

# 木質バイオマス熱利用 普及拡大のための技術

2023年7月20日

株式会社 WBエナジー

東京都千代田区外神田5-5-10

03-4405-8088

[info@wbenergy.co.jp](mailto:info@wbenergy.co.jp)

# 木質バイオマスのエネルギーの熱利用ごみを宝に

- 写真は、オーストリアの農家のバイオマス利用の例です。
- 林地残材をチップパーにより右側のサイロにチップ化して貯蔵し、隣接するチップボイラーに供給します。
- これにより、農家は、暖房給湯需要を所有林の残材で賄うことができるようになりました。
- いまやオーストリアの山村どこでも当たり前となっている光景です。





# 燃料となるバイオマス

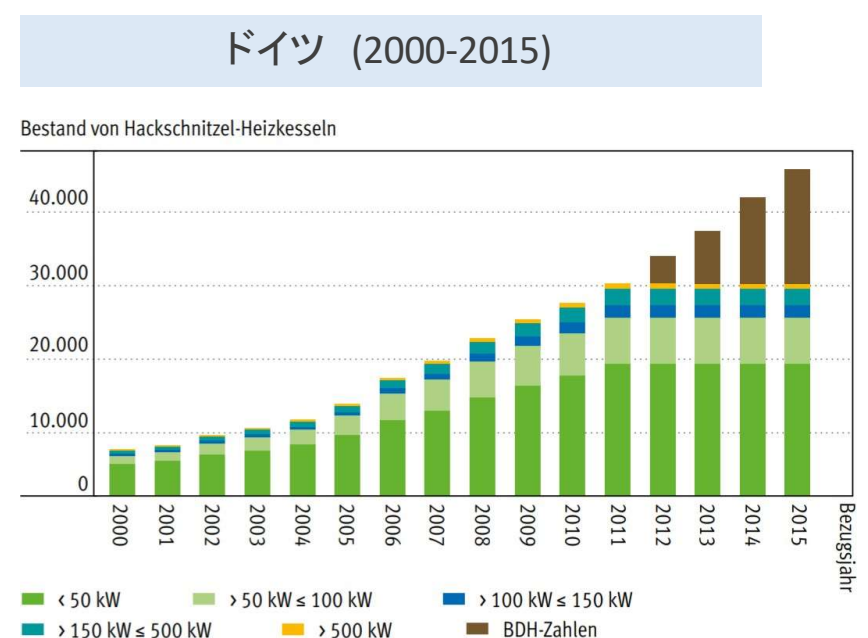
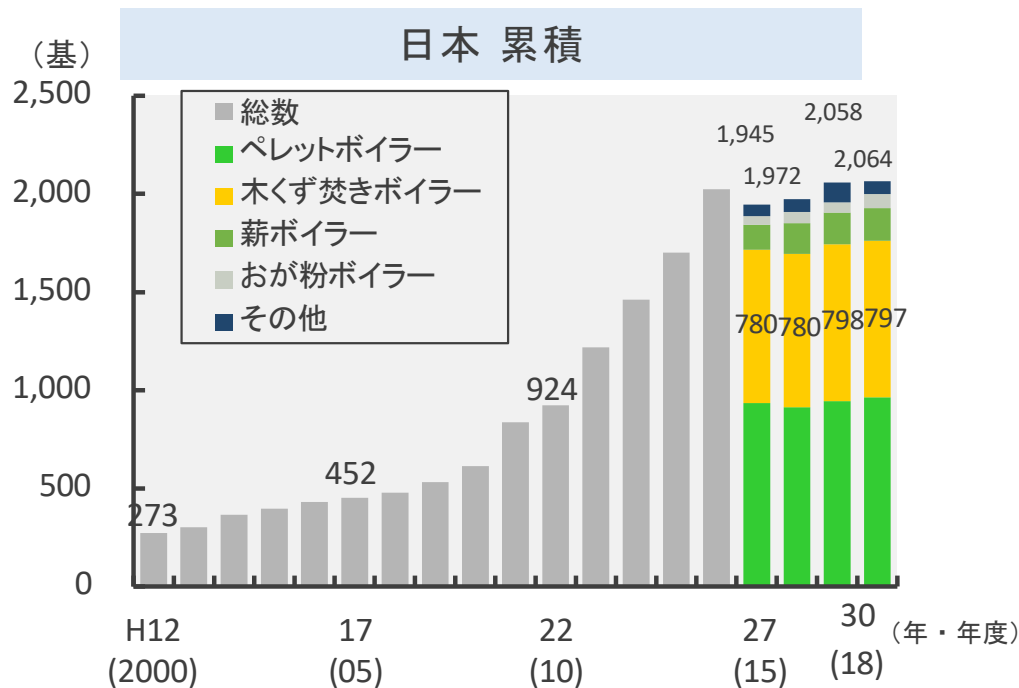


## 趣旨

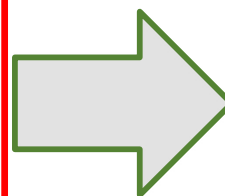
- 欧州と異なり、日本におけるバイオマス熱利用は遅々として進まず、四苦八苦しているのが実情です。
- その最大の要因は、**バイオマス固有の技術に対する理解が不十分**なまま、単にボイラーを化石からバイオマスに切り替えてきたことにあります。
- この結果、失敗事例の拡大再生産となり、**バイオマス熱市場の信頼を損ねる**結果につながってきました。
- バイオマスの本格的な普及拡大のためには、**優良事例による成功体験の拡大再生産**しかありません。
- 幸いここに来て、以下のとおり、バイオマス熱利用を本格的に普及拡大させるための条件が整備されつつあります。
  - 技術の体系化。
  - 優良事例、ベストプラクティスの増加。
  - 化石燃料の高騰。
  - 補助事業の充実。
- 本日は、主に技術面に焦点を当てて解説します。

- ◆ 2002年のバイオマスニッポン総合戦略を契機に、政策的にバックアップ。
- ◆ 2014年にかけてバイオマスボイラー数は2000台超に増加。
- ◆ しかし、これをピークに、以降停滞。
- ◆ バイオマスの熱市場に占める役割はゼロに近い。
- ◆ ドイツは5万台規模(500kW以下)。油ボイラーの禁止により、市場はさらに拡大。

