

長崎大学の 10 年間に おけるエネルギー消費動向と省エネルギー方策に関する調査研究

足立尚斗*・源城かほり**・大脇崇*

Trends of Energy Consumption and Energy Conservation Measures at Nagasaki University in the Past Decade

by

Naoto ADACHI*, Kahori GENJO**, and Takashi OWAKI*

This study aims to investigate the trends of energy consumption and energy conservation measures at Nagasaki University in the past decade. This paper describes the total primary energy consumption, carbon dioxide emission of the university by the review of environmental reports. Also, we compare electric and gas consumptions classified by four campuses and nine faculties from 2014 to 2016. Additionally, we compare the primary energy consumptions per floor area of the university, the medical department and the university hospital with those of the other universities in Kyushu District. Finally, we estimate the energy saving effect of the electric consumption for lighting by changing the fluorescent lights into the LED lights at the lecture rooms of the department of engineering.

Key words : primary energy consumption, university, campus, energy conservation, carbon dioxide emission

1. はじめに

大学の消費エネルギーに関する研究は多くの大学で行われている¹⁾²⁾。大学のように大規模な建築物にとって、そのエネルギー消費特性を把握し省エネルギー化を推進することは非常に重要である。しかし、大学は地域の気候特性や学部構成によってエネルギー消費特性が異なる。更に 10 年間の大学全体の消費エネルギー消費動向は、本学ではこれまで報告したように省エネルギー化が進んでいない状況にある³⁾。本研究では本学の省エネルギー化のために基礎資料を整備することを目的として、大学全体、文教キャンパス(文教 C)、坂本 1 キャンパス(坂本 1C)、坂本 2 キャンパス(坂本 2C)、片淵キャンパス(片淵 C)を対象にここ 10 年間の本学のエネルギー消費動向について考察し、九州地域の他大学との比較を通じてその消費特性を明らかにする。さらに、本学工学部における省エネルギー方策の一つとして照明の LED 化について検討する。

2. 本学におけるエネルギー消費量の実態把握

本章に示すデータは 2007 年度から 2016 年度における 10 年間の各月の光熱費請求資料に基づいている。また、各熱源の増減の要因については環境報告書³⁾を参考にした。ただし、後述の Fig. 8, Fig. 9 ではデータの都合上、2014 年度から 2016 年度の 3 年間を対象としている。

2.1 1 次エネルギー消費量^注

Fig. 1 より、2007～2016 年度の 10 年間に於ける大学全体の 1 次エネルギー消費量の推移では 500～601TJ の範囲で変化しており、2016 年度で過去最大の値を示した。前年度と比較すると 4.3 ポイント増加しており、これは 7 月～10 月の日平均気温が前年度に比べて 2.2℃上昇したため⁴⁾空調機器の稼働が増加したこと、坂本 2C の新診療棟の開院のためと考えられる。また、Fig. 2 において、2007～2011 年度と 2012～2016 年度を比較すると、ガスと重油の内訳が変化しており、後者は前者に比べ、ガスは 7 ポイント増加しており、重油は 8 ポイント減少している。一方、電力は 10

平成 30 年 6 月 20 日受理

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

** 大学院工学研究科システム科学部門 (Division of System Science)

年間を通じて1次エネルギー消費量の約80%を占めていることから、1次エネルギー消費量削減のためには電力消費量の削減が必須である。なお、以後の分析において重油は割合として僅かなため対象外とする。次に、Fig. 3より、10年間を通して、CO₂排出量の増減は1次エネルギー消費量の変動とはあまり関係なく増減していることが見て取れる。これは、電力のCO₂排出換算係数が2007～2011年度では0.369～0.387kg/kWh、2012～2016年度は0.509～0.691kg/kWhの範囲で変動しており、CO₂排出量が主にこの影響を受けるためである。ここ10年間で2013年度のCO₂排出量は過去最大の34.6kt/年の排出量であったが、前年度に比べCO₂排出換算係数は16ポイント増加、1次エネルギー消費量は6ポイント増加していたことから、CO₂排出量は1次エネルギー消費量よりも、CO₂排出換算係数による影響を強く受けていると言える。

