（一社）北海道建築技術協会

平成 26 年度道産エネルギー製品開発支援事業（積雪寒冷地対応型太陽熱温水給湯システムの開発）実施報告書

平成２６年2月 24 日

事業の背景と目的

太陽熱利用は、近年太陽光発電に隠れて普及が進んでいないが、4 倍を上回る効率があり、元が取れる唯一の太陽エネルギー利用と言われている。また、東京都などが少ない予算と少ない設置面積で効果が大きいとして強力に太陽熱給湯利用を推進しており、利便性の高い機器が開発され、価格も安くなってきている。北海道は日照が少なく太陽熱利用に不利と思われているが、道東は日本でも有数の多昭地域であり、水の冷たい寒冷地こそそれなりに湯温が上がる性能を確保できれば、太陽熱温水器の需要は大きい。開発が成功すると工務店は省エネ提案に魅力を加えることが可能になるし、設備工事会社は新たな事業展開ができる。

給湯システムの提案内容と特徴

建物の南壁面やベランダ等の鉛直面を活用し、4 ㎡程度の寒冷地向きと思われる真空管型集熱器を設置する。集熱器と室内設置の貯湯タンク間を不凍液で強制循環して加温蓄熱する。貯湯タンクは 200ℓ規模とし水道水直圧式とする。集熱量不足に対して既設給湯器に接続できるシステムを構築する。

屋根上ではなく南壁面に集熱器を設置することで

①雪で集熱できない、破損するといった懸念を払しょくできる。

②既存の建物でも雨漏りなどの障害が少なく手軽に設置できる。

③従来から課題であった冬に熱が不足し夏に熱が余るといった季節間の熱需給のアンバランスを解消できる。

④年間の南鉛直面日射量は 45 度傾斜面日射量の 3/4 程度であるが、集熱器タンク一体型よりも集熱器面積の広い 4 ㎡程度であれば、集熱量は灯油換算で 290～350ℓと北海道の平均的な給湯用灯油消費量の 7～8 割を削減できる。

⑤年間灯油削減量 300ℓ＝3 万円節約、投資回収期間：15 年とすると、工事費込で 60 万円以内が目標となる。

一社　北海道建築技術協会

平成26年度道産エネルギー製品開発支援事業（積雪寒冷地対応型太陽熱温水給湯システムの開発）実施報告書

概要版

2015/02/24

1　積雪寒冷地対応型太陽熱給湯システムの設計

日照時間が短い冬場などでもそれなりに湯温が上がる性能が期待できる集熱面積 4 ㎡、貯湯タンク 200ℓ程度の強制循環式太陽熱利用システム製品を探したところ、以下の三社の製品の入手可能なことが判った。

1）平板式集熱器 4 ㎡＋タンク 200ℓ　＝エコソーラーⅡ
　　矢崎テクノエンジニアリング；　　本体　357 千円、送料 100 千円
2）CPC 真空管式集熱器 6 ㎡＋タンク 300ℓ
　　寺田鉄工所；　　本体　721 千円、送料 90 千円
3）ヒートパイプ式真空管型集熱器 4 ㎡＋タンク 200ℓ
　　アドバンス・テクノ社；　　本体　364 千円、送料 66 千円

CPC 真空管式集熱器はパラボラ型の反射板を配置し、真空ガラス管をすり抜けた太陽光線を集熱板方向に反射させ効率を改善した高性能集熱器である。寒冷地向きと思われる真空管式集熱器とコンパクトで屋内設置に向いている矢崎テクノエンジニアリングの貯湯タンクの組み合わせも検討したが、集熱コントロールや配管使用材質の違いの問題から断念した。モニター３件を募集し、各社製品の組み合わせはそのままで太陽熱温水器を取り付け、利便性、集熱量、経済性などを調べ積雪寒冷地での導入可能性を実証し、今後の利用課題、技術課題を抽出整理することとした。

