

一般社団法人日本太陽エネルギー学会100%再生可能エネルギー部会・太陽熱部会共催 講演会
「再生可能熱エネルギーの利用促進に向けたビジョンと取り組み」

太陽熱利用の現状と展望 ~2050ゼロカーボンに向けて~



2022年2月28日



一般社団法人ソーラーシステム振興協会

- 協会のご案内
- 太陽熱利用の現状(国内)
 1. 利用方法・種類
 2. 利用用途・施設
 3. 普及動向
 4. 効果
 5. 導入例
 6. 業務用の導入効果事例
- 太陽熱利用の現状(海外)
- 今後の展望と取り組み

一般社団法人ソーラーシステム振興協会 概要

■設立: 1978年(昭和53)年5月16日

工業技術院(当時)によるサンシャイン計画の成果として、ソーラーシステム(太陽熱利用機器全般)を広く一般に普及することを目的に創設された。2013(平成25)年4月1日一般社団法人に移行。

■正会員数:10社

アズマソーラー株式会社・F-WAVE株式会社・OMソーラー株式会社・株式会社サンジュニア・株式会社長府製作所・チリウヒーター株式会社・株式会社寺田鉄工所・株式会社ノーリツ・ミサワホーム株式会社・矢崎エナジーシステム株式会社

(賛助会員:7団体、2個人)

■会長:廣澤 正峰 (株式会社ノーリツ 取締役兼専務執行役員)

■主な事業:

- 普及促進のための諸活動
- 実態調査事業(統計)
- 優良ソーラーシステムの認証・施工士登録制度
- 品質向上に関する研究や標準化・規格化の推進
- 消費者等からの相談受付

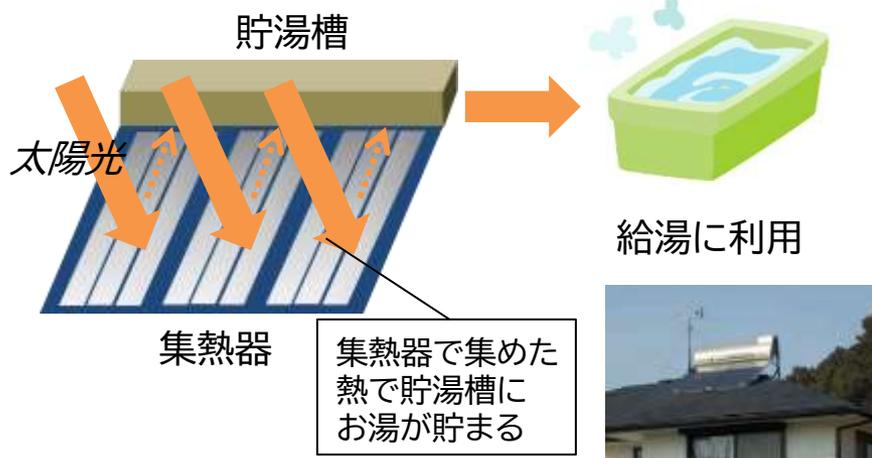
■所在地:東京都千代田区内神田1-17-8 □TEL:03-6811-7911

■ホームページ:<https://www.ssda.or.jp/>

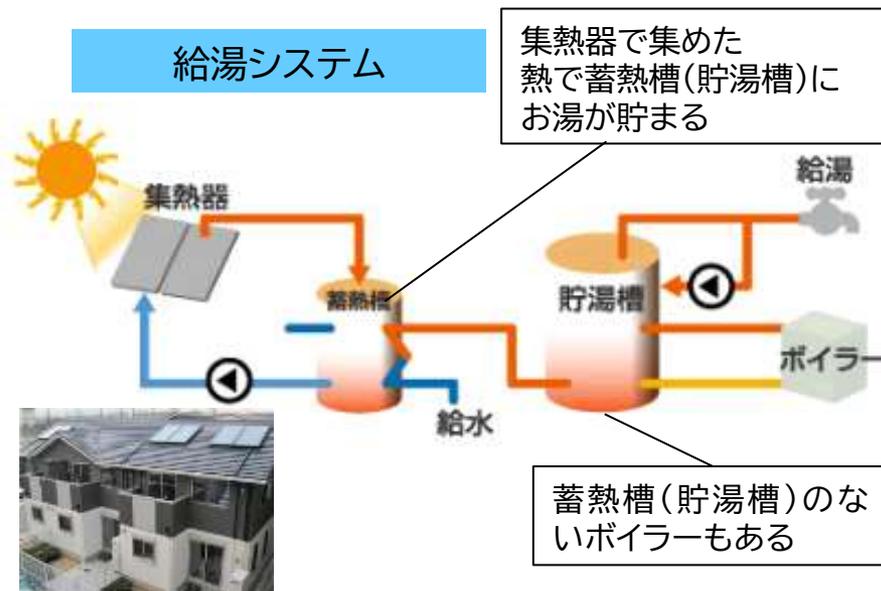
- 協会のご案内
- 太陽熱利用の現状(国内)
 1. 利用方法・種類
 2. 利用用途・施設
 3. 普及動向
 4. 効果
 5. 導入例
 6. 業務用の導入効果事例
- 太陽熱利用の現状(海外)
- 今後の展望と取り組み

集熱媒体が液体の場合(液体集熱式)

太陽熱温水器



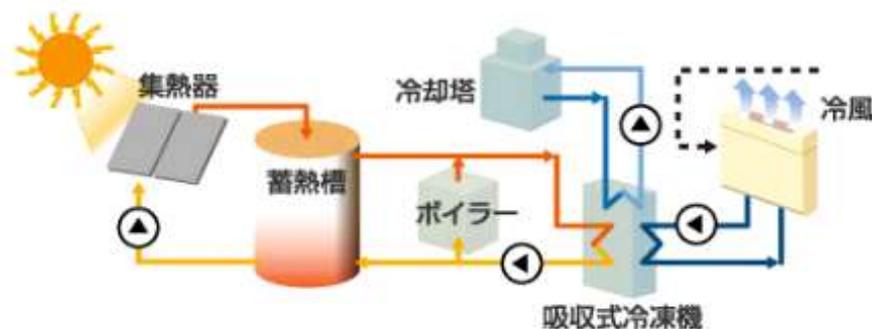
給湯システム



給湯・暖房システム

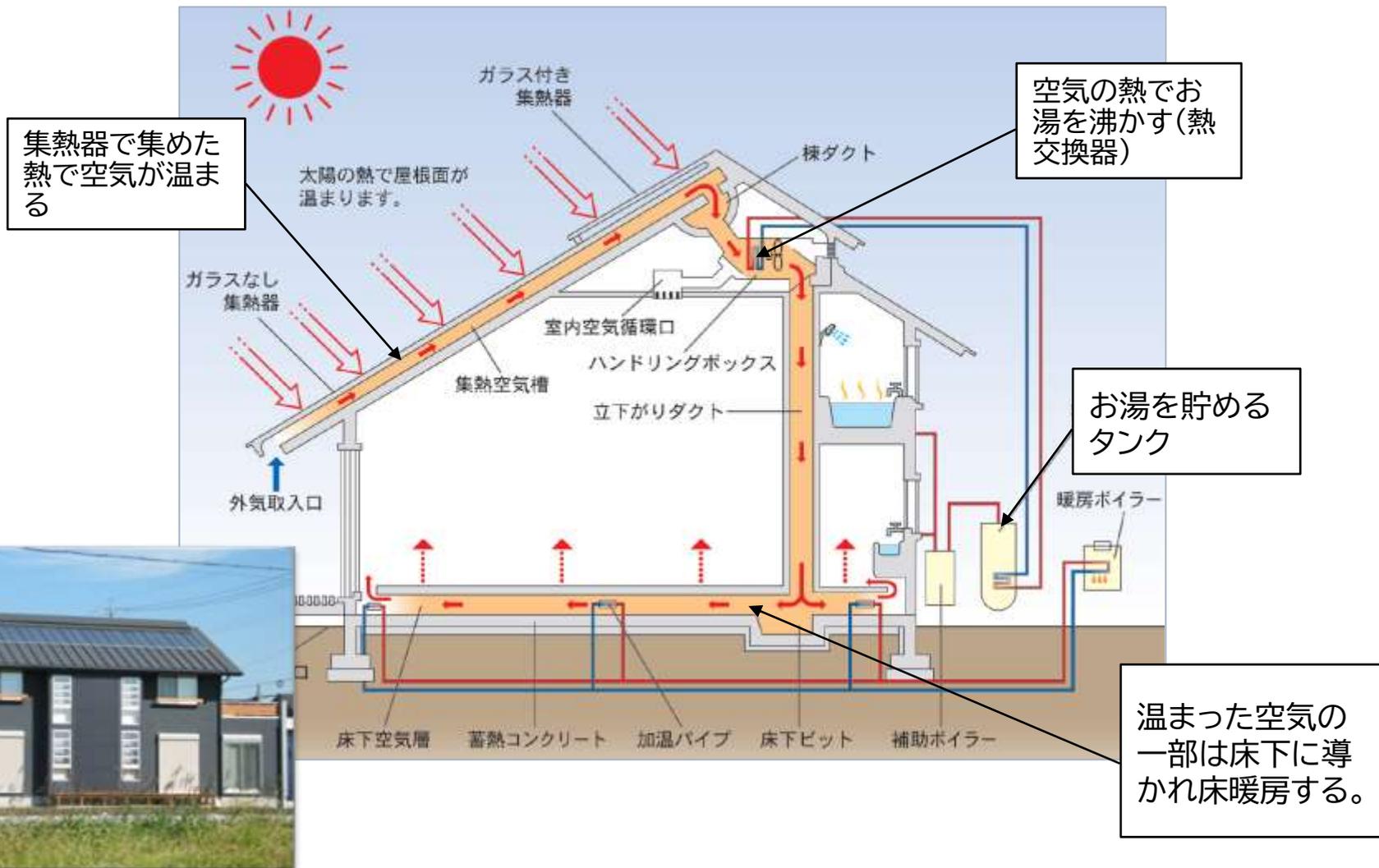


給湯・冷暖房システム



集熱媒体が空気の場合(空気集熱式)

給湯・暖房システム

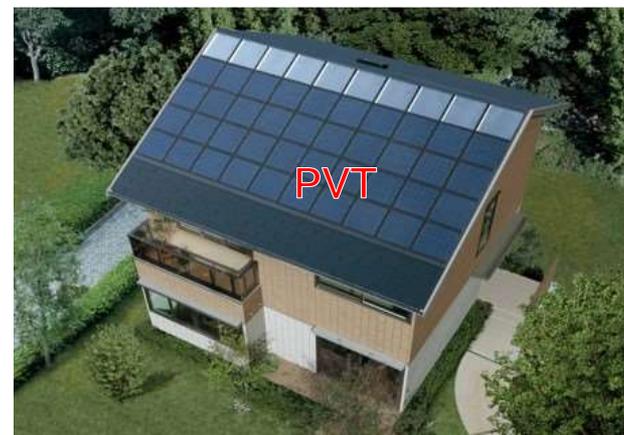
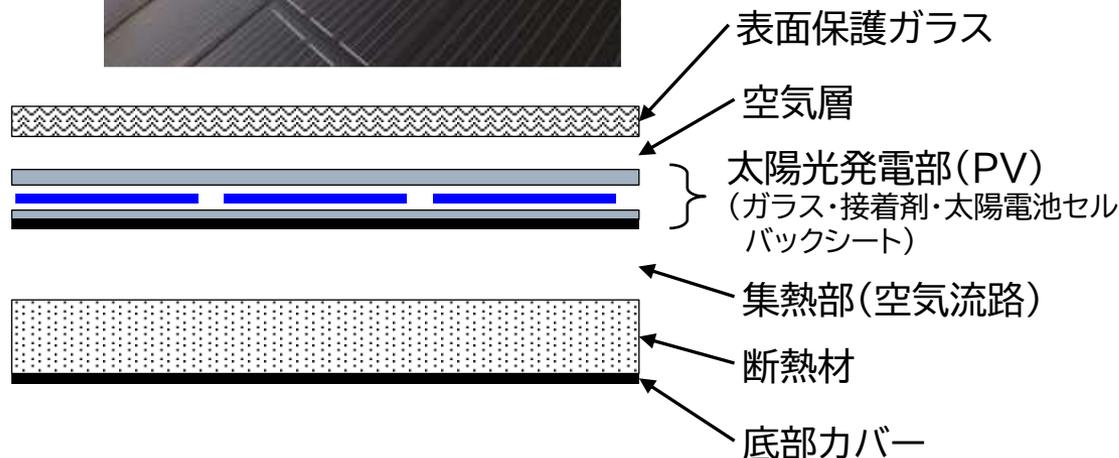


