

林野庁補助事業 平成 30年度  
「地域内エコシステム」技術開発・実証事業  
成果報告会

## 高効率・高性能な最小規模10 kWの薪ボイラーの開発

---



森の仲間たち  
mori & company co.,ltd

## 薪で地域を 生き返らせる

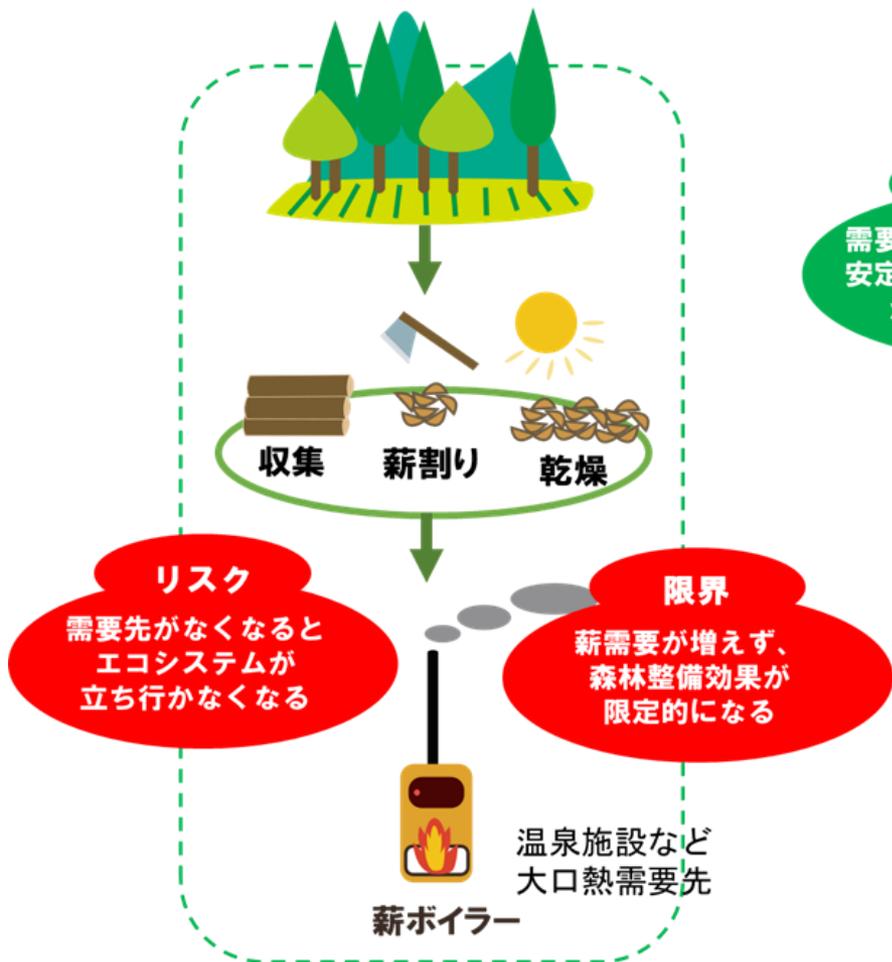


地域の自治と自立

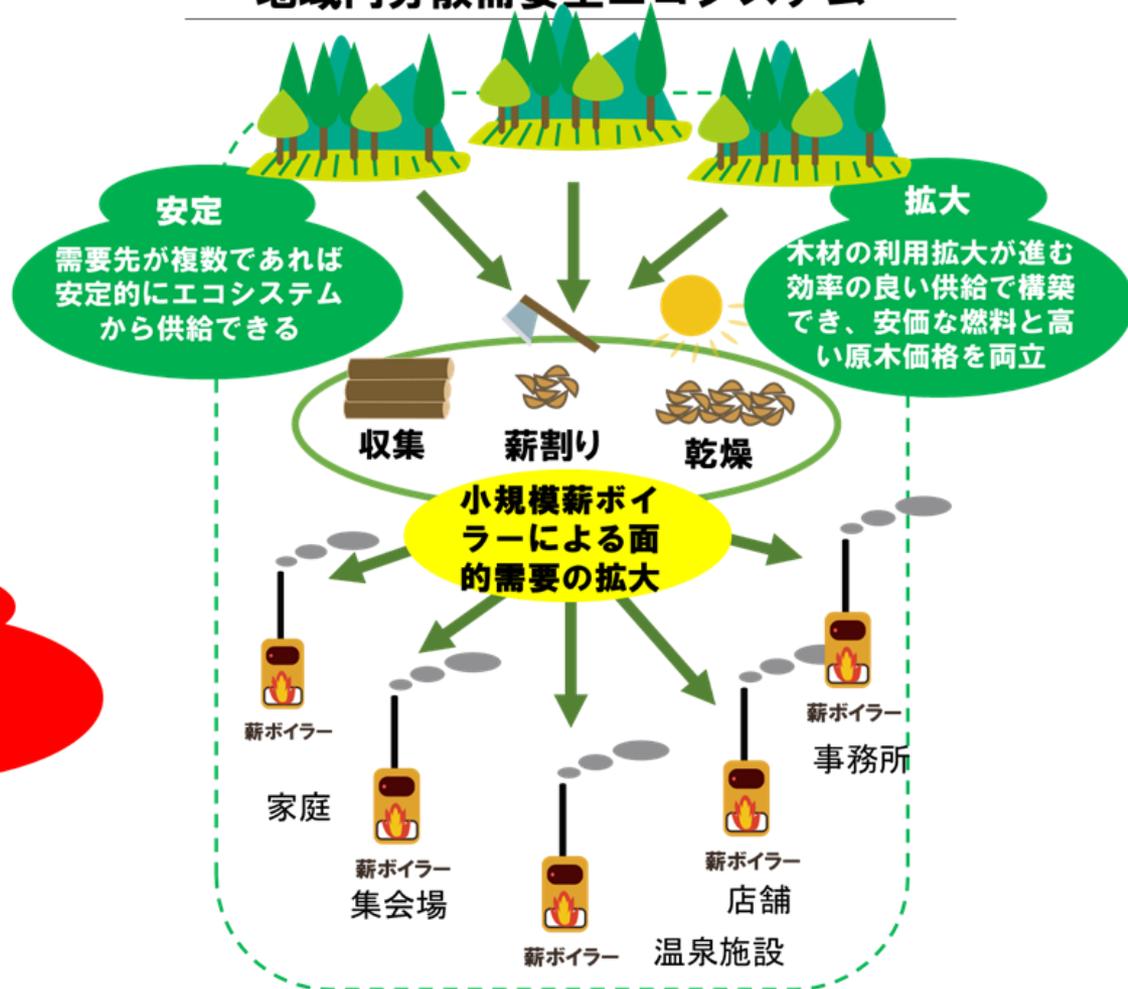


後世に誇りをもって地域を引継ぐ

## 地域一極集中型エコシステム



## 地域内分散需要型エコシステム



# 欧州型の家庭用薪ボイラーシステム

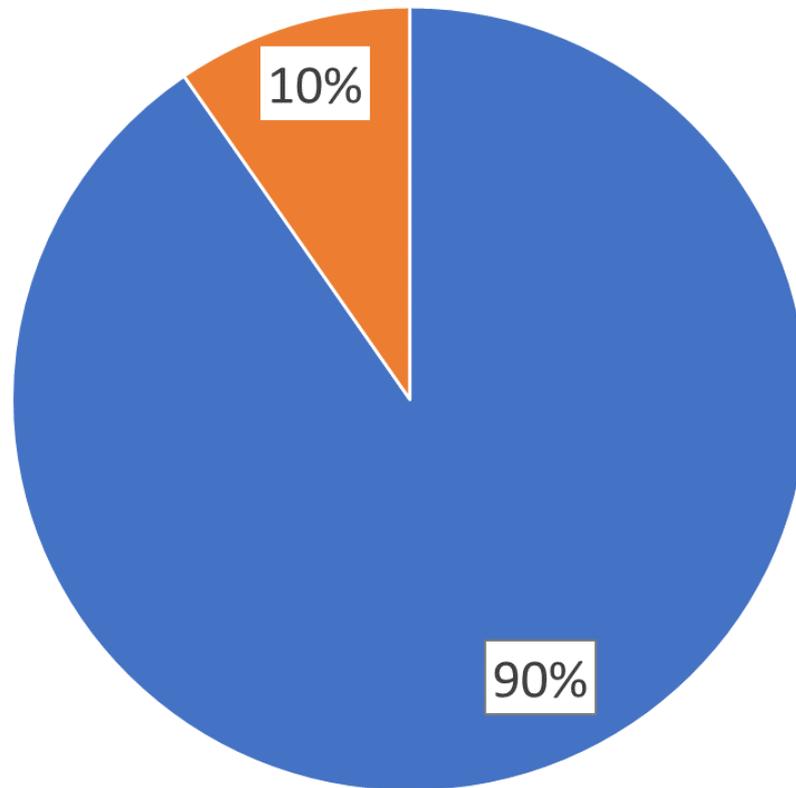


