

## 32. コロナ禍が大学のエネルギー消費に与えた影響 —SDGsと感染症対策の相互関係を考える—

柳下 直美<sup>1</sup>・木原 駿<sup>1</sup>・高橋 昌汰<sup>1</sup>・北条 彩夏<sup>1</sup>・増原 直樹<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科 (〒670-0092兵庫県姫路市新在家本町1-1-12)

\* E-mail: nmasuhara@shse.u-hyogo.ac.jp

本研究は、2050年カーボンニュートラルを目指す各部門の取組みの中でも業務部門に着目し、筆者らの教育研究活動と関連の深い大学を研究対象とする。SDGsと脱炭素に関する喫緊の課題である新型コロナ感染症対策は、例えば授業・勤務形態の転換に始まり、学生や教職員の大学における物理的な滞在時間の変化を経由して、各大学のエネルギー消費に影響すると考えた。そこで、全国60大学の環境報告書に記載されたデータを基に、コロナ禍前後（正確には後ではなく中）のエネルギー消費量原単位を比較したところ、①コロナ禍前に比較して24%のエネルギー消費原単位減少に成功した大学の存在、②医科大学、医学・歯学部におけるエネルギー消費削減の困難さ、などが明らかになった。

**Key Words :** COVID-19, university, energy consumption, SDGs, infection prevention measures

### 1. 研究の背景と目的

2015年に誕生したSDGs（持続可能な開発目標、9月）とパリ協定（12月）は、持続可能で脱炭素型の社会構築に向けて、「車の両輪」のように重要な役割を果たすと考えられる<sup>1)</sup>。気候変動に関する取組みはSDGsのゴール13へ主に位置づけられている一方で、各国の脱炭素に向けた具体的な目標や取組みの方向性はパリ協定に代表される国連気候変動枠組み条約締約国会議の成果に委ねられている。両者が目指す方向として、まずSDGsの多くのターゲットの目標年は2030年とされており、さらに例えば日本では温室効果ガス（GHG）排出量を2030年度に46%削減（2013年度比）といった2050年カーボンニュートラル（CN）を踏まえた目標設定もなされている。

本研究では、2050年CNを目指す各部門の取組みの中でも、業務その他部門に着目する。日本のGHG排出量をみると、業務その他部門のGHG排出量は2013年度から2020年度にかけて減少傾向（この間で約23%減少）にあるものの、京都議定書で基準年度とされていた1990年度と比較すると、産業、運輸、家庭、業務その他のいわゆる主要4部門のうち、家庭と並んで増加している部門となる<sup>2)</sup>。さらに業務その他部門のうち、筆者らの教育研究活動と関連の深い教育機関（大学）をとりあげ、本論文の研究対象とする。

さらに、SDGsと脱炭素の関係を検討するうえで、2020年以降に喫緊の課題となったのは、SDGsのゴールのうち健康、教育、ジェンダー、経済・雇用などと関係する感染症対策である。周知の通り、2020年1月に日本初の感染者が確認されてから2年以上にわたり、社会生活の多方面に新型コロナ感染症の影響がみられる。大学においても、他の教育機関と同様（あるいは、それ以上に）対面からオンライン授業への切り替えや教職員に対する在宅勤務などが推奨された。

このような感染症対策は、大学におけるエネルギー消費にどのような影響を与えたのか、というのが本研究の主題である。つまり、授業形態や勤務形態の切り替えは、学生や教職員等がどの程度、物理的に大学に滞在するかという行動変化を経由して、各大学のエネルギー消費量に影響した、というのが仮説である。敷衍すれば、SDGsや脱炭素といった比較的中長期の目標やゴールと感染症対策のような比較的短期の取組みの相互関係は、どのように捉えればよいのかという間にもつながる。

今回はその手がかりとして、コロナ禍前後（正確にいうと、後ではないが）の全国の大学におけるエネルギー消費量の変化を把握する。使用するデータとして、約60の国立大学法人で公開されている環境報告書等が主となる。まとめると、本研究の目的は、コロナ禍前後の大学におけるエネルギー消費状況の変化を明らかにすること

である。さらに、その変化の要因として考えられる事象を仮説的に抽出する。

## 2. 研究のデータと方法

### (1) 研究に用いるデータ

コロナ禍前のデータは、2020年3月時点で環境省の「環境報告書一覧<sup>3)</sup>」に掲載されていた国立大学法人56大学の環境報告書から得た。当該時点で最新の環境報告書(2018年度のデータ)から、エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量、学生・職員数、延床面積等の約60項目についてデータの有無を調査し、一覧表に整理した。

