

奈良県コンベンションセンターにおける空調計画

(株)大林組 大阪本店 設備設計部 古川 和彦・滝 亮太

■キーワード／展示場・空調計画・省エネルギー

1. はじめに

コンベンションセンターの利用形態はイベントの内容で大きく異なり、機器発熱・在室人員が大幅に変動する。これにともない、空調熱負荷における顕熱・潜熱負荷の大小やそれぞれの割合も大きく変動するのが特徴である。したがってこの負荷特性を想定し、各イベントに合わせて室内の温熱環境を満足させる空調計画が必要となる。一方で、地球環境や施設の運営の観点から、省エネルギーやランニングコスト低減に関して考慮が必要である。とくに人員密度の高くなる会議室では、エネルギー使用量の増大を抑えながら、できる限り多くの換気量(外気量)を確保する運用も今後必要になると予想される。以下に、奈良県コンベンションセンターにおける省エネルギーと快適性向上の取り組みを紹介する。

2. 建物概要

表-1に建物概要、図-1に建物配置図を示す。本建物は奈良県大宮通りに面した建物となっている。新たに整備した道路を挟み、東側敷地の北側にコンベンション施設、南側に観光振興施設となっており、西側敷地はバスターミナル・駐車場で構成されている。

コンベンション施設は、1階に大会議場・小会議室が配置されており、2階に中会議室が配置されている。

大会議場は、最大収容人数2,000人、天井高10m程度の大空間となっており、展示会・会議などの利用が可能である。またイベント形態に応じて空間を3分割できる可動間仕切りを設置しており、フレキシブルな運用を可能としている。中会議室は、250人収容できる3部屋が配置されている。各部屋に可動間仕切りが設けられており、最大6部屋にて運用することが可能となっている(写真-1)。

観光振興施設には、1・2階に地域交流を目的とした物販・飲食店舗が設置され、2階に可動式観覧席を有した、天井高8mの屋内多目的広場が配置されている(写真-2)。

表-1 建物概要

建物名称	奈良県コンベンションセンター
所在地	奈良県奈良市三条大路1丁目
敷地面積	14,718.94㎡
建築面積	11,855.40㎡
延床面積	35,360.44㎡
構造	混構造(RC・S・木造)
規模	地上2階、地下2階、塔屋1階
用途	集会所・劇場・物販・駐車場
建築主	PFI奈良賑わいと交流拠点(株)
工期	2017年7月～2020年3月
設計	(株)梓設計・(株)大林組・(株)オオバ
施工	(株)大林組

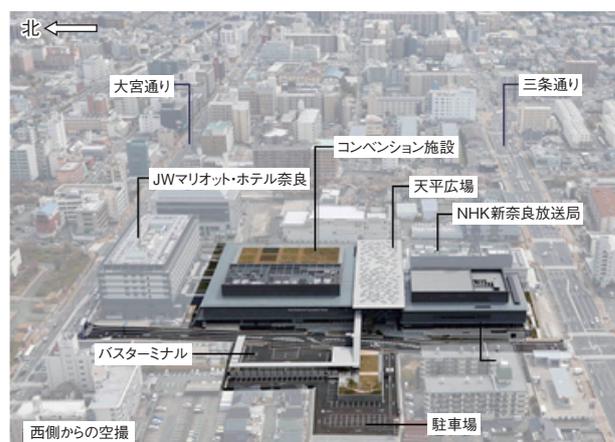


図-1 建物配置図



写真-1 中会議室



写真-2 屋内多目的広場

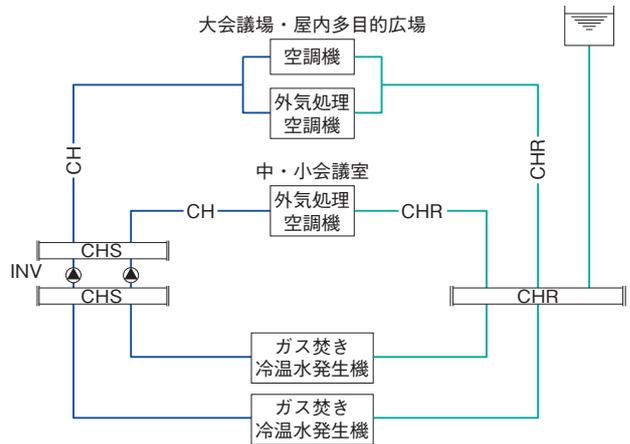


図-2 中央式熱源システム

3. 空調設備計画

3-1 熱源計画

図-2に本施設の中央式熱源システムを示す。

大会議場や屋内多目的広場などの大空間をまかなう空調機・外気処理空調機は、室内機器発熱や在室人員の状況で処理する負荷が大きく変動する。本施設では電力ピーク負荷を抑えることを目的として、ガス中央式熱源空調を採用した。また、ガス焼き冷温水発生機(写真-3)は高効率の節電型とし、大温度差送水仕様とすることで、ランニングコスト低減をはかった。