太陽の「熱」と「光」の両方を最大限に利用

PVTシステム

通常の太陽光発電パネル(PV:Photovoltaic)と、太陽熱集熱器を組み合わせることで、発電しつつ同時に熱も取り出す太陽光発電機能付き集熱器 (PVT:Photovoltaic and Thermal)

屋根の有効利用



太陽の「熱」と「光」の両方を最大限に利用

太陽光発電と太陽熱利用の併用

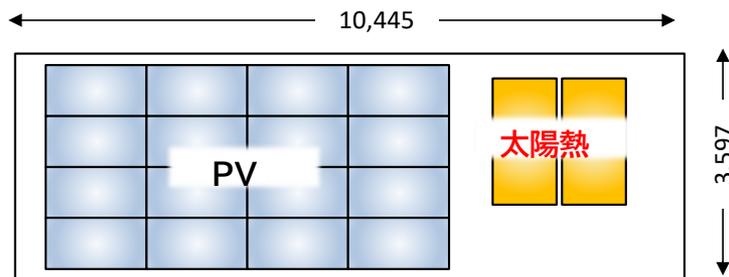
屋根を有効活用し、最大限の再生可能エネルギーを利用するためのシステム

2018年よりZEH住宅補助金に、**先進的再エネ熱利用設備**の導入による加算補助が創設され、PVT（太陽光と太陽熱の併用）が対象となった。（継続中）

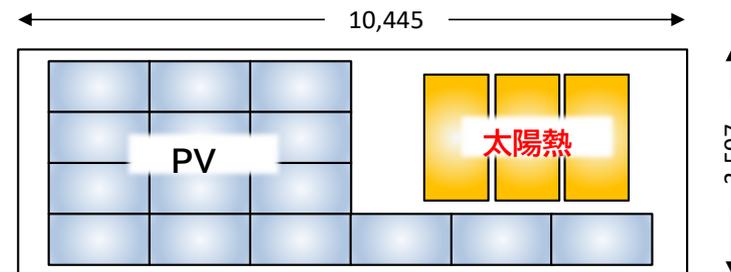


液体式太陽熱利用システム(PV併設)

PVと太陽熱集熱器の併設例



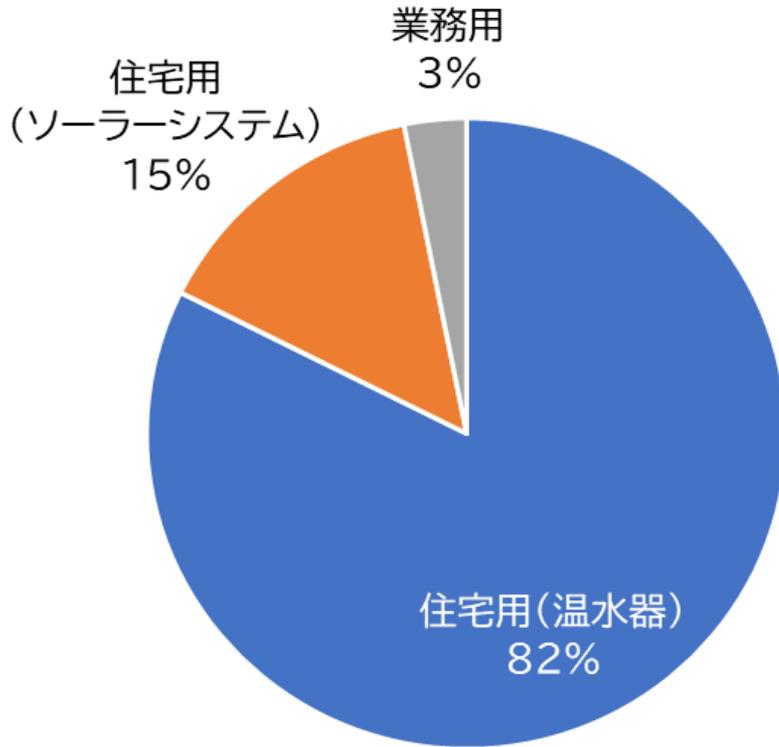
太陽熱: 4m^2 ($2\text{m}^2 \times 2$ 枚)



太陽熱: 6m^2 ($2\text{m}^2 \times 3$ 枚)

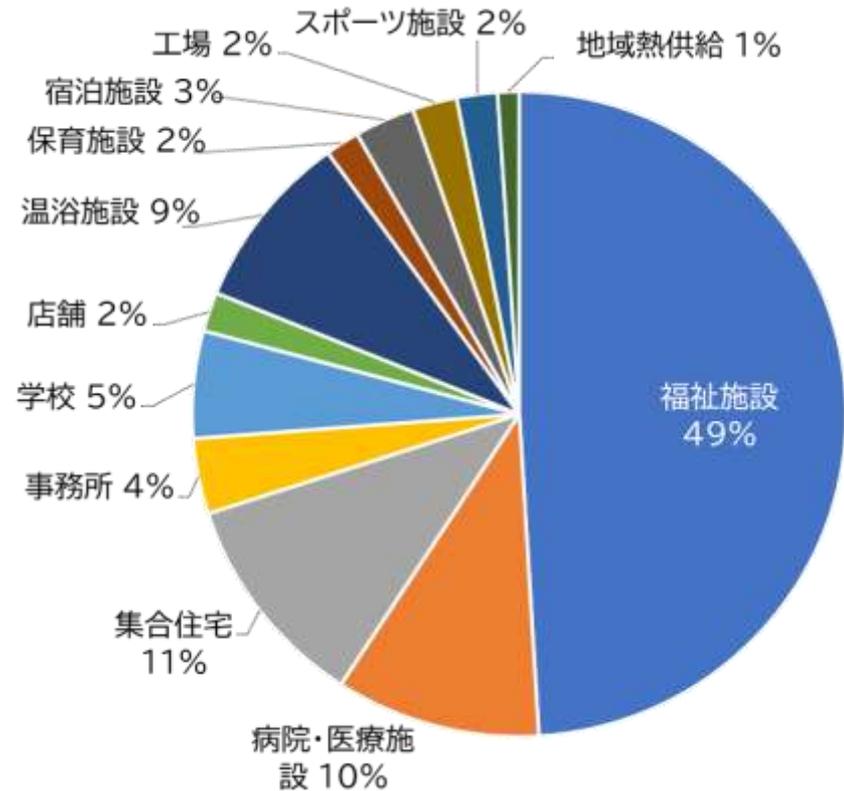
太陽熱利用システムの導入施設

国内の導入面積(m²)



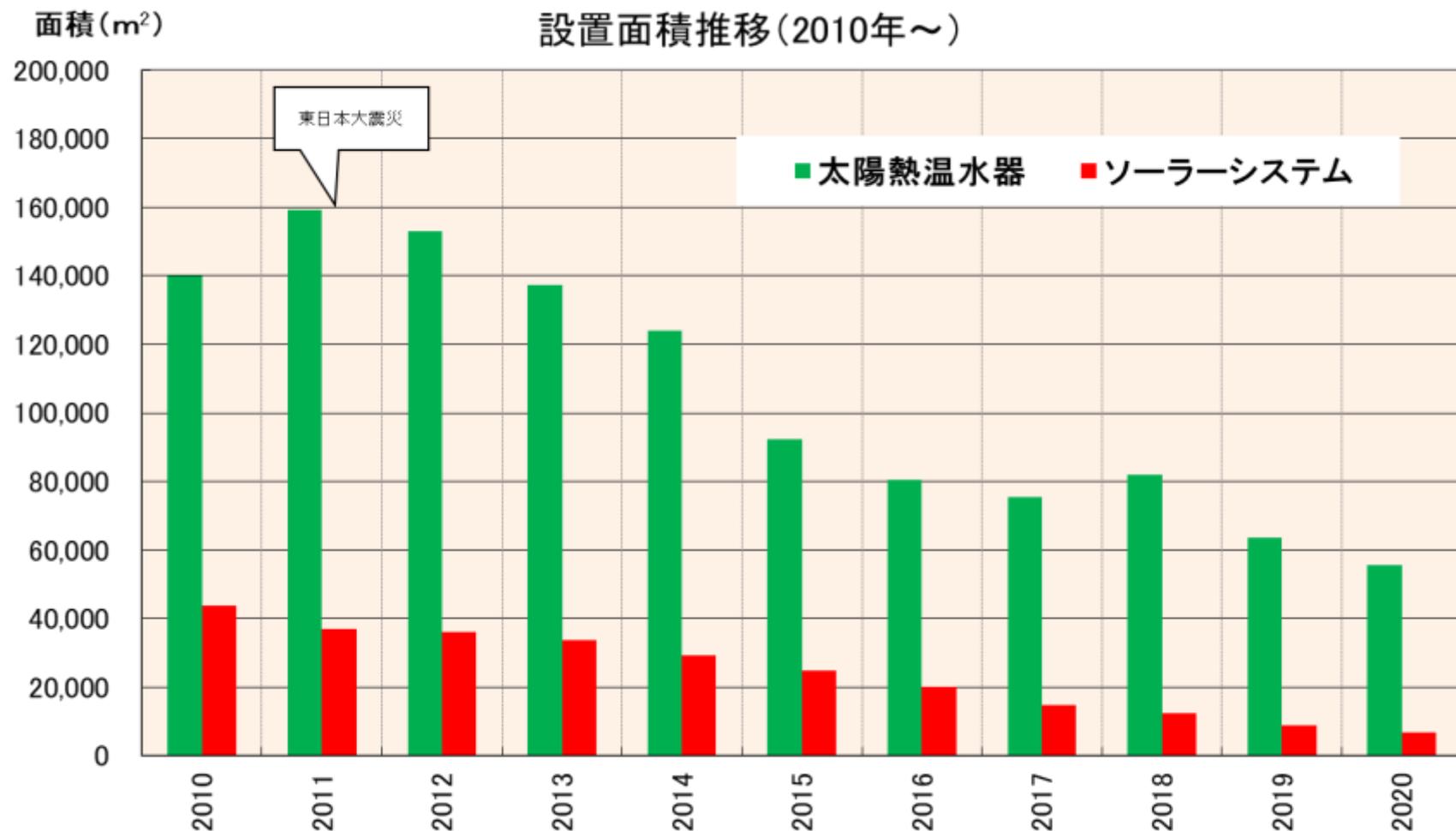
2011年~2020年度 総数1,215千m²

業務用の導入施設数割合 (N=282)



