

大規模事務所建築物における CO<sub>2</sub> 削減量と環境配慮手法に関する分析正会員 ○門脇 章子\*  
同 山本 康友\*\*事務所建築物 環境負荷低減 省エネルギー  
設計手法 東京都 建築物計画書制度

## 1. 研究の背景と目的

世界的に環境負荷低減への取組がより厳しく求められる中、国や自治体の規制、企業等の自主的な取組により、様々な手法や技術の開発が行われ、建築の現場に用いられている。これらの建築物における環境負荷低減の為の手法は、個別の技術に関するものは既往の研究として行われているが、これらの手法の組合せと具体的な CO<sub>2</sub> 削減量との関係性に着目した研究はあまり行われていない。

本研究では、東京都の建築物環境計画書に提出された事務用途の建築物を例に CO<sub>2</sub> 削減量と手法の関係性を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究方法

研究対象は、2002 年から東京都で始まった建築物環境計画書制度（以下、計画書制度とする。）に提出された事務用途部分の床面積が延床面積の 50%以上の建築物として、2010 年 1 月現在で 218 件を収集した。収集した事例は全て延床面積が 10,000 m<sup>2</sup>超であり、2010 年 1 月から制度対象が 5,000 m<sup>2</sup>超と拡大されているが、以前の大規模なもののみを対象とした。

## 3. 調査の詳細及び結果

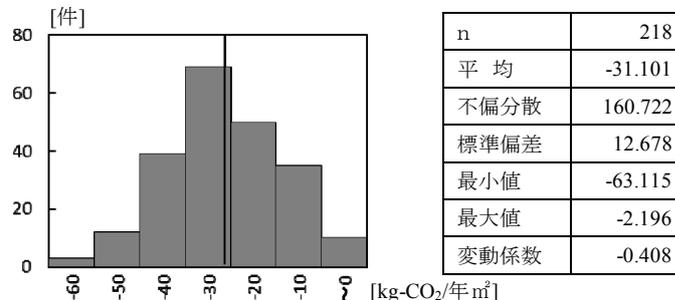
(1) 運用 CO<sub>2</sub> 削減量の分布

これらの事例について、その PAL 値と ERR 値を元に一般的な事務所の運用 CO<sub>2</sub> 排出量の削減量を算出した。この計算方法には CASBEE の CO<sub>2</sub> 簡易計算法を使用している。算出結果を図 1 に示す。値は 0 から -60kg-CO<sub>2</sub>/年m<sup>2</sup>の間で正規分布を示している。平均は -31.1kg-CO<sub>2</sub>/年m<sup>2</sup>となり、実質よりもやや高めに出る結果となっている。

(2) 運用 CO<sub>2</sub> 削減量に関係する項目の検討

次に、計画書制度では環境負荷低減の為の取組のうち、22 の項目について数値評価を行っているが、その項目を表 1 のように 11 の項目にまとめ、各項目で評価点を最大 1 とする相対評価点に置き換えた。この値について運用 CO<sub>2</sub> 削減量との相関係数を算出した。

これを見ると運用 CO<sub>2</sub> 削減量の計算根拠である ERR をベースにする“③設備の省エネルギー”とは強い相関があるが、その他の項目とは相関が弱いことが分かる。一方、環境配慮項目の合計値に関しては比較的強い相関があることが分かる。また、その他の建築属性と運用 CO<sub>2</sub> 削減量との相関について表 2 に示すが、ERR 以外はいずれも相関が弱い。

図 1 一般事務所建築物に対する運用 CO<sub>2</sub> 削減量の分布表 1 環境配慮 11 項目と運用 CO<sub>2</sub> 削減量との相関係数

