

# 長崎大学の各キャンパスと工学部における エネルギー消費の実態把握

大脇崇\*・源城かほり\*\*

## Energy Consumption at Each Campus and Each Program at School of Engineering in Nagasaki University

by

Takashi OWAKI \*, Kahori GENJO \*\*

The purpose of this research is to clarify the energy consumption at three campuses and school of engineering in Nagasaki University. First, we compare the energy consumption of electricity and gas between the three campuses from 2007 to 2015. Second, we consider the power consumption of three campuses and University Hospital classified into three uses, i.e., base power, active power, and air conditioning power. Finally, we compare the annual electricity and gas consumption by six programs in the school of engineering from 2013 to 2015.

**Key words** : *primary energy consumption, university, campus, school of engineering*

### 1. はじめに

これまでに、大学のエネルギー消費に関する研究<sup>例え</sup>ば<sup>1), 2)</sup>は数多く行われている。大学という大型建築物が消費するエネルギーは膨大であるがゆえ、そのエネルギー消費特性を把握し評価することは省エネルギー化の推進に大きく貢献する。

本研究では、文教キャンパス(以下、文教)、坂本キャンパス(医学部医学科、各研究所がある坂本キャンパス 1(以下、坂本 1)と附属病院(以下、病院)、歯学部、医学部保健学科がある坂本キャンパス 2(以下、坂本 2))、片淵キャンパス(以下、片淵)を対象にキャンパス別の消費量を明らかにし、また電力消費量についてはその用途別内訳を明らかにする。さらに、文教キャンパスにおいては工学部の 6 コースのコース別電力・ガス消費の実態を把握する。本研究は本学のエネルギー管理への基礎資料を提供することを目的としている。

### 2. 大学全体におけるエネルギー消費の実態把握

本章に示すデータは 2.3 の電力消費量を除き各月の光熱費請求資料に基づいている。分析対象期間、2007 年度から 2015 年度までの 9 年間のデータである。

#### 2.1 1 次エネルギー消費量<sup>注</sup>

Fig. 1 に示すとおり、大学全体の 1 次エネルギー消費量は、2007 年から 2015 年までは約 500,000～600,000GJ/年の範囲で変動していることがわかる。また、大学全体の 1 次エネルギー消費量は電力とガスが大部分を占めている。2015 年度において電力が 78%、ガスが 20%を占め、重油は 2%と僅かであった。2008 年に 1 次エネルギー消費量が増加している要因として、附属病院における増設部の本格稼働に伴う、延床面積及び空調面積の増加が挙げられる。一方、2011 年に消費量が減少した要因として、重油から都市ガスへの本格的な変換や、東日本大震災による省エネルギー実施の影響が挙げられる。2013 年にも消費量が増加してい

平成 29 年 6 月 19 日受理

\* 大学院工学研究科総合工学専攻 (Graduate Student, Department of Advanced Engineering)

\*\* システム科学部門 (Division of System Science)

るが、この要因として坂本2での延床面積の増加が挙げられる。大学全体の1次エネルギー消費量は、2013年以降は緩やかに減少している。これは、2014年、2015年と夏は涼しく冬は暖かい気候が続き、極端な猛暑や厳冬な気候ではなかったためであると推測されるためだと考えられる。

## 2.2 ガス消費量

Fig. 2に月積算消費量の変動を示すように、ガス消費量は夏期、冬期にかけて各キャンパスとも大きくなっており、特に坂本2の夏季のピークが大きいことがわかる。ガス消費量が少ない片淵キャンパスを除く3つのキャンパスではガス消費量に季節変動が見られ、ピーク消費量は冬季に比べ夏季の方が多い傾向が見られる。また、附属病院の立地する坂本2のガス消費量が他のキャンパスに比べ非常に多く、そのピーク消費量は夏季(8月)が冬季(1月)の1.8倍と非常に大きい。ガスの用途は空調用と一般用に分類されるが、2015年度における本学のガス消費量の99%が空調用、1%が一般用であり、ガス消費量はそのほとんどが空調用だと考えて良い。