## バイオマスボイラー台数の推移 日独比較



- 燃料つまりが頻繁に発生する。
  - クリンカが発生しやすい。
  - 煙管の自動クリーニングがなく、ボイラーを止めて手動で対応。
  - 自動灰出し機能がなく、人が張り付いて対応。
  - ボイラー効率・システム効率が悪く、燃料代削減効果を発揮できない。
  - 電気代がかかりすぎる。
  - サイロがすぐにカラになるので、燃料対応が大変。
  - 燃焼すると黒煙が出る、においもする。
  - 具体的データに基づく議論がされず、実態がわからない。
- ⇒ 事業が成立せず、使えば使うほど赤字。使うのも大変
- バイオマスの技術がわからないまま導入。



- ◆ 2020年度、バイオマス熱利用に関する補助事業停止。



- 技術体系化の進展 「バイオマス熱利用の理論と実践」(農都会議)。
- これをベースに、日本木質バイオマスエネルギー協会によるマニュアル。
- 規制改革の進展 ボイラー圧力規制の緩和、大気汚染防止法の改正(2022年3月)

2014年



不十分な箇所多数

2018年



その修正

2020年



国内ベストプラクティスを分析して  
技術体系化を図った初のテキスト

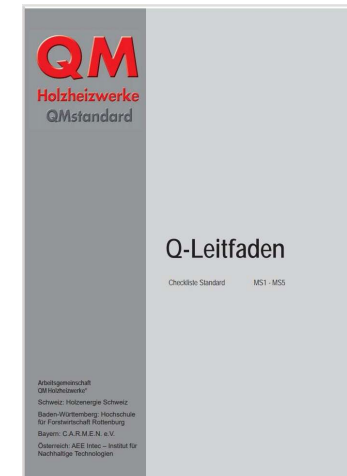
2021/22年



## 20年前はドイツも似た状況 → QMによる品質管理



- 当初は、トラブル事例が続発。
- 90年代末/00年代初めに、ドイツ、スイス、オーストリアの専門家が、木質バイオマスエネルギー熱利用技術の基準作り・体系化。
- 「バイオマス熱プラントの品質管理」QM(2004年～)
- QMによって、導入プラントの技術レベルが格段に向上。



## ドイツ農産物資源マーケティング・エネルギーネットワークセンターCARMENによるQM解説

- 木質バイオマス熱利用は、古い化石ボイラーを新しいバイオマスボイラーに置き換えるだけではありません。バイオマスボイラーの作動は比較的緩慢であり、**石油またはガスボイラーシステムとは大幅に異なるシステムを必要とします。**
- 木質バイオマスボイラー設備の投資金額は大きく、投資回収期間は長めです。設備には様々な要素が絡み合っており、リスクが潜んでいます。**事業性を確保するためには、細心の注意を払ってプロジェクトを進める必要があります。**
- **小さな計画ミスでも、大きな経済的損失をもたらしかねず**、また、バイオマスに対する市場の信頼を揺るがすことにつながりかねません。
- **木質バイオマスボイラーは、決して素人が手がけてはいけません！**  
木質バイオマス熱供給設備の設計とその実現は、専門家によるものであることが不可欠です。



- 調査、設計から設備導入、アフターサービス、改善提案まで一貫して対応。
- バイオマス熱利用は日本では新しい・未知の技術であり、現場を理解して適切な理論・技術を応用しないと、その本格的な普及拡大はできない。
- 日本でバイオマスを取り扱うには、この体制は不可欠。



# WBエナジーのエンジニアリング実績



- 全国で35か所の導入実績(2023年7月)。
- 高いバイオマス依存率と稼働時間を達成。
- バイオマス依存率90%以上、稼働時間3,000時間(全負荷運転時間 FLH)以上が目安。
- 県内では、信州高森温泉および日本発条伊那工場。
- 南信地域にて複数案件を準備中。



# バイオマス熱利用設備 システムとしての導入

## 取扱製品のご紹介

### バイオマスボイラー・制御機器 / KWB社

Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH



KWB は、バイオマス熱利用の先進地域であるオーストリアを代表する、量産型のバイオマスボイラーメーカーです。出力8~300kWのフィンナップで、複数台の組み合わせも可能です。ボイラー本体のみならず、熱供給システムの制御およびボイラーの遠隔監視・管理システムも一体として、ご提供します。

### 蓄熱タンク

バイオマスボイラーは蓄熱タンクとの組み合わせで、適切な運転が可能となります。標準フィンナップは500~6,000Lです。蓄熱タンクには厚さ100~120mmの断熱カバーが付属しています。



### 制御弁 各種制御系に合わせた、以下の制御弁をご提供いたします。

- インテリジェント・エナジーバルブ  
熱量計測を行いながら流量制御を行います。
- 流量調整弁  
システム内の圧力変化に依存せず流量条件を維持し、システムの安定化・最適化を行います。
- 三方弁  
ボイラーの戻り温度制御、暖房などの送水温度制御などに使用します。



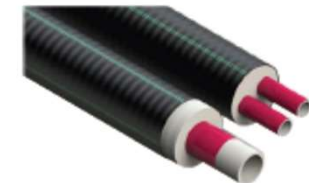
### 高効率インバーター付きラインポンプ / Wilo社

Wilo社は、世界有数のポンプメーカーです。熱供給用に弊社が推奨するStratosは、インバーターや圧力センサーを内蔵しています。ΔP-CとΔP-Vの2種類の運転モードが選択可能で、配管内の圧力変動に応じて、揚程と流量の最適化制御を行う非常に省エネに優れたポンプです。ポンプ2台が一体となったStratos Dもあります。



### 温水供給熱導管 / Radius-Kelit社

R-K社は欧州を代表する熱導管のメーカーです。同社の製品は耐久性と断熱性の高さに定評があり、地域熱供給インフラに広く使用されています。単管タイプと往還一体のDUO管の2種類があります。接続金具類が豊富で、施工性に優れています。



### 往還一体ヘッダー

欧州製の往還が一体となったヘッダーです。断熱カバーが付属しています。コンパクトで、狭い場所にも設置可能です。専用ソフトを用いて、お客様ごとの要望に合わせて設計・製作を行います。