2.2 電力消費量

Fig. 4より、キャンパス別電力消費量は10年間でみると、坂本2Cが増減を繰り返しながらも全体としては増加傾向にあり、2016年度において過去最高の26,513MWh/年を示している。これは、新診療棟の開院のためと考えられるが、消費量の変動には2007年度の附属病院開院による増加や2009年度の空調設備のチューニングによる減少の影響がみられることから、今後も建物の増設や機器の省エネルギー化による増減があると予想される。他方、文教Cと坂本1Cは2007年度以降、電力消費量の差が開きつつあったもののこの5年間で同程度の消費量に戻りつつある。また、Fig. 5より、Fig. 4の電力消費量においては文教Cと同程度であった坂本1Cが単位床面積当たりのそれでは突出して多いことがわかる。理由として、坂本1Cが延床面積のわりに、熱帯医学研究所、原爆後障害医療研究所といった研究施設が集中していることにより電力消費量の大きい機器の使用があること、使用時間が長いことが推測される。

2.3 ガス消費量

Fig. 6より、ガス消費量は10年間で文教Cは320～460km³/年、坂本1Cは67～300km³/年、坂本2Cは201～22,000km³/年、片淵Cは8～25km³/年で変動しており、坂本2Cのガス消費量が2007年度において文教Cを下回っている以外は他のキャンパスの4.3～94.3倍と非常に多いことがわかる。坂本2Cのガス消費量の多さは2007年度に開院した附属病院による影響と考えられる。また、Fig. 7より、単位床面積当たりのガス消費量は坂本2Cが多いことがわかるが、この主な要因は附属病院のガスを熱

