

平成29年度 住宅・建築物技術高度化事業

省エネルギー・環境負荷削減に寄与する高機能フィルムを用いた  
ガラス複合体の開発・評価

(環境対策等分野)

(平成27～29年度)

YKK AP株式会社

国立研究開発法人 建築研究所

## ■ 技術開発の内容

### 1. 背景・目的

#### ◎背景・課題認識

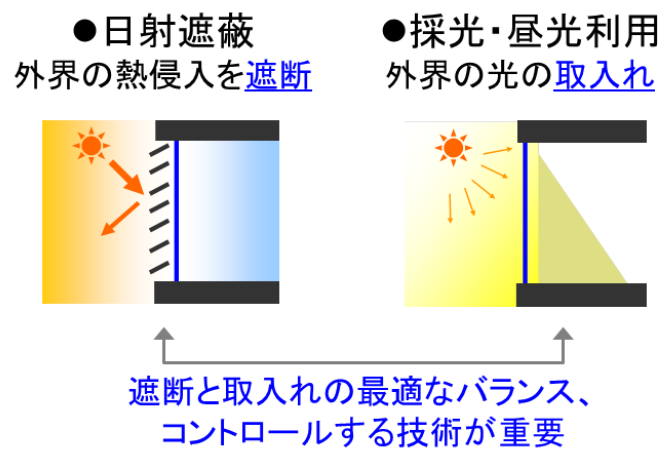
非住宅系建物負荷に占める割合の大きい空調負荷(冷房負荷)と照明負荷の低減対策が必要

#### ◎窓・開口部における課題対応

日射遮蔽と採光・昼光利用が有効  
(ただし両方のバランス、最適化が重要)

#### ◎目的

外界の環境条件変化に応じて特性が変化する新材料(高機能フィルム)による非住宅系建物の省エネルギー、環境負荷低減を提案する



### 2. 技術開発の概要

#### ◎対象とする高機能フィルム・ガラス複合体

- ①サーモクロミックフィルム (温度によって透過率が変化するフィルムを用いた合せガラス)
- ②採光フィルム (光の入射角に応じて室内導光角度をコントロールするフィルム)

#### ◎取り組み内容

- ①性能評価方法開発、②実験室実験、③実建物での屋外暴露実験、④省エネルギー性評価検討

## ■ 審査基準に関する事項

### 1. 技術開発の必要性

環境変化に応じて窓の熱性能を最適化する方法について、従来のコンピュータ等の制御に替わり自律的に変化する機能フィルムで簡易に対応することで省エネ効果の高い技術の普及を促進する。

そのために、環境条件の変動に応じて特性変化する機能フィルムについて、  
(1)新たな省エネ性評価技術の開発、(2)省エネ効果の高い窓システムの開発、が必要

### 2. 技術開発の先導性 (既往の手法、窓システムとは異なる新たな取り組みを行う)

(1)新たな省エネ性評価技術の開発

環境条件変動に応じて変化するフィルム特性を考慮できる省エネ評価技術の構築

(2)省エネ効果の高い窓システムの開発

環境条件変動に応じて変化するフィルム特性を踏まえた最適設計・仕様も構築

### 3. 技術開発の実現可能性

YKK AP (窓メーカーとしての窓廻りの技術の蓄積

建築研究所(建築技術に関する国内有数の研究施設、研究実績・知見を保有)

