

真庭市庁舎におけるオールバイオマス熱源の検証



(株)東畑建築事務所

岡本茂・永田久子

コンテンツ

1. はじめに

(木質バイオマス？)

2. 真庭市紹介

3. プロジェクト概要

- 建築概要
 - システム概要
- (なぜオールバイオマス？)

4. 検証

- 空調実測
- 熱源システム検証
- 消費実績
- エネルギー縮減効果

5. おわりに

(木質バイオマスの可能性？)

1. はじめに

- ・真庭市庁舎は空調熱源をすべて「木質バイオマス」に特化
- ・古くから林業が盛んな本地域のご期待・ご要望に応える
「バイオマスタウン真庭」の中心施設
- ・2010年秋の庁舎竣工から5年を経て好評を得ている
- ・同市内の地域センターも同システム採用（今年の4月開館）

木質バイオマスとは？

- 古くからある「木質バイオマス」といえば薪
- ストーブやボイラーで快適に燃焼可能
- 但し、燃焼装置への自動投入はできない



自動投入できる木質バイオマス①

木質チップ

- ・通常、人間の指のサイズ程度に粉砕したもの
- ・サイズがそろっているのが望ましい
- ・含水率30~35%程度が望ましい・・・と思われる
- ・安価 12.5円/kg
(1.00円/MJ)



自動投入できる木質バイオマス②

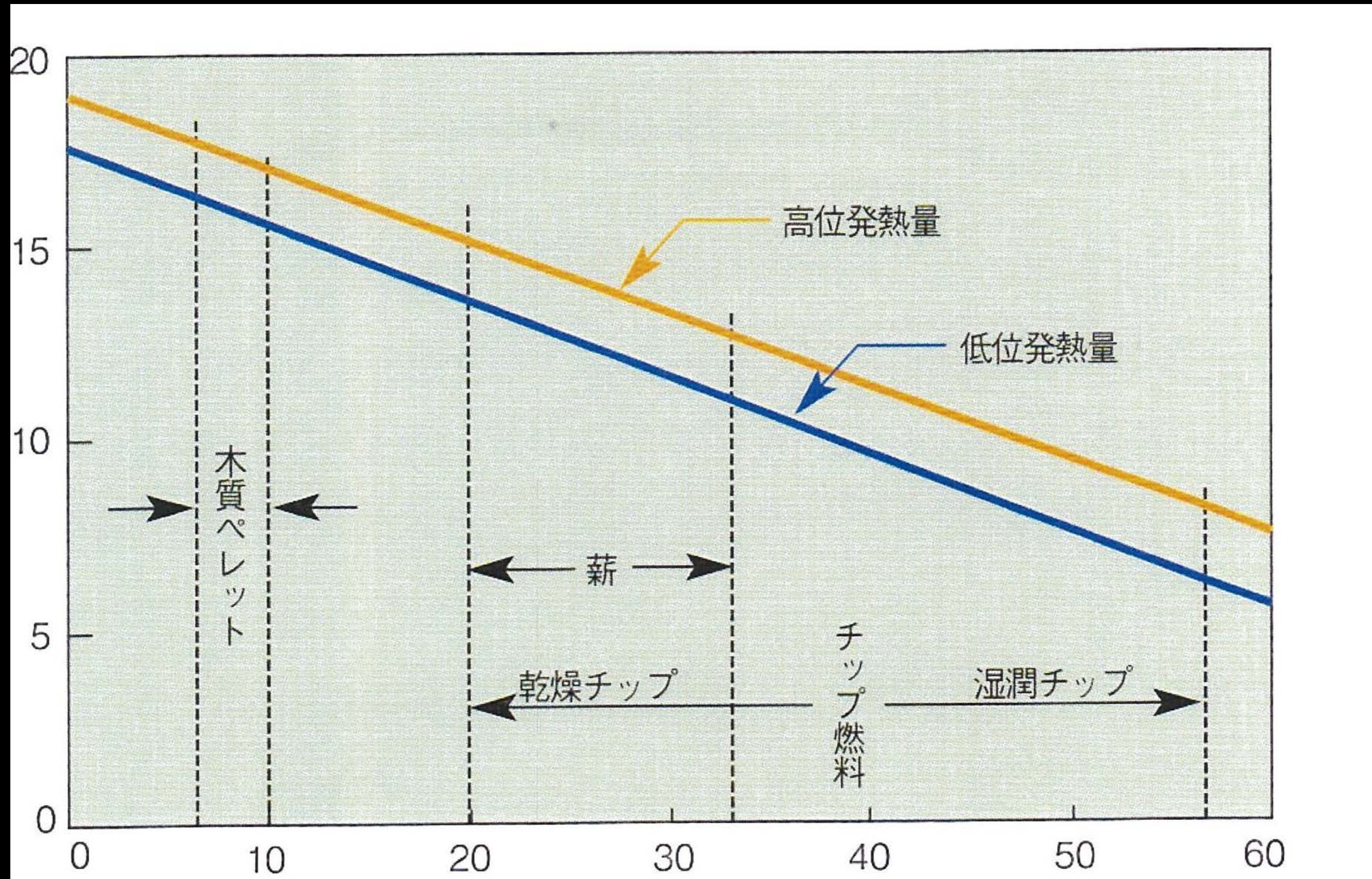
木質ペレット

- ・直径6～8mm,長さ10～25mmのコルク状
- ・ペレット工場にて生産
- ・含水率10%以下のため燃焼効率がよい
- ・比較的高い 28円/kg
(1.75円/MJ)



木質バイオマスの含水率と発熱量

発熱量 MJ/kg



含水率(湿量基準)%

同じ発熱量での容積



石油
2 m³

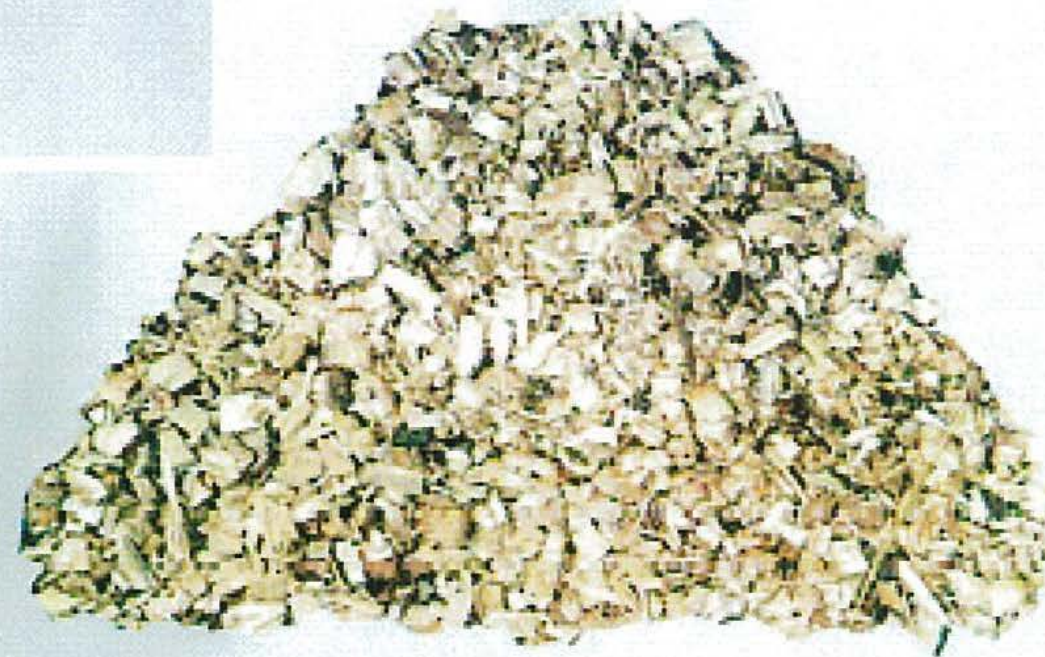


薪
12 m³

発熱量 20 MWh



ペレット
7 m³



チップ
22 m³

木質バイオマスは 容量 が必要

そもそも、何故「木質バイオマス」なのか？

①環境への寄与

- ・CO2排出量を増やさない = 「カーボンニュートラル」
- ・産み育てることができる = 「再生可能エネルギー」
- ・もともと地表上にあるもの = 「クリーンエネルギー」

②経済・産業への貢献

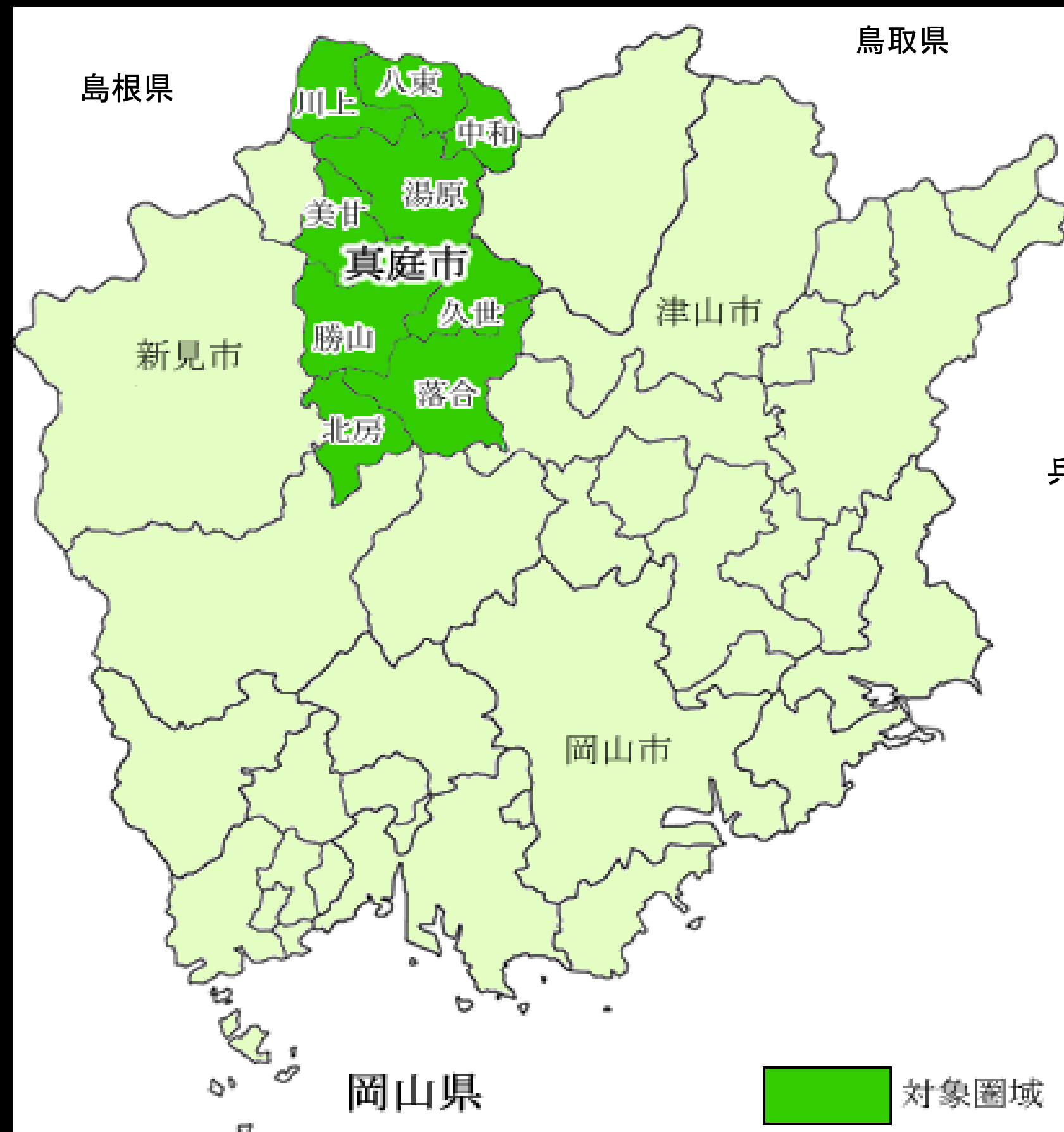
- ・森林資源に恵まれた国土 = 「純国産エネルギー」
- ・薪などとして古くから利用 = 「ストック可能」
- ・間伐材も含めて利用可能 = 「地域林業の活性化」

地産地消（地域循環）が重要



2. 真庭市紹介

- 落合から蒜山までの9町合併によってH17に誕生した新しい市
- 古くから日本海から瀬戸内側を結ぶ交通の要所として歴史ある町
- 岡山県の山間部にあり古くから林業、木材加工業が盛ん



