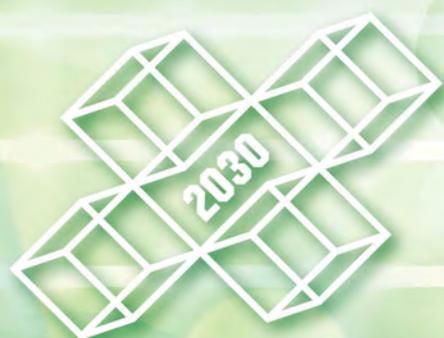


# 超グリーン建築部会

低炭素社会づくりへの貢献



**A**DVANCED  
**P**UBLIC  
**B**UILDING



一般社団法人 **公共建築協会**  
Public Buildings Association



一般財団法人 **建築保全センター**  
Building Maintenance & Management Center



一般財団法人 **建築コスト管理システム研究所**  
Research Institute on Building Cost

# 超グリーン建築部会における 取組の方向性



第Ⅰフェーズ及び第Ⅱフェーズにおいては、ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）を目指した「超グリーン建築」として実施されてきた国内外の多くのプロジェクトについて現地調査等を実施してきた。

第Ⅲフェーズにおいても、LCEM（ライフサイクルエネルギーマネジメント）ツールの活用など先端的な取組がなされている施設を中心に、優れた「超グリーン建築」に関する現地調査を継続的に行ってきたところである。

また、国土交通省のホームページにおいて提供されている LCEM ツールは、熱源機器単体のシミュレーションから、周辺のポンプや冷却塔、必要に応じて二次側の空調機までを含めた空調設備システムのシミュレーションまでを、簡易なエクセルシートを利用することで行うことができるツールとなっている。

現状では、設計段階において建物の実態に即したエネルギー計算を行うことは困難だが、LCEM ツール用の期間熱負荷計算ツールが整備されると、設計段階でのエネルギー計算の作業が簡略化されるとともに、精度向上に貢献することが可能となる。

また、パリ協定に基づく日本の温室効果ガスの削減目標は、2030年度までに2013年度比で26%削減を図る必要があり、業務その他部門では40%の削減を達成しなければならないこととなっている。一方、省エネルギー性や低炭素性を確保するとともに、健康

性や知的生産性、強靱性といった見えない価値の見える化についても検討することで、これらを併せ持つ超グリーン建築の整備の推進を図るものとする。

そこで、LCEM ツールの更なる利用促進が図られるよう、補助的ツールである期間熱負荷計算ツールの精度検証を行うこととする。

## 超グリーン建築部会の活動概要

先端的グリーン建築物の視察



- ①先端的省エネルギー技術の動向調査
- ②先端的エネルギーマネジメント手法の調査



次世代公共建築の  
超グリーン化に向けた課題等の整理

超グリーン建築部会の活動概要

# COP21 の成果と 我が国における今後の取組について

## ● COP21におけるパリ協定の採択

平成 28 年 11 月 30 日から 12 月 13 日まで、フランス・パリにおいて、国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議 (COP21)、京都議定書第 11 回締約国会合 (CMP11) 等が開催され、最終的に 12 月 12 日に新たな法的枠組みである「パリ協定」が採択された。「パリ協定」においては、

- 世界共通の長期目標として 2℃目標のみならず 1.5℃への言及
- 主要排出国を含むすべての国が削減目標を 5 年ごとに提出・更新すること、共通かつ柔軟な方法でその実施状況を報告し、レビューを受けること
- JCM を含む市場メカニズムの活用が位置づけられたこと
- 森林等の吸収源の保全・強化の重要性、途上国の森林減少・劣化からの排出を抑制する仕組み
- 適応の長期目標の設定及び各国の適応計画プロセスと行動の実施
- 先進国が引き続き資金を提供することと並んで途上国も自主的に資金を提供すること
- イノベーションの重要性が位置づけられたこと
- 5 年ごとに世界全体の状況を把握する仕組み
- 協定の発効要件に国数及び排出量を用いるとしたこと
- 「仙台防災枠組」への言及 (COP 決定)

などが盛り込まれています。

### COP21におけるパリ協定の採択



- COP21(11月30日～12月13日、於:フランス・パリ)において、「パリ協定」(Paris Agreement)を採択。
- ✓ 「京都議定書」に代わる、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組み。
- ✓ 歴史上はじめて、すべての国が参加する公平な合意。
- 安倍総理が首脳会合に出席。
- ✓ 2020年に現状の1.3倍の約1.3兆円の資金支援を発表。
- ✓ 2020年に1000億ドルという目標の達成に貢献し、合意に向けた交渉を後押し。

●パリ協定には、以下の要素が盛り込まれた。

- ✓ 世界共通の長期目標として2℃目標の設定。1.5℃に抑える努力を追求することに言及。
- ✓ 主要排出国を含むすべての国が削減目標を5年ごとに提出・更新。
- ✓ 我が国提案の二国間クレジット制度(JCM)も含めた市場メカニズムの活用を位置付け。
- ✓ 適応の長期目標の設定、各国の適応計画プロセスや行動の実施、適応報告書の提出と定期的更新。
- ✓ 先進国が資金の提供を継続するだけでなく、途上国も自主的に資金を提供。
- ✓ すべての国が共通かつ柔軟な方法で実施状況を報告し、レビューを受けること。
- ✓ 5年ごとに世界全体の実施状況を確認する仕組み(グローバル・ストックテイク)。

COP21 におけるパリ協定の採択について

### (参考) 各国の約束草案の提出状況 (2015年12月12日時点)

●各国はCOP21に十分先立って、2020年以降の約束草案(削減目標案)を提出。<COP19決定>  
●188か国・地域(欧州各国含む)が提出(世界のエネルギー起源CO2排出量の95.6%)  
●先進国(附属書1国)は提出済み。途上国(非附属書1国)も未提出国は8か国のみ。