VISSMAN VITOLIGNO150-S

FORSTNER  
熱交換器内蔵 貯湯タンク



小型バイオマスボイラー（薪ボイラー）を  
使用してみたいと思いますか？

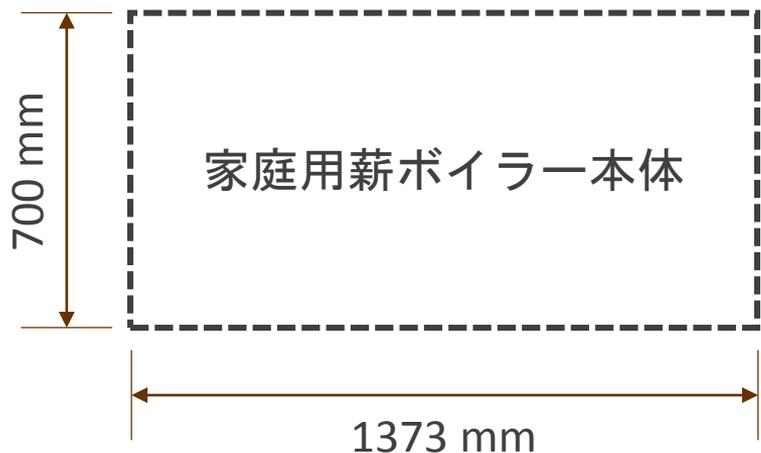


大多数が使用して  
みたいと回答

- 使用してみたい
- 使用したくない

(株)森の仲間たちアンケート調査結果  
回答者数：177人

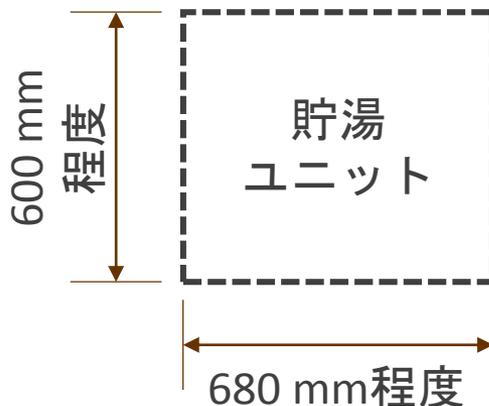
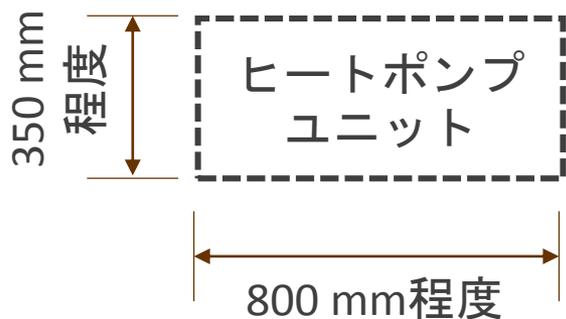
VISSMAN VITOLIGNO150-S



