

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第6回カーボンニュートラル賞 中部支部
カーボンニュートラル賞選考支部名称
第6回カーボンニュートラル賞選考委員会 中部支部
業績の名称
愛知学院大学名城公園キャンパスにおける次世代型エコキャンパスのロールモデル構築
所在地
愛知県名古屋市中区名城3丁目1-1

応募に係わる建築設備士の関与

株式会社 大建設計 大阪事務所	掛江 純司
株式会社 熊谷組	林 巧

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社 大建設計		
建築主	学校法人 愛知学院		
設計者	株式会社 大建設計		
施工者	株式会社 熊谷組		
施工者	北嶋工業株式会社		
施工者	東海テクノセンター株式会社		
建物管理者	株式会社 シーエナジー		
建物利用者	学校法人 愛知学院		
評価分析者	名古屋大学 奥宮正哉・齋藤輝幸・飯塚悟		
評価検証者	中部電力株式会社		
評価検証者	東邦ガス株式会社		
評価検証者	木村工機株式会社		
延床面積	33,119.00	m ²	
階数	地上10階	地下1階	塔屋1階
主用途	大学・専門学校		
竣工年月日	2014年3月		

支部選考委員長講評

<p>本件は、次世代型エコキャンパスのロールモデルの構築を目指した大学キャンパスである。名城公園に隣接した立地条件を活かし、公園からの涼風を効率よく導くための分棟配置、クール&ヒートピット、井水熱利用、自然換気、太陽光発電など積極的な自然エネルギー利用をしているのが特徴である。加えて、ガスコージェネレーション、蓄電池によるピークカット・ピークシフトシステムを導入している。さらに、快適な省エネ学習環境の実現のために誘因放射整流空調を大教室や図書館などに採用している。これらは、その効果予測、測定・検証、省エネチューニングが、丁寧に実施されており、涼風効果の効果測定の実施などは特出すべきものと言える。結果、ベースラインの1,300MJ/年m²に対して687MJ/年m²で47%のCO₂削減が達成された。この建物と関係者全員による省エネ活動は、目指した「次世代エコキャンパスのロールモデル」を十分にアピール・実現できており、CN賞に値する。</p>

関与した建築設備士の言葉

<p>愛知学院名城公園キャンパスでは、“年間を通じて妥協のない快適な環境づくり”をベースとし、省エネ化を進めました。大教室や図書館に、ドラフト感や温度ムラのない全空気式誘引放射整流空調を採用、環境に敏感な女学生にも高評価のアンケートを頂いています。</p> <p>一方、外気負荷や照明エネルギーの低減に注力しています。クール&ヒートピットは、夏・冬とも最大10℃程度の顕熱緩和効果を受容し、LED照明は調光・時間制御を広く採用、施主協力のもとシーンに応じた必要最小限の照度設定で、エネルギー削減に寄与しています。</p> <p>上記を含み様々な既存技術の複合化により、標準大学比48%の省CO₂結果を得られたのは、施主・設計者・施工者・メーカー・エネルギー会社・運用者・評価者が一体となった活動継続の賜物と考えています。関係者の皆さまに感謝申し上げます。</p> <p>(掛江 純司：株式会社大建設計)</p>

業績の名称： 愛知学院大学名城公園キャンパスにおける次世代エコキャンパスのロールモデル構築

■ 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. 全体概要

新キャンパス建設を契機に、環境性能が将来にわたって持続する次世代型エコキャンパスのロールモデルの構築を目指した。立地条件を活かした環境建築で、名城公園からの涼風や地中熱等自然エネルギーを最大限利用し、電力・ガスのベストミックスに加え、誘引放射整流空調などの先進技術導入により年間を通じて快適な学修環境を確保した上での省エネ・省CO2の両立を実現させた。開校以降も3年間省エネルギー・省CO2活動を継続推進し、コミッションング・チューニング手法を用いて運用での課題を適時、最適化に努め、その結果、省エネルギーと省CO2化の実現を達成し、毎年継続して現在に至る。



(写真①：名城公園キャンパスと名古屋城)



(写真②：名城公園キャンパス外観)

