

～ともに考え、ともにつくる、環境にやさしい建築物～

福島県環境共生建築計画・設計指針

福島県土木部

平成18年

～ともに考え、ともにつくる、環境にやさしい建築物～

私たちは今、地球温暖化をはじめとした環境問題に直面しており、平成17年2月には、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの削減目標などを定めた「京都議定書」が発効されるなど、国境の枠を超えた取組みが求められております。

このような中、本県でも福島県新長期総合計画「うつくしま21」及び「うつくしま建設プラン21」などにおいて、地球の一員としての立場から環境問題を考え、これまでの物質的に豊かなライフスタイルそのものを見直しながら、環境への負荷の少ない「持続的発展が可能な地域社会の形成」に向けて、様々な取組みを進めております。

建築物を整備していく上で、環境問題はもはや避けて通ることのできない大きなテーマであり、本指針は、世界的問題である二酸化炭素排出量の削減など、建築物におけるライフサイクル（建設・運用・解体）を通じたあらゆる環境負荷の低減に配慮し、人と自然とが共生できる、地球にやさしい「ふくしま」の目指すべき方向を示したものです。

本指針は、環境負荷を低減するための技術を率先して導入し、「環境と共生」する県有建築物を実現するため、建築物に必要な環境全般にわたる技術を体系化したものとなっており、さらに、民間や市町村等の建築物を計画・設計する際に活用されることも目的としております。

今後、この指針の積極的な活用により県、市町村、民間の建築物が、「環境と共生」しながら持続的発展が可能な循環型社会を構築するための一助となり、かけがえのない地球を守るための取組みが着実に進められることを望みます。

平成18年9月

福島県土木部長 蛭田 公雄

福島県環境共生建築計画・設計指針

目次

本文

第1 総則	
1.1 目的	
1.2 指針策定の趣旨	
1.3 適用範囲	
1.4 指針の見直し	
1.5 用語の定義	
第2 基本事項	
2.1 基本方針	
2.2 環境共生建築に求められるテーマ	
2.3 環境共生建築の評価	
2.3.1 評価指標	
2.3.2 評価手順	
第3 環境共生建築に係る技術対策	
3.1 自然環境の活用・保持	
3.1.1 周辺環境への配慮	
3.1.2 新エネルギーの利用	
3.2 省エネルギー	
3.2.1 負荷の低減	
3.2.2 エネルギー・資源の有効利用	
3.3 3R（リデュース・リユース・リサイクル）	
3.4 長寿命化	
3.5 エコマテリアル	

資料編

第1編 福島県環境共生建築計画・設計指針の解説	1
第1章 総則 1	
1.1 目的	1
1.2 指針策定の趣旨	2
1.3 適用範囲	2
1.4 指針の見直し	4
1.5 用語の定義	4
第2章 基本事項	5
2.1 基本方針	5
2.2 環境共生建築に求められるテーマ	5
2.3 環境共生建築の評価	7
2.3.1 評価指標	7
2.3.2 評価手順	8
第3章 環境共生建築に係る技術対策	9
3.1 自然環境の活用・保持	9
3.1.1 周辺環境への配慮	9
3.1.2 新エネルギーの利用	9
3.2 省エネルギー	10
3.2.1 負荷の低減	10
3.2.2 エネルギー・資源の有効利用	11
3.3 3R（リデュース・リユース・リサイクル）	12
3.4 長寿命化	13
3.5 エコマテリアル	13
（背景となった計画・指針類）	15
第2編 県有建築物におけるCO₂排出削減の試算	22
第1章 CO₂排出削減の試算値	22
1.1 試算値の考え方	22
1.2 福島県建築物CO ₂ -コスト評価ツールの概要	23
1.2.1 ツールの対象地域	23
1.2.2 モデルとした建築プラン	23
1.3 シミュレーションの手順	23
1.4 県有建築物のCO ₂ 排出削減の試算値	24
1.5 県有建築物のCO ₂ 排出削減の試算値の解説	24
第2章 県有建築物におけるCO₂排出の実態	30
2.1 県有建築物の機関別面積とCO ₂ 排出量	30
2.1.1 県有建築物の機関種別面積	30
2.1.2 県有建築物の機関種別エネルギー消費量	30
2.1.3 県有建築物の機関種別CO ₂ 排出量	31
2.2 施設別分析	33
2.2.1 県立学校のCO ₂ 排出実態	33
2.2.2 庁舎のCO ₂ 排出実態	40

第3章 県有建築物の整備状況とCO₂削減の可能性	4 8
3.1 学校建築物整備によるCO ₂ 削減の検討	4 8
3.1.1 県内の学校建築物の整備状況	4 8
3.1.2 CO ₂ 削減の可能性検討	5 1
3.1.3 学校建築物整備におけるCO ₂ 削減対策水準の検討	5 5
3.2 庁舎建築物整備によるCO ₂ 削減の検討	5 7
3.2.1 県内の庁舎建築物の整備状況	5 7
3.2.2 CO ₂ 削減の可能性検討	6 0
3.2.3 庁舎建築物整備におけるCO ₂ 削減対策水準の検討	6 4
3.3 県有建築物全体におけるCO ₂ 削減の可能性	6 5
3.3.1 県有建築物におけるエネルギー消費量の推移予測	6 5
3.3.2 県有建築物におけるCO ₂ 排出量の推移予測	6 6
3.3.3 県有建築物におけるCO ₂ 削減対策水準の検討	6 6
第3編 営繕業務における展開	6 8
第1章 県有建築物整備におけるCO₂削減とコスト縮減	6 8
第2章 環境負荷低減に配慮した営繕業務の方向	6 9
2.1 県有建築物のライフサイクルコスト	6 9
2.2 県有建築物における保全指導業務の必要性	7 0
2.3 データベースの整備	7 1
2.4 県有建築物の長期活用計画の策定	7 2
2.5 環境マネジメントシステムに基づくモニタリングの実施	7 2
第3章 今後の環境共生型県有建築物の整備方針	7 2
3.1 環境と共生する県有建築物の取り組むべき最優先課題	7 2
3.2 環境共生型県有建築物整備の実行プロセス	7 3
参考資料編	
第1章 計画の手順	参考資料編 1
第2章 福島県の気象条件	参考資料編 4
第3章 環境負荷低減効果の検討	参考資料編 15
技術資料1 計算条件一覧	参考資料編 63
技術資料2 福島県建築物CO₂-コスト評価ツール	参考資料編 72
技術資料3 環境性能診断ガイドライン	参考資料編 84
技術資料4 雪氷冷熱エネルギー利用の検討	参考資料編 117
新エネルギー関係補助一覧	参考資料編 138
用語の解説	参考資料編 140
指針策定の経緯	参考資料編 151

福島県環境共生建築計画・設計指針

第1 総則

1.1 目的

本指針は、「**環境と共生する建築物**」の計画・設計をする際の基本的事項を示し、世界的問題である二酸化炭素排出量の削減など、建築物のライフサイクルを通じたあらゆる環境負荷の低減に配慮し、自然と共生する環境負荷の少ない社会の形成に取組み、地球にやさしい「ふくしま」を目指す。

注： は参考資料編で用語の解説を行っていることを示す。

1.2 指針策定の趣旨

県有建築物の整備にあたっては、これまでも「福島県環境基本条例」（1996年3月26日条例第11号）の基本理念に則った「環境との共生」というテーマに対し、様々な取組みを行っている。しかし、それらは、個々の建築物での単一的な取組みであったので、「環境」に対する県有建築物全体としての一貫した整備手法の確立や総合的な評価を行うために、「**環境共生建築の整備に必要な技術の体系化**」、「**県有建築物に係る環境負荷の評価・分析**」を本指針策定の趣旨とし、環境と共生する建築物の整備を行うものとする。

1.3 適用範囲

- (1) 本指針は、県有建築物を対象とする。
- (2) 本指針は、新築建築物並びに既存建築物を対象とし、計画、設計、建設、運用、解体の各段階に適用する。

1.4 指針の見直し

この指針は、定期的な検討を加え、必要に応じ見直しを行うものとする。

1.5 用語の定義

(1) 環境共生建築

本指針において「環境共生建築」とは、環境負荷低減対策を講じた建築物を指す。

(2) 環境負荷

本指針において「環境負荷」とは、建築物の整備及び利用に伴い環境に加えられる影響であって、環境の保全上の支障の原因となる恐れのあるものをいう。

第2 基本事項

2.1 基本方針

環境共生建築の整備にあたっては、建築物の生涯にわたる総合的な経済性（ライフサイクルコスト）やその一部でもある初期投資と運用コストの最適化等を考慮しつつ、福島県に与えられる自然の恩恵を最大限活用し、建築物の建設から、運用、解体に至るまでのライフサイクルを通じて、積極的かつ効果的に環境負荷の低減を図りつつ、県内各地域の特性に応じた総合的な対策を推進する。

2.2 環境共生建築に求められるテーマ

2.2.1から2.2.5までに掲げるテーマについて検討し、効果のある環境負荷低減対策を講ずる。

2.2.1 自然環境の活用・保持

2.2.2 省エネルギー

2.2.3 3R（リデュース・リユース・リサイクル）

2.2.4 長寿命化

2.2.5 エコマテリアル

2.3 環境共生建築の評価

2.1の基本方針を具現化するために、環境共生建築について定性的評価、定量的評価を、新築計画時、改修計画時において、客観的かつ総合的に行う。

定性的評価では、建築物の環境負荷の低減と建築物の快適性等の品質を評価する。

定量的評価では、定性的評価の結果を加味しつつ、環境負荷とコストを評価する。

2.3.1 評価指標

評価にあたっては、次を指標とする。

(1) 定性的評価指標

建築物の外部への環境負荷の低減

建築物の環境品質・性能

(2) 定量的評価指標

LCCO₂（ライフサイクル二酸化炭素排出量）

LCC（ライフサイクルコスト）

2.3.2 評価手順

新築の計画にあたっては、まず定性的な各評価手法を用い客観的かつ総合的に判断した後、定量的評価が可能な各種環境負荷低減手法とその採用に伴うコストを把握し、計画の骨組みを決定する。

改修の計画にあたっては、既存建築物の状況を十分に調査・診断した上で、基本的には新築の場合と同様な手順で行うが、その後の設計段階において、計画時点で検討した各評価指標について詳細な評価を行う。

第3 環境共生建築に係る技術対策

環境共生建築の整備にあたっては、2.2「環境共生建築に求められるテーマ」に応じ、3.1から 3.5に掲げる技術対策を実現するものとする。

3.1 自然環境の活用・保持

3.1.1 周辺環境への配慮

- (1) 必要最小限の地形の改変、最大限の既存樹木の保存等により、既存の周辺環境の保全に配慮する。
- (2) 緑化率の向上、水循環の構築等により、熱負荷の低減、地域生態系の保護・育成、都市気候の緩和等に配慮する。
- (3) 有害物質の排出の抑制等により、大気、水質、土壌等の汚染防止に配慮する。
- (4) 周辺の景観との調和や統一性に配慮する。

3.1.2 新エネルギーの利用

- (1) 雪氷冷熱の利用を図る。
- (2) 太陽光発電、太陽熱給湯の利用を図る。
- (3) 風力発電の利用を図る。
- (4) バイオマス熱利用を図る。

3.2 省エネルギー

3.2.1 負荷の低減

- (1) 建築物の向き、室の配置等について配慮し、外壁を通した熱負荷の低減を図る。
- (2) 断熱性の高い材料・工法の採用等により、躯体を通した熱負荷の低減を図る。
- (3) 断熱・日射遮蔽性の高い建具及びガラス、庇等の採用により、開口部を通じた熱負荷の低減を図る。
- (4) 室内で発生した熱や汚染物質の拡散を抑制し、空調・換気量を低減する。
- (5) エネルギー損失の低減を考慮した建築設備システムとする。

3.2.2 エネルギー・資源の有効利用

- (1) 自然光の活用により、照明負荷の低減を図る。
- (2) 自然通風の活用により、冷房負荷の低減を図る。
- (3) コージェネレーションの採用等、エネルギーの変換及び利用が、総合的かつ効率的に実施されるような建築設備システムとする。
- (4) 電力負荷の低減及び平準化を図る。
- (5) 施設部位に応じた運転制御方式により、搬送エネルギーの最小化を図る。
- (6) 高効率照明器具の使用、施設部位に応じた点灯方式の採用等により、照明エネルギーの最小化を図る。

- (7) 雨水又は排水処理水の利用、各種節水システムの採用等により、水資源の消費低減を図る。
- (8) 信頼性が高く、適正な運転管理が可能な管理システムの構築より、消費されるエネルギーの最小化を図る。
- (9) 施設の運用を通じて、施設利用者（執務者、生徒、一般利用者など）に対して環境教育に活用できる施設づくりを図り、省エネルギー意識の向上を目指す。

3.3 3R（リデュース・リユース・リサイクル）

- (1) 環境負荷の大きい物質を使用した資機材の使用を抑制するとともに、その適切な回収に配慮する。
- (2) 建設副産物 等の廃棄物の発生抑制、再使用及び再生利用を図る。
- (3) 施設運用時の廃棄物の適切な処理に配慮する。
- (4) 撤去した資機材をそのままの形でもう一度使用する。

3.4 長寿命化

- (1) 階高・床面積・床荷重等の余裕度及び間仕切り等の可変性に配慮し、内部機能の変化に柔軟な対応ができるものとする。
- (2) 構造体については、耐久性・耐震性に優れたものとする。
- (3) 建築非構造部材 及び建築設備 については、合理的な耐久性が確保されたものであるとともに、更新、修繕及び補修が容易なものとする。
- (4) 適切な維持管理が容易に行えるよう、適切な作業スペース等を確保する。

3.5 エコマテリアル

- (1) 環境負荷の少ないなどの自然材料等を採用する。
- (2) 熱帯林の減少に配慮し、熱帯材型枠 の使用の合理化等を図る。
- (3) 地元の産業から大量に排出される副産物 等、廃棄物の再使用又は再生利用した資機材を使用する。
- (4) 部分的な更新が容易となるように、分解が容易な資機材、モジュール材料 等を使用する。

資料編

第1編 福島県環境共生建築計画・設計指針の解説

第1章 指針本文の解説

1.1 目的

本指針は、「**環境と共生する建築物**」の計画・設計をする際の基本的事項を示し、世界的問題である二酸化炭素排出量の削減など、建築物のライフサイクルを通じたあらゆる環境負荷の低減に配慮し、自然と共生する環境負荷の少ない社会の形成に取組み、地球にやさしい「ふくしま」を目指す。

(解説)

県有建築物の整備にあたっては、環境への負荷の少ないライフスタイルを実現するため、環境負荷低減技術を積極的かつ効率的に導入することが求められています。特に、建築物のライフサイクル（建設、運用、解体）を通じたLCCO₂（ライフサイクル二酸化炭素排出量）を削減することは、環境負荷を低減するだけでなく、結果として石油依存型エネルギーからの転換等、エネルギー問題の解決にもつながっていきます。

そこで、本指針は、二酸化炭素排出量削減をはじめとした環境負荷の低減を積極的に推進すること等、建築分野における環境負荷低減に向けた取組みを行っていくことで、持続可能な発展を目指し、省エネルギー、省資源、自然環境や地域風土との調和、健康的な室内環境、長寿命化などを総合的に配慮した建築物の普及に貢献することを目的としました。

1.2 指針策定の趣旨

県有建築物の整備にあたっては、これまでも「福島県環境基本条例」（1996年3月26日条例第11号）の基本理念に則った「環境との共生」というテーマに対し、様々な取り組みを行ってきた。しかし、それらは、個々の建築物での単一的な取り組みであったので、「環境」に対する県有建築物全体としての一貫した整備手法の確立や総合的な評価を行うために、「**環境共生建築の整備に必要な技術の体系化**」、「**県有建築物に係る環境負荷の評価・分析**」を本指針策定の趣旨とし、環境と共生する建築物の整備を行うものとする。

（解説）

県有建築物の計画・設計にあたっては、これまでも、資源のリサイクル、エネルギーの有効利用、廃棄物の減量、新エネルギー利用等の様々な手法を検討し、環境負荷の低減を図ってきました。

それらは、個々の建築物での単一的な取り組みであり、総合的な評価が必要です。

そこで、本指針は、「福島県環境基本条例」が掲げる「環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会の構築」、「うつくしま21」の「持続的発展が可能な地域社会の形成」及び「うつくしま建設プラン21」の「環境に配慮した県有施設整備」等の基本理念に基づき、環境共生建築の整備に必要な技術の体系化や、県有建築物に係るCO₂排出量の定量的分析を行い、さしせまって大切な問題である地球温暖化対策 に対し建築分野からアプローチすることとしました。

なお、本指針を策定する背景となった世界、国及び本県の計画・指針類、及び体系図については、本編末尾（15ページ）に「背景となった計画・指針類」として掲載しています。

1.3 適用範囲

- (1) 本指針は、県有建築物を対象とする。
- (2) 本指針は、新築建築物並びに既存建築物を対象とし、計画、設計、建設、運用、解体の各段階に適用する。

（解説）

(1) 対象建築物

対象となる建築物は、すべての県有建築物としています。

その中でも大きな割合を占める「庁舎」¹と「学校」²については、環境負荷低減の可能性が極めて大きいと考え、その低減対策に合わせたCO₂排出量とコストの算出ができる評価ツール（参考資料編参照）を作成し、計画・設計時の詳細な検討を容易に行うことを可能としました。

なお、庁舎、学校以外の建築物については、個別に環境負荷低減効果の検討を行うこととなります。

また、本指針は、民間も含めたすべての建築物に当てはめることができ、評価ツールも上記の用途に類似する建築物³への準用が可能です。

- 1：県の庁舎（病院、運動施設を除く）を指します。
- 2：普通高校、専門学校（商業科等の職業に関する専門学科を有する高校）、盲学校、聾学校、養護学校を指します。
- 3：事務所ビル、小中学校、私立学校

(2)適用範囲

適用範囲を図1に示します。環境共生建築を計画・設計する際には、「新築¹計画時」「改修計画時」の各段階において、指針に示される技術対策に照らして環境負荷低減の度合いを評価し対策を講じます。なお、「新築計画時」とは、建築物の計画から設計、建設工事、竣工まで、「改修計画時」とは、既存建築物の環境性能診断の実施、環境改善提案書として施設管理者に提出、改修計画、設計、改修工事、竣工までを言います。

さらに、既存建築物に改修計画がない場合でも、運用改善に向けた環境性能診断を実施し、環境改善提案書として施設管理者に提出し、改善の実施に向けた技術支援、および改善後の運用実績のモニタリング等による効果の検証を行い、ライフサイクルを通じた環境負荷低減を目指します。

なお、環境性能診断については、参考資料編の技術資料3参照。

（ 1：新築には、改築、増築を含みます。）

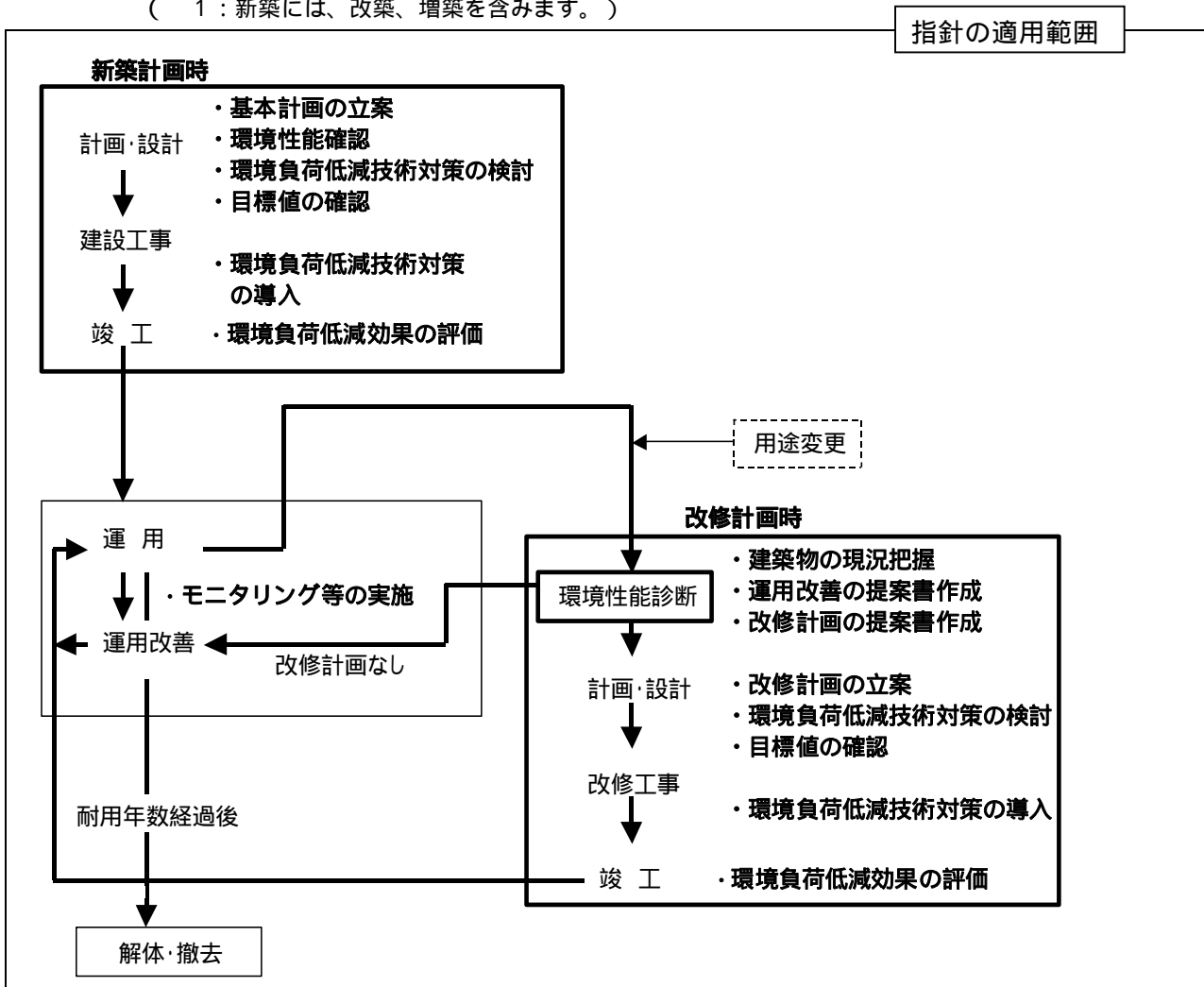


図1 建築物のライフサイクルと本指針の適用段階（太枠内）

1.4 指針の見直し

この指針は、定期的な検討を加え、必要に応じ見直しを行うものとする。

(解説)

関連施策等の状況や新技術の導入、最新性能機器による数値の見直し等社会情勢の変化によって、定期的に問題点、運用上の改善点などの検討を行い、必要に応じて指針の見直しを行います。

1.5 用語の定義

(1)環境共生建築

本指針において「環境共生建築」とは、環境負荷低減対策を講じた建築物を指す。

(2)環境負荷

本指針において「環境負荷」とは、建築物の整備及び利用に伴い環境に加えらるる影響であって、環境の保全上の支障の原因となる恐れのあるものをいう。

(解説)

(1) 環境共生建築

本県は世界に誇れる優れた自然環境や景観を有しており、これらを現在の世代が享受するだけでなく、将来の世代にわたって継承していくことが大切です。

よって、本県の恵み豊かな自然を将来の世代にわたって継承し、持続的発展が可能な地域社会を構築していくために、「人は地球の多様な生態系の一部である」という認識に立って、環境と共生する地域社会の実現を目指さなければなりません。

「環境共生建築」とは、「環境と建築物もともに生きる」という共生の理念により、地域が持っている自然や景観を大切にし環境に負担をかけない建築物を指します。

(2) 環境負荷

環境負荷には、温室効果ガス、オゾン層破壊物質、生活排水、廃棄物等があり、県有建築物における持続可能性の向上を目指して、低減を行うべき対象を指します。

第2章 基本事項

2.1 基本方針

環境共生建築の整備にあたっては、建築物の生涯にわたる総合的な経済性（ライフサイクルコスト）やその一部でもある初期投資と運用コストの最適化等を考慮しつつ、福島県に与えられる自然の恩恵を最大限活用し、建築物の建設から、運用、解体に至るまでのライフサイクルを通じて、積極的かつ効果的に環境負荷の低減を図りつつ、県内各地域の特性に応じた総合的な対策を推進する。

（解説）

環境共生建築として、新築や改修をする際は、環境負荷低減とコストのバランスに配慮した計画を行います。例えば、建築物の運用エネルギー消費が原因のCO₂排出は、ライフサイクル全体の環境負荷の中でも大きな部分を占めています。よって、運用エネルギーの削減をすることは、LCCO₂削減にも大きな効果があり、結果的には運用コスト縮減にもつながっていきます。

このように、環境負荷低減とライフサイクルコストのバランスを考慮しながら環境共生建築を目指していきますが、その基本的な考え方は、本県の自然環境や地域特性に配慮しながら、下記のようにまとめることができます。

- ・ LCCO₂（ライフサイクル二酸化炭素排出量）削減及びLCC（ライフサイクルコスト）縮減を図る。
- ・ 建設コストの増加抑制と運用コストの縮減に考慮して、環境負荷低減技術を選定する。

2.2 環境共生建築に求められるテーマ

2.1の基本方針を具現化するために、2.2.1から2.2.5までに掲げるテーマについて検討し、効果のある環境負荷低減対策を講ずる。

2.2.1 自然環境の活用・保持

2.2.2 省エネルギー

2.2.3 3R（リデュース・リユース・リサイクル）

2.2.4 長寿命化

2.2.5 エコマテリアル

（解説）

環境共生建築の計画・設計の具体的手法として、「自然環境の活用・保持」、「省エネルギー」、「3R（リデュース・リユース・リサイクル）」、「長寿命化」、及び「エコマテリアル」の5項目（以下、「指針の5項目」）を挙げ、環境負荷低減対策を行います。

なお、その計画にあたっては指針の5項目それぞれについて、建築物の状態、用途等により、その評価や対策を行う際の重要度を設定することで、総合的にバランスがとれるよう考慮します。

具体的には、表1に示す項目を重点配慮事項として、県内の各地域の気候特性、エネルギー変換効率、使用目的等に合った、建築仕様や設備機器の設定などを検討します。

表1 本指針における重点配慮事項

環境共生建築に求められるテーマ		重点配慮事項	県で策定している指針等
1. 自然環境の活用・保持	1.1 周辺環境への配慮	<ul style="list-style-type: none"> ・自然地形を生かした配置 ・緑化、雨水浸透 ・大気汚染の抑制 ・景観 	新・福島県緑化基本計画 福島県公共事業等景観形成指針
	1.2 新エネルギーの利用	<ul style="list-style-type: none"> ・雪氷冷熱、太陽光発電、風力発電、太陽熱給湯、バイオマス熱 	地球と握手！うつくしま新エネルギー
2. 省エネルギー	2.1 負荷の抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・建物の向き ・断熱仕様 ・窓仕様、庇 ・局所排気 ・設備（空調・照明・換気）システム 	
	2.2 エネルギー・資源の有効利用	<ul style="list-style-type: none"> ・昼光連動制御 ・自然通風 ・排熱回収 ・氷蓄熱 ・動力の省エネルギー ・照明方式 ・排水、雨水利用 ・自動制御、中央監視の充実 ・環境教育による省エネ意識の向上 	うつくしま「水との共生」プラン
3. 3R		<ul style="list-style-type: none"> ・代替フロン、フロン回収 ・廃棄物発生抑制、再資源化 ・分別回収 ・再使用 	福島県廃棄物処理計画
4. 長寿命化		<ul style="list-style-type: none"> ・床荷重等のゆとり ・高耐久資材 ・機能耐久性 ・更新容易性 	
5. エコマテリアル		<ul style="list-style-type: none"> ・自然材料等 ・型枠転用 ・再生資源の活用 ・定尺化 	県有施設の木造化、木質化の推進に関する指針 ふくしまエコオフィス実践計画

(本指針において定量的評価を行える対策)

2.3 環境共生建築の評価

2.1の基本方針を具現化するために、環境共生建築について定性的評価、定量的評価を、新築計画時、改修計画時において、客観的かつ総合的に行う。

定性的評価では、建築物の環境負荷の低減と建築物の快適性等の品質を評価する。

定量的評価では、定性的評価の結果を加味しつつ、環境負荷とコストを評価する。

(解説)

環境共生建築の整備にあたっては、様々な環境への影響を考慮のうえ、各計画時において定性的・定量的評価を行います。評価の手法や指標については、社会情勢や評価技術の変化に応じて選定していきます。

一般的に、定性的評価とは、評価結果を文言による記述で表現する評価手法を言います。また、定量的評価とは、客観的な裏付けをもつデータを利用し数値で評価結果を示す評価手法を言います。

実際に行う定性的評価の手法については、代表的な総合環境性能評価ツールであるCASBEE(建築物総合環境性能評価システム)等の評価ツールを用いて、建築物の品質・性能、環境負荷低減の度合いについて評価し、品質の確保の度合いを確認します。

定量的評価の手法については、「福島県建築物CO₂-コスト評価ツール」を使用したCO₂排出量とライフサイクルコストの比較等の環境負荷低減量とそれに関係するコストについて評価します。

2.3.1 評価指標

評価にあたっては、次を指標とする。

(1) 定性的評価指標

建築物の外部への環境負荷低減

建築物の環境品質・性能

(2) 定量的評価指標

LCCO₂ (ライフサイクル二酸化炭素排出量)

LCC (ライフサイクルコスト)

(解説)

(1) 定性的評価指標

環境共生建築においては、環境負荷の低減やコストの削減だけではなく、その品質の確保も必要です。CASBEEでは、Q-1室内環境、Q-2サービス性能、Q-3室外環境、LR-1エネルギー、LR-2資源・マテリアル、LR-3敷地外環境の6項目に分けて評価します。これらの6項目の評価結果を基に、建築物全体のQ(建築物の品質・性能)及びL(建築物の環境負荷低減)を定性的評価指標とします。

(2) 定量的評価指標

環境共生建築の計画・設計にあたっては、あらゆる環境負荷の低減に配慮する必要がありますが、その中でも特に地球温暖化対策については、本県においても重要性の高い課題として取り組むべきものです。

そこで、建築物のライフサイクルにおいて、地球温暖化の主要因であるCO₂の発生量が多いこと、また、京都議定書におけるCO₂削減目標が設定されていること等から、LCCO₂を定量的評価指標としました。

なお、CO₂排出量の削減は、エネルギーや資源の消費の抑制を通じて図られます。従って、資源の枯渇など、温暖化防止以外の環境負荷低減対策にもつながります。

一方、一般的に環境に配慮した建築物の整備を行った場合、イニシャルコストは増加しますが、ランニングコストは抑制される傾向があります。これらのような建築物にかかるコストを縮減することは社会的要請となっており、この2つを合わせたライフサイクルコストのバランスを保つことが重要であることから、LCCも定量的評価指標としました。

2.3.2 評価手順

新築の計画にあたっては、まず定性的な各評価手法を用い客観的かつ総合的に判断した後、定量的評価が可能な各種環境負荷低減手法とその採用に伴うコストを把握し、計画の骨組みを決定する。

改修の計画にあたっては、既存建築物の状況を十分に調査・診断した上で、基本的には新築の場合と同様な手順で行うが、その後の設計段階において、計画時点で検討した各評価指標について詳細な評価を行う。

(解説)

(1) 新築計画・設計にあたっては、以下の手順で進めます。

建設地、建設用途等、施設条件を整理し、建築・設備の仕様を想定します。

建物規模、用途、予算、政策等を勘案し、工事対策の設定により運用CO₂排出量、LCCO₂、IC、LCCの大まかな目標値を想定します。

庁舎、学校では本指針に基づいて、「定性的評価ツール」、「福島県建築物CO₂・コスト評価ツール(以下「定量的評価ツール」という)」を用いて評価を行い、想定した目標が達成可能となるよう環境負荷低減技術を選定します。

設計を進めるにあたっては、「定性的評価ツール」「定量的評価ツール」を用いて評価を行い、目標値の達成状況を確認するとともに、総合的な環境性能を確認します。

竣工段階では、省エネルギー計算の算定値に基づいて評価を見直します。

(2) 改修計画・設計にあたっては、以下の手順で進めます。

施設管理者において収集・管理している実績データや、各種診断データ等から、施設の実態を個別の項目ごとに把握します。

上記データを参照し、「定性的評価ツール」「定量的評価ツール」の評価を行います。

既存建築物の環境性能を総合的に把握した上で、劣化状況に応じて改修計画を進めます。既存建築物の立地、構造、法的・社会的情勢を勘案し、工事対策の設定により運用CO₂排出量、LCCO₂、IC、LCCの大まかな目標値を想定します。

庁舎、学校では本指針に基づいて、「定性的評価ツール」「定量的評価ツール」を用いて評価を行い、想定した目標が達成可能となるよう環境負荷低減技術を選定します。

以降は、新築計画における手順により設計を進めます。

第3章 環境共生建築に係る技術対策

環境共生建築の整備にあたっては、2.2「環境共生建築に求められるテーマ」に応じ、3.1から3.5に掲げる技術対策を実現するものとする。

3.1 自然環境の活用・保持

3.1.1 周辺環境への配慮

- (1) 必要最小限の地形の改変、最大限の既存樹木の保存等により、既存の周辺環境の保全に配慮する。
- (2) 緑化率の向上、水循環の構築等により、熱負荷の低減、地域生態系の保護・育成、都市気候の緩和等に配慮する。
- (3) 有害物質の排出の抑制等により、大気、水質、土壌等の汚染防止に配慮する。
- (4) 周辺の景観との調和や統一性に配慮する。

(解説)

(1) 地形改変の抑制

地形の改変を出来るだけ避け、既存の自然環境に与える影響を最小限とした計画とします。

(2) 緑化の推進、地下水の涵養

緑化の推進、地下水系の保全等により、熱負荷の低減、地域生態系の保護・育成、都市気候の緩和を図ります。

都市や生活空間のアメニティを向上させる要素として、また、ヒートアイランド現象の緩和、省エネ（建築物の熱環境改善）など熱的な環境調整効果の点から、壁面緑化や屋上緑化など建築物の緑化の採用を検討します。

緑地の確保、透水性舗装等雨水浸透により地下水系の保全を図ります。

(3) 環境汚染物質の排出抑制

硫黄酸化物、窒素酸化物等の排出を抑制するため、硫黄、窒素含有の少ない燃料の選択、燃焼技術の改善、脱硫装置、脱硝装置等の設置を検討します。

(4) 周辺景観との調和、保全

「福島県公共事業等景観形成指針」を基本として周辺の街並みや自然に配慮します。

3.1.2 新エネルギーの利用

- (1) 雪氷冷熱の利用を図る。
- (2) 太陽光発電、太陽熱給湯の利用を図る。
- (3) 風力発電の利用を図る。
- (4) バイオマス熱利用を図る。

(解説)

県内における県有建築物の設計にあたっては、地域の気候特性を考慮し、最も効果的な手法を検討します。

- (1) 冬期の積雪を活用し、雪氷冷熱を夏期の冷房熱源や農作物貯蔵施設への採用を図ります。

- (2) 地域の気象条件を考慮し、太陽光発電、太陽熱給湯の採用を図ります。
- (3) 風力発電の採用を図ります。
- (4) ペレットボイラー 等バイオマス熱利用を図ります。

新エネルギーについては、N E D O 等をはじめとする補助制度の活用を図る。

3.2 省エネルギー

3.2.1 負荷の抑制

- (1) 建築物の向き、室の配置等について配慮し、外壁を通じた熱負荷の低減を図る。
- (2) 断熱性の高い材料・工法の採用等により、躯体を通じた熱負荷の低減を図る。
- (3) 断熱・日射遮蔽性の高い建具及びガラス、庇等の採用により、開口部を通じた熱負荷の低減を図る。
- (4) 室内で発生した熱や汚染物質の拡散を抑制し、空調・換気量を低減する。
- (5) エネルギー損失の低減を考慮した建築設備システムとする。

(解説)

県内の気候特性を考慮し、建築設備の負荷を抑制するために最も効果的な手法を検討します。

(1) 建物配置

建設地の立地条件をふまえ、日射や室内外の温度差等が低減される建物配置、建物形状とします。

(2) 外壁、屋根、床の断熱

日射や室内外の温度差による躯体からの熱損失・熱取得を低減し、冷暖房負荷を削減します。

外周部の熱負荷を低減するために、外気や土に接する壁、屋根、床等の断熱の充実を図ります。

(3) 窓の断熱、日射遮蔽、気密化

日射や室内外の温度差による開口部からの熱損失・熱取得を低減し、冷暖房負荷を削減します。

複層ガラス などの断熱性の高い窓ガラス等の採用により、熱負荷の低減を図ります。

庇、ブラインド等の日射遮蔽手法の採用や、日射遮蔽能力の高い窓ガラスを効率的に採用するなどにより、開口部からの過大な日射の侵入の抑制を図ります。

建具の気密性の向上等により、空気の流失、流入による熱損失の低減を図ります。

(4) 局所空調・局所排気

局所空調、局所排気による空調負荷の低減や送風機動力の低減を検討します。

(5) エネルギー損失の低減

配管・ダクトからの熱損失を低減するように機械室の配置等を検討します。

3.2.2 エネルギー・資源の有効利用

- (1) 自然光の活用により、照明負荷の低減を図る。
- (2) 自然通風の活用により、冷房負荷の低減を図る。
- (3) コージェネレーションの採用等、エネルギーの変換及び利用が、総合的かつ効率的に実施されるような建築設備システムとする。
- (4) 電力負荷の低減及び平準化を図る。
- (5) 施設部位に応じた運転制御方式により、搬送エネルギーの最小化を図る。
- (6) 高効率照明器具の使用、施設部位に応じた点灯方式の採用等により、照明エネルギーの最小化を図る。
- (7) 雨水又は排水処理水の利用、各種節水システムの採用等により、水資源の消費低減を図る。
- (8) 信頼性が高く、適正な運転管理が可能な管理システムの構築より、消費されるエネルギーの最小化を図る。
- (9) 施設の運用を通じて、施設利用者（執務者、生徒、一般利用者など）に対して環境教育に活用できる施設づくりを図り、省エネルギー意識の向上を目指す。

（解説）

(1) 自然光

自然光を積極的に活用するライトシェルフ、ハイサイドライト等の採用を検討します。

昼光に連動して照明を制御する自動調光システムの採用を検討します。

(2) 自然通風

開口部や吹抜け空間等による通風経路の確保に配慮し、冷房負荷の低減を図ります。

建築物の立地による風向や風速を考慮し、開口の形状、方向等を検討します。

(3) エネルギーの有効かつ効率的利用

電気負荷及び熱負荷の特性について検討し、省エネルギー及び環境負荷の低減が見込める場合は、コージェネレーションの採用を検討します。

クールヒートトレンチ、地下水利用など、地中熱、井水熱を利用した外気の子熱・予冷や、ヒートポンプの採用を検討します。

(4) 負荷の平準化

空調熱源の選定にあたっては、熱負荷特性、維持管理等について総合的に考慮します。建物の部屋用途、熱負荷特性を考慮し、潜熱蓄熱、躯体蓄熱等の採用を検討します。

(5) 搬送エネルギーの最小化

搬送抵抗が小さなシステムを採用するとともに、VAVやインバータ等を利用し負荷の大きさに応じてエネルギー消費が低減されるシステムの採用を図ります。

昇降機には、インバータを利用した運転駆動方式や群管理などの運転制御方式の採用を検討します。

(6) 照明エネルギーの最小化

高効率照明器具、高周波点灯型安定器、高効率の反射板等の採用を検討します。

適正な照度設定を図ります。

初期照度補正 機能を用いて必要照度に抑制し、電力消費を低減することを検討します。
人感センサー、タイマー制御などの採用を図ります。

(7)水資源の有効利用

建物規模、建物用途、地域性等を考慮し、排水再利用システム及び雨水利用システムの採用を検討します。

水使用量の削減を図るため、節水システムの採用を検討します。

(8)適正な運転管理が可能なシステムの構築

建物の用途、規模等に応じ、エネルギーの合理的・効果的な利用を可能とする自動制御・中央監視システムの充実に図ります。

(9)環境教育

太陽光発電量、雪氷冷熱使用量、雨水利用量、CO₂削減量が目で見てわかるパネル等を設置して、利用者、執務者、生徒等の環境教育に貢献することにより、省エネルギーに対する意識の向上を促し、各個人の行動による有効利用を目指します。

3.3 3R (リデュース・リユース・リサイクル)

- (1) 環境負荷の大きい物質を使用した資機材の使用を抑制するとともに、その適切な回収に配慮する。
- (2) 建設副産物等の廃棄物の発生抑制、再使用及び再生利用を図る。
- (3) 施設運用時の廃棄物の適切な処理に配慮する。
- (4) 撤去した資機材をそのままの形でもう一度使用する。

(解説)

(1)環境負荷の大きい物質の使用抑制と適正回収

冷媒、消火剤には、例えば表2に示す地球温暖化係数¹が可能な限り小さく、オゾン破壊係数がゼロの物質を使用し、使用後は適正回収を徹底します。

また、資機材等についても環境負荷の大きなフロンを含まない断熱材等を使用する。

表2 冷媒、消火剤の地球温暖化係数とオゾン破壊係数

用途	名称	地球温暖化係数 ²	オゾン破壊係数 ³
冷媒用フロン	HFC-404A	5590	0
	HFC-407C	3610	0
	HFC-410A	3850	0
フロン系消火剤	HFC-23	9400	0
	HFC-227ea	5600	0

1：温室効果ガスの地球温暖化に対する効果をCO₂の効果に対して相対的に表す指標

2：出典（IPCC 3次レポート2001年） 3：出典（オゾン層保護法）

(2)建設副産物の発生抑制・再資源化

施工においては、改修及び廃棄段階で副産物の発生を抑制するように考慮した材料、工法を検討します。

建設副産物の現場内再使用、他工事での再利用、再資源化等リサイクルの促進を検討

します。

仮設資材の使用抑制と、その再使用の促進に努めます。

(3) 施設運用時の廃棄物の適正処理

分別収集の徹底を可能にする建築計画を行います。

分別収集を容易にするシステムや廃棄物を削減するためのシステム（コンポスト化設備等）について検討します。

3.4 長寿命化

(1) 階高・床面積・床荷重等の余裕度及び間仕切り等の可変性に配慮し、内部機能の変化に柔軟な対応ができるものとする。

(2) 構造体については、耐久性・耐震性に優れたものとする。

(3) 建築非構造部材及び建築設備については、合理的な耐久性が確保されたものであるとともに、更新、修繕及び補修が容易なものとする。

(4) 適切な維持管理が容易に行えるよう、適切な作業スペース等を確保する。

（解説）

(1) フレキシビリティ の確保

時代と共に変化する要求機能を満足し、建築物の長寿命化を図るため、フレキシビリティの確保を図ります。

将来的な用途変更や高機能化に対応可能なように、階高や床面積のゆとりを確保します。

将来的な集密書架やコンピュータ等の設置に対応可能なように、ゆとりある床荷重の設定に努めます。

(2) 構造体 の耐久性

構造体は、建築物の構成要素の中でも最も寿命が長く、かつ更新、交換が困難です。長寿命化のためには、構造体の耐久性を確保するとともに、劣化防止を検討します。

(3) 建築非構造部材及び建築設備の合理的耐久性

使用環境に適した材料や、点検・部品交換が容易な機材を使用すること、更新周期をあわせること等により、補修・更新工事の回数を減らし、合理的耐久性を図ります。

(4) 維持管理の容易性

建築設備の配管やダクトの更新に配慮し、脱着可能な天井、壁のシステム等を検討します。

3.5 エコマテリアル

(1) 環境負荷の少ない自然材料等を採用する。

(2) 熱帯林の減少に配慮し、熱帯材型枠の使用の合理化等を図る。

(3) 地元の産業から大量に排出される副産物等、廃棄物の再使用又は再生利用した資機材を使用する。

(4) 部分的な更新が容易となるように、分解が容易な資機材、モジュール材料等を使用する。

(解説)

(1)低環境負荷材料

資源の枯渇 に配慮したうえで、製造時のCO₂排出量が少ない自然材料の積極的な採用を検討します。

本県が定める「県有施設の木造化、木質化の推進に関する指針」(2002年4月1日施行)に基づき、建築物の木造化及び内外装の木質化を推進します。

県産材を利用するよう努めます。

ホルムアルデヒド 等の揮発性有機化合物(VOC)等の有害化学物質を含有しないか、あるいは含有量の少ない内装材を採用します。

(2)熱帯材型枠の使用の合理化

複合合板型枠、断熱材兼用型枠、床型枠用鋼製デッキプレート 等の代替型枠 の採用を検討します。

階数が多くかつ各階の形状が同一の建築物では、型枠転用回数 の増加を図ります。

(3)副産物・再生資源の活用

建設産業はもとより、地元の他の産業から生ずるコンクリートくず、下水道汚泥、ばいじん 等の副産物の有効利用により、廃棄物の減量化に努めます。

ふくしまエコオフィス実践計画に基づき本県が定める調達目標に従い、グリーン調達品目の率先導入に努めます。調達品目と調達目標を表3に示します。

表3 グリーン購入調達品目等一覧(一部)

分野	品目	判断基準の概要	調達目標
エアコン等	エアコン	省エネルギー法に適合	100%
温水器等	ガス・石油温水機器	省エネルギー法に適合	100%
照明	蛍光灯照明器具	Hfインバーター方式器具	85%
	蛍光管(直管型:大きさの区分40形蛍光ランプ)	高周波点灯専用形(Hf)、又は、レットスタート形又はスタータ形である場合は、基準を満たすこと。	95%
公共工事	再生加熱アスファルト混合物	アスファルトコンクリート塊から製造した骨材が含まれていること。	100%
	再生骨材等	コンクリート塊又はアスファルトコンクリート塊から製造した骨材が含まれていること。	100%

廃棄物を原料とする建築資機材の積極的活用を図ります。

- ・構造体における高炉セメント 等の採用範囲の拡大を検討します。
- ・パーティクルボード の採用を検討します。
- ・リサイクル塩ビ管の採用を検討します。

(4)分解容易な材料・工法

資材、機材の部分更新を容易にするとともに、再利用を促進するため、基準寸法(モジュール)の設定を検討します。

個々の材料の剥離、分解が容易な構造となるよう検討します。

(背景となった計画・指針類)

1.1 国際的な取組み

1.1.1 気候変動枠組条約

正式には、「気候変動に関する国際連合枠組条約」という。大気中の温室効果ガス(二酸化炭素、メタン等)の増大が地球を温暖化し自然の生態系等に悪影響を及ぼすおそれがあることを背景に、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを目的として、1992年5月に採択、日本は翌1993年5月に受諾し、1994年3月に発効した。2005年11月現在で189の国及び地域が締結している。

1.1.2 京都議定書

1997年12月、京都で開催された「気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)」で、先進国から排出される温室効果ガスの具体的な削減数値目標やその達成方法などを定めた「京都議定書」が採択された。日本は2002年3月に地球温暖化対策推進大綱を改定し、同年6月に京都議定書に批准した。その後、最大のCO₂排出国である米国が京都議定書から離脱し、議定書の発効が危惧されたが、2004年11月4日のロシアの批准により、議定書第25条に定められている、条約の締約国55カ国以上の締結、1990年における先進国のCO₂排出量の55%を占める先進国の締結、という2つの発効要件を満たし、その90日後の2005年2月16日に発効した。

京都議定書の概要

対象ガス 二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、HFC、PFC、SF ₆
削減基準年 1990年(HFC、PFC、SF ₆ については1995年)
目標達成期間 2008年から2012年
削減目標 先進国全体で5.2%削減(日本6%、米国7%、EU8%削減)
削減目標の達成方法 ・森林の炭素排出量と吸収量(吸収源)の算入 ・京都メカニズム(共同実施、クリーン開発メカニズム、排出量取引)

1.2 国内対策

1.2.1 国の動き

国では、世界的な動向に合わせ、具体的な環境負荷低減対策に乗り出した。まず1990年10月に「地球温暖化防止行動計画」を策定し、その中でCO₂排出について、2000年の排出量を90年レベルに安定化する方針を定めた。1993年には気候変動枠組条約へ加入し、「環境基本法」を制定した。それを受けて1994年12月には「環境基本計画」を策定し、その中で地球温暖化対策について、行動計画と同等の対策を決定した。1997年6月には「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」を施行し、京都議定書が採択となった後の1998年6月には、2010年を目指した当面の対策措置を定めた「地球温暖化対策推進大綱」を策定した。それに併せて、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)を改正し、規制強化やトップランナー方式などの対策を盛り込んだ。同年10月には「地球温暖化対策推進法」を制定し、1999年4月に施行した。さらに、2002年6月の京都議定書批准に先立ち、目標達成に向けた国内における環境負荷低減対策をより一層推進するため、2002年6月に「地球温暖化対策推進大綱」

の改正を行っている。

以上のように 1990 年以降様々な対策を実施してきたが、その後もエネルギーの大量消費が続き、2004 年度のCO₂排出量は 1990 年比で 11.5%も増加（2005 年 10 月環境省発表速報値）している。しかし、京都議定書が正式に発効した 2005 年 2 月以降、議定書が課した目標値達成に向けた新たな対策として、地球温暖化対策推進法の改正及び京都議定書目標達成計画の制定などが相次いで閣議決定されている。

1.2.2 地球温暖化対策推進法

正式には「地球温暖化対策の推進に関する法律」（環境省所管）。1997 年に採択された「京都議定書」を受け、日本に課せられた目標である温室効果ガスの 1990 年比 6%削減を達成するために、国、地方公共団体、事業者、国民の責務、役割を明らかにしたものである。都道府県の地球温暖化防止活動推進センターの設置や 2005 年度の改正で京都議定書目標達成計画の制定について定められている。

1.2.3 京都議定書目標達成計画

地球温暖化対策推進法に基づき、京都議定書の 6%削減約束を確実に達成するために必要な措置を定めるものとして、また、2004 年に行った地球温暖化対策推進大綱の評価・見直しの成果として、また、同大綱、地球温暖化防止行動計画、地球温暖化対策に関する基本方針を引き継ぐものとして、2005 年 4 月に定められた。

1.2.4 建築物の環境負荷削減に関する既存の指針類

（1）グリーン庁舎基準

正式には「官庁施設の環境保全性に関する基準」（国土交通省所管）。国土交通省では、国家機関の建築物の計画・整備に際し環境負荷低減対策を推進するため、1998 年 3 月に「環境配慮型官庁施設（グリーン庁舎）計画指針」を策定した。さらに、2006 年 1 月には、環境保全対策の一層の推進を図るためにグリーン庁舎計画指針を見直し「グリーン庁舎基準」を策定した。この基準は、長寿命、適性使用・適正処理、エコマテリアル、省エネルギー・省資源、周辺環境保全、の 5 項目について確保すべき水準を掲げており、環境負荷に関してLCCO₂（ライフサイクル二酸化炭素排出量）、LCW（ライフサイクル廃棄物最終処分量）、LCR（ライフサイクル資源投入量）、LCC（ライフサイクルコスト）の 4 つの定量的指標とCASBEEを用いて建築物の環境性能を評価する内容としている。

（2）グリーン診断・改修計画基準

正式には「官庁施設の環境保全性に関する診断・改修計画基準」（国土交通省所管）。国土交通省では、地球温暖化のほか資源・エネルギー・廃棄物など様々な環境問題に対応するため 2000 年 12 月に「官庁施設の環境配慮診断・改修計画（グリーン診断・改修計画）指針」を策定した。さらに、2006 年 1 月には、環境保全対策の一層の推進を図るためにグリーン診断・改修計画指針を見直し「グリーン診断・改修計画基準」を策定した。「グリーン診断」手法は、新築の官庁施設を対象とした「グリーン庁舎基準」に準じCASBEEを用いた評価を含めた定性的に評価することに加え、施設のエネルギー使用量等を定量的に評価し、グリーン化の必要な部分、システムを診断することとしている。また「グリーン改修」のための計画

手法は、前述の5つの観点からの対策を基本とし、改修時点を起点としたLCCO₂による定量的判断に加え、老朽化による機器更新、耐震性能、スペースなどの既存施設ゆへの制約条件を総合的に判断し、採用すべき環境負荷低減技術（グリーン化技術）を選択することとしている。

国土交通省として、この指針に基づいたグリーン改修を、費用対効果等を考慮した上で効果的かつ計画的に行い、完成後は環境負荷低減効果を検証し、以後の環境保全対策に反映させることとしている。

(3) 環境を考慮した学校施設（エコスクール）整備指針（文部科学省所管）

文部科学省内に設置された「環境を考慮した学校施設に関する調査研究協力者会議」から1996年3月に報告された「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備について」としてとりまとめられた。この中で、学校施設を整備する場合、計画にあたって環境を考慮した学校施設（エコスクール）としての配慮事項が(1)やさしく作る、(2)賢く・永く使う、(3)学習に資する、の3つの柱で示されている。環境教育と施設運営を考慮しながら建築・設備・ランドスケープなど総合的な対策の整備指針となっている。また、1997年3月には「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備における技術的手法に関する調査研究報告書」が取りまとめられ、都道府県市町村等教育委員会へ通知された。

(4) CASBEE

「Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency」の略。財団法人建築環境・省エネルギー機構（IBEC）が認証する建築物総合環境性能評価システム。環境に対する負荷が少なく、より品質の良い建築物の実現を目指して、建築物の環境品質・性能（Quality）を環境負荷（Load）で割った数値である、建築物環境性能効率（Q/L）で建築物の環境性能の格付けすることができ、品質・性能（Q）の高いほど又、環境に対する負荷（L）が低いほど環境性能の高い建築物と評価される。

評価ツールは、基本ツールとしてCASBEE-企画（Tool-0）、CASBEE-新築（Tool-1）、CASBEE-既存（Tool-2）、CASBEE-改修（Tool-3）の4つで構成され、現在、Tool-0を除く3つが開発を完了している。また、拡張ツールとして、CASBEE-HI（ヒートアイランド）（Tool-4）、CASBEE-短期使用（Tool-1TC）、CASBEE-新築（簡易版）（Tool-1B）が開発されている。

1.3 県の関連計画

1.3.1 福島県新長期総合計画「うつくしま21」（企画調整部所管）

福島県新長期総合計画「うつくしま21」（2001～2010年度）は2000年12月に策定され、本県の特徴（豊かな自然環境、特色ある県土構造、有利な地理的条件、本県の発展を支える基盤、地域づくりへの取組み）や新しい世紀の時代認識（社会の熟成化、環境との共生へ、大交流・大競争の時代へ、高度情報社会へ）を踏まえ、「人」と「地域」の可能性の発揮という側面から、新しい世紀にふさわしい県づくりを推進するため、県政運営の各施策を体系化した最上位の総合計画である。

地球温暖化対策については、「県自らの事務事業において、温室効果ガスの排出抑制のための措置を率先して講じるとともに、県有施設への太陽光発電などの新エネルギー設備の導入を進める」との施策の方向を示している。

1.3.2 うつくしま建設プラン21（土木部所管）

「うつくしま建設プラン21」は2001年12月に策定され、時代の潮流変化に的確に対応し、新しい時代にふさわしい県土づくりを進めるため、「うつくしま21」の部門別計画として策定され、県民の立場や地域づくりという観点で、新しい価値観に立った21世紀初頭の住宅・社会資本整備の目指すべき方向性を示している。

この計画では、21世紀初頭の10年間（2001～2010年）を計画期間として、2010年度を目標年度としており、「ともに考え、ともにつくる美しい県土」を基本目標として、各種の施策を展開していくこととしている。

テーマ別整備計画の環境負荷に配慮した県有施設整備では、省資源・省エネルギー対策や「地球と握手！うつくしま新エネビジョン」を踏まえた、県内各地域の特性に応じた自然エネルギーの導入等、環境負荷低減のための総合的な対策を推進することとしている。

主な施策としては、計画・設計の段階から熱負荷低減に配慮した断熱性の高い工法の採用やリサイクル可能な資材の採用、空調・換気設備におけるエネルギーの効率的利用等、省資源・省エネルギー対策を講じることや、地域性、施設規模・用途等に応じた太陽光発電、太陽熱利用、風力発電等の手法、効果、コスト等の比較検討を行い、新エネルギーの積極的な導入を図り、環境負荷の低減に努めることとしている。

また、主な指標として県有施設への新エネルギーの導入件数を、中間年度（2005年度）までに10件、目標年度（2010年度）までに20件としている。

1.3.3 福島県環境基本計画【うつくしま環境プラン21】（生活環境部所管）

福島県新長期総合計画の基本理念である「自然との共生」と「うつくしま未来博」における取り組みなどを踏まえ1997年3月に策定した環境基本計画を見直し2002年3月に新たな基本計画「うつくしま環境プラン21」を策定した。

この計画においては「自然と共生する地球にやさしい“ふくしま”」を目指すべき姿と定め、環境の保全が経済活動や日常生活などを含めたあらゆる活動に最優先されるべき課題であること、及び環境への影響を未然に防止することを基本的な考え方として、次のような各種の施策を展開していくこととしている。

環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会の構築

景観形成の推進

循環型社会の形成

自然と人との共生の確保

廃棄物の減量化と適正処理の推進

安心して生活できる環境の適正な管理

1.3.4 福島県地球温暖化対策推進計画（生活環境部所管）

地球温暖化を引き起こす原因となっている、二酸化炭素等温室効果ガスの排出削減をより一層推進するため、1999年3月に策定した旧計画を見直し、2006年3月に新たに推進計画を策定した。

この計画においては、地球温暖化に係る4つの柱を次のとおり掲げ、2010年度までに温室効果ガスの排出量を1990年度比で8%削減することを目標に、県民、事業者及び行政のそれぞれが取り組んでいくべき行動指針を示している。

エネルギー対策の推進
新エネルギー導入の促進
吸収源対策としての森林の整備・保全
環境教育・学習の推進

1.3.5 地球と握手！うつくしま新エネビジョン（企画調整部所管）

「福島県地域新エネルギービジョン」（1999年3月策定）に基づき、率先導入・普及啓発・導入支援を柱とする取組みを進めてきたことにより、県内への新エネルギー導入が着実に進展してきたほか、2002年1月の「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法施行令」の改正により雪氷冷熱エネルギーとバイオマスエネルギーが新エネルギーに位置づけられたことや、技術革新やコスト低減による新エネルギー導入の拡大など、新エネルギーを取り巻く状況も変わってきた。

これを踏まえ、これまでのビジョンを基礎としながら、一般的・抽象的な表現に留まっていた施策の方向性について更に詳細な検討を行い、新エネルギーの導入促進をより一層加速していくことを目指した詳細ビジョンとして2004年3月に策定した。

このビジョンでは、2010年度における新エネルギー導入目標を県内の最終エネルギー消費量の3.4%として改めて設定し、県内の地域特性を踏まえて太陽光発電・太陽熱利用、バイオマスエネルギー及び雪氷冷熱利用を中心に取組みを進めることとしている。

1.4 建築関連学協会の取組み

1.4.1 日本建築学会

日本建築学会は、1990年以來の建築と地球環境問題に関わる研究成果を基に、地球環境委員会が中心となって、1997年6月に「日本建築学会地球環境行動計画」を策定し、学会として取組むべき7つの活動方針を掲げた。また、同年12月には気候変動枠組条約京都会議（COP3）の課題に呼応する形で次を骨子とする「気候温暖化への建築研究分野での対応」と題する学会声明を公表している。

生涯CO₂排出量(LCCO₂)を新築では30%削減が可能であり、今後これを目標に建設活動の展開が必要。

我が国のCO₂排出量削減のためには、建築物の耐用年数を3倍（100年）に延長することが必要不可欠であり、また可能。

1.4.2 空気調和・衛生工学会

空気調和・衛生工学会は、1993年度に地球環境に関する委員会（現在の地球環境委員会の前身）を設置し、1995年7月の中間報告を経て、1997年7月に「持続可能な社会を支える建築設備のために」を公表した。さらに、1999年3月に研究報告書を取りまとめ、それまでの研究成果を基に、2001年3月には、空気調和・衛生設備の「環境負荷削減対策マニュアル」を出版している。

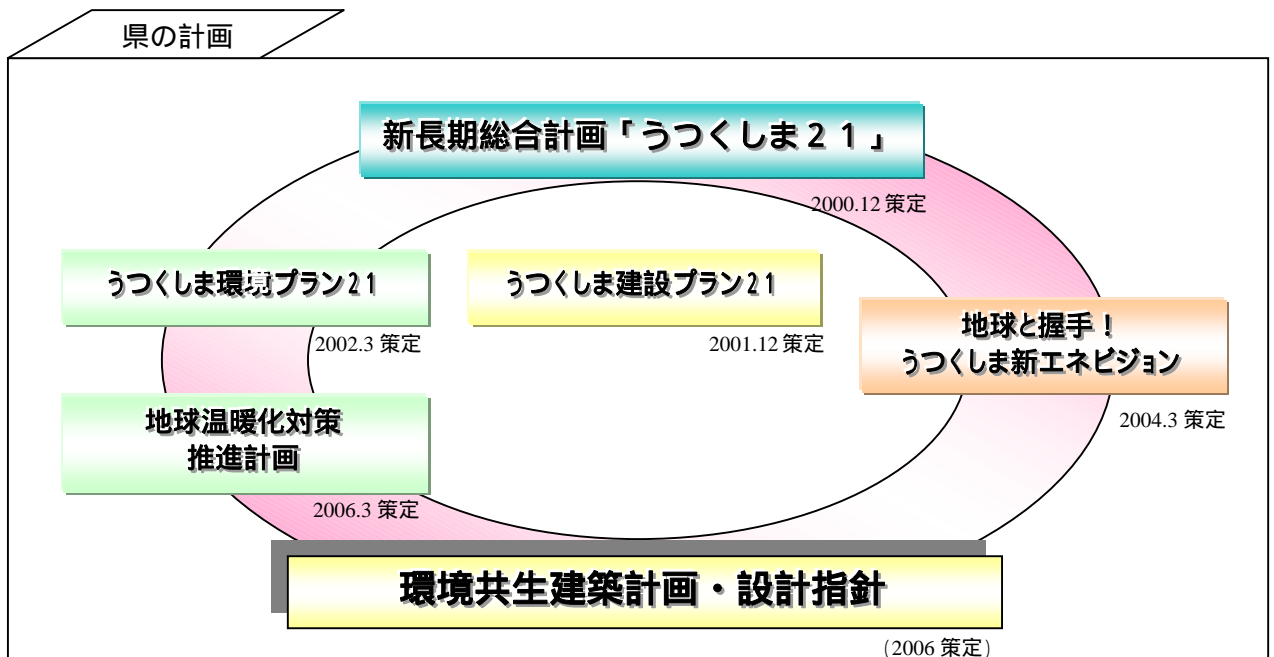
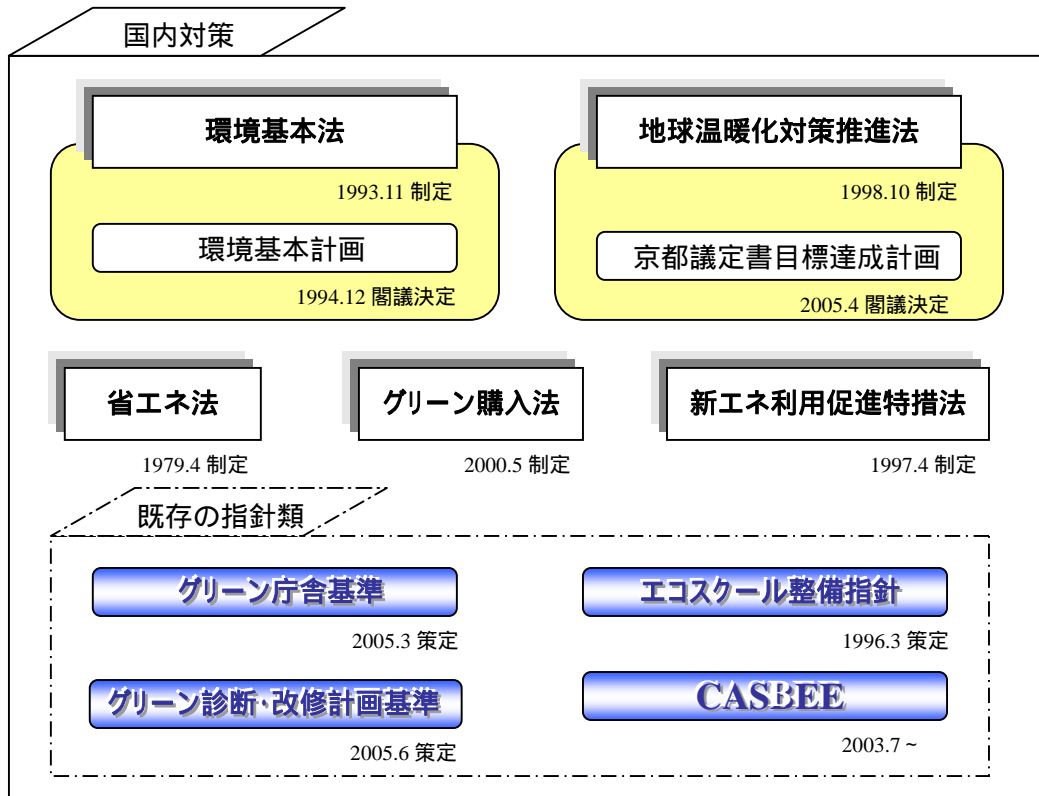
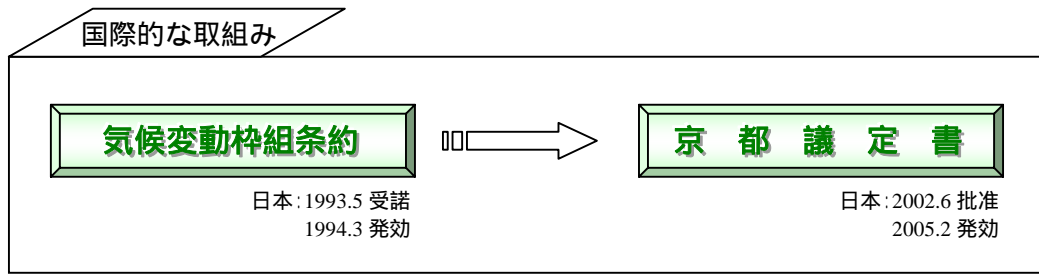
1.4.3 日本建築家協会

日本建築家協会は、1993年のUIA/AIA建築家世界会議「持続可能な未来の為の相互依存宣言」を受けた「行動指針」を策定した。また、「設計指針と設計手法の照合表」と共に、さまざまな工夫を凝らした建物事例を詳細に紹介する「サステイナブル・デザイン・ガイド（1995、1996、1998年の通算3冊）」、「サステイナブル建築最前線（2000年5月）」を発行している。

1.4.4 建築業協会

建築業協会は、1990年の地球環境問題専門委員会設置以来、建設業と地球環境問題との関わりを定量的に検討してきたが、それらの検討成果を踏まえて、1996年7月に、設計チェックリストとして利用できる「環境配慮設計ガイド」を発行している。

環境関連計画の体系図



第2編 県有建築物におけるCO₂排出削減の試算

指針本文及び第1編は、環境対策全般における環境共生型の県有建築物を整備するための指針並びにその解説を示している。

この第2編では、本文で示した様々な環境対策の中でも、最重要課題の一つであるとされる地球温暖化対策に焦点を絞り、県有建築物におけるCO₂排出の実態の把握とその分析を行い、今後の県有建築物の整備におけるCO₂排出量の削減の可能性を探ることとする。

第1章 CO₂排出削減の試算値

1.1 試算値の考え方

県有建築物から排出されるCO₂をどれだけ削減することが可能か定量的に分析するために、県有建築物の中でも多数を占める「学校」及び「庁舎」を対象としたシミュレーションを行った。シミュレーションは、「学校」と「庁舎」のモデルを設定し、そのモデルに環境技術を導入した場合としない場合のLCCO₂及びLCC等を「福島県建築物CO₂-コスト評価ツール」(詳細は参考資料編)を用いて算出する。導入する環境技術の組み合わせを複数ケース設定し、LCCO₂及びLCCのバランスが最もよいケースのデータを対象となる「学校」及び「庁舎」の総面積に乗ずることにより、県有建築物全体のCO₂削減の試算値とした。

分類	用途	該当県有建築物	適用区分		
			庁舎	学校	対象外
1 教育・文化	劇場・会議場	文化センター			
	社会教育・研修施設	教育センター、少年自然の家			
	図書館	県立図書館			
	美術館	県立美術館			
	博物館 資料館	県立博物館			
	植物園 水族館	ふくしま海洋科学館			
	展示場施設	ビックパレットふくしま			
	屋外競技場施設	あづま運動公園			
	リクリエーション・公園施設	レストハウス			
	幼稚園				
	学校	県立高等学校			
大学・各種学校	医科大学、会津大学				
盲・ろう学校、養護学校	県立盲・ろう学校、養護学校				
2 福祉医療施設	障がい者福祉施設	太陽の国			
	その他福祉施設	児童相談所、男女共生センター、各救護院			
	病院	県立病院			
	保健所	保健福祉事務所			
3 産業施設	事務所	チェンバおおまち			
	試験・研究施設	各試験場			
	宿泊施設	ふくしま会館			
	情報通信施設	無線局舎			
	工場・倉庫	倉庫			
	農林水産施設	畜舎、鶏舎、温室、養殖場			
4 行政施設	庁舎	県庁舎、合同庁舎、出先庁舎			
	保安防災施設	警察署			
	環境保全施設	交番、警備派出所、駐在所 浄水場			
5 住宅	一戸建住宅	公舎関係			
	共同住宅	職員公舎、県営住宅			

1.2 福島県建築物CO₂-コスト評価ツールの概要

1.2.1 ツールの対象地域

ツールの対象地域は福島県内全域としている。ツールへの気象データの反映方法は、県内を19ブロックに分け、拡張アメダスデータ(観測地点27ポイント)から19ブロックの代表地域のデータを抽出し、プログラムに組み込んでいる。

1.2.2 モデルとした建築プラン

庁舎：三春合同庁舎、学校：相馬高等学校とした。詳細は参考資料編による。

1.3 シミュレーションの手順

STEP 1 1990年時の県有建築物のエネルギー消費量、CO₂排出量の算出

(手順1) 基準年(1990年、2005年)における施設台帳の用途別面積の調査

(手順2) 県有建築物の基準年におけるエネルギー消費量の想定算出

(手順3) 県有建築物の基準年におけるCO₂排出量面積原単位の想定算出

(手順2よりエネルギー消費量における電力・ガス・油などの内訳に応じて、CO₂排出量原単位 を乗じる)

(手順4) 建物用途毎に上記の算定を行い、現行と1990年時点のエネルギー消費量原単位の増減率を算出する。

(手順5) 手順4の算出結果を反映して、マクロ解析対象建物用途毎にエネルギー消費量原単位と床面積を乗じて積み上げる。

→1990年時点と現時点のエネルギー消費量の増減率が算出される。

(手順6) エネルギー消費量に占める電気、ガス、油の内訳を決める。

(手順7) 電気、ガス、油毎に1990年時点、2005年時点のCO₂排出量原単位を乗じる。

→1990年時点と現時点のCO₂排出量の増減率が算出される。

第2章
で詳述

STEP 2 今後の県有建築物のエネルギー消費量、CO₂排出量の予測

(手順8) CO₂排出量削減の試算の設定年次(京都議定書であれば2008~2012年)を決める。

(手順9) 手順4の設定年次までの新築対象面積、改築対象面積、改修対象面積の増加率の算定方法を決める。

1) 新築対象面積：増床はないものと想定する。

2) 改築対象面積：建替年数を設定、その年次に至った建物は順次に建替する。

3) 改修対象面積：改修年数を設定、その年次に至った建物は順次に改修する。

(手順10) 建物用途毎に環境負荷低減対策の組み合わせを複数設定し、2005年仕様のエネルギー消費量原単位とCO₂排出量原単位をそれぞれ算定する。

(手順11) 手順9から算出される対象面積に、手順10で求めた原単位を乗じる。

→設定年次における県有建築物全体の総CO₂排出量を算出する。

(手順12) 手順11の解析結果より、LCCO₂とLCCのバランスを考慮した組み合わせを探查する。

第3章
で詳述

1.4 県有建築物のCO₂削減の試算値

県有建築物から排出されるCO₂の削減試算値は次のとおりとする。

設定年次

2012年

設定年次は、京都議定書第1約束期間の最終年としました。

試算値

水準1	1990年比+3.2%	(2005年比 -9.2%)
水準2	1990年比+2.7%	(2005年比 -9.6%)
水準3	1990年比+0.8%	(2005年比 -11.3%)
水準4	1990年比-0.8%	(2005年比 -12.8%)

水準とは、環境負荷を低減する技術を組み合わせたプランです。

(断熱仕様、窓仕様、空調方式、照明方式、太陽光発電等)

1990年比とは、京都議定書基準年のCO₂排出量と設定年次のCO₂排出量の比較を表します。

2005年比とは、2005年のCO₂排出量と設定年次のCO₂排出量の比較を表します。

試算の前提条件

環境対策工事実施期間	2006年～2012年の7年間	
工事対象建築物(庁舎及び学校)	新築(新規)物件	無し
	新築(改築)物件	約2,000 m ²
	改修物件	約267,000 m ² (335件)
工事対策水準	学校	新築：削減レベル(以降「水準」と言う)1～4
		改修：水準1～4
	庁舎	新築：水準1～4
		改修：水準1～4

水準の具体的な仕様等については資料編

26～29ページ参照

1.5 県有建築物のCO₂削減の試算値の解説

設定年次 2012年

(解説)

シミュレーションでは、新築あるいは既存の県有建築物を環境共生型として整備を進めた場合、京都議定書が定めている温室効果ガス削減の第1約束期間(2008年～2012年)の最終年である2012年に、県有建築物から排出されるCO₂排出量がどのように推移するかを算定した。

試算値

(解説)

シミュレーションでは、設定年次である2012年に県有建築物から排出されるCO₂排出量は、水準1から4で各々1990年比+3.2%、+2.7%、+0.8%、-0.8%という結果となった。

福島県地球温暖化対策推進計画では部門別にCO₂排出量の削減目標を定めているが、県有建築物から排出されるCO₂排出量は、民生部門（業務系）に該当するものと考えられ、推進計画では2010年度のCO₂排出量を1990年比+4.3%とすることを目標として掲げている。

推進計画の民生部門（業務系）の目標値は、建築物の運用（空調や照明などの稼動）以外の活動によるCO₂排出削減量を含んでいるため、単純に比較することはできないが、本指針を適用し、試算値のようにCO₂排出量を削減することは、地球温暖化防止に貢献することにつながり、さらに、民間事業者や市町村などの先導的役割を果たすことになるものである。

試算の前提条件

(解説)

環境対策工事実施期間 2006年～2012年の7年間

2006年～2012年の7年間に、の県有建築物を環境共生型に整備することを前提にCO₂排出量を算定している。

工事対象建築物（庁舎及び学校）

新築（新規）物件：新規に建築される建物はないものとしている。

新築（改築）物件：環境対策工事実施期間中に、耐用年数（築後60年）を迎えた建築物を対象としている。

改修物件：a. 環境対策工事実施期間中に、築後30年を迎えた建築物を対象に大規模改修工事を実施する。

：b. 環境対策工事実施期間中に、築後15年または30年を迎えた建築物を対象に設備の更新改修を実施する。

工事対象建築物は、上記の他現在予定されている新築、改修を含め約31万m²である。

工事対策水準

学校の新築、改修及び庁舎の新築、改修の4つの組み合わせごとに、それぞれ4つの仕様を設定し、仕様ごとのCO₂排出量を算定した。

水準4でのシミュレーションは、新エネルギーを導入したケースを算定している。新エネルギー技術（太陽光、風力、雪氷冷熱）は、CO₂排出削減に有効な技術として広く認められているが、水準4でのシミュレーションから、LCCを低減するまでには至らないことがわかる。しかし、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）等の支援事業等を活用し初期投資を抑制すること、今後の技術改良の進展が大きく期待できる分野であり市場拡大により建設費用縮減も予想されること、さらには、県として率先的な導入を推進する役割を果たすことなど、様々な視点をもって県有建築物への導入方策を検討していくことが重要である。

1. 学校新築

表 3.1 各対策水準の詳細設定（新築時）

Case No		断熱仕様		窓仕様	庇	空調方式			換気制御	照明方式	太陽光発電
		外壁	屋根			熱源機器	暖房機器	ポンプ制御			
1	1980年仕様	無し	内断熱 25mm	単層透明 (5mm)	無	温水ボイラー	鋳鉄製ラジエーター	無	無	一般型	無
2	1990年仕様	内断熱 25mm	内断熱 25mm	単層透明 (5mm)	無	温水ボイラー	ファンコンベクター	無	無	一般型	無
3	現行水準	内断熱 25mm	外断熱 25mm	複層透明 (3-6-3mm)	無	温水ボイラー	ファンコイルユニット +パネルヒーター	無	無	Hf(高周波点灯)型	無
4	水準1	内断熱 25mm	外断熱 25mm	複層透明 (3-6-3mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット +パネルヒーター	無	無	教室:Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御)	無
5	水準2	内断熱 25mm	外断熱 25mm	複層透明 (3-6-3mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット +パネルヒーター	バルブ制御	便所:人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	無
6	水準3	内断熱 50mm	外断熱 50mm	複層透明 (3-6-3mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット +パネルヒーター	INV制御	便所:人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	無
7	水準4	外断熱 75mm	外断熱 100mm	複層 Low- (6-12-6mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット +パネルヒーター	INV制御	便所:人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	有(20kW)

INV 制御：インバーター制御

2. 学校改修

表 3.2 各対策水準の詳細設定（改修時）

Case No		断熱仕様		窓仕様	庇	空調方式			換気制御	照明方式	太陽光発電
		外壁	屋根			熱源機器	暖房機器	ポンプ制御			
1	1980年仕様	無し	内断熱25mm	単層透明(5mm)	無し	温水ボイラー	鋳鉄製ラジエーター	無し	無し	一般型	無し
2	通常改修	無し	内断熱25mm	単層透明(5mm)	無し	温水ボイラー	鋳鉄製ラジエーター	無し	無し	Hf(高周波点灯)型	無し
3	水準1	無し	内断熱25mm	単層透明(5mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット+パネルヒーター	無し	無し	教室:Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御)	無し
4	水準2	内断熱25mm	内断熱25mm	単層透明(5mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット+パネルヒーター	バイパス制御	便所人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	無し
5	水準3	内断熱25mm	内断熱25mm	複層透明(3-6-3mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット+パネルヒーター	INV制御	便所人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	無し
6	水準4	外断熱75mm	外断熱100mm	複層Low-(6-12-6mm)	有	温水ボイラー	ファンコイルユニット+パネルヒーター	INV制御	便所人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	有(20kW)

INV 制御：インバーター制御

3. 庁舎新築

表 3.1 各対策水準の詳細設定（新築の場合）

Case No	規模	断熱仕様		窓仕様	庇	空調方式			換気制御	照明方式	太陽光発電	
		外壁	屋根			熱源機器	暖房機器	搬送制御				
1	1980年仕様	1,000㎡未満	無し	内断熱25mm	単層透明(5mm)	無	温水ボイラー	ファンコイル	CWV	無	一般型	無
		1,000㎡以上										
2	1990年仕様	1,000㎡未満	内断熱25mm	外断熱25mm	複層透明(5-6-5mm)	無	ヒートポンプエアコン			無	一般型	無
3		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット	CWV			
4	現行水準	1,000㎡未満	内断熱25mm	外断熱50mm	複層透明(5-6-5mm)	無	ヒートポンプエアコン			無	Hf(高周波点灯)型	無
5		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	CAV/CWV			
6	水準1	1,000㎡未満	内断熱50mm	外断熱50mm	複層透明(5-6-5mm)	無	ヒートポンプエアコン			無	事務室:Hf+調光制御(照度補正、昼光制御) その他:Hf型	無
7		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	CAV/CWV			
8	水準2	1,000㎡未満	内断熱50mm	外断熱50mm	複層透明(5-6-5mm)	有	ヒートポンプエアコン			便所人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	無
9		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	VAV/VWV			
10	水準3	1,000㎡未満	外断熱50mm	外断熱75mm	複層透明(複層Low-)(6-12-6mm)	有	ヒートポンプエアコン			便所人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	無
11		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	VAV/VWV			
12	水準4	1,000㎡未満	外断熱75mm	外断熱100mm	複層透明(複層Low-)(6-12-6mm)	有	ヒートポンプエアコン			便所人感	Hf型+調光制御(照度補正、昼光制御、便所人感)	有(20kW)
13		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	VAV/VWV			

CAV(CWV)：定風量(流量)制御、VAV(VWV)：可変風量(流量)制御

4. 庁舎改修

3.2 各対策水準の詳細設定(改修の場合)

Case No	規模	断熱仕様		窓仕様	庇	空調方式			換気制御	照明方式	太陽光発電	
		外壁	屋根			熱源機器		暖房機器				搬送制御
1	1980年仕様	1,000㎡未満	無し	内断熱25mm	単層透明(5mm)	無し	温水ボイラー	ファンコイル	CWV	無し	一般型	無し
		1,000㎡以上										
2	通常改修	1,000㎡未満	無し	内断熱25mm	単層透明(5mm)	無し	ヒートポンプエアコン			無し	Hf(高周波点灯)型	無し
		1,000㎡以上					温水ボイラー	ファンコイル	CWV			
4	水準1	1,000㎡未満	無し	内断熱25mm	単層透明(5mm)	無し	ヒートポンプエアコン			無し	事務室:Hf+調光制御 その他:Hf型	無し
		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット	CWV			
6	水準2	1,000㎡未満	内断熱25mm	外断熱25mm	複層透明(5-6-5mm)	有	ヒートポンプエアコン			便所人感	Hf型+調光制御	無し
		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	CAV/CWV			
8	水準3	1,000㎡未満	内断熱25mm	外断熱50mm	複層透明(5-6-5mm)	有	ヒートポンプエアコン			便所人感	Hf型+調光制御	無し
		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	CAV/CWV			
10	水準4	1,000㎡未満	外断熱75mm	外断熱100mm	複層透明(複層Low-(6-12-6mm))	有	ヒートポンプエアコン			便所人感	Hf型+調光制御	有(20kW)
		1,000㎡以上					吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャージ、氷蓄熱	ファンコイルユニット+単一ダクト	CAV/CWV			

CAV(CWV)：定風量(流量)制御、VAV(VWV)：可変風量(流量)制御

第2章 県有建築物におけるCO₂排出の実態

2.1 県有建築物の機関別面積とCO₂ 排出量

「ふくしまエコオフィス実践計画」に基づいて、2003年度の県有建築物の電気使用量等の実績を基に集計を行った結果を示す。

対象となった機関は、出先機関を含む知事部局、企業局、病院局、警察本部、教育庁（県立学校を含む）であった。なお、県営住宅、職員公舎は対象外であった。

2.1.1 県有建築物の機関種別面積

「ふくしまエコオフィス実践計画」の対象機関についての延床面積（倉庫等を含む）を集計した結果は、以下の表2.1，図2.1 のとおりであった。中でも学校等の占める割合が高く、約6割となっている。

表 2.1 県有建築物の延床面積（2003 年度）

	県庁舎	知事部局出先 (企業局含む)	病院局	学校等	警察署	合計
延床面積 (m ²)	50,700	681,900	76,600	1,261,300 県立学校 1,158,700 その他 102,600	116,200	2,186,700
(%)	2%	31%	4%	58%	5%	100%

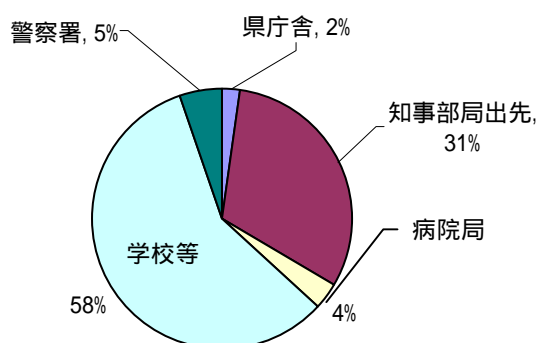


図 2.1 県有建築物全体に占める各機関種別の延床面積構成
(ふくしまエコオフィス実践計画対象範囲内)

2.1.2 県有建築物の機関種別エネルギー消費量

各機関におけるエネルギー消費量については、実績報告より集計を行った。主に施設運用に関連すると思われる発熱量について次表2.2で示し、それらの消費量について集計を行った。

表 2.2 エネルギー種別毎の発熱量

	電力	灯油	A重油	L P G	都市ガス
単位	MJ/kWh	MJ/ L	MJ/ L	MJ/kg	MJ/ m ₃
発熱量	10.05	36.7	39.1	50.2	41.1

出典： 経済産業省/建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断基準 環境省/温室効果ガス排出量算定方法検討会(2003年)