### 給湯用・暖房用モジュール

熱交換器・制御ユニットが内蔵された給湯用・暖房用のモジュール機器です。ポンプや制御弁、熱交換器などが制御コントローラーと一体化されており、コンパクトで施工性に優れた製品です。往還一体型ヘッダーと併せて用いると、狭い空間への設置が可能です。





# バイオマスのボイラーの技術



## バイオマスボイラーにかかわる技術

- バイオマスボイラーは、水分・性状が均一でない固形燃料を使用することから、以下の点において化石ボイラーにはない・異なる技術が求められます。
  - 効率的に燃焼して熱を回収する技術 → 燃焼技術
  - 燃料を円滑に送る技術 → 燃料搬送技術
  - 需要側の熱負荷変動に対応する技術 → 蓄熱タンクを用いる熱利用技術

## 熱利用システム(温水循環の方法)

- 日本の化石ボイラーによる熱利用システムは、大きめのポンプで常に一定の温水を循環利用する**定流量制御**が一般的です。
  - 蓄熱タンクを用いる熱利用システムでは、温度差を一定に保つ**変流量制御**となります。
    - これはインバータポンプとの組み合わせが不可欠です。(同じく蓄熱タンクを用いるヒートポンプと同じです)。
    - システム全体の電力消費量を大きく左右するポンプの電力消費抑制のためにも不可欠です。
- ➡ 化石ボイラーの延長でバイオマスボイラーを接続しても、適切に稼働しません。

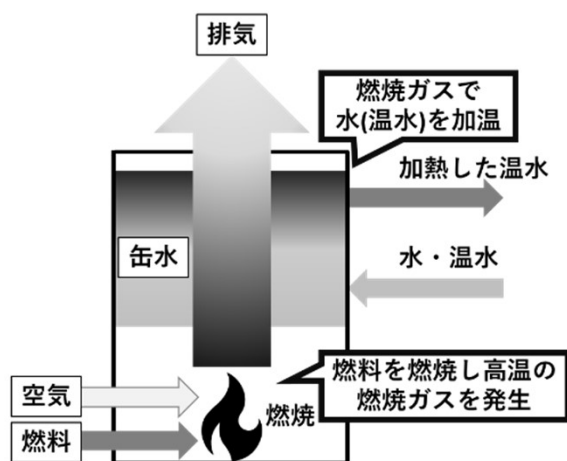
## 前提としてのチップ品質と適切なボイラー出力

- ボイラーの仕様に合ったチップを使うこと。
- 適切に稼働する出力のボイラーを選定すること。

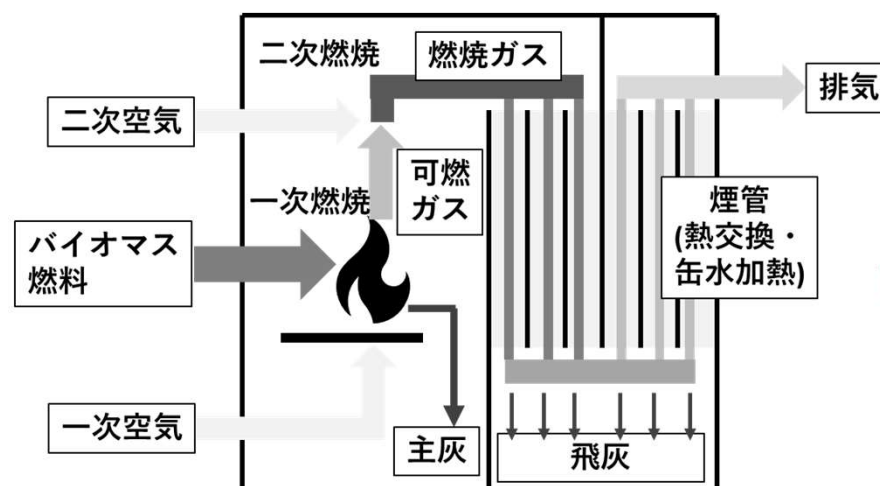
# 化石ボイラーとバイオマスボイラー 構造の違い

- 化石ボイラーは着火すれば、燃料を噴霧し続けるだけで、燃焼が継続されます。消火時は燃焼室への燃料の供給を停止すれば、短時間でボイラーが停止します。
- これに対し、固形燃料であるバイオマスを燃料とするボイラーでは、一次燃焼で可燃性ガスを発生させ、二次燃焼でこのガスを高温で完全燃焼させて熱を回収する構造であり、化石ボイラーに比べ、燃焼プロセスは多段階になります。
- 二次燃焼構造とすることによって、火皿の過熱やクリンカ発生など、燃焼室内の部品の摩耗となる原因を抑制するとともに、効率的に熱を取り出すことが可能となります。

