

研究者が
本気で建てた

住宅
エネルギー
ゼロ

断熱・太陽光・太陽熱、
薪・ペレット、蓄電

ZEH

三浦 秀一

ゼロエネルギー住宅の実践

～積雪寒冷地のリアルZEHに向けて～

東北芸術工科大学 建築・環境デザイン学科

教授 三浦秀一

今日の内容

- 自宅M邸の紹介

温熱環境

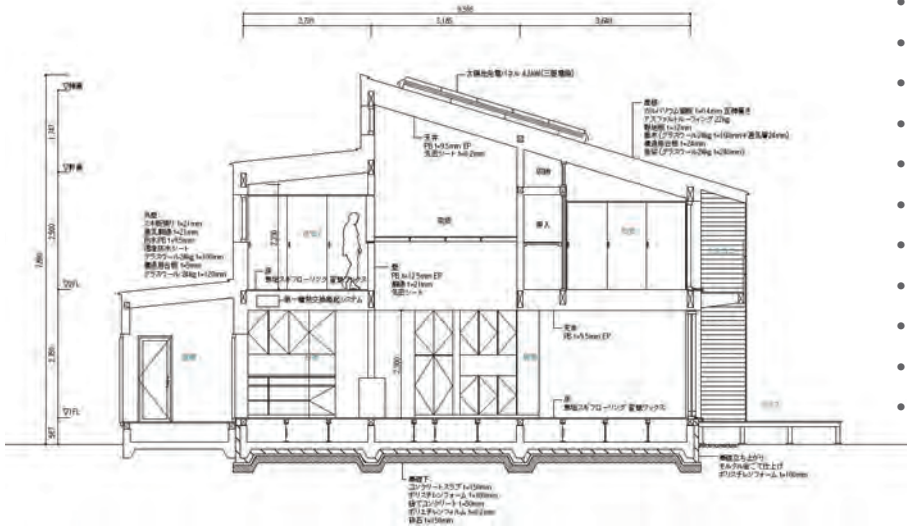
エネルギーデータ

- 本当のZEHについて

太陽光と蓄電池について

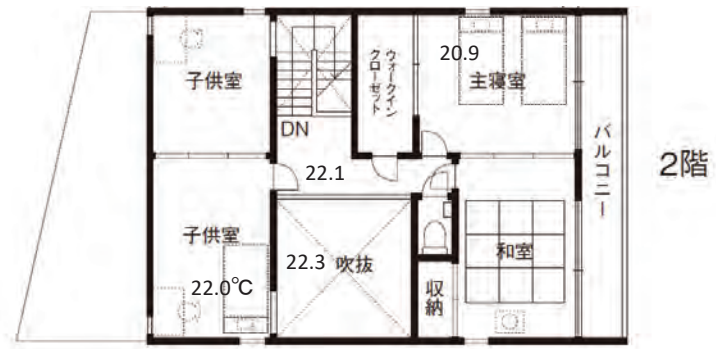
バイオマスストーブについて

M邸の仕様

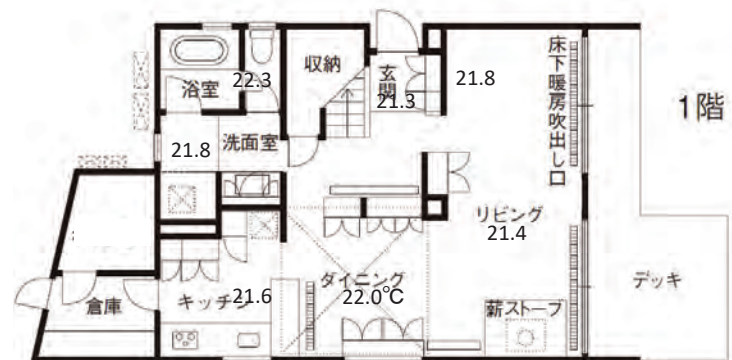


- 竣工2011年8月、山形市
- 断熱：グラスウール壁220mm、屋根400mm
- 基礎断熱ポリスチレンフォーム100mm
- 窓サッシ：木製U値1.0W/(m²・K)、ドイツ製
- 窓ガラス：ArダブルLowEトリプルガラスU値0.7W/(m²・K)
- 全熱交換第1種換気：温度交換効率85%
- U_A値0.28W/(m²・K)、Q値0.88W/(m²・K)
- C値：0.44cm²/m²
- 暖房：都市ガス温水暖房+薪ストーブ
- 給湯：都市ガス給湯器+太陽熱温水器6m²・タンク300L
- 電気：太陽光発電：4.8kW

