

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第7回カーボンニュートラル賞 中国・四国支部
カーボンニュートラル賞選考支部名称
第7回カーボンニュートラル賞選考委員会 中国・四国支部
業績の名称
高松電気ビルにおける環境負荷低減・省エネ化の取り組み
所在地
香川県高松市室新町973番地1

応募に係わる建築設備士の関与

株式会社四電技術コンサルタント	菟淵 健二
	堀岡 建吾
四国電力株式会社	藤井 良平
	天野 雄一郎
国立大学法人福島大学 共生システム理工学類 特任教授	赤井 仁志

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	四国電力株式会社		
建築主	四電ビジネス株式会社		
基本計画者	四国電力株式会社		
基本計画者 (放射空調)	国立大学法人福島大学 共生システム理工学類 特任教授 赤井 仁志		
設計者	株式会社四電技術コンサルタント		
建物管理者	四電ビジネス株式会社		
建物利用者	四国電力株式会社		
性能検証者	国立大学法人九州大学大学院 人間環境学研究院 准教授 住吉 大輔		
延床面積	11,613	m ²	
階数	地上5階	地下-階	塔屋1階
主用途	事務所		
竣工年月日	2016年2月		

支部選考委員長講評

今年度もハイレベルの応募物件が並び、支部選考委員会を大いに悩ませました。活発な議論の結果、選出されたのが本件です。本件では企業理念である「地域共生」の下、熱負荷の低減、再生可能エネルギーの活用に取り組み、CO2削減率55.3%の環境配慮型オフィス（CASBEE（新築）のSランク）を実現しています。

省エネルギーへの取り組み・工夫としては、まず大庇および外部ブラインドによる日射遮蔽が挙げられます。大庇はメカニカルバルコニーとして機能するとともに、内部空間への日射を遮蔽する役割を果たしています。また、外部ブラインドは太陽光角度に応じたアクティブな制御により日射負荷を低減させることが可能となっています。さらに、夜間電力を利用した氷蓄熱システムと後述する帯水層蓄熱システムを空調熱源とすることにより、負荷の平準化を図っています。この他、LED照明の全面的な利用やタスク・アンビエント照明方式の導入などによって照明用エネルギーの低減を図っています。

再生可能エネルギーの利用・工夫としては、吹抜トップライトを介した昼光利用、吹抜を利用した自然換気、太陽光発電設備の設置、帯水層蓄熱システムの導入などが挙げられます。自然換気は、中間期において室内外の温湿度・風速などが一定の条件を満たした際、各執務室の排煙内倒し窓から給気し、吹抜上部のトップライトから排気する仕組みで運用されています。帯水層蓄熱システムは、地の利、すなわち水流がほとんどない帯水層が存在しているという建設地点の土壌の特徴を生かしているという点で大いに評価できます。帯水層蓄熱システムは、夜間に高効率水冷ヒートポンプチャラーによって井水を冷却して帯水層に蓄冷し、昼間にこの帯水層を冷熱源として冷房に利用することにより夏期ピーク負荷の軽減に貢献しています。

本件では執務室の快適性向上の観点から天井放射空調システムを採用していますが、外調機の還冷温水を天井放射にカスケード利用し、エネルギーの有効活用を図っている点も評価できます。さらに、この天井放射空調システムでは外調機を介して温湿度を調整した外気を導入し、天井パネルの微細な開口から執務室内に微気流を放出することにより体感の向上を図っています。

以上のように、特色ある省エネ・再エネ技術を相互に連携させながら運用し、その結果としてCO2排出量を大幅に削減していること、そして特に地の利とも言うべき帯水層を有効利用していることは、地域に根ざしたカーボンニュートラル建築を実現する上で参考になる事例であると言えます。また、ビル全体のエネルギー消費量の低減を狙ったコミッションング体制を構築していることも大いに評価できます。これらの点を理由として、本件をカーボンニュートラル賞に推したいと考えます。

