

環境省

平成22年度環境技術実証事業

ヒートアイランド対策技術分野

建築物外皮による空調負荷低減等技術
実証試験結果報告書
《詳細版》

平成23年3月

実証機関 : 財団法人建材試験センター
技術 : 屋根用日除けシート
実証申請者 : 株式会社サワヤ
製品名・型番 : 屋上自然力応用遮熱シート「冷えルーフ」



ヒートアイランド対策技術分野
実証番号 051 - 1028

第三者機関が実証した
性能を公開しています

実証年度
H 22

www.env.go.jp/policy/etv

本ロゴマークは一定の基準に適合していることを
認定したものではありません

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

－ 目 次 －

○ 全体概要.....	1
1. 実証対象技術の概要.....	1
2. 実証試験の概要.....	1
2.1 空調負荷低減等性能.....	1
2.2 環境負荷・維持管理等性能.....	1
3. 実証試験結果.....	2
3.1 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能.....	2
4. 参考情報.....	8
○ 本編.....	9
1. 実証試験の概要と目的.....	9
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌.....	10
3. 実証対象技術の概要.....	12
4. 実証試験の内容.....	13
4.1 実証試験期間.....	13
4.2 空調負荷低減等性能.....	13
4.3 環境負荷・維持管理等性能.....	19
5. 実証試験結果と検討.....	20
5.1 空調負荷低減等性能及び環境負荷・維持管理等性能.....	20
○ 付録.....	27
1. データの品質管理.....	27
1.1 測定操作の記録方法.....	27
1.2 精度管理に関する情報.....	27
2. データの管理、分析、表示.....	27
2.1 データ管理とその方法.....	27
2.2 データ分析と評価.....	27
3. 監査.....	27
○ 資料編.....	28

○ 全体概要

実証対象技術／ 実証申請者	屋上自然力応用遮熱シート「冷えルーフ」／ 株式会社サワヤ
実証機関	財団法人建材試験センター
実証試験期間	平成22年8月26日～平成22年2月8日

1. 実証対象技術の概要

金属折板屋根の上に孔の開いたシートを一定の高さに設置することで屋根表面に日陰を作り、シートの下を風が流れることで屋根の温度上昇を防ぎ、建物内への放射熱を防ぐ（遮熱効果）。また、冬期・夜間は屋根からの放射冷却を防ぐことで建物の保温効果がある。

2. 実証試験の概要

2.1 空調負荷低減等性能

屋根用日除けシートの熱・光学性能を測定し、その結果から、下記条件における対象建築物の屋根に屋根用日除けシートを施工した場合の効果（冷房負荷低減効果等）を数値計算により算出する。なお、数値計算の基準は、屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態とした。一般塗料の日射反射率は、推定式（詳細版本編 19 ページ参照）により算出した。

2.1.1. 数値計算における設定条件

(1) 対象建築物

工場〔床面積：1000m²、最高高さ：13.0m、構造：S造（鉄骨造）〕

注）周囲の建築物等の影響による日射の遮蔽は考慮しない。

対象建築物の詳細は、詳細版本編 4.2.2(1)①対象建築物（詳細版本編 14 ページ）参照。

(2) 使用気象データ

1990年代標準年気象データ（東京都及び大阪府）

(3) 空調機器設定

建築物	設定温度（℃）		稼働時間	冷房 COP	暖房 COP
	冷房	暖房			
工場	28.0	18.0	平日 8～17 時	3.55	3.90

(4) 電力量料金単価の設定

地域	建築物	標準契約種別	電力量料金単価（円/kWh）	
			夏季	その他季
東京	工場	高压電力 A	13.59	12.51
大阪		高压電力 BS	12.59	11.53

2.2 環境負荷・維持管理等性能

耐候性試験機により 1000 時間の促進耐候性試験を行った。試験終了後、熱・光学性能の測定を行い、耐候性試験前後における測定値の変化を確認した。

3. 実証試験結果

3.1 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能

(1) 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能試験結果 (平均値)

① 表面 (屋外側) (色: シルバー) 【実証項目】

	耐候性試験前	耐候性試験後
日射透過率 (%)	0.0	0.0
日射反射率 (%)	33.5	33.7
明度 (ー)	6.6	6.6
修正放射率 (長波放射率) (ー)	0.89	0.90

② 裏面 (通気層側) (色: 黒) (参考)

	耐候性試験前	耐候性試験後
日射透過率 (%)	0.0	0.0
日射反射率 (%)	4.4	4.4
明度 (ー)	2.5	2.5
修正放射率 (長波放射率) (ー)	0.91	0.92

(2) 分光透過率・分光反射率 (波長範囲 : 300nm~2500nm) の特性

① 表面 (屋外側) (色 : シルバー)

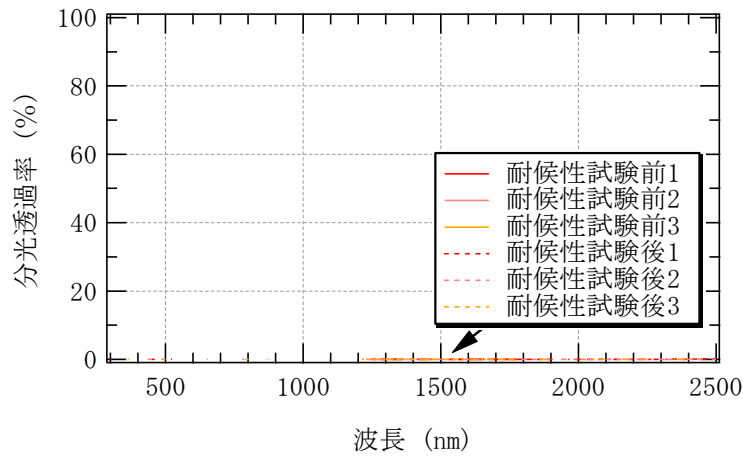


図-1 分光透過率測定結果 (色 : シルバー)

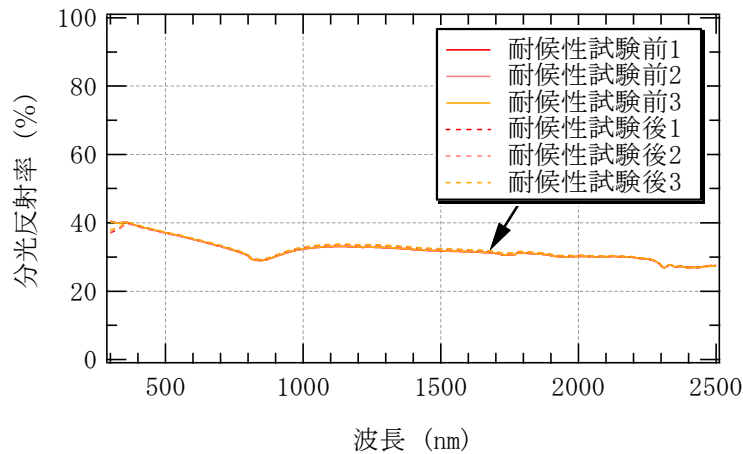


図-2 分光反射率測定結果 (色 : シルバー)

※ 耐候性試験前後の番号は、試験体に任意に付した番号である。耐候性試験前及び耐候性試験後の熱・光学性能の測定は、製品の持つばらつきを考慮し、試験体数量 3 (n=3) として測定した。耐候性試験による性能劣化を把握するために、耐候性試験後に熱・光学性能の測定を再度実施した。

② 裏面 (通気層側) (色 : 黒)