本体価格  
200万円  
+ 設置費用

設置面積 1.7m<sup>2</sup>

エコキュート



本体価格+  
設置費用  
90万円程度

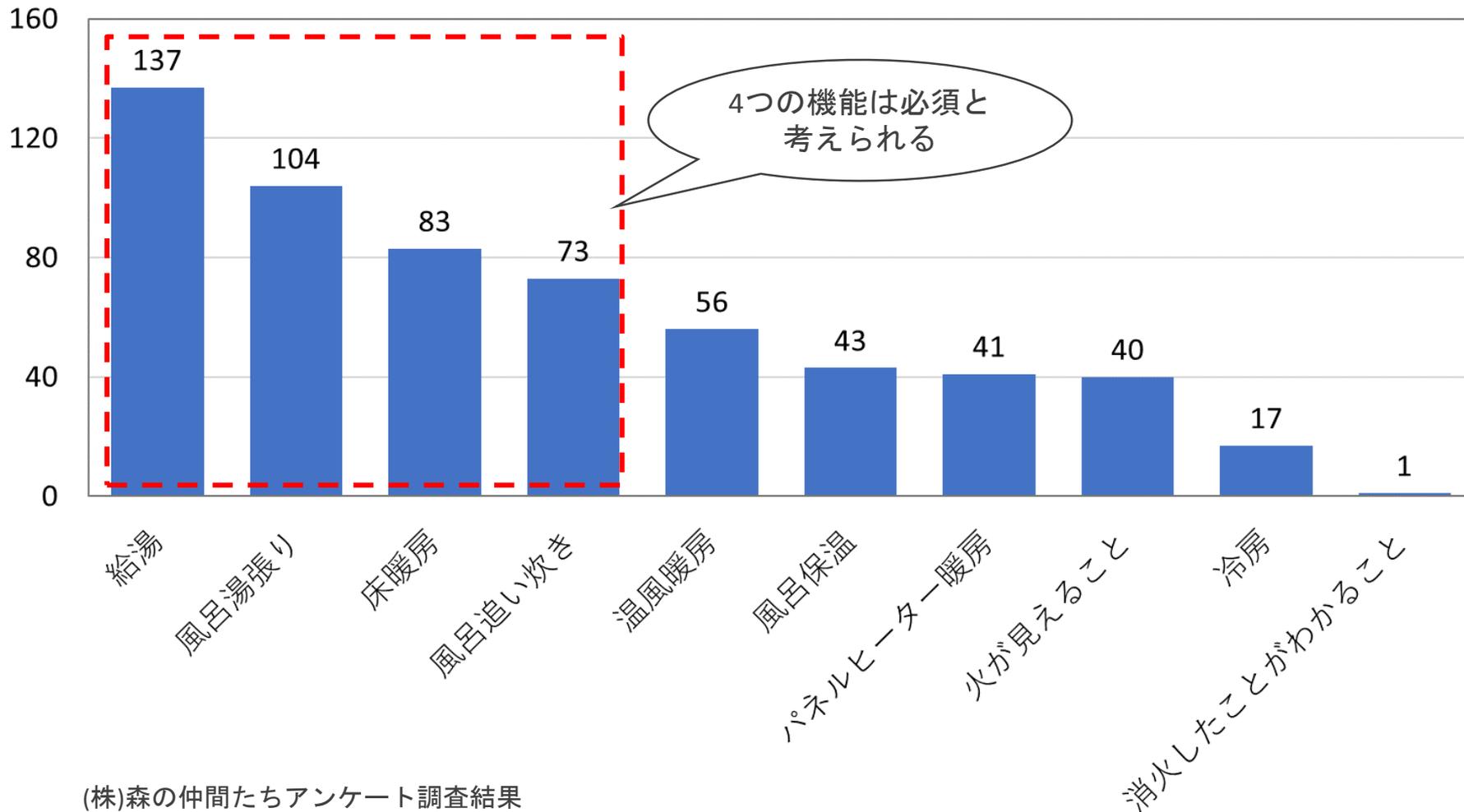
設置面積 0.7m<sup>2</sup>

# 小規模薪ボイラーに求められる機能

薪ボイラーに最低限欲しい機能は何ですか？

回答数

(複数回答可。当てはまるものをすべて選んでください。)

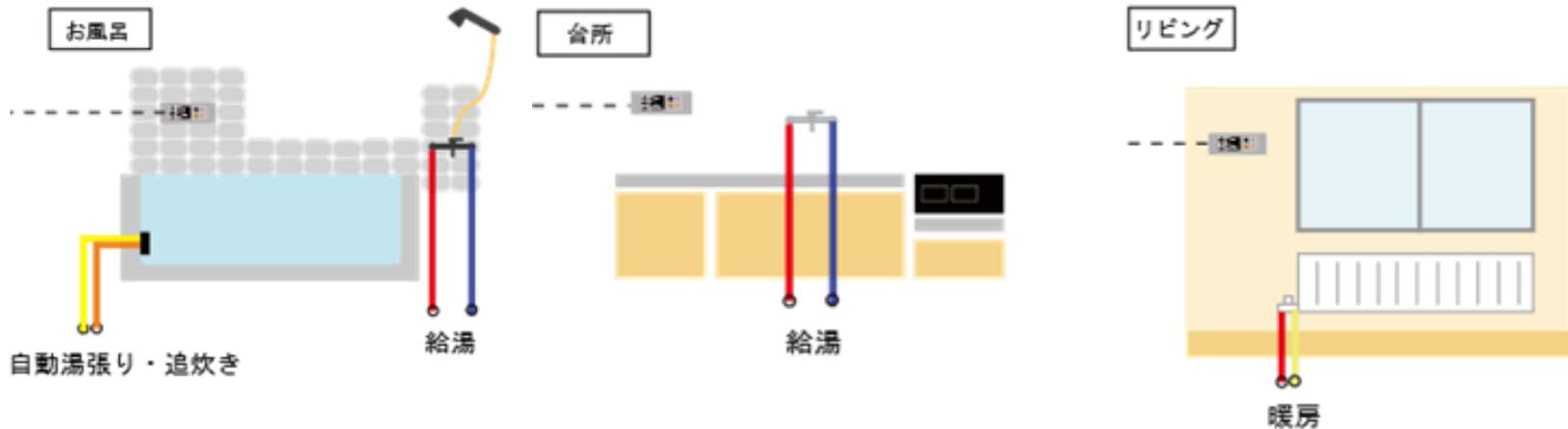


(株)森の仲間たちアンケート調査結果  
回答者数：160人（複数回答可）

# 必要な薪の量と貯湯タンク容量の想定

熱需要イメージ：1世帯4人家族

1日に必要な熱量 27410kcal



浴槽湯張り  $42^{\circ}\text{C} \times 200\text{L} \times 1\text{回} = 8400\text{kcal}$       追い炊き ( $38 \rightarrow 42^{\circ}\text{C}$ へ昇温)  $4^{\circ}\text{C} \times 200\text{L} \times 1\text{回} = 800\text{kcal}$       シャワー・給湯  $42^{\circ}\text{C} \times 70\text{L}/\text{人} \times 4\text{人} = 11760\text{kcal}$       暖房 15m<sup>2</sup>程度  $1\text{kW} \times 7.5\text{時間} \times 860\text{kcal}/\text{kWh} = 6450\text{kcal}$

