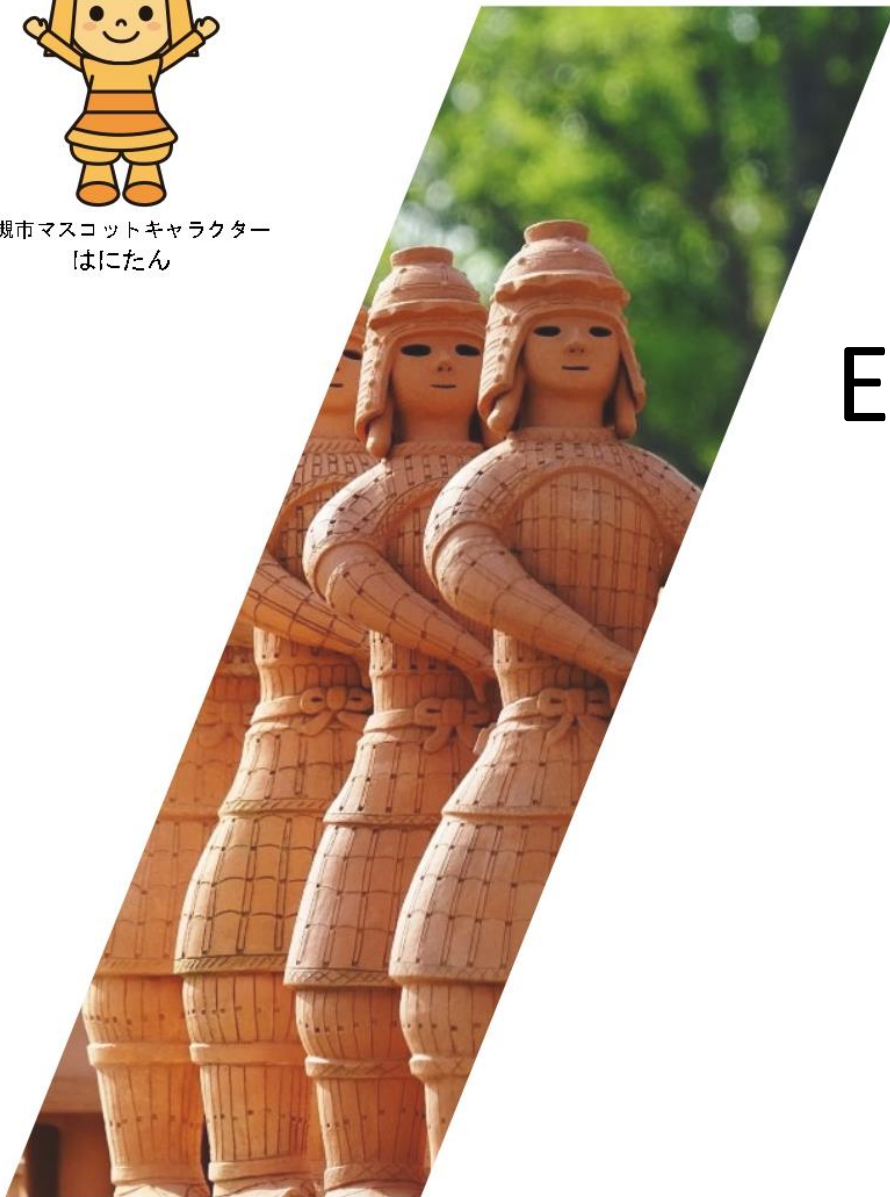




高槻市マスコットキャラクター
はにたん



高槻市の ESCO事業の取組み

高槻市 総合戦略部
アセットマネジメント推進室
板倉 啓人





発表の流れ

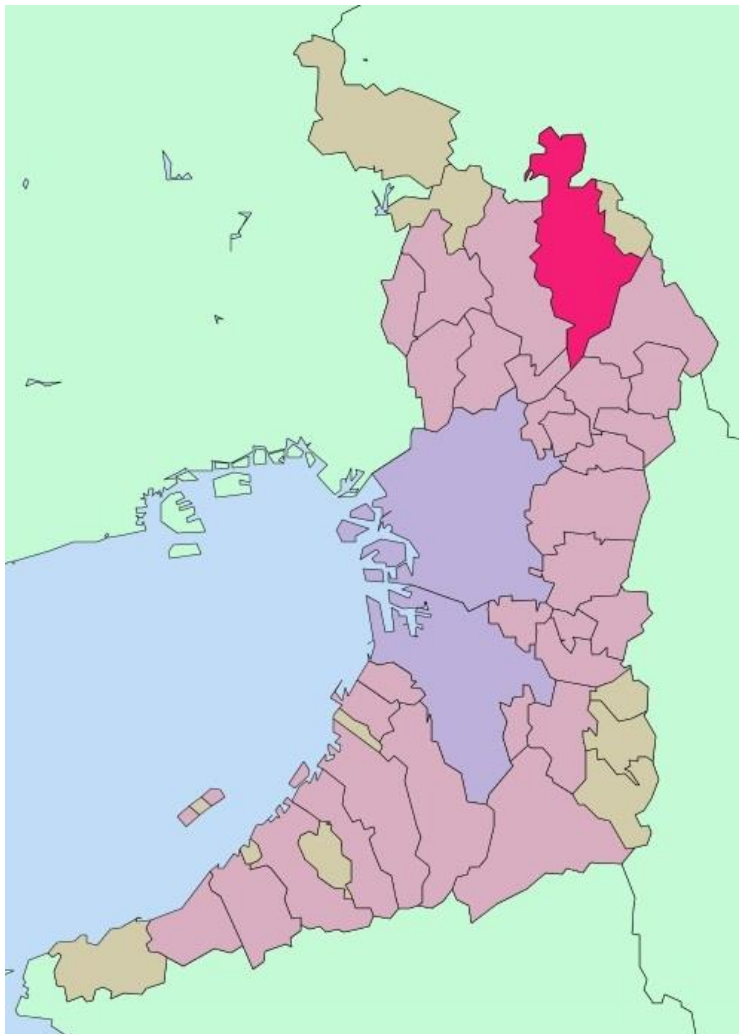
1. ESCO事業の概要
2. ESCO事業の進め方
3. ESCO事業の結果



1. ESCO事業の概要



高槻市の概要



人口 : 約35万人

面積 : 105.29km²

正職員数 : 約2,500人

決算状況 (令和元年度)

