

長崎県庁新庁舎建築工事のCxプロジェクト - オーナーとして -

長崎県総務部県庁舎建設課
参事 高屋 誠



長崎県庁新庁舎建設事業の概要



新県庁舎は、東側に長崎市中心街、西側に稲佐山、南側に長崎港、北側にJR長崎駅舎が位置する、長崎市を中心域に整備する

計画地

長崎県長崎市尾上町

敷地面積

約 3 万 m^2 （防災緑地等を含め約 5 万 8 千 m^2 ）

事業費

建設費・関連経費 約 4 2 3 億円

新庁舎の建物概要



	行政棟	議会棟	駐車場棟	警察棟
用途	庁舎	庁舎	駐車場	庁舎
建築面積	10,588㎡	1,939㎡	4,832㎡	4,205㎡
延床面積	46,565㎡	6,699㎡	11,639㎡	21,734㎡
階数	地上8階 地下階なし	地上5階 地下階なし	地上3階 地下階なし	地上8階 地下階なし
構造	R C造	R C造	R C造	R C造 (一部S造)

コミッショニング実施に至った経緯

1.新庁舎整備基本構想における環境配慮の位置づけ

■ 基本方針

県民生活の安全・安心
を支える庁舎

県民サービス向上のための機能的で
新時代環境共生型の庁舎

県民に優しく県民が
親しみを感じる庁舎

2.設計者による提案

設計者選定プロポーザルにて選定された設計者よりCxの実施
について提案があった



主要な建築設備設計へのCxの適用が効果的と判断

➡ 設計委託業務内容にCxに関する業務を追加

BSCAよりCMTを3名推薦頂き、設計アドバイザーとして委嘱

長崎県庁Cxの概要

Cxの範囲

「空調」「熱負荷に影響する建築」「全体」

Cxの実施体制

性能検証チーム（CT）

発注者

長崎県総務部
県庁舎建設課

性能検証管理チーム（CMT）

赤司泰義（東京大学）当時九州大学教授
住吉大輔（九州大学）当時九州大学助教
葛隆生（北海道大学）当時北九州市立大学講師

設計者

日建・松林
・池田JV

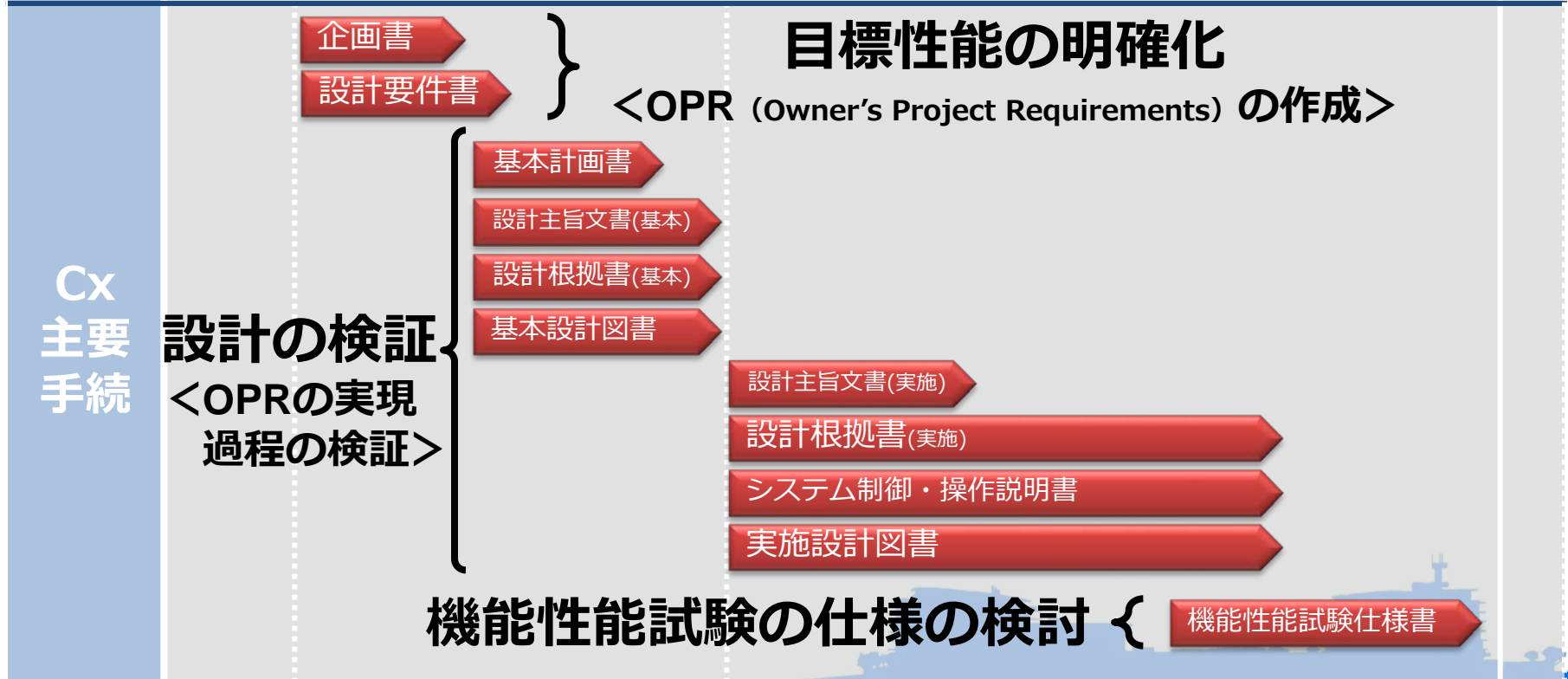
Cxの対象棟・特徴

	行政棟	議会棟
人員	約2,300人	約100人
主な機能	執務室・会議室 県民開放ゾーン	議場・委員会室 議員執務室



Cxプロセス（設計フェーズ）

	企画 フェーズ	設計フェーズ														
		基本設計						実施設計								
		24年度 7月		9月	25年度 11月		1月	3月	5月	7月	9月	11月	26年度 1月		3月	
Cx 会議		● 第1 回 会 議	● 第2 回 会 議	● 第3 回 会 議	● 第4 回 会 議	● 第5 回 会 議	● 第6 回 会 議	● 第7 回 会 議	● 第8 回 会 議	● 第9 回 会 議	● 第10 回 会 議	● 第11 回 会 議	● 第12 回 会 議	● 第13 回 会 議	● 第14 回 会 議	● 第15 回 会 議



長崎県庁Cxの目標性能 (OPR)

Cxの評価項目

■ 室内の熱・空気環境
(温湿度・放射・気流)



新庁舎Cxの目標性能の一例

- 年間熱負荷係数PAL : 225MJ/m²年以下
(事務所の基準値に対して25%削減)
- 非空調期間の執務時間帯において涼感を得るような自然通風が得られること

■ 空調・換気・熱源システム
及び建物全体の
一次エネルギー消費量



- 建物全体の年間一次エネルギー消費原単位 : 竣工時で810MJ/m²年以下
(一般的な官公庁舎に対して40%削減)

■ 空調・換気・熱源システム
及び建物全体の
光熱水費



- 単位延床面積あたりの年間光熱水費 : 竣工時で2,480円/m²年以下
(現庁舎を下回る光熱水費とすること)

