

2024年9月4日

国際環境NGOグリーンピース・ジャパン

記者発表資料

国内4都県における学校教室の 夏期温熱環境調査

執筆者：グリーンピース・ジャパン レア・ガイエブスキー、鈴木かずえ

サーモグラフィーの撮影：前真之・東京大学大学院工学系研究科建築学専攻准教授

調査協力：東京都、神奈川県、埼玉県、三重県の小学校と高校4校

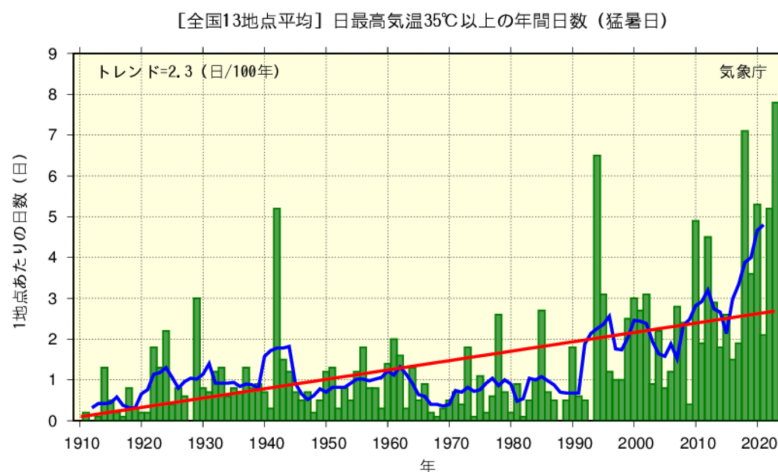
GREENPEACE

1. 概要

子供達が多く時間を過ごす学校において、学習環境は安全で健康に配慮されている必要がある。文部科学省が2018年に公開した「学校環境衛生管理マニュアル」では、教室の室内温度（室温）は28度を超えないよう推奨されている。¹ 子供や慢性疾患を抱える人々は特に暑さに対して脆弱であり、高温にさらされることで、熱疲労や熱中症など、さまざまな熱関連の健康問題を引き起こす可能性がある。^{2,3,4,5,6,7} 特に教室のような屋内環境における高温は、学生の集中力や学習能力に悪影響を及ぼすことがある。^{8,9,10,11,12} 日本の児童・生徒の暑熱関連疾患に関する具体的なデータは不足しているものの、一般市民の熱中症の症例増加は、夏の気温上昇が公衆衛生上のリスクを高めていることを示している。2023年だけでも、熱中症により9万1,000人以上が病院に搬送されており、これは2008年の約4倍に相当する数字である。¹³ 気候変動の影響により夏の厳しさが増すにつれて¹⁴（図1参照）学校における暑熱関連健康問題は、このままの状態が続けばさらに深刻化すると予想される。

グリーンピース・ジャパンは建築物の省エネ化に取り組んでおり、2023年からは公共建築、とりわけ学校の断熱性能の向上を求めて活動してきた。学校の教室の断熱改修を行政に求める過程で、どの程度教室が暑いのかという実態についてのデータ不足を実感したことから、実際に教室の室温の測定調査を実施することとした。

夏休み前の2024年7月1日から19日までの19日間、4つの都道府県にある4校の室温を測定した。また7月25日には、東京大学大学院の前真之准教授が、東京都内の小学校で表面温度を可視化するためのサーモグラフィーによる画像撮影を実施した。なお、前准教授には教室の温度測定の調査や分析についても助言をいただいた。



グラフ 1: 最高気温が35度を超えた日の総数。緑の棒は、全国13か所での年間平均日数を示す。青い線は5年間の移動平均を示し、赤い線は長期的なトレンドを示す。この期間の平均変化率を反映する。出典: [気象庁](#)

2. 調査方法

温度測定

温度測定は、東京都、神奈川県、三重県の小学校3校と埼玉県の高校1校の計4校で実施し、7月1日から7月19日まで、19日間にわたって教室の温度を測定した。

測定は各学校の校舎最上階にある教室1つを選び実施した。神奈川県、埼玉県、三重県の学校では、測定対象の教室に断熱材は使われていなかった。一方、東京都の学校では、教室の天井に厚さ25ミリの断熱材が施されている。温度は、温湿度データロガー（Lascar、EL-USB-2+）を使用して測定した。各教室に2台の温湿度データロガーを設置し、1台は前方窓側の壁付近に約1.5～2メートルの高さで取り付け、もう1台は後方の壁付近、1台目とは反対側に約2～2.5メートルの高さで設置した。東京都、神奈川県、三重県の学校の教室は南東向きで、学校活動時間中を通して日光が差し込む。また、埼玉県の学校の教室は南西向きで、午後から日光が差し込む。いずれの温湿度データロガーも直射日光を避けるように設置し、各教室に設置した2台の温湿度データロガーの測定温度の平均を計算した。