歳出決算額 : 1149億円

経常収支比率 : 94.7%



ESCO事業の対象施設

項目	総合センター
竣工年(築年数)	平成5(1993)年 (2019年時点で築26年)
延べ面積	22,589m ²
構造／階数	SRC造／地下1階、地上15階、塔屋2階
用途	庁舎、ホール、図書館、レストラン 生涯学習センター
職員数	約450人
熱源設備	<ul style="list-style-type: none">・ ガス吸収式冷温水機 2台 240USRT(884kW) × 2)・ 空冷ヒートポンプチラー 1台 100HP(291kW)・ 冷水蓄熱槽 (蓄熱容量800m³)
空調設備	<ul style="list-style-type: none">・ 空調機、ファンコイルユニット・ 電気式空冷ヒートポンプパッケージ空調機
照明設備	<ul style="list-style-type: none">・ Hf、一部FL器具





総合センターの改修経緯

【総合センター】

年度		総合センター
H5	1993	完成
H14	2002	NEDO診断 (先進的省エネルギーアドバイザー事業)
H15	2003	上記計測診断
H16	2004	空調制御改修実施設計
H18	2006	空調制御改修工事(INV化含む)
H21	2009	照明改修工事(Hf化)
H26	2014	関西ESCO協会の簡易省エネ診断
H30	2019	省エネ改修基本設計業務(FS/省エネ診断)

一次エネルギー消費量
: 約1,460MJ/m²・年

年間光熱水費
: 約7,400万円

- ・省エネ改修、照明改修は一度実施済み
- ・熱源、空調設備は更新時期にきている



ESCO事業公募要件

- 事業の名称: 高槻市総合センターESCO事業
- 事業の目的: ①光熱水費及び維持管理費の低減によるLCC低減
②環境負荷の低減とエネルギーマネジメントの推進
③老朽化した設備の更新と長寿命化対策
- 契約方式: ギャランティード・セイ빙ス契約
- 省エネルギー率: 15%以上
- 省エネルギーサービス期間: 5年間
- ESCOサービス料限度額(総額)
 - 改修工事等サービス: 575,437千円(税込)
 - 維持管理等サービス: 4,912千円/年(税込)
- 改修必須設備
 - ①熱源機器及び周辺機器 ②エアハンドリングユニット整備
 - ③ファンコイルユニット ④空冷エアコン
 - ⑤高圧変圧器 ⑥照明設備



ESCO事業のスケジュール

	R1 年度							R2 年度
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ESCO 事業公募 内容及び スケジュール	9月議会	アドバイザー発注	ESCO事業公募 参加表明・資格審査 質疑会等	ウォークスルー調査 質疑応答	提案書受付	応募事業者 の評価・選定		
			募集要項質疑 参加表明	ウォークスルー質疑 提案書作成		プレゼンテーション 優先交渉者決定	詳細調査 設計 実施契約書作成	9月契約 補助金申請

令和元年度は骨格予算、9月補正でESCO事業予算化



ESCO事業の最優秀提案

1. 最優秀提案者：東芝エレベーター株式会社

(1) 最優秀提案の概要

① 主な提案項目

- ・空調熱源空冷ヒートポンプ方式の導入
- ・高層階ファンコイルユニットを高効率ビルマルチエアコン化
- ・照明器具の高効率LED化
- ・BEMS装置の導入

② 環境的事項

- ・一次エネルギー削減保証率 35.92%
- ・二酸化炭素排出削減保証量 520,375kg-CO₂／年

③ 財政的事項

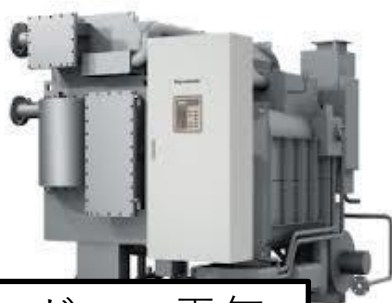
- ・光熱水費年間削減保証額 16,200,000 円／年(消費税込)
- ・改修工事費等サービス料 575,300,000 円(消費税込)
- ・維持管理等サービス料 4,906,000 円／年(消費税込)
- ・補助金獲得予定額 約100,000,000 円