神庭の滝

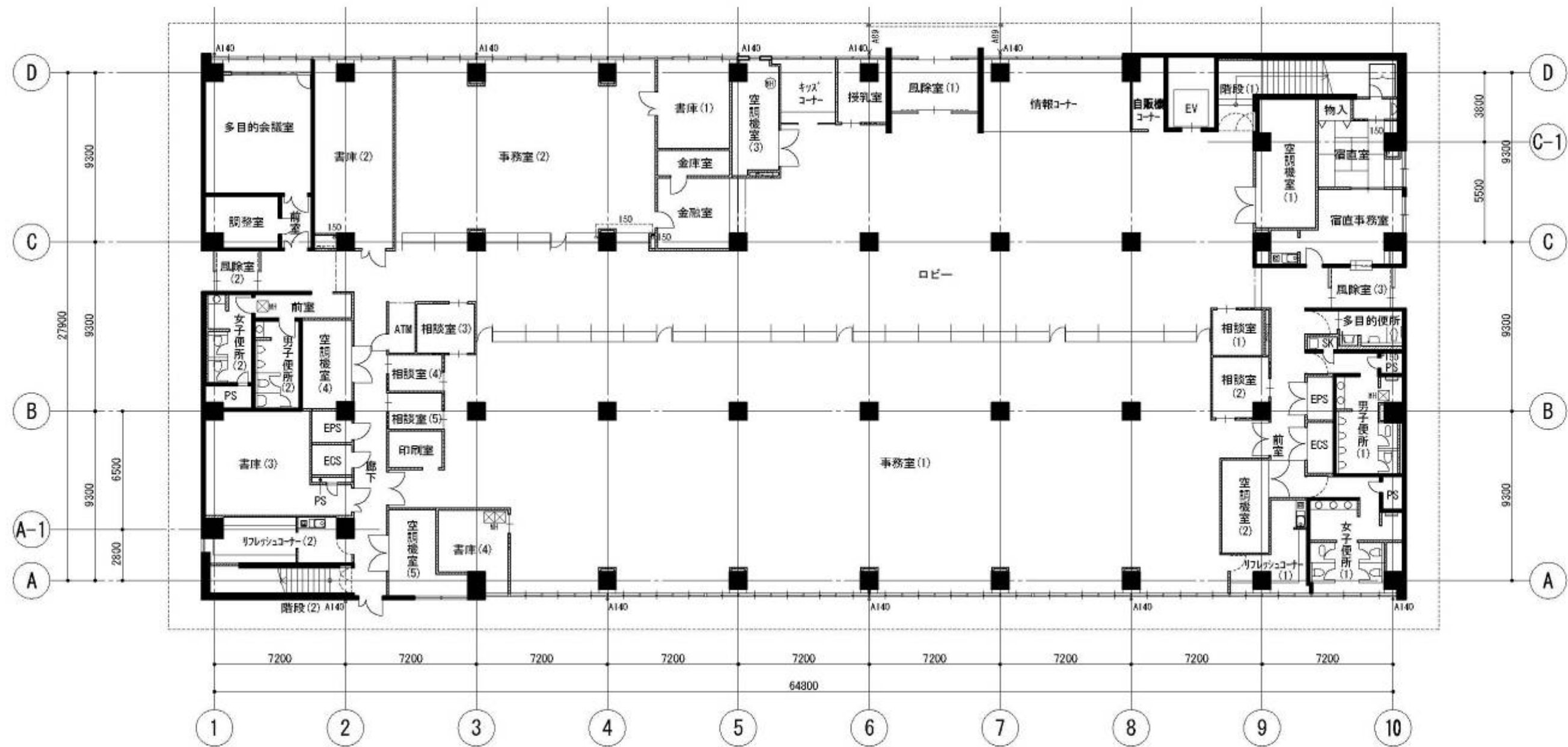


湯原温泉

3. プロジェクト概要

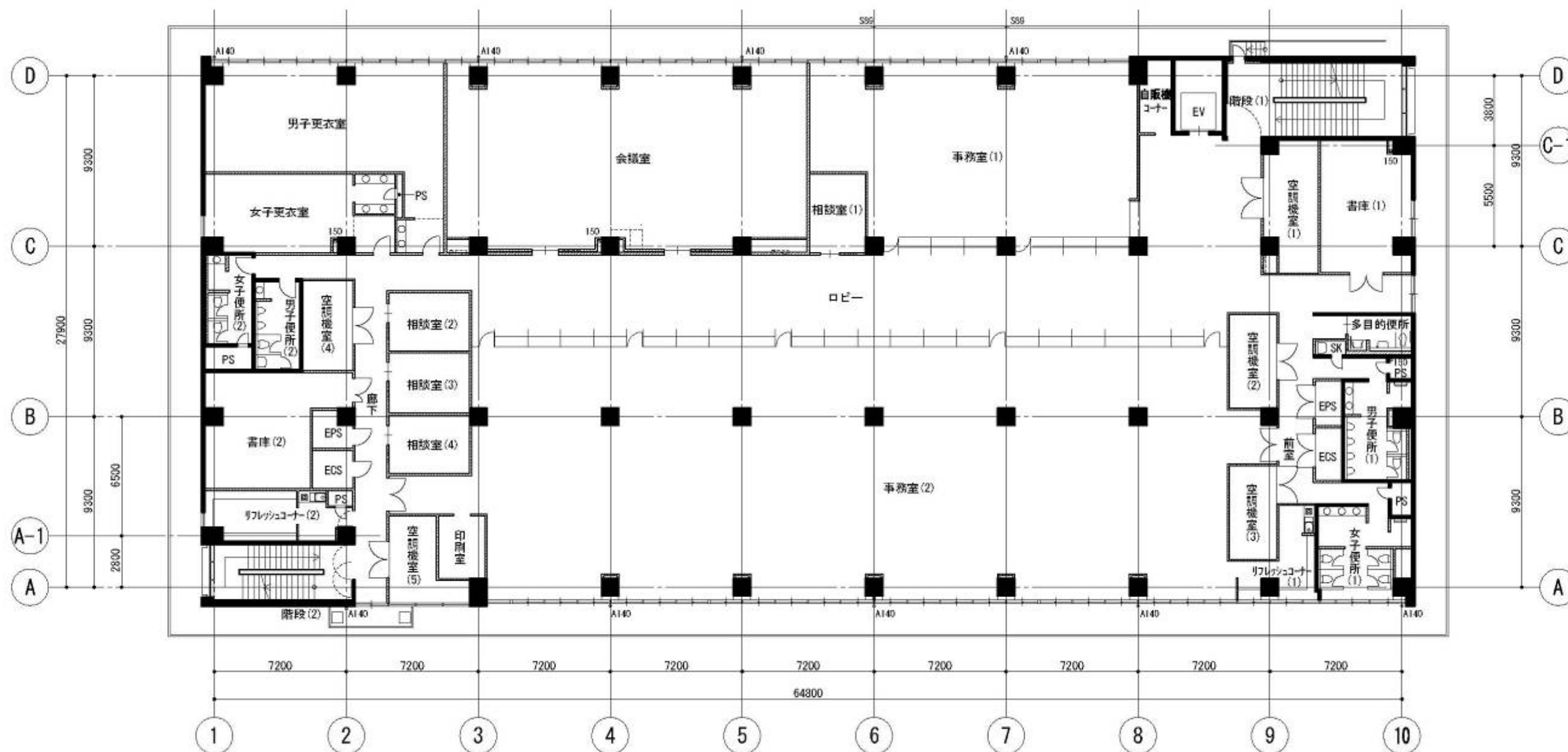
<建築概要>

- 建物名称 : 岡山県真庭市新庁舎
- 所在地 : 岡山県真庭市久世2927-2他
- 主用途 : 庁舎
- 建築主 : 真庭市
- 設計・監理 : (株)東畑建築事務所
- 敷地面積 : 18,750.30m²
- 延床面積 : 8,120.18m² (エネルギー棟他含)



