

# 2050年カーボンニュートラルの実現に資する 学校施設のZEB化の推進について

- 既存学校施設における快適で健康的な環境づくりと脱炭素化に向けて -

令和5年3月

学校施設の在り方に関する調査研究協力者会議



## はじめに

気候変動問題への対応は、人類の将来の生存と繁栄にとって喫緊の課題です。2020年10月、我が国は、2050年までに温室効果ガスの排出量を全体としてゼロにする、すなわち「2050年カーボンニュートラル」を目指すこととされました。2021年5月改正の地球温暖化対策の推進に関する法律（平成10年法律第117号。以下「地球温暖化対策推進法」という。）において新設された基本理念規定にもその旨が明記されています。2021年4月、2050年目標と統合的で野心的な目標として、2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指し、さらに、50%の高みに向けて挑戦を続けていくことを宣言したところです。

これまで文部科学省においては、1993年11月に策定された「環境基本法」をはじめとする地球環境保全を目的とした国内関係法の整備が進められていく中、1994年から「環境を考慮して設計・建設され、環境を考慮して運営され、環境教育にも活かされる学校施設」をエコスクールとして示し、その基本的な考え方を報告としてとりまとめ、1997年からはそのパイロット・モデル事業を実施するなど、エコスクールの整備充実を図ってきました。これらの取組により、エコスクールの認定校数は1,900校（2022年4月現在）あまりとなり、地域の先進校として一定の成果を上げてきたところです。

一方、学校施設については、昭和40年代後半から50年代の児童生徒急増期に建設された大量の校舎等が一斉に更新時期を迎えており、その長寿命化改修をはじめとした老朽化対策が急務である中で、GIGAスクール構想による1人1台端末のもと、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に実現できる教育環境の確保が求められています。

こうした学校施設に求められる要請や課題がある中で、「2050年カーボンニュートラル」の実現を目指すためには、新築時や改築時のもとより、既存の学校施設を含めた全ての学校において、従来以上に省エネルギー対策を徹底するとともに、太陽光発電設備をはじめとした再生可能エネルギー設備の導入についても最大限取り組んでいくことが不可欠となります。そのためには、エコスクールの深化を図り、学校施設のネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB：ゼブ）化を推進していく必要があります。

学校施設の在り方に関する調査研究協力者会議では、2022年3月に「新しい時代の学びを実現する学校施設の在り方について」を取りまとめ、新しい時代の学び舎の土台として着実に整備を推進していくこととして、「脱炭素社会の実現に貢献する、持続可能な教育環境を実現する」ことが示されました。具体的にはエコスクールの取組を深化していくとともに、学校施設のZEB化を推進することや、木材利用の推進の必要性について示し、その推進方策としてモデルの提示や事例の収集などの技術的支援を充実することが提言されています。

進の必要性について示し、その推進方策としてモデルの提示や事例の収集などの技術的支援を充実することが提言されています。

これを受け、今年度、本協力者会議に「学校施設の脱炭素化に関するワーキンググループ」を設置し、学校施設の ZEB 化の推進方策等について検討を重ね、この度、報告書として取りまとめました。

本報告は、公立小中学校施設を主な対象として、学校施設の ZEB 化を推進していくための基本的な考え方、既存学校施設の ZEB 化手法、域内の学校施設の計画的な推進等を提示しています。

本報告が、未来を担う子供たちの環境教育に資する学校施設の ZEB 化の推進に寄与し、我が国の最重要課題の一つである地球温暖化対策の一助となることを期待しています。

## 目次

はじめに.....	1
第1章 我が国の地球温暖化対策の現状.....	4
1. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた政府の地球温暖化対策計画等 ...	4
2. 環境を考慮した学校施設に関するこれまでの取組.....	5
第2章 脱炭素化の観点からの学校施設の現状と課題.....	7
1. 公立小中学校施設の現状と課題.....	7
2. 学校施設におけるエネルギー消費実態等.....	10
3. 学校施設の脱炭素化における課題の整理.....	13
第3章 ZEB化の一般的な考え方.....	14
1. ZEBの評価方法等.....	14
2. ZEB化の一般的な考え方.....	17
第4章 学校施設におけるZEB化実現手法.....	18
1. 学校施設の担う役割とZEB化推進の基本的な考え方.....	18
2—1. 公立小中学校施設におけるZEB化実現の考え方.....	20
2—2. 学校施設のZEB化を実現する具体的対策と留意事項.....	21
2—3. 学校施設のZEB化のシミュレーション.....	31
3. 域内の学校施設のZEB化の計画的な推進.....	33
第5章 学校施設のZEB化の推進方策.....	35
1. 学校設置者における方策.....	35
2. 国における方策.....	36
おわりに.....	38
参考資料.....	41

## 第1章 我が国の地球温暖化対策の現状

### 1. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた政府の地球温暖化対策計画等

我が国は2020年10月に「2050年カーボンニュートラル」を目指すことを宣言するとともに、2021年4月には、2030年度の新たな温室効果ガス削減目標として、2013年度から46%削減することを目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けるとの新たな方針を示した。

政府は、地球温暖化対策の総合的かつ計画的な推進を図るため、地球温暖化対策計画（2021年10月22日閣議決定）等を改訂し、目標達成のための施策等を示した。

地球温暖化対策計画では、2030年度以降新築される建築物についてZEB<sup>1</sup>基準の水準の省エネルギー性能が確保<sup>2</sup>されていることを目指すこととされており、公共建築物における率先した取組を図るほか、既存建築物の改修等支援などの省エネルギー対策を総合的に促進することとされている。

また、地方公共団体に対しては、地球温暖化対策推進法において同計画に即して地方公共団体実行計画<sup>3</sup>を策定することとされており、国が政府実行計画<sup>4</sup>（2021年10月22日閣議決定）に基づき実施する取組に準じて率先的な取組を実施することを推奨している。

この他、2050年脱炭素社会の実現に向け、地球温暖化対策計画等に記載された学校施設にも関連する主な施策を以下に示す。

#### 【学校施設にも関連する主な施策】

- ・「今後予定する新築事業については原則 ZEB Oriented 相当以上とし、2030年度までに新築建築物の平均で ZEB Ready 相当となることを目指す。」（政府実行計画）
- ・「既築住宅・建築物についても、省エネルギー改修や省エネルギー機器導入等を進めることで、2050年に住宅・建築物のストック平均で ZEH・ZEB 基準の水準の省エネルギー性能が確保されていることを目指す。」（エネルギー基本計画）
- ・LED 等の高効率照明について 2030年までにストックで 100%普及することを目指す。（地球温暖化対策計画）

<sup>1</sup> Net Zero Energy Building（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の略称。大幅な省エネ性能を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物。その省エネ性能等に応じて、①『ZEB』、②Nearly ZEB、③ZEB Ready 及び④ZEB Oriented が定義されている。詳細については第3章を参照。

<sup>2</sup> 学校施設における設計一次エネルギー消費量が、基準一次エネルギー消費量から40%削減（BEI $\leq$ 0.6）されている状態。

<sup>3</sup> 地方公共団体は、地球温暖化対策推進法第21条に基づき、地球温暖化対策計画に即して、地方公共団体実行計画（地方公共団体の温室効果ガス削減計画）を策定することとされている。

<sup>4</sup> 政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の削減等のため実行すべき措置について定める計画

- ・「政府及び地方公共団体の建築物及び土地では、2030年には設置可能な建築物等の約50%に太陽光発電設備が導入され、2040年には最大限導入されていることを目指す。」<sup>5</sup>（パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略）
- ・「地方公共団体保有の建築物及び土地における太陽光発電の最大限の導入、建築物における率先したZEBの実現、計画的な省エネルギー改修の実施、LED照明の導入（中略）など、国が政府実行計画に基づき実施する取組に準じて、率先的な取組を実施する。」（地球温暖化対策計画）

## 2. 環境を考慮した学校施設に関するこれまでの取組

### （環境を考慮した学校施設（エコスクール））

- 文部科学省では、1993年11月に制定された「環境基本法」をはじめとする地球環境保全を目的とした国内関係法の整備が進められていく中、1994年に学識経験者等の協力を得つつ「環境を考慮した学校施設に関する調査研究」に着手し、1996年にはその学校施設のあり方や技術的手法、整備の推進方策について提言した「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備について」を公表した。以後、エコスクールの基本的な考え方などについて学校設置者等に周知・普及を図ってきた。
- 1997年度からは関係省庁と連携し、「エコスクールパイロット・モデル事業」を実施し、2017年度より名称を改め、文部科学省、農林水産省、国土交通省及び環境省が連携協力して、学校設置者である市町村等がエコスクールとして整備する学校を「エコスクール・プラス」として認定している。
- これまで、公立小中学校のうち1,912校（2022年4月現在）が認定を受けており、この取組を通じて環境負荷の低減を図るとともに、学校施設そのものが児童生徒の環境教育の教材として活用されている。また、地域の環境教育の発信拠点としても期待されているところである。
- また、2020年3月に「環境を考慮した学校施設づくり事例集－継続的に活用するためのヒント－」を公表した。この事例集では、学校施設自体が環境教育の教材となるエコスクールを継続的に活用するためのポイントや施設面・運用面・教育面の3つの視点ごとの取組事例が取りまとめられている。

### （学校ゼロエネルギー化に向けた取組）

- 東日本大震災の際には、大規模な停電により電力供給量が大幅に減少し、また多くの学校施設が避難所として利用された。こうした状況を鑑み、文部科学省では国土交通省と連携し、学校施設のゼロエネルギー化の実現可能性に

<sup>5</sup> エネルギー基本計画（2021年10月閣議決定）等における太陽光発電の導入見込みにおいて、政策対応強化ケースの一つの政策として、「温対法に基づく政府実行計画等に基づき、公共部門を率先して実行」により、6.0GW分の導入が見込まれている。

ついて検討を行う外部有識者による委員会を設置し、2012年5月に「学校ゼロエネルギー化に向けて」と題する報告を取りまとめた。

- その後、国立教育政策研究所文教施設研究センターと連携し、学校ゼロエネルギー化に向けた取組を推進するため、既存校舎等のゼロエネルギー化を目指す「スーパーエコスクール実証事業」として、これまでに7校を選定した。このうち、生駒市立鹿ノ台中学校は太陽光発電設備のエネルギー創出量がエネルギー使用量を上回るゼロエネルギー化を達成した。また、2019年に開校した瑞浪市立瑞浪北中学校は、Nearly ZEBの認証を取得するとともに、運用時においても年間のエネルギー消費量実質ゼロのZEBを達成している。

(新しい時代の学びを実現する学校施設の在り方について(最終報告))

- 2022年3月に学校施設の在り方に関する調査研究協力者会議は、「新しい時代の学びを実現する学校施設の在り方について」報告を取りまとめた。その報告の中で「脱炭素社会の実現に貢献する、持続可能な教育環境を実現」することは、「安全・安心な教育環境を実現」することとともに、新しい時代の学び舎の土台として着実に整備を推進することとして位置づけられた。具体的には、「2050年脱炭素社会の実現に向けて、学校施設の省エネルギー化や再生可能エネルギーの導入等の積極的な推進が一層求められている。エコスクールの取組を深化していくとともに、ZEB化の取組を推進していくことが環境負荷を低減するだけでなく、環境教育での活用や地域の先導的役割を果たすという観点からも重要である。」との提言がなされたところである。
- また、同報告において、「学校施設整備のための財政支援制度の見直し・充実」の観点では、「国においては、基本的な教育条件の一つとして、どこの学校で学んでも安全で快適な環境で教育を受けることができるよう、財政力の差や財政状況の変動にかかわらず、学校施設の整備に関する財源を安定的に保証することが必要である。」ことが示された。
- この提言等を踏まえ、新しい時代の学びを実現する教育環境向上と老朽化対策の一体的整備や学校施設の脱炭素化などの推進のため、令和4年度当初予算より公立小中学校施設の標準仕様の一部見直しによる建築単価の引上げや、ZEB化に向けた単価加算など、学校設置者が実施する施設整備事業への支援の拡充を行ってきたところである。