図-3に本施設で採用したガスおよび電気熱源利用のベストミックス空調システムを示す。中・小会議室は、室内負荷対応として個別制御性のよい電気個別空調を採用した。一方、これらの室は人員密度が高く外気の送風量が多いことに着目し、夏期は外気処理空調機の熱源であるガス中央熱源を運転することで、外気処理空調機からの送風空気を十分に冷却除湿する仕組みを取り入れた。これにより室内負荷を処理できる電気個別空調の負担を軽減して電力ピークを抑えることができる。また冬期は電気個別空調を優先運転することが可能な計画とした。さらに中間期は外気処理空調機による外気冷房を積極的に活用し、自然エネルギーの有効利用を行う計画とした。以上により年間を通してランニングコストを抑える空調計画とした。

そのほか、観光振興施設はテナントへの課金面で運用上の取り扱いが容易な電気個別空調+電気式空気熱源ヒートポンプ外気処理空調機を採用した。



図-3 ベストミックス空調システム



写真-3 ガス焼き二重効用冷温水発生機

3-2 大会議場・屋内多目的広場の空調計画

図-5に大会議場(写真-4), 図-6に屋内多目的広場の二次側空調システムを示す。利用形態, 省エネルギー, 快適性に配慮した空調計画を行った。

3-2.1 部屋分割制御

大会議場は, 可動式間仕切りにより3室に分割可能であり, イベントに応じて3室を一体空間とする運用や2室を一体空間とする運用が想定されることから, 空調機, 外気処理空調機は3系統とした。一体運用の場合は, 給排気ヘッダーダクトの「切替ダンパ」の開閉により一体的な空調を可能とし, 外気処理空調機は部分負荷に対応するため台数制御を採用した。

3-2.2 給気選択制御

屋内多目的広場は可動式観覧席を利用するイベントの場合, 高所の座席で, 天井給気からのドラフトを感じやすくなる可能性がある。そのため, 可動式観覧席部の給気ダクト部には「選択ダンパ」を設け, ダンパの開閉によりドラフトによる不快感を回避できるように配慮した。

3-2.3 Coil-to-Coil外気処理空調機

会議や展示会といった利用形態によって, 空調負荷の特性が変わる。とくに人員密度が高く夏期, 中間期の潜熱負荷比率が高くなる場合の除湿に配慮して, 外気処理空調機にはCoil-to-Coil再熱方式を採用した。本方式は, メインコイルの前後に予冷コイルと再熱コイルを配置し, ポンプ循環による熱交換で予冷コイルの熱を利用して過冷却除湿+再熱を行う。これにより除湿再熱エネルギーを低減しながら快適な湿度環境を確保することが可能となる。

3-2.4 CO₂制御・搬送動力低減

外気処理空調機はCO₂濃度または室温に応じてVAVの比例制御を行い, 外気負荷低減を行う計画とした。また, 外気処理空調機の送風ファンをインバータ制御, および2ファン化することで, 小風量への追従性に配慮し搬送動力低減を行った。さらに, 低負荷時に空調機が運転停止し, 外気処理空調機で室内負荷処理する台数制御運転を行うことで, 搬送動力低減を行う計画とした。

3-2.5 制気口種類の使い分け

制気口については, 天井高が高いことから, 冬期の居住域温熱環境に配慮して, 外気処理空調機と空調機にて制気口の種類を異なるものとした(表-2)。冬期暖房時において, 外気処理空調機の給気温度は室温程度で高くないため, 一般的なユニバーサルグリル型(VS)を採用した。一方で, 空調機は居住域まで給気を到達させて室内温熱環境を調整させる意図から, 定風量方式とし, 自動到達距離調整機能付きの線状制気口を採用した(図-4)。

