

立命館学園における温室効果ガス排出量等 10%削減への取り組み

——施設設備面からの貢献策

森岡 泰雄（財務部管財課課長補佐）
近森 節子（大学行政研究・研修
センター専任研究員）
志方 弘樹（財務部施設整備
担当部長）
森山 哲朗（財務部管財課課長）

I. 研究の背景

1. 大学の社会的責任
2. エネルギーコスト削減による学園財政への貢献

II. 研究の目的

III. 研究の方法

1. 既存データ整理と分析
2. 事例調査

IV. 立命館学園の現状

1. エネルギー使用量等
2. エネルギー使用実態
3. 2007年度の各キャンパスエネルギー使用量並びに建物別エネルギー使用量

V. 事例調査

1. 文部科学省主催大学等の省エネルギーに関する

研修会

2. 同志社大学
3. 私立大学環境保全協議会
4. 省エネルギー実施事例発表近畿地区大会

VI. 事例調査からの示唆

VII. 政策提起

1. 日常管理（運用管理、維持管理）上の対応
2. 施設設備新設、改修時の削減策
3. 実験用冷却水の削減
4. トイレ洗浄水量の削減
5. 立命館エネルギー使用実態の公開とデータ逐次更新

VIII. 研究のまとめ

IX. 残された課題

I. 研究の背景

1. 大学の社会的責任

新しい教学展開による学生数の増加や施設の増加により、大学を中心とした教育研究機関の存在感は大きくなり環境負荷も増大している。日本における、産業、民生、運輸の各部門におけるエネルギー消費比率は、産業部門のエネルギー消費が石油ショック以降ほぼ横ばいであるのに対し、家庭や教育研究機関を含む民生部門と運輸部門はほぼ2倍と大幅に増加している。

これまで一定規模を超えるエネルギー使用量の大きな事業所については、エネルギーの使用の合理化に関する法律（以下、「省エネ法」という）により、第一種エネ

ルギー管理指定工場（年間の原油換算燃料等使用量3,000kℓ以上）または第二種エネルギー管理指定工場（年間の原油換算燃料等使用量1,500kℓ以上3,000kℓ未満）としてエネルギー使用の合理化についての管理が進められてきた。^{注1)}

コンビニエンスストアに代表されるように、1店舗毎のエネルギー使用量が小規模であっても、事業者（チェーン店全体）の総量となればエネルギー管理指定工場に匹敵する使用量となる実態がある。これに対して規制を強化するための法改正の作業が進められ、2008年（平成20年）5月23日の国会で成立した2009年（平成21年）4月1日改正施行予定の省エネ法では、省エネルギー対策強化のため事業者単位のエネルギー管理規制が導入さ

れ、役員クラスのエネルギー管理統括者の選任とそれを実務的に補佐するエネルギー管理企画推進者を選任し、事業者全体の定期報告、中長期計画作成が求められる。

本学についてみても、エネルギー管理指定工場である立命館大学びわこ・くさつキャンパス^{注2)}（以下、「BK C」という）、立命館大学衣笠キャンパス^{注3)}（以下、「衣笠キャンパス」という）、立命館アジア太平洋大学^{注4)}（以下、「APU」という）の３つのキャンパスを除いたその他のキャンパスおよびグラウンド、留学生寮等の附属施設でのエネルギー使用量の合計は、第一種エネルギー管理指定工場の基準の3,000kℓを超えている。

京都議定書では温室効果ガス排出量^{注5)}を2008年から2012年の平均値で、1990年に比べ６％削減すること

になっているが、2005年度の排出量は基準年である1990年に比べ約８％上回っている。また、地球温暖化対策の推進に関する法律の2005年（平成17年）６月改正（2006年（平成18年）４月施行）により、2007年度（平成19年度）から一定規模を超える温室効果ガス排出者^{注6)}による温室効果ガス排出量の報告が開始されている。

その報告に基づき、2008年３月28日に環境省地球環境局地球温暖化対策室、経済産業省産業技術環境局環境経済室より公表された2006年度（平成18年度）温室効果ガス排出量の集計結果によると、報告された特定排出者のうちの事業所からの温室効果ガス排出量の合計値は約６億4,025万t-CO₂で、日本全体の2006年度（平成18

表１ 国公私212 学校法人の温室効果ガス排出量（抄）

順位	法人名	温室効果ガス排出量
1	国立大学法人東京大学	135,350 t-CO ₂
2	国立大学法人東北大学	105,506 t-CO ₂
3	国立大学法人京都大学	93,974 t-CO ₂
4	国立大学法人大阪大学	91,900 t-CO ₂
5	国立大学法人北海道大学	87,848 t-CO ₂
6	国立大学法人九州大学	80,036 t-CO ₂
7	国立大学法人名古屋大学	76,758 t-CO ₂
8	国立大学法人筑波大学	62,300 t-CO ₂
9	学校法人日本大学	58,270 t-CO ₂
10	国立大学法人広島大学	52,233 t-CO ₂
11	学校法人慶応義塾	45,270 t-CO ₂
...
20	国立大学法人東京工業大学	37,500 t-CO ₂
...
46	学校法人立命館	25,033 t-CO₂
...
54	学校法人関西大学	23,081 t-CO ₂
...
59	学校法人早稲田大学	21,190 t-CO ₂
...
86	学校法人同志社	12,660 t-CO ₂
...
110	学校法人関西学院	8,074 t-CO ₂
...

年度）排出量（速報値）約13億4,100万t-CO₂の約50%に相当している。なお、国公私を含めた212学校法人の排出量（そのほとんどはCO₂排出量）総計は約3,476,000 t-CO₂（1法人平均約16,400 t-CO₂）で、日本全体の2006年度（平成18年度）排出量（速報値）の約0.26%となっている。これを多い順に並べると本学は46番目である。上位45法人は1法人を除き全て医学部や病院を持っており、従来から年間を通じた空調運転などのためエネルギー使用量、温室効果ガス排出量が多くなっている。つまり、本学は医学部、病院を持たない学校法人で2番目に多い温室効果ガス排出を行っており、大変不名誉な位置にあると言える。（表1、図1参照）

環境会計レポートの動き、2007年度（平成19年度）現代GP「琵琶湖で学ぶMOTTAINAI共生学」の動きなど、トータルな形での環境負荷低減の取り組みが必要となってきた。もはや教育研究活動を理由にエネルギーの浪費が許される時代ではなくなっている。必要なものを、より効率的に必要な最小限の使用に抑える努力が求められている。今日、法令順守の点からも、環境負荷低減に取り組むことは大学の社会的責任（USR）の重要な要素といえる。

2. エネルギーコスト削減による学園財政への貢献

財政面からみると法人全体の光熱水費は年間約12億5千万円である。

環境負荷低減、省エネルギーの取り組みで、仮にわずかとはいえ使用量の削減をはかり経費的に1%の削減が出来たとすると、約1,250万円の経費削減となる。こ

うして削減できた費用は新たな環境負荷低減の取り組みに充当することも可能である。

2007年3月に実施したBKCコアステーション空調中央熱源に対して行なった省エネルギー対策工事^{注7)}では、BKCの原油換算燃料等使用量削減202kℓ/年間（削減率2.28%）、温室効果ガス排出量削減305 t-CO₂/年間（削減率2.26%）を達成し、金額として2007年度約1,000万円の削減を達成している。BKCの光熱水費は年間約5億6千万円であり、費用的には削減率1.79%である。なお、工事の投資額は1,500万円であり当初5年間での回収を予定していた。2008年度は原油高による料金高騰の影響もあり、2008年8月末現在で約580万円の削減を達成して1年5ヵ月で投資額の回収は完了した。2008年11月末現在の改修後1年8ヵ月の累計削減額は約1,950万円となっている。

