脱炭素社会に向けた
住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会
提言資料

2021年5月19日

東北芸術工科大学

竹内昌義

提言①　エネルギー量の正確な分析と予想と温暖化対策の策定をする。

提言②　新築住宅、直近の義務化基準をHEAT20のG2以上とする。

提言③　2030年すべての新築物件をカーボンニュートラルとする。

提言④　公共建築のZEB化を義務化し、政治決定を望む。

提言⑤　ストックに対するカーボンニュートラル化へのロードマップを作成する。

提言⑥　太陽光発電義務化を前提に、不利な地域への例外規定などの整備をする。

東北芸術工科大学
竹内昌義

2050年脱炭素化を目指して

○パリ協定(2015年)を前提とした　　国全体のCO2削減率　26%、2030年まで住宅・業務部門は40%削減が目標
○ 2021年気候サミットでの目標の改定 国全体のCO2削減率　46%、2030年まで住宅・業務部門は〇%削減が目標

□既存建築を含め、脱炭素を実現するには、新築建物のゼロカーボン化が必須。
2050年より前に、新築をゼロにしないと全体をゼロにするのは不可能。
改修は新築の応用である。

□EU司令EU では、2010 年に建築物のエネルギー性能に関する新たな指令が制定され、2002 年 に制定された指令に基づく取組が強化された。2010 年の指令は、加盟国に対して、全ての新規の建築物等に適合を義務付けるエネルギー性能の最小要件の設定を求めるとともに、「費用最適水準」の算定という手法による同要件の最適化、**「ゼロ・エネルギー建築物」という目標を示す**ことによる将来的な同要件の引上げを求めている。

実際にはドイツでも法制化が遅れているが、この方針があった結果、省エネルギーが飛躍的に進む。
現在、**ドイツの再生可能エネルギー率は45%を超えている。デンマークは70%。日本は18.4%。**

○カーボンニュートラルエネルギーの選択肢として、**バイオマス（地域分散型）**の活用は必至。
○現在、日本の建物の**断熱性能が低く**、エネルギー削減に寄与していない。
○純粋にゼロエネルギービル（グローバルスタンダード）を目指す仕組みを作る必要がある。
年間冷暖房需要を制限としたパッシブハウス基準(15kWh/㎡)は、難易度が高いが中国ではpassivehouseがすでに170,000㎡（認定は100,000㎡、半分以上がオフィス、PHI調べ）の実績がすでにある。
○**断熱はエネルギーのピーク（夏の午後、冬の夜）カットに寄与するので、再生可能エネルギーの導入と同様に重要。**

2050年の住宅・建築のストックはどうあるべきか。

第一条　この法律は、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定め て、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もつて公共の福祉の増進に資するこ とを目的とする。

健康のために断熱性能を上げる。

ヒートショックをなくすべき。

全館暖房、連続運転で省エネルギー

断熱性能をＧ２レベルまでの義務化。さらにその後、エネルギーを減らすために更なる断熱性能の強化

表示の義務化も合わせて行う。

新築、改築、非住宅においても速やかに。

エネルギー量の正確な分析と予想の温暖化対策

○地域、地方の特性、建物の種類の詳細な分析

○脱炭素の目的達成の計画、試算において、広く知見を集め、オープンかつ出典が明らかな根拠を使い、　それを全て公開することが求められる。

○会議の見える化　YouTube配信

○現状の算定は地域差、都市の人口などの状況を考慮されておらず、結果をミスリードする可能性がある。

○東北や北海道、沖縄などの総量白と分析

住宅の新築だけではなく、既存の建物、非住宅の建築の断熱強化の必要性

ビルディングタイプ	住宅（新築）	住宅（改修）	共同住宅（新築）	共同住宅（改修）	非住宅（新築） オフィス、商業建築、コンビニなど	非住宅（改修） オフィス、商業建築、コンビニなど	公共建築（新築）	公共建築（改修）
	2030年新築に関して全てZEH、ZEBとする。							
目標	2030年ZEH義務化	買取再販時に現行基準を順守	2030年ZEH義務化	借主変更時に現行基準を順守	2030年ZEB 義務化		できるだけ速やかにZEB義務化	役所と学校を断熱改修
速やかに実施すべき施策	2025年G2義務化へのアナウンス		消費エネルギーの表示義務	消費エネルギーの表示義務	設計時に年間冷暖房需要の表示義務	更新時に年間冷暖房需要の表示義務	設計時に年間冷暖房需要の表示義務	
補助金		○						○
	エネルギー計算の簡略化（民間ソフトの活用）	○全国的にエネルリー消費量の調査○補助金、内窓、玄関戸、ジャロジー	オンサイトかオフサイトも含めるかの議論あり				オンサイトで行うべき	○教育効果を見込む ○換気量の確保必要

公共建築物のZEB化（新築）
ロックイン効果があるので、早急な対応。
ZEBの義務化の閣議決定化（法制化）

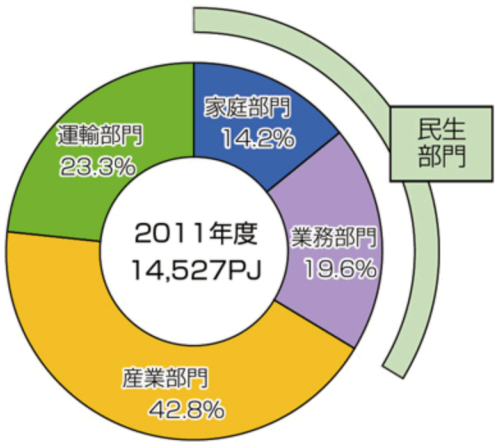
○予算が足らない　→　規模の見直し
○期間が足らない　→　補助金の延長措置
○必要ない　→　2030年ZEB化の対応

東北芸術工科大学
竹内昌義

断熱性能とエネルギー

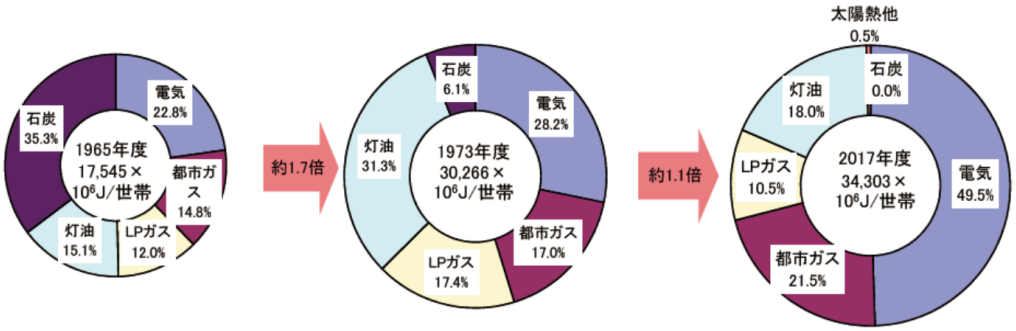
建築の断熱性能の向上は
日本全体のエネルギーの33.8%からの削減は必須事項である。
地方分散政策。
省エネルギーでピークカットに寄与することが重要。

【第212-2-1】最終エネルギー消費の構成比（2011年度）



【第212-2-1】最終エネルギー消費の構成比（2011年度）（xls/xlsx形式:43KB）

【第212-2-7】家庭部門におけるエネルギー源別消費の推移



（注1）　「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
（注2）　構成比は端数処理（四捨五入）の関係で合計が100%とならないことがある。

東北芸術工科大学
竹内昌義

ゼロエネルギーハウスはそんなにむずかしくない。
住宅をカーボンニュートラルにする条件

HEAT20 G２

十分な断熱をすることで
省エネルギーと快適性を
両立させ

＋太陽光発電５kW

年間1200kWh x 5
＝6000kWh/年

１kW＝６㎡
１kW 15万円～30万円

+バイオマス

＋α
薪ストーブorペレットストーブ
冬季エネルギーの不足に対応

蓄電池は時期尚早

地域差、積雪地などの例外規定は必要。

東北芸術工科大学
竹内昌義

ゼロエネルギーハウスはそんなにむずかしくない。

適合基準からHEAT20 G2への増額分　＋70万円
エアコンの削減分　△30万円
現行基準との差額は40万円ほど。
増額40万円は金融政策（フラット35）などで充当すれば良い。
（超高断熱住宅に対するローン枠組みでの補助）ZEHが可能になったのは、汎用品の技術の進化

①高性能サッシの低価格化
②シミュレーションソフトの発達

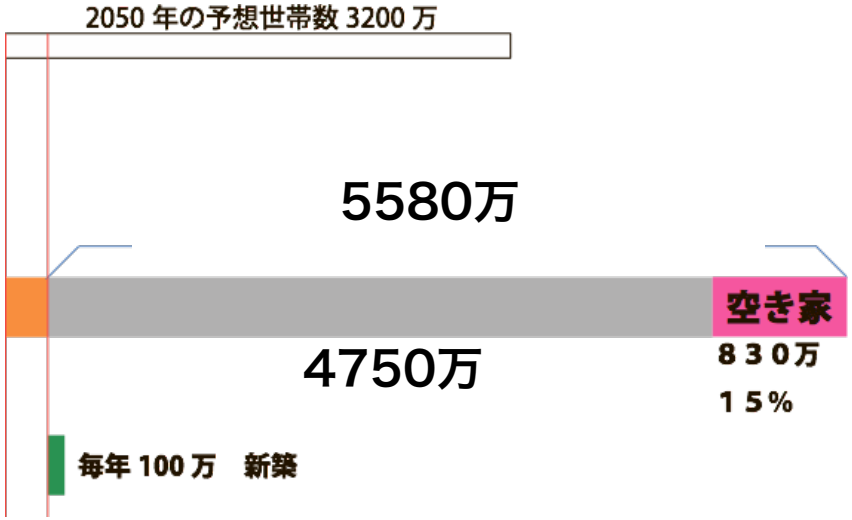
なぜZEBはむずかしいと言われるのか。

設計事務所は年間冷暖房需要を計算する習慣がないから。

表示の義務化はすぐにでもできる。
設備設計においては、年間冷暖房需要の計算が行われないことが多い。空調機の規模算定のみを行い、一般的に建築のデザインへのフィードバックが少ない。

なぜ既存の断熱改修はむずかしいと言われるのか。

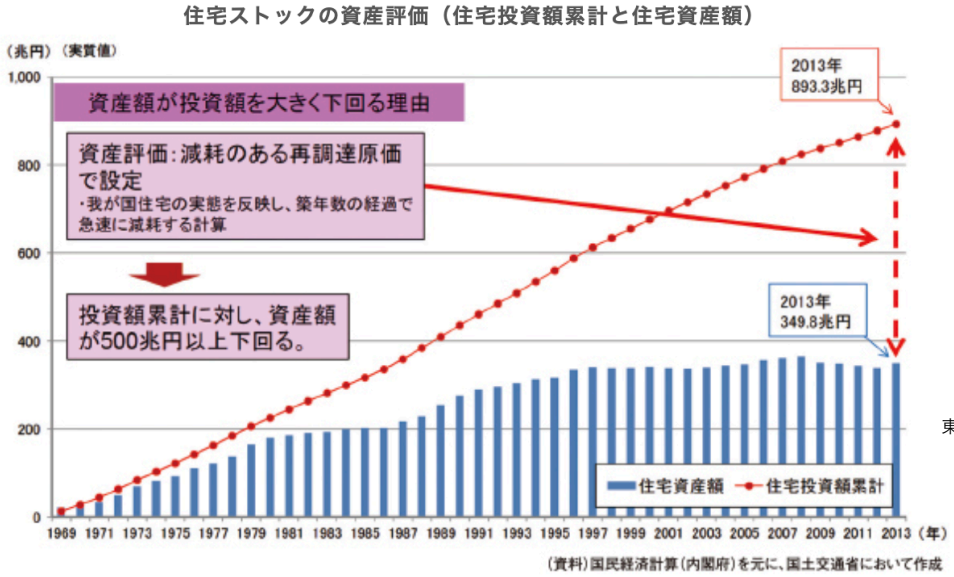
一方で断熱改修市場は巨大な潜在的マーケット
日本のストックの価値がないのは「寒い」から