外気温の測定には、学校の百葉箱または学校敷地内の他の雨風を避けられる場所に温湿度データロガーを設置した。温湿度データロガーは15分ごとに温度を記録するよう設定し、7月1日午前10時から7月20日午前0時までの間、連続モードで運用。各時間の温度は、15分ごとに自動で計測される値を平均して算出した。児童・生徒の登校時刻の午前8時から、小学校は午後1時、高校は午後3時までの温度データの分析に焦点を当て、この期間に収集されたデータを主な分析対象とした。週末・祝日や学校活動時間外のデータは除外している。

室温には、児童・生徒の人数、移動、窓の開閉、エアコンの使用など、様々な要因が影響を与える可能性がある。児童・生徒が教室を出る時刻、窓を開ける時刻、またはエアコンシステムのオン・オフの時刻は正確には記録していない。学校関係者からの聞き取りにより、エアコンは通常、午前7時から8時の間にオンにされ、最後の授業後にオフになることが多いとされたが、このスケジュールにはばらつきがある可能性がある。学校関係者には通常のルーチンに沿って行動するよう依頼し、データが通常の教室条件を反映するようにした。したがって、学校ごとの行動の違いが、記録された温度データに影響を与えた可能性がある。



画像 1: グリーンピースのスタッフが温度測定のために、学校の百葉箱に温湿度データロガーを設置している様子

サーモグラフィー

サーモグラフィーは、2024年7月25日に東京都内の学校で、サーモグラフィーカメラ（フリアーシステムズ、FLIR T620）を使用して撮影した。当日の最高気温は35.3度だった。サーモグラフィーは、可視光よりも長い波長を持つ電磁放射（EMR）の赤外線を検出し、検出された放射の強度を可視画像に変換する。各温度には対応する色が割り当てられる。温かい物体は赤や白の色合いで表示され、冷たい物体は青い色合いで表示される。画像の右側には温度スケールが含まれており、スケールの温度範囲は10度から40度の一定の範囲に保たれている。

3. 調査結果

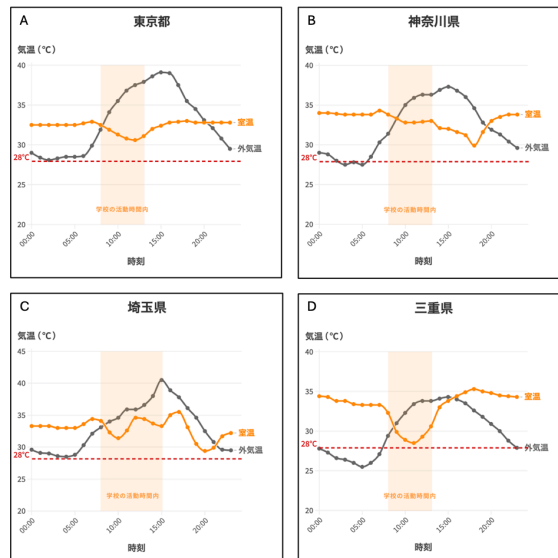
温度測定

補足資料グラフ1A-Dは、4つの教室の平均温度データとそれに対応する外気温度を示している。4校の平均室温は25.3度から34.6度の範囲で、平均外気温度は21度から40.5度の範囲で測定された（表1）。1日ごとの最高外気温度では、3週間の測定期間中最も暑かった日は7月8日だった。

表 1: 3週間の期間中に、学校活動時間内の4か所で記録された最低および最高気温（°C）

| | 東京都 | | 神奈川県 | | 埼玉県 | | 三重県 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 外気温 | 室温 | 外気温 | 室温 | 外気温 | 室温 | 外気温 | 室温 |
| 最低気温 (°C) | 24.3 | 26.7 | 24.5 | 25.3 | 24.3 | 26.3 | 21.0 | 26.1 |
| 最高気温 (°C) | 37.9 | 32.5 | 36.3 | 33.8 | 40.5 | 34.6 | 34.3 | 32.3 |