関与した建築設備士の言葉

本件においては、四国電力の企業理念である「地域共生」を念頭に、「安定供給・防災拠点としての機能の充実」「環境配慮型オフィスの整備」といったコンセプトを掲げ、計画しました。

建物の運用開始から2年間に亘り、コミッションング体制を構築し建築設備の運用改善に向けた協議・実践を重ねた結果、熱負荷低減に向けた建築計画側の配慮と、蓄熱空調システムの運用改善を中心とした建築設備側での省エネルギー性能の追求が協調し、初年度から当初目標を上回る年間一次エネルギー消費量 $777\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ を達成することができました。この結果に満足せず、更に改善の余地があるものとして、引き続き本建物のライフサイクルエネルギーの低減に努めて参ります。

受賞にあたり、本建物の計画時から現在に至るまでご尽力頂いた多くの関係者に御礼申し上げます。

(藤井 良平 : 四国電力株式会社)

業績の名称： 高松電気ビルにおける環境負荷低減・省エネ化の取組み

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

1/4

1 建築・設備の概要

高松電気ビルは旧社屋の耐震性能や老朽化を踏まえ、四国電力の企業理念である「地域共生」を念頭に、「安定供給・防災拠点としての機能の充実」「お客さまに親しまれる施設の整備」「働きやすい職場環境の提供」「環境配慮型オフィスの整備」を目指し竣工した。環境配慮型オフィスの整備という観点からは、熱負荷の低減・自然エネルギーの有効利用といった各省エネルギー技術を導入しており、CASBEE（新築）でSランクを取得している。また、運用段階においては、ビル全体の一次エネルギー消費量の低減を目的としてコミッションング体制を構築し、関係者間で運用状況の評価・改善に向けた協議を実施している。



図1 高松電気ビル 外観

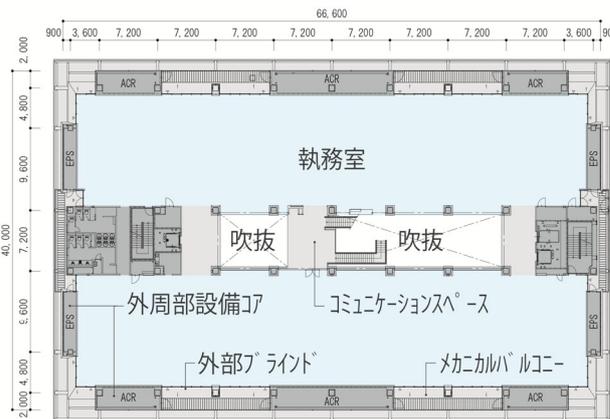


図2 基準階平面図

建築概要

建築名称：高松電気ビル
 所在地：高松市室新町
 建築主：四電ビジネス㈱
 維持管理：四電ビジネス㈱
 基本計画：四国電力㈱
 設計：㈱四電技術コンサルタント
 監理：㈱四電技術コンサルタント
 施工：(建築)大成建設㈱
 (設備)㈱四電工、大一電気工業㈱JV
 敷地面積：14,058.09㎡
 建築面積：4,278.25㎡
 延床面積：11,613.30㎡
 構造：S造(1F床SRC造)免震構造
 階数：地上5階、塔屋1階、免震ピット
 建物高さ：(最高)GL+27.85m
 工期：2014年7月～2016年2月



図3 吹抜け部



図4 トップライト



図5 廊下



図6 執務室

設備概要

空調設備概要

熱源方式：氷蓄熱空冷ヒートポンプチャラー
 井水熱源水冷ヒートポンプチャラー
 蓄熱設備：氷蓄熱、帯水層蓄熱
 空調方式：各階AHU方式、一部PAC方式および放射空調
 自動制御：OPビルコン* (管理点数：約1,700点)
 ※四国電力㈱が独自に開発を行った先進的な遠隔監視・制御技術である「オープンプラネット技術」
 (OpenPLANET)を用いたビルコントロールシステムの略

