

エコガラスや
 エコガラスS
 (高機能ガラス)で
 ウェルビーイングな
 暮らしを目指す

Vol.2

早稲田大学
創造理工学部建築学科
教授・工学博士

田辺新一先生



地球環境にやさしい住まいづくりに欠かせない高機能ガラス。建築の研究に携わる研究者のみなさまに、現在と未来の建築物や、窓について語っていただきました。

Profile

田辺新一 (たなべしんいち)

早稲田大学理工学部建築学科卒業。

同大学院で前期博士課程修了後、デンマーク工科大学暖房空調研究所へ留学。帰国後、早稲田大学理工学部助手、お茶の水女子大学生生活科学部助教授などを経て、2001年早稲田大学理工学部建築学科教授に。現在は日本建築学会会長も務める。受賞歴に、文部科学大臣表彰科学技術賞受賞（研究部門）、令和2年度産業標準化事業表彰 経済産業大臣表彰などがある。



▶ 温熱環境に優れたZEH・ZEBを目指して

——田辺先生が、なぜ建築環境学を目指したのかをお教えてください。また、建築環境学についても詳しく教えてください。

建築は単なる工学ではなく、文化や人の行動など、文化的な香りがしますよね。そこに興味があって建築学科を選びました。私の分野は一般には、建築環境工学と言うのですが、実は私は、あまりこの言葉が好きではありません。本来何千年も前から人間が行ってきたデザインや環境的なものと照明や空調の設備などが、うまく相まったものとして建築環境学と呼びたいのです。この言葉には意外とこだわりがあって、なんでもメカニック（工）にやればいいという話ではないと思っています。



私はずっと建築にいたわけでなく、お茶の水女子大学の被服学科と生活科学部に10年ほど在籍していました。快適性には服も非常に重要です。家政学なので生活者視点が加わり、やっぱり人間を中心として、すなわちヒューマンセンターという思考で考えなければならぬと実感しました。例えば窓だったら、ガラスがあるから中の人は快適に過ごせると考えるのか、このガラスは熱をどれだけ防げるかと考えるかで発想の原点が違いますよね。その経験を持って、建築に戻ってこられたのは、大きな成果だと思っています。

——留学先のデンマークで、優れていると感じた建築環境学はどこなところにありましたか？

カルチャーショックに近いものを受けました。私は九州で生まれて、木造の古い家で育ちました。中学生の時に、耐震性があり防火に優れた工業化住宅に住んでいたのですが、無断熱でとにかく寒かった。東京に上京して住んでいた家やアパートも寒いし、結露はするし…。それが普通だと思っていました。ですが、1984年にデンマークに留学すると、家の中が寒くない。築100年ぐらいの家に間借りしていましたが、窓は二重で断熱性が非常に良く、お湯も出て、ふく射暖房なので音もしない。外は気温がマイナス10～20℃なのに、すごいなと思って。快適とか健康っていうのはこういうことだなと思いました。日本でも人がどういうときに快適に感じるか、どう健康に過ごせるかなどを研究する必要があると思ったのです。住むっていう価値観が大きく変わりました。

——ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）は、快適性・健康性などにも影響を与えるといわれていますが、田辺先生のお考えになる、快適性・健康性に優れた住宅や窓の役割はどんなものですか？

快適性・健康性で一番わかりやすいのは、温熱環境でしょう。普段、私たちが生活をしていて、住宅の中が暑くない、寒くないということが基本です。人によって快適な温度幅は多少異なりますが、WHOでは健康的な室内は18℃以上を保てるようにと言っています。今の日本の省エネ基準を守れている住宅でも、浴室とか脱衣所などは10℃くらいになってしまいます。もう少し高い温度にするためにさらに断熱することが望ましいですね。



私たちににとって窓は、“Window”といって、風が通るとか外を見ることができるものです。最近では建物をネイチャーベーストという視点で考え、例えば窓を通して自然を感じたり、風景を見る、気配を感じるなど、生活にとってきわめて重要な役割があります。まず、その機能を忘れてはいけません。ですが、非常に薄いシングルガラスにすれば熱はたくさん逃げるし、日射もたくさん入ってくるわけです。昔の人は賢くて縁側をつくるなど、家を積層にし、居住空間の断熱性を実現しました。また、下屋や家の周囲に木を植えることで遮熱性を持たせるなど、重要な工夫をしていました。