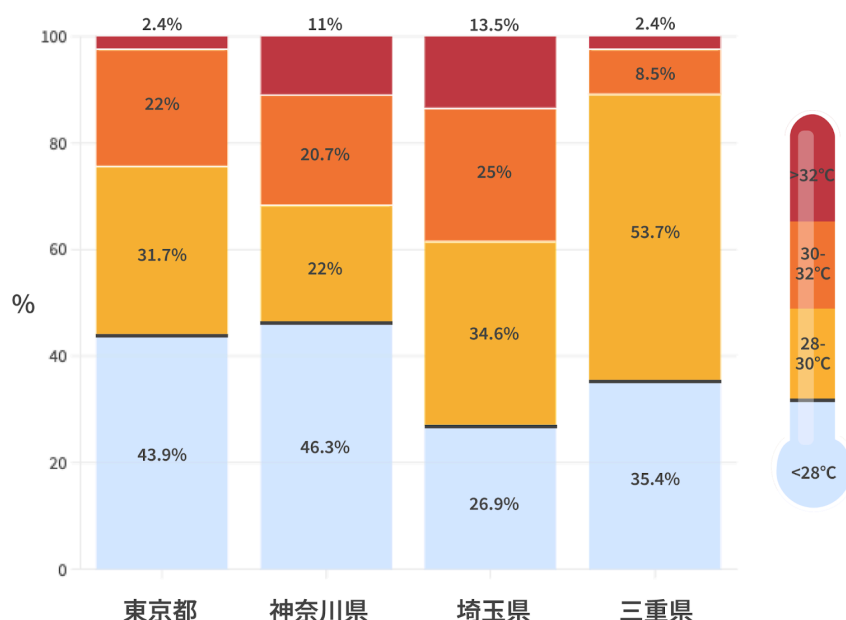
7月8日には、4校全てで最も高い室内温度が記録され、東京都では32.5度、神奈川県では33.8度、埼玉県では34.6度、三重県では32.3度だった。埼玉県では正午ごろに温度がピークに達した。おそらくエアコンが一時的に停止したことで、温度が一時的に上昇したためと考えられる。東京都、神奈川県、三重県では、週明けの早朝にピーク温度が記録されたことから、週末に教室にかなりの熱が蓄積されたと考えられる。また午前7時ごろから温度が低下し始めていたことから、エアコンはすでに稼働していたことがわかるが、教室温度が低下するスピードがかなり緩やかなことから、エアコンのみでは教室を迅速かつ効率的に冷やすには不十分であると考えられる。この日は1日を通して推奨される28度を下回することはなかった。東京都と埼玉県では児童・生徒の活動時間内における室内温度が30度以上、神奈川県では32度以上のままで、児童・生徒は長時間にわたって危険な高温にさらされた。7月8日の温度データは、グラフ2A-Dに拡大して示されている。



グラフ 2A-D: 測定期間全体で最も高い外気温が記録された7月8日の24時間。黒い線は外気温度、オレンジの線は教室の平均温度(室温)を示す。室温は、1つの教室に設置された2つの温湿度データロガーからの測定値を平均したもので、1時間あたり4回の測定データを集計して表示する。おおよその学校の活動時間はオレンジ色でハイライトされているが、学校や曜日によって授業時間は異なる可能性がある。なお活動時間であっても教室を使用しない場合、エアコンを切ることで一時的に教室温度が変化することがある。例えば三重県の小学校では、7月8日の午後にプール授業を行ったため、エアコンを昼で消している。水平の赤い点線は、「[学校環境衛生管理マニュアル](#)」に記載された推奨最大室内温度28度を示す。

室内温度が28度を超えるのは、7月8日のみではなかった。3週間の測定期間中、東京都では82時間中46時間(56.1%)、神奈川県では82時間中44時間(53.7%)、埼玉県では104時間中76時間(73.1%)、三重県では82時間中53時間(64.6%)の間、教室の温度が28度を超えていた。これらの結果は、グラフ3に示されている。

