

2050年をめざした健康・快適・ゼロエネの住まい

今回は、東京大学准教授 前 真之氏をお招きし、「2050年をめざした健康・快適・ゼロエネの住まい」をテーマにご講演いただいた。「暖かく涼しい健康・快適な暮らし」を「最小のエネルギーコスト」で「全ての人」に届けることを研究の目標に掲げ、地域の気候や周辺環境を反映し、確実に健康・快適な室内温熱環境と省エネ・再エネ利用を可能とする、要素技術と設計手法の開発に取り組んでおられます。

2050年までにCO₂排出量を80%削減するためには社会全体の大きな改革が必要であり、日本のすべての家が十分な性能を備えることの重要性について考えます。開催日時：2020年2月13日(木) 15:00~17:00
参加者：43名

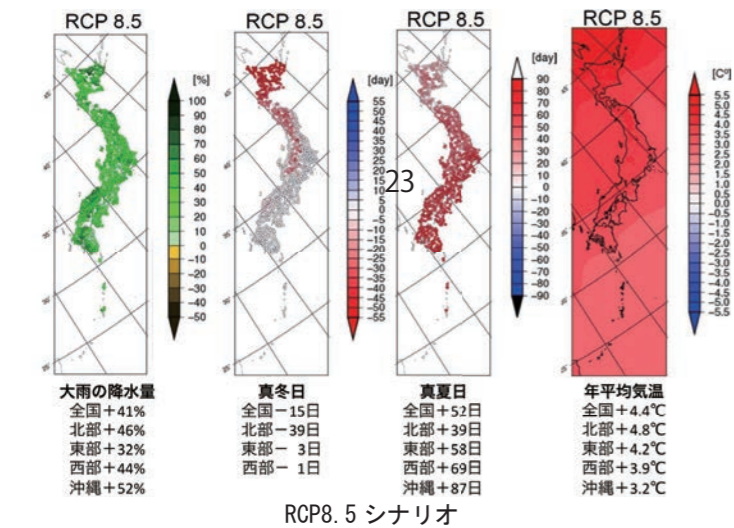
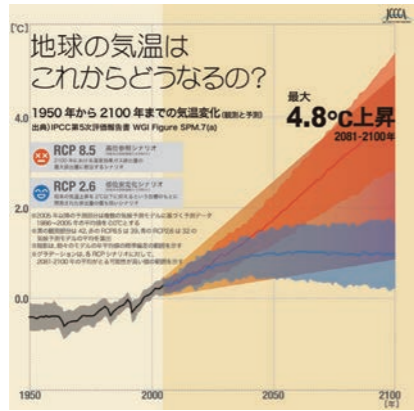


前 真之氏
東京大学大学院
工学系研究科 建築学専攻
准教授

□エコハウスで実現すること

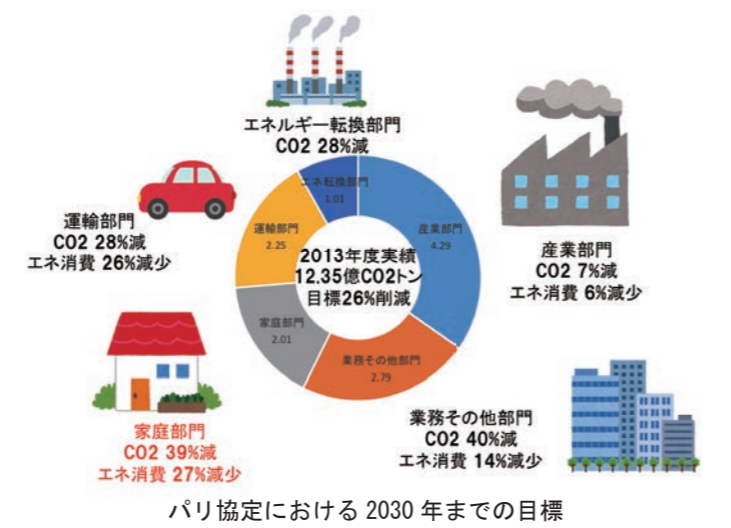
東京大学の前です。2050年を目指した健康・快適・ゼロエネ住宅について私の考えをお伝えします。ご案内の通り地球環境のためにCO₂を減らす、ランニングコストを減らすために省エネそして快適性を増やしていく、そして非常に重要な健康・快適・安心というところが大きなテーマであると思っています。

よく言われるRCP8.5シナリオですが温暖化が進んでいるのは間違いなさそうです。実際はこれを超えて地球温暖化が進んでいるということを耳にします。この最悪のシナリオで言われている通り真冬が減り真夏が増えてくる。大雨のとき降水量が増加して昨年のような風水害が温暖化によって進行する。今まで災害というと地震が一番でしたが温暖化で深刻になっていくのは風水害ということになるのかもしれない。



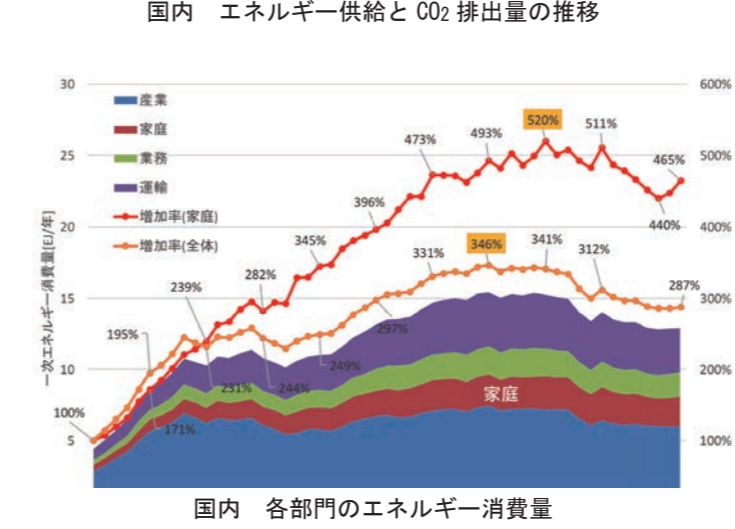
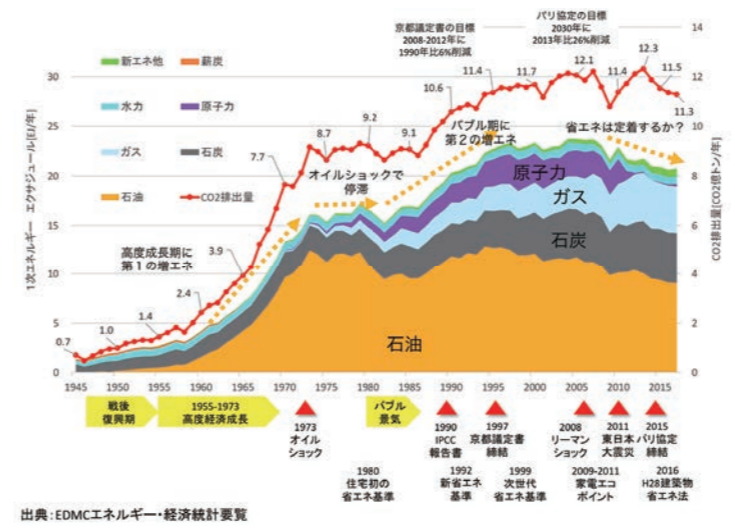
次に東京は夏場のピークが44°Cになると言われる環境省の天気予報ですが、ここで大事なことは身近な人で2100年に暮らしているであろう人は既に生まれているということです。令和に生まれた子どもたちはおそらくその時代に生きている訳ですから真面目に地球環境問題を考えたほうがいいのかなと思っています。ご存知の通り石炭火力大推進という動きが日本にはあります。原発が止まり安い電気、石炭発電へと世界中から批判を浴びながらせせと石炭発電を増設している現実があります。

パリ協定達成のための政府目標では産業部門は7%だけCO₂を減らせばいいのに家庭部門では39%削減という話になっています。住宅において説明義務化やトップランナー、ゼロ・エネルギー住宅とか様々な取り組みを行っていますがこれでは全然間に合わないというのは皆さん感じていらっしゃるかと思います。これまで省エネで中心だった家電や給湯器などは、メーカー主導で高効率化が進んだおかげで、買い換えてさえいけば省エネになりました。あまり知られていないと思いますが、トップランナーは大概が終わってしまってメーカーまかせにしても省エネは進まなくなっています。太陽光発電とその普及も頭打ちになり棚ぼたの省エネのネタは尽きているので丁寧な設計をやっていくしかないのです。



□戦後エネルギーの歴史

ここでエネルギーの歴史を振り返っておきます。戦後直後からのエネルギーの推移ですが10年間占領されていた時代とそれから爆発的に石油が増えてオイルショックで一旦停滞した以降もリーマンショックまで増え続け、リーマンショックと311以降は減り始めた。それと省エネの歴史が絡んでいるのがわかっていただけだと思います。



映画化もされた『海賊と呼ばれた男』。出光興産の話で日本が占領されている時にイランがイギリスの支配下から独立すると、イギリスからイランの石油を買うなど妨害を受けながらも出光のタンカーがイランに行って石油を運んできた。日本に帰ってきたら差し止め請求がされましたが裁判所はそれを蹴ったという有名な事件がこの日章丸事件です。1956年に徳山に出光興産の大きな製油所が出来てこの頃から石油の消費が爆発的に増えます。ちょうどトヨタからクラウンが発売されたあたりです。1946年日本には乗用車が3万台しかなかったのが1972年には2,000万台になる。モータリゼーションこそ文明であるってことでベテラン世代の黄金期になっています。1970年には大阪で万博が開かれこの時のテーマは人類の進歩と調和です。6,500万人が押し寄せたことからついたのは『人類の辛抱と長蛇』。これがオイルショック前のピークでした。こういった日本の高度成長を支えたのは