| 環境配慮項目 (2 列目は東京都計画書制度の評価項目) | 相関係数              |        |
|-----------------------------|-------------------|--------|
| ① 建築物の熱負荷の低減                | PAL 削減率の大きさ       | -0.198 |
| ② 自然エネルギーの利用                | 直接利用(換気、昼光、熱等)    | -0.287 |
|                             | 変換利用(発電、ヒートポンプ等)  |        |
| ③ 省エネルギー設備                  | ERR 値の大きさ         | -0.813 |
| ④ 地域冷暖房等                    | 地域冷暖房等利用          | -0.117 |
| ⑤ 効率的な運用の仕組                 | 計量システム、BEMS 機能の程度 | -0.215 |
|                             | 運転調整と性能の把握        |        |
| ⑥ エコマテリアル                   | 再生骨材等利用           | -0.132 |
|                             | 混合セメント等利用         |        |
|                             | リサイクル鋼材利用         |        |
| ⑦ オゾン層の保護                   | オゾン層保護の断熱発泡剤等利用   | 0.003  |
|                             | オゾン層保護の空調設備冷媒利用   |        |
| ⑧ 長寿命化等                     | 維持管理、改修等の自由度の確保   | -0.114 |
|                             | RC、SRC 造での躯体の劣化対策 |        |
|                             | 短寿命建築物での部材再使用     |        |
| ⑨ 水循環                       | 雑用水利用の有無          | -0.179 |
|                             | 雨水浸透の有無           |        |
| ⑩ 緑化                        | 緑の量(緑化面積)の程度      | -0.149 |
|                             | 緑の質(高木、既存樹木等)の程度  |        |
| ⑪ ヒートアイランド現象の緩和             | 建築設備からの人工排熱対策     | -0.224 |
|                             | 敷地と建築物の被覆対策       |        |
|                             | 風環境への配慮           |        |
| 上記、環境配慮項目の合計値               |                   | -0.564 |

表 2 建築属性 10 項目と運用 CO<sub>2</sub> 削減量との相関係数

| 建築属性   | 相関係数   | 建築属性    | 相関係数   |
|--------|--------|---------|--------|
| 敷地面積   | -0.019 | 建設年     | -0.041 |
| 延床面積   | -0.177 | PAL 低減率 | -0.203 |
| 事務所床面積 | -0.198 | ERR     | -0.995 |
| 地上階数   | -0.056 | 建築主     | 0.033  |
| 地階数    | -0.044 | 構造種別    | 0.011  |

| クラスタ No | サンプル数 | サンプル割合 |
|---------|-------|--------|
| c1      | 29    | 13.3%  |
| c2      | 44    | 20.2%  |
| c3      | 37    | 17.0%  |
| c4      | 33    | 15.1%  |
| c5      | 32    | 14.7%  |
| c6      | 43    | 19.7%  |
| 合計      | 218   | 100.0% |

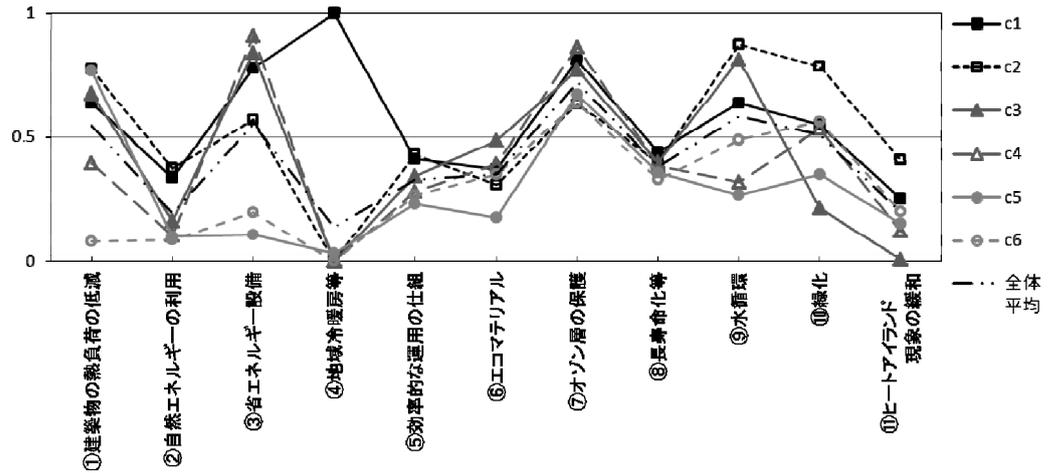


図2 環境配慮項目の組合せのクラスタ分類（左表）及びクラスタ毎の各環境配慮項目の平均値（右図）  
 (3) 環境配慮項目の組合せパターン

(2) より環境配慮項目が分散して採用され、その合計値と運用 CO<sub>2</sub> 削減量との間に相関性があることが予測できた。そこで、環境配慮の組合せについて非階層クラスタ分析 (K-means 法) を行った結果、図 2 のような 6 つのクラスタに分類ができ、それぞれの環境配慮項目に対する各クラスタの平均値が得られた。図 3 は各クラスタの環境配慮項目の合計値と運用 CO<sub>2</sub> 削減量との位置関係を示す。これらより以下のように考察できる。

