

# 立命館大学エコキャンパス化に向けたエネルギー分析 ～BKCにおけるCO<sub>2</sub>削減目標値設定のための基礎研究～

建築都市デザイン学科 2280050039-0 後藤 由香  
(指導教員 近本智行)

## 1. はじめに

近年、各事業者にはCO<sub>2</sub>排出量における報告義務があり、更に、環境配慮対策の情報を公開・閲覧できるようにしている事業者も多く存在する。大学機関も例外ではなく多くの大学で実施されている。立命館大学は、医学部がない大学間で2位に上のCO<sub>2</sub>排出量<sup>※1)</sup>であるが、対策があまり進んでいないのが現状である。そこで、本学でも積極的に情報公開に向けた取り組みをし始めている。

本研究では、BKCにおけるCO<sub>2</sub>削減目標値を設定するため、現状を調査分析し、対策案の提案や効果の算出をすることを目的とする。

## 2. 現状調査と対策案

立命館大学は衣笠・BKC・朱雀から成り、今回はエネルギー使用量が多いBKCを対象とし調査を行った。

表1に対象建物の概要を示す。照明機器で新設建物はHF灯を使用しているが、大部分でFLR灯を使用している。

図1にCO<sub>2</sub>排出量の内訳を示す。空調は24.7%、照明・コンセントは31.0%と、特に空調・照明が多くを占めており、削減可能な要因が多く含まれている。

そこで、表2に考えられる対策項目をいくつか挙げ、その中の10項目について試算する。また、表3に人感センサーにおける設定条件を示す。

表1. 対象建物の概要(2007年度データ)

建物の用途	建物名	延床面積 [㎡]	CO <sub>2</sub> 総量 [t-CO <sub>2</sub> ]	原単位 [kg/㎡]	竣工年	主要照明機器	主要空調機器(*5)
教室棟	アドセナリオ	6,240.4	165.4	26.5	1994	FLR(*3)	ガス②
	コーニングハウスI	17,029.4	529.6	31.1	1994	FLR	ガス②
	コーニングハウスII	8,691.8	158.2	18.2	2003	HF (*4)	GHP
	フォレストハウス	5,055.8	128.9	25.5	1994	FLR	ガス①
	プリズムハウス	9,477.5	403.7	42.6	1994	FLR	ガス①
経・研究室棟	アクロスウイング	22,882.1	1,151.0	50.3	1994	FLR	ガス②
理工・研究室棟	イーストウイング	12,206.4	816.6	66.9	1994	FLR	ガス①
	ウエストウイング	12,206.4	659.1	54.0	1994	FLR	ガス①
	コアステーション	6,898.0	522.2	75.7	1994	FLR	ガス①
	エホック立命21	6,019.9	278.7	46.3	2001	HF	GHP
情報理工・研究室棟	クエーションコア	20,095.0	1,155.5	57.5	2004	HF	ガス②
	学術F (*1)	2,940.1	226.7	77.1	1994	FLR	GHP
実験室棟	エクセル1	6,487.8	434.0	66.9	1994	FLR	ガス①
	エクセル2	5,248.2	642.9	122.5	1994	FLR	ガス①
	エクセル3	7,961.6	666.4	83.7	1994	FLR	ガス①
	防災SRC(*2)	5,155.8	224.8	43.6	2005	HF	GHP
食堂	ユニオンスクエア	6,677.1	739.2	110.7	1994	FLR	ガス①
	リンクユウエア	6,253.6	370.8	59.3	1994	FLR	ガス②
その他	セントラルーク	4,935.0	247.2	50.1	2005	HF	GHP
	メディアセンター	5,922.4	405.7	68.5	1994	FLR	ガス①
	ローム記念館	6,349.5	404.5	63.7	2000	FLR	GHP
BKC全体		204,688.0	12,793.0	62.5	1994		

表2. 対策項目と条件

対策項目 <sup>※2)</sup>	条件	試算	
空調	中間期は空調を停止し、窓を閉鎖 <sup>※3)</sup>	実験室棟と外気温25℃以上は運転を許可	0
	落葉樹の植栽(東西にのみ) <sup>※4)</sup>	1階のみ 天空率 <sup>※3)</sup> :26% 直達日射遮蔽率:90%	0
	庇の設置(南面にのみ) <sup>※5)</sup>	庇の長さ:窓の高さの0.3倍	0
	室外・室内気温の表示	—	—
	高反射塗装	—	—
	建物配置計画	—	—
	窓廻り空調システム	—	—
	Low-Eガラス、複層ガラス	—	—
	地下熱の利用	—	—
	CO <sub>2</sub> センサーによる換気量制御 <sup>※6)</sup>	在席率:60%	0
熱源	小型化	—	—
	高効率化	—	—
ポンプ	VWV(水の流量を制御)	—	—
	大温度差送水システム	—	—
照明	配管摩擦低減剤	—	—
照明	FLR灯をHF灯に交換 <sup>※7)</sup>	すべて開放型に交換。	0
	屋光利用による窓際照明制御 <sup>※8)</sup>	段調光方式 750lx以上:0%(消灯) 350~750lx:50% 350lx未満:100%(点灯)	0
	人感センサーによる調光・点滅制御 <sup>※9)</sup>	HFに交換した建物のみ 調光率:25%	0
	初期照度補正制御	ランプ寿命約1500時間で15%削減	0
	LED(発光ダイオード)	—	—
コンセント	光ダクト	—	—
	PCの未使用時は電源をオフ <sup>※10)</sup>	平均在室時間:10時間 平均退室時間:3時間 現在未使用時に電源を切っている割合:40%	0
コンセント	省エネモード時の電力:25W 待機電力 <sup>※4)</sup> :3W	—	—
	コピー機の未使用時は電源をオフ <sup>※10)</sup>	電源オン時の消費電力 <sup>※4)</sup> :100W 待機電力 <sup>※4)</sup> :3W 美使用时间:50%	0