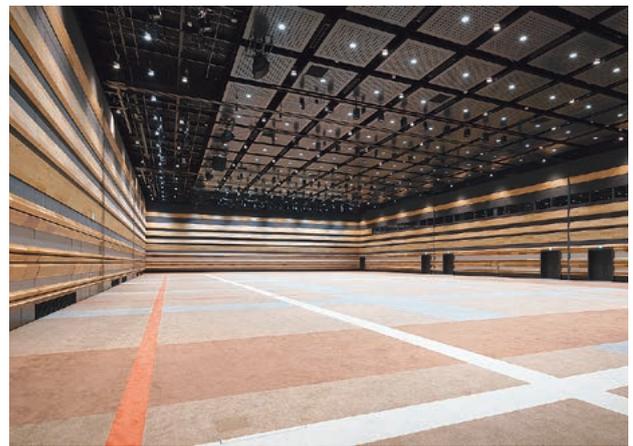


写真-4 大会議場

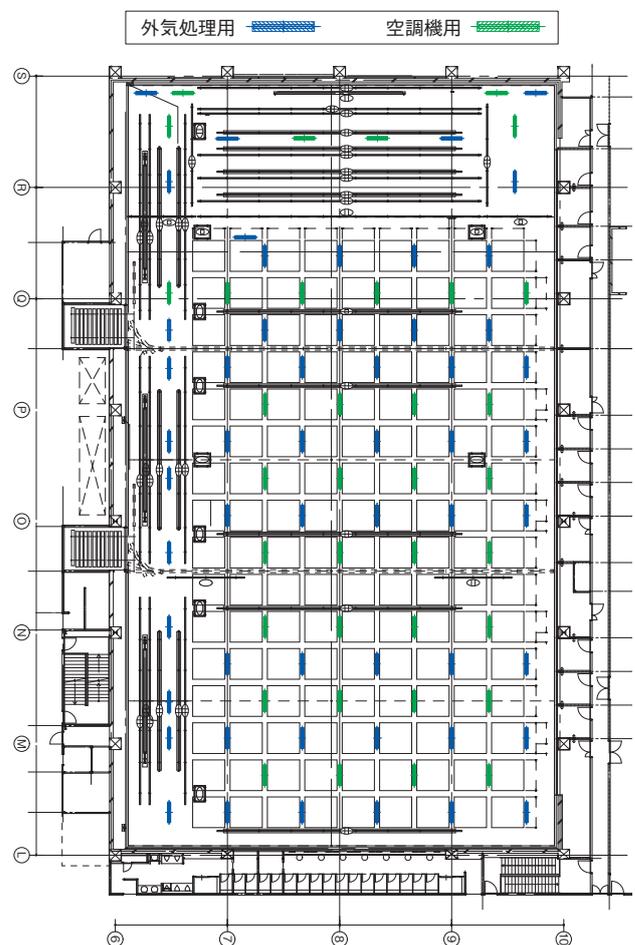


図-4 大会議場制気口計画

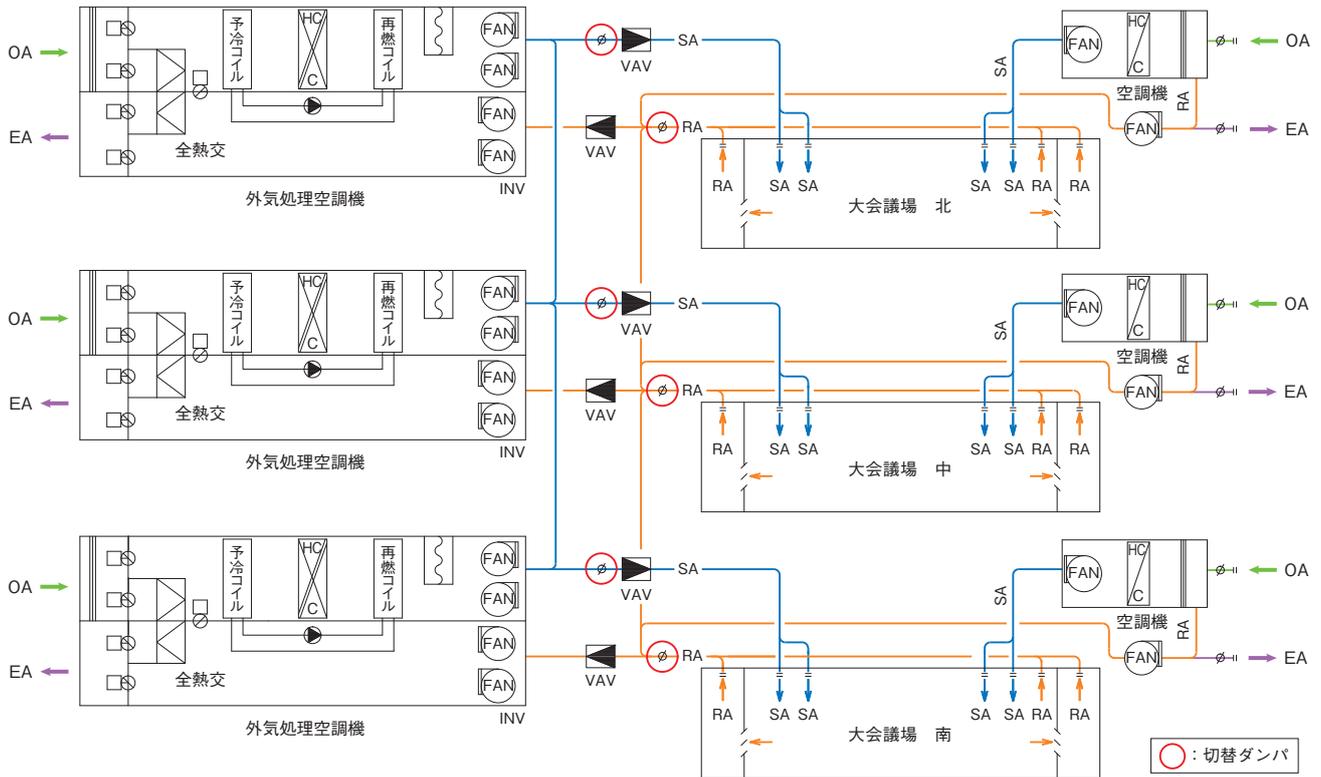


図-5 大会議場 空調システム

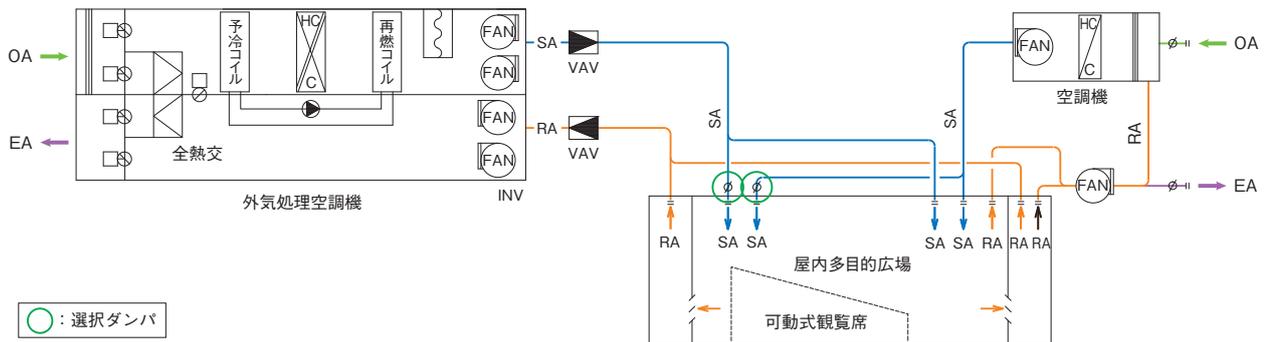


図-6 屋内多目的広場 空調システム

表-2 制気口種類

	外気処理用	空調機用
用途	主な目的は換気であり、新鮮外気を空調して室内に供給する。	主な目的は室内熱負荷の処理であり、室内空気を循環し、空調を行う。
冬期空調制御 吹出温度	吹出温度一定変風量 冬期22℃程度	吹出風量一定変温度 冬期30℃程度
吹出口形状	ユニバーサル グリル型 (VS型)  ※寸法は150mm×1500mm程度 で、写真とは異なる。	自動到達距離調整線状吹出口 
吹出口概要	可動式になっている羽の角度を調整することで、気流方向を自在に変えることが可能。	吹出口の温度をセンサが感知し、冷房時・暖房時に気流の吹出幅を自動的に可変する。暖房時の到達距離が天井高となるよう選定し、居住域まで暖かい空気を供給する。  冷房時(17℃以下)  暖房時(28℃以下)

