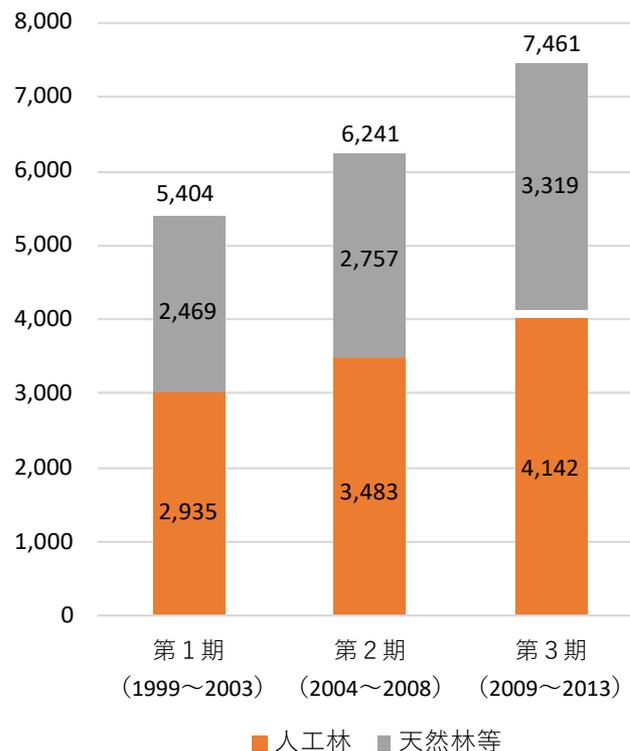
森林資源現況調査による森林蓄積の推移



出典：林野庁「森林資源現況調査」より

森林生態系多様性基礎調査による

森林蓄積の推移



出典：林野庁「森林生態系多様性基礎調査」より

我が国の木材生産量は、森林資源の成長量の約1割にすぎず、他国と比較すると木材生産として十分に利用されていない。

各国の森林資源の現況と利用状況

	森林面積 (万ha)	森林率 (%)	森林蓄積 (億m ³)	ha当たり蓄積 (m ³ /ha)	木材生産量 (万m ³ /年)	ha当たり木材 生産量 (m ³ /ha)
オーストリア	387	46.9	12	300	1,755	4.5
ドイツ	1,142	32.8	37	300	5,561	4.9
スウェーデン	2,807	68.4	30	100	7,430	2.6
フィンランド	2,222	73.1	23	100	5,928	2.7
日本	2,508	68.5	49	200	2,714	1.1

注 1 : ha当たり蓄積、蓄積変化量を除く表中の数値はいずれも「森林・林業統計要覧2017」による2015年の数値。

2 : 森林率については、森林面積を総面積（内水面面積を除く）で除した数値。

3 : ha当たり蓄積については、森林蓄積を森林面積で除した数値。

4 : 日本の木材生産量は「木材需給表」による2016年の数値。なお、日本以外の各国は丸太生産量の数値。

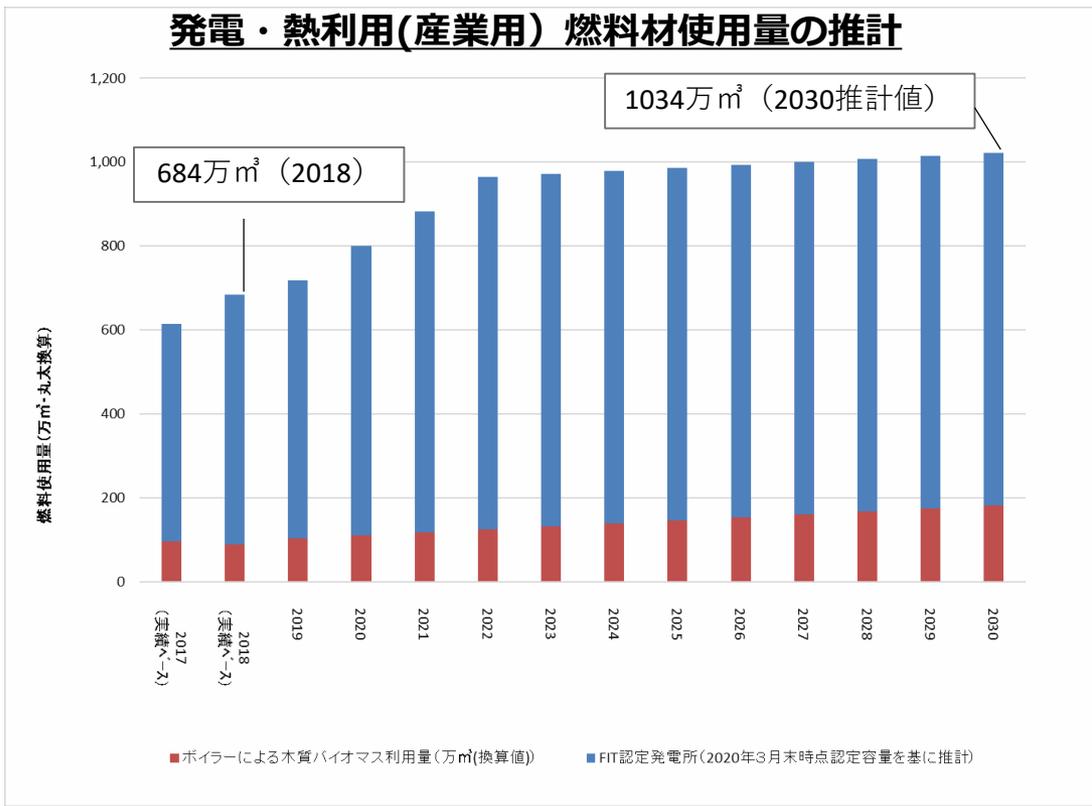
5 : 日本の蓄積変化量は「森林・林業基本計画」による2015年時点の総成長量の値。なお、日本以外の各国は「森林・林業統計要覧」による2010年と2015年の蓄積量の比較から算出。また、スウェーデンは森林蓄積が減少していることから「-」としている。

