

新潟大学におけるエネルギー消費量の実態と外気温の関係

RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND OUTSIDE TEMPERATURE IN NIIGATA UNIVERSITY

有波裕貴 ————— * 1 赤林伸一 ————— * 2
富田真生 ————— * 3

キーワード：
大学施設、省エネルギー、一次エネルギー消費量、
一次エネルギー消費原単位、電力消費量

Keywords:
University facilities, Energy conservation, Primary energy consumption, Primary energy consumption per total floor area, Power consumption

Yuki ARINAMI ————— * 1 Shin-ichi AKABAYASHI —* 2
Masaki TOMITA ————— * 3

In this paper, energy consumption and variation factors in Niigata University are analyzed. First, in order to grasp the energy consumption level of Niigata Univ., energy consumption is analysed for Niigata Univ. and other national universities. Energy consumption is compared with national universities in Japan. Second, primary energy consumption in Niigata Univ. is analysed in 2002-2017. In particular, a detailed analysis on the power consumption of each system is performed. As a result, it became clear that the power consumption of equipment operating around the clock accounted for a large percentage of the annual power consumption.

1. はじめに

我が国では1970年代の石油危機を契機として1979年に「エネルギー使用の合理化に関する法律」が制定された。2010年には事業者全体で一次エネルギー消費原単位^{注1)}を毎年1[%]以上低減することが努力目標として定められている。この目標は大学施設にも適用されており、新潟大学では2016年度のエネルギー消費量を基準として2017年度から毎年1[%]ずつ削減し、2021年度までに5[%]以上の削減を目指している^{注2)}。

新潟大学は旭町地区と五十嵐地区の主要2地区で構成されており地区別に電力・ガス・A重油の消費量を計測^{注3)}している。今後、エネルギー消費の適切な削減を行うためには消費特性の分析が重要である。

本研究では、始めに我が国における新潟大学のエネルギー消費レベルを把握するため、全国の国立大学との比較を行い、更に全国の国立大学のエネルギー消費実態の分析を行う。国立大学のエネルギー消費に関する既往の研究では、酒井ら¹⁾が2005～2007年度を対象に、菊田ら²⁾が2007、2012年度を対象に報告しているが、これ以降を対象とした報告^{注4)}は殆ど無い。次に新潟大学の主要2地区（旭町地区・五十嵐地区）の2002～2017年度の一次エネルギー消費量^{注5)}について分析する。特に電力については、表2に示す各配電系統の電力消費実態に関する詳細な分析を行う。新潟大学旭町地区と五十嵐地区を対象にエネルギー消費の実態について分析を行い、エネルギー消費特性を把握し、今後の省エネルギー計画の策定・実行に対して有用な資料を得ることを目的とする。

2. 研究概要

2.1 全国の国立大学のエネルギー消費分析

表1に調査対象大学を示す。国立大学86校中60校を対象とし、

調査には国立大学法人が発行している環境報告書^{注6)}を参考とする。本研究では各大学の2006～2017年度の環境報告書を基に、電力・都市ガス・A重油・灯油・LPG・ガソリン・軽油等の年積算消費量、延床面積、構成員員数のデータを収集する。記載がないものは各大学への問合せや大学概要・ホームページの閲覧等により補完する。一次エネルギー消費量の換算係数は、電力：9.76[MJ/kWh]、都市ガス：45[MJ/N m³]、A重油：39.1[MJ/L]、灯油：36.7[MJ/L]、LPG：50.8[MJ/kg]、ガソリン：34.6[MJ/L]、軽油：37.7[MJ/L]とする。

2.2 新潟大学旭町地区・五十嵐地区の概要

表2に旭町・五十嵐地区の配電系統と延床面積^{注7)}を、表3に旭町・五十嵐地区の主要設備の概要を示す。新潟大学は10学部・6大学院から構成された総合大学であり、学生数は約12,300人、教職員数は約2,500人、延床面積は約460,000[m²]である。

旭町地区の学生数は約2,400人、教職員数は約1,500人、延床面積は約213,000[m²]である。主に医歯学系の学部や研究施設、病院等で構成され、延床面積の4割を病院が占めている。またピークカット用のコージェネレーション自家発電機が2台設置されている。主な空調方式は、EHP・GHPの個別空調、冷温水発生機^{注8)}によるセントラル空調である。

表1 調査対象大学

地方	大学名
北海道	医系大学：旭川医科大学、医系有総合大学：北海道大学、弘前大学、文系大学：北海道教育大学
東北	医系有総合大学：東北大、秋田大、山形大、文系大学：福島大学
関東	医系大学：東京医科歯科大学、医系有総合大学：東京大、筑波大、群馬大、千葉大、医系無総合大学：横浜国大、茨城大、宇都宮大、埼玉大、理系大学：東京工業大、東京農工大、東京海洋大、電気通信大、文系大学：東京学芸大
中部	医系大学：浜松医科大学、医系有総合大学：新潟大、富山大、金沢大、福井大、山梨大、信州大、岐阜大、名古屋大、医系無総合大学：静岡大、理系大学：名古屋工業大学、文系大学：愛知教育大
近畿	医系大学：滋賀医科大学、医系有総合大学：三重大、京都大、大阪大、神戸大、医系無総合大学：和歌山大、文系大学：大阪教育大
中国	医系有総合大学：鳥取大、島根大、岡山大、広島大、山口大
四国	医系有総合大学：徳島大、香川大、愛媛大、高知大
九州	医系有総合大学：九州大、佐賀大、長崎大、熊本大、大分大、宮崎大、鹿児島大、理系大学：九州工業大
沖縄	医系有総合大学：琉球大

本稿は2019年度日本建築学会大会（北陸）にて発表した内容⁴⁾に加筆・修正を加え、再構成したものである。

¹⁾ 新潟大学工学部工学科建築学プログラム 助教・博士（工学）
(〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐2の町8050番地)

²⁾ 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博
³⁾ 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

¹⁾ Assistant Prof., Architecture Program, Faculty of Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.

²⁾ Prof., Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., Dr. Eng.
³⁾ Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.