ESCO事業の主な省エネ改修項目①

【熱源空調機器更新】 空調システムの変更

更新前



ガス + 電気



水冷式

冷却塔は
水道代
+ 薬品代
必要

更新

更新後



電気のみ
+ 空冷式

空冷式は水道代
+ 薬品代が不要

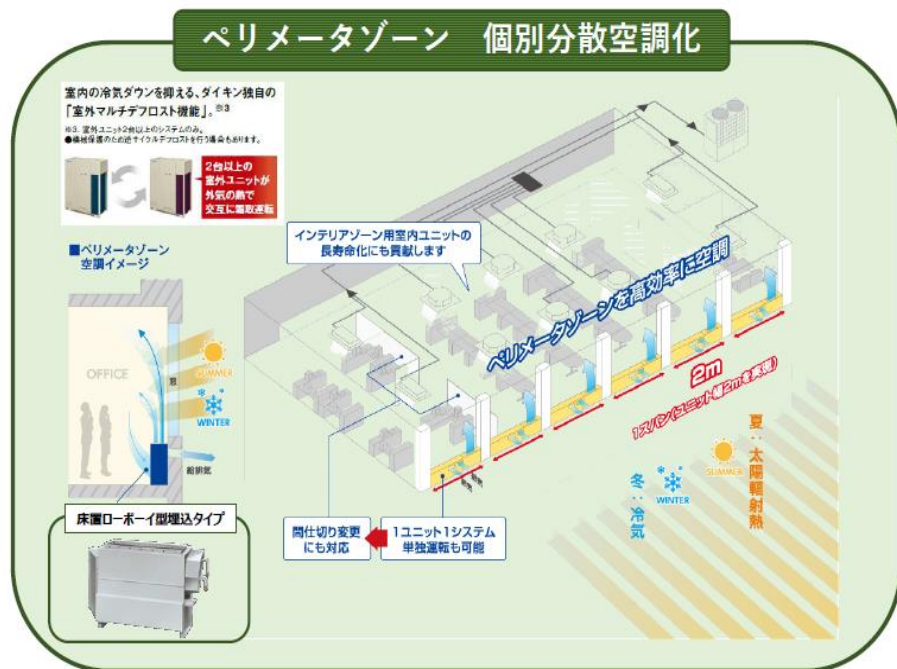
吸収式冷温水機 《ガス利用》 から
空冷電気式チラー 《電気利用》 へ更新



ESCO事業の主な省エネ改修項目②

【熱源空調機器更新】 個別分散空調化システム

高層階ペリメータ空調ビルマルチエアコン化の特徴とリスクヘッジ

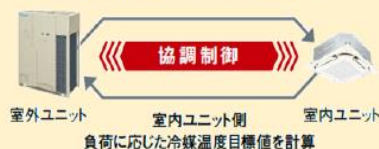


総合センター内を張り巡る空調のための
冷温水配管は冷媒配管に更新

個別分散空調の特徴

①全自動省エネ冷媒制御

室外ユニット側
負荷に合わせて冷媒温度を省エネに制御



②バックアップ運転機能

圧縮機が1台故障しても…



室外ユニットが1台故障しても…





ESCO事業の主な省エネ改修項目③

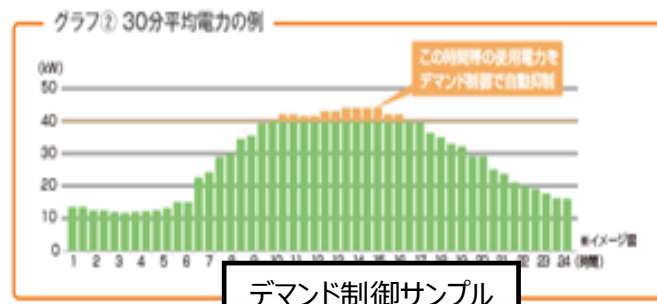
【クラウド型BEMS装置導入】

クラウド型BEMS装置の②省エネルギー制御



任意に設定した契約電力(デマンド値)、間欠運転スケジュールで自動的に対象機器の運転を制御し、**省エネルギー**が実現できます。また、電力ピークの対策(**電気需要平準化**の対応)も自動制御で可能となります。

また、BEMS装置で**2%以上**のエネルギー削減が**エネマネ事業**の必須条件です。



熱源機器電力デマンド制御を実施することで

最大需要電力（基本料金）の削減

BEMS装置を活用した**エネマネ事業効果**（制御効果に加え、計測に基づき運用改善効果）で **計画省エネルギー 2%以上** 削減



2. ESCO事業の進め方



ESCO事業検討の経緯

ESCO事業に関する検討経緯									
	H26	H27	H28	H29	H30	H31 (R1)			
アセット	ESCO事業検討開始								
総務課	業務委託								
	庁舎空調改修検討開始								
関係部署	建築課								
	財政課	改修工事検討							
	法務課								
	契約検査								
	環境緑政課								
予算要求			○	○	○	○			
			H29年度予算要求	H30年度予算	H31年度予算要求	9月補正要求			
概要	大阪府総合センターによる簡易省エネ診断 アセットマネジメントによる検討		庁舎のESCO事業の検討		再検討（法的課題・リスク） 調査委託について予算要求		法務課・財政課との整理 ギランティード型ESCO方針設定		庁舎等省エネ改修基本設計業務予算要求
					環境省補助金採択 委託業務公募		E S C O事業予算要求（債務負担） E S C O事業予算要求（債務負担）		



ESCO事業の庁内推進体制



検討・準備・工事実施を全庁的体制で取組



庁舎等省エネ改修基本設計業務(H30 調査業務)

項目	内容
事業費	11,880千円
実施形式	公募型プロポーザル
事業期間	6月中旬～H31年2月28日
補助金	地方公共団体カーボン・マネジメント強化事業 (環境省:10,000千円)
対象施設	市役所本館・総合センター
目的	①効果的な省エネ改修方針の設定
	②ESCO事業の実施に向けた検討
	③カーボン・マネジメント体制の強化

① 詳細調査

② 省エネ診断

③ ESCO事業の事業可能性調査

④ 地域的エネルギー・マネジメントの検討

1. ギランティード型ESCO事業の効果を確認
2. 詳細調査によって最適設備容量を設定
イニシャルコスト 約7,900万円削減
環境省補助金 1,000万円取得
3. ESCO事業公募に向けた準備と情報整理



調査業務 ①詳細調査

◆ BEMSデータ詳細分析

市役所本館	総合センター
282ポイント 1分間データ(H27年度分)	77ポイント 1時間データ(H27年度分)