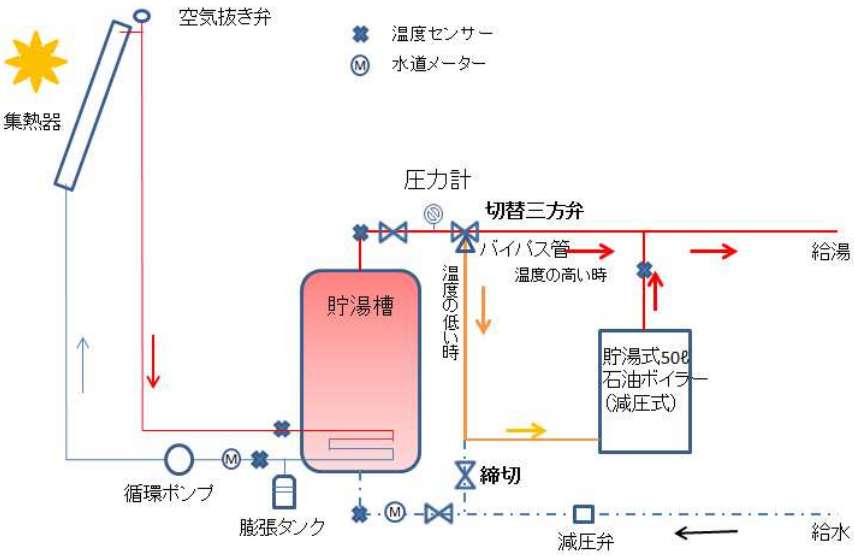


図１　既設貯湯式給湯ボイラーへの接続方法

写真１　モニターⅢの取付工事

写真２　モニターⅡの取付工事

2　取り付け工事及び取付費用

太陽熱温水器の取り付け工事を３件行った結果は以下のように纏められる。

1）　太陽熱温水器の設置工事を３日以内に完成させることができると考えていたが、機種それぞれで取付方法が異なり、またガラス製品を高いところに取り付けるため、2 人で一週間以上要した。工事期間を短縮するためには、経験を積み段取りをよくすること、効率を高める機械化が必要である。
2）　集熱器 4 ㎡・貯湯タンク 200ℓで工事費を含めた設置費用は 70～80 万円であった。配管工事の材料費を循環用銅管や保温パイプ、不凍液など 5 万円程度と見込んでいたが、温度や流量計測用に継手が多くなったこともあり、実際はコンクリート基礎壁の穴あけなども含めて 10 万円ほどかかった。普及拡大によるコスト引き下げを図ることが大事である。
3）　送料も大きな負担であり、道内に在庫を抱える代理店を整備する必要がある。

3　機種別の集熱特性

1）矢崎テクノエンジニアリング社製平板式太陽熱温水器（モニターⅠ）

図 2 に典型的な快晴日 11/27 の平板式太陽熱温水器の日射量、集熱量、時間平均集熱効率、タンク温度を示す。日射量が 400W/㎡に達した 7 時 30 分ごろから集熱を開始し、すぐに 8～10 時に最高集熱効率 51%になっている。貯湯タンク温度が 40℃を超える 12 時以降環ポンプの作動は断続的となり、14 時以降は集熱できない。16 時までに 80ℓ給湯に使用しているが、貯湯タンク温度は 13 時ごろに 44℃に達している。

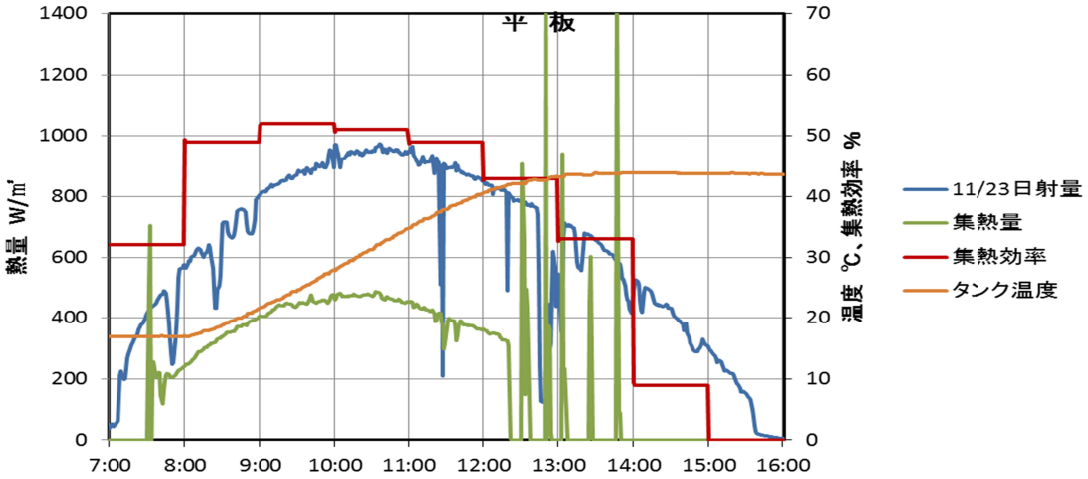


図２　11/23　快晴の日射量、集熱量、時間平均集熱効率、タンク温度

2）寺田鉄工所製 CPC 真空管式太陽熱温水器（モニターⅡ）

図 3 に典型的な快晴日 11/8 の CPC 真空管式太陽熱温水器の日射量、集熱量、時間平均集熱効率、タンク温度を示す。日射計は集熱器の端部に設置しているために、日当たりの状態と正確には連動していない。日が当り始めた 9 時 30 分ごろから集熱を開始し、日射量が 400W/㎡以下になる 14 時 30 分ごろまで連続し、以降環ポンプの作動は断続的となり 15 時過ぎまで集熱できている。集熱効率は集熱初期が高く徐々に低下するが、15 時まで 40%以上で安定している。貯湯タンク温度は 15 時まで上昇し、53℃まで達している。