■ 中央監視システム監視内容
計測データ項目及び
環境エネルギー管理方法



- 計測項目・方法、評価方法を定める
- 効率的に日常的な運用管理ができるようBEMSの仕様や内容を明確にする

Cxの効果

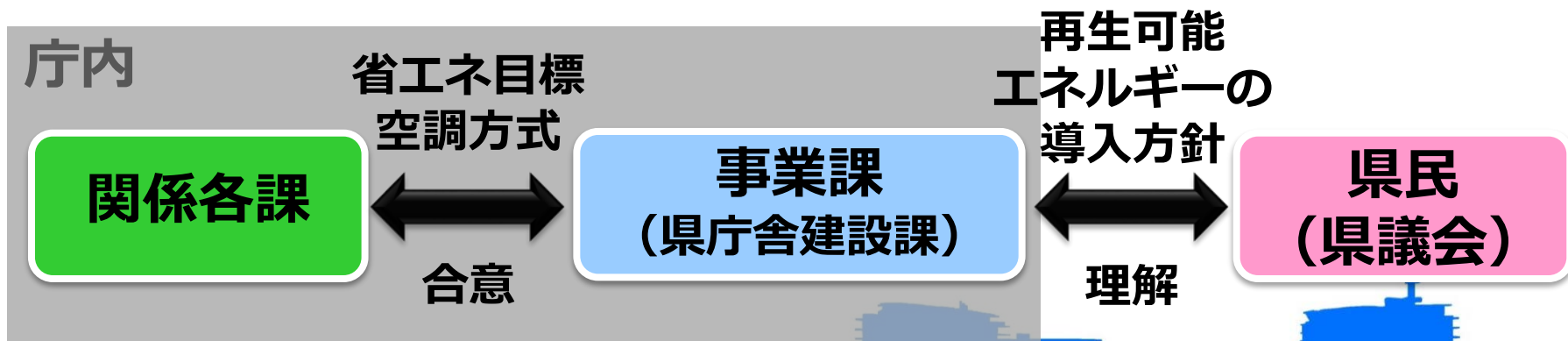


要求品質の確実な実現にむけた取組が可能となる

	従来の建築	Cxを適用した建築
企画 ↓ 設計 ↓ 運用	設計者まかせの目標設定	妥当性のある高度な目標設定
	設計者まかせの仕様決定	客観的評価を得た仕様決定
	竣工後の検証なし	竣工後の機能性能試験実施



円滑な合意形成、説得力ある説明が可能となる



Cxの効果（オーナーのメリット）



環境負荷低減や啓発に効果的な技術を導入できる

- 新庁舎は水道料金の抑制のため、井水等を雑用水に使用
- 井水熱を1Fエントランス・展示交流スペースの空調に利用
- 多くの県民に井水熱利用の効果的な情報発信が期待できる



運転段階を考慮した設計が可能となる

- 設計段階に運用後の最適な維持管理を見据えた検討を実施

エネルギー計測内容

BEMSで表示するグラフ仕様

機能性能試験の試験仕様



目標性能の確実な実現



今後、関係部局に対して試験の必要性を説明していく
(費用対効果の高い試験の実績が蓄積されることを望む)

CxFに望むこと

CxF登録制度 → 競争参加資格設定の拠りどころ



より透明性を高めるためには、お目付役立場として学識経験者が配置されることが望ましい

公共建築のオーナーとしてCxFに望むこと

公共建築はライフサイクルコスト縮減や環境負荷低減、業務の効率性を最大限に引き出す執務環境が強く求められている

● 費用対効果の高いCx

長期的な視野でコストメリット、快適性、保守性に優れた検証

● 信頼性の高いCx

庁内の円滑な意思決定や合意形成、及び庁外（県民・議会）に対する明確な説明を可能とする、精度の高い検証

長崎県庁新庁舎建築工事のCxプロジェクト － CxFとして －

BSCA副理事長・東京大学教授
赤司泰義



Cxの実施体制

性能検証チーム（CT）

発注者

長崎県総務部
県庁舎建設課
建築2名/
機械設備2名

性能検証管理チーム（CMT）

赤司泰義（東京大学） 当時九州大学教授
住吉大輔（九州大学） 当時九州大学助教
葛隆生（北海道大学） 当時北九州大学講師

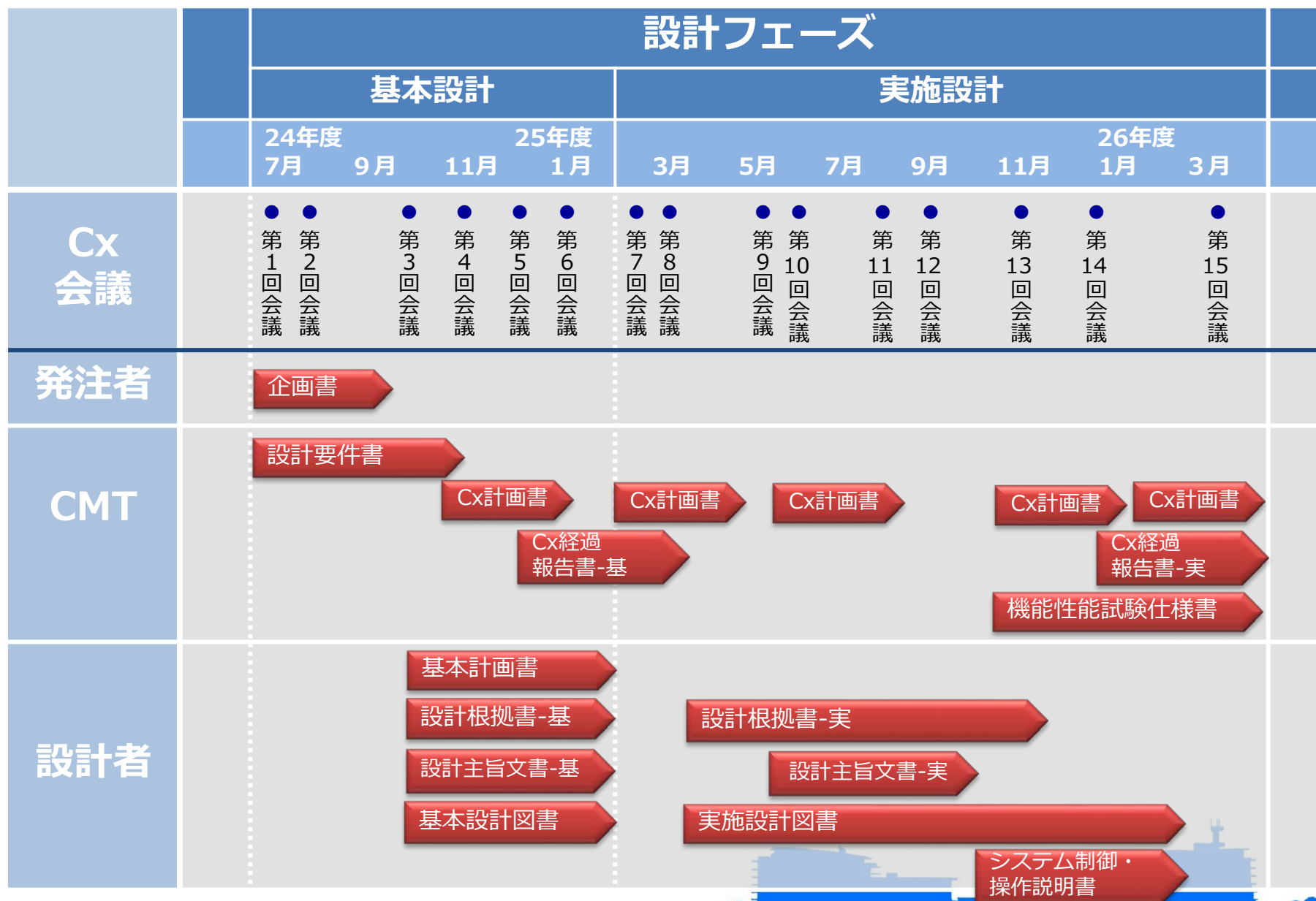
設計者

日建・松林
・池田JV
建築1名/
機械設備3名

- プロジェクト開始（H24.7）の時点で、CMT = CxPE + CxTEという実施体制は取れなかった
 - CxPE（管理）H22.5～、CxTE（技術）H25.8～
 - 契約上の問題
- 今回のCMTの役割は限定的
 - 設計フェーズ／空調・熱源／CxPE中心
 - 逆に言えば、実施体制や予算規模に応じて、様々に役割範囲を決めることができる



