

屋内運動場空調設備設置に係る断熱対策事例

一覧表(1)

都道府県名 学校名		岩手県 A中学校	山形県 B中学校	群馬県 C中学校	埼玉県 D中学校	埼玉県 E中学校
基本 情報	延床面積 〔㎡〕	1,162	6,910	702	2,191	2,279
	空調面積 〔㎡〕	887	1,080	377	813	1,629
空調 工事	工事年度	R6	R6	R5	R4	R6
	工事単価 〔万円/㎡〕	7.1	5.2	5.4	4.2	11.6
	空調方式	EHP 壁固定型	EHP 天井吊型	EHP 天井吊型	GHP・ EHP併用 天井吊型	GHP 天井吊型 (一部天埋型)
	空調能力 (冷房)	15.0kW ×8台	4.6kW ×13台	12.5kW ×6台	11.2kW ×12台	14.0kW ×24台
		135W/㎡	55W/㎡	199W/㎡	165W/㎡	206W/㎡
	受変電改修	あり	なし	あり	なし	あり
	電源自立型	なし	なし	なし	一部あり	あり
断熱 工事	工事年度	R6	R6	R5	R4	R6
	総事業費 〔万円〕	3,472	4,708	1,783	1,195	1,841
	断熱箇所	屋根	外壁 窓	屋根	屋根 壁 建具	屋根 窓
掲載ページ		3	5	7	9	11

屋内運動場空調設備設置に係る断熱対策事例

一覧表(2)

都道府県名 学校名		石川県 F中学校	愛知県 G小学校	愛知県 H小学校	愛知県 I中学校	広島県 J小学校
基本 情報	延床面積 〔㎡〕	2,909	650	975	1,211	849
	空調面積 〔㎡〕	2,012	523	836	1,120	700
空調 工事	工事年度	R6	R6	R4	R6	R6
	工事単価 〔万円/㎡〕	3.0	8.1	5.4	8.9	5.5
	空調方式	EHP 天井吊型	GHP 天井吊型	GHP 天井吊型	GHP 天井吊型	GHP 天井吊型
	空調能力 (冷房)	16.0kW ×12台	14.0kW ×8台	16.0kW ×12台	16.0kW ×14台	11.2kW ×6台
		95W/㎡	214W/㎡	230W/㎡	200W/㎡	96W/㎡
	受変電改修	なし	なし	なし	なし	なし
	電源自立型	なし	あり	あり	あり	あり
断熱 工事	工事年度	R6	R6	R4	R6	R6
	総事業費 〔万円〕	2,236	114	582	198	3,039
	断熱箇所	窓	建具 窓	屋根	建具 窓	建具 窓
掲載ページ		13	15	17	19	22

岩手県内 A中学校

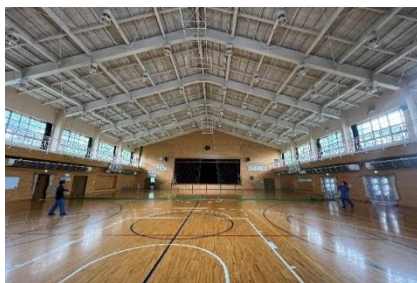
断熱性確保工事の内容:屋根(断熱カバー工法)

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄骨造・1階
建築年月	平成20年3月(築17年(令和7年時点))
延床面積	1,162㎡
空調面積	887㎡



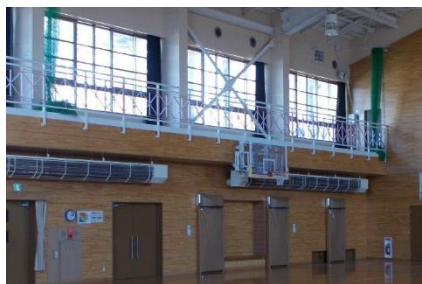
屋内運動場(外観)



屋内運動場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和6年9月～令和6年10月 【工事】令和6年10月～令和7年3月
総事業費	63,321千円(受変電設備改修を含む)
工事単価 (工事費/空調面積)	71,388円/㎡
空調方式・型式	EHP・壁固定型 ※床置型をアンカーで壁に固定
室内機の台数 定格能力(1台あたり) 【定格能力/空調面積】	8台 15.0kw(冷房)、11.5kw(暖房) 135W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	あり



空調機



室外機

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和6年9月～令和6年10月 【工事】令和6年11月～令和6年12月
総事業費	工事費 34,722千円
工事前の断熱性	壁材に一部断熱性を有する部材あり
断熱性確保の内容	・屋根：既存屋根の上に断熱性能のある屋根材を設置し、屋根の二重化を行う。



屋根(施工前)



屋根(施工後)

4. 断熱性の効果等について

断熱性確保工事を「断熱力パー工法」と検討する際、プロポーザルによる提案業者からは、「当該工法にて、屋根を二重化することによって熱抵抗が生まれ熱を通しにくく、外気の影響で急速に温められることがなくなる。また、室内の冷気も逃げにくく、効果的に空調機を使用することができる」との情報があった。

5. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

児童生徒の安心安全な学校活動の維持と東日本大震災を経験した自治体として避難所の夏場の対応も視野に入れて、学校の屋内運動場に空調機を設置することとした。

屋内運動場は、断熱材は壁面にあるが屋根には無い。また、窓は複層ガラスではなく、その他断熱処理も行っていない。空調機や断熱方法の選定にあたり、技術職員や業者への聞き取り、また、各会社のホームページなどを調べたところ、多種多様な方法があることがわかった。これらの中から対象校の屋内運動場に最適な方法を選定することが難しいと判断し、空調機と断熱工事を合わせた設計・施工一括方式のプロポーザルを行い、事業者の提案を募ることとした。ただし、空調機の最低条件(仕様)として、①指定する暑さ指数以下となる機種選定・台数、②球技への風の影響を考慮すること、③避難所として使用することから換気設備を設置すること、などを設定した。