上記で示してきたとおり、文部科学省ではこれまで環境を考慮した学校施設の基本的な考え方を示しながら、先進的な取組事例集の周知等による技術的支援や標準仕様の見直しによる建築単価の引上げ等による財政支援により、長期にわたりエコスクールの整備を推進してきた。その一方で、既存施設も含めZEB化された学校施設は全国でも数件といった状況である。このため、政府全体の地球温暖化対策に係る動きを踏まえ、主に既存の学校施設のZEB化に焦点を当て推進するための調査研究に着手したところである。



## 第2章 脱炭素化の観点からの学校施設の現状と課題

本章では、既存施設も含め学校施設の ZEB 化の推進に当たり、脱炭素化の観点から公立小中学校<sup>6</sup>施設の現状と課題について述べていく。

### 1. 公立小中学校施設の現状と課題

(公共施設における学校施設のストック割合)

- 国土交通省が公表している「建築物ストック統計 (2017年1月1日時点)」によると、地方公共団体が保有する非住宅建築物のうち約4割が教育施設となっている。

表 1 建築物ストック統計 (地方公共団体の非住宅建築物)

						単位: 万㎡
	事務所	医療施設	福祉施設	教育施設	その他	合計
全国計	3,417	333	308	23,263	32,863	60,184
	5.7%	0.6%	0.5%	38.7%	54.6%	100.0%

(注1) 教育施設に含まれる建物用途は、公立幼稚園、公立小学校、公立中学校及び公立高等学校とする。  
(出所) 国土交通省「建築物ストック統計の公表について」(平成30年9月)

(公立小中学校施設の老朽化状況)

- 公立小中学校施設の保有面積のうち、経年40年以上の建物の面積で改修を要する面積は約5,700万㎡あり、その老朽化対策が課題となっている。
- また、建築年が古い建物は、外壁や屋根、窓など外皮の断熱・気密性能が低いため、児童生徒等の快適な教育環境を向上させていくことが課題となっている。

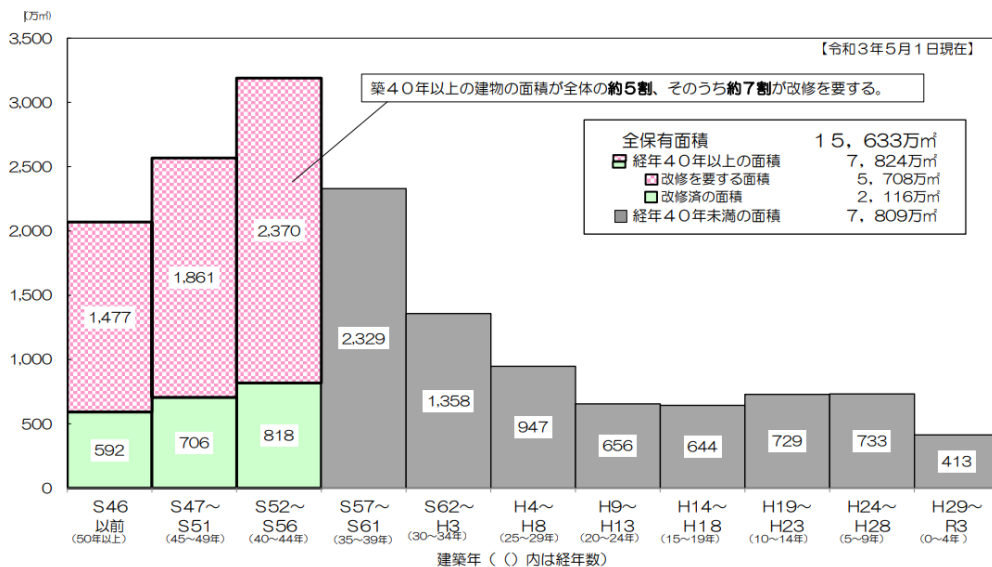


図 1 公立小中学校の経年別保有面積 (全国)

(注1) 校舎・屋内運動場・寄宿舎に区分された非木造建築物を計上  
(出所) 文部科学省「公立学校施設実態調査 (令和3年度)」

<sup>6</sup> 本報告書における「公立小中学校」とは、公立小学校、中学校、義務教育学校、中等教育学校の前期課程をいう。

## (公立小中学校施設の空調（冷房）設備の設置状況)

- 公立小中学校施設の空調（冷房）設備の設置については、児童生徒の熱中症対策等を目的として設置が進められ、2022年9月1日現在の設置率は普通教室で約96%、特別教室で約61%、体育館等で約12%となっている。
- 公立小中学校の校舎・体育館の多くは昭和50年代に整備され、建物の外壁や屋根、窓など外皮の断熱性能が確保されていないことが多いため、冷暖房効率が高く、その対策を講じていくことが課題となっている。

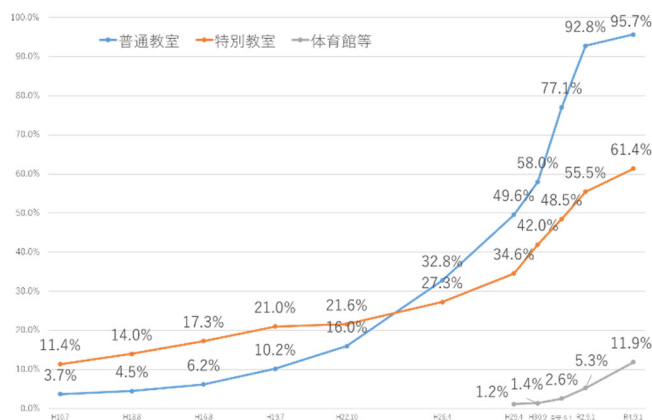


図2 公立小中学校の空調（冷房）設備設置状況の推移

(出所) 文部科学省「令和4年度 公立学校施設の空調（冷房）設備設置状況調査」

## (避難所としての指定状況)

- 学校施設は、災害時には地域住民の避難所としての役割も担っており、2019年4月現在、公立小中学校の約95%が避難所に指定されている。
- 防災機能の強化のため、災害発生時に地域の避難所となる学校の屋内運動場への空調設備の設置等の対応が課題となっている。
- また、停電時にもエネルギー供給が可能となるよう、再生可能エネルギー設備や蓄電設備の設置も有効である。

表2 避難所に指定されている学校の防災機能の保有状況

学校種別	小・中学校	高等学校	特別支援学校
全公立学校数及び避難所指定学校数			
全公立学校数	28,613校 (100%)	3,599校 (100%)	1,073校 (100%)
避難所指定学校数	27,149校 (94.9%)	2,712校 (75.4%)	488校 (45.5%)
各防災機能の保有学校数と避難所指定学校数に対する割合			
備蓄倉庫	21,762校 <80.2%>	1,596校 <58.8%>	335校 <68.6%>
飲料水	20,459校 <75.4%>	1,583校 <58.4%>	335校 <68.6%>
非常用発電機等	16,601校 <61.1%>	1,498校 <55.2%>	369校 <75.6%>
LPGガス等	16,016校 <59.0%>	1,083校 <39.9%>	242校 <49.6%>
災害時利用通信	22,423校 <82.6%>	1,787校 <65.9%>	319校 <65.4%>
断水時のトイレ	16,263校 <59.9%>	1,169校 <43.1%>	275校 <56.4%>

- (注1) 小・中学校には、義務教育学校及び中等教育学校（前期課程）を含む。  
 (注2) 高等学校には、中等教育学校（後期課程）を含む。  
 (注3) 避難所には、災害対策基本法に基づく指定避難所の指定が行われていない場合は、従来の地域防災計画に基づく「避難所」を含む。  
 (注4) ハード面の整備状況だけでなく、ソフト面での取組を含めた保有状況  
 (出所) 文部科学省「避難所となる公立学校施設の防災機能に関する調査」（平成31年4月）

(公立小中学校施設の太陽光発電設備の設置状況)

- 2021年5月1日時点の、公立小中学校施設における太陽光発電設備の設置率は約34%、設備容量は約183MWとなっている。
- 公立小中学校施設における、1校当たり太陽光発電設備（設備接続）の設備容量は、20kW<sup>7</sup>未満が約76%となっている。
- 公立小中学校の校舎の屋上については、学習利用、屋上緑化及び緊急避難場所等のスペースの確保のため、太陽光発電設備の設置が困難な学校もある。

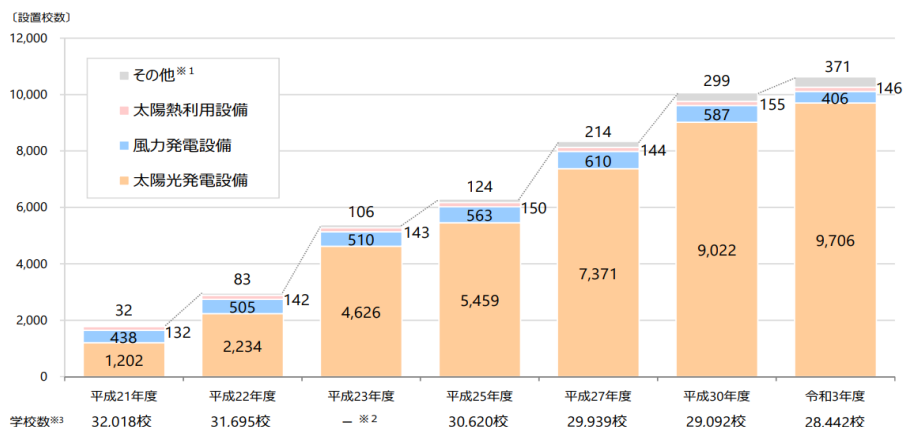


図3 再生可能エネルギー設備等の設置数の推移（公立小中学校）

(出所) 文部科学省「再生可能エネルギー設備等の設置状況に関する調査（令和3年5月）」

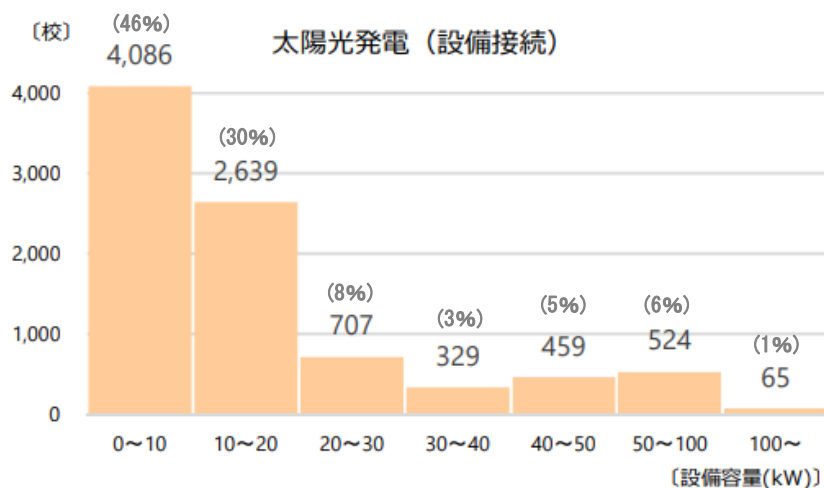


図4 太陽光発電（設備接続）の設備容量ごとの設置校数分布（公立小中学校）

(出所) 文部科学省「再生可能エネルギー設備等の設置状況に関する調査（令和3年5月）」

<sup>7</sup> 20kWの太陽光発電設備の導入効果等

- ・ 発電量：50～63kWh/日（8～16教室分の蛍光灯を、1日の授業の間、点灯するための電力使用量に相当）
- ・ CO<sub>2</sub>削減量：年間約10～13トン削減
- ・ 太陽電池アレイの設置スペース 200～300㎡