新築に対する過度の期待。
地域の工務店の知識がないから。
ビジネスモデル化していない。

まだ、取り組める業者が少ない。
（コストパフォーマンスが読めないため、怖くて手が出せない。）

○確実に進めるには、開口部の改善で相当の効果をあげられる。内窓、リノベーション
○築古物件の高断熱化への補助金



東北芸術工科大学
竹内昌義

手続きの簡略化

難しすぎる制度と手続きのスリム化

目的はエネルギーを躯体性能で減らすこと。

それに特化した数字のみでのコントロール

単純なエネルギー量と躯体性能の計算

グローバルな基準に合わせた仕組み

市販ソフトの利用
設計者により多くの責任。

義務化と共に融資枠の拡大、税制の優遇。

違反業者、設計者には融資枠の利用制限。

金融政策との連動

太陽光発電　税制優遇などとの連動

手続きを簡便に。（手続きが設計者、施工者への大きな負担）

金額が高くなる分、融資枠の拡大。

（電気代、光熱費が安くなる分を最初に融資

消費者は割増分をローンの期間に分けて払える。）

設計者により多くの責任を与える。

義務化と共に融資枠の拡大。

違反業者、設計者には融資枠の利用制限。

太陽光発電は脱炭素への社会的責任

菅総理、住宅用太陽光発電義務化に言及
「・・・太陽光も含めて、あるいはまた住宅、全ての住宅とか、そうしたものについて徹底した再エネを考えています。」

太陽光発電は脱炭素への社会的責任

太陽光パネルの義務化

再生可能エネルギー増加の重要な選択肢の一つである。
○FITによる買電ではなく、**自家消費**へ。
○自家消費は**送電網を経由しない**。
○ネットワーク型の住宅地ができ、蓄電池の相互利用が始まる。
（新しい**イノベーションの可能性**）
○**新築への搭載は問題なし**。既存への搭載も多くは問題なし。
○便益の試算の精度を上げるべき。

１）太陽光設置コストの下落
試算には30万円/kWとあるが、更なる**低コスト化が進む**。
普及が進めばさらに安価になる可能性がある。

２）太陽光パネルは夏のピークに発電量が増す。
発電量のピークカットに寄与。

３）電気代の高騰に左右されず、使い続けることができる。**減価償却後は電気代掛からなくなる。**

４）住宅は義務化とともに、**金融支援策**とともに普及が図れる。一般の建物の義務化は必要。
＊山間地やビル影響のほかに、積雪地、低日射地、都市部狭小地などは例外とするか、相応の経済的支援を行う必要がある。（上記のような場所でも16年ほどで回収可能である。）

太陽光発電は脱炭素への社会的責任

地方が進んでいる。　　東京、長野、京都

□京都府は300㎡以上の新築に再生可能エネルギーを導入を義務化

府は、地球温暖化対策の更なる推進を図るとともに、地域社会や地域経済の健全な発展に寄与するため、自らの事務及び事業に関し、再生可能エネルギーの導入等に係る措置を講じることを明記

準特定建築物（対象規模は延べ床面積300平方メートル以上2,000平方メートル未満）に対して、新たに再エネ設備の導入を義務化

設計者から建築主への情報提供の義務規定を創設

Column 09

太陽光発電を2030年のマストハブ“家電”に!

must have

多くのビルが集積する東京ですが、約1,400万人の都民が暮らす「住宅」都市でもあります。都内では、太陽光発電に適する屋根※の約95%に、まだ太陽光パネルが設置されていません(住宅の場合。集合住宅を含む。)。

※東京ソーラー屋根台帳等で設置が「適(条件付き適含む)」とされたもの

脱炭素社会を形作る“家電”:「太陽光発電」

住宅の屋根に太陽光発電を設置すると、自然の電気を自分で使い、電気代の節減や売電ができるほか、停電しても電気が使えます。蓄電池も設置すれば、更に「エネルギー自給率の高い、防災性にも優れた住宅」とすることができます。

都内住宅で設置ポテンシャルのある全ての屋根に太陽光発電を載せると、都内全電力消費量の約13%(家庭分野では約41%)に相当します。ゼロエミッション東京の実現には、こうしたポテンシャルを活かし、“家電”のように各家庭に太陽光パネルが当たり前に設置される社会へと転換していくことが求められます。

太陽光発電　EV車　V2H充放電

米国カリフォルニア州では、2020年より新築住宅への太陽光パネルの設置を義務付ける制度も始まっています。

東京の再生可能エネルギー電気の利用割合

発電に適する全ての屋根(住宅)に載せることで、

再エネ50%目標　15.3%

都内の総電力消費量 約788億kWh/年(2018)

(都内住宅での設置ポテンシャルは、約800万kW超)

再エネ50%目標　15.3%　+13%

みんなで節電を進めることで、この割合をもっと増やしていくことができます。

「停電・災害時」の電源として活用(日頃からの練習を)

平常時、太陽光発電システムは電力会社とつながる「連系運転モード」で稼働しています。この運転モードを「自立運転モード」に切り替えると、停電・非常時でも電気を使うことができます。

実際の使い方は次の「7つのステップ」。いざという時に備えて、日頃から練習しておくと安心です。

停電用コンセント

(出典:一般社団法人太陽光発電協会)　(本体側面)

「自立運転モード」の使い方

1. 自立運転用コンセントの位置を確認
2. 取扱説明書で「自立運転モード」への切替方法を確認
3. 主電源ブレーカーを「オフ」に
4. 太陽光発電用ブレーカーを「オフ」に
5. 「自立運転モード」に切替え
6. 自立運転用コンセントに使いたい家電等を接続し、使用
7. 停電が復旧したら、必ず元に戻す
(自立運転モード解除⇒太陽光発電用ブレーカーを「オン」⇒主電源ブレーカーを「オン」の順で復帰)

(一般社団法人太陽光発電協会の資料をもとに東京都環境局作成)

2030年には、「一家に一台、太陽光発電」が当たり前の時代が来るかもしれません。

東北芸術工科大学
竹内昌義

太陽光発電は脱炭素への社会的責任

令和３年４月 25 日

東北芸術工科大学 教授 竹内昌義様

エコワークス株式会社
代表取締役社長小山貴史

住宅用太陽光発電の経済メリットについての考察

４月 19 日開催「脱炭素社会に向けた住宅・建築物の省エネ対策等のあり方検討会」第一回配布資料の参考資料１「国土交通省説明参考資料」３３頁記載の住宅用太陽光発電の経済合理性についての試算において、前提条件について、より精度を高めて試算することにより、適切な議論につながると考えましたので下記に整理いたしました。参考になれば幸いです。

１）結論:

経済メリット試算は様々な条件により変動します。特に地域による日照量の差が大きく地域別に試算する必要があり、複数の計算方式にて全国平均と日照量の少ない鳥取について検証してみました。回収年数を比較すると鳥取では全国平均より約２年程長く、原則義務化を検討するにあたっては地域ごとに経済的な配慮が必要と思われます。

回収年数 パネル 5.0kWh	検討会資料	太陽光発電メーカー「C 社」	試算ソフト「エネがえる」
試算年度	2020 年度	2021 年度	2021 年度
全国平均	１５年	１４年	１２年
鳥取	―	１６年	１４年

２）共通前提条件（参考：経済産業省の調達価格等算定委員会資料）

システム価格として 2021 年度の新築を 29.0 万円/kW(税込)と推定。

売電価格 FIT 期間 19 円/kWh・卒 FIT9 円/kWh、再エネ賦課金 3.36 円/kWh。

３）個別前提条件：

「C 社」全国平均 1,230kWh/kW 年、鳥取市 1,104kWh/kW 年（NEDO 参照）

電力価格は従量電灯全国平均価格、自家消費率は 30%、

電力単価・再エネ賦課金は固定にて試算。

メンテ費不算入、パワコンは 20 年目の交換を前提(15 年保証)

「エネがえる」全国平均 1,220kWh/kW 年、鳥取県 1,059Wh/kW 年（次頁参照）

電力価格は標準的な深夜電力(東京電力、中国電力)、

電力価格＋再エネ賦課金の合計の上昇率を年率２％と仮定、

自家消費率はライフスタイルを試算に反映し 27~29%、

メンテ費不算入、パワコンは 20 年目の交換を前提(15 年保証)

以上

都道府県ごとの太陽光発電による平均年間創エネルギー量　実績データ(創電力量)_日射区分別

【太陽光発電による創エネルギー量】

都道府県ごと「PVパネル1kWあたりの月間発電量(kWh/kW・月)」の単純平均

(各月の創エネルギー量(kWh) / 対象住宅PV容量(kW))のN合計 ÷ N

一般社団法人 環境共創イニシアチブ「ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2020」資料より抜粋

都道府県	(kWh/kW・年)		年間日射地域区分ごとの平均値 (kWh/kW・年)				
	N数	平均値	A１地域	A２地域	A３地域	A４地域	A５地域
北海道	39	1,208	-	1,154	1,278	-	-
青森県	41	1,132	-	1,127	1,139	-	-
岩手県	39	1,133	-	1,114	1,197	-	-
宮城県	79	1,188	-	1,171	1,211	-	-
秋田県	33	1,138	-	1,138	-	-	-
山形県	52	1,183	-	1,176	1,213	-	-
福島県	84	1,205	-	1,185	1,213	-	-
茨城県	347	1,180	-	-	1,173	1,210	-
栃木県	206	1,188	-	-	1,188	-	-
群馬県	248	1,258	-	-	1,230	1,265	-
埼玉県	396	1,162	-	-	1,159	1,216	-
千葉県	333	1,148	-	-	1,143	1,212	-
東京都	179	1,136	-	-	1,136	-	-
神奈川県	341	1,163	-	-	1,156	1,241	-
新潟県	95	1,119	-	1,094	1,160	-	-
富山県	50	1,126	-	1,122	1,146	-	-
石川県	74	1,148	-	1,132	1,186	-	-
福井県	75	1,126	-	1,093	1,136	-	-
山梨県	87	1,334	-	-	1,198	1,360	1,276
長野県	172	1,342	-	-	1,305	1,348	1,324
岐阜県	309	1,243	-	-	1,207	1,245	-
静岡県	627	1,271	-	-	1,234	1,280	1,317
愛知県	852	1,249	-	-	1,221	1,248	1,322
三重県	322	1,224	-	-	1,170	1,227	-
滋賀県	188	1,202	-	-	1,200	-	1,600
京都府	118	1,222	-	1,113	1,224	1,346	-
大阪府	370	1,238	-	-	1,245	1,234	-
兵庫県	482	1,289	-	1,094	1,194	1,313	1,265
奈良県	90	1,249	-	-	1,342	1,229	-
和歌山県	105	1,328	-	-	1,277	1,339	1,289
鳥取県	47	1,059	-	980	1,067	-	-
島根県	22	1,111	-	1,173	1,108	-	-
岡山県	219	1,219	-	1,081	1,169	1,225	-
広島県	307	1,213	-	-	1,181	1,217	-
山口県	252	1,216	-	-	1,050	1,223	-
徳島県	131	1,319	-	-	1,243	1,323	-
香川県	176	1,272	-	-	1,231	1,273	-
愛媛県	174	1,232	-	-	1,171	1,242	-
高知県	81	1,242	-	-	1,011	1,249	1,220
福岡県	392	1,185	-	-	1,222	1,182	-
佐賀県	97	1,209	-	-	1,048	1,216	-
長崎県	119	1,213	-	-	1,175	1,239	-
熊本県	78	1,220	-	-	-	1,220	-
大分県	131	1,166	-	-	1,172	1,165	-
宮崎県	137	1,213	-	-	-	1,213	1,262
鹿児島県	257	1,217	-	-	-	1,217	-
沖縄県	6	1,304	-	-	1,170	1,346	1,268
	9,059 総N数	1,220 加重平均	←小山にて加筆				