協議等事務の期間については、他課等との協議に3カ月(R5.10月、R6.2月及び5月)、プロポーザルの要領・仕様書等の作成に6ヶ月(R5.11月～R6.4月)、プロポーザルは事前公表も含めて約2ヶ月(R6.6月～7月)を要した。

6. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- ・ 空調機の性能(冷却・暖房性能、維持コスト等)及び換気機能の最低条件の設定に苦慮した。
- ・ 受注者が学校という特殊な環境での工事に慣れておらず、重機の搬入や施工による騒音等について通常の工事以上に注意するよう指摘した。→受注者の理解が進み、また、学校の協力もあり、工事は滞りなく完了した。
- ・ 大きな断熱効果がある屋根断熱力パー工法を採用したが、工事費が大きくなった。

山形県内 B中学校

断熱性確保工事の内容:窓(複層ガラス)、外壁(断熱塗装改修)

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄筋コンクリート造・3階
建築年月	昭和47年12月(築53年(令和7年時点))
延床面積	6,910㎡
空調面積	1,080㎡



屋内運動場(外観)



屋内運動場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和5年12月～令和6年3月 【工事】令和6年6月～令和7年2月
総事業費	59,552千円 (内訳)【工事】56,387千円 【設計】2,139千円 【工事監理】1,026千円
工事単価 (工事費/空調面積)	52,210円/㎡
空調方式・型式	EHP・天井吊型
室内機の台数 定格能力(1台あたり) [定格能力/空調面積]	13台 4.6kw(冷房)、7.5kw(暖房) 55W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	なし



天井吊型空調機(施工状況)



天井吊型空調機(フロア)



天井吊型空調機(ステージ上)

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和5年12月～令和6年3月 【工事】令和6年6月～令和7年2月
総事業費	47,084千円 (内訳)【工事】42,932千円 【設計】2,806千円 【工事監理】1,346千円
工事前の断熱性	断熱性なし
断熱性確保の内容	・窓: 体育館窓部分約290㎡について、アタッチメント付き複層ガラスに改修、ガラス廻りコーキング等を実施。 ・外壁仕上: 体育館外壁約1,150㎡について、アクリルシリコン樹脂系塗材セラミック断熱塗料を塗布。



既存サッシ撤去



断熱サッシ取付



外壁クラック補修



外壁断熱塗装

4. 断熱性の効果等について

空調設備の1時間稼働で外気温33℃から建築設備設計基準の室内温度28℃まで下げられると提案があった。

5. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

生徒が快適かつ安全に活動できる環境を整備するため、空調設備の設置を検討することとなった。

中学校において並行して検討していた体育館の床改修やLED照明への更新、教室棟のトイレ洋式化などを含めて一体的な改修工事として実施することで、効率的に学校施設の維持管理コストの削減を実現させ、総合的な学校教育環境の改善につなげることとした。

《令和4年度》

空調機の設置検討にあたり、空調の仕様や設置箇所等の検討、電気設備改修内容の確認、断熱改修方法の検討において、熱負荷計算などの専門的な検証調査が必要であると判断したことから、空調方式・空調機的能力選定と併せ効果的な断熱性確保の方法について専門業者に調査を依頼する方針とした。

《令和5年度》

調査業務を依頼した業者の熱負荷計算をもとに、天井吊型パッケージエアコンを12台、ステージに1台設置、シーリングファン4台を設置することで適切な空調能力を発揮でき、また、既存アルミサッシ単板ガラスをアタッチメント付き複層ガラスにし、外壁仕上を断熱塗装改修することで断熱効果を得ることができると提案があり、概算工事費が106,700千円となった。検討の結果、対象校は域内唯一の中学校であることから今後も体育館の使用頻度は多いと想定され、空調設備工事および断熱工事によるランニングコストなども十分に抑制できる試算であったことから採用することとなった。(調査期間9月～10月)

また、同時に検討していた体育館の床改修やLED化、教室棟のトイレ洋式化などと合わせて一体的に改修することで維持管理費や工事の共通費などトータルコストの削減も期待できることから発注を一本にすることとした。

令和6年度中に改修工事を完了させるため、令和5年12月補正予算にて体育館等改修工事の実施設計業務に係る経費を計上し、実施設計業務を実施(12月～3月)、工事費を令和6年度予算に計上した。

6. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- ・ どの程度の断熱化を実施したらよいかや体育館の空調設備について参考となる詳しい情報が少なかった。
- ・ 建築費の高騰などから事業費が補助上限を超過した。
- ・ 施工に伴い、体育館を使用する教育活動が制限される。使用不可期間をできるだけ短くするため、施工業者と工程の打合せを実施し、授業や部活動の代替場所の手配など学校との調整に苦慮した。
- ・ 公共工事の週休2日対象工事の場合、工期が長くなり施工単価も上がり、工程と学校教育活動、行事等との調整が複雑になるため、丁寧な対応が必要。
- ・ 断熱性確保工事について、体育館の老朽化が進んでおり外壁クラック改修等の経費もかかり事業費が多かった。
- ・ 体育館外壁クラックなどは実際に施工してみないと分からない部分が多く、設計変更が必要となった。

群馬県内 C中学校

断熱性確保工事の内容:天井(断熱材と天井材の設置)

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)・2階
建築年月	平成7年2月(築30年(令和7年時点))
延床面積	702㎡
空調面積	377㎡



武道場(外観)



武道場(内観・剣道場)



武道場(内観・柔道場)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和4年4月～令和4年11月 【工事】令和5年5月～令和5年11月
総事業費	21,510千円 (内訳)【工事】20,468千円(受変電設備改修を含む) 【設計】1,042千円
工事単価 (工事費/空調面積)	54,292円/㎡
空調方式・型式	EHP・天井吊型
室内機の台数 定格能力(1台あたり) [定格能力/空調面積]	6台 12.5kw(冷房)、14.0kw(暖房) 199W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	あり