先進国 (附属書1国)			
米国	2025年に-26%～-28%(2005年比)、28%削減に向けて最大限取り組む。		3月31日提出
EU	2030年に少なくとも-40%(1990年比)		3月6日提出
ロシア	2030年に-25～-30%(1990年比)が長期目標となり得る		4月1日提出
日本	2030年度に2013年度比-26.0%(2005年度比-25.4%)		7月17日提出
カナダ	2030年に-30%(2005年比)		5月15日提出
オーストラリア	2030年までに-26～-28%(2005年比)		8月11日提出
スイス	2030年に-50%(1990年比)		2月27日提出
ブルウェー	2030年に少なくとも-40%(1990年比)		3月27日提出
ニュージーランド	2030年に-30%(2005年比)		7月7日提出
途上国 (非附属書1国)			
中国	2030年までにGDP当たりCO2排出量-60～-65%(2005年比)、2030年前後にCO2排出量のピーク		6月30日提出
インド	2030年までにGDP当たり排出量-33～-35%(2005年比)		10月11日提出
インドネシア	2030年までに-29%(BAU比)		9月24日提出
ブラジル	2025年までに-37%(2005年比) (2030年までに-43%(2005年比))		9月28日提出
韓国	2030年までに-37%(BAU比)		6月30日提出
南アフリカ	・2020年から2025年にピークを越え、10年程度横ばいの後、減少に向かう排出量を減らす。 ・2025年及び2030年に398～614百万トン(CO2換算)(参考:2010年排出量は487百万トン(IEA推計))		9月25日提出

(未提出国:北朝鮮、リビア、ネパール、ニカラガ、パナマ、シリア、東チモール、ウズベキスタン)

COP21 における各国の約束草案提出状況 (2015年12月12日時点)

### パリ協定に関する今後の予定①

※ COP決定に記載されている各種スケジュール

2016年	4月22日～翌年4月21日までパリ協定を署名するため公開 (4月22日署名式) 5月2日まで 約束草案の統合報告書の更新 (4月4日までの提出分が対象) 5月16～26日 補助機関会合: 併せて「パリ協定に関する特別作業部会」を開催? 前半: 約束の暫定公約登録簿を準備 11月7～18日 締約国会合 (COP22)・補助機関会合 : 資金源の拡大機会特定のための促進的対話を実施。	詳細ルール等の検討 ※各国の約束、アカウンティング、 透明性枠組み (2018年まで) 等 ・パリ協定に関する特別作業部会 ・補助機関会合 等で検討
2018年	2016-2020年: 「2020年までの行動強化」として ・緩和の技術的検証プロセス (TEP) を継続・強化 ・2020年までに官民合わせて年間1000億ドル目標に向けたロードマップ・資金拡充 ・適応の技術的検証プロセスを開始 ・「促進的対話」を実施: 緩和の長期目標の進展等に関する全体の努力の進捗を確認 ・IPCCが1.5℃上昇の影響等に関する特別報告書を作成	↓ パリ協定第1回締約国会議で検討・採択
2020年	・2020年までに削減目標を提出又は更新 (COPの少なくとも9～12ヶ月前) ・2020年までに長期の温室効果ガス低排出開発戦略を提出	

パリ協定に関する各国の今後の予定

# COP21の成果と我が国における今後の取組について

このパリ協定を踏まえ、平成 27 年 12 月 22 日、「パリ協定を踏まえた地球温暖化対策の取組方針について」地球温暖化対策推進本部決定されました。

この取組方針では、国内対策として次のように取りまとめられている。

「日本の約束草案（平成 27 年 7 月 17 日地球温暖化対策推進本部決定）」で示した 2030 年度削減目標の達成に向けて着実に取り組む。また、パリ協定等において、2℃目標が世界の共通目標となり、この長期目標を達成するため排出と吸収のバランスを今世紀後半中に実現することを目指すこととされたこと等を踏まえ、我が国としても世界規模での排出削減に向けて、長期的、戦略的に貢献する。

**今後の対応** (12月22日 地球温暖化対策推進本部決定)

**I. 国内対策の取組の方針**

- 地球温暖化対策計画の策定**  
来春までに地球温暖化対策計画を策定。中央環境審議会・産業構造審議会の合同会合を中心に検討。
- 政府実行計画の策定**  
政府は来春までに、先導的な対策を盛り込んだ政府実行計画を策定。率先して取組を実施。
- 国民運動の強化**  
政府が旗振り役となって地球温暖化防止国民運動を強化。地方公共団体、産業界、全国地球温暖化防止活動推進センター、NPO等多様な主体が連携し、情報発信、意識改革、行動喚起を進める。

**II. 美しい星への行動 2.0 (ACE2.0)の実施**

- 途上国における気候変動対策の実施**  
2020年に、途上国において、官民合わせて年間約1兆3,000億円(現在の1.3倍)の気候変動関連事業を実施。
- エネルギー・環境イノベーション戦略の策定**  
春までに「エネルギー・環境イノベーション戦略」を策定。革新的技術の開発について集中すべき有望分野を特定し、研究開発を強化。

**III. パリ協定の署名・締結・実施に向けた取組**

パリ協定の実施に向けて国際的な詳細なルールの構築に我が国としても積極的に貢献していくとともに、我が国の署名及び締結に向けて必要な準備を進める。

40

地球温暖化対策推進本部決定

## ● 建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律について

我が国における社会経済情勢の変化に伴い建築物におけるエネルギーの消費量が著しく増加している。

そこで、建築物のエネルギー消費性能の向上を図るために、住宅以外の一定規模以上の建築物のエネルギー消費性能基準への適合義務の創設、エネルギー消費性能向上計画の認定制度の創設等の措置を講ずることとして、建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律が、平成 27 年 7 月 1 日に国会において成立し、平成 27 年 7 月 8 日に公布された。

この法律では、次のとおり規定されている。

- (1) 大規模な非住宅建築物（特定建築物）について、新築時等におけるエネルギー消費性能基準への適合義務及び適合性判定義務を課し、これを建築確認で担保する。
- (2) 中規模以上の建築物について、新築時等における省エネ計画の届出義務を課し、エネルギー消費性能基準に適合しないときは、必要に応じ、所管行政庁が指示等を行う。
- (3) 省エネ性能の優れた建築物について、所管行政庁の認定を受けて容積率の特例を受けることができる。
- (4) エネルギー消費性能基準に適合している建築物について、所管行政庁の認定を受けてその旨を表示することができる。

**建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律** (平成27年法律第38号、7月8日公布)

＜施行期日＞ 施行期日は公布の日から2年以内、経過措置は1年以内

社会経済情勢の変化に伴い建築物におけるエネルギーの消費量が著しく増加していること、建築物のエネルギー消費性能の向上を図るため、住宅以外の一定規模以上の建築物のエネルギー消費性能基準への適合義務の創設、エネルギー消費性能向上計画の認定制度の創設等の措置を講ずる。