資料１

断熱強化による暖冷房費削減の費用対効果に関する試算（速報）

＜計算条件＞
使用ソフト：インテグラル社ホームズ君「省エネ診断エキスパート」パッシブ設計オプション
計算エンジン：EESLISM（工学院大学　宇田川名誉教授開発）非定常計算１時間間隔
建物：省エネ基準標準住宅モデル　気象：東京都東京（６地域）拡張アメダス２０１０年
設定ファイル等：http://maelab.arch.t.u-tokyo.ac.jp/cost_simulation/

＜断熱強化＞　比較プラン(断熱等級４　UA値0.84)　→　設計プラン(HEAT20　G2 UA値0.46)
金属サッシ＋複層ガラス　→　樹脂サッシ＋Low-E複層（YKKAP社　APW330/331）
開口部のUw/ηw値　サッシ協会の仕様表　→　メーカー自己適合宣言書の値
天井・床の断熱は変更なし　外壁のみ グラスウール16K 90mm　→　GW 24K 105mm
断熱強化に伴うコストアップ　約70万円（施主価格・税込）詳細別紙

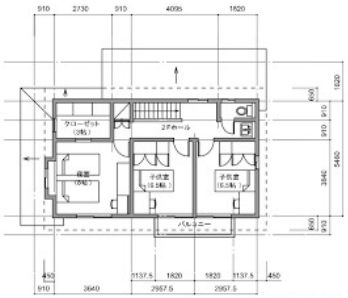
＜間欠空調の場合＞　いずれもエアコン各部屋１台（計５台）
居室間欠：　室温設定　暖房２２℃　冷房２７℃（就寝時２８℃）　（省エネ基準の想定に準拠）
作用温度18℃以下の時間率　等級４　52%　→　G2　37%　G2でも不健康温度となる時間が長い
暖冷房電気代　等級４　5.4万円/年　→　G2　4.6万円/年　断熱による削減効果　0.8万円/年
間欠空調の前提では断熱の追加コストの償却は困難だが、不健康な室内環境を改善できない

＜連続空調の場合＞　G2では１F・２Fに１台ずつ（計２台）
居室連続：　室温設定　暖房２２℃（就寝時２０℃）　冷房２７℃（就寝時２８℃）
作用温度18℃以下の時間率　等級４　6%　→　G2　2%　連続空調では不健康温度率がほぼゼロ
暖冷房電気代　等級４　12.1万円/年　→　G2　5.4万円/年　断熱による削減効果　6.7万円/年
暖冷房費の削減効果は約6.7万円/年　断熱コストアップ70万円は10年程度で償却が可能

室温18℃以上を確保する健康・快適な暮らしの実現には、連続空調を想定する必要がある
HEAT20 G2に断熱強化すれば、間欠空調と同等の消費電力量・電気代で連続空調が可能
間欠空調+断熱等級4の暖冷房費　5.4万円/年　≒　連続空調+ HEAT20 G2の暖冷房費　5.4万円/年
断熱の追加コストも10年程度と短期に回収可能　高断熱の恩恵はその後も長く続く

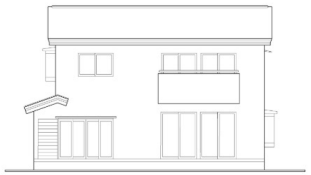
東北芸術工科大学
竹内昌義

検討プラン　省エネ基準　標準住宅プラン

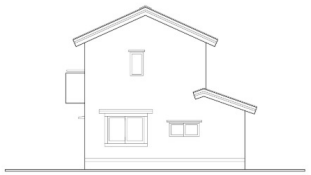


■2階平面図

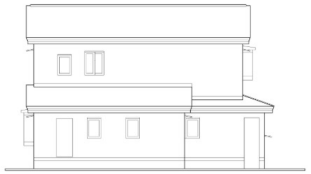
■1階平面図



南立面



東立面

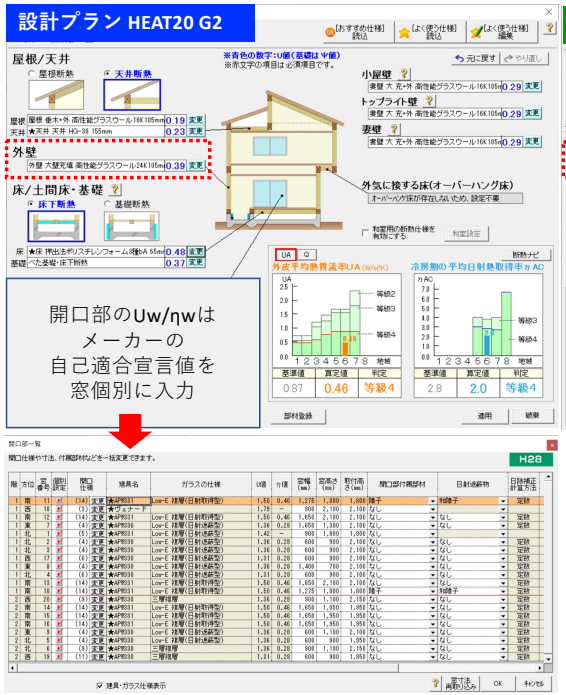


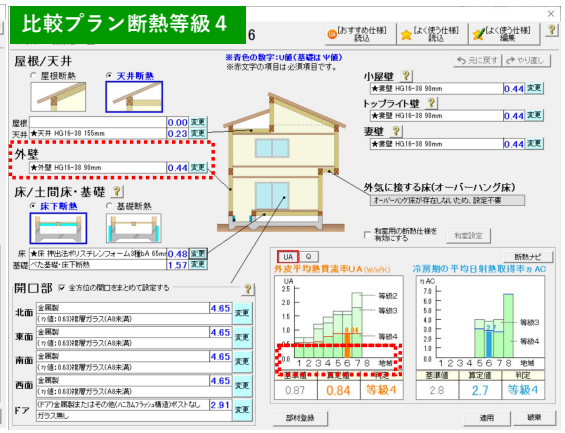
北立面

西立面

敷地面積：210㎡（63.64坪）
建蔽率：33%
建築面積：69.56㎡（21.08坪）
延床面積：121.73㎡（36.89坪）

断熱設定





＜開口部＞
金属サッシ＋複層ガラス→樹脂サッシ＋Low-E複層
等級４ではサッシ協会の仕様値
G2ではメーカー宣言値 南：日射取得型　その他：遮蔽型
和室のみ和障子　その他の日射遮蔽措置なし

＜断熱材＞
外壁のみ グラスウール16K 90mm→GW 24K 105mm

東北芸術工科大学
竹内昌義

断熱等級４→HEAT20 G2への断熱強化に伴う初期コストの増加試算

＜開口部＞
アルミサッシ＋普通複層ガラス　→　樹脂サッシ＋Low-Eペアガラス
＋４８万円（施主価格・税別）

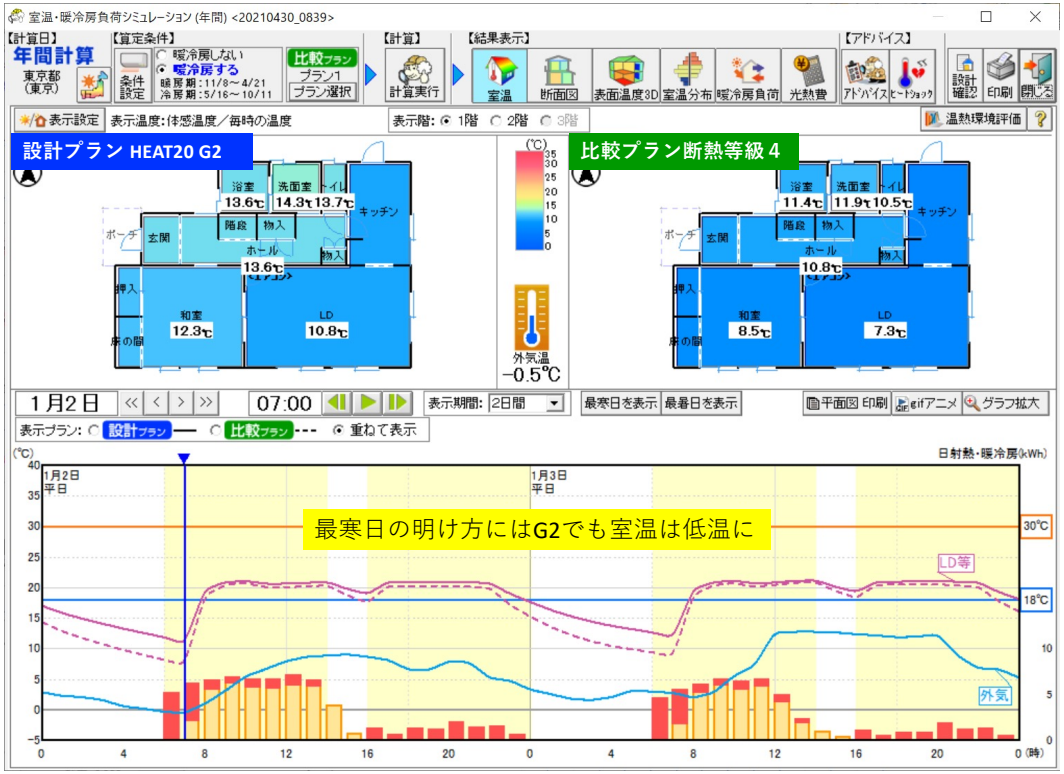
＜断熱材＞
天井・床の断熱は変えず
外壁のみ グラスウール16K 90mm　→　グラスウール24K 105mm
＋１５万円（施主価格・税別）