→暖房時間を長くしたり、暖房面積を広くする場合は薪を追加で1回燃やす。

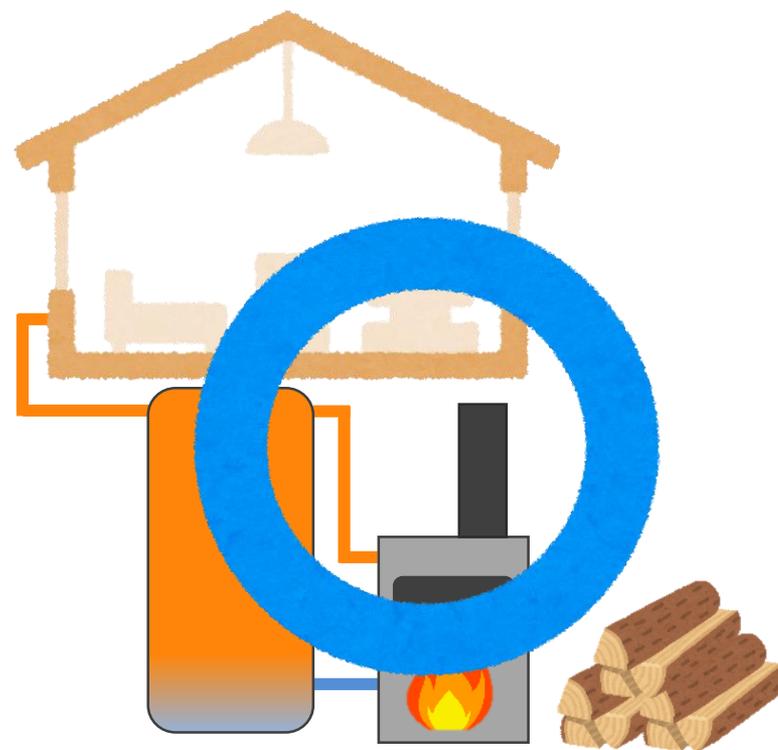
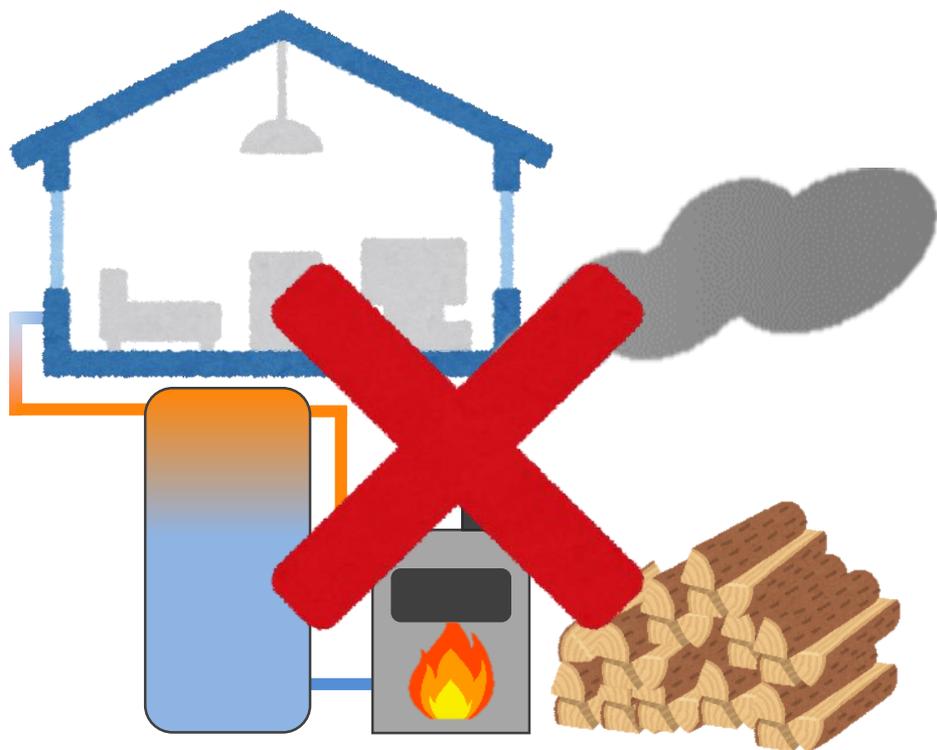
必要な薪の量：10kg程度 27520kcal

薪の発熱量 3440kcal/kg      ボイラー・システム効率全体で80%として

必要な貯湯タンク容量：600L程度

利用温度差46°C (88°Cから42°C)として

1回薪を満タン投入すれば、給湯需要を確実に賄え、余った熱は暖房にも使用可能



高燃焼効率・高ボイラー効率・高システム効率

煙・スス・一酸化炭素  
の発生を抑える

薪の使用量を適正化  
薪くべの回数を抑制

## 試作物のコンセプト

- ◆ 1回薪を満タン投入すれば、1世帯住居のお風呂の給湯が賄える
- ◆ 日本の家屋に無理のないスペースで設置できる、軒下等にも置くことのできる薄型設計
- ◆ 熱利用は給湯、暖房、追い炊きなどガスや電気給湯器と遜色ないシステム
- ◆ 安全性に配慮した設計
- ◆ 構造をできる限りシンプルにし製造コストを抑制
- ◆ メンテナンスの手間を抑制
- ◆ 高燃焼効率・高ボイラー効率・高システム効率

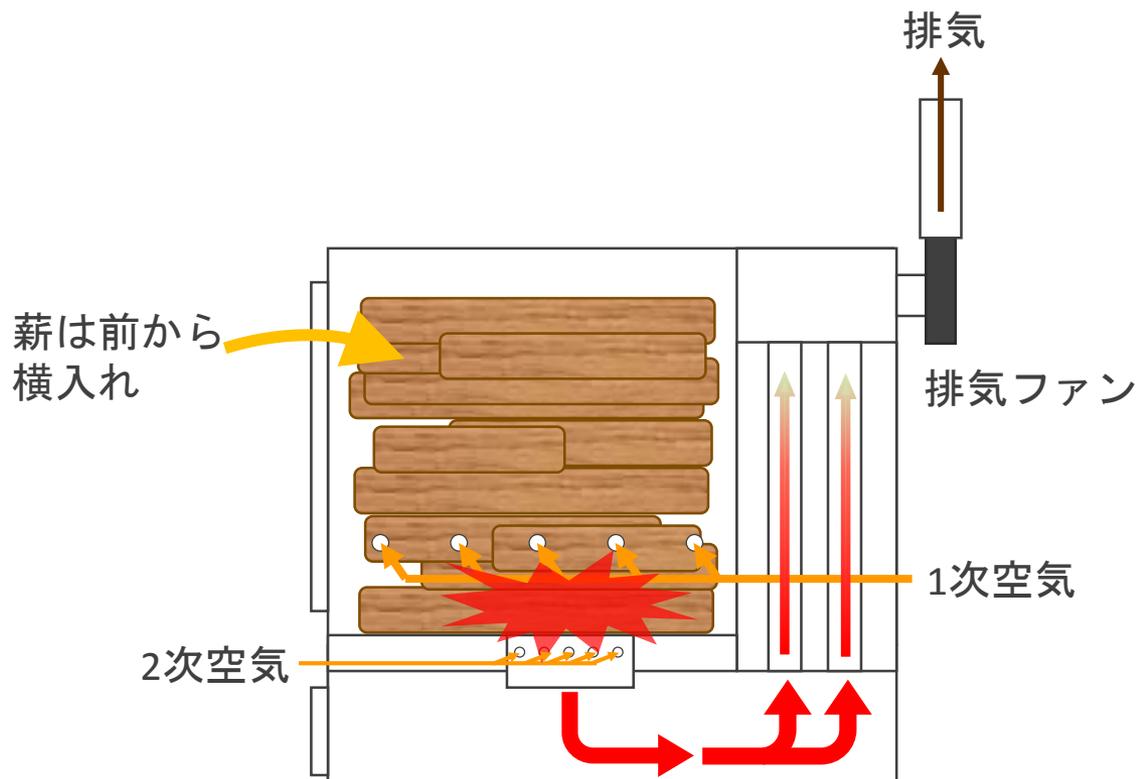
## 試作物の目標値

- ◆ ボイラー効率：80%以上（EN303-5：2012に準じて実施）
- ◆ 排ガスCO濃度：1000 ppm以下（安定燃焼時：排ガス温度や燃焼室温度で判定）
- ◆ 出力：平均10 kW程度を目安とする
- ◆ システム効率：85%以上（利用側の使用した熱量÷熱源側で発生した熱量）
- ◆ 価格：200万円以下（ボイラー・蓄熱タンク・煙突・配管）

