

平成25年度 環境省地球温暖化対策技術開発 成果発表会 「低価格・省スペース普及型 ソーラーシステムの技術開発」

実施体制：三井ホーム(株)、北方建築総合研究所、
東京大学、近畿大学、
矢崎エナジーシステム(株)、(株)EP&B

本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の設置可能地域の拡大検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

太陽熱給湯システムの現状①

現状提供されている低価格な「太陽熱温水器」は、

- ① 十分な水圧が得られず、浴槽の湯張り以外の用途には利用が難しい
- ② 屋根にタンク荷重がかかるので構造・地震対策において不利
- ③ タンク内が大気開放されているため衛生面で不利
- ④ 住宅の意匠を悪化させる
- ⑤ 寒冷地では使い難い

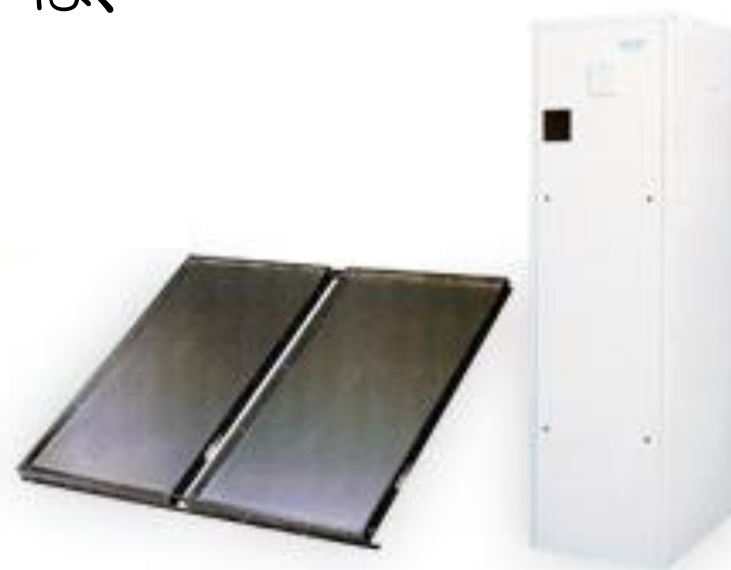


太陽熱温水器

太陽熱給湯システムの現状②

「強制循環式のソーラーシステム」は、

- ① 太陽熱温水器の欠点を解消しているものの、**高価であるため、給湯費の節約による投資回収期間が長い**システムとなっており、普及が滞っている。
- ② **LPGを使用している世帯は全国で1600万世帯に及ぶが、これらの世帯の給湯エネルギーを削減する十分な対策は打ち出されていない。**



ソーラーシステム

本システムの目指すところ！



太陽熱温水器



ソーラーシステム



サンキュート
SunCute ※
高効率太陽熱ソーラーシステム

不便・~~かっこ悪い~~

便利・**かっこいい**

便利・超かっこいい
(屋根一体型仕様)

20~30万

~~70~80万~~

95~135万

これを製品化へ！

※「サンキュート」とは、平成20年~22年にかけて環境省地球温暖化対策技術開発委託事業にて開発した「高性能・高意匠給湯システム」のこと。

平成23、24年度の2年間で145棟の建物に設置した。



三井ホーム

本技術開発の概要

- 本技術開発では、既存の太陽熱利用機器の普及阻害要因となっている課題（高価格または使い勝手の悪さ等）を技術開発によって解決する。
- 価格を現在販売されているソーラーシステムの1/2（太陽熱温水器と同等）以下に抑え、太陽熱温水器を上回る使い勝手と太陽熱利用率を有するソーラーシステムの開発を目的とする。

本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の設置可能地域の拡大検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