——ZEHの住まいを実現もしくは選択する場合、どんなところに気をつければよいですか？エコガラス・エコガラスS（高機能ガラス）を使うにあたり、確認すべきポイントは何ですか？新築のほか、リニューアルの場合のポイントもお教えてください。

断熱性能によりますが、窓ガラスからは多くの熱が逃げます。窓をなくせ、小さくしろという人もいますが、それは違います。先ほどから申し上げていますが、やはり外を見て過ごしたいですから。だからこそ、開口部性能は非常に重要。特に、ここ10～15年でシングルガラスとアルミサッシの組み合わせは、ほとんどなくなりました。住宅事業建築主独自の判断基準の制定と、政策としての省エネエコポイントが、複層ガラスやLow-E複層ガラス（エコガラス）の採用増加に相当影響を与えたと思っています。それで窓が本当に変わりました。エコガラスやエコガラスSなどのLow-E複層ガラスを導入したり、内窓を設置し窓を二重にすることで、空気の層が増え、断熱性能を向上させました。Low-E複層ガラスの空気層に不活性ガスを封入することで、より一層断熱性能が向上します。もちろん、一般的な複層ガラスと比べ、ガラスの内側にスパッタリングという金属の膜を付けたガラスを使うLow-E複層ガラスは、窓からの熱の出入りをより防ぐことができる性能がベースとなっています。

窓の場合にはガラスだけではなく、サッシ部分からも熱が逃げていきます。日本では窓は江戸時代の頃から表具屋さんが作っていました。その後、窓ガラスができて設置する際に、アルミなら現場で切れるのですが、銅材（こうざい）は切れないんです。だからアルミが広まりました。今ではアルミも複合にしたり、樹脂とアルミや樹脂サッシで熱が逃げなくなってきました。

ZEH実現のために、私たちはZEHの概念を作りました。誰が計算しても間違えないようにと定量的定義をつくって学会で発表しました。わかりやすくなり、誰もが取り組みやすくなりました。また住宅では、2025年までに省エネ基準が義務化されます。

世界的なエネルギー価格の高騰により、ZEHはさらに普及すると思います。

〈エコガラス・エコガラスSのガラス仕様例〉

	〈エコガラス〉 Low-E複層ガラス (中空層12mm/乾燥空気)	〈エコガラスS〉 Low-E複層ガラス (中空層16ミリ/断熱ガス入り)	〈エコガラスS〉 ダブルLow-E三層複層ガラス (中空層9ミリ×2/断熱ガス入り)
ガラス 断面イメージ			
ガラス中央部の 熱貫流率※1	1.7[W/(㎡・K)]	1.4[W/(㎡・K)]	1.1[W/(㎡・K)]
JISの 断熱性能区分	T4	T5	T6

※1：平成28年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する技術情報（住宅）による（出典：国立研究開発法人建築研究所）

各メーカー毎の詳細な仕様やガラス中央部の熱貫流率は、各社カタログにてご確認ください。

エコガラスの上位グレードとしてエコガラスSが誕生。エコガラスSの「ダブルLow-e三層複層ガラス」は、1枚ガラスの約5.4倍、複層ガラスの約2.6倍の優れた断熱性能を発揮します。



▶ エコガラス・エコガラスSが入手しやすい建材マーケットのシフトが重要

——ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）についてはいかがでしょうか。田辺先生はウェルネスオフィス分野の研究もされていますが、今後ガラス業界はZEBに関して、どのように情報を発信していけばよいと思われますか？

オフィスビルなどは、まだまだシングルガラスが多いです。昔は、室内でパソコンやコピー機などから膨大な発熱があり、照明もLEDではなく、熱の生産工場になっていたため、1年中冷房を効かせる必要がありました。シングルガラスでも熱が窓から逃げた方が良いような状態でした。しかし東日本大震災の後、パソコンやコピー機の省エネ化が進み、照明もLED化されて発熱量が格段に減りました。結果、シングルガラスでは窓隙がとても冷えるようになって、開口部について考えなければという意識が起こり始めました。