- \*1) 学術フロンティア共同研究センターの略。
- \*2) 防災システムリサーチセンターの略。
- \*3) 主に学校やオフィスなどの公共施設に用いられる一般的な蛍光灯。
- \*4) インバータによる点灯のため、FLR灯に比べ高効率な蛍光灯。
- \*5) ガス①: コアステーション地階の熱源から供給されるガス吸収式冷水機を指す。  
ガス②: 上記以外のガス吸収式冷水機を指す。  
GHP: ガスヒートポンプの略。ガスエンジンで圧縮機を稼働させる。

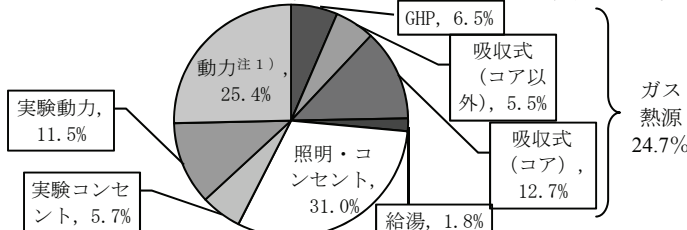


表3. 人感センサーに関する設定条件

建物	使用日数	使用時間帯	100%点灯稼働率 <sup>文5)</sup>			
			調光(廊下など)授業日	点滅(トイレ)授業日	調光(廊下など)休校日	点滅(トイレ)休校日
教室棟	200	9~21時	50%	20%	30%	10%
研究室棟(文系)	300	9~23時	60%	30%	30%	10%
研究室棟(理系)	300	9~23時	70%	40%	40%	20%
実験室棟	300	9~23時	70%	40%	40%	20%
食堂	300	8~22時	90%	60%	60%	40%
その他	300	9~22時	80%	50%	50%	20%

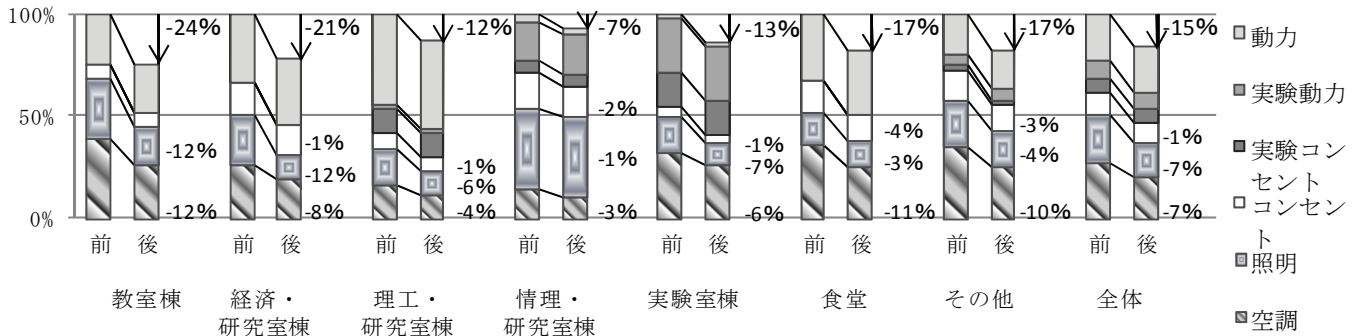


図2. 建物用途別 CO<sub>2</sub>削減率

### 3. 効果

図2に建物用途別 CO<sub>2</sub>削減率を示す。教室棟はコンセントの使用量がほとんどないため、空調や照明における効果が大きく共に12%の削減率を得ている。経済・経営学部や理工学部の研究室棟と実験室棟は、空調よりも照明の方が、効果が高く照明に関する対策が急がれることが分かる。情報理工学部の研究室棟は全体の削減率が低い。これはクリエーションコアがすでにHF灯を使用しており、高効率照明導入における効果が得られないためだと考えられる。食堂は空調における削減率が最も高く、次にコンセントが高い値を示している。これはコピー機の使用台数が他の建物と比べて突出しており、コピー機に対する対策効果が大きいためだと考えられる。このように建物用途によって削減効果に大きな違いがあり、それぞれの建物用途に沿った対策が好まれる。また全体では15%の削減が可能であるという結果になった。