今までの貯湯槽は・・・



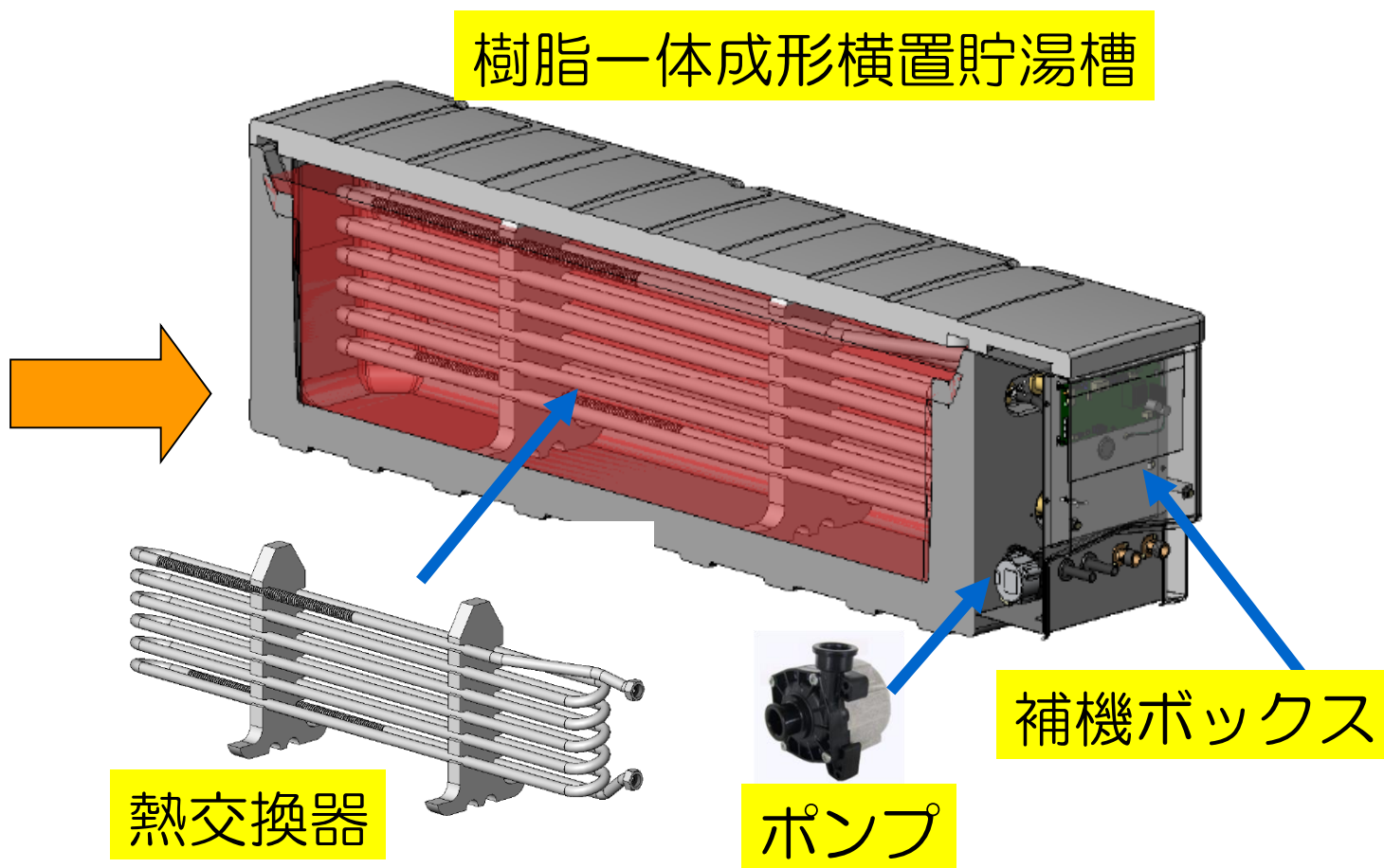
2011/3/11 東日本大震災
地震で倒壊！

今までの貯湯槽は・・・



窓を避けて設置しなければならぬ！

横置型貯湯槽の検討へ



低価格への方策 システムの変更

1. 縦置型→横置型

〈メリット〉

- ①基礎工事が大幅に簡略。
- ②缶体・貯湯槽の脚関連部品を少なく出来る。
- ③地震に強い。

〈デメリット〉

- ①横幅が大きくなる。
- ②設置面積が大きくなる。

2. 直圧型→開放型

〈メリット〉

- ①圧力タンクから開放タンクになるので樹脂化が可能。
- ②シスターン・減圧弁などの部品がなくなる。
- ③軽量・薄型化が可能。

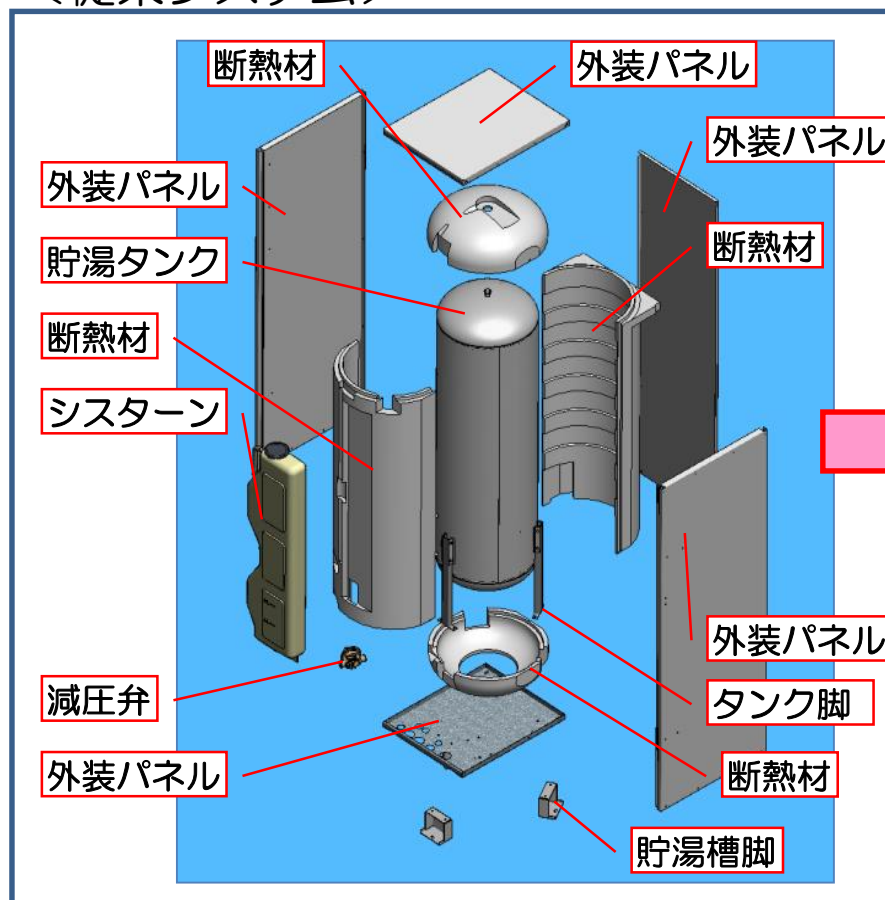
〈デメリット〉

- ①熱媒量が増える。
- ②お湯の取り出し方法がネック。

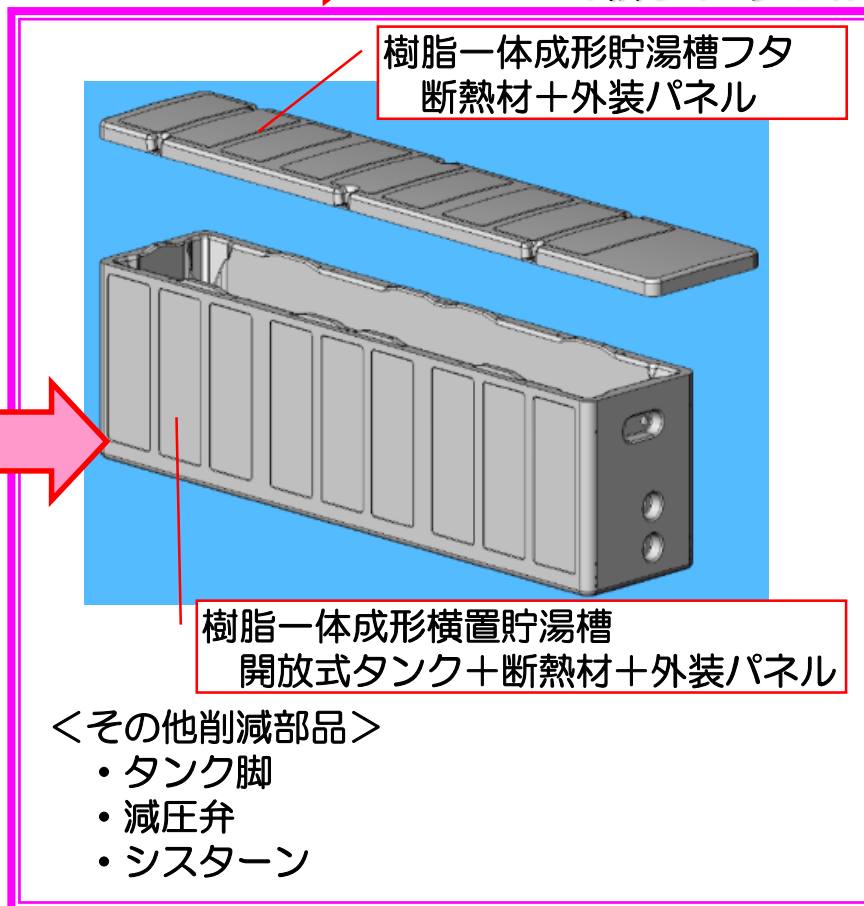
部品削減とは・・・

20数点の部品を2点へ

＜従来システム＞



＜新システム＞



横置型貯湯槽構成部材開発の検討

■製造

- ・大きくて深絞りの樹脂タンクを製造できるか？
→金型形状・樹脂材料・成形方法や条件の最適化の検討。

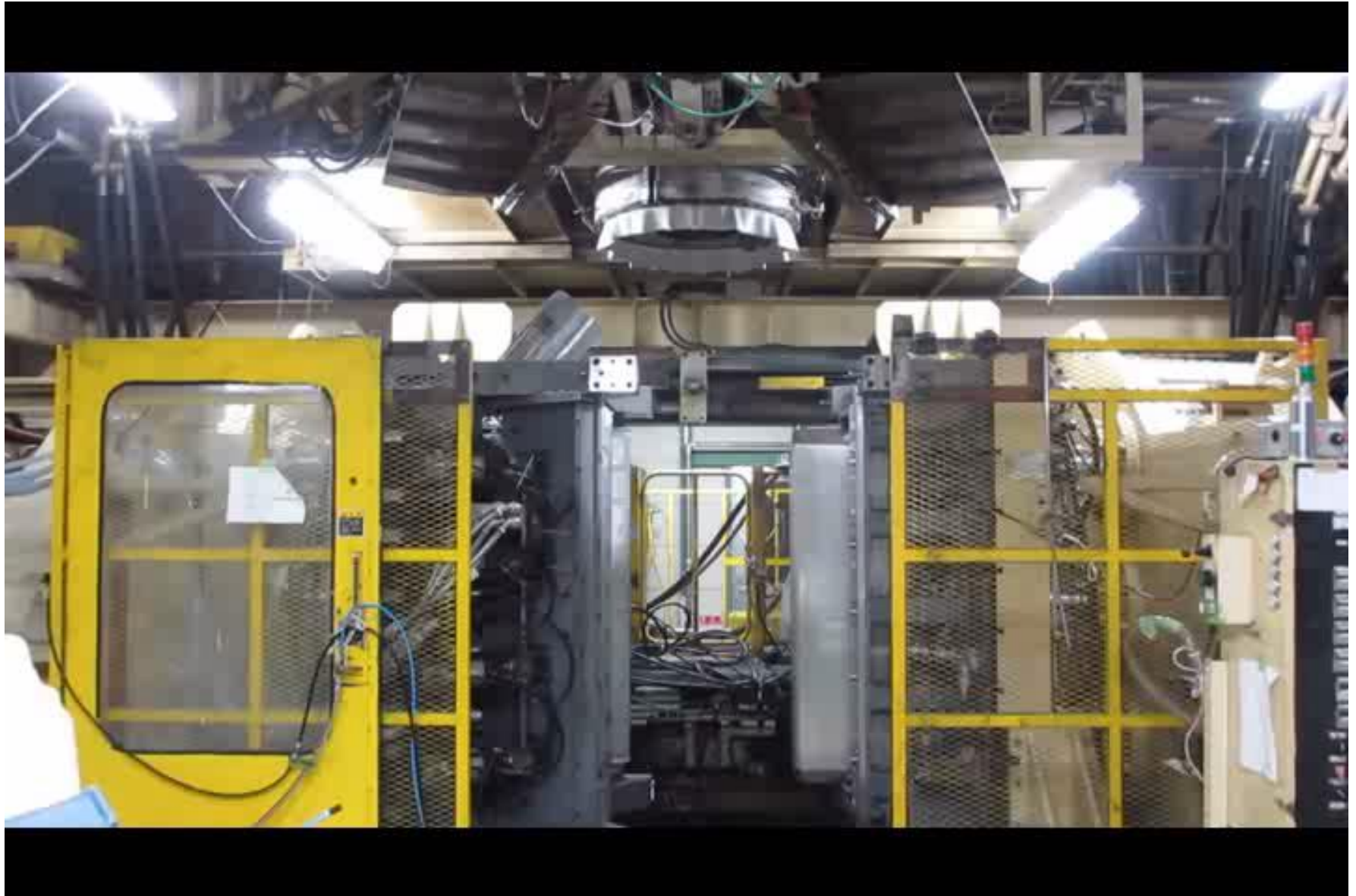
スーパーブロー成形

樹脂表皮＋発泡樹脂芯材 ⇒ 一体成形(一度に成形が可能)

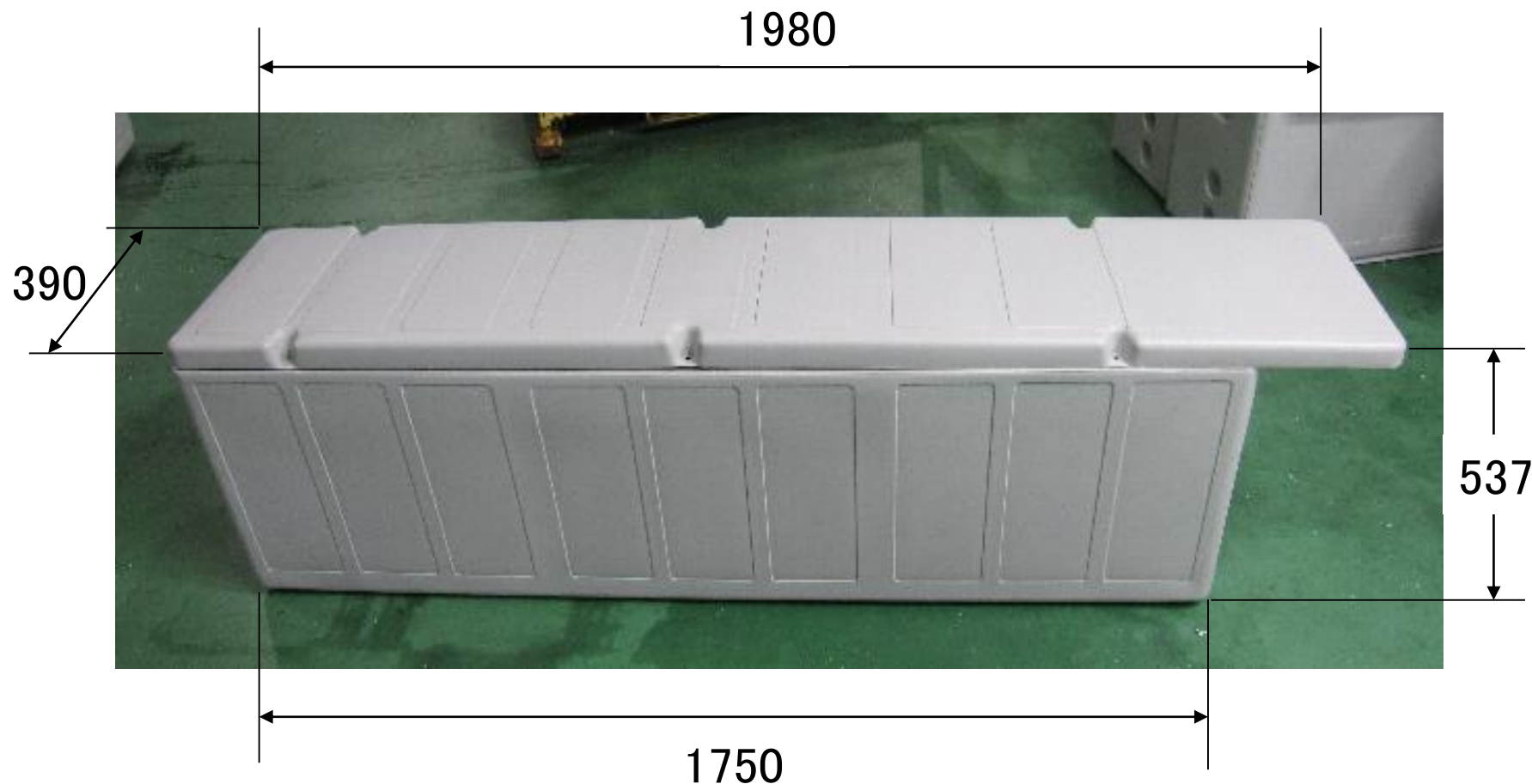


☆製品例（ダム用流木止め）





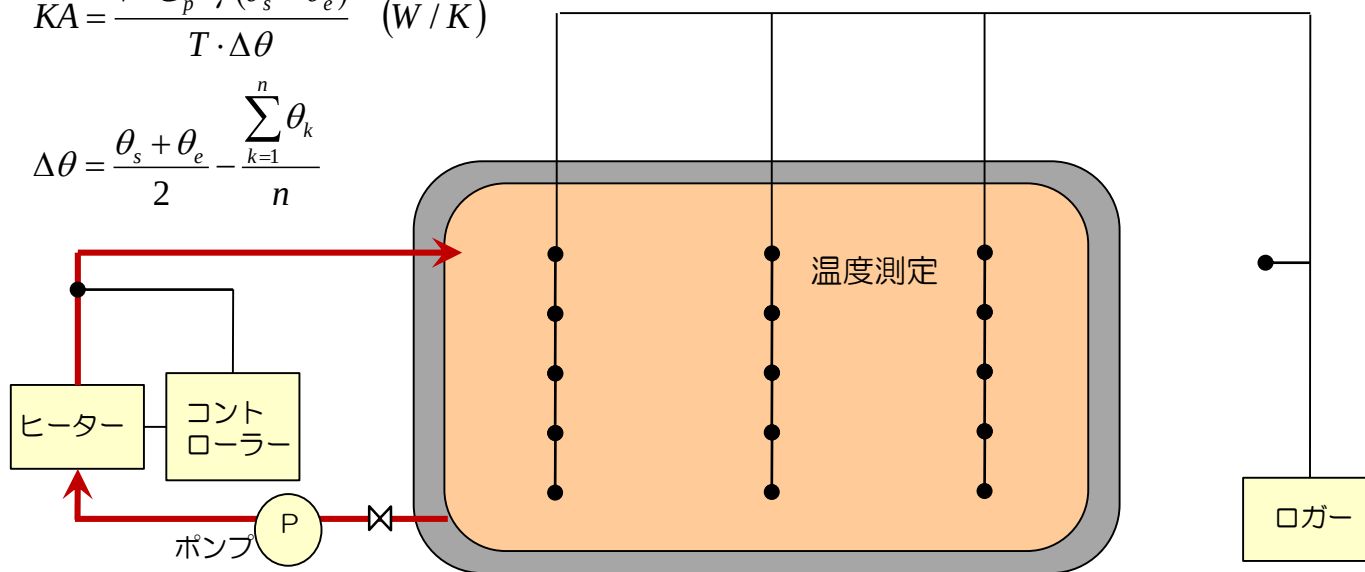
横置型貯湯槽(樹脂一体成形)の最終成形品



横置貯湯槽(樹脂一体成形)の保温性能試験

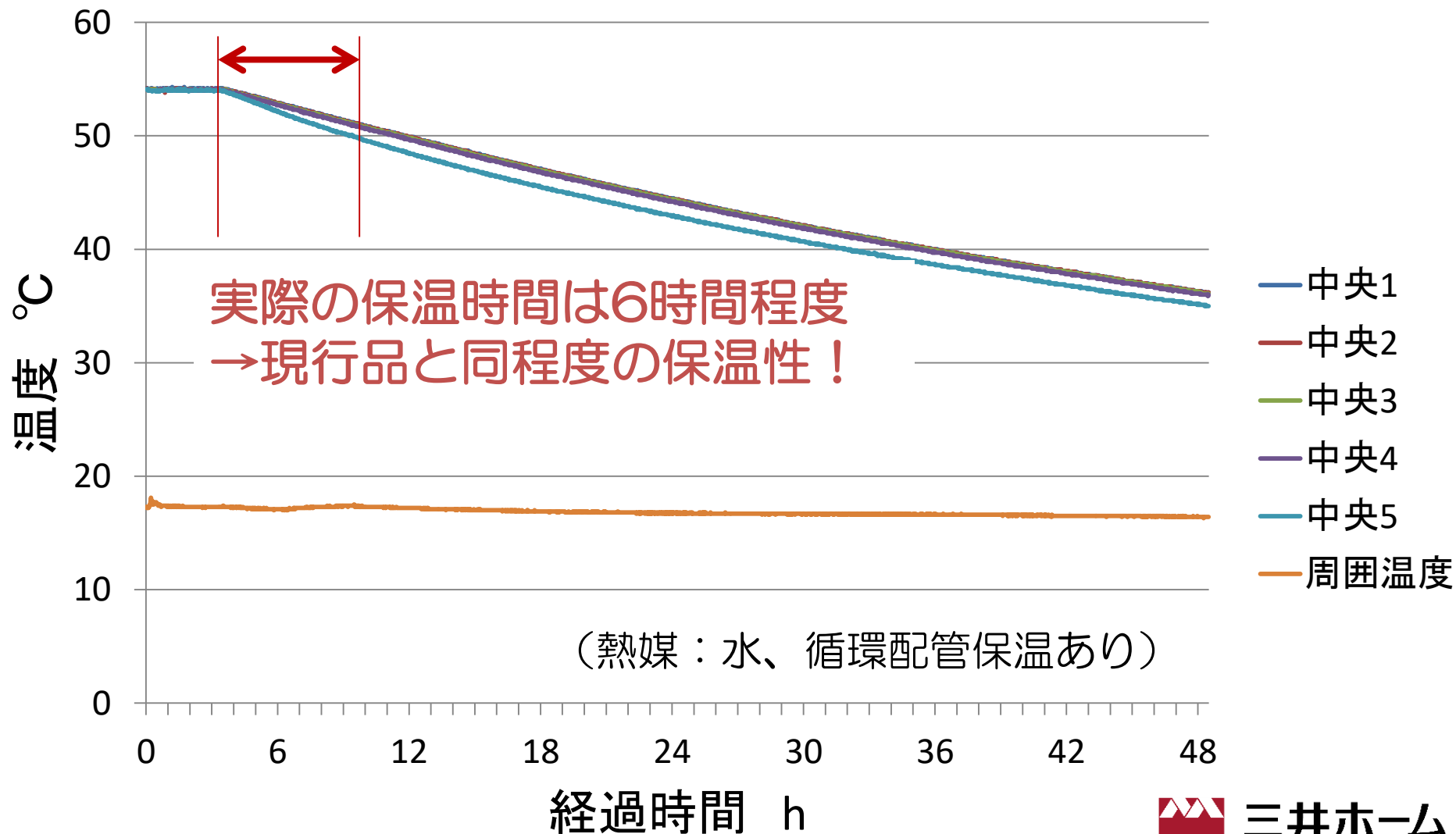
$$\overline{KA} = \frac{V \cdot C_p \cdot \gamma (\theta_s - \theta_e)}{T \cdot \Delta \theta} \quad (W/K)$$

$$\Delta \theta = \frac{\theta_s + \theta_e}{2} - \frac{\sum_{k=1}^n \theta_k}{n}$$