M邸の間取りと温度分布



外気-0.4



Morso7140CB

最小出力 4 kW

定格出力 5 kW

最大出力 9 kW

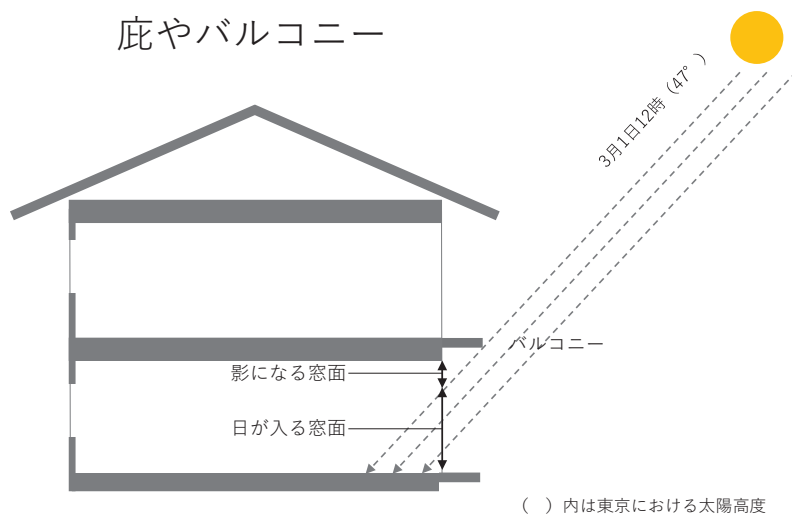
燃焼効率 75.5%

1時間に薪(1.5kg)1本で
暖房出力5kW

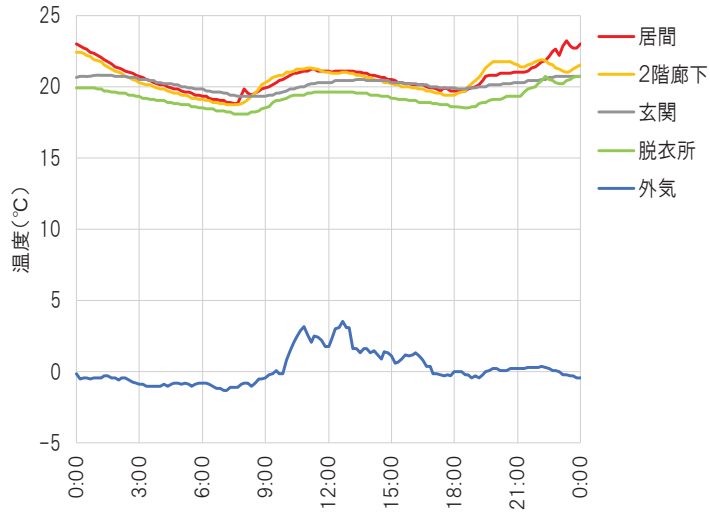


早春の日射と庇・バルコニー

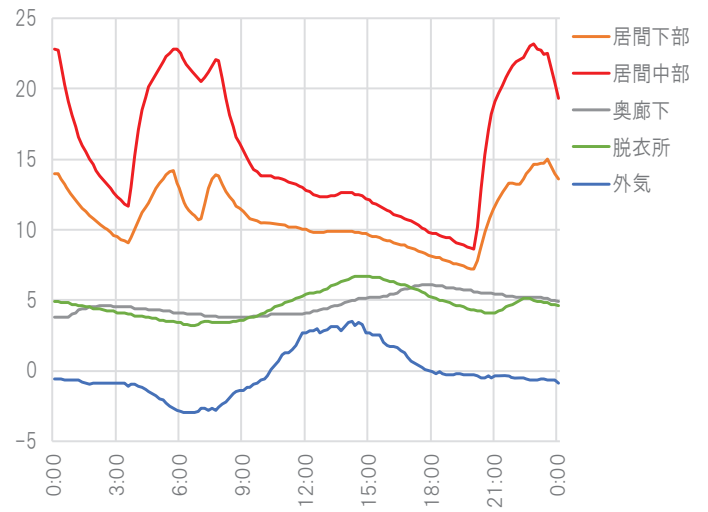
冬至を過ぎると庇やバルコニーの影が大きくなるため、
窓の上部からは日が入らない



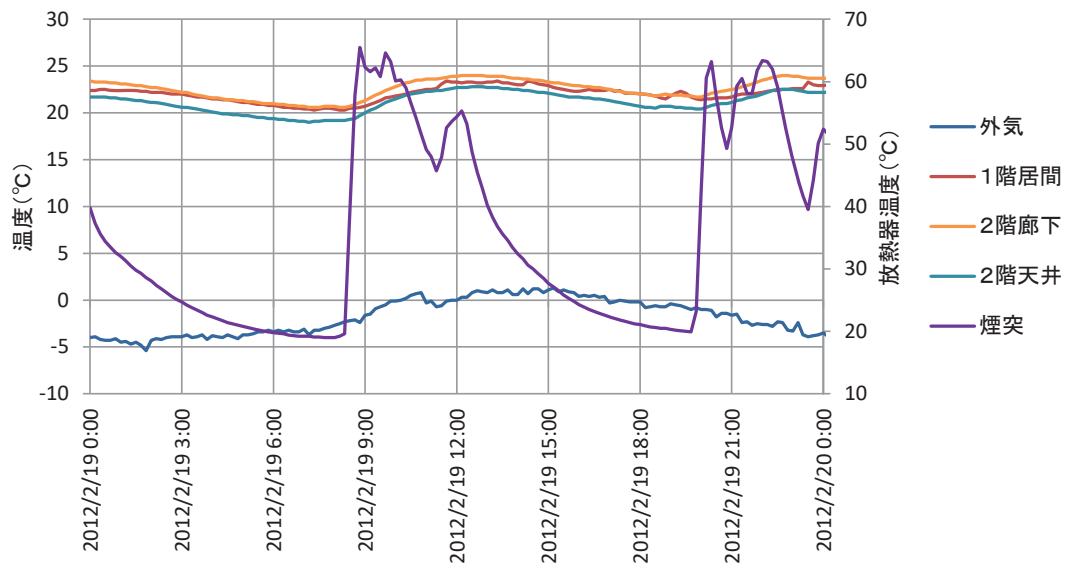
M邸の冬の温度



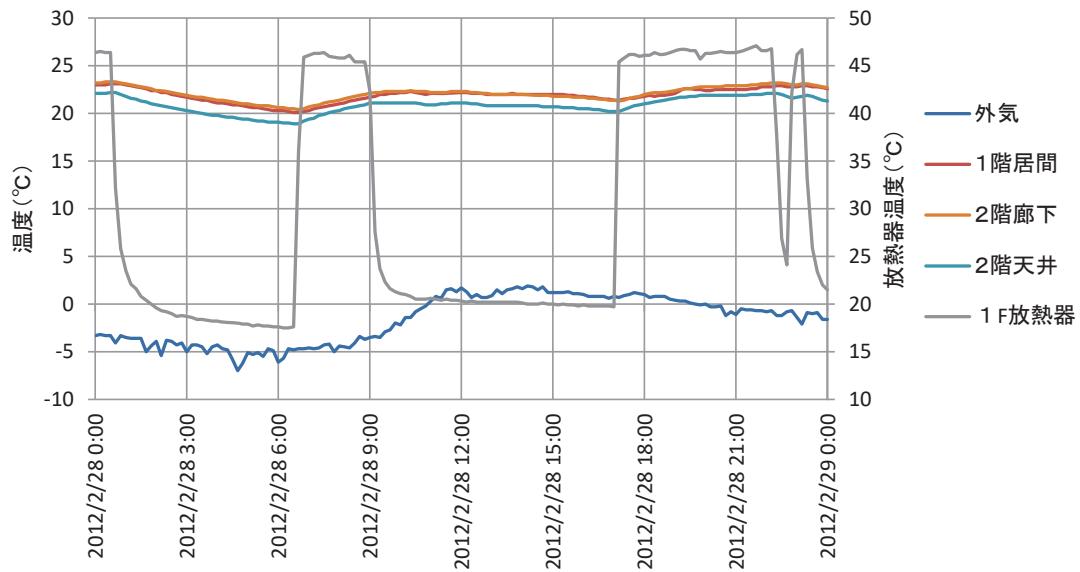
一般的な家の冬の温度



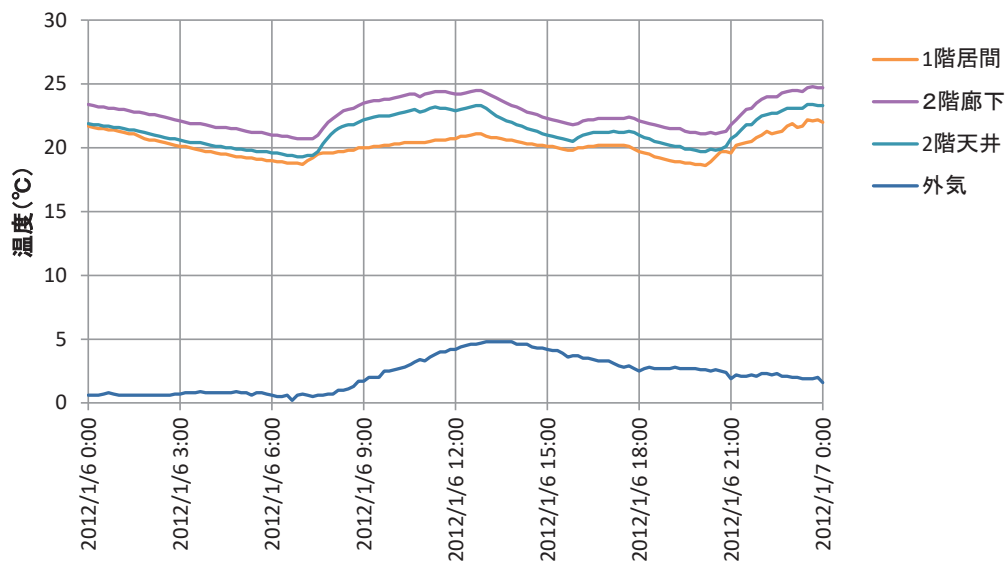
冬の温度：薪ストーブで暖房



冬の温度：温水式放熱器で暖房

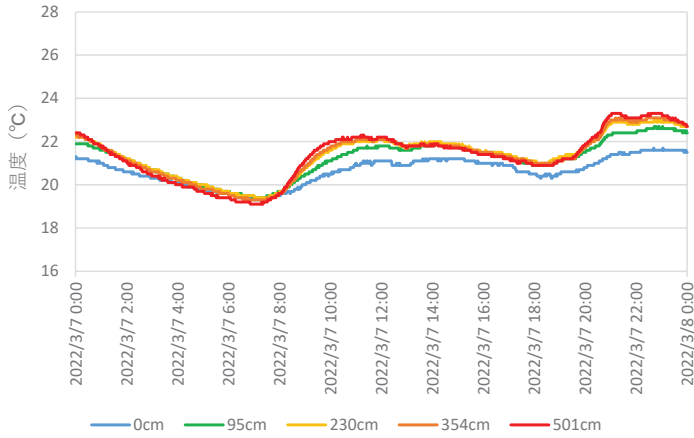


冬の温度：エアコンで暖房

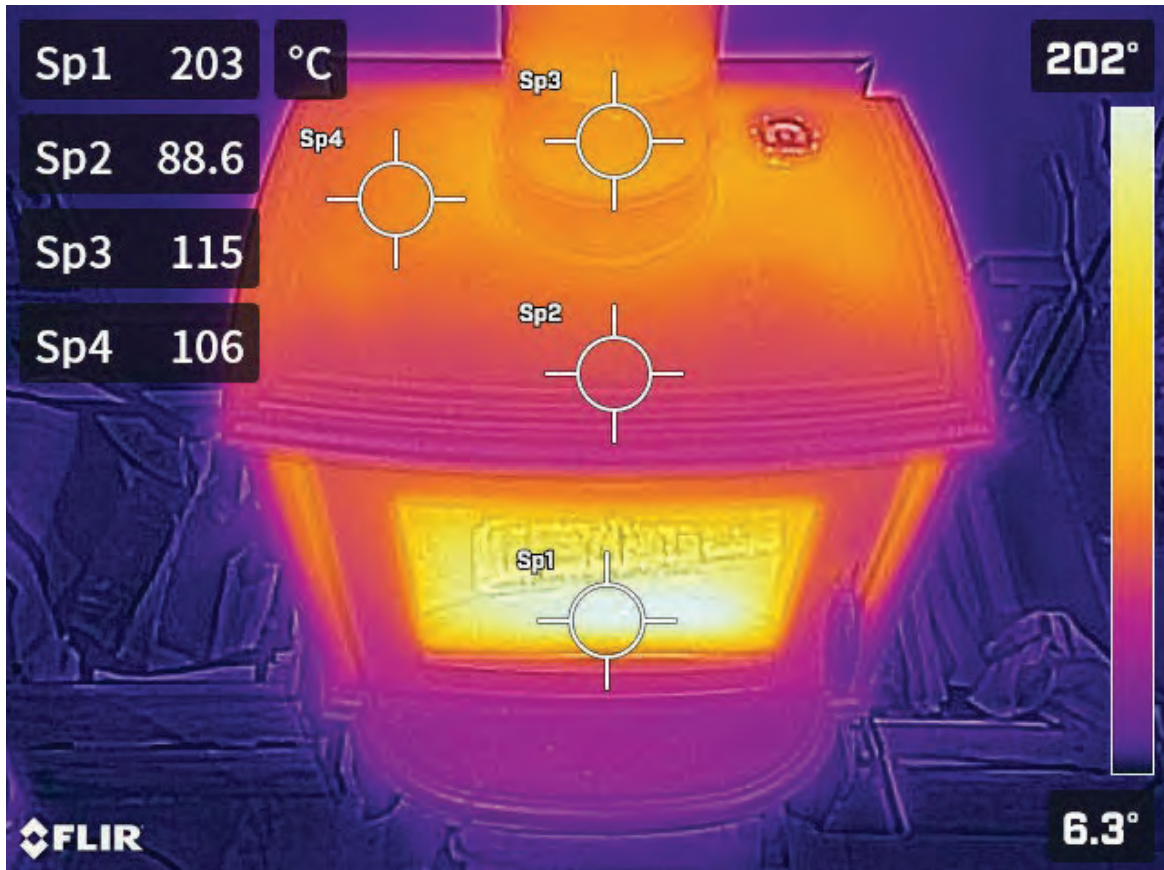
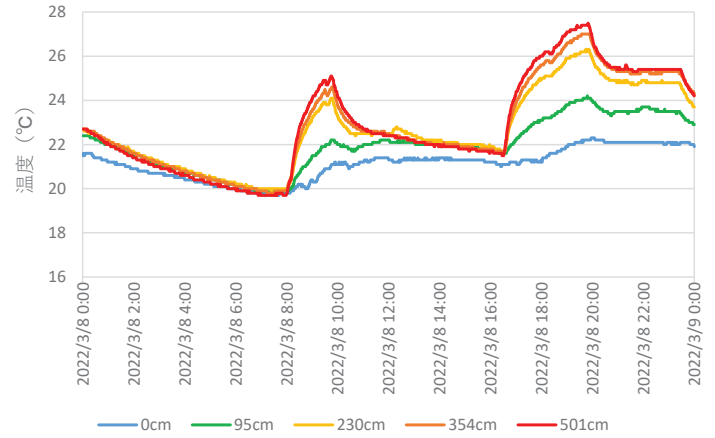


