

建築物維持管理の 脱炭素化を支援する エコチューニング技術

全人類が目指す脱炭素社会実現のために!!



2022年度グリーンストック作戦の報告会

エコチューニング推進センター
公益社団法人全国ビルメンテナンス協会内

本日、ご説明させていただく内容

1. フロローク…地球温暖化の実情

2. GX基本方針の概要と環境配慮契約法

3. エコチューニングの説明

①エコチューニングとは、何をすることなのか

②エコチューニングの実践事例

③エコチューニング業務プロセスと契約方法

4. エコチューニングによる既存建築物のZEB化

ニューヨーク セントラルパークに残る氷河の痕跡

20,000年前は、ニューヨークも、
厚さ2,000mの氷の下にあった!!

直近の氷期にあたる2万年前のニューヨーク市は、2,000メートルに達する厚い氷の下にあった。カナダ全土を覆った氷床が南に足を伸ばしてマンハッタンまで届いていた。2万年前、寒冷のために氷床が大きく成長した。



氷河が残したセントラルパークの迷子石

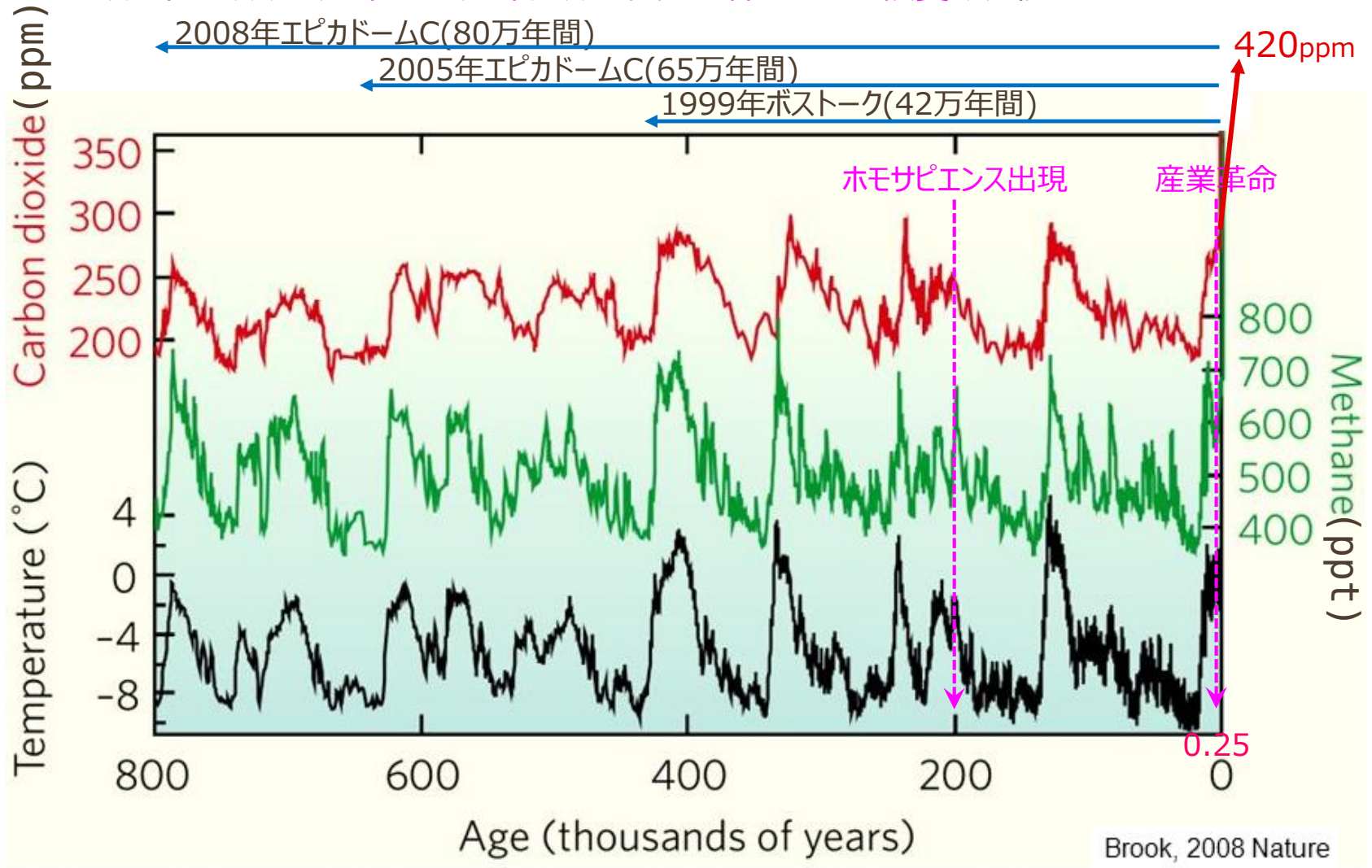
マンハッタンの中にあるセントラルパークには、氷が磨いた片岩の岩肌が露出している。岩肌には氷河の進行方向に沿った溝が刻まれ、全体のかたちが羊の背中のように見えるので、このような岩を羊背岩（ようはいがん）という。羊背岩はふつう高地あるいは山奥に行くと初めて目にすることができるが、ここセントラルパークでは高層ビル群に囲まれている。



セントラルパークの羊背岩と迷子石

南極氷床コアの記録 (地球惑星科学・古気候学)

地球では、少なくとも過去280万年にわたって、地球の公転軌道変化に対応して、氷期と間氷期が4万年や10万年周期で交互に繰り返す気候変動が続いてきた。

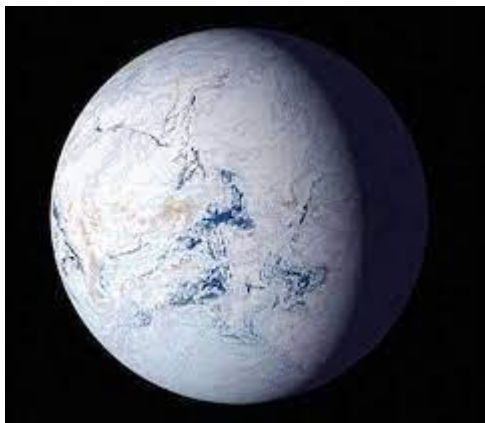


スノーボールアースとホットハウスアース

地球大気中の二酸化炭素濃度が極端に低い時代の地球

全球凍結は、地球史において約22億2千万年前、約7億年前、約6億5千万年前の少なくとも3回生じたらしく、大気中の酸素濃度の増加や、真核生物と多細胞動物の出現といった生物の大進化と因果関係があったのではないかと考えられるようになってきた。