資料 : 林野庁「森林・林業統計要覧」、林野庁「平成28年木材需給表」（平成29(2017)年9月）、「森林・林業基本計画」（平成28(2016)年5月）

2030年には最低でも1,300万³m以上の燃料材需要量

- 2030年時点における、電気・産業用熱に利用される間伐材・林地残材等に由来する燃料材の需要量は**1000万³m以上**となる見込み。
- 現在、家庭における燃料材使用量（薪）は**276万³m※**程度との調査があり、2030年の需要は少なくとも**約1300万³m以上**になると想定される。

※家庭向けの薪の使用量については、根本 和宜, 中村 省吾, 森 保文, 家庭向け木質バイオマス燃焼機器の普及と燃料消費量, 林業経済研究, 2016-2017, 63 巻, 3 号, p. 82-91 で示された積載m³を丸太換算m³に換算。



【発電向け】
未利用木質バイオマスの認定発電所が順次稼働するとして試算

- 経済産業省「固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト」エリア別の認定及び導入量 A表を元に未利用材を主な燃料とする発電所の各年度導入容量（バイオマス比率考慮後）に基づき、推計。

【熱利用向け】
熱利用ボイラーの導入状況における2005年～2014年の10年間の上昇度合で、2030年を推計

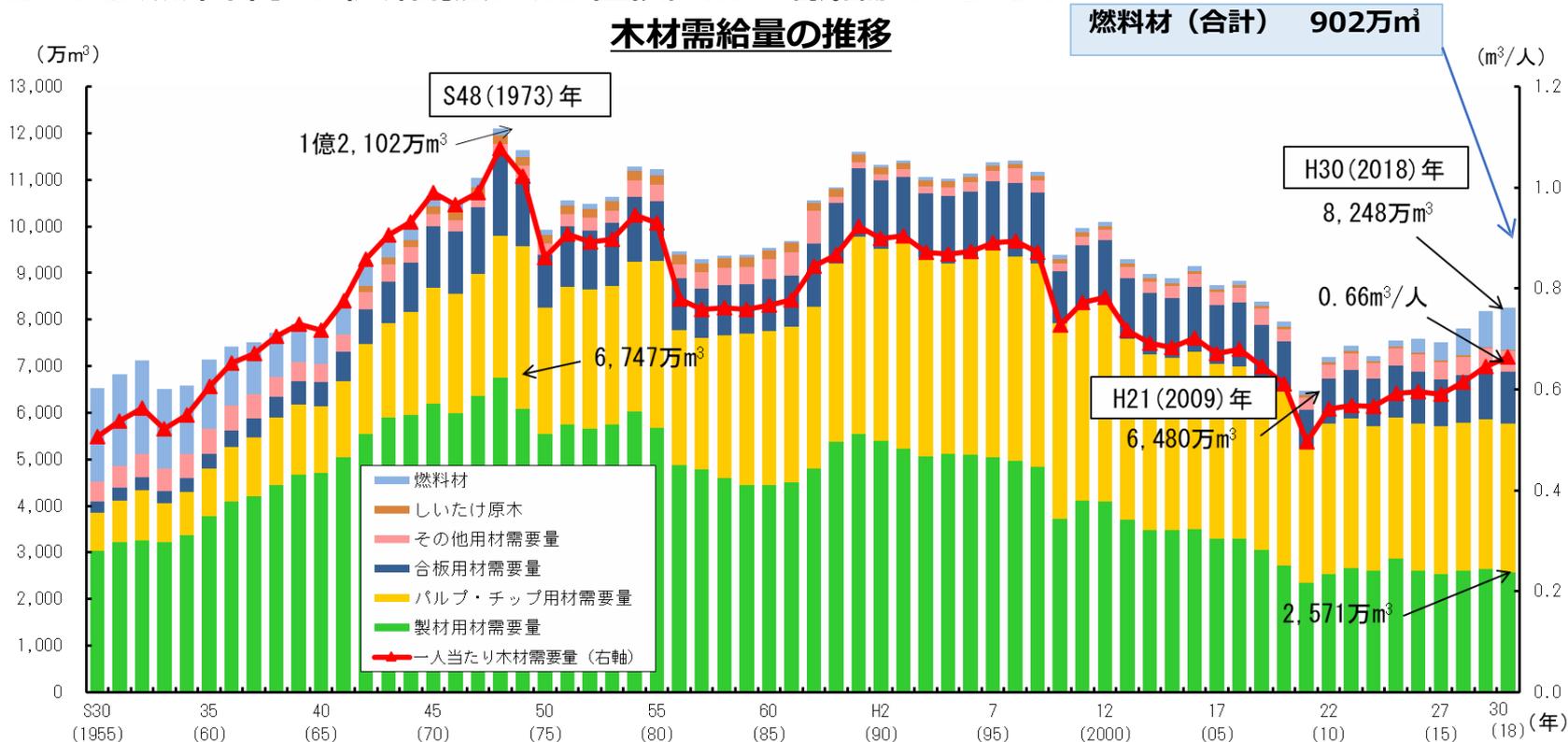
- 2018年実績値（林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」より）産業用熱ボイラー、CHP（熱0.6とし）における使用量を基に推計。
- なお、製材端材、おが粉の利用分については、統計上、素材生産量として認識されているものと重複する可能性があるため除く。

推計値はJWBAの試算に基づく

燃料材供給の課題① A、B材需要の停滞

- 最近の木材需要は、製材用（A材）・合板用（B材）、パルプ材（C材）の需要が伸び悩み、燃料材が需要の下支えをしている状況。
- A、B材需要の伸びが鈍化していることから、A、B材に付随して生産される燃料材の供給拡大は困難との議論がある。

