

環境省

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
実証試験計画書
(案)



平成23年9月

実証機関 : 財団法人 建材試験センター
技術 : 屋根・屋上用高反射率塗料
実証申請者 :
製品名・型番 :

－ 目 次 －

○本編	1
1. 実証試験の概要と目的.....	1
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	2
3. 実証対象技術の概要	4
4. 実証試験の内容	5
4.1 試験期間（予定）	5
4.2 空調負荷低減性能実証項目	5
4.3 環境負荷・維持管理等性能【参考項目】	12
4.4 実証項目の計算結果及び参考項目の計算結果に関する注意点.....	12
○ 付録.....	14
1. データの品質管理.....	14
1.1 測定操作の記録方法	14
1.2 精度管理に関する情報.....	14
2. データの管理、分析、表示	14
2.1 データ管理とその方法.....	14
2.2 データ分析と評価	14
3. 監査.....	14
○ 資料編	15

○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、環境技術実証の手法・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23年5月19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*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するものである。

【実証項目】

◆ 空調負荷低減性能

【熱・光学性能】

- 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4版, 平成23年5月19日, 82p, http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17530&hou_id=13792.

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。

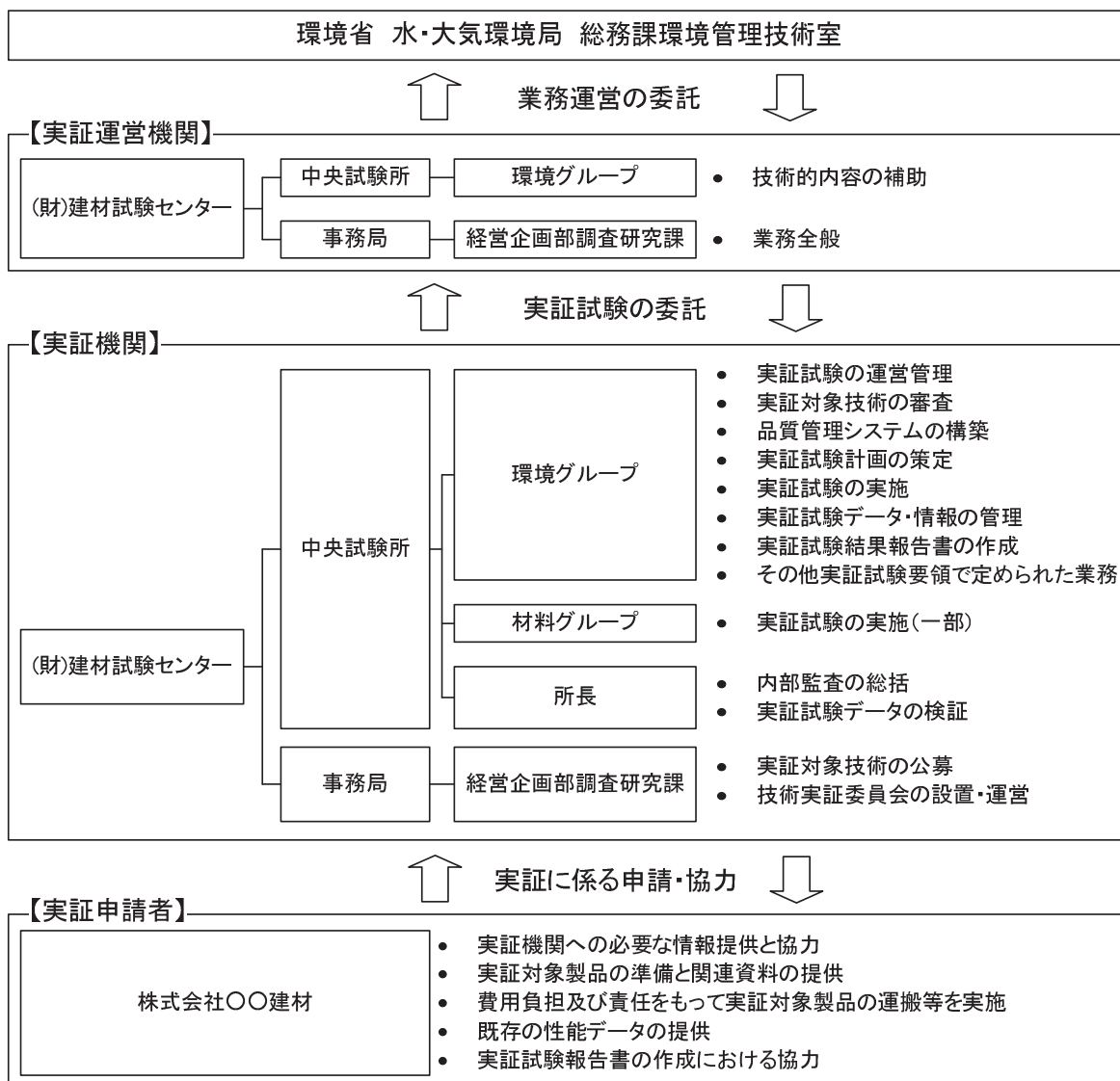


図 2-1 実証試験参加組織

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	
		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		経営企画部 調査研究課 ・川上 修 ・菊地 裕介 ・村上 哲也
		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		中央試験所長 黒木 勝一
		実証試験データの検証		
実証 申請者	株式会社〇〇建材	実証機関への必要な情報提供と協力	代表取締役 〇〇 〇〇	
		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。

このページに示された情報は、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。