〈イメージ図〉

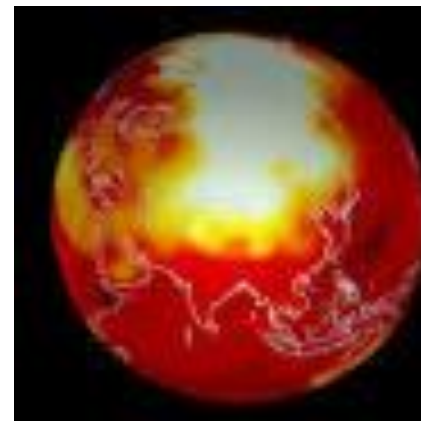


スノーボールアース

ヨハン・ロックストローム博士 環境学者
スウェーデン出身 ポツダム気候影響研究所・所長
SDGsに大きな影響を与えた「地球の限界
(プラネタリー・バウンダリー)」理論を提唱

〈イメージ図〉

地表の平均気温の上昇が2℃を超えると、たとえ人類が温室効果ガスの排出をやめたとしても、数百年かけて「+4℃」というきわめて危険なレベルに到達してしまう、『灼熱地球』へのシナリオだと警告している。



ホットハウスアース

地球のシステムがその方向へ押し流され始めて、気候による強制力が増加し、温暖化がますます進み、私たちはそれを押し戻すことができなくなる。

永久凍土が溶け始め、氷が溶け、森林が失われ、すべてのシステムが自ら温暖化を進めるようになるため、2℃を超えて4～6℃の気温上昇が起こり、『ホットハウス・アース』と呼ばれる状態になる。地球は熱帯の惑星となり、熱帯の大部分はデッドゾーンとなる。気温が非常に高く、熱波に襲われ、暮らせない地域となってしまう。

現在は氷期と氷期の間にある間氷期だが？



南極、米マクマード基地付近の棚氷の上に
たまった融解水

(PHOTOGRAPH BY NICHOLAS BAYOU, UNAVCO)

南極の氷の量は $26.92 \times 10^6 \text{km}^3$ 、地球上の氷の90%が南極大陸に、9%がグリーンランドにある。南極の氷の厚さは最も厚い所で4,500m、平均2,450mになる。

現在より海面が40~70m上昇すると考えられている。2002年5月には、南極の大きいラーセン棚氷が崩落した。地球温暖化の影響ではないかと考えられている。

(環境省ホームページより)

グリーンランド氷床の表面の溝を流れる雪解け水

(AIan Joughin/AP)

- グリーンランド氷床は1980年代の6倍の速さで溶けている。
—これは科学者たちが考えていたよりも速いスピード。
- 研究によると、グリーンランドの溶けた氷は1972年以降、地球の海面を0.5インチ(約1.3センチ)以上上昇させた。しかも、上昇の半分は過去8年だけで起きた。
- 仮にグリーンランドの氷がすべて溶けたとしたら、海面は23フィート(約7メートル)上昇し、沿岸部の都市は沈没する。



永久凍土と氷河の減少

チェルスキーの南西にあるドウバニーヤール(永久凍土)



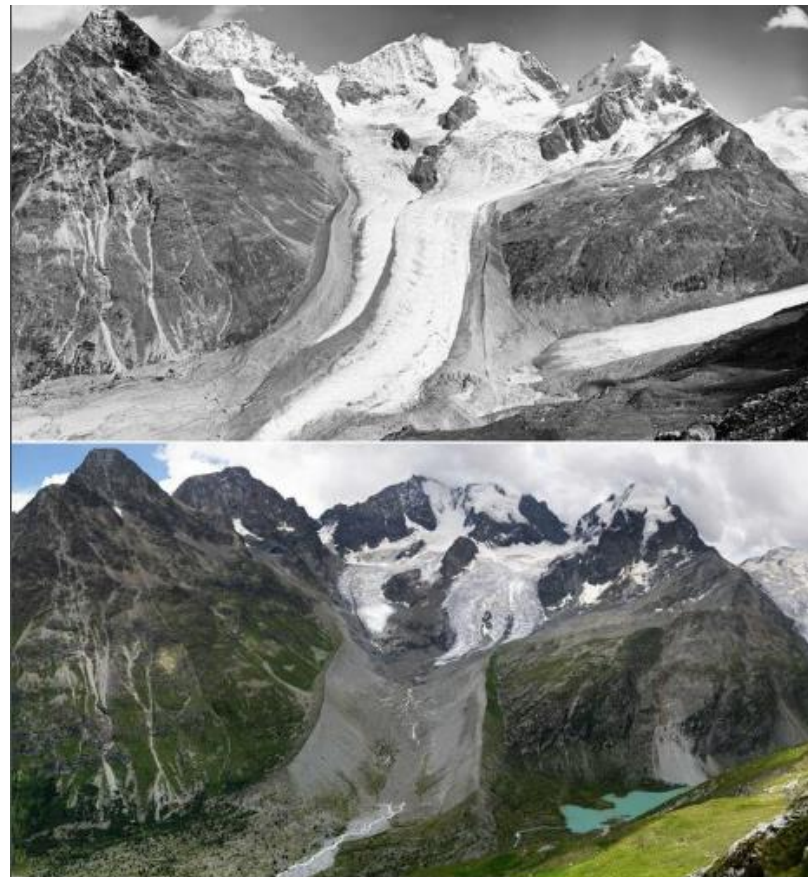
ロシアの北極海沿岸から南へ130キロ、ここは地球上で最も寒冷な場所の1つだ。しかし、このシベリアの大地にも地球温暖化の影響が及び、永久凍土の気配すら感じられなくなっていると、科学者のセルゲイ・ジモフ氏は言う。写真はサハ共和国チェルスキーで9月撮影

(2021年 ロイター/Maxim Shemetov)

「やっかいなのは、その量だ」と語るのは、カールトン大学(カナダ)教授で、国際永久凍土学会の代表を務めるクリス・バーン氏。「永久凍土由来の炭素の1~2%でも、世界全体での1年間の排出量に相当する」

