

事例発表

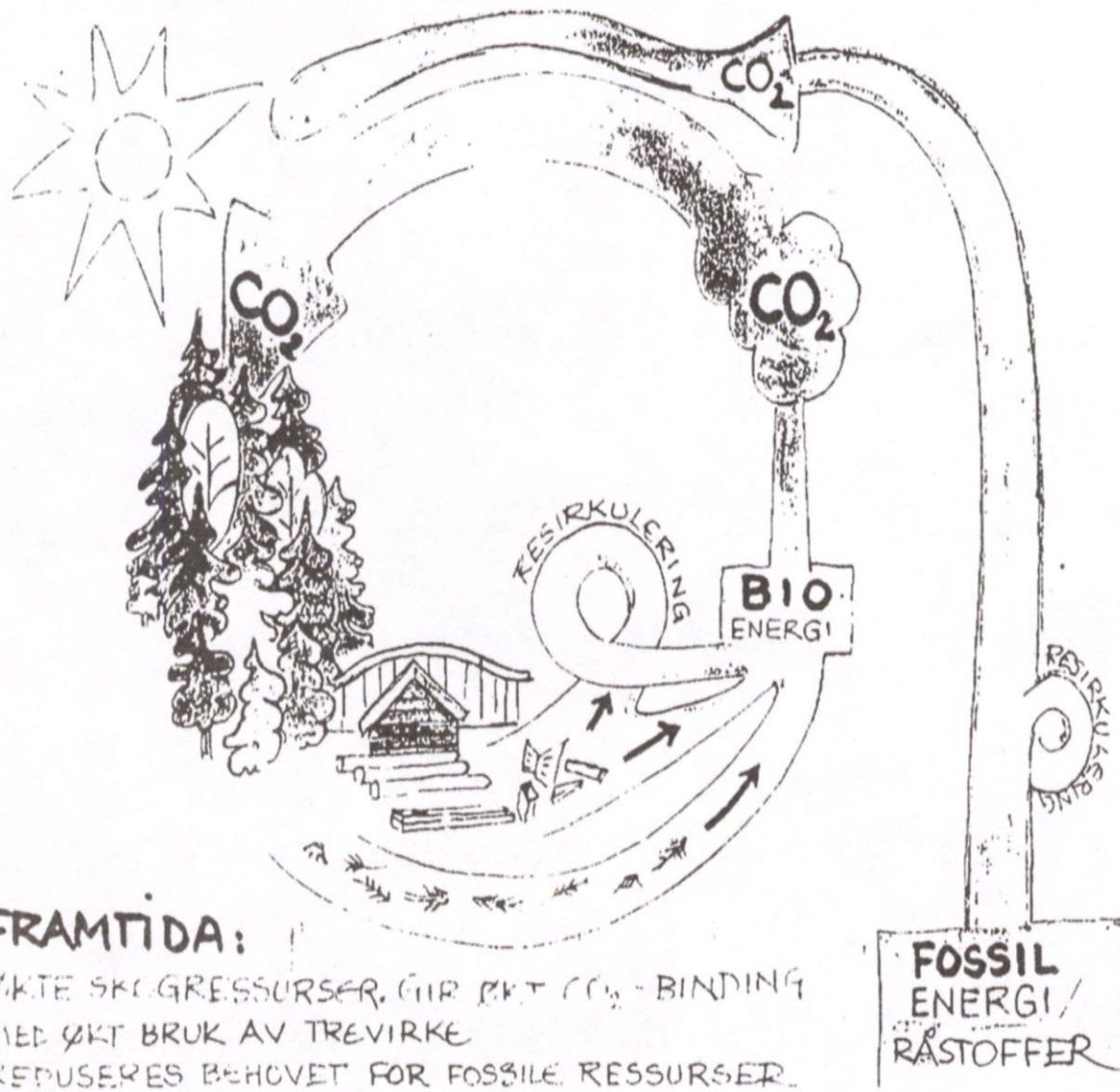
地域での木質バイオマスボイラー導入の課題

(再生可能エネルギー「熱」利用のススメ！)

<http://chipboiler.net/>

バイオマス活用アドバイザー(JORA)
一般社団法人徳島地域エネルギー

羽里信和



FRAMTIDA:

- ØKTE SKOGRESSURSER, GJØR ØKT CO₂-BINDING
- MED ØKT BRUK AV TREVIRKE REDUSERES BEHOVET FOR FOSSILE RESSURSER.

未利用材は放置せず熱利用する。

**構造材は、まず建築物に使う。
(CO₂の固定)**

伐採後適切な森林更新を行う。

地球の二酸化炭素の循環に入り込んで利用する。

おなじみ エネルギー白書 2016

【第211-1-2】我が国のエネルギーバランス・フロー概要(2014年度)

ペタJ

単位:10¹⁵J



A vertical green bar with a subtle gradient and a slight shadow effect, positioned to the left of the main title.