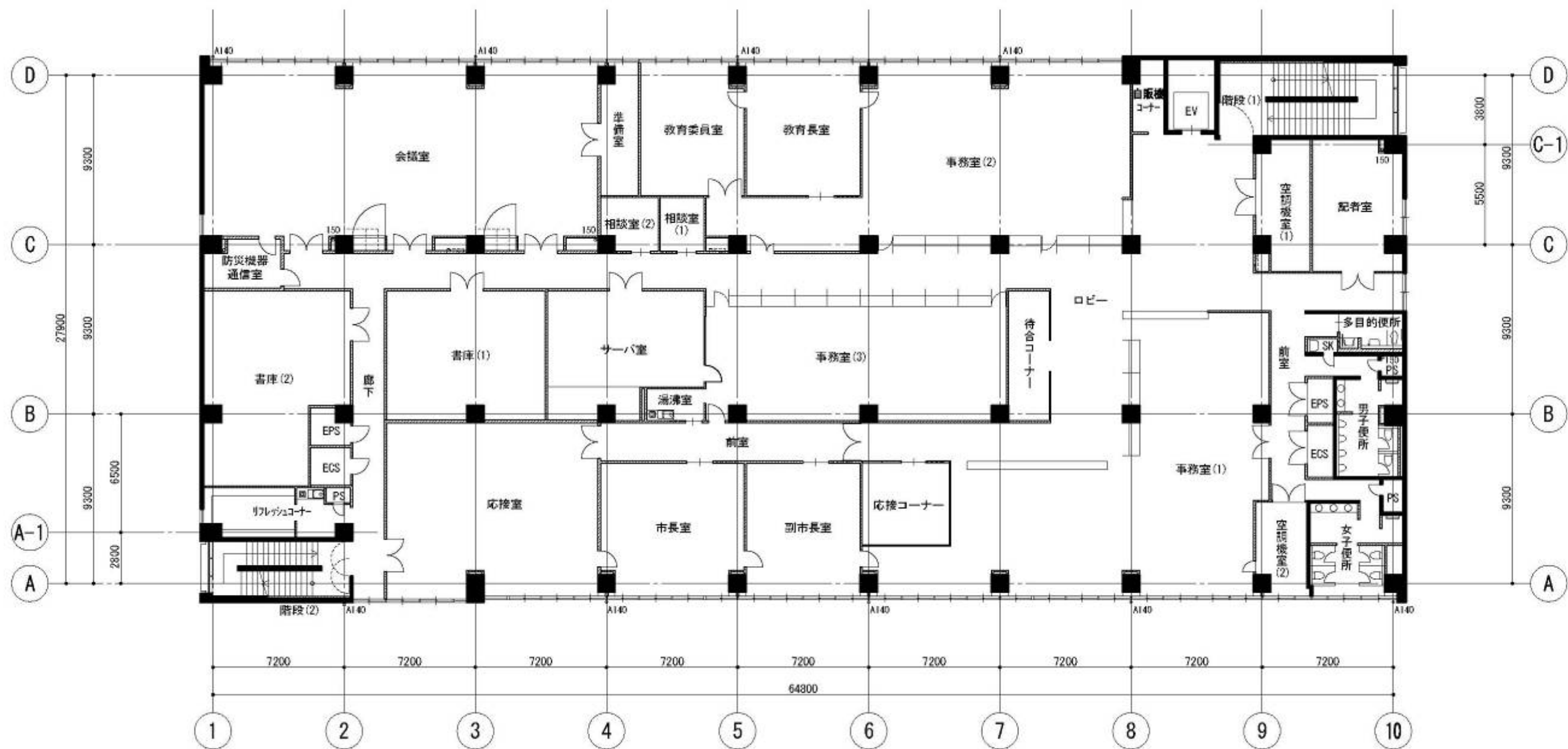
1 階 平 面 図

7.2m × 9.3mの均等スパン



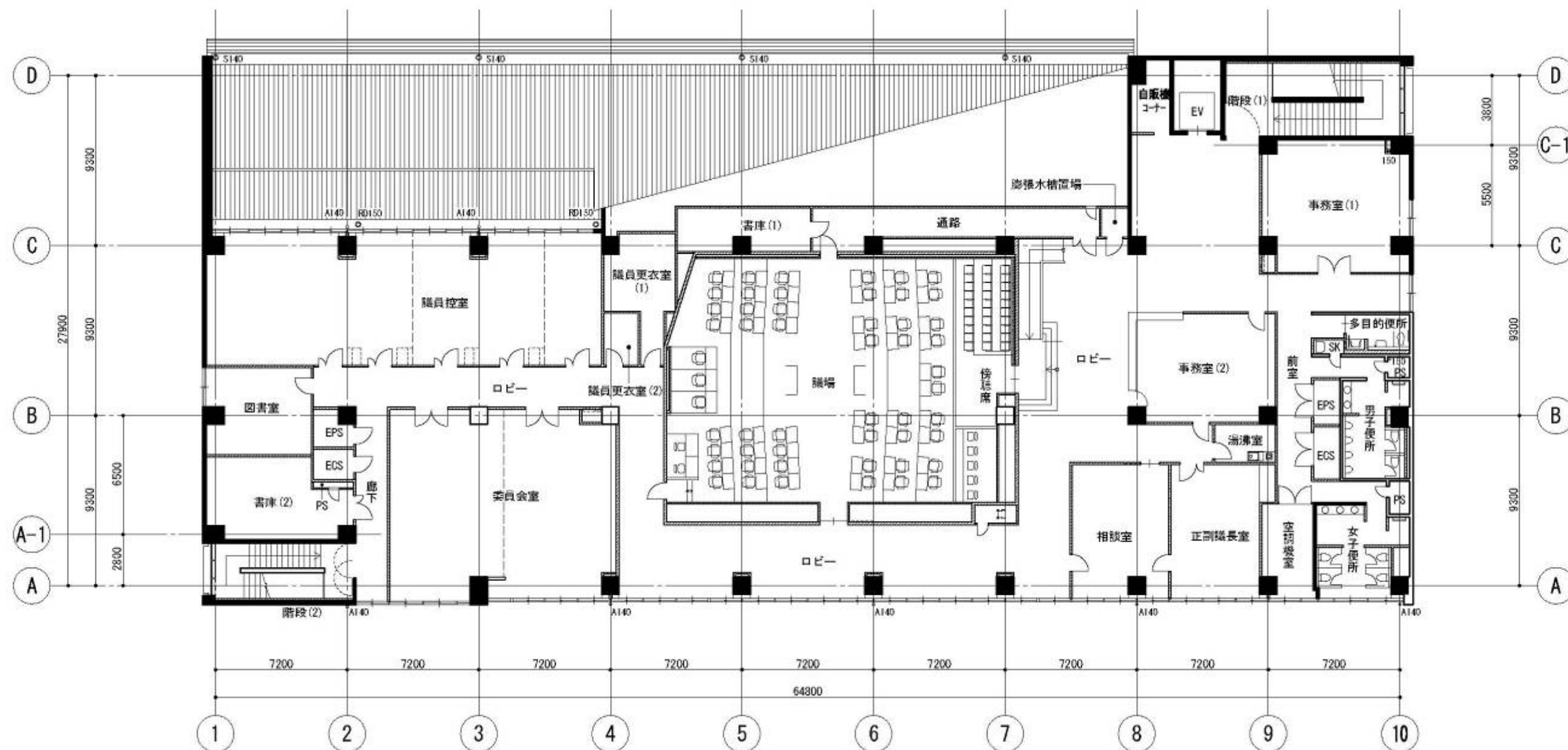
2 階 平 面 図

執務フロア 1階～3階



3 階 平 面 図

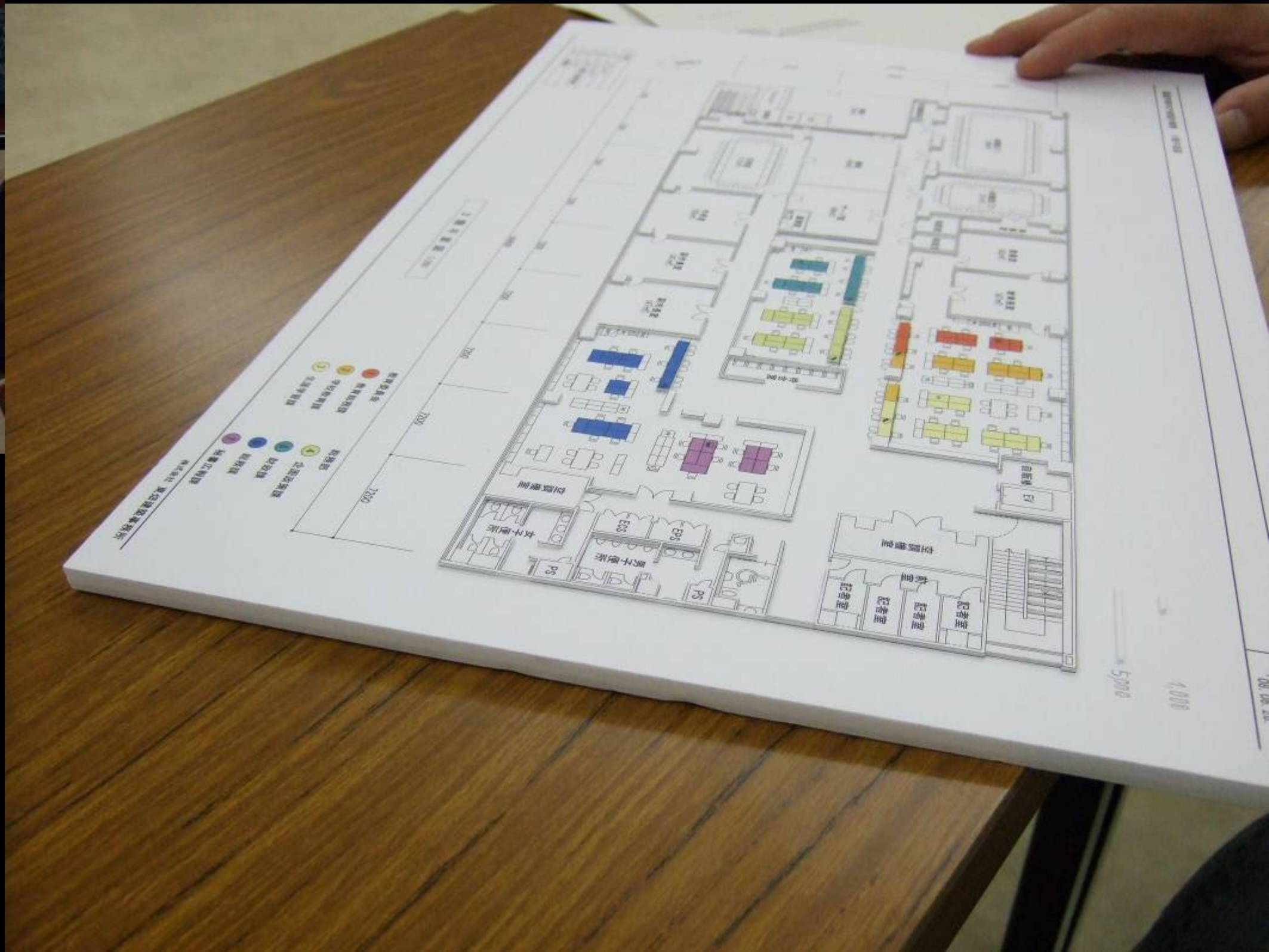
執務フロア 1階～3階



4 階 平 面 図

議場フロア 4階

住民ヒアリング風景





旭川

庁舎



庁舎

エネルギー棟





真庭市役所









5mm程度











Biomass Town Maniwa























3

税

務

課

1
相談室

環境課

徴税課

徴税課

徴税課

税務課

環境課

徴税課

許しません滞納！
装着します
タイヤロック！

ご自由にお持ち帰り下さい。

この資料は無断複製で許されていません

2

2

2

3

3

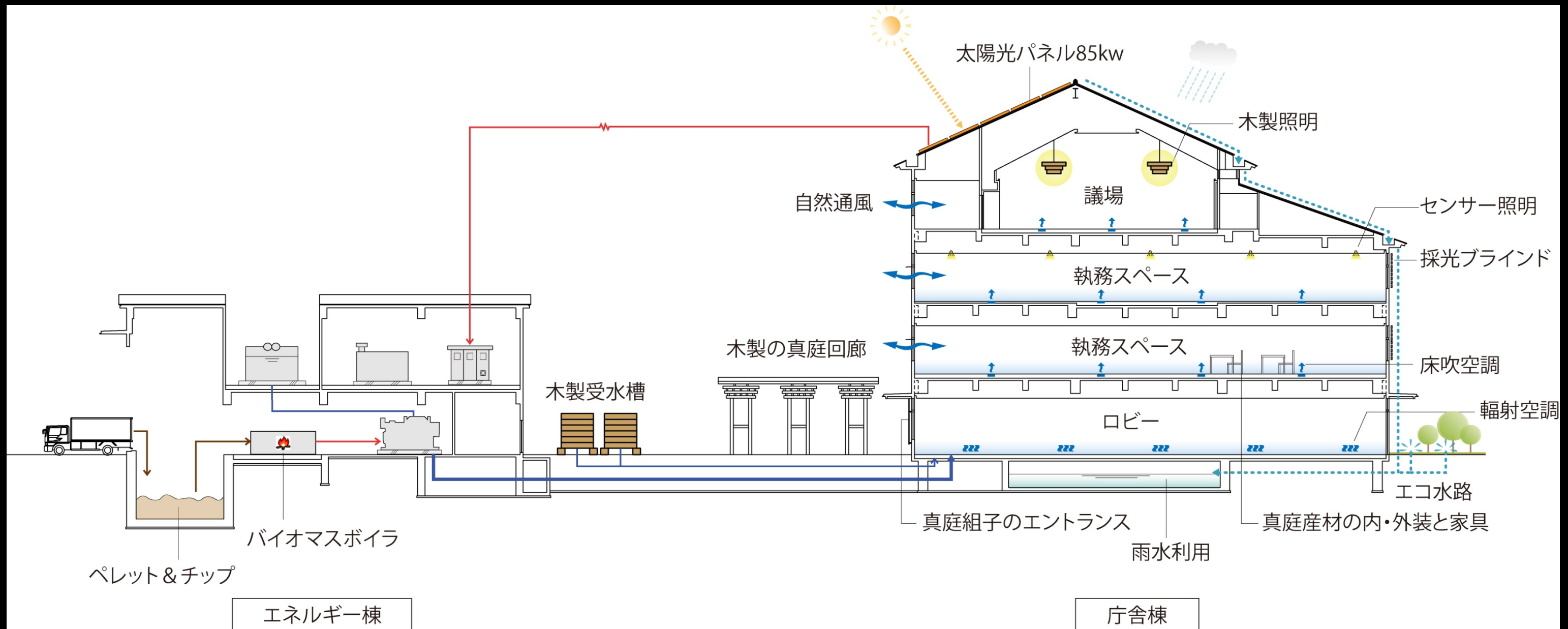
3



2
相談室



環境共生イメージ



コンテンツ

1. はじめに

(木質バイオマス?)

2. 真庭市紹介

3. プロジェクト概要

- ・建築概要
- ・システム概要
- (なぜオールバイオマス?)

4. 検証

- ・空調実測
- ・熱源システム検証
- ・消費実績・性向分析
(年・月・日)
- ・エネルギー縮減効果

5. おわりに

(木質バイオマスの可能性?)

そもそも、何故「木質バイオマス」なのか？

①環境への寄与

- ・CO2排出量を増やさない = 「カーボンニュートラル」
- ・産み育てることができる = 「再生可能エネルギー」
- ・もともと地表上にあるもの = 「クリーンエネルギー」

②経済・産業への貢献

- ・森林資源に恵まれた国土 = 「純国産エネルギー」
- ・薪などとして古くから利用 = 「ストック可能」
- ・間伐材も含めて利用可能 = 「地域林業の活性化」