(出所) 太陽光の恵みを子どもたちが学び育むために（文部科学省、国立教育政策研究所文教施設研究センター）

## 2. 学校施設におけるエネルギー消費実態等

(用途別一次エネルギー消費量等)

- DECC<sup>8</sup> (2020年6月現在) の建物用途別一次エネルギー消費量に係るデータベースによると、小・中学校の一次エネルギー消費量は、他の建物用途のそれよりも小さい傾向にある。

表 3 建物用途別一次エネルギー消費量 (MJ/(m<sup>2</sup>・年))

建物用途		サンプル数	一次エネルギー消費量 [MJ/(m <sup>2</sup> ・年)]
事務所	事務所	4,703	1,652
	電算・情報センター	61	12,396
	官公庁	3,979	1,076
商業施設	デパート・スーパー	2,525	4,219
	その他物販	477	2,332
	コンビニ	4,431	13,844
	一般小売	25	3,712
	家電量販店	127	2,873
	郊外大型店舗	319	2,545
	複合施設	246	2,062
	飲食店	538	20,867
ホテル・旅館	1,779	2,620	
病院	病院	3,949	2,424
	福祉施設	1,563	1,608
教育施設	幼稚園・保育園	962	530
	小・中学校	7,690	358
	高校	3,941	366
	大学・専門学校	1,168	941
	研究機関	525	2,300
文化施設	劇場・ホール	1,547	1,080
	展示施設	1,834	1,143
	スポーツ施設	718	2,253

(注1) 調査期間：2007年度～2018年度

(出所) 一般社団法人日本サステナブル建築協会「DECC データベース」

表 4 小・中学校における地域別一次エネルギー消費量 (MJ/(m<sup>2</sup>・年))

地域区分(主な地域)		一次エネルギー消費量 [MJ/(m <sup>2</sup> ・年)]
全国		358
1地域	北海道	575
2地域	北海道	560
3地域	青森県、岩手県	329
4地域	秋田県、山形県、長野県、山梨県	359
5地域	宮城県、福島県、栃木県、新潟県 茨城県、富山県、滋賀県、奈良県	351
6地域	群馬県、埼玉県、千葉県、東京都 神奈川県、石川県、福井県、岐阜県 愛知県、三重県、京都府、大阪府 兵庫県、鳥取県、島根県、岡山県 広島県、山口県、徳島県、香川県 佐賀県、大分県	313
7地域	静岡県、和歌山県、愛媛県、高知県 福岡県、長崎県、熊本県、宮崎県 鹿児島県	284
8地域	沖縄県	-

(注1) 調査期間：2007年度～2018年度

(出所) 一般社団法人日本サステナブル建築協会「DECC データベース」

<sup>8</sup> Data-base for Energy Consumption of Commercial buildings の略称。日本サステナブル建築協会に設置された「非住宅建築物の環境関連データベース委員会」により調査・分析された、建築物のエネルギーや水使用量に関するデータベース。

- 近年、普通教室等への空調設備の設置増加や新型コロナウイルス感染症対策による換気対策等により、学校施設で使用する一次エネルギー消費量が増加していることが予想されたことから、本協力者会議「学校施設の脱炭素化に関するワーキンググループ」において、各地域区分の学校設置者に対して公立小中学校におけるエネルギー消費量の調査を行った。その結果を表 5、6 に示す。
- 地域別の一次エネルギー消費量は、寒冷地の地域がその他の地域に比べ大きい傾向にあるなど地域差があるため、地域毎に必要な対策の検討を行う必要がある。

表 5 公立小学校における地域区分別一次エネルギー消費量 (MJ/ (㎡・年))

地域区分	学校設置者	床面積当たりのエネルギー消費量(MJ/㎡)		
		2019年度	2020年度	2021年度
1	北海道A市	457	495	489
2	北海道B市	652	716	762
	北海道C市	519	759	794
3	岩手県D市	336	370	365
4	山形県E市	356	398	412
	新潟県F市	346	427	426
5 6	茨城県G市	309	356	355
	神奈川県H市	472	543	536
	岐阜県I市	294	293	314
	滋賀県J市	252	320	326
	奈良県K市	211	266	294
	福岡県L市	255	283	321
7	鹿児島県M市	219	281	325
8	沖縄県N市	519	548	566

(出所) 本協力者会議「学校施設の脱炭素化に関するワーキンググループ」における調査結果

表 6 公立中学校における地域区分別一次エネルギー消費量 (MJ/ (㎡・年))

地域区分	学校設置者	床面積当たりのエネルギー消費量(MJ/㎡)		
		2019年度	2020年度	2021年度
1	北海道A市	693	711	550
2	北海道B市	675	753	779
	北海道C市	571	664	663
3	岩手県D市	308	360	349
4	山形県E市	346	385	394
	新潟県F市	301	359	363
5 6	茨城県G市	303	294	302
	神奈川県H市	338	382	407
	岐阜県I市	292	296	308
	滋賀県J市	263	309	300
	奈良県K市	293	296	308
	福岡県L市	200	236	259
7	鹿児島県M市	200	213	242
8	沖縄県N市	463	452	461

(出所) 本協力者会議「学校施設の脱炭素化に関するワーキンググループ」における調査結果

### (学校施設のエネルギー消費量の内訳)

- 環境省「ZEB PORTAL」によると、学校施設におけるエネルギー消費比率は、空調設備の構成要素である熱源及び照明・コンセントが大部分を占めている。

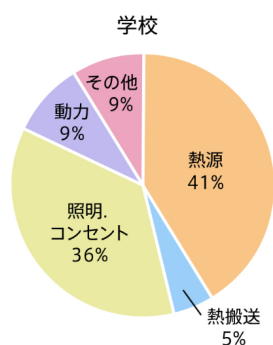


図 5 学校施設におけるエネルギー消費比率  
(出所) 環境省「ZEB PORTAL (ゼブ・ポータル)」

### (公立小中学校施設のCO<sub>2</sub>排出量の推計)

- 本ワーキンググループにおいて、公立小中学校施設に起因するCO<sub>2</sub>排出量について、将来動向を把握するため、将来シナリオを設定した上で2050年までのマクロ推計を行った。(参考資料4参照)
- 推計の結果から、学校施設に求められる省エネ水準、かつ、現在の整備量<sup>9</sup>で推移した場合、2013年比で約7割のCO<sub>2</sub>排出量が削減される可能性が示された。
- CO<sub>2</sub>排出量を更に削減するためには、学校施設のZEB化の一層の推進に加え、使用するエネルギーの脱炭素化なども含めて幅広い観点から努力する必要がある。

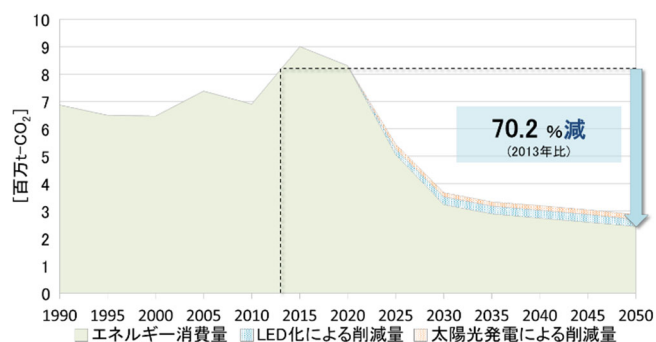


図 6 公立小中学校施設の運用段階のCO<sub>2</sub>排出量推計

(注1) 今後の社会情勢の変化等によって推計値は変動する可能性がある。

(出所) 本協力者会議「学校施設の脱炭素化に関するワーキンググループ」の川久保委員作成

<sup>9</sup> 2030年までは新築・改築はBEI0.6、改修はBEI0.8、2031～2050年については新築・改築はBEI0.5、改修はBEI0.6で設定。整備量は平成28年度～令和2年度の5年間における公立学校施設の整備量の年平均としている。

### 3. 学校施設の脱炭素化における課題の整理

以上のことから、公立小中学校施設の脱炭素化における課題を以下に提示することとする。

- 地方公共団体が保有する建築物は、率先した ZEB の実現や計画的な省エネルギー改修等の実施が求められていることから、地方公共団体の保有する非住宅建築物の約 4 割を占める学校施設においても率先した取組が必要である。
- 公立小中学校施設の保有面積のうち約 4 割が省エネルギー性能の低い老朽化施設となっていることから、学校施設の長寿命化改修等に併せた断熱性能の向上や高効率機器の導入などによる既存施設の ZEB 化の取組が必要である。
- 現在、空調設備設置率の低い屋内運動場への空調設備の普及に伴う学校施設のエネルギー消費量の今後の増加を抑制するため、空調設備設置に併せた断熱性能の向上が必要である。
- 学校施設における太陽光発電設備の設置率は年々増加しているが、1 校当たりの設備容量は 20kW 以下の公立小中学校が多く、ZEB 化を図るためには更なる太陽光発電設備等の設置が重要となる。

### 第3章 ZEB 化の一般的な考え方

#### 1. ZEB の評価方法等<sup>10</sup>

##### (1) ZEB とは

「ZEB」（「ゼブ」と読む。）とは、「Net Zero Energy Building（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）」の略称であり、経済産業省資源エネルギー庁「ZEB ロードマップ検討委員会とりまとめ」（2015年12月）によれば、「先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギー化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物」と定義されている。

##### (2) BEI (Building Energy Index)

建築物のエネルギー消費性能の向上等に関する法律（平成27年法律第53号。以下「建築物省エネ法」という。）では、住宅・建築物の一次エネルギー消費量の水準として、BEI という指標を用いる。BEI は、実際に建てる建物の設計一次エネルギー消費量を、地域や建物用途、室使用条件などにより定められている基準一次エネルギー消費量で除した値で評価される。

$$BEI = \frac{\text{設計一次エネルギー消費量の合計} - \text{エネルギー効率化設備による削減量}}{\text{基準一次エネルギー消費量の合計}}$$



図 7 建築物の一次エネルギー消費量  
(出所) 環境省「ZEB PORTAL (ゼブ・ポータル)」

<sup>10</sup> 本節の記述に当たり環境省 ZEB PORTAL「ZEB の定義」及び「ZEB 化のメリット」より、引用、加筆、修正した。



### (3) ZEB の分類

ZEB の評価・分類においても、建築物省エネ法と同様に BEI が用いられる。国立研究開発法人建築研究所が公表している建築物のエネルギー消費性能計算プログラム (WEBPRO<sup>11</sup>) 又はこれと同等の方法により BEI を計算し、再生可能エネルギーを除き  $BEI \leq 0.50$  の場合に ZEB Ready、さらに再生可能エネルギー導入によって  $0.00 < BEI \leq 0.25$  となる場合には Nearly ZEB、 $BEI \leq 0.00$  となる場合には『ZEB』と分類される。