- JIS A 1426(太陽蓄熱槽の蓄熱性能試験方法)に準じる。
- 蓄熱槽を満水にし、周囲温度+35℃まで加熱後、温水循環を停止。
3℃低下するまでの所要時間により熱損失係数を求める。

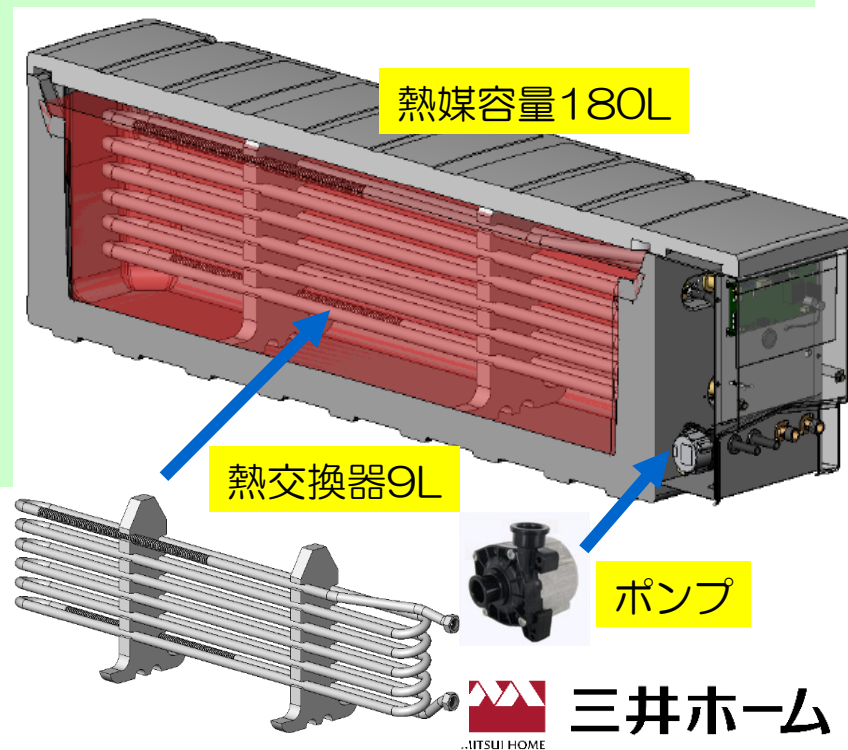
循環停止後の湯温の変化



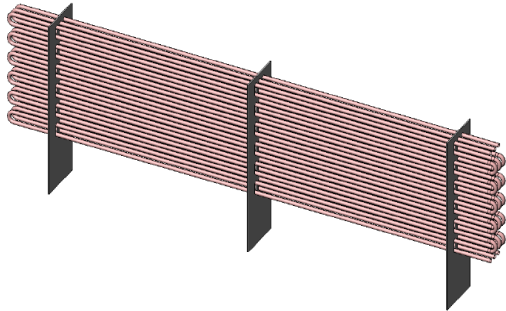
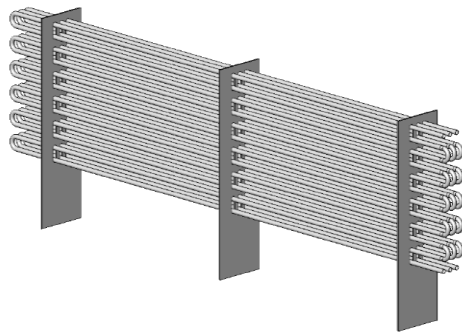
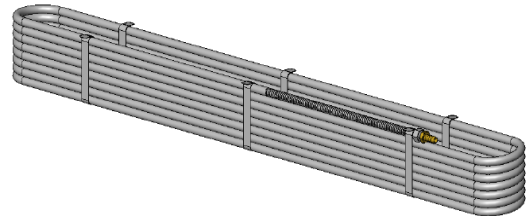
横置型貯湯槽構成部材開発の検討

■性能

- 熱回収型自然対流**熱交換器**の設計が不明？
→ 熱交換器の配置、熱回収熱交換器の構成・構造・材料・寸法の検討
- 熱回収量が実使用上満足できるか？
→ フィールド試験での確認
- コストと消費電力を両方満足できるか？
→ DCポンプの構造検討
→ ポンプ制御検討による消費電力・耐久性の検討

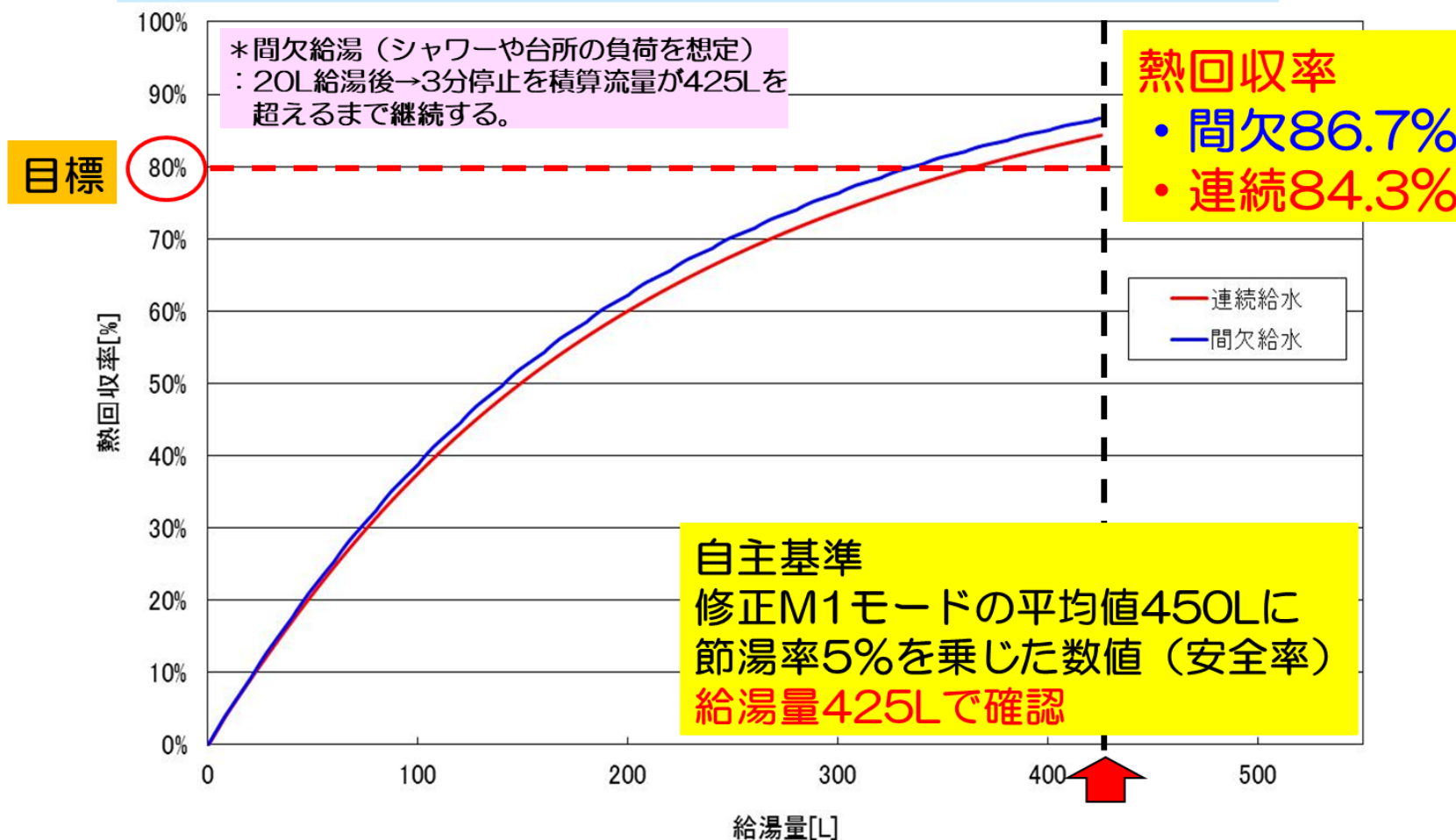


熱交換器構成材について

	材料コスト	熱伝導率	加工性	判定
銅ヘアピンパイプ	×	○	○	×
SUSヘアピンパイプ	△	×	×	×
SUSフレキシブルパイプ	○	○	○	◎
銅ヘアピンパイプ	SUSヘアピンパイプ		SUSフレキシブルパイプ	
				