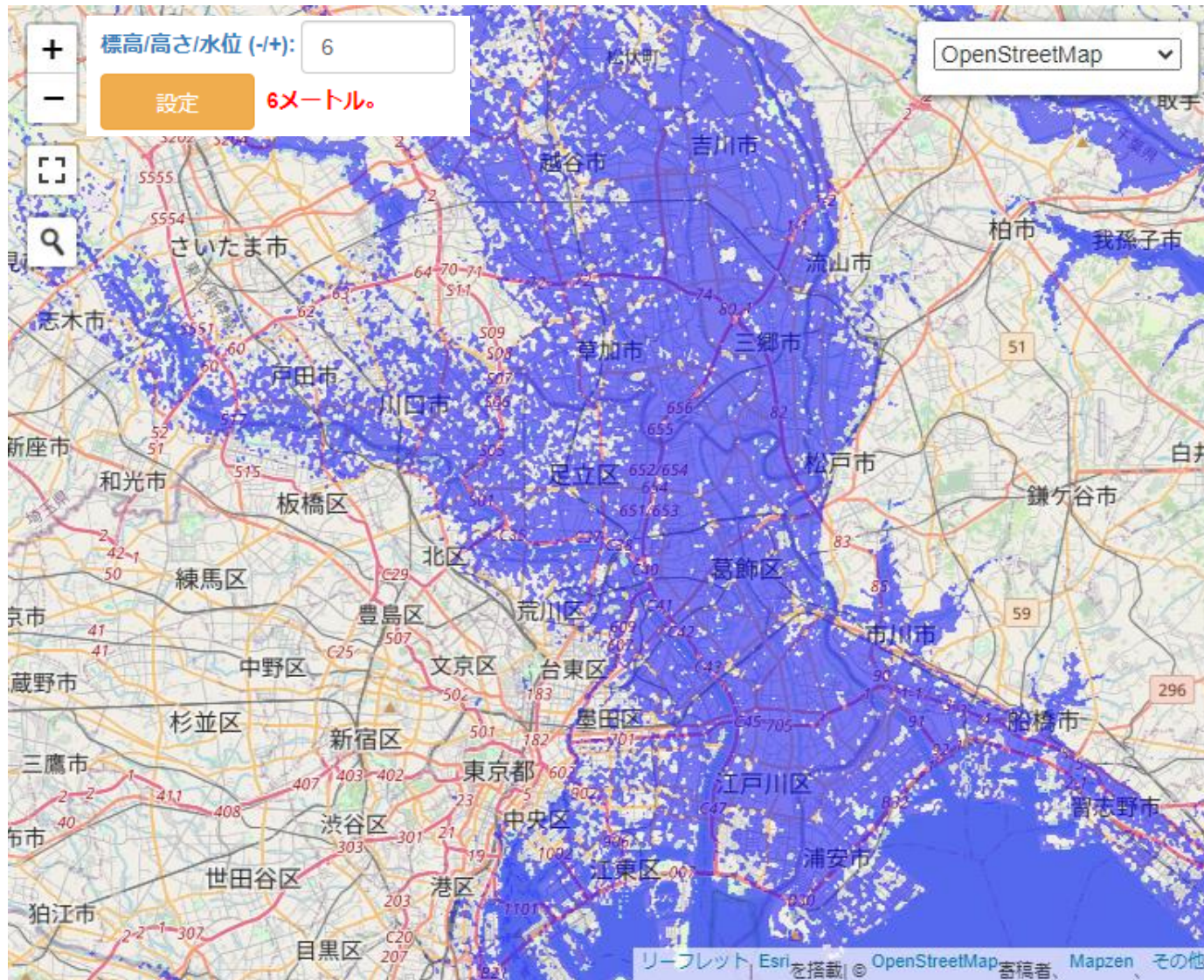
科学者らの試算では、北半球の永久凍土には約1.5兆トンの炭素が含まれている。これは現在の大気中の炭素の約2倍であり、地球上の樹木・植物すべての約3倍に相当する。

スイス氷河の減少(87年間の変化)



スイス南東部グラウビュンデン州の氷河。1935年(上)と比較すると2022年(下)は右下の氷河が消えて湖になっている(スイス地理院/スイス連邦工科大チューリヒ校提供・共同) (KYODONEWS)

海水面が6メートル上昇すると…



これまで、温暖化の進行により永久凍土や南極・グリーンランドの氷、氷河が解けることによって、さらに地球温暖化が加速されることを見てきた。すぐには起こらないとしても、海水面が6メートル上昇したときに何が起こるのか、左の図を見ていただきたい。

湾岸地域から海拔の低い江戸川区、葛飾区、荒川区だけでなく、埼玉県東部に至る範囲で海面下になってしまうことが分かる。

世界の主要都市の多くも、沿岸部に位置している。

Flood Map: Elevation Map, Sea Level Rise Map によるシミュレーション



GX基本方針の概要と 環境配慮契約法

建築物維持管理における省エネの加速

2022年度グリーンストック作戦の報告会



エコチューニング推進センター
公益社団法人全国ビルメンテナンス協会内

GX基本方針の概要

政府は2022年12月22日、GX(グリーントランスフォーメーション)実行会議を開き、脱炭素社会の実現に向けた基本方針をまとめた。2023年2月の閣議決定を経て、国会への法案提出を予定している。GX基本方針の概要を以下に示す。

GX基本方針の概要

GX基本方針のポイント	関連事項
脱炭素技術開発・技術導入等のための投資拡大（今後10年間で150兆円規模の官民投資を想定）	<ul style="list-style-type: none">・カーボンリサイクルによる製品化技術開発・二酸化炭素回収・貯留技術の開発・プラント建設・原子力発電のための次世代革新炉の開発・建設・次世代再生可能エネルギー技術(次世代型太陽光発電/大規模洋上風力発電)の社会実装・建築物への新技術導入支援
原子力発電所の稼働推進	<ul style="list-style-type: none">・廃止が決まった原発の次世代革新炉への建て替え推進・運転期間最長60年の制限を維持し停止期間などの分を延長・高レベル放射性廃棄物の最終処分場は検討を継続
送電網の整備・拡充	<ul style="list-style-type: none">・今後10年間で8倍以上の規模で地域間送電網を整備
カーボンプライシングの導入	<ul style="list-style-type: none">・2026年度に本格的な排出量取引を導入・2028年度から化石燃料を輸入する石油元売りへの賦課金導入・2033年度から発電事業者の排出枠を有償化
住宅・建築物（今後10年間で14兆円以上の投資を実施）	<ul style="list-style-type: none">・省エネ性能の低い住宅・建築物の省エネ改修に必要な投資・省エネリフォームの拡大・断熱窓等の建材における省エネ基準の強化、導入の促進・住宅・建築物のストック平均でZEH・ZEB水準の省エネ性能確保