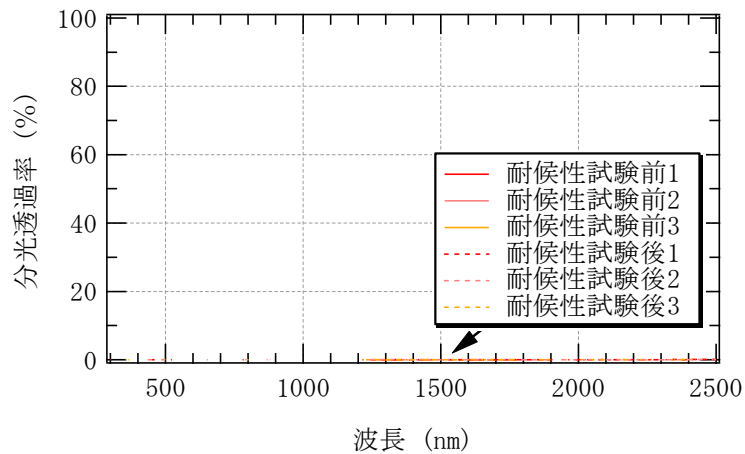


図-3 分光透過率測定結果 (色 : 黒)

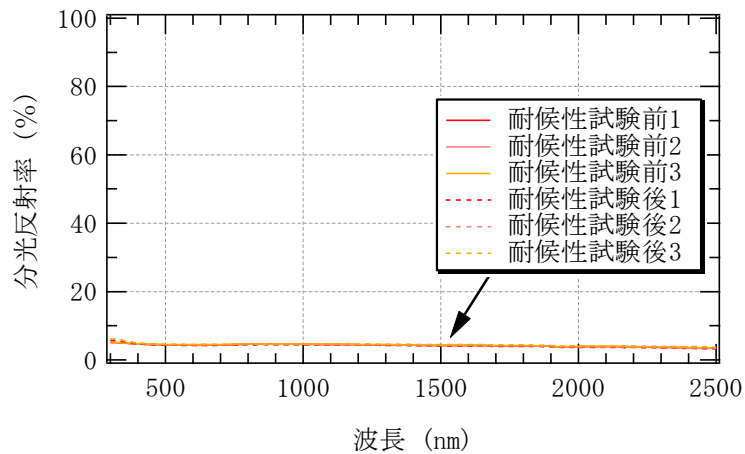


図-4 分光反射率測定結果 (色 : 黒)

※ 耐候性試験前後の番号は、試験体に任意に付した番号である。耐候性試験前及び耐候性試験後の熱・光学性能の測定は、製品の持つばらつきを考慮し、試験体数量 3 (n=3) として測定した。耐候性試験による性能劣化を把握するために、耐候性試験後に熱・光学性能の測定を再度実施した。

3.1.2. 数値計算により算出する実証項目

(1) 実証項目の計算結果

比較対象：屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態

		東京都	大阪府
		工場	
屋根(屋上)表面温度低下量 (夏季 14 時)* ¹		17.5 °C (55.1°C→ 37.6 °C)	17.1 °C (56.3°C→ 39.2 °C)
室温上昇 抑制効果* ¹ (夏季 14 時)	自然室温* ² (冷房無し)	4.1 °C (45.3°C→ 41.2 °C)	4.5 °C (46.9°C→ 42.4 °C)
	体感温度* ³ (作用温度)	3.7 °C (45.3°C→ 41.6 °C)	3.6 °C (46.7°C→ 43.1 °C)
冷房負荷 低減効果* ⁴ (夏季 1ヶ月)	熱量	1,710 kWh/月 (34,893kWh/月 → 33,183kWh/月) 4.9 % 低減	2,207 kWh/月 (40,953kWh/月 → 38,746kWh/月) 5.4 % 低減
	電気料金	6,547 円低減	7,826 円低減
冷房負荷 低減効果* ⁴ (夏季 6～9月)	熱量	5,566 kWh/4ヶ月 (89,417kWh/4ヶ月 → 83,851kWh/4ヶ月) 6.2 % 低減	6,923 kWh/4ヶ月 (105,594kWh/4ヶ月 → 98,671kWh/4ヶ月) 6.6 % 低減
	電気料金	20,900 円低減	24,080 円低減
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1ヶ月)		大気への放熱を 14.9 % 低減 (317,132MJ/月 → 269,806MJ/月)	大気への放熱を 12.5 % 低減 (387,245MJ/月 → 338,988MJ/月)
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6～9月)		大気への放熱を 12.8 % 低減 (1,143,462MJ/4ヶ月 → 997,376MJ/4ヶ月)	大気への放熱を 10.3 % 低減 (1,345,526MJ/4ヶ月 → 1,207,073MJ/4ヶ月)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1ヶ月)		大気への放熱を -78.8 % 低減 (2,657MJ/月→ 4,751 MJ/月)	大気への放熱を -51.5 % 低減 (5,845MJ/月→ 8,854 MJ/月)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6～9月)		大気への放熱を -262.0 % 低減 (9,374MJ/4ヶ月 → 33,935MJ/4ヶ月)	大気への放熱を -125.7 % 低減 (22,936MJ/4ヶ月 → 51,756MJ/4ヶ月)

*1：8月1日～10日の期間中最も日射量の多い日時における対象部での屋根表面（詳細版資料編 28 ページに示す屋根の屋外側表面）温度・室温の抑制効果

*2：冷房を行わないときの室温

*3：平均放射温度（MRT）を考慮した温度（室温と MRT の平均）

*4：夏季 1ヶ月（8月）及び夏季（6～9月）において室内温度が冷房設定温度を上回ったときに冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果

注）数値計算は、モデル的な工場を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準は、屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態とした。一般塗料の日射反射率は、詳細版編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版編 19 ページ参照）により算出した。

(2) 参考項目の計算結果

比較対象：屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態

		東京都	大阪府
		工場	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	7,574 kWh/年 (95,171kWh/年 → 87,597kWh/年) 8.0 % 低減	9,749 kWh/年 (118,525kWh/年 → 108,776kWh/年) 8.2 % 低減
	電気料金	27,974 円低減	33,261 円低減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	-1,846 kWh/月 (11,033kWh/月 → 12,879kWh/月) -16.7 % 低減	-987 kWh/月 (14,471kWh/月 → 15,458kWh/月) -6.8 % 低減
	電気料金	-5,921 円低減	-2,917 円低減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季 11~4 月)	熱量	-4,433 kWh/6ヶ月 (39,721kWh/6ヶ月 → 44,154kWh/6ヶ月) -11.2 % 低減	-2,886 kWh/6ヶ月 (46,170kWh/6ヶ月 → 49,056kWh/6ヶ月) -6.3 % 低減
	電気料金	-14,219 円低減	-8,534 円低減
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	1,133 kWh/年 (129,138kWh/年 → 128,005kWh/年) 0.9 % 低減	4,036 kWh/年 (151,763kWh/年 → 147,727kWh/年) 2.7 % 低減
	電気料金	6,681 円低減	15,546 円低減

*1：年間を通じ室内温度が冷房設定温度を上回ったときに冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果
 *2：冬季 1 ヶ月 (2 月) 及び冬季 (11~4 月) において室内温度が暖房設定温度を下回ったときに暖房が稼働した場合の暖房負荷低減効果
 *3：夏季 (6~9 月) において室内温度が冷房設定温度を上回ったときに冷房が稼働した場合及び冬季 (11~4 月) において室内温度が暖房設定温度を下回ったときに暖房が稼働した場合の冷暖房負荷低減効果
 注) 数値計算は、モデル的な工場を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準は、屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態とした。一般塗料の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 19 ページ参照）により算出した。

(3) (1)実証項目の計算結果及び(2)参考項目の計算結果に関する注意点

- ① 数値計算は、モデル的な工場を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。
- ② 熱負荷の低減効果を熱量単位 (kWh) だけでなく、電気料金の低減効果 (円) としても示すため、定格出力運転時における消費電力 1kW 当たりの冷房・暖房能力 (kW) を表した COP 及び電力量料金単価を設定している。
- ③ 数値計算において設定した冷暖房の運転期間は、下記の通りとした。
 - ・ 夏季 14 時 : 8 月 1 日～10 日の期間中最も日射量の多い日の 14 時
 - ・ 夏季 1 ヶ月 : 8 月 1～31 日
 - ・ 夏季 6～9 月 : 6 月 1 日～9 月 30 日
 - ・ 冬季 1 ヶ月 : 2 月 1 日～28 日
 - ・ 期間空調 : 冷房期間 6～9 月及び暖房期間 11～4 月
 - ・ 年間空調 : 冷房期間 1 年間*1

