

環境省
令和元年度環境技術実証事業

実証報告書

令和2年3月

実証機関 : 一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会
実証対象技術名 : 高耐久性温度抑制人工芝
実証対象製品名 : ドリームターフ PT-RS+
実証申請者 : 積水樹脂 株式会社
実証番号 : 160-1902



本実証報告書の著作権は、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. 実証の概要	1
3. 既存データの活用を検討	2
4. 実証結果及び考察	2
5. 参考情報	4
○本編	5
1. 導入と背景、実証の体制	5
1.1 導入と背景	5
1.2 実証参加組織と実証参加者の分掌	6
2. 実証対象技術及び実証対象製品の概要	8
2.1 実証対象技術の原理とシステムの構成	8
2.2 実証対象製品の仕様	9
2.3 消耗品、消耗材、電力等消費量	9
2.4 回収物及び廃棄物と、その取扱い	9
2.5 実証対象製品の維持管理に必要な作業項目	10
2.6 実証対象製品が必要とする条件の制御	10
2.7 実証対象製品の使用者に必要な維持管理技能	10
2.8 建屋の必要性	10
3. 実証方法	11
3.1 実証全体の実施日程	11
3.2 監視項目	12
3.3 実証項目、参考項目及び環境影響項目	12
4. 既存データの検証、活用	15
5. 既存の試験データに基づく実証結果と検討	17
5.1 既存データ取得時の試験の実施状況	17
5.2 監視項目（屋外試験における気象条件）	23
5.3 実証項目及び参考項目	26
5.4 環境影響項目	30
5.5 所見（結果のまとめ）	31
○付録(品質管理)	32
1. 品質管理システムの監査	32
○資料編	33
1. 非快晴日の試験データ（参考データ）	33
2. 用語の解説	34

○全体概要

実証対象技術名	高耐久性温度抑制人工芝
実証対象製品名	ドリームターフ PT-RS+
実証申請者	積水樹脂 株式会社
実証機関	一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会
試験期間	平成 27（2015）年 2 月～令和元（2019）年 11 月（既存の試験データ取得期間）
本技術の目的	日射反射顔料を含有する芝葉（以降「ヤーン」と称する）及び充填材によって日射を反射することで、人工芝フィールドの表面温度を低減させることを目的とする。

1. 実証対象技術の概要

原理と効果：

本技術では、日射反射顔料を含有するヤーン及び充填材によって日射を反射することで、特に夏季に高温となる人工芝フィールドの表面温度を低減させることができ、ヒートアイランド対策にも貢献する技術である。また、分子同士を立体的に網目状に配向させ複雑に絡み合わせることで、一般的な構造の人工芝と比べ、耐久性が高くなっている。



実証対象製品のイメージ図



ヤーンの構造（左：実証対象製品、右：一般的な人工芝）

2. 実証の概要

2.1 実証の基本方針

専門家で構成される技術実証検討会において、実証申請者より提出された既存の試験データに基づき、実証対象技術の環境保全効果等について検討を行った。

2.2 試験機関及び試験実施場所の情報（既存データ取得時の試験実施場所）

試験項目	試験機関及び試験実施場所の名称	所在地
日射反射率(室内試験)	(一財) 日本塗料検査協会 東支部試験室	神奈川県藤沢市宮前 636-3
日射反射率(屋外試験)	(一財) 建材試験センター 中央試験所屋外試験場	埼玉県草加市稲荷 5-21-20
表面温度低減効果	(一財) カケンテストセンター 大阪事業所ベランダ	大阪府大阪市西区江戸堀 2-5-19
耐久性(引張強度等)	(一財) カケンテストセンター 大阪事業所試験室	

2.3 実証対象製品の仕様

ヤーン	原料／構造	高耐久性ポリエチレン / モノフィラメント（単繊維）構造
	長さ＊／最大肉厚＊	40～65mm 程度 / 360μm
	重量**／色	約 1.7kg/m ² / グリーン（濃淡あり）
	重金属等含有量***	土壤汚染対策法第2種特定有害物質 含有量基準適合（全項目で不検出）
充填材	材質	弾性材：熱可塑性の樹脂、硬質材：珪砂
	粒径	弾性材：0.5～3mm、硬質材：0.2～1.7mm
	重量**／色	約 42kg/m ² / ブラウン、グリーン、ベージュの3種類
	重金属等含有量***	土壤汚染対策法第2種特定有害物質 含有量基準適合（全項目で不検出）

*スポーツの種類、ユーザーの希望等により調整する。**一例を示している。***第三者による試験結果

2.4 実証対象製品の維持管理等の情報（実証申請者が推奨する点検・作業内容等）

項目	内容、管理頻度
日常点検	消耗し易い場所において、ブラッシング等の作業を行う。
定期点検	メンテナンス専用機械によるブラッシングや充填材の補填等の作業を行う。
消耗品・消費電力量	日常的に補充するような消耗品は存在しない。一部分だけ消耗が激しくなった場合には、部分的に張替えや充填材の補填等を行う。また、電力は消費しない。
廃棄物及び回収物	消耗によってちぎれたヤーン等は廃プラスチック等として処分する。

2.5 実証項目および実証する性能

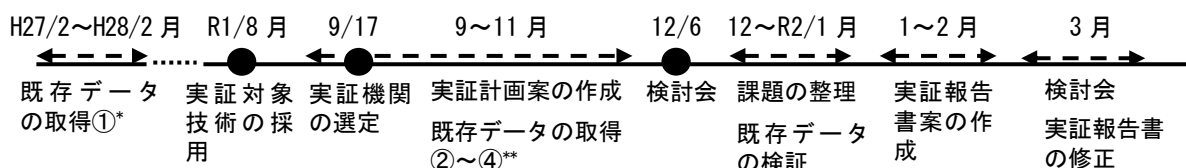
実証項目	試験対象	実証する性能
日射反射率（室内試験） （全波長域 300～2,500nm）	ヤーン**	25%以上
	充填材**	30%以上
表面温度低減効果*	ヤーン及び 充填材***	夏季（7～9月）の快晴の試験条件下****において ・日射量が多い（表面温度測定前の1時間における全天日射量の平均値が750W/m ² 以上の）時間帯において、日射反射顔料を含有しない自社旧製品と比べて平均5℃以上低減

*日射反射顔料を含有する実証対象製品と含有しない一般性能の人工芝における試験片の表面温度の差

熱圧縮によって平板状に成型した試験片 *人工芝の状態（無加工）の試験片

****試験期間中に日照が遮られる時間帯が一度もない条件（直達日射量が常に0.12kW/m²以上）

2.6 実証のスケジュール



*①日射反射率（室内試験）、**②～④日射反射率（屋外試験）、表面温度低減効果、耐久性試験

3. 既存データの活用を検討

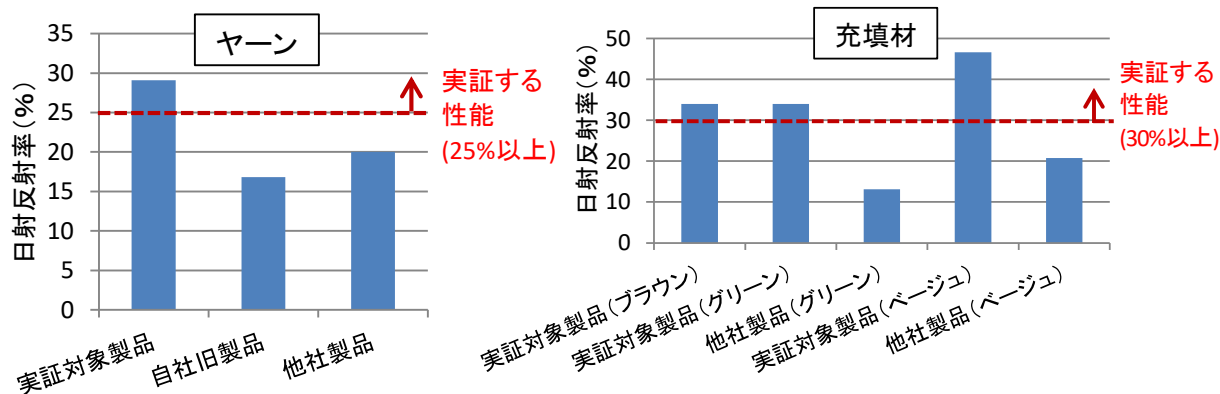
既存データを実証データとして採用するために、試験機関における測定精度管理等について、実証申請者の協力の下で、既存データを取得した機関等に情報提供を促し、守秘義務を遵守し、報告書や記録、ヒアリング等により確認した。その結果、以下に示す試験結果を活用することとなった。

4. 実証結果及び考察

4.1 実証項目及び参考項目（詳細は本編 26～29 頁 5.3 項 参照）

（1）日射反射率（室内試験）

実証対象製品（ヤーン及び充填材）は、日射反射顔料を含有していない比較対象試料と比べ、日射反射率（全波長域）が全体的に高く、実証する性能（目標値）を満たしていた。



日射反射率（室内試験）の試験結果

（2）日射反射率（屋外試験）

屋外における実使用環境に近い条件下においても、日射反射顔料を含有する実証対象製品は、含有しない製品と比べ日射反射率が高いことがわかった。室内試験に比べ全体的に低い値となったが、これは室内試験では平板状に加工した試験片を用いていたのに対し、屋外試験では人工芝の形状を保った状態で試験に供したので、日射が必ずしも上部方向に反射しなかったためであると考えられる。

日射反射率（屋外試験）の試験結果

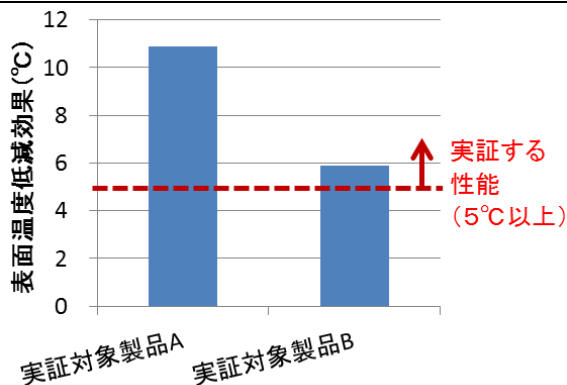
試験試料	日射反射顔料の含有		参考項目 日射反射率（%）
	ヤーン	充填材上部	
実証対象製品 A	有	有	18.8
実証対象製品 B	有	無	14.0
自社旧製品	無	無	6.4