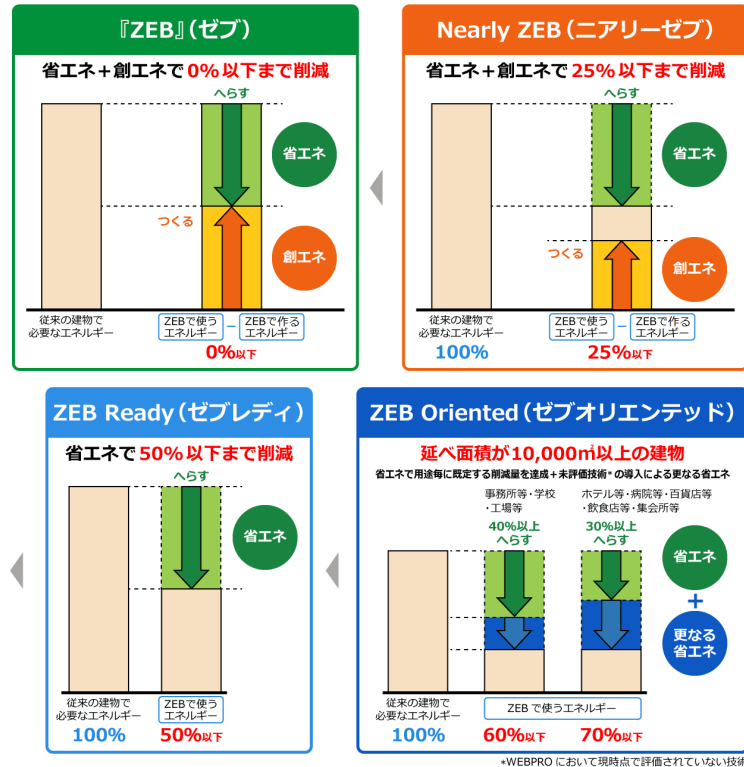


図 8 ZEB の分類

(出所) 環境省「ZEB PORTAL (ゼブ・ポータル)」

なお、学校施設の環境性能を評価する手法として「CASBEE 学校」<sup>12</sup>があり、エネルギー性能だけでなく資源循環や室内環境等も含めた総合的な環境性能の評価に活用されているが、エネルギー性能の評価の方法は BEI とは異なっている。

<sup>11</sup> WEBPRO とは、建築物省エネ法で規定された非住宅建築物の省エネルギー基準 (平成 28 年度基準) への適合性を判定するためのプログラム

<sup>12</sup> CASBEE 学校の評価手法については、「学校施設における総合的な環境性能評価手法評価マニュアル (2010) (平成 22 年 9 月文部科学省)」が参考となる。

#### (4) 学校施設における ZEB 化のメリット

建築物の ZEB 化には、エネルギー消費量を削減することのほか、様々なメリットがある。

##### ①快適性・生産性の向上

自然エネルギーの適切な活用、個人の好みに配慮した空調や照明の制御などにより、省エネルギーを実現しつつ快適性・生産性を向上させることができる。

##### ②環境教育への活用

学校施設では、エネルギーの使われ方や導入した技術の仕組みや原理を「見える化」・「見せる化」することにより、学校施設そのものが環境教育の教材として活用することができる。

##### ③防災機能強化

災害等の非常時において必要なエネルギー需要を削減することができ、さらに太陽光発電設備や蓄電設備等の活用により、部分的にはあってもエネルギーの自立を図ることができる。

##### ④光熱費の削減

エネルギー消費量の削減に伴い、建築物の運用に係る光熱費を削減することができる。

## 2. ZEB 化の一般的な考え方

ZEB を実現するには、自然エネルギー利用を基本にしたパッシブデザインによる建物にかかる負荷の抑制、適正な設計条件や要求事項を満足する必要最小限の建築設備を導入し、それらを高効率化する必要がある。

このため、建築物の ZEB 化を推進するためには、建設に要するトータルコストを意識しつつ主に以下の視点からの積極的な取組が必要である。

### (1) パッシブデザイン

周辺環境や室内環境を適正に保ち、建物の負荷を抑制する。その上で、光や風等の自然エネルギーを積極的に活用・制御するデザイン手法が求められる。

- ① 周辺環境の適正化：建物配置・建築計画の適正化、外構計画の適正化
- ② 負荷の抑制：建物外皮の断熱強化、日射遮蔽、カーテン、内部発熱の低減
- ③ 自然エネルギーの利用：自然採光、自然換気、太陽熱・地中熱等の利用
- ④ 室内環境の適正化：温熱環境、空気質環境、光環境の適正化

### (2) アクティブデザイン

高効率な設備システムを導入するとともに、地域の実情を考慮した上で未利用エネルギー（地中熱等）の活用を検討し、エネルギー消費量を最小限とした上で、再生可能エネルギーを導入する。

- ⑤ 設備・システムの高効率化：空調設備、照明設備、給湯設備等の高効率化
- ⑥ 再生可能エネルギーの導入：太陽光発電設備、太陽熱利用設備 等

### (3) エネルギーマネジメント

ZEB を永く適切に運用するためには、適切な維持管理や設備機器・システムの適切な運用改善等のエネルギーマネジメントが必要になる。

- ⑦ 適切な維持管理・エネルギーマネジメント：  
清掃・保守、見える化・見せる化、運用マニュアル、BEMS<sup>13</sup>の活用

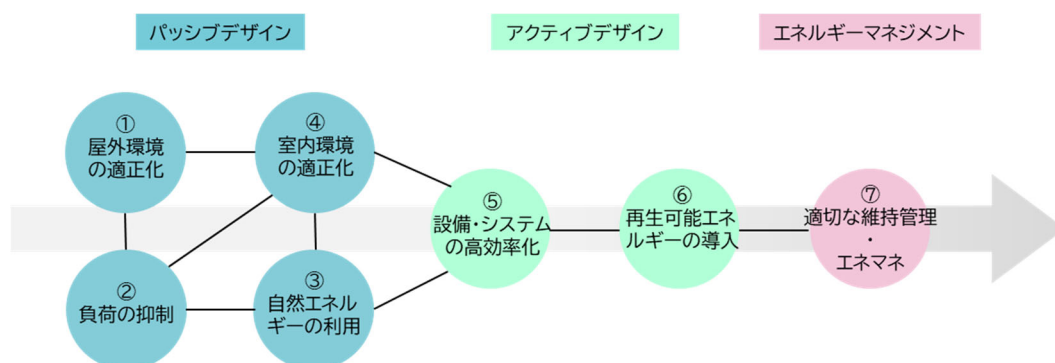


図 9 ZEB の建築・設備計画方針（イメージ）

<sup>13</sup> Building Energy Management System（ビル・エネルギー・マネジメント・システム）の略称。各種センサーや監視装置、制御装置などの要素技術で構成されたシステムを指す。BEMSによって空調や照明などの設備機器によるエネルギー使用状況の「見える化」や設備機器の稼働を自動で制御を行う。

## 第4章 学校施設における ZEB 化実現手法

### 1. 学校施設の担う役割と ZEB 化推進の基本的な考え方

#### (1) 地球温暖化対策における学校施設の担う役割

学校施設とりわけ義務教育諸学校施設は児童生徒が 9 年間にわたり学習・生活する場であることはもとより、社会の形成者として育つ子供たちの基本的な資質を養う人間育成の場である。

特に、未来を担う子供たちが学ぶ学校施設における取組は、子供たちのみならず保護者への波及効果、さらには子供たちが成人になった時の環境配慮行動などへの効果が期待され、SDGs の視点からも取組を積極的に推進していくことが重要である。

また、学校施設は地方公共団体の保有する非住宅建築物のうち約 4 割を占めていることや、災害時の地域の避難所としての役割もあることから ZEB 化を推進することは重要である。

#### (2) 学校施設の ZEB 化推進の基本的な考え方

##### (快適で健康的な室内温熱環境の確保)

- 学校施設は児童生徒の学習・生活の場であるとともに教職員の働く場である。また近年、気候変動に伴う熱中症対策も求められている。このため、既存施設を含めた学校施設の ZEB 化に当たっては、快適で健康的な室内温熱環境を確保することを前提に実施することが重要である。
- なお、快適で健康的な室内温熱環境を確保することにより、体調不良を訴える児童生徒数の減少や学習効率の改善が図られた研究結果<sup>14</sup>が報告されている。

##### (学校施設の環境教育への活用)

- 既存施設も含め学校施設の ZEB 化に当たっては、学校施設そのものが環境教育の教材として活用されることに留意して計画することが重要である。
- また、学校施設は地域社会の中心的施設であり地域コミュニティの拠点として地域の人々にも広く影響を及ぼすものであることを考慮すると、環境に配慮した学校施設は地域の人々の環境についての意識向上にも貢献するものと考えられる。
- このため、エネルギーの使われ方や導入した技術の仕組み等の「見える化」・「見せる化」や、地域の風土、文化や伝統を踏まえ、周辺環境に調和した景観への配慮をするとともに、木材利用、壁面等緑化、ルーバーや庇等の環境に配慮した様々な工夫が見えるような外観デザインにすることは、児童生徒等の環境教育に資することはもとより、地域の環境教育の先導的役割を果たす拠点としての認知を高めるためにも有効である。

<sup>14</sup> 文部科学省「環境を考慮した学校施設づくり事例集（令和 2 年 3 月）」における愛媛県伊予市立翠小学校の事例として「体調不良の訴え率の改善」や「授業への集中力欠如率の改善」が報告されている。  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shisetu/044/toushin/1421996\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shisetu/044/toushin/1421996_00001.htm)

(建物のライフサイクル全体を通じた CO<sub>2</sub> 排出量の削減)

- 脱炭素社会の実現に向けて、施設のライフサイクルを通じた環境負荷の低減や、自然との共生等を考慮した施設づくりを行うことが重要である。
- 学校施設における温室効果ガスの排出量を削減するため、断熱化や日射遮蔽等の建物性能の向上を図るとともに、照明や冷暖房等の設備機器の高効率化や太陽光発電設備などの再生可能エネルギー設備を積極的に導入することが重要である。
- 自然素材やリサイクル建材などエコマテリアル<sup>15</sup>の採用や環境負荷低減に配慮した工法を採用するなど、ライフサイクルを通じた環境対策に留意して計画することが重要である。また、学校施設の木造化・木質化は、木材が長期間にわたって炭素を貯蔵できることや、化石燃料を活用した建築資材からの置き換えにより、脱炭素化にも資するものとして、率先して取り組むことが重要である。

(災害時の利用も見据えた防災機能強化)

- 多くの学校施設が地域の避難所としても利用されているが、十分な断熱性能が確保されていない場合が多く、被災した児童生徒、教職員や地域住民が長時間の避難生活を余儀無くされた場合には、その室内温熱環境が特に高齢者や幼児等の健康に悪影響を及ぼす可能性がある。
- このため、学校施設の外壁等の断熱化に加え、再生可能エネルギー設備や蓄電設備を導入することにより、自然災害の発災等に伴い停電した場合においても、室内温熱環境を長時間にわたって一定程度保持することができるため、児童生徒や教職員さらには避難してきた地域住民の生活の質を保つ観点からも重要である。さらに地域の避難所にもなる学校施設の外壁等の断熱化を進めていくことは、国土強靱化に寄与する観点からも重要である。
- また、LED 照明等の設備機器の高効率化、再生可能エネルギー設備及び蓄電設備の導入等は、災害等による電力供給不足時における避難所機能の継続の観点からも有効である。

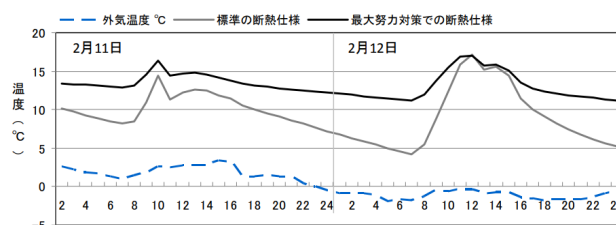


図 10 仕様の違いによる床表面温度の時系列データ (仙台地域)