Cxプロセス（設計フェーズ／基本設計・実施設計）



CMTがCxFとして何をやったか

- Cx会議の運営

- 議事録の作成

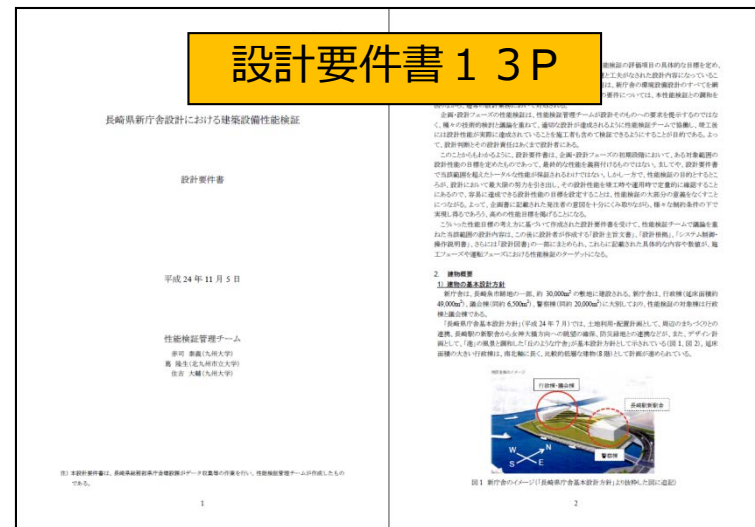
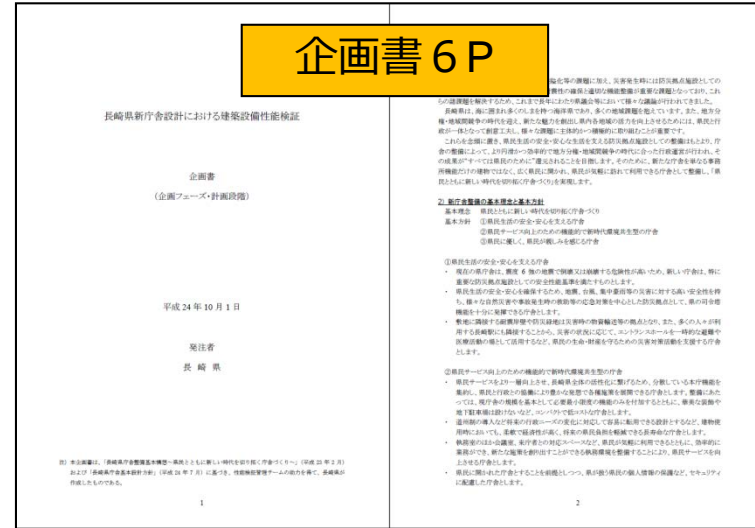
- Cx文書の作成

- 企画書（発注者を支援）
- 設計要件書
- 性能検証計画書
- 性能検証経過報告書（基本設計）
- 同（実施設計）
- 機能性能試験仕様書


- 設計関係図書のリビュー

- (シミュレーション分析)

- 設計者に要請

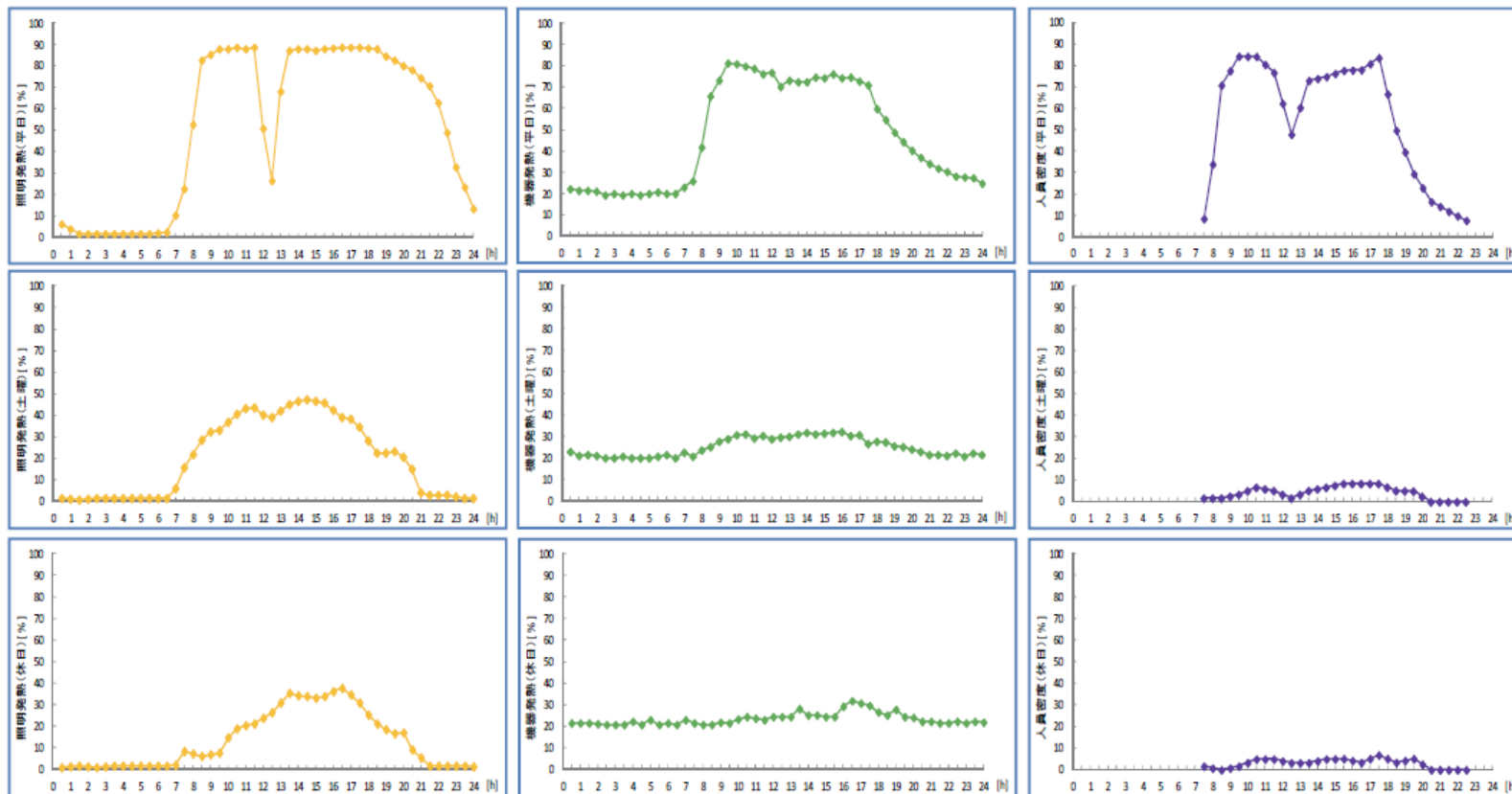


設計要件書OPR－設計条件（1）

- 外界気象条件等
 - 最大熱負荷：拡張アメダス設計用気象データ（長崎市）
 - 年間熱負荷／システムシミュレーション：拡張アメダスデータ（長崎市・標準年）
 - 海水・地中熱利用：取水深さ／採熱深さに応じた海水温度／地中熱深さの実績データや統計データ
 - 室温湿度条件
 - 居住域 夏季冷房時：28℃、冬季暖房時：19℃40%
 - 空調期間
 - 冷房可能期間：6/15～9/30
 - 暖房可能期間：11/20～3/31
 - 上記以外は非空調
 - 空調運転時間
 - 8:00～18:00（1時間の予冷・予熱時間を含む）
 - 内部発熱条件（照明・機器・人員密度）
 - 建築基準整備促進事業「業務用建築物のためのエネルギー消費量評価手法に関する基礎的調査」（H21～23年度）を参考
 - 新庁舎で想定される状況を反映
- 

設計要件書OPR – 設計条件 (2)

- 機器の能力・入力・部分負荷特性、システム制御ロジックおよび機器能力選定の余裕率をシミュレーションに適切に反映



(a) 照明

(b) 機器

(c) 人員

図3 内部発熱スケジュール(上段:平日、中段:土曜日、下段:休日)