M邸の吹き抜けにおける温度変動

薪ストーブで暖房

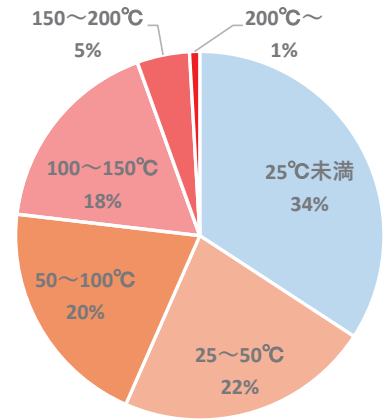
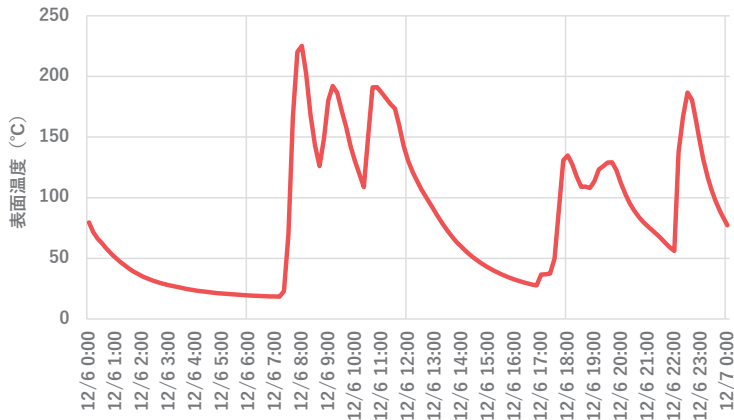


エアコンで暖房



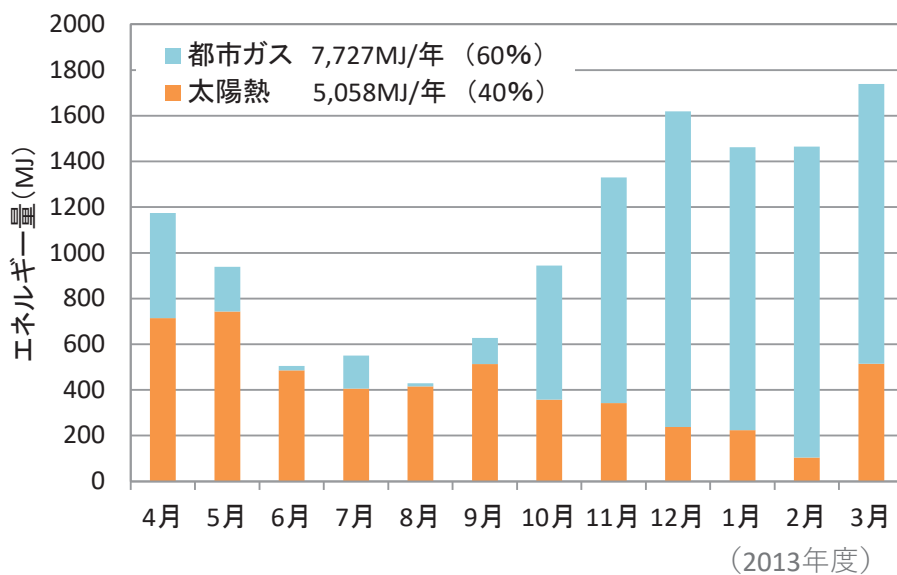
薪ストーブの温度

天板表面温度の一日の変化

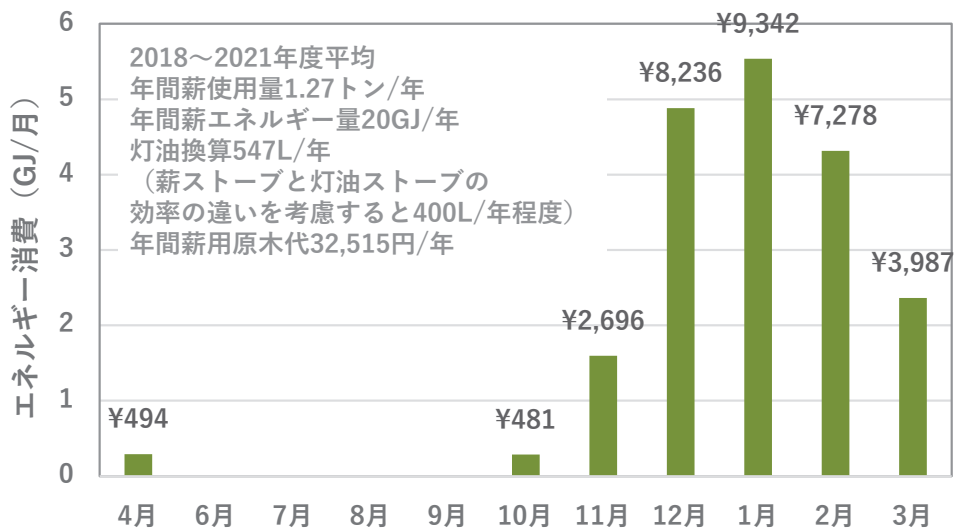


天板表面温度
20年12月の時間頻度

M邸の太陽熱温水器の供給エネルギー



M邸の暖房用薪エネルギー



我が家で一年間に使う薪の量

1年分の原木



- 薪を積んだ体積で年間2.0～2.3m³
- 薪の長さ約40cm
- 1年は乾燥
- 原木玉切りチェーンソー 4時間
- 斧で薪割 4時間
- 運搬薪積み 3時間

2m

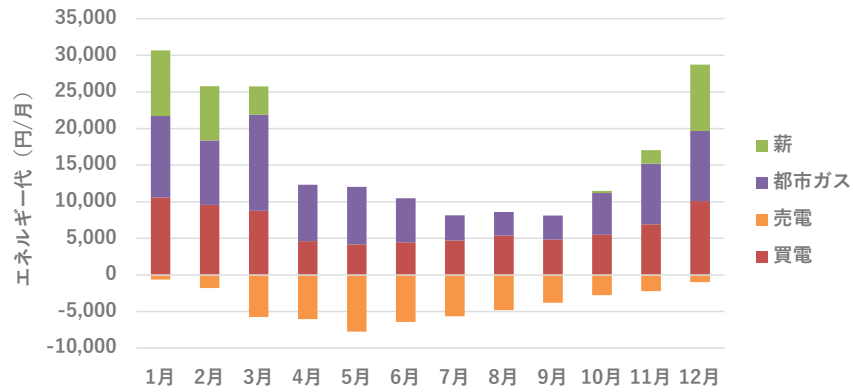
2年分の薪棚

2m



M邸のエネルギー支出：2022年

年間消費電力量3,455kWh/年のうち自動車PHV用充電電力844kWh/年
 太陽光発電売電単価9円/kWh



単位:円/月

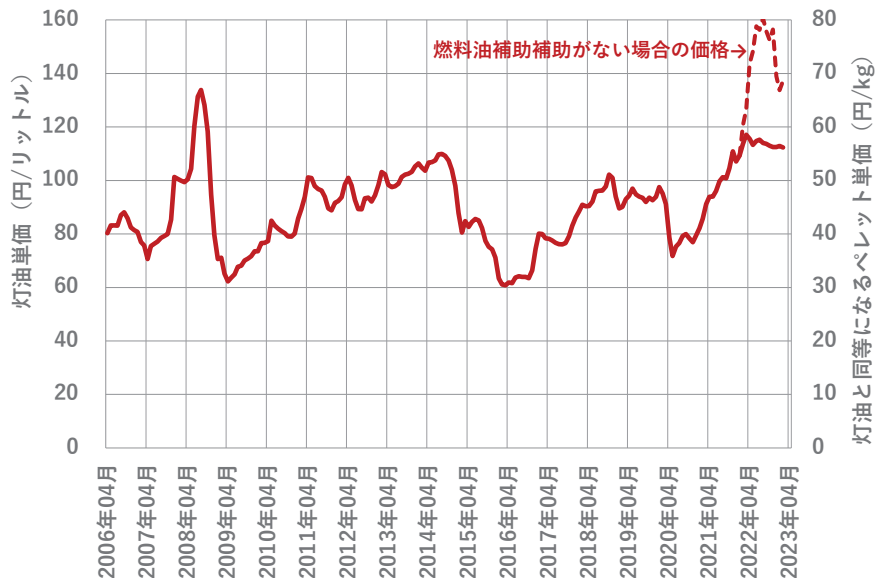
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
買電	10,561	9,573	8,761	4,623	4,175	4,443	4,702	5,347	4,831	5,476	6,927	10,087	79,506
売電	-616	-1,792	-5,754	-6,020	-7,756	-6,426	-5,642	-4,816	-3,798	-2,763	-2,205	-981	-48,569
買電-売電	9,945	7,781	3,007	-1,397	-3,581	-1,983	-940	531	1,033	2,713	4,722	9,106	30,937
都市ガス	11,143	8,789	13,134	7,692	7,858	6,016	3,448	3,233	3,278	5,701	8,278	9,576	88,146
薪(原木代)	8,952	7,428	3,852	0	0	0	0	0	0	300	1,848	9,075	31,456
合計	30,040	23,998	19,993	6,295	4,277	4,033	2,508	3,764	4,311	8,714	14,848	27,757	150,539