(出所) 文部科学省「学校ゼロエネルギー化推進方策検討委員会報告書」

<sup>15</sup> エコマテリアルとは、人体への安全性や資源の枯渇に配慮した材料、リサイクルが容易な材料等環境負荷の少ない材料をいう。

## 2—1. 公立小中学校施設における ZEB 化実現の考え方

### (1) 公立小中学校施設のエネルギー消費に係る特徴

他の非住宅建築物と比較して、公立小中学校施設のエネルギー消費構造に係る特徴としては、主に以下の点が挙げられる。

#### ①利用上の特徴

- (ア) 長期休業期間があるなど稼働時間が短い
- (イ) 児童生徒等の移動に伴い、室の使用時間が多様である
- (ウ) 体育施設（大空間）を有する
- (エ) 施設や設備を運用管理する技術専門家がいらない
- (オ) 教職員の定期的な異動がある

#### ②構造的特徴

- (カ) 低層建築である場合が多い<sup>16</sup>
- (キ) 屋根面積が大きい
- (ク) 延床面積に対する窓面積の比率が高い<sup>17</sup>
- (ケ) 空間的な連続性（教室と共用部等）が高い

#### ③エネルギー消費構造上の特徴

- (コ) 空調・照明のエネルギー消費量の比率が大きい

### (2) 公立小中学校施設における ZEB 化対策

公立小中学校施設における ZEB 化を実現するためには、上記の特徴と本章 1. (2) で示した基本的な考え方を踏まえ、ZEB 化を実現する具体的対策と留意事項等に配慮した検討が必要になる。

そのため、以下の代表的な ZEB 化対策項目を参考に、経済性を勘案した上で、適切な水準の省エネルギー技術や再生可能エネルギー設備を導入していくことが望まれる。

#### 【公立小中学校施設における代表的な ZEB 化対策項目】

- ・ 照明器具の高効率化
- ・ 外皮（外壁、屋根等）、開口部（窓等）の高断熱化、日射遮蔽
- ・ 空調設備の高効率化
- ・ 太陽光発電設備の導入

<sup>16</sup> 小学校施設整備指針（令和 4 年 6 月文部科学省）において、「校舎等は、3 階以下の建物として計画することが望ましい。」とされている。

<sup>17</sup> 建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）第 28 条第 1 項及び建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 19 条第 3 項において、床面積に対する小中学校等の教室に必要な開口部の面積割合が定められている

## 2—2. 学校施設の ZEB 化を実現する具体的対策と留意事項

学校施設の ZEB 化を実現するための具体的な対策の代表事例と、それらを学校施設に導入する際の留意事項などについて以下のとおりまとめる。

### 【各項目共通の留意点】

- ・ 気候風土、地域特性及び周辺環境等<sup>18</sup>を考慮した上で環境教育への活用<sup>19</sup>にも配慮した計画とする。
- ・ 省エネルギー技術や再生可能エネルギー設備の導入に当たっては、費用対効果も考慮し検討を行う。
- ・ エネルギー需要そのものを減らすことにより、導入設備の小容量化や、運用・更新時のコスト削減にもつながる計画とする。
- ・ 快適な室内温熱環境や省エネルギー性能を維持するためには、日常の点検・補修及び定期的な維持修繕が必要であり、これらを行いやすい計画とする。

### (1) 建物の省エネルギー技術に関する具体的な取組

#### ①外皮の高断熱化

- 学校施設は他の建物用途と比べ、屋根面積や開口部が大きく、外皮からの熱流出及び流入を抑えるため、建物の室内と屋外の境界となる外皮（屋根、壁、床等）部分を高断熱化することが重要である。
- 鉄筋コンクリート造の場合、ヒートブリッジ<sup>20</sup>の対策とコンクリートの熱容量を考慮すると寒冷地では外断熱が有効である。

### 【留意事項】

- 外断熱を採用した場合、内部に蓄積された熱の除去は困難であるため、通年の室内環境条件を勘案し、適切に自然換気等と組み合わせ、冷房負荷が増加しないよう注意する。
- 外皮の高断熱化は、躯体の表面と室内側の温度差、室内の上下温度差や温度むらを小さくし、快適な室内温熱環境に資する。

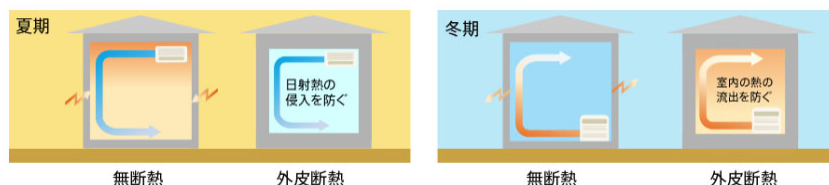


図 11 断熱材による効果のイメージ

(出所) 環境省「ZEB PORTAL (ゼブ・ポータル)」

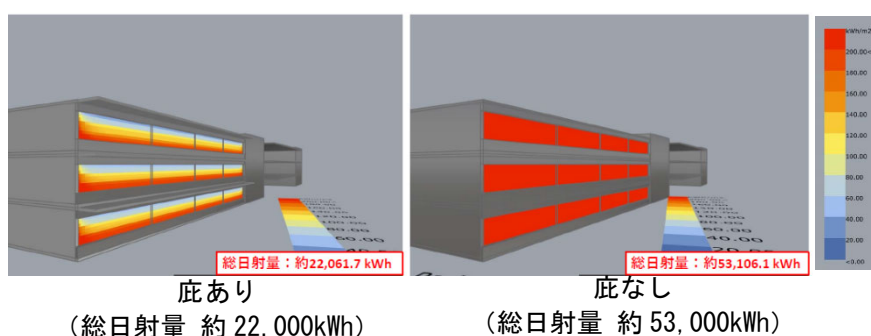
#### ②開口部の断熱・日射遮蔽

<sup>18</sup> 気候風土、地域特性及び周辺環境等とは、「自然採光を得やすい建築計画」、「自然通風を取り入れる建物配置」及び「熱負荷を低減する建物配置、建築形状」などをいう。  
<sup>19</sup> 環境教育への活用に留意した学校施設の事例については、「環境を考慮した学校施設づくり事例集-継続的に活用するためのヒント- (文部科学省 令和2年3月)」が参考になる。  
<sup>20</sup> ヒートブリッジ(熱橋)とは、外壁と内壁の間にある柱や梁、スラブなど建物内で局所的に熱が伝わりやすい部分のこと。

- 建物の開口部は、外皮の中でも最も熱の出入りが多く、外壁面積に対する開口面積の比率が高い学校施設では、開口部の断熱性能の向上や適切な日射の制御が重要である。
- このため、窓からの熱流出及び流入を抑えるために、高断熱ガラス<sup>21</sup>・高性能サッシ<sup>22</sup>を導入することが重要である。
- 窓からの熱流出及び流入は空調負荷の増加につながることから、開口部に庇やルーバー等を設置し、夏期の日射遮蔽や冬期の日射を遮らないようにするなど日射をコントロールし、空調負荷の低減を図ることが重要である。

#### 【留意事項】

- 日射遮蔽性能については、地域区分<sup>23</sup>1～4 地域の寒冷地では南面の窓に日射侵入率の高いガラス（Low-E 複層ガラス（日射取得型）等）、地域区分 5～8 地域の温暖地では南面の窓に日射侵入率の低いガラス（Low-E 複層ガラス（日射遮蔽型）等）を採用するなど、地域の温熱環境や方位を踏まえて仕様を決定する。開口部が東西に面する場合は、日射侵入率の低いガラス（Low-E 複層ガラス（日射遮蔽型）等）を用いる。
- 渡り廊下などの屋外空間と直結する廊下、居室等については季節に応じて自然換気と気密性確保を両立できるようにサッシの仕様等に留意する。
- 冬期においては、日射熱を取り込めたほうが暖房負荷の抑制につながることから、ブラインドやルーバー、庇等を効果的に組み合わせて相反する複数の要求性能との調和を図り、取付範囲や角度等に留意することが重要である。



**図 12 庇の有無による夏期(6～9月)積算日射量のシミュレーション結果**

(出所) 本協力者会議「学校施設の脱炭素化に関するワーキンググループ」の小泉委員提出資料

<sup>21</sup> 高断熱ガラスとは、複数のガラスから構成され、ガラスとガラスの間に空間（中空層）を設けた複層ガラスと、特殊な金属膜をガラス面にコーティングして断熱性能や遮熱性を高めた高性能ガラス（Low-E ガラス等）を組み合わせたもの。

<sup>22</sup> 高性能サッシとは、樹脂サッシやアルミ樹脂複合サッシ等のアルミサッシに比べ、断熱性能等を高めたもの。

<sup>23</sup> 建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令における算出方法を定める件（国土交通省告示第 265 号）に定める地域区分



### ③昼光利用・自然採光

- 自然光（昼光）を取り入れ、人工照明の利用を減らし照明エネルギー消費量の削減を図ることが重要である。
- 窓面の中段にライトシェルフと呼ばれる庇を設置し、上面で太陽光を反射させ、より多くの光を室内の天井部に取り入れる手法も有効である
- ハイサイドライト<sup>24</sup>・トップライト<sup>25</sup>の設置により最上階に導光する手法も有効である。



図 13 自然採光手法の例（ライトシェルフ）  
（出所）環境省ホームページ 「ZEB PORTAL（ゼブ・ポータル）」

#### 【留意事項】

- 昼光にて机上面が適正な照度を確保しても、視野角内の天井・壁・窓面等との相対輝度差が大きいと、感覚的には暗く感じるため、ライトシェルフを設置する場合は、欄間窓にすりガラスを用いて天井面への導入光をやわらげるなど眩しさを除去しつつ、最大限昼光を取り入れる工夫をすることが必要である。
- 昼光利用は、日射や熱貫流による熱負荷の増加により、空調エネルギー消費量が増加する恐れがあるため、その導入に当たっては空間特性や使い方に適した採光手法を取り入れる工夫をすることが必要である。
- ハイサイドライト、トップライトを設置する際は、直射光ではなく自然光を取り入れるため北面から導光することも有効である。北面以外に設ける場合は、直射光の影響を十分に考慮する。
- トップライトを設ける場合は、直下の照度が強いため、ルーバー等で照度を調整する。また、夏期における温度の上昇、材料の性能劣化、地震時の破損・落下等について留意して計画することが重要である。

<sup>24</sup> ハイサイドライトとは、壁面の高い位置に取り付けた窓のことで、高い角度から採光が取れることから、部屋の奥まで広範囲に効率的に光を取り込むことができる。

<sup>25</sup> トップライトとは、自然光を取り入れるために屋根面につけられた窓のことで、一般の窓（側窓）よりも効率が高く光を取り込むことができる。

- 積雪寒冷地等においては、ハイサイドライト、トップライトに積雪し、効果を発揮しない可能性もあるため、積雪の安全な除去方法や、融雪の方法について考慮する。

### ■ライトシェルフの設置事例

(瑞浪市立瑞浪北中学校)

校舎南面にライトシェルフを設置し、窓から自然光を反射して室内に導光している。

また、欄間窓にすりガラスを採用し、室内が均質の明るさを確保できるよう工夫している。



ライトシェルフ



欄間窓のすりガラス

### ■ハイサイドライトの設置事例

(瀬戸市立にじの丘学園)

教室北面にハイサイドライトを設置し、自然光を教室内に導光している。

また、明るさセンサーを導入し、LED照明の制御を行い、省エネを図っている。



ハイサイドライト



LED照明、明るさセンサー

## (2) 設備の省エネルギー性能向上に関する具体的な取組

### ①空調設備

- 空調設備は、適正な断熱化、日射遮蔽及び空間の区画等により、冷暖房負荷、熱源機器容量やコストの低減を図る計画とすることが重要である。
- 熱源機器を選択する場合には、定格域で高い効率の機器を選択するとともに、年間を通じた負荷の発生状況を勘案して部分負荷発生時の効率向上に考慮することが重要である。
- 全熱交換器の導入は、換気による空調エネルギー消費量が削減されるとともに、空調負荷低減も図れることから有効である。