*1: 設定温度よりも室温が高い場合に冷房運転を行う。
- ④ 冷房・暖房負荷低減効果の熱量の欄には、実証対象技術の使用前後の熱負荷の差および使用前後の熱負荷の総和をそれぞれ示している (使用前→使用後)。
- ⑤ 電気料金について、本計算では屋根用日除けシートの施工の有無による室内熱負荷の差を検討の対象としていることから、種々の仮定が必要となる総額を見積もることをせず、熱負荷の変化に伴う空調電気料金の差額のみを示している (電気料金の算出に関する考え方は詳細版本編 26 ページ【電気料金算出に関する考え方】に示す)。

4. 参考情報

(1)実証対象技術の概要（参考情報）及び(2)その他メーカーからの情報（参考情報）に示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

(1) 実証対象技術の概要（参考情報）

項目		実証申請者 記入欄		
実証申請者		株式会社サワヤ		
技術開発企業名		同上		
実証対象製品・名称		屋上自然力応用遮熱シート「冷えルーフ」		
実証対象製品・型番				
連絡先	TEL	076-263-0654		
	FAX	076-263-0655		
	Web アドレス	http://www.308-al.co.jp/environment/		
	E-mail	hie@308-al.co.jp		
技術の原理		金属折板屋根の上に孔の開いたシートを一定の高さに設置することで屋根表面に日陰を作り、シートの下を風が流れることで屋根の温度上昇を防ぎ、建物内への放射熱を防ぐ(遮熱効果)。また、冬期・夜間は屋根からの放射冷却を防ぐことで建物の保温効果がある。		
技術の特徴		<ul style="list-style-type: none"> ・短期施工が可能。 ・他に雨音低減効果、金属屋根の熱伸縮による金属疲労も緩和できる(折板屋根の音鳴り防止)。 		
設置条件	対応する建築物・部位など	金属折板屋根をもつ建物全般		
	塗布上の留意点	屋根状態が悪い場合は施工を行わない(施工対象となる屋根への屋根診断は必須)。		
	その他設置場所等の制約条件	特になし		
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		耐候試験結果 11000 時間(約 22 年以上) 施工後 5 年間の無償保証期間		
コスト概算		設計施工価格(材工共)	3,000~4,500 円	1m ² あたり

(2) その他メーカーからの情報（参考情報）

○ 本編

1. 実証試験の概要と目的

環境技術実証事業は、既に適用が可能な段階にありながら、環境保全効果等について客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者が客観的に実証する事業を実施することにより、環境技術を実証する手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促進することを目的とするものである。

本実証試験は、平成22年5月14日に財団法人建材試験センターと環境省水・大気環境局が策定した実証試験要領（第3版）*1に基づいて選定された実証対象技術について、同実証試験要領に準拠して実証試験を実施することで、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証したものである。

【実証項目】

◆ 空調負荷低減等性能

【熱・光学性能】

- 日射透過率及び日射反射率
- 明度
- 修正放射率（長波放射率）

【数値計算】

- 屋根（屋上）表面温度低下量
- 冷房負荷低減効果
- 室温上昇抑制効果
- 対流顕熱量低減効果

◆ 環境負荷・維持管理等性能

- 性能劣化の把握

*1：財団法人建材試験センター、環境省水・大気環境局、環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野建築物外皮による空調負荷低減等技術実証試験要領、第3版、平成22年5月14日、72p、http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=15616&hou_id=12475。

2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

実証試験に参加する組織は、図 2-1 に示すとおりである。また、実証試験参加者とその責任分掌は、表 2-1 に示すとおりである。

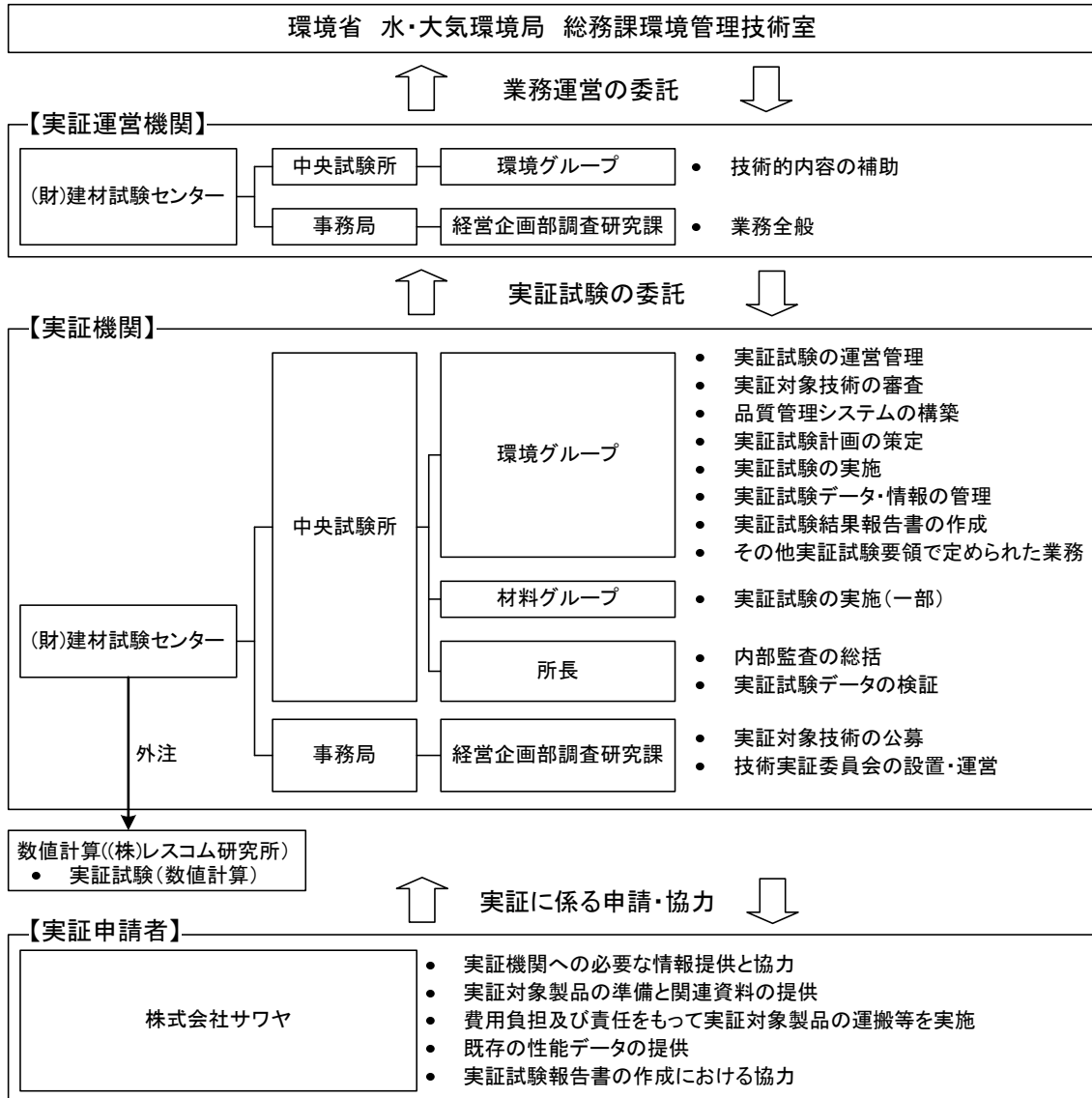


図 2-1 実証試験参加組織

表 2-1 実証試験参加者と責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	参加者
実証 機関	財団法人 建材試験センター	実証試験の運営管理	○中央試験所 環境グループ ・藤本 哲夫 ・萩原 伸治 ・田坂 太一 ・松原 知子 材料グループ ・真野 孝次 ・大島 明 ○事務局 経営企画部 ・川上 修 調査研究課 ・菊地 裕介 ・村上 哲也
		実証対象技術の公募・審査	
		技術実証委員会の設置・運営	
		品質管理システムの構築	
		実証試験計画の策定	
		実証試験の実施・運営	
		実証試験データ・情報の管理	
		実証試験結果報告書の作成	
		その他実証試験要領で定められた業務	
		内部監査の総括	
		実証試験データの検証	
実証 申請者	株式会社サワヤ	実証機関への必要な情報提供と協力	関本 昌幸
		実証対象製品の準備と関連資料の提供	
		費用負担及び責任をもって 実証対象製品の運搬等を実施	
		既存の性能データの提供	
		実証試験報告書の作成における協力	

