



- ◆ 温暖化とエネルギー
- ◆ 上野村再生
- ◆ 佐久地区 林業とまちづくり
- ◆ 結論 木材活用でのまち振興の可能性



2024年11月22日  
日本サステナブルコミュニティ協会  
竹林征雄  
[suge0802@888.zaq.jp](mailto:suge0802@888.zaq.jp)

# 温暖化とエネルギー

欧州連合（EU）気象情報機関「コペルニクス気候変動サービス」11月発表  
今年の世界平均気温、**1.55℃**の見通し

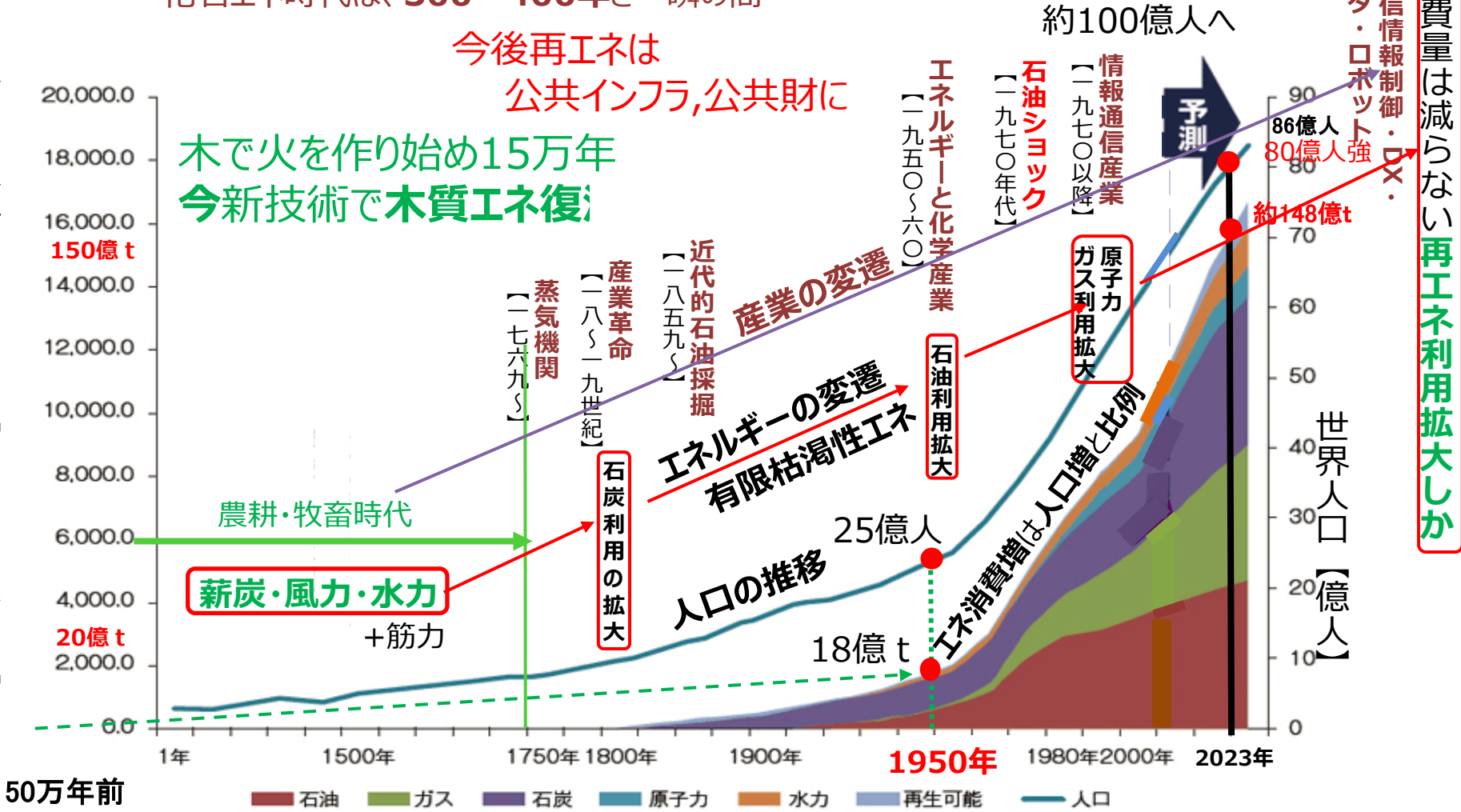


# エネルギーと産業と人口の変遷

エネルギー課題は、経済課題。世界の産業、暮らしを脅かしている

人口増大 都市化➢生活向上 産業振興➢消費量増大 エネ高騰  
➢ CO<sub>2</sub>排出量増大➢一層の温暖化➢気候崩壊➢社会崩壊？  
化石エネ時代は、300～400年と一瞬の間

世界のエネルギー消費量【百万原油換算トン】



エネルギー消費量は減らない再エネ利用拡大しか

IoT・AI・5G通信情報制御・DX・量子コンピュータ・ロボット強 (2015)

# ◆ 温暖化とエネルギー

## 1. 世界の最大課題の再確認 と 産業とエネルギー

\* 気候は大幅に変動し、日本は常に高温多湿の亜熱帯化  
自然界のバランス、世界社会も崩れ、壊れる危機  
人類含む全生命体がリスクに晒され、既に**テIPPING・ポイント**へ

世界のパリ協定の約束1.5℃ ➤ **既に今年は1.55℃へ**  
今のままでは守れない！

アメリカ、ロシア、中国、途上国は安い化石燃料を使い続ける  
IOT、AI、データセンターなどで電力、エネルギー消費は増大



温暖化の主犯は人類で先進国は特に、文明の転換は必至

**\*エネルギー課題＝経済課題。当然産業と暮らしを脅かす**

**地域エネルギーは公共インフラ**

人口増大 都市化 ➤ 生活向上 産業振興 ➤ 消費量増大 エネ高騰

➤ CO<sub>2</sub>排出量増大 ➤ 一層の温暖化 ➤ 気候崩壊は社会崩壊



# 上野村再生：2013年 第1期、2期 木質バイオマスエネルギー化 概略フロー

約1.82万ha  
の**95%**森林

戦国時代以来、**薪炭産業**で4,000人の村、**化石エネ**より  
**近代技術**で製材、ペレットやチップ燃料生産、その燃料で  
ボイラー、ストーブ、熱電併給施設などの導入で蘇る

## 第1期

ペレット用  
800円/m<sup>3</sup>, 1,111円/t

菌床用  
7,200円/m<sup>3</sup>, 10,000円/t



ペレット工場  
生産量1600t/y

36,000円/t

618t/y

住宅、村内ホテル、温浴施設  
など需要（ストーブ ボイラー）



5721m<sup>3</sup>  
4119t/y

	針葉樹	広葉樹	その他	合計
国有林ha	2280	4826	349	7455
民有林	3770	6074	70	9914
合計	6050	10900	419	17369
面積比率	35%	63	2	