五十嵐地区の学生数は約9,900人、教職員数は約1,000人、延床面積は約210,000[m²]である。主に理系学部や文系学部、研究施設等で構成されている。主な空調方式はEHP・GHPの個別空調、A

表2 旭町・五十嵐地区の配電系統と延床面積^{注7)}

記号	配電系統名	施設・棟名	延床面積[㎡]
A		旭町地区	212,937
a-1	病院系	医歯学総合病院	94,344
a-2	医学系	医学科・総合研究棟	31,052
a-3	歯学系	歯学科	22,769
a-4	脳研究系	脳研究所、総合研究実験棟	9,874
a-5	実験施設系	動物・RI・遺伝子実験施設	17,361
a-6	図書館系	図書館・福利施設・保育施設	11,273
a-7	保健学系	保健学科・体育施設	15,335
B		五十嵐地区	210,218
b-1	人文社会学系	人文社会学系A-F棟・現代社会文化研究科棟	16,071
b-2	教育学系	教育学系A-H棟	21,445
b-3	理学系	理学系A-C棟	14,176
b-4	農学系	農学系A-C棟・動物実験棟・機械実験棟・水理実験棟・遺伝子実験施設	15,037
b-5	工学系	工学系A-E棟・大講義室・産学連携共同研究棟1号棟・プレハブ棟・環境安全推進室・悠久会館	27,967
b-6	総合教育系	総合教育系A-G棟	20,647
b-7	情報基盤系	情報基盤センター・第二食堂・厚生センター	4,194
b-8	図書館系	図書館・コンピュニエンスストア	14,582
b-9	本部事務局系	本部事務局・保健管理センター・危機管理センター	4,439
b-10	自然科学系	災害・復興科学研究所・自然科学系管理・共通棟	6,591
b-11	情報理工系	情報理工棟	4,833
b-12	物質生産系	物質生産棟	14,761
b-13	生命・環境エネルギー系	生命環境棟・環境エネルギー棟・産学連携共同研究棟2号棟・産学地域連携棟	12,433
		両地区 合計	423,155

表3 旭町・五十嵐地区の主要設備の概要

地区	エネルギー種別	主要設備
旭町地区	電気	電気ヒートポンプ式空調機、照明設備、実験機器、ボイラ、冷温水発生機、医療機器、標本保存用超低温冷凍庫、ターボ冷凍機等
	ガス	貴流式蒸気ボイラ、ガスヒートポンプ式空調機、冷温水発生機、実験機器等
	A重油	コージェネレーション自家発電機2台(定格出力：1,400 [kW])
五十嵐地区	電気	電気ヒートポンプ式空調機、照明設備、実験機器、ボイラ等
	ガス	冷温水発生機、ガスヒートポンプ式空調機、実験機器等
	A重油	高温水ボイラ等

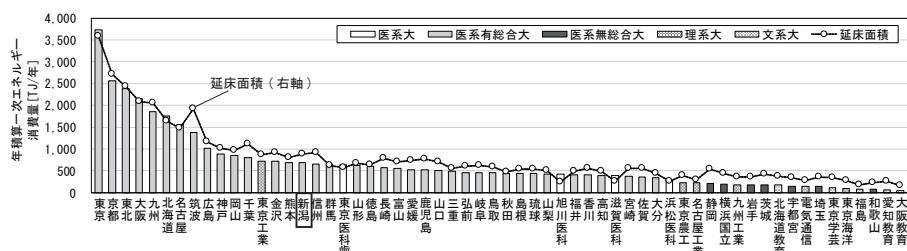


図1 2017年度の各大学の年積算一次エネルギー消費量と延床面積

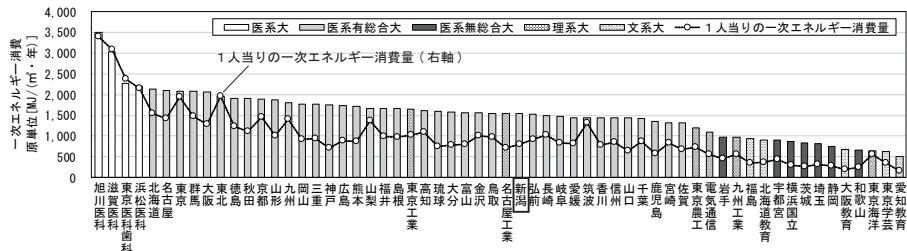


図3 2017年度の各大学の一次エネルギー消費原単位^{注1)}と
1人当たりの一次エネルギー消費量

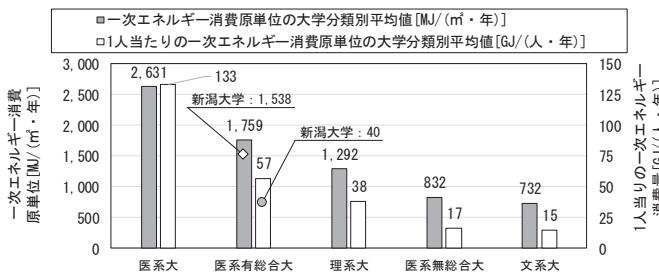


図5 2017年度の一次エネルギー消費原単位と1人当たりの一次エネルギー消費量の大学分類別平均値^{注9)}

重油を燃料とした高温水ボイラによる地域熱供給である。近年の改修工事により EHP・GHP の個別空調が増加しており、地域熱供給の範囲は減少している。

3. 分析結果

3.1 全国の国立大学のエネルギー消費量

図1に2017年度の各大学の年積算一次エネルギー消費量と延床面積を示す。年積算一次エネルギー消費量は、東京大学が約3,700[TJ/年]と最も多く、次いで京都大学が約2,600[TJ/年]、東北大学が約2,400[TJ/年]である。新潟大学は約700[TJ/年]と、金沢大学、信州大学など延床面積が40[万m²]程度の大学と同程度である。

図2に2017年度の各大学の延床面積と一次エネルギー消費量の関係を示す。延床面積と一次エネルギー消費量は正の相関があり、延床面積が大きいほど一次エネルギー消費量が多い傾向がある。

図3に2017年度の各大学の一次エネルギー消費原単位^{注1)}と1人当たりの一次エネルギー消費量を示す。一次エネルギー消費原単位は、旭川医科大学が約3,500[MJ/(m²・年)]と最も多く、次いで滋賀医科大学が約3,000[MJ/(m²・年)]、東京医科歯科大学が約2,300[MJ/(m²・年)]である。新潟大学は約1,500[MJ/(m²・年)]と、金沢大学、鳥取大学、弘前大学などの医学部を有する総合大学と同程度である。1人当たりの一次エネルギー消費量は旭川医科大学が約170[GJ/(人・年)]と最も多く、次いで滋賀医科大学が約150[GJ/(人・年)]、東京医科歯科大学が120[GJ/(人・年)]である。

