

2章 設計プロセスと要素技術の検討

2.1 敷地・立地の確認

建築の設計では敷地環境として、土地の特長を確認する必要がある。その一例としては風土性としての気候を把握することとなる。夏・冬の気温、温度、風雨、降雪、そして春秋の風は風向が重要視される。これらを敷地の特長として考慮することになる。

さらに立地条件も詳細として見極める必要がある。土地の形状として平地、斜面、その向き、海や山、川、湖の位置も建築計画では重要となる。これらの関係を敷地・立地として確認し、土地の力を利用することも考えられる。以下に敷地環境を上手く取込み、立地を活かした事例を紹介する。

直島ホール（写真 2-1）の設計計画は徹底的に敷地及び周辺環境を調査するところから初められている。香川県香川郡直島町の集落が 2 年半かけて調査され、徐々に直島における風・水・太陽を活かした集落と民家の造り方、谷に平行な南北軸に沿った風を導く作り、などが把握され現代建築でどのようにそれらを取り込むかが挑戦されていると言われる。

大きな入母屋の屋根には南風を受ける風孔が空いている。そこを風が通ることにより生じる圧力差を用い、ホール大空間の気流を動きが生まれ、自然換気が行われる。またその自然換気において外気は床下空間を介し室内へ流れ込み、緩やかな勾配天井を沿う様に頂部開口へ誘因され入母屋開口により排気されることが意図されている。

高効率の機器や最新鋭の制御を用いる以前に、まず建築としてその場所場所で何ができるかを十分把握し、自然と共にある建築としてデザインと機能が具現化された好例と言える。



photo by Shigeo Ogawa

写真 2-1 直島ホール外観（直島公民館）

設計：三分一博志建築設計事務所



写真 2-2 直島ホール内観（直島公民館）

設計：三分一博志建築設計事務所

2.2 建築用途・規模・その他設計と条件の整理

敷地環境を把握し、その土地の力を利用することが可能であればさらに良い。敷地環境との相性は建築用途や規模にも左右されることもある。そのため土地の力を念頭に置きながら建築用途や規模とのマッチングを考えた設計と条件の整理が必要となる。このため建築用途を満たすことが最も重要となり、構造や防災関係の計画を行い安全安心が可能になった次の段階として省エネルギー計画について取り組んでいくことになる。

省エネルギーの方法として土地の力を利用することで建築設備を用いないことや建築設備の使用割合を少なくすることが考えられる。建築用途によっては室内温湿度の許容範囲が様々考えられるため、その許容値を考えながら使用条件をまとめられれば良い。室内照度についても東日本大震災以降見直しが進められていて、LEDの普及と共に、より照明使用エネルギーの低減が進んでいる。さらに自然採光の活用も与条件として進めると効果的でもある。さらにその可能性を自動化で管理することも可能となる。このことはインテリア空間とペリメータ空間に分けて考える事もできる。特に冷暖房負荷では建築用途・規模に関わることが多い。主にペリメータ負荷が多い建築規模とインテリア負荷が多い建築規模では年間の冷暖房負荷の発生が異なることになる。前者は冷暖房負荷は外乱の影響により左右されるため、冷暖房期は季節によって切替えられる。しかし後者はインテリア部での年間冷房負荷の発生が考えられ、冷房運転が継続されることがある。そのためペリメータ負荷が多い建築では外乱の影響を少なくするため、断熱や日射コントロールが重要となる。一方インテリア負荷勝の建築では、冷房負荷軽減のための環境・設備的提案が求められることになる。また空調負荷と必要換気量（外気負荷）の変動は別の動きをするため、VAV方式などで空調及び外気取入を単一ダクトで行う場合は、空調負荷がなくVAV風量が絞られた場合でも必要な外気取入量を確保可能な様に制御計画を行う必要もある。実際の運用にあった空調方式及び換気方式を採用する必要があり、ゾーニング計画をしっかりとしつつ、空調搬送系統と換気搬送系統を分けて計画することも有用である。

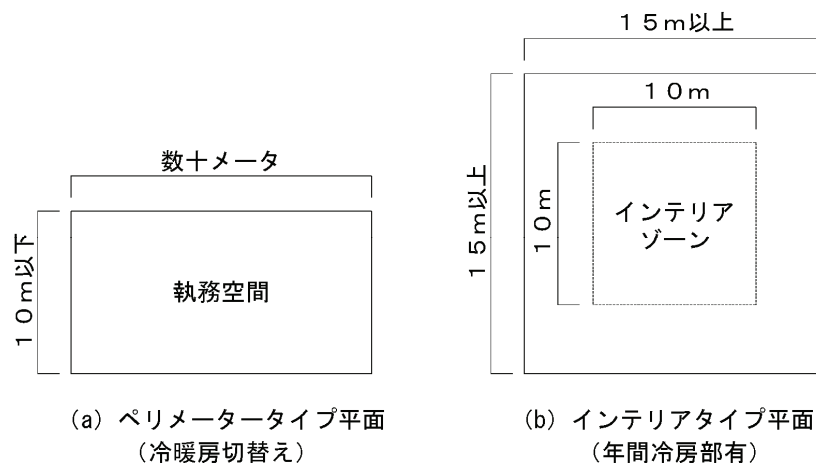


図 2-1 建築規模と基準階での冷暖房負荷

2.3 エネルギー消費量の削減値の設定

平成 28 年省エネルギー基準では、一次エネルギー消費量の計算によってその数値を求めることで、基準適合性を確認することになる。また、同基準では基準一次エネルギー消費量よりもさらに 20% 小さい誘導基準一次エネルギー消費量も規定されている。そこで、基準適合性については当然のこととした上で、さらに ZEB を目標としてより高い削減率を設定することが今後の方向性として考えられる。ZEB には ZEB Oriented、ZEB Ready、Nearly ZEB (I, II) そして Net Zero Energy、Net Plus Energy B とある。(参考文献：空気調和・衛生工学会 空気調和設備委員会 ZEB 定義検討小委員会 平成 27 年 6 月)