熱利用の優位性と必要性

家庭のエネルギーの半分以上は熱です

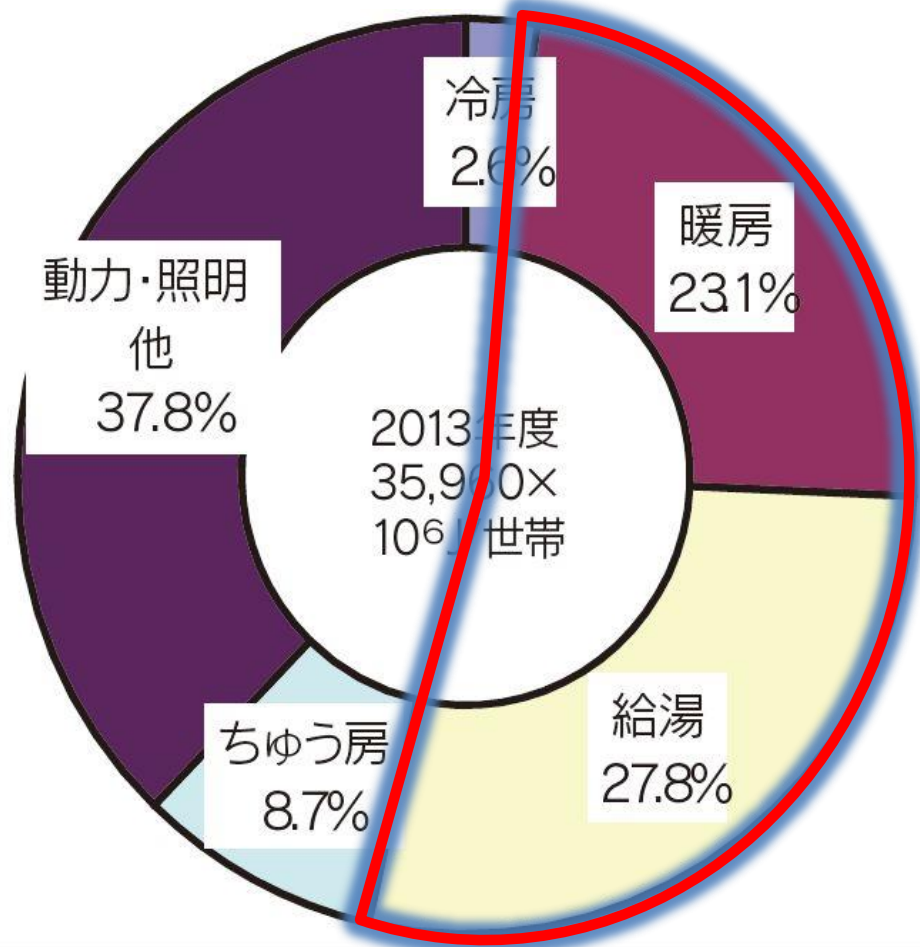
家庭等エネルギー使用
=全体の 14.4%

暖房や給湯のエネルギー
=50.9%

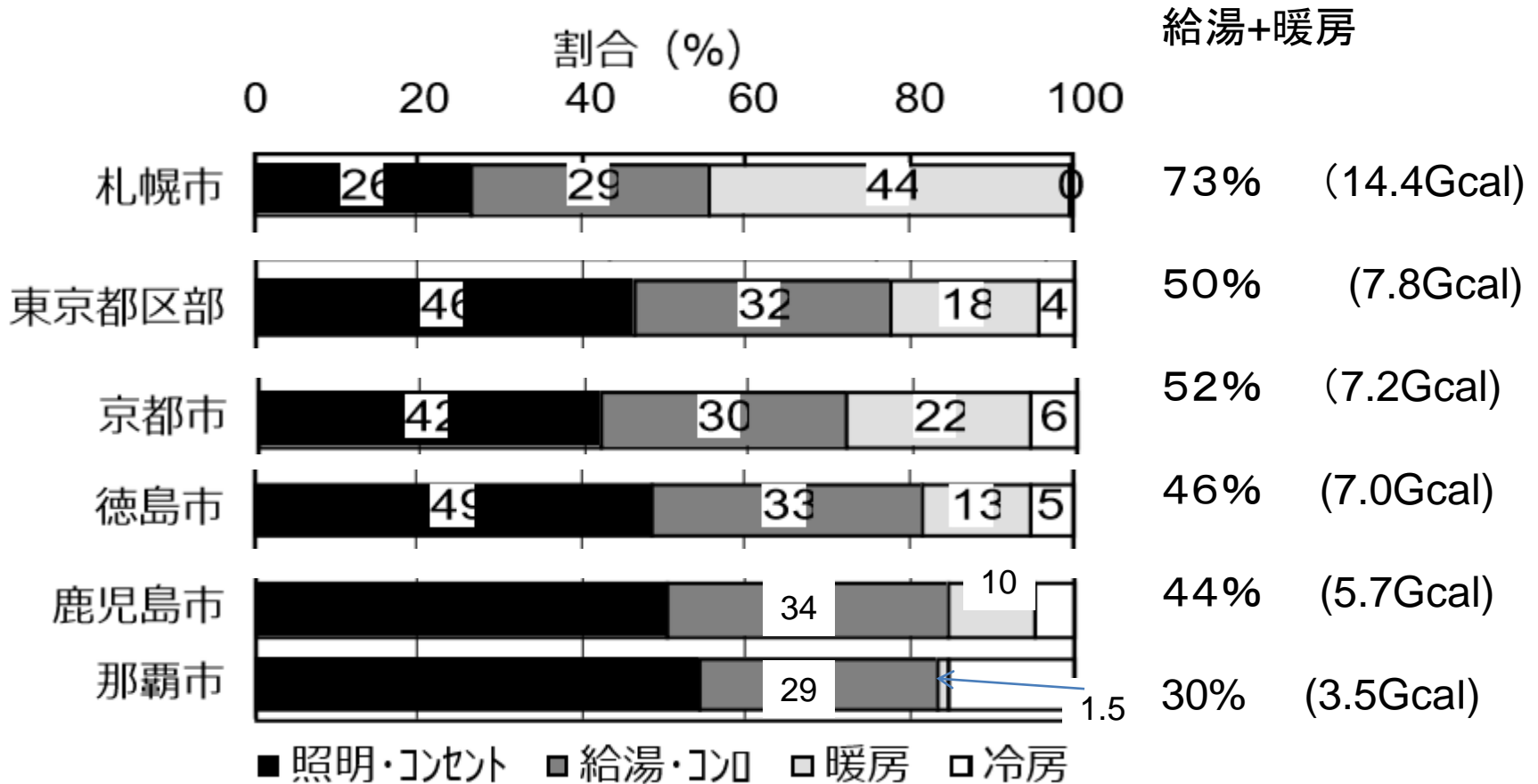


- ・CO2排出を削減
- ・燃料費が地域で循環する
(輸入の必要がない)
- ・森林資源利用 → 森林保全

家庭等エネルギー使用



極端な地域差。給湯部分は日本中でほぼ割合が一定



全国における住宅の用途別エネルギー消費と地域特性に関する研究 1998三浦

熱は、熱で電気は、電気で

- 1 発電は、通常エネルギーの30%ぐらいしか電気にならない。
(カルノーサイクルにより原理的に困難)
最新の天然ガス・コンバインドサイクルで50数%
- 2 タービン効率が大規模発電ほどいい。小さいのはコストが高い
- 3 バイオマス熱利用のエネルギー効率は、大型でも小型でも90%以上 (EUクラス 5)
- 4 ヒートポンプシステムは、COPこそカタログデータが高いが、①温度差が大きいほど効率が低下する ②CO₂の消費がガス等より大きい。③夜間不要電力のはけ口を前提としている。

$$N = 1 - (TL/TH)$$

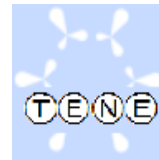
産業革命 TL=300 TH=400

$$N = 1 - ((300+273)/(400+273)) = 0.15$$

近時 TL=300 TH=600

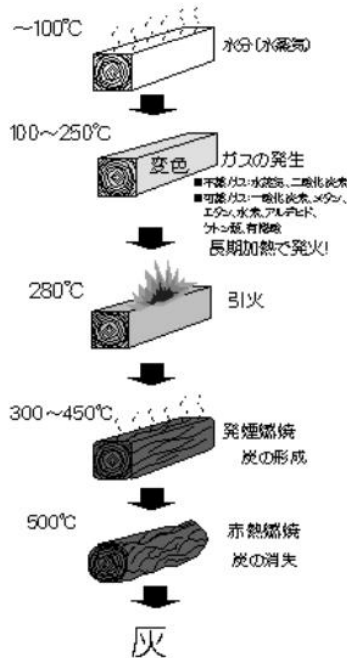
$$N = 1 - ((300+273)/(600+273)) = 0.34$$

◎発生した熱の大部分が、捨てられている。逆に言えば、燃料が無駄に使われている。

A vertical green bar with a subtle gradient and a slight shadow effect, positioned to the left of the title.

チップボイラーの特徴

木の燃焼(本来は不安定)



1 木は、水分や水素が含まれており、燃えると水蒸気が出ます。

2 木質燃焼は、木を燃やして灰にするなかで、熱を利用します。

3 水蒸気は、水が状態を変換(液体→気体)するだけで、1gあたり589calが必要です。

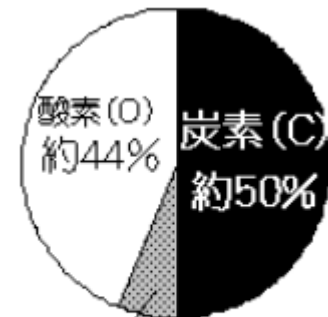
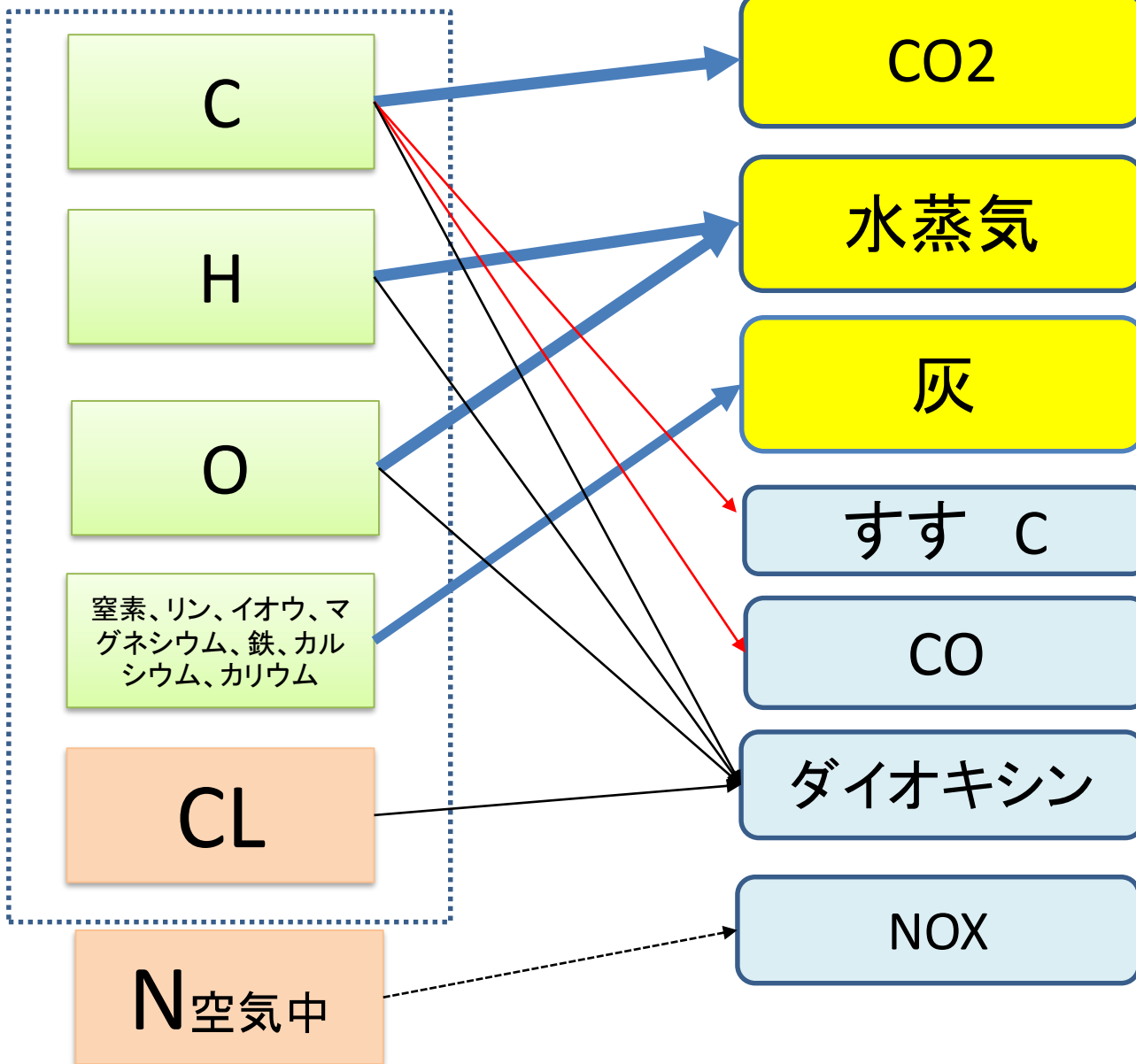
4 燃える過程は、左図のように、500度程度の温度で完全燃焼させることが必要です。

