

2017/11/21
国際フォーラム2017

木質ペレットガス化熱電併給 プラントの導入と運転

三洋貿易(株) 執行役員

機械・環境事業部 中川 秀樹

木質バイオマス燃料の種類



薪
薪割り



チップ
破碎



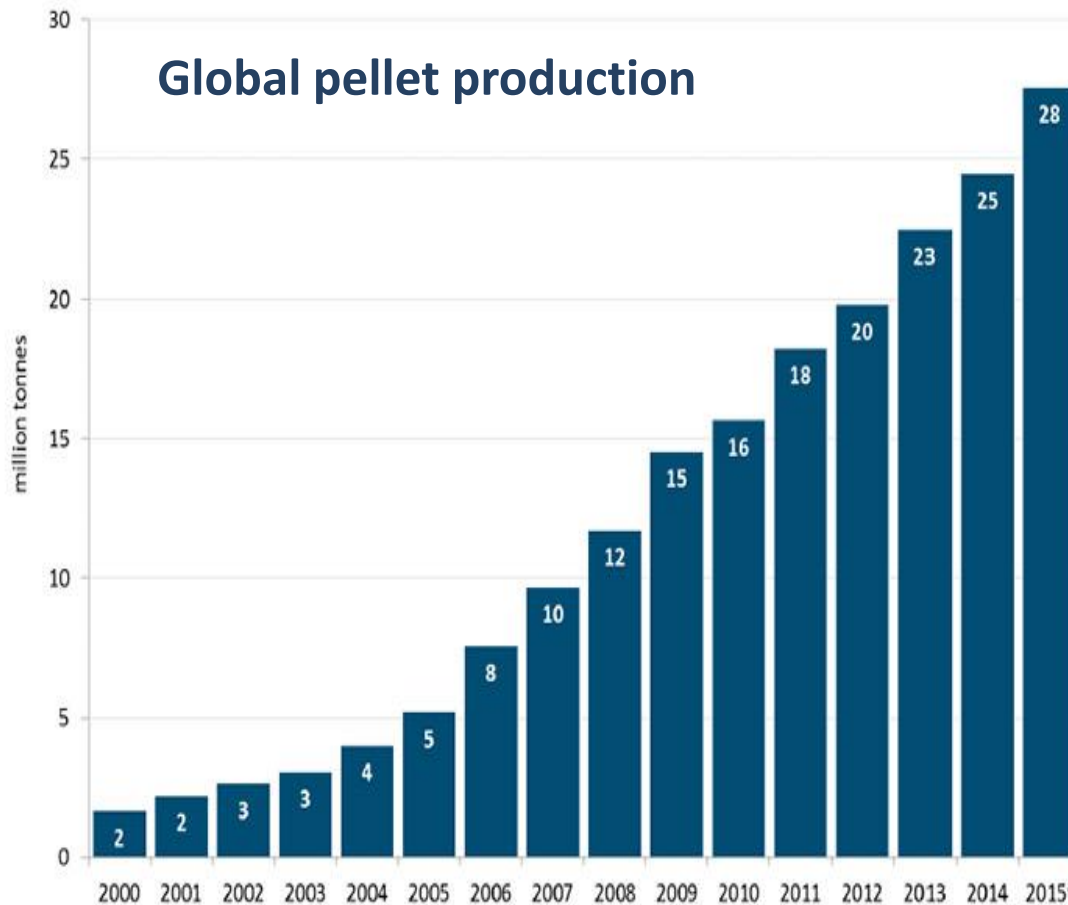
ブリケット
粉碎後成型



ペレット
粉碎後成型



世界の木質ペレット生産量 2000-2015



Source: REN21, FAO and Hawkins Wright

木質ペレットの特長

石炭代替可能な固体燃料

カーボンニュートラルな燃料としての
地球温暖化抑制効果

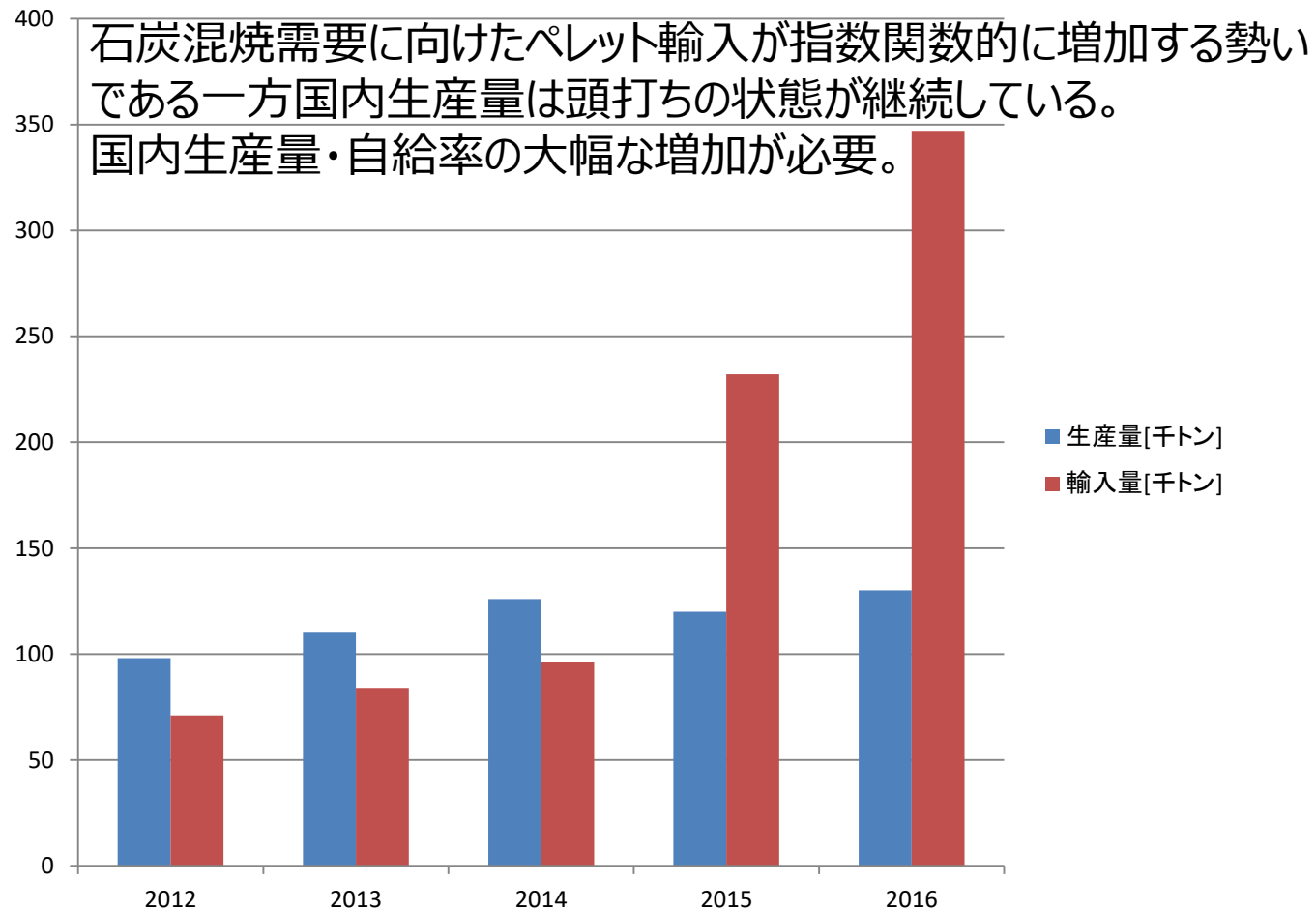
均一であるため、高効率な燃焼
コントロールが可能。

流動性があるため、マテリアル・ハ
ンドリングと流量コントロールが容
易。

嵩比重が高く、容積当たりの熱
量が高いため、保存や輸送費が
低減される。



日本の木質ペレット生産量と輸入量 2012-2016



出所) 林野庁業務統計・財務省輸入貿易統計



CPM社 ペレットミル

リングダイ方式ペレットミル 0.5-5.0t/h（木質）
省エネルギーギヤ駆動方式・長寿命ローラー・高稼働率
三洋貿易による国内及び韓国での実績 約1,000台
（内訳：飼料用 90%, RDF 5%, 木質 5%）