GX基本方針の建築物維持管理への影響

GX基本方針に基づく、具体的な施策や法改正は今後各省庁で取り組まれることになる。今後10年間で進められる、**既存建築物を含めたZEB化の推進**や**炭素税・排出量取引の導入**は、電気料金高騰とあいまって、**建築物のライフサイクルに要するコストを押し上げるおそれがある**。

無駄なエネルギーの消費を抑える、継続的な設備機器等の運用改善によって、**エネルギーコストを低減**し、建物から排出される**CO₂を削減**し、**投資資金を確保する準備が必要**となる。

EUで先行するカーボンプライシング(排出量取引価格)

図：EU-ETSの取引価格の推移



EU-ETS価格は2018年以降、上昇傾向にある。とりわけ、EUがGHG削減目標を引き上げた2020年12月以降、急激に上昇しており、2021年9月1日現在で、CO₂排出1トン当たり60ユーロを超える水準となっている（図参照）

1ユーロ = 141円とすると、
61.29ユーロ = 8,642円
(100t-CO₂で、864,200円)

出所：欧州エネルギー取引所 転載：日本貿易振興会(JETRO) 地域・分析レポート 2021/9/10

GX基本方針の自治体行政への影響

〔インフラ分野〕

空港、道路、ダム、下水道等の多様なインフラを活用した再エネの導入促進やエネルギー消費量削減の徹底、脱炭素に資する都市・地域づくり等を推進する。

〔地域・暮らし〕

地域・暮らしの脱炭素化の実現に向け、脱炭素先行地域の選定や、公営企業を含む自治体の事務事業に係る重点対策の率先実施の加速等による地域脱炭素の全国展開を図るとともに、新しい国民運動の展開等を通じた行動変容・ライフスタイル変革を促し、地域特性に応じた産業・社会の構造転換や脱炭素製品の面的な需要創出を進める。

自治体に影響するGX基本方針（インフラ分野と地域・暮らし）

分野別取り組み	関連事項
インフラ分野の「目標・戦略」等	<ul style="list-style-type: none">・ライフサイクル全体でのカーボンニュートラルの実現・道路、下水道等の多様なインフラ空間を活用した太陽光や水力、バイオマス等の再エネの導入・利用拡大(創エネ)の推進・インフラにおけるエネルギー消費量の削減(省エネ化)の徹底・まちづくりのグリーン化による都市全体でのエネルギー使用の効率化
地域・暮らしの「目標・戦略」等	<ul style="list-style-type: none">・脱炭素先行地域100箇所以上創出・2030年度民生部門温室効果ガス削減目標達成・政府実行計画に準じた率先実行の目標達成・自治体の取組状況の見える化・公営企業を含む自治体の事務事業の脱炭素化の率先実行・地域間競争の活性化

環境配慮契約法の自治体行政への影響

環境配慮契約法の建築物維持管理に係る基本方針

「国等における温室効果ガス等の排出の削減に配慮した契約の推進に関する法律」（平成19年法律第56号）

環境配慮契約法の施行 ⇨ 2007年11月22日

基本方針の変更を閣議決定 ⇨ 2019年2月8日
「建築物の維持管理に係る契約」を7つ目の契約類型として
基本方針に位置づけ

基本方針説明会の開催 ⇨ 2019年2月14日～3月18日

基本方針の変更を官報に掲載 ⇨ 2019年3月19日
※官報 号外第53号（2019年3月19日）

環境配慮契約法の自治体行政への影響

環境配慮契約法

建築物の維持管理に係る契約の基本的事項

※平成30年度環境配慮契約法基本方針説明会資料より

建築物の維持管理に係る契約の基本的事項

- ◇建築物の維持管理に係る契約を発注する場合は、原則として、**温室効果ガス等の排出の削減に配慮した内容を契約図書に明記するものとする。**
- ◇建築物の維持管理に係る契約であって、入札に付するもののうち、価格と価格以外の要素を総合的に評価して事業者を選定する場合は、原則として、**温室効果ガス等の排出の削減に配慮する内容を含む提案を求めるものとする。**
- ◇具体的な要求仕様及び入札条件については、**当該建築物の用途・特性等を踏まえ、調達者において設定するものとする。**
- ◇**グリーン購入法に基づく基本方針における「庁舎管理」に係る判断の基準は、すべての契約において満たす必要あり。**

環境配慮契約法の自治体行政への影響

「グリーン購入法庁舎管理に係る判断の基準」の目的

初期投資が必要な大型の最新設備の導入によることなく、特に運用面における取組による省エネルギー・低炭素化が図られること、また、その取組が地方公共団体や民間のビル・施設等においても活用可能であり、継続的改善につながるようにする。

※平成28年度グリーン購入法判断の基準説明会資料より

グリーン購入法庁舎管理に係る判断の基準

- ① 特定調達物品等の使用
- ② 設備に係る管理基準に基づくエネルギー使用の合理化
- ③ 施設において実施すべき省エネルギー対策
- ④ 常駐管理の場合の取組
- ⑤ 常駐管理以外の場合の取組
- ⑥ 省エネルギー診断結果の活用
- ⑦ エネルギー管理システムの活用
- ⑧ フロン類の漏えい防止


環境配慮契約法の自治体行政への影響

環境配慮契約法の建築物維持管理基本方針の改正 建築物に係る契約に関する基本的事項の改正

2023年度からは、環境配慮契約法の建築物維持管理に係る契約の基本方針が改正され、**エコチューニングを活用した運用改善による温室効果ガスの排出削減**が求められることとなります。

「建築物の維持管理に係る契約」に新たに加えられる基本的事項

- ・建築物の維持管理に係る契約に当たっては、**エコチューニング等を活用し**、エネルギー消費量等のデータ計測・分析及び分析結果を反映した運用改善を実施事業者に求めるものとする。また、運用実績データを改修計画の検討に活用するものとする。