それらのうち本論文では、延床面積当たりエネルギー消費量及び構成員1人当たりエネルギー消費量を原単位として設定し、いずれかのデータが有効である計54大学を分析対象とした。

コロナ禍中のデータは、環境省の「環境報告書一覧<sup>3)</sup>」に報告書を掲載している環境配慮促進法第2条で規定される特定事業者のうち国立大学法人60大学を対象として、同様のデータ(2020年度のデータ)を収集、整理した。有効データは58大学とコロナ前より4大学多かった。

### (2) 研究の方法

得られたデータについてはまず単純集計として、各大学におけるエネルギー消費原単位の変化率を算出するとともに、原単位の最大値・最小値、変化率の最大値・最小値を求め、それぞれの平均値及び分散を整理する。これらの結果を踏まえ、原単位や変化率の大きい(小さい)大学に共通する特性の抽出を試みる。

さらに、エネルギー消費原単位やその変化率に影響を及ぼすと考えられる大学の属性ごとにクロス集計を試み、最後に仮説をブラッシュアップさせる。

## 3. 得られた結果

### (1) エネルギー消費原単位の差異

大学におけるエネルギー消費原単位の基本統計量は**表-1**及び**表-2**の通りである。まず延床面積当たりの原単位をみると、コロナ禍前後を問わず、最大値は約4,500MJ/m<sup>2</sup>、最小値は約400MJ/m<sup>2</sup>と10倍以上の開きがあり、このことを反映し標準偏差は690MJ/m<sup>2</sup>と最小値より多くなっており、各大学のばらつきが大きくなっている。

また、平均値はコロナ禍前後を問わず、1,500MJ/m<sup>2</sup>前後となっており、これは省エネルギーセンターが示す学校の平均値1,494MJ/m<sup>2</sup>と同等で、妥当な値といえる。

表-1 エネルギー消費原単位(MJ/m<sup>2</sup>)の基本統計量

|        | コロナ禍前<br>(2018年度) | コロナ禍<br>(2020年度) |
|--------|-------------------|------------------|
| 有効データ数 | 53                | 55               |
| 最大値    | 4,576             | 4,420            |
| 最小値    | 450               | 373              |
| 平均値    | 1,528             | 1,489            |
| 標準偏差   | 682               | 694              |

表-2 エネルギー消費原単位(MJ/人)の基本統計量

|        | コロナ禍前<br>(2018年度) | コロナ禍<br>(2020年度) |
|--------|-------------------|------------------|
| 有効データ数 | 55                | 59               |
| 最大値    | 168,788           | 169,385          |
| 最小値    | 8,459             | 6,491            |
| 平均値    | 47,771            | 46,709           |
| 標準偏差   | 32,687            | 31,804           |

表-3 エネルギー消費原単位変化率の基本統計量

|        | 延床面積あたり<br>原単位の変化率 | 人あたり<br>原単位変化率 |
|--------|--------------------|----------------|
| 有効データ数 | 52                 | 53             |
| 最大値    | +24%               | +14%           |
| 最小値    | -24%               | -23%           |
| 平均値    | -3%                | -2%            |

次に構成員1人当たりの原単位は、コロナ禍前後を問わず、最大値は約170,000MJ/人、最小値は約7,500MJ/人と20倍以上の開きがあり、延床面積当たりの原単位よりも当該倍率が大きい。このことを反映し標準偏差は32,000MJ/人と最小値の4倍を上回っており、大学間の差異が極めて大きくなっていることがわかる。

また、平均値はコロナ禍前後を問わず47,000MJ/人前後となっているが、後述するように特定類型の大学が1人あたり原単位を大きく引き上げる状態であることから、それら類型を除いた平均値の算出も必要と考えられる。

### (2) エネルギー消費原単位の変化率

コロナ禍前後のエネルギー消費原単位を比較すると、延床面積当たりでは平均3%の削減、構成員1人当たりでは平均2%の削減がみられた。延床面積当たり原単位で、最も削減割合が高かった大学は24%(愛知教育大学)であり、逆に最も増加割合が高かった大学も24%であった。

