

小学校の体育館における居住環境調査

九州産業大学建築都市工学部住居・インテリア学科
居住環境デザインスタジオ香川研究室
細見春希 香川治美

目的

- 空調設備導入前の体育館における居住環境調査
- 空調設備運用ガイドラインと運用状況の現状把握

既往研究

●小学校の空調設備導入前後における教室内状況調査
香川治美,大西元気,副島健利,西岡佑大(2019)卒業研究

普通教室への空調設備導入が児童に与える影響を明らかにし、導入前後の普通教室における居住環境調査を行った



空調設備導入後、その稼働時間の教室内の気温は、学校環境衛生基準値内に収まり、多くの児童（3年生と6年生）が快適と感じていた

背景

文部科学省の公立小中学校施設の空調設備設置状況の調査（令和6年9月現在）によると設置率は平成22年以降年々増加傾向にある。しかし体育館の設置率は普通教室に比べて低く、22.1%である。

研究方法

- 教育委員会の協力を得てO市モデル校を選出する
- 空調設備運用ガイドラインと運用状況について文献調査する
- モデル小学校の体育館内環境を現地調査する
→床上400,1400mmに計測機器を設置する
- 熱中症予防運動指針を基準にして体育館の暑さ指数（WBGT）を計測して現状把握する

表 1 運動に関する指数

気温 (参考)	暑さ指数 (WBGT)	熱中症予防運動指針	
35℃以上	31以上	運動は原則中止	特別の場合以外は運動を中止する。 特に子どもの場合には中止すべき。
31℃以上 35℃未満	28以上 31未満	厳重警戒 (激しい運動は中止)	熱中症の危険性が高いので、激しい運動や持久走など体温が上昇しやすい運動は避ける。 10～20分おきに休憩をとり水分・塩分の補給を行う。 暑さに弱い人※は運動を軽減または中止。
28℃以上 31℃未満	25以上 28未満	警戒 (積極的に休憩)	熱中症の危険が増すので、積極的に休憩をとり適宜、水分・塩分を補給する。 激しい運動では、30分おきくらいに休憩をとる。
24℃以上 28℃未満	21以上 25未満	注意 (積極的に水分補給)	熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。 熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水分・塩分を補給する。
24℃未満	21未満	ほぼ安全 (適宜水分補給)	通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分・塩分の補給は必要である。 市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。

※暑さに弱い人：体力の低い人、肥満の人や暑さに慣れていない人など
（公財）日本スポーツ協会「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」（2019）より

