

平成26年度環境省委託業務

平成26年度地球温暖化対策技術開発・実証研究事業
(超断熱サッシ開発による住宅の高断熱化検証と
ゼロ・エミッション住宅検証)委託業務

成果報告書

平成 27年 2月

有限会社和建築設計事務所

国立大学法人信州大学

表題

平成26年度地球温暖化対策技術開発・実証研究事業

超断熱サッシ開発による住宅の高断熱化検証とゼロ・エミッション住宅検証

Title

FY 2015 Technological Development Projects for the Global Warming Countermeasures

Scheme

Verification of heat insulation and zero-emission houses by the development of highly insulated windows

氏名 (所属)

青木 和壽 (有限会社和建築設計事務所 代表取締役)

浅野 良晴 (国立大学法人信州大学工学部建築学科教授)

高村 秀紀 (国立大学法人信州大学工学部建築学科准教授)

岩井 一博 (国立大学法人信州大学工学部技術専門職員)

古畑 愛夏 (有限会社和建築設計事務所)

Name (Type)

Kazutoshi Aoki, President, Kazu Architects Office Ltd

Yoshiharu Asano, Professor, Faculty of Engineering, Shinshu University

Hideki Takamura, Associate professor, Faculty of Engineering, Shinshu University

Kazuhiro Iwai, Engineer, Faculty of Engineering, Shinshu University

Aika Furuhashi, Staff, Kazu Architects Office Ltd

キーワード

超断熱サッシ、木製サッシ、住宅の高断熱化、ゼロ・エミッション住宅

Keyword :

Highly insulated windows, wooden windows, high-heat insulation in houses,
zero-emission houses

サマリー

エネルギー需要側の住宅・オフィスのゼロ・エミッション化に向けた技術開発において、建物の高断熱・高气密化が求められるなか、開口部の断熱性能を高める技術開発は進んでいない。本研究では、地域木材（ヒノキ）を活用した超断熱サッシの開発を行い、超断熱サッシを取り入れた開口部リフォームによる省エネルギー効果の実証研究を行うものである。本報では、超断熱サッシ部材及び超断熱サッシの技術開発、超断熱サッシ部材と超断熱サッシの性能の検証と評価、複数の開閉方式及び形状の開発、超断熱サッシの施工に関する技術開発、超断熱サッシによる実証研究の結果と、超断熱サッシの環境負荷評価についても述べる。

Summary

Because of the technological development toward zero-emission houses and offices from the standpoint of energy consumption, the demand for highly insulated airtight buildings has been increasing; however, little progress has been made in enhancing the thermal insulation performance of building openings. This study aims to develop highly insulated windows using local wooden materials (*Chamaecyparis obtusa*) and to experimentally assess the energy savings by improving the openings in highly insulated windows. In this paper, we describe the technological development in highly insulated windows and their materials, the verification and evaluation of the performance of highly insulated windows and their materials, the development of multiple shapes and opening/closing methods, the technological developments in the construction of highly insulated windows, the research for demonstration of highly insulated windows, and the value of the environmental load on highly insulated windows.



超断熱サッシ外視(縦すべり出し)



超断熱サッシ内視(縦すべり出し)



超断熱サッシ上見込み
(縦すべり出し)



超断熱サッシ下見込み
(縦すべり出し)



超断熱サッシ縦右見込み
(縦すべり出し)



超断熱サッシ縦左見込み
(縦すべり出し)

【目次】

1	業務の目的	P	6
2	業務の内容		
3	事業実施体制	P	9
4	事業の実施方法	P	12
5	事業実施経過		
6	業務の実施結果	P	18
	(1) 超断熱サッシ部材に関する技術開発		
	① 枠・障子材の技術開発		
	② 複層ガラス材の技術開発		
	③ 気密材の技術開発		
	④ 開閉装置の技術開発		
	⑤ 超断熱サッシ部材の性能試験及び検証		
	(2) 超断熱サッシに関する技術開発	P	23
	① 超断熱サッシの組み立て技術開発		
	② 超断熱サッシの性能試験及び性能検証		
	(3) その他開閉方式及び形状に関する技術開発		
	(4) 超断熱サッシの施工に関する技術開発	P	27
	(5) 開発した超断熱サッシによる実証試験	P	36
	① 実証研究試験体製作及びセンサー類の設置工事		
	② 実証試験で得られたデータ検証・評価		
	③ 実証試験体に設置した超断熱サッシの耐久性及び品質確認		
	④ 実証研究試験体撤去		
	(6) 環境負荷評価	P	93
	(7) 超断熱サッシ技術開発検討委員会及び超断熱サッシ普及検討委員会の開催		
		P	129
7	まとめ	P	155
	資料1 試験報告書	P	157
	資料2 シンポジウムアンケート	P	310
	資料3 インターネットアンケート	P	316
	資料4 超断熱サッシ技術開発検討委員会・超断熱サッシ普及検討委員会議事録		
		P	328
	資料5 小学校、中学校、高等学校家庭科用教科書抜粋	P	356

1. 業務の目的、これまでの事業取組み概要、本年度の取組み概要

(1) 業務の目的

エネルギー需要側の住宅・オフィスのゼロ・エミッション化に向けた技術開発において、建物の高断熱・高气密化が求められるなか、開口部の断熱性能を高める技術開発は進んでいない。

本業務では、地域木材を活用した熱貫流率 $U_w = 0.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 以下の超断熱サッシによるリフォーム住宅の省エネルギー効果の実証研究と、超断熱サッシによる既存住宅リフォーム改修の普及に関する研究検証を行う。

(2) これまでの事業取組み概要

平成24年度と平成25年度は超断熱サッシの部材に関する開発と、超断熱サッシに関する技術開発を行った。その結果、技術開発の目標である窓の熱貫流率 $U_w = 0.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 以下の技術を確立した。

平成25年度は、開発した超断熱サッシを取り付けた実証試験体を製作、実証試験による超断熱サッシの効果を検証した。

(3) 本年度の取組み概要

本年度は、超断熱サッシの軽量化の技術開発、実証試験で使用した超断熱サッシの品質確認と耐久性確認試験、超断熱サッシの環境負荷評価、本業務の周知や開発した技術の普及に必要な業務実施を行った。

2. 業務の内容

下記にの業務内容と平成25年度までに技術開発が完了した内容と、本年度の実施内容を示す。(5)以降は本年度実施内容

(1) 超断熱サッシ部材に関する技術開発

① 枠・障子材の技術開発

・地域木材（信州ヒノキ材）と断熱材を組み合わせた熱伝導率 $0.05 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下の枠材及び障子材の開発、枠材と障子材の間の遮炎と、ガラス倒壊防止を施した障子材開発

・ヒノキ材による断熱材を組み込んだ熱貫流率 $U_f = 0.43 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 枠材、障子材開発を平成25年度完了

② 複層ガラス材の技術開発

・特殊金属コーティングガラス（低放射ガラス/Low-E ガラス）による複層ガラス材（3層又は4層）による開発、樹脂製のガラススペーサーによるガラスの中空層を確保し、中空層に断熱ガスを注入した熱貫流率 $U_w = 0.47 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 以下の複層ガラス材開発

- ・4枚ガラスによる熱貫流率 $U_w = 0.35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ の複層ガラス開発を平成25年度完了

- ・本年度は軽量化した複層ガラス開発

③ 気密材の技術開発

- ・枠材及び障子材に直接取り付けできる樹脂製の空気層をもつ気密材の開発、気密材の設置位置による形状設計及び設置箇所数の検証

- ・エチレン・プロピレンゴムによる熱伝導率 $0.298 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の気密材開発を平成25年度完了

④ 開閉装置の技術開発

- ・熱伝導率を抑制した開閉装置の開発

- ・枠材・障子材に組み込まれ外部露出しないステンレス製の開閉装置の開発を平成25年度完了

⑤ 超断熱サッシ部材の性能試験及び検証

- ・断複層ガラス材の断熱性能試験の実施、試験で得たデータの検証と評価

- ・本年度は、軽量化した複層ガラスの性能試験を実施

- ・複層ガラスの断熱性能試験については、一般財団法人建材試験センターに外注

(2) 超断熱サッシに関する技術開発

① 超断熱サッシの組み立て技術開発

- ・障子材と複層ガラスの取り付け工法に関する技術開発

- ・障子材と複層ガラスの取り付け工法に関する技術開発は平成25年度完了

② 超断熱サッシの性能試験及び性能検証

- ・JISに定められた窓の試験のうちJISA4710（断熱性能試験）窓の性能試験と、ISOに定められた窓の熱貫流率の計算による性能評価

- ・本年度は、軽量化した複層ガラスによる超断熱サッシについて、JISに定められた窓の試験のうちJISA4710（断熱性能試験）、ISOに定められた窓の熱貫流率の計算による性能評価を実施

- ・JISA4710の試験は一般財団法人建材試験センター、ISOに定められた窓の熱貫流率の計算はift Rosenheimに外注

(3) その他開閉方式及び形状に関する技術開発

- ・他の開閉方式（固定窓、片開き窓、両開き窓、すべり出し窓、外倒し窓、内倒し窓）及び形状（三角形窓、多角形窓、丸型窓）による超断熱サッシの開発

- ・他の開閉方式（固定窓、片開き窓、両開き窓、すべり出し窓、）及び形状（三角形窓、丸型窓）による超断熱サッシの制作開発を平成25年度完了

- ・他の開閉方式（外倒し窓、内倒し窓）及び形状（多角形窓）は図面作成を平成

25年度完了

(4) 超断熱サッシの施工に関する技術開発

- ・リフォーム工事における窓改修範囲を抑制した施工方法の検討を行い、施工要領書の作成
- ・木造軸組工法、木造枠組み壁工法における超断熱サッシの施工要領書作成を平成25年度完了
- ・本年度は超断熱サッシの取り付けに関する技術開発を実施

(5) 開発した超断熱サッシによる実証試験

平成25年度に実証試験体（3棟）を制作し、実証試験を開始

- ① 実証研究試験体製作及びセンサー類の設置工事
 - ・超断熱サッシを取り付ける既存住宅（以下「実証試験体」）の断熱改修工事（以下「試験体製作」）及びセンサー類の設置工事
 - ・本年度は実証試験体に0.5回換気/時の装置取付
- ② 実証試験で得られたデータ検証・評価
 - ・業務実施期間内の冬期間を2回含む通年の実証試験体データを検証・評価
 - ・平成25年度から継続している実証試験体における計測とデータ検証・評価
 - ・本年度は、実証試験体内の0.5回換気/時を実験し実証試験体における計測とデータ検証・評価
- ③ 実証試験体に設置した超断熱サッシの耐久性及び品質確認
 - ・実証試験体に設置した超断熱サッシの耐久性及び品質確認のための、JISに定められた窓の性能試験実施
 - ・超断熱サッシのJISに定められた窓の試験は、窓の断熱性能試験、気密性能試験、水密性能試験、耐風圧性能試験、遮音性能試験は、一般財団法人建材試験センターに外注
- ④ 実証研究試験体撤去

(6) 環境負荷評価

超断熱サッシのLCA（製造時・運用時）と、実証研究による超断熱サッシの省エネルギー効果から、CO₂削減量の検討検証、超断熱サッシ製造時の搬送CO₂排出量による、超断熱サッシの生産拠点の分散型構築の優位性を明確化

(7) 超断熱サッシ技術開発検討委員会及び超断熱サッシ普及検討委員会の開催

業務の円滑な実施のため、超断熱サッシ技術開発検討委員会と超断熱サッシ普及検討委員会を設置、本業務の周知や普及に資することを目的とした展示会や講演会等の開催に必要な業務実施

(8) 共同実施者との打合せ

下記に示す事業実施体制で実施、共同実施者（国立大学法人信州大学）と事業遂行に必要な打合せ実施

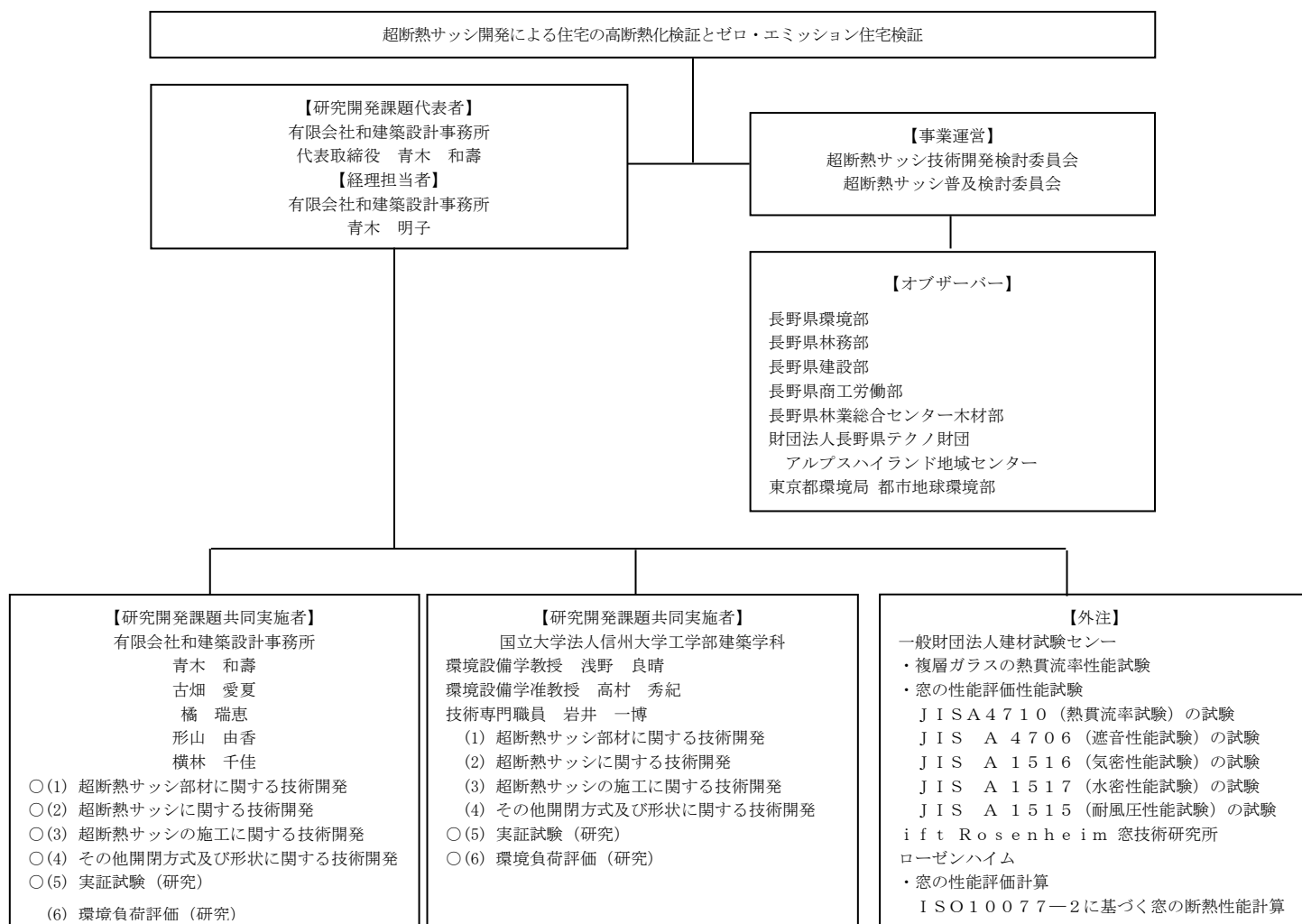
(9) 報告書の作成

業務の内容についての最終的な取りまとめを行い、業務報告書を作成提出

3 事業実施体制

下記に業務実施体制図と超断熱サッシ技術開発検討委員会と超断熱サッシ普及検討委員会委員名簿を示す。

業務実施体制図



※ ○主担当

超断熱サッシ技術開発検討委員会名簿

NO	氏名	所属・役職
1	浅野 良晴 【委員長】	国立大学法人信州大学工学部建築学科教授
2	高村 秀紀 【副委員長】	国立大学法人信州大学工学部建築学科准教授
3	高口 洋人	早稲田大学創造理工学部建築学科 教授
4	岩井 一博	国立大学法人信州大学工学部技術専門職員
5	青木 和壽	有限会社和建築設計事務所 代表取締役
6	古畑 愛夏	有限会社和建築設計事務所
7	田坂 太一	一般財団法人建材試験センター 中央試験所 環境グループ 主任
8	歌川 学	独立行政法人産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門 主任研究員
9	星川 嘉諒	征矢野建材株式会社 木材事業部部長
10	山崎 慎一郎	株式会社山崎屋木工製作所 代表取締役
11	中新井 一紀	ニッキトライシステム株式会社 取締役
12	金子 卓矢	サンワイズ株式会社営業企画課 課長
13	吉田 正治	北星ゴム工業株式会社 技術部 建材技術課 係長
14	角 直樹	DKSH ジャパン株式会社 営業課 テクノロジー事業部門
15	佐藤 真一	ライツ株式会社 総括部長
16	千野 義幸	株式会社信越工機 機械事業部 営業第3課課長
17	野村 弘	木曽官材市売協同組合 理事長
18	家山 英宜	チャンネルオリジナル株式会社 代表取締役社長
19	相澤 英晴	北信商建株式会社 代表取締役社長
20	佐野 佳孝	一般社団法人信州木造住宅協会 事務局長
21	猿田 順一	北野建設株式会社松本支店営業課長
22		環境省地球温暖化対策課
23		地球温暖化対策技術開発等事業プログラムオフィサー
24		地球温暖化対策技術開発等事業プログラムオフィサー

【オブザーバー】

1	田中 信一郎	長野県環境部環境エネルギー課 企画幹
2	岩間 光輝	長野県林務部信州の木活用課県産材利用推進室主査
3	田畑 衛	長野県林業総合センター木材部 部長
4	三島 誠司	長野県産業労働部ものづくり振興課技術開発係技師
5	北島 嘉人	長野県建設部建築住宅課企画係 担当係長

6	田口 宗治	公益財団法人長野県テクノ財団 アルプスハイランド地域センター 事務局長
---	-------	--

【事務局】

	橘 瑞恵	有限会社和建築設計事務所
	形山 由香	有限会社和建築設計事務所

超断熱サッシ普及検討委員会名簿

NO	氏名	所属・役職
1	浅野 良晴	国立大学法人信州大学工学部建築学科 教授
2	高村 秀紀	国立大学法人信州大学工学部建築学科 准教授
3	岩井 一博	国立大学法人信州大学工学部建築学科 技術専門職員
4	青木 和壽	有限会社和建築設計事務所 代表取締役 事業代表者
5	古畑 愛夏	有限会社和建築設計事務所
6	家山 英宜	チャンネルオリジナル株式会社 代表取締役社長
7	池原 庸介	公益財団法人世界自然保護基金ジャパン 自然保護室 気候変動・エネルギーグループ プロジェクトリーダー
8	歌川 学	独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門主任研究員
9	川上 伊登志	一般社団法人 日本木製サッシ工業会 会長
10	鍛本 行廣	株式会社松島木材センター 代表取締役
11	小林 光 【委員長】	慶応義塾大学大学院 政策・メディア研究科 環境情報学部 教授
12	佐藤 真一	ライツ株式会社 総括部長
13	下村 健一	慶應義塾大学特別招聘教授
14	角 直樹	DKSH ジャパン株式会社 営業課 テクノロジー事業部門
15	高橋 光雄	一般社団法人 日本木製サッシ工業会 副会長
16	竹内 美樹	株式会社新建新聞社長野本社 新建ハウジング編集部 編集長
17	田中 信一郎	長野県環境部環境エネルギー課 企画幹
18	千野 義幸	株式会社信越工機 機械事業部 営業第3課 課長
19	戸井田 直人	生活協同組合パルシステム東京 経営企画本部 本部長 執行役員
20	松原 武徳	熊本県木材事業協同組合連合会 参与
21	森脇 博之	マーヴィン ウィンドーズ 日本事務所 マネジャー

22	山崎 慎一郎	株式会社山崎屋木工製作所 代表取締役
23	和田 暢治	一般財団法人建材試験センター 中央試験所 環境グループ
24		環境省地球温暖化対策課
25		地球温暖化対策技術開発等事業プログラムオフィサー
26		地球温暖化対策技術開発等事業プログラムオフィサー

【オブザーバー】

	中西 薫	東京都環境局 都市地球環境部 計画課 地球温暖化対策推進係長
--	------	--------------------------------

【事務局】

	橘 瑞恵	有限会社和建築設計事務所
	形山 由香	有限会社和建築設計事務所

4 事業の実施方法

事業実施は、3に示す事業実施体制で各開発内容に主担当を明確にし実施した。事業実施前に業務内容を超断熱サッシ技術開発検討委員会に提示し、次回の超断熱サッシ技術開発検討委員会において事業実施結果報告を行い、意見徴収と評価を行った。

超断熱サッシの技術普及については、超断熱サッシ普及検討委員会において公開シンポジウム及び実証試験体公開、国民に対する超断熱サッシ技術普及のリーサーチを行い、同委員会にて意見徴収と評価を行った。

5 事業実施経過

本年度の事業実施経過を下記する。

(1) 超断熱サッシ部材に関する技術開発

① 枠・障子材の技術開発（平成25年度開発完了）

② 複層ガラス材の技術開発（平成25年度開発完了）

業務従事期間：平成26年4月1日から平成26年7月21日

③ 気密材の技術開発（平成25年度開発完了）

④ 開閉装置の技術開発（平成25年度開発完了）

⑤ 超断熱サッシ部材の性能試験及び検証

業務従事期間：平成26年5月2日から平成26年8月27日

・試験内容：複層ガラス材の熱抵抗（GHP法、n=1）第14A0207号

試験期間：平成26年6月5日から平成26年6月9日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：日射遮熱・断熱板ガラス（Low-E）中空層を挟み相対しない4枚ガラスによる複層ガラス

・試験内容：複層ガラスの熱抵抗（GHP法、n=1） 第14A1759号

試験期間：平成26年8月8日から平成26年8月12日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：日射遮熱・断熱板ガラス（Low-E）中空層を挟み相対しない4枚ガラスによる複層ガラス

(2) 超断熱サッシに関する技術開発

① 超断熱サッシの組み立て技術開発（平成25年度開発完了）

② 超断熱サッシの性能試験及び性能検証

業務従事期間：平成26年4月1日から平成26年10月28日

i JISによる性能試験

・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 4710
（熱貫流率試験）第14A2295号

試験期間：平成26年9月19日から平成26年9月26日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 よこすべり出し、形状 矩形

ii ISOに定められた窓の熱貫流率の計算

・内容：EN ISO 10077-1:2006-09（熱貫流率計算）

Sim/020841-ift

Berechnungsprogramm

No.13-002348-PR04

(PB-A01-06-en-01)

期間：平成26年10月17日

場所：ift Rosenheim

仕様：開閉方式 よこすべり出し、形状 矩形

・内容：EN ISO 10077-2:2012-02（熱貫流率計算）

Sim/020891-WinIso7.51

No.13-002348-PR03

(PB-A01-06-en-01)

期間：平成26年10月16日

場所：ift Rosenheim

仕様：よこすべり出しの枠

(3) その他開閉方式及び形状に関する技術開発（平成25年度開発完了）

(4) 超断熱サッシの施工に関する技術開発

業務従事期間：平成26年8月1日から平成27年1月19日

(5) 開発した超断熱サッシによる実証試験

① 実証研究試験体製作及びセンサー類の設置工事

業務従事期間：平成26年5月5日から平成26年11月21日

② 実証試験で得られたデータ検証・評価

業務従事期間：平成26年4月8日から平成26年12月16日

③ 実証試験体に設置した超断熱サッシの耐久性及び品質確認

業務従事期間：平成26年9月5日から平成27年1月30日

i 窓の断熱性能試験

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 4710
(熱貫流率試験) 第14A3181号 第14A3182号
第14A3183号

試験期間：平成26年12月15日から平成27年1月9日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

試験体：実証試験体1 1-WW-12

実証試験体2 2-WW-5

実証試験体3 3-WW-4

試験体仕様：開閉方式 よこすべり出し、形状 矩形

ii 遮音性能試験

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 4706
(遮音性能試験) 第14A3699号

試験期間：平成27年1月28日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

実証試験体2 2-WW-5

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 4706
(遮音性能試験) 第14A3700号

試験期間：平成27年1月28日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

試験体：実証試験体3 3-WW-4

iii 気密性能試験

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 1516

(気密性能試験) 第14A3689号

試験期間：平成27年1月29日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

試験体：実証試験体1 1-WW-12

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 1516

(気密性能試験) 第14A3692号

試験期間：平成27年1月29日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

実証試験体2 2-WW-5

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 1516

(気密性能試験) 第14A3695号

試験期間：平成27年1月30日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

試験体：実証試験体3 3-WW-4

iv 水密性能試験

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 1517

(水密性能試験) 第14A3690号

試験期間：平成27年1月29日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

試験体：実証試験体1 1-WW-12

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 1517

(水密性能試験) 第14A3693号

試験期間：平成27年1月29日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

実証試験体2 2-WW-5

- ・試験内容：JISに定められた窓の試験のうちJIS A 1517

(水密性能試験) 第14A3696号

試験期間：平成27年1月30日

試験場所：一般財団法人建材試験センター

試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形

試験体：実証試験体3 3-WW-4

v 耐風圧性能試験

- ・試験内容：J I Sに定められた窓の試験のうちJ I S A 1 5 1 5
(耐風圧性能試験) 第1 4 A 3 6 9 1号
試験期間：平成2 7年1月2 9日
試験場所：一般財団法人建材試験センター
試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形
試験体：実証試験体1 1-WW-1 2
- ・試験内容：J I Sに定められた窓の試験のうちJ I S A 1 5 1 5
(耐風圧性能試験) 第1 4 A 3 6 9 4号
試験期間：平成2 7年1月2 9日
試験場所：一般財団法人建材試験センター
試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形
実証試験体2 2-WW-5
- ・試験内容：J I Sに定められた窓の試験のうちJ I S A 1 5 1 5
(耐風圧性能試験) 第1 4 A 3 6 9 7号
試験期間：平成2 7年1月3 0日
試験場所：一般財団法人建材試験センター
試験体仕様：開閉方式 すべり出し、形状 矩形
試験体：実証試験体3 3-WW-4

④ 実証研究試験体撤去

業務従事期間：平成2 6年1 2月2 2日から平成2 7年1月1 0日

(6) 環境負荷評価

業務従事期間：平成2 6年1 0月1日から平成2 6年1 0月3 1日

(7) 超断熱サッシ技術開発検討委員会及び超断熱サッシ普及検討委員会の開催

① 超断熱サッシ技術開発検討委員会

第1回超断熱サッシ技術開発検討委員会

日時：平成2 6年5月2 0日(火)午後1 : 3 0から4 : 0 0

場所：長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門 会議室

第2回超断熱サッシ技術開発検討委員会

日時：平成2 6年9月2 4日(水)午後1 : 3 0から4 : 0 0

場所：国立大学法人信州大学工学部管理棟第1会議室

第3回超断熱サッシ技術開発検討委員会

日時：平成2 7年1月1 3日(火)午後1 : 3 0から4 : 0 0

場所：国立大学法人信州大学工学部地域共同研究センター研修室

② 超断熱サッシ普及検討委員会

第1回超断熱サッシ普及検討委員会

日時：平成26年7月31日（火）午前10：15から12：15

場所：東京国際フォーラムガラス棟会議室G504

第2回超断熱サッシ普及検討委員会

日時：平成26年10月23日（水）午前10：00から12：00

場所：建築会館301・302会議室

第3回超断熱サッシ普及検討委員会

日時：平成27年1月21日（水）午後1：30から4：00

場所：建築会館301・302会議室

6 業務の実施結果

(1) 超断熱サッシ部材に関する技術開発

本年度は、複層ガラス材の技術開発と、複層ガラスの性能試験及び検証を実施した。

① 複層ガラス材の技術開発

本小課題では、軽量化した複層ガラスの熱貫流率 (U) $0.4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 以下の開発を行う。

複層ガラスの中空層設置数 (3箇所) が、複層ガラスの断熱性能に影響するのかを試験にて検証する。

i 複層ガラスの軽量化

複層ガラスの軽量化を図るため、25年度開発したガラス4枚の複層ガラス (表 6.1.1.1-1) のガラス1枚を、遮熱・断熱性能を有する高性能特殊フィルム 厚 0.1 mm に換えた複層ガラスとした。

表 6.1.1.1-1 25年度開発した複層ガラスの構成

構成 (室外側より)	遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm 中空層 呼び厚さ 12 mm (中空層の気体: クリプトン) 遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm 中空層 呼び厚さ 12 mm (中空層の気体: クリプトン) 板ガラス 厚さ 4 mm 中空層 呼び厚さ 12 mm (中空層の気体: クリプトン) 遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm
寸法	$300 \text{ (mm)} \times 300 \text{ (mm)}$ 呼び厚さ 52.0 (mm)
重さ	$3,375 \text{ g}$
熱貫流率 $U_g \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$	0.33

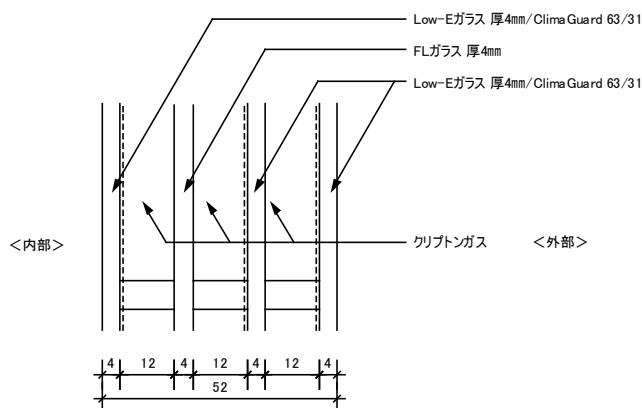


図 6.1.1.1-1

25年度開発の複層ガラス構成



写真 6.1.1.1-1

25年度開発の複層ガラス

(a) 3枚ガラスによる複層ガラスの性能

高性能フィルムによる効果を確認するため、中空層を分割する前状態の複層ガラスの性能確認をした。

断熱性能試験は、J I S A 1 4 1 2 - 1 熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法—保護熱板法 (GHP法) に準じて試験を行った。

表 6.1.1.1-2 複層ガラス

構成 (室外側より)	遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm 中空層 呼び厚さ 20.5 mm (中空層の気体: クリプトン) 板ガラス 厚さ 4 mm 中空層 呼び厚さ 20.5 mm (中空層の気体: クリプトン) 遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm
寸法	300 (mm) × 300 (mm), 呼び厚さ 53.0 (mm)
重さ	2,810 g
試験体数量	1組



写真 6.1.1.1-2

空気層分割前の複層ガラス試験体

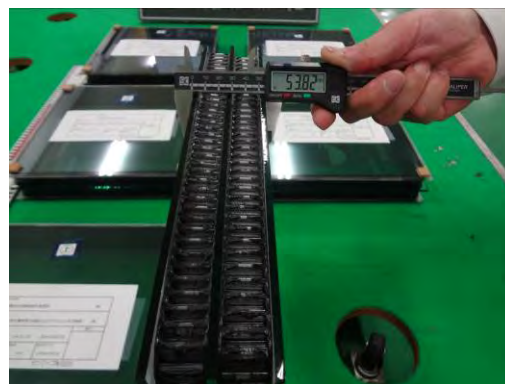


写真 6.1.1.1-3

空気層分割前の複層ガラス試験体

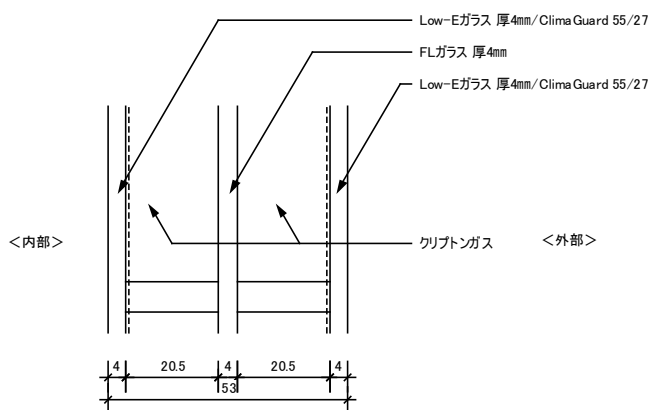


図 6.1.1.1-4

空気層分割前の複層ガラス構成



写真 6.1.1.1-5

空気層分割前の複層ガラス

表 6.1.1.1-3 に熱抵抗の測定結果を示す。

表 6.1.1.1-3 複層ガラスの試験結果

項目	温度差 ΔT (K)	熱流密度 q (W/m ²)	熱抵抗 R (m ² · K/W)
結果	19.8	17.19	1.15

表 6.1.1.1-4 に熱貫流率の算出結果を示す。

表 6.1.1.1-4 複層ガラスの算出結果

項目	熱抵抗 R (m ² · K/W)	熱抵抗 1/U (m ² · K/W)	熱貫流率 U _g (W/m ² · K)
結果	1.15	1.32	0.758

(b) 高性能特殊フィルムを入れた複層ガラスの開発

高性能フィルム 1 枚を室内側の中空層に設置した複層ガラス開発とした。

開発した複層ガラスの構成を表 6.1.1.1-5、図 6.1.1.1-3、写真 6.

1.1.1-6、写真 6.1.1.1-7 に示す。

表 6.1.1.1-5 26年度開発した複層ガラスの構成

構成 (室外側より)	遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm 中空層 呼び厚さ 20.5 mm (中空層の気体: クリプトン) 遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm 中空層 呼び厚さ 10 mm (中空層の気体: クリプトン) 高性能特殊フィルム 厚さ 0.1 mm 中空層 呼び厚さ 10 mm (中空層の気体: クリプトン) 遮熱・断熱板ガラス 厚さ 4 mm
寸法	300 (mm) × 300 (mm), 呼び厚さ 52.6 (mm)
重さ	3,300 g
試験体数量	1組

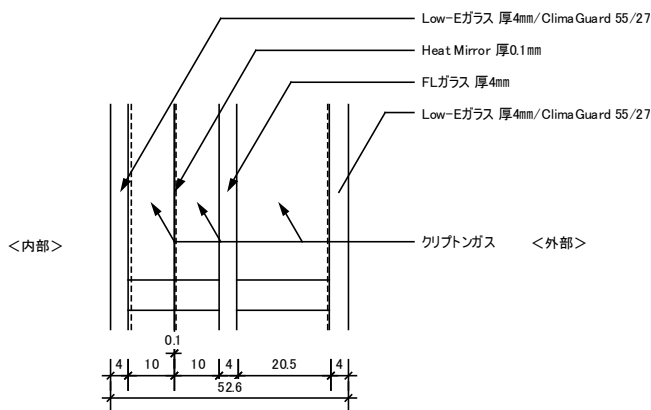


図 6.1.1.1-3

26年度開発の複層ガラス構成

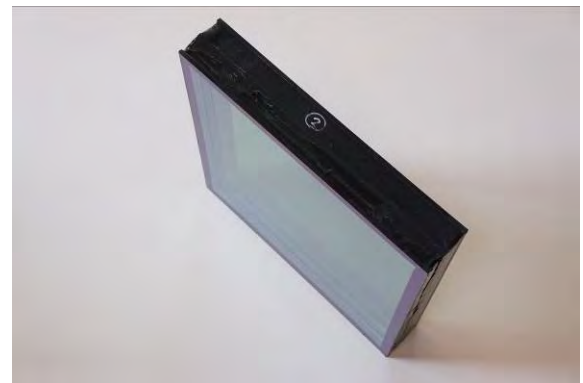


写真 6.1.1.1-6

26年度開発の複層ガラス



写真 6.1.1.1-7

26年度開発の複層ガラス

ii 複層ガラス材の断熱性能試験

J I S A 1 4 1 2 - 1 熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法—保護熱板法 (GHP法) に準じて試験を行った。

(a) 高性能特殊フィルムを入れた複層ガラスの断熱性能試験結果

表 6. 1. 1. 2-6 に試験結果と試験結果から得たデータから、J I S R 3 1 0 7 に従い計算によって熱貫流率の値を求めた。表 6. 1. 1. 2-7 に試験体の計算結果を示す。

表 6. 1. 1. 1 - 6 試験結果

項目	温度差 ΔT (K)	熱流密度 q (W/m ²)	熱抵抗 R (m ² · K/W)
結果	20. 1	8. 4 1	2. 3 9

表 6. 1. 1. 1 - 7 計算結果

項目	熱抵抗 R (m ² · K/W)	熱抵抗 $1/U$ (m ² · K/W)	熱貫流率 U_g (W/m ² · K)
結果	2. 3 9	2. 5 6	0. 3 9 1

(b) 複層ガラス材の断熱性能試験まとめ

複層ガラスの厚みと中空層 総厚さ (4 1 mm) が同じであっても、中空層数が 3 の試験体、中空層数が 2 の試験体では、熱貫流率 U (W/m² · K) 値が大きく異なることを確認した。

iii まとめ

熱貫流率 (U) 0. 4 W/m² · K 以下の複層ガラスは、遮熱・断熱性能を有するガラス又はフィルムによる中空層が 3 層必要である。

高性能特殊フィルムを入れた複層ガラス材により、4 枚ガラスによる複層ガラスより、超断熱サッシ試験体 (高さ 1 4 0 0 mm × 幅 7 5 0 mm) の場合、1 0, 9 0 0 g 軽量化できた。

高性能特殊フィルムを入れた複層ガラス材が、仕様目標値の熱貫流率 0. 4 W/m² · K 以下となることを試験にて確認したので、(2) 超断熱サッシに関する技術開発 ① 超断熱サッシの性能試験及び性能検証に進めることとした。

(2) 超断熱サッシに関する技術開発

本年度は、(1) 超断熱サッシ部材に関する技術開発 ① 複層ガラス材の技術開発で開発した高性能特殊フィルムを入れた複層ガラス材による超断熱サッシの性能試験と、断熱性能計算を実施した。

試験体の寸法及び枠材、障子材の仕様、開閉金物の仕様は25年度と同仕様としている。

超断熱サッシの構成部材を表6.2-1、試験結果を表6.2.1-1に示す。

表6.2-1 超断熱サッシの構成部材

部材	材質	性能	寸法
枠材 (固定)	木 (ヒノキ)	熱伝導率: 0.0957W/m・K 密度: 422kg/m ³	見込み153mm 見付け寸法40mm
障子材 (可動)	木 (ヒノキ)	熱伝導率: 0.0957W/m・K 密度: 422kg/m ³	見込み85mm 見付け寸法69mm
気密材	EPDM (85° 黒)	熱伝導率: 0.461W/m・K 密度0.00126kg/m ³	
気密材	EPDM (スポンジ黒)	熱伝導率: 0.322W/m・K 密度0.00117kg/m ³	
断熱材	A種フェノールフォーム保温板 1種2号	密度27kg/m ³ 熱伝導率: 0.02W/m・K	
乾燥材	アルミノケイ酸ナトリウム・ アルミノケイ酸カリウム		
金物	ステンレス		ヒンジ 重さ: 1520g ロックシステム 重さ: 482g

① JIS A 4710 (建具の断熱性能試験方法)に準じた試験



写真6.2.1-1
窓の熱還流率試験 (室外側)



写真6.2.1-2
窓の熱還流率試験 (室内側)

表 6.2.1-1 超断熱サッシの断熱性能試験結果

発行番号：第 14 A 2 2 9 5 号

試験結果	伝熱面積	A	(m^2)	1.125
	発生熱量	Φ_{in}	(W)	26.1
	校正熱量	$\Phi_i + \Phi_{cor} + \Phi_{edge}$	(W)	12.9
	試験体を通過する熱流密度	$q_{sp} = \frac{\Phi_{in} - (\Phi_i + \Phi_{cor} + \Phi_{edge})}{A_{sp}}$	(W/m^2)	11.73
	高温室空気温度	θ_{ca}	($^{\circ}C$)	20.0
	熱箱内空気温度	θ_{ci}	($^{\circ}C$)	19.9
	低温室空気温度	θ_{ca}	($^{\circ}C$)	-0.1
	空気温度差	$\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ca}$	($^{\circ}C$)	20.0
	試験体平均空気温度	$\bar{\theta}_c = \frac{\theta_{ci} + \theta_{ca}}{2}$	($^{\circ}C$)	9.9
	高温側環境温度	θ_{wa}	($^{\circ}C$)	19.7
	低温側環境温度	θ_{wc}	($^{\circ}C$)	-0.1
	環境温度差	$\Delta\theta_a = \theta_{wa} - \theta_{wc}$	(K)	19.8
	試験体平均環境温度	$\bar{\theta}_a = \frac{\theta_{wa} + \theta_{wc}}{2}$	($^{\circ}C$)	9.8
	測定熱貫流率	$U_m = \frac{q_{sp}}{\Delta\theta_a}$	[$W/(m^2 \cdot K)$]	0.592
	測定熱貫流抵抗	$R_m = \frac{1}{U_m}$	($m^2 \cdot K/W$)	1.69
	合計表面熱伝達抵抗	$R_{s,t}$	($m^2 \cdot K/W$)	0.155
	基準化熱貫流率	$U_{sp} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),a}]^{-1}$	[$W/(m^2 \cdot K)$]	0.589
	基準化熱貫流抵抗*1	$R_{sp} = \frac{1}{U_{sp}}$	($m^2 \cdot K/W$)	1.70
* 1) 基準化熱貫流抵抗は、基準化熱貫流率の逆数である。 備考 1) 熱貫流抵抗及び熱貫流率は有効数字 3 桁に丸めた。 備考 2) 試験体各部の温度測定結果を表-1に、温度測定位置を図-1及び図-2に示す。				
試験期間	平成 26 年 9 月 19 日 ~ 26 日			
担当者	環境グループ	統括リーダー 統括リーダー代理 統括リーダー代理 主任	和田 暢 治 萩原 伸 治 高木 原 知 子 松原 知 子 安岡 恒 作 (主担当) 馬淵 賢 作 深尾 宙 彦	
試験場所	中央試験所			

② ISO10077-2に基づく計算

ISO10077-2 (Thermal Performance of windows, doors and shutters - Calculation of the thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames) に基づく計算をした。

窓の熱還流率 (U_w) の計算結果と枠・障子の熱還流率 (U_f) の計算結果を表6.2.2-1と表6.2.2-2に示す。計算結果は、窓の熱還流率 (U_w) = 0.47 W/m² · k、枠及び障子の熱還流率 (U_f) = 0.45 W/m² · kであった。

計算結果を表6.2.2-1、表6.2.2-2に示す。

表6.2.2-1 窓の熱還流率 (U_w) 計算結果

Evidence of Performance Calculation of thermal transmittance		ift ROSENHEIM
Test Report No. 13-002348-PR04 (PE-A01-05-en-01)		
Client	kazu architect office co.ltd 1955-3 nisihara hirookatakaide,siogiri 399-0703 Nagano Japan	Basis FN-ISO 10077-1:2006-09 ift test report 13-002348-PR02 (PB-K20-08-en-01) ift test report 13-002348-PR03 (PB-K20-05-en-01) Corresponding international standards e.g. DIN EN
Product	Single leaf window Designation: Highly insulated window 2013	Representation ISO
Performance-relevant product details	Dimensions (B x H) in mm: 1500 x 750. Opening direction: outwards ; Frame profiles; Material: Hinoki cypress ; Thermal conductivity in W/(m·K): 0,095 (specified by client) ; Face width B in mm: 98 (sill/head), 101 (sides) ; Frame member; Depth in mm: 153 ; Casement member; eDepth in mm: 83 ; Inlay foam (casement and frame); Material: Phenolic foam ; Thermal conductivity in W/(m·K): 0,020 (specified by client) ; Inlay foam (glazing rebate); Material: polyurethane foam ; Thermal conductivity in W/(m·K): 0,035 (specified by client) ; Glazing; Edge cover in mm: 28 ; Structure in mm: 4/10/0.1 (coated foil) /10/4/20,5/4 ; Thermal transmittance (U) in W/(m ² ·K): 0.4 ; Spacer; Thermal conductivity spacer in W/(m·K): 0,08 ; Material secondary sealant: polysulfide	Instructions for use The results constitute the thermal transmittance (U) referring to EN ISO 10077-1:2006-09
Special features	-	Validity The data and results given relate solely to the tested and described specimen. This test does not allow any statement to be made on further characteristics of the present structure regarding performance and quality.
Results	Calculation of thermal transmittance referring to EN ISO 10077-1:2006-09  $U_w = 0,47 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ The (U) value of the window was calculated with thermal conductivities of some materials which are not corresponding the requirements of the EN ISO 10077-2:2012-02	Notes on publication The ift-Guidance Sheet 'Conditions and Guidance for the Use of ift Test Documents' applies. The cover sheet can be used as abstract.
ift Rosenheim 29.01.2015  Manuel Demel, M.BP., Dipl.-Ing. (FH) Deputy Head of Testing Department Building Physics		Contents The report contains a total of 5 pages and annex (1 page).
 Maurice Mayer, Dipl.-Ing. (FH) Operating Testing Officer Building Physics		
ift Rosenheim GmbH Kontakt Prüfung und Kalibrierung – EN ISO/IEC 17025 Theodor-Giethl-Str. 7-9 Tel: +49 8331 261-0 Inspektion – EN ISO/IEC 17020 D-83026 Rosenheim Fax: +49 8331 261-290 Zertifizierung Produkte – EN ISO/IEC 17065 www.ift-rosenheim.de www.ift-rosenheim.de Zertifizierung Managementsysteme – EN ISO/IEC 17021		Notified Body 0157 

Ver-PB-2205-en (01.10.2012)

(3) その他開閉方式及び形状に関する技術開発

25年度に目標の開閉方式及び形状の技術開発は完了している。

(4) 超断熱サッシの施工に関する技術開発

実証試験体における超断熱サッシの取り付け位置と、超断熱サッシの取り付けの留め付け材の位置、支持力を計算により求めた。また超断熱サッシの開発フローをまとめ、超断熱サッシのコスト計算を行った。

① 超断熱サッシの取付け位置の検討

取り付け位置は、ISO10077-2 (Thermal Performance of windows, doors and shutters -Calculation of thermal transmittance -Part 2: Numerical method for frames) に基づくWinISO 2D Version 7.94にて、超断熱サッシと木造躯体の温度分布を計算し、超断熱サッシの取付け位置を検証した。



写真6.4-1

超断熱サッシ取付け前状況

試験体1 気密工事完了 (平成25年度)

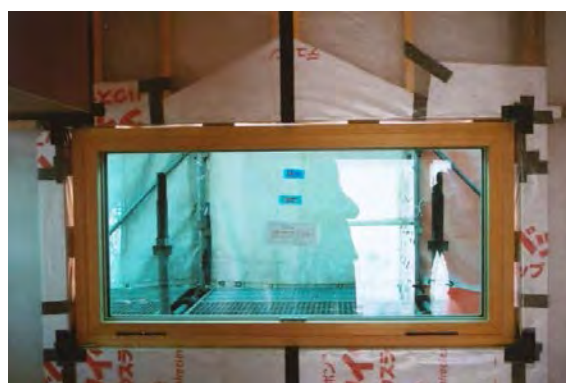


写真6.4-2

超断熱サッシ取付け前状況

試験体1 (平成25年度)