（３）表面温度低減効果

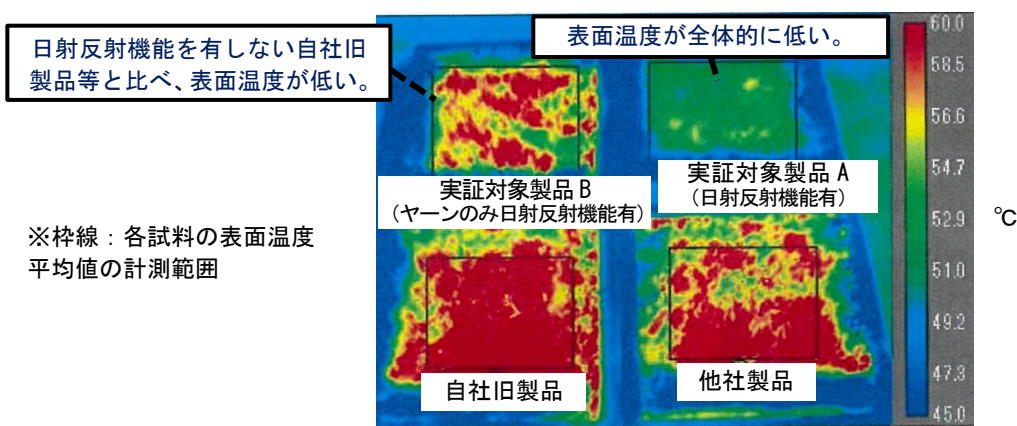
日射量が多く、各試験試料に日射が均等に注いだ時間帯（12：30～14：00）に測定された表面温度データを評価対象とすることとした。試験実施場所近傍の気象台（大阪）においては、本時間帯の全天日射量の平均値は 750W/m² 以上であった。

ヤーンのものに日射反射顔料を含有した実証対象製品 B と比べ、ヤーン及び充填材の両方に日射反射顔料を含有した実証対象製品 A の方が、表面温度低減効果は大きかったが、どちらの製品も実証する性能を満たした。

ヤーン及び充填材の両方に日射反射顔料を含有した実証対象製品 A においては、日射反射顔料を含有しない自社旧製品と比べ、10℃以上の表面温度の低下が確認された。



実証対象製品の表面温度低減効果
(12：30～14：00 の平均値)



サーモグラフィ画像（14 時頃）

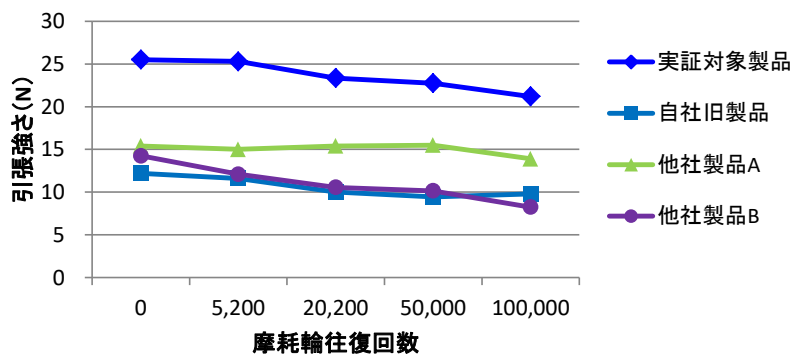
4.2 環境影響項目

（詳細は本編 30 頁 5.4 項 参照）

実証対象製品は、比較対象の人工芝と比べ、引張強さが大きく、耐久性が高いことがわかった。

摩耗試験機を用いて、人工芝上で摩耗輪を 100,000 回往復させても、引張強さの大幅な低下は確認されなかった。

*引張りに対する強さを指す。引張試験時においては、試料が切断された時の荷重を示す。



耐久性試験の結果（摩耗過程における引張強さの推移）

4.3 所見

項 目	所 見
技術全体	実証対象製品は、日射反射率が高く、表面温度低減効果を持つことが確認された。表面温度の低減により、直接触れる脚からの体温上昇が抑えられることとなり、利用者の快適性を大きく改善させることができると推測される。 実証対象製品の高い耐久性が確認された。人工芝の耐久性が高いほど、ちぎれて流出または廃棄されるヤーン（プラスチックごみ）が少なくなることから、実証対象製品の導入は、廃棄物等の観点でも環境負荷の低減に貢献できると考えられる。
その他	表面温度低減効果の試験は、9 月中旬にベランダにて実施されたことから、人工芝に入射する日射量及び時間が限られていた。真夏に屋外のフィールド等で試験したと仮定した場合には、表面温度低減効果がより大きく評価された可能性がある。一方、午前中は障害物の影が一部の人工芝に入り、表面温度の低下を引き起こしていたと推測され、このことが試験結果に影響を及ぼした可能性がある。

5. 参考情報

注意：このページに示された情報は、技術広報のために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、実証の対象外となっています。

5.1 製品データ

項 目		環境技術開発者 記入欄			
製品の名称・形式		ドリームターフ PT-RS+ (Dream Turf PT-RS+)			
製造(販売)企業名		積水樹脂株式会社 (SEKISUIJUSHI CORPORATION)			
連絡先	TEL/FAX	TEL 0748 (58) 1420 / FAX 0748 (58) 1616			
	Web アドレス	http://www.sekisuijushi.co.jp/			
	E-mail	hamamotot@sekisuijushi.co.jp			
サイズ・質量		約 35kg/㎡ (人工芝フィールドとして。ヤーン長さ 40mm の場合)			
材質		ヤーン：高耐久性 PE (温度抑制機能付) 充填材：弾性材 TPE , SBR / 硬質材 珪砂			
適用条件		特になし			
実証対象製品寿命		15 年以上と推定。			
コスト概算 (円)	費目		単価	数量	計
	イニシャルコスト (サッカー場 1 面 -約 9,000 ㎡- の場合)				
	本体価格		約 12,000 円/㎡	9,000 ㎡	約 108 百万円
	注)・材料費, 工事費, 運搬含む参考価格。下地工事費, 諸経費は含まず				
	ランニングコスト (月間) ※月あたりに換算				
	通常メンテナンス費用		約 800,000 円/回	1 回/年	67 千円/月
	注)・ブラッシングによる起毛性、表面平滑性回復。				

5.2 その他メーカーからの情報

- ドリームターフの主力製品 PT-RS+ シリーズは、Polytan 社の特許取得技術「エンタングルメントテクノロジー」と高い日射反射率を組み合わせる超耐久温度抑制ヤーン(芝葉)を採用しています。
- 特長①-高い耐久性による環境負荷低減-
 - ・公益財団法人日本サッカー協会の定める人工芝の耐久性評価方法「リポート試験」後の引張強度試験により、優れた耐久性が確認されています。
 - ・これはご利用中に発生する芝葉の劣化に伴う“ちぎれ”が少なく、また長期間フィールドを利用できることにつながり、マイクロプラスチック発生抑制, 廃棄物削減等の観点でも環境負荷の低減に貢献できると考えられます。
- 特長②-高い日射反射率によるフィールド表面温度の抑制-
 - ・ヤーンと充填材には高い日射反射性能を有する顔料を原料に練りこむことで、その効果が半永久的に持続可能なクール仕様としています。
 - ・夏季のフィールドの暑さを抑制することで、多くのお客様から「夏でも快適なプレーができる」と高い評価をいただいております。

○本編

1. 導入と背景、実証の体制

1.1 導入と背景

環境技術実証事業は、既に実用化された先進的環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他環境の観点から重要な性能（（以下「環境保全効果等」という。）を第三者が客観的に実証することにより、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に資することを目的とするものである。

本実証では、環境技術実証事業実施要領⁽¹⁾に基づいて選定された実証対象技術である「高耐久性温度抑制人工芝」について、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証した。

- 実証申請者が定める技術仕様の範囲での、実際の使用状況下における環境保全効果
- 使用に必要なエネルギー、物資、廃棄物量及び可能な限りコスト
- 適正な運用が可能となるための使用環境
- 使用及び維持管理にかかる労力

専門家で構成される技術実証検討会において、実証申請者より提出された既存の試験データに基づき、実証対象技術の環境保全効果等について検討を行った。本報告書はその結果を取りまとめたものである。