メーカーと研究機関の協働により本技術開発の実現可能

### 4. 実用化の見通し

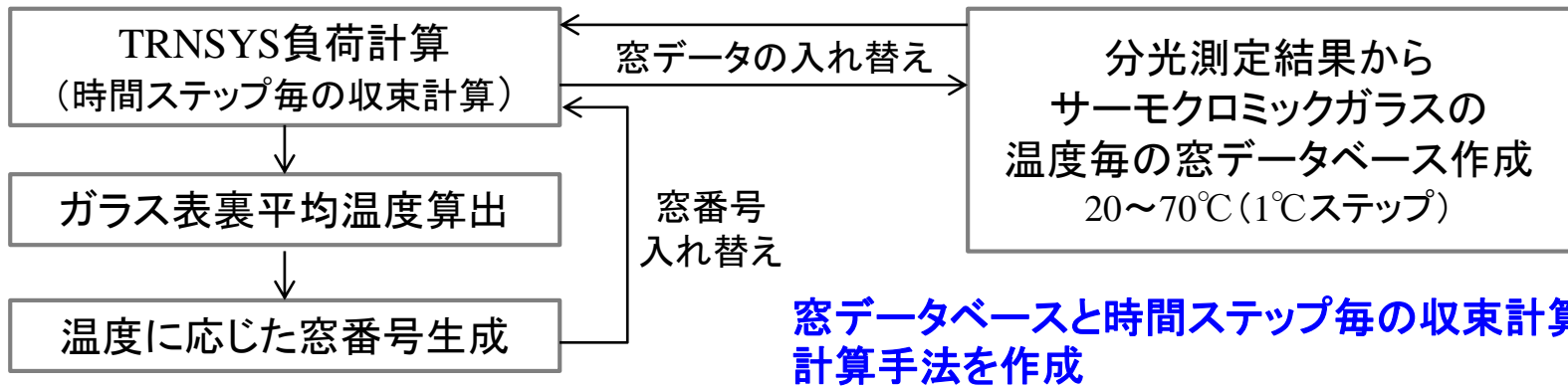
◎開発期間 (27~29年度)

◎実用化期間 (30~32年度) コスト検討、生産体制検討・物件提案、モニタリング物件適用

■ サーモクロミックフィルム・ガラスの評価について

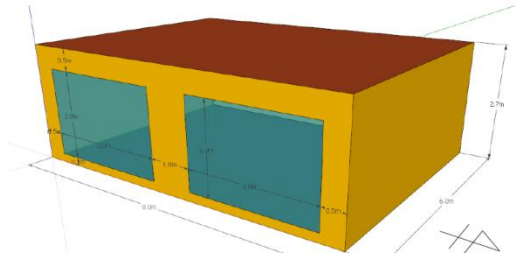
(1) 昨年度の成果 (評価方法開発・省エネルギー性評価)

TRNSYSによるガラス温度に応じた透過率変化を反映した計算手法



省エネルギー性評価(単室モデルによる負荷比較計算トライアル)

◎サーモクロミックガラス単層と透明単板ガラスの比較



- ・NREL BESTESTの単室2窓建物モデル
- ・窓方位東@関東地方(EA長峰)

上記計算手法で、サーモクロミックガラスの温度に応じた透過率変化を負荷計算に反映できることが確認できた。

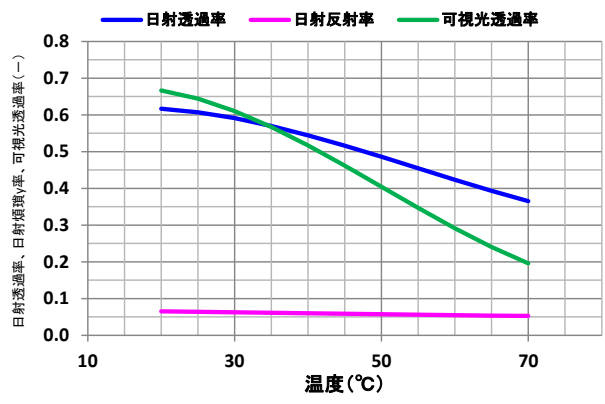
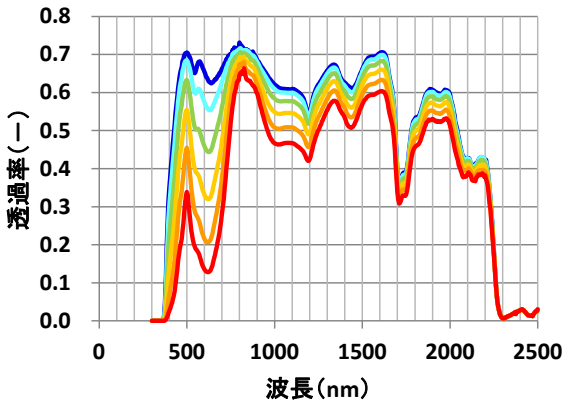
サーモクロミックガラスと透明単板ガラスで、熱負荷に差異はなく省エネ効果が見られなかった。(ガラス温度上昇が不十分であったため)