CO₂の絶対量を削減 するための エコチューニング

脱炭素社会の実現に貢献する
エコチューニングの役割

2022年度グリーンストック作戦の報告会



エコチューニング推進センター
公益社団法人全国ビルメンテナンス協会内

エコチューニングとは何か

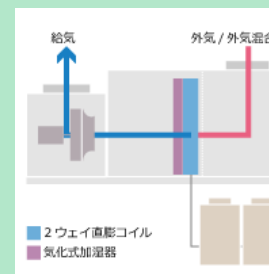
建築物の快適性や生産性を確保しつつ、設備機器・システムの適切な運用改善等により、建物の消費エネルギーを削減すること

見える省エネ

総務・オフィスワーカーが実施する省エネ



エコチューニング



見えない省エネ

設備・ファシリティの専門家が実施する省エネ

- ・熱源、空調システムを適切に調整
- ・運転パラメータ(圧力、流量、温度)の設定
- ・ポンプ圧力の調整
- ・蒸気ボイラー圧力の調整

エコチューニングの実践事例

建物概要

- 用途 病院
- 竣工 2013年
- 延べ床面積 約30,000m²
- 階数 地上4階
- 電気 6,600V
 契約電力1,450kW
- ガス 都市ガス(13A)
- 中央監視盤 パナソニック
- 2014年度エネルギー使用量(料金)
 - 電気 : 5,522,569kWh (114,208,700円)
 - ガス : 178,108m³ (23,893,835円)



エコチューニングの実践事例

■ 計画：運用改善対策の実施可能性評価

- ・エコチューニング実施対象設備の使用状況の分析
- ・過去の空気環境測定結果の分析から、室内のCO₂濃度は低く外調機運転時間を削減できると判断 ※外調機=外気処理空調機

■ 実施：外調機の間欠運転開始

運転時間が実施前より**25%**削減！



■ 外調機の間欠運転による光熱水費削減結果

- ・1日あたりの電力削減量：147.6kWh/日×15台=2,214kWh/日
- ・5ヶ月間(約147日)の間欠運転による削減額 (1kWh=20円)
2,214kWh/日×147日×20円÷6,500,000

エコチューニングの実践事例

最終的には、下表に示すような
エコチューニング対策がとられました。

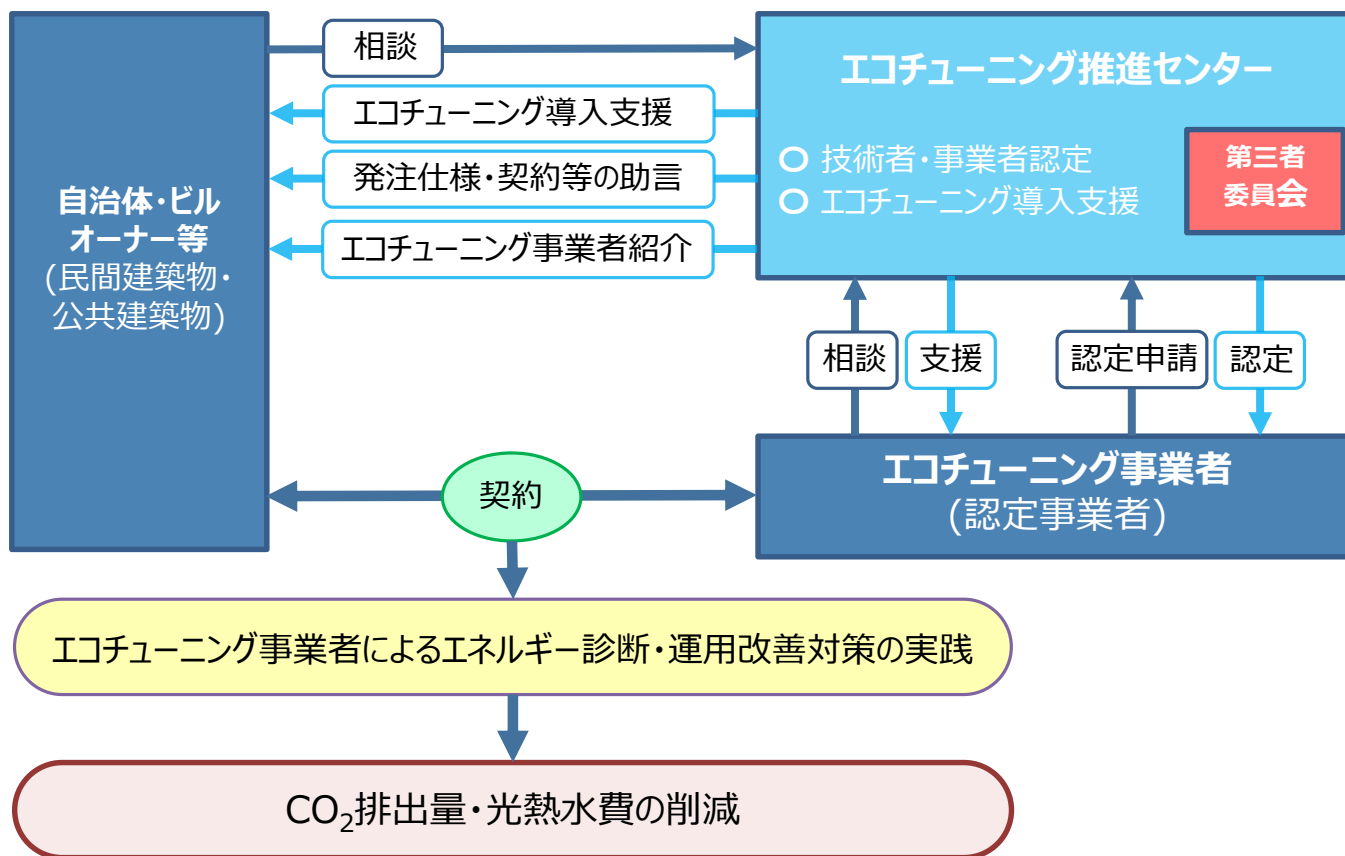


エコチューニング対策項目		削減コスト
1	冷房時の冷温水発生機の冷水温度設定を変更 (7℃から9℃に冷水温度を上げる)	185,000
2	冷房時の冷却水ポンプ(定格出力55kW)の インバータ設定を変更 (60Hzから45Hzに回転数を低減)	522,000
3	暖房時の外調機及び加湿機(電極式蒸気発生機)の 運転時間の削減 (運転時間を25%削減)	6,481,000
4	冬季の冷温水発生機の温水温度設定を変更 (55℃から50℃に温水温度を下げる)	1,025,000
合 計		8,213,000

(7月～翌年1月まで7ヶ月間)