(1)：環境技術実証事業実施要領（環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室）

平成31年4月1日

1.2 実証参加組織と実証参加者の分掌

実証に参加した組織を図1-1に示した。また、実証参加者とその責任分掌を表1-1に示した。

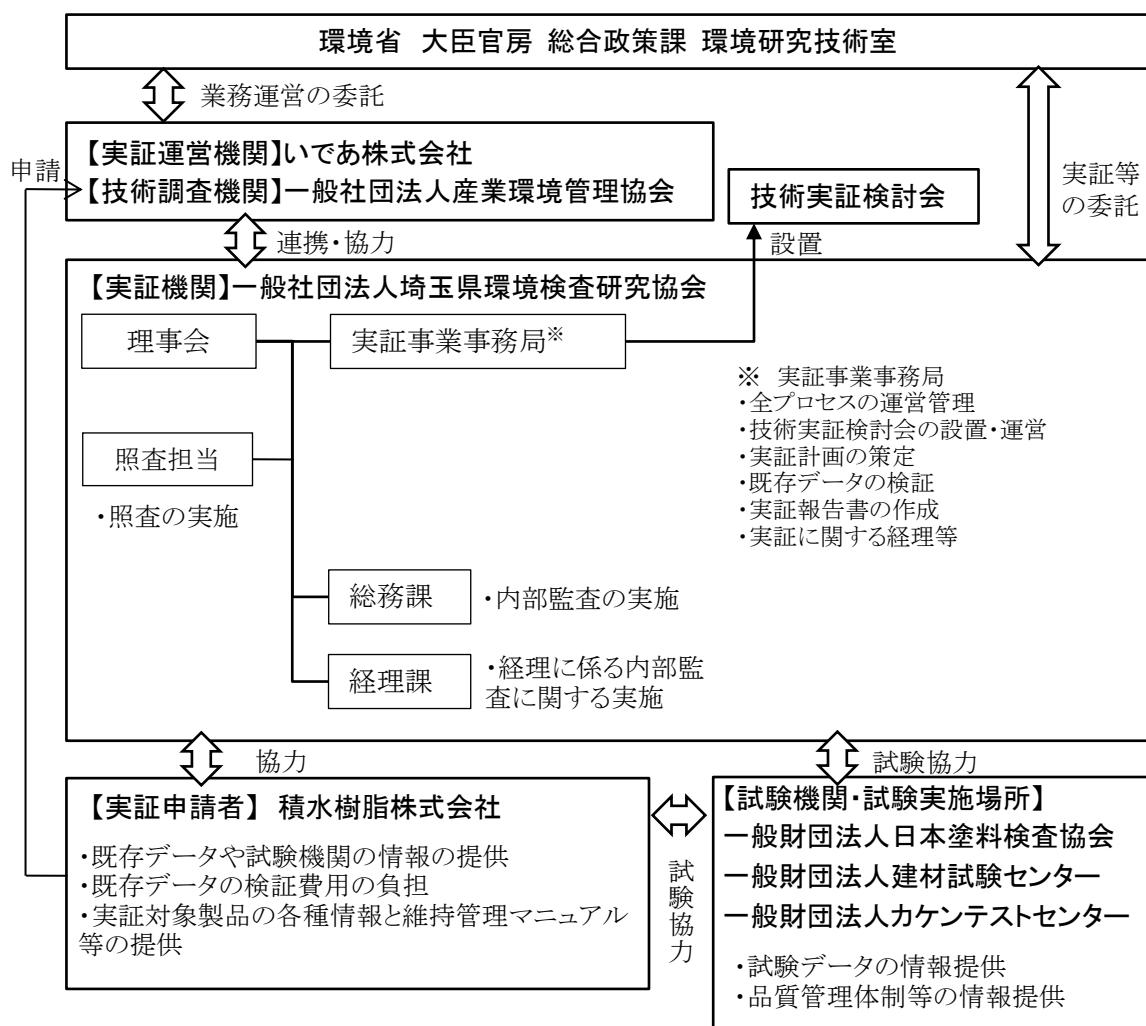


図1-1 実証参加組織と関係

- ・実証機関：一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会
（住所：埼玉県さいたま市大宮区上小町 1450 番地 11）
- ・実証申請者：積水樹脂株式会社 第一事業本部
（住所：東京都港区海岸 1 丁目 11 番 1 号 ニューピア竹芝ノースタワー 5F）

表 1-1 実証参加組織と実証参加者の分掌

区 分	実証参加機関		責 任 分 掌	参 加 者
実証機関	一般 社団法人 埼玉県環 境検査研 究協会	統括・ 計画管理	実証事業の全プロセスの運営管理	実証事業事務局 長濱 一幸 大塚 俊彦 岸田 直裕
			技術実証検討会の設置・運営	
			実証計画の策定	
			既存データの検証	
			実証報告書の作成	
		内部監査	内部監査の実施	総務課 ISO 担当 榊原 稔
		経理	実証に関する経理等	実証事業事務局 岸田 直裕
実証 申請者	積水樹脂株式会社	経理監査	経理に係る内部監査の実施	財務本部長 田島 照久
		照査	実証に関する照査の実施	照査担当理事 野口 裕司
			既存データと試験機関の情報の提供	第一事業本部 第一事業開発部 スポーツグループ グループ長 濱本 剛
			既存データの検証費用の負担	
試験機関 試験実施 場所	一般財団法人 日本塗料検査協会		試験データの情報提供	一般財団法人 日本塗料検査協会
	一般財団法人 建材試験センター			一般財団法人 建材試験センター
	一般財団法人 カケンテストセンター		品質管理体制等の情報提供	一般財団法人 カケンテストセンター

2. 実証対象技術及び実証対象製品の概要

2.1 実証対象技術の原理とシステムの構成

本技術では、日射反射顔料を含有する芝葉（以降、「ヤーン」と称する）及び充填材によって日射を反射することで（図2-1）、特に夏季に高温となる人工芝フィールドの表面温度を低減させることができ、ヒートアイランド対策にも貢献する技術である。この効果により、利用者に快適なスポーツフィールドを提供することができる。

使用している日射反射顔料は、可視光域の光の反射率をほとんど変えずに、近赤外線域の光の反射率のみを高く設定しているため、見た目にはほとんど影響を与えない。また、分子同士を立体的に網目状に配向させ複雑に絡み合わせることで（図2-2）、一般的な構造の人工芝と比べ、耐久性が高くなっている。



図2-1 実証対象製品のイメージ

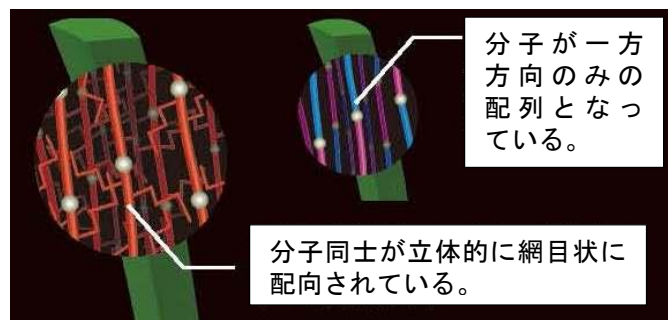


図2-2 ヤーンの構造

（左：実証対象製品、右：一般的な人工芝）

実証対象製品は、図2-3に示すとおり、ヤーン、上部・下部充填材（緩衝層）によって構成されている。通常は透水性砕石及びアスファルト舗装の上部に施工される。サッカー場1面あたり約20日の施工日数を要する。

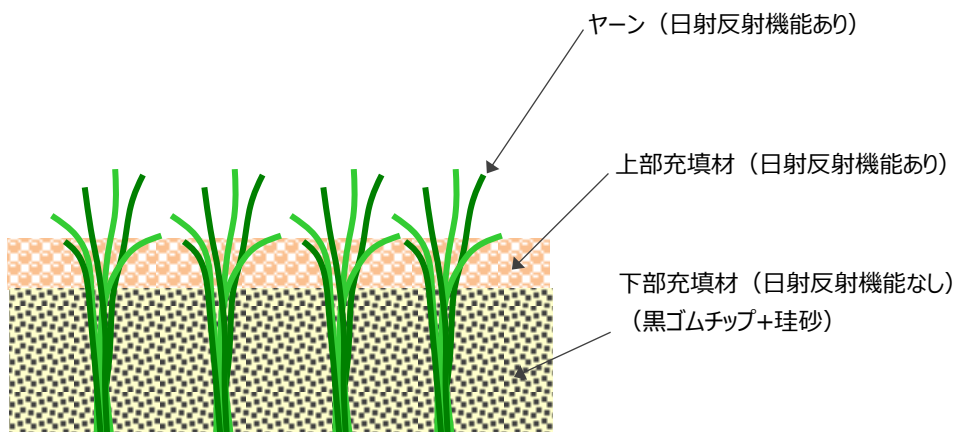


図2-3 実証対象製品の構成

2.2 実証対象製品の仕様

実証対象製品の仕様を表 2-1 に示す。

表 2-1 実証対象製品の仕様

ヤーン	原料	高耐久性ポリエチレン
	構造	モノフィラメント（単繊維）構造
	長さ*	40～65mm 程度
	最大肉厚*	360μm
	重量**	約 1.7kg/m ²
	色	グリーン（濃淡あり）
	重金属等含有量***	土壌汚染対策法 第2種特定有害物質 含有量基準適合 （すべての項目で不検出）
充填材	材質	弾性材：熱可塑性の樹脂、硬質材：珪砂
	粒径	弾性材：0.5～3mm、硬質材：0.2～1.7mm
	重量**	約 42kg/m ²
	色（上部充填材）	ブラウン、グリーン、ベージュの3種類
	重金属等含有量***	土壌汚染対策法 第2種特定有害物質 含有量基準適合 （すべての項目で不検出）

*スポーツの種類、ユーザーの希望等により調整する。

**重量は一例を示している。ヤーンの長さ、充填量等によって変動する。

***第三者による試験結果（環境計量証明事業者：株式会社日環サービス）

2.3 消耗品、消耗材、電力等消費量

実証対象製品（人工芝）には、日常的に補充するような消耗品・消耗材は存在しない。一部分だけ消耗が激しくなった場合には、部分的に張替えや充填材の補填等を行う。人工芝の機能を維持できない状態まで消耗した場合には、全面的な張替が必要である。また、実証対象製品は電力を消費しない。

2.4 回収物及び廃棄物と、その取扱い

消耗によって実証対象製品からちぎれたヤーン等は廃プラスチック等として処分する。

2.5 実証対象製品の維持管理に必要な作業項目

推奨している日常的な管理は、表 2-2 のとおりである。

表 2-2 維持管理に必要な作業項目

項 目	担 当 者	作 業 項 目	頻 度
日常点検	使用者	消耗し易い場所(サッカー場のコーナーフラグ付近等)において、ブラッシング等の作業を行う。	週 1 回 程度
定期点検	技術開発者等の専門業者	メンテナンス専用機械によるブラッシングや充填材の補填・均一化等の作業を行う。	1 年に 1 回

2.6 実証対象製品が必要とする条件の制御

特別な制御は必要としない。

2.7 実証対象製品の使用者に必要な維持管理技能

実証対象製品の維持管理作業（日常点検）は、表 2-2 に示したとおりであり、使用者に特別な技能は必要としない。

2.8 建屋の必要性

実証対象製品は屋外仕様であり、建屋は必要ない。

3. 実証方法

実証対象技術は、日射反射顔料を含有するヤーン及び充填材によって日射を反射することで、特に夏季に高温となる人工芝フィールドの表面温度を低減させる技術である。

実証試験では、実証対象製品の日射反射率を実測することとした。個別のヤーン及び充填材、さらに両者を組み合わせた素材の試験片を試験対象とする。さらに、夏季の快晴時に屋外において、実証対象製品の試験片を用いて表面温度を実測することで、実証対象製品の表面温度低減効果を明らかにすることとした。