図4に2017年度の各大学の一次エネルギー消費原単位と1人当

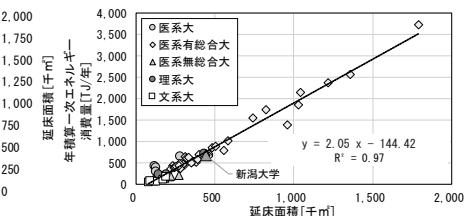


図2 2017年度の各大学の延床面積と一次エネルギー消費量の関係

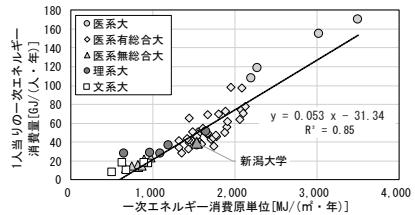


図4 2017年度の各大学の一次エネルギー消費原単位と1人当たりの一次エネルギー消費量の関係

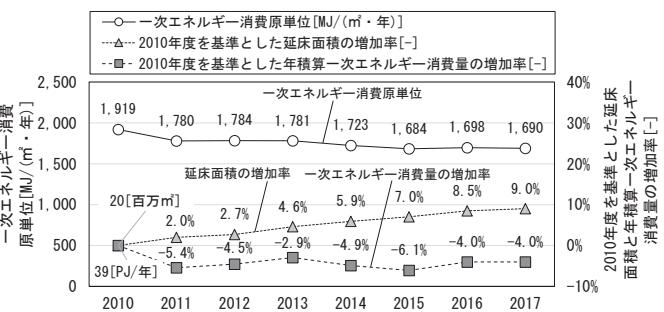


図6 全国54大学^{注10)}を積算した一次エネルギー消費量・延床面積の増加率と年積算一次エネルギー消費原単位の推移

りの一次エネルギー消費量の関係を、図5に2017年度の一次エネルギー消費原単位と1人当たりの一次エネルギー消費量の大学分類別平均値^{注9)}を示す。一次エネルギー消費原単位と1人当たりの一次エネルギー消費量には正の相関があり、決定係数は0.85である(図4)。一次エネルギー消費原単位は、医系大が2,631[MJ/(m²・年)]と最も多く、次いで医系有総合大1,759[MJ/(m²・年)]、理系大1,292[MJ/(m²・年)]である(図5)。1人当たりのエネルギー消費量は、医系大が133[GJ/(人・年)]と最も多く、次いで医系有総合大57[GJ/(人・年)]、理系大38[GJ/(人・年)]である。

図6に全国54大学^{注10)}を積算した一次エネルギー消費量・延床面積の増加率と年積算一次エネルギー消費原単位の推移を示す。延床面積は2017年度は2010年度に比較して9[%]増加しており、年積算一次エネルギー消費量は2017年度は2010年度に比較して4[%]減少している。一次エネルギー消費原単位は2017年度は1,690[MJ/(m²・年)]と2010年度の1,919[MJ/(m²・年)]に比較して12[%]減少している。