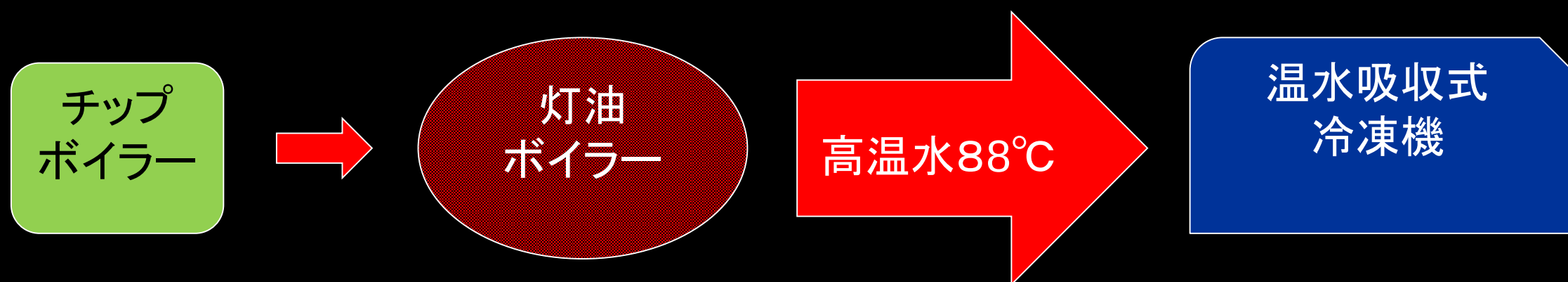
真庭市は地産地消のエネルギー循環が可能な地域

「木質バイオマス」にこだわる

解決すべき課題

蒜山分庁舎の教訓

- 熱源はチップボイラーと灯油ボイラー
- 冬季は良好
- 夏季は灯油ばかり消費する傾向



⇒ 燃焼性が高い化石燃料が優先される

同じ発熱量での容積



木質バイオマスは 容量 が必要



燃烧速度が遅いため、化石燃料併用制御は難しい

「オールバイオマス」熱源システムへ

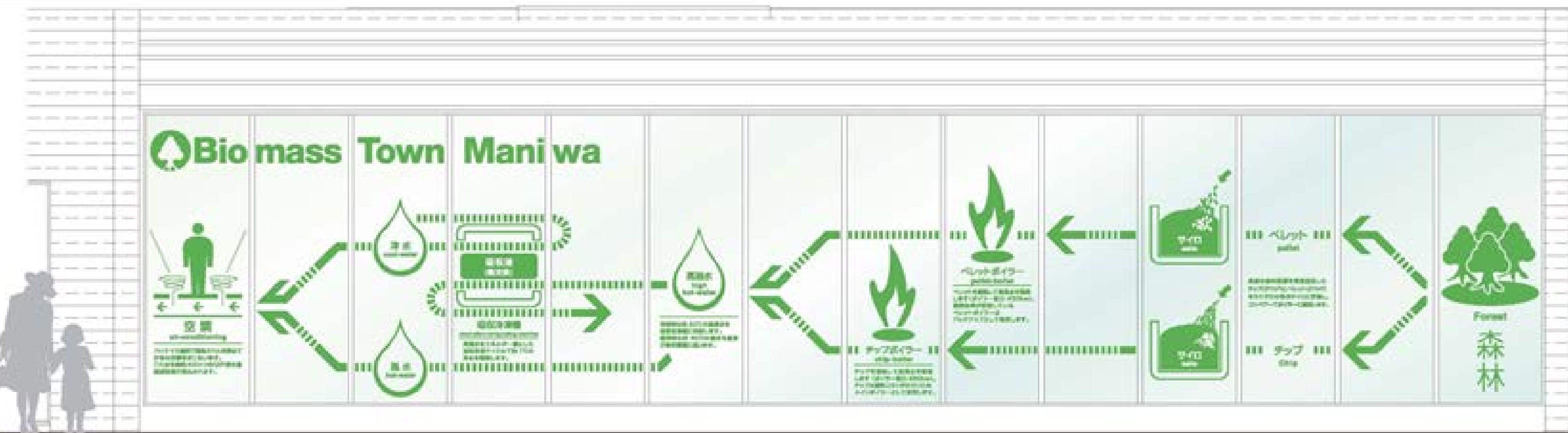
①灯油などの燃焼性の高い化石燃料は使わない
⇒オールバイオマス

②安価で、身近な燃料を使う
⇒木質チップをメインエネルギーとする

③燃焼安定性に難のあるチップの弱点対策は？
⇒木質ペレットで補う

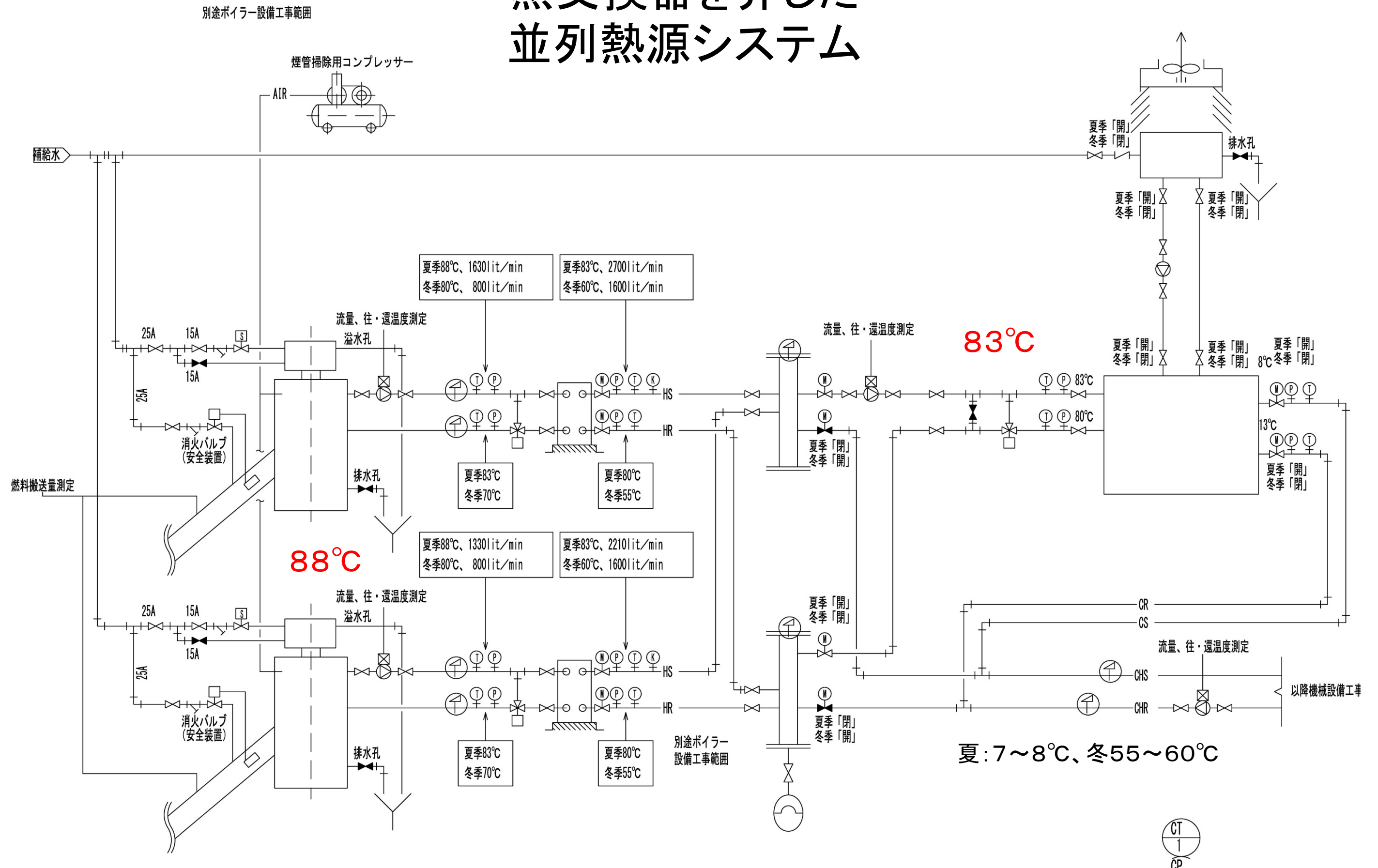
④熱負荷変化には追従しにくい焚火のようなシステム
⇒床躯体を熱負荷変化の緩衝材とする

システム模式図



エネルギー棟外装サッシのサインより

熱交換器を介した 並列熱源システム



コンテンツ

1. はじめに

(木質バイオマス？)

2. 真庭市紹介

3. プロジェクト概要

- 建築概要
- システム概要
(なぜオールバイオマス？)

4. 検証

- 空調実測
- 熱源システム検証
- 消費実績・性向分析
(年・月・日)
- エネルギー縮減効果

5. おわりに

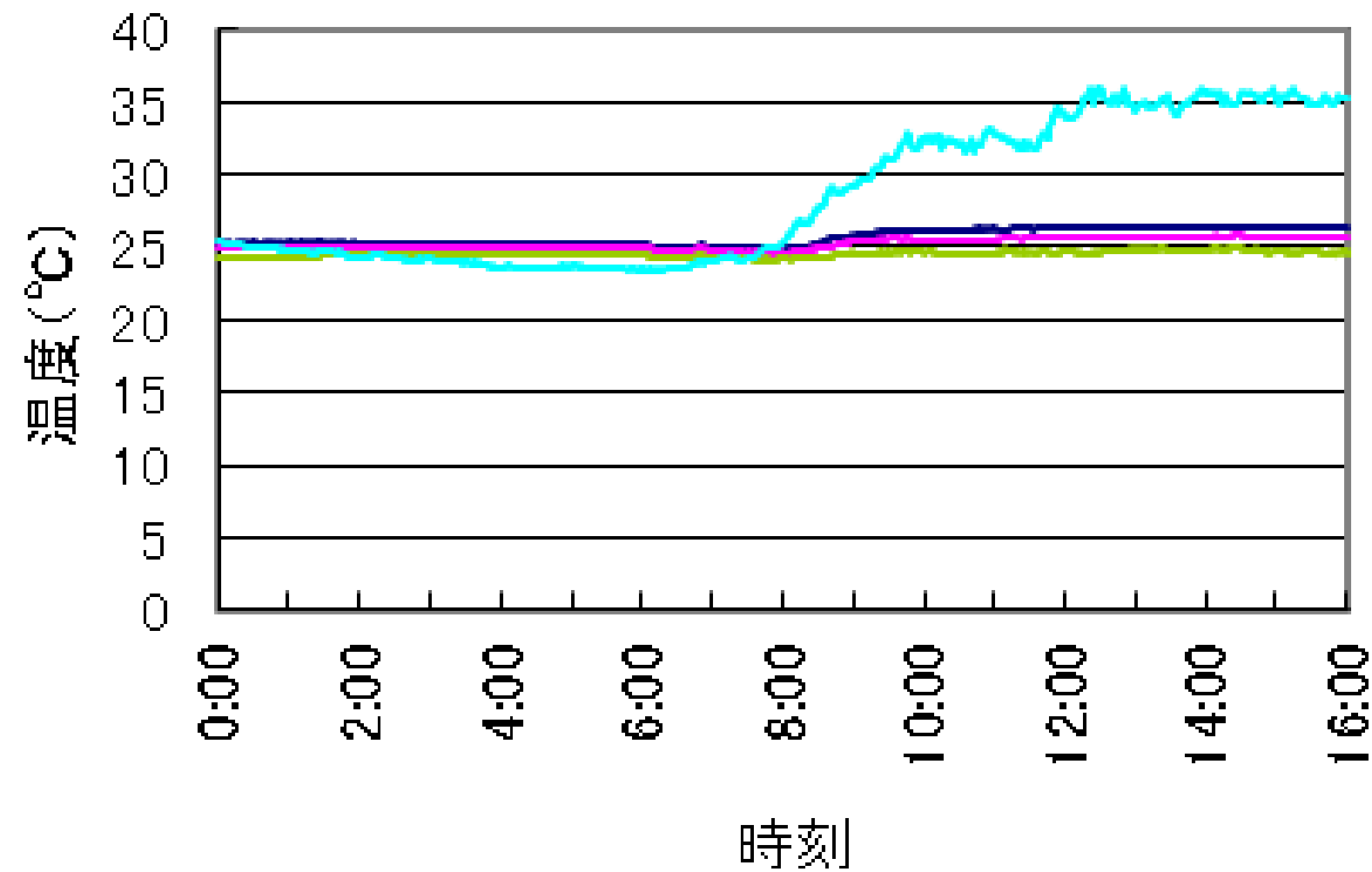
(木質バイオマスの可能性？)

4-1. 空調実測

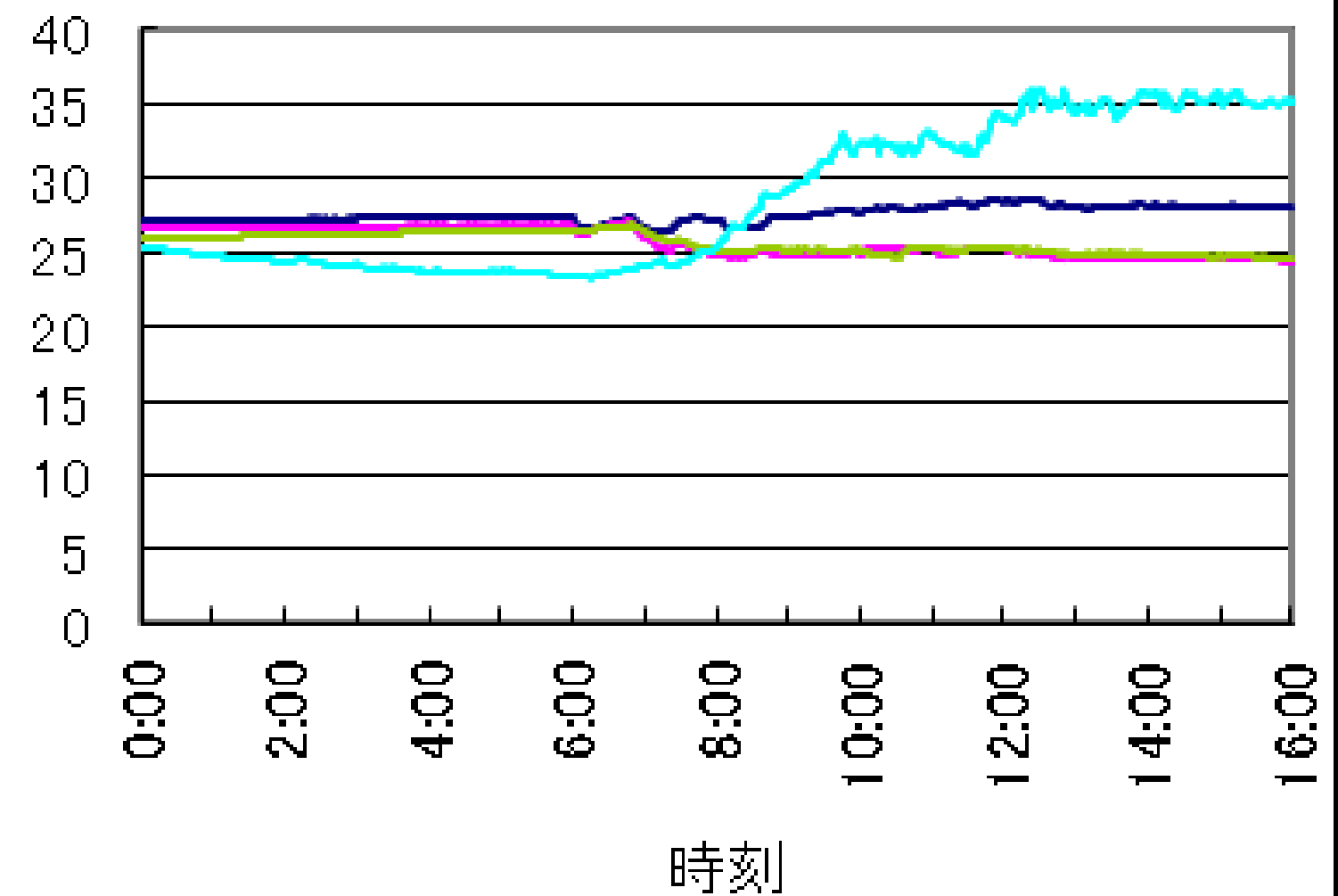
- 測定日 : 夏期2011年8月29・30日(月)
: 冬期2012年2月6日(月)
- 測定項目
 - ①室内環境値
(温湿度、吹出口風量、床面放射温度、CO2濃度)
 - ②空調状態
(運転・停止、外気冷房、設定値、輻射空調状態)
 - ③熱源状況
(ボイラー・冷凍機側温度・流量、燃料消費量)



夏季 1階_温度(°C)



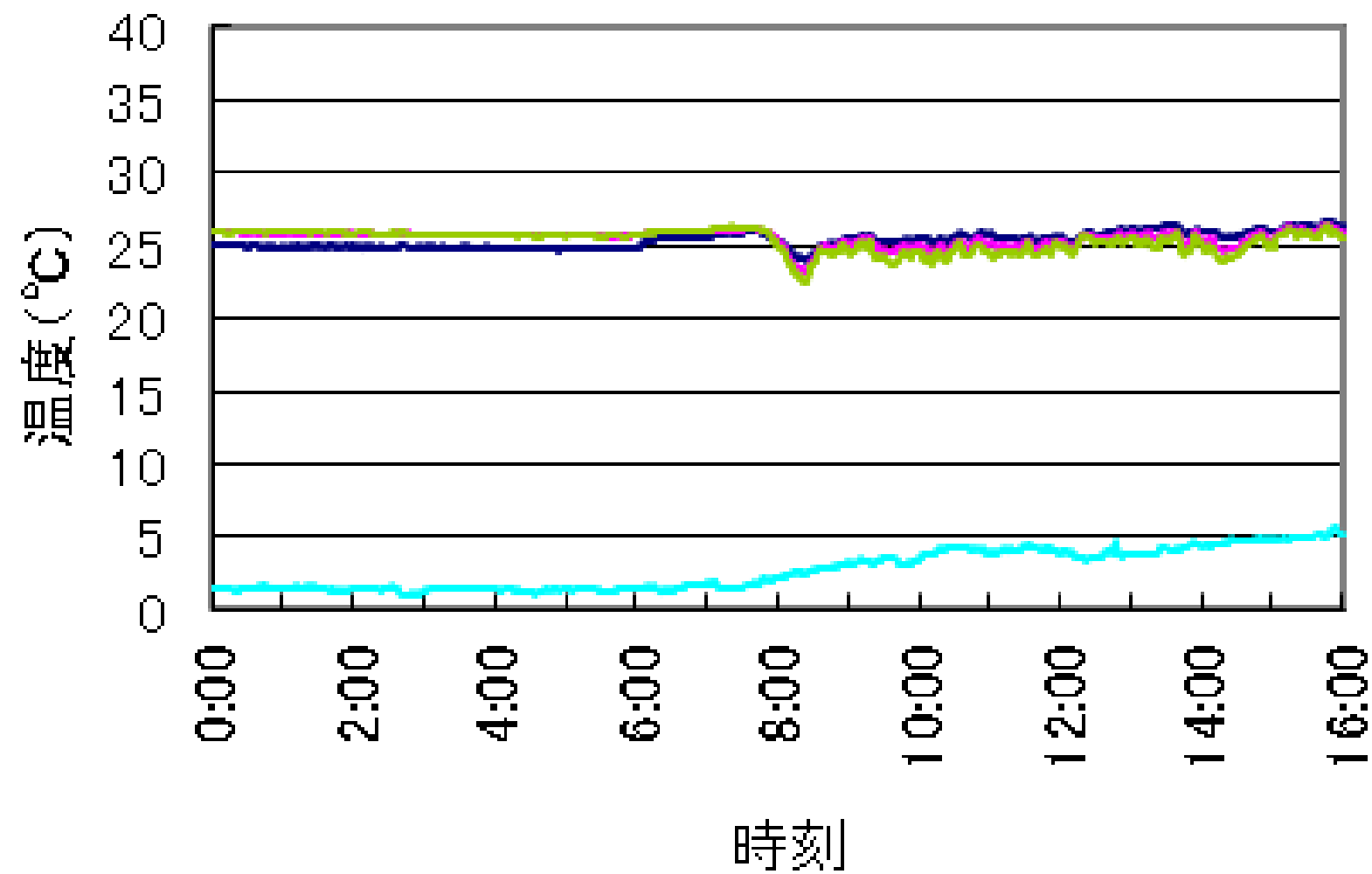
夏季 3階_温度(°C)