各校の活動時間内における教室の温度範囲とその割合



グラフ 3: 各校の活動時間内における教室の温度範囲とその割合。週末・祝日や学校活動時間外のデータは除外されている。東京都、神奈川県、三重県の小学校では、学校活動時間は午前8時から午後1時までとされており、埼玉県の高校では、学校活動時間が午前8時から午後3時までとされている。推奨される室内最高温度28度を超える温度は黄～赤で示され、28度以下の温度は青で示されている。

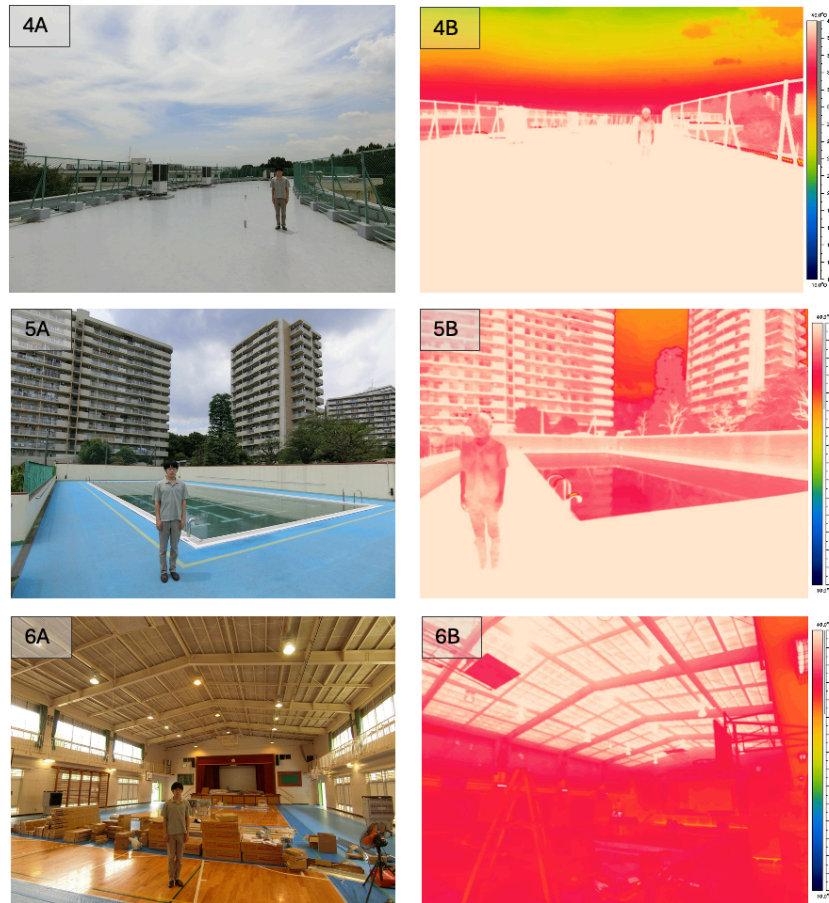
サーモグラフィーカメラによる調査

画像2-6は、教室、屋上、プール、体育館など、学校内のさまざまな場所の画像とサーモグラフィーカメラによる表面温度分布の画像を示している。

最上階の教室において、エアコン稼働前には室内表面の大部分が38度を超えている。特に窓周りでは侵入する日射熱の影響で40度を超えている。エアコンを20度に設定して稼働させた後、教室全体の温度はいくらか低下し34度になったものの、窓付近の温度は以前として38度付近と高温のままであった。屋上は直接日光にさらされ、表面温度は50度近くに達している。この吸収された太陽熱は、屋根・天井の断熱性能が著しく劣っているために、大部分が下の教室に侵入し、天井の表面温度を高めている。高温の天井表面は室内空気を加熱し冷房の効きを悪化させるだけでなく、放射される遠赤外線が人体を直接加熱するため強い不快感の原因となる。本

教室の天井裏には厚さ25ミリの断熱材が施されていたが、屋根からの日射熱の侵入を防ぐには全く不十分である。室内を健康快適な環境に保ち冷暖房の省エネを達成するには、厚さ100ミリ以上の断熱材の追加が推奨される。プールも屋上と同様に直射日光にさらされており、生徒が素足で歩くプールサイドの表面温度は50度近くに達しており火傷のリスクがある。また体育館には天井に断熱材が全く施されていないため、室内は40度を超える温度が記録されており、教室以外のこれらの場所でも改善が必要である。なお、サーモグラフィーは東京大学大学院の前真之准教授が撮影し、画像の提供を受けた。