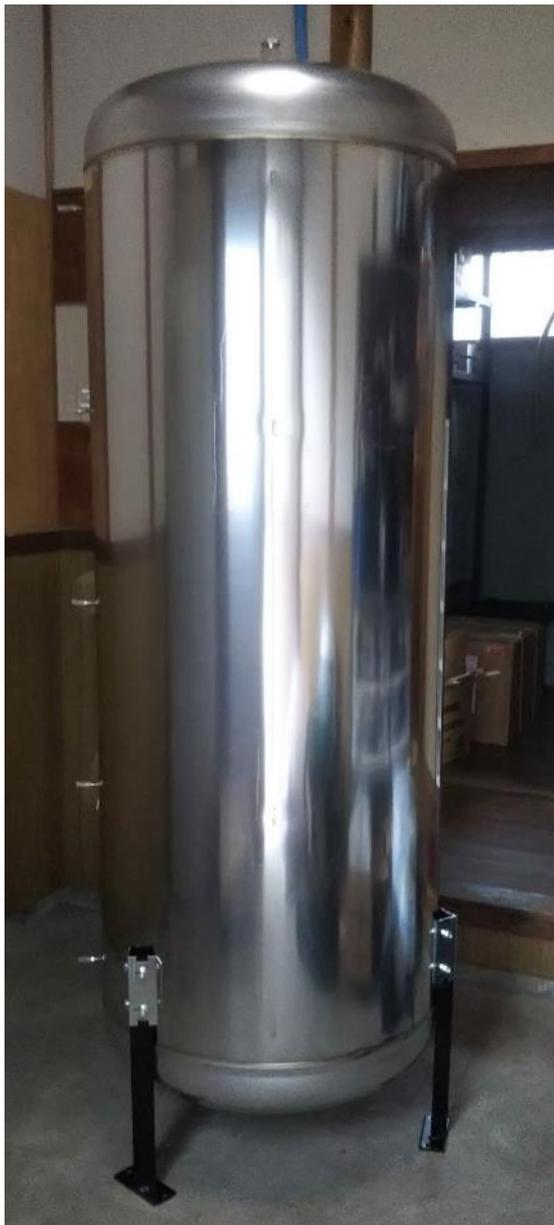
# 小規模薪ボイラー 試作品



試作機外観（断熱材取り付け前）



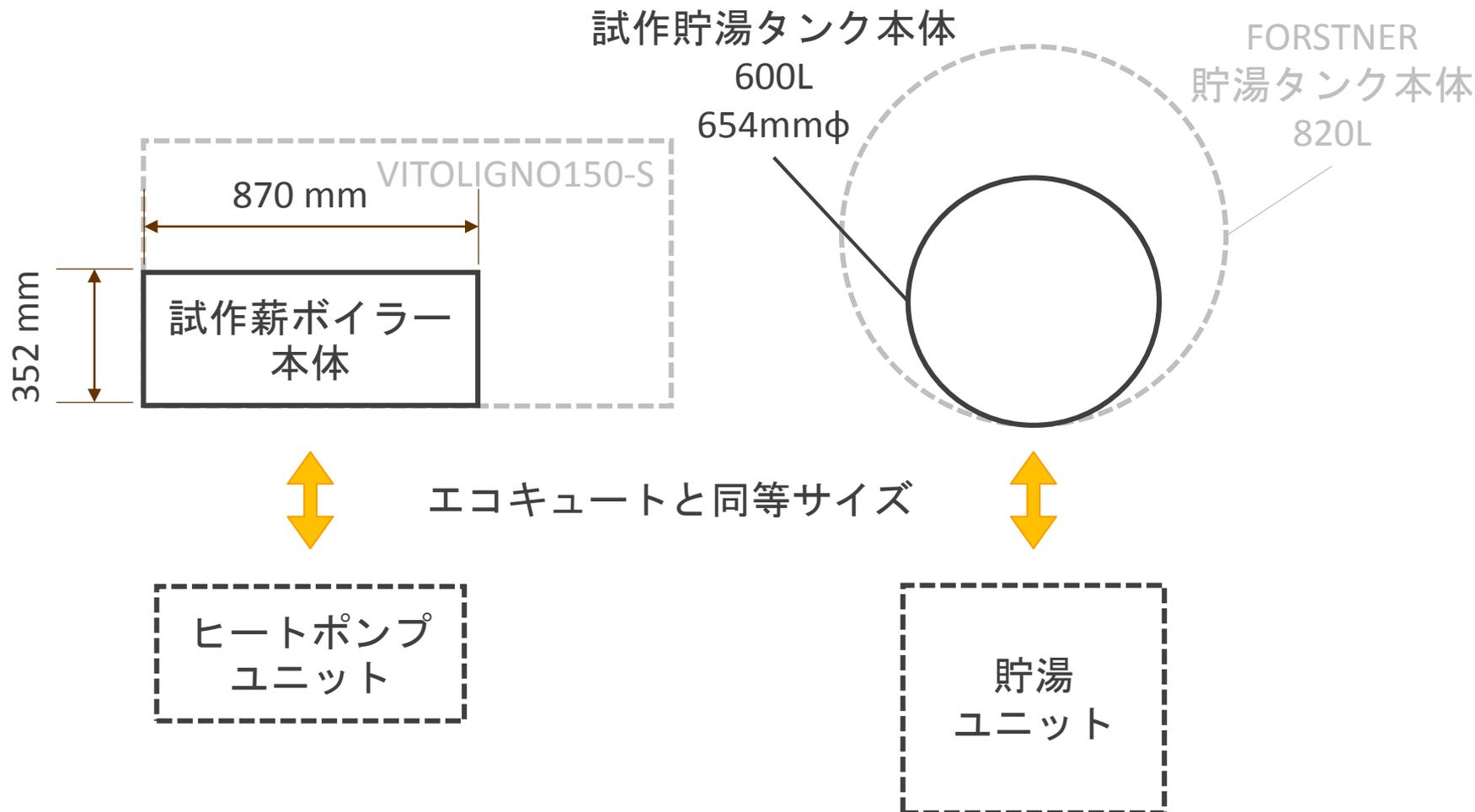
試作機断面イメージ図（側面から）



給湯・追い炊き・暖房ができる  