◆ 実負荷測定の実施

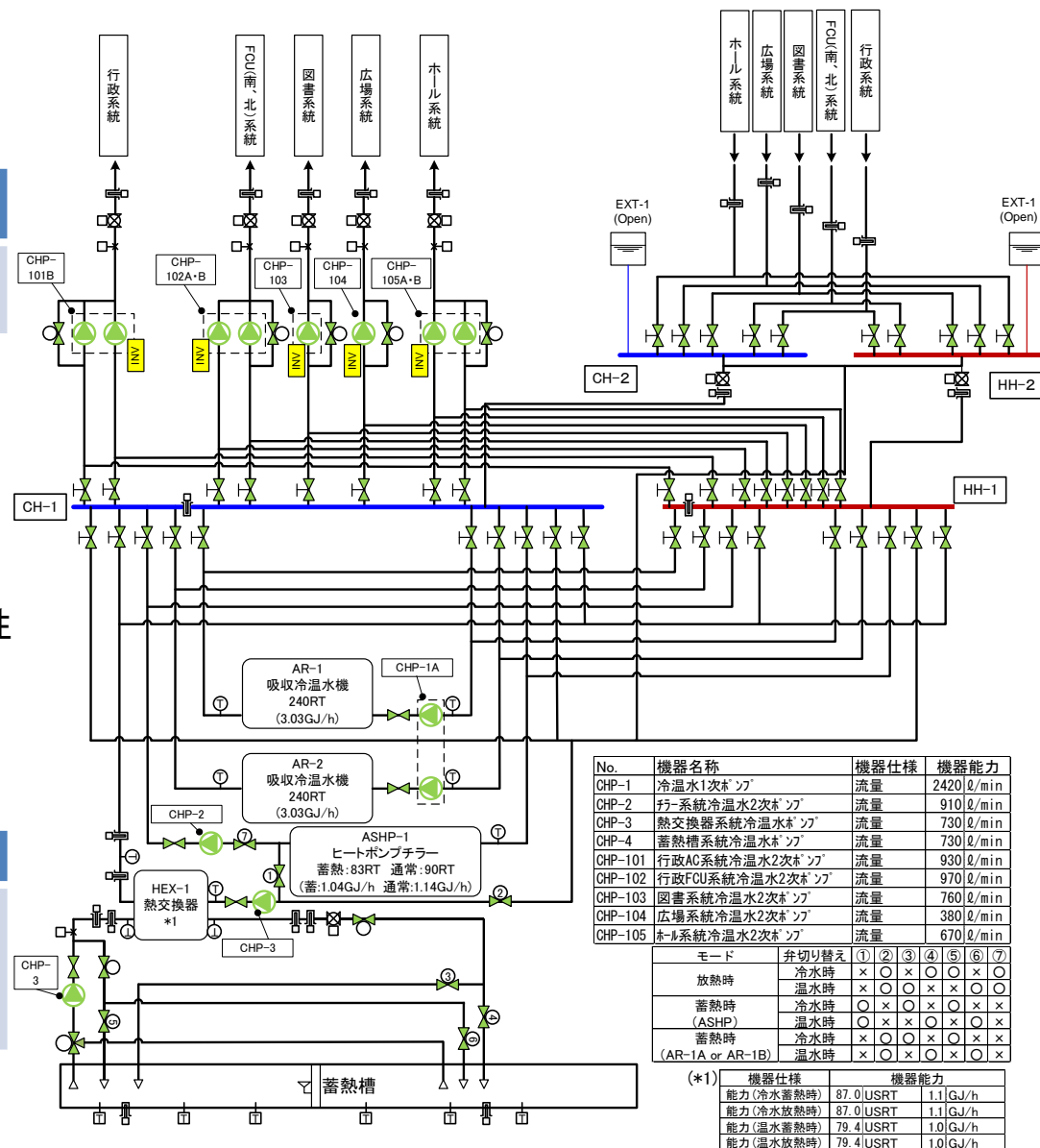
- ★蓄熱槽の温度計測
- ★ガス・電気熱源機の計測
- ★変圧器二次側(電力)計測