**意義・必要性**

- 我が国のエネルギー需給は、特に東日本大震災以降一層逼迫しており、国民生活や経済活動への支障が懸念されている。
- 他部門（産業・運輸）が減少する中、建築物部門のエネルギー消費量は著しく増加し、現在では全体の1/3を占めている。
- ⇒建築物部門の省エネ対策の抜本的強化が必要不可欠。

**法律の概要**

● 基本方針の策定（国土交通大臣）、建築主等の努力義務、建築主等に対する指導助言

● 特定建築物（一定規模以上の非住宅建築物（政令で3000㎡））  
 特定建築物の新築等については、エネルギー消費性能基準（省エネ基準）への適合義務を課し、これを建築確認で担保する。

● その他の建築物（一定規模以上の建築物（政令で300㎡）※特定建築物を除く）  
 一定規模以上の新築、増築に係る計画の所管行政庁への届出義務を課し、省エネ基準に適合しない場合は、必要に応じて所管行政庁が指示・命令を行う。

● 省エネ性能の優れた建築物について、所管行政庁の認定を受けて容積率の特例を受けることができる。

● 省エネ性能の優れた建築物について、所管行政庁の認定を受けてその旨を表示することができる。

● その他所要の措置（新技術の評価のための大臣認定制度の創設等）

建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律概要

# 京都国立博物館 平成知新館

明治 30 年に開館した京都国立博物館。収藏品保管場所の不足や低い耐震性能、バリアフリー非対応という課題の解決のため、平成 5 年に建て替えのための調査委員会を設置し、約 20 年を経て平成知新館が竣工した。課題を解消するとともに、高い環境性能を有する建物となっている。



京都国立博物館 平成知新館の外観



天井部のムービングスポット配置状況

## 平成知新館の構造・規模

所在地	京都府京都市
構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
階数	地上 4 階、地下 2 階
建築面積	5,568㎡
延床面積	17,997㎡

平成知新館の竣工目的は主に以下の 3 点である。

- 展示設備・展示方法の進化やバリアフリー化へのハードウェアとしての対応
- 年々増加する収藏品格納に十分なスペースの確保、耐震性能の向上
- 事務棟と講堂の一体化による職員の利便性向上

これに対し、平成知新館の大きな特色として「展示照明の全面 LED 化」「展示室における床免震化」の 2 手法を採用している。

博物館の展示照明には、展示物の劣化原因となる紫外線の抑制や、鑑賞のための明るさ・眩しさ・演色性・光の均一性、展示物の入替に対するフレキシビリティ等、さまざまな性能が求められる。

LED 光源による展示照明は、紫外線が発生しない点や長寿命・照明器具の小型化による演出性の向上、省エネルギー性向上等のメリットがある。

博物館の展示照明に LED 照明を採用した事例は平成知新館が初であり、導入方法を新規検討・検証している。特徴的な導入方法としては、大空間展示室のムービングスポット、一般展示室の天井スリットスポット、壁面展示ケース内のベースライン照明等が挙げられる。

こうした取組により、下記のような高い環境性能を実現している。

## 平成知新館の環境性能

年間熱負荷係数 PAL [MJ/(㎡・年)]	188.6
エネルギー消費係数 CEC (AC) [-]	1.25

# 大阪ガス 北部事業所

大阪ガスは、自社ビルの新築・改修に際し省エネルギー化を図る「グリーンガスビル活動」を行っている。同社 北部事業所は、平成 23 年 11 月から同 24 年 7 月に改修を行い、先進技術を用いてハード、ソフトの両面から省エネルギー化を図ったオフィスビルである。



大阪ガス 北部事業所外観



ジェネリンク

大阪ガス 北部事業所の構造・規模	
所在地	大阪府高槻市
構造	鉄骨鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造
階数	地上 5 階建て（地下 1 階、塔屋 1 階）階
建築面積	12,213.5㎡
延床面積	5,989.39㎡（本館）



居住者とのコミュニケーションツール「BEMS」の画面。Web 上で温冷感申告や省エネに関する情報閲覧が可能

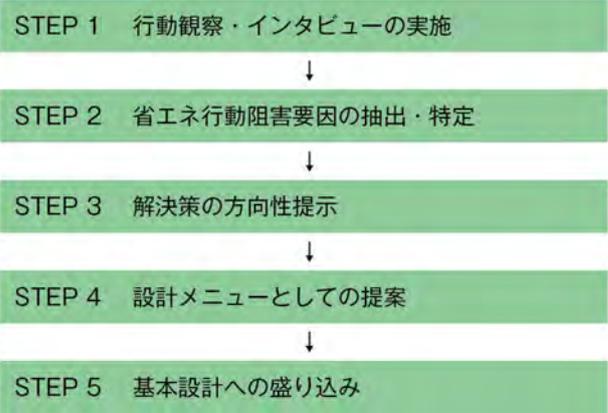
北部事業所の改修工事に伴う省エネルギー対策は下記の 3 種に大別される。

- ① ベースとなる省エネ対策
- ② オンサイト発電設備を有効利用する電力・熱エネルギーシステム
- ③ ヒトの要素を考慮した省エネルギーシステム

①、②はハード面、③がソフト面の対策となっている。

①では、一般のオフィスでよく用いられる手法が導入されている。②では、事業所の大規模な消費電力に合わせ、エネルギー効率が高い各種設備を導入している。

北部事業所の特徴的な取組として、③の「機械による一方的な省エネ対策から、ヒトの行動に着目した省エネ対策」がある。大阪ガスの有する行動観察研究所と共同で実施しており、右記に示すプロセスでシステムを検討している。



関西電力 北摂営業所は、他営業所との統合に伴い、2012年に移転・新築された。移転・新築に際し、「環境・ひとにやさしい次世代型省エネルギーオフィス」をコンセプトにさまざまな設備を盛り込み、併せてエネルギーマネジメント活動を行うことで高い省エネ性能を発揮している。



関西電力 北摂営業所外観

## 関西電力 北摂営業所の構造・規模

所在地	大阪府豊中市
構造	鉄筋コンクリート造
階数	地上6階
建築面積	1,602㎡
延床面積	8,452㎡（本館）

北摂営業所では省エネルギー技術の導入にあたり、採算性の観点から費用対効果大きい対策を優先的に導入している。選定手順を下記に示す。

- ① PAL 値、CEC 値により、各省エネルギー技術導入による CO<sub>2</sub> 排出量削減効果を試算
- ② 導入コストを横軸、CO<sub>2</sub> 排出削減量を縦軸とするパレート図を作図
- ③ パレート図より、費用対効果の高い対策を選定。更に、対外的に環境 PR 効果大きいとされる対策も積極的に採用