ウェルネスオフィス実現のためには、運用時のペリメーターの環境の測定値などをきちんと説明するべきではないでしょうか？ 特に冬など、内部負荷が低くなった最近の建物のペリメーターでは寒さが発生していますよ、外皮性能の重要性を熱的快適性などの数値で、見える化した資料を作成し普及活動を実施してほしいと思います。

ガラス業界による普及活動で、設計士や建築主の方々の意識変革に期待しています。

最近聞いた話ですが、ある外資系企業が都内のオフィスビルを借りる際、断熱性能が低いシングルガラスの物件には入居しないとされたそうです。断熱性能が高いエコガラスやエコガラスSであれば、オフィスからの眺望や開放感を保てるフルハイトの窓も実現が可能と言うことを実際に示しておくことが大切です。

また、ウェルネスについてはこれまでと異なる概念が発生しています。新型コロナウイルス感染症でテレワークが推進され、オフィス戦略も変わってきています。

——2022年3月に、トップランナー制度において2030年における複層ガラスの新たな高い目標基準値が設定されました。今後、業界全体でどのように推進していくべきと考えますか？その具体的な方策についてもお聞かせください。

建築は独特なマーケットだと思っています。「ざい」と「こう」、いわゆる材料と施工がかみ合ってはじめて高性能な住宅は完成します。性能が良く、少し高価な材料や設備を採用しても、施工業者が性能を生かすための施工方法を十分理解していないと、性能が担保できないことがあります。メーカーがマーケットに投入する商品を低性能な材料から高性能な材料に、レベルアップすれば、それがノーマルになります。普及帯をレベルアップすることが大切なのです。もちろん、政策などの後押しも不可欠ですが、マーケットのシフトは重要だと思います。

トップランナー制度に建材が含まれていることについては大きな意味があります。

建材マーケットのシフトとは、例えばガラスを設置しようと施工業者が問屋や建材店に注文する際、エコガラスSしかなければ、エコガラスSを購入せざるを得ません。既にヨーロッパでは、シングルガラスを買う方が高くなります。低機能商品が高機能商品にシフトすれば、施工業者も高機能商品の施工が当たり前になるためマーケットシフトも進みます。このような考え方がベースとなっているのがトップランナー制度です。

なお、現行トップランナー制度が運用を開始して以降、さまざまな業界の努力で、この10年の飛躍はすばらしいと感じています。ガラスもサッシも、性能が上がっています。ですが、さらに性能を上げないと、2030年、2050年の目標に届きません。まずは2030年に向けて、サッシとガラスで設定された目標基準値に向けて、努力してほしいと思います。

目標基準値				
サッシ及び複層ガラスの次期目標基準値及び現行目標基準値からの改善率。				
総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 建築材料等判断基準ワーキンググループにおける、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律（昭和54年法律第49号）」に基づくサッシ及び複層ガラスの建材トップランナー制度の新たな目標基準値等についての審議取りまとめより。				
区分		現行目標基準値 [W/(m ² ・K)]	次期目標基準値 [W/(m ² ・K)]	改善率
サッシ	引き違い	3.50	2.16	38.3%
	縦すべり出し	3.75	2.06	45.1%
	横すべり出し	3.69	2.04	44.7%
	FIX	3.35	1.87	44.2%
	上げ下げ	3.97	2.30	42.1%
複層ガラス		2.19	1.67	23.7%

※2030年に窓に求められる断熱性能は2.08（W/(m²・K)）。
 サッシの現行目標基準値と次期目標基準値は、想定している標準ガラスの性能値が異なるため、性能改善率はサッシのみによるものではない。また、新制度では代表サイズでの計算となっている。
 ※サッシ及び複層ガラスの次期目標基準値は、2030年に窓に求められる断熱性能をベースに算出。

複層ガラスに関する建材次期トップランナー制度（一部参考）

1. 次期トップランナー制度対象ガラス【概要】

ガラス構成	建物用途
ガラス総板厚み10mm以下の複層ガラス	戸建・ 低層共同住宅等
ガラス総板厚み10mm超の複層ガラスのうち 片側が3mm及び4mmのガラスを使用しているもの	
ガラス総板厚み10mm超の複層ガラスのうち三層以上の複層ガラス	

