

---

事務所建築における断熱内戸を用いた温熱環境改善  
および環境負荷低減効果の検証

---

平成 20 年度三鷹ネットワーク大学推進機構  
「民学産公」協働研究事業 報告書

平成 21 年 2 月 28 日

首都大学東京 都市環境科学研究科 建築学専攻 須永研究室  
旭化成建材株式会社 断熱材事業部  
三鷹市 生活環境部 環境対策課

研究組織

首都大学東京 都市環境科学研究科 建築学専攻 須永研究室

須永 修通

津田 晃宏

旭化成建材株式会社 断熱材事業部

一坊寺 英夫

大塚 弘樹

三鷹市 生活環境部 環境対策課

岩崎 好高

向井 研一

特定非営利活動法人「多摩ニュータウン・まちづくり専門家会議」・(有)秋元建築研究所

秋元 孝夫

(有)アーバン・ファクトリー

藤江 創

(有)U-ART

井上 裕子

費田 直樹

# 事務所建築における断熱内戸を用いた温熱環境改善および環境負荷低減効果の検証

## 報告書 目次

1. 「民学産公」共同研究事業の概要	1
2. 幹事団体・協働研究事業参加団体のプロフィール	2
3. 共同研究事業の企画・実施の背景	6
3.1 背景と経緯	
3.2 断熱内戸の種類と特徴	
4. 共同研究事業の詳細	13
4.1 目的	
4.2 市庁舎における熱負荷削減効果に関する検討	
4.3 断熱内戸の仕様とその性能に関する実証実験	10
4.3.1 対象建物と窓仕様および要望	
1) 第一庁舎	
2) 第二庁舎南側	
3) 第二庁舎北側	
4.3.2 第二庁舎南側窓への対策	13
1) スライド式・試作品1	
2) スライド式・試作品2	
3) 温熱環境測定結果	
a) 測定場所、方法	
b) 温度変動状況	
c) 放射カメラによる測定結果	
4) ヒアリング・アンケートの結果	
4.3.3 第二庁舎北側窓への対策	27
1) マグネット式・試作品3	
2) 面ファスナー式・試作品4	
3) 放射カメラによる測定結果	
5. 結語	32



## 1. 「民学産公」共同研究事業の概要

地球温暖化防止のためには、二酸化炭素排出量の大幅削減が、早期に、行われることが必要である。建築分野においては、新築の建物では省エネルギー対策が進んできたが、早期削減には、熱的な性能が低く、また、圧倒的に数の多い、既存建築を改良することが重要である。一方、建築では、ガラスの使われる開口部は熱的な弱点であり、熱損失は壁の10倍程度大きい。したがって、この開口部からの熱損失削減が大きな鍵となる。

この開口部の熱損失を大幅に削減するものに、断熱内戸がある。これは、断熱材（本研究では高性能フェノールフォーム）を使用した内戸を製作し、開口部内側に取り付けるものである。断熱内戸は、複層サッシなどに比べ性能がよく、また安価であるため、早期の普及が見込まれる。また、断熱内戸を使用することにより、室内の温熱快適性の向上が期待できる。筆者らは、住宅用に関しては、これまでに改修・新築合わせて20軒程度に設置するなど、その大きな効果を把握してきたが、他用途の建築における効果は明らかになっていない。

本研究では、三鷹市役所第二庁舎を対象として、事務スペースでの断熱内戸の効果を検証するとともに、職員の方々に意見を聞くことで、断熱内戸の操作性や納まりについての改善点を明らかにすることを目的にした。

三鷹市役所の開口部はスチールサッシであったことから、また、事前のヒアリングで室内の光環境が重視されていることから、縦積み型（横長の断熱内戸を上下方向に数枚設置する）がよいと思われた。しかし、最初は操作性のよいものを使ってみたいという希望から、まずスライド式を設置することにした。スライド式は、第二庁舎南側の連装窓用として、表面仕上げの異なる2種類の試作品を作成した。また、北側のポツ窓用として、着脱方式の異なる縦積み型2種類を試作した。

今回の実証試験を通して得られた主な知見は以下の通りである。

1. 事務スペースでは、冬季の日射の遮蔽と夏季の暑さ対策が重要であり、断熱内戸にもこれらの効果が求められることが、改めて明確になった。
2. 断熱内戸の温熱環境改善および空調負荷削減効果の高いことは、事務所建築の窓でも同様であった。
3. スライド式試作品では、材が何らかの原因で反ることがわかった。原因を究明する必要があるが、一因として、材の厚さ、材の延伸(による支え)、表面材の影響などが考えられた。
4. マグネット着脱式はスチールサッシ用の解として期待されたが、適度な脱着性をもつ磁力ではプラスチック枠と鉄の組合せの平滑な面では滑り落ちてしまうため、表面を粗い仕上げにするなどの対策が必要なことが明らかとなった。
5. 面ファスナー着脱式は、面ファスナーの接着力が強すぎるため、断熱内戸側は小面積のものを使用する必要があること、また、合わせて枠側をテーパー状にすると好みの位置に設置することができ、自由度が高いことがわかった。
6. 縦積み型の最下段のものは、中央部分にサッシとの隙間が出来やすいため、この部分の気密性を向上させる必要がある。

## 2. 幹事団体・共同研究事業団体のプロフィール

□首都大学東京 都市環境科学研究科 建築学専攻 須永研究室

**研究テーマ**：「快適な建築・環境をなるべく少ない化石エネルギー消費で！」をスローガンに、『省エネ・自然エネルギー利用建築』と『人体の温熱快適性』を主なテーマとしている。建築的要素の工夫によるパッシブデザイン手法、太陽熱などの自然エネルギー利用による室内気候調整、それらに関連する建築部材の開発、実在する環境共生建築の性能評価、ならびに、建築、特に住宅の評価方法などに関する研究を継続的に行っている。

**主な著書**：1) Bioclimatic Housing - Innovative Designs for Warm Climates -, (計 55 頁), Earthscan, 2008  
2) 建築設計資料集成[環境編] (第 2 章建築と環境:パッシブデザイン, pp. 76-81)、丸善、2007  
3) 学校建築を活かす - 学校の再生・改修マニュアル- (第 4 章 学校建築の環境性能向上)、首都大学東京 21 世紀 COE プログラム発行、pp. 35-46、2007 など。

**主な論文**：1) Nobuyuki Sunaga, So Fujie and Tamaki Fukazawa, Thermal Insulation Improvement; Learning from Activation Projects by the TMU COE Program, Proc. of Building Stock Activation 2007 (International Conference of 21st Century COE Program of TMU), pp.25-32, 2007、  
2) 須永修通、全球永續性建築設計的發展趨勢、台湾 永續建築國際研討會 2004、pp. 7-15、2004 年 (Keynote)  
3) Tamaki Fukazawa, Nobuyuki Sunaga et al., Thermal Comfort Zone in Daily Life Considering Adjustments by Residents, Proceedings of PLEA2008 -The 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture-, 2008 など。

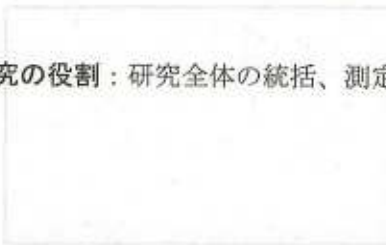
**主な建築環境設計コンサルト**：1) 呼人郵便局(網走市)、2) 河東学園(会津若松市)、3) 光ヶ丘四丁目団地(練馬区)、4) 目黒中央中学校(目黒区)など。

**主な共同研究先**：日本郵政公社、杉並区役所、横浜市、日建設計、旭化成ホームズなど。

**国際交流協定校**：中国 西安市 西北工業大学

**ホームページ**：須永研究室 <http://www.comp.tmu.ac.jp/sunaga.lab/>  
首都大学東京 建築学専攻 21 世紀 COE プログラム インターネット・ライブラリー <http://www.comp.tmu.ac.jp/4-met/il/>

**研究の役割**：研究全体の統括、測定・調査・解析





社名	旭化成建材株式会社 (ASAHI KASEI CONSTRUCTION MATERIALS CORPORATION)
設立	昭和 51 年(1976 年)9 月
創業	昭和 38 年(1963 年)12 月
主要株主	旭化成株式会社(100%)
事業目的	1. 建築材料の製造及び販売 2. 土木資材の製造及び販売 3. 建設工事及び土木工事の設計、監理及び請負 4. 人工魚礁及び浮魚礁、浮棧橋等の海洋構築物の設計、製造、販売及び施工管理 5. 産業廃棄物及び一般廃棄物の収集、運搬、処理及び再生 6. 前各号に付帯、関連する事業

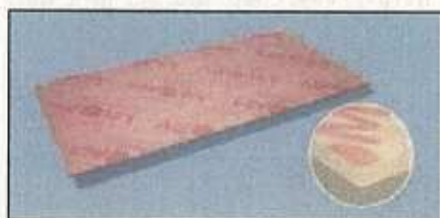
旭化成建材は、ALC（軽量気泡コンクリート）、鉄骨構造用資材、基礎杭、断熱材などの分野で、先進性を追求した高付加価値な製品と施工技術を提供します。  
旭化成グループならではの、無機化学と有機化学の技術を融合したユニークな建材メーカーを志向していきます