5 最初の段階で可燃性のガスになりますので、燃焼装置にこのガスを二次燃焼させる機構が必要となります。

チップやペレットが安定燃焼するのは、この木の燃焼シーケンスの各段階が、**無数のチップ片毎に異なる**ため、平準化され、吸排気と燃料の送出量をコントロールするだけで容易に、(噴射液体燃料のように)安定・完全燃焼に持ち込めるためです。

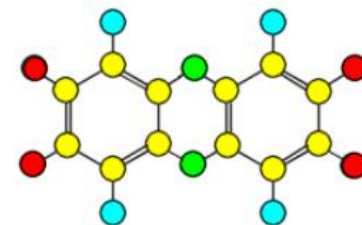
木を燃やすと何が出るか？

木



木の成分

木の成分



ダイオキシシン

重要なのは燃焼理論

適正な空燃比(空気:燃料の比)を常に維持する

1 正常な燃焼を図るには、燃料供給の自動コントロールが必要である。

燃料はできるだけ燃焼コントロールしやすい大きさにする
×原木 △薪 ○チップ ○ペレット △おがくず(粉体)

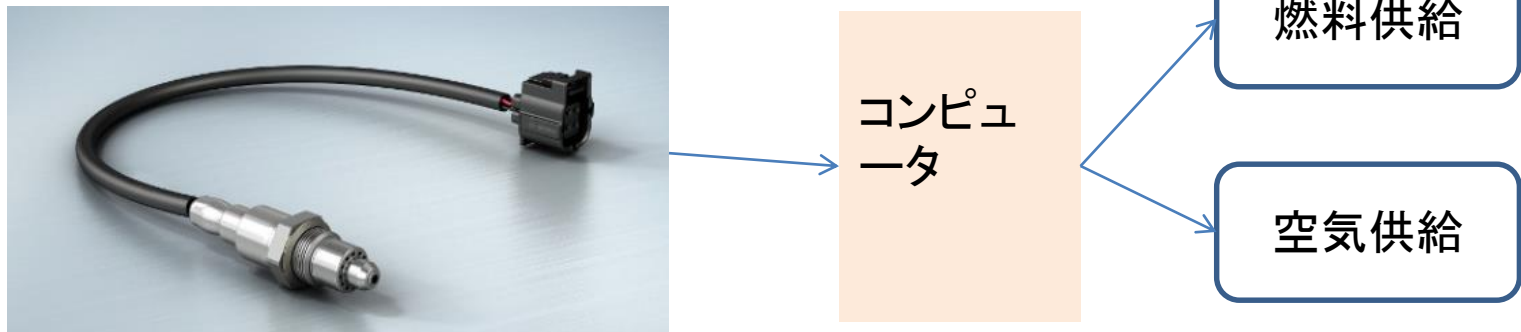
2 正常な燃焼を、瞬間瞬間で監視し、空気の量を自動調整することが必要

× 燃料投入時に燃焼室を開放するもの
○ガス化燃焼方式
◎O₂センサーでコンピュータコントロール

木質チップボイラーのエネルギー効率は90%～95%にも及ぶ

ラムダセンサー

- ・木材が完全燃焼するように、排気中の酸素濃度を測るセンサー。
- ・酸素濃度を測り、燃料と空気の比を理想に近づけ、完全燃焼させる。
- ・完全燃焼した場合は、通常空気中に黒煙は発生しない。



刻々変わるラムダセンサーの値で、 $\lambda=1$ になるように制御する。
センサーは通常排気部分に付け排気中の酸素濃度を測定する。

$$\lambda = \frac{\text{空気量(化学量的な重量)}}{\text{燃料量(化量的な重量)}} \quad (\text{ラムダ})$$

酸素濃度は、空気中に22% 着火途上15%、本格的に燃焼時6%から7%になる。

連続的な燃焼温度制御

1400度
↑↓
1000度

NOX生成温度(1300度以上で急上昇)

クリンカー発生



通常燃焼温度(500度から800度)

400度
↑↓
200度

ダイオキシン生成温度(300度付近で最悪)

最終排気温度は150度程度にして結露を防止している。

ボイラーの構造(外観)

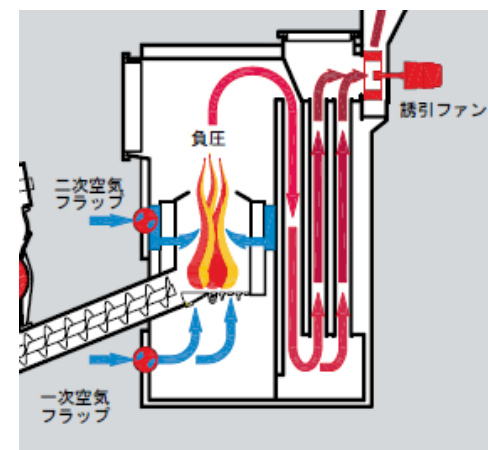


1 前面ドアがありますが、点検用であり、燃焼中は絶対開けません。

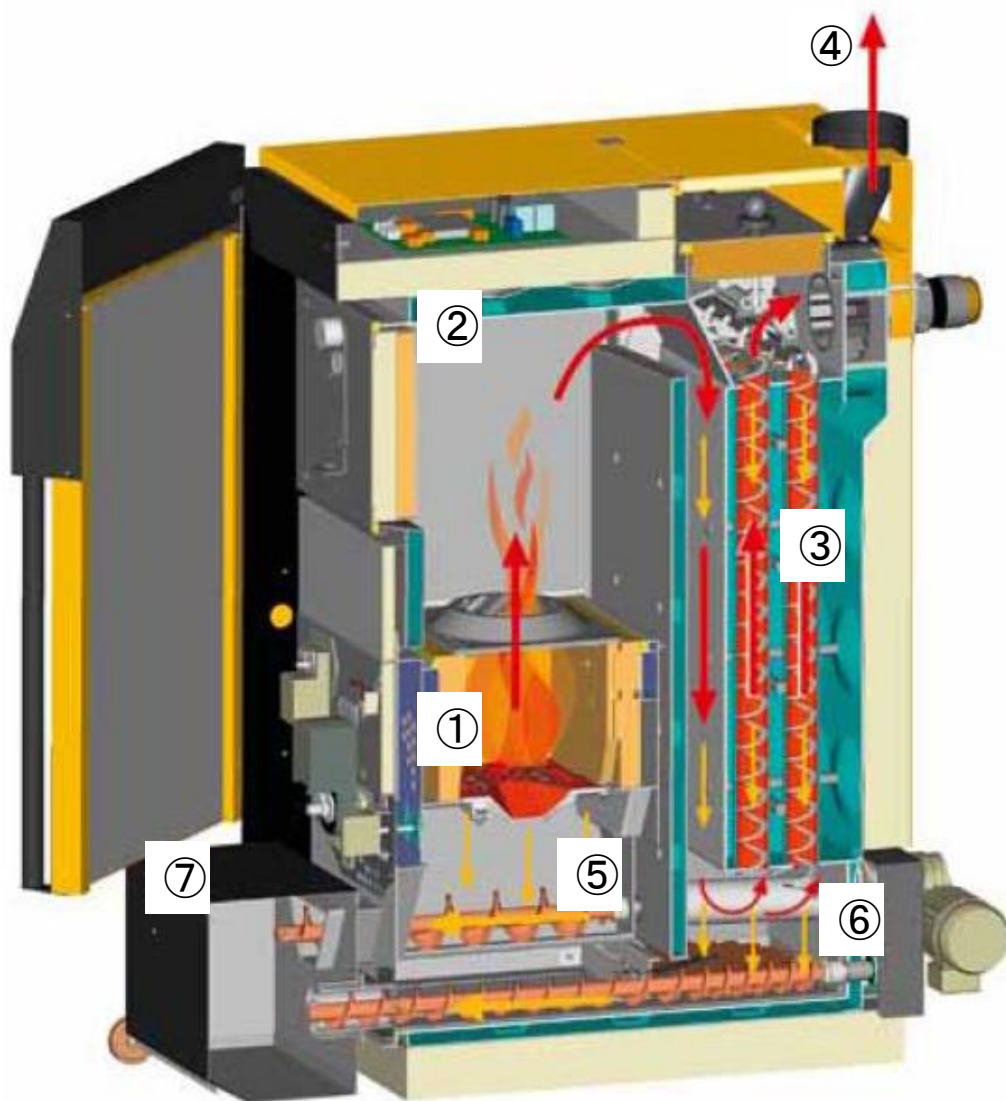
2 チップはストーカからスクリューで本体に送られます。

3 灰が自動的に貯まる灰箱(アッシュボックス)があり、取り外し出来ます。

4 チップ庫に燃え移らないように逆火防止装置があります。



ボイラーの構造(内部)