天井吊型空調機①



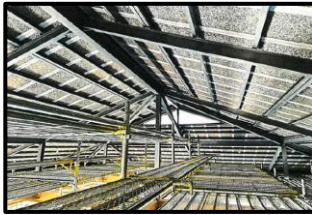
天井吊型空調機②



室外機

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和4年4月～令和4年11月 【工事】令和5年5月～令和5年11月
総事業費	17,828千円 (内訳)【工事】16,588千円 【設計】1,240千円
工事前の断熱性	断熱性なし
断熱性確保の内容	・屋根:母屋材に金具で野縁(CW-25)を取付け、野縁と屋根の間に厚さ50mmの断熱材(グラスウール)を設置し、加えて野縁に取り付ける形で厚さ25mmの天井材(イアルマグストーン)を設置。



天井(断熱施工前)



天井(断熱材設置状況)

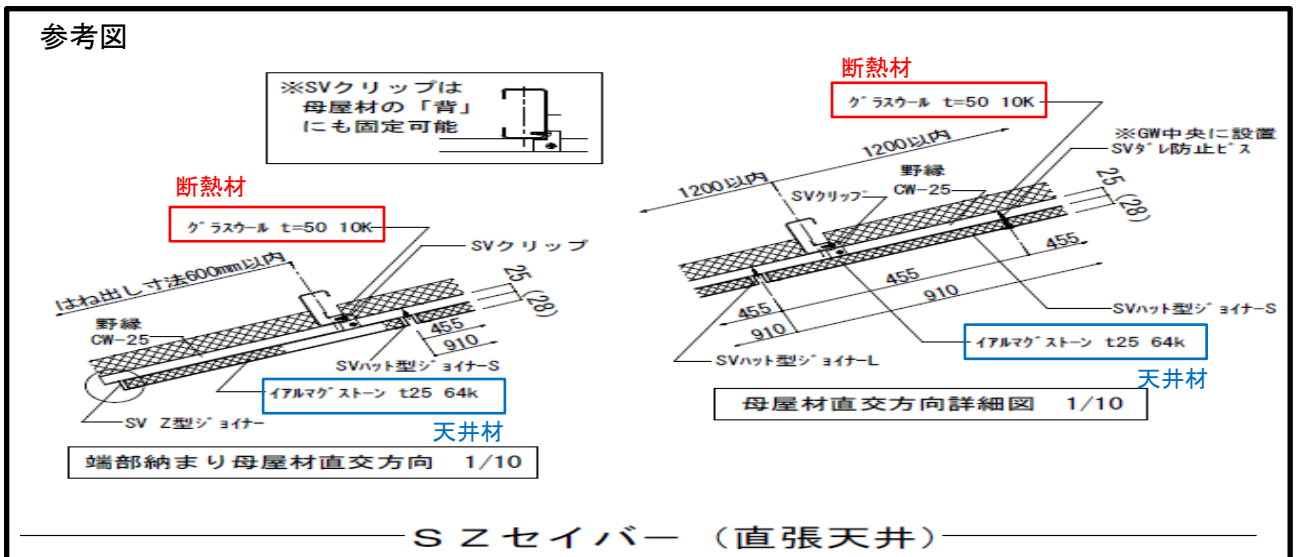


天井(断熱材設置完了状況)



天井材設置完了状況

参考図



4. 断熱性の効果等について

本工事では天井に断熱材を設置するため、設計業務において断熱性及び安全性の面から材料の選定を行った。断熱性については、当該工法により施工前と比較して屋根からの放射熱が90%程度抑制され、室内温度の上昇を抑え、冷房効率があがることが分かった。

5. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

平成27年度に実施した吊り天井の撤去に伴い、断熱性能の低下した中学校武道場への空調設備の設置を実施した。

令和4年度:設計業務を委託し、空調方式及び断熱化方策の検討を実施。

令和5年度:空調設備設置工事及び天井断熱化工事を実施。

6. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- 断熱性確保対策工事は、天井材を設置するため、屋内運動場内全てに仮設足場を設置する必要があり、室体積の大きい屋内運動場では、仮設足場に要する費用が大きく、コスト増の要因となった(上記総事業費のうち、仮設足場経費約3,800千円)。
- 中学校の武道場であるため、部活動の調整や、域内の他の武道場との調整を図る必要があった。

埼玉県内 D中学校

断熱性確保工事の内容: 屋根(遮熱塗装)・壁(補修)・建具(更新・調整)

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄筋コンクリート造・3階(アリーナは2階)
建築年月	昭和63年5月(築37年(令和7年時点))
延床面積	2,191㎡
空調面積	813㎡



屋内運動場(外観)



屋内運動場(内観①)



屋内運動場(内観②)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和2年6月～令和4年3月 【工事】令和4年6月～令和5年2月
総事業費	35,733千円 (内訳)【工事】34,399千円 【設計】1,334千円
工事単価 (工事費/空調面積)	42,311円/㎡
空調方式・型式	GHP(都市ガス)、EHP併用・天井吊型 一部に停電対応電源自立型を採用
室内機の台数 定格能力(1台あたり) 〔定格能力/空調面積〕	12台(自立型GHP3台、通常型GHP6台、EHP3台) ※対ステージ側のキャットウォーク下に4台、左右の壁面にそれぞれ4台設置 11.2kw(冷房)、12.5kw(暖房) 165W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	なし



天井吊型空調機
(キャットウォーク下)



天井吊型空調機
(キャットウォーク下)



天井吊型空調機
(壁側)



室外機(全3台)

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和2年6月～令和4年3月 【工事】令和4年6月～令和5年2月
総事業費	11,954千円 (内訳)【工事】11,508千円 【設計】446千円
工事前の断熱性	断熱性なし(壁面からの熱取得量は少ないが、金属屋根のため屋根面からの日射熱の取得量が大きい)
断熱性確保の内容	・屋根:遮熱性の高い塗料を塗布 (既存塗膜の除去(全面サンディング)→全面高圧洗浄→フッ素系遮熱塗料塗布) ・壁:脆弱部の補修 ・建具:更新(一部調整)



