

# 地域における木質バイオマス最適化モデル

(広葉樹・剪定枝の燃料化パッケージと森林の持続性確保について)

バイオマス活用アドバイザー 羽里信和

(一般社団法人徳島地域エネルギー)

バイオマス産業社会ネットワーク第205回研究会 2022年4月25日

<https://tene.jp>

# 本法人の事業と使命



Tokushima Regional Energy  
General Incorporated Association

- 1 自然エネルギー推進のコンサルティング  
太陽光、小水力発電、風力発電及び木質バイオマス熱利用
- 2 太陽光発電所・小水力発電所等のメンテナンス
- 3 オーストリアETA社他のバイオマスボイラーの輸入代理店業務
- 4 ETA他の木質バイオマス設備の調査設計、設置及びメンテナンス

2012年有志で設立

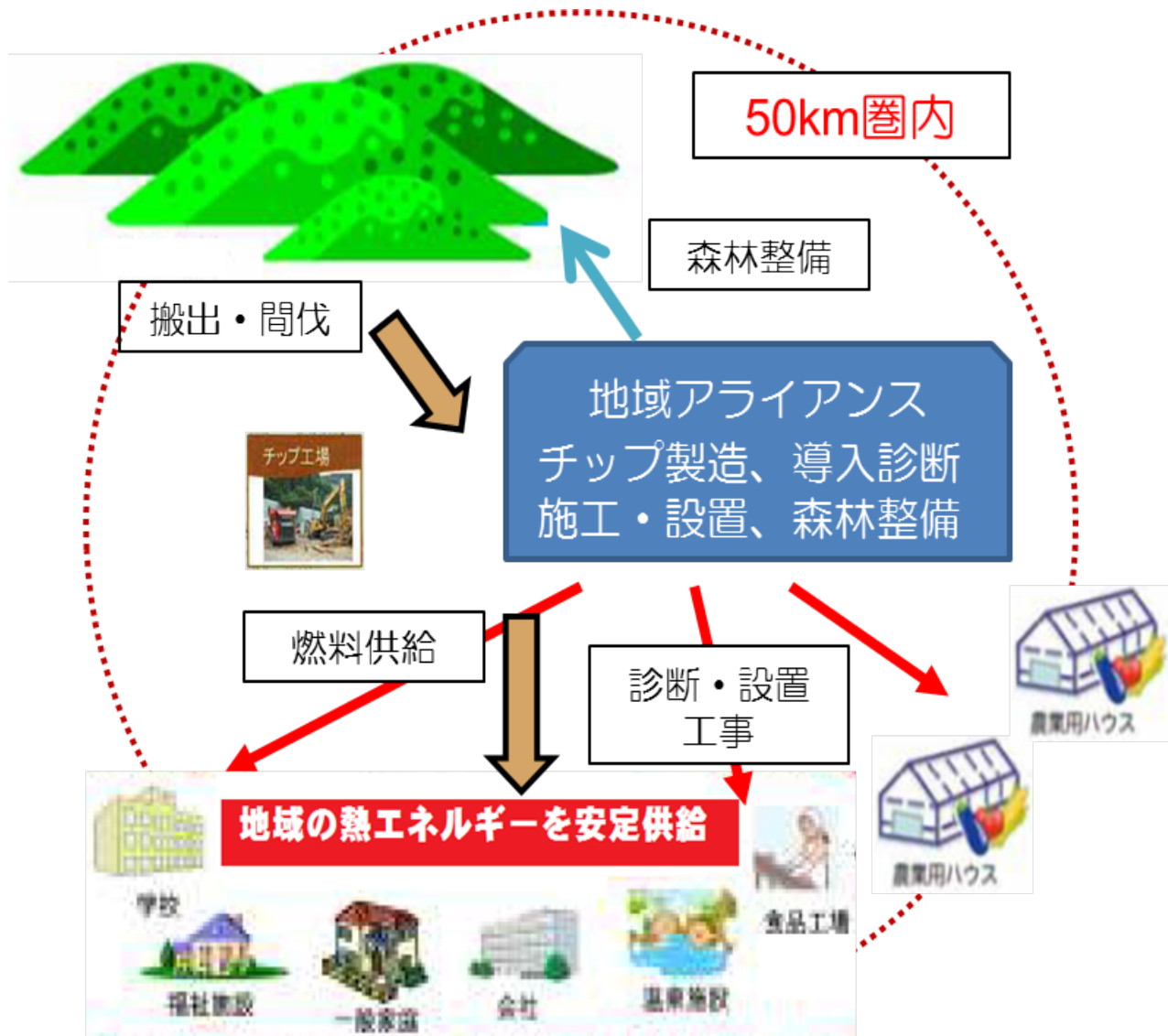
○いわば全国各地の再生可能エネルギーの推進がその使命

○一社なので、事業収益を配当することはできず、研究開発や次の再エネ事業に投入することができる。



全国各地の取り組みを、自立させ、再エネの大量導入をめざすことが一番の目的。

# 木質バイオマス 地域アライアンス(同盟)



木質バイオマスには  
チップ製造(川上)から  
消費(川下)までの  
バランスよい発展が必要

概ね半径50km圏内の  
地域の人、企業で  
**木質バイオマスの  
すべてをまかなえる**  
アライアンス(同盟)を  
結成する

# バイオマス相互依存関係と利益対立関係

	川上生産者	川下消費者
燃料の価格	できるだけ高く	できるだけ安く
価格の安定性	事情によって変動 させてほしい	変わらないで欲しい
実施個所	作っても売れないから作れない	燃料が無いから導入できない
投資機会	将来性が不明で新たな投資はできない	将来性があるが、燃料リスクが解決できない
製造方法	新投資や工夫が必要	新たな投資と長期の回収が必要

○相互依存関係にありながら、相互対立関係にある。

○相互に標準価格が示せない。

○お互いにパートナーとして信じて一緒にやるという姿勢を作りたい。



高く売って、少しでも山側の労働者に報いたい

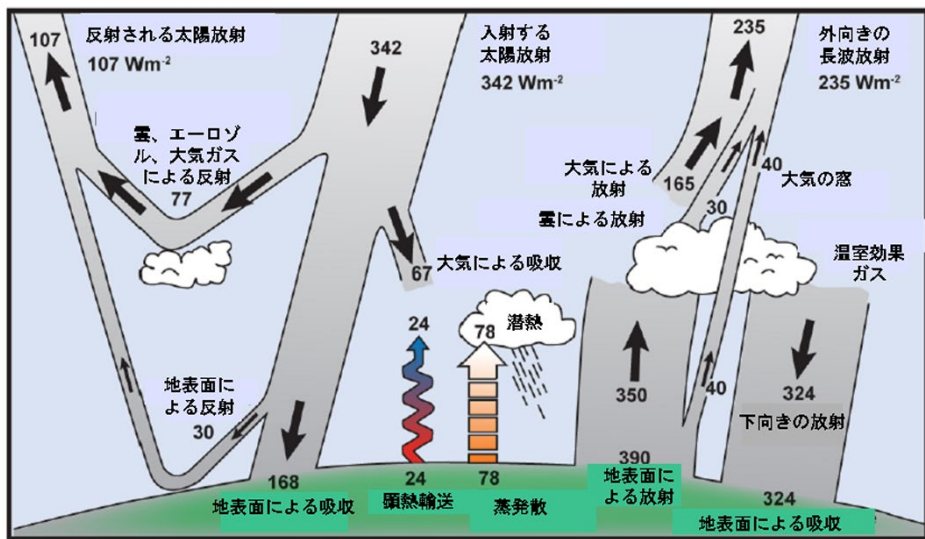


燃料を節約して経営を改善し労働者に報いたい

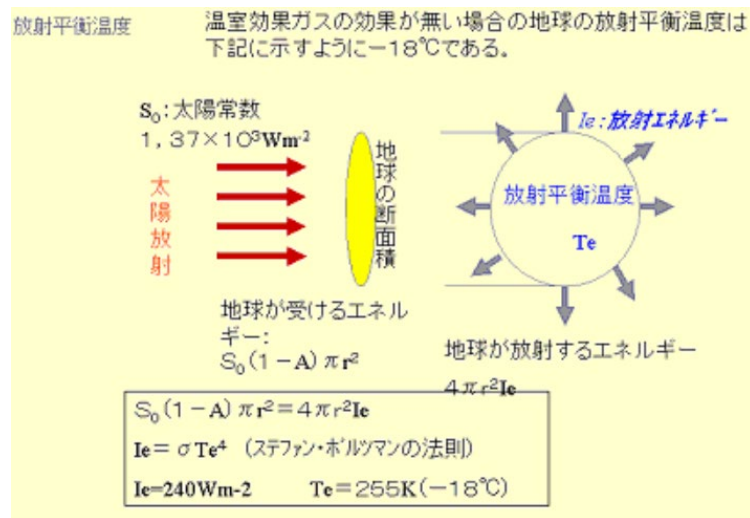
CO<sub>2</sub>のこと

# 復習 1 (地球温暖化)

資料出典：  
インターネットより



出典：Kiehl and Trenberth (1997)



出典：地球資源論研究室 福岡正人

GHG (グリーンハウスガス) こそ、地球を生存可能に持ってきたもの。



もはや400PPMを超える濃度で、人類史上最高



近い将来、人類生存が困難となることが確実視。  
 ・ 気候危機  
 ・ 種の絶滅

## 地球の熱収支と緯度

Vonder Haar, Suomi(1963)による

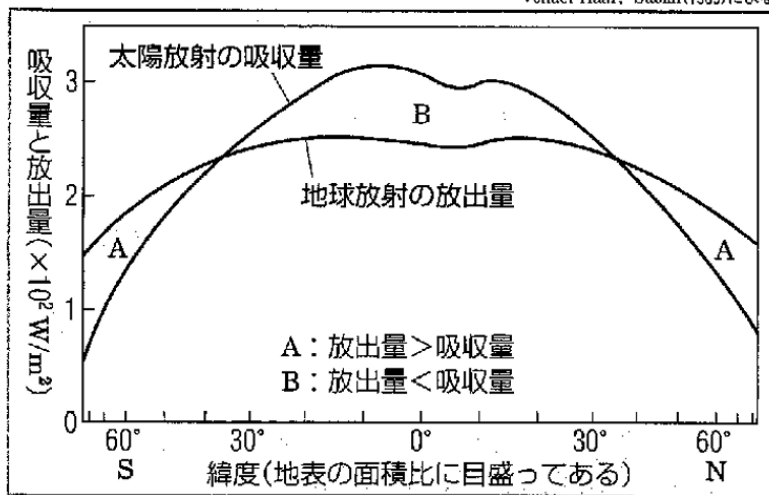
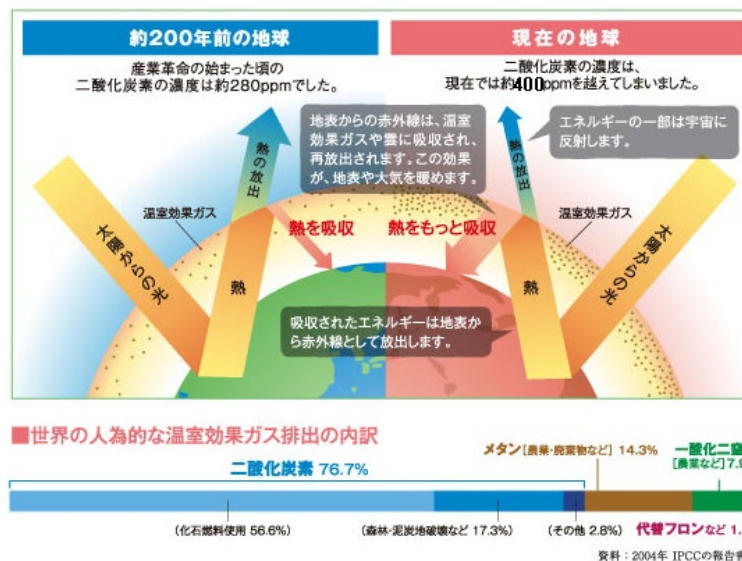


図 1.2: 現在地球の熱収支 (地学図表 (2010) より引用).



出典：NPO法人山形県自動車公益センター

# 復習2 (エネルギー白書)



【第211-1-3】我が国のエネルギーバランス・フロー概要(2019年度)

1次エネルギー 19,124 PJ

一次エネルギー国内供給 19,124

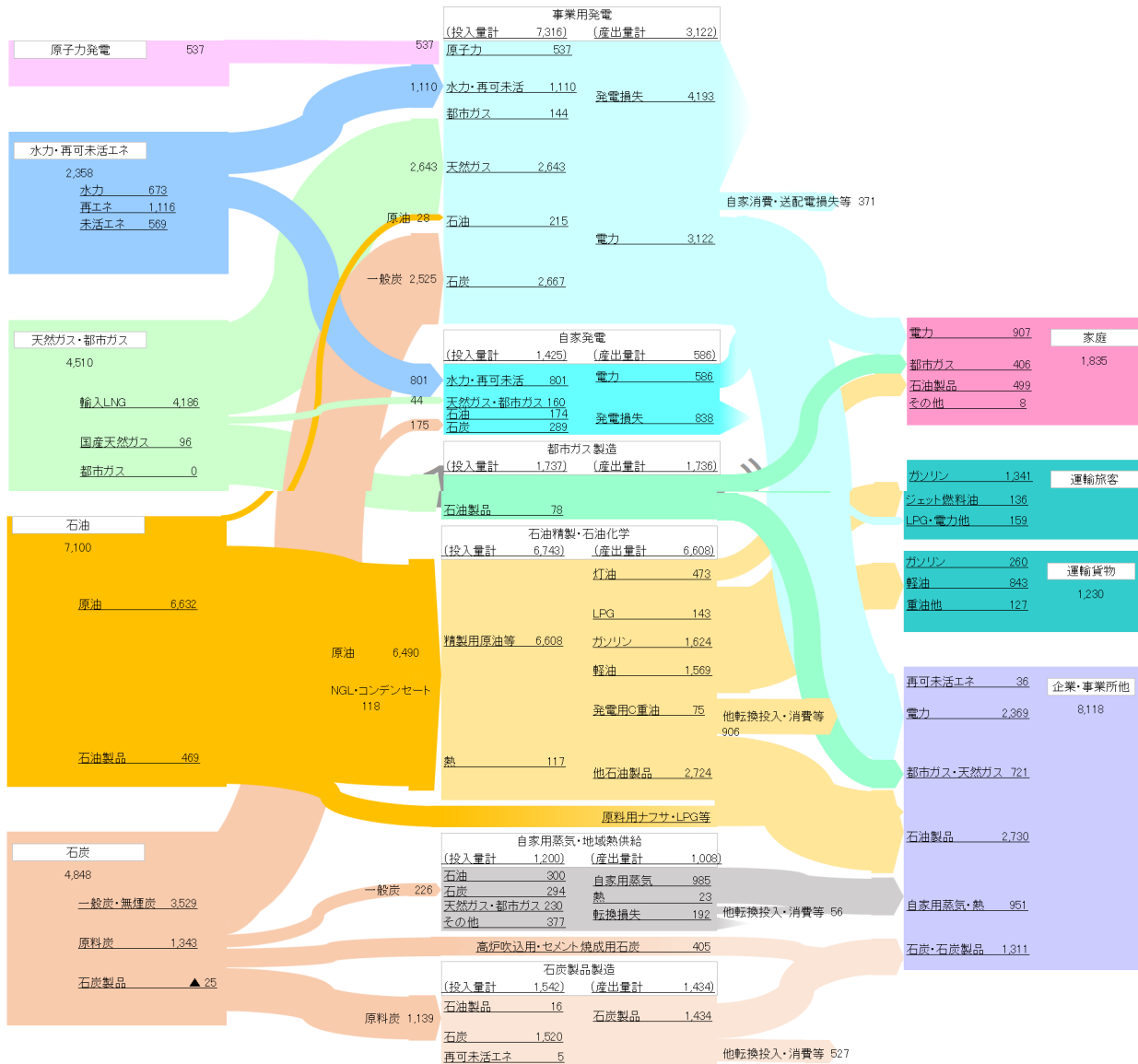
転換損失 6,182 PJ

エネルギー転換/転換損失等 ▲6,182

最終 12,942 PJ

単位:10<sup>15</sup>J

最終エネルギー消費 12,942



国内に供給されたエネルギーが最終消費者に供給されるまでには、発電ロス、輸送中のロス及び発電・転換部門での自家消費などが発生するため、最終エネルギー消費は一次エネルギー消費からこれらを差し引いたものになります。2019年度は、日本の**一次エネルギー国内供給を100とすれば、最終エネルギー消費は68程度**でした。

(エネルギー白書2020より。P104)

電気は変換ロスは避けられない。直接は熱なら？

# 復習3 (バイオマスとカーボンニュートラル)



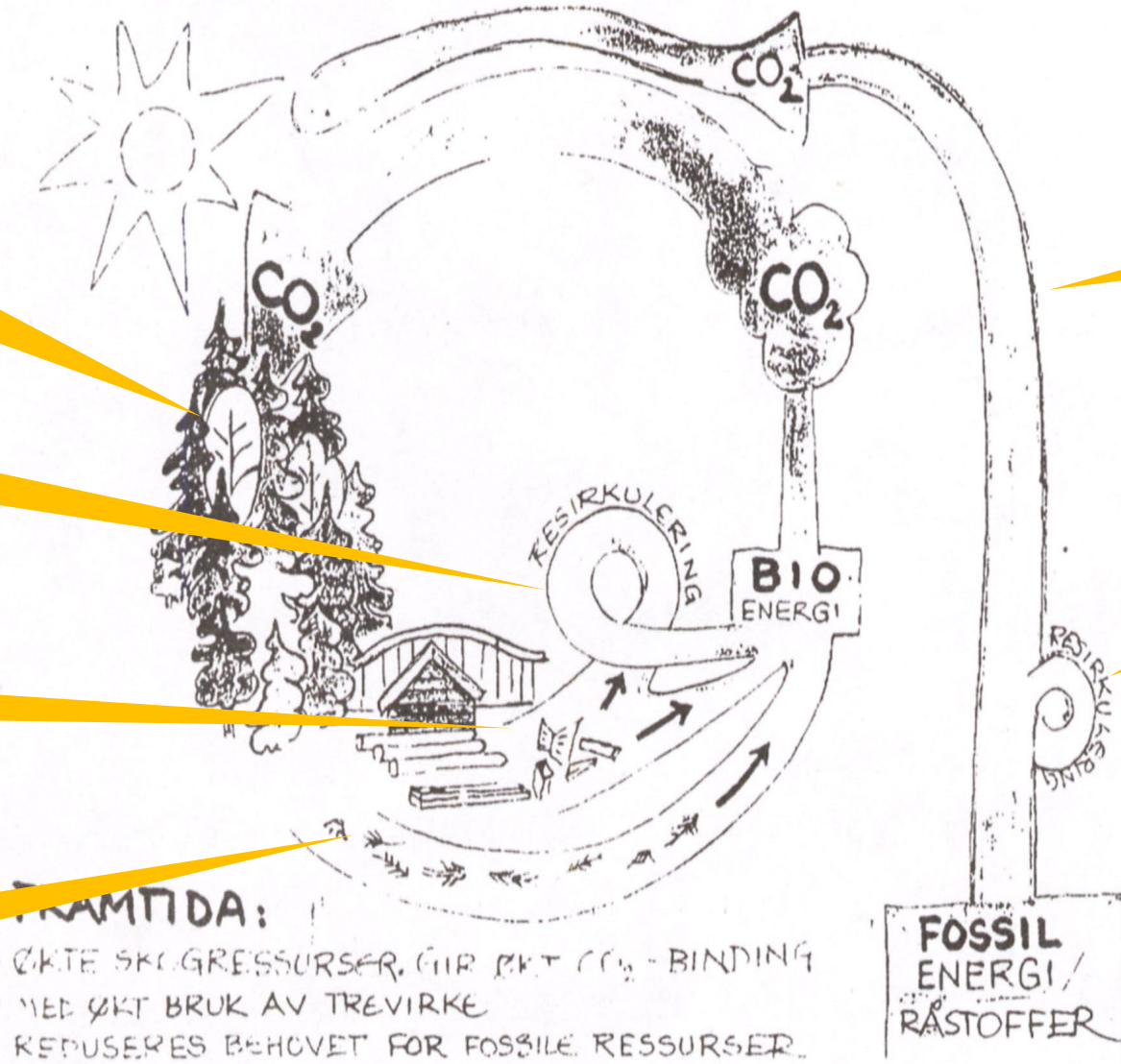
森林の年成長量の範囲で燃料化（利用）する

森林をできるだけ増やし循環量を増やす

木材リサイクルをできるだけ増やす

材料・建材で長期蓄積し、最終は熱利用する

熱利用する



化石燃料をできるだけ減らす

リサイクルやエネルギー効率を上げる

過去の植物は、出てこないように地下にいてもらう

森林資源を増やし。循環量を増やすこと。木材の使用の増加。化石資源の必要性が減少する。



# 復習 4 (バイオマスのCO2の排出)



## 疑問1

木を燃やすとCO<sub>2</sub>がでる。化石燃料を燃やすより実際のCO<sub>2</sub>は出ると聞いている。という訳だから、私は灯油をどんどん使い続ける。

## 疑問2

カーボンニュートラルは幻想じゃないか？バイオマス発電による過剰伐採こそ大きな問題である。

## 疑問3

そもそも、長期的に地球は寒冷化していると聞いている。CO<sub>2</sub>増加による温暖化が起こる説は疑義がある。牛のゲップの方が・・・

## 疑問4

森林は本当にCO<sub>2</sub>を吸収するのか、古い森林はCO<sub>2</sub>吸収より、呼吸による排出の方が上回ることはないのか？

燃料にするために収穫された森林が元どおり成長するまで数十年はかかることがわかっているのに、なぜ政策はバイオマス燃焼から生じるCO<sub>2</sub>を無視するのか？

Mary S. Booth, PhD

エビデンスの無い主張は、根拠がない。  
CO<sub>2</sub>削減（メタン削減も）世界の国の共同の目的となっており、反論はいずれも思い付きか個人の意見である。

木を燃やすと、灯油を燃やすより熱量当たりわずかに多くのCO<sub>2</sub>が出るのは事実。これは、木や油の元素組成（炭素、水素の量）の相違から原理的に発生するCO<sub>2</sub>のみのカウントであり比較にならない。（例えば**灯油1L (0.8kg)**を燃やすと量はC+O<sub>2</sub>であるから**2.51kg**のCO<sub>2</sub>が発生している事実は変わらない）。なにより化石燃料には再生可能にする対策が全く無い。

問題は、**燃料のリニューアブル性とLCA**である。

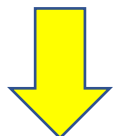
地下からくみ出され、はるか何千キロも船で運ばれ、精製されて貯蔵され、タンクローリーで配送される化石燃料のLCA（ライフサイクルアセスメント）を考えれば灯油を使い続ける功罪は明らか。