CPM:California Pellet Mill



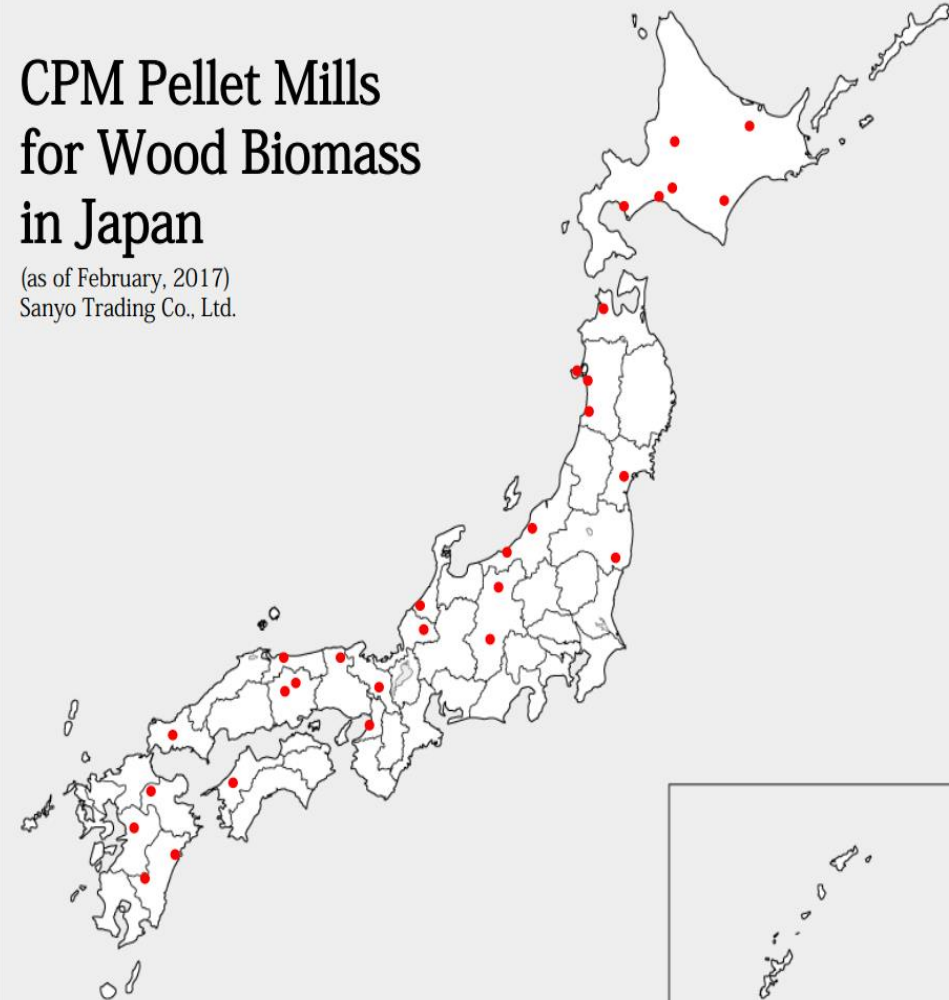
欧州における木質バイオマスペレットミルの実績は600台以上

国内における木質バイオマスペレットミルの実績は40台以上



CPM Pellet Mills for Wood Biomass in Japan

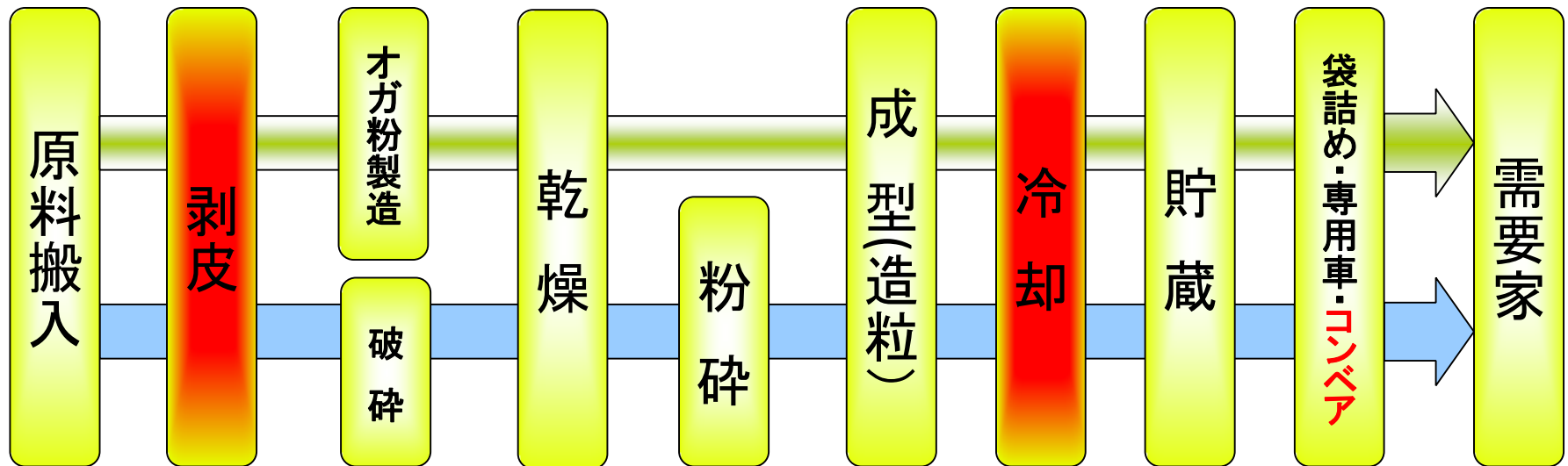
(as of February, 2017)
Sanyo Trading Co., Ltd.



Copyright(C) T-worldatlas All Rights Reserved.

原木を原料とした場合のペレット製造工程

ペレットは下記の工程を経て製造されるが、オガ粉製造－乾燥による方法と破砕－乾燥－粉碎を用いる方法がある。冷却を省いてしまうと吸湿によりペレットの品質が悪くなる。



原料 間伐材等未利用材



乾燥機



成型機



木質ペレット

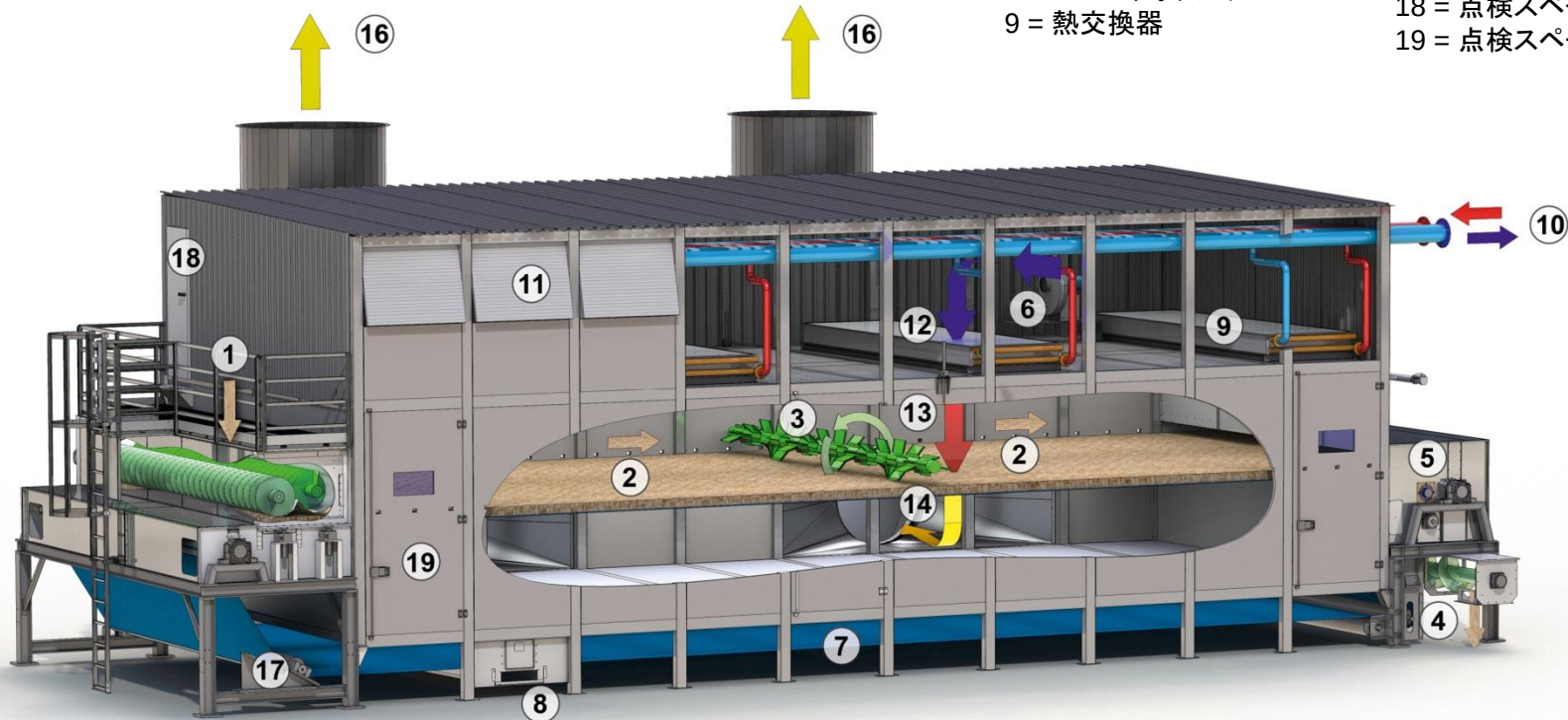
乾燥

stela 社 ベルト ドライヤー

- 低温乾燥 (60-95 °Cの温水を温風に熱交換)
- ベルト上にあるチップやオガ粉を温風で乾燥
- 熱源はボイラー・CHPからの温水が使用可能
- 出口での水分をモニターしながら、ベルト送り速度を変化

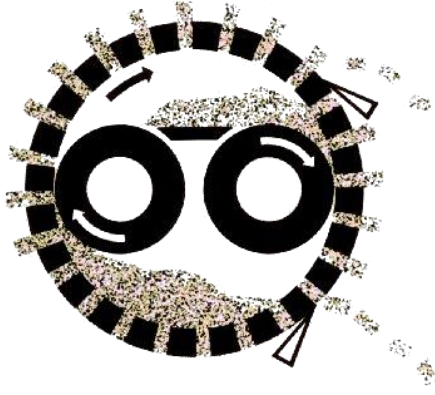
- 1 = 原料投入
- 2 = 原料層
- 3 = 回転装置(原料層厚一定化)
- 4 = 排出スクリーン
- 5 = ベルト洗浄システム (dry)
- 6 = ベルト洗浄システム用ファン
- 7 = ベルト
- 8 = ベルトウォッシャー
- 9 = 熱交換器

- 10 = 熱源
- 11 = 外気取り入れ口
- 12 = 外気
- 13 = 温風
- 14 = 排気
- 15 = 排気用ファン
- 16 = 排気口
- 17 = ベルト蛇行調整
- 18 = 点検スペース(熱交換器)
- 19 = 点検スペース



成型（造粒）

CPM社 リングダイ方式ペレットミル

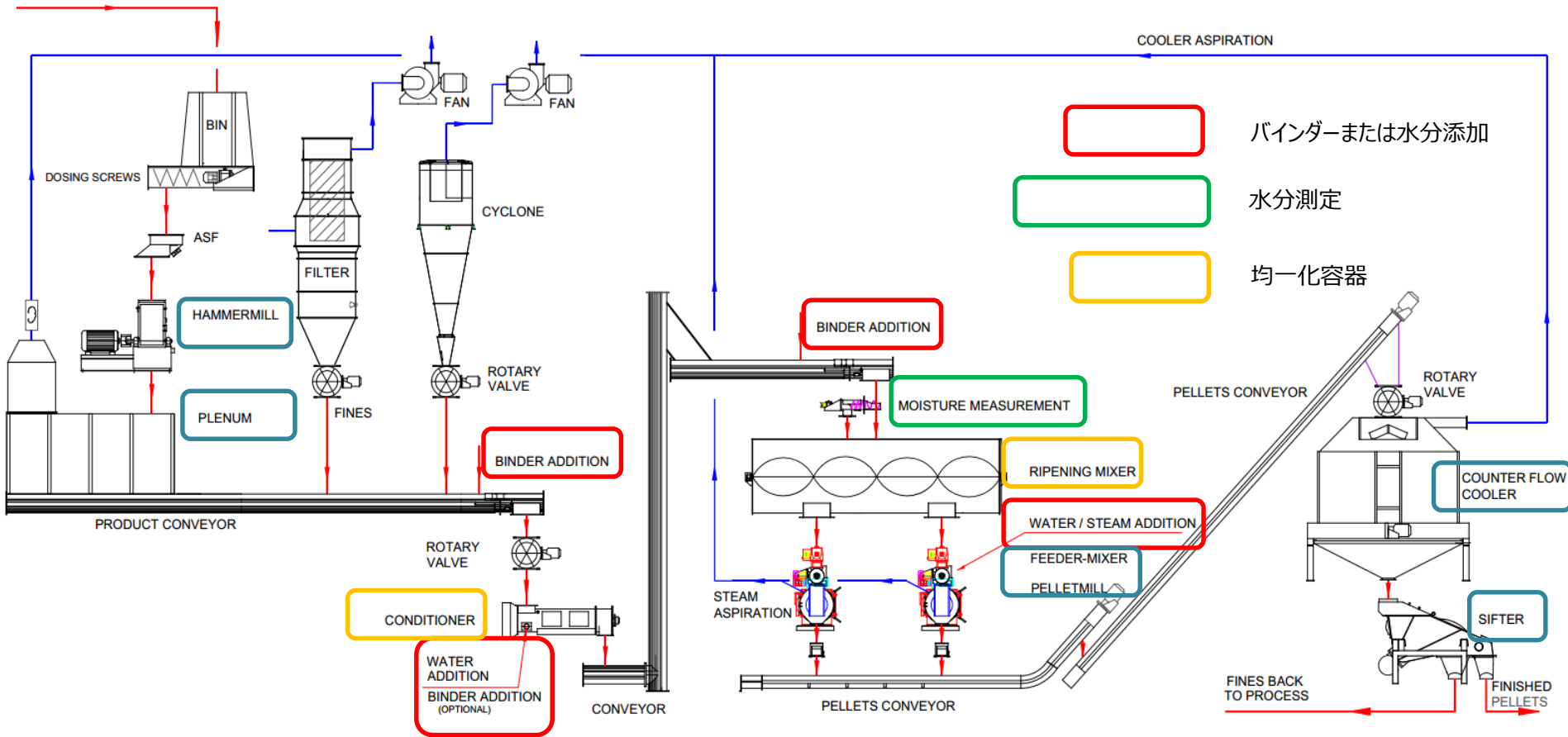


複数の樹種の混合をすることで、 木質ペレット品質改良が可能



水分調整・バインダー添加・均一化の実施

バインダーは機械的耐久性の向上のため





ブルクハルト社

木質ペレットガス化熱電併給装置

納入台数 160台以上 (2017年3月現在)
 総運転時間 400万時間以上
 平均稼働率 90%以上

ガス化	V3.90	V3.90	V4.50
熱電併給	ECO180HG	ECO165HG	Smartblock50
発電効率	30%	30%	25%
熱利用効率	45%	45%	55%