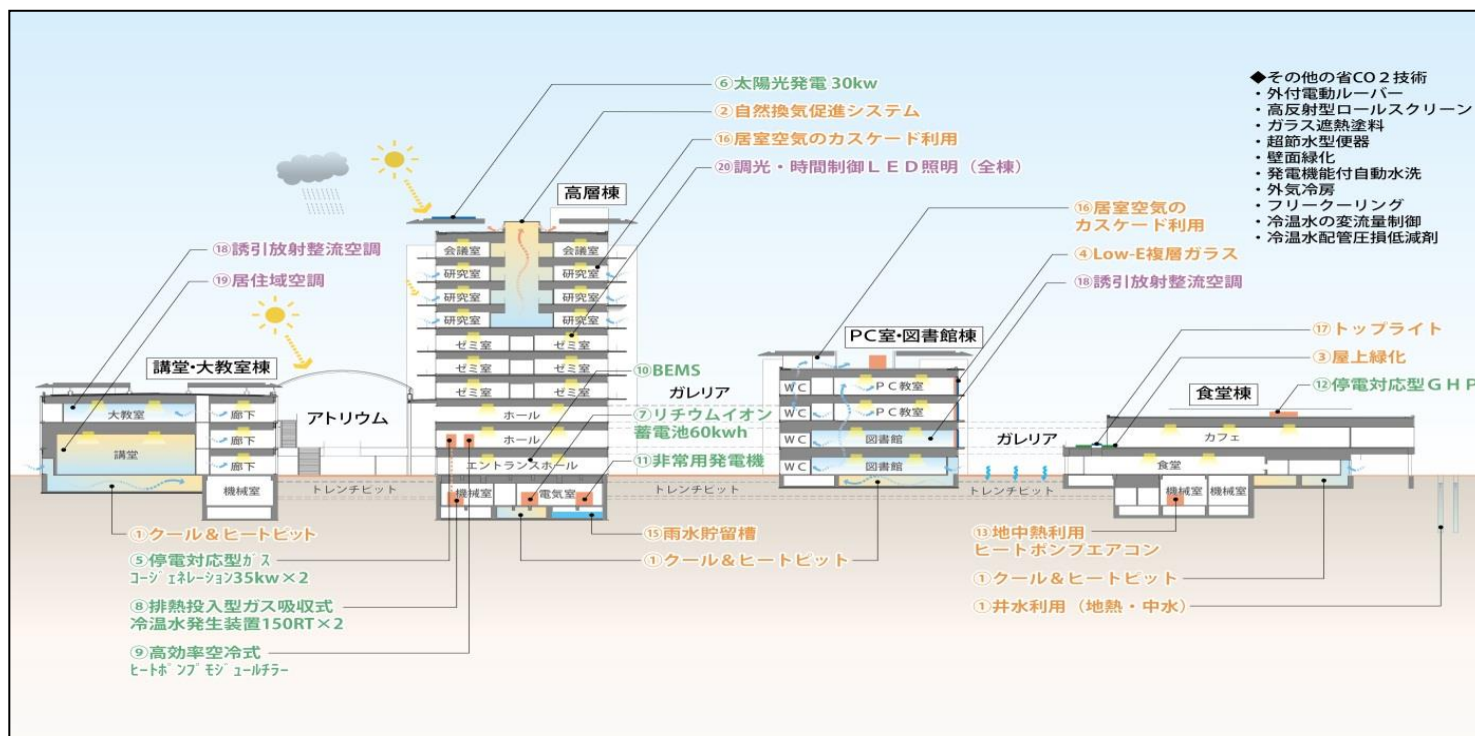
2. 建築概要

建物名称：愛知学院大学名城公園キャンパス
 所在地：愛知県名古屋市北区名城3-1-1
 総合監修：涌井史郎（建設当時）東京都市大学教授
 設計監理：株式会社 大建設計
 施工：熊谷・名工特定建設工事共同企業体
 敷地面積：23,000㎡
 建築面積：9,135㎡
 延床面積：33,119㎡
 建ぺい率：39.72%（許容60%）
 容積率：143.24%（許容200%）
 最高高さ：44.814m
 規模：地下1階、地上10階、塔屋1階
 構造：S造（一部CFT柱）、RC造