＜施工方法＞
充填断熱のままで変更無しのため、施工の費用増加は見込んでいない

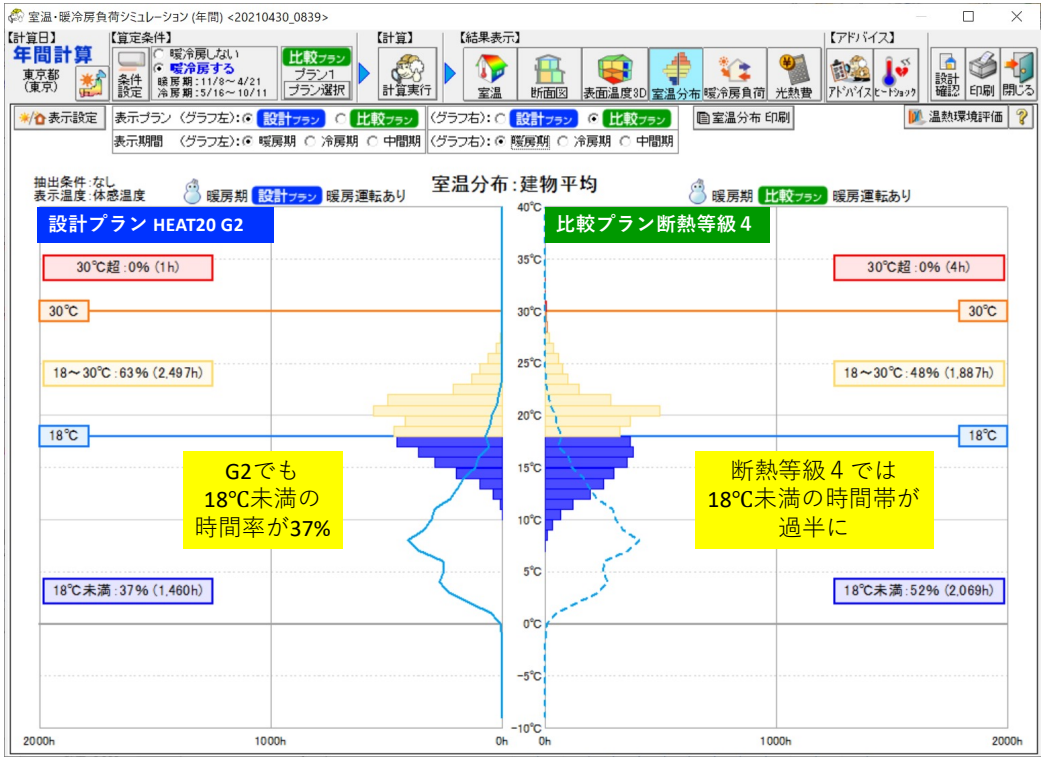
＜合計＞
＋６３万円（施主価格・税別）
＋７０万円（施主価格・税込）

※工務店が自社住宅商品に標準的に採用した場合を想定
※規制強化による高性能部材の標準化により、更なるコストダウンが期待される

最寒日の室温変動（間欠空調）作用温度

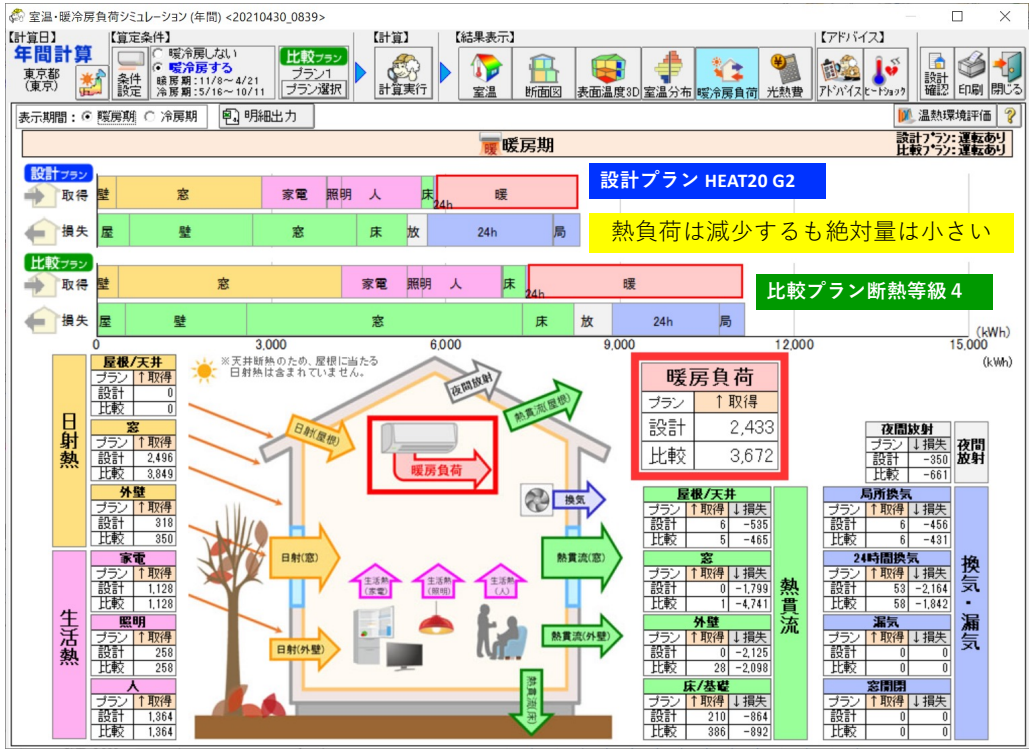


冬の室温分布（間欠空調）作用温度の建物平均

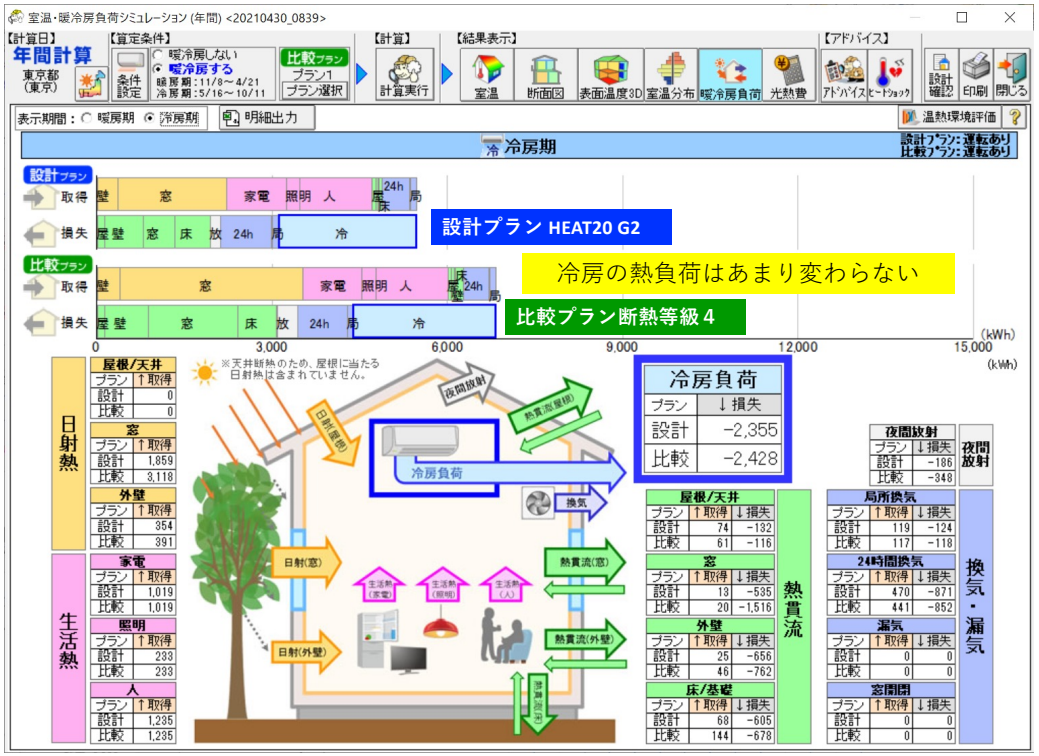


東北芸術工科大学
竹内昌義

冬の熱収支・暖房負荷（間欠空調）



夏の熱収支・冷房負荷（間欠空調）

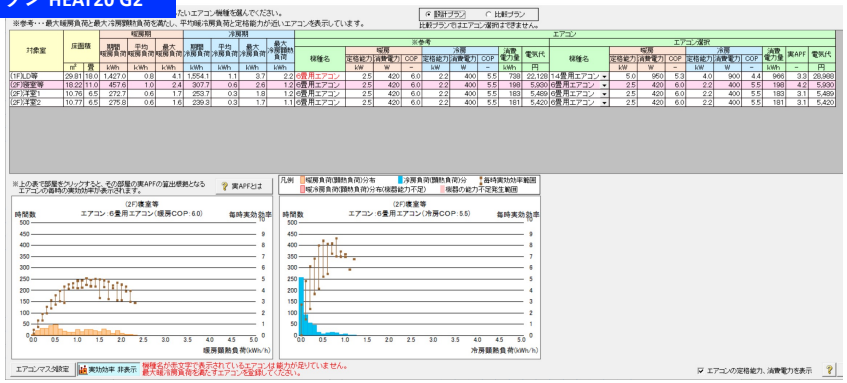


東北芸術工科大学
竹内昌義

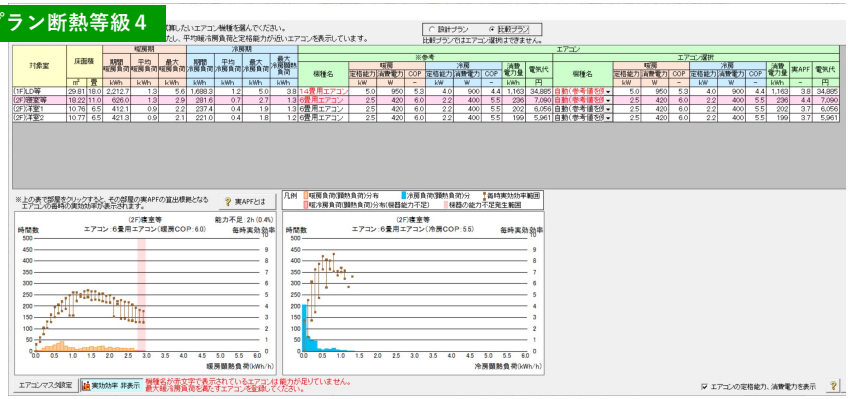
エアコンの効率（間欠空調）

LDKは14畳、個室は6畳用の標準的な効率のエアコンを設置

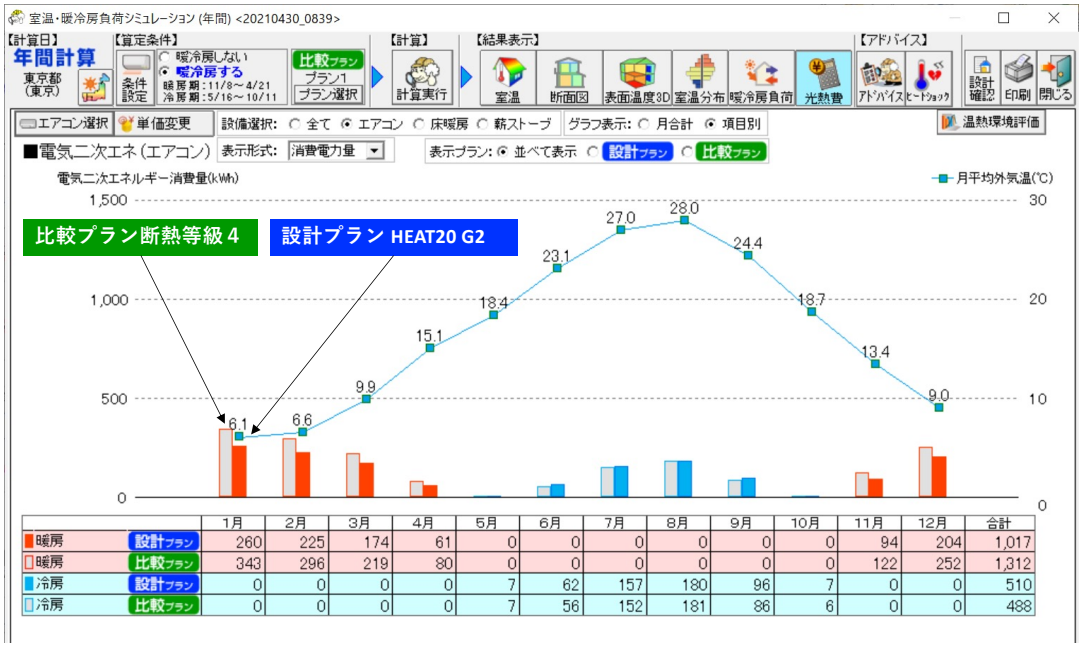
設計プラン HEAT20 G2



比較プラン断熱等級４



暖冷房の消費電力量（間欠空調）

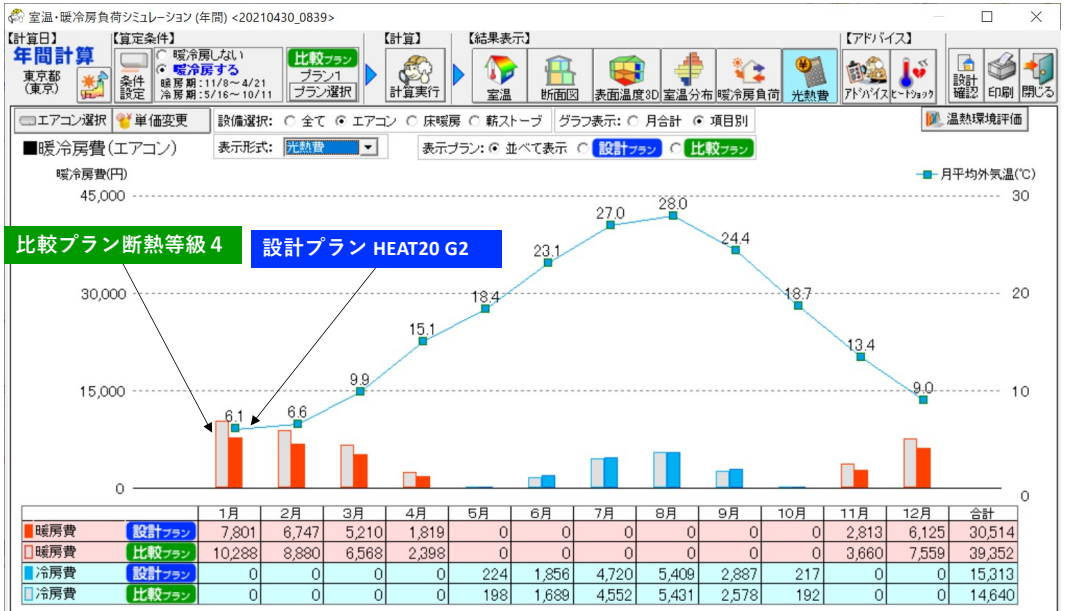


		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
暖房	設計プラン	260	225	174	61	0	0	0	0	0	0	94	204	1,017
暖房	比較プラン	343	296	219	80	0	0	0	0	0	0	122	252	1,312
冷房	設計プラン	0	0	0	0	7	62	157	180	96	7	0	0	510
冷房	比較プラン	0	0	0	0	7	56	152	181	86	6	0	0	488