3. 実証対象技術の概要

実証対象技術の概要は、表 3-1 に示すとおりである。

3.実証対象技術の概要に示す情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

表 3-1 実証対象技術の概要

項目		実証申請者 記入欄		
実証申請者		株式会社サワヤ		
技術開発企業名		同上		
実証対象製品・名称		屋上自然力応用遮熱シート「冷えルーフ」		
実証対象製品・型番				
連絡先	TEL	076-263-0654		
	FAX	076-263-0655		
	Web アドレス	http://www.308-al.co.jp/environment/		
	E-mail	hie@308-al.co.jp		
技術の原理		金属折板屋根の上に孔の開いたシートを一定の高さに設置することで屋根表面に日陰を作り、シートの下を風が流れることで屋根の温度上昇を防ぎ、建物内への放射熱を防ぐ(遮熱効果)。また、冬期・夜間は屋根からの放射冷却を防ぐことで建物の保温効果がある。		
技術の特徴		<ul style="list-style-type: none"> ・短期施工が可能。 ・他に雨音低減効果、金属屋根の熱伸縮による金属疲労も緩和できる(折板屋根の音鳴り防止)。 		
設置条件	対応する建築物・部位など	金属折板屋根をもつ建物全般		
	塗布上の留意点	屋根状態が悪い場合は施工を行わない(施工対象となる屋根への屋根診断は必須)。		
	その他設置場所等の制約条件	特になし		
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		耐候試験結果 11000 時間(約 22 年以上) 施工後 5 年間の無償保証期間		
コスト概算		設計施工価格(材工共)	3,000~4,500 円	1m ² あたり

○その他メーカーからの情報(参考情報)

4. 実証試験の内容

4.1 実証試験期間

(1) 試験体搬入

平成22年 8月25日

(2) 熱・光学性能測定

平成22年 8月26日～平成22年 9月 3日 (促進耐候性試験前)

平成23年 1月24日～平成23年 2月 4日 (促進耐候性試験後)

(3) 促進耐候性試験

平成22年10月 8日～平成23年 2月 8日

(4) LESCOM-env による数値計算

平成22年10月25日～平成22年12月21日

4.2 空調負荷低減等性能

4.2.1. 熱・光学性能

(1) 日射透過率及び日射反射率

日射透過率及び日射反射率は、JIS R 3106 (板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法) 6.日射透過率、日射反射率及び日射吸収率の算定 に準拠して測定した。

試験体の大きさは、50mm×50mm、試験体数量は3 (n=3) とした。

(2) 明度

前項の測定した試験体を用い、JIS K 5600-4-4 [塗料一般試験方法—第4部：塗膜の視覚特性—第4節測色 (原理)] 及び JIS K 5600-4-5 [塗料一般試験方法—第4部：塗膜の視覚特性—第5節測色 (測定)] に従い、明度の測定を行った。

(3) 修正放射率 (長波放射率)

前項の試験体を用い、JIS R 3106 (板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法) に従い、長波放射率 (波長範囲：5.5 μ m～25 μ m) の測定を行った。

【用語の定義】

- 日射透過率
日射（波長範囲：300nm～2500nm）の透過光の光束と入射光の光束の比。
- 日射反射率
日射（波長範囲：300nm～2500nm）の反射光の光束と入射光の光束の比。
- 明度（マンセルバリュー）
無彩色（色みのない色）のうち、黒（V=0）から白（V=10）までの明るさを感覚的に等しい段階に分けて表示したもの〔マンセル表色系〕。
- 放射率
空間に放射する熱放射の放射束の、同じ温度の黒体が放射する熱放射の放射束に対する比。
- 平均放射温度（MRT：Mean Radiant Temperature）
人体が周囲の壁面などから受ける放射熱量と同量の放射熱量を射出する黒体の一定の温度のこと（人体に対する熱放射の影響を考慮した体感指標）。

4.2.2. 数値計算

本項目における実証試験結果は、レスポンス・ファクター法に基づく非定常熱負荷計算プログラム「LESCOM-env」により算出した。

「LESCOM-env」とは、旧通産省生活産業局の住機能向上製品対策委員会で開発された多数室非定常熱負荷計算プログラム「LESCOM」を、実証対象技術に応じた内容に追加開発（東京理科大学武田仁教授による）したものである。

計算条件及び計算による出力項目は下記の通りとした。

(1) 計算条件

① 対象建築物

工場〔床面積：1000m²、最高高さ：13.0m、構造：S造（鉄骨造）〕〔表 4-1、図 4-1〕

- 対象建築物モデルの屋根断熱材は、次に示す 2 つの仕様とした。
仕様 1 は屋根（屋上）表面温度及び室内空気温度の算出に、仕様 2 はその他の実証項目及び参考項目の算出に適用した。
〔仕様 1：屋根の断熱材…グラスウール〔GW（10K）〕、厚さ 10mm
仕様 2：屋根の断熱材…グラスウール〔GW（10K）〕、厚さ 50mm〕
- 屋根のデッキプレートの熱抵抗は、断熱材に比べて非常に小さいため、無視するものとした。
- 周囲の建築物等の影響による日射の遮蔽は考慮しない。
- 屋根（屋上）全面に屋根用日除けシートを取り付けた条件下で数値計算を行った。
- 屋根用日除けシートと屋根〔デッキプレート（ガルバリウム鋼板）〕の間は、30mm の空間があるものとした（屋根の構成は、詳細版資料編 28～30 ページに示す。）。

表 4-1 想定する工場モデル

設定条件	内容
モデル建物の概要	<ul style="list-style-type: none"> 工場 (図 4-1 に示す形状とする。) 床面積：1000m² 構造：S 造 (鉄骨造) 最高高さ：13.0m
実証項目の対象となる部分	<ul style="list-style-type: none"> 工場全体
備考	<ul style="list-style-type: none"> 工場モデルの詳細は、詳細版資料編 28～30 ページに示す。

単位:mm

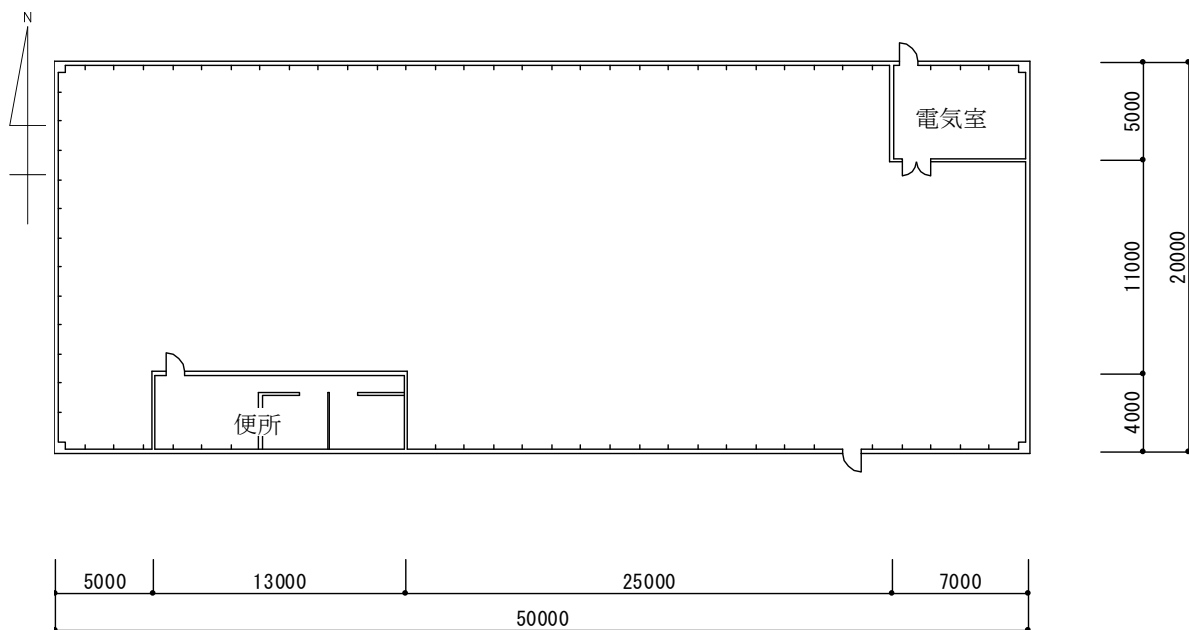


図 4-1 計算用工場モデル (平面図)