ピーク負荷確認
BEMSデータ整合性

◆ 空調配管等劣化調査

配管種別	調査方法 ※()内は、調査箇所数
冷温水配管	抜管検査(5か所)
ドレン配管	X線調査(6か所)
冷却水配管	超音波肉厚測定(4か所)
膨張管	

★空調機の劣化度調査



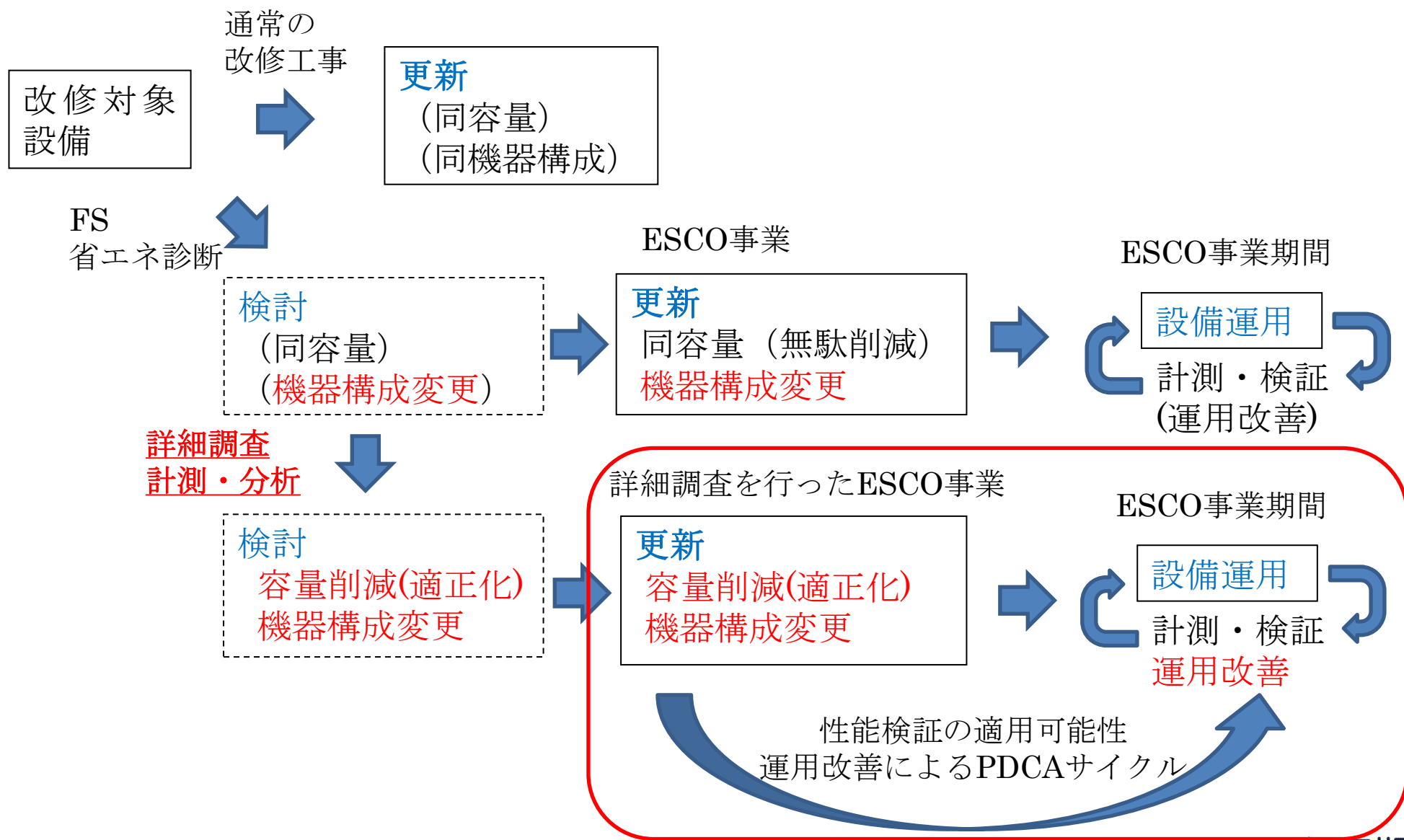


調査業務 課題と問題点のとりまとめ(抜粋)

項目	現状	問題点(評価)	課題・検討結果
システム	生涯学習センター系統が、多目的ホールと同系統。暖房時でも冷房が必要な場合は、一時的に空冷ヒートポンプチラーで対応。 休日でも会議室を使用する場合は、熱源を稼働させている。	負荷が小さいのに熱源起動により無駄なエネルギー消費となっている可能性がある。	熱源機と一緒にESCO 事業で検討することが望まれる。 ・生涯学習センターのPAC 化による熱源容量の見直し検討も必要
蓄熱槽	設置から25 年経過している。 蓄熱槽の熱が有効に活用されていない。 熱交換器の能力低下も考えられる。	蓄熱槽内の防水塗装等の亀裂や剥離が多数ある。	熱源機検討と合わせてESCO 事業で検討が望まれる。 熱融通による大きな省エネは難しい
冷温水ヘッダー	供給側と戻り側に仕切りがない	状況によっては供給側に戻りの冷温水が混入する。	ESCO 事業の運用改善にて解決することが望まれる。
中央制御	BEMS 分析より、製造熱量に比べて負荷側熱量が少ない。 冷温水2次ポンプが適切にインバータ制御されているか不明。	熱源システムの効率を適切に把握できない。	自動制御メーカーに確認。
空調制御	行政階は、天井内にセンサーが設置され、室温と乖離がある。 FCU のセンサーは、5 台に1 個となっており、床面に設置されている。	きめ細かな温度制御が難しい。	FCU の更新に伴って検討が望まれる。



詳細調査＋省エネ診断の狙い





調査業務 ②省エネ診断

	熱源容量 ダウンサイジング	イニシャルコスト 削減費用
市役所本館	710USRT → 430USRT 約40%減	32,000千円
総合センター	567USRT → 450USRT 約30%減	47,200千円
合計	-	<u>79,200千円</u>

両施設において計測とBEMSデータの
詳細分析によって、設備容量の大幅
なダウンサイジングが可能に。

大規模施設の設備改修では詳細調
査を行い**最適設備を選定**することで、
イニシャルコストを抑制でき、
省エネ性も高まることが判明。

状況	結果	対策
レイアウト変更等使用状況の変化	ムリな使い方	空調機の配置や容量見直し
温度センサー位置の不適切配置 温度制御装置の故障	温度制御のムラ	センサー、制御装置の適正化
機器効率の低下 蓄熱槽や配管状況の非効率運用	ムダな放熱	更新・改修による高効率化

