

企 業 名：株式会社 ライリイ・コーポ
レーション

研究代表者：建築学科
准教授 三田村 輝章

研究テーマ：「遮熱・断熱・防火性能を持つ
高性能樹脂窓の開発」

平成 28 年度 公募型共同研究報告書

1. 企業名 ライリイ・コーポレーション株式会社
2. 研究代表者 学科：建築学科
職名：准教授
氏名：三田村輝章
3. 研究テーマ 遮熱・断熱・防火性能を持つ高性能樹脂窓の開発
4. 研究成果概要

A. 研究の背景

本研究では、昨年度に引き続き、高い遮熱・断熱性能と防火性能を併せ持つ高性能樹脂窓を開発し、普及促進することを目的として、開発した高性能樹脂窓の実証のために試験箱を用いた実証試験と数値シミュレーションによる適用効果の検証を行う。今年度は、昨年度に取得できなかった夏季における試験データの取得を行い、また、新たにブラインドを組み込んだ窓の導入、冬季における暖房実験、窓ガラス面の方位転換を行った実験を実施する。数値シミュレーションによる効果の検証では、今年度は、医療施設と宿泊施設のモデルを対象として冷暖房負荷を算出する。

B. 研究概要と成果

B-1 試験箱を用いた実証試験

試験箱は、内寸 W816×D186×H916mm の直方体とし、周壁は合板 (t=12mm) と断熱材としてポリスチレンフォーム (t=30mm) で構成され、外気側表面は風雨から保護するためにグレー色のペイントが塗装されている。この試験箱を 2 つ製作し、一つは今回開発した樹脂サッシ (シューコーサッシ) の窓 (FL4+A16+Low-E4, 中空層にブラインド入り) をはめ込み、もう一つは国内有名メーカーのアルミサッシの窓 (FL3+A10+Low-E3) をはめ込み、ベネシャンブラインドを室内側に設置する。これらの試験箱は、ライリイ・コーポレーション本社の屋上に設置されている。計測項目は、各所の表面温度、室内温度、窓ガラスとサッシ表面の熱流のほか、外気温度と水平面全天日射量である。計測は、表面温度と空気温度は T 型熱電対 (φ0.3) を、熱流は熱流センサー (日置電機製, Z2017) を、日射量は小型日射計 (英弘精機製, ML-020) を用い、これらをデータロガー (日置電機製, LR8416) に接続して、10 分間隔でデータを記録する。写真 1 に試験箱の外観を示す。実験は、夏季における実験では、試験箱は窓ガラス面が南を向くように設置してデータ取得を行う。冬季における暖房実験では、試験箱内に白熱電球 (100W) を設置し、タイマー制御にて夕方 18 時から翌朝 6 時まで点灯する。また、窓ガラス面の方向転換を行い、窓ガラス面が北を向くように設置してデータ取得を行う。

図 1 に 2016 年 8 月 4 日～6 日における温度変動を示す。樹脂サッシではサッシ室内側表面とサッシ外気側表面の温度差は最大で 20℃程度となり、断熱性能の高さが伺えるが、一方、アルミサッシでは、サッシ室内側表面とサッシ外気側表面で温度差は殆どみられない。また、樹脂サッシの室内側の表面温度は、アルミサッシよりも低いことがわかる。

図2に2016年8月4日～6日における熱流変動を示す。樹脂サッシでは約 $-25\sim 15\text{W/m}^2$ の範囲で変動しているのに対し、アルミサッシでは約 $-50\sim 20\text{W/m}^2$ の範囲で大きく変動している。日射のある日中では、樹脂サッシでは流出側であるが、アルミサッシでは流入側にある。また、夕方からは、樹脂サッシでは流入側に転じているが、これは、サッシが日射から受けた熱が時間遅れで室内に伝わっていることが考えられる。一方、アルミサッシでは急激に流出側となり熱損失が大きいことがわかる。