しかも地元の資源ではないので、コストも極めて高く（2倍以上）、負担者はある意味収奪されている。

# 化石エネルギーを再生可能エネルギー（木質バイオマス）に転換する価値

家庭等エネルギー使用  
= 全体の **14.1%**

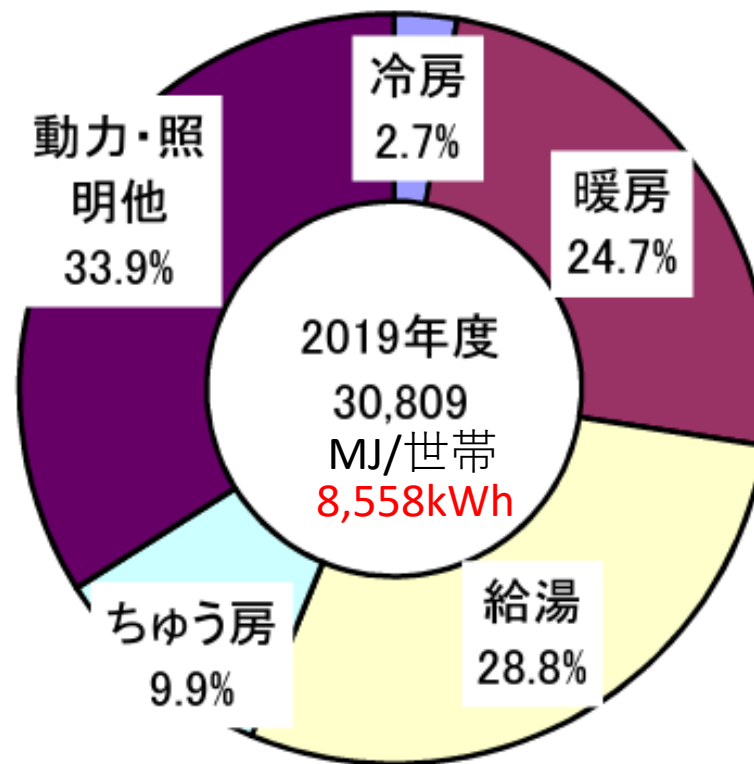
暖房や給湯のエネルギー  
= **53.5%**



1日 23kWh

- ・ CO2排出を削減
- ・ 燃料費が地域で循環する（輸入の必要がない）
- ・ 森林資源利用 → 森林保全

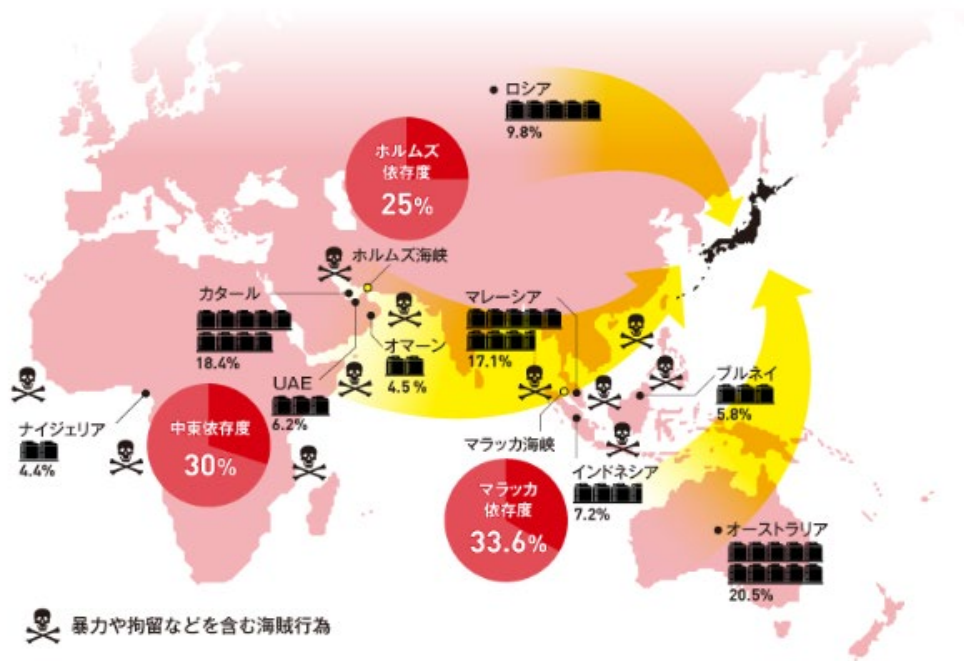
## 家庭等エネルギー使用



実は熱対策こそ肝要であること。冷房はなんと少ない。

# リスクヘッジ = 化石燃料輸送路の大きな危険

(図表1-5) 日本の天然ガスの主要調達先 (2013年)

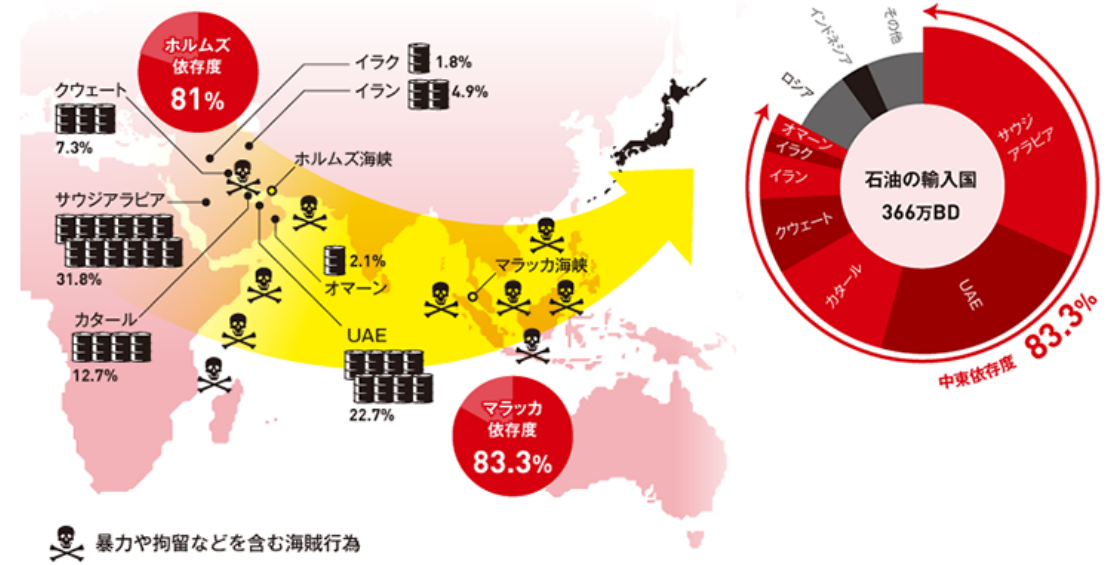


※財務省「貿易統計」等より作成

マラッカ依存度は、マラッカ海峡以西の輸出主要国の率の積み上げ

天然ガス

(図表1-4) 日本の原油の主要調達先 (2013年)



(出典) 財務省「貿易統計」等より

マラッカ依存度は、マラッカ海峡以西の輸出主要国の率の積み上げ

石油

化石燃料に潜む  
リスクと、マイ  
レージ。  
地域資源なら！

# 再エネによる地域経済効果の最大化

図 3-3-3 再生可能エネルギーを活用した農山漁村活性化の目指すイメージ

現在

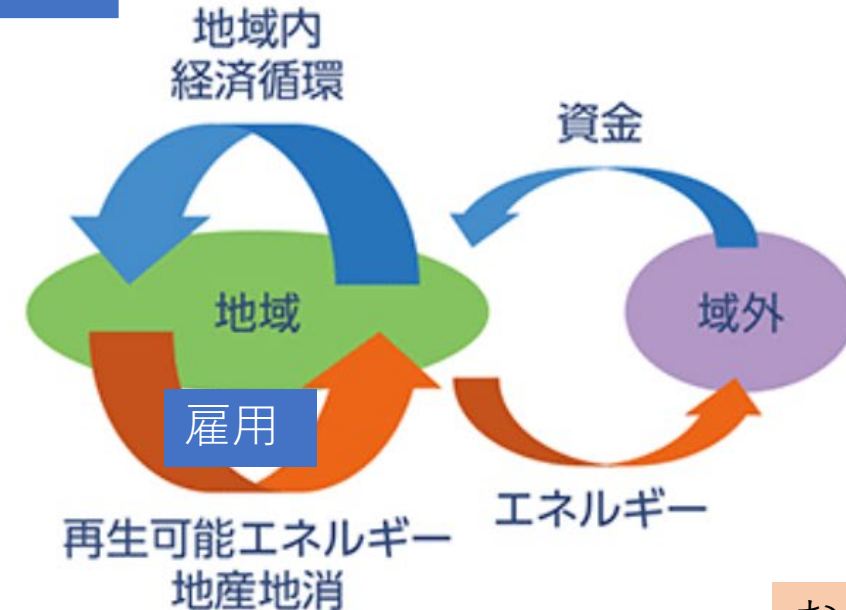
エネルギー



資料：農林水産省作成

日本全体で最大**28兆円**/年 =  
25万人の自治体で約500億円/年

将来



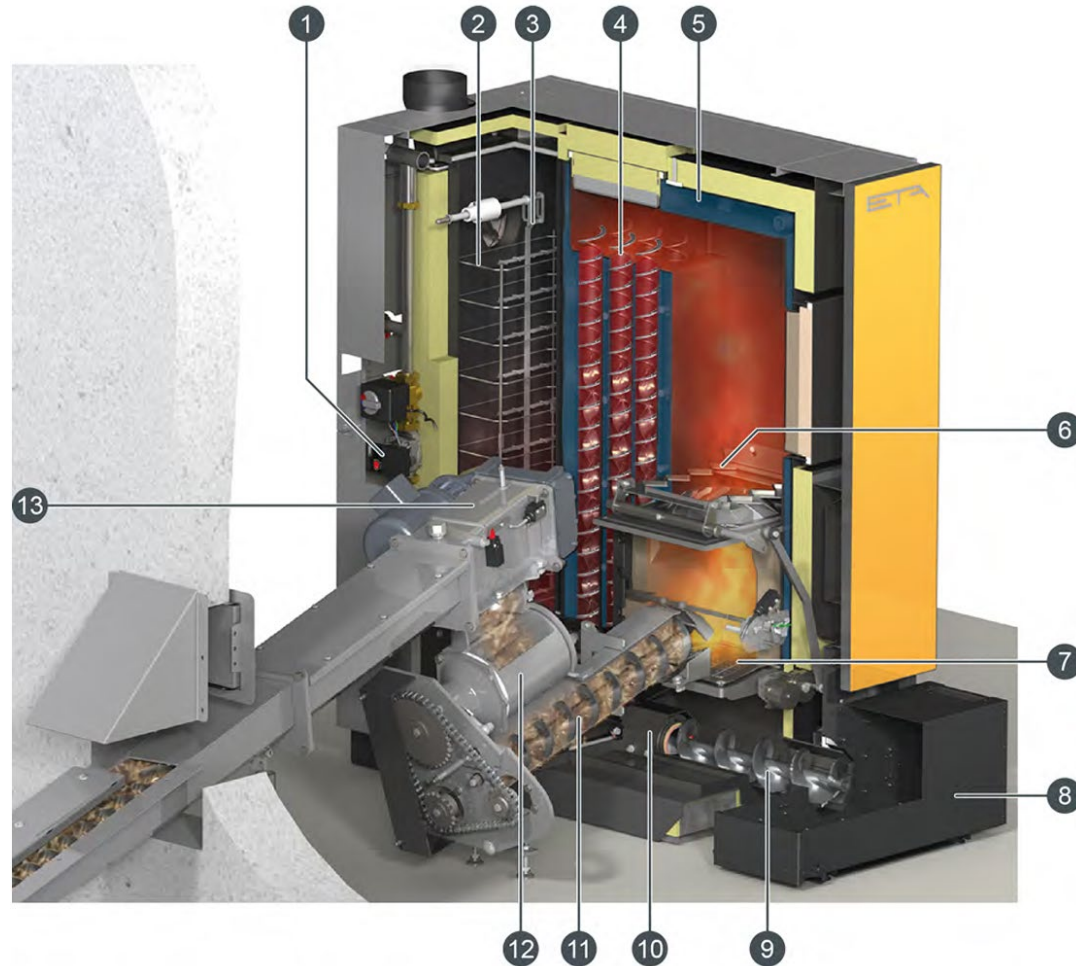
地域でお金が回る仕組み

お金が外に出て  
行って帰ってこ  
ない。  
地域は益々衰退

**準乾燥チップボイラ**

# 準乾燥チップボイラーの優位性(eHACK 20kW-240kW)

- エネルギー効率が**極めて高い**こと(最高97.6%) クラス5
- **極めて省電力**であること (124Wから473W)
- ほとんど音がしない
- 重さが1t未満が**多く、設置が簡単**、**ビックリするほど小さい**。
- 遠隔監視が**標準装備**
- **排気再循環**が標準装備で竹、ペレットが燃やせる。
- オプションで**電気集塵機**も付加**内臓可能**



1 燃料は、ストーカーからスクリュウ等で火皿(グレート)⑦の上に自動投入されます。

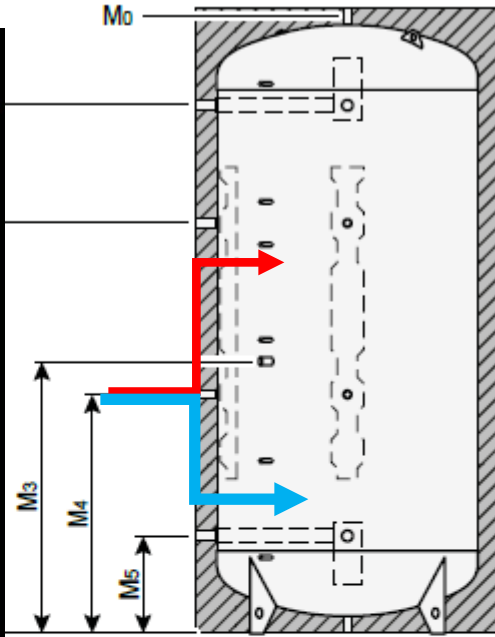
2 火皿で1次燃焼するとともに、過熱され可燃性ガスとなった燃料は、二次燃焼室⑥の上で高温で燃える

3 上昇して⑤壁や④煙管内を下降して熱を缶水(軟水)に充分吸収させたのち、②電気集塵機を通り完全に清浄化され、煙突から低温(150度未満)で水蒸気として出ます。

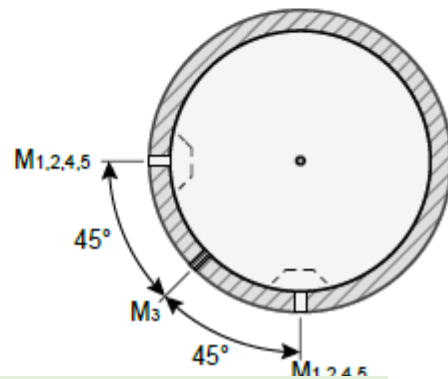
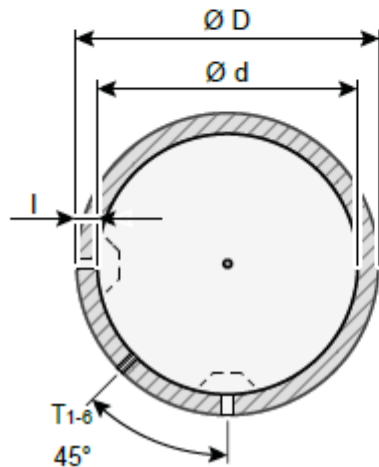
4 火皿から下に落ちた灰(ボトムアッシュ)と煙管で落とした微粉の灰(フライアッシュ)は⑩⑨自動灰送リスクリュウで前方のダストボックス⑧に自動搬送されます

施工が用意で、地域で地域の方だけで簡単に設置できるボイラーであることが最も大切である

# 木質バイオマス熱利用はCO2削減の優等生



ボイラ蓄熱タンクの詳細な技術は日本にはありませんでした！

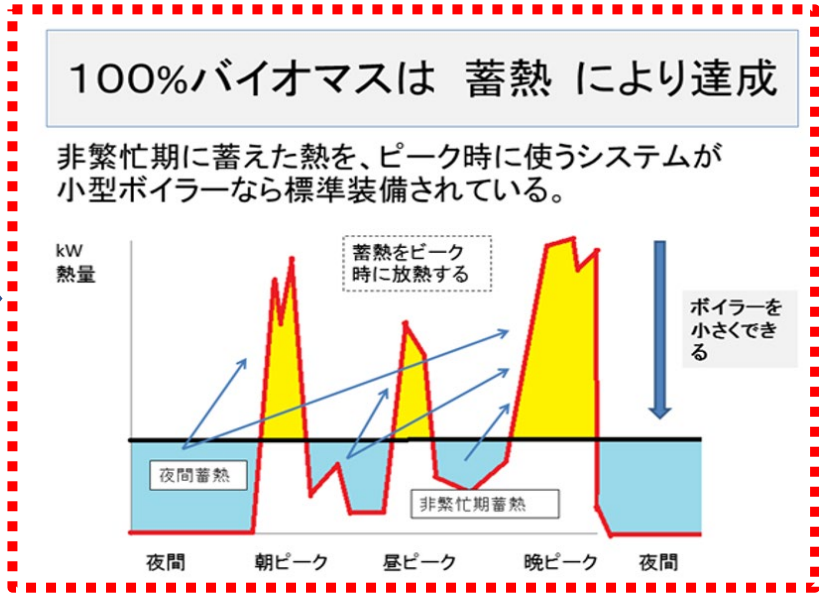
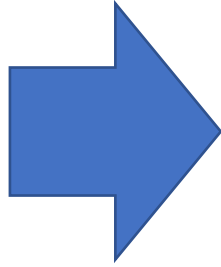
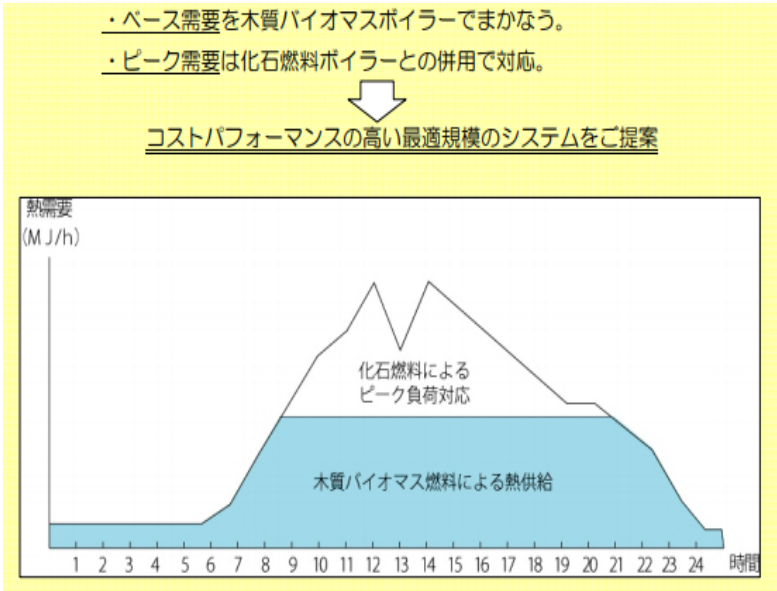


## 層化蓄積方法

お湯を混ぜると温度が下がり使えなくなる。  
たくさん接続管が繋げるようになっている。  
給湯は温度が高い上の接続管から出す。  
暖房は、中間の中温度域から使用。  
熱を効率的に活用する。

制御板がついており、かき回さず同じ温度帯に投入できる。

# 生チップボイラー時代の考え方から**完全脱却**する



留意点	生チップボイラ	現代のボイラ
対応熱供給	一部（ベースのみ）	<b>100% 全部</b>
点火方法	手動（種火）	自動点火
チップ含水率	生チップ50%	35%から40%
遠隔監視	オプション	パソコン、スマートホン
灰落し	手動、自動はオプション	自動
熱効率	悪い	92%から96%

※ベース部分のみをバイオマスにした場合とか、50%バイオマス化した場合とかの計算はもちろん一切いたしません。

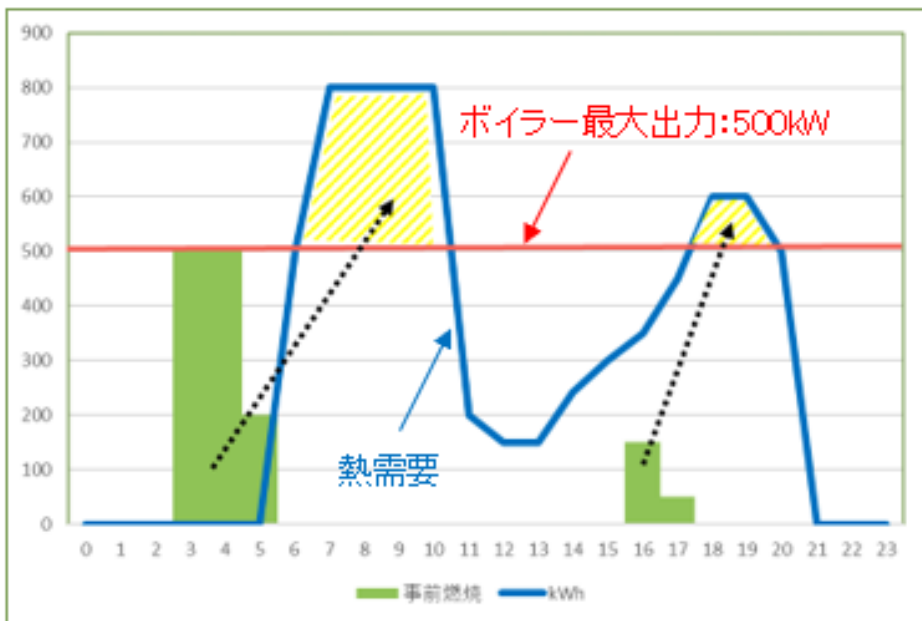


# 実際の蓄熱タンクの判定

蓄熱タンクを利用して、小さい能力でもピーク時に対応できるように、蓄熱タンク的设计容量を求めます。

表 時刻毎の熱需要推移 (推定)

時刻	熱需要 kWh	実燃焼量 kWh	能力差 kWh	蓄熱 kWh
0	0			
1	0			
2	0			
3	0	500		500
4	0	500		500
5	0	200		200
6	500	500	0	
7	800	500	300	
8	800	500	300	
9	800	500	300	
10	800	500	300	
11	200	200		
12	150	150		
13	150	150		
14	241	241		
15	300	300		
16	350	500		150
17	450	500		50
18	600	500	100	
19	600	500	100	
20	500	500		
21	0	0		
22	0	0		
23	0	0		
合計	7,241	7,241		
立ち上げ	3,700		1,200	1,200



熱需要の少ない時間帯に蓄熱した熱(緑網掛け)で  
熱需要の多い時間帯の熱を賄う(黄網掛け)