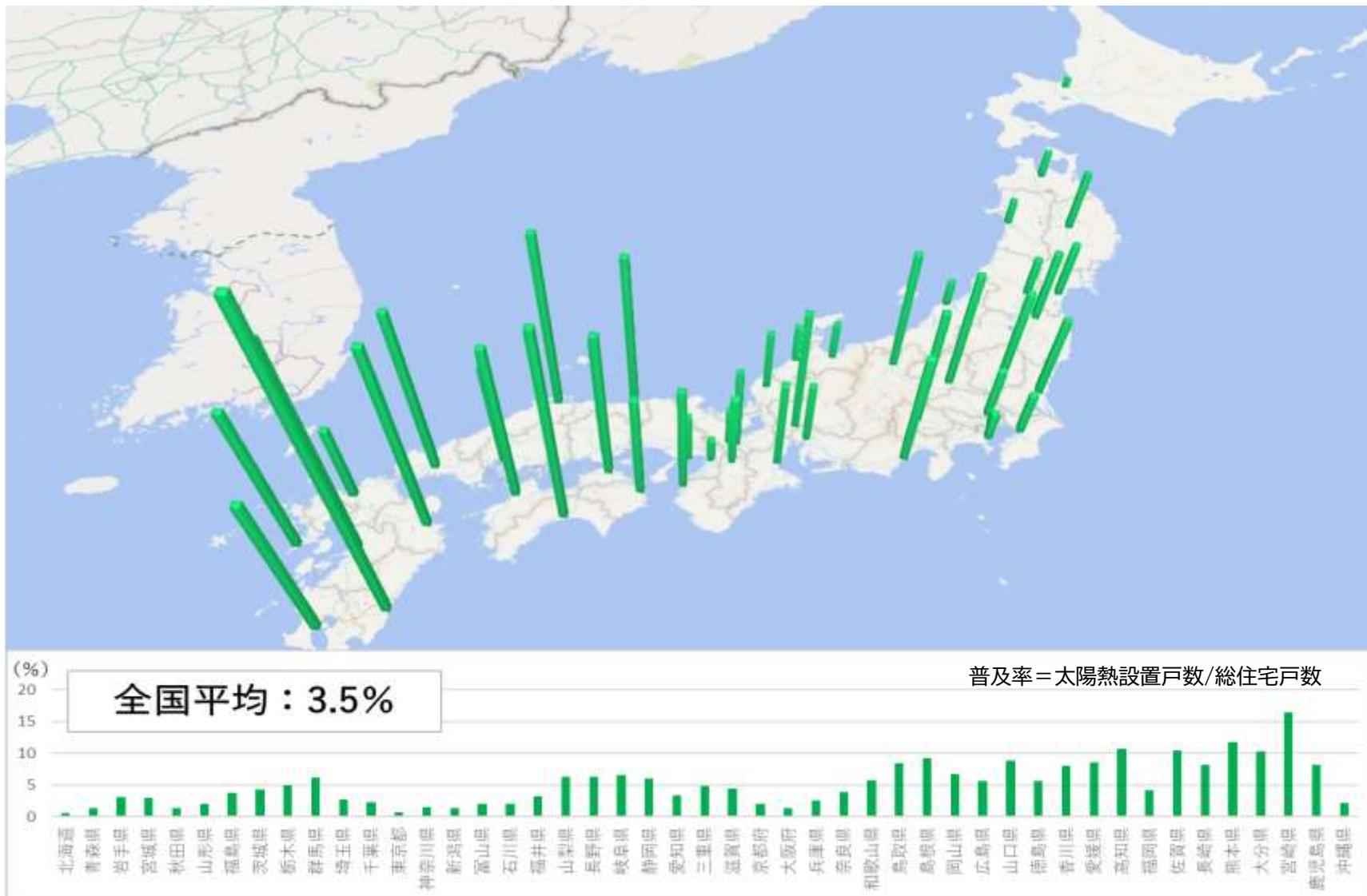
出典:生産動態統計及びソーラーシステム振興協会自主統計より

出典:再生可能エネルギー熱利用技術を用いた地域熱供給に係る調査報告書(2021年3月(NEDO))