## 化石ボイラーの燃焼技術



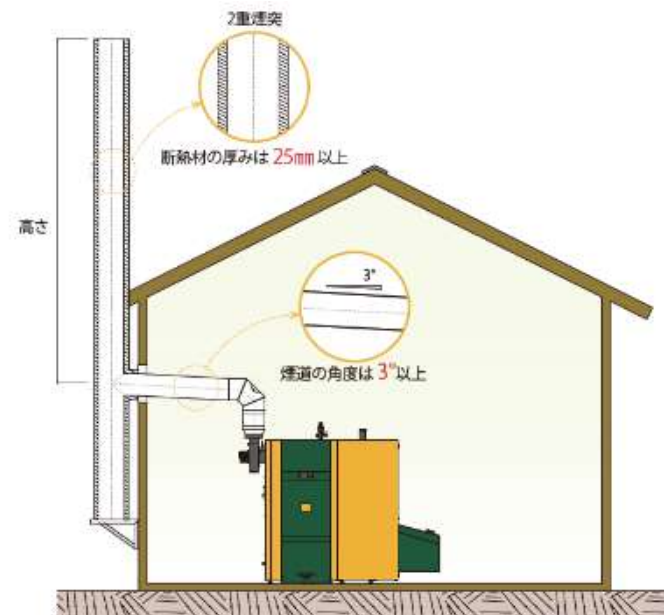
## バイオマスボイラーの燃焼技術



# バイオマスボイラーの吸排気と煙突

- ボイラーは燃焼のため、常に酸素を必要とします。ボイラー室は十分な吸気量を確保できるようにすることが不可欠です。
- ボイラーの排気は、煙突内を上昇し排出されます。このドラフトが煙突の抵抗を十分に上回ることが、ボイラーの最適燃焼と円滑な排気のため必要です。
- 煙突は径が太ければ太いほど、抵抗は小さくなります。煙突が高ければ高いほど、ボイラーの排気温度が高ければ高いほど、ドラフト効果が発揮されます。
- 他方で、ボイラー効率が高ければ高いほど、排ガス温度は低くなります。このため、煙突は断熱性能の高い二重構造とすることが不可欠です。
- 断熱性能が悪いと、煙突内で結露が発生し、煙突の汚れ・腐食の原因となります。
- 煙突のドラフト効果は停電時のボイラーの一酸化炭素対策のためにも重要です。

## 煙突の重要なポイント



図表 4-14 煙突設計上の基本仕様

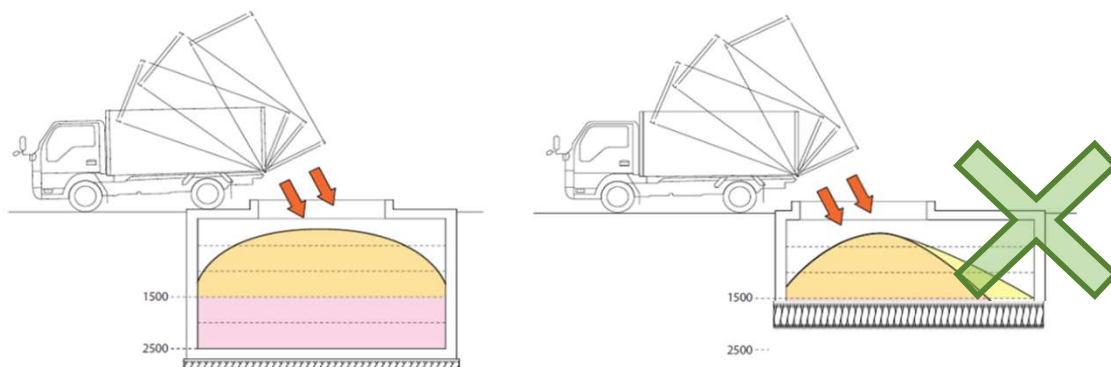
# サイロの仕様

- ❑ チップサイロで重要なのは、容量の確保です。年末年始などの長期休暇期間を考慮すると、ピーク負荷時の1週間分の容量確保が基準となります。
- ❑ チップは、投入すると山なりになるため、実質充填率はサイロ容積の5~7割程度にとどまります。この点を考慮して必要な実効容積を確保する設計とします。
- ❑ 燃料供給は、回転アームでチップを攪拌し、スクリーコンベアに落とし込んでボイラーにチップを搬送する方式が一般的です。小型ボイラーの場合、もっとも単純でかつ確実な方法です。
- ❑ スクリューは可能な限り簡単な組み合わせとします。

## サイロ床のチップ攪拌装置とスクリー

### 投入口的位置によるサイロの充填イメージ

(左:投入口を中央にしたサイロ、右:投入口偏り、深さ不足したサイロ)

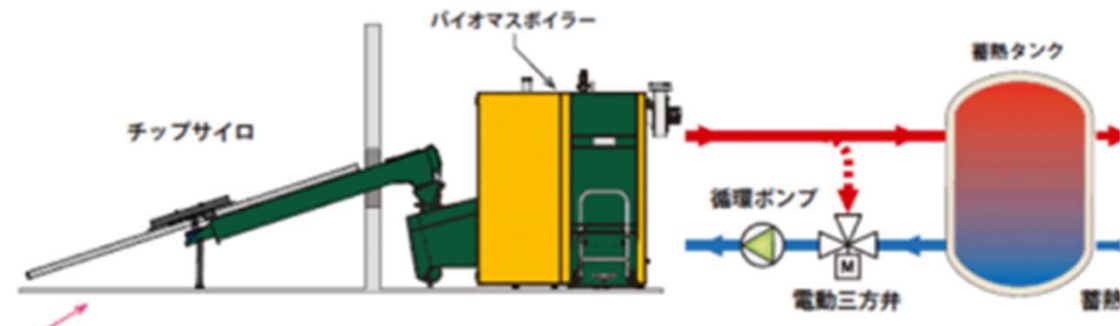




# バイオマスボイラーと蓄熱タンクの組合せ

- バイオマスボイラーは、立ち上げや停止、出力変動などの動作が緩慢なため、熱負荷へ柔軟に追従して運転することができません。
- このため、蓄熱タンクと組み合わせて用います。
- 蓄熱タンクには以下の機能を持たせることにより、バイオマスボイラーの熱利用システムの最適化をはかることができます。
  - ① 熱負荷の変動に対しても、蓄熱タンクの熱で柔軟に対応できます。
  - ② 蓄熱された熱を用いて、一時的にボイラー出力を上回る熱を供給するためのストレージとしての機能を発揮することもできます。
  - ③ ボイラー停止後も燃料の燃え残りにより熱を放出し続けますが、これを吸収するバッファとしての役割を果たします。