屋根(施工前)



屋根遠景(施工後)



屋根(施工後)

4. 断熱性の効果等について

断熱性確保工事を「遮熱塗装」と検討する際、カタログからは、当該工法を実施することによって遮熱試験(埼玉県内8月)の結果上、6時間の平均温度の比較では、表面で11.6度、内部で4.6度の温度差を確保できるとの情報があった。これらを考慮し、屋根面の遮熱塗装を実施したところである。

5. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

近年の夏季の気温上昇に伴い、良好な教育環境を確保するとともに、災害時の避難所機能の強化として、中学校の屋内運動場へ空調設備の整備を進めている。中学校は部活動があり小学校に比べて屋内運動場の利用時間が長いという点や、中学校の屋内運動場は小学校のものに比べて面積が広いため避難所を開設した際により多くの避難者を受け入れることができるという点も考慮し、小学校に先行して中学校全校の屋内運動場に空調設備を整備予定(令和4～7年度)。

《令和2～3年度》

本中学校は令和4年度に大規模改修の時期を迎えるため、実施設計業務を令和2年6月に開始。屋内運動場の大規模改修工事に併せて空調設備を整備する設計内容とした。

空調機の仕様については、避難所機能強化の観点から、1系統は停電時でも稼働できる電源自立運転型を導入。熱源については、電気とガスのハイブリッド方式を採用。

断熱性確保工事の内容の検討にあたり、設計図や技術職員によって現地を確認したところ、アリーナと外部との出入口周囲に隙間があり気密性が低いことに加え、金属屋根面からの日射熱取得量が大きいと考えられた。また、工事期間が半年度であることを踏まえ、期間内に完了できる工事内容を検討した結果、金属屋根面への遮熱性の高い塗料の塗布や壁面の脆弱部の補修、建具の更新及び調整を実施することで断熱性を確保することとした。

《令和4年度》

断熱性の確保を含めた大規模改修工事及び空調設備設置工事を実施、令和5年2月に事業完了。

6. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- ・ 域内において最初の断熱性確保工事であったため、どの程度断熱性を確保したらよいか参考となる情報が少ない中で方針を決定する必要があった。
- ・ 屋内運動場について使用できない期間が発生するため、学校との工事日程の調整に苦慮した。
- ・ 室内機の設置位置について、屋内運動場での活動に支障がない高さだと空調の効率が悪くなるため、設置位置の調整が必要である。
- ・ 室外機置場は騒音等周辺環境に配慮し、極力近隣住宅付近を避けて設置することとしている。

埼玉県内 E中学校

断熱性確保工事の内容: **屋根(遮熱塗装)**、**窓(日射調整フィルム)**

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄筋コンクリート造・2階
建築年月	平成24年3月(築13年(令和7年時点))
延床面積	2,279㎡
空調面積	1,629㎡(アリーナ 915㎡、卓球場 213㎡、格技場 501㎡)



屋内運動場(外観)



アリーナ(内観)



卓球場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和5年4月～令和6年1月 【工事】令和6年5月～令和6年11月
総事業費	197,934千円 (内訳) 【工事】188,529千円(受変電設備改修を含む) 【設計】3,520千円※ 【工事監理】5,885千円※ ※設計・工事監理は断熱性確保工事と共通
工事単価 (工事費/空調面積)	115,733円/㎡
空調方式・型式	GHP(都市ガス)・天井吊型(アリーナ・格技場)、天井カセット型(卓球場) 停電対応電源自立型を採用
室内機の台数 定格能力(1台あたり) [定格能力/空調面積]	24台(アリーナ 12台、卓球場 4台、格技場 8台) 14.0kw(冷房)、16.0kw(暖房) 206W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	あり



天井吊型空調機(アリーナ)



天井吊型空調機(格技場)



天井カセット型空調機(卓球場)

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和5年4月～令和6年1月 【工事】令和6年5月～令和6年11月
総事業費	工事費 18,408千円(うち遮熱塗装14,930千円、うち日射調整フィルム3,478千円)
工事前の断熱性	壁:内壁(グラスウール50t) 屋根・窓:断熱性なし
断熱性確保の内容	・屋根:高圧洗浄を行い、遮熱塗装を実施(下塗、中塗、上塗の計3回)。 換気用のガリリを塞ぎ気密性を向上させた。 ・窓:窓ガラスを清掃し、内側から日射調整フィルムを貼付。



屋根(遮熱塗装施工前)



屋根(遮熱塗装施工後)



窓(日射調整フィルム施工中)



窓(日射調整フィルム施工後)

4. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

屋内運動場に空調機を設置することで、児童・生徒の熱中症予防になるだけでなく、災害時の避難所としての機能向上が期待できることから、域内小中学校屋内運動場へ空調機を整備。

《令和5年度》

・5月～7月

空調機設置のための設計業務委託を発注。設計業務委託の仕様書に「断熱性改修の調査及び提案資料の作成」を記載し、当該設計業務と併せて断熱性改修についての調査を依頼。調査の結果、改修前の屋内運動場1階の卓球場、格技場については、断熱性がないことが判明。また、アリーナの内壁にはグラスウールが50t施工されているが、キャットウォークより上の断熱性がないことを確認。そのため、空調方式の検討及び断熱性改修工事の検討のための資料作成を依頼。資料は、空調方式によるインシヤルコストとランニングコスト、断熱性を行った場合のインシヤルコストとランニングコストの削減についての記載を依頼。

・8月～9月

設計者が作成した資料をもとに、空調方式と断熱性改修工事の実施について検討。

空調方式については、EHPにした場合、キュービクルの容量が足りないこと、増設スペースがなく物理的に増設ができないことから、GHPに決定。また、当該建物は災害時の避難所として指定しているため、停電時でも空調機が使用できるように停電対応(自立運転)型GHPを選定。