集計の結果を表2.3 に示す。県有建築物全体に占める面積の割合が6割近くある学校等では、単位面積あたりのエネルギー消費量が小さく、学校全体のエネルギー消費量が県有建築物全体に占める割合としては、3割に満たない。一方、他の機関では学校等と比較して、単位面積あたりのエネルギー消費量は4倍近くに上っており、学校等におけるエネルギー消費との格差が非常に大きいことが示された。

表 2.3 県有建築物の機関種別エネルギー消費量 (2003 年度)

	県庁舎	知事部局出先 (企業局含む)	病院局	学校等	警察署	全体
エネルギー消費量 (GJ/年)	117,694	1,143,508	158,016	485,257	99,916	2,004,391
(%)	4%	57%	8%	24%	5%	100%
単位面積あたり エネルギー消費量 (MJ/年m ²)	2,321	1,677	2,063	385	860	917

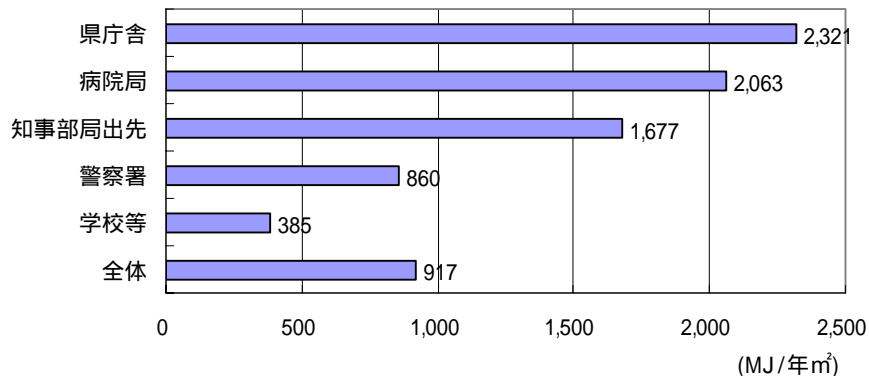


図 2.2 県有建築物の機関別エネルギー消費量

2.1.3 県有建築物の機関種別CO₂排出量

集計されたエネルギー種別ごとにCO₂の排出係数を用い、県有建築物から排出されるCO₂量を求めた。算出に用いた排出係数は、表2.4のとおりとした。

表 2.4 エネルギー種別排出係数

	電力	灯油	A重油	L P G	都市ガス
単位	kg-CO ₂ /kWh	kg-CO ₂ / L	kg-CO ₂ / L	kg-CO ₂ /kg	kg-CO ₂ / m ³
排出係数	0.378	2.49	2.71	3.001	2.11

出典；環境省/温室効果ガス排出量算定方法検討会（2003年）

結果を表2.5 に示す。県有建築物全体のCO₂ 排出量のうち知事部局出先（企業局含む）が最も割合が多く53%、学校等が27%、病院は9%であった。また、県庁舎は単体で6%を占めていた。

従って、機関種別の単位面積あたりのCO₂ 排出量については、表2.5 に示すように、病院が最も排出量が多く、次いで県庁舎、知事部局出先と警察署の順となった。学校等は最も少なく19kg-CO₂/年m²で、他の機関の2～4分の1にとどまっていた。

表2.5 県有建築物からのCO₂排出量（2003年度）

	県庁舎	知事部局出先 (企業局含む)	病院局	学校等	警察署	全体
CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)	4,964	47,050	8,183	23,469	4,325	87,991
(%)	6%	53%	9%	27%	5%	100%
単位面積当たり CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /年m ²)	98	69	107	19	37	40

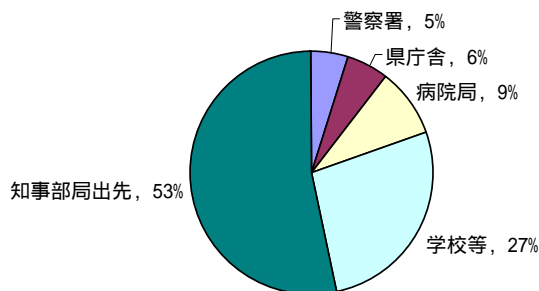


図 2.3 県有建築物からのCO₂ 排出構成

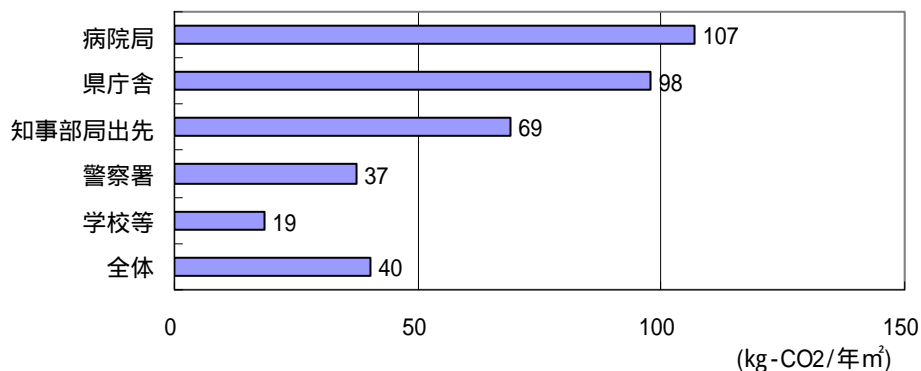


図 2.4 県有建築物の延床面積あたりCO₂ 排出量 (kg-CO₂/年m²)

2.2 施設別分析

2.2.1 県立学校のCO₂ 排出実態

2.1 において「学校等」に分類されている県立学校について、施設整備状況及びCO₂ 排出量に関して更に分析を行った。

(1) 県立学校の施設構成

2003年度の学校施設台帳より、教育庁の管轄する県立学校の床面積、及び生徒数の集計を行った。なお、集計に際しては教育課程の種別をもとに次のような3種別に各学校を分類した。

- ・普通高校；普通科のみを有する高校（専門学校との併設を含む）
- ・専門高校；商業科、工業科、農業科、その他職業に関する専門学科を有する高校
- ・盲聾養護；盲学校、聾学校、養護学校

郡山萌世高校及び各分校は除く

表2.6 に、分類ごとの学校数、生徒数、延床面積合計値を示す。延床面積の集計にあたっては、公立学校施設台帳に基づく、保有面積とした。但し、教員住宅等を除く。

表 2.6 学校種別生徒数、延床面積

	普通高校	専門高校	盲聾養護
学校数	60	25	13
生徒数	39,914 人	16,920 人	827 人
延床面積合計	640,568 m ²	406,953 m ²	88,785 m ²

対象面積の考え方：含まれる建物・・・校舎、屋内運動場、寄宿舍、部室、柔剣道場、倉庫、屋外便所

含まれない建物・・・同窓会館

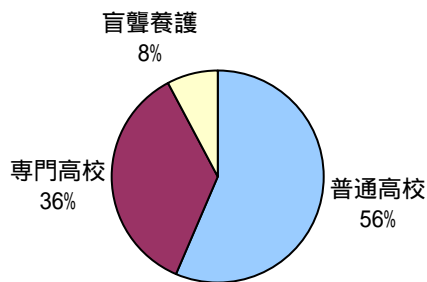


図 2.5 県立学校における各学校種別の面積割合

(2) 年間一次エネルギー消費量

学校種別ごとのエネルギー消費量を集計した。学校が管理する校舎、体育館及び同一敷地内に存する建物のエネルギー消費量の合計とした。

表2.7 に区分ごとのエネルギー消費量を示す。どのエネルギー種別でも、専門高校、普通高校、盲聾養護の順に使用量が増えている。発熱量で換算した一次エネルギー消費量 についても同様の結果がみられた。

盲聾養護では教科での使用のほか、調理等に利用される都市ガス、LP ガスの量が多い。

表 2.7 一次エネルギー消費量（単位延床面積あたり）

		普通高校	専門高校	盲聾養護
電気	kWh/年m ²	23.8	21.9	27.2
灯油	L/年m ²	1.5	1.5	3.3
A重油	L/年m ²	1.9	1.7	3.6
L P ガス	M3/年m ²	0.03	0.04	0.38
都市ガス	M3/年m ²	0.08	0.005	0.14
一次エネルギー消費量	MJ/年m ²	374	344	560

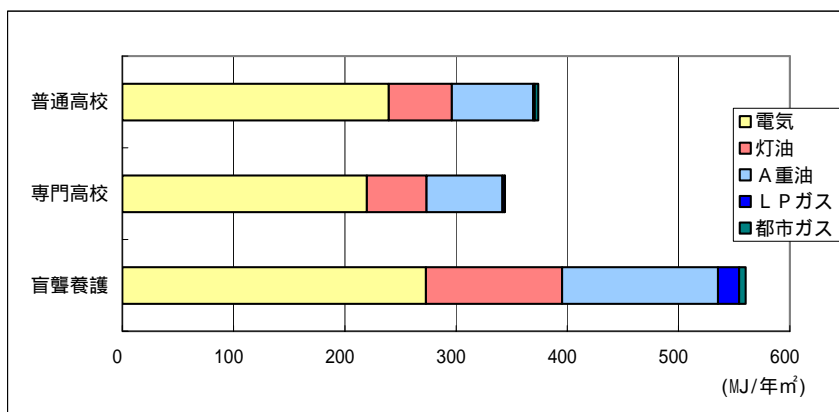


図 2.6 学校種別のエネルギー消費量

更に、学校ごとの単位面積あたりエネルギー消費量について、50MJ/年m²増えるごとの学校数の分布を図2.7 に示す。普通高校では150～600MJ/年m²の間に、専門高校は200～550MJ/年m²の間、盲聾養護では350～600MJ/年m²に多くの学校が含まれることが示された。

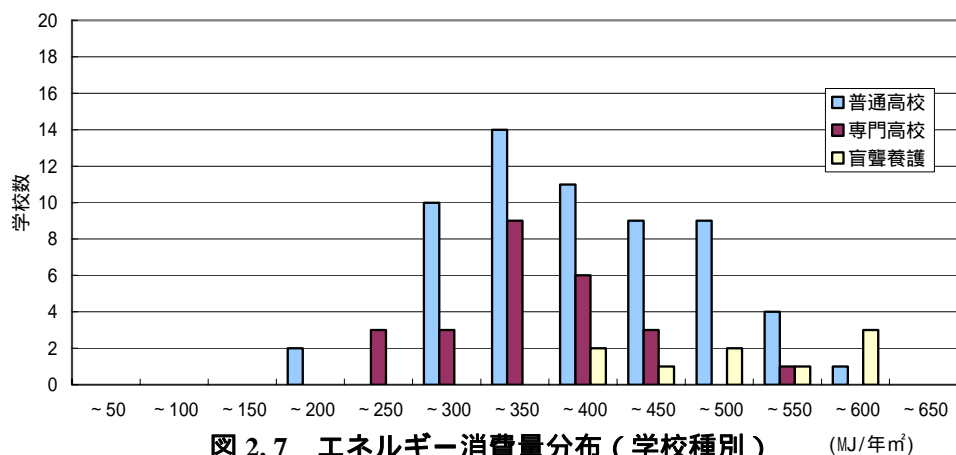


図 2.7 エネルギー消費量分布（学校種別） (MJ/年m²)

(3) CO₂ 排出量

1) 学校種別CO₂ 排出量

各学校区分における年間CO₂ の総排出量と単位面積あたりのCO₂ 排出量の平均を集計した。

なお、CO₂ 排出係数は表2.4 の値を使用した。

表 2.8 学校種別のCO₂ 排出量

	普通高校	専門高校	盲聾養護
CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	11,645	6,825	2,639
単位延床面積あたり CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /年m ²)	18.2	16.8	29.7

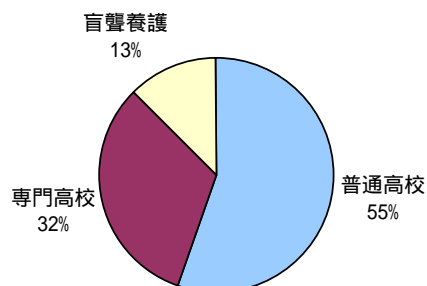


図 2.8 学校種別CO₂ 排出量の構成

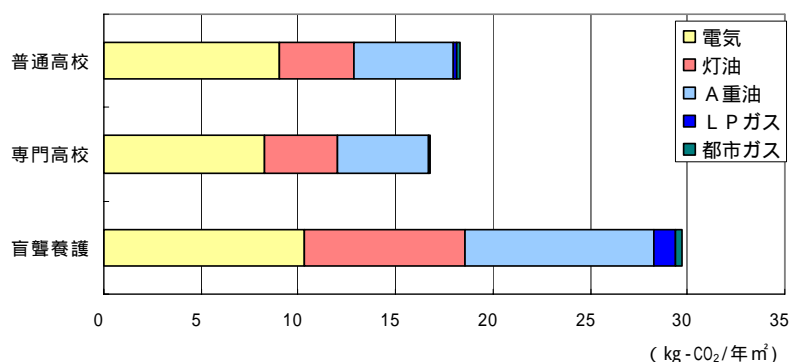


図 2.9 学校種別単位面積あたりCO₂ 排出量

2) 学校種別、方部別エネルギー消費量とCO₂ 排出量

さらに、表2.9で各校の所在地の方部（会津、中通り、浜通り）ごとに区分し、それぞれのCO₂排出量を集計した。

表 2.9 学校種別、方部別 CO₂ 排出量

	普通高校			専門高校			盲聾養護		
	会津地方	中通り	浜通り	会津地方	中通り	浜通り	会津地方	中通り	浜通り
電気	8.5	9.5	8.4	7.9	8.8	7.6	11.9	10.5	8.2
灯油	4.5	3.7	3.7	6.1	2.4	4.0	1.0	9.8	8.5
A重油	5.2	6.2	2.8	1.5	8.0	1.6	18.8	8.7	6.9
LPガス	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1.2	1.0	1.5
都市ガス	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
CO ₂ 排出量	18.3	19.6	15.4	15.6	19.4	13.3	32.9	30.5	25.1

(単位: kg - CO₂/年m²)

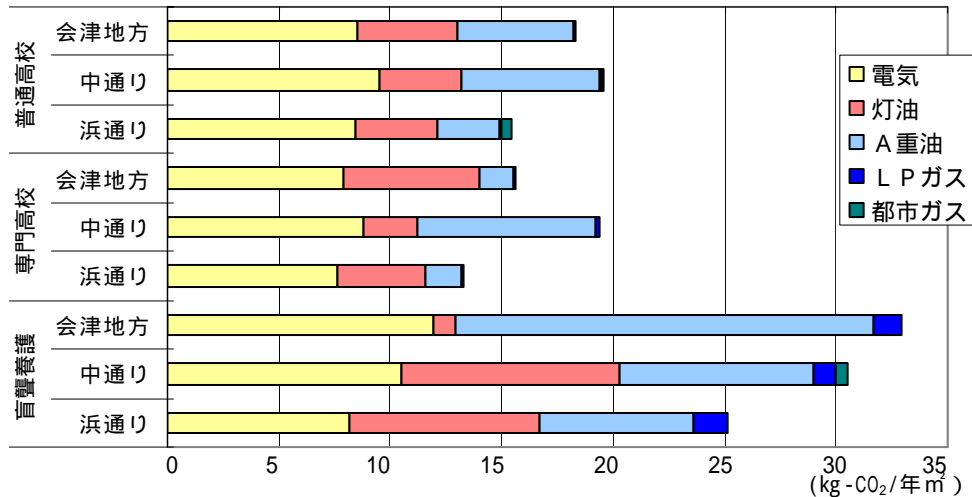


図 2.10 単位面積あたりCO₂排出量

3)建設年代別エネルギー消費量とCO₂ 排出量

各校の建設年代(各校で最も多くの延床面積を占めている建設年代として特定)を1990年以前と1991年以降に区分し、表2.10にそれぞれのエネルギー消費量とCO₂排出量を集計した。県立学校全体の場合は、新しい学校が古い学校と比較して約5%多くなっている。表2.11で学校種別ごとにみると、新しい学校は古い学校と比較して普通高校、専門高校では約10%減少しているが、盲聾養護は約15%増加している。図2.13、図2.14、図2.15に各校の単位面積あたりCO₂排出量を示す。

表 2.10 県立学校(普通高校、専門高校、盲聾養護)の建設年代別エネルギー消費量とCO₂排出量

	1990年以前	1991年以降
学校数	91	7
延床面積合計(m ²)	1,029,927	106,379
単位面積あたりエネルギー消費量(MJ/年m ²)	377	386
延床面積あたりCO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /年m ²)	18.5	19.3

表 2.11 学校種別、建設年代別エネルギー消費量とCO₂排出量

	普通高校		専門高校		盲聾養護	
	1990年以前	1991年以降	1990年以前	1991年以降	1990年以前	1991年以降
学校数	56	4	24	1	11	2
延床面積合計(m ²)	579,236	61,332	385,091	21,862	65,600	23,185
単位面積あたり一次エネルギー消費量(MJ/年m ²)	379	324	345	322	542	612
延床面積あたりCO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /年m ²)	18.5	15.4	16.8	15.4	28.5	33.3

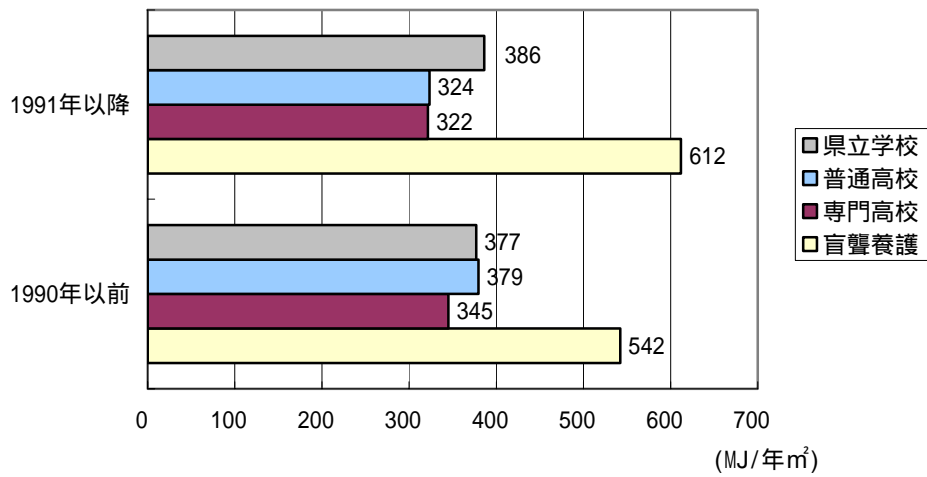


図 2.11 延床面積あたり一次エネルギー消費量

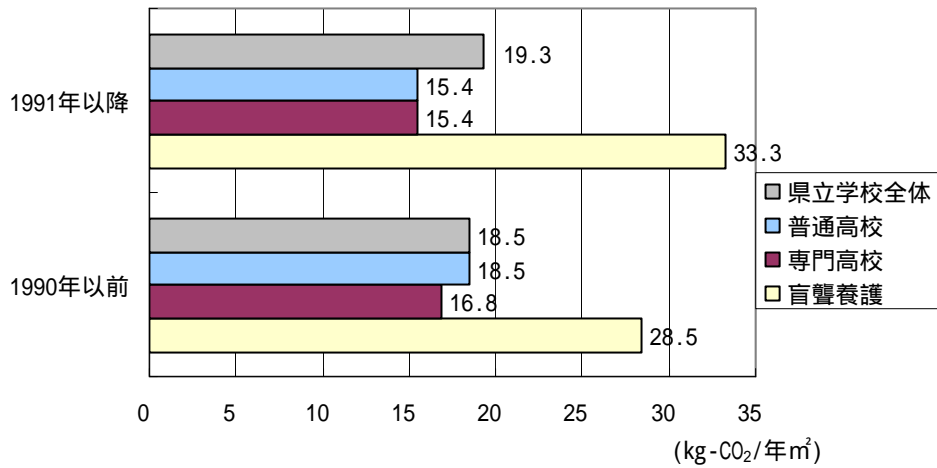


図 2.12 延床面積あたりCO₂ 排出量

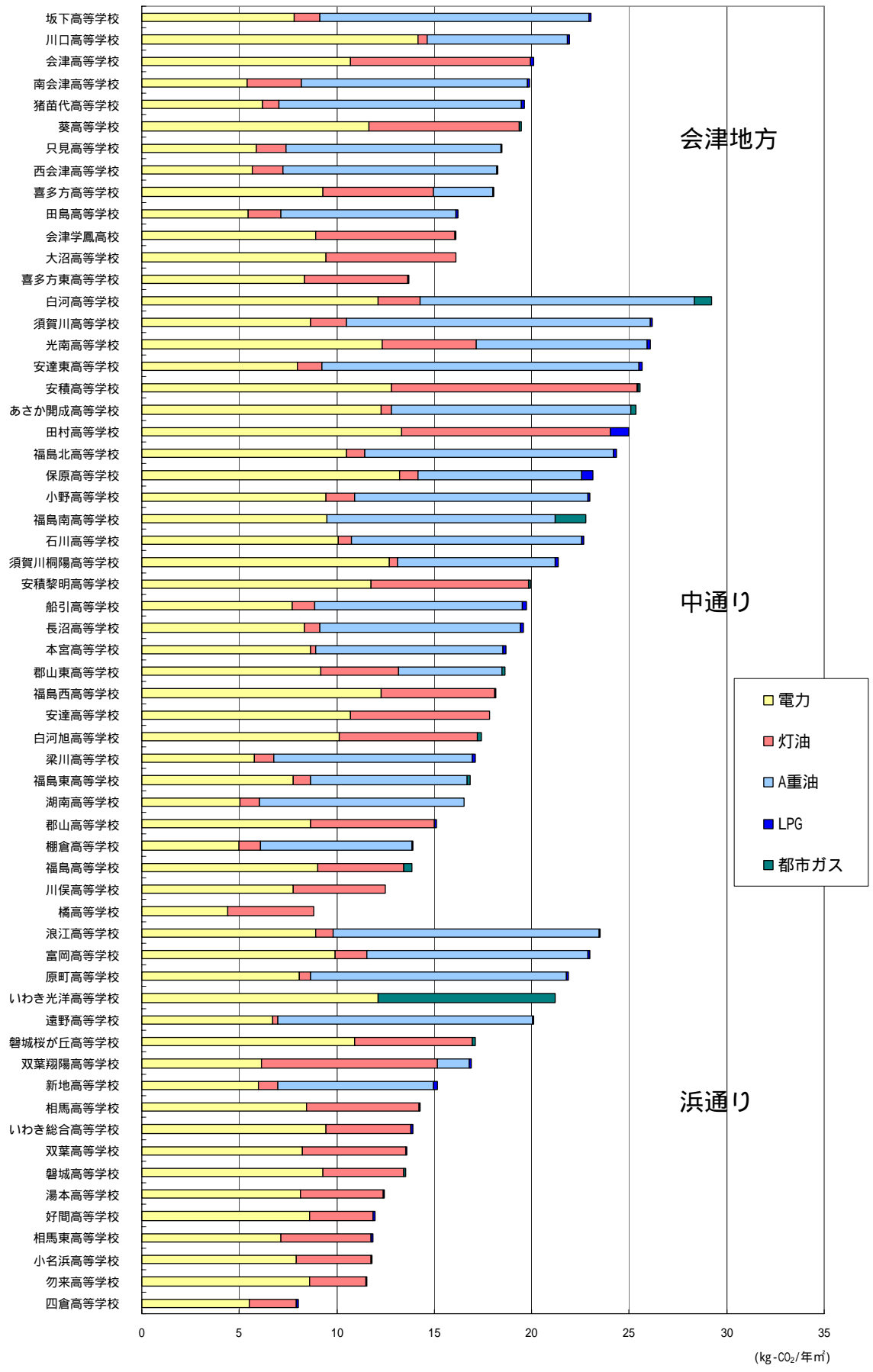


図 2.13 普通高校の単位面積あたりCO₂ 排出量

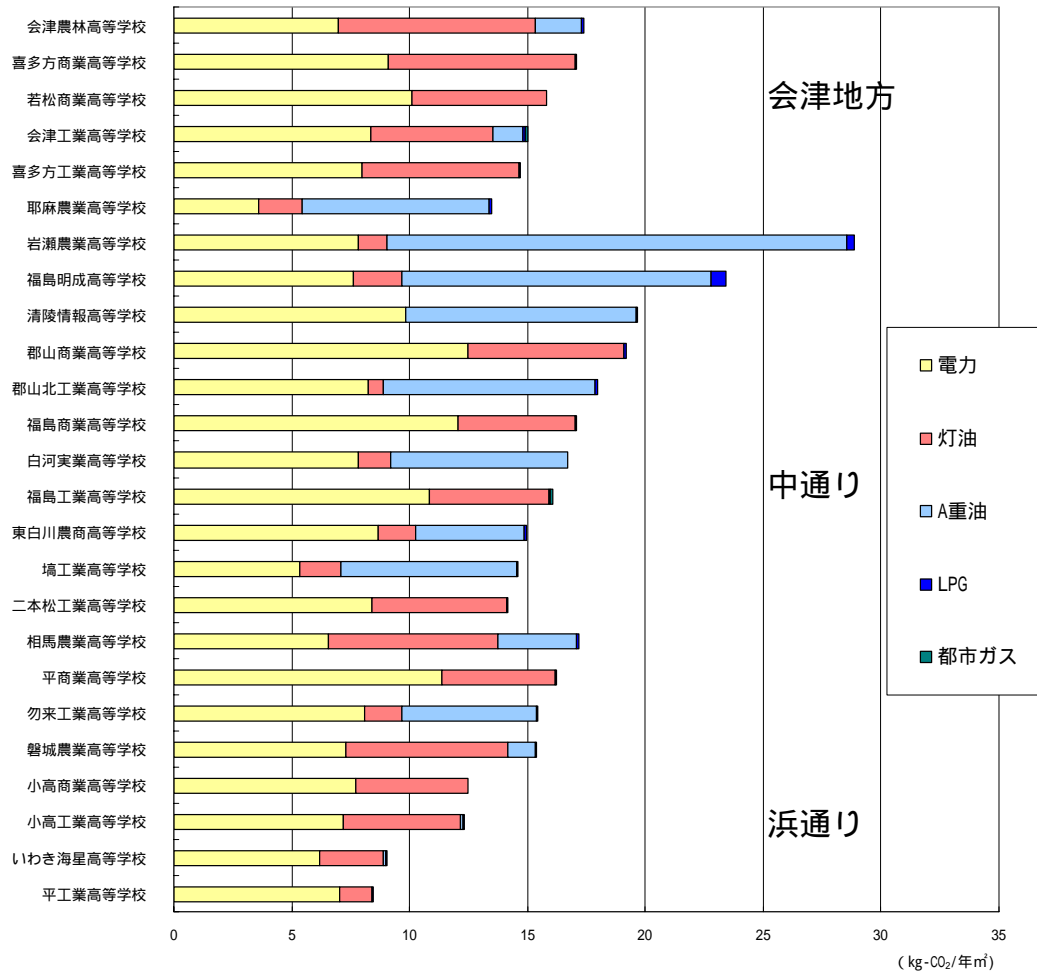


図 2.14 専門高校の単位面積あたりCO₂ 排出量

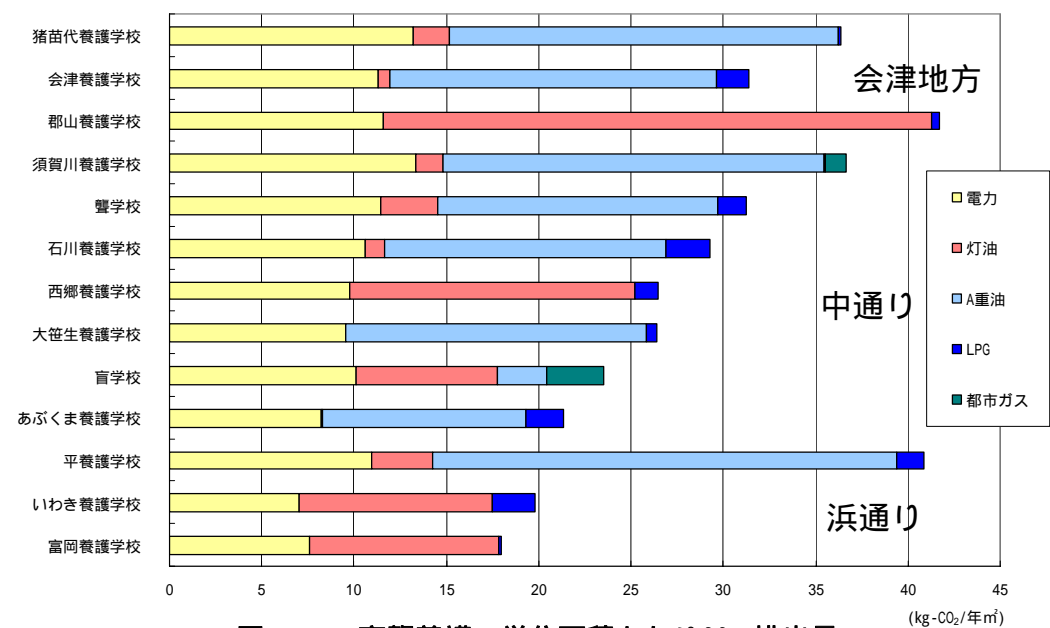


図 2.15 盲聾養護の単位面積あたりCO₂ 排出量

2.2.2 庁舎の施設整備状況とCO₂ 排出実態

2.1 において分析対象となった県有建築物のうち、「学校等」に分類されている県立学校以外の施設、「庁舎」として分類される施設についてCO₂ 排出量に関して更に分析を行った。

(1) 庁舎の施設構成

分析の対象となった施設は、表2. 12 に示される用途に分類されるような施設のうち表2. 13 による施設であった。

表 2.12 用途分類

用途	内訳
教育・文化施設	教育センター
福祉医療施設	児童相談所、保健福祉事務所等
産業施設	各試験場等
行政施設	県庁舎、合同庁舎、警察署等

表2. 13 に、用途ごとの延床面積合計値を示す。延床面積の集計にあたっては、2003年度財産台帳の各施設の事務所面積を参考とした。（畜舎、倉庫等の面積は含まない）

表 2.13 用途別延床面積（分析対象施設）

用途	教育・文化	福祉医療施設	産業施設	行政施設	合計	病院（参考）
延床面積（㎡）	7,634	28,056	45,982	181,233	262,906	73,274
施設数	1	14	29	61	105	10

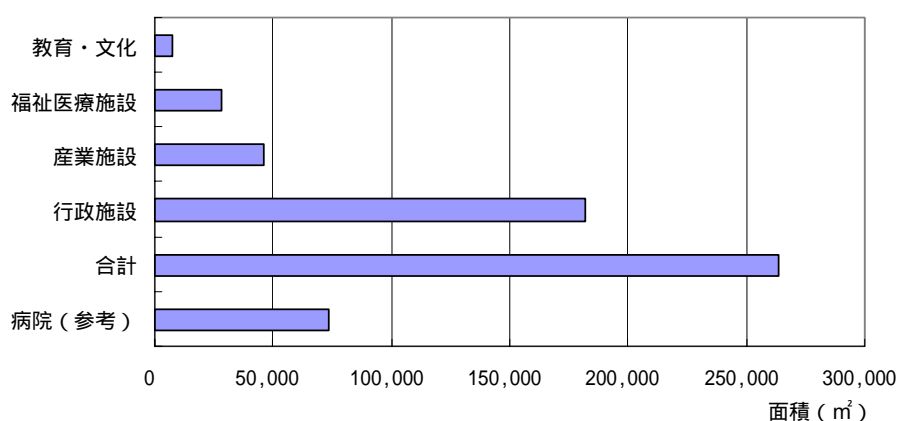


図 2.16 分析対象となった庁舎の用途別面積

(2) 年間一次エネルギー消費量

用途別のエネルギー消費量を集計した。なお、2.2.1 節の県立学校での分析と同様に今回の集計に際しては表2. 2 で用いた発熱量を用いた。

表2. 14 、図2. 17 に分析対象となった施設ごとの用途別エネルギー消費量を示す。なお、産

業施設、行政施設における電力使用量については、一部、事業用（試験・実験など）に使用された電力も多く含まれていること、また、警察署については所管内の駐在所の電力等も含まれていたため、大きな値となっている。

表 2.14 一次エネルギー消費量（単位延床面積あたり）

		教育・文化	福祉医療施設	産業施設	行政施設	全体	病院（参考）
電気	kWh/年m ²	96.4	92.8	163.8	149.5	144.4	115.9
A重油	L/年m ²	6.5	7.1	11.8	3.2	5.2	17.2
都市ガス	m ³ /年m ²	0	0.9	1.2	0.3	0.5	0.2
L P ガス	m ³ /年m ²	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3
灯油	L/年m ²	2.9	1.9	3.5	2.9	2.9	7.6
一次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1359.4	1330.5	2033	1762	1751.7	2156.5

事業用（試験・実験など）の使用を量含む

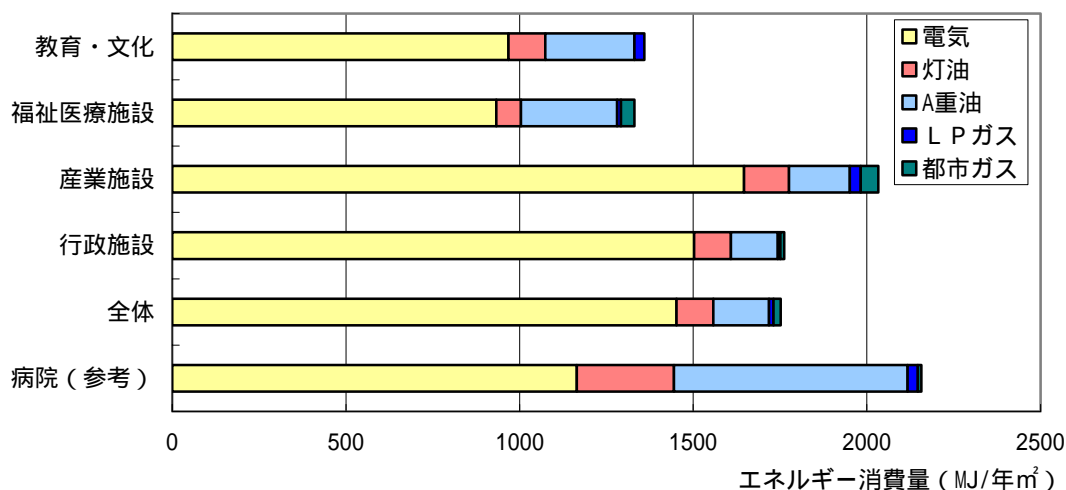


図 2.17 用途別のエネルギー消費量

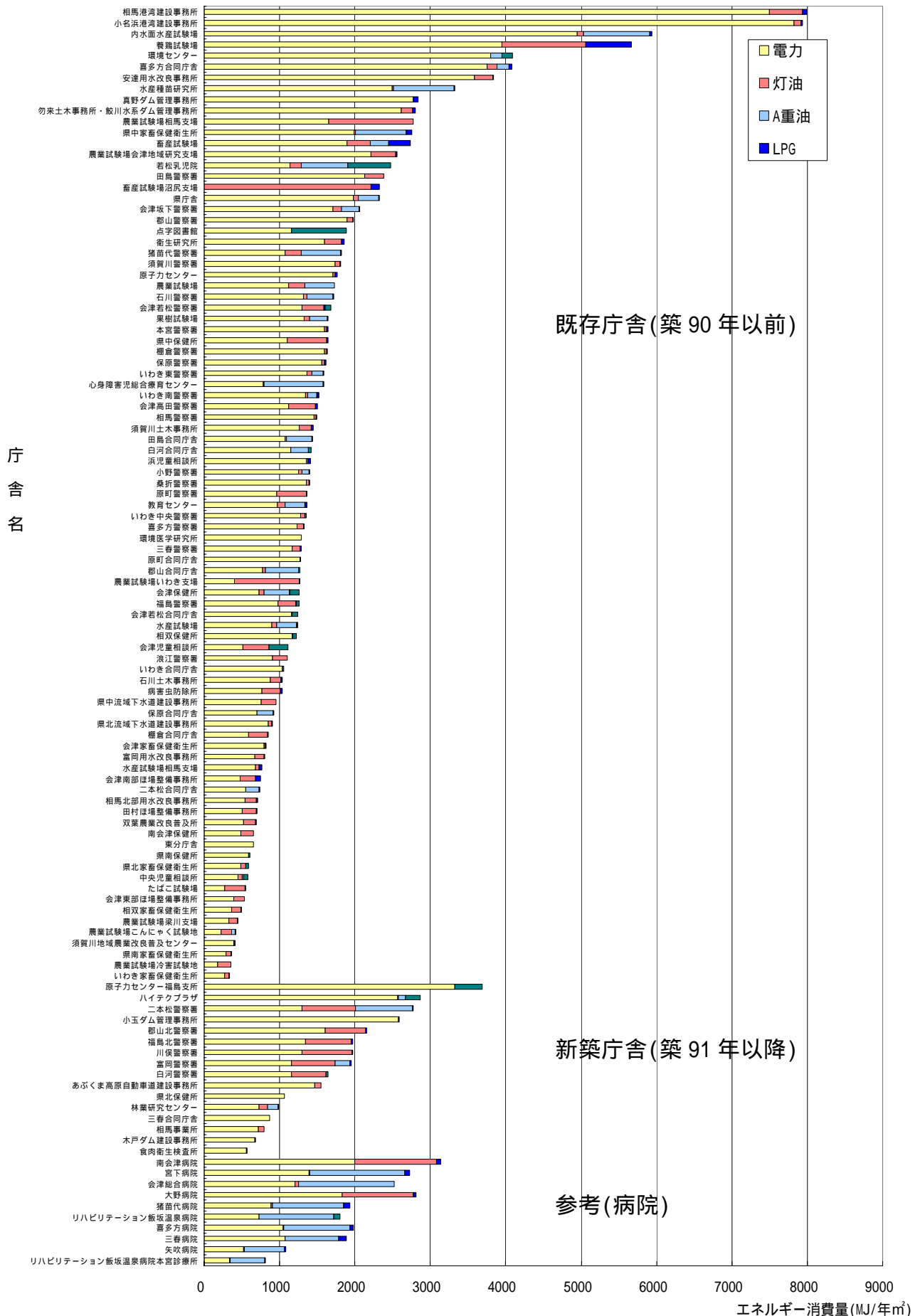


図 2.18 分析対象施設のエネルギー消費量

更に、施設ごとの単位面積あたりエネルギー消費量について、250MJ/年㎡増えるごとの施設数の分布を図2.19 に示す。同様に、250MJ/年㎡増えるごとの延床面積集計を図2.20 に示す。

施設数では、単位面積あたりのエネルギー消費量が750MJ/年㎡前後の建物が多いことが分かる。一方、延床面積を集計した場合は、750～1,250MJ/年㎡のエネルギー消費量に面積が多く分布していることから、前述の750MJ/年㎡前後の施設は建物規模が小さく(床面積が小さい)、単位面積あたりのエネルギー消費量が多い建物は比較的規模が大きいことがうかがえる。

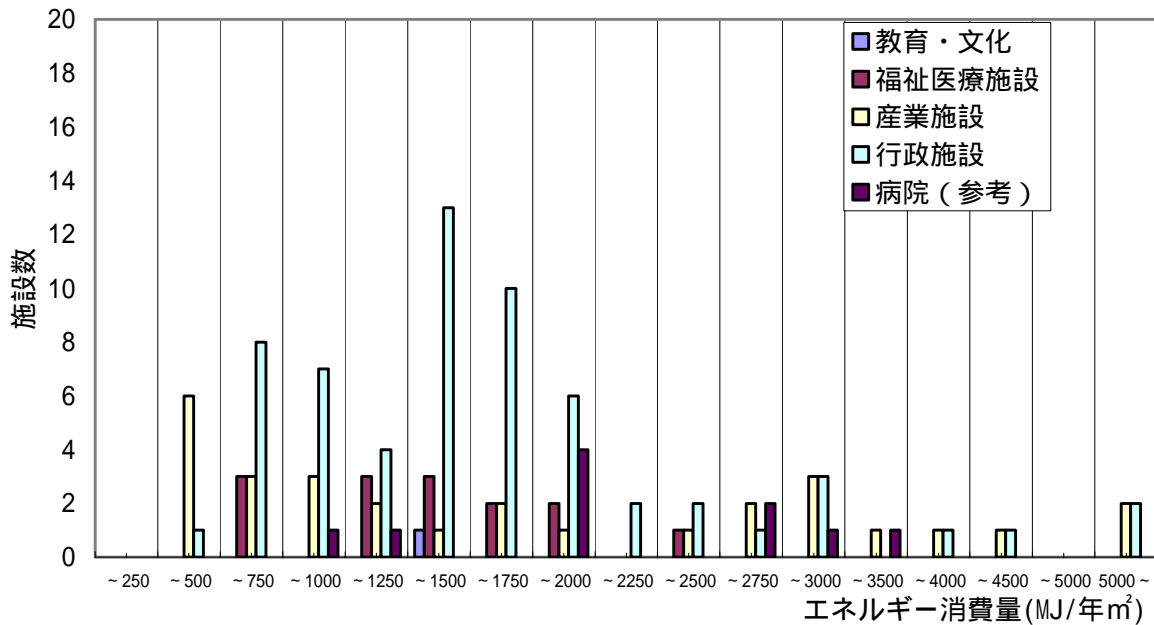


図 2.19 エネルギー消費量の頻度分布 (用途別)

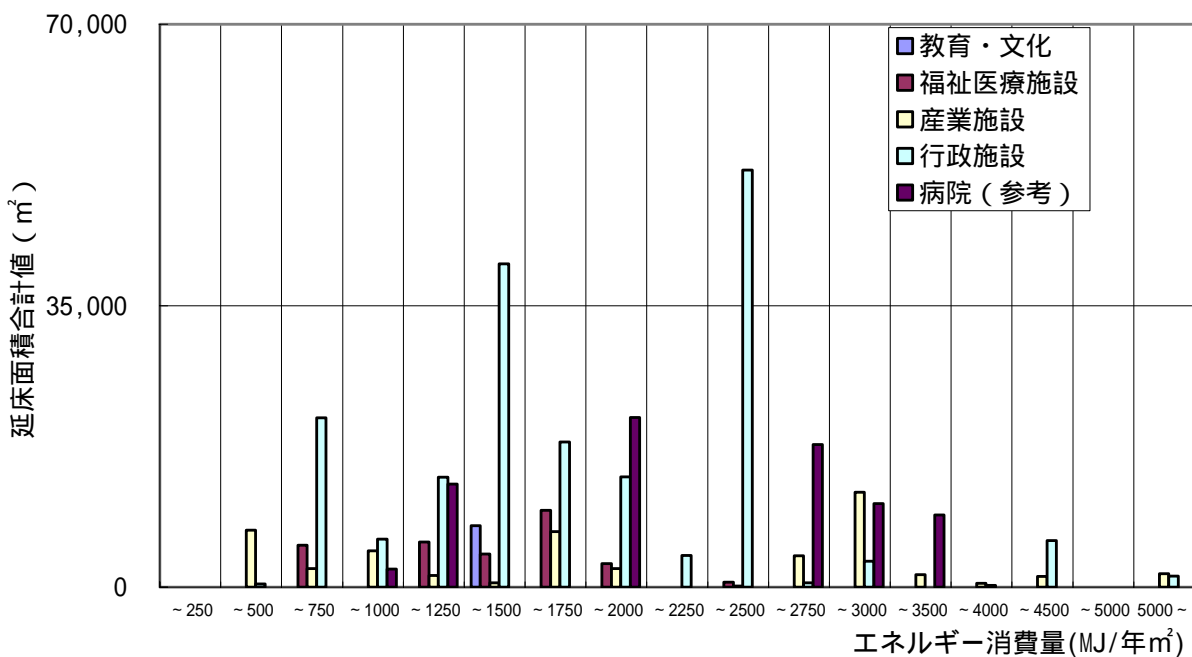


図 2.20 エネルギー消費量の面積分布 (用途別)

(3) 用途別CO₂ 排出量

各用途における年間CO₂ の総排出量と単位面積あたりのCO₂ 排出量の平均を集計した。なお、CO₂排出係数は表2.4 の値を使用した。各施設のCO₂ 排出量を、表2.15、図2.21 に示す。

表 2.15 用途別のCO₂ 排出量

用途	教育・文化	福祉医療施設	産業施設	行政施設	全体	病院（参考）	
CO ₂ 排出量	kg-CO ₂ /年m ²	63.1	61.8	87.3	74.1	74.8	111.7

事業用（試験・実験など）の使用量を含む

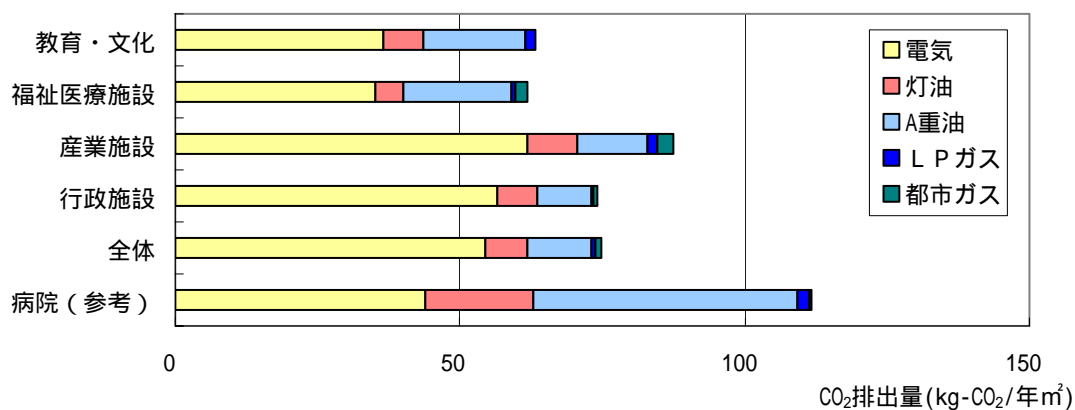


図 2.21 用途別のCO₂ 排出量（運用起源）

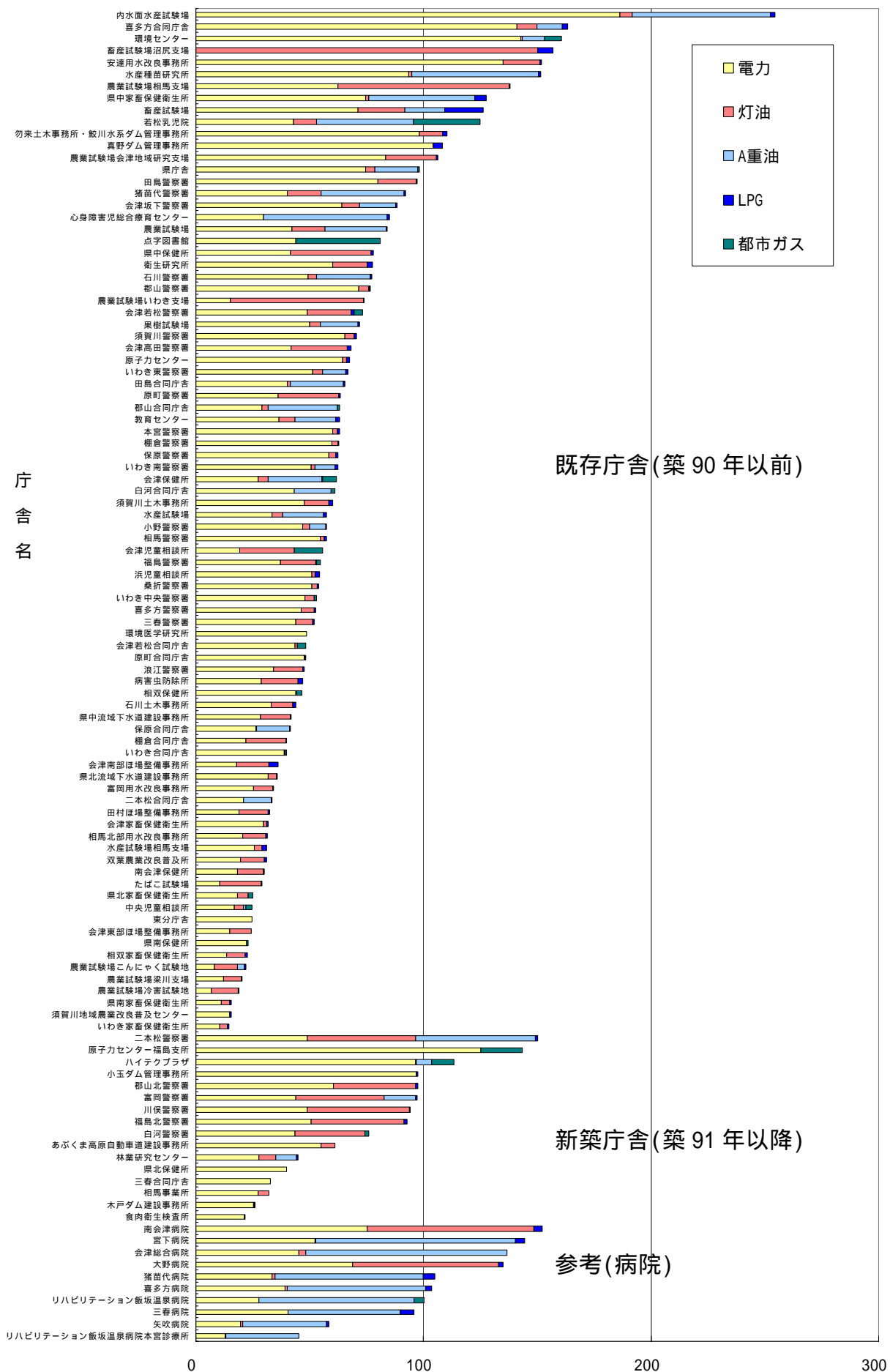


図 2.22 分析対象施設のCO₂ 排出量 (運用起源)

(4) 建設年代別エネルギー消費量とCO₂ 排出量

各施設の建設年代を1990 年以前と1991 年以降に区分し、それぞれのエネルギー消費量とCO₂ 排出量を集計した。

1)分析対象施設の建設年代構成

各施設の建設年代を、各施設で最も多くの延床面積を占めている建設年代として特定し、分類を行った。構成を表2.16 に示す。

表 2.16 分析対象施設の建設年代構成

用途	教育・文化	福祉医療施設	産業施設	行政施設	合計	病院（参考）
延床面積 (m ²)						
既存庁舎 (1990 年以前築)	7,634	23,869	30,536	165,045	227,083	53,902
新築庁舎 (1991 年以降築)	0	4,187	15,447	17,205	36,839	19,372
計	7,634	28,056	45,982	182,249	263,922	73,274
施設数						
既存庁舎 (1990 年以前築)	1	13	25	50	89	8
新築庁舎 (1991 年以降築)	0	1	4	12	17	2
計	1	14	29	62	106	10

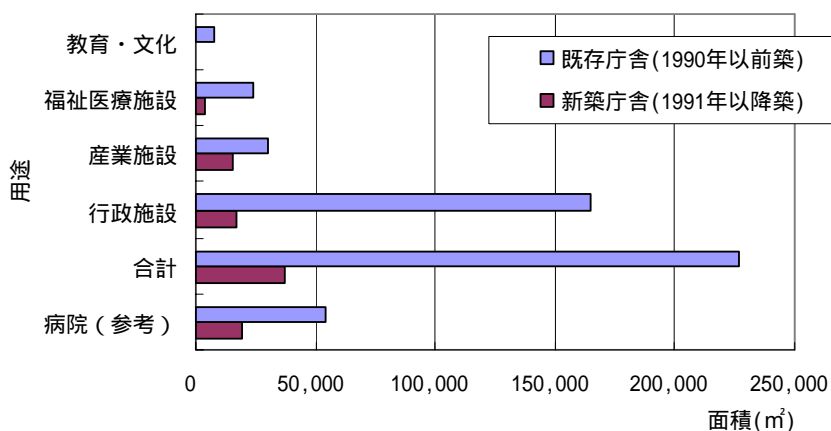


図 2.23 分析対象施設の建設年代構成

2)建設年代別エネルギー消費量CO₂ 排出量

1)で分類された建設年代に従って、表2.17に延床面積あたりの運用に伴う年間一次エネルギー消費量と表2.18にCO₂ 排出量を算出した。

表 2.17 庁舎の建設年代別エネルギー消費量 (MJ/年㎡)

用途	教育・文化	福祉医療施設	産業施設	行政施設	全体	病院(参考)
既存庁舎(1990年以前築)	1,359	1,359	1,913	1,752	1,720	1,867
新築庁舎(1991年以降築)	0	1,062	2,270	1,859	1,943	2,963

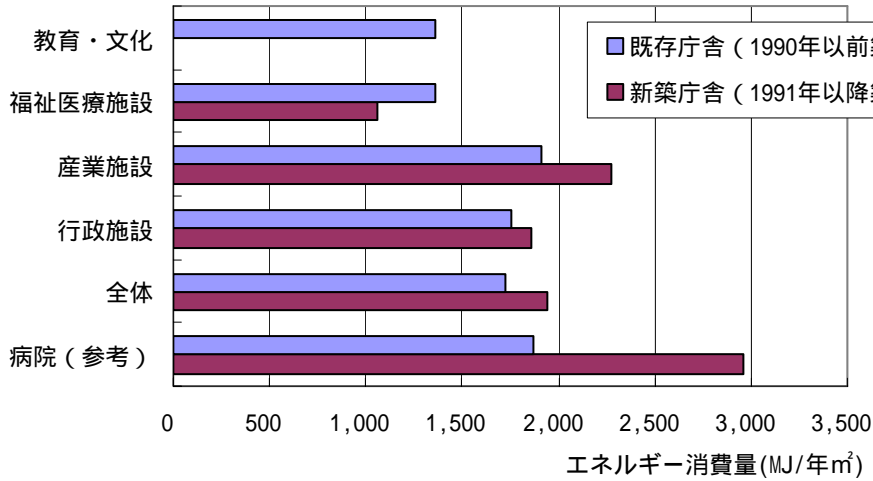


図 2.24 建設年代別の延床面積あたり一次エネルギー消費量

表 2.18 庁舎の建設年代別CO₂排出量 (kg-CO₂/年㎡)

用途	教育・文化	福祉医療施設	産業施設	行政施設	全体	病院(参考)
既存庁舎(1990年以前築)	63.1	64.6	85.4	72.8	73.3	100.5
新築庁舎(1991年以降築)	0	40.0	91.2	87.2	83.4	142.9

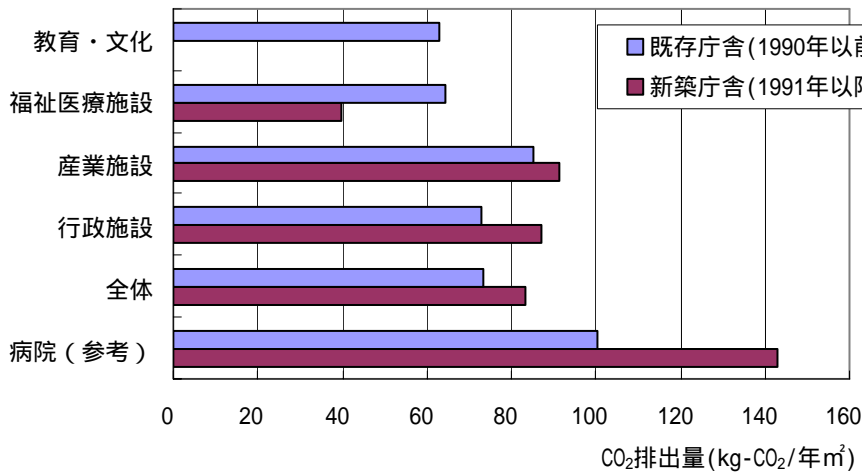


図 2.25 建設年代別の延床面積あたりCO₂排出量

第3章 県有建築物の整備状況とCO₂削減の可能性

3.1 学校建築物整備によるCO₂削減の検討

今後、県内の学校建築物整備において福島県環境共生建築計画・設計指針（以下「指針」という）を適用し、CO₂削減対策を講じた場合に、2012年までに期待される県立学校の建築物整備全体におけるCO₂の削減効果、及びこれに伴う財政負担への影響について試算を行った。

3.1.1 県内の学校建築物の整備状況

(1) 2004年における県立学校の延床面積¹

本県の県立学校(盲聾養護含む)における2004年の学校建築物の延床面積について、表3.1、図3.1に各棟の建設年代ごとに分類して集計を行った。2004年現在、約半数の校舎が1975年以前に建設された、築30年以上の校舎建物であった。

表3.1 県立学校建築物の築年代別延床面積集計

建設年代	～1970年	～75年	～80年	～85年	～90年	～95年	～2000年	～2004年	合計
延床面積(m ²)	412,754	219,938	152,972	151,917	58,690	54,198	63,606	44,660	1,158,735
(%)	35.6%	19.0%	13.2%	13.1%	5.0%	4.7%	5.5%	3.9%	100%

1 県立学校の延床面積は2004年(平成16年)3月31日現在のデータを用いている。

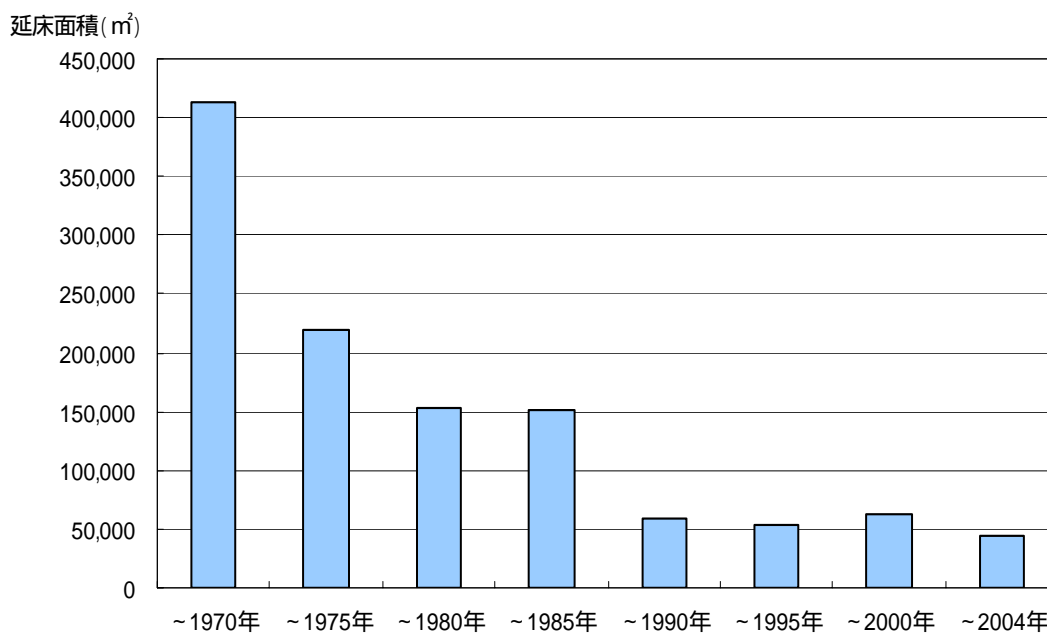


図3.1 県立学校建築物の築年代別延床面積集計

(2) 県立学校の建築物整備水準

県立学校の建築物整備水準として新築計画の際に適用される整備技術概要を表3.2に示す。

表 3.2 県立学校の整備技術概要

技術項目		2005年(H17年現設計)水準		1990年(H2年)水準		1980年(S55年)水準			
建築	断熱材	厚さ	屋根	30mm	25mm	25mm			
			壁	25mm	25mm	なし			
			床(基礎外周)	30mm	25mm	なし			
	材質	硬質ウレタンフォーム(吹付含む) ポリスチレンフォーム		ポリスチレンフォーム(B類種)		同左(吹付含む)			
外部建具	材質	アルミサッシ(B種)		同左		同左(A種)			
	ガラス	ペアガラス(3+6+3)		単板ガラス		同左			
電灯設備	照明器具	形式	Hf蛍光灯器具等のレバー器具(省エネ形)		一般型蛍光灯(省エネ形)		一般型蛍光灯		
			教室はHf32×2(天井埋込形) 12台		FL40W×2 2連結×6台		FL40W×1 2連結×6		
		制御	事務室、会議室、教室等は1列毎に点灯できる方式		事務室、会議室、教室等は連結毎に点灯できる方式		同左		
	廊下、ホール等は間引き消灯できる方式		同左		特に定まっていない				
	所要平均照度	室名		照度		教室 400lx	教室 250lx		
		教室、校長室、会議室、保健室、体育館		400lx					
事務室、職員室		500lx							
情報処理室、LL教室		800lx							
実習室		400lx(800lx)							
図書室		700lx							
空調制御設備	熱負荷計算	暖冷房時乾球温度	室名	冬期(暖房)	夏期(冷房)	室名	冬期(暖房)	夏期(冷房)	冬期(暖房) 事務室、教室、 便所 18~20 廊下、体育館：なし 夏期(冷房)なし
			教室、便所等	22(PMH)	なし	教室、便所等	22(FC)	なし	
			事務室、職員室、 情報処理室、 図書室等	22(PMH、FC)	26(EHP)	事務室、職員室、 情報処理室、 図書室等	22(FC)	26(EHP)	
			実習室等	22(FC)	なし				
			廊下、 体育館等	なし	なし	廊下、 体育館等	なし	なし	
	空調機器	使用燃料	灯油(建設場所等状況を考慮し、比較決定)			A 重油			同左
	放熱器	放熱器	教室はレバー、特別教室はファンコイル			教室、特別教室はファンコイル			教室はレバー、 特別教室はファンコイル
			実習室、校長室、事務室、保健室等はファンコイル			実習室、校長室、事務室、保健室等はファンコイル			
	熱源機器	熱源機器	(暖房)温水ボイラー 1台 (冷房)EHP			同左			蒸気ボイラー 1台
	換気設備	室名		換気量	換気方式	室名	換気量	換気方式	教室：なし 便所：5~15回/h(3種) 事務室、職員室、実習室等： 必要換気量(3種)
教室		なし	なし	教室	なし	なし			
便所、更衣室等		5~15回/h	3種	便所	5~15回/h	3種			
事務室、職員室、 情報処理室、 図書室等		20~30m ³ /h・人	1種(熱交換型)	事務室、職員室、 情報処理室、 図書室等	20~30m ³ /h・人	1種(熱交換型)			
実習室等		機器必要換気量	3種	実習室等	機器必要換気量	3種			
監視制御	中央監視制御	熱源機器等の制御	レバー、ファンコイルによる熱源機器等の自動発停			同左			なし
			配管内温度による凍結防止運転			同左			なし
			オイルの油量制御及び残油量の監視			なし			なし
			地震時の熱源停止			同左			同左
		送水温度の制御	温水ボイラー、ファンコイルの三方弁制御			なし			なし
			外気温度による送水温度制御			同左			なし
空調機器の制御	事務室よりファンコイル及びファンコイルの遠方発停			なし			なし		
	レバーによる温水ボイラー系統の室温制御			なし			なし		
適用年代の設定		2006年以降		1991~2005年		1990年以前			

(3) 1990 年以降の延床面積の推移トレンド

1991～2005 年までに増加した延床面積は、(1)に示すとおり 162,464 m²であった。一方同じ時期に取壊された面積を表 3.3 に示す。学校施設台帳をもとに、1991 年（平成 3 年）以降取壊された面積の実績値により、集計を行った。なお、取壊し面積については、施設台帳にデータが残されていたものを利用した。

表 3.3 1991 年以降 2004 年までの取壊し面積（学校）

建設年代	～1970 年	～75 年	～80 年	～85 年	～90 年	～95 年	～2000 年	～2005 年	合計
取壊面積 (m ²)	52,081	2,558	1,159	2,267	457	238	0	0	58,760

(4) 県内の県立学校における延床面積の推移（試算）

延床面積の推移について、以下の想定条件に基づいて 2012 年までの試算を行った。各年代の内訳とその面積推移を図 3.2 に示す。

今後の取壊しのペースは、従来との推移と同等と見込む（14 年間で 58,760 m²）、
2006 年以降、新築は行わず、改築（既存校舎の取壊しを伴う新築）のみ行う。

上記の仮定に従って試算した場合、2012 年の総延床面積は 1990 年に比較して 6%増加する結果となった。なお、2000 年の総延床面積の増加率は、1990 年に比べて 8%であった。

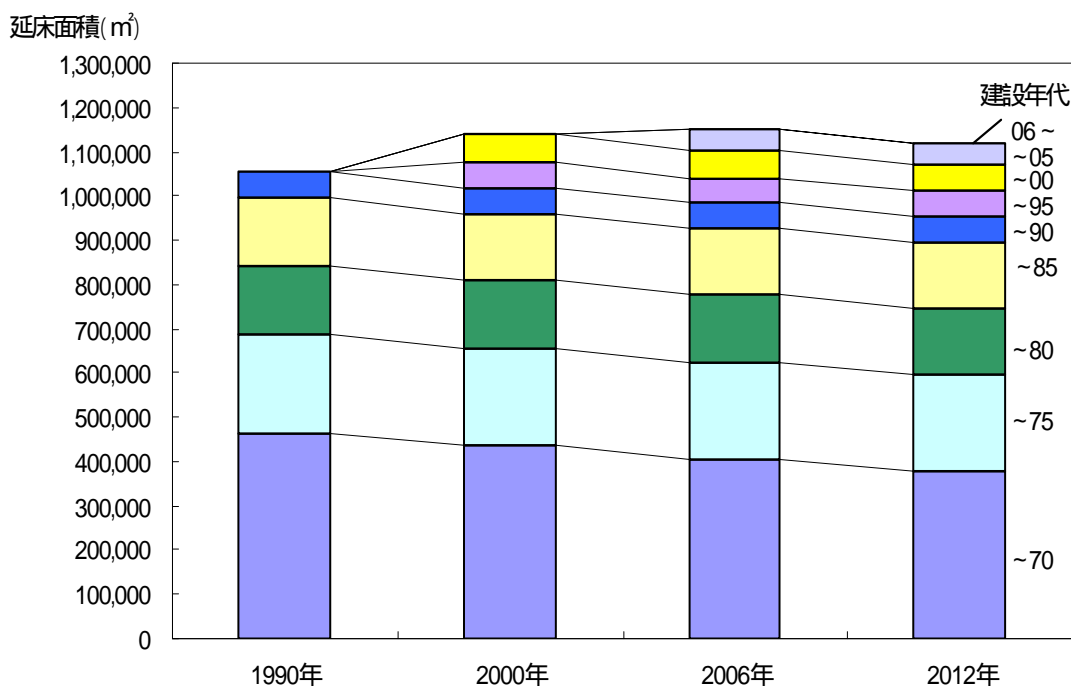


図 3.2 福島県内の県立学校における総延床面積の推移（2012 年は想定による試算）

3.1.2 CO₂削減の可能性の検討

(1) 県内の学校建築物におけるエネルギー消費量の推移予測

指針に示される対策を講じた場合における、県内学校建築物における総エネルギー消費量の推移を、県立学校の延床面積の推移（想定値）を基に、1990年から2012年までについて試算した。試算にあたっては、2006年以降に指針を適用した場合（「水準1」「水準2」「水準3」または「水準4」を適用）と、適用しない場合（現行水準）それぞれについて、次の示す仮定を基に試算を行った。

学校建築物における延床面積の構成を以下のように分類する。

以下の[A]~[D]の仮定に従って分類した各面積構成の推移を図3.3に示す。

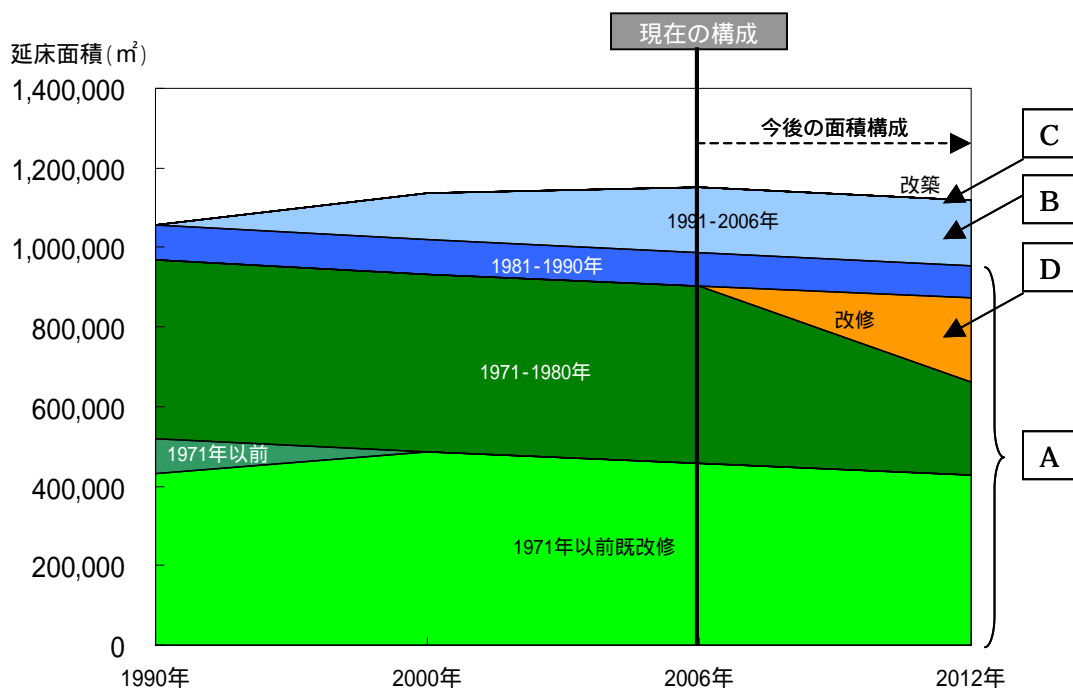


図 3.3 2012年までの既存面積、新築面積、改築面積、改修面積の構成（想定値）

- [A] 既存面積：1990年以前に建設された校舎の延床面積。
- [B] 新築面積：2005年までに学校の新設や増築、既存校舎の老朽化に伴う建替えによって新築された校舎の延床面積。
- [C] 改築面積：2006年以降に、既存校舎の老朽化に伴う建替え（既存校舎の取壊しを伴う新築）によって建設された校舎の延床面積。
- [D] 改修面積：既存校舎の老朽化に伴う改修工事（既存校舎の取壊しを伴わない）が施される校舎の延床面積。2004年以前については改修工事の実績が面積データとして得られなかったため、既存面積の一部として試算することとした。今回の試算では、2006~2012年の間に築30年を迎える校舎の延床面積については、その全部に対して改修がなされると想定した。ただし、1971年（昭和46年）以前に建設された校舎の床面積と2012年以降の10年間（2022年まで）に取壊される面積は改修対象から除いた。なお、この条件に基づく改修面積は、あくまで今後、環境共生型目的の改修対象となりうる面積を想定するものであり、実際には既に機能回復等のために改修が済んでいる校舎も一部含む。

分類される対象面積（より）ごとに延床面積あたり年間一次エネルギー消費量、CO₂排出量を設定する。各分類の各水準での単位面積あたりのエネルギー消費量原単位、CO₂排出量原単位を表 3.4、表 3.6 に示す。

- ・既存面積： 2003 年度の県立学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以前に建設された学校（普通高校）のエネルギー消費量平均値、CO₂排出量平均値を設定する。（2編2章 表 2.10 参照）
- ・新築面積： 2003 年度の県立学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以降に建設された学校（普通高校）のエネルギー消費量平均値、CO₂排出量を設定する。（2編2章 表 2.10 参照）
- ・改修面積： 2006 年以降に改修される面積については、指針による環境共生手法を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（「水準1～4」を適用）について試算を行った。
- ・改築面積： 2006 年以降に新築される面積（新規新築）に対しては、指針による環境共生手法を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（「水準1～4」を適用）について試算を行った。

表 3.4 試算に用いた各分類の単位面積あたり一次エネルギー消費量原単位（学校）

単位： MJ/年m ²	1990 年	2005 年	2006～2012 年				
			現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存	377 ¹	377 ¹	377 ¹				
新築(1991-2005)		386 ²	386 ²				
改築(2006-) ³			372	365	350	328	295
改修(2006-) ³			407	386	377	336	295
一次エネルギー 消費量 削減効果	対 1990 年 水準	新築 改修	3.7%減 8.0%増	5.5%減 2.3%増	9.3%減 0.1%減	15.0%減 11.0%減	23.5%減 21.7%減
	対現行 水準	新築 改修		1.8%減 5.3%減	5.8%減 7.5%減	11.7%減 17.6%減	20.5%減 27.5%減

- 1: 県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以前に建設された学校（普通高校、専門学校、養護学校）の、一次エネルギー消費量 2003 年度平均値。主な建築・設備仕様は、表 3.2 に示される学校整備水準の 1980 年水準に相当する。
- 2: 県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より、1990 年以降に建替えおよび新設により建設された学校（普通高校、専門学校、養護学校）の一次エネルギー消費量 2003 年度平均値。主な建築設備仕様は、表 3.2 に示される学校整備水準の 1990 年水準に相当する。
- 3: 資料編における表 3.16、表 3.17 の建築・設備仕様より算定した数値の対 1990 年水準の比率を、2 に解説した 2003 年度の 1990 年以降に建設された学校のエネルギー消費量の平均値に乘じることで各水準の数値を算定している。

学校における一次エネルギー消費量は、水準 1～水準 4 までの対策組み合わせを施す事で、2012 年時点では新築において 1990 年比で 5.5～23.5%の削減効果が、現行水準比では 1.8～20.5%の削減効果が見込まれる。一方で、改修工事においては、既存の冷房設備がなかった建物を現行仕様に変更すると、冷房設備の導入による空調エネルギー消費量の増加効果が大きく、照明エネルギー消費量などが削減するにもかかわらず、エネルギー消費量は増加し、2012 年時点において 1990 年比で 8%の増加となる。改修工事を行う場合は、室内環境向上と同時に省エネルギーを実

現するために水準 2 以上の対策組み合わせが施されることが望ましい。

上記の方法で、2006～2012 年までに改築・改修対象となる県内学校建築物を表 3.4 の各水準で整備すると想定した場合の 2012 年時点での県内学校建築物全面積に対する一次エネルギー消費量を図 3.4 に示す。

現行水準による整備を続けた場合は、1990 年比 8.0%エネルギー消費量が増加するのに対して、水準 1 では 6.8%、水準 2 では 6.3%、水準 3 では 4.2%、水準 4 では 2.0%の増加と徐々に低減する。

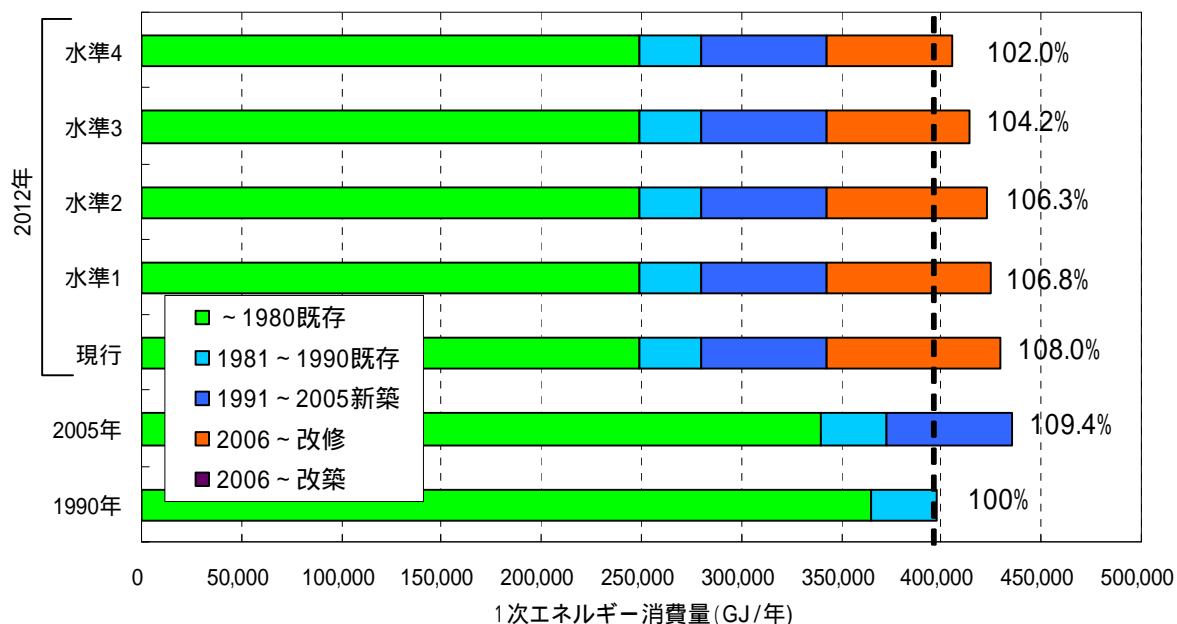


図 3.4 県立学校の建築物整備におけるエネルギー消費量の推移(試算、GJ/年)

(2) 県内の学校建築物におけるCO₂排出量の推移予測

県内の学校建築物における延床面積の推移(図 3.3)を基に、(1)と同様にして県内学校建築物におけるCO₂排出量の推移を、各水準について試算した。CO₂排出の起源は、建築物の運用に伴うエネルギー消費とし、各水準でのCO₂排出量を表 3.6 に示す。CO₂排出量の算定は、以下の想定に基づいている。

電力使用に伴うCO₂排出量については、表 3.5 の通りとし、1990 年次の試算には 1990 年時点の原単位を利用し、現行仕様には 2005 年時点、2012 年時点の試算には全国電力事業者連合会の目標数値を用いて試算を行う。

延床面積あたり年間CO₂排出量を前述(1)で分類される対象面積ごとに設定する。各分類での単位面積あたりのCO₂排出量の値を表 3.6 に示す。

表 3.5 電力消費に伴う CO₂ 排出量原単位の推移

年	1990 年	2005 年	2012 年	単位
CO ₂ 排出原単位	0.424 ¹	0.391 ²	0.339 ³	kg-CO ₂ /kWh
(下段、東北電力)	0.403 ⁴	0.438 ⁴	0.339	

- 1: 環境庁「温室効果ガス算定方法に関する検討結果(2000年)」
 2: 改正省エネ法の数値案(一般電力事業者) 2006年4月から施行
 3: 全国電力事業者連合会目標値
 4: 東北電力実績値

表 3.6 各分類(既存、新築、改築、改修)の単位面積あたりCO₂排出量(学校)

単位: kg-CO ₂ /年m ²	1990 年	2005 年	2006~2012 年				
			現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存	19.2 ¹	18.5 ²	17.3 ³				
新築(1991-2005)		19.3 ⁴	17.8 ⁵				
改築(2006-) ⁶			16.3	16.0	15.7	14.2	13.1
改修(2006-) ⁶			18.4	17.3	16.9	14.8	13.1
一次エネルギー 消費量削減効果	対 1990 年 水準	新築	8.9%減	10.2%減	12.3%減	20.2%減	26.8%減
		改修	6.1%増	0.3%減	2.2%減	14.5%減	24.5%減
	対現行 水準	新築		1.4%減	3.7%減	12.4%減	19.6%減
		改修		6.1%減	7.8%減	19.4%減	28.9%減

- 1: 県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より算出された、1990年以前に建設された学校(普通高校、専門学校、養護学校)のCO₂排出量 2003年度平均値。主な建築設備仕様は、表 3.2 に示される学校整備水準の 1980年水準に概ね相当しているが、電力のCO₂排出量原単位は 1990年時点の数値(0.424kg-CO₂/kWh)を利用している。
 2: 1と同様の数値、電力のCO₂排出量原単位は省エネ法改正案(0.391kg-CO₂/kWh)の数値を利用している。
 3: 1と同様の数値、電力のCO₂排出量原単位は全国電力事業者連合会の 2010年時点目標値(0.339kg-CO₂/kWh)の数値を利用している。
 4: 県内の学校建築物エネルギー消費量の実績より算出された、1990年以降に建設された学校(普通高校、専門学校、養護学校)のCO₂排出量 2003年度平均値。
 5: 4と同様の数値、電力のCO₂排出量原単位は全国電力事業者連合会の 2010年時点目標値(0.339kg-CO₂/kWh)の数値を利用している。
 6: 資料編における表 3.16、表 3.17 の建築・設備仕様より算定した数値の対 1990年水準の比率を、5に解説したCO₂排出量の平均値に乘じることで算定している。

上記より、県内学校建築物の 2006~2012年までの改築・改修対象面積を各水準で整備した場合の 2012年時点でのCO₂排出量を図 3.5 に示す。現行水準による整備では 1990年比 3.1% CO₂排出量が低減するのに対し、水準 1 では 4.3%、水準 2 では 4.6%、水準 3 では 6.8%、水準 4 では 8.7%の低減となる。

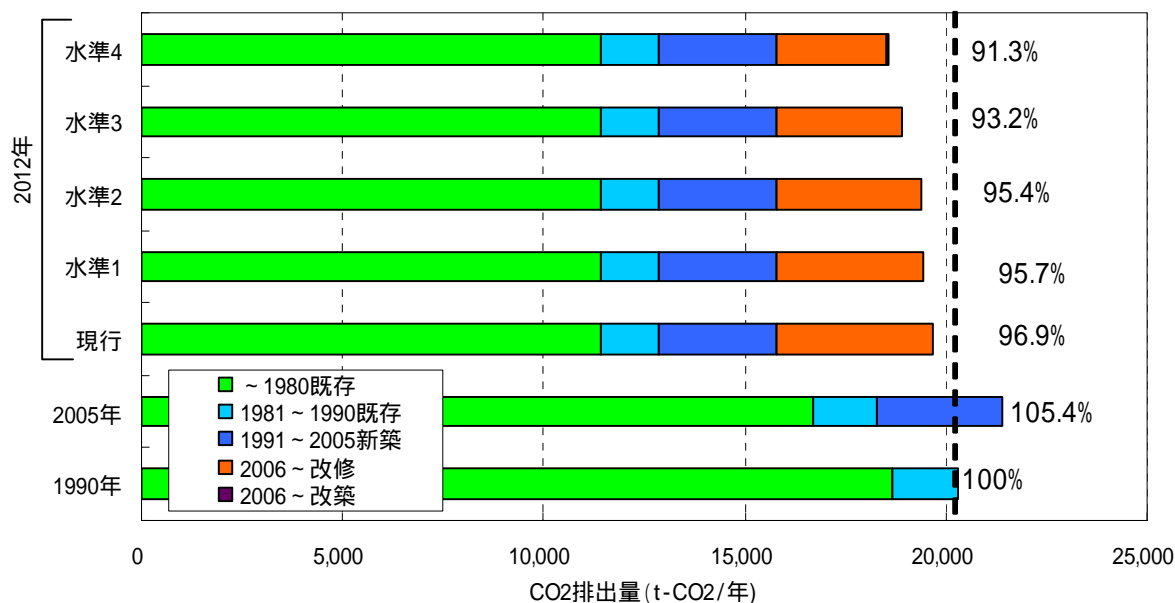


図 3.5 県立学校の建築物整備におけるCO₂排出量の推移(試算)

3.1.3 学校建築物整備におけるCO₂削減対策水準の検討

本県におけるCO₂排出量の低減目標値としては、「福島県地球温暖化対策推進計画(2006年3月策定)」において、県全体で1990年に比較して温室効果ガス排出量を8.0%削減することが謳われており、それに付随する新たなCO₂削減対策が求められている。

この目標値の達成を県有建築物を対象とした視点から考えた場合、前述の通り、1990年以降の県有建築物延床面積の大幅な増加や、空調(特に冷房)需要の拡大などによるエネルギー消費量の増加が進んでおり、機器効率の向上や省エネルギー制御システムの普及が進むなか、今後の県立学校の建築物整備においては環境負荷低減効果が高く、経済性に優れた対策が適正に採用される必要がある。

3.1.2節で検討した水準を、2006年以降(2012年までの7年間)に改築または改修する面積を対象として適用した場合の初期投資の推移を表3.8に示す。

この試算の結果では、水準2相当までは初期投資の増加分が小さい範囲で収まるが、CO₂排出量の低減効果も小さい。新エネルギーの導入も検討した水準4相当の対策を施した場合は、初期投資の増加分が20%程度になるが、CO₂排出量は1990年比で9%程度減となり、環境負荷低減効果は高い。

参考に、全学校施設のライフサイクルコストの2006~2012年の7年分を積算した結果を表3.7に示す。水準2でライフサイクルコストの数字は最も小さくなる。

なお、この試算では、試算条件としての改修対象面積に、既に機能回復等のための改修工事が済んでいる校舎も一部含まれている。また、各水準相当の施設整備により室内環境や、建築物全体としての品質向上(メンテナンスのしやすさや、耐久性の向上など)が期待されるが、ここで

はあくまで環境負荷低減効果にのみ着目しており、実際の計画時には県民サービスの観点も考慮した上で、バランスの良い対策を行うこととなる。

表 3.7 県立学校の建築物整備に環境共生手法を導入した場合のライフサイクルコスト（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	ライフサイクルコスト（千円/7年）			削減率 (-は増加)
		改築	改修	合計	
現行水準	3.1%(8.1%減)	7,340	7,669,463	7,676,802	-
水準1	4.3%(9.2%減)	7,340	7,666,490	7,673,830	0.0%
水準2	4.6%(9.5%減)	7,338	7,657,574	7,664,912	0.2%
水準3	6.8%(11.6%減)	7,410	7,873,050	7,880,460	-2.7%
水準4	8.7%(13.3%減)	7,493	8,167,287	8,174,779	-6.5%