## 第2期

発電事業  
電力180kW  
熱270kW

16,500円/t

982 t/y



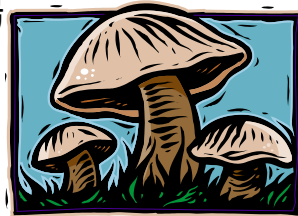
約4.7億円/年 村外へ流出(2018年)

参考：上野村 年間予算規模…約30億円  
予算対 村外資金流出率…15%

キノコ工場

1560m<sup>3</sup>/y

チップからオガ粉生産



電力、熱供給

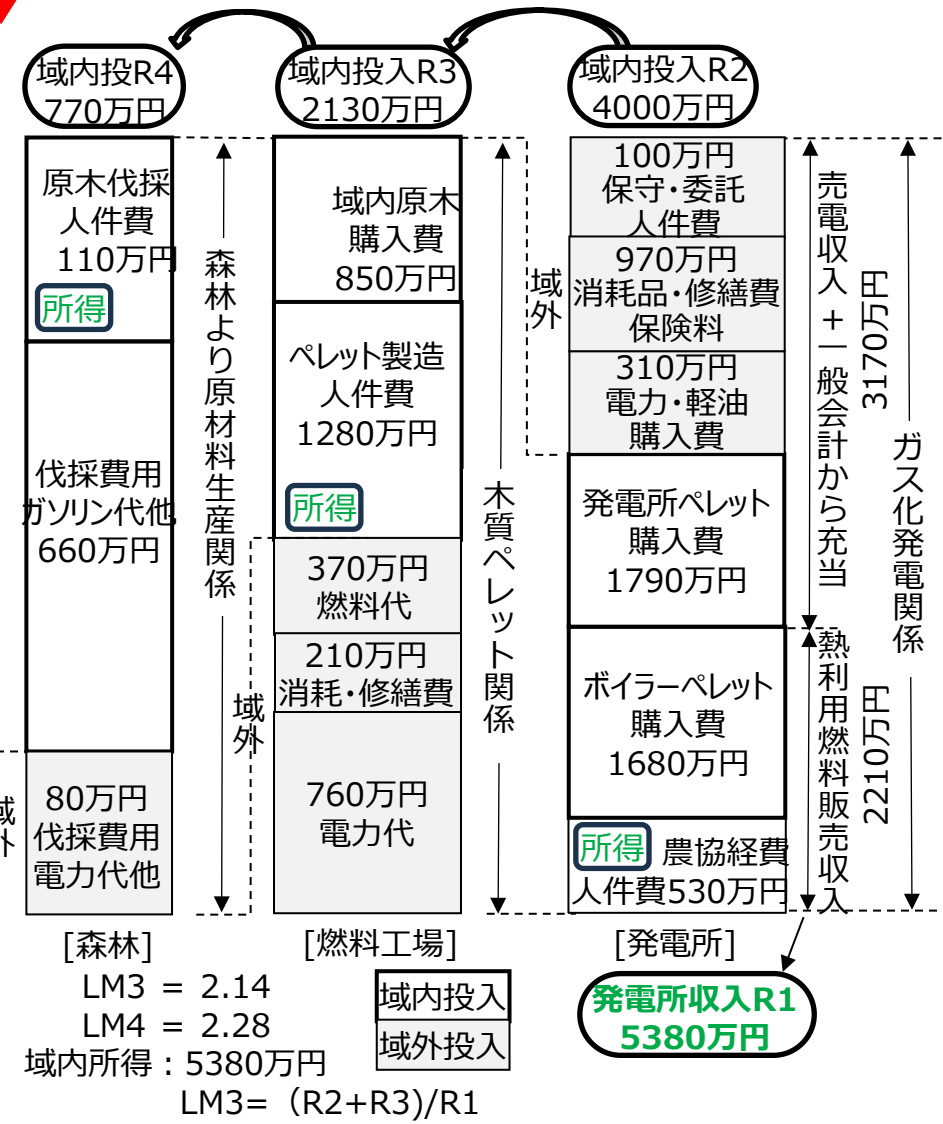
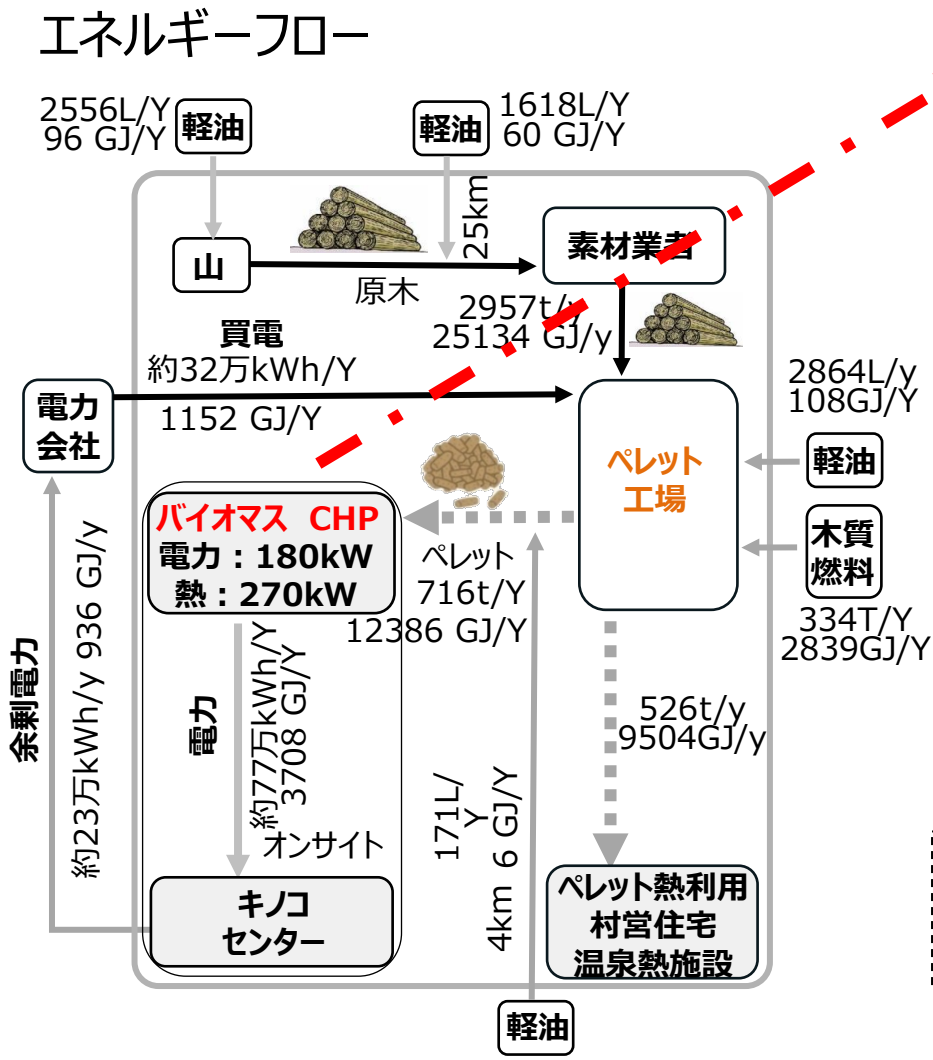
約890万円のメリット