3. カーボンニュートラル化実現に資する5つのコンセプト

- ① 地域特性を利用した環境配慮建築：名古屋市名城公園（クールスポット）による涼風効果を最大限受益する分棟配置建築で通風に配慮
- ② 電力需給対策を考慮したシステム構成：ガスコージェネレーションや太陽光発電+リチウムイオン蓄電池の導入による創エネルギーと大幅な電力ピークカットの実現（ガス・電力・自然エネルギーのベストミックス）
- ③ 防災自立機能と省CO2の両立：停電対応型GHP（災害時LPG切替）の導入や停電対応型ガスコージェネレーションシステムの採用、非常発電機・太陽光発電等、電力の多重化による高度な防災自立機能と省CO2運用の両立
- ④ 自然・未利用エネルギーの有効活用：地中熱ヒートポンプやクール&ヒートピット、自然換気システム、井水・雨水を最大限活用した持続が可能な省エネルギー促進システムの導入
- ⑤ 良質な学修環境確保と省CO2の両立：居住域空調、誘引放射整流空調、LED照明調光制御やタスクアンビエント照明による快適な省エネ型学修環境の実現

4. 導入システム



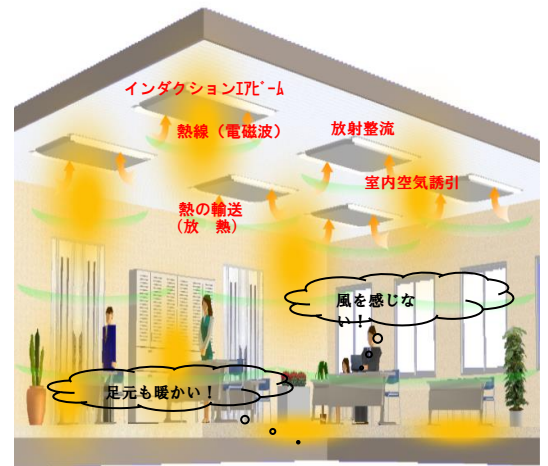
業績の名称： 愛知学院大学名城公園キャンパスにおける次世代エコキャンパスのロールモデル構築

■ 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

5. 低炭素化の工夫と評価（代表的な導入システム）

1) 全空気式誘引放射整流空調（良質な学修環境と低炭素化の両立）

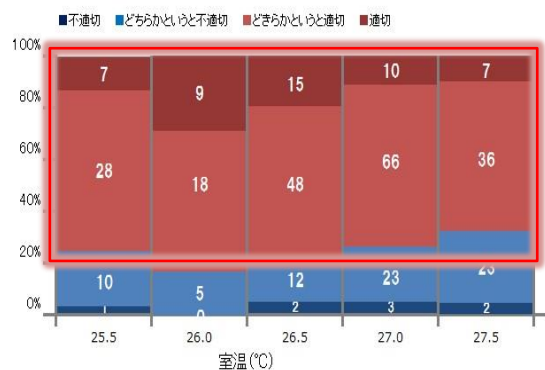
大教室や事務室、図書館など多くの人が長時間滞在する空間には誘引放射整流空調システムを採用した。熱放射（電磁波）と整流（わずかな気流）が室内の隅々まで行きわたり、温度ムラのない学修環境を実現している。また高効率熱交換器の採用で、熱源の中温・大温度差（10℃-20℃）小水量送水や少風量・低温（13℃）送風システムを構築し、快適性の確保と同時に搬送動力低減による省エネルギー・低炭素化運転を実現させている。（図②）