#### 断熱材事業部概要

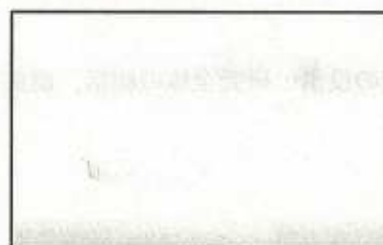
地球環境適合型の断熱材を開発し、大きな注目を集めています。

断熱材事業のコア製品である「ネオマフォーム」は、フェノール樹脂を原料とする発泡プラスチック系断熱材です。世界トップクラスの断熱性能を長期間維持することができ、フェノールの特長である耐燃焼性にも優れています。さらに、発泡工程でフロン系ガスを一切使わない「ゼロフロン断熱材」として地球環境にも配慮した製品です。「省エネ大賞」「オゾン層保護・地球温暖化防止大賞・優秀賞」をはじめ、各分野より高い評価をいただいています。なお、「ネオマフォーム」は、木造住宅の断熱工法として注目されている、建物全体を“すっぽり”と包み込む「外張り断熱工法」に最適な断熱材として好評です。また、公共施設や大型店舗などの建築用断熱材、保温保冷BOXやトラックの保冷車などの断熱材など、産業用資材へも用途が広がっています。旭化成建材では、断熱の重要性を説く啓蒙活動に力を入れており、「チーム・マイナス6%」に参加して断熱によるエコ効果をアピールしています。

#### 主な製品



高性能フェノールフォーム断熱材  
ネオマ<sup>®</sup>フォーム



ポリエチレン系断熱材断熱材  
サニーライト<sup>®</sup>

#### 連絡先

〒181-8555 東京都千代田区神田神保町1-105 神保町三井ビルディング 19F  
TEL: 03-3296-6650 (直通) FAX 03-3296-3535  
メール: [ichibou.ji.hb@om.asahi-kasei.co.jp](mailto:ichibou.ji.hb@om.asahi-kasei.co.jp) (一坊寺 英夫)

研究の役割: 断熱内戸の仕様検討・作成

□三鷹市生活環境部環境対策課

三鷹市は、「三鷹市基本構想」(平成13年9月議決)で、「高環境・高福祉のまちづくり」の実現を基本目標に掲げています。また、「第3次三鷹市基本計画(第2次改定)」の中で、「第4部 人と自然が共生できる循環・環境のまちをつくる」ための施策を掲げています。

また、平成19年3月に「三鷹市環境基本計画」を改定し、「循環・共生・協働のまち みたか」を目指した施策を推進しています。そして、「三鷹市地球温暖化対策実行計画(第2期計画)」に基づき、地球温暖化対策を推進しています。

公共施設の省エネルギー対策として、ESCO事業を平成10年度より導入し、市役所本庁舎、牟礼コミュニティ・センター、芸術文化センター、環境センター(可燃物焼却場)、東部下水処理場で実施しています。

ISO14001の認証は、環境センター及び市民センター・教育センターで取得しています。

環境対策課の主な事務内容は次のとおりです。

環境保全および公害対策の企画、環境基本計画の推進、環境調査、環境学習、公害苦情相談、各種届出受理、工場認可、環境マネジメントシステム

連絡先

〒181-8555 東京都三鷹市野崎1-1-1 三鷹市役所第二庁舎2階  
TEL: 0422-45-1151 内線 2523 2524 (環境マネジメントシステム事務局) 内線 2525  
FAX: 0422-45-5291  
メール: kankyo@city.mitaka.tokyo.jp

研究の役割: 断熱内戸の操作性検証、アンケート調査

□(有)アーバンファクトリー

社名	アーバン・ファクトリー
創業(設立)	平成3年(1991年)11月
資本金	300万円
代表取締役	藤江 秀一
管理建築士	藤江 創
事業目的	1. 建築設計 2. 都市計画、及び、コンサルタント 3. インダストリアルデザイン、及び、コーディネート

アーバン・ファクトリーは、「富山県まちのかお事業」などの都市コンサルタント業務や、(株)磯崎新アトリエとのパートナーシップの下、数多くの先進的な公共事業の設計業務に携わっていました。平成13年(2001)から5年間の休業期間を経て、平成18年(2006)に、藤江創を主要メンバーとして業務を再開しました。再開後は、住宅設計を初め、公共建築を含む建築ストックの改修設計や、インダストリアルデザインなど精力的に展開しています。

H. P. : <http://urbanfactory.web.fc2.com/index.html>

連絡先

〒231-0032 神奈川県横浜市中区不老町1-2-7 シャトレイン横浜 607  
TEL/FAX: 045-641-7721 携帯: 080-1170-5067  
メール: [fujiso@kcd.biglobe.ne.jp](mailto:fujiso@kcd.biglobe.ne.jp)

研究の役割: 断熱内戸のデザイン・作成、図面作成



□特定非営利活動法人「多摩ニュータウン・まちづくり専門家会議」・(有)秋元建築研究所

名称：特定非営利活動法人 多摩ニュータウン・まちづくり専門家会議  
(略称「たま・まちせん」)

設立：2003年10月 (※NPO法人設立認証=2005年2月)

所在地：(事務局) 〒206-0033 東京都多摩市落合1-24-1-403

連絡先：メール info@machisen.net 電話 042-337-5609 FAX 042-337-5599

活動目的：住み続けられる多摩ニュータウンを造る実践的専門家集団として活動することで、多摩ニュータウン市民の生活について、市民の専門家によるまちづくり支援組織が市民の為に支援活動を行い、五つの循環(人・住まい・施設・経済・環境)を促し、地域に貢献する専門家集団としてコミュニティビジネス等を通して地域経済の活性化と持続可能な多摩ニュータウンの実現に寄与する。

とりわけ多摩ニュータウンに住み続ける為の方策として、不足住宅の整備、新たな時代に向けての都市のストックの維持改善、基盤整備の陳腐化に対する改善の提案などを行政に対しても提案できる専門家集団として機能することを目指している。

活動内容：「まちづくり」に関する以下の活動

1. 普及・啓発、2. 調査・研究、3. 提案・提言、4. 計画策定、5. ビジョン・ガイドラインづくり、6. 整備・建設、7. 維持管理・運営、8. 相談・コンサルティング、9. 情報提供

代表者：秋元 孝夫

会員数：17名 (2006年1月時点)

研究の役割：断熱内戸のデザイン、けんどん式の作成

□(有)U-ART

社名	(有)U-ART (ユーアート)
創業(設立)	平成17年7月
資本金	300万円
代表取締役	井上 裕子
事業目的	室内外における 特殊塗装 壁画 各種(金属 木 FRP等)立体造形 企画 デザイン 施工 管理

U-ARTは 人の手から手へと伝わるものづくりの感覚を大切にし  
あらゆる素材の良所を見出し 作品製作を通じて  
心地よい空間が社会全体の安心感へ繋がってゆくような  
気持ちに届く作品をご提供してゆきたいと考える 美術家の集団です。

連絡先

住所：〒154-0017 東京都世田谷区世田谷1-13-7 ラ・ノーパ201

E-mail：u-co@ss.iij4u.or.jp

研究の役割：断熱内戸のコーナー枠材の検討



### 3. 共同研究事業の企画・実施の背景

#### 3.1 背景と経緯

地球温暖化防止のために、二酸化炭素排出量の大幅削減が行われること、それも早急に行われる必要がある。建築分野においても、新築の建物では省エネルギー対策が進んできたが、早期削減のためには、熱的な性能が低く、また、圧倒的に数の多い、既存建築を改良することが重要である。また、近年、環境的にも経済的にも建物の長寿命化が図られつつある。この点からも既存建築の改修が重要となっている。

一方、建築の熱環境調整では、ガラスの使われる開口部は熱的な弱点であり、熱損失は壁の10倍程度大きい。したがって、この開口部からの熱損失削減が大きな鍵となる。その対策として、真空ガラスなどの高性能窓や外付け可動ブラインドなどの窓部材が市販されている。しかしながら、例えば複層ガラス窓を既存窓の内側に取り付けるという、比較的簡単な工事のものでも、一つの窓で約10万円が必要なように、それらは高価であることから、あまり普及していないのが実情である。上述の省エネの実効性という観点からも、安価で高性能な窓部材を開発し、既存住宅・建築の窓に取り付けることが、最も効果的、かつ、必要である。

そこで、本研究グループでは、安価で、開口部の熱損失を大幅に削減するものとして、断熱内戸を開発・研究してきた。「断熱内戸」は、断熱材（本研究では高性能フェノールフォーム）で襖（ふすま）のような戸を作成し、開口部の内側に取り付けられるものである。断熱内戸は、複層サッシなどに比べて性能が格段に良いため、省エネルギーだけでなく、室内の温熱快適性も向上できる。また安価であるため、早期の普及が見込まれる。

研究グループでは、まず住宅用に限定して、様々な仕様を考案・試作・実験した。これまでに改修・新築合わせて20軒程度に設置し、測定や計算、使用者へのヒアリングなどから、その効果や操作性などを検討してきた。取付仕様に関しては、はめ込み式、スライド式、既存枠利用式、分割式などが考案・試作され、各々の長所短所を明らかにした。例えば、新省エネ基準程度の既存住宅に断熱内戸を設置するだけで、換言すると低いコストで、次世代省エネ基準に近い熱性能を得られることや、コールドドラフトの防止などによる高い快適性を得られることなどである<sup>1)</sup>。省エネルギー効果もそうであるが、冬季の寒さの改善効果については、使用者全員から絶賛されている。

以上のように、住宅用に関しては、断熱内戸の大きな効果を把握したが、他用途の建築における効果や問題点は明らかになっていない。

そこで、本研究では、三鷹市役所第二庁舎を対象として、事務スペースでの断熱内戸の効果を検証するとともに、職員の方々に意見を聞くことで、断熱内戸の操作性や納まりについての改善点を明らかにすることを目的にした。

