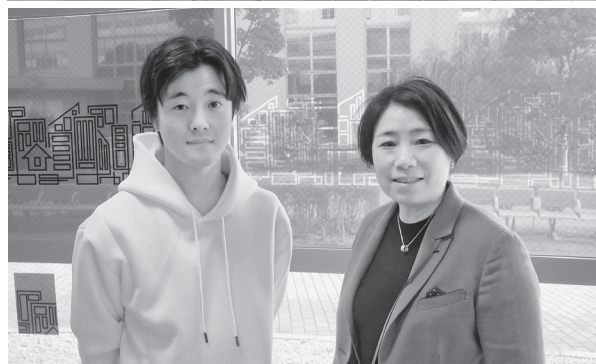


九州産業大学×亀屋硝子

年間通じた熱貫流率など測定 「スペーシア」など6種の窓で実験



④香川准教授のゼミ生と九産大OBの亀屋硝子の相川●●氏（後列右端）⑤佐藤凌雅さん（左）と香川准教授

九州産業大学建築都市工学部住居・インテリア学科の香川治美准教授らの研究グループは、ストック住宅・建築物の窓ガラス面の簡易的な熱貫流率測定方法の研究開発を進めている。2019年から同大学校舎を使って、実際に窓ガラス面の年間を通じての熱貫流率などのデータを測定。現在もデータの収集を続けており、さらに精度が高いデータを得られれば、ストック住宅のZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の普及促進などにつながると期待される。研究には日本板硝子の真空ガラス「スペーシア」など6種のガラスを使い、センサーを取り付けてデータを実験。ガラスは地元卸店の亀屋硝子（福岡県久留米市、堤清一社長）が提供し、研究を支援している。研究に携わった学生が亀屋硝子に入社するなど、同大学と亀屋硝子は採用面でのつながりもあり、ガラス流通業者と大学との産学連携という点でも注目される。

最適な窓の組み合わせ探る

ストック住宅・建築物の熱的性能を高めるには低コストで、現場に適応可能な測定方

法が必要だが、既存の建物や空き家の熱性能の状況を現場で把握するのは難しい。香川准教授らの研究グループはそうした背景から、現場での窓

ガラス面の熱貫流率簡易測定法を開発するための試作検討をしている。

同大学8号館の8階の窓に、日本板硝子の「スペーシア」「スペーシアアクリル」、高性能熱線反射ガラス「レフシヤイン」、遮熱断熱フィルムと遮熱フィルムを貼付したガラス、単板ガラスの6種の窓で実験。ガラスの表面温度を測定する熱電対と、熱の流入を測定する熱流計の2種のセンサーを取り付け、熱貫流率、外気温度と室内温度の差、室内温度とガラス表面温度の差などのデータを計測している。

板ガラスメーカーやフィルムメーカーが公表している性能値は、一定の条件下で計測されたものだが、実際に設置される場所では、季節や、一日の中でも日差しの向きや時間帯によって、ガラス面の温熱環境は変化するため、ガラスの性能値も変化する。ZEHは年間での1次エネルギー消費量の収支をゼロにすることが求められており、窓ガラス面の性能値が現場で容易に測定できるようにすることで、ストック住宅のZEH化の普及促進や、住宅メーカー、ガラス関連業者、住宅改修業者などが測定方法を活用できるようにすることが期待される。

る

2019年10月4日の実験結果からは、「算出された熱貫流率は『スペーシア』関係はシングルガラスの2・7倍程度の断熱性能を有することが分かる。昼と夜を比較すると、夜の方が『スペーシア』関係の性能がより発揮される」と考察。「今回の実験は中間期の検証だが、内外温度差の大きい冬季など一年間を通じた検証が必要。簡易法として提案している方法のうち、もう一方との結果の比較と方法の有用性の確認が必要」と今後の課題を挙げる。

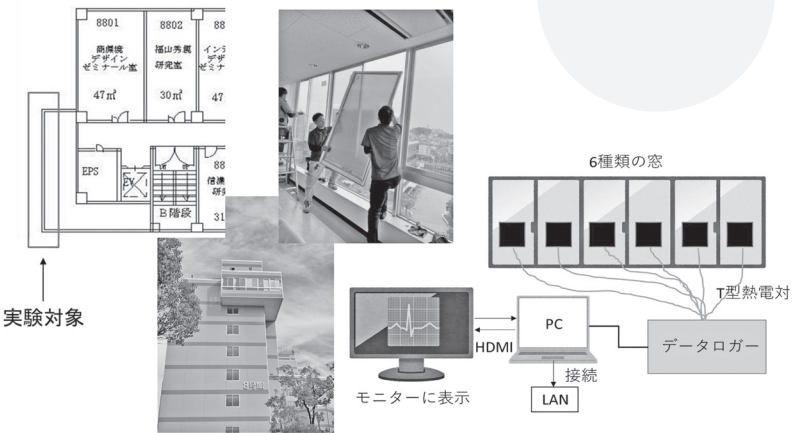
香川准教授は研究の目的について、「カタログの性能値は冬のデータということだが、一日の中でも日差しの向きなどによって数値は変化する。窓は熱の出入りが最も大きい所。ZEHは年間トータルで1次エネルギー消費量をゼロにするというもので、窓からの熱の出入りが年間トータルでどれぐらいなのかを見ない限りはZEH化が難しくなるので、年間を通して計測している。車の燃費もカタログの数値と実際の燃費が変わるように、窓ガラスの性能も変わっているようなので、それを調べようとしている」と語る。