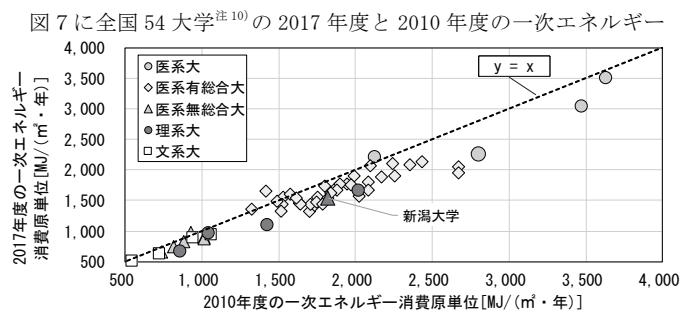


図7 全国54大学^{注10)}の2017年度と2010年度の一次エネルギー消費原単位の関係

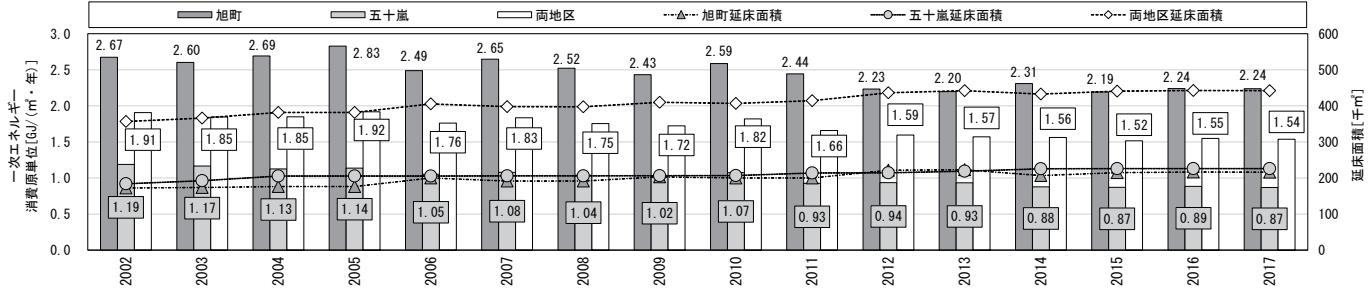


図8 旭町・五十嵐地区の年積算一次エネルギー消費量の推移

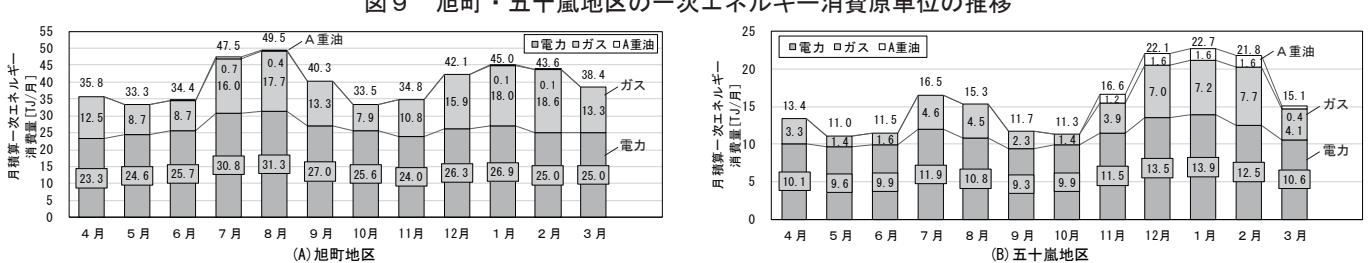


図9 旭町・五十嵐地区の一次エネルギー消費原単位の推移

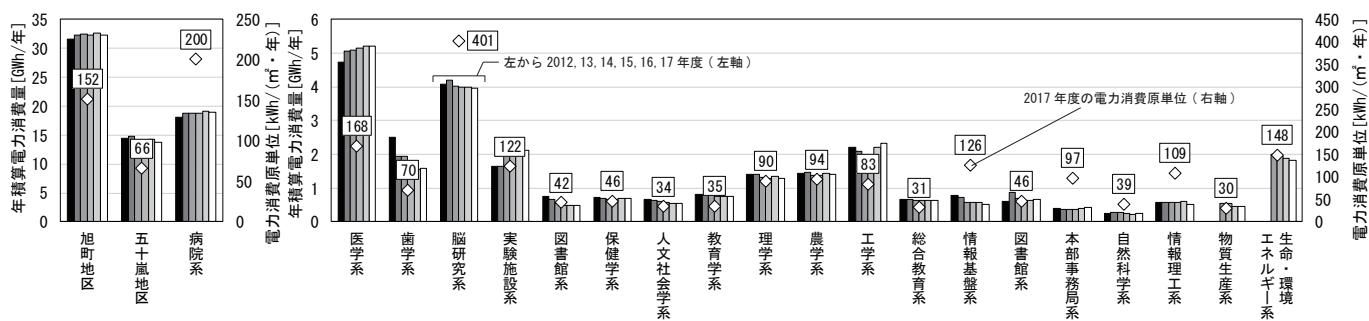


図10 旭町・五十嵐地区の月積算一次エネルギー消費量の年間変化

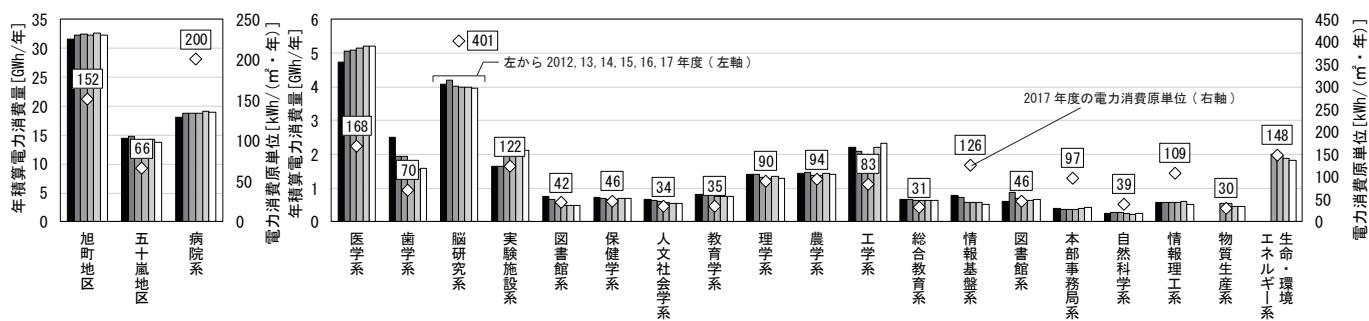


図11 各配電系統の年積算電力消費量推移と電力消費原単位^{注11)}

消費原単位の関係を示す。一次エネルギー消費原単位は2017年度は2010年度に比較して54大学中49大学で減少している。

3.2 新潟大学における一次エネルギー消費量

図8に旭町・五十嵐地区の年積算一次エネルギー消費量の推移を示す。両地区合計の年積算一次エネルギー消費量は、2002年度から2017年度にかけて670～740[TJ/年]程度で推移している。2010年度は740[TJ/年]と最も多いが、これは旭町地区の中央診療棟(延床面積: 11,412 m²)が本格的に稼働したためと考えられる。東日本大震災が発生した翌年度の2011年度は2010年度に比較して、約7[%]減少している。2012年度以降は、670～700[TJ/年]程度で推移している。また2002～2017年度の大学全体の年積算一次エネルギー消費量の割合は旭町地区が7割、五十嵐地区が3割程度である。

図9に旭町・五十嵐地区の一次エネルギー消費原単位の推移を示す。旭町地区的2017年度の一次エネルギー消費原単位は、2.24[GJ/(m²・年)]と全国の医系大学(2.1～3.5[GJ/(m²・年)]) (図3))と同程度である。また2017年度は2002年度の2.67[GJ/(m²・年)]に