自動制御ブラインド用アンテナ



エネルギーマネジメント活動の一環としてエレベータホールに設置された見える化設備

「エネルギーマネジメント」は運用段階におけるエネルギー消費の実態把握・改善・管理を目的としている。具体的には下記に示す活動を実施している。

- 用途別の電力計測値を分析・評価したエネルギーマネジメント月報の作成
- 設計者・施設管理者・入居者合同のエネルギーマネジメントワーキングの開催
- エネルギー使用量が多い用途の運用改善
- 見える化設備による入居者の省エネルギー意識向上

このほか、収集した消費電力値データを活用して、エネルギー原単位評価や建物の断熱性能をはじめ、さまざまな項目で評価を行っている。

大崎市民病院は、宮城県の北部地域における災害拠点病院として位置づけられている。2011年3月の東日本大震災後に移転・新築を計画し、2014年3月に竣工した。被災地に新築される災害拠点病院というコンセプトから、省エネルギー性と防災対策の融合をコンセプトとしている。

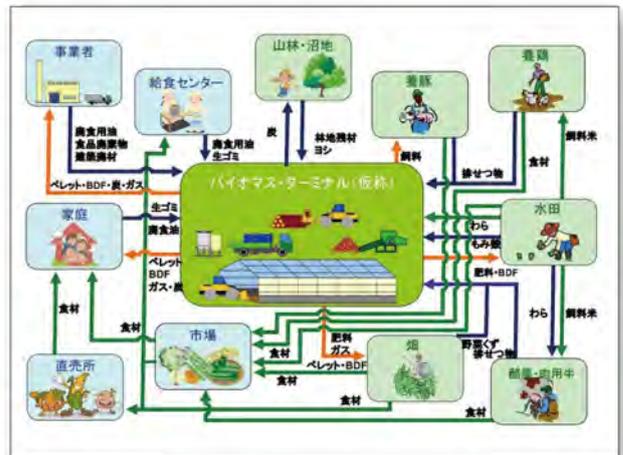


大崎市民病院外観



バイオマスペレットを使用するペレットボイラ

大崎市民病院の構造・規模	
所在地	宮城県大崎市
構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
階数	地上9階、地下1階
建築面積	11,740.05㎡
延床面積	48,435.39㎡



大崎市のバイオマスタウン構想

大崎市民病院では、年間CO<sub>2</sub>排出量削減率31%、年間熱負荷係数(PAL値)低減率30%を省エネルギー目標としている。

具体的な対策としては、1階に設置された外調機の外気取入れ口をクールトレンチ経由とすることで外調機負荷を低減し、年間20tのCO<sub>2</sub>排出を削減しているほか、井水をスクルーチラーの冷却水、及び空冷式ヒートポンプチラーの散水として利用することで、空調熱源機の高効率運転を実現している。この井水利用によるCO<sub>2</sub>削減量は年間523tと試算されている。

大崎市では、大崎市蕪栗沼に原生するヨシ等を用い

たバイオマスタウン構想を掲げている。これは、地元資源を活用して作成した肥料・ペレット・バイオディーゼル等のエネルギー源を利用する地産地消をコンセプトとしているもので、大崎市民病院ではペレットボイラの設置により、CO<sub>2</sub>排出を年間45t削減している。

大崎市民病院では、企画・設計・施工・運用の各段階においてLCEMツールを用いた、エネルギーシステムの提案・運用時におけるエネルギー管理を行っている。運用段階においては、BEMSによる計測データを活用し、省エネルギーに効果的な見える化を実施している。

栃木県両毛地区の渡良瀬川に面した敷地に建つ足利赤十字病院。2011年、災害拠点病院として、省エネルギー・省CO<sub>2</sub>に配慮した「次世代型グリーンホスピタル」として移転・新築された。全国初の省CO<sub>2</sub>推進モデル事業所として認定されるなど、グリーン建築として評価の高い建物だ。



足利赤十字病院外観



空冷ヒートポンプチラー

#### 足利赤十字病院の構造・規模

所在地	栃木県足利市
構造	鉄筋コンクリート造
階数	地上9階、地下1階
建築面積	32,057㎡
延床面積	47,871㎡



BEMSによる計測データを閲覧できるよう、エントランスホールに設置された大型モニター「エコ・インフォメーション」

足利赤十字病院の特徴として、以下の5つが挙げられる。

- ① 将来的な成長と変化へ対応可能「分離型建築」
- ② 快適な療養環境を提供「一般病床全室個室」
- ③ 省エネ、省CO<sub>2</sub>を実現「次世代型グリーンホスピタル」
- ④ 災害拠点病院の責務を担う「災害に強い病院」
- ⑤ 地域医療機関との連携を強化「緊急医療機能分化」

従来の病院建築における熱源システムは蒸気設備を主体としており、エネルギーの過大消費が問題となっている。これに対し、病院の熱源負荷となる7つの負荷種別、それぞれに合わせた熱源機器を組み合わせた熱源システムを実装している。

負荷予測が容易な外気負荷に対しては高効率な空気熱源ヒートポンプチラー・井水熱源ヒートポンプチラーにより、敷地内に自噴する井水と安価な深夜電力を利用する大規模な水蓄熱システムとしている。

BEMSによる計測データをエコ啓発に活用するため、エントランスホールには「エコ・インフォメーション」と呼ばれる大型モニターを設置している。職員アンケートによると40%を超える職員が、入院患者自身の節電や省エネルギーに対する意識に変化があったと回答している。

BEMSの計測データによると、合計の年間一次エネルギー使用量原単位は2,200MJ/㎡・年、月平均で183MJ/㎡・年となっている。また、一次エネルギー使用量原単位は、標準的な大規模病院(4,050MJ/㎡・年)と比較すると46%の削減となっている。

名古屋大学 東山キャンパスは、同大学の4キャンパス中最大の規模を誇り、年間約7.5万tと莫大なCO<sub>2</sub>を排出している。そこで同大学では新築の建物と既存の建物をモデルに、性能検証（コミッショニング）及びBEMSデータ活用を核としたさまざまな省エネの取組を行っている。



新築された研究所共同館の外観



エレベータホールに設置されたBEMSモニター



最適な省エネ手法を検討するための「レトロ・コミッショニング」施設として利用されている「ES総合館」

## 研究所共同館の構造・規模

所在地	愛知県名古屋市
構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
階数	地上8階
建築面積	1,050㎡
延床面積	7,047㎡