電気設備概要

受変電設備：6.6kV 本線・予備線2回線受電
 照明設備：LED照明 タスク・アンビエント方式
 (昼光制御、在不在制御、スケジュール制御)
 太陽光発電設備：単結晶シリコン型 10kVA

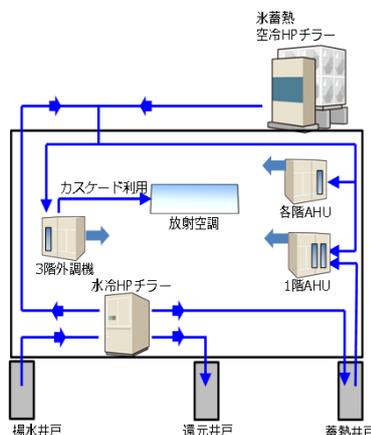


図7 空調設備システム イメージ図



図8 氷蓄熱空冷HPチャラー



図9 水冷HPチャラー

業績の名称： 高松電気ビルにおける環境負荷低減・省エネ化の取組み

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

2/4

2 環境負荷低減に配慮した設備計画

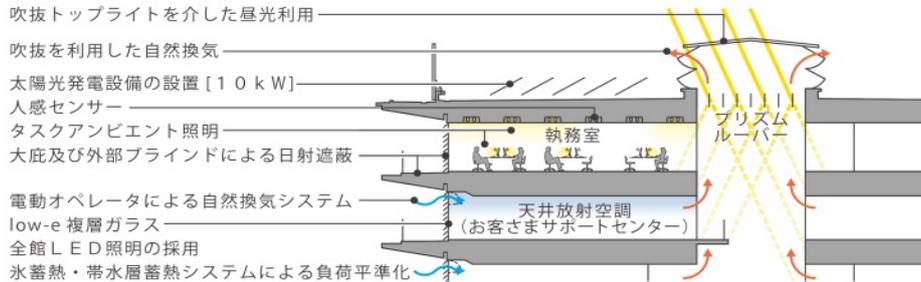


図10 環境に配慮した設備計画 全体イメージ図

大庇および外部ブラインドによる日射遮蔽

機械室を外周部に配置する平面計画と相まって、庇と外部ブラインドを用いて、内部空間への日射をコントロールしている（図11～13）。庇はメカニカルバルコニーとしても機能し、日常の維持管理動線になるとともに、近隣からの視線に対する緩和効果を持つ。

外部ブラインドは、夏場の太陽熱を窓の外で遮り、室内温度の上昇を防ぐ外付けブラインドを採用した。日射エネルギーの80%以上をカットする遮熱性能で冷房効率を高め省エネと快適な室内環境に寄与する。窓の外に影を作り夏涼しく過ごす日本の伝統的な日除け「すだれ」「よしず」にも共通する仕組みである。

制御については、他の設備とは独立したスタンドアロンの制御システムである。ビル監視室からの制御の他、現地個別スイッチを設置する。ウェザーステーション（陽光風力センサー）を設置し、朝太陽が昇り、夕方太陽が沈み辺りが暗くなると自動的にブラインドが収納される。また、風力センサーにより、強風時（15 m/s）には破損防止を目的として、自動でブラインドを収納する。太陽光角度に対してスラット角度が自動追尾されるモードも設定可能である（図14）。