表 3.8 県立学校の建築物整備に環境共生手法を導入した場合の投資額（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間投資額(千円)			増加率
		新築 (改築+新設)	改修	合計	
現行水準	3.1%(8.1%減)	26,008	8,056,470	8,082,479	-
水準1	4.3%(9.2%減)	26,024	8,202,952	8,228,976	1.8%
水準2	4.6%(9.5%減)	26,097	8,209,320	8,235,417	1.9%
水準3	6.8%(11.6%減)	26,393	8,795,245	8,821,638	9.1%
水準4	8.7%(13.3%減)	26,657	9,655,027	9,681,684	19.8%

環境共生手法の詳細は、参考資料編表 3.16、表 3.17 に示す。

3.2 庁舎建築物整備によるCO₂削減の検討

3.2.1 県内の庁舎建築物の整備状況

(1) 2004年における庁舎の延床面積¹

以下に示す建築物を庁舎建築物の集計対象建物用途として、表 3.9、図 3.6 に集計した。

- ・ 県庁舎
- ・ 合同庁舎
- ・ 警察署（交番、警備派出所、駐在所除く）

表 3.9 庁舎建築物の各棟延床面積の築年代別集計

建設年代	～1970年	～75年	～80年	～85年	～90年	～95年	～2000年	～2004年	合計
知事部局	89,848	64,738	17,160	40,153	4,973	25,832	18,528	7,871	269,102
教育庁	2,300	8,130	0	999	597	0	108	0	12,134
警察	8,490	11,552	16,432	12,114	5,546	14,580	15,578	5,906	90,197
合計	100,638	84,421	33,591	53,265	11,116	54,199	34,214	13,777	371,433

1 庁舎の延床面積は2004年3月31日現在のデータを用いている。(単位:m²)

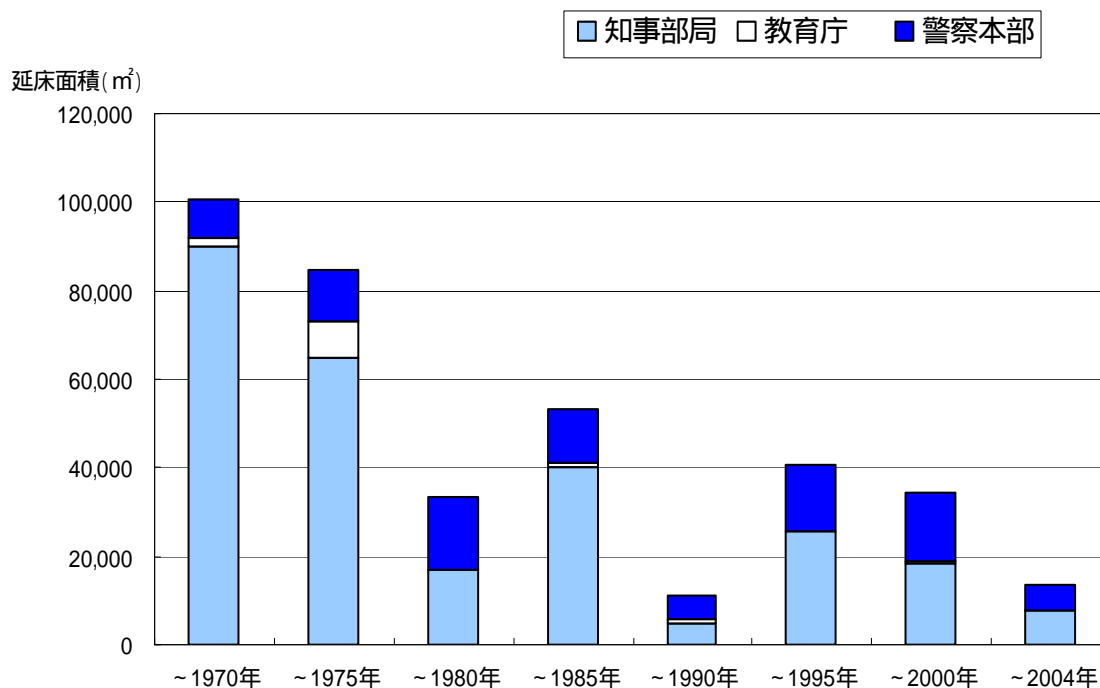


図 3.6 庁舎建築物の築年代別延床面積集計 (機関別)

(2) 庁舎の建築物整備水準

庁舎の建築物整備水準として、新築計画の際に適用される整備技術概要を表 3. 10 に示す。

表 3. 10 庁舎建築物の整備技術概要

技術項目			2005年(H17 現設計)水準		1990年 (H2年)水準	1980年 (S55年)水準
建築	断熱材	厚さ	屋根	50mm(外断熱)	25mm(外断熱)	25mm(内断熱)
			壁・柱梁型	25mm(内断熱)	25mm(内断熱)	なし
			床(基礎外周)	25mm	25mm	なし
	材質	硬質ウレタンフォーム(吹付含む)		ポリスチレンフォーム(B類 種)		
	外部建具	材質	アルミサッシュ		同左	同左
ガラス		複層ガラス(5-6-5)		同左	単層ガラス	
電灯	照明器具	型式	Hf 蛍光灯器具のインバータ器具		省エネ型蛍光灯 (インバータ)	一般型蛍光灯
			意匠により機種選定		FL40W×2	FSS4-1102
	制御	居室は昼光センサーによる照度制御、 初期照度補正制御、点滅の細分化		居室は間引き 消灯できる方式	居室の窓際は 他部分と別系統	
		廊下、ホール等は点滅の細分化		廊下は間引き 消灯できる方式	同左	
所要平均照度	居室	一般事務室	750lx	500lx	同左	
空気 調和 設備	熱負荷計算	暖房時 乾球温度	事務室	22	同左	18 ~ 22
			廊下等	成り行き	同左	同左
		冷房時 乾球温度	事務室	26	同左	-
			廊下等	成り行き	同左	-
	空調機	使用燃料	状況を考慮し比較決定		電気	A重油
		放熱器	ファンコイルユニット、 一部パッケージエアコン		パッケージエアコン	ファンコイルユニット
熱源		冷温水発生器(+温水ボイラー)、 一部パッケージエアコン		パッケージエアコン	温水ボイラー	
換気 機器	機器	容量	居室	1人あたり30m ³ /h	同左	同左
		方式	1種換気		同左	3種換気
	外気補給	外調機による外気補給、 または全熱交換器		全熱交換器	換気扇	
監視 制御	中央監視制御	遠方操作	熱源機器の一括発停、放熱器の電源管理 及び外調機の発停 一部パッケージエアコンは個別スイッチ		なし	なし
			スケジュール等に従い自動発停出来るシステム		なし	なし
	放熱器制御	ファンコイルユニットは事務室等で電源管理		なし	なし	
		ファンコイルユニットは風量制御		なし	なし	
外気補給	外調機は事務室等で電源管理 全熱交換器は個別スイッチ		なし	なし		

(3) 1990 年以降の延床面積の推移トレンド

1991～2004 年までに増加した延床面積は、(1)に示すとおり 102,190 m²であった。一方、2004 年度財産台帳をもとに同じ時期に取壊された面積を表 3.11 に集計する。

表 3.11 1991 年以降 2004 年までの取壊し面積 (庁舎)

建設年代	～1970年	～75年	～80年	～85年	～90年	～95年	～2000年	～2004年	合計
庁舎	9598.46	320.68	189.26	0	96.91	0	0	0	10,205.31
合計	9598.46	320.68	189.26	0	96.91	0	0	0	10,205.31

(単位：m²)

(4) 庁舎における延床面積の推移 (試算)

2012 年の延床面積については、既に計画、着工されており、2012 年までに工事が完了する予定の建築物面積(計画値)を積み上げることで算定した。上記の条件に従って算定した場合、2012 年の総延床面積は 1990 年のそれと比較して 24%増加する結果となった。なお、2000 年の総延床面積の増加も、1990 年に比べて 24%であった。各年次の竣工年代別の面積推移を図 3.7 に示す。

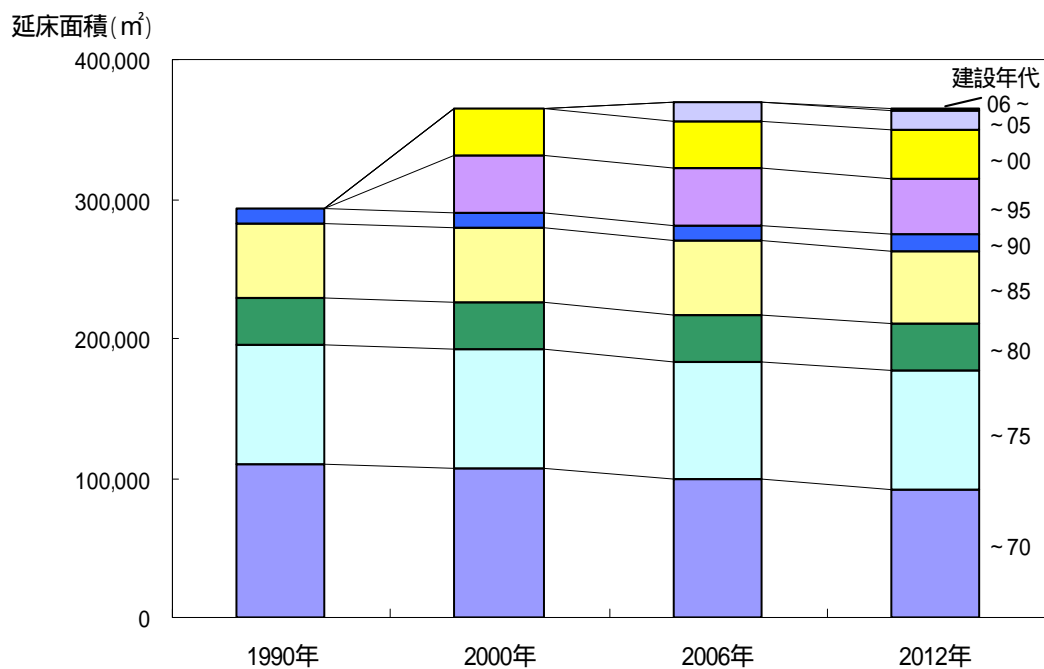


図 3.7 福島県の庁舎における総延床面積の推移 (2012 年は想定による試算)

3.2.2 CO₂削減の可能性の検討

(1) 県内の庁舎におけるエネルギー消費量の推移予測

指針に示される様々な対策を講じた場合における、庁舎建築物における総エネルギー消費量の推移を、県内の庁舎の延床面積の推移（想定値）を基に、1990年から2012年までについて試算した。試算にあたっては、2006年以降に指針を適用した場合（「水準1」～「水準4」を適用）と適用しない場合（現行水準）それぞれについて、次の に示す仮定を基に試算を行った。

庁舎建築物における延床面積の構成を以下のように分類する。

以下の **A**～**D**の仮定に従って分類した各面積構成の推移を図 3.8 に示す。

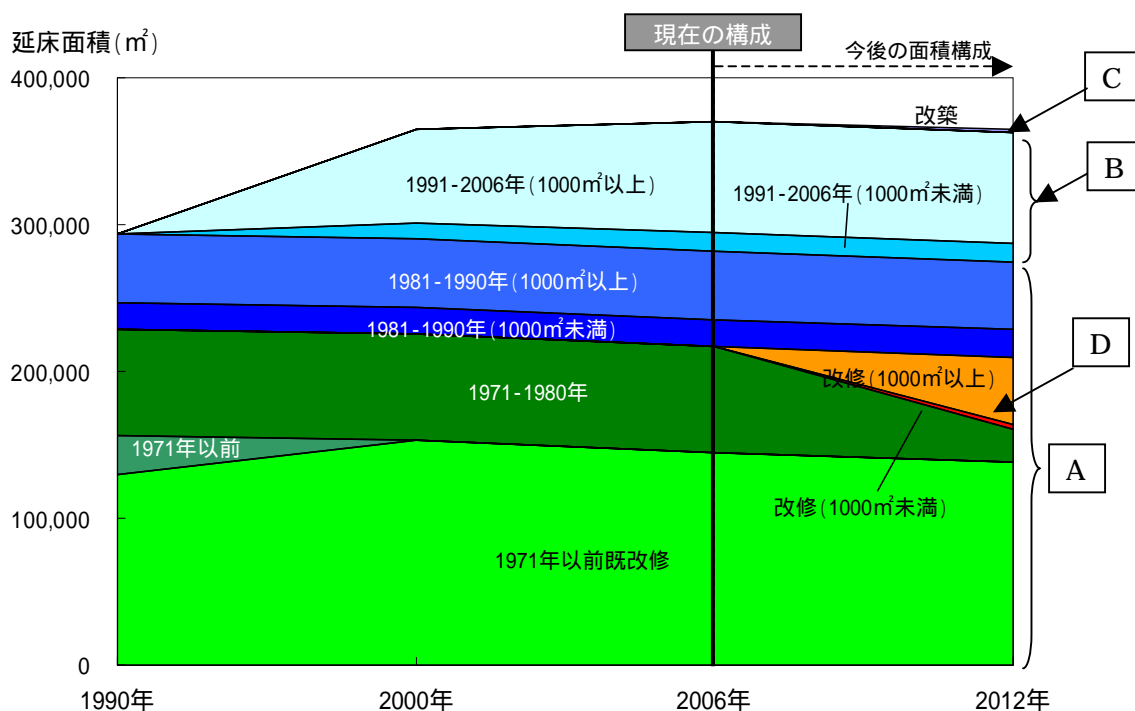


図 3.8 2012年までの既存面積、新築面積、改築面積、改修面積の推移（想定）

- A** 既存面積： 1990年以前に建設された庁舎の延床面積。
- B** 新築面積： 2005年までに庁舎の新設や、既存庁舎の老朽化に伴う建替えによって新築された庁舎面積。
- C** 改築面積： 既存庁舎の老朽化に伴う建替え（既存庁舎の取壊しを伴う新築）によって改築された庁舎面積。
- D** 改修面積： 既存庁舎の老朽化に伴う改修工事（既存校舎の取壊しを伴わない）が施された延床面積。2004年以前については改修工事の実績が面積データとして得られなかったため、既存面積の一部として試算している。今回の試算では、築30年以上の面積については、2012年までに全て改修がなされると想定した。ただし、1971年（昭和46年）以前に建設された庁舎の床面積と2012年以降の10年間（2022年まで）に取壊されると想定される面積は改修面積から除いた。なお、この条件に基づく改修面積は、あくまで今後、環境共生型目的の改修対象となりうる面積を想定するものであり、既に機能回復等のために改修が済んでいる庁舎も含んでいる。

分類された対象面積（より）ごとに延床面積あたり年間一次エネルギー消費量、CO₂排出量を設定する。各分類の各水準でのシミュレーション結果から単位面積あたりの一次エネルギー消費量原単位（表 3.12）、CO₂排出量原単位（表 3.13）を設定する。

- ・ 既存面積：評価ツールにより、1980 年相当の施設整備（表 3.10）を行った場合の試算結果を適用した。
- ・ 新築面積：評価ツールにより、1990 年相当の施設整備（表 3.10）を行った場合の試算結果を適用した。
- ・ 改修面積：2006 年以降に改修される面積については、指針を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（水準 1～4）について評価ツールにより組み合わせを設定し、試算を行った。
- ・ 改築面積：2006 年以降に改築される面積については、指針を適用しない場合（現行水準）と、適用した場合（水準 1～4）について評価ツールにより組み合わせを設定し、試算を行った。

表 3.12 各分類（新築、改修、既存）の単位面積あたり一次エネルギー消費量原単位（庁舎）

(単位: MJ/年㎡)		1990 年	2005 年	2006～2012 年				
				現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存		886	886 ¹	886				
新築(建替及び、 新設校含む)	1000 ㎡ >		1,028 ²	1,028				
	1000 ㎡		1,103 ²	1,103				
改築 ³	1000 ㎡ >			985	931	909	902	728
	1000 ㎡			1,009	959	837	826	643
改修 ⁴	1000 ㎡ >			1,081	985	931	897	803
	1000 ㎡			1,153	1,009	959	849	752
一次エネルギー 消費量 削減効果	対 1990 年 水準	1000 ㎡ >	新築	4.2%減	9.5%減	11.6%減	12.3%減	29.2%減
			改修	22.0%増	11.2%増	5.1%増	1.2%増	9.4%減
		1000 ㎡	新築	8.5%減	13.1%減	24.1%減	25.1%減	41.7%減
			改修	30.1%増	13.9%増	8.2%増	4.2%減	15.1%減
	対現行水準	1000 ㎡ >	新築		5.4%減	7.6%減	8.4%減	26.0%減
			改修		8.9%減	13.9%減	17.0%減	25.7%減
		1000 ㎡	新築		5.0%減	17.0%減	18.1%減	36.3%減
			改修		12.5%減	16.8%減	26.4%減	34.8%減

1：県内の庁舎建築物エネルギー消費量の実績値は、一部の施設の影響により平均的な数字の算定が難しいため、シミュレーションより算定した数値によって 1990 年以前に建設された庁舎のエネルギー消費量を想定している。主な建築・設備仕様は、表 3.10 に示される庁舎整備水準の 1980 年水準に概ね相当。

2：県内の庁舎建築物エネルギー消費量の実績では、一部の施設の影響により平均的な数字の算定が難しいため、シミュレーションより算定した数値によって、1990 年以降に建設された庁舎のエネルギー消費量を想定している。主な建築・設備仕様は、表 3.10 に示される庁舎整備水準の 1990 年水準に概ね相当。

3：主な建築・設備仕様は、参考資料編表 3.33 に示される庁舎整備の各水準に相当する。

4：主な建築・設備仕様は、参考資料編表 3.34 に示される庁舎整備の各水準に相当する。

上記より、試算を行ったところ図 3.9 のような結果を得た。現行水準では 1990 年比 36.3% エネルギー消費量が増加するのに対して、水準 1 では 33.6% 増、水準 2 では 32.6% 増、水準 3 では 30.6% 増、水準 4 では 28.7% 増となることが示された。

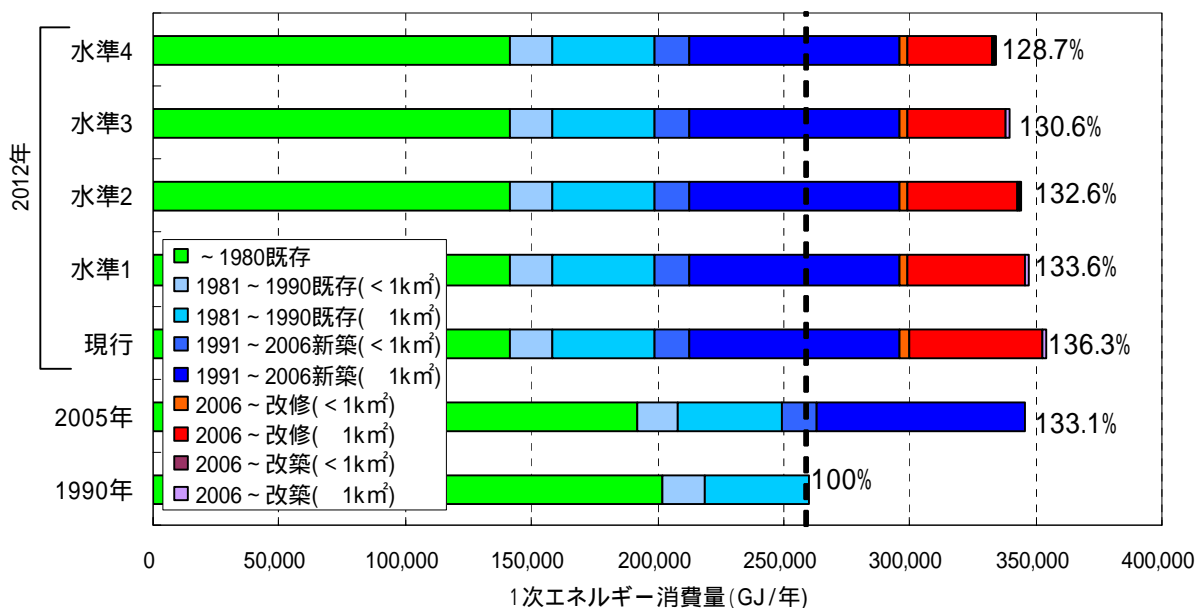


図 3.9 庁舎整備におけるエネルギー消費量の推移（試算）

(2) 庁舎におけるCO₂排出量の推移予測

県内の庁舎建築物の延床面積の推移（図 3.8）を基に、(1)と同様にして庁舎建築物整備におけるCO₂排出量の推移を、各水準について試算した。CO₂排出の起源は、建築物運用に伴う一次エネルギー消費とし、各水準でのCO₂排出量は、評価ツールにより試算した電力、燃料消費量にエネルギー種別毎のCO₂排出係数を乗じることから算出、設定した。試算にあたっては、以下のような想定のもと、CO₂排出量を算出した。

電力使用に伴うCO₂排出量原単位については、表 3.5 の通りとし、1990 年次の試算には 1990 年時点の原単位を利用し、現行仕様には 2005 年時点、2012 年時点の試算には全国電力事業者連合会の目標数値を用いて試算を行う。

延床面積あたり年間CO₂排出量を前述(1) で分類される対象面積ごとに設定する。各分類での単位面積あたりのCO₂排出量の値を表 3.13 に示す。

表 3.13 各分類（新築、改築、改修、既存）の単位面積あたりCO₂排出量（庁舎）

(単位:kg-CO ₂ /年m ²)		1990 年	2005 年	2006～2012 年				
				現行水準	水準1	水準2	水準3	水準4
既存		46.0 ²	44.1 ¹	41.1 ³				
新築(建替及び 新設校含む)	1000 m ² >		40.5 ¹	35.3 ³				
	1000 m ²		54.1 ¹	50.2 ³				
改築 ⁴	1000 m ² >			33.2	31.4	30.7	30.4	24.6
	1000 m ²			39.0	37.1	32.6	31.9	25.5
改修 ⁵	1000 m ² >			36.5	33.2	31.4	30.3	27.1
	1000 m ²			45.3	39.0	37.1	32.7	29.3
CO ₂ 排出量 削減効果	対1990年 水準	1000 m ² >	新築	5.9%減	11.0%減	13.1%減	13.9%減	30.3%減
			改修	11.2%減	19.2%減	23.6%減	26.3%減	34.1%減
		1000 m ²	新築	22.3%減	26.1%減	35.1%減	36.5%減	49.2%減
			改修	10.2%増	5.1%減	9.7%減	20.4%減	28.7%減
	対現行 水準	1000 m ² >	新築		5.4%減	7.5%減	8.4%減	25.9%減
			改修		9.0%減	14.0%減	17.0%減	25.8%減
		1000 m ²	新築		4.9%減	16.4%減	18.2%減	34.6%減
			改修		13.9%減	18.1%減	27.8%減	35.3%減

- 1: 2003年度CO₂排出量では、一部の施設の影響から平均値を捉えることが困難なため、評価ツールと代表施設の実績値の比較により、評価ツールの精度を検証した上で、1980年、1990年の建築・設備仕様によるCO₂排出量を算定した。主な建築設備仕様は、表3.10に示される庁舎整備水準の1980年水準に概ね相当。
- 2: 1と同様。電力のCO₂排出量原単位に1990年時の数値(0.424kg-CO₂/kWh)を利用した値。
- 3: 1と同様。電力のCO₂排出量原単位のみ2012年時の数値(0.339kg-CO₂/kWh)を利用した値。
- 4: 主な建築・設備仕様は、参考資料編表3.33に示される庁舎整備の各水準に相当する。電力のCO₂排出量原単位は2012年時の数値(0.339kg-CO₂/kWh)を利用した値。
- 5: 主な建築・設備仕様は、参考資料編表3.34に示される庁舎整備の各水準に相当する。電力のCO₂排出量原単位は2012年時の数値(0.339kg-CO₂/kWh)を利用した値。

上記より、試算を行った結果を図3.10に示す。現行水準では1990年比16.7%CO₂排出量が増加するのに対して、水準1では14.5%増、水準2では13.8%増、水準3では12.3%増、水準4では10.9%となる。

図3.5の学校の場合と比較して、庁舎からのCO₂排出量が小さくならないのは、学校の床面積が2005年時点で1990年比8%増であるのに対して、庁舎床面積の増加は24%増となっており、2005年時点の排出量の増加率が高いことに起因している。

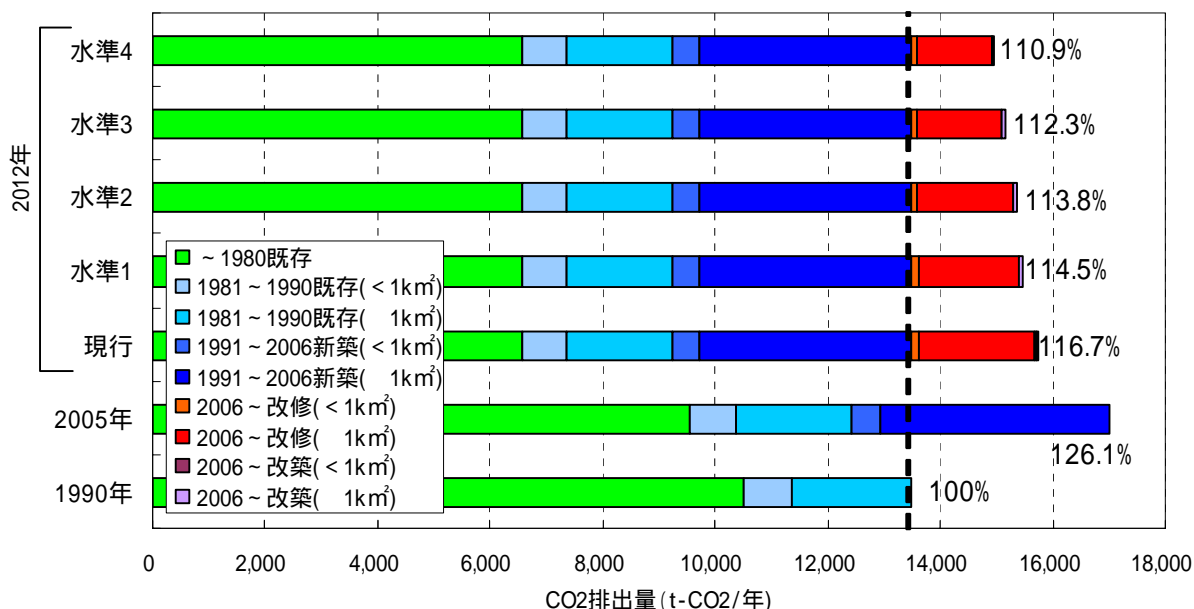


図 3.10 庁舎整備におけるCO₂排出量の推移（試算）

3.2.3 庁舎建築物整備におけるCO₂削減対策水準の検討

各水準におけるCO₂排出量の削減率と投資額の規模を比較した。試算にあたっては、参考資料編第3章で検討をおこなった各対策水準に相当する環境共生手法（参考資料編-表 3.33、表 3.34）とそれに応じた初期投資の増加分（参考資料編-表 3.35～表 3.38）を基に、各水準に相当する環境共生手法（仕様比較）と導入に伴う投資額を設定し、庁舎建築物全体の延床面積の推移より、2012年までの7年間における初期投資として表 3.15 のように算定した。合わせて同改築、改修対象面積のライフサイクルコストの7年間分を表 3.14 に示す。

この試算の結果では、表 3.15 に示すとおり、2006～2012年の間に整備される全ての建築物に水準2相当の対策を行ったとしても、福島県のCO₂排出量削減目標を達成できないことが示唆された。この場合の投資額の増加率はほぼ3%減と推定された。

なお、この試算では、試算条件としての改修対象面積に、既に機能回復等のための改修工事が済んでいる庁舎も含まれている。

表 3.14 庁舎の建築物整備に環境共生手法を導入した場合のライフサイクルコスト（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	ライフサイクルコスト (千円/7年)					削減率 (-は増加)
		新築 (改築+新設)		改修		合計	
		< 1k m ²	1k m ²	< 1k m ²	1k m ²		
現行水準	16.7%(7.4%減)	64,050	161,092	418,104	5,097,535	5,740,781	-
水準1	14.5%(9.2%減)	63,876	160,473	407,980	4,902,006	5,534,336	3.6%
水準2	13.8%(9.8%減)	63,938	159,718	406,832	4,883,765	5,514,252	3.9%
水準3	12.3%(11.0%減)	64,158	160,575	408,969	4,902,966	5,536,667	3.6%
水準4	10.9%(12.0%減)	66,609	166,421	437,923	5,242,183	5,913,135	-3.0%

表 3.15 庁舎の建築物整備に環境共生手法を導入した場合の投資額（試算）

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間投資額(千円)				増加 率	
		新築(改築+新設)		改修			合計
		<1k m ²	1k m ²	<1k m ²	1k m ²		
現行水準	16.7%(7.4%減)	131,481	328,199	234,215	2,841,742	3,535,638	-
水準1	14.5%(9.2%減)	131,568	328,345	228,721	2,726,537	3,415,170	-3%
水準2	13.8%(9.8%減)	131,917	329,508	229,407	2,729,280	3,420,113	-3%
水準3	12.3%(11.0%減)	132,790	332,417	238,222	2,871,915	3,575,345	5%
水準4	10.9%(12.0%減)	140,093	350,525	295,574	3,554,921	4,341,113	27%

環境共生手法の詳細は参考資料編表 3.33、表 3.34 に示す。

3.3 県有建築物全体におけるCO₂削減の可能性

3.3.1 県有建築物におけるエネルギー消費量の推移予測

3.1 及び 3.2 の結果を総合し、県有建築物整備におけるエネルギー消費量の推移を予測した。図 3.11 のように、現行水準のまま 2012 年まで整備を続けた場合、一次エネルギー消費量は 1990 年比 19.2%増加し、2005 年時点よりも総量が増加する。これは、元々暖房しか行われていなかったような既存庁舎の冷房整備が進み、空調エネルギー消費量が拡大することに最も原因があり、現行以上の水準での整備が室内環境の保持と環境負荷低減を両立する上で不可欠なことが示された。水準 4 までの努力を行った場合は、12.5%増加となり、2005 年時点よりも 5%程度総量で削減することができる。学校建築物は 1990 年時より総面積も増えておらず、エネルギー消費量の増加も少ないことから、庁舎建築物において今後より一層の努力が求められる。

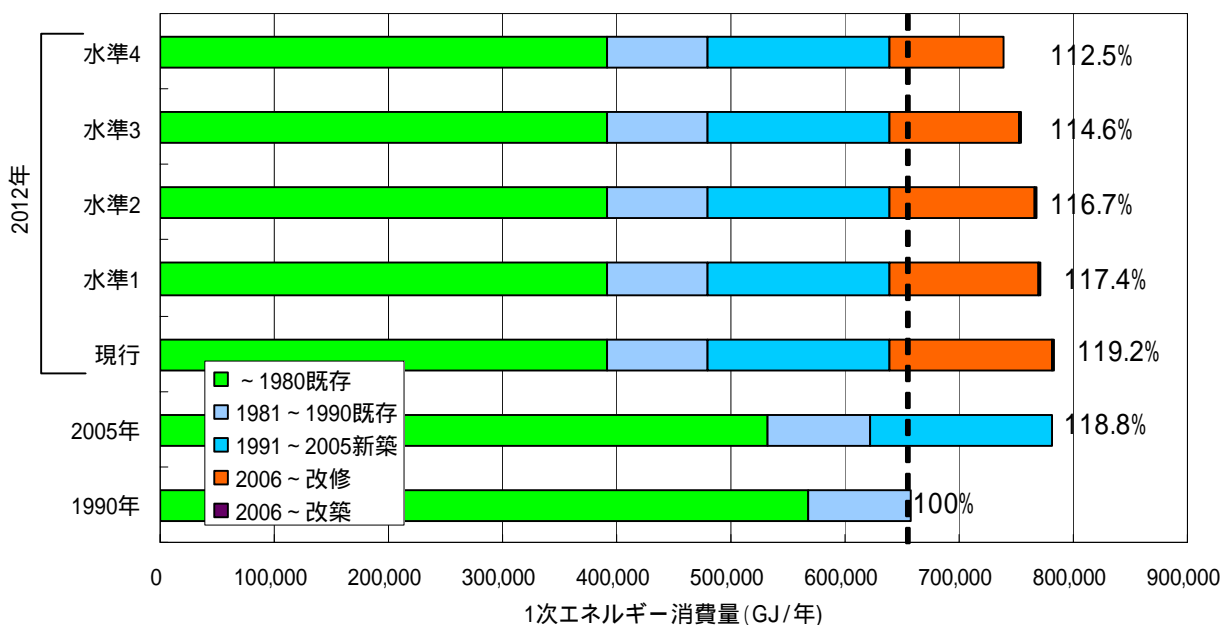


図 3.11 県有建築物のエネルギー消費量の推移（試算）

3.3.2 県有建築物におけるCO₂排出量の推移予測

3.3.1 節での検討と同条件にて試算を行った結果を図 3.12 に示す。エネルギー消費量と比べてCO₂排出量の 1990 年比に対する増加分は全体的に小さい傾向となる。これは、エネルギー消費は増えているが、燃料種別がA重油などからCO₂原単位の小さな灯油や電気へと移行していることが大きく影響している。現行水準のまま 2012 年まで整備を続けた場合の 1990 年比CO₂排出量の増加分は 4.8%であるのに対し、水準 1 で 3.2%増、水準 2 で 2.7%増、水準 3 で 0.8%増となり、水準 4 で 0.8%減となる。CO₂排出量については、将来の電力のCO₂排出係数の低減を見込んでいるが、京都議定書目標達成計画の民生業務部門の 2008～2012 年平均の増加目標値 15%は大きく下回ることが想定される。しかし、福島県における - 8%の目標を達成するためには県有施設以外の市町村、民間の建物計画を啓発していく先導的な役割が県には求められており、経済性も含めて効果の高い対策を推し進めていくことが重要と考えられる。

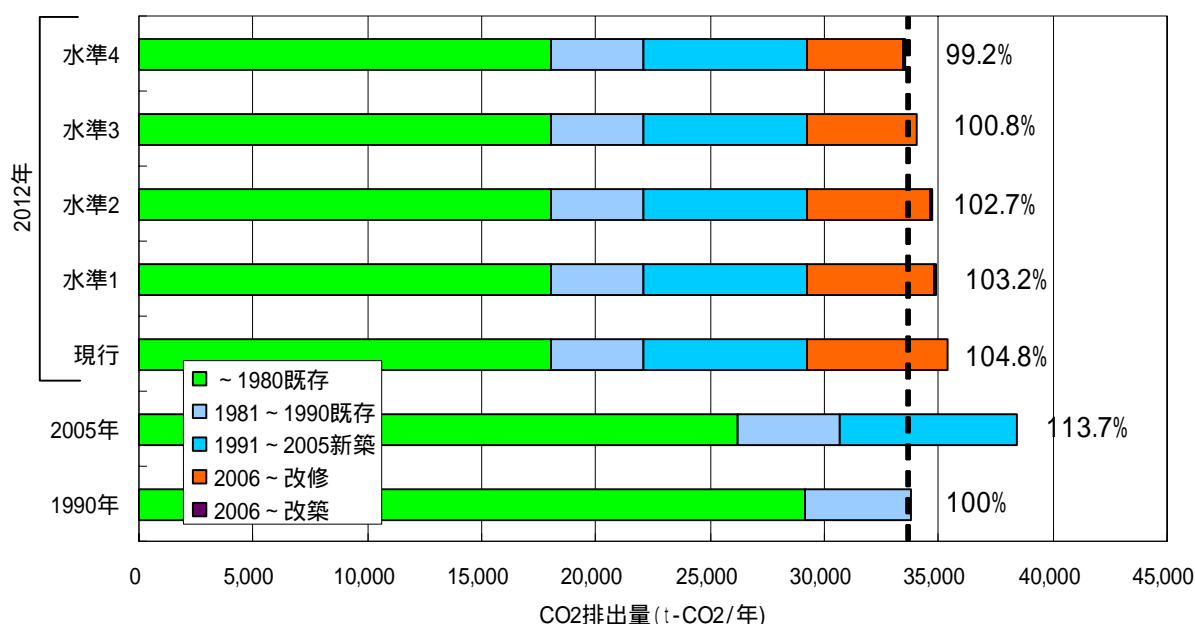


図 3.12 県有建築物のCO₂排出量の推移（試算）

3.3.3 県有建築物におけるCO₂削減対策水準の検討

各水準におけるCO₂排出量の削減率と投資額を表 3.17 に比較する。2012 年までに改築・改修の対象になる面積が県有施設全面積に比べて非常に小さいにも関わらず、2005 年時点と比較してCO₂ 排出量の大きな削減効果が得られ、水準 4 では 1990 年時点よりも排出量が少なくなる。

投資額も対策水準が上がるに従って大きくなる傾向にあるが、水準 2 程度の対策は、今後、県有建築物における必須の対策水準として捉えていくことが求められる。ライフサイクルコストで考えた場合、表 3.16 からわかるように、水準 1～水準 3 は現行水準での施設整備に比べ減少傾向となり、特に水準 2 で大きな効果が得られる。

表 3.16 県有建築物の整備に環境共生手法¹を導入した場合のライフサイクルコスト(試算)

水準	1990年時に対する 2012年時点でのCO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間分のライフサイクルコスト(千円)			削減率
		新築 (改築+新設)	改修	合計	
現行水準	4.8%増(7.8%減)	232,482	13,185,102	13,417,583	-
水準1	3.2%増(9.2%減)	231,689	12,976,476	13,208,166	1.6%
水準2	2.7%増(9.6%減)	230,993	12,948,171	13,179,164	1.8%
水準3	0.8%増(11.3%減)	232,143	13,184,985	13,417,127	0.0%
水準4	-0.8%減(12.8%減)	240,522	13,847,392	14,087,915	-5.0%

表 3.17 県有建築物の整備に環境共生手法¹を導入した場合の投資額(試算)

水準	1990年時に対する 2012年時点での CO ₂ 排出量増加率 (2005年比)	2006～2012年の7年間投資額(千円)			増加率
		新築 (改築+新設)	改修	合計	
現行水準	4.8%増(7.8%減)	485,689	11,132,428	11,618,117	-
水準1	3.2%増(9.2%減)	485,937	11,158,209	11,644,146	0.2%
水準2	2.7%増(9.6%減)	487,522	11,168,007	11,655,529	0.3%
水準3	0.8%増(11.3%減)	491,600	11,905,383	12,396,983	6.5%
水準4	-0.8%減(12.8%減)	517,276	13,505,522	14,022,797	20.3%

¹ 環境共生手法の詳細は参考資料編表 3.16、3.17、3.33、3.34 に示す。

第3編 営繕業務における展開

第1章 県有建築物整備におけるCO₂削減とコスト縮減

今後の県有建築物整備で水準2の対策を講じた場合のCO₂排出量については、第2編 3.3.2 節における整備全体での予測検討により、2012年においては対1990年比2.7%の増加が見込まれた。その他比較した水準では、水準4では0%以下にまで抑えられるものの、水準1の対策では、3.2%の増加と試算された。

増加の原因は主に、庁舎建築物からのCO₂排出量の増加によるもので、第2編 3.2.2 節の検討では水準2相当の対策でも対1990年比14%程度の増加が見込まれている。こうした庁舎建築物におけるCO₂排出量増大の原因は、1990年から2000年における床面積の急激な増加にある。この間の床面積の増加率は、図1.2に示すとおり既存施設の26%となっており、このような状況下で第2編において示した県有建築物全体のCO₂の削減は非常に困難なものとなっている。

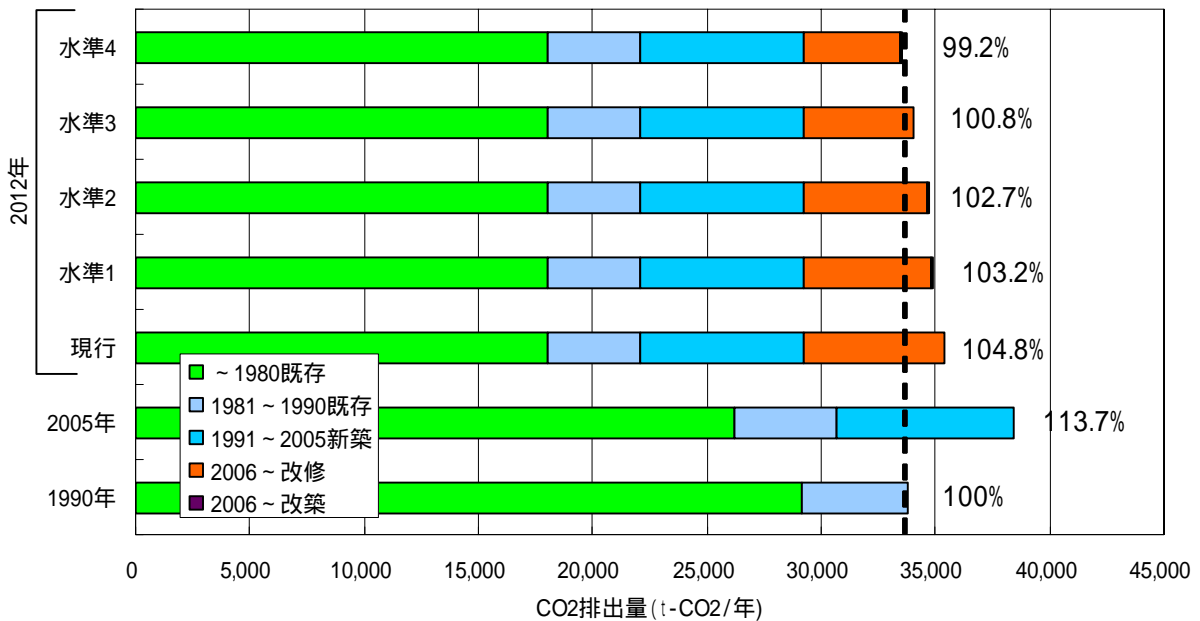


図 1.1 県有建築物におけるCO₂排出量の推移試算 (図 3.12 再掲)

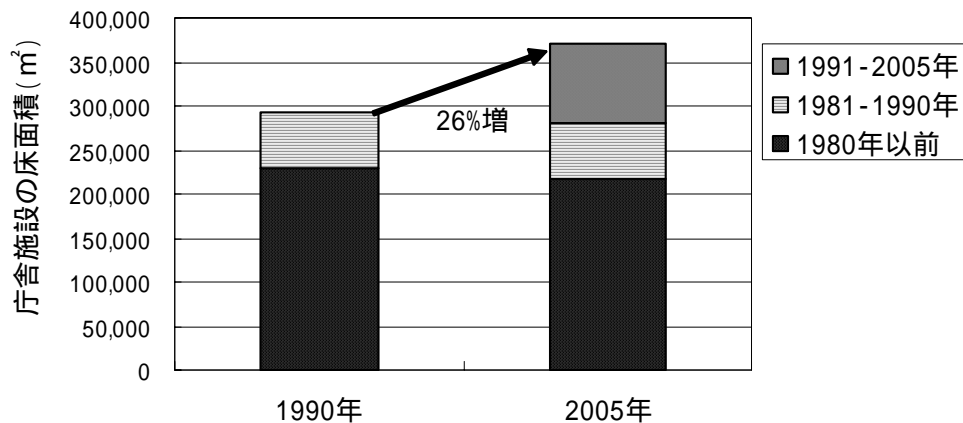


図 1.2 1990年から2005年までの庁舎建築物における床面積増加

一方、この検討条件の場合、第2編3.3.3節に示すとおり、2006年から2012年までの7年間に環境共生手法を導入した場合の初期投資増加率は、水準1で0.2%、水準2では0.3%増加するという結果であり、更に対策水準を上げた場合には6.5%、20.3%と大幅に増加する傾向となる。初期投資に着目して予算化を行う従来どおりの制度を踏襲するならば、コスト縮減が現在重要な政策課題となっている県の財政状況からも、こうした県有建築物整備を通じたCO₂削減の実施は困難な状態におかれている。

また、図1.3からも示されるとおり、県有建築物からのCO₂排出量に占める既存施設の割合は非常に大きい。今後、大規模な事業が次々と立ち上がるということは想定しづらく、県有建築物におけるCO₂排出量の削減は、大部分を占める既存施設の改修と運用改善による省エネルギー達成が一つの鍵となる。本県では、一事業者、一消費者としての立場から、「ふくしまエコオフィス実践計画」に基づいたCO₂削減の取組みを進めており、エネルギー消費量の削減目標を設定している。こうした運用上の削減努力を加えて、さらなる環境対策を図る必要がある。

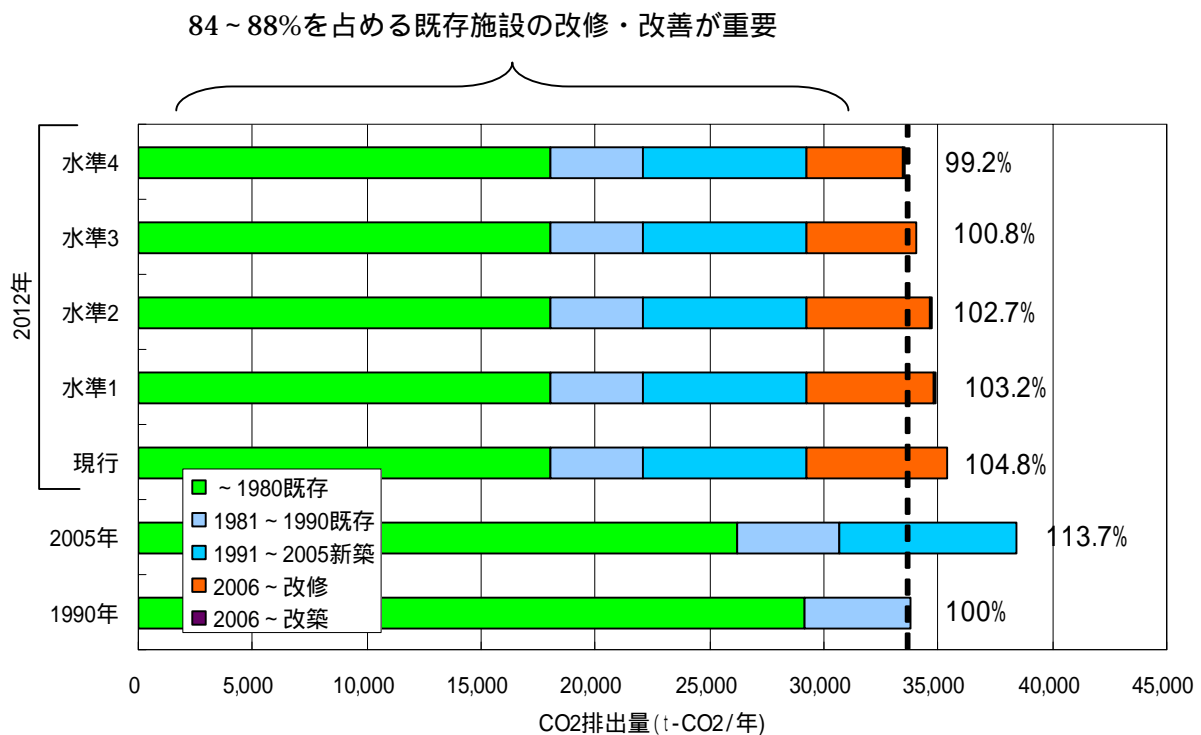


図1.3 県有建築物におけるCO₂排出量の推移試算（図3.1再掲）

第2章 環境負荷低減に配慮した営繕業務の方向

2.1 県有建築物のライフサイクルコスト

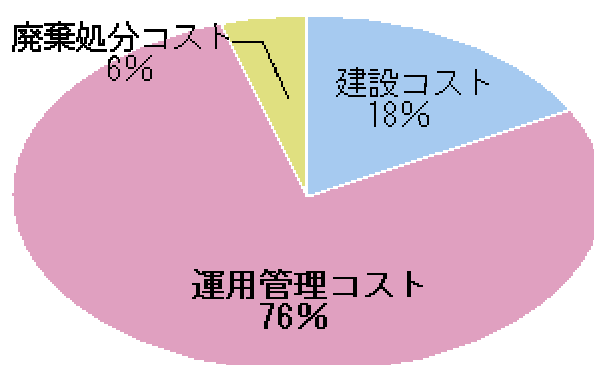
前述のように、今後コスト縮減を図りながら県有建築物整備におけるCO₂削減対策の実施だけでは、CO₂削減の目標を達成していくのは、現実的に困難であることが示唆された。

投資額だけをシミュレーションにより評価すると、CO₂削減対策を導入により、単位面積当たりの初期投資は水準1、水準2では0.2~0.3%、水準3相当では6.5%、水準4相当では20.3%増加すると見込まれる。一方、CO₂削減対策を導入した建築物は一般的に省エネルギーが図られ、光熱水費が下がることが期待される。こうした運用コストも考慮に入れた建築物の生涯コスト（LCC：ラ

ライフサイクルコスト)の考え方を導入することは、県の財政全体に対するコスト抑制に繋がるものである。LCCに占める運用段階でのコストの割合は、図2.1に示すとおり一般的には約3/4を占めていると言われる。従って、LCC全体の抑制には運用コストの縮減が大きく影響するといえ、CO₂削減対策の有効性についてその可能性が示唆された。今回の検討においてLCCで評価すると、水準1、水準2で約1~2%、水準3では約0%のLCCの削減が見込まれ、水準4では約5%の増加が見込まれる。

新エネルギーの導入については、国等の補助制度を活用することにより、初期投資の増額分を縮減することが可能である。

更には、この評価では前提条件として建築物の耐用年数を60年寿命としているが(新築建物)更なる長寿命化が図られれば一層のLCC縮減が期待できる。



ライフサイクルコストの内訳

図 2.1 施設における LCC の構成

出典:国土交通省のホームページより

2.2 県有建築物における保全指導業務の必要性

本県では、1994年度から3年間をかけて、今後の公共建築のあるべき姿、その手法、取組姿勢等を検討するために「うつくしま公共建築懇話会」を設置し、その中で「永く生きる建築」というキーワードを導き出している。また、具体的な公共建築の整備方針として、次の5つを掲げている。

- 第1 県有建築物の景観の向上
- 第2 人にやさしい県有建築物整備の推進
- 第3 環境に配慮した県有建築物の整備
- 第4 県有建築物の耐震性能の向上
- 第5 県有建築物の適正管理の推進

現在、これらのキーワードや整備方針に基づく県有建築物の整備を、2.1でも述べたようなライフサイクルコスト等の縮減を目的とし、建築物の生涯を通して全体的にマネジメントしていくという考えの元を実現するための手法として、保全指導技術の導入を検討している。

そうした技術を導入する背景には、総数約5,200棟、総面積約240万㎡(県営住宅を除く)に登る膨大な量の県有建築物が、2009年に約半数が築後30年を迎えるという現状がある。高度経

済成長時代に量産されたこれらの建築物は「物理的な劣化」、「機能的な劣化」、「社会的な劣化」が予想以上の速さで進んでいくことが想定されているが、県財政が厳しい状況にある現在、従来のようなスクラップ&ビルド に基づく安易な建て替えを進めていくことは、もはや不可能である。そうした建築物に新たな息を吹き込み、永く生きる建築に転換していく切り札が保全指導技術である。

保全指導業務では、建築物整備の柱として「適切な維持管理」、「建築物の安全確保」、「建築物の機能向上」、「環境への配慮」、「ランニングコストの縮減」の5つを掲げている。具体的なイメージは次のとおりである。

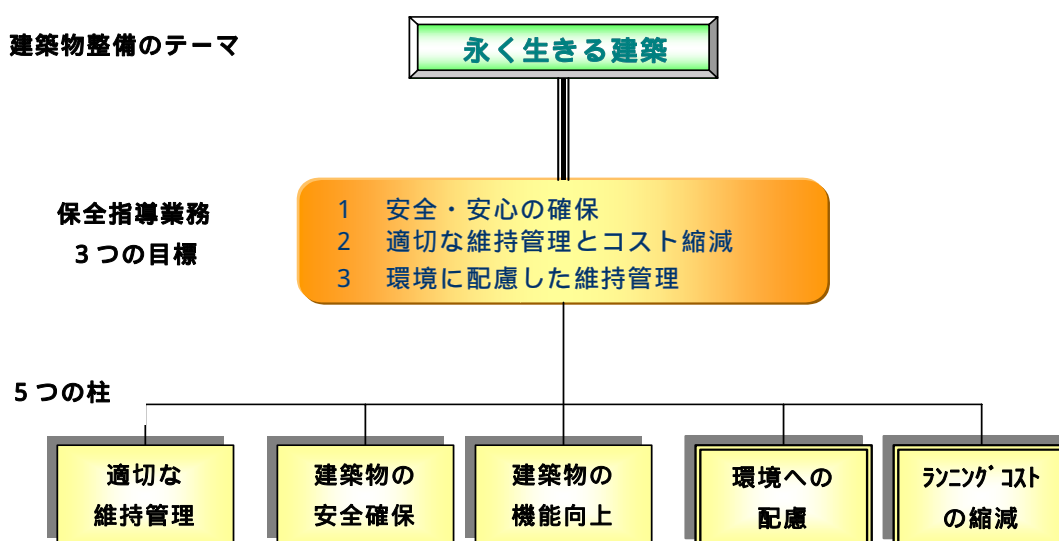


図 2.2 保全指導業務の骨格

2.3 データベースの整備

県有建築物の膨大な既存ストックを管理運営する上で、建築物・設備の状況、改修履歴等、エネルギー使用量等のデータ等の情報を蓄積し整理することは非常に重要である。このため、保全台帳データベース のような維持保全・適正管理を支援する道具立てが必要である。このようなデータベース等を整備することが今後の課題となる。

このような施設情報の整備と活用は、CO₂削減対策を進める上で重要な要素である一方、維持保全・適正管理の支援は、対処修繕 から予防保全 への転換とそれによる建築物の延命化をもたらし、LCCの最小化にもつながるものである。特に、本指針における今回のLCC評価はシミュレーションに基づくため、その効果の反映は省エネルギーといった対策に限られる。その他、維持管理費などに要する実績値の洗い出しや経費予測など、より精度の高いLCC算出に必要なコストデータの整備も急務である。

2.4 県有建築物の長期活用計画の策定

今後の県有建築物整備において既存ストックの改修が大きな割合を占めることは、スクラップ&ビルドに対する社会的批判や県の財政状況などからも確実なものと考えられる。このような中、過去の建設ラッシュに連動して大規模な改修の必要となる既存建築物が大量に発生する時期を迎え、周期的な財政支出のピーク出現が予想されている。

こうした財政支出のピークを平準化するためには、県有建築物全体を対象とした長期活用計画の策定が必須となる。前述 2.3 のようなデータベースは個別の建築物の適正な運用、延命化のほかにも、こうしたマスタープラン策定のためにも重要な情報を提供するものである。保全・修繕に関するコスト予測が容易となり、財政負担を平準化しながら県有建築物全体での修繕・改修計画を策定し、確実に実施に移すことが可能となる。

2.5 環境マネジメントシステム の考え方に基づくモニタリングの実施

県では、「ふくしまエコオフィス実践計画」に基づいて、一事業者、一消費者としての立場で環境負荷低減の取組みを進めており、特に、本庁舎及び西庁舎においては、環境管理の国際規格 ISO14001 の認証を 2000 年に取得している。

この環境マネジメントシステムでは、「省資源・省エネルギー」「環境負荷の少ない製品の購入・使用」等の取組みにおいて使用量等の数値目標を掲げて監視測定を行うほか、「公共事業等の実施にあたっての環境配慮」の取組みについても掲げており、継続的な環境配慮に向けた取組みを実施していくことで環境負荷の低減を図るという PDCA サイクル の考え方で運用している。

今後は、本指針に従って建築計画を行い、PDCA サイクルの考え方によってモニタリングを実施し、建築物の適正な運用管理を図る必要がある。

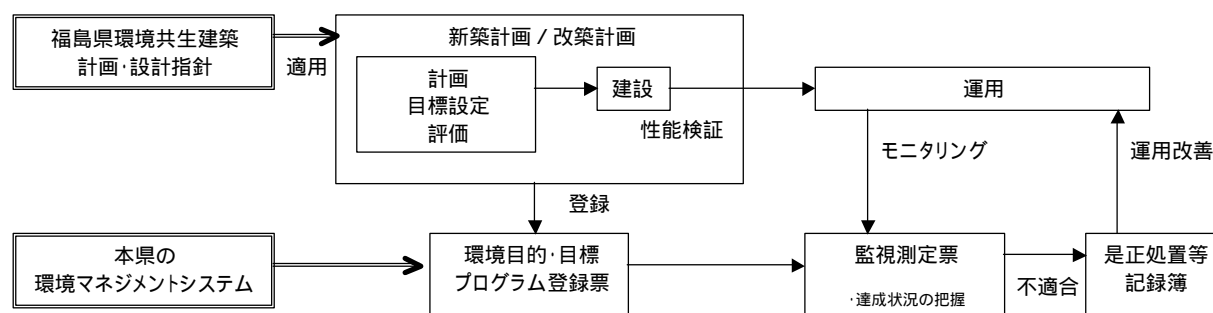


図 2.3 本県の環境マネジメントシステムへの環境共生建築計画・設計指針の活用

第3章 今後の環境共生型県有建築物の整備方針

3.1 環境と共生する県有建築物の取組むべき最優先課題

今後の県有建築物を整備していく上で、**環境問題はもはや避けて通ることはできない大きなテーマである**。オゾン層の破壊や酸性雨、有害廃棄物など様々な環境問題が山積している中で、取組むべき最優先課題は「**地球温暖化対策**」に焦点を絞り、CO₂排出量の少ない建築物の整備を図ることを命題とする。

3.2 環境共生型県有建築物整備の実行プロセス

今後の県有建築物を環境共生型に整備していくためのプロセスを4つに区分して整理する。

STEP 1 福島県環境共生建築計画・設計指針の策定

本指針は2006年9月に策定した。この指針の特徴は、環境共生型県有建築物の新築、改修など、建築物の整備を行うための技術的なガイドラインとして位置付けられるものである。

STEP 2 環境性能診断（モデル事業）

既存の県有建築物を環境共生型に転換していくためには、指針に基づき、多数ある県有建築物に対する現況調査及び環境性能診断を実施し、CO₂削減の可能性を建築物ごとに評価していく必要がある。それらを実践するためのモデルケースとして、県有建築物の中でも大きな割合を占める「庁舎及び学校」から各1建築物を選定し、実際に環境性能診断を実施する。さらに、診断の手法・結果とCO₂削減の可能性の評価を「環境改善提案書」にまとめ、今後の事業展開の手引きとする。

STEP 3 保全指導業務における本指針の位置付け

2.2で保全指導技術（以下STM）の必要性を述べているが、本指針はそのSTMの実行プログラムの一つとして位置付けられるものである。例えば、STEP2の環境性能診断を実施する場合、県有建築物の診断は環境という側面ばかりでなく、劣化診断、耐震診断、ユニバーサルデザイン診断等と合わせて実施していくことにより、より効果的な建築物の改修計画を立案することができるものとする。2.4の県有建築物の長期活用計画はそうした複合的な要素をバランスよく検討し、その建築物の最も効果的な整備・運用計画を建築物管理者に提案していくものとなる。本指針はそのうちの「環境への配慮」の部分に適用されるものとして位置付けされることになる。

本指針は、県有建築物の保全を組織的に行うことを目的に2006年度に設置予定の「全庁会議（名称未定）」の中で各施設管理者に説明し、位置付けていくこととする。

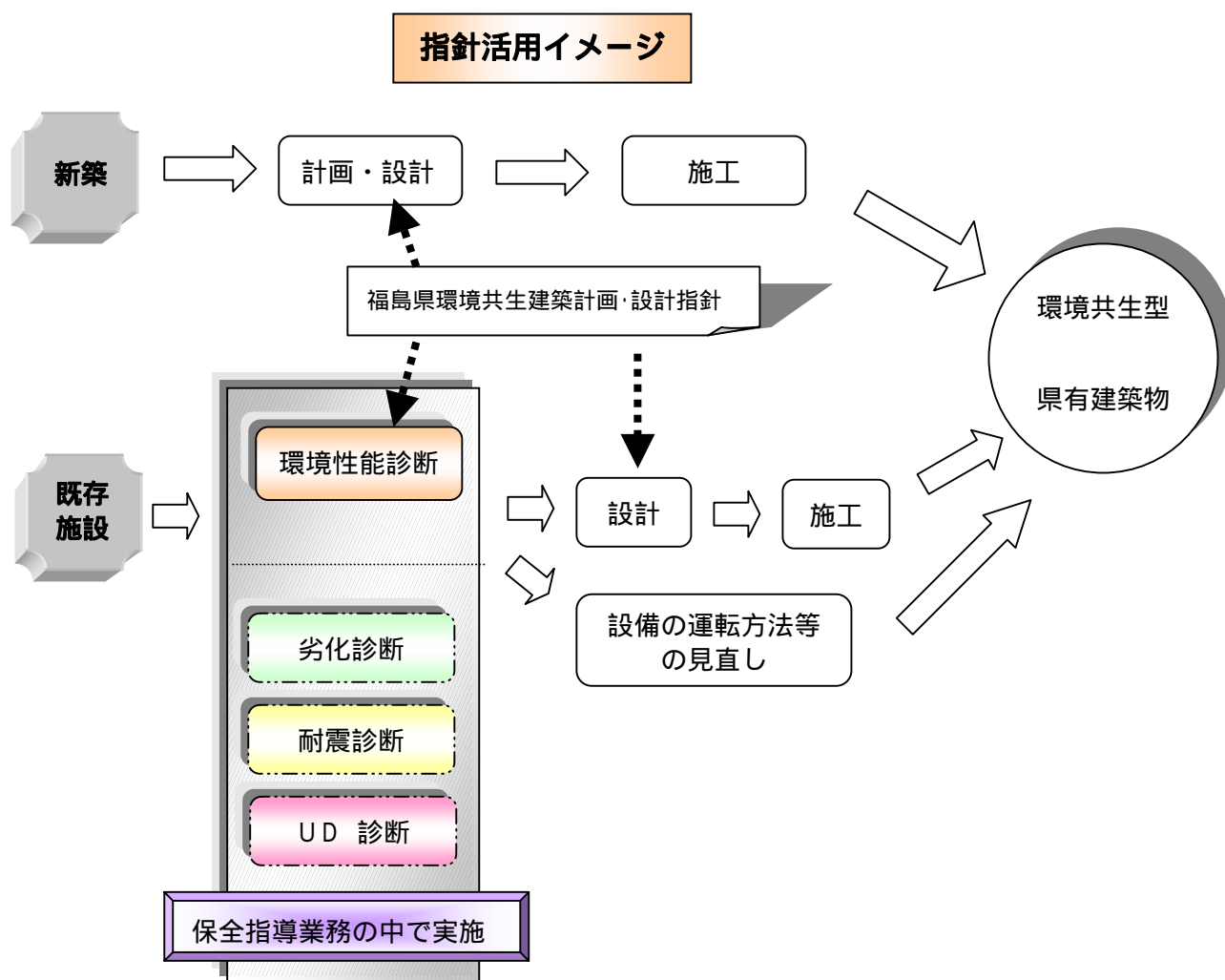
STEP 4 診断結果に基づく設計・改修工事の実施及び運用方法の改善

全庁会議の中で環境性能診断を含む県有建築物の診断スケジュールを作成し、対象となるすべての県有建築物において実施する。また、診断結果に基づく県有建築物の長期活用計画を策定し、建築物の改修を進めていくこととする。

以上のように、本指針は、県有建築物全体でのCO₂削減とコスト縮減の実現に向けた一連の取組みの出発点となるものである。

表 3.1 本指針の活用スケジュール

年 度		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
環境共生建築計画・設計指針策定		[黒塗り]								
上記指針の普及啓発活動					[黒塗り]					
環境共生建築への改築	設計				[黒塗り]					
	改築工事					[黒塗り]				
環境共生建築への転換	環境性能診断				[黒塗り]					
	設計				[黒塗り]					
	改修工事					[黒塗り]				
京都議定書の第1約束期間						[黒塗り]				



参考資料編

目次

第1章 計画の手順	1
1.1 計画の手順	1
1.1.1 新築計画	1
1.1.2 改修計画	1
1.2 評価ツール	3
福島県の気象条件	4
2.1 施設計画で考慮すべき気象条件	4
2.2 地域区分の把握	5
2.2.1 建築物（住宅以外）の地域区分	5
2.2.2 住宅の地域区分	6
2.2.3 地域区分の把握	6
2.3 県内の主な気象観測点における気候特性	10
2.3.1 日照時間	10
2.3.2 水平面全天日射量	10
2.3.3 暖房デグリデー	10
2.3.4 冷房デグリデー	10
2.3.5 最高気温・最低気温	10
2.3.6 降水量・積雪日数	10
第3章 環境負荷低減効果の検討	15
3.1 評価ツールの概要	15
3.1.1 評価ツールの検討対象地域	15
3.1.2 評価ツールの検討対象用途建物	16
3.1.3 検討方法	16
3.2 各モデルによる検討方法	21
3.2.1 学校モデルにおける検討	21
3.2.2 庁舎モデルにおける検討	25
3.3 学校における環境負荷低減効果のケーススタディ	30
3.3.1 学校における環境負荷低減技術の感度解析	30
3.3.2 学校における環境負荷低減技術の組み合わせ検討	36
3.4 庁舎における環境負荷低減効果のケーススタディ	41
3.4.1 庁舎における環境負荷低減技術の感度解析	41
3.4.2 庁舎における環境負荷低減技術の組み合わせ検討	53

技術資料 1	計算条件一覧	63
技術資料 2	福島県建築物CO ₂ -コスト評価ツール	72
技術資料 3	環境性能診断ガイドライン	84
技術資料 4	雪氷冷熱エネルギー利用の検討	117
新エネルギー関係補助一覧		138
用語の解説		140
指針策定の経緯		151

第1章 計画の手順

1.1 計画の手順

1.1.1 新築計画

環境共生型の県有建築物を新築する場合の計画・設計にあたっては、庁舎、学校については、まず「定性的評価ツール」を用いて建築物の環境負荷の低減と建築物の快適性等の品質を評価し総合的な環境性能を確認する。次に「福島県建築物CO₂-コスト評価ツール(1.2に解説、詳細は第3章に示す。以下「定量的評価ツール」という)」を用いて、各種環境負荷低減手法とその採用に伴うコストを大まかに把握し、計画の骨組みを決定する。その他の施設では、計画に応じて個別に検討を行う。

環境共生型建築物を新築する場合の計画・設計にあたっては、以下の手順を進める。

- 1) 建設地、建設用途等、施設条件を整理し、建築・設備の仕様を想定する。
- 2) 建物規模、用途、予算、政策等を勘案し、対策設定により運用CO₂排出量、LCCO₂、IC、LCCの大まかな目標値を想定する。
- 3) 庁舎、学校では本指針に基づいて、「定性的評価ツール」「定量的評価ツール」を用いて評価を行い、想定した目標が達成可能となるよう環境負荷低減技術を選定する。その他の施設では別途検討を行う。
- 4) 設計を進めるにあたっては、「定量的評価ツール」「定性的評価ツール」を用いて評価を行い、目標値の達成状況を確認するとともに、総合的な環境性能を確認する。
- 5) 竣工設計段階では、省エネルギー計算の算定値等に基づいて評価を見直しする。

1.1.2 改修計画

改修計画では、改修計画そのものだけでなく、改修前の施設における評価を行い、既存施設の環境を十分に把握した上で計画を行う。庁舎、学校については、まず「定性的評価ツール」を用いて建築物の環境負荷の低減と建築物の快適性等の品質を評価し総合的な環境性能を確認する。次に「定量的評価ツール」を用いて、各種環境負荷低減手法とその採用に伴うコストを大まかに把握し、計画の骨組みを決定する。その他の施設では、計画に応じて個別に検討を行う。また、ESCO事業の可能性があれば、初期投資を抑える手段としてその活用を検討する。

- 1) 施設保全において収集・管理している実績データや、各種診断(省エネ診断、劣化診断、耐震診断等)の診断データ等から、施設の実態を個別の項目ごとに把握する。なお、各種診断については、既往の確立された判断基準や診断手順に従って調査・分析を行い、診断を実施する。
- 2) 上記データを参照し、「評価ツール」の評価を行う。「評価ツール」の入力においては、各項目での仕様を対策項目の中から選択するほか、運用エネルギーについては、実績データを入力する。

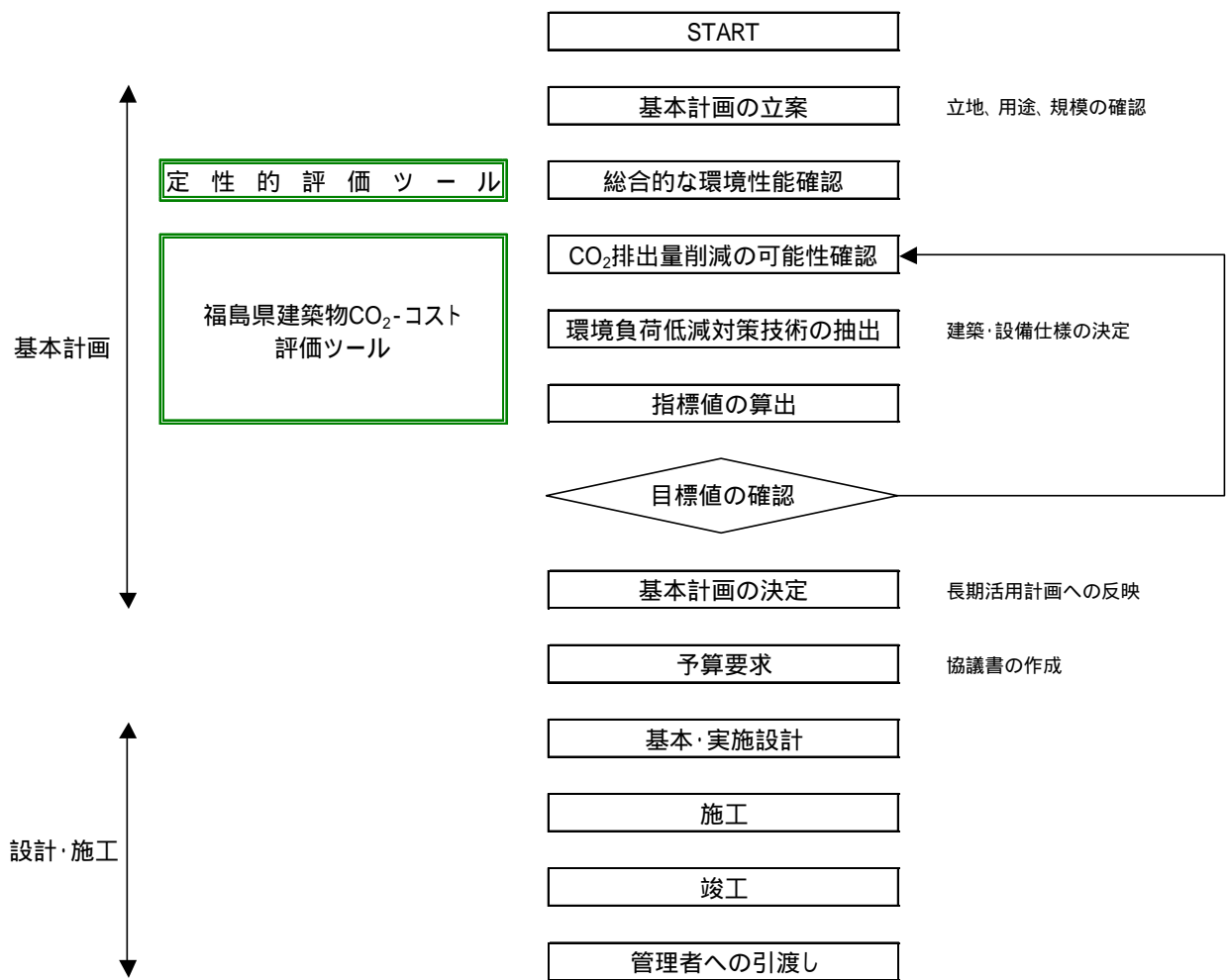


図 1.1 新築計画における評価システムの適用手順

- 3) 既存施設の環境性能を総合的に把握した上で、改修計画に進む。劣化などの理由で改修を必要とする建築及び設備の部位やシステムについてあらかじめ抽出する。改修工事の場合、既存建物の状況を判断した上で、建築基準法など法規制のチェックを行い、採用可能な手法を選択する必要がある。
- 4) 既存施設の立地、構造、法的・社会的情勢を勘案し、対策設定により運用CO₂排出量、LCCO₂、IC、LCCの大まかな目標値を想定する。
- 5) 庁舎、学校では計画指針に基づいて、「定性的評価ツール」「定量的評価ツール」を用いて評価を行い、想定した目標が達成可能となるよう環境負荷低減技術を選定する。その他の施設では別途検討を行う。
- 6) ESCO 事業の可能性を検討する。また、適正な運用管理並びに効果の検証を支援するため、必要な計測システム又は計量システムの採用を検討する。
- 7) 基本設計に進む。基本設計以降は、新築計画における手順に準じて設計を進める。

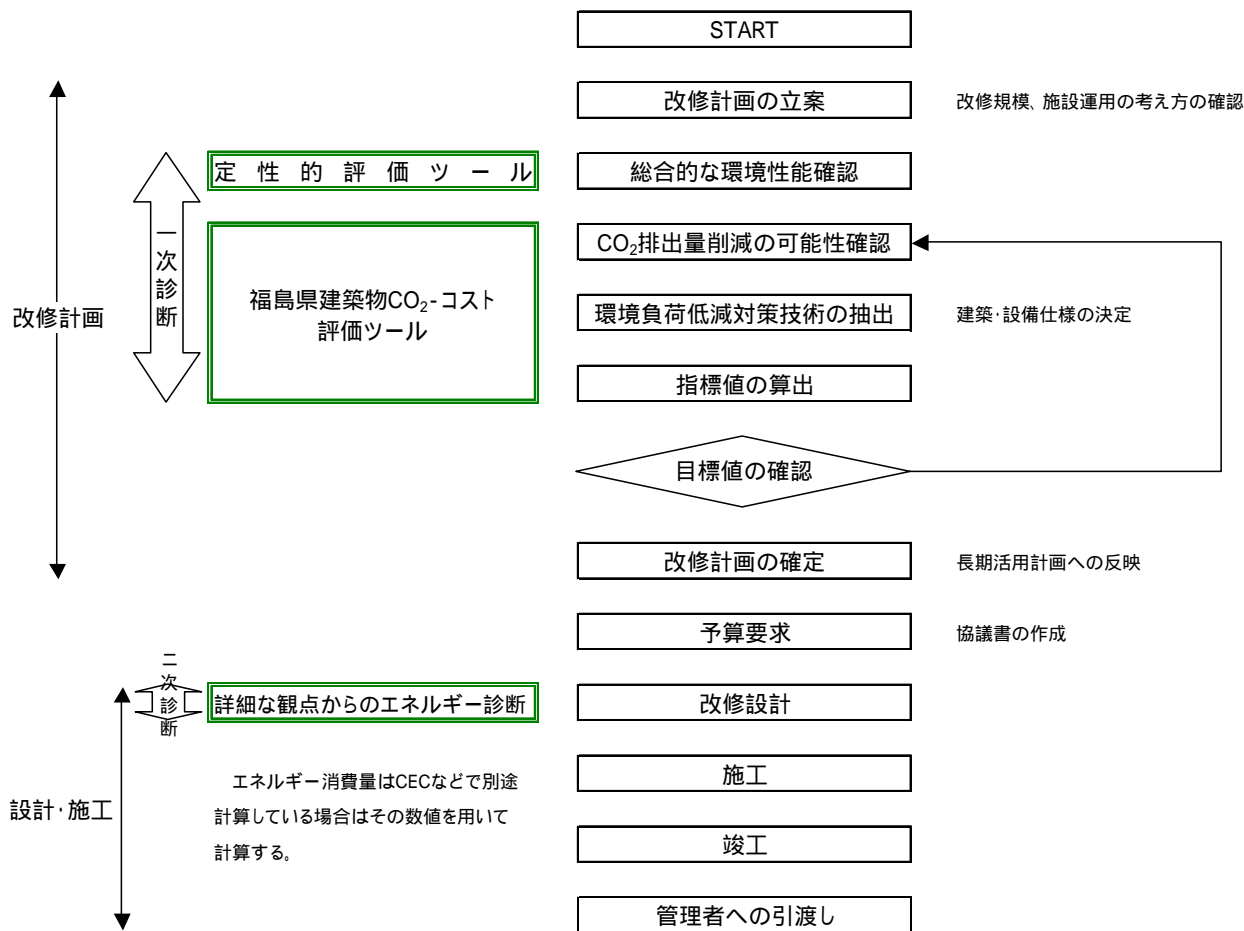


図 1.2 改修計画における評価システムの適用手順

1.2 評価ツール

定性的評価ツールは、企画・計画段階などの詳細な計画が決まっていない段階で、総合的な環境性能を確認する支援ツールである。

定量的評価ツールは、標準的に設定された庁舎、学校のモデルプランにおける各種技術の環境負荷低減効果、費用対効果などを定量的に算出する支援ツールである。「福島県建築物CO₂-コスト評価ツール」は、福島県全域 19 地域を対象としたLCA ツールであり、対象計画のLCC、LCCO₂、IC、運用CO₂排出量、光熱費などを算定することができる。詳細は第3章に示す。

福島県の気象条件

2.1 施設計画で考慮すべき気象条件

施設計画への反映すべき事項を考慮しながら、次の気象条件についてまとめる。

< 年間の月別平均温度・湿度 >

所在地の気温・湿度は、適切な断熱の仕様、換気・通風の仕方、効果的な空調計画を検討する基本条件となる。

< 日照時間 >

日照時間が多い地域では、積極的な太陽エネルギーの利用を図るため、パッシブソーラー につながる間取りや、自然採光、太陽光発電システムや太陽熱給湯システムの導入について検討の可能性がある。一方、日照時間が少ない地域では比較的負荷の時間変動が安定するため、外皮負荷、外気負荷の抑制効果が熱源容量の低減に直結する傾向となる。

< 降水量 >

降水量が多い地域では、これを積極的に利用できるように雨水貯留タンクを導入したり、降雨による下水道への影響を軽減するために浸透性舗装や浸透枘の採用が検討できる。一方、降水量の少ない地域では、節水機器の積極採用や、中水システムの導入を検討する。また、雨による建物の劣化等を回避するよう維持管理のしやすい計画についても検討の対象となる。

< 卓越風向 >

自然な通風に有利な建物配置や間取りの計画に有用なデータとなる。

< 平均風速 >

平均風速が大きい地域では、風力発電機の設置が検討の対象となりうる。

表 2.1 主な気象条件と計画への反映

主な気象条件	計画への反映
年間の月別平均温度・湿度 デグリデー	建築計画 : 建物向きと形状(日照と換気の確保) : 間取り(風の道) : 外皮計画
	設備計画 : 省エネルギー(空調計画)
日照時間	建築計画 : 建物向きと形状(日照の確保) : 間取り(サンルーム)
	設備計画 : 自然エネルギー(太陽光発電)
降水量(積雪量)	建築計画 : 建物向きと形状(積雪への対応)
	設備計画 : 雨水利用計画
	外構計画 : 透水性舗装
卓越風向	配置計画 : 快適・省エネにつながる配置計画
	建築計画 : 建物向きと形状(換気の確保) : 間取り(風の道)
平均風速	設備計画 : 自然エネルギー(風力発電)

2.2 地域区分の把握

県内においても地理的条件などにより、地域の気候特性が異なるため、計画地の気象条件に適した建物の計画を行うには、それぞれの特性を考慮することが重要となる。気象条件を基にした、各種の地域区分を解説し、福島県地域の分布を示す。

2.2.1 建築物（住宅以外）の地域区分

住宅以外の用途の建築物(省エネルギー法による用途区分)において適用される地域区分は、A～Lの12に区分され、次のように特定される。

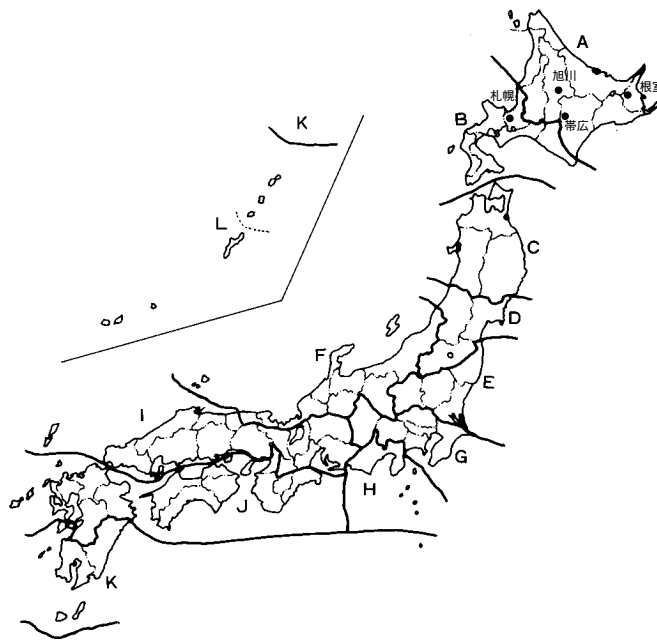


図 2.1 建築物の地域区分図

- 1) 建設地が所在する県や市町村などから、建設地が属する地域を、地域区分図と地域区分表から選定する。
- 2) 次に、1)で選定した地域と建設地の標高から、標高による地域修正表により最終的な適用地域を選定する。なお、「改訂拡張デグリデー表」に併せて掲載されている「日除け効果係数チャート」については、地域修正を行わず、1)で選定された地域をそのまま適用地域とする。これによると、福島県は太平洋側のE地域と内陸のD地域に区分され、県内の各地点は標高により以下のように区分される。

表 2.2 福島県の地域区分

建設地の標高 地域区分	建設地の標高				
	300m未満	600m未満	900m未満	1200m未満	1200m以上
D	D	C	B	A	A
E	E	D	C	B	A

2.2.2 住宅の地域区分

< 暖房デグリデーによる地域区分 >

期間暖房負荷と相関の高い暖房度日(暖房デグリデー)を指標とし、全国を7地域(暖房度日 4,500 度日以上の地域 + 下記の区分による ~ 地域)に区分し、各地域に当てはめたもの。省エネルギー法では外壁仕様や気密性などの建物の暖冷房に関わる指標をこの地域区分に応じて「建築主の判断基準」として設定している。

< 暖房度日(D₁₈₋₁₈)による地域区分 >

}	4,500 以上の地域
	地域: 3,500 以上
	地域: 3,000 以上 3,500 未満
	地域: 2,500 以上 3,000 未満
	地域: 1,500 以上 2,500 未満
	地域: 500 以上 1,500 未満
	地域: 500 未満

< パッシブ地域区分 >

日射量と気象から地域の気候特性を表した指標はパッシブ地域係数 Psp と呼ばれる。Psp は、1 月の南面鉛直面日射量の日平均値を暖房設定温度(18)と1 月平均気温の差で除した値である。この値に応じて、下表の通りパッシブ区域は5 段階(い~ほ)に区分される。

表 2.3 パッシブ地域係数

パッシブ地域	い	ろ	は	に	ほ
パッシブ地域係数 Psp	2.3	4.8	7.3	9.8	12.3

2.2.3 地域区分の把握

気象条件の検討にあたって必要なデータとして、福島県全域の主要な気象観測地点における気象条件を整理した。

< 出典気象データ >

・拡張アメダス気象データ

各地点のデータシートに示される項目のうち降雪日を除き、標準年気象データ(1981 年~ 1995 年)を使用している。

・気象庁観測平年値(降雪日)

降雪日については、気象庁による観測地点のデータを用いた。

< 収録地点 >

収録地点は拡張アメダス計測ポイントである福島県内 29 地点を対象とした。福島市の例を参考として

気候特性集に収録されている内容を参考資料編9ページに後述する。

表 2.4 福島県の気象観測点

	地点名	非住宅地域	暖冷房負荷地域	パッシブ地域		地点名	非住宅地域	暖冷房負荷地域	パッシブ地域
280	茂庭	D		は	295	只見	C		い
281	梁川	D		は	296	郡山	D		は
282	檜原	B		は	297	川内	D		は
283	福島	D		ろ	298	南郷	C		い
284	相馬	E		は	299	湯本	B		は
285	喜多方	D		ろ	300	小野新町	D		は
286	鷲倉	A		は	301	広野	E		は
287	飯館	D		ろ	302	田島	C		い
288	西会津	D		い	303	白河	D		は
289	猪苗代	C		ろ	304	石川	E		は
290	二本松	D		ろ	305	桧枝岐	C		い
291	金山	C		い	306	上遠野	E		は
292	若松	D		ろ	307	東白川	E		は
293	船引	D		は	308	小名浜	E		は
294	浪江	E		は					