このように、省エネルギー、温室効果ガス排出量削減の取り組みは、そのままエネルギーコスト削減における財政貢献に結びつくことになり、学園にとっても大きな意味がある。

Ⅱ. 研究の目的

本研究の目的は、立命館として原油換算燃料等使用量、温室効果ガス排出量について2007年度を基準（原油換算燃料等使用量約19,730kℓ、温室効果ガス排出量約30,000 t-CO₂）として、2008年度から2012年度の5年間で10%削減を達成するために施設設備面から貢献できる方策を確立することにある。本研究では、本学のエネ

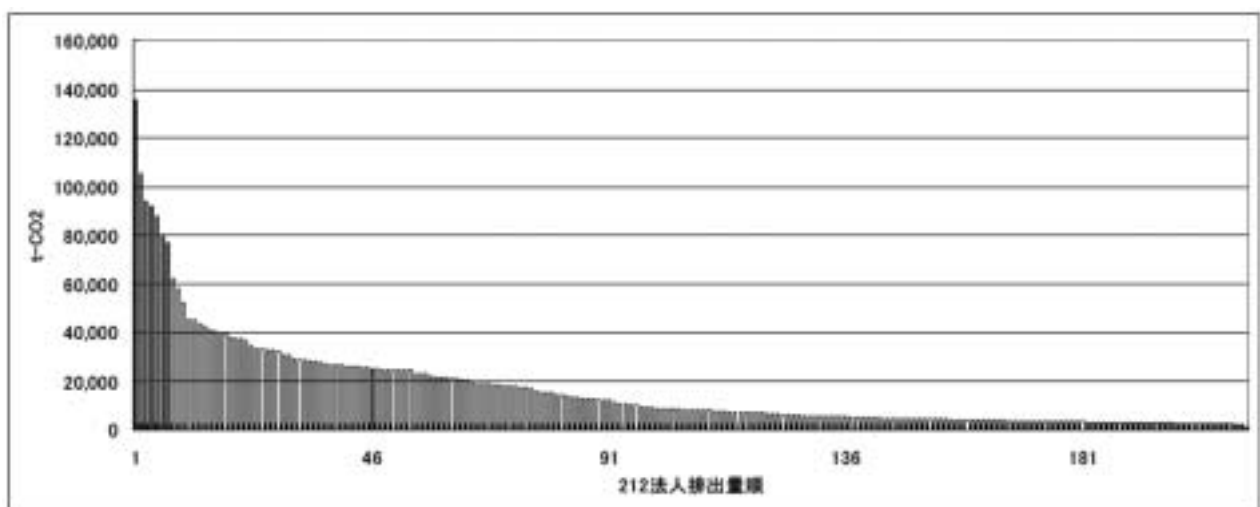


図1 国公私212 学校法人の温室効果ガス排出量（総計約3,476,000 t-CO₂、平均約16,400 t-CO₂）

ルギー使用実態の把握を行ない、問題点を明らかにしてそれを克服する方策を検討する。

Ⅲ. 研究の方法

1. 既存データ整理と分析

特にBKC、衣笠キャンパス、APUの3大キャンパスの電気、ガス、水道の使用量について可能な限り建物別に分析を行ない、特徴点、問題点を明確にする。

2. 事例調査

文献調査や研修会参加などを行い、省エネルギー、温室効果ガス排出量削減に効果があるとされてきた従来から行なわれている様々な方策や先行事例（組織的なものを含む）について、本学で採用が可能かどうか調査する。なお、調査対象には同業種である大学以外も含む。

Ⅳ. 立命館学園の現状

1. エネルギー使用量等

立命館における2006年度（平成18年度）と2007年度（平成19年度）の原油換算燃料等使用量と温室効果ガス排出量を表2に示す。エネルギー管理指定工場（温室効果ガス排出量報告対象事業場）であるBKC、衣笠キャンパス、APUの3大キャンパスで附属校などを含めた法人全体の原油換算燃料等使用量、温室効果ガス排出量の約80%を占めている。

各キャンパスの割合と2006年度から2007年度にかけての変化をつかみやすくするため延床面積、原油換算燃料等使用量、温室効果ガス排出量についてグラフ化したものを図2～4にそれぞれ示す。

2006年度と2007年度の比較において大きな使用量増となっている朱雀キャンパスは、2006年度9月からの中途使用であったものが2007年度は年間使用となったことによる。同じく立命館守山中高は2006年度旧守山

表2 立命館のエネルギー使用状況等

	原油換算燃料等使用量		原単位		温室効果ガス排出量	
	2006年度	2007年度	2006年度	2007年度	2006年度	2007年度
BKC	8,858 kℓ	8,744 kℓ	43.50 ℓ/m ²	42.72 ℓ/m ²	13,500 t-CO ₂	12,800 t-CO ₂
衣笠キャンパス	4,218 kℓ	4,356 kℓ	29.87 ℓ/m ²	30.85 ℓ/m ²	6,520 t-CO ₂	6,500 t-CO ₂
APU	2,406 kℓ	2,752 kℓ	30.79 ℓ/m ²	27.79 ℓ/m ²	3,710 t-CO ₂	4,360 t-CO ₂
朱雀キャンパス ⁸⁾	564 kℓ	903 kℓ	20.78 ℓ/m ²	33.30 ℓ/m ²	870 t-CO ₂	1,370 t-CO ₂
立命館中高 ⁹⁾	452 kℓ	485 kℓ	21.26 ℓ/m ²	22.82 ℓ/m ²	704 t-CO ₂	740 t-CO ₂
立命館宇治中高 ¹⁰⁾	466 kℓ	495 kℓ	16.95 ℓ/m ²	18.00 ℓ/m ²	726 t-CO ₂	746 t-CO ₂
立命館慶祥中高 ¹¹⁾	592 kℓ	615 kℓ	28.46 ℓ/m ²	29.51 ℓ/m ²	1,440 t-CO ₂	1,480 t-CO ₂
立命館守山中高 ¹²⁾	83 kℓ	369 kℓ	10.81 ℓ/m ²	18.42 ℓ/m ²	116 t-CO ₂	552 t-CO ₂
立命館小学校 ¹³⁾	176 kℓ	151 kℓ	15.45 ℓ/m ²	13.30 ℓ/m ²	270 t-CO ₂	226 t-CO ₂
その他付属施設	約 725 kℓ	約 860 kℓ	———	———	約 1,030 t-CO ₂	約 1,240 t-CO ₂
法人全体合計	約 18,540 kℓ	約 19,730 kℓ	———	———	約 28,900 t-CO ₂	約 30,000 t-CO ₂