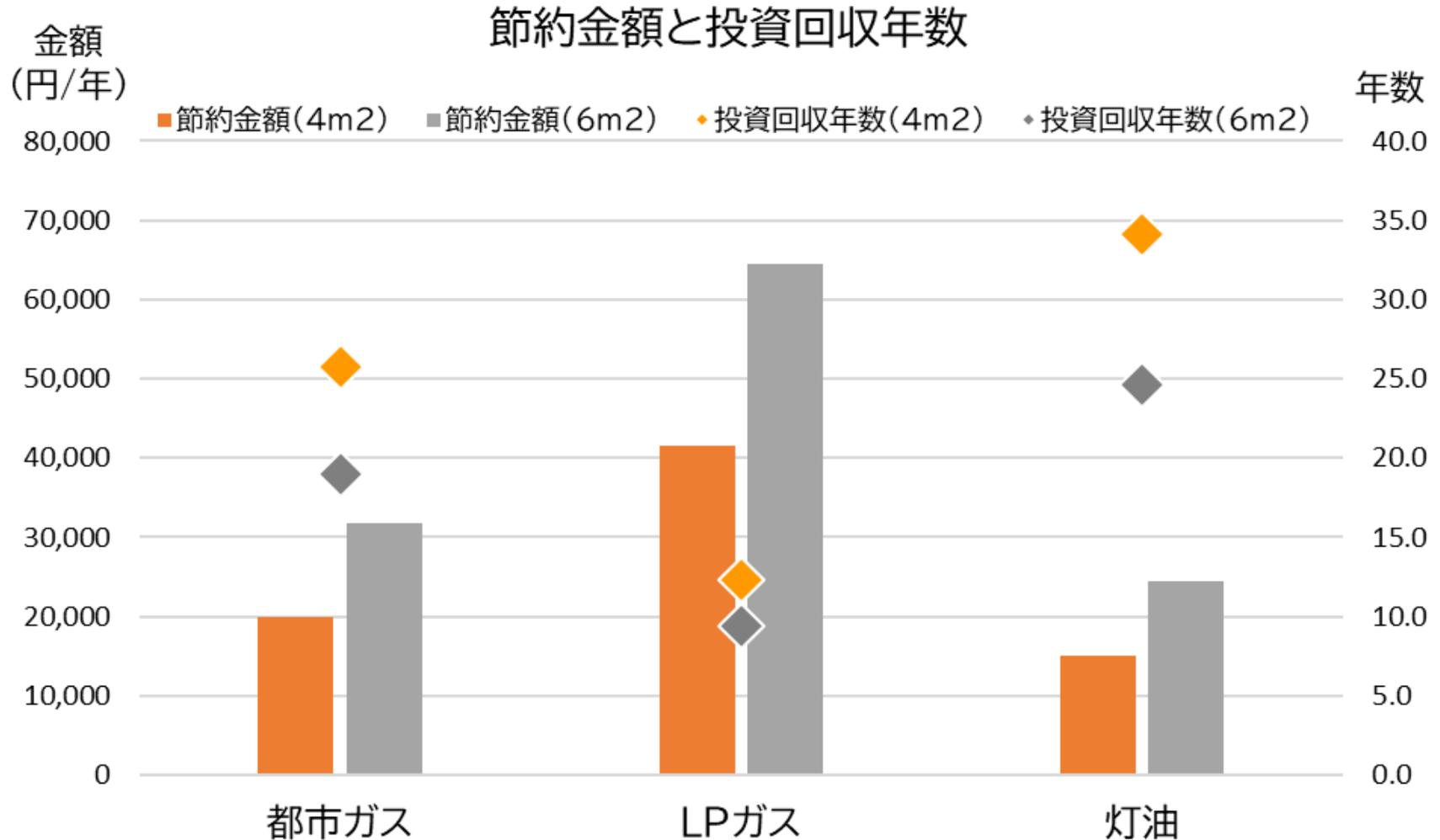


(出典)太陽熱温水器は経済産業省動態統計調査、ソーラーシステムはソ振協自主統計よりソ振協まとめ

都道府県別普及率(%) 全国平均:10年前の5.3%から3.5%に減少

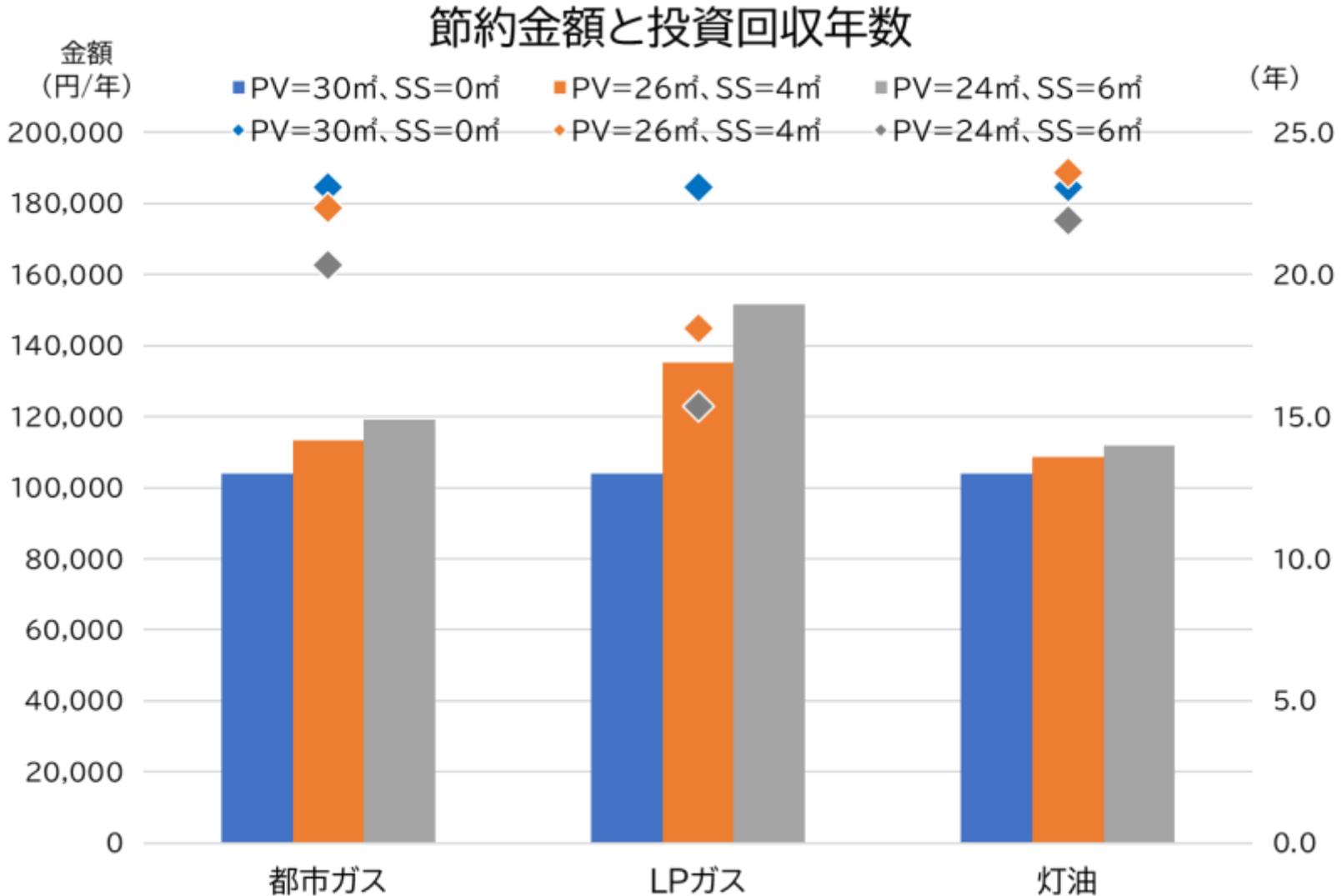


■ソーラーシステム(単独)の経済効果



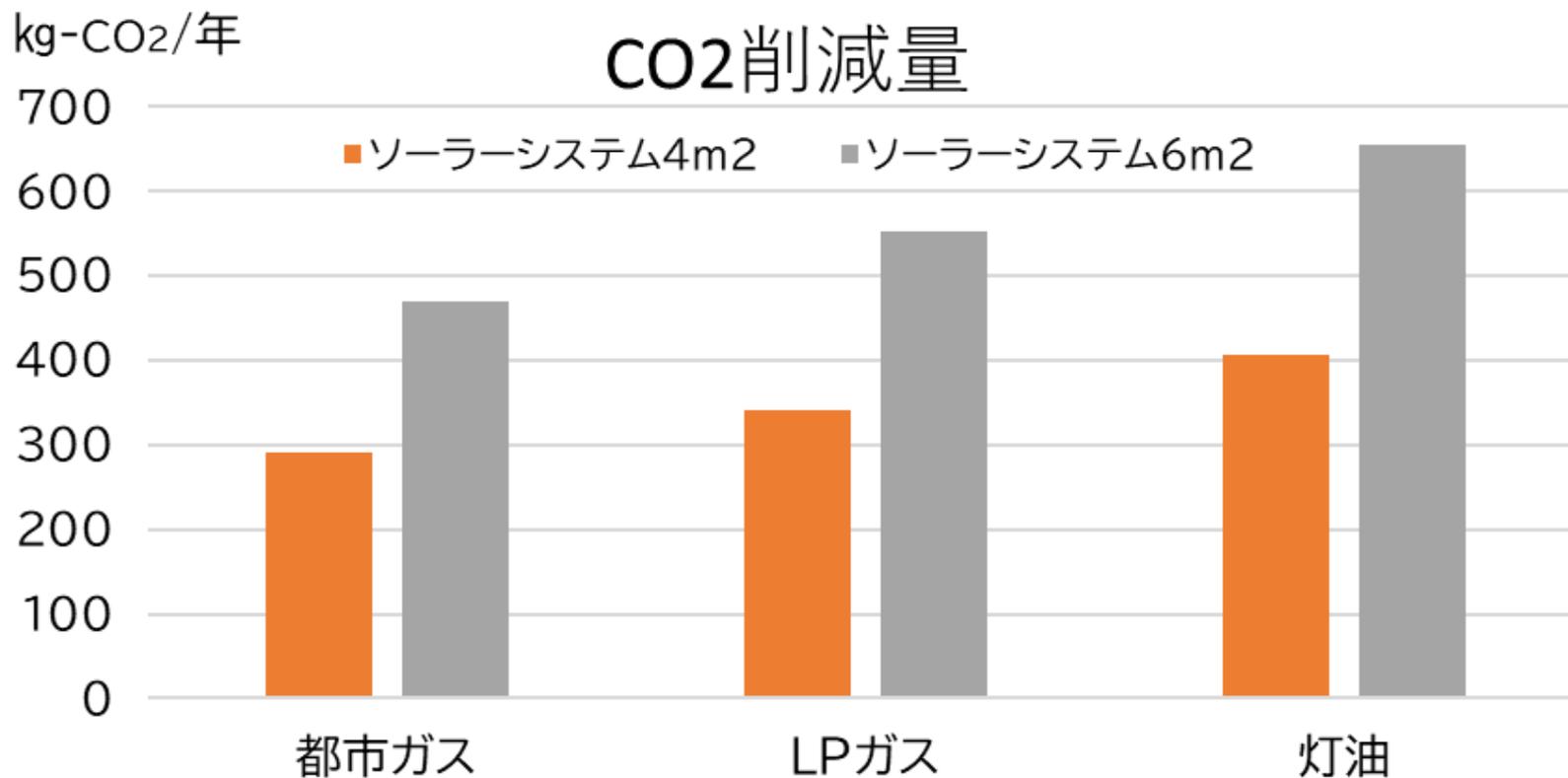
※試算条件:【年間給湯負荷】M1スタンダードモード(4人家族想定)【給湯器効率】ガス93%、灯油90% 【太陽熱設備価格(工事費含む)】4m²:51.3万円、6m²:60.3万円(経済調査会調べ)【燃料価格】LPG・都市ガス・灯油:総務省統計局の小売物価調査結果より東京のガス料金単価(基本料金含む従量料金)及び灯油単価を引用

■太陽光発電(PV)とソーラーシステム(併用)の経済効果



※試算条件:【太陽光発電設備価格(工事費含む)】38.78万円/kW(経済調査会調べ) 【PV売電量・自家消費量】建築研究所:「エネルギー消費性能計算プログラム(住宅版) Ver 2.7.2」より

■CO₂削減効果



※試算条件:【燃料の発熱量】統合エネルギー統計(資源エネルギー庁)より 【CO₂排出係数】経済産業省「温室効果ガス排出量」(H22年3月改正)「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」より引用。電力は電気事業者排出係数(平成27年度実績)代替値を引用。

戸建住宅



集合住宅



住棟セントラル暖房給湯システム



バルコニー設置給湯システム

業務用



給湯システム(社会福祉施設)



プール加熱(冷暖房給湯)



温浴施設における利用例(愛媛県)
給湯利用(901m²)

産業用



エネルギーの面的利用例

千葉県むつざわスマートウェルネスタウン(太陽熱47kW \approx 94m²)

富士エネルギー(株)HPIほかより



エネルギーの面的利用例 集合住宅(釜石市災害復興住宅)への導入例(集熱面積321m²) (左:全景、右:屋上)

【導入効果事例】

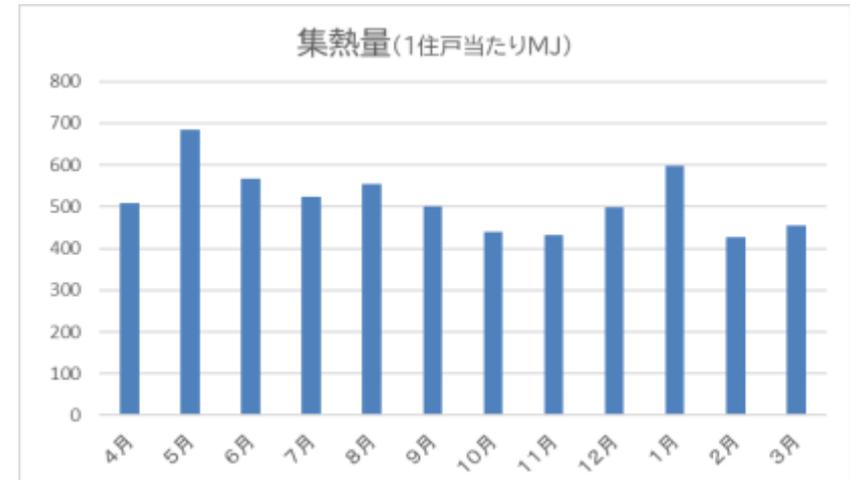
- ①面的利用(地域熱供給)導入事例(埼玉県:越谷レイクタウン)
- ②業務用導入事例(埼玉県:特別養護老人ホーム彩幸の杜)
- ③業務用導入事例(鹿児島県:介護老人保健施設ヴァンボールみどりの風)

導入効果

計画(シミュレーション)

	使用量/集熱量	熱量 (ガス消費量換算)
給湯	2,766kWh (9,958MJ)	240Nm ³
暖房	5,586kWh (20,110MJ)	485Nm ³
電力	3,071kWh	
総消費	11,424kWh	
太陽熱利用	1,734kWh (6,241MJ)	151Nm ³
削減効果	15.2% 20.8%(対熱負荷)	