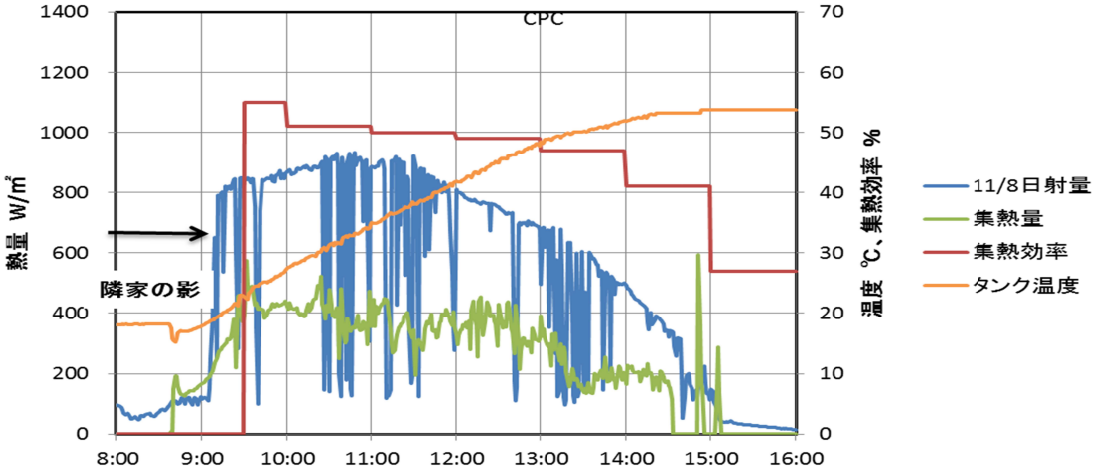
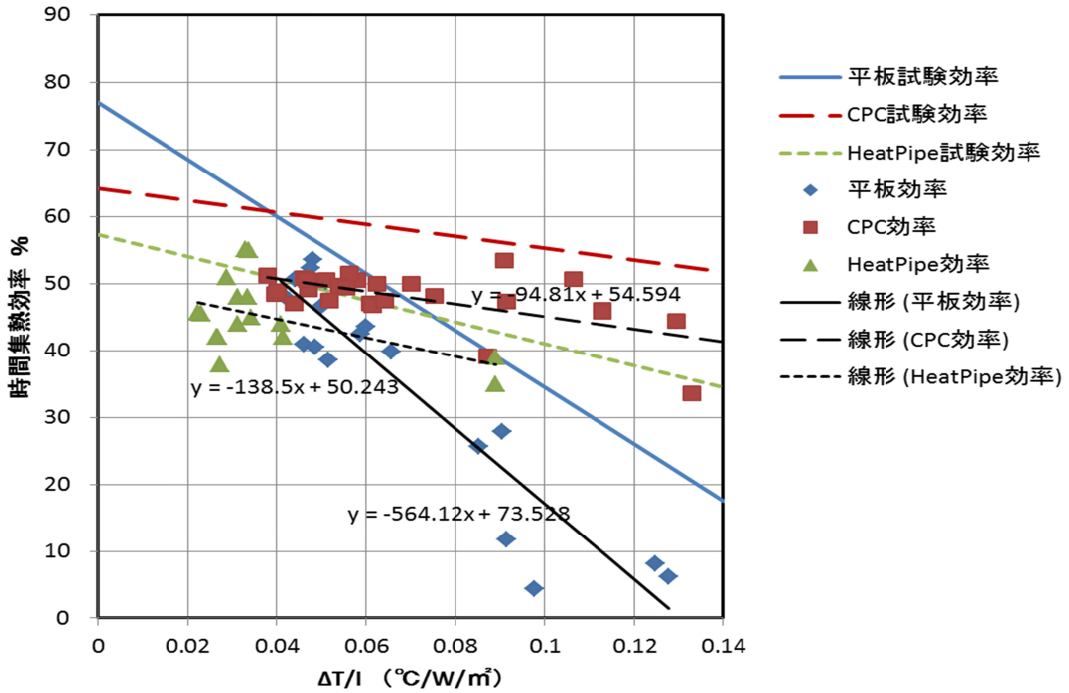


図３　11/8 快晴日の日射量、集熱量、時間平均集熱効率、タンク温度

4　集熱効率

図 4 に快晴日の時間平均集熱効率と特性値ΔT/I（℃/W/㎡）ΔT；集熱器平均温度-外気温、I；日射の強さとの関係を示す。午前中の貯湯タンク温度が低いときに集熱効率は高い傾向があるが、CPC 真空管式とヒートパイプ真空管式は日影になり、その時間のデータは含んでいない。ΔT/I=0.05 前後の最高集熱効率では機種による差は小さいが、日射量の弱い時に集熱できるかどうかで違いがでる。

また同図には資料から得た集熱効率試験値を示す。実測値と集熱効率試験値とを比べると勾配は似ているが、いずれの機種も実測値が 10%ほど低い。この原因については集熱器の傾斜角度、外気温、測定誤差などいろいろ考えられ、今後究明が必要である。



平板試験　　；Danish Technological Institute Solar Energy Laboratory
AR-CON DataSheet for Solar Collector-Efficiency
CPC 試験　　；Linuo Ritter International；製品情報　真空管集熱器 CPC1512
Hailstone test according to DIN EN 12975-2、ÜV test　435/142448
HeatPipe 試験；アドバンス・テクノ社；Institute for Solartechnik、
Test Report No.iC1184LPENe

図４　時間平均集熱効率と特性値ΔT/I

５　太陽熱温水器の効果

図５に 11 月～1 月の月別修正集熱量を示す。モニターⅡ、Ⅲは日影の影響を補正している。冬季の効率は平板式が 32%、CPC 真空管式が 44%、ヒートパイプ真空管式が 42%であった。

図６に 11 月～1 月の太陽熱温水器の集熱量とボイラーの補助加熱量を示す。平板式集熱器で 4 ㎡で 2,500Wh/日程度の取得熱量があり、直圧式ボイラーを組み合わせることで 2 人家族の半分の給湯用熱量を賄うことができている。またヒートパイプ真空集熱器 3.4 ㎡も同じ程度の集熱量を得ることができる。CPC 真空管式太陽熱温水器 6 ㎡は晴天時には 50℃以上になり、平均 5,000Wh/日の集熱ができる。