断熱改修工事については、費用対効果を考慮し、検討した結果、「屋根面の遮熱塗装」と「窓ガラスの日射調整フィルムの施工」に決定。

《令和6年度》

空調機設置工事及び断熱改修工事を実施し、令和6年11月に事業完了。

5. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- ・空調機設置工事と併せて断熱性改修工事を実施することで工期が長くなるため、学校との調整が大変であった。
- ・授業に支障が出ないようにするため、夏休み期間中は内部改修工事をメインに行い、外部配管工事や外構工事等は夏休み後に実施した。

石川県内 F中学校

断熱性確保工事の内容:窓(日射調整フィルム)

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄筋コンクリート造・2階
建築年月	平成18年2月(築19年(令和7年時点))
延床面積	2,909㎡
空調面積	2,012㎡



屋内運動場(外観)



屋内運動場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和6年5月～令和6年7月 【工事】令和6年8月～令和7年2月
総事業費	63,992千円 (内訳) 【工事】59,818千円 【設計】4,174千円
工事単価 (工事費/空調面積)	29,731円/㎡
空調方式・型式	EHP・天井吊型
室内機の台数 定格能力(1台あたり) [定格能力/空調面積]	12台 16.0kw(冷房)、18.0kw(暖房) 95W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	なし



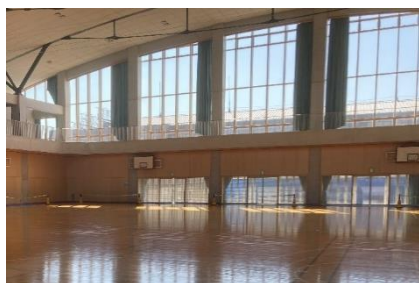
天井吊型空調機



天井吊型空調機

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和6年5月～令和6年7月 【工事】令和6年8月～令和7年2月
総事業費	22,358千円 (内訳) 【工事】20,900千円 【設計】1,458千円
工事前の断熱性	・屋根:天井材(グラスウールボード)あり→断熱性ありと判断 ・外壁:屋外側(t200コンクリート壁)・通気層・屋内側(吸音板)→断熱性ありと判断 ・床:土間コンクリート(ポリスチレンボードあり)の上、フローリング(鋼製束) →外気による影響を受けないため、断熱不要と判断
断熱性確保の内容	窓:日射調整(遮熱・断熱)フィルムの施工



施工前



施工後

4. 断熱性の効果等について

断熱性確保工事において「窓の日射調整フィルム」を検討する際、当該材料を当該屋内運動場で使用することによる省エネ効果についてメーカーによる試算を行った結果、空調にかかる負荷が現状より約38%減、電気代の削減(年間 約100万円)やCO2排出量削減(年間9,391kg)などの効果が期待できることがわかったため、採用に至った。

5. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

厳しい夏場の暑さに対する「熱中症対策」が重要となってきたことや、空調機を設置することで子どもたちが体育の授業や休み時間などに思う存分運動することができ「体力向上」にも大きく貢献すると考え、域内中学校の屋内運動場に設置するに至った。

- ・ 空調機の仕様等については委託設計業者に屋内運動場の室内条件(建物方位や日射・人体・照明等による負荷)をもとに目標温度を夏場で28℃、冬場で15℃として空調機の設置台数や能力を選定した。
- ・ 断熱性確保については、委託設計業者と共に建物の現状を確認した上で、どのような工事が必要(適切)かの検討を行った。
- ・ 屋内運動場の利用上、床置形(大型)だと邪魔になる為、天吊形(ガード保護)を数多く設置し、運営スペースに影響が出ないように考慮した。

6. 事業の方針決定・工事实施等における課題など

- ・ どの程度の断熱化を実施したらよいか参考となる情報が少ないため、方針を決定するのに時間を要した。
- ・ 学校の授業や部活動等(夜間開放等含む)へできるだけ影響のないように工事(特に騒音や振動を伴うもの)を実施する必要があるため、学校との工程の調整に苦慮した。

愛知県内 G小学校

断熱性確保工事の内容: **建具(出入口パッキン設置)、窓(遮熱カーテン)**

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄筋コンクリート造・1階
建築年月	昭和43年9月(築57年(令和7年時点))
延床面積	650㎡
空調面積	523㎡



屋内運動場(外観)



屋内運動場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和5年6月～令和6年3月 【工事】令和6年9月～令和7年3月
総事業費	45,201千円 (内訳)【工事】42,163千円 【設計】1,891千円 【工事監理】1,147千円
工事単価 (工事費/空調面積)	80,618円/㎡
空調方式・型式	GHP(都市ガス)・天井吊型 停電対応電源自立型を採用
室内機の台数 定格能力(1台あたり) [定格能力/空調面積]	8台 14.0kw(冷房)、16.0kw(暖房) 214W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	なし



天井吊型空調機



室外機



空調制御盤

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【工事】令和7年1月
総事業費	工事費 1,143千円(パッキン施工:109千円、カーテン設置:1,034千円)
工事前の断熱性	断熱性なし
断熱性確保の内容	・建具:屋内運動場の気密性を高めるため出入口の隙間にパッキン設置 ・窓:窓からの日射熱取得量を抑えるため遮熱性能のあるカーテンを設置 (カーテン:補助対象外)



出入口パッキン(左)



出入口パッキン(右)



遮熱カーテン

4. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

＜令和2年度＞

先進事例の調査のため、他自治体視察を実施。

学校体育館空調設備設置調査業務委託を実施。空調能力、空調方式、防災機能、概算工事費用、概算ランニングコスト等について調査。

学校体育館断熱工事に係る調査業務委託を実施。

＜令和3年度＞

基本設計(中学校111校、特支校6校)及び実施設計(中学校55校、特支校5校)を実施。

断熱性確保については、引き続き、安価な断熱工事手法の検討を進めることとした。

＜令和4年度＞

空調設置工事(中学校55校、特支校5校)、実施設計(中学校56校、特支校1校)を実施。

都市ガスLPガス切替装置の検討のため、他自治体への視察を実施。

一部の小学校において都市ガスLPガス切替装置を導入することを決定した。

＜令和5年度＞

設置工事(中学校56校、特支校1校)、基本設計及び実施設計(小学校52校)を実施。

断熱性について、出入口パッキン設置及び遮熱カーテン設置により確保する方針とした。

5. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- ・ 工事期間中は体育館の使用が制限される期間が発生するため、学校行事や地域利用の予定を確認して調整する必要がある。
- ・ 小学校においては、学校の敷地面積に余裕がないことから、室外機や都市ガスLPガス切替装置の設置場所の検討に苦慮する場合がある。