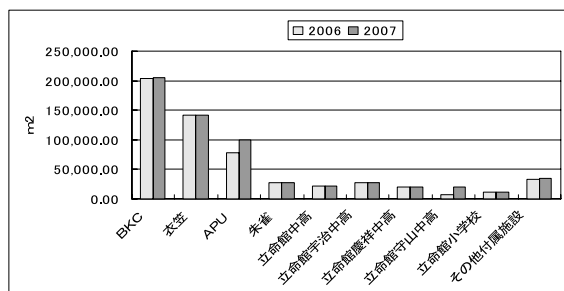


図2 各キャンパス延床面積

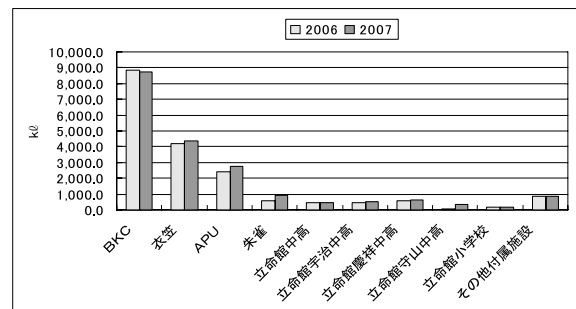


図3 各キャンパス原油換算燃料等使用量

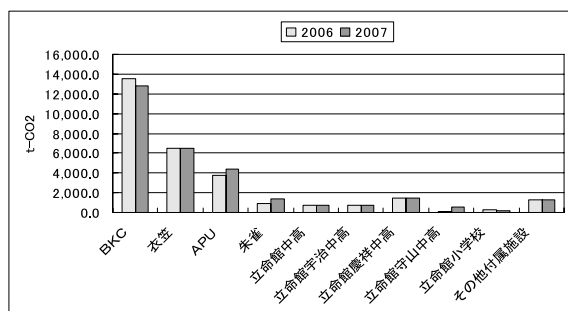


図4 各キャンパス温室効果ガス排出量

女子高等学校の校舎を使用していたものが、2007年4月に整備された新キャンパスに移転したことによるものである。

BKCについては先述の省エネルギー対策工事の効果もあり、原油換算燃料等使用量、原単位、温室効果ガス排出量とも減少傾向である。衣笠キャンパスについては、原油換算燃料等使用量、原単位は増加傾向であるが、温室効果ガス排出量については一見減少傾向である。これは、電力会社の排出量換算係数に変化（関西電力管内は5.6%減、九州電力管内は2.7%増）があったためで、実質的には横ばいか増加傾向である。APUについては、ニューチャレンジに伴って増築した建物の使用開始で、総量としての原油換算燃料等使用量、温室効果ガス排出

量は増加しているが、省エネルギー対策の進んだ増築建物の延床が増えたこともあり、原単位は減少している。

なお、京都議定書の基準年である1990年当時の本学は、衣笠キャンパスと立命館中学校高等学校のある深草キャンパスと学外課外施設のみであった。エネルギー使用量の大部分は衣笠キャンパスによるものであり、1990年度と2007年度のエネルギー使用状況等比較を表3に示す。1990年当時、教室の夏期冷房は行なわれていなかったこともあるが、1994年以降冷房運転をはじめ、情報化の進展の中で情報機器の導入等に関わるエネルギー使用量増などで大きく伸びた。また様々な施設設備の高度化によってエネルギー使用量が急速な伸びを示し2007年には約40%増となっている。これらを鑑みると、京都議定書に則って温室効果ガス排出量の6%削減を総量として実行することの困難さが示されている。BKCとAPUについても開設時と現在のエネルギー使用状況等比較をそれぞれ表4と表5に示す。（過年度の数値については2007年度の換算係数を使用して算出。）

2. エネルギー使用実態

これまで述べたエネルギー使用状況には水道使用量については含まれていないが、大学のエネルギー使用状況

表3 衣笠キャンパスの1990年度と2007年度のエネルギー使用状況等比較

	延床面積	原油換算燃料等使用量	原単位	温室効果ガス排出量
1990年度	128,208.49 m ²	3,097 kℓ	24.68 ℓ/m ²	4,650 t-CO ₂
2007年度	141,195.70 m ²	4,356 kℓ	30.85 ℓ/m ²	6,500 t-CO ₂
増減	+12,987.21 m ²	+1,259 kℓ	+6.17 ℓ/m ²	+1,850 t-CO ₂
増減率	+10.1 %	+40.7 %	+25.0 %	+39.8 %

表4 BKCの1994年度と2007年度のエネルギー使用状況等比較

	延床面積	原油換算燃料等使用量	原単位	温室効果ガス排出量
1994年度	83,136.19 m ²	3,226 kℓ	38.81 ℓ/m ²	5,000 t-CO ₂
2007年度	204,688.02 m ²	8,744 kℓ	42.72 ℓ/m ²	12,800 t-CO ₂
増減	+121,551.83 m ²	+5,518 kℓ	+3.91 ℓ/m ²	+7,800 t-CO ₂
増減率	+146.2 %	+171.0 %	+10.1 %	+156.0 %

表5 APUの2000年度と2007年度のエネルギー使用状況等比較

	延床面積	原油換算燃料等使用量	原単位	温室効果ガス排出量
2000年度	61,289.49 m ²	1,586 kℓ	25.88 ℓ/m ²	2,480 t-CO ₂
2007年度	99,034.94 m ²	2,752 kℓ	27.79 ℓ/m ²	4,360 t-CO ₂
増減	+37,745.45 m ²	+1,166 kℓ	+1.91 ℓ/m ²	+1,880 t-CO ₂
増減率	+61.6 %	+73.5 %	+7.4 %	+75.8 %

の端的な例を示す際には水道使用量について避けて通ることは出来ない。環境省の環境家計簿によると、水の温室効果ガス単位排出量は $0.58\text{kg-CO}_2/\text{m}^3$ となっている。法人全体の水道使用量は約 $600,000\text{ m}^3$ （湧水、井水、雨水除く）であり排出量は約 348 t-CO_2 になる。本学においては、教育研究活動のために必要なものはいくらでも使いたいだけ使うという実態が多く見られる。典型的な例として、ＢＫＣでは実験用冷却水に上水をそのまま使い垂れ流す使用法が何件かみられる。

図５はＢＫＣと衣笠キャンパスの２００７年度における用途別水道使用量の割合を示したものである。ＢＫＣの年間使用水量は約 $230,000\text{ m}^3$ であり、そのうち約４５％がエクセル１～３、学術フロンティア共同研究センター、テクノコンプレクス等の実験棟で使用される実験用冷却水を中心とした実験用水である。また、約１０％が生協厨房で調理や食器洗浄の使用、約８％が空調冷却塔補給水、残り３７％のほとんどがトイレ洗浄水である。ちなみに衣笠キャンパスの年間使用水量は約 $130,000\text{ m}^3$ であり、約２１％が生協厨房で調理や食器洗浄の使用、約４％が空調冷却塔補給水、残り７５％のほとんどがトイ