② 気象条件設定及び冷暖房設定

表 4-2 気象条件の設定

設定条件	内容
地域	・東京都、大阪府
気象データ	・1990年代標準年気象データ*1

*1: 武田仁ほか, “第1章 気象データ I 熱負荷基準標準気象データ”. 標準気象データと熱負荷計算プログラムLESCOM. 第1版, 井上書院, 2005年, p7-25.

表 4-3 冷暖房設定

建築物	設定温度 (°C)		稼働時間
	冷房	暖房	
工場	28.0	18.0	平日 8~17 時

③ COP (Coefficient of Performance : エネルギー消費効率) の設定

表 4-4 COP の設定*1

建築物	冷房 COP	暖房 COP	備考
工場	3.55	3.90	冷房能力 14.0kW クラス・4 方向カセット型

*1: 財団法人省エネルギーセンター, 省エネ性能カタログ・業務用エアコン版・2006年3月, 2006. を参考に設定した。

④ 電力量料金単価

表 4-5 電力量料金単価の設定値

地域	建築物	標準契約種別	電力量料金単価 (円/kWh) *1	
			夏季*2	その他季*3
東京	工場	高压電力 A	13.59	12.51
大阪		高压電力 BS	12.59	11.53

*1: 電力量料金単価は、消費税相当額を含んだものである。

*2: 夏季: 7月1日~9月30日

*3: その他季: 10月1日~6月30日

注) 燃料価格変動に依存する燃料費調整単価は 0 円/kWh と仮定。

⑤ 実証項目・参考項目の設定期間

表 4-6 数値計算による実証項目・参考項目の設定期間について

項目	名称	設定期間	
実証項目	屋根（屋上） 表面温度低下量	夏季 14 時	8 月 1 日～10 日の期間中 最も日射量の多い日の 14 時
	室温上昇抑制効果	夏季 14 時	
	冷房負荷低減効果	夏季 1 ヶ月	8 月 1 日～8 月 31 日
		夏季 6～9 月	6 月 1 日～9 月 30 日
	昼間の 対流顕熱量低減効果	夏季 1 ヶ月	8 月 1 日～8 月 31 日月の 6 時～17 時
		夏季 6～9 月	6 月 1 日～9 月 30 日の 6 時～17 時
	夜間の 対流顕熱量低減効果	夏季 1 ヶ月	8 月 1 日～8 月 31 日の 18 時～5 時
		夏季 6～9 月	6 月 1 日～9 月 30 日の 18 時～5 時
参考項目	冷房負荷低減効果	年間空調	1 年間
	暖房負荷低減効果	冬季 1 ヶ月	2 月 1 日～2 月 28 日
		冬季 11～4 月	11 月 1 日～4 月 30 日
	冷暖房負荷低減効果	期間空調*1	冷房期間 6～9 月（6 月 1 日～9 月 30 日）及び 暖房期間 11～4 月（11 月 1 日～4 月 30 日）

*1：冷暖房期間は、JRA 4046（ルームエアコンディショナの期間消費電力量算出基準）*2を参考に設定した。

*2：社団法人日本冷凍空調工業会．JRA 4046:2004（ルームエアコンディショナの期間消費電力量算出基準），2004．

(2) 出力項目

本実証試験では、工場を対象として計算を行った。

数値計算により算出する各実証項目・参考項目は、屋根用日除けシート施工した状態と屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態の差分量として求めた。各項目において、熱負荷の低減効果の熱量単位 (kWh) から電力量料金単位 (円) への換算は、以下の式により行った。

$$\Delta E = \frac{\Delta Q}{COP} \times A \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 ΔE : 熱負荷の低減効果 [電力量料金] (ΔE (円))

ΔQ : 熱負荷の低減効果 [熱量] (kWh)

COP : 冷房 COP または暖房 COP (—)

A : 電力料金の従量単価 (円/kWh)

表 4-7 LESCOM-env による出力リスト

対応する項目		名称*1	出力単位	対応する部分	
実証項目	屋根 (屋上) 表面温度低下量	夏季 14 時	℃	屋根中央部分	
	室温上昇抑制効果 (自然室温・体感温度)	夏季 14 時	℃	工場内	
	冷房負荷低減効果	夏季 1 ヶ月	kWh/月 円/月	建築物全体	
		夏季 6~9 月	kWh/4 ヶ月 円/4 ヶ月		
	昼間の対流顕熱量低減効果 (6 時~17 時)	夏季 1 ヶ月	MJ %	屋根表面	
		夏季 6~9 月	MJ %		
	夜間の対流顕熱量低減効果 (18 時~5 時)	夏季 1 ヶ月	MJ %	屋根表面	
		夏季 6~9 月	MJ %		
	参考項目	冷房負荷低減効果	年間空調	kWh/年 円/年	建築物全体
				暖房負荷低減効果	
冬季 11~4 月		kWh/6 ヶ月 kWh/6 ヶ月			
		冷暖房負荷低減効果	期間空調	kWh/4 ヶ月 円/4 ヶ月	建築物全体

*1 : 表 4-6 に示す設定期間に対応する名称

【用語の定義】

- 冷房負荷低減効果
実証対象技術による冷房負荷の低減効果
- 室温上昇抑制効果
実証対象技術による室温の上昇抑制効果
- 屋根（屋上）表面温度低下量
夏季における実証対象技術による屋根（屋上）表面温度〔中央部分〕の低下量
- 暖房負荷低減効果
実証対象技術による暖房負荷の低減効果
- 冷暖房負荷削減効果
実証対象技術による冷房負荷・暖房負荷の低減効果
- 対流顕熱量低減効果
実証対象技術による屋根表面から外気への対流による顕熱移動量の低減効果

(3) 数値計算の基準値

実証対象技術のヒートアイランド対策としての効果を検討するため、比較対象となる基準を設定した。基準は、屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態とした。実証対象技術と同一明度の日射反射率の基準は、以下に示す式により算出した。

$$\rho_e = 0.9 \times \left(\frac{10 \times V + 16}{116} \right)^3 \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 ρ_e : 日射反射率 (%)

V : 明度 (—)

4.3 環境負荷・維持管理等性能

4.2.1 熱・光学性能で測定を行った試験体 3 体について、JIS A 5759:2008（建築窓ガラス用フィルム）6.9 耐候性試験 に準拠し、サンシャインカーボンアーク灯式の耐候性試験機により 1000 時間の促進耐候性試験を行った。試験終了後、4.2.1 熱・光学性能の手法に基づいて(1)日射透過率及び日射反射率、(2)明度及び(3)修正放射率（長波放射率）の測定を行い、測定値の変化を確認した。

5. 実証試験結果と検討

5.1 空調負荷低減等性能及び環境負荷・維持管理等性能

(1) 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能試験結果

① 表面 (屋外側) (色: シルバー) 【実証項目】

	耐候性試験前				耐候性試験後			
	No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均
日射透過率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
日射反射率 (%)	33.5	33.5	33.5	33.5	33.7	33.5	33.8	33.7
明度 (－)	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
修正放射率 (長波放射率) (－)	0.90	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.89	0.90