発電量	180kW-el	165kW-el	49kW-el
熱出力	270kW (70+200)	260kW (70+190)	110kW (25+85)
燃料消費量	ペレット 825t/年 軽油 22.5m3/年	ペレット 825t/年	ペレット 300t/年
ガス化ユニット	V3.90 		ガス化ユニット: V4.50 CHP: Smartblock50 
CHP	ECO180HG 	ECO165HG 	
備考	旧型 (引続き提供可能) 補助燃料必要 上野村にて2015年4月より稼働	標準機 補助燃料不要 飛騨高山しぶきの湯にて 2017年4月より稼働	小型機 低圧連系可能 コンテナ収納型もあります

燃料は木質ペレット

ENplus A1 (ISO 17225-2)

木質ペレットの品質がガス組成・発電量・稼働率・制御の安定度に大きく影響を与える

灰分・水分率・低位発熱量・かさ密度・機械的耐久性などが特に重要

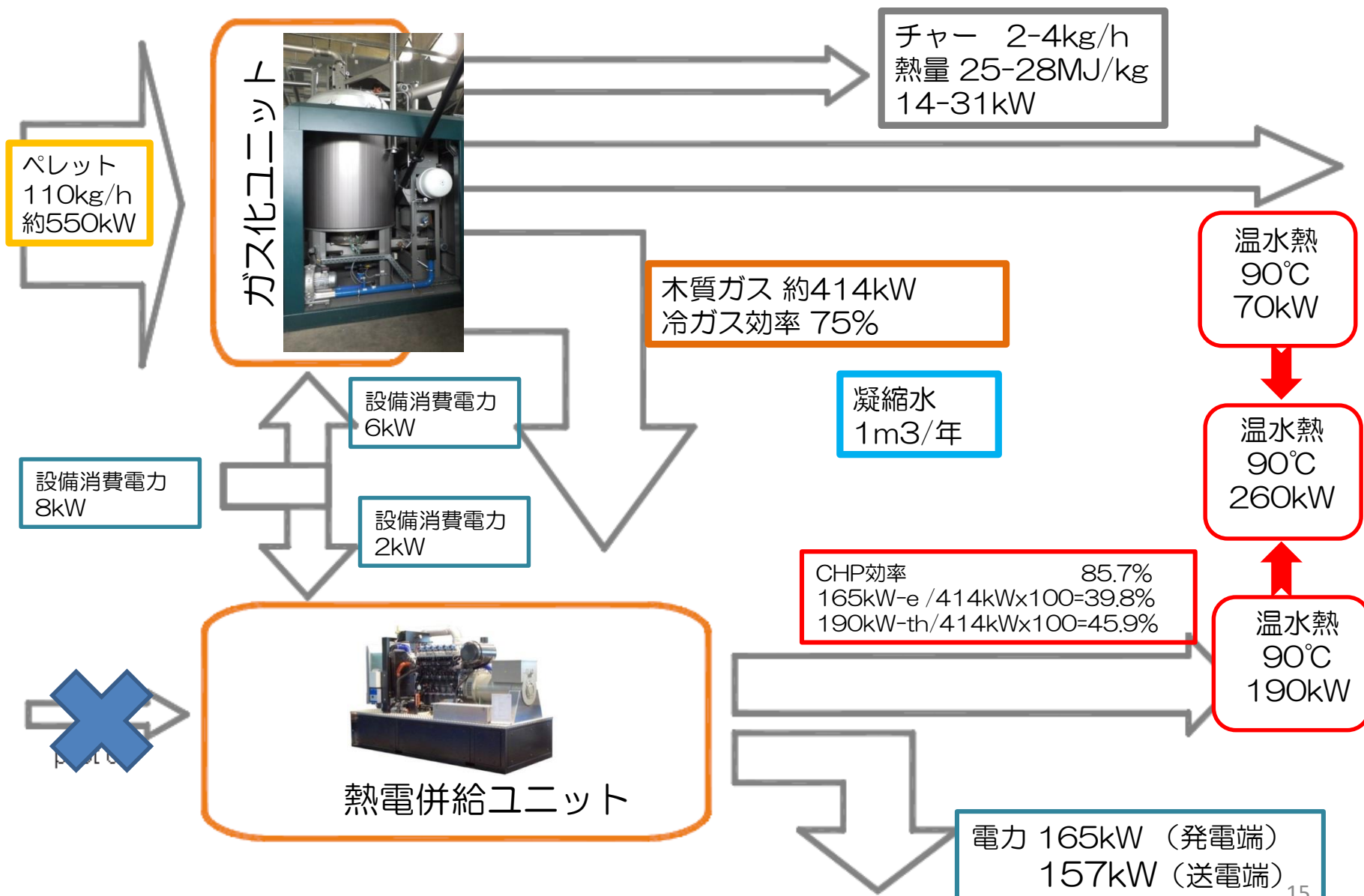
針葉樹のほうが広葉樹よりも望ましい

ペレットの長さに関するブルクハルト推奨値：

> 15 mm	65%以上
8-15 mm	30%以下
4-8 mm	4%以下

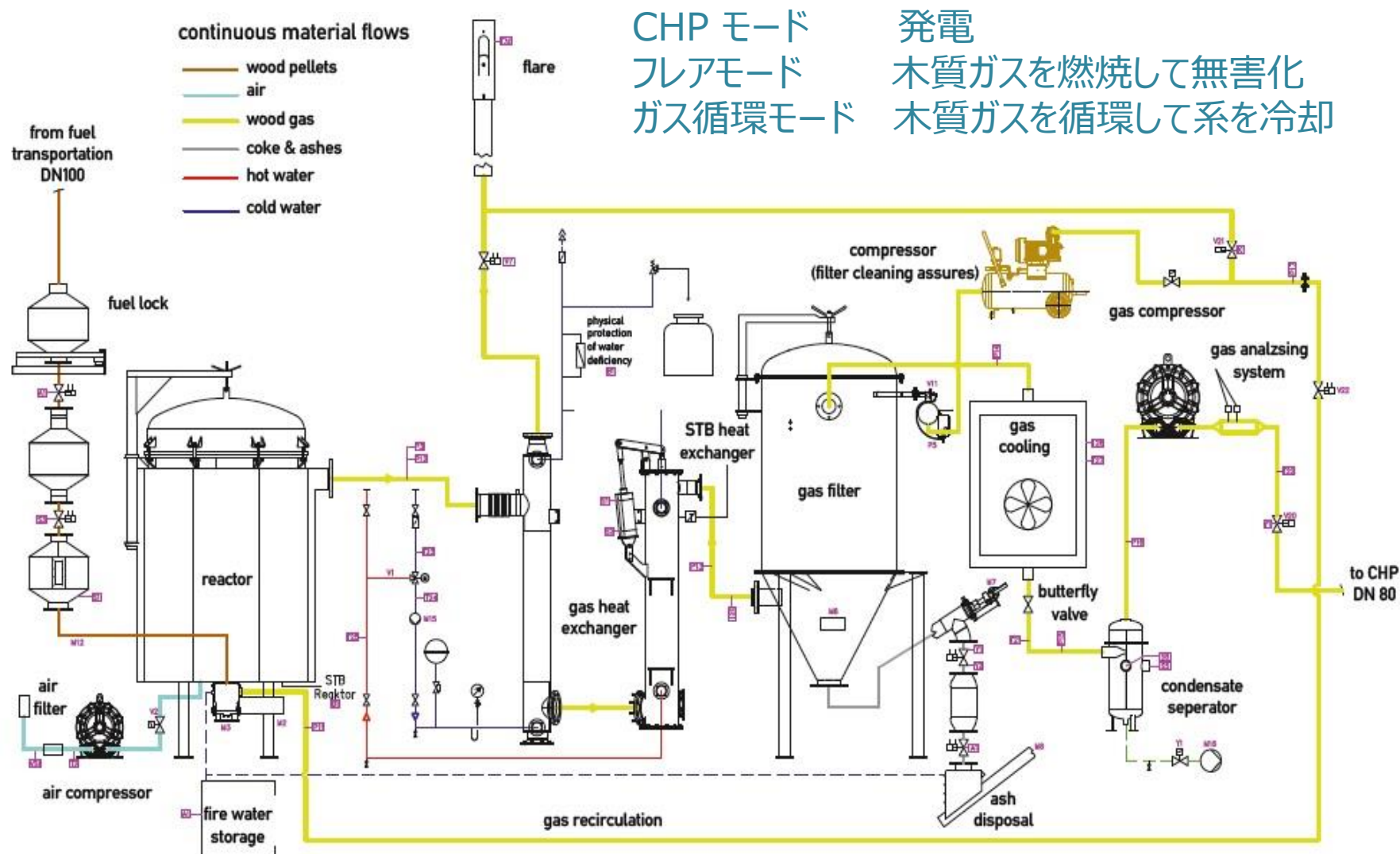
ENplus A1 (ISO 17225-2) 規格仕様 (一部ブルクハルト社の推奨値を記載)		
直径	mm	6 or 8 (±1)
長さ	mm	$3.15 \leq L \leq 40$
かさ密度	kg/m ³	(規格値) (推奨値) 600 - 750 640 - 680
低位発熱量	kWh/kg	(規格値) (推奨値) ≥ 4.6 ≥ 4.9
水分率	wt-%	(規格値) (推奨値) ≤ 10 6 - 8
微粉率	wt-%	≤ 1
機械的耐久性	wt-%	(規格値) (推奨値) ≥ 98.0 ≥ 99.0
灰分 (550°C)	wt-% dry	(規格値) (推奨値) ≤ 0.7 ≤ 0.4
熔融温度	°C	$\geq 1,200$
窒素	wt-%	(規格値) (推奨値) ≤ 0.3 ≤ 0.06
硫黄	wt-%	≤ 0.03
塩素	wt-%	≤ 0.02
ヒ素	mg/kg	≤ 1.0
カドミウム	mg/kg	≤ 0.5
クロム	mg/kg	≤ 10
銅	mg/kg	≤ 10
鉛	mg/kg	≤ 10
水銀	mg/kg	≤ 0.1
ニッケル	mg/kg	≤ 10
亜鉛	mg/kg	≤ 100