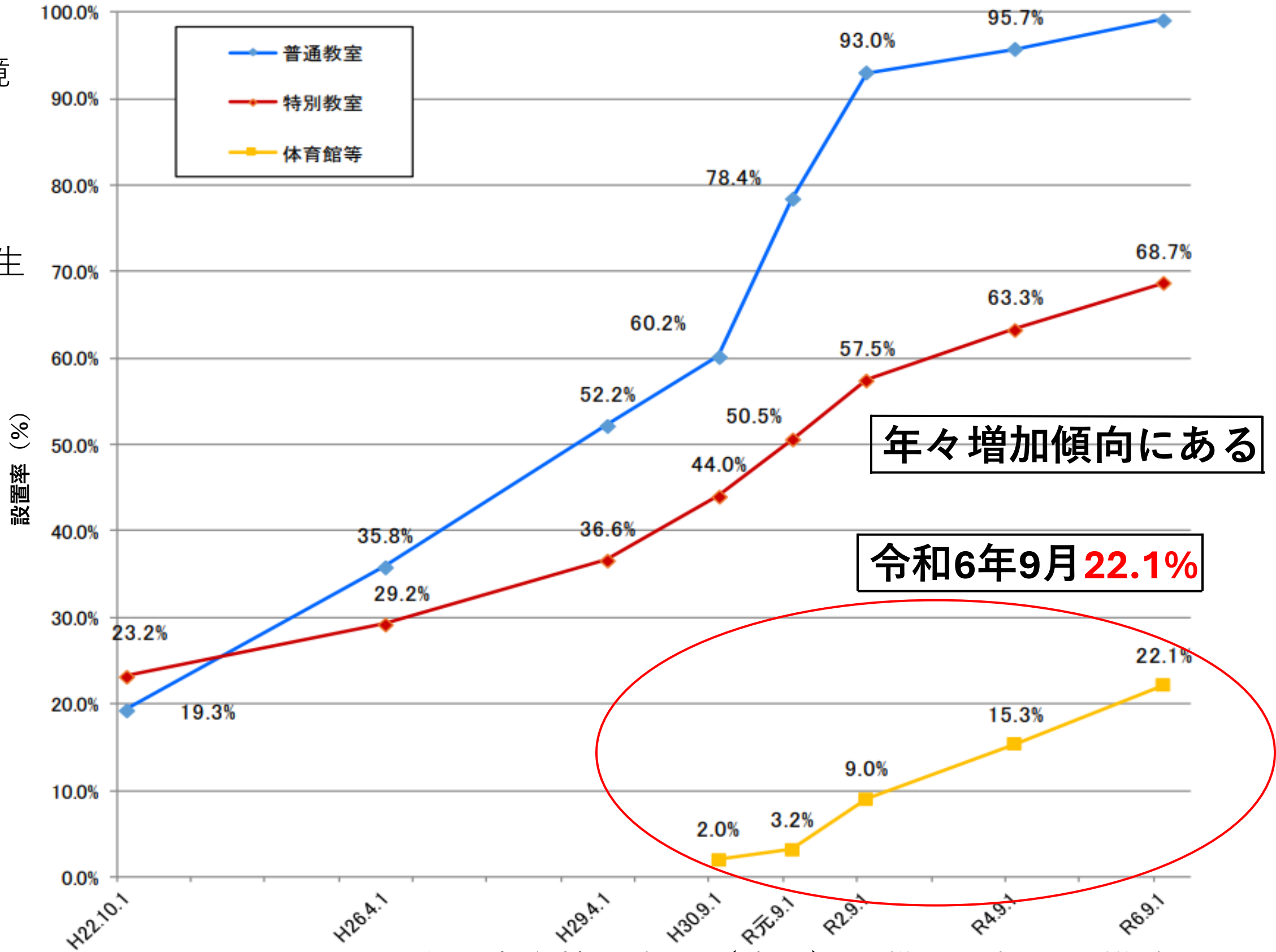


図 1 公立小中学校の空調（冷房）設備設置状況の推移

表 2 計測項目

計測項目	計測機器	
気温[°C]	②熱中症指標計 KEM製 WBGT-301plus	暑さ指数 (WBGT湿球黒球温度 ：Wet Bulb Globe Temperature) を算出 ISO7243 JIS Z 8504
相対湿度 [%]		
グローブ 温度 [°C]		