② 裏面 (通気層側) (色: 黒) (参考)

	耐候性試験前				耐候性試験後			
	No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均
日射透過率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
日射反射率 (%)	4.4	4.4	4.5	4.4	4.3	4.4	4.6	4.4
明度 (－)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5
修正放射率 (長波放射率) (－)	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.91	0.92

(2) 分光透過率・分光反射率 (波長範囲: 300nm~2500nm) の特性

① 表面 (屋外側) (色: シルバー)

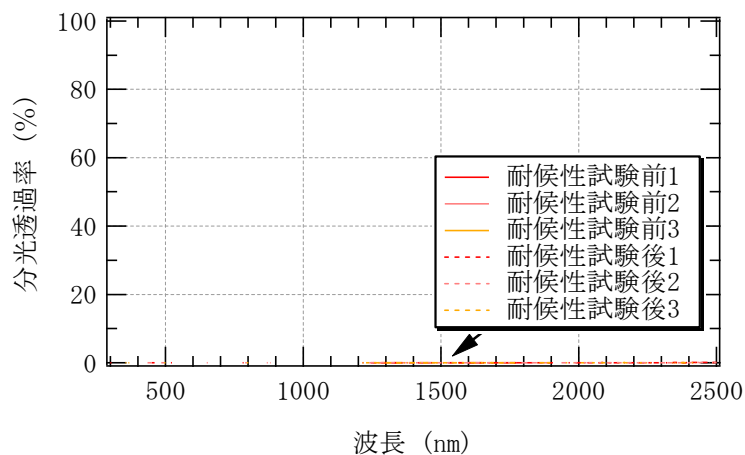


図 5-1 分光透過率測定結果 (色: シルバー)

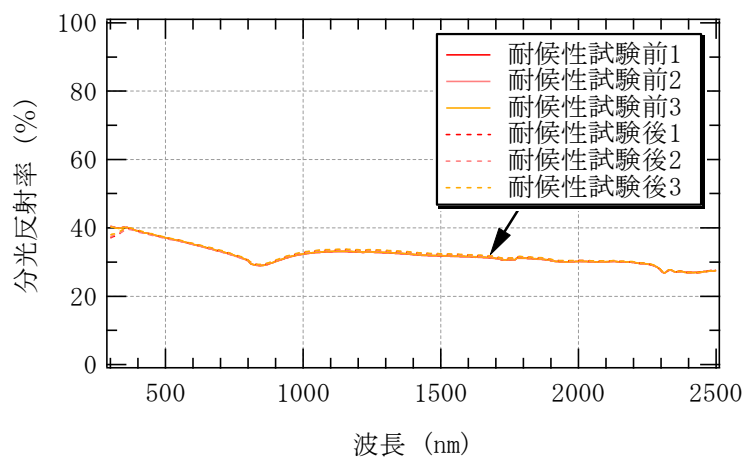


図 5-2 分光反射率測定結果 (色: シルバー)

※ 耐候性試験前後の番号は、試験体に任意に付した番号である。耐候性試験前及び耐候性試験後の熱・光学性能の測定は、製品の持つばらつきを考慮し、試験体数量 3 (n=3) として測定した。耐候性試験による性能劣化を把握するために、耐候性試験後に熱・光学性能の測定を再度実施した。

② 裏面 (通気層側) (色 : 黒)

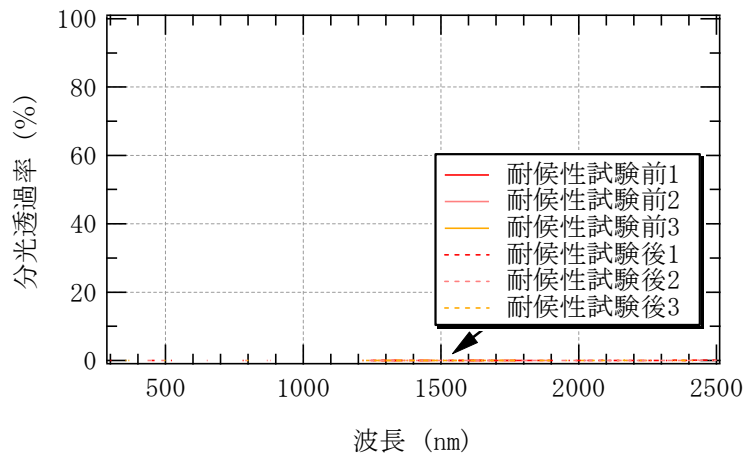


図 5-3 分光透過率測定結果 (色 : 黒)

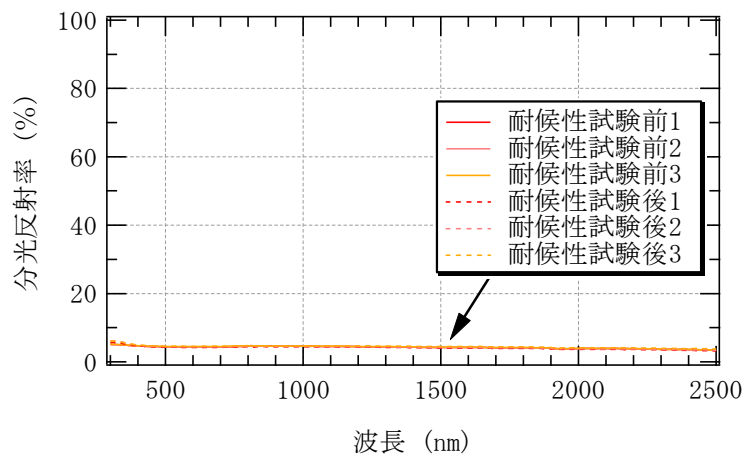


図 5-4 分光反射率測定結果 (色 : 黒)

※ 耐候性試験前後の番号は、試験体に任意に付した番号である。耐候性試験前及び耐候性試験後の熱・光学性能の測定は、製品の持つばらつきを考慮し、試験体数量 3 (n=3) として測定した。耐候性試験による性能劣化を把握するために、耐候性試験後に熱・光学性能の測定を再度実施した。

5.1.2. 空調負荷低減等性能実証項目 (数値計算)

(1) 実証項目の計算結果

比較対象：屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態

		東京都	大阪府
		工場	
屋根(屋上)表面温度低下量 (夏季 14 時)*1		17.5 °C (55.1°C→ 37.6 °C)	17.1 °C (56.3°C→ 39.2 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2 (冷房無し)	4.1 °C (45.3°C→ 41.2 °C)	4.5 °C (46.9°C→ 42.4 °C)
	体感温度*3 (作用温度)	3.7 °C (45.3°C→ 41.6 °C)	3.6 °C (46.7°C→ 43.1 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	1,710 kWh/月 (34,893kWh/月 → 33,183kWh/月) 4.9 % 低減	2,207 kWh/月 (40,953kWh/月 → 38,746kWh/月) 5.4 % 低減
	電気料金	6,547 円低減	7,826 円低減
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6～9 月)	熱量	5,566 kWh/4 ヶ月 (89,417kWh/4 ヶ月 → 83,851kWh/4 ヶ月) 6.2 % 低減	6,923 kWh/4 ヶ月 (105,594kWh/4 ヶ月 → 98,671kWh/4 ヶ月) 6.6 % 低減
	電気料金	20,900 円低減	24,080 円低減
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 14.9 % 低減 (317,132MJ/月 → 269,806MJ/月)	大気への放熱を 12.5 % 低減 (387,245MJ/月 → 338,988MJ/月)
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 12.8 % 低減 (1,143,462MJ/4 ヶ月 → 997,376MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 10.3 % 低減 (1,345,526MJ/4 ヶ月 → 1,207,073MJ/4 ヶ月)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を -78.8 % 低減 (2,657MJ/月→ 4,751 MJ/月)	大気への放熱を -51.5 % 低減 (5,845MJ/月→ 8,854 MJ/月)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を -262.0 % 低減 (9,374MJ/4 ヶ月 → 33,935MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を -125.7 % 低減 (22,936MJ/4 ヶ月 → 51,756MJ/4 ヶ月)

