

静岡市小学校体育館におけるスポットクーラーの運用実態と改善方法

2215033 望月 李穂菜
指導教員：石川 春乃

学校施設	屋内運動場	スポットクーラー
運用実態	温熱環境	エネルギー消費量

1. 背景、目的

公立学校の普通教室では空調設備の整備が進み、設置率は 99.1%に達しているが、体育館の空調設置率は全国でも静岡県でも 2 割程度と非常に低い。静岡市では、多い学校数や体育館の多様な規模・構造、空調導入の多額の導入コストなどの問題から、現時点では工事不要かつ低コストなスポットクーラー（以降、「SC」）を導入した。しかし、SC による体育館アリーナの温熱環境改善への寄与度は整理されていない。また、建築条件・実際の使用状況・エネルギー負担を踏まえた位置づけが不明確であることから、SC の有効性と限界を客観的に示す必要がある。本研究では、静岡市立小学校体育館の建築的特徴・SC 使用実態・エネルギー消費量の把握を通して、SC の効果的な活用方法の検討を目的とする。

2. 調査概要

本研究では、はじめに静岡市立小学校体育館の建築概要を整理する。次に、SC について、使用実態、効果および運用上の限界を把握する。さらに、外皮改修および空調導入条件を複数設定し、条件ごとのエネルギー消費量の算定を行う。

2-1 静岡市小学校体育館の整理・分類

静岡市立小学校 87 校の体育館を対象に、建築概要（竣工年、延床面積、アリーナ面積、形態、構造、屋根形状、方位、外皮割合）の整理および分類を行う。外皮割合は、建物全体に対する体育館部分の外皮面積割合を壁及び屋根について算出する。調査には静岡市の小学校施設台帳を用いる。

2-2 温熱環境実測調査

表 1 に調査対象の学校概要・建物概要、図 1 に外観写真を示す。静岡市立 O 小学校体育館を対象として温熱環境実測を行う。表 2 に測定機器概要、図 2 に機器設置位置を示す。測定期間は 2025 年 7～9 月とし、10 分間隔の経時変化を測定する。また、体育館の利用形態を①体育授業、②その他の授業、③全校活動、④施設利用の 4 つの場面を設定し、そのうちの①と④に加えて⑤利用無の計 3 場面について整理する。

2-3 スポットクーラーアンケート調査

SC の使用実態と効果及び運用上の課題を把握するため、体育館の管理・使用に関わる教職員および地域開放利用者を対象としたアンケート調査を実施する。調査期間は 2025 年 11～12 月とし、31 校から回答を得た。

2-4 エネルギー消費量算出

表 3 に外皮改修及び空調導入パターン分けを示す。スポットクーラーと空調導入時のエネルギー負担の差を把握するた

表 1 学校概要・建物概要

学校概要	学校名	静岡市立 O 小学校
	所在地	静岡市駿河区丸子
	敷地面積	17,633㎡
	児童数	489人(令和7年度)
建物概要	竣工年	2003年
	構造	RC造
	階数	2階建
	延床面積	1,605.35㎡
	アリーナ面積	1,125.82㎡
	天井高	8m



図 1 外観写真

表 2 測定機器概要

測定項目	凡例	測定点数	測定機器
温湿度	● 外気 ● 体育館内	1点 8点	T&D社 RTR-503
グローブ温度	● 体育館内	2点	T&D社 RTR-502
床表面温度	● 体育館内	2点	T&D社 RTR-502

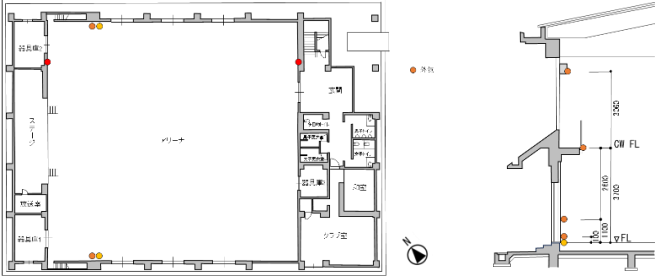


図 2 機器設置位置図

表 3 外皮改修及び空調導入パターン分け

		外皮改修			
		なし（現状）	ガラス＋壁	屋根	ガラス＋壁＋屋根
空調なし	空調なし	空調なし	空調なし	空調なし	空調なし
	SC導入	SC導入	SC導入	SC導入	SC導入
	AC導入	空調導入	空調導入	空調導入	空調導入