## 2.3 電力消費量

大学事務局施設部が運用する電力速報システムから得られたデータを基にベース電力を算出する<sup>3)</sup>。なお本システムが設置されていない片淵は分析対象から除く。電力消費量を文献2の用途分類方法を参考にベース電力、活動電力、空調電力の3つの用途に分類する。ここでベース電力には、各月の休日におけるベース電力消費量を[ベース電力=( $n$ 月の休日におけるベース電力消費量) $\times$ ( $n$ 月の総日数)]、活動電力には、平日の需要が最も少ない非空調月を選定し(文教においては3月)、非空調月の平日、休日それぞれの消費電力から非空調月のベース電力消費量を減じたものを[(非空調月の平日の電力消費量)-(非空調月のベース電力消費量)] $\times$ ( $n$ 月の平日数)+{(非空調月の休日の電力消費量)-(非空調月のベース電力消費量)} $\times$ ( $n$ 月の休日数)、として算出し、空調電力には、各月の全電力消費量からベース電力と活動電力を減じたもの[( $n$ 月の全電力消費量)-(ベース電力)-(活動電力)]として算出する。なお、年換算用途別電力消費量については、月別用途別電力消費量の合計値とする、分析対象は2015年度の文教、坂本1、坂本2、病院とする。

年換算用途別電力消費量とその割合をTable 1に示す。Table 1より、年積算電力消費量はいずれの対象においてもベースの割合が70~82%と高いことがわ

かる。ある大規模総合大学では年積算電力消費量の79%がベース電力であることが報告されているが<sup>2)</sup>、既往の研究<sup>3)</sup>でも示したとおり、本学においてもベース電力の削減が重要であることを改めて確認した。一方、坂本1、坂本2に比べ文教、病院では活動電力の割合がそれぞれ23%、19%と高い。このことから文教、病院においては活動電力の削減を図る上で重要である。

Fig. 3(a)~(d)より、2015年度の月積算用途別電力消費量の変動を見ると文教、坂本1、坂本2では夏季、冬季において電力消費量が増加するのに伴って空調電力が増加して、Fig. 3(d)より病院では冬季の空調電力が少ないため、本研究の方法ではうまく用途分離できていない可能性がある。他のキャンパスについては、用途分類に問題はないと考えられる。

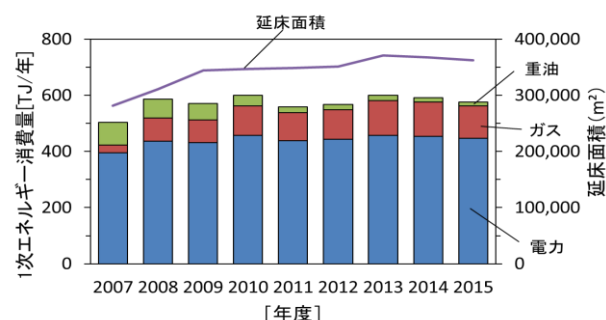


Fig. 1 大学全体の年積算1次エネルギー消費量と延床面積の推移

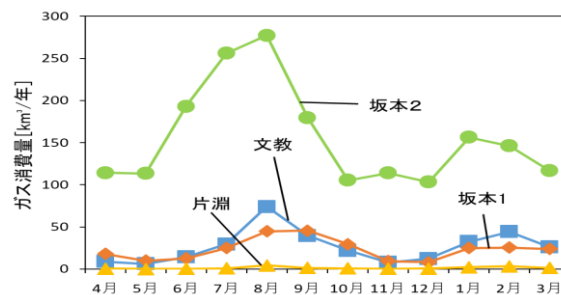


Fig. 2 キャンパス別月積算ガス消費量の変動(2015年度)

Table 1 年積算用途別電力消費量とその割合(2015年度)

