

申請者：学校法人愛知学院 愛知学院大学名城公園キャンパス「次世代型エコキャンパスのロールモデル構築」(

1. はじめに

めざしたのは、**サステナブル・スマート。環境性能が持続する、エコキャンパスのロールモデル**です。

愛知学院大学名城公園キャンパスは、省エネルギーから創エネルギーへ進化を遂げる先進の環境技術を随所に導入しました。人と地球にやさしい環境性能が将来にわたって持続するエコキャンパスとして、次々にふさわしい大学建築のロールモデルが、ここに結実しています。

■建築概要

名古屋市都市部の「名古屋市名城柳原地区都市再生プロジェクト」の一画で、名古屋城の城址公園である名城公園の東に位置し、官庁街に隣接しているその恵まれた立地環境に都市型エコキャンパスとしてH26年に開校し5年が経過しました。

■サステナブル・スマートの実現に向けた「5つのコンセプト」

次世代型エコキャンパスのロールモデル構築を目的とし、5つの手法により省エネルギーと省CO2を実現します。

- ①地域特性を利用した環境配慮型建築：名古屋名城公園のクールスポットによる涼風効果(外気冷房)を最大限活用する分棟建築
②電力需要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、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峰な電力ピークカットの実現(ガス・電力・自然エネルギーベストミックス)
③防災自立機能と省CO2、省エネルギーの両立：非常用発電機と太陽光発電、停電対応型ガスコージェネレーション等による電源多重化に加え、停電対応型GHP(災害時LPG切替可能の導入等)による高度な防災自立機能の確立
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、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可能な省エネルギーシステムの導入
⑤良質な学習環境の確保と省CO2、省エネルギーの両立：居住域空間や誘引放射整流空調、LED照明の調光制御やタスクアンビエント照明の導入による快適な学習環境の実現

■目指す目標

将来にわたる持続的な省エネルギーと低炭素化の促進
技術検証に基づく改善策の検討を確実にかつ速やかに履行し、最速稼働(ベストプラクティス)モデルを構築、将来にわたる持続的な省エネルギーと低炭素化の促進を図っていきます。
そして多くの施設利用者へ展開させるため、普及活動を実施し、省エネルギー・省CO2への理解と啓発を継続的に行っていきます。

2. 名城キャンパスの特徴

■省CO2 先導技術の導入 (平成24年度(第1回)住宅・建築物省CO2先導事業(国土交通省)に採択)

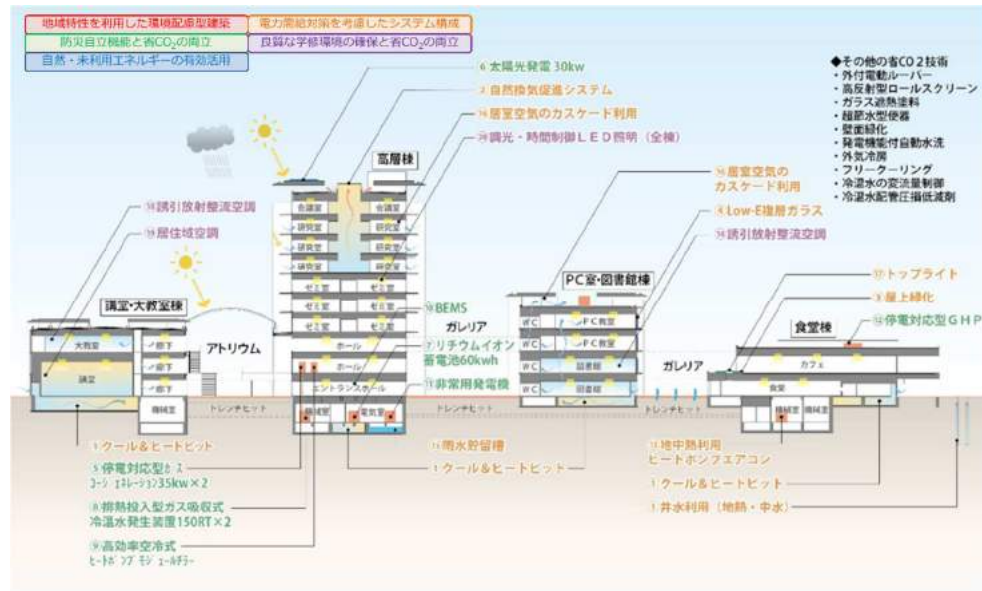


図1 先導技術導入システム概略図

表1 先導技術導入システム機器

Table with 2 columns: Item (項目) and Countermeasure/Advanced Technology/Equipment (対策先進技術・機器). Rows include Air Conditioning Heat Source, Air Conditioning Distribution, Lighting, and Others.