実証対象製品は耐久性が高いことが特徴の一つである。耐久性が高いほど、ちぎれて流出または廃棄されるヤーン（プラスチックごみ）が少なくなり、環境負荷の低減が期待できる。このことから、実証対象製品を導入することによるプラスの環境影響として、耐久性に関する試験（以降、耐久性試験と称する）も実施することとした。図3-1に示すサッカーシューズのスパイクを模した摩耗輪を有した試験装置を用いて耐久性を調査することとした。

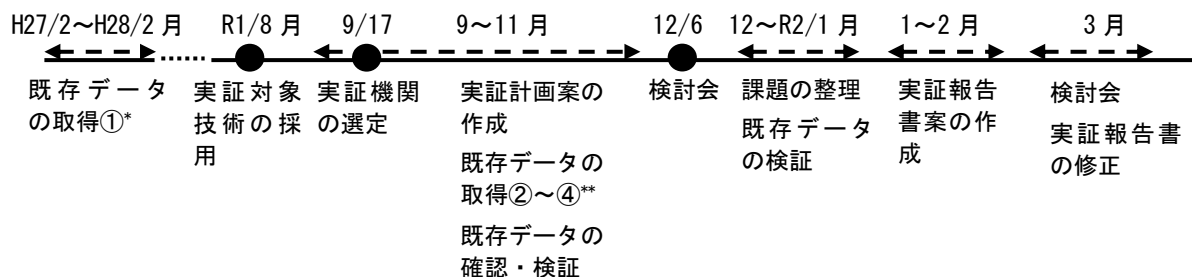
上記の実証試験においては、実証対象製品に加え、比較対象として日射反射機能を有していない一般的な性能の人工芝も用いて試験を行うこととした。



図3-1 人工芝の耐久性試験に使用する機器（摩耗試験機）

3.1 実証全体の実施日程

実証の全日程は図3-2のとおりである。



*①日射反射率（室内試験）、**②日射反射率（屋外試験）、③表面温度低減効果、④耐久性試験

※②、④の試験の一部については、実証機関による試験の立会いも行われた。

図3-2 実証の全日程

3.2 監視項目

監視項目を表 3-1 に示した。

表 3-1 監視項目

監視項目	内容
気象条件	屋外で試験を実施する項目については、試験実施場所近傍の気象台より気象情報を入手、または試験実施場所において気象条件を実測。

3.3 実証項目、参考項目及び環境影響項目

（1）実証項目及び実証する性能、参考項目

実証項目及び実証する性能、参考項目は、それぞれ表 3-2、3-3 に示すとおりとした。

表 3-2 実証項目及び実証する性能

実証項目	試験対象	実証する性能
日射反射率（室内試験） （全波長域 300～2,500nm）	ヤーン** 充填材**	25%以上 30%以上
表面温度低減効果*	ヤーン及び充填材***	夏季（7～9月）の快晴の試験条件下****において ・日射量が多い（表面温度測定前の1時間における全天日射量の平均値が750W/m ² 以上の）時間帯において、日射反射顔料を含有しない自社旧製品と比べて平均5℃以上低減

*日射反射顔料を含有する実証対象製品と含有しない一般的性能の人工芝における試験片の表面温度の差

**熱圧縮によって平板状に成型した試験片

***人工芝の状態（無加工）の試験片

****試験期間中に日照が遮られる時間帯が一度もない条件（1分毎の計測において、直達日射量が常に0.12kW/m²以上）

表 3-3 参考項目

参考項目	内容
日射反射率（屋外試験） （全波長域 285～3,000nm）	人工芝の状態（無加工）の試験片を用いて、自然太陽光下で日射反射率を測定。
特定の波長領域の日射反射率 （室内試験）	・近紫外及び可視光域（300～780nm） ・近赤外域（780～2,500nm）

（２）環境影響項目

環境影響項目は表 3-4 に示すとおりとした。図 3-1 に示した摩耗輪を 100,000 回往復させた際の人工芝の外観を確認するとともに、試験過程で無作為に採取したヤーンを引張試験に供し、引張強さ及び伸び率を測定することとした。各引張試験に供するヤーンは 20 本とし、平均値を採用することとした。

摩耗試験機の運転（往復速度等）については、JFA（公益財団法人日本サッカー協会）ロングパイル人工芝ピッチ公認制度ガイドブック（第 7 版）」に記載された「耐久性 - 摩耗性」の試験方法に従って行うこととした。

表 3-4 環境影響項目

項目	内容
耐久性	摩耗過程におけるヤーンの耐久性を引張試験により調査。

（３）測定方法

測定方法は表 3-5 に示すとおりである。

表 3-5 測定方法

測定項目	測定方法	測定周期
日射反射率（室内試験）	JIS K 5602:2008「塗膜の日射反射率」に準じて測定	—
日射反射率（屋外試験）	JSTM J6151:2014「現場における陸屋根の日射反射率の測定方法」に準じて測定	—
表面温度	サーモグラフィカメラによる撮影	30 分間隔
引張強さ	JIS L 1013「化学繊維フィラメント糸試験方法」に準じて測定	—
伸び率		

（４）計測器

測定に使用する機器を表３－６に示す。校正済みの測定機器を使用することとした。または測定時に標準試料を用いた検量線法により校正することとした。

表３－６ 計測器

測定項目	測定機器
日射反射率（室内試験）	分光光度計
日射反射率（屋外試験）	日射計
表面温度	サーモグラフィカメラ
引張強さ	引張試験機
伸び率	

（５）調査スケジュール

耐久性に関する試験は、図３－２に示すスケジュールで行うこととした。

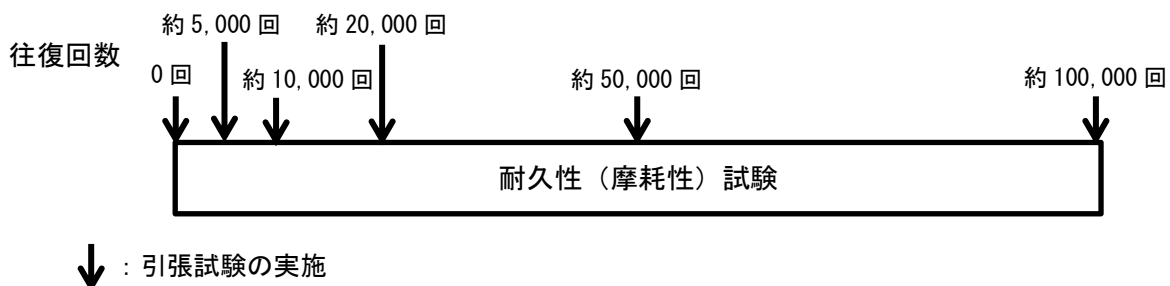


図３－２ 調査スケジュール（耐久性試験）

4. 既存データの検証、活用

実証申請者は、既存の試験データを保有していた。本試験データが、「3. 実証方法」に示した試験方法と照らし、実証として完了することができるか検証した。検証は、実証申請者の協力の下で、既存データを取得した機関等に情報提供を促し、守秘義務を遵守し、報告書や記録、ヒアリング等により確認した。

表4-1-1～3に示すとおり、検証の結果、十分な品質管理体制の下で生成された試験データであり、実証データとして採用可能であると判断した。

表4-1-1 既存データの検証結果（試験機関：一般財団法人 日本塗料検査協会）

分類	項目	確認・検証結果
基本的事項	試験機関の概要	・塗料検査に関する我が国唯一の第三者機関である。 ・ISO/IEC17025 認定取得機関である。 ・実証申請者とは第三者の関係にあり、試験機関の公平性を確認した。
	試験機関の品質管理体制	・ISO/IEC17025 に準拠した品質管理が行われていた。
	外注	・既存データの取得時には外注は実施していなかった。
測定方法・精度管理		・JIS K 5602:2008「塗膜の日射反射率」に準じた測定が行われた。測定機器の定期的な点検等の適切な精度管理が行われていたことを確認した。

表4-1-2 既存データの検証結果（試験機関：一般財団法人 建材試験センター）

分類	項目	確認・検証結果
基本的事項	試験機関の概要	・建築、建材、土木分野を中心に、試験事業、認証、評価、認定事業等を実施している第三者機関である。 ・ISO/IEC17025 認定取得機関である。 ・実証申請者とは第三者の関係にあり、試験機関の公平性を確認した。
	試験機関の品質管理体制	・ISO/IEC17025 に準拠した品質管理が行われていた。
	外注	・既存データの取得時には外注は実施していなかった。
測定方法・精度管理		・JSTM J6151:2014「現場における陸屋根の日射反射率の測定方法」に準じた測定が行われた。標準試料を用いた検量線作成等の適切な精度管理が行われていた。
試験の立会い		試験日に、実証機関による立会いが行われた。

表 4-1-3 既存データの検証結果（試験機関：一般財団法人 カケンテストセンター）

分類	項目	確認・検証結果
基本的事項	試験機関の概要	・主に繊維の原材料や製品を対象とした試験等を実施しているグローバルな第三者機関である。 ・ISO/IEC17025 認定取得機関である。 ・実証申請者とは第三者の関係にあり、試験機関の公平性を確認した。
	試験機関の品質管理体制	・ISO/IEC17025 に準拠した品質管理が行われていた。
	外注	・既存データの取得時には外注は実施していなかった。
測定方法・精度管理		・表面温度低減効果に関する試験：トレーサビリティの取れた、校正済みのサーモグラフィカメラを用いて測定された。 ・耐久性試験：JIS L 1013「化学繊維フィラメント糸試験方法」に準じた測定が行われた。測定機器の校正等の適切な精度管理が行われていた。
試験の立会い		耐久性試験の実施期間中に実証機関による立会いが行われた。

5. 既存の試験データに基づく実証結果と検討

5.1 既存データ取得時の試験の実施状況

（1）日射反射率（室内試験）

2015年2月～2016年2月にかけて、表5-1に示す試験室内にて日射反射率の測定が行われた（実際に測定が行われたのは数日間である）。

試験対象のヤーン及び充填材は表5-2に示すとおりである。ヤーン、充填材ともに熱を掛けて平板状に成型した試験片が用いられた。比較対象とした自社旧製品・他社製品は一般的な性能のものである。