安い石油です。セブンスターズといわれるオイルメジャーが石油を独占して産油国から安い石油を取奪していたわけです。それが第四次中東戦争によるオイルショックで石油が足りない電力はピンチとなって銀座の町が真っ暗になりました。ここで夢の高度成長期がトーンダウンして石油依存から脱却しようということになります。

私は1985年に10歳でしたからつくばの科学万博がものすごい記憶にあって親に頼んで4回連れていってもらいました。楽譜を読んでオルガンを弾くロボットを見て僕は勘違いをしたわけです。すごい国に生まれたんだとすごく誇らしかったのを覚えています。その後バブルになって訳がわからなくなり日本の不動産はアメリカの4倍とか馬鹿みたいなことをみんな真顔でやっていたジャパンアズナンバーワンの時代があった訳です。当時NECは世界最大の半導体企業で今は影も形もない。最近日本企業はすごいって話はほとんど聞きません。一体あれは何だったんだろうと思います。バブルのせいで色んな社会的問題が先送りされてしまったというのは社会学者の定説だそうです。

□2030年までの目標

地球温暖化問題が出てきて1997年京都議定書が採択されます。京都で決めた訳ですからこれはまさに世界のリーダーとして環境をがんばっている国だったのだらうと思います。その名残として環境省がエコハウス調査で全国20箇所に一億円ずつ出して建築家協会 JIA の環境行動ラボとの連携で、全国にエコハウスを建てた。私の研究室もこの調査のお手伝いをさせていただいたのですが、調査しているとだんだん学生がノイローゼになってきた。測った結果がろくでもないという別の問題が出てきたからです。例えばエコハウスでは日本海側にある住宅で木をふんだんに使った大開口で通風の



良さそうな、実は通風が全然だめでした。通風の出口側を考えていないのでこれだけ窓があっても風が抜けません。大開口なので冬の日射取得に役立つと思われるかもしれませんが、日本海側なので冬はほとんど日射がありません。こんなところで大開口と吹抜けを設けても単に寒いだけです。管理人がここで説明しようとするんだけど、エコなはずのハウスは冬寒い夏は暑いで省エネになっていない気がするこれをどう説明していいかわからないって嘆かれていました。私は環境建築家第1世代と呼んでいますが、要するに『イデオロギー』は立派ですけど詰めが甘いところがある。設計が

詰まってないですし部材や設備の性能が不足しているの、出来た家はあれってことになってしまう。このあたりが僕の環境住宅、エコハウスとの関わりの最初期で、ここで起きたことは何だったのか、ああいうことが起きないようにするには設計はどう進化すべきなのか、ということをやろうになった学生への贖罪の意味もあってずっとやっています。次に出たのが、第2世代の環境建築家による『徹底合理主義』です。断熱はもちろん、設備はエアコン・エコキュートでタダみたいな深夜電力をバンバン使う。住む人は暖かく涼しくて安いと何の文句があるかというようなエゴイステックなところがある。個の性能はよく考えられているけれど本当にこんな家ばかりになっていいのか、みたいな印象があったのがこの第二世代かなと私は勝手に理解しています。その後2008年にリーマンショックがあってエネルギー消費はすごく減っています。日本がその後BCP対応ばかりに傾倒していく中で、世界はCO₂削減の流れを更に加速させます。特に温度上昇を2度以内に食い止めることは世界的コンセンサスになり、パリ協定における日本の存在感はゼロになっているというのはご存知の通りです。次に住宅のエネルギー消費を見てみると、産業界と家庭用、業務、運輸とあるの中で住宅のエネルギー消費はプロポーションこそ小さいですが伸びは大きくて2005年くらいに1965年比5.2倍になっています。最近減ってきたと思っていたら実は2016、17年とエネルギー消費量が伸びました。CO₂を39%減らさなくてはいけない住宅の省エネが進まなくなったことはとても大きな問題であると思います。

□エアコンを買い換えれば節電になる？

日本の典型的な省エネは家電の省エネ化でした。当時技術力のあった日本の家電メーカーは高効率化に突き進んでいきました。エアコンは特にすごくて1970年には10軒に1軒しかなかったのが1985年頃に一家に一台になり2000年位に一家に2台になって今や各部屋に一台となっています。色々な家電機器が普及してくる中で経済産業省は家電の省エネ化、特に1997年京都議定書以降に矢継ぎ早に家電のトップランナー基準が始まりエアコン、TV、冷蔵庫などが次々に省エネになっていきました。また2000年にエコジョーズ、2001年にエコキュートが出たということで給湯器も劇的に効率化します。対策が矢継ぎ早に打たれましたが2009年から2011年に麻生さんが首相を務めた時に『家電エコポイント』があって大騒ぎしていたのはご記憶の通りと思います。あれ以降はたつと話が終わってしまって、エアコンとかTVとかトップランナー基準はなくなってしまいました。今残っているのは冷蔵庫と一部の照明機器だけです。そうした中で、日本が得意としていた家電の省エネは次々に力を失ってきています。カタログ15年分くらいをひっくり返して調べたところ、冷房のCOPの平均値は全然増えていない。平均値というのは標準機種のこと、最大値というのは高級機種を意味します。だから標準機種を高級機種に買い換えれば省エネになるけれど、同じ標準機種を買い替えても実は効率はほとん

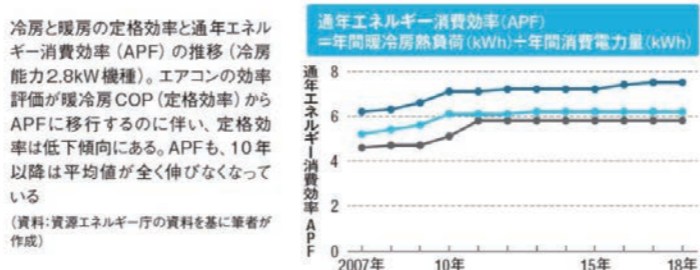
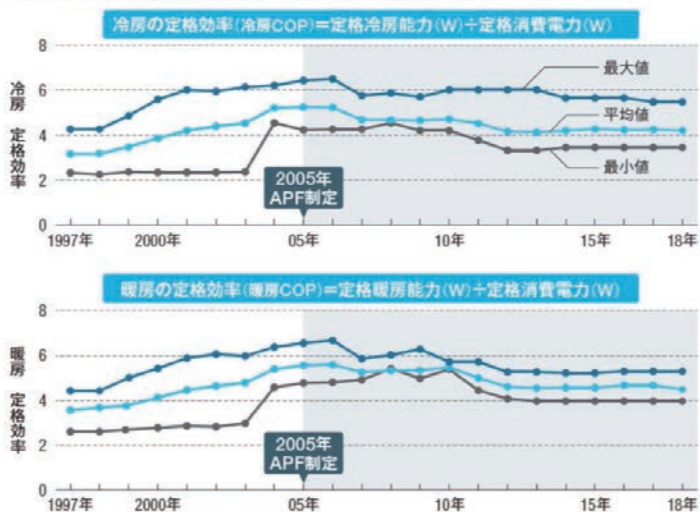
ど伸びなくなっている。標準機6万円高級機18万円くらいしますから絶対にペイしません。

Q 新・エコハウスのウソ⑧ エアコンを買い替えれば節電に？

講師：前真之 東京大学大学院准教授



【図3】エアコンの定格効率は低下傾向、APFも頭打ちに



エアコンの定格効率の推移

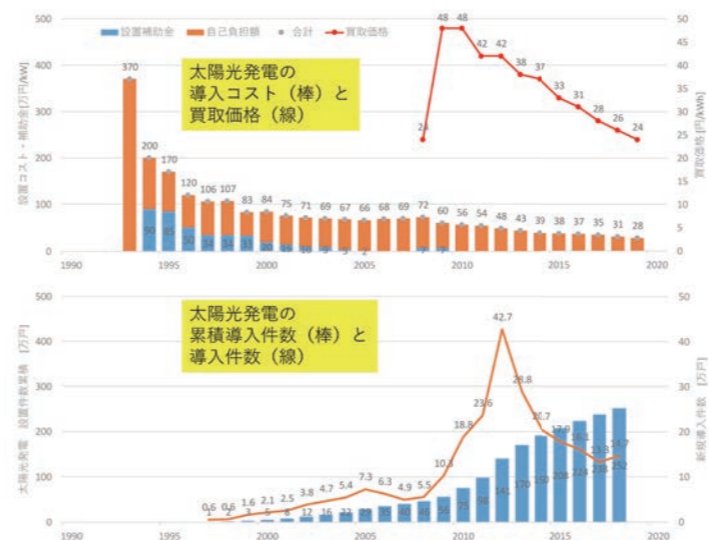
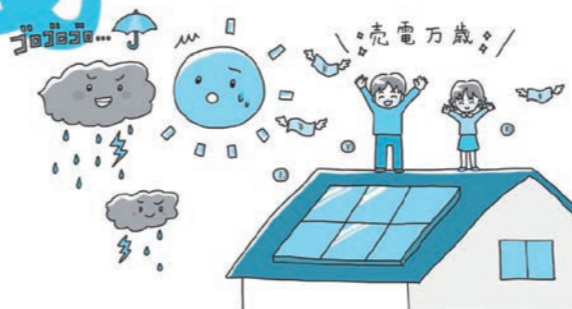
□太陽光発電は売電で万々歳？

家電、給湯器が期待できないなら太陽光となりまして、ZEHに突き進んでいきます。福田さんが首相だった2009年に太陽光の買取価格を一気に上げて、2012年には42万軒に太陽光が付きまして。急激に増えすぎて買取価格を下げたところ、すぐに設置件数が激減しました。そうこうしてる間に再生可能エネルギーの中で圧倒的に大きいメガソーラーの影響で太陽光の買取価格が3兆円のオーダーになって、負担が大きくなってしまった。更に太陽光発電の不安定な電源のせいで系統がパンクするということから受け入れられないと言う話が出てきます。特に九州のように原発が稼働して太陽光