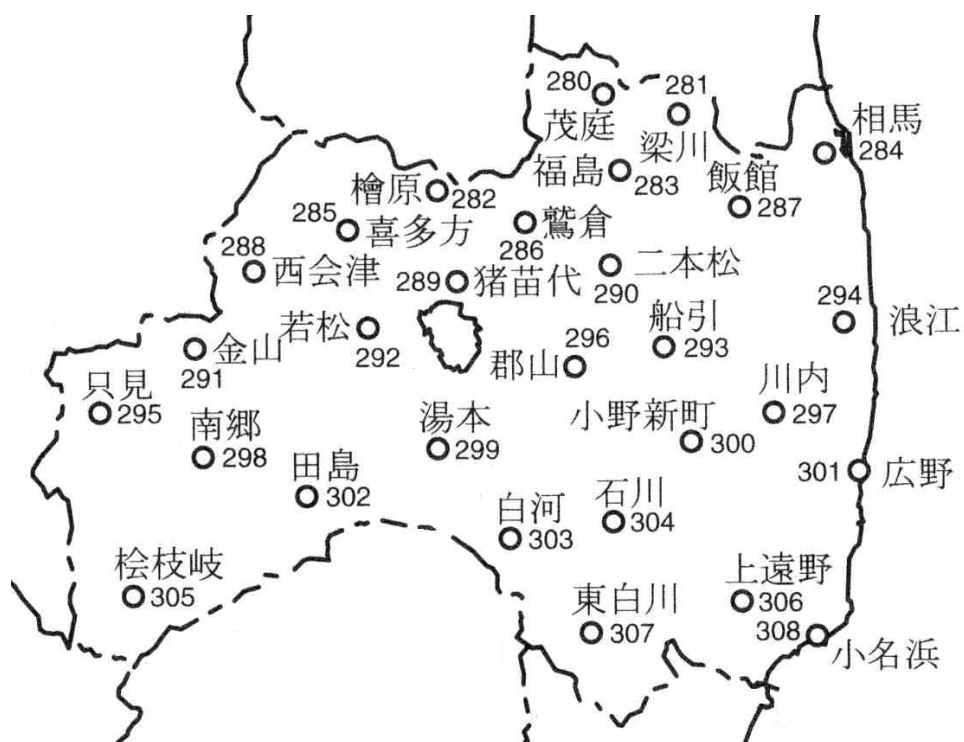


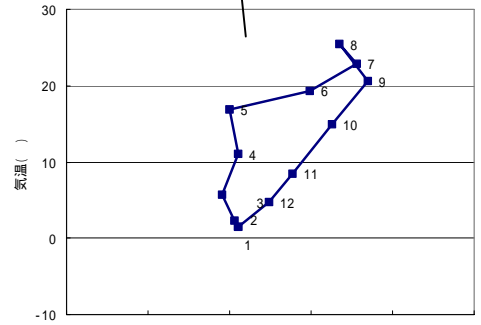
図 2.2 気象データ対象地域の場所

大気の温度(縦軸)と湿度(横軸)の組み合わせで、その地域の気候を説明している。右上は高温多湿、左下は低温低湿を意味し、図中の数字は月を示す。他地域との比較のため福島データを灰色で示している。

< データシートの見方 >
(参考例)

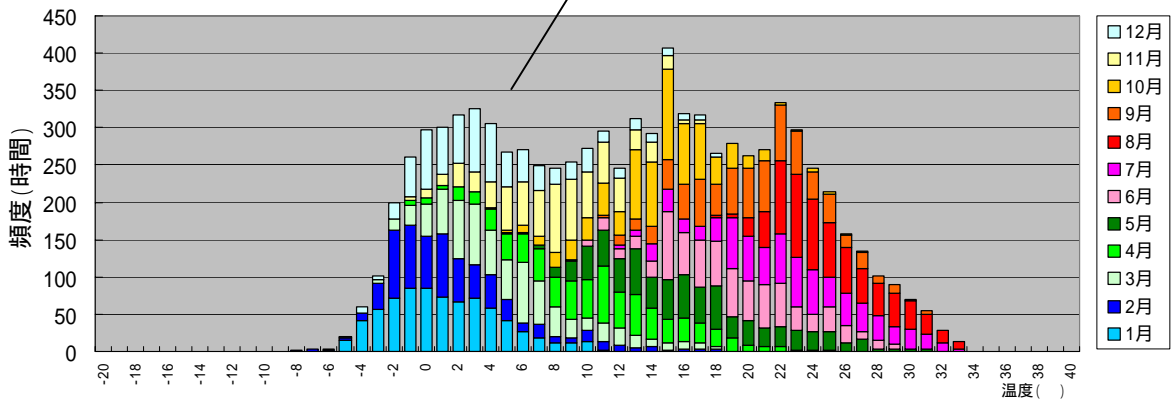
地点No	283		
観測地点	北緯	37度	45分
	東経	140度	29分
	標高	67 m	
非住宅地域区分	D		
地域区分	負荷地域		
	パッシブ地域	ろ	
年間最高気温	33.8		
年間最低気温	-7.1		
年間平均気温	12.9		
年間降水量	1054 mm		
太陽光発電量	144,978 Wh/m ² ・年		
風力発電量	12,066 Wh/個・年		

クリモグラフ



下図の薄灰は福島を示す。

外気温



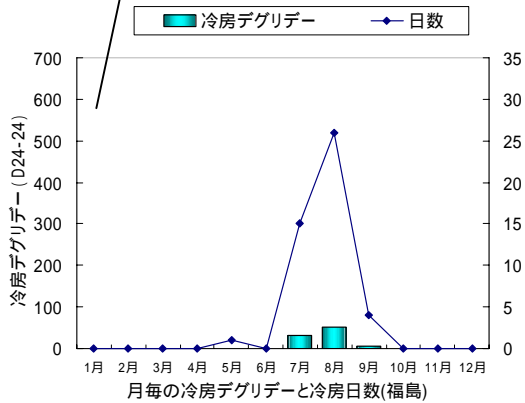
算定根拠は別紙参照

年間(365日×24時間)の頻度分布を示す。月毎に色分けしているので外気温の年間推移や月毎の最高・最低温度も読みとることができる。

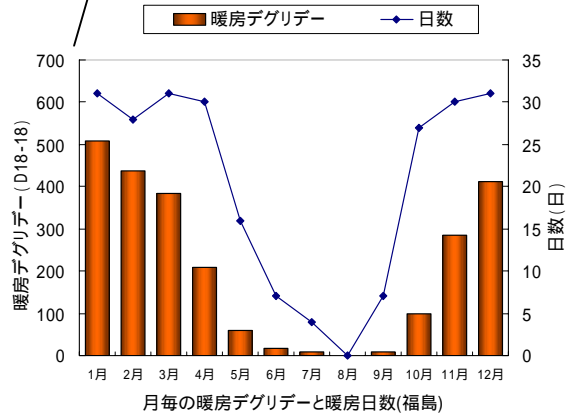
外気温頻度分布(福島、年間)

デグリデー

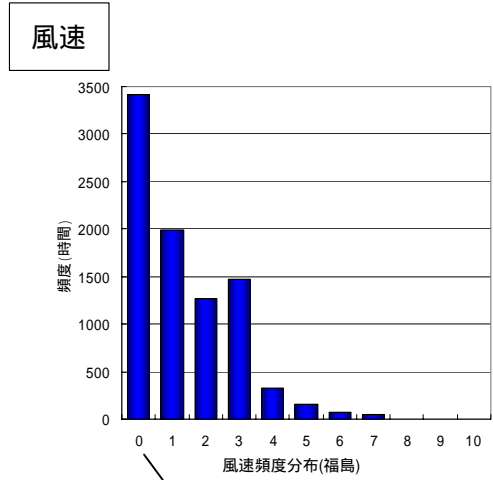
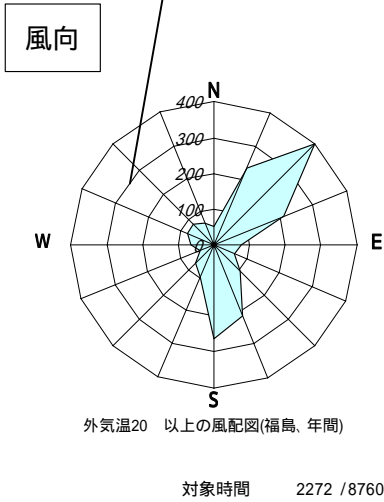
ここでは室温を24と設定し、日平均温度24以上になった日数と、24と日平均外気温の差を月毎に積算した値を示す。これで各月における冷房負荷の目安となる。



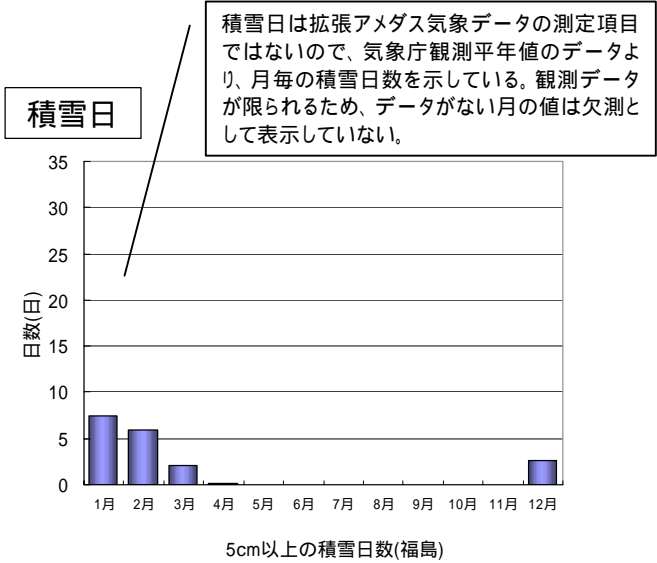
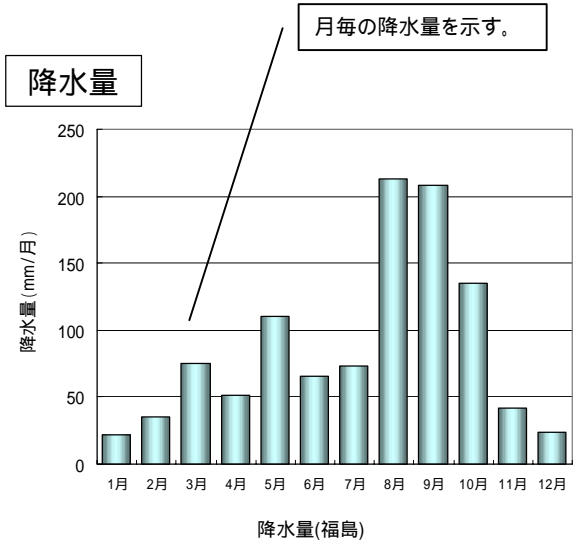
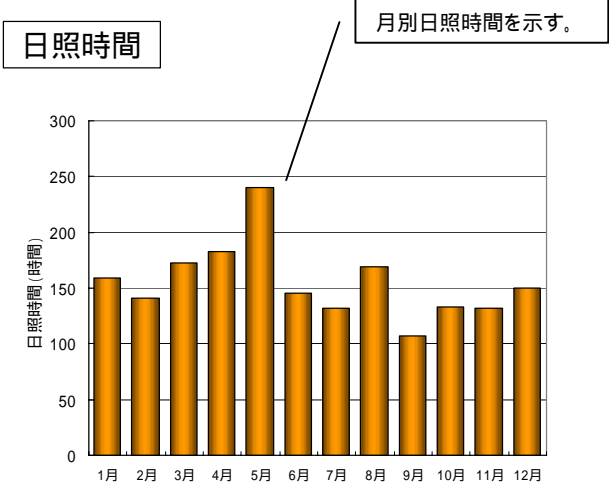
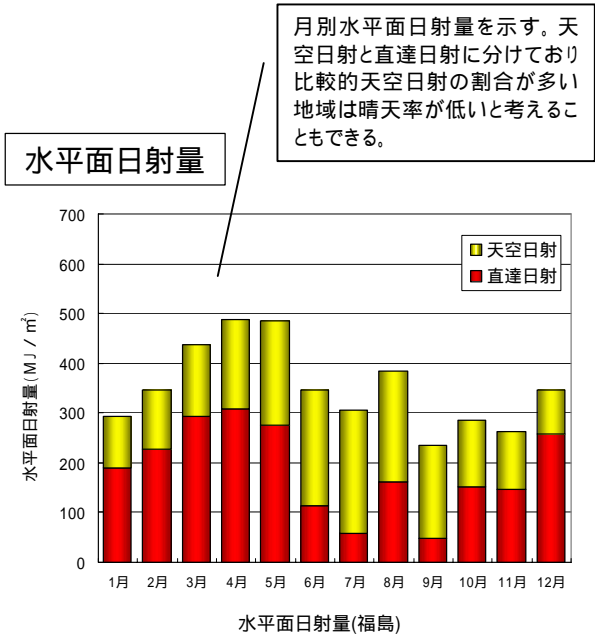
ここでは室温を18と設定し、日平均温度18以下になった日数と、18と日平均外気温の差を月毎に積算した値を示す。これで各月における暖房負荷の目安となる。



自然換気を想定した条件(外気温 20 以上)の風向を示す。自然換気を効率良く行うための開口位置の検討に用いる。図中の数値は頻度を示し、例えばN方向に 100 の値を示していたら、北風の発生した頻度が100時間あることになる。開口の配置検討には、周辺環境もふまえて検討する必要がある。図の下部数値は対象時間として、年間 8760 時間中(24 時間 × 365 日)の外気温 20 以上の割合を示す。



風力発電採用や、風配図と関連させて防風林設置等の検討に用いる。但し風向・風速は計画地の近隣の状況により大きく変化するため、周辺状況にも配慮する必要がある。



2.3 県内の主な気象観測点における気候特性

2.3.1 日照時間

日照時間は「直射日光が地表を照射した時間」であり、日の出から日の入りまでの間に、気象観測点に設置された日照計が「照った」と観測した延べ時間と定義される。曇っていても、薄日が差していれば基本的にはカウントされるため、実質的な日射取得量などは水平面全天日射量で把握することとなる。福島県内では、小名浜で特に長い日照時間となっており、浜通りから中通りにかけては比較的長い日照時間が確保されている(晴れの日が多い)。一方、会津地域や山間部では日照時間が短く、桧原や鷲倉では小名浜と比較して半分程度となっている。

2.3.2 水平面全天日射量

水平面全天日射量は直達日射量と全天日射量を加算した数値である。日射時間と比べて、福島県全域において比較的均一に分布しているが、日照時間と比べて浜通りの数値が全体的に高くなっている。太陽光発電の効果は水平面全天日射量、斜面全天日射量などから換算されるため、この指標を分析することにより、各地域の太陽光発電の効果を概算することができる。

2.3.3 暖房デグリデー

暖房デグリデーとは、一日の平均気温(A)と、暖房設定温度(B)との差を、外気温がある温度(C)以下となる日について1シーズンにわたってすべて加算した値である。外気温がC以下になったら設定温度をBにして暖房を入れ、その日にどのくらいのエネルギーを消費するのかの目安(B - A)を毎日足した数値である。図 2.5 には 18-18 暖房デグリデーを示す。山間部、会津地方で高い数値をとり、浜通り、都市域で低い値となっている。

2.3.4 冷房デグリデー

冷房デグリデーも暖房と同様の考え方であり、図 2.6 には 24-24 冷房デグリデーを示す。日照時間、日射量では小名浜などの浜通り側で高い値となっていたが、冷房デグリデーは福島市中心部で非常に高い数値となっており、ヒートアイランド現象の可能性が示唆されている。

2.3.5 最高気温・最低気温

福島県地域は最高気温が県内全域で概ね 30 を超えているにも関わらず、最低気温も全域で - 5 を下回り、冷房需要・暖房需要がともに大きな地域であることが図 2.7、図 2.8 よりわかる。

2.3.6 降水量・積雪日数

福島県における降水量は全国平均値(1712mm/年、国土交通省水資源部調べ及び総務省統計局国勢調査、H12)と比べて、やや低い数値であり、東北地方の中でも関東圏に近い降水量となっている。特に、中通りではその数値が低い。積雪日数に関しては、全地域のデータはないが、会津地域などの豪雪地帯と浜通りなどの太平洋沿岸地域ではまったくその気候特性が異なっている。

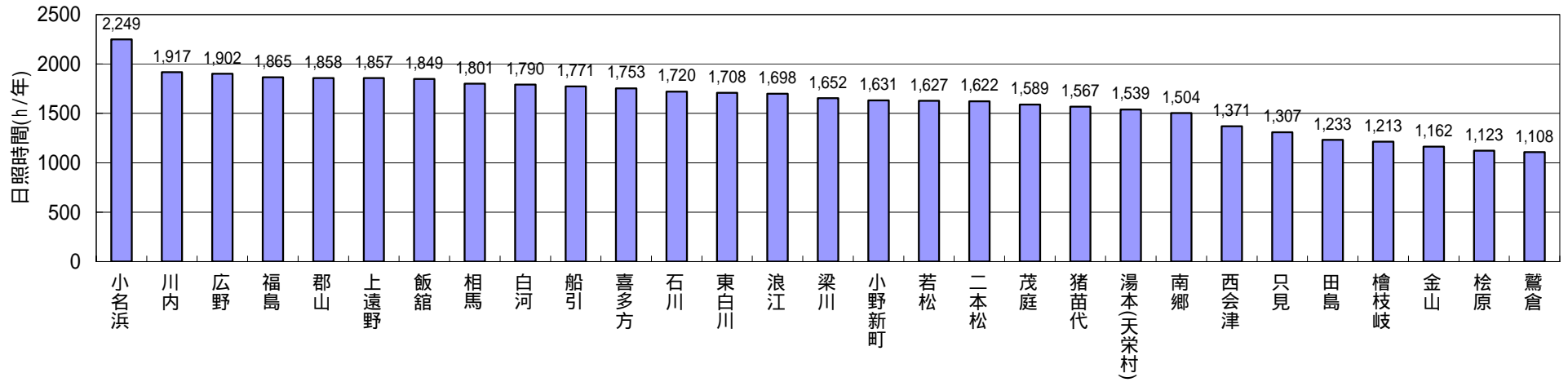


図 2.3 日照時間 (h/年)

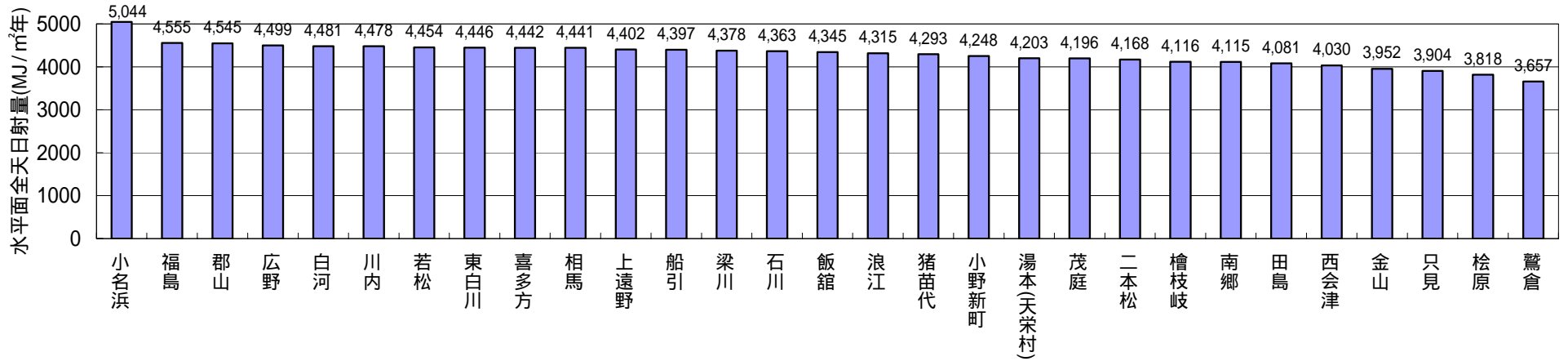


図 2.4 全天日射量 (MJ/m²年)

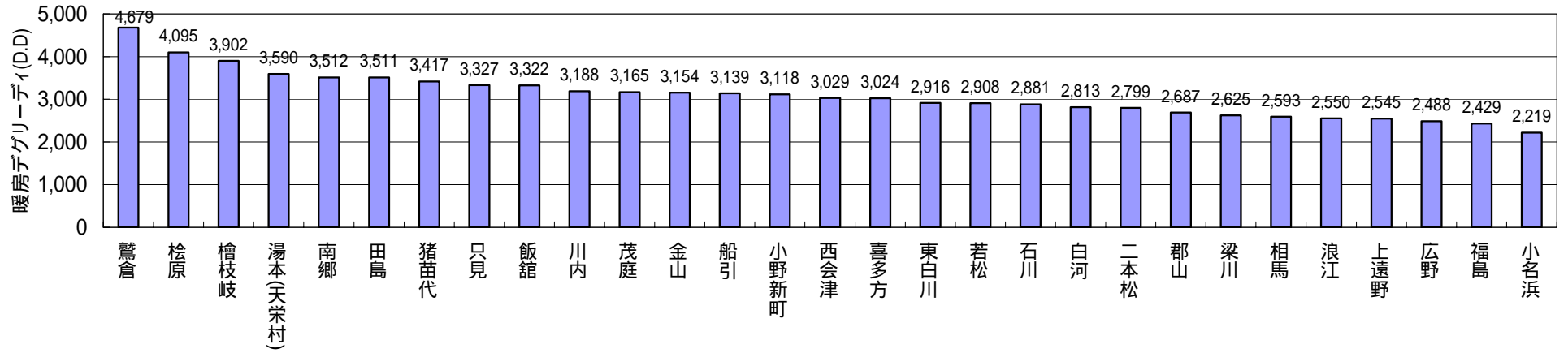


図 2.5 暖房デグリーデー (D.D)

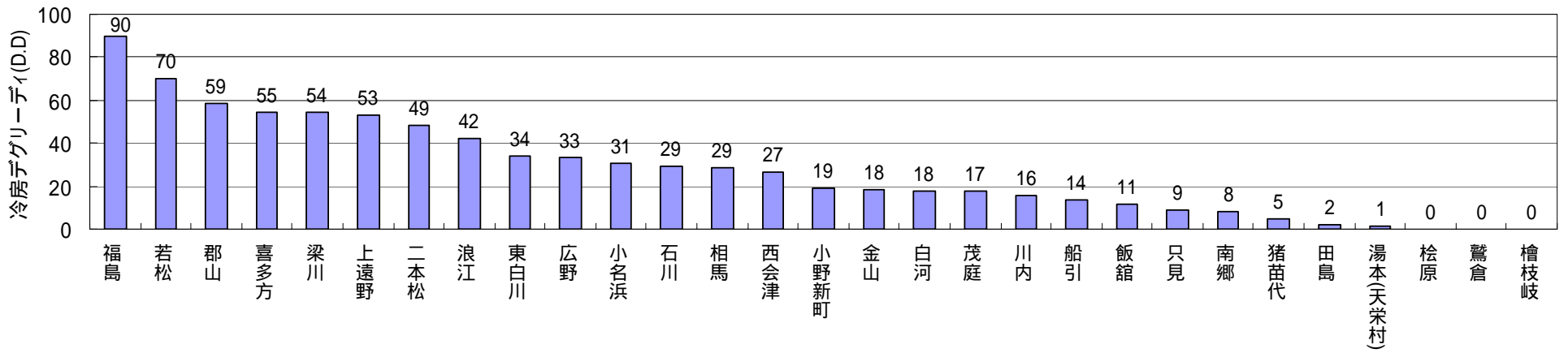


図 2.6 冷房デグリーデー (D.D)

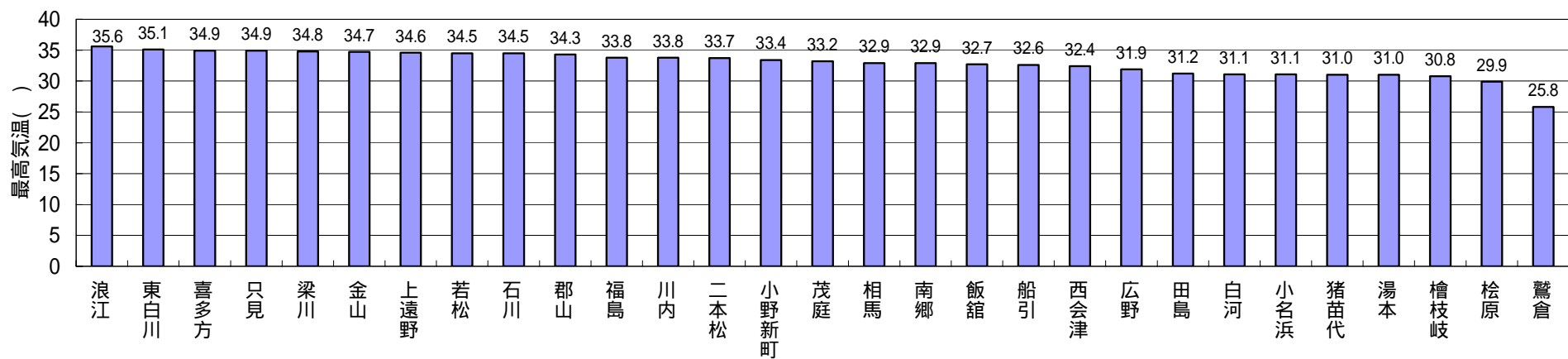


図 2.7 最高气温 (°C)

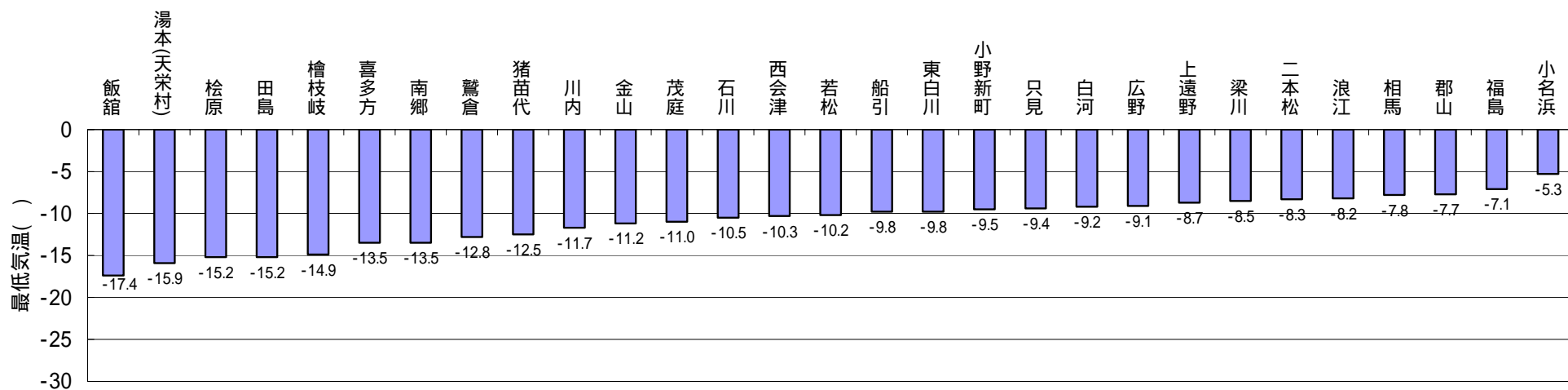


図 2.8 最低气温 (°C)

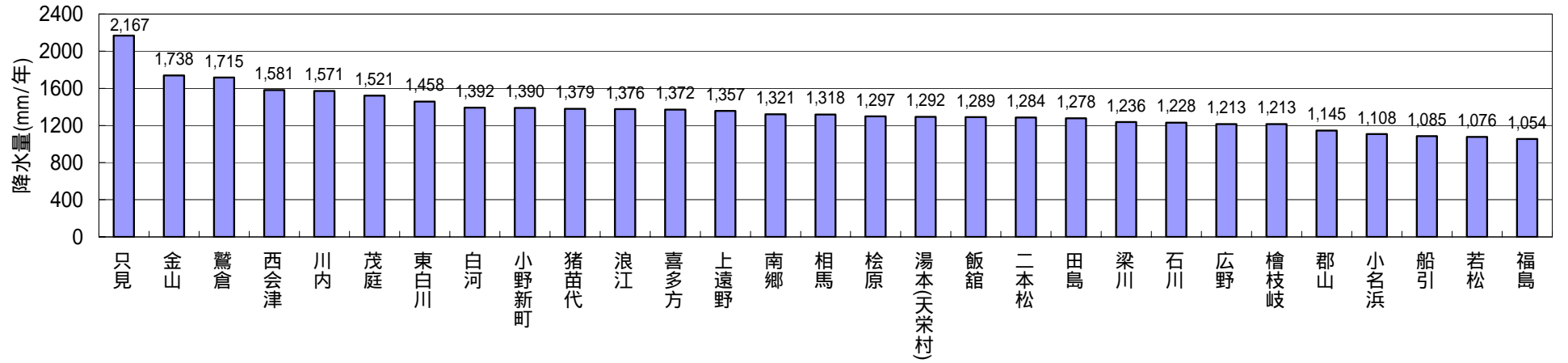


図 2.9 降水量 (mm/年)

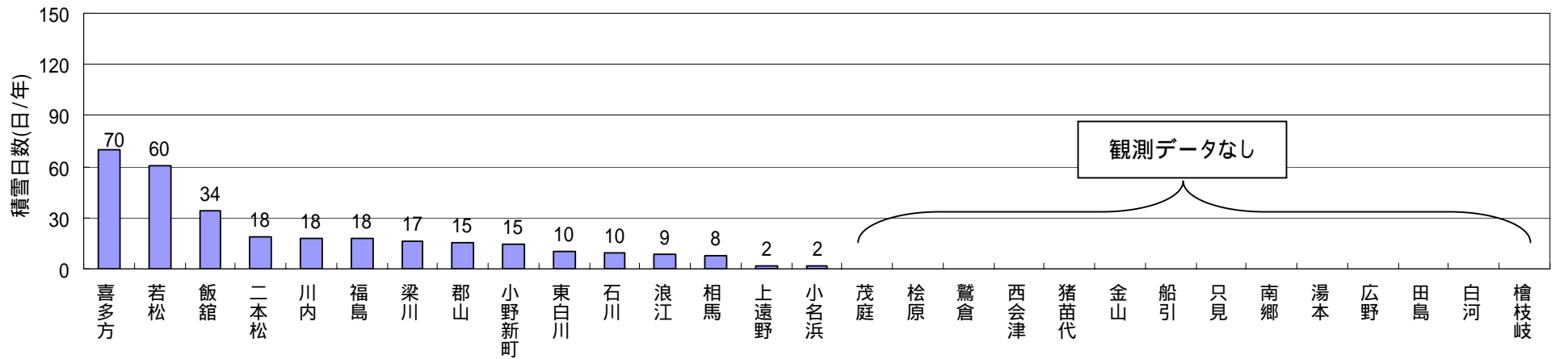


図 2.10 積雪日数 (日/年)

第3章 環境負荷低減効果の検討

3.1 評価ツールの概要

評価ツールは、基準的な建物プランを設定し、そのプランに環境技術を導入した際のエネルギー消費量、CO₂排出量、光熱費、初期投資額などを自動的に算出するツールである。このツールは、福島県地域における新築・改修事業の環境負荷低減効果を企画・設計段階で予測し、その事業採算性の検討から予算確保を行うためだけでなく、県有施設全体を対象としたマクロ計算の根拠資料となる数値の算定を行うツールとしても使用する。

3.1.1 評価ツールの検討対象地域

検討対象地域は福島県内全域を網羅する市・郡 19 地域とする。空調計算などの数値解析は県内4箇所(福島、二本松、西会津、湯本[天栄村])を対象としたコンピュータシミュレーションを、「拡張アメダスデータ」を利用して行い、適正に補完することにより、他の地域の検討も行う。

- 1 福島市
- 2 福島市(山間部)
- 3 二本松市および安達郡
- 4 伊達郡
- 5 相馬市、原町市および相馬郡
- 6 双葉郡
- 7 郡山市
- 8 須賀川市および岩瀬郡
- 9 石川郡
- 10 田村郡
- 11 いわき市
- 12 東白川郡
- 13 白河市および西白河郡
- 14 耶麻郡西部(喜多方市以西)
- 15 耶麻郡東部(喜多方市以东)
- 16 喜多方市
- 17 会津若松市および河沼郡(柳津町以外)
- 18 大沼郡および河沼郡(柳津町)
- 19 南会津郡

	地点名	住所	地域		地点名	住所	地域
281	梁川	伊達市梁川町	4	293	船引	田村市船引町	10
283	福島	福島市松木町	1	296	郡山	郡山市富田町	7
284	相馬	相馬市成田	5	299	湯本	岩瀬郡天栄村	8
285	喜多方	喜多方市	16	301	広野	双葉郡広野町	6
286	鷲倉	福島市土湯温泉町	2	302	田島	南会津町田島	19
288	西会津	耶麻郡西会津町	14	303	白河	白河市郭内	13
289	猪苗代	耶麻郡猪苗代町	15	304	石川	石川郡石川町	9
290	二本松	二本松市榎戸	3	307	東白川	東白川郡塙町	12
291	金山	大沼郡金山町	18	308	小名浜	いわき市小名浜	11
292	若松	会津若松市材木町	17				



図 3.1 福島県内の地域(評価地域を色で分類)

3.1.2 評価ツールの検討対象用途建物

評価ツールの評価対象建物用途は、県有施設の大きな割合を占める庁舎と学校とし、それぞれに代表的な基準プランを設定する。

(1) 庁舎

庁舎モデル (三春合同庁舎:H6年竣工を参考に作成)

(2) 学校

学校モデル(福島県立相馬高等学校:H14年竣工を参考に作成)

3.1.3 検討方法

各用途建物において、県内 19 箇所の気象データを用いたコンピュータシミュレーションを基に、以下の項目を算出し、様々な環境負荷低減対策を採用した場合の、環境負荷低減効果、費用対効果を算定する。

(1) 検討項目

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) 運用エネルギー消費量 | 4) LCCO ₂ (Life Cycle CO ₂) |
| 2) 運用CO ₂ 排出量 | 5) LCC (Life Cycle Cost) |
| 3) 初期費用(IC : Initial Cost) | |

(2) 算定方法

1) 運用エネルギー消費量

運用に関わるエネルギー消費量はCEC (Coefficient for Energy Consumption) に関わる6項目、及びその他の項目(給水ポンプのエネルギー消費量、コンセントによる電力消費量)を個別に算定する。

空調に関わるエネルギー消費量

・算出には「BECS/CEC/AC ((財)建築環境・省エネルギー機構:IBEC)」を利用する。

・「BECS/CEC/AC」の計算条件は「IPAC-MECH(IBEC)」による熱負荷計算結果を基に、「建築設備設計基準((社)公共建築協会:PBA)」に準拠して決定する。

照明に関わるエネルギー消費量

・月利用日数、日使用時間の設定により、CEC/Lの算出方法に倣い計算する。

換気に関わるエネルギー消費量

・換気に関わるエネルギー消費量はCEC/Vの算出方法に倣って計算する。

衛生・給湯に関わるエネルギー消費量

・給水のエネルギー消費量は日平均給水量から給水ポンプの消費電力量として見込む。

・給湯エネルギー消費量はCEC/HWの算出方法に倣って計算する。

昇降機に関わるエネルギー消費量

・昇降機に関わるエネルギー消費量はCEC/EVに従って計算する。

・庁舎の昇降機の定員、人員数は「建築設備計画基準(PBA)」に従って決定する。

CECの算出方法:「建築物の省エネルギー基準と計算の手引き(IBEC)」参照

2) 運用CO₂排出量

・上記で算出されたエネルギー消費量に対して電気、ガス、灯油、A重油、LPGのCO₂排出量原単位を乗じる事で算定する。

・原単位は当面、「事業者からの温暖化ガス排出量算定方法ガイドライン(H15.7)」の値を利用し、最新のデータ、より信頼性の高いデータがあれば随時更新する。

表 3.1 排出係数、一次エネルギー消費量原単位

	排出係数		一次エネルギー消費量
電力(全電源平均)	0.339	(kg-CO ₂ /kWh)	10.05 (MJ/kWh)
都市ガス(13A)	2.11(kg-CO ₂ /m ³)	0.0513 (kg-CO ₂ /MJ)	41.10 (MJ/m ³)
都市ガス(6A)	1.25(kg-CO ₂ /m ³)		24.30 (MJ/m ³)
都市ガス(L1[6C])	1.07(kg-CO ₂ /m ³)		20.90 (MJ/m ³)
LPG	3.00(kg-CO ₂ /kg)	0.0598 (kg-CO ₂ /MJ)	50.20 (MJ/kg)
灯油	2.49(kg-CO ₂ /L)	0.0679 (kg-CO ₂ /MJ)	36.70 (MJ/L)
A重油	2.71(kg-CO ₂ /L)	0.0693 (kg-CO ₂ /MJ)	39.10 (MJ/L)

電力に関わる一次エネルギー消費量は「建築物の省エネルギー基準と計算の手引き(IBEC)」による。

電力の全国電力事業者連合会目標値(1990年比20%減)を採用している。

3) 初期投資(IC:Initial Cost、以下「IC」とする。)

・ライフサイクルコスト(LCC:Life Cycle Cost、以下「LCC」とする。)における標準的なICに関しては、県の標準単価を用いたモデル建物における数値により決定する。

・環境負荷低減手法導入によるICの増減分は、福島県内において導入実績があるものに関してはその値を用いる。県単価、導入実績が共に拾えない機器や設備に対する詳細な工事費用算出は、2004年4月時点を対象とし、2004年4月時点の物価版を参考とする。

・物価版に掲載されていない物品等はメーカー見積もりをとる。

4) ライフサイクルCO₂(LCCO₂:Life Cycle CO₂、以下「LCCO₂」とする。)

・エネルギー消費によるCO₂排出量の原単位は「事業者からの温暖化ガス排出量算定方法ガイドライン(H15.7)」の値を利用する。

・庁舎、学校のLCCO₂に係わる設計監理、新築、修繕、改修、維持管理、廃棄処分の値に関しては、建築学会のLCA算出ツールを用いて算出する。但し、学校の物量に関しては、相馬高等学校図面より主要な材料の物量データを反映させる。

・建物寿命は庁舎、学校で60年(「県有財産台帳調整要領」による)、改修の回数は庁舎、学校で建築工事:1回(30年に一度)、設備工事:3回(15年に一度)と仮定する。

・改修のLCC、LCCO₂は30年目の大規模改修時点を想定し、残存寿命30年を対象期間として、算出する。

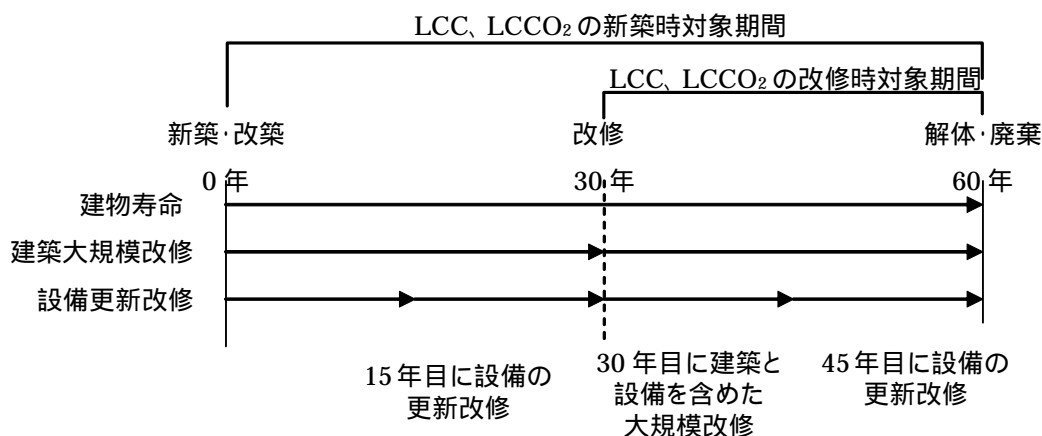


図 3.2 LCC、LCCO₂算出における新築・改修期間の考え方

5) LCC (Life Cycle Cost)

- ・庁舎、学校のLCCに係わる設計監理、修繕、改修、廃棄処分の値に関しては、建築学会のLCA算出ツールを用いて算出する。
- ・ICに関しては上記3)の通りとする。
- ・維持管理費などは福島県における同規模・同用途建物の実績ベースの数値から算出する。
- ・エネルギー費用は算出したエネルギー消費量より、2005年1月時点での電気料金、ガス料金、油料金を用いて算出する。
- ・エネルギー費用を算出する際は、熱源・ファン・ポンプなどは、将来の効率向上効果、経年劣化などを見込まず、機器寿命期間を通じて同等に評価する。
- ・建物寿命は庁舎、学校で60年とし、改修の回数はLCCO₂と同様に庁舎、学校で建築工事:1回、設備工事:3回とする。
- ・ICの増加に伴うLCCにおける修繕費の増分はIC増分の1%/年、廃棄処分費用はIC増分の10%を見込む。

(3) 負荷計算・エネルギー消費量計算における地域の補完方法

1) 冷房負荷

冷房負荷の構成要素は図 3.3 の通りの内訳で構成され、地域・建築規模・断熱仕様・気密仕様に応じて変化する。異なる地域間で値を相互に補完する場合、下記要因の内、気象条件に関わる、を地域の気象データに応じて補完する必要がある。

エンタルピー 差で決定:外皮負荷、外気負荷

a) 外皮負荷の補完:

定常法に基づく簡易的な外皮負荷は以下の式により算定される。地域が変化した場合、冷房設計条件(外部条件)が変化するため、この値を算出地域の値に置き換えて、地域の冷房外皮負荷、冷房外気負荷を算定する。

$$(\text{外皮負荷}[W]) = [\text{熱貫流率}[W/m^2 \cdot] \times \text{外皮面積}[m^2]] (=A) \times T$$

$$= A \times T$$

$$T = (\text{冷房設計外気温度} - \text{室内設定温度}[26])$$

b) 外気負荷の補完:

$$(\text{外気負荷}[W]) = \text{外気量}[m^3/h] \times \text{比重}(kg/m^3) \times E(kJ/kg)$$

$$E = (\text{冷房設計外気エンタルピー}) - (\text{室内設定条件エンタルピー})$$

日射取得熱量で決定:

日射量は各地域の日射量で決定されるため、下記式より地域の補正を行う。

$$(\text{日射取得熱}[W]) = \text{鉛直面日射量}[W/m^2] \times \text{窓面積}[W/m^2]$$

計算設定条件で決定: 内部発熱(照明発熱、機器発熱、人体発熱)

内部発熱条件は気象条件により変化しないため、補正を行わない。

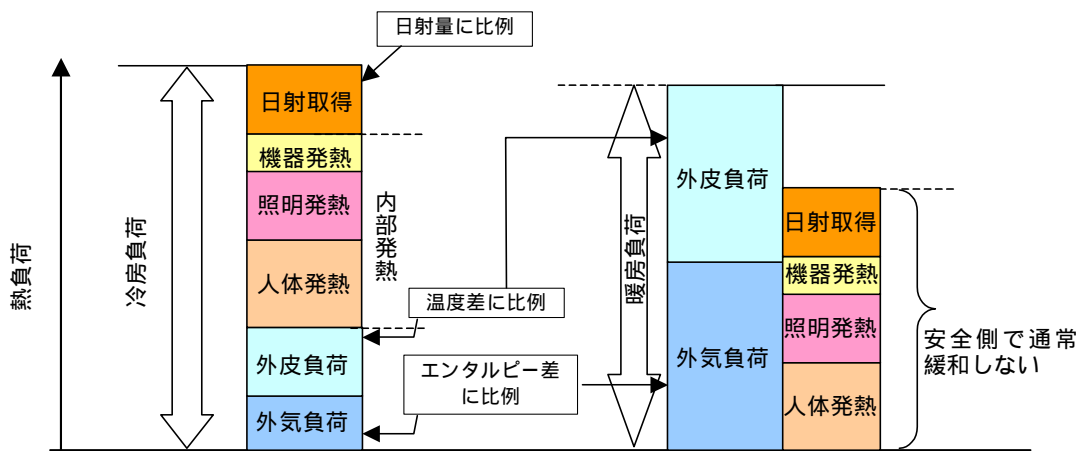


図 3.3 熱負荷の構成

2) 暖房負荷

暖房負荷は図 3.3 の通りの内訳で構成される。冷房負荷と同様に外皮負荷は室内設定温度と外気設計条件による温度差、外気負荷はエンタルピー差により決定される。内部発熱・日射取得熱を安全側として含めない場合もあるが、ここでは 50%分を負荷緩和要素として見込む。

3) 空調エネルギー消費量の補完

空調のエネルギー消費量の内訳は採用する空調方式に応じて項目が異なり、主に以下の 6 項目から構成される。この 6 項目の内、負荷の増減に追従してエネルギー消費量が決定されるものと、追従せずエネルギー消費量が決定するものがある。

- a) 熱源動力(熱源が負荷を処理するために使用するエネルギー)
- b) 熱源補機動力(熱源機器を動かすための補機が使用するエネルギー)
- c) 空調搬送動力(ファン動力。定流量方式であれば不変、変風量であれば負荷に追従)
- d) 空調ユニット動力(ファンコイル、パッケージエアコンなどの消費電力。負荷に応じて変動)
- e) ポンプ動力(ポンプが使用するエネルギー。INV 制御を行うことで負荷に追従する)
- f) 冷却塔ファン動力(基本的に機器容量が同等であればエネルギー使用量も同じ)

負荷に追従してエネルギー消費量が決定される項目： a)、c)、d)、e)

c)、e)は空調方式によっては負荷に追従しない。

負荷に追従せず運転時間のみでエネルギー消費量が決定される項目： b)、f)

負荷に追従する項目は庁舎モデル、学校モデルの建築仕様に応じた年間冷房負荷、年間暖房負荷(CEC/AC算出上の仮想負荷)に応じて補完する。年間仮想負荷はBEC S/CEC/ACによる計算過程で算出されるため、その数値を用いる。計算手順は以下となる。

1. 4地域(福島、二本松、西会津、湯元)の年間仮想負荷(冷房・暖房)を算出する。
2. 4地域の年間仮想負荷を図3.4の通りに直線で結ぶ。
3. 福島市の年間仮想負荷を100%とした場合の補完対象地域(例えば、図3.4の郡山、会津若松)の年間仮想負荷の比率を、直線上から決定する。
4. 負荷に追従してエネルギー消費量が決定される項目に上記3の比率を乗じ、その他の項目と足し合わせて空調エネルギー消費量を算出する。

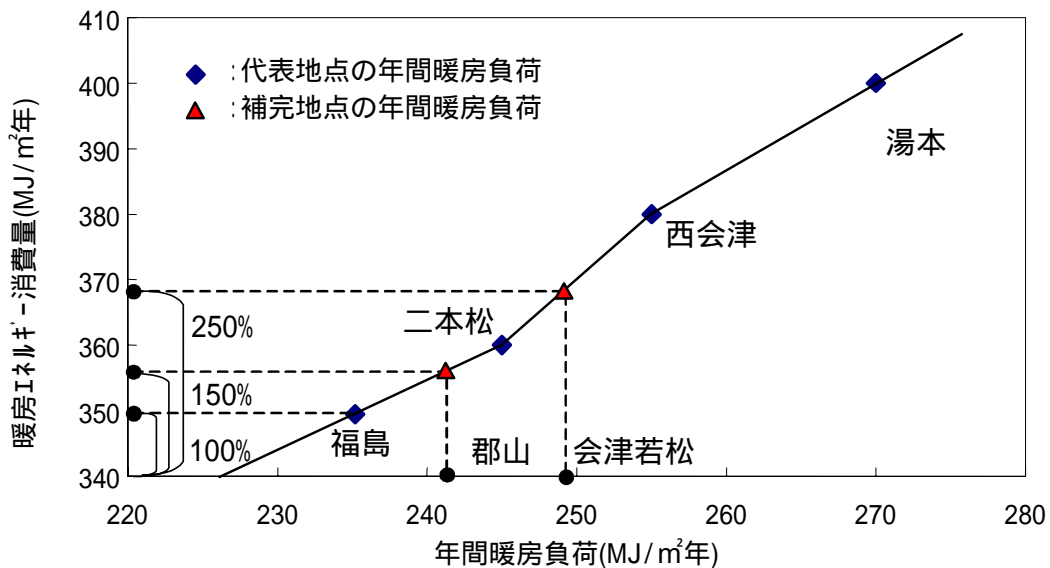


図3.4 負荷に応じて変動する項目の補完方法の概要

3.2 各モデルによる検討方法

3.2.1 学校モデルにおける検討

3.2.1.1 学校モデル

標準学校モデルを福島県立相馬高等学校のプランを参考にして作成し、計算を行う。

3.2.1.2 検討対象モデルの標準仕様

上記の学校モデルをベースにして、熱負荷計算や年間エネルギー消費シミュレーションの検討を行う。学校モデルの建築・設備概要を表 3.2 に示す。仕様は福島県の設計仕様、設計基準に準じて設定する。

表 3.2 学校モデルの標準仕様（2005 年）

学校床面積	12,345.53 m ²
建築概要	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱仕様 : 外壁 - 25mm(内断熱)、屋根 - 25mm(外断熱) ・窓ガラス : 複層透明ガラス(3-6-3mm) <p>断熱材はポリスチレンフォーム成形版(押出)とする。</p>
設備概要	<p>冷暖房設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教室部門 : PWH(温水パネルヒーター) ・事務・管理部門 : FC + EHP(ビルマルチ式パッケージエアコン) ・共用・体育部門 : なし <p>換気設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教室部門 : 自然換気(一部、全熱交換換気扇) ・事務・管理部門 : 全熱交換換気扇 ・共用・体育部門 : なし <p>照明仕様: Hf 型照明器具(初期照度補正なし、消灯制御なし)</p> <p>その他: 自然エネルギー利用なし</p>
運用状態	<ul style="list-style-type: none"> ・空調運転時間: CEC に係わる基準固定条件の区分に準じる。但し、学校施設のため中間期の空調は行わない条件とする。(熱源・空調機共に停止) <li style="padding-left: 20px;">夏期冷房: 7月1日～8月31日(2ヶ月) <li style="padding-left: 20px;">冬期暖房: 12月1日～3月31日(4ヶ月) ・内部発熱負荷: 事務管理部門の発熱スケジュールは CEC に係わる基準固定条件「学校等」に従う。 ・照明設定 : 400lx(普通教室部門)、 400 or 800lx(特別教室部門) <li style="padding-left: 20px;">400lx(体育部門)、 500lx(事務管理部門) <li style="padding-left: 20px;">200lx(共用部門) ・人体 : 0.67 m²/人(普通教室部門)、 0.4 m²/人(特別教室部門) <li style="padding-left: 20px;">0.2 m²/人(事務管理部門) ・外気取入量 : 10m³/m²h(普通教室部門)、 4m³/m²h(特別教室部門) <li style="padding-left: 20px;">14m³/m²h(体育館) ・設定温度条件: 夏期冷房時: 26、冬期暖房時: 22

シミュレーションを行う上での標準ケースは表 3.2 の内容(2005 年標準仕様)とし、対象地域を福島市とする。その他、詳細条件は「技術資料1 計算条件一覧」に示す。

3.2.1.3 環境負荷低減技術要素項目

学校モデルで検討する環境負荷低減技術の一覧を表 3.3 に示す。また、建築仕様に関しては、断熱仕様、ガラス仕様、サッシ仕様を個別に検討するのではなく、各仕様のバランスを考慮した組み合わせを設定した上で検討を行う。

学校は大きく以下の5部門(普通教室部門、特別教室部門、事務・管理部門、共用部門、体育部門)による構成とし、実際の運用区分に応じて、部門ごとに対策技術を選択できるものとしている。

表 3.3 検討項目一覧

要素		検討項目	備考
区分	項目		
立地条件	1 地域	福島県全域(19 地点)	
	2 方位	東 - 西軸、南 - 北軸	
建築仕様	3 断熱仕様	表 3.4 の組み合わせによる。	
	4 窓仕様		
	5 庇	なし、横庇(庇深さ: 1.3m: パルコニーに相当)	
設備仕様	6 冷暖房設備	表 3.5 の組み合わせによる。	
	7 換気設備		
	8 照明方式	一般型蛍光灯、Hf 型蛍光灯、人感センサー、光センサー	
	9 その他	太陽光発電、風力発電、雨水利用	
	10 電力契約	業務用契約、業務用 契約、業務用季時別、業務用 季時等	

表 3.4 建築仕様の組み合わせ

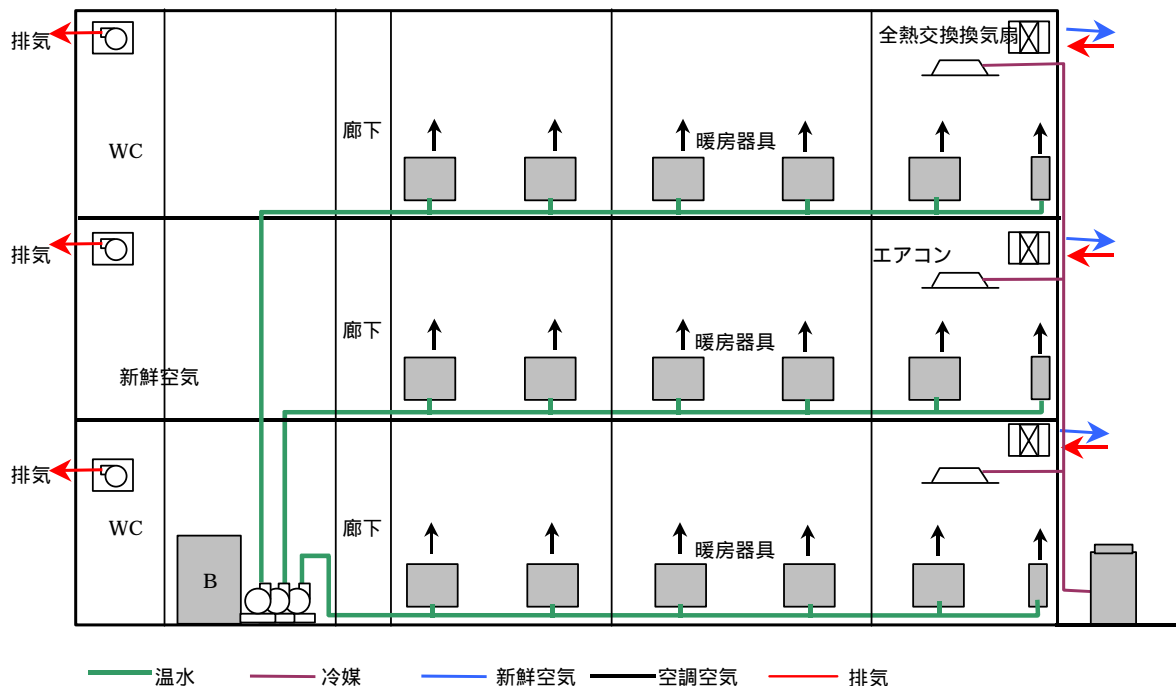
TYPE	断熱位置		断熱厚(mm)		窓仕様	サッシ気密性
	外壁	屋根	外壁	屋根		
1(1980 年仕様)	内断熱	内断熱	0	25	単層透明 (5mm)	普通
2(1990 年仕様)			25			
3(現行仕様: 2005 年仕様)		外断熱	外断熱	50	50	複層透明 (3-6-3mm)
4(高断熱仕様 1)	75			75		
5(高断熱仕様 2)					100	
6(高断熱仕様 3)	外断熱					

断熱材は外壁、屋根ともポリスチレンフォーム(押出成形板、2 種 b 相当)とする。

表 3.5 空調システムの組み合わせ

System	暖房				冷房	換気
	熱源機器	暖房器具	自動制御			
			2 次ポンプ	機器		
1(1980 年仕様)	温水 ボイラー	鋳鉄製ラジエーター	有 or 無	無	なし or PAC	第 3 種換気 or 全熱交換換気扇
2(1990 年仕様)		FC				
3(現行仕様: 2005 年仕様)		FCU+パネルヒーター	無	有 or 無		
4	FF 式灯油ファンヒーター					
5	PAC					

FC: ファンコンベクター、FCU: ファンコイルユニット、PAC: パッケージエアコン



- ・ 暖房システムは中央熱源からの温水供給を前提とし、末端の暖房器具の種類を複数設定する。
- ・ 冷房システムは個別式を想定し、必要な室に対してパッケージエアコンの室内機を取り付ける。
- ・ 教室の換気は自然換気を前提とするが、全熱交換換気扇を導入することを可能とする。
- ・ System2,3 におけるファンコンベクター + パネルヒーターの使い分けは相馬高等学校の機器配置に従う。

図 3.5 学校の空調方式

3.2.1.4 学校における環境負荷低減項目の扱い

1) 温水ポンプの流量制御方法

従来の学校施設は使用時間が限定されており、暖房時間も全館で概ね一律である傾向であった。近年、部活動、課外活動の活発化の他、週末に校舎の一部を一般に開放するなど、利用方法、利用時間が多様化している。そのため、従来型の空調システムを大きく分けた空調設備で、多様化した利用に対する場合、実際に使っている場所がほんの一部であるにもかかわらず、全館を暖房しているような状況が散見される。

これに対応するためには、自動制御の導入と適切な空調ゾーン分けが必要になるが、利用しないゾーンのバルブを手動で開閉することでも対応が可能となる。また、熱源温水搬送ポンプはピーク能力時に容量が決定されているため、利用に応じた流量に制御することで電力消費量を大幅に削減することができる。バイパス制御の場合、直接的なポンプ動力の削減にはならないが、2次側へ流れる温水量を低減する事で、配管からの無駄な熱損失を低減する効果がある。

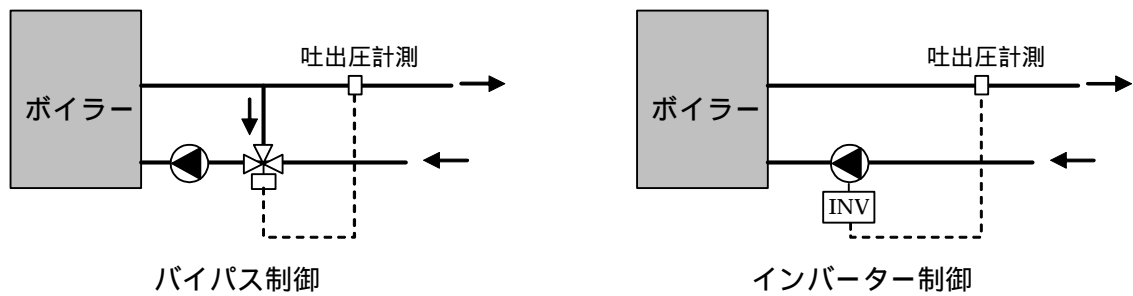


図 3.6 熱源ポンプの制御方法

ポンプINV制御の制御方法としては、熱量制御、温度差制御、吐出圧一定制御などがある。あらかじめ計算された2次側処理熱量や、2次側行き還り温度差により、INV制御を行う場合、図 3.7 のように吐出圧が低減し、電力消費量は大幅に削減される。但し、余りに吐出圧が低下してしまうと配管の圧力損失や機器の圧力損失により末端機器へ十分な温水を供給できなくなる恐れがあるため、配管システムをリバースリターン方式にするなどの工夫を同時に行う必要がある。一方、吐出圧一定制御の場合は、常に吐出圧が一定となるように回転数が制御されるため、流量に応じて直線的に電力消費量も削減され、機器への温水供給にも不安が少なく、最も一般的に利用されている。

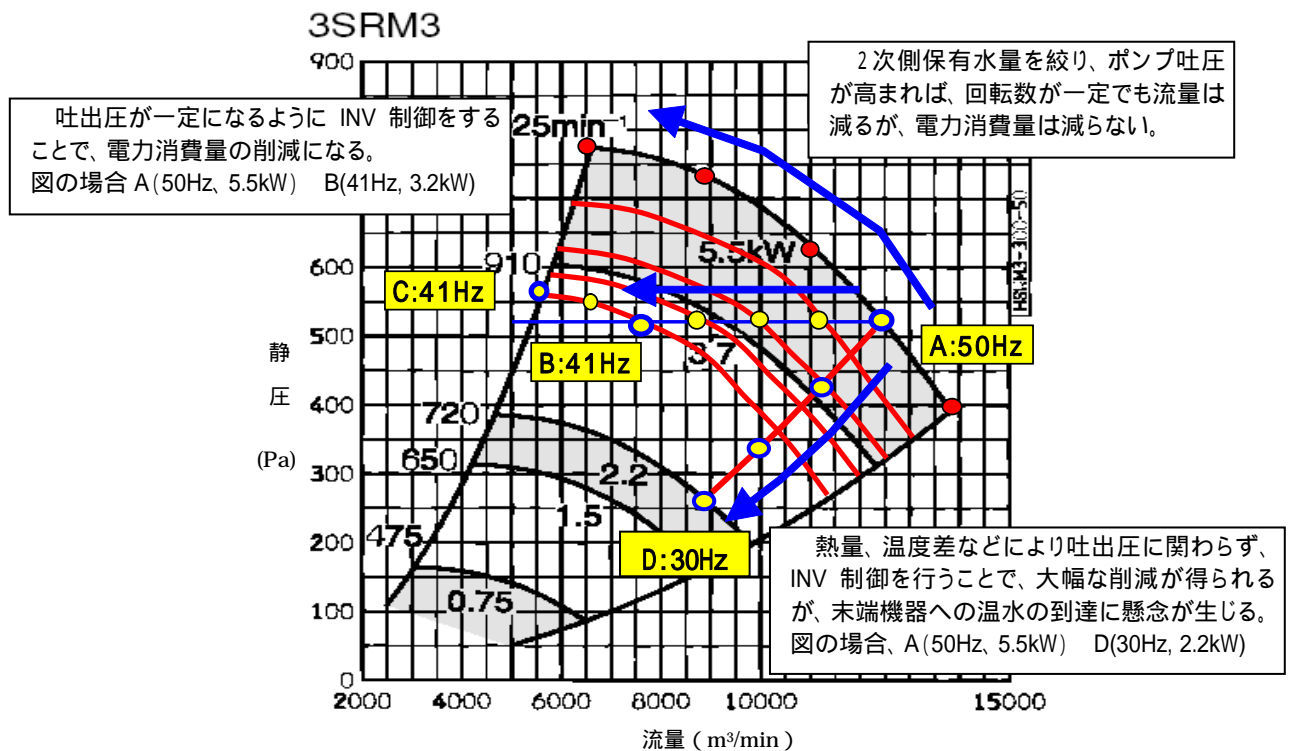


図 3.7 ポンプの制御方法と電力消費量の関係

その他の環境負荷低減対策に関しては、3.2.2.4 節の庁舎の環境負荷低減対策で解説する。

3.2.2 庁舎モデルにおける検討

3.2.2.1 庁舎モデル

三春合同庁舎を参考として作成した標準庁舎モデルを対象として計算を行う。

3.2.2.2 検討対象モデルの標準仕様

庁舎モデルをベースにして、熱負荷計算や年間エネルギー消費シミュレーションの検討を行う。計算条件・空調スケジュールを表 3. 6 に示す。標準的なエネルギー消費量の算出は、表 3. 6 の条件に応じて計算し、三春合同庁舎の実績値と比較することにより、標準条件の調整を行う。

表 3. 6 検討対象庁舎モデルの標準仕様・計算条件（2005 年水準）

庁舎規模	1,434m ²
建築概要	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱仕様 : 外壁 - 25mm (内断熱)、屋根 - 50mm (外断熱) ・窓ガラス : 複層透明ガラス (5-6-5mm) <p>断熱材はポリスチレンフォーム (押出成形板 2 種 b 相当) とする。</p>
設備概要	<ul style="list-style-type: none"> ・熱源仕様 : 灯油焚き吸収式冷温水発生機 (1 台) 冷房時 COP 1.01、暖房時 COP 0.84。 ・空調機仕様 : 各階空調機 (単一ダクト空調機 + FCU) ・搬送系仕様 : CAV /CWV ・照明仕様 : Hf 型照明器具 (初期照度補正なし、消灯制御なし) ・昇降機仕様 : 定員 13 名、速度 45m/min (1 台) ・その他 : 自然エネルギー利用なし
運用状態	<ul style="list-style-type: none"> ・空調運転期間: CEC に係わる基準固定条件の区分に準じる。但し、官庁施設のため、中間期の空調は行わない条件とする。(熱源・空調機共に停止) 夏期冷房: 7 月 1 日 ~ 8 月 31 日 (2 ヶ月) 冬期暖房: 12 月 1 日 ~ 3 月 31 日 (4 ヶ月) ・空調運転時間: 月 ~ 金: 8:00 ~ 17:00 (土、日、祝日、年末年始は運転しない) ・内部発熱負荷: 負荷密度は下記による。発熱スケジュールは CEC に係わる基準固定条件 事務所 (事務室、会議室、ホールに類する部屋) に従う。 ・照明設定 : 事務室・会議室; 照度 750 lx、共用部・ホール; 照度 400lx、便所・湯沸し室・非空調室; 150lx ・人体 : 事務室; 0.2 人/m²、会議室; 0.4 人/m²、ホール; 0.03 人/m² ・機器: 事務室; 20W/m² × 負荷率、会議室; 5W/m² ・外気取入量 : 事務室; 4m³/m²h、会議室; 8m³/m²h、ホール; 0.6m³/m²h ・設定温湿度条件 夏期冷房時: 26 、 50%、冬期暖房時: 22 、 40%

シミュレーションを行う上での標準ケースは表 3. 6 の内容 (2005 年標準仕様) とし、対象地域は福島市とする。その他シミュレーションの詳細条件は「技術資料 1 計算条件一覧」にまとめて示す。

3.2.2.3 技術要素項目

福島県の庁舎で検討する環境負荷低減技術の一覧を表 3.7 に示す。また、建築仕様に関しては、断熱仕様、ガラス仕様、サッシ仕様を個別に検討するのではなく、各仕様のバランスを考慮した組み合わせを設定した上で検討を行う(表 3.8)。また、空調システムの組み合わせを表 3.9 に示す。

表 3.7 検討項目一覧

区分	要素		検討項目	備考
	項目			
立地条件	1	地域	福島県全域(19地点)	
	2	方位	東 - 西軸、南 - 北軸	
建築仕様	3	断熱仕様	表 3.8 の組み合わせによる。	方位による影響も同時に検討。
	4	窓仕様		
	5	庇	なし、横庇(庇深さ: 0.5m)	方位による影響も同時に検討
設備仕様	6	熱源方式	個別分散型のパッケージ、吸収式冷温水発生機、氷蓄熱ユニット	冷温水 VWV
	7	空調方式	表 3.9 の組み合わせによる。外気冷房、	
	8	外気処理	CO ₂ センサー制御の効果は別途検討する。	
	9	照明方式	一般型蛍光灯、Hf 型蛍光灯、人感センサー、+ 光センサーによる調光制御	
	10	その他	太陽光発電、風力発電、雨水利用	
	11	電力契約	業務用契約、業務用 契約、業務用季時別、業務用 季時など	

表 3.8 建築仕様の組み合わせ

TYPE	断熱位置		断熱厚(mm)		窓仕様	サッシ気密性
	外壁	屋根	外壁	屋根		
1(1980年仕様)	内断熱	内断熱	0	25	単層透明(5mm)	普通
2(1990年仕様)		外断熱	25		50	複層透明(5-6-5mm)
3(現行仕様:2005年仕様)			外断熱	50		
4(高断熱仕様1)		75		100		
5(高断熱仕様2)	外断熱	外断熱	75	100	複層 Low-(6-12-6mm)	気密機構(AT)
6(高断熱仕様3)						

断熱材は外壁・屋根でポリスチレンフォーム(押出成形板 2 種 b 相当)とする。

表 3.9 空調システムの組み合わせ

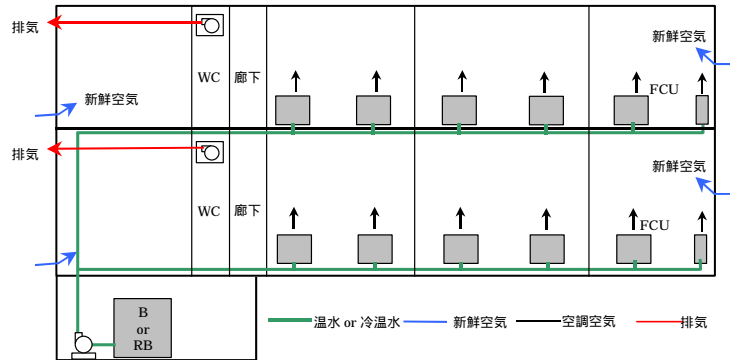
System	冷暖房	熱源機器	バリエーター	インテリア	搬送制御	換気方式
1(1980年仕様)	冷暖房	温水ボイラー	FC		CWV	第3種換気 or 全熱交換換気扇
2(1990年仕様)		RB	FCU			
3(現行仕様:2005年仕様)		HPC	FCU	単一ダクト	CAV / CWV	全熱交換器 組込型空調機
4		ICU		単一ダクト	VAV / VWV	
5		雪氷冷熱利用	単一ダクト		VAV / VWV	
6			PAC			全熱交換換気扇

FC:ファンコンベクター、FCU:ファンコイルユニット、RB:吸収式冷温水発生機、HPC:空気熱源ヒートポンプチャラー、ICU:氷蓄熱ユニット、PAC:ビルマルチ式パッケージエアコン

各空調方式の系統図を以下に示す。

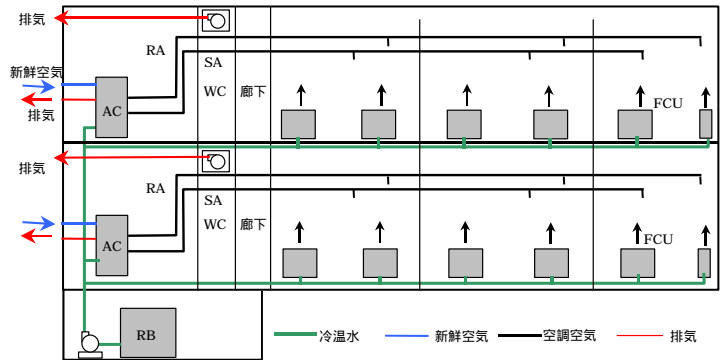
1) System 1, 2

- ・冷暖房 + 換気方式
- ・ポンプの流量制御に関しては、有無の検討を可能とする。
- ・室内温度分布によるユニット単位の制御に関しても検討可能とする。
- ・System 2 は System 1 のファンコンベクターをファンコイルとした場合



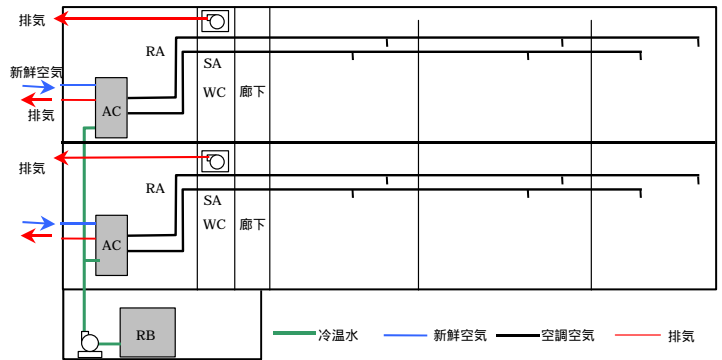
2) System 3, 4

- ・空調機台数: 各階1系統
- ・CAV 方式の場合: 空調機風量制御: バイパスダンパーによる CAV 制御: 冷温水水量制御
- ・3 方弁による場合: CWV 制御 VAV 方式、
- 空調機風量制御 (INV) による VAV 制御
- 冷温水制御: INV による VAV 制御
- ・空調機への全熱交換器の導入は前提と考える。
- ・熱源機器のバリエーションとして、吸気式冷温水機、空気熱源ヒートポンプ/チラー、氷蓄熱ユニット、雪氷冷熱 + ボイラー() が選択できる。



3) System 5

- ・空調機台数: 各階1系統
- ・VAV 方式を前提とし、ポンプの流量制御 (INV 制御) も前提とする。
- ・空調機への全熱交換器の導入は前提と考える。
- ・熱源機器のバリエーションは System3 と同じ。



4) System 6

- ・ビルマルチ式パッケージエアコン
- ・全熱交換換気扇
- ・現三春合同庁舎の機器配置を想定する。

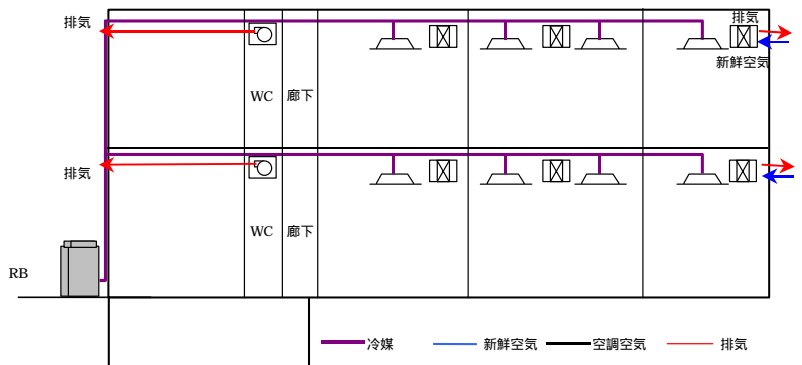


図 3.8 庁舎の空調方式 (雪氷冷熱利用のシステムに関しては後述する)

3.2.2.4 庁舎における環境負荷低減対策の扱い

1) 全熱交換器：空調機組み込み回転型全熱交換器

中央式空調方式の場合は、下図のように空調機に回転型の全熱交換器を組み込む。ただし、個別式空調方式の場合は、各室に全熱交換換気扇を設置することで対応する。

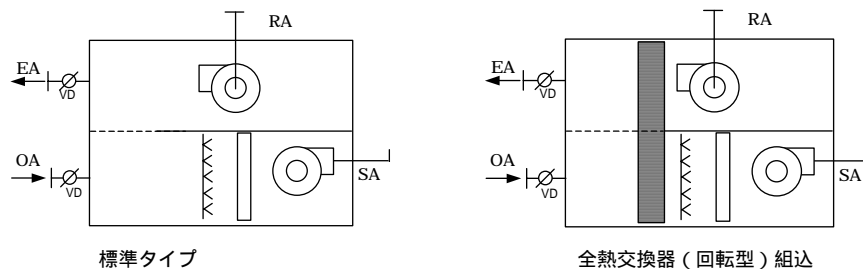


図 3.9 全熱交換器の導入イメージ

2) CO₂センサー制御：レタンの代表濃度計測、OA/EAダクトのMD で比例制御

CO₂センサーは空調機の系統を代表してレタンダクト内で計測し、外気導入量を適正に制御する。

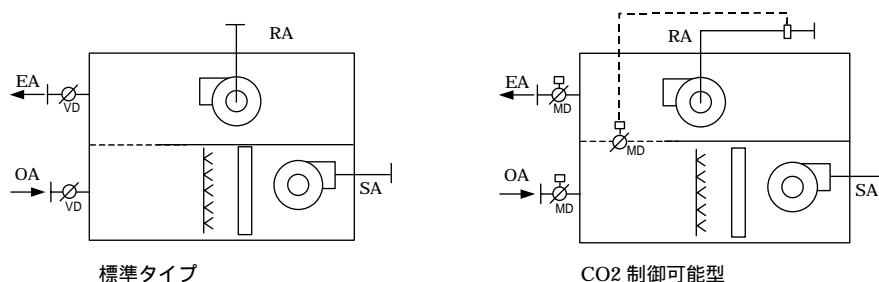


図 3.10 CO₂センサー外気量制御の導入イメージ

3) 外気冷房：空調機接続の OA ダクトを全外気可能となるよう風量増分を見込む。また、OA/EAダクトのMD で比例制御分を見込む。

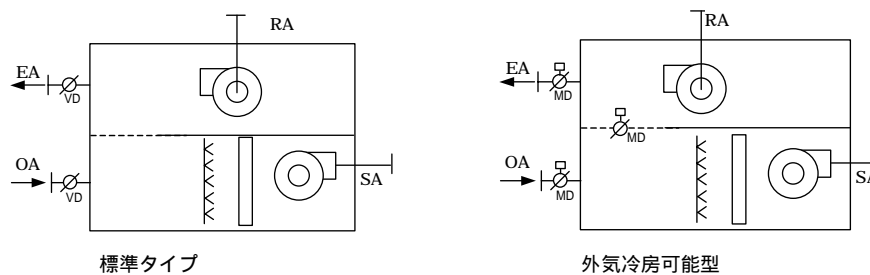
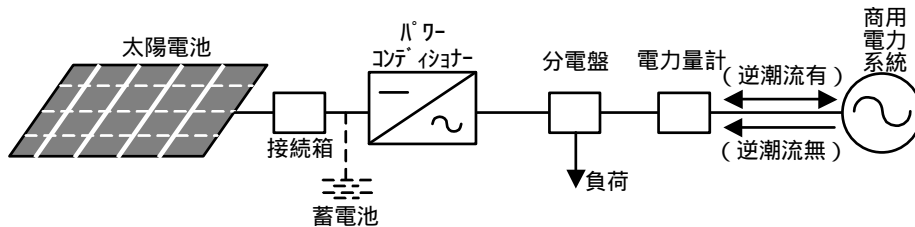


図 3.11 外気冷房の導入イメージ

4) 太陽光発電

屋上へのパネル設置を想定する。10kW、30kW、50kW、100kW を設置する場合のコストを算出。太陽光発電の方式は最も一般的な自立運転切り替えなし(蓄電池なし)を想定する。基本システムの概要を下図に示す。



太陽光発電による発電量は、以下の仕様の太陽光発電システムを前提として算出する。各地域における発電量は拡張アメダスデータの傾斜面日射取得量から算出する。

- ・設置条件 : 南向き、建物屋上、傾斜角度 30°、周辺建物による影の影響なし
- ・太陽電池アレイ : 結晶系シリコン太陽電池セル、15 直列×10 並列(モジュールサイズ 1,000×1,500 (mm)、最大出力 140W)、総出力 20kW 相当(パネル全体サイズは 180 m²と仮定)
- ・蓄電池無し、蓄電池 1 時間、蓄電池 8 時間

5) 風力発電

モニュメント用の小型風車を想定する。カットイン風速は3m/sとし、3~11m/sを発電可能風速とする。11m/sを超えた場合は、コントローラーにて自動的に羽回転速度を調整する。

風力発電による発電量は、以下の仕様の風車を前提として算出する。各地域における発電量は拡張アメダスデータの時間平均風速から算出する。



定格連続出力/風速 : 400W at 12.5m/s
 定格回転数 : 1850rpm
 起動 : 約 3.0m/s
 発電開始風速 : 約 4.0m/s
 発電効率 : 50%

試算条件(ゼファー株式会社:Zephyr500)

1 日 24 時間 365 日の風速データにより下記の換算値から発電量を求め、発電効率を 50%とした時の積算値。

【風速と発電量の関係式】

- 0 ~ 3m/sec 以下: ゼロ(羽根が回らないため発電しない)
- 3 ~ 4m/sec : 4W(風洞実験値よりメーカー - 使用数値)
- 4 ~ 5m/sec : 23W(風洞実験値よりメーカー - 使用数値)
- 5 ~ 6m/sec : 40W(風洞実験値よりメーカー - 使用数値)
- 6 ~ 7m/sec : 68W(風洞実験結果の表より)
- 7 ~ 8m/sec : 112W(風洞実験結果の表より)
- 8 ~ 9m/sec : 165W(風洞実験結果の表より)
- 9 ~ 10m/sec : 226W(風洞実験結果の表より)
- 10 ~ 11m/sec : 293W(風洞実験結果の表より)

6) 雨水利用

雨水集水面積を屋上面積と想定し、機器ボリュームを想定。利用用途は便所洗浄水のみとして「拡張アメダスデータ」付録の雨水利用シミュレーションシートから雨水代替率を算定する。再利用分を上水利用料から差し引き、ランニングコストに反映させる。

3.3 学校における環境負荷低減効果のケーススタディ

3.3.1 学校における環境負荷低減技術の感度解析

各環境負荷低減技術の効果を現行標準仕様の技術と比較して、効果の感度解析を行う。福島市における現行 2005 年度標準仕様での一次エネルギー消費量の分布を図 3.12 に示す。

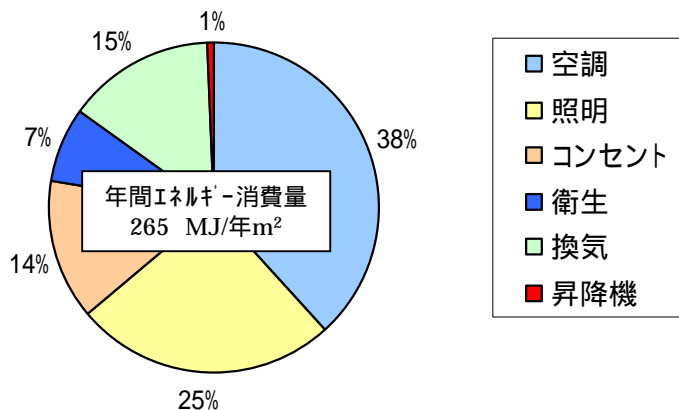


図 3.12 学校 2005 年標準仕様時のエネルギー消費量の内訳

この標準仕様のエネルギー消費量に対し、各種技術を導入した場合のエネルギー消費量の削減効果を求める。ここでは、下表の技術に関して、感度解析を行う。

表 3.10 (表 3.3 の一部再掲) 検討項目一覧

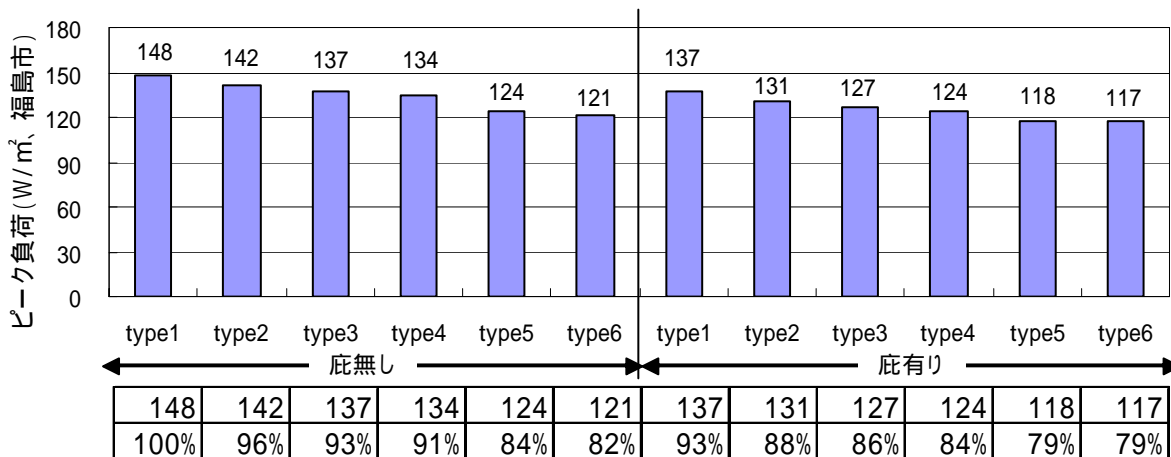
要素		検討項目
区分	項目	
建築仕様	1 断熱仕様	表 3.4 の組み合わせによる。
	2 窓仕様	
	3 庇	
設備仕様	4 照明方式	一般型蛍光灯、Hf 型蛍光灯、人感センサー、+ 光センサーによる調光制御
	5 空調方式	表 3.5 の組み合わせによる。
	6 外気処理	全熱交換器の有無

(1) 建築仕様

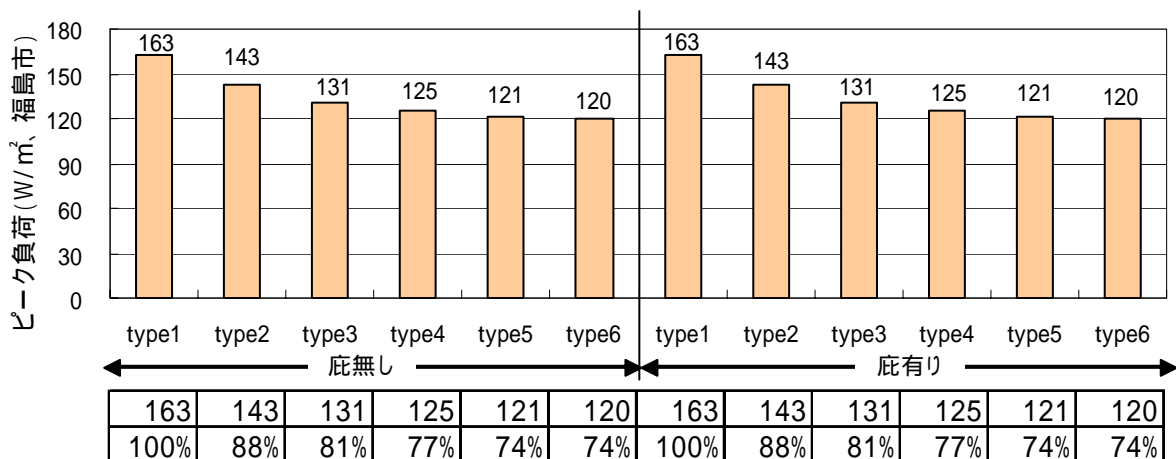
建築仕様(断熱仕様)の組み合わせによる空調ピーク負荷を図 3. 13 に示す。学校では、窓面積が多いため断熱仕様の向上に伴う冷房負荷の低減効果も大きい。