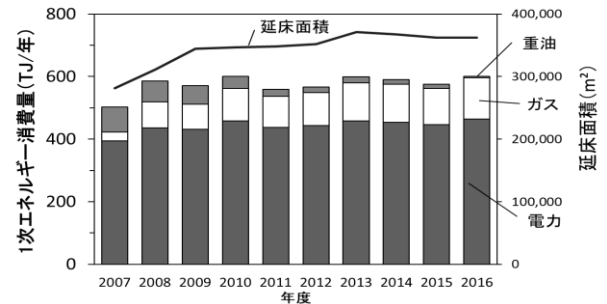


Fig. 1 2007～2016年度における大学全体の1次エネルギー消費量と建物延床面積の推移

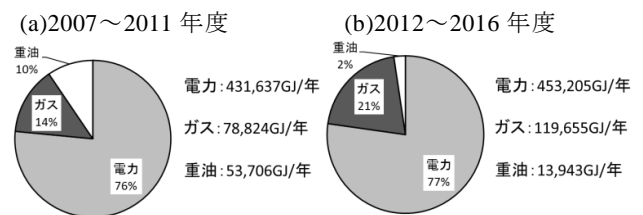


Fig. 2 2007～2016年度における大学全体の5年ごとの平均1次エネルギー消費量の熱源別内訳

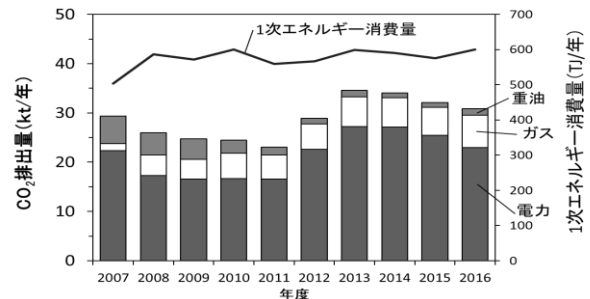


Fig. 3 2007～2016年度における大学全体のCO₂排出量と1次エネルギー消費量の推移

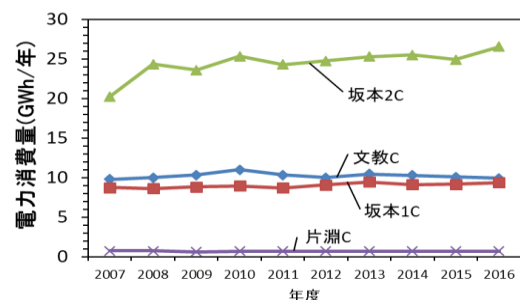


Fig. 4 キャンパス別電力消費量の推移

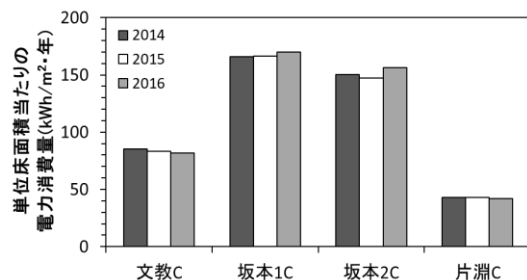


Fig. 5 キャンパス別単位床面積当たりの電力消費量の比較(2014年度～2016年度)

源とする空調設備であると考えられる。

3. 学部別エネルギー消費量の実態把握

学部別人数が明らかな2014年度から2016年度の3年間における単位床面積当たり、一人当たりの学部別1次エネルギー消費量を算出して比較したものを Fig. 8, Fig. 9 に示す。単位床面積当たりの1次エネルギー消費量は、医学部医学科で5GJ/m²・年と3ヶ年とも他の学部比べて突出して多く、一方、一人当たりの1次エネルギー消費量は歯学部が3ヶ年とも最も多くなっている。この要因としては6年制のカリキュラムや、5年生後期の授業日数の多さによる空調機器使用の増加のほか、解剖や臨床実験に消費量が多い機器の使用によるものなどが考えられる。なお、工学部は単位床面積当たり、一人当たりの1次エネルギー消費量においては同じ理系学部である水産学部、環境科学部比べて少ないことがわかった。

4. 他大学との比較⁵⁾

単位床面積当たりの1次エネルギー消費量の本学と他調査⁵⁾の九州地域における4年制大学、医学部、病院と比較した。Fig. 10 と Fig. 12 に示すように4年制大学と病院を対象とした比較においては、本学と他調査はほぼ等しい値を示しており、本学の大学全体と病院の消費量は九州地域の他大学と同程度であることがわかった。それに対して Fig. 11 に示す医学部を対象とした比較では、他調査では単位床面積当たりの1次エネルギー消費量が2,500MJ/m²であるのに対し、本学のそれは5,886MJ/m²であり、本学の医学部が他大学の医学部の2倍近い消費量を示した。前述のとおり、医学系学部の単位床面積当たりの1次エネルギー消費量は他の学部比べて多いことを確認しており、他大学の医学部との差が何に起因するのかは、他調査における医学部の学科構成やカリキュラムの内容が不明であるため、詳細は不明であるが、本学の医学部の1次エネルギー消費量は九州地域の他大学の医学部のそれよりも2倍近く多いため、削減する必要がある。

5. 工学部における省エネルギー方策の検討

工学部1号館及び2号館内の講義室(16室)の照明器具は2017年11月時点で478本あり、そのすべてが蛍光灯である。そこで、講義室の照明器具を蛍光灯からLEDに変更した場合の省エネルギー効果を試算することとした。LEDに更新するにあたって工事が必要なタイプと工事が