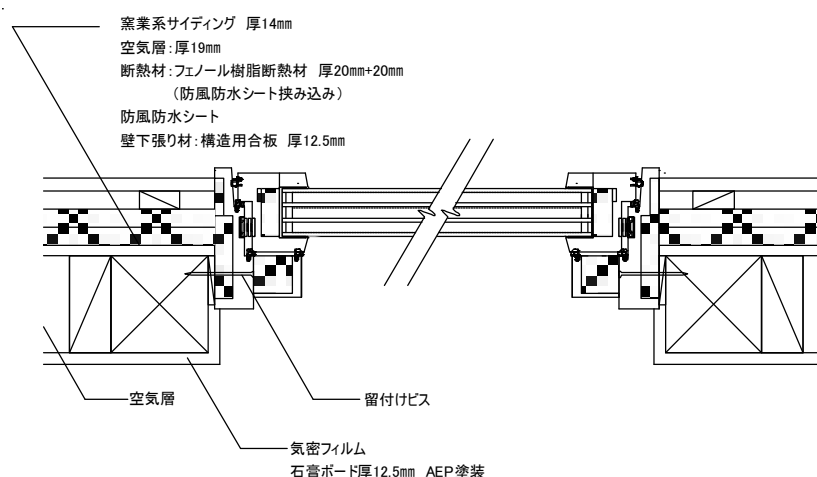


図6.4-1 実証試験体の超断熱サッシ取付け概要

i 超断熱サッシとその周囲の等温度線

(5) 開発した超断熱サッシによる実証試験の試験体断面における超断熱サッシの取付け位置をWinISO2D Version 7.94にて、等温度線を作成し検討した。外気温0℃、室内温度20.0℃、室内湿度60.0%の状態での超断熱サッシとその周囲（床、壁、天井）の温度分布（露点温度13.0℃）により、超断熱サッシの外部側への出入り位置を確認した。試験体の部材配置図を図6.4.1-1に示す。

表6.4.1-1 部材表

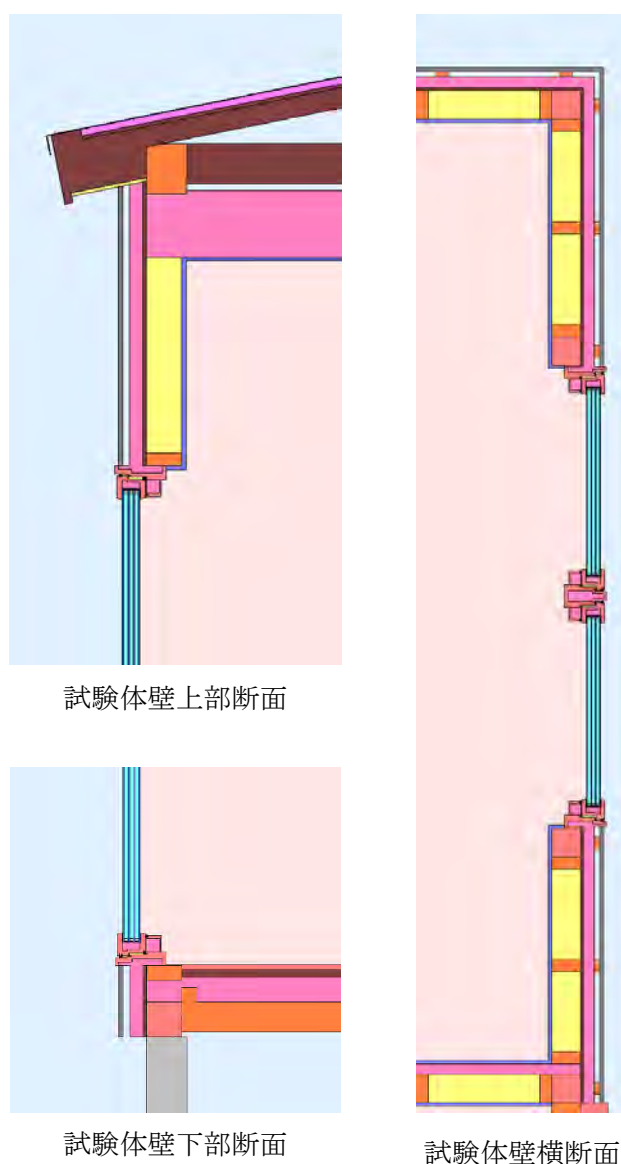


図6.4.1-1 試験体断面部材配置図

■	1 boundary condition inside 0,13, 20-C, 60%
■	1 boundary condition outside 0,04, -5-C, 40%
■	1 air EN ISO 10077-2 (cavities in profiles)
■	Gas cavity EN 673, 100% krypton (insulating glass units)
■	ウレタンフォーム
■	スペーサー
■	ブチルゴム
■	サイディング 厚さ 14 mm
■	気密材 EPMD
■	断熱材 A種フェノールフォーム 1種2号
■	木材 ヒノキ
■	木材 合板
■	PB
■	カラー鉄板
■	low-e
■	グラスウール
■	フロート板ガラス
■	木材 松
■	木材 スギ
■	ケイ酸カルシウム板
■	スタイロフォーム

試験体の断面に等温度線を部材配置図に重ねた図を図6. 4. 1-2に示す。
 等温度線を図6. 4. 1-3に示す。
 13度線のみを図6. 4. 1-4に示す。

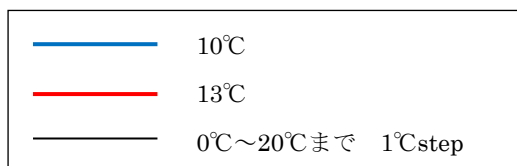
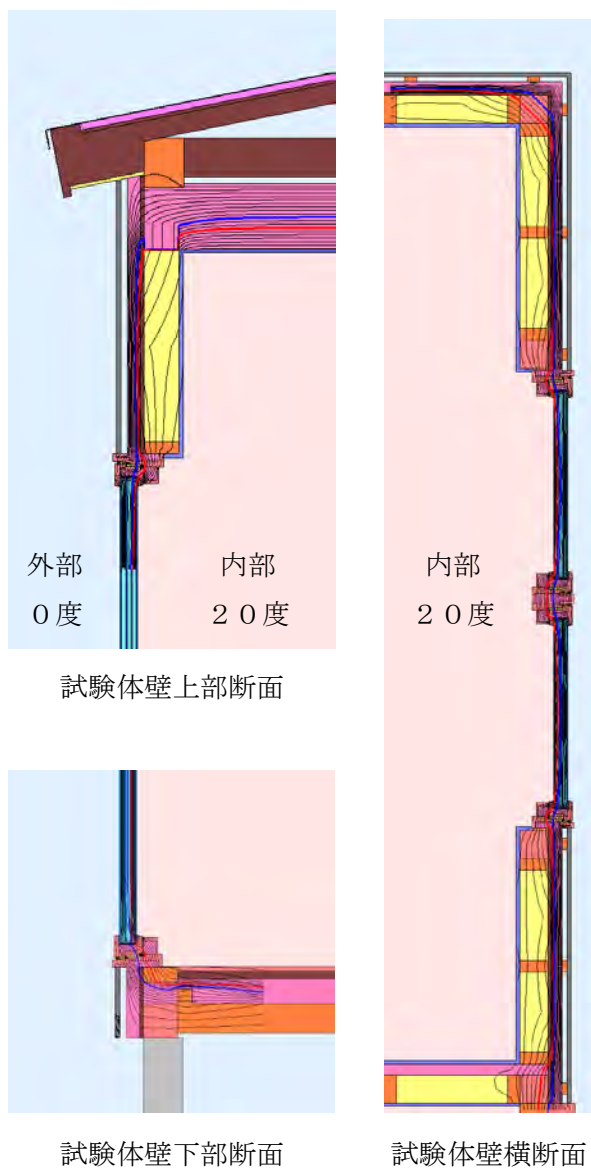


図6. 4. 1-2 試験体等温度線図

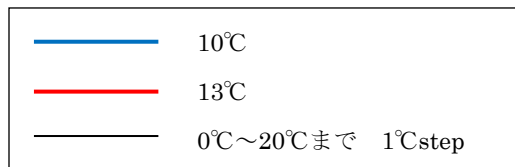
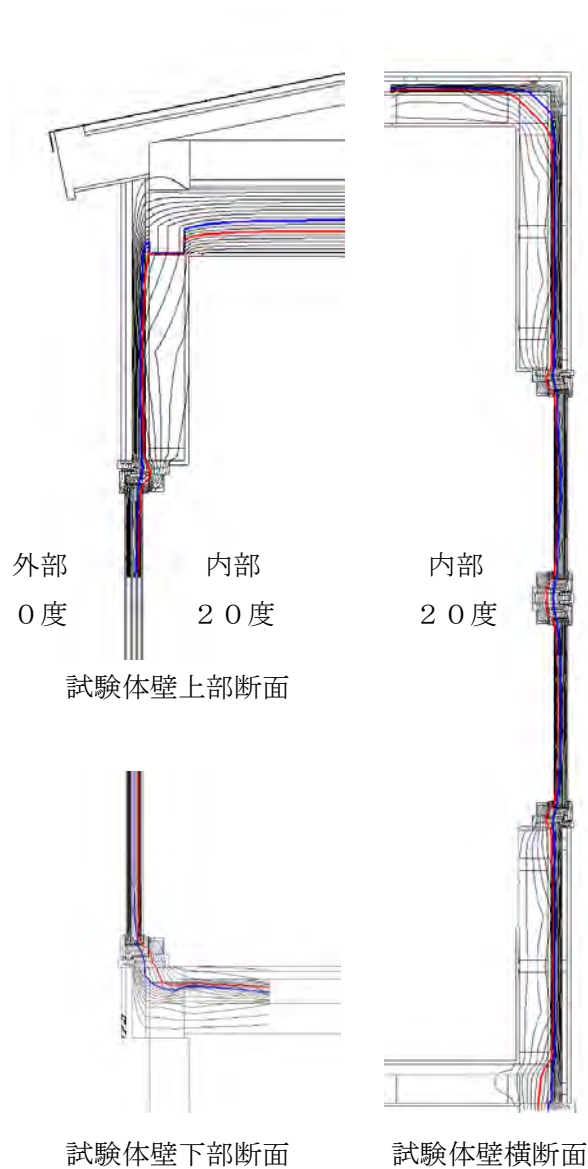


図6. 4. 1-3 試験体等温度線図

試験体の壁面及び跳弾悦サッシの
13度線（温度差20度、湿度60
%の露点）がほぼ一直線となっており、
超断熱サッシ部分も含め、内部に13
度線は露出していないことを確認した。

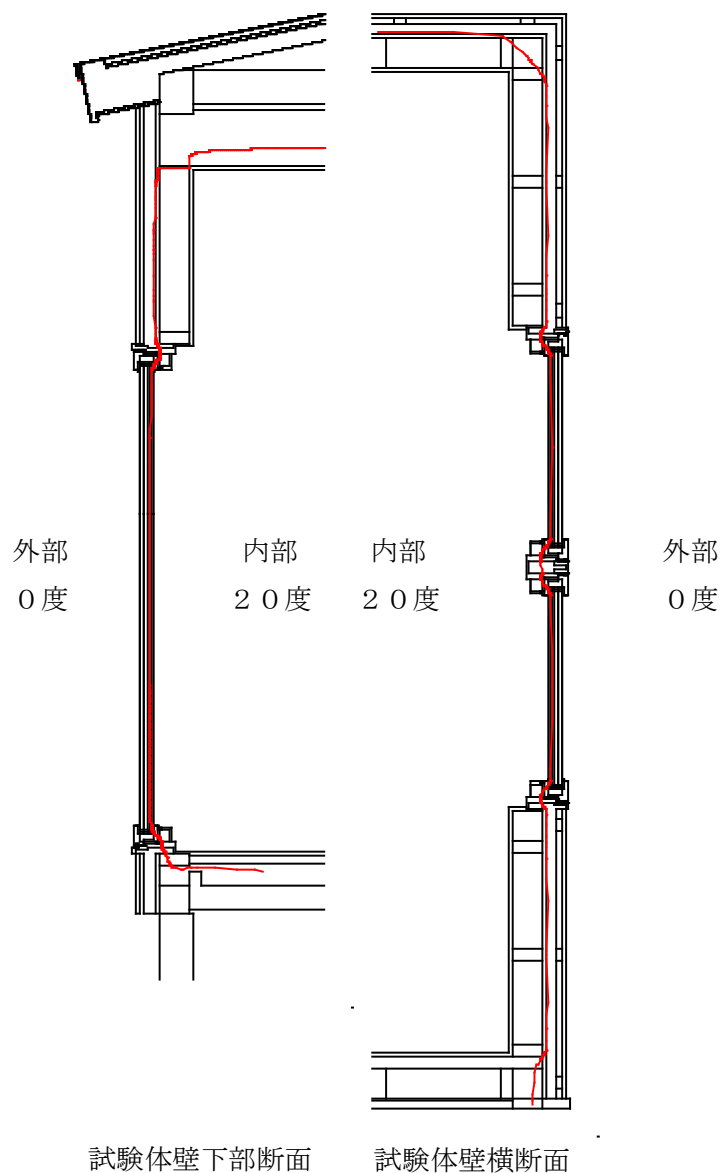


図6. 4. 1-4 試験体13度線図

ii 超断熱サッシの留め付け材の検討

超断熱サッシの留め付け材の仕様と数、留め付け材位置について産出する。計算方法は、Leitfaden zur Montage März 2010によった。

計算順序は、設定条件、留め付ける箇所数の決定、自重計算、窓の平面方向にかかる応力計算、窓の垂直方向にかかる応力計算、支持力結果となる。

下記に計算結果を示す。

(a) 設定条件

- ・木製片開き窓4層ガラス4/12/4/12/4/12/4 (mm)
- ・設置場所：長野県松本市
- ・設置高さ：8 m
- ・障子部分の垂直荷重を $P = 240 \text{ N}$
- ・鋼製ビス $\phi 4.5 \text{ L} = 75 \text{ mm}$
(引抜き力6,800 N、せん断力6700 N)

(b) 留め付ける箇所数の決定

- ・入り隅部より150 mmの箇所、及び700 mm以内毎に留め付け
- ・留め付け点の数 (BP) を8箇所とする。

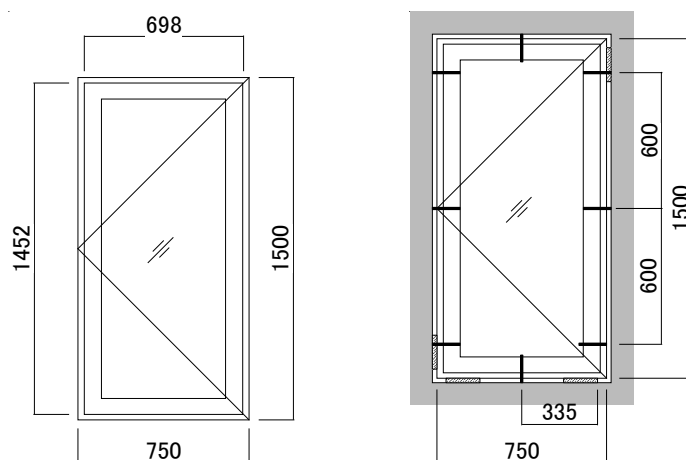


図6.4.1.2-1 超断熱サッシ留め付け材位置

(c) 自重の計算

表6.4.1.2-1 超断熱サッシ留め付け材位置

	部 位	算 出 方 法	結 果
1	枠	$7.21 \text{ kg} + 0.416 \text{ kg} + 1.251 \text{ kg} = 8.877 \text{ kg}$	8.88 kg
2	障子	$3.884 \text{ kg} + 0.203 \text{ kg} = 4.087 \text{ kg}$	4.09 kg
3	絶縁ガラス	$0.594 \text{ m} \times 1.344 \text{ m} \times 37.39 \text{ kg} = 29.849 \text{ kg}$	29.85 kg
4	窓全体 (G_{Fenster})	$(1 + 2 + 3) =$	42.82 kg
5	負荷	$42.82 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 420.06 \text{ N}^*) =$	0.42 kN
6	障子部分 (GFlügel)	$(2 + 3) =$	34.0 kg
7	負荷	$34.0 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 333.54 \text{ N}^*) =$	0.33 kN
*) $1 \text{ kg m/s}^2 = 1 \text{ N (Newton)}$			

(d) 窓の平面方向にかかる応力計算

- ・閉じた窓の自重による応力

$$V_1 = V_2 = G_{\text{Fenster}} / 2 = 0.42 \text{ kN} / 2 = 0.21 \text{ kN}$$

- ・極小に開口した時の障子部分自重と垂直荷重

$$V_1 = G_{\text{Flügel}} + P = 0.33 \text{ kN} + 0.24 \text{ kN} = 0.57 \text{ kN}$$

$$H_1 = H_2 = b / h \times (G_{\text{Flügel}} / 2 + P) = 0.694 \text{ m} / 1.452 \text{ m} \times (0.33 \text{ kN} / 2 + 0.24 \text{ kN}) = 0.19 \text{ kN}$$

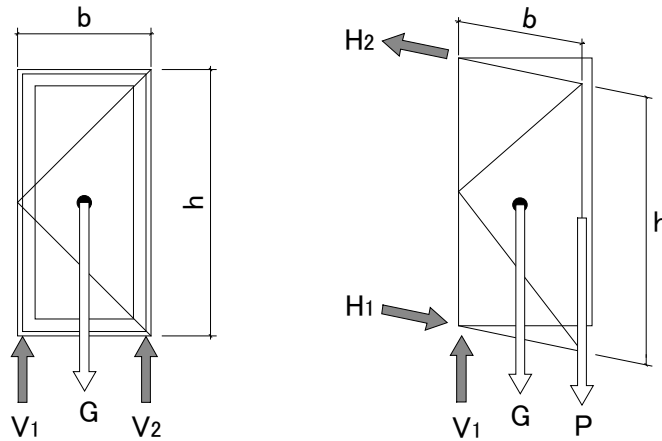


図6.4.1.2-2 超断熱サッシ応力概要

(e) 窓の垂直方向にかかる応力計算

- ・障子部分自重 と 90° に開けた窓の垂直力

$$H_1 = H_2 = 0.19 \text{ kN}$$

- ・建築基準法施工令第87条に基づく風圧力

$$q = 0.6 E V_0^2$$

$$E = E_r^2 G f \quad E_r = 1.7 (H/Z_g)^\alpha$$

- ・設計条件において $H = 8$ 、 $Z_g = 450$ 、

$$\alpha = 0.2$$

$$q = 0.65 \text{ kN/m}^2$$

$$BP = q \times b \times h / n$$

$$= 0.65 \text{ kN/m}^2 \times 0.75 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} / 8$$

$$= 0.09 \text{ kN}$$

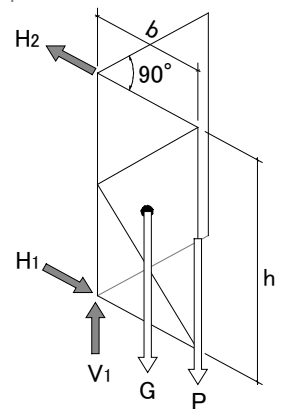


図6.4.1.2-3 超断熱サッシ開時応力概要

(f) 結果

設定条件において、応力は許容耐力以下である事を確認した。

表 6. 4. 1. 2-2 超断熱サッシに必要な支持力

	窓の平面方向に必要な支持力	
	$V_{1, \max}^{*)} =$	0.57 kN
	$V_2 =$	0.21 kN
	$H_1 =$	0.19 kN
	$H_2 =$	0.19 kN
	*) 少し開いた時	
	窓の垂直方向に必要な支持力	
	$BP 1 \sim 5, BP 7^{**}) =$	± 0.09 kN
	$BP 6 (H_1)^{***}) =$	-0.19 kN
	$BP 8 (H_2)^{***}) =$	0.19 kN
**) 風圧力に対して		
***) 90° 開いた時		

iii 超断熱サッシの取付け位置のまとめ

計算による実証試験体（床・壁・天井）と超断熱サッシの温度分布の確認により、壁の厚み方向に対する超断熱サッシの取り付け適正位置を確認できた。また、超断熱サッシの留め付けに必要な支持力の確認と留め付け材位置の確認ができた。

② 開発超断熱サッシの開発フロー

平成23年度・24年度・25年度における超断熱サッシ技術開発のフローを図6.4.2に示す。

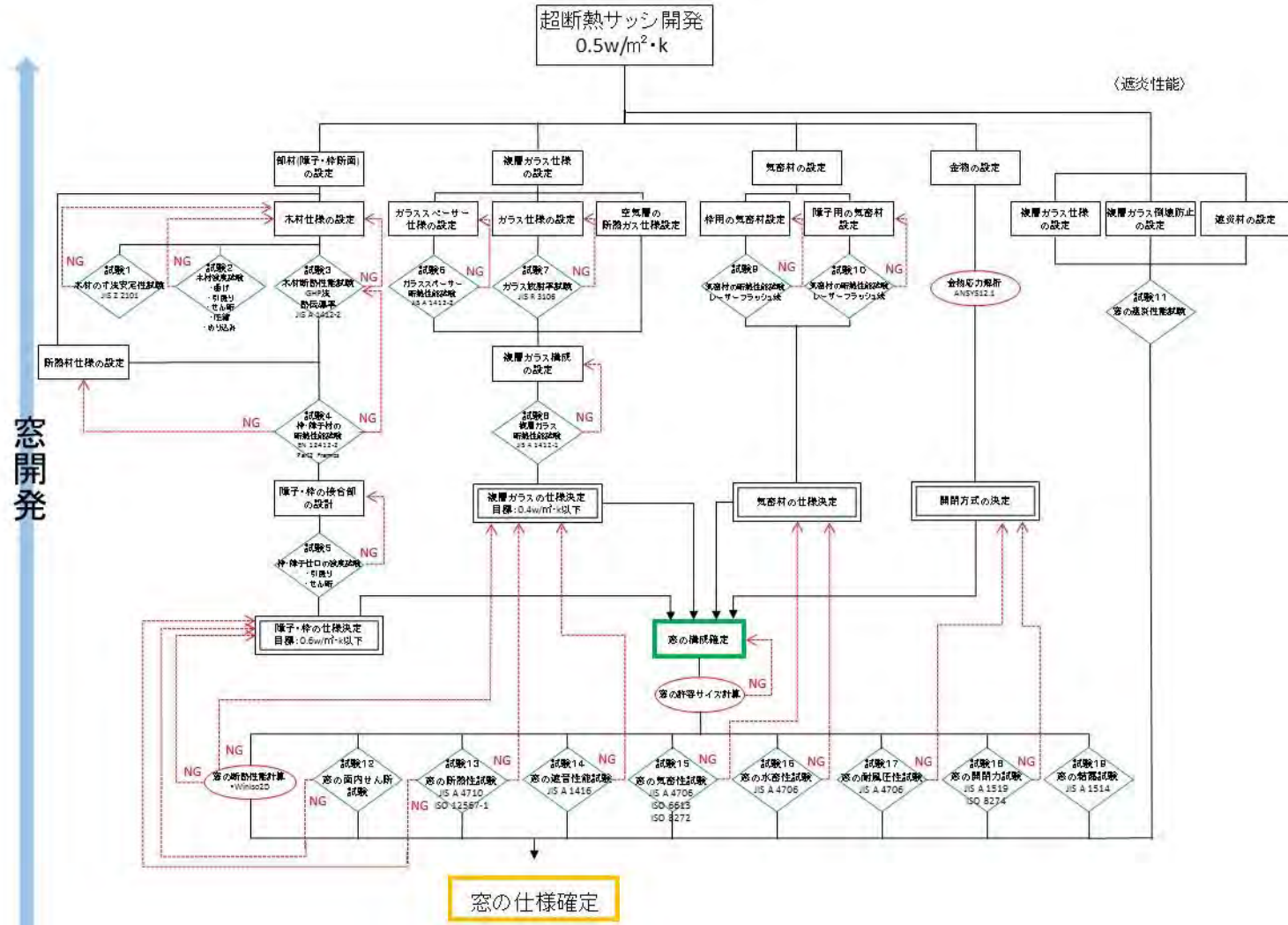


図6.4.2 超断熱サッシ開発フロー

③ 超断熱サッシの生産コスト

超断熱サッシの生産コストについて、超断熱サッシの開発過程の部材コスト及び超断熱サッシ組立時間を基に検討した。

25年度における超断熱サッシの生産コストを分析した結果、金物のロックシステム及び開閉装置を流通部材とすること、枠材・障子材の生産性（月産100窓）を上げることで、約9万円/m²弱の生産コスト削減ができる。

本事業の目標値である超断熱サッシ生産コスト10万円/m²を下回る結果となった。超断熱サッシの生産コストを表6.4.3に示す。

表6.4.3 超断熱サッシの生産コスト

部材		材質	性能	寸法	コスト(1m ²)		
					25年度	シュミレーション1	シュミレーション2
枠障子	枠材(固定)	木(ヒノキ)	熱伝導率:0.0957 W/m・K密度:422kg/m ³	見込み153mm 見付け寸法40mm	¥11,430	¥11,430	¥11,430
	障子材(可動)	木(ヒノキ)	熱伝導率:0.0957 W/m・K密度:422kg/m ³	見込み85mm 見付け寸法69mm			
	加工費				¥40,000	¥26,667	¥26,667
複層ガラス	ガラス	低放射ガラス(Low-E)3枚	可視透過率:63 日射透過率:31	厚み:4mm	¥14,702	¥14,702	4(CG55/27) / 10 / 0.1(Heat Mirror) / 10 / 4(FL) / 20.5 / 4(CG55/27) ¥71,200
	ガラス	フロートガラス	可視透過率:90 日射透過率:84	厚み:4mm			
	スペーサ	ポリプロピレン	密度1.35g/cm ³ 熱伝導率:0.12W/m・K	巾:12mm 高さ:7mm			
	中間空間層	クリプトンガス		充填率 95%			
	乾燥材	アルミノケイ酸ナトリウム・アルミノケイ酸カリウム					
気密材	EPDM(85°黒)枠用		熱伝導率:0.461W/m・K 密度0.00126kg/m ³	注文製作	¥3,946	¥3,946	¥3,946
	EPDM(スポンジ黒)障子用		熱伝導率:0.322W/m・K 密度0.00117kg/m ³	注文製作	¥1,405	¥1,405	¥1,405
断熱材	A種フェノールフォーム保温板1種2号		密度27kg/m ³ 熱伝導率:0.02W/m・K	市販品	¥998	¥998	¥998
金物	ヒンジ		ステンレス 既製品加工	ヒンジ 重さ:1520g	¥7,000 ¥18,000		
			既製品	TRUTH社製		¥3,300	¥3,300
	ロックシステム		ステンレス	ロックシステム 重さ:482g	¥63,000		
			既製品	TRUTH社製		¥11,550	¥11,550
	開閉装置留付ビス 開閉装置・ロックシステム留付ビス 縁枠留付ビス		L=18.6 φ4 市販品 L=24.6 φ4 市販品 L=56.5 φ2.68 市販品	4個 14個 16本	¥1 ¥4 ¥11	¥1 ¥4 ¥11	¥5 ¥56 ¥178
合計					¥160,497	¥74,014	¥130,734

④ まとめ

超断熱サッシの製品化に必要な施工方法（取り付け位置、留め付け方法）、開発フロー、生産コストの検証確認できた。

(5) 開発した超断熱サッシによる実証試験

① 実証研究試験体製作及びセンサー類の設置工事

25年度に製作した実証試験体（1970年（築43年）建設、長野県工業技術総合センター環境・情報技術部門（松本市野溝西1-7-7）、試験体1：第1宿舍（木造 1階延べ床面積：65.61㎡）、試験体2：第2宿舍（木造 1階 延べ床面積：51.57㎡）、試験体3：第3宿舍（木造 1階 延べ床面積：49.95㎡））に、室内換気用（0.5回/毎時）システム用通気孔設置と、換気システムの設置を実施した。



写真 6.5.1-1 換気孔施工



写真 6.5.1-2 換気孔施工
試験体1 通気孔（給気孔外壁側）



写真 6.5.1-3 換気孔施工
試験体1 通気孔（給気孔外壁側）



写真 6.5.1-4 換気孔施工
試験体1 通気孔（排気孔外壁側）



写真6.5.1-5 換気孔施工
試験体1 通気孔(排気孔内壁側)



写真6.5.1-6
試験体1 換気システム設置



写真6.5.1-7
試験体1 排気配管施工



写真6.5.1-8
試験体1 換気システム稼働 排気確認

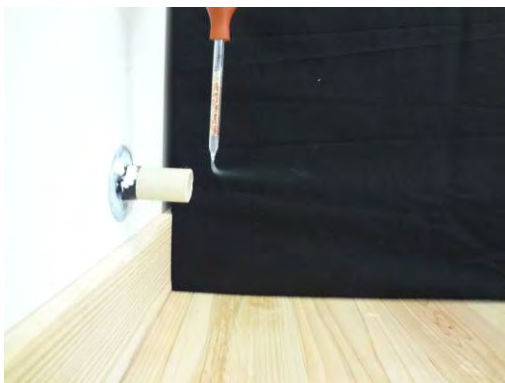


写真6.5.1-9
試験体1 換気システム稼働 給気確認



写真6.5.1-10 換気孔施工
試験体2 通気孔(給気孔外壁側)

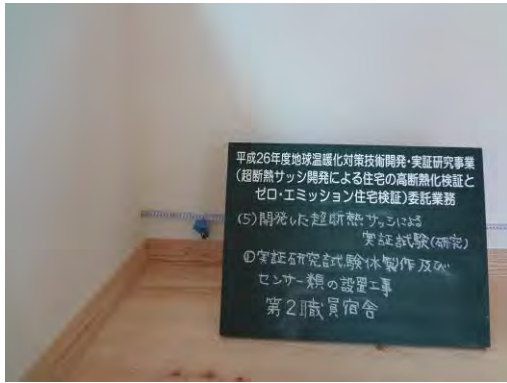


写真6.5.1-11 換気孔施工
試験体2 通気孔（給気孔内壁側）



写真6.5.1-12 換気孔施工
試験体2 通気孔（排気孔外壁側）



写真6.5.1-13 換気孔施工
試験体2 通気孔（排気孔内壁側）



写真6.5.1-14
試験体2 換気システム設置



写真6.5.1-15 換気孔施工
試験体3 通気孔（給気孔外壁側）



写真6.5.1-16 換気孔施工
試験体3 通気孔（給気孔内壁側）



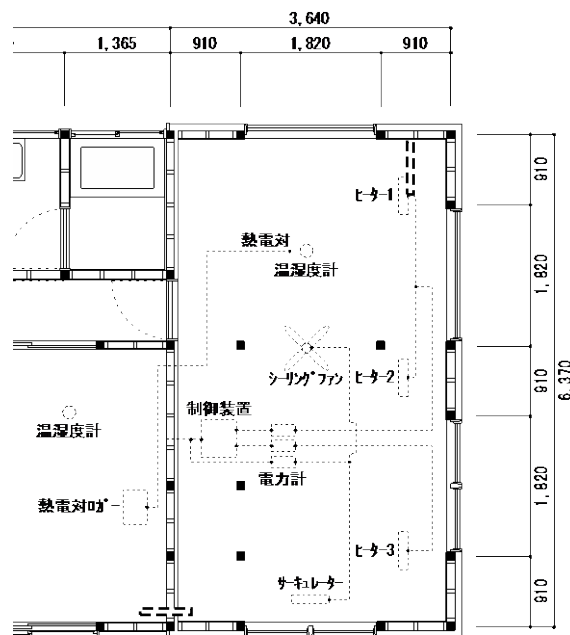
写真6.5.1-17 換気孔施工
試験体3 通気孔 (排気孔外壁側)



写真6.5.1-18 換気孔施工
試験体3 通気孔 (排気孔内壁側)

② 実証試験で得られたデータ検証・評価

松本工業技術センター敷地内職員宿舎3棟において、暖房室にセラミックファンヒーター3台を設置し、制御装置によって一定の室温を保つように制御した。ヒーターにより暖められた空気はシーリングファンとサーキュレーターにより攪拌した。図6.5.2-1に暖房システム平面図、表6.5.2-1～表6.5.2-2に計測項目を示す。暖房室内温度が安定している状態での内部発熱量、外気温、室内温度などの温熱環境を測定し、1時間あたりの平均室内外温度差と消費電力量より、暖房負荷を算出した。昨年度は換気設備を使用せず0.05回/hとしたが、今年度は暖房室内の換気回数が0.5回/hとなるように換気装置を設置した。暖房室内では吸気口から外気を取り入れ、排気口から換気装置を介して室外に空気を排出した。



i 計測項目 図6.5.2-1 暖房システム平面図

表 6. 5. 2-1 計測項目(非暖房時)

	計測点	計測項目	計測機器
改修部	中央 FL+1200mm	温度	おんどとり(温度 2ch) グローブ球
		輻射温度	
	天井 CL-50mm	温度	おんどとり (温度 1ch, 湿度 1ch)
		湿度	
床面 FL+50mm	温度	おんどとり(温度 1ch, 湿度 1ch)	
既存部	中央 FL+1200mm	温度	おんどとり (温度 1ch, 湿度 1ch)
		湿度	

表 6. 5. 2-2 計測項目(暖房時)

	計測点	計測項目	計測機器	
改修部	中央 FL+1200mm	温度	おんどとり(温度 2ch) グローブ球	
		輻射温度		
		温度(観察用)		熱電対(4. 5m)
	天井 CL-50mm	温度	おんどとり (温度 1ch, 湿度 1ch)	
		湿度		
	床面 FL+50mm	温度	おんどとり(温度 1ch, 湿度 1ch)	
	小屋裏 CL+600mm	温度	熱電対	
	床下 FL-200mm	温度	熱電対	
			ヒーター(1)(2)消費電力量	電力測定器
			ヒーター(3)消費電力量	電力測定器
		シーリングファン, サーキュレーター消費電力量	電力測定器	
既存部	中央 FL+1200mm	温度	おんどとり (温度 1ch, 湿度 1ch)	
		湿度		
		換気装置消費電力量	電力測定器	

※ 1 棟あたりの計測項目とする。 ※計測間隔はそれぞれ 5 分とする。



写真6. 5. 2. 1-1 温度制御装置



写真6. 5. 2. 1-2 電力測定器



写真6. 5. 2. 1-3
床+1200mm 計測点



写真6. 5. 2. 1-4
第1 宿舎実験時外観

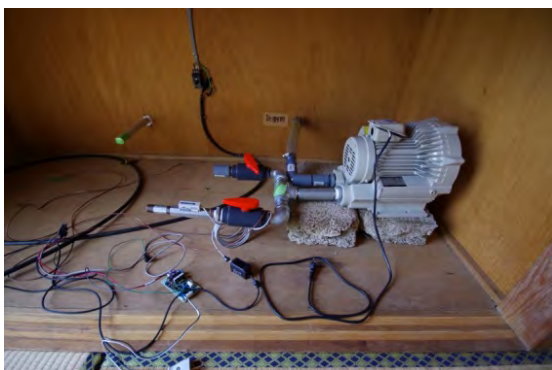


写真6. 5. 2. 1-5 換気装置

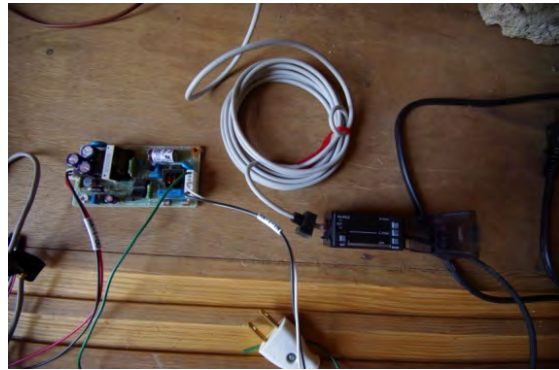


写真6. 5. 2. 1-6 換気装置風速計

ii 換気装置の動作確認

9月25日に燻煙式殺虫剤およびドライアイスを使用し、換気装置によって換気が行われているか確認した。暖房室内の空気を排気口から排出していること、ドアの室外側から暖房室内に空気を取り込まれることから、換気装置によって暖房室内空気が換気されていることを確認した。図6. 5. 2-2～図6. 5. 2-4に3棟の換気風量計測結果を示す。



写真6. 5. 2. 2-1 燻煙式殺虫剤の散布



写真6. 5. 2. 2-2
ドライアイスの散布

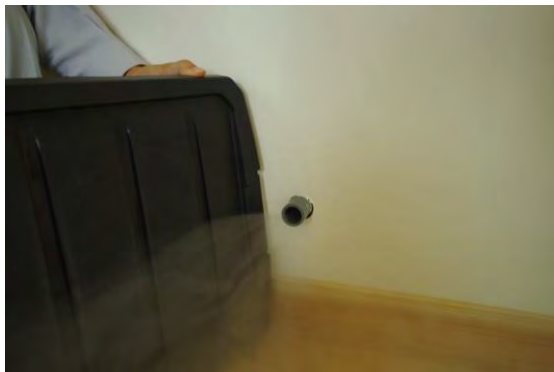


写真6. 5. 2. 2-3 排気の確認



写真6. 5. 2. 2-4 ドア近傍の気流

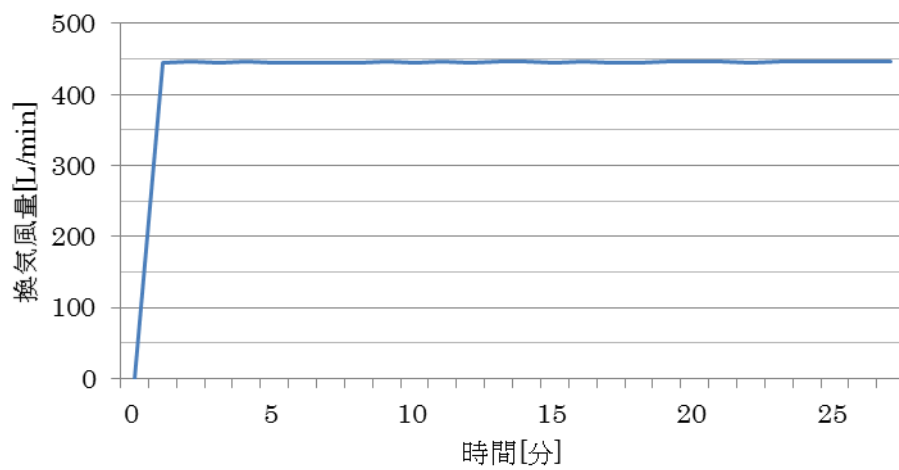


図6. 5. 2-2 第1 宿舍換気風量計測結果

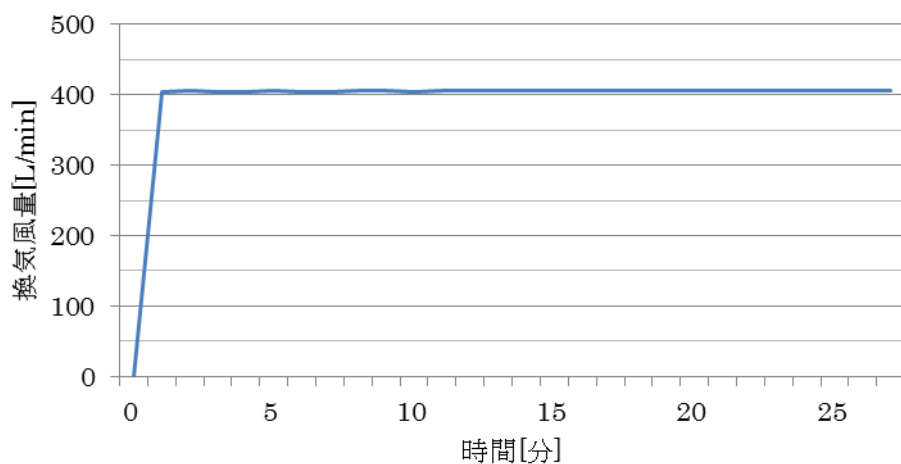


図6. 5. 2-3 第2宿舍換気風量計測結果

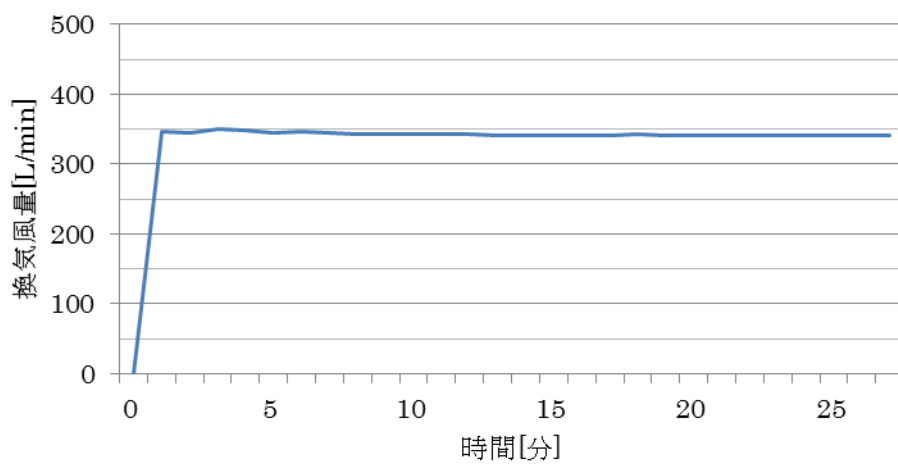


図6. 5. 2-4 第3宿舍換気風量計測結果

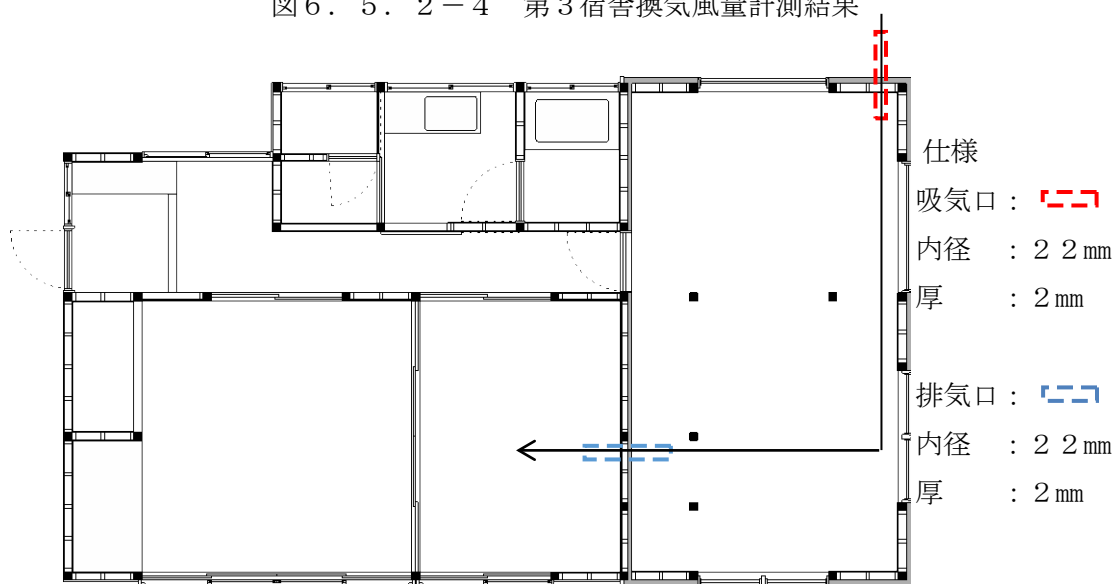


図6. 5. 2-5 第1宿舍平面図

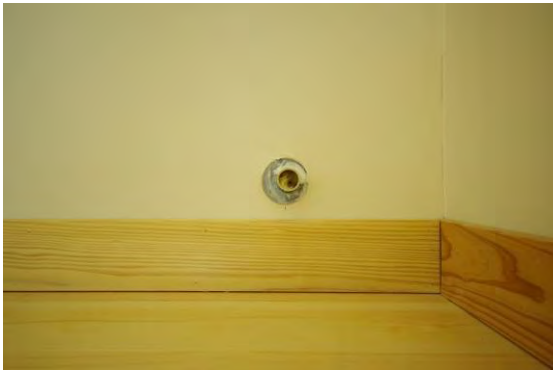


写真6. 5. 2. 2-5 第1宿舍吸気口 写真6. 5. 2. 2-6 第1宿舍排気口

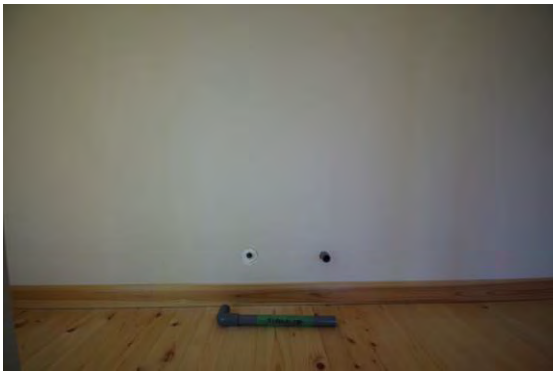


写真6. 5. 2. 2-7 第1宿舍排気口 写真6. 5. 2. 2-8 第1宿舍排気口

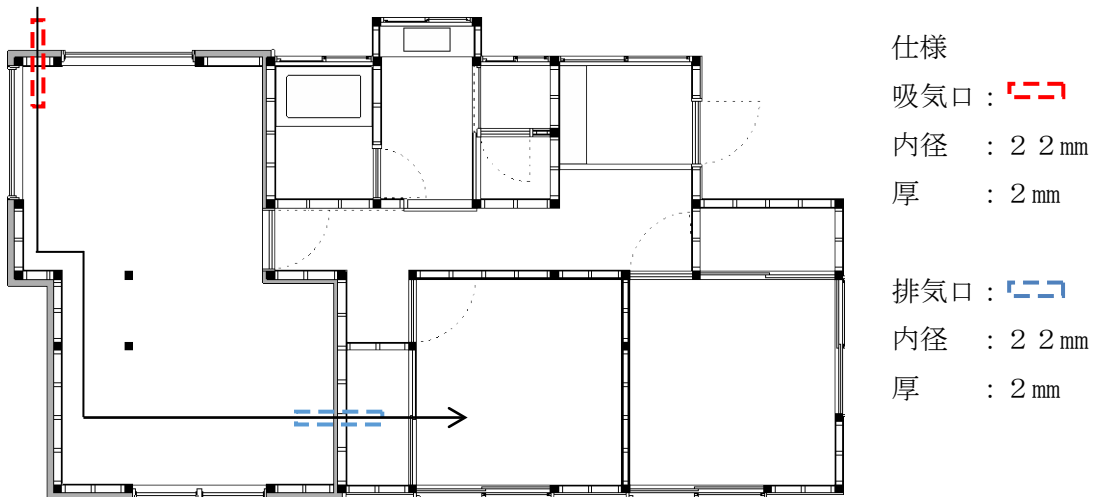


図6. 5. 2-6 第2宿舍平面図

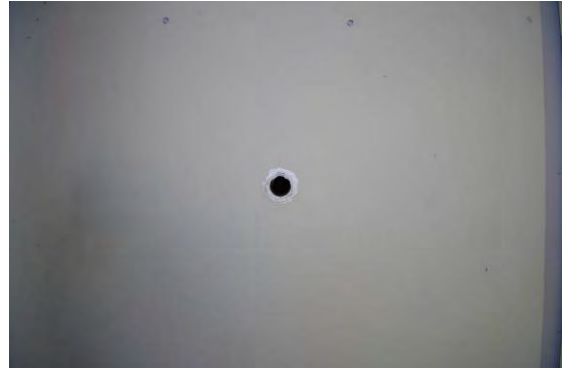


写真6. 5. 2. 2-9 第2宿舍吸気口

写真6. 5. 2. 2-10 第2宿舍吸気口

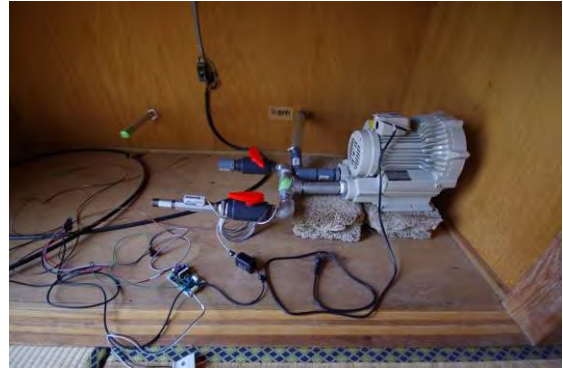
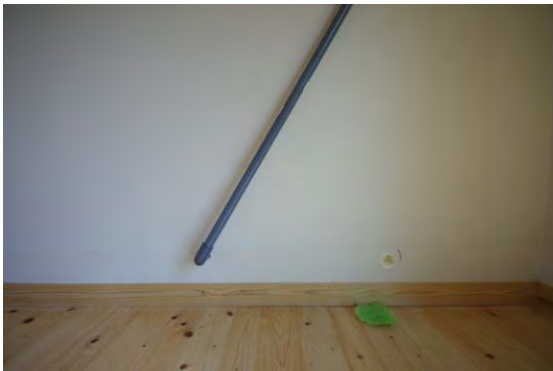