表 3. 11 建築仕様の組み合わせ

	TYPE	環境負荷低減技術 適用箇所	断熱仕様				窓仕様	サッシ気密性能
			外壁断熱仕様		屋根断熱仕様		窓材	仕様
庇無し	1	1980年水準	内断熱	0mm	内断熱	25mm	単層透明 (5mm)	気密パッキン無し
	2	1990年水準		25mm				
	3	2005年現行水準		50mm				
	4	窓 + 断熱厚	外断熱	50mm	外断熱	50mm	複層透明 (3-6-3mm)	気密パッキン
	5	窓 + 断熱仕様		75mm				
	6	総対策		100mm				
庇有り	1	1980年水準	内断熱	0mm	内断熱	25mm	単層透明 (5mm)	気密パッキン無し
	2	1990年水準		25mm				
	3	2005年現行水準		50mm				
	4	窓 + 断熱厚	外断熱	50mm	外断熱	50mm	複層透明 (3-6-3mm)	気密パッキン
	5	窓 + 断熱仕様		75mm				
	6	総対策		100mm				



1) 冷房ピーク負荷



2) 暖房ピーク負荷

図 3. 13 空調ピーク負荷 (福島市、南北軸)

建築仕様の断熱化により空調エネルギー消費量が低減し、建物全体の一次エネルギー消費量も低減する。但し、熱源の燃料であるA重油が安価であるため、光熱費の削減分が小さく、費用対効果は余り高くなく、学校において断熱仕様の強化による投資回収は難しい。CO₂の回収は庇無しの場合の高断熱仕様において、相応の投資回収年数となるが、費用対効果は高いと言えない。

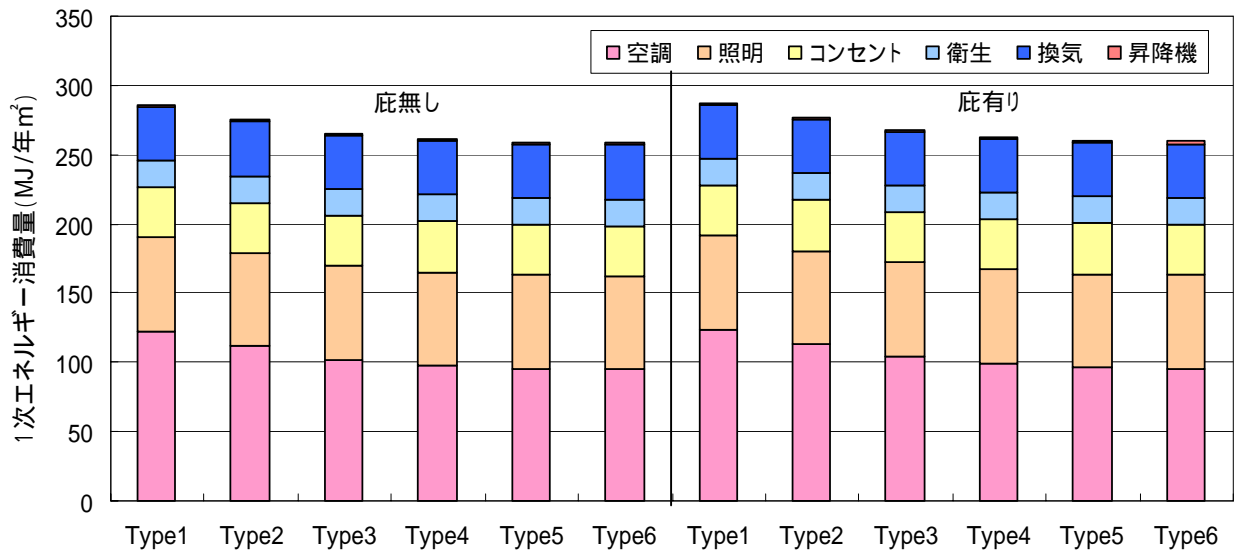


図 3.14 一次エネルギー消費量 (福島市、南北軸、MJ/年m²)

表 3.12 建築仕様の組み合わせによる費用対効果

指標	単位	庇無し						庇有り					
		Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type6	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type6
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	286	275	265	261	259	258	288	276	268	263	260	259
イニシャルコスト差額	円/m ²	-1,680	-1,560	0	480	1,920	2,100	-1,080	-1,140	300	720	2,340	2,580
光熱費差額	円/年m ²	21	10	0	-4	-10	-12	14	2	-6	-10	-14	-15
LCC差額	円/年m ²	-48	-60	0	12	69	71	-41	-68	-19	-5	60	67
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	-1.3	-0.4	0.0	2.8	9.4	10.6	2.1	2.4	2.5	5.0	12.2	13.5
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	1.4	0.6	0.0	-0.3	-0.4	-0.5	1.5	0.8	0.2	-0.1	-0.3	-0.4
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	1.4	0.6	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	1.6	0.8	0.2	0.0	0.1	0.1
単純投資回収年数	年	-	-	-	114.7	185.5	169.8	-	-	52.5	68.7	163.0	170.3
CO ₂ 回収年数	年	-	-	-	9.0	22.4	22.2	-	-	-	38.9	36.8	35.0
1kg-CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-	-	0	36,923	25,301	-	-	-	34,286	-	-

(2) 照明方式

照明方式の選択による一次エネルギー消費量の低減量を示す。現行仕様ですでに Hf 型蛍光灯が標準的に導入されているが、既存施設においては一般型の蛍光灯を利用している施設も多い。

学校では昼光利用に適さない体育館などの面積がやや多いが、教室においては窓開口部が多く、両面採光による昼光利用により大きな効果を得ることが出来る。

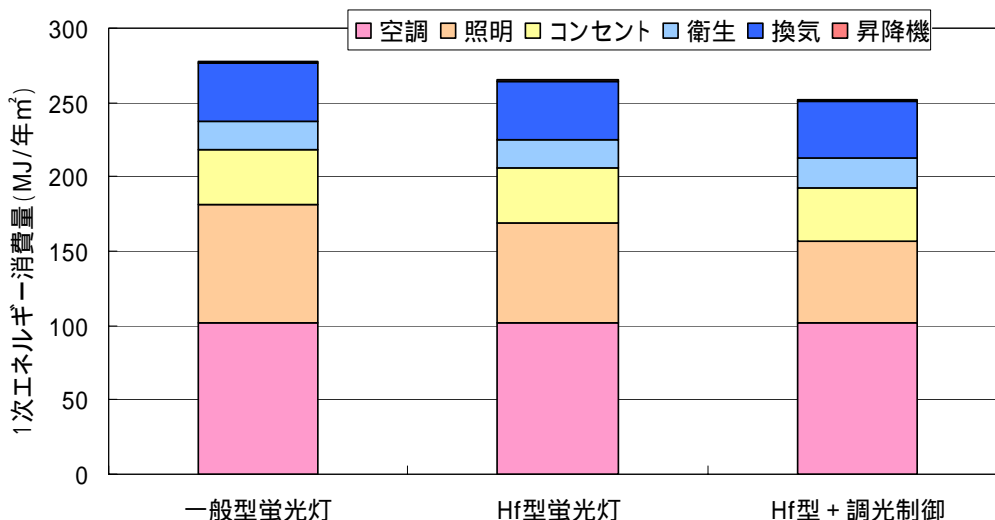


図 3.15 照明方式の違いによる一次エネルギー消費量 (MJ/年m²)

表 3.13 照明方式の費用対効果

照明方式				
指標	単位	一般型蛍光灯	Hf型蛍光灯	Hf型 + 調光制御
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	277	265	252
イニシャルコスト差額	円/m ²	180	0	360
光熱費差額	円/年m ²	14	0	-15
LCC差額	円/年m ²	15	0	7
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	1.9	0.0	0.1
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.4	0.0	-0.5
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.6	0.0	-0.5
単純投資回収年数	年	-	-	24.1
CO ₂ 回収年数	年	-	-	0.1
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-	738

(3) 空調方式

現在の学校は暖房が中心で、冷房設備は事務室や会議室などの一部の執務室だけで、教室までが冷房されている場合は少ない。空調方式としては、ボイラーを熱源として、室内のファンコンベクターに温水を供給するものが中心であるが、近年では個別分散型の灯油式FF式ファンヒーターや、空気熱源ヒートポンプエアコンの採用も検討されている。ここでは、教室の冷房に関しては考慮していないが、教室の冷房化などについても総合的に考慮して空調方式を検討する必要がある。

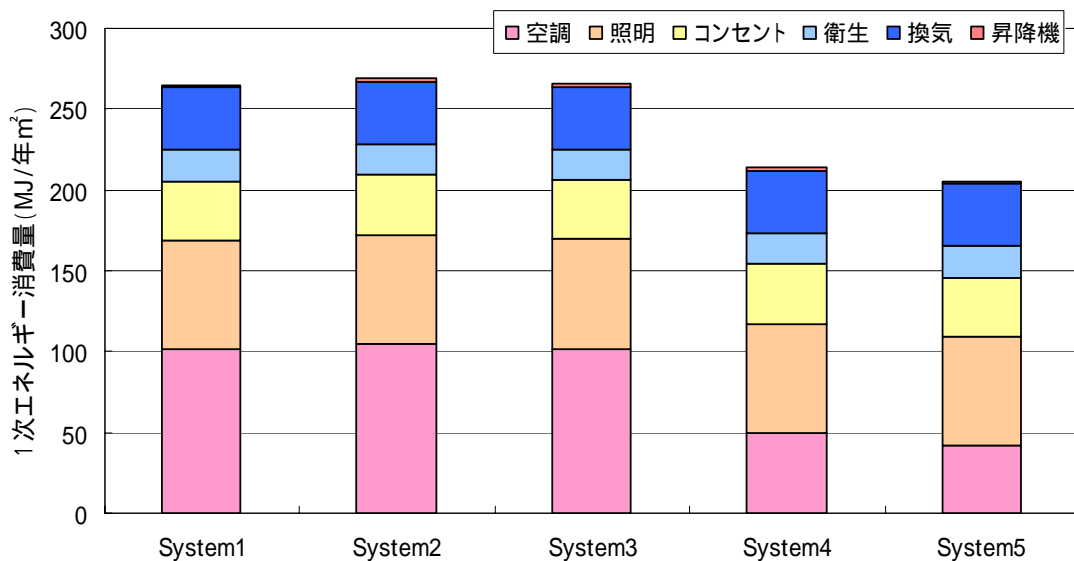


図 3.16 空調方式による一次エネルギー消費量の比較(MJ/年m²)

表 3.14 空調方式による費用対効果

空調方式						
指標	単位	System1	System2	System3	System4	System5
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	265	269	265	214	205
イニシャルコスト差額	円/m ²	-3,540	-3,540	0	180	300
光熱費差額	円/年m ²	0	3	0	-46	-47
LCC差額	円/年m ²	-346	-346	0	-33	-23
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	-12.2	-12.2	0.0	0.6	1.0
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.0	0.1	0.0	-3.3	-4.5
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	-1.1	-1.0	0.0	-3.2	-4.4
単純投資回収年数	年	-	-	-	3.9	6.4
CO ₂ 回収年数	年	-	-	-	0.2	0.2
1kg-CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-	-	56	68

(4) ポンプ制御

既存の学校の暖房設備計画では使用時間帯を空調系統に厳密に考慮していない場合もあり、一部分の利用のために、全館を暖房するような状況も散見されている。空調系統の厳密な計画を行うことは、熱源機器の燃料を削減するのはもちろんのこと、空調2次側への流量調整により、ポンプ動力の低減も行うことが出来る。自動制御の有無による一次エネルギー消費量の比較を図 3. 17 に示す。ポンプの自動制御仕様の影響は暖房エネルギー消費量だけに影響するため、全体としては費用対効果が小さく評価されるが、CO₂排出量の回収年数は早く省エネルギー的な手法である。

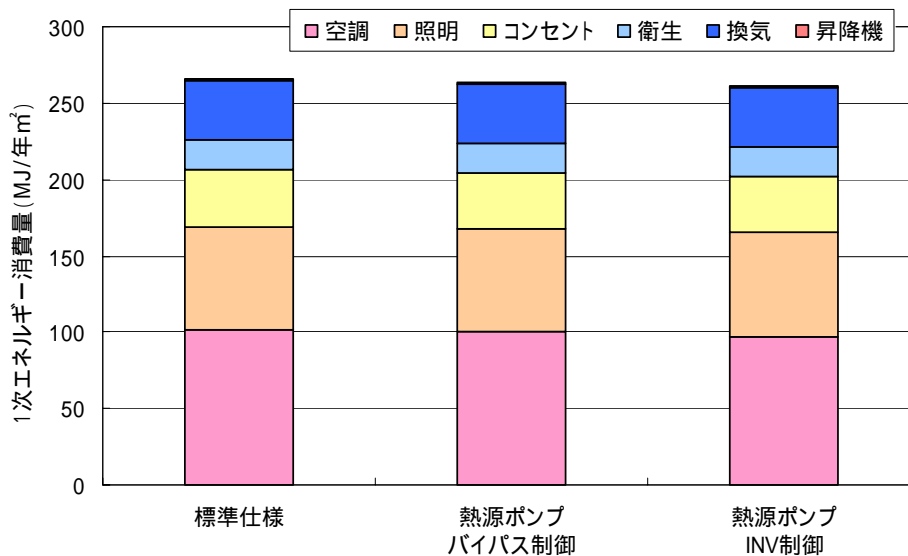


図 3.17 ポンプ制御による一次エネルギー消費量の低減 (MJ/年m²)

表 3.15 ポンプ制御による費用対効果

指標	単位	熱源方式		
		標準仕様	熱源ポンプ バイパス制御	熱源ポンプ INV制御
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	265	264	261
イニシャルコスト差額	円/m ²	0	180	240
光熱費差額	円/年m ²	0	-2	-5
LCC差額	円/年m ²	0	19	14
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	0.0	0.7	0.8
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.0	-0.1	-0.2
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.0	0.0	-0.1
単純投資回収年数	年	-	88.2	49.3
CO ₂ 回収年数	年	-	10.1	5.0
1kg-CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	20,000	2,526

3.3.2 学校における環境負荷低減技術の組み合わせ検討

前節における技術要素の評価を参考に、各種の環境負荷低減手法の組み合わせを提案し、その組み合わせ対策レベル毎の環境負荷低減効果を検討する。ここでは、表 3. 16、表 3. 17 のように対策水準を水準 1～4 として環境負荷低減手法の組み合わせによる効果を検討し、現行仕様 (2005 年水準) との比較を行う。各対策水準ともに、事務・管理室では夏期にパッケージエアコンによる冷房運転を行うこととし、教室は各対策水準ともに冷房設備、冷房運転無しとする。

表 3. 16 各対策水準の詳細設定 (新築時)

Case No	断熱仕様	庇	空調方式	ポンプ制御	外気処理	冷房	換気制御	照明方式	節水器具	太陽光発電	熱源効率 冷房、暖房	
1	1980 年仕様	Type1	無	System1	無	無	無	無	一般型	無	無	(-、0.7)
2	1990 年仕様	Type2	無	System2	無	無	無	無	一般型	無	無	(-、0.8)
3	現行仕様	Type3	無	System3	無	事:有、 教:無	事:有、 教:無	無	Hf 型	有	無	(3.7、0.9)
4	水準1	Type3	有	System3	無	事:有、 教:無	事:有、 教:無	無	教:Hf 型 + 調光 制御	有	無	(3.7、0.9)
5	水準2	Type3	有	System3	ハイパス 制御	事:有、 教:無	事:有、 教:無	便所 人感	Hf 型 + 調光 制御	有	無	(3.7、0.9)
6	水準3	type4	有	System3	INV 制御	事:有、 教:無	事:有、 教:無	便所 人感	Hf 型 + 調光 制御	有	無	(3.7、0.9)
7	水準4	Type6	有	System3	INV 制御	事:有、 教:無	事:有、 教:無	便所 人感	Hf 型 + 調光 制御	有	有 (20kW)	(3.7、0.9)

断熱仕様、空調方式の詳細は表 3. 4、表 3. 5 を参照

表 3. 17 各対策水準の詳細設定 (改修時)

Case No	断熱仕様	庇	空調方式	ポンプ制御	外気処理	冷房	換気制御	照明方式	節水器具	太陽光発電	熱源効率 冷房、暖房	
1	1980 年仕様	Type1	無	System1	無	無	無	無	一般型	無	無	(-、0.7)
2	通常改修	Type1	無	System1	無	事:有、 教:無	事:有、 教:無	無	Hf 型	有	無	(3.7、0.9)
3	水準1	Type1	有	System3	無	事:有、 教:無	事:有、 教:無	無	教:Hf 型 + 調光 制御	有	無	(3.7、0.9)
4	水準2	Type2	有	System3	ハイパス 制御	事:有、 教:無	事:有、 教:無	便所 人感	Hf 型 + 調光 制御	有	無	(3.7、0.9)
5	水準3	type3	有	System3	INV 制御	事:有、 教:無	事:有、 教:無	便所 人感	Hf 型 + 調光 制御	有	無	(3.7、0.9)
6	水準4	Type6	有	System3	INV 制御	事:有、 教:無	事:有、 教:無	便所 人感	Hf 型 + 調光 制御	有	有 (20kW)	(3.7、0.9)

断熱仕様、空調方式の詳細は表 3. 4、表 3. 5 を参照

(1) 一次エネルギー消費量

上記対策毎の一次エネルギー消費量の変化を図 3.18 及び図 3.19 に示す。対策水準を上げる毎に効果が積み重なり、一次エネルギー消費量の値も少しずつ下がり、対策水準 4 では現行仕様と比較して 20%以上の省エネルギー効果が見込める。

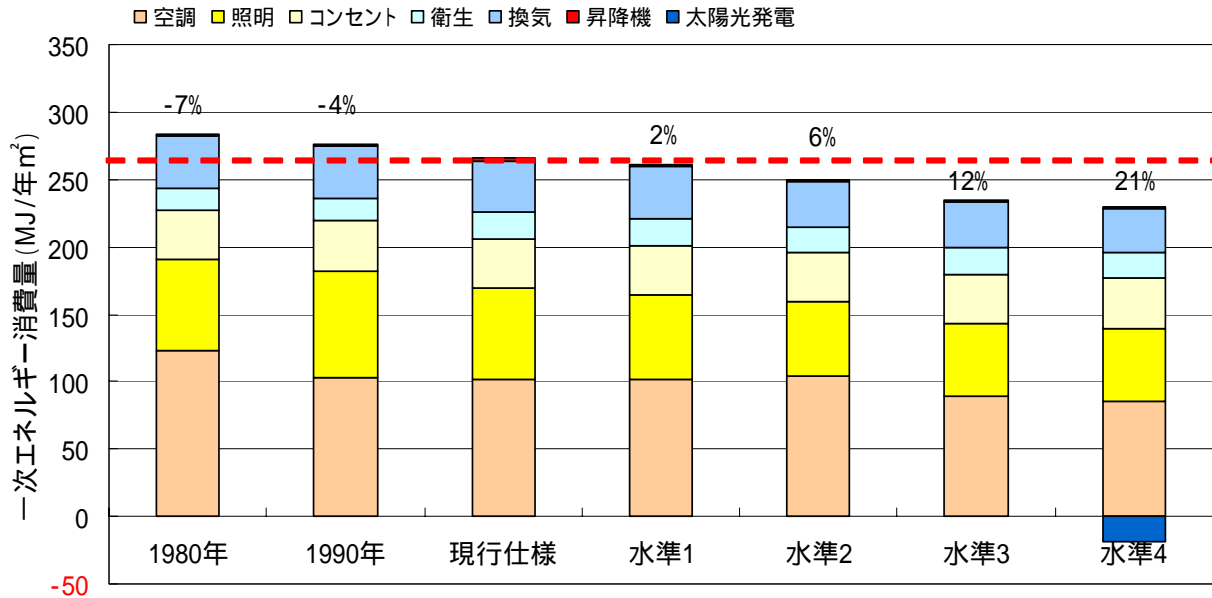


図 3.18 新築時対策水準における一次エネルギー消費量の比較 (MJ/年²)

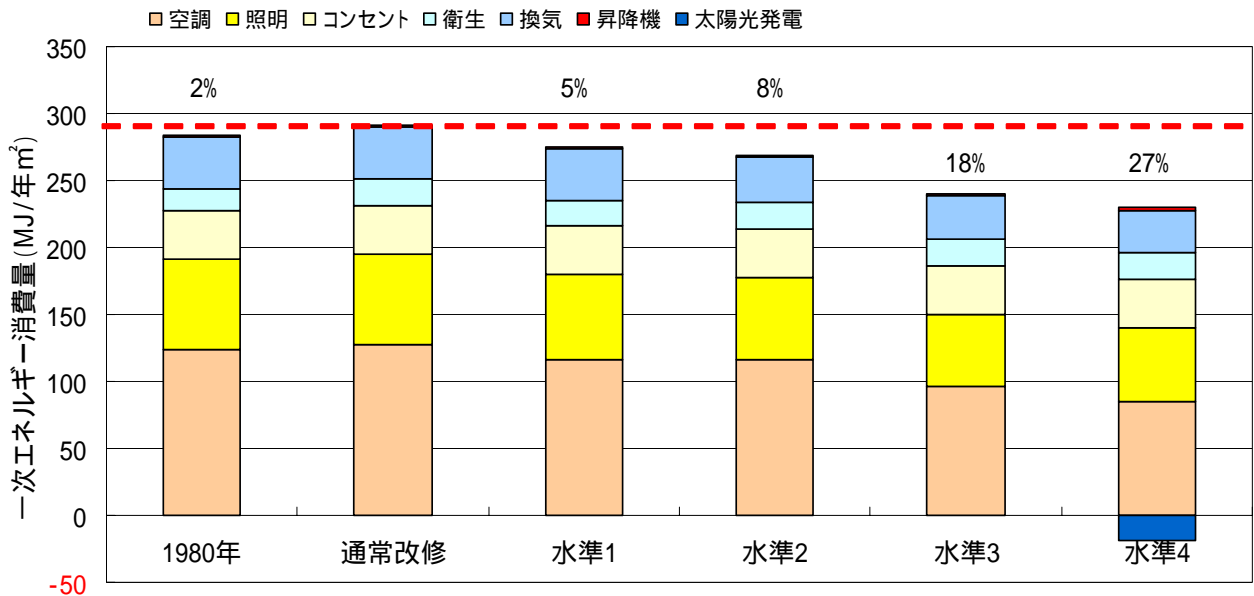


図 3.19 改修時対策水準における一次エネルギー消費量の比較 (MJ/年²)

(2) 対策毎のLCC, LCCO₂の算出

上記対策毎のLCCO₂, LCCの変化を図 3.20、図 3.21、図 3.22 及び図 3.23 に示す。LCCは建築寿命を 60 年として換算している。設備の寿命は 15 年と想定し、機器の更新を勘案している。各対策水準によるLCCは対策水準が上がるに従い、若干ながらも下がる傾向になる。これは、イニシャルコストの増分が 60 年の間でランニングコストの減額分により、回収されたためである。LCCO₂もLCCと同様の傾向にあり、大きな低減効果ではないが、水準 1、水準 2 でLCCが増加しない傾向となる。

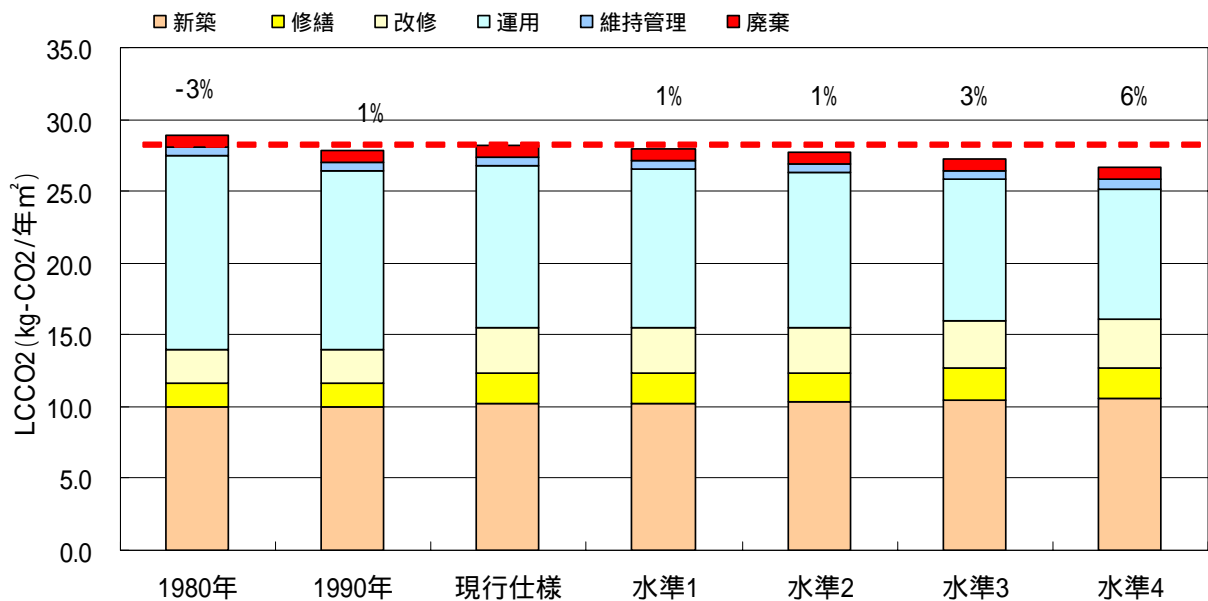


図 3.20 対策水準におけるLCCO₂の比較 (kg-CO₂/年m²、新築時)

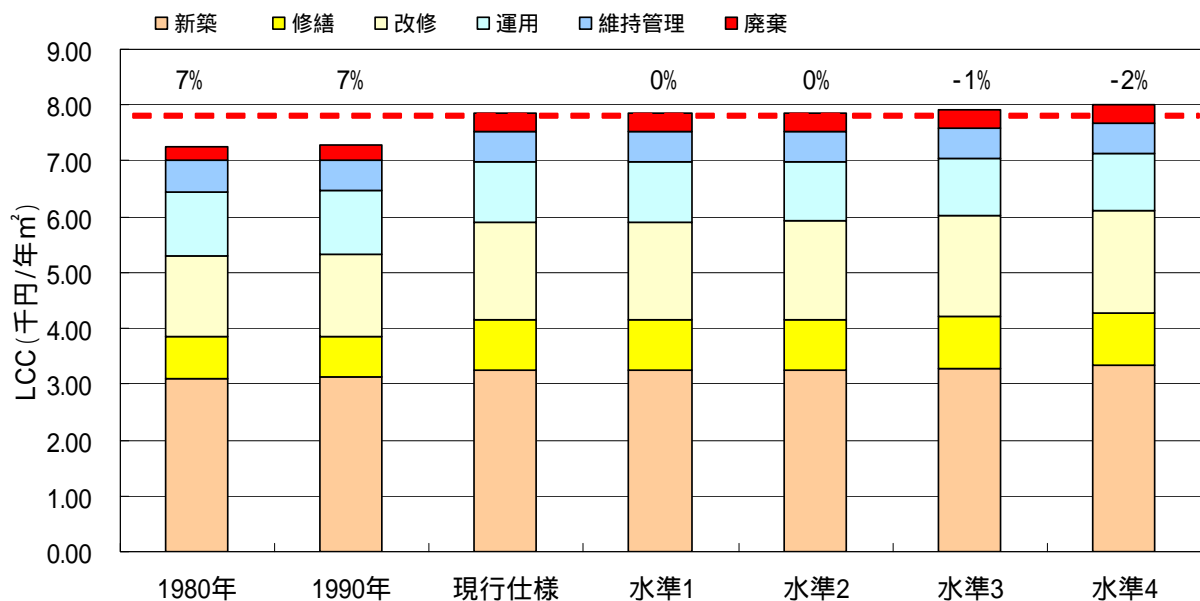


図 3.21 対策水準における LCC の比較 (千円/年m²、新築時)

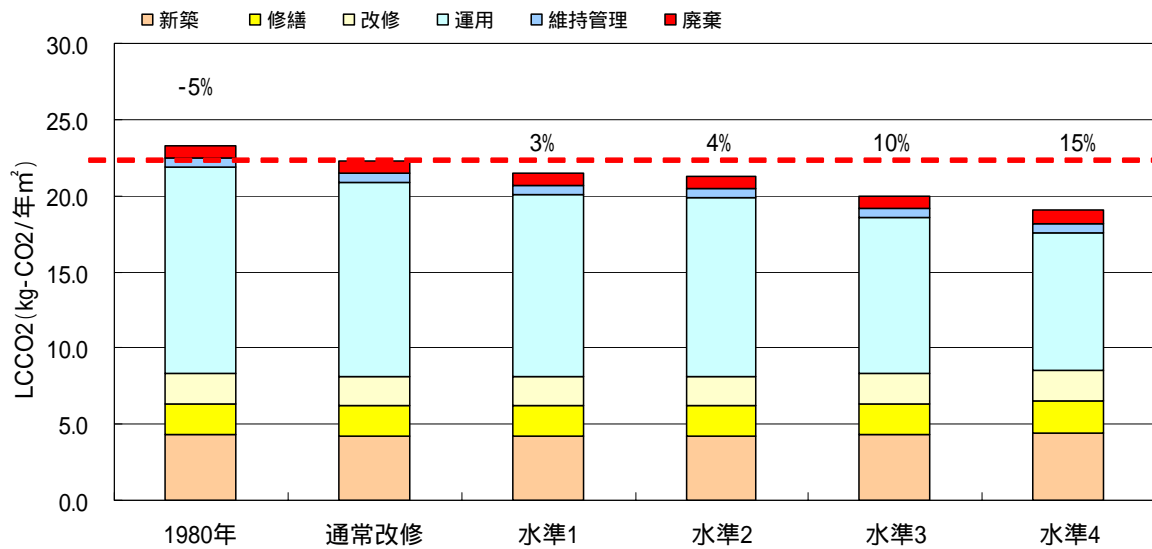


図 3.22 対策水準におけるLCCO₂の比較 (kg-CO₂/年m²、改修時)

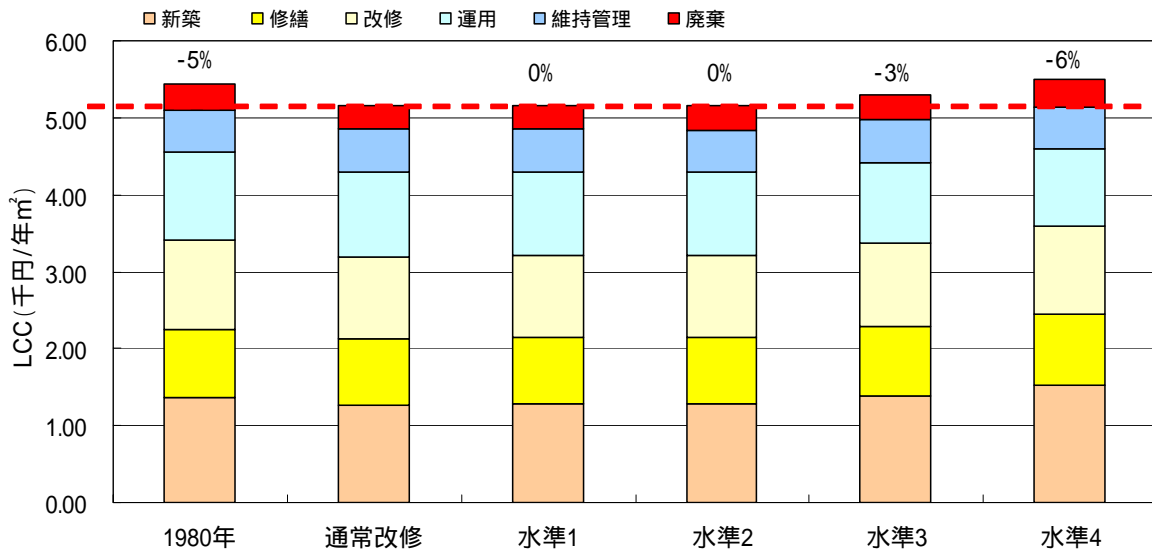


図 3.23 対策水準における LCC の比較 (千円/年m²、改修時)

表 3.18 各対策水準毎の効果の一覧（新築時、福島）

指標	単位	1980仕様	1990仕様	現行仕様	水準1	水準2	水準3	水準4
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	284	276	265	261	250	234	211
イニシャルコスト差額	円/m ²	-7,980	-7,740	0	120	660	2,880	4,860
光熱費差額	円/年m ²	76	59	0	-6	-23	-52	-79
LCC差額	円/年m ²	-586	-579	0	0	-2	75	164
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	-18.2	-16.7	0.0	0.1	2.5	12.9	17.0
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	2.3	1.1	0.0	-0.2	-0.4	-1.4	-2.2
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.7	-0.4	0.0	-0.2	-0.4	-0.9	-1.6
単純投資回収年数	年	104.8	131.0	-	21.7	29.0	55.2	61.6
CO ₂ 回収年数	年	8.0	15.2	-	0.4	6.1	9.2	7.7
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	10,902	0	-	755	1,654	3,107	3,117

表 3.19 各対策水準毎の効果の一覧（改修時、福島）

指標	単位	1980仕様	通常改修	水準1	水準2	水準3	水準4
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	284	291	276	269	240	211
イニシャルコスト差額	円/m ²	2,940	0	690	720	3,480	7,530
光熱費差額	円/年m ²	32	0	-32	-40	-84	-123
LCC差額	円/年m ²	278	0	-2	-8	137	335
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	5.9	0.0	1.4	1.4	7.0	15.1
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.8	0.0	-0.8	-1.0	-2.5	-3.7
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	1.1	0.0	-0.7	-1.0	-2.3	-3.2
単純投資回収年数	年	-	-	21.3	18.1	41.4	61.0
CO ₂ 回収年数	年	-	-	1.8	1.5	2.8	4.1
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-	929	749	1,544	2,339

3.4 庁舎における環境負荷低減効果のケーススタディ

3.4.1 庁舎における環境負荷低減技術の感度解析

各環境負荷低減技術を現行標準仕様(2005年仕様)と比較し、その効果を算定する。福島市における現行2005年度標準仕様での一次エネルギー消費量の分布を図3.24に示す。

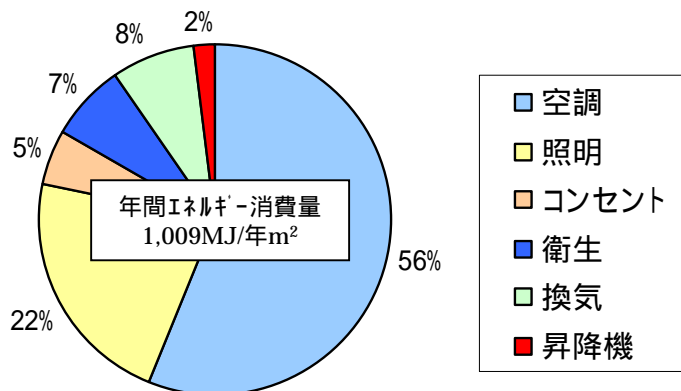


図 3.24 庁舎 2005 年標準仕様時のエネルギー消費量の内訳

この標準仕様のエネルギー消費量に対し、各種技術を導入した場合のエネルギー消費量の削減効果を求める。ここでは、下表の技術に関して感度解析を行う。

表 3.20 (表 3.7 の一部再掲) 検討項目一覧

要素		検討項目	
区分	項目		
建築仕様	1 断熱仕様	表 3.8 の組み合わせによる。	
	2 窓仕様		
	3 庇		なし、横庇(庇深さ: 0.5m)
設備仕様	4 照明方式	一般型蛍光灯、Hf 型蛍光灯、人感センサー、+ 光センサーによる調光制御	
	5 空調方式	表 3.9 の組み合わせによる。	
	6 熱源方式	吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチャラー、氷蓄熱ユニット、雪氷冷熱利用	
	7 外気処理	全熱交換器の組込の有無	
	8	その他	太陽光発電
	9		風力発電

(1) 建築仕様

建築仕様(断熱仕様)の組み合わせによる空調ピーク負荷を図 3. 25 に示す。

表 3. 21 建築仕様の組み合わせ

	TYPE	環境負荷低減技術 適用箇所	断熱仕様			窓仕様	サッシ気密性能			
			外壁断熱仕様	屋根断熱仕様		窓材	仕様			
庇無し	1	1980年水準	内断熱	0mm	内断熱	25mm	単層透明 (5mm)	気密パッキン無し		
	2	1990年水準		25mm			外断熱	50mm	複層透明 (5-6-5mm)	気密パッキン
	3	2004年現行水準		50mm						
	4	窓 + 断熱厚	外断熱	50mm	75mm	100mm	複層Low- (6-12-6mm)	気密機構付(AT)		
	5	窓 + 断熱仕様		75mm						
	6	総対策		75mm						
庇有り	1	1980年水準	内断熱	0mm	内断熱	25mm	単層透明 (5mm)	気密パッキン無し		
	2	1990年水準		25mm			外断熱	50mm	複層透明 (5-6-5mm)	気密パッキン
	3	2004年現行水準		50mm						
	4	窓 + 断熱厚	外断熱	50mm	75mm	100mm	複層Low- (6-12-6mm)	気密機構付(AT)		
	5	窓 + 断熱仕様		75mm						
	6	総対策		75mm						

庁舎では、暖房負荷の方が冷房負荷より大きい。断熱仕様の向上により、冷房ピーク負荷、暖房ピーク負荷はともに低減するが、冷房時の低下は暖房時と比較して小さい。また、庇を設けることで冷房負荷は 10%程度低下する。

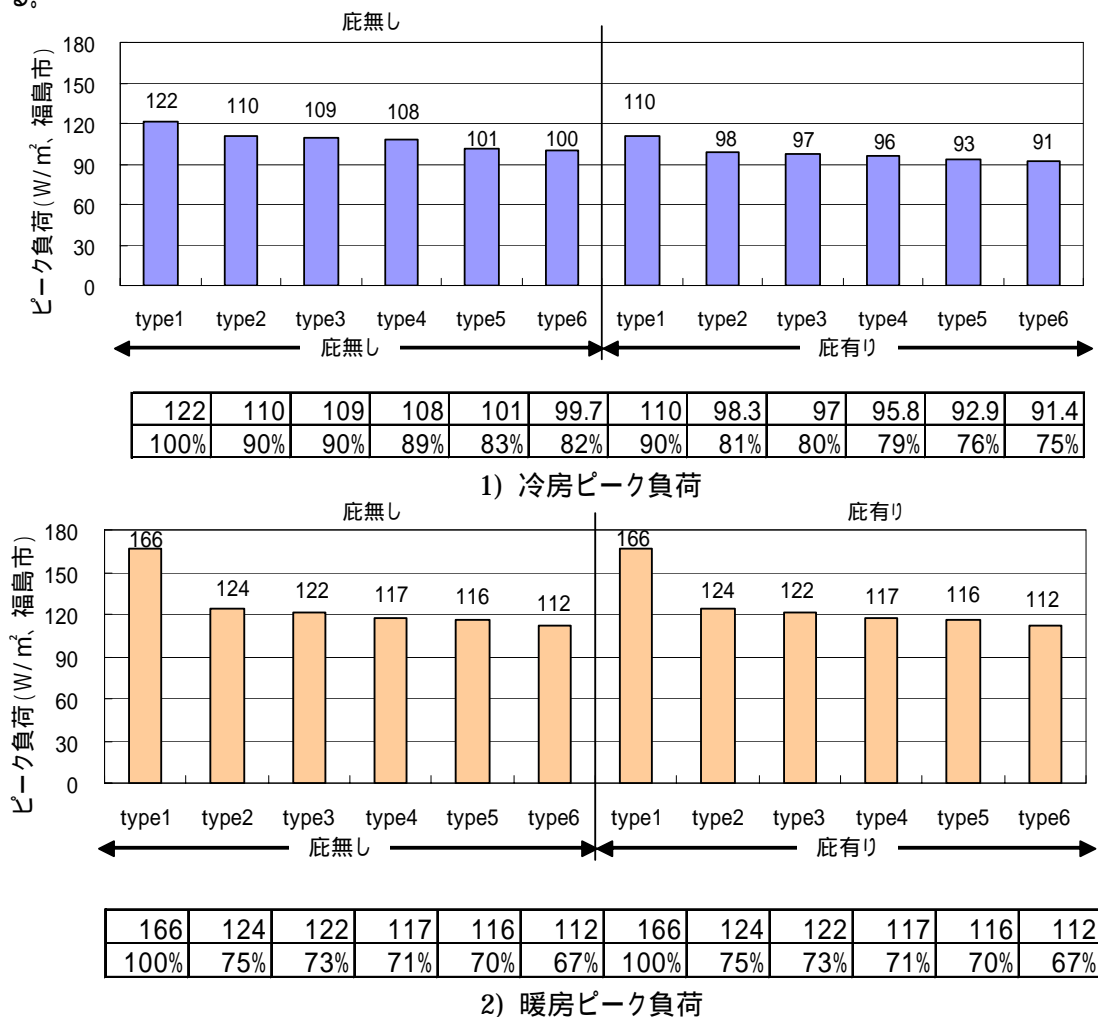


図 3. 25 空調ピーク負荷(福島市、南北軸)

これらの負荷の変化に応じたエネルギー消費量の変化を図 3. 26 に示す。また、表 3. 22 に各断熱組み合わせに応じた費用対効果を示す。標準仕様(断熱仕様Type3、庇無し)と比較して、断熱仕様上がるほど、庇があるほどエネルギー消費量は小さくなり、運用CO₂排出量は削減される。イニシャルコストの差額には高断熱効果による空調容量の低減効果も見込んでおり、(Type4、庇有り)の場合において費用対効果が最も高く、次に(Type3、庇有り)が高い効果となっている。

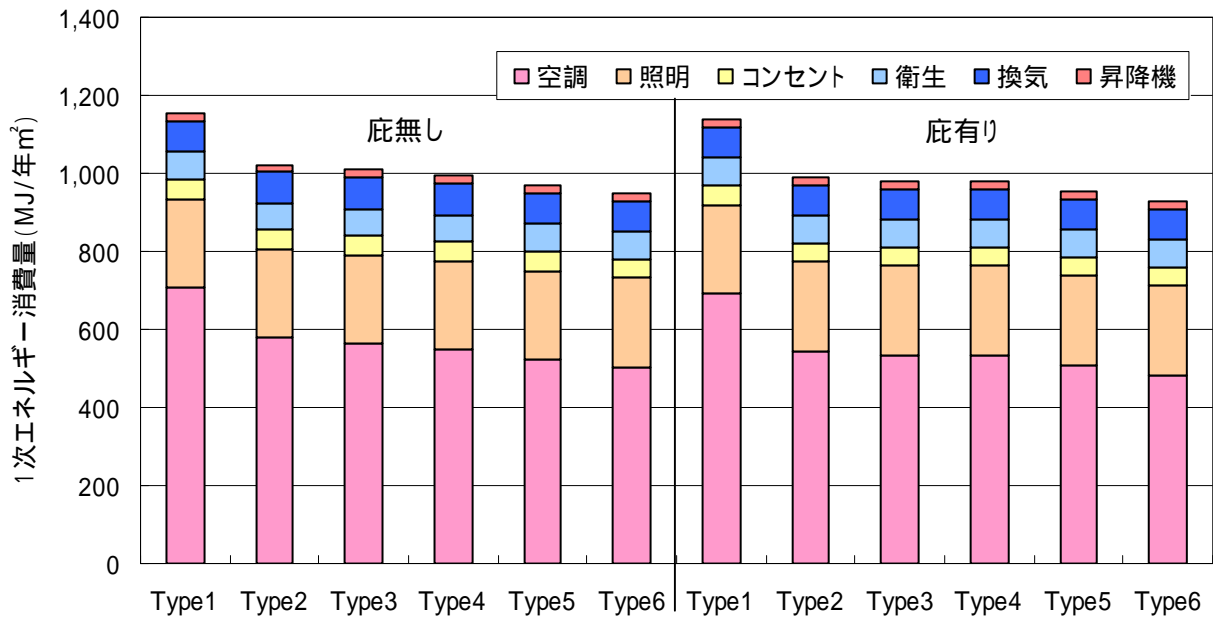


図 3. 26 一次エネルギー消費量 (MJ/年m²、福島市、南北軸)

表 3. 22 建築仕様の組み合わせによる費用対効果

指標	単位	庇無し						庇有り					
		Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type6	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type6
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1,153	1,022	1,009	993	969	949	1,138	990	979	979	954	928
イニシャルコスト差額	円/m ²	2,640	0	0	-240	1,560	1,560	3,000	360	360	60	1,860	1,860
光熱費差額	円/年m ²	289	21	0	-30	-59	-93	271	-16	-34	-48	-77	-117
LCC差額	円/年m ²	574	30	0	-55	-9	-63	564	0	-30	-66	-20	-74
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	0.8	-1.0	0.0	0.5	3.8	5.7	2.7	1.0	1.9	2.4	5.8	7.7
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	6.7	0.6	0.0	-0.7	-1.9	-2.8	6.2	-0.6	-1.1	-1.1	-2.4	-3.5
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	7.1	0.6	0.0	-0.7	-1.8	-2.6	6.6	-0.6	-1.0	-1.0	-2.2	-3.3
単純投資回収年数	年	-	-	-	-	26.3	16.7	-	23.0	10.7	1.2	24.2	15.9
CO ₂ 回収年数	年	-	1.6	-	0.6	2.0	2.0	-	1.6	1.8	2.2	2.4	2.2
1kg-CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-	-	-	874	590	-	650	349	58	847	567

(2) 照明方式

照明方式の選択による一次エネルギー消費量の低減量を示す。現行仕様ですでに Hf 型蛍光灯を標準的に導入しているが、既存施設においては一般型の蛍光灯を利用している施設も多い。光センサーによる調光制御(初期照度補正、昼光利用制御)の効果に関しては、CEC/Lの計算法に従い、係数をかけることで評価している。照明エネルギー消費量は庁舎における一次エネルギー消費量の 22%と、大きな内訳を占めるため、これを低減する効果は大きい。

庁舎においては、一般型蛍光灯に比べて Hf 蛍光灯を利用した場合で 12%の削減効果、Hf 蛍光灯に光センサーを加え、初期照度補正・昼光利用制御を行った場合には、33%の低減効果が得られる。

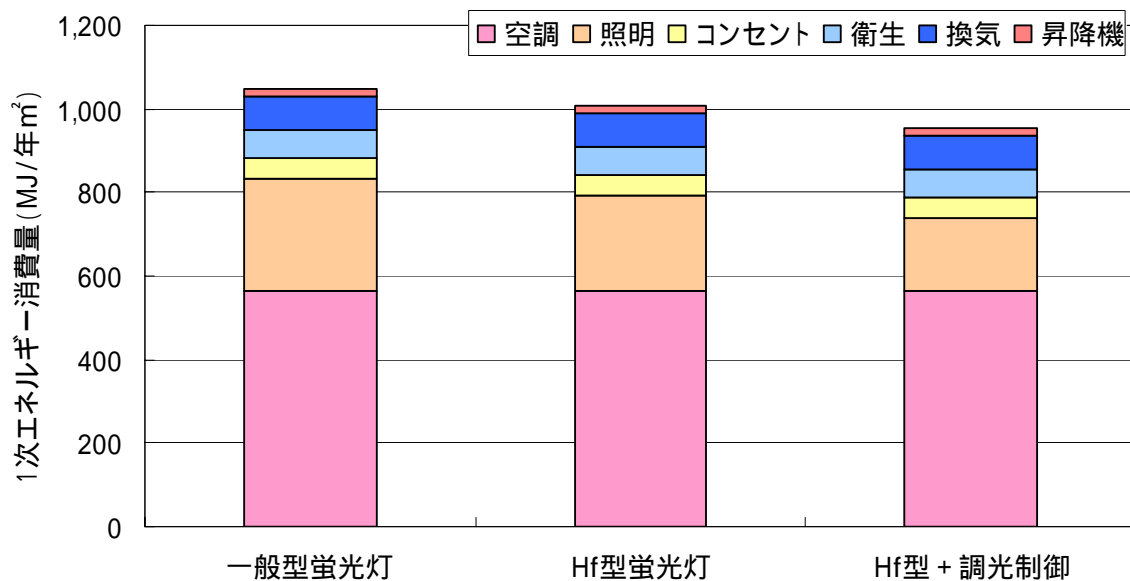


図 3.27 照明方式の違いによる一次エネルギー消費量 (MJ/年m²)

表 3.23 照明方式の費用対効果

		照明方式		
指標	単位	一般型蛍光灯	Hf型蛍光灯	Hf型 + 調光制御
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1,049	1,009	956
イニシャルコスト差額	円/m ²	780	0	660
光熱費差額	円/年m ²	46	0	-61
LCC差額	円/年m ²	71	0	-9
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	5.7	0.0	0.2
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	1.5	0.0	-2.0
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	1.9	0.0	-2.0
単純投資回収年数	年	-	-	10.9
CO ₂ 回収年数	年	-	-	0.1
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-	332

(3) 空調方式

既存庁舎では、一般的に単一ダクト+ファンコイルの空調方式が採用されており、空気搬送制御は CAV ユニット、ポンプ制御も CWV 制御(system3)で行われている場合が多い。これに対し、表 3. 9 の各仕様に応じたエネルギー消費量等を比較する。標準仕様に対して、VAV を採用した System4、全館ビルマルチ式パッケージエアコン(System6)の場合においてエネルギー消費量の低減効果が得られており、費用対効果は System6 が最も優れている。パッケージエアコンは寒冷な場所においては暖房時の効率の低下を勘案して検討する必要があるが、今後も COP(機器効率)の向上が期待される。

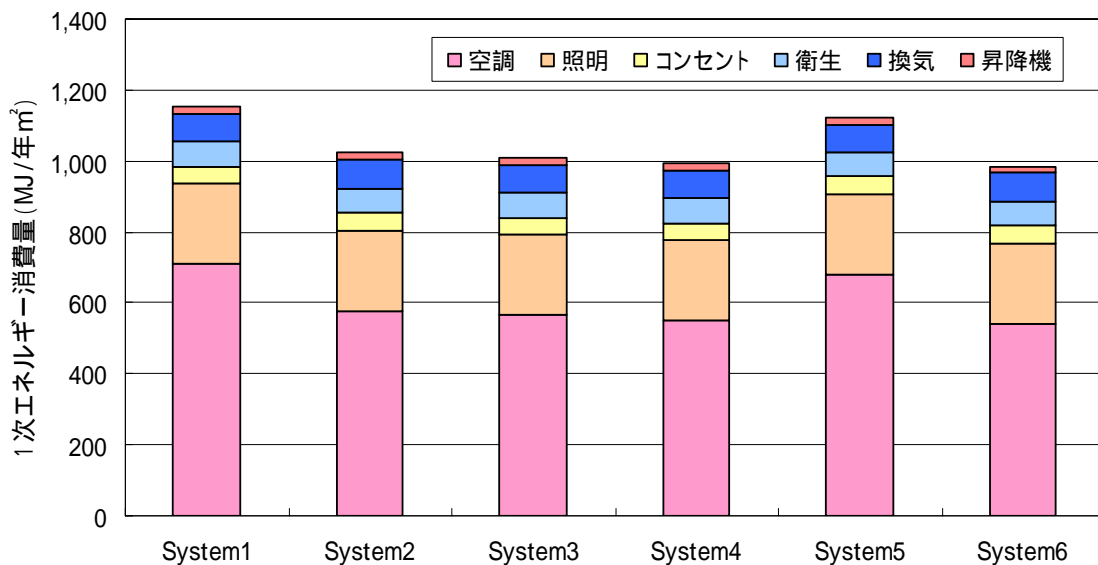


図 3.28 空調方式の違いによる一次エネルギー消費量 (MJ/年m²)

表 3.24 空調方式の費用対効果

指標	単位	空調方式					
		System1	System2	System3	System4	System5	System6
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1,153	1,022	1,009	993	1,123	985
イニシャルコスト差額	円/m ²	2,640	0	0	-240	-1,260	360
光熱費差額	円/年m ²	289	21	0	-30	142	-304
LCC差額	円/年m ²	574	30	0	-55	72	32
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	0.8	-1.0	0.0	0.5	1.8	-9.4
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	6.7	0.6	0.0	-0.7	3.0	-5.3
LCCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	7.1	0.6	0.0	-0.7	3.2	-5.9
単純投資回収年数	年	-	-	-	0.0	8.9	1.2
CO ₂ 回収年数	年	-	1.6	-	0.6	-	0.0
1kg-CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-	-	-	395	61

(4) 熱源方式

熱源方式の違いによる一次エネルギー消費量の変化を吸収式冷温水機(灯油)、電気式(空気熱源ヒートポンプチャラー、氷蓄熱ユニット)と雪氷冷熱+ボイラー(灯油)の4種類で比較する。電気式では吸収式冷温水機に比べて機器効率が優れているが、電力の一次エネルギー消費量原単位が大きいため、ガス式の吸収式冷温水機に比べても1次エネルギー消費量は概ね同等である。但し、氷蓄熱ユニットは夜間製氷時の効率が冷水生成時と比較して7割程度の効率となるため、やや大きな値となる。雪氷冷熱は夏期の冷水生成用にエネルギーを使用しないが、初期コスト面で劣るため投資回収年数は30年近くになる。吸収式冷温水機の初期導入費用は、ガス、灯油、A重油の場合で変化しないが、ガス式はランニングコストの面で油類と比べて不利に、CO₂排出量の面で油類機器と比べて有利となる。氷蓄熱ユニット採用時は、電力料金で「蓄熱調整契約」を契約していることを前提としている。

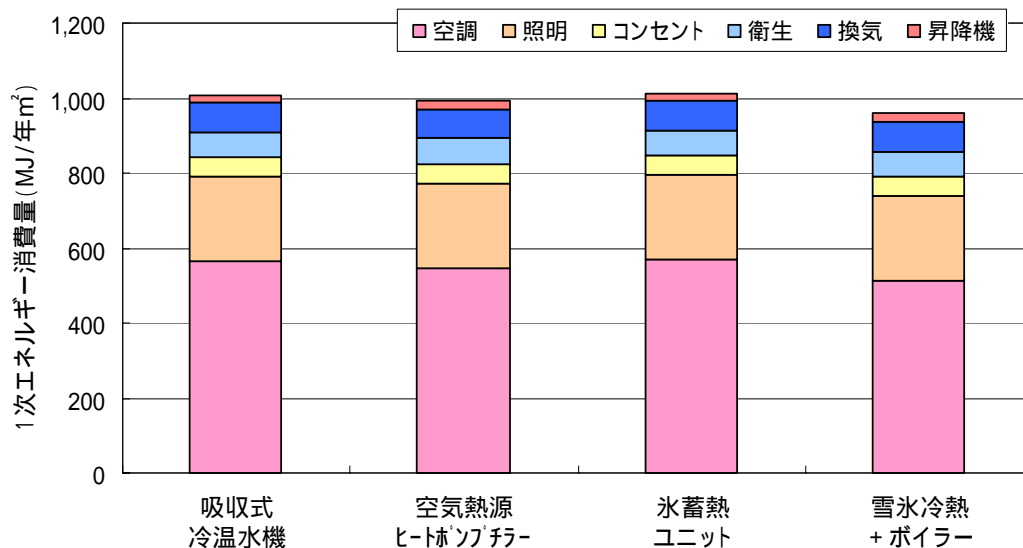


図 3.29 熱源種類を変化した場合の一次エネルギー消費量 (MJ/年m²)

表 3.25 熱源の費用対効果

熱源方式					
指標	単位	吸収式冷温水機	空気熱源ヒートポンプチャラー	氷蓄熱ユニット	雪氷冷熱+ボイラー
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1,099	991	1,013	958
イニシャルコスト差額	円/m ²	0	1,140	8,640	10,260
光熱費差額	円/年m ²	0	-297	-289	-349
LCC差額	円/年m ²	0	-229	357	-414
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	0.0	-4.6	9.1	30.7
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.0	-5.0	-4.0	-4.4
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.0	-5.4	-3.4	-3.6
単純投資回収年数	年	-	3.8	29.9	29.4
CO ₂ 回収年数	年	-	-	2.3	7.0
1kg-CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	211	2529	2811

(5) 雪氷冷熱利用

雪氷冷熱の一般的事項に関しては、後述する。雪氷冷熱エネルギー利用は豪雪地帯のもの扱われる場合が多いが、集雪の仕組みさえ確立していれば、一般的に積雪量が 50cm 程度の地域で可能となる。福島県では図に示すとおり、積雪量が 50cm を超えている地域が非常に多く、中通り以西は十分にその可能性がある。ここでは、集雪作業システムがある前提として、標準仕様の建物と比較する。

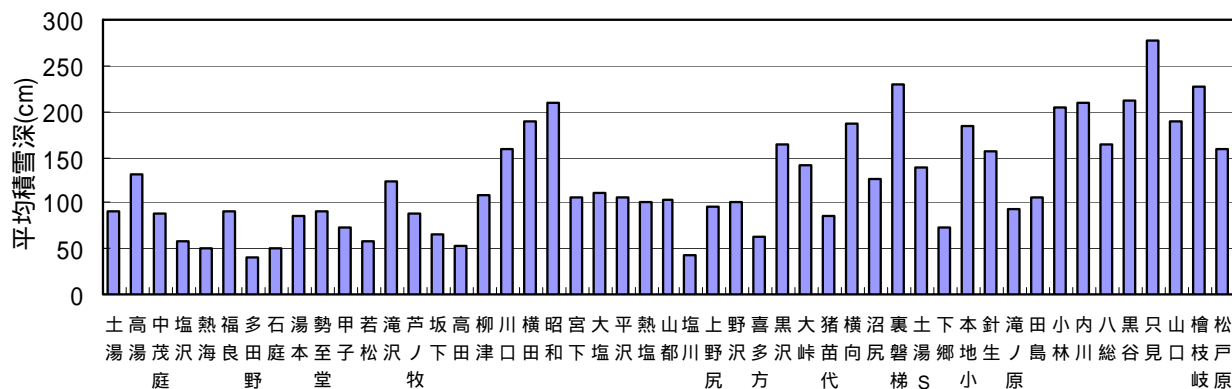


図 3.30 平均積雪量(cm/年)

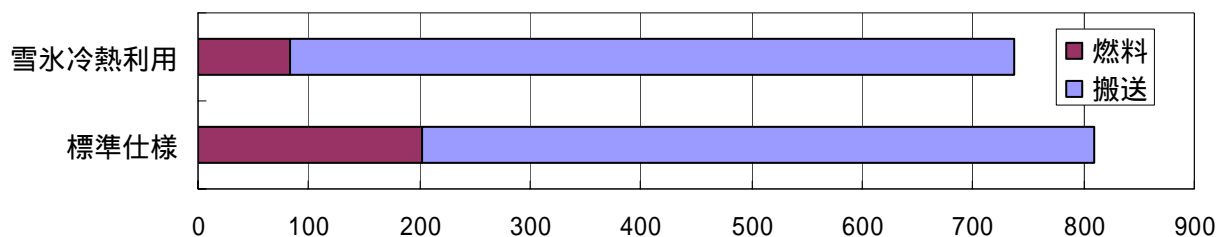


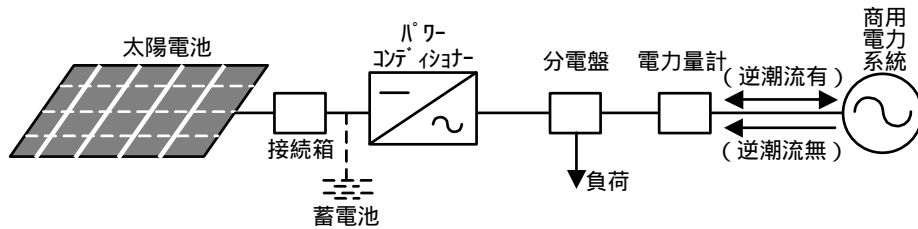
図 3.31 雪氷冷熱利用による空調の一次エネルギー消費量 (MJ/m²年)

表 3.26 雪氷冷熱利用の費用対効果

熱源方式					
指標	単位	吸収式冷温水機	空気熱源ヒートポンプチャージ	氷蓄熱ユニット	雪氷冷熱 + ボイラー
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1,009	991	1,013	958
イニシャルコスト差額	円/m ²	0	1,140	8,640	10,260
光熱費差額	円/年m ²	0	-297	-289	-350
LCC差額	円/年m ²	0	-229	357	-414
イニシャルCO2増減量	kg-CO2/m ²	0.0	-4.6	9.1	30.7
運用CO2排出量増減量	kg-CO2/年m ²	0.0	-5.0	-4.0	-4.5
LCCO2増減量	kg-CO2/年m ²	0.0	-5.4	-3.4	-3.8
単純投資回収年数	年	-	3.8	29.9	29.3
CO2回収年数	年	-	-	2.3	6.8
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	211	2529	2734

(6) 太陽光発電

屋上への定格 20kW に相当するパネル設置を想定し、発電量を算定する。太陽光発電の方式は最も一般的な自立運転切り替えなし(蓄電池なし)を想定し、基本システムの概要を下图に示す。



太陽光発電による発電量は、以下の仕様の太陽光発電システムを前提として算出する。各地域における発電量は拡張アメダスデータの傾斜面日射取得量から算出する。

- ・設置条件 : 南向き、建物屋上、傾斜角度 30°、周辺建物による影の影響なし
- ・太陽電池アレイ : 結晶系シリコン太陽電池セル、15 直列 × 10 並列(モジュールサイズ 1,000 × 1,500 (mm)、最大出力 140W)、総出力 20kW 相当(パネル全体サイズは 180 m²と仮定)

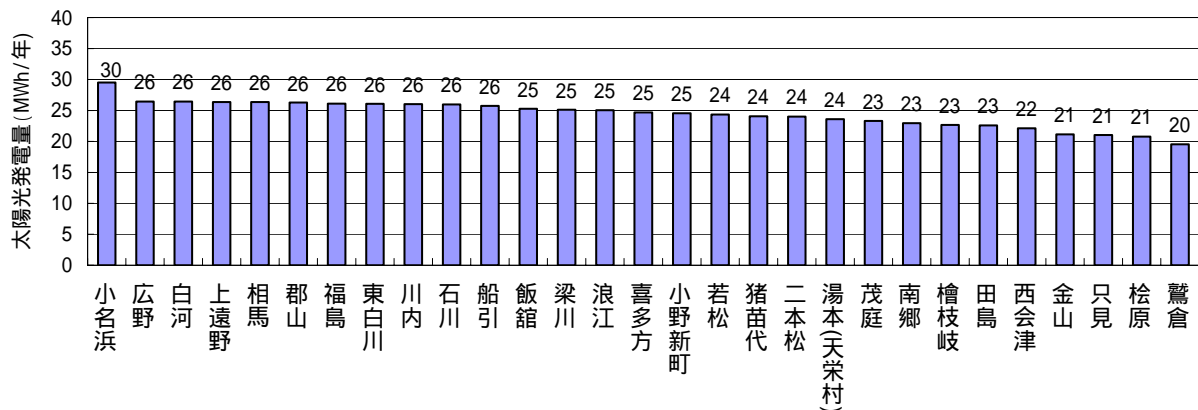


図 3.32 太陽光発電による発電量 (MWh/年)

表 3.27 太陽光発電の費用対効果 (福島、定格 20kW とした場合)

太陽光発電			
指標	単位	太陽光発電無し	太陽光発電 20kW
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1,009	849
イニシャルコスト差額	円/m ²	0	14,940
光熱費差額	円/年m ²	0	-179
LCC差額	円/年m ²	0	744
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	0.0	23.0
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.0	-6.0
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	0.0	-4.9
単純投資回収年数	年	-	83.6
CO ₂ 回収年数	年	-	3.8
1kg-CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	3039

(7) 風力発電

ここでの検討は新庁舎への導入を対象とし、風力発電プラントのような大型の発電用風車ではなく、記念碑的な小規模での導入を前提として検討を行う。

小規模な風車は一般的に高回転型であり、3m/s 以上の風速(カットイン風速)で発電が有効となり、5m/s 以上で高効率となる。すなわち、風が常に吹いていても、5m/s 以上の風速となる時間が短い地域では、十分な発電を見込むことは難しい。一方、風が観測される全時間が都市部よりも短い鷲倉では、風速が 5m/s を超える時間が比較的長く、風力発電量は他地域の 10 倍程度となる。このように、一定以上の風が安定して吹き込む山間部、海岸沿いなどであれば、小規模な風力発電設備でもある程度の効果を得ることができる。

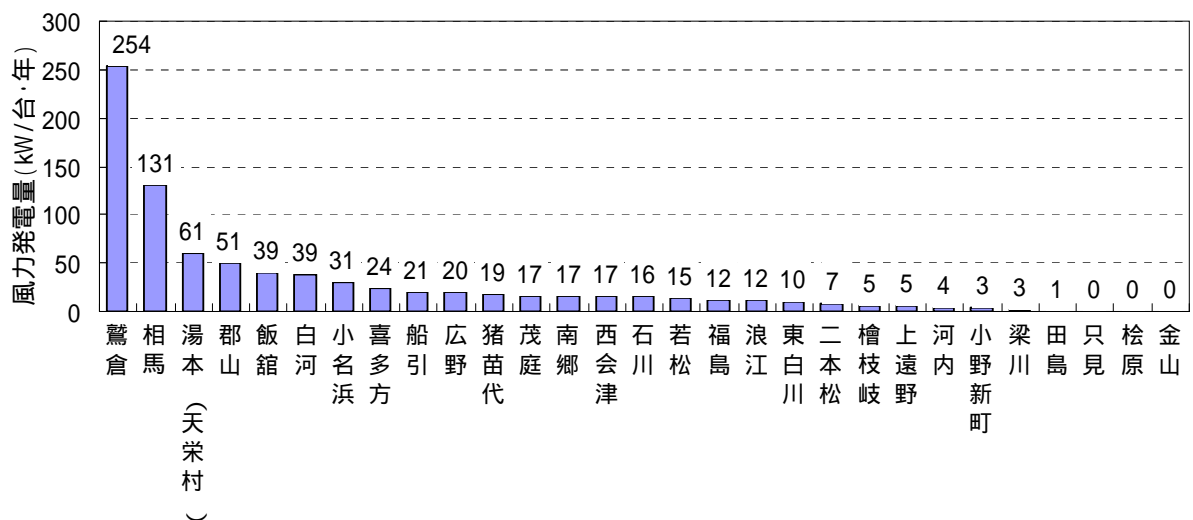


図 3.33 風力発電による発電量(kWh/基・年)

表 3.28 風力発電の費用対効果 (福島市、風力発電 1 基設置の場合)

風力発電			
指標	単位	風力発電 無し	風力発電 有り
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	1,009	1,009
イニシャルコスト差額	円/m ²	0	4,620
光熱費差額	円/年m ²	0	-1
LCC差額	円/年m ²	0	304
イニシャルCO2増減量	kg-CO2/m ²	0.0	5.9
運用CO2排出量増減量	kg-CO2/年m ²	0.0	0.0
LCCO2増減量	kg-CO2/年m ²	0.0	0.3
単純投資回収年数	年	-	5,003
CO2回収年数	年	-	184
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	-	-

(8) 緑化（今回定量化できなかった技術）

緑化の熱的効果の大部分は蒸散による温度上昇の抑制にあり、その効果は木陰の涼しさから、大きくは地球規模のエネルギー循環まで、広く多岐にわたっている。

しかし、その効果は地域、気象状況、植物の生育など様々な不確定要素に大きく左右されるため、定量的評価ができていないのが現状であるが、将来的な定量化に向けて検討していく。

また、緑化や荷重への負担増等に伴う建築費の割高、維持管理の手間と費用などといった懸念もある。なお、主な建築物緑化の効果は以下のとおりである。

表 3.29 建築物の緑化の効果

効果	概要
日射遮蔽・緑陰	建物躯体温度・室内温度の上昇防止、照り返し防止など
気温・温度調整	蒸散作用により大気及び室内の気温・湿度調整
雨水一時貯留・流出遅延・抑制	土壌等に雨水を貯留し、急激な流出を遅延させ、下水道等への負担低減、一部は蒸散し流出量を抑制
生物多様性	周囲の緑・水面等との連続性を確保し、生態系の維持に貢献
CO ₂ 固定	植栽の新設・成長によるCO ₂ の固定
空気浄化	CO ₂ 、NO ₂ 、SO ₂ 、HCHO、重金属、粉塵等の吸着・除去
断熱	土壌等と一体となって断熱
騒音低減	音の吸収効果
防風	風の遮蔽
防火・防熱	過剰乾燥抑制、火災時の輻射熱等を防止
教育効果	植物・生物とのふれあいの場
景観形成	美観形成、アメニティ向上
空間遮断	生け垣等による敷地境界の明示、低木等による敷地内通路の明示等
視線遮断	生け垣等により視線を遮りプライバシー確保、設備等を緑で囲い美観形成
建物劣化防止	壁面や防水層の紫外線・温度変化等による劣化を防止、コンクリート面の中酸化防止など
レクリエーション	美観形成、緑のやすらぎ、アロマテラピー、園芸療法
生産	食物等を収穫できる

日本政策投資銀行（2004年4月）調査 第61号より引用

壁面緑化と屋上緑化のタイプ及び緑化方法等については以下のとおり。

1. 壁面緑化

壁面緑化とは、建物の外壁面につる植物の「吸着してよじ登る」「絡まってよじ登る」「垂れる」等の生育特性を利用した緑化や、壁面そのものにユニット装置を設置して緑化することです。設置方法等に応じて、大きく以下の3つに分類できます。

表 3.30 壁面緑化のタイプと特徴

タイプ	緑化方法	適用植物
登はん型	植物を壁面に直接付着させるか、または壁面に設置した格子等に植物を絡ませて登はんさせる	付着性つる植物、巻付性つる植物、引掛り性つる植物
下垂型	壁面上部やベランダ等につる植物を植栽させたコンテナ等を設置し、壁面に下垂させる	つる植物、つる性植物
壁面設置型	壁面前にユニットタイプの植栽パネルを設置するか、ベランダに鉢植え等を懸垂させる	つる植物、つる性植物、草花類

2. 屋上緑化

屋上緑化とは、建物最上部の面を緑化することである。屋上緑化の形態については多様であり、植栽の種類や施工部位等に応じて様々な分類を行うことが可能です。ここでは日本建築学会で 2003 年 8 月に開催された第 2 回防水シンポジウムの資料により 3 つに分類します。

表 3.31 屋上緑化のタイプと特徴

タイプ	緑化方法	荷重・適用例
平面的緑化 (草本類による緑化) (薄層緑化)	芝やセダム類による緑化。セダム等の場合は低メンテナンスといった特徴をもつがヒートアイランド抑制の効果が薄いとの報告もある。	植栽基盤の厚さ:10cm 程度 荷重:40~100kg/m ² 程度 既存建物や折板屋根にも設置可能
立体的緑化 (草本類と木本類による緑化) (庭園型緑化)	草本類に加え、灌木や喬木等をバランスよく配置した緑化。人の出入り等を意識する場合は多い。剪定等の維持管理が必要である。	植栽基盤の厚さ:30~50cm 程度 荷重:200kg/m ² 程度 荷重や灌水方法について検討必要
ビオトープ緑化 (多様なハビタットの ある緑化)	草本類等による緑化に加え、池等を設けることで多様な生物の生息空間を誘致・保全するもの。我が国ではまだ事例が少ない。	植栽基盤の厚さ:30~50cm 程度 荷重:400~500kg/m ² 程度 荷重に加え、周辺環境との調和について十分な検討が必要

参考文献

- 日本建築学会(2002)「建築と都市の緑化計画」((株)彰国社)
- 輿水 肇・東京都新宿区(1994)「都市建築物の緑化手法」((株)彰国社)
- 日本政策投資銀行(2004)「調査 第61号」(日本政策投資銀行)
- 兵庫県「建築物緑化計画の手引き」

(9) 環境負荷低減効果の一覧

庁舎における各種技術要素の費用対効果を表 3.32 にまとめた。効果の高い技術としては、外壁断熱材厚みの向上や空調機の変風量制御、空気熱源チラーの導入、昼光利用の採用などが挙げられる。一方、風力発電などでは、費用対効果、環境負荷低減効果の観点では投資回収が難しい数値となっている。

表 3.32 費用対効果 (福島市)

庁舎における技術要素	単純投資回収年数	CO2回収年数	1kg - CO2削減に必要な投資額
高断熱(外壁50、屋根50mm)	0.0	0.6	0
変風量制御	0.0	0.6	-
空気熱源ヒートポンプチラー	3.8	-	211
昼光利用	10.9	0.1	332
庇	10.7	1.8	349
全空気式空調	8.9	-	395
高断熱(外壁75、屋根100mm)、LOW-	16.7	2.0	590
高断熱(外壁50、屋根75mm)、LOW-	26.3	2.0	874
氷蓄熱ユニット	29.9	2.3	2,529
雪氷冷熱利用	29.4	7.0	2,811
太陽光発電	83.6	3.8	3,039
風力発電	5,003	183.7	-

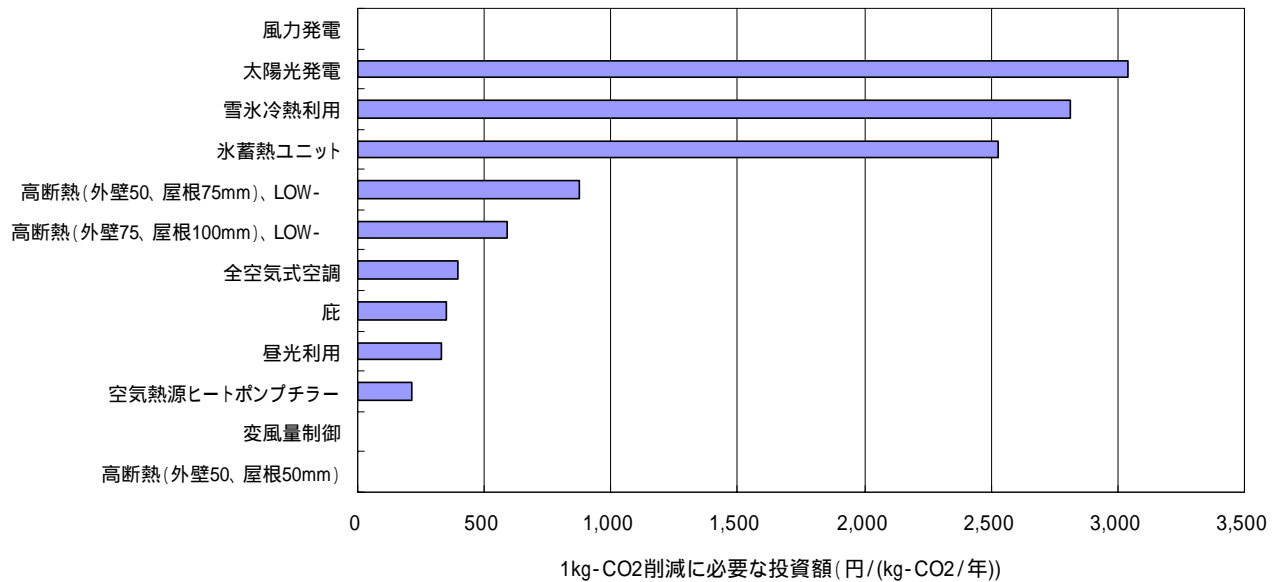


図 3.34 費用対効果

3.4.2 庁舎における環境負荷低減技術の組み合わせ検討

前節における環境負荷低減手法の評価を参考に、環境負荷低減手法の組み合わせを提案し、その対策水準毎の環境負荷低減効果を検討する。ここでは、新築時、改修時の対策水準を水準1～4として表3.33、表3.34のように環境負荷低減手法を組み合わせる。

小規模庁舎では空調システムが中央熱源式ではなく、個別分散式となる場合が多いため、1000 m²以上の場合と1000 m²未満の場合で空調方式、熱源機器を変えている。

表 3.33 各対策水準の詳細設定（新築の場合）

Case No	規模	断熱仕様	庇	空調方式	CO ₂ 削減	換気ファン制御	照明方式	節水器具	太陽光発電	熱源効率(冷房、暖房)	
1	1980年仕様	1k m ² >	Type1	無	System1	無	無	一般型	無	無	(0, 0.7)
		1k m ² <									
2	1990年仕様	1k m ² >	Type2	無	System6	無	無	一般型	無	無	(3.0, 2.2)
3		1k m ² <			System2						(1.1, 0.84)
4	現行仕様	1k m ² >	Type3	無	System6	無	無	Hf型	有	無	(3.7, 2.5)
5		1k m ² <			System3						(1.32, 0.87)
6	水準1	1k m ² >	Type4	無	System6	無	高効率ファン	事:Hf型 +調光制御	有	無	(3.7, 2.5)
7		1k m ² <			System3						その他:Hf型
8	水準2	1k m ² >	Type4	有	System6	無	高効率ファン 便所人感制御	Hf型 +調光制御	有	無	(3.7, 2.5)
9		1k m ² <			System4						(1.32, 0.87)
10	水準3	1k m ² >	Type5	有	System6	無	高効率ファン 便所人感制御	Hf型 +調光制御	有	無	(3.7, 2.5)
11		1k m ² <			System4						有
12	水準4	1k m ² >	Type6	有	System6	無	高効率ファン 便所人感制御	Hf型 +調光制御	有	有 (20kW)	(3.7, 2.5)
13		1k m ² <			System4						有

断熱仕様、空調方式の詳細は表3.8、表3.9を参照

改修工事の場合は、一般的には劣化改修程度のものとなるため、断熱仕様等の建築的なグレードアップは行わず、設備機器の高効率化程度の組み合わせケースを設け、省エネ改修を行った場合の効果を検討する。

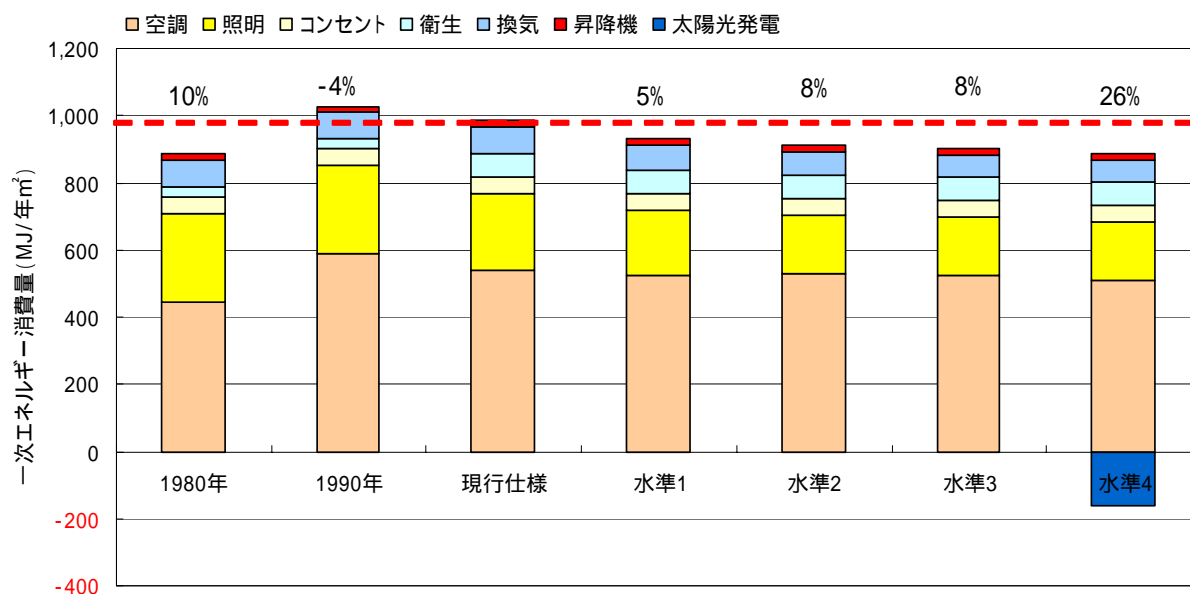
表 3.34 各対策水準の詳細設定（改修の場合）

Case No	規模	断熱仕様	庇	空調方式	CO ₂ 制御	換気ファン制御	照明方式	節水器具	太陽光発電	熱源効率 冷房、暖房	
1	1980年仕様	1k m ² >	Type1	無	System1	無	無	一般型	無	無	(0, 0.7)
		1k m ² <									
2	通常改修	1k m ² >	Type1	無	System6	無	無	Hf型	有	無	(3.7, 2.5)
3		1k m ² <			System1						(-, 0.87)
4	水準1	1k m ² >	Type1	無	System6	無	高効率ファン	事:Hf + 調光制御 その他:Hf型	有	無	(3.7, 2.5)
5		1k m ² <			System2						(1.32, 0.87)
6	水準2	1k m ² >	Type2	有	System6	無	高効率ファン 便所人感制御	Hf型 + 調光制御	有	無	(3.7, 2.5)
7		1k m ² <			System3						(1.32, 0.87)
8	水準3	1k m ² >	Type3	有	System6	無	高効率ファン 便所人感制御	Hf型 + 調光制御	有	無	(3.7, 2.5)
9		1k m ² <			System3						有
10	水準4	1k m ² >	Type6	有	System6	無	高効率ファン 便所人感制御	Hf型 + 調光制御	有	有 (20kW)	(3.7, 2.5)
11		1k m ² <			System3						有

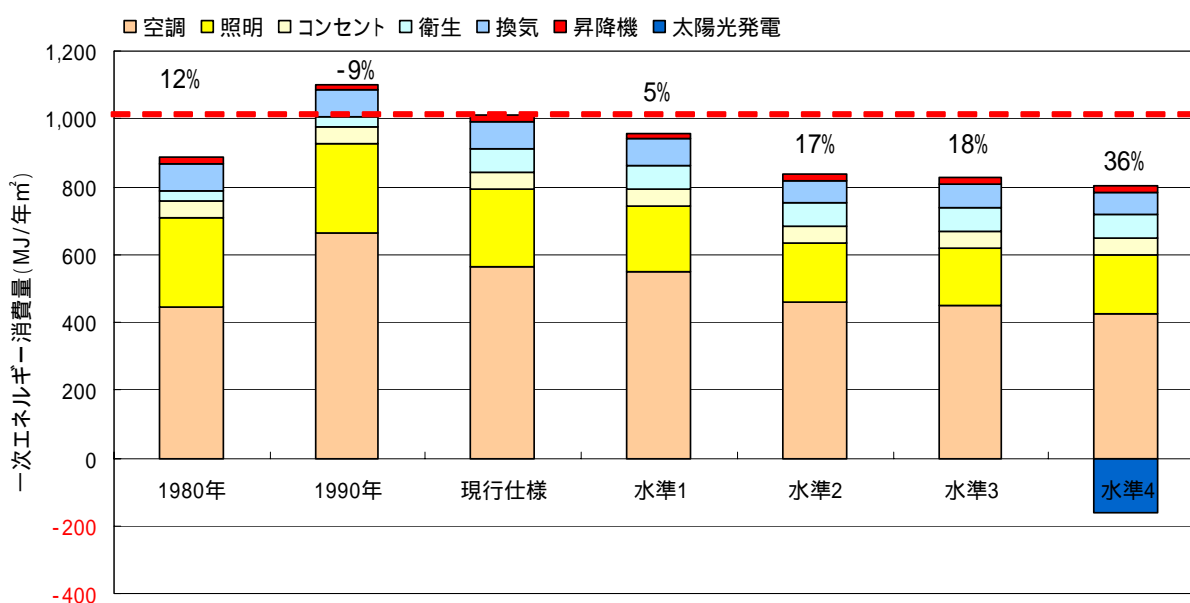
断熱仕様、空調方式の詳細は表 3.8、表 3.9 を参照

(1) 一次エネルギー消費量

上記対策毎の一次エネルギー消費量の変化を図 3.35 及び図 3.36 に示す。対策水準を上げる毎に効果が積み重なり、一次エネルギー消費量の値は低減する。建物規模が 1000 m²未満の場合に比べ、1000 m²以上の場合に低減効果が大きく、1000 m²以上の改修時の水準3では大きな低減効果が得られる。