ペレット価格を採算面から上記に設定した際の、上野村木質発電会社とキノコ会社の関係

# 第2期エネルギーフローと地域内乗数

投資が地域内での経済的な効果を目に見える数値表示。稼いだお金を域外流出を減らし、地域内でお金が 何回転しているのか？

## 木質バイオマスCHPによる地域内乗数



注) 丸太1t当たりCO<sub>2</sub>削減量 -0.331CO<sub>2</sub>t/丸太t

ペレット 含水率8%：17.3 MJ/

原木 含水率50%：8.5 MJ/kg

# 第3期 脱炭素先行地域に挑む！

…上野村の4つの地域課題と4つの視座

全村の脱炭素化を起爆剤に  
4つの視座から  
4つの課題の  
解決へと繋ぎ、再生へ

## 4つの上野の課題

- 課題 1 林業の再生
- 課題 2 再エネを活用した  
災害に強い村づくり
- 課題 3 公共サービスの持続
- 課題 4 移住から定住へ

4つの視座	主な効果（キーワード）
経済・雇用	<ul style="list-style-type: none"><li>・森林事業者の収益増加</li><li>・森林資源の最大活用と林業の再生</li><li>・カーボンフリー水産品としての付加価値向上</li><li>・エネルギー地産地消の担い手を育成</li></ul>
快適・利便	<ul style="list-style-type: none"><li>・安心・安全に暮らせるまちづくり</li><li>・村の魅力度・満足度の向上による移住者の増加・定住</li><li>・脱炭素リノベーションによる移住者の多様なライフスタイルへのニーズに対応</li><li>・農機具の電動化等による農業作業環境の改善</li></ul>
循環経済	<ul style="list-style-type: none"><li>・安定的なエネルギー供給体制の確保</li><li>・住民のエネルギーコスト負担を軽減</li></ul>
防災・減災	<ul style="list-style-type: none"><li>・大規模停電などの非常時においても防災拠点として電力を確保</li><li>・エネルギーセキュリティを確保</li><li>・地域マイクログリッドの構築によるレジリエンスを強化</li><li>・自立分散型電源の確保によるレジリエンス強化</li></ul>

# 脱炭素先行地域（村全域）認定（2022年第2回）約30億円

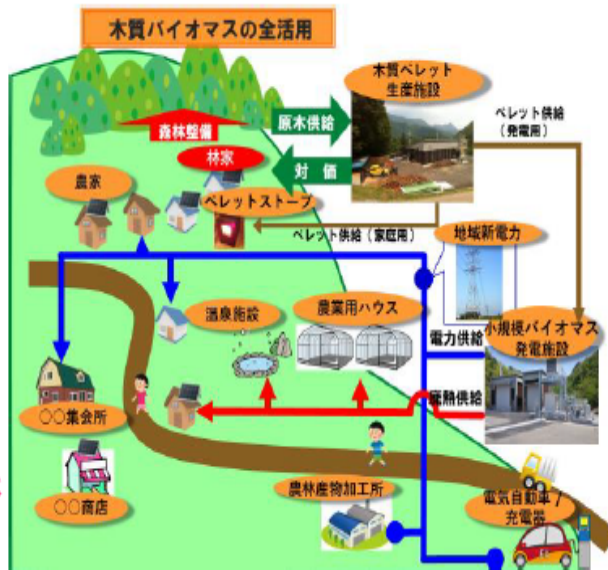
取り組み主体像

上野村：全村！全力！全活用！～脱炭素が輝く地域づくり～

村の総面積の95%を占め、豊富な地域資源である**森林を最大限活用**して、木質バイオマス熱電供給設備を導入するとともに、太陽光発電・蓄電池を最大限導入し、**村全域の脱炭素化**を実現。また、東京電力パワーグリッドとの連携により、地域防災施設を中心とした**複数の地域マイクログリッド**を構築して、村全体のレジリエンスを強化。木質バイオマスの有効活用を通じて、**林業の再生**を図るとともに、**エネルギーコストの削減や安心・安全でエコな生活環境**を提供し、**移住者の増加・定住**を促進。**脱炭素対象：戸建受託351戸、村営住宅48棟149戸、民間施設13施設、公共施設18施設**

## 1. 民生部門電力の脱炭素化に関する主な取組

- ① 村全域の**住宅や民間施設等**に太陽光発電(2,360kW)・蓄電池を導入し自家消費するとともに、既存の地域新電力「**中之条パワー**」が再生電力を供給
- ② 住宅に対して**省エネ家電への買い替えや窓・ドア等の断熱改修等の支援**を実施
- ③ 村内の主な地域防災施設を中心とし、システムを利用した複数の**地域マイクログリッド**を構築



## 3. 取組により期待される主な効果

- ① **森林資源**を木質バイオマスの原材料として**最大限活用**するとともに、林道の路網整備や林業従事者の確保・育成を進め、事業基盤の強化により**林業の再生**を図る
  - ② 全ての村営住宅等への太陽光発電・蓄電池の導入や**地域マイクログリッド**の構築により**レジリエンスを強化**するとともに、今後の住宅モデルとなるZEH対応型の村営住宅の新設等により、**村の魅力度・満足度を向上**し、**移住者の増加・定住**を促進
- \* **総面積の95%の森林資源**を活かし、林業、木工業、木質バイオマス事業を特色ある中核産業とし、**ペレット工場の生産能力は年間2,500トンで、現在は年間1,500トンの木質ペレットを生産**
  - \* 地形は急峻・複雑、可住地面積は少なく、河川に沿った国道299号線沿いに**総世帯数88%と民間施設、公共施設**が暮らし、**高齢化率は45%を超え**、多くの高齢者世帯では、設備導入や住宅の改修などを捻出することが困難。
  - \* 導入施設等

太陽光発電、蓄電池、ポータブル蓄電池  
公用とスクールバスのEV化、充電器  
省エネ家電への買い換え補助支援  
木質ガス化熱電供給装置、熱供給システム  
ハウス用ボイラー、住宅用ソーラー温水器  
ペレットストーブ、ボイラーLED化、断熱改修費支援