ペレットストーブ

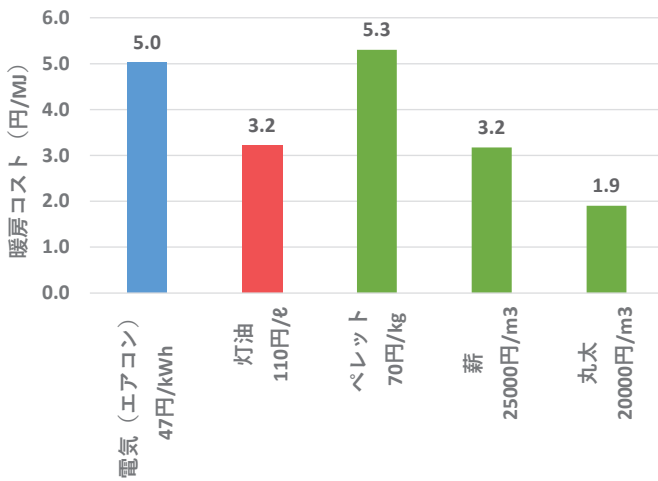
- 自動点火、自動燃料供給
- 出力制御



ペレットの価格と同じ熱量単価になる灯油価格



エアコンと各種ストーブの暖房コスト比較



効率の想定値

エアコンのCOPは2.6

ペレットストーブの効率は80%

薪ストーブは効率75%

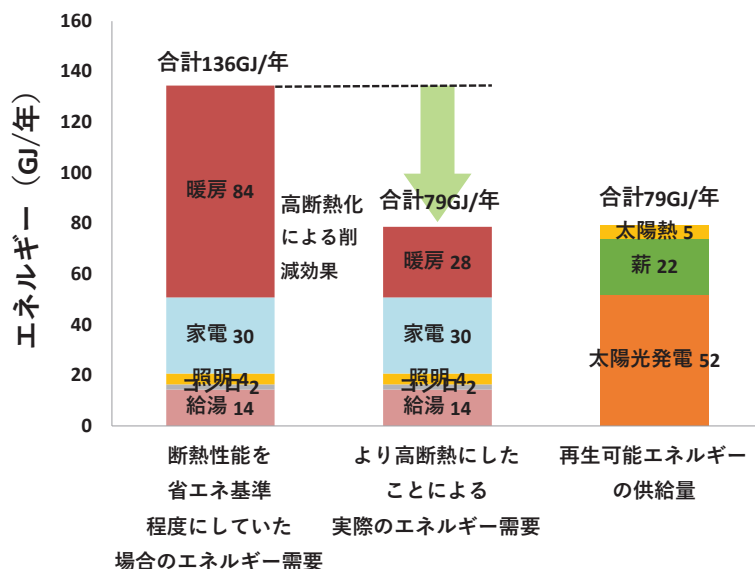
灯油ストーブは効率87%

割った薪の体積は積んだ時の隙間を含む体積

丸太の体積は木だけの体積

ペレットは発熱量16.5MJ/kg、薪は発熱量15MJ/kg

M邸のエネルギー収支 エネルギー使用用途と再生可能エネルギー

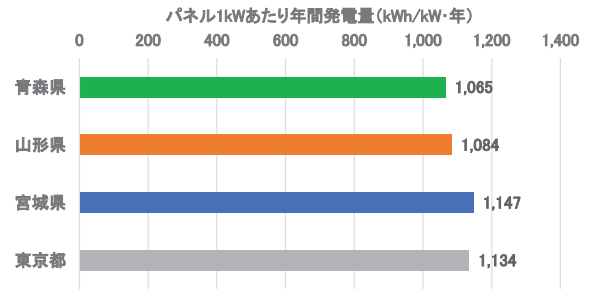
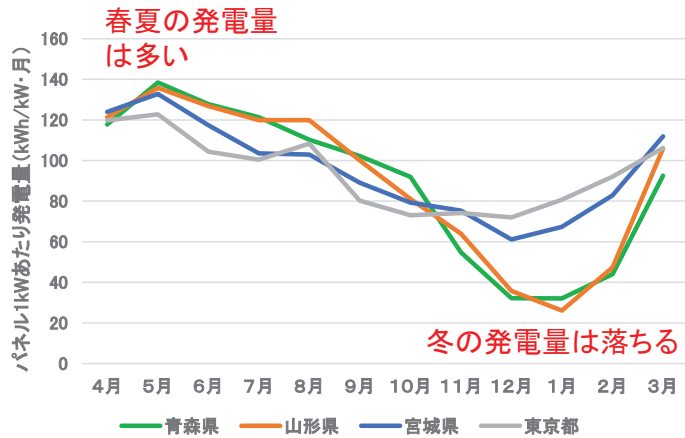


本当のゼロエネ住宅

- 家電を含めた全電力のゼロエネ化
- 売電ではない自家消費によるゼロエネ化
- 蓄電池はどこまで有効か

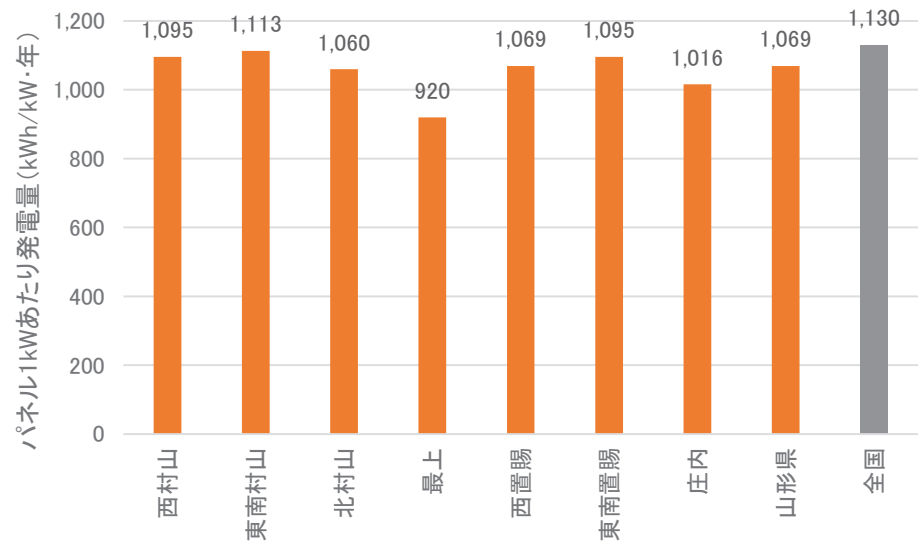
東京と山形県の太陽光発電発電量の比較

ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス実証事業調査発表会資料より
2016～2021年度実績データ平均値



年間発電量での比較

山形県における住宅用太陽光発電のパネル1kWあたり発電量

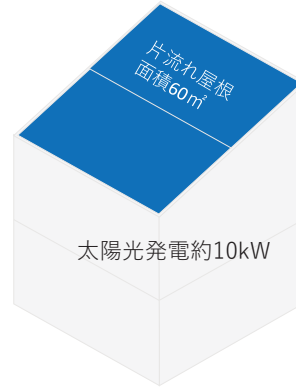


山形県提供: 県の戸建住宅向け再エネ導入補助金利用者へのサンプリング調査 (H30～R3年、407件)
全国値は家庭部門のCO2排出実態統計調査 (R2年度) から算出