図 蓄熱タンクによる熱補充のイメージ

◎蓄熱タンクの活用はバイオマスボイラーの基本です。図ではピーク時には800kWありますが、事前に蓄熱タンクに熱をためておいてピーク時に対応しますので、ボイラーは500kWでも十分という結論になりました。  
なお、従来設備の貯湯タンクはそのまま使います。

◎特に特殊な設定は要らず、常に蓄熱タンクに満タンに自動蓄熱しようとしています。左図は、運転開始を午前3時と設定した場合のパターンです。

# 世界で進化する蓄熱技術

Heat Battery    daily storage と    seasonal storage



東京電気大学北千住  
キャンパス 218t

デンマーク

日本では  
冷熱が先行



1号館の廊下よりガラス越しに見える縦型蓄熱槽。

巨大な縦型蓄熱槽は、省CO<sub>2</sub>エコキャンパスの象徴。説明パネル付きで省エネ技術をアピール！



22,000t 2基  
発電所に付属  
高温水

熱生産と消費のタイミングを分離

- 短期間蓄熱 (2-3日)
- 季節間蓄熱
- エネルギー効率、経済両面から見てすぐれている

**エネルギーの貯蔵手段、エネルギーを貯める手段は電気を電池に貯めるだけではない！**  
(水素もこの意味あり)

## 太陽熱を活用した大規模な季節間蓄熱



写真 ドロニングルン (Dronninglund) の37,573㎡の太陽熱収集パネルと62,000㎡の季節間蓄熱槽 (出典: <http://arcon-sunmark.com/newsandmedia/dronninglund-district-heating-denmark>)

デンマークは日本の一番日照条件が悪い秋田よりも更に恵まれていないが、太陽熱を使った熱供給が盛んに行なわれている。太陽光から得た熱は大きな池のような季節間蓄熱施設に貯められ、大規模な事例では年間熱供給量の4割を占める。デンマーク国内での地域熱供給への適用のみならず、デンマーク国外で鉱山などで必要なプロセス熱の供給も担っている。

# 優れた装置のいろいろ



ラムダセンサーによる  
燃焼コントロール  
(空燃比を自動制御・自動車なみ)



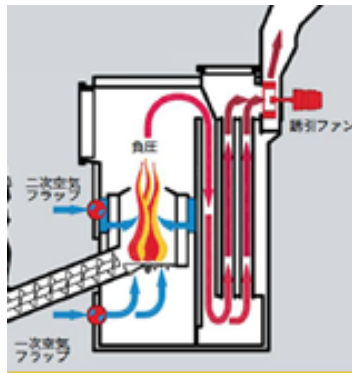
排気再循環でNOX対策  
竹やペレット用



自動カッティング  
たまに大きいのが入ったら



世界初ECファンの採用。  
直流モーターで整流子の  
無い電子制御のモーターを**ECモーター**といいます。  
ETAは基幹となる誘引ファンに、世界で初めて高性能低電力のECモーターを採用しました。



省電力。  
誘引ファン1台だけでコントロールする。



自動灰回収装置  
自動的に箱に収まる



スマートホン・パソコンでも  
遠隔監視が標準装備

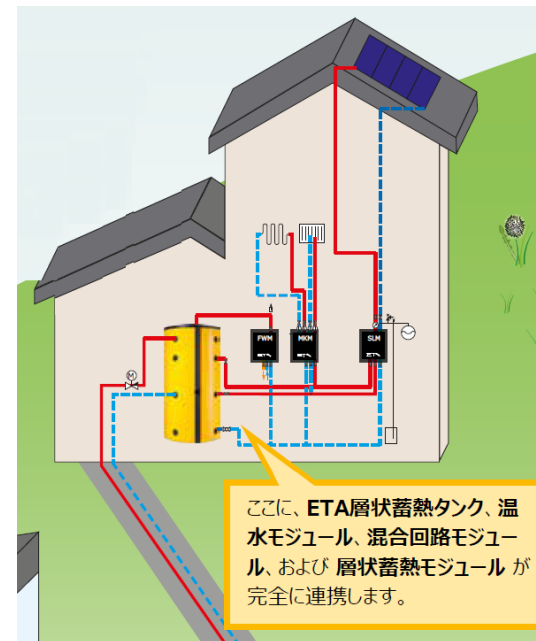


電装はARM系CPUボードに差し込むだけ

# 進化発展する機器のモジュール化

制御から切れても、**単独で動作する**。しかも低消費電力であること。  
(30L/分)程度で複数設置可。(熱交換器内蔵。つなげる必要はない)

- 1 オンライン ⇒ 温度はネットワークからパラメータをもらって、温度やポンプの流量もボイラーでも制御動作する。
- 2 オフライン ⇒ 温度等はモジュール備え付けの操作ダイヤルで決める。



- **温水モジュール** は、常に衛生的な飲料水の供給を可能にします。
- **層状蓄熱モジュール** は、太陽熱システムからのエネルギーを最適に利用します。
- **混合回路モジュール** は、2つの暖房回路のための既製のケーブルシステムです。設置は簡単です。
- **システム分離モジュール** は、暖房システムを分離します。例えば、家の中の暖房システムの霜を防ぐための屋外暖房システムや、古いシステムと新しいシステムを分離します。
- **熱伝達モジュールとステーション** は、地域暖房や地域ネットワークで使用されます。

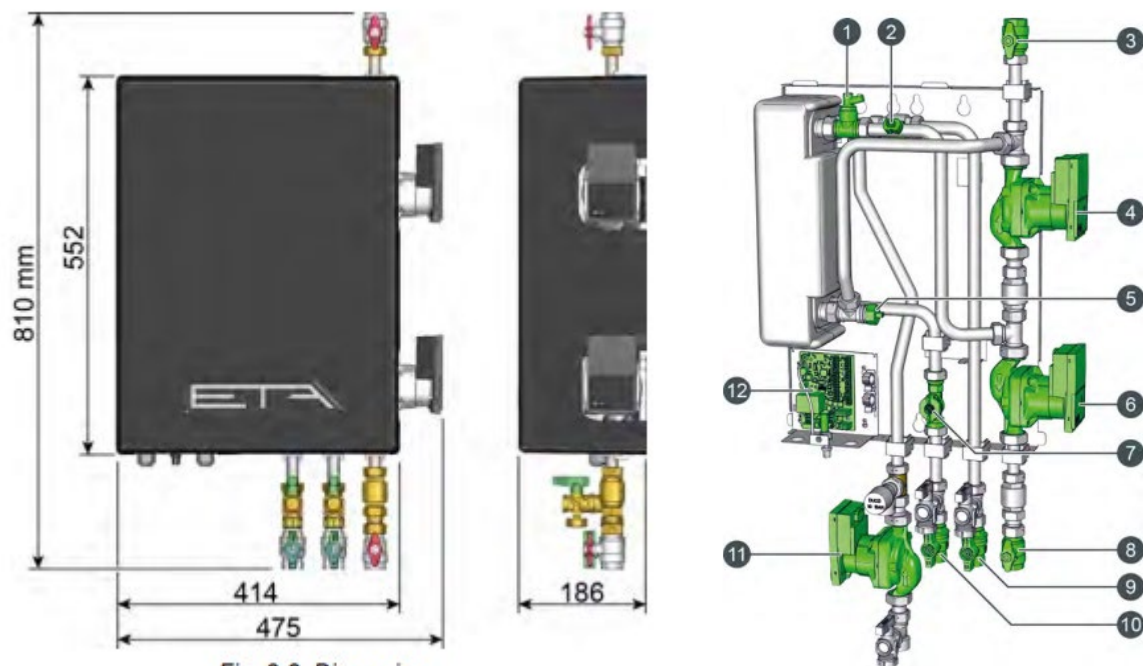


Fig. 3-2: Dimensions

すべての  
機器が  
CANネット  
ワークで  
繋がる

※CAN ドイツのBOSCHが制定したシリアル通信のプロトコル。  
自動車でも広く使用。Controller Area Networkの略

# 緊急時・故障時の対応方法

- ・ **警報メール**が自動配信される。
  - ①注意エラー 停止せずに運転する。
  - ②重大エラー エラー停止する。  
(例えば、燃料がない、電源異常など)
- ・ 画面を**遠隔**で見て検討する
- ・ **地元協力団体**に指示し対応。訪問修理が必要な場合とを切り分ける。
- ・ 全てのパラメータはログで記録され必要ならメール配信される。
- ・ 現地で対応用に「和文マニュアル」もある。
- ・ **国内在庫部品**は翌日、欧州在庫は**10日**以内に現地まで輸送する。

# ETAボイラのラインアップと効率

## ETAボイラのラインアップと最適規模

灯油 9.52 kW/L  
2021.6.6

種類	機種名	定格出力(kW)	クラス	伝熱面積(m <sup>2</sup> )	年間標準時間	標準バッファ(L)	接続口径(mm)	緊急バルブ	灯油換算(L)	施設の種類	備考
チップ	eHACK20	20	1	3.24	2000	600	32	15	4,202		
	eHACK25	25	1	3.24	2000	600	32	15	5,252	小規模事務所	
	eHACK32	32	1	3.24	2000	825	32	15	6,723		
	eHACK45	45	1	3.24	2000	1,100	32	15	9,454		
	eHACK50	50	1	3.24	2000	1,650	32	15	10,504	共同住宅等	
	eHACK60	60	2	5.01	2000	1,650	40	20	12,605		
	eHACK70	70	2	5.01	2000	2,200	40	20	14,706		
	eHACK80	80	2	5.01	2000	2,200	40	20	16,807		
	eHACK100	100	3	7.26	2000	3,000	50	25	21,008	小規模福祉施設	
	eHACK110	110	3	7.26	2000	3,000	50	25	23,109		
	eHACK120	120	3	7.26	2000	3,000	50	25	25,210		
	eHACK130	130	3	7.26	2000	4,000	50	25	27,311	ビジネスホテル	
	eHACK140	140	4	9.8	2000	4,000	50	25	29,412		
	eHACK150	150	4	9.8	2000	4,000	50	25	31,513		
	eHACK160	160	4	9.8	2000	4,000	50	25	33,613	小規模福祉施設	
	eHACK170	170	4	9.8	2000	5,000	50	25	35,714		
	eHACK180	180	5	12.52	2000	5,000	50	32	37,815		
	eHACK200	200	5	12.52	2000	5,000	50	32	42,017	ゴルフ場	
	eHACK220	220	5	12.52	2000	6,000	50	32	46,218	福祉施設	
	eHACK240	240	5	12.52	2000	6,000	50	32	50,420	小規模福祉施設	
VR250	250	1	14.9	3000	8,000	50	15X2	78,782			
VR333	333	2	19.1	3000	10,000	65	15X2	104,937	中規模福祉施設		
VR350	350	2	19.1	3000	10,000	65	15X2	110,294			
VR500	500	3	27.1	3000	15,000	65	15X2	157,563	大規模福祉施設		

※Buffer tank のラインアップは、600,825,1000,1100,1650,2200,3000,4000,5000Lです。  
 ※灯油換算は、定格出力×年間稼働時間÷低位発熱量で転換前のだいたいの灯油消費量のめどを示す。  
 ※必要バッファタンクの量の正確な計算は、  

$$\frac{(\text{バッファタンクからの出力時間} \times \text{出力} \times 860) \div \text{フローとリターンの温度差}}{\text{}} \text{ です。}$$
  
 ※  簡易ボイラー可能(4㎡未満0.1MPa)  法ばいじん測定要(10㎡以上)  
 ※10台程度まで複数ボイラーを一体コントロールできます。

## ETAボイラ効率一覧表

機種名	定格出力(kW)	ボイラー効率 部分出力時	ボイラー効率 定格出力時	ボイラー クラス	ラベリング
eHACK20	20	91.2	94	5	A+
eHACK25	25	92.9	94.6	5	A+
eHACK32	32	92.9	94.6	5	A+
eHACK45	45	92.9	94.7	5	A+
eHACK50	50	93.3	94.7	5	A+
eHACK60	60	94.1	94.7	5	
eHACK70	70	94.9	94.6	5	
eHACK80	80	95.7	94.6	5	
eHACK100	100	95.1	93.8	5	
eHACK110	110	94.8	93.4	5	
eHACK120	120	94.6	93	5	
eHACK130	130	94.3	92.6	5	
eHACK140	140	95.1	93.5	5	
eHACK150	150	95.3	93.8	5	
eHACK160	160	95.6	94.1	5	
eHACK170	170	95.9	94.4	5	
eHACK180	180	96.1	94.7	5	
eHACK200	200	96.6	95.2	5	
eHACK220	220	97.1	95.8	5	
eHACK240	240	97.6	96.3	5	
HACK VR250	250	92.6	92.8	5	
HACK VR333	333	93.1	92.2	5	
HACK VR350	350	93.2	92.9	5	
HACK VR500	500	94	93	5	
ボイラ効率平均		94.54	94.08		

※ボイラー効率は低位発熱量ベースです。

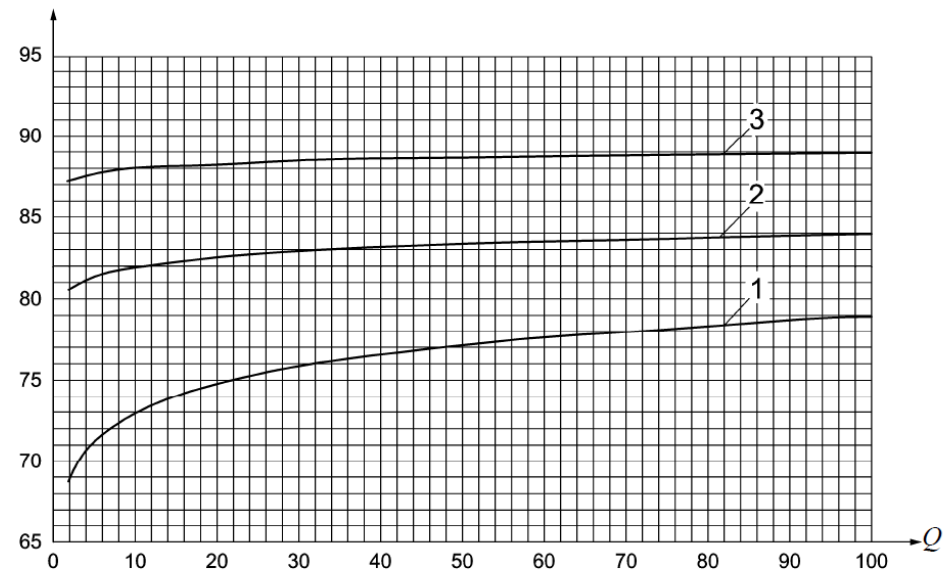
EN 303-5:2012 Heating boilers –  
Part 5: Heating boilers for solid fuels,  
manually and automatically  
stoked, nominal heat output of up to 500  
kW –  
Terminology, requirements, testing and  
marking;

5.7、5.8および5.10に従って試験した場合の  
ボイラー効率は、式より低くしてはならない。  
定格出力で、図1に示されています。100 kW  
を超えるボイラーの場合、**クラス4は84%以上**、  
**クラス5は89%**で与えられます。  
300 kWを超えるボイラーの場合、**クラス3が  
必要で、82%以上**です。

#### 4.4.2 Boiler efficiency

The boiler efficiency, when tested in accordance with 5.7, 5.8 and 5.10, shall not be less than the formula shown in Figure 1 for the nominal heat output. For boilers above 100 kW, the requirement for class 4 is given at 84 % and class 5 is given at 89 %. For boilers above 300 kW, the requirement of class 3 is given at 82 %.

$\eta_K$



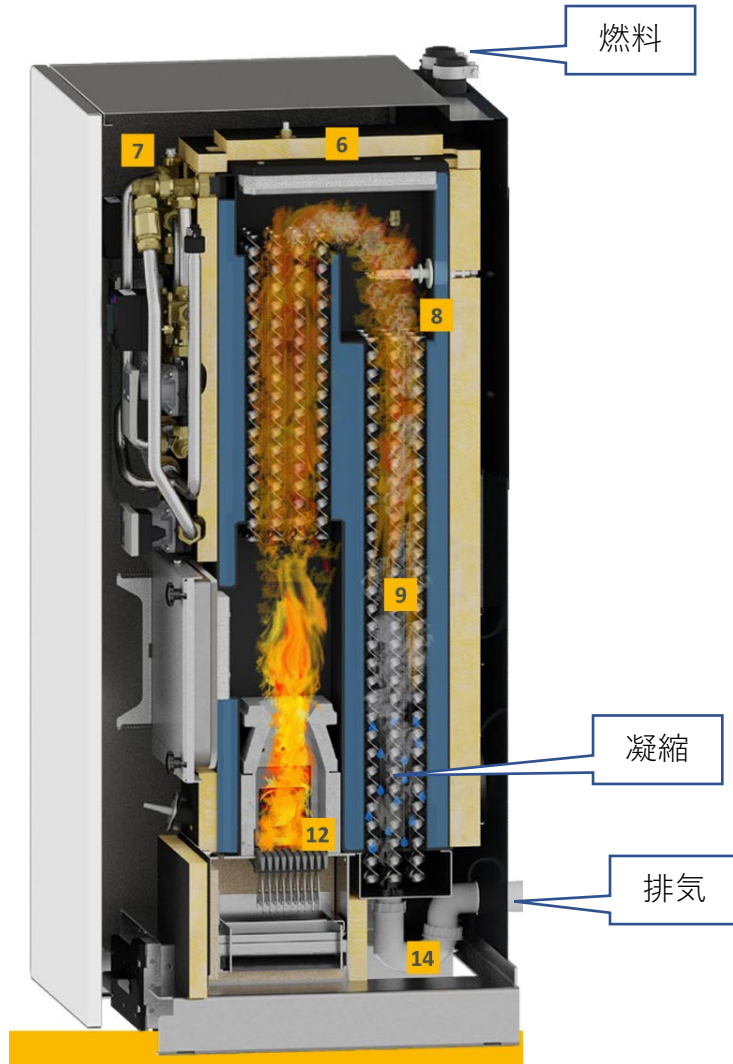
#### Key

$Q$  heat output in kW  
 $\eta_K$  efficiency in %

1 class 3  
2 class 4  
3 class 5

Figure 1 — Boiler efficiency in percent

# ETA社は効率100%を超える潜熱回収型も2021年誕生



ペレットボイラ ePE BW  
7kW~22kW

ボイラー効率 104%  
(低位発熱量ベース)

エネルギーラベリング制度 **A++**

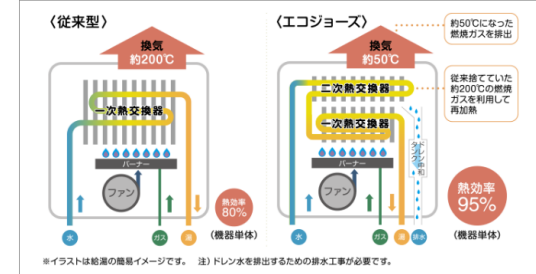
電力消費量 50W

潜熱回収は日本ではガス給湯器等で行われている

ガスふろ給湯器 (GT, GRQ)  
GT-C(P/V) 62シリーズ



エコジョーズの仕組み

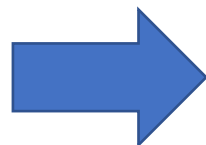
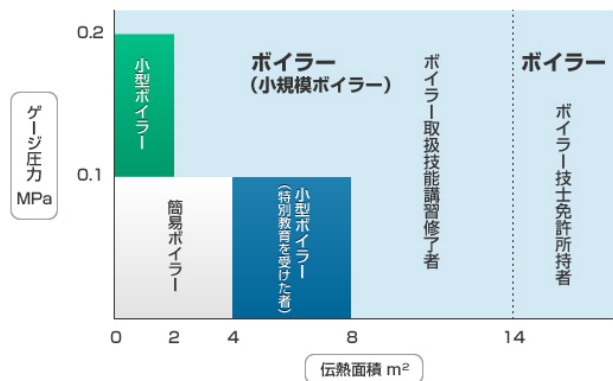




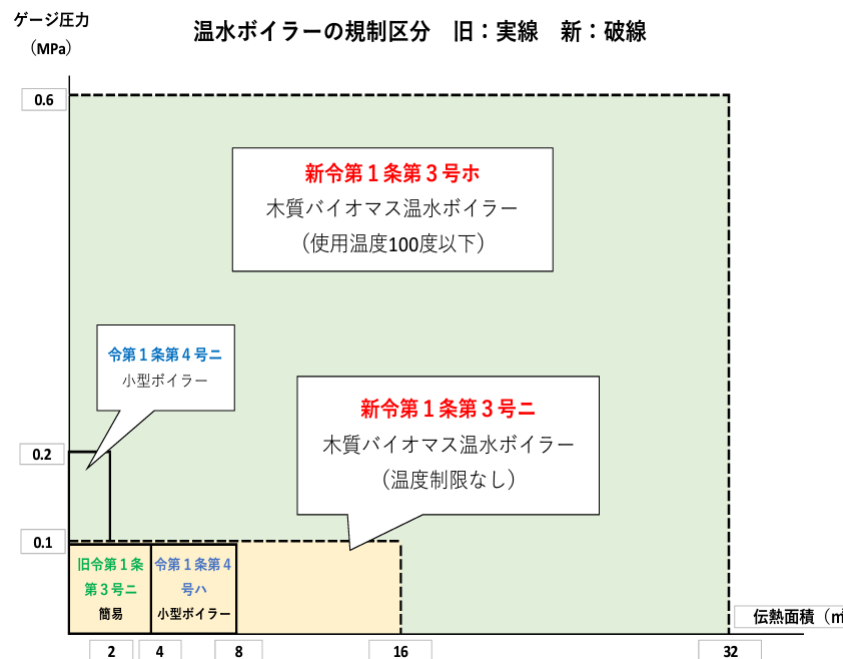
# 2022年3月1日より念願の規制緩和が本格的に施行

## 労働安全衛生法施行令 並びに簡易ボイラー構造規格

(b) 温水ボイラー



## 欧州並みに！



基 発 0218 第 2 号  
令和 4 年 2 月 18 日

都道府県労働局長 殿

厚生労働省労働基準局長  
( 公 印 省 略 )

労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する件の施行について

労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令(令和4年政令第43号。以下「改正政令」という。)及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する件(令和4年厚生労働省告示第41号。以下「改正告示」という。)が令和4年2月18日に公布され、令和4年3月1日から施行されることとなった。その改正の趣旨、内容等については、下記のとおりであるので、その施行に遺漏なきを期されたい。

併せて、本通達については、別添のとおり、別紙関係事業者等団体の長あて傘下会員事業者への周知等を依頼したのでお知らせしたい。

記

第1 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令

1 改正の趣旨

ボイラーについては、その危険性の程度に応じ大きく3区分の規制が定められており、危険性が高く規制が厳しいものから順に、労働安全衛生法施行令(昭和47年政令第318号。以下「令」という。)第1条第3項の「ボイラー」(同条第4項の「小型ボイラー」を除く。)、同条第4項の「小型ボイラー」、第13条第3項第25号のボイラー(以下「簡易ボイラー」という。)とされている。