設計要件書OPR – 設計目標（1）

● 熱負荷

- 年間熱負荷係数PALを事務所等の基準値300MJ/m²年に対して25%以上削減すること

● 室内環境①温湿度

- 冷暖房時における居住域の室温湿度が設定値（冷房28℃以下、暖房19℃40%以上）を満足すること
- 冷暖房時における居住域以外の室温度が設定温度と大きくかけ離れないこと
- 非空調期間（中間季）における執務時間帯の室温湿度が適切な範囲に維持されること

● 室内環境②放射

- 冷暖房時において、不均一放射によって居住者が不快感を得ないように、ガラス窓や天井（屋根部）の室内側表面温度と室温度の差を適切な範囲に収めること

● 室内環境③気流

- 非空調期間（中間季）の執務時間帯において、涼感を得るような自然通風が得られること
- 冷暖房時において椅座静位の状態での居住者の頭部と足部の空気温度差や居住者にあたる室内気流速度を適切な範囲に収めること

設計要件書OPR – 設計目標（2）

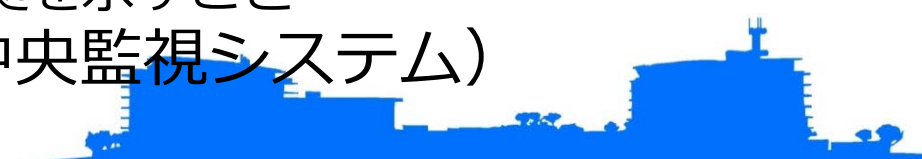
● 年間一次エネルギー消費原単位

- 新庁舎の空調・換気・熱源システムに係る年間一次エネルギー消費原単位について、竣工時で**320MJ/m²年以下**にすること
- 新庁舎の建物全体の年間一次エネルギー消費原単位について、竣工時で**810MJ/m²年以下**にすること
- 新庁舎の建物全体の年間一次エネルギー消費原単位を示す際は、空調・換気・熱源システムだけでなく、照明やコンセント、その他に係る年間一次エネルギー消費原単位の概算と根拠を示すこと
- およそ15年後の将来においても、冷暖房時の居住域の室温湿度が設定値を満足することを目標とし、その際の年間一次エネルギー消費原単位を示すこと

● 光熱水費

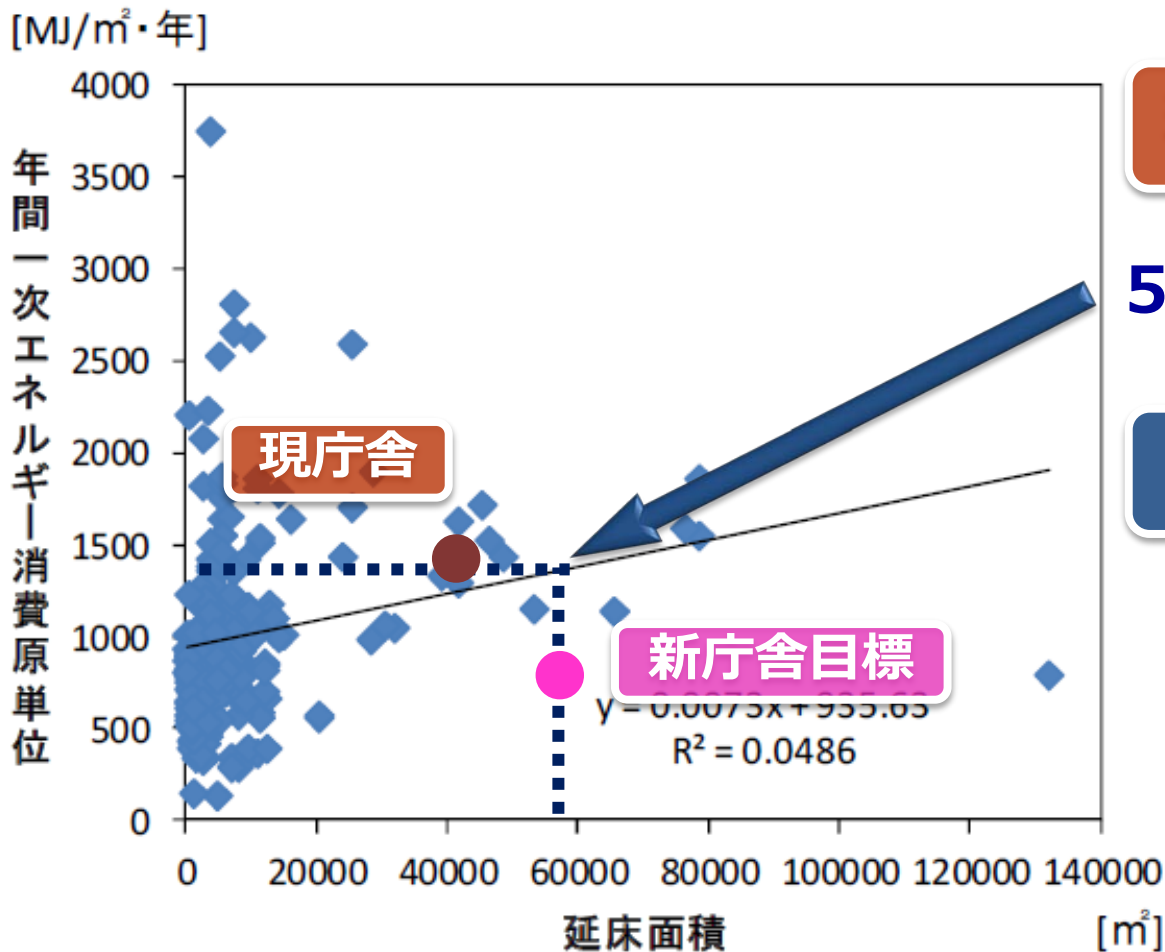
- 新庁舎の建物全体の単位延床面積あたりの年間光熱水費について、竣工時で**2,480 円/m²年以下**とすること（現庁舎を維持）
- 新庁舎の建物全体の単位延床面積あたりの年間光熱水費を示す際は、空調・換気・熱源システム、照明やコンセント、その他に係る年間光熱水費の概算と根拠を示すこと

● 他（年間CO₂排出原単位、中央監視システム）



設計要件書OPR – 設計目標 (3)