画像 2-6: 7月25日に、最高気温が35.3度の中で撮影されたデジタル画像およびサーモグラフィー。画像は以下の場所を示している:
2A-B: エアコンがついていない教室、3A-B: エアコンを20度に設定した教室、4A-B: 学校の屋上、5A-B: プール、6A-B: 体育館。(撮影 東大大学院 前真之准教授)

学校ごとの結果の差について

各校の調査結果の偏りは築年数、建設材料、換気システム、エアコン設備などのインフラの違いによってばらつきがあり、これらは室内温度に影響を及ぼす可能性がある。さらに、窓やドアの開閉のタイミングやカーテンの管理といった各校の運営の違いも、室内温度に大きな影響を与える要因となる。しかし条件が異なるにも関わらず、調査した全ての学校の教室で危険な水準の高温が記録された。

4. 結論とグリーンピースの提言

結論：

本調査は、学校の活動時間中に児童・生徒が長時間高温にさらされていることを明らかにした。これは児童・生徒の健康や、集中力、効果的な学習能力に対してリスクをもたらす可能性

がある。測定は夏休み前に実施したが、学校関係者や児童・生徒が休暇中も教室を使用する可能性があり、その場合さらに悪い条件に直面する可能性もある。

今回調査を実施した全ての学校にエアコンが設置されているにも関わらず、教室の冷却は不十分なことが多く、教室の室温を常に基準の28度以下に維持することができなかった。この課題に効果的に対処するためには、教室の天井、窓、壁の断熱性を高め、蛍光灯を発熱温度の低いLEDに交換するなど、学校インフラの整備が不可欠である。断熱性を高めることで、より効率的な冷却が可能となり、教室内の低温を長時間持続させることができる。

さらに、気温上昇の根本原因の一つである気候変動に対抗するために、政府が積極的な措置を講じることが重要である。気候変動を緩和するための包括的な施策を実行することは、異常な暑さの頻度と深刻さを軽減するだけでなく、子供や慢性疾患を持つ人、様々な理由から日常的に冷房を使用できない環境に置かれている人、社会的に弱い立場に置かれている人々の健康と福祉を守るためにも不可欠である。

提言：

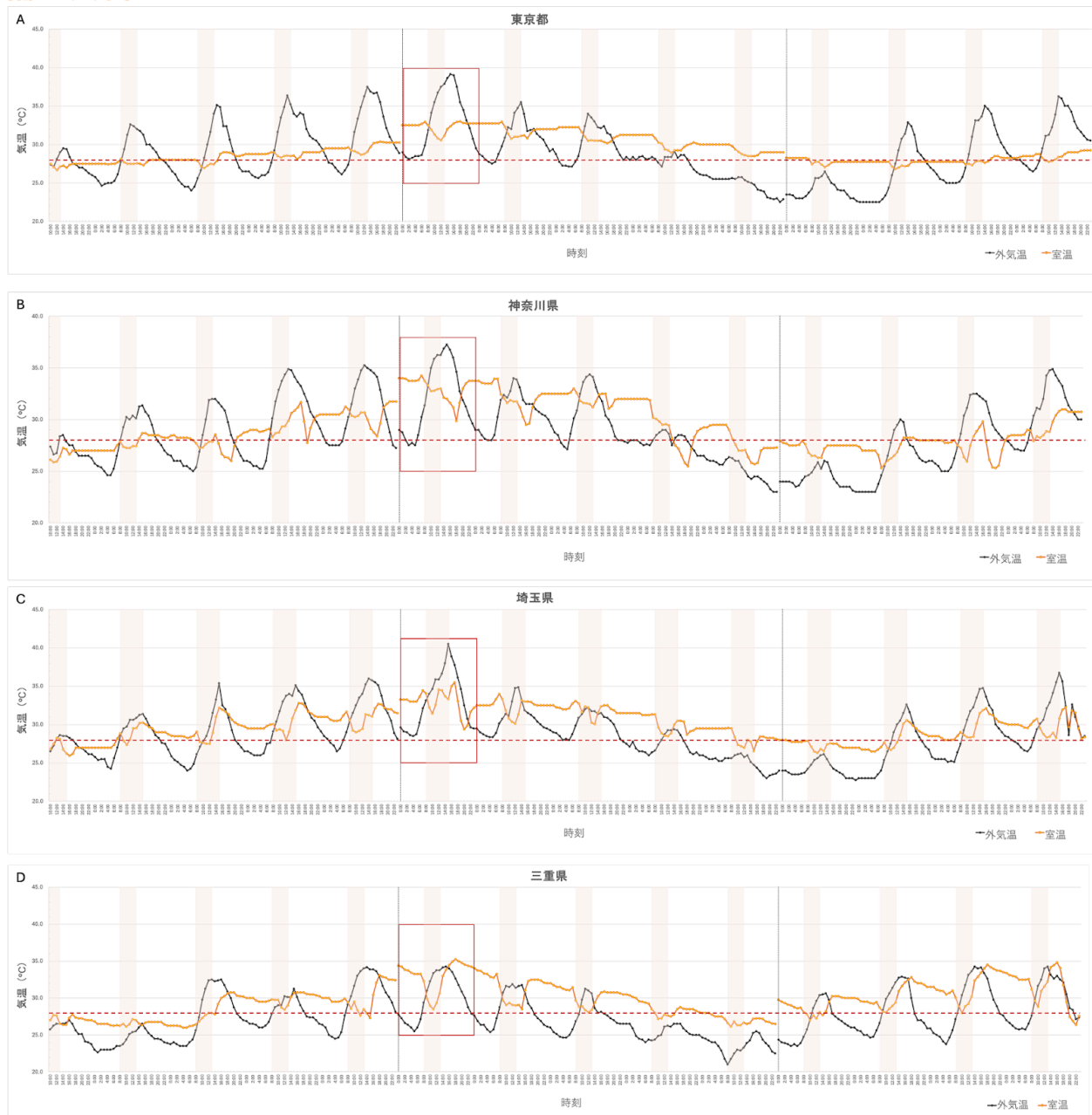
日本政府・地方自治体は、気候変動の原因である温室効果ガスの大幅および早急な排出削減に取り組むと同時に、危険なレベルの暑さにさらされている子供の健康を守るために、以下の対策を早急に行う必要がある。