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			
技術開発企業名			
実証対象製品・名称			
実証対象製品・型番			
連絡先	TEL		
	FAX		
	Web アドレス		
	E-mail		
技術の原理			
技術の特徴			
設置条件	対応する建築物・部位など		
	施工上の留意点		
	その他設置場所等の制約条件		
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など			
コスト概算	設計施工価格(材工共)	円	1m ² あたり

○その他メーカーからの情報

--

4. 実証試験の内容

4.1 試験期間 (予定)

(1) 試験体搬入

平成23年 9月 9日

(2) 熱・光学性能測定

平成23年 9月12日～平成23年 9月26日 (屋外暴露試験前)

平成24年 1月30日～平成24年 2月 8日 (屋外暴露試験後)

(3) 屋外暴露試験

平成23年 9月30日～平成24年 1月27日

(4) 数値計算

平成23年 9月15日～平成23年12月 9日

4.2 空調負荷低減性能実証項目

4.2.1. 熱・光学性能

(1) 日射反射率

JIS K 5602 (塗膜の日射反射率の求め方) に従い、日射反射率〔波長範囲：300nm～2500nm〕の測定を行う。試験体の色は、製品の中で最も明度が高いものと最も明度が低いもの及び灰色 (N6 (無彩色、明度 V=6)) の3種類とし、試験体数はそれぞれ3体 (n=3、合計9体) とする。また、下地は H.P 金属板 (隠蔽率測定用金属板) とし、寸法は 60mm×60mm とする。なお、下地材料は実証機関が提供する。

(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、明度の測定を行う。

(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、修正放射率 (長波放射率)〔波長範囲：5.5μm～25μm〕の測定を行う。

【用語の定義】

- 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。
- 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、温熱環境シミュレーションプログラム AE-Sim/Heat*1により算出する。また、AE-Sim/Heat への建築物モデルの入力は、建築環境シミュレーションプログラム用汎用入力インターフェイス AE-CAD を使用する。

計算条件および計算による出力項目は下記の通りとする。

*1：株式会社建築環境ソリューションズ製（監修：東京大学 教授 坂本雄三）

(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つの仕様とする。
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する。
〔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、無視するものとする。
- 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）全面に高反射率塗料を塗布した条件下で数値計算を行う。