実績



集熱量	ガス削減量
1,720kWh (6,191MJ)	148Nm ³

業務用導入事例

資料提供:大阪テクノクラート様

特別養護老人ホーム 彩幸の杜

太陽熱、太陽光、ガスコージェネレーションを組み合わせ、大幅な省エネと省CO₂排出削減を図ったハイブリッドエネルギーシステム

建物概要

建築床面積:6,042m²

RC造4階建

収容人数:120名

太陽熱設備概要

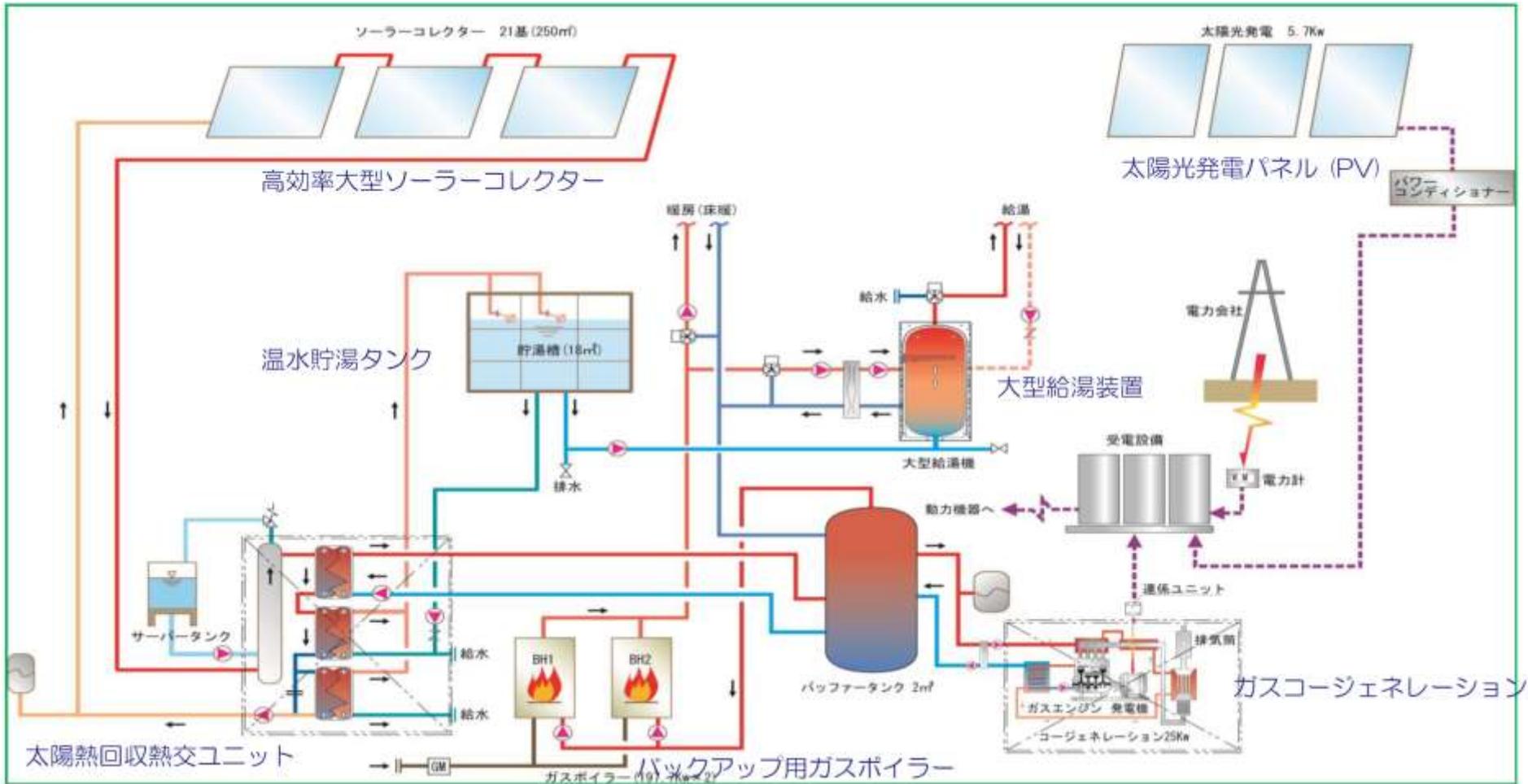
集熱面積:220m² 平板型高効率タイプ

蓄熱槽:18ton

用途:給湯・暖房

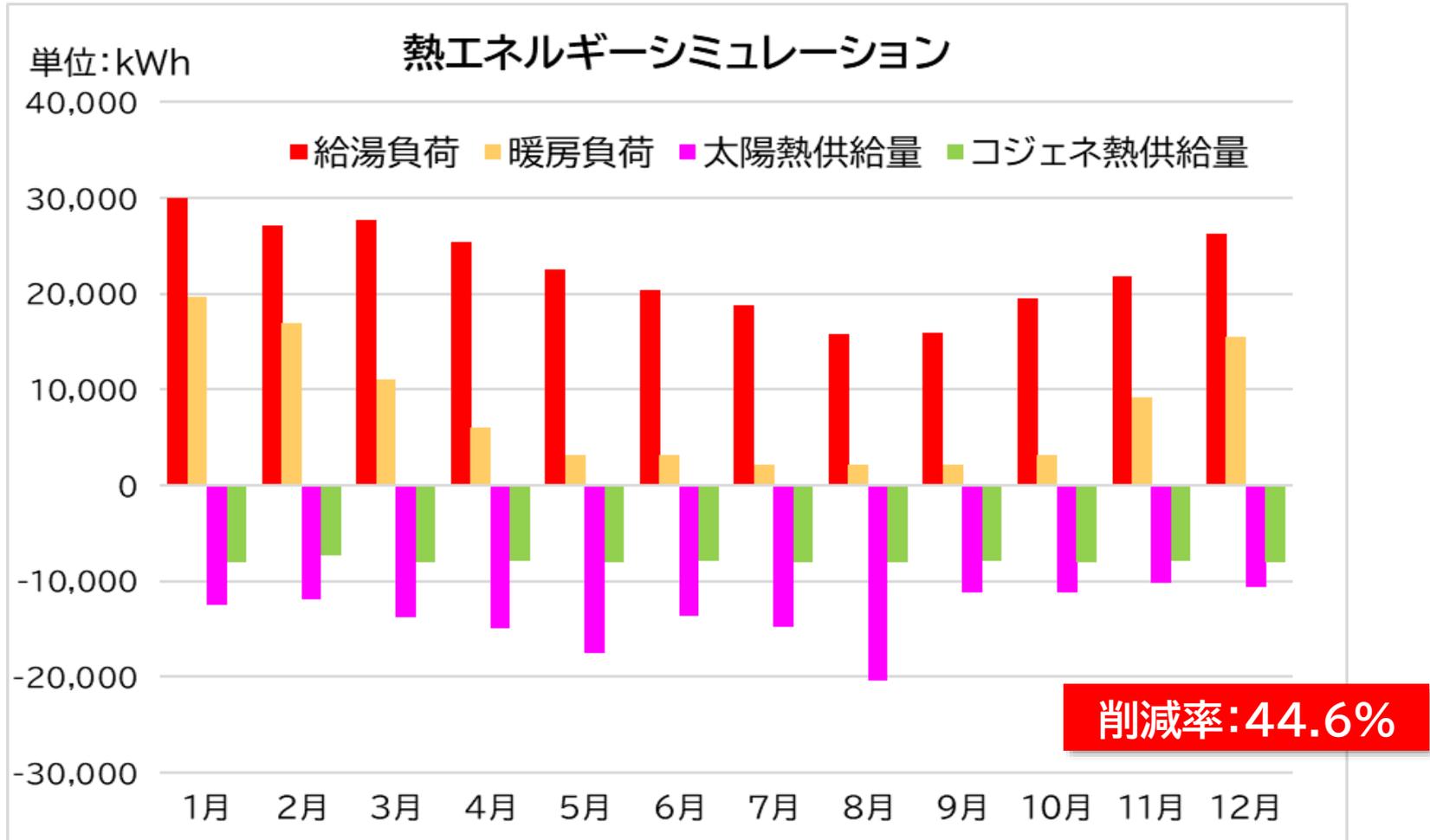


設備概要・システム図



太陽熱コレクターで集熱した熱は不凍液にて太陽熱回収熱交換ユニットに循環供給され給湯用温水、暖房用温水に分かれて回収される。給湯温水は貯湯タンクに貯湯され大型給湯装置を経由温度補正されて給湯水として浴場等に供給される。一方、暖房温水はバッファータンクの温水を昇温、床暖房、給湯機熱媒に利用する。コージェネレーションの電力供給は受変電設備を経由し施設の動力設備に系統連係されると共に排熱はバッファータンクに回収され温水熱媒の昇温に利用する。尚、温水昇温の不足分は、ガスボイラーにて賄う。太陽光パネル(PV)で発電した電力はパワーコンディショナー・受変電設備を経由し電灯回路に系統連係する

導入効果



給湯負荷	KWh	29,988	27,086	27,739	25,393	22,491	20,315	18,743	15,744	15,962	19,492	21,766	26,240	270,959
暖房負荷	KWh	19,665	16,966	10,983	5,961	3,191	3,191	2,143	2,143	2,143	3,191	9,193	15,468	94,238
太陽熱供給量	KWh	-12,530	-11,920	-13,740	-14,850	-17,560	-13,670	-14,810	-20,390	-11,210	-11,240	-10,220	-10,570	-162,710
コジェネ熱供給量	KWh	-8,095	-7,311	-8,095	-7,834	-8,095	-7,834	-8,095	-8,095	-7,834	-8,095	-7,834	-8,095	-95,312

業務用導入事例

資料提供:富士エネルギー様

介護老人保健施設

ヴァンボールみどりの風

集熱面積:228m² (真空ガラス管形(ヒートパイプ形)
太陽集熱器 FSP-2100)

蓄熱槽:6ton

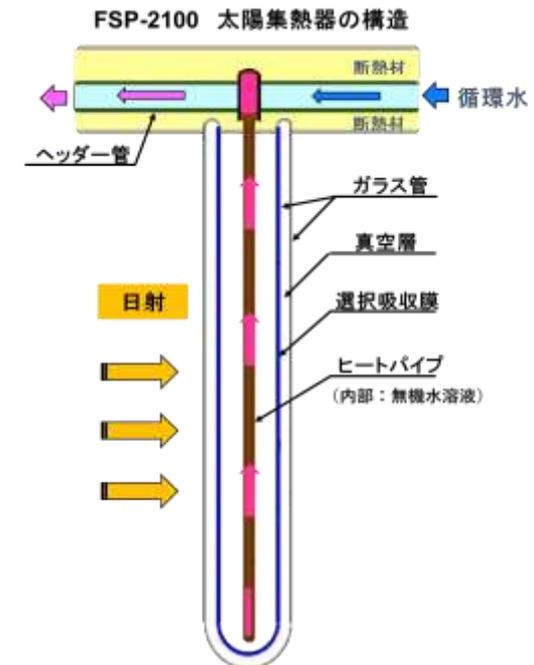
用途:給湯

鹿児島県指宿市に設置された地上3階建て、入居定員85名の社会福祉施設。既設給湯設備としてLPガス温水ヒータを利用しているが、給湯燃料コストの削減と施設運営における環境負荷低減を目的として、真空ガラス管形(ヒートパイプ形)太陽集熱器80パネル(228m²規模)の太陽熱利用システムを導入。



集熱器の特長

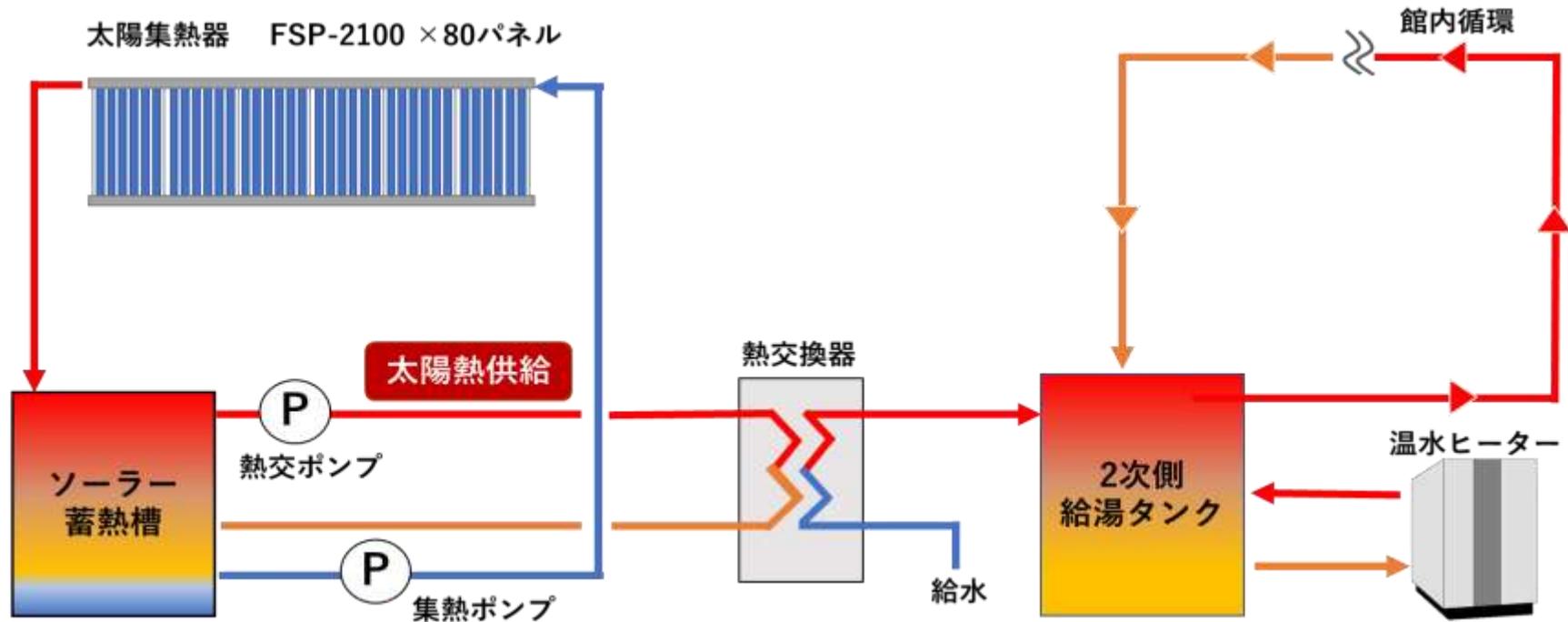
太陽集熱器は、集熱部(ガラス管部分)に通水することなく、供給された循環水を加熱・昇温する構造。日射を受け集熱し、集熱部内部(ガラス管内部)の温度が上昇。ガラス管は二重になっておりガラス管とガラス管の間を真空層にすることで、ガラス管内部に太陽熱を集熱することができ、この熱をヒートパイプによりヘッダー側に熱移動することでヘッダー管を通る循環水を加熱・昇温する。



設備概要・システム図

太陽集熱器 80パネル(228㎡規模)とソーラー蓄熱槽の間を集熱ポンプにより循環させることにより、ソーラー蓄熱槽内の水温を上昇させ、ある設定温度以上になった場合に熱供給する“蓄熱システム”を採用しています。既設の2次側給湯システムが密閉循環システムであるため、2次側給湯タンクへの給水を熱交換器を介して予熱するシステムとした。

No	機器名称	仕様
1	太陽集熱器	真空ガラス管形(ヒートパイプ形) FSP-2100 80台
2	蓄熱槽	ステンレスパネルタンク (呼称容量:6.0㎡)
3	集熱ポンプ	65A×50A/吐出量:240L/min 揚程:17m
4	熱交ポンプ	ラインポンプ65A/吐出量:340L/min 揚程:6m
5	補給水弁	電動二方弁(40A)
6	落水弁	電動二方弁(50A)
7	積算熱量計	流量センサー(流量範囲:1~500L/min)
8	システム制御盤	屋外壁掛形(データ収集機能付き)