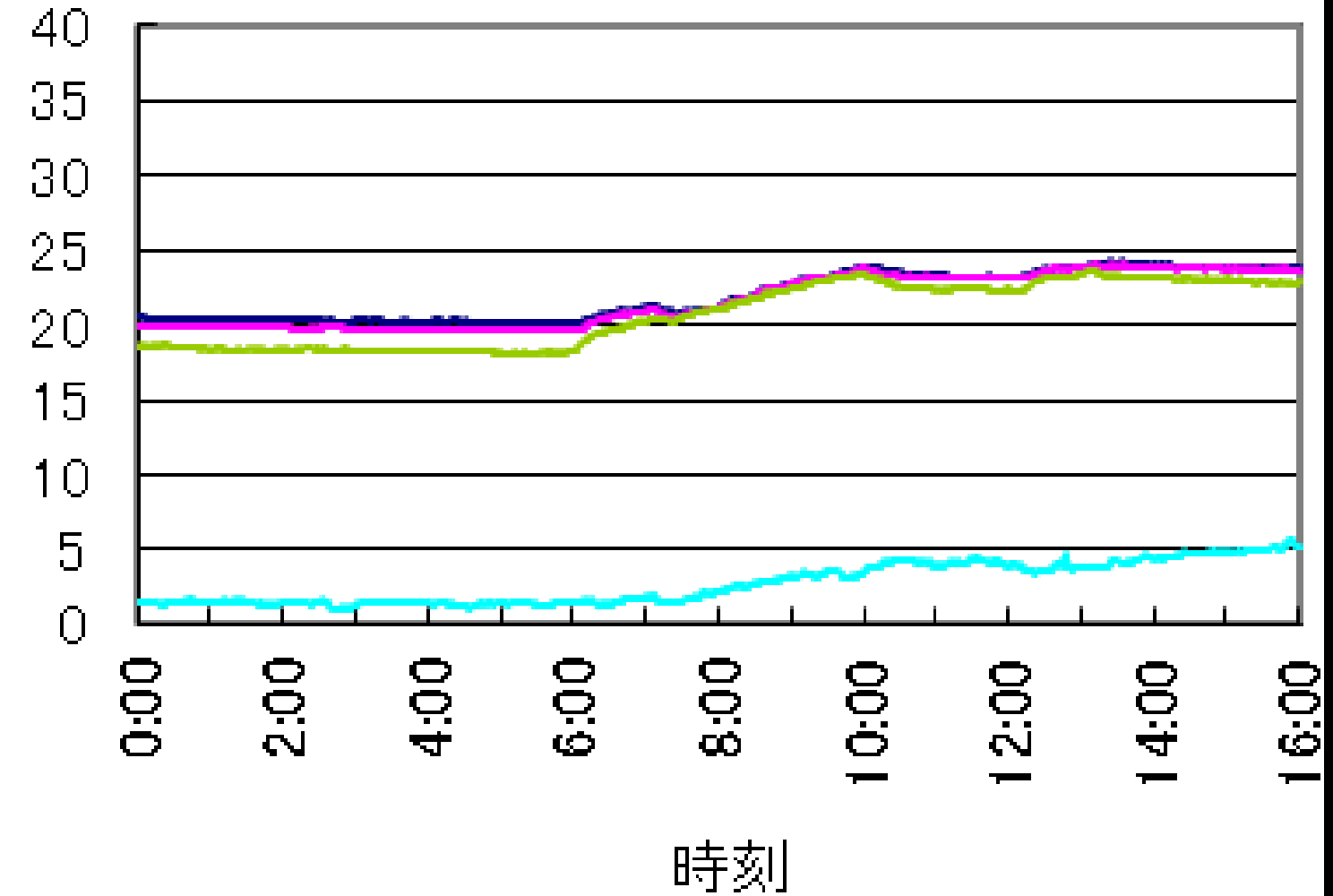
- ・夏季は終日居住域25°C~26°Cで安定
- ・上下温度差3°C未満

— upper
— center
— under
— 外部

冬季 1階_温度(°C)



冬季 3階_温度(°C)



- ・冬季は終日居住域22°C~24°Cで安定
- ・上下温度差1°C未満

— upper
 — center
 — under
 — 外部

室内環境実測結果

- 夏期においては室内居住域温度 25°C ～ 26°C を保持
- 冬期においても室内温度 22°C ～ 24°C を保持
- 上下の温度差は夏期 3°C 未満、冬期 1°C 未満
- CO_2 濃度等もその他の数値も基準値
- 空調停止後も極端な室温変化が見られない
- 空調機が下限風量(30Hz)の状態が多い



- ① **立ち上がり**の月曜日においても終日概ね**良好**
- ② 床躯体の**熱緩衝効果**を確認
- ③ 空調機ファン動力縮減による**省エネ**確認

4－2. 熱源検証

- ・夏季、冬季それぞれ検証

初年度 : 室内環境実測日

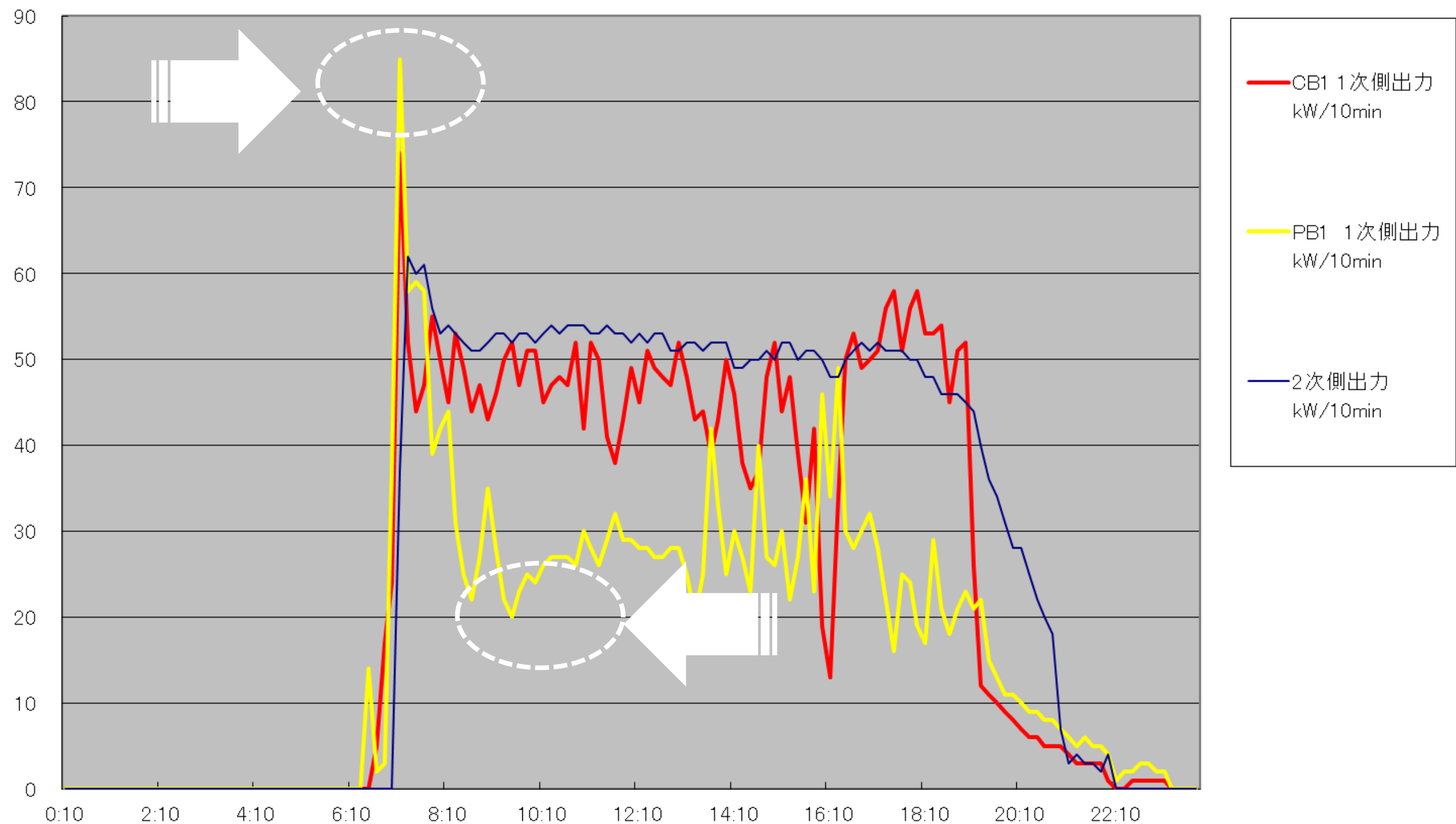
3年後 : 初年度検証日付近

- ・月曜日（立ち上がり時）の

チップ、ペレット各ボイラー出力と2次側出力値

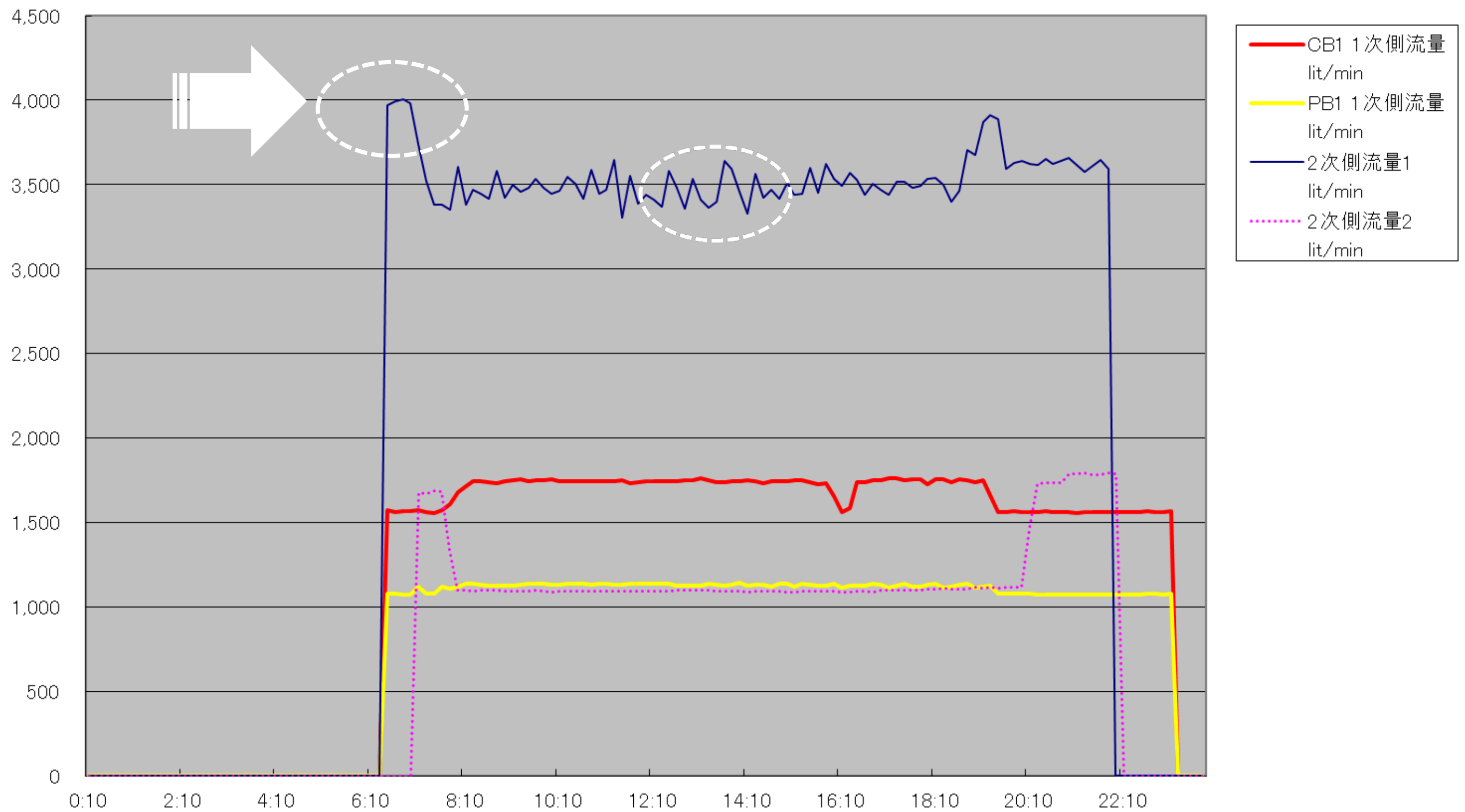
チップ、ペレット各ボイラー流量と2次側流量

夏期(月曜日)ボイラー出力



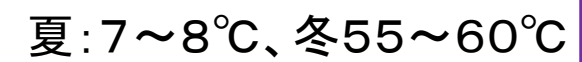
初年度(2011.08. 29)

夏期(月曜日)各種流量



初年度(2011.08. 29)