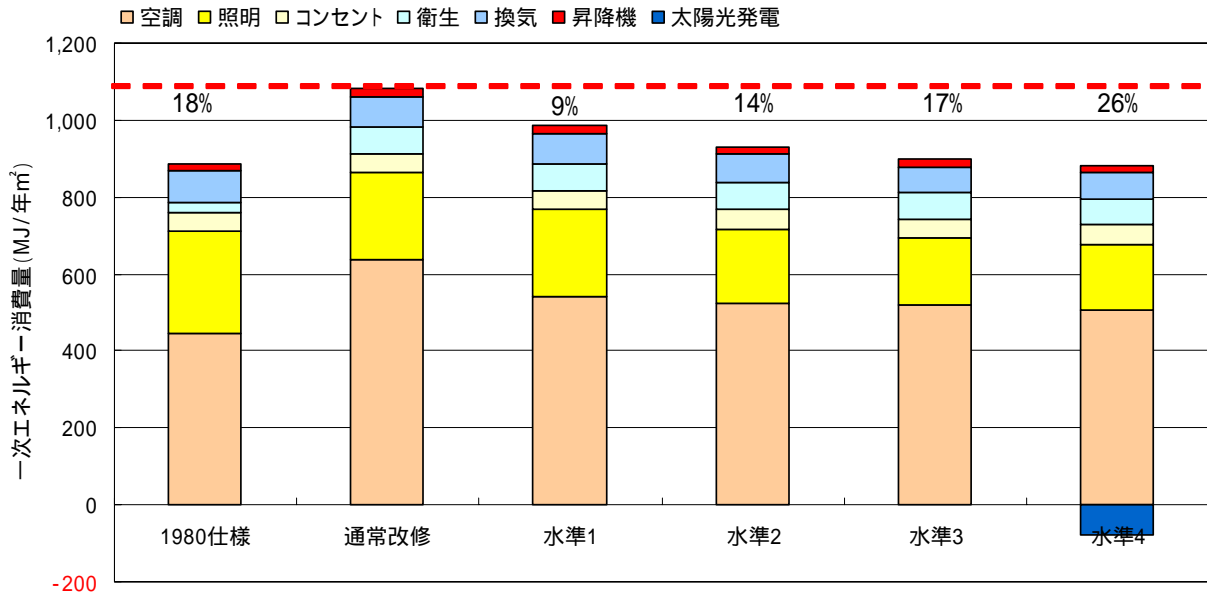


1) 1000 m²未満の場合 (MJ/年m²)

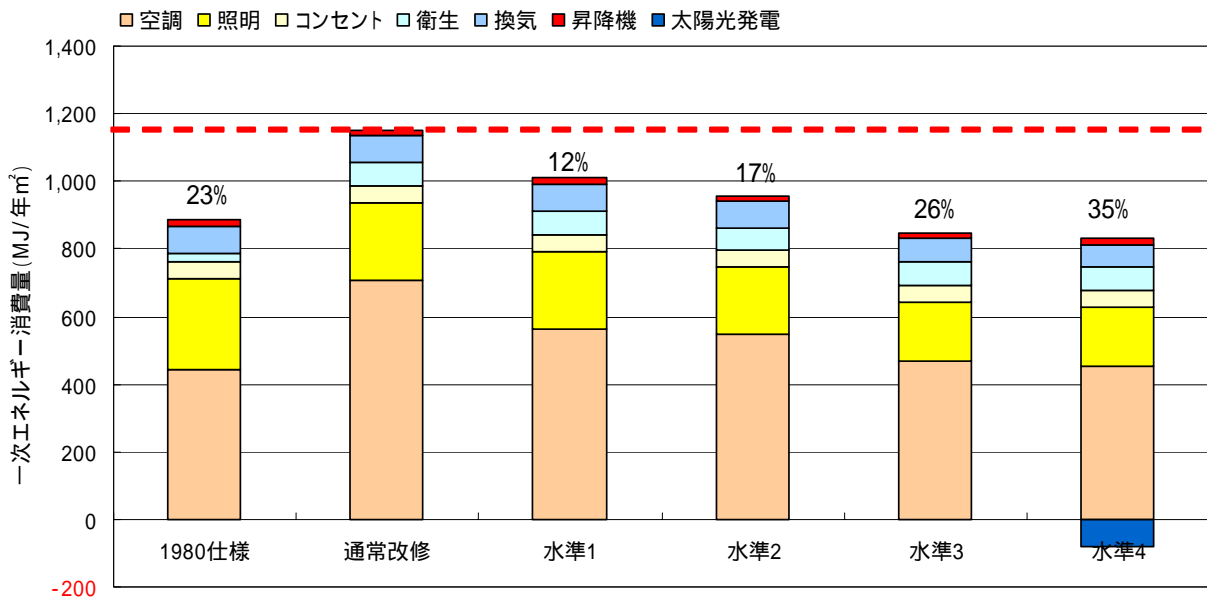


2) 1000 m²以上の場合 (MJ/年m²)

図 3.35 新築時対策水準における一次エネルギー消費量の比較



1) 1000 m²未満の場合 (MJ/年m²)



2) 1000 m²以上の場合 (MJ/年m²)

図 3.36 改修時対策水準における一次エネルギー消費量の比較

(2) 対策毎のLCC, LCCO₂の算出

上記対策毎のLCCO₂, LCCの変化を図 3.37、図 3.38、図 3.39 及び図 3.40 に示す。LCCは建築寿命を60年として換算している。設備の寿命は15年と想定し、機器の更新を勘案している。各対策によるLCCは対策水準が上がるに従って低減する。現行仕様の絶対値は1000 m²未満の数値が小さいが、省エネルギー対策のメニューが豊富な1000 m²以上の場合において、運用CO₂排出量の低減効果がLCCO₂の低減にも寄与している。

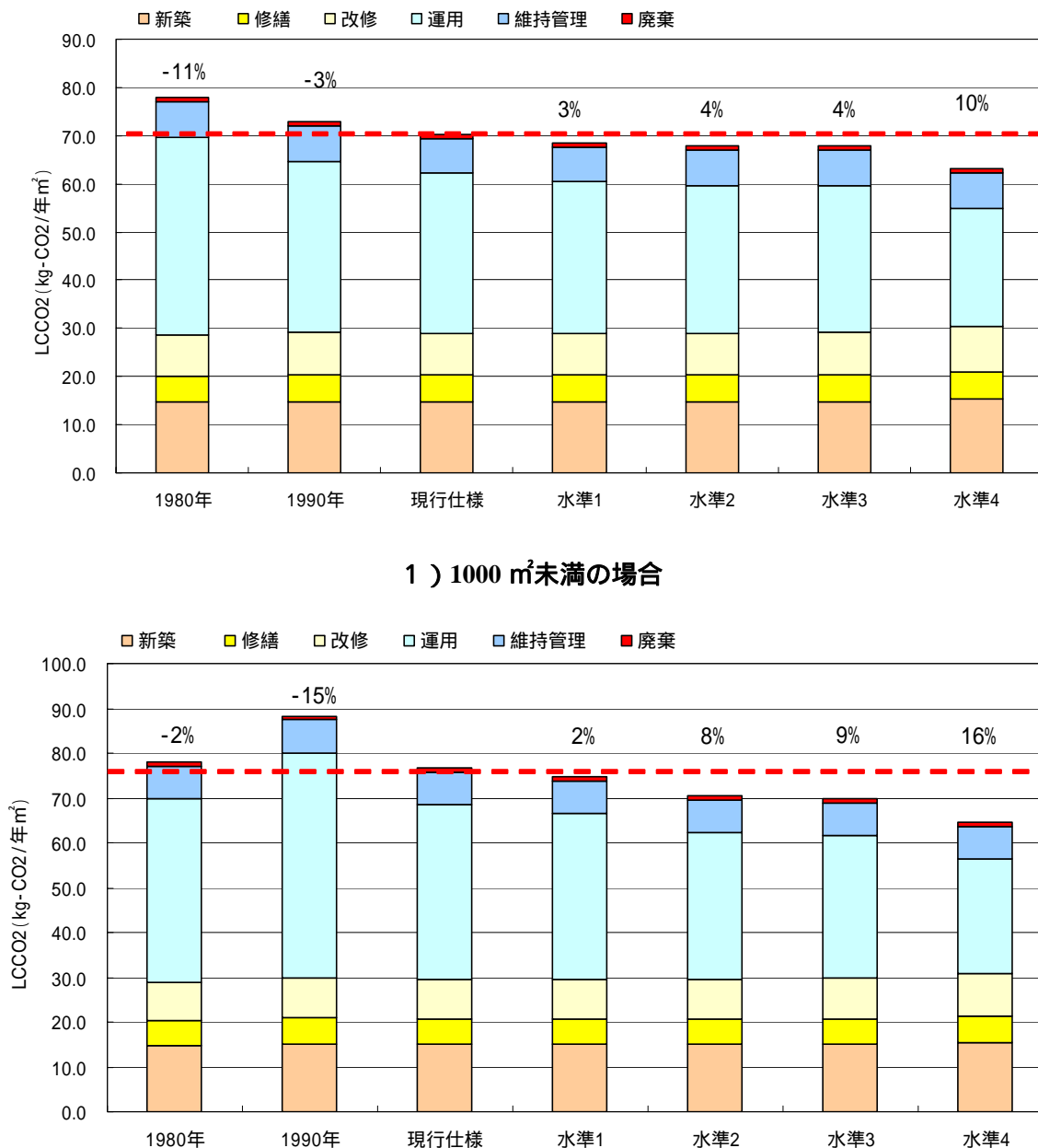
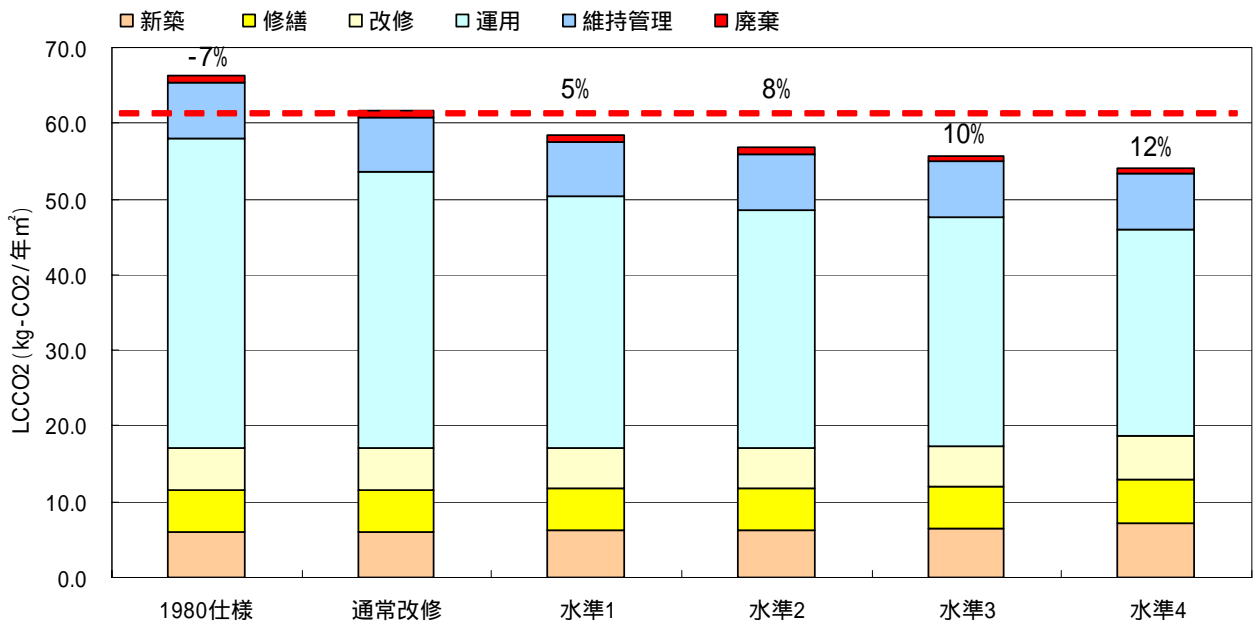
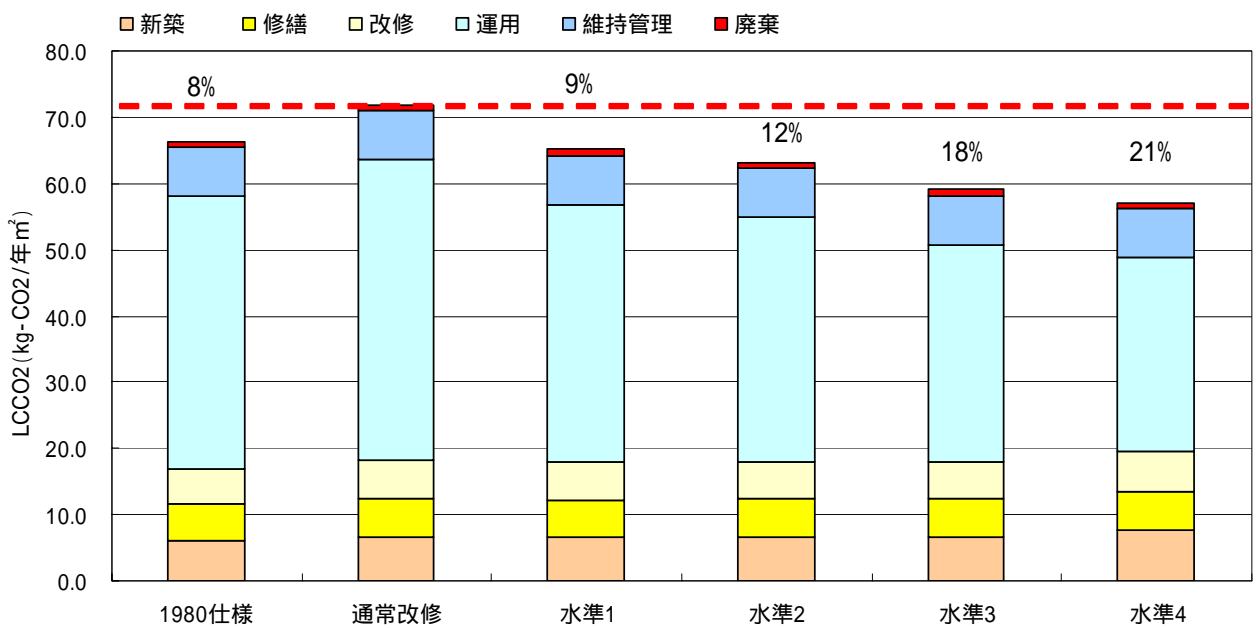


図 3.37 LCCO₂ (新築時、kg-CO₂/年m²)



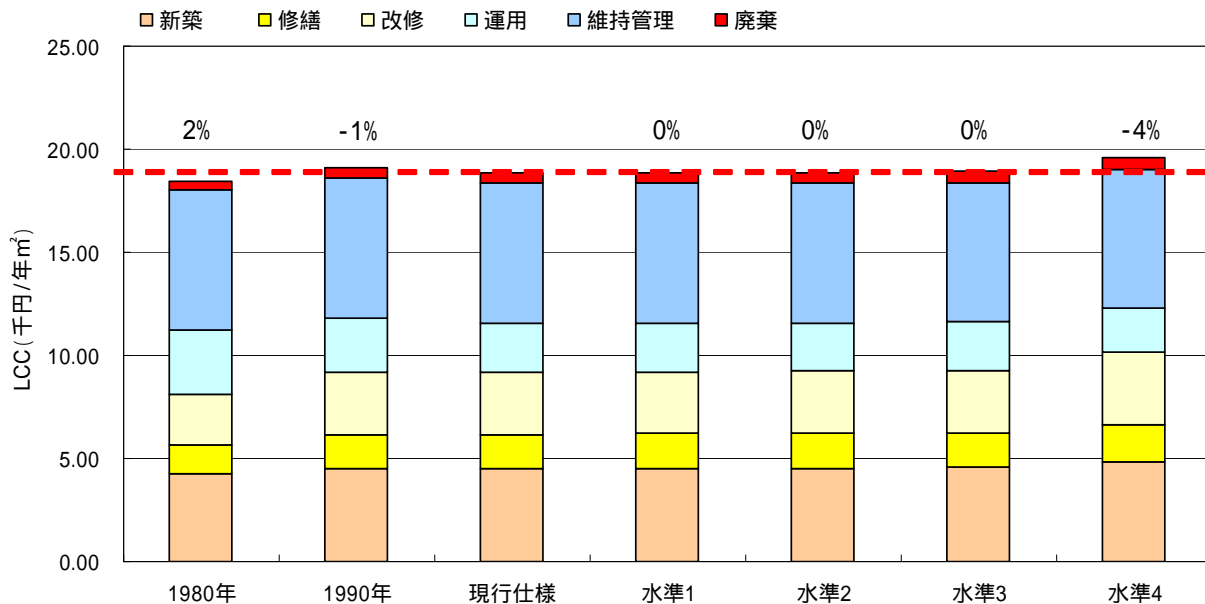
1) 1000 m²未満の場合



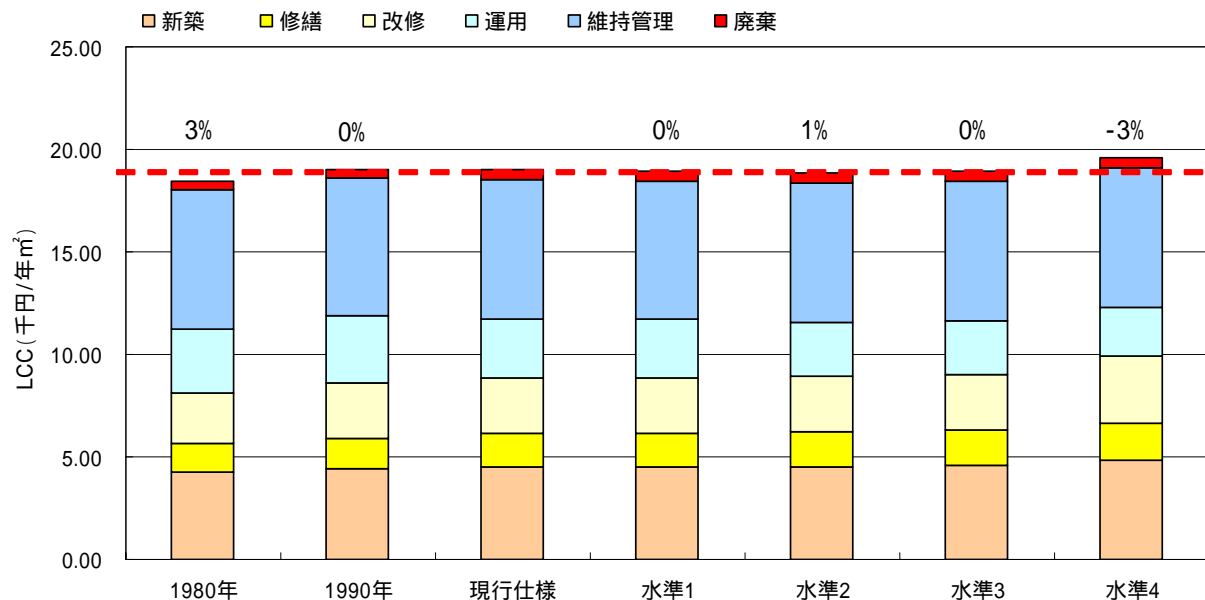
2) 1000 m²以上の場合

図 3.38 LCCO₂ (改修時、kg-CO₂/年m²)

一方、LCCは現行仕様に対して、対策を施すことによる変化が小さく、太陽光発電まで取り入れる水準4においては初期投資額の増分が影響して、LCCが増加する。

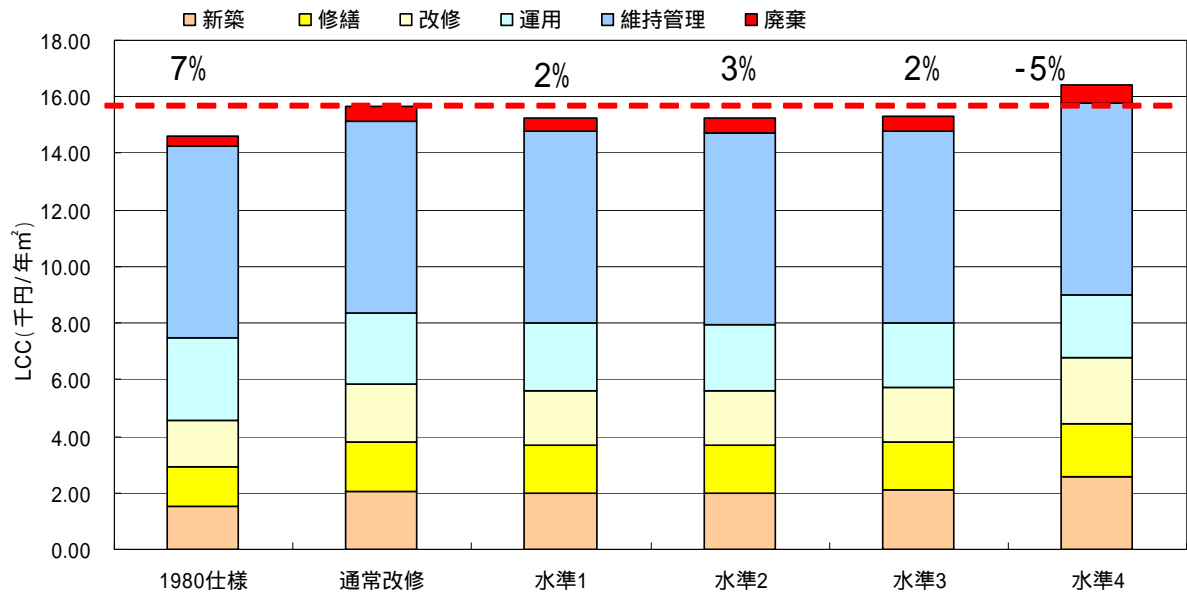


1) 1000㎡未満の場合

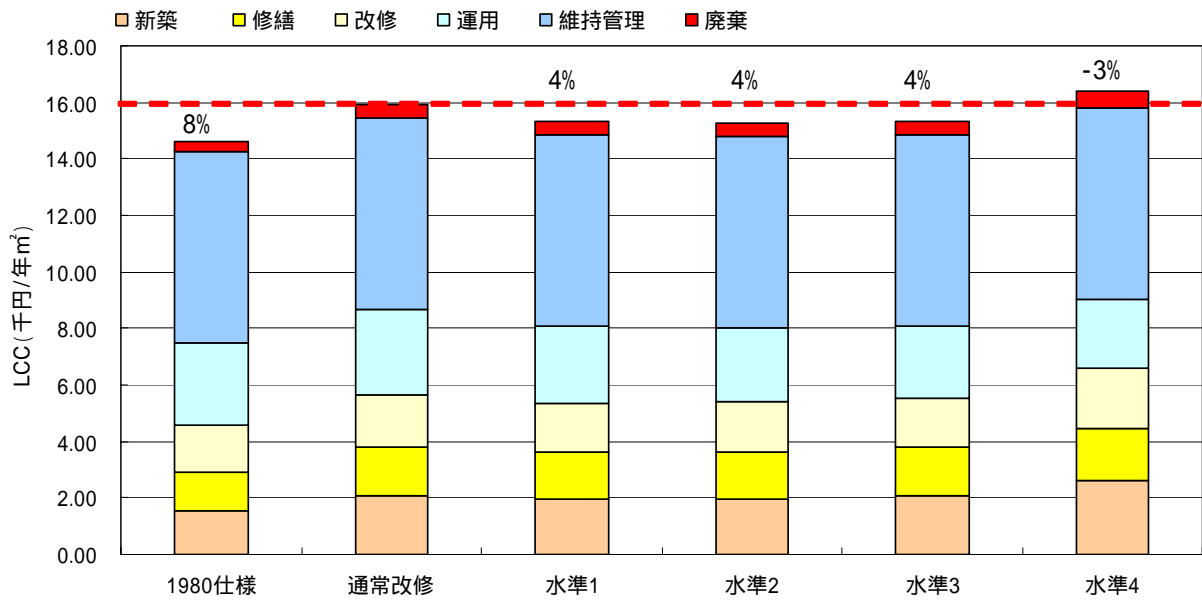


2) 1000㎡以上の場合

図 3.39 LCC (新築時、千円/年㎡)



1) 1000㎡未満の場合



2) 1000㎡以上の場合

図 3.40 LCC (改修時、千円/年㎡)

現行仕様に対する各対策組み合わせの効果を一覧表で表 3.35、表 3.36 に示す。

新築時、1000 m²未満の場合、水準 1、水準 2 で費用対効果が高く、投資回収年数は 10 年程度、LCC が現行仕様に対して低減される。1000 m²以上規模の場合も同様に水準 1、水準 2 で費用対効果が高いが、水準 3 においてもLCCは低減されている。運用CO₂排出量の観点からみると、全規模において水準 4 が最も優れた組み合わせとなっているが、イニシャルコストの増分を光熱費の削減分で補うことができず、LCCが大幅増となってしまう。

表 3.35 各対策水準毎の効果の一覧（1000 m²未満、新築時、福島）

1000m ² 未満								
指標	単位	1980年 仕様	1990年 仕様	現行仕様	水準1	水準2	水準3	水準4
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	886	1,028	985	931	909	902	728
イニシャルコスト差額	円/m ²	-14,220	-540	0	180	900	2,700	17,760
光熱費差額	円/年m ²	707	261	0	-60	-85	-93	-287
LCC差額	円/年m ²	-453	219	0	-51	-33	32	754
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	-5.6	4.3	0.0	1.1	3.1	6.7	32.0
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	7.9	2.1	0.0	-1.8	-2.5	-2.8	-8.6
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	7.7	2.4	0.0	-1.8	-2.4	-2.5	-7.2
単純投資回収年数	年	20.1	2.1	-	3.0	10.6	28.9	61.8
CO ₂ 回収年数	年	0.7	-	-	0.6	1.2	2.4	3.7
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	1857	221	-	102	370	1063	2453.7

表 3.36 各対策水準毎の効果の一覧（1000 m²以上、新築時、福島）

1000m ² 以上								
指標	単位	1980年 仕様	1990年 仕様	現行仕様	水準1	水準2	水準3	水準4
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	886	1,103	1,009	959	837	826	643
イニシャルコスト差額	円/m ²	-13,860	-6,000	0	120	1,080	3,480	18,420
光熱費差額	円/年m ²	255	388	0	-76	-221	-245	-467
LCC差額	円/年m ²	-571	67	0	-73	-162	-61	628
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	-15.0	4.8	0.0	0.6	2.6	6.1	31.0
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	2.1	11.2	0.0	-1.9	-6.4	-7.1	-13.5
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	1.3	11.6	0.0	-1.9	-6.3	-6.9	-12.1
単純投資回収年数	年	54.4	15.5	-	1.6	4.9	14.2	39.4
CO ₂ 回収年数	年	7.0	-	-	0.3	0.4	0.9	2.3
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	10,621	516	-	64	172	504	1,518

改修時の効果を表 3.37 及び表 3.38 に示す。改修の場合、残存寿命が短くなるため、LCA の指標は新築時に比べて総じて悪くなるが、水準 2 においては、規模に関わらず LCC が低減している。

表 3.37 各対策水準毎の効果の一覧（1000 m²未満、改修時、福島）

1000m ² 未満							
指標	単位	1980年 仕様	通常改修	水準1	水準2	水準3	水準4
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	886	1,081	985	931	897	803
イニシャルコスト差額	円/m ²	-15,600	0	-1,440	-1,260	1,050	16,080
光熱費差額	円/年m ²	377	0	-102	-162	-201	-305
LCC差額	円/年m ²	-1,041	0	-379	-422	-342	742
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	-2.6	0.0	8.6	10.7	18.2	68.9
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	4.6	0.0	-3.2	-5.0	-6.2	-9.4
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	4.5	0.0	-3.2	-5.0	-6.0	-7.6
単純投資回収年数	年	41.3	-	0.0	0.0	5.2	52.7
CO ₂ 回収年数	年	0.6	-	2.7	2.1	2.9	7.4
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	3,439	-	0	0	175	2,113

表 3.38 各対策水準毎の効果の一覧（1000 m²以上、改修時、福島）

1000m ² 以上							
指標	単位	1980年 仕様	通常改修	水準1	水準2	水準3	水準4
1次エネルギー消費量	MJ/年m ²	886	1,153	1,009	959	849	752
イニシャルコスト差額	円/m ²	-16,380	0	-2,520	-2,460	660	15,600
光熱費差額	円/年m ²	-112	0	-289	-359	-481	-601
LCC差額	円/年m ²	-1,317	0	-611	-668	-608	452
イニシャルCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /m ²	-31.2	0.0	-1.2	-0.2	7.1	57.0
運用CO ₂ 排出量増減量	kg-CO ₂ /年m ²	-4.2	0.0	-6.3	-8.2	-12.6	-16.0
LCCO ₂ 増減量	kg-CO ₂ /年m ²	-5.6	0.0	-6.8	-8.7	-12.9	-14.8
単純投資回収年数	年	0.0	-	0.0	0.0	1.4	26.0
CO ₂ 回収年数	年	0.0	-	0.0	0.0	0.6	3.6
1kg - CO ₂ 削減に必要な投資額	円/(kg-CO ₂ /年)	0	-	0	0	51	1,056

技術資料 1 計算条件一覧

表-技 1.1 福島県建築物CO₂-コスト評価ツール計算条件一覧

	庁舎	学校		
計算対象地域	福島、二本松、西会津、湯本(岩瀬郡天栄村)			
評価ツール対象地域	福島県全域(19地点)			
計算方位	東 - 西軸、南 - 北軸			
モデル建物の基本条件	参考モデル	三春合同庁舎	相馬高等学校	
	対象施設	庁舎本体、車庫	校舎、体育館、渡り廊下、倉庫、部室等	
	敷地面積	9962.19m ²		28,101.00m ²
	建築面積	庁舎本体 740.78 m ² 車庫(平屋) 180.00 m ² 車庫(2F) 105.00 m ² 車庫(鹵検定所) 196.80 m ² 合計: 1,222.58 m ²	校舎棟 4,197.70m ² 体育館 1,725.49m ² 講堂 477.67m ² 音楽室 184.86m ² プール棟 138.05m ² 渡廊下(前庭) 116.25m ² 渡廊下(音楽室) 23.63m ² 渡廊下(講堂前) 14.33m ² 自転車置場 153.44m ² 倉庫 32.00m ² 便所 16.68m ² 合計 7080.10m ²	
	延べ床面積	庁舎本体 1,434.25 m ² 車庫(平屋) 149.50 m ² 車庫(2F) 156.00 m ² 車庫(鹵検定所) 163.90 m ² 合計: 1,903.65 m ²	校舎棟 8,295.15m ² 体育館 2,911.77m ² 講堂 477.67m ² 音楽室 180.24m ² プール棟 120.32m ² 自転車置場 311.70m ² 倉庫 32.00m ² 便所 16.68m ² 合計 12,345.53m ²	
構造・階数	庁舎本体 RC造、+2F 車庫(平屋) S造、+1F 車庫(2F) S造、+1F 車庫(鹵検定所) S造、+1F	校舎棟 RC造・Pca、+3F 体育館 RC造・Pca、+2F 講堂 W造、+1F 音楽室 RC造、+1F プール棟 RC造、+1F 渡廊下(前庭) S造、+1F 渡廊下(音楽室) S造、+1F 渡廊下(講堂前) S造、+1F 自転車置場 S造、+1F 倉庫 S造、+1F 便所 S造、+1F		
空調条件	エネルギー計算	BECS/CEC/AC ver3.2(建築・省エネルギー機構[IBEC])による		
	熱負荷計算	IPAC-MECH		
	空調期間	夏期冷房:7月1日~8月31日 冬期暖房:12月1日~3月31日	夏期冷房:7月1日~8月31日 冬期暖房:12月1日~3月31日	
	空調運転時間	冷房:8:00~17:00 暖房:8:00~17:00	冷房:8:00~17:00 暖房:8:00~16:00	
内部発熱条件	CEC/AC算出用庁舎固定条件	CEC/AC算出用学校固定条件		

	設定温度	夏期:26、50%、冬期:22、40%	教室:夏期:26、50%、冬期:20、40% 教室以外:夏期:26、50%、冬期:22、40%
	人員密度	事務室:0.2人/m ² 会議室:0.40人/m ² ホール:0.03人/m ² CEC/AC 基準固定条件(庁舎)	普通教室:0.67人/m ² 特別教室:0.4人/m ² 事務・管理部門:0.2人/m ² 体育館:0.7人/m ² CEC/AC 基準固定条件(学校)
換気条件	換気量	事務室:4m ³ /m ² h 会議室:8m ³ /m ² h ホール:0.6m ³ /m ² h CEC/AC 基準固定条件(庁舎)	普通・特別教室:10m ³ /m ² h 事務室・管理部門:4m ³ /m ² h 体育館:14m ³ /m ² h CEC/AC 基準固定条件(学校)
	年間換気時間	3,300h/年 CEC/V 基準固定条件(庁舎)	2,300h/年 CEC/V 基準固定条件(学校)
照明条件	設定照度	事務室・会議室:750 lx ホール:400 lx 共用部(廊下、便所):150 lx	普通・特別教室:400 lx 事務・管理部門:500 lx 体育館:400 lx 共用部(廊下、便所):150 lx
	年間照明時間	表-技 1.6-1、表-技 1.6-3	表-技 1.6-2、表-技 1.6-3
衛生条件	水使用量	事務員:80L/人・日 建築設備設計基準より(80~100L/日) 上水:雑用水=50%:50% 建築設備計画基準・同要領より	生徒:55L/人・日 事務員・教員:100L/人・日 建築設備設計基準より (生徒:55L/日、事務員:100~120L/日) 上水:雑用水=50%:50% 建築設備計画基準・同要領より
	給湯使用量	事務員:8L/人・日 建築設備設計基準より (事務所:7.5~11.5L/日)	事務員・教員:8L/人・日 建築設備設計基準より (事務所:7.5~11.5L/日を準用)
	使用時間	8h/日 建築設備設計基準より	生徒:6h/日、事務員・教員:8h/日 建築設備設計基準より
	給水温度	表-技 1.7 CEC/HW の与条件、地域別水道水温換算係数(a=0.866、b=1.665、新潟)	
昇降機	乗客数	最大定員×乗客率(=80%)	なし(将来対応)
	最大定員	1F、2Fを除いた在館人員	なし(将来対応)
	年間運転時間	2000h/年 CEC/EV 固定条件	なし(将来対応)
原単位	エネルギー消費量	表-技 1.8	
	CO2 排出量	表-技 1.8	
	光熱費	表-技 1.9-1、表-技 1.9-2	

標準仕様	建築仕様	表-技 1.2 TYPE2	表-技 1.3 TYPE2
	空調方式	表-技 1.4 System 2 単一ダクト+ファンコイル(CAV、CWV)	表-技 1.5 System 2 教室:パネルヒーター+ファンコンベクター 事務・管理部門:ビルマルチ式パッケージエアコン(EHP)+パネルヒーター 体育館・共用部:空調無し
	熱源機器	熱源機器:吸収式冷温水機(灯油焚き) COP:冷房 1.01、暖房 0.84	ボイラー効率:0.82 EHP:COP:冷房 3.5、暖房 2.4
	照明方式	Hf 型蛍光灯	

	換気方式	便所・湯沸し:第三種換気	便所・湯沸し:第三種換気
	給湯方式	局所ガス瞬間湯沸かし器	局所ガス瞬間湯沸かし器
	昇降機方式	積載質量:900 kg(定員 13 名) 速度:45m/min 形式:VVVF(電力回生制御なし)	なし
	衛生器具	標準型	標準型

対策項目	建築仕様	表-技 1.2	表-技 1.3
	空調方式	表-技 1.4	表-技 1.5
	照明方式	一般型蛍光灯、Hf 蛍光灯、光センサー、 人感センサー	一般型蛍光灯、Hf 蛍光灯、光センサー、 人感センサー
	衛生器具	標準型、節水型	標準型、節水型
	その他	太陽光発電、風力発電、雨水利用 CO ₂ センサー	太陽光発電、風力発電、雨水利用

新築費用	建築費	モデル庁舎の『対象施設』に係る建設費とする。屋外附帯設備、特殊設備(構内舗装、植栽、フェンス、門)は除く。	モデル学校の『対象施設』に係る建設費とする。屋外附帯設備(構内舗装、植栽、フェンス、門)、は除く。
	設備費	モデル庁舎の『対象施設』に係る建設費とする。屋外附帯設備(引込設備、屋外配電線路、外灯、屋外給排水配管設備)、特殊設備(無線設備、焼却炉)は除く。	モデル学校の『対象施設』に係る建設費とする。屋外附帯設備(引込設備、屋外配電線路、外灯、屋外給排水配管設備)、特殊設備(太陽光発電、雨水利用設備)は除く。
対策費用	建築費	庁舎モデルに表-技 1.2 を施した場合の差額	学校モデルに表-技 1.3 を施した場合の差額
	空調設備費	庁舎モデルに表-技 1.4 の設備を導入した場合の差額。表-技 1.2 の建築仕様変化による容量変化も見込む。	学校モデルに表-技 1.5 の設備を導入した場合の差額。表-技 1.3 の建築仕様変化による容量変化も見込む
	その他対策	標準仕様に対する差額。 太陽光発電、風力発電に関しては差額でなく、 新設費用として見込む。	標準仕様に対する差額。 太陽光発電、風力発電に関しては差額でなく、 新設費用として見込む。
LCCO ₂	算出方法	表-技 1.10-1、表-技 1.10-2、図-技 1.1	
	対象年数	新築時:60年、改修時:30年(60年寿命の30年目に改修し、残寿命30年、図-技 1.1)	
LCC	算出方法	表-技 1.11-1、表-技 1.11-2、図-技 1.1	
	対象年数	新築時:60年、改修時:30年(60年寿命の30年目に改修し、残寿命30年、図-技 1.1)	

表-技 1.2 庁舎の建築仕様（断熱材はポリスチレンフォーム成形板（押出））（表 3.8 再掲）

TYPE	断熱位置		断熱厚		窓仕様	サッシ気密性
	外壁	屋根	外壁	屋根		
1(1980年仕様)	内断熱	内断熱	0	25	単層透明(5mm)	普通
2(1990年仕様)		外断熱	25		50	
3(現行仕様)			50	75		
4(高断熱仕様1)			75		100	複層 Low- (6-12-6mm)
5(高断熱仕様2)	外断熱	75				
6(高断熱仕様3)	外断熱	75	75	100		

表-技 1.3 学校の建築仕様（断熱材はポリスチレンフォーム成形板（押出））（表 3.4 再掲）

TYPE	断熱位置		断熱厚		窓仕様	サッシ気密性
	外壁	屋根	外壁	屋根		
1(1980年仕様)	内断熱	内断熱	0	25	単層透明 (5mm)	普通
2(1990年仕様)			25		複層透明 (3-6-3mm)	
3(現行仕様)		外断熱	50	50		複層 Low- (6-12-6mm)
4(高断熱仕様1)			75	75		
5(高断熱仕様2)	外断熱		75	100		
6(高断熱仕様3)	外断熱	75	75	100		

表-技 1.4 庁舎の空調システムの組み合わせ（表 3.9 再掲）

System	冷暖房	熱源機器	パリメーター	インテリア	搬送制御	換気方式
1(1980年仕様)	暖房	温水ボイラー	FC		CWV	第3種換気 or 全熱交換換気扇
2(1990年仕様)	冷暖房	RB	FCU			
3(現行仕様)		HPC	FCU	単一ダクト	CAV / CWV	全熱交換器 組込型空調機
4		ICU		単一ダクト	VAV / VWV	
5		雪氷冷熱利用	単一ダクト		VAV / VWV	
6		PAC				全熱交換換気扇

RB: 吸収式冷温水機(都市ガス、灯油、A重油)、HPC(空気熱源ヒートポンプチャラー)、ICU(氷蓄熱ユニット)、
FC: ファンコンベクター、FCU: ファンコイルユニット、PAC: ビルマルチ式パッケージエアコン(GHP、EHP、KHP)

表-技 1.5 学校の空調システムの組み合わせ（表 3.5 再掲）

System	暖房				冷房	換気
	熱源機器	暖房器具	自動制御			
			2次ポンプ	機器		
1(1980年仕様)	温水 ボイラー	鋳鉄製ラジエーター	有 or 無	無	なし or PAC	第3種換気 or 全熱交換換 気扇
2(1990年仕様)		FC		有 or 無		
3(現行仕様)		FCU+パネルヒーター				
4	FF式灯油ファンヒーター		無			
5	PAC					

PAC: ビルマルチ式パッケージエアコン(GHP、EHP、KHP)

表-技 1.6-1 照明スケジュールの設定（庁舎） CEC/AC の照明スケジュール

	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	容量(W/m ²)
事務室	0	100	100	100	100	70	100	100	100	100	100	100	50	25	0	25
会議室	0	0	50	100	50	0	50	100	50	0	0	0	0	0	0	25
ホール	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	15
共用部門	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	5

表-技 1.6-2 照明スケジュールの設定（学校） CEC/AC の照明スケジュール。

	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	容量(W/m ²)
普通教室	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	16
特別教室	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	16
事務管理部門	0	100	100	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	0	0	18
食堂	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	30
体育館	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	30
共用部門	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	5

表-技 1.6-3 年間使用日数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
庁舎	20	20	21	20	20	20	21	21	20	21	20	21
普通高校	15	20	15	20	20	20	15	5	20	21	20	15

表-技 1.7 地域別月間（年間）平均気温（℃、「H16 建築物の省エネルギー基準と計算の手引き（IBEC）」）

地区	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
福島	1.48	1.71	4.19	10.91	16.81	19.40	24.05	25.41	20.72	14.62	9.18	4.58

(月平均給水温度) = a × (月平均気温) + b、地域別水道水温換算係数: a = 0.866、b = 1.665

表-技 1.8 一次エネルギー消費量原単位、CO₂排出量原単位

	排出係数		一次エネルギー消費量
	電力(全電源平均)	0.339 (kg-CO ₂ /kWh)	
都市ガス(13A)	2.11 (kg-CO ₂ /m ³)	0.0513 (kg-CO ₂ /MJ)	41.10 (MJ/m ³)
都市ガス(6A)	1.25 (kg-CO ₂ /m ³)		24.30 (MJ/m ³)
都市ガス(L1[6C])	1.07 (kg-CO ₂ /m ³)		20.90 (MJ/m ³)
LPG	3.00 (kg-CO ₂ /kg)	0.0598 (kg-CO ₂ /MJ)	50.20 (MJ/kg)
灯油	2.49 (kg-CO ₂ /L)	0.0679 (kg-CO ₂ /MJ)	36.70 (MJ/L)
A重油	2.71 (kg-CO ₂ /L)	0.0693 (kg-CO ₂ /MJ)	39.10 (MJ/L)

表-技 1.9-1 光熱費原単位(東北電力:業務用契約約款 H17年1月現在)

契約形態			一般	型	季時別	季時別 型
基本料金(円/(kVA・月))			1,510	2,270	1,510	2,270
従量料金 (円/kWh)	夏期	昼間	11.65	9.06	14.05	11.46
		夜間			6.15	
		ピーク			15.46	15.46
	その他期	昼間	10.59	8.24	13.16	10.42
		夜間			6.15	
	蓄熱割引料金	夏期	夜間	4.04 (一律)		
	その他期	夜間				

表-技 1.9-2 ガス料金（各ガス会社の供給約款による H17年1月現在）

単位:円

		空調用夏期1種	空調用夏期2種	空調用夏期3種	空調用A1種	空調用A2種	小型GHP1種	小型GHP2種	小型GHP3種	時間帯B1種	時間帯B2種	時間帯C1種
基本	その他	47,000	17,000	2,000	47,000	17,000	2,000	900	700	328,000	23,000	852,000
	冬期	47,000	17,000	2,000	47,000	17,000	2,000	900	700	328,000	23,000	852,000
流量	その他	560	560	560	560	560				455	455	131
	冬期	560	560	560	1,980	1,980				455	455	131
時間帯別基本料金	昼間									6.08	6.08	6.08
	夜間									2.95	2.95	2.95
従量	その他	33.95	35.95	41.95	33.95	35.95	39.61	45.11	45.78	32.60	40.23	26.24
	冬期	33.95	35.95	41.95	33.95	35.95	50.83	56.33	58.00	32.60	40.23	26.24

		空調用夏期1種	空調用夏期2種	空調用夏期3種	空調用A1種	空調用A2種	小型GHP1種	小型GHP2種	小型GHP3種	時間帯B1種	時間帯B2種	時間帯C1種
基本	その他	47,000	17,000	2,000	47,000	17,000	2,000	900	700	328,000	23,000	852,000
	冬期	47,000	17,000	2,000	47,000	17,000	2,000	900	700	328,000	23,000	852,000
流量	その他	784	784	784	784	784				637	637	183
	冬期	784	784	784	2,772	2,772				637	637	183
時間帯別基本料金	昼間									8.51	8.51	8.51
	夜間									4.13	4.13	4.13
従量	その他	47.53	50.33	58.73	47.53	50.33	55.45	63.15	65.49	45.64	56.32	36.73
	冬期	47.53	50.33	58.73	47.53	50.33	71.16	78.86	81.20	45.64	56.32	36.73

		空調用A1種	中型空調	小型GHP1種	小型GHP2種	業務用A
基本	その他	4,500	15,000	2,200	700	50,000
	冬期	4,500	27,000	2,200	700	140,000
流量	その他	670				
	冬期	1,855				
時間帯別基本料金	昼間					
	夜間					
従量	その他	45.89	48.00	65.82	77.22	40.00
	冬期	45.89	54.00	85.82	97.22	50.00

		空調用夏期1種	空調用A2種	小型GHP2種	小型GHP3種	時間帯B1種	時間帯B2種	時間帯B3種
基本	その他	9,600	16,000	1,700	2,200	585,000	23,000	8100
	冬期	9,600	16,000	1,700	2,200	585,000	23,000	8100
流量	その他	430	1,400			200	200	200
	冬期	430	2,600			200	200	200
時間帯別基本料金	昼間					5.38	5.38	5.38
	夜間					2.09	2.09	2.09
従量	その他	55.54	55.54	64.45	60.42	49.00	66.20	68.48
	冬期	55.54	55.54	77.82	73.82	49.00	66.20	68.48

		空調用夏期1種	空調用夏期2種	空調用A1種	空調用A2種	小型GHP1種	小型GHP2種	時間帯B1種	時間帯B2種	業務用A
基本	その他	10,000	5,000	50,000	25,000	2,500	1,250	370,000	19,300	100,000
	冬期	10,000	5,000	50,000	25,000	2,500	1,250	370,000	19,300	100,000
流量	その他	275	275	550	275			550	550	
	冬期	275	275	1,650	825			550	550	
時間帯別基本料金	昼間							10.82	10.82	
	夜間							4.53	4.53	
従量	その他	41.77	44.19	42.83	45.86	50.93	55.09	26.22	34.99	39.10
	冬期	41.77	44.19	42.83	45.86	60.80	64.96	26.22	34.99	49.66

		空調用夏期1種	空調用夏期2種	空調用A1種	空調用A2種	小型GHP1種	小型GHP2種	時間帯B1種	時間帯B2種	業務用A
基本	その他	10,000	5,000	50,000	25,000	2,500	1,250	370,000	19,300	100,000
	冬期	10,000	5,000	50,000	25,000	2,500	1,250	370,000	19,300	100,000
流量	その他	520	520	1,041	520			1,043	1,043	
	冬期	520	520	3,123	1,561			1,043	1,043	
時間帯別基本料金	昼間							20.52	20.52	
	夜間							8.59	8.59	
従量	その他	79.07	83.65	81.07	86.81	96.41	104.28	49.63	66.23	74.00
	冬期	79.07	83.65	81.07	86.81	115.09	122.96	49.63	66.23	94.00

参考資料編-69

表-技 1.10-1 新築時LCCO₂の考え方

段階	記号	標準値の計算	初期値	対策項目の計算
設計	DN	AII/LCAより算出		対策案による増減無し
新築	CN	AII/LCAとLCC(CN)値で按分		標準新築 + (標準モデルと対策項目の差 = A)
修繕	MN	AII/LCAより算出		標準修繕 + A × 1%
改修	RN	AII/LCAより算出		標準改修 + (A × 更新回数)
維持管理	UN	AII/LCAと実績値から按分		対策案による増減無し
エネルギー	EN	標準モデルによる計算結果		対策案を反映した計算結果
廃棄処分	AN	AII/LCAより算出		標準廃棄処分 + A × 10%

表-技 1.10-2 改修時LCCO₂の考え方

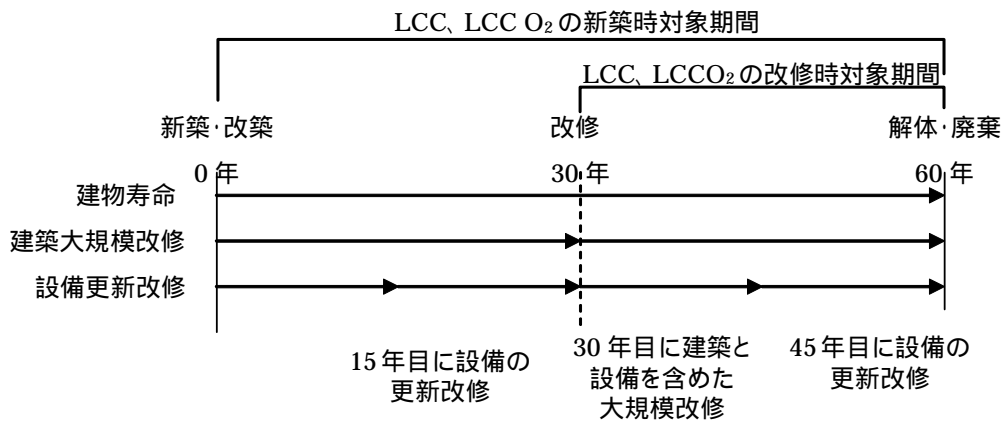
段階	記号	標準値の計算	初期値	対策項目の計算
設計	DR	図1参照		対策案による増減無し
新築	CR	なし		なし
修繕	MR	AII/LCAより		標準修繕 + (A × 更新回数) × 1%
改修	RR	図1参照		標準改修 + (A × 更新回数)
維持管理	UR	新築時と同値		対策案による増減無し
エネルギー	ER	標準モデルによる計算結果		対策案を反映した計算結果
廃棄処分	AR	新築時と同値		標準廃棄処分 + (A × 更新回数) × 10%

表-技 1.11-1 新築時LCCの考え方

段階	記号	標準値の計算	初期値	対策項目の計算
設計	DN	AII/LCAより算出		対策案による増減無し
新築	CN	福島県標準モデルより算定		標準新築費用 + (標準モデルと対策項目の差額 = A)
修繕	MN	AII/LCAより算出		標準修繕費用 + A × 1%
改修	RN	AII/LCAより算出		標準改修費用 + (A × 更新回数)
維持管理	UN	福島県実績データより算定		対策案による増減無し
エネルギー	EN	標準モデルによる計算結果		対策案を反映した計算結果
廃棄処分	AN	AII/LCAより算出		標準廃棄処分費用 + A × 10%

表-技 1.11-2 改修時LCCの考え方

段階	記号	標準値の計算	初期値	対策項目の計算
設計	DN	図1参照 ¹		対策案による増減無し
新築	CN	なし		なし
修繕	MN	AII/LCAより		標準修繕費用 + (A × 更新回数) × 1%
改修	RN	図1参照 ²		標準改修費用 + (A × 更新回数)
維持管理	UN	新築時と同値		対策案による増減無し
エネルギー	EN	標準モデルによる計算結果		対策案を反映した計算結果
廃棄処分	AN	新築時と同値 ³		標準廃棄処分費用 + (A × 更新回数) × 10%



- 1 建築の大規模改修は建物寿命において1回(30年目)、設備の更新改修は3回(15年目、30年目、45年目)発生する。
 LCA 新築時における改修工事の対象範囲: (=X₁)、 (=X₂)、 (=X₃)
 LCA 改修時における改修工事の対象範囲: (=X₂)、 (=X₃)
- 2 改修時 LCC における設計費用(DR) : $(DN \times 60) \times (RR/CN)/30$ 、
 新築設計時との工事費で按分します。
- 3 改修時 LCC における廃棄処分費(AR) : $AN \times 60 \div 2/30 (=AN)$
 改修前 30年間の償却分は見込みまず、新築時と同様に評価します。

図-技 1.1 LCA 算出上の寿命・改修の考え方

技術資料 2 福島県建築物CO₂-コスト評価ツール

環 境 共 生 建 築 計 画 ・ 設 計 指 針 準 拠

福島県建築物CO₂-コスト評価ツール

Microsoft Excel 2003 for Windows版



福島県土木部建築領域

平成18年3月

注意事項

- 1) Microsoft Excel 2003 for Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。
- 2) その他、記載されている会社名、製品名はすべて各社の登録商標または商標です。
- 3) この計算ソフトは、いずれもMicrosoft Excel 2003 for Windows上で開発されたデータファイルです。これらのデータファイルおよびこの操作マニュアルは、著作権法上の保護を受けています。開発・著者、編集・発行者の許諾を得ず、無断で複製、転載（改造した場合も含む）することは禁止されております。
- 4) ただし、この計算ソフトを用いて、利用者の皆様が作成した入力および出力結果を使用する場合はこの限りではありません。その場合、この計算ソフトを利用した旨を明記してください。なお、パソコンの画面画像を使用する場合には、別途、Microsoft Corporationの許諾が必要になる場合がありますのでご注意ください。
- 5) この計算ソフトおよび操作マニュアルを運用した結果の影響については、一切責任を負いかねますのでご了承ください。
- 6) この計算ソフトの仕様および操作マニュアルの記載事項は、将来予告なしに変更することがあります。

あとがき

この計算ソフトは、福島県土木建築領域営繕設備グループの委託を受けた(社)公共建築協会の再委託により、平成16,17年度の検討成果を基に(株)日建設計が開発したものです。ただし、この計算ソフトは今後、最新情報に基づくCO₂原単位の改定や計算ソフトの内容充実、操作性の向上などを図ってゆく必要があります。その点をご了承いただき、ご活用いただければ幸いです。

平成18年3月

計算ソフト開発 (株)日建設計

計算ソフトの内容等に関する問い合わせ先

お問い合わせは、必ずFAXもしくは電子メールでお願いいたします。なお、回答までに日数を要する場合がありますので、予めご了承ください。また、Microsoft Windows、Microsoft Excel 2003 for Windows等の操作に関しては、それぞれの操作マニュアルをご覧ください。

福島県土木建築領域営繕設備グループ

FAX : 024(521)7717

E-Mail: eizensetsubi@pref.fukushima.jp

福島県環境共生建築計画・設計指針準拠

福島県建築物CO₂-コスト評価ツール

企画 (社)公共建築協会

開発 (株)日建設計

編集・発行 福島県土木建築領域

〒960-8670 福島県福島市杉妻町2番16号

利用方法ガイド

利用ガイド

1.基本

2.対策の選択

3.LCA集計

4.運用集計A

5.運用集計B

6.原単位

福島県建築物CO₂-コスト評価ツールの考え方

本評価ツールは、想定された庁舎モデル、学校モデルを用いて、福島県内の庁舎施設及び学校施設における環境負荷低減手法導入による効果を定量的に評価するためのツールです。行われている計算は全て想定された人員数・建物形状を用いており、諸条件は固定条件としております。このため、計算結果が実際の計画での実績値とは食い違う可能性があります。全体構成を助案した上で、全ての条件に妥当と思える数値を採用して各種の値を算出しております。もし、計画物件において特別な条件設定がある場合には本シートの設定との差を考慮の上、個別に検討してください。

本計算ソフトはMicrosoft Excel上で、必要箇所をプルダウンメニューから選択する、もしくは直接値を入力することで自動的に計算を行い、計算結果及び結果のグラフ化を行うことができるように作成されています。本ツールにおけるセルの色は、以下の内容を意味しております。



(赤) 赤色のセルはプルダウンメニューから計画にあう内容を選択してください。



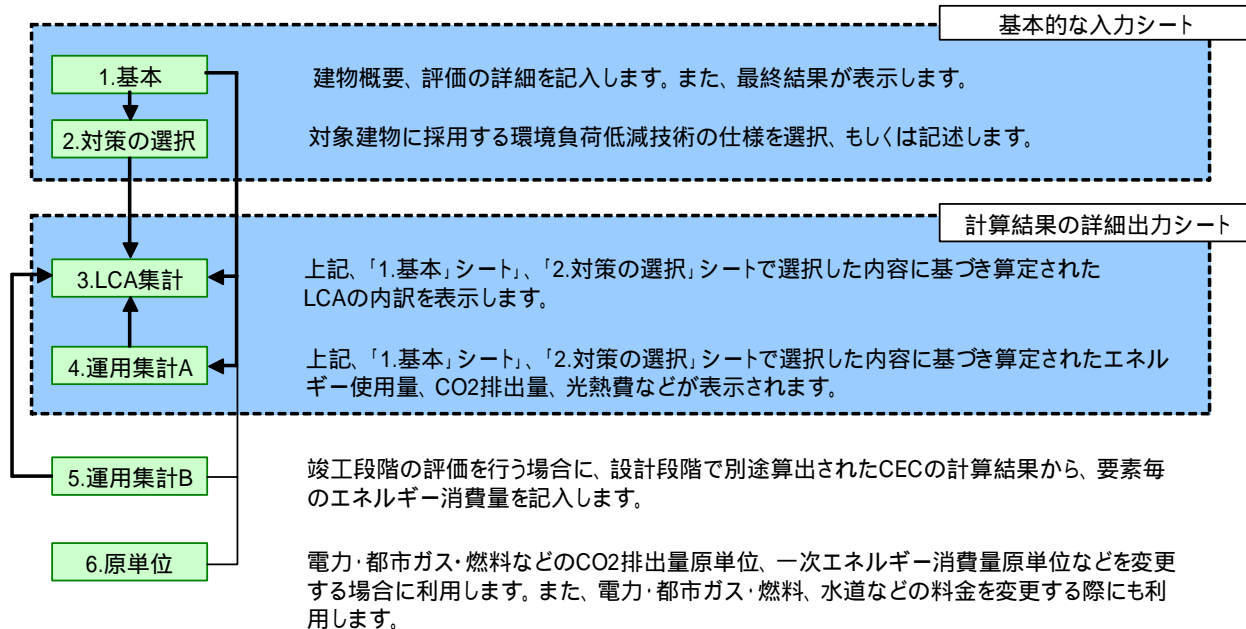
(橙) 橙色のセルは必要に応じて見直しを行ってください。直接入力が可能です。



(黄) 黄色のセルは自動的に数値が計算されます。

福島県建築物CO₂-コスト評価ツールの構成

本ツールは以下の6シートから構成されており、評価段階により作業場所が異なります。



動作環境

本選択シートはMicrosoft Excel 2003を用いて作成されています。本シートの利用に当たっては、Windows98以降のOSを搭載しているパーソナルコンピュータの利用を推奨します。

1. 基本シート

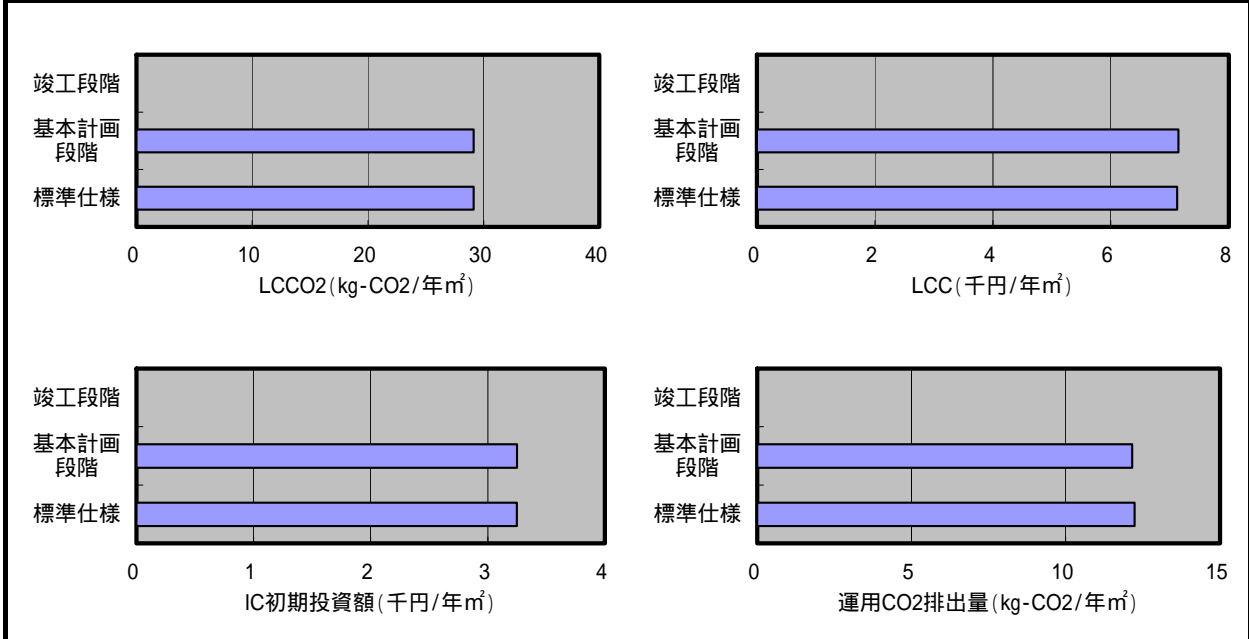
利用ガイド 1.基本 2.対策の選択 3.LCA集計 4.運用集計A 5.運用集計B 6.原単位

1.1 建物概要 (がついている項目は必須)		1.2 建物外観	
件名 <input type="text"/> 所在地 <input type="text"/> 建設事務所 本庁 部局名称 総務部 建物用途 学校 選択項目:(庁舎、学校) 2 竣工年 <input type="text"/> 西暦で数値のみ入力ください。 敷地面積 <input type="text"/> m ² 建築面積 <input type="text"/> m ² 延床面積 12,345 m ² 建物高さ 12 m 階数 <input type="text"/> 構造 <input type="text"/> 在館人数 <input type="text"/>	計画バース、建物外観図などを貼り付けてください。		
1.3 評価条件 (がついている項目は必須)		1.4 評価者情報	
工事種別 新築・改築 選択項目:(新築、改修) 1 評価段階 竣工 2	記入者 <input type="text"/> 部 課 <input type="text"/> 記入日 <input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月 <input type="text"/> 日		
1.5 モデル地域			
モデル地域 1 <input type="text"/> 福島市			
1 福島市 2 福島市(山間部) 3 二本松市および安達郡 4 伊達市および伊達郡 5 相馬市、南相馬市および相馬郡 6 双葉郡 7 郡山市 8 須賀川市および岩瀬郡 9 石川郡 10 田村市および田村郡 11 いわき市 12 東白川郡 13 白河市および西白河郡 14 耶麻郡西部(喜多方市以西) 15 耶麻郡東部(喜多方市以东) 16 喜多方市 17 会津若松市および河沼郡(柳津町以外) 18 大沼郡および河沼郡(柳津町) 19 南会津郡			

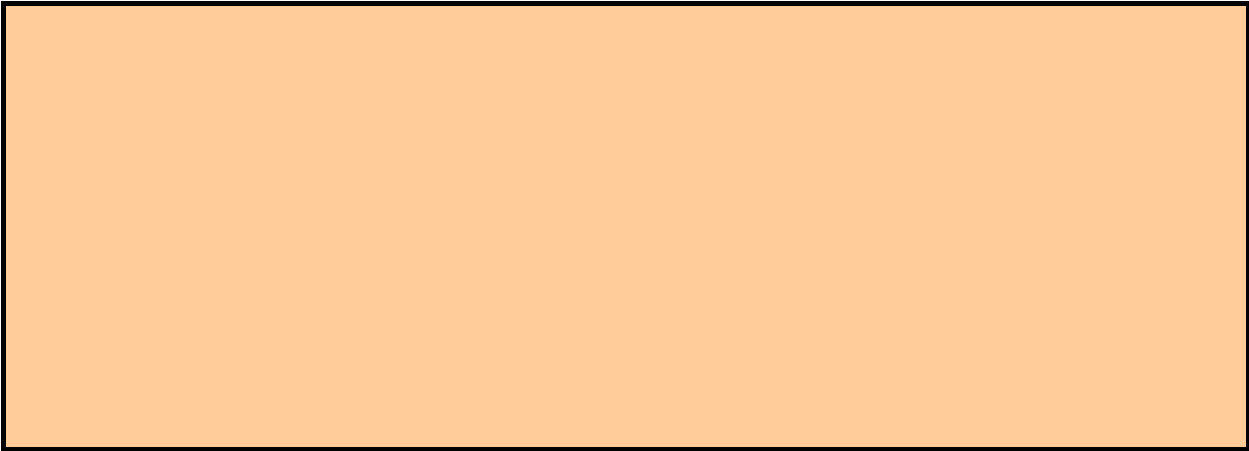
項目	削減率			計算値			備考
	目標値	基本計画段階	竣工段階	標準仕様	基本計画段階	竣工段階	
LCCO2 (kg-CO2/年・m2)	-10.0%	-	0.0%	28.6	-	28.6	
LCC (千円/年・m2)	0.0%	-	0.0%	7.1	-	7.1	
IC(初期建築費用、千円/年・m2)	3.0%	-	0.0%	3.2	-	3.2	
運用CO2排出量 (kg-CO2/年・m2)	-15.0%	-	0.0%	11.7	-	11.7	
一次エネルギー消費量 (MJ/年・m2)	-15.0%	-	0.0%	256.2	-	256.2	
LCCO2排出量削減量の目標達成度							

本ツールを用いて、算定された計算結果が、上記「1.3 評価条件」で「基本計画段階」を選択した場合には、「1.6 環境負荷低減性能」の基本計画段階の欄に、「竣工段階」を選択した場合には、「竣工段階」の欄に表示されます。

1.7 各指標値の標準仕様と計画内容による数値の変化



計画で実行される具体的な環境負荷低減対策:



2. 環境負荷低減対策の選択

建物用途：学校
工事段階種別：新築・改築

利用ガイド 1.基本 2.対策の選択 3.LCA集計 4.運用集計A 5.運用集計B 6.原単位

2.1 建築仕様

(1) 建物方位 0

(2) 断熱性能

外壁・屋根の断熱仕様、窓仕様、サッシュ仕様に関して下表から組み合わせを選択してください。

庁舎の場合

TYPE	環境負荷低減技術 適用箇所	断熱仕様		窓仕様	サッシ気密性能 仕様		
		外壁断熱仕様	屋根断熱仕様				
1	1980年水準	内断熱	0mm	内断熱	25mm	単層透明 (5mm)	気密パッキン無し
2	1990年水準		25mm			外断熱	50mm
3	2005年現行水準		50mm				
4	窓 + 断熱厚	外断熱	75mm	100mm	複層Low- (6-12-6mm)		
5	窓 + 断熱仕様						
6	総対策						

学校の場合

TYPE	環境負荷低減技術 適用箇所	断熱仕様		窓仕様	サッシ気密性能 仕様		
		外壁断熱仕様	屋根断熱仕様				
1	1980年水準	内断熱	0mm	内断熱	25mm	単層透明 (5mm)	気密パッキン無し
2	1990年水準		25mm				
3	2005年現行水準		50mm				
4	窓 + 断熱厚	外断熱	75mm	100mm	複層Low- (6-12-6mm)	気密機構付 (AT)	
5	窓 + 断熱仕様						
6	総対策						

(3) 庇の有無

庇の有無を選択してください。ここでは、庇有りの場合、庁舎では窓面上端から水平庇が500mm突き出ているものを、学校では奥行き1300mmのベランダを想定しています。

2.2 空調設備機器の設定

(1) 空調・換気方式

1) 庁舎

方式	対策レベル	熱源機器	ペリメーター	インテリア	搬送制御	換気方式
1	1980年水準	温水ボイラー	FC		CWV	下記 で選択
2	1990年水準		FCU			
3	2005年現行水準		RB, HPC, ICU (下記 で選択)	FCU	単一ダクト	CAV/CWV
4	対策1	単一ダクト		VAV/VWV		
5	対策2	ビルマルチ式パッケージ空調機				全熱交換換気扇
6	対策3					

方式2～5の熱源機器種類の選択：
方式1～2の場合の換気設備の仕様：
方式3～5の場合の外気量制御

<input type="text" value="空気熱源ヒートポンプチャラー"/>	
<input type="text" value="自然換気"/>	2
<input type="text" value="CO2センサー-制御なし"/>	1

2) 学校

方式	対策レベル	熱源機器	暖房器具	ポンプ制御	機器流量制御	冷房	換気方式
1	1980年水準	蒸気ボイラー	ラジエーター	無	無	冷房設備(ビルマルチ式エアコン)の有無と導入範囲(下記 で選択)	自然換気or 全熱交換換気扇
2	1990年水準	温水ボイラー	FC	ポンプ・端末機器の制御を 下記 で選択			
3	2005年現行水準		FC+パネルヒーター				
4	対策1	FF式灯油ファンヒーター					
5	対策2	ビルマルチ式パッケージ空調機					

方式2～3における流量制御の仕様：
方式0～4における冷房設備と換気設備の仕様：

<input type="text" value="ポンプ:流量制御無し、端末機器:流量制御無し"/>	1
<input type="text" value="事務室(冷房:PAC、換気:全熱交)"/>	4

(2) 熱源機器の性能

熱源機器1:	<input type="text" value="温水ボイラー"/>				
燃料種類:	<input type="text" value="灯油"/>	冷房COP:	<input type="text" value="1"/>	暖房COP:	<input type="text" value="0.87"/>
熱源機器2:	<input type="text" value="ビルマルチ式パッケージ空調機"/>				
燃料種類:	<input type="text" value="電力"/>	冷房COP:	<input type="text" value="3.7"/>	暖房COP:	<input type="text" value="2.5"/>

2.3 照明器具・制御方式の選定

1) 普通教室	HF蛍光灯
2) 特別教室	HF蛍光灯
3) 事務・管理部	HF蛍光灯
4) 食堂	HF蛍光灯
5) 体育館	HF蛍光灯
6) 自転車置場	HF蛍光灯
7) 共用部門	HF蛍光灯

2.4 高効率ファン・発停制御による省エネルギー対策の選択

1) 高効率ファンの採用:	不採用
2) 便所ファンの人感制御:	不採用
3) 機械室のサーミスタ発停制御:	不採用

2.5 衛生設備の対策・仕様の選択

1) 給湯器	貯湯式電気温水器	燃料種類	LPG
2) 節水型器具採用	採用		
3) 雨水利用	不採用		

2.7 自然エネルギー利用の選択

1) 太陽光発電	不採用	太陽光発電規模	20 kW
2) 風力発電	不採用	風車台数	4 台

3. LCA集計シート

利用ガイド	1.基本	2.対策の選択	3.LCA集計	4.運用集計A	5.運用集計B	6.原単位
-------	------	---------	---------	---------	---------	-------

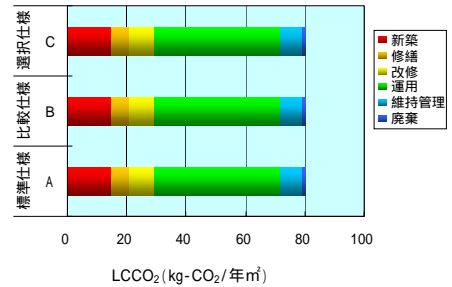
3.1 LCA(ライフサイクルアセスメント)

建物用途	庁舎 ¹	標準仕様	2005年仕様
工事種別	新築・改築 ¹	比較仕様	2005年仕様
面積	1,434 m ²		

3.1.1 ライフサイクルCO₂の比較

下表における標準仕様は2005年仕様におけるLCCO₂の数値を示している。
 比較仕様とは、「2.対策の選択」シートで選択した仕様が改築前、改修前と比較してどのように変化したかを比較するもので、上記のプルダウンメニューから選択する。
 選択仕様とは、「2.対策の選択」で選択した仕様に応じたLCCO₂の数値を示している。

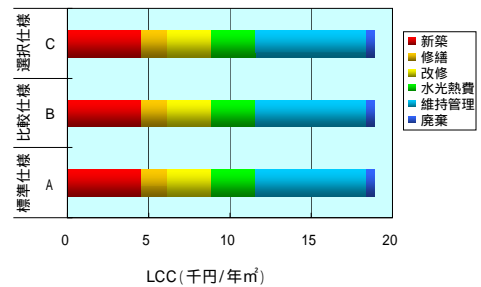
LCCO ₂	LCCO ₂ (kg-CO ₂ /年m ²)			増減率		単位
	標準仕様 A	比較仕様 B	選択仕様 C	/標準仕様 (C-A)/A*100	/比較仕様 (C-B)/B*100	
新築	14.93	14.93	14.93	0.0%	0.0%	kg-CO ₂ /年m ²
修繕	5.68	5.68	5.68	0.0%	0.0%	kg-CO ₂ /年m ²
改修	8.90	8.90	8.90	0.0%	0.0%	kg-CO ₂ /年m ²
運用	42.33	42.33	42.33	0.0%	0.0%	kg-CO ₂ /年m ²
維持管理	7.33	7.33	7.33	0.0%	0.0%	kg-CO ₂ /年m ²
廃棄	0.91	0.91	0.91	0.0%	0.0%	kg-CO ₂ /年m ²
合計	80.08	80.08	80.08	0.0%	0.0%	kg-CO ₂ /年m ²



3.1.2 ライフサイクルコストの比較

下表における標準仕様は2004年仕様におけるLCCの数値を示している。
 比較仕様とは、選択仕様が改築前、改修前と比較してどのように変化したかを比較するもので、上記のプルダウンメニューから選択する。
 選択仕様とは、「2.対策の選択」で選択した仕様に応じたLCCの数値を示している。

LCC	LCC(千円/年m ²)			増減率		単位
	標準仕様 A	比較仕様 B	選択仕様 C	/標準仕様 (C-A)/A*100	/比較仕様 (C-B)/B*100	
新築	4.51	4.51	4.51	0.0%	0.0%	千円/年m ²
修繕	1.66	1.66	1.66	0.0%	0.0%	千円/年m ²
改修	2.71	2.71	2.71	0.0%	0.0%	千円/年m ²
水光熱費	2.72	2.72	2.72	0.0%	0.0%	千円/年m ²
維持管理	6.78	6.78	6.78	0.0%	0.0%	千円/年m ²
廃棄	0.45	0.45	0.45	0.0%	0.0%	千円/年m ²
合計	18.84	18.84	18.84	0.0%	0.0%	千円/年m ²



3.2 費用対効果

3.2.1 単純投資回収年数

単純投資回収年数とは初期費用の増額投資額を、省エネルギー効果(光熱費の削減効果)により、どの程度の期間で回収できるかを求めるもので、下式により示される。

$$(\text{単純投資回収年数}) = (\text{初期費用増額分}[\text{千円}/\text{m}^2]) / (\text{光熱費削減分}[\text{千円}/\text{年m}^2]) =$$

効果無し 年

3.2.2 CO₂回収年数

CO₂回収年数とは初期建設に係るCO₂の増分を、省エネルギー効果(運用CO₂排出量の削減効果)により、どの程度の期間で回収できるかを求めるもので、下式により示される。

$$(\text{CO}_2\text{回収年数}) = (\text{初期建設に係るCO}_2\text{排出量の増分}[\text{kg-CO}_2/\text{m}^2]) / (\text{運用CO}_2\text{排出量の減分}[\text{kg-CO}_2/\text{年m}^2]) =$$

0.0 年

3.2.3 選択仕様の環境負荷低減の費用対効果(1kg-CO₂/年m²にかかる初期投資額)

1kg-CO₂/年を削減するのに必要なイニシャルコスト

$$(\text{1kg-CO}_2\text{減らすために必要な投資額}) = (\text{初期投資額の増額}[\text{円}/\text{m}^2]) / (\text{LCCO}_2[\text{kg-CO}_2/\text{年m}^2]) =$$

0 円/(kg-CO₂/年)

4. 運用CO2・光熱費算出シート（基本計画段階）

利用ガイド 1.基本 2.対策の選択 3.LCA集計 4.運用集計A 5.運用集計B 6.原単位

4.1 用途別エネルギー消費量集計

これまで算出した各用途別のエネルギー消費量を集計します。

	空調	照明	コンセント	衛生	換気	昇降機	太陽光発電	風力発電	合計
電力(昼間)	MWh/年 60.4	32.2	6.9	9.8	11.4	2.8	0.0	0.0	123.5
電力(夜間)	MWh/年 0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
都市ガス	kNm3/年 0.0			0.0					0.0
LPG	Mg/年 0.0			0.0					0.0
灯油	kL/年 5.5			0.0					5.5
A重油	kL/年 0.0			0.0					0.0

4.2 用途別一次エネルギー消費量算出

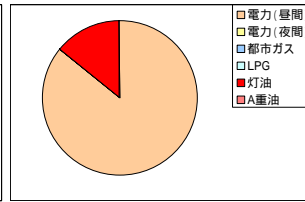
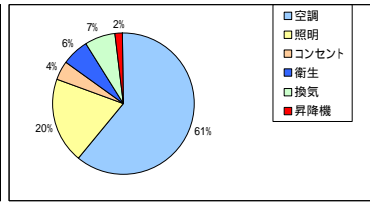
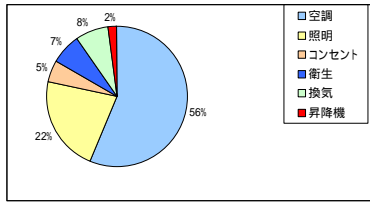
集計した各用途別の一次エネルギー消費量を算出します。

	空調	照明	コンセント	衛生	換気	昇降機	太陽光発電	風力発電	合計	原単位
電力(昼間)	606.9	323.5	69.8	98.8	114.2	27.6	0.0	0.0	1240.9	10.05
電力(夜間)	0.0	1.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	9.31
都市ガス	0.0			0.0					0.0	21.10
LPG	0.0			0.0					0.0	50.20
灯油	203.1			0.0					203.1	36.70
A重油	0.0			0.0					0.0	39.10
合計	GJ/年 810.0	324.8	71.4	98.8	114.2	27.6	0.0	0.0	1446.9	延べ床面積
	MJ/年-m2 564.9	226.5	49.8	68.9	79.7	19.3	0.0	0.0	1009.0	1.434

4.3 用途別CO2排出量算出

集計した各用途別のCO2排出量を算出します。

	空調	照明	コンセント	衛生	換気	昇降機	太陽光発電	風力発電	合計	原単位
電力(昼間)	22.8	12.2	2.6	3.7	4.3	1.0	0.0	0.0	46.7	0.38
電力(夜間)	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.38
ガス	0.0			0.0					0.0	1.08
LPG	0.0			0.0					0.0	2.94
灯油	13.9			0.0					13.9	2.51
A重油	0.0			0.0					0.0	2.80
合計	t-CO2/年 36.7	12.2	2.7	3.7	4.3	1.0	0.0	0.0	60.7	延べ床面積
	kg-CO2/年-m2 25.6	8.5	1.9	2.6	3.0	0.7	0.0	0.0	42.3	1.434



光熱費集計シート

4.4 電気料金算出

契約形態	業務用季節別	契約電力(kW)	基本料金		
基本料金(円/(kVA・月))	1560	75	1399 千円/年		
従量料金(円/kWh)	夏期	昼間	12.02	37.16	447 千円/年
		夜間	12.02	0.24	3 千円/年
	ピーク	12.02	11.64	140 千円/年	
	その他期	昼間	10.93	74.67	816 千円/年
		夜間	10.93	0.07	1 千円/年
	従量料金合計			1406 千円/年	
電気料金合計			2805 千円/年		

4.5 ガス料金算出

吸収式冷温水機定格出力 m3/h

契約形態	基本料金	空調用夏期1ヶ月数	基本料金		
ガス料金	定額基本	その他期	47,000 8 0		
	冬期	47,000	4 0		
	流量基本	その他期	560 8 0		
	冬期	560	4 0		
	昼間基本	その他期	0 0 0		
	夜間基本	冬期	0 0 0		
基本料金合計			0		
従量料金	その他期	従量料金	34.0	0.00	0
		冬期	34.0	0.00	0
従量料金合計				0	
ガス料金合計				0	

4.6 燃料料金算出

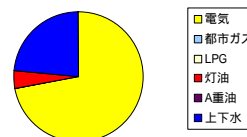
LPG消費量	<input type="text" value="0"/> Mg/年	×	料金	<input type="text" value="31"/> 円/kg	=	<input type="text" value="0"/> 千円/年
灯油消費量	<input type="text" value="6"/> kL/年	×	料金	<input type="text" value="30.5"/> 円/L	=	<input type="text" value="169"/> 千円/年
A重油消費量	<input type="text" value="0"/> kL/年	×	料金	<input type="text" value="31.5"/> 円/L	=	<input type="text" value="0"/> 千円/年

4.7 上下水道料金算出

・上水道	引込口径	<input type="text" value="30"/> A	基本料金	<input type="text" value="5150"/> 円/月 × 12ヶ月 =	<input type="text" value="62"/> 千円/年
	月平均使用水量	<input type="text" value="149"/> m3/月	従量料金	<input type="text" value="35,265"/> 円/月 × 12ヶ月 =	<input type="text" value="423"/> 千円/年
・下水道			従量料金	<input type="text" value="36,433"/> 円/月 × 12ヶ月 =	<input type="text" value="437"/> 千円/年
合計					<input type="text" value="922"/> 千円/年

4.8 ランニングコストの集計

電気	2,805 千円/年	(1,956 円/m ² /年)
都市ガス	0 千円/年	(0 円/m ² /年)
LPG	0 千円/年	(0 円/m ² /年)
灯油	169 千円/年	(118 円/m ² /年)
A重油	0 千円/年	(0 円/m ² /年)
上下水	922 千円/年	(643 円/m ² /年)
合計	3,896 千円/年	(2,717 円/m ² /年)



6. 原単位シート

利用ガイド	1.基本	2.対策の選択	3.LCA集計	4.運用集計A	5.運用集計B	6.原単位
-------	------	---------	---------	---------	---------	-------

6.1 エネルギー・CO2排出量原単位 (都市ガスを利用する場合は、都市ガス会社のいずれかに1箇所 印 を選択してください。)

ガスを利用する場合、ガス会社に1箇所 印をつけてください。

選択	供給会社	種別	1次エネルギー消費量原単位	CO ₂ 排出量/単位燃料	CO ₂ 排出量/単位発熱量
電力	東北電力	昼間	10.05 MJ/kWh	0.378 kg-CO ₂ /kWh	37.6 gCO ₂ /MJ
		夜間	9.31 MJ/kWh	0.378 kg-CO ₂ /kWh	40.6 gCO ₂ /MJ
		全日	9.83 MJ/kWh	0.378 kg-CO ₂ /kWh	38.5 gCO ₂ /MJ
都市ガス	福島ガス	L1(6C)	21.10 MJ/Nm ³	1.082 kg-CO ₂ /Nm ³	51.3 gCO ₂ /MJ
	福島ガス	6A	29.60 MJ/Nm ³	1.518 kg-CO ₂ /Nm ³	51.3 gCO ₂ /MJ
	東北ガス	6A	29.60 MJ/Nm ³	1.518 kg-CO ₂ /Nm ³	51.3 gCO ₂ /MJ
	常盤共同ガス	6A	29.60 MJ/Nm ³	1.518 kg-CO ₂ /Nm ³	51.3 gCO ₂ /MJ
	若松ガス	6A	29.60 MJ/Nm ³	1.518 kg-CO ₂ /Nm ³	51.3 gCO ₂ /MJ
	若松ガス	13A	46.05 MJ/Nm ³	2.362 kg-CO ₂ /Nm ³	51.3 gCO ₂ /MJ
LPG			50.20 MJ/kg	2.942 kg-CO ₂ /kg	58.6 gCO ₂ /MJ
灯油			36.70 MJ/L	2.514 kg-CO ₂ /L	68.5 gCO ₂ /MJ
A重油			39.10 MJ/L	2.800 kg-CO ₂ /L	71.6 gCO ₂ /MJ
上水			30.69 MJ/m ³	2.011 kg-CO ₂ /m ³	65.5 gCO ₂ /MJ
下水			25.66 MJ/m ³	1.543 kg-CO ₂ /m ³	60.1 gCO ₂ /MJ

1 原単位の値は環境省/温室効果ガス排出量算定方法検討会(平成14年)による。

2 都市ガス(L1,6A)に関しては、一般的に用いられているCO₂排出量原単位が存在しないため、都市ガス(13A)と単位発熱量辺りの原単位が等しいと想定している。

選択したエネルギー原単位

	一次エネルギー消費量	CO ₂ 排出量
電力 (昼間)	10.05 MJ/kWh	0.378 kg-CO ₂ /kWh
電力 (夜間)	9.31 MJ/kWh	
電力 (全日)	9.83 MJ/kWh	
都市ガス	21.10 MJ/Nm ³	1.082 kg-CO ₂ /Nm ³
LPG	50.20 MJ/kg	2.942 kg-CO ₂ /kg
灯油	36.70 MJ/L	2.514 kg-CO ₂ /L
A重油	39.10 MJ/L	2.800 kg-CO ₂ /L
上水	30.69 MJ/m ³	2.011 kg-CO ₂ /m ³
下水	25.66 MJ/m ³	1.543 kg-CO ₂ /m ³