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、15～17ページに示す。

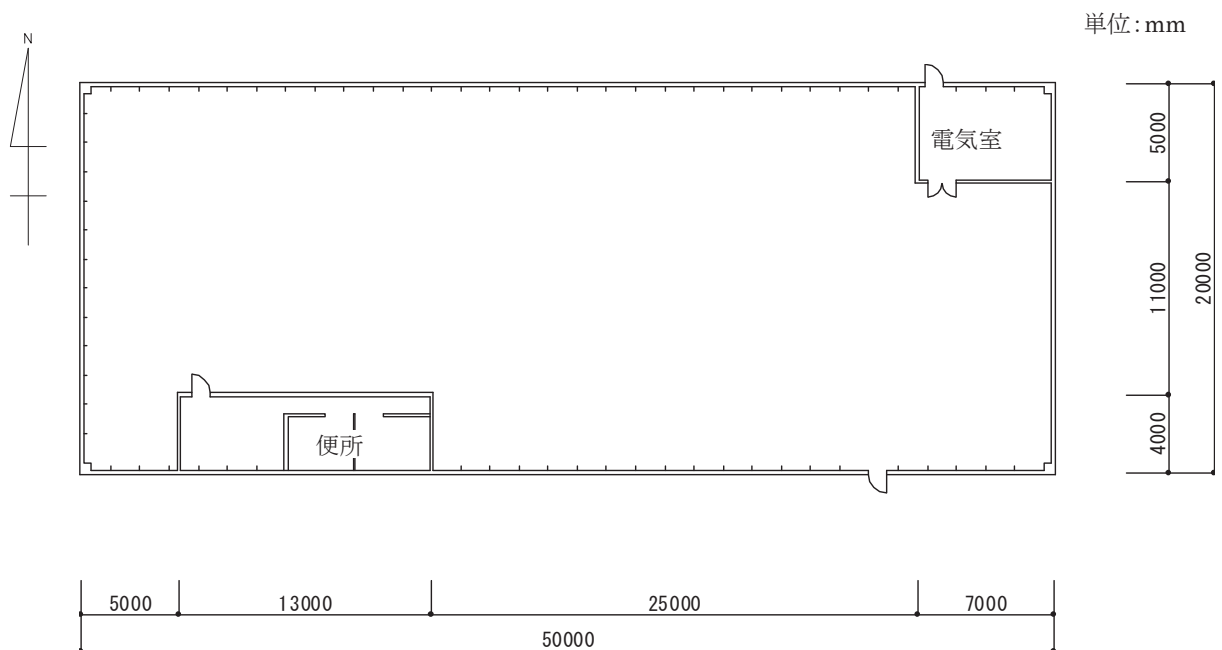


図 4-1 計算用工場モデル (平面図)

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	・拡張アメダス気象データ ((社) 日本建築学会) 標準年 (1981年～1995年)

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 室内における発熱量の設定

表4-4 発熱量の設定条件

建築物	設定条件
工場	照明 : 15W/m ² (照明点灯時間 : 8 時～17 時) 人体 : 0.1 人/m ² 機器 : 25W/m ² (機器使用時間 : 8 時～17 時)

④ COP (Coefficient of Performance : エネルギー消費効率) の設定

表4-5 COP の設定

建築物	冷房 COP	暖房 COP	備考
工場	3.55*1	3.90*1	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。

⑤ 電力量料金単価

表4-6 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	高圧電力 A	13.59	12.51
大阪		高圧電力 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。

⑥ 実証項目・参考項目の設定期間

表 4-7 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	
	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	
	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) 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う。

数値計算により算出する各実証項目・参考項目は、高反射率塗料と一般塗料の差分量として求める。

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、以下の式により行う。

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

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 4-8 数値計算による出力リスト

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	建物全体
		暖房負荷低減効果	冬季 1 ヶ月	kWh/月 円/月	建物全体
冬季 11~4 月			kWh/6 ヶ月 円/6 ヶ月		
冷暖房負荷低減効果		期間空調	kWh/年 円/年	建物全体	

*1 : 表 4-6 の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、比較対象とする基準を設定する。高反射率塗料の場合、明度と日射反射率の関係上、明度が高くなるほど日射反射率が高くなる。そのため、実証対象技術の灰色塗料が規定の明度（ $V=6.0\pm 0.2$ ）に該当するものは明度 $V=6$ の日射反射率を、また該当しないものについては同一明度の日射反射率を、基準とする。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する。

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

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【参考項目】

4.2.1で測定を行った試験体を、(財) 建材試験センター中央試験所内の屋外に水平に設置して、4ヶ月(17週)間の暴露を行った後、再度4.2.1の測定を行う。

暴露試験前後における実証対象技術の熱・光学性能試験結果から、反射性能の保持能力を以下に示す式で求める。

$$\text{反射性能の保持率} = \frac{\text{暴露試験後の反射性能値}}{\text{暴露試験前の反射性能値}} \times 100 \quad (\%) \dots\dots\dots (3)$$

4.3.1. 付着性の変化の把握【参考項目】

JIS A 6909 (建築用仕上塗材) に従い、付着強さの測定を行う。試験体の色は、4.2.1熱・光学性能で調整した製品中最も明度が低いもの1種類とし、試験体は6体製作する。このうち測定を行う試験体数は3体 (n=3) とする。下地は JIS A 5430 (繊維強化セメント板) に規定するフレキシブル板 (スレート) とし、寸法は 70mm×70mm とし、下地材料は実証機関が提供する。