住宅に関して定義されている LCCM は LIFE CYCLE CARBON MINUS の略であり、建築時、運用時、廃棄時においてできるだけ省 CO₂ に取り組むことに加えて、再生可能エネルギーの利用によって、CO₂ 排出量をライフサイクル全体収支でマイナスにする考え方である。CO₂ 排出量を ZEB と LCCM で比較した概念図を図 2-2 に示す。

非住宅建築の省エネルギーの目的は設計一次エネルギー量の算出と評価を通じて、CO₂ 排出量を削減することが目的と言える。より高い省エネルギー性能や省 CO₂ 性能を実現するための設計プロセスにおけるエネルギー削減量の設定では ZEB や LCCM 的考え方が望まれる。省エネルギー基準のための設計一次エネルギー評価のみでは、バイオマス利用や雨水利用などによる省エネルギーや省 CO₂ 効果が評価できないので、今後の検討も必要となる。

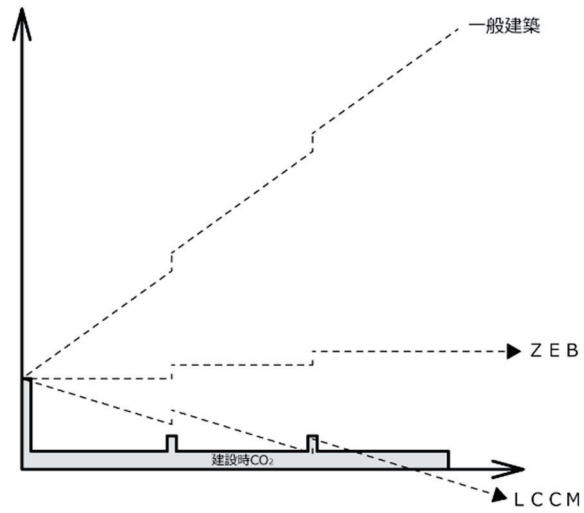


図 2-2 CO₂排出量比較検討図

大規模建築において地域の特性を活かしながら CO₂ 排出削減を取り込んだ事例として島根県雲南市の雲南市役所新庁舎（日本設計・中林建築設計事務所 特別共同企業体）を挙げることができる。地元の森と水の恵みを活かした熱源空調システムを構築しているとされている。



写真 2-3 雲南市役所

設計：株式会社日本設計

表 2-1 雲南市新市庁舎の諸元

| | |
|-------|--|
| 所在地 | 島根県雲南市木次町里方 5 2 1 - 1 |
| 用途 | 庁舎（省エネでは事務所等基準に該当） |
| 規模 | 地上 5 階/地下 - 階、鉄骨造、延べ面積 7,234.26 m ² |
| ガラス仕様 | 日射遮蔽複層ガラス 5 種 |
| 断熱仕様 | 屋根[押出法ポリスチレンフォーム保温板@35] |
| | 壁[吹付け硬質ウレタンフォーム断熱材 A@30] |
| | 外気に接する床[吹付け硬質ウレタンフォーム断熱材 A@35] |
| 省エネ評価 | 外皮性能 BPI : 0.65 |
| | 一次エネルギー消費量 BEI : 0.61 |