が乗っかってくると制御不能になるということで太陽光をやりに増やすのは問題だと。少なくとも売電メインのやり方はもう成り立たない。福田さんの時に始まった高額な固定価格買取制度が終わってきて電力会社は買取義務が消滅する。そうした中でどうやっていこうかと今色々困っているところです。

Q 新・エコハウスのウソ⑨ 太陽光発電は売電で万々歳？

講師：前真之 東京大学大学院准教授



太陽光発電の買取価格と導入件数

□自然災害への備えが大事な時代に

ゼロ・エネルギー住宅については20%を越えてくる気配がなく勢いを失っています。一番の問題は、太陽光発電をつけることのモチベーションの低下と聞いています。これからはゼロ・エネルギーもいいですけど自然災害、特に地震だけではなく風水害とそれに続く大停電への備えが重要です。地震に対してはガスのほうが復旧は遅く電気が強いと言われています。でも風水害に対しては電気の方が復旧しない。地下のガスパイプラインの

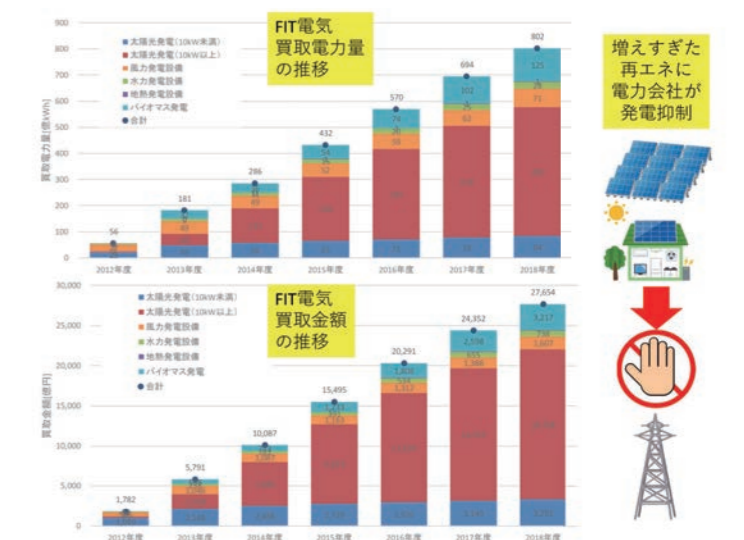


災害に備えた敷地選び・家づくり

方が風水害には丈夫です。結局どのエネルギーインフラもどんな時でも安定しているわけではない。そうすると風水害を考えていく中でハザードマップをチェックしてリスクの高いところには住まない。今後はハザードマップを見て業者から住む人への避難情報とか注意喚起の説明義務が出来るって話を聞きました。風水害に強い家あとエネルギーの備えも必要だということになっています。

□蓄電池で停電対策は大丈夫？

用途によってエネルギー使用量は様々です。情報家電の数ワットから照明の10ワット、そして調理用の数百ワット、暖房だと1,000ワット。給湯が一番パワーが必要でシャワーには17,500ワット必要です。災害時に一番復旧しないのはシャワーそして一番困るのはスマホとか照明がなくなることです。照明をローソクで置き換えると間違いなく火事の原因になります。だから照明と情報家電が使えると便利なのでその程度ならアマゾンで10万円以下で売っている1kWh足らずの充電電池で十分だと思っています。一番中途半端なのは定置型蓄電池で、本当に普段通り暮らしたければ大容量のV2Hが有利です。蓄電池についてはFIT(固定価格買取制度)対応に電気を売り買いつけてちょっとコストメリットを得ようという話と、非常時に電気が残っているという2つの期待がある、つまり普段のアフターFIT対策と停電時対応これを両立させるのに、たかだか5kWhとか10kWhの電池というのはかなり中途半端だと思っています。余談ですが国の基準整備促進ということで蓄電池は近く省エネ基準が改正されて蓄電池を付けたら増エネ評価される。なぜかといえば蓄電池は充放電にロスがあるからです。今その基準を国交省が作っておりますので蓄電池をつけた場合はもれなく増エネになります。アフターFIT対策としてどんどん卒FITの人が出てきます。同時期に既存設備の交換期を迎えるのでエコキュートの買い替えという話もありますが、このエコキュートというのは夜間蓄熱型機器なので結局エコキュートを昼間に沸かそうとしても深夜の時間帯に深夜電力でヒートポンプ

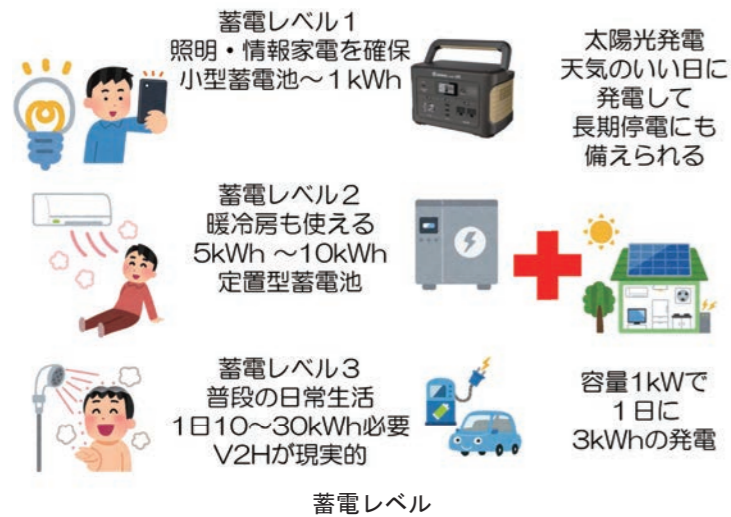


FIT 電気 買取電力量・買取価格の推移

のお湯を貯めていたら実は昼間そんなに沸かせない。深夜電力 VS 太陽光発電という構図がエコキュート 1 個のタンクを取合いということになる。FIT 向けに出し入れするという話と停電時に電気が残っているかって話はバッティングするのでそういったところに難しさを感じます。それと蓄電やタンク蓄熱は非常時には役に立ちますけど日々暮らしている中ではなんの役にも立たないのではないかと思いはじめていて、つくづく建物をしっかりつくっておくことが大事なと思います。



家庭内での消費電力



□日本の家は「限られた場所」「限られた時間」だけ暖かい

ということで誰かに任せたら住宅の省エネが進むとは思っていないので建築側でもっと知恵を付けて丁寧な設計をして建物の性能と設備を噛み合わせていく努力が必要だと思います。そうした中で日本の家は暖かいところが限られた場所限られた時間だけっていうのはちょっと問題が出てきています。ここ一年一番変わったのは寒い家はがまんすればいいという発想が大きく変わったことです。寒い家は人を殺すということがわかり解決しなければいけない我慢してはいけないという認識が変わりました。よく言われるヒートショック問

題は部屋間の温度差による血圧の急激な変化ですから、この対策を考える時に低断熱・低気密では温熱環境で悪いことが起きてくる。そこで日本は設備だけなんとかして誤魔化そうと非常に家電的な発想をしてきた訳ですが実は人を包む建物がしっかりしないと設備ではごまかせない。リビングだけ暖房しても解決するわけではありません。水廻りとか個室まで含めて暖房しなければいけないことが問われている。非常に面倒な話の蓋を開けてしまったと感じています。断熱性能が不十分な家をたくさんストックしている中で非常に難しい問題を解決しなくてははいけません。

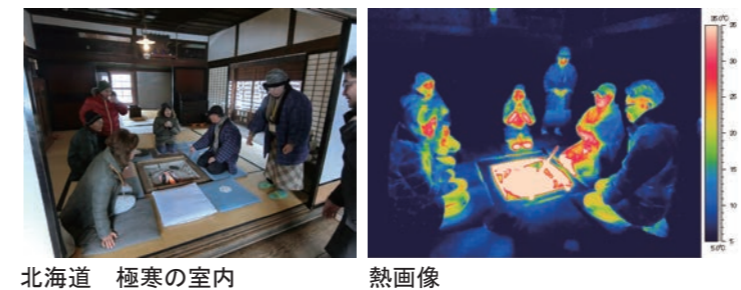
□改正建築物省エネ法

戸建住宅については努力義務とかトップランナー制度があります。これは国交省の合同第3庁舎の会議室で役人と先生方の話し合いの中で決めています。国交省にしてみると現状で適合率わずか6割の省エネ基準は適合義務には出来ないと言っています。適合率が低く計算が出来ないという話から結局適合義務化は見送られました。住宅系については大中小規模ごとく適合率は6割。建築物は9割適合しているから今度は中規模が適合義務化になります。住宅は一次エネルギーを全部ガッチャンコして基準値以下にすることになっています。UA値に関してはこの適合義務化にあたって特に厳しくすることはしません。もともとこのUA値は十分なレベルには無いのに国交省はさらに緩くする隠し玉を用意しています。ご存知の通り地域区分が見直されました。気象データを拡張アメダス 1995年から2010年に変更したら次々に温暖化していることが分かり、同じ場所でも勝手にUA値をひとつ下げていいというゆるゆるの話が出てきました。次にη AC値については沖縄問題が出てきました。沖縄はどうしても断熱をしたくないという人たちがいるので散熱を想定したη ac値3.2は出来ないという話になりなぜか6.7という数値になりました。適合義務化が説明義務になり施主から説明を求められたら省エネ基準の適否を答える。ここで省エネ計算はマストになるかとおもったのですが国交省は優しく、ぬけぬけのモデル住宅法を作るという話になっています。そうした中で役所として一番適合義務化しなかった理由は、既に適合義務化されている大規模建築物は3,000棟。今度中規模が追加されても14,000棟です。住宅はエネルギーをたくさん使っていますけどその数は40万棟を越えています。こんな書類が来たら役所はパンクするわけです。行政効率を考えて書類が来ないようにしようと編み出したのが説明義務ではないかと考えています。