写真6. 5. 2. 2-11 第2宿舍排気口

写真6. 5. 2. 2-12 第2宿舍排気口

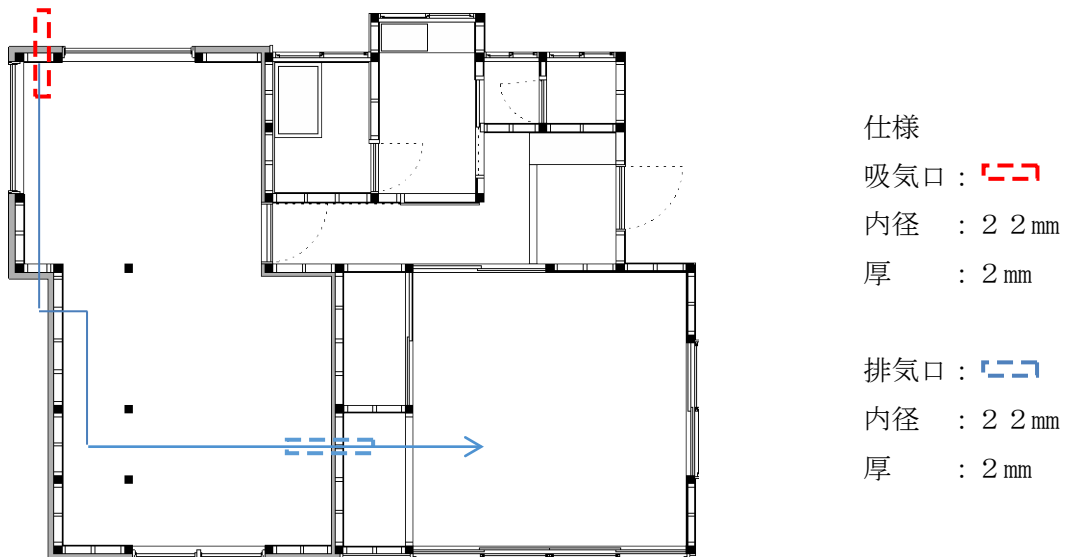


図6. 5. 2-7 第3宿舍平面図



写真6. 5. 2. 2-13 第3宿舍吸気口 写真6. 5. 2. 2-14 第3宿舍吸気口

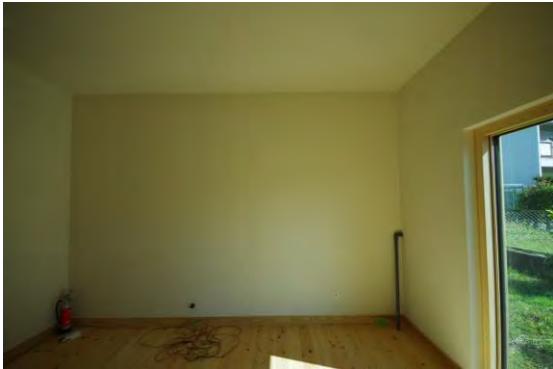


写真6. 5. 2. 2-15 第3宿舍排気口 写真6. 5. 2. 2-16 第3宿舍排気口

iii 試驗結果

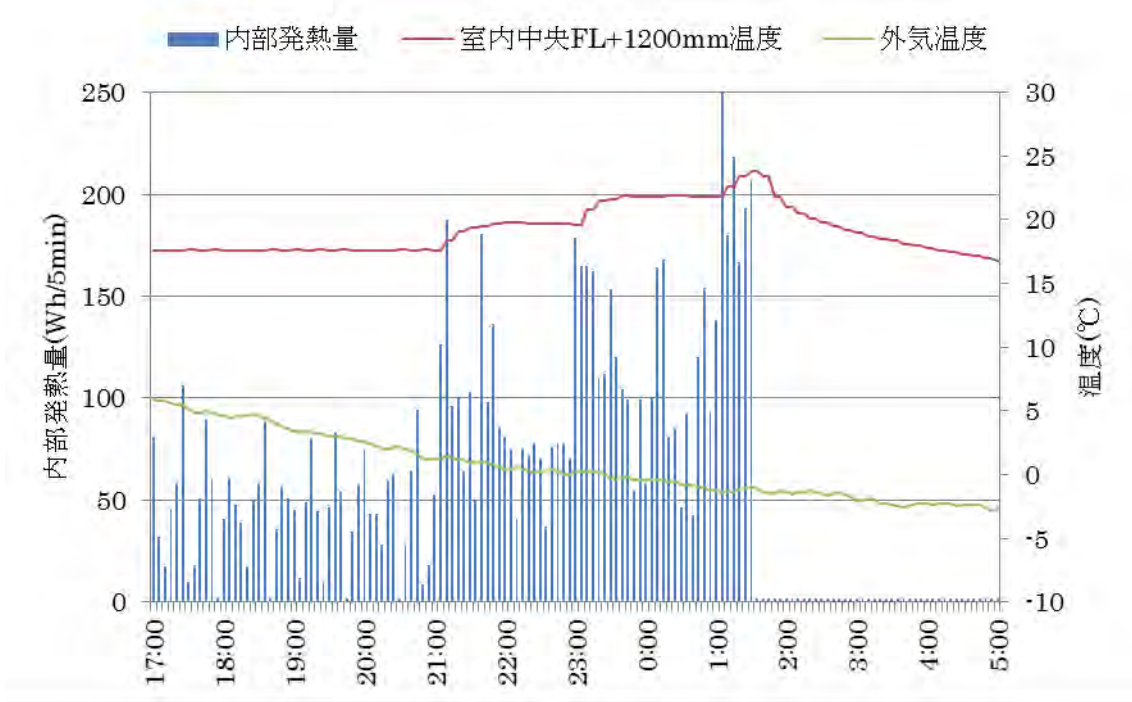


図6. 5. 2-8 第1宿舍実験結果 (11/20)

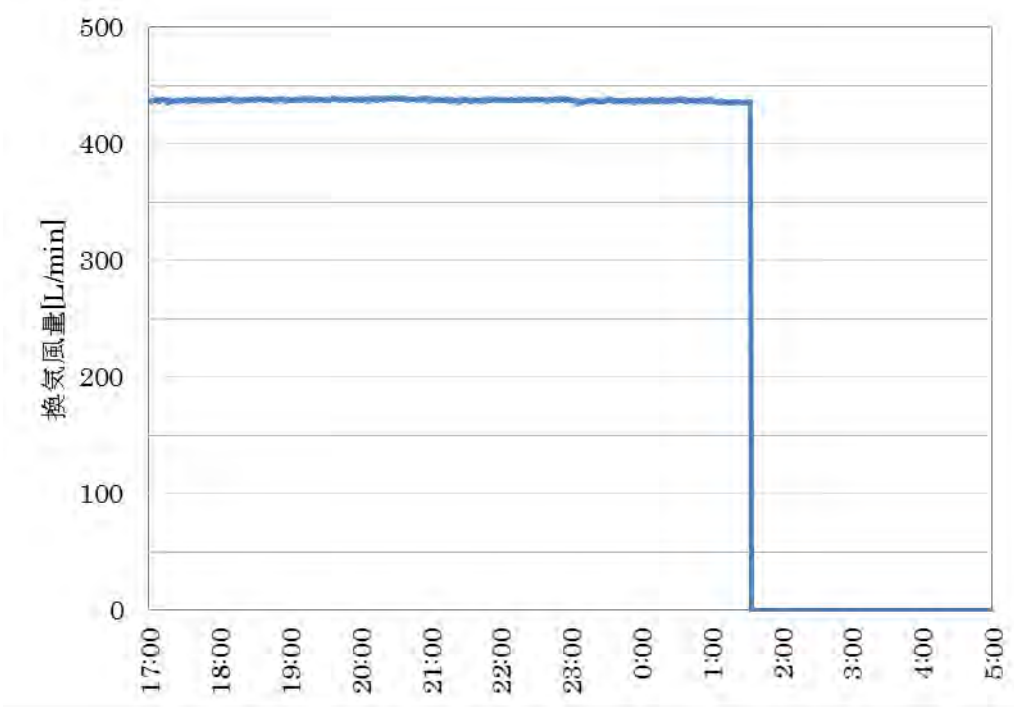


図6. 5. 2-9 第1宿舍室換気風量計測結果 (11/20)

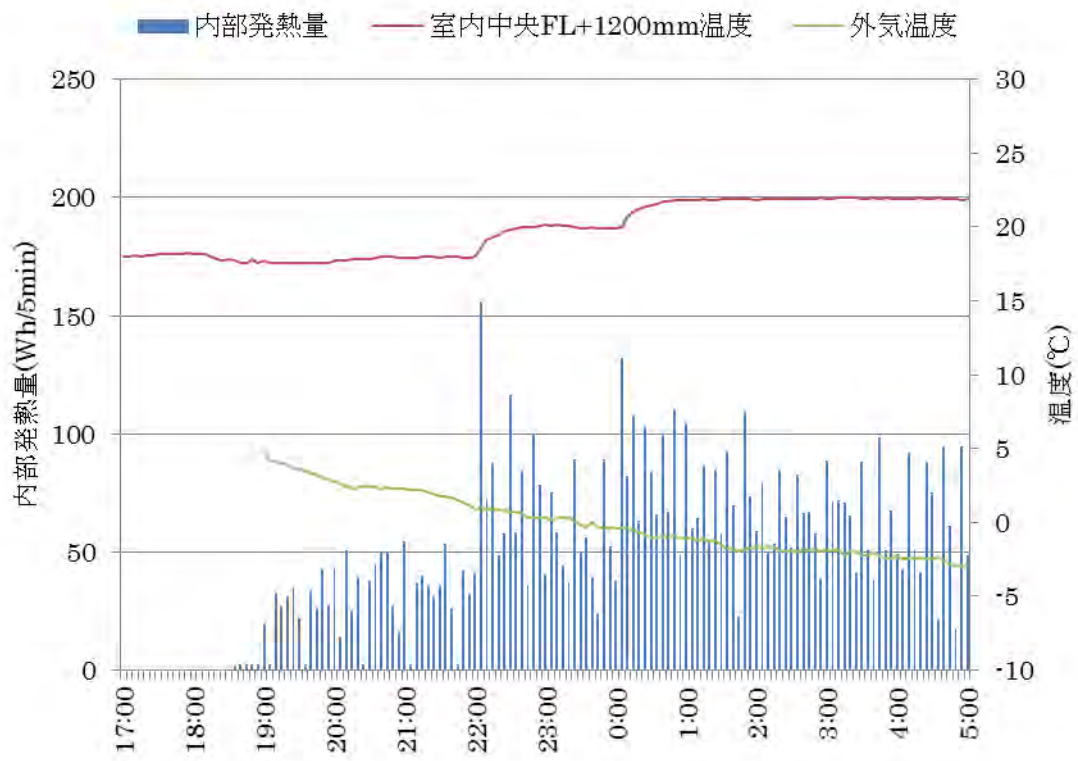


图 6. 5. 2-10 第 2 宿舍实验结果 (11 / 18)

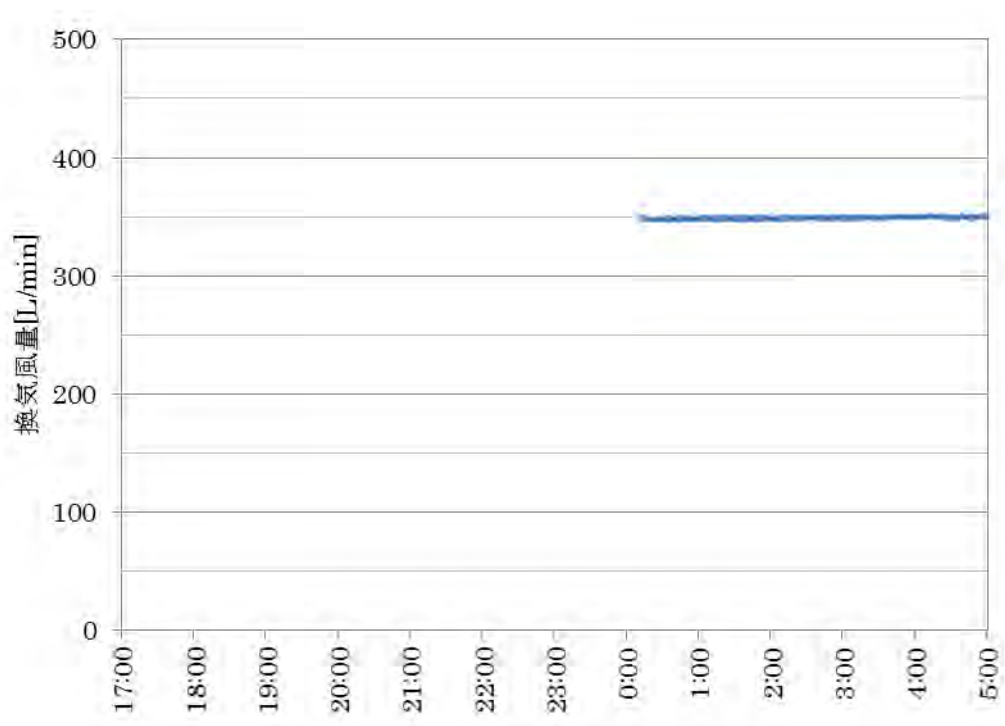


图 6. 5. 2-11 第 2 宿舍换气风量计测结果 (11 / 18)

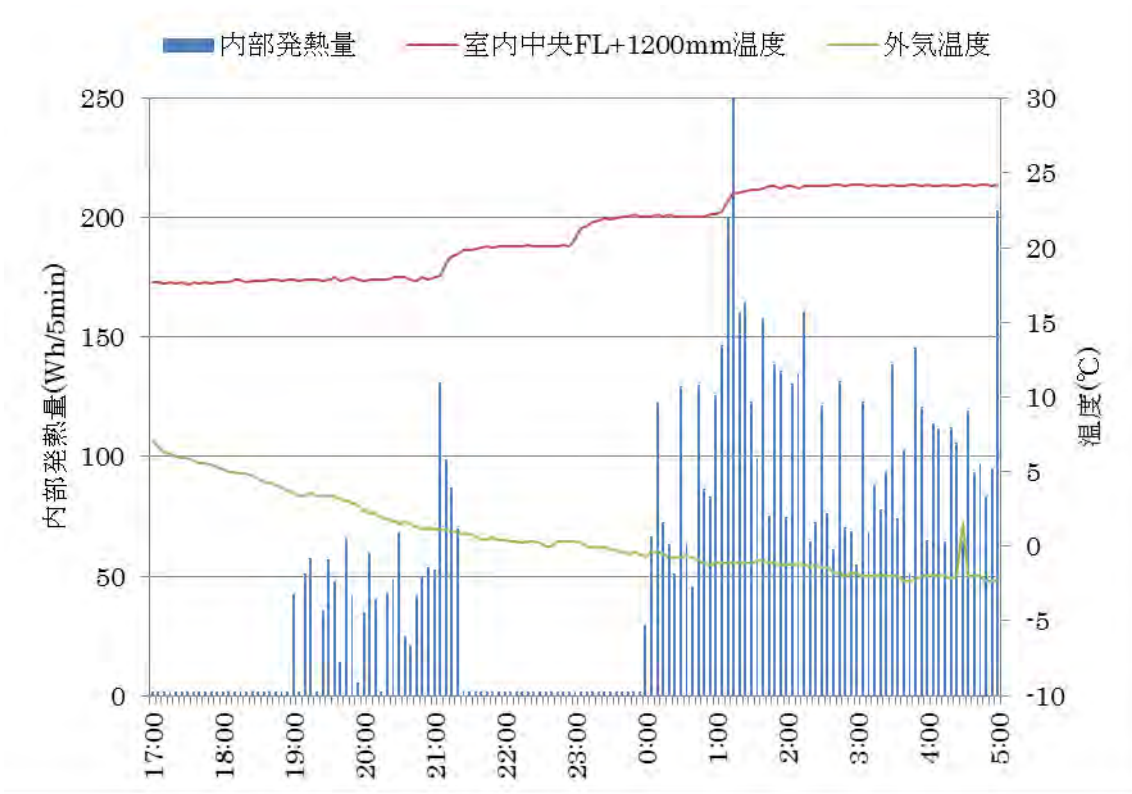


図6. 5. 2-1.2 第3宿舍実験結果 (11 / 19)

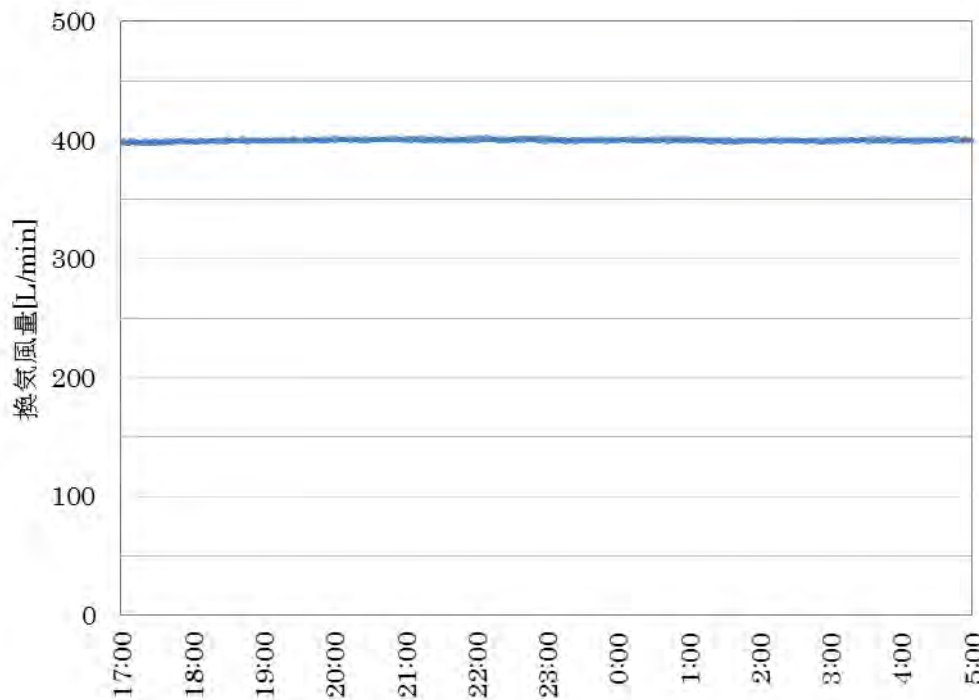


図6. 5. 2-1.3 第3宿舍换气风量計測結果((11 / 19)

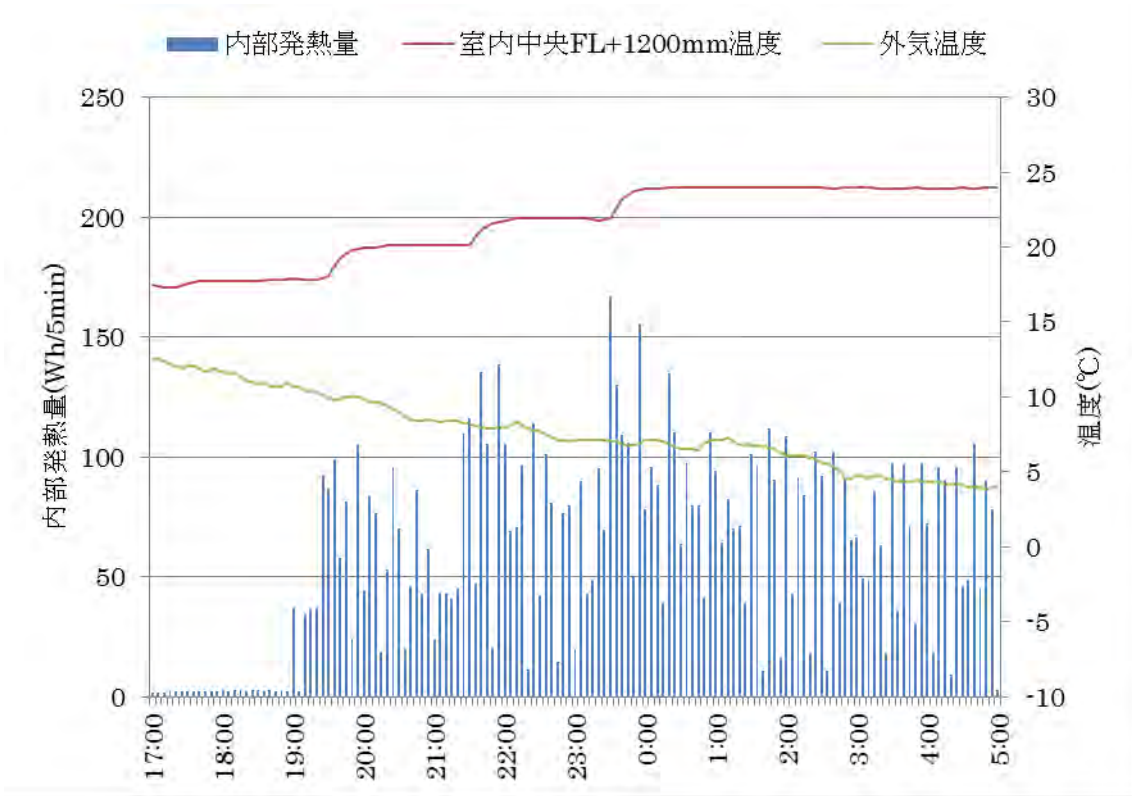


图6. 5. 2-14 第1宿舍实验结果(12/1)

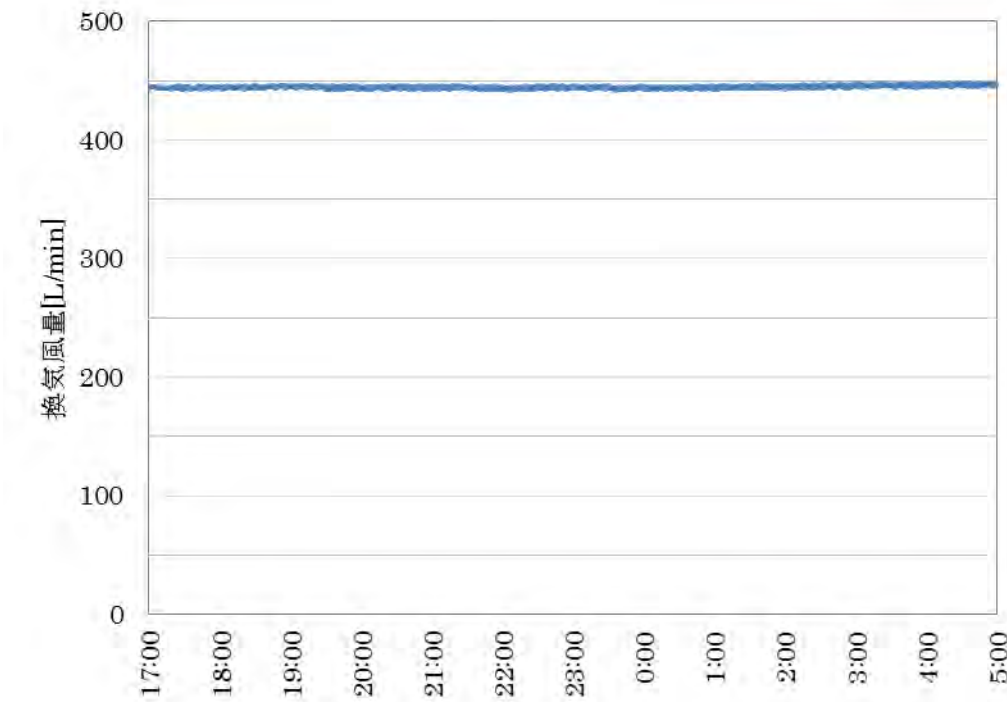


图6. 5. 2-15 第1宿舍室换气风量计测结果(12/1)

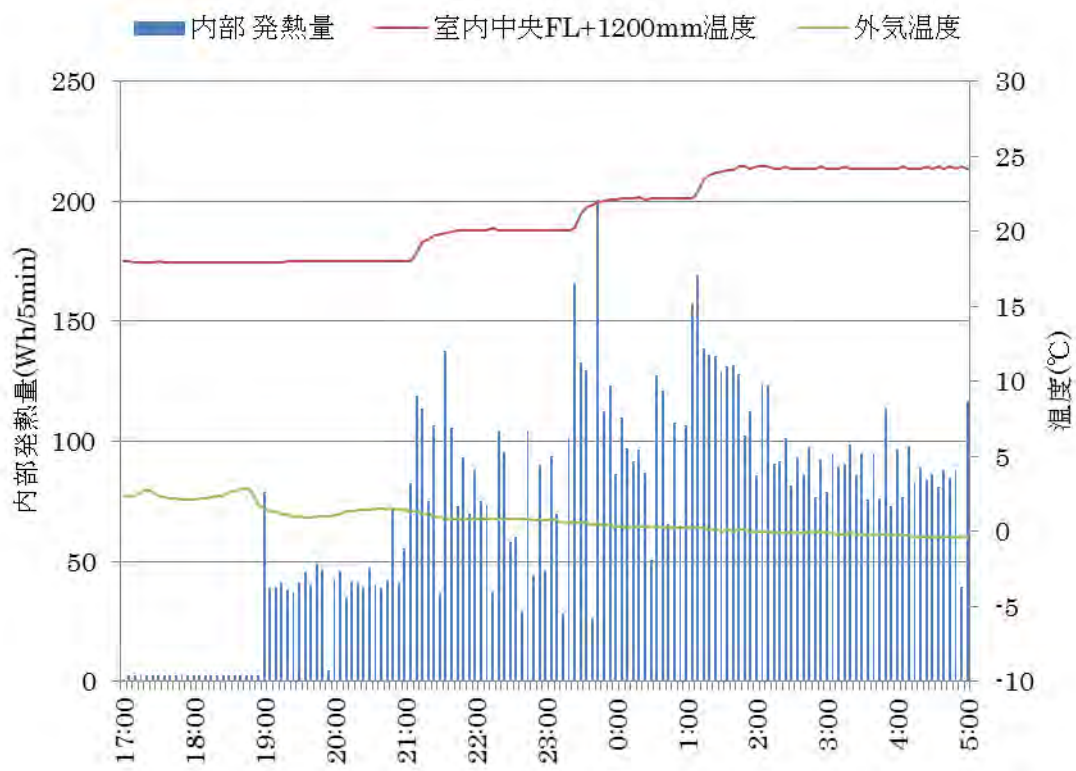


図6. 5. 2-16 第1宿舎実験結果 (12/2)

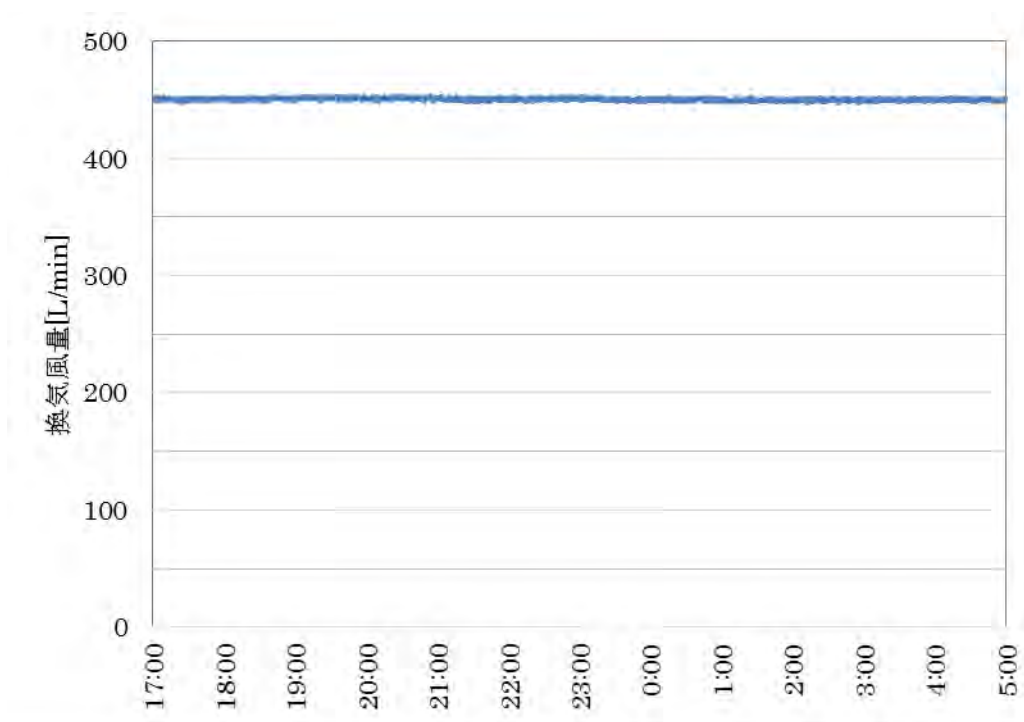


図6. 5. 2-17 第1宿舎換気風量計測結果(12/2)

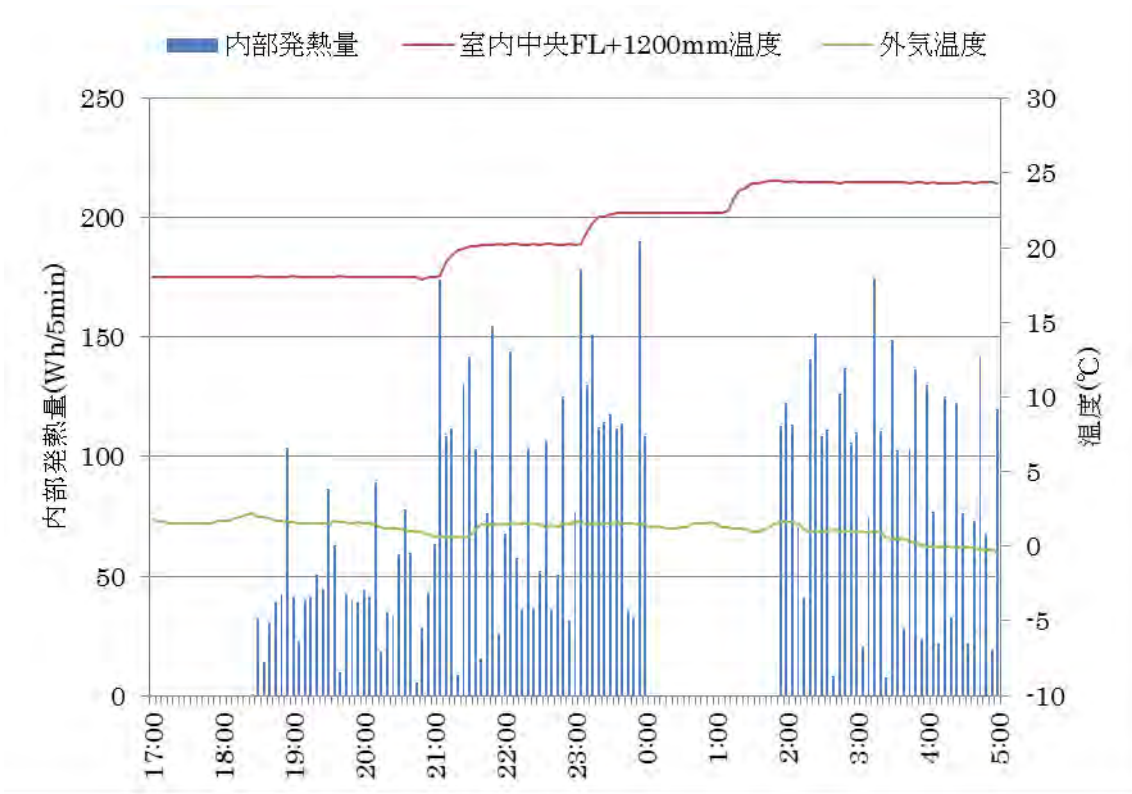


図6. 5. 2-18 第1宿舍実験結果 (12/12)

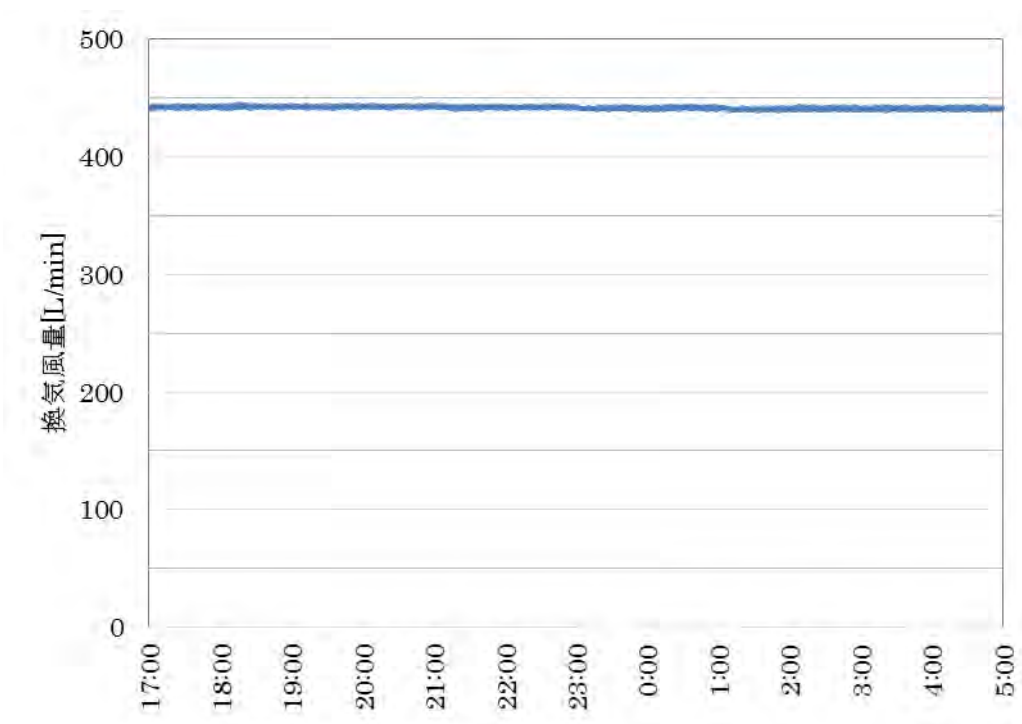


図6. 5. 2-19 第1宿舍換気風量計測結果(12/12)

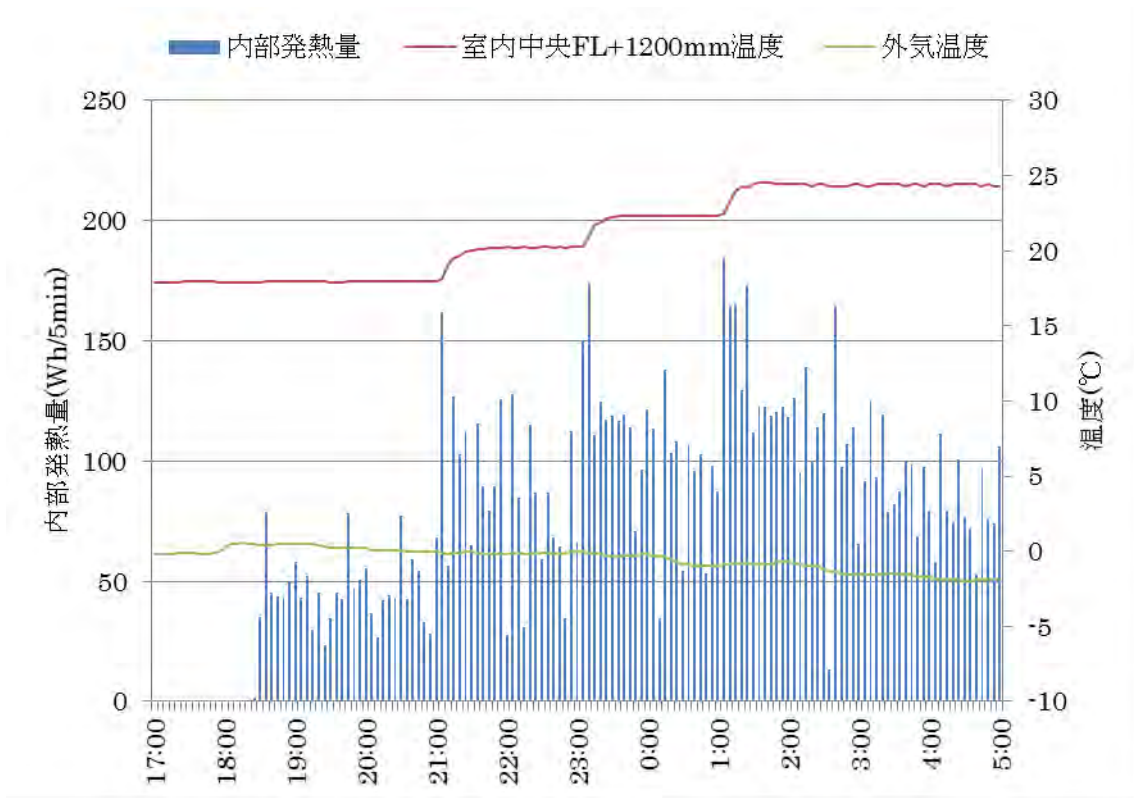


図6. 5. 2-20 第1宿舎実験結果(1 2 / 1 3)

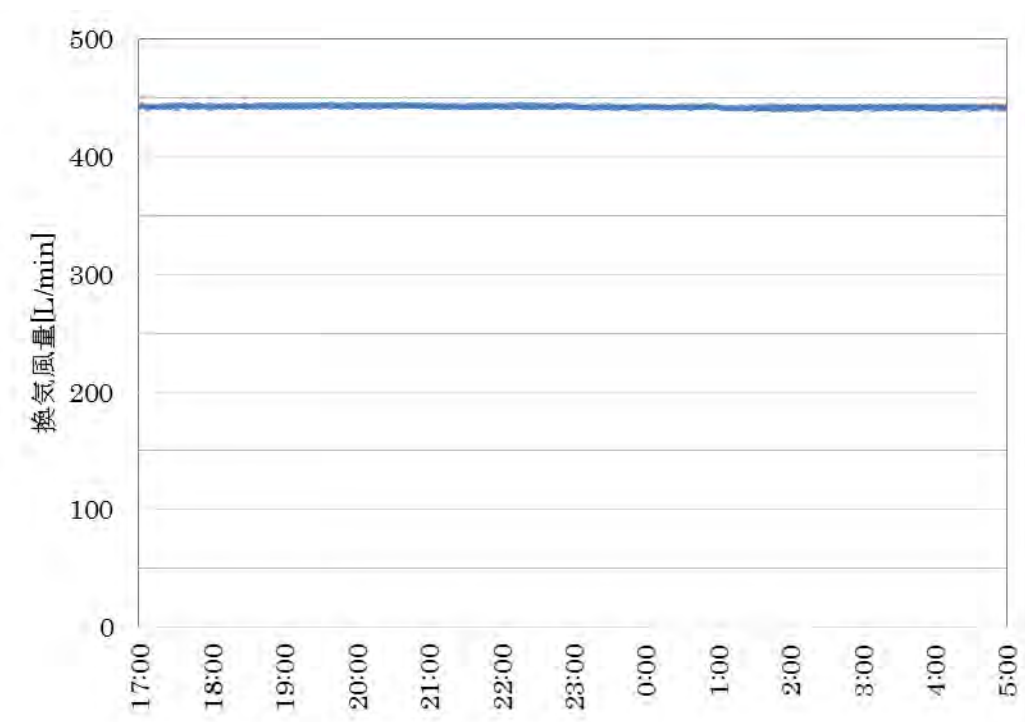


図6. 5. 2-21 第1宿舎換気風量計測結果(1 2 / 1 3)

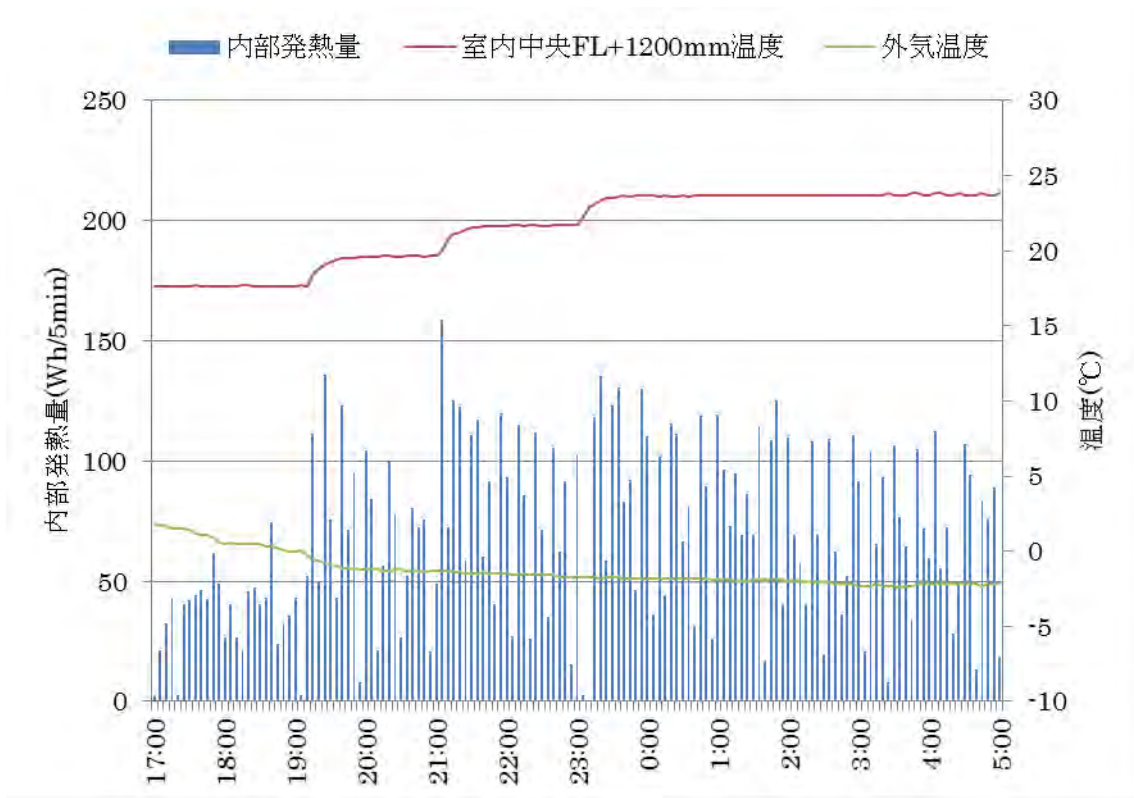


図6. 5. 2-2.2 第2宿舎実験結果(12/5)

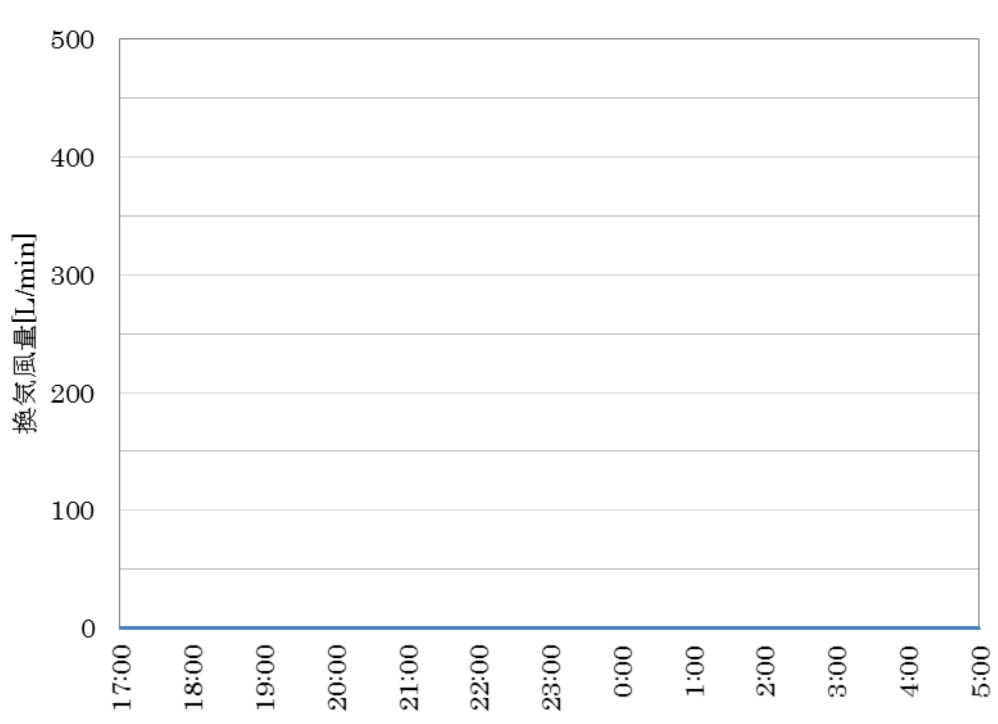


図6. 5. 2-2.3 第2宿舎換気風量計測結果(12/5)

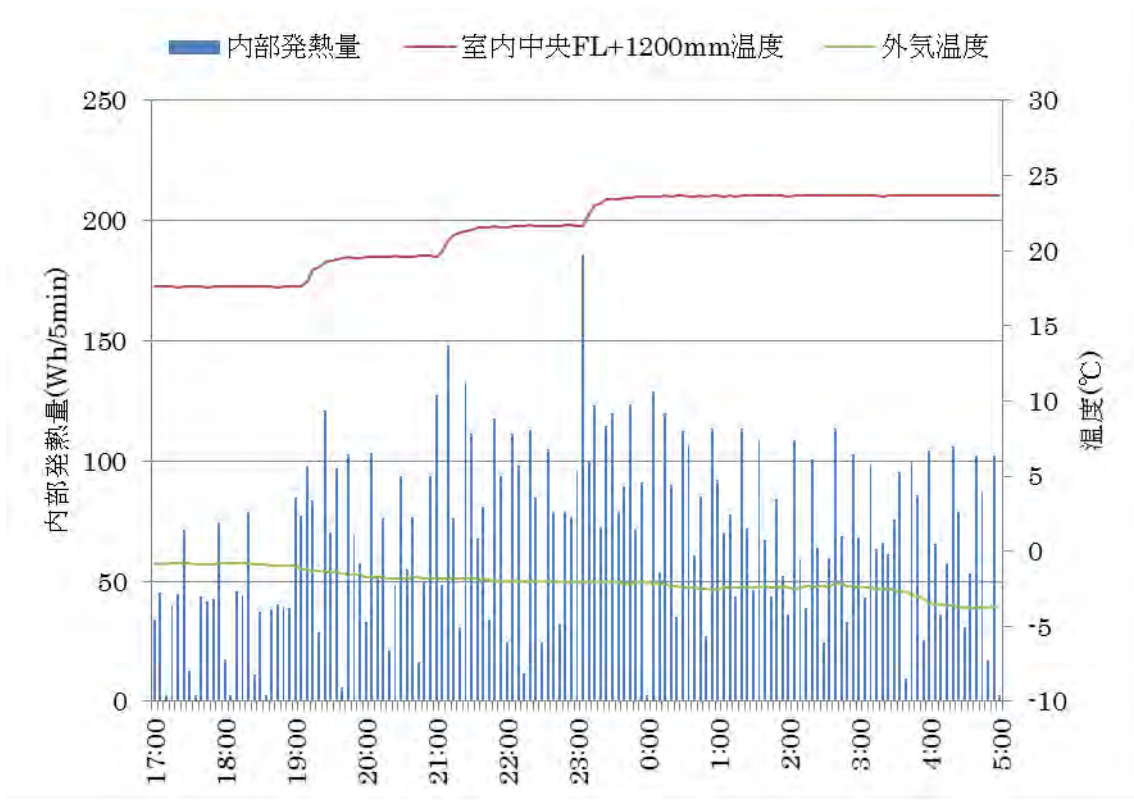


図6. 5. 2-24 第2宿舎実験結果(12/6)