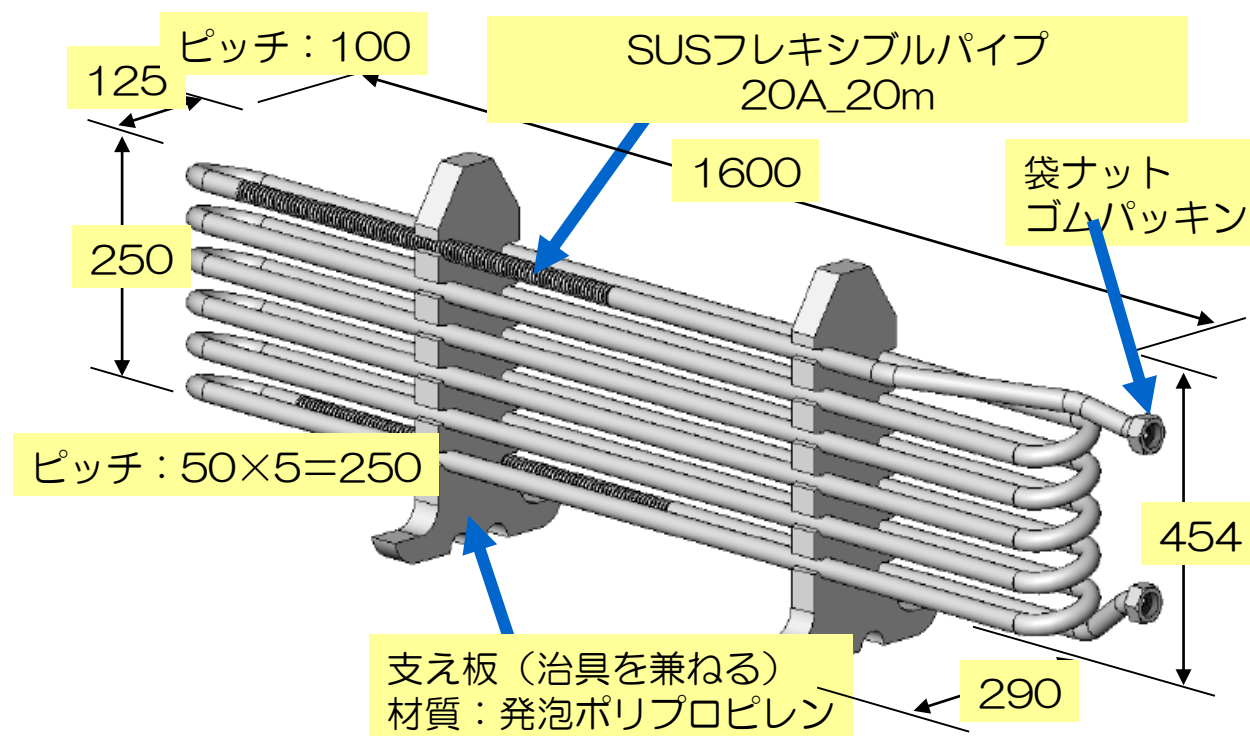
熱交換性能試験結果（給水流量10L/min）

最終品仕様：SUSフレキシブルパイプ_20A_20m



熱交換器の最終構造

水道圧が直接かかるため、「繰り返し耐圧試験」を実施
→0MPa/1MPaの「繰り返し試験」を30万回
実施し、異常なし！



集熱ポンプの検討

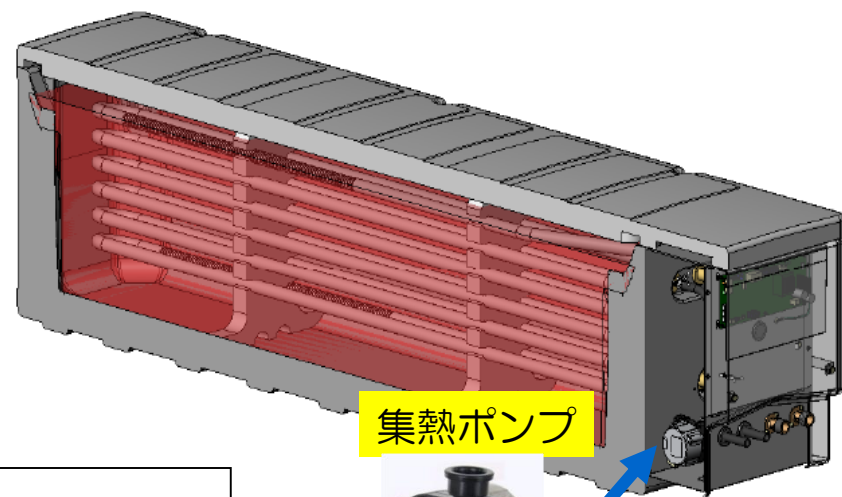
＜集熱ポンプの検討＞

①消費電力の低減

ACモーター⇒DCモーターへ

②3階建て対応可能

現行：NG ⇒ OKへ



集熱ポンプ



現行品は3階建てNG

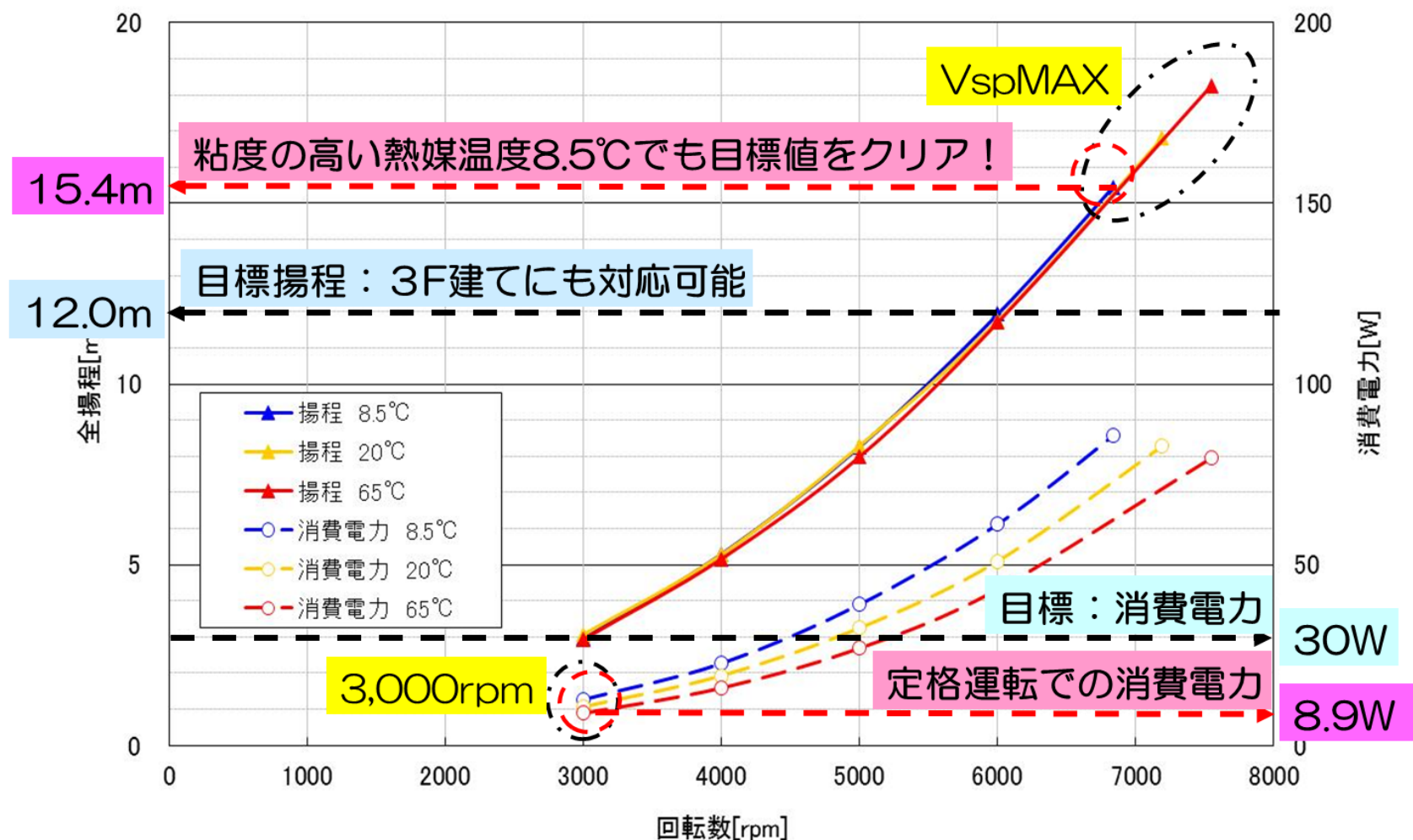
集熱配管は2.5m以内

9m以内

⇒ 12m以上へ

最終品のポンプ性能特性試験

(熱媒：プロピレングリコール33%、熱媒循環流量2L/min)



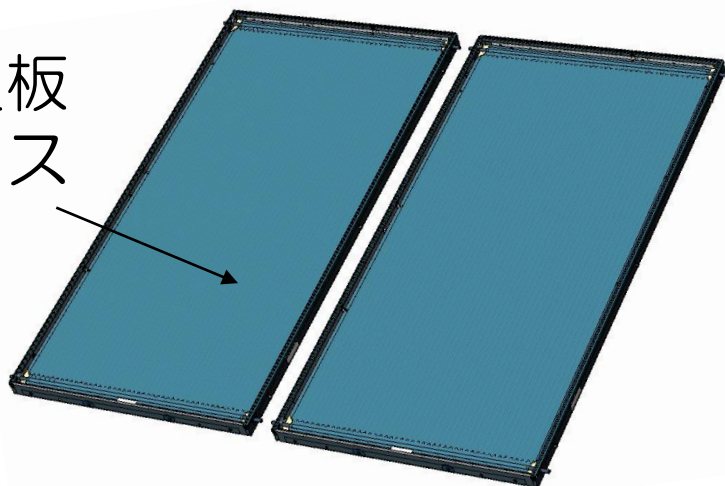
本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の設置可能地域の拡大検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

集熱効率の比較

現行品

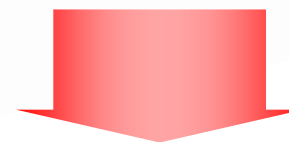
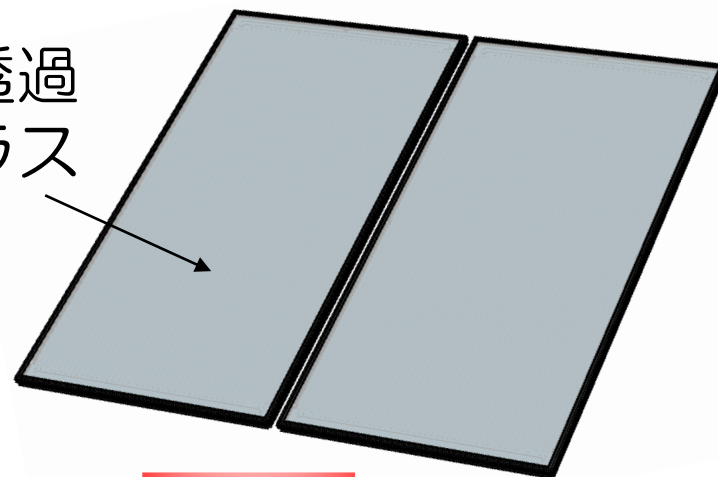
普通板
ガラス