表5-3に試験に用いた測定機器の主な仕様を示す。1つの試験片につき、ヤーンについては3回、充填材については6回測定が行われ、その測定結果の平均値を採用した。

表5-1 実施場所

名称	一般財団法人日本塗料検査協会 東支部 試験室
所在地	神奈川県藤沢市宮前 636-3

表5-2 日射反射率の室内試験における試験対象の人工芝

試験片の種類	試験対象・色	日射反射顔料の含有
ヤーン	実証対象製品	有
	自社旧製品	無
	他社製品	無
充填材	実証対象製品（ブラウン）	有
	実証対象製品（グリーン）	有
	他社製品（グリーン）	無
	実証対象製品（ベージュ）	有
	他社製品（ベージュ）	無

表5-3 日射反射率の室内試験に用いた測定機器の主な仕様

紫外可視近赤外分光光度計	
波長範囲	190～3200nm
分解能	0.1nm
迷光	<0.00008%(220nm)、<0.00005%(340nm)、<0.08%(1690nm)、<0.08%(2740nm)
測光方式	ダブルビーム直接比率測光方式 可視・紫外域：負高圧コントロール方式 近赤外域：スリットプログラム+ゲインコントロール方式

（２）日射反射率（屋外試験）

2019年11月6日に、表5-4に示す屋外試験実施場所にて、自然太陽光照射下において日射反射率が測定された（図5-1）。試験に用いた測定機器の主な仕様を表5-5に示す。日射反射率が既知の白色板・黒色板を用いた2点校正法によって校正が行われた。各試験片につき5回日射反射率が測定され、最大値と最小値を除く3回の測定結果の平均値を採用した。

試験に供した人工芝は表5-6に示すとおりである。比較対象とした自社旧製品は一般的な性能のものである。

表5-4 日射反射率の屋外試験の実施場所

名称	一般財団法人建材試験センター 中央試験所 屋外試験場
所在地	埼玉県草加市稲荷 5-21-20

表5-5 日射反射率の屋外試験に用いた測定機器の主な仕様

日射計	
規格	Second Class (ISO 規格)
応答時間 (95%)	約 17 秒
感度定数	4~10 μ V/W・m ²
ゼロオフセット	200W/m ² の熱放射に対して 10W/m ² 以下 周囲温度 5K/h の変化に対して 6W/m ² 以下
安定性	1.7%/年以下
線形性	1,000W/m ² に対して に対して 1.5%以下
温度特性	2%以下 (-10~+40℃)
傾斜特性	2%
インピーダンス	20~140 Ω
波長範囲	285~3,000nm

表5-6 日射反射率の屋外試験における試験対象の人工芝

試験試料	日射反射顔料の含有		ヤーンの長さ	試験片の形	上部充填材の厚み	下部充填材***の厚み
	ヤーン	上部充填材				
実証対象製品 A	有	有*	65mm	1m×1m の 正方形	10mm	30mm
実証対象製品 B	有	無**				
自社旧製品	無	無**				

*充填材の色：ベージュ

**充填材の種類：黒ゴム

***充填材の種類：黒ゴム、珪砂

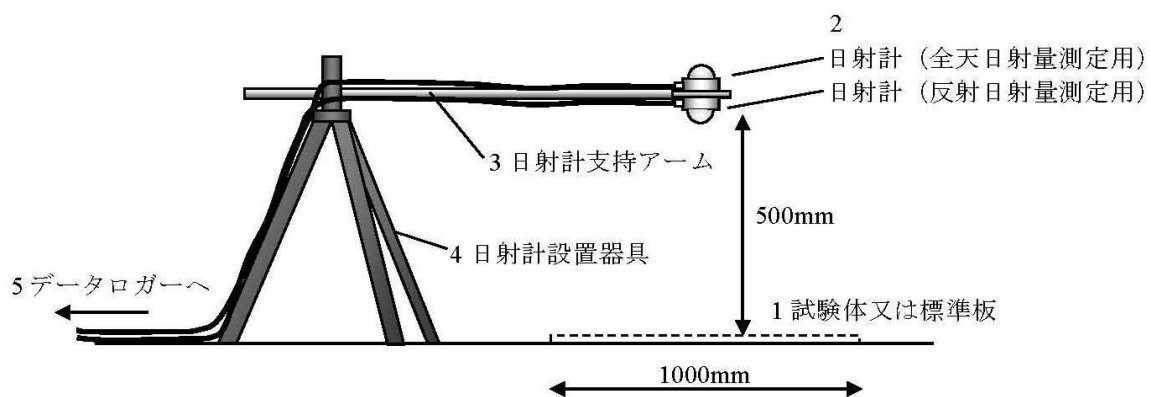


図5-1 日射反射率の屋外試験方法の概要（上）と試験実施状況写真（下）

（３）表面温度低減効果

2019 年 9 月 12 日、19 日に、表 5-7 に示す自然太陽光が入射するベランダに試験片を設置し、サーモカメラによる表面温度の測定が行われた（図 5-2、5-3）。ベランダで試験を実施したため、屋外フィールドと比べ日射量及び時間が少なかったが、試験対象時間帯（10～14 時）は直射が人工芝に入射していた。

試験に供した人工芝は表 5-8 に示すとおりである。比較対象とした自社旧製品・他社製品は一般的な性能のものである。試験に用いた測定機器の仕様を表 5-9 に示す。

表 5-7 表面温度低減効果の試験実施場所

名称	一般財団法人 カケンテストセンター 大阪事業所 ベランダ
所在地	大阪府大阪市西区江戸堀 2-5-19

表 5-8 表面温度低減効果の試験対象の人工芝

試験試料	日射反射顔料の含有		ヤーンの長さ	試験片の形	上部充填材の厚み	下部充填材***の厚み
	ヤーン	上部充填材				
実証対象製品 A	有	有*	65mm	30cm×30cm の正方形	10mm	30mm
実証対象製品 B	有	無**				
他社製品	無	無**				
自社旧製品	無	無**				

*充填材の色：ブラウン **充填材の種類：黒ゴム ***充填材の種類：黒ゴム、珪砂

表 5-9 表面温度低減効果の試験に用いた測定機器の主な仕様

サーモグラフィカメラ	
赤外線解像度	320 × 240 ピクセル
測定温度範囲	-20℃～+120℃
精度	± 2℃ または 2% のいずれか大きい方

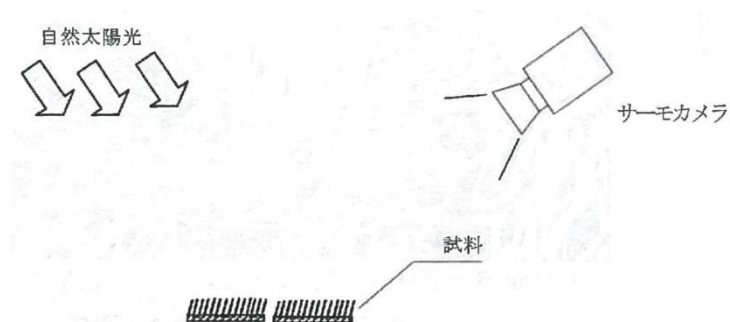


図5-2 表面温度低減効果の試験方法の概要



※試験時にはベランダの柵（支柱を除く）は取り除かれた状態で測定が行われた。

図5-3 表面温度低減効果の試験実施状況（再現写真）

（４）耐久性試験

2019 年 9～11 月に、表 5－10 に示す試験室内において、図 3－1 に示した摩耗試験機を用い、JFA（公益財団法人日本サッカー協会）ロングパイル人工芝ピッチ公認制度ガイドブック（第 7 版）」に記載された「耐久性－摩耗性」の試験方法に従って、人工芝の試験片を摩耗させた。図 3－2 に示した調査スケジュールで、各回 20 本のヤーンを採取し、引張試験に供した。試験に用いた測定機器の主な仕様を表 5－11 に示す。20 本の平均値を試験結果として採用した。引張速度は 2cm/min、つかみ間隔は 2cm であった。

試験に供した人工芝は表 5－12 に示すとおりである。比較対象とした自社旧製品・他社製品は一般的な性能のものである。

表 5－10 耐久性試験の試験実施場所

名称	一般財団法人 カケンテストセンター 大阪事業所 試験室
所在地	大阪府大阪市西区江戸堀 2-5-19

表 5－11 耐久性試験に用いた測定機器の主な仕様

引張試験機器	
荷重容量	2kN
荷重測定精度	フルスケールの 0.01% または 読み値の 0.5% のいずれか大きい方
位置測定精度	±0.02mm または ディスプレイ上の変位±1 カウントの 0.05% のいずれか大きい方

表 5－12 耐久性試験における試験対象の人工芝

試験試料	ヤーンの構造
実証対象製品	高耐久型（立体的な網目状の分子配向*）
自社旧製品	一般的なもの（一方方向の分子配列）
他社製品 A	一般的なもの（平面的な分子配向）
他社製品 B	一般的なもの（平面的な分子配向）

*図 2－2 参照

5.2 監視項目（屋外試験における気象条件）

（１）日射反射率（屋外試験）

快晴の条件下で試験が実施された。日射が遮られていないことを確認しながら試験が行われた。試験時の気象条件は表 5-13 に示すとおりであった。

表 5-13 試験時の気象条件（日射反射率：屋外試験）

太陽高度	34.6～38.3 度
気温	19.5～23.2℃
相対湿度	24～43%

（２）表面温度低減効果

試験実施場所近傍の気象台（大阪）における観測データを図 5-4、5-5 に示す。1 回目の試験が行われた 9 月 12 日は一時的に日照が遮られる時間帯があったため、得られた試験データは参考として取り扱うこととした。一方、2 回目の試験が行われた 9 月 19 日の試験対象時間帯は快晴であり、一度も日照が遮られることがなく、表 3-2 に示した実証項目の試験条件を満たしていた。日射量が多い条件（表面温度測定前の 1 時間における全天日射量の平均値が 750W/m²以上（1 時間の積算値で約 2.70MJ/m²以上））を満たすのは、11～14 時の時間帯であった。