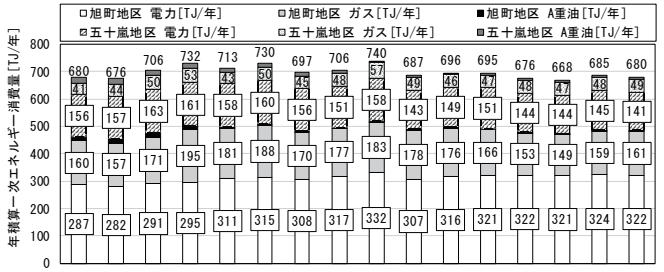


図12 旭町・五十嵐地区の年積算一次エネルギー消費量の推移

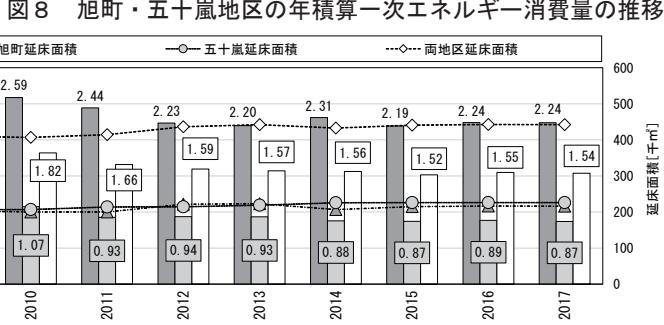


図13 旭町・五十嵐地区の一次エネルギー消費原単位の推移

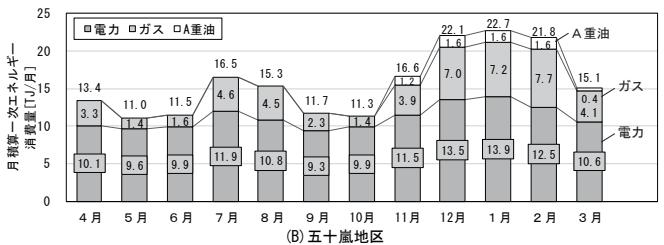


図14 旭町・五十嵐地区の月積算一次エネルギー消費量の年間変化

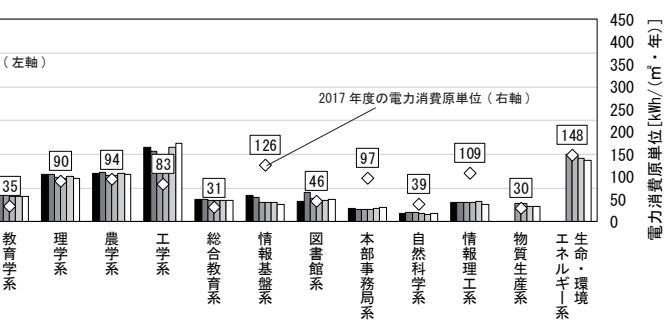


図15 各配電系統の年積算電力消費量推移と電力消費原単位^{注11)}

比較して約 16[%] 減少している。五十嵐地区の 2017 年度の一次エネルギー消費原単位は $0.87[\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ と 2002 年度の $1.19[\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ に比較して約 27[%] 減少している。両地区的 2017 年度の一次エネルギー消費原単位は $1.54[\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ と 2002 年度の $1.91[\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ に比較して、約 19[%] 減少している。一次エネルギー消費原単位の変化の要因としては、継続的に建物の老朽化及び耐震化による改修が行われており、特に五十嵐地区では暖房設備の一部が重油を用いた中央式高温水ボイラによる地域熱供給から GHP 及び EHP の個別空調へ変化していること、増築された建物のエネルギー消費効率が既存の建物に比較して高いこと等が考えられる。

以降の分析では 2017 年度を対象とする。図 10 に旭町・五十嵐地区の月積算一次エネルギー消費量の年間変化を示す。月積算一次エネルギー消費量は、旭町地区では夏季の 8 月が $50[\text{TJ}/\text{月}]$ と年間を通して最も多く、冬季では 1 月が $45[\text{TJ}/\text{月}]$ と多い。電力の一次エネルギー消費量は、夏季の 8 月は $31[\text{TJ}/\text{月}]$ と、冬季の 1 月の $27[\text{TJ}/\text{月}]$ に比較して約 20[%] 多い。一方、五十嵐地区では、冬季の 1 月が $23[\text{TJ}/\text{月}]$ と年間を通して最も多い。ガスの一次エネルギー消費量は、冬季の 2 月は $8[\text{TJ}/\text{月}]$ と夏季の 7 月の $5[\text{TJ}/\text{月}]$ に比較して約 60[%] 多く、冬季の暖房需要が多いと考えられる。

3.3 新潟大学における電力消費量

図 11 に各配電系統の年積算電力消費量推移と電力消費原単位^{注11)} を示す。本分析により大学全体のエネルギー消費量に対して、どの系統が影響を与えているかを把握する。旭町地区の年積算電力消費量は約 $32[\text{GWh}/\text{年}]$ 、五十嵐地区は約 $14[\text{GWh}/\text{年}]$ と旭町地区は五十嵐地区の 2.3 倍である。各配電系統では病院系が約 $19[\text{GWh}/\text{年}]$ と最も多く、旭町地区的約 6 割を占めている。電力消費原単位は旭町地区では $152[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ と、五十嵐地区の $68[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ に

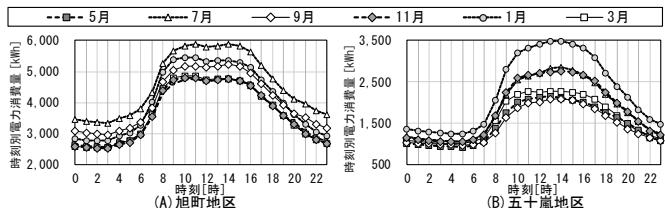


図 12 旭町・五十嵐地区の平日の月平均時刻別電力消費量

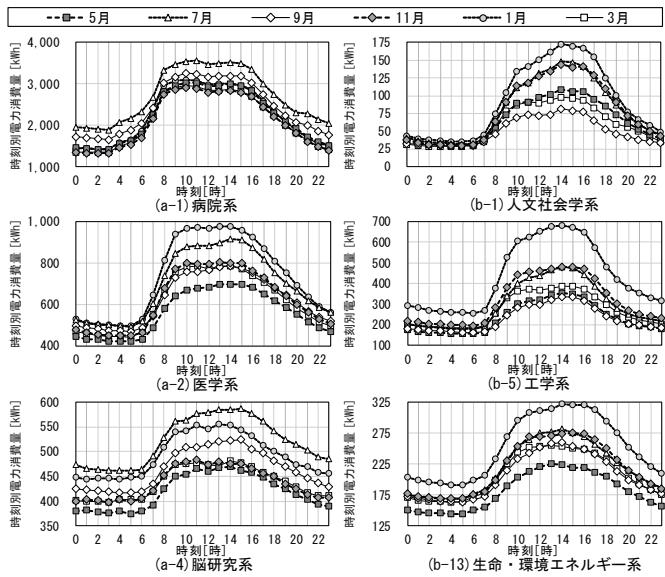


図 13 代表的な配電系統の平日の月平均時刻別電力消費量

比較して 2.2 倍である。各配電系統では脳研究系が $406[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ と突出して多く、病院系は $189[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ であり、全国の病院の平均値^{注12)} と同程度である。旭町地区的電力消費量では、病院系が年間の約 6 割を占めるため、旭町地区全体と病院系の電力消費の変動が類似している。医系有総合大学では、病院が付属する場合、病院系の省エネルギー化を検討することが重要であると考えられる。

図 12 に旭町・五十嵐地区の平日の月平均時刻別電力消費量を、図 13 に代表的な配電系統の平日の月平均時刻別電力消費量を示す。旭町地区は 7 月の電力消費量が最も多く、時刻別最大電力消費量は $5,900[\text{kWh}]$ 程度である。五十嵐地区は 1 月の電力消費量が最も多く、時刻別最大電力消費量は $3,500[\text{kWh}]$ 程度である（図 12）。各配電系統では各月の時刻別最小電力消費量に対する時刻別最大電力消費量は、脳研究系は約 1.2 倍、生命・環境エネルギー系は約 1.6 倍と、年間を通してほぼ同様の値となる（図 13）。これは 24 時間稼働している実験機器等の電力消費量の割合が多いためと考えられる。人文社会学系では年間を通して各月の最小電力消費量は概ね一定である。