年間一次エネルギー消費原単位



現庁舎1,442MJ/m²年

55,500 m² (新庁舎相当)
の一般的な庁舎

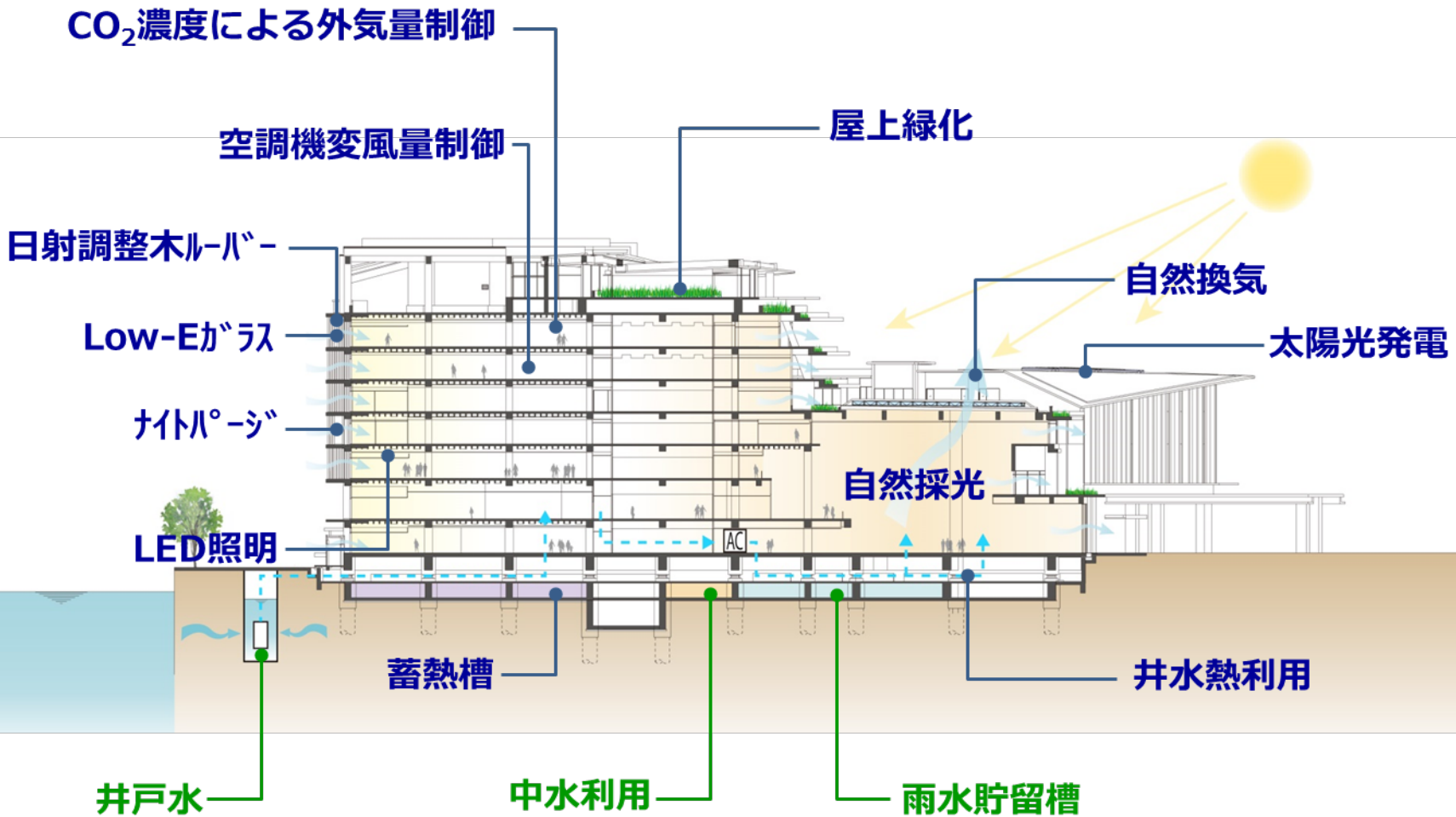
1,341MJ/m²年

新庁舎全体目標
805MJ/m²年以下
※一般的な庁舎の▲40%

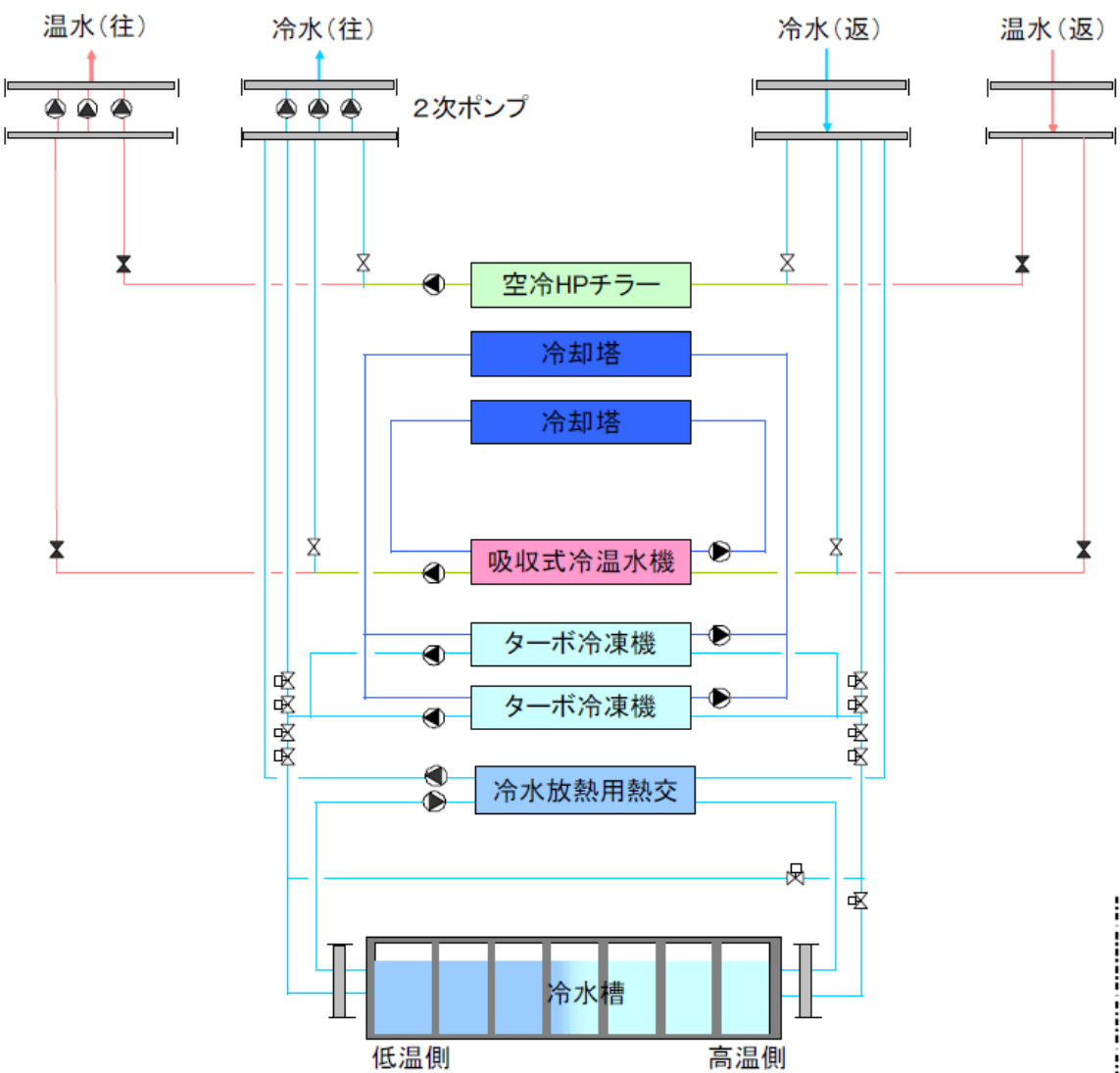
空調・換気・熱源目標
322 MJ/m²年以下

九州地域官公庁 (のべ218件) の年間一次エネルギー消費原単位 (平成18~20年度)