床上1400mm



床上400mm

写真 熱中症指標計の設置の様子

表 空調設備運用ガイドラインと運用状況の現状

		文部科学省	自治体	モデル小学校の実態					
			O市	普通教室			体育館		
				空調設備導入前	空調設備導入後	ヒアリング調査	空調設備導入前	空調設備導入後	
名称	学校環境衛生管理マニュアル	空調設備の利用に係る運用の手引き改訂版(小・中学校共通)令和6年4月	O市モデル校						
構造			鉄筋コンクリート造(RC造)	鉄筋コンクリート造(RC造)		鉄骨造			
空調設備			天井吊型エアコン	天井吊型エアコン		換気扇のみ			
階数			3階/3階	3階/3階					
天候			曇後晴	晴					
実測日			2019年7月12日	2019年9月17日		2024年7月10日～14日	2024年8月28日～9月1日	2025年1月30日～2月3日	
教室環境			窓開け	窓閉め		窓開け			
使用条件	冷房	教室の気温が28℃以上になるとき（そのおそれがある場合を含む）または熱中症指数計が「厳重注意」「危険」を示している場合。	【教室】 気温 27.5～29.3℃	【教室】 気温 25.5～27.6℃	外気温が高い場合、28℃は冷えない。設定温度を変更できるが30分以内で元に戻る。繰り返し変更することが不便	【体育館】 気温 24.2～35.1℃	【体育館】 気温 25.3～34.8℃	【体育館】 気温 2.4～13.8℃	今年度計測予定
	暖房	教室の気温が19℃以下になっている場合（そのおそれがある場合を含む）	相対湿度 58.8～64.3%	相対湿度 48.8～62%		相対湿度 47.2～88.2 %	相対湿度 57.4～89.0 %	相対湿度 33.2～81.1 %	
相対湿度	30%以上80%以下が望ましい		CO2濃度 403～731ppm 気流速度 0～0.33m/s	CO2濃度 515～1324ppm 気流速度 0～0.26m/s		絶対温度 15.33～23.21kg/kgDA 放射 24.3～35.7℃	絶対温度 17.62～23.58kg/kgDA 放射 25.4～35.4℃	絶対温度 0.857～2.980kg/kgDA 放射 0.0～6.7℃	
基準温度	17℃以上28℃以下が望ましい	教室に設置された熱中症指数計にて計測した気温	【体育館】 気温 28.7～34.1℃ 相対湿度 42.8～58.7 % CO2濃度 448～721ppm	照度 ①1851 lx ②1683 lx ③1230 lx ④3400 lx ⑤2090 lx ⑥1410 lx ⑦2690 lx ⑧1738 lx ⑨1309 lx	エアコンが使用できない期間は、半数の児童が訴えた場合、運転可能とする。	熱中症指数 23.2～29.7℃	熱中症指数 23.9～30.8℃	熱中症指数 -1.0～12.9℃	
稼働期間	夏季	6月1日から9月30日							
	冬季	12月1日から3月31日		騒音レベル ①窓開け54.0 dB ③窓閉め46.7 dB ①窓閉め46.7 dB					
稼働可能時間	管理諸室等	7時から20時 午前8時から午後7時		【体育館】 気温 25.8～29.5℃ 相対湿度 50.9～61.3% CO2濃度 415～498ppm					
	教室	8時から16時(ただし、時間外にて使用する場合は、管理責任者の許可のもと、集中リモコンにて稼働可能)							
一括自動停止	教室	消し忘れ対策のため、下記の時間にて教室の空調機が自動で停止します ①19時 ②24時							
	夏季 冬季	通常 28℃以下が望ましい 17℃以上が望ましい	28℃ 19℃		28℃に設定				
設定温度	夏季 変更可能温度	室内温度と外気温の差を無視した過度の冷房は体調を崩す要因となることから、室内温度と外気温の差は著しくないこと。 ヒトの温度感には、単に教室内の温度に影響されるのではなく、相対湿度や気流の状況等により影響を受けること、また、個人差があることに留意する必要がある。	23℃から30℃ (変更後30分で28℃に戻る)		カーテンに対応	・各市で作成された空調使用ガイドラインはそのまま小学校で使用されている。			
	冬季	17℃から24℃ (変更後30分で19℃に戻る)		・各市の空調使用ガイドラインは詳細な設定があると小学校ではその通りの実施が難しい場合がある。					
照度		(ア) 教室及びそれに準ずる場所の照度の下限値は、300 lx (ルクス)とする。また、教室及び奥板の照度は、500 lx以上であることが望ましい。 (イ) 教室及び奥板のそれぞれの最大照度と最小照度の比は、20:1を超えないこと。また、10:1を超えないことが望ましい。 (ウ) コンピュータを使用する教室等の机上の照度は、500～1000 lx程度が望ましい。 (エ) テレビやコンピュータ等の画面の垂直面照は、100～500 lx程度が望ましい。 (オ) その他の場所における照度は、工業標準化法(昭和24 年法律第185号)に基づく日本工業規格(以下日本工業規格)という、J29110Iに規定する学校施設の入居照明の照度基準に適合すること。				・校舎の1階～3階および方角において空気温度に差ができるため設定の調整が難しい。			
						・一括自動停止の設定がない場合は特別教室での切り忘れが生じる場合がある。			
騒音		教室内の等価騒音レベルは、窓を閉じているときはLAeq50dB (デシベル) 以下、窓を開けているときはLAeq55dB以下であることが望ましい。							
その他		夏季のエアコンの稼働状況により「冷房」「送風」「ドライ」運転を使い分けてください。 (参考)「学校環境衛生基準」(文部科学省)では、室内温度について「教室等の温度は、28℃以下であることが望ましい」とされています(大分市環境基本計画でも同様)。			エアコン管理責任者は教頭先生。不在の時は校長先生。空調エネルギーは電気を使用。				
		冬季のエアコンの稼働(参考)「学校環境衛生基準」(文部科学省)では、室内温度について「教室等の温度は、17℃以下であることが望ましい」とされています(大分市環境基本計画では19℃)。 ※「稼働期間外」での使用は、個々の事案毎に必要性を判断し、使用してください。							
今後		ガイドライン変更の可能性あり			変更なし				