#### 【留意事項】

- 学校施設は、児童生徒の移動に伴う部屋の利用率に変動があることから、空調の熱源系統を考慮する際は、時間における使用パターンが類似する部屋を同系統とすることが重要である。
- フィルター及び熱交換エレメントの汚れは、空調設備の運転効率を低下させ、電力消費量が増加することから定期的な清掃が重要である。
- 全熱交換器の導入に当たっては、本来、熱交換をすべき時期に熱交換を行っていないかったり、室内よりも外部の条件が良い中間期などに熱交換を行っていたりするなど無駄な運用をすることがないように、これらを回避する制御の採用なども有効である。

### ②換気設備

- 換気設備は、換気目的に合わせ、適切な制御を行い省エネルギー化を図るとともに、学校施設全体の風量バランスを考慮して、空調設備との調和のとれたものとするのが重要である。
- DC モーターを採用した給排気ファンは、風量を数多くの段階で細かく制御でき、かつ消費電力も小さいため換気エネルギー消費量の削減に有効である。
- CO<sub>2</sub>濃度等による換気量制御を導入することは、換気エネルギー消費量の削減に有効である。

#### ■換気設備のCO<sub>2</sub>センサーの導入事例

(川崎市立菅生小学校)

音楽教室等にCO<sub>2</sub>センサーを設置し、在室人数に合わせて適正な外気導入量を制御することにより、冷暖房時の外気負荷の低減を図っている。



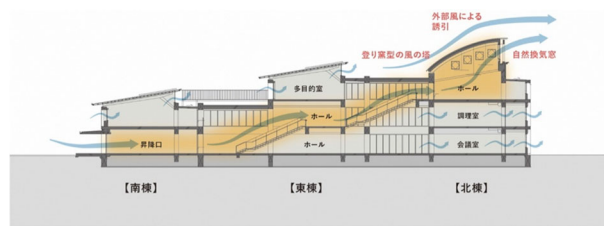
### 【留意事項】

- 中間期は機械換気から自然換気等への切り替えにより換気エネルギーの低減を図る。
- 換気による外気の導入は、空調設備によるエネルギー消費量にも影響があることから、外気の導入量の適正化に留意する。

#### ■自然換気システム（登り窯型）の導入事例

（瑞浪市立瑞浪北中学校）

中央階段が1階から3階まで吹き抜けが連続した形状となっており、この場所を登り窯と同じように空気が上がっていき、最後は3階の高窓から排出することで、校舎全体の自然換気を促している。



登り窯をモチーフとした階段の断面



自然換気窓

### ③照明設備

- 学校施設は他の建物用途と比べても外壁面積に対する開口面積の比率が高く、利用時間の大半が日中であることから、自然光を取り入れるとともに、照明器具の高効率化を図ることが重要である。
- 昼光利用が期待できる室には、明るさ検知制御を導入し照明エネルギー消費量の削減を図ることも有効である。
- 共用部やトイレ等では在室検知制御を行い、スイッチの切り忘れ等の防止を図ることも有効である。

### 【留意事項】

- 窓面は冷暖房の観点から捉えると、大きな熱負荷要因になるため、冷暖房と照明のバランス及び室内環境に十分留意して計画することが重要である。
- 教室の内装材に木材系の材料を用いる場合には、材種によっては白色や淡色の壁面と比べて光の反射率が低減することに留意する。
- ライトシェルフ等の昼光利用装置を取り入れた部分では、天候により十分な昼光利用が出来ない場合等を考慮し照度センサーを組み合わせることが有効である。

表 7 建材の反射率

木材	反射率 (%)	壁仕上げ材等	反射率 (%)
桐(新)	65~75	白色ペイント	70~85
檜(新)	55~65	淡色ペイント一般	30~70
杉(新)	30~50	淡色壁紙	40~70

#### ④給湯設備

- ヒートポンプ給湯器など省エネルギー性能の高い高効率給湯機を導入し、給湯エネルギー消費量の削減を図ることが重要である。
- 給湯エネルギー消費量の削減のため、太陽熱を利用した給湯設備システムを採用することも有効である。

##### 【留意事項】

- 太陽熱を利用する場合には、気象条件や建物の立地条件により得られる太陽エネルギーが変動するため、設計段階でそれらの条件を整理し確認することが重要である。

#### ⑤昇降機設備

- 昇降機エネルギー消費量を削減するためには、VVVF インバータ制御方式や電力回生制御の導入も有効である。

### (3) 再生可能エネルギー技術に関する具体的な取組

#### 太陽光発電設備

- 太陽光発電設備の設置可能性の検討に当たっては、建築物の設置可能な面積や日射条件、屋上を避難場所としているなど他の用途との調整、設備のメンテナンススペース、建築物の今後の残存期間、構造体の耐震性能、荷重条件等を考慮することが重要である。
- 太陽光発電設備を整備する場合には、停電時においても自立運転でき、充電した電気を夜間にも使えるよう蓄電機能を備えておくことが望ましい。

##### 【留意事項】

- 太陽光発電パネルを設置する場合には、積雪や塩害等の地域特性による太陽光パネルへの影響や、光害等による周辺環境への影響について十分検討することが重要である。また、海沿いの学校において屋上を津波対策の緊急避難場所とする場合などは、安全な避難スペースの確保に留意することが必要である。
- 太陽光発電設備等の実物を使った学習において屋上を利用することが想定される場合には、転落事故や感電事故等の防止のため、必要な柵等を設けるなど、十分な安全性を確保することが重要である。
- 学校施設で発電した電力を外部へ売電を行う際には、系統接続の可否を一般送配電事業者等に事前に確認することが必要である。
- 太陽光発電設備の設置の際は、発電量の表示装置を設けるなど、環境教育への活用を検討することが重要である。

#### (4) 運用段階における留意事項

- 学校施設のエネルギー消費量の削減には、設計段階と運用段階を一体的に実行することが重要となる。このため、導入した設備等を適正な状態を維持するために、フィルター清掃等の日常的なメンテナンスを行うことが重要である。
- 児童生徒及び教職員の省エネ行動を誘発するため、コントロールパネルなどによるエネルギーの「見える化」や、不在時の停止や室内温度の確認など適切に運用するための仕組みを導入することが重要である。
- 導入した設備・システム等が運用段階において、設計時の性能を確保しているかを確認し、必要に応じて運用改善を行うことが重要である。
- 学校施設は児童生徒の進級等により利用者が毎年変わること、建築設備管理の専門家ではない教職員が運用管理を行うことから、教職員用等の学校施設の運用マニュアルを作成し説明会を行うなど、導入した技術や設備の仕組みや使い方を適切に引き継ぐことが望ましい。

#### ■ 学校施設の運用マニュアルの作成事例 1 (教職員向け)

(川崎市立西丸子小学校)

学校施設の改修に合わせ、教職員等が環境に配慮して施設を利用することができるよう「学校施設運用マニュアル」を作成し、適切に引き継がれている。

#### 教室の換気

通年

#### ● 必ず実践！

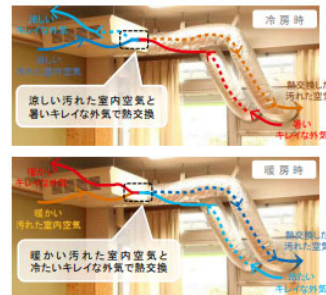


□ 冷房時、暖房時などの窓を閉めている授業中 ⇒ スイッチ **ON**  
※90人以上は強、30人未満は弱

□ 下校時や窓を開けて通風をしている時 ⇒ スイッチ **OFF**  
※換気扇が稼働している時は、休み時間の窓開け換気は必要ありません。換気扇で十分に換気できています。

#### ● 校舎のエコな工夫を知ろう！

・ 冷房時に、**涼しい汚れた室内空気**と**暑いキレイな外気**の間で熱交換し、**涼しいキレイな外気**にして取り入れる換気扇のことを**熱交換型換気扇**といいます。(暖房時は逆になります。)



#### ● もう少し詳しく！

・ 熱交換型換気扇にはファンが2つ付いているので、170W(蛍光灯4本分)の電力を使います。ムダ使いはやめましょう。



冷・暖房時に使うと省エネ効果がありますが、窓を開けた時、教室に人がいない時に使うことはムダ使いになります！

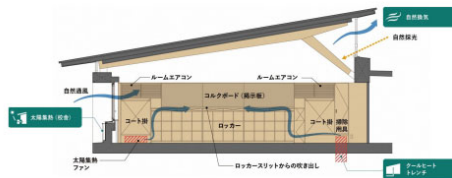
## ■学校施設の運用マニュアルの作成事例2（児童・生徒向け）

（瑞浪市立瑞浪北中学校）

学校施設に設けられているエコツールの使い方等を将来の生徒たちに引き継ぐため「学校の取扱説明書」を作成し、生徒に配付している。

4. エコツールの使い方

### 4-2. 普通教室



### 普通教室のエコツール

普通教室は皆さんが最も長い時間を過ごす場所です。快適な環境をつくり、省エネルギーな運用をするために、教室の使い方をよく理解しましょう。

各教室の出入口付近にエコモニターとスイッチがあります。エコモニターで外気と室内の状況を見て、どのようにツールを使うか考えてみてください。ツールを使った効果は、エコモニターで確認することができます。

### エコモニターとスイッチ



### 教室内のツール位置



## (5) 気候区別の省エネルギー技術

下表は、気候区別の個々の省エネルギー技術のコストパフォーマンス上の有効性を示す。

なお、省エネルギー技術の導入に当たっては、コストパフォーマンスだけでなく、室内温熱環境改善効果、省エネルギー効果、老朽化対策等を総合的に考慮し、ZEB化を図ることが重要である。

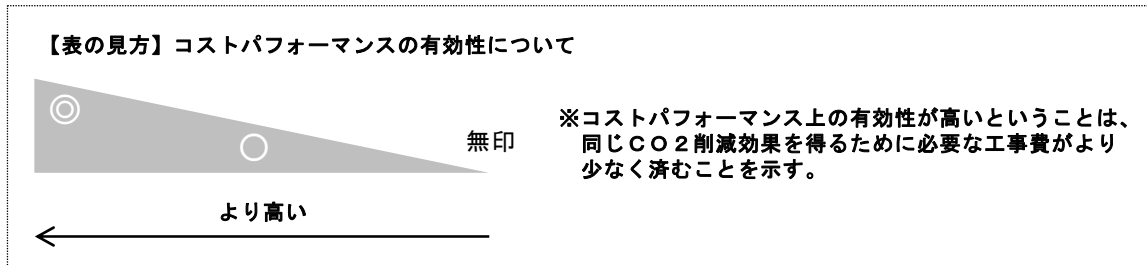


表 8 気候区別の省エネルギー技術の効果

省エネ技術		1地域	2地域	3地域	4地域	5地域	6地域	7地域	8地域
屋根・壁	屋根断熱	○	○	○	○	○	○	○	○
	屋内断熱					○	○	○	○
	外断熱	○	○	○	○				
	窓の断熱	○	○	○	○	○	○	○	○
	庇			○	○	○	○	○	○
空調設備	高効率空調	○	○	○	○	○	○	○	○
	全熱交換器	○	○	○	○	○	○	○	○
照明設備	高効率照明	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
再エネ設備	太陽光発電	○	○	○	◎	◎	◎	◎	○