木材需給量の推移



注：1) 燃料材とは、木炭、薪、燃料用チップ及びペレットである。

2 表中に使用した記号のうち、「…」は事実不詳又は調査を欠くものを示している。

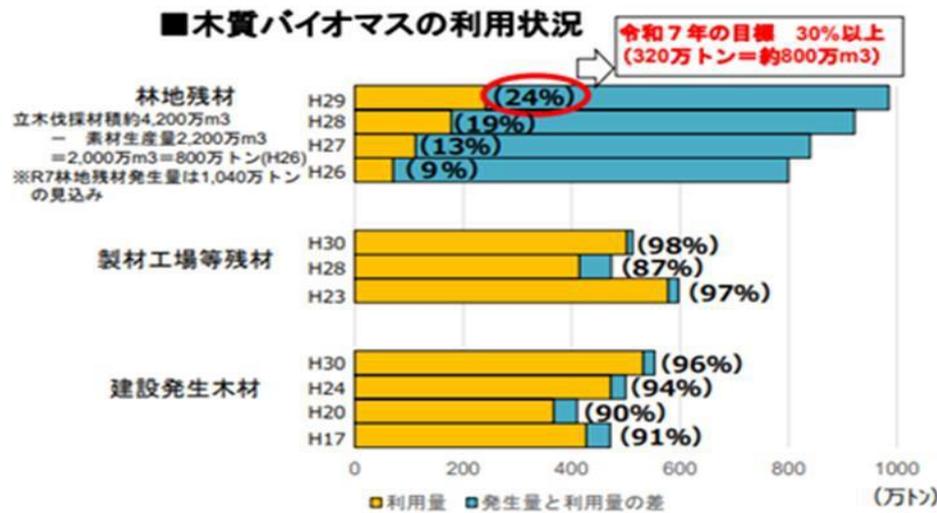
3 数値の合計値は、四捨五入のため計に一致しない場合がある。

※ 平成26年から木質バイオマス発電施設等においてエネルギー利用された燃料用チップを「薪炭材」に新たに計上することとし、これを踏まえ、項目名を「薪炭材」から「燃料材」に変更した。このため、平成25年以前については「薪炭材」の数量を、平成26年からは「燃料材」の数量を記載している。

平成29年 森林・林業白書に掲載されたグラフに
平成30年木材需給表、人口動態統計の平成30年データを追加し、作成

A、B材需要の確保と林地残材の有効活用

- A、B材需要の確保
A、B材需要に係る輸入材の国産材化、中高層非木造建築の木造化、国産材輸出の拡大等を進める。
- 全木集材の推進等による林地残材の燃料材利用の増大
林地残材については、現状利用率がまだ24%と低位にあり、伐採集材方式の見直し、燃料材に即した流通・加工システムの構築等を進める。



注1：林地残材の数値は各種統計資料等に基づき算出（一部項目に推計値を含む）。

注2：製材工場等残材の数値は木材流通構造調査の結果による。

注3：建設発生木材の数値は建設副産物実態調査結果による。

注4：製材工場等残材、林地残材については乾燥重量。建設発生木材については湿潤重量。

林野庁「木質バイオマスのエネルギー利用の現状と今後の展開について」令和2年7月

広葉樹林の燃料材としての利用促進

- 広葉樹林は、パルプ材等に利用される一部を除いて、利用されないまま放置されている。広葉樹林を利用していくためには効率的な生産システムを構築することが必要である。
- この場合の広葉樹生産については、量的には燃料材が主となることから、伐採、集材も含め、新たな生産システムを導入していくことが必要である。

広葉樹の生産システム（例）

伐倒 ・ 造材

集材



フェラーバンチャ



ザウルスフェラー



スキッタ

伐倒 ~ 造材



ロングリーチグラップルソー



チップ化（破碎）

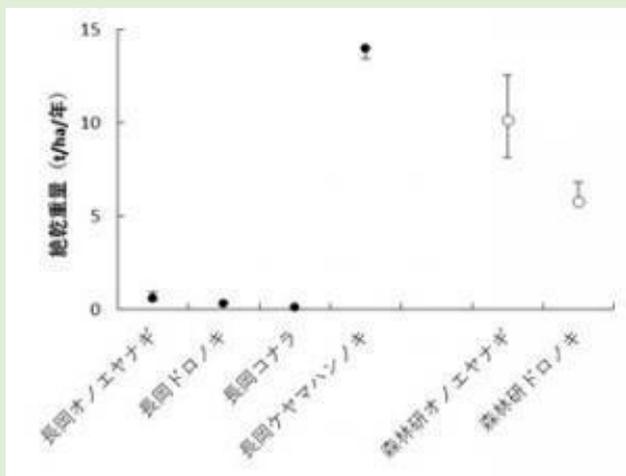
移動式チップパー+コンテナ車

JWBA作成

早生樹林の造成と燃料材としての利用

- 早生樹林を造成して燃料材の生産を行うことがありうる。
- 早生樹のメリット
 - 燃料材としての利用が想定されるヤナギ類は3～5年で伐採可能（10絶乾 t /ha・ 年程度の成長）、伐採後は萌芽更新が可能。
- ただし、早生樹は適地条件が厳しく、施肥が必要になるなど、継続的に育成できる場所は限定される可能性が高い。また、小径木に即した伐採集材方式等の開発が必要である。

樹種別・試験地別収穫量



造成2年目の試験地



森林研究所たより 早生樹栽培実証事業（林業にいがた2020年7月号記事）より

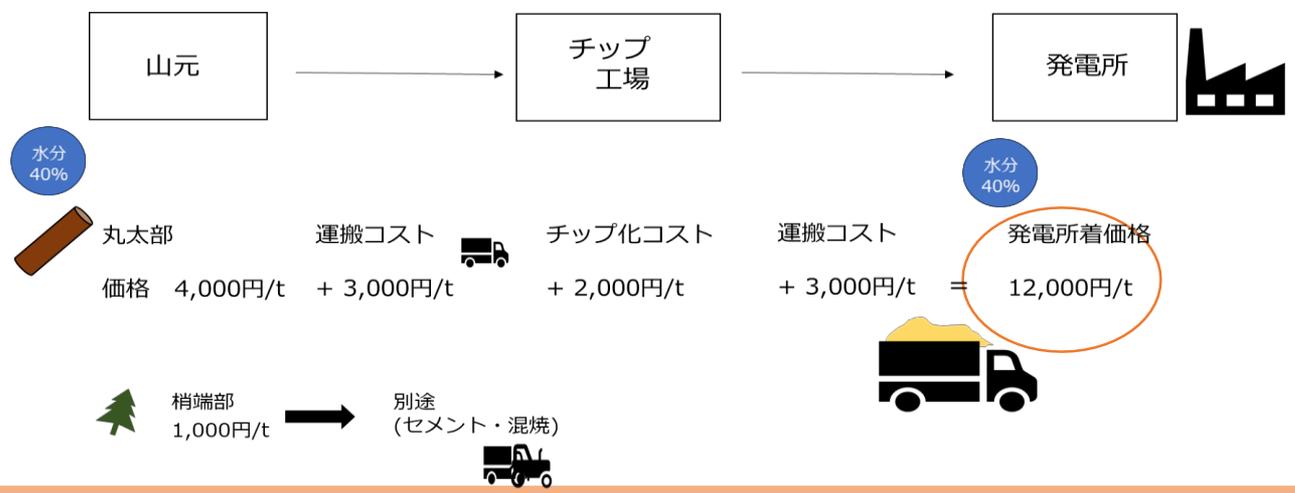
- 卒FIT後においても木質バイオマス発電が継続していくためには、発電コストの6～7割を占める燃料材供給コストの低減が必要。
- このことは、今後、熱利用の拡大を図っていくためにも重要。熱利用に経済性を持たせていくためには、かかり増しにならざるを得ないイニシャルコストを、ランニングコストの低減で補っていけるビジネスモデルの構築が必要。
- そのため、燃料材供給としての効率性を追求し、12,000円/tの現状コストを低減し、8,000円/t程度で供給できるシステムの構築を目指す。
- 燃料材の品質に即した評価を行い、効率的なシステムを構築するインセンティブを付与する等の観点から、絶乾重や熱量単位による取引を普及する。