最高到達温度	63.3℃
40℃以上になる日数	185日/年

新集熱器

高透過
ガラス

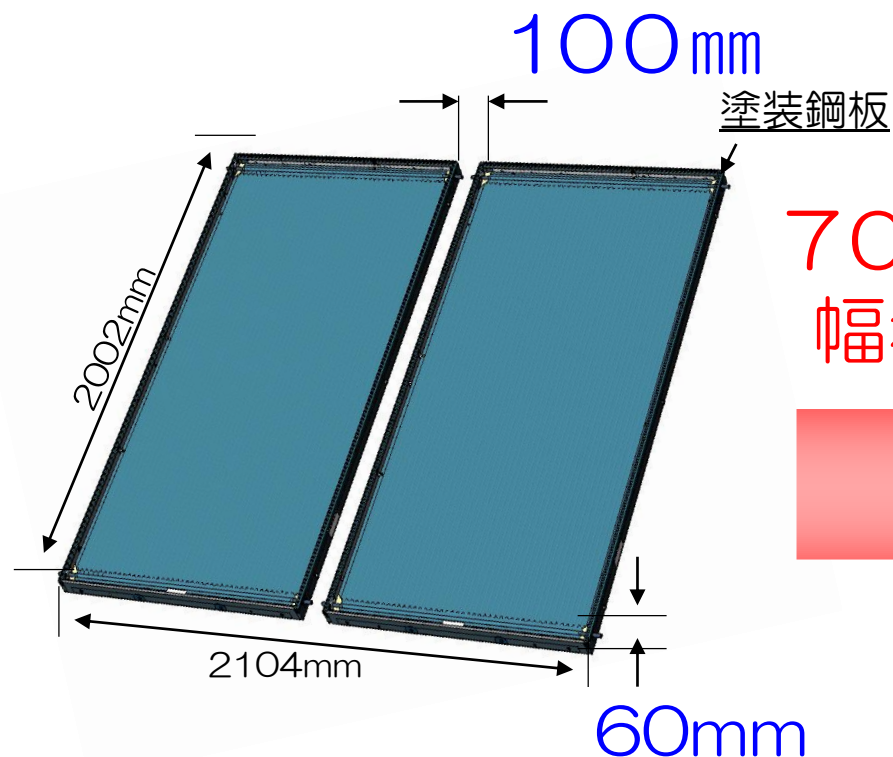


最高到達温度	65.0℃
40℃以上になる日数	197日/年

※上記は2枚パネルのシュミレーション結果です

新型パネルでコンパクト

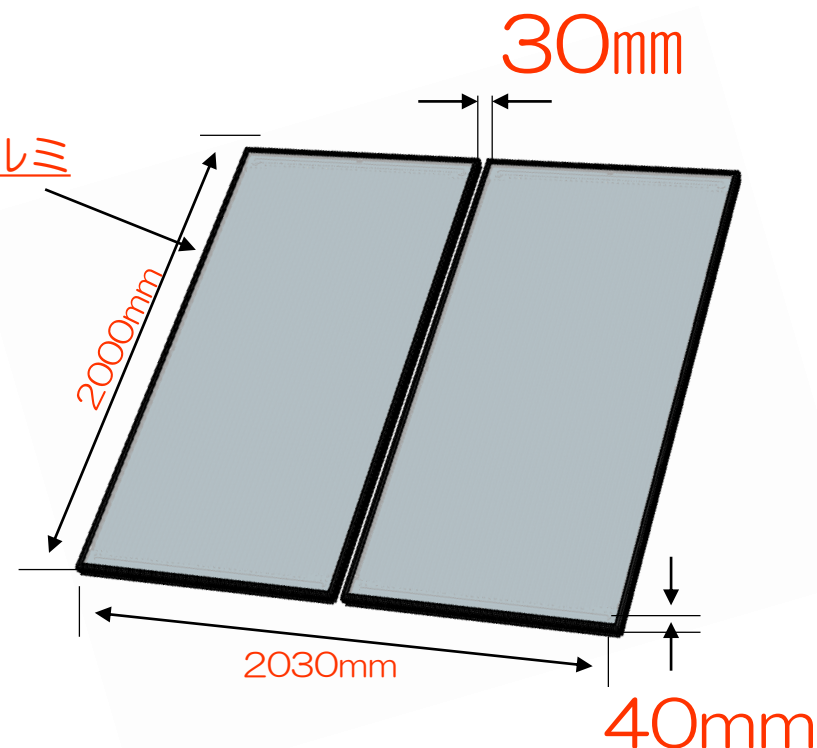
現行品



70mm
幅狭



新集熱器

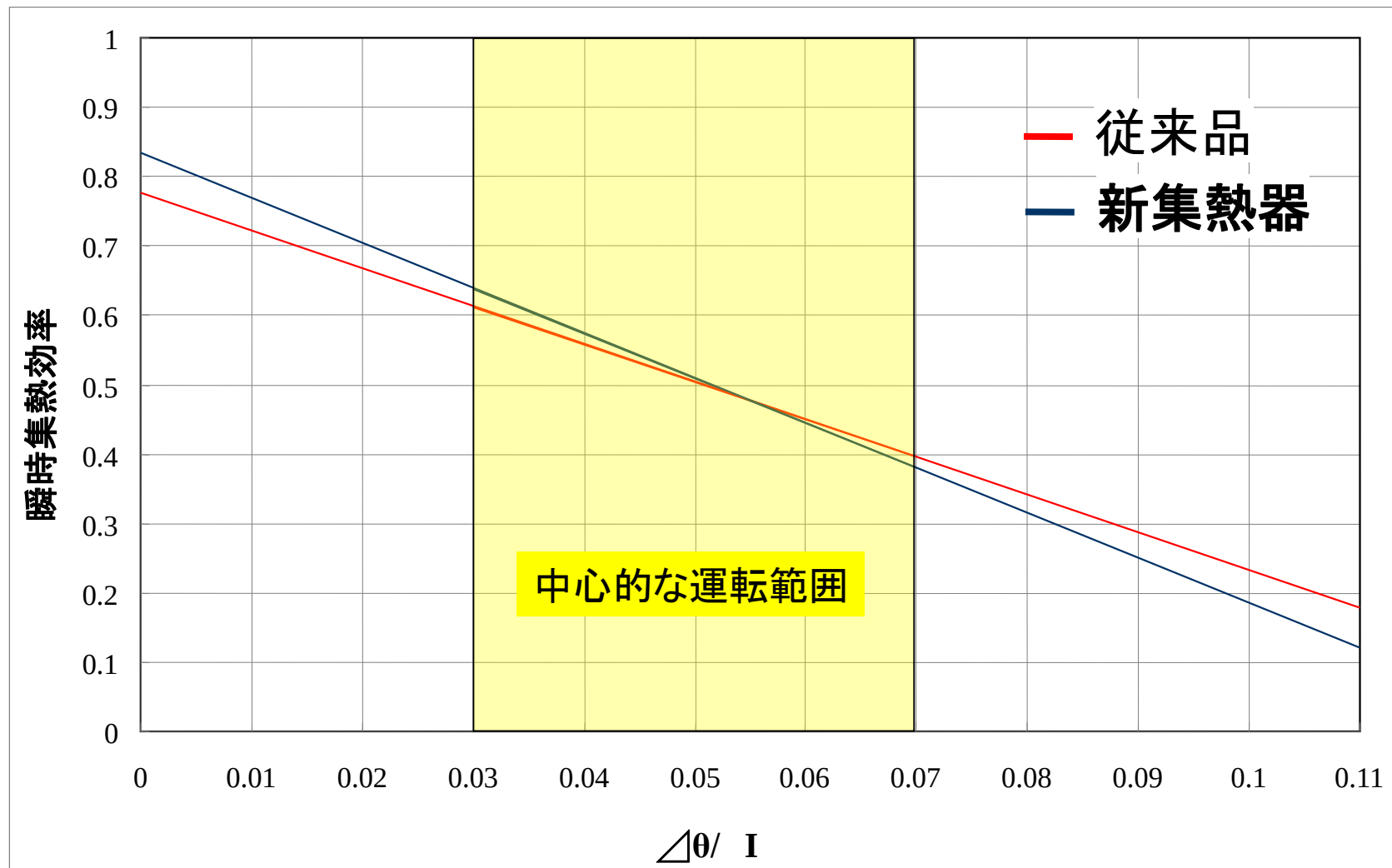


新集熱器（化粧カバー付き）



新集熱器の性能予測線図

(シミュレーションによる特性線図)



本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の設置可能地域の拡大検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

集熱器の設置可能地域の拡大検討

■現状

積雪荷重に対する耐力上の問題、落雪による敷地内外の障害、積雪による集熱障害など、**積雪障害に関する課題が解決されておらず、積雪地における設置が制限（多雪区域では一律に設置不可）されている。**

■最終目標

集熱器の設置可能地域を拡大していくため、**積雪地における積雪障害を改善する取り付け方法を開発する。**

家庭用2m²パネル：耐荷重=2.94kNの設置可能エリア

■ 年最大積雪重量時
(冬季間雪を載せたまま)

北海道は、道東地域で
可能性があるが・・・、
市場がニッチ

年最大積雪重量時における設
置不可エリアは、本州の場合、
「積雪寒冷特別地域における
道路交通の確保に関する特別
措置法の積雪地域」にほぼ該
当

■：設置不可

■ 7日増分積雪重量時
(7日以内に雪が落ちると想定)

家庭用集熱器であれば、
必然的に雪処理が必要
になる。
では、本当に7日以内に
雪処理できるか？

山岳観測点



設置勾配の目安

45度での設置が可能か？

- ①90度設置：殆ど着雪もみられない
- ②60度設置：現状3日で落雪
- ③45度設置：現状8日で落雪。

■多雪区域（建築基準法で、垂直最深積雪量 1 m以上）での耐雪荷重からみた集熱器の設置方向性

7日以内に雪処理しようとする、60度以上が必要！

本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の設置可能地域の拡大検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

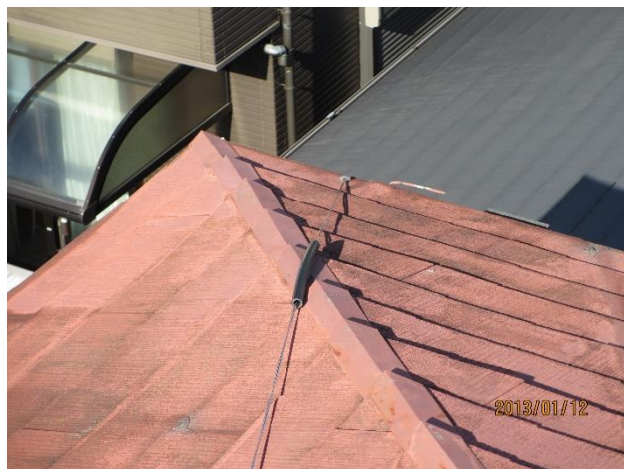
屋根関連費用

屋根施工項目	コスト(材・工)	備考	(内訳)
ワイヤー固定 太陽熱温水器タイプ	掲載不可		
ワイヤー固定 ソーラーシステムタイプ	掲載不可		
スレート瓦ラック 施工	掲載不可		基本材・工 掲載不可
			化粧カバー 掲載不可
瓦ラック施工	掲載不可		基本材・工 掲載不可
			化粧カバー 掲載不可
陸屋根用架台 施工	掲載不可		
屋根一体型	掲載不可		材・工:ラックセット・施工 掲載不可
			材:下地板金、発泡ウレタン他 掲載不可
			工:屋根業者施工手間 掲載不可

集熱器設置検討

- コスト的に**安価**なのは
ワイヤー固定方式
 - **デザイン**が良いのは、
屋根一体型方式
 - **施工性（安全性）**が良い
のは、**ラックセット方式**
- ↓
- **基本仕様は、
ワイヤー固定方式か？**

ワイヤー施工状況



集熱器設置方法は？

(単位:円)

	ラックセット施工	ワイヤー施工	備考
通常施工時			足場無し
建築側足場設置時	掲載不可	掲載不可	建築側にて建物四方に足場を設置した場合

- 屋根状況（仕上げ材、形状、築年数等）を鑑み、適切な施工方法の設定が必要

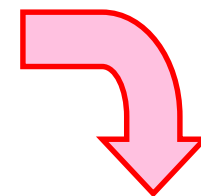
→基本的な施工は「ラックセット施工」

→「ラックセット施工」が不可の場合のみ
「ワイヤー施工」

貯湯槽用基礎関連費用

貯湯槽用基礎関連費用

基礎項目	コスト(材・工)	備考	
土間コンクリート	掲載不可		新築用: W750 × D850
システム基礎	掲載不可		既設用: W900 × D900、通常施工 2時間とコンクリート養生 7日間必要だったのが、 1時間程度で施工が完了 だが、コストが高い
樹脂基礎	掲載不可		既設用: W1100 × D1100、通常施工 2時間とコンクリート養生 7日間必要だったのが、 30分程度で施工が完了 だが、転倒防止アンカー の必要性の検討、長期 性能の検証が必要

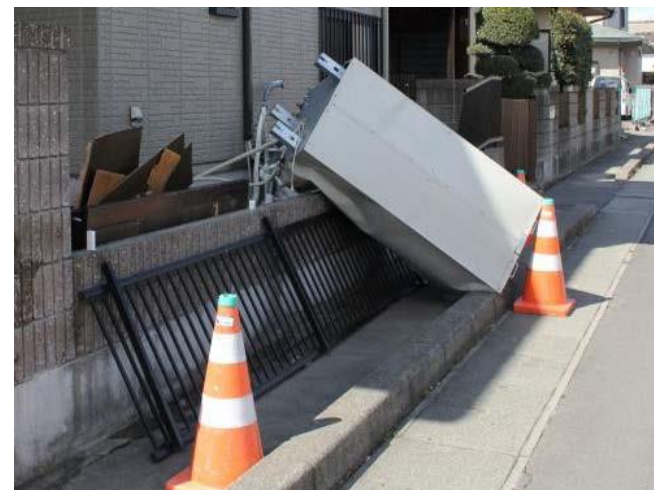


目標！

- ・直置き式が可能？
- ・コストは 掲載不可 (材・工)

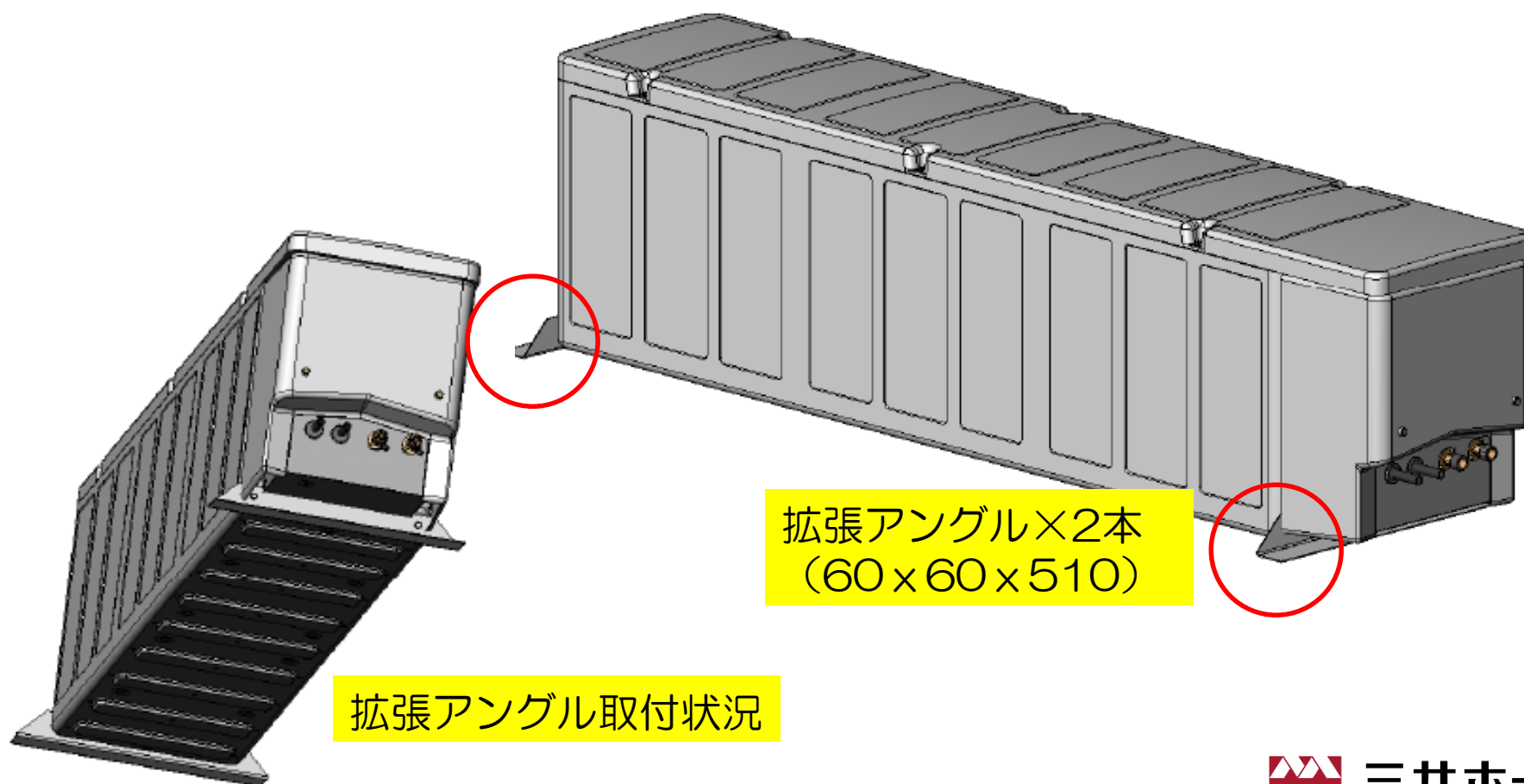
貯湯槽固定方法

- 平成11年3月11日に発生した「東日本大震災」を受け、**建築設備の構造耐力上安全な構造方法を定めること**が、平成12年建設省告示第1388号の一部を改正され、平成24年11月1日施工された
- 電気給湯機器等（電気給湯器及びガス給湯器）の設置については、**「電気給湯気等の転倒防止措置について（平成23年9月7日付け国住指第1672～1672-8号）」**により、アンカーボルト等により適切に緊結する等所要の転倒防止措置を講ずることとなった



告示1388号の性能規定による設置方法

性能規定からの計算で、転倒方向に**60mm**ずつの張り出しがあれば固定不要 ⇒**施工費5,000円可能！**



設置イメージ

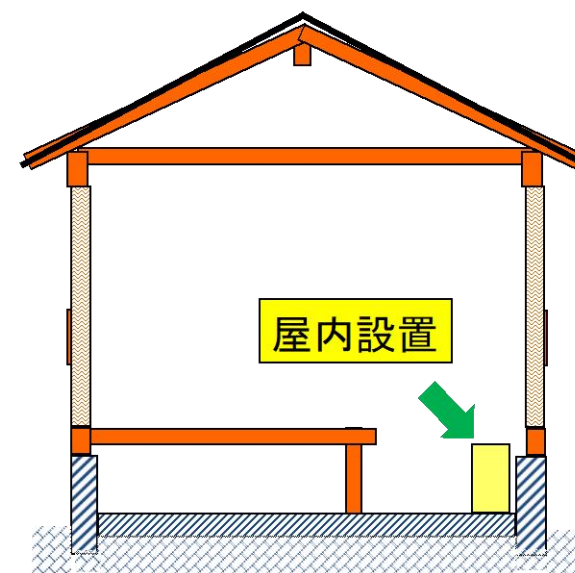
狭小地



窓下



寒冷地/積雪地など



(例)
屋内:土間や床下
屋外:バルコニーの下

☆設置場所を選ばないスリム設計が可能に！

本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の積雪寒冷地対応の検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