図3に2017年1月19日～21日における温度変動を示す。樹脂サッシでは、サッシ室内側表面温度とサッシ外気側表面温度の温度差は夜間の暖房時で最大 20°C 程度となり、断熱性能の高さが伺えるが、アルミサッシでは 1.0°C 未満と小さく、サッシ室内側表面温度は外気温度とほぼ同等である。室内の最高温度は樹脂サッシで日中は 18°C 程度、夜間の暖房時は 20°C 程度であるが、アルミサッシでは日中、夜間の暖房時ともに 15°C 程度であり、樹脂サッシ窓の断熱性能が室内温度へ与える影響の大きさがわかる。

図4に2017年1月19日～21日における熱流変動を示す。日中では、樹脂サッシでは、サッシ部とガラス部の熱流は殆ど同じであり、 $10\sim 20\text{W/m}^2$ の範囲で流出側であるが、アルミサッシでは、サッシ部は 50W/m^2 程度と大きく流出側にあり、熱損失が大きいことがわかる。夜間の暖房時は、サッシ部とガラス部ともに樹脂サッシでは約 $-30\sim -20\text{W/m}^2$ の範囲で変動しているのに対し、アルミサッシでは約 $-70\sim -25\text{W/m}^2$ の範囲で変動しており、室内からの熱の流出が大きいことがわかる。