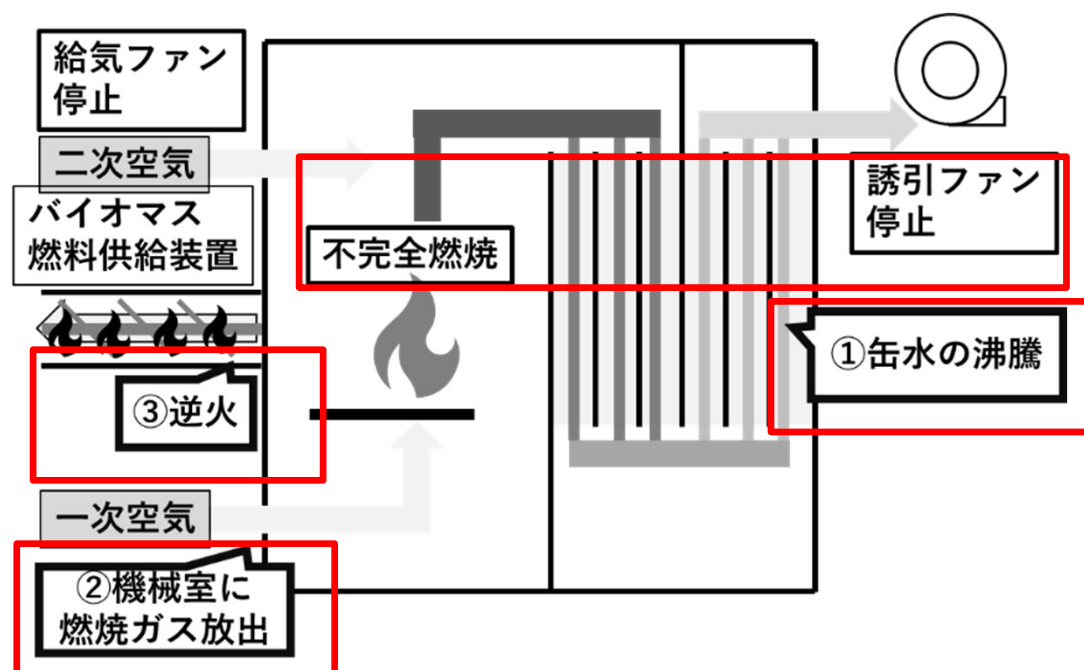
ボイラーと蓄熱タンク



# バイオマスボイラーの安全装置

- バイオマスボイラーは固形燃料を燃焼する機器なので、停電等で動力が停止した場合でも、炉内に燃料が残り、しばらく燃焼が継続します。
- 仮に無対策のまま燃焼が継続した場合、①缶水の沸騰、②機械室への一酸化炭素放出、③サイロ内の燃料への引火(逆火)、という事故に繋がる恐れがあります。
- このため、バイオマスボイラーには、各種安全対策が施されています。

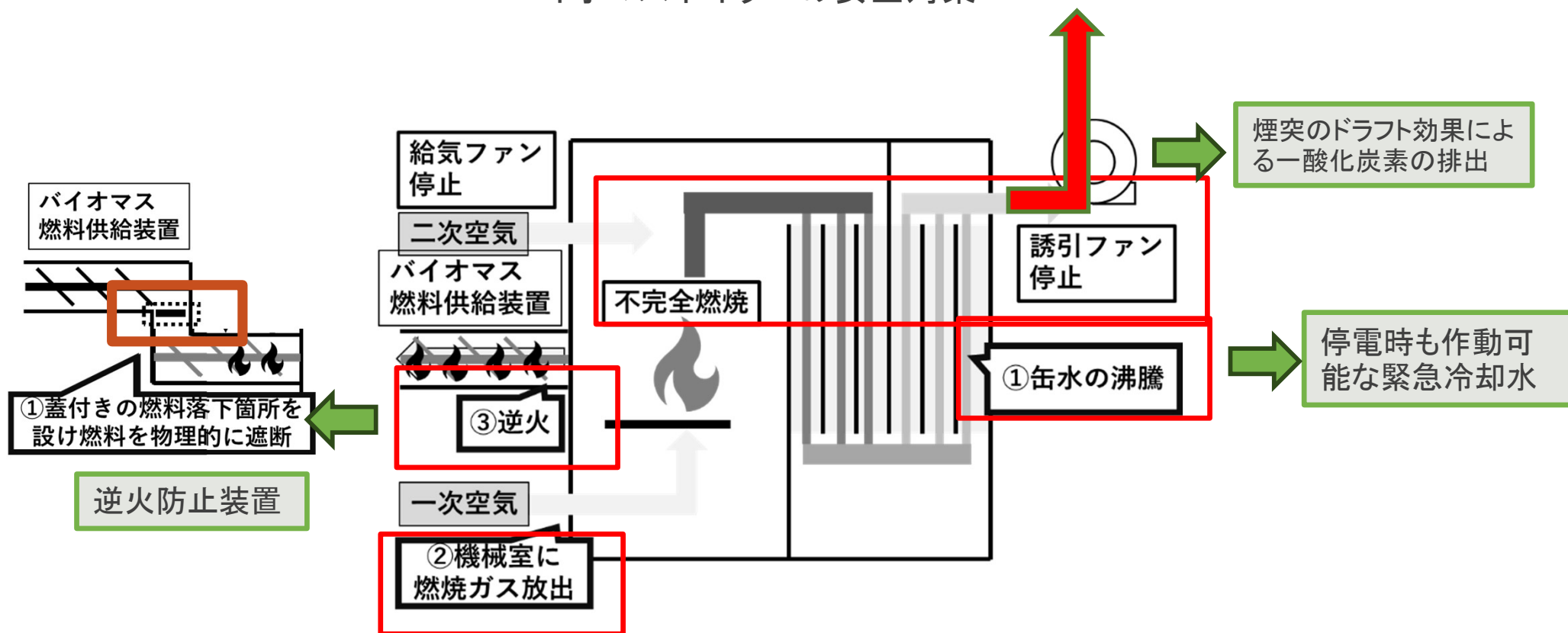
## バイオマスボイラーの安全対策



# バイオマスボイラーの安全装置

- バイオマスボイラーは固形燃料を燃焼する機器なので、停電等で動力が停止した場合でも、炉内に燃料が残り、しばらく燃焼が継続します。
- 仮に無対策のまま燃焼が継続した場合、①缶水の沸騰、②機械室への一酸化炭素放出、③サイロ内の燃料への引火(逆火)、という事故に繋がる恐れがあります。
- このため、バイオマスボイラーには、各種安全対策が施されています。