愛知県内 H小学校

断熱性確保工事の内容: 屋根(遮熱塗装)

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄筋コンクリート造・1階
建築年月	昭和61年3月(築39年(令和7年時点))
延床面積	975㎡
空調面積	836㎡



屋内運動場(内観)



屋内運動場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和3年7月～令和4年4月 【工事】令和4年6月～令和4年12月
総事業費	45,262千円 (内訳)【工事】44,776千円 【設計】486千円
工事単価 (工事費/空調面積)	53,560円/㎡
空調方式・型式	GHP(都市ガス・LPガスの併用)・天井吊型 停電対応電源自立型を採用
室内機の台数 定格能力(1台あたり) 【定格能力/空調面積】	12台 16.0kw(冷房)、18.0kw(暖房) 230W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	なし



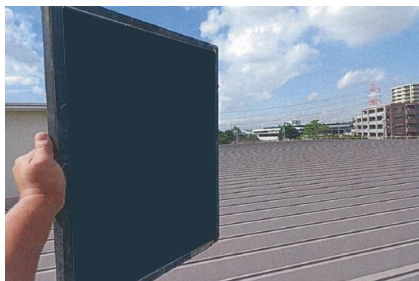
天井吊型空調機



室外機

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和3年7月～令和4年4月 【工事】令和4年8月～令和4年12月
総事業費	工事費 5,815千円(仮設足場(昇降足場)経費を含む)
工事前の断熱性	断熱性を有する部材はあるが、不十分
断熱性確保の内容	・屋根:遮熱塗装



屋根(遮熱塗装前)



屋根(遮熱塗装後)

4. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

普通教室・特別教室の空調設置が終わり、災害時の避難所対応として冷暖房設備の需要が高まっていたため屋内運動場へ空調を整備。

令和2年度に行った基本設計業務委託にて、費用対効果を検討し、遮熱塗装とした。

空調については、収容人数、空調システム(体育館内での使い勝手、コスト等)等について比較を行い、仕様を決定した。

工事前の屋内運動場の断熱性については、断熱性を有する部材はあるが不十分だと考えられるものであった。

5. 事業の方針決定・工事实施等における課題など

- ・ どの程度の断熱性が必要かの指針がないため、方針の決定に苦慮した。

《工事の実施において苦慮した点》

- ・ 工事中の体育館等の利用制限について(学校・スポーツ開放・児童クラブ)
- ・ 室内配管の取り回し(体育館2階通路との干渉回避)
- ・ 室外機周りの防音対策(住宅に面する場合の配慮)

愛知県内 I中学校

断熱性確保工事の内容: **建具・窓(隙間風対策)、窓(遮熱カーテン)**

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄骨造・2階
建築年月	昭和54年1月(築46年(令和7年時点))
延床面積	1,211㎡
空調面積	1,120㎡



屋内運動場(外観)



屋内運動場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計・工事】令和6年6月～令和7年3月(設計・施工一括発注方式)
総事業費	99,788千円 (内訳)【設計・工事】99,535千円 【工事監理】253千円
設計・工事単価 (設計・工事費/空調面積)	88,871円/㎡
空調方式・型式	GHP(都市ガス・LPガスの併用)・天井吊型 停電対応電源自立型を採用
室内機の台数 定格能力(1台あたり) [定格能力/空調面積]	14台 16.0kw(冷房)、18.0kw(暖房) 200W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	なし



天井吊型空調機



室外機全景



LPガスバルクタンク

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計・工事】令和6年6月～令和7年3月(設計・施工一括発注方式)
総事業費	工事費 1,980千円
工事前の断熱性	断熱性なし
断熱性確保の内容	今回の空調設備整備においては、体育館空間全体を冷やすのではなく、実際に活動するエリア(3.5mくらいのキャットウォークから下のエリア)を冷やす空間の対象として考えている。そうすると空調能力の負荷計算上は壁面で言うところ1階部分の壁面のみが計算上影響が出てくる。1階部分はRC造となっており、断熱上の弱点としては建具や窓の隙間と考え、その部分に対策することが有効であるとした。 また、2階部分の壁面については、計算上は考慮しないこととなるが、実際は窓の開口部が大きく日射の影響があるため、その部分の対策をすることが有効であるとした。 以上より、以下の2点の対策を実施することとした。 ●「隙間風対策としての建具・窓へのパッキン施工」 1階部分の扉・窓に対して隙間風を低減させる目的として、建具パッキンを施工した。 具体的にはスポンジ状のものやゴム製のもの、細長い毛状のものなど建具の形状に合わせて実施した。 ●「日射対策としての窓への遮熱カーテン設置」(カーテン:補助対象外) 体育館のキャットウォークより上部は開口部が多く、日射が多く入り込む。 遮熱フィルムも検討したが、遮熱フィルムだと夏の日射は遮れるが、冬の日射も遮ってしまい、冬については必要に応じ日射を取り入れた方が暖房効果に有効であると考え、遮熱カーテンであれば、状況に応じて、開け閉めで日射を遮ったり取り入れたりできるため遮熱カーテンを採用した。



1階扉全景



1階扉隙間風対策



1階窓全景



1階窓隙間風対策



2階窓遮熱カーテン

4. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

近年の気候変動による気温の上昇により、暑さ対策については学校現場の対応が困難になっていることに加え、防災上の観点からも重要なものとなっており、安全・安心で快適な教育環境の確保ができるように空調設備の導入に至った。