*1：8 月 1 日～10 日の期間中最も日射量の多い日時における対象部での屋根表面（詳細版資料編 28 ページに示す屋根の屋外側表面）温度・室温の抑制効果

*2：冷房を行わないときの室温

*3：平均放射温度（MRT）を考慮した温度（室温と MRT の平均）

*4：夏季 1 ヶ月（8 月）及び夏季（6～9 月）において室内温度が冷房設定温度を上回ったときに冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果

注）数値計算は、モデル的な工場を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準は、屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態とした。一般塗料の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 19 ページ参照）により算出した。

(2) 参考項目の計算結果

比較対象：屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態

		東京都	大阪府
		工場	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	7,574 kWh/年 (95,171kWh/年 → 87,597kWh/年) 8.0 % 低減	9,749 kWh/年 (118,525kWh/年 → 108,776kWh/年) 8.2 % 低減
	電気料金	27,974 円低減	33,261 円低減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	-1,846 kWh/月 (11,033kWh/月 → 12,879kWh/月) -16.7 % 低減	-987 kWh/月 (14,471kWh/月 → 15,458kWh/月) -6.8 % 低減
	電気料金	-5,921 円低減	-2,917 円低減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季 11~4 月)	熱量	-4,433 kWh/6 ヶ月 (39,721kWh/6 ヶ月 → 44,154kWh/6 ヶ月) -11.2 % 低減	-2,886 kWh/6 ヶ月 (46,170kWh/6 ヶ月 → 49,056kWh/6 ヶ月) -6.3 % 低減
	電気料金	-14,219 円低減	-8,534 円低減
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	1,133 kWh/年 (129,138kWh/年 → 128,005kWh/年) 0.9 % 低減	4,036 kWh/年 (151,763kWh/年 → 147,727kWh/年) 2.7 % 低減
	電気料金	6,681 円低減	15,546 円低減

*1：年間を通じ室内温度が冷房設定温度を上回ったときに冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果

*2：冬季 1 ヶ月（2 月）及び冬季（11~4 月）において室内温度が暖房設定温度を下回ったときに暖房が稼働した場合の暖房負荷低減効果

*3：夏季（6~9 月）において室内温度が冷房設定温度を上回ったときに冷房が稼働した場合及び冬季（11~4 月）において室内温度が暖房設定温度を下回ったときに暖房が稼働した場合の冷暖房負荷低減効果

注）数値計算は、モデル的な工場を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準は、屋根用日除けシートの施工がない（屋根用日除けシートと同一明度の一般塗料を対象建築物の屋根に塗布した）状態とした。一般塗料の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 19 ページ参照）により算出した。

(3) (1) 実証項目の計算結果及び(2)参考項目の計算結果に関する注意点

- ① 数値計算は、モデル的な工場を想定し、各種前提条件のもと数値計算したものであり、実際の導入環境とは異なる。
- ② 熱負荷の低減効果を熱量単位 (kWh) だけでなく、電気料金の低減効果 (円) としても示すため、定格出力運転時における消費電力 1kW 当たりの冷房・暖房能力 (kW) を表した COP 及び電力量料金単価を設定している。
- ③ 数値計算において設定した冷暖房の運転期間は、下記の通りとした。
 - 夏季 14 時 : 8 月 1 日～10 日の期間中最も日射量の多い日の 14 時
 - 夏季 1 ヶ月 : 8 月 1～31 日
 - 夏季 6～9 月 : 6 月 1 日～9 月 30 日
 - 冬季 1 ヶ月 : 2 月 1 日～28 日
 - 期間空調 : 冷房期間 6～9 月及び暖房期間 11～4 月
 - 年間空調 : 冷房期間 1 年間*1

*1 : 設定温度よりも室温が高い場合に冷房運転を行う。
- ④ 冷房・暖房負荷低減効果の熱量の欄には、実証対象技術の使用前後の熱負荷の差および使用前後の熱負荷の総和をそれぞれ示している (使用前→使用後)。
- ⑤ 電気料金について、本計算では屋根用日除けシートの施工の有無による室内熱負荷の差を検討の対象としていることから、種々の仮定が必要となる総額を見積もることをせず、熱負荷の変化に伴う空調電気料金の差額のみを示している (電気料金の算出に関する考え方は詳細版本編 26 ページ【電気料金算出に関する考え方】に示す)。

【電気料金算出に関する考え方】

電力料金は、主に基本料金等と電力量料金で構成されている。屋根用日除けシートを施工することによる空調負荷低減効果を算出する上で、契約内容等の条件を固定すると、基本料金等は屋根用日除けシートの施工前後で一定となり、日射遮蔽による影響を受けるのは空調負荷量に依存する電力量料金のみになる。

電力量料金は電力量料金単価と燃料費調整単価（石油等の燃料価格変動に依存）で構成されているが、燃料費調整単価は電力量料金単価と比較して十分小さいため、電力量料金は電力量料金単価のみで算出することとした。

工場の電力量料金単価については、小～中規模の工場で契約電力を 500kW 未満とすることを想定し、この条件に適合し、かつ、平日の昼間に電気の使用が多い場合の契約（夏季とその他季で電力量料金が異なる）を適用した。

《引用文献》

- 東京電力株式会社.電気供給約款.2009, 132p.
- 東京電力株式会社.電気需給約款 [特定規模需要（高圧）]. 2010, 117p.
- 関西電力株式会社.電気供給約款.2009, 149p.

○ 付録

1. データの品質管理

本実証試験を実施にあたり、データの品質管理は、財団法人建材試験センターが定める品質マニュアルに従って管理した。

1.1 測定操作の記録方法

記録用紙は、財団法人建材試験センター規程による試験データシート、実測値を記録するコンピュータプリントアウト及び実証試験要領に規定した成績書とした。

1.2 精度管理に関する情報

JIS Q 17025:2005 (ISO/IEC 17025:2005)「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」に準拠した測定トレーサビリティによりデータの精度管理を行った。

2. データの管理、分析、表示

2.1 データ管理とその方法

本実証試験から得られる以下のデータは、財団法人建材試験センターが定める品質マニュアルにしたがって管理するものとした。データの種類は次のとおりである。

- ・ 空調負荷低減等性能のデータ
- ・ 環境負荷・維持管理等性能のデータ

2.2 データ分析と評価

本実証試験で得られたデータについては、必要に応じ統計分析の処理を実施するとともに、使用した数式を実証試験結果報告書に記載する。

実証項目の測定結果の分析・表示方法は以下のとおりである。

(1) 空調負荷低減等性能のデータ

- ・ 日射透過率及び日射反射率、明度、修正放射率（長波放射率）、屋根（屋上）表面温度低下量、冷房負荷低減効果、室温上昇抑制効果、対流顕熱量低減効果

(2) 環境負荷・維持管理等性能のデータ

- ・ 性能劣化の把握

3. 監査

本実証試験で得られたデータの品質監査は、財団法人建材試験センターが定める品質マニュアルに従って行うものとする。実証試験が適切に実施されていることを確認するために実証試験の期間中に内部監査を実施した。

この内部監査は、本実証試験から独立している財団法人建材試験センター環境情報部環境調査課長を内部監査員として任命し実施した。

○ 資料編

付表 1 計算用工場モデルの詳細情報 (屋根・壁・床・開口部)

設定条件	構成	
屋根	屋外側	ガルバリウム鋼板 (0.6mm)
	⇕	GW*1 (50mm)
	屋内側	鋼板 (0.8mm)
	・水勾配 1/50	
外壁	屋外側	ガルバリウム鋼板 (0.6mm)
	⇕	PB*2 (12.5 mm)
		GW (50mm)
	屋内側	けい酸カルシウム板塩化ビニル樹脂エナメル塗装 (厚さ 8.0 mm)
床	・コンクリート直均し ・エポキシ樹脂系塗装 (厚さ 1.2 mm)	
窓	・アルミサッシ (一重サッシ、網入り磨きガラス単板 (厚さ 6.8 mm) 入り)	