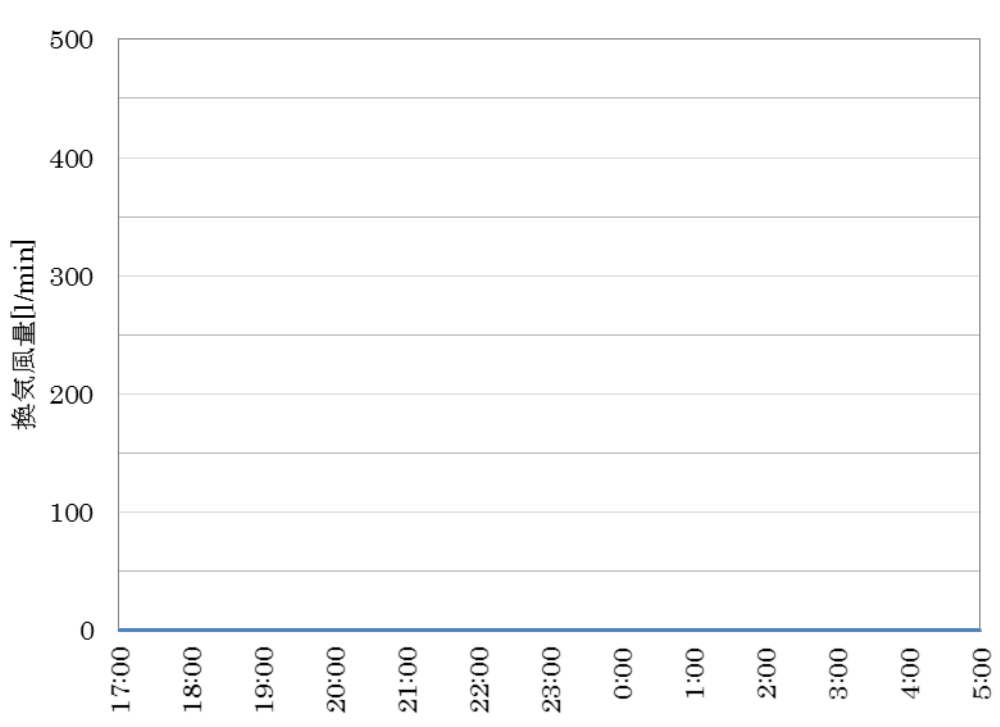


図6. 5. 2-25 第2宿舎換気風量計測結果(12/6)

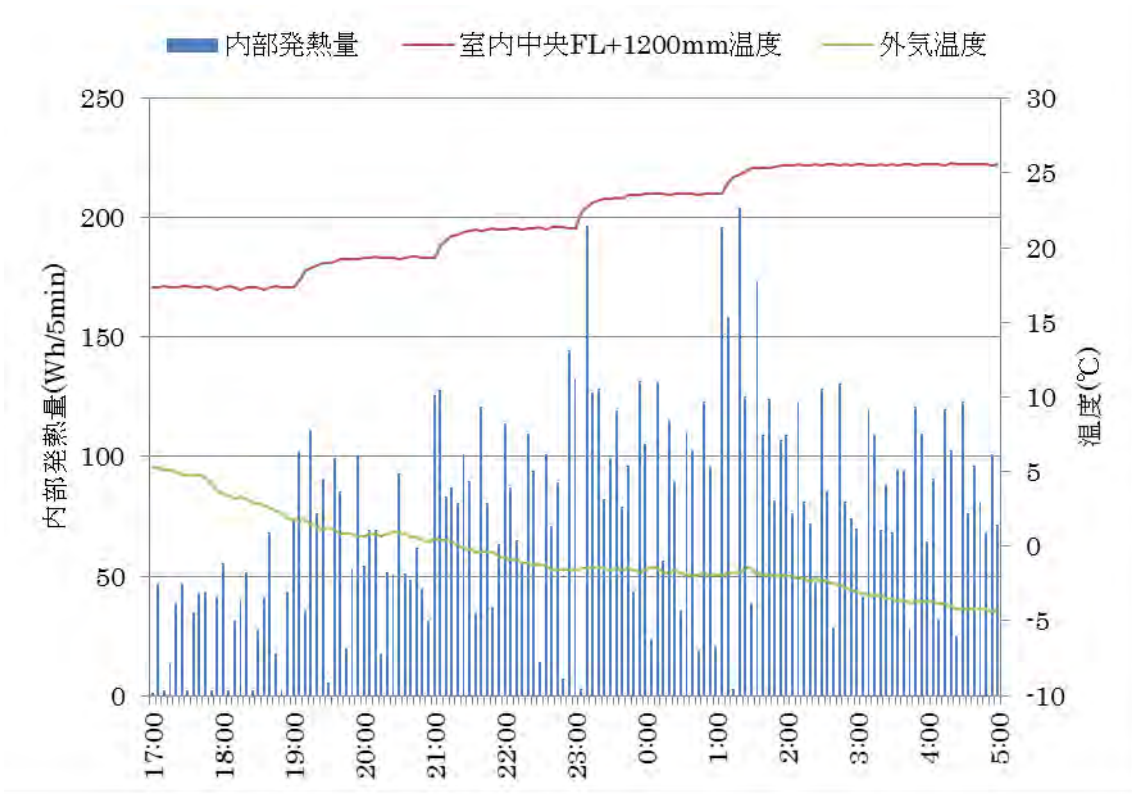


図6. 5. 2-26 第2宿舎実験結果(12/8)

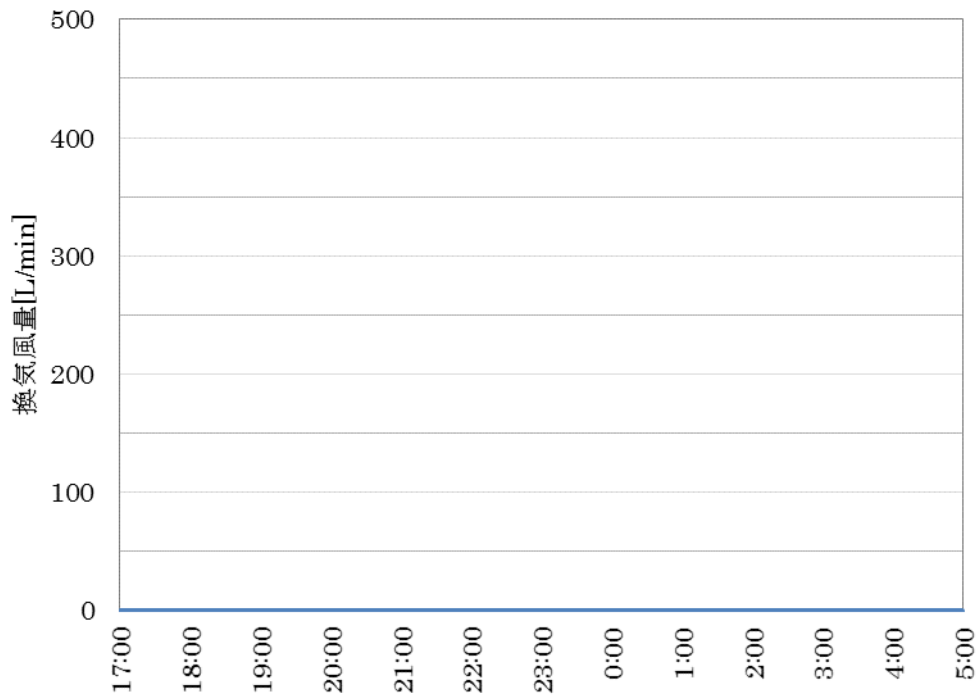


図6. 5. 2-27 第2宿舎換気風量計測結果(12/8)

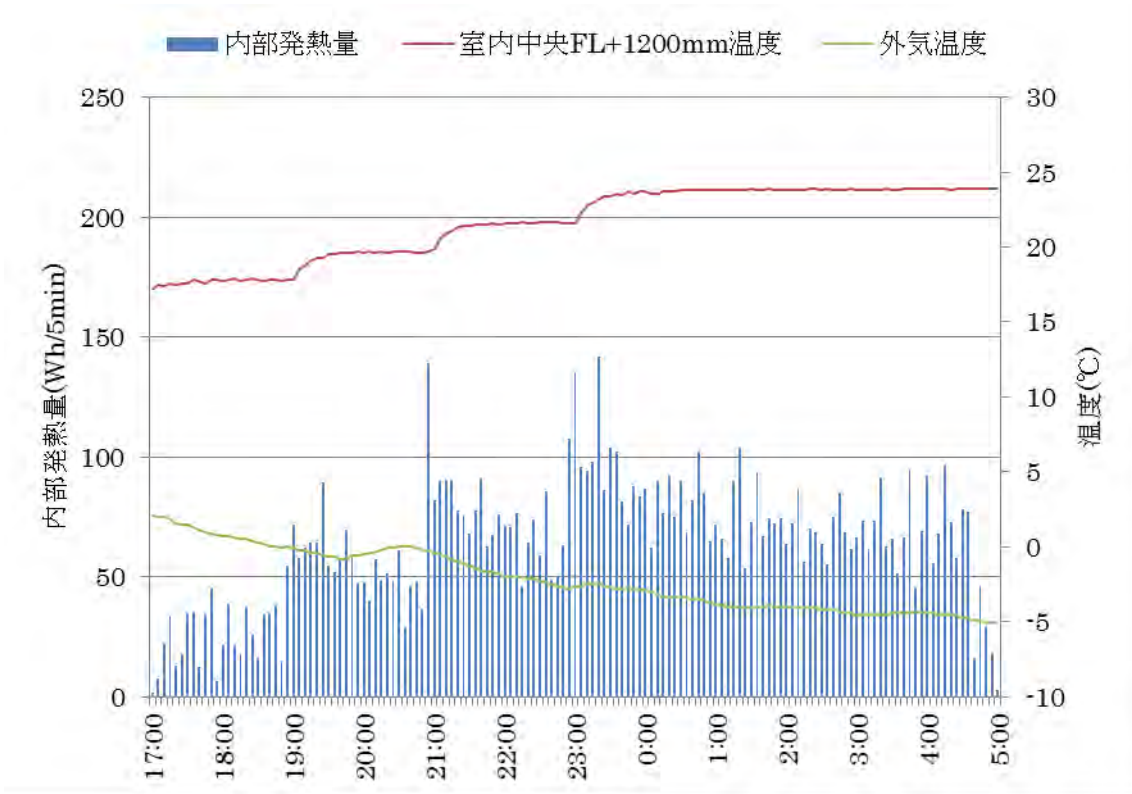


図6. 5. 2-28 第2宿舎実験結果(12/9)

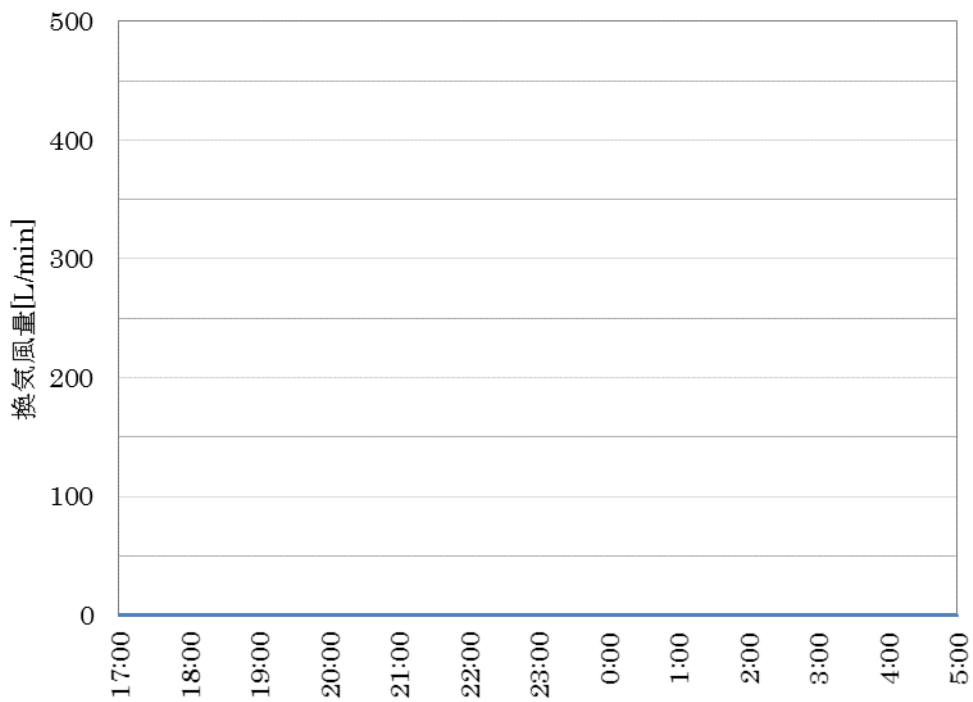


図6. 5. 2-29 第2宿舎換気風量計測結果(12/9)

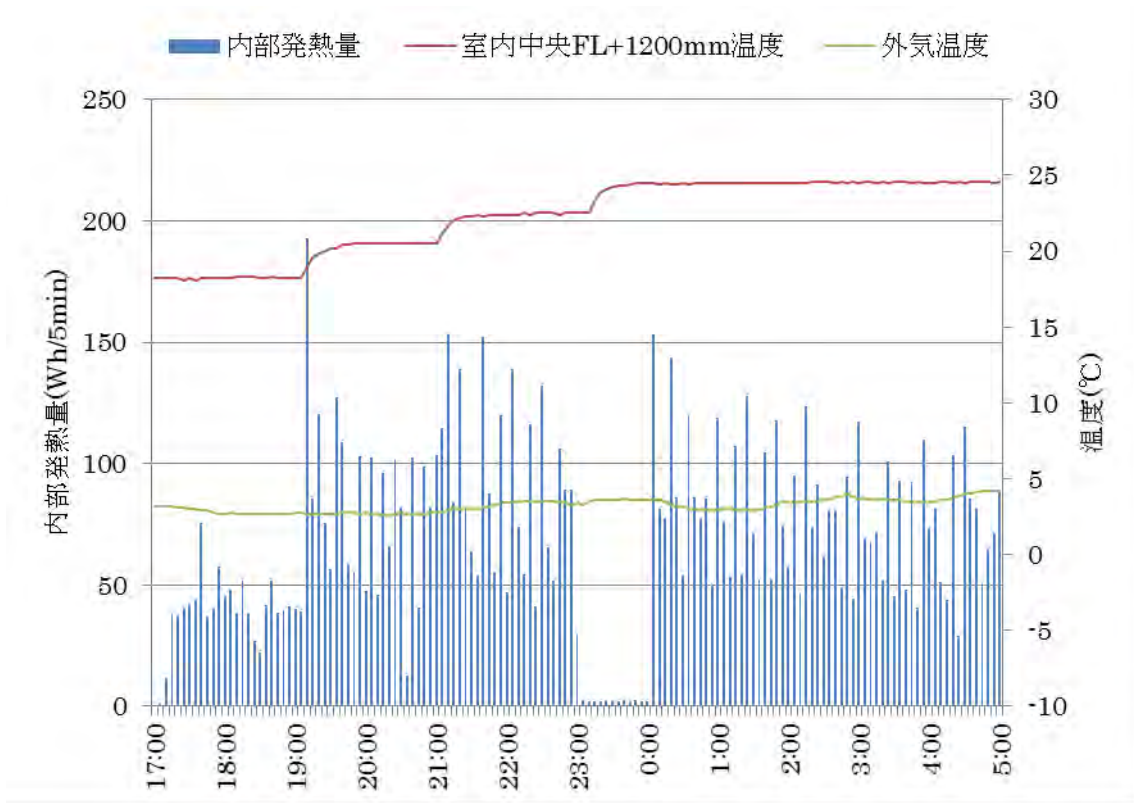


図6. 5. 2-30 第3宿舎実験結果(12/3)

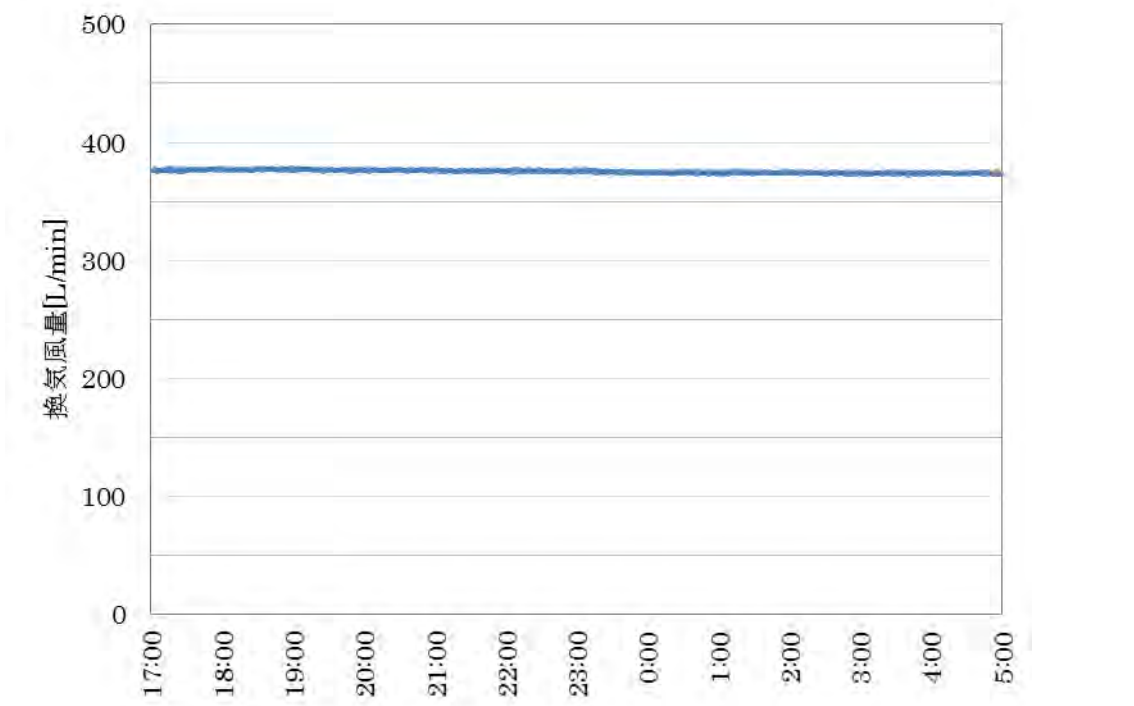


図6. 5. 2-31 第3宿舎換気風量計測結果(12/3)

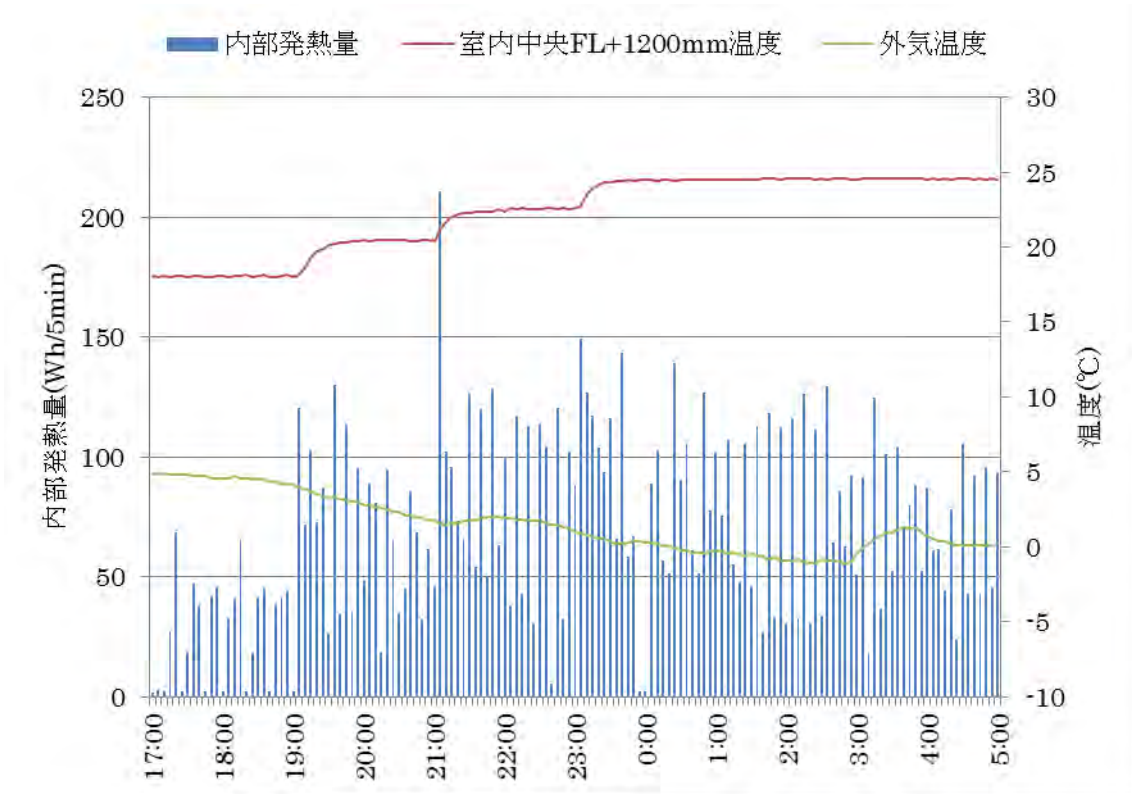


图6. 5. 2-3.2 第3宿舍实验结果(1 2 / 4)

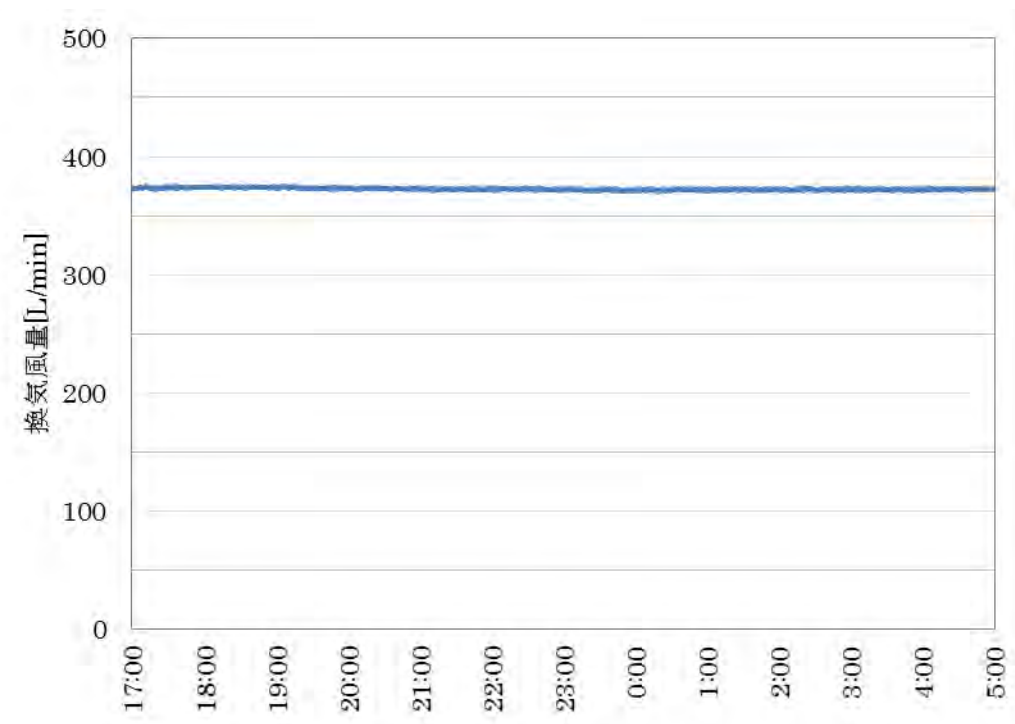


图6. 5. 2-3.3 第3宿舍换气风量计测结果(1 2 / 4)

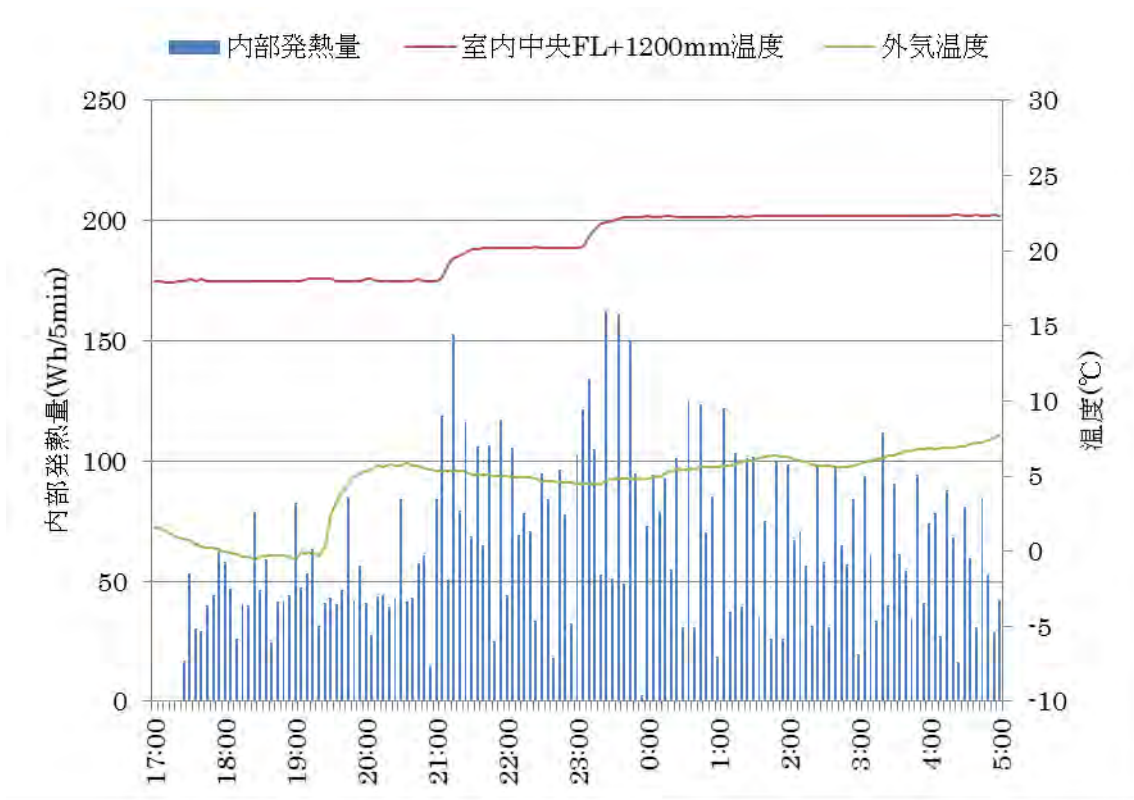


図6. 5. 2-34 第3宿舍実験結果(12/10)

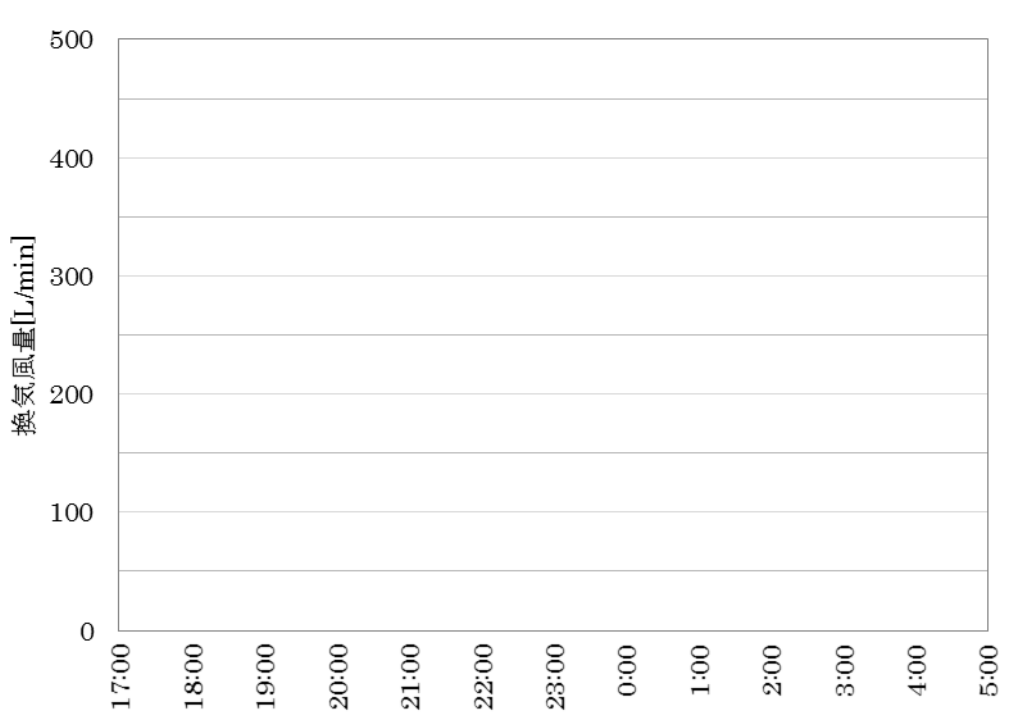


図6. 5. 2-35 第3宿舍換気風量計測結果(12/10)

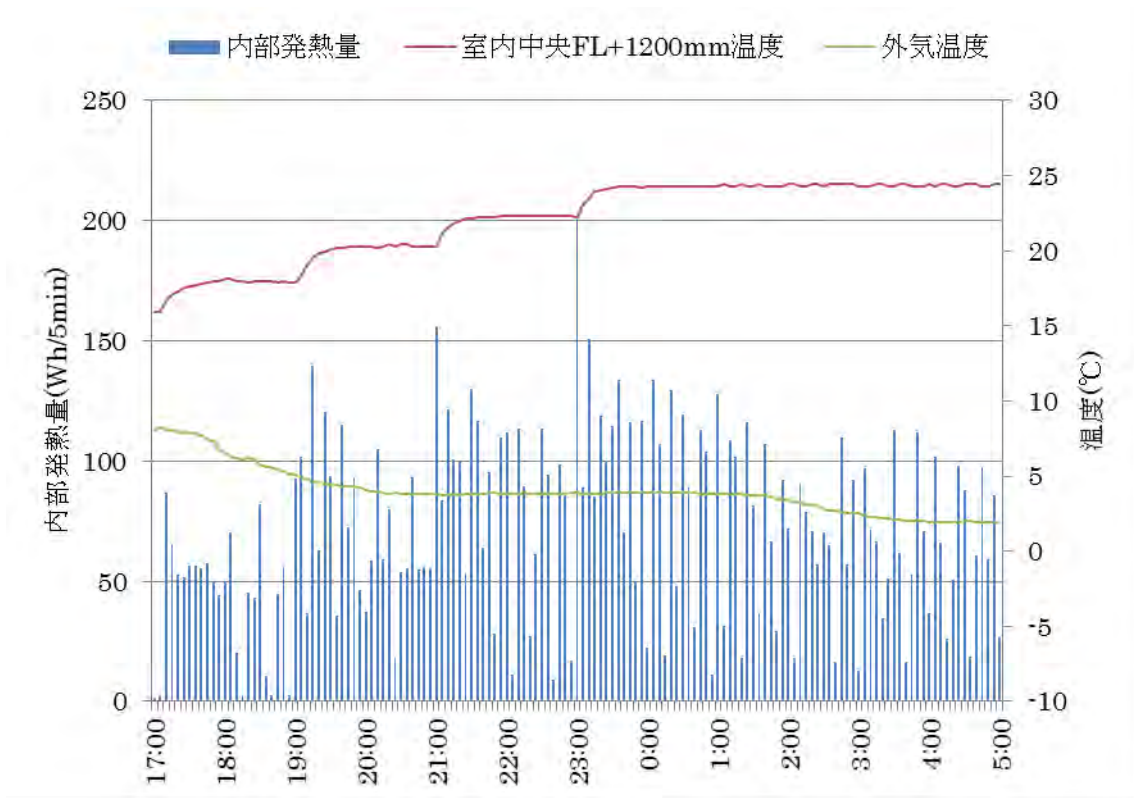


図6. 5. 2-36 第3宿舍実験結果(12/11)

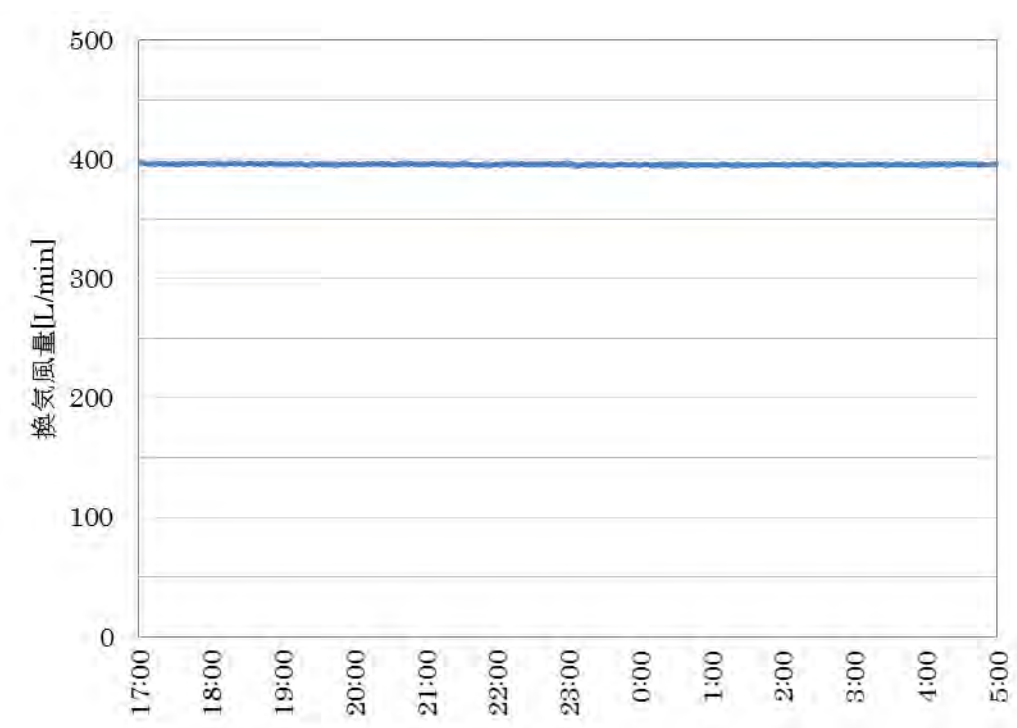


図6. 5. 2-37 第3宿舍换气风量计测结果(12/10)

冷暖房負荷シミュレーションソフトを使用し、試験棟の改修前の状態とサッシ、躯体を改修した状態について時刻別暖房負荷を計算した。暖房スケジュールは室内温度20℃となるように24時間運転とした。

表6. 5. 2-3 改修前躯体断面仕様

部位	分類		部材	厚さ [mm]	熱伝導率 [W/m・K]	熱貫流率 [W/m ² ・K]	
壁	外壁		セメント	2	1.5	1.3	
			合板	5	0.12		
			グラスウール 16K	20	0.05		
			通気層	85	0		
			石膏ボード	5	0.22		
	間仕切壁	和室・廊下側		構造用合板	5	0.12	1.12
				グラスウール 16K	20	0.05	
				通気層	55	0	
				構造用合板	10	0.12	
	浴室側		タイル	3	1.3	2.33	
			モルタル	2	1.5		
			構造用合板	5	0.12		
			通気層	80	0		
			構造用合板	5	0.12		
天井			グラスウール 16K	20	0.05	1.44	
			石膏ボード	15	0.22		
床			フローリング材	3	0.12	1.22	
			グラスウール 16K	20	0.05		
			コンクリート	90	1.6		

表 6. 5. 2-4 改修後躯体断面仕様

部位	分類		部材	厚さ [mm]	熱伝導率 [W/m・K]	熱貫流率 [W/m ² ・K]	
壁	外壁		窯業系サイディング	14	0.6	0.41	
			合板	12	0.16		
			通気層	19	0		
			A種フェノール フォーム	40	0.02		
			構造用合板	12	0.16		
	間仕切 壁	和室・廊下 側		石膏プラスター	9.5	0.6	0.43
				通気層	105	0	
				A種フェノール フォーム	40	0.02	
				構造用合板	12	0.16	
				石膏プラスター	9.5	0.6	
		浴室側		石膏プラスター	9.5	0.6	0.44
				A種フェノール フォーム	40	0.02	
				軽量骨材 コンクリート	19	0.54	
				セメント	2	1.5	
				タイル	3	1.3	
天井			グラスウール 10K	20	0.05	0.21	
			構造用合板	12	0.16		
			プラスターボード	10	0.6		
床			フローリング	15	0.12	0.20	
			構造用合板	24	0.16		
			A種フェノール フォーム	90	0.02		

図6. 5. 2-38に実験結果とシミュレーション結果による室内外温度差および内部発熱量を、図6. 5. 2-39に室内外温度差25℃での外皮面積あたりの内部発熱量を示す。第1宿舎および第3宿舎は実測値とシミュレーション計算結果が一致し、第2宿舎は実験結果がシミュレーション結果より低かった。これは換気装置が正常に作動せずに換気が十分に行われていなかったことが原因と考えられる。室内外温度差25℃での外皮面積あたりの内部発熱量は昨年度の換気回数0.05回/hの結果と比べ約20~40%増加した。また改修前のシミュレーション計算結果に対する今年度の実測値の削減率は約70%だった。

表6. 5. 2-5 改修前後の外皮平均熱貫流率

改修条件	試験棟名	外皮面積 [m ²]	開口部 面積 [m ²]	暖房室 外皮平均熱貫流率 [W/m ² ・K]	開口部 熱貫流率 [W/m ² ・K]
改修前	第1宿舎	100.1	8.67	1.46	5.8
	第2宿舎	85.6	5.99	1.15	
	第3宿舎	102.2	5.96	1.51	
改修後	第1宿舎	100.1	8.67	0.38	0.5
	第2宿舎	85.6	5.99	0.39	
	第3宿舎	102.2	5.96	0.38	