熱交換器を内蔵した600L貯湯タンク

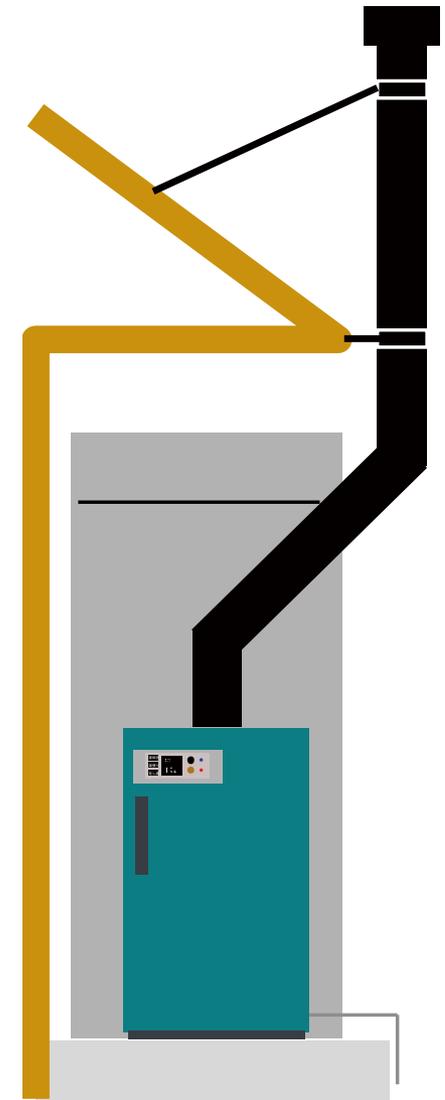
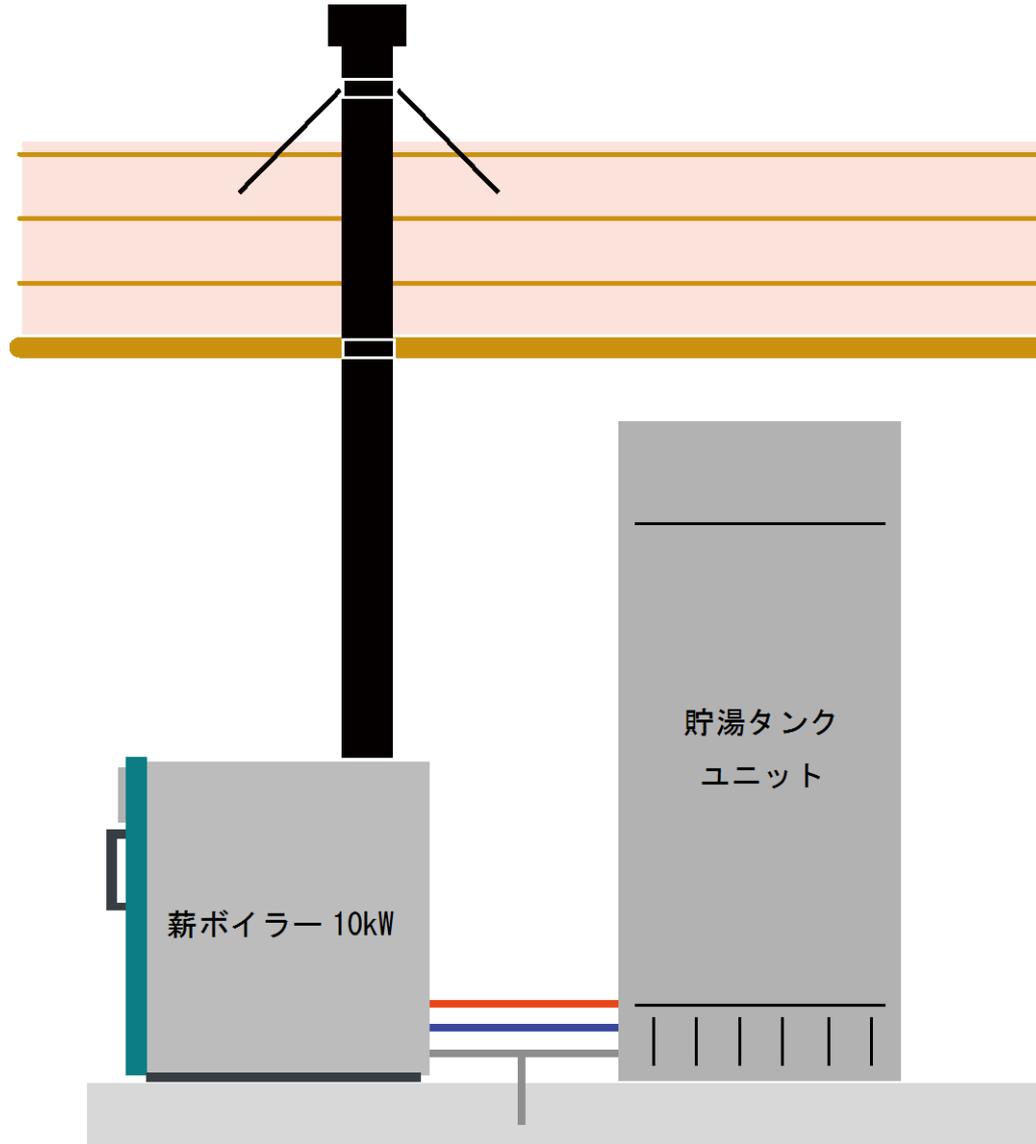
汎用品を作るステンレスタンクメーカーに  
依頼することで製造コストを抑制