図 14 に旭町・五十嵐地区の日積算電力消費量と日平均外気温の関係^{注13)、注14)} を、図 15 に代表的な配電系統^{注15)} の日積算電力消費量と日平均外気温の関係を示す。旭町地区は日平均外気温が高い日が低い日より電力消費量が増加する割合が多い傾向がある。一方、五十嵐地区は日平均外気温が低い日が高い日より電力消費量が増加する割合が多い傾向がある。各配電系統では病院系、脳研究系は日平均外気温が高い日が低い日より電力消費量が増加する割合が多い

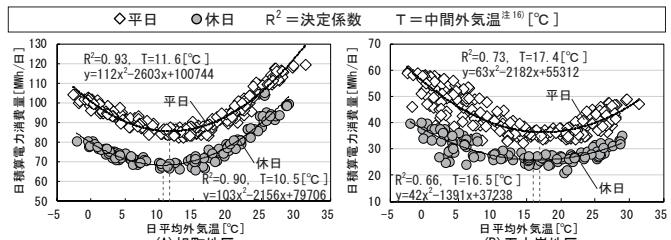


図 14 旭町・五十嵐地区の日積算電力消費量と
日平均外気温の関係
^{注13)、注14)}

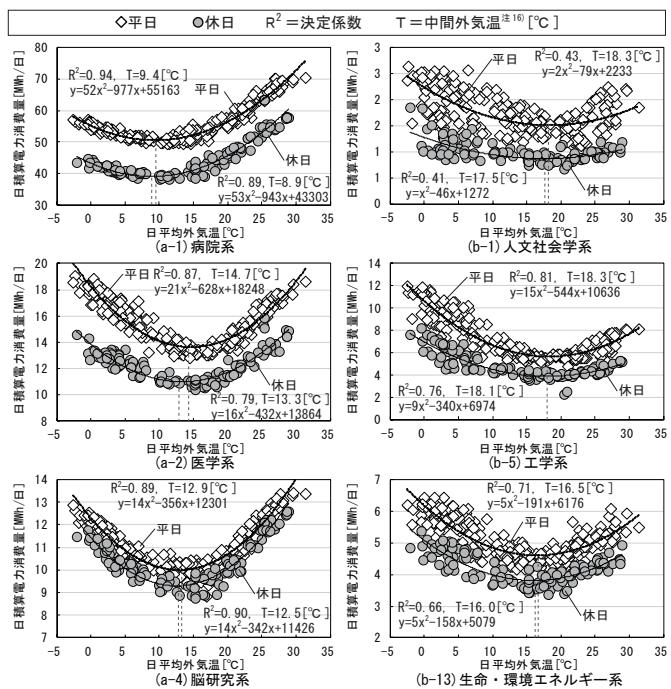


図 15 代表的な配電系統^{注15)} の日積算電力消費量と日平均外気温の関係

傾向がある。また病院系、脳研究系の二次近似曲線の決定係数は、平日・休日共0.9程度であり、日積算電力消費量と日平均外気温の相関は高い。図16に旭町・五十嵐地区の夏季・冬季の時刻別気温感応度（外気温が1[°C]変化した時の電力消費量の増減量を表す指標）を示す。時刻別気温感応度の算出は鳴海ら⁵⁾の手法を参考とし、夏季・冬季それぞれについて、各時刻の電力消費量と外気温の相関図から近似直線の傾きを抽出し1時間毎にプロットする。夏季は外気温1[°C]上昇時の電力消費量の増加量を、冬季は外気温1[°C]低下時の電力消費量の増加量を示している。