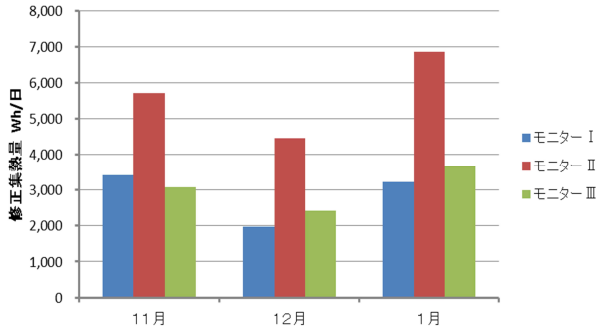


図５　日影の影響を補正した集熱量

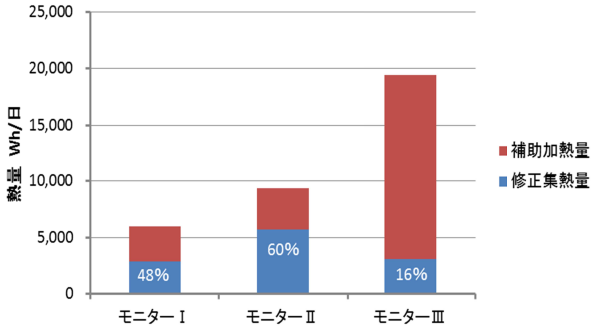


図６　太陽熱集熱量と補助加熱量

6. 期待される市場ニーズの把握

太陽熱利用に対する時代の流れが少しづつ変化しつつあることと環境意識の高まりなどを勘案すると太陽熱をはじめ再生可能エネルギー利用へのニーズが高いものと推察できることからそうしたニーズを把握するためのヒヤリング等の調査を実施した。

住宅関連、建設関連企業向け太陽熱温水器見学会参加者の感想と意見

まず感想としては、

- 従来思っていたよりも道内で展開できそうな気がしている。
- 外壁などの鉛直面に設置する方法は興味深く参考になった。

などと肯定的な感想がほとんどであったが、一方で、

- まだ技術面、コスト面で改良の余地がある

とする意見も多かった。今後の道内での太陽熱温水器の市場性については、

- 鉛直面に設置することで積雪の問題を回避できるのであれば可能性は広がると思う。
- 冬期でも問題なく稼働できるのであれば今後に期待できそうだ。
- コストの面で成り立つのであれば市場性が見込める。
- リフォーム市場や新規住宅市場でも市場開発が見込めると思う。

というような見方が大勢を占めていた。

一般消費者向け太陽熱温水器見学会参加者の感想と意見

日頃環境活動などに取り組まれている主婦の方を含めて、一般の主婦 6 名に太陽熱温水システムの設置状況を見ていただきグループインタビューを実施した。

見学会についての率直な感想としては、参加者全員が

- これまで北海道では太陽熱の利用は困難と思っていたが、今後利用できそうな気がする。

と回答し、またほとんどの人から、

- 太陽熱利用について従来から関心を持っていて興味深かった。
- 太陽熱は太陽光発電の 5 倍以上の効率があることは知らなかった。

という回答を得た。次に今後、太陽熱給湯システムの道内消費者への理解・普及に関しては、

- 冬期でも積雪や凍結などの心配がなく稼働できるのであれば普及が期待できそうだ。
- 住宅のリフォームや新築住宅での導入・普及も見込めると思う。

が最も多く、次いで

- コストの面で納得できる範囲であれば普及が見込める。
- 年間の太陽エネルギー取得量やコストパフォーマンスの評価次第である。
- 道内での市場性を広げるには国や地方自治体等からの補助金や融資が不可欠だ。
- 信頼できるメーカーや工事業者、メンテナンス体制などの整備を急ぐべきだ。

であった。

7. 具体的に進めるべき検討テーマ・・・今回の実証実験で整理された課題を解決するための方策検討

1）様々な戸建て住宅の状況に対応した最適配置、設置方法の概略の診断マニュアルの作成
2）壁面設置の安価で安全な工事方法の吟味（足場組、設置工事）
3）集合住宅を意識したベランダ設置の方法と課題の抽出及び解決方法の探求
4）架台フレーム、寒冷地に適した配管材料（保温材、ジョイント）不凍液などのスタンダード化と安価で安定的な供給体制の構築
5）提案するシステムに適した制御システムや計測監視システムの構築
6）住宅系のみならず前記した業務用施設や製造業事業所に対する給湯需要状況や太陽熱利用等に対する需要調査を行い幅広く道内ニーズの把握

こうした課題を乗りこえ共同での販売・設置工事が可能となるよう協会内の研究会メンバーが中心となって分析・検証を分担し、かつ事業が行えるようなプロジェクトを構築することが肝要といえる。

第１章　設置工事

目　次

1．積雪寒冷地対応型太陽熱給湯システムの設計 2
1.1　設計の概要 2
1.2　配管材料とパイプ保温材 2
1.3　南壁面に集熱器を設置する方法 3
1.4　補助ボイラーへの接続 4
2．設置工事 5
2.1　ヒートパイプ真空管式太陽熱温水器（モニターⅢ） 5
2.2　CPC 真空管式太陽熱温水器（モニターⅡ） 6
2.3　平板式太陽熱温水器（モニターⅠ） 7
3．まとめ 10