構成員1人当たり原単位でも、最も削減割合が高かった大学は同様に愛知教育大学で、削減率は23%であった。逆に最も増加割合が高かった大学は14%であった。

表-4 エネルギー消費原単位(MJ/m<sup>2</sup>)の多い上位5大学

| 大学名   | コロナ禍前<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | コロナ禍<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | 変化率  |
|-------|-------------------------------|------------------------------|------|
| N大学   | 4,575.5                       | 4,420.4                      | -3%  |
| A医科大学 | 3,125.9                       | 3,557.3                      | 14%  |
| S医科大学 | 3,023.2                       | 3,014.3                      | 0%   |
| T医科大学 | 2,228.0                       | 2,140.2                      | -4%  |
| O大学   | 2,065.2                       | 1,857.9                      | -10% |

表-5 エネルギー消費原単位(MJ/m<sup>2</sup>)の少ない上位5大学

| 大学名    | コロナ禍前<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | コロナ禍<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | 変化率  |
|--------|-------------------------------|------------------------------|------|
| 和歌山大学  | 449.5                         | 556.3                        | 24%  |
| 愛知教育大学 | 491.7                         | 373.3                        | -24% |
| 静岡大学   | 729.2                         | 709.7                        | -3%  |
| 福島大学   | 760.6                         | 713.4                        | -6%  |
| 横浜国立大学 | 774.2                         | 600.7                        | -22% |

#### 4. 考察

##### (1) エネルギー消費原単位の多寡に影響する要因

コロナ禍前後の値にいずれも欠落がない大学のうち、延床面積当たりのエネルギー消費原単位が多い上位5大学を表-4に示す。なお、特定の大学のエネルギー消費原単位が多いことを問題にする意図がないことから、頭文字表記とした(以下、同様)。

一見してわかるように、上位5大学中、医科大学が3つと過半数を占めている他、N大学及びO大学にも医学部と歯学部が含まれており、こうした医学・歯学部におけるエネルギー消費原単位がそもそも多いことが推察される。これら5大学は地理的には、北海道から九州まで南北に広く点在していることから、寒冷地に位置する大学の消費が多いといった傾向はみられない。

さらに、コロナ前のエネルギー消費原単位を基準として、延床面積当たりのエネルギー消費原単位が少ない大学を5つ抽出した(表-5)。これらの共通点を見出すのはやや困難であるが、原単位が多い大学と比較すると、原単位が少ない大学の上位に医科大学は含まれていない。また、地理的には5大学すべてが太平洋側に位置し、福島大学以外は温暖な地域に立地しているようにみえる。

これら5大学の学部構成を調べたところ、理工学部のような理系学部は各大学とも1~3学部であり、医学部や歯学部といった医歯系学部が含まれていないことがわかった(表-6)。

表-6 エネルギー消費原単位の少ない大学の学部構成

| 大学名    | 法律<br>経済 | 社会<br>国際 | 教育<br>家政 | 理学<br>工学 | その他       |
|--------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 和歌山大学  | 1        |          | 1        | 1        | 観光        |
| 愛知教育大学 |          |          | 1        |          |           |
| 静岡大学   |          | 1        | 1        | 2        | 情報,<br>農学 |
| 福島大学   | 2        | 1        |          | 1        | 食農        |
| 横浜国立大学 | 2        |          | 1        | 1        | 都市        |
| 埼玉大学   | 1        |          | 1        | 2        | 教養        |

表-7 エネルギー消費原単位(MJ/人)の多い上位5大学

| 大学名   | コロナ禍前<br>(MJ/人) | コロナ禍<br>(MJ/人) | 変化率 |
|-------|-----------------|----------------|-----|
| A医科大学 | 168,788         | 169,385        | 0%  |
| S医科大学 | 155,129         | 154,879        | 0%  |
| H医科大学 | 111,892         | 114,128        | 2%  |
| T医科大学 | 111,405         | 105,076        | -6% |
| T大学   | 98,542          | 93,713         | -5% |

表-8 エネルギー消費原単位(MJ/人)の少ない上位5大学

| 大学名    | コロナ禍前<br>(MJ/人) | コロナ禍<br>(MJ/人) | 変化率  |
|--------|-----------------|----------------|------|
| 愛知教育大学 | 8,459.2         | 6,491.1        | -23% |
| 和歌山大学  | 12,493.9        | 10,826.5       | -13% |
| 静岡大学   | 14,014.5        | 13,672.9       | -2%  |
| 横浜国立大学 | 14,514.3        | 11,354.2       | -22% |
| 埼玉大学   | 15,736.9        | 14,177.0       | -10% |