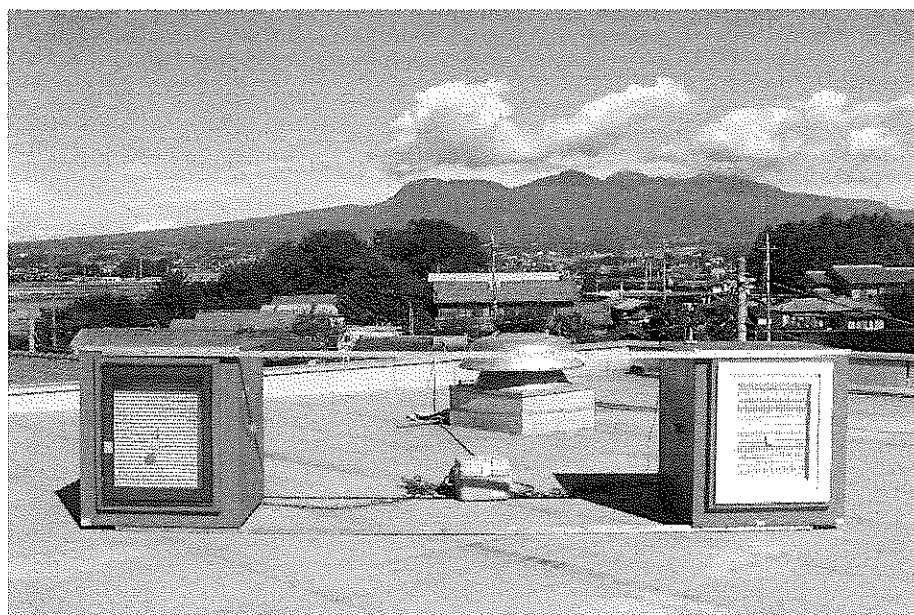


写真1：試験箱の外観（左：アルミサッシ，右：樹脂サッシ）

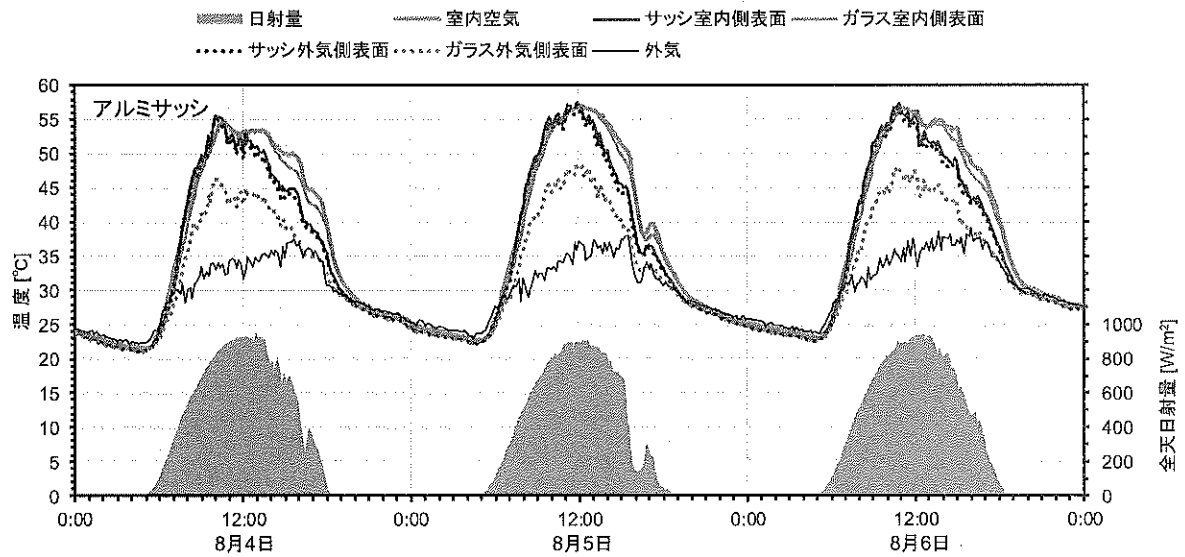
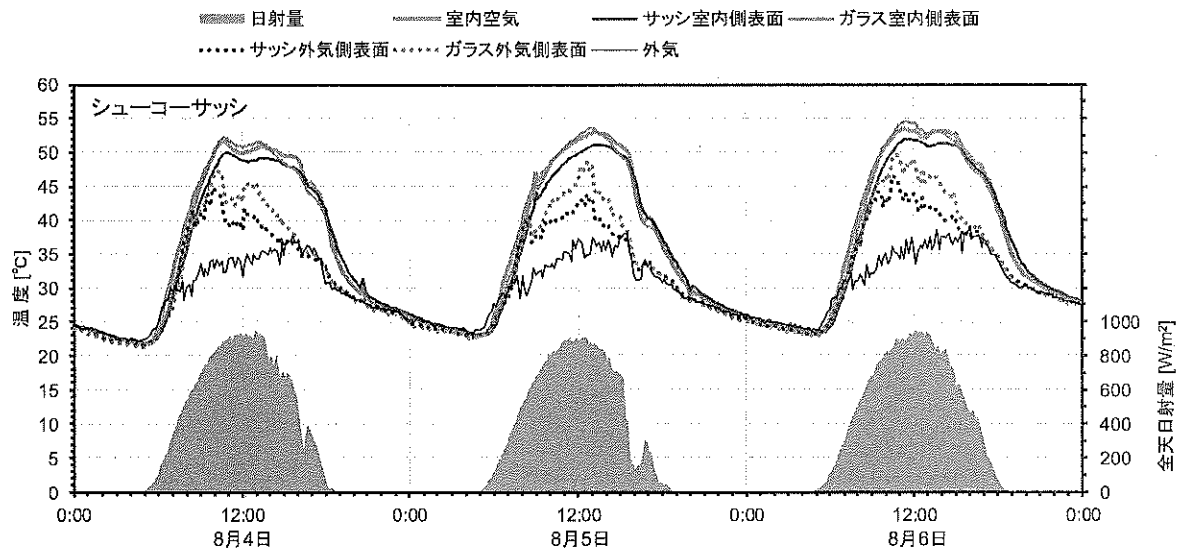


図 1 : 2016 年 8 月 3 日 ~ 6 日における温度変動
 (上 : 樹脂サッシ, 下 : アルミサッシ)