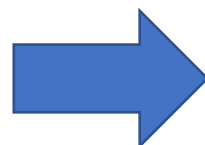
今般、規制改革実施計画(令和3年6月18日閣議決定)において、バイオマス燃料を活用したバイオマスボイラー普及のため、バイオマスボイラーのうち、バイオマス温水ボイラーに係る規制区分を見直すこととされ、これを受け実施された専門家による検討の結果、一定の規格以下の木質バイオマス温水ボイラーについて、簡易ボイラーの区分の規制を適用することが妥当と評価された。

1

## 大気汚染防止法 (年2回のばいじん測定)

伝熱面積10m<sup>2</sup>以上または  
重油換算50L/h以上に実施必要  
(都道府県により上乗せ規制あり)

※10m<sup>2</sup>以上とはおおむね180kW以上だった。



## 測定不要に！

伝熱面積の制限をすべて撤廃。  
化石燃料と同じ重油換算50L/h以上のみとなる。

# 新法令のすべてをクリア

①水温を100度以下とする自動温度制御装置



②100度を越えた場合の冷却装置の設置（電源断でも動作可）

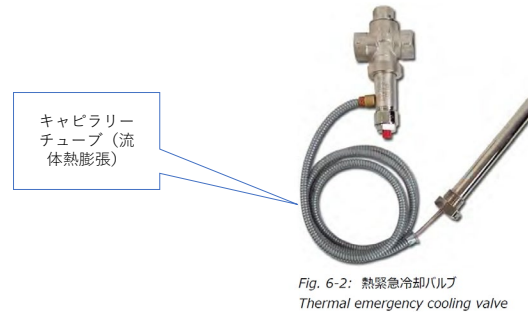
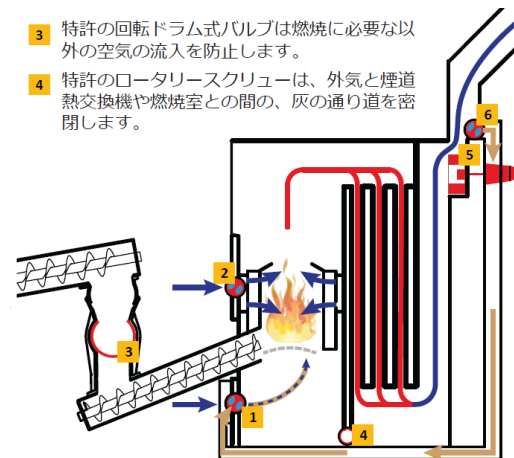


Fig. 6-2: 熱緊急冷却バルブ  
Thermal emergency cooling valve

③異常時に燃料供給を遮断し、逆火を防止する燃焼安全装置の設置（電源断でも動作可）



- 3 特許の回転ドラム式バルブは燃焼に必要な以外の空気の流入を防止します。
- 4 特許のロータリースクリューは、外気と煙道熱交換機や燃焼室との間の、灰の通り道を密閉します。

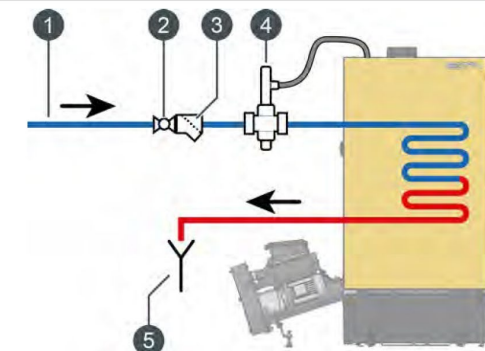


Fig. 6-3: 熱緊急冷却バルブ  
Thermal emergency cooling valve

- 1 冷水の接続
- 2 遮断バルブ; ハンドルを外す
- 3 ストレーナー
- 4 熱緊急冷却バルブ  
Thermal emergency cooling valve
- 5 目視できる下水道への排出口



Fig. 6-9: 自動消火システム

- 1 温度センサー
- 2 熱で動作するスプリンクラーシステム
- 3 給水

# 広葉樹林での実証試験

# 日本森林の熱利用上のポテンシャル推定

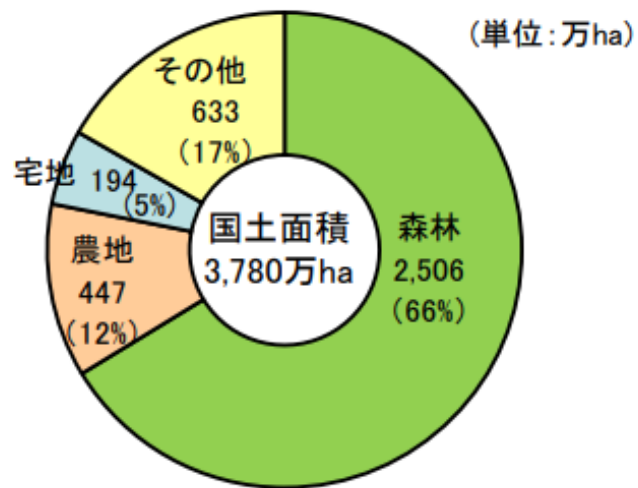
<日本の森林の現状>

国土面積3,780万haのうち66%の2,505haが森林

森林のうちその57%が私有林

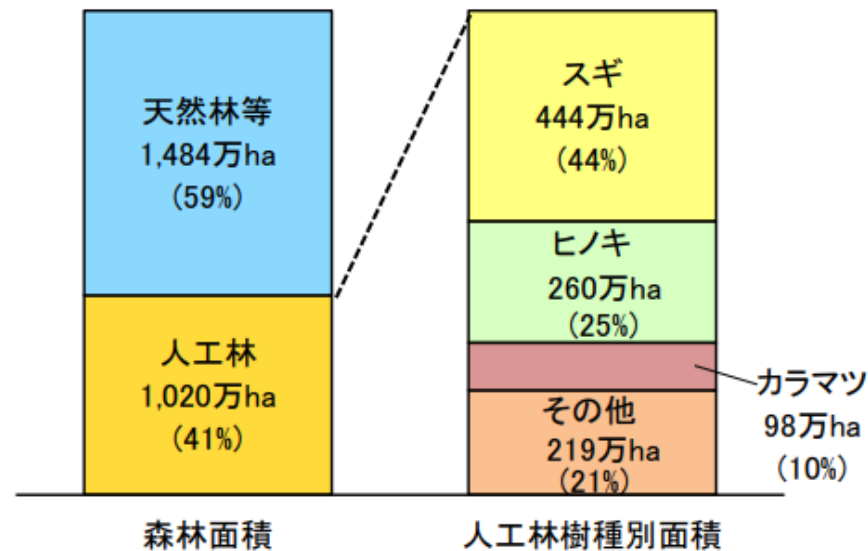
森林のうち59%の1,484万haが天然林等になる。

## ■ 国土面積と森林面積の内訳



資料: 国土交通省「平成29年度土地に関する動向」  
(国土面積は平成28年の数値)  
注: 林野庁「森林資源の現況」とは森林面積の調査  
手法及び時点が異なる。

## ■ 人工林の樹種別面積



資料: 林野庁「森林資源の現況」(平成29年3月31日現在)  
注: 計の不一致は、四捨五入による。

## 燃料としての資源量からみた削減

- ・ 広葉樹林  
全国で1,484万ha → 1haあたり100tのチップ生産が可能と仮定
- ・ このうち7割の広葉樹林 (1,038.8万ha)を15年で循環させた場合。  
→69.25万ha/年からは、100トン×692,500ha=6,925万トンのチップ製造が可能
- ・ 針葉樹林の林地残材 (間伐材 + 枝条等) 800万トン [林業白書]
- ・ 合計でチップ7,725万トン
- ・ このチップで約 **7,337万トン**のCO2が削減される
- ・ 日本のCO2総排出 (基準年2013年) は14億8,000万トンですから

**約5%の削減量**となる

**2030年目標を達成するためにはバイオマス熱利用は必須。**

(都市部の剪定枝等の未利用材、間伐推進による吸収量の増加を含まず)

**※日本のマイカー全部が発生しているCO2が、実は6,100万トン (2017環境省) で日本全体の4.1%あるから、それより大である。**

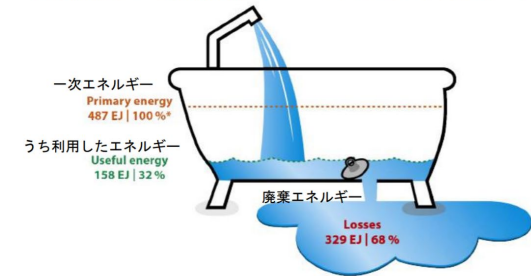
## カルノーサイクルから

### 熱は熱で

資料-3 熱をすてている日本

#### 一次エネルギーの利用率はわずか3割

- ▶ 一次エネルギー投入量のうち、我々が利用しているのはわずか3割で、残りの7割は主に熱として大気に捨てている。
- ▶ 大規模集中型→小規模分散型へシフトするだけで大幅な省エネが実現



出典: フッパタル研究所ヘニケ教授

- ・ 気力発電すると2倍以上の森林資源が無駄になる。
- ・ 発電効率は、高低の温度差で決まる。

なんでこの人たちは発電発電と言って、熱利用という人は誰一人いないのか？

2012年日本での某国際会議で

Heitz Copetz (WBA)

# モデル「里山広葉樹林を無限の油田に」

かつて薪炭林として広く使われてきた里山林は、全国的に大きなピンチにある。

- ①放置による植生の極度化と生物多様性の低下（高木 小口径 老木化）
- ②CO2吸収力の極端な低下（成長し、高齢化すると吸収よりCO2排出の方が大きくなる恐れ？）
- ③地域資源としての利用の低下、**ナラ枯れ**、竹の異常繁茂、野生生物の通路化

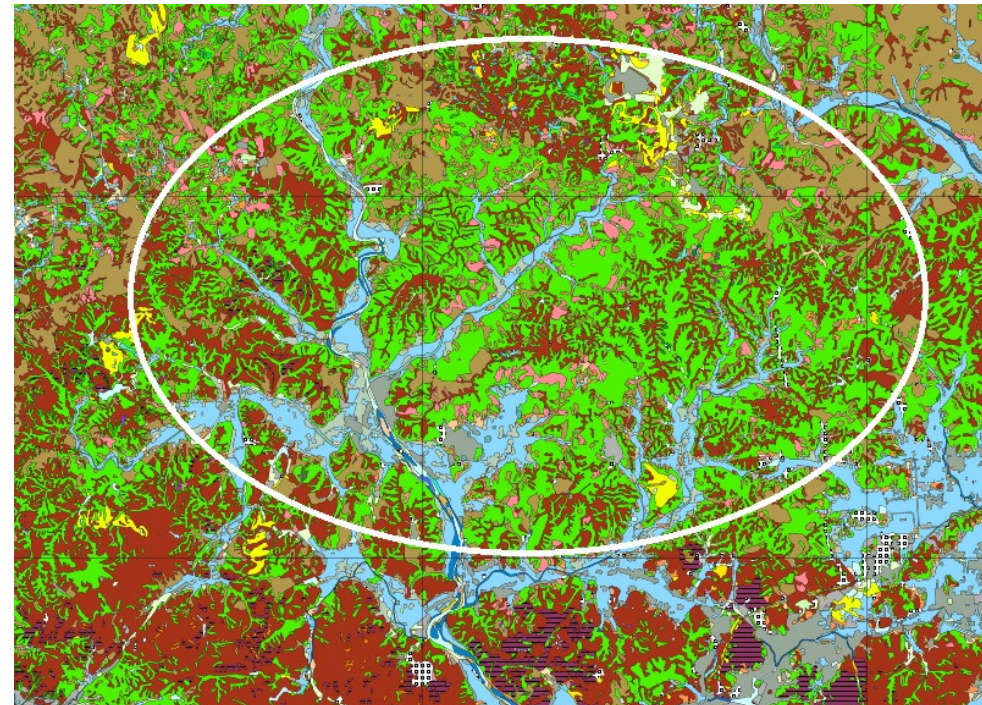
## 北摂地域の位置



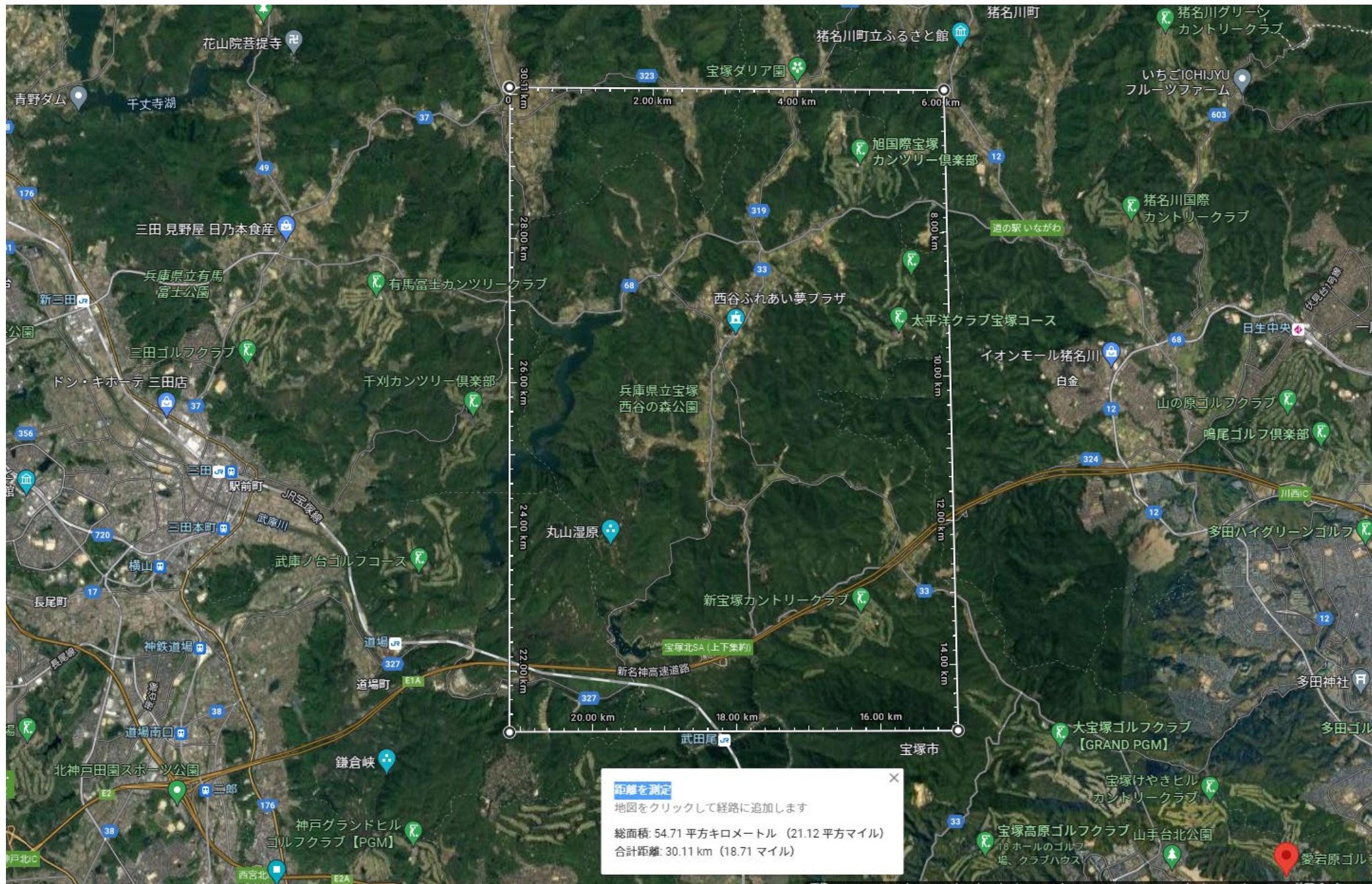
Googlemapsに記入



## 広大な広葉樹林（アベマキ・コナラ群集など）



生物多様性センター自然環境調査Web-GIS



## 事業実施地区

行政上は宝塚市。六甲山系の北裏にある。

三田市の大規模市街地と猪名川町・川西市の市街地の間にあり、50平方キメートル(5,000ha)程度の広さの地区。

交通が不便で森も手がついていない。

この地域に木質バイオマスの大きな可能性を見出した。



山は低く、緩やかで、木は密生しており、細く背の高い木が多い。里山としては極めて問題く、利活用もしにくい。



# アベマキ・コナラ群集とは



高さ12~20mの夏緑広葉樹林。階層は5層に分化します。  
 海拔450mあたりを境に、大きくふたつのタイプに分かれます。  
 高海拔域のタイプは、ダンナサワフタギ下位単位と名付けたタイプで、ブナ域やカシ域に分布の偏る種が多く見られます。このタイプには、ミヤコザサが密生して、見た目も種数も異なる林もあります(ミヤコザサ優占群)。  
 低海拔域のタイプは、シャシヤンボ下位単位と名付けたタイプで、照葉樹林の構成種群など、シイ域に分布の偏る種が多く見られます。



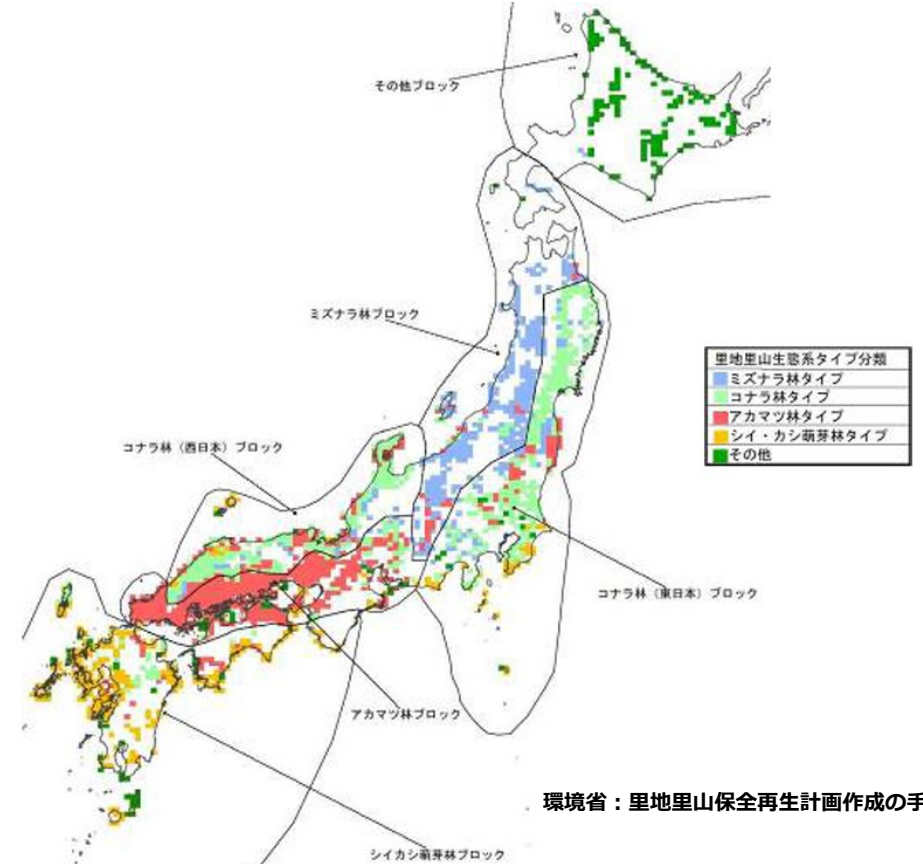
アカマツ-モチツツジ群集と共に、六甲山を代表する林です。つい2,30年前にはアカマツ林だったところが枯れてコナラ-アベマキ群集になった、という林も多くみられます。

主な構成種

高木層	コナラ, アベマキ, クヌギ
低木層	モチツツジ, ツクバネウツギ, マルバアオダモ, ヒサカキ, ヤブツバキなど
草本層	シンガシラ, ベニシダ, チヂミザサ, ナガバジャノゲなど

【六甲山系電子植生図鑑】より

国土交通省 六甲砂防事務所

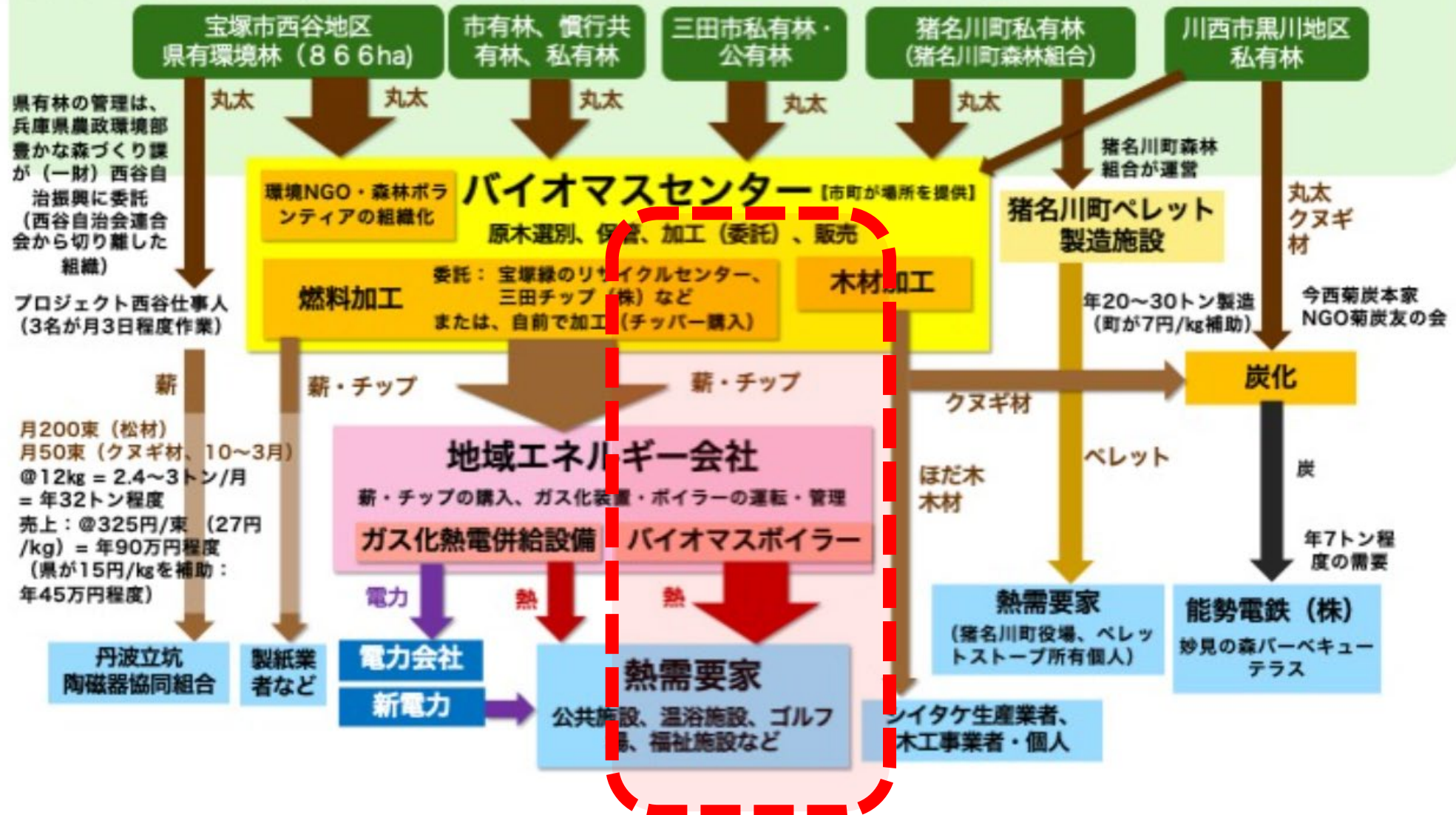


環境省：里地里山保全再生計画作成の手引き

# 北摂里山地域循環共生圏

地域主体の森林管理計画の策定と実施/木質バイオマスの供給

環境NGO・森林ボランティアの活用による間伐、運搬、森林整備



# 木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システム構築支援事業（農林水産省連携事業）

資源エネルギー庁  
省エネルギー・新エネルギー部  
新エネルギー課  
03-3501-4031

## 令和3年度概算要求額 15.0億円（新規）

### 事業の内容

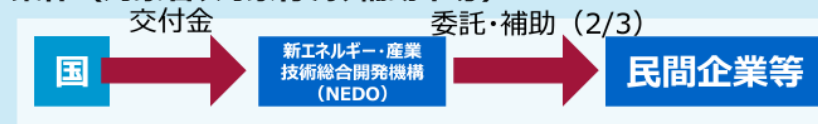
#### 事業目的・概要

- バイオマス発電は、我が国のエネルギー多様化、地球温暖化対策等に貢献する電源であるだけでなく、地域活性化にも資する地域分散型の地域活用エネルギー源として期待されています。しかし、燃料コスト低減や長期にわたる安定的な原料調達の確保等の課題があります。
  - 本事業では、以下のような支援策の実施により、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築・商慣行定着を目指します。
- ① 旺盛なエネルギー需要に応える新たな燃料ポテンシャル（早生樹、広葉樹等）の開拓・利用促進に向けたFS・実証事業を行います。
  - ② 安定した品質と量の燃料調達・確保を可能とするチップ・ペレット等バイオマス燃料の安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けたFS・実証事業を行います。
  - ③ 燃料材（チップ、ペレット等）の品質の規格化を行います。