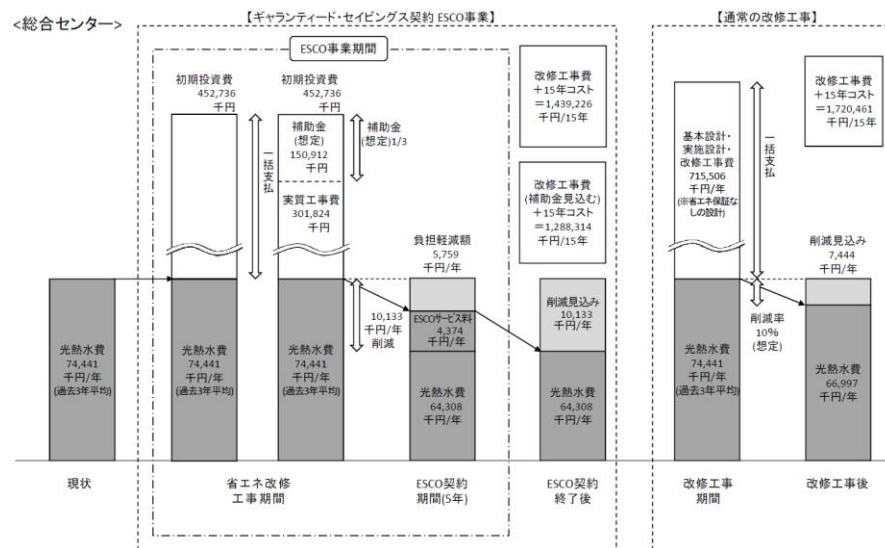
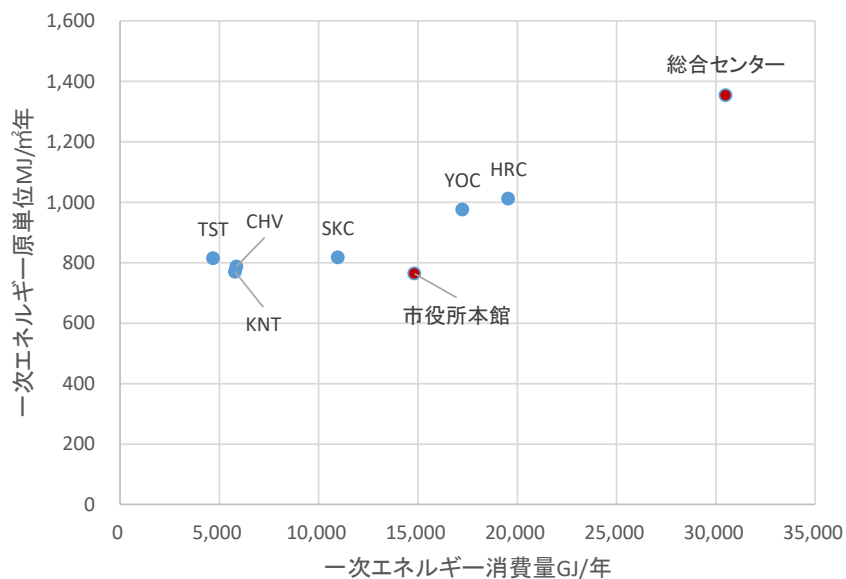
調査・診断で現状のムリ・ムラ・ムダを具体的に見える化



調査業務 ③事業可能性調査

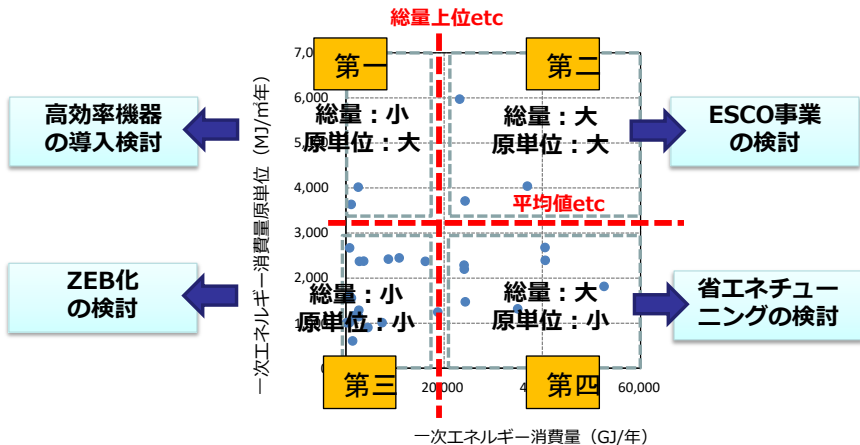
- ・ 近隣市町村のESCO事業の条件整理
- ・ ギランティード・セイビングス契約のESCO事業性の検討
- ・ シェアード・セイビングス契約のESCO事業性の検討
- ・ ESCO事業者へのヒアリング

近隣市町村のESCO事業の条件





調査業務 ④地域的エネルギーマネジメントの検討



エネルギー消費に関して4象限分類することで、各象限の特徴に応じた省エネ手法を検討。

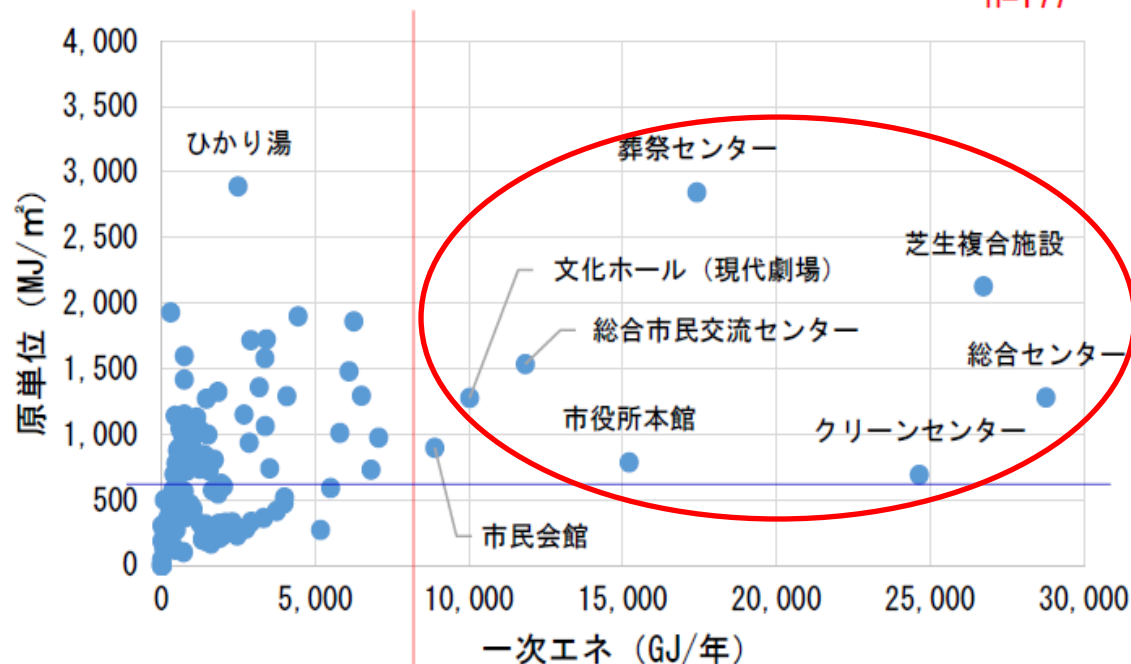
・第二象限;ESCO事業の検討施設

・第一、三、四象限;