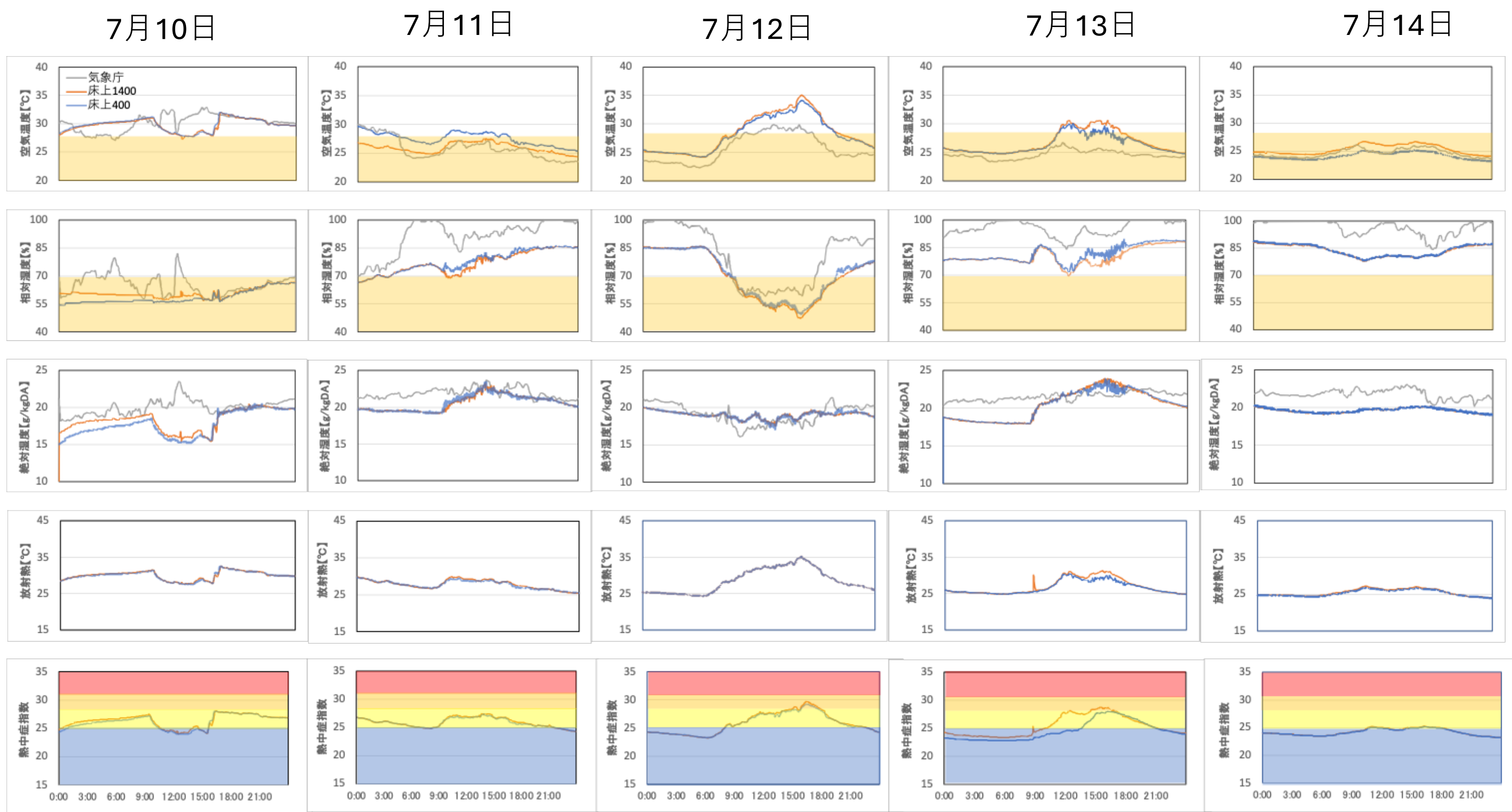


図 梅雨期

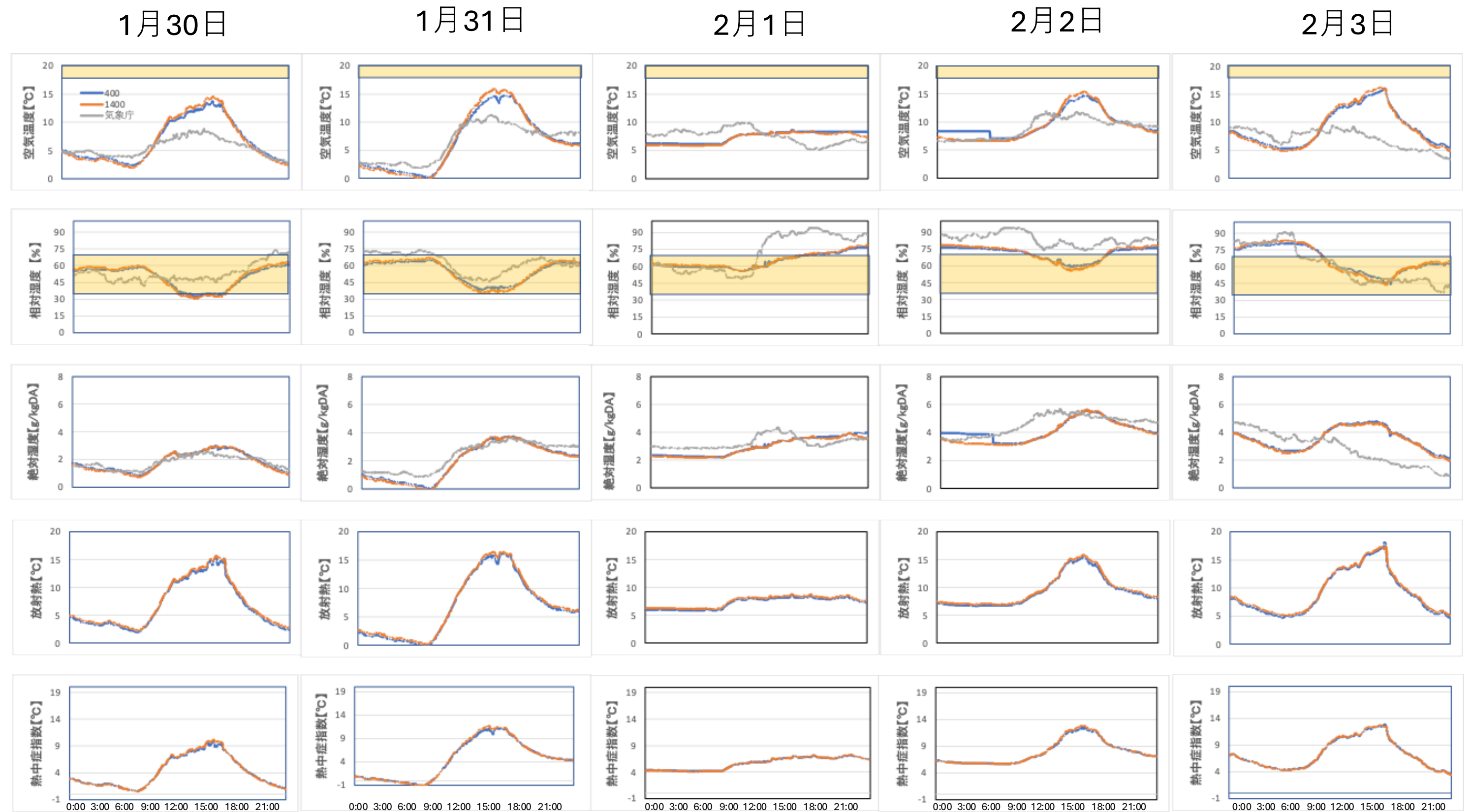


図 冬期

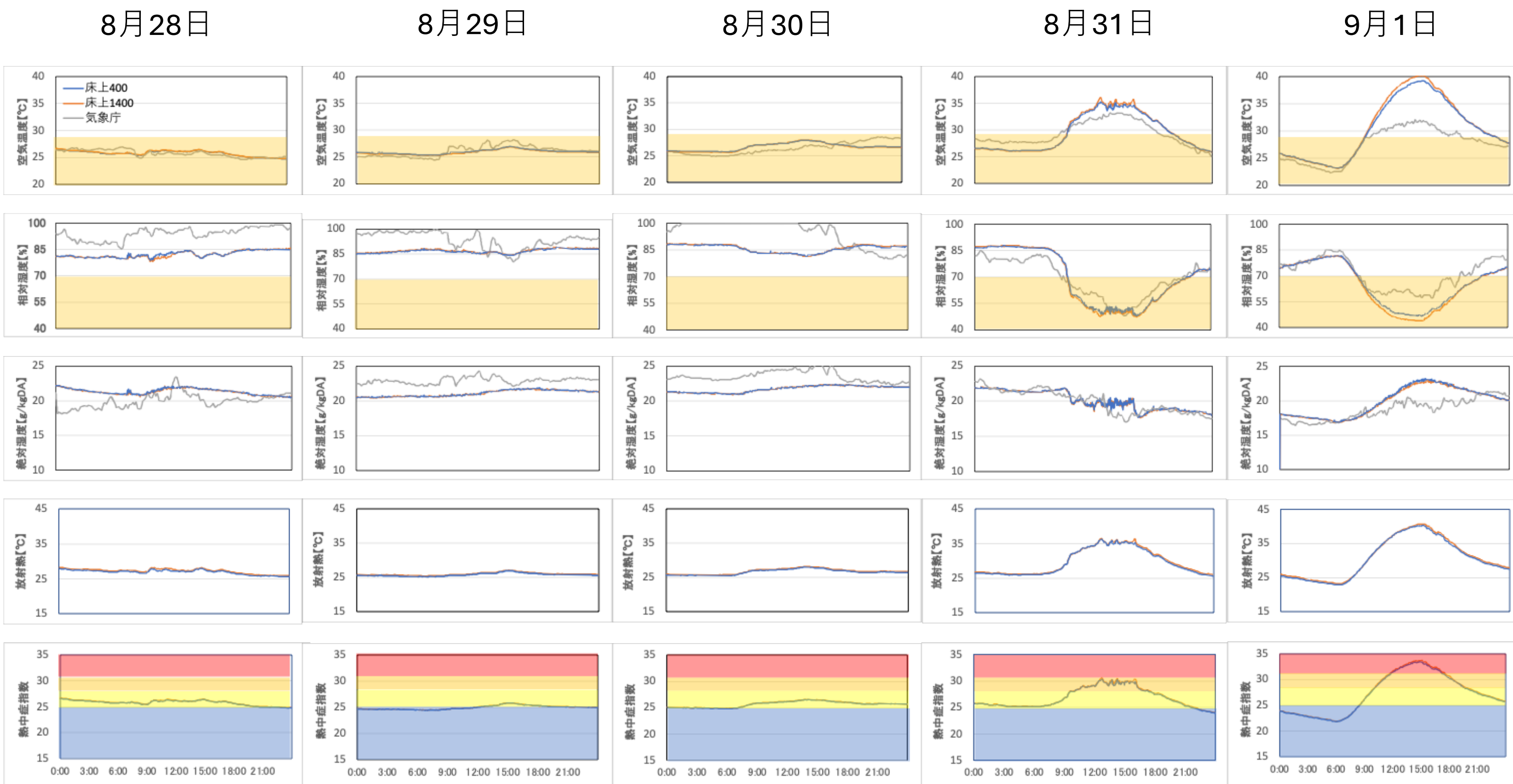


図 夏季

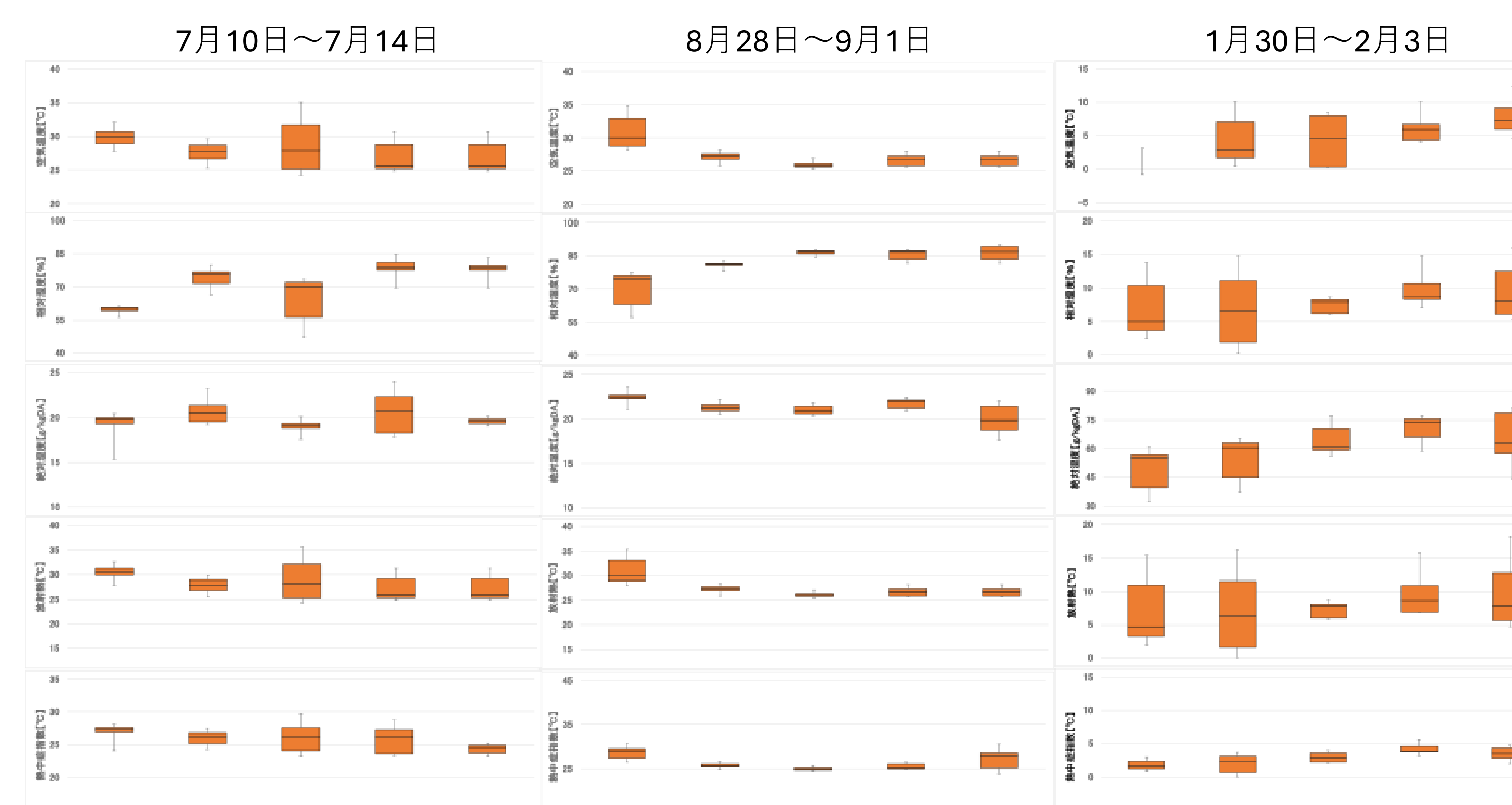


図 計測結果