□良質な住宅ストックの積上げが急務

そうした中で日本の省エネ基準の遅れという問題があります。断熱等級2(1980年)、断熱等級3(1992年)、断熱等級4(1999年)ですがご存知の通り断熱等級2、3では温暖地では単板ガラスアルミサッシです。1999年からようやくペアガラスがほぼマストになりましたがこれも義務で

はありません。こういうことでゆるゆるのストックの家がたくさん建ってしまいました。住宅着工数の推移を見ますと高度成長期に大きく伸びて180万戸家を建てた時代には省エネ基準はありません。遅ればせながら省エネ基準を作ってバブル期には一部の人は断熱等級2でやっていた。1992年に断熱等級3。断熱等級4になってようやくペアガラスが標準になったときには住宅着工数が大幅に減ってしまった。策定の遅れのせいでストックされている住宅の1割しか断熱等級4になってない現状は大失敗だと思います。そうした中で家電とか給湯器の手っ取り早い対策に走ったことも結果的に断熱を後回しにして低質なストックを抱えることに繋がりました。この状況で健康問題を解決するのは常識的に考えればほぼ無理です。日本人というのは低気密・低断熱の中で暖を取るという考え方をずっとやってきました。北海道の開拓の村にある氷点下マイナス何十度になるようなところの家ですが断熱気密はゼロです。炭火で身体的一面だけが炙られて周りは漆黒の闇という一番ひどい状態です。なんでこんなにつらい生活を続けて部屋中を温めようとしなかったのかというと日本人は熱と煙を分離しなかったからです。韓国のオンドルの様に煙を床下に通して熱だけもらって煙と分離せず日本人は煙を室内に撒き散らしていました。日本の伝統というのは窒息死すべきか凍え死ぬべきかすごい無理を強いられました。漆黒の闇の中で一面だけ炙ってしかし北海道の昔の記録では一冬越すごとに櫛の歯が欠けるように人が消えていったということのようです。

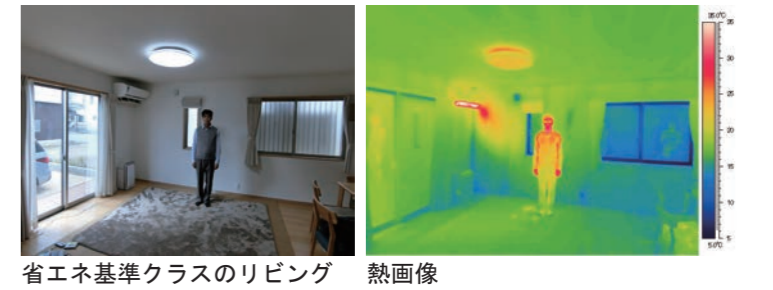


北海道 極寒の室内 熱画像

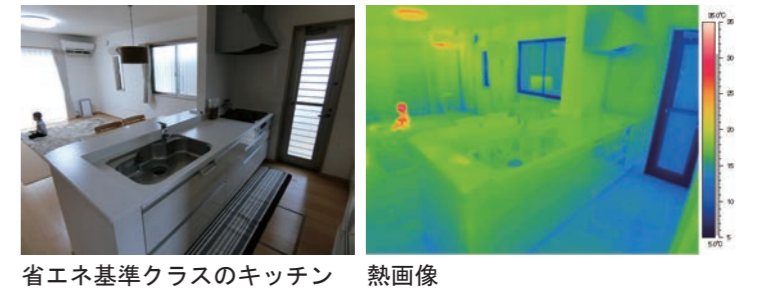
□トップランナー基準

トップランナー基準というのが始まります。説明義務化以外に大きなところは現在戸建建売だけトップランナー基準がかかっていますがこれを注文戸建・賃貸にも拡充します。一次エネルギーはそれぞれ25%、10%減らすという話です。ただいずれも断熱等級は4です。そこで断熱等級4でカツカツに建てた家がどんな温熱環境になるのかをお見せします。上モノを900万円建てた某メーカーの家です。エアコンで暖房していて赤外線カメラで見ると壁の温度が15、16度で青から黄緑色になっています。アルミサッシは全くだめです。エアコンが暑い空気を吐いてますけど断熱性能が足りない、気密性能も不足しているので結局内側の放射温度が非常に低く快適でない。顔のところだけ暑い空気が当たるけど周囲の放射環境が低いので暖かさを感じにくい。キッチンカウンターのところはエアコンの暖気が届きにくい。勝手口があり配管などがあるキッチンは足元周りが一番冷え込むことに

なります。リビングの暖気が家全体に回らずこれではヒートショックを解決しているとは言えません。

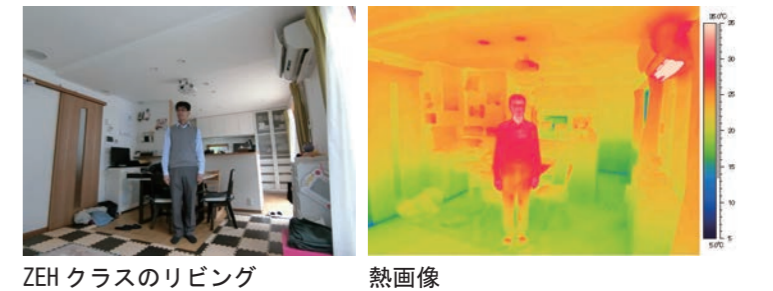


省エネ基準クラスのリビング 熱画像

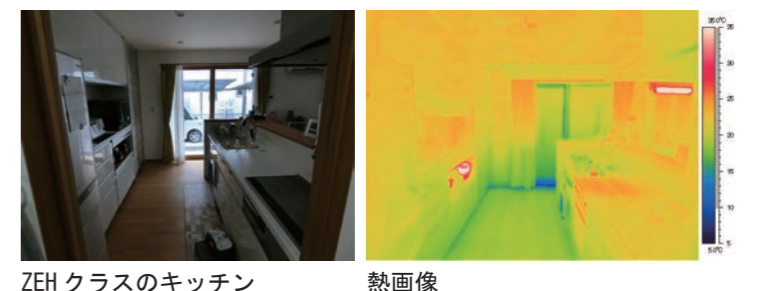


省エネ基準クラスのキッチン 熱画像

ZEHクラスの家を見てみます。少し断熱性能が上がって壁の内側の温度が22、23度くらいオレンジ色になってきたかなと思います。リビングはまだいいですが暖気が届きにくいキッチンの足元は温度が低い。一番問題なのは暖房しているリビングと一枚壁を隔てたトイレ廊下にもものすごい温度差が出てしまうことです。断熱等級4を満たしていてもヒートショックを解決しているとは言えない訳です。外皮性能をもっと上げなくてははいけないということと建物全体をどう温めるかということが必要です。ここに大きな問題があります。



ZEHクラスのリビング 熱画像

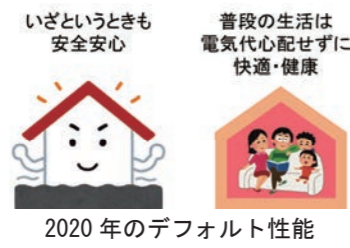


ZEHクラスのキッチン 熱画像

□2020年のデフォルト性能

2020年はすべての家で安全安心、普段の生活は電気代を心配せずに快適健康これをどうやって実現すればいいかが大きな問題です。国のミニマムな基準を満たしていても駄目で、十分にお客さんが快適健康にリーズナブルなエネルギーコス

トで暮らせるよう提案することが求められています。ちなみに今のまま放っておくと非常によくはないと思っているのは、お金があってリテラシーの高い人達は建物性能を確保して太陽光パネルを載せて、そこに住む家族みんな快適で暖かく涼しくても電気代は安い。更にこの良質な住宅は次の世代の子どもたちに引き継げるものすごい勝ち組が生まれます。それに対してそうでない人たちは今借りているアパートと同じ家賃だからと低質な住宅に飛びつく。性能は足りず住んでも全然快適ではなく電気代も我慢するしかない。たいした建物ではないので長持ちを望まない。住宅というのは数世代行くと途方も無い格差を生むような気がします。そもそも日本人はどういう暮らしをするべきなのかということを中心に考えてこなかった。しかたがないからこれ位で我慢する、それで納得してきてしまった。これが一番いけないと思います。



住まいの性能によって生まれる格差

□みんなが快適健康に

ドイツの話で東ベルリンにある東ドイツが作ったプラッテンバウというぺらぺらな住宅を治しているところ。もともと東ドイツが作った共産主義クオリティの住宅ですからラジエーターで暖房してもとても寒いわけです。これにドイツ政府は積極的に 200mm のロックウールの外断熱そして樹脂サッシ3重トリプルガラスをキチキチと入れていく。それで断熱改修を終えると温熱環境は劇的に良くなる訳です。ドイツで一番貧しい人たちが勤める地域になりますがそういった自分達では直せない人たちに国が率先してドイツ人たるものこれくらいの生活はするべきじゃないかということで対策を打っていく。かつ大事なことは省エネが義務化されてドイツではUW値1.3以上の窓は売れない。だから流通している建材がすべて高性能というのです。低所得者の人達にも高性能が普及するとみんなが快適健康になる。ドイツ人が言っていたの

は我々の国は国民を見捨てない。高性能を差別化を口実に値段を高くしてしまっている日本人の生活はよくなるということ。省エネが義務化されているから高性能な建材が安価に普及している。みんなが快適健康に。