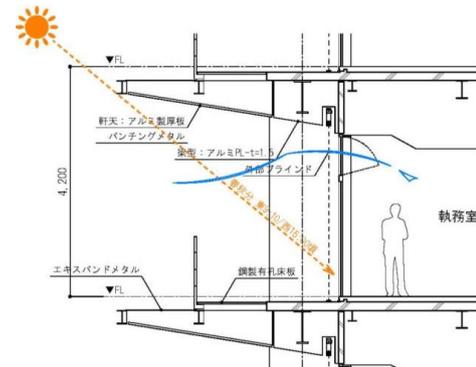


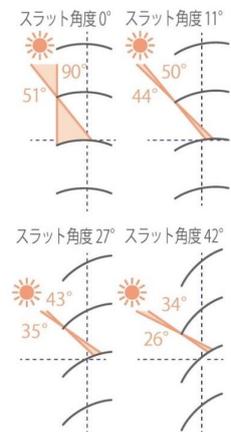
図11 断面図



図12 大庇



図13 外部ブラインド 図14 太陽光角度とスラット角度



吹抜トップライトによる昼光利用および自然換気

トップライトに設けたプリズムルーバーにより拡散させ、昼光を建物内に取り入れている（図15、16）。

自然換気は、中間期において室内と外気の温湿度や風速などが条件を満たした際に、各執務室の電動オペレータによる排煙内倒し窓より給気し、吹き抜け上部のトップライトから排気する（図15）。

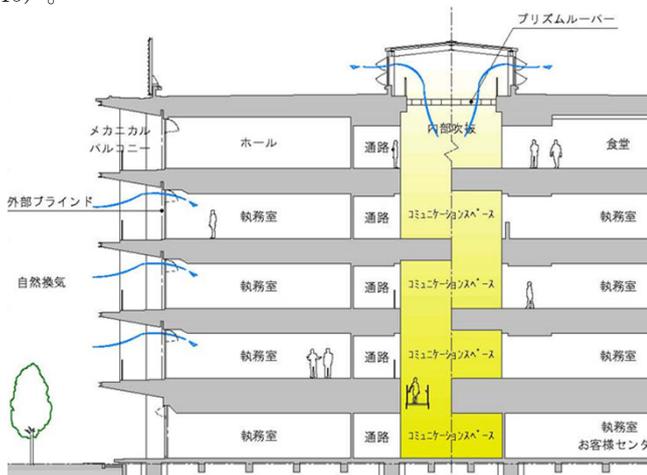


図15 昼光利用、自然換気 イメージ

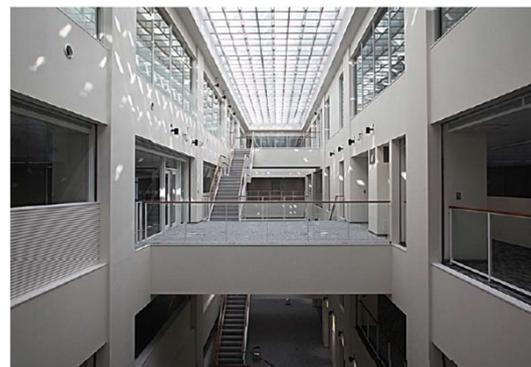


図16 トップライト部 プリズムルーバー

この資料は、受賞者の了解を得て建築設備技術者協会より公開している資料です。個人で利用するに留め、無断転載等を禁止します。

業績の名称： 高松電気ビルにおける環境負荷低減・省エネ化の取組み

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

3/4

■ タスク・アンビエント照明

本建物においては、階段室など一部を除き、全面的にLED照明を採用し、執務室をタスク・アンビエント照明方式とすることで、照明用エネルギーの低減を図っている。(図17, 18)

アンビエント照明により最小限の照度(約300lx)を確保し、作業領域には個々のタスク照明を付加して視作業に必要な照度(750lx以上)を確保する計画とした。アンビエント照明は、人感センサー制御(在不在制御)により席を外すと一定時間の後、照明減光または消灯を行う。人感センサーは最小点滅区分毎(照度センサーと同じ範囲)に設置し感知範囲内にて制御させる。照明の点滅制御方法は、人感センサー+OPビルコンによるスケジュール制御方式とした。

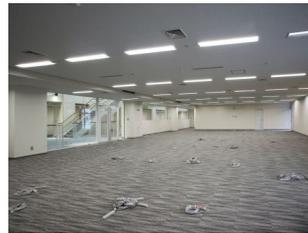


図17 執務室 アンビエント照明



図18 タスク照明

■ 太陽光発電設備

屋上に10kVAの太陽光発電設備を設置し、空調設備、給排水衛生設備用動力の一部を賄う計画としている。運用開始後1年目の発電実績としては、最も発電量の多い8月で1523kWhの発電量が計測された(図19)。