付着強さ測定が未実施の試験体3体を(財) 建材試験センター中央試験所内の屋外に水平に設置し、4ヶ月間(9月～1月)の暴露試験を行う。屋外暴露試験終了後、付着強さ測定を行い、屋外暴露試験前後の付着性能の変化を確認する。

4.4 実証項目の計算結果及び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うものであり、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た。
- ③ 数値計算において設定した冷暖房の運転期間は、下記の通りとする。
 - 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 電気料金について、本計算では高反射率塗料の塗布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す (電気料金の算出に関する考え方は13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。高反射率塗料を塗布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、基本料金等は高反射率塗料の塗布前後で一定となり、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. 2010, 108p.
- 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) 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) 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/IEC17025:2005) 「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) 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るデータについては、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項目のデータ

- 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、維持管理等実証項目のデータ

- 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) 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する。

この内部監査は、本実証試験から独立している (財) 建材試験センター中央試験所長を内部監査員として任命し実施する。

○ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート直均し ・エポキシ樹脂系塗装 (厚さ 1.2 mm) 	
窓	<ul style="list-style-type: none"> ・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

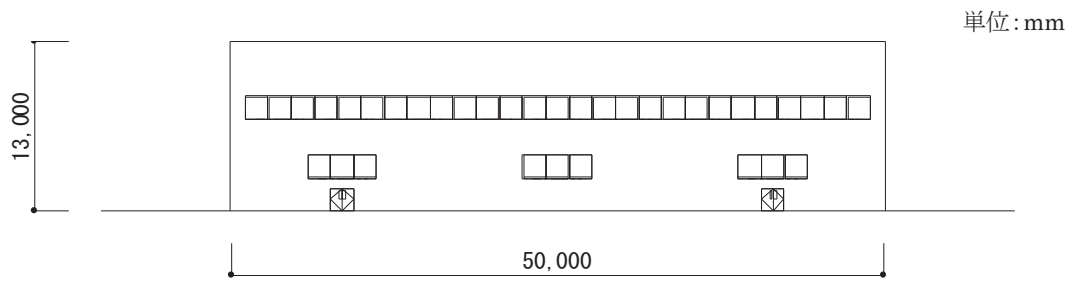
*2: PB: 耐水パーティクルボード

*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。

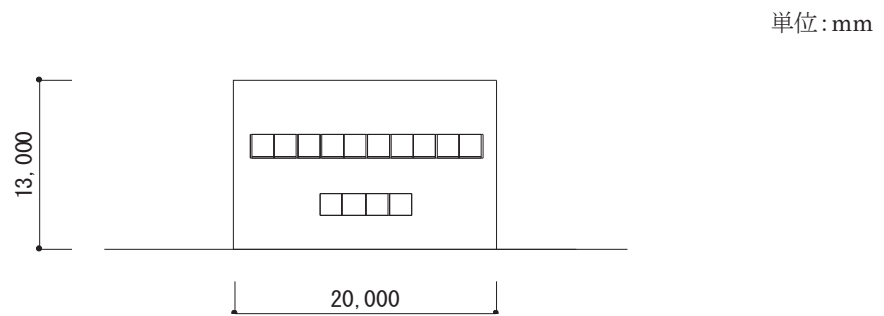
仕様 1 は屋根 (屋上) 表面温度及び室内空気温度の算出に、仕様 2 はその他の実証項目及び参考項目の算出に適用した。