## 2. 民生部門電力以外の脱炭素化に関する主な取組

- ① 役場新庁舎、道の駅等に**木質バイオマス熱電供給設備**(50kW×2台、25kW×3台)を導入して自家利用するとともに、余剰熱は周辺住宅等に供給し、夜間余剰電力は蓄電してEV充電ステーションに活用
- ② 村内の森林の60%以上を占める**広葉樹と未利用材をチップ燃料**として活用。また、住宅への**木質ペレットストーブや薪ストーブ**(計80台)の導入を支援



## ◆ 上野村再生

### 2. 近代技術による木質のエネルギー転換 と全村脱炭素化、自前エネルギー化

\* 戦国後の、薪炭産業で4,000人の村が、今は約1,000人  
村は化石エネより近代技術で製材、ペレットやチップ燃料生産、  
その燃料でボイラー、ストーブ、熱電併給施設導入で村は再生



#### \* 第3期

村全域が森林と太陽による脱炭素先行\*の地域に認定 約30億円  
全村、脱炭素＝2030年 炭素中立達成へ  
森林で、経済循環の上野村



# 佐久地区 林業とまちづくり

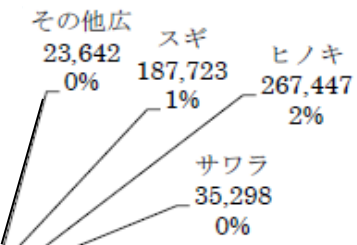
## 豊かな森林資源のお宝をどう活かす

木材生産量と生産額（令和5年度）

区分	生産量	生産額 円
木材生産	120千m <sup>3</sup>	約22億
木炭	40 t	約90万
薪	576層積m <sup>3</sup>	約840万