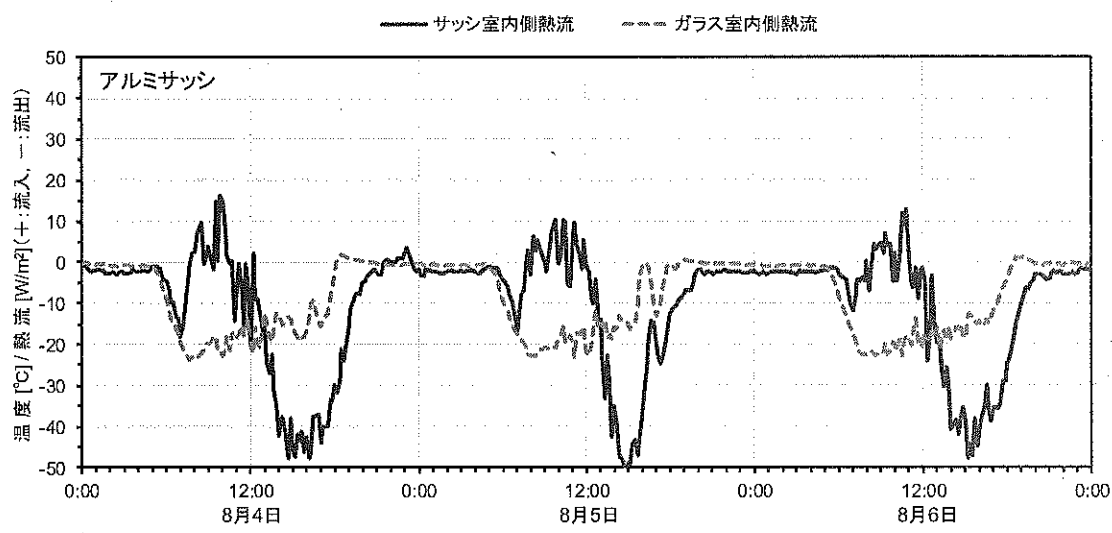
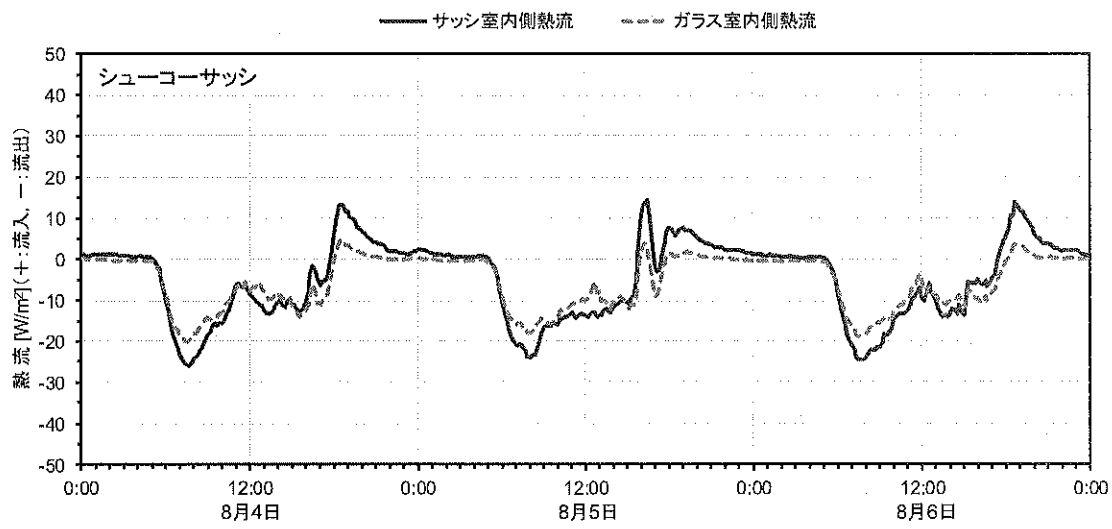


図 2 : 2016 年 8 月 4 日～4 日における熱流変動
(上 : 樹脂サッシ, 下 : アルミサッシ)