2階建て、延床面積120㎡における屋根の太陽光発電設置可能面積

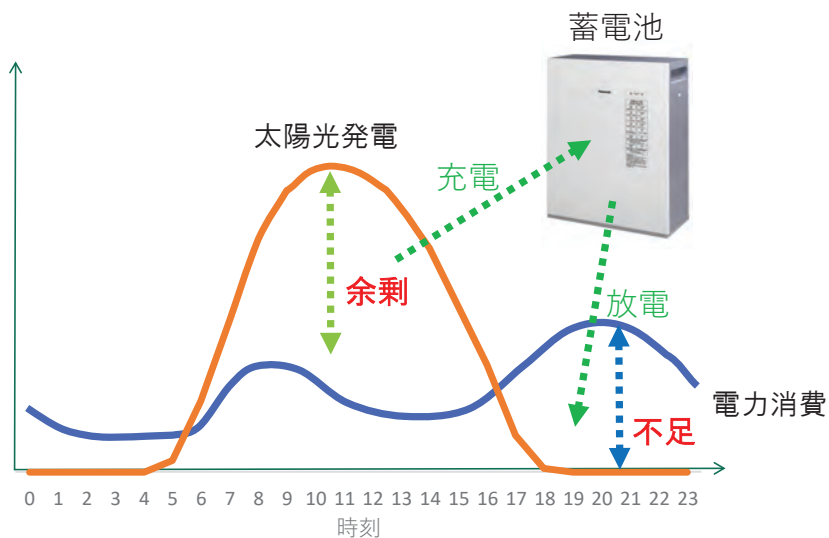


2階建て切妻屋根
延床面積120㎡

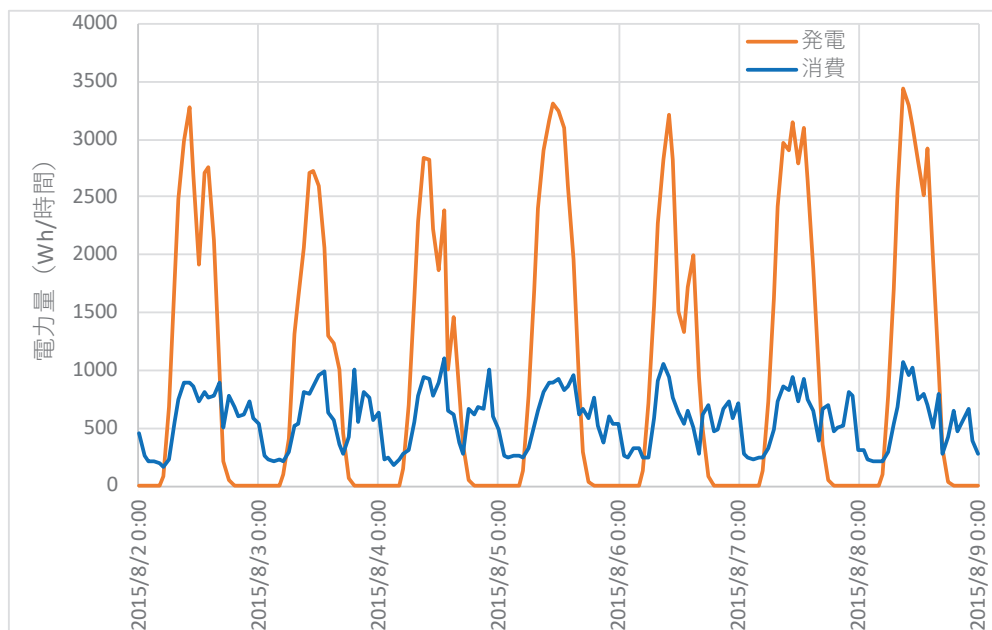


2階建て片流れ屋根
延床面積120㎡

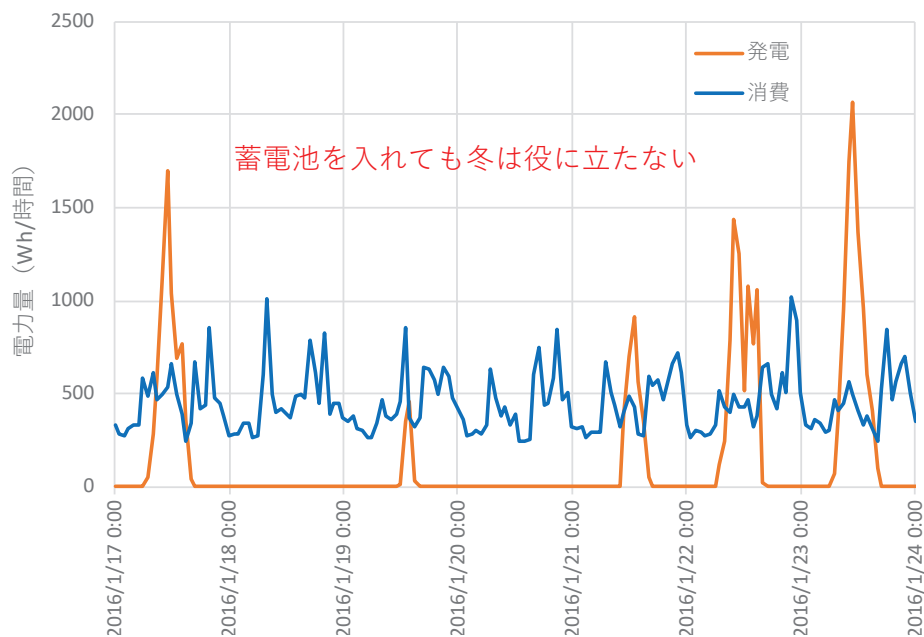
住宅におけるエネルギー需給の一日の時間変動と蓄電池



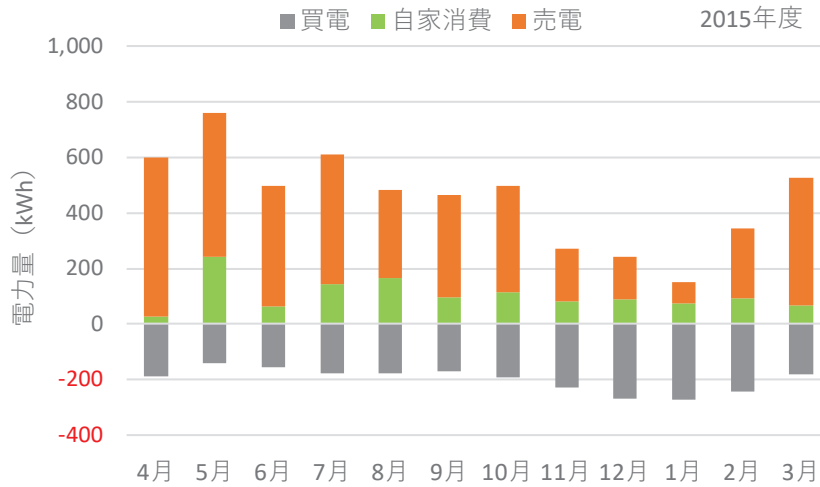
夏季 1 週間における太陽光発電量と電力消費



冬季 1 週間における太陽光発電量と電力消費

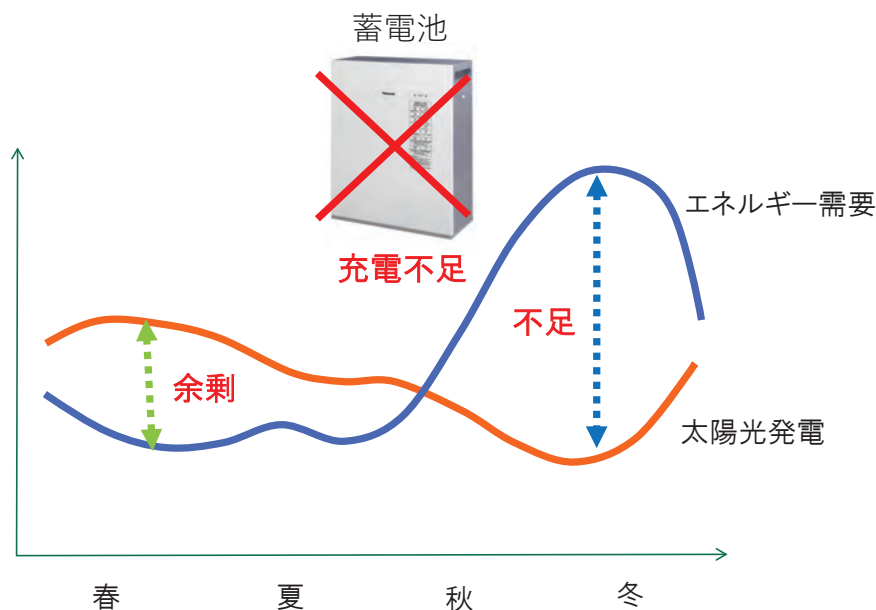


M邸における太陽光発電量の自家消費量 月別変動

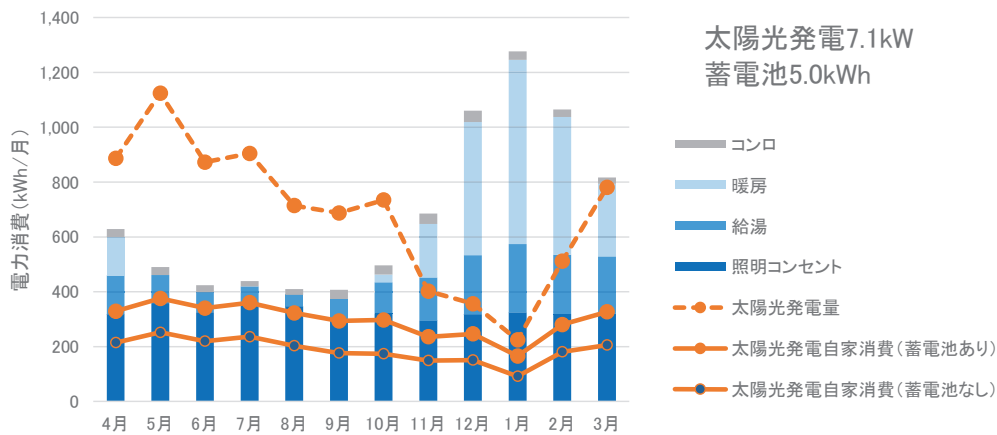


- 年間太陽光発電量 ÷ 年間電力消費量 = 149%
- 太陽光発電の自家消費率は年間23%
- 太陽光発電による電力自給率は年間34%

住宅におけるエネルギー需要と 太陽光発電量の季節変動

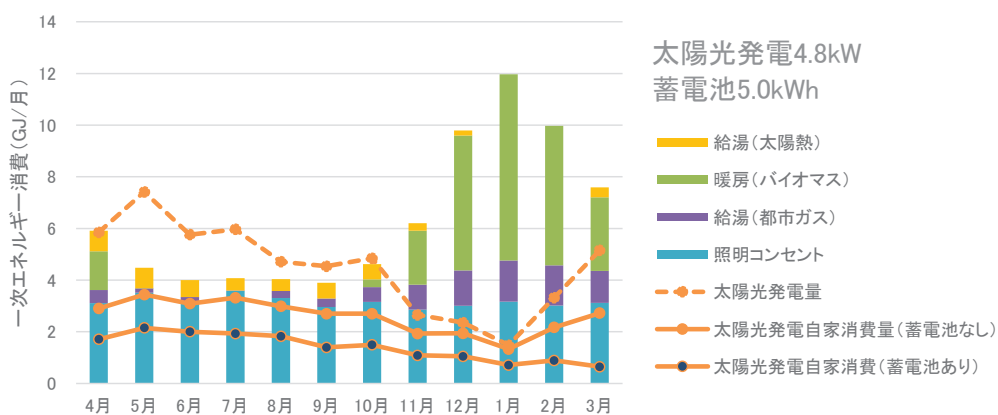


M邸データから試算する真のエネルギー自給率 (太陽光発電 + 蓄電池でオール電化の場合)