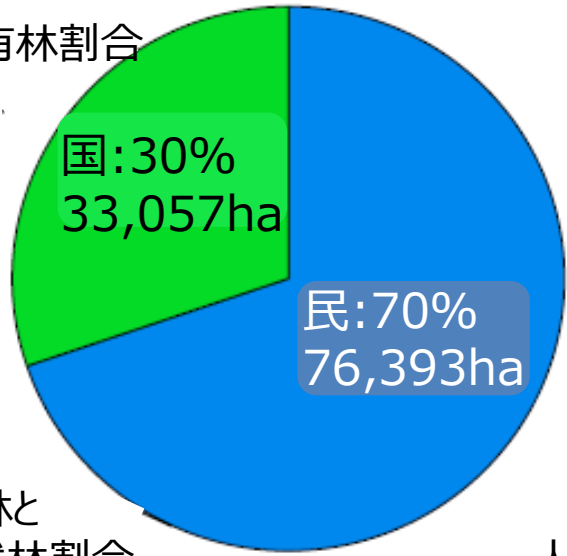
出所：2023年佐久管内森林と林業  
他キノ等 約2.55億円

民有人工林の  
樹種別蓄積量

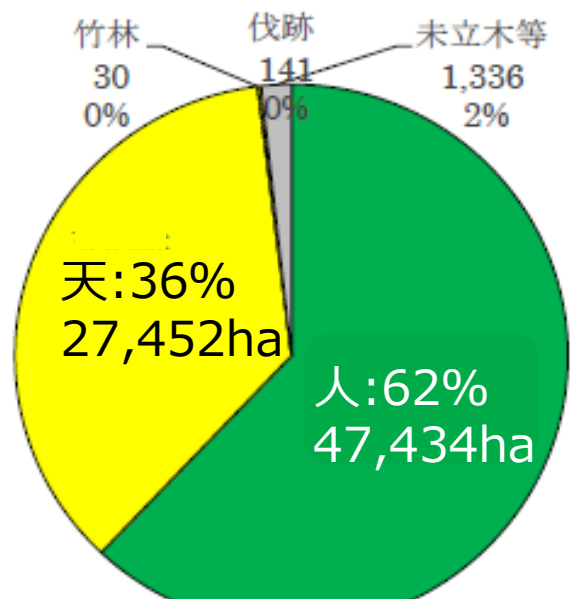


カラマツ：豊富  
早期 伐採と植林  
林内道路密度約3割

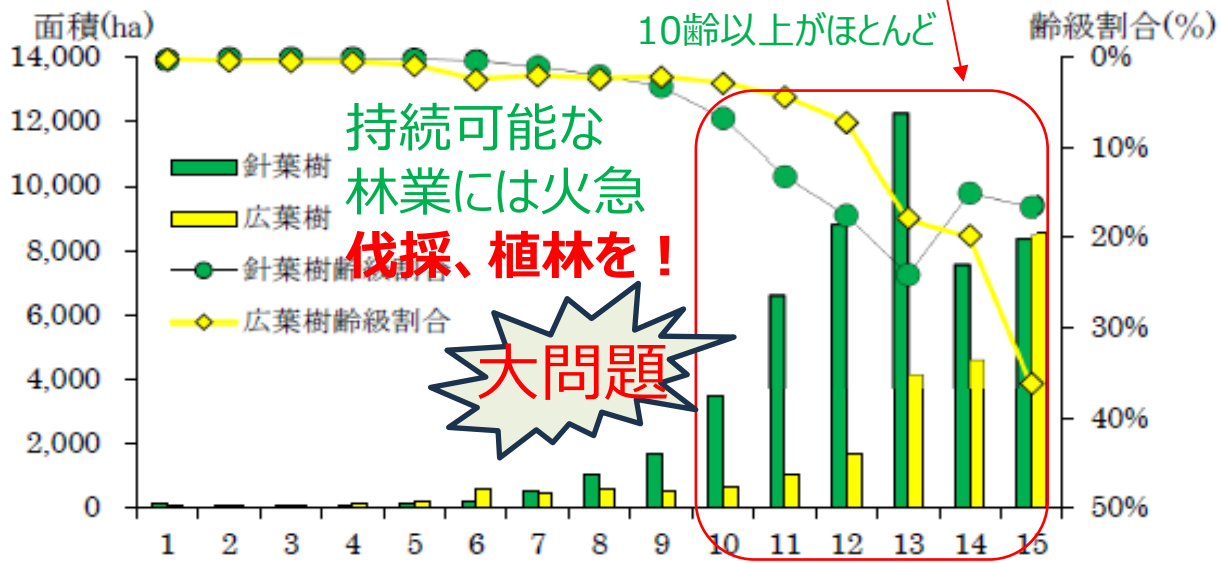
民有林と国有林割合



民有林の人工林と  
天然林割合



人工林林齢構成

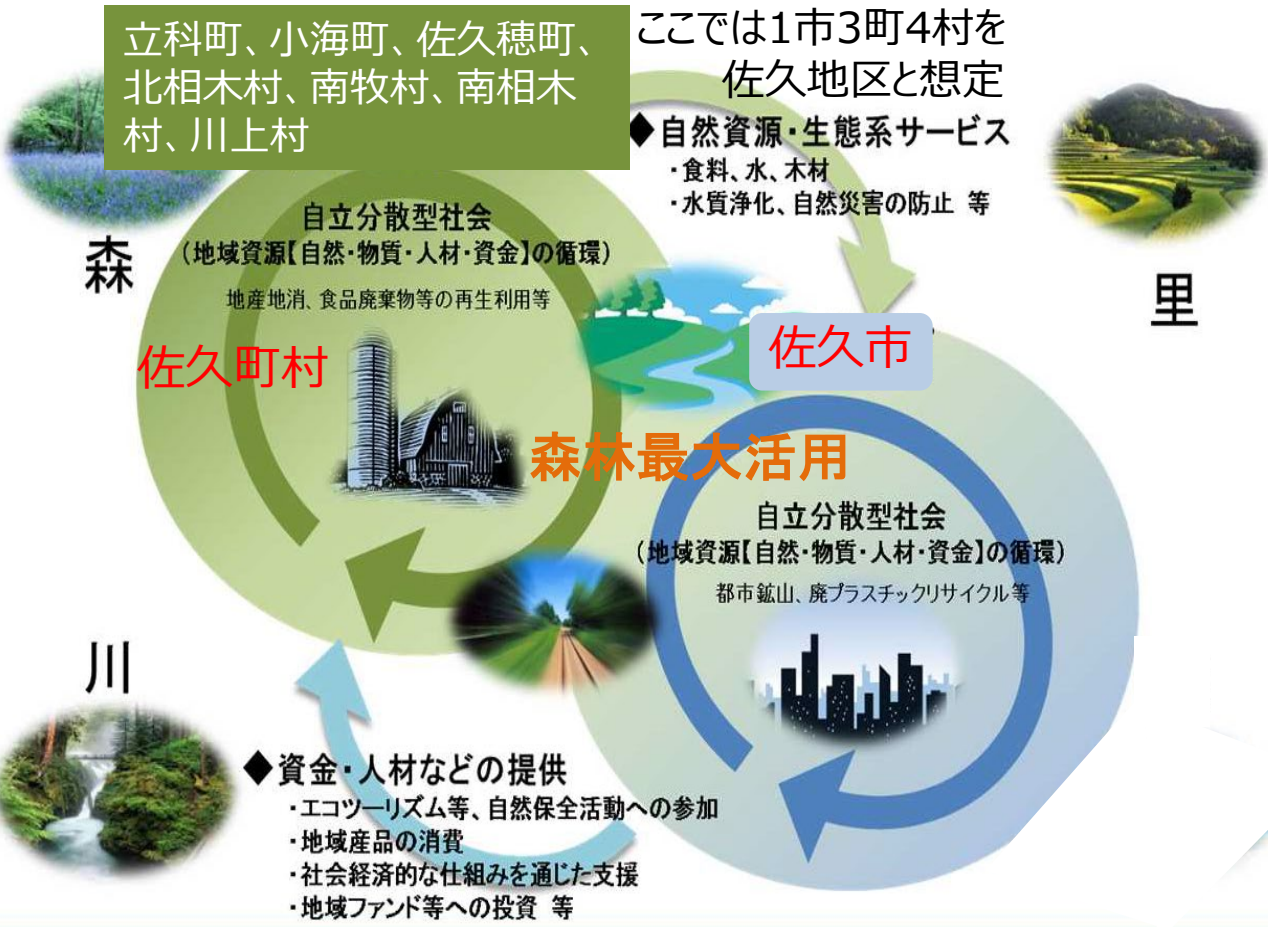


出所：2022年佐久森林認証協議会（3件の図）

出所：令和5年長野県民有林の現況

# 佐久地区 バイオマスと地域循環共生圏

- \* 佐久の**特性に応じ**、地域資源を活かし  
**自立・分散型社会**形成
- \* 地域循環共生圏は、林業・農業地も商業  
業務も活かし、**地域活力を最大限に発揮**  
近隣地域一体となり、地域資源を管理、支え  
合うことで、**「地域循環共生圏」**を創造