キャンパス等	空調電力	活動電力	ベース電力
文教	710,880kWh 7%	2,293,380kWh 23%	7,155,120kWh 70%
坂本1	788,410kWh 9%	854,970kWh 9%	7,446,100kWh 82%
坂本2	315,390kWh 9%	376,520kWh 10%	2,990,300kWh 81%
病院	656,576kWh 4%	3,399,982kWh 19%	13,727,420kWh 77%

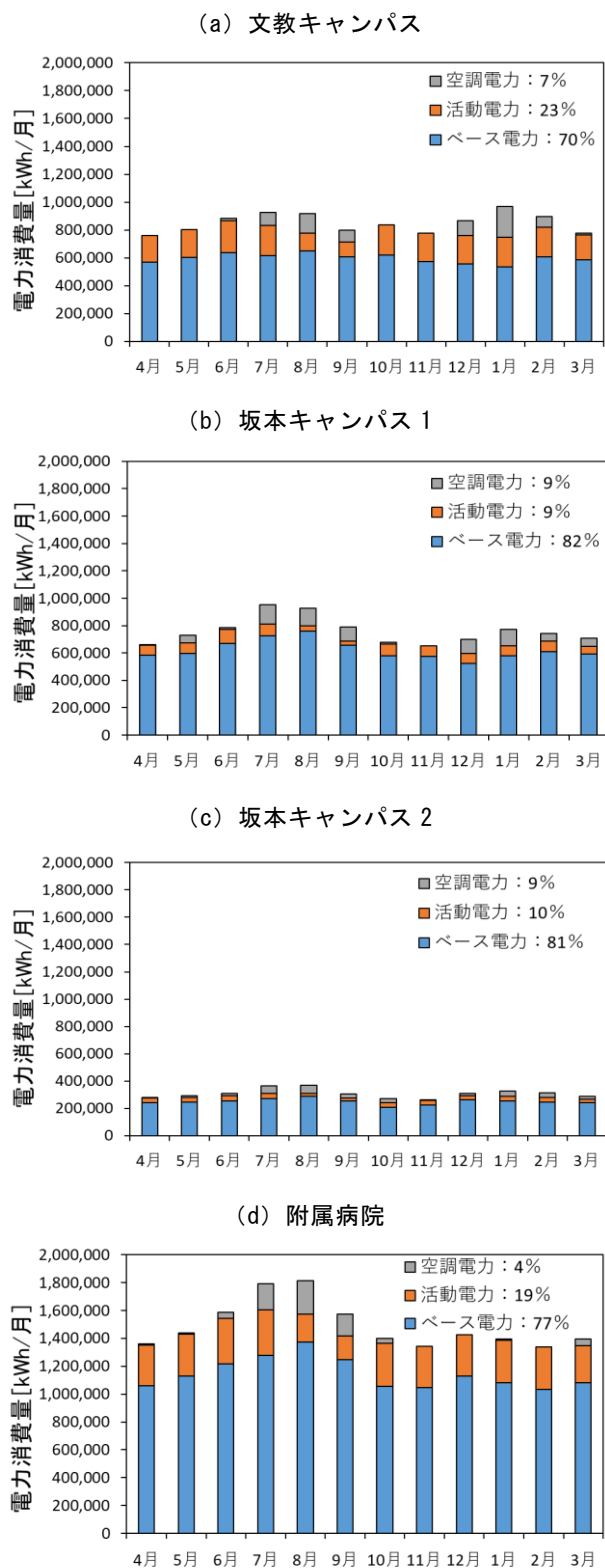


Fig. 3 各キャンパス, 附属病院の月換算用途別電力消費量の変動(2015年度)

### 3. 工学部におけるエネルギー消費の実態把握

文教キャンパスの工学部に着目し, 大学事務局会計班から入手した光熱費請求資料に基づき, 機械工学(以

下, 機械), 電気電子工学(以下, 電気), 情報工学(以下, 情報), 構造工学(以下, 構造), 社会環境デザイン工学(以下, 社環), 化学・物質工学(以下, 化物)の6コースにおける電力・ガス年積算消費量の実態を2013年度から2015年度までの3年間について調査した。