#### 3.2 断熱内戸の種類と特徴

##### 1) 取付位置

右の図3.1のように、取付位置は、窓枠内に収めるものと、窓枠の外側に取付けるものがある。

窓枠内に取付けるものは、開放時などの断熱内戸の収納場所に比較的困らないが、窓枠が金属の場合、熱橋を阻止することができない。

一方、窓枠の外側に取付けるタイプでは、収納方法に工夫が必要であるが、閉めたときには窓枠までカバーできるというメリットがある。

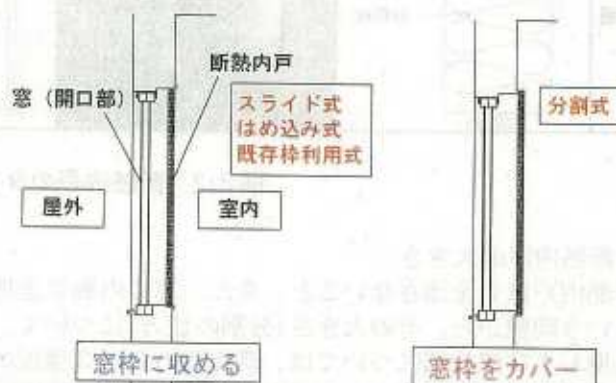


図3.1 断熱内戸の設置位置<sup>1)</sup>



## 2) 断熱内戸のタイプ

これまでに検討してきた断熱内戸のタイプは、大きく4タイプに分けられる。それらを、その特徴とともに、図3.2に示す。

### 窓枠に収める

	スライド式	はめ込み式
特徴	レール上で断熱内戸をスライド 左右に4(または2)分割した戸を入れる	窓枠内にはめ込む 戸の外周部をクッション材で囲む
長所	開け閉めが簡単	気密性が非常に良い 小さい窓に向く
短所	戸1枚分の採光不可 レールと戸の間に隙間がでやすい	はめ込む際に手間がかかる 戸を外した際の収納場所が必要
製作	枠・レールの作成・取付けに時間がかかる 施工精度が要求される	製作が容易で、短時間でできる クッション材で施工誤差を吸収できる
詳細		

### 窓枠に収める

### 窓枠をカバー

	既存枠利用式	分割式
特徴	既存の敷居、鴨居に断熱内戸を入れる 戸が2列に並ぶ	単位長さに分割した戸を上下(左右)に並べる
長所	既存のレールが利用可能 開け閉めが簡単	取り付けが簡単 部分的に開け閉め可能
短所	2枚の戸の隙間でできる 窓面積の約半分の採光不可	戸を外した際の収納場所が必要 戸間の隙間がでやすい
製作	枠の作成に時間がかかる 上下長さに精度が必要	戸の製作枚数が増え、時間がかかる
詳細		

図3.2 断熱内戸のタイプと特徴<sup>1)</sup>

## 3) 断熱内戸の大きさ

断熱内戸は光を通さないこと、また、窓の内側に追加するものであるためどのように収納するかという問題から、その大きさ(分割の仕方)について、試作を繰り返して検討した。その結果、光環境および開放感については、既存窓の2/3程度が隠れなければ問題ないことがわかり、スライド式では、窓幅の1/4の大きさに作成し、窓枠内に収めることとした。



#### 4) 断熱内戸の厚さ

断熱内戸に用いる断熱材の厚さについては、断熱材を高性能フェノールフォーム(熱伝導率0.02W/mK)として、窓の熱貫流率、住宅の熱損失係数を求め、検討した。

表3.1に開口部の熱貫流率、図3.3に熱損失係数を示すが、厚さが15mmを超えると熱損失係数ではあまり大きな違いがなくなることから、住宅用では、襖の厚さとほぼ同じ20mmを採用した。

表 3.1 断熱材の厚さと熱貫流率<sup>1)</sup>

断熱内戸厚さ	0mm(内戸無)	5mm	10mm	15mm	20mm	25mm	30mm	35mm
開口部熱貫流率 (W/m <sup>2</sup> ·K)	6.51	2.16	1.40	1.04	0.82	0.68	0.58	0.51

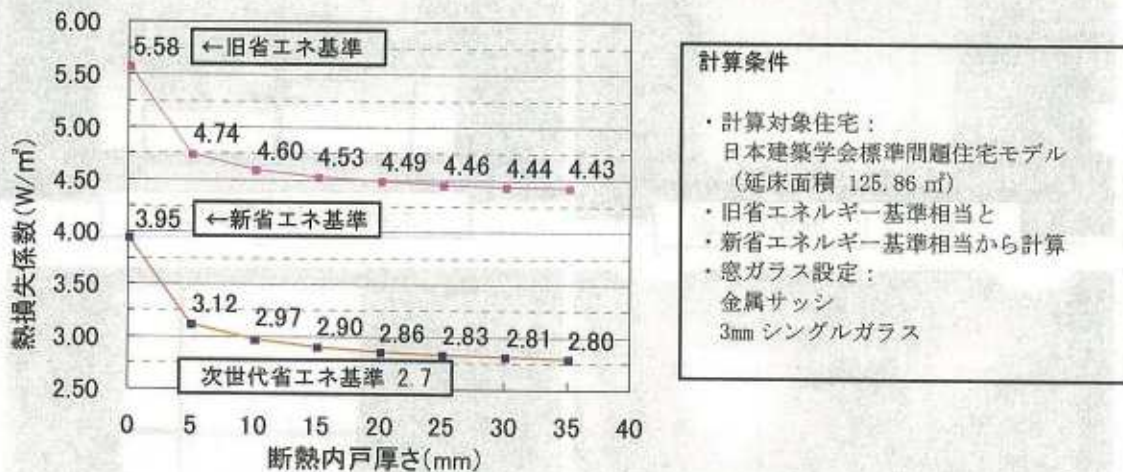


図 3.3 断熱材の厚さと熱損失係数の関係<sup>1)</sup>

#### 参考文献 (資料1)

1] 津田晃宏、須永修通、大塚弘樹、一坊寺英夫、温熱環境改善を目的とした開口部に設置する断熱内戸に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 分冊、pp. 217-218、2008年9月

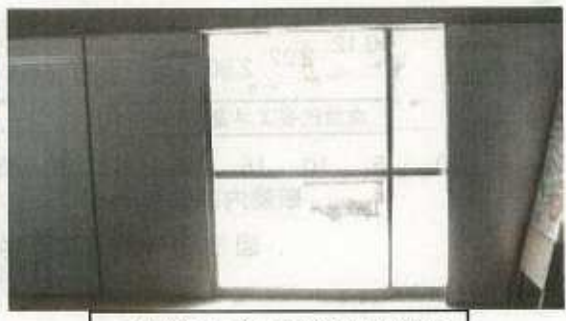
## 5) 大開口への設置例

### a) 大判によるケンドン式断熱戸

#### ■大規模開口の断熱戸(多摩市諏訪すくらんぶる一む)

条件：単板ガラスによる大開口を断熱戸により保温する。ただし、外部からも出入りすることから、外部から着脱できる容易なものとするを条件とした。

寸法：高さ2メートル、幅5メートルの開口を6枚の断熱戸で構成する。



制作：3×6（900mm×1800mm）1枚では対応できない掃き出し窓について、2枚を上下に合わせることで対処した。接続はアルミテープによる接続で、比較的安定した強度が得られた。



納まり：簡易な取り付け、取り外しを実現するために、上部に既成プラスチックの溝型を貼り付け、そこに差し込むことでケンドン方式とした。





大判ケンドン角部写真



大判ケンドン上部納まり



大判ケンドン下部納まり

#### ■同室内の玄関ドアの断熱

条件：鉄扉のため、結露防止、表面からの伝導エネルギーの抑止に対応する。

寸法：幅1.2メートル、高さ1.8メートル(ポスト、ドアノブなど)

製作：鉄扉のくぼみに2センチネオマを挿入し、その表側に1センチネオマを貼り付けた。

納まり：くぼみへの挿入は容易に入ったが、表面のネオマはドアノブの動きや扉の開閉に対応することが困難で、施工的に配慮が必要。



鉄扉断熱モデル A



鉄扉断熱モデル B

b) 新築住宅への適用例

下記は、新築の週末住宅にデザインされた例である。スライド式であるが、表面仕上げをクロス張りとし、内部の断熱材を一部くりぬくことで昼間は外光が少し入り、夜は外に洩れるようになっている。

**新築戸 伊豆山h テラス窓タイプ**

所在地——静岡県伊豆山  
 主要用途——内戸（新築仕様・日射遮蔽）

プロジェクト概要——2007.01  
 伊豆山h仕様設計製作—2007.09—2008.09

プロジェクトメンバー  
 清水建設（建設大学東京大学建築学部建築科学研究所）  
 秋元孝夫（秋元建築事務所）  
 藤江剛（アーバン・ファクトリー）  
 大塚弘毅（旭化成建材株式会社）  
 一坊孝英（同上）  
 津田昌宏（建設大学東京大学建築学部研究所）

—ぽんやりと光を透すテラス窓タイプの新築戸—

プロジェクト概要  
 2007年1月（建設大学東京大学のプログラムを機軸に清水建設の呼びかけでプロジェクト発足。建築における省エネルギー施策を考えると、開口部を断熱強化することが重要という考えに基づき、建築にあり得しげで、新築住宅のよい内戸の顔が求められた。ベースとなる新築戸には、断熱性、施工性、汎用性、柔軟性を考慮し、旭化成建材株式会社のネオマフォーム（以下ネオマ）を選択。メンバーそれぞれのフォルムで、試作を実際に適用しながら、その効果を検証している。製品としての一歩前進も視野にいたって開発をすすめている。