名城公園キャンパス

名古屋

名古屋

名古屋

3. 代表的な導入設備

☆誘引放射整流空調 (図2)

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、温度ムラのない学習環境を実現している。また高効率変換器の採用で、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、快適性確保と同時に搬送動力低減による省エネルギー運転を行っている。

☆スマートエネルギーネットワーク (図3)

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)とリチウムイオン電池(60kWh)、ガスコージェネレーション(70kWh)と、最新の高効率電気・ガス空調の採用で最大40%の電力ピークカットを可能とし、BCP対応と省エネルギーの両立を図っている。

☆全棟クール&ヒートピット・涼風効果 (図4、5)

名城公園からの涼風の恩恵を十分に受けられる立地条件であることが想定されたことからキャンパス内(4棟)全ての建物に、地下ピットを利用したクール&ヒートピットを整備。涼風効果の検証：名城公園キャンパスと周囲市街地の関係性を見ると(図4)市街地気温が29℃程度まではほぼ変わらないが、気温が上昇するに従い本キャンパスの気温の方が低くなるクールスポット効果が現れることが確認できた。

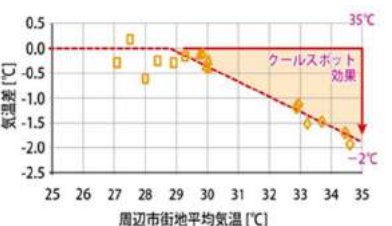


図4 名城公園キャンパスと周囲市街地の気温相関



図2 誘引放射空調

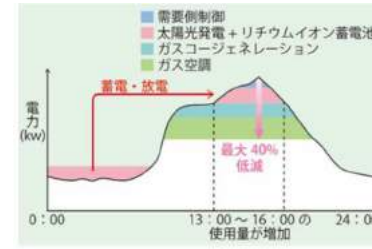


図3 電力ピークカット

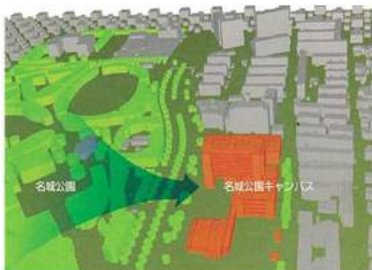


図5 名城公園の涼風効果

4. 検証・運用改善による省エネ・省CO2活動

省エネルギー・省CO2の確実な推進と他キャンパスへの円滑な展開を図るため、「名城公園キャンパス省エネルギー・省CO2推進委員会」を設置しています。

下部組織に各種ワーキンググループを設置し、導入設備のコミッションングとチューニングによる最速稼働(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活動を推進し展開を図っています。

組織のワーキンググループにおいて、中央監視(BEMS)を用い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、日々システムの最速稼働・運転を模索し、持続可能な省エネ・省CO2につなげています。

継続的に省エネ効果の検証・測定をおこなった実績として、技術的な検証・運用改善を行った一例を下記に示します。

・WG1：空調熱源機の運転モデルの最適化

空調熱源の最適運用による消費エネルギーの削減効果を狙い、熱源投入順を検討した。空調熱源システムは、ガスと電気のミックスシステムとして、「停電対応型ガスコージェネレーション」「排熱投入型ガス吸収式冷水機」「高効率空冷式ヒートポンプモジュールチラー」を採用しており、コジェネによる排熱の有効利用をおこなうとともに、エネルギー制御手法としてBEMSを用い、ガスと電気の最適運用や電力ピークカットをおこなっている。最適なチューニングを施すため、条件を変更した4つの運転モデルを設定し技術検証を実施した。

夏季はピーク電力の抑制として、コジェネの排熱利用を前提とした吸収式1台をベース運転とし、変動する負荷部分を負荷追従性能に優れた空冷ヒートポンプチラーを第2優先機とするモデルが最適という結果となった。(モデル2)

