

■ 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要旨

1. 業績の概要

大林組技術研究所本館「テクノステーション」は、技術の革新/実証/発信を目指し、研究機能の集約と知の交流により新技術を創出し適用実証して、顧客と社会に発信していく新たな拠点である。設計コンセプトは最先端の研究施設・環境配慮施設・安全安心施設とし、サステナブルな空間を構成した。また研究環境としてZEB化を目指した高い省エネ・省CO<sub>2</sub>性能と知的生産性・快適性を両立させるトレードオフの解決に取り組んだ。採用した省CO<sub>2</sub>技術は次の3つに分類できる(図-1)。

- ①自然エネルギーを積極的に利用した建築計画と設備計画が融合したパッシブ手法
- ②設備システムの高効率化技術やITと融合した最先端の省エネ技術を導入したアクティブ手法
- ③知的生産性と省エネ行動を両立させるマネジメント手法

これらの取り組みによって、運用時のCO<sub>2</sub>削減率55%という最高水準を計画段階で数値目標として公開し、2011年度削減率57%を実現した。2011年度に排出した残り43%、230 ton-CO<sub>2</sub>は、2012年4月「地球温暖化対策の推進に関する法律」算定割当量によってカーボンオフセットを行い、CO<sub>2</sub>エミッションZEBを達成した。



図-1 省CO<sub>2</sub>技術マップ

2. 建物概要



図-2 大林組技術研究所鳥瞰

表-1 建築・設備概要

建物名称	大林組技術研究所本館 テクノステーション		
建築主・設計・施工	(株)大林組	構造	鉄骨造
用途	研究所(事務所)		スーパーアクティブ制震構造
敷地面積	69,401.30 m <sup>2</sup>	軒高	13.692 m
建築面積	3,370.51 m <sup>2</sup>	最高高さ	16.092 m
延床面積	5,535.38 m <sup>2</sup>	設計期間	2008年10月~2009年6月
階数	地上3階、塔屋1階	工期	2009年11月~2010年9月
空調換気設備概要	熱源	空冷ヒートポンプチャラー及び井水中熱利用水冷ヒートポンプチャラー (83kW × 9台 及び 96.6kW × 2台) 水蓄熱槽 430 m <sup>3</sup> (6°C) + 潜熱蓄熱槽 90m <sup>3</sup> (12°C) 2次側大温度差送水 (冷房: 7°C~17°C、暖房: 45°C~35°C)	
	空調方式 (ワークスペース)	タスク・アンビエント空調方式 (床吹き出し空調) レタナエアデシカント空調機+タスクパネル 自然換気、外気冷房、ナイトバージ・モーニングバージ	
	空調方式 (その他)	空調機、ファンコイルユニット方式 ホワイエ: クール・ウォームビット、熱だまり利用	
	換気方式	一般居室: 第一種換気、エントランス・打合せコーナー: 第二種換気 厨房: 置換換気天井システム、トイレ・給湯室・物入: 第三種換気 熱源廻り制御、外調機・空調機周回制御、FCU制御、自然換気制御、給湯設備廻り制御、CGS排熱利用制御、換気ファン廻り制御	
衛生設備概要	自動制御方式	給水(上水) 受水槽+加圧給水方式、一部重力式(BCP対応) 給水(中水) 地下ビット水槽による加圧給水方式 給湯 太陽熱利用 ガス及び電気給湯方式 排水 汚水雑排水合流、雨水分流(浸透) 衛生器具 大便器(中水対応、洗浄弁式)、小便器(中水対応、洗浄弁式)	
	引き込み	敷地内高圧分岐所より1回線受電(余剰発電電力を他棟で利用可能)	
	電気設備概要	3階電気室 屋内キュービクル式 照明コンセント負荷容量 300 kVA、動力負荷容量 800 kW 非常用発電機 50 kVA × 1台、マクローゼレネーション 25 kW × 2台 太陽光発電設備 150 kW、風力発電設備 1 kW × 2台 中央監視 BASとBILCON-Σ(大林組開発BEMS)、BACnet®+LonWorks®対応 照明設備 Hf 蛍光灯+蛍光ダウンライト、LED照明(一部太陽光発電からの直流送電) 入退管理 IoTタグと非接触カードを用いた設備、2階ワークスペースで在席検知に利用	