→窓システム最適化の検討課題

■ サーモクロミックフィルム・ガラスの評価について

(1) 昨年度の成果 (実験室実験)

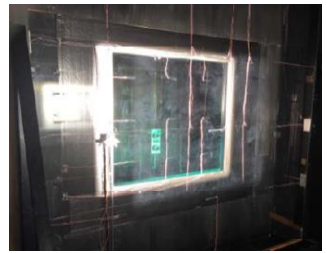
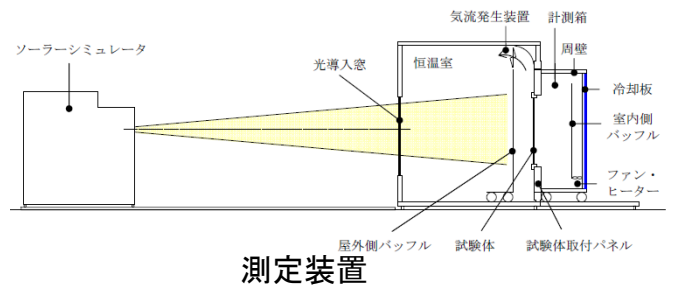
分光測定および標準光学データの作成



分光測定データから  
各光学データの温度関数式  
を導出  
透過率は3次多項式  
反射率2次多項式

分光透過率・反射率、日射透過率・反射率および可視光透過率の標準データを整備した。

日射熱取得率の測定 (建築研究所ソーラーシミュレータ)



測定状況

測定条件

夏期条件	外気温30℃、室温25℃、日射強度500W/m2
冬期条件	外気温0℃、室温20℃、日射強度300W/m2

測定結果

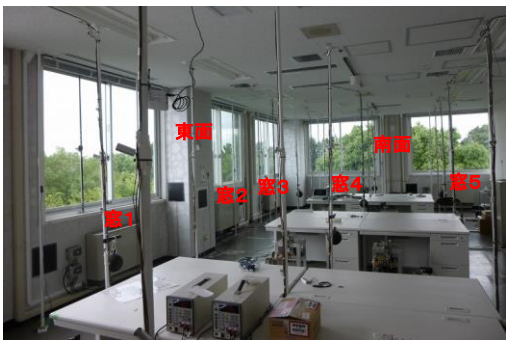
	単層タイプ	複層タイプ
夏期条件	日射熱取得率 0.70 ガラス平均温度 39.5℃	日射熱取得率 0.46 ガラス平均温度 48.1℃
冬期条件	日射熱取得率 0.74 ガラス平均温度 9.1℃	日射熱取得率 0.58 ガラス平均温度 6.4℃

夏期・冬期の環境条件やガラス構成によるガラス温度の違いに応じた日射遮蔽効果が確認できた。

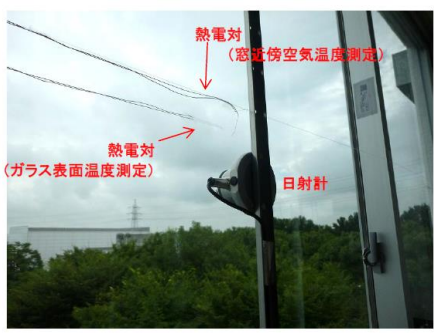
■ サーモクロミックフィルム・ガラスの評価について

(1) 昨年度の成果 (実建物での屋外暴露実験)

建築研究所 模擬オフィス実験室測定 (夏期参考測定、冬期測定)