高性能な建材が安価で手に入る（ドイツ）

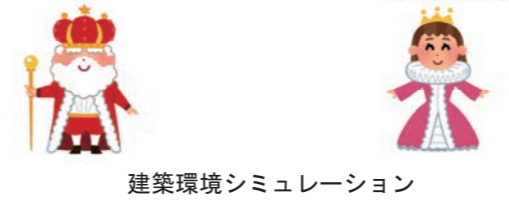
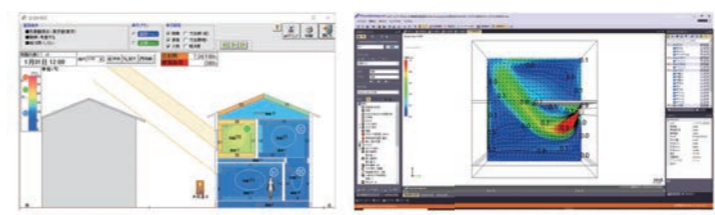
□光熱費にビックリしない

光熱費にビックリしない、暑さ・寒さでウンザリしない幸せな生活を日本中すべての家族にというのが私の研究テーマです。究極目標としては自然エネルギーだけで冬は暖かく夏涼しい末永い快適な生活がすべて賄えることです。このバランスが取れているのが本来のエコハウスではないかと思っています。私はゼロ・エネルギー住宅はこれに達していないと思います。なぜなら日本の家がすべてゼロ・エネルギー住宅になったとしてもやっぱり大きな発電所が必要になるからです。経産省は年間の消費エネルギーと創エネルギーが釣り合っていることしか見ていません。需要と発電を季節ごとに見てみると家電・照明は同じで次に給湯は少し変化して夏は冷房が載ってきます。一番の問題は暖房で冬に圧倒的にエネルギーを使う。太陽光を見ても春夏秋は発電過多で発電できずに無駄になってしまう。冬は発電が減る。だから年間を通してゼロエネと言っても実は春夏秋は電気が余って冬は電気が足りていない。これを補うためには大きな発電所が必要になってしまいます。夏は太陽光の発電が余るので快適性を重視して冷房すればいい。冬は電気が足りないから電気ではできないことに使って出来るだけ熱を使う。無暖房で十分に温かい家ができれば災害時に停電になっても恐れることはありません。夏は健康快適のために日射遮蔽と冷房、冬はゼロエネのために断熱と太陽熱で無暖房化を目指すということです。これを突き詰めて行きたいと思っています。

□建築環境シミュレーション

いままでの話は書きですがそれで終わらずに技術的に詰めたいと強く思っています。そのモチベーションで環境省エコハウス調査依頼ずっとシミュレーション開発に関わってき

ました。冬に無暖房でも十分な室温を確保する。そういうことから断熱・日射・換気を決めていく。そして暖房をオンにしても冬季の熱負荷がそれほどでもない、コストも十分少ないことを確認します。冬はこれでいいので問題は夏です。夏に無冷房で出来るだけ室温を下げる努力をしますが日射遮蔽を徹底的にやっても限界があります。外気温度が40度になった時日射遮蔽だけで済むわけがありません。そして冷房をオンにして建物全体のピーク負荷が機器容量に収まることを確認する。全館空調を想定して各部屋がキッチンと冷え続けるかを確認して吹き出し風量を決めてそのうえで電気代がいくら確認する。幸いにして冷房と太陽光発電とで相殺されるのでユーザーは気づきません。冬は暖房費が高いと苦情が来ますが夏は太陽光を付けておけばほとんどわからない。これをやるために2つのシミュレーションが必要だと思っています。一つは熱回路網計算です。暖冷房負荷と室温の変化を年間でざっくり解く。エネルギー消費量を計算する環境シミュレーションの王様と言われているこれが基本です。つぎに数値流体計算で室内がほぼ快適で部屋全体がむらなく冷えるか、また気流感を人に与えないかという検証のために必要です。とても魅力的ですが機嫌をとるのが難しいソフトなので私は環境シミュレーションの女王様と呼んでいます。まず王様が大事で女王様もところどころで活躍していただくくらいかなと思っています。



□温熱環境の設計目標

建物の温熱環境は何を目標に設計したらいいか少なくともUA値、ηAC値ではないことは間違いありません。私としてはより多くの人に共感されるパッシブ設計というものを広めたいと考えています。単に電気代が安いとか功利主義みたいなことを前面に出しても広がらない気がします。日当たりだけで温かいとか前の家では10月から暖房してたのにこの家は12月になっても暖房をつけずに済んだとかそういう驚きを与えられる設計に効果があると感じています。一言でいうと温度で設計するという事です。私としては温度とか時間の概念を使って人に暖房とか冷房に頼らなくても快適だと

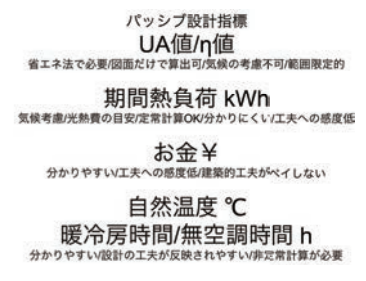
か無空調の時間がこんなに長いとかそういうことで驚きを与えたいというのが基本的な考えです。UA値というのは部材のUA値と窓の開口比率で決まるのでこれを突き詰めるとただの小窓路線になります。断熱等級4からG1にするときはいいですがG2にする時に窓の大きさをそのままにするとダブル断熱とか高性能窓が必要になって面倒になってきて窓を半分にするのが手取り早いとなってしまいます。窓からの日射取得を考えると断熱等級4からG1これは室温が上がってみんな幸せです。これを小窓のG2にすると室温が下がってしまう。断熱を強化して日射取得を確保しつつければ自然室温も上がりますがUA値だけ追いついて室温が低い家なんて誰も住みたくない。

もう一つあるのは作用温度です。断熱を良くすることで壁内の温度が上がり建物に入った瞬間に暖かいと感じます。高断熱住宅をやっている人は瞬間で違いが分かるといいます。超能力ではないはずなので多分放射温度によって感じていると理解しています。我々の冬季熱収支の半分を司る放射を我々は敏感に感じているので、太陽熱でどれだけ室温が温かい湿度が高くなってことと作用温度この2つを使いながらよりよい設計を示せばいいと思います。幸いにしてHEAT20は比較的バランスのとれたG1、G2から非常にバランスがぶつとんだG3を出していただいたこともあってそれ以外の可能性も考えたいなと思っています。本気でHEAT20 G3並にUA値をやるのかあるいはもっと別の断熱とかパッシブ設計の指針はないのかということは今本気で研究テーマとしています。



□快適で暖房いらずの家

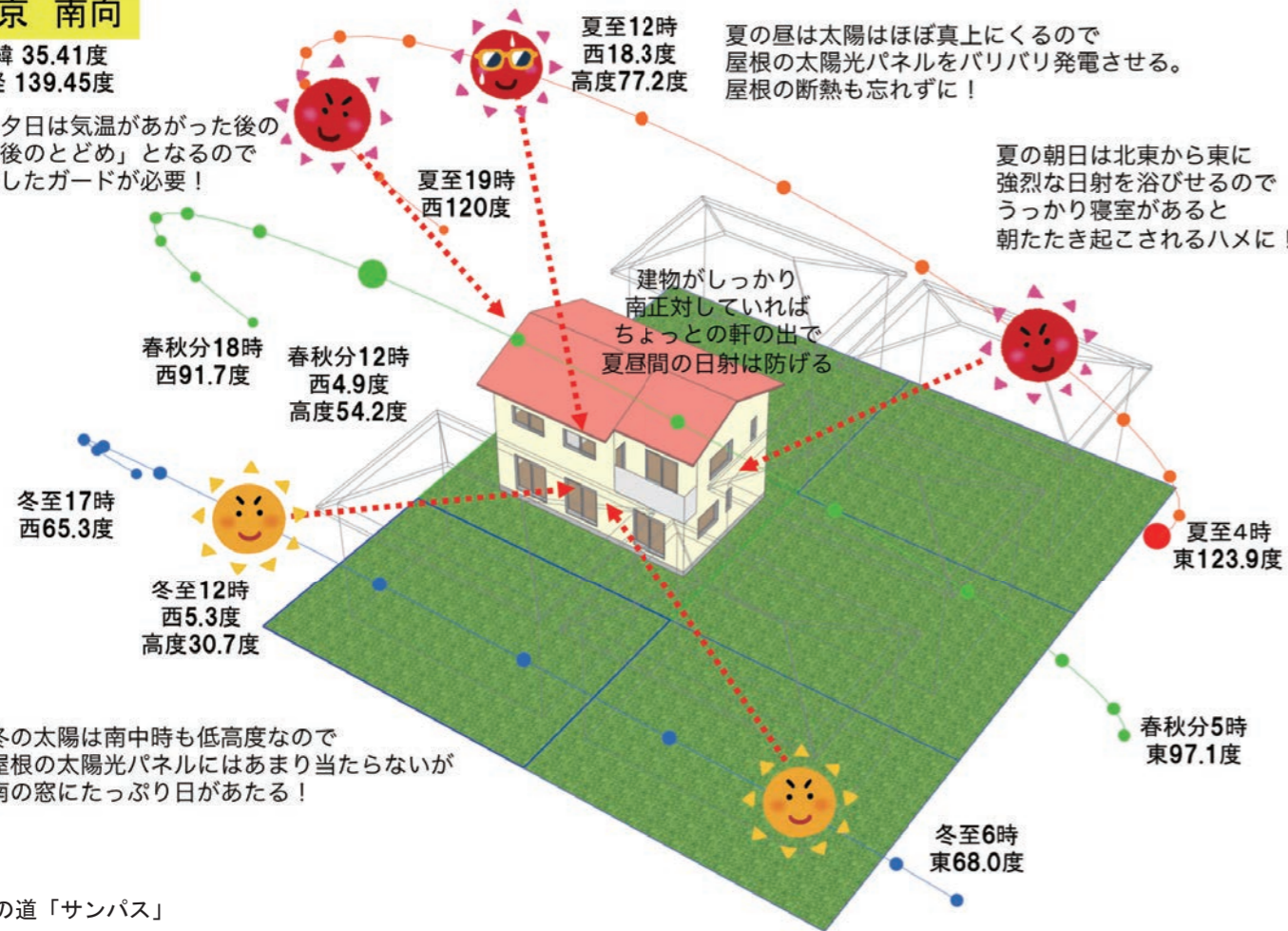
私は日射取得と断熱のバランスを取って、その上で蓄熱による吸放熱をすれば結構いいものが出来ると考えています。ところが一般の人に聞くと一番こだわるのは日当たりです。キ