- ①山元における丸太の購入単価は維持 =
FIT開始以前のチップ用丸太山元価格（4000円/ t）を下回らない。
- ②梢端部等の利用による歩留まり向上 = 全木集材の普及
- ③造材作業の簡素化 =
チップ化を前提に最低限の造材にとどめる。
- ④水分は30% = 天然乾燥の徹底（3～4ヶ月程度）
- ⑤山元または山元周辺の間場における集積、チップ化 =
山土場・中間土場の整備
- ⑥形質の差が小さく汎用性・互換性の高い切削チップの生産 =
梢端部等もチップ化可能な高効率移動式切削チップターの開発・普及
- ⑦運搬費の削減 =
大型運搬車の導入、直送の実施、ICTによる管理配送システムの導入

このようなシステムを作り上げていくためには、地域の関係者の連携が重要であるとともに、絶乾重や熱量単位の取引を普及させていくべき。

地域に即した効率的な供給システム（コスト試算）

（現状システム）

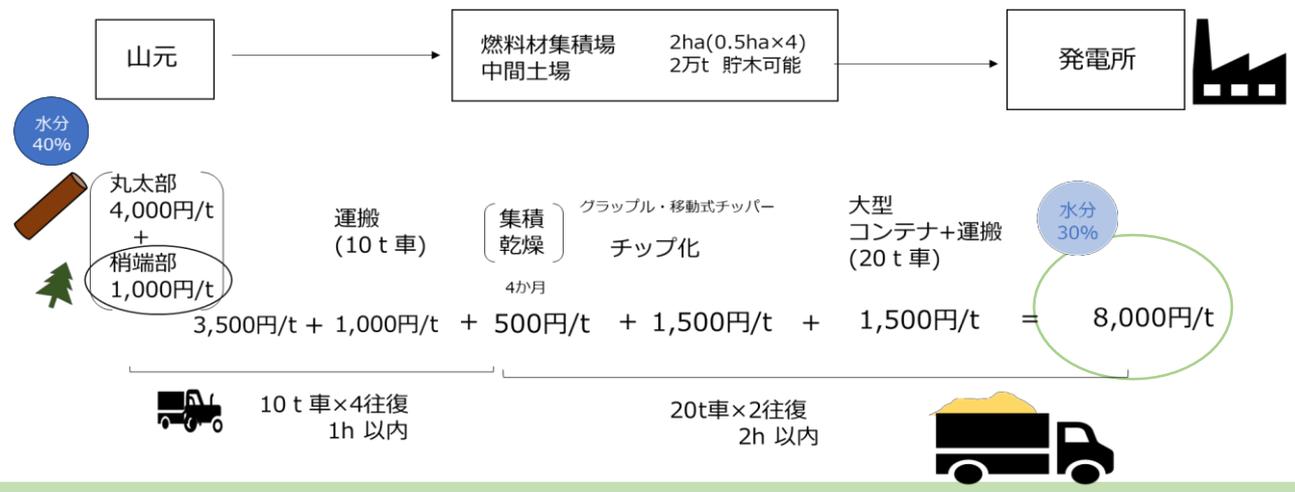


最大100km圏を想定し JWBA作成

燃料価格を構成するコスト要因

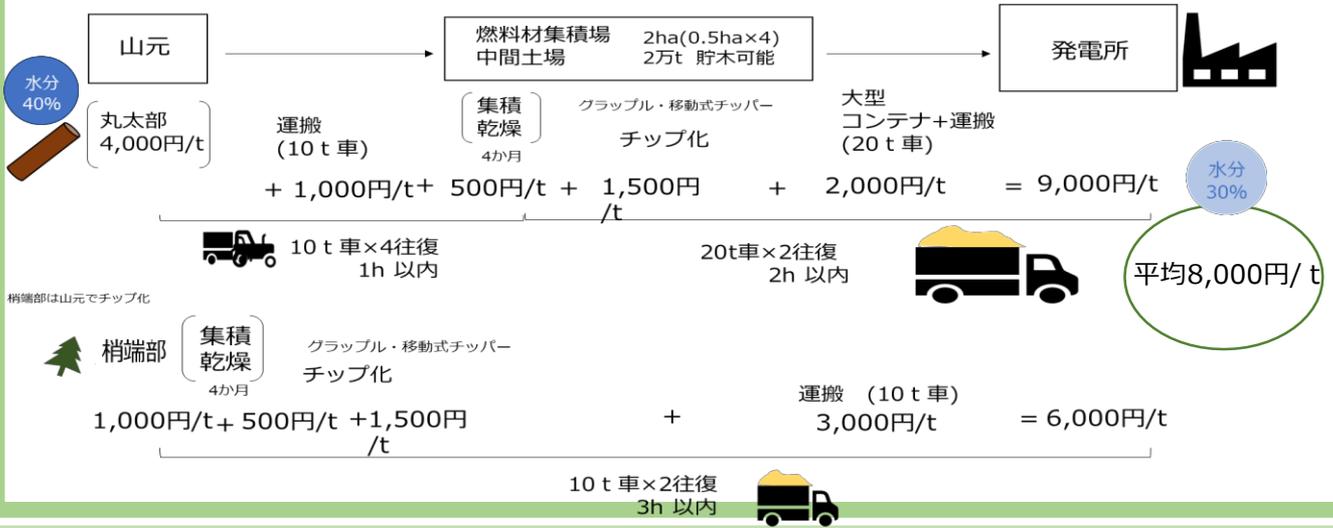
- 山元における丸太価格
- チップ化コスト
- 乾燥コスト
- 流通コスト

（効率システム パターン1）中間土場活用型