エコチューニング推進センターの役割

エコチューニングビジネスのスキーム



省エネ対策のための運用改善手法366項目

エコチューニングを実践するための対策項目

エコチューニングを実践するための対策項目を、設備別・機器別に366項目を体系的に区分している。

エコチューニング技術者によるエネルギー診断を経て、これら対策項目から対象建物に必要な運用改善対策を洗い出し、エコチューニング計画が策定される。

366のエコチューニング対策項目

1. 熱源設備	対策数	2. 空調設備	対策数	3. 電気設備	対策数	6. 建築設備・その他項目	対策数
・ボイラ・燃烧機器	12項目	・空調システム	43項目	・電気設備全般	10項目	・エレベータ	7項目
・熱交換器	8項目	・空調機	14項目	4. 照明設備	対策数	・エスカレータ	6項目
・冷凍機	23項目	・外調機	11項目	・照明設備全般	32項目	・その他項目	24項目
・冷温水発生機	22項目	・ファンコイル	7項目	5. 給排水衛生設備	対策数	対策項目合計	366項目
・冷却塔	11項目	・給気・排気ファン	22項目	・給水設備	5項目		
・冷却水ポンプ	5項目	・ビルマルチ	8項目	・排水設備	6項目		
・冷水・温水ポンプ	7項目	・水熱源ヒートポンプ	5項目	・湯沸室	4項目		
・ポンプ全般	7項目	・空冷パッケージ	7項目	・男女トイレ	6項目		
・蓄熱槽	6項目	・水冷パッケージ	9項目	・給湯ボイラ	12項目		
・熱源システム	5項目			・熱交換器	6項目		
				・貯湯槽	7項目		
				・給湯全般	9項目		

エコチューニングの進め方

Plan→現状把握

建物概要
消費機器ごとの定格容量、運転時間
エネルギー種別ごとの消費量

〈関連帳票〉

●運用改善チェックシート

Plan→改善策の検討

これまでの実施状況
改善策の立案・効果試算
実施計画表作成

●エコチューニング計画書

Do→改善策の実行

結果を確認しつつ、少しずつ実践
現場状況に応じ、持続的・継続的に実践

●月次報告書

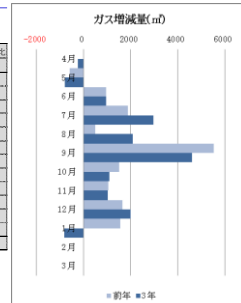
●エコチューニング業務報告書

Check&Action→改善効果の確認

実践結果の集約と評価(月次・季間・年間)
次なる計画の立案

8. エネルギー消費量

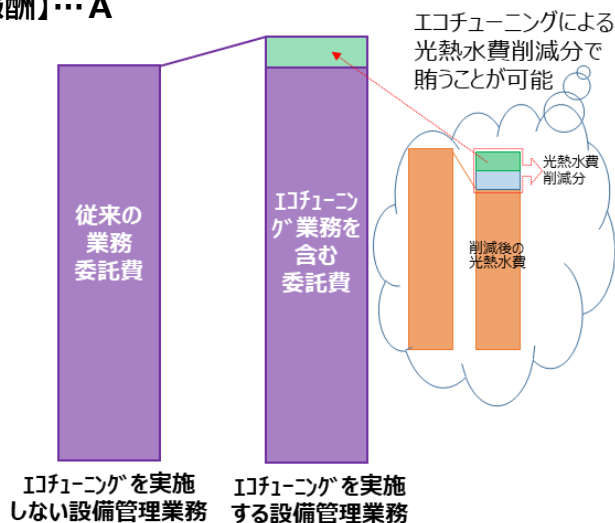
月	平成25年度		平成26年度		平成27年度		3年平均	平成28年度		対前年比 (%)	3年平均比 (%)
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)		(%)	(%)		
4	38,560.0	24,113.0	18,494	27,052	18,409	99.6	68.0				
5	37,461.0	22,606.0	23,834	21,967	19,730	82.8	70.5				
6	35,586.0	23,182.0	25,963	27,577	30,074	115.8	109.1				
7	47,770.0	44,046.0	49,308	47,041	51,656	104.8	109.8				
8	61,346.0	48,501.0	57,171	55,673	59,690	104.4	107.2				
9	51,864.0	30,792.0	32,991	38,549	54,188	164.3	140.6				
10	37,856.0	20,407.0	24,421	27,561	30,520	125.0	110.7				
11	41,296.0	21,001.0	23,554	28,617	31,461	133.6	109.9				
12	48,461.0	28,272.0	28,725	35,153	37,007	128.8	105.3				
1	55,469.0	35,537.0	30,772	39,259	34,054	110.7	86.7				
2	48,429.0	21,880.0	23,839	31,316							
3	66,840.0	34,031.0	19,961	40,277							
計	566,938	352,368	358,823	426,043	366,794	102.2	86.1				