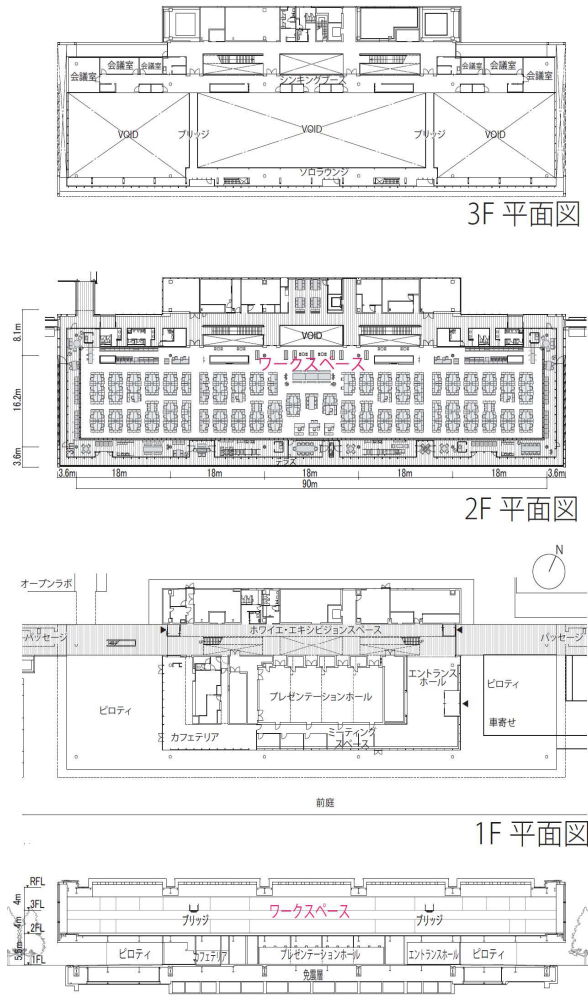


図-3 1~3階平面図、断面図

■ 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要旨

3. 省エネルギーの取り組み・工夫

3.1. 省エネルギー技術の概要

ZEB化を目指した低炭素化と知的生産性に配慮した最先端オフィスの建設において、省エネ・省CO<sub>2</sub>には、再生可能エネルギーと低カーボンエネルギーを積極的に採用した。また省エネルギー技術としてパッシブ手法、アクティブ手法、マネジメント手法を組み合わせ、カーボンニュートラル化を図った。パッシブ/アクティブ/マネジメント手法の内、特に先進性・独創性があるもの、また汎用性・普及性に貢献できるものとなる特徴的な開発技術や設計手法の概要を図-4に示す。