「私が想定している結果は、いろいろな窓を組み合わせるのが一番いいのではないかな。窓ガラスにも得意・不得意がある。同じ面でも全面同じガラスにするのではなく、うまく組み合わせれば、年間を通じてバランスが取れる組み合わせがあるはずで、そういう結果が出せると面白いのではないかな。一回計っただけでは、測定値が本当に合っているのかという指摘を受けることになるので、何年もやって、やはりこの測定値というデータにしないといけない」と言い、より精度が高いデータの収集を目指す。コスト面を含めてストック住宅・建築物の立地や用途、入居者の滞在時間などに応じて、省エネ効果を高める最適な窓の組み合わせを見つける手法を確立することで、ストック住宅・建築物の省エネ化を促進できる可能性があるだろう。

香川准教授は「この研究は『人にも建物にも環境にも優しい窓ってどんな窓だろう』ということが本来の大きなテーマ。省エネに加えて、色やデザインも同じにするのではなく、フィルムを貼り分けるといったことをすればリズムが出て、意匠的にも面白い」と話すなど、窓の意匠面での

■実験概要

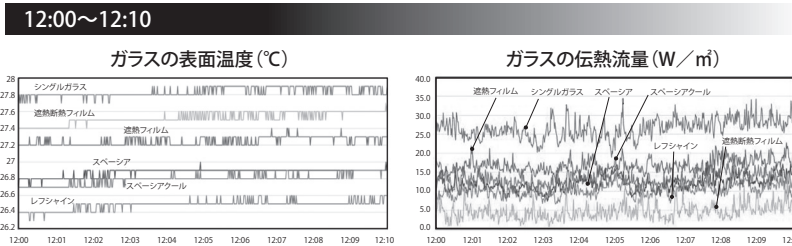
6種類の窓ガラスにセンサーを取り付けて、データロガーとパソコンで測定データを収録。測定データはモニターに表示させ、逐次確認できるようにする



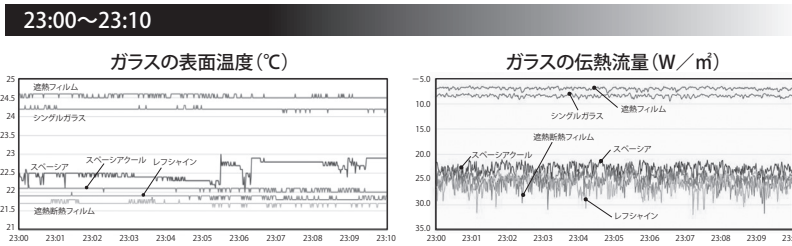
品質と性能

	呼び厚さ (mm)	光学的性能			熱的性能			リフォームのための 作業時間
		可視光			熱貫流率 (W/m ² ・K)	日射熱取得率 η	遮蔽係数 S・C	
		透過率 (%)	反射率 (%)					
		OUT	IN	冬	夏	夏		
スペーシア	6.2	75.5	15.9	17.3	1.4	1.4	1.4	30分間/枚、人
スペーシアクール	6.2	70.0	22.9	20.5	1.0	1.0	1.0	30分間/枚、人
レフシャイン	6.0	8.0	41.4	36.0	4.6	0.2	0.2	30分間/枚、人
遮熱断熱フィルム	0.1	73.0	15.0	15.0	4.5	0.6	0.7	15分間/枚、人
遮熱フィルム	0.1	81.0	11.0	11.0	5.7	0.6	0.7	15分間/枚、人
シングルガラス	6.0	90.1	8.2	8.2	6.0	0.88	1.0	—