# 試作物の大きさ比較



軒下設置が可能なサイズを実現

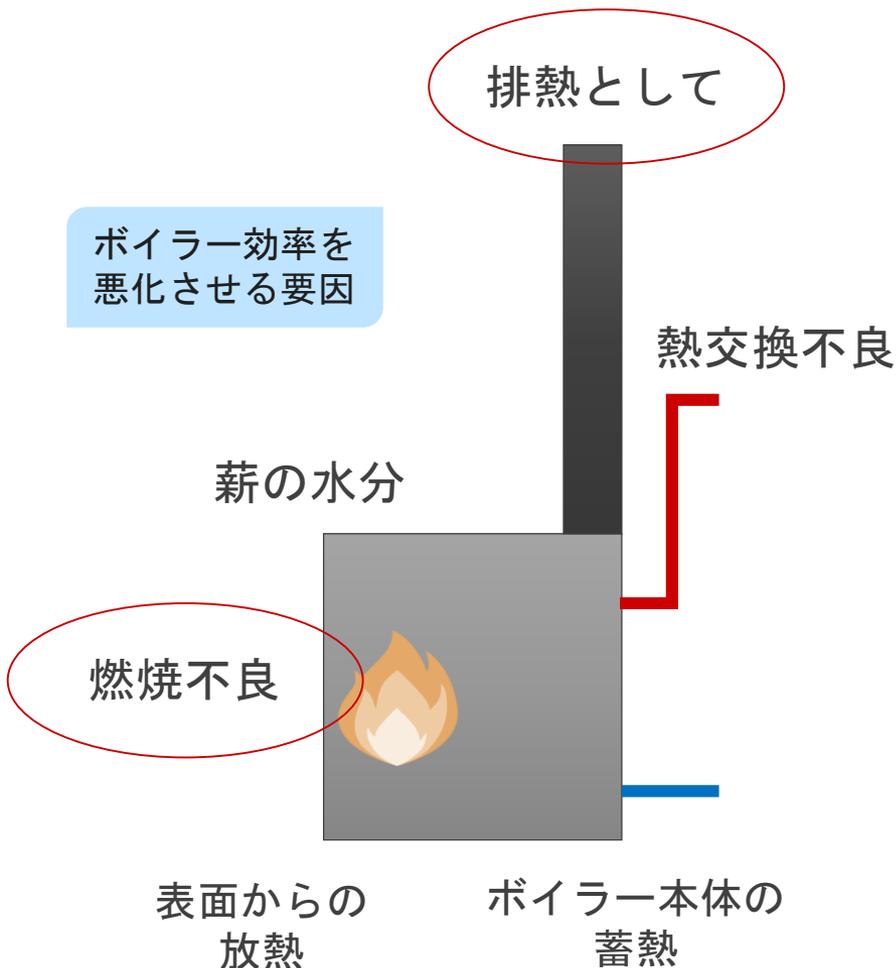
# 小規模薪ボイラーの設置イメージ



# 初期型 燃焼結果

		結果	目標達成	目標値
ボイラー効率 (%)		65.9	×	80以上
CO濃度 (ppm)	平均3096	最小値 904 最大値 6946	×	1000以下
平均出力 (kW)		8.6	○	10程度

ボイラー効率も低く、燃焼中終始CO濃度が高めで推移。目標値からは大きな差がある状況。途中失火はないものの燃焼自体が安定しない。



## 排熱損失の抑制⇒排熱を極力させない

吸気量を絞る

ダンパー形状の改良

## 燃焼不良の改善⇒完全燃焼させる

1次燃焼室の構造

ブリッジを起こさせない  
1次空気の取り入れ方法・位置

バーナー口形状

バーナー口が閉塞しない構造  
燃焼ガスと吸気の混合促進  
火炎の吹き出し速度向上  
2次空気の取り入れ方法・位置

2次燃焼室の構造

炎を旋回させる  
蓄熱性の向上

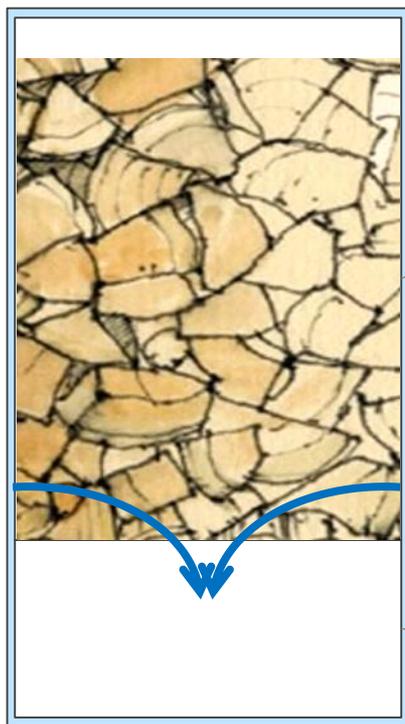
吸気ダンパーの制御方法の検証

排気ファンの性能検証

# 1次燃焼の改良に向けて

## 初期型

冷たい1次空気が直接燃焼室内へ  
導入される構造



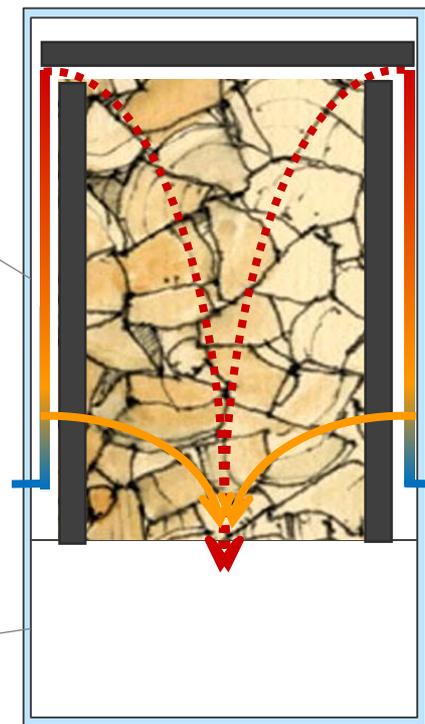
燃焼温度を低下させてしまう  
薪が直接水壁に触れて冷却され  
ブリッジを誘発