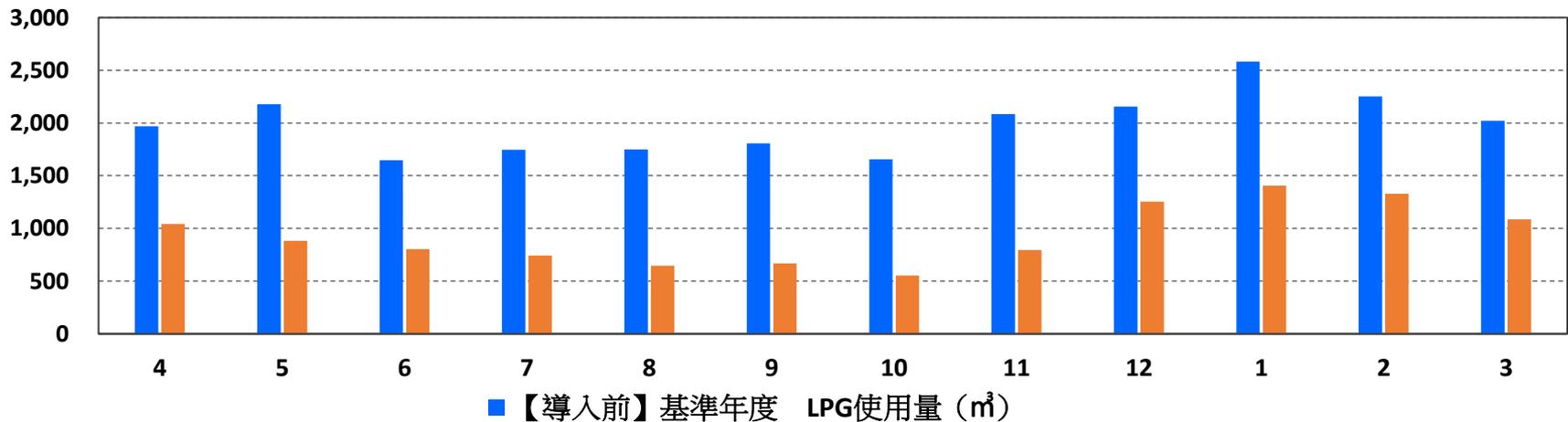


導入効果

太陽熱利用システム導入前後の燃料使用量(実績値)を用いて比較。

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
基準年度 LPガス使用量(m ³) (購入量)	1,968	2,177	1,647	1,746	1,748	1,807	1,655	2,085	2,155	2,583	2,252	2,021	23,844
2019年度 太陽熱供給熱量 (実績) (MJ)	26,783	24,789	20,487	20,759	22,414	17,809	23,601	23,225	16,334	15,895	18,952	21,643	252,691
2019年度 LPガス使用量(m ³) (LPガス会社請求書データ)	1,041	883	802	743	646	668	551	795	1,255	1,405	1,327	1,085	11,201
2019年度 LPガス削減量(m ³) (=① - ③)	927	1,294	845	1,003	1,102	1,139	1,104	1,290	900	1,178	925	936	12,643
CO2排出削減量(kg)	6,072	8,476	5,535	6,570	7,218	7,460	7,231	8,450	5,895	7,716	6,059	6,131	82,812

月別 温水ヒータLPガス使用量(m³) 実績値の比較



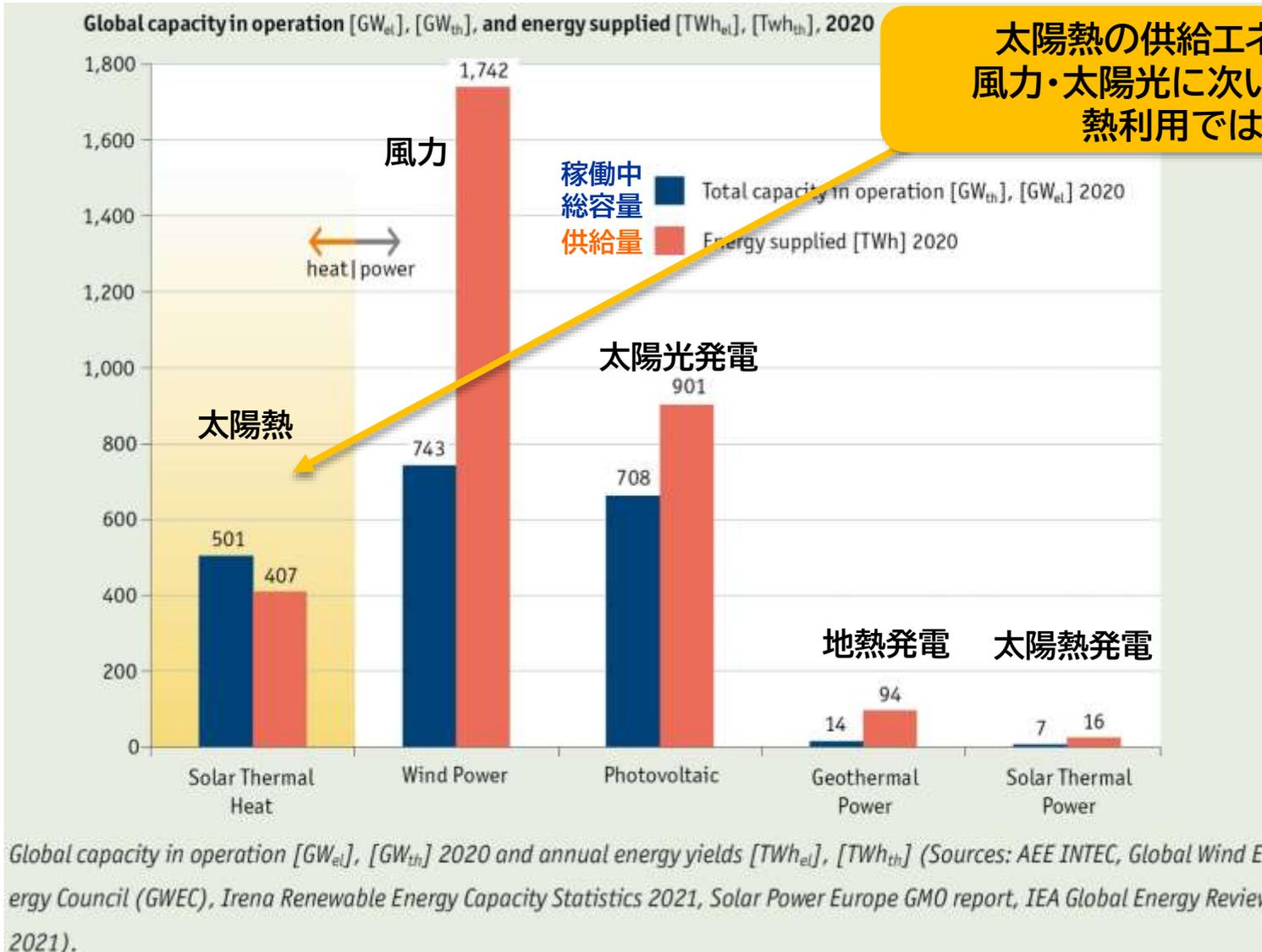
【2019年度 実績】

・削減率: 53%

・CO2排出削減量: 82.8t/年

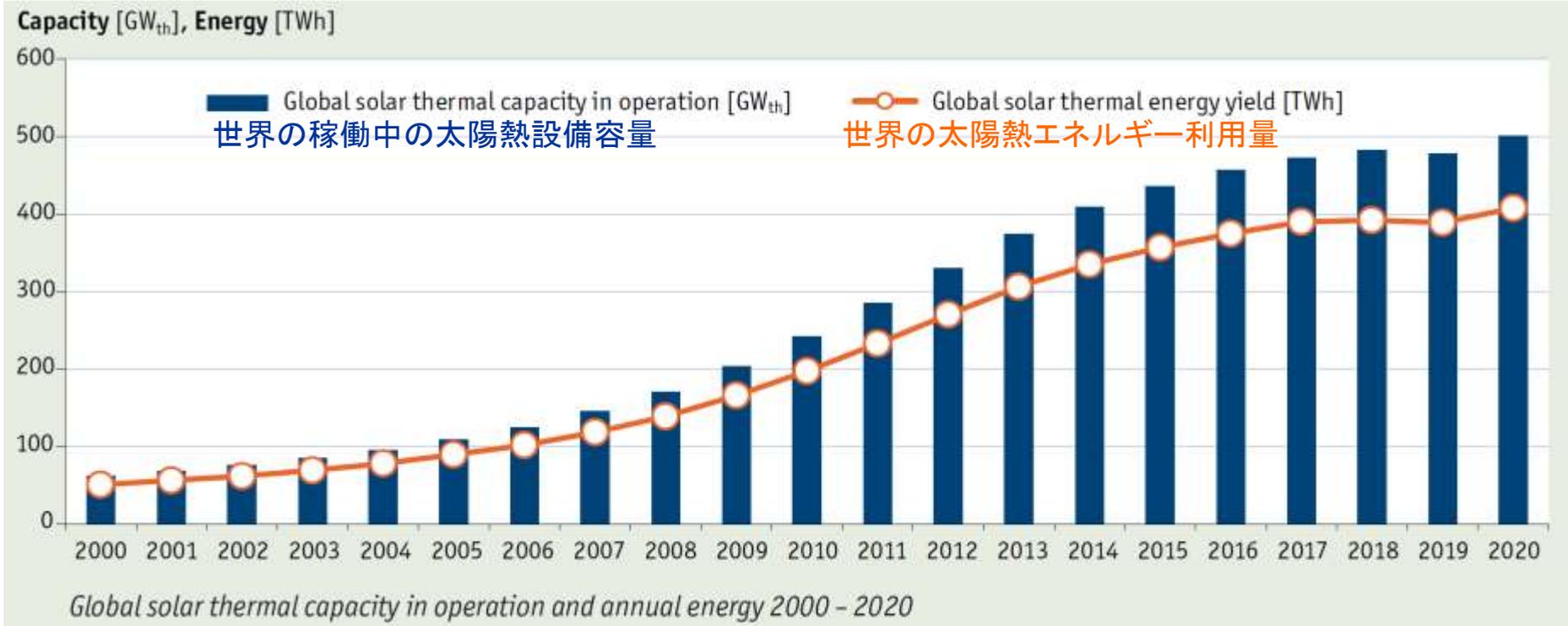
- 協会のご案内
- 太陽熱利用の現状(国内)
 1. 利用方法・種類
 2. 利用用途・施設
 3. 普及動向
 4. 効果
 5. 導入例
 6. 業務用の導入効果事例
- 太陽熱利用の現状(海外)
- 今後の展望と取り組み
- まとめ

世界の再生可能エネルギー市場(2020)



太陽熱の供給エネルギーは風力・太陽光に次いで大きい。熱利用では随一

設備容量と利用量の推移(2000~2020)



出典:Solar Heat Worldwide 2021年版 (IEA SHC)