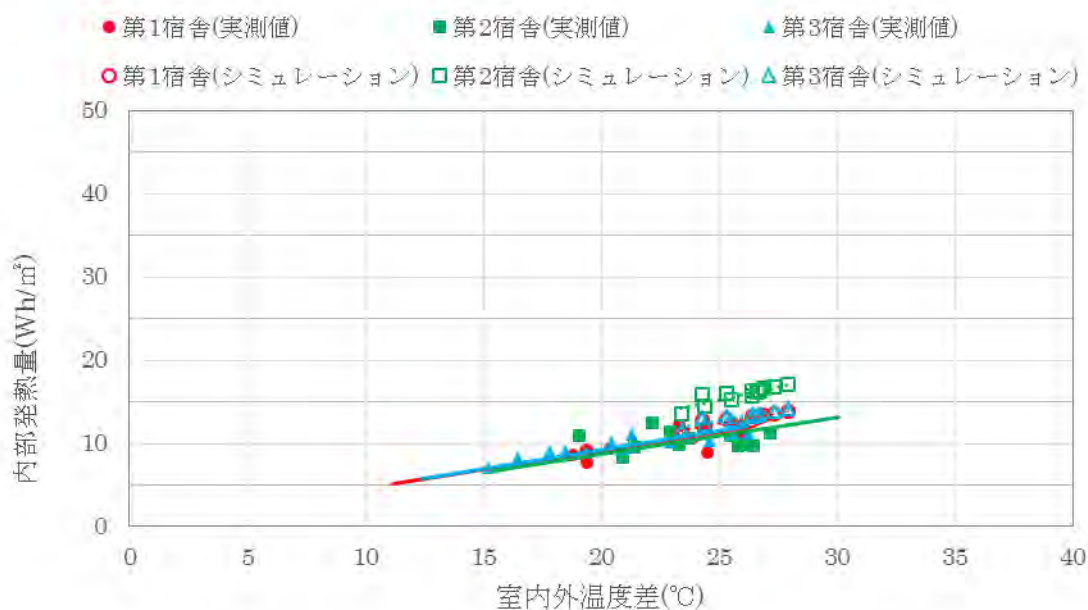


図6. 5. 2-38 暖房室内温度安定時における室内外温度差および内部発熱量

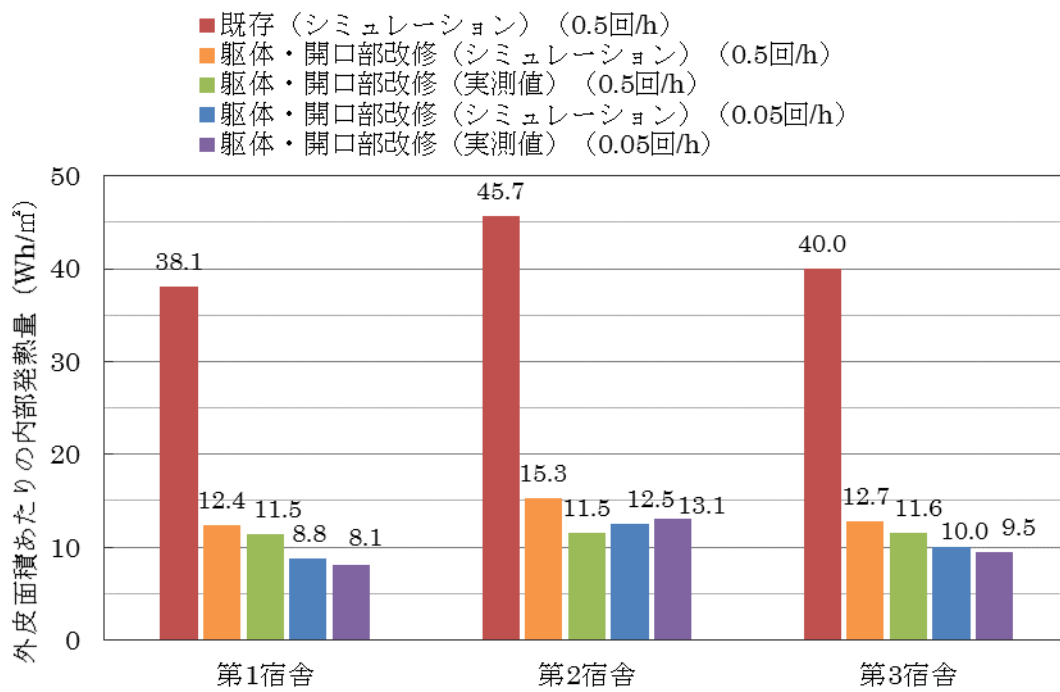


図6. 5. 2-39 室内外温度差 25℃時における暖房負荷比較

図6. 5. 2-40～図6. 5. 2-44に日平均温度および湿度、非積算日射量の年間実測値を示す。

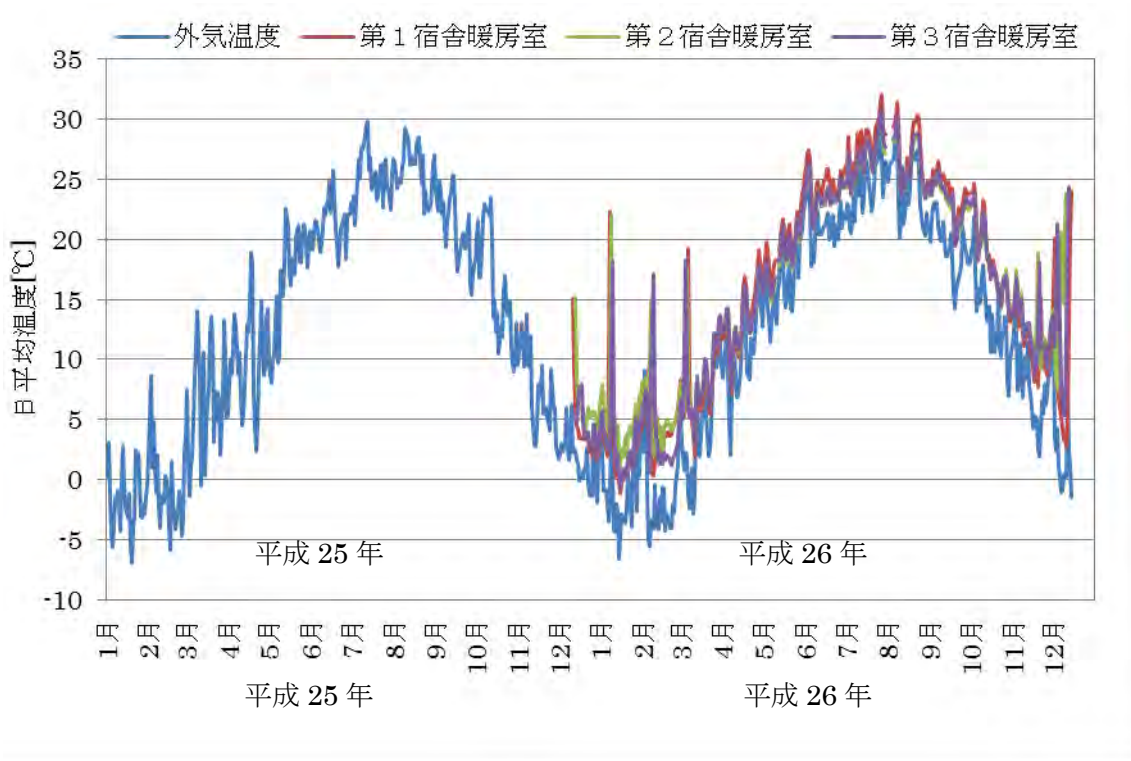


図6. 5. 2-40 暖房室年間日平均温度

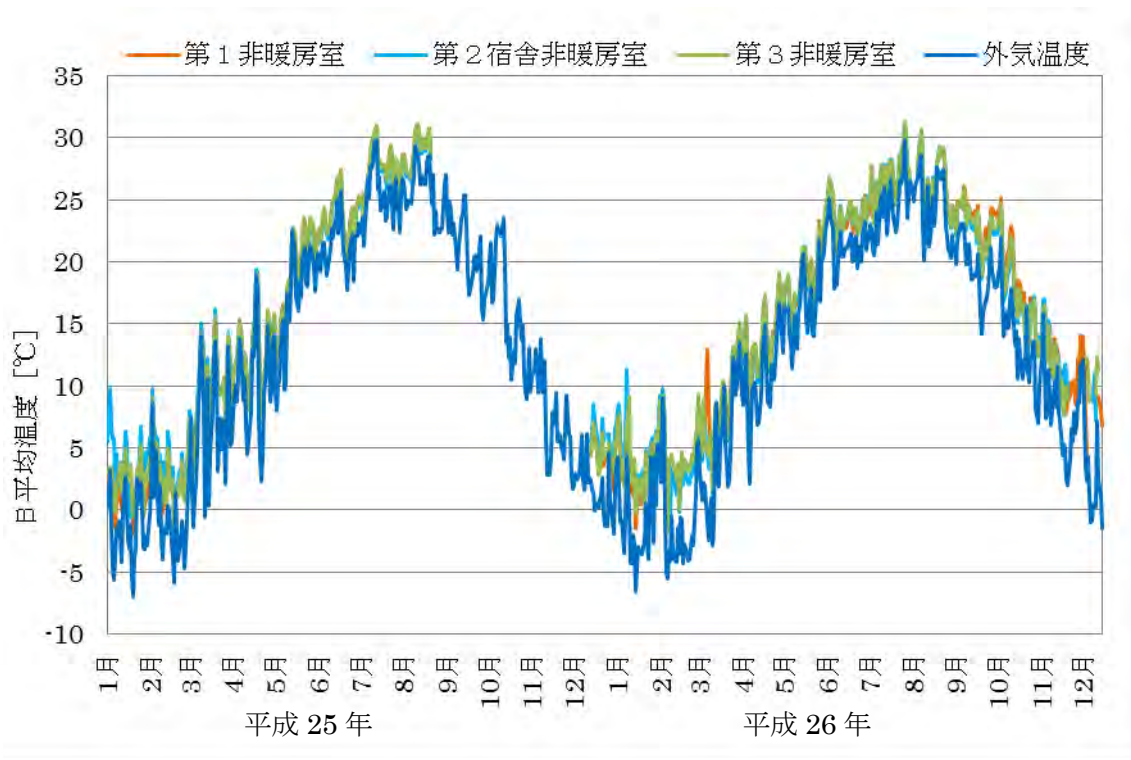


図6. 5. 2-41 非暖房室年間日平均温度

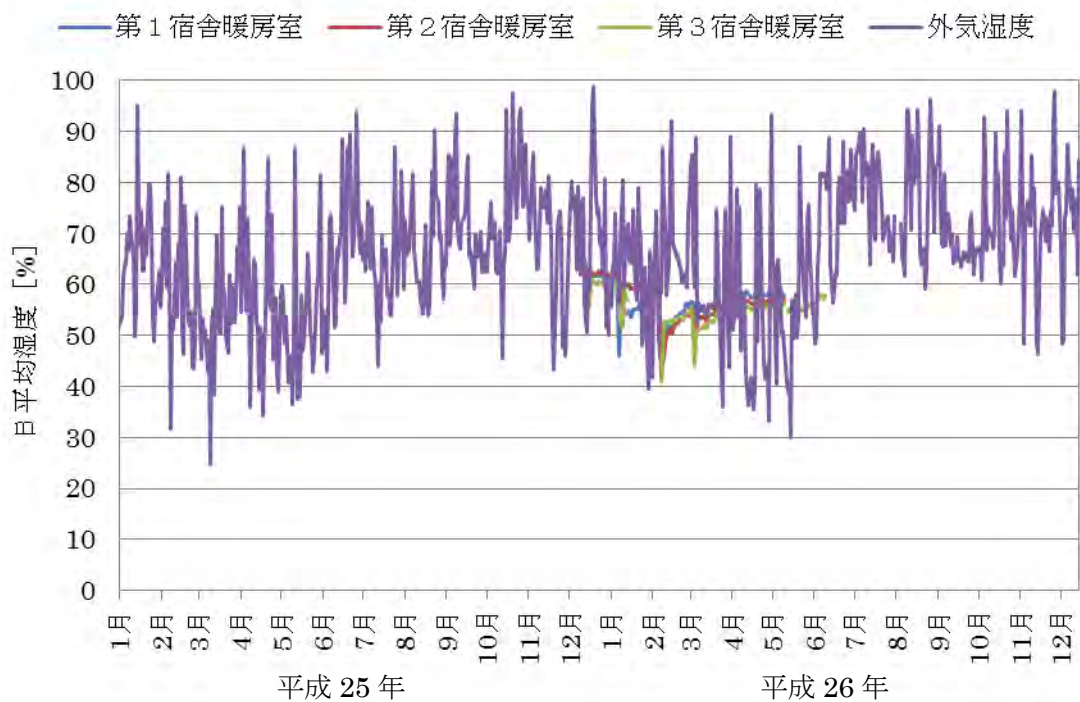


図6. 5. 2-4 2 暖房室年間日平均湿度

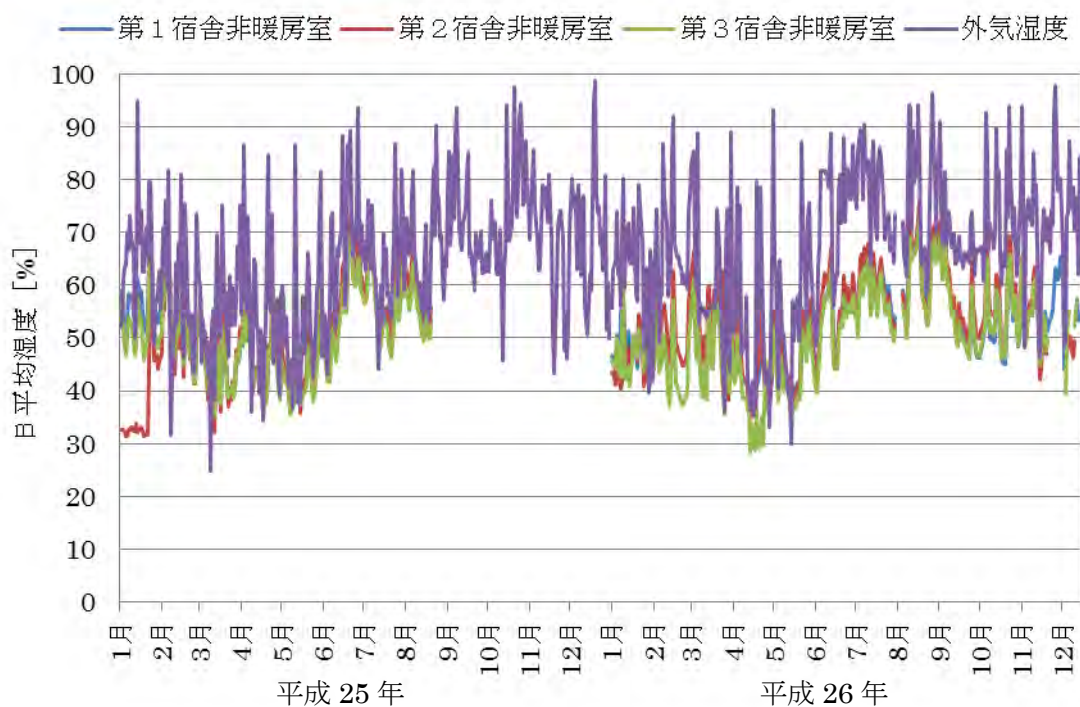


図6. 5. 2-4 3 非暖房室年間日平均湿度

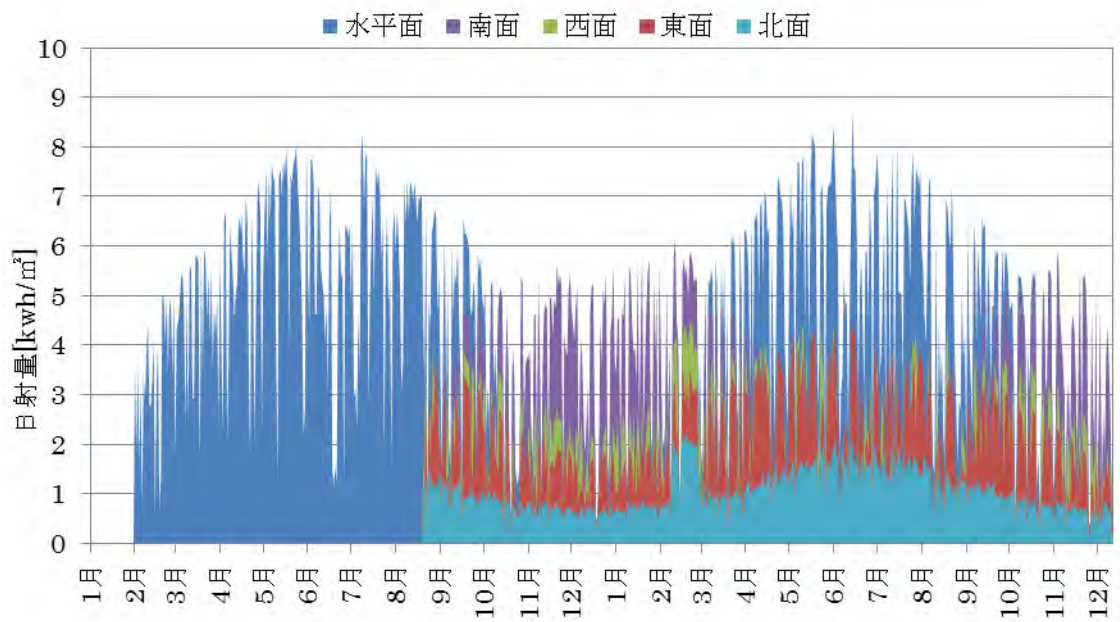


図6. 5. 2-44 年間日積算日射量

iv まとめ

松本工業技術総合センター敷地内の職員宿舍3棟を対象に超断熱木製サッシを用いた断熱改修を行い、平成26年11月から12月にかけて省エネルギー効果の実証試験を行った。その結果以下の知見を得た。

- ・換気装置を使用して換気回数0.5回/hの状態で行った。暖房負荷は昨年度の換気回数0.05回/hの結果と比べ20~40%増加した。
- ・サッシと躯体をともに改修することで暖房負荷を改修前から約70%削減した。

③ 実証試験体に設置した超断熱サッシの耐久性及び品質確認

本小課題では、実証試験体に1年間設置した超断熱サッシの品質変化の目視確認と、3棟の実証試験体から同じ環境条件下にあった超断熱サッシを各1試験体（計3試験体）として取り外し、窓の断熱性能試験、遮音性能試験、気密性能試験、水密性能試験、耐風圧性能試験を実施することとした。

i 実証試験体に取り付けた超断熱サッシの外部及び内部表面の品質確認と計測を行った。

(a) 外部の表面目視品質確認

障子材及び枠材の仕口部分の木材小口からの割れ、木材表面の割れ、木材に含まれた節部の割れが確認された。



写真 6.5.3.1-1

1-WW-1 (実証試験体 1) 外部



写真 6.5.3.1-2

1-WW-1 (実証試験体 1) 内部



写真 6.5.3.1-3

1-WW-1 (実証試験体 1) 外部障子小口割れ



写真 6.5.3.1-4

1-WW-1 (実証試験体 1) 外部障子小口割れ



写真6.5.3.1-5

1-WW-1 (実証試験体1) 外部



写真6.5.3.1-6

1-WW-1 (実証試験体1) 内部



写真6.5.3.1-7

1-WW-13 (実証試験体1) 外部



写真6.5.3.1-8

1-WW-13 (実証試験体1) 内部



写真6.5.3.1-9

1-WW-14 (実証試験体1) 外部



写真6.5.3.1-10

1-WW-14 (実証試験体1) 内部



写真 6.5.3.1-1 1

1-WW-1 4 (実証試験体 1) 外部障子小口割れ



写真 6.5.3.1-1 2

2-WW-3 (実証試験体 2) 外部



写真 6.5.3.1-1 3

2-WW-3 (実証試験体 2) 内部

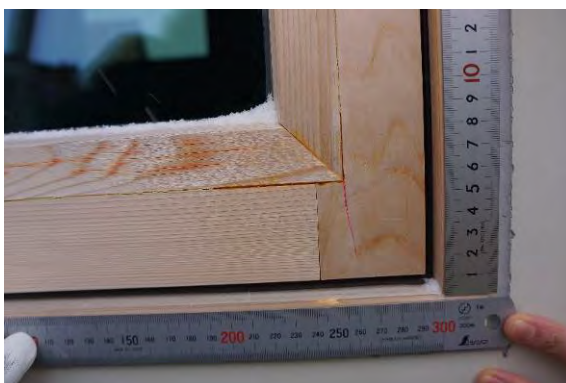


写真 6.5.3.1-1 4

2-WW-3 (実証試験体 2) 外部障子
割れ

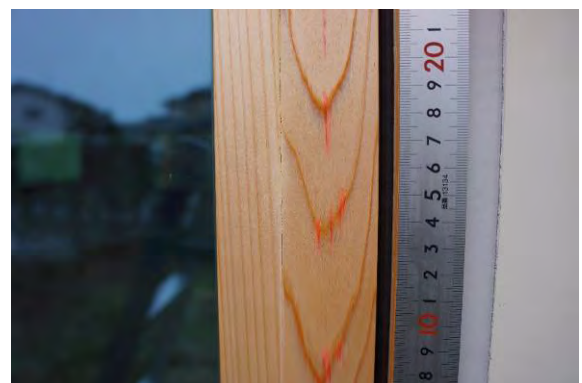


写真 6.5.3.1-1 5

2-WW-3 (実証試験体 2) 外部障子逆目
割れ



写真6.5.3.1-16

2-WW-3 (実証試験体2) 外部障子生節割れ



写真6.5.3.1-17

2-WW-3 (実証試験体2) 外部障子割れ



写真6.5.3.1-18

2-WW-3 (実証試験体2) 外部障子水垂れ跡
全超断熱サッシ共通



写真6.5.3.1-19

2-WW-4 (実証試験体2) 外部



写真6.5.3.1-20

2-WW-4 (実証試験体2) 内部



写真6.5.3.1-2 1
2-WW-5 (実証試験体2) 外部



写真6.5.3.1-2 2
2-WW-5 (実証試験体2) 内部



写真6.5.3.1-2 3
3-WW-2 (実証試験体3) 外部



写真6.5.3.1-2 4
3-WW-2 (実証試験体3) 内部



写真6.5.3.1-2 5
3-WW-3 (実証試験体3) 外部

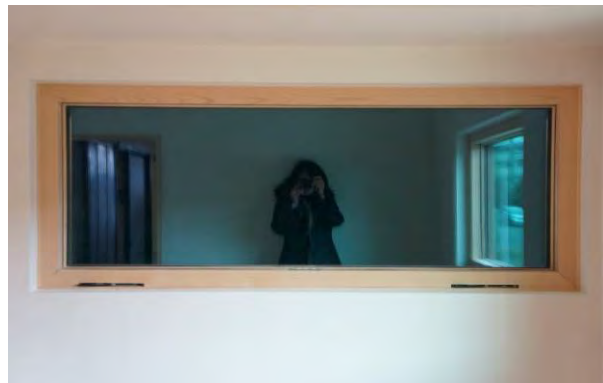


写真6.5.3.1-2 6
3-WW-3 (実証試験体3) 内部



写真6.5.3.1-27
3-WW-4 (実証試験体3) 外部



写真6.5.3.1-28
3-WW-4 (実証試験体3) 内部



写真6.5.3.1-29
3-WW-4 (実証試験体3)
外部枠割れ



写真6.5.3.1-30
3-WW-4 (実証試験体3)
外部障子割れ



写真6.5.3.1-31
3-WW-4 (実証試験体3)
外部障子割れ



写真6.5.3.1-32
3-WW-4 (実証試験体3)
外部障子割れ



写真6.5.3.1-33
表面変色の確認（実証試験体2）
枠表面の削り取り



写真6.5.3.1-34
表面変色（実証試験体2）

(b) 内部の表面目視品質確認

実証試験体に取り付けた超断熱サッシ内部の表面品質確認を行った。日焼け、表面割れ等の品質の劣化は見られなかった。



写真6.5.3.1-35
表面変色の確認（実証試験体1）
1-WW-1



写真6.5.3.1-36
表面変色の確認（実証試験体1）
1-WW-1



写真6.5.3.1-37
表面変色の確認（実証試験体2）
2-WW-3

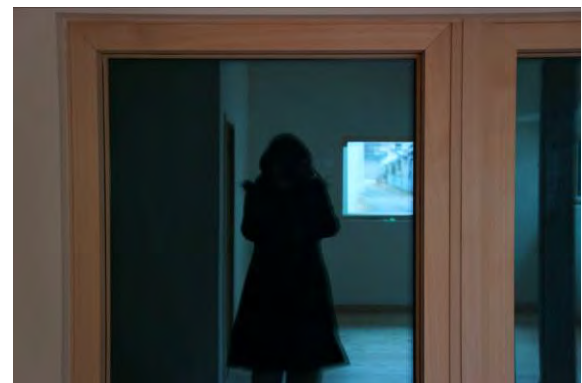


写真6.5.3.1-38
表面変色の確認（実証試験体2）
2-WW-3



写真6.5.3.1-39
表面変色の確認（実証試験体3）
3-WW-2



写真6.5.3.1-40
表面変色の確認（実証試験体3）
3-WW-2

ii 実証試験体に取り付けた超断熱サッシの窓性能試験

実証試験体から取り外した試験体は、JIS A 4710 (建具の断熱性能試験方法)、JIS A 1416 (実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法)、JIS A 1516 (建具の気密性能試験)、JIS A 1517 (建具の水密性能試験)、JIS A 1515 (耐風圧性能試験)、による性能試験を実施した。試験は全て一般財団法人建材試験センター中央試験場で実施した。

(a) 試験体の採取

実証試験体1、2、3から、取り付けた方位と大きさ、形状がほぼ同じ超断熱サッシを各1窓、計3窓を試験体とした。



写真6.5.3.2-1
試験体1 (室外側)



写真6.5.3.2-2
試験体1 (取外し 外部状況)



写真6.5.3.2-3
試験体1 (取外し 内部状況)

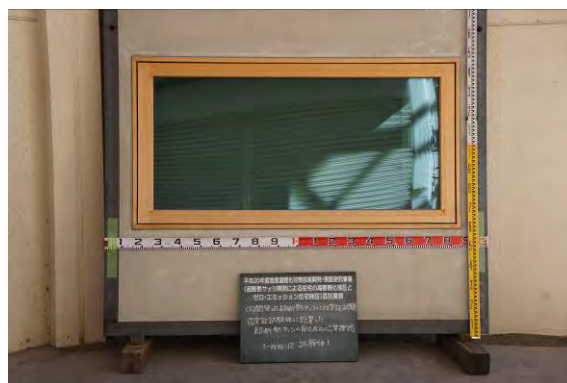


写真6.5.3.2-4
試験体1 (室外側)



写真 6.5.3.2-5
試験体 2 (室外側)



写真 6.5.3.2-6
試験体 2 (取外し 外部状況)



写真 6.5.3.2-7
試験体 2 (取外し 内部状況)



写真 6.5.3.2-8
試験体 2 (室外側)



写真 6.5.3.2-9
試験体 3 (室外側)



写真 6.5.3.2-10
試験体 3 (取外し 外部状況)



写真 6.5.3.2-11
試験体 3 (取外し 内部状況)

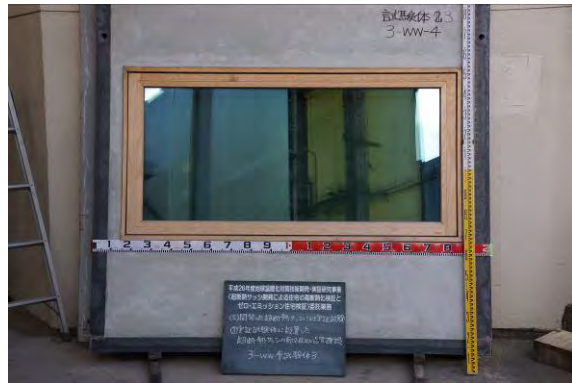


写真 6.5.3.2-12
試験体 3 (室外側)



写真 6.5.3.2-13
試験体 1 製作状況

(a) J I S A 4710 (建具の断熱性能試験)

試験体 3 体の平均は $0.552 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ であった。25 年度に実施した同じ仕様の試験体は、 $0.559 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ であった。

試験結果を表 6.5.3.2-1 に示す。

表 6.5.3.2-1

項目	試験体 1	試験体 2	試験体 3	平均
試験体寸法	幅：1,611mm 高さ：810mm 見込み寸法：153mm	幅：1,611mm 高さ：810mm 見込み寸法：153mm	幅：1,614mm 高さ：795mm 見込み寸法：153mm	
熱貫流率 $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0.551	表 6.5.3.2-1 0.549	0.558	0.552



写真6.5.3.2-14
校正板計測（室内側）



写真6.5.3.2-15
校正板計測（室外側）



写真6.5.3.2-16
試験体1（室内側）



写真6.5.3.2-17
試験体1（室外側）



写真6.5.3.2-18
試験体2（室内側）



写真6.5.3.2-19
試験体2（室外側）



写真 6.5.3.2-20
試験体 3 (室内側)



写真 6.5.3.2-21
試験体 3 (室外側)

表 6.5.3.2-2

試験体		平成 25 年度		平成 26 年度		
		2014②	2014③	1-WW-12	2-WW-5	3-WW-4
試験体寸法 (mm)	高さ	750	750	890	890	875
	幅	1500	1500	1697	1697	1700
	厚み	153	153	153	153	153
伝熱面積 (m ²)		1.125	1.70	1.510330	1.510330	1.487500
発生熱量 (W)		24.9	26.9	28.3	26.8	26.8
校正熱量 (W)		11.9	14.9	11.6	10.4	10.4
試験体を通過する熱流密度 (W/m ²)		11.56	10.67	11.06	10.86	11.03
高温室空気温度 (°C)		20.1	19.8	19.9	20.0	20.1
熱箱内空気温度 (°C)		20.0	20.2	20.0	19.7	19.8
低温室空気温度 (°C)		0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1
空気温度差 (°C)		20.0	20.2	20.2	19.9	19.9
試験体平均空気温度 (°C)		10.0	10.1	9.9	9.8	9.9
高温側環境温度 (°C)		19.8	20.0	19.8	19.5	19.6
低温側環境温度 (°C)		0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1
環境温度差 (°C)		19.8	20.0	20.0	19.7	19.7
試験体平均環境温度 (°C)		9.9	10.0	9.8	9.7	9.8
測定熱貫流率 [W/(m ² ·K)]		0.584	0.534	0.553	0.551	0.560
測定熱貫流抵抗 (m ² ·K/W)		1.71	1.87	1.81	1.81	1.79
合計表面熱伝達抵抗 (m ² ·K/W)		0.175	0.159	0.160	0.160	0.160
基準化熱貫流率 [W/(m ² ·K)]		0.587	0.532	0.551	0.549	0.558
基準化熱抵抗 (m ² ·K/W)		1.70	1.88	1.81	1.82	1.79

(b) J I S A 1 4 1 6 (実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法)

試験体2と試験体3について、J I S A 1 4 1 6の試験を実施した。試験体2は試験体1と仕様と、高さと同幅が同じであるため、試験体2のみを試験実施した。

試験結果を表6. 5. 3. 2-3に示す。

表6.5.3.2-3

項目	試験体2	試験体3
試験体寸法	幅：1, 6 1 1mm 高さ：8 1 0mm 見込み寸法：1 5 3mm	幅：1, 6 1 4mm 高さ：7 9 5mm 見込み寸法：1 5 3mm
平均音響透過損失	3 1 dB	3 4 dB



写真6.5.3.2-22

試験体2 (音源側/室外側)



写真6.5.3.2-23

試験体2 (音源側/室外側)



写真6.5.3.2-24

試験体2 (受信側/室内側)

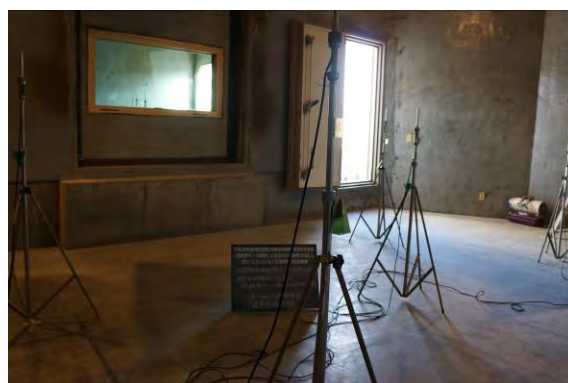


写真6.5.3.2-25

試験体2 (受信側/室内側)



写真6.5.3.2-26
試験体3 (音源側/室内側)



写真6.5.3.2-27
試験体3 (音源側/室外側)



写真6.5.3.2-28
試験体3 (受信側/室内側)



写真6.5.3.2-29
試験体3 (室外側)

(c) J I S A 1 5 1 6 (建具の気密性能試験)

試験概要を図6.5.3.2-1に、試験結果を表6.5.3.2-4に示す。試験体1と試験体2の仕様と寸法は同じであるが、通気量が3倍以上異なった。

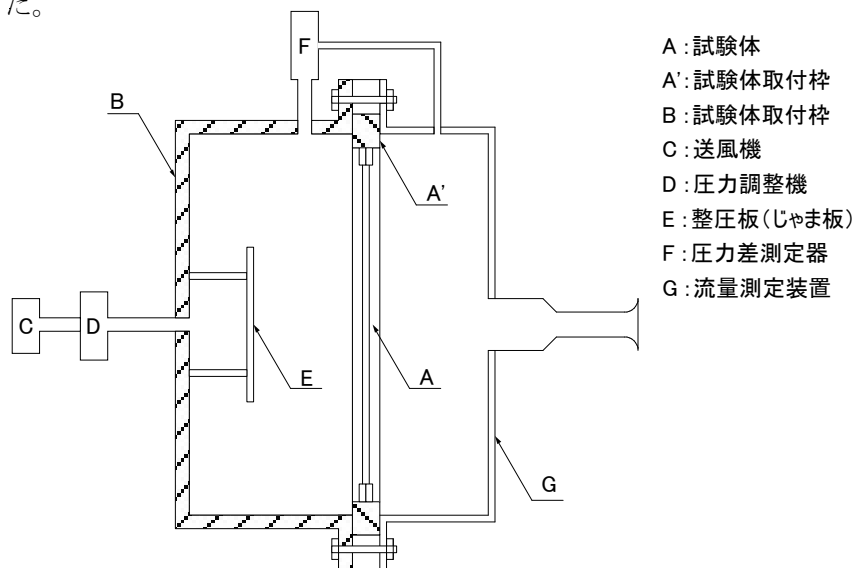


図6.5.3.2-1

表 6.5.3.2-4

項目	試験体 1	試験体 2	試験体 3
試験体寸法	内法幅：1,509mm 内法高さ：708mm 見込み寸法：153mm 通気面積：1.0684m ²	内法幅：1,509mm 内法高さ：708mm 見込み寸法：153mm 通気面積：1.0684m ²	内法幅：1,512mm 内法高さ：693mm 見込み寸法：153mm 通気面積：1.0478m ²
正圧通気量 m ³ /m ² ・h	2.1 (100Pa)	7.8 (100Pa)	0.81 (100Pa)
負圧通気量 m ³ /m ² ・h	2.4 (100Pa)	12.4 (100Pa)	0.88 (100Pa)

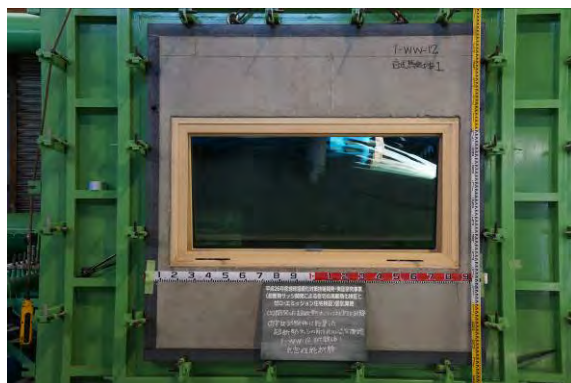


写真 6.5.3.2-30
試験体 1 (試験開始前状況)



写真 6.5.3.2-31
試験体 1 (流量測定装置設置)



写真 6.5.3.2-32
試験体 2 (試験開始前状況)



写真 6.5.3.2-33
試験体 1 (流量測定装置設置)



写真6.5.3.2-34
試験体3 (試験開始前状況)



写真6.5.3.2-35
試験体1 (流量測定装置設置)

(d) J I S A 1 5 1 7 (建具の水密性能試験)

J I S A 4 7 0 6 の性能項目 水密性の等級W-5 の条件、圧力差500 P a、脈動圧を10分間行った。

全ての試験体の下枠と押縁の間から流れ出しの現象を確認した。

試験体1と試験体2の仕様と寸法は同じであったが、試験気密性能試験の結果が大きく異なることから、水密性能試験にも大きな相違がでた。

試験体1の最外部気密材の剥離が生じたことが、内部への漏水の起因となった。

試験体2の4隅より漏水が生じた。得に下部の隅からの漏水は著しい状態であった。

試験概要を図6.5.3.2-2に、試験結果を表6.5.3.2-5に示す

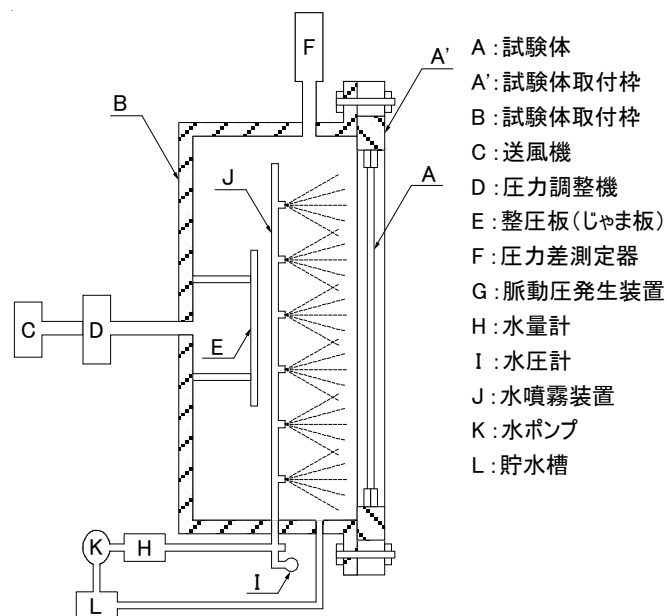


図6.5.3.2-2

表 6.5.3.2-5

項目	試験体 1	試験体 2	試験体 3
試験体寸法	内法幅：1, 509mm 内法高さ：708mm 見込み寸法：153mm	内法幅：1, 509mm 内法高さ：708mm 見込み寸法：153mm	内法幅：1, 512mm 内法高さ：693mm 見込み寸法：153mm
現象 (圧力差)	流れ出し現象：2箇所 (500Pa)	流れ出し現象：2箇所 (500Pa)	流れ出し現象：3箇所 (500Pa)

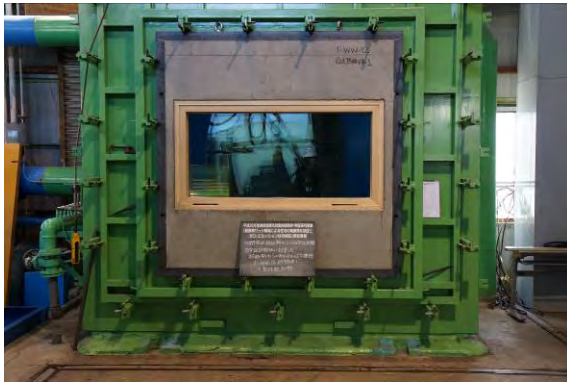


写真 6.5.3.2-36
試験体 1 (試験開始前)



写真 6.5.3.2-37
試験体 1 流れ出し現象



写真 6.5.3.2-38
試験体 2 (試験開始前)



写真 6.5.3.2-39
試験体 2 流れ出し現象



写真 6.5.3.2-40
試験体 3 (試験開始前)



写真 6.5.3.2-41
試験体 3 流れ出し現象

(e) J I S A 1 5 1 5 (耐風圧性能試験)

J I S A 4 7 0 6 の性能項目 耐風圧性の等級 S - 7 の条件、最高圧力 3 6 0 0 P a で実施した。

正圧 3 6 0 0 P a において全試験体は、2. 4 mm から 4. 6 mm の相対変異が生じたが、試験体の損傷は見られなかった。

負圧において、試験体 1 は 3 6 0 0 P a において、相対変異最大 9. 7 mm となった。試験体 2 は、2 7 0 0 P a において、障子かまちの破壊が生じ障子が脱落した。試験体 3 は、2 7 0 0 P a において、障子かまちの破壊が生じ障子が脱落した。試験体 2 と 3 とも試験体の開閉金物取り付け位置 (試験体上部) で破壊が生じていた。

試験概要を図 6. 5. 3. 2 - 3 に、試験結果を表 6. 5. 3. 2 - 6 に示す。

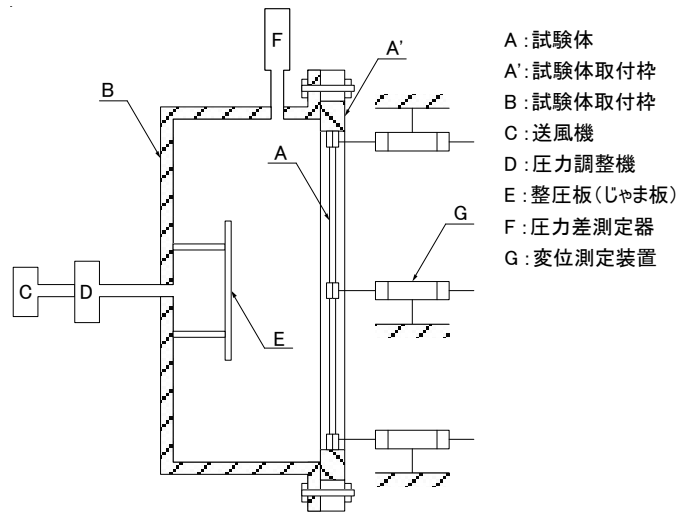


図 6. 5. 3. 2 - 3

表 6. 5. 3. 2 - 6

項目	試験体 1	試験体 2	試験体 3
試験体寸法	内法幅：1, 5 0 9 mm 内法高さ：7 0 8 mm 見込み寸法：1 5 3 mm	内法幅：1, 5 0 9 mm 内法高さ：7 0 8 mm 見込み寸法：1 5 3 mm	内法幅：1, 5 1 2 mm 内法高さ：6 9 3 mm 見込み寸法：1 5 3 mm
正圧 最大相対変位 (mm) 最高圧力 (圧力)	4. 6 (3 6 0 0 P a)	3. 1 (3 6 0 0 P a)	3. 3 (3 6 0 0 P a)
負圧 最大相対変位 (mm) 最高圧力 (圧力)	9. 7 (3 6 0 0 P a)	5. 7 (2 7 0 0 P a) 破壊	5. 4 (3 0 0 0 P a) 破壊

試験体の変異計測ポイント位置を図6.5.3.2-4に、試験結果を表6.5.3.2-7示す。

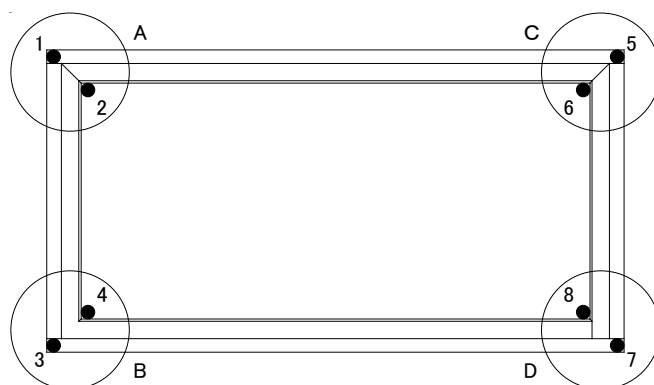


図6.5.3.2-4

表6.5.3.2-7

試験体		試験体 1 相対変異 (mm)				試験体 2 相対変異 (mm)				試験体 3 相対変異 (mm)			
相対変異計算		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
計算式		②-①	④-③	⑥-⑤	⑧-⑦	②-①	④-③	⑥-⑤	⑧-⑦	②-①	④-③	⑥-⑤	⑧-⑦
正圧 (Pa)	900	1.7	1.4	1.0	1.2	0.7	0.7	0.9	0.7	1.0	1.2	0.9	1.0
	1800	2.5	3.1	1.7	2.6	1.4	1.8	1.7	1.9	2.2	2.0	1.7	2.1
	2700	2.9	4.2	2.1	3.2	2.1	2.4	2.2	2.7	2.9	2.5	2.3	2.5
	3600	3.3	4.6	2.4	3.5	2.7	2.9	2.7	3.1	3.3	2.8	2.6	2.7
負圧 (Pa)	-900	-1.5	-0.8	-1.1	-0.6	-0.8	-0.5	-0.9	-0.4	-1.4	-0.9	-0.9	-0.5
	-1800	-2.9	-1.8	-2.5	-1.5	-5.7	-2.0	-2.9	-0.8	-3.0	-2.4	-2.4	-1.4
	-2700	-4.9	-2.9	-4.4	-2.3	-	-	-	-	-5.4	-4.5	-4.5	-2.5
	-3600	-9.7	-4.8	-8.7	-3.6	-	-	-	-	-	-	-	-

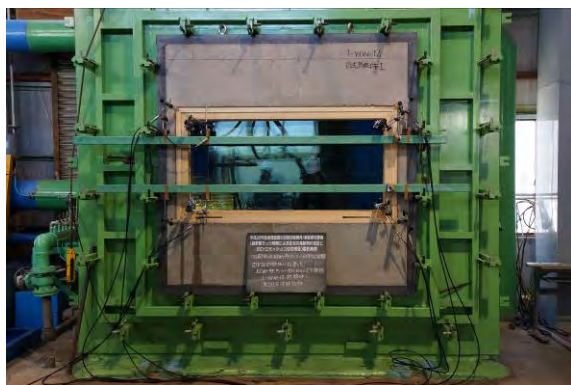


写真6.5.3.2-42
試験体 1 (試験前状況)



写真6.5.3.2-43
試験体 1 (試験後状況)

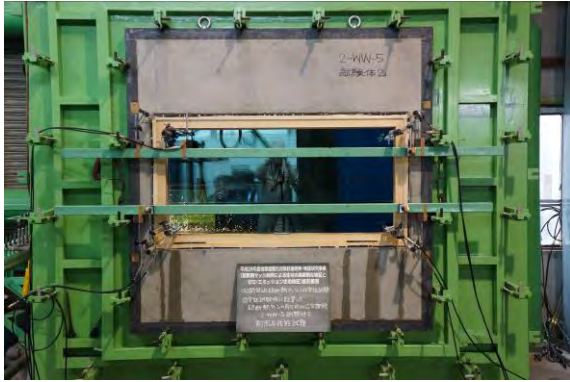


写真6.5.3.2-44
試験体2 (試験前状況)



写真6.5.3.2-45
試験体2 (試験後状況)

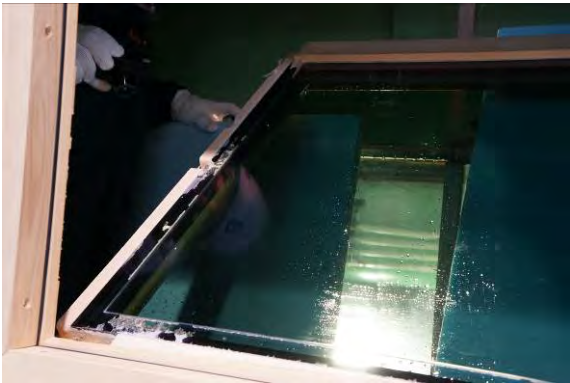


写真6.5.3.2-46
試験体2 障子材破壊



写真6.5.3.2-47
試験体2 障子材破壊



写真6.5.3.2-48
試験体2 破壊した障子



写真6.5.3.2-49
試験体2 破壊した障子 (右側)



写真6.5.3.2-50
試験体2 破壊した障子（左側）

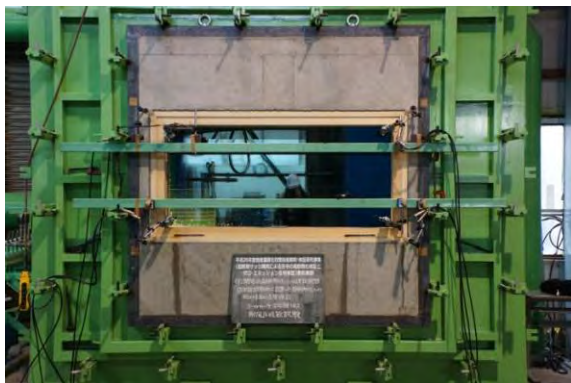


写真6.5.3.2-51
試験体3（試験前状況）



写真6.5.3.2-52
試験体3（試験後状況）
障子脱落



写真6.5.3.2-53
試験体3 破壊した障子材



写真6.5.3.2-54
試験体3 破壊した障子材（右側）



写真6.5.3.2-55

試験体3 破壊した障子材（左側）

iii まとめ

i 実証試験体に取り付けた超断熱サッシの外部及び内部表面の品質確認と計測、ii 実証試験体に取り付けた超断熱サッシの窓性能試験の試験結果から、実証試験体に1年間設置した超断熱サッシの耐久性について、まとめる。

外部は木材特有の小口割れ、表面割れが生じたが、木材表面の保護膜処理により防ぐことができると考える。内部の品質劣化は見られなかった。

窓の性能試験において、断熱性能の性能値に全く劣化が見られなかった。気密性能において試験体2の通気量が多く、遮音性能における平均音響透過損失も低くなった。水密試験においては流れだし現象が早期に発生した。原因は、最も外部にある障子材の気密材お剥離によるものであった。気密材の取り付け施工の徹底で改善できると考える。

耐風圧性能の負圧時において、障子の破壊が試験体2と3に生じたが、いずれも開閉金物の取り付けの部分における障子材の割れが原因となっていた。開閉装置付近の早退変異が他の部分に比べ大きいことから、開閉装置の閉時における強度検討が必要と考える。負圧時において -1800Pa は耐えることから、低層住宅での使用に耐えると考ええる。

④ 実証研究試験体撤去

① 実証研究試験体製作及びセンサー類の設置工事の完了、② 実証試験で得られたデータ検証・評価で実施した計測を完了した後、③ 実証試験体に設置した超断熱サッシの耐久性及び品質確認に使用する超断熱サッシ試験体の取り外し、実証試験体を解体撤去した。



写真 6.5.4.1-1 解体撤去前



写真 6.5.4.1-2 解体撤去前



写真 6.5.4.1-3 試験体1解体撤去



写真 6.5.4.1-4 試験体2解体撤去



写真 6.5.4.1-5 試験体3解体撤去



写真 6.5.4.1-6 解体撤去後

(6) 環境負荷評価

① 概要

超断熱木製サッシの製造、運用、廃棄におけるCO₂固定量および排出量を計算し、環境負荷評価を行った。製造工程は聞き取り調査を行い、部品の納入先、輸送方法、消費電力をもとにCO₂排出量を計算した。製造工程が不明な部品、部品の原料などは産業連関表による環境負荷単位データブック(3EID)^{注1}を参照した。運用時は実証試験に用いた試験棟を対象にサッシのみ改修した場合について、改修前後の年間冷暖房負荷をシミュレーション計算した。なお、改修後取り付けしたサッシは廃棄しないものとした。計算の際、ヒノキ材のようにCO₂を固定する場合プラス、部品の製造や端材の廃棄などCO₂を排出する場合をマイナスとした。図6.6.1-1～図6.6.1-2、表6.6.1-1に調査対象サッシ概要、表6.6.1-2および表6.6.1-3に調査日程に構成部品および調査状況を示す。

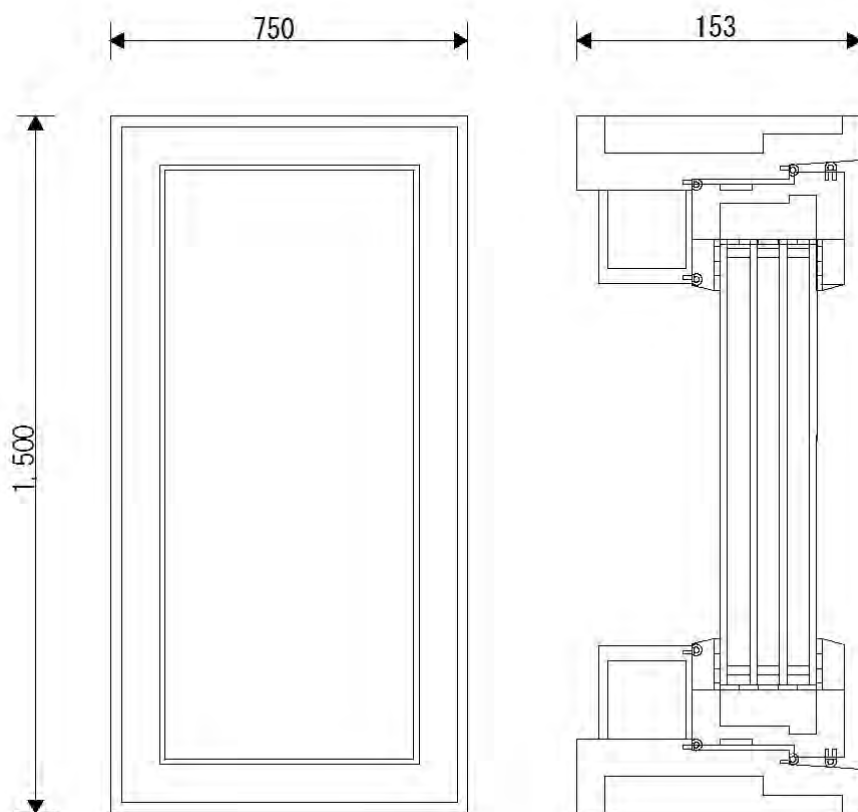


図6.6.1-1

サッシ立面図

図6.6.1-2

サッシ断面図

表 6. 6. 1-1 超断熱木製サッシ構成部品

	複層ガラス	重量[kg]	枠	重量[kg]
部材	Low-E ガラス	27.88	ヒノキ	12.66
	FL ガラス	9.29	断熱材	0.62
	1次シーリング	0.06	気密材	0.44
	2次シーリング	0.58	接着剤	0.02
	コーナーキー	0.04	木ダボ	0.88
	スペーサー	1.46	開閉装置(ステンレス)	1.26
	乾燥剤	0.46	開閉装置(樹脂)	0.01
	クリプトンガス	5.00×10^{-5}		
			総重量[kg]	55.9

表 6. 6. 1-2 部品の調査状況

部材	部品	調査内容	備考
複層 ガラス	Low-E ガラス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造工程 ・ 部品メーカー ・ 部品メーカーからの輸送方法 ・ 組立工場までの輸送方法 	部品の製造工程の CO ₂ 排出 原単位は 3EID を参照
	FL ガラス		
	スペーサー		
	コーナーキー		
	1次シール材		
	2次シール材		
	クリプトンガス		
枠	ヒノキ材	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原木市場から製材までの行程 ・ 組立工場までの輸送方法 	排出原単位は 既往の研究 ^{注2} を参照
	断熱材	<ul style="list-style-type: none"> ・ 納入先 	製造時の CO ₂ 排出原単位は 3EID を参照
	気密材	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造工程 ・ 輸送方法、原材料 	原材料製造時の CO ₂ 排出 原単位は 3EID を参照
	開閉装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造工程 ・ 材料納入先(加工代理店) ・ 代理店からの輸送方法 	材料製造時の CO ₂ 排出原 単位は 3EID を参照
	接着剤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 納入先 	製造時の CO ₂ 排出原単位は 3EID を参照