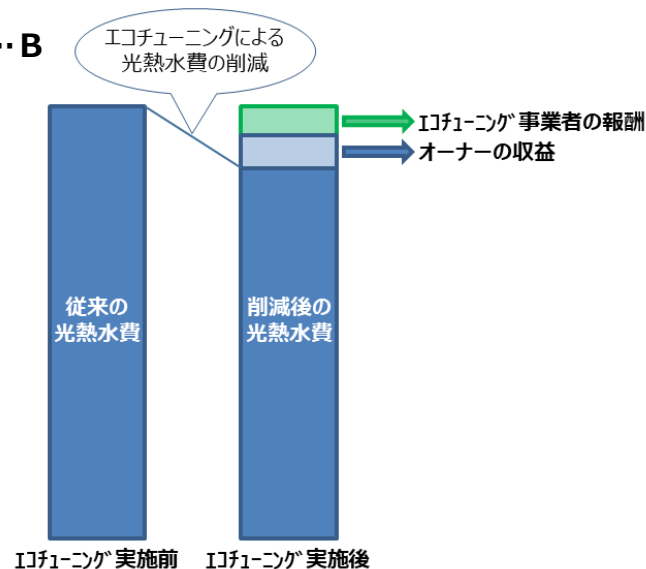
エコチューニングビジネスモデルとは

ビジネスモデル	概要	ユーザーのメリット
【固定報酬】… A 従来の設備管理業務にエコチューニングを業務仕様に追加し、業務委託費として対価を得る	<ul style="list-style-type: none"> ● エコチューニングによる追加業務（例えば、診断・計画策定）について、固定報酬を得る（委託料金の値上げ）。 ● 既存の設備管理業務とは別業務として発注されることも想定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 一定規模以上の建築物であれば、固定報酬として設定する報酬額を上回る光熱水費の削減を見込むことができ、新たな業務費用は発生しない。 ➢ エコチューニングを継続することで蓄積される設備機器の運転データ、それに対応する消費エネルギーの変動データを、設備機器更新時に活用することで、更新時の機器ダウンサイジングが期待できる。
【成果報酬型】… B エコチューニングにより削減した光熱水費の一定額・一定割合を対価として得る	<ul style="list-style-type: none"> ● エコチューニングの結果として得られる光熱水費削減効果の一部を業務の成果として、契約時に定めた額や割合に応じて業務報酬を得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ エコチューニングによって削減した光熱水費からの報酬となり、新たな業務費用は発生しない。 ➢ エコチューニングを継続することで蓄積される設備機器の運転データ、それに対応する消費エネルギーの変動データを、設備機器更新時に活用することで、更新時の機器ダウンサイジングが期待できる。

【固定報酬】… A



【成果報酬型】… B



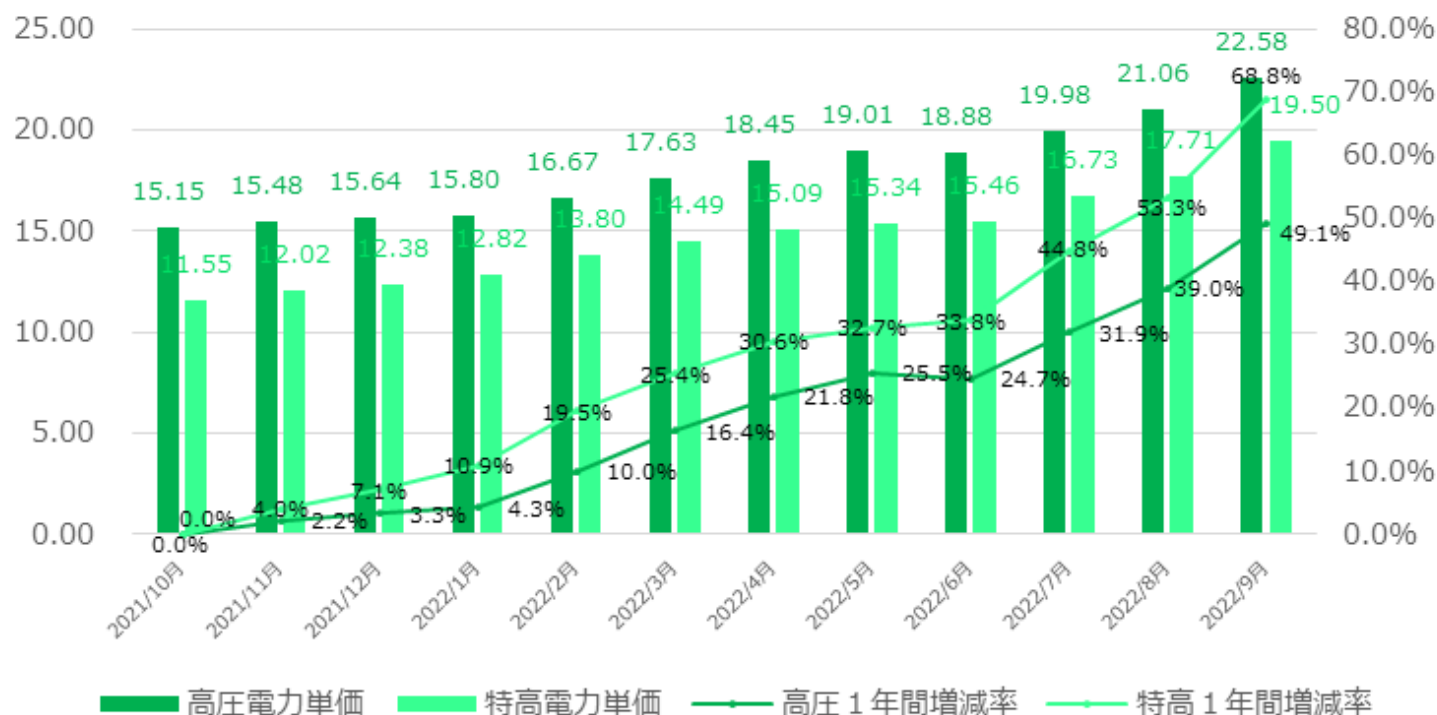
1年間の電力料単価の推移_供給区域全国平均

下のグラフは、2021年10月から2022年9月まで1年間の全国平均の1kWhあたりの電力価格の推移を棒グラフに、2021年10月の電力価格からの増減率を折れ線グラフに示している。

特別高圧電力価格の増加率は68.8%/年となり、高圧電力価格は49.1%/年に達している。

電気料金の高騰は、製造業のみならずオフィス、商業施設、公共建築物、大学や教育施設、ホールや劇場、ホテルや旅館、病院など、あらゆる建築物が消費するエネルギーのコストを増加させ続ける。

高圧・特別高圧電力料単価年間増減率 (2021/10月~2022/9月)