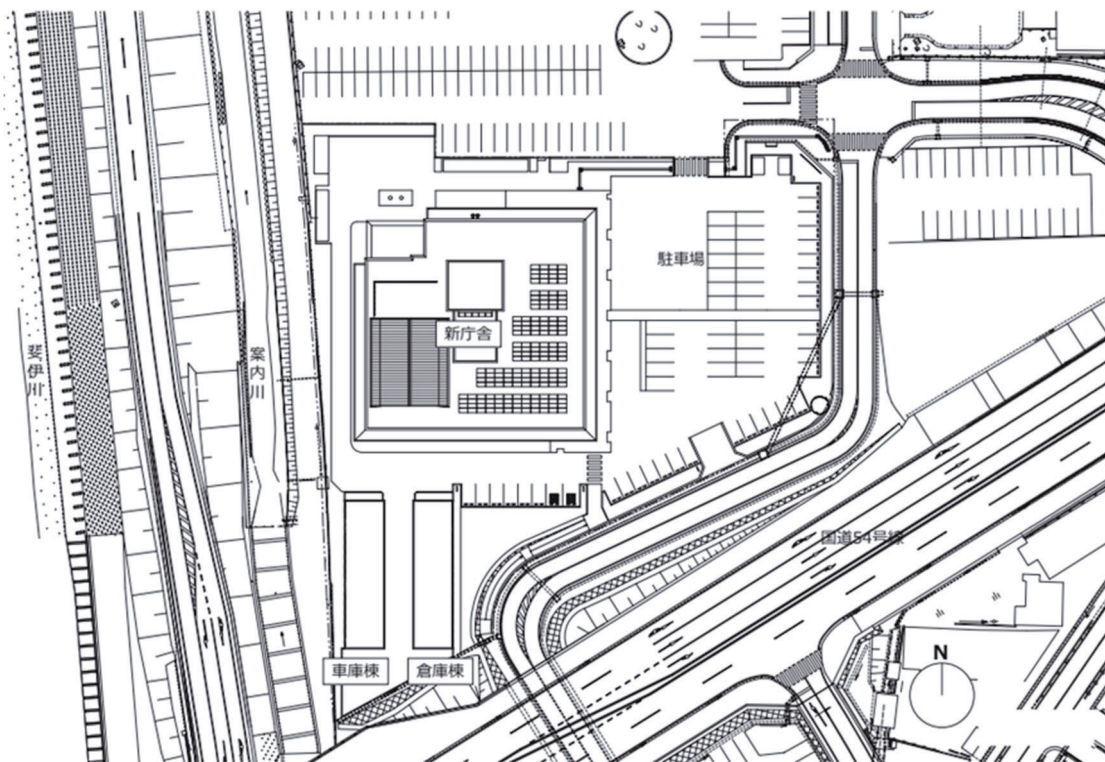


図 2-3 配置図

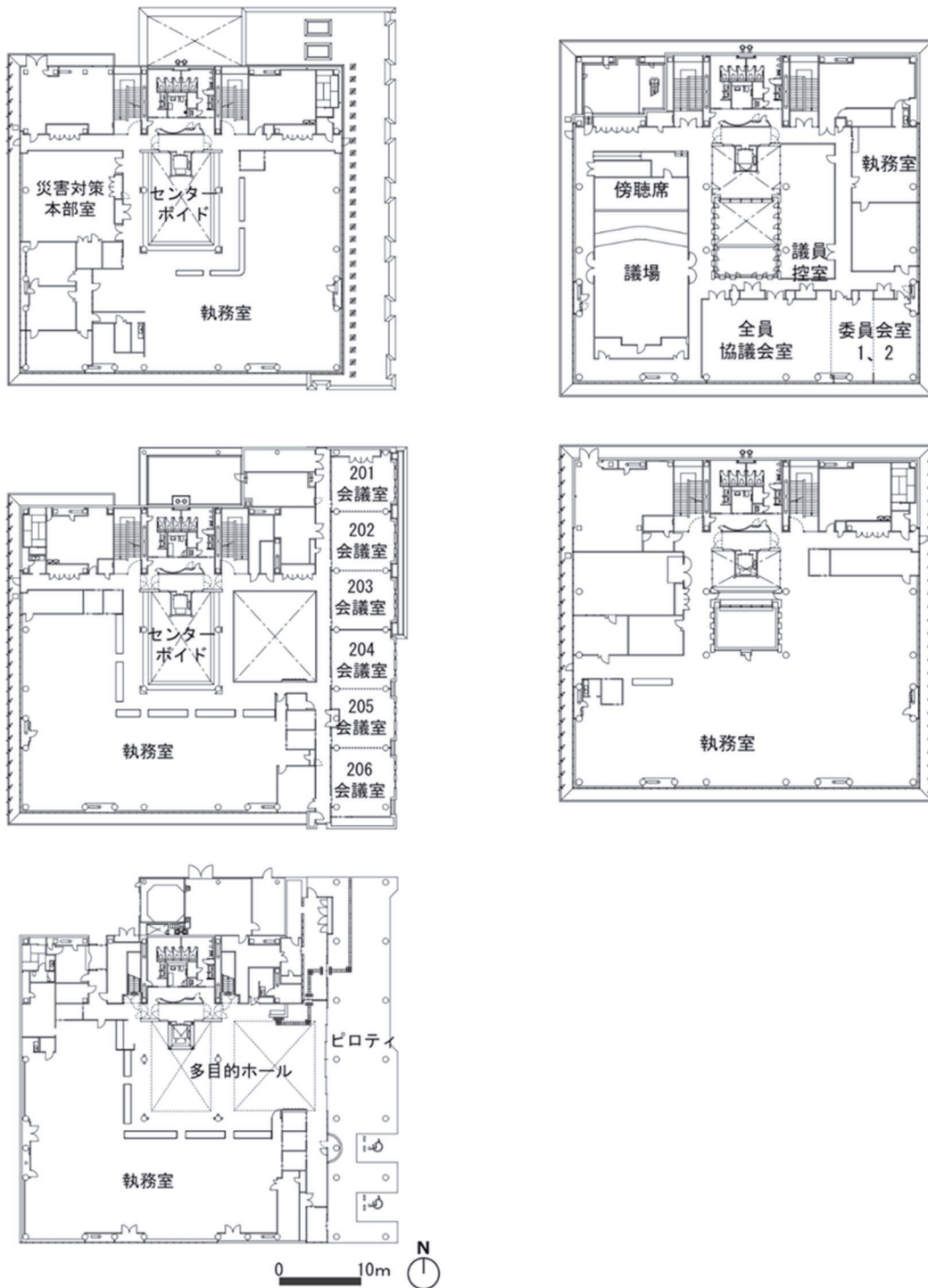


図 2-4各階平面図

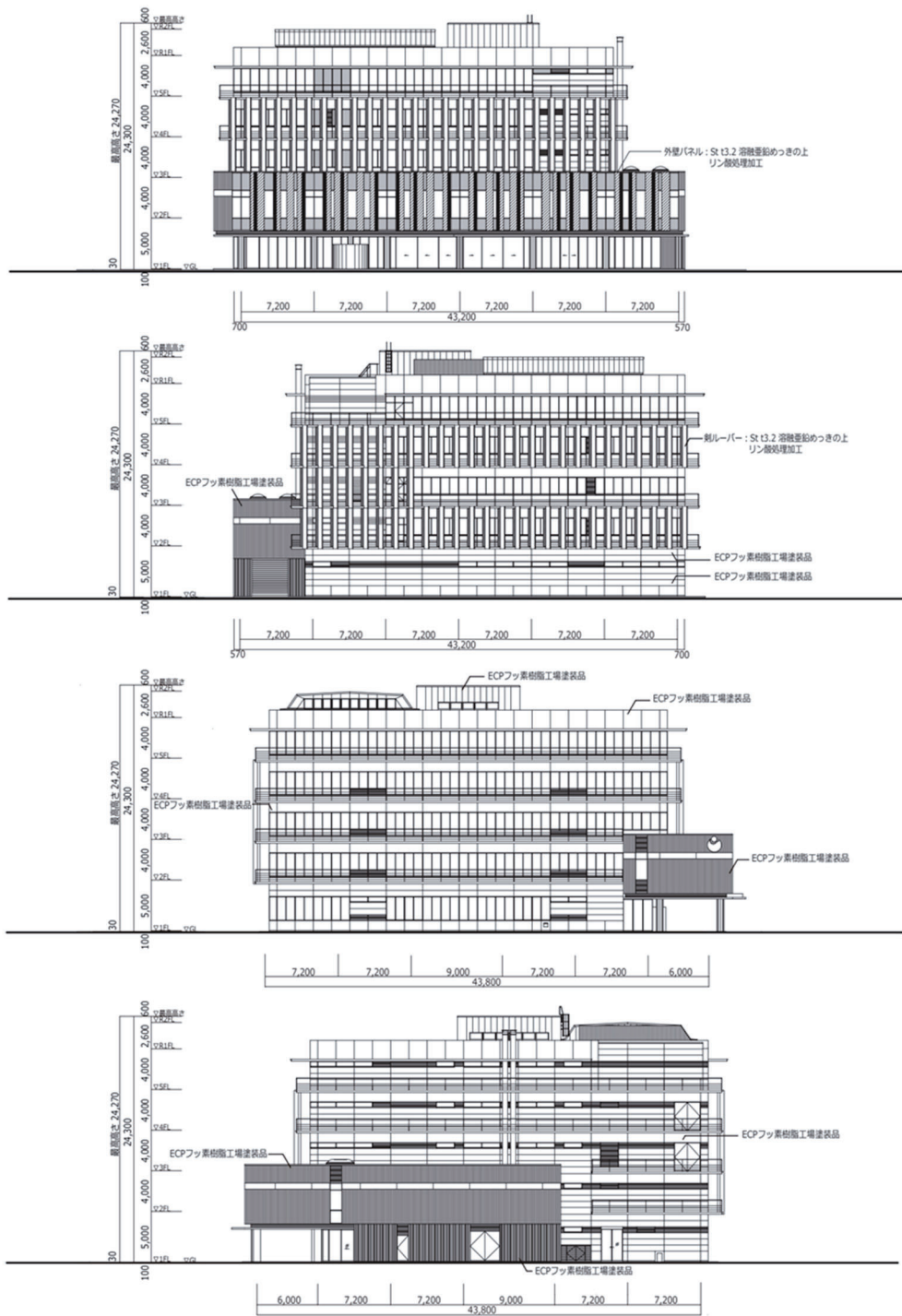


図 2-5 立面図

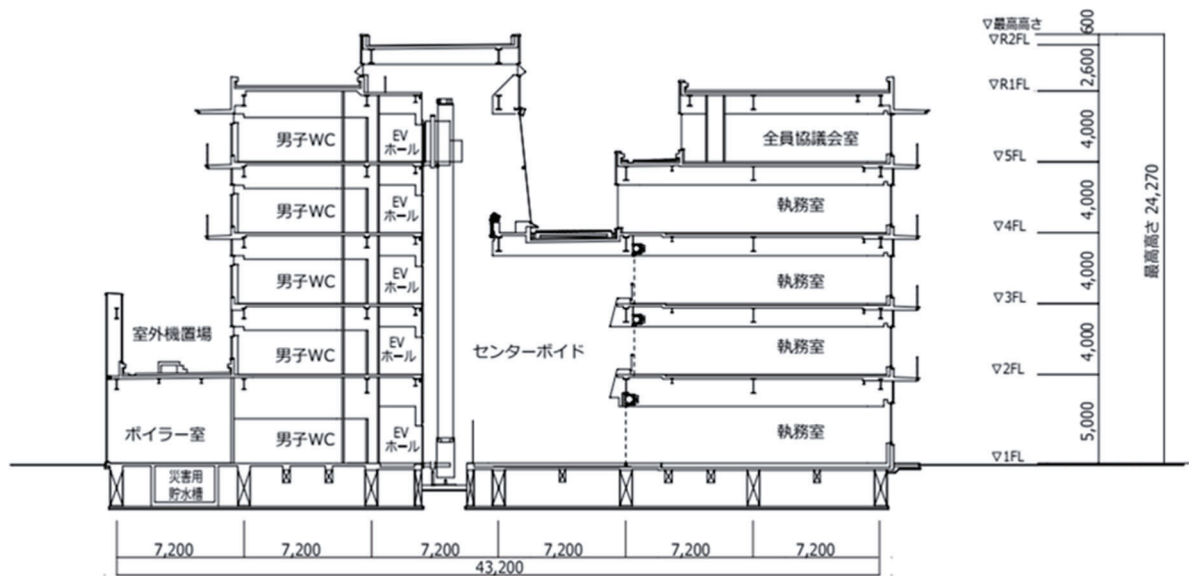


図 2-6 断面図（北-南）

以下に本建物で取入れている要素技術を簡単に紹介する。

- ・省エネルギーのための建築計画

東西外壁面には鋼製ルーバーを設置し日射遮蔽を行っている。このルーバーは剣に見立てた形状をしており、ヤマタノオロチ伝説のたたら製鉄の歴史をモチーフとし地域の歴史性からのコンセプトを機能を持ったデザインとして取り入れている。また 1～3 階にセンターボイドを設置し、執務室に設けた自然換気ダンパとボイド上部の自然換気窓により重力換気を促進、ナイトパージのためにも利用する計画となっている。