## バイオマスは 地域循環共生圏 構築における、主要プレイヤー

木材は（化石資源代替）

再生可能  
持続的  
循環利用

適切な維持  
管理は必須

エネルギー生産  
熱・電力・燃料…薪、炭、  
チップ、エタノールなど

原材料生産  
建築・家具・紙・パルプ  
・化学原料・CNFなど

地域雇用創出  
地場産業拡大

バイオマス地産地消

# 木質バイオマス全活用による林業経済化（産業化）

日本は資源大国にも拘らず、「木材関連産業」が成立していない！

木質系バイオマス関連産業の裾野は広く、ドイツでは自動車関連産業総生産と同等

	雇用	総生産
自動車関連*	70万人	27兆円
林業関連**	110	23

「ドイツ森林・木材産業・木材クラスター」

\* 農林中金総研2008年  
\*\* 「木のルネッサンス」熊崎実2016年

木造建築を増やし、バイオマス熱電併給を導入を目指して！

将来は木質バイオマスケミカルも



ESG投資

地域内で お金を儲ける 付加価値上昇

地域内経済循環で お金を廻す

地域からお金（利益）を 域外へ出さない

SDGs

三方よし⇄四方よし（買ってよし、売ってよし、世間よし、環境よし）

購買能力上昇

これが活性化と持続可能なまちづくり

こうなれば、人が集まり、商店街も潤い始め

更に、木材も、ゴミ・糞尿も活用が進み、省エネと合わせ

温暖化ガスも削減し始める

建物もエネルギーも地域森林資源でグリップ

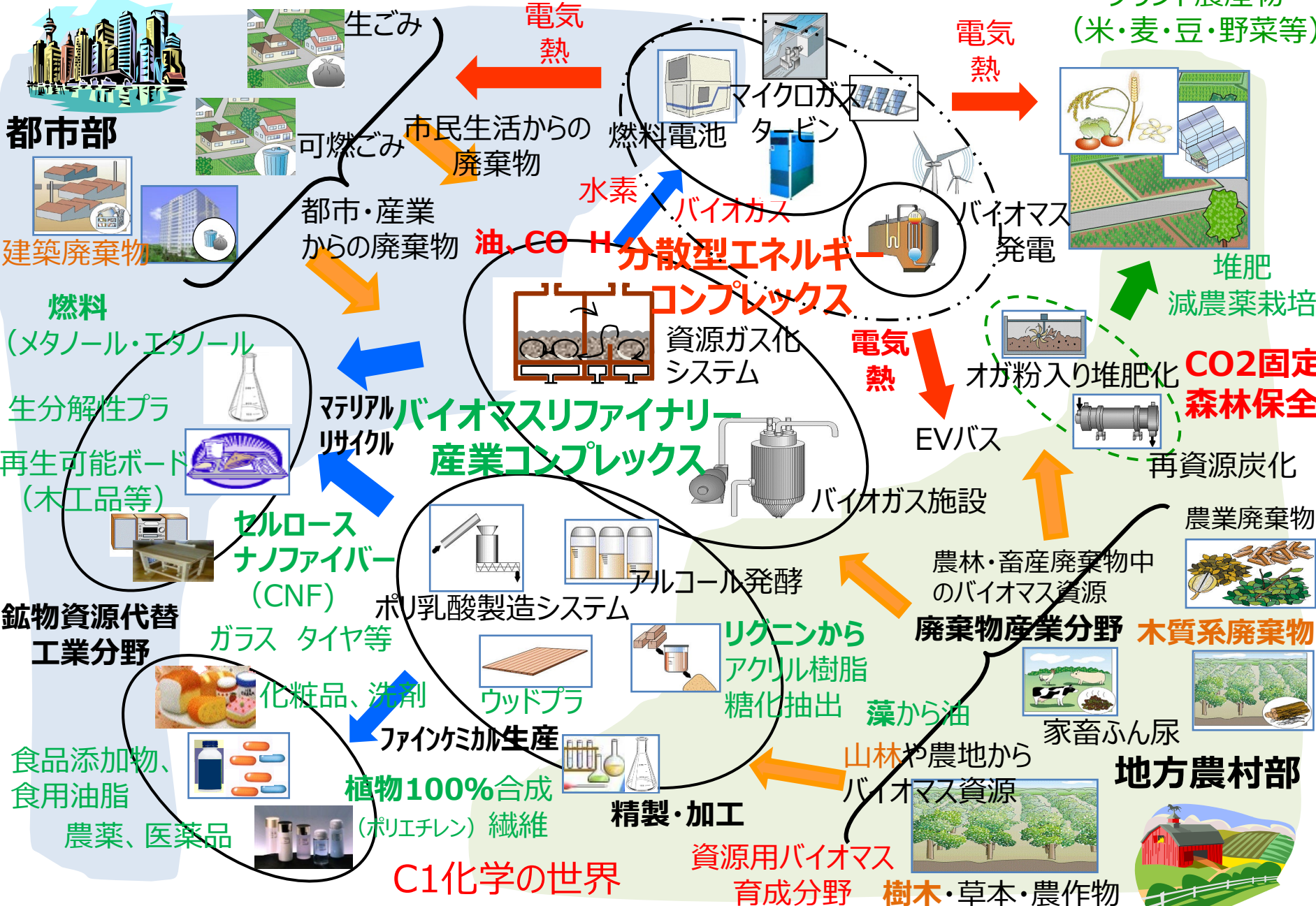
サプライチェーンの中で建築、家具、木材で熱と電力生産を検討！



# 森林活用と循環経済と地域創生



# 将来 バイオマス産業（グリーン・エコインダストリアルパーク）





# 木・ナノセルロース・電気・自動車 (京大NCV)

## 木から自動車と電気

C  
N  
F

鋼鉄の1/5の**軽さ** 5倍の**強度**

高リサイクル性 再生可能資源

カーボンニュートラル

バンパー

ボンネット

床

ドア

**ガラス** 等

## 燃料

油、ガス、メタノール、  
エタノール

## 木工

再生可能ボード

## ケミカル材

水素

生分解プラ

アクリル樹脂

化粧品

食品添加物

食用油脂

洗剤

**カラマツからアロマオイル**

\* 化石燃料も木も炭素と水素

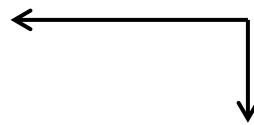
\* 木には大量の水を

\* 絶対的に賦存量が不足

\* 活用には**知恵と維持管理要**

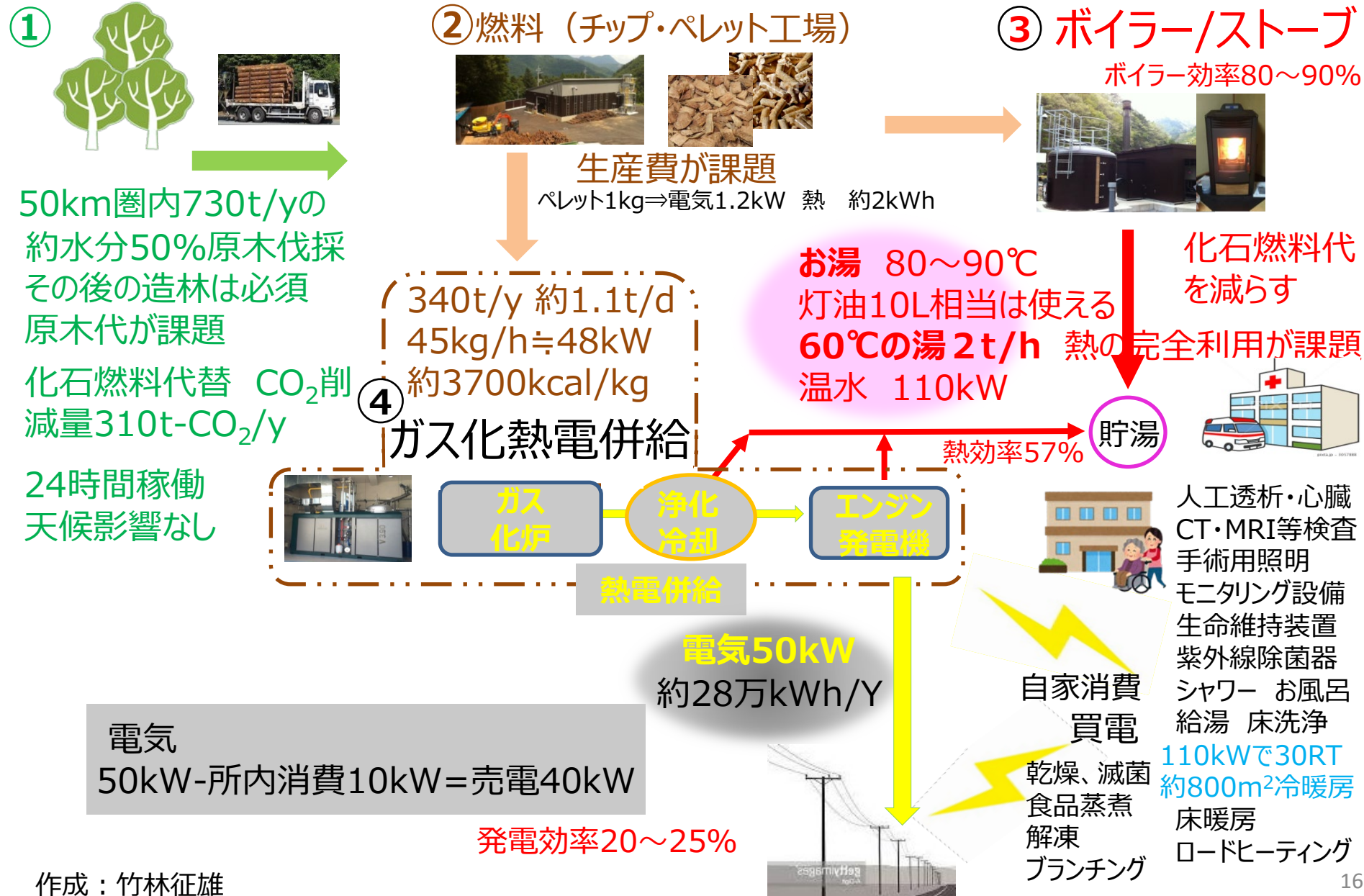
量は少ないが永久に再生活用

**化石エネは有限枯渇性**



# 木質エネルギーパワー 常時災害時とも利用可能、電気も熱も燃料も、エネ代金減

## 熱110kWと 電気50kWを生産する熱電併給 (CHP) 7500時間稼働の例





# 木材バリューチェーン

川上～川下全体で、バランス良く  
材木量と金の入出が合う



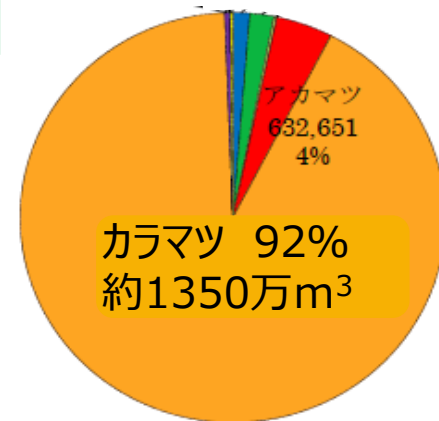
## ◆ 佐久地区 林業とまちづくり

### 3. 伐採期を過ぎた大量カラマツの持続的活用は？

**バイオマスは、地域循環経済共生圏  
構築における、主要プレイヤー**

森林の  
完全管理、循環活用で持続可能な産業化を

➤  
サプライチェーンの統合、維持管理  
木材を余すことなく使い切り  
循環再生活用社会を



佐久は豊富な森林資源に恵まれている  
建物もエネルギーも地域で**ハンドリング、グリップ**できる幸せな地域  
地域内経済循環が可能

**木造建築＋地産地消エネ（＋先進医療＋天文、観光）  
＝経済循環＋まちづくり＋温暖化対応**

# 結論 木材活用でのまち振興の可能性

## 木材も太陽光も豊富

太陽光と木質で、熱と電力の**自給率50%を目指すことは可能！**  
 運転が不安定な太陽光と昼夜、天候問わず、熱と電力を創出する「木質バイオマス」は**補完関係**で、大いに**可能性**が