ガス化ユニット:V3.90+熱電併給ユニット:ECO165HG



Burkhardt V 3.90

ガス化ユニットプロセス図



Burkhardt V 3.90

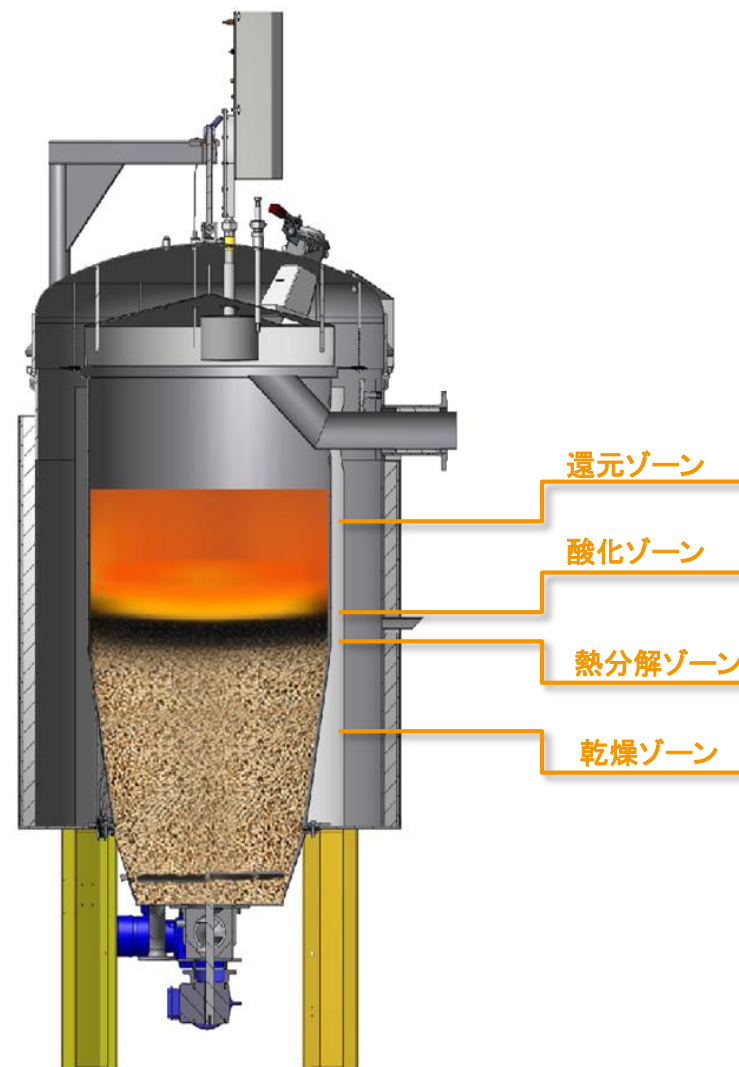
ガス化プロセス

- 還元ゾーン 850-1100°C
 燃焼したガス成分の還元反応が行われる

$$\text{C} + \text{CO}_2 \Rightarrow 2\text{CO}$$

$$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}$$

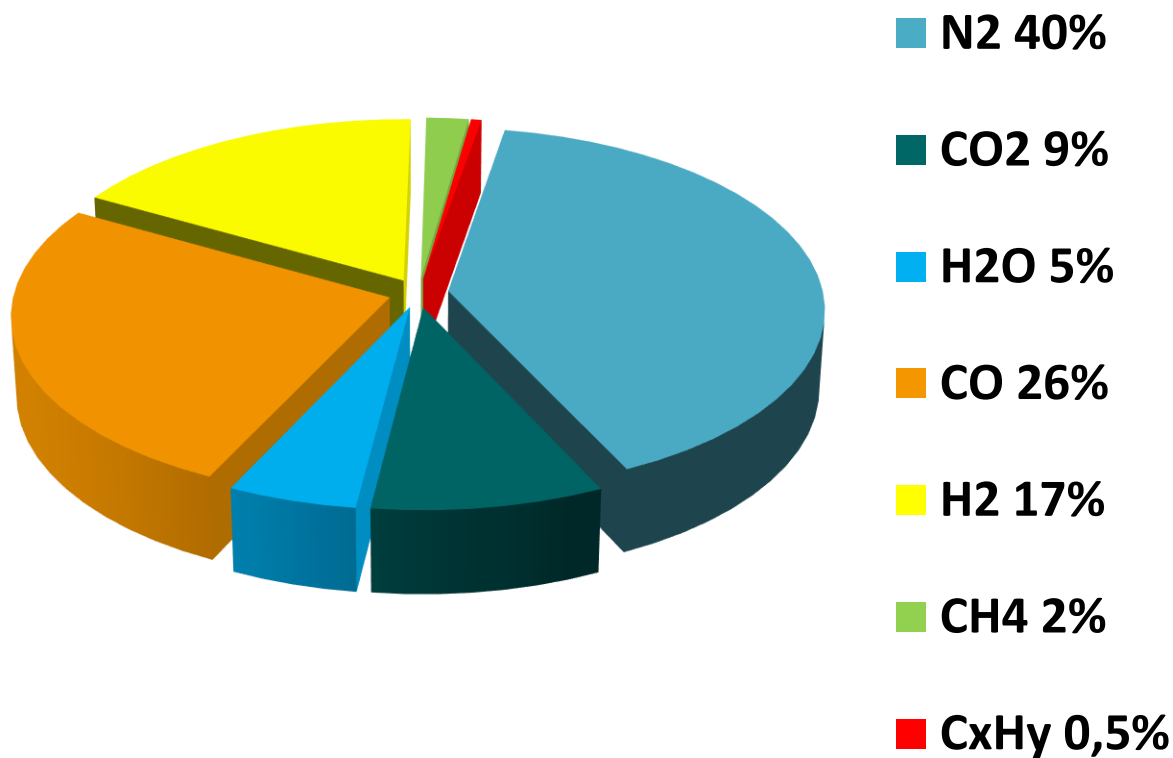
$$\text{CO} \Rightarrow \text{燃焼性ガス}(\text{CH}_4 \dots \text{etc.})$$
- 酸化ゾーン 700-1200°C
 ガス生成のための化学反応を維持するための熱源としての部分燃焼が行われる
- 熱分解ゾーン 350-650°C
 熱分解: 燃料は気体・液体・固体に分解される (CO , H_2 , H_2O , CO_2)
- 乾燥ゾーン 25-275°C
 燃料に含まれる水分が蒸発する



“Updraught direct current gasification with stationary fluidised bed”
 上向併行流定常的流動床

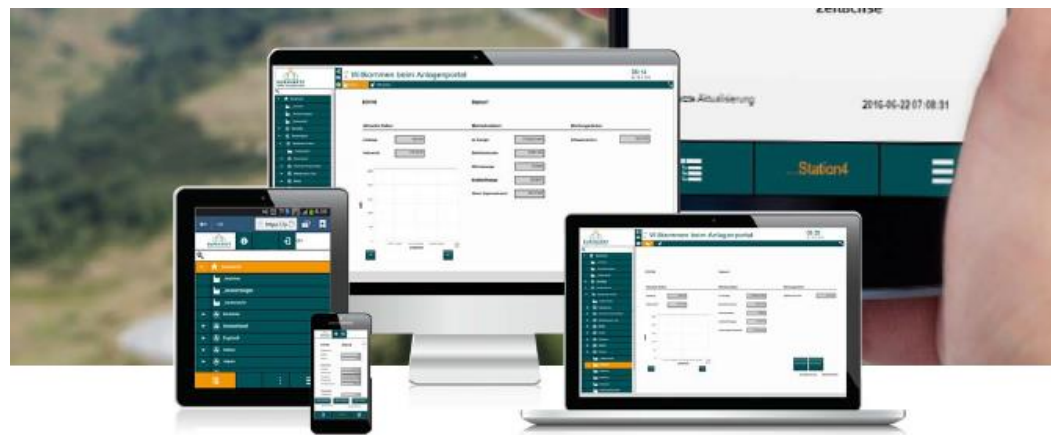
Burkhardt V 3.90

生成ガス



機器の操作と監視

1. 全操作はガス化システムと発電システムに分けて設置されたタッチパネルにて可能
2. アラーム情報の複数メールアドレスへの転送機能あり
3. 遠隔操作による運転及び設定変更も可能(**Google Chrome**)
4. 無人での自動運転可能



SYSTEM REQUIREMENTS: Connection system or computer: min. DSL2000 | Connection mobile: min. UMTS [3G] |
Operating system: Windows®7, iOS®8, Android® 5.0 | Browser: Google Chrome™ | Suitable software and hardware version, system