東京 南向

北緯 35.41度
東経 139.45度

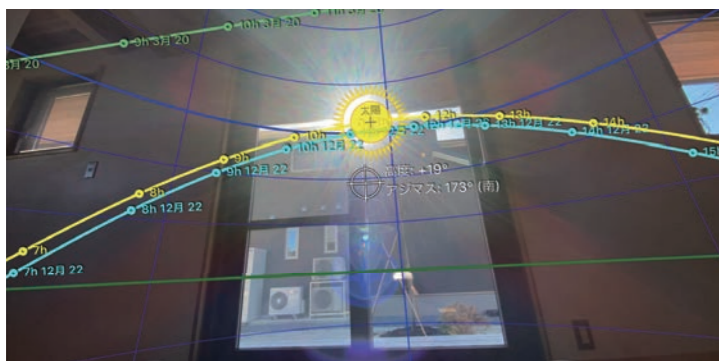
夏の夕日は気温があがった後の「最後のとどめ」となるので徹底したガードが必要！



太陽の道「サンパス」



冬の朝日を取り入れられれば朝の暖房を抑えられて無暖房に大きく近づく！



平屋は開けた敷地限定とすべき

チンと日当たりを確保してそれだけで家を設計できればお客さんも喜んでくれると思います。日当たりを考えていく時にこのサンパスというモデルにこだわりがあってソフトメーカーにもこれを見やすく取り入れてくれるよう強くお願いしました。はじめピンときてなかったのですが実はみんな太陽がどこに動いてるんだってことをキッチンと理解していないんです。平屋ブームと言われますけど平屋は南側に道路があっ

て平屋に向いた土地でやるのはいいですが南に大きな家があるのに家を建てたらほとんど日が当たらない。サンパスとかサンシーカーで見ると前の建物が覆い尽くしています。建てる側も大事ですが隣の家のことも考えて太陽をみんなでシェアするやさしい家造りっていうのが大事じゃないかと思いません。エコハウスっていうのは建ったあとに隣の人、特に北側の家の人があなたが建ててくれてよかったですって言ってもらえるのが一番幸せだと思うんです。

□明け方室温が下がらない住宅

断熱だけしていると室温が不安定になります。昼はオーバーヒート夜は室温が下がるということが起こるのでそろそろ吸放熱について考える時代かなと思っています。普通の高断熱住宅だと朝方室温が下がりそれで暖房をつけてしまうと日中に日が入る前に室温が高すぎることになる。いま高断熱住宅といったら大抵オーバーヒートしています。たまたま窓を開けたりブラインドを閉めたりするとせっかくの太陽熱を失ってしまいます。夜になると寒くなるのでやっぱり暖房が必要になって結局エネルギーを使わないといけなくなる。私が理想とするのは明け方に室温が下がらずできるだけ朝早くからぱっと朝日がキッチンやダイニングに入ってくる。これだと朝の暖房をやり過ぎることができます。そして南から

太陽が入ってきてそれをキッチンと蓄熱してオーバーヒートを抑制する。たっぷり蓄えた熱を夜放熱することで室温を下支えする。こういう無暖房住宅は太陽の一日の動きをよく考えていつの時間に何が欲しいのかを考えながら設計していく必要があります。それをやらずに断熱だけ上げていくと暖房負荷が減らなくなってかつオーバーヒートを招く。断熱を強化しつつ日射取得と蓄熱まで組み合わせてロスを減らしていくことが重要ではないかと考えています。いろんなところで事例を見せてもらう中でこの無暖房住宅は余裕でいけるという気がしています。天気の良い日が2日ぐらい続かない限りはエアコンいらずで暮らせることがわかってきました。一番の課題は取り入れた太陽熱を建物全体に回してあげることです。窓際が暑くて北側の部屋が寒かったりするんですけどここはまだ色んなやり方を考えたほうがいいという段階です。無暖房住宅は夢でもなんでもなくあとは誰もがキッチンと設計出来るようにしていくこと。冬の暖房は要らなくして大きな発電所も要らなくなるようにすることが目標です。

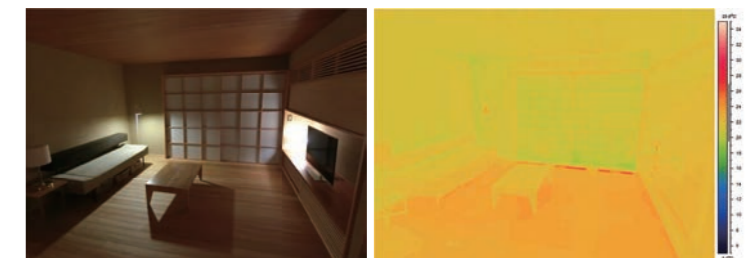
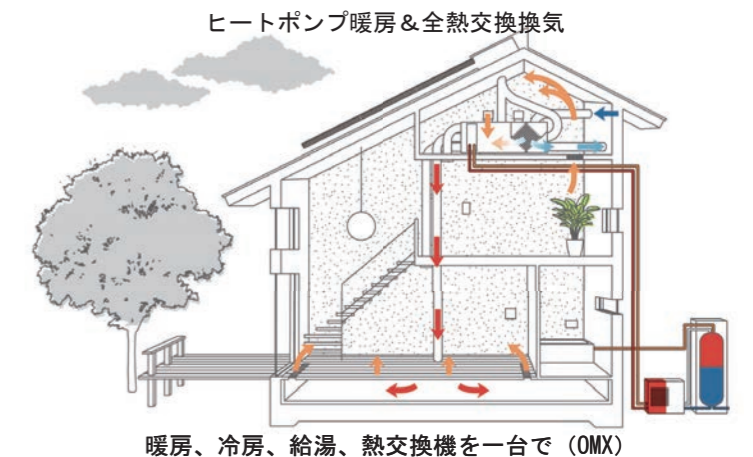
□24時間運転 & 全館空調

日射遮蔽もします断熱もしますあとはまろやかな冷房をしますという時に私は全館空調に着目しています。冬に建物内の温度差を完全に解消するには全館空調が必要な気がしますし夏に気流感を感じさせないおだやかな冷房をするためにも効くと思っています。各部屋にエアコンを置く従来のスタイルはもう効率は上がらない。だから全館空調をきちっと設計していくことが大事であると思います。

□冬の無暖房・夏の快適

最後に自分が関わったちょっと変わった物件を紹介します。年間でのゼロエネではなく各季節のゼロエネを狙ったリアルZEH住宅でかつ冬の無暖房・夏の快適化を目指して設計したものです。太陽だけで暖かいレベルになるように屋根集熱をしています。伊礼智さんという有名な方うちの学生と一緒に設計をしました。シミュレーションソフトで気象条件を分析して自然室温がよくなるような設計をしています。まず断熱性能が断熱等級4だと昼間太陽の日射熱で集熱はしていますがこの程度の断熱だとやっぱり日が陰ると室温は下がってしまいます。だから断熱をしっかり確保して明け方一番厳しい時間帯でも室温が16℃を切らないくらいの断熱性で、日中日が入ったらすぐ高くなるということをやると結果的にはG2レベルの断熱になりました。ここは太陽熱プラスヒートポンプを組み合わせたシステムになっていて熱交換器もついています。全熱交換器は非常に重要で全館24時間空調を考えて換気は第三種のままじゃいけない。床下に暖気を送り込んで太陽熱とヒートポンプで加熱するやり方です。さっきからとんでもない熱画像をお見せしていますがこういう家は全然おもしろくない画になってしまいます。床温度が23、24℃壁内側温度が22℃、ほんとに家中くまなく隅々までこんな感じになっています。機械はこれ一台で暖冷房、換気、給湯をまかっています。床下空間が加熱されて熱

が建物全体を回ることにくまなく暖かい。人の周りが23、24℃の放射温度でおだやかに包まれていてしかも熱い空気がほとんど室内にない水廻りや廊下も完全に温度のバリアフリーが達成できています。そういうことで極めて快適な環境を達成するために全館空調は増えていくかなと思っています。夏場このシステムのおもしろいこととして高温低音の熱を分離したとき低温側を冷房に使用して高温側を給湯に使います。給湯しながら排熱で冷房していくということで二重に熱を取ろうという発想です。断熱と日射遮蔽がしっかりしている中でほんのちょっと全館空調しているので暑いも寒いもない環境です。そうするとあれっ今日は涼しいのかな？窓を開けてみると外は灼熱地獄だったということが起こります。何より建築が設備を吸収すると今までにない空間が生まれるということで、普通だったら壁にエアコンがついてコンセントがついてダクトのスリーブもついて吸気孔がついてと窓まわりが汚くなりますが有名な意匠の先生なので設備は全部隠されてしまった。主役はあくまで建築や空間です。いまやイデオロギーとか功利主義を越えてもう十分に第三世代の設計が出来る様になっています。あとは周辺の緑化をしっかりしてエリアで涼しいところを作っていくという努力を考えていく。隣の人とバランスして一緒に喜びあえる家づくりっていうのが広まったら本当に素晴らしいなと思っています。長くなりました私の話は以上です。