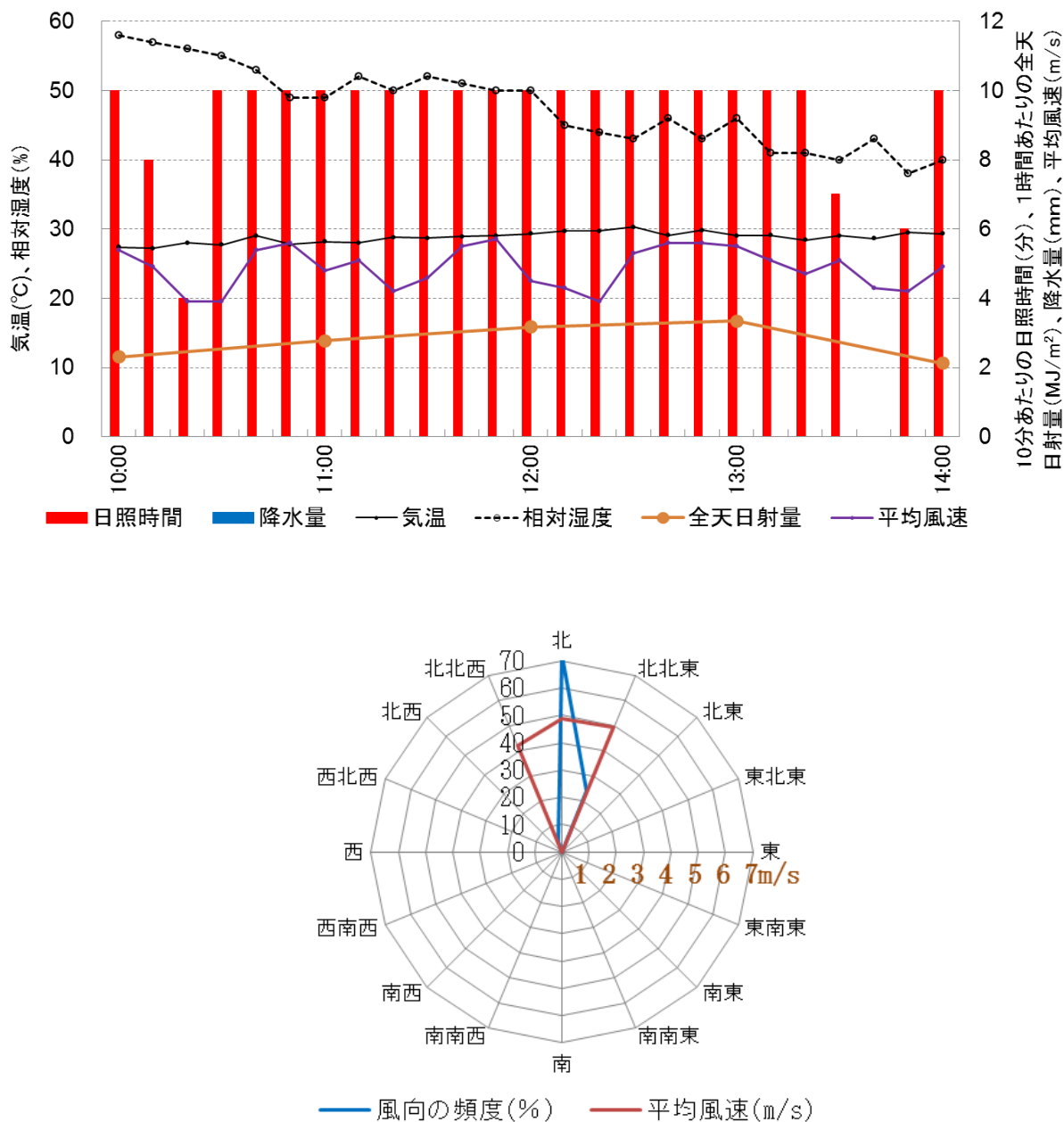


図 5-4 1 回目の試験当日 (9/12) の気象条件 (大阪管区気象台の観測データ)

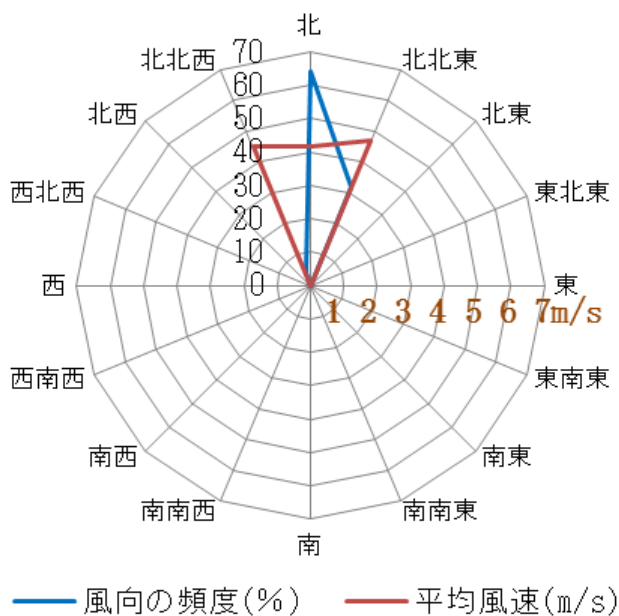
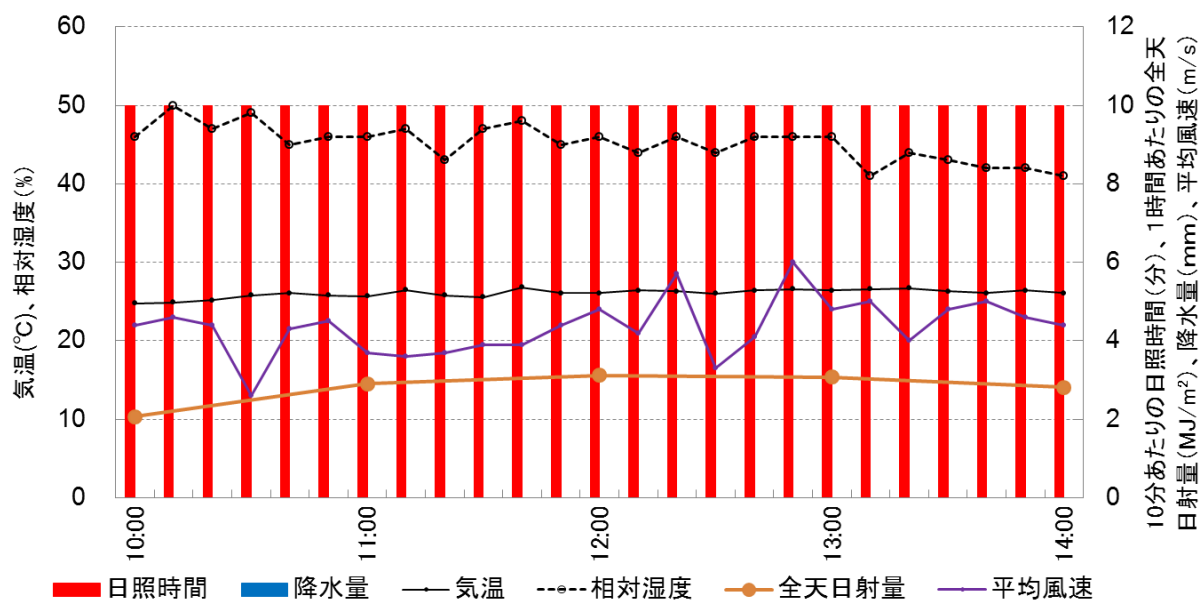


図5-5 2回目の試験当日（9/19）の気象条件（大阪管区気象台の観測データ）

5.3 実証項目及び参考項目

（１）日射反射率（室内試験）

表５－１４、図５－６に示すとおり、実証対象製品（ヤーン及び充填材）は、日射反射顔料を含有していない比較対象試料と比べ、日射反射率（全波長域）が全体的に高く、実証する性能を満たしていた。この機能により、屋外に実証対象製品を設置した際に、表面温度の低減が期待される。

表５－１４ 日射反射率（室内試験）の試験結果

試験片の種類	試験対象・色	日射反射顔料の含有	日射反射率（％）		
			実証項目	参考項目	
			全波長域 300～2,500nm	近紫外及び可視光域 300～780nm	近赤外域 780～2,500nm
ヤーン	実証対象製品	有	29.1	12.2	51.6
	自社旧製品	無	16.8	10.9	24.7
	他社製品	無	20.0	8.9	34.4
充填材	実証対象製品（ブラウン）	有	34.0	23.8	47.5
	実証対象製品（グリーン）	有	34.0	21.0	51.1
	他社製品（グリーン）	無	13.1	9.2	18.8
	実証対象製品（ベージュ）	有	46.6	43.8	50.4
	他社製品（ベージュ）	無	20.8	18.0	24.4

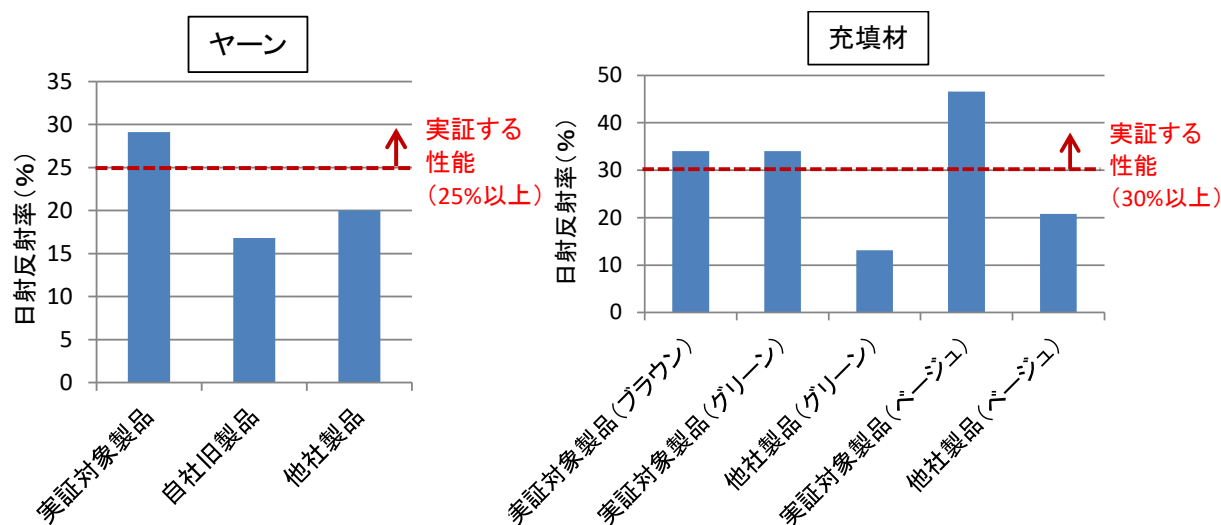


図５－６ 日射反射率（室内試験、全波長域）の試験結果

（２）日射反射率（屋外試験）

表５－１５に示すとおり、屋外における実使用環境に近い条件下においても、日射反射顔料を含有する実証対象製品は、含有しない製品と比べ日射反射率が高いことがわかった。表５－１０に示した室内試験における日射反射率に比べ、全体的に低い値となっているが、これは室内試験では平板状に加工した試験片を用いていたために、日射の上部方向への反射が多くなったが、屋外試験では人工芝の形状を保った状態で試験に供したので、日射が必ずしも上部方向に反射しなかったためであると考えられる。