1．積雪寒冷地対応型太陽熱給湯システムの設計

1.1　設計の概要

日照時間が短い冬場などでもそれなりに湯温が上がる性能が期待できる集熱面積 4 ㎡、貯湯タンク 200ℓ程度の強制循環式太陽熱利用システム製品を探したところ、以下の三社の製品の入手可能なことが判った。

1）平板式集熱器 4 ㎡＋タンク 200ℓ　＝エコソーラーⅡ
　矢崎テクノエンジニアリング；　　本体　357 千円、送料 100 千円
2）CPC 真空管式集熱器 6 ㎡＋タンク 300ℓ
　寺田鉄工所；　　本体　721 千円、送料 90 千円
3）ヒートパイプ式真空管型集熱器 4 ㎡＋タンク 200ℓ
　アドバンス・テクノ社；　　本体　364 千円、送料 66 千円

CPC 真空管式集熱器はパラボラ型の反射板を配置し、真空ガラス管をすり抜けた太陽光線を集熱板方向に反射させ効率を改善した高性能集熱器である。ガラス一枚の平板型集熱器でどこまで満足できるのか、反射板のない真空管式集熱器とどの程度違いがあるのかも興味があるところであった。寒冷地向きと思われる真空管式集熱器とコンパクトで屋内設置に向いている矢崎テクノエンジニアリングの貯湯タンクの組み合わせも検討したが、集熱コントロールや配管使用材質の違いの問題から断念した。ニター３件を募集し、各社製品の組み合わせはそのままで太陽熱温水器を取り付け、利便性、集熱量、経済性などを調べ積雪寒冷地での導入可能性を実証し、今後の利用課題、技術課題を抽出整理することとした。

1.2　配管材料とパイプ保温材

写真 1 に矢崎社製平板式集熱器と貯湯タンクを結ぶ架橋ポリエチレン配管を示す。φ10mm で柔軟性があり、温度センサー用の配線もパイプ保温材の中に収められていて施工性が良い。しかし保温材の厚さが 5mm しかなく、冬の利用時には熱損失が大きい。一方、真空管式集熱器では配管と保温材に 150℃以上の耐熱温度が必要とされる。真空管式には折り曲げのしやすいステンレスフレキシブル管も考えられるが、なまし銅管φ15mm を使用することにした。保温材には使用温度範囲が 125℃までと高く優れた耐紫外線及び耐候性、耐湿性から保護カバーのいらないエアロフレックス 20mm を選択し、平板式にも使用することにした。

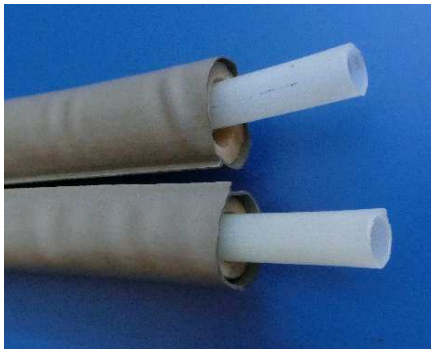


写真１　矢崎社製循環用パイプ

写真２　エアロフレックス

1.3　南壁面に集熱器を設置する方法

①雪で集熱できない、破損するなどの懸念を払しょくする。②既存の建物でも雨漏りなどの障害が少ない。③冬に熱が不足し夏に熱が余る季節間の熱需給のアンバランスを解消する。などの目的のために南壁面に集熱器を設置する方法を検討した。

太陽熱温水器を設置する住宅の条件に合わせて架台を個別に特注するのは不経済であり、カットしてボルトで組むだけで対応できる穴あきアングルを利用する。L40mm で錆に強いどぶづけメッキの製品を使用することにした。

木造の壁や屋根に直付する場合は、ステンレスのビスで穴あきアングルを固定する。コンクリートやブロックの壁にはアンカーボルトで固定する。カット面はローバルシルバー等で防錆処理を施す。図１はモニターⅢの架台案である。下屋の積雪を考慮して 70°傾斜の架台を壁に取り付け、集熱器の下端高さを屋根面から 1m 持ち上げた。