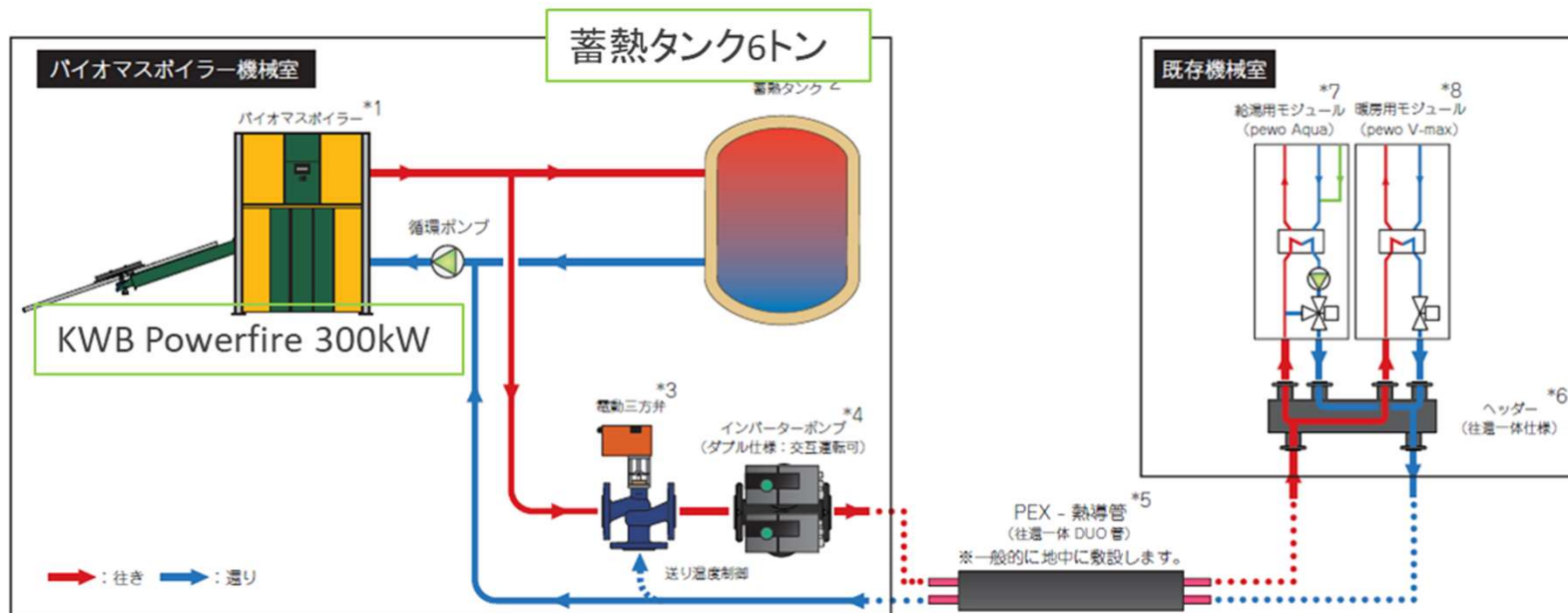
バイオマスボイラーの安全対策



# 蓄熱タンクの温度成層と変流量制御

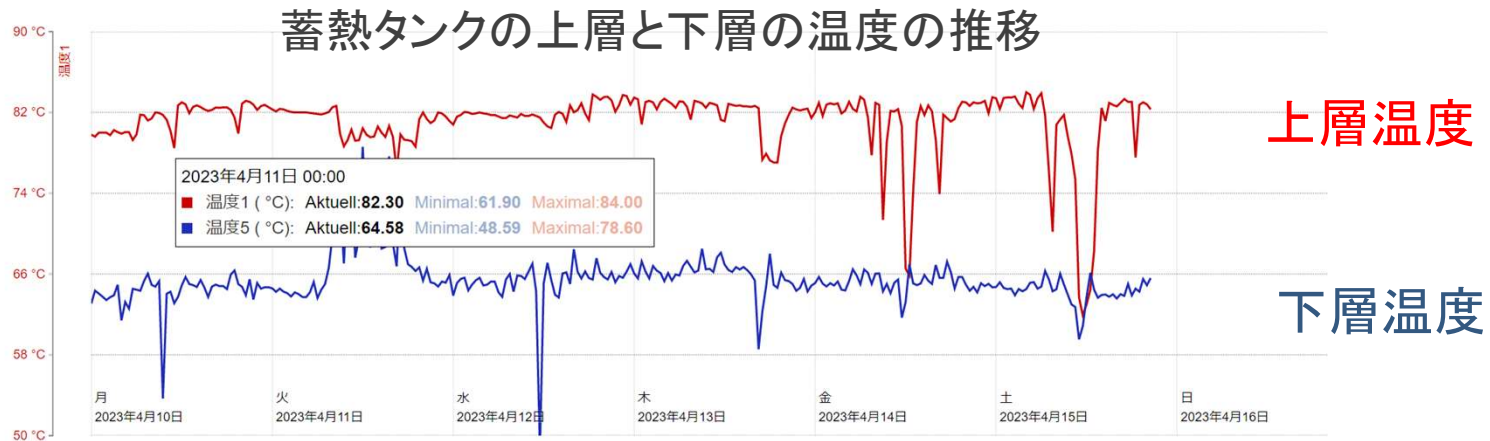
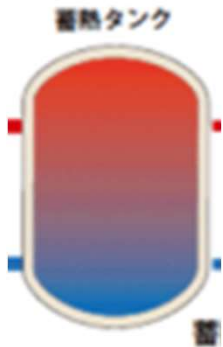
- 蓄熱タンクを使う温水利用システムは、化石ボイラーのシステムとは大きく異なる点です。そこで最も重要なのは、タンクの温度成層です。
- バイオマスボイラーの出力調整は、ボイラー水の送りと還りの温度差によって行います。
- 温度成層のポイントは、必要な時に必要とされる熱量を必要なだけ送るポンプと三方弁の制御です＝変流量制御
- これによりポンプの電力消費も最適化され、熱損失を抑制することにもつながります。