設備改修の履歴から今後の改修の可能性検討

原単位とエネルギー消費量の関係 (H29)

n=177



全市有施設の
エネルギー消費分析

改修による効果の高い
施設を絞り込み
今後の改修検討へ



ESCO事業公募資料への反映例

目的・市要望 の明確化

目的や評価のポイント

2.5事業の要件 (8) その他

以下の内容についても審査で評価を行うので、具体的かつ効果的な提案を求める。

- ①本市課題(指定改修以外の設備も含む)に対する解決策につながる提案
- ②長寿命化対策となる提案
- ③補助金の獲得確度が高くなる提案
- ④環境施策に継続的に貢献できる提案

詳細調査による 省エネ診断の反映

設備能力のダウンサイジング ⇒ 調査資料はすべて開示

2.5事業の要件 (4) 熱源能力の確保

熱源機器の更新については、熱源のエネルギー源(ガス又は電気)は問わないが、安全性及び安定供給を十分に確保したものとし、メンテナンス時や故障時などの対応を考慮した機器の分割を行うこと(1台故障時の冷却・暖房能力が実質能力の50%以上あること)。なお、機器容量の選定に当たっては総合センター詳細調査結果、BEMSデータ等を参考とし、ダウンサイジングの検討も可能とする。ただし、現状の環境条件を維持、向上させることを前提とし、選定根拠を明確にすること。

市のリスクの確認

リスク分担表、契約書

項目	リスクの種類	リスク内容	契約書 対応条項	負担者	
				市	ESCO
1	共通	募集要項の誤り	募集要項の記載事項に故意又は重大な誤りのあるもの	第39条	○
		ESCO提案の誤り	ESCO提案の低減が達成できない場合	第24条	○
		第三者賠償	調査・工事・維持管理による騒音・振動等による場合	第57条	○
		安全性の確保	設計・建設・維持管理における安全性の確保	第18条	○

募集要項、リスク分担表、契約書等へ検討内容を反映



評価項目の例

提案審査(抜粋)									
評価項目			係数	配点	小計	主な対象様式	点数 (1～5点)	評価点 (点数×係数)	備考
1	環境	対象建物全体の省エネルギー率が 15% 以上であり、さらに省エネルギー効果が充分にあること。	10	50	環境的事項小計 (100点)	①提案総括表(様式10-3)		0	
3	財政	設計・工事・工事 監 理相当費用が安いこと	12	60	財政的事項小計 (100点)	①提案総括表(様式10-2) ③事業資金計画書(様式12-3)		0	
7	技術	本事業の目的、意図を十分に理解した 具体的な提案があること。	3	15	技術的事項小計 (130点満点)	①提案総括表(様式10-1)		0.0	1. 募集の趣旨 2.5 事業の要件 (8)その他
8		本市にとって、利益となる課題解決策の提示や独自の提案、ノウハウがあること。	3	15		①提案総括表(様式10-1)		0.0	
11		エネルギーの見える化や地域的なエネルギーマネジメントへの具体的な提案があり、今後の本市の取り組みに継続的に貢献できる提案となっていること。	2	10		②技術提案書(様式11-3)		0.0	7.2提案に関する事項 (4)環境マネジメントに関する提案について
12		運用改善、性能検証に関する具体的な提案があり、その内容や根拠に妥当性があること。	2	10		②技術提案書(様式11-4)		0.0	7.2提案に関する事項 (5)運用改善に関する提案について
15		提案募集要項に定めていない具体的な独自提案があり、その内容が効果的であること。	2	10		-		0.0	

今回の改修で特に提案してほしいことを評価項目に記載



3. ESCO事業の結果



ESCO事業による主な改修内容

【総合センター】

【市役所本館】

全館LED化

高層階(事務所フロア)
ファンコイルユニット



ビルマルチエアコン化

低層階(図書館、ホール等)
ガス吸収式冷温水機



空冷ヒートポンプチャラー
(蓄熱槽廃止)

クラウド型BEMS導入

【その他改修項目】

- ・レストラン空調機更新
- ・自動制御装置更新
- ・空調機INV化
- ・高圧変圧器更新
- ・節水栓導入
- ・遮熱フィルム
- ・AHUオーバーホールなど