上表で「」を付けて選んだエネルギーに関して、一次エネルギー消費量とCO₂排出量の原単位をまとめて表記しています。この表に書き込まれている値が、以降の計算に反映されるため、独自に数字を選びたい場合はこの表の値を修正してください。

6.2 電気料金(2005.1段階)(消費税別)

選択契約約款	業務用一般
蓄熱調整契約	無し

採用単価

通常契約

契約形態	業務用一般	契約形態	業務用一般	業務用 型	業務用季時別	業務用季時別	その他契約
基本料金(円/(kVA・月))	1560.00	基本料金(円/(kVA・月))	1,560	1,860	1,560	1,860	
従量料金(円/kWh)	夏期	昼間	12.02	10.65	13.25	11.40	
		夜間	12.02	10.65	6.15	6.15	
		ピーク	12.02	10.65	13.90	11.95	
	その他期	昼間	10.93	9.70	12.30	10.35	
		夜間	10.93	9.70	6.15	6.15	
		その他期	10.93	9.70	6.15	6.15	
蓄熱割引	夏期	夜間	1.000	0.730	0.696	0.464	0.464
		その他期	1.000	0.703	0.666	0.464	0.464
		その他期	1.000	0.703	0.666	0.464	0.464

6.3 ガス・油・水道料金(2005.1段階)(消費税別)

ガス会社	福島ガス	code: 1
ガス種別	L1(6C)	
契約形態	空調用夏期1種	ガス料金単価の修正

採用単価		通常契約									
契約形態		空調用夏期1種	空調用夏期1種空調用夏期2種空調用A2種 小型GHP1種 小型GHP2種						その他契約		
ガス料金	定額基本	その他期	47,000	定額基本	その他期	(円/件・月)	47000	17000	17000	2000	900
		冬期	47,000		冬期	(円/件・月)	47000	17000	17000	2000	900
	流量基本	その他期	560	流量基本	その他期	(円/m3・月)	560	560	560	0	0
		冬期	560		冬期	(円/m3・月)	560	560	1980	0	0
	昼間基本	その他期	0.00	昼間基本	その他期	(円/m3・月)	0	0	0	0	0
		冬期	0.00	夜間基本	冬期	(円/m3・月)	0	0	0	0	0
	従量料金	その他期	33.95	従量料金	その他期	(円/m3)	33.95	35.95	35.95	39.61	45.11
		冬期	33.95		冬期	(円/m3)	33.95	35.95	35.95	50.83	56.33

その他期:4/1~11/30, 冬期:12/1~3/31

6.4 油料金(積算資料 2005.1月号)(消費税別)

油種類	単価
LPG	31.0 円/kg
灯油	30.5 円/L
A重油	31.5 円/L

6.5 水道料金(2005.1段階)(消費税別)

上水料金

地域: 福島市 1 適用単価: 福島市

時間平均値	口径	基本料金	従量料金							
		m3	10	20	50	51.0				
	13	1,250	105	152	212	267				
	20	2,500	105	152	212	267				
	25	3,450	105	152	212	267				
	30	5,150	105	152	212	267				
	40	10,500	105	152	212	267				
	50	14,100	105	152	212	267				
	75	34,300	105	152	212	267				
	100	55,900	105	152	212	267				
	125	115,700	105	152	212	267				
	150	115,700	105	152	212	267				
	200	115,700	105	152	212	267				

下水道料金

基本料金	従量料金						
	10	20	30	50	100	500	501
1,100	0	150	185	225	275	305	325

技術資料 3 環境性能診断ガイドライン

技術資料3 環境性能診断ガイドライン

1 環境性能診断の概要	86
1.1 環境性能診断の目的	86
1.2 環境性能診断の手法	86
1.3 環境性能診断実施の手順	86
2 建築物の現況把握	89
2.1 施設情報の収集	89
2.1.1 施設情報収集の考え方	89
2.1.2 現況調査の実施	89
2.1.3 調査シート	90
2.2 エネルギー消費量の分析	97
2.3 総合的な環境性能の評価	101
2.3.1 CASBEEによる評価	101
3 運用改善の提案書作成	101
3.1 運用改善の項目抽出	101
3.2 運用改善の提案書のまとめ	102
3.2.1 運用改善の提案事例	102
3.2.2 提案事例のまとめ	103
3.3 運用改善による効果の試算	103
3.3.1 CASBEEによる運用改善後の評価	103
4 改修計画の提案書作成	104
4.1 環境負荷低減技術の採用	104
4.1.1 環境負荷低減技術の抽出	104
4.1.2 環境負荷低減技術抽出シート	105
4.2 改修計画の提案書のまとめ	106
4.3 改修による効果の試算	106
4.3.1 CASBEEによる改修後の評価	106
4.3.2 「福島県建築物CO ₂ -コスト評価ツール」による評価	106
5 環境改善提案書の提出と実施	106
付録 各種調査シート例示集	107

1 環境性能診断の概要

1.1 環境性能診断の目的

県有建築物の省エネルギーを推進し、環境共生建築として整備していくため、環境性能診断を実施し、その結果を環境改善提案書にまとめ、施設管理者に「運用改善の提案」及び「改修計画の提案」を行い、改善・改修のための技術支援や、その後の効果についても検証を行う。

1.2 環境性能診断の手法

環境性能診断は次の手法により行う。

- 1) 「付録 各種調査シート」を用いて完成図書、運用管理に関する記録等の調査を実施する。
- 2) 1) で得られたデータを用いて、診断及び評価を行う。

総合的な環境性能診断 (CASBEE-改修(改修前)、(改修後))

LCC、LCCO₂等の評価 (福島県建築物CO₂-コスト評価ツール)

1.3 環境性能診断実施の手順

環境性能診断は「図1 環境性能診断フロー」により行う。

1) 建築物の現況把握

(1) 現況調査の実施

建築物の現況(施設概要、改修履歴、運用状況など)を把握するため、保全情報等の調査や完成図面等による調査、施設管理者へのヒアリング調査、現地でのウォークスルー調査等を行う。なお、各部屋の使用状況の詳細についても把握する。

(2) エネルギー消費量の分析

建築物のエネルギー消費量(月別、エネルギー種別など)のデータを集計し分析をする。

(3) 総合的な環境性能の評価(既存建築物に対して評価を行う。)

建築物の現況を「CASBEE-改修(改修前)」を用いて評価する。

2) 運用改善の提案書作成

(1) 運用改善の項目抽出

建築物の現況調査やエネルギー消費量の分析結果をもとに、3つの観点(室内環境の適正化、使用上の無駄の回避、設備の適正運転)から運用改善の項目を抽出する。

(2) 運用改善の提案書のまとめ

抽出された項目の中から改善すべき項目を環境改善提案書にまとめるとともに、提案の概要や実施から効果の検証までのスケジュールも記載する。

(3) 運用改善による効果の試算

「CASBEE-改修(改修後)」を用いて、(2)でまとめた改善すべき項目を実施した場合の環境性能を評価し、改善前と比較し効果をみる。また経費の削減額などについてまとめる。

(4) 改修計画の有無

大規模な改修計画がある場合は、改修計画の提案書としてもまとめる。

3) 改修計画の提案書作成

(1) 環境負荷低減技術の抽出

建築物がどの程度の規模、内容で改修を行うかを考慮し、導入可能な環境負荷低減技術の抽出を行う。抽出に関しては「別紙6 環境負荷低減技術抽出シート」を用いる。

抽出に当たっては、図面やヒアリング調査などにより、地理的・法的要因や改修スペースなどの物理的な状況、劣化状況や耐用年数、指針での重点配慮事項などを考慮する。

(2) 改修計画の提案書のまとめ

改修計画として採用する環境負荷低減技術を環境改善提案書にまとめる。

(3) 改修による効果の試算

「CASBEE-改修(改修後)」を用いて、環境負荷低減技術を導入し改修を行った場合の環境性能を評価し、改修前と比較し効果をみる。また、LCCやLCCO₂などを、「福島県建築物CO₂-コスト評価ツール」を用いて試算する。

4) 環境改善提案書の提出

運用改善および改修計画の提案をまとめた環境改善提案書を、施設管理者に提出するとともに、定期的に環境性能診断を実施し環境改善の提案を行う。

5) 環境改善提案の実施(施設管理者)

施設管理者は環境改善提案をもとに、運用改善や小規模修繕を行う。

大規模な改修計画がある場合は、環境改善提案書をもとに、環境共生建築物への転換を図る。

環境性能診断の実施から改善・改修のための技術支援、およびその後の効果の検証まで、保全指導業務において行う。

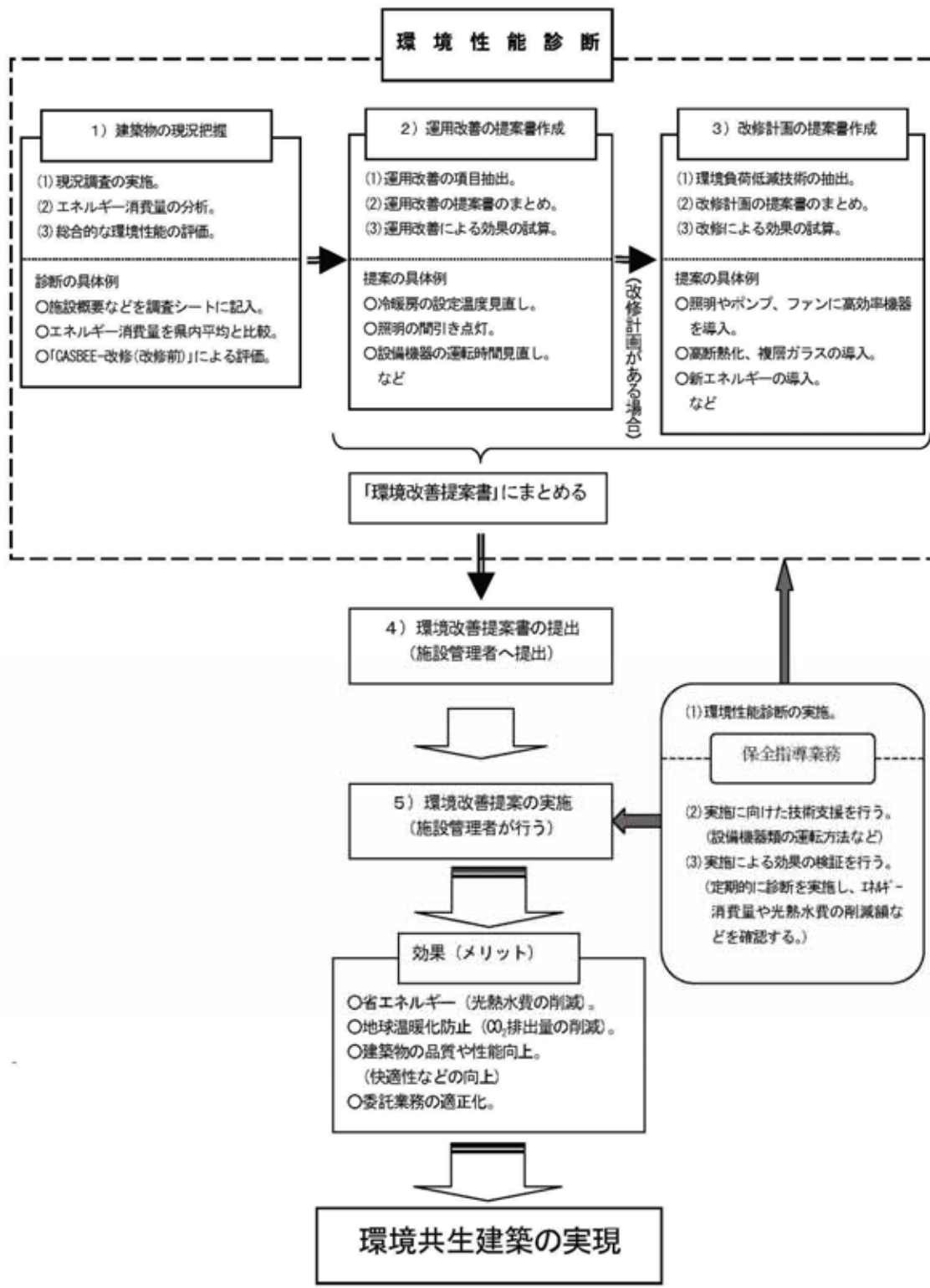


図 1 環境性能診断フロー

2 建築物の現況把握

2.1 施設情報の収集

2.1.1 施設情報収集の考え方

施設の情報には、規模、用途、整備状況(建築部位の仕様、設備機器仕様、改修履歴等)あるいは運用管理の状況(エネルギー消費量等を含む)等がある。特に運用管理の情報については、施設ごとに主要機器の運転記録やエネルギー計測等の状況に違いがあり、入手可能な情報が限られることがある。

施設を環境共生型に整備していくためには、運用改善や改修計画の立案に最低限必要となる情報として、運転記録、エネルギー消費記録等を入手することが重要であり、可能な限り詳細な情報の入手に勤めることが肝要である。また、これらの情報を収集するため、現地にて現況調査を実施する。

2.1.2 現況調査の実施

現況調査に先立ち、施設の管理者等に対し調査の概要、確認事項等を事前に伝え、効率的かつ漏れの無いよう調査を実施する。

現況調査にあたり、持参あるいは現地において準備が必要な資料の例を次に示す。

完成図又は設計図書

完成時の機器性能試験成績書

機器台帳

中央監視データ、運転記録(日報、月報)

空気環境測定報告書(温湿度、空気質、気流速など。建築物衛生法¹対象施設の場合)

エネルギー消費量記録(燃料使用量、電力使用量、ガス使用量などの記録)、水使用量記録

当該施設の PAL/CEC 値

1 建築物衛生法:建築物における衛生的環境の確保に関する法律(以下「建築物衛生法」という。)

また、現地では保全情報等の調査や図面等調査、ヒアリング調査、ウォークスルー調査等を行う。

2.1.2.1 保全情報等の調査

施設の診断にあたっては、管理記録を利用する等により効率的に実施する。

例えば、エネルギー消費量、水使用量については施設管理者がまとめている場合があるので、それを活用する。

2.1.2.2 図面等調査

施設の環境性能診断及び改修計画を立案するにあたり基本的に必要となる建設場所・規模・構造、建築仕様、設備方式等の施設概要、新築あるいは過去の改修時における使用材料・機材等について、完成図や機器性能試験成績書、機器台帳等を用いて改修履歴も含め調査を行う。

また、完成図等による調査が困難である場合は、設計図書等による基礎調査、および施設管理者等へのヒアリング調査、現地確認等を行い現況の把握を行う。

調査内容は、「別紙 1 施設概要調査シート」や「別紙 3 改修履歴等調査シート」を用いて、効率的にとりまとめる。

2.1.2.3 ヒアリング調査

図面等調査結果の確認のほか、施設の運用状況や分析を行うにあたり、必要となる設備機器の運転記録の実態について施設管理者へのヒアリングを行う。

なお、室内環境測定、運転記録(日報・月報)、部位・システム別エネルギーの消費実績や計測記録等の詳細情報がある場合はそれを活用する。

ヒアリング調査は、別紙 1～4 の施設概要調査シート、運用状況調査シート、改修履歴等調査シート、劣化状況等調査シート等により行う。

2.1.2.4 ウォークスルー調査（歩きながら施設内を調査する）

図面等調査などで得られた設備仕様や機器の劣化状況、運用状況等について確認を行う。この場合、環境負荷低減技術の導入を視野に入れ、構造・スペース等の制約条件、施設の使用実態からの制約条件等についても確認する。

2.1.3 調査シート

2.1.3.1 基本事項

一連の調査項目を記録し、履歴として保存するための調査シートの例を表 1 に示す

表 1 調査シートの例

調査シート名	概要	参照
施設概要調査シート	調査項目のとりまとめ、確認用(保全情報等の調査、図面等調査、ヒアリング調査)に用いる	別紙 1
運用状況調査シート	施設、設備の運用状況(運転時間、運転方法など)の確認用に用いる。	別紙 2
改修履歴等調査シート	主な改修履歴及び改修計画の確認に用いる。	別紙 3
劣化状況等調査シート	部位、システムの劣化状況及び運用改善履歴の確認に用いる。	別紙 4
機器仕様調査シート	設備機器、使用機器の仕様、稼動状況等の確認に用いる。	
施設全体エネルギー消費量等調査シート	施設全体エネルギー種別毎の施設全体月別消費量実績調査に用いる。	
系統別エネルギー消費量調査シート	系統別に計測・計量されている場合の調査に用いる。	
時刻別エネルギー消費量調査シート	時刻別に計測・計量されている場合の調査に用いる。	
室内環境調査シート	建築物衛生法により測定が行われている場合の調査に用いる。事前の簡易計測による場合も、同様にこのようにシートとして記録を残す。	
中央監視データ	中央監視等にて詳細に計測・計量されている場合の調査に用いる。	

2.1.3.2 施設概要調査シート（別紙 1）

施設の全体概要をまとめるシート。図面等調査、ヒアリング調査などにより完成させる。調査記録として、保存することで過去の履歴が追えるため、調査担当者、調査日時(期間)などを明記する。施設管理者へのヒアリングにおける質問票としても利用することができる。

表 2 施設概要調査シートの例（別紙 1）

施設概要調査シート(別紙 1)		担当者:	調査日時:		
一般事項	施設情報	施設名称	A学校	凡例	
		施設所在地	福島市		
		標高	100.0 m		
		都市計画 地区・区域	都市計画地域		都市計画地域、用途地域、防火地域、その他
		管理部署	学校		部局・公所・学校
		施設分類	1		1.教育・文化 2.福祉医療施設 3.産業施設 4.行政施設 5.その他
		敷地面積	8,000 m ²		
	建物情報	建物用途	2		1.社会教育・研修施設 2.学校 3.盲・ろう学校、養護学校 4.児童相談所、保健所等 5.事務所 6.試験研究施設 7.庁舎等(警察署含む)
		建築面積	2,000 m ²		
		延べ面積	6,000 m ²		
	竣工年月	1974 年 3 月			

2) 系統別エネルギー消費量(詳細情報:系統別に計測・計量されている場合に調査)

上述の施設全体でのエネルギー消費量(取引メーター)に加え、建物別(棟別)又は系統別など、エネルギー消費量について詳細な計測・計量が実施されている施設においては、施設全体エネルギー消費量シートを用いて、系統別に調査結果をとりまとめることで、より詳細なエネルギー分析が可能となる。

エネルギー消費量の内訳が細かいほど、効果の高い系統、改修対象の検討や、最適運用の可能性など、運用改善や改修計画についての詳細な検討が行える。

3) 時刻別エネルギー消費量(詳細情報:時刻別に計測・計量されている場合に調査)

時刻別エネルギー消費量等について、中央監視装置等にて詳細な計測・記録が実施されている施設においては、表5を用いてそれらのデータを取りまとめる。この場合、季節ごと(夏期、冬期、中間期)の代表的な1週間の時刻別データについて調査するなどして、傾向を把握することが望ましい。これにより、年間を通じ24時間使用されているエネルギー消費の状況やエネルギー消費量のピーク、意図しないエネルギー消費項目などが判明するなど、より詳細なエネルギー分析が可能となる。また、季節ごとのエネルギー消費の推移から推定した系統別、用途別エネルギー消費量等を、実績値あるいは機器仕様及び運転状況による算出値と比較することにより、系統別の運用状況について検討するための基礎資料とする。

表5 時刻別エネルギー消費量調査シートの事例

時刻別電力消費量実績																		
夏期(代表日)								中間期(代表日)								冬期(代表日)		
2004年								2004年								2004年		
8月								4月								1月		
単位: kWh																		
日付	12	13	14	15	16	17	18	日付	5	6	7	8	9	10	11	日付	20	21
曜日	月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日	土曜日	日曜日	曜日	月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日	土曜日	日曜日	曜日	月曜日	火曜日
1時	45	45	45	45	45	45	45	1時	45	45	45	45	45	45	45	1時	45	45
2時	45	45	45	45	45	45	45	2時	45	45	45	45	45	45	45	2時	45	45
3時	45	45	45	45	45	45	45	3時	45	45	45	45	45	45	45	3時	45	45
4時	55	55	55	55	55	55	55	4時	55	55	55	55	55	55	55	4時	55	55
5時	65	65	65	65	65	65	65	5時	65	65	65	65	65	65	65	5時	65	65
6時	65	90	90	80	80	65	65	6時	65	65	65	65	65	65	65	6時	65	65
7時	85	150	150	120	151	85	85	7時	85	85	75	85	84	85	85	7時	85	85
8時	346	334	312	339	344	120	120	8時	174	174	174	174	130	105	105	8時	174	174
9時	304	329	328	302	310	120	120	9時	169	182	169	169	172	110	110	9時	212	224
10時	328	326	336	324	322	120	120	10時	230	205	212	239	218	110	110	10時	261	247
11時	333	331	328	331	328	120	120	11時	212	201	220	212	212	110	110	11時	269	263
12時	293	268	315	258	244	120	120	12時	214	261	211	216	214	110	110	12時	214	264
13時	269	266	260	296	319	120	120	13時	223	202	202	221	222	110	110	13時	294	283
14時	314	302	298	318	334	120	120	14時	242	179	191	179	221	110	110	14時	262	237
15時	356	359	356	296	276	120	120	15時	206	256	210	211	216	110	110	15時	272	275
16時	281	331	345	343	340	120	120	16時	228	234	224	246	213	110	110	16時	250	325
17時	280	280	280	250	260	120	120	17時	230	207	221	236	208	110	110	17時	269	276
18時	250	244	220	210	220	118	117	18時	225	200	200	200	200	110	110	18時	266	219
19時	220	220	210	190	195	110	110	19時	220	210	202	194	195	110	110	19時	220	180
20時	220	220	210	185	185	110	110	20時	175	174	155	165	165	100	100	20時	175	175
21時	110	110	112	110	120	110	110	21時	110	110	100	100	100	95	95	21時	110	110
22時	110	110	105	105	110	110	110	22時	110	110	100	100	100	95	95	22時	110	110
23時	110	110	105	105	105	110	110	23時	80	80	70	70	70	80	80	23時	80	80
24時	90	90	90	90	90	90	90	24時	55	55	55	55	55	55	55	24時	55	55
合計	4,619	4,725	4,705	4,507	4,588	2,363	2,362	合計	3,508	3,445	3,311	3,392	3,315	2,145	2,145	合計	3,898	3,902

4) 室内環境

室内環境は、建築設備の運用結果であり、適切に保持されなければならないものであるため、エネルギー消費量の分析を行う上で、最低限の調査を行うことは必須である。

建築物衛生法の適用を受ける施設(事務所等では3,000 m²以上、学校では8,000 m²以上)については、室内環境計測データに係る調査を行う。建築物衛生法により、2 か月ごとに温度、相対湿度、二酸化炭素の含有率、一酸化炭素の含有率、浮遊粉塵の量、気流、ホルムアルデヒドの量(新築に限る)について測定することとなっているので、その結果を調査する。この場合、季節ごと(夏期、冬期、中間期)の測定結果についても調査しておく。また、建築物衛生法の適用を受けない施設にあっても、必要に応じ計測を行う。

特に学校施設においては、換気設備や冷房設備が未整備な場合も多いため、通年(夏期、冬期、中間期の代表日、代表週)などの調査記録が必要となる。改修計画から立案までは時間スケジュールが限られているため、可能であれば改修計画未然の施設に関してもデータを収集しておくことが有効である。

これら室内環境状況の調査結果を用いて、室内環境性能をCASBEEにより評価し、運用改善や改修計画を検討するための基礎資料とする。室内環境調査シートの例を表6に示す。

表 6 室内環境調査シートの例

室内環境調査シート(詳細)		温度		相対湿度		二酸化炭素の含有率		一酸化炭素の含有率		浮遊粉じん量		気流	
夏期(7月 or 8月)		午前	午後	午前	午後	午前	午後	午前	午後	午前	午後	午前	午後
年月日	測定箇所	%		%		ppm		ppm		mg/m ³		m/s	
2004/7/7	8F 東	22.4	24.6	43.0	39.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.10
	8F 西	22.4	24.6	43.0	39.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.10
	7F 東	26.0	26.8	34.0	34.0	500	500	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00
	7F 西	26.0	26.8	34.0	34.0	500	500	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00
	7F 食堂	22.8	25.4	38.0	36.0	400	500	0.0	0.0	0.010	0.000	0.00	0.00
	6F 東	25.0	26.0	35.0	36.0	600	500	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00
	6F 西	24.8	27.0	37.0	34.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.10
	5F 東	25.4	26.6	35.0	34.0	500	300	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00
	5F 西	26.0	26.6	34.0	34.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.00
	4F 東	25.8	26.4	33.0	36.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.20	0.20
	4F 西	26.2	26.4	31.0	34.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.10
	3F 東	25.0	26.0	35.0	36.0	500	500	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.00
	3F 西	24.6	26.2	37.0	36.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.10
	2F 東	23.8	25.2	39.0	38.0	500	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.10
	2F 西	24.6	25.4	37.0	38.0	500	500	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.20
	1F 東	24.8	25.6	37.0	41.0	500	500	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.10
	1F 西	23.8	25.4	42.0	42.0	700	800	0.0	0.0	0.000	0.000	0.10	0.00
	B1F 清掃控室	20.4	21.2	48.0	52.0	400	400	0.0	0.0	0.000	0.020	0.10	0.10
	B1F 監視室	21.4	22.2	45.0	47.0	400	400	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	0.00

5) 中央監視データ(中央監視等にて詳細に計測・計量されている場合に調査)

中央監視装置あるいは運転記録(日報、月報等)にて、前述の他に熱源の運転状況や冷温水温度、室温等の情報を定期的に計測・記録している場合には、それらのデータを収集しとりまとめておく。また、臨時計測にて照度、騒音等の測定を行っている場合は、その結果についてもとりまとめておく。これらのデータにより、システムごとの詳細なエネルギー分析等が可能となり、改修による実質的な効果が算出できる。特に学校の既存施設においては、前述の通り、換気設備がない、冷房設備がない場合が多い。改修効果は省エネルギーの観点からだけではなく、室内環境改善を目的とする場合もあり、設備関連計測データと室内環境計測データを付きあわせて分析することで、実質的な改修効果を得ることが可能となる。

2.1.3.5 改修履歴等調査シート(別紙3)

施設の主な改修履歴、その他の改修計画について取りまとめ、関連する環境負荷低減技術の抽出及び効果的な改修計画を検討する際の基礎資料とする。改修履歴等調査シートの例を表7に示す。

改修履歴については、現況調査等より確認する。

中長期の改修計画に係る情報を確認する。

表 7 改修履歴等調査シートの例（別紙 3）

主な改修履歴を記入

改修年月	改修部位	改修概要
1990	衛生器具設備	節水器具への更新(自動水栓、小便器感知式FV、大便器節水型FV)
1993	熱源設備	熱源機器更新
1995	電源設備	OA化に伴う電源容量UP(7VA/m ² →15VA/m ²)

主な改修計画

改修予定年月	改修部位	改修概要
		特になし

2.1.3.6 劣化状況等調査シート（別紙 4）

建築及び建築設備の部位、システムの劣化の状況及び運用改善の履歴等をまとめ、改修履歴等と同様に関連する環境負荷低減技術の抽出及び効果的な改修計画の立案に用いる。

また、運用改善の履歴により、更なる運用改善等の検討などの基礎資料として活用する。劣化状況等調査シートの例を表8に示す。

劣化状況については、劣化診断や建物実態調査等の情報を確認する。

運用改善の履歴については、保全指導の記録を確認する。

表 8 劣化状況等調査シートの例（別紙 4）

主な老朽箇所・不具合箇所

設置・更新年	部位	老朽度・概要
2003年8月～9月	空調設備(執務室)	7階事務室及び共用会議室の冷房の効が悪い。特に今年の7月中旬から8月中旬の猛暑の時期は、室内温度が30度を下まわらない時期が続いた。なお、8月下旬に7階のみ個別に送風調整等を行い、30度以下に下がっているものの、別階に比べると高い室温となっており、様子を見ている現状にある。

主な運用改善(使用エネルギー削減のために実施している対策等)

実施年・期間	部位	運用改善、節エネ対策・概要
2002年7月～	照明設備(執務室)	昼休みの消灯
2002年7月～	昇降機設備	昼休みのエレベータ休止(1台)

2.1.3.7 機器仕様調査シート

機器仕様調査シート(表10)は、運用改善計画や改修計画の具体的な改修内容検討や効果の予測のほか、現状の各機器におけるエネルギー消費状況の把握、分析を厳密に行う場合に必要となる。

このシートには設備機器(熱源、空調、換気、衛生機器、昇降機、照明、コンセント(室内使用機器)、変圧器、等)の図面等調査などから得られる仕様(能力、エネルギー種別、消費エネルギー、制御、設置年等)、及びヒアリング調査等から得られる稼働状況(運転期間、運転時間、稼働率等)のとりまとめに用いる。機器使用調査シートに必要な情報を表9に示す。

表 9 機器仕様調査シートに必要な情報

調査項目	内容	参照資料
能力	容量	最新の図面(機器表等)
エネルギー種別	電気、ガス、重油等	
定格出力	エネルギー消費量、ガス消費量等	
制御方法	手動、自動 [センサー制御、連動等]	最新の図面(制御図等)
設置年数		改修履歴等調査シート
運転期間	冷房期間、暖房期間	施設概要調査シート
運転時間	夏期、中間期、冬期の日使用時間	運用状況調査シート
稼働率	室利用時間に対する稼働時間の比率	中央監視データ

各機器の詳細な運転期間や時間等の情報は、正確に把握することも、入手することも一般的には困難であるが、設備機器単位に及んで徹底的な省エネ改善を行う上では、一台一台の機器仕様、運用状況を把握する必要がある。不明な場合は、施設の使用時間や空調運転時間を代用してとりまとめるものとするが、特に24時間稼働するOA機器や特殊な用途に用いられる機器・システムの稼働状況等エネルギー消費状況に関する特殊条件や、改修計画の立案に際して制約となる条件については、施設管理者へのヒアリング調査により、漏れのないよう調査を行う必要がある。このシートに記載する情報は、他の調査資料を機器単位で取りまとめるものであるため、必ずしも全ての設備機器に対してシートを作成する必要はないが、改修計画の対象となる設備機器に対しては、効果を算定するためにも可能な範囲で情報を取りまとめておくことが望ましい。

用途別エネルギー消費量の過多等の評価や CASBEE による評価における設備システムの高効率化 (LR-1.3) の評価を行うためには、用途別エネルギー消費量計測情報、CEC の計算結果等入手することが望ましいが、これら詳細情報が得られない場合には、運用状況と機器仕様などから用途別、時間別エネルギー消費量などを想定することも可能である。

表 10 機器仕様調査シート of 例

機器仕様調査シート 熱源設備機器
空調設備熱源、ボイラー、重たき吸気冷温水機、冷却塔、パワージェ、冷温水ポンプ、冷却水ポンプなど

H:熱源 C:冷却塔 CP:冷却水ポンプ
P:冷温水ポンプ PAS:パワージェ

機種	機器名称	熱源 種類	台数	定額能力・稼働m		設置年	運転内容		運転時間 h/年	制御に関する特記事項	
				冷房	暖房		運転期間(冷房)	運転期間(暖房)		運転時間	制御
H	重たき吸気冷温水機 RH-1	G	1	716 kW	522 kW	1993年	運転期間(冷房) 6月～9月	運転期間(暖房) 12月～3月	20	冷房 暖房	1台数制御(1.なし, 2.あり) 1.ファン駆動制御(1.なし, 2.あり) 2.可変速, 3.2.2.あり
H	重たき吸気冷温水機 補機	E	1				運転期間(冷房) 8月～17.5時	運転期間(暖房) 16.5時	白/月 程度	冷温水ポンプ 冷却水ポンプ	1台数制御(1.なし, 2.あり) 1.ファン駆動制御(1.なし, 2.あり) 2.可変速, 3.2.2.あり
H	調製水イラー BS-1A	G	1		157 kW	1993年	運転期間(冷房) 6月～9月	運転期間(暖房) 12月～3月	20	冷房 暖房	1台数制御(1.なし, 2.あり) 1.ファン駆動制御(1.なし, 2.あり) 2.可変速, 3.2.2.あり
C	冷却塔 CT-1A	E	1	1,374 kW		1993年	運転期間(冷房) 8月～17.5時	運転期間(暖房) 16.5時	白/月 程度	冷温水ポンプ 冷却水ポンプ	1台数制御(1.なし, 2.あり) 1.ファン駆動制御(1.なし, 2.あり) 2.可変速, 3.2.2.あり

機器仕様調査シート (照明器具) 事例

<選択>玄関・受付、機械室、事務室、倉庫、便所・湯沸、廊下

階	部屋名称	床面積 [㎡]	用途		器具仕様 (W数) (灯数)		平均消費電力		使用期間 月～月	使用日数 日/月	平均使用時間 時～時	使用時間 時間/年	稼働率	制御に関する特記事項	
			倉庫	倉庫	台数	台数	W/台	時間/年							
															器具仕様
B1	第一倉庫	31	倉庫	40	1	4	1	12	20	240	9	18	2,160	0.50	1
	第二倉庫	14.06	倉庫	40	1	2	1	12	20	240	9	18	2,160	0.50	1
B1	(通信)保管庫	32	倉庫	40	1	4	1	12	20	240	9	18	2,160	0.50	1
B1	(共用)倉庫	21	倉庫	40	1	6	1	12	20	240	9	18	2,160	0.50	1
	(共用)文書保管庫	28.83	倉庫	40	1	8	1	12	20	240	9	18	2,160	0.50	1
B1	便所	5	便所・湯沸	40	1	2	1	12	20	240	9	18	2,160	0.50	1
	便所	5.15	便所・湯沸	40	1	1	1	12	20	240	9	18	2,160	0.50	1
	更衣室・シャワー室	4.05	事務室・一般	40	1	3	1	12	20	240	9	18	2,160	0.20	1
	設備室	4.05	機械室	40	1	1	1	12	20	240	9	18	2,160	0.20	1

1:なし, 2:在室感知, 3:明るさ感知,
4:適正照度, 5:スケジュール,
6:昼光, 7:ソーニング

2.2 エネルギー消費量の分析

エネルギー消費量の調査方法には、時系列、用途別、エネルギー種別の切り口がある。エネルギー消費量を比較する場合は、電力を一次エネルギー換算して比較すると、他の燃料と同等に比較することができる。本指針において電力エネルギー消費量原単位は、10.05MJ/kWh(昼)、9.31MJ/kWh(夜)である。都市ガスに関しては、地域ごとに発熱量が異なる。

- 1) 施設全体エネルギー消費量の時系列データの調査(一次エネルギー消費量、燃料別など)
対象施設のエネルギー消費量動向について、年間を通じた概況で把握するものである。これにより、暖房中心、冷房中心などの概況を掴むと共に、年次によるばらつきの有無などを調査する。

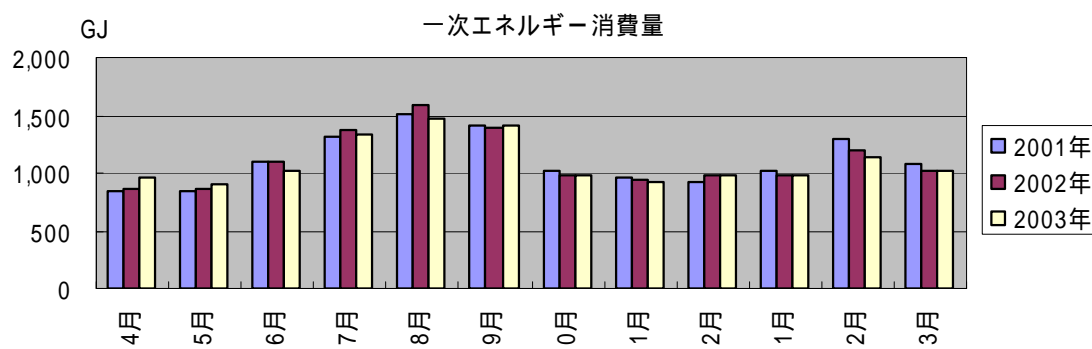


図 2 一次エネルギー消費量の時系列分析の事例

- 2) 用途別エネルギー消費量の調査

一般的にモニタリングと言われる内容であり、主な用途としては以下のような(熱源、ポンプ、空調機ファン、換気ファン、照明、コンセント、給水、給湯、厨房、昇降機、その他)項目が上げられる。

エネルギー消費量の削減を目指す上で効率がよい手法は、施設の中のどこでエネルギーが消費されているかを把握することである。施設全体での比率、一般的な同用途施設との比較により、消費量が多い部分及びその理由や削減の可能性の高い部分の把握をすることができる。「CASBEE-改修」の評価では以下の項目(熱源処理熱量、エネルギー消費量(空調、換気、照明、給湯、昇降機など))の年積算値が必要となる。

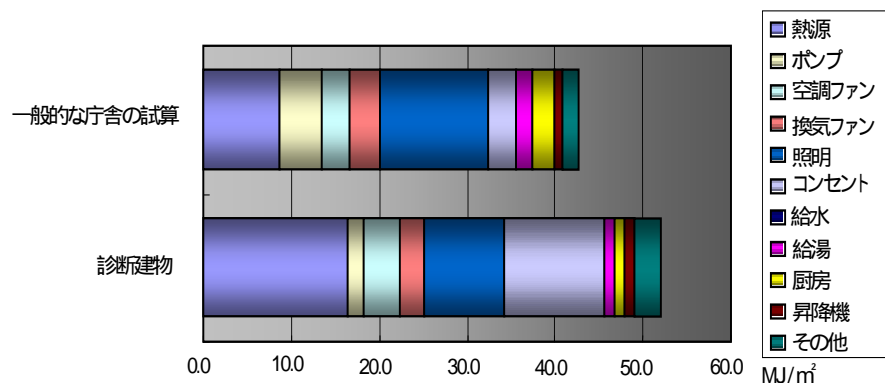


図 3 用途別エネルギー消費量分析の事例

3) エネルギー種別消費量の比較

県有施設について用途別、地域別に集計したエネルギー種別ごとの消費量データ(図 4、5)と今回調査した消費量と比較し、極端な違いがないか確認する。大きな違いがあれば、そこに無駄がある可能性があるため検討し、運用改善の項目や環境負荷低減技術を抽出するための基礎資料とする。

用途別庁舎エネルギー使用量

		教育・文化	福祉医療施設	産業施設	行政施設
電気	kwh/年㎡	96.4	92.8	163.8	149.5
灯油	L/年㎡	2.9	1.9	3.5	2.9
A重油	L/年㎡	6.5	7.1	11.8	3.2
LPGガス	m3/年㎡	0.3	0.1	0.3	0.1
都市ガス	m3/年㎡	0	0.9	1.2	0.3

教育・文化施設：文化センター、図書館、県立学校、等
 福祉医療施設：児童相談所、県立病院、保健所等
 産業施設：各試験場等
 行政施設：県庁舎、合同庁舎、警察署等

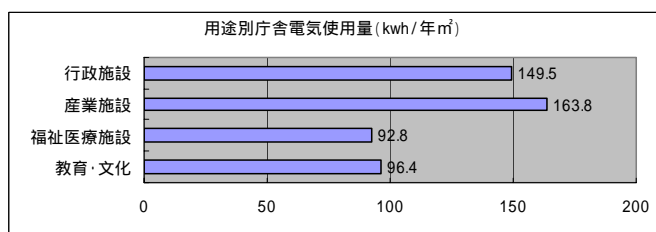


図 4 用途別庁舎エネルギー消費量

地域別学校エネルギー消費量

	普通高校			専門高校			盲聾養護			
	会津地方	中通り	浜通り	会津地方	中通り	浜通り	会津地方	中通り	浜通り	
電気	kwh/年㎡	22.5	25.1	22.2	20.9	23.3	20.1	31.5	27.8	21.8
灯油	L/年㎡	1.8	1.5	1.5	2.4	1.0	1.6	0.4	3.9	3.4
A重油	L/年㎡	1.9	2.3	1.0	0.6	2.9	0.6	6.9	3.2	2.5
LPGガス	m3/年㎡	0.022	0.038	0.022	0.022	0.058	0.022	0.412	0.341	0.488
都市ガス	m3/年㎡	0.007	0.063	0.165	0.015	0.005	0.000	0.000	0.214	0.000

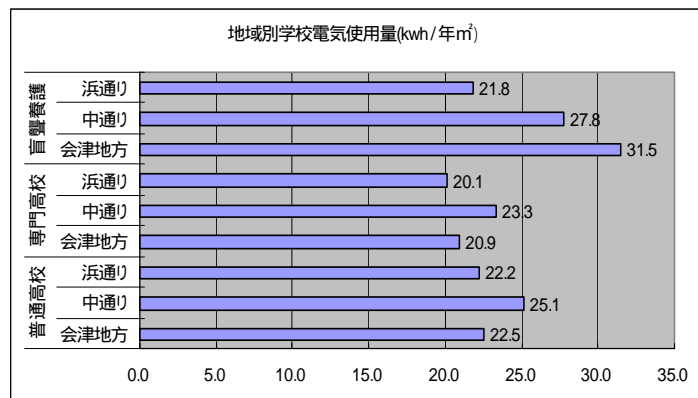


図 5 地域別学校エネルギー消費量

4) 建築設備性能の詳細性能検証(詳細情報:把握可能な指標についてのみ調査)

エネルギー消費量の絶対量の分析とは別に、導入されている設備が設計で意図した性能を適正に発揮しているかを把握する必要がある。この分析は機器単体、サブシステム、全体システムでそれぞれ把握されるべきで、機器の劣化状況、制御パラメーターの適正化、システムの最適化などを行う上で必須である。一般的な設備システムの性能診断を行うための指標を表11に示す。

表 11 建築設備システムの主な性能評価指標

システムレベル		評価指標	重点	備考	
全体システム		建物一次エネルギー消費量		年間・期間性能の把握	
		用途別:空調用一次エネルギー消費量			
		空調エネルギー消費係数(CEC)			
		空調システム成績係数(COP)			
		E(空調用一次エネルギー量) / Q(二次側熱量)分布		オフピーク性能の把握	
サブシステム	冷凍機 冷却塔	熱源COP(補機を除くCOP)		年間・期間性能の把握	
		熱源システムCOP(補機を含むCOP)			
		E(熱源消費エネルギー) / Q(発生熱量)分布		オフピーク性能の把握	
		発生熱量頻度分布		稼働状況の把握	
		エネルギー消費量頻度分布			
	空調機	熱搬送効率(空気) ATF		年間・期間性能の把握	
		E(搬送消費エネルギー) / Q(搬送熱量)分布		オフピーク性能の把握	
		コイル除去熱量頻度分布		稼働状況の把握	
		負荷率 - 水量率特性			
	水搬送	熱搬送効率(水) WTF		年間・期間性能	
		冷温水行き還り温度差		ポンプ制御性の把握	
		E(搬送消費エネルギー) / Q(搬送熱量)分布		オフピーク性能の把握	
		水量頻度分布		稼働状況の把握	
	機器単体	冷凍機	熱源COP(補機を除くCOP)		年間・期間性能の把握
			熱源システムCOP(補機を含むCOP)		
E(熱源消費エネルギー) / Q(発生熱量)分布				オフピーク性能の把握	
発生熱量頻度分布				稼働状況の把握	
エネルギー消費量頻度分布					
空調機		熱搬送効率(空気) ATF		年間・期間性能の把握	
		E(搬送消費エネルギー) / Q(搬送熱量)分布		オフピーク性能の把握	
		コイル除去熱量頻度分布		稼働状況の把握	
		負荷率 - 水量率特性			
ポンプ		熱搬送効率 WTF		年間・期間性能の把握	
		E(搬送消費エネルギー) / Q(搬送熱量)分布		オフピーク性能の把握	
		水量頻度分布		稼働状況の把握	

ATF: Air Transportation Factor: 空気搬送効率、ATF は搬送熱量をファンの消費電力で割る数字

COP: Coefficient of Performance: エネルギー消費効率

WTF: Water Transportation Factor: 水搬送効率、WTF は搬送熱量を冷水ポンプの消費電力で割る数字

これらの指標を算定する事により、現況の設備システムの性能を把握することができ、今後の目標値を設定することも可能となる。ただし、各指標を算定するためにはそれぞれ計量しなければならない項目があるため、対象施設で把握可能な指標がどれであることを調査する必要がある。指標の算定に必要な計量項目の事例を表12に示す。

表 12 熱源機器廻りの管理指標と計量計測項目の事例

管理指標		計測項目		冷温水往温度	冷温水還温度	冷温水流量	熱源電力量	1次ポンプ電力量	冷却水ポンプ電力量	冷却塔ファン電力量	冷却水出口温度	冷却水入口温度	冷却水量	熱源燃料消費量	冷却塔出口乾球温度	冷却塔出口相対湿度	外気乾球温度	外気相対湿度
		冷温水往温度	冷温水還温度															
機器単体	熱源機 COP																	
	冷温水 1 次ポンプ WTF																	
	熱源機能力																	
	冷却塔 COP																	
	冷却水ポンプ WTF																	
	冷却塔能力																	
システム	熱源システム COP																	
	熱源負荷率																	
	熱源回収率																	

：指標算出において計測が必要な項目

：指標算出において計測が望ましい項目

$$\text{熱源機能力} = (\text{冷温水還温度} [] - \text{冷温水往温度} []) \times \text{冷温水流量} [L/s] \times \text{比重} [kg/L] \times \text{比熱} [kJ/kg] \dots \text{(式 1)}$$

$$\text{熱源機COP} = \frac{\text{熱源機能力} [MJ]}{\text{電力原単位} [MJ/kWh] \times \text{電力量} [kWh]} \dots \text{(式 2)}$$

$$\text{冷却塔能力} = (\text{冷却塔入口温度} [] - \text{冷却塔出口温度} []) \times \text{冷却水量} [L/s] \times \text{比重} [kg/L] \times \text{比熱} [kJ/kg] \dots \text{(式 3)}$$

$$\text{冷却塔COP} = \frac{\text{冷却塔能力} [MJ]}{\text{電力原単位} [MJ/kWh] \times \text{電力量} [kWh]} \dots \text{(式 4)}$$

$$\text{冷却水WTF} = \frac{\text{冷却塔能力} [kWh]}{\text{電力量} [kWh]} \dots \text{(式 5)}$$

$$\text{一次ポンプWTF} = \frac{\text{熱源機能力} [MJ]}{\text{電力原単位} [MJ/kWh] \times \text{電力量} [kWh]} \dots \text{(式 6)}$$

$$\text{熱源システムCOP} = \frac{\text{冷凍機製造熱量} [MJ] + \text{温熱製造熱量} [MJ]}{\text{電力原単位} [MJ/kWh] \times \text{系統別システム電力量} [kWh]} \dots \text{(式 7)}$$

$$\text{熱源負荷率} = \frac{\text{ヒートポンプ群の合計能力} [MJ]}{\text{ヒートポンプ群の合計定格能力} [MJ]} \times 100 \dots \text{(式 8)}$$

$$\text{熱回収率} [\%] = \frac{\text{熱回収運転時の温熱製造熱量} [MJ]}{\text{温熱製造熱量} [MJ]} \times 100 \dots \text{(式 9)}$$

各効率を求める際、ガスの発熱量に関しては JIS 規格では低位発熱量を採用することになっている。電気系熱源機器の COP は、メーカーカタログなどでは二次電力消費量に基づく数値を採用しているが、ガス系、重油系などと同等に比較を行いたい場合には、一次エネルギー消費量に換算して COP を算出することで相互の比較が可能となる。

2.3 総合的な環境性能の評価

2.3.1 CASBEEによる評価

既存建築物の環境性能に関する現況を把握するため、「建築物総合環境性能評価システム(CASBEE)」を用いて評価を行う。

CASBEE は、建築物を省エネルギー等の負荷側の観点からだけでなく、「建築物の品質・性能」を含めて評価することができる。ここでは、「CASBEE-改修(改修前)」を用いるが、「CASBEE-改修(改修前)」、「CASBEE-改修(改修後)」の評価基準は次のとおりとする。

「CASBEE-改修(改修前)」の評価については、「CASBEE-既存」による評価基準を用いる。

「CASBEE-改修(改修後)」の評価については、「CASBEE-新築」による評価基準を用いる。

なお、「CASBEE-改修(改修前)」における評価の基本的な考え方を以下に示す。

- 1) 既存部分の評価に当たっては、建設当時の評価基準ではなく、最新の評価基準で評価する。
- 2) 改修前の評価は、「CASBEE-既存」による実績評価を原則とする。
- 3) 評価においては設備機器エネルギー消費量の計測計量が必要となる。計測計量項目が不足する場合は、CASBEE のマニュアルを参考に適切に評価を行う。「CASBEE-既存」における、各建物用途(学校、事務所、病院)の計測対象項目の一覧を「別紙5」に示す。

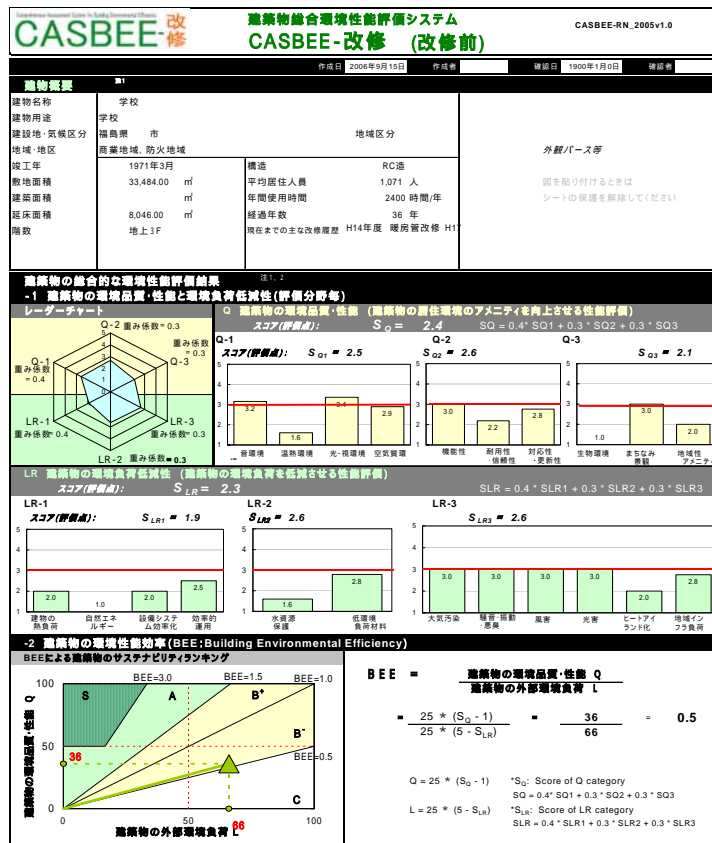


図 6 CASBEEによる既存建築物の評価結果例

3 運用改善の提案書作成

3.1 運用改善の項目抽出

現況調査の結果や既存建築物への環境性能診断結果から、運用改善の項目を抽出する。

なお、項目の抽出は次の3つの観点から行う。

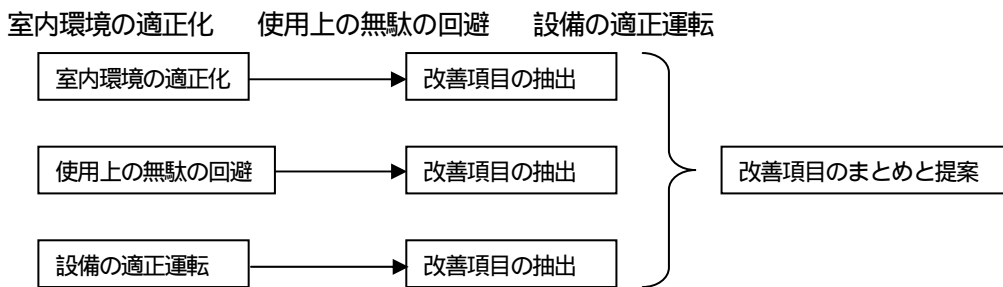


図 7 運用改善の項目抽出の進め方

3.2 運用改善の提案書のまとめ

3.2.1 運用改善の提案事例

上述した3つの観点「室内環境の適正化」、「使用上の無駄の回避」、「設備の適正運転」から、運用改善を図っていくためには、それぞれの問題点を改善していくことが重要となる。運用改善は既存設備等の仕様により部分改修を伴う可能性もあり、施設の保全計画に則り順次改善に向けた取組みを行っていく必要がある。下記に3つの観点に従った主な項目とその代表的な改善方法を示す。

室内環境の適正化

1) 室内温度の適正化

- | | |
|-------------------------|------------------|
| (1) 熱源容量もしくは二次側空調機の容量不足 | 簡易な冷暖房設備の設置 |
| (2) 空調機の無制御運用による過冷房、過暖房 | サーモスタッドによる温度管理 |
| (3) 隙間風による外気の混入 | 外部と接続する開口部の常時閉運用 |

2) 室内湿度の適正化

- | | |
|-----------|-----------------|
| (1) 夏期の多湿 | 除湿装置の点検、追加 |
| (2) 冬期の乾燥 | 加湿器の設置、外気導入の最小化 |

3) 室内空気質の適正化

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| (1) 換気量不足 | 換気設備の設置(換気扇程度) |
| (2) 過剰換気による外気負荷の増大 | CO2 センサーによる外気量最小制御
(換気扇程度の制御) |

4) 結露

- | | |
|-----------------|-----------|
| (1) サッシ、開口部での結露 | 室内蒸気量の抑制 |
| (2) ダクト、配管での結露 | 外気混入量の最小化 |

使用上の無駄の回避

1) 施設管理者が行うべき対策

- | | |
|-------------|--|
| (1) 設備の最小運転 | 室温設定などの管理基準の策定、見直し
省エネルギー活動の呼びかけ
空調機や換気ファンの運転時間見直し
(執務室、ホール、電気室、機械室など)
設備運用の季節変動における最適化
(冷温水ポンプなど)
空調用フィルターの定期的な清掃、維持管理
設備搬送系統の断熱強化、漏れの補修 |
|-------------|--|

	節水型衛生器具の採用 (節水コマの取付けなど) 共用部照明(外灯含む)の間引き点灯、 点灯時間の見直し トイレ照明の消し忘れ防止 (人感センサーによる制御)
2) 施設使用者が行うべきもの	
(1) 空調運転の無駄の回避	設定温度の管理基準の励行
(2) 照明の無駄の回避	消し忘れ防止、窓際の昼間の消灯、間引き点灯
(3) ブラインドによる日射遮蔽	
(4) 電気ポットや冷蔵庫などの使用制限	
(5) プリンタやコピー機の節電 設備の適正運転	昼休み時間の電源 OFF
1) 設備機器単体の適正運転	
(1) 燃焼機械の適正運転	空気比の適正化
(2) 冷凍機の適正運転	出口温度の最適化、成績係数の確認
(3) 搬送機械の適正化	モーター効率の確認と適正化
2) 設備システムとしての効率化	
(1) 熱源システムの効率向上	台数制御の適正化、出入口温度差の確認
(2) 空調システムの効率向上	空調機出入口温度の確認 風量バランスの適正化 室内側混合ロスの防止 冷えた外気の入入れ
(3) 搬送システムの効率向上	往還温度差の確保 台数制御の適正化
(4) ゾーニングの見直し	利用時間、利用空間パターンに応じた空調システムシステムの組みなおし (小規模な改修で対応出来るもの)
(5) 白熱灯の見直し	電球の種類変更 (電球型蛍光灯などへ取替える)

* 運用改善の提案に限らず、委託業務などの維持管理に関して経費削減となる場合は、合わせてまとめる。

3.2.2 提案事例のまとめ

前項で示した項目と、その改善方法を参考に改善策を環境改善提案書にまとめるとともに、提案の概要や実施から効果の検証までのスケジュールも記載する。また、運用改善のために部分的な小規模改修(バルブ類の設置や冷温水システムにバイパス経路を設置する等)が必要な場合は合わせてまとめる。なお大規模な改修が必要になる場合は、改修計画の提案書としてまとめる。

3.3 運用改善による効果の試算

3.3.1 CASBEEによる運用改善後の評価

運用改善を行った場合の環境性能評価を「CASBEE-改修(改修後)」を用いて行い、改修前の評価と比較し運用改善の効果を見る。また経費の削減額などについてまとめる。なお、「CASBEE-改修(改修後)」に

おける評価の基本的な考え方を以下に示す。

- 1) 運用改善後の評価は、「CASBEE-新築」に準拠した設計仕様と予測性能による評価を原則とする。
- 2) 運用改善を行わない部分の評価は、「CASBEE-既存」により評価する。
- 3) 「CASBEE-新築」の予測評価と「CASBEE-既存」の実績評価では、評価項目や評価基準が若干異なる部分があり、性能向上を評価するために、一部の評価項目で、改修前後の評価基準を、どちらかに合わせるなどの微調整が必要となる。



図 8 CASBEE による改善後の評価結果例

4 改修計画の提案書作成

4.1 環境負荷低減技術の採用

4.1.1 環境負荷低減技術の抽出

既存建築物における環境負荷低減技術の抽出にあたっては、一連の診断結果を確認し、改善を図るべきと判断された部位・システムに係る環境負荷低減技術のうち、既存建築物で採用されていないものを抽出する。環境負荷低減技術の導入にあたっては、既存建築物に導入されていない技術が全て対象となるが、特に指針において、重点配慮事項と位置づけられた項目に関しては、導入を前提に検討を行う。

また、躯体及び配置計画への影響度合いや、スペースによる制限等についても検討を行う必要がある。このため、以下の手順(図9参照)により、採用可能な環境負荷低減技術について抽出する。抽出に関しては、「別紙6 環境負荷低減技術抽出シート」で整理する。

「地理的・法的見地による判定」

省エネ法、グリーン購入法等、当該施設が竣工した後に制定された法令や、水質基準、騒音規制など、地域で定められた条例、規制等にて適用しなければならない事項、あるいは採用不可能な技術について判定を行う。また、地理的・物理的に採用が不適切な技術は初期の段階で検討対象から除外する。

「構造・スペース等による判定」

機器の設置スペースの他、養生が必要な部分や搬入経路など、改修のためのスペースの確保、構造的な制約及び影響の有無などを確認し、改修が実現可能か否かを判定する。

「劣化・耐用年数等による判定」

環境負荷低減技術関連部位の劣化度、老朽度および耐用年数により改修の要否を判定する。

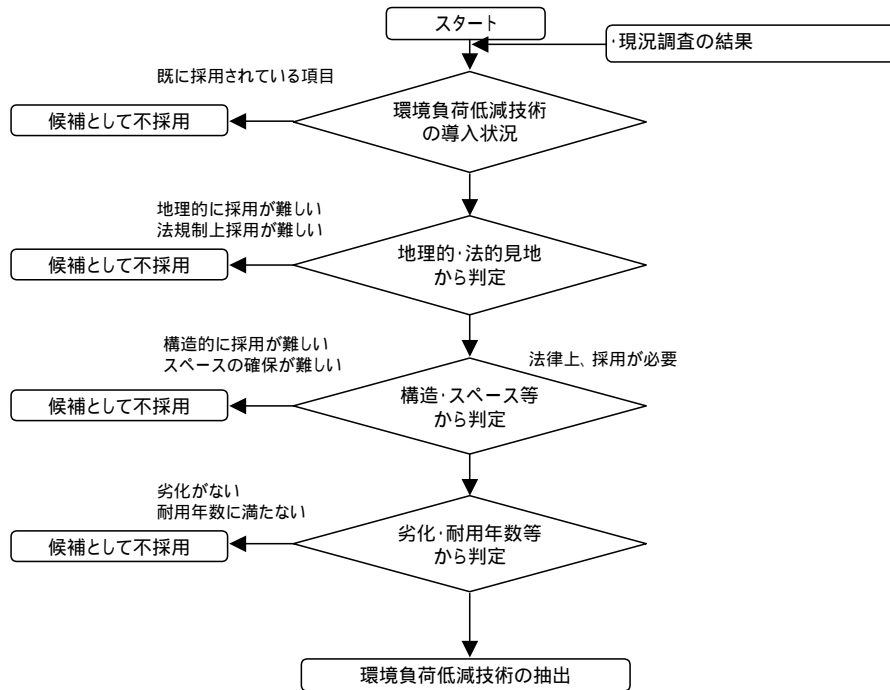


図 9 環境負荷低減技術の抽出の進め方

4.1.2 環境負荷低減技術抽出シート

4.1.1による環境負荷低減技術の抽出については、既に採用されている環境負荷低減技術の記載や、地理的・法的見地による判定、構造・スペース等による判定及び劣化・耐用年数等による判定を記載する。

抽出された環境負荷低減技術の中から、費用対効果の高い技術、関連部位の改修計画等がすでに立案されており、導入が効果的と思われる技術を総合的に判断し、採用すべき技術を選定する。

表 13 環境負荷低減技術抽出シート（採用の可否）の例（別紙6）

環境負荷低減技術抽出シート（採用可否、別紙6）

建物名称: A学校
延べ面積: 6,000 m²

環境負荷低減技術	技術的事項	環境負荷低減技術の例示	具体的な技術項目	改修の場合の一般的な判断			環境負荷低減技術採用状況	地理的・法的等による判定	構造・スペース等による判定	劣化・耐用年数による判定	採用可否	備考		
				一般的な適用の可	指針の重点配慮事項	改修の場合の留意点								
1. 自然環境の活用・保持 1.1 周辺環境への配慮	(1) 地形変化の抑制	自然の地形を活かした配置 緑のネットワーク ピオトープ その他	自然の地形を活かした配置	x		改修工事にて配置の変更は一般的に行われぬ(新築時に配慮する)						改修のため対象外		
			緑のネットワーク			敷地にゆとりがある場合、または屋上にスペース・荷重にゆとりがある場合に検討を要す						重点事項でない		
			ピオトープ			同上							重点事項でない	
			その他											
	(2) 緑化・地下水の涵養	敷地内緑化 屋上緑化 壁面緑化 透水性舗装 その他	敷地内緑化			敷地にゆとりがある場合に検討を要す							スペースがない	
			屋上緑化			屋上にスペース・荷重にゆとりがある場合に検討を要す			x					
			壁面緑化			バルコニーがある場合などに検討を要す				x				バルコニーがない
			透水性舗装											
			その他											

4.2 改修計画の提案書のまとめ

改修計画として採用する環境負荷低減技術を環境改善提案書にまとめる。

4.3 改修による効果の試算

「CASBEE-改修(改修後)」や「福島県建築物CO₂-コスト評価ツール」を用いて評価を行う。評価の結果、環境負荷低減技術の導入について追加や削除など見直しが必要になった場合には、4.1.1 に戻り環境負荷低減技術の抽出項目を見直す。

4.3.1 CASBEEによる改修後の評価

4.2 でまとめた改修を行った場合の環境性能評価を「CASBEE-改修(改修後)」を用いて行い、改修前の評価と比較し改修の効果を見る。

なお、「CASBEE-改修(改修後)」における評価の基本的な考え方を以下に示す。

- 1) 改修後の評価は、「CASBEE-新築」に準拠した設計仕様と予測性能による評価を原則とする。
- 2) 改修を行わない部分の評価は、「CASBEE-既存」により評価する。
- 3) 「CASBEE-新築」の予測評価と「CASBEE-既存」の実績評価では、評価項目や評価基準が若干異なる部分があり、性能向上を評価するために、一部の評価項目で改修前後の評価基準をどちらかに合わせるなどの微調整が必要となる。

4.3.2 「福島県建築物CO₂-コスト評価ツール」による評価

環境負荷低減技術を導入し改修した場合のLCC, LCCO₂等を試算し、改修の効果を見る。なお、試算可能な項目は「別紙6」で項目名部分が網掛けされている。

5 環境改善提案書の提出と実施

1) 環境改善提案書の提出

運用改善および改修計画の提案をまとめた環境改善提案書(別紙7参照)を施設管理者に提出するとともに、定期的に環境性能診断を実施し環境改善の提案を行う。

提案書にまとめる項目例を次に示す。また、必要に応じて現況調査のデータなどの分析資料や概算費用などを示す。

現況調査結果 運用改善の提案書 改修計画の提案書 環境性能診断結果 など

2) 環境改善提案の実施(施設管理者)

施設管理者は環境改善提案書の内容をもとに、運用改善や小規模修繕を行う。

大規模な改修計画がある場合は、環境改善提案書をもとに、環境共生建築物への転換を図る。

付録 各種調査シート例示集

- 別紙 1 施設概要調査シート
- 別紙 2 運用状況調査シート
- 別紙 3 改修履歴等調査シート
- 別紙 4 劣化状況等調査シート
- 別紙 5 CASBEE-既存計測計量項目一覧
- 別紙 6 環境負荷低減技術抽出シート
- 別紙 7 環境改善提案書

			調査結果	凡例
一般事項	施設情報	施設名称		
		施設所在地		
		標高	m	
		都市計画 地区・区域		都市計画地域、用途地域、防火地域、その他
		管理部署		部局・公所・学校
		施設分類		1.教育・文化 2.福祉医療施設 3.産業施設 4.行政施設 5.その他
		敷地面積	m ²	
	建物情報	建物用途		1.社会教育・研修施設 2.学校 3.習・5.う学校 看護学校 4.児童相談所、保健所等 5.事務所 6.試験研究施設 7.庁舎等(警察署含む)
		建築面積	m ²	
		延べ面積	m ²	
		竣工年月	年 月	
		階数		地下()階 地上()階 塔屋()階
		軒高さ	m	
		構造		1.木造 2.S造 3.RC造 4.SRC造 5.その他
		基準階階高	m	
		基準階天井高	m	
		在館人員	人	
	駐車場	屋内駐車場	m ²	面積
		屋外駐車場	m ²	面積
	窓廻り	窓の主方位		1.東 2.南東 3.南 4.南西 5.西 6.北西 7.北 8.北東
主な窓ガラスの種類			1.単板 2.複層	
同上			1.普通 2.反射 3.吸収 4.LowE 5.遮熱フィルム 6.ヒートミラーガラス 7.その他	
気密性			1.普通 2.気密サッシ 3.木製等気密性が低い	
外部遮蔽物			1.庇 2.外ルーバー 3.内ブラインド 4.カーテン 5.その他 6.なし	
断熱 屋根		()	1.あり()mm 2.なし	
外壁		()	1.あり()mm 2.なし	
床(ビロティール)	()	1.あり()mm 2.なし		
電気設備	変圧器容量受変電設備	受電方式		1.1回線 2.2回線 3.3回線 4.その他
		受電電圧		1.200/100V 2.6.6kV 3.22kV 4.66kV
		変圧器合計容量	kVA	
	契約状況	事業者		1.一般電気事業者 2.特定規模電気事業者 3.その他電気事業者
		契約電力	kW	
照明設備	照明(事務室)		1.一般蛍光灯(標準型安定器) 2.一般蛍光灯(高効率型安定器) 3.Hi-Fluorescent 4.白熱灯 5.その他	
OAコンセント負荷	事務室OAコンセント負荷	VA/m ²		
計測計量	計測計量(取引メータ以外)		1.有り 2.無し	
熱源	暖房用熱源	暖房熱源種別		1.電気 2.ガス 3.油
		暖房熱源機		1.直たき吸収冷水機 2.ボイラー 3.空冷ヒートポンプユニット 4.空冷パッケージ 5.水冷パッケージ 6.その他
	冷房用熱源	冷房熱源種別		1.電気 2.ガス 3.油
		冷房熱源機		1.直たき吸収冷水機 2.水冷チラー 3.空冷ヒートポンプユニット 4.空冷パッケージ 5.水冷パッケージ 6.その他
空調設備	空調方式		1.セントラル空調方式 2.各階空調方式 3.分散空調方式 4.ファンコイルユニット 5.外気処理空調機 6.パッケージ 7.その他	
	自動制御	()	1.有り(1.電気式 2.電子式 3.デジタル式 4.空気式) 2.無し	
監視設備	中央監視設備	中央監視設備の有無	()	1.有り(1.分散型 2.集中型) 2.無し
衛生設備	給水方式	給水方式		1.重力給水方式 2.加圧給水方式 3.直結方式 4.その他
		排水方式		1.分流方式 2.合流方式
		中水設備	()	1.あり(1.雨水利用 2.雑排水利用 3.汚水利用 4.中水道 5.工業用水 6.井水) 2.なし
	給湯設備	中央給湯		1.あり 2.なし
		局所給湯		1.あり 2.なし
搬送設備	昇降機設備	エレベーターの台数	()	1.あり()台 2.なし
		エレベーターの制御方式		1.交流帰還制御 2.ワードレオナード 3.静止レオナード 4.可変電圧可変周波数制御

運用状況調査シート(別紙2)

建物名称:
延べ面積:

分類	調査項目	調査結果	凡例
建物	建物使用期間	月～ 月	
	建物使用時間	時～ 時	
	建物使用日数		
照明	昼休み消灯		1.あり 2.なし
	窓際消灯		1.あり 2.なし
	共用部照明は間引き消灯		1.あり 2.なし
	共用部(トイレ、倉庫等)非使用時消灯		1.あり 2.なし
空調	室内温度設定(夏期)		1.あり() 2.なし
	室内温度設定(冬期)		1.あり() 2.なし
	室内湿度設定(夏期)	%	1.あり()% 2.なし
	室内湿度設定(冬期)	%	1.あり()% 2.なし
	使用していない部分の空調停止	実施率 %程度	1.あり 実施率()%程度 2.なし
	空調時扉開閉	実施率 %程度	1.閉 実施率()%程度 2.開
ブラインド	冷房時ブラインド開閉	実施率 %程度	1.閉 実施率()%程度 2.開 3.ブラインドなし
	退庁時ブラインド開閉	実施率 %程度	1.閉 実施率()%程度 2.開 3.ブラインドなし
利用者		実施率 %程度	1.あり 実施率()%程度 2.なし
		実施率 %程度	1.あり 実施率()%程度 2.なし
省エネ機器		設置割合 %程度	1.あり 割合()%程度 2.なし
		実施率 %程度	1.あり 実施率()%程度 2.なし
	液晶ディスプレイパソコン	設置割合 %程度	1.あり 割合()%程度 2.なし
	ノート型パソコン	設置割合 %程度	1.あり 割合()%程度 2.なし
啓発活動		ヶ月周期程度	1.あり()ヶ月周期程度 2.なし
	エネルギー消費目標値設定	MJ/年	1.あり()MJ/年 2.なし
エレベーター		実施率 %程度	1.あり 実施率()%程度 2.なし
保全		ヶ月周期程度	1.あり()ヶ月周期程度 2.なし
		ヶ月周期程度	1.あり()ヶ月周期程度 2.なし
		ヶ月周期程度	1.あり()ヶ月周期程度 2.なし
		ヶ月周期程度	1.あり()ヶ月周期程度 2.なし
	冷温水温度 計測		1.あり(1.運転日誌等 2.中央監視) 2.なし
	冷却水温度 計測		1.あり(1.運転日誌等 2.中央監視) 2.なし
設備システム	熱源機冷暖房運転期間設定		1.あり 2.なし
	冷房運転期間	月～ 月	
	暖房運転期間	月～ 月	
	冷温水温度 熱源冷水出口設定(夏期)		1.あり() 2.なし
	冷温水温度 熱源温水出口設定(冬期)		1.あり() 2.なし
	熱源機運転時間設定 夏期	時～ 時	1.あり()時～()時 2.なし
	熱源機運転時間設定 冬期	時～ 時	1.あり()時～()時 2.なし
個別パッケージ	個別パッケージ		1.あり 2.なし
	個別パッケージ操作		1.手元 2.中央
	空調機、パッケージの同時運転		1.あり 2.なし
	全熱交換器		1.あり 2.なし
	全熱交換器形式 換気モード、バイパス		1.あり 2.なし
	全熱交換器形式 換気モード、バイパス切替		1.自動 2.手動
	電気室発熱除去		1.換気(スケジュール) 2.換気(サーモ) 3.冷房 4.換気/冷房併用 5.なし
	EV機械室発熱除去		1.換気(スケジュール) 2.換気(サーモ) 3.冷房 4.換気/冷房併用 5.なし
	空調吹出、吸込み位置		1.問題ない 2.障害物あり 3.ショートサーキットの可能性あり
	温度センサー位置		1.問題ない 2.障害物あり 3.コピー機等発熱危機の付近
	喫煙対策		1.喫煙ブース 2.喫煙室 3.全館禁煙 4.なし
	室用途、用途変更、間仕切変更にあわせた運転管理		1.あり 2.なし
	設備運用管理体制		1.あり 2.なし

CASBEE-既存計測計画項目一覧(別紙5)

CASBEE 大項目	小項目	測定指標	測定装置	場所		時間		備考		学校	事務所	病院
				測定位置	測定高さ	測定回数	測定期間	測定時間	測定回数			
Q-1 室内環境	1.1.1	騒音	積分型普通・積分型騒音計	指定無し	室内中央部 H=2m	1回/日	秋分祭期間(11.14時) 暑・秋祭期間(11.14時) 病・診療期間中	10分間	間接測定(特定の測定 間接測定のみ)または測定 平均値で評価	対象	対象	対象
	1.1.2	学級騒音レベル	積分型普通・積分型騒音計	指定無し	1階/300m ²	2回/日			平均値で評価	対象外	対象	対象
	1.2.2	空気清浄性能	定性評価						現地調査により定性的に判断する	対象外	対象外	対象外
	1.2.3	空気清浄性能(質量)	定性評価							対象外	対象外	対象外
	2.1.1	乾球温度	乾球温度計(自動0.5)	基準階代表室	H=1.1m	3回/日	学・午前・午後(休憩時間)(3回/日) 事・休日前後(1日連続した平日)	5分間	平均値で評価	対象	対象	対象
	2.2	湿球温度	乾球湿度計(自動0.5)		H=1.1m					対象	対象	対象
	2.3.1	乾球温度	乾球温度計(自動0.5)		H=0.1m, 0.6m, 1.7m					対象	対象	対象
	2.3.2	風速	乾球温度計(自動0.5)		H=1.1m					対象	対象	対象
	3.1.1	照度	照度計	指定無し	室内9点	1回/日	10時~14時		屋外の測定は、室内の測定と同時に 行い、照度のみ、昼光・照明、照明のみの3通り	対象	対象	対象
	3.3.2	照度の均質性	照度計	指定無し	室内9点	2回/日	朝・10時~14時、日没後		照度測定の結果を利用	対象	対象	対象
	4.1.1	HCHC濃度	原則、DNPH法、簡易法も可	代表的な居室	H=1.2~1.5m	1回/日	夏期(6~9月)が望ましい		ヒル測定の場合は、測定は 可能であれば、夏・中・冬、冬期 CO ₂ 制御を行っている場合は、 CO ₂ 制御が行っていない場合は、 の各期に1日ずつ、ヒル測定でも可。	対象	対象	対象
	4.2.1	CO濃度	簡易法	代表的な居室	H=0.75~1.5m	2~3回/日	学・午前・午後(休憩時間)(3回/日) 事・休日前後(1日連続した平日)			対象	対象	対象
	Q-2 Q-7 Q-8 Q-9 Q-10 Q-11 Q-12 Q-13 Q-14 Q-15 Q-16 Q-17 Q-18 Q-19 Q-20 Q-21 Q-22 Q-23 Q-24 Q-25 Q-26 Q-27 Q-28 Q-29 Q-30 Q-31 Q-32 Q-33 Q-34 Q-35 Q-36 Q-37 Q-38 Q-39 Q-40 Q-41 Q-42 Q-43 Q-44 Q-45 Q-46 Q-47 Q-48 Q-49 Q-50 Q-51 Q-52 Q-53 Q-54 Q-55 Q-56 Q-57 Q-58 Q-59 Q-60 Q-61 Q-62 Q-63 Q-64 Q-65 Q-66 Q-67 Q-68 Q-69 Q-70 Q-71 Q-72 Q-73 Q-74 Q-75 Q-76 Q-77 Q-78 Q-79 Q-80 Q-81 Q-82 Q-83 Q-84 Q-85 Q-86 Q-87 Q-88 Q-89 Q-90 Q-91 Q-92 Q-93 Q-94 Q-95 Q-96 Q-97 Q-98 Q-99 Q-100	1.1.1	面積	面積を測る						対象外	対象外	対象外
		1.1.1	在室人数	机の数を数える							対象外	対象外
1.2.1		天井高さ	天井高さを測る							対象外	対象外	対象外
1.2.1		壁紙	写真撮影							対象外	対象外	対象外
1.1.1		面積	面積を測る							対象外	対象外	対象外
1.2.3		インフラ性	写真撮影							対象	対象	対象
1		冷熱設備	流量計、水時計	該当箇所					ベンダー温度差、換気水流量	対象	対象	対象
1		換気設備	流量計、水時計	該当箇所					ベンダー温度差、換気水流量	対象	対象	対象
1		外気冷房熱量	熱線流量計・流量計	該当箇所					外気導入量、室内外エネルギー差	対象	対象	対象
1		全熱交換器回風熱量	熱線流量計・流量計	該当箇所					全熱交換器出入口温度差、送風流量	対象	対象	対象
1		外気ファン回風熱量	熱線流量計・流量計	該当箇所					外気導入量、室内外エネルギー差	対象	対象	対象
1		外気制御部の外気熱量	熱線流量計・流量計	該当箇所					外気導入量、室内外エネルギー差	対象	対象	対象
1-6		機器電力消費量	クランプメーター等	該当箇所					空調、給湯、その他	対象	対象	対象
1-6		機器電力消費量	電力計	該当箇所					空調、給湯、その他	対象	対象	対象
1-6	機器電力消費量	電力計	該当箇所					空調、給湯、その他	対象	対象	対象	
2	熱気体発生時間	BEMSデータ、目視	該当箇所						対象	対象	対象	
3	照明器具消費量	BEMSデータ、目視	該当箇所						対象	対象	対象	
4	給湯補給水量	積算流量計	該当箇所						対象	対象	対象	
4	給湯温度	水時計	該当箇所						対象	対象	対象	
4	補給水温度	水時計	該当箇所						対象	対象	対象	
5	昇降機運転時間	BEMSデータ	該当箇所						対象	対象	対象	
6	昇降機消費電力	BEMSデータ	該当箇所						対象	対象	対象	
6	電力消費量		該当箇所						対象	対象	対象	
6	コージェネ消費量		該当箇所						対象	対象	対象	
LR-2 地域外環境	1.1	上水使用量	該当箇所							対象	対象	対象
	1.2.1	雨水利用量	該当箇所							対象	対象	対象
	1.2.2	排水水利用量	該当箇所							対象	対象	対象
	1	NOX	測定器	測定器						対象	対象	対象
LR-3 地域外環境	1	SOX	測定器	測定器						対象	対象	対象
	1	揮発性有機化合物	測定器	測定器						対象	対象	対象
	2.1	騒音	JIS Z8731	測定器					騒音防止法の規制対象外	対象	対象	対象
	2.3	振動	JIS Z8735	測定器					振動防止法の規制対象外	対象	対象	対象
LR-4 地域外環境	4	光害対策の有/无	目視・写真撮影						遮光防止法の規制対象外	対象	対象	対象
	5.4	廃棄物量	総排出量、再利用率						再利用率は対象外	対象	対象	対象

環境負荷低減技術抽出シート(採用可否、別紙6)

建物名称: _____
延べ面積: _____ m²

環境負荷低減技術	技術的事項	環境負荷低減技術の例示	具体的な技術項目	=適用可 =要検討 x=困難 =指針における重点配慮事項		環境負荷低減技術採用状況	=適用 =適用 x=不可		* =改修不要 =耐用年超過 =改修あり		採用可否	備考	
				一般的な適用可否	指針の重点配慮事項		改修の場合の留意点	診断時	地理的・法的等による判定	構造・1階・2階による判定			劣化・耐用年数による判定
1. 自然環境の活用・保持													
1.1 周辺環境への配慮	(1) 地形改変の抑制	自然の地形を活かした配置		x		改修工事にて配置の変更は一般的に行われない(新築時に配慮する)							
		緑のネットワーク				敷地にゆとりのある場合、または屋上にスペース・荷重にゆとりのある場合に検討を要す							
		ピオトープ				同上							
		その他											
	(2) 緑化、地下水の涵養	敷地内緑化				敷地にゆとりのある場合に検討を要す							
		屋上緑化				屋上にスペース・荷重にゆとりのある場合に検討を要す							
		壁面緑化				バルコニーがある場合などに検討を要す							
		透水性舗装 その他											
	(3) 環境汚染物質の排出抑制	水質汚濁の抑制				現行の環境規制値を超える場合は、排水浄化装置の設置を検討する							
		大気汚染の抑制				現行の環境規制値を超える場合は、クリーンな燃料の選択・排気浄化装置の設置を検討する							
		土壌汚染の防止				現行有害物質などの埋設を行っている場合は、廃棄物処理を検討する							
		その他											
	(4) 騒音・振動、風害及び光害の抑制	騒音・振動の防止		xまたは		現行の環境規制値を超える場合に、防音装置、防振装置の設置について検討を要す							
		風害の防止		xまたは									
		光害抑制		xまたは									
		その他		xまたは									
1.2 新エネルギーの利用	(1) 自然エネルギー利用	太陽光発電			設置場所の検討を要す。民間施設の場合等は補助金等の利用を要する								
		太陽空気集熱			設置場所の検討を要す。熱の利用先の検討を要す。								
		太陽水集熱			同上								
		外気冷房			空調機械室面積(空調機・ダクトサイズ大);給排気量などの検討を要す								
	(2) 未利用エネルギー利用	雪氷冷熱		x		積雪量、敷地内の一次貯雪面積の確保が必要。投資回収は困難であるが、補助金の利用が早められる。維持管理の検討を要する							
		地中熱		x		敷地のゆとり、取り入れ口の検討を要す投資回収困難							
		井水熱				井水利用可能量等法規制の検討。水質・周辺での設置採水状況等を検討を要す							
		河川/海水熱		x		立地による。また、法規制の検討を要す							
		風力		x		立地から困難(振動・騒音)な場合が多い。また、平均風速等の検討が必要							
		小水力		x		立地から困難(河川などの管理者との協議)な場合が多い							
	(3) その他	冷却塔冷水				冬期の高密度内部発熱のある場合(電算室などに効果あり)							
		バイオマス				木チップなどの安定的な供給源の確保が必要。高効率ボイラーの導入など、投資回収は困難であるが補助金の利用を要する							
2. 省エネルギー													
2.1 負荷の低減													
(1) 建物配置	建物向き	建物向き		x	新築時に配慮する								
		窓配置		x	新築時に配慮する								
		窓の向き		x	新築時に配慮する								
		その他											
	(2) 外壁・屋根・床の断熱	高断熱	外壁			費用対効果の検討を要す(内装改修、ラック改修・同時施工が一般的)							
			屋根			費用対効果の検討を要す(防水改修と同時施工が一般的)							
			その他										
		外断熱			費用対効果の検討を要す(外装改修と同時施工が一般的)								
		半地下構造		x		物理的に困難で改修工事は一般的に行われない							
		屋上緑化				屋上のスペース・床荷重にゆとりのある場合に検討を要す							
	屋根断水	技術の適用は可能だが屋根が断熱されている場合は効果が少ない。歩行床の場合は不向き。井戸水等が利用できる場合は水道料金等費用がかかり経済的に合わない											
		その他											
	(3) 窓の断熱・日射遮蔽・気密化	複層/Low-E/トリプルガラス	複層/Low-E/トリプルガラス			費用対効果の検討を要す(サッシ改修と同時に施工するなど)ペリメータースタ化に有効							
			1770-ウインドウ			リッター一体型のペンチ・リッパ窓は費用対効果の検討を要す。その他は納まり検討および費用対効果の検討を要す							
		タフ&スクリーン	熱線反射/吸収ガラス		x	投資回収困難および容積率の検討を要す							
			熱線反射/吸収ガラス			費用対効果の検討を要す(費用対効果からは1/4程度)自然採光の費用対効果減少を招くので注意。また、日射低減により暖房負荷増加の可能性があるので注意							
			日照調整フィルム										
その他													
庇			x		一般的に改修工事にて適用することはない。費用対効果の検討を要す。壁面緑化・壁の耐力の検討を要す								
高気密な建具				費用対効果の検討を要す(サッシ改修と同時に施工するなど)ペリメータースタ化に有効									
その他													