*1: GW: グラスウール 10K 品アルミガラスクロス (厚さ 0.13mm) 貼り

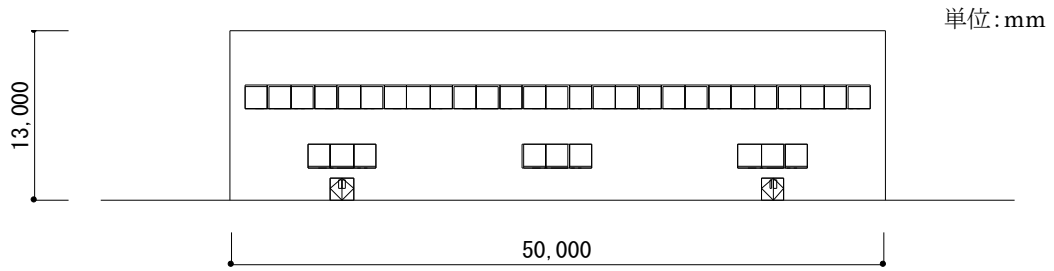
*2: PB: 耐水パーティクルボード

*3: 対象建築物モデルの屋根断熱材は、次に示す 2 つの仕様とした。

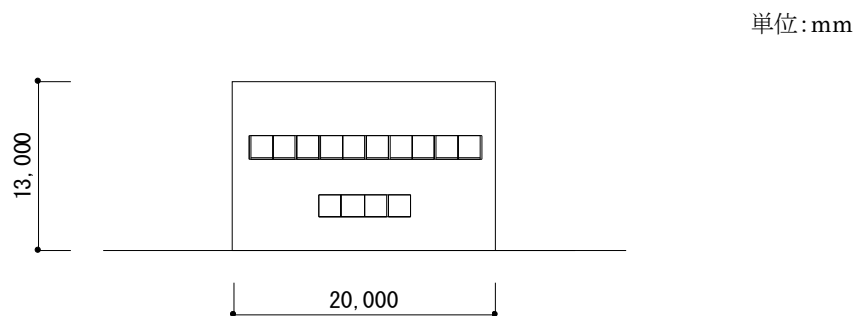
仕様 1 は屋根 (屋上) 表面温度及び室内空気温度の算出に、仕様 2 はその他の実証項目及び参考項目の算出に適用した。

- 〔仕様 1: 屋根の断熱材…グラスウール [GW (10K)], 厚さ 10mm
- 〔仕様 2: 屋根の断熱材…グラスウール [GW (10K)], 厚さ 50mm

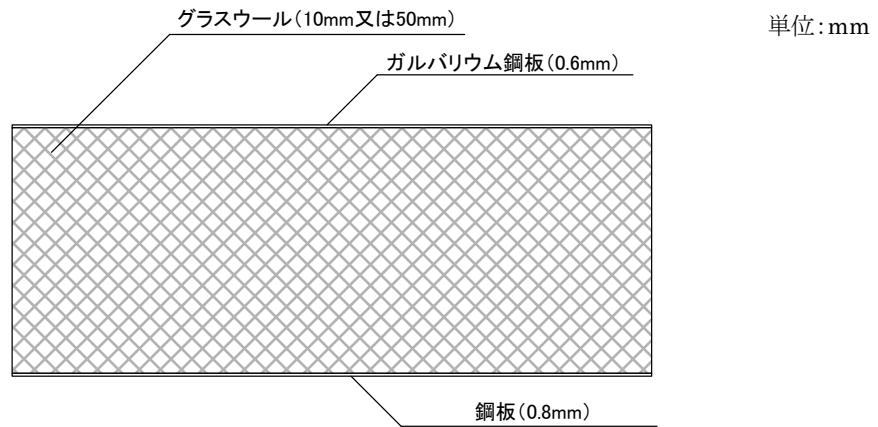
注) 計算用工場モデルは、東京理科大学武田研究室により考案されたものである。



付図 1 計算用工場モデル (南側立面図)

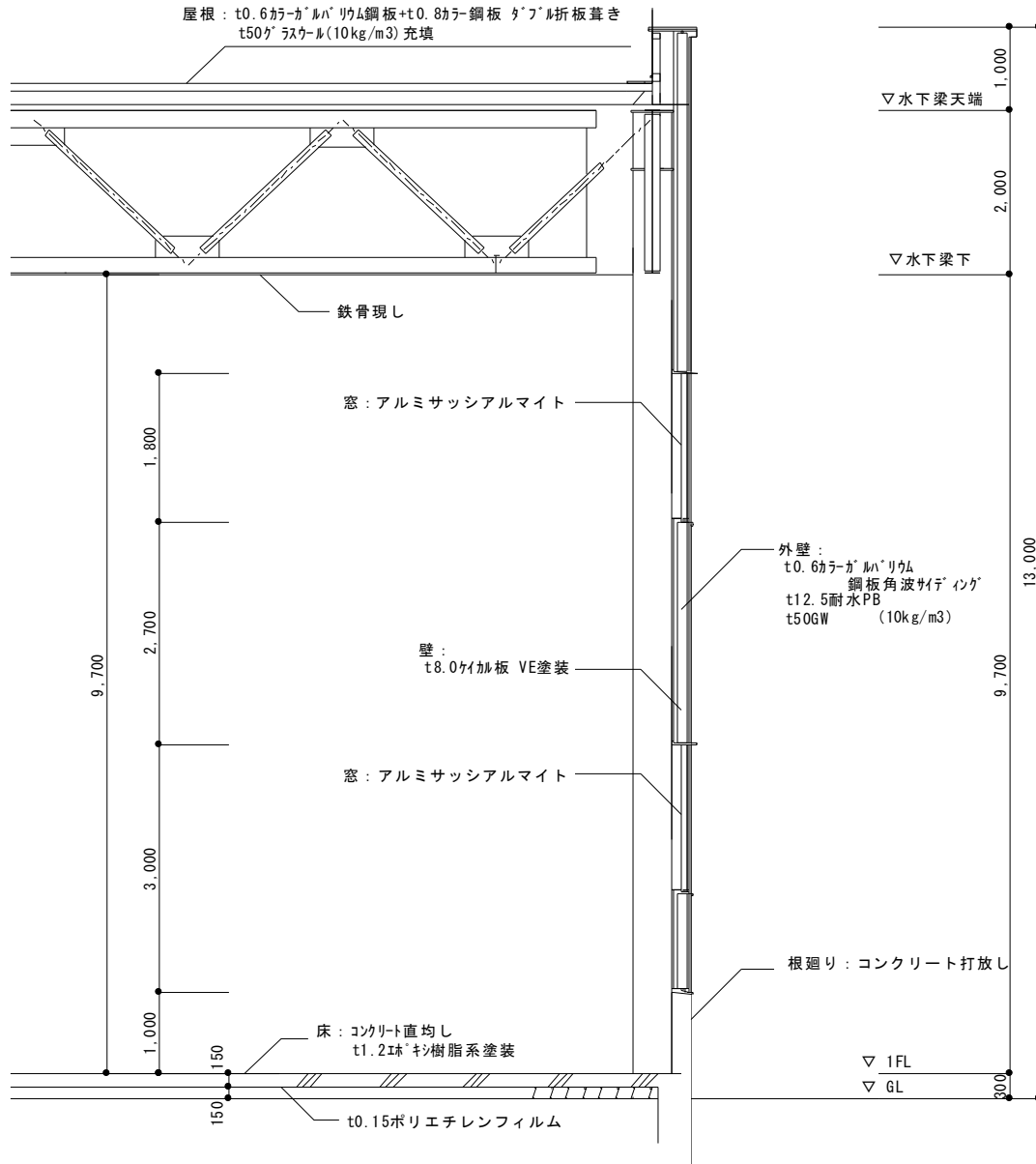


付図 2 計算用工場モデル (東側立面図)



付図 3 屋根の形状 (断面)

屋根用日除けシート (H22)
 屋上自然力応用遮熱シート「冷えルーフ」
 株式会社サワヤ



付図 4 計算用工場モデル (矩計図)