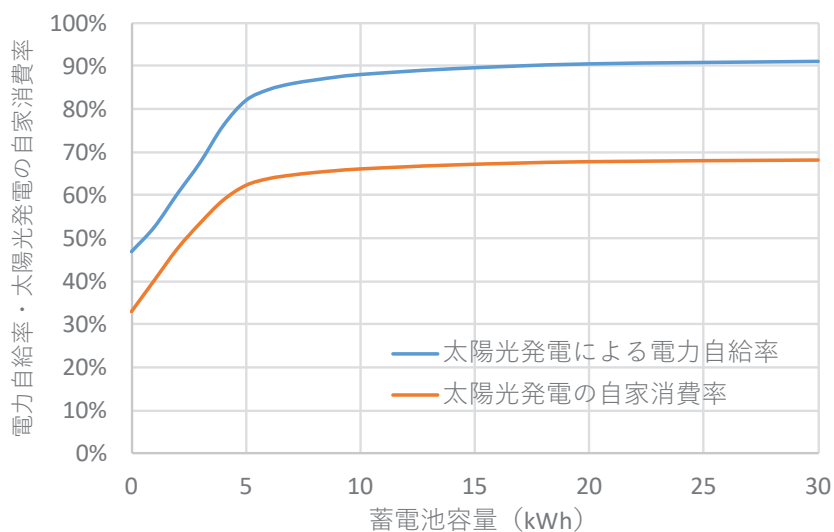
- ① PV売電分も入れた場合のエネルギー自給率 **100%**
- ② PV自家消費によるエネルギー自給率 **28%**
- ③ PV + 蓄電池の自家消費によるエネルギー自給率 **44%**

M邸データから試算する真のエネルギー自給率 (太陽光発電 + 薪ストーブ + 太陽熱温水器 + 蓄電池)



- ① PV全発電量を入れたエネルギー自給率 **102%**
- ② PV自家消費のみを入れたエネルギー自給率 **59%**
- ③ 蓄電池5kWhを入れるとエネルギー自給率 **78%**

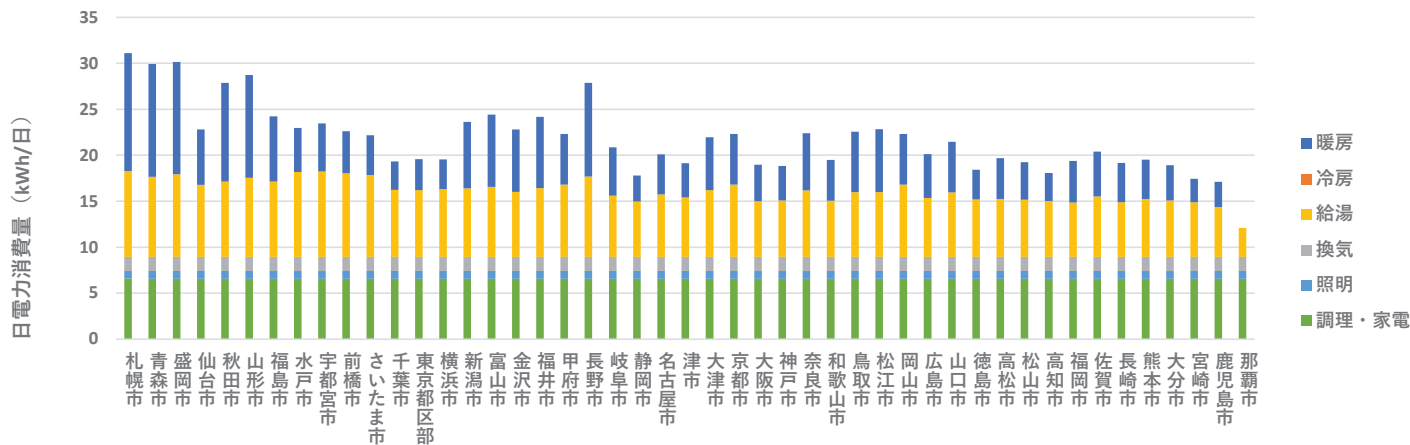
M邸エネルギーデータから試算する蓄電池の容量と年間電力自給率の変化



1月の一日平均用途別電力消費量（計算値）

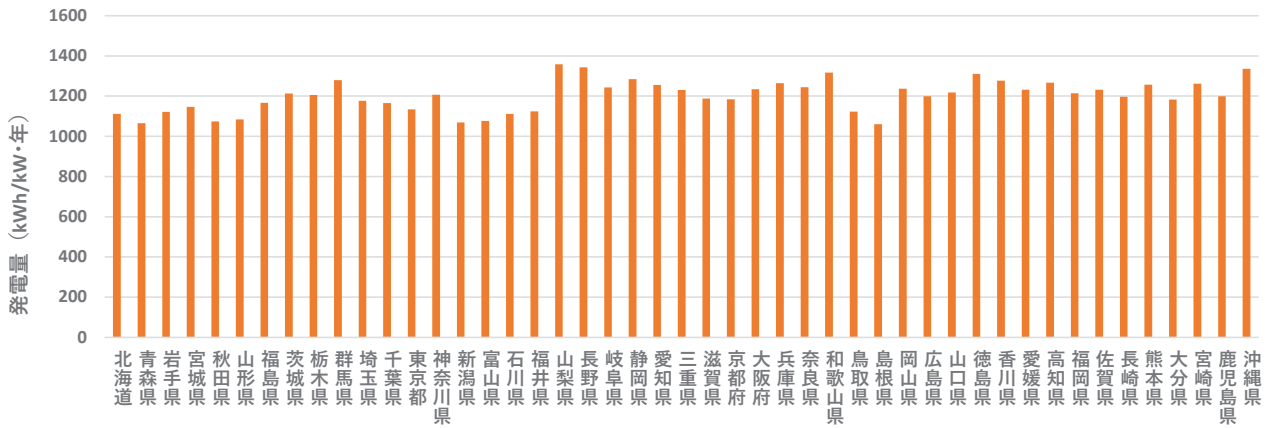
計算条件

延床面積146㎡、UA値0.3W/m²K、エアコンエネルギー消費効率の区分（い）、電気HP給湯器JIS効率3.6



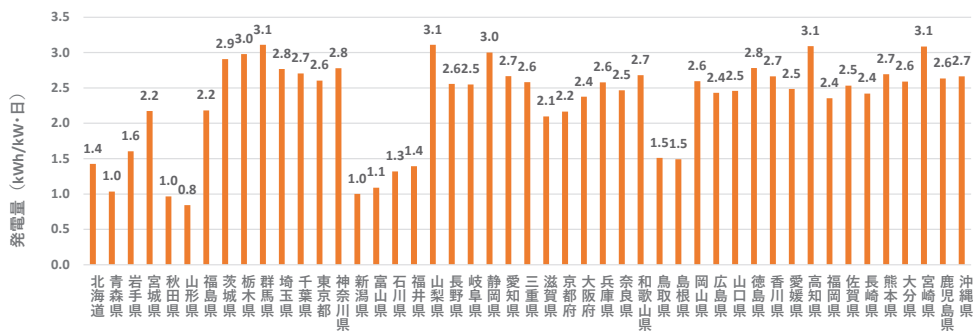
太陽光発電の年間発電実績

ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス実証事業調査発表会
2016年～2021年の5カ年平均値

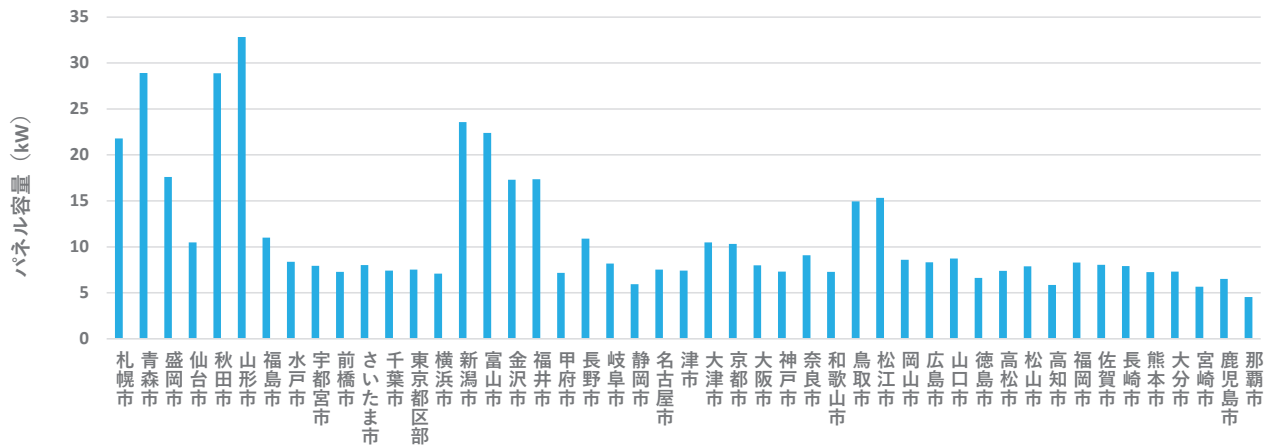


太陽光発電の1月における日平均発電実績

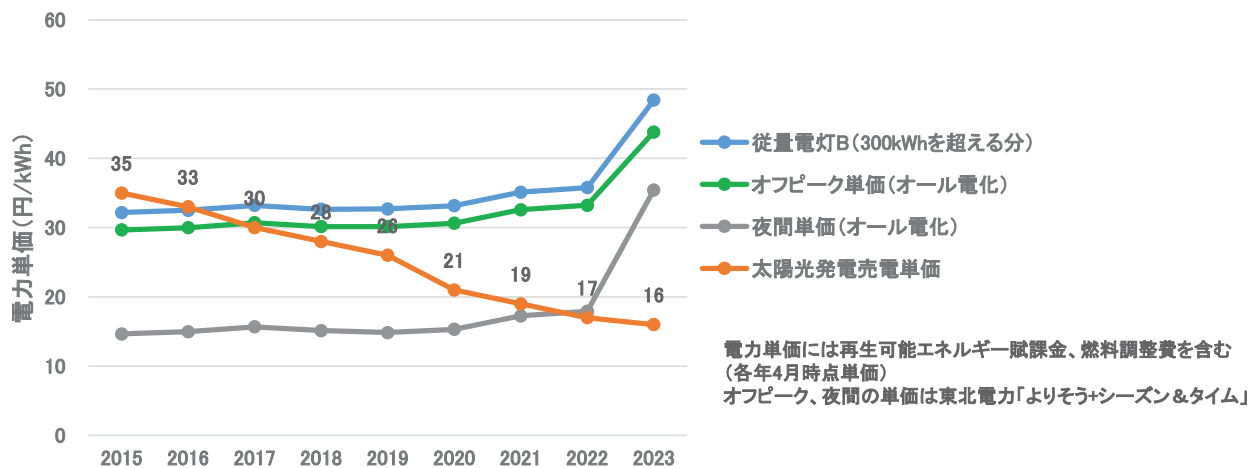
ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス実証事業調査発表会
2016年～2021年の5カ年平均値