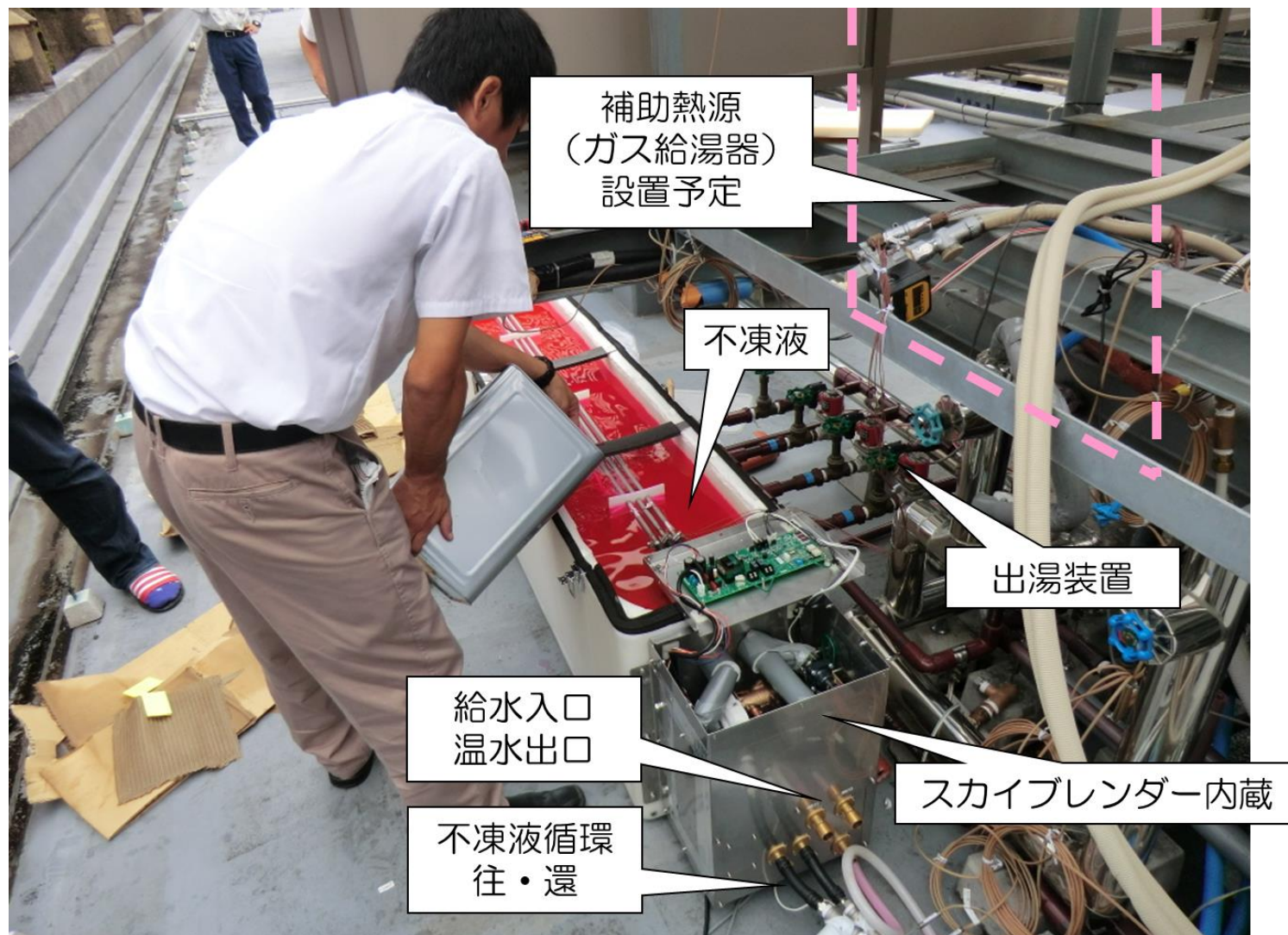
設置状況 (東京大学)

集熱器

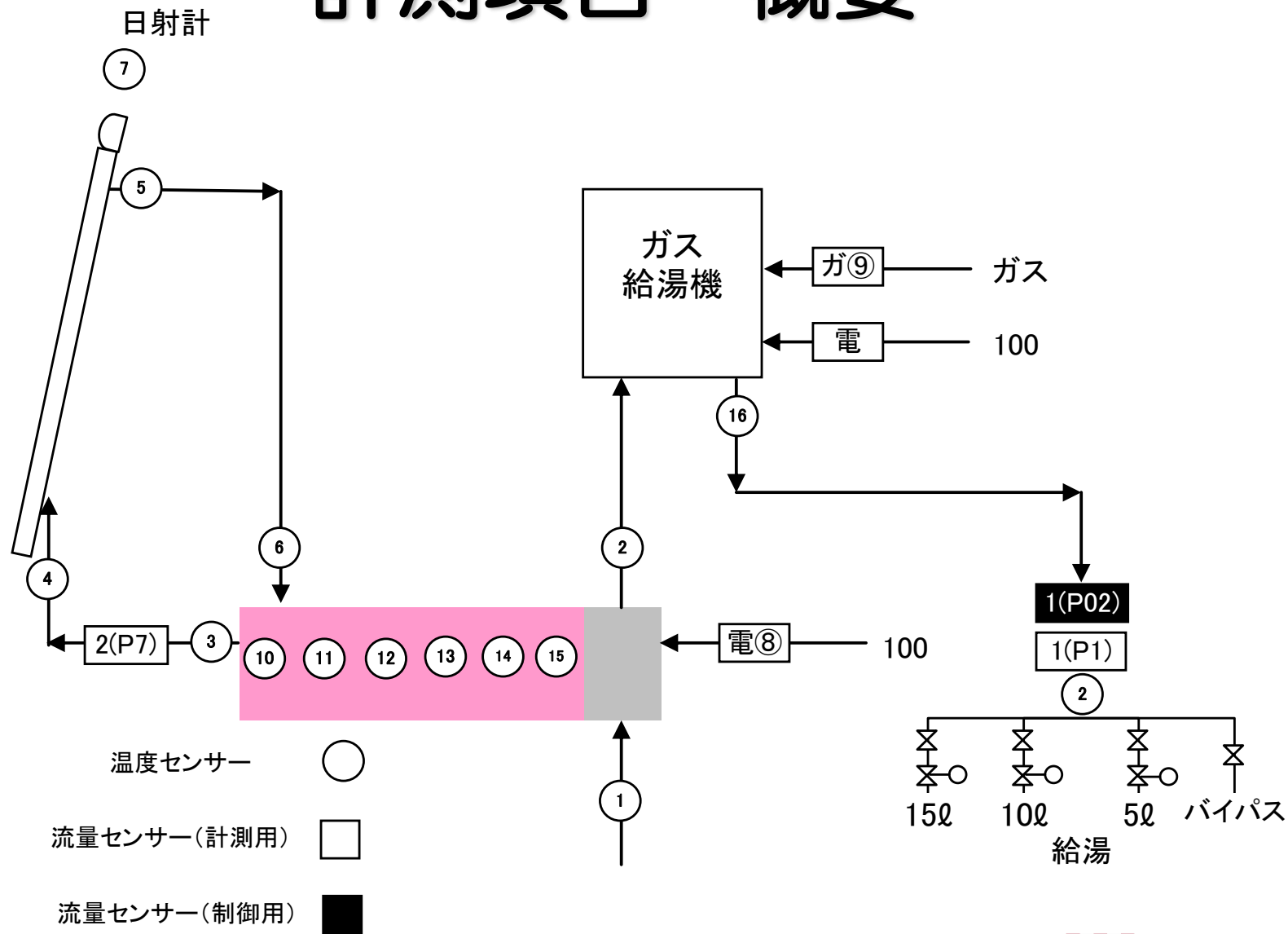
修正M1モード（4人）により
省エネ効果を評価予定

貯湯槽

貯湯ユニット周り



計測項目 概要



計測項目リスト

45	矢崎ソーラー①	給水温度(貯湯タンク入口)	シース型熱電対		既設が再利用できれば利用	不可なら交換
46	矢崎ソーラー②	温水温度(貯湯タンク出口)	同上		既設が再利用できれば利用	不可なら交換
47	矢崎ソーラー③	集熱パネル行き温度、タンク側	同上		既設が再利用できれば利用	不可なら交換
48	矢崎ソーラー④	集熱パネル行き温度、パネル側	同上		既設が再利用できれば利用	不可なら交換
49	矢崎ソーラー⑤	集熱パネル還り水温、パネル側	同上		既設が再利用できれば利用	不可なら交換
50	矢崎ソーラー⑥	集熱パネル還り水温、タンク側	同上		既設が再利用できれば利用	不可なら交換
51	矢崎ソーラー⑦	傾斜面全日射量	日射計		既設利用	
52	矢崎ソーラー⑧	電力量100V	電力量計		既設利用	
53	矢崎ソーラー⑨	ガス流量	山武製ガスメータ		既設利用	
54	矢崎ソーラー⑩	タンク温度分布(下から15l)	T型熱電対		相曽様と要調整?	
55	矢崎ソーラー⑪	タンク温度分布(下から30l)	同上		相曽様と要調整?	
56	矢崎ソーラー⑫	タンク温度分布(下から45l)	同上		相曽様と要調整?	
57	矢崎ソーラー⑬	タンク温度分布(下から60l)	同上		相曽様と要調整?	
58	矢崎ソーラー⑭	タンク温度分布(下から75l)	同上		相曽様と要調整?	
59	矢崎ソーラー⑮	タンク温度分布(下から90l)	同上		相曽様と要調整?	
60	矢崎ソーラー⑯	給湯温度(ガス給湯機出口)	シース型熱電対		新設	

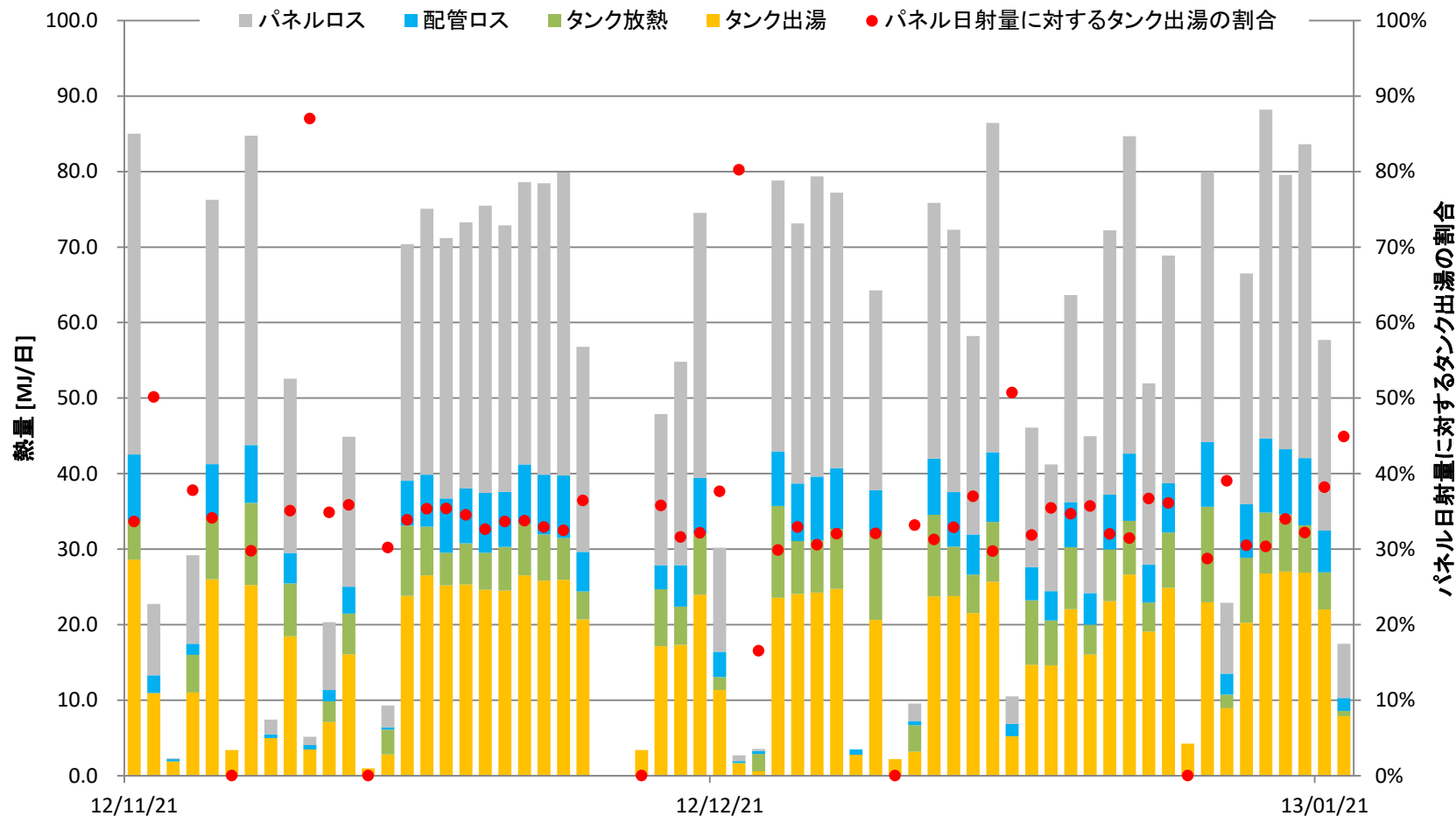
ロガー パルス入力接続

Ch.	測定項目	測定点	使用機器	工事施工者	備考
P1	ベランダ[1]	給湯流量	ND10型 流量計	高砂熱学	流量計は東大より支給
P2	ベランダ[2]	集熱パネル循環流量	MND10型 流量計	高砂熱学	流量計は東大より支給
P3	エコキュート[1]	給湯流量	ND10型 流量計	高砂熱学	流量計は東大より支給
P4	エコキュート[2]	集熱パネル循環流量	MND10型 流量計	高砂熱学	流量計は東大より支給
P5	エコキュート[3]	HP循環流量	ND05型 流量計	高砂熱学	流量計は東大より支給
P6	矢崎ソーラー[1]	給湯流量	ND10型 流量計		既設利用
P7	矢崎ソーラー[2]	集熱パネル循環流量	MND10型 流量計		既設利用
P8					