「伊豆山h テラス窓タイプ」  
 断熱が大きく、開口部が狭小で、視線が集中する、テラス窓内の新築戸を考えたとき、閉じたときの「デザイン性」と設置し易さや取付けなどの「操作性」が重要である。閉じたときと非に透光してしまうのが新築戸の欠点であるが、ここではそれを解消すべく、素材であるネオマフォームに10mmの穴を開け前後にクロスを交換することで、ぽんやりと光を透すことを実現した。

設置方法はそれ自体の重量が軽いので設置や移動には問題が少なかったため、ランダム式を採用した。通常の引き出しにした場合、レールが扉にすべりやすいため、デザイン的にも優越性にもよくない。そこでここでは、天井面に透明アクリル製のガイドを付け、新築戸自体にすべりをつけることですべりはなくなり、新築戸を開けるとランダムな光がぽんやりと空間を照り、暖かみのある空間を創り出している。（藤江剛/アーバン・ファクトリー）



**新築戸正面図**



**新築戸断面図**








この図表は、中規模の建物の設計・施工の工程を示している。図表は、設計・施工の工程を示している。図表は、設計・施工の工程を示している。

図表は、設計・施工の工程を示している。図表は、設計・施工の工程を示している。図表は、設計・施工の工程を示している。

図表 1-4 建設現場の安全管理

建設現場の安全管理は、労働者の安全と健康を守るために不可欠である。図表は、建設現場の安全管理の工程を示している。図表は、建設現場の安全管理の工程を示している。図表は、建設現場の安全管理の工程を示している。



建設現場の安全管理に関する図表

表 1-1 安全管理

安全管理項目	実施内容	実施時期	実施場所
安全講習	労働者の安全意識を高めるための講習	工事開始前	現場
安全器具の点検	作業に使用する安全器具の点検	作業前	現場
安全帯の着用	高所作業時の安全帯の着用	高所作業時	現場

表 1-2 安全管理

安全管理項目	実施内容
安全帯の着用	高所作業時の安全帯の着用
安全器具の点検	作業に使用する安全器具の点検



建設現場の安全管理に関する図表

#### 4. 共同研究事業の詳細

##### 4.1 目的

これまでの住宅用断熱内戸の研究成果を踏まえ、本研究では、三鷹市役所第二庁舎を対象として、事務スペースでの断熱内戸の効果を検証するとともに、職員の方々に意見を聞くことで、断熱内戸の操作性や納まりについての改善点を明らかにすることを目的にした。

三鷹市役所の開口部がスチールサッシであったことから、また、事前のヒアリングで室内の光環境を重視されていることから、縦積み型（旧分割型：横長の断熱内戸を上下方向に数枚設置する）がよいと思われた。しかし、最初は操作性のよいを使ってみたいということから、まずスライド式を設置することにした。実験対象室は、第二庁舎2階南側の会議室とし、この連装窓用として、表面仕上げの異なる2種類のスライド式試作品を作成した。また、北側のポツ窓用として、着脱方式の異なる縦積み型2種類を試作した。これらをそれぞれ取り付け、実測およびヒアリング・アンケート調査を行い、仕様、操作性、納まりなどについて、検討した。

##### 4.2 市庁舎における熱負荷削減効果に関する検討

研究に先立ち、第二庁舎へ断熱内戸を設置した場合の省エネルギー効果について、熱損失係数を計算して検討した。

計算対象は三鷹市役所第二庁舎2階の執務エリアとし、その南北面の開口部に断熱内戸を設置する場合について計算し、設置しない場合と比較した。ただし、上下階は2階と同じ温度である（3階および1階への熱移動はない）とした。また、外壁はALC100mm厚とした。

表4.2.1に面積表、表4.2.2に各部位の熱伝導率、および、熱貫流率を示す。

換気回数は0.5回とし、階高は2.7m、気積は1015.2 m<sup>3</sup>として現状の単板ガラスのみの場合と、断熱内戸を設置した場合の熱損失係数を計算した。

計算の結果、上下階との熱移動がないため熱損失係数Qの値は通常より小さいが、外壁面からの熱損失が約40%削減されることが示された。

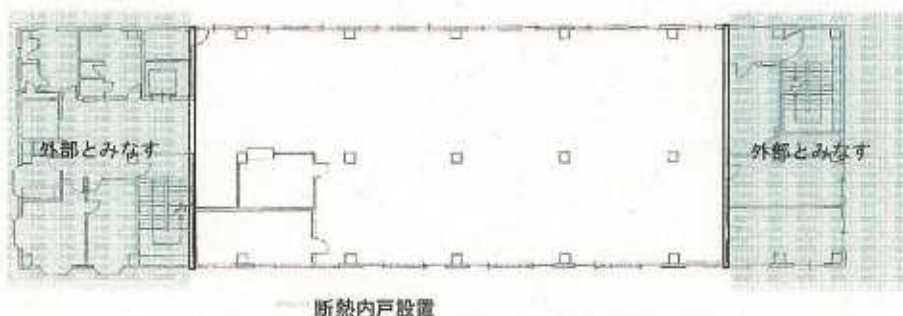


図4.2.1 検討対象執務室と断熱内戸設置位置

表4.2.1 面積表

面積	
天井・床	376 m <sup>2</sup>
外壁	170 m <sup>2</sup>
開口部	58.6 m <sup>2</sup>

表4.2.2 計算条件

	外壁(ALC)	開口部	開口部+断熱内戸 12mm厚
熱伝導率 (W/m·K)	0.15		0.02 (断熱内戸のみ)
熱貫流率 (W/m <sup>2</sup> ·K)	1.22	6.51	1.23



図4.2.2 執務室の熱損失係数計算結果（左ガラスのみ、右断熱内戸設置）[単位 W/m<sup>2</sup>K]



#### 4.3 断熱内戸の仕様とその性能に関する実証実験

##### 4.3.1 対象建物と窓仕様および要望

###### 1) 第一庁舎

当初、第一庁舎を検討対象とするという案もあった。第一庁舎は、ほぼ正方形の平面プランで、四周は全面窓となっている。窓サッシはスチール製で、ガラスは単板である。したがって、熱負荷は非常に大きく、この窓全部に断熱内戸を設置した場合の効果も大きいと考えられる。

使用者からは、特に夏の暑さが厳しいとのことであったが、一方、窓のブラインドはほとんど開け閉めしないとのことであった。



写真 4.3.1~4.3.4 第一庁舎

第一庁舎の窓に取り付ける断熱戸としては、床から天井までの全面窓で負荷が大きいこと、窓際に書庫などがあり、またブラインドの開け閉めはあまりしないが光は入りたいことから、幅 30cm 程の断熱内戸を縦に積み重ねるタイプがいいと考えられた。さらに、下半分は閉めきりにしても問題はなさそうなので、ベランダへの出入り口を除いて下半分は固定でもいいと思われた。

また、このタイプとする場合は、窓枠がスチールであったことから、着脱はマグネットで行うものが良いと考えられた。その他、開け閉めの容易なスライド式、けんどん式などが、候補としてあげられた。

## 2) 第二庁舎南側

第二庁舎は、南側側が写真4.3.5～4.3.8のような連装窓で、北側は次頁のポツ窓である。



写真 4.3.5～4.3.6 第二庁舎南側



写真 4.3.7～4.3.8 第二庁舎2階会議室の窓

第二庁舎南側の窓にも、日中、上方から光を入れることを考えて、縦積み型がよいと考えられたが、操作性がよさそうということで、最初はスライド式を取り付けることになった。

また、実験場所として、2階会議室を提供していただけることになった。この会議室の窓は、写真4.7～4.8のように、2つあるが、一つは北側の窓と同じ大きさであり、もう一つが南側の連装窓である。ただし、連装窓は、4枚あるガラスの3枚分のところで会議室でとして仕切られている。



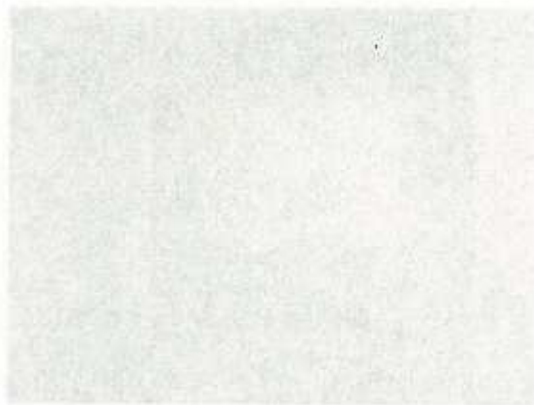
### 3) 第二庁舎北側

第二庁舎北側の窓は、写真 4.3.9~4.3.12 のように、ガラス障子2枚引戸のボツ窓である。窓枠は南側と同じスチール製であり、その室内側は廊下のように使用されている。

この窓には、南側第二会議室に設置したものの評価が良い場合に、縦積み型のマグネット式などを設置してみることもとなった。



写真 4.3.9~4.3.12 第二庁舎北側の窓



#### 4.3.2 第二庁舎南側窓への対策

第二会議室の窓には、操作性を重視してスライド式の断熱内戸を設置することになった。また、窓枠内に納める必要と、価格、重さなどを考慮して、断熱材の厚さは12mmとすることにした。以下に、試作品1（アルミクラフト紙仕様）と試作品2（耐水紙仕様）の概要を示す。