- ・バイオマス利用

雲南の森で伐採した木材をチップ化し、木質チップボイラで温水を作りその温水を暖房熱源及びデシカント空調熱源に利用している。木質チップをデシカント空調の熱源として利用することにより通年温水のまま利用可能とし、効率良く利用している。通年利用により、年間に必要な熱源エネルギーの約 35%をバイオマス利用温水で賄っているとされている。執務室へ設置した放射冷暖房パネルへの温水供給も行っている。ベース負荷をバイオマスにて賄い、不足分は高効率の空冷ヒートポンプパッケージエアコンで賄っており自然エネルギー利用と省エネルギー機器利用を併用している。

- ・地下水利用

冷熱源としては斐伊川の恵みによる豊富な地下水を利用している。井水を熱交換し、夏 17℃ 冬 13℃にてデシカント外調機へ取入、外気予冷や冷水コイルへの熱源として直接利用している。また執務室へ

設置した放射冷暖房パネルへの冷水供給も行っている。空調のみでなく、直接利用として散水や冬季融雪、センターボイドの南面の大きなガラス窓ルーバー（ウォータールーバー）への補給水としても活用している。井水は原水槽を設置し、安定した井水量の確保を行うと共に、還水井を設置し地下水源へ水を戻している。

・ 雨水利用

雨水利用槽へ雨水を貯水し、センターボイドの南面の大きなガラス窓ルーバー（ウォータールーバー）上部より雨水を原水とする雑用水を掛け流している。ガラスの表面温度を下げ、室内への熱負荷を軽減するとともに水のゆらぎや流水音から視覚的、聴覚的な清涼感の促進を行っている。

本建物のエネルギー計画はバイオマス利用で作りに出した温水は温熱源のまま通年利用、井水は冷熱源のまま通年利用しており、様々な要素技術を組合せることによりエネルギー利用を効率よく行っている好例と言える。

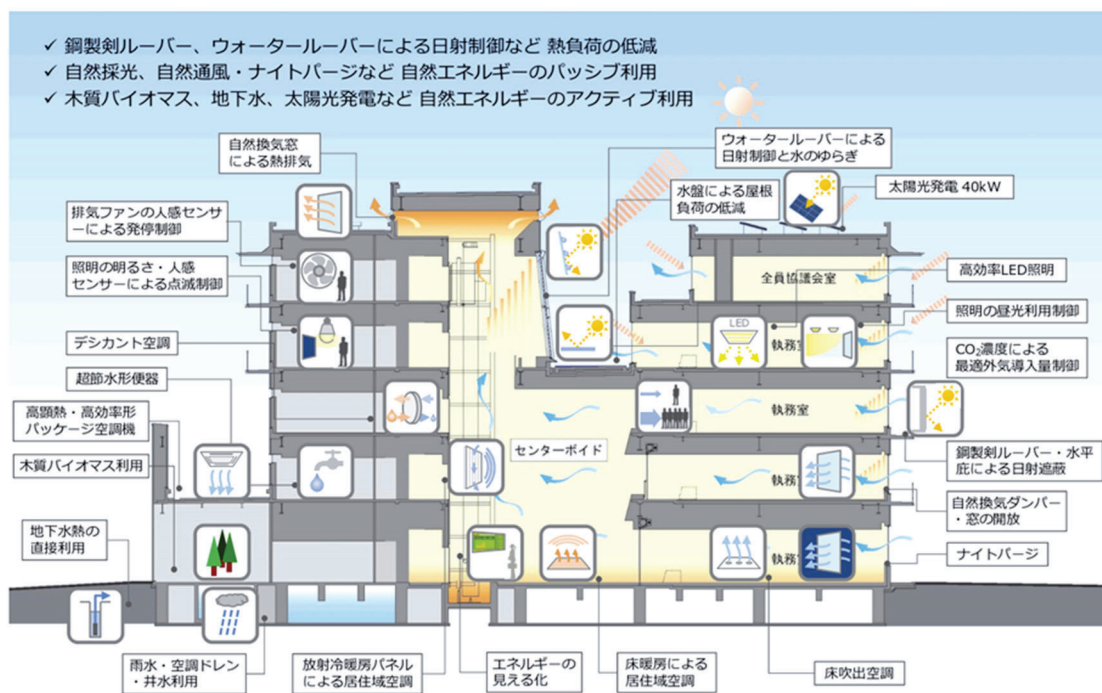


図 2-7 雲南市型環境建築の全体像

2.4 省エネルギーのための要素技術の選択及び削減量、削減率の算出

初期計画段階において、立地条件や建物コンセプト、予算など様々な情報を整理し、どのような省エネルギー要素技術の選択が可能かの検討を行う。各要素技術によりどの程度エネルギー使用量を削減できるかを明らかにすることが必要となる。また選択した要素技術が建物全体に用いられることで、全体としての削減率を把握することが重要となる。表 2-2 に要素技術一覧を示す。省エネルギーに関する要素技術は大きく建築配置計画、外皮の設計、高効率機器等の設備設計計画に役割が分かれる。その中でさらに自然エネルギー利用をどう組み込んで行くべきかを考えると良い。建築予算や施主のコンセプト、意匠とのマッチングを考慮しつつ、費用対効果を念頭に置き計画することも重要である。

要素技術を多岐に渡り上手く取り入れた事例として YKK80 ビル（日建設計）を紹介する。敷地は東京都千代田区、付近には中小事務所ビルが立ち並び、計画地は西向き間口約 70m という決して恵まれた条件ではないが、都心のオフィスビルでの省エネルギー対策として何ができるかが徹底して計画されている。