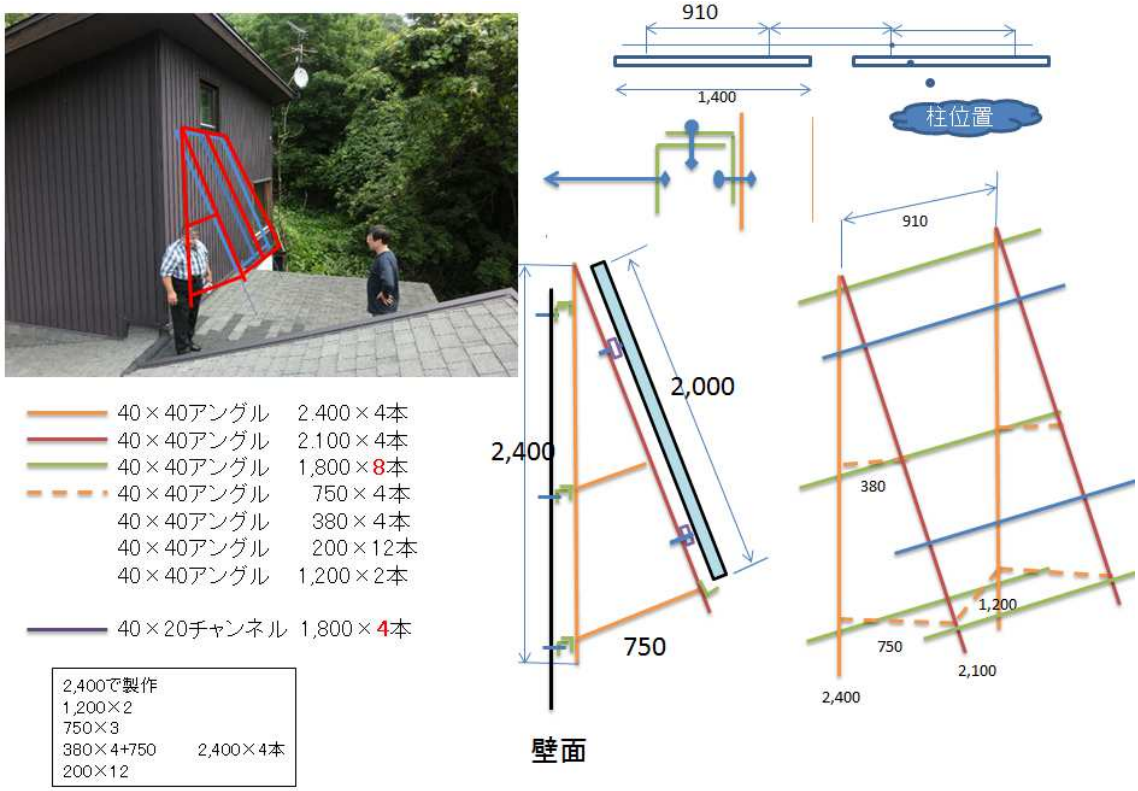


図１　モニターⅢの架台取り付け図

写真３　穴あきアングル

写真４　穴あきアングルの架台

1.4　補助ボイラーへの接続

給湯機には水道直圧式（瞬間式）と貯湯式がある。太陽熱温水器と接続する場合、貯湯式は問題が少ないが、直圧式は 30℃以上のお湯が入ってくることを想定していないものが多い。もし直接入水すると破損や故障の原因となる。直接入水できるソーラー対応型でない場合、①水道水を混ぜて入水温度を常に 30℃以下に抑える混合弁（温調弁）を利用する、②給湯器と混合弁の設定温度情報を共有し、太陽熱温水器の沸き上がり温度が設定温度以上のときは、給湯器が燃えずにそのまま給湯する専用接続ユニット（スカイブレンダーなど）を利用する、③太陽熱温水器の沸き上がり温度に応じて、太陽熱温水器と給湯器とを切り替える切換弁を利用する、などの対応が必要になる。

モニターⅠの住宅は、太陽熱温水器対応型の水道直圧式の石油給湯器を使用しているために貯湯タンクと直接接続する。

モニターⅡとⅢの住宅は、約 50ℓの大型の貯湯タンクを持つ業務用貯湯式給湯器のため、直接入水できるが、そのままでは沸き上がり温度が高くても蛇口から出てくるお湯は温かったりして太陽熱利用の実感が薄くなる恐れがある。そのため沸き上がり温度が高い場合は給湯器を通さずにバイパス弁を通り給湯する切換３方弁を利用する。図２に接続方法を示す。自動切換え弁を利用すると便利であるが、切り替え状態を明確にして測定を易しくするために手動切換え弁を利用する。