熱交換器を介した 並列熱源システム



初年度 夏季熱源システム検証結果

⇒①立ち上り時は

ペレットボイラーで主に負担

⇒②システムの安定に伴い、

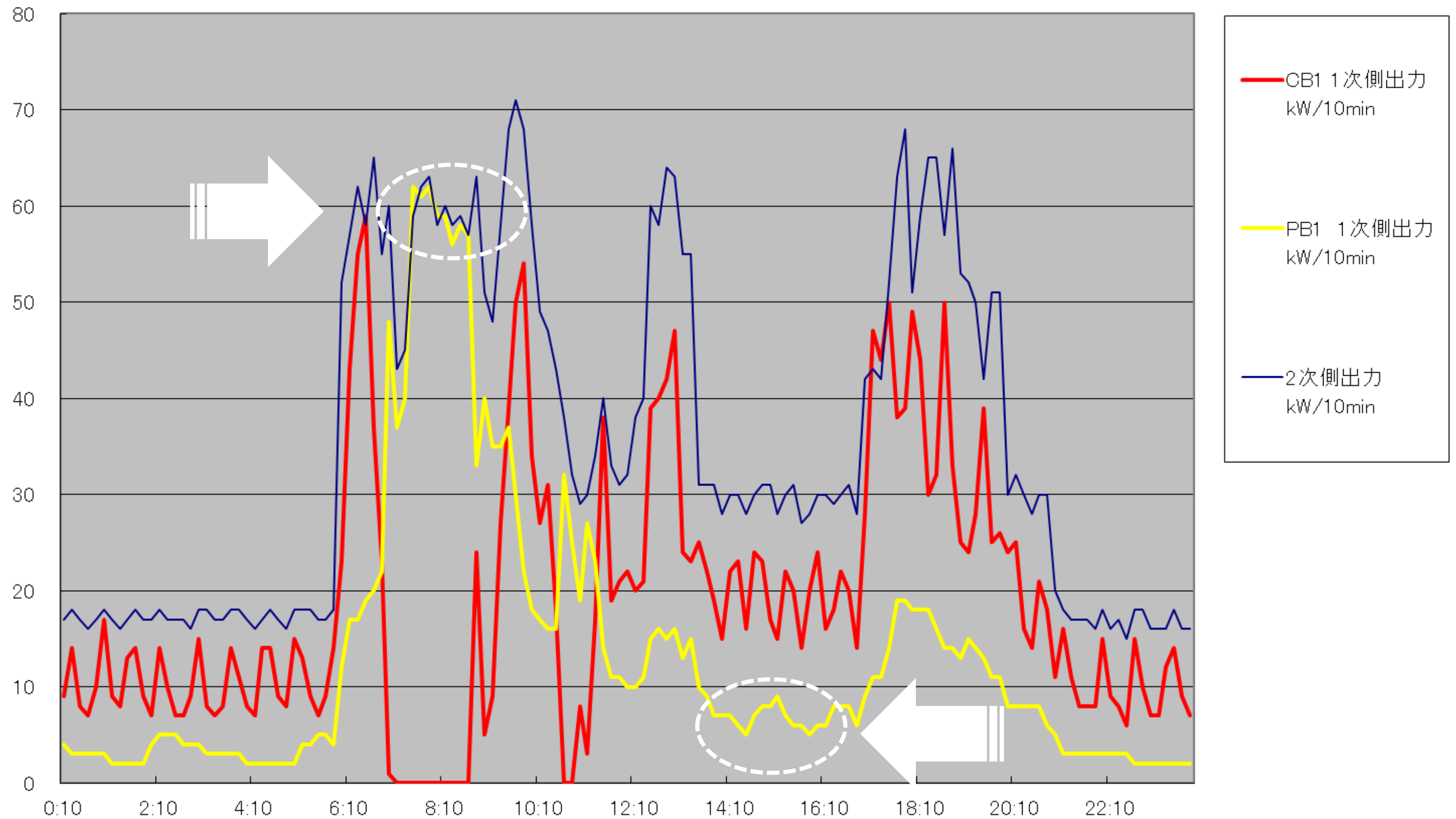
チップボイラーをメイン運転

- 夏期は室内側熱負荷安定に伴い、冷水供給流量は60%に低減した
- ところが、部分負荷時にボイラー内温度の過上昇現象



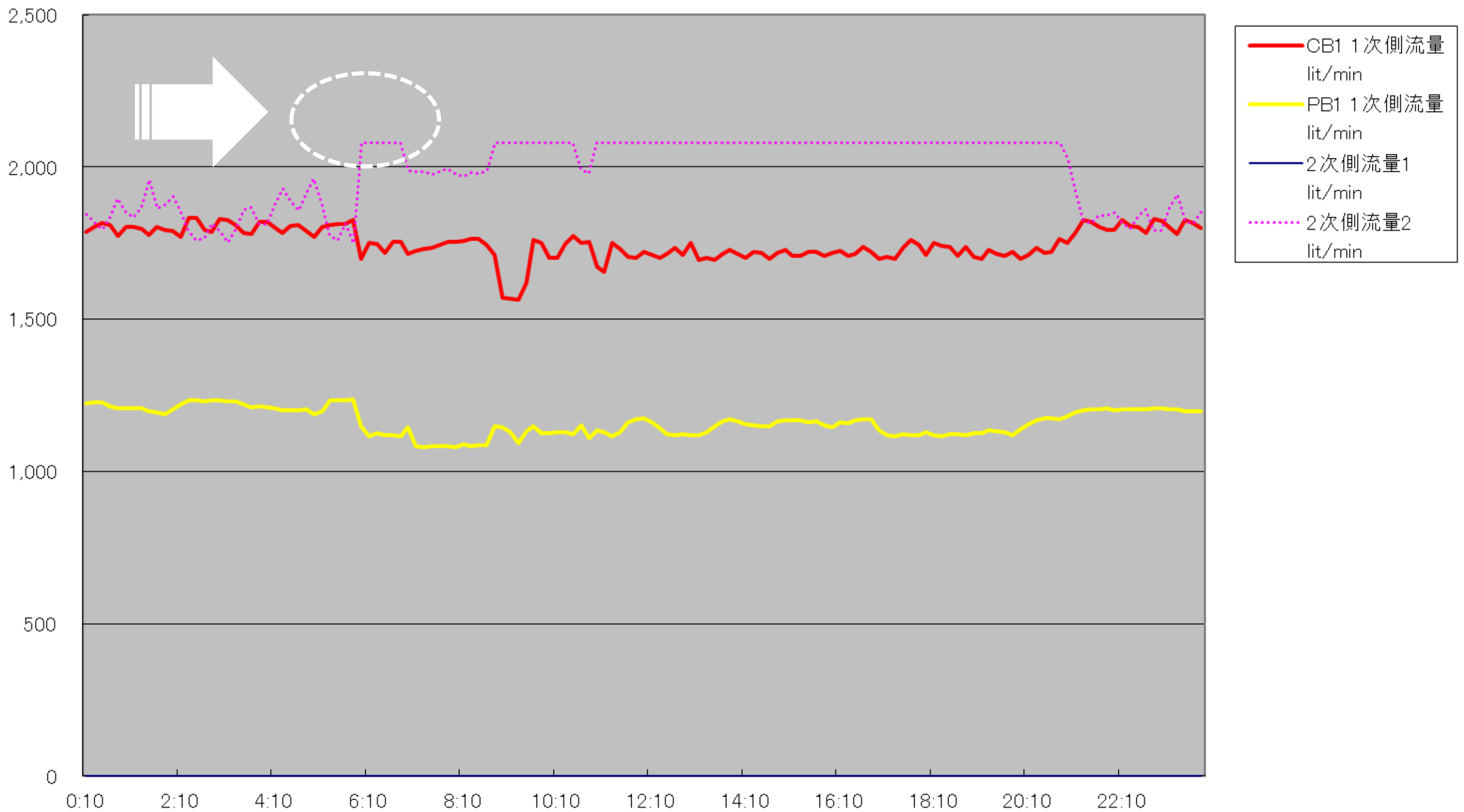
冬期から、熱源システム24時間稼働に変更して常時、適度に熱を逃がす対策を講じた

冬期(月曜日)ボイラー出力



初年度(2012.02. 06)

冬期(月曜日)各種流量



初年度(2012.02. 06)