2. 次期トップランナー制度対象ガラス【詳細】

① 複層ガラスのうち、Low-E膜を塗布・蒸着していないガラスのみを使用した『一般複層ガラス』

② 複層ガラスのうち、Low-E膜を塗布・蒸着したガラスを使用した『Low-E複層ガラス（エコガラス）』

③ Low-E複層ガラスのうち、2枚の板ガラス間の中空層に不活性ガス（アルゴンガス、クリプトンガス等）を封入した『不活性ガス入りLow-E複層ガラス（エコガラスS）』

④ Low-E複層ガラスのうち、3枚のガラスで構成される『3層複層ガラス（エコガラスS）』

経済産業省「総合資源エネルギー調査会、省エネルギー・新エネルギー分科会、省エネルギー小委員会、建築材料等判断基準ワーキンググループ サッシ及びガラスに関するとりまとめ」（令和4年3月10日）より一部抜粋

——今まで田辺先生がご覧になられた、世界各国および日本国内のカーボンニュートラルに関する試みや取り組みで、特に印象に残ったものを教えてください。



日本はエネルギー自給率がとても低く2020年で11%です。今後、さらに厳しい状況となるでしょう。これはドイツの半分以下のエネルギー自給率で、省エネを徹底して、さらに今まで以上に再エネルギーを創り出さないといけません。

太陽光エネルギーがあれば大丈夫だという人もいますが、今でも太陽光の設置容量はドイツより日本の方が多いのです。国土面積はドイツと大体同じで、平地に置いている太陽光発電の容量は日本がドイツの倍以上です。

今後、設置場所としてターゲットになっているのが住宅や建築物の屋根。これを推進し、自分たちで使うエネルギーは、自分たちで賄っていかなければなりません。

また、日本が他のエネルギー先進国と決定的に違うのは風力です。日本では今まで風力を活用してこなかった。力を入れてこなかったというより、台風や雷が多かったり、遠浅の海が少ないなど、条件面が折り合わずに進んでこなかったのですが、これからは相当頑張って推進していかないといけないと思います。

それでも自給率はとても厳しいので、エコガラスやエコガラスSを含めた更なる省エネを、他の国より頑張らないといけない。特に建物の4割近くを占める住宅で、ZEH以上の省エネ性能を実現し消費エネルギーを抑制するのも重要です。

もう一つ、最近再エネ、ゼロエミッションの次なる段階として話題になっているのが、エンボディードカーボン。原材料の調達から輸送、加工、建築と、プロセス全体においてのCO2排出量が注目されています。何が問題かというと、素材をつくるときに多くのCO2を排出しているわけです。鉄やセメント、ガラスも、実はエンボディードカーボンが大きい。だからガラスをどうやってつくるかに注目が集まるでしょう。今後、工程の見直しなども非常に重要になってきます。

——ガラスのあり方、未来像と、田辺先生の考える、未来の住まい像を教えてくださいませんか？

脱炭素もありますが、やはりウェルビーイングが一番。ウェルビーイングは幸福感などと訳されていますが、生涯にわたって、長い期間幸福であるということです。今苦労していても、生涯で自分の人生は良かったなと振り返れるのがウェルビーイングです。

だから2050年以降を考えた時には、今苦労があっても努力しておくことも必要ですし、将来世代が幸せになるためには何をしておかないといけないかなどを考えることは大切です。もちろん自分自身が健やかに過ごすということも必要で、そういう物質的な豊かさ以外のとこ準備が、非常に重要だと思います。

近い将来、私は脱炭素に向けた取り組みがさらに加速すると思います。

エネルギー単価もさらに上昇する可能性が高く、エコガラスやエコガラスSで省エネし、再エネを使えば間違いなくお得です。これから電気代、ガス代が2割、3割と上がってくるでしょう。

再生エネルギーによる発電コストと現在使っている電力のコストを比較した時に、同じかそれより安価になる、グリットパリティになれば、みなさんそちらを使うでしょう。そういったことを加速するような政策は、今後積極的にやるべきだろうと思います。