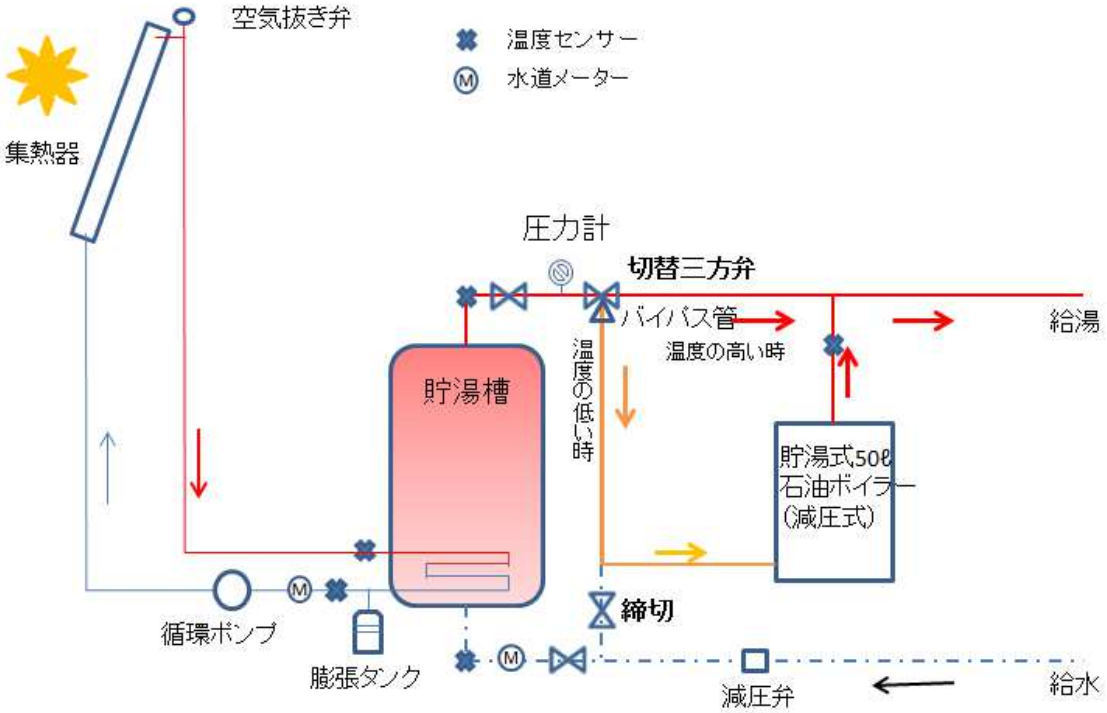


図２　貯湯式給湯器との接続法（モニターⅡ、Ⅲ）

2. 設置工事

2.1　ヒートパイプ真空管式太陽熱温水器（モニターⅢ）

８月末に埼玉県に出かけ、アドバンス・テクノ社のヒートパイプ真空管式太陽熱温水器の施工現場を見学した。９月中旬にヒートパイプ真空管式太陽熱温水器の設置工事を行った。この製品は中国のいろいろな会社から輸入したもので、取付説明書もなく、わかないところはアドバンス・テクノ社の社長とメールでやり取りしながら断続的に 10 日ほどかけてようやく完成させた。

写真 5～7 に集熱器の取り付けの工事状況を示す。集熱器はヒートパイプ真空管とフレーム部品が段ボール箱で別々に送られてきた。個々の部品が軽く人手で持ち運びできる点は長所であるが、広い作業スペースを必要とするのが短所である。集熱器のフレームを架台に取り付けた後、熱交換部に真空管を差し込む。真空管のヒートパイプ部に潤滑油軽く塗るとスムーズに差し込むことができた。また一旦差し込んだヒートパイプを無事に引き抜くことは困難であり、作業には慎重さが要求される。

写真 8 は送られてきた真空管が輸送途中で破損していた状況を示す。取付作業の最後の段ボール箱の開封時に判明したが、補償に関わる問題であるため納入時に開封し、無事を確認しておく必要がある。

架台工事に２日、フレームと真空管取付に２日、貯湯タンクと集熱器を結ぶ配管工事１日かかった。

写真５　集熱器を入れた段ボール箱の運搬

写真６　集熱器取付用架台の製作

写真７　真空管の取り付け

写真８　　破損していた真空管

2.2　CPC 真空管式太陽熱温水器（モニターⅡ）

10 月 10 日からモニターⅡの設置工事を行った。写真 9～14 にモニター住宅ⅡのCPC 真空管集熱器の取り付けの様子を示す。集熱器は 37kg/枚あり、一枚ずつでダンボールニット箱に詰めて送られてきた。300ℓタンクは密閉膨張タンクやポンプユニットと一体となっているために 130kg もある。2 人でも人手で室内に設置するのは困難であった。

集熱器の設置位置が高いために鋼管足場を組み、滑車を使って持ち上げた。庇屋根面に 40mm 穴あきアングルをビスで止めし、それに集熱器固定金具を取り付けた。アングルの取り付けと集熱器の取り付けに 3 日かかった。

写真 9　配達された貯湯タンクと集熱器

写真 10　穴あきアングルの取付

写真 11　集熱器固定金具の取り付け

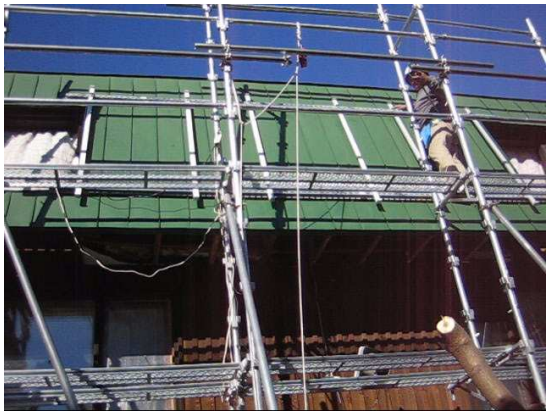


写真 12　滑車による持ち上げ準備

写真 13　保護シートの付いた集熱器

写真 14　黒パイプが循環パイプ

2.3　平板式太陽熱温水器（モニターⅠ）

タギ氏が 10 月の上旬に浜松の矢崎工場で 4 日間技術研修を受け、10 月 24 日から平板式太陽熱温水器の設置工事を行った。

写真 15～18 に集熱器取付工事の様子を示す。集熱器 1 枚の重さは 39kg、貯湯タンクの重さは 63kg である。鋼管足場を組み、コンクリートブロック外壁にステンレス製打ち込みアンカーを取り付け、穴あきアングルを固定した。アングルの上に集熱器の横架材をビス止めした。滑車を使って集熱器を持ち上げた。2 重床を利用して架橋ポリエチレン管を庇下から２階床下を通し、階段下の貯湯タンクと接続した。足場組み立てとアングルの取付に 1 日、集熱器の取付と集熱器まわりの配管工事に 1 日かかった。