地域に即した効率的な供給システム（コスト試算）

（効率システム パターン2）中間土場活用・山元で梢端部をチップ化

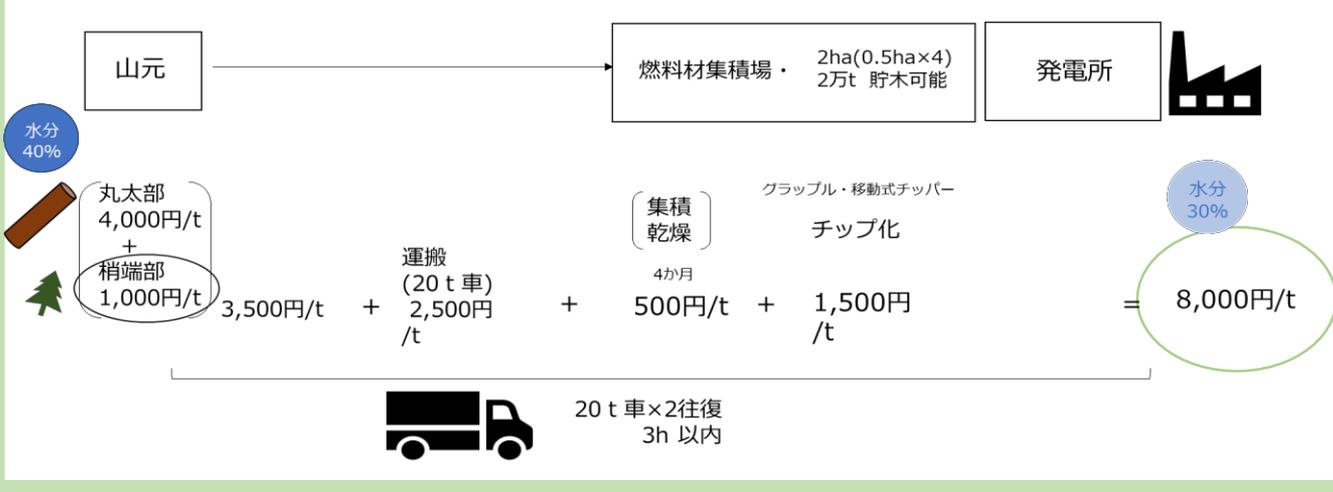


最大100 km圏を想定し JWBA作成

燃料価格を構成するコスト要因

- 山元における丸太価格
- チップ化コスト
- 乾燥コスト
- 流通コスト

（効率システム パターン3）発電所隣接でチップ化



燃料材の効率的なシステムを作り上げるために、それぞれの地域（発電所を中心に100km 圏程度）において、関係者の連携の下、燃料材供給効率化実施計画を作成する。

実施計画を実行しようとする事業者には、土場整備や機械購入等について補助の優先採択をする。

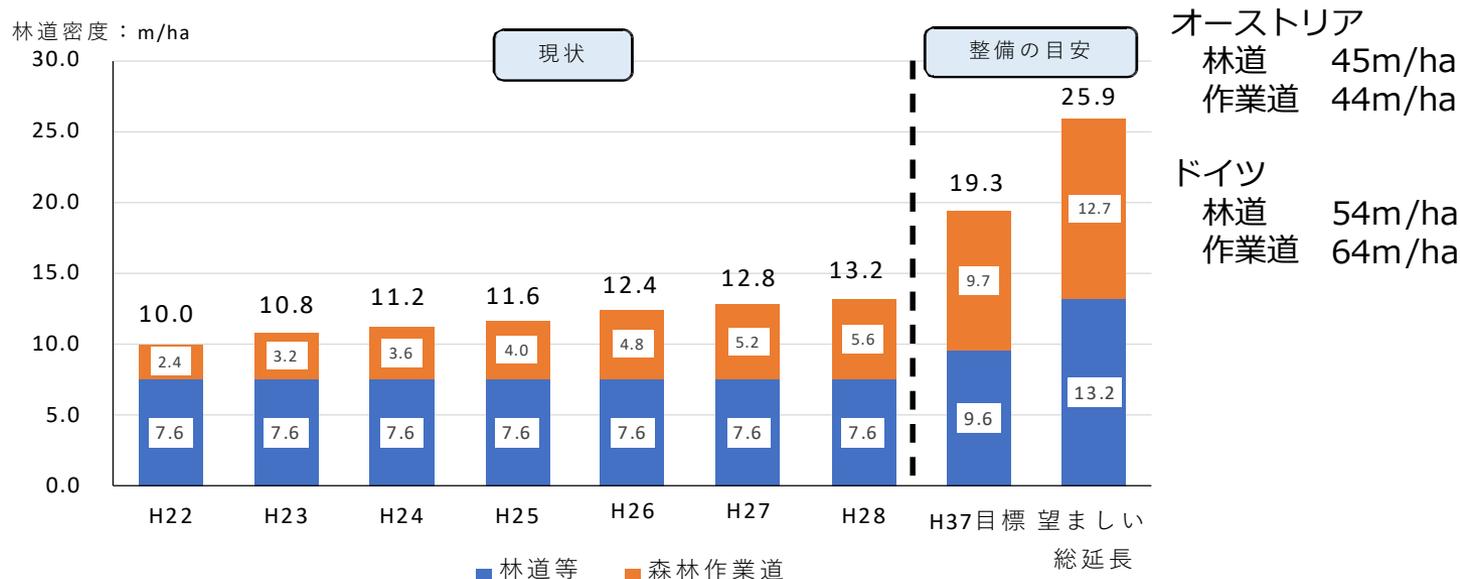
燃料材供給効率化実施計画の内容

- ・ 燃料材供給可能森林の把握
 - 資源状況、地況、路網整備状況、運搬経路と集積場の配置
- ・ 燃料材生産供給システムの想定
 - システムの具体案、コスト見込み
- ・ 燃料材生産供給システムの担い手の特定
 - 素材生産業者・チップ業者・運送業者の協同体、発電所直営、その他
- ・ 情報共有と情報基盤整備、 ICTによる管理配送システム
- ・ 関係者の合意形成と連携