## 蓄熱タンクの温度成層とインバータポンプ・三方弁による変流量制御

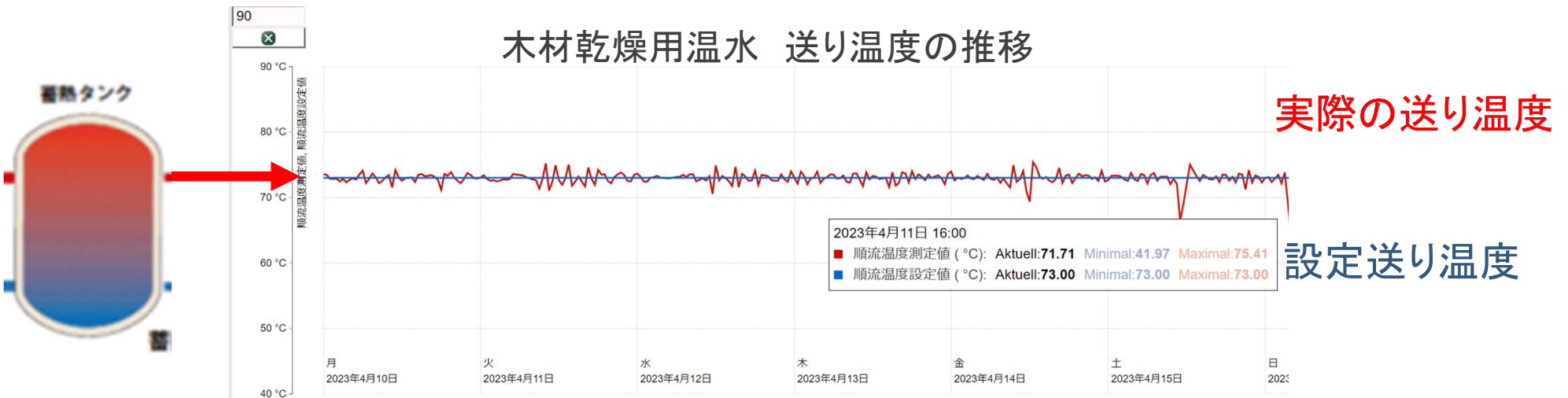




# 適切なエンジニアリングにもとづくボイラー稼働のデータ例



蓄熱タンクの上層温度を最大84°C、最低78°Cに設定しています。

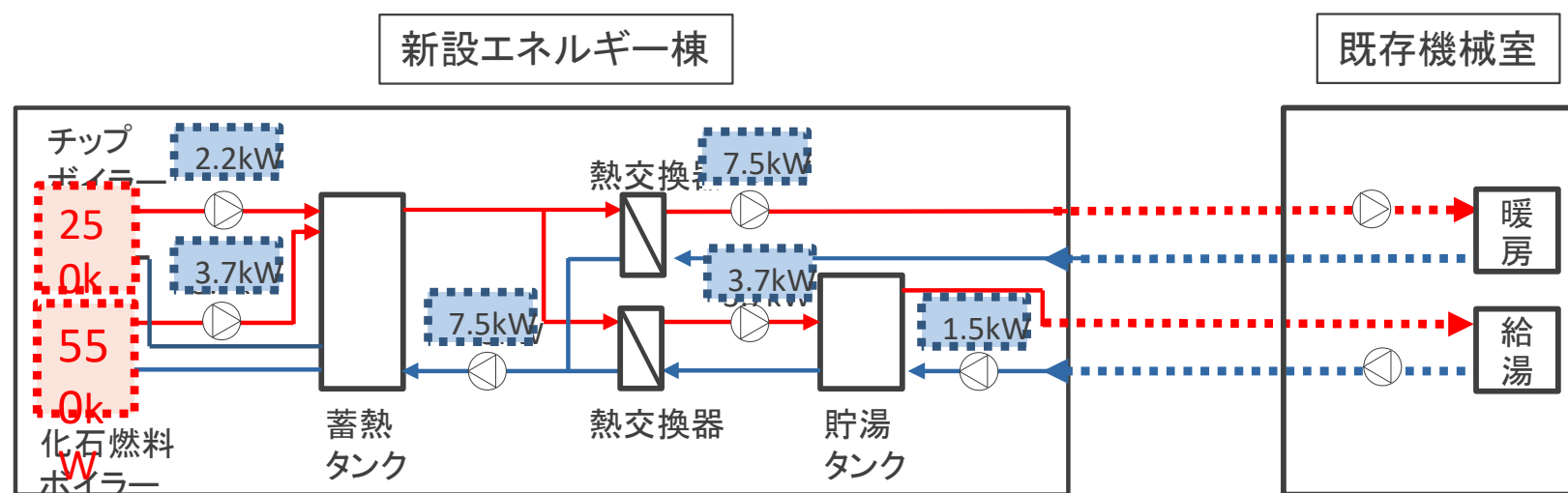


実際の送り温度も、設定温度である73°C前後で安定しています。

# 化石ボイラーの延長ではバイオマスは機能しない

- ❑ 化石ボイラーの熱利用は、大きめのポンプで大量の温水を循環させる方法です。
- ❑ この化石システムのまま、ボイラーをバイオマスに置き換えただけでは温度成層ができにくくなり、バイオマスボイラーの送りと還りの温度差もできにくくなってしまいます。
- ❑ そうなると、たとえ熱を必要とされる時でも、バイオマスボイラーは出力を抑制してしまい、必要な熱を供給できなくなってしまいます。
- ❑ 電気代がかさみ、熱損失も大きくなります。

化石ボイラーの延長で設計された例





民間向け2/3の補助率が適用される補助事業について

# 1. 省エネ補助金の抜本強化

【令和4年度第2次補正予算額：500億円】  
 【国庫債務負担行為の後年度分含め1,625億円】

- 工場等での省エネを促進するため、非化石エネルギーへの転換に資する設備も含め、省エネ性能の高い設備・機器への更新を支援。
- 企業の複数年にわたる投資計画に対応する形で今後3年間で集中的に支援し、特に中小企業の潜在的な投資需要を掘り起こす。