新庁舎に導入する省エネルギー技術

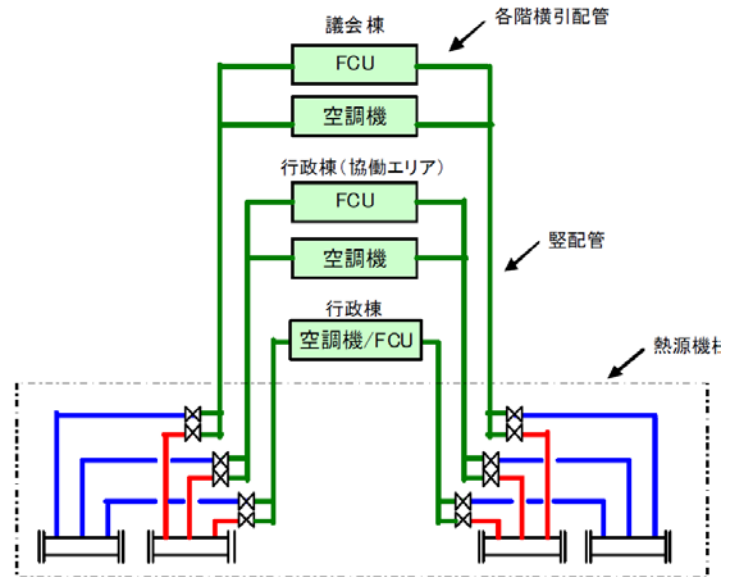


新庁舎の熱源・空調システム（1）



熱源フロー

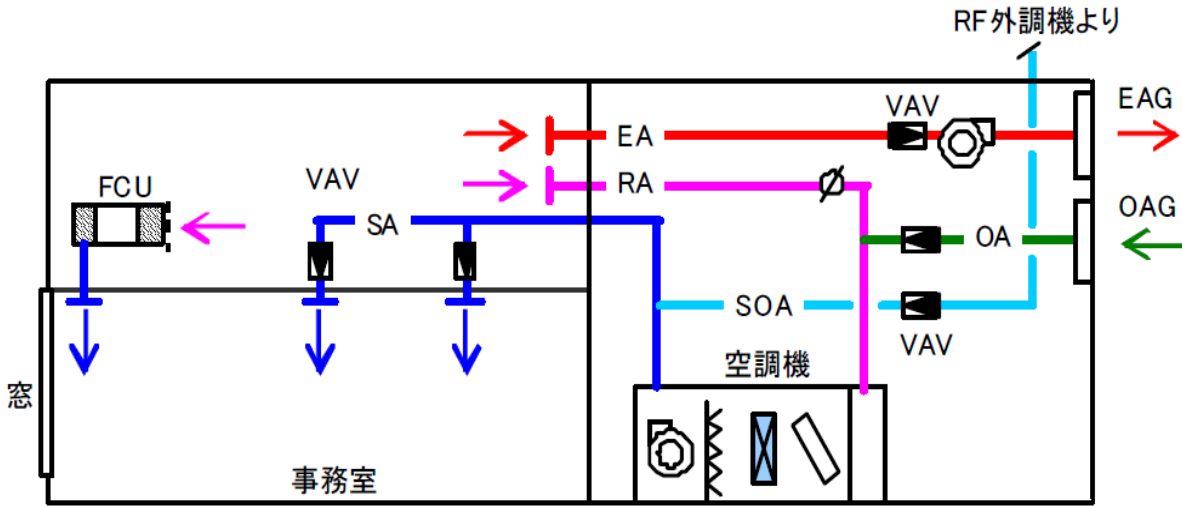
- 一次側（電気・ガス）
 - ・ターボ冷凍機
 - ・吸収式冷温水機
 - ・空冷HPチラー
 - ・水蓄熱槽（冷水）
- 二次側（顕潜熱分離）
 - ・空調機
 - ・FCU



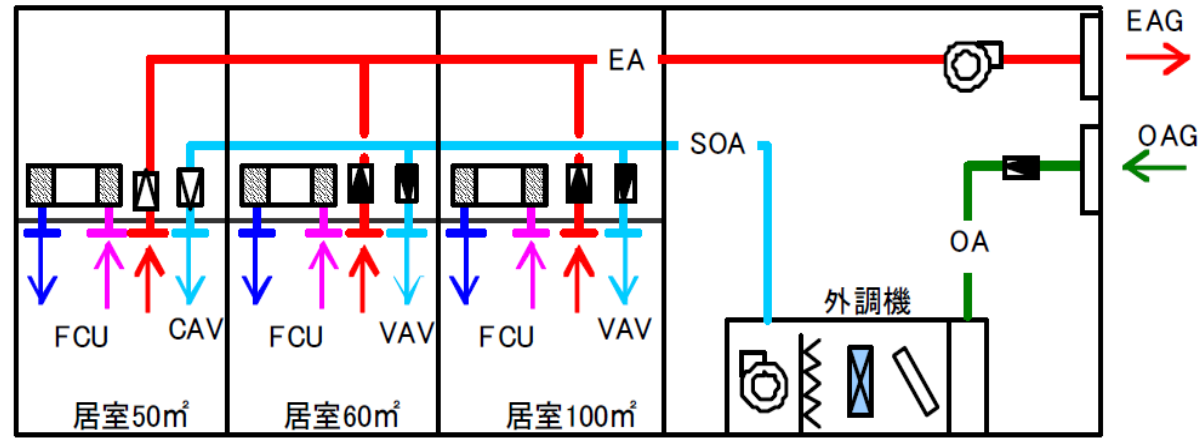
空調配管フロー

新庁舎の熱源・空調システム（2）

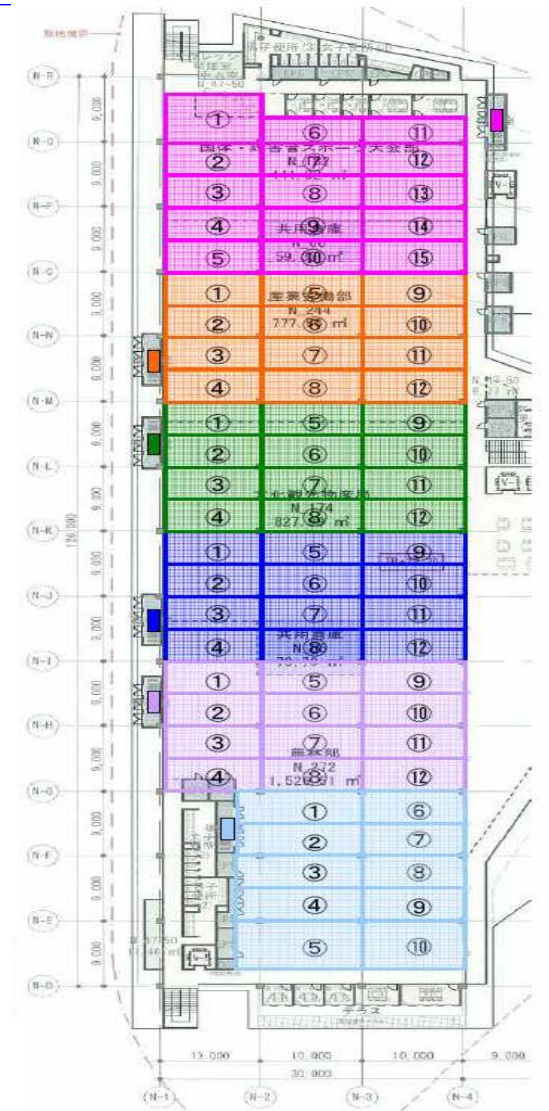
夏期28℃設定でも不快でなく、冬期に湿度条件を満足するための顕潜分離空調



行政棟執務室 空調フロー



外調機+ファンコイル 空調フロー

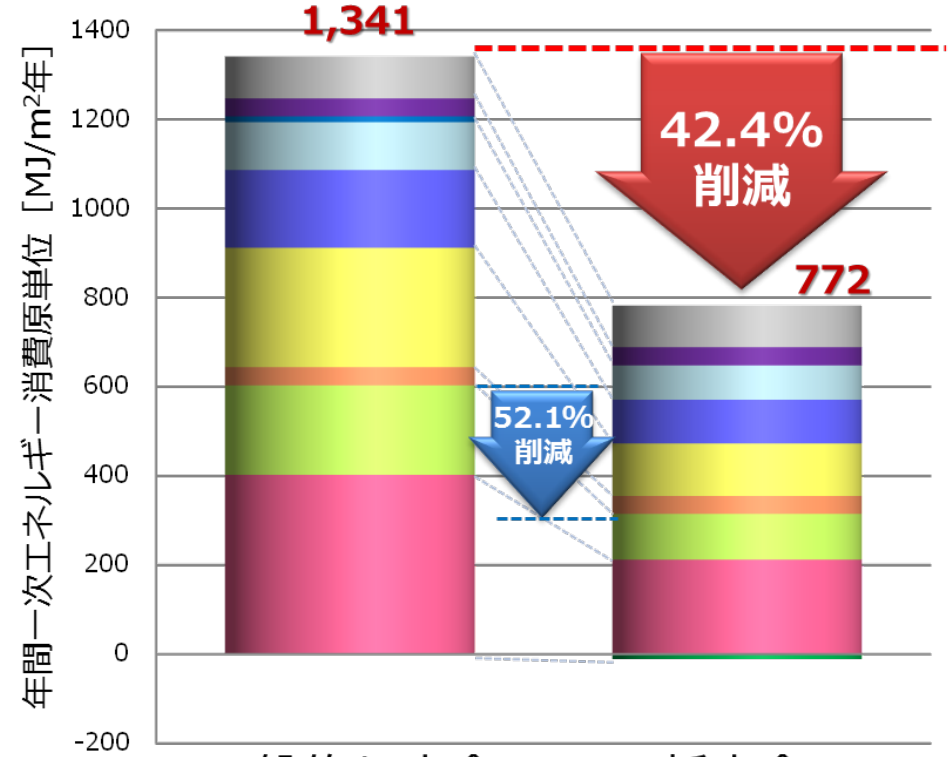


熱源・空調システムの性能評価（1） - エネルギーシミュレーション

- 最大熱負荷
 - ・ IPAC-MECH（建築設備設計基準準拠）
- 年間熱負荷
 - ・ ESUM（省エネセンター）
- システムシミュレーション
 - ・ LCEM-tool（国土交通省）