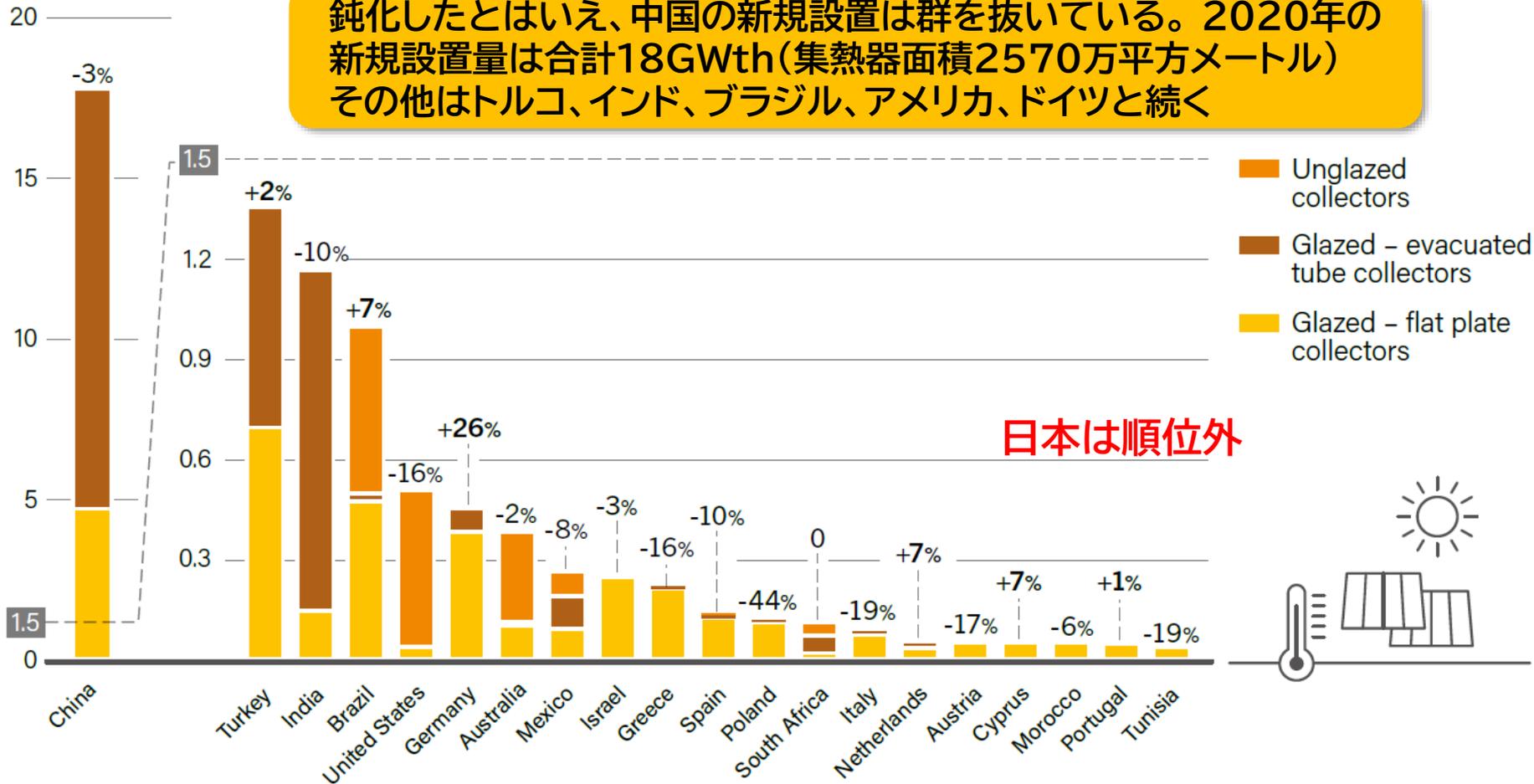
2020年の稼働中の設備容量は、パンデミック期間中も建設分野のビジネスが継続的に行われ、年末までに推定501GWthに達し、2019年の478GWthから5%増加した。これらの集熱器は、年間約407TWh(1,465PJ)の熱を供給し、これは石油2億3900万バレルのエネルギー量に相当する。(REN21)

新規設置設備容量トップ20か国(2020)

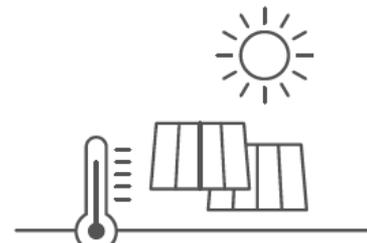
Solar Water Heating Collector Additions, Top 20 Countries for Capacity Added, 2020

Gigawatts-thermal

鈍化したとはいえ、中国の新規設置は群を抜いている。2020年の新規設置量は合計18GWth(集熱器面積2570万平方メートル) 他はトルコ、インド、ブラジル、アメリカ、ドイツと続く



日本は順位外



Note: Additions represent gross capacity added. For the Netherlands, the shares of flat plate and vacuum tube collectors were estimated based on actual shares in 2019. For Morocco, the share of collector types was not available.

中国では過去から現在にかけて多くの太陽熱温水器が設置されており、安全面や美観に課題も多いが近年は改善されてきた。

2020年末時点で中国の稼働量は364GWthで、世界の稼働量の67%を占めている。中国の大規模プロジェクト市場(産業、大規模住宅プロジェクト、農業、病院や学校などの公共機関など幅広い顧客グループをカバー)は安定しており、2020年の売上高全体のほぼ4分の3(74%)を占め、残りの26%を小型小売太陽熱温水器市場が占めている。(REN21)



屋上設置



以前の集合住宅設置



バルコニー設置

ドイツは住宅にうまく太陽熱利用機器が取り込まれている

集合住宅の太陽熱利用(壁面設置)



集合住宅:17階、171戸
壁面集熱:集熱面積252m²
蓄熱槽3.5t×3台
集熱器のガラス厚さ8mm



庇に設置した集熱器



壁面設置の集熱器

欧州においては、EU指令(2018年)により一定量の再エネ熱の導入を各国に求めている。

国	基準年(2005年)			実績(2018年)			目標(2020年)		
	全体量 (注1)	RE量	RE割合	全体量 (注1)	RE量	RE割合	全体量 (注1)	RE量	RE割合
スウェーデン	1,551	833	53.7%	1,733	1,133	65.4%	1,995	1,239	62.1%
フィンランド	1,643	657	40.0%	1,701	930	54.6%	1,799	846	47.0%
デンマーク	949	220	23.2%	899	408	45.4%	900	358	39.8%
オーストリア	1,553	377	24.3%	1,574	494	31.4%	1,506	491	32.6%
ドイツ	13,741	907	6.6%	12,837	1,750	13.6%	10,953	1,533	14% (注2)
フランス	8,108	1,103	13.6%	7,194	1,567	21.8%	7,056	2,328	33.0%
イタリア	8,056	226	2.8%	6,527	1,255	19.2%	7,195	1,230	17.1%
イギリス	7,867	55	0.7%	6,569	419	6.4%	6,056	727	12.0%

注1)全体量は、最終エネルギー消費量のうちの熱利用。1t=1.176kLで換算。

注2)ドイツの2020年目標値(RE割合)は、National Renewable Energy Action Planでは15.5%に相当する。

出典)各国のNational Renewable Energy Action Plan及びEurostat

- 協会のご案内
- 太陽熱利用の現状(国内)
 1. 利用方法・種類
 2. 利用用途・施設
 3. 普及動向
 4. 効果
 5. 導入例
 6. 業務用の導入効果事例
- 太陽熱利用の現状(海外)
- **今後の展望と取り組み**

国際エネルギー機関(IEA)が示す世界の2050ロードマップ 再生可能エネルギーの主な導入ロードマップ(抜粋)

分野		2020	2030	2050
電力の総発電量に占める再エネ割合		29%	61%	88%
最終消費	再エネ割合	5%	12%	19%
	太陽光発電世帯(単位:百万)	25	100	240
	建物に占める太陽熱・地中熱割合	2%	5%	12%
	産業部門に占める太陽熱・地中熱割合	0%	1%	2%

建築分野でのロードマップ(抜粋)

新築:全てゼロカーボン対応(注)

既築:毎年2.5%がゼロカーボン対応に改修

分野		2020	2030	2050
建築物	ゼロカーボン対応に改修された既築割合	1%未満	20%	85%以上
	ゼロカーボン対応新築割合	5%	100%	100%
給湯・冷暖房	ヒートポンプストック(単位:百万)	180	600	1800
	太陽熱利用需要家数(単位:百万)	250	400	1200

(注)「ゼロカーボン対応」とはエネルギー効率が良く、再生可能エネルギーを直接利用するか、電気や地域熱など2050年までに完全に脱炭素化されるエネルギー供給によってゼロカーボンとなる建物。

出典:Net Zero by 2050 (A Roadmap for the Global Energy Sector)/IEA 2021.5

我が国の方針 ●第6次エネルギー基本計画（2021年10月）

4.2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題と対応

(1)2050年のエネルギー需給構造の姿

「民生部門では、電化が進展するとともに、**再生可能エネルギー熱**や水素、合成メタンなどの活用により脱炭素化が進展する。」

(4)産業・業務・家庭・運輸部門に求められる取組-②業務・家庭部門における対応

「業務・家庭部門の脱炭素化に向けては、太陽光発電や**太陽熱給湯等の再生可能エネルギーの最大限の活用**や、脱炭素化された電源・熱源によるエネルギー転換が求められる。」

5.2050年を見据えた2030年に向けた政策対応-(1)現時点での技術を前提としたそれぞれのエネルギー源の位置付け-⑤熱

「**地域の特性を活かした太陽熱**、地中熱、バイオマス熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の**再生可能エネルギー熱**をより効果的に活用していくことも重要である

(5)再生可能エネルギーの主力電源への取組-④電源別の特徴を踏まえた取組-(f)再生可能エネルギー熱

「**太陽熱**、地中熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の**再生可能エネルギー熱**について、熱供給設備の導入支援を図るとともに、複数の需要家群で**熱を面的に融通する取組への支援を行うことで、再生可能エネルギー熱の導入拡大を目指す。**」

●脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方

(2021年8月)

2. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた取組の進め方-Ⅱエネルギー転換部門

「2050年カーボンニュートラル実現に向けては、使用するエネルギーを脱炭素化するとともに、住宅・建築物においては、**太陽光発電や太陽熱・地中熱の利用、バイオマスの活用など、地域の実情に応じた再生可能エネルギーや未利用エネルギーの利用拡大を図ることが重要である。**」

(2)その他の再生可能エネルギー・未利用エネルギーの活用や面的な取組

「病院やホテルなどの建築物においても給湯負荷の大きな用途もあることから、更なるエネルギー消費量の削減に向け、**給湯一次エネルギー消費量の低減が期待される太陽熱利用設備等の利用拡大についても検討する**」

太陽熱導入拡大ロードマップ[®]

2050年導入目標
150万kL
(ポテンシャル量の50%)