林道整備の促進

近年の路網整備は、林道延長がほとんど伸びず、森林作業道が中心となっている。しかし、今後、林業の効率化を図るためには、林業機械の大型化が避けられず、また、自然災害が頻発する状況下では、非常時の代替路としての機能も有する壊れにくい路網が整備されることが必要であり、林道整備への集中投資が重要。

我が国の路網整備状況

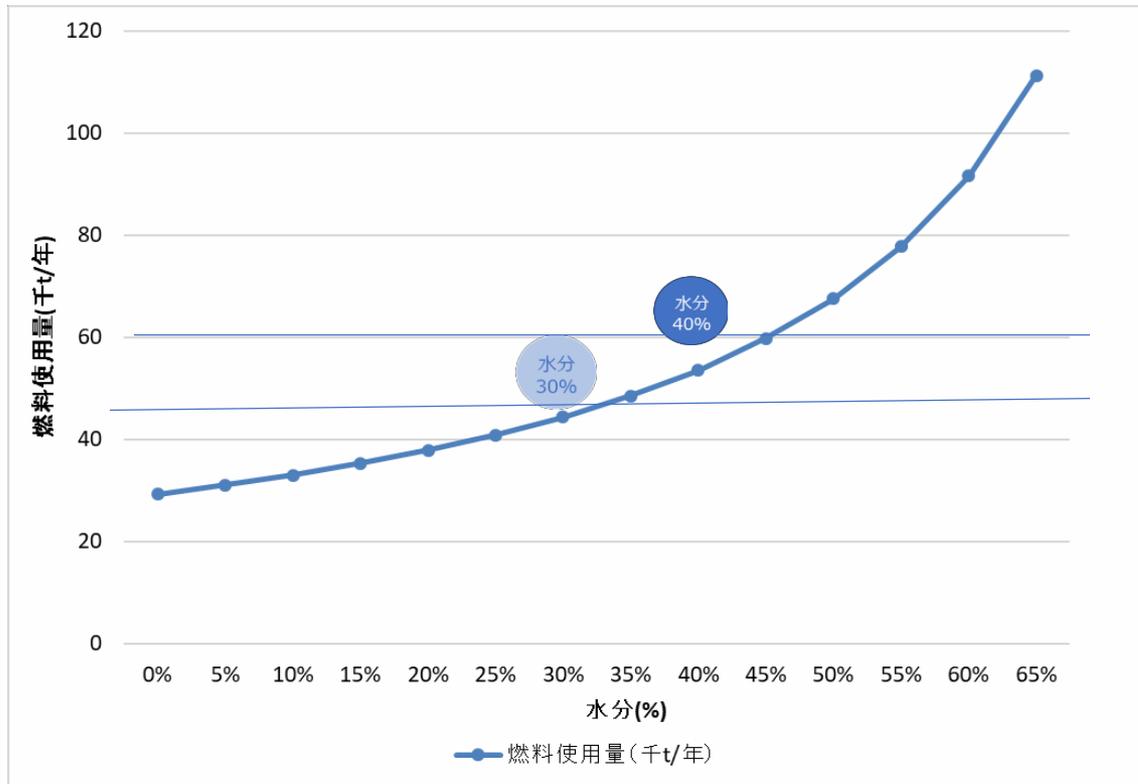


出典：林野庁資料より

燃料材供給の課題③ 燃料用チップの品質の確保

発電の効率化を図るためには、水分が低く、形状のバラツキが少なく、かつ異物等の混入が少ないチップが安定的に確保されることが必要である。
 また、今後、灰の有効利用を促進していくためには、重金属の混入割合等についても制御されることが必要である。

燃料水分状態と年間使用量の関係



JWBA作成

燃料の水分が多いと輸送効率が下がるだけでなく、必要な熱量を得るために投入する燃料の量も多くなり、燃料コスト全体が上昇する。また、単位あたり熱量が一定水準を下回ると自燃しないことになる。

燃料価格（絶乾基準、熱量基準）の導入

木質燃料価格を、絶乾基準（水分を控除した価格）あるいは、熱量ベース（水分等を考慮した燃料の持つ熱量で評価）とすることで、燃料品質と価格を連動させることが可能となり、品質向上、効率的な供給システム構築への動機づけになる。

<換算方法①>絶乾重量ベース

水分 (%W.B.)	絶乾重量 (t)	絶乾重量単価 (円/絶乾 t)	調達価格 (円/生 t)
25	0.75	20,000	15,000
35	0.65	20,000	13,000
45	0.55	20,000	11,000
50	0.50	20,000	10,000