3-3 中・小会議室の空調計画

中・小会議室の二次側空調システムは、外気処理空調機+電気個別空調方式とした(図-7)。

外気処理空調機は、大会議場と同じCoil-to-Coil再熱方式を採用している。ガス中央熱源により夏期の電力ピークカットを行う目的から、外気処理空調機での過冷却除湿を積極的に行うことにより、室内負荷を処理する電気個別空調の負担を軽減する計画とした。これにより省エネルギーとランニングコストの低減が可能な計画としている。本システムの省エネルギーの仕組みは、以下のとおりである。

不定期に利用される中・小会議室は間欠空調となり、最大室負荷が増大傾向にあるため、選定するエアコン室内機的能力が大きくなる。それにともない対応する室外

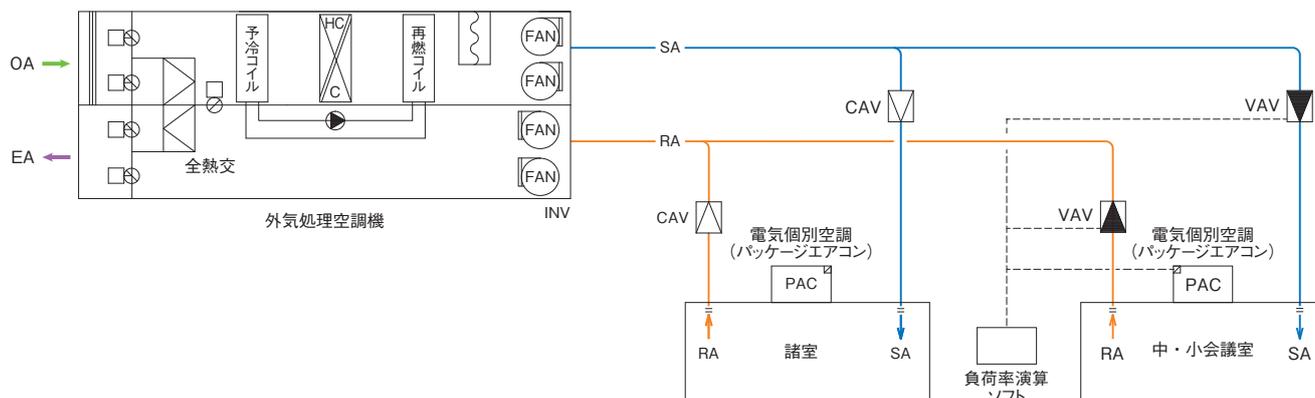


図-7 中・小会議室 空調システム

機も増大傾向になるが、複数室をまとめた室外機の同時使用率は必ずしも高くはないため、室内機の接続条件より選定された室外機の能力は余剰傾向となり、部分負荷が多くなる。その対策として、前述した外気処理空調機に各室ピーク時の負荷の一部を負担させることで、室外機の能力の適性化をはかった。これにより相対的に室外機の負荷率が上がり高効率ポイントでの運転が可能となる。

本建物ではこれに加えて新たな仕組みとして、中央熱源による外気処理空調機と電気個別空調の連動制御を組み込んだ。

3-3.1 電気個別空調最適運転制御

ピーク以外の時間帯は、電気個別空調の部分負荷特性を生かすため、電気個別空調の負荷率に応じた最適運転制御を採用した。図-8に概略図を示す。室外機ユニットの負荷率を演算し、COPが高い部分負荷範囲を外れる場合は、中央熱源側の外気処理空調機のVAVの風量の加算・減算(還気温度制御とCO₂濃度制御の要求が大きい方の信号を優先する)を行い、中央熱源との能力調整を行うことで、電気個別空調がより高いCOPで運転を行うことができる制御とした。負荷率制御のロジック

は表-3のとおりである。これによりCO₂濃度を基準値以下に制御した上で、電気個別空調室外機の高効率運転を行うことにより全体のエネルギー使用量の増大を抑えながら、VAVの風量要求に応じた換気量(外気量)の制御が行われる。