- 〔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

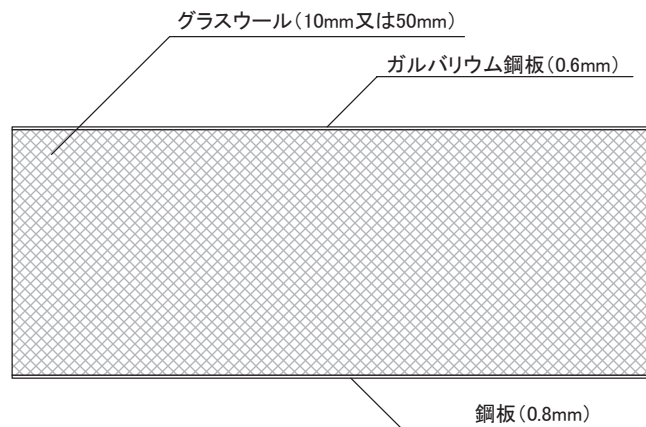
注) 計算用工場モデルは、東京理科大学武田研究室により考案されたものである。



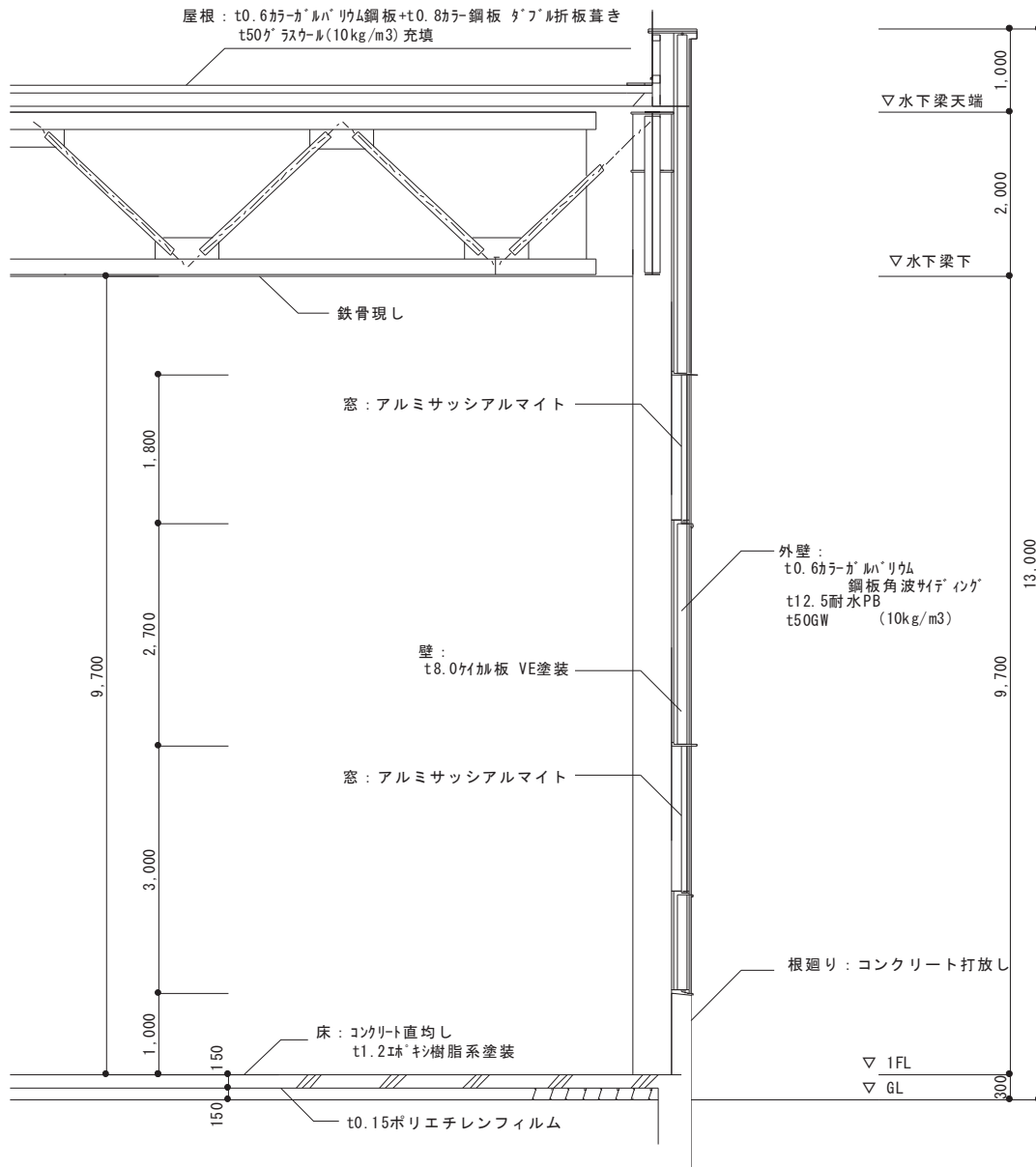
付図 1 計算用工場モデル (南側立面図)



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)



付図 4 計算用工場モデル (矩計図)