オール電化住宅において 1月分の電力消費量を賄うために必要な 太陽光発電パネル容量（計算値）



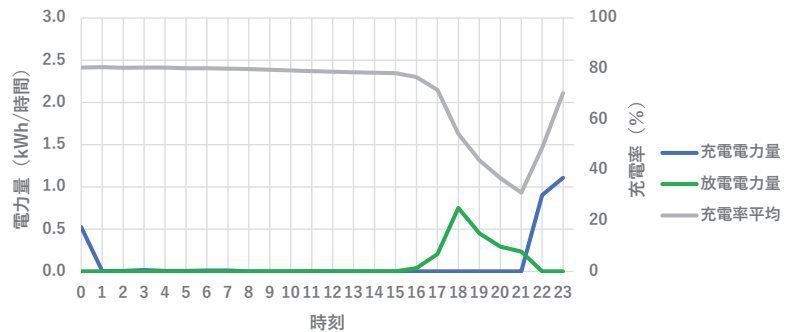
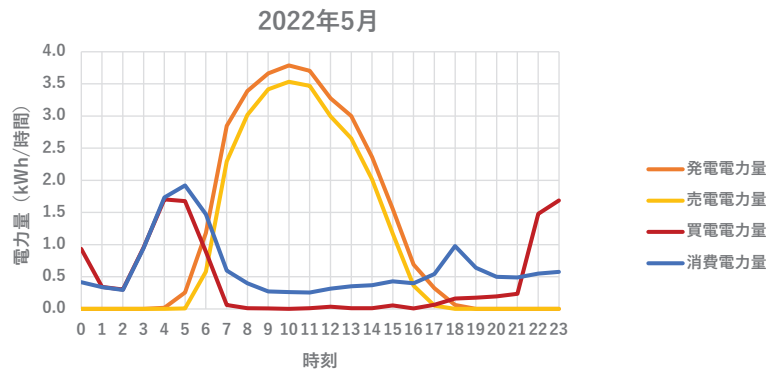
太陽光発電の買取単価と電気代の単価の推移 < 太陽光発電は売るより自分で使うのが得に >



現在の蓄電池の使われ方 ＜夜蓄電の経済モード＞

住宅の設備

- 太陽光発電7.2kW
- 蓄電池容量6.5kWh



太陽光発電への蓄電池導入による節約効果

蓄電池容量5kWhの場合

蓄電池からの年間利用電力量1,000kWhと想定

想定される電力料金

- 売電単価10円/kWh (FIT終了後)
- 購入単価40円/kWh (東北電力スマートタイム夜間・休日 + 再エネ賦課金等)
- 単価差額30円/kWhが売電と比較した自家消費の節約効果

自家消費による節約効果年間3万円

蓄電池が15年使えたとしたら45万円の節約

住宅でできる3つの蓄エネ



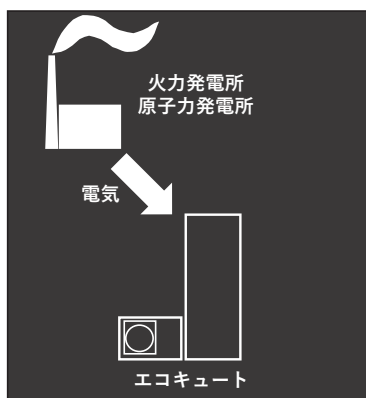
蓄電池



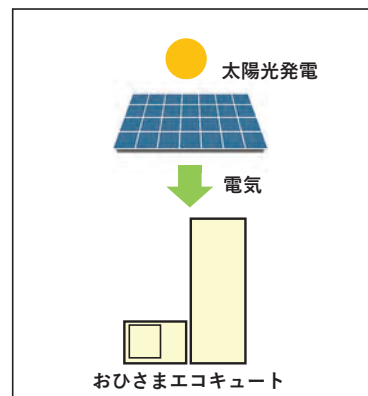
木

エコキュートによる太陽光発電の自家消費 (電気から熱 Power to Heat)