写真-5は室外機負荷率演算装置を示している。

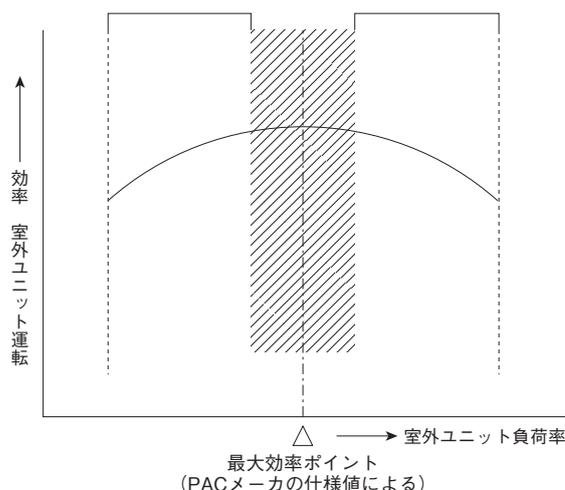


図-8 ヒートポンプエアコン効率曲線

表-3 外気処理空調機・電気個別空調の制御ロジック

	室外機負荷率	外気処理空調機(VAV)		電気個別空調
夏 期	上限超過	風量UP(設定温度 低下)	⇒	能力DOWN
	下限超過	風量DOWN(設定温度 上昇)*	⇒	能力UP
冬 期	上限超過	風量UP(設定温度 上昇)	⇒	能力DOWN
	下限超過	風量DOWN(設定温度 低下)*	⇒	能力UP

*CO₂濃度制御の要求が大きい場合は、風量DOWNを行わない。



写真-5 室外機負荷率演算装置

3-4 クラウドBEMS

本施設においては、現地管理者以外でも遠隔でBEMSの利用を可能にするクラウドBEMSを導入可能な設備としている。施設内にはクラウドへのゲートウェイのみを設置し、データはインターネットを経由してクラウドに蓄積し、データを分析するためのアプリケーションもクラウド上に設置した(図-9)。

今後、施設を運用していく中で、保守管理面の向上をはかり、さらに、運用実績の見える化を通じて、制御用のパラメーター値の妥当性の検証および見直しが必要な場合にクラウドBEMSを導入する予定である。

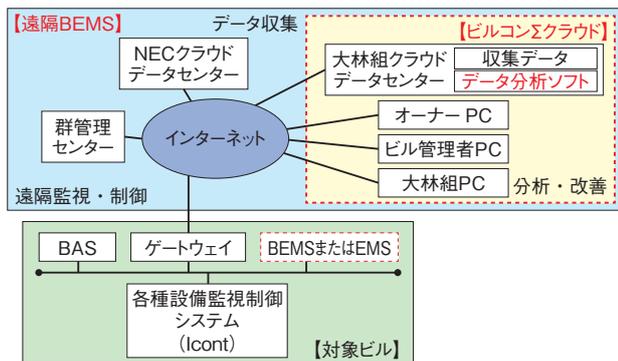


図-9 クラウドBEMSの概要

4. おわりに

本施設では、既存の技術を効果的に組み合わせることで省エネルギーにつながる設計を行った。

大会議場においては、イベントに応じて空調熱負荷における顕熱・潜熱負荷の大小やそれぞれの割合も大きく変動することから、それらに追従しながら省エネルギーかつ快適性の確保が可能なシステム構築を行った。Coil-to-Coil再熱方式の外気処理空調機、ファンインバータ制御・2ファン化、CO₂制御・全熱交換器および外気冷房などの手法を適用して、除湿性能の確保や搬送動力と外気負荷の低減および自然エネルギー利用を行った。

また、中・小会議室においては、外気処理空調機に大会議場と同様な機能を持たせながら、中央熱源による外気処理空調機と電気個別空調の組み合わせを利用して、個別空調室外機容量の適正化をはかることで省エネルギーにつなげるとともに、新たな仕組みとして、それらの連動制御を導入することで、全体のエネルギー使用量を増大させることなく、できるだけ換気量(外気量)を多く確保する運用も可能としている。

完成が2020年3月末のため、実際の運用がまだ始まっておらず、効果の検証が現時点ではできてはいないが、今後運用実績を蓄積して効果の検証を行いながら、実際の運用形態との関係を把握して、さらに最適な運転ができればと考えている。

最後に、本施設の計画・設計・施工・運用段階のすべてのプロセスにおいて深いご理解とご指導をいただきました関係者の方々に、心よりお礼を申し上げます。