図19 太陽光発電設備 発電実績

■ 井水利用と負荷平準化

外気温に比べて夏は冷たく、冬は暖かい地下水を水冷HPチラーの熱源として利用することで、冷暖房の効率を高める計画とした。

また、建設地点の土壌は水流がほとんど無いと予想される帯水層を有していることから、「帯水層蓄熱システム」を採用した。帯水層蓄熱システムとは、夜間に高効率水冷ヒートポンプチラーにて井戸からくみ上げた地下水を冷却して、帯水層に蓄熱し、その熱を日中に採熱して、冷房補助熱源として利用するもので、1階の約27%の冷房を賄う計画である(図20)。

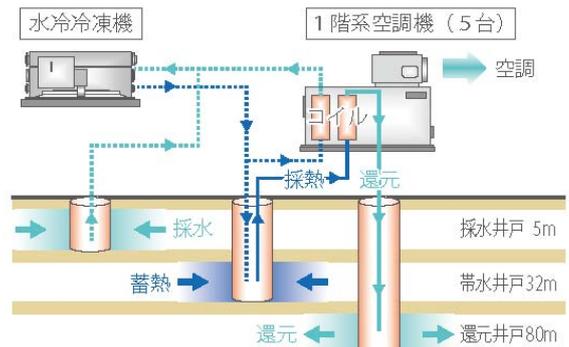


図20 井水利用 イメージ図

■ 天井放射空調システム

本建物内にはコールセンターの機能を有する執務室が存在する。そこでは快適性の高い天井放射空調システム(天井放射パネル+外調機)による空調方式(図21)を採用し、エネルギーの有効利用の観点から外調機の還冷水を天井放射にカスケード利用した。外調機は温度だけでなく湿度もコントロールした外気の導入を行い、天井内に給気することにより正圧に保ち、放射効果だけでなくパネル表面の微細な開口からの微気流による体感効果も期待している。また、室用途を考慮し、パネルには音の反射に対する対策を施したタイプを採用した。

天井放射空調システムの設計に際しては、放射空調パネルの能力の確認や運用条件を検討するために、モックアップによる実験を実施した。実運用時の状況を再現するため露点温度制御等を組み込んだシステムを構築し、パネルの仕様、冷水温度や流量などの運用条件等を変更させPMVなどの評価指標により温熱環境を評価した。併せて、これらのデータをもとに温熱環境シミュレーションを行い、将来的な井水利用の可能性も検討した上で、放射パネルの敷設面積、表面温度等の運用条件を決定した(図22)。シミュレーションには(一財)電力中央研究所が開発した温熱環境解析プログラムCADIEEを使用した。