初年度 冬季熱源システム検証結果

⇒①立ち上り時は

ペレットボイラーで主に負担

⇒②システムの安定に伴い、

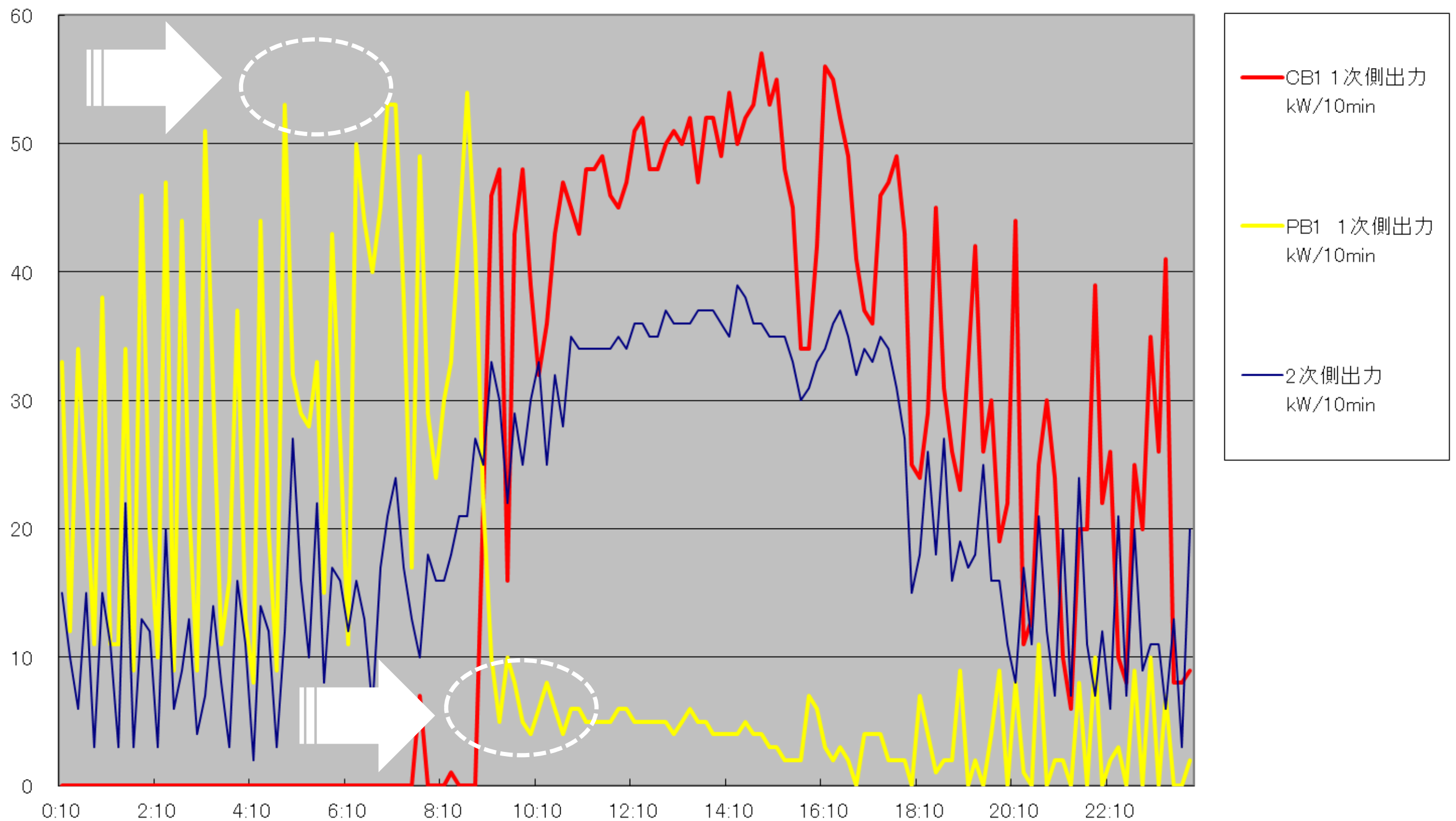
チップボイラーをメイン運転

- 冬期から、熱源システム24時間稼働に変更
- チップボイラーの出力にバタつきあり



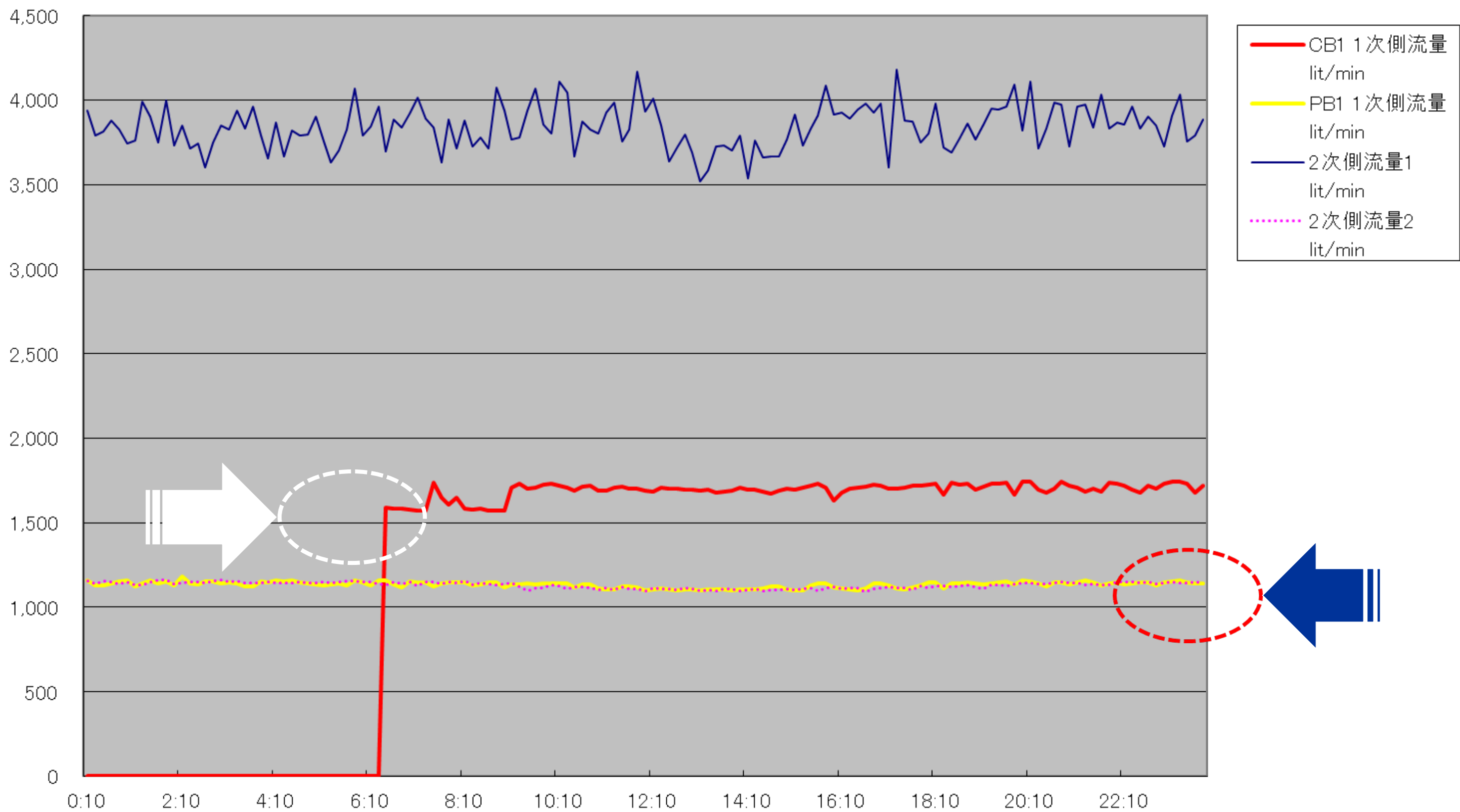
ペレットボイラーのみ24時間稼働に再変更

夏期(月曜日)ボイラー出力



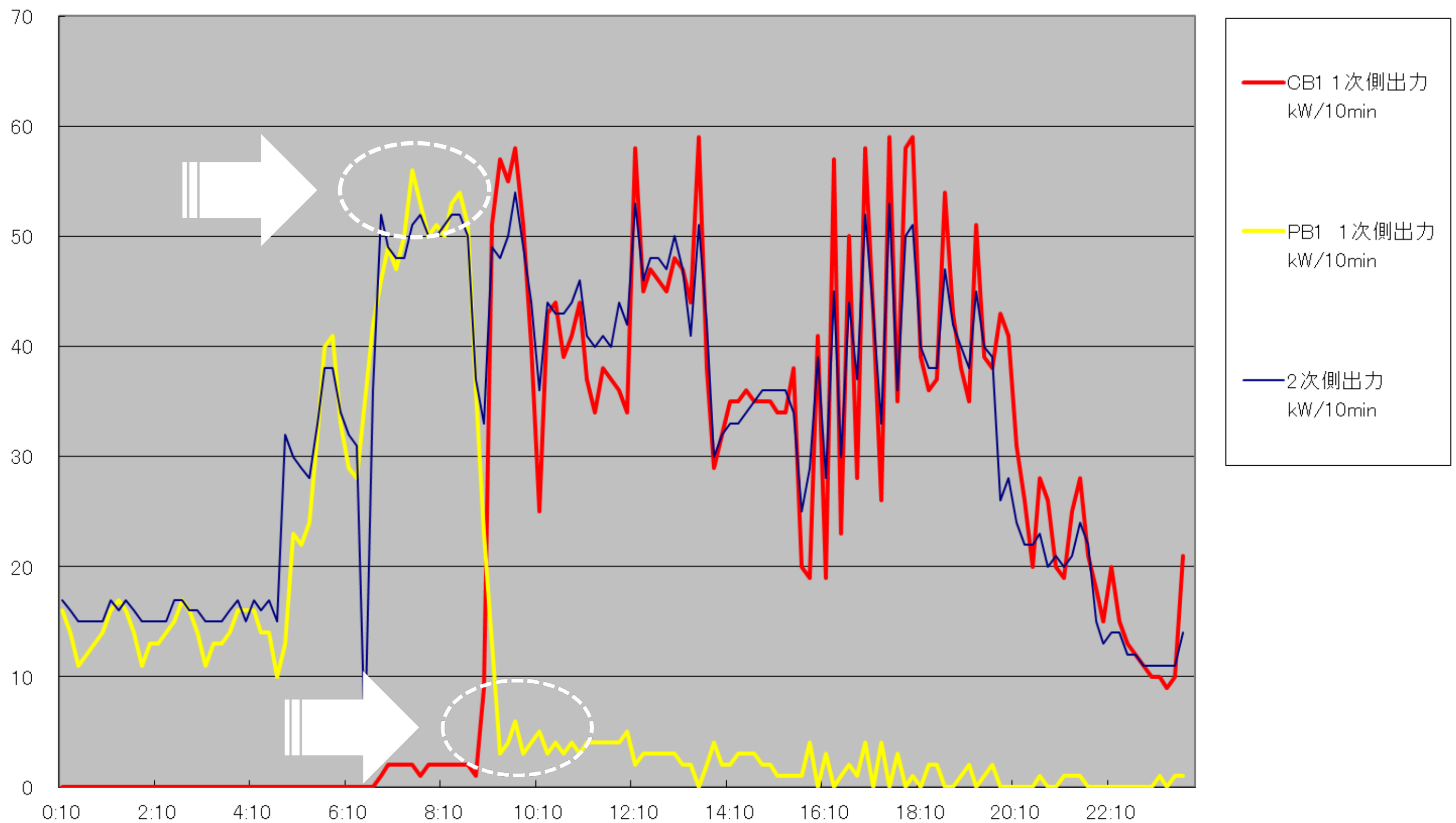
3年後(2014.08. 25)

夏期(月曜日)各種流量



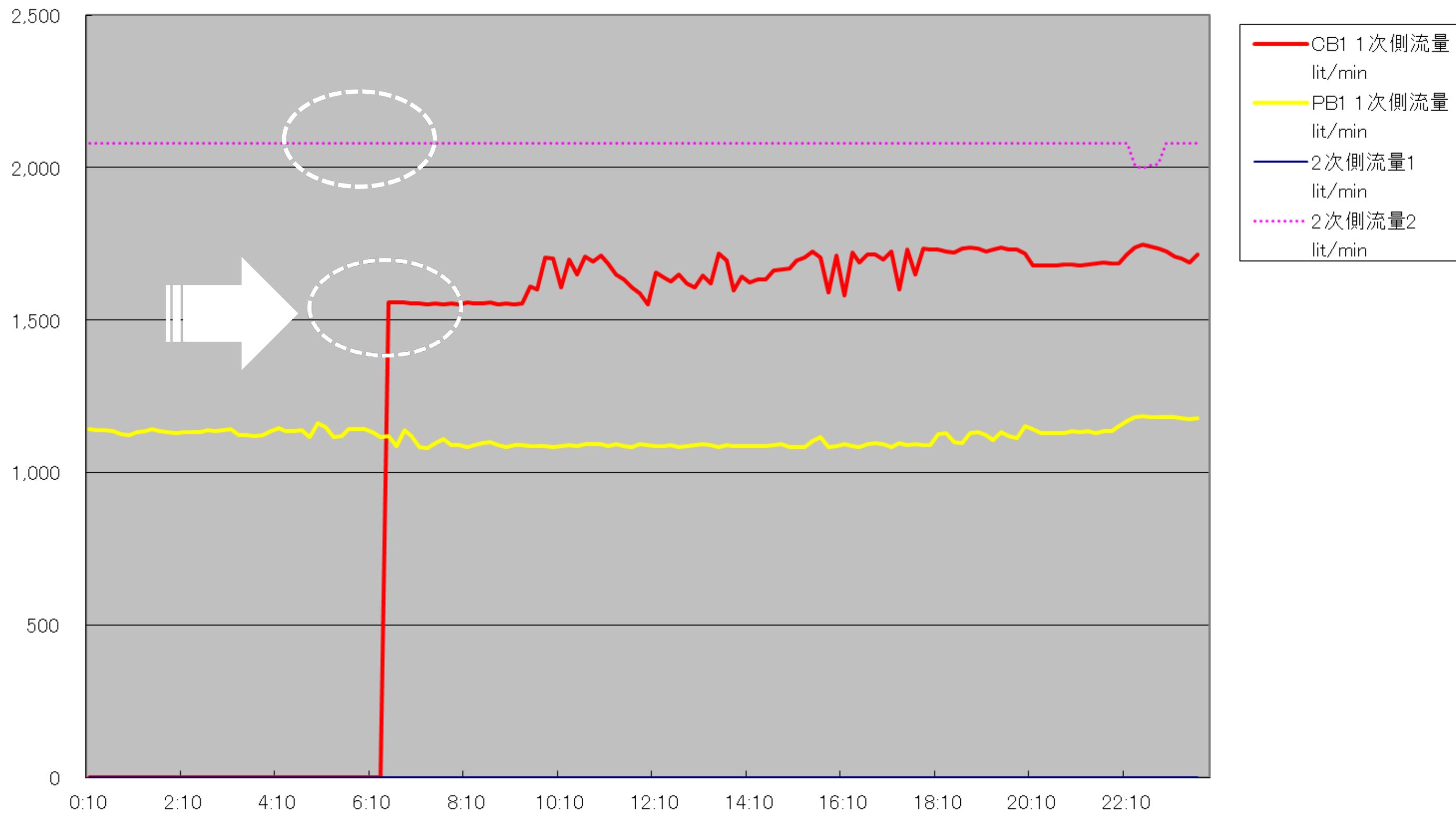
3年後(2014.08. 25)

冬期(月曜日)ボイラー出力



3年後(2015.02. 02)

冬期(月曜日)各種流量



3年後(2014.08. 25)

熱源システム検証結果まとめ

⇒①立ち上り時は

ペレットボイラーで主に負担

⇒②システムの安定に伴い、

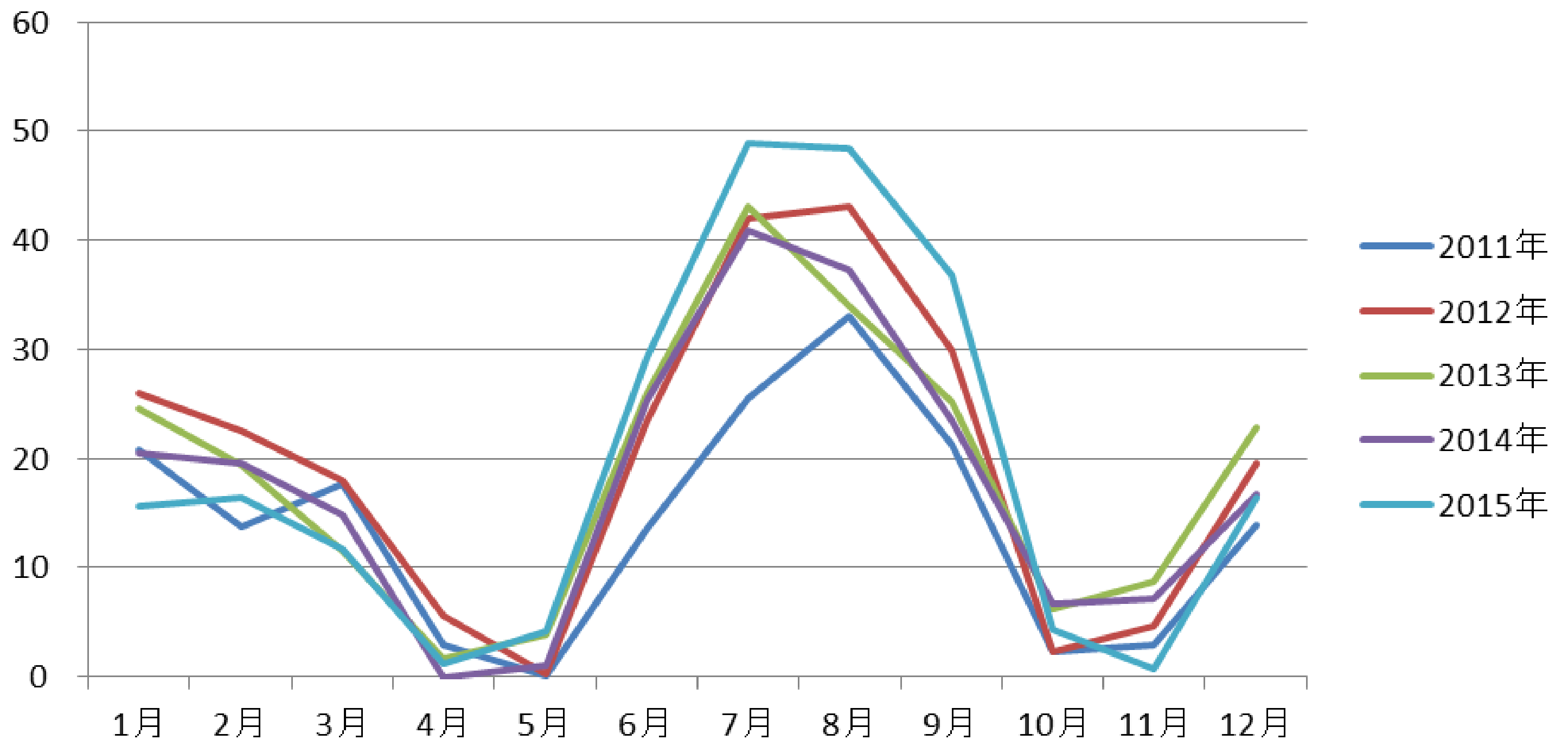
チップボイラーをメイン運転

- ペレットボイラーのみ24時間稼働としたことで、両ボイラーとも年間を通して出力が安定した
(中間期、休日はペレットボイラーのみの運転とした)
- 部分負荷時のボイラー内温度の過上昇はなくなった
- 冷温水搬送動力低減に課題あり