#### 成果目標

- 令和3年度から令和10年度までの8年間事業であり、燃料活用する広葉樹・早生樹等の種類の増加（5種）、燃料品質規格の策定（3件）により、エネルギーの安定供給に加えて、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築を加速します。

#### 条件（対象者、対象行為、補助率等）



### 事業イメージ

#### (1) 燃料ポテンシャルを開拓・利用可能とする“エネルギーの森”実証事業

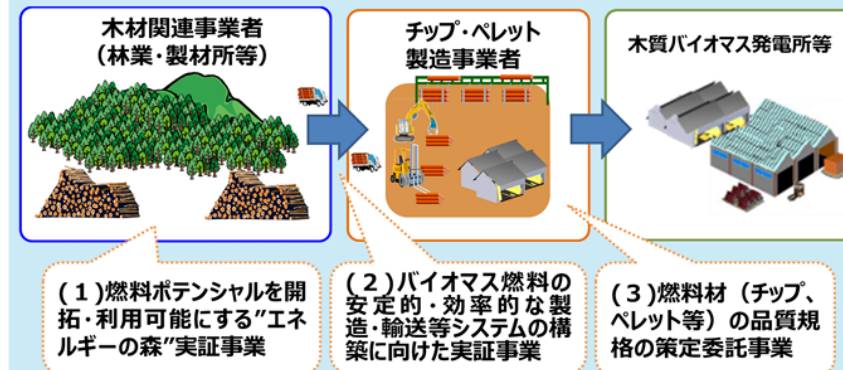
- 広葉樹・早生樹の活用拡大に向け、燃料材生産を目的とした育林に適した樹種の選定を行います。
- 萌芽更新の利用による植林コストの低減や、下刈り回数の低減等の、燃料材生産システム最適化を行います。

#### (2) バイオマス燃料の安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けた実証

- チップ・ペレット燃料製造・輸送に関し、製造工場の改善、未利用材利用や使用先等も勘案した実証事業を行います。

#### (3) 燃料材（チップ、ペレット等）の品質規格の策定委託事業

- 燃料製造量の増大を図るため、燃料材（チップ、ペレット等）の品質の規格化を行います。
- 燃料材（チップ、ペレット等）の水分量、サイズや灰分濃度等のグレード分けや市場取引をする際のルール等の整備を行います。



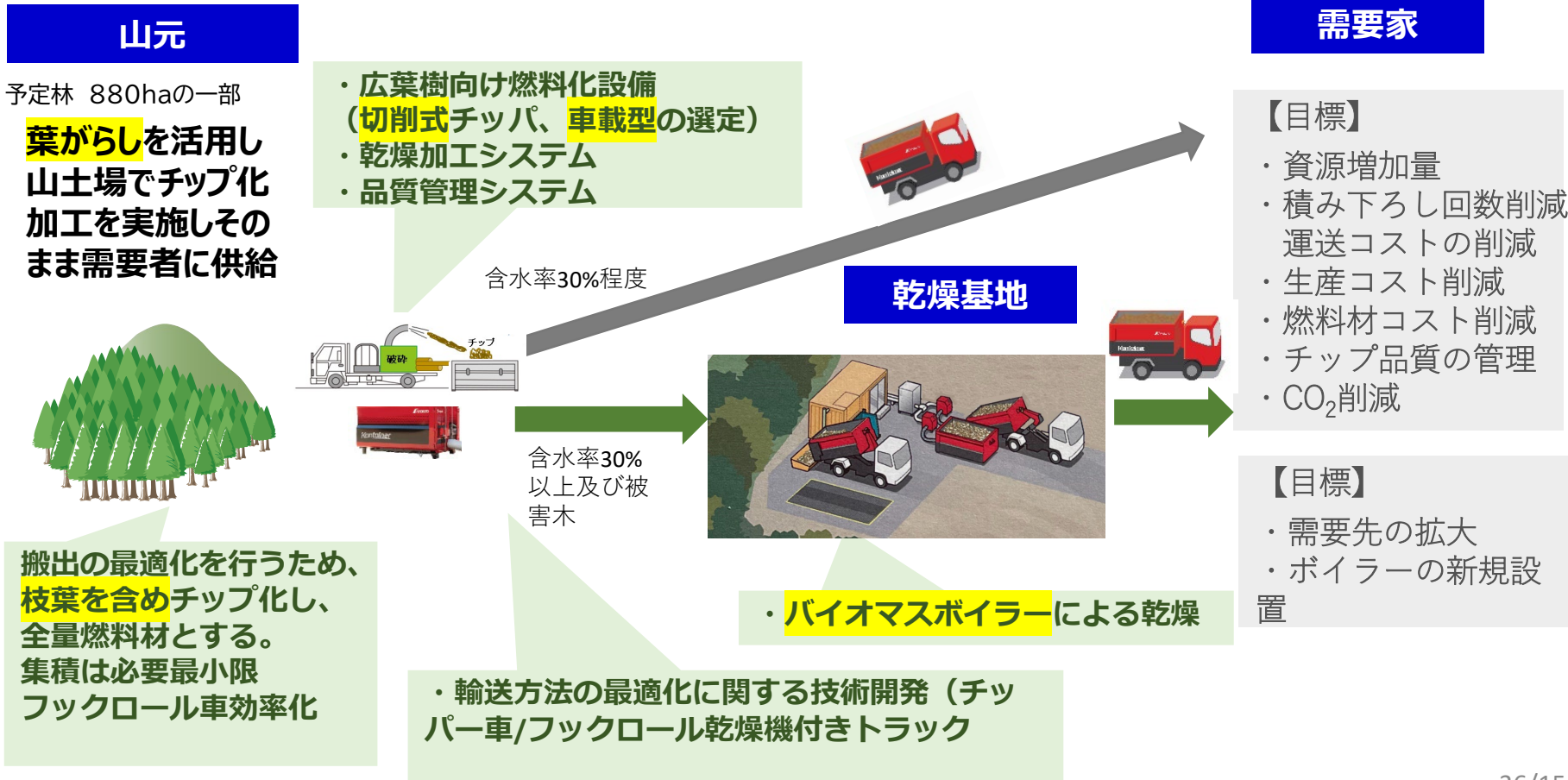
# 1 NEDO事業概要

可搬チップ・コンテナ乾燥機とバイオマスボイラを組合せた広葉樹林の燃料利用実証事業（2年間）

本事業では、伐採された広葉樹を現場でチップング、そのままフックロール乾燥機付きコンテナに積み込みを行い、加工・輸送の最適化を図ることで原料コストを最大限低減する。

また、川上の作業道作り（フェラバンチャー・ザウルスロボ）、集材（ウインチ・グラップルつきフォワーダ）、チップ化（車載移動式切削チップ）、乾燥・熱供給まで含めた、全国で展開可能な川上から川下までのパッケージ化を行う。

**特徴：** 山土場でのチップ化から需要家への配達までにチップの積み替えを全く行わない。



(参考) 機器類写真



フェラパンチャー ザウルスロボ

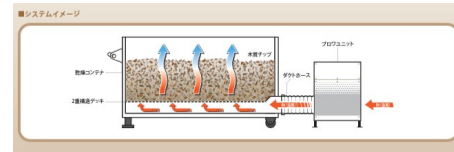
作業道開設 支障木の伐木の機器 (ウインチ付き)



4tフックロール車架装切削チップパー (イメージ)

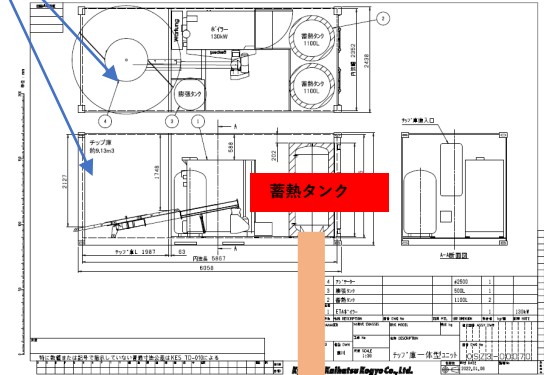
※なお、この写真は切削式ではあるが、フックロール車ではない。(現在架装作業中で写真はまだない。写真は大型移動式チップパ)

破碎式は燃料用に不適當



軽量乾燥コンテナ (極東開発工業)

チップボイラー  
130kW  
eHACK130



脱炭素熱源 バイオマスボイラー(130kW)



輸送荷姿

※乾燥コンテナをフックロール車に乗せて、そのまま運んでいく。



チップ庫投入

※もちろん乾燥コンテナからダンプできる。

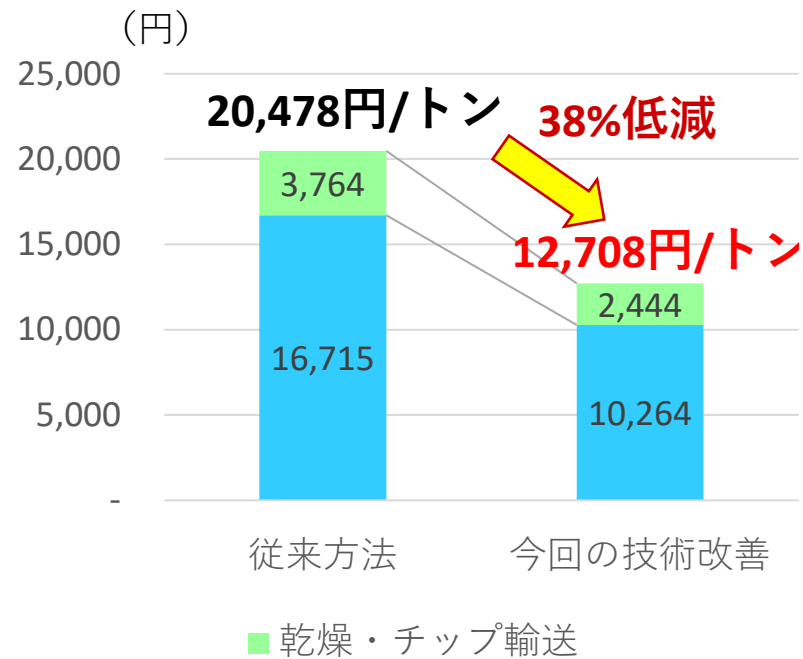
## 2 NEDO 事業目的、目標及び事業による効果

### ①増産効果

本事業のモデルを適用することで、これまで十分に利活用されてこなかった広葉樹の利用が進むとともに、広葉樹林の賦存量がそのまま増産のポテンシャルになる。未利用広葉樹の50%が利用できるとすると、毎年3,600万トンのチップ増産が可能となる。また、広葉樹林は天然更新も可能であり、再造林にかかるコストも針葉樹に比べると低減させることができるため、長期的にみると増産効果はさらに高い。

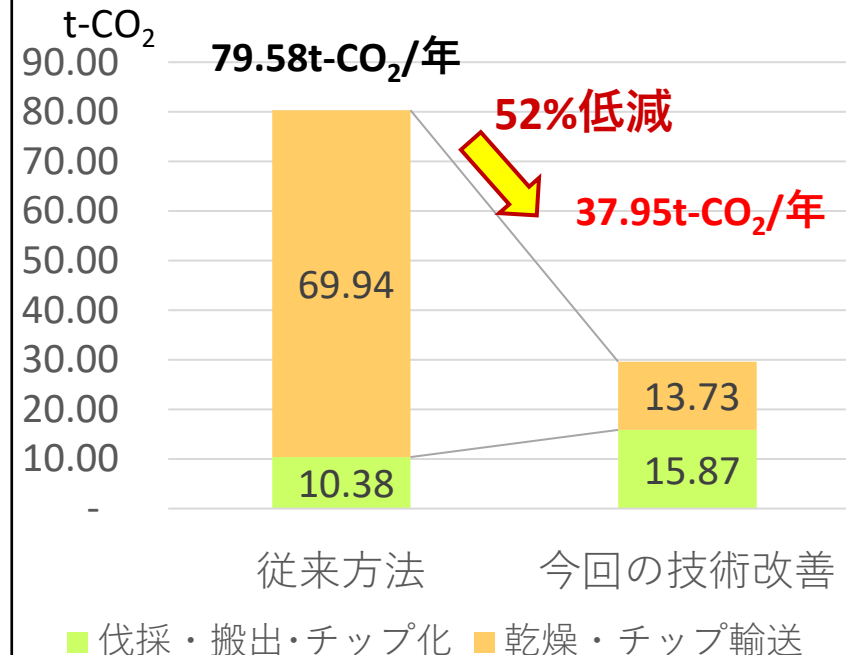
### ②コスト低減効果

従来システムから原料コストを低減



### ③GHG低減効果

バイオマスの活用によるCO<sub>2</sub>の低減



# (資料) なぜ12.5円をめざすのか

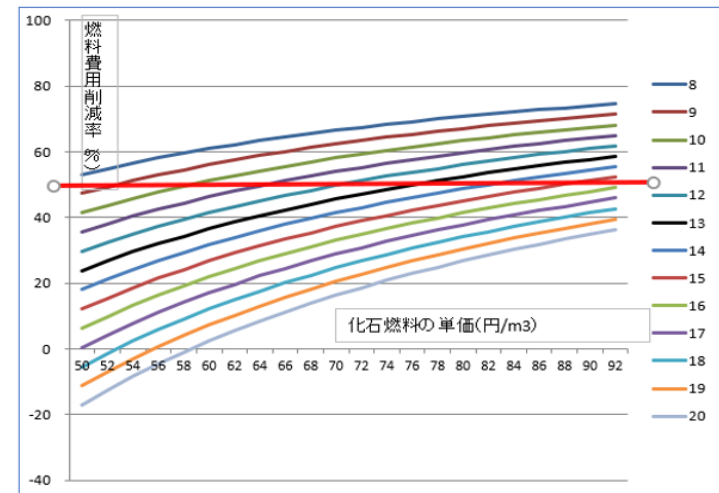
バイオマス熱利用において、ボイラーの耐用年数である15年以内で投資コストを償還するには、12.5円程度が必要であること。**12.5円程度が、バイオマス熱利用普及のいわば損益分岐点**になる。これは逆に12.5円で燃料チップが生産出来ると、消費の可能性が大きく広がる。

項目	チップ価格12.5円/kg	チップ価格15円/kg
化石燃料種類	灯油	
化石燃料消費量	150,000L	
化石燃料価格	90円/L	
化石燃料経費	13,500,000円	
チップ必要量	393,134kg	
チップ燃料経費	4,914,170円	6,497,004
年間経費削減額	<b>7,985,830円</b>	<b>7,002,996</b>
設備総額(700kW)	約147,500,000円 (20万円/kW)	
償還年数1/3補助※	<b>13.77年</b>	15.71年
償還年数1/2補助※	<b>11.43年</b>	13.03年

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	53	47	41	36	30	24	18	12	6	0	-5	-11	-17
52	55	49	44	38	32	27	21	16	10	4	-1	-7	-13
54	57	51	46	40	35	29	24	19	13	8	2	-3	-8
56	58	53	48	42	37	32	27	22	16	11	6	1	-5
58	60	55	49	44	39	34	29	24	19	14	9	4	-1
60	61	56	51	46	41	37	32	27	22	17	12	7	2
62	62	57	53	48	43	39	34	29	24	20	15	10	6
64	63	59	54	50	45	41	36	31	27	22	18	13	8
66	64	60	56	51	47	42	38	33	29	25	20	16	11
68	66	61	57	53	48	44	40	35	31	27	22	18	14
70	67	62	58	54	50	46	41	37	33	29	25	20	16
72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
74	68	64	60	56	52	49	45	41	37	33	29	25	21
76	69	65	61	58	54	50	46	42	38	34	31	27	23
78	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	32	29	25
80	71	67	63	60	56	52	49	45	41	38	34	30	27
82	71	68	64	61	57	54	50	46	43	39	36	32	29
84	72	69	65	62	58	55	51	48	44	41	37	34	30
86	73	69	66	63	59	56	52	49	46	42	39	35	32
88	73	70	67	63	60	57	53	50	47	43	40	37	33
90	74	71	67	64	61	58	54	51	48	45	41	38	35
92	75	71	68	65	62	59	55	52	49	46	43	40	36

これによると、目処とする燃料費50%削減の数字を達成するためには、15円以上であると、なかなか削減率が達成できず、普及も難航することが予想される。

これらのことと、チップ生産コストのベストプラクティスの推定より、目標価格を12.5円/kgとしたものである。



※建物（ボイラー庫）や熱供給先の施設内配管は補助には含まれませんので、単純商より大きくなります。

# (資料) 枝条まで問題なく利用して生産量増加

2年程度現場放置して乾燥させた枝条の場合、乾燥チップボイラーの最適な燃料となることが、ETA社の乾燥地チップボイラーでの燃焼実験で確認している。(令和1年度 早田林業 及び 一般社団法人徳島地域エネルギー) ←



集積した枝条



超小型切削式チップ (タイ製NIMUT)  
超小型チップパでチップ化



枝チップの形状と大きさ

## チップ分級データ (篩しんとう器)flat-bed sieving machine



方法：篩しんとう器でサイズごとに分級し、縦になって入ったものは元に戻し、その投入重量に対する重量比を測定する

### 枝条チップの特徴

- ①小枝を横にカットした分が多い
  - ②葉柄等も入っている。
  - ③燃焼成分抜けは無い。
  - ④200kg/m<sup>3</sup>とチップ密度は通常より3割程度少ない。
  - ⑤含水率は当初23%程度で良好
  - ⑥燃焼はほぼ安定
  - ⑦灰の量は特に変動はなく重量の1%程度
- 200トン→2トン程度  
(発電の様に問題になることは無い。)



標準的な形状のチップ (切削型)



試験試料 (ピンチップ) ←



チップの状況 (長過ぎるチップ)



(繊維状のチップ) ←

### G50規格

### P31S

(ISO17225-4)

呼称	閾値	基準	測定値
粗大部 Coarse	31.5mm～ 150mm	<6%	8.1% △
主要部 Main	3.15mm～ 31.5mm	>60%	91.1%◎
微細部 Fine	<3.15mm	<10%	0.2%◎
規格外	> 150	禁忌	なし
判定			◎ 適合

含水率  
14%WB

作成：徳島地域エネルギー



# (資料) 燃焼試験と搬送試験 燃料性能確保

## 正常な燃焼 (搬送・燃焼温度・排煙)



排気の状態は良好燃焼状況必ず確認する。



チップ庫の様子

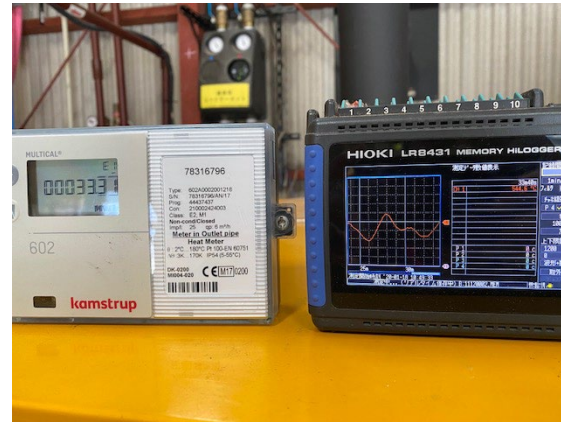


700 度程度で良好な安定燃焼

## 搬送と燃焼のトラブル



搬送試験 (積み上げ高が低い場合空洞発生)