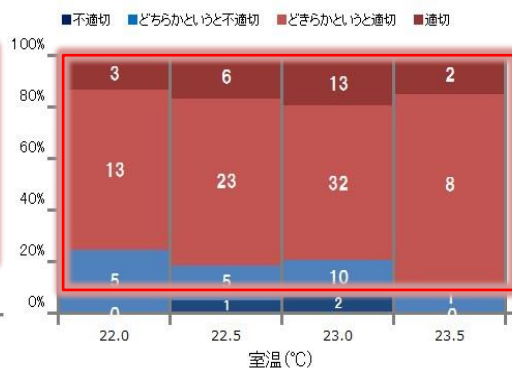
（図②）放射誘引整流空調 イメージ（暖房時）

⇒誘引放射整流空調の効果検証（ユーザー評価）

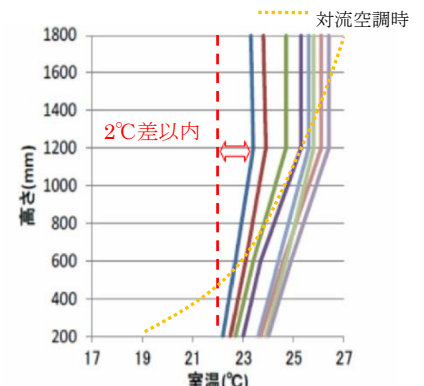
誘引放射整流空調を導入した大教室及び図書館において、利用者である学生を中心に心理評価アンケート及び温熱環境測定を行い、分析及び検証を行った。結果、暖房時には上下温度分布が床上200～1800mmで約2℃差以内となり、顔のほてりや足元の冷えが少ない環境が実現できた。また、冷房時の心理評価アンケートでは、室温25.5～27℃の範囲で適切側の申告率70%を超え、対流空調より厳しい条件でも運用可能であり、省CO2化を実現している。（図③、④、⑤）



（図③）冷房アンケート結果



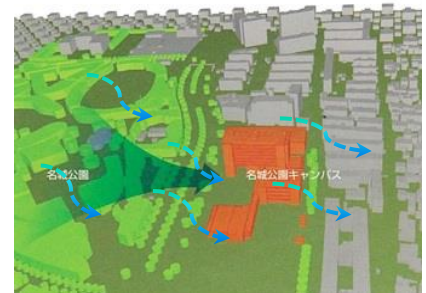
（図④）暖房アンケート結果



（図⑤）教室内上下温度分布

2) クールスポットを活かした涼風の取り入れ（地域特性利用による低炭素効果）

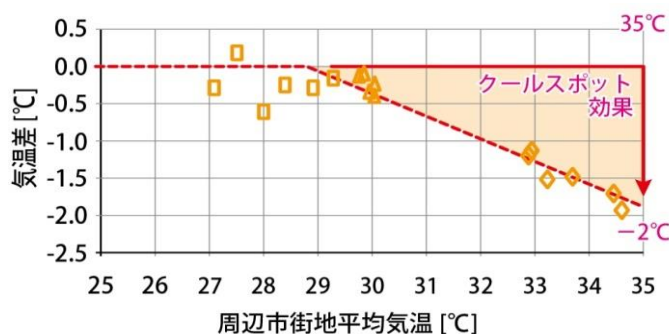
名城公園の広大な緑地がもたらすクールアイランド効果を活かし、キャンパスで名城公園からの涼風を空調利用する計画としている。通風を考慮し分棟した4棟の建物全てに地下ピットを利用したクール&ヒートピットを設置し、涼風を取り込み予冷・予熱した外気を空調に利用することで、冷暖房エネルギーを低減、低炭素化実現に寄与している。（図⑥）



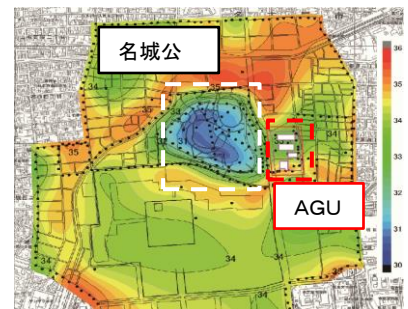
（図⑥）涼風イメージ

⇒涼風効果の検証（地域特性による低炭素化の検証）

竣工後3年間、名城公園からの涼風がキャンパスに効果的に作用しているかを確認するため、実測及びシミュレーションを行った。結果、キャンパスの平均温度は、周囲市街地平均温度が29℃まではほぼ同じだが、気温が上昇するに従い、クールアイランド効果が現れ、周囲市街地平均気温が35℃の場合、2℃低い33℃となった。これは、主風向が名城公園を上流とした場合の気流解析結果とほぼ一致していることで、省エネルギーと低炭素化に効果があると実証された。（図⑦、⑧）



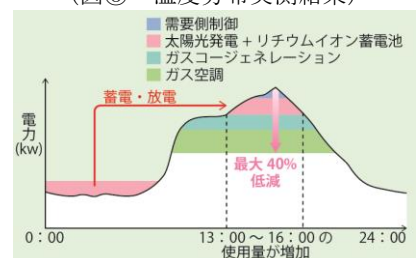
（図⑦）キャンパス周辺市街地と気温相関



（図⑧）温度分布実測結果

3) スマートエネルギーネットワーク（電力需給対策と低炭素化）

発電システムと蓄電池を効率よく組み合わせ、電力需要の急上昇に対する節電対策と共に、停電や災害などの際に自立した防災機能として非常用・予備電源を確保した。太陽光発電（30kW）とリチウムイオン蓄電池（60kWh）、ガスコージェネレーション（70kW）と、最新の高効率型電気・ガス空調の採用で最大40%の電力ピークカットをし、BCP対応と省エネルギー、低炭素化システムの両立を図って運用している。（図⑨）