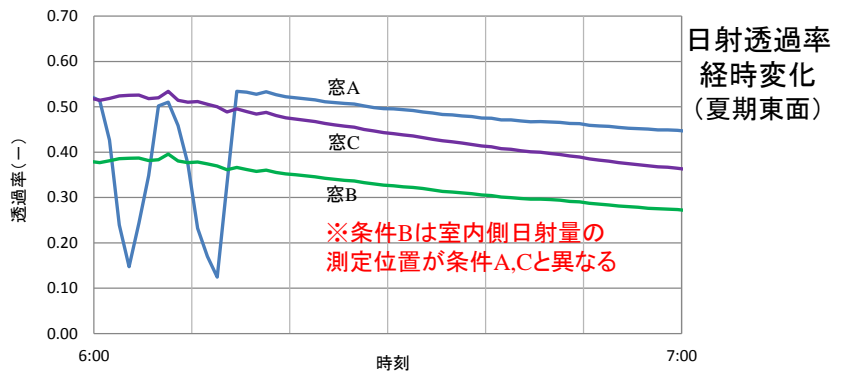
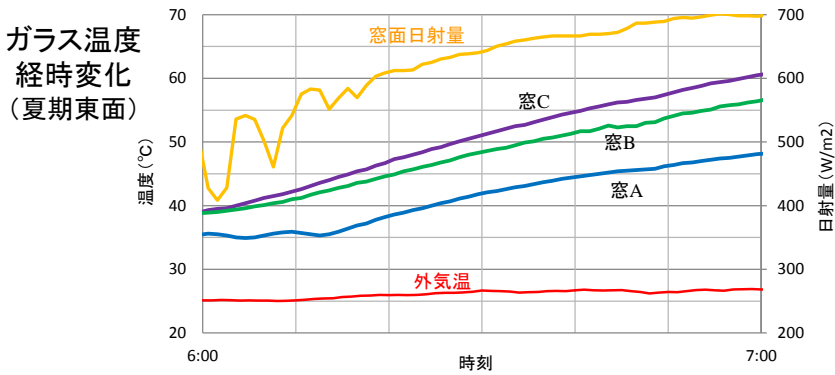


実験室内全景



室内側測定状況

窓条件A	サーモクロミックガラス単層
窓条件B	サーモクロミックガラス複層
窓条件C	サーモクロミックガラス単層 +内窓(Low-Eガラス)
窓条件D	サーモクロミックガラス複層 +内窓(Low-Eガラス)
窓条件E	サーモクロミックガラス単層+内ブラインド
窓条件F	サーモクロミックガラス複層+内ブラインド



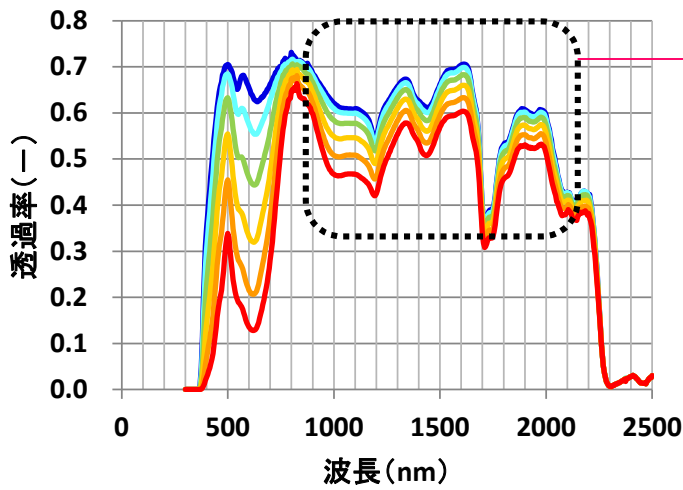
実環境下において、以下を確認できた。

- ・日射量の変化にตอบสนองしてガラス温度の昇降が時間遅れなく起きている
- ・日射透過率がガラス温度に反比例して変化している
- ・内窓を設置することで中空層の断熱効果によりガラス温度の上昇傾向が見られる