昼間の様子

熱画像



OMX 室外ユニット

環境共生を巡る動向と活動

栗原 潤一氏
一般社団法人 環境共生住宅推進協議会 運営委員長
株式会社ミサワ総研

ご紹介いただきました運営委員長の栗原です。私からは環境共生住宅についてお話をさせていただきます。ご存知かとも思いますが環境共生住宅は地球環境の保全、周辺環境との親和、それから居住環境の健康・快適性という3つの輪の真ん中にある住宅というイメージで捉えています。組織の変遷ですが最初は1990年に研究会として始まりました。後に推進会議になり現在は推進協議会となり会員数は70を超える組織となっています。環境共生住宅の考え方はエネルギー・資源・廃棄物などの消費・排出抑制、それから周辺の自然（風や樹木など）を上手に利用する。そして建物内で快適に暮らすために住まい手の方々にも少し工夫をしていただくということです。別に電気やガスを使わないというわけではありません。必要なエネルギーは上手に使いながら快適に暮らすことを目指しています。

kkjの変遷

環境共生住宅研究会 1990(H2).12~1994(H6).3
建設省住宅局(当時)により設立
地球温暖化防止行動計画(1990.10)
新省エネルギー基準(1992.2)
国連環境開発会議(リオ地球サミット)(1992.6) 等

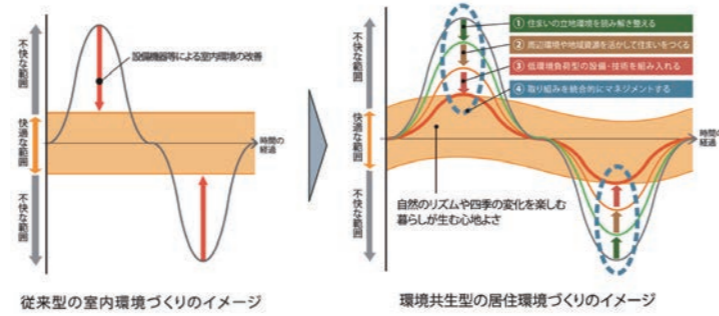
環境共生住宅推進会議 1994(H6).4~1997(H9).3
環境基本計画(1994.12)
製造物責任法(PL法)(1994.6)
グリーン購入ネットワーク設立(1996.2) 等

環境共生住宅推進協議会 1997(H9).4~
温暖化防止京都会議(COP3)開催・議定書採択(1997.12)
地球温暖化対策推進大綱、家電リサイクル法成立(1998.6)
次世代省エネルギー基準(1999.11)
正(シックハウス対策)(2003) 等
一般社団法人 環境共生住宅推進協議会

一般に居住環境は、住宅の外が暑くなったり寒くなったりしても住宅の中は一定の温度に保つという考え方がありますが、環境共生住宅では暑いときには少し高め、寒い時は少し低めでも快適範囲の中に収められるように4つのことを考えて取めようと提案しております。周辺環境のこと、建物本体のこと、設備のこと、それから設備を適切にコントロールするというような4つを合わせて快適範囲に収めるという考え方は、昔の日本の住宅のイメージですが兼好法師が「夏を旨とすべし」と言ったというふうにならざるを得ないことになっているのではないかとおっしゃる方がいます。けれどもエアコンも冷蔵庫もない時代になるべく、ものが腐らないで病気になるようにするために夏の対策が必要だったのだらうと思います。先人は色々な工夫をして住宅を作っていたのですが、冬はとても寒い住宅でした。だんだんと断熱気密化が進み夏はエアコンをつけることが前提となって昔の考え方がなくなりつつあります。それをもう一回先人のパッシブ技術による居住環境づくり

シブの知恵から学ぼうというのが、我々が考えている環境共生住宅です。

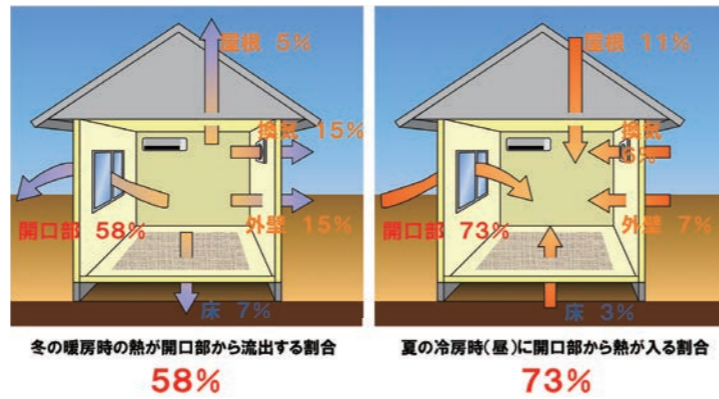
パッシブ技術による居住環境づくり



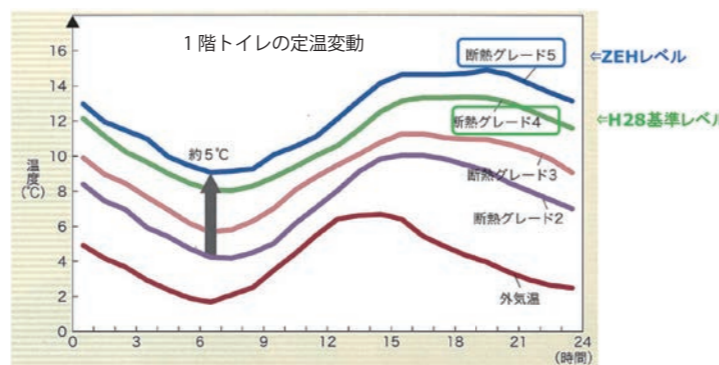
■設備機器等に大きく依存した従来型の室内環境づくり
■周辺環境を活かした環境共生型の居住環境づくり

住宅の断熱を一定レベルにしているにもかかわらずいろいろな部位から熱が出たり入ったりする。図の左が冬で右が夏です。開口部が弱いのでそこから6割くらいの熱が逃げる。夏になると日射が入ってくるので7割くらいが窓からということになります。躯体の断熱はもちろんです、日射の遮蔽を含めて開口部を適切に設計するということがとても重要です。断熱性能を上げると自然室温が上がってきます。断熱が悪いレベルと比べてZEHレベルにするとトイレの室温が5℃程度上がってきます。住宅全体を寒くないような状態にするという意味でも断熱は欠かせません。

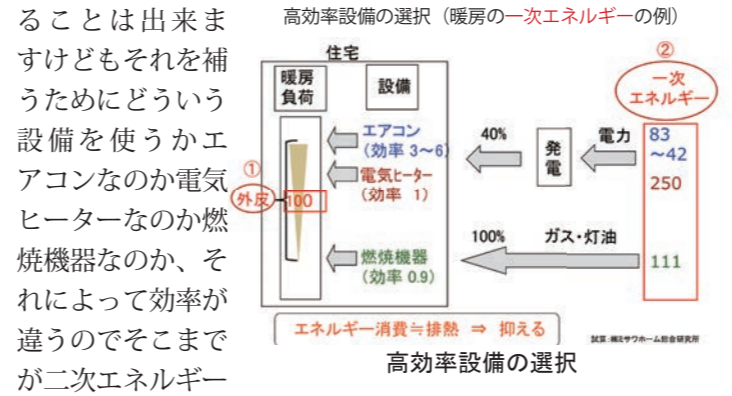
建物の熱の出入り



断熱強化の効果



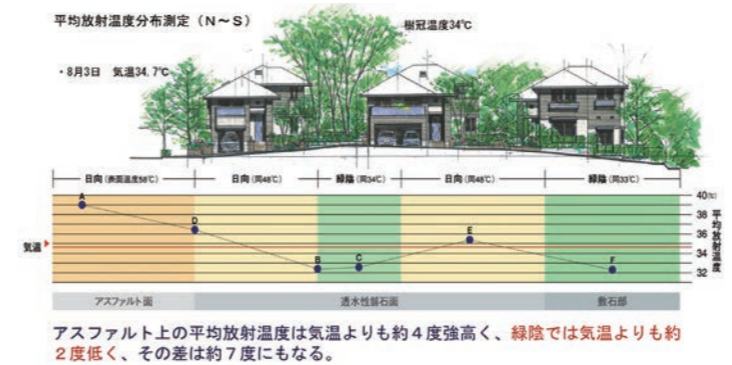
また、一次エネルギーの考え方ですが、概略的に書いたものですが例えば暖房負荷として100のエネルギーが必要だとします。これを小さくするには外皮の性能を上げて小さく



ことは出来ませんがそれを補うためにどう設備を使うかエアコンなのか電気ヒーターなのか燃焼機器なのか、それによって効率が違うのでそこまでが二次エネルギーの話です。一次エネルギーというのは燃焼機器の場合効率が90%くらいで一次エネルギーとしては111かかる。電気の方がわかりにくいですが送電効率が仮に40%だとすると、電気ヒーターを使って100を出そうとすると250の一次エネルギーを消費するということになります。エアコンの場合はCOPが3~6くらいありますので40%くらいの送電効率でも一次エネルギーとしては80とか40とかで済むことになります。暖房負荷をどんな設備で補うかということがとても大事ということがお分かりいただけると思います。