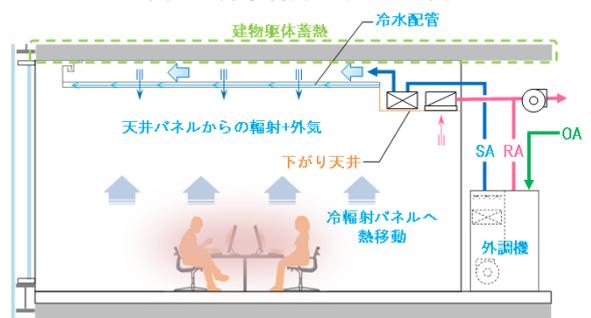


図21 天井放射空調システム イメージ図

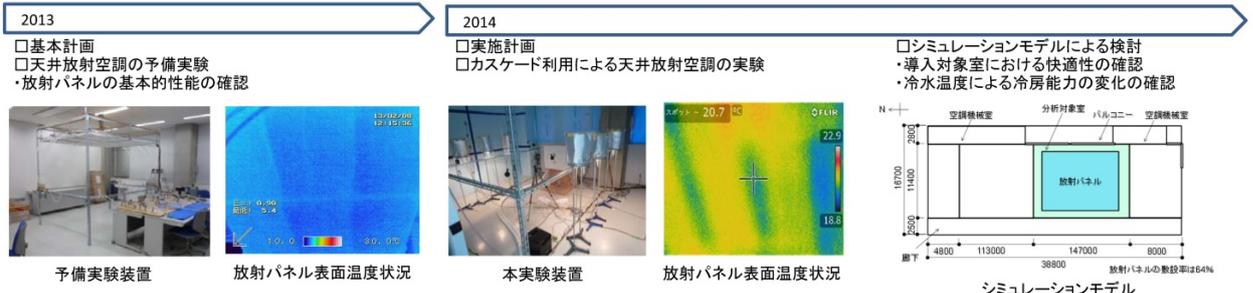


図22 天井放射空調システム 設計段階での検討フロー

業績の名称： 高松電気ビルにおける環境負荷低減・省エネ化の取組み

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

4/4

3 運用開始後2年間のエネルギー消費実績

省エネルギー性能の指標として、年間一次エネルギー消費量 MJ/㎡年を用いた評価を行う。一般社団法人省エネルギーセンターで公開されている20,000㎡以下のオフィスのエネルギー消費原単位の基準値は1,737MJ/㎡・年であるが、これまでの当社建物における省エネルギーの取組みで竣工後10年間にわたる継続コミショニングにより934MJ/㎡・年（基準比45%減）を達成した例^{※1}が有る。

本建物においては、最終的にはそれを上回る省エネルギー性能とすることを目的に、当面の目標として1,000MJ/㎡・年を掲げ、設計者・管理者・利用者からなるコミショニング体制を構築し、エネルギーの評価、改善に向けた取り組みを行った。運用開始後のエネルギー消費量を図25に示す。

1年目の運用実績を確認すると、777MJ/㎡・年（基準比55%減）という結果が得られた。本建物に導入した各省エネルギー施策が有効に機能した結果であるが、一例として、空調負荷の実測値を図23,24に示す。上位5%をカットすると、冷房負荷は414kW、暖房負荷は245kWとなるが、これを熱源容量と比較すると、それぞれ64%、48%となる。また、空調面積あたりの数値に換算すると、71W/㎡、42W/㎡となり、一般的な設計用の概算値として用いられている数値^{※2}と比べて、前者で36%、後者で58%の低減となっている。建築計画の工夫による熱負荷の低減は恒久的に効果を発揮するものであるが、1年目のデータ分析により、非空調空間である空調機械室を外周部に配置する平面計画上の工夫や、大庇・外部ブラインドによる日射遮蔽等で大幅に熱負荷を削減する計画が功を奏していることを確認した。

続く2年目においては、1年目の運用データに基づき空調熱源のシミュレーションモデルを構築し、おもに蓄熱設備の運用改善による省エネルギー化を図ったものの、建物の使用人数増（+8%）や施設稼働時間の増加といったエネルギー増加要因もあり、818MJ/㎡・年（基準比53%減）という結果に留まった。

このように、運用1,2年目ともに当初設定目標を上回る性能を確認出来たものの、更なる改善の余地があるものとして、シミュレーションモデルの高度化（搬送機器や二次側機器のモデル反映）、建物使用条件の変更に合わせて再計算によって、徹底した省エネルギー化に向けた検討を進めていきたい。