暖房　等級４（比較）**1,312kWh**/年→HEAT20 G2（設計）**1,017kWh**/年 ▼ **295kWh**/年
冷房　等級４（比較）**448kWh**/年→HEAT20 G2（設計）**510kWh**/年 △ **62kWh**/年
合計　等級４（比較）**1,760kWh**/年→HEAT20 G2（設計）**1,527kWh**/年 ▼ **253kWh**/年

東北芸術工科大学
竹内昌義

暖冷房の電気代（間欠空調）



		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
暖房費	設計プラン	7,801	6,747	5,210	1,819	0	0	0	0	0	0	2,813	6,125	30,514
暖房費	比較プラン	10,288	8,880	6,568	2,398	0	0	0	0	0	0	3,660	7,559	39,352
冷房費	設計プラン	0	0	0	0	224	1,856	4,720	5,409	2,887	217	0	0	15,313
冷房費	比較プラン	0	0	0	0	198	1,689	4,552	5,431	2,578	192	0	0	14,640

電気代単価：30円/kWhと想定

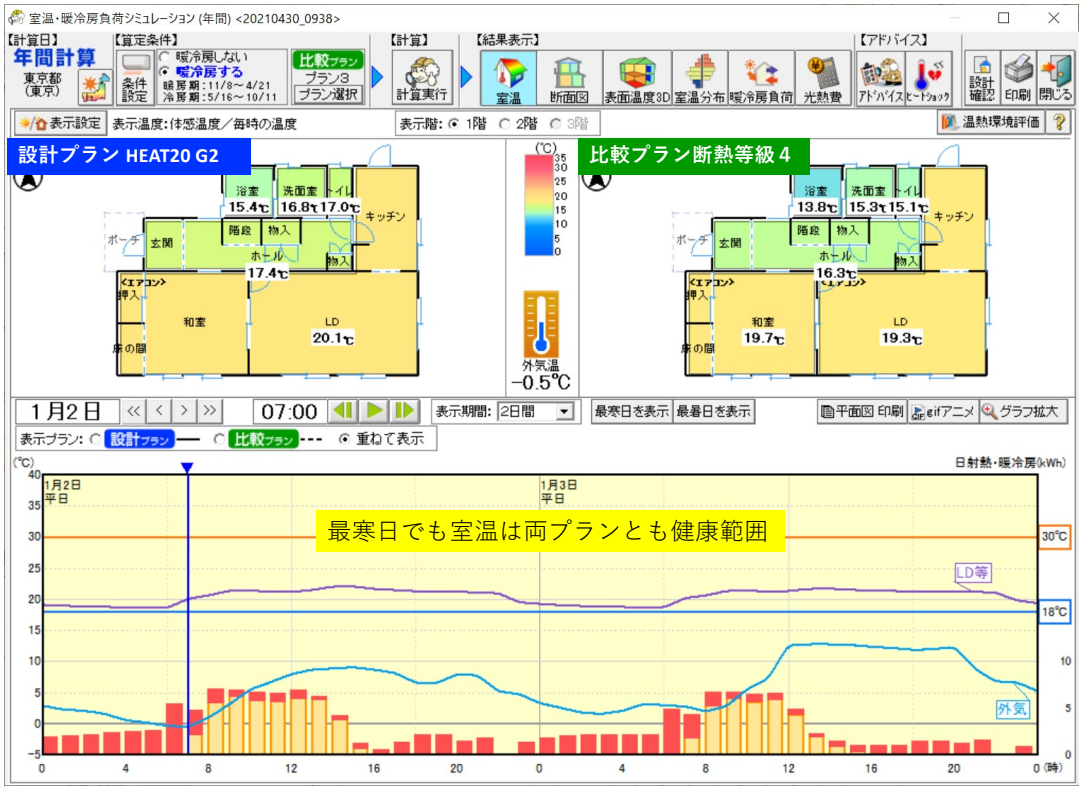
暖房費　等級４（比較）**3.9万円**/年→HEAT20 G2（設計）**3.1万円**/年　**▼0.9万円**/年

冷房費　等級４（比較）**1.5万円**/年→HEAT20 G2（設計）**1.5万円**/年　**△0.1万円**/年

合計　　等級４（比較）**5.4万円**/年→HEAT20 G2（設計）**4.6万円**/年　**▼0.8万円**/年

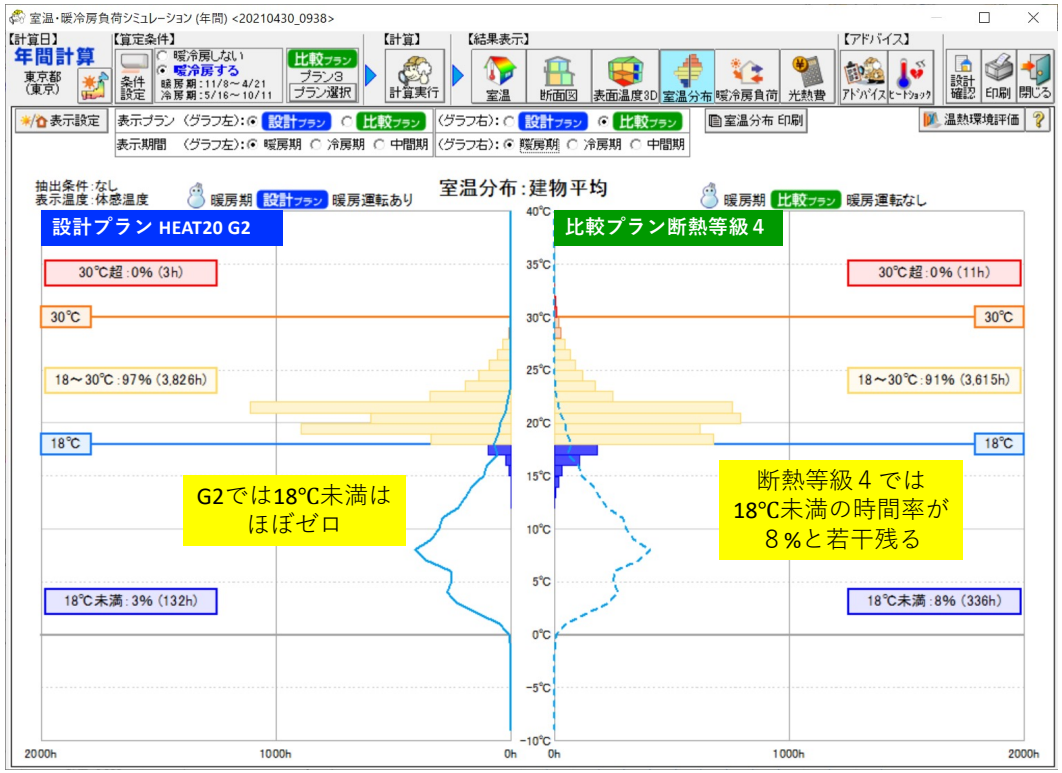
暖冷房費の削減効果は約**0.8万円**/年　間欠空調では断熱コストアップの償却は困難