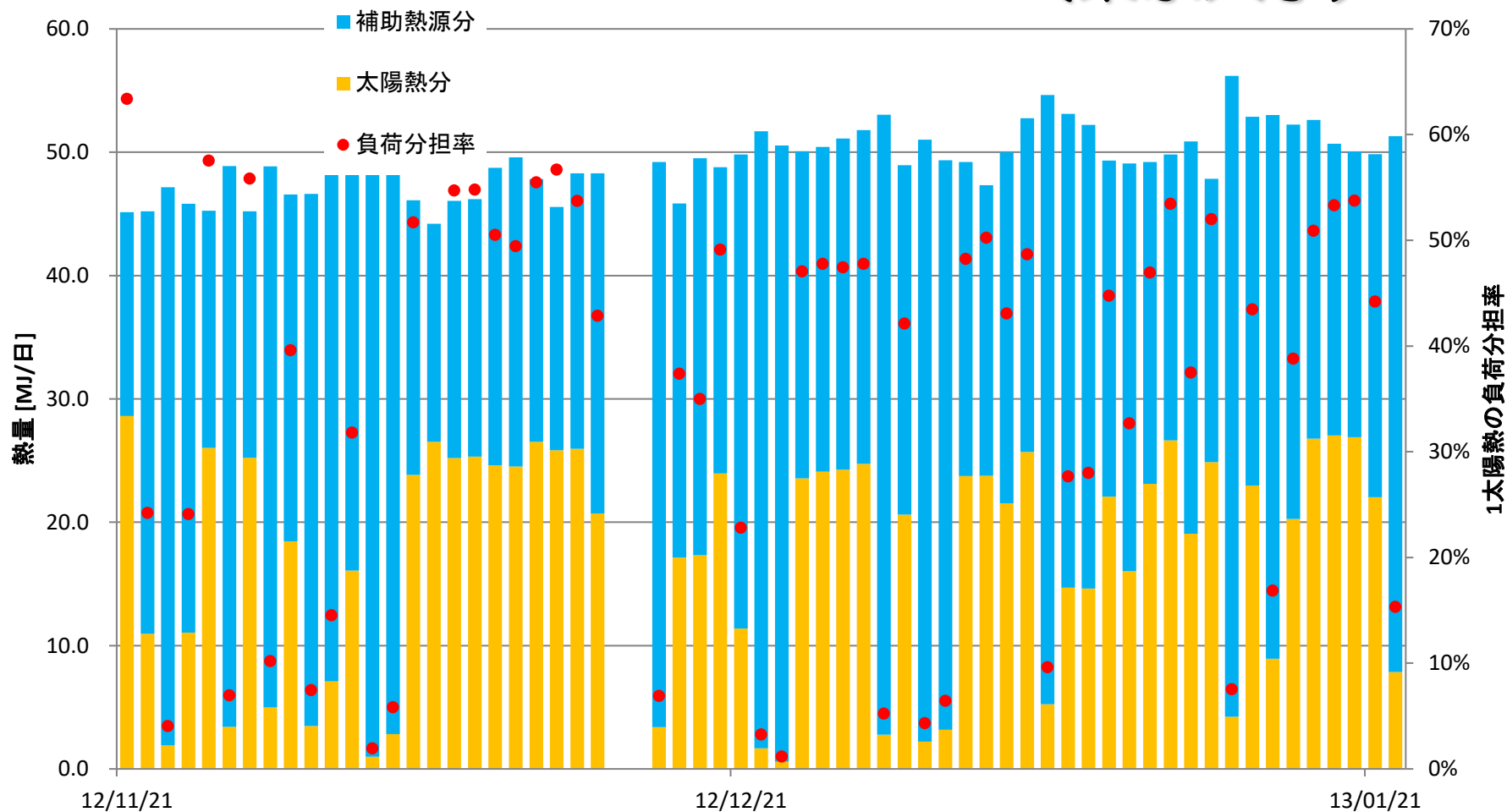
シーケンサー 制御用

Ch.	測定項目	測定点	使用機器	工事施工者	備考
P00	ベランダ[1]	給湯流量	ND10型 流量計	高砂熱学	流量計は東大より支給
P01	エコキュート[1]	給湯流量	ND10型 流量計	高砂熱学	流量計は東大より支給
P02	矢崎ソーラー[1]	給湯流量	ND10型 流量計		既設利用
P03					

パネル日射量→タンク出湯（東京大学）

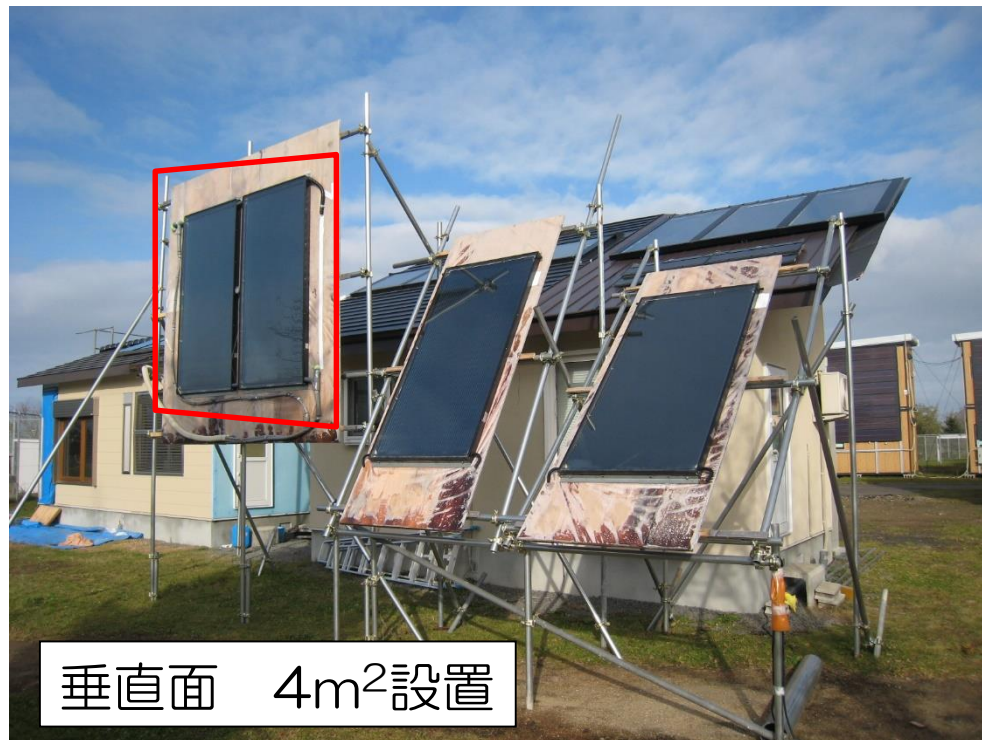


給湯負荷全体に対する太陽熱の分担状況 (東京大学)

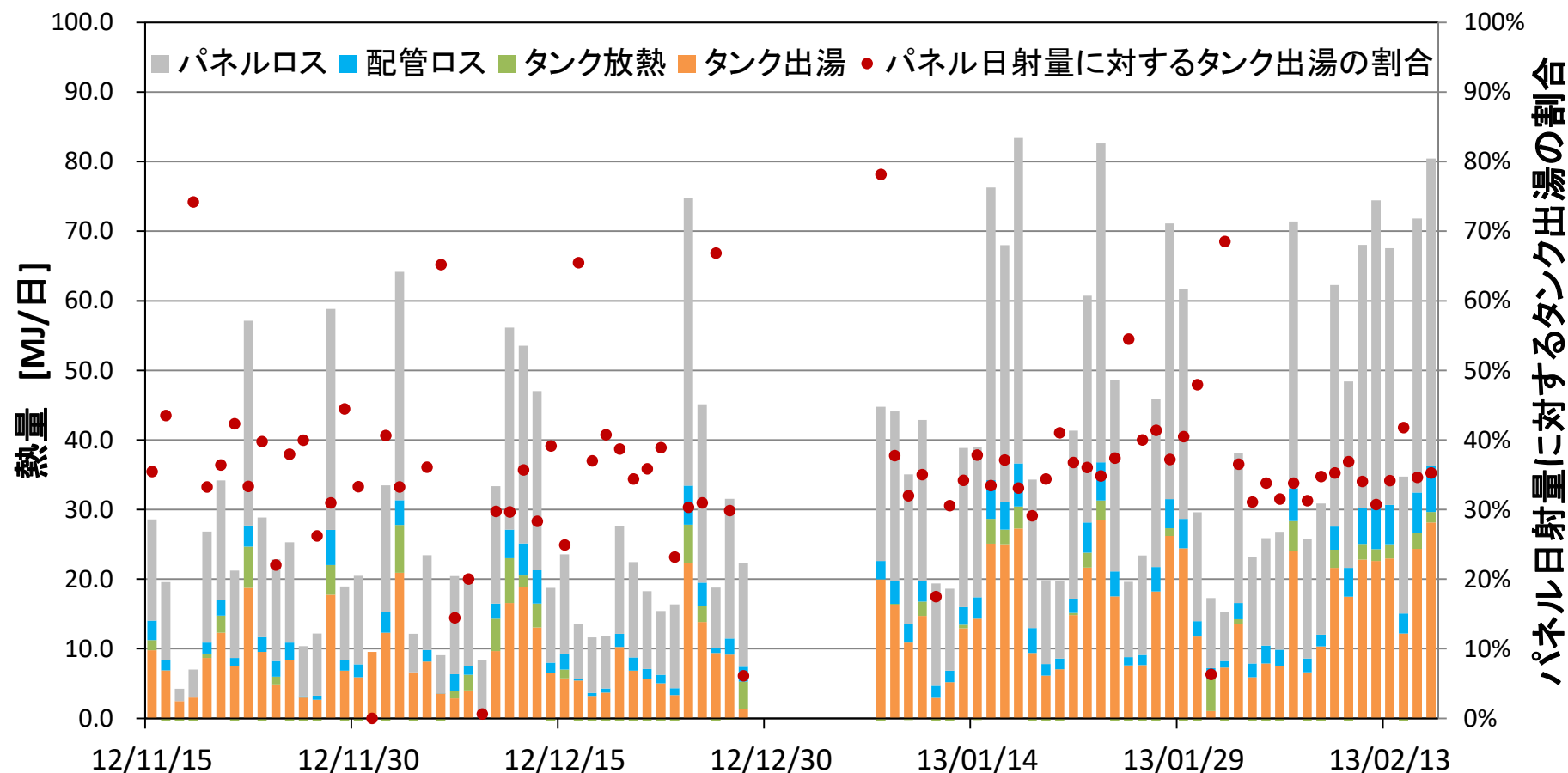


- 給湯消費量は 修正M1モードの平均である450Lに固定
- 日射の多い日には太陽熱の分担率は50%を超える

北総研 実証実験

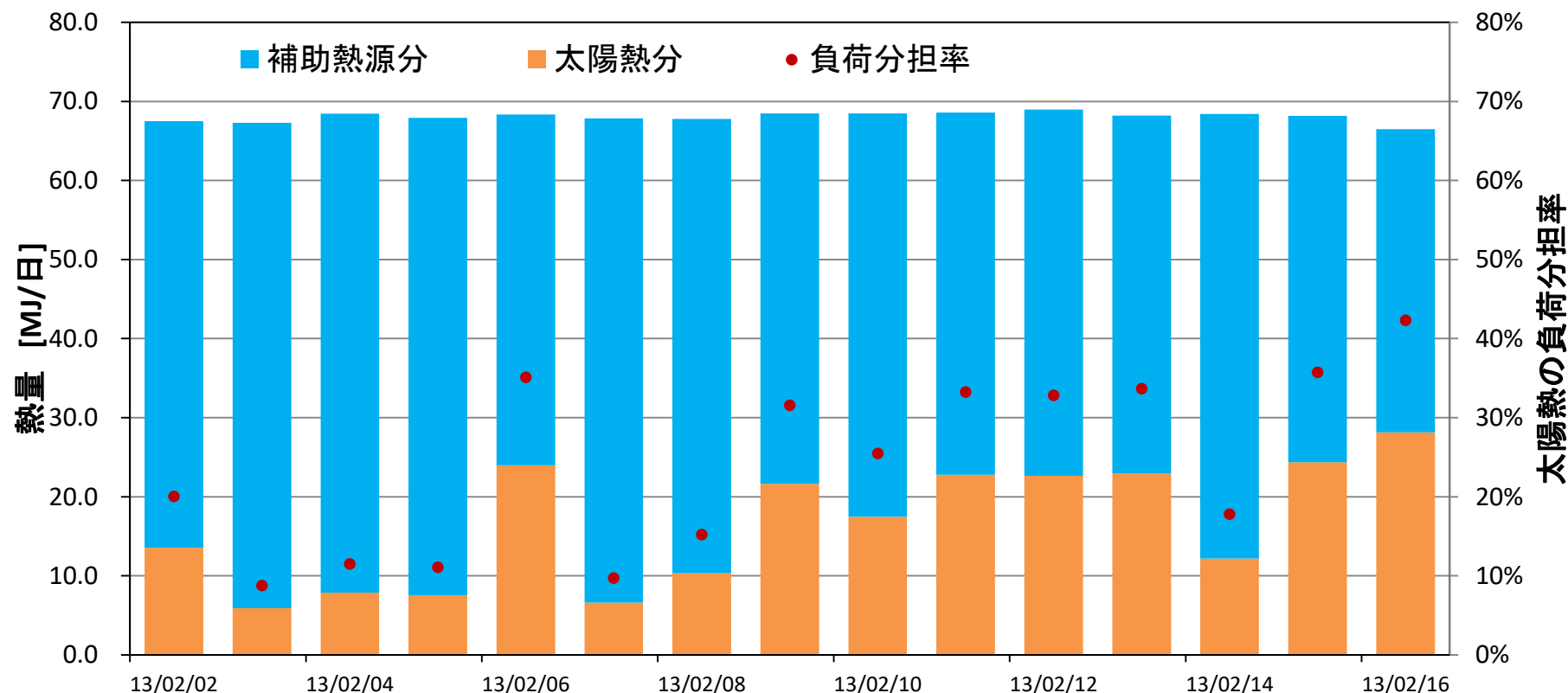


パネル日射量→タンク出湯（北総研）



パネルへの入射日射量に対するタンク出湯熱量の割合は35%程度
※タンクは室内設置（東京大学は外部設置）

給湯負荷全体に対する太陽熱の分担状況 (北総研)