■ サーモクロミックフィルム・ガラスの評価について

(2) 技術課題

赤外波長域の透過への対応

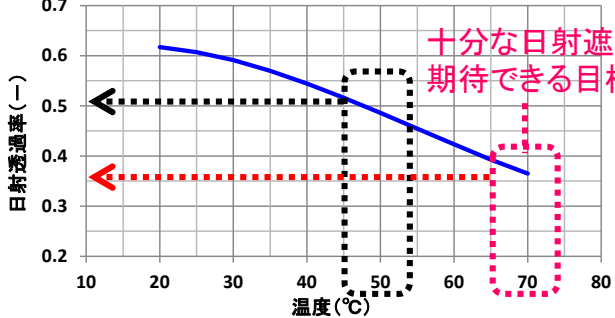
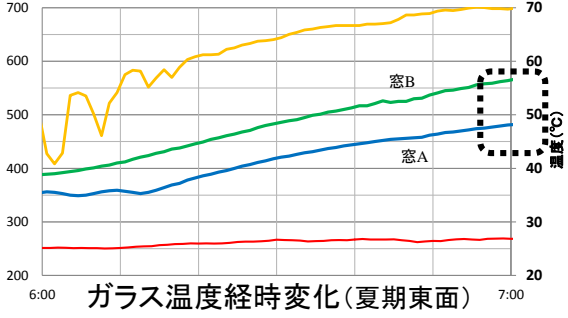


赤外波長域の透過率変化が小さい  
(十分な日射遮蔽効果が得られない)

- ・赤外波長域の遮断(反射・吸収)方法の検討が必要
- ・赤外波長域を遮断する場合の日射熱取得(@冬期)の対応検討が必要

ガラス温度上昇促進対策

実環境下で十分なガラス温度上昇が起きにくい (十分な日射遮蔽効果が得られない)



ガラス温度上昇対策検討が必要

- ・多層構成の検討
- ・赤外波長域吸収熱の利用

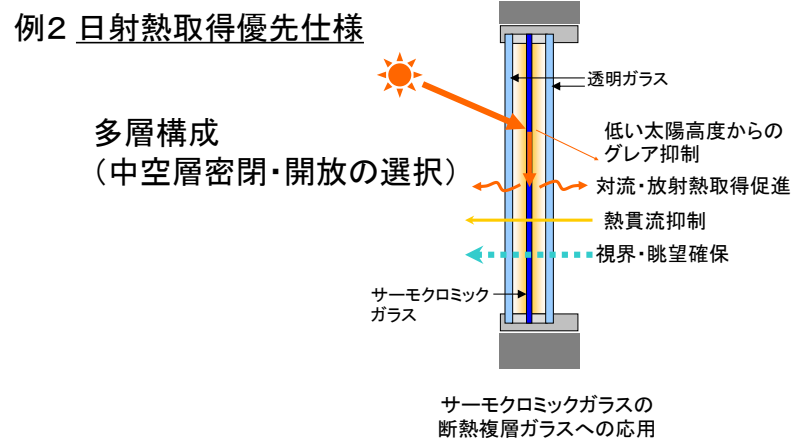
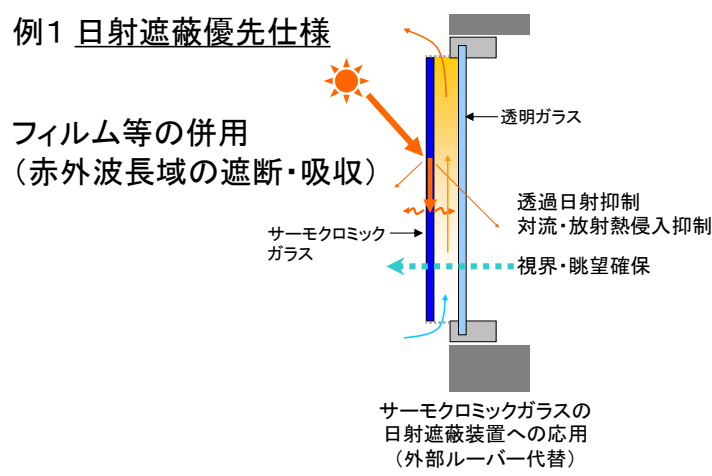