次に、大学構成員1人当たりのエネルギー消費原単位が多い上位5大学を表-7に示す。一見してわかるように、上位5大学中、医科大学が4つを占めている他、T大学にも医学部と歯学部が含まれており、延床面積当たりのエネルギー消費原単位と同様、こうした医学・歯学部におけるエネルギー消費原単位がそもそも多いことが推察される。また、これら5大学は地理的には、北海道から関西まで広く点在していることから、寒冷地に位置する大学の消費が多いといった傾向はみられない。

さらに、コロナ前のエネルギー消費原単位を基準として、構成員1人当たりのエネルギー消費原単位が少ない大学を5つ抽出した(表-8)。これらの共通点を考察すると、原単位が少ない大学には医科大学は含まれていない上、地理的には5大学すべてが太平洋側に位置し、温暖な地域に立地しているようにみえる。なお、1人当た

表-9 エネルギー消費原単位(MJ/m<sup>2</sup>)が増加した大学

| 大学名    | コロナ禍前<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | コロナ禍<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | 変化率 |
|--------|-------------------------------|------------------------------|-----|
| W大学    | 449.5                         | 556.3                        | 24% |
| H1医科大学 | 1,828.9                       | 2,261.7                      | 24% |
| A1医科大学 | 3,125.9                       | 3,557.3                      | 14% |
| K1大学   | 1,540.5                       | 1,706.9                      | 11% |
| K2大学   | 1,443.8                       | 1,570.0                      | 9%  |
| H2大学   | 1,969.2                       | 2,119.0                      | 8%  |
| S大学    | 1,479.3                       | 1,563.2                      | 6%  |
| A2大学   | 1,771.1                       | 1,807.1                      | 2%  |

表-11 エネルギー消費原単位(MJ/人)が増加した大学

| 大学名   | コロナ禍前<br>(MJ/人) | コロナ禍<br>(MJ/人) | 変化率 |
|-------|-----------------|----------------|-----|
| A大学   | 51,801          | 52,673         | 2%  |
| O大学   | 63,279          | 64,379         | 2%  |
| H医科大学 | 111,892         | 114,128        | 2%  |
| G大学   | 40,489          | 41,339         | 2%  |
| Y1大学  | 32,019          | 32,985         | 3%  |
| I大学   | 23,004          | 23,947         | 4%  |
| H大学   | 74,341          | 78,778         | 6%  |
| Y2大学  | 46,052          | 52,400         | 14% |

表-10 エネルギー消費原単位(MJ/m<sup>2</sup>)が10%以上減少した大学

| 大学名     | コロナ禍前<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | コロナ禍<br>(MJ/m <sup>2</sup> ) | 変化率  |
|---------|-------------------------------|------------------------------|------|
| 愛知教育大学  | 491.7                         | 373.3                        | -24% |
| 横浜国立大学  | 774.2                         | 600.7                        | -22% |
| 茨城大学    | 829.6                         | 670.1                        | -19% |
| 電気通信大学  | 1064.9                        | 890.7                        | -16% |
| 筑波大学    | 1669.0                        | 1396.8                       | -16% |
| 宇都宮大学   | 885.0                         | 742.0                        | -16% |
| 名古屋工業大学 | 1487.0                        | 1250.9                       | -16% |
| 三重大学    | 1862.3                        | 1571.8                       | -16% |
| 埼玉大学    | 809.4                         | 711.4                        | -12% |
| 香川大学    | 1410.1                        | 1243.0                       | -12% |
| 千葉大学    | 1390.0                        | 1242.2                       | -11% |
| 大分大学    | 1458.3                        | 1304.9                       | -11% |
| 大阪大学    | 2065.2                        | 1857.9                       | -10% |

表-12 エネルギー消費原単位(MJ/人)が10%以上減少した大学

| 大学名     | コロナ禍前<br>(MJ/人) | コロナ禍<br>(MJ/人) | 変化率  |
|---------|-----------------|----------------|------|
| 愛知教育大学  | 8,459           | 6,491          | -23% |
| 横浜国立大学  | 14,514          | 11,354         | -22% |
| 香川大学    | 46,079          | 36,986         | -20% |
| 茨城大学    | 16,936          | 14,072         | -17% |
| 電気通信大学  | 28,200          | 23,655         | -16% |
| 宇都宮大学   | 21,896          | 18,534         | -15% |
| 名古屋工業大学 | 34,631          | 29,276         | -15% |
| 大分大学    | 36,681          | 32,309         | -12% |
| 埼玉大学    | 15,737          | 14,177         | -10% |