（図⑨）電力ピークカット

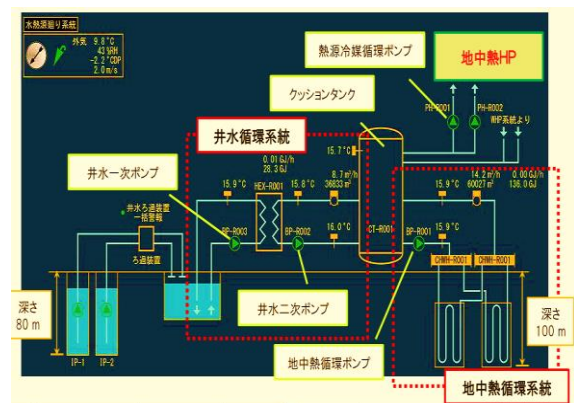
業績の名称： 愛知学院大学名城公園キャンパスにおける次世代エコキャンパスのロールモデル構築

■ 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

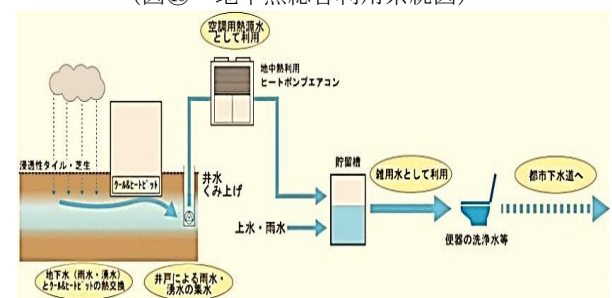
4) 地中熱の総合利用（自然・未利用エネルギー活用での低炭素化）
 年間を通じて一定の温度である地中熱を熱交換井戸で汲み上げさらに地下水と熱交換する高効率な地中熱ハイブリッド利用空調システムを構築した。また同一室内LPG切替可能な停電対応型GHPを配置する事で災害避難所の役割を果たすべく、状況に応じて種々のインフラ選択を可能とし、低炭素化に寄与している。（図⑩）
 ⇒地中熱総合利用としての井水カスケード利用で、井水を地中熱利用ヒートポンプエアコンの熱原水として利用した後、雨水とミキシングさせて樹木散水や便器洗浄水に活用、上水利用量を70%低減した。さらに高層棟下部にある汚水槽を災害時の緊急排水槽に活用できる様にし、上下水道の供給が途絶えても災害避難所として、トイレの一定利用ができるよう配慮し、災害・防災でも自然エネルギーの活用を行い、低炭素化に努めている。また、自然エネルギーのハイブリッド利用として、井水二次ポンプの水温による間欠運転化でチューニングも行い、COPの向上につなげ低炭素化を実践している。（図⑪）

5) その他 自然エネルギー活用と低炭素化システム
 ①居室空気カスケード利用（熱の搾り取り）：居室で冷暖房された排気を廊下から便所へ流し込み間接的に空調換気するカスケード方式を採用した。最終放出時には半密閉された空調室外機に排気を放出して、機器の周辺温度緩和によるCOP向上も図っている。（図⑫）
 ②自然換気促進システム：高層棟では、吹抜けを利用して中間期の省エネルギーがのぞめる自然換気促進システムを採用した。名城公園側から質の良い涼風を取入れ、吹抜けによる煙突効果を利用した換気を行うことで省エネルギー・低炭素化を実現した。（図⑬）
 ③置換換気成層空調：天井の高い講堂は、人が滞在する低層部のみを空調対象とすることで、利用者の快適性を損なうことなく、空調エネルギーの低減ができる置換換気成層空調（居住域空調）システムを採用し、省エネルギー・低炭素化を行っている。