- 教室の断熱性能を高めるための工事を行う。特に、屋根・天井に全く断熱が施されていない「ゼロ断熱」の教室には、緊急で対策を実施する。
- 窓は夏の日射遮蔽とともに、内窓追加などにより断熱性能を強化する。
- 外気に面する壁、特に窓側の壁に断熱材を施工する。
- 蛍光灯を省エネで発熱も少ないLEDに変更する。（照明交換に合わせて天井断熱を施工すればコストパフォーマンスもよい）
- 耐震工事や、防水工事の際に十分な量の断熱材を敷き込む。

なお、温室効果ガスの排出削減には、こうした省エネとともに、屋上への太陽光発電設備の設置、使用する電力を再生可能エネルギー100%にする、エアコンのコンパクト化および電化も欠かせない。

以上

補足資料



グラフ 1 A-D: これらの4つのグラフは、東京都、神奈川県、埼玉県、三重県内の1つの学校のそれぞれ1教室で、2024年7月1日から7月19日までの約3週間にわたって記録された温度測定を示す。学校の外温度（黒い線）と教室内の温度（オレンジの線）を示す。室温は、1つの教室に設置された2つのデータロガーからの読み取り値の平均で、1時間あたり4回の測定結果を集計し、1時間ごとの温度として表示されている。グラフでは、視認性向上のため週末・祝日のデータは省略されている（黒い点線の縦線で示されている）。おおよその学校活動の時間帯はオレンジ色でハイライトされているが、実際の学校活動の時間は学校や曜日によって異なる場合がある。水平の赤い点線は、文部科学省が発行した「[学校環境衛生管理マニュアル](#)」において推奨される最高室内温度28度を示す。調査期間中で最も高い外気温が記録された日は7月8日で、赤枠で囲まれている。

免責事項

本文書は、公教育および科学研究を支援し、報道を促し、環境保護に対する意識を高めることを目的にグリーンピースが作成したものである。

本文書は、情報の共有、環境保護、公共の利益のみを目的とし、投資その他の判断材料となるものではない。目的外利用があった場合、グリーンピースはかかる利用に伴ういかなる責任も負わない。

本文書の内容は、グリーンピースが調査期間において独自に入手した調査情報にのみ基づくものであり、グリーンピースは、本文書に含まれる情報の即時性、正確性、完全性を保証するものではない。