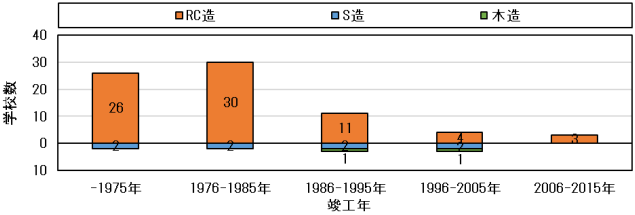


図 3 竣工年別学校数（構造別）

表 4 形態別構成割合及び平均外皮割合

	独立単層型	下層教室型	上層プール型	短手接続型	長手接続型
	アリーナ	アリーナ 特別教室	プール アリーナ	アリーナ 特別教室・校舎	アリーナ 特別教室・校舎
学校数(割合)	70校(84%)	1校(1%)	1校(1%)	9校(11%)	2校(2%)
平均外皮割合	壁面	76%	100%	91.0%	80.5%
	屋根面	100%	0%	93.9%	93.6%

め、外皮改修および空調導入条件を複数設定し、それぞれの条件におけるエネルギー消費量を算定し、比較する。

3. 結果

3-1 静岡市小学校体育館の整理・分類結果

図 3 に竣工年別学校数（構造分け）を示す。築 40 年以上かつ RC 造が全体の 67%を占めた。断熱改修が行われておらず、断熱性能が低い建物が多いことが分かった。

表 4 に形態別構成割合及び平均外皮割合を示す。独立単層型が最も多く、全体の 84%を占めた。形態の違いによって平均外皮割合が壁面で最低 76.0%、屋根面で最低 3.6%となった。独立単層型は壁および屋根の外皮割合が 100%であるため、外皮性能の影響を全面的に受けることが分かった。

3-2 温熱環境実測調査 結果

図 4 に夏期 1 週間の体育館使用時（8 時～21 時）の温度経時変化を示す。平均温度は FL+1100 が 31.45℃、FL+6760 が 32.71℃、外気が 30.22℃であった。FL+1100 と FL+6760 の温度差は最大 3.1℃であった。

図 5 に夏期 1 週間の体育館使用時（8 時～21 時）の利用形態別温度経時変化を示す。利用形態別の外気温度に対する室内温度は最大で 2.5～3℃高い値を示した。S C はアリーナ全体の温熱環境を改善する設備ではないことが分かった。

3-3 スポットクーラーアンケート調査 結果

図 6 に利用形態別暑さ改善と暑さ改善希望を示す。風が直接あたる場所での暑さは各利用形態の 6 割程度が「改善した」としたが、いずれも更に高い改善を期待している。

図 7 に風が届くと感じる距離と希望する距離を示す。利用形態別の風が届くと感じる距離と風が届くことを希望する距離の差は 4.0～5.9m となった。S C の有効範囲は利用者の期待に対して大きく不足していることが分かった。

3-4 エネルギー消費量算出結果

表 5 にパターン別算出結果を示す。S C 導入による増加幅は 15.53GJ/年であった。空調導入に際し、外皮改修無に対して外皮改修すると 28%のエネルギー消費量削減となる。

5. まとめ

・静岡市立小学校の体育館は、外皮面積が大きく断熱性能が低い建築条件であるため、夏期における温熱環境の改善が困難であることが確認された。

・S C は利用者が期待する距離まで冷却効果が及ばず、冷却効果が得られる範囲は限定的であることが明らかとなった。

・建築条件を改善しないまま空調設備を導入した場合、エネルギー消費量が大きく増加することが示された。

以上より、S C は「アリーナ全体の対策」ではなく、「人が滞在する位置・時間を限定した対策」として位置付けることが妥当である。使用人数・活動量・滞在位置を考慮し、風が当たる時間を意図的に設ける運用が有効である。また、将来的な空調整備に向けては、外皮改修を含めた段階的な検討