夏季における気温感応度は、五十嵐地区では平日・休日0～6時、21～23時は10[kWh/°C]程度、平日14～16時は60[kWh/°C]程度

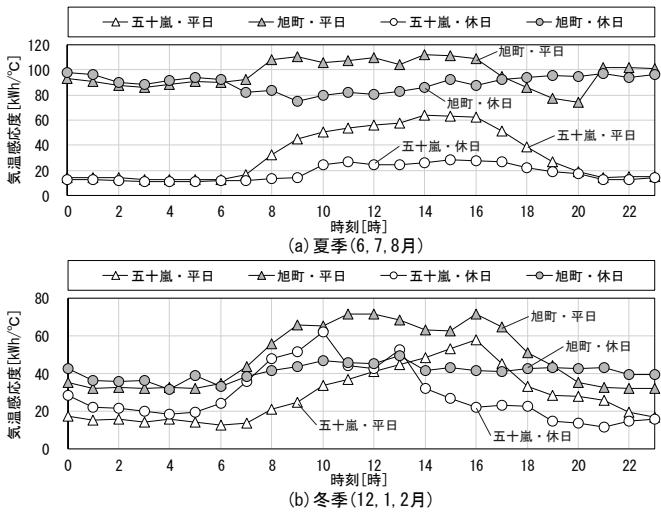


図16 旭町・五十嵐地区の夏季・冬季の時刻別気温感応度

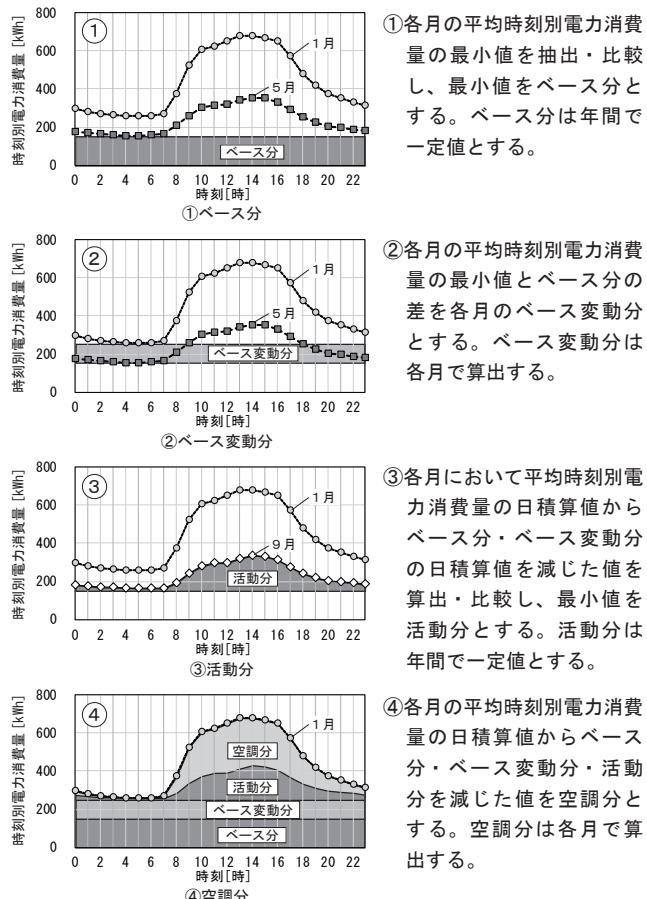


図17 工学系1月平日を例とした電力消費構成の分析方法

である。旭町地区では平日・休日共に1日中約80[kWh/°C]以上と、五十嵐地区に比較して相対的に高く、1日を通して外気温の上昇に対する電力消費量の増加割合が高い。冬季における気温感応度は、旭町地区では、平日・休日共に夜間は40[kWh/°C]程度と、夏季に比較して相対的に低い。

3.4 新潟大学における電力消費構成

大橋ら⁶⁾は大規模総合大学を対象とし、電力消費量をベース分・活動分・非24時間空調分^{注17)}に分離・推計し、ベース分の割合が多いことを明らかにしている。本研究では大橋らの手法を参考とし、旭町・五十嵐地区の電力消費構成を推計する。ただし、外気温

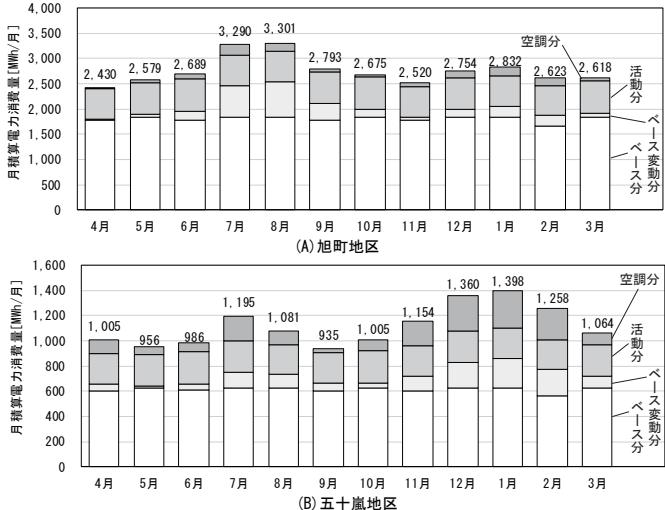
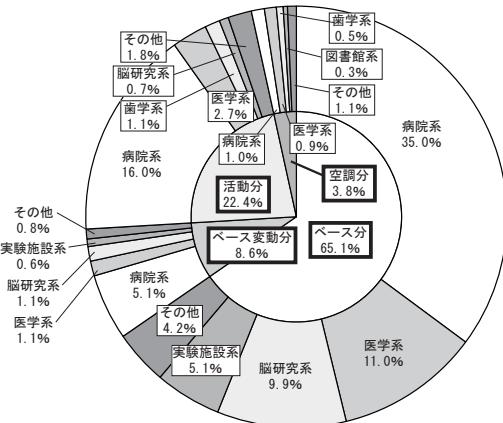
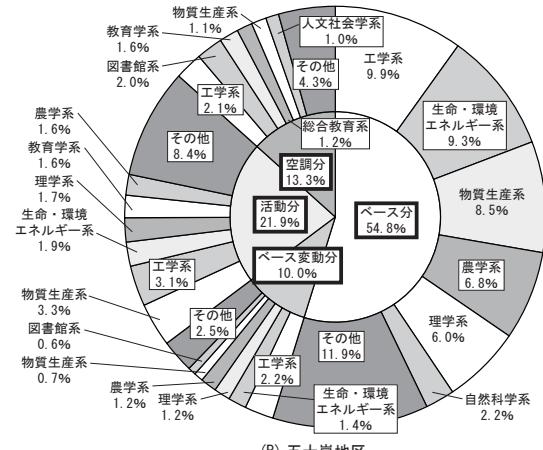


図18 旭町・五十嵐地区の月別電力消費構成



(A) 旭町地区



(B) 五十嵐地区

の変化に伴い変動するベース電力（ベース変動分^{注18)}）を考慮し、独自の方法によりこれを分析する。図17に工学系1月平日を例とした電力消費構成の分析方法を示す。①～④の手順で各系統における電力消費構成を各月、平日・休日別に推計を行う。

図18に旭町・五十嵐地区の月別電力消費構成を示す。旭町地区はベース分は1,800[MWh/月]程度と、各月の56～73[%]を占める。ベース変動分は4・11月では月積算電力消費量の1～2[%]であるのに対し、7・8月は約20[%]である。夏季に月積算電力消費量が増加する主な要因は、ベース変動分によるものであり、24時間稼働している機器（空調（冷房）、冷凍・冷藏設備）の電力消費量の季節変動が旭町地区の電力消費量に影響していると考えられる。特に、標本保存用超低温（-80°C）冷凍庫や冷藏設備が夏季にベース変動分が増加する要因と推察される。五十嵐地区はベース分は600[MWh/月]程度と、各月の44～65[%]を占める。ベース変動分は冬季では、月積算電力消費量の15～17[%]を占める。また空調分は冬季では20～22[%]を占める。冬季に月積算電力消費量が増加する主な要因は、ベース変動分・空調分によるものであり、24時間稼働している機器の電力消費量の季節変動や、日中のみ稼働する暖房機器が五十嵐地区の電力消費量に影響していると考えられる。

図19に旭町・五十嵐地区の年積算電力消費構成を示す。旭町地区は年積算電力消費量の内、ベース分とベース変動分で74[%]を占めている。また、病院系・医学系・脳研究系のベース分は合計で全体の56[%]を占めている。五十嵐地区は年積算電力消費量の内、ベース分とベース変動分で65[%]を占めている。空調分は13[%]と旭町地区の4[%]に比較して、9[%]多い。また、生命・環境エネルギー系、工学系・物質生産系のベース分は合計で全体の28[%]を占めている。