3.2. 省エネルギー技術の具体的な取り組みと効果

特徴的な技術の具体的な手法及び技術について設計的狙い、省エネ効果の考え方を示す。なお具体的な省CO<sub>2</sub>の効果の数値を表に示す。

※は対応する特許技術を示す。

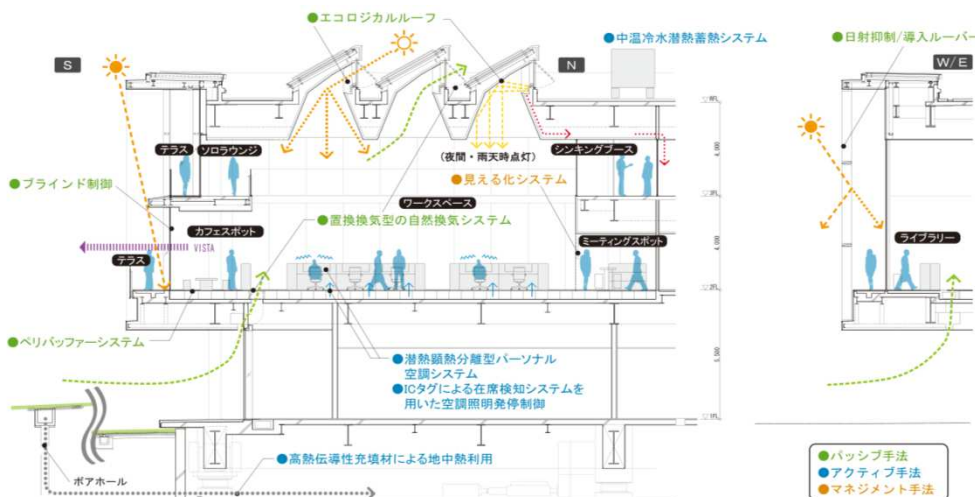


図-4 特徴的な開発技術・設計手法（パッシブ/アクティブ/マネジメント）の概要

<p><b>エコロジカルーフによる昼光利用・ブラインド制御※</b></p> <p>太陽光発電パネル ハイサイドライト 自然換気排気口 照明器具 間接光 反射面 ハイサイドライト</p> <p>エコロジカルーフは、太陽光パネルと自然採光、自然換気排気口とを兼ねたハイサイドライト、自然光の不足時に間接照明によって明るさを補う照明器具から構成される。北向きハイサイドライトにより、変動の少ない天空光の間接光をワークスペース全体に導入し、昼間照明の無点灯化を図った。屋根形状に合わせた太陽光発電パネルにより、省・創エネを建築計画と融合させている。</p> <p>南側窓の自動ブラインドは、昼光利用と適切な日射遮蔽により光環境と省エネルギー性を両立させた。</p>	<p><b>ペリパフォーシステム</b></p> <p>外部縦型ガラスフィン 自動制御ブラインド</p> <p>ワークスペース外周に滞在時間が短く空調温度の緩和が可能な通路や打合せコーナー等を配置し、縁側緩衝空間（ペリパフォーゾーン）を形成して空調エネルギーを低減した。緩衝空間とインテリア空間の境には、高顕熱型FCUを設置し、緩衝空間の適度な空調を行うとともに、エア/アリアを設け、インテリア側の熱負荷の影響を抑えた。また南側外装は全面Low-Eガラスと大きな水平庇、セラミックプリントが施された縦型庇により、直達日射や熱負荷を抑制しつつ開放性や眺望を確保した。</p>	<p><b>置換換気型の自然換気システム</b></p> <p>天井が高いワークスペースは、1階ピロティの軒天を介して床面給気口より給気が行われ、頂部の排気口より排気が行われる温度成層を利用した置換換気型自然換気を採用し、空調エネルギーを削減した。給排気口の開放個数を制御し、室内環境を快適な状態で安定させた。運用に際しては、外気条件によって、自然換気の許可/禁止条件を判定し、執務者のスイッチ（開・閉ボタン）の操作により自然換気を行うことで、執務者の許容・受容室温の範囲の拡大を図った。</p>
<p><b>空調システムの有機的統合</b></p> <p>高度な省エネ技術を統合設計し、システム全体として有機的に最適となるよう効率の良い省エネルギーシステムを構築した。温度帯を最適化する中温冷水利用や地中熱利用、潜熱蓄熱システムにより、熱源効率向上や電力負荷平準化を図った。また空調の制御にセキュリティのICタグを席情報を利用し、必要なおのみ空調できるシステムを構築した。</p>	<p><b>高熱伝導性充填材による地中熱利用</b></p> <p>安定した地中熱である自然エネルギーを利用するため、地中熱交換器にポアホール方式（100m×10本）、山留杭併設方式（10m×5本）、基礎下水平方式（300m×1系統）を採用した地中熱ヒートポンプシステムを構築した。地中熱を効率的に利用するために、高熱伝導性充填材を使用しており、また井戸水も熱源としてハイブリッドに利用するシステムを構築し、熱源効率を高めた。</p>	<p><b>潜熱顕熱分離型パーソナル空調システム※1、※3</b></p> <p>タスク域に顕熱処理を主体とした放射と自然対流にて冷暖房するタスクパネルを設置し、アンビエント域はデンシタート空調機で調湿した外気を送るパーソナル床吹き出し口を設置した。室温設定を緩和させたアンビエント域の中に準タスク域を形成し、ドラフト感や不均一温冷感を抑制するタスクアンビエント空調システムを構築した。さらに屋外空間から執務空間に至るまでに熱環境の調整ゾーンには、任意に涼めるクールシャワーを設置し、アダプティブ空調とした。</p>