夜のエコキュート

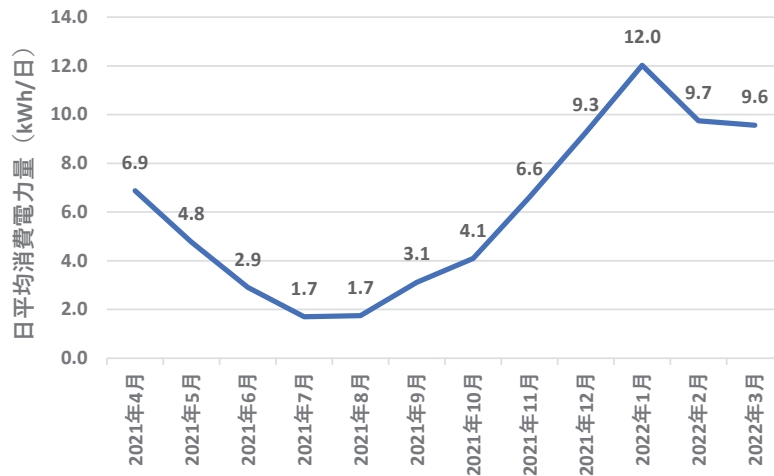


昼のエコキュート

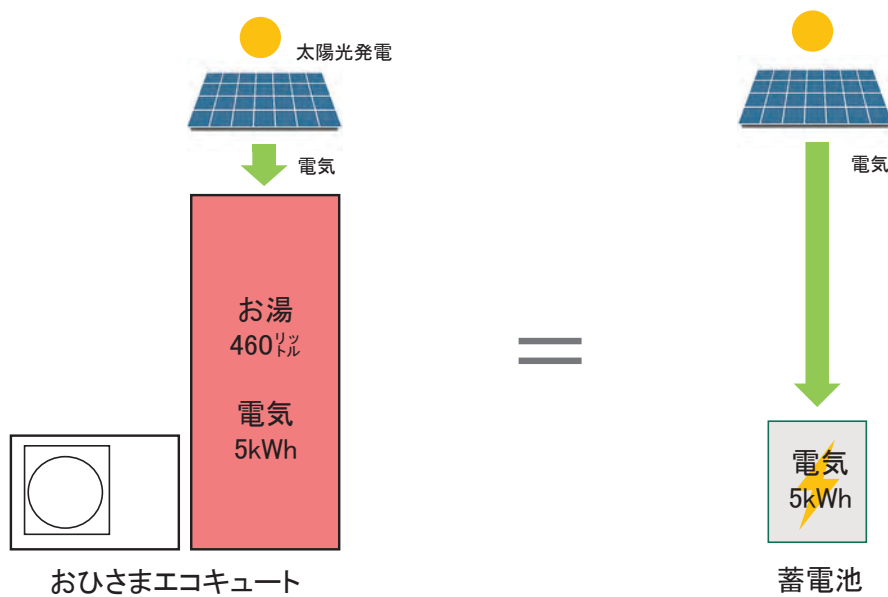


ヒートポンプ給湯器の一日の消費電力

山形県天童市二人世帯における例



エネルギーをお湯として貯めるのと電気として貯める蓄電池の比較



暖房用エネルギーで見る 木のエネルギー貯蔵力と蓄電池の比較



蓄電池
5kWh
50kg



× エアコン

=



薪3本
4.6kg

or



ペレット
3.7kg

エアコンのエネルギー消費効率2.7
ペレットストーブの効率80%、薪ストーブの効率70%として算出

備蓄型の熱エネルギー

化石燃料



再生可能エネルギー

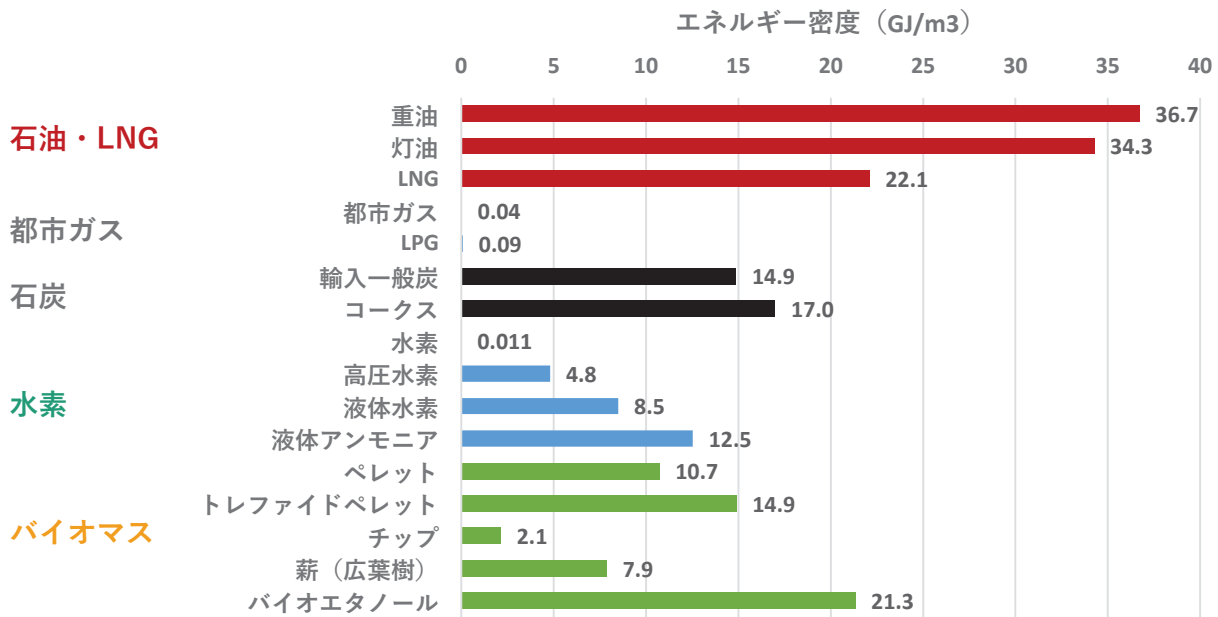


蓄電池

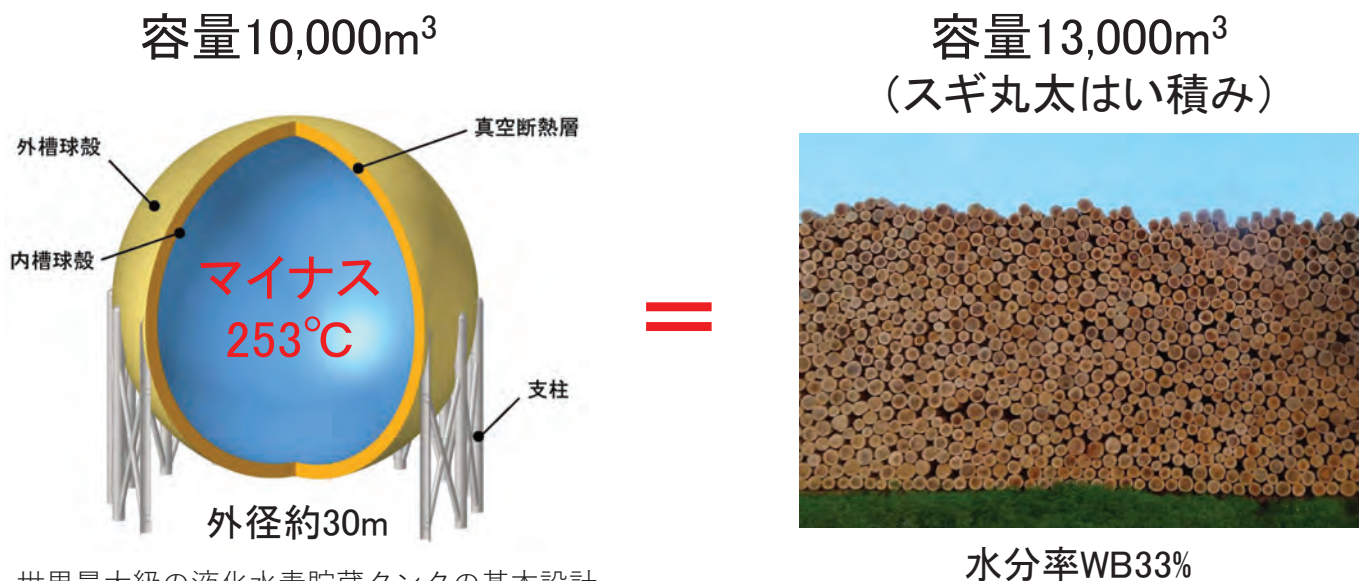


災害時のレジリエンス

エネルギー密度の比較

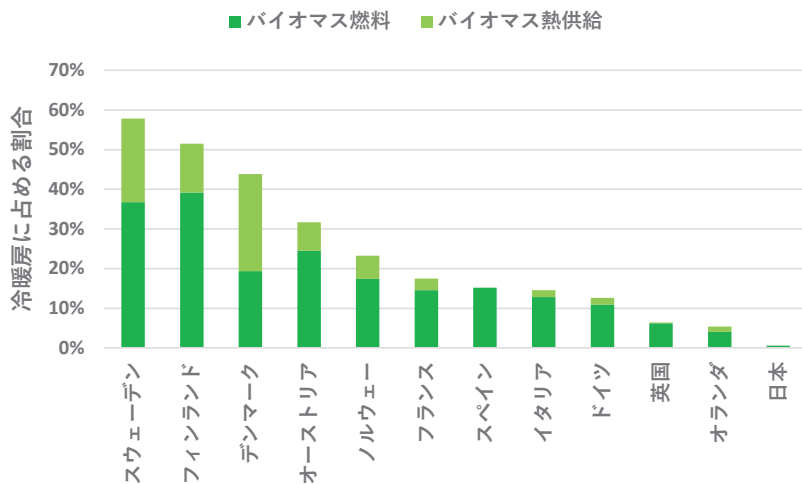


液体水素と木のエネルギー貯蔵



世界最大級の液化水素貯蔵タンクの基本設計
川崎重工ホームページより

EU主要国における 冷暖房エネルギーに占める木質バイオマスの割合

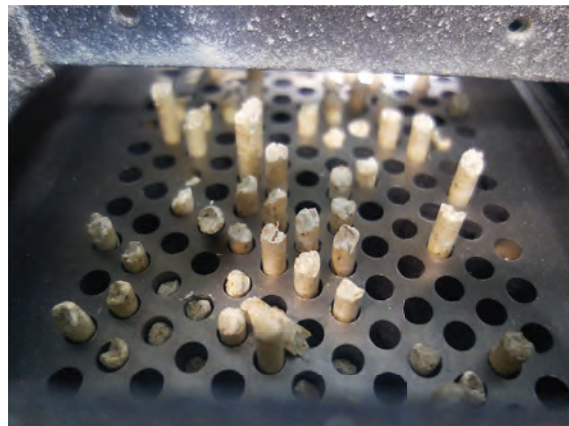
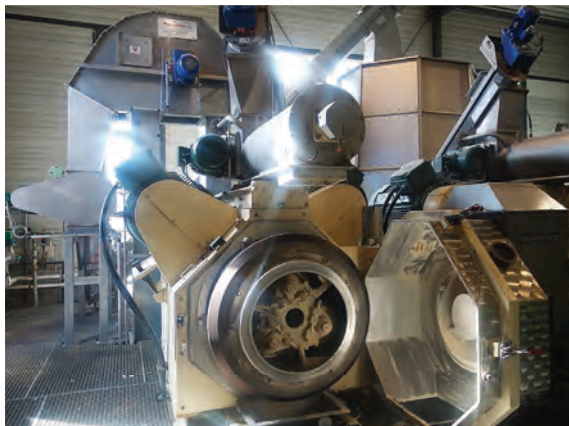


日本の森林のエネルギー供給ポテンシャル



ペレット燃料の圧縮成型機

おが屑やかんな屑などの製材廃材や間伐材といった木質系の副産物を粉碎、乾燥、圧縮し、成型した固形燃料。



ペレット燃料と灯油の

ペレット
10kg袋

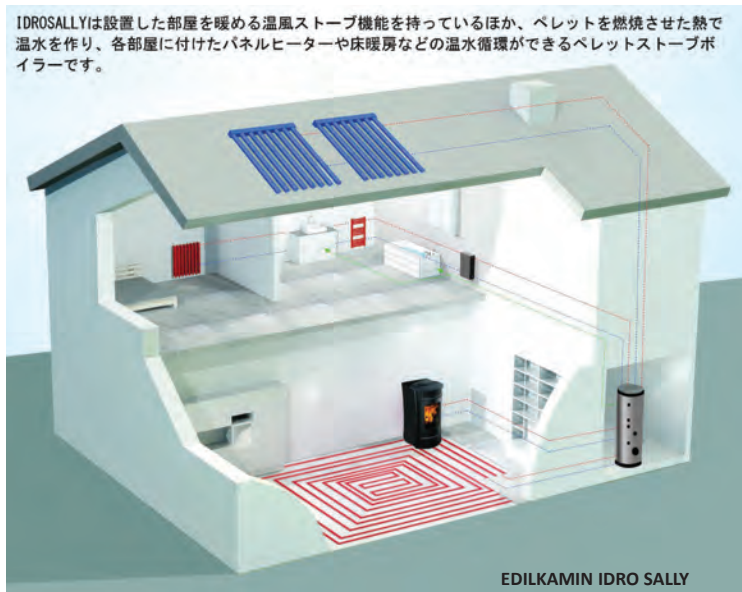


=

灯油
カートリッジ5リットル



温水式ペレットストーブ



北越融雪HPより

温風ダクト式ペレットストーブ



北越融雪HPより

EDILKAMIN KIKKA PLUS



ペレットボイラーで全館暖房＋給湯

- 暖房だけでなく給湯へも利用可能
- 省エネ住宅に適した温水式輻射暖房に利用可能
- 太陽熱温水器と統合可能
- ボイラーエネルギー効率90%以上
- 自動燃料補給、自動灰除去



ペレット



ペレットボイラー



蓄熱タンク 73

山形エコハウスのペレットボイラー