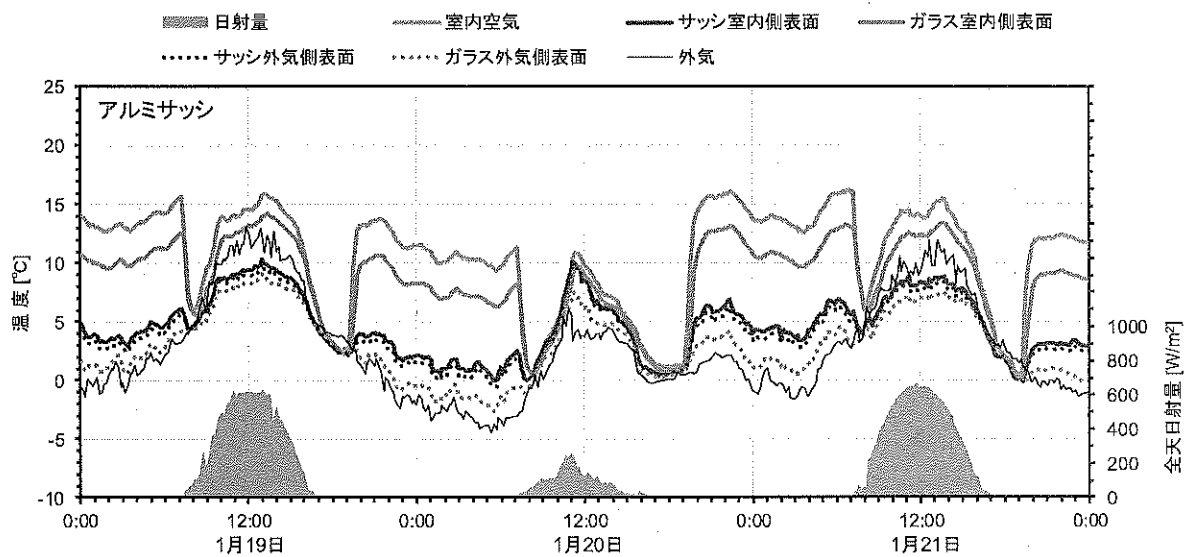
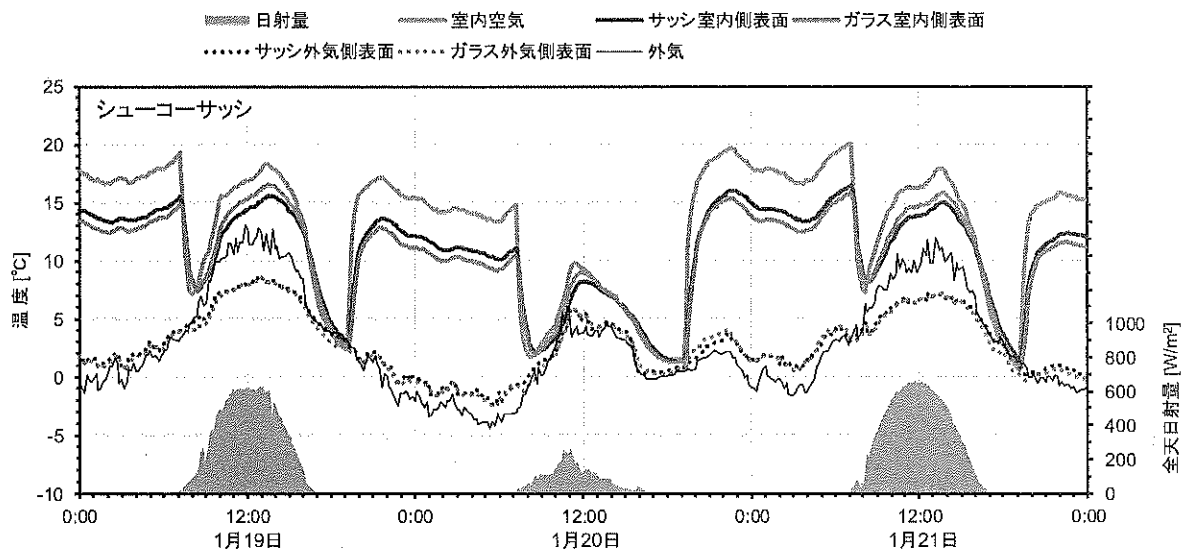