## 改良型

内壁を設置し隙間を1次空気が通過。  
加温された1次空気が供給される構造

1次燃焼室

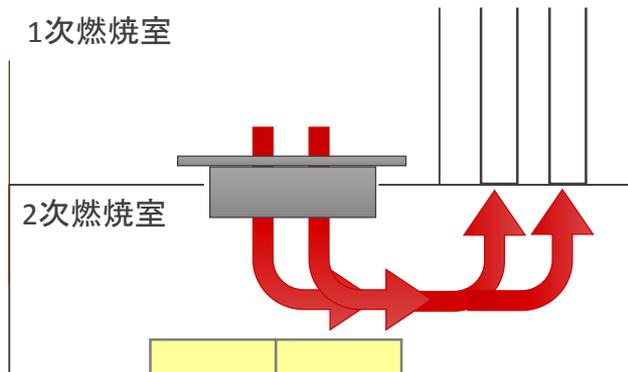
2次燃焼室



ブリッジを起こしにくく  
安定した燃焼へと改良できた

# 2次燃焼の改良に向けて

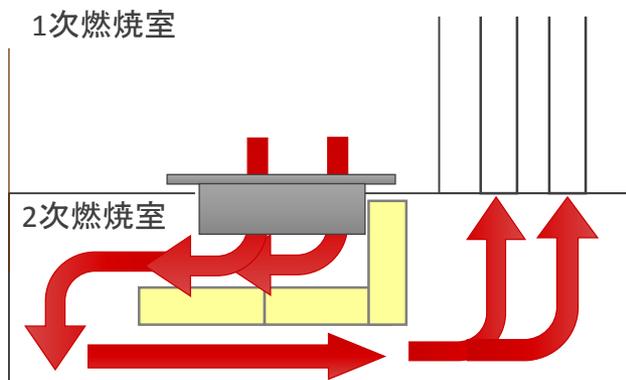
## 初期型



バーナー口から吹出した燃焼ガスがすぐに煙管へ引き込まれ滞留時間が短く、燃焼室内の蓄熱も不十分で2次燃焼が困難

## 改良型

### メンテナンス性も考慮した2次燃焼を促進する構造へと改良



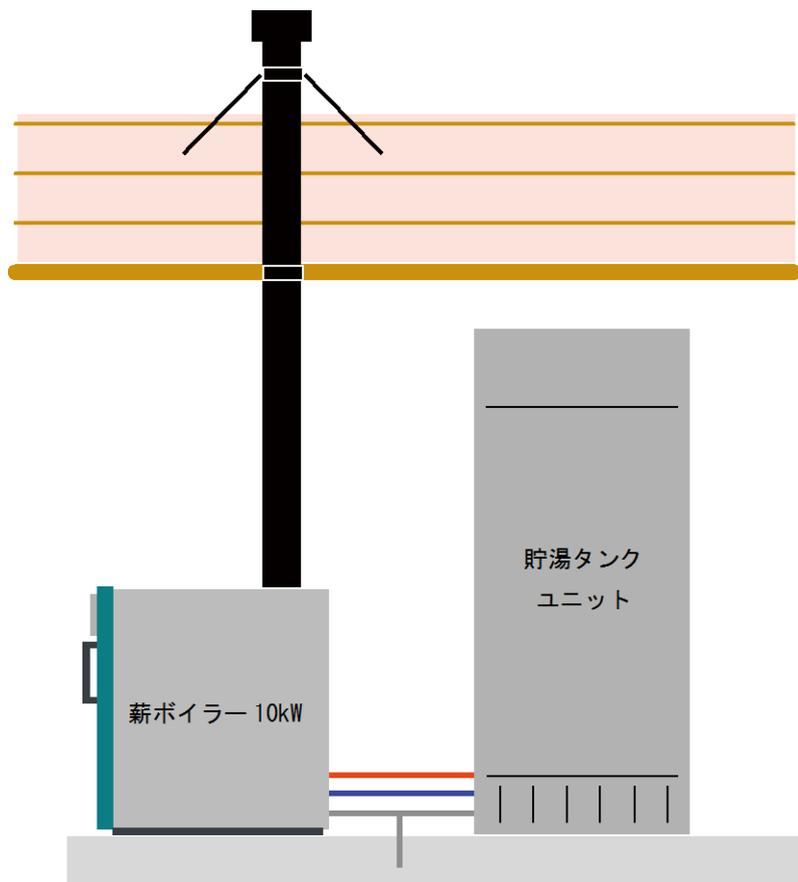
気流を折り返して滞留時間を確保 耐火レンガによって蓄熱性が上がり、燃焼室全体の温度が高温で安定  
ファンの見直し、バーナー口の改良、バッフルプレートを設置等で、吹き出した炎が旋回するようになった  
取り外し可能なバッフルプレートの採用により、日常のメンテナンス性も向上

		結果	目標達成	目標値
ボイラー効率 (%)		83.5	○	80以上
CO濃度 (ppm)	平均1396	最小値 229 最大値 5563	△	1000以下
平均出力 (kW)		8.7	○	10程度

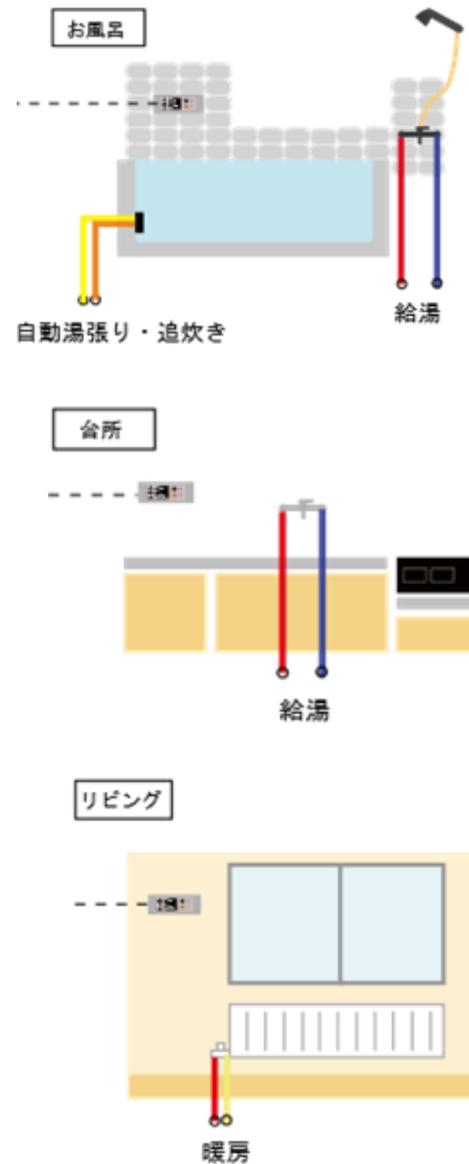
安定燃焼期間の  
82%は1000ppm以下

ボイラー効率の目標を達成  
CO濃度について初期型と比べ大幅に改善することができた

# システム効率の検証と実証試験



現在検証中



## 小規模薪ボイラー・蓄熱タンクの導入価格見込み（本体価格＋設置費用） **150万円程度**

年間の熱需要  $27410\text{kcal/日} \times 365\text{日} \times 1/1000 \div 10000\text{Mcal/年}$

薪を購入する	薪	灯油	LPガス
必要量	3650kg	1478L	520m <sup>3</sup>
年間燃料費	73,000円	133,020円	260,000円
想定導入費用	150万円	30万円	20万円
償却期間	—	20年	7年

薪を自給する	薪	灯油	LPガス
必要量	3650kg	1478L	520m <sup>3</sup>
年間燃料費	0円	133,020円	260,000円
想定導入費用	150万円	30万円	20万円
償却期間	—	9年	5年

薪：低位発熱量3440kcal/kg 10kg/日×365日 20円/kg（地域の薪事業者から購入）

灯油：低位発熱量8352kcal/L 灯油利用機器効率90% システム効率90% 90円/L

LPガス換算：低位発熱量23760kcal/m<sup>3</sup> LPガス利用機器効率90% システム効率90% 500円/m<sup>3</sup>

山間地域で熱の燃料代を年間10万円以上使用する家庭であれば償却が可能な価格帯

小規模薪ボイラーシステムのサイズ	○	日本の家屋に無理のないスペースで設置できる軒下等にも置くことのできる薄型設計を達成
導入価格	○	ボイラー・蓄熱タンク・煙突・配管全て含めて150万円程度の見込み
高燃焼効率	△	8割程度達成
高ボイラー効率	○	83.5%
高システム効率	検証中	

自分たちで設計・製造することで、様々なノウハウを得ることができた。  
CO濃度抑制のための改良を重ね、より良いシステムを供給できるよう取り組む

## 薪ボイラーのさらなる高効率化と排ガスの清浄化

今回80%以上の効率が実現できたため、さらなる薪ボイラーの高効率化や排ガスの清浄化を目指す。

## 製品化へ向けた取り組み

必要機能の絞り込み、製品の使い勝手の向上、プロダクトデザインなど、ボイラー本体の製品化へ向けた取り組みを行う。

## 高い利便性とコストダウンができる貯湯タンクシステムの開発

広く普及を目指すためには、家庭で便利に熱を利用できる利用側のシステム開発が重要。

熱需要（給湯、自動湯張り、追炊き、暖房）をコントロールできるリモコンやソフトを開発し、他燃料と同等の利便性と快適性を実現し、合わせて、化石燃料や他の自然エネルギーとの併用が可能なシステム構築が必要。

エコキュートなどで使用される汎用部品の使用を前提とする等、さらなる低価格化を目指す。