事業区分	① 先進事業	② オーダーメイド型事業	③ 指定設備導入事業	④ エネルギー需要最適化対策事業
事業要件	外部審査委員会において、以下の先進性が認められた設備・システムを支援。 ①導入ポテンシャル ②技術の先進性(非化石転換等) ③省エネ効果	機械設計が伴う設備又は事業者の使用目的や用途に合わせて設計・製造する設備等(オーダーメイド型設備)の導入を支援。	予め定めたエネルギー消費効率等の基準を満たし、補助対象設備として登録及び公表した指定設備を導入する事業。	事前登録されたエネマネ事業者と「エネルギー管理支援サービス」を契約し、EMSを用いてエネルギー使用量を計測することで、より効果的に省エネルギー化及びエネルギー需要最適化を図る事業。
省エネルギー効果の要件 <sup>※1</sup>	申請単位において、原油換算量ベースで以下いずれかの要件を満たす事業 ①省エネ率+非化石割合増加率:30%以上 ②省エネ量+非化石使用量:1,000kl以上 ③エネルギー消費原単位改善率:15%以上(注) ※複数の対象設備(②③④)を組み合わせる場合、各設備の省エネ効果の合算値で上記要件を満たすこと ※非化石転換の場合も増エネ設備は認めないこととする。	申請単位において、原油換算量ベースで以下いずれかの要件を満たす事業 ①省エネ率+非化石割合増加率:10%以上 ②省エネ量+非化石使用量:700kl以上 ③エネルギー消費原単位改善率:7%以上(注) ※複数の対象設備(②③④)を組み合わせる場合、各設備の省エネ効果の合算値で上記要件を満たすこと ※非化石転換の場合も増エネ設備は認めないこととする。	予め定めたエネルギー消費効率等の基準を満たす設備を導入すること  <ユーティリティ設備> ①高効率空調 ②産業ヒートポンプ ③業務用給湯器 ④高性能ボイラ ⑤高効率コージェネレーション ⑥低炭素工業炉 ⑦変圧器 ⑧冷凍冷蔵設備 ⑨産業用モータ ⑩調光制御設備 ⑪工作機械 ⑫プラスチック加工機械 ⑬プレス機械 ⑭印刷機械 ⑮ダイカストマシン	申請単位で、「EMSの制御効果と省エネ診断等による運用改善効果」により、原油換算量ベースで省エネルギー率2%以上を満たす事業
補助対象経費	設備費、設計費、工事費	設備費、設計費、工事費	設備費	設備費、設計費、工事費
補助率	中小企業者 <sup>※2</sup>	1/2以内 ※投資回収年数7年未満の事業は1/3以内	1/3以内	1/2以内
	大企業、その他 <sup>※3</sup>	1/3以内 ※投資回収年数7年未満の事業は1/4以内	1/3以内	1/3以内
補助金限度額(非化石)	【上限額】15億円/年度(20億円/年度) 【下限額】100万円/年度 ※複数年度事業の1事業当たりの上限額は30億円(40億円)	【上限額】15億円/年度(20億円/年度) 【下限額】100万円/年度 ※複数年度事業の1事業当たりの上限額は20億円(30億円) ※連携事業は30億円(40億円)	【上限額】1億円/年度 【下限額】30万円/年度 ※複数年度事業は認められない	【上限額】1億円/年度 【下限額】100万円/年度 ※複数年度事業の1事業当たりの上限額は、1億円

※補助金限度額等については執行団体と協議の上で定めるものとする。



# 再エネ導入・価格低減 熱分野の脱炭素先行モデル



民間企業等による再エネ主力化・レジリエンス強化促進事業のうち、  
(2) 新たな手法による再エネ導入・価格低減促進事業



地域の再エネポテンシャルの活用に向けて、新たな手法による自家消費型・地産地消型の再エネ導入を促進します。

## 1. 事業目的

- ・ 2050年カーボンニュートラルの実現を見据え、民生部門電力ゼロに加えた先行モデルとして、熱分野でのCO2ゼロに向けたモデル創出や寒冷地という脱炭素化の難しい地域でのモデル創出を支援し、熱の脱炭素化を推進します。

## 2. 事業内容

### ⑤熱分野・寒冷地での脱炭素化先行モデル創出事業

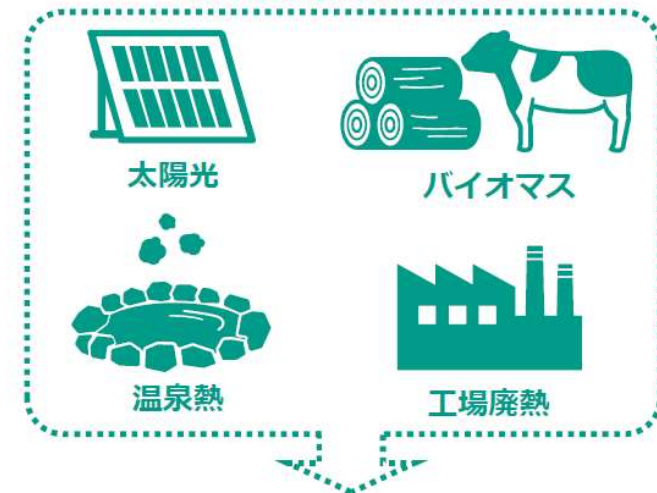
- ・ 2050年カーボンニュートラルの実現には、電気の脱炭素化だけでなく、熱の脱炭素化も進めていく必要があるが、熱エネルギーは利用形態や利用温度が多様なため、需要施設に応じて適切な形での脱炭素化を進める。
- ・ 寒冷地では、暖房用途で石油由来の熱エネルギーを多く消費しているが、地域資源である再エネ等を効果的に活用することで、地域の脱炭素化に加えて、燃料価格高騰の影響を低減につなげる。
- ・ 地域の再エネ電気・再エネ熱・未利用熱等を活用した、①熱分野でのCO2ゼロに向けたモデル、②寒冷地での脱炭素化のモデル、のいずれかに該当する先行的な取組について、その計画策定や設備等導入を支援する。

## 3. 事業スキーム

- 事業形態 間接補助事業 (計画策定：3/4 (上限1,000万円) 設備等導入：2/3)
- 補助対象 民間事業者・団体等
- 実施期間 令和4年度

## 4. 事業イメージ

再エネ等の地域資源の例



熱分野でのCO2ゼロ & 寒冷地の脱炭素化へ

お問合せ先： 環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室 電話：0570-028-341



株式会社WBエナジー

101-0021

東京都千代田区外神田5-5-10

Tel. 03-4405-8088

Fax 03-4496-6413

[www.wbenergy.co.jp](http://www.wbenergy.co.jp)

[info@wbenergy.co.jp](mailto:info@wbenergy.co.jp)