出展：電力・ガス取引監視等委員会2022/12/21data/一般社団法人エネルギー情報センター「新電力ネット」2022/12/27data

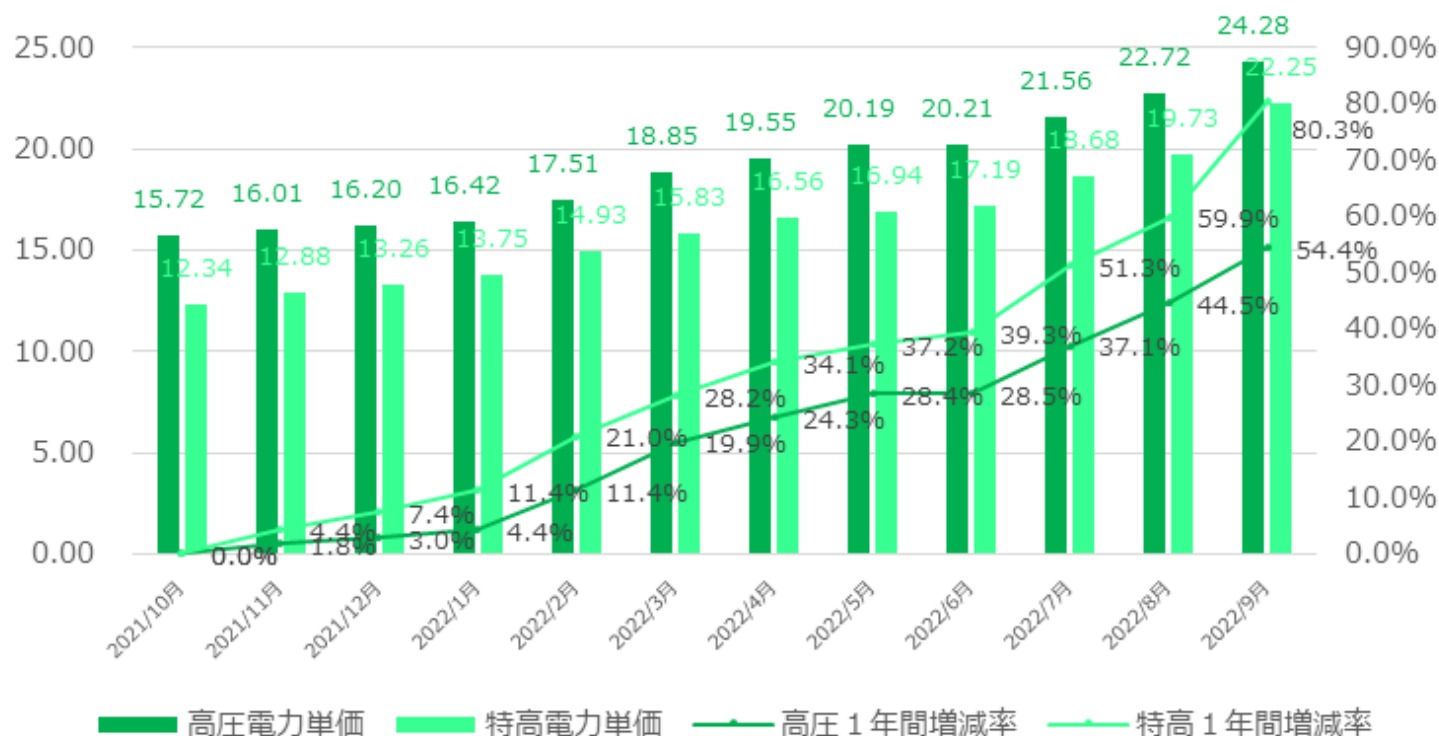
1年間の電力料単価の推移_供給区域東京平均

下のグラフは、2021年10月から2022年9月まで1年間の東京平均の1kWhあたりの電力価格の推移を棒グラフに、2021年10月の電力価格からの増減率を折れ線グラフに示している。

特別高圧電力価格の増加率は80.3%/年となり、高圧電力価格は54.4%/年に達している。

2022年9月と2021年9月を比較した電力価格の増加率(前年同月比)は、高圧が56.3%、特別高圧が80.8%に達している。

高圧・特別高圧電力料単価年間増減率(2021/10月~2022/9月)



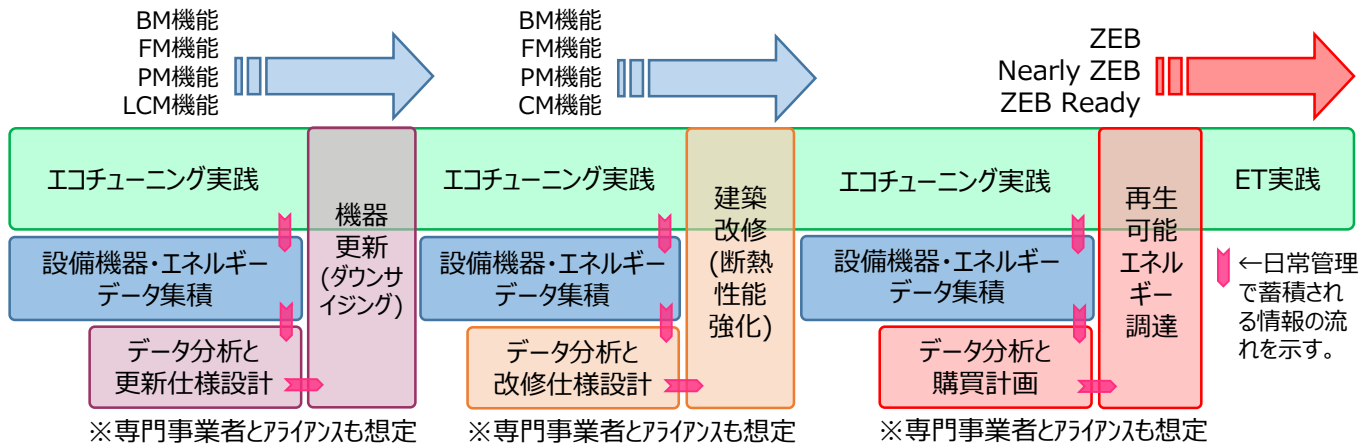
出展：電力・ガス取引監視等委員会2022/12/21data/一般社団法人エネルギー情報センター「新電力ネット」2022/12/27data

既存建築物のZEB化に貢献するエコチューニング

エコチューニングで、最大限に、建築物の消費エネルギーを削減し、再生可能エネルギーに転換

建築物のライフサイクルを考えると、短期サイクルで発生する**設備機器の更新**や**建築の計画修繕工事**があり、さらに長いサイクルでは窓など開口部や外壁の**断熱改修工事**が想定される。いずれの工事においても、消費エネルギーを削減することで実現できる**投資回収期間の短期化**を目指した、**経営判断**が伴うものと考察できる。

以下の概念図は、エコチューニングが、**建築物をZEBに導くためのLCM**にどう貢献できるかを示している。日常の建物管理で目的意識的に蓄積した情報を、設備更新時、断熱改修時、エネルギー転換時に、いかに活かしていけるか。そして、建物をZEB化する前提は、**ZEB化後も日常のエコチューニングを継続**することにある。



「Don't Choose Extinction(絶滅を選ばな)」キャンペーン 国連開発計画 (UNDP)



〔国連開発計画(UNDP)駐日代表事務所ホームページより転載〕
https://www.youtube.com/watch?v=q-N3A_Xx_Xs

絶滅を選ばな !!
恐竜は隕石が原因だが
人類の言い訳は？

エコチューニング推進センター

URL : <https://eco-tuning.j-bma.or.jp/> E-mail : eco-tuning@j-bma.or.jp