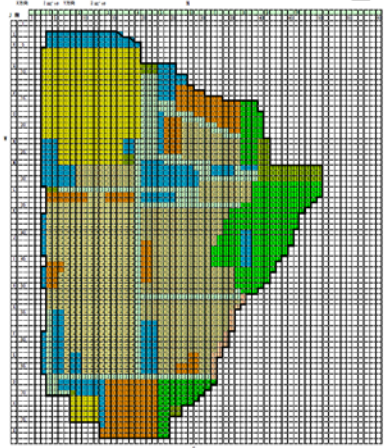
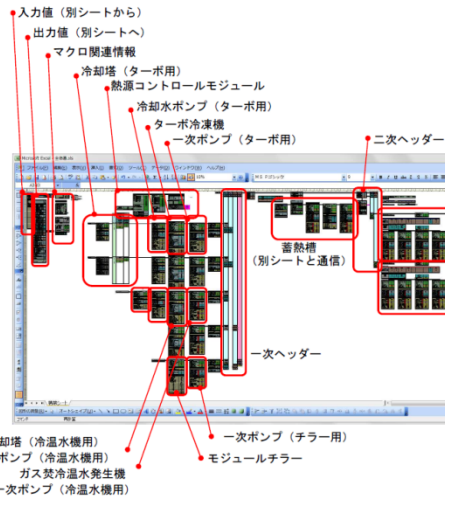
エネルギー消費量 OPR : ▲40%

- 再生可能エネルギー
- 空気搬送
- 照明
- 換気
- 昇降機
- 熱源
- 給湯
- コンセント
- 給排水動力
- その他



熱負荷計算 No.

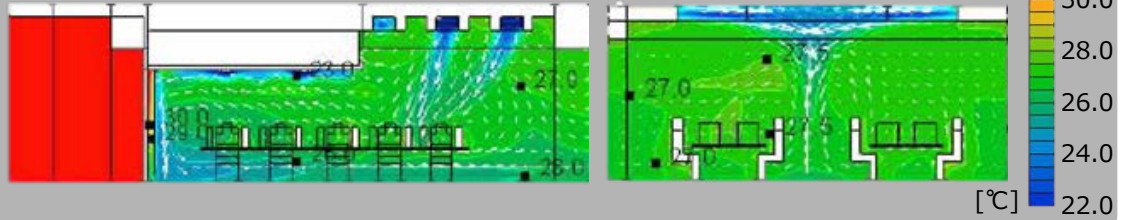
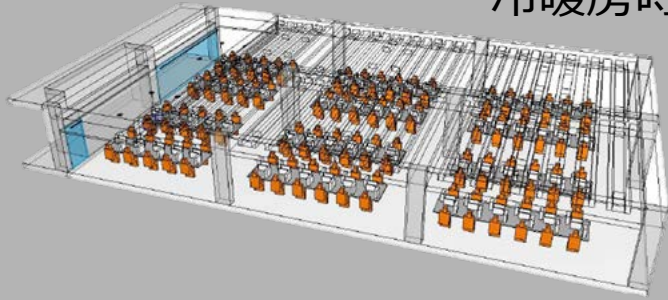
各室熱負荷集計		熱負荷集計										備考	
系統名	ALL	時刻別熱負荷				最大単位		暖房負荷		単位			
階室記号	室名	面積	容積	人員	9時	12時	14時	16時	潜熱負荷	全熱負荷	単位	単位	
		[㎡]	[㎡]	[人]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W/㎡]	[W/㎡]	
1 101	エントランスホール	168.0	1008.0	17	8270	11576	12436	11709	6427	20863	124	24959	149
1 102	議事室編纂室	24.0	64.8	3	755	824	849	841	198	1047	44	501	21
1 103	議員応接室3	28.0	75.6	12	1491	1634	1684	1667	792	2476	88	1033	37
1 104	議員応接室2	27.0	72.9	12	1411	1536	1583	1575	792	2375	88	937	35
1 105	議員応接室1	113.0	305.1	30	4452	4841	4969	4896	1980	6949	61	2713	24
1 106	書庫1	85.0	229.5	9	1982	2209	2286	2235	594	2880	34	1581	19
1 107	図書室	195.0	526.5	40	12550	12778	12853	12804	2480	15333	79	1575	8
1 108	議員応接室4	18.0	48.6	5	650	666	671	667	330	1001	56	110	6
1 109	議員応接室5	18.0	48.6	5	650	666	671	667	330	1001	56	110	6
1 110	議事室控室	13.0	35.1	1	326	337	341	338	66	407	31	80	6
1 111	議事室受付控室	20.0	54.0	2	1166	1184	1190	1186	132	1322	66	122	6



一般的な庁舎 新庁舎

熱源・空調システムの性能評価（２） - 気流シミュレーション

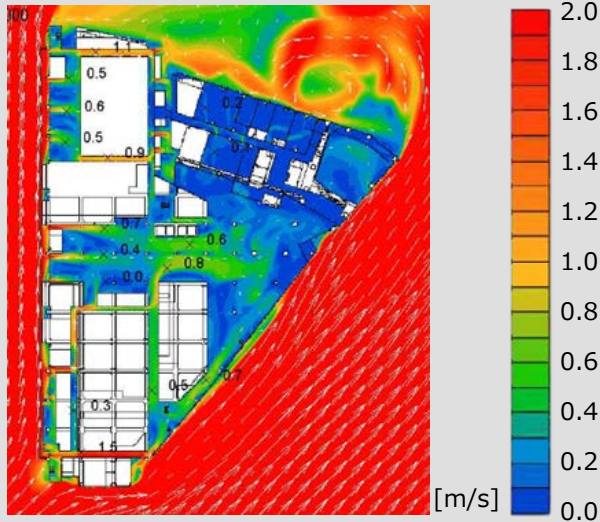
冷暖房時の居住域の室内温湿度の検証



執務室の温湿度環境

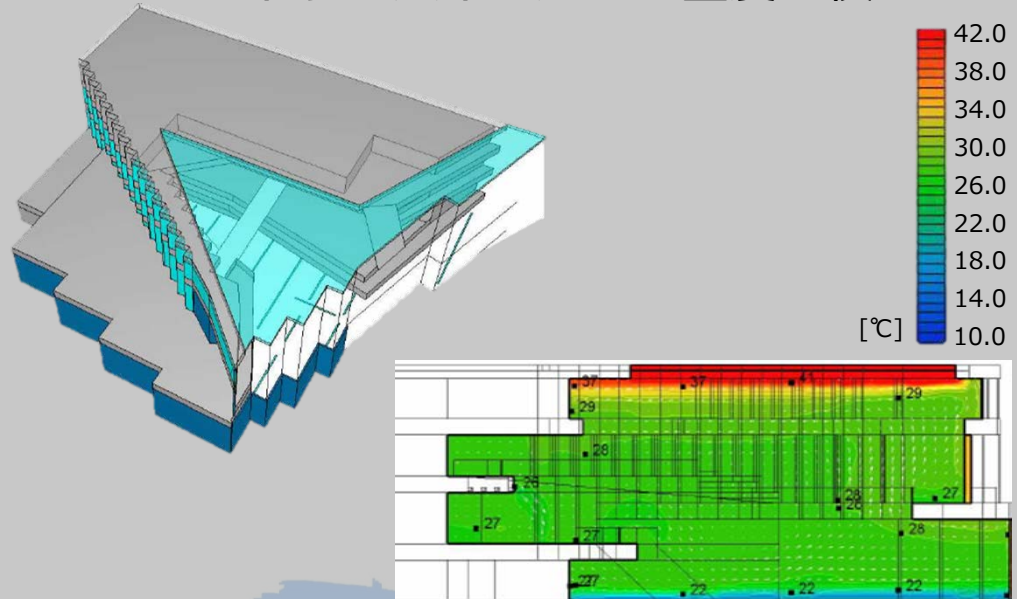
気流（自然通風）

非空調期間の自然通風の検証



大空間の温湿度環境

エントランスホールの温室度の検証



機能性能試験仕様書（1）

機能性能試験

運用されている建物および建築システムが、要求された機能と性能を実現することが可能であることを確認して判定する

● Step1 試験計画の作成

- 本仕様書に基づき具体的な試験の実施計画を立てる。機能性能試験事前チェックリストとして、各部屋や各機器で何を測り、判断の基準は何かについてまとめたものを作成する。