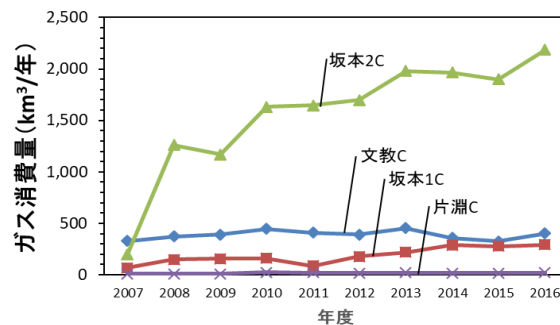


Fig. 6 キャンパス別ガス消費量の推移

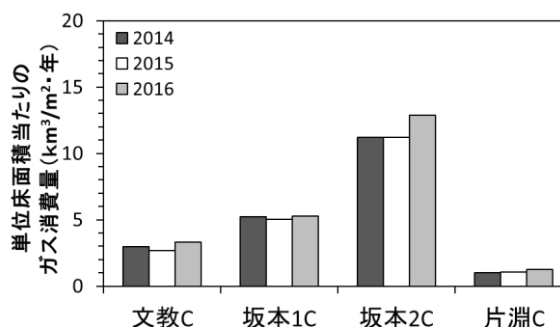


Fig. 7 キャンパス別単位床面積当たりのガス消費量(2014年度～2016年度)

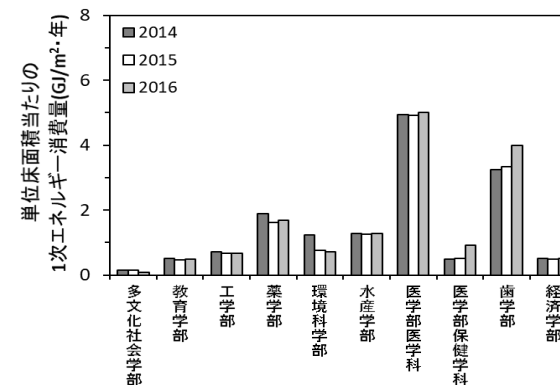


Fig. 8 学部別単位床面積当たりの1次エネルギー消費量の比較(2014年度～2016年度)

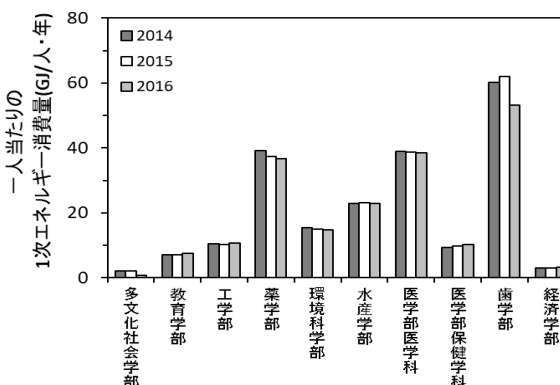


Fig. 9 学部別一人当たりの1次エネルギー消費量の比較(2014年度～2016年度)

不要なタイプがあるため、それぞれのタイプについて、更新した場合の照明用電力消費量を試算した。結果を Fig. 13 に示す。但し、工事が必要なタイプについて、工事費用の見積もりを入手していないため試算に加味していない。試算においては工学部の開講日数を考慮し、授業時間を 9 時～18 時として、その間は照明を点灯する条件とした。その結果、工学部の講義室 16 室の年間照明用電力消費量は LED にすることで蛍光灯に比べ 38～44% の省エネルギー効果があることが試算された。また、電力使用料金と照明器具各一本当たりの単価と 16 講義室の全蛍光灯を更新した際にここに要したイニシャルコストを回収するための必要期間は LED(工事なしタイプ)約 29 年、LED(工事ありタイプ)約 5 年と試算された。但し、実際に蛍光灯を LED に更新する場合には室内照度を確保するために照明器具の本数が増える可能性があることや、工事なしタイプは安全性の観点から採用されないことが判明したことから、今後は専門業者から見積もりを取って、LED(工事ありタイプ)の試算結果について検証する必要がある。