##### 1) スライド式・試作品1 アルミクラフト紙仕様 試作品概要を以下にまとめて示す。



写真 4.3.13 アルミクラフト紙仕様断熱内戸試作品および断熱材断面

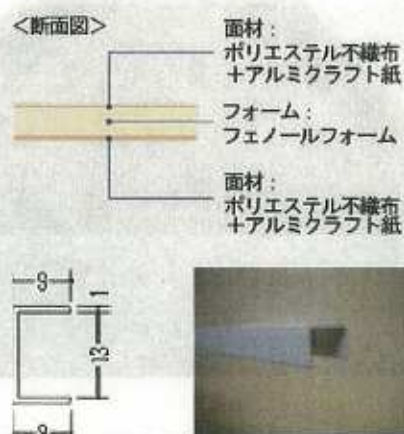


図 4.3.1 アルミクラフト紙仕様の断面構成および枠材寸法

表 4.3.1 アルミクラフト紙仕様断熱内戸仕様詳細

試作品名称	アルミクラフト紙仕様
断熱材	ネオマフォーム 40K 12mm
面材	アルミクラフト紙
接着剤	エチレン酢酸ビニール系
製品重量	約 1300g/m <sup>2</sup>
枠材	ビニールC型ジョイナー（塩化ビニール）
気密材	隙間テープ（EPDM）

#### 特徴

心材のアルミクラフト仕様は、アルミクラフト紙による防湿効果、遮熱効果があり、軽量であるため取り扱いやすく、加工もしやすい。

スライド式は、操作性に優れる。一方、開口部枠に収納に十分なスペースが必要となる。

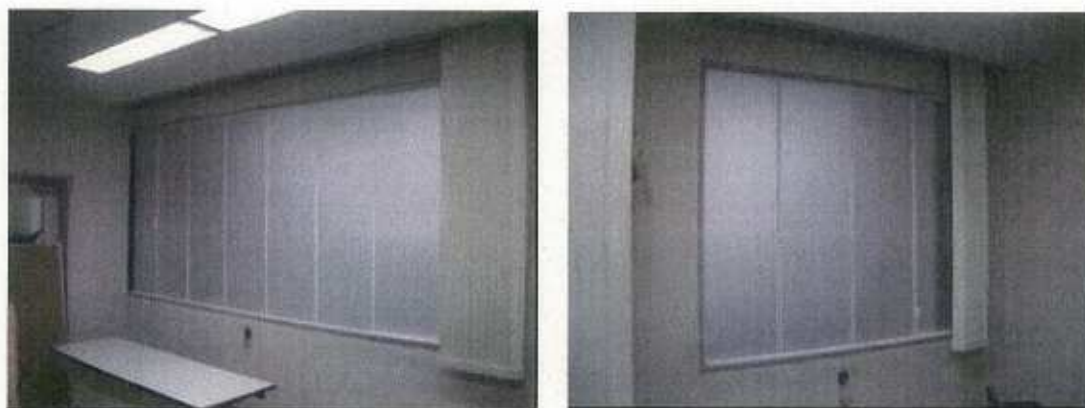


写真 4.3.14~15 アルミクラフト紙仕様(連装窓8分割)取り付けの状況





写真 4.3.16~17 アルミクラフト紙仕様(連装窓8分割)取り付けの状況

#### 施工、取り付けのポイント

開口部枠の奥行きが、収納スペースに不十分であったので、プラスチックレールを加工し奥行きを持たせた。

スライド式のため、開口枠上下にレールを取り付ける必要があり、大開口部であると作業が難しく2人作業となる。開口部スチール枠に多少のゆがみが生じており、プラスチックの小片をパネルに貼り水平調整した。

枠材、心材ともにプレカットし納入したので作業はスムーズに行なわれた(約4時間)。

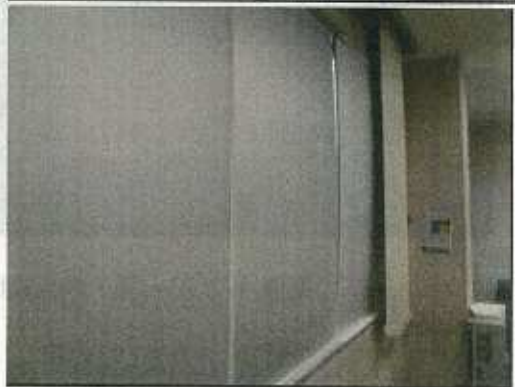


写真 4.3.18~4.21 取付8日後の状況(アルミクラフト紙仕様)

写真 4.3.18~21 は、取り付け8日経過後のものであるが、部屋内側に反る傾向が見られた。これは今までになかった現象で、その原因として、①母材を20mmから12mmと薄くしたこと、②表面に貼ったクラフト紙およびその接着剤の影響などが考えられるが、特定は今後の課題である。

2) スライド式・試作品2 耐水紙仕様  
試作品概要を以下にまとめて示す。



写真 4.3.22 耐水紙仕様断熱内戸試作品  
および断熱材断面

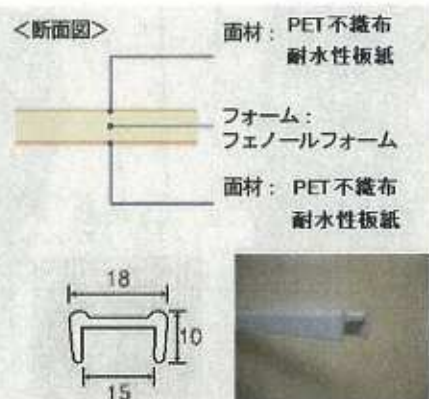


図 4.3.2 耐水紙仕様の断面構成  
および枠材寸法

表 4.3.2 耐水紙仕様断熱内戸仕様詳細

試作品名称	耐水板紙仕様
断熱材	ネオマフォーム 40K 12mm
面材	耐水板紙 (シクラバック) 日本大昭和板紙製
接着剤	ウレタン酢酸ビニル系
製品重量	約 2300g/m <sup>2</sup>
枠材	ホワイトガブセ (ポリプロピレン)
気密材	隙間テープ (EPDM)

特徴

耐水板紙により、耐水性が向上する。壁紙、写真、絵などを貼り付けることができるため、意匠性が向上する。



写真 4.3.23~24 耐水紙仕様(連装窓4分割)取り付け状況





写真 4. 3. 25~26 耐水紙仕様取り付け状況  
 会議室の小さい窓は1枚の幅が約 450mm  
 の標準的な割付とした。窓下に温度測定器  
 が設置されている。

**施工、取り付けのポイント**

クラフト紙仕様よりもやや重たいが、問題なく取り付けできた。枠材の形状を利用し気密材を取り付けることで、はめ込み易く、気密効果が出やすい断面となっている。

表面に心材の凹凸をやや拾っているが、実用上はそれほど違和感を覚えない。



写真 4. 3. 27~28 取付 26 日後の状況（耐水紙仕様）

上の写真は、取り付け 26 日経過後のものである。クラフト紙仕様と同様に、部屋内側に反る傾向が現れた。



### 3) 温熱環境測定結果

#### a) 測定場所・測定方法

三鷹市役所第二庁舎2階、会議室および執務室の北面窓に断熱内戸を設置し、メモリ付温湿度計や赤外線放射カメラなどで温熱環境を測定した。また、会議室の暖房エネルギー消費量を、電力計を用いて測定した。

図4.3.3に断熱内戸設置箇所、表4.3.3に温湿度の測定箇所、写真4.3.29~30 電力計と温室度計の設置の様子を示す。なお、測定期間は12/16~2/10とした。



図4.3.3 第二庁舎平面図と断熱内戸設置位

表4.3.3 測定箇所

測定点		備考
屋外	外気温	三鷹市役所第二庁舎入り口に設置
会議室	床上50mm	足元の温度
	床上600mm	人がいずに座っている状態での中心温度
	床上1200mm	室の中央の温度
	天井下50mm	天井付近の温度
	窓表面温度	開口部ガラスの室内側表面温度
	断熱内戸表面温度	断熱内戸の室内側表面温度
	窓下腰壁付近温度	腰壁上部(窓下)の温度
	窓際床付近温度	窓下の床付近の温度
	窓際床表面温度	窓下の床表面温度
		床表面温度
		天井表面温度
		北側壁表面温度
		南側壁表面温度
	東側壁表面温度	
	西側壁表面温度	
執務室		執務室の室温

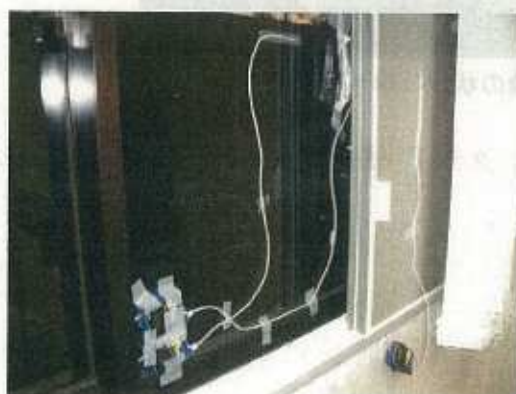


写真4.3.29~30 測定機器設置状況



b) 温度変動状況

会議室の室中央温度（床上 1200mm）、窓室内側表面温度、断熱内戸室内側表面温度、窓下床表面温度、および外気温の温度変動とエアコン消費電力を図 4.3.4～4.3.5 に示す。いずれも金曜の 0:00 から月曜の 24:00 までのグラフで、図 4.3.4 は断熱内戸を開けている状態、図 4.3.5 は断熱内戸を閉めている状態のものである。