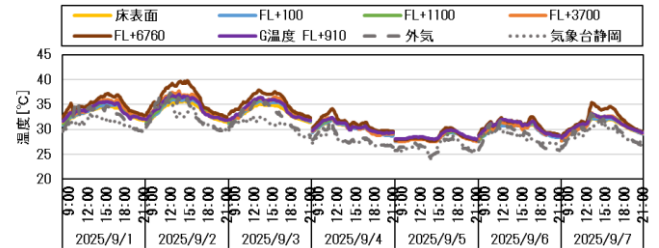


図 4 温度経時変化

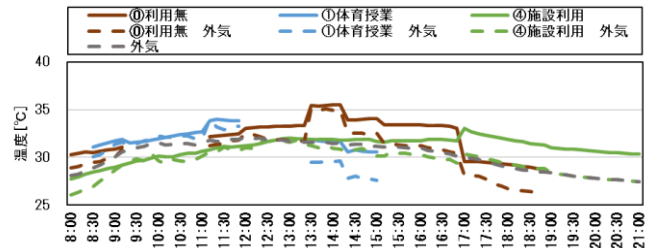


図 5 利用形態別温度経時変化

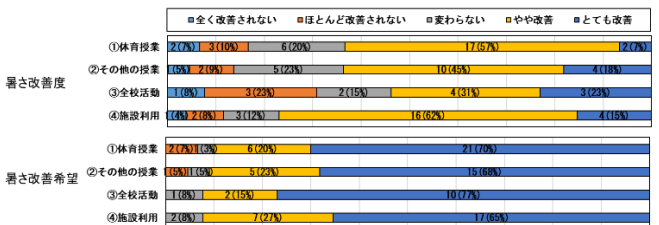


図 6 利用形態別暑さ改善度と暑さ改善希望

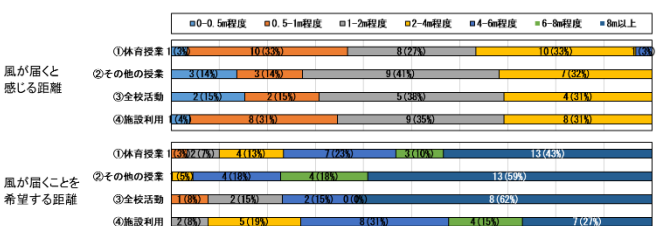


図 7 風到達実感/希望距離

表 5 パターン別消費量

			外皮改修			
			なし（現状）	ガラス+壁	屋根	ガラス+壁+屋根
空調導入	空調なし	BPI	0.91	0.87	0.48	0.49
		設計一次エネ[GJ/年]	306.7	306.7	306.7	306.7
		基準一次エネ[GJ/年]	373.8	373.8	373.8	373.8
		BEI	0.82	0.82	0.82	0.82
	SC導入	BPI	0.91	0.87	0.48	0.49
		設計一次エネ[GJ/年]	322.23	322.23	322.23	322.23
		基準一次エネ[GJ/年]	373.8	373.8	373.8	373.8
		BEI	0.86	0.86	0.86	0.86
	空調導入	BPI	0.99	0.97	0.73	0.71
		設計一次エネ[GJ/年]	891.5	887.7	687.2	640.9
		基準一次エネ[GJ/年]	1466.8	1466.8	1466.8	1466.8
		BEI	0.61	0.61	0.47	0.44

が必要である。

【謝辞】

本研究の実施にあたり、実測調査にご協力いただいた小学校の先生方、静岡市教育委員会の皆様、ならびにアンケート調査にご回答いただいた教職員および施設団体の皆様に、多大なるご協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 文部科学省 公立学校の体育館等の空調（冷房）設備設置状況
- 2) 静岡市 小・中学校体育館への空調設備設置について
- 3) 都市部の公立小学校体育館における環境性能に関する調査研究
- 4) 文部科学省 学校体育館への空調整備の早期実施に向けて