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

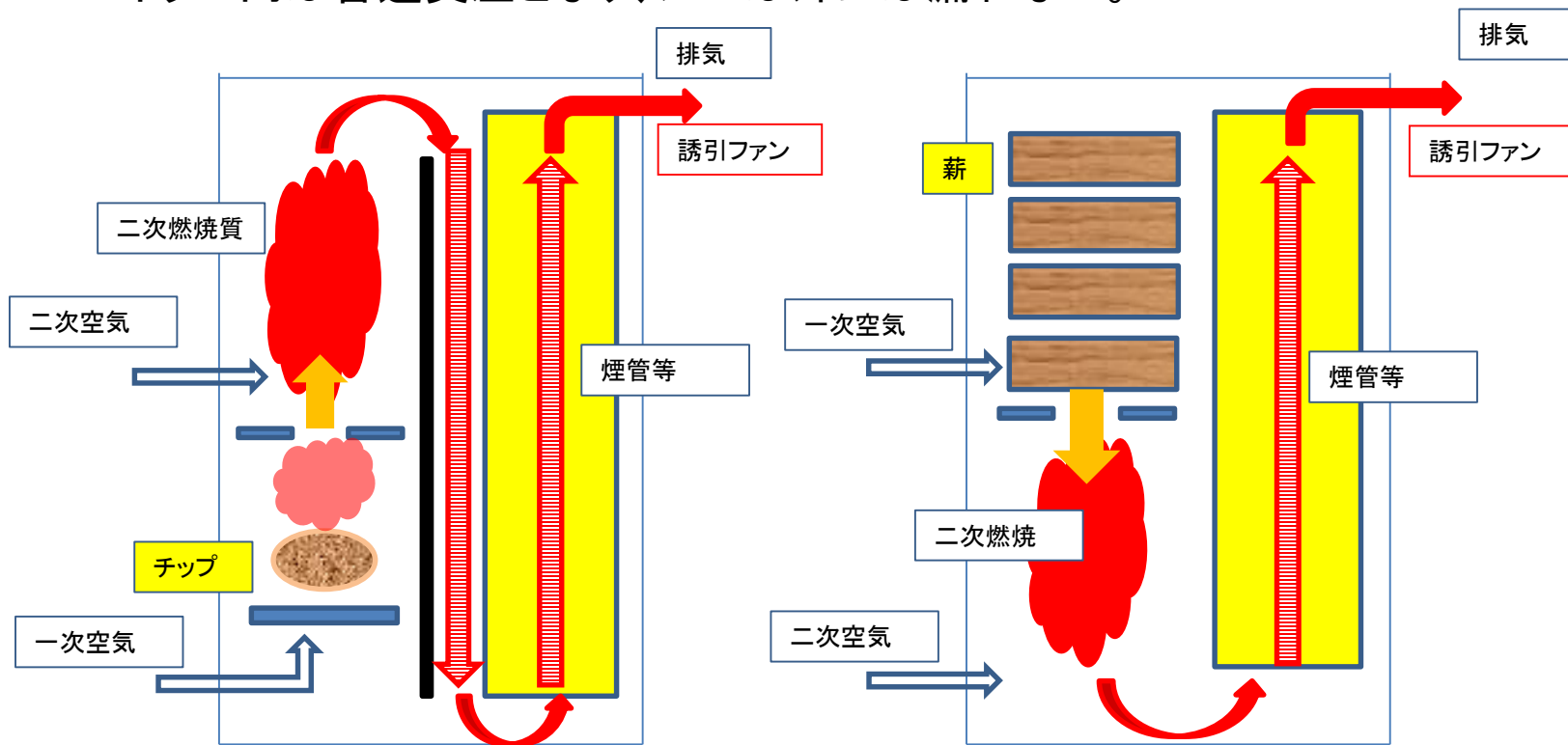
2 過熱され可燃性ガスとなった燃料は、二次燃焼室②で高温で燃える

3 一度下降して壁で熱を鹹水に移した後、再度煙管を上昇して、充分熱を吸収させたのち、煙突④から低温(150度程度)で排気します。

4 火皿から下に落とした灰(ボトムアッシュ)⑤と煙管で落とした微粉の灰(フライアッシュ)⑥は自動灰送リスクリュウで前方のダストボックス⑦に自動搬送されます

空気の流れ

木材は、一次燃焼室でガス化して、二次燃焼室で高温で二次燃焼する。一次燃焼室には一次空気が、二次燃焼室には二次空気が入る（ファンで吹き込まれる）。また、誘引ファンで出口で引っ張っており、ボイラー内は普通負圧となり、ガスは外には漏れない。