冬季は本キャンパスの特徴として年間電力ピーク(電力デマンド値)が暖房期中となるため、投入順位を1:コジェネ排熱、2:吸収式、3:吸収式、4:空冷ヒートポンプチラーとし、電気熱源機の運転時間を抑える(モデル8)が優位であることが判明した。このような運転調整により、夏季:19%、冬季:29%の省CO2に成功したと同時にランニングコスト削減の向上にも寄与している。

熱源に対する負荷は、クール&ヒートピットの効果や運用改善により、当初の想定より少なく熱源装置容量に余力が生まれた。現在構築を進めている2期工事では、新たな中央熱源を設けその余力を活かし「熱融通」が行えるように新棟へ冷温水を供給する計画としている。

冬期の電力デマンドは、加温器(電極式)の使用に起因するところが大きく、2期工事では気化式と電極式のハイブリッド型加温器とし、改善を目指している。

図2 誘引放射空調

図3 電力ピークカット

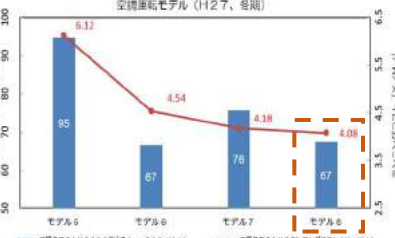
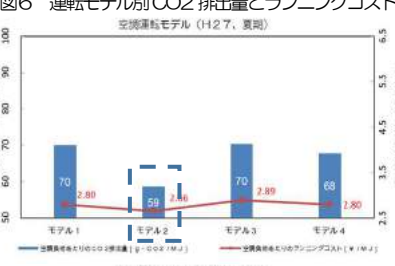
図5 名城公園の涼風効果

4. 検証・運用改善による省エネ・省CO2活動

表2 技術検証モデル

Table with 8 rows and 5 columns: Time (時期), Model (モデル), Heat Source (熱源投入順), Return Water Temp (送水温度), Return Air Temp (送風温度), Indoor Environment (室内環境). It details the parameters for different operating models during H27 summer and winter.

図6 運転モデル別CO2排出量とランニングコスト



・WG2：良質な学習環境の実現に向けた取り組み「誘引放射整流空調の効果検証」

誘引放射整流空調を導入した大教室及び図書館に関して、実際の利用者である学生を中心に心理平面アンケート及び温度環境測定を行い「良質な学習環境」が実現されているか分析及び検証を行った。結果、誘引放射整流空調の効果として、暖房時、上下温度分布が床土200~1800mmで約2℃差以内の環境が実現出来た。冷房時の心理平面アンケートの結果として、適切側の申告率70%を超えるのは、3限目の講義終了時の室温が25.5~27℃である事が判明した。