最寒日の室温変動（連続空調）作用温度

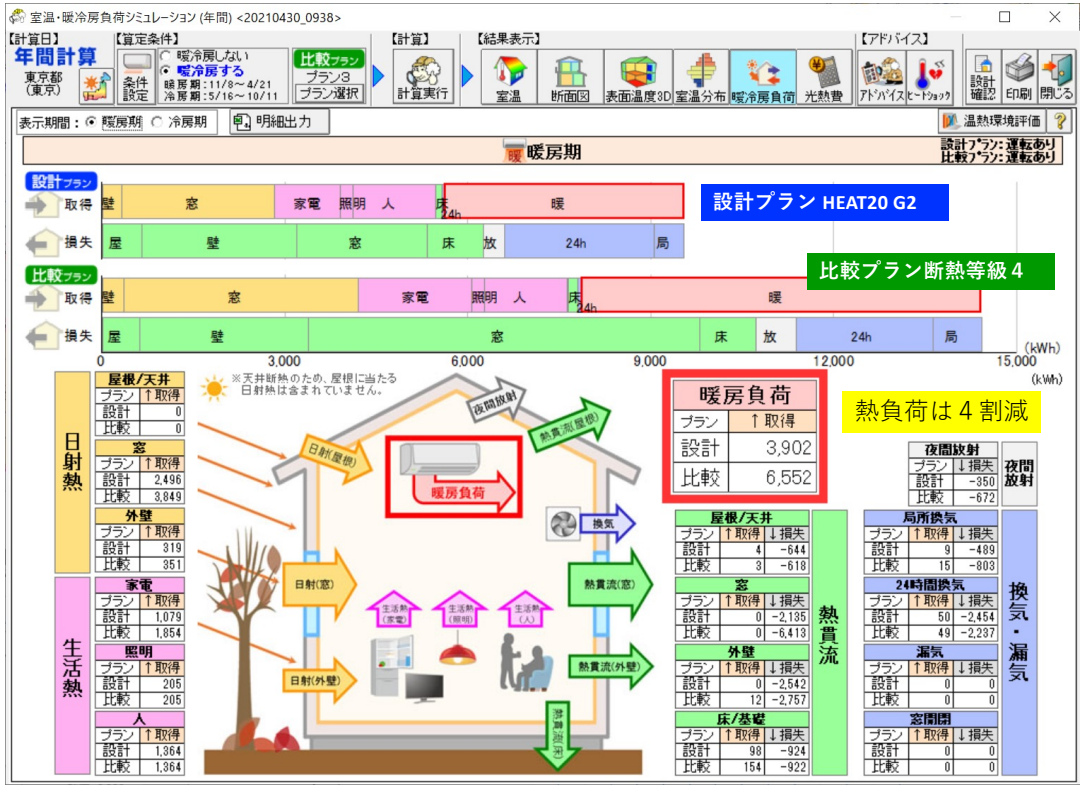


東北芸術工科大学
竹内昌義

冬の室温分布（連続空調）作用温度の建物平均

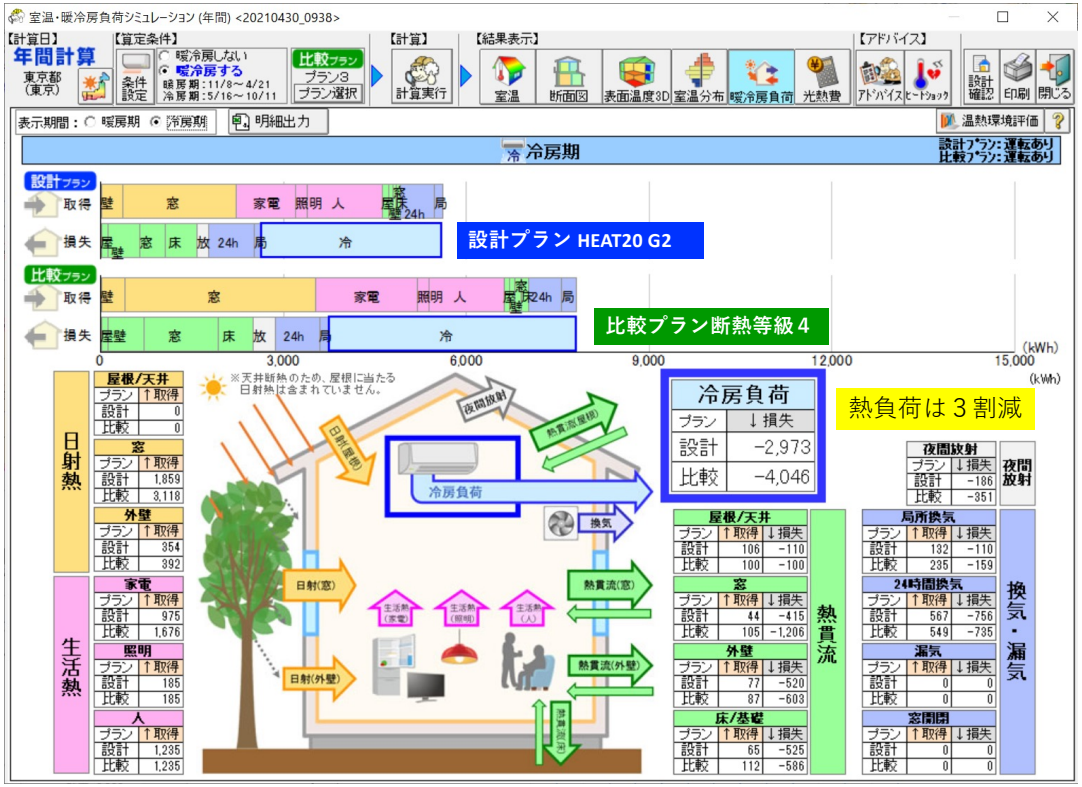


冬の熱収支・暖房負荷（連続空調）

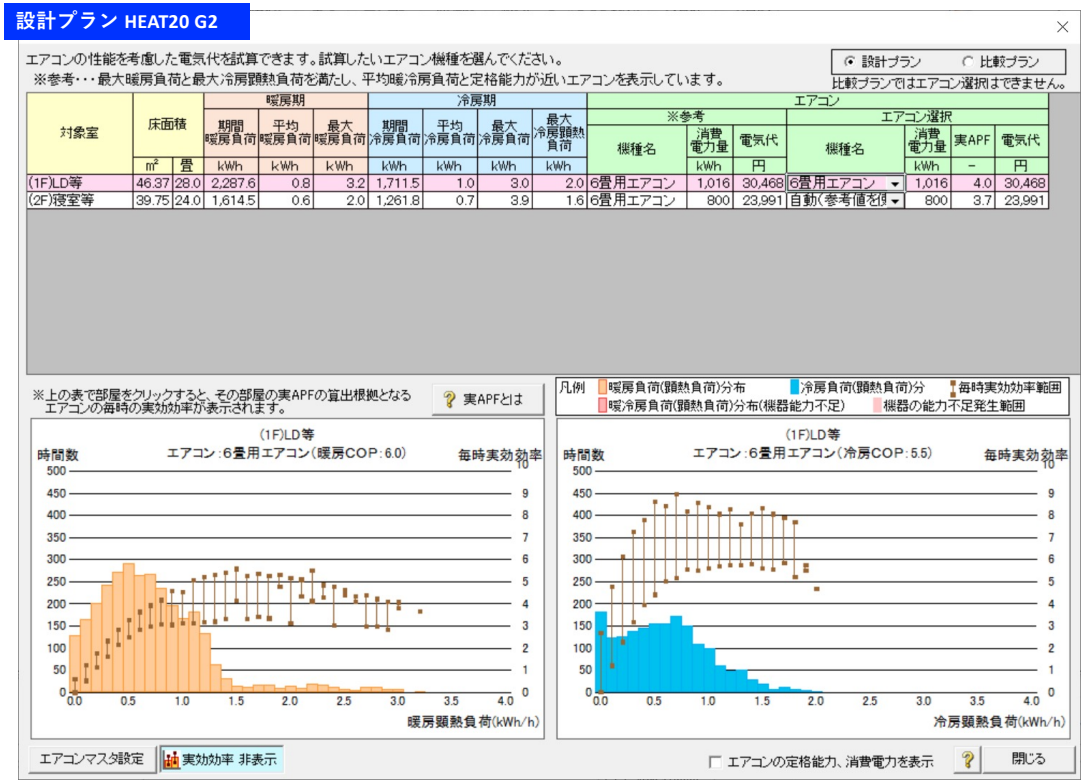


東北芸術工科大学
竹内昌義

夏の熱収支・冷房負荷（連続空調）

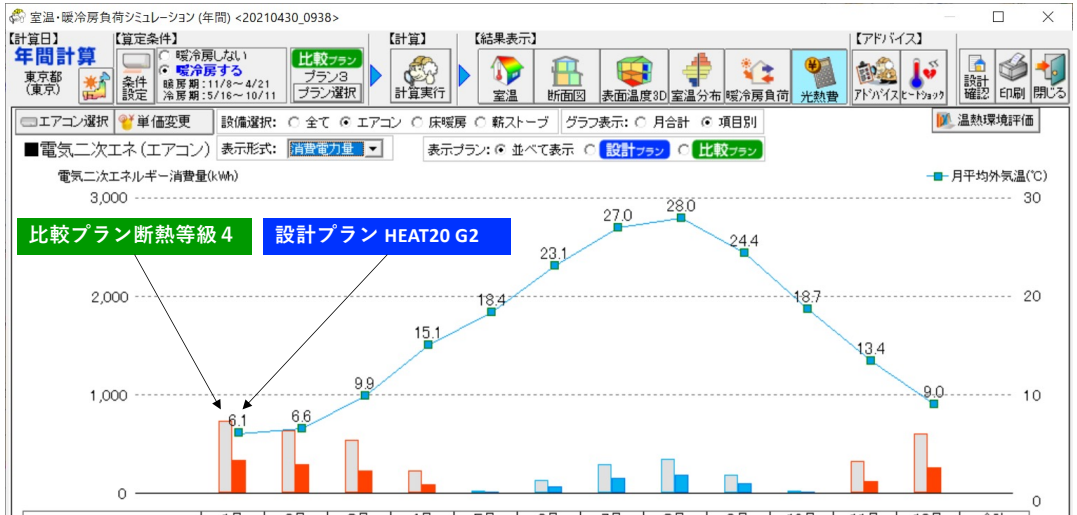


エアコンの効率（連続空調）



東北芸術工科大学
竹内昌義

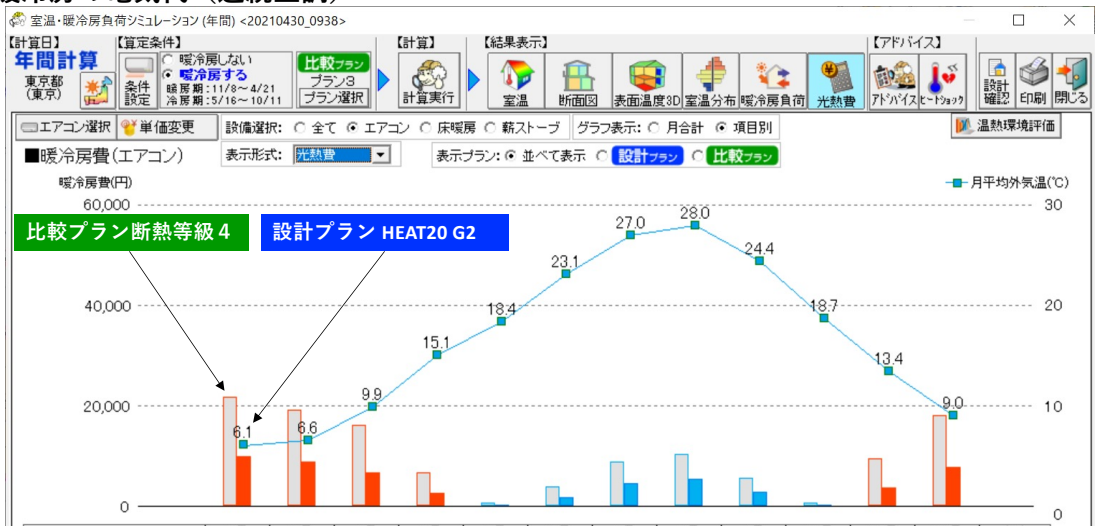
暖冷房の消費電力量（連続空調 ）



		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
暖房	設計プラン	333	291	223	85	0	0	0	0	0	0	123	259	1,314
暖房	比較プラン	726	640	536	224	0	0	0	0	0	0	318	599	3,043
冷房	設計プラン	0	0	0	0	8	60	152	179	94	8	0	0	501
冷房	比較プラン	0	0	0	0	25	129	296	343	185	19	0	0	996