4ー3. 消費実績

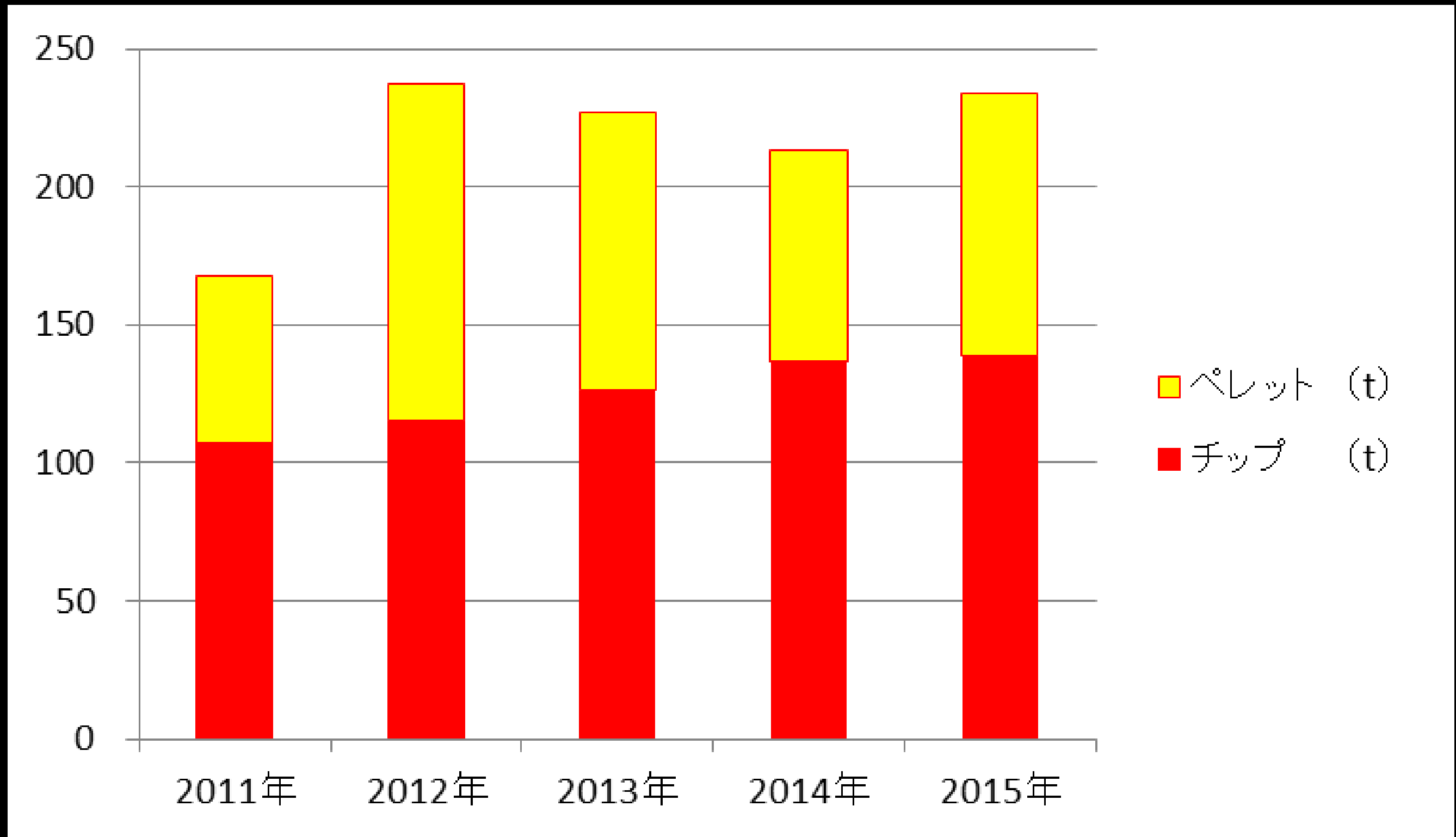
- 月別 木質バイオマス 燃料消費実績
- チップ、ペレット消費割合実績
- 5年間の一次エネルギー消費実績

月別 木質バイオマス燃料消費実績 (t/月)



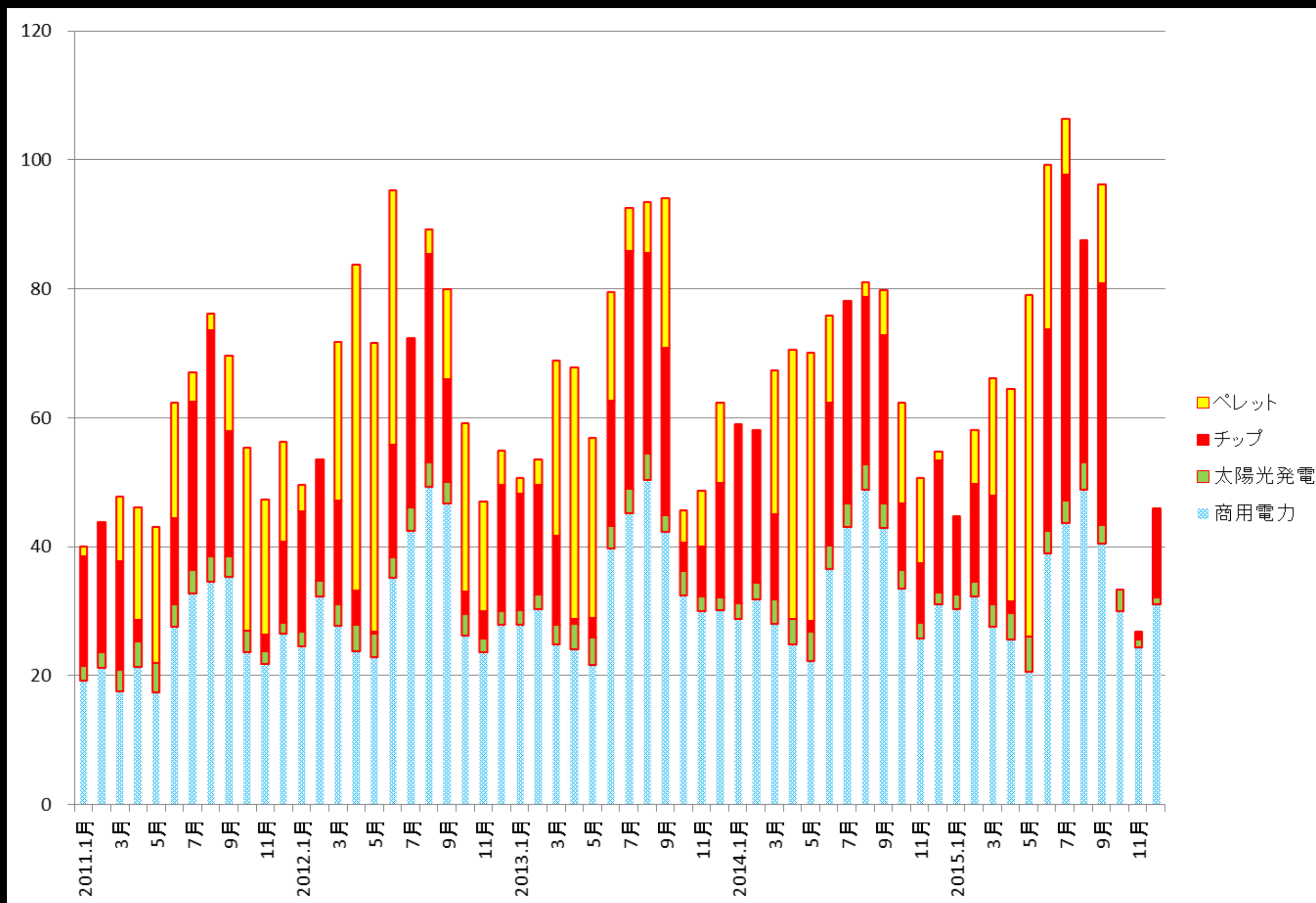
7月、8月がピーク(約50t)。冬季は夏季の約半分。

チップ、ペレット消費割合 (t/年)



チップ:ペレットは約6:4

月別一次エネルギー消費量実績



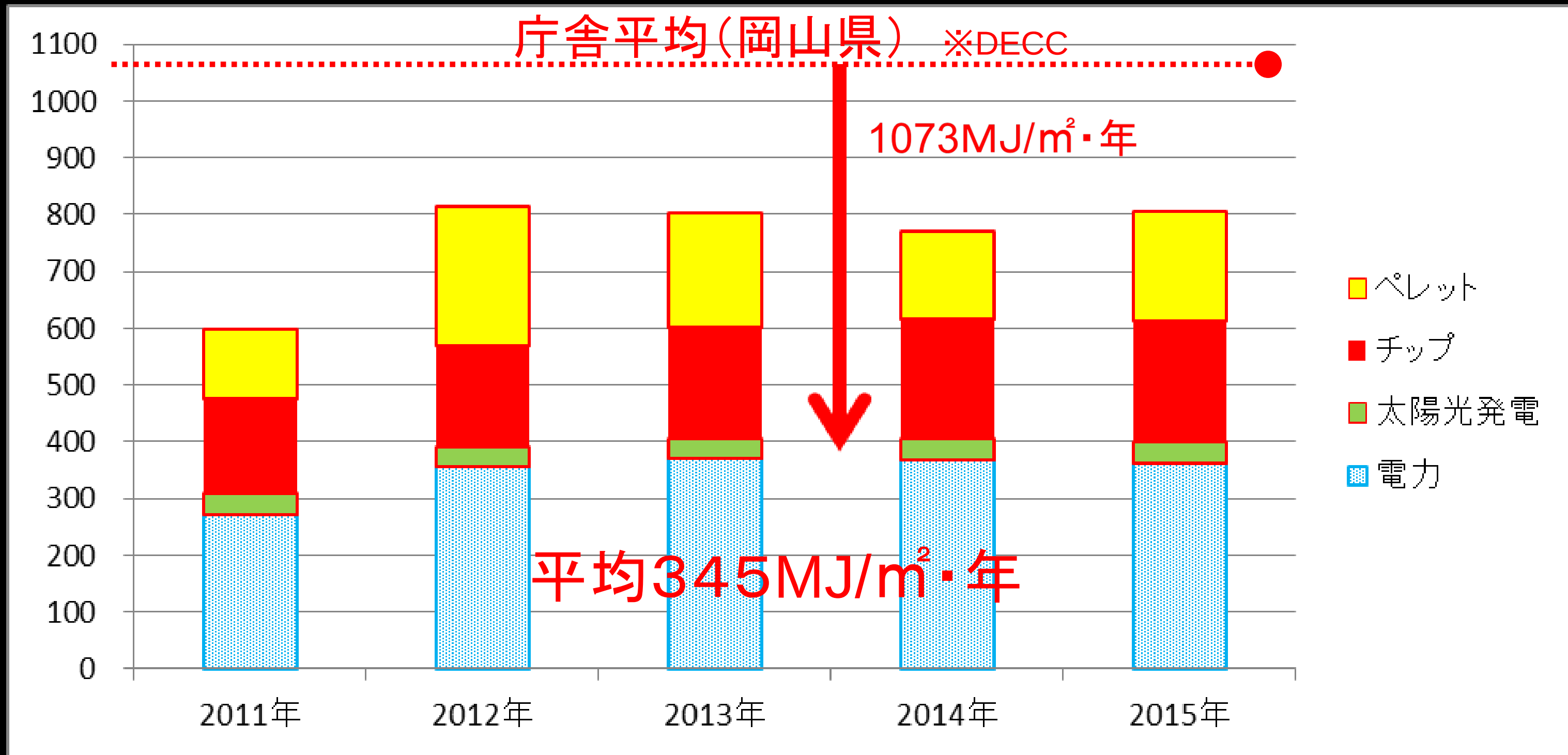
一次エネルギー(化石燃料)の消費縮減に寄与！

4－3. 消費実績まとめ

- 竣工から、2015年12月までの5年4か月で
チップ644トン、ペレット467トンの消費量であった
(チップとペレットの比率は概ね6:4)
- 上記は、発熱量4,377MWhと計算される
(チップ発熱量3.49kw/kg, ペレット発熱量4.56kw/kgとして換算)
- 燃料コストはトータル2,113万円
(チップ12.5円/kg、ペレット28円/kgとして換算)
⇒灯油換算3,812万円と比べ (※90円/L)

約1,700万円のコスト縮減効果

4-4. 一次エネルギー縮減量



一次エネルギー(化石燃料)の消費を約1/3に

5. おわりに

- ・真庭市新本庁舎は空調熱源をすべて「木質バイオマス」として省エネ・省コスト・省CO2などで効果をあげている。
- ・真庭市の林業振興、地域振興にも貢献。
- ・快適性・省エネ・省コストをデータとして確認でき、再生可能エネルギーとして利用手法に目途がたった。
- ・真庭市では本方式にて地域センター建設中
(H28.4月オープン、太陽熱と組合せBCP対応)

余談……バイオマスのポテンシャル？？？

日本の歴史は木材と共にあった。

明治維新をむかえるまで、

日本のエネルギーは薪、木炭、たい肥などのバイオマスだった。

日本の大きな変わり目
平安京遷都、江戸時代の幕開けなどは
新しい森林資源を求めた結果
との説もある。

(竹村公太郎著: 日本史の謎は「地形」で解ける より)



図 3-3 記念建造物のための木材伐採圏 (タットマン [1998] より)

余談・・・バイオマスのポテンシャル？？？



3,000万人の江戸時代の日本人を支えたバイオマスエネルギーの歴史的実績を考えると、まだまだポテンシャルは高いのでは？

余談・・・バイオマスのポテンシャル？？？

真庭市では2015年4月より1万キロワットの木質バイオマス発電所を開設した。

これは、年間79,200Mwh(一般家庭22,000世帯分)を賄える量。(ちなみに、真庭市の世帯数は17,857である。)

2010年時で真庭市全体の木質バイオマスエネルギー自給率は11.3%。

発電所などの稼働を受け、自給率20%も期待されている。



ご清聴ありがとうございました。