主な常時監視内容：

1. サイロ内ペレット量、燃料・空気供給量
2. ガス化炉の状態（温度、高さ、圧力）
3. 木質ガス組成

CO, CO₂, CH₄（赤外吸収法）

4. 配管圧力・温度
5. エンジンの状態（温度、圧力）
6. 発電量
7. 温水配管温度



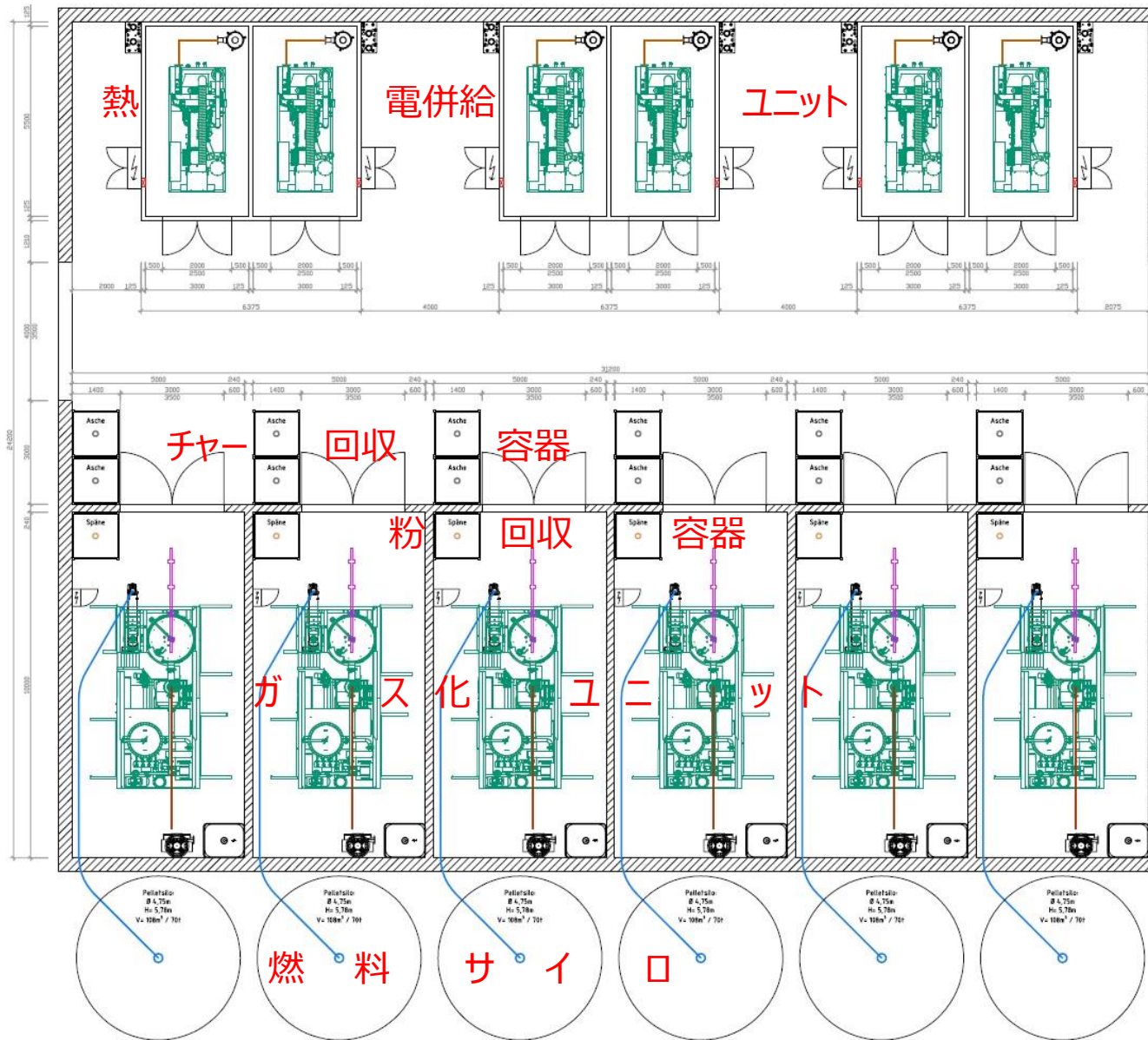
メンテナンスについて

	ガス化ユニット	CHP
ユーザー (専任不要)	・4回/日の稼働状況の確認 (うち、1回のみは現場で、残りは遠隔で) ・1回/月のガス化炉の清掃 (停止時間は24時間以内 作業は 実質3時間 x 2人)	・同左 ・1回/3週間のオイル交換 (1h)
三洋貿易 三洋機械工業	・3ヶ月毎の定期点検と部品交換 ・年一度程度のガス化炉のインサート交換	・500時間毎の定期点検と部品交換 ・10,000時間毎 エンジンオーバーホール ・50,000時間毎 エンジン交換

子会社の三洋機械工業(株)の専門チームとの連携で、全国の客先に対して、修理・メンテナンスを実施



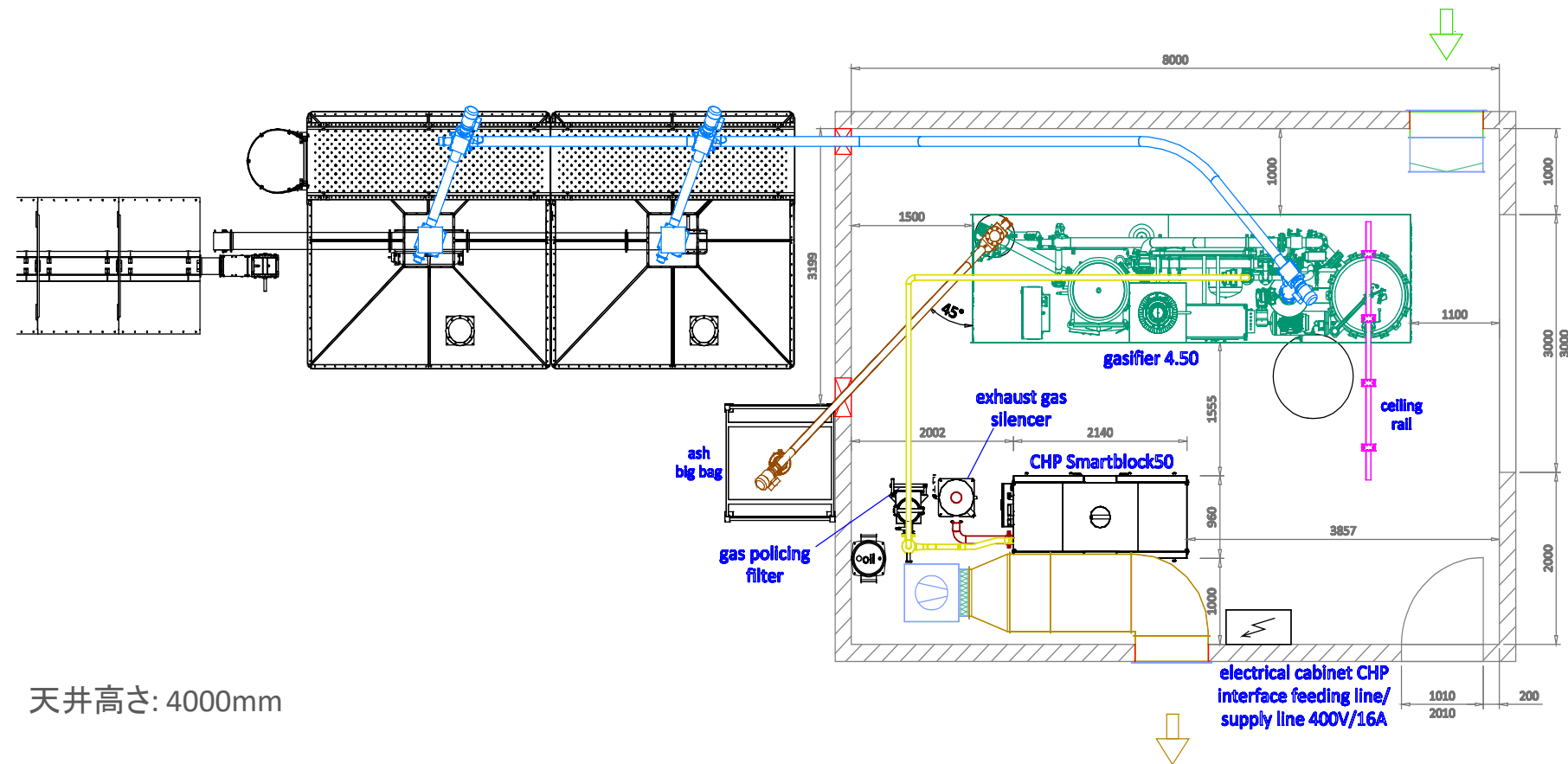
Burkhardt ガス化ユニット/熱電併給ユニット x 6セット レイアウト例



ガス化ユニットと熱電併給ユニットは1:1に対応している。
各ユニットは通常、別々の部屋に設置されている。
万が一、毒ガスであるCOが室内に漏れた場合には警報が鳴り、各ユニットは自動的に停止する。対応するユニットは自動的に停止するが、漏れが無いユニットには影響が及ばない。

ガス化ユニット V 4.50 & 熱電併給ユニット Smartblock50

レイアウト例

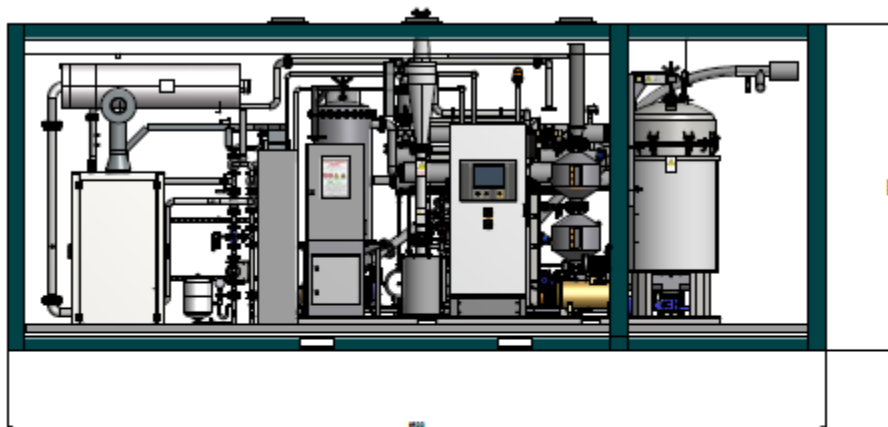


天井高さ: 4000mm

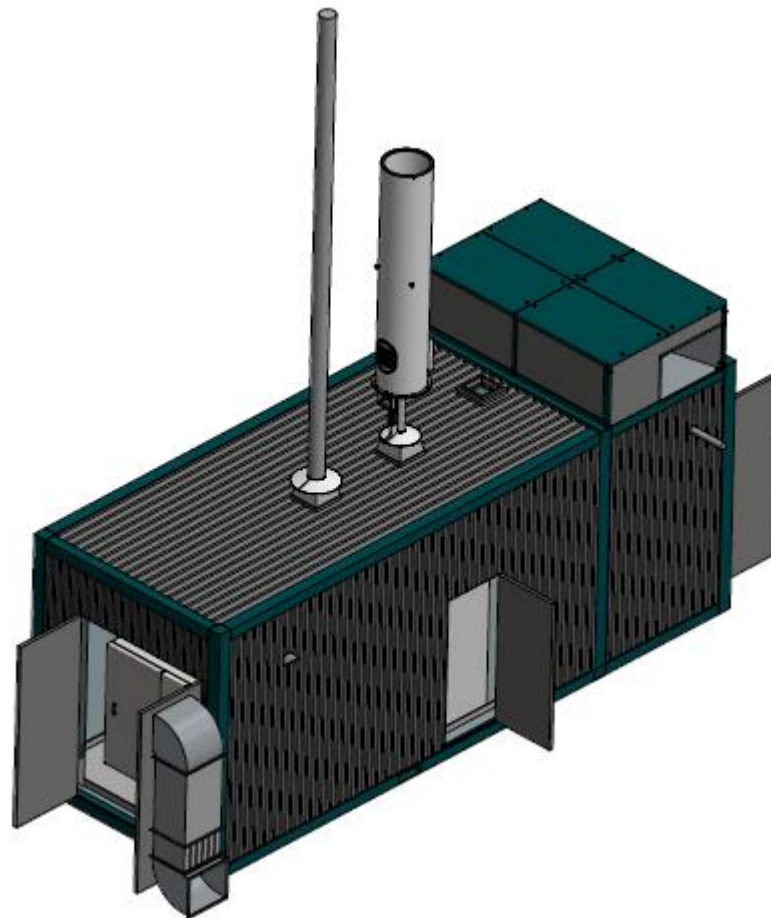
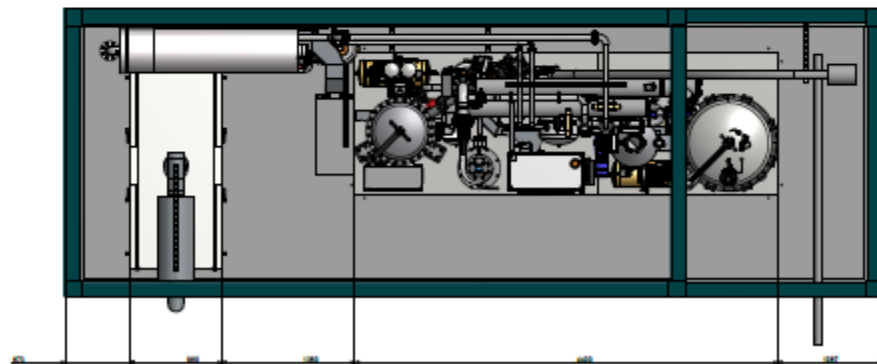
ガス化ユニット V 4.50 & 熱電併給ユニット Smartblock50

コンテナ型

Vorderansicht (1:20)



Draufsicht (1:20)