■実験結果 2019年10月4日



昼(12:00~12:10) 8:00~20:00空調を使用											
	熱貫流量 (W/m ² ・K)	外気温度 室内空気温度 (℃)	室内空気温度 ガラス表面温度 (℃)	ガラス表面温度 ガラス表面温度 (℃)	室内側 熱伝達率 (W/m ² ・K)	熱貫流量 (W/m ² ・K)	ガラスの 面積 (m ²)	熱貫流量 (W/m ² ・K)	ガラスの 面積 (m ²)	熱貫流量 (W/m ² ・K)	価格 (円/m ²)
スペーシア	9.7	36%	-1.7	26.8	4.1	3.3	36%	1.4	23%	90,000	9.0倍
スペーシアクール	10.8	41%	-1.6	26.8	0.3	3.7	41%	1	17%	110,830	11.1倍
レフシャイン	10.3	39%	-1.3	26.5	0.3	3.5	39%	4.6	77%	52,000	5.3倍
遮熱断熱フィルム	4.7	18%	-2.4	27.5	0.1	1.6	18%	4.5	75%	17,000	1.7倍
遮熱フィルム	20.9	78%	-2.1	27.2	0.6	7.0	78%	5.7	95%	18,000	1.8倍
シングルガラス	26.6	100%	-2.7	27.8	0.7	8.9	100%	6	100%	10,000	1.0倍



夜(23:00~23:10)											
	熱貫流量 (W/m ² ・K)	外気温度 室内空気温度 (℃)	室内空気温度 ガラス表面温度 (℃)	ガラス表面温度 ガラス表面温度 (℃)	室内側 熱伝達率 (W/m ² ・K)	熱貫流量 (W/m ² ・K)	ガラスの 面積 (m ²)	熱貫流量 (W/m ² ・K)	ガラスの 面積 (m ²)	熱貫流量 (W/m ² ・K)	価格 (円/m ²)
スペーシア	18.5	221%	2.2	26.6	6.0	6.2	221%	1.4	23%	90,000	9.0倍
スペーシアクール	19.8	236%	2.7	22.1	5.3	6.7	236%	1	17%	110,830	11.1倍
レフシャイン	25.6	306%	2.9	21.9	6.3	8.6	306%	4.6	77%	52,000	5.3倍
遮熱断熱フィルム	26.0	310%	3.1	21.7	6.1	8.7	310%	4.5	75%	17,000	1.7倍
遮熱フィルム	6.9	82%	0.3	24.5	19.2	2.3	82%	5.7	95%	18,000	1.8倍
シングルガラス	8.4	100%	0.6	24.2	10.1	2.8	100%	6	100%	10,000	1.0倍



窓フィルムのデザインについての研究(左)と6種の窓ガラスの実験

し、フィルムを貼ることで居心地の良さが向上するかどうかを調べる。

フィルムは学生が作製したオリジナルデザインのフィルムを使用し、一枚ごとに色を変えている。フィルムはサンゲツの装飾フィルムを使用し、ジャパンシールド(福岡市東区、伊藤忠成社長)が供給。施工は同ゼミの3回生が

ジャパンシールドの指導を受けて、実際に自分たちで貼った。フィルムは簡単に剥がすことができ、季節などによってデザインを変え、空間の雰囲気を変えることが可能だ。

佐藤さんは「学生にどのフィルムが好きかアンケートを実施し、偏りが出ると思ったが、均等に票が集まった。何も貼っていない方がいいという人もいて、感性というのは人それぞれ、これだけ違うのだと思った。今後効果が分かってくれば、大学全体の活気を上げていくことができるのではないかと語る。

装飾フィルムの心理的な効果についての研究は、これまでほとんどされていないという。香川准教授は「ガラスフィルムは性能についてはいろいろな実験がされているが、意匠性の効果についてはこれまであまり注目されていないかった。こういう研究をしよう」という発想が出てきたのは、久留米市に大正時代からある古い民家で、ガラス自体が貴重だった時代に窓ガラスに家紋を入れ、部屋の一つのアクセントとして、生活空間の中に取り入れていたのを見たことがきっかけ。われわれの周りでもそういうことで、少しでも居心地を良くできるので

はないかと考えた。実際にフィルムを貼ったスペースと貼っていないスペースを見比べると、貼っていない所は殺風景だ」と指摘する。

香川准教授の研究室では、避難所などの居心地の良さについて、脳波を計る機器などを使った研究もしている。「平安時代からふすまの絵を入れ替えるといった、部屋の模様替えは行われている。クリスマスやカーテンを替えたりすることは、皆さん普通にやっているはず。フィルムでもそういうことで大きな効果があるかもしれない」(香川准教授)。

アンケートでは、オリジナルデザインのフィルムが作れるということを知っているかという質問もしたが、建築系の学生でも知らない人がほとんどだったという。ガラスは簡単に換えられないが、フィルムなら比較的容易に貼り替えることができ、季節や、クリスマスなどのイベントに合わせて空間の雰囲気を変えることができる。フィルム業界としても装飾フィルムのこうした効果について研究を進め、もっとPRする必要があるだろう。