図3に建物用途別の CO<sub>2</sub> 排出原単位における、対策前と対策後の変化を示す。対策前におけるキャンパス全体での CO<sub>2</sub> 排出原単位は約 50kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>であるが、対策後は約 43 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>に減少した(14%減)。またそれぞれの削減値において、情報理工学部の研究室棟では 4kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>と少ないが、食堂では 15kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>もの削減効果が得られた。

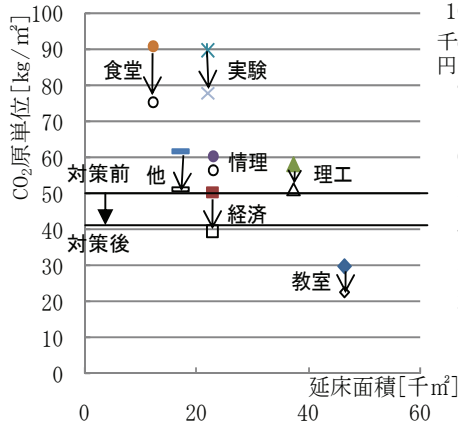


図3. 建物用途別 CO<sub>2</sub>原単位分布図

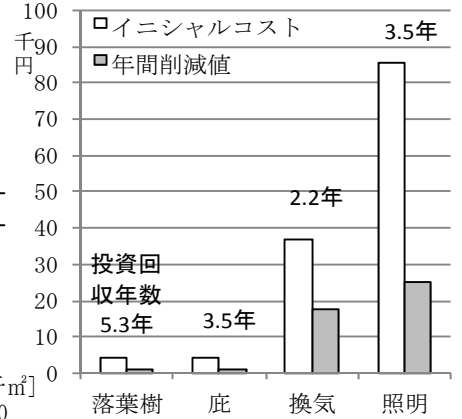


図4. 経済性比較<sup>※6)</sup>

図4にイニシャルコストと初期投資回収年数の経済性比較を示す。照明に関する対策や CO<sub>2</sub>濃度センサーによる換気量制御は初期投資コストが掛かるが、削減効果が大きいため少ない年数で回収が可能である。

### 4. まとめ

本研究では、2007年度の現状調査から考えられる対策項目をいくつか挙げ、その中の10項目について CO<sub>2</sub>の削減効果を算出した。その結果、全体では15%の CO<sub>2</sub>を削減することが可能であり、それぞれの建物用途ごとに優先すべき対策項目が異なるということが分かった。さらに今回試算した項目はすべて、イニシャルコストが少ない年数で回収可能であった。

注1) 空調用ファン、冷却塔ファン、熱源制御用動力、空調・熱源用ポンプ、換気用ファン、EV、衛生ポンプ、EHP(電気式ヒートポンプ)、その他動力を含む。  
 注2) 空調負荷のうち日射・貫流・外気・内部負荷の比率は各月代表日(10日)の積算値<sup>※7)</sup>で計算している。面積などは建物用途ごとの平均値を使用。  
 注3) 2007年度空調用ガス使用量データのうち中間期の使用量を0  
 注4) 注2を基に、夏期の直達日射量と天空日射量を変化させる。積算結果×1/平均階数により算出。  
 注5) 注2を基に、夏期の直達日射量を変化させる。直達日射量の変化値は太陽高度による庇の影により算出。  
 注6) 注2を基に、換気量を1-在席率で算出。  
 注7) 建物ごとに台数・種類を調査し、ワット数を変化させて算出。  
 注8) 文献値<sup>※8)</sup>を基に算出。  
 注9) 点灯時間を変化させて算出。  
 注10) 電力 [Wh/年] = 消費電力 [W/台] × 稼働台数 [台] × 使用時間 [h/d] × 年間稼働日数 [d/年]

文1) 環境省：地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度による平成18年度温室効果ガス排出量の集計結果、2008年3月28日  
 文2) 大阪府：建築物の環境配慮技術手引き 2006年9月発行  
 文3) 加藤信介：多目的遺伝的アルゴリズム(MOGAs)を用いた樹木の最適配置による屋外環境の最適化にかんする研究、日本建築学会、2004年8月  
 文4) 横山友男：ワットメータによる電気機器の待機電力と消費電力の測定、山形大学工学部技術発表会、2003年9月  
 文5) 奥宮正哉：人感センサー付自動照明・機器制御システムの省エネルギー性能と経済性評価 その1 大学校舎における性能検討、日本建築学会、2000年9月  
 文6) (財)建設物価調査会：建設物価、2008年1月号、  
 文7) 日本建築学会：拡張アメダス気象データ、大津・標準年  
 文8) 亀山可奈：窓面形状の変化による空調と照明のエネルギーバランス、立命館大学2005年度卒業研究