暖房　等級４（比較）**3,043kWh**/年→HEAT20 G2（設計）**1,314kWh**/年 ▼ **1,729kWh**/年
冷房　等級４（比較）**996kWh**/年→HEAT20 G2（設計）**501kWh**/年 ▼ **495kWh**/年
合計　等級４（比較）**4,039kWh**/年→HEAT20 G2（設計）**1,815kWh**/年 ▼ **2,224kWh**/年

暖冷房の電気代（連続空調）



		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
暖房費	設計プラン	9,975	8,740	6,684	2,551	0	0	0	0	0	0	3,702	7,777	39,429
暖房費	比較プラン	21,782	19,193	16,094	6,713	0	0	0	0	0	0	9,553	17,964	91,300
冷房費	設計プラン	0	0	0	0	228	1,813	4,561	5,381	2,806	240	0	0	15,029
冷房費	比較プラン	0	0	0	0	752	3,863	8,869	10,282	5,543	558	0	0	29,866

電気代単価：30円/kWhと想定
暖房費　等級４（比較）**9.1万円**/年→HEAT20 G2（設計）**3.9万円**/年　▼**5.2万円**/年
冷房費　等級４（比較）**3.0万円**/年→HEAT20 G2（設計）**1.5万円**/年　▼**1.5万円**/年
合計　等級４（比較）**12.1万円**/年→HEAT20 G2（設計）**5.4万円**/年　▼**6.7万円**/年

暖冷房費削減　約**6.7万円**/年　連続空調なら断熱コストアップ70万円は10年で償却可

東北芸術工科大学
竹内昌義

HEAT20 G2の実物件とシミュレーション結果の比較

調査結果（ベネフィット）

エコワークス全館床暖房システムは、冬期月平均約7.5千円で全館空調を実現

一年間の各月の住宅全体の電力消費量とエアコンの電力消費量を平均すると表1の通りとなった（調査概要詳細は次頁参照）。

表1.分析対象19戸あたりの平均電気料金及び電力消費量

２０１９年	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
家全体の電気代［円］	22,516	18,000	15,562	11,233	9,547	10,233	13,721	14,806	13,179	10,713	12,429	20,535	172,474
エアコンの電気代［円］	8,997	6,178	3,800	1,181	257	875	3,331	4,398	3,136	519	1,571	7,324	41,567
家全体の電力消費量［kWh］	986	768	705	481	409	419	525	565	508	439	539	881	7,225
エアコンの電力消費量［kWh］	422	314	193	61	12	39	135	179	128	23	80	360	1,946

住宅一戸あたりの年間平均は次の通りとなった。

全館年間総計 電気料金:**172,474**円 電力消費量:7,225kWh / エアコンのみ 電気料金:41,567円 電力消費量:1,946kWh（年間電力消費量

冬期の月平均（12月～2月） エアコンのみ 電気料金: 7,449円 電力消費量:365kWh

夏期の月平均（7月～9月） エアコンのみ 電気料金: 3,621円 電力消費量

＜電力消費量に関する調査概要＞

■調査対象と分析対象：上記、室温に関する調査の分析対象住宅27戸のうち、電力消費量のデータ欠損の無い住宅19戸を分析対象とし

■建設地：福岡県・熊本県（地域区分6～7地域） ■平均延床面積：119.83㎡

■測定期間：2019年1月～2019年12月

■分析期間：2019年1月～2019年12月

■データ収集：対象住戸のHEMS（分岐計測）からインターネット経由で測定データを収集した。

■電気料金算出方法：

・HEMSから収集した時間帯ごとの電力消費量（kWh）に九州電力の料金プラン電化でナイト・

再生可能エネルギー発電促進賦課金を含む。基本料金を含む

・対象住戸の殆どの住宅が太陽光発電を搭載し、実際の電気料金は売電・買電の差引で年間を通して0円以下となっているが、本分析では実際の光熱費を分析するために、太陽光発電の自家消費が無かったものと仮定して、エアコン及び住戸全体の電力消費量から電気料金を試算した。

HEAT20 G2物件 年間消費電力量
実物件19戸平均　1,946kWh/年
シミュレーション 1,815kWh/年

資料提供：エコワークス

資料２

断熱強化による暖冷房費削減の費用対効果に関する試算（21/05/14修正）

＜計算条件＞

使用ソフト：インテグラル社ホームズ君「省エネ診断エキスパート」パッシブ設計オプション
計算エンジン：EESLISM（工学院大学　宇田川名誉教授開発）非定常計算１時間間隔
建物：省エネ基準標準住宅モデル　気象：東京都東京（６地域）拡張アメダス２０１０年
設定ファイル等：http://maelab.arch.t.u-tokyo.ac.jp/cost_simulation/
断熱３段階（等級４・G2・G2超）×空調（間欠・連続）　①～⑤まで５通り

＜断熱強化＞　断熱等級４ UA値0.84（①③）　→　HEAT20 G2 UA値0.46（②④）

金属サッシ＋複層ガラス　→　樹脂サッシ＋Low-E複層
天井・床の断熱は変更なし　外壁のみ グラスウール16K 90mm　→　GW 24K 105mm
G2への断熱強化に伴うコストアップ見込み　約70万円（施主価格・税込）

＜断熱＋空調による温熱環境・消費電力量・暖冷房費＞

①等級４＋間欠　18℃未満時間率53% 不健康な室内環境　暖冷房費5.4万円
② G2＋間欠空調　18℃未満39% 不健康なまま　暖冷房費4.5万円（－0.9万円減）
③等級４＋連続　18℃未満9% 健康環境実現 ただし暖冷房費12.1万円（＋6.7万円減）
④ G2＋連続空調　18℃未満4% 健康・快適な室内環境を改善でき、追加コストも１０年で償却可
ただし消費電力量・暖冷房費は①等級４＋間欠空調と同程度

健康快適な室内環境を守りつつ省エネまで実現するには、G２超の対策が必要
⑤ G2超 UA値 0.36　外皮の付加断熱＋全熱交換換気
18℃未満時間率1%暖冷房費2.9万円（－2.5万円減）
イニシャルコストの削減が課題　日射熱活用などパッシブ技術の開発も必要

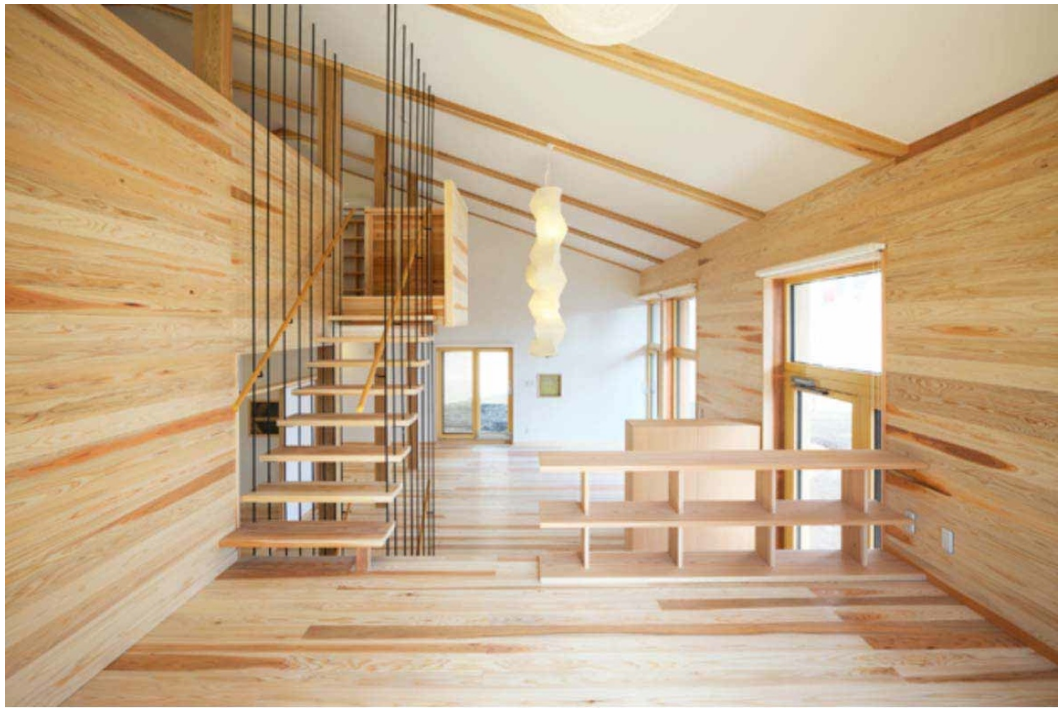
HEAT20 G2レベルは、健康快適な室内環境を現状の消費電力量で実現できる
脱炭素社会にふさわしい健康快適と省エネの両立には、G2を超えた対策が求められる

建物仕様と温熱環境・暖冷房消費電力量・暖冷房費の比較

	①等級４ 間欠空調	②HEAT20G2 間欠空調	③等級４ 連続空調	④HEAT20G2 連続空調	⑤G2超 連続空調
窓	アルミ 普通複層	樹脂 Low-E複層	アルミ 普通複層	樹脂 Low-E複層	樹脂 Low-E複層
外壁	GW16K 90mm	GW24K 105mm	GW16K90mm	GW24K 105mm	GW24K105m 樹脂45mm
UA値	0.85	0.46	0.85	0.46	0.36
換気	熱交換無	熱交換無	熱交換無	熱交換無	全熱交換
追加費用		＋７０万円		＋７０万円	?
エアコン	5台	5台	5台	2台	1台
18℃未満 時間率	53%	39%	9%	4%	1%
暖房 消費電力量	1,307kWh/年	993kWh/年	3,125kWh/年	1,314kWh/年	463kWh/年
冷房 消費電力量	496kWh/年	515kWh/年	914kWh/年	501kWh/年	498kWh/年
暖冷房費	5.4万円/年	4.5万円/年	12.1万円/年	5.4万円/年	2.9万円/年
削減額		-0.9万円/年	+6.7万円/年	0.0万円/年	-2.5万円/年