※ 断熱強化と空調設備の高効率化を同時に整備することがより効果的である。

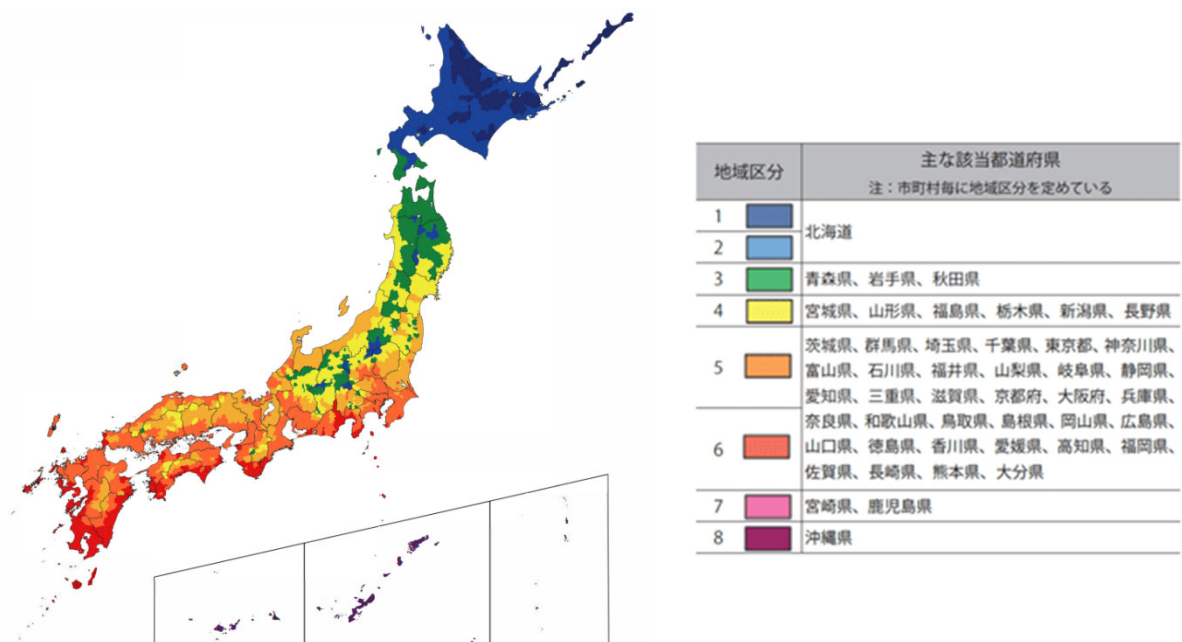


図 14 地域区分地図

(出所) 国立研究開発法人建築研究所「建築物のエネルギー消費性能に関する技術情報」



## 2-3. 学校施設の ZEB 化のシミュレーション

### (1) シミュレーションについて

公立小中学校施設では、建築後 40 年以上を経過した施設が約半数を占めている。今後、長寿命化改修等の機会にあわせて、既存の公立小中学校施設についても ZEB 化の推進が求められていることから、本ワーキンググループにおいて、モデル建物における ZEB 化を達成する建築・設備仕様についてシミュレーションを行った。(詳細は、参考資料 2)

### (2) 学校施設の ZEB 化のシミュレーション結果

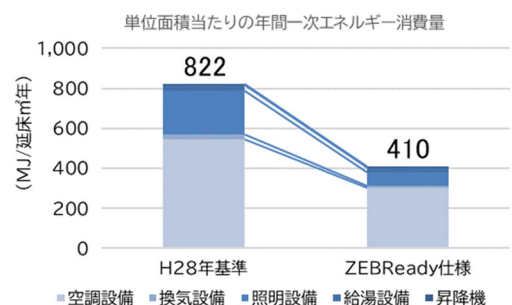
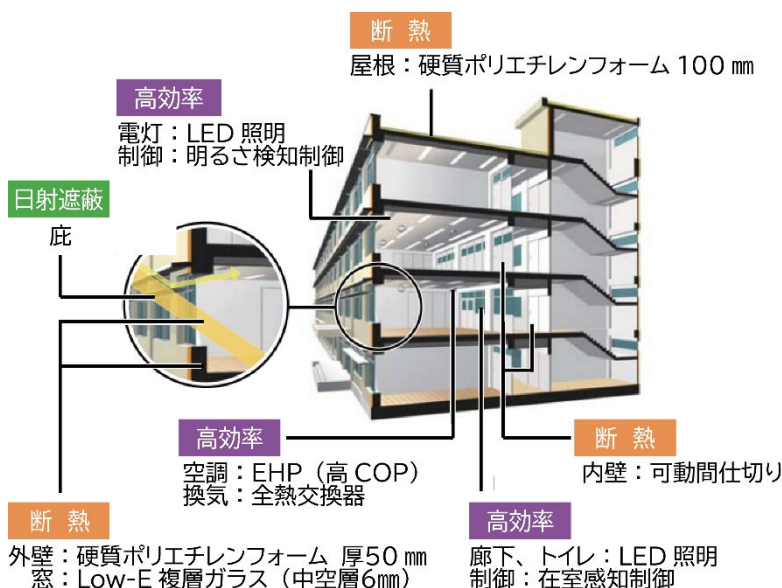
#### ①校舎

校舎モデルは、鉄筋コンクリート造、地上 4 階建、延床面積 約 5,100 m<sup>2</sup> の片廊下型校舎の小学校校舎（普通教室：12 室、特別支援学級：1 室、特別教室：5 室）とする。(2 地域については、延床面積約 4,800 m<sup>2</sup>、中廊下型校舎)

表 9 地域区分別 ZEB Ready 仕様例（普通教室部分）

地域区分	2地域 (北海道札幌市)	4地域 (山形県山形市)	6地域 (東京都23区)	8地域 (沖縄県那覇市)
外皮	屋根	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 100mm		押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 50mm
	外壁	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 100mm	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 50mm	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 25mm
	窓	Low-E複層ガラス (中空層12mm)		
空調	冷房	EHP(高COP)		
	暖房	FF式暖房設備	EHP(高COP)	
換気	全熱交換器			
照明	LED照明(明るさ検知制御)			

(参考) 校舎（東京）における技術導入イメージ



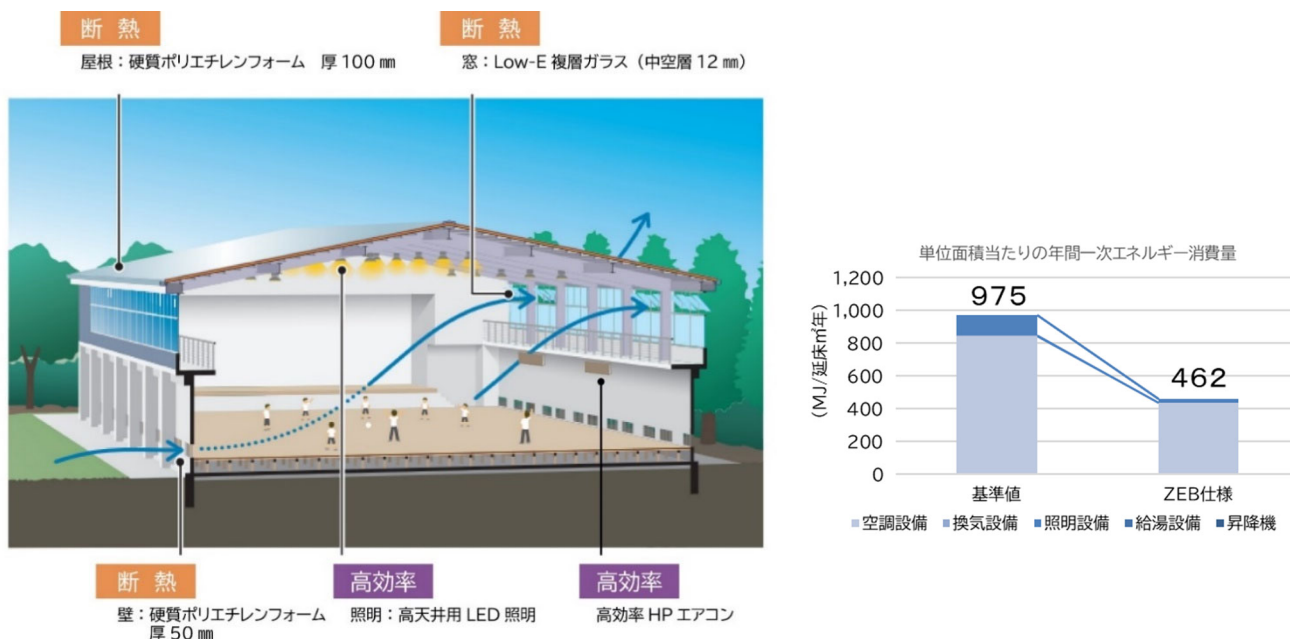
## ②屋内運動場

屋内運動場モデルは、ギャラリー下部 鉄筋コンクリート造、ギャラリー上部 鉄骨造、延床面積約 930 m<sup>2</sup>の小学校屋内運動場とする。

表 10 地域区分別 ZEB Ready 仕様例（アリーナ部分）

地域区分		2地域 (北海道札幌市)	4地域 (山形県山形市)	6地域 (東京都23区)	8地域 (沖縄県那覇市)
外皮	屋根	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 100mm	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 50mm		押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 25mm
	外壁	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 50mm	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 25mm		—
	窓	複層ガラス(中空層6mm)			
空調	冷房	EHP			
	暖房	EHP			
換気	全熱交換器				
照明	高天井用LED照明				

### (参考) 屋内運動場（東京）における技術導入イメージ



(注) 本シミュレーションは、モデル建物におけるシミュレーションであり、建物の規模、向き、室用途等によりシミュレーション結果が変わることがあります。

### 3. 域内の学校施設の ZEB 化の計画的な推進

#### (1) 域内の学校施設の ZEB 化対策

- 域内の学校施設の脱炭素化については、当該地方公共団体が定めるインフラ長寿命化計画及び地方公共団体実行計画事務事業編<sup>26</sup>に基づき、総合的に検討することが重要である。
- 地方公共団体実行計画事務事業編の目標を踏まえた上で、学校施設の率先した ZEB の実現などを計画的に進める必要があることから、学校設置者は環境部局等の首長部局と横断的な連携を図ることが重要である。
- 学校施設の ZEB 化の計画的な推進に当たっては、文部科学省の補助金のほか、他省庁の補助金や多様な整備手法等の活用を検討することも有効である。

#### (2) 域内の学校施設の ZEB 化の基本的な考え方

##### (学校施設の新增築等)

- 政府実行計画で求められるとおり、今後予定する新築については原則 ZEB Oriented 相当以上とし、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready の基準を満たすことが可能な建築物においては、積極的により上位の ZEB 基準を満たすものとする。

##### (既存学校施設の改修)

- 大規模改修を実施する場合には、建築物省エネ法に定める省エネ基準に適合する省エネルギー性能向上のための措置を講ずるものとし、省エネ基準を超える ZEB 等の省エネ性能を満たすことが可能な建築物においては、当該性能を積極的に満たすものとする。
- 域内にある複数の学校施設に対して、例えば、既存の蛍光灯から LED 照明器具への一斉更新による照明器具の高効率化を実施し、その後、窓や外壁等の高断熱化や空調設備の高効率化を実施するなど複数の学校施設に対して費用対効果が高い対策から段階的に ZEB 化を図っていくことも考えられる。また、域内の複数の学校施設に対して一括して発注することにより整備費の削減効果も期待できる。

	2023年度	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
A小	高効率照明への更新	外皮の高断熱化 高効率空調への更新					太陽光発電設備の導入※		
B小									
C小				外皮の高断熱化 高効率空調への更新					
D小									
E中								外皮の高断熱化 高効率空調への更新	
...									