燃焼状況 (熱量計と温度変化)  
ピンチップは燃焼のばらつきが出る場合がある。また燃焼温度は低くなる。

# (資料) 北摂の熱需要と生産可能量

## 需要ベース

2021年2月のIGES公益財団法人地球環境戦略研究機関の調査（簡易診断）では、

北摂17施設の合計で5,700万円の燃料費削減が図られ、CO2の削減も年間約3,700トン削減できるという結論になった（化石燃料代替）。

地元にはチップ代として約6,100万円が経済循環するといことが推定された。

番号	施設名	地域	化石燃料種類	燃料消費量	燃料費原価	化石燃料消費	チップ消費数量	チップ原価	燃料費削減総額	CO2削減量	備註	評価	
1	宝塚市	都市ガス		104,177	81	8,438,337	341,401	4,096,816	3,841,521	228,148		18	普通
2	宝塚市	灯油		36,000	89	3,214,800	97,429	1,169,145	1,545,655	89,604		21	普通
3	宝塚市	都市ガス		52,283	123	6,407,444	171,273	2,055,270	3,852,174	114,456		7	優良
4	宝塚市	LPガス		17,437	99	1,726,925	156,161	1,633,936	407,989	114,081		1	優良
5	宝塚市	都市ガス		312,571	81	23,318,251	1,024,195	12,292,020	12,516,231	684,500		17	普通
6	宝塚市	都市ガス		196,879	81	13,889,938	645,198	7,742,371	7,647,567	431,165		21	普通
7	宝塚市	LPガス		2,801	296	828,800	21,890	262,676	346,124	18,340		23	普通
8	宝塚市	都市ガス		84,336	63	3,412,302	178,100	2,137,204	775,098	118,996		68	優良
9	猪名川町	都市ガス		61,275	81	4,979,587	200,806	2,409,672	2,069,915	134,192		20	普通
10	猪名川町	灯油		58,000	94	5,458,920	156,969	1,883,623	3,075,297	144,362		3	優良
11	猪野川町	A重油		108,000	66	7,106,400	313,164	3,757,967	2,948,433	292,680		17	普通
12	猪名川町	都市ガス		91,077	76	6,928,390	298,528	3,582,342	2,846,048	199,459		14	優良
13	川西市	LPガス		1,031	570	587,613	8,729	44,744	44,744	6,753		75	優良
14	川西市	A重油		348,000	72	25,112,340	1,009,084	12,009,001	12,009,337	943,080		15	優良
15	川西市	灯油		800	60	48,000	2,165	25,981	-177,981	1,991		1	優良
16	三木市	灯油		34,000	116	1,920,000	64,853	779,430	940,570	59,736		9	優良
17	三田市	LPガス		32,931	183	6,019,997	119,080	1,428,963	4,090,134	215,688		7	優良
合計						123,396,244	4,784,264	57,411,163	57,986,958	3,797,271			

17か所で**4,700トン**必要

北摂地区（宝塚、猪名川、三田）には、木質バイオマス化を行うに適切な種類（温浴施設、老健施設、ゴルフ場等）の施設が148箇所もある。

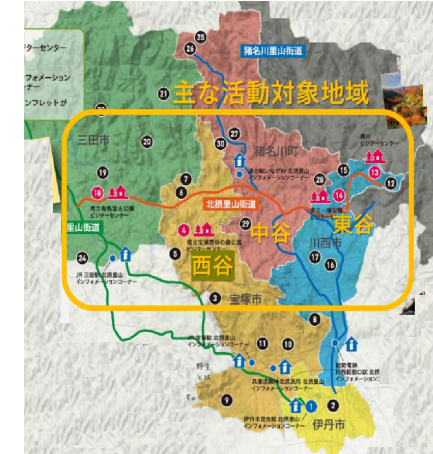
単純比例で、約8倍なので北摂には

燃料需要 = 37,600トン  
チップ代金 = 4.8億円

燃料代削減益 = 4.6億円  
CO2削減量 = 29,600トン（44.4万トン・15年）

の熱需要がある。

## 供給ベース



実証を行う予定の広葉樹林（887ha）を回帰年20年で輪伐すると、

(準)乾燥チップ **約4,000トン**

北摂里山（3市町）の広葉樹林合計では、24,172haであり、おおむね27倍だから、

(数字出典：R3兵庫県林業統計書)

(準)乾燥チップ **約108,000トン**  
金額 **約13.5億円/年**

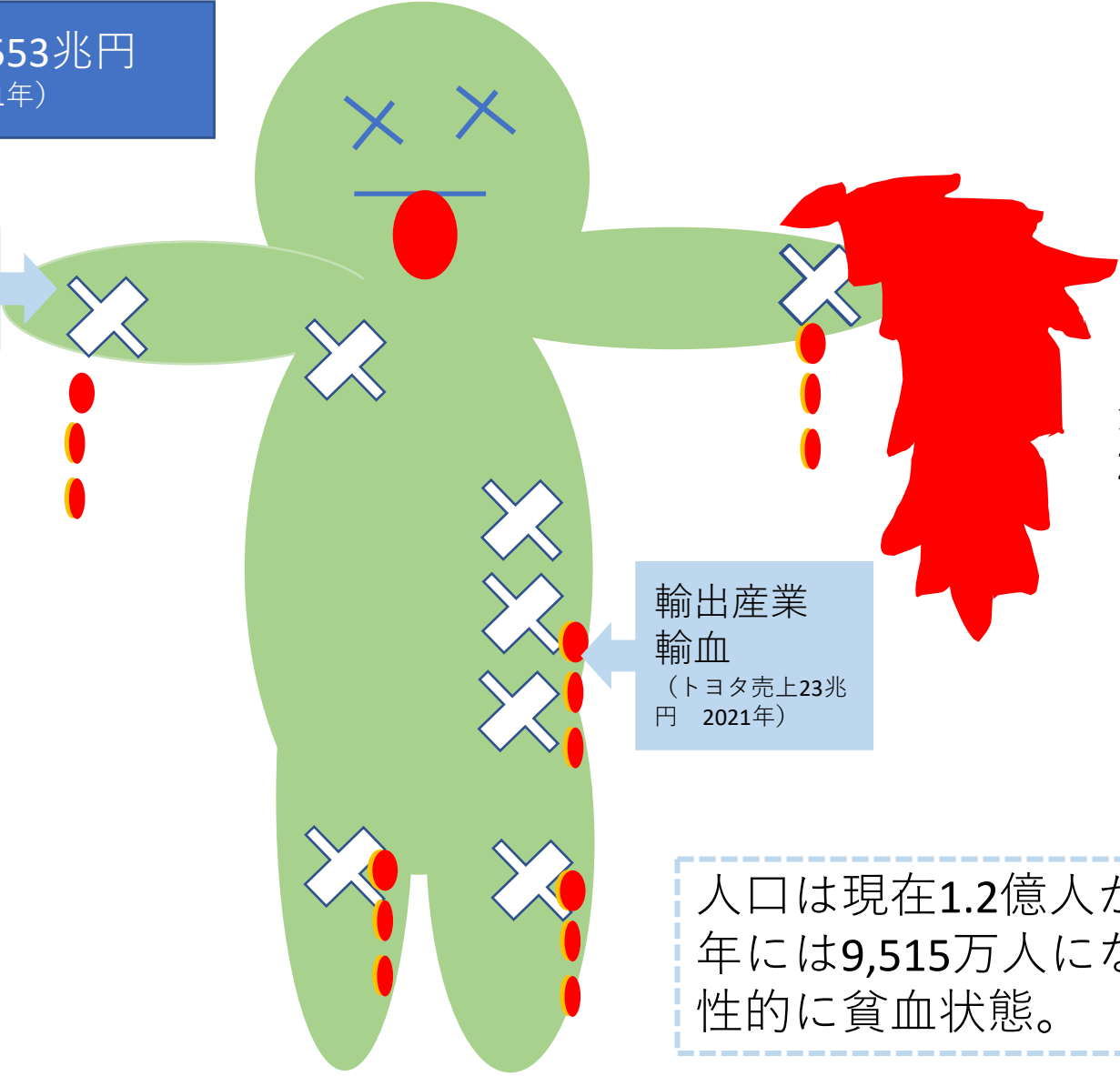
の生産可能性がある。これは、北摂地域の主要熱需要を十分満たし、約60%を地域外（神戸、大阪、播磨、京都など）に移出し、木材産業の創出を図ることができる。

# (資料) 需要地はある？

- ・化石燃料の継続使用により今後益々資産の域外流出が増える
- ・地域はますます貧しくなる
- ・CO2大量排出対策も何もない。
- ・地域木質資源はほぼ保留状態で実質的な活用の道はない。

GDP 553兆円  
(2021年)

インバウンド  
2019年 4.8兆  
2020年 0.74兆円  
(観光庁)

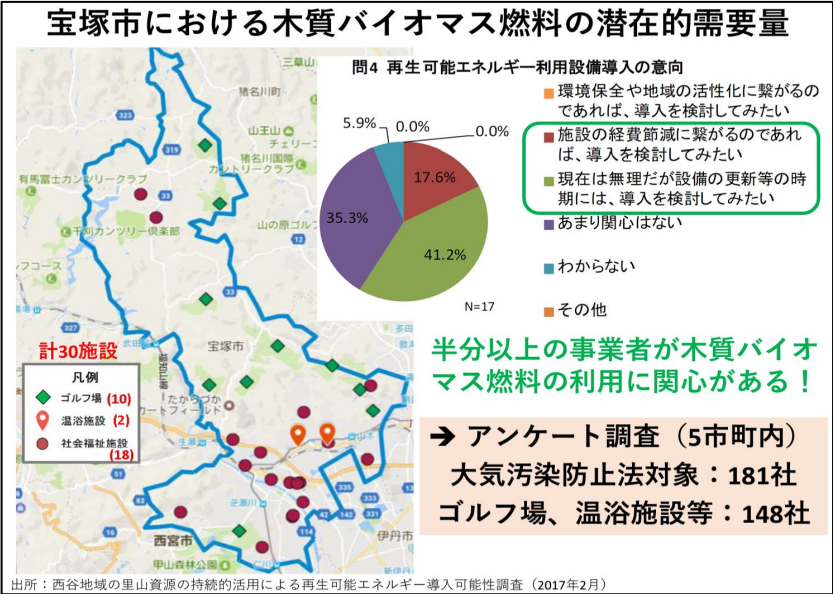


エネルギー  
費用流出  
28兆円

2013資源エネ  
ルギー庁&貿  
易統計

輸出産業  
輸血  
(トヨタ売上23兆  
円 2021年)

人口は現在1.2億人が、2050年には9,515万人になり、慢性的に貧血状態。



### 3 剪定枝をどうチップにするか

剪定枝は、剪定業者（植木屋さん等）から発生する一般廃棄物である。

一般廃棄物から有用物（製品）に転化させるのは有価原則である。

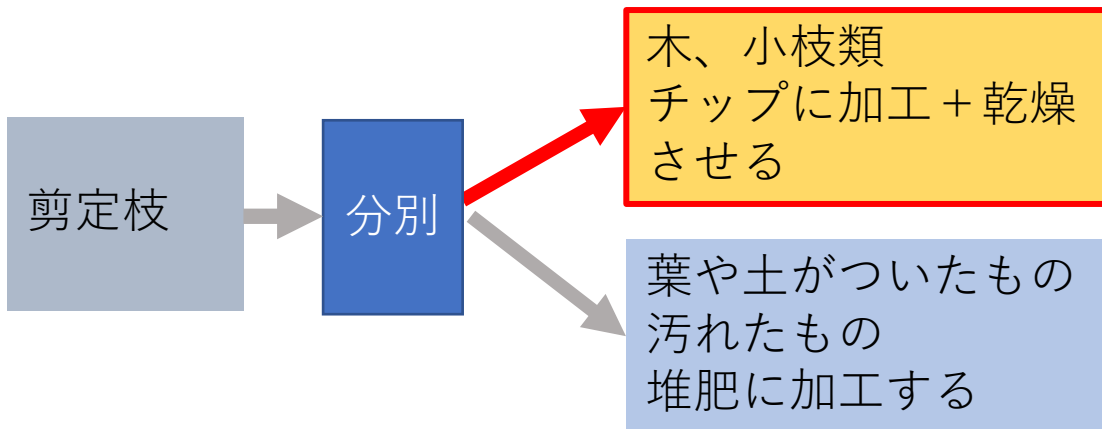
チップ化して燃料にできる枝等を有価で買い取り、チップ化⇒乾燥 の経費投資を経て燃料として販売する。一般的でなく、事例も少ないので市や都道府県担当部局様には、再生可能エネルギーの推進の面で、ご理解をお願いします。



購入予定剪定枝



堆肥向け剪定枝（市）



搬入する木材は、単なる剪定枝葉ではなく下記の規格、品質を満足するものとする。

○形状規格

幹、枝：直径2cm以上40cm以下程度

長さ20cm以上200cm以下程度

幹は、丸太状とする。

○品質

腐敗していないもの、風化がしていないものに限る。

飛散、流出、悪臭の発生する恐れのないものに限る。

◎受け入れる木材は、当社と契約を締結した組合のみとする。

## 4 持続可能な事業ができるか

広葉樹の活用を想定していおり、萌芽更新が計画通り行われるかなど、持続可能な事業となるよう慎重に検討して実施する。

### ■対応状況

萌芽更新については、次の対策を行って、森の天然更新を確実に行う計画である。(NEDO終了後も5年以上フォローしていく)

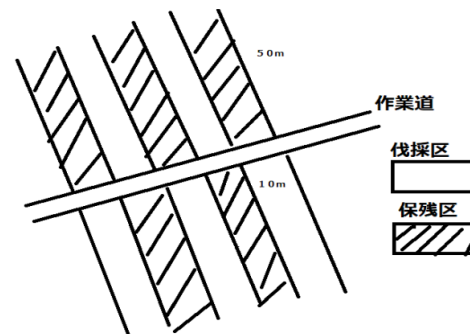
1. **作業路網の整備**を行ったところのみを施業し、天然更新・病害虫の観察が可能である状態に置く。
2. 小面積のモザイク状間伐を行う(帯状間伐)。基本的伐区面積は0.05haであり、風水害や気象災に比較的強く、隣接林地からの天然下種による種子供給が期待できる。
3. 伐採対象樹木以外の保全。次世代を担う**胸高直径10cm未満の樹木**は搬出に支障があるもの以外は原則保全とし、成林を担保する。(←むしろ皆伐すべきという意見もある)
4. 搬出による地面のかく乱による落下種子の発芽促進効果を検証する。
5. 必要により落下種子によるコンテナ苗の補植を行い更新を補完する。
6. **ナラ枯れ対策**、獣害の防除(特にシカ)を必要に応じて行う。

行政を含め、広葉樹に対する知見が全国的にほとんどない。

- ・広葉樹施業についての歩掛、知見、エビデンスが不足
  - ・広葉樹林の生産性を確保する方法論がない。
  - ・小面積皆伐か帯状皆伐かということで、無難な帯状間伐を採用。
- ⇒今回施業方法も区分して試してみる。
- ・長期的な萌芽観察の事例が無い。

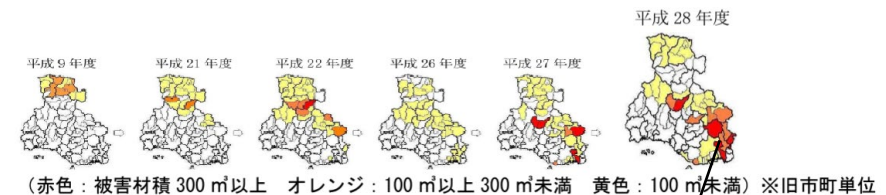
様々な支援や情報提供をお願いしたい

帯状間伐のイメージ



ナラ枯れの増大

【被害分布の推移】



出典：兵庫県ナラ枯れ被害対策実施方針 (H29年3月)

宝塚市はオレンジ区域

## 4 更に検討すべき課題

### 自然萌芽で目指す森の姿はなにか

自然萌芽だと元の森を復元することになるが、長期間放置された老齢の木は萌芽性自体が衰えており補植や様々な実証が必要。帯状皆伐にすると、元の樹種にしか再生しないので、目指す森の姿を描くことは難しい。  
生物多様性の森づくりという観点でも検討する中で、施業地域区分するなどを検討したい。

### 葉枯らしが、ナラ枯れの防疫上支障ないか

ナラ枯れ材は移動前にチップ化する。林内で乾燥のため存置することは防疫上の問題がある。ナラ枯れ発生の状況を事前調査し、発生地点に近い場合は伐採時期、葉がらし可否も検討する。（穿入せんにゆうする6月-9月は避けるなど）もちろんコナラ類の葉がらしの有効性も実証する。  
乾燥が不足する場合は、積極的にバイオマスボイラーによる人工乾燥に移行していく。

### 家具等の材料としての広葉樹利用を併用すべき（CO2長期固定の意義もある）

資源の有効利用の観点から広葉樹のカスケード利用の意見がある。また、Φ30cm以上の木は、移動式チップパー（中型）でチップ化できないので、造材して別途作業になる。燃料チップの価格低減のためには、このようなが材の販売も必要と考えるが、今回はNEDO事業のためすぐさま活用は困難なので、この用材数量を計測し、処分（販売）方法は別途検討する。

### 薪やシイタケ原木、家具の材料としての利活用と併用できるか

里山の利用としては薪ストーブ用の薪、シイタケ原木、炭の材料としての需要があるが、今回の事業では除外されている。可能性の検討は数量も含め行いたい。（薪ストーブは使用量（熱需要）が極めて少なく、規模感のある事業的展開は困難）

### 広葉樹林には多様性と地域性がある、今回の事例が他の地域でも適用できるのか

今回の実証予定箇所はアベマキ・コナラ群集（夏緑林）と頂上部のモチツツジ・アカマツ群集である。伐採時の単位当たりコスト、天然萌芽能力、葉がらしの適合樹種、地域の平衡含水率など当地域のみのパラメータや原単位、乾燥運搬などの一般的なパラメータや原単位を明確に区別して実証を行いたい。

※NEDOの事業期間(2024年3月まで)の中で明確な結論を出していく予定です。

# 森とボイラーの活用事例

# ETAボイラの全国普及

25ボイラ15箇所



徳島地域エネルギー 木質バイオマスボイラー設置履歴書

2020年9月3日

## 実施確定及び確認済

年	案件	種類	県	場所	暖房	給湯	能力 kW	台数	合計 kW	既存燃料	CO2削減状況	補助金有無	メンテナ ンス	稼働状況	備考
2012	さくら診療所	ディーゼル	徳島県	吉野川市	○	○	50	2	100	灯油 30kL	年150トン	国補	年2回	○	チップ
2016	花由	花店温室	徳島県	徳島市	○		50	1	50	灯油 8 kL	年14トン	県補	年2回	○	ペレット
2016	佐那河内バイオマスラボ	ラボ	徳島県	佐那河内村	○	○	50	1	50	電気	実験施設	無	自己	○	チップ
2016	レイクウッドゴルフクラブ	ゴルフ場	山梨県	北杜市	○	○	50	5	250	灯油 163kL	年350トン	国補	年2回	○	チップ
2017	カーデンホテル喜多方	ホテル	福島県	喜多方市	○	○	50	2	100	LPガス	年66トン	国補	年2回	○	ペレット
2017	野原産業	温室	熊本県	熊本市	○		45	1	45	灯油	逐次運用	無	他法人	○	チップ (運来)
2018	藤原造林本社事務所	事務所	山梨県	山梨市	○	○	20	1	20	電気	年10トン	国補	年1回	○	新
2019	Allmendeキテハ	学校	滋賀県	長浜市	○	○	20	1	20	電気	年5トン	無	他法人	○	チップ
2019	ハイランドファーム東濃 CHPのバックアップ	養蜂	岐阜県	瑞浪市	○		50	1	50	—	逐次運用	無	自主管理	○	チップ
2018	上勝バイオ	椎茸温室	徳島県	上勝町	○		130	1	130	電気	冬季50トン	国補	年2回	○	ペレット
2019	温泉館きよら	温泉	熊本県	南小国町	○	○	250	1	250	重油 55kL	年109トン	国補	年2回	○	チップ
2019	東急リゾート夢科ゴルフ	ゴルフ場	長野県	茅野市		○	130	2	260	灯油 45kL	年110トン	国補	年2回	○	チップ
2019	串間温泉いこいの里	温泉	宮崎県	串間市		○	350	2	700	灯油 221 k L	年550トン	国補	年2回	○	ペレット
2020	平戸市森林組合	椎茸温室	長崎県	平戸市	○		500 200	1 2	900	電気	年600トン	国補	年2回	○	チップ
2020	ハイランドファーム東濃 CHPのバックアップ(2台目)	養蜂	岐阜県	瑞浪市	○		50	1	50	—	逐次運用	無	工事中	工事中	チップ
合計		15			13	9		25	2,975		年2,014トン				

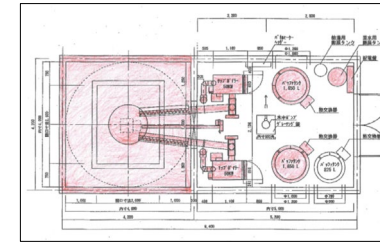
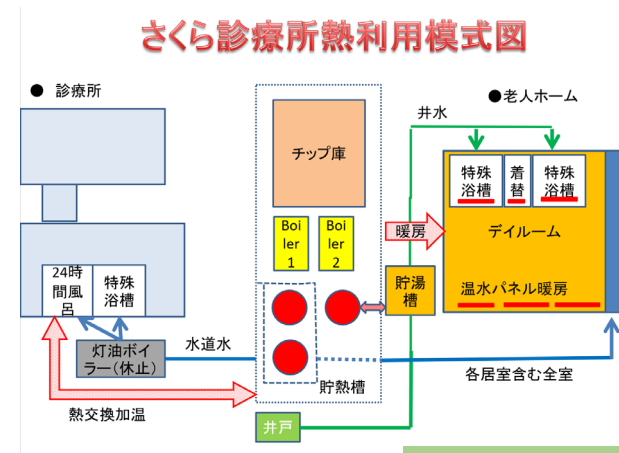
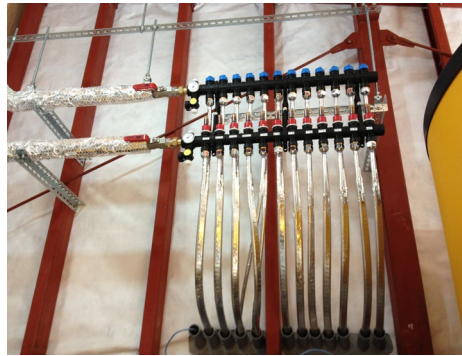
※ この他、新ボイラー（60kW 4台）を輸入し、設置資格を持つ他法人に納入しております。

※ 杉の人工林が1年間に吸収するCO2は8.8トン（林野庁）なので、本法人が設置した25台のボイラーによるCO2削減は、228haの森林に相当します。



# CASE 1

ETA社製乾燥チップボイラー  
吉野川市 さくら診療所  
50 kW 2台(2012年12月)

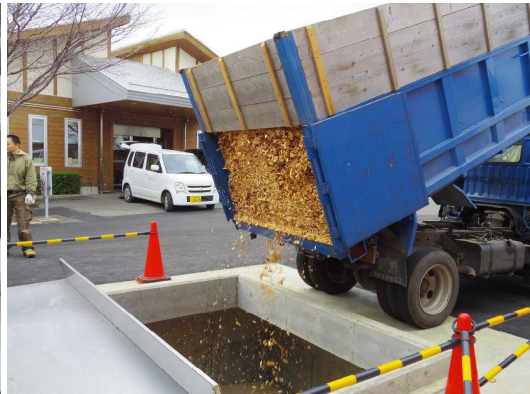


森との関係：  
製紙チップ業者原木乾燥で作成



暖房  
浴槽加温  
給湯（デイサービス特殊浴槽等）

日本最初のカスケード接続として  
見学者多数訪問



# さくら診療所のチップボイラー方針

- ① **地元技術者だけ**でインストールする
- ② できるだけ安価に作ること
- ③ 乾燥度の高いWB=30%の安価なボイラー機器を使うこと
- ④ **地元**のチップを使うこと
- ⑤ 100%バイオマスで行うこと
- ⑥ ピーク対応は**貯熱槽**を用い運転時間でカバーする方法をとること