Table 2 に2015年度における工学部の人数を示す。

まず Fig. 4 にコース別1人当たりの電力消費量の推移を示す。Fig. 4 より, 各コースの1人当たりの電力消費量を比較すると電気, 化物, 構造, 情報, 機械, 社環の順に多い。2015年度は2013年に比べ機械2ポイント, 電気11ポイント, 構造13ポイント, 社環17ポイント, 化物9ポイントずつ減少しているが, 情報では変化がみられない。電力は, 情報を除けば緩やかに減少しているものの, 電気, 化物で特に多いため, 今後は電力削減を進めることが工学部の省エネルギー化の推進にとって重要であると言える。次に, Fig. 5 にコース別1人当たりの電力支払料金の推移を示す。Fig. 5 より, 1人当たりの電力支払料金は1人当たりの電力消費量と同様, 電気, 化物, 構造, 情報, 機械, 社環の順に大きい。2015年度において化物は1人当たりの電力支払料金が10,952円/人・年と工学部の6コースのうち最も高く, 一方最も少ない社環は1人当たり9,279円/人・年であった。

Fig. 6 にコース別1人当たりのガス消費量の推移を示す。Fig. 6 より, 各コースの1人当たりのガス消費量を比較すると機械が50~75m<sup>3</sup>/人・年と多いのに対し, 電気, 構造が少なく, 情報, 社環, 化物がこの中間程度の消費量を示している。2015年度は2013年に比べ機械34ポイント, 電気30ポイント, 構造41ポイント, 社環46ポイント, 化物24ポイントと減少している一方で, 情報は7ポイント増加している。Fig. 7 にコース別1人当たりのガス支払料金の推移を示す。Fig. 7 より, 2015年度の1人当たりのコース別ガス支払料金は, 機械4,119円/人・年, 化物2,557円/人・年, 情報2,057円/人・年, 社環938円/人・年, 電気570円/人・年, 構造555円/人・年の順となっており, 機械が他コースより突出して高い。また, 2013年度と比較すると情報が14ポイント増加しているが, その他のコースは機械36ポイント, 電気37ポイント, 構造39ポイント, 社環52ポイント, 化物30ポイント減少している。ガス消費量は一般ガスと空調ガスの2つの用途に分類されるが, 一般ガス消費量は非常に少なく, ガス消費量のほとんどを空調ガス消費量が占めている。ガスは情報を除いて, 2013年度以降2015年度までに消費量をある程度削減できている。各コースの空調使用実態を踏まえた削減を進めることが必要である。

Table 2 工学部の人数(2015年度)

コース名	学部生数	院生数	教職員数	合計
機械工学コース	344	102	36	482
電気電子工学コース	357	115	33	505
情報工学コース	238	50	23	311
構造工学コース	181	31	22	234
社会環境デザイン工学コース	154	23	17	194
化学・物質工学コース	420	118	53	591
合計	1694	439	184	2317

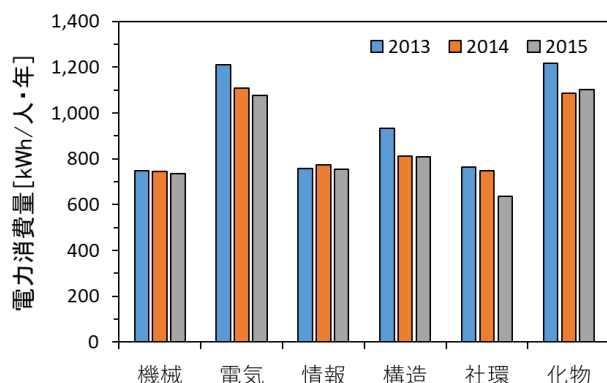


Fig. 4 コース別1人当たりの電力消費量の推移 (2013~2015年度)