チップボイラーの空気の流れ

薪ボイラーの空気の流れ

アプライアンス(電化製品)的地位

工業デザイン的にも優れている。コンピュータ制御、スマートフォン管理などが一体的で、薪ボイラーやペレットボイラーなどはホームセンターにも売っている。



ETA(中オ)
リンツ付近



ハルガスナー(西オ)
パッサウ付近

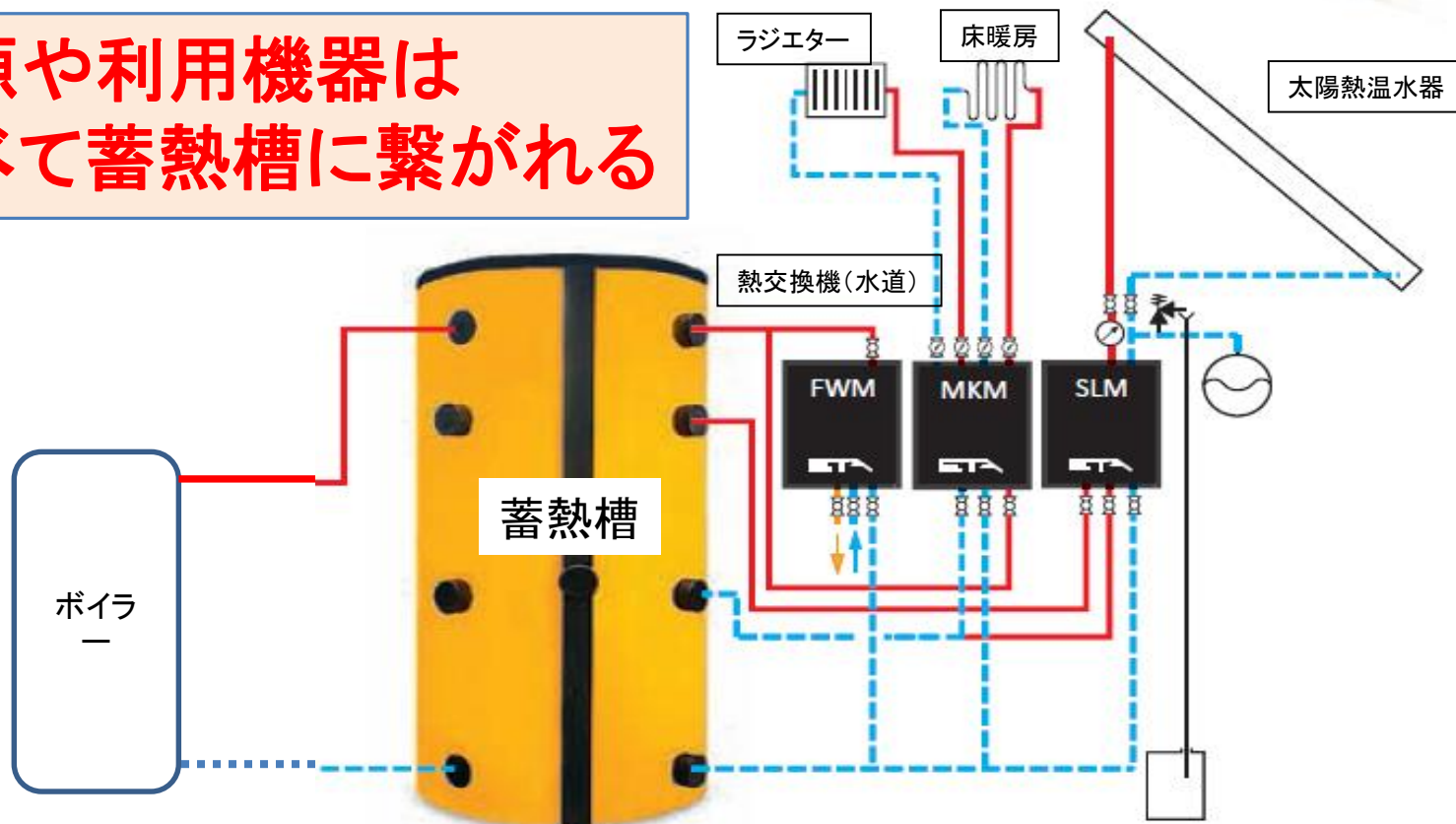


KWB(東オ)
グラーツ付近

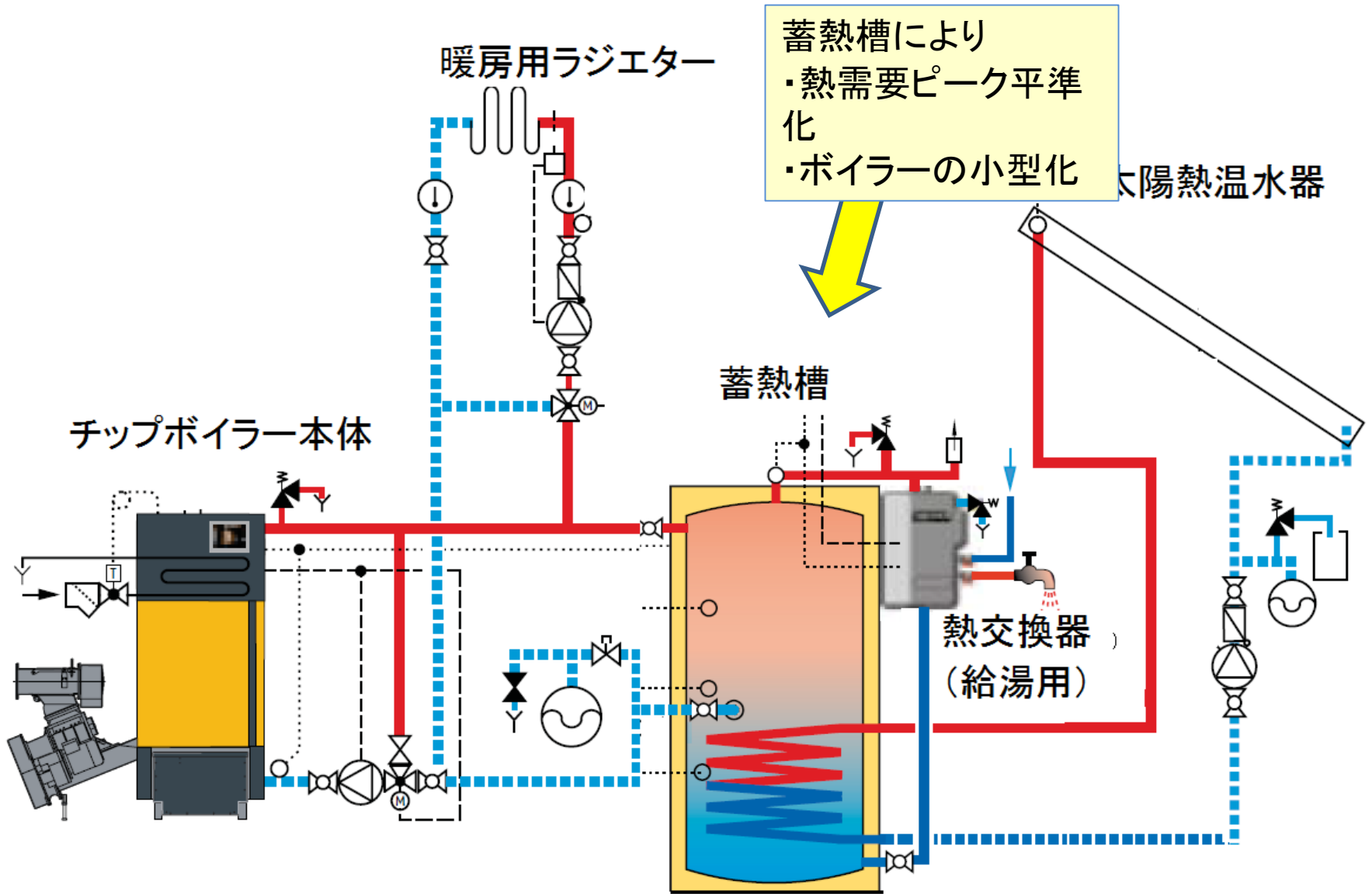
蓄熱タンク(バッファタンク)

熱自体を蓄えるタンクであり、温めたお湯を一時保管するタンク(貯湯槽)ではない。中にはボイラー水が入っており、高温水(70度から80度)が熱媒として循環している。場合によってプロピレングリコール等の防錆剤を添加するが有圧密閉型は推奨していない。

熱源や利用機器は
すべて蓄熱槽に繋がれる

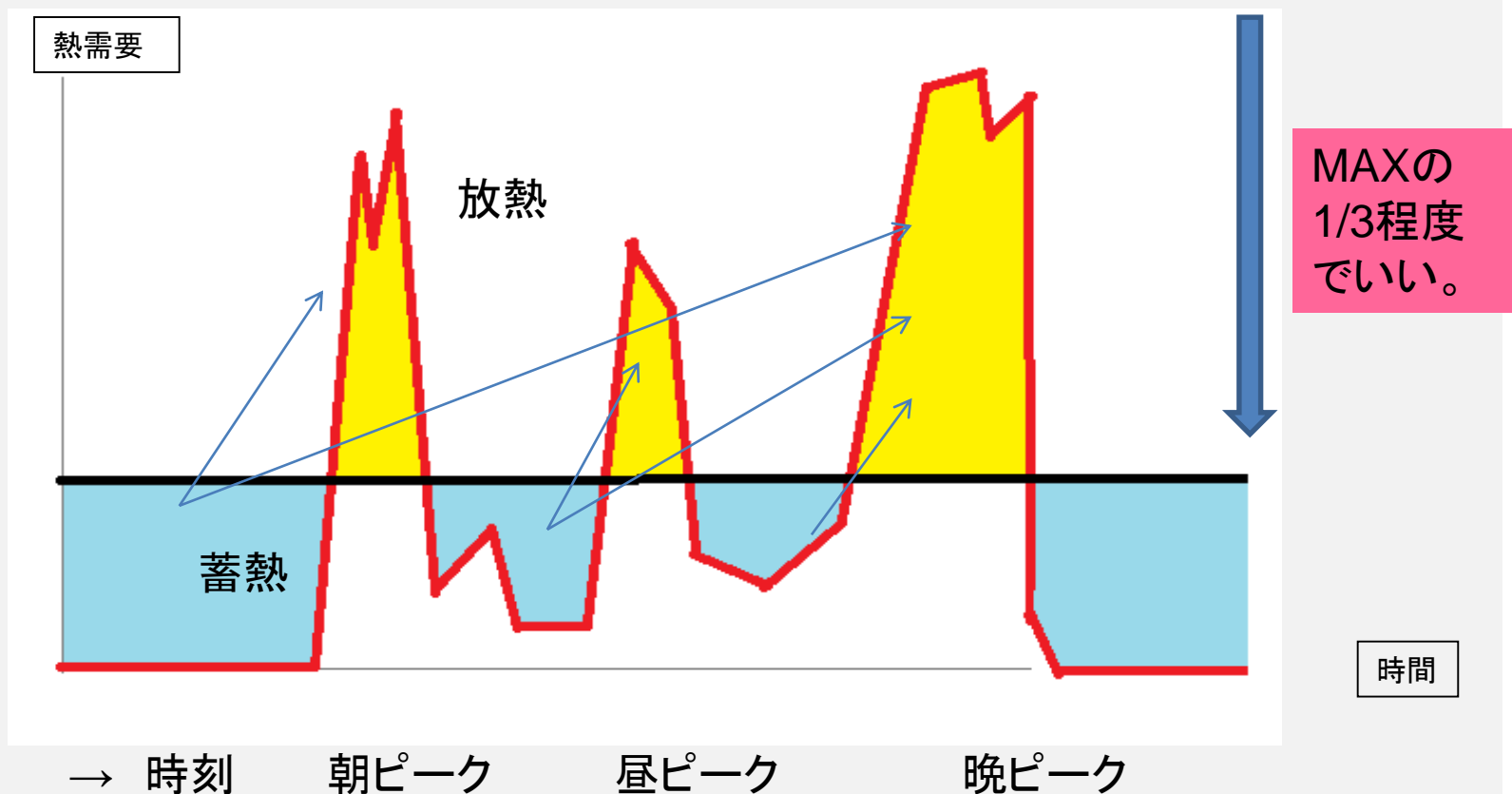


チャート(スキーム図)



蓄熱タンクで低コストでオールバイオマス

- ①ピークシフト機能（ピーク時にボイラーと蓄熱槽から供給）
- ②低燃焼不安定防止機能（定格の30%未満の熱を供給する）
- ③定格以下の需要時に、熱をためておく。



量産型バイオマスボイラーの特徴とメリット

安価で性能が良く、1万台/年 売れているメーカー多し

1 設置が極めて簡単

- ・熱心な①電気店 ②水道店の地域連合で勉強すれば設置可能
- ・本体が1トン以下で、ハンドリフターで運搬可能
- ・配管がユニット化されているのでコントロールも容易

2 排気がクリーン

ラムダセンサー付きのコンピュータが、完全燃焼にコントロールする。
着火時(数分)以外は、煙が全く出ない。

3 蓄熱タンクで簡単にバイオマス100%になる

- ・蓄熱槽で大きな熱を供給。待機時に熱を蓄積(バイオマスのエコ給湯?)

4 安価である

- ・自動車部品製造業地帯を背景に、分業ができている。
- ・日本でつくると3倍以上になる、制御技術は自動車から(can-bus等)

A vertical green bar with a white arrow pointing to the right, positioned to the left of the section header.