表 6. 6. 1-3 調査日程

年月日		工程	調査場所	調査内容
平成 25 年	9 月 21 日	サッシ組立	山崎屋 木工製作所 (長野県千曲市)	・サッシ組立の工程 ・木材加工機械消費電力 ・ヒノキ材の寸法
	9 月 30 日	複層ガラス製造	サンワイズ 流通工場 (静岡県静岡市)	・製造工程
平成 26 年	11 月 6 日	複層ガラス製造	サンワイズ 流通工場 (静岡県静岡市)	・複層ガラスの製造工程と消費電力 ・各部品のメーカー ・部品メーカーからの輸送方法 ・複層ガラスの輸送方法
	11 月 17 日	複層ガラス製造時の端材廃棄	セイシン開発 (兵庫県神戸市)	・廃棄物処分工程 ・処分場までの輸送方法
	11 月 27 日	ヒノキ製材	木曾官材市売 協同組合 (長野県木曾町)	・土場から製材での工程 ・ヒノキ材の輸送方法
	12 月 3 日	気密材製造	北星ゴム (富山県黒部市)	・気密材の製造工程と消費電力 ・原材料のメーカー ・原料メーカーからの輸送方法 ・気密材の輸送方法
	12 月 11 日	開閉装置製造	ニッキトライ システム (長野県松本市)	・開閉装置の製造工程 ・加工代理店 ・加工代理店からの輸送方法 ・開閉装置の輸送方法

i 複層ガラス

(a) 複層ガラスの製造

部品製造時のCO₂排出原単位は産業連関表による環境負荷単位データブック(3EID)2005年度版を参照し、以下の式より求めた。なお、Low-EガラスもFLガラスとして扱った。表6.6.2-1に部品製造時のCO₂排出原単位、図6.6.2-1に部品製造時CO₂排出量を示す。

$$\text{部品製造時CO}_2\text{排出量} [\text{kg-CO}_2] = \text{部品製造時のCO}_2\text{排出原単位}^{\text{注1}} [\text{kg-CO}_2/\text{kg}] \times \text{部品重量} [\text{kg}]$$

表6.6.2-1 部品製造時のCO₂排出原単位

部材	排出原単位[kg-CO ₂ /kg]	重量[kg]
ガラス	3.67	37.17
乾燥剤	64.8	0.46
スペーサー	0.9	1.46
コーナーキー	0.9	0.04
1次シーリング材	9.01	0.06
2次シーリング材	0.07	0.58
クリプトンガス	64.8	0.3 × 10 ⁻⁵

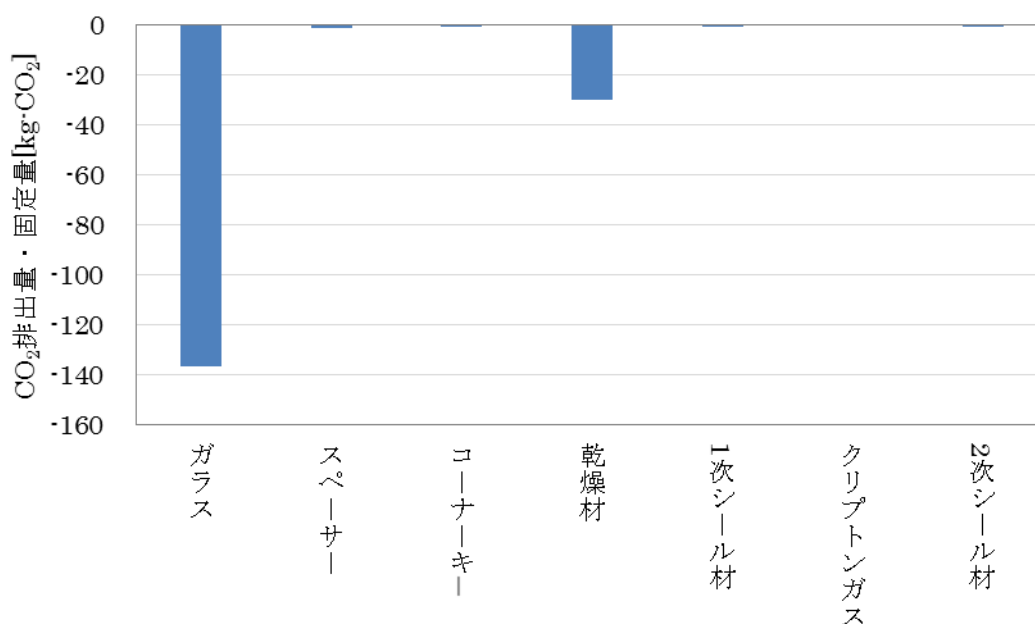


図6.6.2-1 部品製造時のCO₂排出量

(b) 複層ガラス部品輸送

部品輸送時のCO₂排出量は改良トンキロ法^{注4}に基づいて以下の式より求めた。
 なお、Low-Eガラスは輸入品だが国内へ輸送する際のCO₂排出量は含まれていない。図6. 6. 2-3に輸送時のCO₂排出量を、表6. 6. 2-2に部品輸送方法示す。

部品輸送時のCO₂排出量=輸送重量×輸送距離×燃料使用原単位

$$\begin{aligned}
 &[\text{kg-CO}_2] \quad [\text{t}] \quad [\text{km}] \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 &\times 1/1000 \times \text{単位発熱量}^{\text{注4}} \times \text{排出係数}^{\text{注5}} \\
 &[\text{kL/L}] \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 &\times 44/12 \quad \times 1000 \\
 &[\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

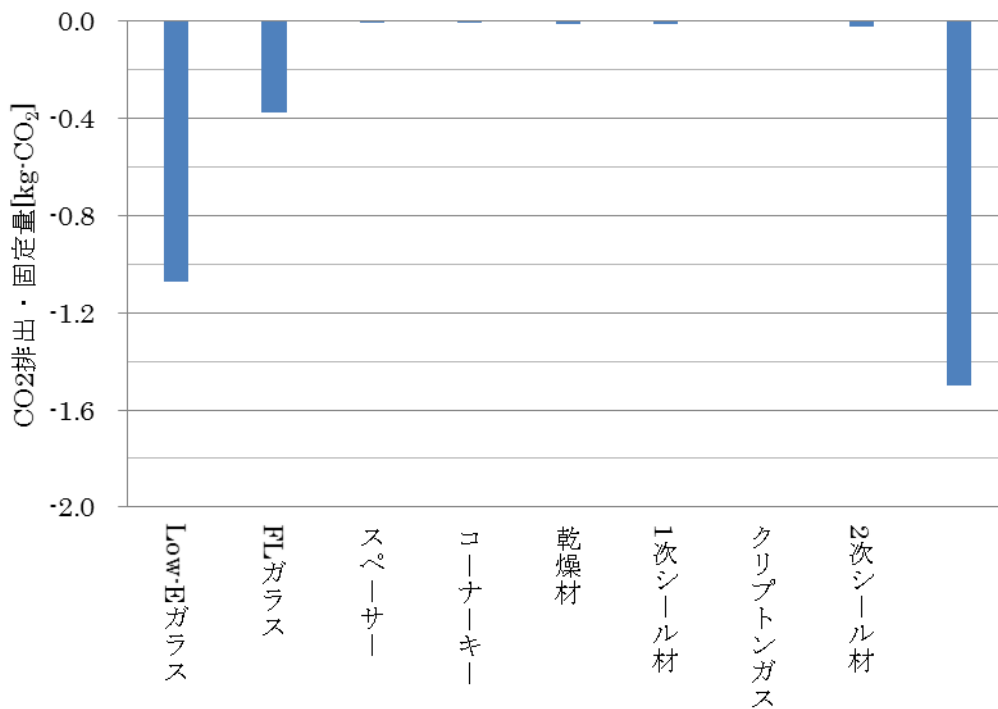


図6. 6. 2-2 複層ガラス部品工場から複層ガラス製造工場まで輸送時のCO₂排出量

表 6. 6. 2-2 部品輸送方法

部材	工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別 燃料消費 原単位 ^{注6} [L/t・km]
Low-E ガラス	Low-E ガラス製造工場→ 横浜港(輸入)	米国ミシガン州 デトロイト近郊 →横浜港		船舶 輸送		
	横浜港 →保管倉庫	神奈川県横浜市 →千葉県野田市	69.2	10t トラック	2.8×10 ⁻²	3.40×10 ⁻³
	保管倉庫 →複層ガラス製造工場	千葉県野田市 →静岡県静岡市	215	4t トラック		
FL ガラス	FL ガラス製造工場 →複層ガラス製造工場	静岡県焼津市 →静岡県静岡市	269		9.3×10 ⁻³	
スペーサー	スペーサー製造工場 →複層ガラス製造工場	大阪府大阪市 →静岡県静岡市	22.7		1.5×10 ⁻³	
1次 シーリング	シーリング材製造工場 →複層ガラス製造工場		340		6.4×10 ⁻⁵	
乾燥剤	乾燥剤製造工場 →複層ガラス製造工場		340		4.6×10 ⁻⁴	
コーナー キー	コーナーキー製造工場 →複層ガラス製造工場		静岡県焼津市 →静岡県静岡市		22.7	3.5×10 ⁻⁵
2次 シーリング	シーリング材製造工場 →複層ガラス製造工場		三重県亀山市 →静岡県静岡市		229	2.9×10 ⁻⁴
	シーリング材製造工場 →複層ガラス製造工場	千葉県袖ヶ浦市 →静岡県静岡市	213		2.9×10 ⁻⁴	
クリプトン ガス	クリプトンガス製造工場 →複層ガラス製造工場	神奈川県横浜市 →静岡県静岡市	164		3.0×10 ⁻⁹	5.73×10 ⁻³

(c) 複層ガラス製造

複層ガラス製造工程のCO₂排出量は各工程での消費電力について聞き取り調査を行い、式より求めた。電力消費による排出原単位は平成25年度の中部電力の数値を用いた。図6.6.2-3に複層ガラス製造工程でCO₂排出量を示す。

$$\text{製造工程のCO}_2\text{排出量} = \text{電力消費による排出原単位}^{\text{注3}} \times \text{消費電力}$$

[kg-CO₂] [kg-CO₂/kwh] [kwh]

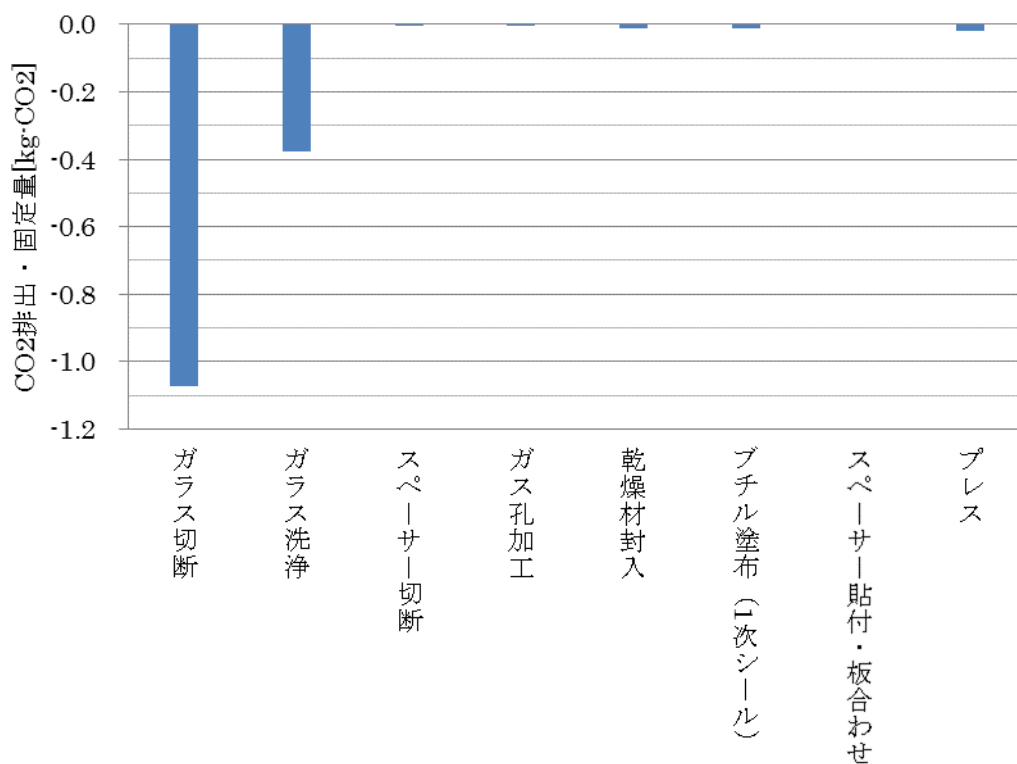


図6.6.2-3 複層ガラス製造工程でCO₂排出量

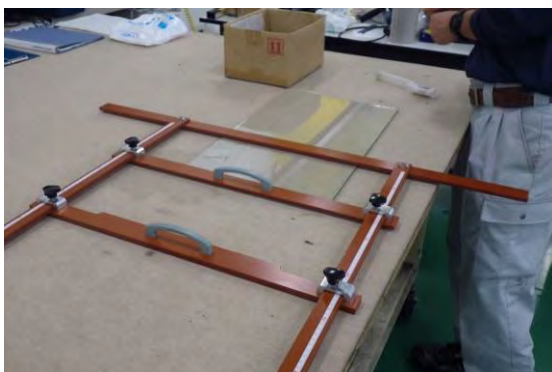


写真6.6.2-1 ガラス切断



写真6.6.2-2 ガラス洗浄



写真6. 6. 2-3 スペース一切断



写真6. 6. 2-4 乾燥材封入



写真6. 6. 2-5 ブチル塗布



写真6. 6. 2-6 スペース貼付

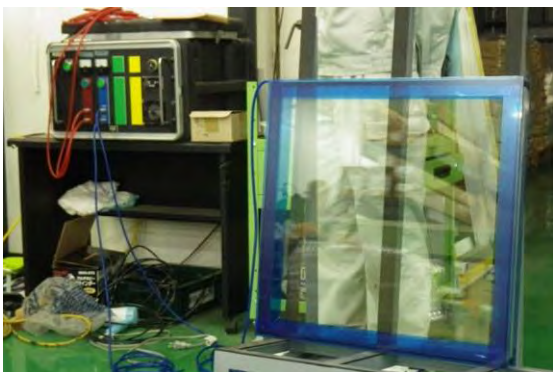


写真6. 6. 2-7 ガス注入



写真6. 6. 2-8 2次シーリング

(d) 複層ガラス製造時端材の輸送

CO₂排出量は改良トンキロ法^{注4}に基づいて以下の式より求めた。表6. 6. 2-3に廃棄物輸送方法、図6. 6. 2-4に廃棄物輸送時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 \text{廃棄物輸送時のCO}_2\text{排出量} &= \text{輸送重量} \times \text{輸送距離} \times \text{燃料使用原単位} \\
 [\text{kg-CO}_2] & \quad [\text{t}] \quad [\text{km}] \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 & \times 1/1000 \times \text{単位発熱量}^{\text{注4}} \times \text{排出係数}^{\text{注5}} \\
 & \quad [\text{kL/L}] \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 & \times 44/12 \times 1000 \\
 & \quad [\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

表6. 6. 2-3 廃棄物輸送方法

工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送 方法	輸送重量 [t]	積載率別 燃料消費 原単位 ^{注6} [L/t・km]
複層ガラス製造工場 →中間処理業者	静岡県静岡市内 (葵区→清水区)	18.1	4t トラック	1.30×10 ⁻³	5.73×10 ⁻³
中間処理業者 →廃棄物運搬業者	静岡県静岡市 →滋賀県大津市	320	11t トラック		3.40×10 ⁻³
廃棄物運搬業者 →最終処分場	滋賀県大津市 →兵庫県神戸市	118			

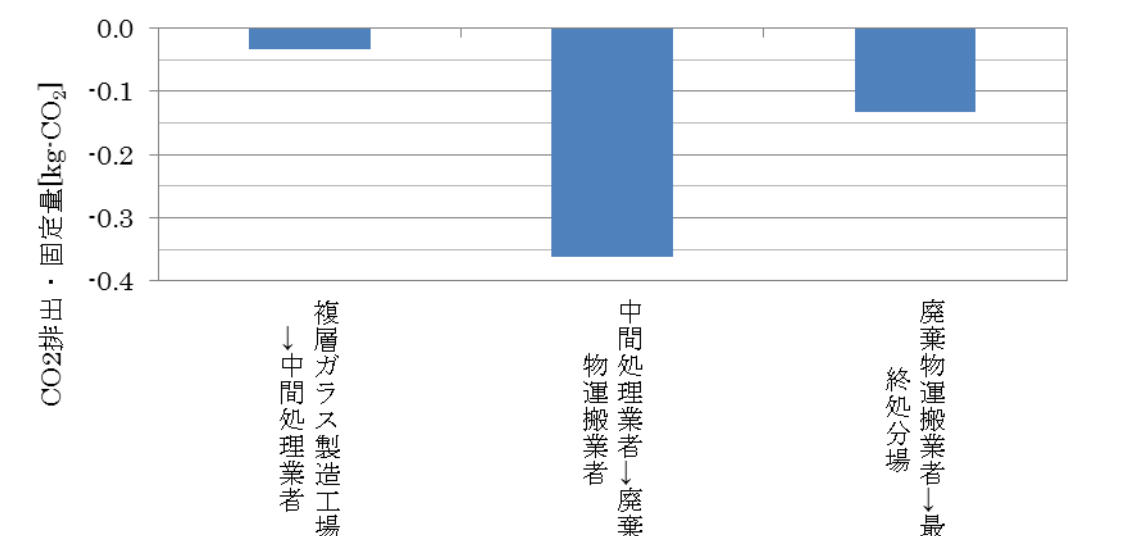


図6. 6. 2-4 廃棄物輸送時のCO₂排出量

(e) 複層ガラス製造時端材の廃棄

廃棄物処理時については年間消費電力、軽油消費量、年間廃棄物量を聞き取り調査し、廃棄物1[t]あたりのCO₂排出量を求めた。表6.6.2-4に年間消費電力と軽油使用量の聞き取り調査結果、表6.6.2-5に調査結果をもとにした1トンあたりの消費電力量および軽油使用量の計算結果を示す。

表6.6.2-4 年間消費電力および軽油使用量

年	月	消費電力[kwh]	軽油使用量[L]
平成 25 年	4 月	10226	10000
	5 月	10773	10000
	6 月	9934	10000
	7 月	12488	10000
	8 月	12472	10000
	9 月	12393	10000
	10 月	11426	10000
	11 月	12438	10000
	12 月	12291	10000
平成 26 年	1 月	12878	10000
	2 月	12971	10000
	3 月	11716	10000
計		142006	120000

表6.6.2-5 廃棄物1[t]あたりの消費電力量および軽油使用量

消費電力		軽油	
年間廃棄量 [t]	35555	年間廃棄量 [t]	35555
年間消費電力量 [kwh]	142006	年間軽油消費量 [l]	120000
廃棄量 1t に対する消費電力量 [kwh/t]	3.99	廃棄量 1t に対する軽油使用量 [L/t]	3.38

廃棄物処理時のCO₂排出量は以下の式より求めた。電力消費による排出原単位は関西電力（平成25年度）の公表値、軽油使用による排出原単位は環境省の公表値（平成26年6月時点）を用いた。図6.6.2-5に廃棄物処理時のCO₂排出量を示す。

電力消費によるCO₂排出量=電力消費による排出原単位^{注7}

$$[\text{kg}-\text{CO}_2] \quad [\text{kg}-\text{CO}_2/\text{kwh}]$$

$$\times \text{廃棄量 1t に対する消費電力量} \times \text{廃棄物重量} \times 1000$$

$$[\text{kwh}] \quad [\text{t}] \quad [\text{kg}/\text{t}]$$

軽油使用によるCO₂排出量=軽油使用による排出原単位^{注8}

$$[\text{kg}-\text{CO}_2] \quad [\text{t}-\text{CO}_2/\text{kL}]$$

$$\times \text{廃棄量 1 あたりの軽油使用量} \times 1/1000$$

$$[\text{kL}/\text{t}] \quad [\text{kL}/\text{L}]$$

$$\times \text{廃棄物重量} \times 1000$$

$$[\text{t}] \quad [\text{kg}/\text{t}]$$

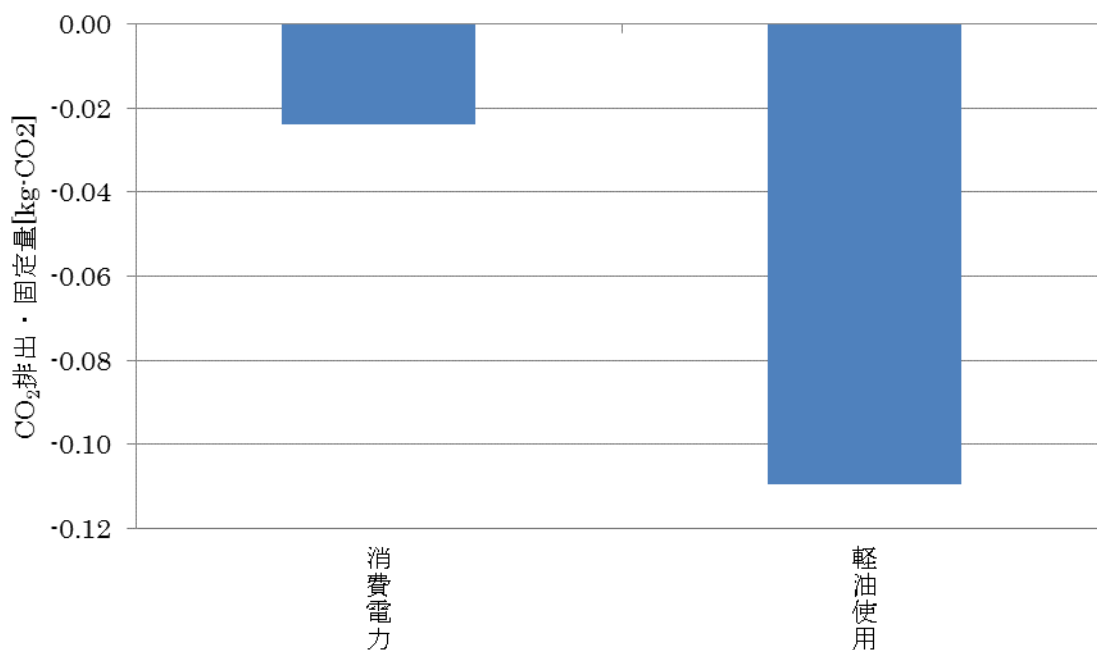


図6.6.2-5 廃棄物処理時のCO₂排出量



写真6. 6. 2-9 廃棄物搬入時



写真6. 6. 2-10 廃棄物選別時



写真6. 6. 2-11 廃棄物処理の様子



写真6. 6. 2-12 廃棄物処理後

(f) 複層ガラス輸送

部品輸送時のCO₂排出量は改良トンキロ法^{注4}に基づいて以下の式より求めた。
表6. 6. 2-6に複層ガラス輸送方法、図6. 6. 2-6に複層ガラス輸送時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 & \text{部品輸送時のCO}_2\text{排出量} \times \text{輸送重量} \times \text{輸送距離} \times \text{燃料使用原単位} \\
 & [\text{kg-CO}_2] \quad \quad \quad [\text{t}] \quad [\text{km}] \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 & \quad \quad \quad \times 1/1000 \times \text{単位発熱量}_{\text{注4}} \times \text{排出係数}_{\text{注5}} \\
 & \quad \quad \quad [\text{kL/L}] \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 & \quad \quad \quad \times 44/12 \quad \times 1000 \\
 & \quad \quad \quad [\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

表 6. 6. 2-6 複層ガラス輸送方法

工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別 燃料消費 原単位 [L/t・km] ^{注6}
複層ガラス製造工場 →サッシ組立工場	静岡県静岡市 →長野県松本市	237	4tトラック	0.04	0.08

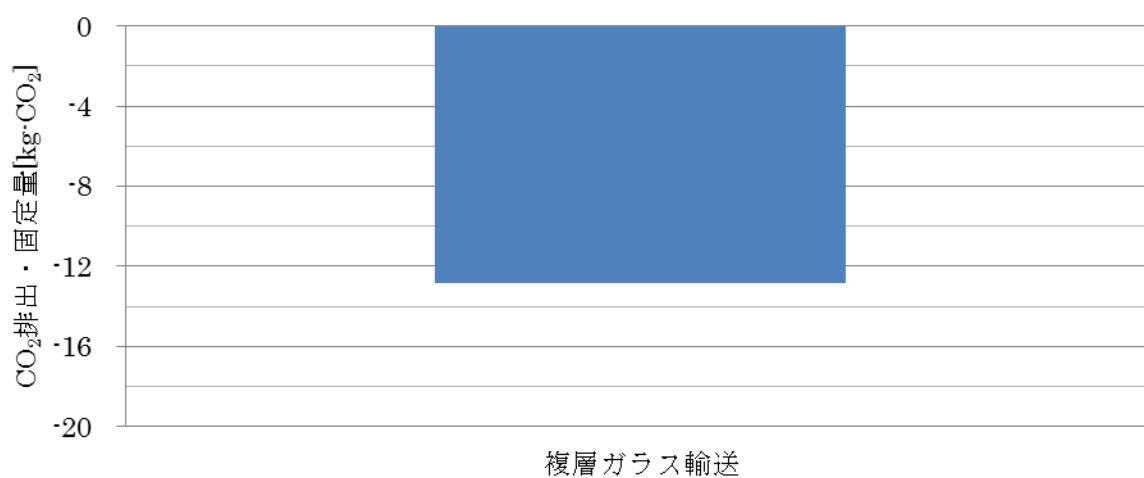


図 6. 6. 2-6 複層ガラス輸送時のCO₂排出

(g) まとめ

部品の製造時が最も大きく全体の94%を占めた。部品製造の中ではガラスの製造が最も大きく81%を占めた。図6.6.2-7に複層ガラス製造時のCO₂排出量を示す。

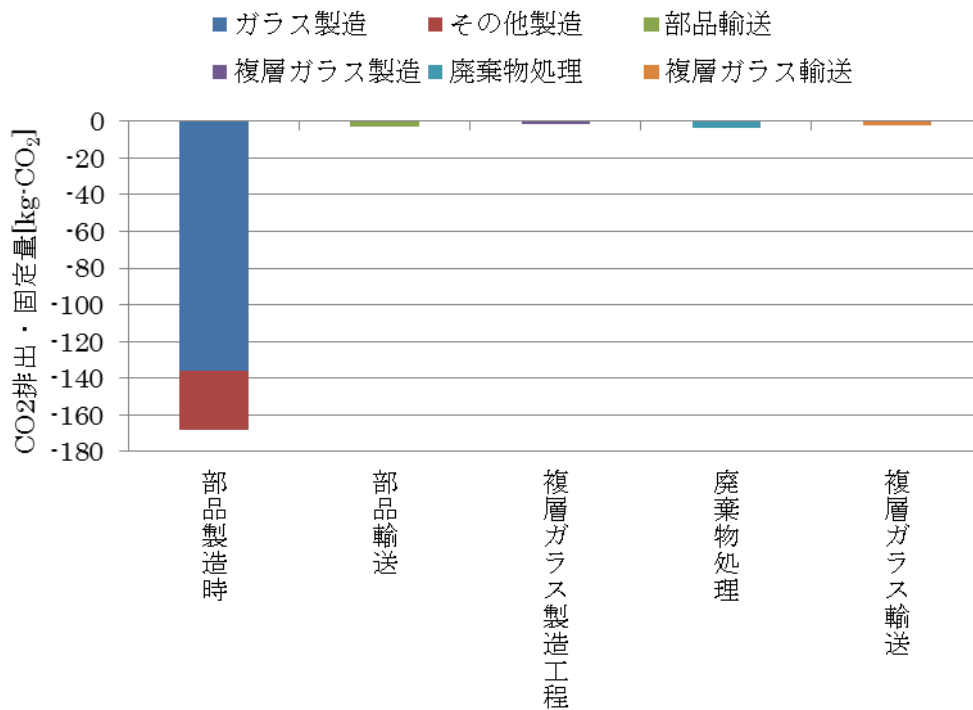


図6.6.2-7 複層ガラス製造時のCO2排出量

ii 気密材

(a) 原料製造

原料製造時のCO₂排出原単位は産業連関表による環境負荷単位データブック(3E I D)2005年度版を参照し、以下の式より求めた。表6.6.3-1に原料製造時のCO₂排出原単位、図6.6.3-1に原料製造時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned} \text{部品製造時CO}_2\text{排出量} &= \text{部品製造時のCO}_2\text{排出原単位}^{\text{注1}} \times \text{部品重量} \\ [\text{kg-CO}_2] & \quad [\text{kg-CO}_2/\text{kg}] \quad [\text{kg}] \end{aligned}$$

$$\times \quad 44/12 \quad \times \quad 1000$$

$$[\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad [\text{kg/t}]$$

表 6. 6. 3-2 原料輸送方法

工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別燃料消費原単位 [L/t・km] 注6
原料製造工場 →気密材製造工場	愛知県一宮市→ 富山県黒部市	251	4t トラック	6.00×10^{-3}	3.42×10^{-2}

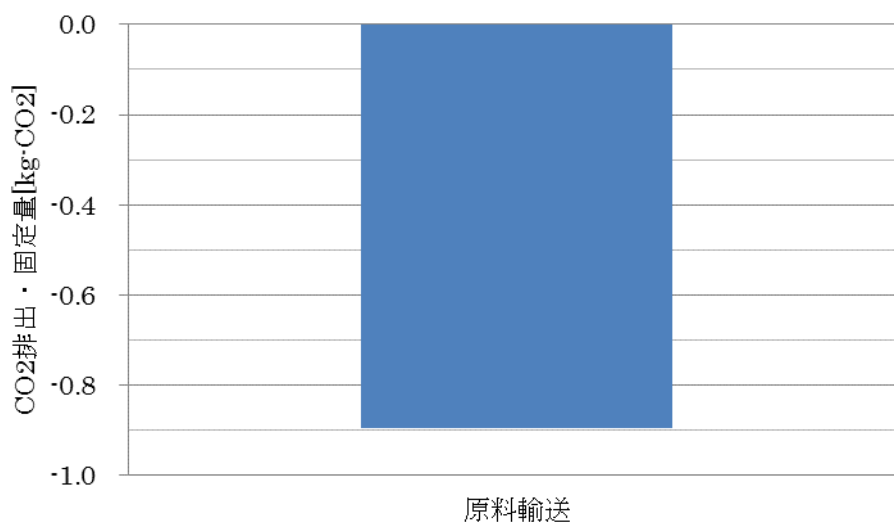


図 6. 6. 3-2 原料輸送時のCO₂排出量

(c) 気密材製造

気密材製造工程のCO₂排出量は各工程での消費電力について聞き取り調査を行い、以下の式より求めた。図 6. 6. 3-3 に製造工程のCO₂排出量を示す。

$$\text{製造工程のCO}_2\text{排出量} = \text{電力消費による排出原単位}^{\text{注9}} \times \text{消費電力}$$

$$[\text{kg-CO}_2] \quad [\text{kg-CO}_2/\text{kwh}] \quad [\text{kwh}]$$

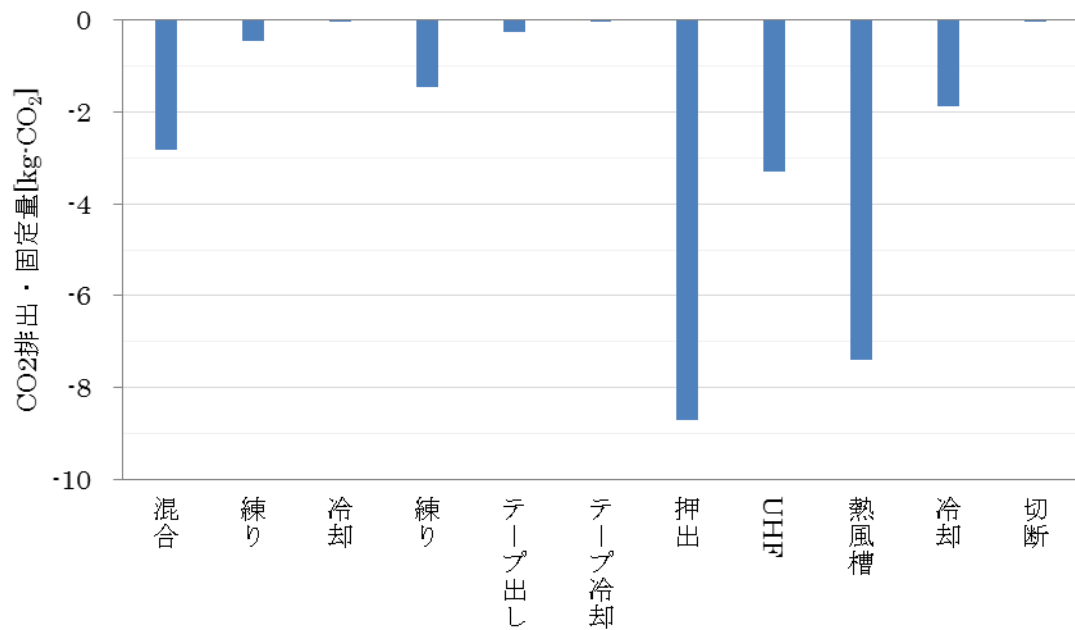


図 6. 6. 3-3 製造工程のCO₂排出量



写真 6. 6. 3-1 混合



写真 6. 6. 3-2 押出



写真 6. 6. 3-3 UHF・熱風槽



写真 6. 6. 3-4 冷却

(d) 気密材輸送

気密材輸送時のCO₂排出量は改良トンキロ法に基づいて以下の式より求めた。表6.6.3-3に気密材輸送方法、図6.6.3-4に気密材輸送時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 & \text{気密材輸送時のCO}_2\text{排出量} \times \text{輸送重量} \times \text{輸送距離} \times \text{燃料使用原単位} \\
 & [\text{kg-CO}_2] \quad [\text{t}] \quad [\text{km}] \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 & \times 1/1000 \times \text{単位発熱量}_{\text{注4}} \times \text{排出係数}_{\text{注5}} \\
 & \quad [\text{kL/L}] \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 & \times 44/12 \times 1000 \\
 & \quad [\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

表6.6.3-3 気密材輸送方法

工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別燃料消費原単位 [L/t・km] ^{注6}
気密材製造工場 →サッシ組立工場	富山県黒部市 →長野県千曲市	176	4t トラック	6.00×10 ⁻³	3.42×10 ⁻²

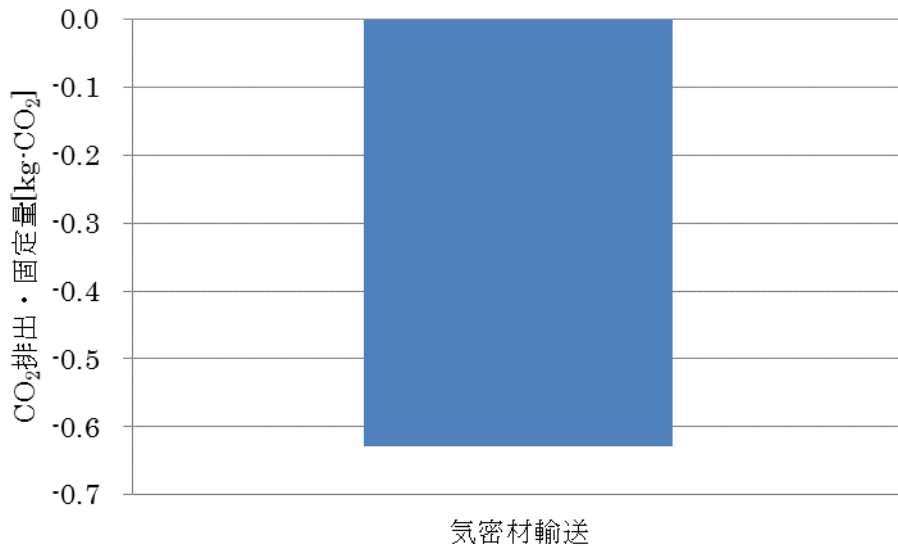


図6.6.3-4 気密材輸送時のCO₂排出量

(e) まとめ

気密材製造時が最も大きく、全体の79%を占めた。混合が11%、押出しが33%、熱風槽での処理が28%を占めた。図6.6.3-5に気密材製造時のCO₂排出量を示す。

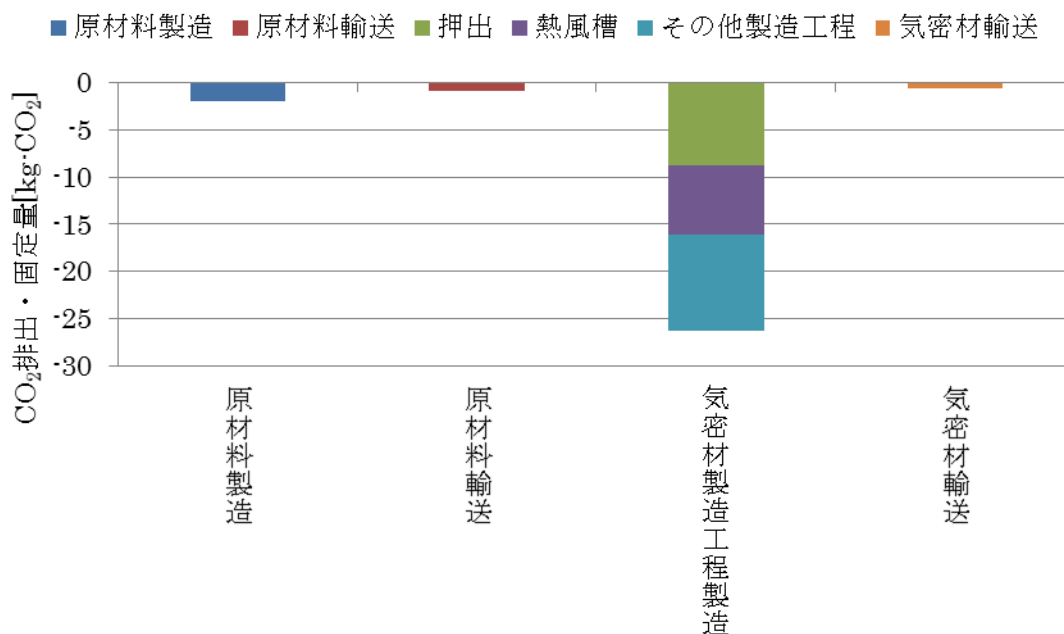


図6.6.3-5 気密材製造時のCO₂排出量

iii 開閉装置

(a) 原材料製造

原料製造時のCO₂排出原単位は産業連関表による環境負荷単位データブック(3E I D)2005年度版を参照し、以下の式より求めた。表6.6.4-1に原料製造時のCO₂排出原単位、図6.6.4-1に原料製造時のCO₂排出量を示す。

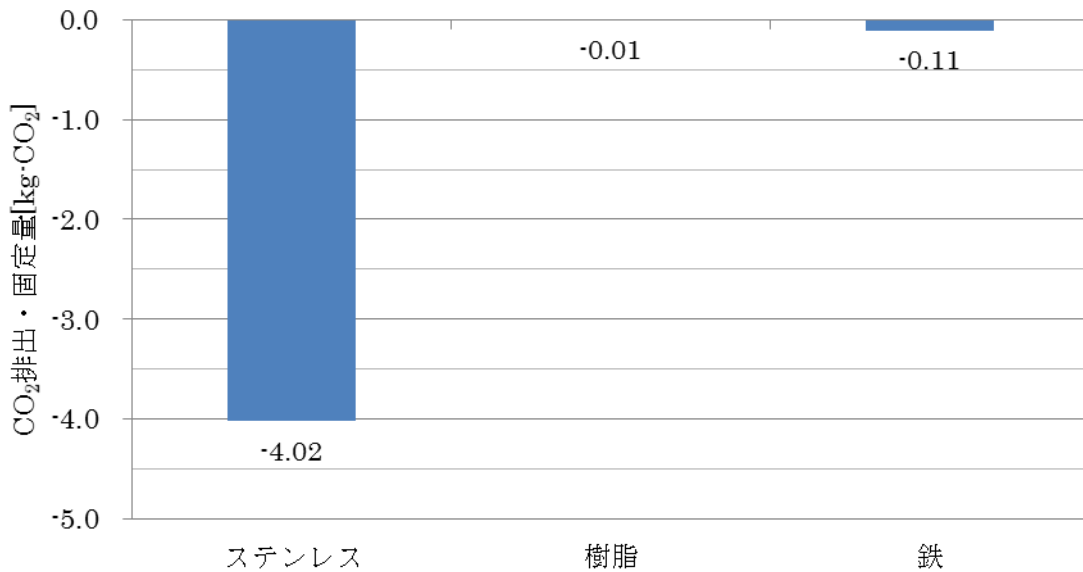
$$\text{原材料製造時CO}_2\text{排出量} = \text{原材料製造時のCO}_2\text{排出原単位}^{\text{注1}} \times \text{部品重量}$$

$$[\text{kg-CO}_2] \quad [\text{kg-CO}_2/\text{kg}] \quad [\text{kg}]$$

表6.6.4-1 原料製造時のCO₂排出原単位

	排出原単位 [kg-CO ₂ /kg]	重量 [kg]
ステンレス	2.39	1.68
樹脂	0.76	0.01
鉄	1.60	0.07

図 6. 6. 4-1 原料製造時のCO₂排出量



(b) 原材料輸送

原材料輸送時のCO₂排出量は改良トンキロ法^{注4}に基づいて以下の式より求めた。なお、ステンレスは輸入品だが国内に輸送する際のCO₂排出量は含まれていない。表 6. 6. 4-2 に原材料輸送方法、図 6. 6. 4-2 に原料輸送時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 & \text{原材料輸送時のCO}_2\text{排出量} \times \text{輸送重量} \times \text{輸送距離} \times \text{燃料使用原単位} \\
 & [\text{kg-CO}_2] \quad [\text{t}] \quad [\text{km}] \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 & \times 1/1000 \times \text{単位発熱量}_{\text{注4}} \times \text{排出係数}_{\text{注5}} \\
 & \quad [\text{kL/L}] \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 & \times 44/12 \quad \times 1000 \\
 & \quad [\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

表 6. 6. 4-2 原材料輸送方法

	工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別燃料消費原単位 [L/t・km] ^{※6}
ステンレス	加工代理店 →開閉装置製造工場	山口県光市 →長野県松本市	763	2 t トラック	1.68× 10 ⁻³	0.08
樹脂	加工代理店 →開閉装置製造工場	東京都太田区 →長野県松本市	244	2 t トラック	7.00× 10 ⁻⁶	0.08
鉄	加工代理店 →開閉装置製造工場	東京都 →長野県松本市	215	軽 トラック	7.05× 10 ⁻⁵	3.24×10 ⁻¹

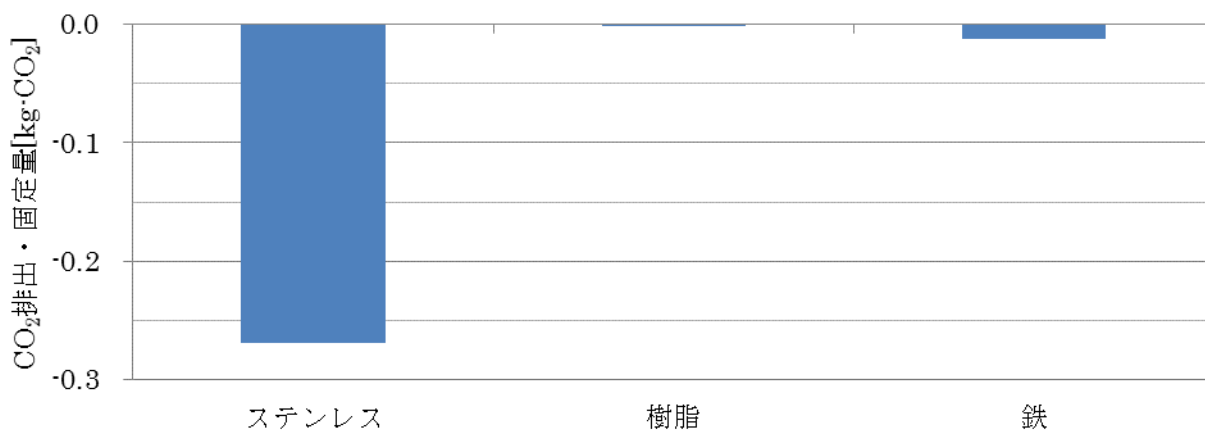


図 6. 6. 4-2 原料輸送時のCO₂排出量

(c) 開閉装置製造

開閉装置製造工程のCO₂排出量は加工時の消費電力について聞き取り調査を行い、以下の式より求めた。図 6. 6. 4-3 に開閉装置製造時のCO₂排出量を示す。

$$\text{製造工程のCO}_2\text{排出量} = \text{電力消費による排出原単位}^{\text{注}3} \times \text{消費電力}$$

$$[\text{kg-CO}_2] \quad [\text{kg-CO}_2/\text{kwh}] \quad [\text{kwh}]$$

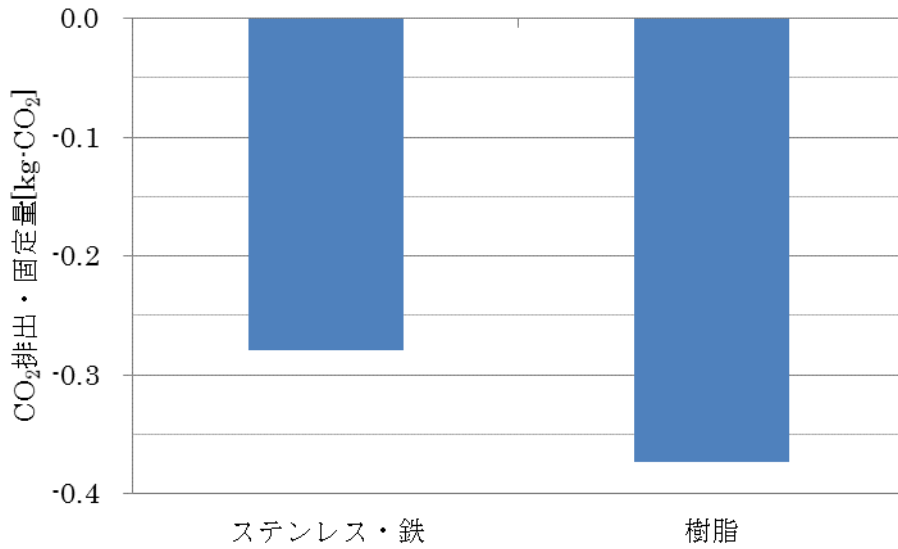


図6. 6. 4-3 開閉装置製造時のCO₂排出量



写真6. 6. 4-1 原材料



写真6. 6. 4-2 加工機械

(d) 開閉装置輸送

開閉装置輸送時のCO₂排出量は改良トンキロ法^{注4}に基づいて以下の式より求めた。表6. 6. 4-3に開閉装置輸送方法、図6. 6. 4-4 開閉装置輸送時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 & \text{開閉装置輸送時のCO}_2\text{排出量輸送重量} \times \text{輸送距離} \times \text{燃料使用原単位} \\
 & [\text{kg-CO}_2] \quad [\text{t}] \quad [\text{km}] \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 & \times 1/1000 \times \text{単位発熱量}^{\text{注4}} \times \text{排出係数}^{\text{注5}} \\
 & \quad [\text{kL/L}] \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 & \times 44/12 \quad \times 1000 \\
 & \quad [\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

表 6. 6. 4-3 開閉装置輸送方法

工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別燃料消費原単位 [L/t・km] ^{※6}
開閉装置製造工場→ サッシ組立工場	長野県松本市 →長野県松本市	61.1	2t トラック	1.76×10^{-3}	3.24×10^{-2}