空調設備導入前の梅雨時期の計測結果

- 計測期間の気温の最大値は、学校環境衛生管理マニュアルの最大値28.0℃より高く35.1℃であった。
- 相対湿度の最大値は、マニュアルの最大値80%を超え88.2%であった。7割以上の時間で基準を超えていた。
- 暑さ指数は「警戒（積極的に休憩）」であった。

空調設備入前の夏期計測結果

- 計測期間の気温の最大値は、学校環境衛生管理マニュアルの最大値28.0℃より高く34.8℃であった。
- 相対湿度の最大値は、マニュアルの最大値80%を超え89.0%であった。
- 暑さ指数は9月1日に「運動原則中止」を示した。

空調設備導入前の冬季計測結果

- 計測期間の気温の最小値は、学校環境衛生管理マニュアルの最小値17.0℃を大きくしたまわり、14.6℃低い、2.4℃であった。
- 相対湿度は、学校環境衛生管理マニュアルの基準値をほぼ満たしていた。
- 夏季や梅雨期に比較して日較差が大きい。

今後の課題

- 空調設備導入後の調査を実施し、導入前後の比較を行う。
- 体育館の暑さは、暑さ指数（WBGT）を基準にして評価できるが、寒さを評価できる適切な指標が必要である。

謝辞

〇市教育委員会学校施設課の関係各位並びに公立小学校にご協力いただいた。調査は九州産業大学研究生（当時）セツメイリン氏と行った。記して深謝する。