欧州の事例

蓄熱タンク



ペレットボイラー



STREBEL
HOLZVERGASERKESSEL
"ATMOS"

- AUSSTELLUNGSABVERKAUF -

- 25 kW LEISTUNG
- RAUCHWEGENABSCHEIDUNG 123MM
- WIRKUNGSGRAD VON 97 - 98,5
- UMWELTFREUNDLICHES HEIZEN
- GERÄUSCHLOSSES PROZESS
- REDUKTION VON CO2 - UMWELTFREUNDLICH
- STAHLKESSEL AUS 3-GAMM KESSELBAUSTAHL

STATT 4100,00 €

3485,00 €

AUSSTELLUNGSSTRECKE
0343 / 349034

改良薪ボイラー

2012 / 7 / 4



部屋暖房用 ラジエター(放熱器)

2012 / 7 / 4

多台設置 — 貫流ボイラー等で一般的。ボイラー規制クリア、低コスト化のためが多い。ESCO事業等で多用される。(下は英国、200kW×7台=1,400kW)



多缶設置が効率的な理由

一般的に発電施設は、小規模なものは大規模なものより効率が悪い。これはタービン等の能率から来ている。

熱利用の場合、小さいボイラーも大きいボイラーもエネルギー効率は全く同じで、90%以上を達成している。

このため、熱利用機器の多缶設置は大きな意義がある。

メリット

- 1 リスクの分散
- 2 低コスト化(大きなボイラーほど加速度的に高くなる)
- 3 工事が容易である。(典型化したものを複数つけるため行為が容易)

デメリット

- 1 配管が多くなる。
- 2 複数のボイラーの同時コントロールの問題。
- 3 灰の回収が箇所数が多くなる。

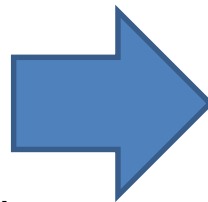
期待される熱FIT（英国Renewable Heat Incentive, RHI）

特に小規模な熱利用で利用が進む。
オーストリア等からのボイラー輸出先として英国が好調
2014年春より導入

1 家庭(Domestic)

- ・バイオマス熱利用
- ・太陽熱
- ・ヒートポンプ

積算熱量計でkWhあたりの補助
支援期間7年間



2030年までに、全2300万世帯の1/3に相当する、800万世帯の給湯・暖房の再生可能エネルギーへの転換

2016年から新築住宅のゼロカーボン義務化もスタート

2 産業(Non-domestic)

- ・ほとんどが木質ボイラー
- 支援期間20年

木質バイオマスはkWhあたり約20円。50kWボイラーで計算すると、年間定格換算で2,000時間として200万円、7年間だと1,400万円程度となる。
運転経費(燃料代)相当＋イニシャルまで及ぶ手厚い補助。予算進捗により、適宜補助の引き下げ等を行う。

A vertical green bar with a subtle geometric pattern, located on the left side of the slide.

徳島関連の事例

導入事例1 小規模面的利用の導入

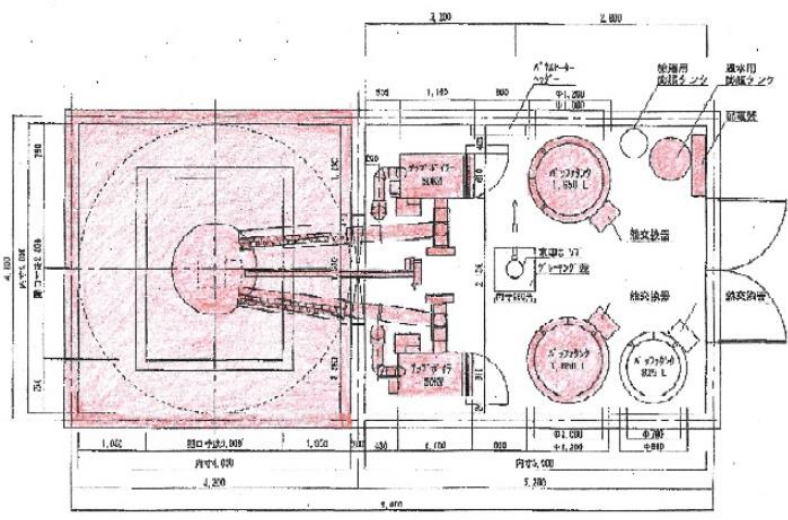
有床診療所(さくら診療所)と隣接有料老人ホームに
熱(暖房+給湯)供給



定格熱出力 50kW × 2 台

Co2削減 年75トン

- ・平成24年12月に設置。当時日本最初の2台構成多缶設置
- ・若干費用は高いが、安全度の向上と相互にバックアップできる機構。
- ・24時間自動運用。
(地元の電気屋さんがヨーロッパで設置研修を受け設置。)

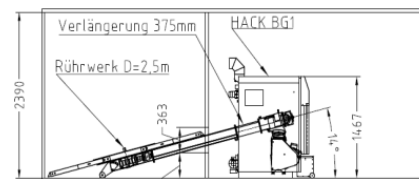
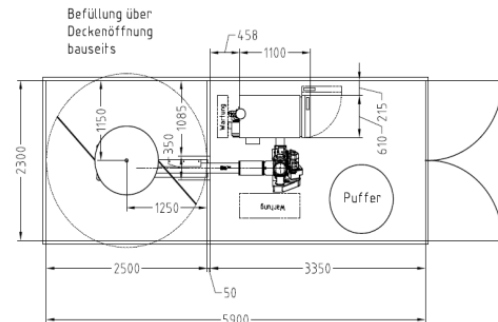


導入事例2

設置が簡単なコンテナボイラー(2016年3月)

徳島市 フラワーマーケット花由

50 kW 1台



クレーンでつって
設置するだけで運転

施工期間 2日程度



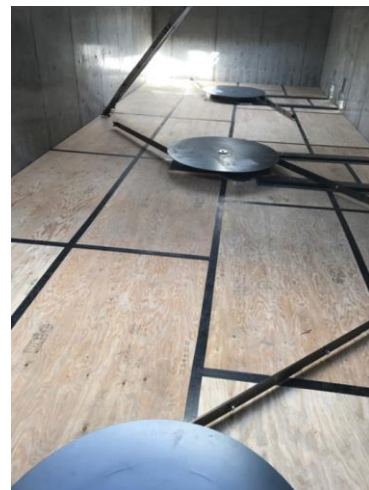
Co2削減 年40トン

導入事例3 (ゴルフ場クラブハウス)

CO2削減 年320トン

山梨県北杜市レイクウッドゴルフクラブ・サンパーク明野コース

2017年5月運用開始 50kW×5台 (1・2・2構成)



- ・主に松くい虫の被害木をチップ化し、燃料とする。
- ・事業主、燃料生産者と地元技術者が一体となって設置する。



木質バイオマスのCO₂削減効果

- 家庭用ペレットボイラー 200万円 削減3t

適用期間 周年 適用場所

全家屋



CO₂削減 年3トン

- ペレットストーブ 30~40万円

適用場所 冬期 適用場所

暖房必要家屋



CO₂削減 年600kg



ボイラー導入の問題点

事例からの反省点

反省点

- 1 乾燥チップの品質安定が努力が必要。
- 2 当初、チップ庫などは、必要以上の強度を要求される場合がある。また、配管コストは業者によって大きな差がある。
- 3 消防当局との連携が大切。(必要以上の安全性)
- 4 消耗品の補充は必要である。(スプリングアーム等)

自信を持った点

- 1 心配されていた燃料搬送系のトラブルはゼロ。
- 2 5年目に入り、故障はセンサーの故障(1本1500円)程度
- 3 蓄熱タンク制御でオールバイオマスは簡単に実現する。
- 4 ネットワークからの制御技術がこなれてる。
(can-bus通信、スマートフォン利用、監視ソフト、RESTful WEB serviceなど)

量産型ボイラーQ&A

1 故障したときは部品はすぐ対応できるのか

国際宅急便で4日程度できます。壊れたことがあるセンサー類は通常在庫を持つ。

2 消費電力は結構あるのではないか。

ETAの50kWの場合、ファンは72Wが1個しかない。フルロード時の消費電力は250W程度です。生み出すエネルギーを考えると、わずかなものです。

3 地震の時、電源が遮断されるとどうなるか。

庫内に入っているチップが燃えてしまうと自然に消えます。逆火防止装置があります

4 電気が遮断されたときにも給湯や暖房ができないか。

50W程度がバッテリーから供給されれば、蓄熱槽に蓄えた熱で長期に給湯できる

5 どの程度費用がかかるんですか。

kWあたり10万円程度を目指しています。チップ庫、建屋が一番高いので、既存の設備をできるだけ使うようにしてください。

6 発電ができないのか。

バイナリー発電装置につなぐと発電はできますが、事業性は低いです。

7 冷房はできないのか。

もちろんできますが、小さな設備ですと、コストの関係でエアコンをお勧めします。

ボイラー導入の課題と対策

1 ボイラー価格と工事価格の不均衡

ボイラー輸入価格は比較的安価だが、日本での工事価格が高い。

→継続的に事業協力可能な配管工事業者、建築業者が必要

◎地域アライアンス(連合体)のような組織が必要

2 有圧ボイラー輸入の問題

有圧ボイラーは指定外国検査機関での検査が問題(費用、製造体勢)。このため、欧州で通常行っている3MPaでの運用は困難なため、無圧開放(OpenVentSystem)化するため、回路の複雑化、耐用年数の問題がある

→無圧開放技術の向上、適正な缶水管理による長寿命化が必要。

◎簡易ボイラー多缶設置、無圧開放技術の適正化。外国検査の規制緩和

3 小型業務施設や農業施設で最も件数が多いと思われる小規模な熱利用でボイラーで、民間事業者の補助事業が無い。

→再生可能エネルギー熱事業者支援事業(SII) 0.40GJ以上(111kW/h)