CO<sub>2</sub>排出量 61万 t 単位：T-CO<sub>2</sub>

	2013年度	2021年度
エネルギー起源 二酸化炭素排出量	687,570	610,631
産業	154,367	131,263
業務	155,707	139,720
家庭	176,737	158,513
運輸	197,046	170,910
一般廃棄物	3,713	10,225

### 佐久市 エネルギーフロー

出所：東北大学 中田俊彦教授

地域エネルギー需給データベースに竹林追記

佐久市再エネ賦存量 161,015MW h

太陽光賦存量：97,881MW h

2030年までに累積施設容量20万kWへ、**2億kWh**

2021年13.3万kW

令和5年 佐久市環境基本計画書

地域脱炭素移行・再エネ推進事業計画（重点対策加速化事業346万kWh）

有限責任事業組合 佐久咲くひまわり

出所：地域E-CO<sub>2</sub>ライブラリー エネルギー損失  
株式会社 E-konzal

年間

再エネ賦存量

17,852TJ

4,959GWh(4,959,000MW h：約50億kWh)

地域内再生可能エネルギー  
導入ポテンシャル：

17,852 TJ

4,959 GWh

10,131TJ

太陽光PV(土地系)

約28億kWh

環境省REPOS

800~1000MW

3,187TJ

太陽光PV(建物系)

8.8億kWh

2,007TJ

陸上風力

2,186TJ

木質バイオマス

約6億kWh

廃棄物

中小水力

地熱

洋上風力

化石資源投入

7,510TJ量

2,086GWh

化石資源等：

7,510 TJ

2,086 GWh

石油製品

天然ガス

石炭

都市ガス・石油ガス

大規模水力

地域外再生可能エネルギー資源

57+79 = 136TJ = 3,780万kWh

電力

1,971TJ

547GWh:5.47億kWh

電力

1,971 TJ

547 GWh

水素

熱

エネルギー自給率2%

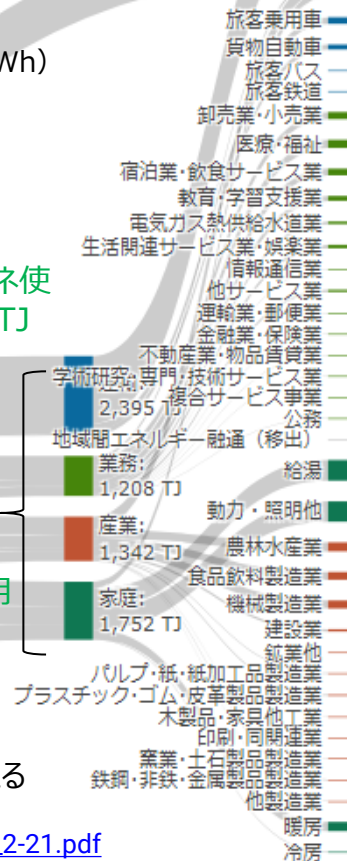
佐久市全エネ使  
用量8,668TJ

消費量

6,697TJ

電力と熱と原料利用

熱は電気の1.5倍



横浜国大砂土原教授：ペレットで暖房3割賄える

1.横浜国立大学学術情報リポジトリ

[https://ynu.repo.nii.ac.jp/record/11828/files/2021\\_2-21.pdf](https://ynu.repo.nii.ac.jp/record/11828/files/2021_2-21.pdf)



# 新しい未来のまちづくりポイントの一つ

## 佐久地区…資源の活用、最大化と持続可能性がポイント

資源や特徴は何か＝森林、観光、気候、循環経済可能性

これからの人口減と少子高齢化課題と就労者の減少、経済の衰退  
それらを防ぐ柱の一つが、地域資源洗い出しとその活用を探る

防災対応（KW：台風、洪水、土砂災害、浅間山など噴火、地震、備蓄）

住民のウェルビーイング（健康リスク回避、佐久総合病院と温泉治療リハビリ、森林セラピー）

四  
つ  
の  
視  
座

- 経済・雇用
- 快適・利便
- 防災・減災
- 循環経済

森林活用では…「需要と供給バランス 持続可能な林業＝林業▶製材▶建築・家具  
・工芸品・燃料生産・化学素材等の一気通貫でのサプライチェーン構築」

「その輪を太く大きく 材木の需要を増やし、供給が応えられる構図を如何に  
創出し、サプライチェーンでの連携・技術革新・DX化・バリュー＆マインド向上」

最大需要の建築では…コンクリート、鉄骨、鉄筋などを可能な限り不使用

可能な限り、木造100年維持を目指す 建て替えではなく、改築再利用も

職場：建設ロボット導入、ウェルビーイング配慮商業ビル、集合住宅：5,6階建て  
以下で統一。快適さを逃さない平屋か2階の和洋木造戸建て 最低50年住み  
続け可能で、歩いて暮らせる地域の木造集合体 拠点毎の防災施設の付設