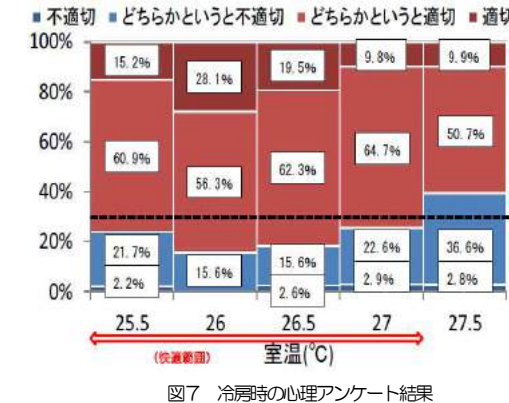


図7 冷房時の心理アンケート結果

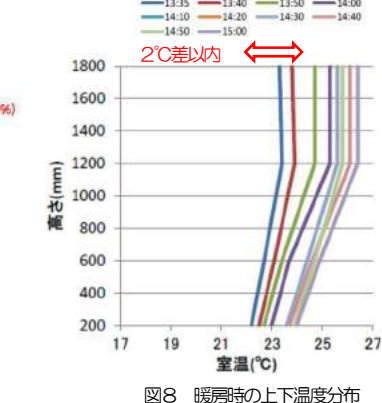


図8 暖房時の上下温度分布

・WG3：地域の特性を活かした環境配慮への取り組み「名城公園からの涼風効果の検証」クール&ヒートピット

クール&ヒートピット内を通過する外気は予冷・予熱され、各棟の外気処理空調機により温調した後、室内へ供給される。外気温度の方が有利な条件下やピット内相対湿度が高く結露の懸念される状態では、自動制御にてダンパー切替えを行いパイパス経路に接続する事で外気を直接導入する様設定されている。夏季及び冬季の検証では夏期・冬期ともに最大10℃程度の予冷・予熱効果が確認された。また、夏季のピット内はクールピットの顕微視管理能力が想定以上に高いこともあり、高湿度の期間が長くなるという現象が発生した。竣工当初結露によるカビ発生を懸念し相対湿度95%を超えるなどパイパス外気を導入していたが、運用2年目では常時クールピットを活用することにより気流を継続的に通過させる事例にならい結露発生しなくなり、結露が発生しないことを確認した。これにより湿度の制限を要せずにクール&ヒートピットの外気温度緩和能力を活用できることが可能となった。消費エネルギーの削減効果が大きいことから、現在進めている2期工事では外気導入量の100%をクール&ヒートピット経由で利用できる計画とした。

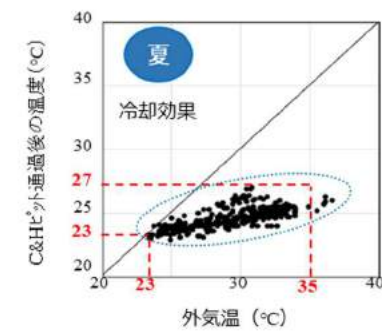


図9 クール&ヒートピットにおける顕微視緩和効果

5. 成果と今後の取り組み

運用段階でコミッションング・チューニング手法を活用し、最適な運用を行うことで、標準的な大学施設と比較して

- ☆CO2排出量: 1,053t (48.5%削減)
☆エネルギー削減: 原油換算 536kL/年 (48.2%削減)

基本設計時は種々手法を採用する中でエネルギー使用量は「標準大学施設に対して31%の省エネ・省CO2」を目標としていました。プロジェクトが実施設計・施工と進む中、省CO2推進委員会・WGにより効果を最大化させようと努力した結果、目標を大きく上回る(平成27年度48.5%削減)結果を得て、実行可能な次世代型エコキャンパスである事を実証しています。平成27年度は本キャンパスに通う学生数が増加したにもかかわらず、前年度よりさらに約3%の削減をする事ができ、これは運用中に継続して行っている運用改善の結果だと考えます。

今後も、都心の緑豊かな環境を活かし、ヒートアイランド対策など大学を含む地域全体の環境問題に積極的な取り組みを行い、省エネルギーや省CO2施設でありながら、施設利用者の「我慢・不快感」を伴うエネルギー削減重視の省エネ管理から、快適性を重んじた施設として大学施設トップレベルの省エネルギー・省CO2を実現させていきます。

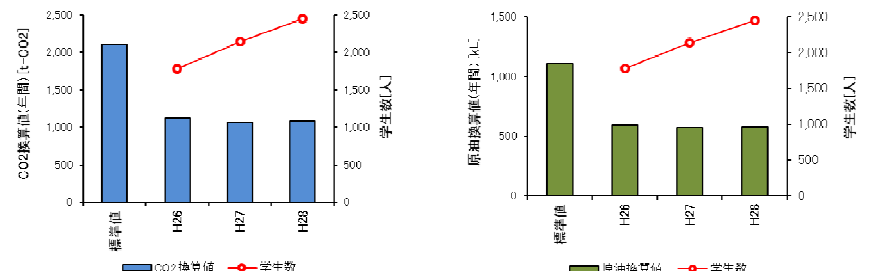


図10 省CO2・省エネルギー 実績

★愛知学院大学名城公園キャンパスでは、現在2期拡張整備工事として約20,000mの管渠工事を行っています。2期工事においてもそのコンセプトは踏襲されています。名城公園キャンパスは文系施設でありエネルギー消費密度が小さくZEB化の可能性が高い建物用途です。一部の建物を「ZEB棟」とし計画し、「経産省のH30ZEB実証事業」にも採択されています。今後の検証とチューニングは、「ネット・ゼロ・エネルギー・キャンパス」を目指し、サステナブルを基として、更なる省エネルギーと低炭素化を実現可能な運用を行い、活動を継続させていただきます。