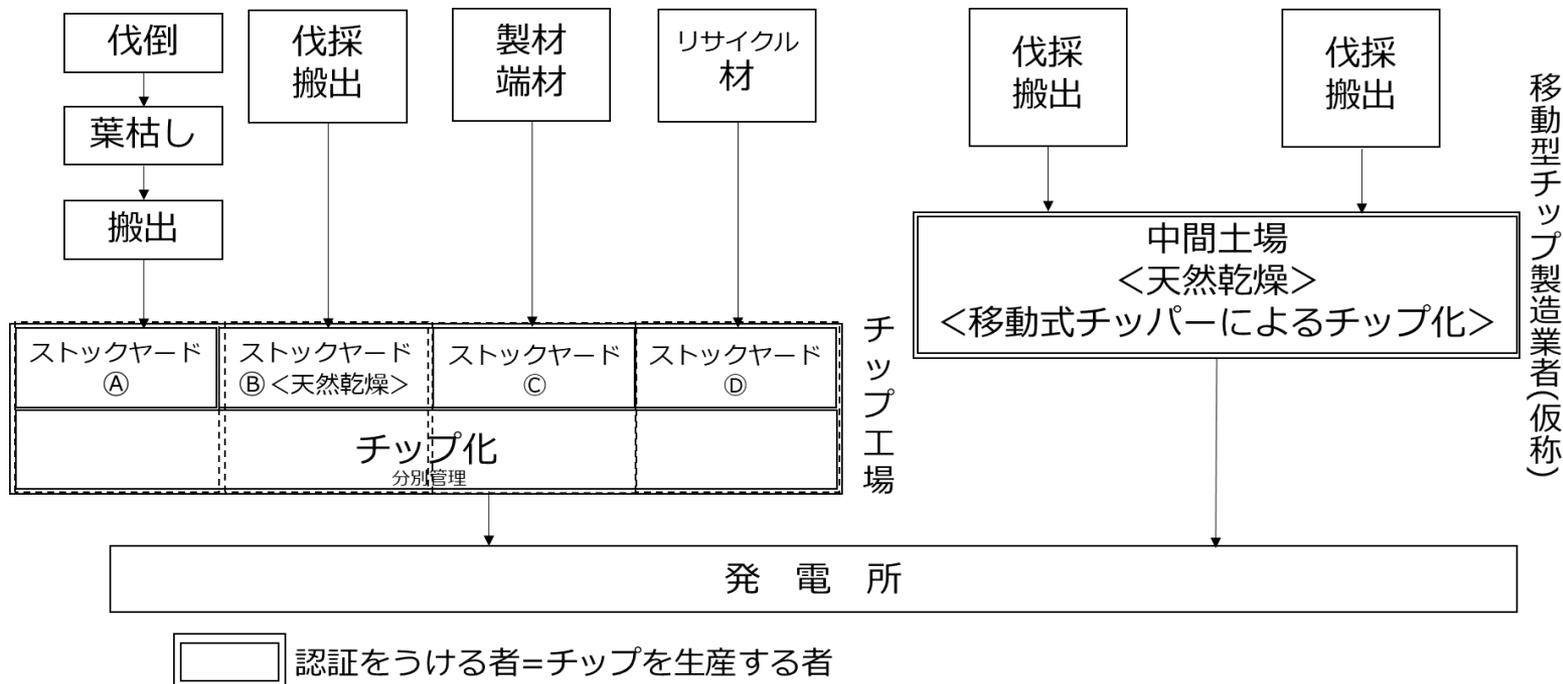
<換算方法②>低位発熱量ベース

水分 (%W.B.)	低位発熱量 (kWh/生 t)	低位発熱量単価 (円/ kWh)	調達価格 (円/生 t)
25	3,861	4.3	16,548
35	3,250	4.3	13,929
45	2,639	4.3	11,310
50	2,333	4.3	10,000

燃料用チップの品質認証制度の創設

- 燃料材の品質を認証し保証する制度の構築が必要である
- そのため、品質規格についての関係者の合意形成、現地における品質検査方法等、効果的な運用の仕組みの具体化を図る。
- 発電においては証明ガイドラインや持続可能性証明と合わせて運用する。

燃料用チップの認証制度(イメージ)



- 森林資源の成熟に伴い我が国の森林施業は、要間伐林分がある一方、主伐（皆伐）が増加する。
- ただし、伐採後の更新がされなければ、将来の持続性が確保できず、二酸化炭素吸収や森林の多面的公益機能の発揮が危惧される。
- このため、森林政策と連動しつつ、更新が確保されているかの確認が重要である。

人工林主伐 = A、B材生産と合わせて燃料材生産が行われるので、

その中 で更新が確保されるよう対応

広葉樹林主伐 = 萌芽更新の確保、一部補植の実施

早生樹林主伐 = 萌芽更新の確保

発電原価の低減（未利用木質 発電コスト）

- 燃料材の効率的な供給システムの構築による燃料コストの低減、設備投資額の低減、所内率の向上など総合的な対策を取る前提で、発電原価を試算すれば、15円/kWhの水準を確保することが可能となる。

発電原価15円/kWhを達成可能な条件

削減費目	方策	影響度（対ベースケース）	
燃料費	・燃料の水管理（燃料使用量の節減） 水分40%→30%	単独の場合△3.8円/ kWh (年間使用量6.4万 t →5.4万 t)	同時に実施 △9.2円/kWh
	・燃料の単価ひき下げ 燃料 12,000→8,000円/ t	単独の場合△7.4円/ kWh	
設備投資額 (kW単価)	・プラント設備投資額を低減 想定値 41→30→20万円/ kW	△3.2円/ kWh	
所内率	・補機動力等、所内の省エネ化 想定値 16%→12%	単独の場合 △1.1円/ kWh	
人件費	・運転人員の削減 想定値（運転員）12→10人	△0.2円/ kWh	
灰処理費	・灰の処理費を低減 想定値 18,000→1円/ t（有価）	△0.9円/ kWh	
金利	・手数料含めた借入期間の金利平均を低減 想定値 3.5%→2.0%	△0.5円/ kWh	
発電効率	・発電効率を0.5%向上 想定値26%→26.5%	単独の場合 △0.2円/ kWh	

削減後発電原価

15.0円/ kWh

JWBAによる試算 6,000 kW規模の発電所を想定

【企業ごとの方針と運用まかせの教育・研修体制】



バイオマス発電所において、委託せず自社運営は7割だが、社外の教育機会が少なく、利用しにくい。
また、バイオマス発電所の運営母体は異業種から参入した企業も多く、社内にノウハウの蓄積が少ない。

【業界横断的な技術共有やスキル標準化は不活発】



コスト削減方策等のトライ&エラー情報が横断的に共有化されず、継承すべきスキルかどうかの判断基準も曖昧

【少子高齢化による人員不足・ベテラン技術者のノウハウの継承が課題】



バイオマス発電所の有資格者、核となるベテラン技術者は、大規模火力発電所を定年退職した方が担うケースが多く、次世代の技術者の育成・確保という技術・ノウハウ承継は切迫した課題