図3：2017年1月19日～21日における温度変動
 (上：樹脂サッシ，下：アルミサッシ)

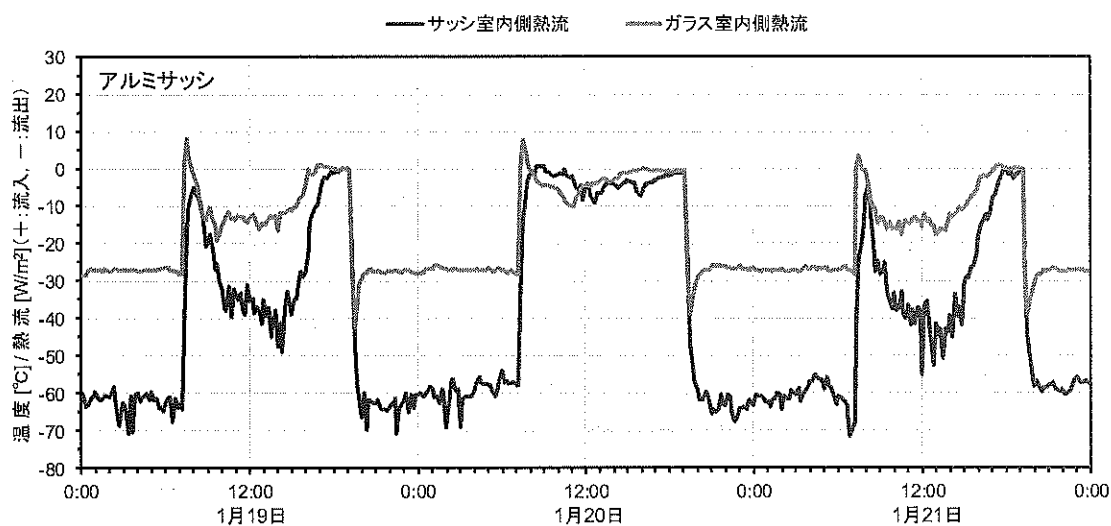
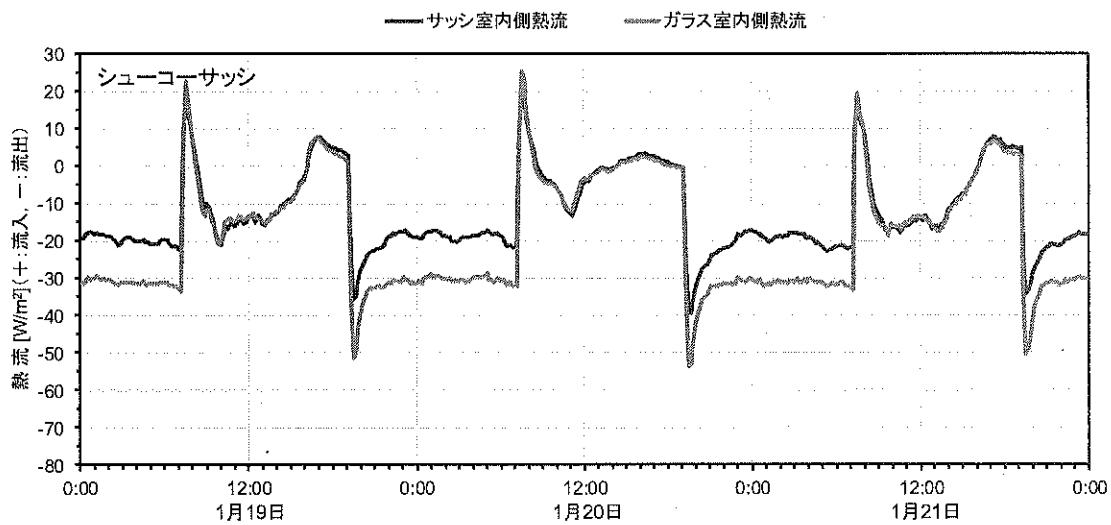