「令和4年度」

体育館・武道場の暑さ対策の検討にあたり、断熱性確保の方法も含めて、専門的な検討が必要であると判断したことから、専門業者に基礎調査を委託する方針とし、基礎調査業務委託に係る経費を令和5年度予算に計上した。

「令和5年度」

基礎調査を委託した業者から空調方式や断熱性確保の方策について複数の提案があり、「イニシャルコスト・ランニングコストのトータルコスト」、「メンテナンス性」、「災害時の運用面」、「発注手法」、「整備目標年度」、「補助金の獲得」など複数の観点から総合的に検討し整備方策を決定した。学校運営だけでなく、災害時の運用面も考慮し、一部の学校においては都市ガスとLPガスを併用して活用するなどの工夫をした。

断熱性の確保については、空調設備設置を令和7年の夏までを目標とし、小中学校102校を令和6・7年度で一斉に整備していくとした。

以下のことを総合的に判断し、経済性を考慮しつつ過大な断熱工事とならないように、「隙間風対策としての建具・窓へのパッキン施工」と「日射対策としての窓への遮熱カーテン設置」という方策に決定した。

- ・ 同時に102校の断熱対策を実施すると膨大な事業費となること。
(仮に1校2000万円だとすると20億円の事業費となる)
- ・ 施工規模が膨大となり限られた期間での対応が困難であること。
- ・ 学校施設の建物においては、屋根・外壁改修を計画的に実施してきており、今回の空調設備整備のタイミングと屋根・外壁の改修サイクルがほとんどの学校で合わないこと。
- ・ 断熱対策に対するイニシャルコストとランニングコストのバランスから最善策を検討したこと。

「令和6年度」

設計・施工一括発注方式により空調設備設置工事、断熱性確保工事の実施。すべての小中学校の体育館・武道場の空調設備整備について、令和7年度夏事業完了予定。

5. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- ・ 屋根や壁の断熱については、102校を一斉に整備していくとなると、事業費が膨大になりすぎてしまい、経済性を考えると現実的ではなかった。
- ・ どこまで断熱すればいいという明確な基準がない中で、他市の事例も参考にしながら、断熱確保の考え方をまとめる必要があった。
- ・ 空調設備整備については、約15ヶ月間で102校の学校を対象にしているため、スケジュール的に大変タイトであった。
- ・ 補助金の確実な獲得といった面でもこの膨大な量に対して内定が出るのかが不安要素であった。

広島県内 J小学校

断熱性確保工事の内容:窓・建具(複層ガラスへの更新)

1. 屋内運動場の情報

構造・階数	鉄骨造・1階
建築年月	昭和58年3月(築42年(令和7年時点))
延床面積	849㎡
空調面積	700㎡



屋内運動場(外観)



屋内運動場(内観)



屋内運動場(内観)

2. 空調設備設置工事の情報

事業期間	【設計】令和6年1月～令和6年7月 【工事】令和6年9月～令和7年3月
総事業費	41,507千円 (内訳)【工事】38,471千円 【設計】2,294千円 【工事監理】742千円
工事単価 (工事費/空調面積)	54,959円/㎡
空調方式・型式	GHP(LPガス)・天井吊型 停電対応電源自立型を採用
室内機の台数 定格能力(1台あたり) [定格能力/空調面積]	6台 11.2kw(冷房)、12.5kw(暖房) 96W/㎡(冷房)
既存受変電設備の改修	なし



天井吊型空調機



リモコンボックス
非常用電源ボックス



室外機



専用ガス庫

3. 断熱性確保工事の情報

事業期間	【設計】令和6年1月～令和6年7月 【工事】令和6年9月～令和7年3月
総事業費	30,387千円 (内訳)【工事】28,022千円 【設計】1,787千円 【工事監理】578千円
工事前の断熱性	断熱性なし
断熱性確保の内容	窓・建具:複層ガラスへの更新 断熱性確保については、①天井断熱、②屋根遮熱、③壁断熱、④床断熱、⑤窓ガラス断熱、⑥建具改修、をそれぞれ概算し、効果と費用の検討を行った。結果として、全ての工事を行うと、交付金の上限額を大きく上回ることが確認できた。また、GHP方式の空調設備は、EHP方式と比較してイニシャルコストが高額になるため、相対的に断熱工事に投資できる金額が限定されることとなった。一方で、効果的な断熱工事を行うことがランニングコストを抑制するために必要であることから、⑤ガラス断熱、⑥建具改修を中心に検討を行った。 イニシャルコストは空調整備と合わせて交付金の範囲内となることを基本とし、断熱については一般的に建物の熱損失は窓ガラス部分が大半を占めていると言われることから、窓ガラス改修を第1優先とし、空隙部分を防ぐため、建具改修を第2優先とした。 ● 結果的に、「ガラス断熱」は、これまでの単層ガラス(FL3)から、カバー工法による複層ガラス(Low-E3+A6+FL3)とし、建具も室外への接続箇所は断熱ガラスの仕様へ改修することとした。



建具・窓ガラス断熱工事施工前



窓ガラス断熱工事施工前



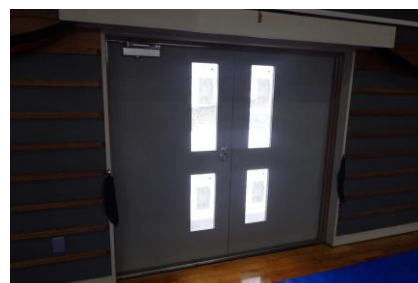
建具・窓ガラス断熱工事施工前



建具・窓ガラス断熱工事施工後



窓ガラス断熱工事施工後



建具・窓ガラス断熱工事施工後

4. 断熱性の効果等について

断熱ガラス・建具改修を採用した理由は概ね以下のとおり。

- ① 交付金の金額内で、工事可能であること。
- ② 可能な限り長期間断熱性能を維持できること。

※遮熱塗装等は、耐久年数が10年から15年程度との情報があり、空調設備の更新時期と重複するとライフサイクルコストが大きくなる。

- ③ 特に冷房効果を高めること。

※特にガラス面の熱損失が大きく、かつ活動スペースに近い高さの断熱工事は高い効果が見込まれると考え、ガラス面の対策を重点的に行うこととした。真空断熱ガラスは熱貫流率が極めて小さく、厚みが薄いため、既存サッシの再利用が可能であり工期の短縮が図られることから、真空断熱ガラスを中心に採用した。