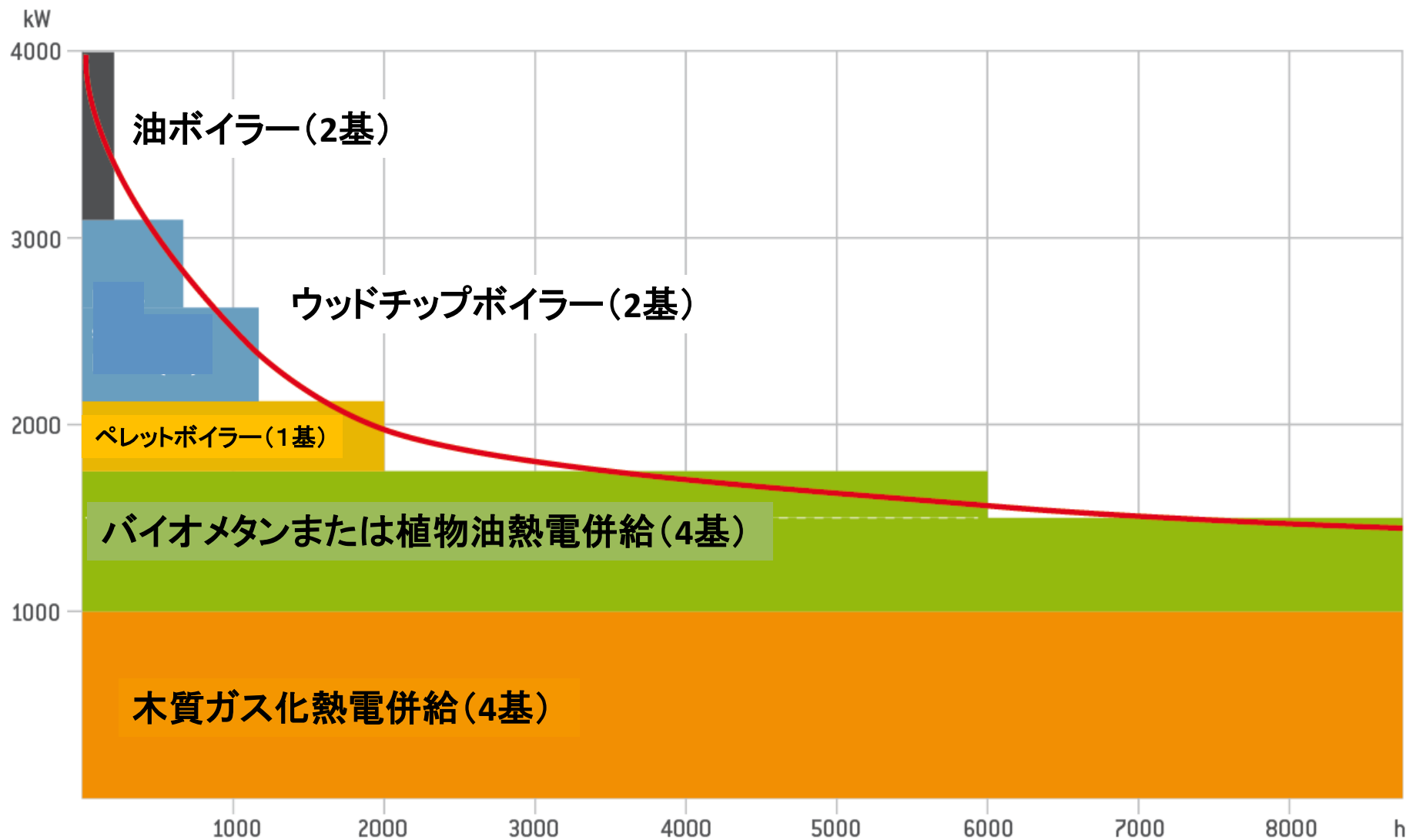


ドイツでの事例： Burkhardt社はMÜHLHAUSEN村における地域熱供給事業を実施



- 13の熱源(木質ガス化装置、CHP、ペレットボイラー、ウッドチップボイラー、油ボイラー)
- 総合熱出力4 MW
- 3つの蓄熱槽

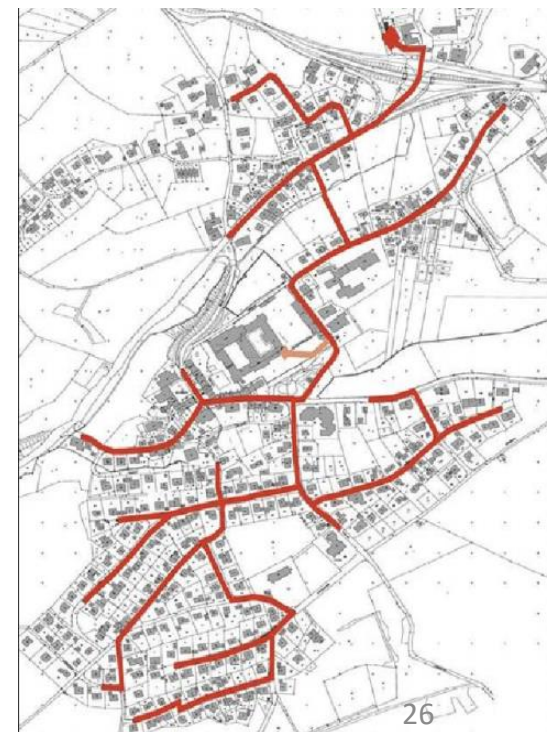
Mühlhausenの地域熱供給における 燃料別年間熱消費：電気はFITによる売電





„バイオエネルギー村“ St. Peter

- 地域熱供給 166世帯
- 一台あたり発電出力180kW及び熱出力270kW
- „Bioenergie-Wettbewerb Baden-Württemberg 2009“
(2009年バーデン＝ヴュルテンベルク州バイオエネルギーコンテスト) にて受賞
- **年間CO2削減量 1,000トン**
- 年間灯油使用量が800m³ 減少
- ピーク負荷に対し、チップボイラーと油ボイラーで対応



日本での熱利用

給湯・冷暖房・加温・加熱・乾燥・発電

温浴施設、プール

農業用途（農業ハウス、菌床栽培の空調）

低温乾燥（製材・チップ・おが粉・汚泥）

バイナリー発電

融雪

病院・ホテル・介護施設

地域熱供給（集合住宅・戸建て）

国内 1号機 群馬県 上野村 2015年4月より稼働

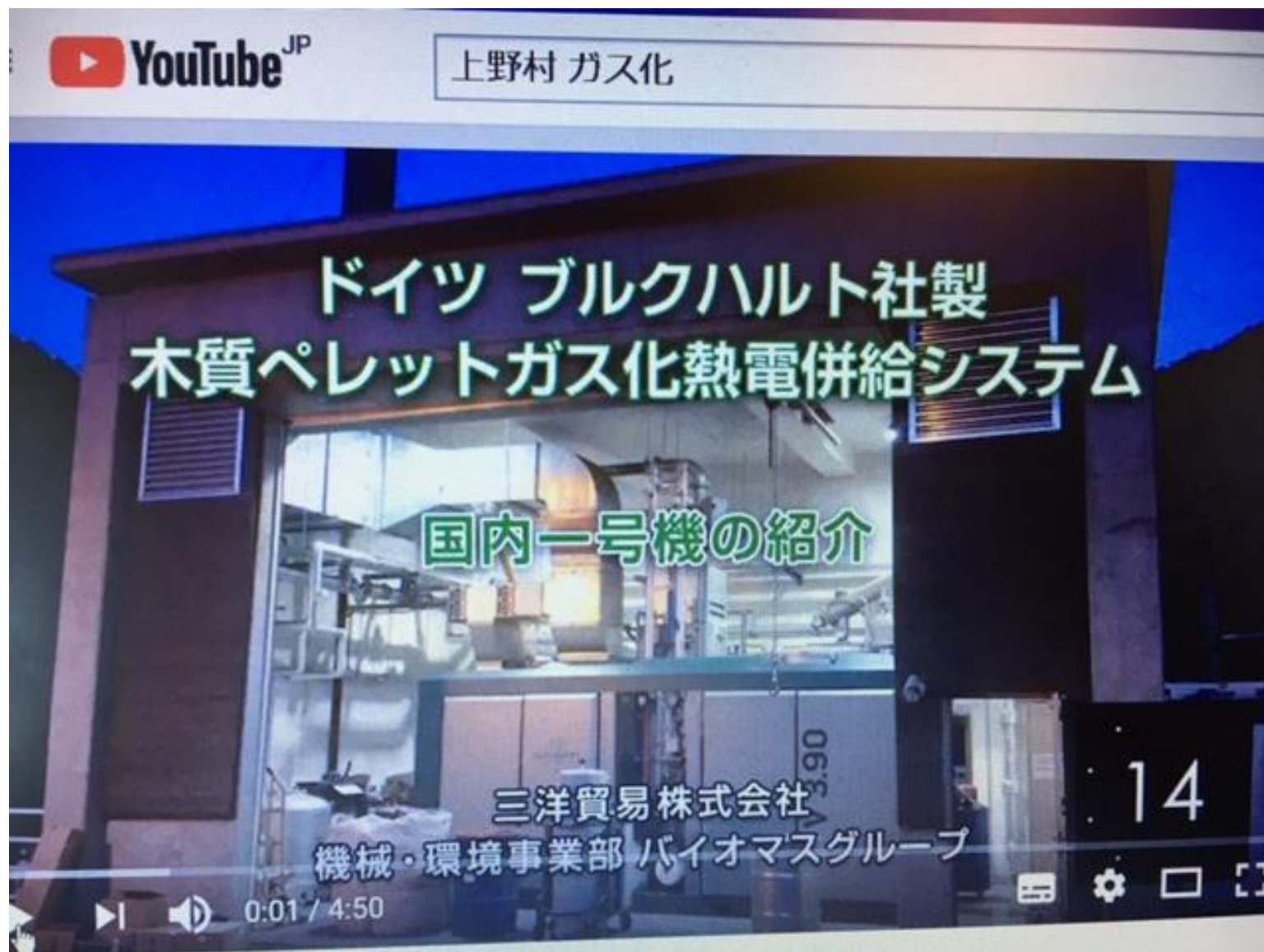
ペレットは村営ペレット工場から購入。

電気は隣接するきのこセンターで消費。

熱は吸収式冷凍機を介して、菌床の冷房として利用。



上野村のビデオはYouTubeでご覧になれます



上野村稼働状況（2015年度－2016年度）

条件：上野村ペレット工場にはデバーカー（剥皮）がないため、全木ペレットを使用
季節により、原木の種類が異なる（スギ、カラマツ、広葉樹の混合ペレット）

➤ ペレットが硬すぎると、炭化ペレットがガス化炉から溢れる

考察：ペレット成型温度が高くなると、かさ密度が高く、水分が低く、機械的耐久性は向上するが、成型温度が適正な範囲(CPMでは90-100℃)であることが必要

➤ ペレットがもろいと、ガス化炉内部で粉が多くなり、タールの発生も見られる

考察：ペレット成型後の水分が高い場合、ペレット成型後の冷却が不十分で保管中の吸湿により水分が高くなった場合などには、かさ密度が低く、機械的耐久性が低下する

➤ 針葉樹に対する広葉樹の比率が増えると、グリンカーの発生の増加により、炉の清掃頻度が増加、結果として稼働率が落ちる

考察：灰分、灰の成分比率、溶融温度等が関係

上野村稼働状況（2017年7-10月）

稼働率計算方法：

$180\text{kW} \times 24\text{時間/日} \times 31(30)\text{日/月} = 133,920\text{kWh}(129,600\text{kWh})$