図4：2017年1月19日～21日における熱流変動
(上：樹脂サッシ，下：アルミサッシ)

B-2 数値シミュレーションによる効果の検証

数値シミュレーションには、システム・シミュレーション・ツール TRNSYS を用いる。シミュレーションの流れは、建物形状モデルは CAD ソフト Google SketchUP とアドオンである Trnsys3D により作成し、その後、TRNSYS に付属するソフト TRNBuild にて材料構成、冷暖房、換気、発熱等のスケジュールを設定して、同様に付属するソフト Simulation Studio にて気象データ、計算結果の出力等のモジュール構成を設定して、計算を実行する。また、今回開発した高性能窓（サッシ、ガラス等）の性能値を米国ローレンスバークレー国立研究所の窓性能評価ツール WINDOW を用いて入力データを作成して利用し、冷暖房負荷のシミュレーションを行う。今年度は、第一段階として、屋外の温湿度、日射量の実測値を用いて、試験箱の室内温度について実測結果とシミュレーション結果の比較を行い、精度を検証する。また、建物例として宿泊施設と医療施設をとりあげ、それぞれ客室と病室の1室を対象とした暖冷房熱負荷の算出を行う。

図5に試験箱における実測値と数値シミュレーション値の比較を示す。実測値とシミュレーション値は20℃以下ではよい一致を示しており、気温が高いほどシミュレーション値が低くなる傾向が見られるが、十分に検証できるものと考えられる。

冬季における月積算暖房負荷、夏季における月積算冷房負荷の算出結果は、両室とも暖房負荷では、樹脂サッシがアルミサッシの暖房負荷を下回り、一方、冷房負荷では樹脂サッシがアルミサッシの冷房負荷を上回る結果となった。

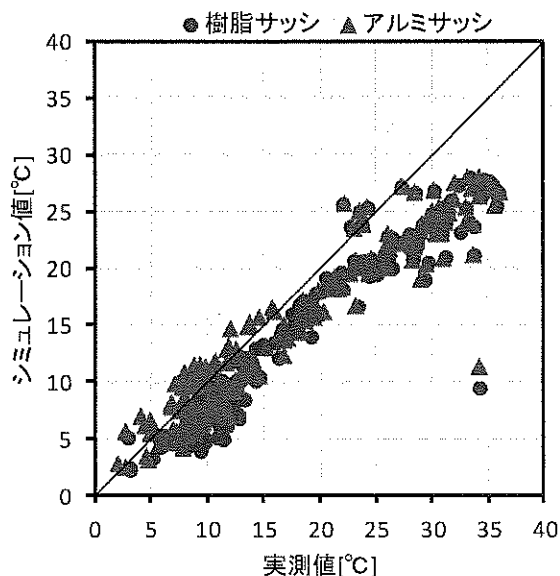


図5：試験箱における実測値と数値シミュレーション値の比較

C. おわりに

試験箱を用いた実証試験では、サッシ部の室内外表面温度差の比較から、樹脂サッシはアルミサッシよりも最大20℃程度大きく、断熱性能の高さを確認できた。熱流についても、

樹脂サッシは、夜間の暖房時のサッシ室内側熱流の流出がアルミサッシよりも小さく、断熱性能の高さを確認した。

数値シミュレーションによる効果の検証では、樹脂サッシは、昨年度の事務所ビルでの検討と同様に夏季は室内の熱を逃がしにくいことから、冷房負荷はアルミサッシを上回る結果となったが、暖房負荷については、樹脂サッシがアルミサッシを下回り、宿泊施設、医療施設については特に冬季に有効であると考えられる。