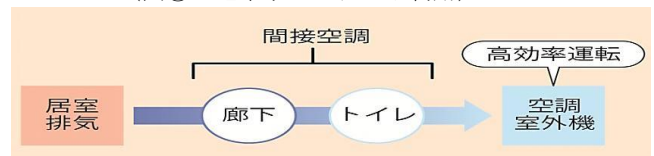
6) クール&ヒートピット（低炭素化エネルギーマネジメント）
 クール&ヒートピットは、外気に比べて「夏は涼しく、冬は暖かい」という地中の特性を利用した設備である。キャンパス内の建物4棟全ての地下にピットを配置して積極的に環境特性を活かしたシステムを導入した。外気をピットに通して取り込むことで、夏場は「予冷」、冬場は「予熱」した空気を空調に利用し、空調に必要なエネルギーを低減することができ、炭素化システムとしても有効活用している。（図⑭）
 ⇒クール&ヒートピットの効果検証
 竣工後、約3年間の実測調査から、夏期において、クール&ヒートピットに導入される外気温は23℃～35℃程度の範囲であるのに対して、クール&ヒートピット通過後の空気温度は23℃～27℃程度となっていた。この結果から大幅な冷却効果が実証されることが分かった。また冬期において、外気温が0℃付近にあってもクール&ヒートピット通過後の空気温度は12℃～15℃となっており、夏季同様に空調外気負荷の大きな低減効果が実証され、空調エネルギー削減に大きく寄与し省エネ・低炭素化システムのエネルギーマネジメントが実現されていることが分かる。（図⑮、⑯）