資料３

山形エコハウス



トリプルガラス窓

断熱材

6600万円/50坪

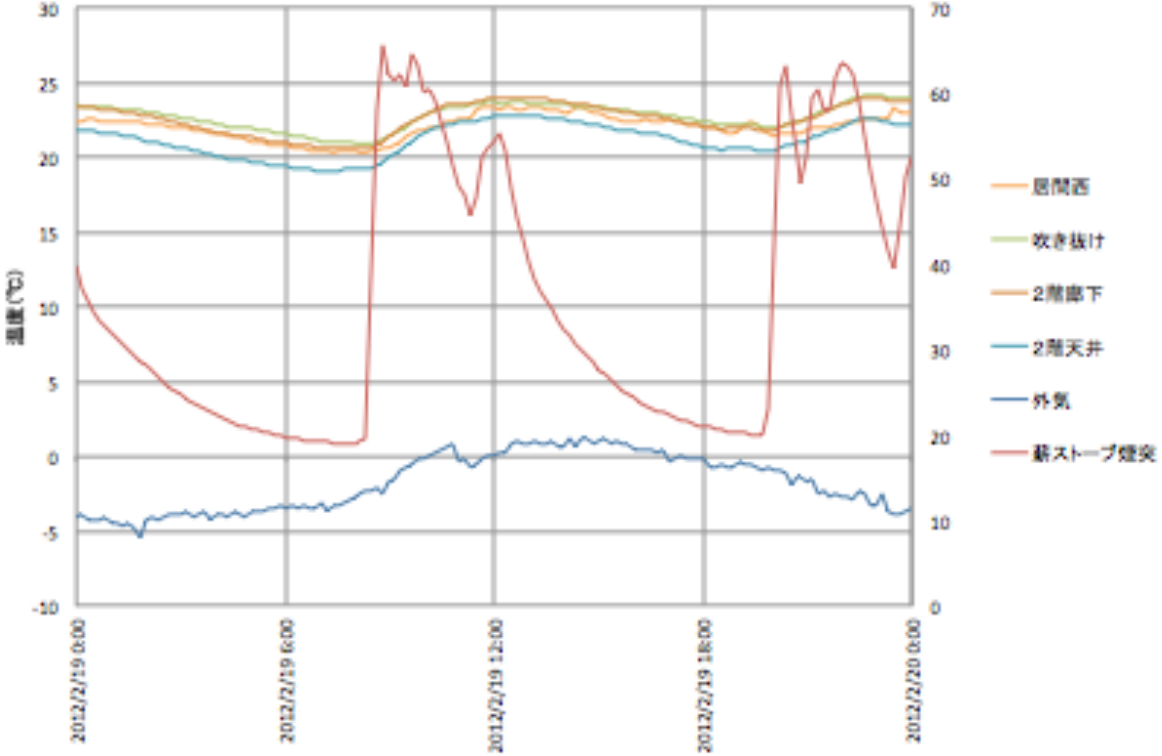
トリプルガラスサッシ　ドイツから輸入

2009年

東北芸術工科大学
竹内昌義

HOUSE-M

2012年2月の室温変動



建設工事費　坪79万円

トリプルガラスサッシ　ドイツから輸入

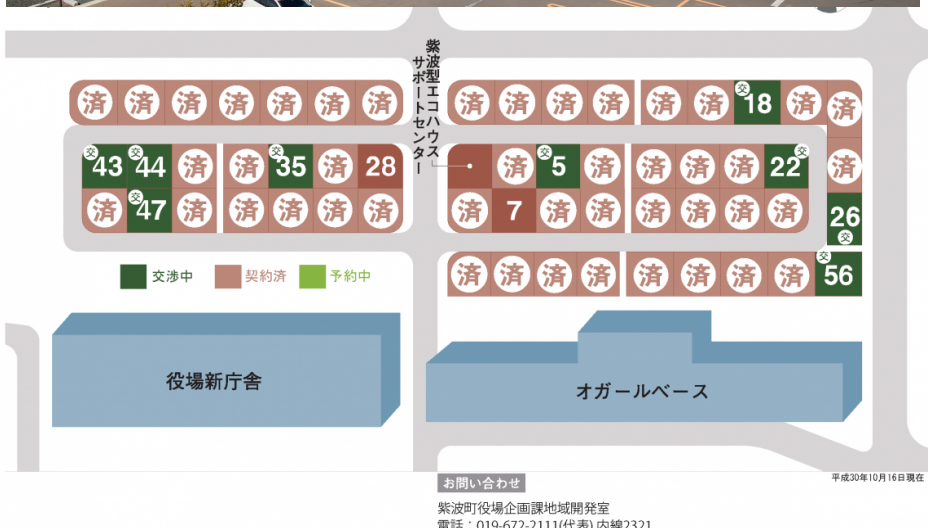
一般消費者が購入

断熱性能G3　ほぼゼロエネルギーハウス

2011年

東北芸術工科大学
竹内昌義

紫波町（岩手県）オガールタウン



紫波町＝循環型まちづくり

紫波型住宅をエコハウスに

全世帯の断熱強化。

暖房負荷　年間48kWh/㎡

隙間係数　C値≦0.8㎠/㎡

町の組合加盟者のみ（7/17）

町の健康増進強化

一般の工務店

断熱性能　ほぼG３

坪単価　65万円

国内メーカー対応可能

トリプルガラス樹脂サッシ

2014年

東北芸術工科大学
竹内昌義

山形エコタウン

建売

19件分譲

断熱性能　G2

坪単価　73万円

太陽光発電　全棟搭載　TPO

トリプルガラス樹脂サッシ

2019

東北芸術工科大学
竹内昌義

仙台　小学校の断熱改修

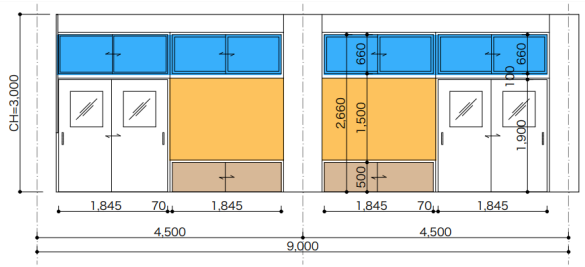
既存　改修　新築　提案の４パターンを比較

窓の改修とサンシェード、断熱工事でエネルギー60%～70%に

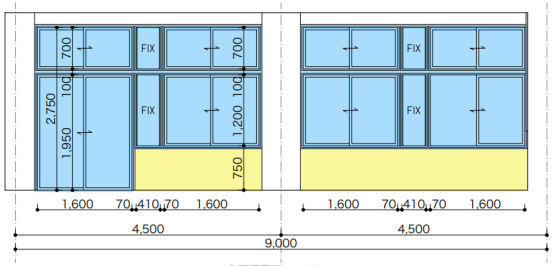
4. 実証実験　①【改修】

面　積	:	67.5 ㎡	
外皮平均熱貫流率（UA値）	:	0.42 W/m2k	（既存 1.16W/m2k）
夏季日射取得係数（μ値）	:	1.4%	（既存 2.40 %）
一次エネルギー消費量	:	286.43 MJ/m2年	（既存 321.44 MJ/m2年）
暖　房　負　荷	:	59.56　MJ/m2年	（既存 156.51 MJ/m2年）
冷　房　負　荷	:	240.63 MJ/m2年	（既存 196.56 MJ/m2年）

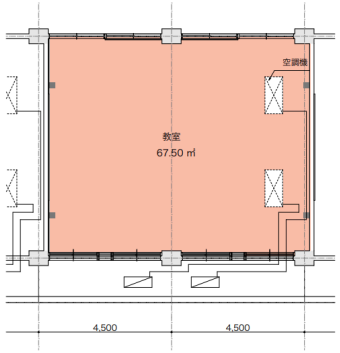
部位	断熱仕様	熱貫流率 (W/m2k)
外壁（南）	ネオマフォーム50tの上、PB12.5t（AEP塗装）	0.348
間仕切壁（北）	ネオマフォーム30tの上、シナベニヤ9t（掲示板シート仕上げ）	0.494
間仕切壁（東西）	現状のまま	2.140
天井	高性能GW200t（天井は一部剥がして現状復旧とする）	0.172
床	現状のまま	2.754
外壁　開口部（南）	枠をとりつけた上に樹脂内窓（プラマードU）設置（硝子：3+A11+テンパー4）	1.71
間仕切壁　欄間（北）	ポリカーボネート複層板4t	3.256
間仕切壁　地窓（北）	ネオマフォーム30tの上、シナベニヤ9t（CL塗装）	0.499



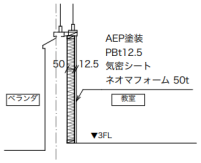
北面展開図　1/50



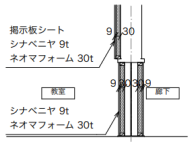
南面展開図　1/50



平面図　1/100



外壁　断面詳細図　1/20



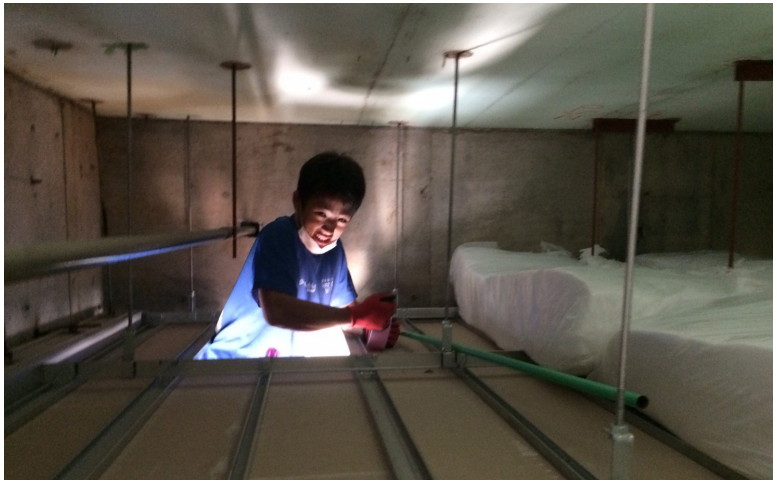
間仕切壁　断面詳細図　1/20

外壁側　パース

間仕切壁側　パース

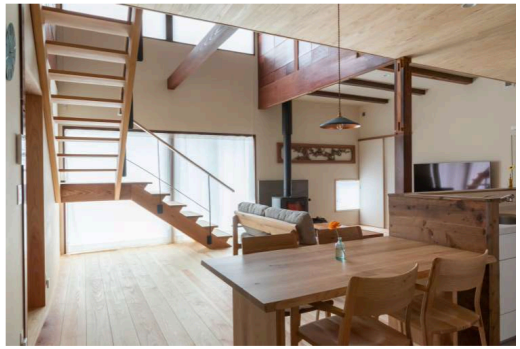
東北芸術工科大学
竹内昌義

白馬高校の断熱改修ワークショップ



東北芸術工科大学
竹内昌義

古民家のリノベーション



東北芸術工科大学
竹内昌義