木質エネルギーでは…化石燃料は化学原料へ、木質燃料は15万年の歴史、更なるGX化  
燃料材は、間伐材、枝葉、端材を主に活用 これの全てをペレット、チップ燃料に  
エネルギー転換はボイラーでお湯を、ガス化熱電併給でお湯と電力を生産、全て使い切る

佐久…脱炭素と経済の両立を旗に学び、深掘りし、話し合い、目標、行動、見直し

（多様な意見・視点を）

佐久地域の創造活躍のためには ➡ 3大課題の解決の視点から

佐久には、都会には無い  
大変豊富な資源がある  
広大な**土地**資源  
膨大な**森林**資源  
豊富な**水**資源  
豊富な**食糧**資源  
先進**医療と環境**に恵まれ  
**安全安心**な地域

＋  
地域金融と共創  
県内大学、研究機関と共研  
知恵と人材確保、人脈活用

環境課題・社会課題・経済課題はそれぞれ直結  
地方が抱える課題

**森林活用で！**  
＋先進医療＋観光＋温泉

パリ協定

**環境課題**

**温室効果ガスの大幅排出削減**  
森林・里山里地荒廃の整備  
生物多様性の保全など  
野生鳥獣被害対策

100万種が 絶滅危機  
生物多様性 取組加速

全てはSDGs

**社会課題**

**交通手段の縮小**  
**大規模災害への備え**  
**大幅・急速な少子高齢化**  
**医療介護課題**  
**急激な人口減**  
**農林の担い手不足**  
**地域文化の再興**

相互に関連  
複雑化

価値の協創

CE

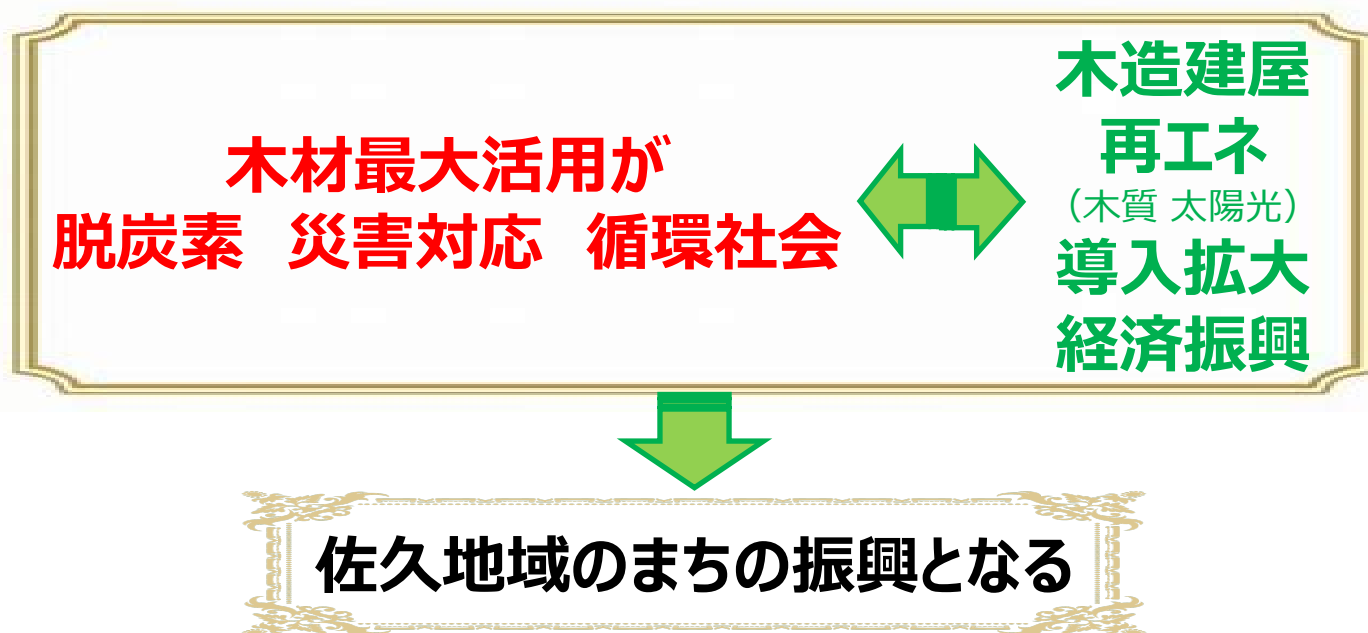
**経済課題**

地域経済の疲弊  
**地域循環経済の早期確立**  
**自然資本（資源）活用事業**  
**IoT,DX,AIの技術革新対応**

環境・経済・社会の**統合的な地域での向上が必須**

# ◆ 結 論 木材活用でのまち振興の可能性

## 4. 佐久エリアでの 木材活用を主とした環境型まちおこしの可能性



全市町村行政、住民が一丸となり課題を克服し、意欲があればまちおこしは可能

**佐久地区…脱炭素と経済の両立**の旗を掲げ、学び、深掘り検討し、話し合い  
目標を定め、行動し、見直して進めるなら都会にない、全佐久地域が良き地域社会に

**脱炭素**社会：技術・制度・生活様式の革新的対応も

ご清聴 感謝致します。



日刊工業新聞 '16-09出版

共著分担 **木質ガス化熱電併給**

化学工業日報'21-11出版

共著分担 **木質の化学素材利用**

化学工業日報 '24-06出版

竹林征雄、金谷 晃共著

「ゼロエミッション型産業」

シーエムシー出版

'01-03出版

編集副委員長

「バイオマス・ニッポン」

日刊工業新聞

'03-04出版

共著分担

「ゼロエミッションマニュアル」

海象社

'04-05出版

共著分担

「SDG sビジネス戦略」

日刊工業新聞

'19-02出版

ピーダーセン、竹林征雄

「グリーンリカバリー」

化学工業日報

'21-04出版

竹林征雄、山崎慶太、谷淵庸次、東郷佳朗

他 8冊

お問い合わせ

竹林征雄

[suge0802@888.zaq.jp](mailto:suge0802@888.zaq.jp)

090-72612-0297