 ： 100%

 ペレット品質により、出力に増減あり

月	発電量(kWh)	稼働率(%)	ペレット（全木）	特記事項
7月	126,310	94.3	カラマツ(50%)スギ(50%)	特になし
8月	103,330	77.2	カラマツ(50%)スギ(50%)	3方弁修理のため停止
9月	112,790	87.0	カラマツ(50%)スギ(50%)	特になし
10月	84,720	63.3	カラマツ(50%)スギ(50%) 10/24以降 スギ60% 広葉樹40%	半年点検と修理

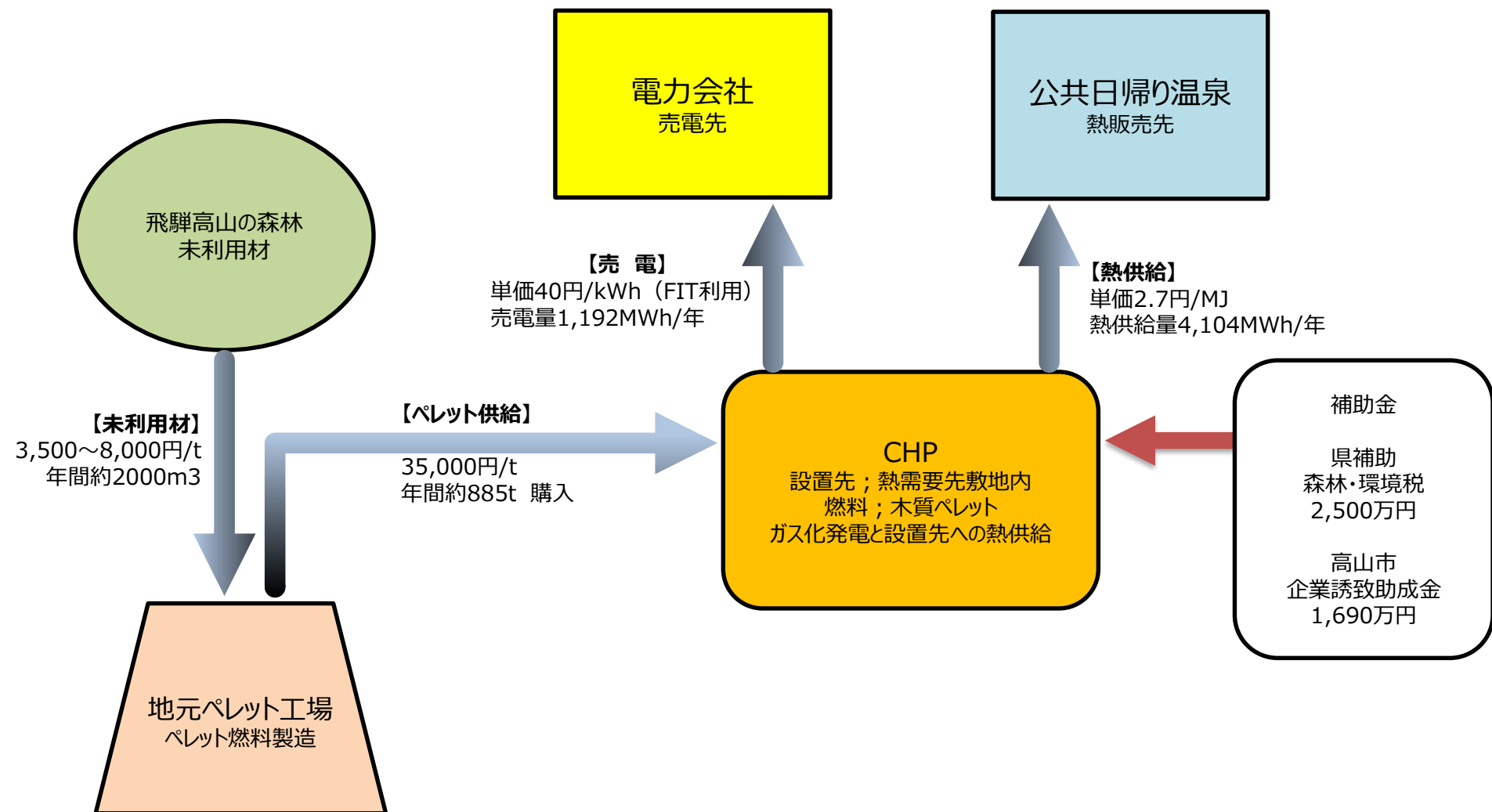
ペレットは民間ペレット工場から購入。
電気はFIT売電。
熱は温浴施設に販売。

サイロは2個あるが、
2種類のペレットを定量的に混合し、投入することが可能。

熱利用が無い場合、
ドライクーラーを用いて
熱を大気に逃がす。



飛騨高山グリーンヒート合同会社 事業概要



電力会社による接続制限

- 以下の期間について制限を行う。

4月～6月 土日祝日 8：00～18：00

9月～10月 土日祝日 8：00～18：00

- 理由

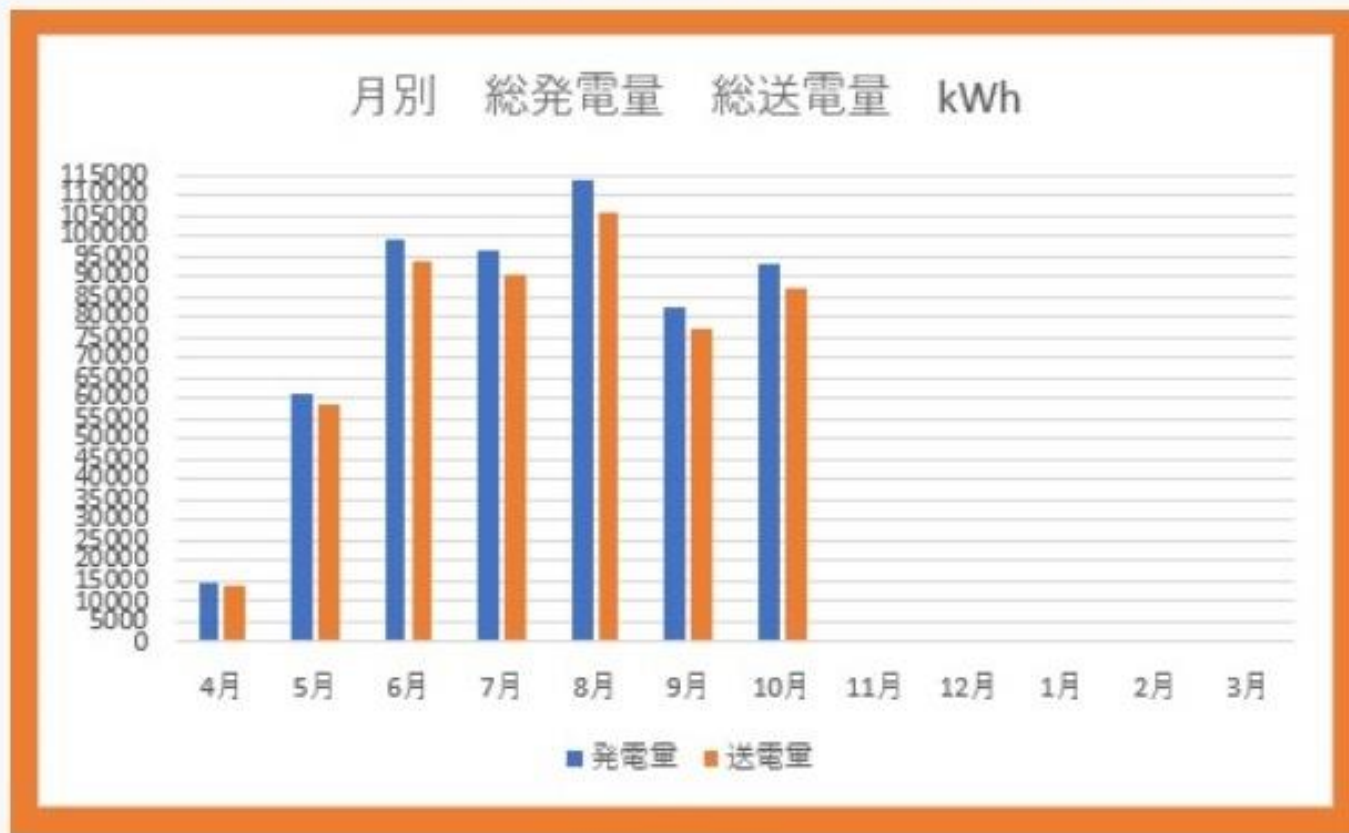
既存の接続契約により、接続枠が限界に達しており、上記期間は新たな送電を行う事が出来ない。特に高山市地域は電力需要より発電量が多く、送電に負担がかかっている。

※接続の契約を行っているが、発電事業を未だ開始していない場所がある。しかしFITの認定が解除されても、電力会社との接続契約が解除される訳ではないため、現状でも制限がかかっている。

飛騨高山しぶきの湯 稼働実績(月次)

8月 114,000/122,760 = 92.9%(接続制限なし/744時間)
 10月 94,000/106,260 = 88.5%(接続制限100時間/744時間)