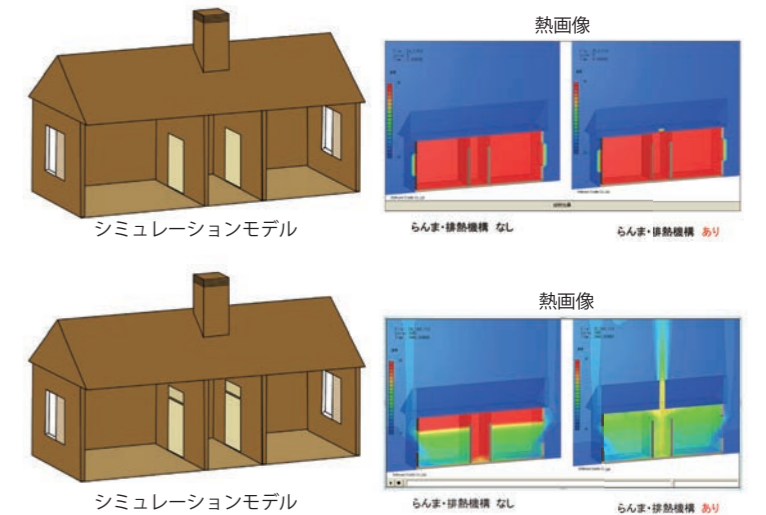
また、夏季の自然風ですが、東京は南から吹いてくる風が多く大阪は西から吹いてくる。岡山は風があってあまり風がないというようなことでその場所の主風向を理解しているとそれを住宅に反映出来ると思っております。例えば片開きのマドを設計するとき主風向に向かって風を取り入れるように開くか、あるいは入らないような開き方にするということが出来ます。庭の樹木を通った風が入ってくるような設計の建物を作ることも可能になってきます。風がない時間というものもあるのでその時は温度差を使った換気を使います。入口と出口を決めてあげないと風は通らないですが、入口の近くを緑化をすると入ってくる風が涼しくなるということも期待出来ます。そこに使う樹木は、地域に合った樹木を選ぶことがとても大事です。離れた地域の樹木を持ってくると育たないで枯れてしまうということにもなってしまいます。さらに樹木には蒸散量の違いがあり、蒸散量が多い方が温度が下がり見た目は同じ様でもサーモカメラで見ると蒸散量が少ない樹木と蒸散量が多めの樹木で表面温度が違うことがわかります。

植栽・蒸散による効果

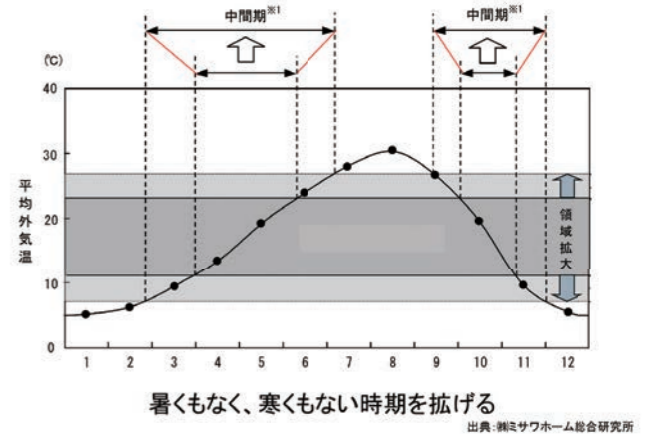


神奈川県にある5棟の宅地です。ある時間を見るとアスファルトのところは外気温より高い温度になっています。樹木の影になっている所が透水性舗装面の蒸散と樹木の影響で通る風の温度がかなり低い温度が得られているという事例です。住まわれている方は引っ越してくる前は夏エアコンの点けっぱなしが当たり前だったのにここでは窓を開けて風を入れるように住まい方が変わってきたということをおっしゃいます。環境共生的な家づくりと街づくりの合わさった一つの例ということが言えると思います。

らんま・排熱塔の効果



パッシブデザインのねらい



熱気を排気する簡単なシミュレーションですが欄間をつけて更に熱気抜きを設計をします。すると無い時に比べて無風状態でも自然に熱気が抜けて天井の近くが熱くなるということになるので環境共生住宅の建物設計するときにはこういう配慮も必要だと思っています。環境共生住宅のイメージというのは外気温が冬から夏にかけて大きく変化をしてその中に春や秋という中間期があるわけですが建物の工夫によってこの期間を少しでも広げてあげるということではないか。あまり無理をする必要はなくてエアコンなどは適宜使っていていいとおもいますが普通の建物よりも熱くも寒くもない時期が広がればそれが成果であると思います。

環境共生住宅の住まい方それから建物の作り方について一般の方にも是非知っていただきたいということから住まい方を季節に分けて冊子を作りました。それから住宅の作り方も知っていただくとうと4つのテーマに分けて冊子を発行しています。

住まい手の理解のために

自然環境と共生する
住まいづくりの
一般居住者向け冊子
「自然とつくる
環境共生住宅シリーズ」

『自然とつくる環境共生住宅』
住宅の作り方

『春夏秋冬～暮らし編』
住まい方

建設地の地域の気候特性を理解していただくためにフェノロジーガイド作成ツールというものも作成しました。気象庁のホームページから建設地の気象データを取り込んで気温、降水量、日照時間、季節ごとの風速・風向を自動で作成するソフトです。また、自動で作成されるわけではありませんが地域の季節ごとの花とかお祭りや行事のようなものの情報をここに貼り付けて家を建てようと思っている方に提示をする、というようなことができるソフトです。

「フェノロジーガイド(重ね暦)」【建設地の住特性を把握】

【気温】
【降水量】
【日照時間】
【風速】
【風向】
【花】
【昆虫】
【野鳥】
【魚】
【祭り・行事】

それから建物を設計するときの目安になる断熱材の厚さや仕様が分かるように H28 年基準と ZEH 対応とそれを超えるような仕様が「お勧め建材ガイド」の中に収まっています。モデルケースと実際にそこに使う断熱材、開口部材が私共の会員様のこの製品ということが具体的に分かる冊子になっています。

躯体仕様の理解のために「お勧め建材ガイド」

概要
・H28年省エネルギー基準、ZEH対応水準等の外皮仕様及び具体的な対応製品名を紹介

・適した躯体の断熱仕様の例示
・適合する具体的な製品の紹介
⇒ 環境共生住宅 推奨部品

断熱材
開口部材

仕様と実建材、厚さを表記

「お勧め建材ガイド」

仕様
の
例
示

環境共生住宅
推奨部品の紹介

また、『早わかり設計ガイド』という環境共生住宅をつくるための設計ガイドも作成し、30の手法と10の住まい方を一冊の本にしており戸建住宅編の他集合住宅のバージョンも作成しています。

設計手法と住まい方

環境共生住宅を設計するための計画・設計編(30の手法)

- 立地環境の読み解き「重ね暦(フェノロジーガイド)」
- 周辺環境や地域環境を活かした住まいづくり
- 低環境負荷型の設備・技術の組入れ
- 取組みの統合的なマネジメント

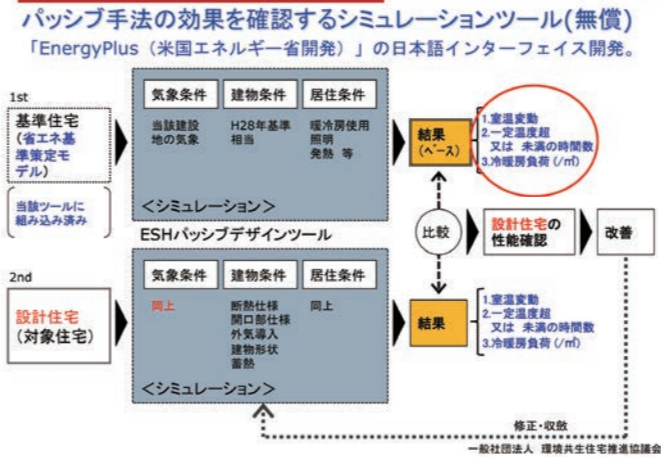
住まい方編(10の住まい方)

環境共生住宅
早わかり
設計ガイド
～30の手法と10の住まい方～

戸建住宅編

次に、シミュレーションツールですが先日、前先生のお話を伺ってありましたらシミュレーションは設計者が意図した効果が出ているかどうかを確認するのはもちろん、意図しないようなことが起きないかを確認するためにも必要だとおっしゃっていました。このソフトは EnergyPlus をエンジンにして入力と出力の部分日本語で使えるようにしたもので

「ESHパッシブデザインツール」評価フローの概要

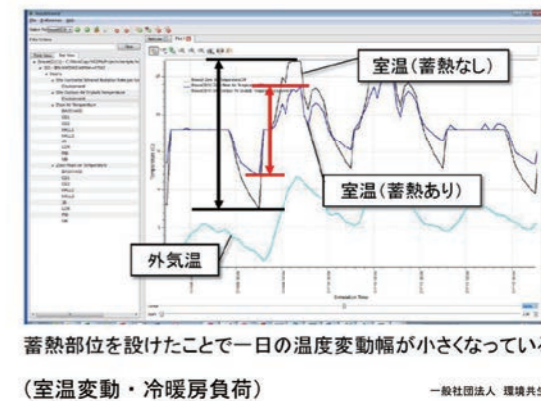


す。まず国土交通省が使用する省エネ基準策定モデルの住宅をその場所に建てて計算をしてみるということをやります。室温変動や無暖房・無冷房で一定の室温となる時間がどのくらいあるのか、平米あたりの暖冷暖房負荷がどのくらいかということを計算し、それと設計している建物の結果を比べてみます。さらに断熱レベルや開口部を変えてシミュレーションができるツールです。また、熱容量がある場合とない場合を比べて、室温変動の幅が違ってくるのがわかります。蓄熱があればいいというものではないので低温にとどまっていなかったり確認することができます。

私どもは「住まい手」と「設計施工者」が少しずつ理解を深め、住宅の仕様などが選べるようなツールを作り、最後に効果をj確認して地域に適した環境共生住宅に住んでいただく

手法の効果を見える化

・同じ断熱性能で蓄熱性能を変えた比較例



という趣旨で様々なツールを用意しています。先程ご説明した3つの輪に相当する地球環境の保全、周辺環境との親和、居住環境の健康・快適性この3つを上手に組み合わせる設計したらどうか、というふうを考えております。たとえば ZEH に環境共生的なパッシブ技術を入れると環境共生住宅の効果として省エネルギー、健康維持快適、地球環境との親和ということにも繋げていけると考えています。我々はこれから向かう方向として住宅本体がしっかりしていること、それに適した設備がついていること、周辺地域のことが考えられていること、更に住んでいる方がそれらをよく理解して住んでいただくこと、これらが組み合わせられると常時の省エネ・低炭素化あるいは快適・健康利便性の向上が期待できるのと非常時の安全生命維持みたいなことにも繋がるのではないかと考えております。私からは以上です。