日射の多い日で太陽熱の分担率は40%程度

(給水温度が低温のため東京よりは低い)

※給湯負荷を450L/日(一定)として以降の期間で集計

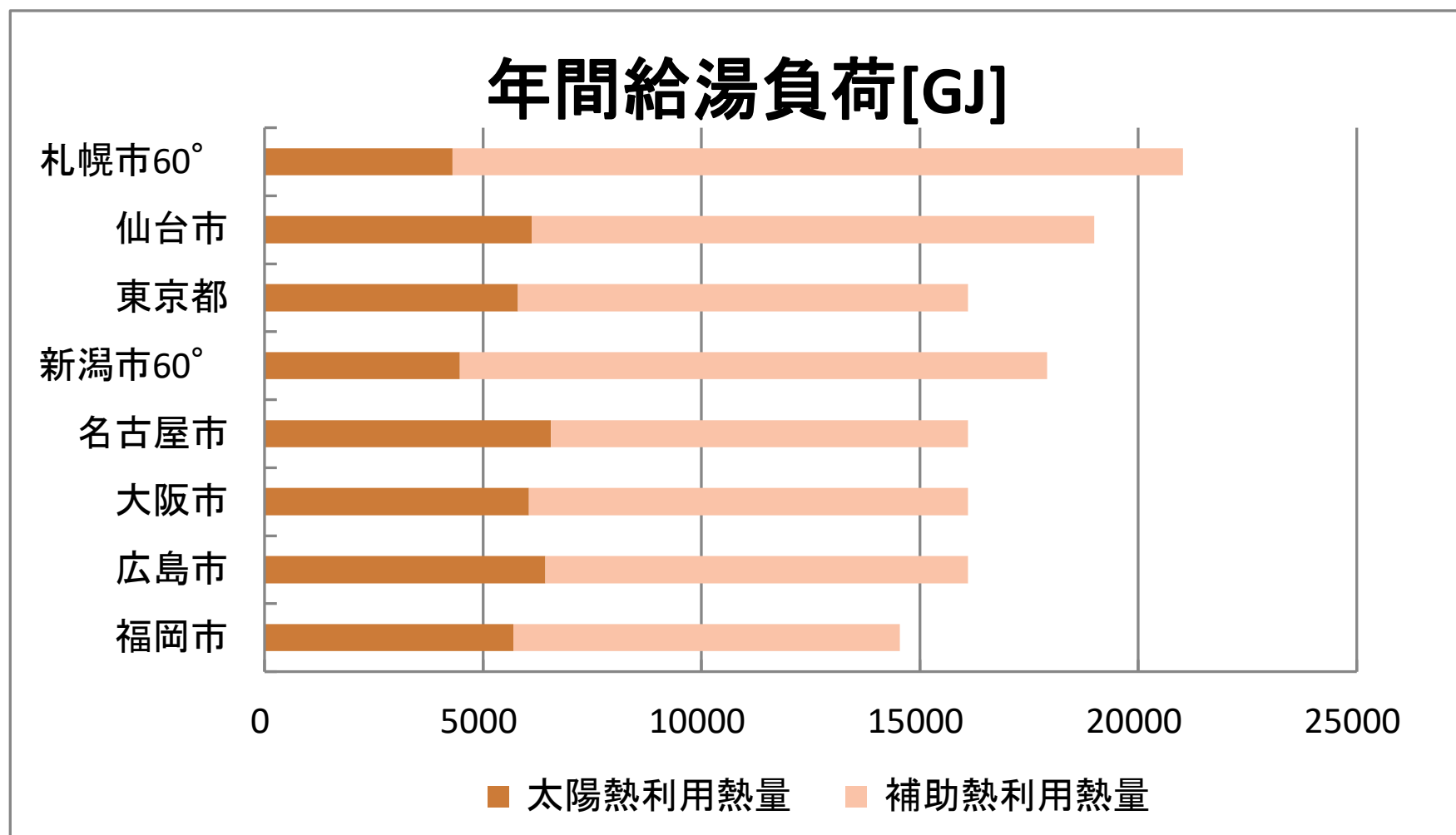


三井ホーム

本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の積雪寒冷地対応の検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

各都市で発揮され则认为られる性能



温暖地：太陽熱利用率35~40%

積雪地：非積雪地の約70%以上の性能が確保可能！

各都市で発揮されると考えられる性能

札幌・新潟は積雪の影響を考慮

単位: MJ/年	札幌市60°	仙台市	東京都	新潟市60°	名古屋市	大阪市	広島市	福岡市
太陽熱利用分一次エネルギー削減量	5737	8156	7737	5965	8735	8067	8573	7596
電力消費分一次エネルギー	531	504	507	469	522	513	518	505
一次エネルギー削減量	5206	7652	7230	5496	8213	7553	8055	7091

単位: kg-CO ₂ /年	札幌市60°	仙台市	東京都	新潟市60°	名古屋市	大阪市	広島市	福岡市
太陽熱利用分二酸化炭素排出削減量	327.0	464.9	441.0	340.0	497.9	459.8	488.7	433.0
電力消費分二酸化炭素排出量	18.1	17.1	17.2	16.0	17.8	17.5	17.6	17.2
二酸化炭素削減量	309.0	447.7	423.8	324.0	480.1	442.3	471.0	415.8

単位: 円/年	札幌市60°	仙台市	東京都	新潟市60°	名古屋市	大阪市	広島市	福岡市
太陽熱利用分燃料代節約金額	38,429	54,629	51,823	39,954	58,509	54,034	57,425	50,880
電力使用料	1,361	1,290	1,298	1,201	1,337	1,315	1,327	1,293
年間節約金額	37,068	53,339	50,524	38,753	57,172	52,719	56,098	49,588
単純投資回収年数	8.1	5.6	5.9	7.7	5.2	5.7	5.3	6.0

電力一次エネルギー消費係数	9760	kJ/kWh
---------------	------	--------

給湯器効率	75%	
-------	-----	--

CO ₂ 排出係数(電力)	0.332	kg-CO ₂ /kWh
CO ₂ 排出係数(LPG)	0.057	kg-CO ₂ /MJ

電力単価	25.00	円/kWh
LPG単価	6.70	円/MJ



本日の発表内容

1. 本技術開発の概要
2. 横置型貯湯槽の技術開発
3. 集熱器の技術開発
4. 集熱器の積雪寒冷地対応の検討
5. 低価格設置方法の検討
6. 東京大学・北総研での実証実験
7. 測定結果に基づくシステムシミュレーション
8. コスト検討と事業化

コスト検討（試算条件）

1. 本検討会では、ソーラー設置可能なLPG世帯のうち10%を10年間（合計1600万世帯）で普及させるというシナリオを想定した。
2. 本システムのシェアは30%とし、年間生産数は5万台/年とした。（ $1600\text{万世帯} \times 10\% \times (1/10\text{年}) \times 30\%$ ）
3. 5万台/年であるため、今後、生産設備や生産工場等の整備や増加が必要となるが、市場状況によりコストに影響がでる可能性がある。
4. ブレンダーユニット※は別途必要である。

※給湯機器のリモコンでお湯の温度設定や熱源の燃焼ON/OFF管理が自動的に出来るための機器

コスト検討結果からの考察

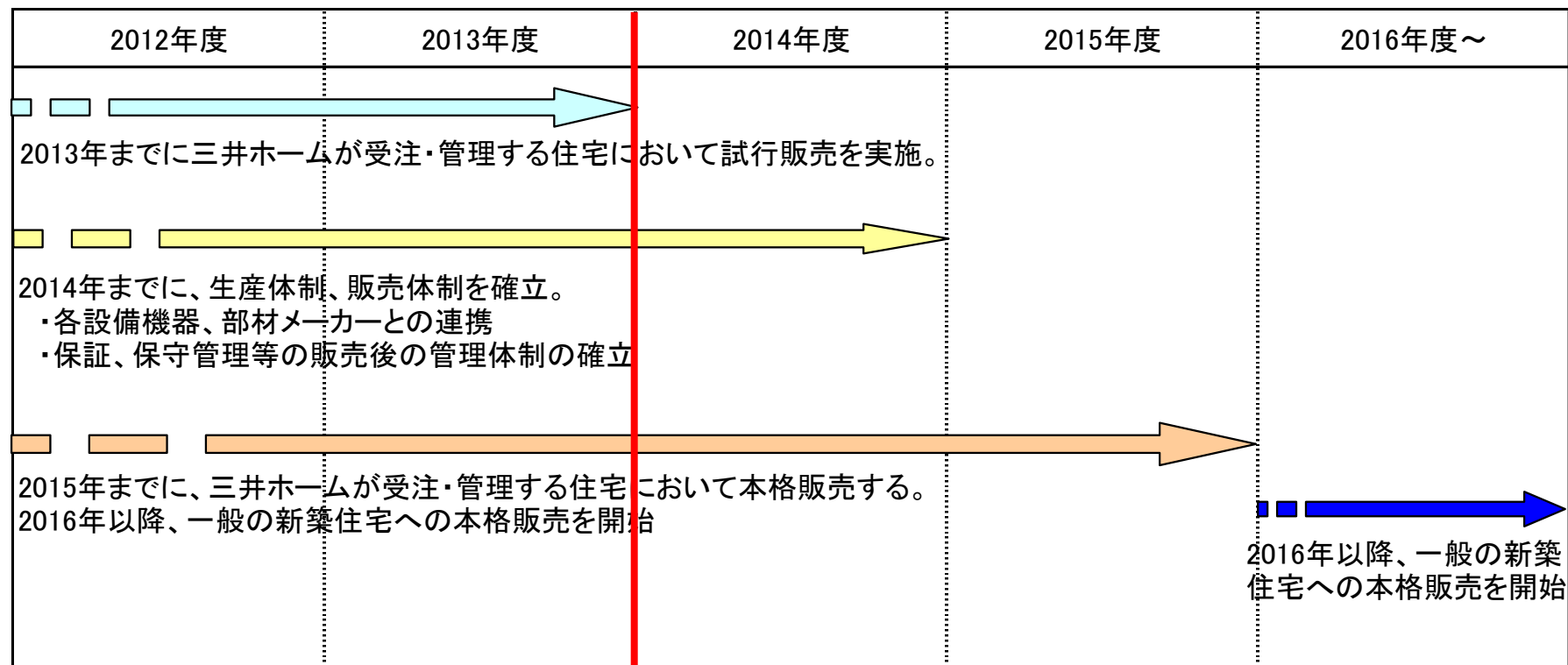
- 「**水熱媒システム**」の場合、目標コストを満足する。
- 「**プロピレングリコール熱媒システム**」を仕様する地域（寒冷地等）では、熱媒コスト分のコストアップが必要となる。

掲載不可



- 「**プロピレングリコール熱媒システム**」を可能な限り使わないシステムとするために、**落水システム・低濃度熱媒・凍結回避循環運転などの新しい方法の検討が必要である。**

事業化へのロードマップ



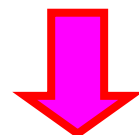
本委託事業で技術開発した結果の一部を採用した商品を、**2014年から販売予定**。技術開発した「横置き貯湯槽」に関しては東京大学、その他での追加試験を継続中。製品化に関しては試験結果等を踏まえて結論を出す予定。

普及シナリオ（案）

- 住宅メーカーの主体的な販売で、エンドユーザーからの信頼感が向上し、普及に拍車がかかる。



- 製品コストが割高にならざるを得ない初期段階で、行政による購入時の支援（資金的補助）により、販売量が増大し、スケールメリットを生み出すことで、さらなる価格低下が進むと考えられる。



- 太陽熱機器メーカーや住宅メーカーなどで採用が進めば、2015～17年には多様なソーラーシステムの製品化が見込まれ、生産台数増大によるコストダウンが進む。また、「小規模業務用施設」及び「小規模生産施設」に展開すれば、スケールメリットによるさらなるコストダウンも可能となる。