発電 送電 熱供給実績



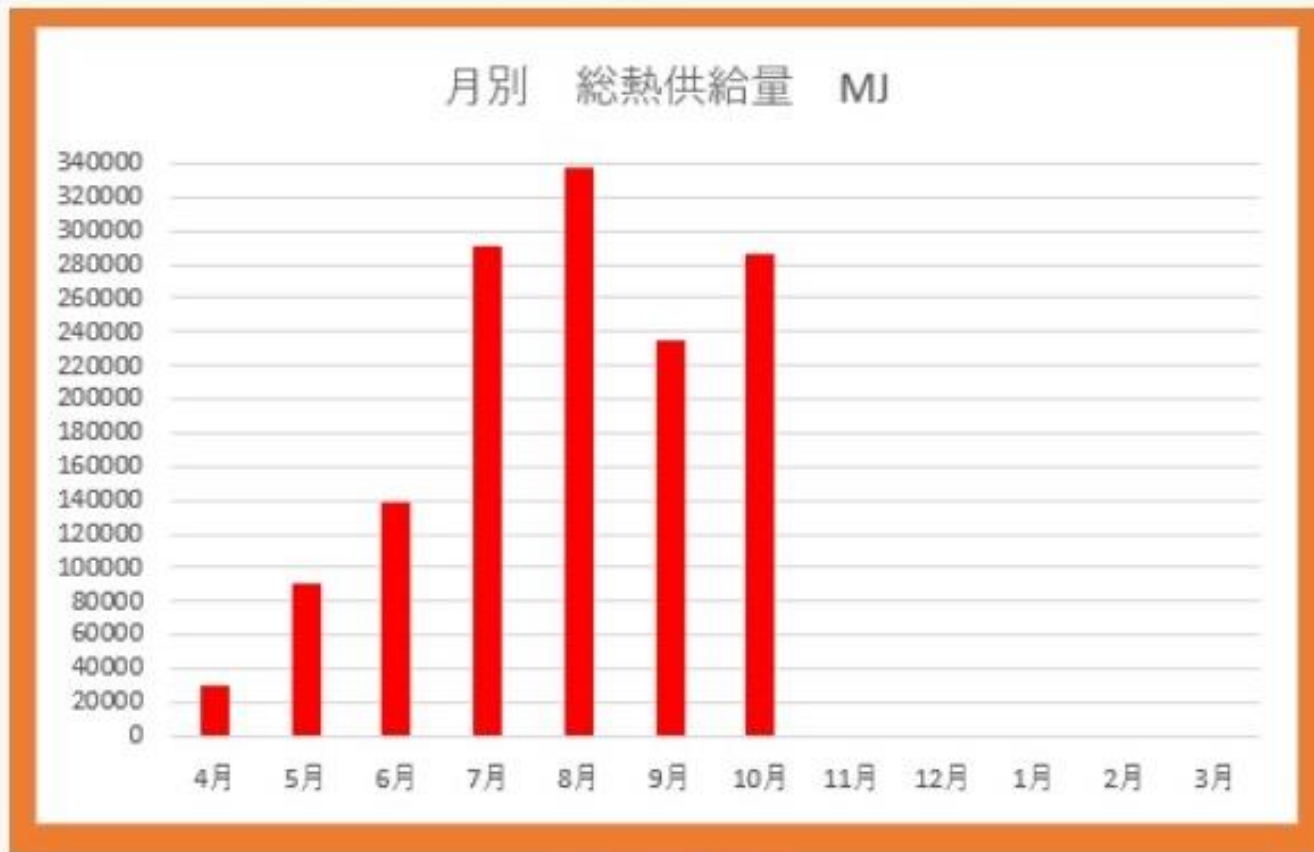
グラフは飛騨高山合同グリーンヒート ホームページより

飛騨高山しぶきの湯 熱供給実績

8月 $338,000 / 696,000 = 48.6\%$ (接続制限なし/744時間)

10月 $288,000 / 603,000 = 47.7\%$ (接続制限100時間/744時間)

発電 送電 熱供給実績



グラフは飛騨高山合同グリーンヒート ホームページより

飛騨高山しぶきの湯 稼働実績(日次)

3960kWh-e=100% 22500MJ-th=100%

発電 送電 熱供給実績



グラフは飛騨高山合同会社グリーンヒート殿より

飛騨高山しぶきの湯 稼働実績(日次)

3960kWh-e=100% 22500MJ-th=100%

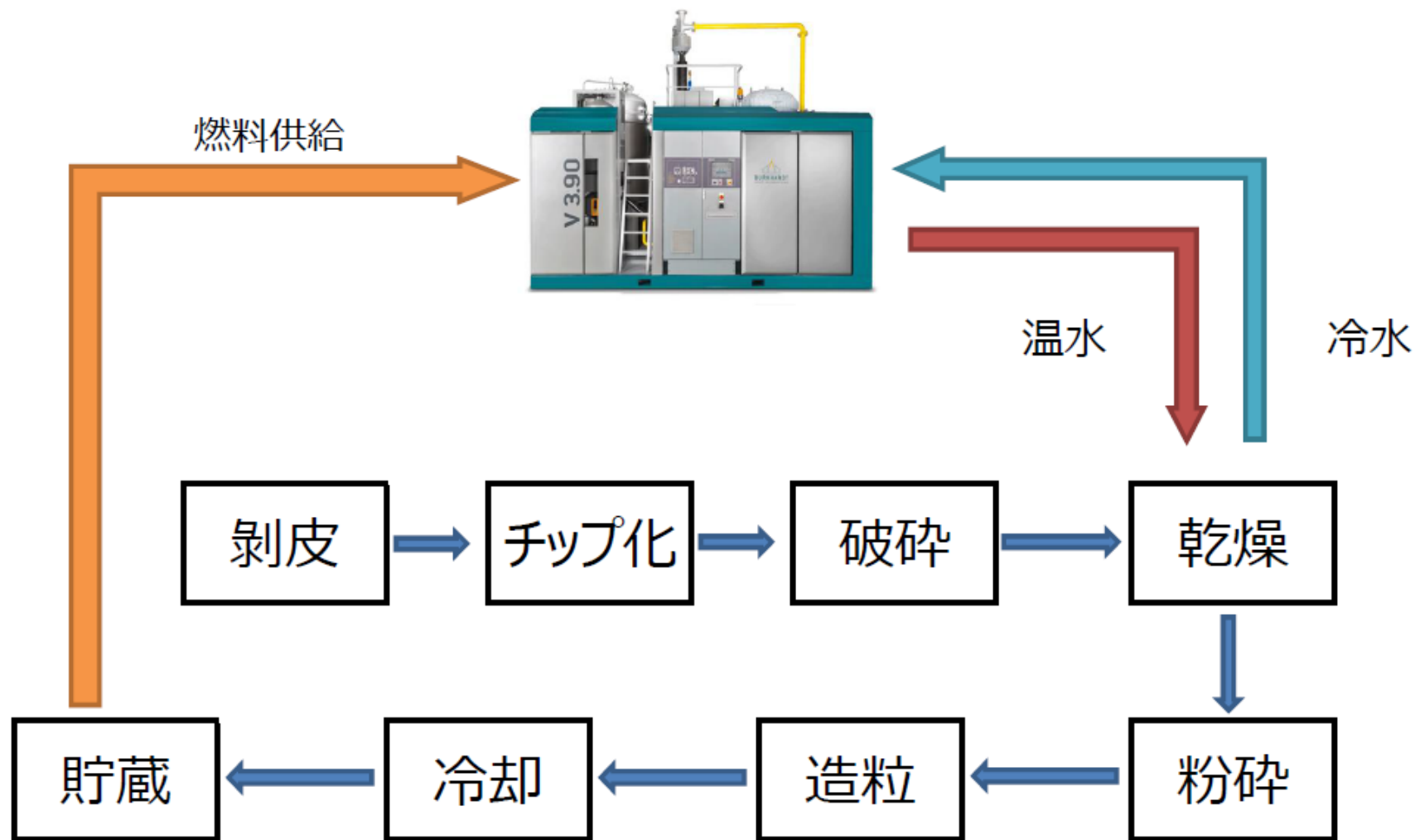
発電 送電 熱供給実績



飛騨高山合同会社グリーンヒート ホームページより



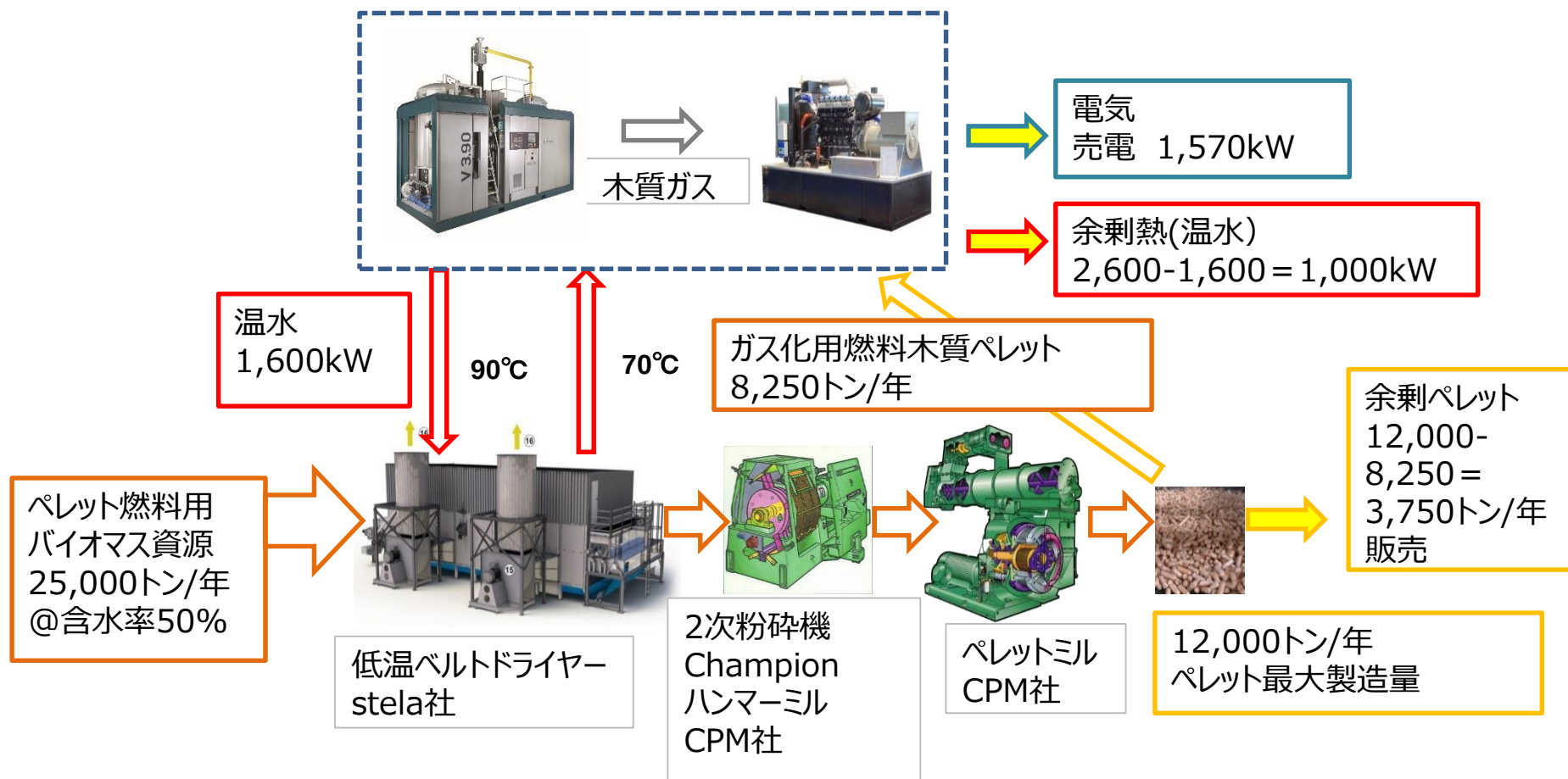
ペレット工場からペレットを熱電併給装置へ 熱電併給装置の温水をペレット工場へ





ペレット工場からペレットを熱電併給装置へ 熱電併給装置の温水をペレット工場へ 実施例

木質ペレット
ガス化熱電併給装置 10機並列
Burkhardt社



■ペレット工場・発電所従事者だけでなく、木材生産を増やすために林業従事者の雇用が生まれます。



現在施工中の現場（11/2現在）

概要

事業運営：くしま木質バイオマス株式会社

所在地：宮崎県串間市大字西方1805-15

定格出力：1,940 kW

熱電併給装置：10機導入

原木量：約20,000t/年

発電開始日：2018年2月（予定）

その他：地元の未利用材を加工し発電に利用
ペレット工場新設
→発電設備からの熱を隣接のペレット工場へ供給

設計・施工：株式会社洸陽電機

林業・ペレット加工・発電所で合計**約30名**の新規雇用創出効果

ご清聴ありがとうございました。



三洋貿易株式会社

機械・環境事業部 バイオマスグループ

〒101-0054

東京都千代田区神田錦町2-11

Tel: 03-3518-1134

info-machine@sanyo-trading.co.jp

<http://www.sanyo-pellet.com>