- ・ALL電気式空調 = 省エネ性最大化 + 維持管理最小化
- ・老朽化機器更新 ⇒ 長寿命化 + 次回空調改修の簡素化



ESCO事業の提案内容

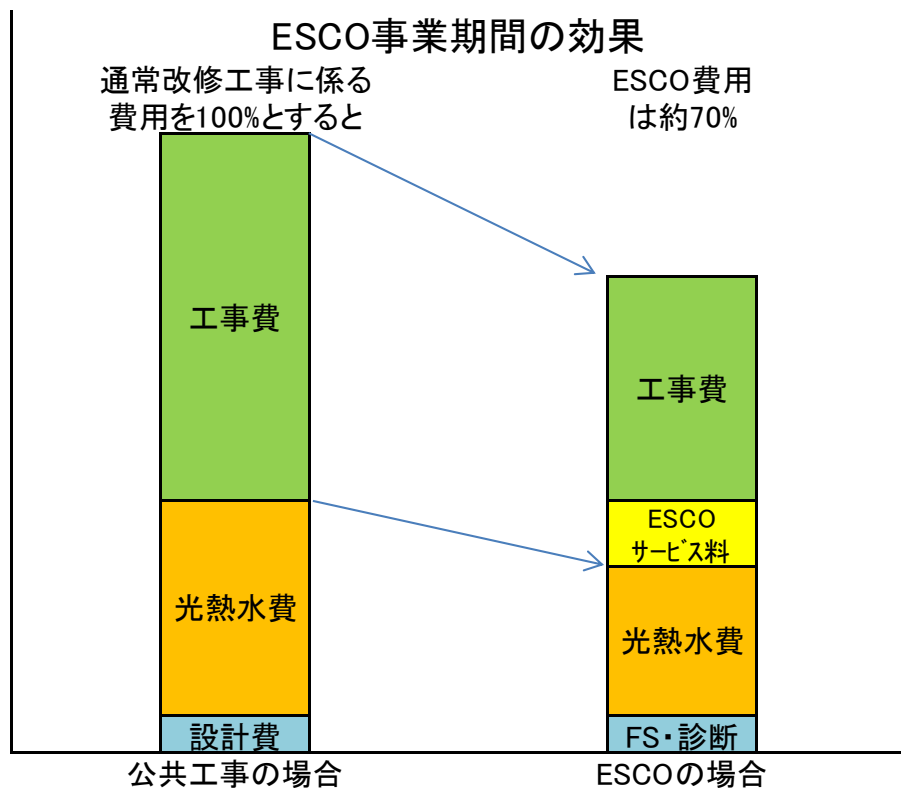
(消費税10%込み)

①	光熱水費年間削減予定額	16,271,037円／年	
②	光熱水費年間削減保証額	16,200,000円／年	99.6%
③	維持管理等サービス料	4,906,000円／年	
④	削減保証額とサービス料の差（年額）	11,294,000円／年	②－③
⑤	契約期間	5年	
⑥	光熱水費削減予定総額	81,355,187円	①×5
⑦	光熱水費削減保証総額	81,000,000円	②×5
⑧	維持管理等サービス料総額	24,530,000円	③×5
⑨	削減保証額とサービス料（5年間）の差（総額）	56,470,000円	②×5－⑧

予定額に対して保証額の割合が高い
BEMSデータ等の提供の効果！



ESCO事業の効果比較



イニシャルコスト
＋ ランニングコストで

ESCO事業期間の
公共工事試算との単純比較で
約3億円以上のコストメリット

⇒ 実際は目に見える
以上のメリットあり

ESCOによる補助金は経産省エネルギー合理化補助金(省エネ事業・エネマネ事業): 約1億円



ESCO事業の結果

【ESCO事業の目的】

- ①光熱水費及び維持管理費の低減によるLCC低減
- ②環境負荷の低減とエネルギーマネジメントの推進
- ③老朽化した設備の更新と長寿命化対策

財政負担の軽減

- ①初期投資、光熱水費、維持管理費の削減を最大化
- ②長寿命化による将来更新コストの縮減
- ③補助金の獲得

将来にわたる市負担トータルコストの縮減

施設改修効果の最大化

- ①居室の快適性UP（行政階のエアコン化）
- ②空調制御自動化、設備メンテナンス低減
- ③設備の高効率化、温室効果ガス削減の最大化

居室性能の改善、維持管理の最小化

公共工事発注では達成できないような改修内容の実現



ESCO事業のレビュー(参考)

項目	結果	課題/評価	今後の対応
開示資料	H30年度詳細調査報告書等	課題や詳細調査を提示することで、事業者の現状把握が迅速になった。 課題整理して提示することで、発注者側の評価基準でも活用。	詳細調査ができない場合でも 課題整理 (機器故障、維持管理上の問題点など)は 実施すべき 。
必須改修範囲の妥当性	必須設備の効果的な改修	省エネ効果が期待できない空調機OH、FCU更新を、ESCOと合わせることで長寿命化に寄与。 但し、事業者側が重荷に感じた可能性あり。	省エネ効果が期待できない改修工事を含める場合は、 ESCO事業者 に 事前ヒアリング して 意見収集が必要 。
提案改修範囲の妥当性	課題に対する解決策につながる提案	課題の提示により具体的な提案につながった。 「環境施策に継続的に貢献」が不明確なため具体性にかけるPDCA提案となった	市 が 考える課題や対策等について 、事前に検討して、 公募時に事業者 に 提示 。
質疑事項と対応	募集要項22問 見学会後41問	要項は些末な質問多→提示資料は十分 工事の質疑、契約書に関する質問多	質問から1週間後の回答で妥当。
審査項目評価点の妥当性	審査項目; 環境2件、財政3件、技術10件	重複評価するものや評価基準がわかりにくいものがあつた。 評価基準があいまいなものは、提案内容も具体性に欠けていた可能性があり。	審査基準を詳細にすると事業者の自由度が狭まる可能性はあるが、事例などで示すなど、ある程度 具体的な評価基準を示す 。



ESCO事業のポイント

- **庁内合意と首長の理解を得る**
早期実現のキーポイント
- **得意分野を活かした庁内役割分担が有効**
検討段階から役割を明確化 ⇒ 多角的に深い検討が可能に
- **どんなESCO事業にしたいか「企画」が大切**
とにかく安く、少しでも早く、できるだけ広範囲 → どうしたい？
- **事業者とのコミュニケーションは必須**
ノウハウを持っているのは事業者
- **市のやりたいことを明確に伝える**
公募資料、評価資料は事業者に向けたメッセージ



今後の展開

項目	市役所本館
竣工年 (築年数)	昭和45(1970)年 (2020年時点で築50年)
延べ面積	19,409m ²
構造／階数	SRC造／地上7階、地下2階、塔屋2階
用途	庁舎、議場
職員数	約920人
熱源設備	ガス吸収式冷温水機3台 280USRT(985kW) × 2 150USRT(528kW) × 1
空調設備	空調機、ファンコイルユニット EHP
照明設備	・ Hf、一部FL器具



- ・市役所本館のESCO事業化を推進中
- ・その他市有施設においてもESCO事業化を検討
- ・詳細調査やコスト削減に向けた検討は随時実施



ご清聴ありがとうございました