バイオマス発電運営技術に関する知の共有化

バイオマス発電所の運営（運転監視、燃料管理、事業管理）に従事する方（運転受託、維持管理受託者も含む）を対象とした人材育成の実施

- トップランナーとなる発電所における技術者の養成、運転技術承継の実態調査（創意工夫の実態）
- 発電所が目指すべき運営管理上の目標の設定
- バイオマス発電所運営技術に関する教育・研修、スキル認定制度の創設

発電原価低減のための対策

発電原価の低減を実現するためには、

- ・ 燃料供給システム、発電事業に従事する人材育成
- ・ 発電効率の向上や新たな灰利活用技術など、技術開発とその実現化などへの、総合的な支援策が必要とされる。

発電原価削減のための具体的な対策

発電原価削減検討項目	具体的な対策
○燃料費	燃料供給システム整備事業の実施 燃料材品質認証制度の創設
○設備投資費	設備投資額上昇要因の分析
○所内率	技術者の育成 技能向上への支援 技術開発 (発電効率・灰処理等)
○人件費	
○発電効率	
○灰処理費	

- ・我が国のエネルギー需要の半分は熱利用で、ゼロカーボンを目指していくためには再生可能熱利用の飛躍的な拡大が必要であるが、最近の木質バイオマス熱利用の拡大は停滞している。
- ・再生可能熱利用を推進すべきとする関係者の認識が低く、コスト的にも重油等に対する競争力が出来ていない。
- ・イニシャルコストが高いうえに、効率的に運営される成功モデルが少なく、それを見習っての横展開が出来ていない。
- ・拡大が停滞しているために、メーカー等の改革意欲が乏しく、適切にシステム設計、運営できるエンジニアが少ない。

- 1、再生可能熱利用について、それぞれの部門ごとに今後の導入目標と、そのための対策等を明らかにする
ロードマップを作成する。このことにより、関係者の取り組み意欲の喚起を図る。
- 2、木質バイオマス熱利用の実態が十分に把握されておらず、**熱利用の的確な現状把握**を行う。
- 3、地域で、導入検討ができるように、重油利用等も含めた**熱需要現況マップ**を作成する。
- 4、木質バイオマスボイラシステムは、石油ボイラと異なるシステム設計と制御・運営が必要であり、効率的な**システムのあり方を標準化**する。
- 5、適切な設計、運営ができる**エンジニアの養成**を図る。
- 6、経済性の向上を図り、**民間の積極的な参入**を図る。

新しい生活様式において地方が再評価

最近、地方に移住しようとする若者等が増加している。

質問：今回の感染症の影響下において、地方移住への関心に変化はありましたか。（三大都市圏居住者に質問）

三大都市圏とは、東京圏、名古屋圏、大阪圏の1都2府7県。・東京圏：東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県
 ・名古屋圏：愛知県、三重県、岐阜県 ・大阪圏：大阪府、京都府、兵庫県、奈良県

ふるさと回帰支援センター（東京）への来訪者・問い合わせ数

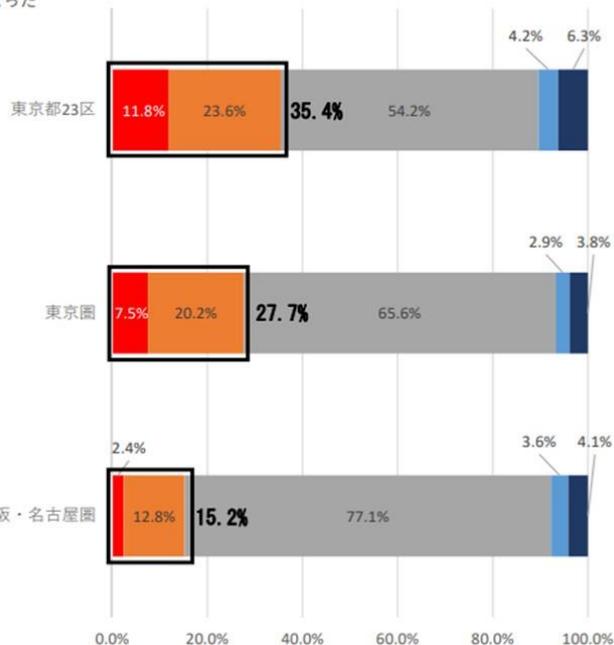


※ 2010年度、2011年度の電話等問い合わせの増加は内閣府補助事業(6次産業起業支援事業)へのエントリー・問合せ数を含むため

認定 NPO 法人 ふるさと回帰支援センター2019年度年次報告書より
<https://www.furusatokaiki.net/wp/wp-content/uploads/2017/03/b332895afb384c0bd191efdb8ae01388.pdf>

地域別（20歳代）

い
が
く
な
っ
た



内閣府「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」
 令和2年6月21日 より

若者等が定住するためには、
 安定的な就業の場が確保されることが必須。



木質バイオマスエネルギー
 利用は、安定的で継続的な
 就業の場を生み出す

環境保全等持続可能な社会
 への寄与、自主的な活動の
 確保、人と人とのソフトな
 関係性の構築等生きがい創
 出型産業社会の創造が必要



木質バイオマスエネルギー
 利用は、地球温暖化防止に
 貢献するとともに、地域資
 源である森林を総合的に活
 用し、社会的な関連性を重
 要視する新たな生活価値を
 作り出す。

木質バイオマス発電の多様な価値

木質バイオマス発電は再生可能エネルギーとして化石燃料を代替するのみならず、多様な価値を有しており、特に地域においては、将来にわたって継続的に経営されることが必要であり、そのためのあり方と対策を検討することが重要である。

木質バイオマスが育む多様な価値



1 燃料材生産供給システムの構築

地域における燃料材供給効率化実施計画の作成と助成
効率的な燃料材生産供給システムの具体化
それを地域で実現するための実施計画の作成

2 広葉樹林に対する効率的な生産技術の開発と普及

3 燃料用チップの品質確保の具体化

現場における品質検査方法の具体化
品質認証制度の構築

4 発電効率等発電事業のコスト低減

発電事業運営者の人材育
成灰の有効活用等技術開発

5 熱利用の推進

ロードマップの作成
エンジニアリング能力を持つ人材の育成

6 林業生産基盤の整備

特に林道整備の促進



一般社団法人

日本木質バイオマスエネルギー協会