# CASE4: 山梨県 レイクウッドゴルフク ラブサンパーク明野コース

2017年3月, 50kW×5台 250kW

CO2削減 320ton



森との関係：

地域の松枯れ材を使用



5年程度で投資回収できる（化石燃料コストが削減できる）。CO2削減を先進的ゴルフ場としてアピールできる。

できるだけ無圧開放しないために5台とした

# CASE8 コミュニティ・ハッピーボイラー

脱炭素を  
町のブラン  
ドに



安価な木製チップ庫



設置した職員（倉庫内設置）

実際のお礼に送られた椎茸など



1口10,000円の  
寄付で、地元  
産品をお礼に2  
回送る  
(終了)

森との関係：

個人事業者が  
作成した広葉  
樹の枝チップ  
を使用

# CASE9 小型薪ボイラーは根強い需要

## ETA製等 二次燃焼型薪（ログ）ボイラーの特徴

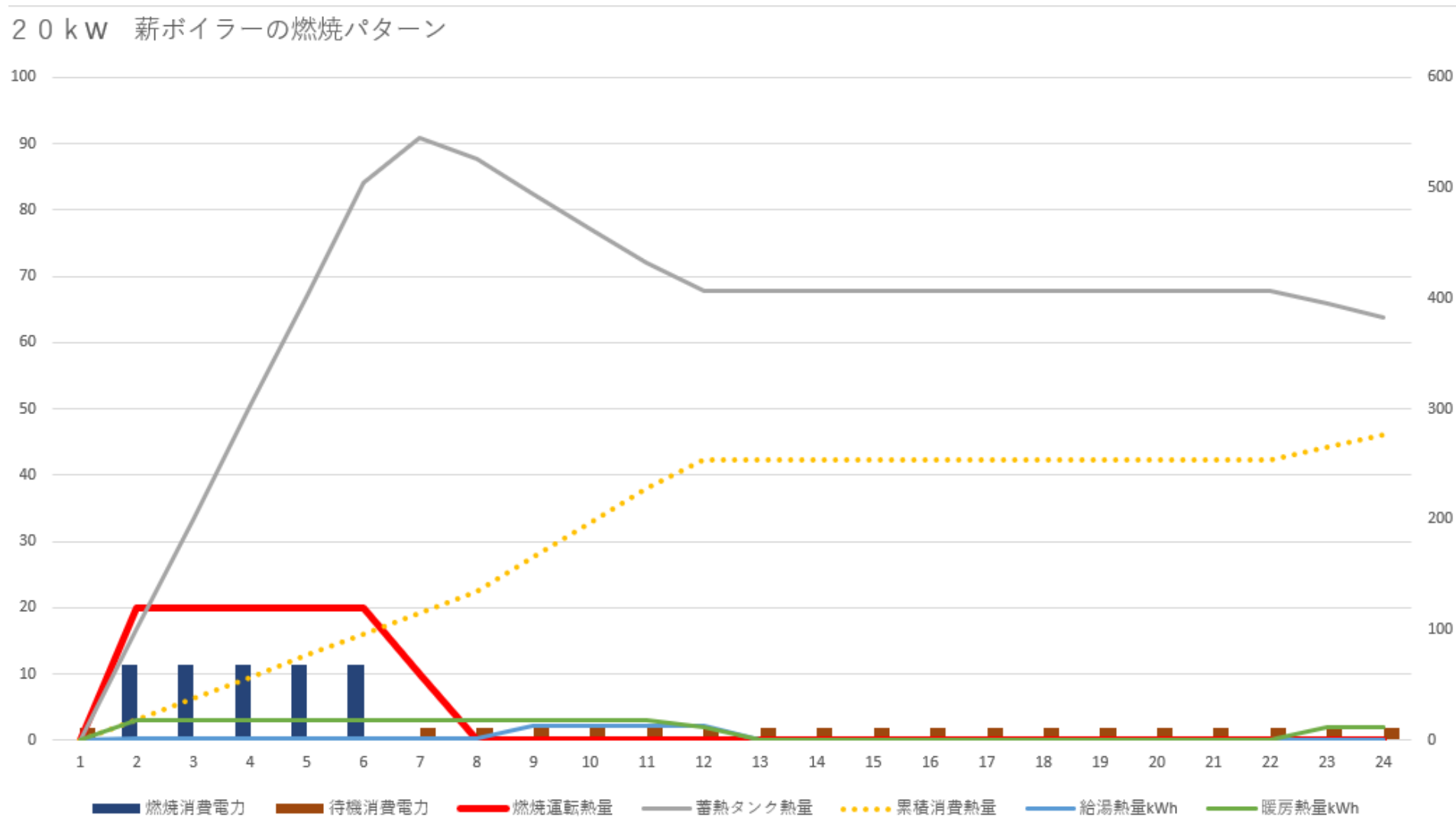
- 1 ガス化燃焼（ダウンドラフト）式で、熱効率が高い。
- 2 ラムダセンサーで給排気をコントロールし環境汚染が少ない。
- 3 薪ボイラーはじめての着火装置付き
- 4 利用熱機器も含めスマートフォンでコントロールできる。



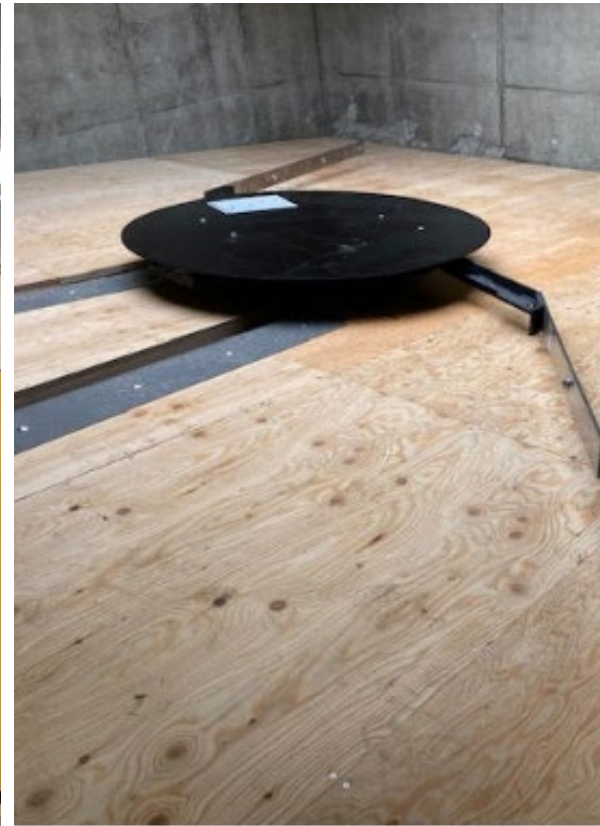
森との関係：

白州の廃棄ウ  
イスキー樽材  
を使用

# 薪ボイラーの熱利用パターン（参考例）



危険かつ環境汚染だから絶対薪の逐次投入しないことが常識。  
1日1回で、冬場は2日、夏場は7日ももちます。



森との関係：

リゾート内の森を間伐して、ハイ積み乾燥し、自社車載チップパによりチップ化

本法人最初の  
無圧開放のボ  
イラ

**Case12**：採算が合い、普及にはずみがついた施設（2019年）

長野県茅野市

東急リゾートタウン蓼科ゴルフ 130kW 2台

2施設（レイクウッドとともに）での地域での総合メンテナンス管理する。



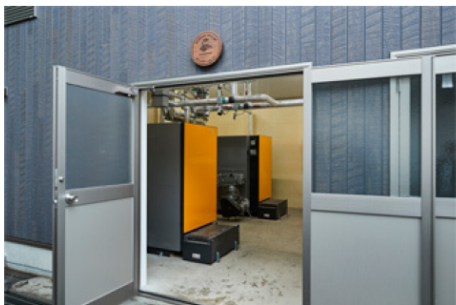


## 東急 第2回東急グループ環境賞

### 「もりぐらし」持続可能な森林保全と資源サイクルの始動！

株式会社東急リゾートサービス

「東急リゾートタウン蓼科」において、蓼科の森を核とした「まもる」「つかう」「つなぐ」の循環サイクルを立案し、その取り組みを「もりぐらしプロジェクト」と名付けました。森林経営計画を作成して10.9haの大規模間伐(間伐率42.5%)を実施し、森林の衰退リスクが軽減。そして、既存の灯油ボイラーを廃止して間伐材を利用したバイオマスボイラーを導入し、灯油40,000ℓとCO<sub>2</sub>排出量年間110tを削減しました。この事業は、「もりぐらし協議会」の発足等、自治体との連携や周辺地域への波及効果が評価され、環境省の補助事業に高い補助率で採択されたことにより、事業性を確保できました。さらに、森の魅力を発信し、未来につなげていくための場としてタウン内に新たな施設「もりぐらしエリア」を開設し、好評を得ています。

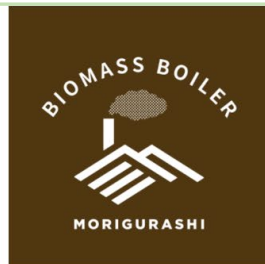


新たに導入したバイオマスボイラー



タウン内における自社運用のチップパーでのチップ製造状況

※ 当ボイラーは、徳島地域エネルギーが導入・技術指導及びメンテナンスを行っております。



## 東急リゾート蓼科 森のバイオマスボイラー

- ① 2台の多缶設置で安全率を上げた（130kW×2）
- ② **既存灯油ボイラーを撤去**した高い信頼性と高効率
- ③ 点から線へ、線から面へ(メンテ地元の一部委託)
  - 山梨県レイクウッドゴルフとともにメンテ
  - 東急様の**間伐木**や被害木の**広域チップ生産**へ進む
- ④ 最も経済的な**両地上型**（ボイラー地上+チップ庫地上）

- 長崎県平戸市 平戸市森林組合（冬季の加温のみに使用、以前は電気使用）
- 500kW 1台 200kW 2台 **合計900kW** 敷地内熱導管（1.5km）で供給
- 燃料は垂直搬送装置を2台設置して投入



ボイラー建屋（中央の2本はチップを入れる垂直搬送装置）



全棟に供給



長距離熱導管

森との関係：

森林組合製作の  
チップを使用



↓ 下の写真は チップ庫（大量に入る）



# 地域における木質バイオマス利用の最適化モデル

# 基本的構想



木質バイオマス熱事業のアライアンス事業  
パッケージとしての推進

## 広葉樹の森

※里山整備伐

## 針葉樹残渣

※森林残渣、製紙生チップ

## 都会の森

※剪定枝を有償購入

※コンテナ直送

乾燥基地



清掃工場の利活用

需要先

- 1 ゴルフ場
- 2 温浴施設
- 3 福祉施設
- 4 公共施設

◎ ガス化発電

- ①アライアンスサービス
- ②地域コンサルタント
- ③施設の設計
- ④ボイラ工事の単独施工
- ⑤施設のメンテナンス

要するに全部地域でできる  
ようにするってこと？

# 神戸バイオマスセンター

日本初、川上から川下までの  
すべてを学べる研修所をめざす

## ● 神戸市北区有野町に建設

(2022年11月竣工予定)

## ● 大阪国際空港から車26分、 新幹線新神戸駅から車19分

### ①人材育成研修所

(ボイラー設置、乾燥技術、  
広葉樹・剪定枝施業)

### ②実機 (240kW) は研修教材 と**動態展示**

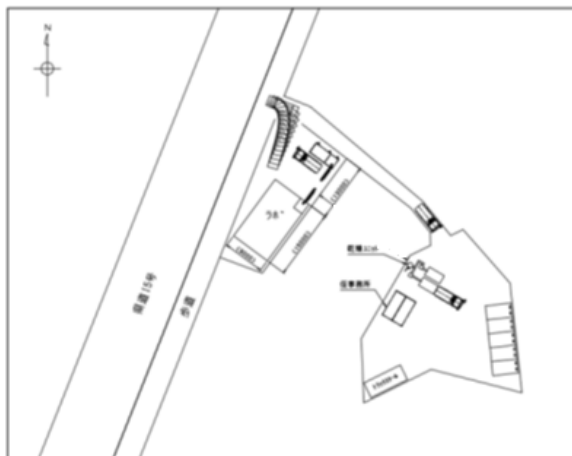
### ③ショールーム

### ④各種試験測定

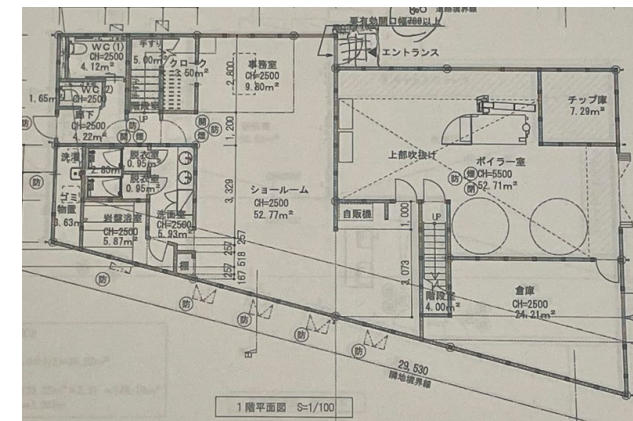
燃焼試験、粒度測定、乾燥他

### ⑤日本全国向け**部品倉庫**

### ⑥全国アライアンス連絡事務所



従来の徳島の佐那河内村バイオマスラボ (新神戸駅から2時間)



## R4 木質バイオマス熱供給施設に対する設備建設補助金一覧

番号	補助率	略称	正式事業名	省庁	執行団体	対象施設	条件	予算	備考
①	2/3	防災減災	地域レジリエンス・脱炭素化を同時推進事業実現する公共施設への自立・分散型エネルギー設備等導入	A 環境省	環境イノベーション情報機構	公共	・避難所指定必要 ・全電源断時にも稼働可能設備	50	蓄電池等必須 エネルギーサービス、リース等の場合優先採択
②	2/3 1/2	先進設備	先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金	C 経産省	環境共創イニシアチブ	民間	・指定先進設備使用のみ ・省エネ30%以上 ・バイオマス率60%以上 ・中小企業者2/3あり	325	エネルギーサービス、リース等の場合公共も可
③	1/2 1/3	地域内エコ	林業木材産業成長産業化促進事業のうち木材産業等競争力強化対策	B 林野庁	県	両方	・地域協議会必要 ・林業材の使用	146	地域内エコシステムの要件を満足すれば1/2
④	1/2	国立公園	国立公園内利用施設等の脱炭素化推進支援事業	A 環境省	(新事業)	両方	・国立公園内施設		インバウンド対応(補助外)を同時に行うこと。
⑤	最大 1/2	CO2比例	グリーンリカバリーの実現に向けた中小企業等のCO2削減比例型設備導入支援事業	A 環境省	(新事業)	中小企業等	・バイオマス率60%以上 ・削減CO2×5,000円補助 ・補助金上限5,000万円	10	環境省指定のCO2診断機関による診断が必要
⑥	1/3	価格低減	再エネの価格低減に向けた新手法による再エネ導入事業	A 環境省	環境技術普及協会	両方	・バイオマス率60% ・対象経費削減CO2 1トン当たり24,500円未満		
⑦	1/3	Shift事業	工場・事業場における先導的な脱炭素化取組推進事業	A 環境省	温室効果ガス審査協会	民間	・事業所単位で15%以上CO2削減	37	脱炭素化促進計画が必要

民間1/3  
公共1/2  
が標準。

※補助対象に建物（ボイラー庫）は入りません。ボイラー設備、配管工事、電気工事、チップ庫設備の合計が補助対象額になります。  
 ※一つの施設でこれら国の補助金のダブル受給はできません。  
 ※執行団体は、毎年審査で決定されるため異なります。  
 ※自治体（県、市町）により、独自メニューがある場合があります。（東京都、京都府、長野県他）

# めざす最適化モデルとは

川上から川中、川下までの一貫したモデル化  
どこでも木質バイオマス熱利用が導入できる

- 1 地域が調べ、地域が計画、地域で設置し、地域で管理する
- 2 診断手法、計画手法を提供する
- 3 ボイラーは安価に設置技術とともに供給する
- 4 人材育成システムの提供
- 5 チッパーからボイラーまでをモデルとして提供する。
- 6 適切で安価な切削型チッパーを供給する
- 7 適切な乾燥手法、システムを供給する
- 8 国庫補助事業等の支援をする

あなたの地域でもやってみましょう。  
ご高齢のあなたも立派なプレーヤーです。  
若い方にも、将来の生涯の仕事になります。

これは、いわば、地域を盛り上げる仕事です。  
ある意味で、社会改革的な意味もあります。

高齢化し、人口もどんどん減り、よく見ると荒廃してる里山。

この将来の姿を思い浮かべましょう。  
二次林を手を入れず保存するだけでは、なにも生まれてきせん。  
抜本的な森林の循環を再度構築しましょう。

**点から線へ、線から面へと広げましょう**



ご連絡先：

**一般社団法人徳島地域エネルギー**

770-0935

徳島県徳島市伊月町1-32 徳島県土地改良会館4F

TEL 088-624-8375 Facsimile 088-624-8395

<https://tene.jp/>

羽里信和（はり のぶかず）

[nobukazu-hari@tene.jp](mailto:nobukazu-hari@tene.jp)



# 補足的な資料

# 灯油は環境に優しいクリーンなエネルギーらしい

## Q2. 「灯油」は環境にも優しいの？

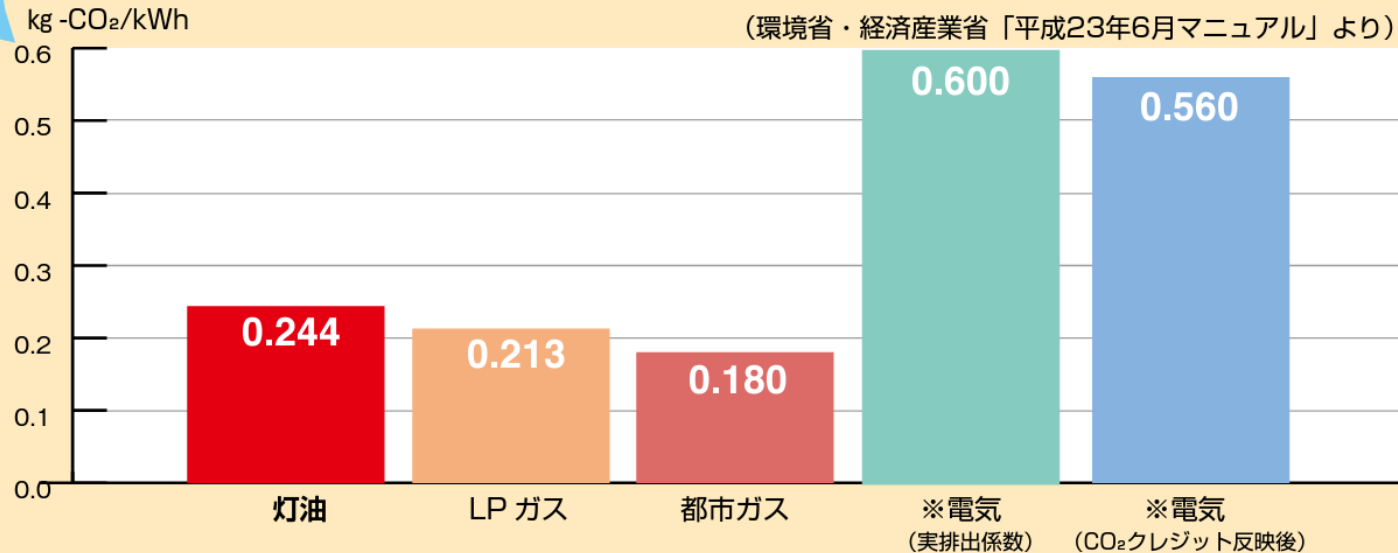
### A. CO<sub>2</sub>排出量が少ないクリーンなエネルギーです。

経済産業省、環境省、石油連盟が算出したところによると、電力1 kWh時に相当するCO<sub>2</sub>排出量は、灯油は0.244で都市ガスやLPガスとの比較ではわずかに上回るものの、消費者の皆様の予想より意外とクリーンエネルギーなのです。

灯油は、エネルギー熱量をほぼロスなくそのまま利用できます。しかも高いエネルギー密度によって速暖性能にも優れています。つまり灯油はCO<sub>2</sub>排出も少なく、環境にも優しいのです。



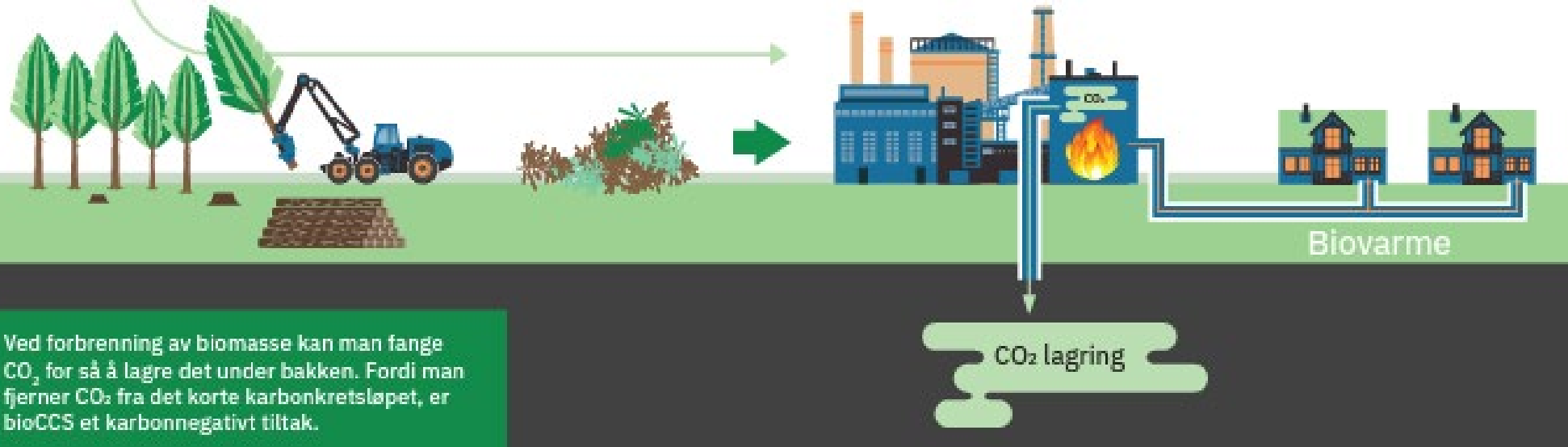
### 東北2013年10月 エネルギー別二酸化炭素排出係数



※東北電力2012年度CO<sub>2</sub>排出原単位

# Bio-CCS

## Carbon dioxide Capture and Storage



Ved forbrænding af biomasse kan man fange CO<sub>2</sub> for så at lagre det under bakken. Fordi man fjerner CO<sub>2</sub> fra det korte karbonkretsløbet, er bioCCS et karbonnegativt tiltak.