写真 2-4 YKK80ビル 設計：株式会社日建設計

表 2-2 要素技術一覧

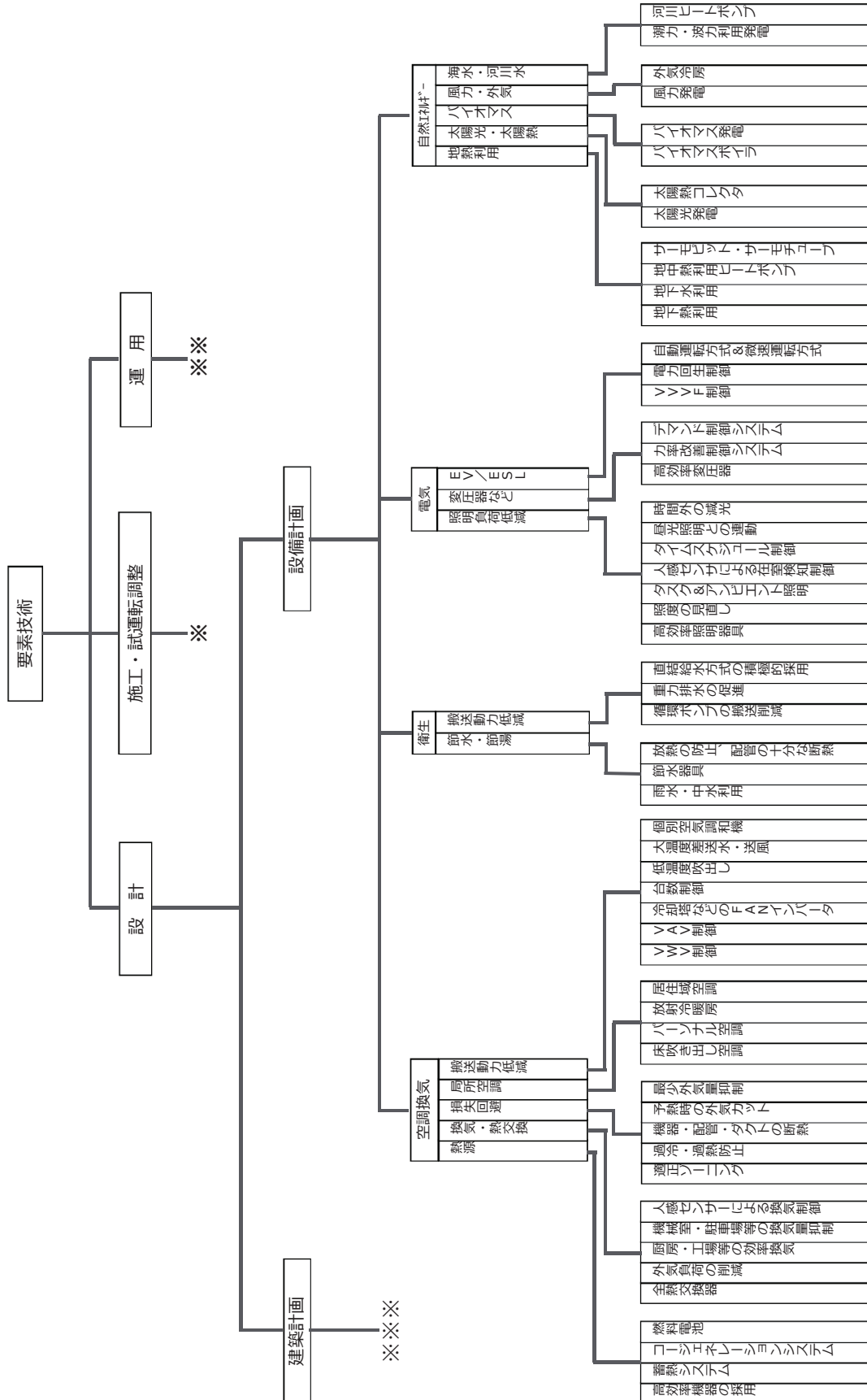
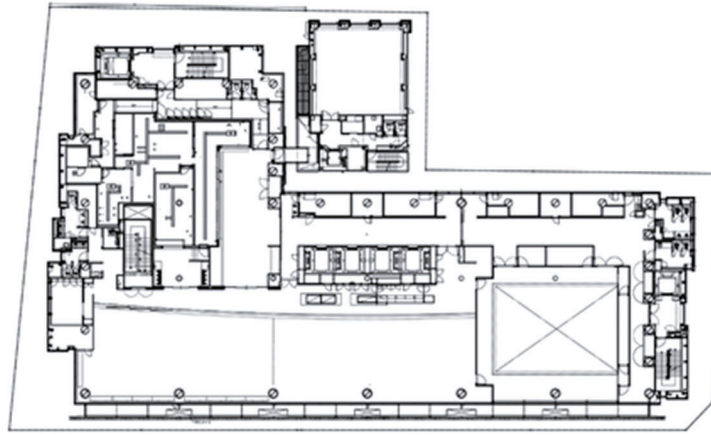


表 2-3 YKK80 ビル 諸元

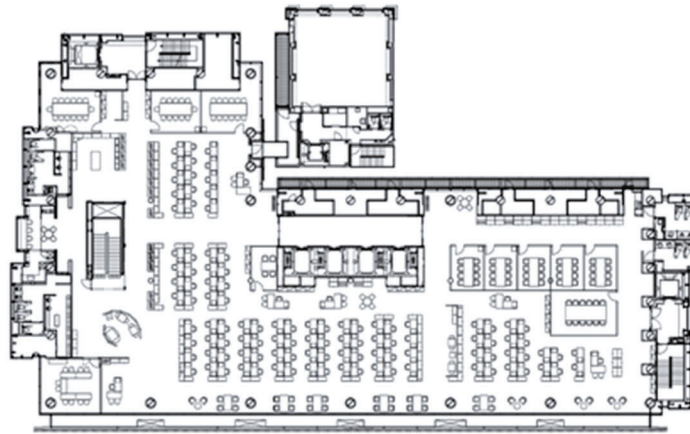
| | |
|-------|--|
| 所在地 | 東京都千代田区神田和泉町 1 |
| 用途 | 事務所等 |
| 規模 | 地上 10 階/地下 2 階、鉄骨鉄筋コンクリート造、延べ面積 22,574.44 m ² |
| ガラス仕様 | 中空 2 重窓、クライマーブラインド内蔵 |
| 断熱仕様 | 屋根[ポリスチレンフォーム@25] |
| | 壁[吹付けロックウール@45] |
| | 外気に接する床[吹付けロックウール@45] |
| 省エネ評価 | 外皮性能 BPI : 0.67 |
| | 一次エネルギー消費量 BEI : 0.54 |