レ洗浄水となっている。このように大学での使用水量は実験用とトイレ洗浄水が大部分を占めている。

環境負荷低減の手法として、例えば実験用冷却水を循環使用する装置は古くから存在し、水を繰り返し使用することは可能である。

なお、衣笠キャンパスではトイレ洗浄水に湧水、井水、雨水を利用しておりその量はトイレ洗浄水使用量の半分近くにあたる年間約 $40,000\text{ m}^3$ となっている。

３．２００７年度の各キャンパスエネルギー使用量並びに建物別エネルギー使用量

２００７年度の各キャンパスエネルギー使用量とＢＫＣ、衣笠キャンパス、ＡＰＵについてはさらに詳細に建物別にエネルギー使用量を整理した。エネルギーの使用実態を分析するためには必要な計器が適切に設置されているか否かが大きく関わるが、現段階で最も適切に設置されているのはＡＰＵである。建物単位の計測は最低限の条件であり、電力量で言えば図６に例示するように少なくとも電気室の変圧器単位の測定がなければ詳しい分析は困難である。ＢＫＣ、衣笠キャンパスについてはエネ

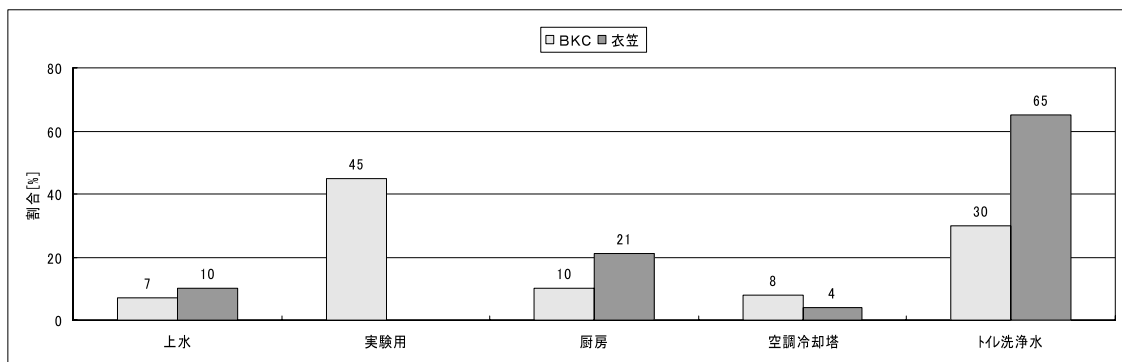


図５ ＢＫＣと衣笠キャンパスの用途別水道使用量割合

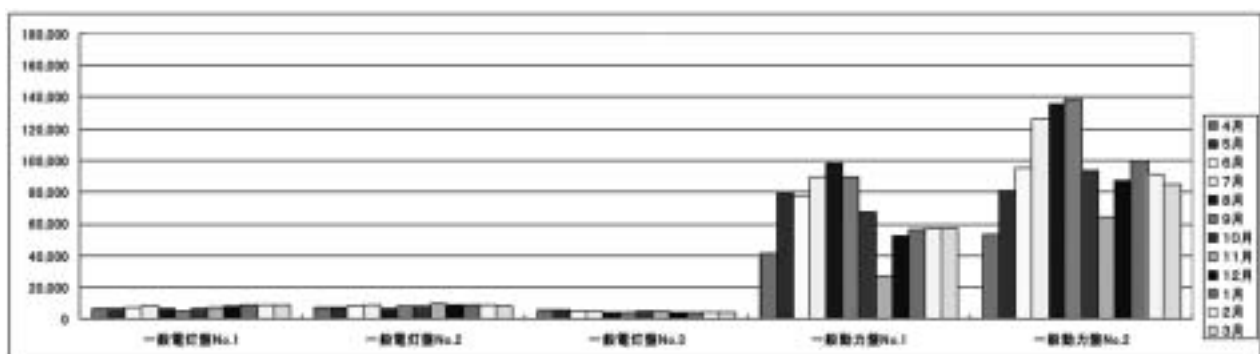


図６ ２００７年度ＢＫＣコアステーション電気室変圧器別電力量（単位：kWh）

ギー管理指定工場に指定された後に整備を進めているところであり、いまだ不十分である。図6ではBKCコアステーション電気室変圧器別電力量を示している。照明やOA機器の電源を供給している一般電灯盤No.1～3の使用電力に比べ、空調熱源関係、加圧給水ポンプ、各棟の発電機切替電源の商用側電源を供給しているキャンパスのインフラ供給に関わる一般動力盤No.1～2の使用量が非常に大きいことが分かる。

本学の所管する施設を可能な範囲においてエネルギー使用量（電気、ガスを合わせた原油換算燃料等使用量）を建物単位に区分、整理して上位20棟をグラフ化したものが図7である。図7ではエネルギー使用量と合わせて原単位を表示している。

エネルギー使用量上位5棟と6位以下で原単位が過大（50.00 ℓ /m²以上）になっている建物については表6に詳細を示す。エネルギー使用量削減において効果的な結果が得られるのは、①エネルギー使用量の大きいところ、

②原単位の大きいところに対策することがポイントとなる。特に①、②両方に該当するところは優先的に対策を行なう必要がある。

第1位のAPハウスはAPUの特徴の一つでキャンパス内の居住区である。2000年の開学時に新築したAPハウス1、2001年に新築したAPハウス2とニューチャレンジの際にAPハウス3として2007年新築供用開始したそれぞれの増築棟のエネルギー使用量合計はAPU全体の約43%となり、立命館学園全体の約6%にあたる。なお、APハウスの水道使用量は76,329m³でAPU全体の約65%、立命館学園全体の約12%にあたる。原単位については設備面の違いもあるがAPハウス1で41.75 ℓ /m²、APハウス2で34.44 ℓ /m²、APハウス3で28.10 ℓ /m²と新しい建物になるにつれ改善されてきており、初期の建物に対する対策が必要となっている。また、たとえ一人一人が少しずつの取り組みであっても1,300名の寮生全体では大きな削減に繋がる。