表５－１５ 日射反射率（屋外試験）の試験結果

試験試料	日射反射顔料の含有		参考項目
	ヤーン	充填材上部	日射反射率（％） （全波長領域）
実証対象製品 A	有	有*	18.8
実証対象製品 B	有	無	14.0
自社旧製品	無	無	6.4

*充填材の色：ベージュ

（３）表面温度低減効果

図５－７に試験対象の人工芝の表面温度の経時変化を示す。どの時間帯も日射反射顔料を含有しない人工芝に比べ、実証対象製品の表面温度は低く推移していた。11 時前後に実証対象製品 A, B の表面温度が低下しているのは、一時的に障害物の影が試験試料に入り、温度低下を引き起こしたためであると推測された。12：30 以降にはこの影響が確認されなくなったため、12：30～14：00 までに測定されたデータを表面温度低減効果の評価対象とすることとした。

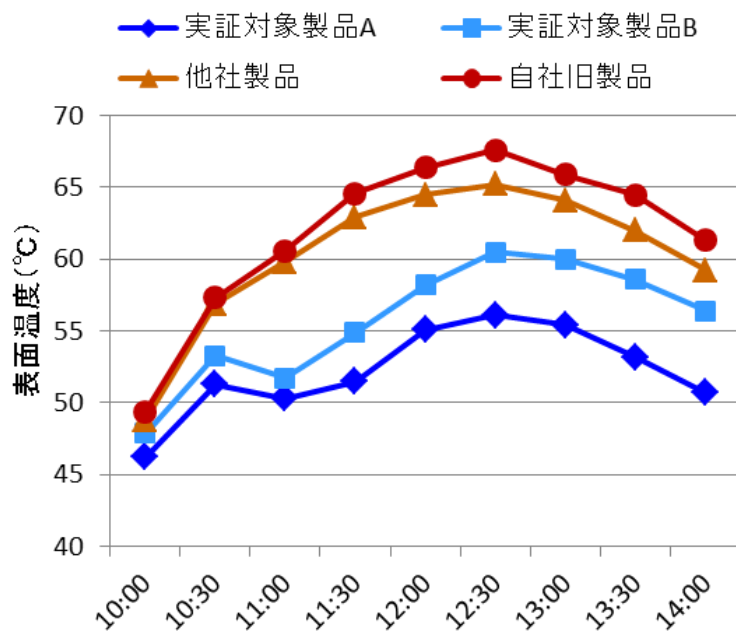


図５－７ 表面温度の経時変化

表５－１６、図５－８、５－９に示すとおり、ヤーンのみに日射反射顔料を含有した実証対象製品Bと比べ、ヤーン及び充填材の両方に日射反射顔料を含有した実証対象製品Aの方が、表面温度低減効果は大きかったが、どちらの製品も実証する性能を満たした。ヤーン及び充填材の両方に日射反射顔料を含有した実証対象製品Aにおいては、日射反射顔料を含有しない自社旧製品と比べ、10℃以上の表面温度の低下が確認された。

表５－１６ 日射量が多く*、各試料に日射が均等に注いだ時間帯（12：30～14：00）における実証対象製品の表面温度低減効果

試験試料	日射反射顔料の含有		平均表面温度 (°C)	実証項目
	ヤーン	充填材上部		表面温度 低減効果** (°C)
実証対象製品 A	有	有	53.9	10.9
実証対象製品 B	有	無	58.9	5.9
他社製品	無	無	62.6	
自社旧製品	無	無	64.8	

*表面温度測定前の 1 時間における全天日射量の平均値が750W/m²以上の時間帯

**「実証対象製品の表面温度」と「自社旧製品の表面温度」の差

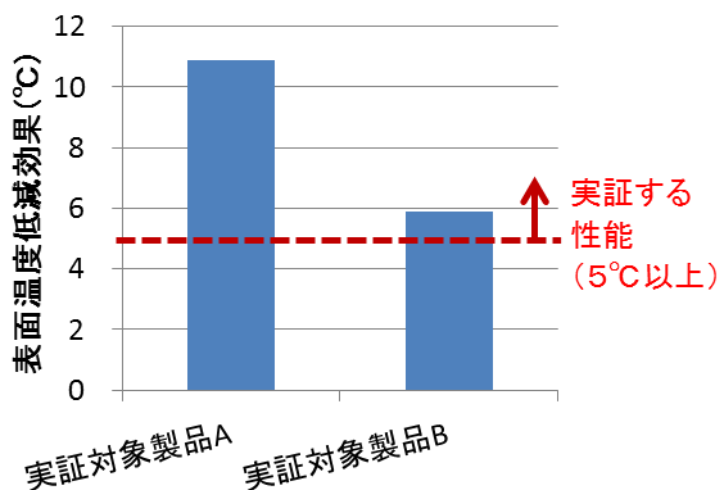
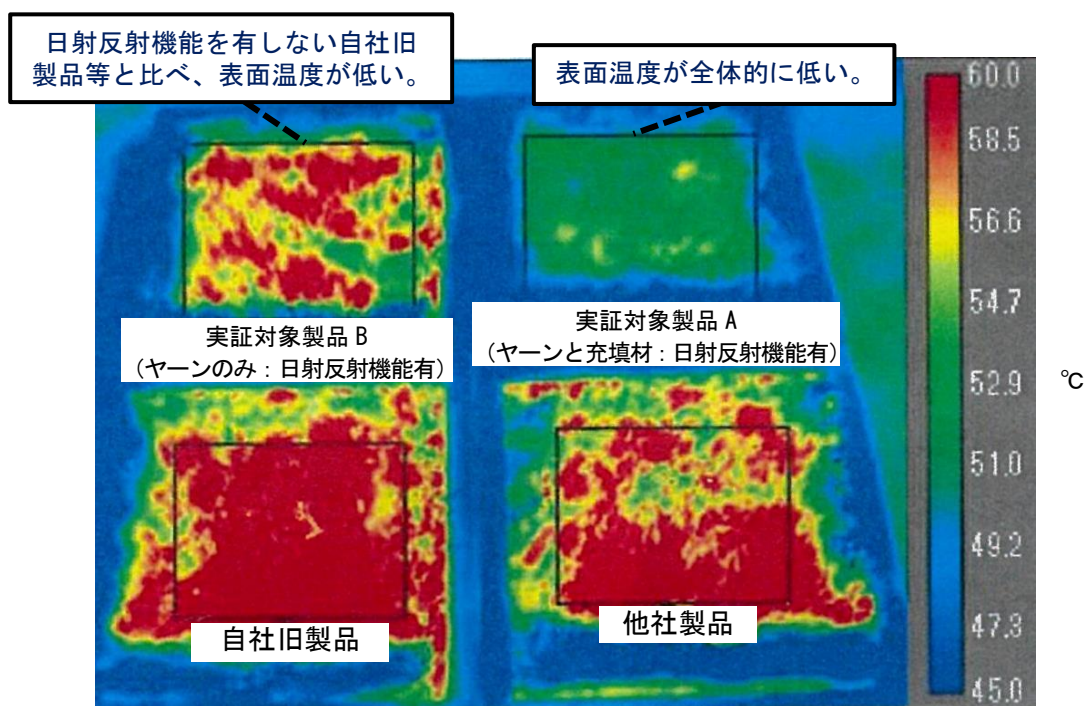


図5-8 実証対象製品の表面温度低減効果（12：30～14：00）



※枠線：各試料の表面温度平均値の計測範囲

図5-9 サーモグラフィ画像（14時頃）

非快晴日の試験データは、参考データとして資料編（33 頁）に示す。

5.4 環境影響項目

耐久性試験の結果を図5-10、5-11に示す。実証対象製品は、比較対象の人工芝と比べ、引張強さが大きく、耐久性が高いことがわかった。100,000回摩耗輪を往復させても、引張強さの大幅な低下は確認されなかった。また比較対象の人工芝と異なり、摩耗過程において伸び率もあまり変化しなかった。