図 15 段階的・計画的な ZEB 化のイメージ

※ 太陽光発電設備の導入については、PPA モデルを活用するなどにより、早期に整備することも可能  
(出所) 本協力者会議「学校施設の脱炭素化に関するワーキンググループ」にて作成

<sup>26</sup> 地球温暖化対策推進法第 21 条第 1 項に基づき、地球温暖化対策計画に即して、地方公共団体の事務及び事業に関し、温室効果ガスの排出の量の削減等のための措置に関する計画。

- その際、地方公共団体実行計画事務事業編等を踏まえ、域内の個々の学校施設の老朽化状況等を勘案した上で、室内温熱環境・省エネルギー性能の向上効果や経済性の高い対策等を優先して実施することが重要である。その際、表8「地域区分別の省エネルギー技術の効果」も参考になる。
- 既存の照明設備や空調設備等の高効率機器への更新等については、ESCO事業<sup>27</sup>やリースなどの活用を検討することも有効である。また、太陽光発電設備等の導入については、必要に応じてPPA<sup>28</sup>モデルの活用を検討する。

---

<sup>27</sup> ESCO事業とは、省エネルギー改修に係る全ての経費を光熱水費の削減分で賄う事業のこと。

<sup>28</sup> Power Purchase Agreement（電力販売供給）の略称。

## 第5章 学校施設の ZEB 化の推進方策

### 1. 学校設置者における方策

#### (1) 首長部局との体制構築と、目標設定及び計画的・効率的な整備

- 地方公共団体実行計画事務事業編に庁舎や公立学校施設等を含め、事務及び事業に関しての温室効果ガスの排出量の削減等のための具体的な取組項目及びその目標を記載することを推奨している。
- このため、教育委員会においては、環境部局や営繕部局等の首長部局と横断的な検討体制を構築し、当該地方公共団体全体の地球温暖化対策の目標を踏まえた上で公立学校施設における取組目標を策定する必要がある。
- 具体的には、建築物における ZEB の実現、LED 照明の導入等の計画的な省エネルギー改修の実施及び太陽光発電設備などの再生可能エネルギー設備の導入などについて、地域の気象条件等を踏まえ、目標を設け取り組むことが重要である

#### (2) 学校施設の長寿命化改修等を通じた、新しい時代の学びを実現する教育環境向上と脱炭素化の総合的な推進

- 学校施設の長寿命化改修等の実施に当たっては、省エネルギー化や再生可能エネルギーの導入を図りながら脱炭素化を図るとともに、快適で健康的な室内温熱環境の向上はもとより、個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に向けた教育環境向上の取組を積極的に推進することが重要である。
- 具体的には、既存学校施設の長寿命化改修等の機会を通じ、段階的に外壁や屋根、窓等の外皮の断熱性能の向上や高効率照明・空調設備の導入などの省エネルギー化と太陽光発電設備などの再生可能エネルギー設備の導入による計画的な ZEB 化を図るとともに、教育環境向上のための整備を総合的に行う視点が重要である。また、学校施設の新築については、周辺環境と地域特性等を考慮した率先した ZEB 化を図ることが重要である。

#### (3) 多様な整備手法等の活用と、施設整備と維持管理の着実な推進

- 学校施設の ZEB 化において、効率的かつ効果的な整備を推進することが、学校設置者に課された重要な課題となっている。
- そのための一つの手法として、既存設備の更新等において ESCO 事業やリース、太陽光発電設備の導入に当たっては、初期投資がかからない PPA やリースなどの多様な整備手法等の活用を検討することも有効である。
- また、地域の脱炭素移行等に併せた学校施設の ZEB 化に当たっては、教育環境向上を目的とする学校施設整備関係予算（学校施設環境改善交付金等）以外の補助金等の活用も考えられるため、再生可能エネルギー設備整備などの整備財源の確保については、環境部局等による協力が重要である。

- 快適で健康的な学校施設の ZEB 化に係る設計のために重要なことは、設計者の創造力や経験などの資質・能力である。このため、学校設置者等が示す環境教育にも資する新しい学校施設の在り方についての理解度や、環境負荷の低減や再生可能エネルギー設備の導入も含めた計画・設計上のアイデア・工夫等の技術提案を受け、総合的に設計者を評価し選定することが重要であり、学校施設の ZEB 化を図りつつ新築や改築、長寿命化改修など高度で専門的な技術が要求される業務においては、積極的にプロポーザル方式等の導入を検討することが望ましい<sup>29</sup>。

#### (4) 学校施設の環境教育への活用

- 学校施設における脱炭素化の取組は、子供たちのみならず保護者への波及効果、さらには子供たちが成人になった時の環境配慮行動などへの効果も期待できることから、積極的に推進していくことが重要である。
- 学校における環境教育のためには、エネルギー消費量や創エネルギーの状況を「見える化」することや、導入した環境技術の仕組みや原理について「見せる化」することが有効である。
- 学校施設において、指導上、保健衛生上、安全上及び管理上適切なものであることを確認した上で、次世代型太陽電池など再生可能エネルギー設備等の社会実装を目指した実証試験等に協力することは、学校施設が環境教育の実物大の教材として活用できる観点からも有効である。

## 2. 国における方策

### (1) 関係省庁との連携による学校施設の ZEB 化の推進

- 2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、「脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方に関するロードマップ」が 2021 年 8 月に国土交通省・経済産業省・環境省から公表された。学校施設についても本ロードマップを踏まえ、関係省庁と連携し着実に脱炭素化を推進することが重要である。
- 首長部局等の横断的な検討・管理体制の下で中長期的な視点に立った計画的・効率的な学校施設の脱炭素化の整備が推進されるよう、国においては教育部局や首長部局における理解の促進のための働きかけを行うとともに、地球温暖化対策推進法に基づく「地方公共団体実行計画事務事業編」への学校施設における取組項目及びその目標の記載を促すことが重要である。

<sup>29</sup> 「学校施設の設計における創意工夫を図るためのプロポーザル方式等の適切な運用について」（令和 3 年 8 月 30 日、文部科学省・総務省・国土交通省通知）参照。同通知においては、法令等に基づくプロポーザル方式等の適切な運用のほか、設計者選定委員会の設置・人選、相談窓口の活用等について周知。

- 太陽光発電設備の更なる導入拡大のため、次世代太陽電池の早期の社会実装に向けて研究開発やユーザーとの運用実証が進められている。GX 実現に向けた基本方針<sup>30</sup>に基づいた関係省庁の取組を踏まえ、文部科学省としても学校施設の活用など対応していくことが重要である。

## (2) 学校施設の ZEB 化のための財政支援制度の一層の充実

- 学校施設の ZEB 化には、校舎等の外壁や窓等の外皮の断熱化、高効率空調設備や LED 照明設備等の省エネルギー設備等の導入、太陽光発電設備等の再生可能エネルギー設備の導入が必要になる。このため、国は、2022 年度から ZEB Ready を達成する等の事業について、国庫補助の建築単価に学校施設の ZEB 化に向けた単価加算（8%）の支援措置が設けられた。
- 引き続き、国においては、本報告等を踏まえ、学校施設の ZEB 化や既存学校施設の省エネルギー改修等が着実に推進されるよう安定的・継続的な予算の確保に努めるとともに、建築物省エネ法に基づく省エネ基準の引き上げに留意し、必要に応じて建築単価を見直すなど財政支援の更なる充実を図っていくことが重要である。

## (3) 学校施設の脱炭素化に関する技術的支援の充実と普及啓発

- 現状、ZEB を実現した学校施設は僅少であり、ZEB 化のノウハウがない、専門の職員が不足しているため専門的・技術的なアドバイスが欲しい、好事例等を横展開するためにも具体的なプロセスに関する情報が欲しいなど各学校設置者によって様々な課題がある。
- 学校施設の ZEB 化を着実に推進するためには、こうした課題に的確に対応していく必要があり、国においては、2022 年度に構築されたプラットフォーム<sup>31</sup>を活用するなどにより、先導的な ZEB の整備事例<sup>32</sup>や学校施設の脱炭素化の技術的ノウハウなどを蓄積、発信していくことが重要である。
- 国においては、本報告で示した既存施設を含む学校施設の ZEB 化の手法や推進方策等について、学校設置者をはじめとした学校関係者等に対して積極的に発信し、講習会等の機会を通じて周知・普及を図ることが重要である。

<sup>30</sup> GX 実現に向けた基本方針～今後 10 年を見据えたロードマップ～（令和 5 年 2 月閣議決定）

太陽光発電の更なる導入拡大や技術自給率の向上にも資する次世代型太陽電池（ペロブスカイト）の早期の社会実装に向けて研究開発・導入支援やユーザーと連携した実証を加速化するとともに、需要創出等を推進することとされている。

<sup>31</sup> 学校施設整備・活用のための共創プラットフォーム（CO-SHA Platform）

<https://www.mext.go.jp/co-sha/index.html>

<sup>32</sup> ZEB 事例集「ZEB Design（2022 年 5 月 文部科学省）」

[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetu/shuppan/mext\\_00003.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/shuppan/mext_00003.html)

## おわりに

地球の気温は 19 世紀後半から約 1℃上昇し過去数千年で前例のないものとなっています。

今のペースで温暖化が進んだ場合、21 世紀半ば(2031～2050 年)には 20 世紀末に比べ、年間の猛暑日日数、短時間強雨の発生回数や無降水日数がほぼ全国で増加することが見込まれており、暑さによる年間死者数の増加、猛烈な台風の頻度の増加、生態系変化による感染症リスクの拡大、農作物の品質低下や水産物の漁獲量の減少など、様々な支障が生じることが予想されています。

世界共通の長期目標として、産業革命以降の世界の気温上昇を 2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をするために、21 世紀後半に人間による温室効果ガスの実質的排出量をゼロにすることとされています。

こうした中、近年、文部科学省では、気候変動に伴う熱中症対策の一環として、子供たちの日々の学習・生活の場であり先生方の日々の働く場である学校施設に空調設備の設置を急速に進め、快適で健康的な温熱環境を確保してきました。一方、我が国の校舎や屋内運動場など学校施設の 4 割程度は、外壁や窓などが断熱されていないものも多く建築物の省エネルギーの観点では決して性能が良いとは言えません。

このため、子供たちや教職員にとって快適で健康的な環境づくりと、学校施設の省エネルギー化と太陽光発電設備など再生可能エネルギー設備の導入による ZEB 化による脱炭素化を図りながら進めていくことが極めて重要なことです。

また、学校施設は、子供たちが社会の形成者として基本的な資質を養う大切な時期に長期間過ごす場です。このため、自然を大切にし、環境の保全に寄与する態度を養うためには、学校施設が自然環境に配慮されているものであることは言うまでもありません。

学校施設の ZEB 化に向けた整備に携わる方々には、快適で健康的な環境づくりと脱炭素化を踏まえつつ、こうした場で育った子供たちが、今後期待される脱炭素化に向けた行動を実践する態度を身につけ、社会の形成に参画し、その発展に寄与していくこと、また、学校施設が地域の環境教育の発信拠点として永きに亘って子供たちや教職員、地域の方々に大切に利用され、この学び舎を通じて、地域の環境保全について伝承されていく場になっていくことを心に留めて、日々整備に携わっていただくとともに、その学校施設の計画の理念について様々な場で伝えていただくことを期待しています。



我が国の脱炭素化に資する取組全体から見ると、学校施設の省エネルギー対策や子供たちの一つ一つの省エネルギーの取組は数字上大きくはないかもしれませんが。しかし、公共施設の約 4 割を占める学校施設の ZEB 化を進めていくことは、学校施設を環境教育の教材として整備していくことにより、教職員の方々の環境教育に係る取組や地域の方々による環境保全の大切さの伝承との相乗効果により、子供たちや地域の方々の環境に対する意識の変容、地域の環境保全、ひいては地球環境の保全へとつながっていくものと期待しています。

本報告書が学校施設の ZEB 化はもとより、地球温暖化対策や未来を担う子供たちの環境教育にも資する学校施設の整備の推進の一助となることを期待します。