4.まとめ

本論文では、まず全国の国立大学の環境報告書に基づき、各大学の電力・ガス・重油などのエネルギー消費量と延床面積、構成人員数の収集を行い、年間の一次エネルギー消費量、消費原単位の分析を行った。次に、国立の医系有総合大学である新潟大学を対象に時刻別電力消費量と月別ガス・重油消費量の計測結果からエネルギー消費の実態について分析を行い、エネルギー消費特性を把握を行った。以下が本研究で得られた知見である。

全国の国立大学のエネルギー消費量を比較すると、一次エネルギー消費原単位は、医系大が2,631[MJ/(m²・年)]と最も多く、次いで医系有総合大1,759[MJ/(m²・年)]、理系大1,292[MJ/(m²・年)]である。全国の国立54大学の一次エネルギー消費原単位は2017年度は1,690[MJ/(m²・年)]と2010年度の1,919[MJ/(m²・年)]に比較して12[%]減少している。

新潟大学におけるエネルギー消費量は、旭町・五十嵐両地区の2017年度の一次エネルギー消費原単位は1.53[GJ/(m²・年)]と2002年度の1.90[GJ/(m²・年)]に比較して、約19[%]減少している。年積算電力消費量の内、ベース分とベース変動分が旭町地区では74[%]、五十嵐地区では65[%]を占めている。新潟大学における省エネルギーにはベース分・ベース変動分の電力消費量の削減を検討することが重要である。今後はエネルギー消費量が相対的に多い配電系統及び電力消費構成部分を対象として詳細な調査を行い、具体的な省エネ計画を策定・実行し、効果を分析する予定である。

注

- 注1) 床面積1[m²]当りの年積算一次エネルギー消費量。
- 注2) 新潟大学：「新潟大学省エネルギー実行計画2017」、2017年
- 注3) 電力は系統別に1時間毎の積算値を、ガスは系統別に1カ月ごとの積算値を、A重油は地区別に1カ月ごとの消費量の積算値を計測している。
- 注4) 大橋らが2010～2017年度を対象に報告³⁾しているが、各年度の比較では全60大学内の33大学を対象としている。
- 注5) 一次エネルギーとは原油・石炭・天然ガス等の化石燃料や、太陽光・水力・風力等の再生可能エネルギーなど自然から直接得られるエネルギーであり、ジュール[J](熱量)で表される。
- 注6) 「環境配慮促進法」により特定事業者として指定されている国立大学86校中60の国立大学が毎年、作成・公表している。
- 注7) 延床面積は2017年度の値である。
- 注8) 冷温水発生機は貫流式蒸気ボイラーの蒸気を熱源としている。冷温水は主に病院の空調に使用されている。
- 注9) 大学分類は菊田らの既往研究²⁾を参考とする。また一次エネルギー消費原単位と1人当たりの一次エネルギー消費量の大学分類別平均値は、大学分類別の一次エネルギー消費量の合計値を、大学分類別の延床面積・構成人員数の合計値でそれぞれ除して算出する。
- 注10) 2010年の「エネルギー使用の合理化に関する法律」の改正により事業場単位から事業者全体でのエネルギー管理体系となった。それに伴い2009年度以前と2010年度以降環境報告書の対象施設が一致していない大学がある。そのため2010年度以降発行の環境報告書を対象とする。また、データが得られなかった6大学は除いている。
- 注11) 床面積1[m²]当りの年積算電力消費量。2012から2017年度の延床面積は、2012年度を基準とすると旭町地区では約2%減少、五十嵐地区では約3%増加している。
- 注12) 一般社団法人日本ビルエネルギー総合管理技術協会：建築物エネルギー消費量調査報告第40報、2018年
- 注13) 日積算電力消費量は2017年度における計画停電日を除いたデータを用いる。日平均外気温は新潟市における気象庁のアメダス測定データを用いる。
- 注14) 日積算電力消費量と日平均外気温の関係を明らかにすることで、省エネルギー計画の基礎資料となると考えられる。外気温と電力消費量の相関が高い場合、空調設備の更新や運用方法の改善、断熱修繕によるエネルギー削減効果が高いと考えられる。また日平均外気温が高い日に低い日より電力消費量が増加する割合が多い場合、冷房用だけでなく、冷凍・冷藏設備に関するエネルギー消費量の削減が重要であると考えられる。
- 注15) 代表的な配電系統は、医系、病院系、文系（人文社会学系・教育学系）、理系（理学系・工学系・農学系）等の系統からそれぞれ選出する。
- 注16) 二次近似曲線の頂点より得られる日積算電力消費量が最小となる日平均外気温。
- 注17) ベース分は人の有無に関わらず常に消費される電力、活動分は人の活動に伴い消費される空調以外の電力、空調分は人の活動に伴い稼働する空調機器等により消費される電力と考える。なお、旭町地区的自家発電機は日中のピークカットのみに使用されているため、自家発電量は空調分とする。
- 注18) ベース変動分は24時間稼働している機器の電力消費量の内、外気温の変化に伴い変動する電力消費量と考える。

参考文献

- 1) 酒井伸一、浅利美鈴、藤本成彬：低炭素化に向けた大学の環境報告書に関するベンチマークリング研究、大学等環境安全協議会会誌「環境と安全」、第1巻、第1号、pp.51-60、2010.3
- 2) Kikuta K., Hayama H. : ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION STRUCTURE ON LARGE-SCALE UNIVERSITY CAMPUSES, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.80, No.711, pp.461-469, 2015.5 (in Japanese)
菊田弘輝、羽山広文：大規模総合大学キャンパスのエネルギー消費構造の分析、日本建築学会環境系論文集、第80巻、第711号、pp.461-469、2015.5
- 3) 大橋巧、吉田聰美：全国の大学施設におけるエネルギー消費実態の比較分析、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.911-912、2019.9
- 4) 富田真生、赤林伸一、有波裕貴：大学施設におけるエネルギー消費量に関する研究 その2 新潟大学医歯学系キャンパスを対象としたエネルギー消費実態、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.917-918、2019.9
- 5) 鳴海大典、下田吉之、水野稔：気温変化が地域の電力消費に及ぼす影響、エネルギー・システム・経済・環境コンファレンス講演論文集、pp.109-112、2005.1
- 6) Ohashi T., Miyazaki M., Shimoda Y. : STUDY ON ENERGY CONSUMPTION CHARACTERISTICS OF LARGE-SCALE UNIVERSITY FACILITIES, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.78, No.684, pp.193-201, 2013.2 (in Japanese)
大橋巧、宮崎正幸、下田吉之：大規模総合大学施設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

[2020年2月4日原稿受理 2020年4月24日採用決定]