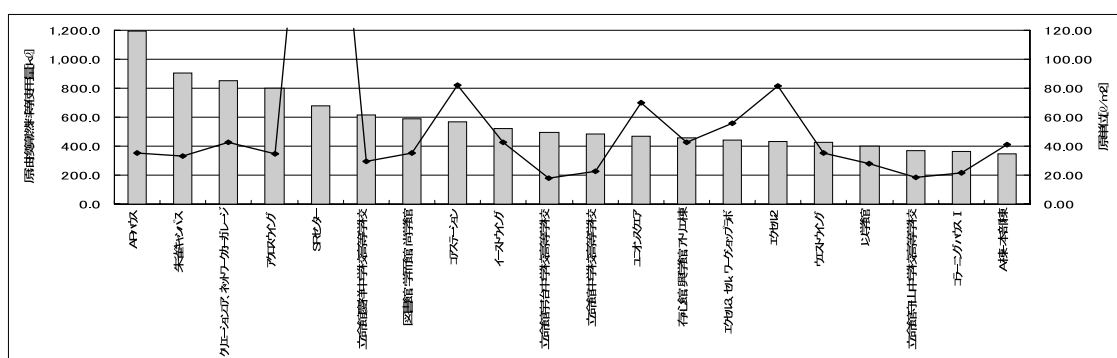


図7 エネルギー使用量上位20棟

表6 エネルギー使用量上位5棟および原単位過大棟

	建物名	延床面積	原油換算燃料等使用量	原単位
1	APハウス	34,026.96 m ²	1,196 k ℓ	35.15 ℓ /m ²
2	朱雀キャンパス	27,124.80 m ²	903 k ℓ	33.30 ℓ /m ²
3	クリエーションコア、ネットワークカーガ	20,095.04 m ²	852 k ℓ	42.37 ℓ /m ²
4	アクロスウイング	22,882.11 m ²	798 k ℓ	34.89 ℓ /m ²
5	SRセンター	1,872.87 m ²	681 k ℓ	363.35 ℓ /m ²
..
8	コアステーション	6,898.04 m ²	566 k ℓ	82.11 ℓ /m ²
..
12	ユニオンスクエア	6,677.06 m ²	467 k ℓ	69.87 ℓ /m ²
..
14	エクセル3、セル、ワークショッププラボ	7,961.56 m ²	443 k ℓ	55.62 ℓ /m ²
15	エクセル2	5,248.22 m ²	429 k ℓ	81.78 ℓ /m ²

第２位の朱雀キャンパスは延床面積が大きいことが使用量の大きさにつながっているが、原単位が少し大きくなっている。これは近年のシックスクール、シックハウス対策のため法改正が行なわれ24時間換気が行なわれていることと、建物利用時間が長いことが要因として挙げられる。

第３位のクリエーションコアも原単位ではＢＫＣの平均（42.72 ℓ/m²、表２）以下なので、延床面積が大きいことが使用量の大きさにつながっている。しかし、エネルギー使用量は年々増大しており注意が必要である。

第４位のアクロスウイングについては、本学の基幹サーバー室があり空調設備を含めたエネルギー使用量は約190kℓあり、同棟のエネルギー使用量の約26%を占めている。その量は立命館小学校の151kℓを上回り、ＢＫＣで比較するとエボック立命21の176kℓを上回っている。また、同棟の空調熱源については2008年２月に部分負荷対応の改修工事を行っており、2008年度の削減量として45kℓを見込んでいたが、2008年11月末現在46kℓ削減を達成しており、年度末の削減量としては66kℓ程度となる見込みである。

第５位のＳＲセンターは放射光実験装置がその要因であるが、装置本体とそれ以外のエネルギー使用量の比率は３：２であり、冷却装置などの補機類のところでエネルギー使用を改善する余地はあると考えられる。

第６位以下の原単位が過大なところでは、第８位のコアステーションは、空調熱源の部分負荷対応の改修工事により2006年度よりエネルギー使用量を202kℓ削減しているが、先述しているように図６でコアステーション電気室変圧器別電力量に示すとおり、照明、ＰＣ電源を供給している一般電灯盤No. 1～３の使用電力に比べ、空調熱源関係、加圧給水ポンプ、各棟の発電機切替電源の商用側電源を供給している一般動力盤No. 1～２の使用量が非常に大きく、さらに改善を図る必要がある。

第12位のユニオンスクエアは生協施設のエネルギー使用量が245kℓあり、原単位を押し上げる要因となっている。また、空調用冷温水受入熱量が138kℓあり、延床面積が約２倍あるウエストウイングが107kℓやイーストウイングが148kℓであること、建物用途と延床面積がほぼ同じＡＰＵのＥ棟－スチューデントユニオンが78kℓであることと比較すれば、大きすぎる値である。これはユニオンスクエア各所建物出入口扉がストッパーで留まり開けっ放しになることが常態化して、空調期間でも外

気との空気の流通があり空調負荷が大きくなり、大きなエネルギーロスが発生していることもその原因の一つと考えられる。

第14位のエクセル２と第15位のエクセル３は実験用電源の供給が多く、連続実験によるエネルギー使用が要因として挙げられるが、エクセル２で必要以上に冷却している様子も見られ、詳細な調査が必要と考える。これは他の実験棟で原単位が過大になっているマイクロシステムセンター、学術フロンティア共同研究センター、産学連携ラボラトリーについても同様である。

これまで同時期に建物別エネルギー使用量の実態を比較することはなかったが、こうして立命館学園の全施設を整理することにより、用途別に建物のエネルギー使用量を比較することが可能となり、問題点も明らかになりやすい。同用途の建物で原単位を比較すると、建築時期が14年違う新しい建物の方が35%少ない値となっている事例もあった。その要因は照明、空調などの設備だけでなく、建物を含めた省エネルギー対策が進んでいることにある。ＴＶコマーシャルでも見られるように、老朽設備に対しては、ＥＣＯ替えを進めていくことが必要である。

V. 事例調査

1. 文部科学省主催大学等の省エネルギーに関する研修会

- ①2006年度より実施され国公立の大学、研究機関が広く参加している。
- ②全国数カ所で開催され、法改正の動向、先進的な取り組み事例の発表などが行なわれ、各大学の省エネルギーに関する取り組みの推進を図ることを狙いとしている。
- ③大阪会場で、滋賀医大、関西大学、神戸大学、名古屋大学、京都大学、島根大学、九州会場で滋賀医大、九州大学、名古屋大学、福岡大学、鹿児島大学、本学、の事例紹介が行なわれた。本学も2008年度と2006年度の２回事例報告を行なっている。
- ④2008年度の研修会の中では、各大学においてエネルギー使用の実態や省エネルギーの取り組みを学内に公表する「見える化」がキーワードとして語られた。「見える化」によって学内構成員の意識改革に繋げている。

- ⑤効果的な取り組みについては広く公開することにより、社会全体としての省エネルギー、温室効果ガス排出量削減の推進に貢献している。

2. 同志社大学

- ①大学と学生が共同で学内の省エネや大量のゴミ問題、あるいはキャンパスの緑豊かな自然環境を保全する効果的な施策を行なうと同時に、大学として地球温暖化など世界のさまざまな環境問題に積極的に取り組むために、2007年4月、「同志社エコプロジェクト（DEP）」を立ち上げた。
- ②コア活動として、廃棄物班、エネルギー班、自然環境班がある。
- ③大学の省エネルギー委員会とも連携。
- ④同志社大学学生環境憲章を制定。
- ⑤世界学生環境サミットをリード。
- ⑥大学側組織として、環境保全・実験実習センター環境保全課を設置。

3. 私立大学環境保全協議会

- ①1985年に私立大学における教育・研究活動に伴って発生する廃棄物の回収および処理業務に携わる教職員の情報交換・処理技術向上などの相互協力を目的に「私立大学環境対策協議会」として発足。
- ②1999年に現在の「私立大学環境保全協議会」に改称。
- ③大学の社会的な責任を自覚し、教育・研究・医療活動による環境負荷の軽減を目的とした、大学における環境マネジメントシステムの構築、廃棄物対策および処理技術に関する調査研究、各種関連組織・施設の運営・管理の円滑化、教職員・学生への環境安全教育の実施など、広く地球環境の保全までも視野に入れた活動を行なっている。150余校が参加。
- ④研究研修会の実施、私大環協ニュース、会誌等の発行を行なっている。
- ⑤早稲田大学環境保全センターが事務局として中心的な役割を果たしている。