5. 空調機の仕様・断熱性対応方針決定の検討過程

近年の地球温暖化に伴い、特に夏季の暑さ指数が「危険」または「厳重警戒」となる場合が多く、運動を伴う授業を行うことが困難となる日が増加している。こうした状況の中、令和5年度～令和7年度の期間において、屋内運動場の空調整備に係る交付金がこれまでの1/3から1/2に引き上げられたことを受け小学校より順に屋内運動場の空調整備を進める方針を固めた。

具体的には全国で大規模災害が頻発していることを念頭に、令和6年度に避難所指定校の2小学校を先行整備し、翌令和7年度に残りの5小学校の整備を行うこととした。

令和5年第3回定例会において、令和6年度工事分の実施設計業務の補正予算により計上し、令和6年1月から実施設計を行った。工事については、令和6年9月に契約締結し、令和7年3月までの工期により実施している。

《令和5年度》

空調機の設置検討にあたり、屋内運動場建設時及び統合改修を行った令和2年度の設計図により屋内運動場の断熱性の有無を確認したところ断熱性を有していないことを確認した。また、空調機の仕様や断熱性確保工事内容の検討において、熱負荷計算などの専門的な検証が必要であると判断したことから、空調方式・空調機的能力選定と併せ効果的な断熱性確保の方法について、専門業者に調査を依頼する方針とし、調査業務委託に係る経費を令和5年度予算に計上し指名競争入札により設計業者を決定、業務委託契約を締結した。なお、避難所指定校の計画であることから、危機管理担当課と協議し、停電時にも72時間程度自立運転を行うことが望ましいとの結論となり、GHP方式の空調機を基本とした。

《令和6年度》

調査を依頼した業者から空調方式・断熱性確保方針に関し複数の提案があり、方針決定にあたっては「空調機設置工事・断熱性確保工事に係るイニシャルコスト」、「ガス料金、維持管理などのランニングコスト」、「将来の空調機更新費用」、「体育館の残り使用年数」、「メンテナンス面」、「災害時の運用面」など複数の観点があったが、「経済性」と「費用対効果」を優先し過大な断熱工事とならないように業者の提案内容を総合的に判断し、空調機の仕様を「GHP方式(LPG)」および断熱性確保工事の内容を「窓：複層ガラス(真空断熱)への更新」「建具等の更新」に決定した(調査業務期間令和5年1月～7月)。

「空調機設置工事・断熱性確保工事に係るイニシャルコスト」が概算で65,000千円となったが、屋内運動場を今後約30年使用していくことを想定した場合、断熱化実施の効果により一定程度のランニングコストを抑制することができる試算となった。また、災害時の避難所としての使用を想定しGHP方式による空調方式とした。

令和6年度中に空調機設置工事・断熱性確保工事を完了させるため、令和6年当初予算で空調機設置工事・断熱性確保工事に係る経費を計上した。工事は同年9月に契約を締結し、令和7年3月に完了。

6. 事業の方針決定・工事実施等における課題など

- 避難所指定校を優先的に着手したことから、停電時にも運転できる機種として、GHP方式を採用することを前提とした。GHP方式の空調設備はメーカーにより納期が1年程度と報告があったものもあり、選択肢が少なかった。結果的に納期が4か月程度のものを仕様として見込んだが、納期に応じて工期を長期に確保する必要があるため、体育館を使用できない期間が長くなり学校との調整に苦慮した。また、現在のガス料金の高騰により、ランニングコストが上昇することが見込まれている。
- 断熱工事は実施箇所が多い方が断熱効果を高めることを念頭に、天井、壁面、床面等の断熱を検討したが、初期の概算設計により、全ての面への断熱を行うことは多大な費用と工期を要することが確認できたため、予算の範囲内で可能な範囲としてガラス断熱、建具断熱に特化して効果的な断熱工法を検討した。既存施設への改修という前提では、選択できる工法が限定的であり、選定に苦慮した。
- 断熱工事と並行して空調整備を行うと、工法にもよるが、大きな屋内運動場では交付金上限額(7千万円)を超えることが多く見込まれる。合わせて人件費や資材費等が物価上昇の最中で値上がりが続いており、工事費が見込みよりも増額となった。
- 広島県では設備設計事業者の減少や技術者不足により、設備関係の設計業務が入札不調となるケースが増加しているような情報も聞いていた。実際に本事業でも設計業務委託業者の選定が難航することとなった。このため、事業量調査時点と実施設計完了時点で金額差が生じる結果となった。実施設計を適切な時期(早め)に行うことが必要と考える。
- 物価上昇が引き続いており、予算要求や実施設計を行う時期は精査が必要。
- 断熱工事を実施すれば、ランニングコストの抑制を図ることが出来るが、工種が増えれば費用及び工期も比例して大きくなる。このため、予算・工期に余裕があれば、大規模な屋内運動場等は工事等の諸経費的には不利となるが、初年度に断熱工事、次年度に空調整備を行うこと等を検討することも必要と考えた。
- 検討過程では、ガラス面の改修では「真空断熱ガラス」による改修ができれば、効果が高いと考えた。これはガラス面の総厚さが6.2mm(Low-E3+真空面0.2+FL3)と薄く、この幅のガラスが使用できる窓枠であれば、窓枠を再利用し、ガラス面のみの交換が出来る。鋼製窓枠等使えないケースがあるが、窓枠再利用が可能であれば、工期短縮も期待できる。製作期間が2月程度必要となるが、一般的な複層ガラスの2倍程度の断熱性能があるとのこと。