■ 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要旨

### 中温冷水潜熱蓄熱システム※4

中温度（13～19℃）で凝固・融解を繰り返す潜熱蓄熱材を用いて蓄熱を行うタンク式の中温冷水潜熱蓄熱システムを構築した。中温冷水の利用で熱源の高効率運転を図るとともに、蓄熱による電力負荷平準化や潜熱蓄熱材利用による蓄熱槽容積の削減を図った。

### 在席検知を用いた空調照明発停制御※2

セキュリティ用入室管理設備に採用した個人識別ICタグを利用し、在室・在席検知と連動して照明や空調を制御することにより、執務者に意識させることなく、人がいない席の無駄なエネルギーを徹底的に削減できるシステムを構築した。

### 見える化システム

執務者向けに省CO<sub>2</sub>効果を表示するエコモニターをワークスペース内に設けた。また自然換気に適した条件になった場合には、テロップで知らせ、省エネ行動への参加を促すとともに、温熱の環境条件の変化に追随する着衣の調節など、自ら環境に合わせるアダプティブな行動を期待した設計とした。

### 知的生産性とコミショニング・チューニング

旧建物からの移転前より各種室内環境調査、アンケート調査、行動観察調査を継続的にを行い、知的生産性の向上と省エネへの寄与を図った。作業効率の指標としたWPP低下率は、H棟が6.3%、本建物が3.0%（2012年）と節電影響下にもかかわらず、改善がみられた。

コミショニングは、企画段階から行い、運用段階に入ってから、1年間は月2回、その後は月1回の会議を開催している。最適チューニングとフィードバックにより、省CO<sub>2</sub>活動を行う会議体として、竣工後2年を経過した現在も継続している。省エネ効果のあった事例を下記に示す。

移転前+棟(日本館)	移転後本館
6.3	3.0

WPP: Workplace Productivity  
「過去1ヶ月に環境が原因となり損失したと感じる時間」の平均が標準労働時間(200時間)に占める割合。

### 2011年度の省エネルギー技術のCO<sub>2</sub>削減量

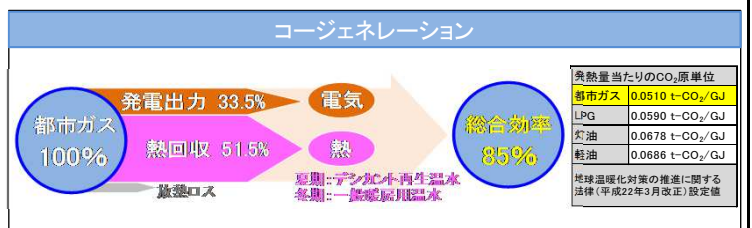
BEMSデータを用いたCO <sub>2</sub> 削減量の効果試算をした項目	2011年度CO <sub>2</sub> 削減量 [t-CO <sub>2</sub> /年]
パッシブ手法	
エコジカルルーフによる昼光利用	14.9
ペリパフォーシステム	11.6
置換換気型の自然換気システム	5.5
アクティブ手法	
高熱伝導性充填材による地中熱・井水利用	0.4
中温冷水潜熱蓄熱システム	0.4
在席検知を用いた空調照明制御	18.3
置換換気空調	0.6
デシカント空調機	0.03
高効率HPモジュールチャラーの部分負荷運転	4.3
水蓄熱システム	4.6
大温度差送水システム	1.6
外気冷房・ナイトバージ	0.6
パッシブ手法、アクティブ手法合計	62.9

特徴的な省エネルギー技術のうち、BEMSデータを用いて試算した2011年度のCO<sub>2</sub>削減効果を示す。特徴的な省エネルギー技術のCO<sub>2</sub>削減量合計は、62.9t-CO<sub>2</sub>/年となった。