新築の「研究所共同館」では企画・設計段階から総合的なコミッショニングが実施されている。

企画段階のコミッショニングでは、OPR (Owner's Project Requirement) を策定し、建物の3つの目標（世界屈指の知的成果を生み出す研究環境の創造・徹底した低炭素化研究施設の創造・キャンパスの持続的発展を支える建築）を明確化している。

シミュレーションによるコミッショニングでは、LCEM・HVACSIM+等を用い、下記3つの観点でシミュレーションを活用している。

- ① 基本・実施設計終了時にOPR目標値の達成をチェック
- ② 施工時における機器選定
- ③ 運用時のエネルギー消費量目標値の設定

## ES総合館の構造・規模

所在地	愛知県名古屋市
構造	鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨造
階数	地上7階
建築面積	3,452㎡
延床面積	15,280㎡

運用段階のコミッショニングでは、1.94 [GJ/㎡・年]を設計値とし、実測値との比較による性能検証を継続して実施している。

「ES総合館」は建物の消費データを収集して検証し、最適な運用方法・改善方法を提言する「レトロ・コミッショニング」のための施設である。

ES総合館は、全館照明のLED化やクールチューブ等の省エネルギー手法が既に導入されているが、建設当初にはコミッショニングがなされていない。ES総合館の建物全体や用途別の消費エネルギーデータを継続して収集しているほか、適宜LCEMツールを含めたシミュレーションで実測値との比較・検討を行っている。

# 愛知学院大学 名城公園キャンパス

名城公園キャンパスは、1953年に創立した愛知学院大学が2014年に設置した都心型キャンパス。設置にあたり、最先端の省CO<sub>2</sub>技術・設備の導入と、運用段階におけるコミッションング・チューニング手法を採用し、年間643t(約31%)のCO<sub>2</sub>削減を目標としている。



愛知学院大学 名城公園キャンパス (アガルスタワー) 外観

## 平成知新館の構造・規模

所在地	愛知県名古屋市
構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
階数	地上10階、地下1階
建築面積	5,493㎡
延床面積	33,119㎡

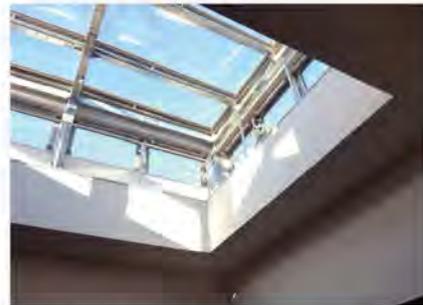
同大では、省CO<sub>2</sub>推進委員会を設置し施設の環境性能向上に努めている。委員会には3つのワーキンググループ(WG)を設置している。このWGは、省CO<sub>2</sub>補助事業で定められた技術検証とその改善策の検討を行い、国土交通省に対して実績報告を行うもので、同大学識者・事務局、及び設計会社、施工会社、メーカー、エネルギー事業者により構成されている。

WG1は、熱源・空調コミッションング・チューニングを行っている。BEMSによる収集データを元に各種設備の稼働状況・性能を検証し、想定した性能が得られていない場合はチューニングを実施して運用改善を図っている。

具体的には、クール&ヒートピットの運用状況検証



高効率空冷式ヒートポンプモジュールチラー



屋上の自然換気システム

と調整や空調熱源機の運用状況検証と調整をはじめ、アガルスタワー個別空調の系統切り替え改修、自然換気システムの自動制御調整などを実施している。

WG2は、誘引放射整流空調の運用最適化を目的としている。実際の講義時の環境測定と、受講生による利用者アンケート調査を行い、90分間の講義を通じた温熱環境と心理評価の経時変化を把握している。

WG3では、道路を挟んでキャンパス西側に位置する名城公園の樹木によるクールアイランド効果がキャンパス内に到達しているか(涼風効果)を検証している。

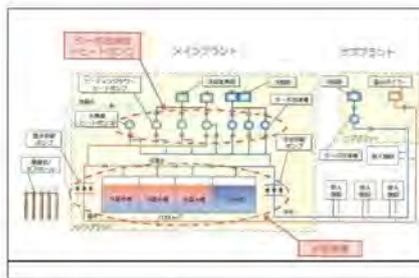
こうした取組により2014年4月のキャンパス開校以降、標準的な大学施設に比べ47%の省CO<sub>2</sub>を実現している(2014年10月末現在)。

# 東京スカイツリー地区 地域冷暖房施設

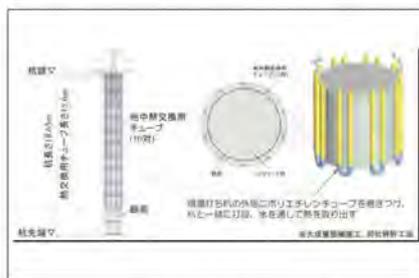
東京スカイツリータウンは、東京スカイツリーを中心に、商業施設やプラネタリウム、水族館、オフィス、公共施設などから構成される複合施設。このエリアでは、メインプラントとサブプラントによる地域冷暖房システムが導入されている。



東京スカイツリータウン DHC の供給区域



東京スカイツリータウンの熱源構成図



基礎杭を利用した採放熱方式の仕組み

東京スカイツリー地区 DHC (District Heating and Cooling) システムの特徴として以下の 4 つが挙げられる。

- ① 高効率冷凍機・ヒートポンプと大容量水蓄熱槽による高効率熱源システム
- ② 国内 DHC 初の地中熱利用
- ③ 2つのプラント間の熱融通
- ④ さまざまな建物用途間における冷房排熱の回収

メインプラント内のターボ冷凍機は定速型とインバータ型を併用している。インバータターボ冷凍機は冷却水温度が低い時期に部分負荷運転をすると COP が高くなる特徴があり、蓄熱槽との併用により計画的に部分負荷運転をすることで高い COP を実現している。

メインプラントに隣接して約 7,000m<sup>3</sup>の大容量水蓄熱槽が設置されている。優れた保温能力を持ち、冷暖房用の冷水・温水を蓄えている。蓄熱槽の導入により、使用する電力を昼間から夜間に移行できるため、夏期ピーク時間帯 (13:00 ~ 16:00) に熱源を完全停止し、ピーク電力の削減、ランニングコスト削減が可能になる。