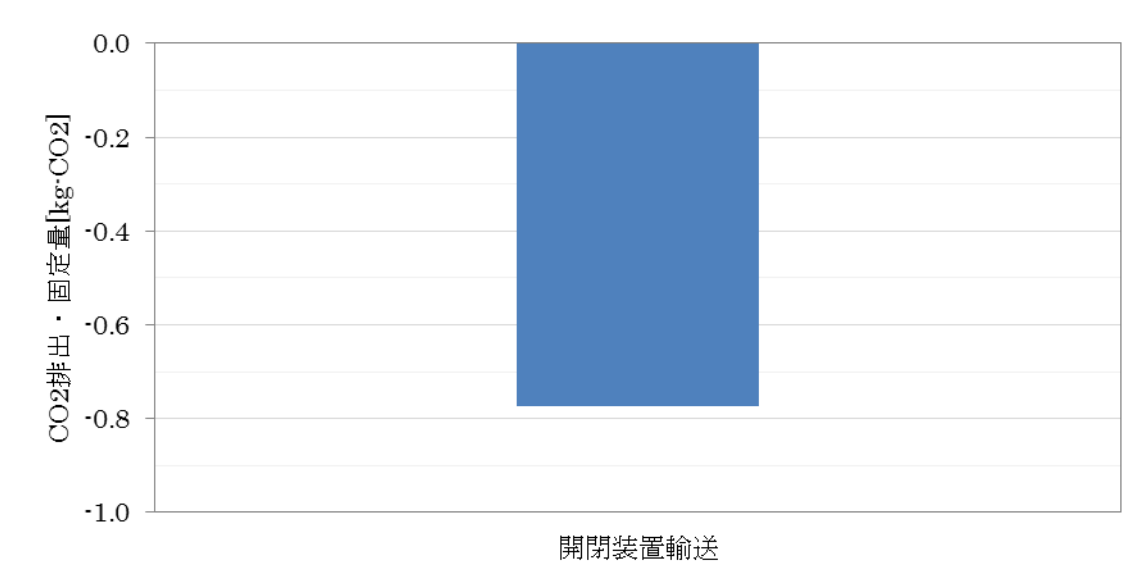


図 6. 6. 4-4 開閉装置輸送時のCO₂排出量

(e) まとめ

ステンレスの製造が最も排出量が高く、全体の71%を占めた。このうちステンレスがほぼ100%を占めた。樹脂は製造時のCO₂排出量が少ないが、加工時のCO₂排出量はステンレスとほぼ同じだった。図6.6.4-5に開閉装置製造時のCO₂排出量を示す。

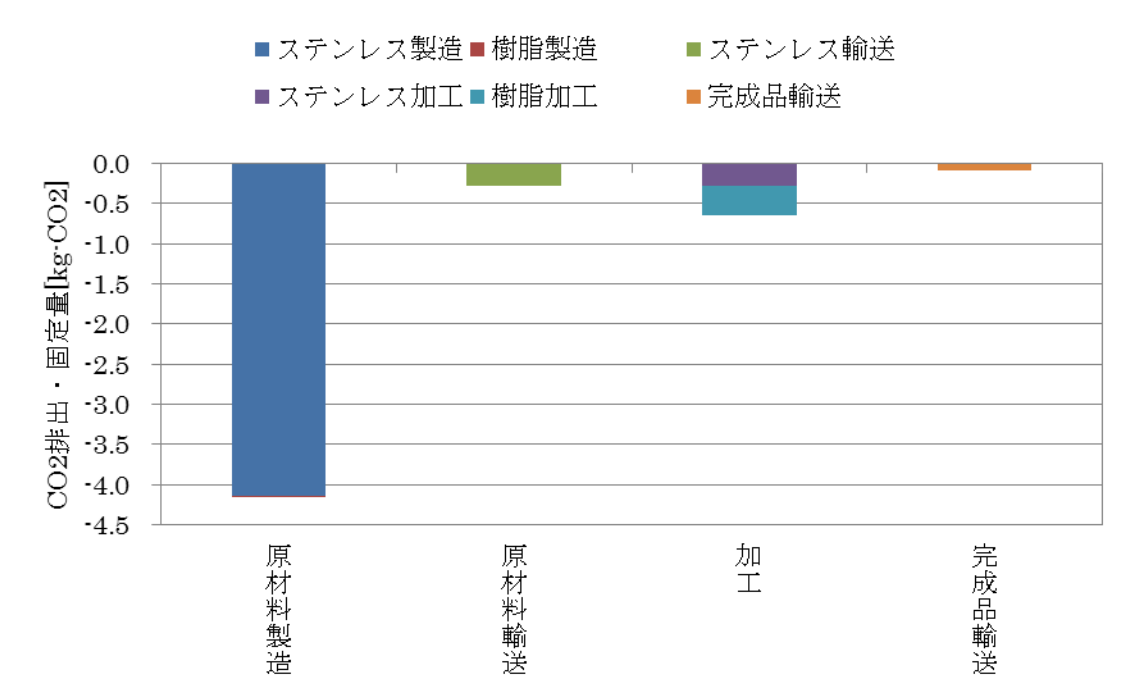


図6. 6. 4-5 開閉装置製造時のCO₂排出量

iv ヒノキ

ヒノキ製材工程のCO₂排出量および固定量は、以下の式より求めた。表6. 6. 5-1にヒノキ製材工程でのCO₂排出および固定量原単位を示す。ヒノキの材積量はサッシ組立工場での聞き取り調査から0. 168m³とした。

(a) 伐採～製材

$$\text{各工程のCO}_2\text{排出量} = \text{排出原単位}^{\text{注2}} \times \text{ヒノキ材積量}$$

$$[\text{kg-CO}_2] \quad [\text{kg-CO}_2/\text{m}^3] \quad [\text{m}^3]$$

$$\text{CO}_2\text{固定量} = \text{固定原単位}^{\text{注2}} \times \text{ヒノキ材積量}$$

$$[\text{kg-CO}_2] \quad [\text{kg-CO}_2/\text{m}^3] \quad [\text{m}^3]$$

表 6. 6. 5-1 ヒノキ製材工程でのCO₂排出・固定量原単位

CO ₂ 固定量[kg-CO ₂]	ヒノキの炭素固定量	697
CO ₂ 排出量[kg-CO ₂]	燃料による二酸化炭素排出量	
	伐採	-14
	輸送	-3
	保管	-1
	輸送	-5
	製材	-56
	端材による二酸化炭素放出量	
	伐採	-97
	製材	0
	排出量合計	-177



写真 6. 6. 5-1 林地作業時



写真 6. 6. 5-2 林地作業時



写真 6. 6. 5-3 原木市場



写真 6. 6. 5-4 製材作業時

(b) ヒノキ輸送

ヒノキ輸送時のCO₂排出量は改良トンキロ法^{注4}に基づいて以下の式より求めた。
表6. 6. 5-2にヒノキ輸送方法、図6. 6. 5-1にヒノキ輸送時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 & \text{ヒノキ輸送時のCO}_2\text{排出量} \times \text{輸送重量} \times \text{輸送距離} \times \text{燃料使用原単位} \\
 & [\text{kg-CO}_2] \quad \quad \quad [\text{t}] \quad \quad [\text{km}] \quad \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 & \quad \quad \quad \times 1/1000 \times \text{単位発熱量}^{\text{注4}} \times \text{排出係数}^{\text{注5}} \\
 & \quad \quad \quad [\text{kL/L}] \quad \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 & \quad \quad \quad \times 44/12 \quad \times 1000 \\
 & \quad \quad \quad [\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

表6. 6. 5-2 ヒノキ輸送方法

工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別燃料消費原単位 [L/t・km] ^{※6}
ヒノキ製材工場 →サッシ組立工場	長野県木曾町 →長野県千曲市	121	2tトラック	0.03	5.73×10 ⁻²

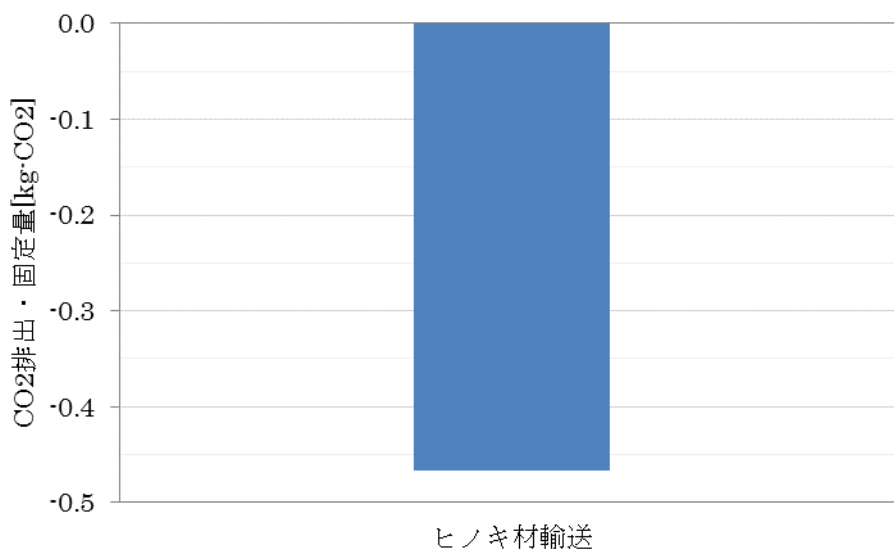


図6. 6. 5-1 ヒノキ輸送時のCO₂排出量

(c) まとめ

伐採から製材までの行程では伐採が63%、製材が32%を占めた。またヒノキのCO₂固定量はCO₂排出量の3.9倍だった。図6.6.1-19にヒノキ製材時のCO₂排出および固定量を示す。

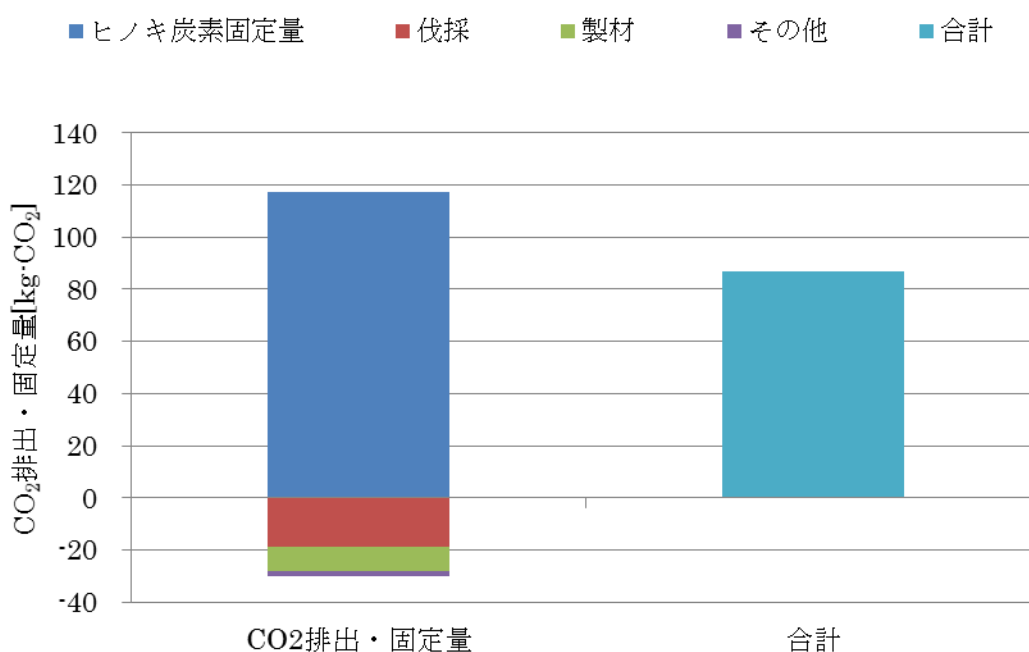


図6.6.5-2 ヒノキ製材時のCO₂排出・固定量

v その他の部品（断熱材、木ダボ、接着材）

(a) 原材料製造

原材料製造時のCO₂排出原単位は産業連関表による環境負荷単位データブック(3EID)2005年度版を参照し、以下の式より求めた。表6.6.6-1に製造工程でのCO₂排出原単位、図6.6.6-1に製造時のCO₂排出量を示す。

$$\text{原材料製造時CO}_2\text{排出量} [\text{kg-CO}_2] = \text{原材料製造時のCO}_2\text{排出原単位}^{\text{注1}} [\text{kg-CO}_2/\text{kg}] \times \text{部品重量} [\text{kg}]$$

表6.6.6-1 原材料製造工程でのCO₂排出原単位

	排出原単位[kg-CO ₂ /kg]	重量[kg]
断熱材	2.04	1.06
木ダボ	0.30	0.88
接着剤	0.60	1.50E-02

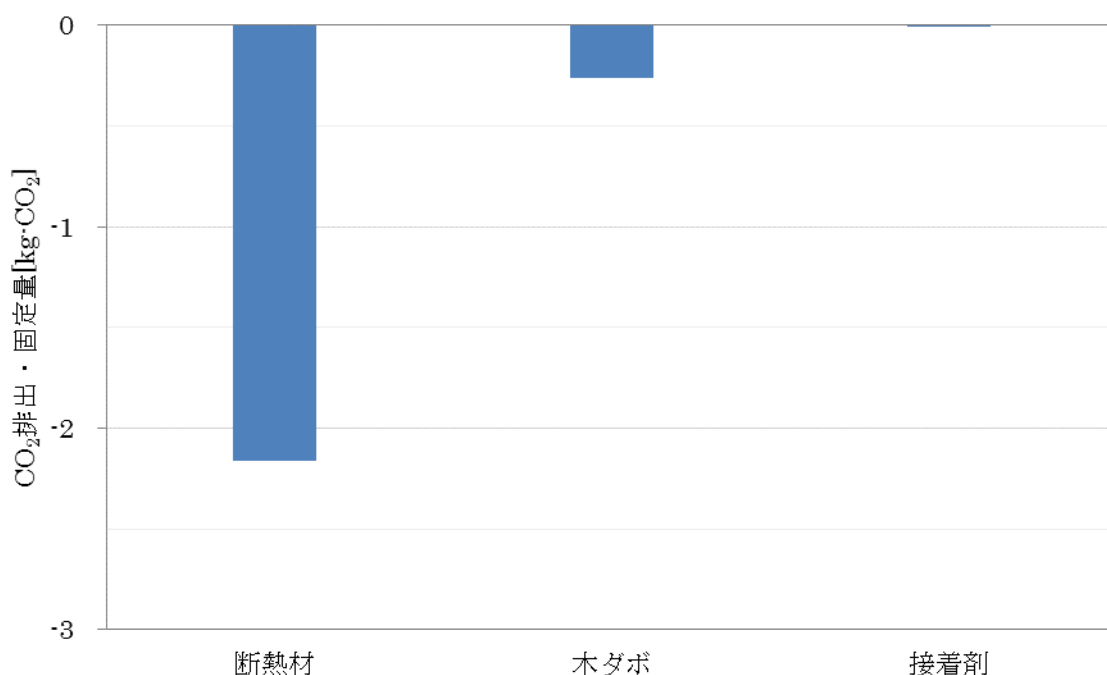


図6. 6. 6-1 その他の部品製造時のCO₂排出量

(b) その他の部品輸送

その他の部品輸送時のCO₂排出量は改良トンキロ法^{注4}に基づいて以下の式より求めた。なお、接着剤は輸入品だが海外から輸送時のCO₂排出量は含まれていない。表6. 6. 6-2にその他の部品の輸送方法、図6. 6. 6-2にその他の部品輸送時のCO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 & \text{その他の部品輸送時のCO}_2\text{排出量} \times \text{輸送重量} \times \text{輸送距離} \times \text{燃料使用原単位} \\
 & [\text{kg-CO}_2] \quad \quad \quad [\text{t}] \quad \quad [\text{km}] \quad \quad [\text{L/t} \cdot \text{km}] \\
 & \quad \quad \quad \times 1/1000 \times \text{単位発熱量}^{\text{注4}} \times \text{排出係数}^{\text{注5}} \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad [\text{kL/L}] \quad \quad [\text{GJ} \cdot \text{kL}] \quad \quad [\text{t-C/GJ}] \\
 & \quad \quad \quad \times \quad 44/12 \quad \quad \times \quad 1000 \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad [\text{t-CO}_2/\text{t-C}] \quad \quad [\text{kg/t}]
 \end{aligned}$$

表 6. 6. 6-2 その他の部品の輸送方法

	工程	輸送経路	輸送距離 [km]	輸送方法	輸送重量 [t]	積載率別燃料消費原単位 [L/t・km] ^{※6}
断熱材	断熱材製造工場 →サッシ組立工場	茨城県猿島郡 →長野県千曲市	235	3t トラック	1.06E-03	5.22E-05
木ダボ	木ダボ製造工場 →サッシ組立工場	岩手県北上市 →長野県千曲市	589	3t トラック	8.80E-04	1.09E-04
接着剤	接着剤製造工場 →サッシ組立工場	埼玉県川越市 →長野県千曲市	179	3t トラック	1.50E-05	5.63E-07

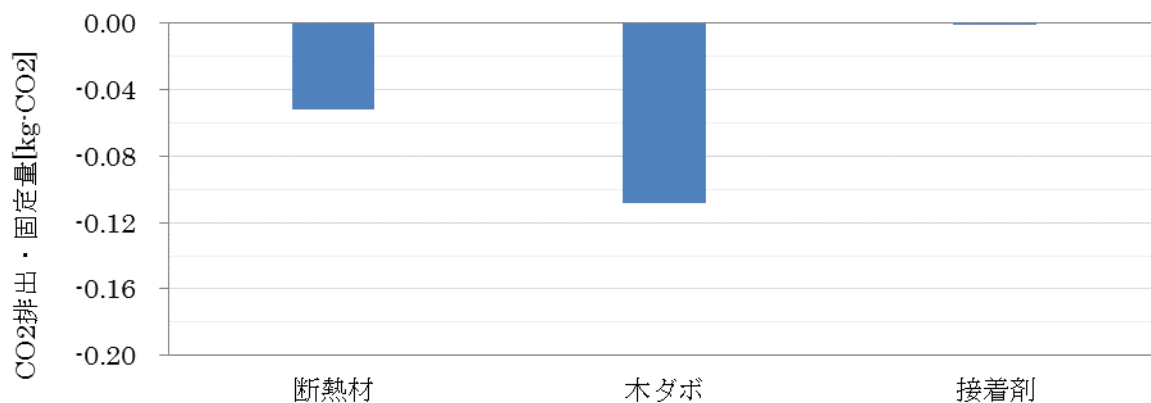


図 6. 6. 6-2 その他の部品輸送時のCO₂排出量

(c) まとめ

製造時では断熱材が全体の94%を占めた。製造時では断熱材が88%、輸送時は木ダボが67%を占めた。図 6. 6. 6-3 にその他の部材製造時のCO₂排出量を示す。

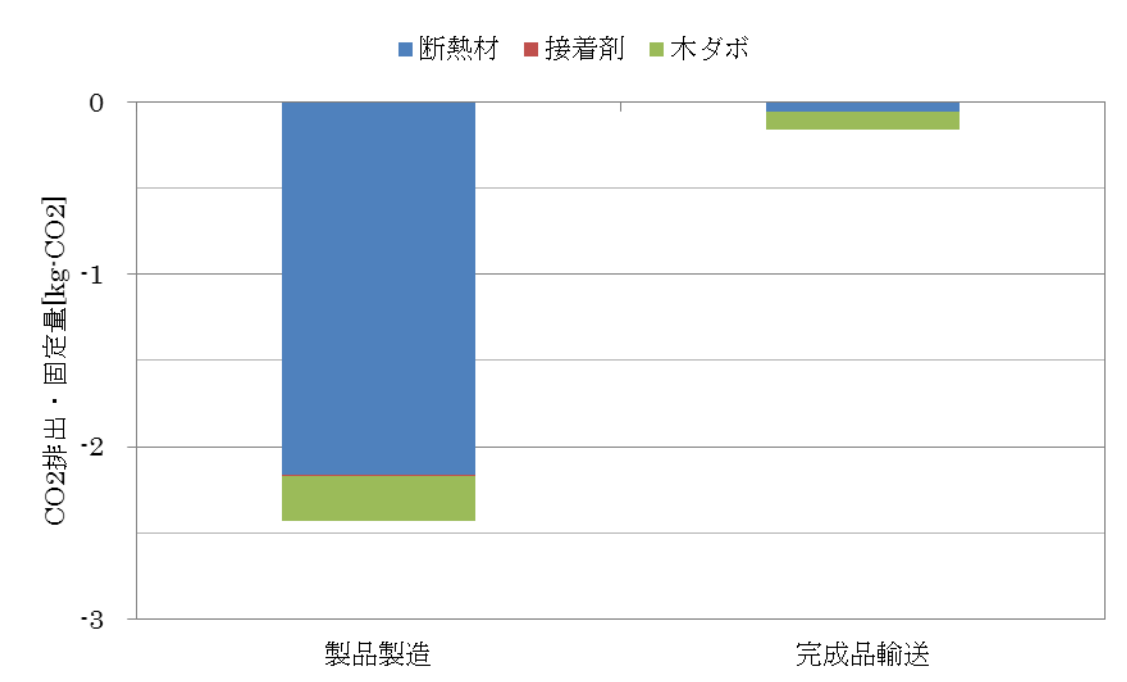


図6. 6. 6-3 その他の部材製造時のCO₂排出量

vi サッシ組立

サッシ組立時の工程について聞き取り調査を行った結果CO₂を排出する工程は木材の加工時のみだった。組立時のCO₂排出量は以下の式より求めた。図6. 6. 7-1にサッシ組立におけるCO₂排出量を示す。

$$\begin{array}{l}
 \text{サッシ組立時のCO}_2\text{排出量} \\
 [\text{kg-CO}_2]
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 \text{電力消費による排出原単位}^{\text{注3}} \\
 [\text{kg-CO}_2/\text{kwh}]
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{l}
 \text{消費電力} \\
 [\text{kwh}]
 \end{array}$$

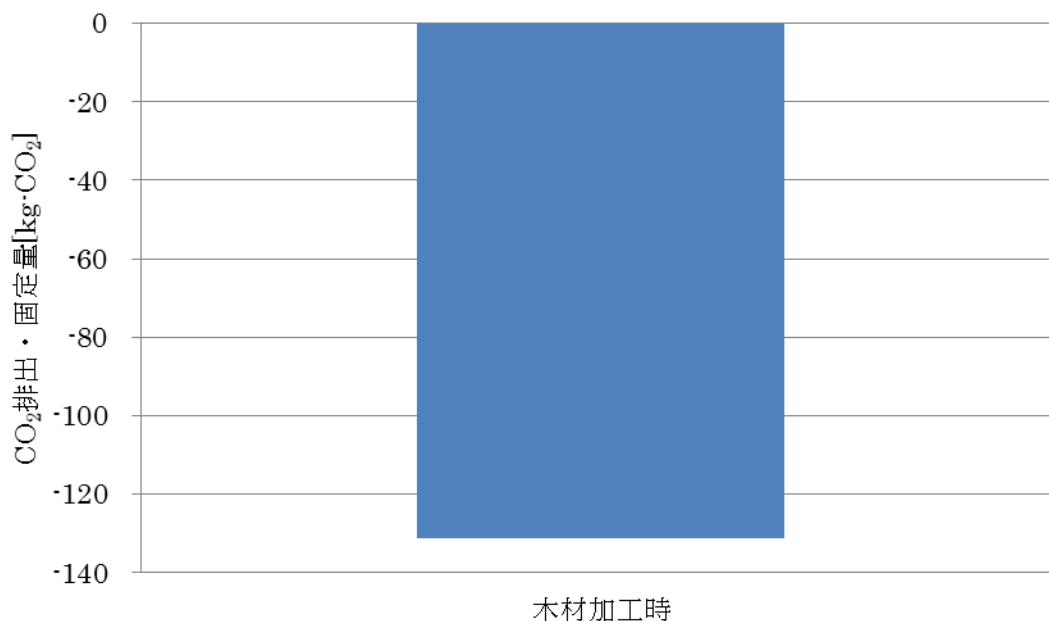


図6. 6. 7-1 サッシ組立におけるCO₂排出量



写真6. 6. 7-1 木材加工機



写真6. 6. 7-2 サッシ組立て

VII サッシ1体製造時のCO₂排出量

サッシ1体製造時のCO₂排出量は258.3kg-CO₂だった。排出・固定量のうち複層ガラス製造の排出量が51%、サッシ組立時の排出量が38%、ヒノキの固定量が25%だった。なおLow-EガラスはFLガラスとして扱った。またLow-Eガラス、接着剤、開閉装置のステンレス部品は輸入品だが国内に輸送する際の排出量は含めていない。図6. 6. 8-1にサッシ1体製造時のCO₂排出量を示す。

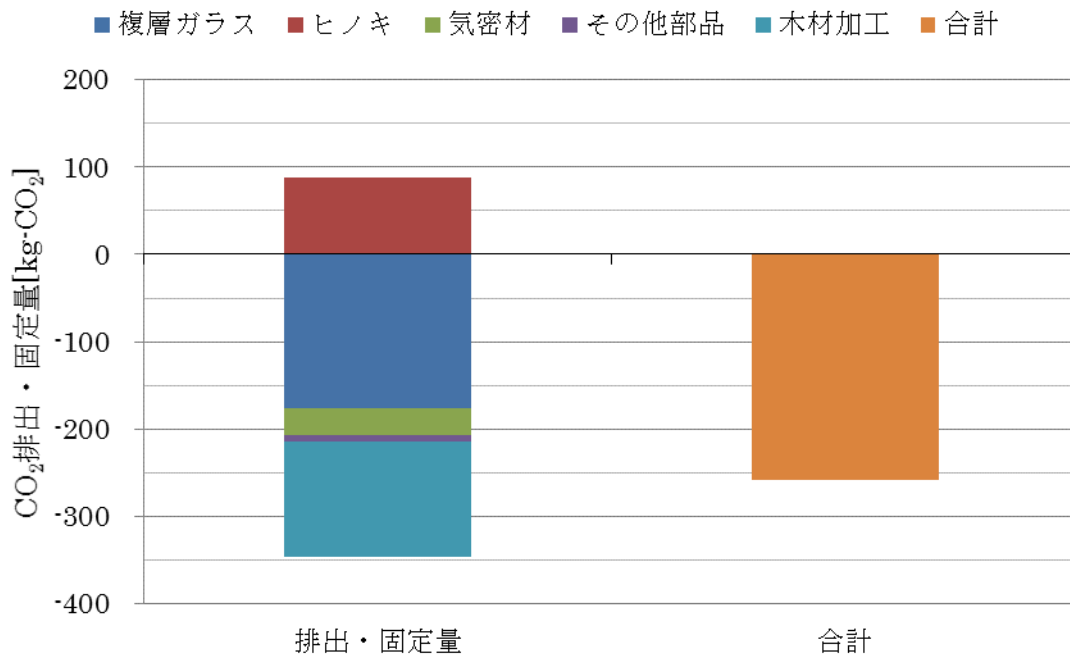


図6. 6. 8-1 サッシ1体製造時のCO₂排出量

viii 運用時のCO₂排出量

実証試験に用いた試験棟3棟を対象に改修前とサッシのみ改修した場合の年間冷暖房負荷をシミュレーション計算し、運用時のCO₂排出量を計算した。表6. 6. 9-1に試験棟概要、表6. 6. 9-2に計算条件を示す。

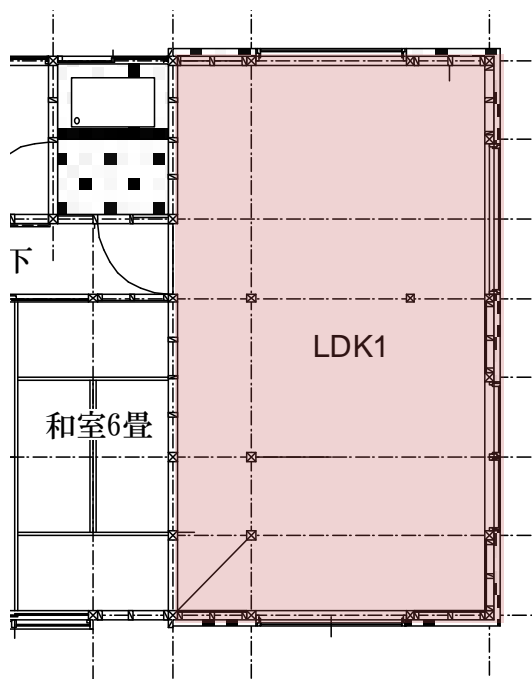


図6. 6. 9-1 第1宿舎暖房室平面図

表 6. 6. 9-1 試験棟概要

		第 1 宿舎	第 2 宿舎	第 3 宿舎
床面積[m ²]		22.2	18.1	22.1
外皮面積[m ²]		100.1	88.6	102.2
開口部面積[m ²]		7.13	5.05	5.05
開口部比率[%]		6.74	5.08	4.40
開口部熱貫流率 [W/m ² ・K]	改修前	0.58 (アルミサッシ、単板ガラス 6mm)		
	改修後	0.50 (超断熱木製サッシ)		
外皮平均熱貫流率 [W/m ² ・K]	改修前	1.59	1.57	1.47
	改修後	0.38	0.39	0.39

表 6. 6. 9-2 計算条件

使用ソフト	SMASH for Windows
計算項目	年間冷暖房負荷
設定温度	夏季 25℃ 冬季 20℃
冷暖房スケジュール	6～10時、12～14時、16～20時
換気回数	0.5回/h

運用時のCO₂排出量は以下の式より求めた。運用時のCO₂排出削減量は第1宿舎が619kg-CO₂/年、第2宿舎が419kg-CO₂/年、第3宿舎が282kg-CO₂/年で、改修前に比べ約6～14%削減した。図6.6.9-2に運用時における改修前後の年間CO₂排出量を示す。

$$\begin{aligned}
 \text{運用時のCO}_2\text{排出量} &= \text{電力消費による排出原単位}^{\text{注3}} \\
 &\quad \times \text{年間冷暖房負荷による消費電力} \\
 [\text{kg-CO}_2] &\quad [\text{kg-CO}_2/\text{kwh}] \quad [\text{kwh}]
 \end{aligned}$$

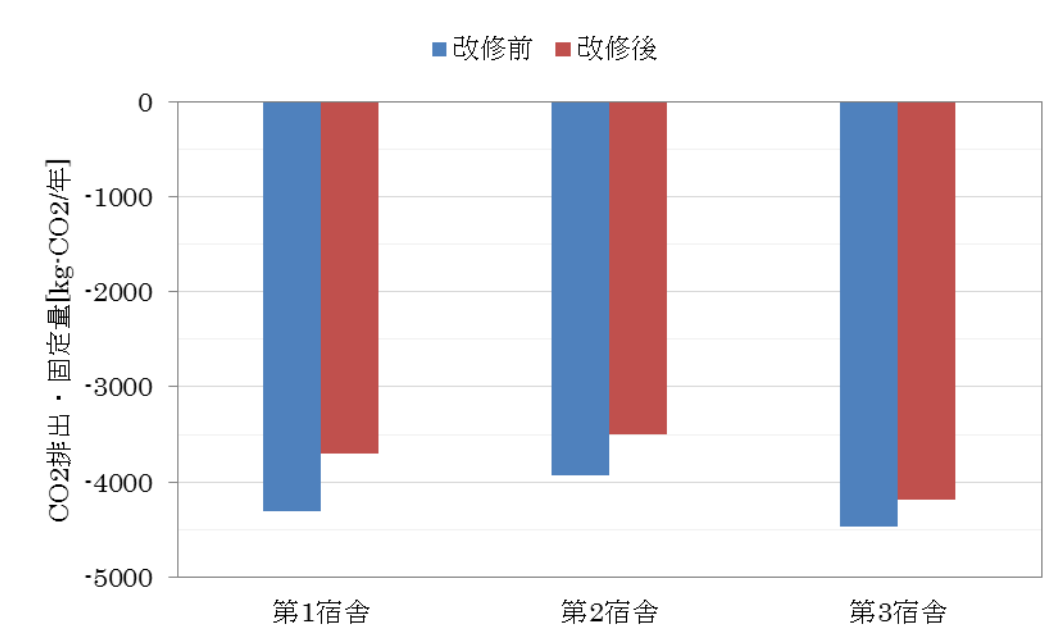


図 6. 6. 9-2 運用時における改修前後の年間CO₂排出量

試験棟の開口部のみ改修する際に必要なサッシ製造時のCO₂排出量は、1.5m×0.75mのサッシ製造時のCO₂排出量を1とし、それぞれの開口部の面積別に求めた。開口部面積別のサッシ製造時のCO₂排出量を表6.6.9-3に、3棟の開口部改修時のCO₂排出量を図6.6.9-3に示す。

表 6. 6. 9-3 試験棟の開口部面積別サッシ製造時のCO₂排出量

	方位	窓面積 [m ²]	面積比	CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂]
第1宿舎	北	1.30	1.16	268.30
	東	1.06	0.94	202.44
		1.03	0.92	193.82
	南	1.03	0.92	193.82
		1.35	1.20	280.33
	1.35	1.20	280.33	
第2宿舎	北	1.28	1.13	260.60
	南	1.36	1.21	284.77
		1.36	1.21	284.77
	西	1.04	0.93	197.15
第3宿舎	北	1.28	1.13	260.60
	南	1.36	1.21	284.77
		1.36	1.21	284.77
	西	1.04	0.93	197.15

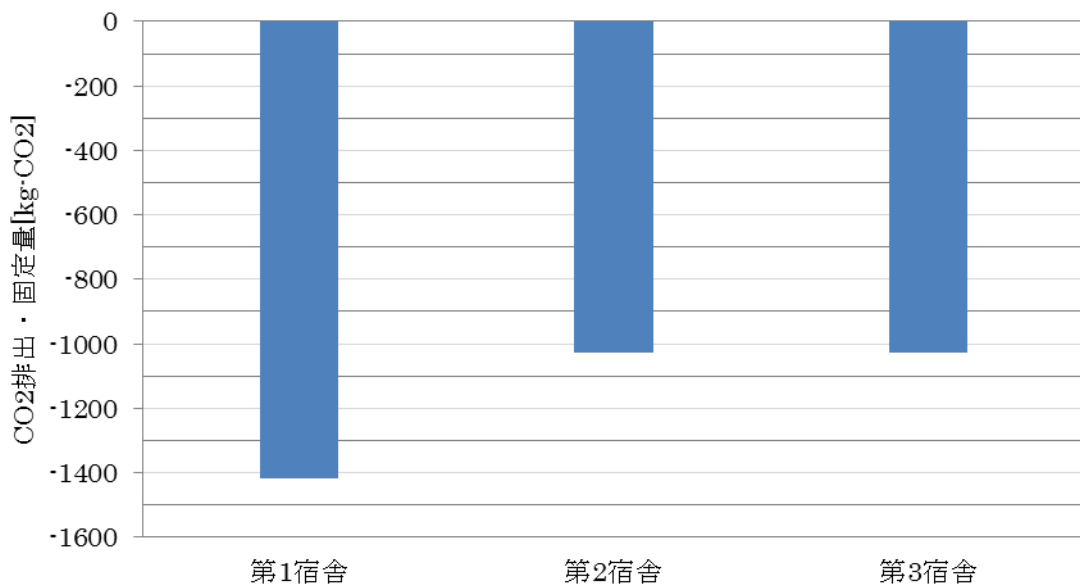


図6. 6. 9-3 試験棟別サッシ製造時のCO₂排出量

改修前とサッシのみ改修後の年間冷暖房負荷をシミュレーション計算し、運用時のCO₂排出削減量を求めた。計算時は5月15日～10月2日を冷房期、10月3日～5月14日までを暖房期とした。設定温度は冷房期25℃、暖房期20℃、運転スケジュールは6～10時、12～14時、16～20時とした。

サッシ製造時のCO₂排出量から運用時のCO₂排出削減量を差し引いた値を運用時の累積CO₂排出削減量とする。試験棟別に運用時の累積CO₂排出削減量がサッシ製造時のCO₂排出量を上回るまでの運用年数を以下の式より求めた。図6. 6. 9-4に示すように第1宿舎、第2宿舎は4年目、第3宿舎は6年目に運用時の累積CO₂排出削減量がサッシ製造時のCO₂排出量を上回る。

$$\begin{aligned}
 \text{運用時の累積CO}_2\text{排出削減量} &= \text{サッシ製造時のCO}_2\text{排出量} \\
 [\text{kg-CO}_2] & \quad [\text{kg-CO}_2] \\
 & - \text{運用時の年間CO}_2\text{排出削減量} \times \text{運用年数} \\
 & \quad [\text{kg-CO}_2/\text{年}] \quad [\text{年}]
 \end{aligned}$$

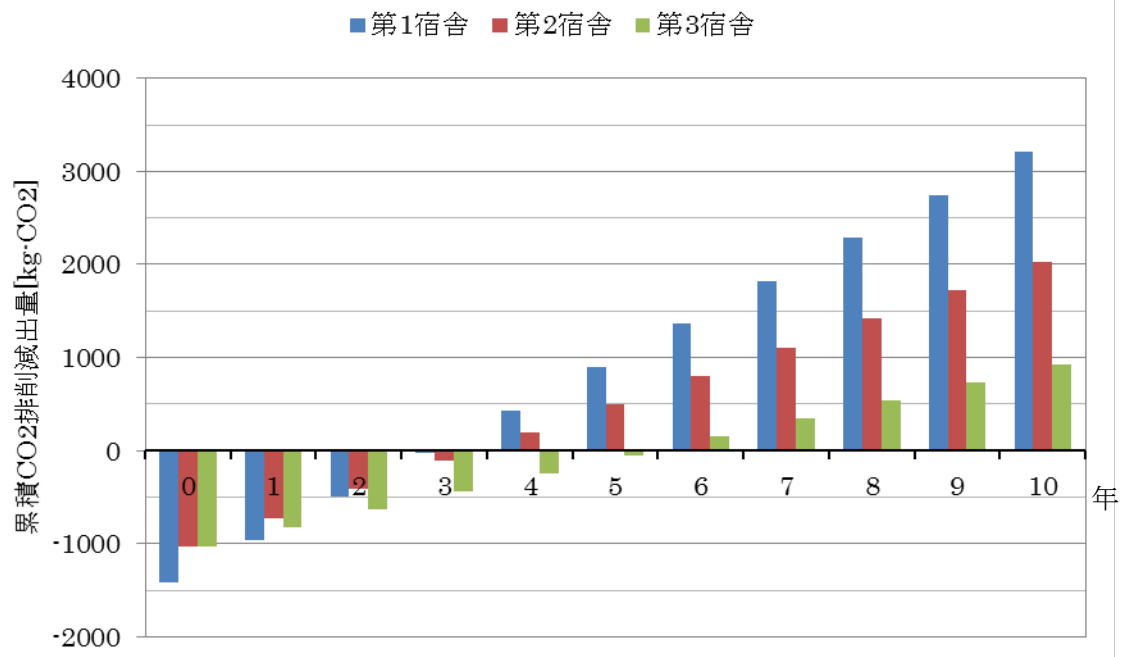


図 6. 6. 9-4 累積CO₂排出削減量

(c) まとめ

- ・サッシ1体あたりのCO₂排出量は258kg-CO₂だった。排出・固定量のうち複層ガラス製造の排出量が51%、サッシ組立時の排出量が38%を占めているため、これらの工程での排出量削減が課題である。
- ・実証試験に用いた試験等を対象に年間冷暖房シミュレーション計算した。その結果開口部のみ改修した場合、年間のCO₂排出量を改修前から70%削減した。
- ・CO₂累積排出削減量がサッシ製造時のCO₂排出量を上回るのに6年かかる。

注1：環境負荷単位データブック(3EID)2005年度版

注2：井戸 結貴、浅野 良晴、高村 秀紀、山形 龍一(2011).

長野県産木材のライフサイクルアセスメント調査：その3 ヒノキの場合

日本建築学会学術講演梗概集. P1059-1060

注3：5.13×10⁻⁴ [kg-CO₂/kwh] (中部電力、平成25年度)

注4：38.2 [GJ・kL] (物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン、経済産業省・国土交通省)

注5： 1.87×10^{-2} [t-C/GJ] (物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン、経済産業省・国土交通省)

注6：物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン、経済産業省・国土交通省

注7： 4.75×10^{-4} [kg-CO₂/kwh] (関西電力、平成26年度)

注8：2.58 [t-CO₂/kL] (環境省、平成26年6月時点)

注9： 4.94×10^{-4} [kg-CO₂/kwh] (北陸電力、平成25年度)

(7) 超断熱サッシ技術開発検討委員会及び超断熱サッシ普及検討委員会の開催

本年度は、本事業における技術開発・実証研究の周知、また普及に資することを目的とした超断熱サッシ普及検討委員会を設置し、シンポジウム及び実証試験体公開の開催、超断熱サッシの需要側に対するアンケート等を開催した。

① 超断熱サッシ技術開発検討委員会 (資料4)

超断熱サッシ技術開発検討委員会を設置し、超断熱サッシの供給に関連する産業関係企業(11企業)、木材団体(1団体)、性能評価機関(1組織)、工務店組織団体(1団体)、研究機関(1組織)を超断熱サッシ技術開発検討委員会委員とし、長野県関係部局(5部局)と公益財団法人長野県テクノ財団を超断熱サッシ技術開発検討委員会オブザーバーとし、超断熱サッシの開発における技術的な助言、部材・コスト資料等提出協力を受けた。



表6.7.1-1

第1回超断熱サッシ技術開発検討委員会

2014年5月20日

長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門
会議室



表6.7.1-2

第1回超断熱サッシ技術開発検討委員会

2014年5月20日

長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門
実証試験体確認



表 6. 7. 1 - 3

第 2 回超断熱サッシ技術開発検討委員会
2014年9月24日
信州大学工学部 管理棟 第1会議室



表 6. 7. 1 - 4

第 2 回超断熱サッシ技術開発検討委員会
2014年9月24日
信州大学工学部 管理棟 第1会議室



表 6. 7. 1 - 5

第 3 回超断熱サッシ技術開発検討委員会
2015年1月13日
信州大学工学部 地域共同研究センター
研修室



表 6. 7. 1 - 6

第 3 回超断熱サッシ技術開発検討委員会
2015年1月13日
信州大学工学部 地域共同研究センター
研修室

② 超断熱サッシ普及検討委員会（資料4）

超断熱サッシ普及検討委員会を設置し、超断熱サッシ開発に関連する産業関係企業（6企業）、木材団体（1団体）、木製サッシ団体（1団体）、性能評価機関（1組織）、研究機関（2組織）、地方行政（1組織）、大学関係者（2名）、組合組織（1組織）、報道企業（1社）、建材流通企業（1企業）を超断熱サッシ普及検討委員会委員とし、東京都を超断熱サッシ技術開発検討委員会オブザーバーとし、超断熱サッシの普及における検討、助言等の協力を受けた。

超断熱サッシ普及検討委員会による実証試験体の公開、超断熱サッシシンポジウムの開催、インターネットによるアンケート調査を実施した。



表 6.7.1-7

超断熱サッシ普及検討委員実証試験体確認

2014年7月15日

長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部



表 6.7.1-8

超断熱サッシ普及検討委員長実証試験体確認

2014年7月22日

長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部



表 6.7.1-9

第1回超断熱サッシ普及検討委員会

2014年7月31日

東京フォーラム 会議室G504



表 6.7.1-10

第1回超断熱サッシ普及検討委員会

2014年7月31日

東京フォーラム 会議室G504



表 6.7.1-11

第1回超断熱サッシ普及検討委員会

2014年10月23日

建築会館 301会議室



表 6.7.1-12

第1回超断熱サッシ普及検討委員会

2014年10月23日

建築会館 301会議室



表 6.7.1-13

第1回超断熱サッシ普及検討委員会

2015年1月21日

建築会館 301会議室



表 6.7.1-14

第1回超断熱サッシ普及検討委員会

2015年1月21日

建築会館 301会議室

i 試験体の公開

実証試験体の公開を、2014年11月21日、12月3日に実施した。

建材メーカー、建材流通会社、大学機関の参加があった。



写真 6.7.2.1-1

2014年11月21日

公開状況



写真 6.7.2.1-2

2014年12月3日

公開状況

ii 超断熱サッシシンポジウムの開催

超断熱サッシに関連する産業関係企業を対象とした「超断熱サッシシンポジウム」を長野と東京で開催した。全体で169名の参加があった。

シンポジウム会場にて超断熱サッシ普及についてのアンケート調査を実施した。

(a) シンポジウムの開催

2014年10月22日(水)に長野市内、10月23日(木)に東京都内で、ドイツのift Rosenheim 研究者、Leitz 技術者を召喚して、本事業の技術開発及び実証研究内容を発表した。



写真6.7.2.2-1

超断熱サッシシンポジウム(長野)開催状況
日時:2014年10月22日
場所:信州大学工学部総合研究棟 大会議室
参加者:65名



写真6.7.2.2-2

超断熱サッシシンポジウム(東京)開催状況
日時:2014年10月23日
場所:建築会館ホール 参加者:104名

(b) アンケートの実施(資料2参照)

長野及び東京のシンポジウム参加者数 169名のうち、96名の回答(回答率57%)を得た。

シンポジウム参加者の50%はサッシ産業関係者で、シンポジウムの参加理由は、「超断熱サッシの開発事業内容」「今後の業の参考とするため」が66%を占め、関心の高さを示している。

シンポジウムに参加して窓についての考え方は、約80%が「窓の断熱性能向上」、「窓の高断熱技術普及」、「窓の高断熱化が建築物の省エネルギーに必要」と答えている。

超断熱サッシを普及促進に必要なことは、「情報提供と普及活動」、「コスト低減」、「国の支援」、「住宅供給側への啓発活動」がそれぞれ20%以上となっている。

国の支援として最も必要なものは、「技術基準の基準化」、「既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援」、「環境に配慮した製品に対する優遇支援」、「性能のラベリング化等性能の“見える化”の支援」、「免税優遇措置」の順であった。

シンポジウムの啓発活動としての評価は、72%が良いと評価した。

ア 回答者の構成

回答者の業務区分について（複数回答）表6.7.2.2-1、職種にについて表6.7.2.2-2に示す。

表6.7.2.2-1 業務区分

サッシ製造業(金属)	33人	サッシ製造業(金属)	28%
サッシ製造業(樹脂)	12人	サッシ製造業(樹脂)	10%
サッシ製造業(木)	14人	サッシ製造業(木)	12%
建具業	4人	建具業	3%
建設会社	18人	建設会社	15%
設計事務所	8人	設計事務所	7%
大学研究機関	2人	大学研究機関	2%
行政	4人	行政	3%
その他	23人	その他	19%
回答数	118人	回答数	100%

表6.7.2.2-2 職種

営業	27	営業	24%
開発	24	開発	21%
製造	4	製造	4%
技術	22	技術	20%
経営	15	経営	13%
その他	20	その他	18%
回答数	112	回答数	100%

イ アンケート結果

アンケート内容のうち、「シンポジウム参加の動機」、「発表内容を聞いて、窓についての考え方」、「今後、超断熱サッシを普及促進させるために必要と思うこと」、「超断熱サッシシンポジウムの「情報と普及活動」としての評価」、「「国の支援」で最も必要なものは」についてのアンケート結果を、表6.7.2.2-3、4、5、6、7に示す。

表 6.7.2.2-3 「シンポジウム参加の動機」

超断熱サッシ開発事業の内容を知りたいため	69
Leitz GmbH&Co.KG (ドイツ)の発表内容について知りたいため	32
ift Rosenheim GmbH (ドイツ)の発表内容について知りたいため	35
今後の業務の参考として超断熱サッシを見たかったため	58
その他	0
回答数	194

超断熱サッシ開発事業の内容を知りたいため	36%
Leitz GmbH&Co.KG (ドイツ)の発表内容について知りたいため	16%
ift Rosenheim GmbH (ドイツ)の発表内容について知りたいため	18%
今後の業務の参考として超断熱サッシを見たかったため	30%
その他	0%
回答数	100%