● Step2 試験の実施（竣工後運転段階1年間）

- 試験計画に基づいて試験を実施する。不具合等の発生が認められた場合は、できる範囲の調整を行いながら適切な運転状態が実現できるよう調整する。ただし、調整の内容を含めたすべての試験結果は必ず記録に残すものとする。

● Step3 改善に関する検討

- 試験結果のうち、要求性能を満足していないと判断された項目をまとめ、施主、設計者および施工者に報告を行う。

● Step4 運用段階への引き継ぎ

- 試験結果のうち、運用段階においても継続して観察すべき事項や調整によって不具合を解消した内容など、運用における注意点となるものを抜粋し、『機能性能試験結果における運用段階での留意点』としてまとめる。



機能性能試験仕様書（2）

機能性能試験仕様（全39試験より抜粋）

1) 空調時室温湿度平面分布

設計要件番号	2
試験内容	冷房期および暖房期の任意の一日において、通常の空調を 4 時間実施して測定を行う。うち、2 時間経過時点で設定温度を 2℃変化させる。
対象	代表的な執務室および会議室
測定項目	温度(高さ 1.2m、9m×10m に一点程度) 120 ポイント程度(30 ポイント×4FL) 湿度(高さ 1.2m、9m×10m に一点程度)
測定間隔	5 分以内
判断基準	全測定データの 90%以上が設定温度±2K 以内、設定湿度±10%以内であること。 ただし、空調開始から室温湿度が安定するまでの時間は測定の対象外としても良い。
備考	空調の制御性を見るものであり、十分な熱負荷がなくても構わないが、負荷が 0 とならないよう設定温度を工夫すること。



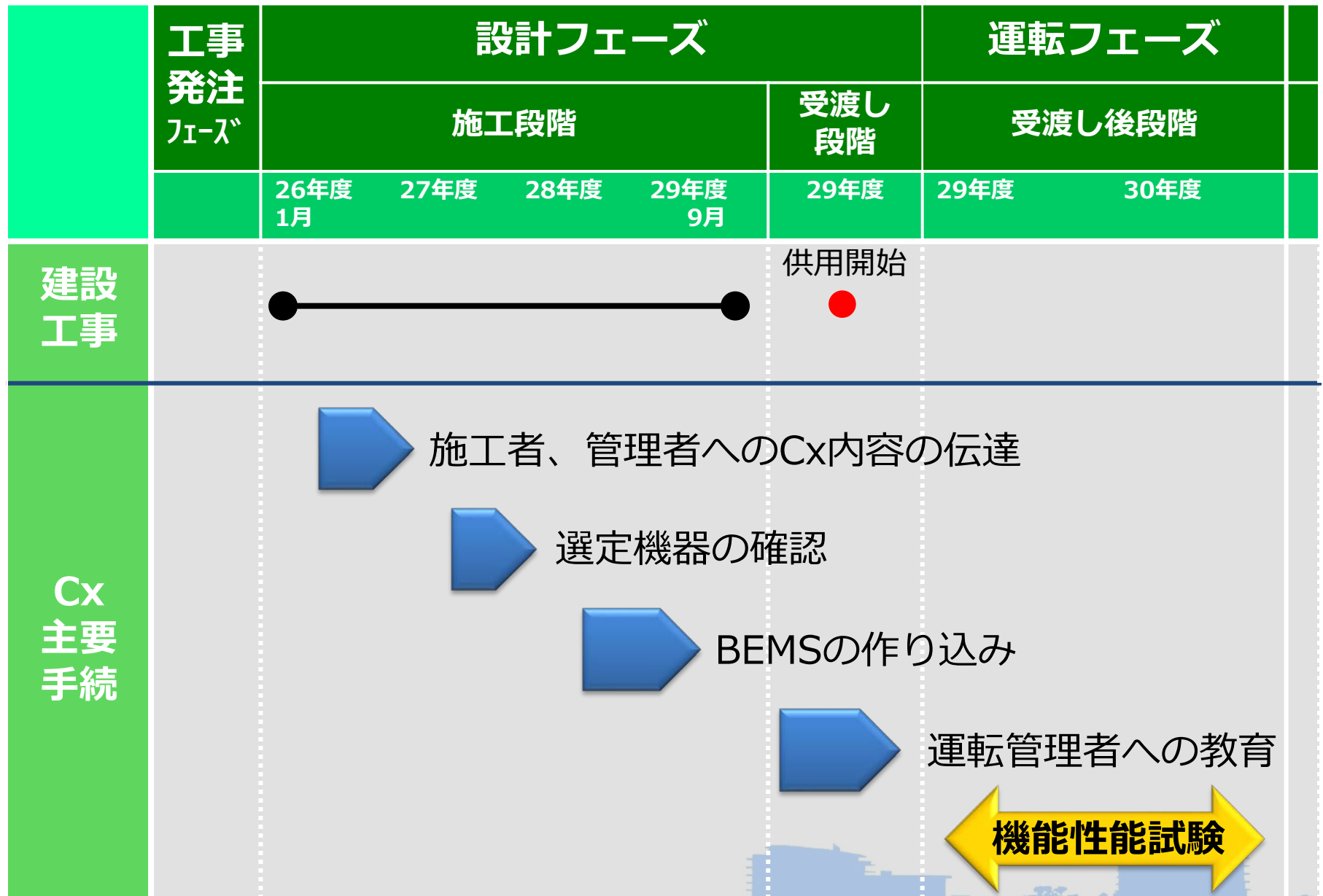
機能性能試験仕様書 (3)

機能性能試験仕様 (全39試験より抜粋)

12) ターボ冷凍機の性能(効率)

設計要件番号	103、104
検証内容	ターボ冷凍機の性能(効率)
対象	ターボ冷凍機
データ項目	ターボ冷凍機出力 ターボ冷凍機冷却水入口温度 ターボ冷凍機 COP
測定間隔	1 時間以内
判断基準	ターボ冷凍機出力と COP の散布図(X 軸:ターボ冷凍機出力、Y 軸:ターボ冷凍機 COP) と、ターボ冷凍機冷却水入口温度と COP の散布図(X 軸:ターボ冷凍機入口温度、Y 軸:ターボ冷凍機 COP)を作成し、設計(カタログ)通りの COP が得られているかを確認する。
備考	

今後の長崎県庁Cx（予定）



CxFとして社会に望むこと（感想）

● 官公庁ビルへのCx適用

- 海外では公共建築が先行してCx実施
- 今後、日本でも、公的なビルへのCx普及を期待

● Cxのビジネス化

- 大学人だけで本務の傍らに実施するのは難しい
- 相応のフィーをもらって行う業務
- 経験と知識、技術が必要 → 新たな職域の創出
- CxF (CxPE + CxTE) の必要性

● Cxの迅速化

- 今回は比較的時間があつたが、一般にはどうか
- マニュアル等の充実化（誰でもすぐに理解できる）
- シミュレーションツール等の充実化（誰でもすぐに使える）
→ 「誰でもすぐに使える」ものは結局、かゆいところに手が届かない？

● CxF（特にCxPE）に求められる能力

- コミュニケーション能力と文書化能力



ご清聴ありがとうございました