c1、c2：運用 CO<sub>2</sub> 削減量と環境配慮項目の合計値が高いグループ。c1 は地域冷暖房を使っており、その他の項目も全体的に高い。c2 は自然エネルギーの利用、水循環、緑化などの環境配慮項目が高い。

c3、c4：運用 CO<sub>2</sub> 削減量が高いが環境配慮項目は高くないグループ。c3 は省エネ設備、オゾン層の保護、水循環以外は全体的に低い。c4 は省エネ設備、オゾン層の保護以外は全体的に低い。

c5、c6：運用 CO<sub>2</sub> 削減量、環境配慮項目とも高くないグループ。c5 は建築物の熱負荷の低減項目が高いがそれ以外は低い。c6 は全体的に低い。

次にクラスタ毎の延床面積と階数との関係について図 4 に示す。c1、c2、c3 は非常に大規模なものを含み、c4、c5、c6 は今回の対象の中では比較的規模が小さいことが分かる。また、c2 は c1、c3 と比較して延床面積の割に階数が伸びておらず、立面で見た場合に幅の広いプロポーションの建物であることが分かる。一方、c4、c5、c6 は延床面積の割に階数が多く、縦に長いプロポーションとなっていることが分かる。

#### 4. まとめ

本研究で得られた知見は下記に示すとおりである。

- 1) 環境配慮手法と CO<sub>2</sub> 削減量との相関は、項目単体では弱く、複合的に取り入れた場合に強くなる。

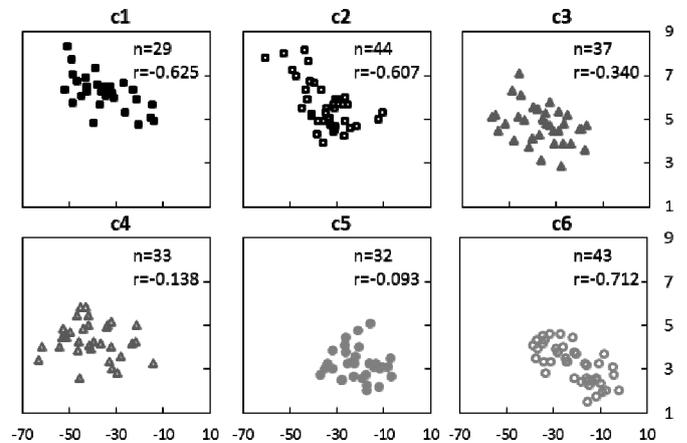


図3 クラスタ毎の運用 CO<sub>2</sub> 削減量 (X 軸) と環境配慮項目の合計値 (Y 軸) との関係

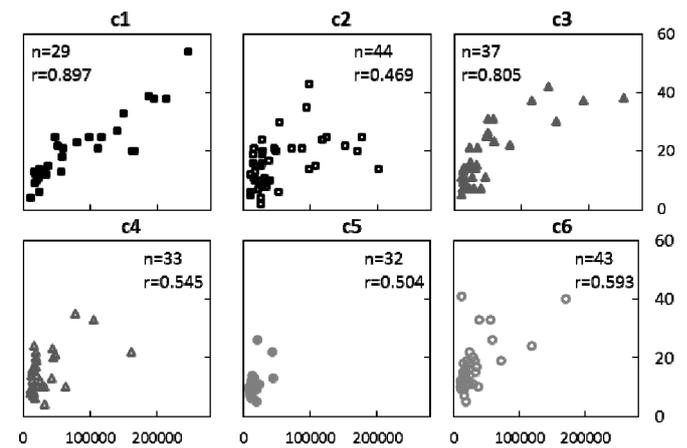


図4 クラスタ毎の延床面積 (X 軸) と地上階数 (Y 軸) との関係

- 2) 環境配慮手法の取り入れ方に一定のパターンがあり、統計的手法を用いて分類することができた。
- 3) 環境配慮手法の取り入れ方に、建物のプロポーションが関わっていることが分かった。

\*首都大学東京都市環境学部特任研究員  
 \*\*首都大学東京都市環境学部特任教授

\* Project Researcher, Tokyo Metropolitan University, M. Eng.  
 \*\* Research Professor, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.