また建物特性(特徴的な省エネルギー技術に含めなかった要素:東西面の固定ルーバーによる負荷削減や廊下の非空調等)、運用改善(時間外空調の低減や機器運転スケジュールの最適化、OA機器の節電対策等)を合わせて、2011年度のCO<sub>2</sub>削減量合計は、240t-CO<sub>2</sub>/年(43.4kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>・年)となった(図-5参照)。

4. 低カーボンエネルギーへの転換

低カーボンエネルギーとして、マイクロコージェネレーション25kW×2台を導入した。燃料には都市ガスを採用し、発電と排熱の同時利用により総合効率は最大で85%となる。また熱主運転とし総合効率を高めた。なお排熱は夏期は除湿用のデシカント空調機の再生温水、冬期は一般暖房用温水に使用する。



5. 再生可能エネルギーの利用・工夫

5.1. 再生可能エネルギーの具体的な取り組みと効果

再生可能エネルギーとして、太陽光発電設備、風力発電設備、そして太陽熱給湯設備を導入した。

### 太陽光発電設備

太陽光発電システムはCO<sub>2</sub>排出量削減を推進する上で有効な手段であり、設置面積約1,000m<sup>2</sup>、定格出力約155kWの太陽電池を設置した。建築と設備の融合を図ったエコジカルルーフのパネル設置角は30°とし、それ以外の0°、80°と合わせて3パターンの角度で太陽電池パネルを設置した。またフィルム状アモルファス太陽電池も試験的に設置した。

設置角度	2011年度のCO <sub>2</sub> 削減量実績
0°	: 62.1MWh/年(1066.3kWh/kW)
30°	: 95.7MWh/年(1139.0kWh/kW)
80°	: 10.3MWh/年(818.4kWh/kW)

### 風力発電設備

屋外に1kWの風力発電設備2台を設置した。

2011年度のCO<sub>2</sub>削減量実績 : 1.8 kg-CO<sub>2</sub>/年

### 太陽熱給湯設備

集熱面積4m<sup>2</sup>×2台の太陽熱給湯設備を設置し、更衣室のシャワー給湯に利用。

2011年度のCO<sub>2</sub>削減量実績 : 10.6 kg-CO<sub>2</sub>/年

■ 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要旨

5.2. 敷地内への系統連系

技術研究所全体敷地は本線・予備線の高压2回線で受電し、高压分岐所で分岐後、各棟に電源供給をしている。技術研究所本館も系統連系点をこの分岐所とすることにより、余った再生可能エネルギーの発電電力を敷地内の別棟で使えるシステムとした。2011年度の実績では、**発電は168MWh/年であり、そのうち約10%を占める逆潮流分を有効に使った。**

6. 特別なCO<sub>2</sub>削減への取り組み

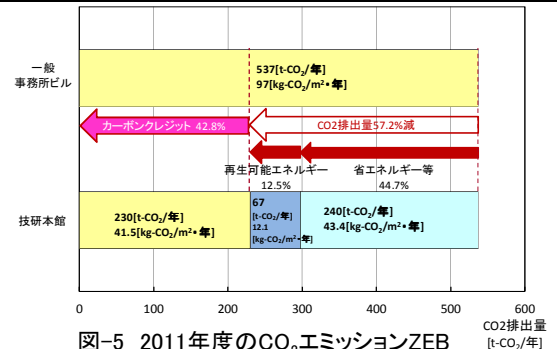
その他の省CO<sub>2</sub>への取り組みを示す。なおこれらはCO<sub>2</sub>排出量削減の定量的評価には含めていない。