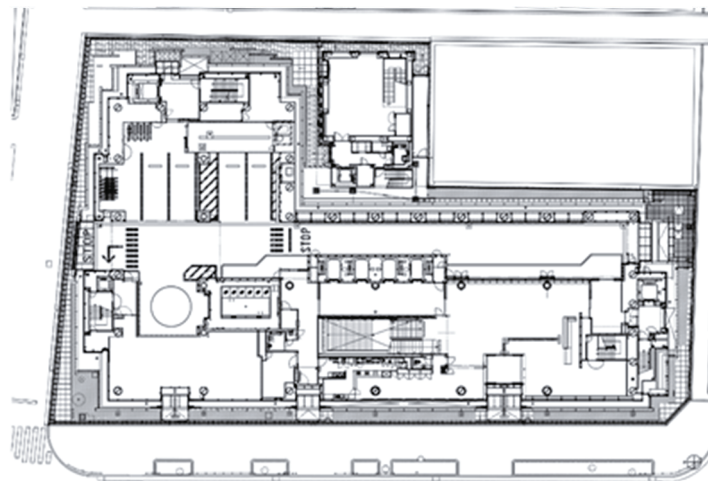
図 2-9 配置図



9階平面図



1～8階平面図



1階平面図

図 2-10 平面図

以下に本建物で取入れている要素技術を簡単に紹介する。

- ・省エネルギー及び環境配慮のための建築計画

建物西面の間口約 70m に対して多機能ファサードを設置している。西日対策として最外部のアウトースキンには日本の伝統的な簾に着想し、アルミ押出材を用いた多層型アルミレイヤーを設置している。(図 2-11) 室内空間と最外部の間には幅 1.5m のバルコニー兼メンテナンスデッキを設置し、空調及び換気ダクトを納めることで室内空間のダクトスペースを削減、整形な室内オフィス空間を確保している。バルコニーと室内を隔てる窓は外部騒音対策として中空 2 重窓を採用、さらに 2 重窓内にブラインドを設置し、最外部のアルミファサードやバルコニーにより、庇のみでは避けることの出来なかった日射を遮蔽している。

- ・微気流併用放射空調システム

執務室の空調は天井に設置した放射パネルで計画している。山谷の形状の放射パネルより自然循環で冷気が対流するが、より快適な状況を目指し放射パネルの隙間から微気流を室内へ送り込む計画がされている。放射パネル上部の天井裏空間に小型のファンを設置し、デシカント処理された外気又は外気冷房時は外気そのものを放射パネル間の隙間から室内に向けて 0.2m/s 程度で吹出している。放射冷房だけでは達成し得ない快適性を向上させるために、木陰のそよ風に着想を得た微気流併用放射空調システムを構築している。

また放射パネル付近の室内空気を小型ファンにて開口部ガラス窓へと吹出している。この際に吹出し空気を冷水熱源による熱交換コイルに通すことで、さらに除湿及び冷却してから供給し、ペリメータ部分の熱負荷を局所的に処理している。

- ・外気導入

中間期の空調負荷削減として外気冷房を行っている。交通量が多く、地上付近では排気ガスの影響が懸念されるため外気を屋上から取入れる工夫を行っている。またクールピット、ヒートピットと同じ考えで免振層をトレンチとして利用し外気の予冷予熱処理を行っている。免振層内にゴム板で仕切りを設置し熱交換距離を確保し効率良い外気処理を行っている。このトレンチと前述の地下水による外気熱交換を合算すると外気処理エネルギー全体の約 40% の削減が達成されているとしている。

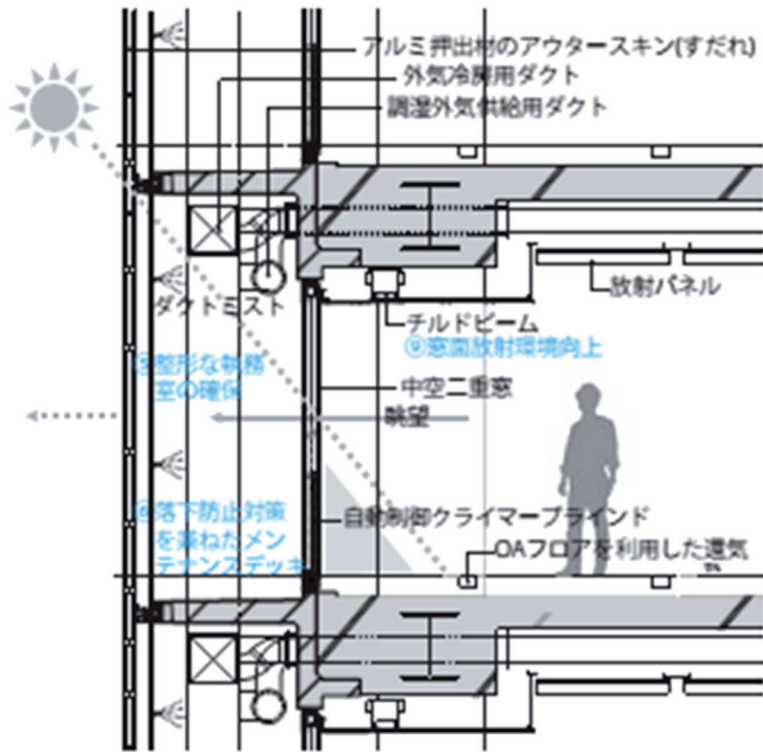
- ・中水利用

雨水、井戸水、厨房排水、空調ドレン水を雑用水の水源としている。また従来は家庭用であった超節水大便器の採用や手洗い自動水栓のオートストップ時間調整などにより建物の水使用量を削減している。これにより便所洗浄水及び緑地散水用水のほぼ 100% を中水利用で賄っている。