6. まとめと今後の課題

1 次エネルギー消費量の内訳をみると、削減のためには 8 割を占める電力消費量の削減が重要であることを示した。単位床面積当たりや一人当たりのエネルギー消費量で比較すると、医学系のキャンパス及び学部は本学の他のキャンパスや他学部との比較において、さらには、他大学との比較においても大きな値を示していた。今後は医学部におけるエネルギー消費内訳の把握や、キャンパス別、学部別で効果的な省エネルギー方策を立案していくことが課題である。なお、工学部全体の省エネルギー方策の一つとして、照明器具を LED 化した場合の省エネルギー効果と回収年数について試算したが、このような設備の更新といったハード面での対策に加え、空調設定温度の調整などソフト面での取り組みについても今後検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 大脇崇：長崎大学におけるエネルギー消費実態に関する調査研究，平成 29 年度長崎大学工学部工学科構造工学コース卒業論文，2017.3.
- 2) 永峰章ら：東洋大学の 4 箇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.
- 3) 長崎大学施設部施設企画課：環境報告書 2007～2016.
- 4) 気象庁 HP <http://www.jma.go.jp/jp/yoho/348.html>
- 5) 黒木 知世，他：2014AIJ 大会_非住宅(民生業務部門)建築物の環境関連データベース構築に関する研究：その 11 九州地域のデータベース構築状況とその活用法について，日本建築学会学術講演梗概集，p-2，pp.1061-1062，2014.9.

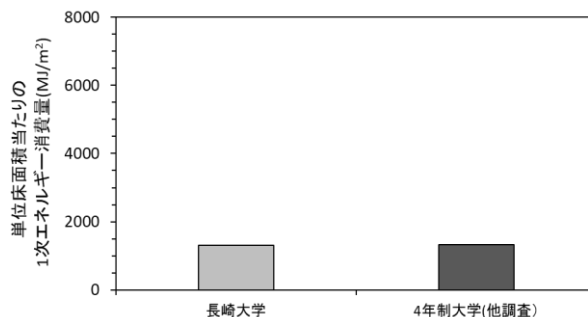


Fig. 10 他調査⁵⁾と本学の4年大学における単位床面積当たりの1次エネルギー消費量の比較

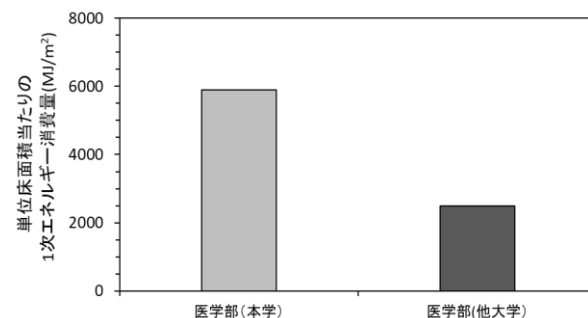


Fig. 11 他調査⁵⁾と本学の医学部における単位床面積当たりの1次エネルギー消費量の比較

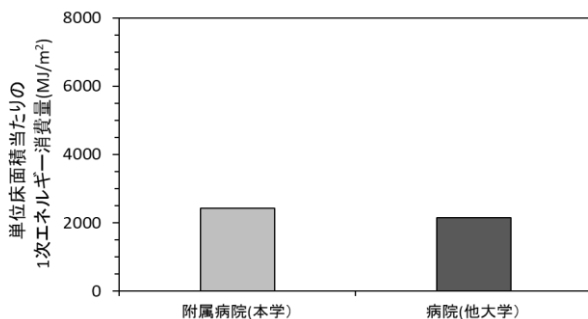


Fig. 12 他調査⁵⁾と本学の附属病院における単位床面積当たりの1次エネルギー消費量の比較

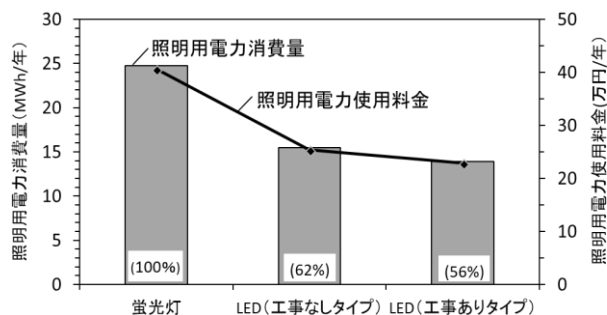


Fig. 13 工学部1・2号館の講義室におけるLED更新時の照明用電力消費量及び電力使用料金

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/km³、重油 39.1GJ/kL を用いている。