普及

※導入量(kL)は原油換算値

2030年再エネ熱導入見込み
(長期エネルギー需給見通し)
1,341万kL
太陽熱: **55万kL**
バイオ熱: 667万kL
未利用熱: 618万kL

2030年導入見込み
55万kL

2018年ストック量から推定される導入量
33万kL

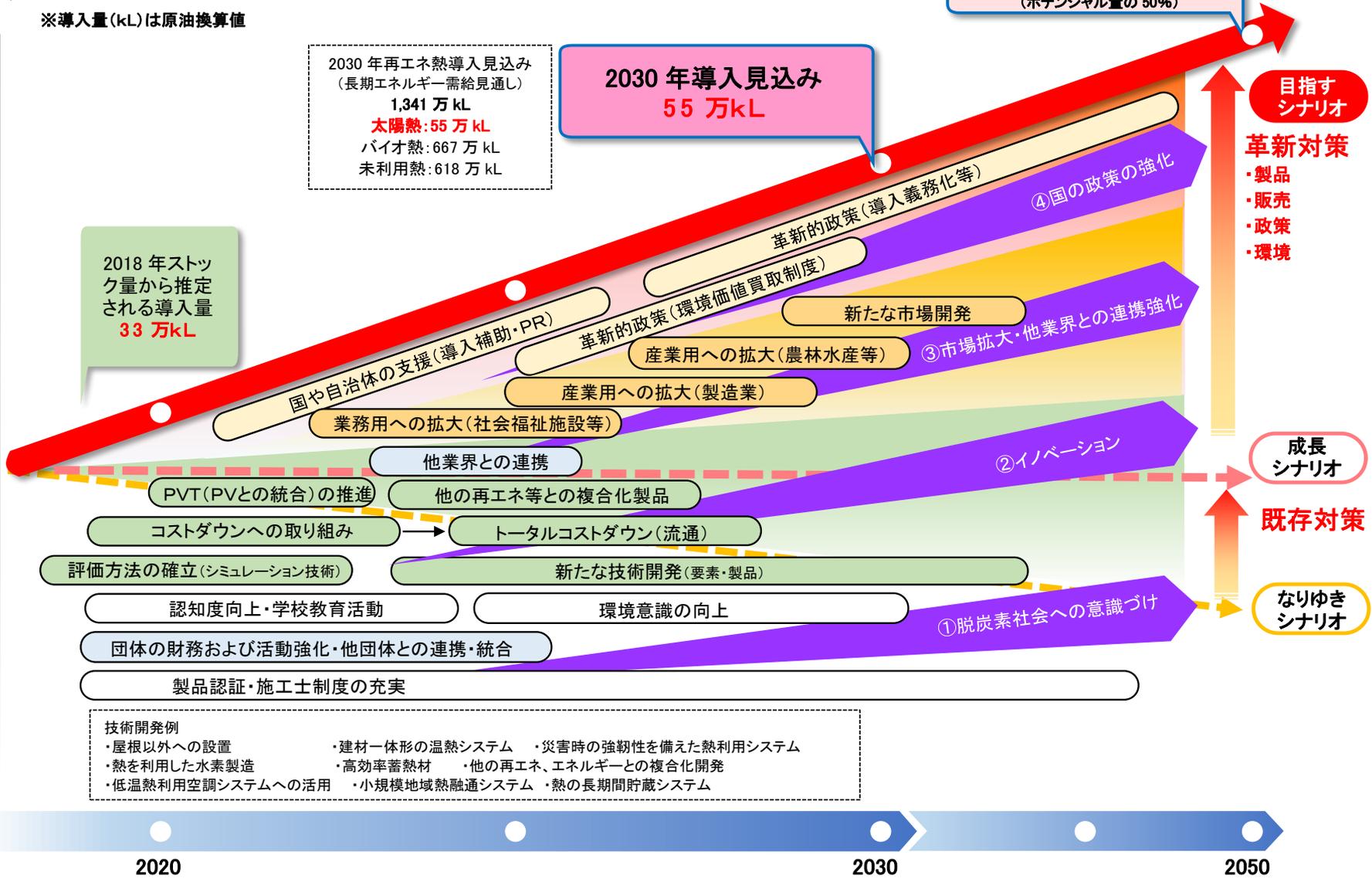
目指すシナリオ

革新対策
・製品
・販売
・政策
・環境

成長シナリオ

既存対策

なりゆきシナリオ



- 革新的政策(導入義務化等)
- ④国の政策の強化
- 革新的政策(環境価値買取制度)
- 新たな市場開発
- ③市場拡大・他業界との連携強化
- 産業用への拡大(農林水産等)
- 産業用への拡大(製造業)
- 業務用への拡大(社会福祉施設等)
- ②イノベーション
- 他業界との連携
- PVT(PVとの統合)の推進
- 他の再エネ等との複合化製品
- コストダウンへの取り組み
- トータルコストダウン(流通)
- 評価方法の確立(シミュレーション技術)
- 新たな技術開発(要素・製品)
- 認知度向上・学校教育活動
- 環境意識の向上
- ①脱炭素社会への意識づけ
- 団体の財務および活動強化・他団体との連携・統合
- 製品認証・施工士制度の充実

技術開発例

- ・屋根以外への設置
- ・建材一体形の温熱システム
- ・災害時の強靱性を備えた熱利用システム
- ・熱を利用した水素製造
- ・高効率蓄熱材
- ・他の再エネ、エネルギーとの複合化開発
- ・低温熱利用空調システムへの活用
- ・小規模地域熱融通システム
- ・熱の長期間貯蔵システム

2020

2030

2050

【4つの重点方針】

(1)脱炭素社会への意識づけ(PR活動)

認知度向上は大きな課題であり、効果的・継続的に行う。また、国民全体の脱炭素社会への意識の向上も必要である。

(2)イノベーション(製品開発)

再エネ熱の導入を阻害している要因の一つにコスト高がある。メーカー各社では製品のコストダウンに力を入れているが、更なるコストダウンを図るために製品だけではなく企画・設計・販売・施工・メンテなどトータルでのコストダウンを図ることも重要である。また**他の再生可能エネルギーとの複合化**等により、より効率的にエネルギーを利用することができるような製品開発も進める必要がある。

(3)市場拡大・他業界との連携強化

業務用、産業用などの用途での市場開発が必要となる。また、建築業界、エネルギー業界、再エネ熱業界などと連携を強化し、新たな需要の発掘、拡大につなげる。

(4)国・自治体の政策への働きかけ

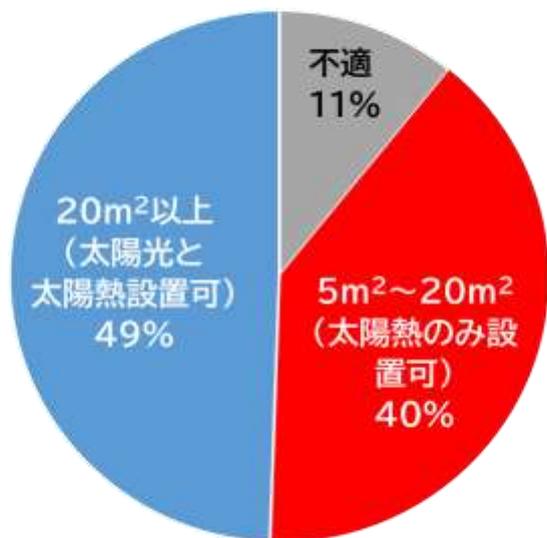
政策面での取り組みが非常に重要である。導入のインセンティブを経済的価値に頼るだけでは進まない一面もあるため、他国を参考とした環境価値の取引、一定量の導入の義務化といった**多面的な政策**が必要と考えられる。

住宅建築物への再エネ導入に関する提案例

都市部など狭小住宅への太陽熱の導入加速

太陽光のみではなく、約9割の建物に設置可能な太陽熱の利用も重要

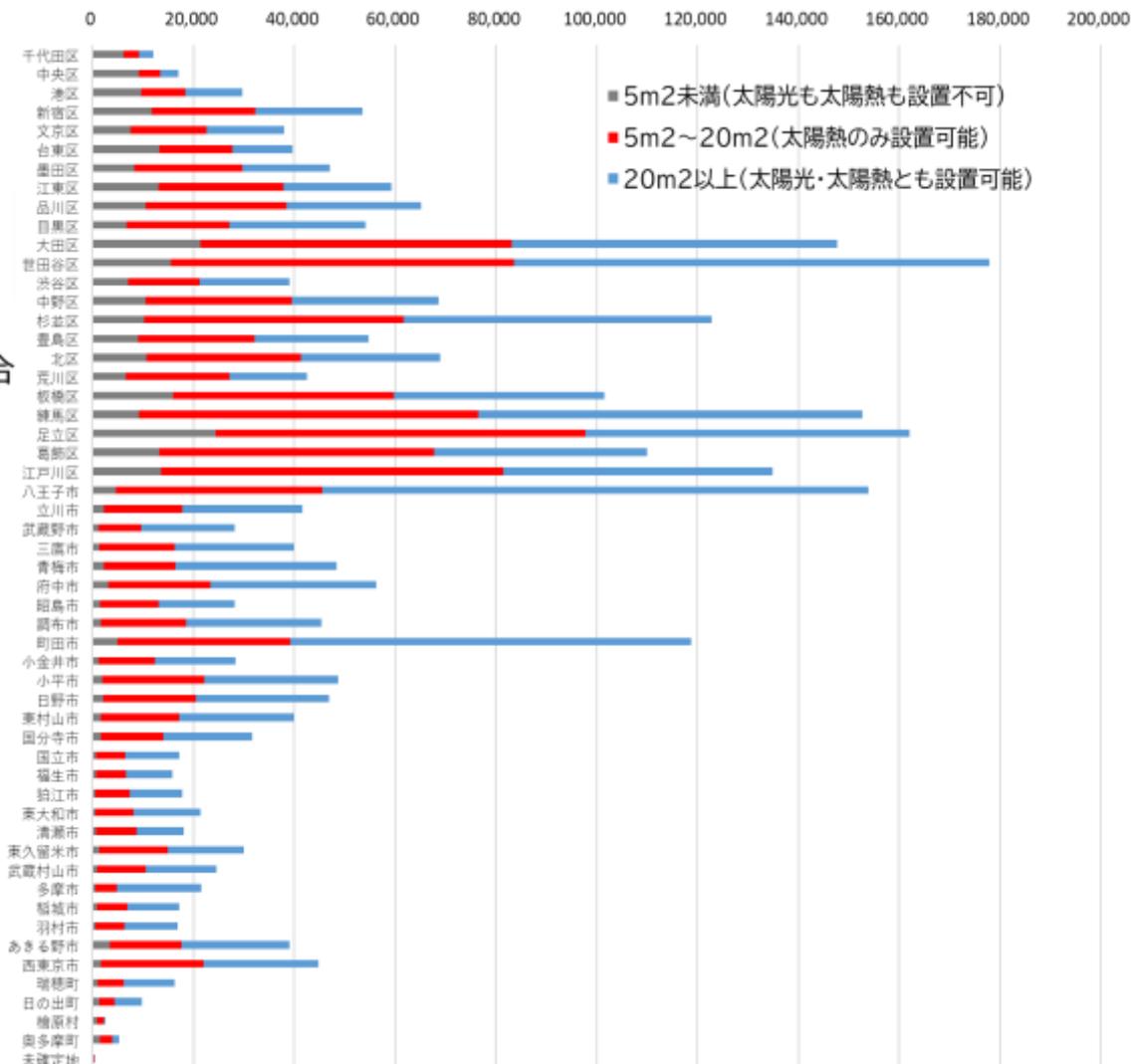
太陽光と太陽熱の設置可能な屋根面積の建物割合



総数:約287万戸(棟)

出典:東京ソーラー屋根台帳データより

太陽光と太陽熱の適用可能な屋根面積の建物数(東京都)



出典:東京ソーラー屋根台帳 (東京都地球温暖化防止活動センター <https://tokyosolar.netmap.jp/map/>)

建築物省エネ法に基づく評価方法の構築

2015～2018年 NEDO事業「太陽熱集熱システム最適化手法の研究開発」

- ①WEBプログラムを対象にした太陽熱利用機器の省工性能を算出できる簡易的なシミュレーション(算定式)を開発。
- ②太陽熱利用機器の詳細な評価方法を確立し適切な設備選定を可能にするため、実証評価を通じて最適化手法(シミュレーション技術)の開発。

各システム共通の評価指標

1. 集熱器集熱量
2. 集熱性能
3. タンク出湯熱量
4. 太陽熱熱利用熱量
5. ポンプ消費電力 etc.



実証実験実施



実証実験による検証



機器性能評価に応じた精度のよいシミュレーションの構築



太陽熱機器シミュレーションモデル検討



熱は熱で **そら** **エネ** で

太陽熱利用システム



一般社団法人ソーラーシステム振興協会

<https://www.ssda.or.jp/>