4. 省エネルギー実施事例発表近畿地区大会

- ①経済産業省委託事業として財団法人省エネルギーセンターが運営。
- ②業種を問わず効果的な省エネルギーの取り組みを広

く紹介するために開催されている。

- ③優秀事例は全国大会へノミネートされる。

- ④今回、BKCコアステーション空調中央熱源に対して行なった省エネルギー対策工事について、(株)アレフネット（施工提案企業）と共同で事例発表を行っている。

- ⑤エネルギー使用実態の把握や運用を見直す（例えば、設置時の設定のまま使っているものを実態に合わせる）ことから大きな省エネルギーにつなげている。

Ⅵ. 事例調査からの示唆

他大学等の状況から本学が遅れている点は「見える化」の取り組みである。省エネルギー、温室効果ガス排出量削減に限らず文部科学省や他の省庁でも重要なキーワードとして「見える化」を据えている。

現在、それぞれのキャンパスあるいは建物のエネルギー使用状況は料金支払管理部課の担当者しか把握していない。あるいはそれさえも危ういキャンパスがあることも事実である。現状を知らせないままに省エネルギーや温室効果ガス排出量削減を訴えても実感がなく、協力は得られにくい。

同志社大学の事例に見られるとおり、省エネルギーや環境負荷低減のための組織も、学園トップを中心にソフト面としての使用者（学生、教職員）側とハード面としての管理者（運用管理、施設整備部課）側がそれぞれの施策を具体的に提起しながら、学園全体の取り組みとして進めている。

また、文部科学省主催大学等の省エネルギーに関する研修会で紹介された幾つかの大学の事例に見られるとおり、効果的な取り組みについては広く公開することにより、社会全体としての省エネルギー、温室効果ガス排出量削減の推進に貢献している。

Ⅶ. 政策提起

立命館学園として原油換算燃料等使用量、温室効果ガス排出量削減の具体的な数値提起のため、施設設備面から貢献できる方策の提起を行なう。これにより、10%削減目標のうち5%の削減を達成する。

1. 日常管理（運用管理、維持管理）上の対応

日常管理は省エネルギー、温室効果ガス排出量削減の基本である。省エネルギーの基本的概念はエネルギー使用の合理化である。これは無駄、不必要なものの排除であって決して必要なものの我慢ではない。エネルギー使用の実態についての的確に把握することが第一歩である。使用量、使用方法をエネルギー別に把握しそれを見えるようにグラフ化する。まずキャンパス全体を把握、次にエリア（建物）別に把握、さらに細かいエリアと進めていく。そうすることで特徴が見えてくる。特徴が見えるということは問題点が見えることになり、問題点が分かれば何をすればよいか分かる。

現在、各キャンパスの料金支払部課では多くの場合、記録はしていてもそれを基に何かをすることにはつなっていない。少なくとも使用量の変化など特徴を把握しなければ異常には気付かない。異常に気付くことさえ出来れば、そこから先は管財課や各キャンパスの委託業者など専門家に相談することで解決可能である。

設備の維持管理は委託業者によるところが多いが、各キャンパスに設置された中央監視装置を活用して照明、空調の消し忘れや漏水など異常使用を管理することが可能である。日常的な変化は当事者が一番よく把握しているはずである。しかし、現実には各キャンパスにおいて業務形態の違い（設備スタッフの関わり方の違い）などからレベルの差があり、これをトップレベルに高める形で均一化する。

2. 施設設備新設、改修時の削減策

これまで本学では様々な省エネルギー、環境負荷低減の取り組みがなされてきたが、建物新築、改修時にその経験が十分生かされていなかった。その理由は予算上のことや、仕様が確立されていなかったことにある。しかし、環境負荷低減が社会的責任として求められるようになった今、確実にそれを実行していかなければならない。

一般的に５年を目安に省エネルギー対策工事は投資回収期間を設定する。中には１～２年程度の短い期間で投資回収が出来るものがある。例えば投資額が１,０００万円で削減効果が年間１,０００万円の場合、１年で投資回収が出来る。現在、施設設備のハード面ではまだまだエネルギーロスつまり無駄な部分が大きく、省エネルギー対策工事の投資回収効果も大きい。しかし、いずれは省エネ

ルギー対策が行き届き、環境負荷低減と経費削減がつながらなくなる。このことを考えると、効果の大きい取り組みは出来るだけ早く行ない、コストメリットを蓄積して将来の環境負荷低減の取り組みに備えておくべきである。

繰り返しになるがエネルギー使用量削減において効果的な結果が得られるのは、①エネルギー使用量の大きいところ、②原単位の大きいところに対策することがポイントとなる。特に①、②両方に該当するところは優先的に対策を行なう必要がある。

表７に現在、考えられている省エネルギー対策項目と削減量を示す。一部については実施中や実施準備が進められているものがあるが、具体的計画が立てられていないものが多い。表７で示した削減量を合計すると原油換算燃料等使用量で１,１７２.５ｋℓ（２００７年度立命館の原油換算燃料等使用量約１９,７３０ｋℓの５.９４％）、温室効果ガス排出量で１,６１８.９ ｔ-ＣＯ₂（２００７年度立命館の温室効果ガス排出量約３０,０００ ｔ-ＣＯ₂の５.４０％）になる。金額的には約５,０００万円/年間削減となる。また、今回建物別エネルギー使用量整理の中で現れた問題点については、分析結果に基づいて削減策を追加提起していく。

3. 実験用冷却水の削減

表８に水道使用量が過大とされるエクセル１～３と他の建物との比較を示す。一見して分かるように建物規模から見ても明らかにその使用量は大きく、その要因は実験用冷却水に上水をそのまま使い垂れ流す使用法のためである。

図８にエクセル１～３の水道使用量の推移を示す。実験用冷却水を循環使用する装置は古くから存在し水を繰り返し使用することは可能であり、エクセル３については１９９９年２月に法人として建物の一部にその設備を設置して水道使用量を半減させている。しかし、残りの部分と他の建物については基本的に実験装置側において冷却水の循環利用対応を求めているため、教員側ではインシヤルコストがかかるため装置を設置することをせず、安上がりな上水をそのまま使い垂れ流す方法を採用している。

実験の内容によっては水の純度が必要な場合もあるが水道使用量を年間３０,０００ ｍ³削減すると温室効果ガス排出量１７.４ ｔ-ＣＯ₂削減になる。コスト的には草津市水道料金で計算すると約１,２００万円削減となり、法人負担で冷