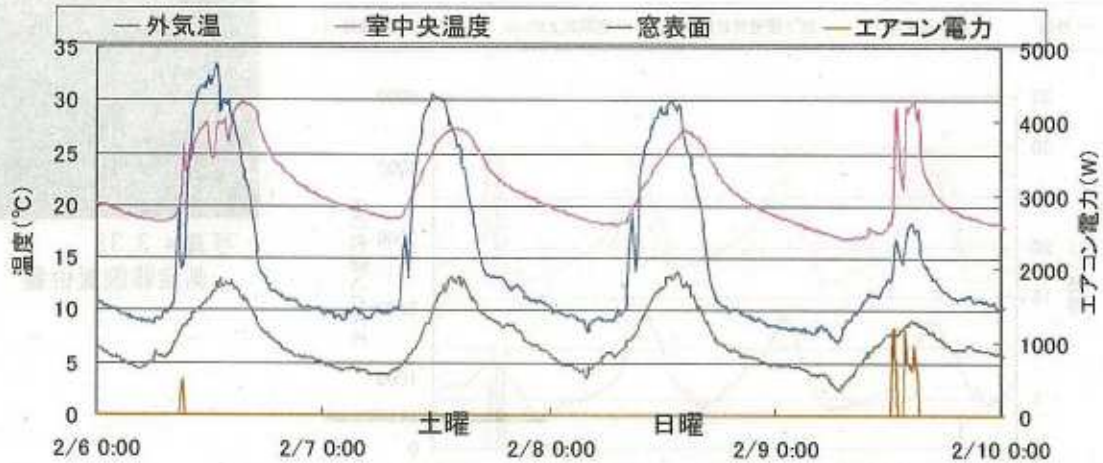


図 4.3.4 温度変動（断熱内戸 開）

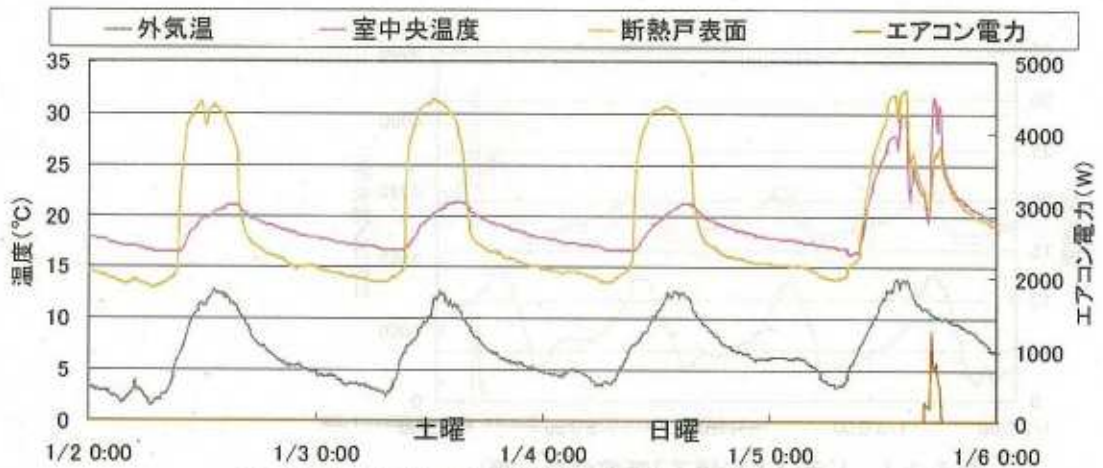


図 4.3.5 温度変動（断熱内戸 閉：耐水紙仕様）

図 4.3.4 と図 4.3.5 は、比較的同じような外気温変動となっている。断熱内戸を開けているときは、昼間に日射熱を取得するため室温が 25℃以上上昇しているが、夜間は急激に室温が低下していることがわかる。一方、断熱内戸を閉めているときは、昼間の日射熱取得が少ないため室温はあまり上昇しないが、夜間の温度低下が緩やかである。従って、昼間は断熱内戸を開けて日射熱を取得し、夜間は断熱内戸を閉めると室温が高く保たれると予想される。しかし、断熱内戸を開けているときは日射熱を過剰に取得して 25℃以上（暑いと感じてしまう環境）になってしまうため、室温が高くなったと感じたら早めに断熱内戸を閉めると、より快適な温度になることが期待できる。

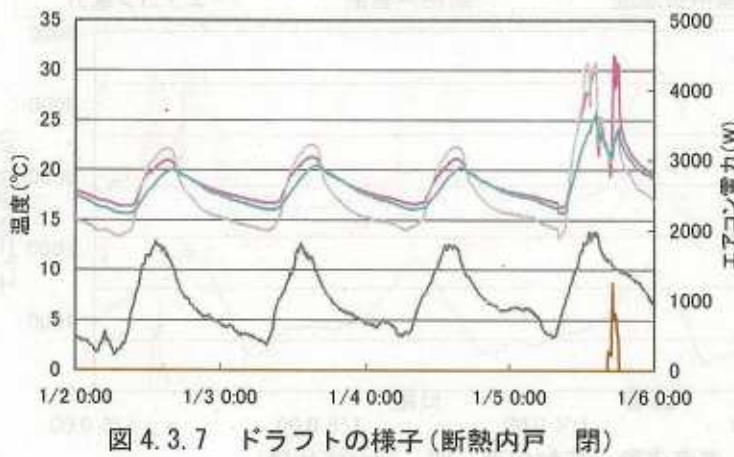
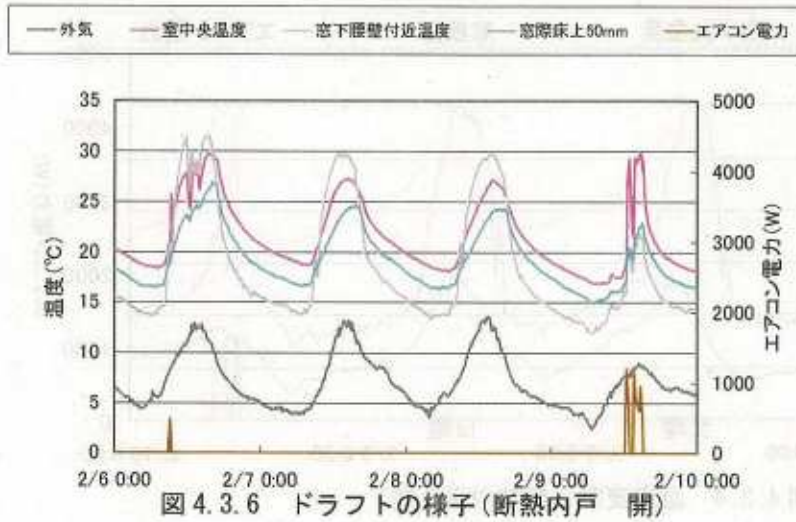
最も大きく差が見られたのは、窓ガラスの室内側表面温度（断熱内戸を開けているときの開口部表面温度）と断熱内戸の室内側表面温度（断熱内戸を閉めているときの開口部表面温度）である。夜間、断熱内戸のない場合は最低温度が 8℃以下になっているが、断熱内戸があると 13℃程度と高い。人間の快適感は温度だけではなく放射による影響も大きいので、表面温度が高いと同じ室温でも体感温度は上昇する。従って、断熱内戸を閉めたときのほうが同じ室温でも快適な環境になることがわかる。

図 4.3.6 (断熱内戸を開けた状態) と図 4.3.7 (断熱内戸を閉めた状態) にコールドドラフトの様子を示す。写真\*はメモリ付温湿度計の設置位置である。

窓下腰壁付近温度  
窓際床上 50mm



写真 4.3.31  
測定器設置位置



窓下腰壁付近温度、および、窓際床上 50mm の温度が、断熱内戸を閉めているときの方が居室温度に近くなっている。特に窓下腰壁付近温度は開け閉めによる差が顕著で、冷たい窓面からのコールドドラフトが影響していることがわかる。従って、断熱内戸を閉めることでコールドドラフトを防止し、上下温度差を小さくする（足元の冷えを防ぐ）ことがわかる。すなわち、室中央の温度が同じ場合でも断熱内戸を閉めたほうが、足元の温度が高く、快適性が高い。



c) 赤外線放射カメラによる想定結果

断熱内戸の開閉の違いを赤外線放射カメラで撮影した。図 4.3.10～図 4.3.12 に会議室の断熱内戸の熱画像を示す。撮影は、日射が当たらなくなり、かつ外気温が低下した夕方 17:00 以降に行った。

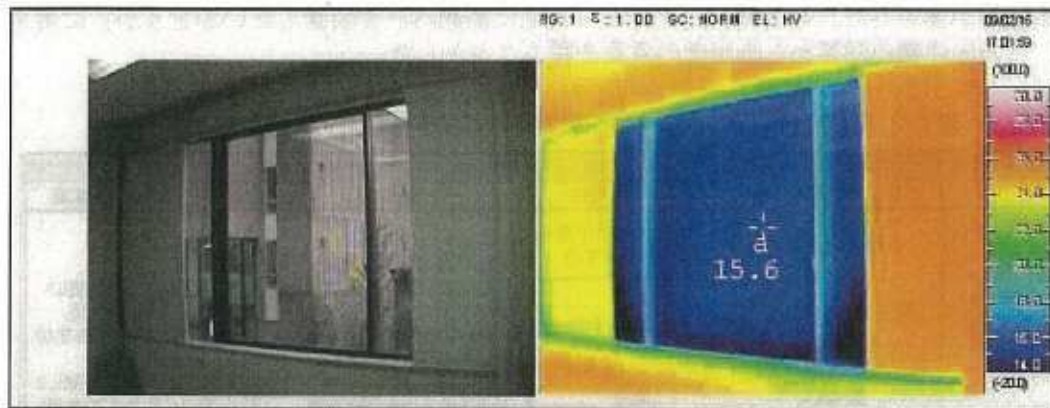


図 4.3.10 会議室 窓大 (断熱内戸 開)