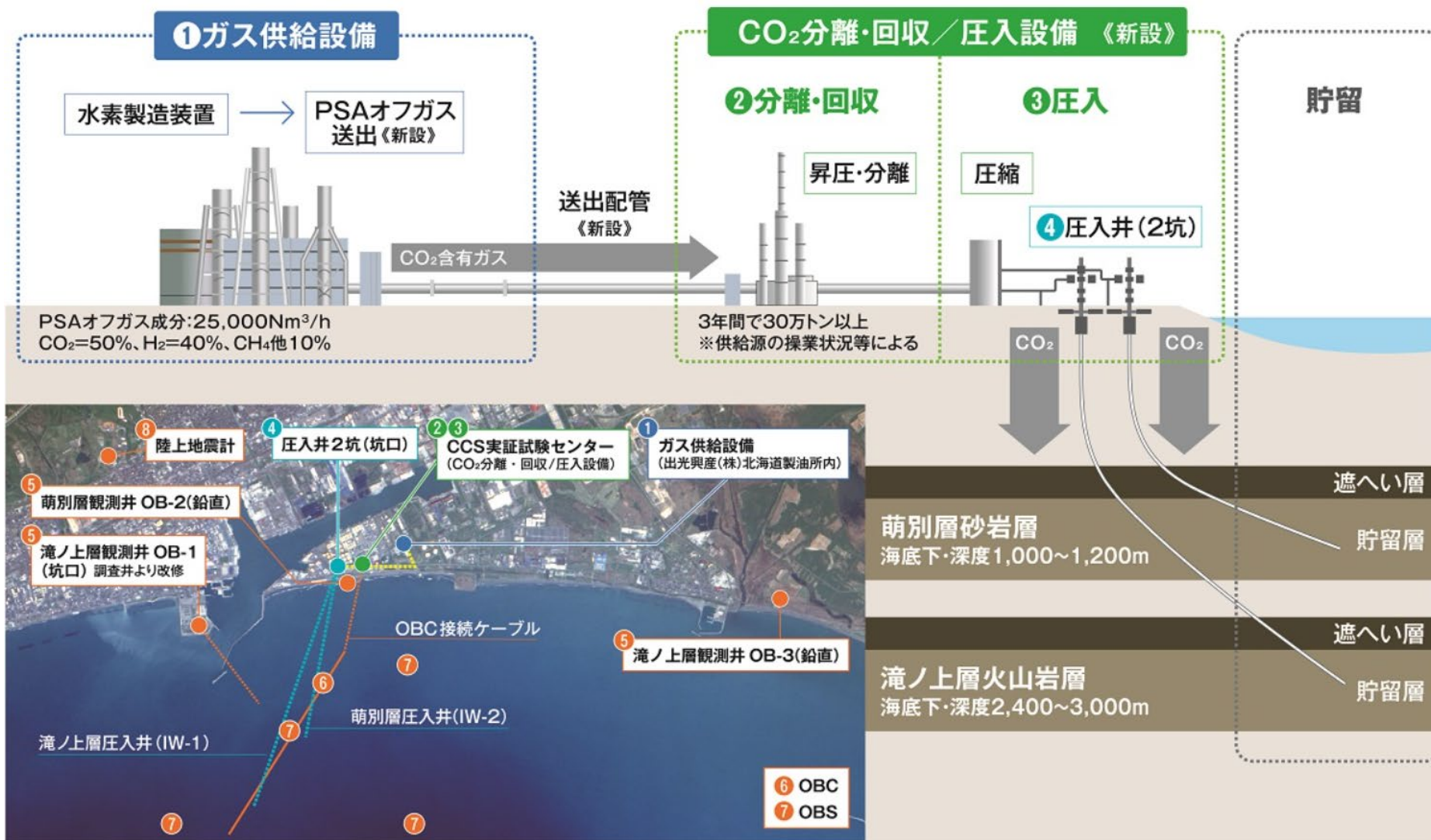
CARBON POSITIVE	CARBON NEUTRAL	CARBON NEGATIVE
<p>FOSSIL FUEL 100 C</p> <p>+ 100 C</p>	<p>100 C</p> <p>100 C</p>	<p>100 C</p> <p>+ 10 C</p> <p>- 90 C</p>
Fossil fuel without CCS	Biomass without CCS	Biomass with CCS

Figure 7 Different carbon capture concepts have different climate change mitigation impact

ノルウェー政府は2020年9月21日、同国におけるCCS（CO<sub>2</sub>回収・貯留）プロジェクトに対する投資計画を発表した。同計画は「Longship」と名付けられ、ノルウェーのセメント大手Norcemが同国南部Brevikの工場を進めるCO<sub>2</sub>回収プロジェクト、フィンランドのエネルギー大手Fortumの子会社Fortum Oslo Varmeがオスロの廃棄物発電施設を進めるCO<sub>2</sub>回収プロジェクト、石油大手Equinor、Shell、Totalの3社により進められ、北海北部海底の貯留層にCO<sub>2</sub>を輸送・貯留する「Northern Lights」プロジェクトの3事業を対象に、総額約168億ノルウェークローネ（約1,850億円）が投じられる。ノルウェーの気候環境大臣であるSveinung Rotevatn氏は、「再エネの導入だけでCO<sub>2</sub>排出量の全量を削減することは不可能であり、セメント業などいくつかの産業ではCCSがCO<sub>2</sub>排出量を削減できる唯一の方法である」とコメントし、これまで長年にわたり国内でCCSの実証試験を進めてきた同国の知見を生かし、CCSの取り組みを強力に推進していくとしている。

■ 苫小牧CCS実証試験センターの設備

- ① CO<sub>2</sub>含有ガス供給設備
- ② CO<sub>2</sub>分離・回収設備
- ③ 圧入設備
- ④ 圧入井 … 萌別層、滝ノ上層
- ⑤ 観測井  
滝ノ上層観測井OB-1 (調査井から改修)  
萌別層観測井OB-2 (新設)  
滝ノ上層観測井OB-3 (新設)
- ⑥ OBC (Ocean Bottom Cable : 海底受振ケーブル)
- ⑦ OBS (Ocean Bottom Seismometer : 海底地震計)
- ⑧ 陸上地震計
- その他モニタリングシステム



出典: [LC81070302016141LGN00,courtesy of the U.S. Geological Survey]を加工

NEDO、JCCS) が中心となり、2019年苫小牧の製油所で行われたCCS実証実験は、2015年から30万トンの圧入達成しました。

CCSにともなうエネルギー消費によって、一定量のCO<sub>2</sub>は排出されますが、苫小牧の施設では省エネ型の分離回収などを実施しているため、CCSにかかわるCO<sub>2</sub>排出量は**圧入量の15%程度**となっています。

出典：資源エネルギー庁HPより

CSS付の火発については、国際的には、認められていない。

自然エネルギー財団

# 欧州ホームセンター

オーストリア・リンツのバウハウス2012



撮影：羽里信和



石炭  
どうも薪ストー  
ブで使うらしい

ブリケット

薪

ペレット

2012/7/4

蓄熱タンク



日本の薪ストーブよりお安い！！

ペレットボイラ

従来型の薪ボイラ

2次燃焼型 薪ボイラ

2012/7/4

撮影：羽里信和

蓄熱タンク

**STREBEL**

STREBEL  
PELLETSKESSEL  
"EASY"

—AUSTAUSCHBAR—

LEISTUNG NEN 12,4 - 24,4 kW  
NENNLEISTUNG NEN 12,4 kW  
NENNLEISTUNG NEN 24,4 kW  
NENNLEISTUNG NEN 12,4 kW  
NENNLEISTUNG NEN 24,4 kW  
NENNLEISTUNG NEN 12,4 kW

STATT 7400,00 €

**5771,50 €**



2012 / 7 / 4



ラジエーターはとても安価  
ただし鉄製



2012 / 7 / 4

撮影：羽里信和

循環ポンプもいろいろ売ってます



銅の配管も買えます



## 準乾燥チップボイラの市場規模 (Minimum)

本設備は、温水ボイラーを使用しているすべての施設に代替が可能であるが、主に温泉、温浴施設、ゴルフ場について導入されており、数量が明確なのでこれを利用した。

### 【代替可能な市場規模】

・温泉施設の数、宿泊施設12,860軒（対前年度比148軒減）、温泉を使った公衆浴場7,935軒（対前年度比37軒増）の合計です。  
（資料出典：日本温泉総合研究所HPのデータ）

・全国の営業中ゴルフ場数は令和3年2151コースで、コロナによる経営不振もあり、毎年5%程度減少傾向である。  
（資料出典：関東ゴルフ会員権取引業協同組合関係会員資料）

この合計数字である12,860+2,251=15,111を基礎数字として算定した。

### 【現在の市場占有率】

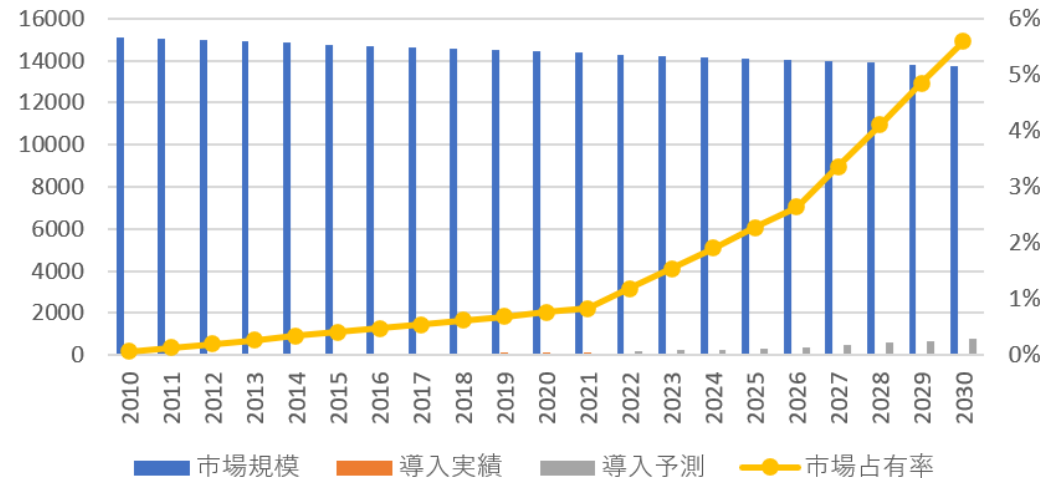
・普及は図れていないので、現在は1%以内

### 【今後の販売予測とそれに伴う費用逓減効果】

・灯油100円/L、木質チップ15年/kgで計算すると、熱量当たりの熱単価は、灯油の半分程度で、燃料費はほぼ半減される。

・灯油価格、天然ガス価格の急激な上昇傾向がみられており、木質燃料はCO2削減効果も大きいので、2030年を目指して導入は飛躍的に進むと思われる。

代替可能な市場規模



### 【潜在的な省エネ量】

木質バイオマスの製剤的な能力は、森林の年成長量が上限となっている。針葉樹林については現在利活用されているので、広葉樹林を15年ごとに伐採し再生を図りながら、燃料を得るという計算では、針葉樹の森林残渣も含め年間約7,725万トンのチップが得られ、これを熱量に換算すれば、約2億510万kWhの熱を発生させる潜在パワーがあり、これは灯油換算で26,372 kL分のパワーがあり、この量の灯油を削減できる省エネ量がある。

## バイオマスボラの価格とコストは??

案件の規模と作る建物の品等、工事費によって全く異なりますので、一概に言えません。近時、国（環境省）が設置コストの上限を設けました。これ以下にしてください。

### 再生可能エネルギーの価格低減事業



(3) 再生可能エネルギー熱利用設備については、CO2 削減コスト（円/tCO2）が表2の基準を下回るものであること。

<表2 再生可能エネルギー熱利用設備のCO2削減コスト基準>

(1) 熱源種	(2) CO2削減コスト〔千円/tCO2〕
太陽熱利用	73.2
地中熱利用	244.4
バイオマス熱利用	26.5
地熱利用（温泉熱利用） 温度差エネルギー利用 雪氷熱利用	244.4

※バイオマスコージェネレーション（熱電併給）設備についてはCO2削減コストの基準を設けず、別表のバイオマス熱利用設備における補助対象設備要件（バイオマスコージェネレーション設備の場合）のみを対象要件とする。

出典：令和3年度公募要領による（一般社団法人環境技術普及促進協会）

### 再エネ価格低減事業によるボイラー価格算定水準

（再エネの価格低減に向けた新手法による再エネ導入事業 環境省）

CO2削減コスト 1トン当たり26,500円/トンより低額（補助基準）

計算方法： 補助対象経費（税抜き）÷（年間削減CO2×耐用年数） 100%削減で試算

最大基準価格： ボイラー達等の補助対象外のもの含まない価格

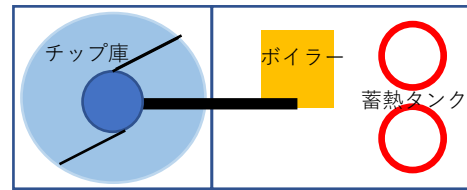
能力概算： 年間発生熱量を年間設備利用時間（年間2500時間）で除算した数字。

灯油量による算定 灯油低位発熱量 9.52 kWh/L

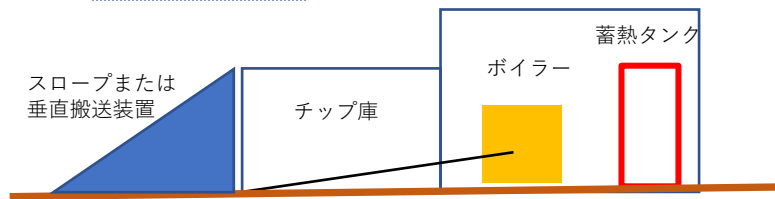
消費量 kL/年	L当たりCO2 kg/L	年間発生量 kg	耐用年数 年	総CO2発生量 トン	最大基準価格 円	年発生熱量 kWh	能力概算 kW	kW当り単価 円
10	2.4890	24,890	15	373.4	9,893,775	95,200	38	259,816
20	2.4890	49,780	15	746.7	19,787,550	190,400	76	259,816
30	2.4890	74,670	15	1120.1	29,681,325	285,600	114	259,816
40	2.4890	99,560	15	1493.4	39,575,100	380,800	152	259,816
50	2.4890	124,450	15	1866.8	49,468,875	476,000	190	259,816
60	2.4890	149,340	15	2240.1	59,362,650	571,200	228	259,816
70	2.4890	174,230	15	2613.5	69,256,425	666,400	267	259,816
80	2.4890	199,120	15	2986.8	79,150,200	761,600	305	259,816
90	2.4890	224,010	15	3360.2	89,043,975	856,800	343	259,816
100	2.4890	248,900	15	3733.5	98,937,750	952,000	381	259,816
110	2.4890	273,790	15	4106.9	108,831,525	1,047,200	419	259,816
120	2.4890	298,680	15	4480.2	118,725,300	1,142,400	457	259,816
130	2.4890	323,570	15	4853.6	128,619,075	1,237,600	495	259,816
140	2.4890	348,460	15	5226.9	138,512,850	1,332,800	533	259,816
150	2.4890	373,350	15	5600.3	148,406,625	1,428,000	571	259,816
160	2.4890	398,240	15	5973.6	158,300,400	1,523,200	609	259,816
170	2.4890	423,130	15	6347.0	168,194,175	1,618,400	647	259,816
180	2.4890	448,020	15	6720.3	178,087,950	1,713,600	685	259,816
190	2.4890	472,910	15	7093.7	187,981,725	1,808,800	724	259,816
200	2.4890	497,800	15	7467.0	197,875,500	1,904,000	762	259,816

**kW当たり約26万円**を超えるものは補助対象から外れたので、費用削減にご努力ください。

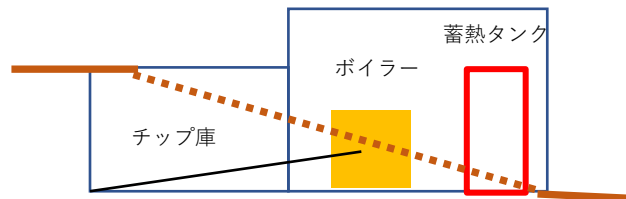
# 機器の配置図の作成



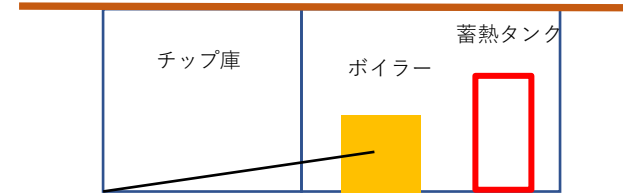
## 地上案



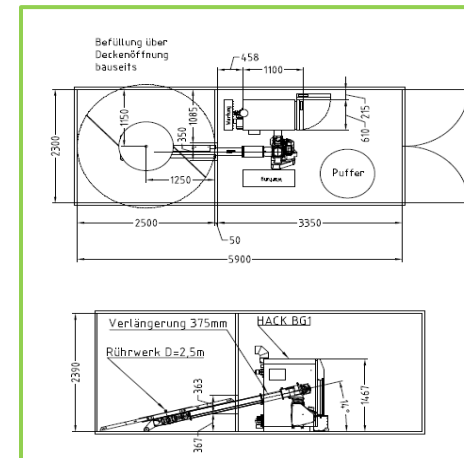
## 斜面案



## 全地下案



## コンテナ案 (地上案)

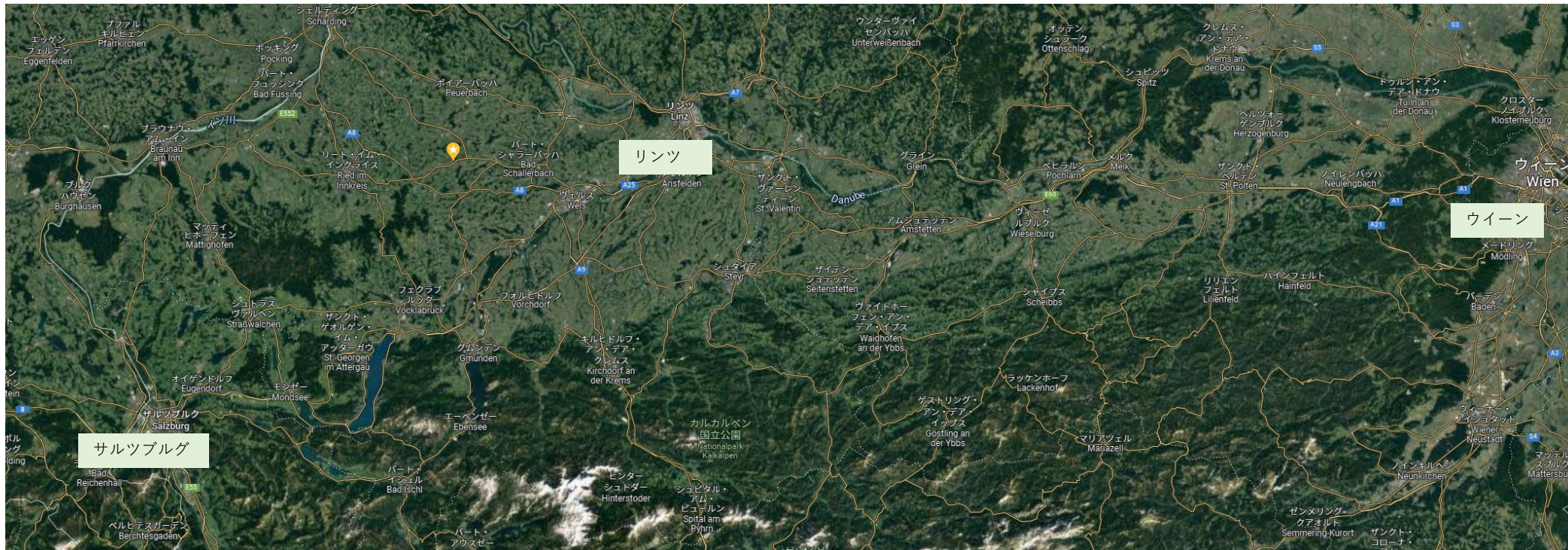
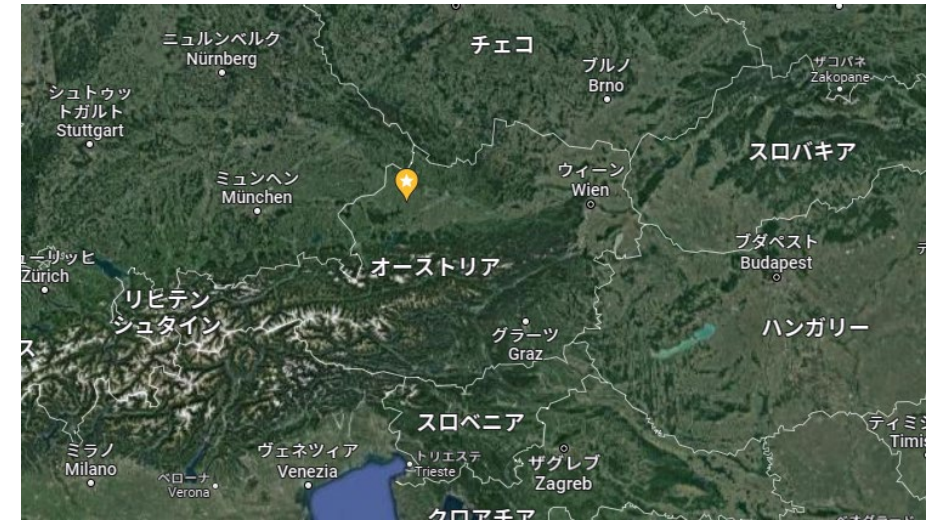




... my heating system

1998年12月以来、オーバーエスターライヒの企業ETAは、新世代の薪ボイラーの設計と製造を行ってきました。それらは特許取得済みの技術と最新の制御技術でいっぱいですが、使いやすいものです。快適さと効率性により、ETA製品は世界中で非常に人気があります。年間最大35,000ボイラーの生産能力と、80%以上の世界的な輸出割当を誇る、ETAは主要なバイオマスボイラー生産者の1つです。

ETAの誕生で、この地域には持続可能な職場が生まれています。Hofkirchen an der Trattnachの400人以上の従業員は、社内の食堂、明るい集会所と保管室、フィットネスルーム、サウナなど、最高の労働条件を備えています。同社独自の太陽光発電システムは、生産ホールのすべての電力需要をカバーしているため、年間約230トンのCO2を節約できます。また、電気ガソリンスタンドも設置されており、従業員は電気自動車を無料で充電できます。





Stock-Car Rennbahn  
des MSC Haag  
臨時休業

Moser Spedition

ETA Heiztechnik

Müller  
Versicherungsmakler  
保険代理店

Lucchini LCE

SW color Lacke  
塗料販売店

SMW Metallverarbeitung

Hatzmann Spenglerei  
& Dachdeckerei

KFZ Standhartinger  
自動車整備工場

REIF Malerei

Easy Tank  
ガソリンスタンド

Lagerhaus Landtechnik  
Hofkirchen

Bauhof Hofkirchen  
政府機関

Hermann Mühlböck