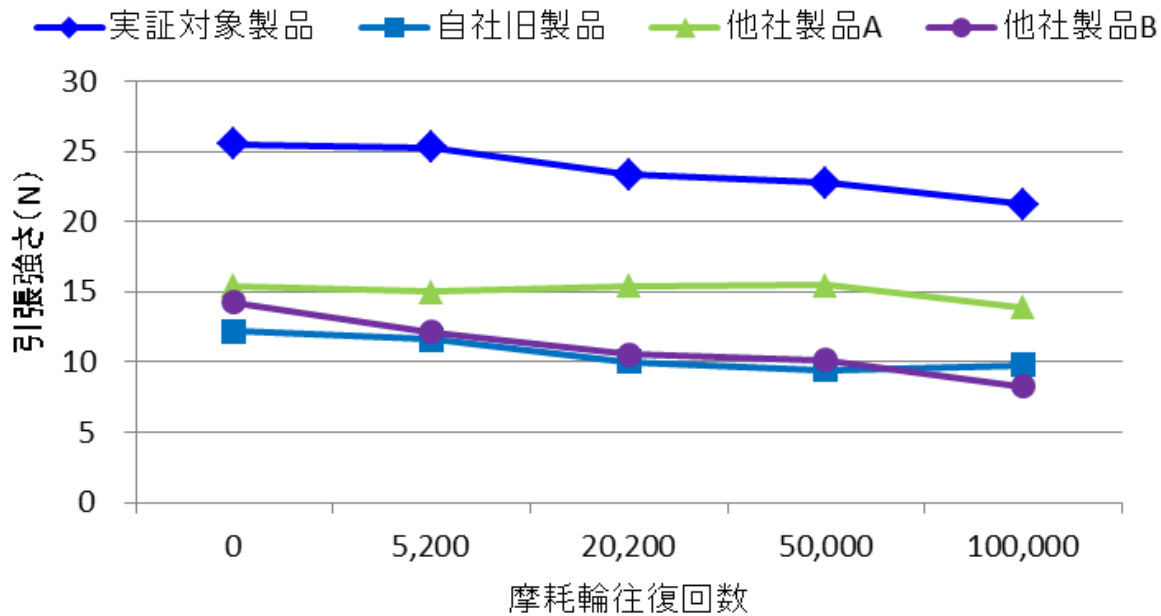


図5-10 摩耗過程における引張強さの推移

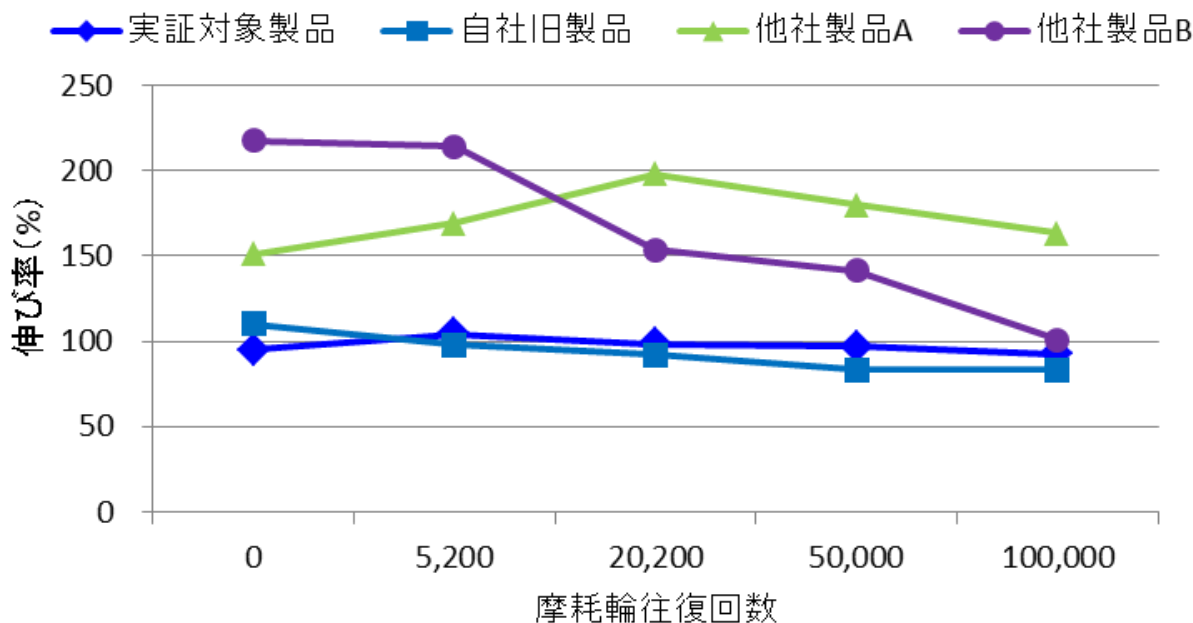


図5-11 摩耗過程における伸び率の推移

5.5 所見（結果のまとめ）

総括として、実証結果から見た実証対象技術の特徴について、次のとおりまとめた。

（１）技術全体

実証対象製品は、日射反射顔料を含有しない一般的な性能の人工芝と比べ、日射反射率が高く、表面温度低減効果を持つことが確認された。表面温度の低減により、直接触れる脚からの体温上昇が抑えられることとなり、利用者の快適性を大きく改善させることができると推測される。一方、表面温度は低減するものの、反射した日射が利用者の活動に影響を及ぼす可能性があるため、十分な水分補給等の利用者による一般的な暑さ対策は必要である。

実証対象製品の高い耐久性が確認された。人工芝の耐久性が高いほど、ちぎれて流出または廃棄されるヤーン（プラスチックごみ）が少なくなることから、実証対象製品の導入は、廃棄物等の観点でも環境負荷の低減に貢献できると考えられる。

（２）その他

表面温度低減効果の試験は、9月中旬にベランダにて実施されたことから、人工芝に入射する日射量及び時間が限られていた。真夏に屋外のフィールド等で試験したと仮定した場合には、表面温度低減効果がより大きく評価された可能性がある。

一方、午前中は障害物の影が一部の人工芝に入り、表面温度の低下を引き起こしていたと推測され、このことが試験結果に影響を及ぼした可能性がある。

○付録(品質管理)

1. 品質管理システムの監査

実証が適切に実施されていることを確認するために本実証で得られたデータの品質監査は、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従い、実証期間中に1回本実証から独立している部門による内部監査を実施した。

その結果、実証はマニュアルに基づく品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていることが確認された。

内部監査の実施状況の概要を付表1-1に示す。

付表1-1 内部監査の実施概要

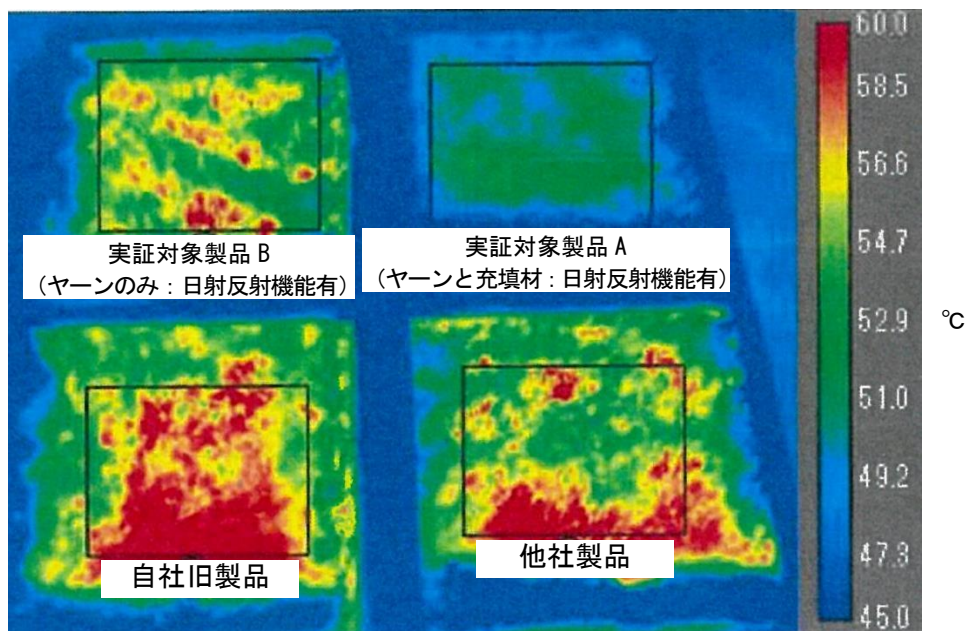
内部監査実施日	令和2年3月12日（木）
内部監査実施者	管理本部 総務課 ISO担当
被監査部署	実証に係る全部署
内部監査結果	品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていた。

○資料編

1. 非快晴日の試験データ（参考データ）

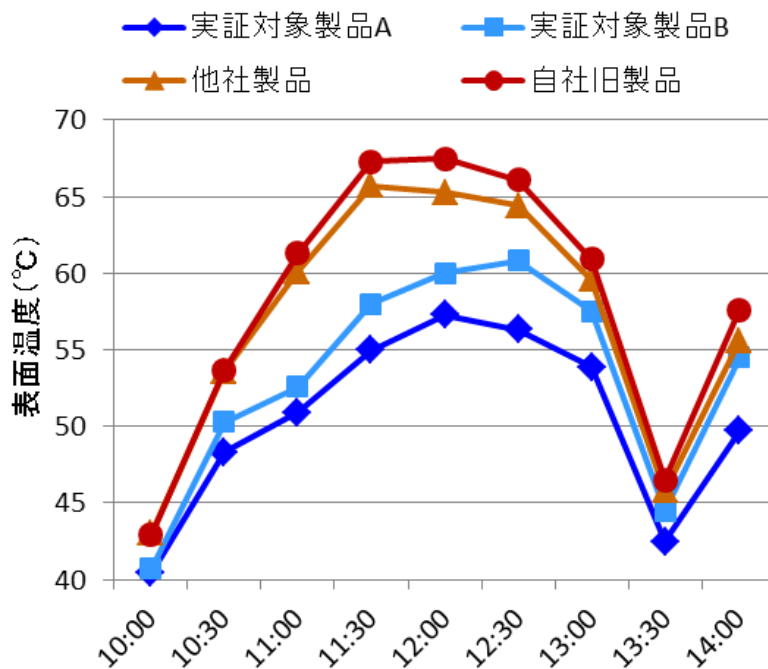
快晴の日と比べ、実証対象製品と比較対象の人工芝との表面温度の差は小さかったが、表面温度低減効果は認められた。

13：30 頃に試験対象のすべての人工芝の表面温度が大きく低下しているが、これは雲により日射が遮られたためであると考えられる。



※枠線：各試料の表面温度平均値の計測範囲

サーモグラフィ画像（14 時頃；非快晴日）



表面温度の経時変化（非快晴日）

2. 用語の解説

用 語	内 容
実証対象技術	実証の対象となる技術を指す。
実証対象製品	実証対象技術を機器・装置として具現化したもののうち、試験で実際に使用したものを指す。
実証項目	実証対象技術の性能や効果を測るための試験項目を指す。
参考項目	実証対象技術の性能や効果を測る上で参考となる項目を指す。
監視項目	試験状況を監視するための項目を指す。
全天日射量	地表面が受け取るすべての日射量を指す。太陽から直接地表面に降り注ぐ「直達日射量」と雲等に反射されて地上に到達する「散乱日射量」の和となる。
ヤーン	人工芝の芝葉の部分のこと（図2-3参照）。
引張強さ	引張りに対する強さを指す。引張試験時においては、試料が切断された時の荷重を示す。
伸び率	引き伸ばしたときの長さとの差の、元の長さに対する百分率を指す。伸度又は伸長率ともいう。

参考文献：JIS L 0208「繊維用語-試験部門」

JIS L 1013「化学繊維フィラメント糸試験方法」