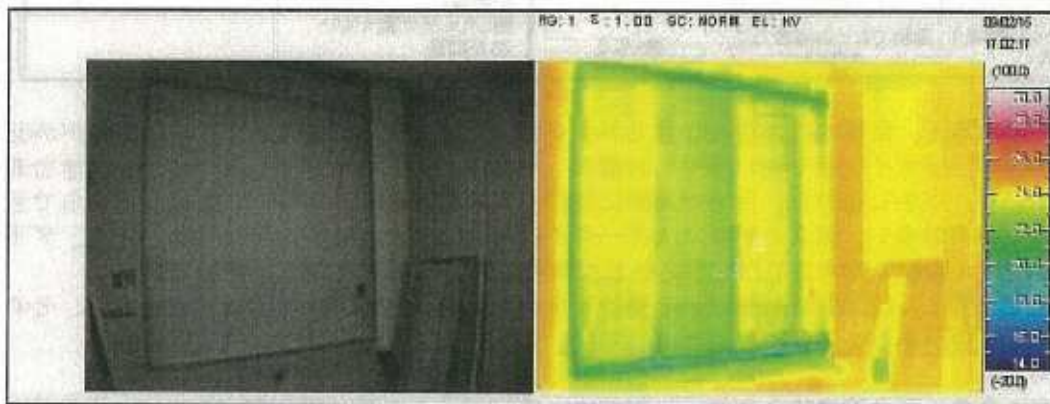


図 4.3.11 会議室 窓小 (断熱内戸 閉)

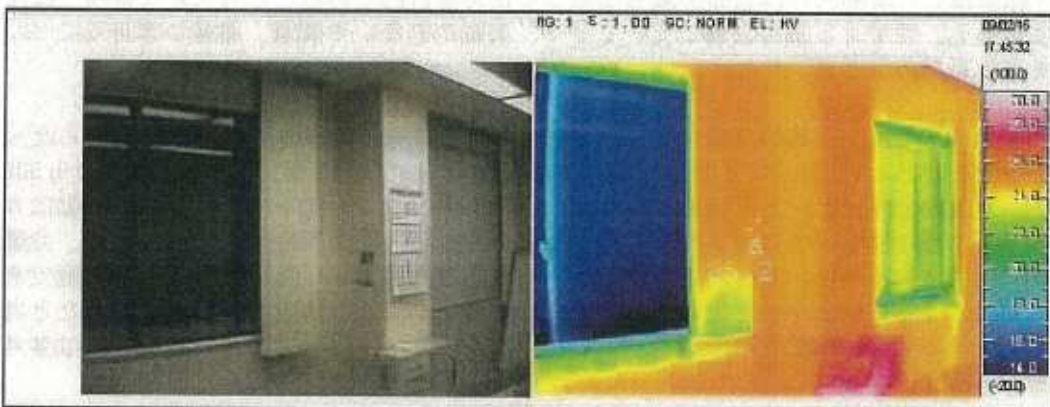


図 4.3.12 会議室 窓大と窓小比較

断熱内戸の有無で表面温度が大きく違い、断熱内戸を閉めた方が室内側の表面温度が高いことから、熱が逃げにくく、また体感的にも暖かいことがわかる。

なお、窓枠がスチール製であり、窓枠内に納まるスライド式であるため、断熱内戸を閉めても窓枠が熱橋となっている。



## 5) ヒアリング・アンケートの結果

断熱内戸の使い勝手やデザイン、光環境など温熱環境以外の改善点を知るために三鷹市役所第二庁舎2階会議室を使用している方々にアンケート調査を行った。合計15名の方から回答を得たが、対象室が会議室で普段使っていない部屋であることから、多くの設問に「どちらでもない」を選択する回答が多かった。そこで、ここでは「自宅に断熱内戸を設置したいかどうか」に対する回答と、自由記述欄の回答から使用者の意見を探ることとした。

表 4.3.6 デザイン・使い勝手等に関する回答結果 自由意見

自宅に断熱内戸を設置			断熱内戸に関する自由記述	
したい理由	どちらでも良い理由	したくない理由	一般事項	デザインに関する事項
結露しなければ、効果 がありがたい	価格による	カーテンのほうが柔ら かい感じがする	<ul style="list-style-type: none"> <li>冬の寒いときは有効</li> <li>夏の効果を確認したい</li> <li>手軽に設置できたらよい</li> <li>動かすのに苦勞する</li> <li>オフィスの大きな窓なら 気にならないが、自宅 の小さな窓に取り付 けるとなると光がさえぎ られることに抵抗。取り 外してもおいておく場所 が問題。</li> <li>閉じたら外が見えない のが問題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>効果はあるだろうが暗い</li> <li>工事中のように見える</li> <li>表面が明るい色調の方が 良い</li> <li>もう少しスマートさが欲しい</li> <li>軽く・明るく見える工夫が 必要</li> <li>絵があるとよいのでは</li> </ul>
冬場、窓からの冷気に 悩まされているから	見た目が良くない			
	戸が大ききしまう場所 がない	自宅がペアガラスで ある		
省エネ効果が高けれ ば考える	レール設置など加工 が面倒	採光できなくなる		
あまり使わない部屋な ら良い	面倒でなければ使っ てみたい	暗くなる		

自由意見を見ると、全体的に否定的な意見が多くなっている。その理由として、断熱内戸が反ったことを含め、デザイン面や使い勝手・設置のしやすさ、採光ができなくなることが大きな理由となっている。しかしながら、自宅で実際に使用してみたいかどうかについては、どちらでも良いといった回答が多く、個人の省エネルギーや冬の寒さに対する関心が伺えるとともに、デザイン・使い勝手・設置しやすさ等が改善されれば使用したい人が多くなると予想できる。

なお、採光に関しては昼間は断熱内戸を開けて日射を取り入れたほうが効果的であるが、その旨を周知する必要があることがわかった。

また、第二庁舎2階会議室のように、比較的狭い部屋で大きな開口部を塞ぐことは、印象が大きく変わってしまい、圧迫感（部屋を狭く感じさせること）が出てしまう可能性のあることがわかった。今回設置した断熱内戸は表面が最も膨張して見える白色であることも大きな要因ではないかと考えられる。デザイン面を改善していく中で、表面の色合いや模様、部屋の雰囲気についても検討する必要があると思われる。

今回のアンケートでは、一般的な掃き出し窓を想定して2畳程度の大きさのものをいくらだったら購入するかを聞いたが、妥当だと思ふ金額の平均は約4,500円であり、上限の平均は約9,500円であった。一般的なカーテンと同等もしくは低い金額が望まれているが、アンケートの際にカーテンやペアガラスの目安の金額も示しておくことで結果が変わっていた可能性がある。また、会議室は一時的に使用されること、断熱内戸設置前から冬場比較的暖かい（もしくは暑い）環境であったため、効果の実感が少なかったであろうことも希望価格結果が低めである要因になったと考えられる。いずれにせよ、断熱内戸のメリットの一つは安価であることであり、この結果は参考にする必要がある。

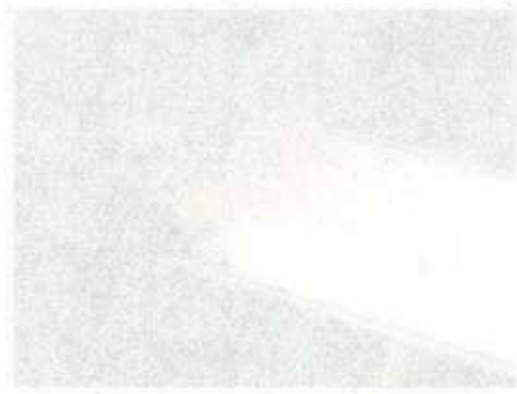


□デザイン・使い勝手等に関する今後の課題

以上のアンケート結果から考えられる今後の課題を下記に示す。

- ・ 開け閉めのしやすさ
- ・ 収納のしやすさと収納方法
  - 窓の仕様や大きさに応じた設置方法やレール等の再検討  
マニュアルの作成
- ・ 表面のデザイン
- ・ 室内の雰囲気を与える影響
- ・ 全体的な調和
  - 材質や色合い、模様に関する検討  
周囲（サッシや壁紙）との調和  
枠やレールに関してもデザイン的な調和が必要
- ・ 総合的な質の向上と、製作費用
  - 改善点の組み合わせと費用の算出

項目	内容
1	開閉のしやすさ
2	収納のしやすさと収納方法
3	表面のデザイン
4	室内の雰囲気を与える影響
5	全体的な調和
6	総合的な質の向上と、製作費用



#### 4.3.3 第二庁舎北側窓への対策

会議室に設置した断熱内戸の効果が高いことをご理解いただいたことから、北側のポツ窓にも試行的に設置してみる事となった。北窓には、縦積み型のマグネット式と面ファスナー式を設置した。