◎補助金の対象の拡充が必要。発電と異なり効率は大も小も同じだから

3 原油価格の低迷(?)により、バイオマス化のメリットが低くなっている。

→コンサルティングやキャッシュフロー上の問題がある。

◎脱炭素社会に向けた熱FIT的の制度を検討していただく段階に来ている

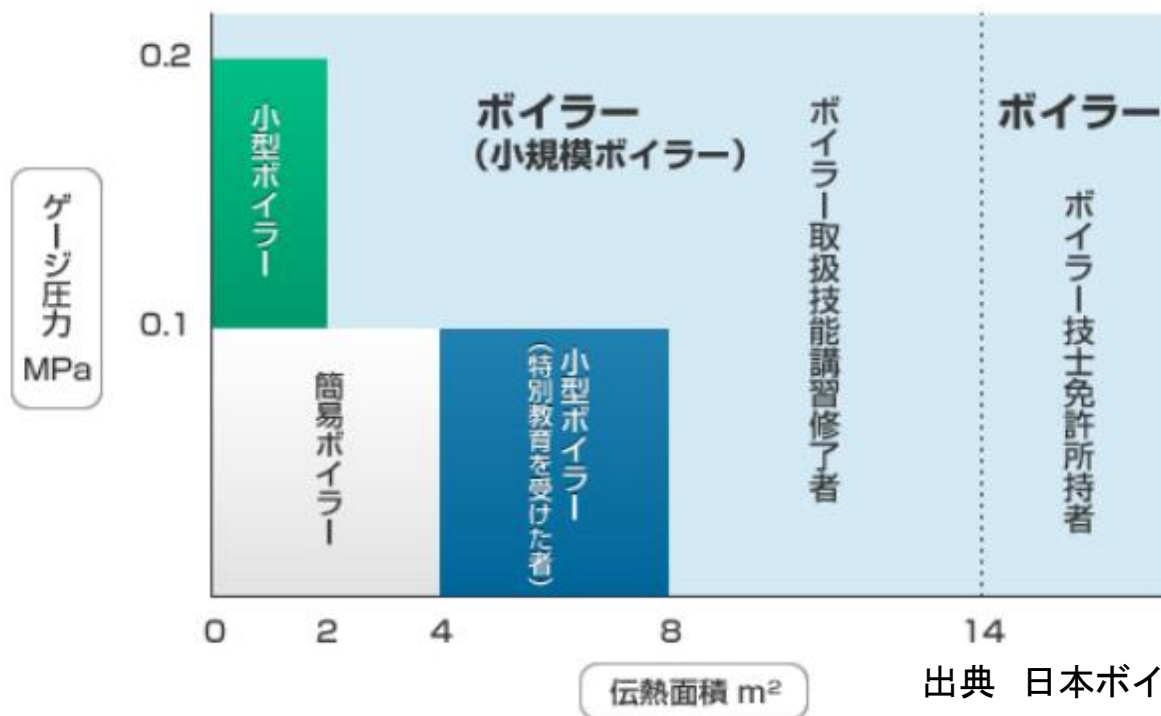
(参考)ボイラーの運用に当たっての法的規制

法律	規模要件	規制
大気汚染防止法	伝熱面積10m ² 以上	年2回検査
〇〇県生活環境保全条例	5≦伝熱面積<10	届出 上乗せ規制ある場合
消防法	10m ³ 以上のチップ保管庫	届出
建築基準法	10m ² 以上	建築確認申請
労働安全衛生法	小型ボイラー以上	設置届出
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	焼却灰	灰処理する場合は、産業廃棄物に該当

※森林生産物のみを熱利用するものは、焼却炉に該当しないので、ダイオキシン検査は不要という運用である。

(参考)ボイラーの運用に当たっての法的規制2

(b)温水ボイラー



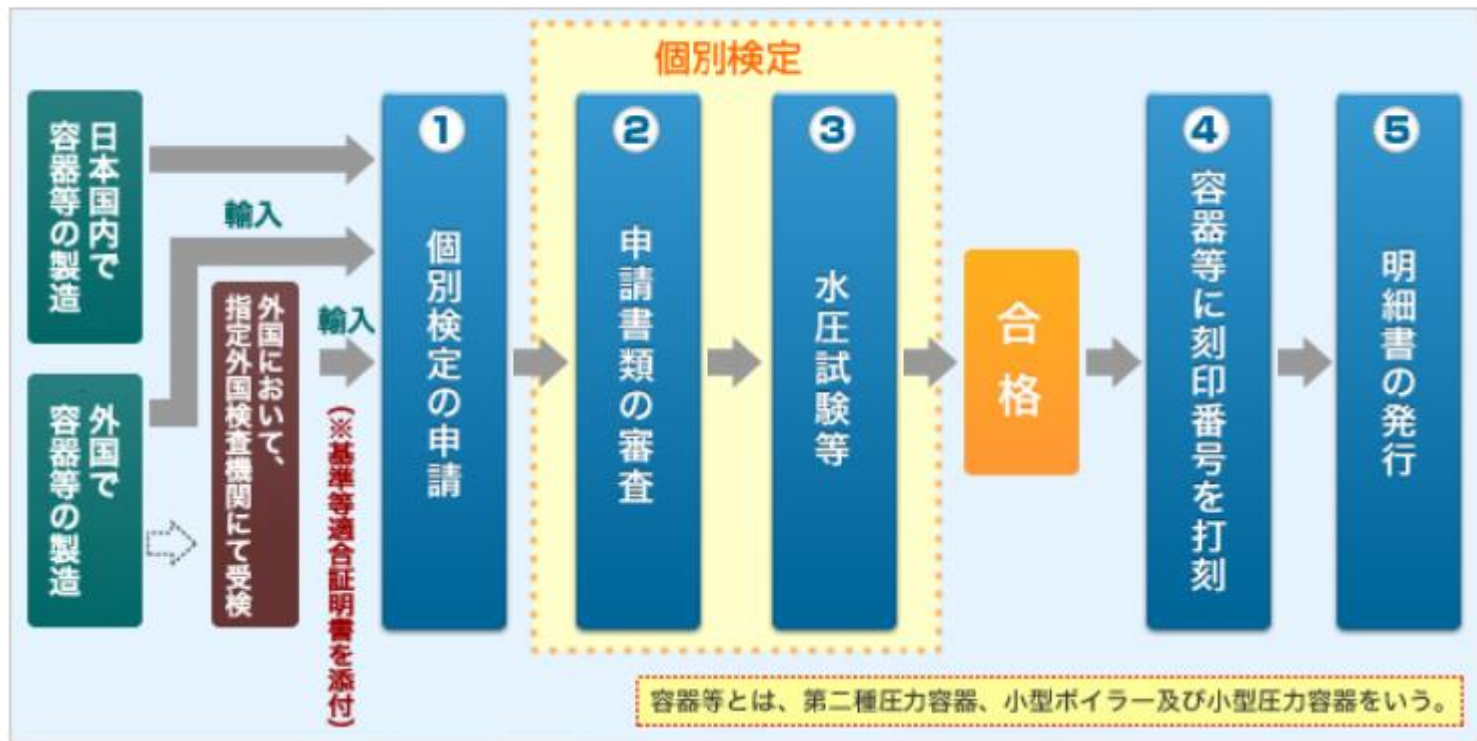
簡易ボイラーとは (労働安全衛生法施行令)

第1条 この政令において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる
三 ボイラー 蒸気ボイラー及び温水ボイラーのうち、次に掲げるボイラー以外のものをいう。

ニ ゲージ圧力0.1メガパスカル以下の温水ボイラーで、伝熱面積が四平方メートル以下のもの

(参考)ボイラーの運用に当たっての法的規制3

個別検定申請の流れ



指定外国検査機関

1. Bureau Veritas
2. ABSG Consulting Inc.
3. TÜV Rheinland Industrie Service GmbH.
4. Lloyd's Register Verification Limited
5. The Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company of Connecticut
6. SGS SA

出典 日本ボイラー協会HP

量産型チップボイラー導入の解決策

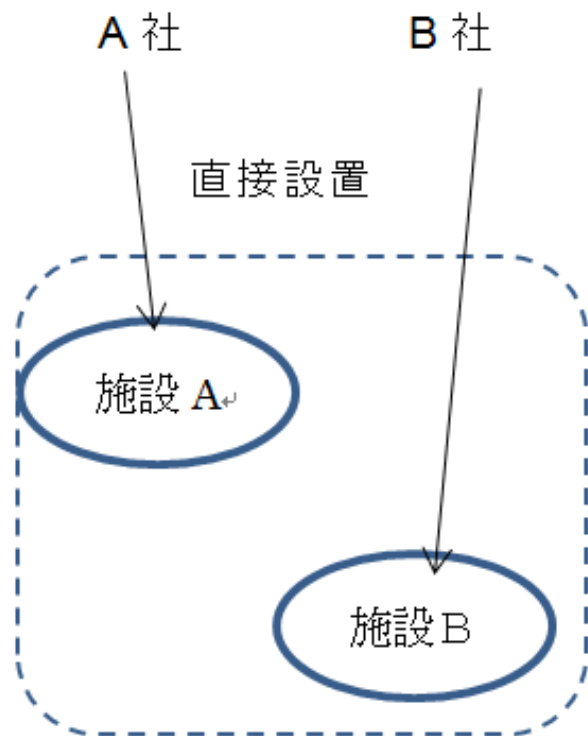
- ① 熱利用の世界的意義の認識と推進体制
- ② 熱FIT等の補助制度拡充(特に小規模利用)
- ③ 設置の適正技術と適正価格の実現(標準化)
 - ・耐用年数の問題点(閉鎖型は11年実績)
 - ・無圧開放(OpenVentSystem)技術の不安定
 - ・輸入の際の**非関税的障壁**の改善
- ④ 設置技術の普及とアプライアンス化の徹底
- ⑤ 最も重要な乾燥チップ(35%未満)の供給体制づくり。