- ・設計、施工、運用での性能検証と評価の実施

微気流併用放射空調システムなど、新たな空調システムをより効率的、より快適に計画、施工、運用するために設計段階においてシミュレーションやモックアップ作成による検証などを行っている。外気冷房の取入時間なども運用しながらのデータ分析で竣工 2 年後により効果を出している。

本建物は都心で制限の多い敷地状況に対して、意匠性や企業イメージを確保しつつ、さらに省エネルギー性と快適性を兼ね備えた多様な要素技術を採用し、運用開始後も検証によりさらに建物として成長を遂げている好例と言える。



* 1

写真4. メンテナンスデッキ

図 2-11 YKK80ビルの多機能ファサード



* 2

写真 1. 内観写真

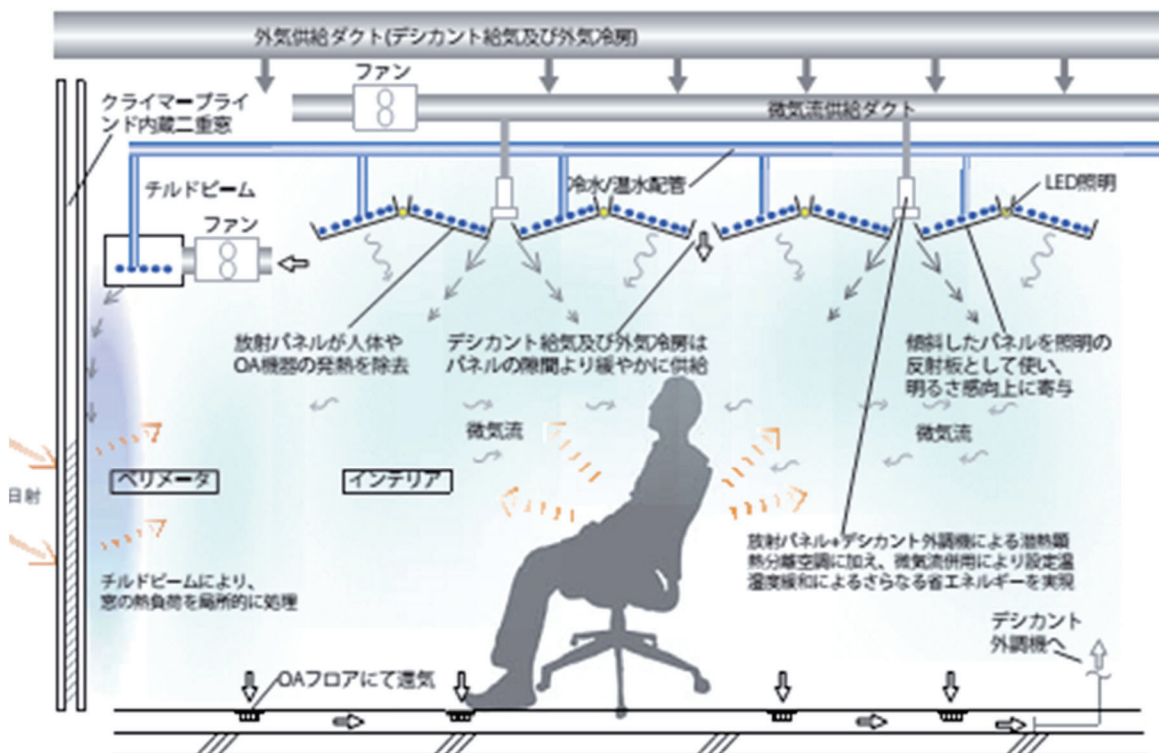


図 2-12 YKK80 ビルの微気流併用放射空調システムの構成

2.5 イニシャルコスト増加分の把握

省エネルギー要素技術は既存技術に取って変わるものや、新しく生まれるものもある。それら技術の採用により、イニシャルコストの増加につながることもある。これを既存技術とのコスト比較から増加分を把握しながら検討を進めることが求められる。多くの省エネルギー要素技術はイニシャルコスト増になるが、コスト減となる技術が生まれた場合も減額分を把握しておくことによりその価値を明らかにする必要性もある。

2.6 費用対効果の算出

省エネルギー要素技術を採用することは一般的にはイニシャルコスト増加となる。しかしその効果として省エネルギーが達成されることによりランニングコストを削減することができる。これらの費用対効果を算出し、確認する必要がある。費用対効果を検討する場合、金利や物価上昇を考慮すると正確な評価が可能と言われている。しかしながら、将来の物価上昇や金利は予測が難しいため、単純な評価として、費用対効果を求めるために省エネルギー要素技術によるイニシャルコストの増加分を1年間のランニングコストの減少分で除して、おおまかな投資回収年数を算出し、その年数がその要素技術の耐久年数以下になることが確認できると良い。

2.7 設計内容の評価

省エネルギーのために提案した要素技術ごとに費用対効果が示されることで、各要素技術の採用の可否が決められる。しかし、要素技術の採用可否は費用対効果ばかりでなく要素技術の将来における可能性に期待して、設備更新時における採用を想定することもある。例えばデシカント空調はその効果から期待値は大きいですが、一般にイニシャルコストが高く、費用対効果からはなかなか採用に至らないが、今後の普及により費用低下が実現すれば、将来における採用の可能性も考えられる。