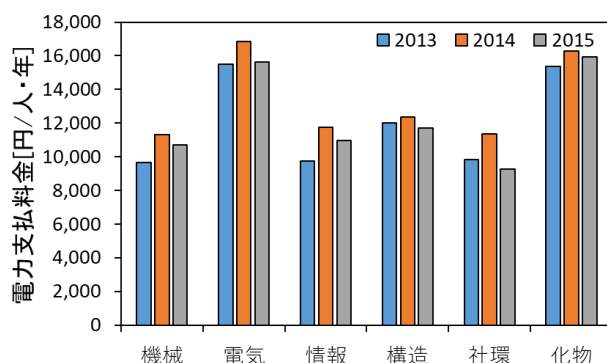


Fig. 5 コース別1人当たりの電力支払料金の推移 (2013~2015年度)

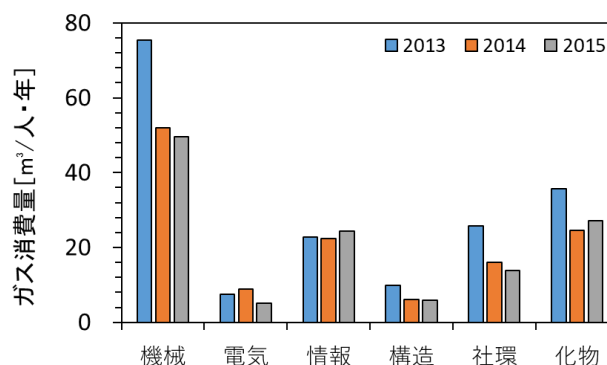


Fig. 6 コース別1人当たりのガス消費量の推移 (2013~2015年度)

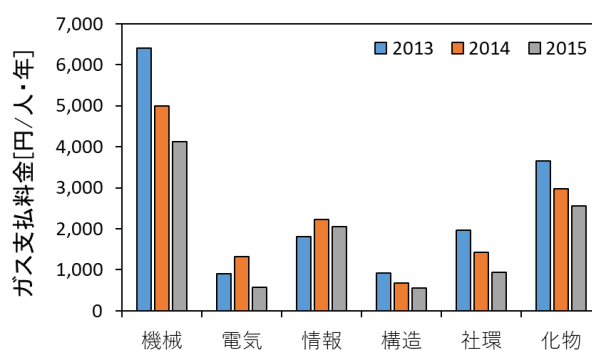


Fig. 7 コース別1人当たりのガス支払料金の推移 (2013~2015年度)

#### 4. まとめと今後の展望

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- ①2015年度においては本学の1次エネルギー消費量の78%を電力が、20%をガスが占め、電力、ガスともに附属病院が立地する坂本キャンパス2の消費量が他のキャンパスに比べ多い。
- ②年積算用途別電力消費量について、文教キャンパス、坂本キャンパス1、坂本キャンパス2、附属病院のいずれもベース電力の割合が70~82%と高く、夏季、冬季においては空調電力の割合が増加していることから、通年ではベース電力の削減が、夏季、冬季には空調電力の削減が重要である。
- ③工学部の6コースにおける1人当たりの電力・ガス消費量を比較すると、電力は電気と化物、ガスは機械の消費量が多く、情報を除く5つのコースでは電力、ガスともに年々減少傾向にある。  
 今後は、ベース電力の具体的な用途の解明や、より細かい学科単位等のエネルギー消費特性を明らかにすることで、省エネルギー対策を立案していくことが課題である。

#### 参考文献

- 1) 永峰章ら：東洋大学の4個所のキャンパスにおけるエネルギー消費量に関する調査研究，日本建築学会環境系論文集，第75巻，第63号，pp. 661-668，2010. 7.
  - 2) 大橋巧ら：大規模総合大学設備のエネルギー消費実態に関する研究，日本建築学会環境系論文集，第78巻，第684号，pp. 193-201，2013. 2.
  - 3) 源城かほりら：長崎大学の3箇所のキャンパスにおけるエネルギー消費に関する調査研究，長崎大学工学研究科研究報告，第47巻，第88号，pp. 13-16，2017. 1.
- 注 1次エネルギー換算係数として、電力 9.97GJ/MWh、都市ガス 46GJ/km<sup>3</sup>、重油 39.1GJ/kL を用いている。