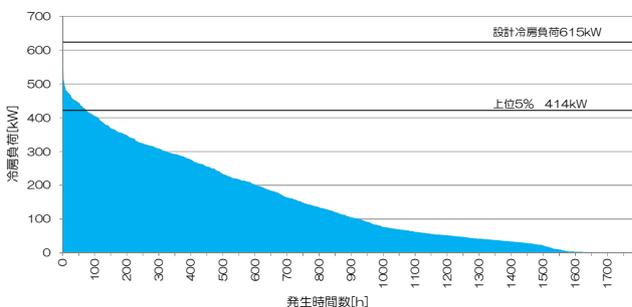


図23 年間冷房負荷発生時間の実績（運用開始1年目）

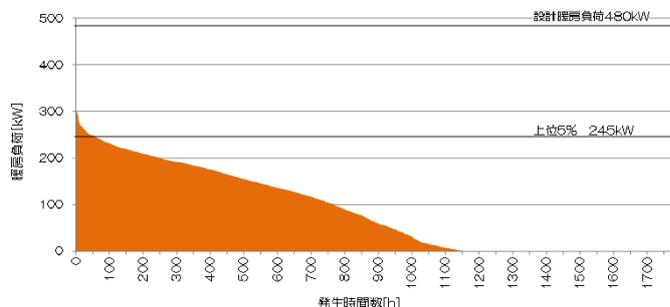


図24 年間暖房負荷発生時間の実績（運用開始1年目）

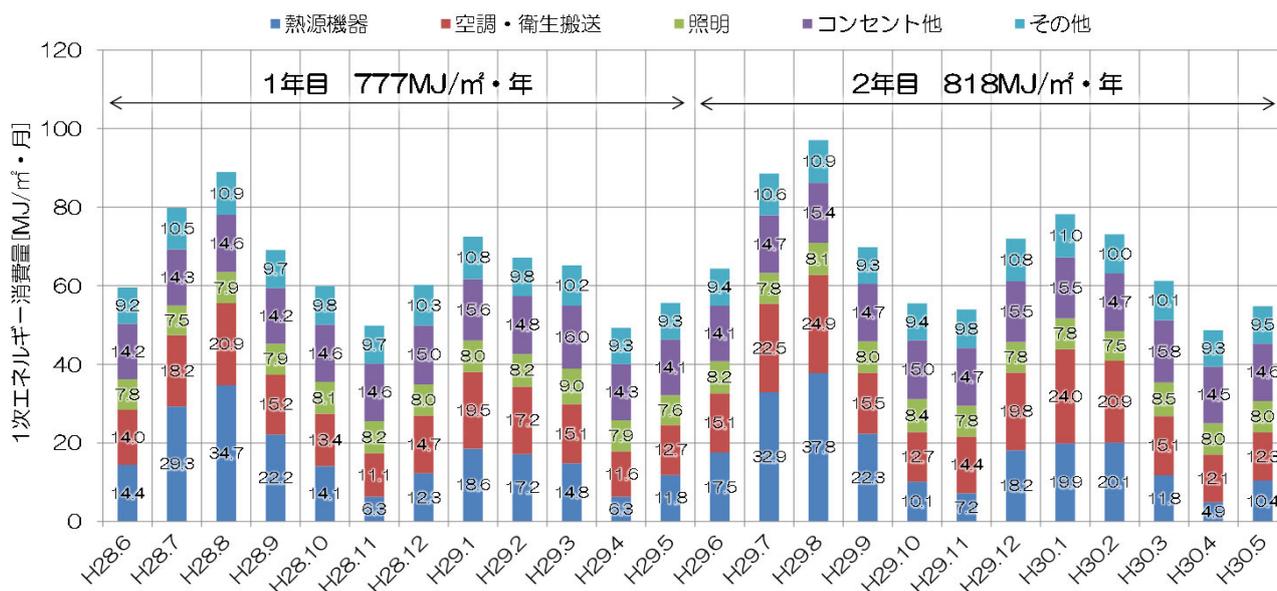


図25 一次エネルギー消費量の推移

※1 第4回カーボンニュートラル賞中国四国支部奨励賞「ヨンデンビル新館のコミショニングを活用した環境負荷低減への取組み」

※2 冷房110W/㎡、暖房100W/㎡（建築設備手帖2017冷暖房熱負荷概算値より。事務所の最大熱負荷に四国の地域補正係数を加味したもの）