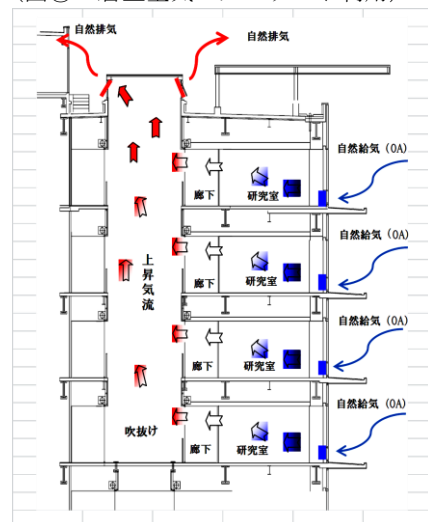
（図⑩） 地中熱総合利用系統図



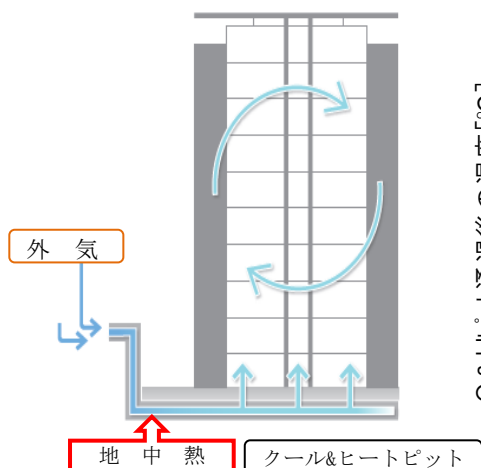
（図⑪） 地下水カスケード利用



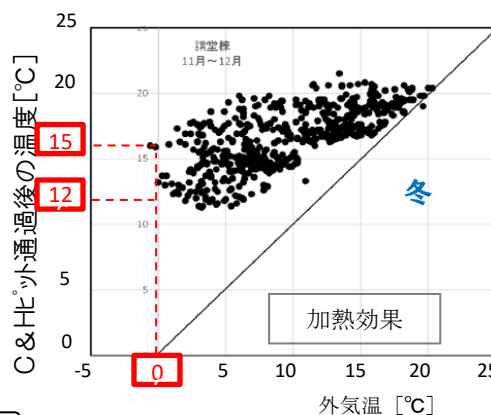
（図⑫） 居室空気のカスケード利用



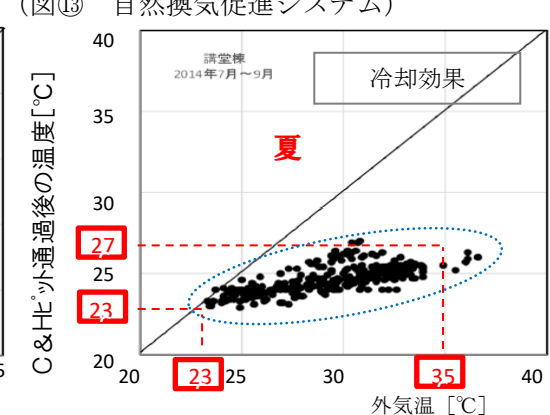
（図⑬） 自然換気促進システム



（図⑭） クール&ヒートピットシステム図



（図⑮） クール&ヒートピット実測（冬季）



（図⑯） クール&ヒートピット実測（夏季）

業績の名称： 愛知学院大学名城公園キャンパスにおける次世代エコキャンパスのロールモデル構築

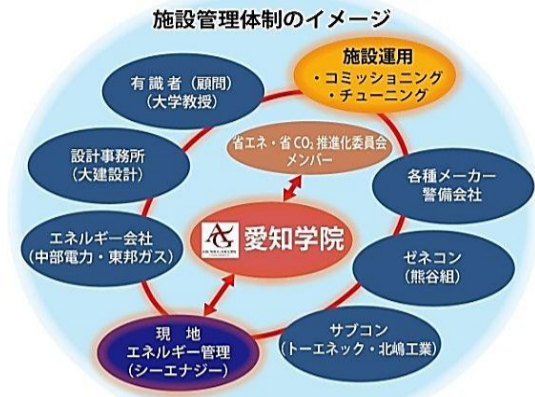
■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

4/4

6. 組織化によるカーボンニュートラル化マネジメントシステム

省エネルギー・低炭素化の確実な実施と推進を図るため、「名城公園キャンパス省エネルギー・省CO2推進化委員会」を開設し、下部組織に各種ワーキンググループを設置して導入設備のコミッショニングとチューニングによる最適稼働(ベストプラクティス)モデルの構築や各種効果検証等、継続的な省エネ・省CO2活動を実行している。この活動は、設計段階より竣工後3年間の実績を経て、約7年間の継続活動を実施している。

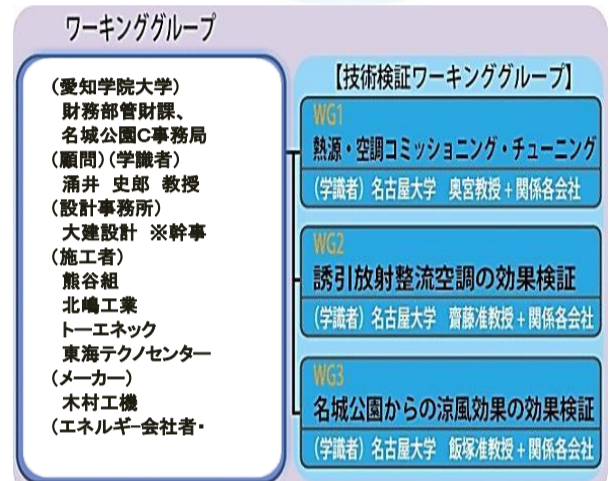
日常のエネルギー管理や低炭素化マネジメントは、中央監視(BEMS)にて収集した各種データ(365日×24時間)を基に適宜チューニングを実施。日々システムの最適稼働・運転を模索し、省エネ・低炭素化につなげている。また、検証ワーキンググループにおいて、学識者の示唆やメーカーの意見を参考に更なるコミッショニングチューニングを行い、環境負荷の変化に応じたシステムの最適運転を可能とした。インフラ環境などの社会変化に柔軟な追従対応が将来にわたり持続できる管理体制を組み、継続的にマネジメントを行っている。



(図17) 組織としての施設管理イメージ

7. まとめ・実績と成果(総括)

- CO2排出量の削減
 - ⇒平成26年度 985 t の低炭素化 (標準的な大学施設 ▲47%)
 - ⇒平成27年度 1,025 t の低炭素化 (標準的な大学施設 ▲49%)
 - ⇒平成28年度 983 t の低炭素化 (標準的な大学施設 ▲47%)
 - エネルギーの削減
 - ⇒平成26年度は原油換算519kL/年の省エネ (標準的な大学施設 ▲47%)
 - ⇒平成27年度は原油換算541kL/年の省エネ (標準的な大学施設 ▲49%)
 - ⇒平成28年度は原油換算576kL/年の省エネ (標準的な大学施設 ▲47%)
- 上記のように大幅な省エネ効果が実証された。
- (標準的な大学施設 : CO2 排出量 : 2,108 t/年)
 (標準的な大学施設 : エネルギー使用量 : 1,113kL/年)



(図18) マネジメントグループ

・導入技術をコミッショニングやチューニング手法にて省エネルギー・カーボンニュートラル化実現。