井水のカスケード利用・雨水の再利用	低炭素型コンクリート	CASBEE新築
<p>中水には、井水と屋根に降った雨水を灌水や便所洗浄水に利用し、水資源の有効利用を行っている。井水は既存井戸の利用となり、空調用熱源水として利用したものをカスケード利用している。空調ドレンについても、雨水槽に戻して再利用を図った。</p> <p>2011年度のCO<sub>2</sub>削減実績 : 0.76 t-CO<sub>2</sub>/年                  井水利用量 : 3,252m<sup>3</sup>、雨水利用量 : 729m<sup>3</sup>                  上水のCO<sub>2</sub>排出量原単位 : 0.19kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>                  自然水代替率=雨水・井水利用量/全体の水使用量=66%</p>	<p>建築資材のCO<sub>2</sub>削減技術として、CO<sub>2</sub>排出量の少ないコンクリートを一部外構の立ち上がり壁に利用している。結合材に高炉スラグ微粉末などを使用、副産物を有効活用することで、二酸化炭素排出量を一般的なコンクリートに比べて80%以上低減した。</p>	<p>建築物の環境性能効率 (BEE: Building Environmental Efficiency) (BEEによる建築物のサステナビリティランキング)</p> <p>★★★★★ S:★★★★★ A:★★★★ B:★★★ B+:★★ C:★</p> <p>BEE=3.0 BEE=1.5 BEE=1.0</p> <p>建築物の環境品質・性能 Q</p> <p>建築物の環境負荷 L</p> <p>建築物環境総合性能評価(2008年版CASBEE新築)を用いた第三者認証機関による評価結果を示す。建物の環境品質Q値91、環境負荷低減性能LR値12となり、建物の環境効率BEE値は7.6 (CASBEEランクS)で2010年9月時点で過去最高値を獲得した。</p>
	<p>敷地内の既存樹林はできるだけ残し、またビオトープを新設するなどして、敷地内の緑化を図った。外構緑化指数66%(CASBEE新築)となり、緑化によるCO<sub>2</sub>の吸収が期待できる。</p>	

7. カーボンクレジット

2011年度でCO<sub>2</sub>排出量は**230 t-CO<sub>2</sub>/年** (41.5 t-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>・年)となり、一般建物のCO<sub>2</sub>排出量の**57%削減を達成**した。残り43%はカーボンクレジットによりオフセットし、**CO<sub>2</sub>エミッションZEB (CO<sub>2</sub>排出量ゼロ)**を達成した(図-5)。カーボンクレジットは、日本自然エネルギー株式会社より、2012年2月に**300t購入**し、2012年4月「地球温暖化対策の推進に関する法律」算定割当量によって**230t分をオフセット**した。

(一般事務所ビル: 東京都省エネカルテ平成18年度の一般事務所ビル(テナントビルを除く))



8. 先進性・独創性

アクティブ手法の「潜熱顕熱分離型パーソナル空調システム」、「中温冷水潜熱蓄熱システム」、「ICタグによる在席検知を用いた空調照明発停制御」については、省CO<sub>2</sub>技術として**先進性・独創性**を有するものである。今後は**市場への波及、展開に寄与**していく。なお、これらの技術は**特許**の出願を行っている。

9. 汎用性・普及性

パッシブ手法の「昼光利用」、「ペリパフューシステム」、「置換換気型の自然換気システム」は、既存技術に工夫を凝らすことで簡易でありながら大きな省エネ効果となる手法として、**汎用性・普及性**を有するものであり、**中規模の業務施設や郊外立地の研究施設等**への普及効果が見込まれる。マネジメント手法については、**特に利用者参加型の省CO<sub>2</sub>システム**として、本社ビルだけでなく、**一般テナントビルなどの業務施設における波及効果**が期待できる。

10. 今後の取り組み

CO<sub>2</sub>エミッションZEBを達成したが、今後はエネルギーベースの**ソースZEB**に向けて**省エネ、創エネ**に取り組む**予定**である。また市場に対する取り組みとして、ZEB化は建物のBCP性能を向上させることから、ZEBとBCPと組み合わせた普及を図っていく。

【当業績に関する知的財産】

- ※1:特開2010-144978 室内空間の空調設備
- ※2:特開2010-151341 室内設備制御システム
- ※3:特開2011-112262 個別空間用空調システム
- ※4:特開2011-174684 潜熱蓄冷システム
- ※5:特願2012-189343 ブラインド制御システムおよびブラインド制御方法