写真 15　足場と貯湯タンク

写真 16　横架材の取付

写真 17　滑車による集熱器の持ち上げ

写真 18　循環パイプの配管作業

3. 工事費用

表１に３件のモニターの機器費用と送料を示す。表２にモニターⅢの配管材料費を示す。配管材・不凍液・保温材などで 7～9 万円である。このほかにコンクリートの穴開けに約２万円、架台製作費 1～6 万円、鋼管足場の運搬費２万円、人件費を必要とし、集熱器４㎡・貯湯タンク 200ℓで 60 万円以内という目標達成は非常に厳しい。

表１　機材費及び送料

		モニターⅠ	モニターⅡ	モニターⅢ
	メーカー	**矢崎エナジーシステム**	**寺田鉄工所**	**アドバンス・テクノ社**
	形式	エコソーラーⅡ	SOLTECH	
システム	集熱回路	半密閉	密閉式	密閉式
	集熱ポンプ	DCポンプ	キャンドポンプ	キャンドポンプ
	消費電力	40～240W	40W～60W	40W～60W
集熱器	集熱方式	**平板式**	**反射板付真空管式**	**ヒートパイプ真空管式**
	集熱器寸法	2000x1000x48	1390x1640x120	1910x1410x138
	総面積	2.00×2	2.28×3	2.69×2
	開口面積	2.00	2.00	1.69
	集熱器材質	ステンレス	銅管	銅管
	質量	42kg	37kg	55kg
貯湯ユニット	貯湯槽方式	水道直結・密閉式	水道直結・密閉式	水道直結・密閉式
	タンク容量	200ℓ	**300ℓ**	200ℓ
	外形寸法	1765x492x615	1905x575x1045	H1500×径500
	質量	63kg（271kg）	129kg（429kg）	
	逃し弁圧力	450kPa	190kPa	
	減圧弁	392kPa	170kPa	
	安全弁		90℃	90℃
価格	集熱器	76,315x2	127,400x3	76,500×2
	貯湯ユニット	202,000	338,800	124,000
	ポンプユニット			86,900
		モニター用価格75%	定価の66%	サンプル用価格
	送料	100,000	90,000	66,000
	合計	454,630	811,000	429,900

表２　モニターⅢの配管材料費

商品名		数	単価	金額
M型軟質コイル銅管　1/2×20m		1	9,350	10,098
保温材　エアロフレックス		10	1,240	13,392
M型硬質直銅管　3/4×4m		1	2,700	2,916
M型硬質直銅管　1/2×4m		1	1,900	2,052
耐熱ライトカバー保温材	給湯回路	2	760	1,642
グラスウール保温材	集熱用	3	296	959
圧力計		1	1,200	1,296
砲金ブッシング　1/2×1/4		1	97	105
安全弁		1	1,200	1,296
不凍液		1	8,500	9,180
ゲートバルブ　3/4		4	1,230	5,314
三方弁		1	2,310	2,495
砲金エルボ　1/2	集熱器回路	1	321	347
砲金チーズ　1/2		1	364	393
ボールバルブ　1/2	空気抜き	1	610	659
両リングジョイント　1/2		1	407	440
リングジョイントATハーフ　1/2	集熱器	6	324	2,100
さや管		6	65	421
砲金ソケット　1/2		3	277	897
砲金エルボ　3/4	膨張タンク回り	2	443	957
砲金ニップル　3/4		1	331	357
砲金ソケット　3/4		1	317	342
ステンレス管　3/4　200mm		1	300	324
銅エルボ　1/2	集熱器回路	7	34	257
銅チーズ　1/2		1	88	95
銅メスアダプター　1/2		1	180	194
銅オスアダプター　1/2		1	150	162
砲金ニップル　3/4	給湯回路	2	150	324
銅エルボ　3/4		4	88	380
銅チーズ　3/4		6	175	1,134
銅メスアダプター　3/4		2	252	544
銅オスアダプター　3/4		8	226	1,953
				0
砲金チーズ3/4	温度計測用	3	511	1,656
砲金ブッシング　3/4×1/2		3	156	505
砲金ブッシング　1/2×3/8		3	97	314
銅メスアダプター　3/4	流量計測	2	252	544
銅オスアダプター　3/4		1	226	244
砲金チーズ1/2	温度計測用	2	364	786
砲金ブッシング　1/2×3/8		2	97	210
銅メスアダプター　1/2	流量計測	2	180	389
銅オスアダプター　1/2		1	150	162
			合計	67,835

3. まとめ

1） 太陽熱温水器と補助熱源との接続には専門的な知識が不可欠であり、工事施行者の研修と資格認定制度の検討が必要である。

2） 太陽熱温水器の設置工事を３日以内に完成させることができると考えていたが、機種それぞれで取付方法が異なり、またガラス製品を高いところに取り付けるため、２人で一週間以上要した。工事期間を短縮するためには、経験を積み段取りをよくすること、効率を高める機械の整備が必要である。

3）集熱器４㎡•貯湯タンク 200ℓで工事費を含めた設置費用は 70～80 万円であった。配管工事の材料費を循環パイプや保温パイプ、不凍液など 5 万円程度と見込んでいたが、温度や流量計測用に継手が多くなったこともあり、実際は 10 万円ほどかかった。

4） 送料も大きな負担であり、道内に在庫を抱える代理店を整備する必要がある。