地中熱の利用方式として基礎杭利用とボアホールの 2 方式を採用している。この方式の導入により、従来の熱源方式と比較して、CO<sub>2</sub> を約 40%削減している。

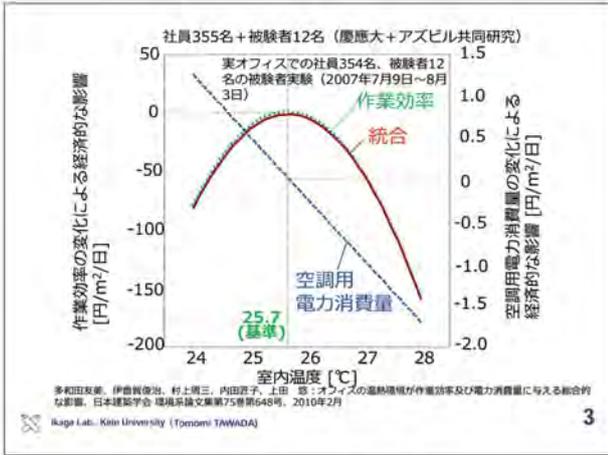
スカイツリータウンでは、インターネットを利用したデータの相互利用システム「TEAMS (Tobu Environment & Energy Advanced Management System)」を構築している。

TEAMS は BEMS や LCEM によるエネルギーデータをインターネット経由でやりとりし、テナント入居者や来訪者に対し、アクセス場所を選ばない情報公開を可能にしている。

このほか、シミュレーションによりエネルギー消費量を予測する LCEM (Life Cycle Energy Management) ツールを導入することで、実際の運転データとシミュレーションによる予測値を比較し、改善策を検討している。

# 生産性向上による 経済的便益の研究

オフィスでは健康性や快適性に加え知的生産性の高い室内環境が要求される。しかし、室内環境を整えることにより、特に空調用機器の電力消費が増加する。電力消費を削減しつつ室内環境を整えることを考える前提として、空調と知的生産性を経済的価値という視点から研究する。

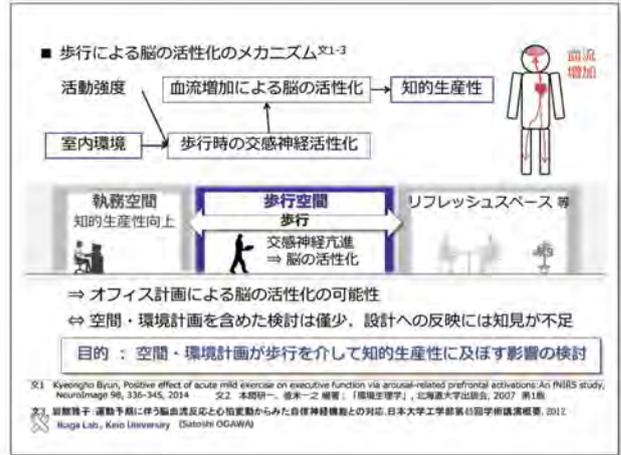


## オフィス空調の知的生産性の経済価値

執務者に我慢を強いる省エネ運用によって、光熱費は節約されるものの人件費はその100倍の経済損失をもたらす。徹底した省エネ改修が大切

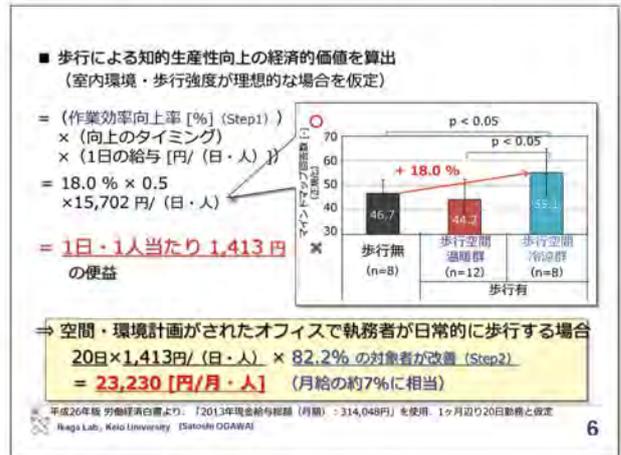
夏季のオフィス空調温度を26°Cから28°Cに緩和することによって節約される空調用光熱費は床面積あたり毎日1.5円（延床面積1万㎡のオフィスで毎日1.5万円）程度と見込まれる。一方、執務者の知的生産性は1割程度も低下し、人件費の損失額は床面積あたり毎日150円（延床面積1万㎡のオフィスで毎日150万円）に上る。執務者に我慢を強いる省エネ運用には限界があり、ZEB化、超グリーン建築化は、省エネだけでなく知的生産性向上の便益をもたらすことが見込まれる。

適切な空間・環境計画がされたオフィスでは、被験者の日常的な歩行による血流増加によって脳が活性化し、1人あたり毎月2万円程度の知的生産性向上の可能性が見込まれる。超グリーン化建築では執務者の健康性・快適性に加え、知的生産性向上につながる空間・環境計画も同時に考慮する必要がある。



## 歩行を介した知的生産性向上

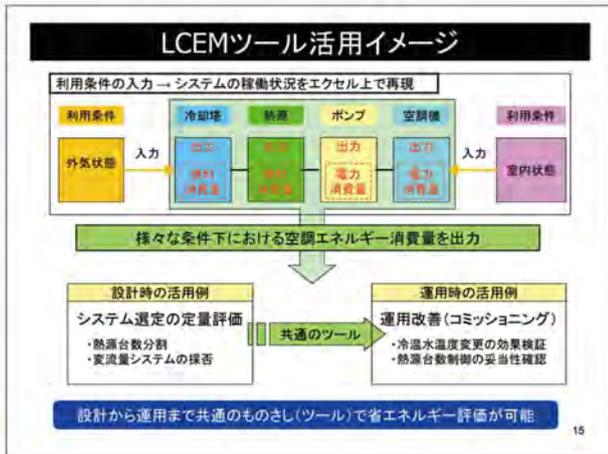
執務者の適度な歩行による血流増加によって脳が活性化し知的生産性が向上するといわれている。歩行を促す空間・環境計画も大切



## 歩行を促す空間・環境計画の便益

適切な空間・環境計画がされたオフィスでは被験者の日常的な歩行によって1人あたり毎月2万円程度の知的生産性向上の可能性がある

LCEM (Life Cycle Energy Management) とは、建築物のライフサイクル全体で、設備機器や設備システムの省エネ性能を分析・評価する手法。LCEM ツールは、この省エネ性能を分析・評価するためのシミュレーションシステムである。