表7 省エネルギー対策項目と削減量

建物名	削減項目	原油換算燃料等使用量削減	温室効果ガス 排出量削減
コアステーション	空調熱源軽負荷対応	15.7 kℓ	24.9 t-CO2
コアステーション	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
ウエストウイング	高効率照明器具に更新	43.7 kℓ	57.5 t-CO2
イーストウイング	高効率照明器具に更新	45.0 kℓ	59.2 t-CO2
メディアセンター	高効率照明器具に更新	33.4 kℓ	43.9 t-CO2
ユニオンスクエア	高効率照明器具に更新	19.3 kℓ	25.4 t-CO2
プリズムハウス	高効率照明器具に更新	19.3 kℓ	25.4 t-CO2
フォレストハウス	高効率照明器具に更新	12.3 kℓ	16.2 t-CO2
エクセル1	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
エクセル2	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
エクセル3	高効率照明器具に更新	15.4 kℓ	20.3 t-CO2
ロボティクスF Aセンター	高効率照明器具に更新	3.3 kℓ	4.4 t-CO2
S Rセンター	冷却設備省エネルギー対策	51.4 kℓ	67.6 t-CO2
S Rセンター	高効率照明器具に更新	5.9 kℓ	7.8 t-CO2
産学連携ラボラトリー	高効率照明器具に更新	1.3 kℓ	1.7 t-CO2
ハイテクリサーチセンター	高効率照明器具に更新	3.3 kℓ	4.4 t-CO2
アクロスウイング	空調熱源部分負荷対応	65.6 kℓ	94.6 t-CO2
アクロスウイング	高効率照明器具に更新	25.7 kℓ	33.8 t-CO2
カラーニングハウス I	空調熱源部分負荷対応	23.8 kℓ	31.3 t-CO2
カラーニングハウス I	高効率照明器具に更新	38.6 kℓ	50.7 t-CO2
アドセミナリオ	空調熱源部分負荷対応	19.3 kℓ	25.3 t-CO2
アドセミナリオ	高効率照明器具に更新	12.3 kℓ	16.2 t-CO2
リンクスクエア	空調熱源部分負荷対応	35.3 kℓ	46.3 t-CO2
ローム記念館	中央監視による空調管理	20.9 kℓ	41.0 t-CO2
第1体育館、学生会館	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
末川記念会館	高効率照明器具に更新	2.6 kℓ	3.4 t-CO2
志学館	高効率照明器具に更新	7.7 kℓ	10.1 t-CO2
存心館	空調熱源部分負荷対応	25.7 kℓ	33.8 t-CO2
存心館	高効率照明器具に更新	38.6 kℓ	50.7 t-CO2
図書館、学而館、尚学館	高効率照明器具に更新	51.4 kℓ	67.6 t-CO2
修学館	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
研心館、有心館	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
啓明館	高効率照明器具に更新	7.7 kℓ	10.1 t-CO2
清心館	高効率照明器具に更新	2.6 kℓ	3.4 t-CO2
尽心館	高効率照明器具に更新	2.6 kℓ	3.4 t-CO2
明学館	空調熱源部分負荷対応	20.6 kℓ	27.0 t-CO2
明学館	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
恒心館	空調熱源部分負荷対応	25.7 kℓ	33.8 t-CO2
恒心館	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
諒友館	空調熱源部分負荷対応	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
諒友館	高効率照明器具に更新	12.9 kℓ	16.9 t-CO2
洋洋館	空調熱源部分負荷対応	20.6 kℓ	27.0 t-CO2
洋洋館	高効率照明器具に更新	25.7 kℓ	33.8 t-CO2
A棟－本部棟	空調熱源部分負荷対応	25.7 kℓ	37.5 t-CO2
A Pハウス1	個室洗面電気温水器小型化	51.4 kℓ	75.0 t-CO2
A Pハウス2	個室洗面電気温水器小型化	51.4 kℓ	75.0 t-CO2
立命館中学校高等学校	高効率照明器具に更新	51.4 kℓ	67.6 t-CO2
立命館宇治中学校高等学校	空調熱源部分負荷対応	38.6 kℓ	50.7 t-CO2
立命館慶祥中学校高等学校	高効率照明器具に更新	51.4 kℓ	95.8 t-CO2
アカデメイア立命2 1	空調熱源部分負荷対応	20.6 kℓ	27.0 t-CO2
アカデメイア立命2 1	高効率照明器具に更新	2.6 kℓ	3.4 t-CO2
RITS INTERNATIONAL HOUSE I	給湯システム変更	8.1 kℓ	15.9 t-CO2
合計		1,172.5 kℓ	1,618.9 t-CO2

却水の循環利用設備を設置してもメリットは大きい。また、揚水ポンプの稼動時間も削減されることになり、搬送動力としての電気エネルギー使用量も約2.0kℓ削減、温室効果ガス排出量約3.0 t-CO₂削減となる。

４．トイレ洗浄水量の削減

各キャンパスとも水道使用量の大部分を占めるのがトイレ洗浄水である。衣笠キャンパスには節水効果が非常に高い男性用小便器の人感センサー式自動洗浄化（使用水量が年間ベースで10%～50%に削減）が完了していない建物があり、これが完了すれば約24,000 m³水道使用量削減が可能で、温室効果ガス排出量13.9 t-CO₂削減になる。コスト的には京都市水道料金で計算すると約1,200万円削減となる。なお、女性用トイレに設置すれば非常に節水効果があるとされる擬音装置については、B K C セントラルアークで設置前後の比較を行なったが、水道使用量にほとんど変化はなかった。しかし、他大学の状況を聞くと、節水効果が明らかにしているか全く出ていないかの両極端となっており継続検討が必要である。

５．立命館エネルギー使用実態の公開とデータ逐次更新

先述の文部科学省主催の大学等の省エネルギーに関する研修会でも、エネルギー使用の「見える化」が重要視されている。使用者が現状のエネルギー使用量を知らないことが、省エネルギー、地球環境問題について考えることを阻害していると言えるだろう。

現在、学園全体のエネルギー使用状況はキャンパスによって多少の差異はあるが、ほぼ建物別に電気、ガス、水道の使用量は確認できる。これをホームページ上に公開することにより、使用者それぞれが自身と関わりの大きい建物の状況を知り、他の建物と比較することにより問題意識を喚起することをねらう。また、使用量については前年や前月比較が可能のように過去数年分を含め公開し、データ更新は検針のタイミングに合わせて各データ月1回とし常に最新の状況を表示する。

また、省エネルギーの取り組みを行なったものについてもその状況を公開し、エネルギー使用状況の変化がわかるようにする。

これまで述べてきた通り、温室効果ガス排出量等10%削減目標のうち、表7で具体的に示した、施設設備面での削減策で温室効果ガス排出量は約5%が削減

表 8 2007 年度水道使用量比較

建物名	延床面積	水道使用量
エクセル 1	5,972.55 m ²	33,396 m ³
エクセル 2	5,248.22 m ²	28,766 m ³
エクセル 3	5,972.55 m ²	14,540 m ³
防災システムリサーチセンター	5,155.78 m ²	1,373 m ³
クリエーションコア	19,973.12 m ²	4,265 m ³
フォレストハウス	5,055.82 m ²	2,145 m ³
立命館小学校	11,375.91 m ²	3,424 m ³