■ サーモクロミックフィルム・ガラスの評価について

(3) 今年度の取り組み

省エネ効果の高い窓システム検討、試作・実験測定、省エネ性評価

◎日射遮蔽優先、日射熱取得のそれぞれに最適な窓システムの検討



◎日射遮蔽・取得性能の実験測定 (ソーラーシミュレータ)

◎日射遮蔽・取得性能の屋外暴露実験測定 (模擬オフィス実験室)

◎評価方法開発・省エネルギー性評価 (TRNSYSの応用)

・窓データ整備(斜入射特性、多層構成対応) ・負荷計算比較による省エネ性評価

技術課題対応、最適な窓構成の検討およびその省エネ効果の確認を行う。



■ 採光フィルムの評価について

(1) 昨年度の成果

◎屋外暴露実験（建築研究所・模擬オフィス実験室）

● 採光フィルム概要

窓上部に貼付し日射の一部を天井方向に反射させ、室全体の明るさを向上させる

- 評価対象
  - ①透明単板ガラス+ブラインド
  - ②透明単板ガラス+フィルム+ブラインド
  - ③Low-Eガラス+ブラインド
  - ④Low-Eガラス+フィルム+ブラインド

● 測定項目：輝度、照度、熱画像撮影、照明消費電力等

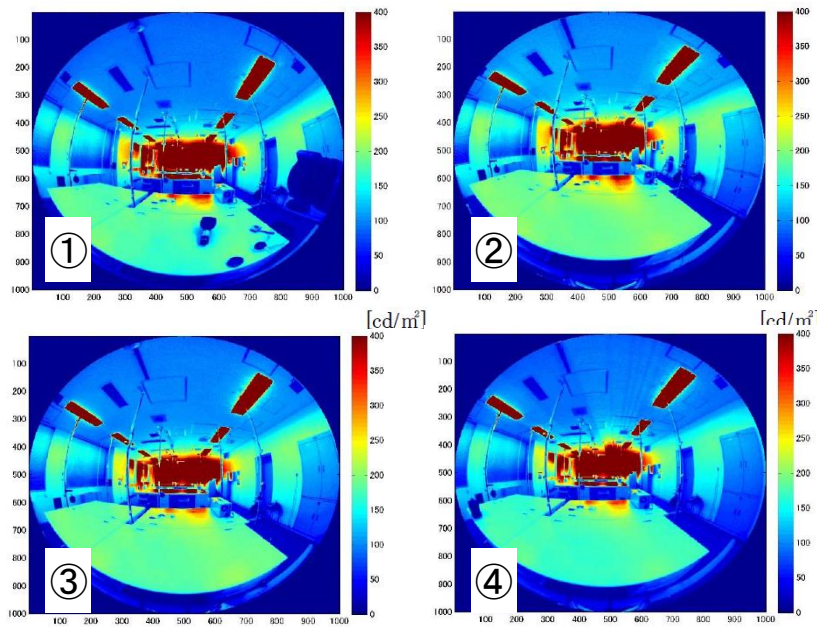
- 結果
  - ・フィルムによる室内天井面および室奥壁面上部の輝度上昇を確認
  - ・机上面照度向上電力削減効果を補正計算により確認

採光フィルムと適切なガラス・ブラインドを併用することで、室内への日射熱侵入を減らしながら昼光導入できることが確認できた。

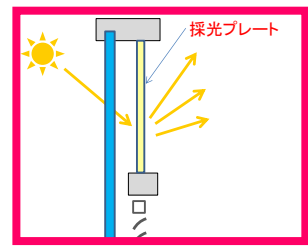
(2) 今年度の取り組み

採光フィルムに加え、右記の採光プレート等の窓性能向上手法の評価（屋外暴露実験予定）

ガラス面と異なる位置で採光制御等が可能な新技術の評価



窓面・室内輝度画像の比較



採光プレートのイメージ