#### 2) マグネット式・試作品3 アルミ箔仕様 試作品概要を以下にまとめて示す。



図 4.3.13 マグネット式試作品および断面構成

表 4.3.7 マグネット式仕様詳細

試作品名称	マグネット式 (アルミ箔) 仕様
断熱材	ネオマフォーム F27K 20mm
面材	アルミ箔 30 $\mu$
接着剤	エチレン酢酸ビニル系
製品重量	540g/m <sup>2</sup>
枠材	ビニールC型ジョイナー (塩化ビニール)
気密材	EPDM
取り付け方法	マグネット

#### 特徴

アルミ箔により、耐水性、輻射効果が期待できる。さらに不燃材料であるために、火災時の安全性に優れる。



写真 4.3.32~33 マグネット式作成および設置状況





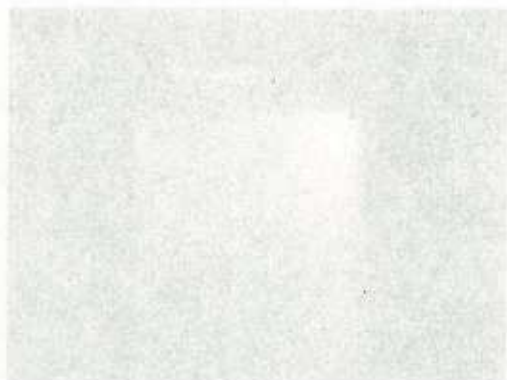
写真 4.3.34~35 マグネット式設置状況

**施工、取り付けのポイント**

心材に枠を取り付けた後、サッシ枠側にマグネットを取り付け（左右3個ずつ、合計6個）。すべり留めに枠側に板状のマグネットを取り付けた。マグネットの厚さ分隙間が生じるので、チューブ状の気密材を外周に回し、冷気を遮断した。

取り付ける窓枠の表面がすべりやすいと、かなり磁力を強くしても滑ってしまうため、枠もしくは磁石表面にある程度の摩擦力が必要である。

磁石の面と、窓枠表面がぴったりと一致しないと十分な固定力が発揮できず、施工の精度が要求される



2) 面ファスナー式・試作品4 アルミ箔仕様  
試作品概要を以下にまとめて示す。

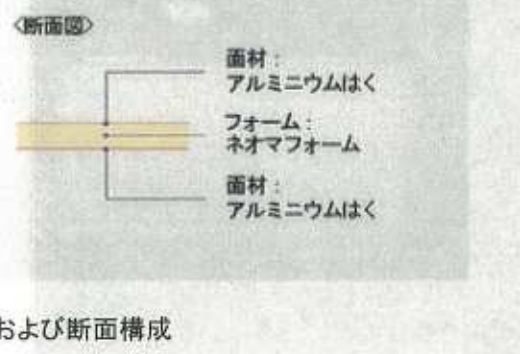
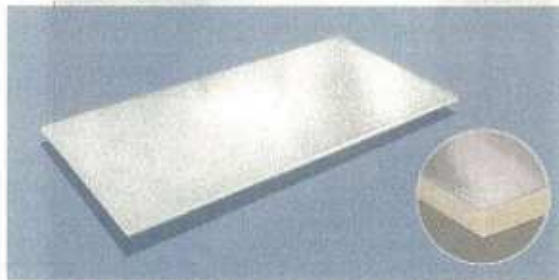


図 4.3.14 面ファスナー式試作品および断面構成

表 4.3.8 面ファスナー式仕様詳細

試作品名称	マグネット式 (アルミ箔) 仕様
断熱材	ネオマフォーム F27K 20mm
面材	アルミ箔 30 $\mu$
接着剤	エチレン酢酸ビニル系
製品重量	540g/m <sup>2</sup>
枠材	ビニールC型ジョイナー (塩化ビニール)
気密材	なし
取り付け方法	面ファスナー

特徴

アルミ箔により、耐水性、輻射効果が期待できる。さらに不燃材料であるために、火災時の安全性に優れる。



写真 4.3.36～37 面ファスナー式設置状況





写真 4.3.38～39 面ファスナー式設置状況

#### 施工、取り付けのポイント

面ファスナーの強度が強すぎると、断熱材や枠材から剥がれてしまうので、面ファスナー種類、使用面積などの事前確認が必要となる。

取り付けは簡単、確実でありコストも安い。

取り外している場合に、枠に残った面ファスナーが見えるので、枠材にあった色を選定する必要がある。

取り付ける場所を自由にする必要がある場合は、テープ上に面ファスナーを取り付けても良い。



面ファスナー式設置状況（別視点）

面ファスナーの強度が強すぎると、断熱材や枠材から剥がれてしまうので、面ファスナー種類、使用面積などの事前確認が必要となる。  
 取り付けは簡単、確実でありコストも安い。  
 取り外している場合に、枠に残った面ファスナーが見えるので、枠材にあった色を選定する必要がある。  
 取り付ける場所を自由にする必要がある場合は、テープ上に面ファスナーを取り付けても良い。



面ファスナー式設置状況（別視点）

### 3) 放射カメラによる測定結果

北側の窓付近の温湿度測定は行っていないが、赤外線放射カメラによる測定は行った。図 4.3.15 および図 4.3.16 にその結果を示す。



図 4.3.15 執務室北窓マグネット式

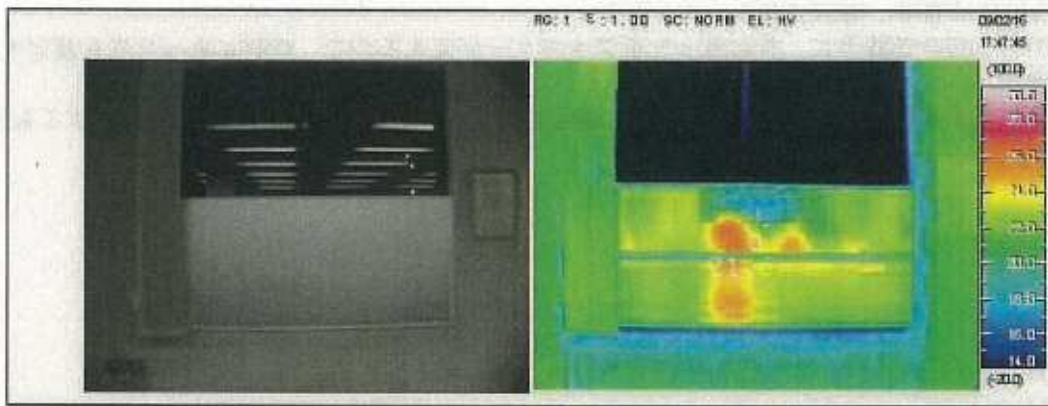


図 4.3.16 執務室北窓面ファスナー式

窓の温度(14℃以下)に比べ、熱内戸の表面温度(22℃程度)が高く、室温と同程度であることが分かる。

また、図 4.3.19 は、庁舎の南側であるが、屋外から見た場合の熱画像である。表面温度が高いほど室内からの熱が外部に逃げていることになる。断熱内戸を開けている窓からはかなり熱が逃げているのに対して、閉めている窓は外壁以上に熱が逃げにくくなっていることがわかる。



図 4.3.17 会議室屋外側



## 5. 結語

今回の研究では、三鷹市役所を対象に、(1)事務所建築における問題点、留意点の把握、(2)問題点等を踏まえた断熱内戸の仕様の検討、(3)試作品による温熱環境ならびに操作性に関する実験、アンケート調査を行った。その結果、以下のようなことが明らかとなった。

事務所建築における問題点、留意点としては、

1. 事務スペースでは、冬季の日射の遮蔽と夏季の暑さ対策が重要であり、断熱内戸にもこれらの効果が求められることが、改めて明確になった。
2. 現状の断熱内戸は光を通さないため、室内が暗くなるという心配が大きく、現在の執務室のように、ブラインドを閉めてはいるがある程度光が入ってくる状態が造れるようにする必要がある。つまり、環境調整の自由度が高いことが求められる。
3. 断熱内戸の開閉をどのように（誰が何時）行うかが問題であり、なるべく、簡単に開け閉めできることが求められる。
4. 実測の結果、断熱内戸の温熱環境改善および空調負荷削減効果の高いことは、事務所建築の窓でも同様であることが示された。

断熱内戸の仕様については、

5. スライド式試作品では、材が何らかの原因で反ることがわかった。原因を究明する必要があるが、一因として、材の厚さ、材の延伸(によるつかえ)、表面材の影響などが考えられた。
6. マグネット着脱式はスチールサッシ用の解として期待されたが、適度な脱着性をもつ磁力ではプラスチック枠と鉄の組合せの平滑な面では滑り落ちてしまうため、表面を粗い仕上げにするなどの対策が必要なことが明らかとなった。
7. 面ファスナー着脱式は、面ファスナーの接着力が強力すぎるため、断熱戸側は小面積のものを使用する必要があること、また、合わせて枠側をテーパー状にすると自由な位置に設置することができ、自由度が高いことがわかった。
8. 縦積み型の最下段のものは、中央部分にサッシとの隙間が出来やすいため、この部分の気密性を向上させる必要がある。

以上のように、本研究からは、断熱内戸の開発・普及に関する非常に有効な知見が得られた。しかしながら、市販するために克服すべき問題も含まれており、今後さらなる検討が必要である。一方、本研究により、使用者の間に、断熱内戸の使用はもとより、室内の温熱環境調整を自分で行おうという意識も芽生えた。このような身近なところからの環境共生意識向上が重要であり、断熱内戸はそのきっかけともなることが示された。

最後に、実験・調査にご協力いただいた三鷹市役所の方々、また、三鷹ネットワーク大学の皆様に、心より感謝の意を表し、結びとしたい。