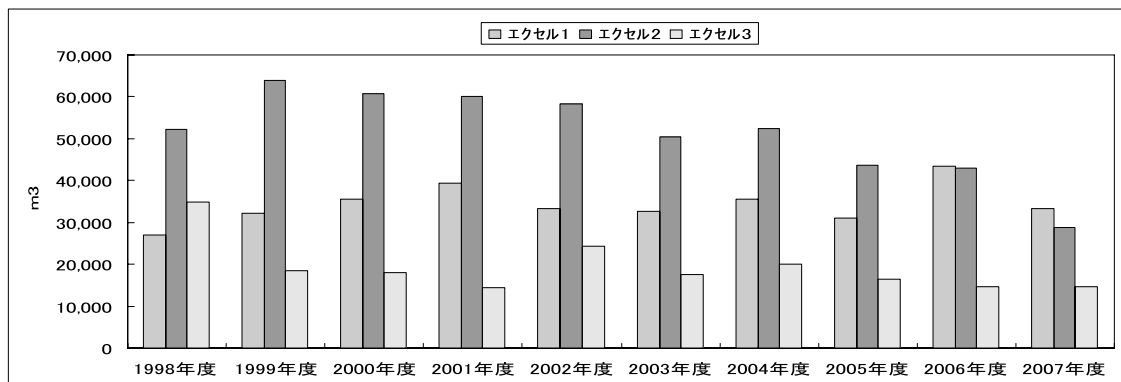


図 8 エクセル 1～3 の水道使用量推移

可能である。残り5%の部分については「見える化」により、全ての構成員に本学のエネルギー使用や温室効果ガス排出の現状を知らせるとともに、これらの削減の取り組み例を示し、一人一人が問題点を認識し積極的にエネルギー使用量削減、温室効果ガス削減に取り組んでもらい目標達成につなげる。とりわけ実験用水を含め本学のエネルギー使用において多くの部分に関わる理工系教員への働きかけを行ない、あくまで現状の研究条件は維持するとの前提で、エネルギー使用量等削減の工夫を進めることが有効と思われる。

VIII. 研究のまとめ

この間、幾つかの有力大学で温室効果ガス排出量の削減目標が具体的に発表されてきている。本学も当然、社会からは温室効果ガス排出量の削減目標の公表が期待されていると考える。法令で最低基準として求められる削減量は毎年1%である。これまで公表されている各大学の削減目標から考え、本学の削減目標数値としては、2008年度から2012年度の5年間について平均して毎年法令最低基準2倍の2%を削減した合計値として、10%は最低レベルである。

今回の研究で初めて同時期における学園全体のエネルギー使用状況を建物別に明らかにした。これは、これまでなかなか手がつけられなかったが、計測器の整備等をすすめることでようやく可能となってきた。建物ごとのエネルギー消費量をつかむことで、課題が明らかになり、個別の手立てを取ることが可能となる。また、今回の研究でもう1つ重要な点として、水道使用量についても調査し整理が出来たことである。温室効果ガス排出量の問題では水道使用量についてはあまり言及されないが、ここでこういう形でまとめることによって、水光熱の消費量ということで検討課題が明らかになってきたと考える。このことで同用途建物の比較なども可能となり特徴、問題点がより明確に現れ、効果的な対策が可能となり、今後の削減目標達成を推し進めることが期待される。

IX. 残された課題

研究の背景の項で述べた通り、国公私を含めた212学校法人の温室効果ガス排出量総計は約3,476,000 t-CO₂（1法人平均約16,400 t-CO₂）で、日本全体の2006年度

（平成18年度）排出量（速報値）の約0.26%と僅かなものである。大学自体が量を削減することに加えて削減策の研究で社会に貢献することも重要な役割である。また大学教育を通じて、学生達が卒業して社会に巣立っていった時に、より高い意識で地球環境問題改善の担い手となることも求められる。今後はECOキャンパスの実現に向けて教員、職員、学生の意識改革を含めた全学的な取り組みが求められる。ついてはこれを推進する強力な体制が必要となってくる。今、立命館学園では省エネルギーを推進する体制として省エネルギー推進委員会がある。これは朱雀キャンパス、衣笠キャンパス、BK C、APUの4キャンパスのみであり、それぞれこれを運営する担当者は最高位の者で部長である。大学の社会的責任（USR）の重要な要素として環境負荷低減を推進する体制としては、十分に整っていないのではと考える。これについては今後の課題である。

【注】

- 1) 電力量1 kWhで原油換算値0.257ℓ。都市ガス量1 m³で原油換算値1.161ℓ。
- 2) 滋賀県草津市。第一種エネルギー管理指定工場。1994年理工学部の拡充移転により開設。
- 3) 京都市北区。第一種エネルギー管理指定工場。
- 4) 大分県別府市。第二種エネルギー管理指定工場。2000年開学。
- 5) 温室効果ガスはCO₂、CH₄、N₂O、HFC、PFC、SF₆が該当。
- 6) 学校法人関係では、それぞれが所管する大学やキャンパスの内エネルギー管理指定工場となっているところが報告対象事業場であり、その温室効果ガス排出量合計値を報告する。エネルギー管理指定工場になっていないところは報告数値に含まれていない。本学の場合では、2006年度報告対象事業場はBK C、衣笠キャンパス、APUであり、これらの温室効果ガス排出量合計値を報告。
- 7) 詳細は月間省エネルギー2007年12月号pp50-55に掲載。老朽化のために夏期空調運転に耐えられなくなった空調熱源冷却水ポンプの更新時に中央監視装置に蓄積された運転データの分析を行ない、容量見直しと制御方法変更など省エネルギー対策工事を同時に行なった。工事費用は単純な機器更新と比較して1,500万円増額であった。
- 8) 京都市中京区。2006年9月開設。学園本部、法科大学院等の専門職大学院を収容する。
- 9) 京都市伏見区。1988年4月男女共学化と同時に現校地に移転。
- 10) 京都府宇治市。2002年9月現校地に移転。2003年4月中学校開設。

- 11) 北海道江別市。1997年４月現校地に移転。2000年４月中学校開設。
- 12) 滋賀県守山市。2007年４月現校地に移転。同時に中学校を開設。2006年度は移管を受けた旧守山市立守山女子高等学校の校舎を使用。
- 13) 京都市北区。2006年開校。

Efforts to cut greenhouse gas and other emissions in Ritsumeikan Academy by 10%: Measures to make a contribution in terms of facilities improvement

MORIOKA, Taiyuu (Assistant Administrative Manager, Office of Facilities Management)

CHIKAMORI, Setsuko (Senior Researcher, Research Center for Higher Education Administration)

SHIKATA, Hiroki (Managing Director, Division of Financial Affairs, Facilities)

MORIYAMA, Tetsurou (Administrative Manager, Office of Facilities Management)

Keywords

University social responsibility (USR), greenhouse gases, emissions cuts, emissions target, use status assessment, visualization

Summary

Reporting of greenhouse gas emissions began from FY2006, and Ritsumeikan University ranks 46th of 212 private and public universities in terms of high emissions levels. It has the second-highest level of emissions among universities without a medical school or hospital, a highly inglorious position. Today, efforts to mitigate the environmental burden are an important element of university social responsibility (USR), also from the aspect of regulatory compliance. In this research we assess the energy use status of Ritsumeikan, including water use, for the purpose of fulfilling the targets of 10% reductions in greenhouse gas emissions and the oil-equivalent amount of fuel used; reveal problems; and indicate that a cut of approximately 5% is possible in terms of facilities improvement.

To achieve the remaining 5%, we will make all members of the Ritsumeikan community aware of the university's energy use and current greenhouse gas emissions by means of their "visualization," as well as indicating case studies of efforts to reduce them, developing measures to make a contribution in terms of facilities that enable every individual to be aware of the problem areas and to work actively to reduce them.