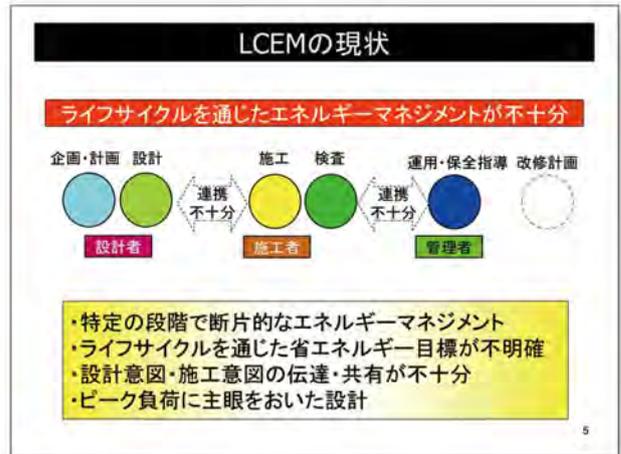


LCEM ツールは設備機器単体から設備システムまでを、組み合わせて使用することができる空調シミュレーションツール

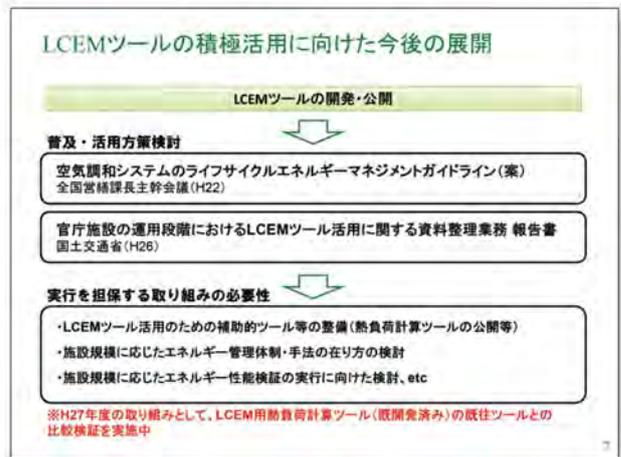
LCEM(ライフサイクルエネルギー管理) ツールは、熱源機器単体のシミュレーションから、周辺のポンプや冷却塔、必要に応じて二次側の空調機まで含めた空調設備システムのシミュレーションまでを、簡易なエクセルシートを利用することで行うことができるツールである。

主な活用方法としては、設計段階における熱源設備システムの省エネルギー性能の比較、及び運用段階における実績値の性能検証(コミッショニング)等が想定されており、設計段階での計算結果を運用段階へと引き継ぐことによるライフサイクルを通じた検討も行うことが可能である。

一方で、基本設計段階では機器容量を検討することだけにシミュレーションが行われ、エネルギー消費量等に対しては、定量的な目標が定かでなく分析が行われない、または分析が行われたとしても、設計者から運用管理者へ情報が引き継がれない等、情報連携が不十分で、ライフサイクルを通じた一貫通貫の検討が行われていない場合が多くなっている。



作業量の問題、情報伝達不足等により、LCEM ツールがライフサイクルを通じて利用されている事例は少なくなっている



LCEM ツールを今後により積極的に活用するために、現状の課題の整理と、それを解消する取り組みの実行が求められている

# ● LCEM 用熱負荷計算ツールの精度検証

## LCEM用熱負荷計算ツールの精度検証

### 概要：

LCEMツールの入力情報支援ツールとして開発されたマイクロソフトエクセルによる「熱負荷計算ツール」の公開に向けた精度検証を行う。

### 検証方法：

LCEM用熱負荷計算ツールと既存の代表的な熱負荷計算ツール(MICROPEAK)により、典型的な庁舎の熱負荷計算を行い、両者の結果比較より、LCEM熱負荷計算ツールの実用性について検証し、課題点があれば整理する。

### 検証方法：

- ①建物全体における期間熱負荷  
各月平均日の熱負荷の時間推移を比較
- ②代表室によるパラメトリックスタディ  
事務所、会議室において、計算パラメーターを複数変更した場合の結果の変化について、両ツールの傾向と値を比較検証する。



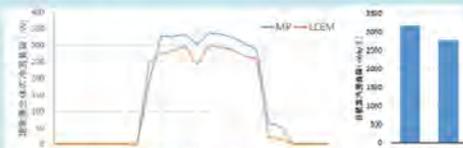
<検証検証実施施設概要>  
 ■建設地/神奈川県  
 ■敷地面積/6,000㎡  
 ■主要用途/庁舎  
 ■構造/鉄骨鉄筋コンクリート造  
 ■地上7層(地下1層 総層1層)  
 ■完成/築年/築年/築年/築年/築年  
 ■平成25年4月竣工開始  
 写真1.1.2.1.1 建物外観

## 建物全体での最大熱負荷の比較

### 【冷房】

最大冷房負荷  
11%差

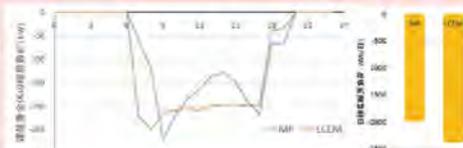
最大日  
日積算負荷  
12%差



### 【暖房】

最大暖房負荷  
8%差

最大日  
日積算負荷  
20%差



LCEM ツールの入力情報支援ツールとして開発された期間熱負荷計算ツールについて、既往の汎用ツールの結果と比較検証した

建物全体での最大熱負荷計算の結果は冷房・暖房とも概ね一致しており、1時間毎のプロファイルも類似した結果となった

## 建物各室での最大熱負荷の比較

### 【冷房】



### 【暖房】



各室での最大熱負荷計算の結果も概ね全室において大きな差異が局所的に生じることなく、ほぼ同様の結果となった

## 代表事務室における最大熱負荷時間帯の負荷内訳

### 【冷房】



### 【暖房】



最大熱負荷の内訳には、特に暖房時において蓄熱負荷の値に差異が生じているが、計算構造の違いによる差異と考えられる

LCEM ツールの更なる利用促進には、主に以下の3つの取り組みが必要と考えられる。超グリーン建築部会ではその①にあたる「期間熱負荷計算ツール」の公開に向けて、昨年度はその精度検証を行っている。