4.長寿命	(1) フレキシビリティの確保	階高のゆとり		x	改修工事で不可能(新築時に配慮する)																	
		延床面積のゆとり			x	改修工事で不可能(新築時に配慮する)																
		床荷重のゆとり				補強を要するなど困難な場合が多い																
		敷地面積のゆとり			x	改修工事で不可能(新築時に配慮する)																
		設備容量、配管スペースのゆとり その他リニューアルへの考慮			x	改修工事で対応困難 躯体関係は改修工事で変更は困難(x)、内装、設備についてはユニット化などを検討()																
	(2) 構造体の耐久性	充分な耐久性			xまたは	基本的に新築時に配慮する																
		劣化防止			xまたは	基本的に新築時に配慮する																
		その他																				
	(3) 非構造部材の合理的耐久性・更新性	耐久性/耐火性/保守性に優れた材料			xまたは	基本的に新築時に配慮するが、内外装については検討を要す																
		部分更新、交換容易な工法			x	改修時においては困難(新築時に配慮する)																
		耐久性を高める構法、使い巧																				
		部分更新、交換容易な設備機器																				
		その他																				
	(4) 維持管理の容易性	維持管理作業に適切なスペース			xまたは	基本的に新築時に配慮する																
		着脱可能な天井、壁システム その他																				
	5.エコマテリアル	(1) 低環境負荷材料の使用	自然材料(木材)				内装材にほぼ限定される															
自然材料(石材他)						仕上げ材にほぼ限定される																
使い捨て材料の最小化(エアフォーム等)																						
リサイクル材料等																						
人体に無害な材料(VOC発生のない建材、石膏などへの配慮、EMケーンブル) その他																						
(2) 熟練材型特の使用合理化		各種代替型特			x	同上																
		PC化			x	同上																
		型枠転用回数増加			x	新築時に配慮する																
		その他型特を使用しない工法			x	同上																
(3) 副産物・再生資源の活用		高炉セメントなど			x	新築時に配慮する																
		電炉鋼等利用範囲拡大			x	同上																
		再生砕石・再生資材																				
		汚泥焼成レンガ																				
		その他再生資源の活用																				
(4) 解体容易な材料・工法		定尺を考慮したモジュール設計			x	新築時に配慮する																
	標準化設計			x	同上																	
	その他																					

環境改善提案書

施設名称

1. 現況調査結果	4. 環境性能診断結果
(建築仕様、電気設備仕様、機械設備仕様、エネルギー消費量の分析などを記入)	CASBEE-改修(改修前後)シートを添付する。
2. 運用改善の提案書 (室内環境の適正化、使用上の無駄の回避、設備の適正運転などからの提案を記入)	福島県建築物CO ₂ -コスト評価ツールによる結果を標記する。
3. 改修計画の提案書 (環境負荷低減技術や改修費用の概算などを記入)	

必要に応じて現況調査のデータなど、分析資料を添付する。

改修に係る概算費用については、あくまで目安である。

技術資料 4 雪氷冷熱エネルギー利用の検討

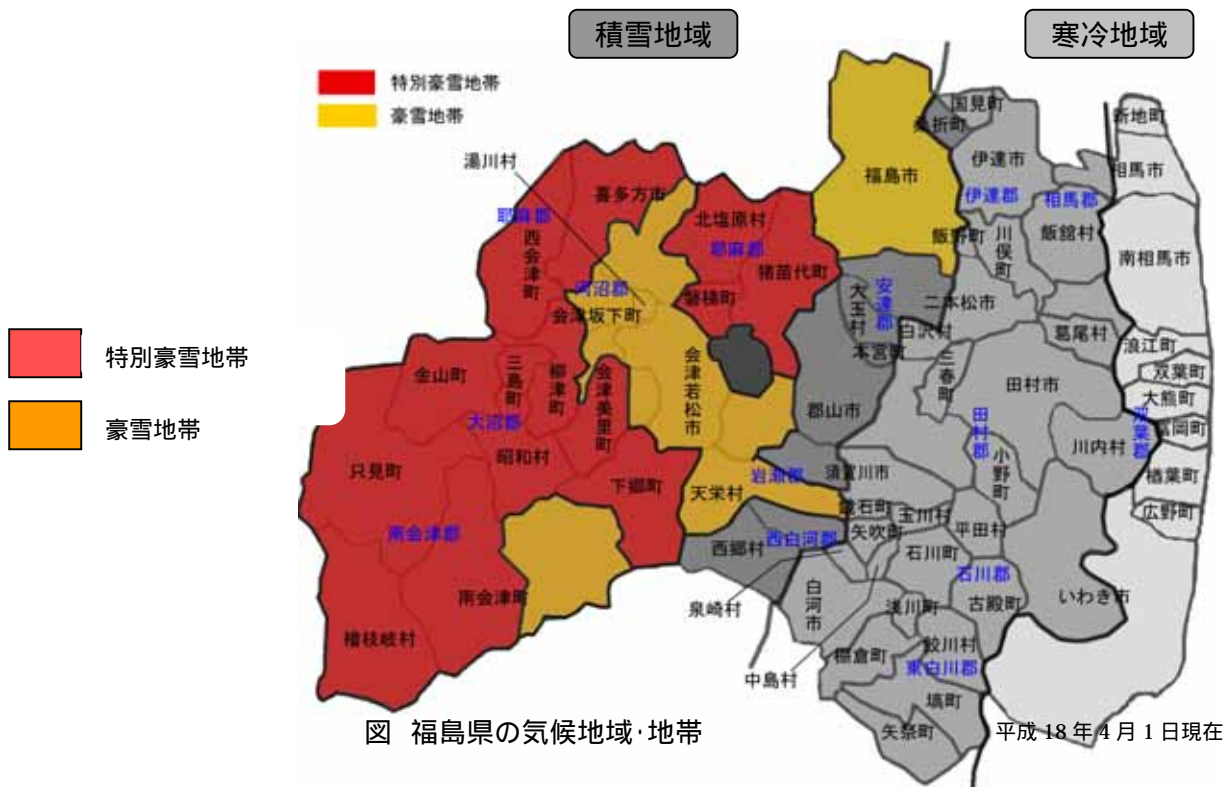
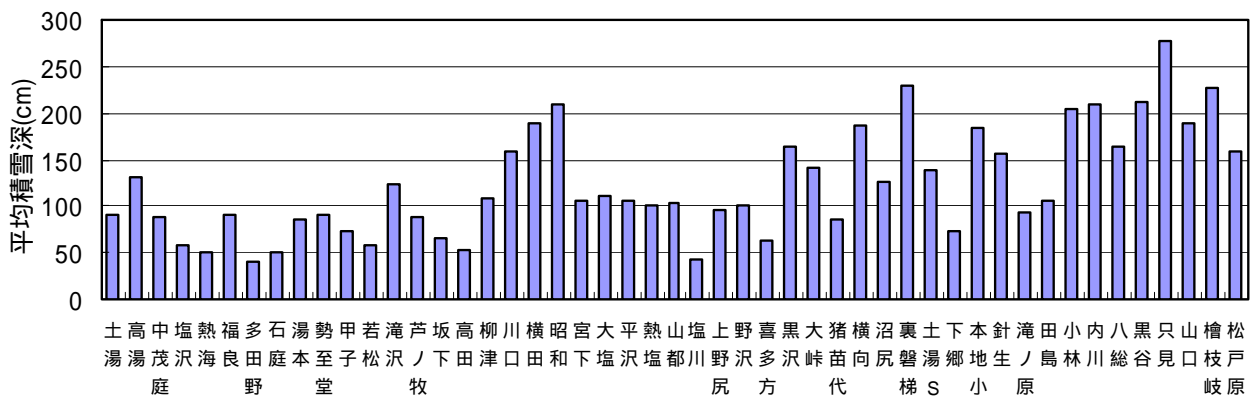
雪氷冷熱エネルギー ～雪は資源、地域づくり、まちづくり～

1 はじめに

福島県の積雪寒冷地域は県土面積の85%を占めており、ここに住んでいる県民は全県民の74%である。浜通りの大部分を除く地域が積雪寒冷地域であり、ことに本県の面積の約4割を占める会津地方では、ほとんどが特別豪雪地帯及び豪雪地帯に指定され、冬期間は積雪による様々な影響を受け、克服することに力を注いできた。

一方、雪は地域に様々な文化、風土、祭りを形成し、その地域に住む人々の生活の一部として長い間共存し、重要なパートナーとしてその暮らしを支えている。

この雪国の暮らしを、資源、地域づくり、まちづくりの観点から、雪氷冷熱エネルギーの持つ可能性を探る。



積雪地域	2月の積雪の最大値の累年平均(最近5年以上の間における平均)が50cm以上の地域
寒冷地域	1月の平均気温の累年平均が0 以下の地域
豪雪地帯	「積雪が特にはなはだしいため、産業の発展が停滞的で、かつ、住民の生活水準の向上が阻害されている地域」(豪雪地帯対策特別措置法、第1条)
特別豪雪地帯	「積雪の度が特に高く、かつ、積雪により長期間自動車の交通が途絶する等により住民の生活に著しい支障を生ずる地域」(豪雪地帯対策特別措置法、第2条第2項)

2 雪氷冷熱エネルギーの歴史

雪を暑い夏まで貯めて、冷たい熱として利用することを「利雪(りせつ)」と呼び、氷室・雪冷房・雪山の基本3技術がある。

この試みは1985年から北海道で研究が進められ、2001年6月にまとめられた「総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会報告書」において、雪氷冷熱エネルギーを「一定の石油代替エネルギーを有することから、地域振興の観点も考慮して、新エネ法上の新エネルギーとして位置づけ、積極的に導入促進を図っていく事が適当」という報告書がまとめられ、2002年1月25日、新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法(新エネ法)の施行令が改正され雪氷冷熱エネルギーが新エネルギーに加えられた。

この利雪技術「雪氷冷熱エネルギー」が太陽光発電、風力発電等と並び新エネルギーに加えられたことにより、支援が受けられることとなり、その優位性から普及促進が求められることとなった。

3 雪氷冷熱エネルギーとは

これまで北海道などの積雪寒冷地では、雪は交通を阻害したり、除排雪に莫大な費用とエネルギーを要する厄介なものと扱われてきたが、一方では、雪は大きな冷熱エネルギー(冷房・冷蔵等の物や空間を冷やすことに利用できるエネルギー)を保有している。また、このような冷熱エネルギーは、雪だけでなく氷についても同様であり、これらのエネルギーを合わせて「雪氷冷熱エネルギー」という。ただし、冷凍機器を用いて作られる氷は除外される。

4 雪氷冷熱エネルギーの大きさ

雪あるいは氷1トンは原油に換算して約10リットルに相当する冷熱エネルギーを保有している。例えば福島県北塩原村にある「裏磐梯ビジターセンター」では148トンの雪を貯雪しており、これを冷房に利用しているが、この雪を灯油に換算すると18リットル灯油タンクで約86本に相当し、きわめて利用価値の高い冷熱エネルギーである。

雪量	1	(雪)t
熱量(潜熱+顕熱12)	385.1	(MJ/t)
原油換算	9.9	(L/(雪)t)

< 灯油換算(裏磐梯ビジターセンター) > 18㍓タンクで約86本

$$148[\text{t}] \times 385.1[\text{MJ}/\text{t}] = 56,995[\text{MJ}]$$

$$56,995[\text{MJ}] \div 36.7[\text{MJ}/\text{㍓}] \div 18[\text{㍓}/\text{本}] = \underline{86[\text{本}]}$$

(灯油単位発熱量: 36.7[MJ/㍓])

< 森林面積換算(裏磐梯ビジターセンター) > 育成林で約0.6ヘクタール

$$148[\text{t}] \times 9.9[\text{㍓}/\text{t}] \times 2.649[\text{kg-CO}_2/\text{㍓}] = 3,881[\text{kg-CO}_2]$$

(CO₂削減量)

$$3.881[\text{kg-CO}_2] \div 6.49[\text{t-CO}_2/\text{ha}] = \underline{0.6[\text{ha}]}$$

(CO₂排出係数: 2.649[kg-CO₂/㍓])

(育成林二酸化炭素吸収量: 6.49[t-CO₂/ha])

5 雪氷冷熱エネルギーの利用効果

環境負荷低減(CO₂削減)

雪や氷を必要な時期まで保存し冷熱源として利用すれば、省エネルギーや石油代替効果、更にはCO₂削減にも大きく貢献することとなる。裏磐梯ビジターセンターの例を用いれば、148トンの雪が削減出来るCO₂削減量は約 4,000kg-CO₂(電力換算)であり、森林面積に換算すると約 0.6ha(電力換算、育成林を想定)の森林が1年間に吸収する二酸化炭素量に匹敵する。

居住室内環境

雪冷房システムでは、適切な温・湿度環境を安価で安定的に、かつ容易に造りだすことが可能で、冷気を直接利用するシステムでは塵やアンモニアガス等の吸収、シックハウス問題の原因であるホルムアルデヒド等の吸収といった空気清浄効果やマイナスイオン効果も確認されている。

ある老人福祉施設では、アンモニアガスの除去効果として雪冷房運転初期には79%、雪量の減少に伴う運転後期(雪残量19%)では30%、同じくホルムアルデヒドでは50%と30%との測定結果となっている。これらの測定値が示すように室内環境改善にも優位な点が多い。

地域農産物の付加価値創出

8世紀に編纂された「日本書紀」にも氷室が記載されており、雪氷冷熱エネルギーは萱や稲わらを断熱材として、古くから雪氷や農作物の貯蔵に利用されていた。この農産物の貯蔵方法は、現在では氷室システムと呼ばれ、低温・高湿度の冷蔵環境を安価に作り出すことができる。野菜(特に水分を多く含む根菜類)などの生鮮食品の保存には最適である。また、苗や球根類であれば抑制・促成栽培が可能となり、端境期の生産出荷が可能となる。後述する全空気式雪冷房システムは、温度5℃前後、湿度70%前後の冷蔵環境となり、穀類(米や蕎麦)をこの環境下で貯蔵すると3~5年程度は劣化速度が極めて緩やかとなり、新米や新蕎麦と同等の品質を維持することができる。これらの環境を電気式の低温倉庫で作り出すためには、複雑な設備や制御、電気エネルギー

ギーが必要とするが、雪氷利用システムは冷熱エネルギーを安価に利用、冷蔵対象物の最適な貯蔵環境を作り出し、商品価値の向上に結びつけている。身近にある雪氷エネルギーの利用可能性を拡大し、県内積雪寒冷地域の農産物の高付加価値化を目指した地域づくりやまちづくりにも有効な資源といえる(例えば喜多方市山都町の蕎麦など)。今後の地域農業の拡大や国の「食料安全保障」の観点からも大きな貢献が期待できる。

地域農作物貯蔵の効果(米、蕎麦、根菜類等)

米(こめ):北海道中央農業試験場の試験結果

5 (雪利用)、15 (電気利用)試験区の貯蔵試験では、以下のようになった。

アミロース、タンパク質の含有量は、変化しなかった。
玄米胚の活性度は、15 区で66%に低下、5 区では90%を保持した。
脂肪酸度は、低温ほど脂質の酸化が抑えられた。
テクスチュログラム特性値は、5 以下の低温では良い傾向を示した。
食味官能試験では、5 を基準とすると15 区では評価が低かった。
総合評価は、0～5 の貯蔵温度が適当であると考えられた。

蕎麦(そば):山都町の試験結果

5 (雪利用)、15 (電気利用)、常温の試験区で山都町産の玄そばの貯蔵試験では以下のようになった。

遊離脂肪酸度	新そば 1.4%
梅雨前	5 :0.9% 15 :1.3% 常温:1.1%
梅雨後	5 :0.9% 15 :3.7% 常温:3.7%

食品メーカーでは、酸化値3%以上の油は、製品の食味に影響が発生することから劣化油として廃棄する目安としている。

根菜類等:北海道十勝支庁管内でのナガイモ貯蔵の試験結果

保冷システム	氷室システム
貯蔵環境	平均温度:4 平均湿度85%
ナガイモ	収穫30日後の減耗率:1.6%(一般的に5%)
	収穫300日後の減耗率:5%
春堀ゴボウ	収穫60日後の減耗率:Mサイズ'3.2% Lサイズ'4.7%

以上のことから、米・蕎麦の穀類における雪冷房システムの利用は、5 の低温環境が食味の劣化速度を抑え、新米・新そばの風味を維持することができた。また、ながいも等の根菜類の氷室システム利用は、低温高湿度の貯蔵環境を無動力で創り出し品質保持に極めて有効であることから、雪氷冷熱エネルギーの地域農産物への利用が高まる結果となった。

新たな雪氷利用の可能性

雪山プロジェクト(地域雪氷冷熱供給システム)

雪捨て場の雪を20cm程度のもみ殻等で覆い、夏まで雪を保存(8月で約70%残る)し、雪を小分けし、融解水および雪を地域に供給する。

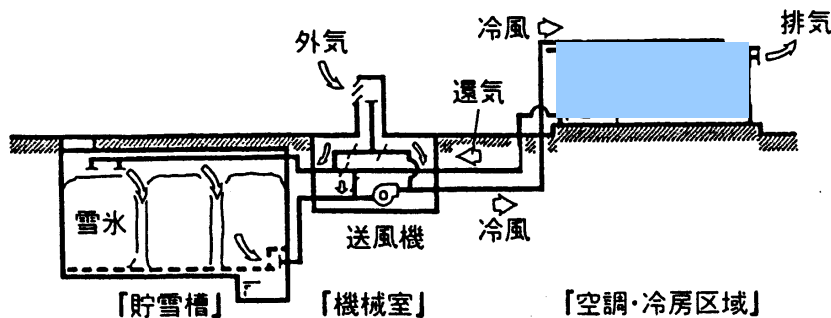
雪解け水の利用(超軟水)

雪解け水は蒸留水よりも不純物の少ない超軟水であり、小麦や蕎麦を練る食品加工に最適である。

6 雪氷冷熱エネルギー利用方式(雪冷房システム)

雪冷房システムは大きく「全空気式雪冷房」と「冷水循環式雪冷房」の基本的な2つの方式に大別され、その施設用途により最適な方式を決定する。

全空気式雪冷房



1) 全空気方式雪冷房

空調・冷房区域からの暖かい空気と貯雪槽からの冷たい空気、また外気の新鮮空気を混合させ必要冷風を作りだし温度・湿度を調整し冷房を行う。

<適用>

目的	大空間集中(空調)と空気浄化作用。
特徴	温度・湿度管理。フィルター効果。
規模	中・大規模(会議室、集会施設、展示場、工場)

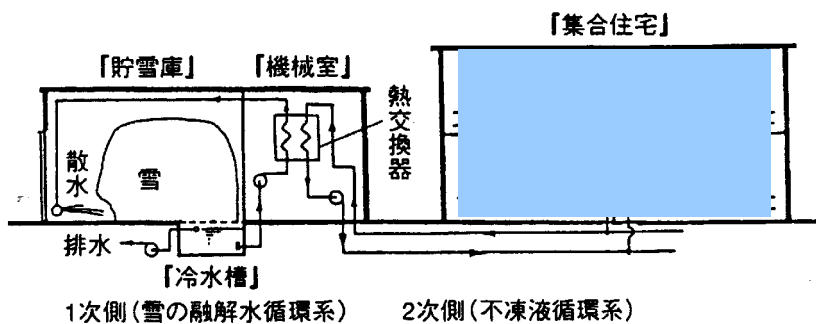
<特長>

- 冷風輸送ダクトの配置により大空間の空調が容易に行える。
- 集中制御が容易で、システムが簡単である。
- システムの簡単な拡張により、かなり広い範囲で温度とともに湿度の制御も可能である。
- 融解しつつある0の雪表面で水溶性ガスや塵埃を吸収、吸着するフィルター効果により室内環境の改善に有効である。
- 水を使用しないことにより、システムの維持、管理が容易である。
- マイナスイオンが発生し、生活環境の快適度が高まる。

<問題点>

- 冷風を輸送する共通のダクトを通して、音、声が伝播し、プライバシーを保護することが設計上の必要となる。
- 他の部屋との空気の混合、循環があり、これを防ぐために、空気を全量排気する場合もある。
- 個々の部屋の細かな温度調整が難しい。
- 送風のためのダクトスペースが必要となる。

冷水循環式雪冷房



2) 冷水循環式雪冷房

貯雪庫で雪が融けてできた冷水を2次側の不凍液循環系と熱交換してFCU(ファンコイルユニット)により冷風を送り、冷房を行う。還り水は雪を融かすための散水に用いて循環する。

<適用>

目的	電気式冷水冷房の代替。
特徴	個々の温度制御可能。プライバシー保全。
規模	小・中規模(事務所、集合住宅等)

<特長>

- 音や臭いなどに関するプライバシーを保護することができる。
- 小規模で利用時間の定まっていない負荷が多い場合に適する。
- 個々の部屋の細かな温度調整が容易である。
- 配管に冷水を循環させるため、空気の直接循環がなく、病院等に設置しても院内感染等の防止対策が簡単となる。
- 冬期間の集中暖房系統との接続が容易である。

<問題点>

- システムが若干複雑となる。
- 水を使用するため、凍結対策等の維持管理を考慮する必要がある。
- 湿度の調整に工夫を必要とする。

7 代表的な雪氷冷熱エネルギー導入事例

分類	施設名	設置年	都道府県	用途	冷房方式	施設規模 (㎡)	対象規模 (㎡)	貯雪量 (t)
庁舎	1 雪のまぢみらい館	1999	新潟県上越市	庁舎	冷水循環 + 全空気	RC2F 611	300	300
	2 生涯学習センター	2001	北海道沼田町	庁舎	冷水循環 + 全空気	RC2FB1 2,936	2936	385
	3 村庁舎	2000	岐阜県河合村	庁舎	冷水循環	RC1F	542	360
	4 合同庁舎	2004	新潟県南魚沼市	庁舎	冷水循環 + 全空気	S4F 5,592	640	650
老人福祉施設	5 ほのぼの荘・やすらぎ荘	2000	新潟県上越市	老人福祉施設	冷水循環	W1F 1,750	1,750	800
	6 コミュニティーホーム美唄	2000	北海道美唄市	老人福祉施設	冷水循環 + 全空気	RC1F 4,250	491	300
	7 ケアハウス・ハーモニー	2002	北海道美唄市	老人福祉施設	全空気循環式	RC3F 2,682	220	121
教育施設	8 安塚小学校	2001	新潟県上越市	小学校	冷水循環	RC3F 3,862	355	150
	9 安塚中学校	2004	新潟県上越市	中学校	冷水循環	RC3F 1,800	1,500	660
地域交流施設	10 あさくら館	2002	秋田県横手市	地域交流施設	全空気循環式	S2F 2,217	135	236
	11 シェーネスハイム金山	2001	山形県金山町	地域交流施設	全空気循環式	W2F 410	410	300
	12 友雪館	1999	岐阜県河合村	地域交流施設	冷水循環	RC2F 3,427	2360	300
その他	13 裏磐梯ビジターセンター	2003	福島県北塩原村	展示施設	冷水循環 + 全空気	W1F	320	400
	14 国際芸術センター青森	2001	青森県青森市	展示施設	冷水循環 + 全空気	RC1F	600	212
	15 ビバの湯 ゆーりん館	2003	北海道美唄市	温泉宿泊施設	冷水循環 + 全空気	RC3F 3,140	696	150
	16 会津高原 雪室	2006	福島県南会津町	温泉施設等多目的	冷水循環 + 全空気	W2F.S 392	112	250
	17 志賀来ドーム	2001	岩手県沢内村	屋内運動場	全空気循環式	S1F 1,185	51	45
	18 ウエストパレス	1999	北海道美唄市	マンション	冷水循環	RC6F 1,944	600	100
	19 個人住宅	2002	北海道沼田町	住宅	冷水循環	W2F	リビング	6

8 エネルギーの複数利用（ベターミックス）

雪氷冷熱エネルギーを含む新エネルギーは、以前からエネルギーの安定供給の面で懸念される場合が多く、これを完全に解決することは自然のエネルギーを利用するため、非常に困難である。

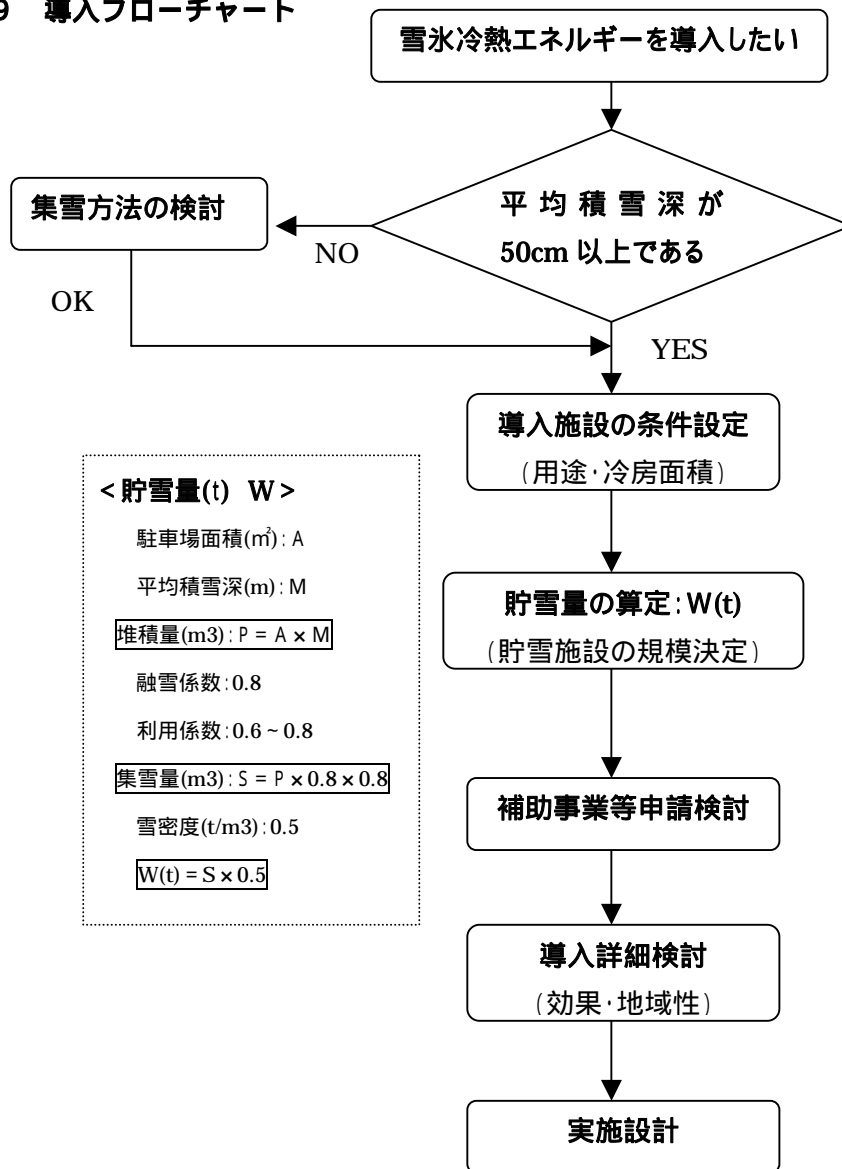
その反面、自然エネルギーは個々の優れた特徴を持っており、それをうまく組み合わせることによって、欠点を補完しあい、特徴の面では相乗効果により安定供給の面で信頼性が高まる。

雪氷冷熱エネルギー + 省エネルギー (例 + 高断熱高気密、省エネ構造住宅等、
省エネ運転)

雪氷冷熱エネルギー + 新エネルギー (例 + 雪氷冷熱エネルギーの動力に太陽光発電、
冬は木質バイオでの暖房)

これらの取組みは、自然エネルギー（新エネルギー）を効率的に利用できるだけでなく、地域環境教育の教材としての貢献度も大きく、新潟県上越市では小学校、中学校に雪冷房と太陽光発電を導入し、雪が地域資源として共生している。

9 導入フローチャート



10 補助事業等の紹介

新エネルギーに係る補助事業等のうち、「雪氷冷熱エネルギー」が対象となるものは以下のものがあり、いずれも新エネルギーの導入促進に資することを目的としている。

名称	対象事業者	補助率等	申請・問合せ先
バイオマス等未活用エネルギー事業調査事業	地方公共団体 民間事業者等	定額(概ね 1 千万円を上限)	経済産業局
地域新エネルギー導入促進事業	地方公共団体	導入事業: 1/2, 1/3 以内 普及啓発: 上限 2 千万円	NEDO
新エネルギー事業者支援対策事業	民間事業者等	補助率: 1/3 以内 債務保証	補助: 経済産業局 債務保証: NEDO

各補助事業等の内容は変更になる場合があるため、申請する際は事前にご確認下さい。

1.1 雪氷冷熱エネルギーの展望

太陽、風を代表とする自然エネルギー（新エネルギー）。これらは無尽蔵で枯渇の心配もなく、地球温暖化の原因となる二酸化炭素（CO₂）を増やさないエネルギーとして一般的に認識されており、様々な地域、用途で導入されている。

「雪氷冷熱エネルギー」についても同様の効果をもたらし、環境負荷を低減する一躍をになう効果があるが、「貯めることができること」、「地域性を持っていること」この点で、他のエネルギーと違う大きな特徴を有している。

本県は気候・風土の異なる浜通り、中通り、会津の三地方に区分されており、太平洋側と日本海側ではその気候には大きな差があり、それぞれの地域に適した自然エネルギー（新エネルギー）を導入することが可能である。

特に会津地域を中心とした「雪」は長い間、雪害や交通を妨げる厄介者と捕らえられてきたが、雪は雪国だけの自然エネルギーであり、これからは良きパートナーとして地域エネルギー資源として地域づくり、まちづくりへの可能性が十分期待される。

< 雪氷冷熱エネルギー技術資料 >

目 次

- 1 容量の算定
- 2 集雪方法
- 3 貯雪庫の仕様
- 4 空調方式
- 5 初期費用の考え方
- 6 雪氷貯蔵量の算出基準
- 7 雪氷冷熱を導入する上での留意事項

1 容量の算定

ア) 雪冷房システム(建築・設備)容量の算定

ここでは雪氷冷熱エネルギー利用の基本ケースとして、以下の条件を前提に効果を試算する。

- 1) 検討地域: 福島
- 2) 対象建物用途: 庁舎
- 3) 雪冷房方式: 直接熱交換冷風・融解水直接併用循環方式
- 4) 雪氷冷熱対象部分: 全館
- 5) 利用期間: 利用開始 6月下旬から9月上旬まで(利用期間 : 86日間)
- 6) 利用時間帯: 朝方9時から夕方6時まで(利用時間 : 9時間)
- 7) 冷房供給時間(冷房時間 : 774 [hr])
- 8) 気象条件: 気象条件としてアメダスデータを表1に示す。(参考: 札幌市データ)

表1 福島の拡張アメダスデータ

表1 気象データ: アメダス船引(三春)							
月	アメダス: 船引(三春)					札幌市 ²	
	平均気温	最高気温	最低気温	積雪深 ¹	日射量	平均気温	最高気温
				cm	kcal/m ²		
1	-0.8	2.8	-4.6	28.0	1,823	-4.1	-0.9
2	-0.6	3.1	-4.3	45.0	2,476	-3.5	-0.3
3	2.5	7.0	-1.8		3,276	0.1	3.5
4	8.8	14.1	3.4		3,835	6.7	11.1
5	14.0	19.3	8.5		4,308	12.1	17.0
6	17.6	22.1	13.5		3,758	16.3	21.1
7	21.0	25.2	17.5		3,629	20.5	25.0
8	22.6	27.1	18.9		3,637	22.0	26.1
9	18.4	22.5	14.8		2,734	17.6	22.0
10	12.4	17.1	7.9		2,373	11.3	15.8
11	6.9	11.6	2.1		1,814	4.6	8.1
12	2.1	6.3	-1.8		1,599	-1.0	2.1
全年	10.5	15.0	6.3		2,941	8.5	12.5
1 積雪深は、地域住民アンケート結果(H16, H17)の平均値を利用している。							
2 札幌市と三春の気温は類似している。							
3 日射量はNEDOの福島県(福島)の日射量による。							

イ) 必要冷房熱量

冷房面積、設計負荷 3および冷房時間から必要な冷房熱量を積算し表2に示す。

表2 冷房面積と設計負荷

項目	室面積	冷房面積	設計負荷	冷房時間	負荷率	冷房熱量
単位	m ²	m ²	Kcal/m ² hr	hr	%	Mcal
事務室・会議室・ホール	1000	1000	100	774	60	46,440

4 NEDOガイドブックより、気象条件の類似している札幌市のオフィスビルのモデル設計負荷を採用する。

5 時間当たり冷房熱量 = 冷房面積 × 設計負荷 = 100,000[kcal/h]

ウ) 空調方式

基本的な考え方として、既設と同規模で建物を冷房するためコンパクトな冷熱輸送回路が求められるため、以下の選定理由により融解水「熱交換冷水」循環方式を採用する。

選定理由

- イ. 道路除排雪および駐車場の降積雪を積極的に利用する。このため、多少汚れている雪でも低温の融雪水であれば問題はない。
- ロ. 空冷方式では、空気を輸送するために大断面のダクトが必要となる。
- ハ. 融雪水が冷媒となる水冷方式は、施設内感染の心配が少ない。
- ニ. 雪氷冷熱は、化学物質等を使用しない。

エ) 必要冷房雪水量

必要冷房雪水量は次式による。

$$\begin{aligned} \text{冷房必要雪水量 [ton]} &= \text{冷房熱量計 [Mcal]} \div (\text{雪氷潜熱} + \text{融解水顕熱}) [\text{Mcal/ton}] \\ &= 46,440 \div 90 = 516 [\text{ton}] \dots\dots \end{aligned}$$

概算のため、融解水顕熱は 10kcal/kg としている。

オ) 冷熱輸送

冷熱を輸送するポンプの選定とその送水量を積算する。

・送水量

冷熱を輸送するための1次ポンプおよび2次ポンプの送水量等を検討する。

送水量は次式により求める。

$$V = Q \div t \div c$$

ここに、送水量: V[m³/h]、輸送熱量: Q = 100,000 [kcal/h]、温度差: t = 7 [], 比熱: c = 1.0 [kcal/kg·]

$$\begin{aligned} \text{送水量} &= 100,000[\text{kcal/h}] \div 7[] \div 1.0[\text{kcal/kg}\cdot] \\ &= 14,286[\text{kg/h}] \\ &= 14.3 [\text{m}^3/\text{h}] \quad (1,000\text{kg} = 1.0\text{m}^3) \\ &= 0.24 [\text{m}^3/\text{min}] \end{aligned}$$

口径: 65A [mm]、摩擦損失: 40.0 [mmH₂O/m]、流速: 1.2 [m/sec]、摩擦損失: 40.0 [mmAq/m]流速: 1.2 [m/s]

・ポンプの選定

ポンプを選定し仕様等を表3に示す。

表3 ポンプ選定表

	1次ポンプ		2次ポンプ	
型式	片吸込渦巻きポンプ		片吸込渦巻きポンプ	
流量	0.24	[m ³ /min]	0.24	[m ³ /min]
揚程	7.9	[m]	31	[m]
動力	3・200V・0.75kW		3・200V・3.7kW	
口径	65×50	[mm]	65×50	[mm]

・ポンプ動力による消費雪水量

ポンプ動力による発生熱量とその消費雪水量を積算する。

・発生熱量

発生熱量は次式による。

$$q_{pm} = 860 \times W_e / p$$

ここで、 q_{pm} : ポンプの発生熱量 [kcal/h]、 W_e : 電動機出力1次 0.75 [kW]、2次 3.7 [kW]

$$p : \text{ポンプ効率 [-]: 1次: 0.8 [-], 2次: 0.8 [-], } q_1 \text{次: } p_m = 806 \text{ [kcal/h], } q_2 \text{次: } p_m = 3,978 \text{ [kcal/h]} \\ = 4,784 \text{ [kcal/h]}$$

・消費雪水量

動力による雪氷消費量は次式による。

$$\text{動力雪氷消費量} = \text{発生熱量総和} \times \text{冷房時間} \div (\text{雪氷潜熱} + \text{融解水顕熱}) \\ = 4,784 \text{ [kcal/h]} \times 774 \text{ [h]} \div 90,000 \text{ [kcal/ton]} \\ = 41 \text{ [ton]} \dots \dots$$

カ) ファンコイルユニット(FCU)

ファンコイルユニットを選定しその雪氷消費量を積算する。

・FCUの選定

FCU(天井吊型)を選定し消費電力を積算する。

表4 FCU選定表および消費電力

室名	室面積	設計負荷	台数	冷房能力	冷房量	水量	電力/個	消費電力
	m ²	Kcal/m ² hr	台	Kcal/hr	Kcal/hr	リットル/min	kW/hr	kW/hr
事務室	500	100	13	3,860	50,180	12.8	0.070	0.91
会議室	300	100	8	3,860	30,880	12.8	0.070	0.56
ホール	200	100	5	3,860	19,300	12.8	0.070	0.35
各室の面積は推定							総和 =	1.82

・雪氷消費量

電力による雪氷消費量は次式による。

$$\begin{aligned} \text{電力雪氷消費量} &= \text{消費電力} \times \text{冷房時間} \times 860[\text{Kcal/kW}] \div (\text{雪氷潜熱} + \text{融解水顕熱}) \\ &= 1.82 \times 744 \times 860 \div 90,000 \\ &= 13 [\text{ton}] \cdots \cdots \end{aligned}$$

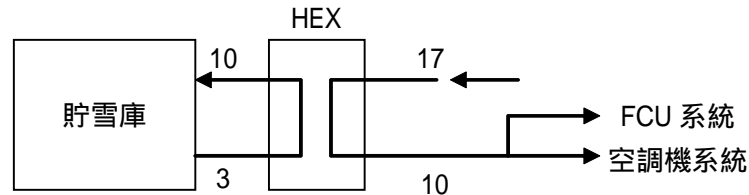
キ) 熱交換方式

熱交換方式を検討し、その仕様等を確定する。

・熱交換方法

熱交換器を介して、1次側の冷熱を2次側のFCUへ輸送する冷水循環方式を検討する。維持管理を容易にするため、2次回路方式とする。1次回路は融雪水が、2次回路は不凍液が循環する。

1次側		2次側	
貯雪庫	熱交換器 3[]	熱交換器	ファンコイルユニット、空調機コイル 10[]
熱交換器	貯雪庫 10[]	ファンコイルユニット、空調機コイル	熱交換器 17[]



・熱交換器仕様

床置きプレート型 1 [台]

ステンレス製

交換熱量	116.3 [kW]		
1次側流量	0.24 [min/m ³]	3	10
2次側流量	0.24 [min/m ³]	10	17

ク) 貯雪施設

貯雪施設の規模を積算する。

・貯雪施設規模

貯雪施設の大きさは自身の自然融解分も含む規模が必要となる。

冷房に必要な雪氷量	516 × 1.20 =	619.2	[ton]
動力で消費する雪氷量	41 × 1.20 =	49.4	[ton]
電力で消費する雪氷量	13 × 1.20 =	15.5	[ton]
貯雪施設の自然融解分			[ton]
必要貯雪量		計 684.1+	[ton]

・モデル施設

モデル施設の規模を以下のように想定する。

間口 : 11.8 [m] (内寸)
 奥行き : 19.8 [m] (内寸)
 高さ : 8.0 [m] (内寸)
 面積 : 233.6 [m²]
 容積 : 1,869 [m³]

・モデル自然融解分

モデル施設の各壁、天井、床から侵入する熱量に相当する自然融解量を表5に示す。

表5 モデル施設の自然融解量

単位:t

侵入箇所	北壁	南壁	東壁	西壁	天井	床面	月計	累計
熱貫流率	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
4月	0.5	1.0	1.3	1.3	2.9	1.7	9.1	9.1
5月	1.2	1.7	2.5	2.5	4.8	1.7	14.4	23.5
6月	1.7	2.1	3.2	3.2	5.6	1.7	17.5	41.0
7月	2.1	2.5	4.0	4.0	6.6	1.7	20.9	61.9
8月	2.3	2.7	4.3	4.3	7.2	1.7	22.5	84.4
9月	1.8	2.1	3.3	3.3	5.4	1.7	17.6	102.0
自然融解量 = 102[ton] × 1.20[S.F.]			=	122.4	[ton].....			

熱貫流率: kcal/m²h

壁・天井の断熱構造: FP板 B 類 3 種 50 mm × 3

床の断熱構造: FP板 B 類 1 種 50 mm × 2

・モデル施設収容能力

モデル施設の雪氷収納能力を確認する。なお、モデル施設の雪氷収納能力は次式による。

$$V = W \div \rho \div e$$

ここで、必要貯雪容積 : V [m³]、必要貯雪量 : W 806.5 [ton] (= + + +)

貯雪密度 : 0.5 [ton/m³]

施設充填率 : e 0.9 [-]

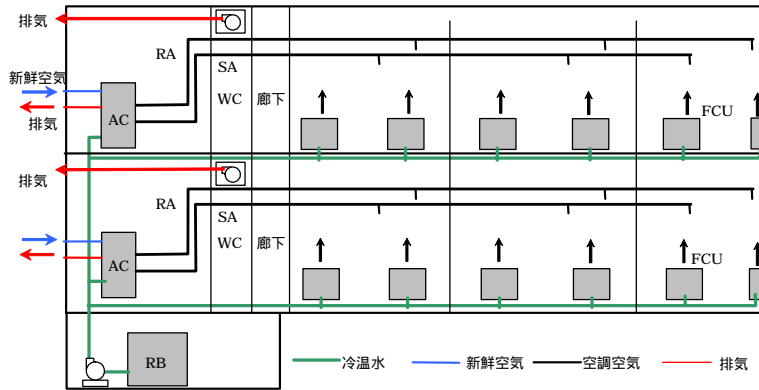
$$V = W \div \rho \div e = 1,792[m^3]$$

よって モデル施設容積(準備) > 必要貯雪容積(消費) ……OK 1,869 [m³]
 > 1,792 [m³]

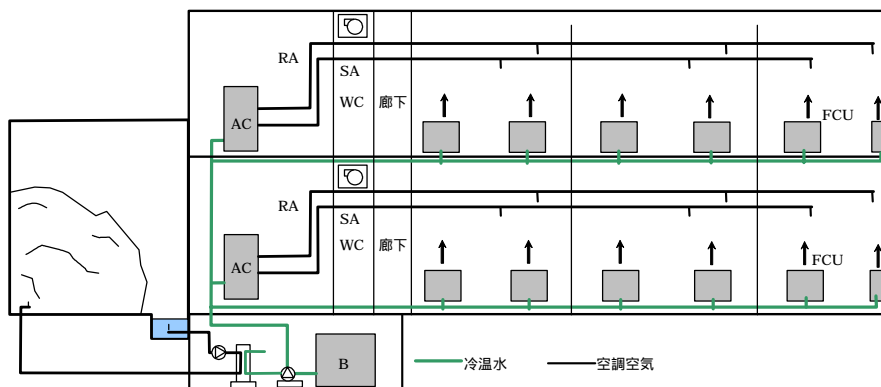
これらの条件から、雪氷庫容積は、必要冷熱量:516ton、雪氷庫容積:1,869m³

ケ) 初期投資額の増分

初期投資額は NEDO「雪氷冷熱エネルギー導入ハンドブック」における事例を参考に決定する。この場合、図 2 より、イニシャルコスト増に含めるのは、貯雪庫、循環ポンプ、熱交換



) 標準仕様



) 雪氷冷熱利用

図 2 空調方式

器、ボイラー(吸収式冷温水機分を差し引く)とする。

今回想定している倉庫は、建物併設型のため、同仕様の貯雪庫の事例を参考に初期投資額を決定する。

雪氷冷熱倉庫 : $1,869\text{m}^3 (8\text{H}) \times (27,500 \text{ 千円}/[209 \text{ m}^2 \times 12\text{mH}]) = 20,493 \text{ 千円}$

循環ポンプ : 240 L/min, 1 台; 307 千円

熱交換器 : 116 kW, 1 台; 460 千円

ボイラー : 221 kW, 1600 千円

(吸収式冷温水機:冷房能力 164kW、暖房能力 194kW 10,850 千円

冷却塔:305kW 1909 千円、冷却水ポンプ 436L/min, 133 千円)

合計初期投資増額: 9,968 千円

コ) 光熱費

雪氷冷熱利用時の光熱費は System1 (温水ボイラー) の場合と同様の光熱費に、夏期の搬送動力分を加えた数値とし、標準仕様 (System3、灯油焚き吸収式冷温水機) の場合と比較する。

表6 エネルギー消費量

	冬期		夏期		合計		1次エネルギー消費量 (GJ/年)
	灯油 (kL)	電力 (MWh)	灯油 (kL)	電力 (MWh)	灯油 (kL)	電力 (MWh)	
標準仕様	2.3	38.0	2.25	17.48	4.51	55.5	773
雪氷冷熱利用	2.2	17.6	0	22.5	2.26	40.1	484

2 集雪方法

集雪は計画敷地内からを前提とする。

集雪可能量は、計画敷地内から集雪可能な面積を確定し、少雪年の積雪深と重機集積率を乗じて積算する。この集雪可能量から、庁舎の雪冷房の対象可能面積を設定する。ただし、計画敷地内で必要雪氷量を確保することが困難な場合には、敷地周辺の降積雪を一部(目安として2割以内)利用することとなる。

$$\begin{aligned}
 \text{例 集雪可能量} &= \text{集雪可能面積} \times \text{少雪年の積雪深} \times \text{重機集雪率} \times \text{雪密度} \\
 &= 1,000[\text{m}^2] \times 1.00[\text{m}] \times 0.85[-] \times 0.5[\text{t}/\text{m}^3] \\
 &= 425[\text{t}] \\
 &\quad (\text{重機集雪率:0.85 路面:AS 舗装})
 \end{aligned}$$

集雪作業は一般的な除雪作業にあわせて行われると考え、集雪にかかる搬送動力の割り増しは行わない。

集雪は貯雪施設内に規定密度 0.5[ton/m³]を確保し、給雪する事が重要である。

- ・敷地内に集積雪を仮置きし密度を高めた後、雪氷を給雪すること。
- ・給雪作業は、ロータリー除雪車 PS150(1,000t/h)以上で叩き付けるように投雪すること。(家庭用ロータリー除雪車では圧密しない)
- ・給雪作業は、複数回に分散し圧密沈降を繰り返すこと。
- ・給雪作業完了時に簡易的に密度を測定し給雪密度を確認すること。

3 貯雪庫の仕様

貯雪庫の仕様は「雪氷冷熱エネルギー導入ガイドブック、NEDO 編」によるものとし、断熱厚さは、ポリスチレンフォーム3種(150 mm)とする。

貯雪庫の仕様は新築・改築または改修で分類される。

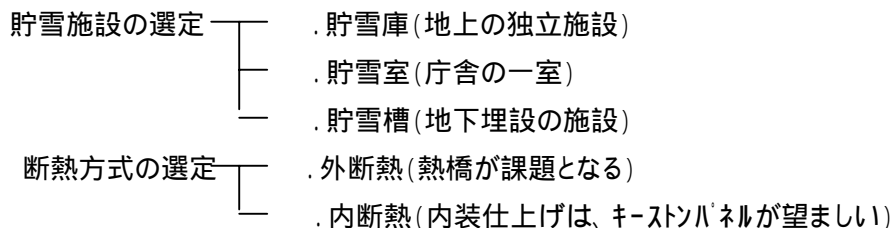


表7 貯雪施設の断熱仕様

	貯雪施設の選定	断熱方式の選定
新築・改築	貯雪庫	内断熱
	貯雪室	内断熱
	貯雪槽	内・外断熱併用
改修	貯雪庫	内断熱
	貯雪室	
	貯雪槽	内・外断熱併用

内断熱、外断熱で断熱構造の部材構成に相違が生じる。

ガイドブックNEDO編の断熱厚さはフォームポリスチレン 150 mmとなっており、これは、北海道札幌市の新築の場合を想定し、熱貫流率 $K = 0.15 [\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}]$ を確保している。

断熱材および厚さ:フォームポリスチレン B 類 3 種 ($\lambda = 0.024 \text{ kcal}/\text{m}\cdot\text{h}$)

: 150 mm (= 50+50+50)

$$\begin{aligned}
 K &= 1 / (1/ \lambda_o + 0.15/0.024 + 1/ \lambda_i) \\
 &= 1 / (1/20 + 0.15/0.024 + 1/5) \\
 &= 0.15 [\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}]
 \end{aligned}$$

貯雪氷庫床面積の算定。(NEDOでは、雪冷房対象面積の 1/3 としている)

- ・給雪作業の効率(投雪放物曲線)を考慮し、例えば貯雪庫の有効高さを 8.0mとする。同じく、開口部は H5.0×W4.0 とする。なお、景観上施設を低くしなければならない場合には、2.0mを半地下とする。また、貯雪室および貯雪槽は、主たる建物に適合させる。
- ・貯雪氷庫の給雪作業において、空隙が 15%発生するものとし、雪氷充填率を容積の 85%とする。
- ・貯雪庫の規模は、冷房負荷に相当する雪氷量と冷熱循環回路の動力に相当する雪氷量と貯雪庫本体の自然融解分の雪氷量が収納可能な容積を確保する。
- ・この容積を有効高さ除した数値が貯雪氷庫の床面積となる。

例 $A = (B + C + D) \div \rho \div h \div e$

ここに、A:貯雪施設の床面積[m²]

B:冷房負荷相当雪氷量[t]

C:冷熱循環回路の動力相当雪氷量[t]

D:貯雪庫本体の自然融解分の雪氷量[t]

ρ :雪密度[t/m³]

h:貯雪庫の有効高さ[m]

e:充填率[-]

$$A = 425[t] \div 0.5[t/m^3] \div 8.0[m] \div 0.85[-]$$

$$= 125[m^2] \text{ (内寸法) } (= W10.0m \times L12.5m)$$

貯雪氷庫の別棟化・一体型の検討。(コスト算定に關係)

表3に示すとおり、新築・改築または改修によって、別棟か一体型に分かれる。

・新築の場合には、貯雪室の三方の壁を施設全体と共有するため、一体型の方が建設コストを抑えることができる。また、冷熱輸送回路も短くなり経済的である。

・改修の場合には、庁舎内に貯雪スペースを設けること、問題がありすぎるためコストに關係なく全て別棟となる。

4 空調方式

庁舎を対象とする場合、空調方式は「雪氷冷熱エネルギー-導入ガイドブック NEDO 編」のオフィス事例と同様と考え、「融解水熱交換冷水循環方式」と「直接熱交換冷風循環方式」の併用と考える。ただし、貯雪槽となる場合には冷水循環方式が最適となる。

5 初期費用の考え方

貯雪氷庫建築工事

「雪氷冷熱エネルギー-導入ガイドブック NEDO 編」の事例より、雪氷貯蔵量から規模で按分して決める。

貯雪量は貯雪施設の容積と比例し、適正に工事費を反映する。貯雪槽は地下埋設となり、貯雪室との按分値を比較すると約3倍となる。広い敷地があるならば、貯雪室、貯雪庫の方が貯雪槽より初期投資額を抑えることができる。

表8 建築工事費と貯雪量の按分値

施設名称	貯雪施設 形態	建築工事費	貯雪量	按分値	備考
		千円	t o n	千円 / ton	
米倉庫	貯雪室	40,200	762	53	NEDOガイドブック
馬鈴薯倉庫	貯雪室	28,601	1,101	26	同上
ショッピングセンター	貯雪室	789,900	21,046	38	同上
病院	貯雪槽	27,800	261	107	同上
オフィスビル	貯雪槽	111,000	1,089	102	同上
集合住宅	貯雪槽	47,100	382	123	同上
公共ホール	貯雪槽	203,000	1,896	107	同上
賃貸マンション	貯雪庫	19,120	100	191	利雪技術協会資料
農業倉庫	貯雪庫	70,615	1,160	61	同上
老人福祉施設	貯雪庫	9,317	121	77	同上

設備追加工事分については別途積算する。

6 雪氷貯蔵量の算出基準

(ア)年間冷房負荷に対する安全率をどの程度見込むか。

以下の試算より安全率を20%程度見込む。

・冷房供給の終了時に、貯雪施設内に雪氷残存量として15%を残す。

これにより冷房期間の終了間際でも、所定の熱交換のための雪塊表面積が確保され、冷熱供給が可能となる。

事例 貯雪施設規模 L20.0m × W10.0m × H8.0m V=1,600m³(100%)

雪塊初期 L18.9m × W10.0m × H7.2m V=1,360m³(85%)

$$A=261\text{m}^2(100\%) = 18.9 \times 10.0 + 10.0 \times 7.2$$

冷房終了時 L16.0m × W7.0m × H2.1m V=240m³(15%)

$$A=208.6\text{m}^2(80\%) = 16.0 \times 7.0 + 46.0 \times 2.1$$

猛暑に対する余裕として、5%の余裕量を見込む。

平年気温より2 高い猛暑を想定し冷房負荷率の増大を試算すると、平均負荷率が5%も増大し、冷熱輸送動力の稼働時間が長くなる。

表9 時刻別負荷率(札幌)

時刻	設計外気温度	時刻別負荷率
	(DB)	(%)
10	27.4	29.8
12	30.2	89.4
14	30.7	100.0
16	29.8	80.9
平均	29.5	74.5

表 10 猛暑の影響による月別冷房負荷率

月	月別最高気温	月別冷房	猛暑の影響	月別冷房
	の平均 (DB)	負荷率 (%)	2 上昇	負荷率 (%)
6	21.2	53.5	23.2	58.6
7	24.8	62.6	26.8	67.7
8	26.1	65.9	28.1	71.0
9	21.8	55.1	23.8	60.1
平均		59.3%		64.3%

(イ)冷熱源のバックアップを持つ必要性はあるか。

過去の実績から適正な熱負荷計が実施され、必要密度・容積を確保すると、問題なくシステムが稼働する。
したがって、冷凍機等のバックアップは不要。

(ウ)雪氷の顕熱の見込み方、ピーク負荷への対応(冷風循環時の対流熱伝達面積の考え方など)も含めた貯雪量の算定方法はあるか。

6(ア)と同じである。

熱交換方式 冷風循環方式には、横断流・縦穴・風洞・スリット方式が有りそれぞれに必要な雪氷面積を確保することが可能。

(イ)庁舎全体の冷房を雪氷冷熱 100%で対応することの可能性はあるか。

広い敷地があり所定の冷熱源を確保することが可能なら、庁舎全体を雪冷房することは可能。

7 雪氷冷熱を導入する上での留意事項

- 1) 雪氷冷熱の熱源である集雪には、それなりの人工が必要となるが、通常行われている除雪作業と連動し、余計な経費がかからない様、工夫をする必要がある。
- 2) 集雪の作業性、集雪された雪の質によるところが大きいので、一概に地域で区切る事はできないが、雪氷冷熱を行う立地条件として、積雪量が 30cm 以下の地域では不可能、50cm 以下の地域では困難となる。
- 3) 貯雪倉庫は建物と一体型として、断熱性能を高め、搬送時の熱ロスを低減することが重要であるが、補助金などの交付を受ける際にはコストの区分が困難なため、別棟として建設される場合が多い。補助金の交付を受ける際は、計画当初より、担当者間で十分なコミュニケーションをとる事で、本来の貯雪倉庫の性能が出るように設置する工夫が必要となる。一体型の場合は、コストも 1/3 程度に収まる。
- 4) 貯雪倉庫の形状は必要容積量からだけ安易に決定するのではなく、集雪時の投雪の簡便さを十分に勘案して出来るだけ高さを確保し、奥行き短い箱とする工夫が必要である。ロータリー除雪車での作業には一般的には 8m 以上の高さが望ましいとされる。
- 5) 貯雪倉庫の断熱方法として、高断熱仕様時に外断熱を採用する場合があるが、外断熱の施工は一般的に内断熱の施工よりも難しく、本来あってはならない熱橋が竣工後に散見される場合が多い。

<参考文献等>

- ・ 利雪工学持論 - 雪利用の基礎と実践 - 媚山政良
- ・ 雪氷冷熱エネルギー導入ガイドブック 新エネルギー・産業技術総合開発機構
- ・ COOL ENERGY3 雪氷熱エネルギー活用事例集3 北海道経済産業局
- ・ 利雪技術最前線2004 美唄自然エネルギー研究会
- ・ 雪氷冷熱エネルギー - 北海道に豊富に存在する雪・氷の活用を目指して - 北海道開発局(DVD)

新エネルギー関係補助一覧

事業名	事業内容	対象者	対象エネルギー											
			太陽光発電	風力発電	太陽熱利用	温度差エネルギー	天然ガスコジェネ	燃料電池	廃棄物	ハイマス	雪氷熱利用	クリーンエネルギー-自動車	水力発電	地熱発電
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)														
新エネルギー対策導入指導事業	導入指導・ガイドブック作成	地方公共団体・NPO												
地域新エネルギービジョン策定等事業	新エネルギービジョン策定調査等	地方公共団体・企業・NPO												
地域新エネルギー導入促進事業	施設整備、普及啓発	地方公共団体・NPO												
新エネルギー・省エネルギー・非営利活動促進事業	施設整備、普及啓発	NPO												
中小水力発電開発費補助金補助事業	施設整備、技術導入	地方公共団体・企業・NPO・個人												
地熱発電開発費補助金補助事業	施設整備	地方公共団体・企業・NPO・個人												
太陽光発電新技術等フィールドテスト事業	共同研究	地方公共団体・企業・NPO												
太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業	共同研究	地方公共団体・企業・NPO												

用語の解説

あ行

アメニティ P-9

環境などの快適さ。特に都市計画で、建物・風景などの快適性をいう。

イニシャルコスト P-8

建築物などを建てる時にかかる初期費用のことで、建築工事費や設備、外構、設計・監理など、始めから完成までにかかる費用のこと。

一次エネルギー消費量 P-33

建物で消費するエネルギーを石油や石炭などの化石燃料レベルに換算した値。

硫黄酸化物 P-9

石油や石炭などの化石燃料を燃焼するときに排出される硫黄の酸化物の総称。

一酸化硫黄(SO)、三酸化二硫黄(S₂O₃)、二酸化硫黄(SO₂)、三酸化硫黄(SO₃)、七酸化二硫黄(S₂O₇)、四酸化硫黄(SO₄)などがある。ソックス・SO_xともいう。

インバータ P-11

直流電力から交流電力を電氣的に生成する(逆変換する)電源回路、またはその回路を持つ電力変換装置のこと。逆変換回路、逆変換装置などとも呼ばれる。

エコマテリアル P-

Environmental Conscious Materials(環境を意識した材料)から生まれた造語。

「優れた特性・機能を持ちながら、より少ない環境負荷で製造・使用・リサイクルまたは廃棄でき、しかも人に優しい材料(および材料技術)」と定義できる。

「エコマテリアル」という概念は日本国内の材料研究者の議論の中で誕生し、世界的に認知されるようになった。Ecological Materials という意味で使用されることもある。

エネルギー変換効率 P-5

石油や石炭などの1次エネルギーから、私たちが利用可能な電気などの2次エネルギーへ変換するときの効率をいう。

エンタルピー P-参考資料編 2 0

物体の持っている総エネルギー量。内部エネルギーと、圧力と体積の積からなるエネルギーの和。

オゾン破壊係数 P-12

大気中に放出された単位重量の物質がオゾン層に与える破壊効果を、CFC-11(トリクロロフルオロメタン:CFC₁₁)を0.1とした場合の相対値。

オゾン層破壊物質 P-4

成層圏にあり有害な紫外線を吸収するオゾン層を分解し破壊する物質で、フロンやハロゲン化物などがある。

温室効果ガス P-4

地球から宇宙に放出される熱を吸収する温暖化に影響を与えるガスで、炭酸ガス、メタン、フロンなどがある。二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン(HFC)、パーフルオロカーボン(PFC)、六フッ化硫黄(SF₆)

か行

拡張アメダスデータ P-参考資料編 7

観測地点数は「アメダス」と同じで、気象官署のデータと同程度の信頼性を目指して開発された気象データ。

全国842地点の20年間8要素(外気温, 絶対湿度, 水平面全天日射量, 大気放射量, 風向, 風速, 降水量, 日照時間)の特別気象データと標準年気象データが収録されている。

もともと、建築環境計画や空調設備計画での使用を想定して開発された気象データ。

型枠転用回数 P-14

長時間一定の現場で使用する型枠において、異なった場所で使用する回数。

環境改善提案書 P-73

環境性能診断の結果から、環境負荷低減するための手法をまとめたもの。

環境性能診断 P-73

本指針に基づき、建築物に対する現況調査(建築・設備の概要、エネルギー消費量の分析など)を行い、環境負荷低減の可能性を施設ごとに評価する。

環境マネジメントシステム P-72

活動工程・製品・サービスの環境に対する、直接的・間接的影響を改善するために定められた仕組み、体制。

感度解析 P-参考資料編 3 2

複数の変数を持つ指標値において、一つの変数の変動による指標値の変動を計算や解析により分析すること。断熱厚みを5cmずつ増やしたことによる、空調エネルギー消費量の変動を分析する場合などに用いる。

京都議定書 P-8

「気候変動枠組条約」に基づき、1997年に京都市の国立京都国際会館で開かれた地球温暖化防止京都会議(第3回気候変動枠組条約締約国会議、COP3)での議決した議定書。

正式名称は、気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書(英 Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)。

局所空調 P-10

厨房など部屋全体を冷暖房することが困難な箇所に対し、人が作業するところ(局所)に冷風などを吹き出す空調をいう。

局所排気 P-6

部屋全体を換気するのではなく、燃焼装置などがあるところなど、部分的に排気する。

空調熱源 P-11

冷房や暖房をするためのボイラーや冷凍機などを指す。

空調負荷 P-10

冷暖房負荷全体を総じてこう表す。

クールヒートトレンチ P-11

外気に比べて夏涼しく、冬暖かい地中熱を利用するためのスペース(溝など)。

- 躯体 P-
建築物の構造体のこと。構造躯体と表現することもある。いわゆるスケルトン・インフィルのスケルトンにあたる部分のことで、建築物の骨組みにあたるもっとも重要な部分のこと。
- グリーン調達 P-14
グリーン調達とは、商品やサービスを購入する際に必要性をよく考え、価値や品質だけでなく、環境への負荷ができるだけ小さいものを優先的に購入すること。
- 群管理 P-11
いくつかの設備機器を1箇所で集約して監視制御すること。
- 建設副産物 P-
建設工事に伴い副次的に得られる物品の総称。「資源有効利用促進法」により規定される再生資源と、「廃棄物処理法」により規定される廃棄物の2つの概念が含まれる。
- 建築設備 P-
建築に設置される様々な設備。
建築基準法第2条では、「建築物に設ける電気、ガス、給水、換気、暖房、冷房、消火、排煙もしくは汚物処理の設備または煙突、昇降機もしくは避雷針をいう。」と定義している。
- 県有施設の木造、木質化の推進に関する指針 P-14
人と環境にやさしい木材の優れた特性を生かし、県民の健康増進と快適な生活環境の創出を図るため、多くの県民が身近に接する県有施設の整備において、施設の木造化及び内外装の木質化の実施にあたっての基本方針や重点対策施設等を定めた指針。
- 高効率照明器具 P-
一般蛍光灯に比べ20%以上発光効率が高いHf蛍光灯、白熱灯に比べ数倍の発光効率を持ったコンパクト蛍光灯などをいう。
Hf蛍光灯：高周波点灯専用蛍光ランプを用い、電子式安定器により高効率化を図った蛍光灯。
- 高周波点灯型安定器 P-11
高周波点灯専用蛍光ランプ(Hf蛍光ランプ)を点灯させるための電子式安定器。
- 構造体 P-13
物体の自重や外力などの荷重に抵抗できるように、各種部材を組み合わせた物体。
- 高炉セメント P-14
原料に30%を超える分量の高炉スラグを使用している高炉セメントのこと。
- コージェネレーション P-
電力エネルギー(または機械エネルギー)のほか、熱エネルギーを同時に取り出すシステム。発電機などで発電するときに発生する排熱を、給湯や冷暖房、工場の熱源などに有効利用するシステムのこと。
- 枯渇 P-14
物が尽きてなくなること。
- コンポスト化 P-13
生ごみなどの有機性廃棄物を発酵させてつくった堆肥、またはその堆肥化手法のこと。

さ行

初期照度補正 P-12

照明器具や蛍光管は、初期の汚損のないうちは定格以上の明るさとなるためそれを補正すること。

循環型社会 P-18

製品等が廃棄物となることが抑制され、並びに製品等が循環資源となった場合においてはこれについて適正に循環的な利用が行われることが促進され、及び循環的な利用が行われない循環資源については適正な処分が確保され、もって天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会をいう。

スクラップ&ビルド P-71

非能率的な設備等を廃棄し、新しい能率的なものに更新すること。

雪氷冷熱 P-

雪氷を夏期の冷房用の冷熱源とするなどの仕組みをいう。

潜熱蓄熱 P-11

温度変化を伴わず物質の相を変化させた時の熱量を利用して蓄熱することをいう。

送風機動力 P-10

送風機で使用される動力エネルギー。

た行

大規模改修工事 P-25

建物の建て替えを行わず、棟全体を対象とした大規模な改修により施設整備を行う工事。

対処修繕 P-71

不具合が起きてから修繕すること。

代替型枠 P-14

CO₂削減及び熱帯雨林保護の観点から、プラスチック製など南洋材の代替となる型枠をいう。

ダクト P-10

建築あるいは自動車などの用途で「風を流す」ことを目的にするもの。

脱硝装置 P-9

排気ガスに含まれる窒素酸化物を窒素ガスと水に分解する装置を指す。

脱硫装置 P-9

排気ガスに含まれる硫黄酸化物を化学反応等を用いて、硫黄分を回収する装置を指す。

建具 P-

部屋の仕切りや外部との仕切りに用いる、開け閉めすることの出来る可動性の襖・窓・戸・等の総称。

断熱材兼用型枠 P-14

断熱材を兼ねることによってコンクリート壁成形と共に型枠(=断熱材)を壁面に残すことができる工法に利用する型枠。

地球温暖化対策 P-2

温室効果ガスの排出の抑制や温室効果ガスの吸収作用の保全及び強化など、地球温暖化の防止を図るための施策をいう。

窒素酸化物 P-9

窒素酸化物(ちっそさんかぶつ、nitrogen oxide) は窒素の酸化物の総称。

一酸化窒素 (NO)、二酸化窒素 (NO₂)、亜酸化窒素(一酸化二窒素)(N₂O)、三酸化二窒素(N₂O₃)、四酸化二窒素 (N₂O₄)、五酸化二窒素 (N₂O₅) など。化学式の NO_x から「ノックス」ともいう。

昼光 P-6

太陽の直射光と天空光が混ざった光。

定性的評価 P-

対象の質的な側面に注目し評価すること。

定量的評価 P-

対象の量的な側面に注目し評価すること。

透水性舗装 P-9

道路や歩道を間隙の多い素材で舗装して、舗装面上に降った雨水を地中に浸透させる舗装方法をいう。地下水の涵養や集中豪雨等による都市型洪水を防止する効果があるため、主に、都市部の歩道に利用されることが多い。

都市気候 P-

ヒートアイランドなど都市固有の気候現象。

な行

日射遮蔽 P-

日射による建築物に対する作用をさえぎること。

熱取得 P-10

太陽エネルギー等を室内に取り込むこと。

熱損失 P-10

建物全体で一定の時間に熱がどれだけ失われるかを示した指標。具体的には、壁・床・屋根などを伝って熱が逃げていく熱貫流によるロスと、換気や漏気(すき間風)などによるロスを合計して、延べ床面積で割って計算する。

熱帯材型枠 P-

熱帯雨林等の南洋材を使用した型枠。

熱負荷 P-

冷房負荷、暖房負荷、空調機負荷、熱源負荷等の負荷の総称。

熱負荷特性 P-11

室内を冷暖房するために必要な熱量を時間別、月別、用途別などで表したもの。

は行

パーティクルボード P-14

木材の小片を接着剤と混合し熱圧成型した木質ボードの一種。原料としては主に解体廃材等が用いられる。

下地材として使われるほか表面に化粧板を貼られ家具等に加工される。

- バイオマス P-
生物資源(bio)の量(mass)を表す概念で、再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの。
- 配管 P-10
ガスや水道などの管を敷設すること。または敷設された管。
- ハイサイドライト P-11
目線よりも高い位置に設置された窓のこと。
シーリングライトとうまく組み合わせることで効果的な採光が得られる。
- ばいじん P-14
ばい煙のひとつで、すすや燃えかすの固体粒子状物質のことをいう。
大気汚染防止法第2条第1項第2号では、「燃料その他の物の燃焼又は熱源としての電気の使用に伴い発生する」と定義している。
- パッシブソーラー P-参考資料編5
ポンプや送風機のような機械力を使わずに、太陽熱による自然対流を利用するなど、太陽エネルギーを受動的に利用すること。
それに対しアクティブソーラーとは、太陽光発電や太陽熱温水器のように、装置を使って積極的に太陽エネルギーを取り入れることをいう。
- 搬送エネルギー P-
水や空気を搬送するために必要なエネルギー。
- 搬送抵抗 P-11
水や空気を搬送する際に発生する配管内の圧力損失。
- ヒートアイランド現象 P-9
都市部において、高密度にエネルギーが消費され、また、地面の大部分がコンクリートやアスファルトで覆われているために水分の蒸発による気温の低下が妨げられて、郊外部よりも気温が高くなっている現象をいう。
等温線を描くと、都市中心部を中心にして島のように見えるためにヒートアイランドという名称が付けられている。
- ヒートポンプ P-11
低温の熱源から熱を汲み上げて高温の熱源にする仕組み。
水や空気などの低温の物体から熱を吸収し送り出す装置のこと。
- 非構造部材 P-
内装や照明器具などの設備機器を含む構造物以外のもの。
- 庇 P-
ポーチ、窓、バルコニー、テラスなどの上部に建物の壁面から突き出す形で設けられた片流れの屋根状の覆い。日除け、雨覆いの役目を果たす。
- 複合合板型枠 P-14
所定の形にコンクリートを打ち込むために用いる枠で、針葉樹のもつ欠点を解消するために表面材に熱帯材を使用し、芯材に針葉樹を使用したもの。

副産物 P-

ある製品を生産する過程で、それに付随して得られる他の産物。

ふくしまエコオフィス実践計画 P-6

地球温暖化対策の推進に関する法律および福島県環境基本計画、福島県地球温暖化対策推進計画に基づく、環境保全に向けた取組み及び温室効果ガスの排出量削減のための具体的な行動計画。県の全ての事務、事業が対象となっている。

福島県公共事業等景観形成指針 P-6

福島県景観条例に基づき定められたもので、公共事業が景観形成の先導的な役割を果たしていくための指針。

複層ガラス P-10

ひとつのサッシに2枚以上の板ガラスを組み込み、間に乾燥した空気等を密閉したもののこと。

フレキシビリティ P-13

柔軟性、融通性。

ペレットボイラー P-10

木材の粉を押し固めて成型される燃料(木質ペレット)を使ったボイラーで暖房等に使用する。

この燃料は、カーボンニュートラルと言って、二酸化炭素を取り込んだ植物が燃料であるため、燃焼時に二酸化炭素が発生しても、ライフサイクルから見ると二酸化炭素の発生がない。

保全台帳データベース P-71

県有施設ごとに建築、設備の仕様をまとめデータベース化したもの。

ホルムアルデヒド P-14

有機化合物のうち、最も簡単なアルデヒドのひとつ。構造式は CH_2O 。

酸化メチレンとも呼ばれ、IUPAC命名法ではメタナール (methanal) と表される。

ま行

マクロ解析 P-23

事象全体にかかわる数量の分析・統合によりその全体の動きに法則性を見いだそうとする理論。巨視的分析。

水循環 P-

地球上の水が、太陽エネルギーを元とし、気圏・岩石圏・水圏・生物圏の間を状態を変えながら絶えず移動・循環していること。

民生部門 P-25

エネルギーの分野では産業、民生、運輸の三つの部門の一つとして位置づけられており、民生部門には家庭部門と事務所ビルやサービス業などの業務部門が含まれる。

躯体蓄熱 P-11

建物躯体を蓄熱体として利用すること。従来の蓄熱式空調システム(水・氷など)と組み合わせることで様々なメリットが生じるシステム。

モジュール材料 P-

設計上の基準となる基本寸法、基準単位で作られた材料のこと。

これまで日本で使用されてきた尺や間もモジュールの一つであり、畳等はモジュール材料になる。

モニタリング P-3

監視・追跡のために行う観測や調査のこと。継続監視とも言われる。

や行

床型枠用鋼製デッキプレート P-14

床スラブ用の生コンクリートを打設する際に、型枠として使用される鋼製デッキプレート。

通称は「フラットデッキ」と呼ばれ、長スパンの場合を除き、下階からフラットデッキをパイプサポートなどで支える必要がないことから、作業性、経済性の面で利点があり、鉄骨(S)造建物だけでなく、鉄筋コンクリート(RC)造、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造でも広く使用されるようになった。

ユニバーサルデザイン P-74

ユニバーサル = 普遍的な、全体の、という意味。「すべての人のためのデザイン」を意味し、年齢や障害の有無などにかかわらず、最初からできるだけ多くの人が利用可能であるようにデザインすることをいう。

予防保全 P-71

定期点検で的確な保全措置を行うことにより、故障等の発生を未然に防止すること。

ら行

ライトシェルフ P-11

ライトシェルフ(中ひさし)とは、自然光を反射させ室内の天井面を照らし、更に反射させることにより自然光をより室内の奥側まで導入させること。

ライフサイクル P-

建物において、企画、設計、建設、運用、解体までの生涯を指す。

ランニングコスト P-8

建物や設備機器においては、システムなどを維持管理していくのに必要なコストのこと。

建物を建設したり、設備機器を取り付けるときにかかる費用をイニシャルコストというのに対し、建てた(設置した)後にかかる費用を総じてランニングコストという。具体的には、水道代や電気代、冷暖房にかかる費用のほか、メンテナンスや修繕にかかる費用などを含める。

リサイクル P-

再資源化。いったん使用された製品や製品の製造に伴い発生した副産物を回収し、原材料としての利用(マテリアルリサイクル)、または焼却熱のエネルギーとしての利用(サーマルリサイクル)をすること。

リデュース P-

廃棄物をリユース、リサイクルする前に、発生自体を抑制する手法。

廃棄物の発生抑制。省資源化や長寿命化といった取組みを通じて、製品の製造、流通、使用などに係る資源利用効率を高め、廃棄物とならざるを得ない形での資源の利用を極力少なくする。

リバースリターン方式 P-参考資料編 2 6

分配管の流量分布を均一化する配管方法。

往管か還管の一方を、一度逆方向に流してから、元に戻ってくる配管方式。

リユース P-

再使用。いったん使用された製品を回収し、必要に応じて適切な処置をしつつ、製品として再使用を図ること。または、再使用可能な部品の利用を図ること。

緑化率 P-

敷地の面積にどれだけ植栽されているかの割合であり(緑化率(%) = 緑地面積(m²) ÷ 敷地面積(m²) × 100)で計算される。

冷媒 P-12

冷凍機・冷房機内を循環して、圧縮による液化・放熱、気化・吸熱を繰り返し、冷却する媒体として用いられる物質。

空調機器等では、一般的にアンモニアやフロンなどを用いる。

冷房負荷 P-

冷房装置が取り除くべき熱量を指す。

大きく分けると太陽からの日射によって入ってくる熱、室内より室外の温度が高いので、壁や屋根を伝わって入る熱、照明や人体からのように室内で発生する熱、取り入れる新鮮空気を冷やすための熱量の四つがある。

劣化診断 P-73

建物の傷みや劣化(経年と使用によって新築時に有していた性能が低下すること)が生じ、その度合いを判定、原因を推定することを指す。

また、人々のライフスタイルや嗜好の変化、高齢者などを対象としたユニバーサル仕様などといった社会ニーズへの適応など、既存の建物の「社会的陳腐化」の度合いについての判断も診断内容に含まれる場合がある。

略語等

3 R P-

「ごみを出さない」「一度使って不要になった製品や部品を再び使う」「出たごみはリサイクルする」という廃棄物処理やリサイクルの優先順位のこと。

「リデュース(Reduce = ごみの発生抑制)」「リユース(Reuse = 再使用)」「リサイクル(Recycle = 再資源化)」の頭文字を取ってこう呼ばれる。

C A S B E E P-7

建築物総合環境性能評価システム(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)の略称。

建築物を環境性能で評価し格付けする手法である。省エネや省資源・リサイクル性能といった環境負荷削減の側面はもとより、室内の快適性や景観への配慮といった環境品質・性能の向上といった側面も含めた、建築物の環境性能を総合的に評価するシステムである。

C A V P-参考資料編 2 9

定風量(Constant Air Volume)

吹き出し風量を一定とし、温度を変えることで冷暖房能力を調整する。

C E C P-参考資料編 1 8

エネルギーの消費効率を表す。

1年間に必要な負荷量を仮想(分母)し、それに対し消費した1次エネルギー(分子)の比。

C O₂ 排出量原単位 P-23

二酸化炭素排出量を建物の床面積や製造した製品数などで除した、単位当たりの二酸化炭素排出量をいう。

E A、O A、R A、S A、V D、M D P-参考資料編 3 0

・EA:排気(Exhaust Air)

・OA:外気(Outside Air)

・RA:還気(Return Air)

・SA:吸気(Supply Air)

・VD:ボリュームダンパー(ダクト内の空気の流れる量を調整するダンパー)

・MD:モーターダンパー(モーターの駆動により閉鎖するダンパー)

E S C O 事業 P-参考資料編 1

E S C O (Energy Service Company) 事業とは、施設内における省エネルギーに関する技術提案、改修指導、効果の検証、保守管理のサービスを包括的に提供し、それまでの環境を損なうことなく省エネルギーを実現する事業。

I P C C P-12

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル)の略称。

人為的な気候変動のリスクに関する最新の科学的・技術的・社会経済的な知見をとりまとめて評価し、各国政府にアドバイスとカウンスルを提供することを目的とした政府間機構。

I S O 1 4 0 0 1 P-72

「国際標準化機構 (ISO)」が定めるISO14000s(シリーズ)『環境マネジメントシステム規格』のうちの中核となるISO14001は、環境マネジメントシステム(EMS)をどのように構築すればよいかを定めた仕様書。

L P-7

C A S B E Eでの定義で、建築物の外部環境負荷を表す指標。その中では、「仮想閉空間を越えてその外部(公的環境)に達する環境影響の負の側面」を評価するのに用いる。

L C A (ライフサイクルアセスメント) P-参考資料編 3

製品が環境に与える影響を科学的・定量的に分析し、かつ客観的に評価する手法のことである。評価対象範囲は資源採取から製造 流通 使用 リサイクル/廃棄までの製品のライフサイクル全体を含んでいる。

L C C (ライフサイクルコスト) P-

企画・設計から、解体・撤去されるまでの総費用。

建築・設備のライフサイクルは、企画・設計、初期建設、運用(光熱水、保守管理、修繕)、改修、廃棄されるまでの期間であり、この期間中にかかる全ての費用をいう。

L C C O₂ (ライフサイクル二酸化炭素) P-

建築・設備のライフサイクルにおける二酸化炭素の排出量。

生涯二酸化炭素放出量とも言い、地球環境に及ぼす影響を定量的に評価する手法の一つに用いられる指標である。

建築・設備のライフサイクルは、企画・設計、初期建設、運用(光熱水、保守管理、修繕)、改修、廃棄されるまでの期間であり、この期間中に、各種の資材やエネルギーを消費することによって排出される温室効果ガスを二酸化炭素に置き換えたもの。

N E D O P-10

独立法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構、日本の産業技術とエネルギー・環境技術の研究開発とその普及を推進する、中核的实施機関。

P D C A サイクル P-71

実行策を実行(Do)する。

実行した結果を評価(Check)する。

評価に基づき、実行策を改善(Action)する。

改善結果に基づき、実効策を立案(Plan)する。 に戻る

Q P-7

CASBEEの定義で、建築物の環境品質・性能を表す指標。

その中では、「仮想閉空間内における建物ユーザーの生活アメニティの向上」を評価するのに用いる。

V A V P-11

変風量(Variable Air Volume)

吹き出し温度は一定とし、風量を変えることによって冷暖房機能を調整する。

V O C P-14

揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds)

常温常圧で空気中に容易に揮発する物質の総称で、主に人工合成されたものを指す。

ホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなど。

太陽の紫外線によりNO_xと反応し大気中で光化学ダイオキシンを生成して光化学汚染源となる。

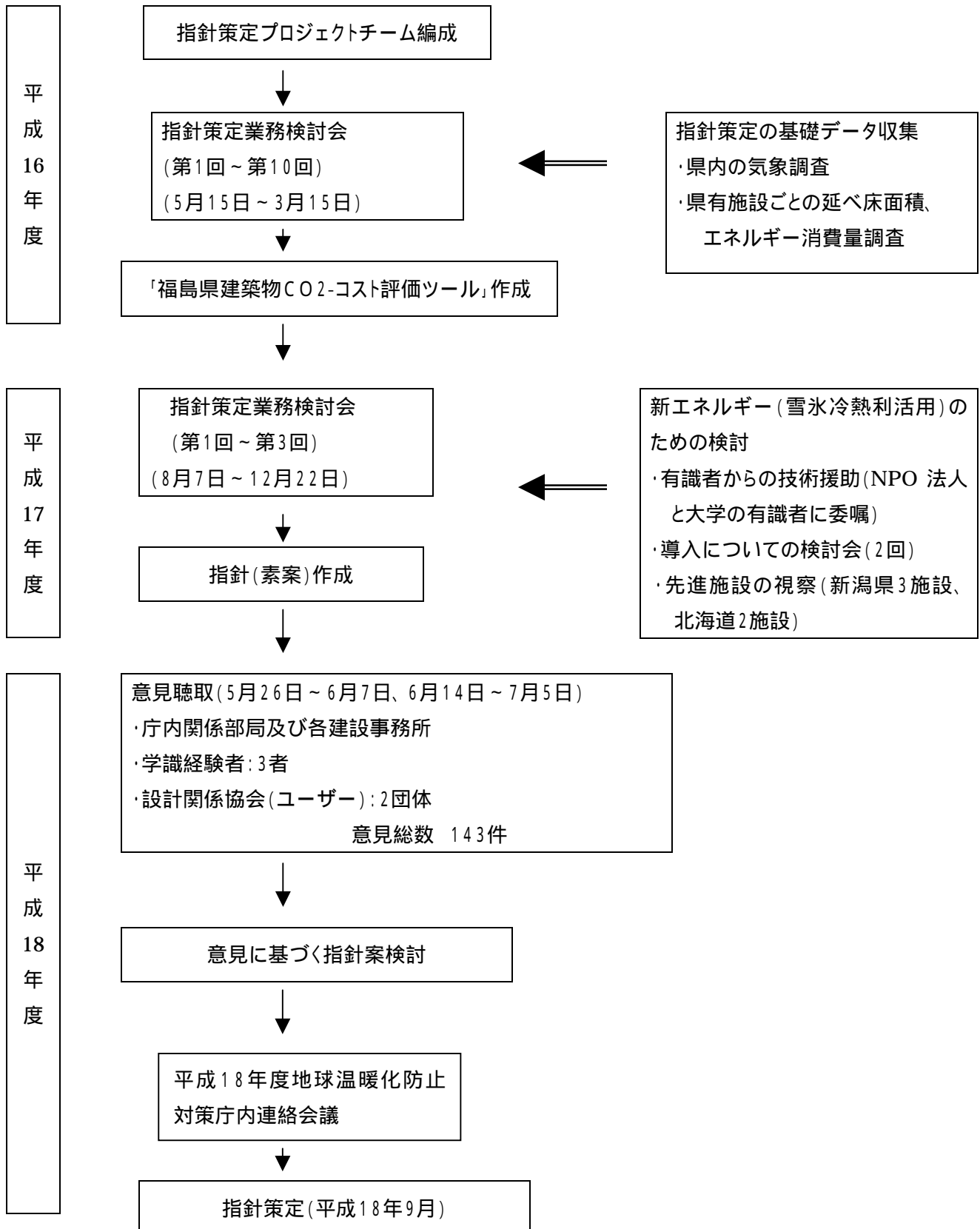
V W V P-参考資料編 2 9

変水量(Variable Water Volume)

空調配管系を流れる水量を末端の空調機などにかかる負荷に応じて変化させる。

指針策定の経緯

県有施設環境対策事業における「福島県環境共生建築計画・設計指針」の策定



県有施設環境対策事業 プロジェクトチーム メンバー

平成16年度

平成17年度

総括 営繕設備グループ参事 尾形 敬英
副総括 営繕設備グループ副主幹 本田 信栄

総括 営繕設備グループ参事 尾形 敬英
副総括 営繕設備グループ主幹 本田 信栄

事業実施担当

営繕グループ 星 裕之
田母神秀顕
本名 仁
大和田光将

事業調整担当

営繕グループ 星 裕之
営繕設備グループ 大内 厚
猪狩 哲彦

営繕設備グループ 橋本 秀男
野崎 伸吾
山岸 正尚

指針策定業務担当

営繕グループ 田母神秀顕
鳴原 国城
大和田光将
須藤 祐樹

調査業務実施担当

営繕グループ 鳴原 国城
助川 孝幸
須藤 祐樹
佐藤 利恵

営繕設備グループ 海川 正美
高橋 浩幸
山岸 正尚

営繕設備グループ 阿部 英雄
山岸 正尚
今泉 和宏

県北流域下水道建設事務所 田中 剛

指針策定アドバイザー

国立大学法人 室蘭工業大学
助教授 媚山 政良
NPO法人 利雪技術協会
理事長 川本 周朗

委託業務受託者

社団法人 公共建築協会

時田 繁
戸井田孝雄
伊香賀俊治
林 立也

委託業務受託者

社団法人 公共建築協会

時田 繁
浅羽 博巳
戸井田孝雄
山村 真司
林 立也