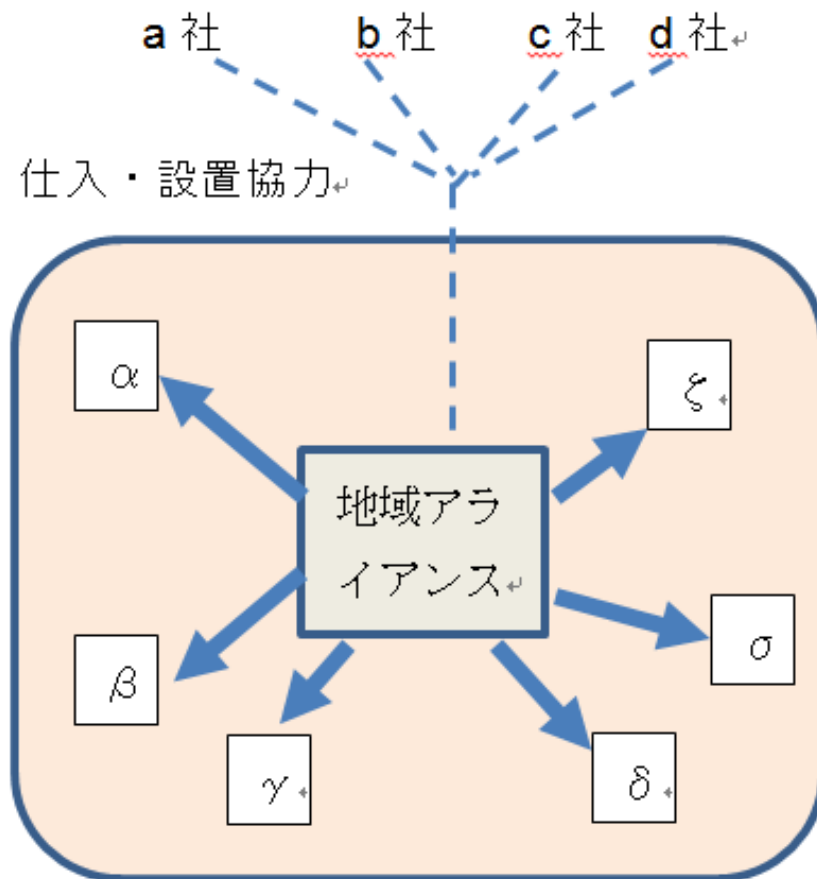
地域アライアンス（解決策の提案）

地域型設置のイメージ図

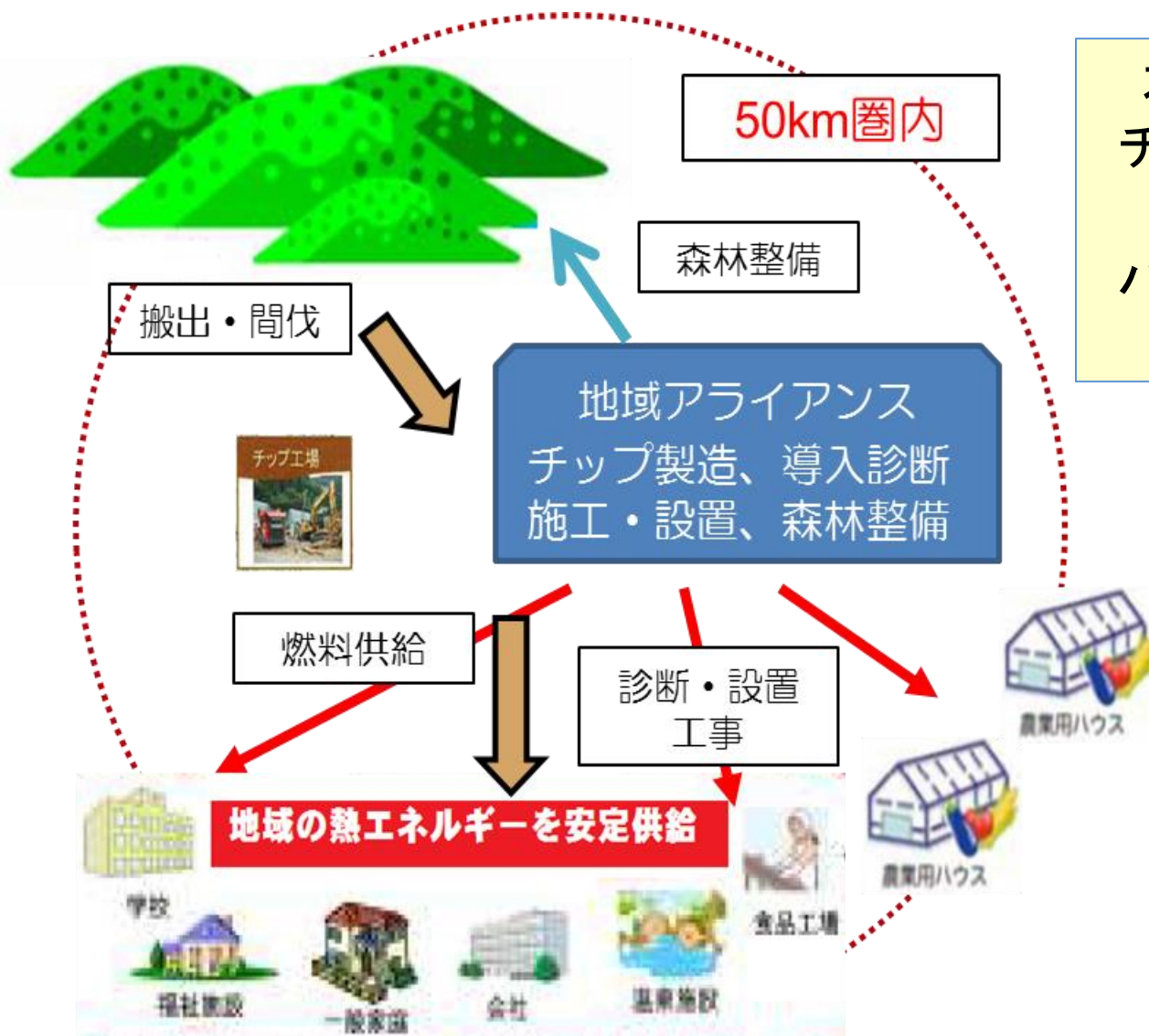
【従来】



【将来めざす姿】



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

かかわった全員が利益を（WINWIN）

輸入ボイラーでも、高性能安価なので、利益の大半は地元に着る。

（例示）チップボイラー50kW（コンテナ型600～800万円）

- ・ 輸入価格 機材仕入代 約200万円～500万円仕切り額は輸入 会社による
→外国へ
- ・ 付加部品 100万円→日本国内へ
- ・ 設置者の 工事費・設定費300万円 →地元へ
- ・ 費用削減 15年 1200万円→設置者へ
- ・ 燃料購入費 15年 1500万円→チップ事業者へ
- ・ メンテナンス 15年 300万円→メンテ事業者へ
- ・ CO₂削減 15年 6,046円×50t/年 450万円 →社会へ

600万円の投資導入で、約300万円程度が外国へ、その10倍以上の約3,800万円が国内効果、地域主導では、うち地元へMAX約3400万円が落とせる。

佐那河内バイオマスLAB 昨年4月14日より稼働



実際にボイラーを**体験**し、**実験**し、**研修**を行う施設。**(技術拠点)**

- ・ボイラーの熱を利用する装置類の動態展示。
- ・針葉樹や広葉樹、竹など、各地域の様々な木材を燃やす燃焼実験も行う。

全国地域アライアンス作りの拠点施設



ラボ熱源施設(実験用チップ箱)

配管は耐熱塩ビ(HT管)、保温無し。
利用施設への配管はポリブデン管。



ラボ教室施設



ラボ熱利用施設

LAB利用方法

様々な燃料

- 1 普通チップ
- 2 剪定枝チップ
- 3 **竹**チップ
- 4 草本類
- 5 早生樹



様々な熱源

- 乾燥チップボイラー
(排気再循環方式)
- (太陽熱温水器連動)

含水率測定装置



様々な活用法

- 1 給湯
- 2 床暖房
- 3 ラジエーター
- 4 ファンコンベクタ
- 5 温室用温風加温機

- 1 全国の地域アライアンスを設立支援する
- 2 地域キーパーソンの**人材育成事業**
- 3 全国の様々な木質燃料を試験燃焼とテストを行う
- 4 木質バイオマス見学の受入(有料)
 - ・別途森林研修(チップ作成研修)



※人材育成事業では一部地球環境基金の支援があります。

次はあなたの地域でお願いします

連絡先 徳島市伊月町1-32 徳島県土地改良会館5F 088-624-8375
<http://tene.jp/>