- ① LCEM ツール活用のための補助的ツール等の整備 (期間熱負荷計算ツール)
- ② 施設規模に応じたエネルギー管理体制・手法のあり方の検討
- ③ 施設規模に応じたエネルギー性能検証の実行に向けた検討

LCEM ツール用に期間熱負荷計算が可能になると、現在は建物の実態に即したエネルギー計算が困難であった設計段階において、ピーク熱負荷計算を目的とした作業により、同時に期間熱負荷が算出される。この期間熱負荷は、LCEM ツールにおける年間エネルギー計算の入力条件として活用できるため、設計段階でのエネルギー計算の作業簡略化とともに、精度向上に貢献することとなる。

愛知医科大学病院は、特定機能病院として災害時の医療業務の継続性を図りつつ、BEMS を活用した地道なエネルギー管理により、一般的な同規模病院と比較して大幅な省エネを実現している。



愛知医科大学外観



図1 熱源機器の性能維持の継続評価

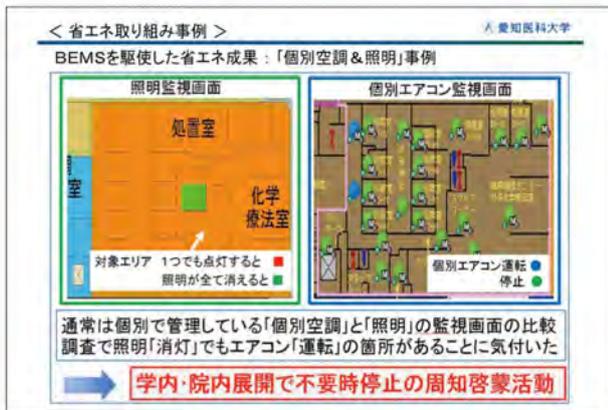


図2 室単位での省エネ周知啓蒙活動



図3 どこでも中央監視

## 省エネ性

- 「高効率機器活用のシンプルでコンパクトなシステム」という管理方針の元に、熱源システムの実現性能を継続的に評価、改善し(図1)、段階的な省エネルギー化を実現している。
- BEMS データを高度に利用し、空調と照明を連続的に管理することで、在不在状況による無駄を抽出している(図2)。
- BEMS データを外に出して、職員に明示・共有することで、室単位の省エネ活動を啓蒙している。
- クラウドシステムを利用した次世代 BEMS「どこでも中央監視」の構築も行っており、エネルギー管理業務の効率化を図っている(図3)。

## 防災性

エネルギー源の複合化、水源、機器の多重化によるリスク分散、72 時間相当分の非常用発電機の装備によって、常時、非常時の継続的な医療業務を可能としている。

### 愛知医科大学の構造・規模

所在地	愛知県長久手市
構造	鉄骨造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造
階数	地上15階/地下1階
延床面積	86,666㎡

Research

12

# テクノロジー・イノベーションセンター

テクノロジー・イノベーションセンターでは、空調機メーカーとして空調を主体とした環境技術の導入を図り、「圧倒的省エネ性能」と「快適な室内環境」を両立させたソリューションモデルとして2015年に建設された。



テクノロジー・イノベーションセンター外観

## 省エネ性

空調設備の高効率化・最適制御、再生可能エネルギーの高度利用など、自社の最新汎用技術を全面的に導入し、建電機一体のソリューションモデルを構築、標準ビルと比較して70%程度の省エネ化を予定している。

## 生産性

オフィス空間の壁を排除したシームレスに連続する2層の大空間執務室と、その中央に配置された多目的スペース(ワイガヤステージ)により、部門を超えたコミュニケーションの誘発を意図している。大空間とは別に、アイデアを各人が具現化する集中作業ブースも併設され、社内協創を促進する環境を作り出している。



ワイガヤステージ

## テクノロジー・イノベーションセンターの構造・規模

所在地	大阪府摂津市
構造	鉄骨造、鉄筋鉄骨造
階数	地上6階/地下1階
建築面積	11,839㎡
延床面積	47,911㎡

Research

13

# 立命館大学 大阪いばらきキャンパス

同キャンパスは、「都市共創」「地域・社会連携」「アジアへのGateway」をコンセプトに2015年に開設。人を中心に地域・世界へと広がる先進的キャンパスとして、高度な省CO<sub>2</sub>技術の導入と地域防災力向上の両立を図っている。



立命館大学 大阪いばらきキャンパス外観

## 省エネ性

障子、縁側などの伝統的環境技術の特性を利用した省エネ技術の導入による費用対効果の追求。見える化を発展させた利用者の環境行動を誘発する仕組みを試行。

## 防災性

非常時のエネルギー自立に対応した発電設備を備え、地域・社会連携の一環として隣接する商業施設との電力授受を実現している。さらに、行政との連携により、非常時には敷地に隣接する防災公園に電力を供給できる仕組みとなっており、学園構成員、周辺住民の一次避難を支援する地域の防災協力拠点としての役割を担っている。



防災拠点の取り組み概要 (第12回住宅・建築物の省CO<sub>2</sub>シンポジウムより)

## 立命館大学大阪いばらきキャンパスの構造・規模

所在地	大阪府茨木市
構造	鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造
階数	地上9階(A棟)
建築面積	13,944㎡
延床面積	62,433㎡

## 超グリーン建築部会

部会長 伊香賀 俊治 慶應義塾大学 教授  
(副幹事：林 立也 千葉大学 准教授)

部会参加企業 (株)NTTファシリティーズ  
大阪ガス(株)  
関西電力(株)  
大成建設(株)  
(株)竹中工務店  
中部電力(株)  
東京ガス(株)  
(株)日建設計  
三谷産業(株)

---

一般社団法人 **公共建築協会**  
Public Buildings Association

〒104-0033 東京都中央区新川1-24-8 東熱新川ビル 6F  
TEL 03-3523-0381(代) FAX 03-3523-1826  
<http://www.pbaweb.jp/>

---

一般財団法人 **建築保全センター**  
Building Maintenance & Management Center

〒104-0033 東京都中央区新川1-24-8 東熱新川ビル 7F  
TEL 03-3553-0070(代) FAX 03-3553-6767  
<http://www.bmmc.or.jp/>

---

一般財団法人 **建築コスト管理システム研究所**  
Research Institute on Building Cost

〒105-0003 東京都港区西新橋3-25-33 NP 御成門ビル 5階  
TEL 03-3434-1530(代) FAX 03-3434-5476  
<http://www.ribc.or.jp/>