表 6.7.2.2-4 「発表内容を聞いて、窓についての考え方」

窓の断熱性能を向上すべきである	48
窓の高断熱化は建築物の省エネルギーに重要である	48
窓の高断熱化技術開発と技術普及が日本でも重要である	56
窓のライフサイクルコストも重要である	29
変わらない	14
回答数	195

窓の断熱性能を向上すべきである	25%
窓の高断熱化は建築物の省エネルギーに重要である	25%
窓の高断熱化技術開発と技術普及が日本でも重要である	29%
窓のライフサイクルコストも重要である	15%
変わらない	7%
回答数	100%

表 6.7.2.2-5 「今後、超断熱サッシを普及促進させるために必要と思うことは」

情報提供と普及活動	44	情報提供と普及活動	24%
CO2削減効果	10	CO2削減効果	5%
住宅供給側への啓発活動	38	住宅供給側への啓発活動	21%
国の支援	41	国の支援	23%
コスト低減	44	コスト低減	24%
その他	5	その他	3%
回答数	182	回答数	100%

表 6.7.2.2-6

「超断熱サッシシンポジウムの『情報と普及活動』としての評価」

とてもよい	28	とてもよい	29%
よい	42	よい	43%
ふつう	16	ふつう	16%
ややわるい	2	ややわるい	2%
わるい	1	わるい	1%
改善が必要	9	改善が必要	9%
回答数	98	回答数	100%

表 6.7.2.2-7 「『国の支援』で最も必要なものは」

既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援	25
技術基準の基準化	27
イニシャルコストとランニングコストの差を短縮する差額支援	21
免税優遇措置	17
環境に配慮した製品に対する優遇支援(例:エコポイント)	21
生産拠点の拡大支援	6
性能のラベリング化等性能の“見える化”の支援	18
その他	5
回答数	140

既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援	18%
技術基準の基準化	19%
イニシャルコストとランニングコストの差を短縮する差額支援	15%
免税優遇措置	12%
環境に配慮した製品に対する優遇支援(例:エコポイント)	15%
生産拠点の拡大支援	4%
性能のラベリング化等性能の“見える化”の支援	13%
その他	4%
回答数	100%

iii アンケート調査の実施（資料3参照）

一般者、建築関係者、環境意識の高い者を対象とした、インターネットによるアンケート調査を実施した。全国から2,244名の回答を得た。

アンケートは平成26年12月1日から平成27年1月9日まで、一般者1,589名、建築関係者555名、環境意識の高い者100名に分けて実施した。

(a) アンケート方法

アンケートは、超断熱サッシ普及検討委員会の委員が所属する企業・団体の会員を対象とし、アンケートの実施案内、アンケートの回答をインターネットを利用した。アンケート内容については、超断熱サッシ普及検討委員会にて協議した。

(b) アンケート集計方法

集計した一般者アンケートは、「年代別」、「世帯年収別」、「居住形態別」、建築関係者アンケートは、「年代別」、「世帯年収別」、「居住形態別」、「業種別」、「地域別」、「居住年数別」、環境意識の高い者アンケートは、「年代別」、「世帯年収別」、「居住形態別」、「業種別」、「地域別」、「居住年数別」による集計を行った。

(c) 回答者の構成

「アンケート対象区分」、「回答者の性別」、「年齢」、「住居地域」、「世帯年収」、「居住形態」、「居住年数」、「職業」、「環境への取り組み」を表6.7.2.3-1、2、3、4、5、6、7、8、9に示す。

ア 設問：「アンケート対象区分」

表 6. 7. 2. 3 - 1 アンケート対象区分

	アンケート実施日	回答数	構成比
一般者	2014.12.1～12.12	1,589 人	70.8%
建築関係者	2014.12.26～2015.1.9	555 人	24.7%
環境意識の高い者	2014.12.26～2015.1.9	100 人	4.5%
合計		2,244 人	100.0%

イ 設問：「回答者の性別」

表 6. 7. 2. 3 - 2 性別

	一般者	建築関係者	環境意識の高い者	合計	構成比
男性	107 人	515 人	43 人	665 人	29.6%
女性	1,482 人	40 人	57 人	1,579 人	70.4%
合計	1,589 人	555 人	100 人	2,244 人	100%

ウ 設問：「回答者の年齢」

表 6. 7. 2. 3 - 3 年齢

年齢	一般者	建築関係者	環境意識の高い者	合計		構成比
30代以下	465 人	109 人	23 人	597 人		26.6%
40代	484 人	208 人	35 人	727 人		32.4%
50代	341 人	149 人	31 人	521 人		23.2%
60代	213 人	80 人	9 人	302 人		13.5%
70代以上	86 人	9 人	2 人	97 人		4.3%
合計	1,589 人	555 人	100 人	2,244 人		100%

エ 設問：「回答者の居住地」

表 6.7.2.3-4 居住地

都道府県	一般者	建築関係者	環境意識の高い者	合計	構成比
北海道		22 人	2 人	24 人	1.1%
青森県		4 人	1 人	5 人	0.2%
岩手県		14 人	0 人	14 人	0.6%
宮城県		10 人	0 人	10 人	0.4%
秋田県		3 人	0 人	3 人	0.1%
山形県		8 人	1 人	9 人	0.4%
福島県		11 人	3 人	14 人	0.6%
茨城県		9 人	1 人	10 人	0.4%
栃木県		13 人	2 人	15 人	0.7%
群馬県		11 人	2 人	13 人	0.6%
埼玉県		37 人	5 人	42 人	1.9%
千葉県		27 人	4 人	31 人	1.4%
東京都	1,589	63 人	20 人	1,672 人	74.5%
神奈川県		29 人	6 人	35 人	1.6%
新潟県		17 人	0 人	17 人	0.8%
富山県		13 人	0 人	13 人	0.6%
石川県		7 人	1 人	8 人	0.4%
福井県		2 人	1 人	3 人	0.1%
山梨県		5 人	4 人	9 人	0.4%
長野県		31 人	3 人	34 人	1.5%
岐阜県		21 人	4 人	25 人	1.1%
静岡県		21 人	3 人	24 人	1.1%
愛知県		25 人	4 人	29 人	1.3%
三重県		7 人	1 人	8 人	0.4%
滋賀県		4 人	1 人	5 人	0.2%
京都府		8 人	1 人	9 人	0.4%
大阪府		26 人	6 人	32 人	1.4%
兵庫県		15 人	3 人	18 人	0.8%
奈良県		3 人	1 人	4 人	0.2%
和歌山県		1 人	1 人	2 人	0.1%
鳥取県		2 人	0 人	2 人	0.1%
島根県		6 人	1 人	7 人	0.3%
岡山県		8 人	2 人	10 人	0.4%
広島県		7 人	0 人	7 人	0.3%
山口県		7 人	0 人	7 人	0.3%
徳島県		2 人	0 人	2 人	0.1%
香川県		0 人	1 人	1 人	0.0%
愛媛県		5 人	0 人	5 人	0.2%
高知県		0 人	0 人	0 人	0.0%
福岡県		18 人	4 人	22 人	1.0%
佐賀県		3 人	0 人	3 人	0.1%
長崎県		3 人	2 人	5 人	0.2%
熊本県		10 人	0 人	10 人	0.4%
大分県		7 人	0 人	7 人	0.3%
宮崎県		5 人	0 人	5 人	0.2%
鹿児島県		5 人	0 人	5 人	0.2%
沖縄県		0 人	2 人	2 人	0.1%
その他		人	7 人	7 人	0.3%
合計	1,589	555 人	100 人	2,244 人	100%

オ 設問：「世帯年収」

表 6.7.2.3-5 世帯年収

年収	一般者	建築関係者	環境意識の高い者	合計	構成比
300万円未満	154 人	23 人	21 人	198 人	8.8%
300万～500万未満	275 人	98 人	16 人	389 人	17.3%
500万～700万未満	299 人	124 人	23 人	446 人	19.9%
700万～900万未満	196 人	113 人	16 人	325 人	14.5%
900万以上	293 人	119 人	11 人	423 人	18.9%
こたえたくない	359 人	35 人	11 人	405 人	18.0%
未回答	13 人	43 人	2 人	58 人	2.6%
合計	1,589 人	555 人	100 人	2,244 人	100%

カ 設問：「居住形態」

回答者の47.7%が一戸建て住宅に居住している。

表 6.7.2.3-6 居住形態

居住形態	一般者	建築関係者	環境意識の高い者	合計	構成比
一戸建て(所有)	609 人	346 人	51 人	1,006 人	44.8%
一戸建て(賃貸)	39 人	22 人	4 人	65 人	2.9%
分譲マンションなどの集合住宅	484 人	53 人	18 人	555 人	24.7%
賃貸マンション・アパートなどの集合住宅	391 人	83 人	22 人	496 人	22.1%
官舎・社宅	52 人	8 人	3 人	63 人	2.8%
その他(具体的に)	14 人	2 人	0 人	16 人	0.7%
未回答	0 人	41 人	2 人	43 人	1.9%
合計	1,589 人	555 人	100 人	2,244 人	100%

キ 設問：「居住年数」

表 6.7.2.3-7 居住年数

居住年数	一般者	建築関係者	環境意識の高い者	合計	構成比
1年未満	129 人	33 人	9 人	171 人	7.6%
1～5年未満	428 人	124 人	12 人	564 人	25.1%
5～10年未満	340 人	102 人	24 人	466 人	20.8%
10～20年未満	419 人	128 人	32 人	579 人	25.8%
20～30年未満	154 人	64 人	12 人	230 人	10.2%
30～50年未満	108 人	51 人	8 人	167 人	7.4%
50年以上	11 人	10 人	1 人	22 人	1.0%
未回答	0 人	43 人	2 人	45 人	2.0%
合計	1,589 人	555 人	100 人	2,244 人	100%

ク 設問：「職業」

表6.7.2.3-8 職業

業種	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
会社員(建築関係者)	20 人	1.3%	323 人	58.2%	3 人	3.0%	347 人	15.4%
会社員(建築関係者外)	290 人	18.3%	59 人	10.6%	38 人	38.0%	387 人	17.3%
公務員	49 人	3.1%	4 人	0.7%	13 人	13.0%	66 人	2.9%
自営業(建築関係者)	10 人	0.6%	116 人	20.9%	1 人	1.0%	127 人	5.7%
自営業(建築関係者外)	79 人	5.0%	3 人	0.5%	10 人	10.0%	92 人	4.1%
専業主婦・主夫	705 人	44.4%	0 人	0.0%	14 人	14.0%	719 人	32.1%
パート・アルバイト	305 人	19.2%	3 人	0.5%	12 人	12.0%	320 人	14.3%
年金生活	85 人	5.3%	4 人	0.7%	7 人	7.0%	96 人	4.3%
その他(具体的に)	46 人	2.9%	6 人	1.1%	2 人	2.0%	54 人	2.4%
未回答	0 人	0.0%	37 人	6.7%	0 人	0.0%	37 人	1.7%
合計	1,589 人	100.0%	555 人	100.0%	100 人	100.0%	2,246 人	100%

ケ 設問：「地球温暖化や自然保護など、環境問題にご関心を持ち、行動をしているか」

表6.7.2.3-9

	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
NPOへの参加や寄付など、具体的な行動をしている	162 人	10.2%	79 人	14.2%	72 人	72.0%	313 人	13.9%
NPOへの参加や寄付など、以前行動をしていた	86 人	5.4%	21 人	3.8%	1 人	1.0%	108 人	4.8%
関心はあるが、特に何もしない	1,226 人	77.2%	301 人	54.2%	17 人	17.0%	1,545 人	68.8%
関心はない	115 人	7.2%	18 人	3.2%	0 人	0.0%	133 人	5.9%
未回答	0 人	0.0%	136 人	24.5%	10 人	10.0%	146 人	6.5%
合計	1,589 人	####	555 人	100.0%	100 人	100.0%	2,246 人	100%

(d) アンケート内容（全体集計）

超断熱サッシの普及に必要なデータ収集を行った。

ア 設問：「住宅に不満な点」

回答率では、一般者と環境意識の高い者では「結露やカビなど」が高く
建築関係者は「冷暖房を消すとすぐに効果がなくなる」「冷暖房をつけても
すぐに効果が出ない」が高い。

表 6.7.2.3-10

	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
冷暖房をつけてもすぐに効果が出ない	155 人	5.2%	128 人	17.3%	9 人	5.4%	292 人	7.6%
冷暖房を消すとすぐに効果がなくなる	209 人	7.1%	155 人	20.9%	23 人	13.9%	387 人	10.0%
光熱費がかかる	444 人	15.0%	107 人	14.5%	14 人	8.4%	565 人	14.6%
部屋が狭い	347 人	11.7%	15 人	2.0%	16 人	9.6%	378 人	9.8%
外観	52 人	1.8%	31 人	4.2%	3 人	1.8%	86 人	2.2%
内観	37 人	1.2%	31 人	4.2%	2 人	1.2%	70 人	1.8%
結露やカビなど	564 人	19.0%	108 人	14.6%	35 人	21.1%	707 人	18.3%
間取り	288 人	9.7%	20 人	2.7%	13 人	7.8%	321 人	8.3%
使い勝手	157 人	5.3%	31 人	4.2%	9 人	5.4%	197 人	5.1%
家賃	107 人	3.6%	3 人	0.4%	8 人	4.8%	118 人	3.1%
駅から遠い	190 人	6.4%	52 人	7.0%	9 人	5.4%	251 人	6.5%
特に不満はない	310 人	10.5%	34 人	4.6%	16 人	9.6%	360 人	9.3%
その他(具体的に)	102 人	3.4%	25 人	3.4%	9 人	5.4%	136 人	3.5%
合計	2,962 人	100.0%	740 人	100.0%	166 人	100.0%	3,870 人	100%

イ 設問：「窓サッシの断熱性が住宅全体の断熱性に大きく影響することを知っていたか」

全体では「はい」の回答率が78%であった。一般者の「はい」の回答率が多い。「いいえ」の回答率で環境意識の高い者が高い。

表 6.7.2.3-11

	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
はい	1,278 人	80.4%	413 人	74.4%	61 人	61.0%	1,754 人	78.1%
いいえ	311 人	19.6%	6 人	1.1%	29 人	29.0%	346 人	15.4%
未回答	0 人	0.0%	136 人	24.5%	10 人	10.0%	146 人	6.5%
合計	1,589 人	100.0%	555 人	100.0%	100 人	100.0%	2,246 人	100.0%

ウ 設問：「居住する住宅の窓サッシの素材」
 全体の回答率で「アルミ製（金属製）」が65%であった。

表6.7.2.3-12

窓の種類	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
	人数	割合	人数	割合	人数	割合		
アルミ製(金属製)	1,162 人	70.0%	277 人	49.9%	68 人	68.0%	1,508 人	65.1%
木製	37 人	2.2%	28 人	5.0%	8 人	8.0%	73 人	3.2%
樹脂製	58 人	3.5%	63 人	11.4%	2 人	2.0%	123 人	5.3%
複合材(金属と樹脂)	71 人	4.3%	85 人	15.3%	11 人	11.0%	167 人	7.2%
わからない	331 人	20.0%	1 人	0.2%	7 人	7.0%	339 人	14.6%
未回答	0 人	0.0%	101 人	18.2%	4 人	4.0%	105 人	4.5%
合計	1,659 人	100.0%	555 人	100.0%	100 人	100.0%	2,316 人	100.0%

エ 設問：「次の写真のうち、お好きな窓はどれか」
 全体の回答率で「Bの窓」67%と高い。建築関係者の「Bの窓」回答率が、一般者、環境意識の高い者より低い。

Aの窓（金属製サッシ）

Bの窓（超断熱サッシ）

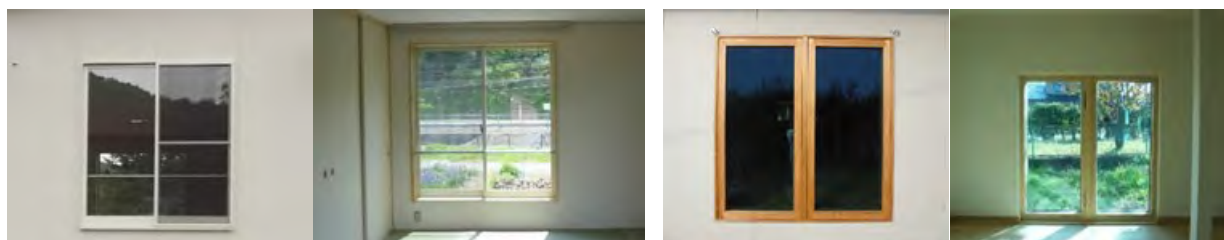


表6.7.2.3-13

	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
	人数	割合	人数	割合	人数	割合		
Aの窓	453 人	28.5%	112 人	20.2%	12 人	12.0%	577 人	25.7%
Bの窓	1,136 人	71.5%	307 人	55.3%	78 人	78.0%	1,522 人	67.8%
未回答	0 人	0.0%	136 人	24.5%	10 人	10.0%	146 人	6.5%
合計	1,589 人	100.0%	555 人	100.0%	100 人	100.0%	2,246 人	100.0%

オ 設問：「木製サッシと聞いて、どのようなことを思い浮かべるか。」

良いイメージの回答率として、一般者、建築関係者、環境意識の高い者とも「木の温もり、香りがありそう」が多い。悪いイメージとして、一般者と環境意識の高い者は、「劣化・老朽化（腐敗・歪みなど）の心配」が高く、建築関係者は「耐久性がなさそう」が高い。

表 6.7.2.3-14

	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
和風住宅に合いそう	601 人	9.5%	97 人	7.7%	38 人	9.2%	736 人	9.2%
高級感がありそう	391 人	6.2%	66 人	5.3%	23 人	5.6%	480 人	6.0%
木の温もり、香りがありそう	1,031 人	16.3%	276 人	22.0%	65 人	15.7%	1,372 人	17.2%
価格が高そう	585 人	9.3%	119 人	9.5%	53 人	12.8%	757 人	9.5%
強度がなさそう	279 人	4.4%	24 人	1.9%	16 人	3.9%	319 人	4.0%
結露しそう	246 人	3.9%	6 人	0.5%	9 人	2.2%	261 人	3.3%
防犯性がなさそう	207 人	3.3%	27 人	2.1%	13 人	3.1%	247 人	3.1%
防音性がなさそう	169 人	2.7%	9 人	0.7%	8 人	1.9%	186 人	2.3%
耐火性がなさそう	440 人	7.0%	84 人	6.7%	24 人	5.8%	548 人	6.9%
耐熱性がなさそう	156 人	2.5%	12 人	1.0%	10 人	2.4%	178 人	2.2%
耐久性がなさそう	382 人	6.0%	219 人	17.4%	32 人	7.7%	633 人	7.9%
劣化・老朽化(腐敗・歪みなど)の心配	949 人	15.0%	107 人	8.5%	60 人	14.5%	1,116 人	14.0%
掃除・メンテナンスが大変そう	624 人	9.9%	135 人	10.7%	34 人	8.2%	793 人	9.9%
森林破壊につながりそう	49 人	0.8%	1 人	0.1%	8 人	1.9%	58 人	0.7%
開閉時の重量	162 人	2.6%	52 人	4.1%	13 人	3.1%	227 人	2.8%
どれもあてはまらない	17 人	0.3%	3 人	0.2%	1 人	0.2%	21 人	0.3%
その他(具体的に)	28 人	0.4%	20 人	1.6%	7 人	1.7%	55 人	0.7%
合計	6,316 人	100.0%	1,257 人	100.0%	414 人	100.0%	7,989 人	100.0%

カ 設問：「木製サッシは断熱性が高いなど特徴がある。「オ」のイメージについて、解決され、問題がなかった場合、新築やリフォーム時に木製サッシを使った住宅を検討するか。」

「はい」の回答率で、一般者の回答率が建築関係者、環境意識の高い者より低い。全体では48.1%が「はい」としている。

表 6.7.2.3-15

	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
はい	685 人	43.1%	321 人	57.8%	73 人	73.0%	1,080 人	48.1%
いいえ	186 人	11.7%	38 人	6.8%	3 人	3.0%	227 人	10.1%
わからない	718 人	45.2%	60 人	10.8%	14 人	14.0%	793 人	35.3%
未回答	0 人	0.0%	136 人	24.5%	10 人	10.0%	146 人	6.5%
合計	1,589 人	100.0%	555 人	100.0%	100 人	100.0%	2,246 人	100.0%

キ 設問：「あなたが自己所有の家を購入するとした場合、購入費用は安い
光熱費が高い住宅Aと、購入費用が高いが光熱費が安い住宅Bがある。購
入当初は住宅Aの方が支出額は低くなるが、光熱費を払い続けると住宅B
の方が支出額はトータルで低くなる。新築するならば、どちらを選ぶか」
回答率で一般者は「5年以内に総額が安くなるB」が多く、建築関係者
と環境意識の高い者は、「10年以内に総額が安くなるB」が高い。

表 6.7.2.3-16

	一般者		建築関係者		環境意識の高い者		合計	構成比
	人数	割合	人数	割合	人数	割合		
今安い住宅A	44人	2.8%	13人	2.3%	0人	0.0%	57人	2.5%
5年以内に総額が安くなる住宅B	850人	53.5%	123人	22.2%	30人	30.0%	1,004人	44.7%
10年以内に総額が安くなる住宅B	632人	39.8%	208人	37.5%	54人	54.0%	895人	39.9%
20年以内に総額が安くなる住宅B	63人	4.0%	75人	13.5%	6人	6.0%	144人	6.4%
未回答	0人	0.0%	136人	24.5%	10人	10.0%	146人	6.5%
合計	1,589人	100.0%	555人	100.0%	100人	100.0%	2,246人	100.0%

(e) 一般者に対するアンケート結果

一般者に対するアンケート全体を、「年代別」、「世帯年収別」、「居住形態別」
に集計した。

設問ア、イ、ウから、高年齢になるほど一戸建て住宅での居住率が高くなり、
居住年数も年齢とともに長くなっている。世帯収入は年齢とともに低くな
っている。今後は既存住宅のリフォーム需要が多くなる。

ア 設問：「居住形態」

表 6.7.2.3-17

	30代以下	40代	50代	60代	70代以上	合計
一戸建て(所有)	109人	175人	174人	105人	46人	609人
一戸建て(賃貸)	14人	19人	5人	1人	0人	39人
分譲マンションなどの集合住宅	122人	170人	99人	67人	26人	484人
賃貸マンション・アパートなどの集合住宅	184人	103人	56人	35人	13人	391人
官舎・社宅	34人	13人	4人	1人	0人	52人
その他(50文字以内)	2人	4人	3人	4人	1人	14人
合計	465人	484人	341人	213人	86人	1,589人

	30代以下	40代	50代	60代	70代以上	合計
一戸建て(所有)	23.4%	36.2%	51.0%	49.3%	53.5%	38.3%
一戸建て(賃貸)	3.0%	3.9%	1.5%	0.5%	0.0%	2.5%
分譲マンションなどの集合住宅	26.2%	35.1%	29.0%	31.5%	30.2%	30.5%
賃貸マンション・アパートなどの集合住宅	39.6%	21.3%	16.4%	16.4%	15.1%	24.6%
官舎・社宅	7.3%	2.7%	1.2%	0.5%	0.0%	3.3%
その他(50文字以内)	0.4%	0.8%	0.9%	1.9%	1.2%	0.9%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

イ 設問：「居住年数」

表 6.7.2.3-18

	30代以下	40代	50代	60代	70代以上	合計
1年未満	77 人	27 人	18 人	4 人	3 人	129 人
1～5年未満	251 人	110 人	43 人	19 人	5 人	428 人
5～10年未満	95 人	157 人	53 人	25 人	10 人	340 人
10～20年未満	28 人	154 人	148 人	69 人	20 人	419 人
20～30年未満	5 人	15 人	59 人	56 人	19 人	154 人

	30代以下	40代	50代	60代	70代以上	合計
1年未満	16.6%	5.6%	5.3%	1.9%	3.5%	8.1%
1～5年未満	54.0%	22.7%	12.6%	8.9%	5.8%	26.9%
5～10年未満	20.4%	32.4%	15.5%	11.7%	11.6%	21.4%
10～20年未満	6.0%	31.8%	43.4%	32.4%	23.3%	26.4%
20～30年未満	1.1%	3.1%	17.3%	26.3%	22.1%	9.7%

ウ 設問：「世帯年収」

表 6.7.2.3-19

	30代以下	40代	50代	60代	70代以上	合計
300万円未満	29 人	24 人	28 人	43 人	30 人	154 人
300万～500万未満	86 人	54 人	44 人	67 人	24 人	275 人
500万～700万未満	104 人	94 人	63 人	26 人	12 人	299 人
700万～900万未満	71 人	78 人	28 人	17 人	2 人	196 人
900万以上	84 人	100 人	82 人	21 人	6 人	293 人
こたえたくない	89 人	128 人	93 人	38 人	11 人	359 人
未回答	2 人	6 人	3 人	1 人	1 人	13 人
合計	465 人	484 人	341 人	213 人	86 人	1,589 人

	30代以下	40代	50代	60代	70代以上	合計
300万円未満	6.2%	5.0%	8.2%	20.2%	34.9%	9.7%
300万～500万未満	18.5%	11.2%	12.9%	31.5%	27.9%	17.3%
500万～700万未満	22.4%	19.4%	18.5%	12.2%	14.0%	18.8%
700万～900万未満	15.3%	16.1%	8.2%	8.0%	2.3%	12.3%
900万以上	18.1%	20.7%	24.0%	9.9%	7.0%	18.4%
こたえたくない	19.1%	26.4%	27.3%	17.8%	12.8%	22.6%
未回答	0.4%	1.2%	0.9%	0.5%	1.2%	0.8%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(f) 建築関係者に対するアンケート結果

建築関係者に対するアンケート全体を「年代別」、「世帯年収別」、「居住形態別」、「業種別」、「地域別」、「居住年数別」に集計した。

建築関係者には、「業種」、「事業場所の区域」、「供給している建築物の断熱性能」、「超断熱サッシの使用意向とその理由」、「使用しない理由」、「超断熱サッシは普及するか」、「超断熱サッシの普及方法」、「行政支援」についてもアンケート調査した。調査結果を表6.7.2.3-20から表6.7.2.3-32下記する。

ア 設問：「業種」

回答者の業種数は、施工、設計、建材・住宅製造の順に多い。

表6.7.2.3-20

	建築関係者	構成比
施工	168 人	30.3%
設計	116 人	20.9%
流通	50 人	9.0%
建材・住設製造	102 人	18.4%
その他	31 人	5.6%
未回答	88 人	15.9%
合計	555 人	100.0%

イ 設問：「省エネルギー基準上の気候区分」

「施工」「設計」のみが回答した。

回答者の気候区分は、「4地域」、「6地域」、「5地域」、「3地域」の順に多い。

表6.7.2.3-21

	施工	設計	合計
1地域	7 人	1 人	8 人
2地域	8 人	5 人	13 人
3地域	22 人	13 人	35 人
4地域	65 人	32 人	97 人
5地域	20 人	17 人	37 人
6地域	23 人	40 人	63 人
7地域	3 人	2 人	5 人
わからない	8 人	2 人	10 人
未回答	12 人	4 人	16 人
総計	168 人	116 人	284 人

	施工	設計	合計
1地域	4.2%	0.9%	2.8%
2地域	4.8%	4.3%	4.6%
3地域	13.1%	11.2%	12.3%
4地域	38.7%	27.6%	34.2%
5地域	11.9%	14.7%	13.0%
6地域	13.7%	34.5%	22.2%
7地域	1.8%	1.7%	1.8%
わからない	4.8%	1.7%	3.5%
未回答	7.1%	3.4%	5.6%
総計	100.0%	100.0%	100.0%

ウ 設問：「供給する標準的な住宅の断熱性能」

「施工」「設計」のみが回答した。

「設計」「施工」においても「わからない」という回答があった。

表 6.7.2.3-2 2

	施工	設計	合計		施工	設計	合計
Q値1.0以下	10人	4人	14人	Q値1.0以下	6.0%	3.4%	4.9%
Q値1.0超1.6以下	25人	19人	44人	Q値1.0超1.6以下	14.9%	16.4%	15.5%
Q値1.6超1.9以下	34人	14人	48人	Q値1.6超1.9以下	20.2%	12.1%	16.9%
Q値1.9超2.4以下	35人	35人	70人	Q値1.9超2.4以下	20.8%	30.2%	24.6%
Q値2.4超2.7以下	13人	19人	32人	Q値2.4超2.7以下	7.7%	16.4%	11.3%
Q値2.7超3.7以下	2人	5人	7人	Q値2.7超3.7以下	1.2%	4.3%	2.5%
Q値3.7超	1人	1人	2人	Q値3.7超	0.6%	0.9%	0.7%
わからない	36人	15人	51人	わからない	21.4%	12.9%	18.0%
未回答	12人	4人	16人	未回答	7.1%	3.4%	5.6%
総計	168人	116人	284人	総計	100.0%	100.0%	100.0%

エ 設問：「超断熱サッシを使用するか」

約60%が超断熱サッシを使用すると回答している。

表 6.7.2.3-2 3

	建築関係者	合計	構成比
はい	331人	331人	59.6%
いいえ	19人	19人	3.4%
わからない	67人	67人	12.1%
未回答	138人	138人	24.9%
合計	555人	555人	100.0%

オ 設問：「超断熱サッシを使用したい理由」

超断熱サッシをしようしたい理由として「住宅を維持していくエネルギーが抑えられるから」が23%と多い。

表 6.7.2.3-2 4

	建築関係者	合計	構成比
なんとなくイメージが良さそうだから	22人	22人	2.0%
住宅を維持していくエネルギーが抑えられるから	254人	254人	23.2%
高級感があるから	76人	76人	6.9%
デザイン性に優れるから	90人	90人	8.2%
森林の健全性維持の貢献ができるから	77人	77人	7.0%
国内の森づくりに貢献しそうだから	89人	89人	8.1%
国産ヒノキを使っているから	103人	103人	9.4%
地球温暖化防止対策のCO2削減に貢献できるから	125人	125人	11.4%
ライフサイクルコスト(製造・使用・廃棄までのトータルエネルギー)が抑制できるから	146人	146人	13.3%
自然素材が多い程健康に役立ちそうだから	64人	64人	5.8%
ホルムアルデヒド等の有害ガスが発生しないから	36人	36人	3.3%
その他	15人	15人	1.4%
合計	1,097人	1,097人	100.0%

カ 設問：「超断熱サッシを使用したくない理由」

表 6.7.2.3-25

	建築関係者	合計	構成比
もっと性能が良いサッシが欲しいから	0 人	0 人	0%
今の住宅に合わないと思うから	3 人	3 人	7.1%
木について施主の好き嫌いがあるから	2 人	2 人	4.8%
そこまで断熱性の高いサッシの必要性を感じないから	7 人	7 人	16.7%
従来の木製建具に良い印象が無いから	5 人	5 人	11.9%
経年変化するから	14 人	14 人	33.3%
木は一般的でないから	3 人	3 人	7.1%
その他(具体的に)	8 人	8 人	19.0%
合計	42 人	42 人	100.0%

キ 設問：「超断熱サッシが供給されたら使用したいか」
建築関係者の 40% が使用したいと回答している。

表 6.7.2.3-26

	建築関係者	合計	構成比
はい	232 人	232 人	41.8%
いいえ	165 人	165 人	29.7%
未回答	158 人	158 人	28.5%
合計	555 人	555 人	100.0%

ク 設問：「普及を一層促進に特に必要なこと」

「コスト低減」が 32% と多く、「窓の断熱性能の確保の義務化」が 18%、
「情報提供」 16%、「行政の支援」 15% となった。

表 6.7.2.3-27

	建築関係者	合計	構成比
情報提供	172 人	172 人	16.5%
住宅供給側への啓発活動	156 人	156 人	14.9%
コスト低減	338 人	338 人	32.3%
行政の支援	160 人	160 人	15.3%
窓の断熱性能の確保の義務化	189 人	189 人	18.1%
その他(具体的に)	30 人	30 人	2.9%
合計	1,045 人	1,045 人	100.0%

ケ 設問：「『行政の支援』について、最も必要なもの」

「既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援」 21%、「環境に配慮した製品に対する優遇支援(例：エコポイント)」 13%、「イニシャルコストとライニングコストの差を短縮する差額支援」 12% と、購入時の支

援が合計で46%であった。

表6.7.2.3-28

	建築関係者	合計	構成比
既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援	117 人	117 人	21.1%
イニシャルコストとライニングコストの差を短縮する差額支援	67 人	67 人	12.1%
環境に配慮した製品に対する優遇支援(例:エコポイント)	73 人	73 人	13.2%
技術基準の基準化	55 人	55 人	9.9%
性能ラベリング化等性能の“見える化”の支援	36 人	36 人	6.5%
免税優遇措置	31 人	31 人	5.6%
生産拠点の拡大支援	18 人	18 人	3.2%
その他(具体的に)	20 人	20 人	3.6%
未回答	138 人	138 人	24.9%
合計	555 人	555 人	100.0%

コ 設問:「木製サッシは断熱性が高いなど特徴がある。「オ」のイメージについて、解決され、問題がなかった場合、新築やリフォーム時に木製サッシを使った住宅を検討するか」

建材・住設製造と流通の「いいえ」の回答率が設計及び施工に比べ高い結果となった。

表6.7.2.3-29

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答	合計
いいえ	18 人	2 人	4 人	7 人	7 人	38 人
はい	47 人	117 人	84 人	30 人	43 人	321 人
わからない	19 人	14 人	8 人	7 人	12 人	60 人
未回答	18 人	35 人	20 人	6 人	57 人	136 人
総計	102 人	168 人	116 人	50 人	119 人	555 人

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答	合計
いいえ	17.6%	1.2%	3.4%	14.0%	5.9%	6.8%
はい	46.1%	69.6%	72.4%	60.0%	36.1%	57.8%
わからない	18.6%	8.3%	6.9%	14.0%	10.1%	10.8%
未回答	17.6%	20.8%	17.2%	12.0%	47.9%	24.5%
総計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

- サ 設問：「超断熱サッシが供給された場合、使用してみたいか」
 建材・住設製造の「いいえ」が前問コと同様に高く、流通の「いいえ」は設計、施工と同様に低い。

表 6.7.2.3-30

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答	合計
いいえ	13 人	2 人	1 人	1 人	2 人	19 人
はい	52 人	115 人	88 人	31 人	45 人	331 人
わからない	18 人	15 人	7 人	12 人	15 人	67 人
未回答	19 人	36 人	20 人	6 人	57 人	138 人
総計	102 人	168 人	116 人	50 人	119 人	555 人

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答	合計
いいえ	12.7%	1.2%	0.9%	2.0%	1.7%	3.4%
はい	51.0%	68.5%	75.9%	62.0%	37.8%	59.6%
わからない	17.6%	8.9%	6.0%	24.0%	12.6%	12.1%
未回答	18.6%	21.4%	17.2%	12.0%	47.9%	24.9%
総計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

- シ 設問：「超断熱サッシは普及するか」
 建材・住設製造と流通の「いいえ」が前々問コと同様に高い。

表 6.7.2.3-31

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答	合計
いいえ	44 人	43 人	36 人	20 人	22 人	165 人
はい	35 人	83 人	55 人	22 人	37 人	232 人
未回答	23 人	42 人	25 人	8 人	60 人	158 人
総計	102 人	168 人	116 人	50 人	119 人	555 人

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答	合計
いいえ	43.1%	25.6%	31.0%	40.0%	18.5%	29.7%
はい	34.3%	49.4%	47.4%	44.0%	31.1%	41.8%
未回答	22.5%	25.0%	21.6%	16.0%	50.4%	28.5%
総計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

ス 設問：「『行政の支援』の必要なもの」

施工、設計、流通では、「既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援」、
「イニシャルコストとランニングコストの差を短縮する差額支援」、が高い
が、建材・住設製造において、「技術基準の基準化」が高い。

表 6.7.2.3-32

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答
イニシャルコストとランニングコストの差を短縮する差額支援	16人	11人	18人	11人	11人
環境に配慮した製品に対する優遇支援(例:エコポイント)	8人	33人	15人	4人	13人
既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援	18人	41人	27人	15人	16人
技術基準の基準化	20人	16人	10人	4人	5人
性能のラベリング化等性能の“見える化”の支援	9人	10人	7人	4人	6人
生産拠点の拡大支援	2人	7人	7人	1人	1人
未回答	23人	42人	25人	8人	60人
免税優遇措置	6人	8人	7人	3人	7人
総計	102人	168人	116人	50人	119人

	建材・住設製造	施工	設計	流通	未回答	合計
イニシャルコストとランニングコストの差を短縮する差額支援	15.7%	6.5%	15.5%	22.0%	9.2%	12.1%
環境に配慮した製品に対する優遇支援(例:エコポイント)	7.8%	19.6%	12.9%	8.0%	10.9%	13.2%
既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援	17.6%	24.4%	23.3%	30.0%	13.4%	21.1%
技術基準の基準化	19.6%	9.5%	8.6%	8.0%	4.2%	9.9%
性能のラベリング化等性能の“見える化”の支援	8.8%	6.0%	6.0%	8.0%	5.0%	6.5%
生産拠点の拡大支援	2.0%	4.2%	6.0%	2.0%	0.8%	3.2%
未回答	22.5%	25.0%	21.6%	16.0%	50.4%	28.5%
免税優遇措置	5.9%	4.8%	6.0%	6.0%	5.9%	5.6%
総計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(g) 環境意識の高い者に対するアンケート結果

環境意識の高い者に対するアンケート全体を「年代別」、「世帯年収別」、「居住形態別」、「業種別」、「地域別」、「居住年数別」に集計した

ア 設問：「木製サッシは断熱性が高いなど特徴がある。持っているイメージについて、解決され、問題がなかった場合、新築やリフォーム時に木製サッシを使った住宅を検討するか」

世帯年収が増えるにつれ、「はい」の回答率が高くなる。

表 6. 7. 2. 3 - 3 3

	300万円未満	300万～500万未満	500万～700万未満	700万～900万未満	900万以上	こたえたくない	未回答	合計
いいえ	2人	3人	8人	12人	8人	5人	0人	38人
はい	13人	69人	72人	64人	85人	18人	0人	321人
わからない	0人	8人	20人	16人	11人	5人	0人	60人
未回答	8人	18人	24人	21人	15人	7人	43人	136人
総計	23人	98人	124人	113人	119人	35人	43人	555人

	300万円未満	300万～500万未満	500万～700万未満	700万～900万未満	900万以上	こたえたくない	未回答	合計
いいえ	8.7%	3.1%	6.5%	10.6%	6.7%	14.3%	0.0%	6.8%
はい	56.5%	70.4%	58.1%	56.6%	71.4%	51.4%	0.0%	57.8%
わからない	0.0%	8.2%	16.1%	14.2%	9.2%	14.3%	0.0%	10.8%
未回答	34.8%	18.4%	19.4%	18.6%	12.6%	20.0%	100.0%	24.5%
総計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(h) アンケート結果の解析

「窓サッシの断熱性が住宅全体の断熱性に大きく影響すること」は、年齢が増すほど理解している。この結果から普及の啓発活動は、若い年齢に行う必要がある。

設問「木製サッシは断熱性が高いなど特徴がある。持っているイメージについて、解決され、問題がなかった場合、新築やリフォーム時に木製サッシを使った住宅を検討するか」から、年収が700万以上の「はい」の回答率が高い。

建築関係において、「普及促進に必要なこと」の回答として、「コスト低減」32.3%、「窓断熱性能の確保義務化」18.1%、「情報提供」16.5%、「行政支援」15.3%の順であった。

「行政支援」では、「既存のペアガラスサッシとの購入価格差額支援」21.1%、「環境に配慮した製品に対する優遇支援（例：エコポイント）」13.2%、「イニシャルコストとランニングコストの差を短縮する差額支援」12.1%の順であった。

アンケート回答者の居住形態は、約50%が一戸建て住宅であり、超断熱サッシの普及対象としている既存住宅の割合設定と一致している。

iv 超断熱サッシ普及のための課題と現状、対応等（案）

超断熱サッシ普及検討委員会にて、超断熱サッシ普及のための課題と現状、対応等を取りまとめた。まとめを表6.7.2.4-1に示す。

表 6.7.2.4-1

課題項目		課題内容	事業開始前の状況	本事業で実施したこと	課題抽出	まとめ	
課題 1	普及の妨げを明確化	1) 国民が妨げと思っている 因子を明確化	1) 超断熱サッシの技術開発 中につき、リサーチして いない。	1) 超断熱サッシシンポジウムにおけるア ンケート実施 2) 一般用、建築関係用、地球環境意識の 高い人用にインターネットアンケート 実施（2, 244人回答） ・費用対効果を提示し、リサーチの実施	1) よりコスト低減が必要 2) 窓の断熱性能の義務化 3) 情報提供の実施 4) 啓発活動の実施 5) 行政支援の実施 ・既存ペアガラスサッシとの購入価格差 支援 ・イニシャルコストとランニングコスト の差を短縮する差額支援（5年以内） ・環境に配慮した製品に対する優遇支援	1) 超断熱サッシ導入期における生産 コスト低減を期待 2) 超断熱サッシ普及成長期における 行政支援に期待	
課題 2	啓発が必要	超断熱サッシ技術 の普及	1) 誰が普及啓発するのか。 2) 普及啓発に必要なもの 3) 啓発の場の整備	1) 超断熱サッシの技術開発 中につき、普及啓発は実 施していない。	1) 超断熱サッシ普及検討委員会の設置 2) 実証試験体の公開 3) 超断熱サッシシンポジウム開催 4) 小学校・中学校・高等学校での家庭科 の教科書調査（資料5）	1) 超断熱サッシも含めた建築物の断熱性 能・省エネルギーの一層の普及活動が 必要 2) 小学校・中学校・高等学校での家庭科 の教育場における窓も含めた住宅や 建築物の断熱性能確保の説明 3) キャパシティ・ビルディング (Capacity Building) を国レベルで行う必要があ る。	1) 窓も含めた住宅や建築物の省エネル ギー化に必要な断熱性能確保につい て、国レベルでの普及が必要 2) 本事業結果の公開と、関係機関への 報告書提供
		超断熱サッシを導 入した整品普及啓 発	1) 誰が普及啓発するのか。 2) 普及啓発に必要なもの		1) 製品化されていないので、研究試験体 の展示を「超断熱サッシシンポジウム」 で実施	1) 啓発の場づくりが必要 ・開発技術の普及は公的整備 ・技術導入した各製品展示は民間整備	1) 本事業により、実用化に近い水準の 技術シーズがある。この技術シーズ による製品化への早急な取り組み

表6.7.2.4-1

課題項目		課題内容	事業開始前の状況	本事業で実施したこと	課題抽出	まとめ	
課題3	供給体制の整備	品質・性能確保の普及	1) 遮炎性能を有する超断熱サッシの製品化	1) 実大試験では試験機関により性能値が異なる。	1) 遮炎性能(20分)確認試験実施	1) 遮炎性能を有する超断熱サッシの国土交通大臣認定の取得が必要	1) 遮炎性能を有する超断熱サッシの製品化
			2) 窓の性能値表示のルール化	1) 実物大窓の断熱性能試験 2) J I Sに準ずる計算と I S O計算がある。	2) J I Sと I S Oによる実物断熱性能試験の実施 3) J I Sと I S Oによる断熱性能計算の実施	1) 計算法(J I S I S O)による断熱性能確認の定常化 2) 国内民間企業・海外施設の利用 3) 断熱性能の測定仕組みの整備	1) 超断熱サッシの国内外普及には、国際的に通じる性能試験、計算による明示が必要
	生産体制の普及	1) 超断熱サッシの量産化ライン整備	1) 超断熱サッシ生産可能拠点は国内1箇所	1) 一般社団法人日本木製サッシ工業会会員企業(3社)と地域ヒノキ材供給者(2社)の超断熱サッシ普及検討委員会参加による検討	1) 生産体制整備のため資金等の支援が必要	1) 地域ヒノキ材による超断熱サッシ生産を地域イノベーションとして今後の展開に期待	
課題4	住宅に超断熱サッシを使用しなければいけないルールの強化	1) 法定確信を守り育てた上で、それに見合うルールの強化			1) 任意での積極的な取組みが必要	1) 建築関係者に向けた啓発が必要 ・2020年省エネ基準適合義務化 ・2030年が新築の平均でZ E H、Z E B実現	
課題5	需要と供給のマッチング整備	1) エンドユーザーと超断熱サッシの接点の場が必要			1) 既存整備されたシステムの利用	1) 省エネ環境診断士の利用	

v まとめ

「情報発信の強化」として、超断熱サッシシンポジウムを2回開催し、実証試験体の公開を行った。また国民に対してインターネットによるアンケートを実施した。アンケートは「富裕層へのマーケティングリサーチ」もできた。

7 まとめ

本事業は、窓の貫流率 $U_w = 0.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ の超断熱サッシによるリフォーム住宅の省エネルギー効果の実証研究と、超断熱サッシによる既存住宅リフォーム改修の普及に関する研究検証を行うものであり、平成24年度は複層ガラス、枠材・障子材、気密材等の超断熱サッシ部材開発、平成25年度は、開発した超断熱サッシ部材による超断熱サッシ開発と検証を行い、性能確認試験と性能確認計算により技術開発目標値 U_w （窓の熱貫流率） $= 0.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 以下を下回る $U_w = 0.47 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ の技術開発に成功した。既存住宅を実証試験体とした超断熱サッシによるリフォーム住宅の省エネルギー効果の実証研究を開始した。

本年度は、超断熱サッシの実用化に向けた超断熱サッシの軽量化技術開発を行い、 1 m^2 あたり約 10 kg の軽量化技術開発した。超断熱サッシの品質及び耐久性確認を実証試験体からサンプリングし、窓の性能試験を実施し耐久性劣化がないことを確認した。実証研究では、超断熱サッシの効果を25年度からの計測と合わせ計算により行い、超断熱サッシによる住宅リフォームが省エネルギー効果があることを確認した。

また、超断熱サッシの環境負荷評価を行い、製造時における超断熱サッシ 1 m^2 の CO_2 排出量は 258 kg-CO_2 となり、運用時も合わせた CO_2 累積排出削減量が6年で上回ることを確認した。

研究開発と実証研究に加えて超断熱サッシ技術普及と本業の周知を目的したシンポジウムを開催し、全国からサッシ製造関係者、建築関係者等200名の参加があった。超断熱サッシの普及に関する全国アンケートを実施し、国民の多くが超断熱サッシの普及を望んでいることが分かった。

本事業の成果から、本事業で開発した技術が住宅・建築物における省エネルギー抑制に寄与し、地球温暖化対策に貢献することが明らかになった。

今後、本事業成果である技術シーズの実用化を図る。そのためには超断熱サッシの整品の確立、販路開拓を整備への取り組みと、地域木材を活用した超断熱サッシによる地域イノベーションによる社会実装実現への取り組みが必要である。

最後に、平成24年度から取り組んだ本事業「超断熱サッシ開発による住宅の高断熱化検証とゼロ・エミッション住宅検証」に協力頂いた方々に感謝申し上げる次第である。

* 報告書作成者名

有限会社和建築設計事務所 代表取締役 青木 和壽

有限会社和建築設計事務所 古畑 愛夏

国立大学法人信州大学工学部建築学科教授 浅野 良晴

国立大学法人信州大学工学部建築学科准教授 高村 秀紀

国立大学法人信州大学工学部技術専門職員 岩井 一博

国立大学法人信州大学工学部建築学科浅野研究室 福島 功二 新井 光一郎

千福地 航平 富澤 佑太

有限会社和建築設計事務所 橘 瑞恵 形山 由香 横林 千佳