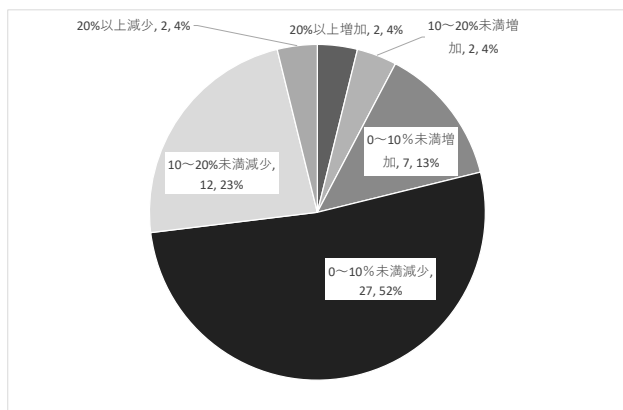


図-1 エネルギー消費原単位(MJ/m<sup>2</sup>)の変化率の分布

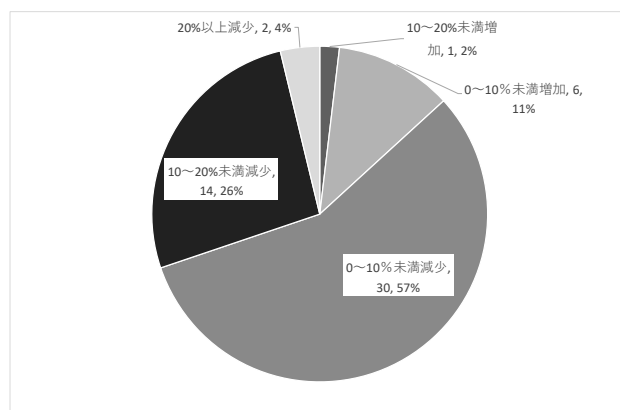


図-2 エネルギー消費原単位(MJ/人)の変化率の分布

り消費原単位が少ない上位5大学のうち4つの大学は延床面積当たり原単位が少ない上位にも含まれていた。

## (2) エネルギー消費原単位の変化率に影響する要因

考察の最後にあたり、延床面積当たり、構成員1人当たりそれぞれのエネルギー消費原単位について、増加率、減少率が大きかった大学を抽出する(表-9~12)。それら大学の特性から、増加や減少に影響する要因を見出す。

さらに、それぞれの原単位変化率の分布を概観することで、コロナ禍が大学のエネルギー消費に与えた影響を総括する。

まず延床面積当たり原単位の変化率の分布(図-1)から、4分の3以上の大学でコロナ禍の間にエネルギー消費が減少し、中でも0~10%未満の減少が27大学で52%と最も多く、次いで10~20%未満の減少が12大学で23%であったことがわかる。また、1人当たり原単位の変化率の分布(図-2)から、8割以上の大学においてコロナ禍の間にエネルギー消費が減少し、中でも0~10%未満の減少が30大学で57%と最も多く、次いで10~20%未満の減少が14大学で26%であったことがわかる。

延床面積当たり原単位で10%以上削減した大学(表-10)に着目すると、2020年4月に新型コロナウイルス感染症に関連して初めて緊急事態宣言が発出された埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、大阪府、兵庫県及び福岡県に所在する大学が5つ(横浜国立、電気通信、埼玉、千葉、大阪)含まれており、緊急事態宣言期間の相対的な長さがエネルギー消費原単位の減少に影響している可能性がある。

さらに2021年1月の緊急事態宣言では、上記に加え、栃木県、愛知県などが他の県に比較して早期に対象地域となったことから、愛知教育大学、宇都宮大学や名古屋工業大学はこの影響を受けている可能性もある。

1人当たり原単位でも(表-12)、延床面積当たりと同様の大学が減少率上位のランキングに入っており、同様に、緊急事態宣言対象の期間の長さがエネルギー消費に影響を与えたと推察される。

## 5. まとめと今後の課題

現時点での主な結果をまとめると、次の5点に要約される。

第一に、コロナ禍前後の大学におけるエネルギー消費原単位を比較するためのデータを各大学の環境報告書から収集し、例えば延床面積当たり原単位の平均値は既報の値と近く、全体として適正なデータが収集できたと考えられる。

第二に、延床面積当たりの原単位に比べて、構成員1人当たりの原単位は、最小値と最大値の間の倍率が大きく、また標準偏差も大きいことから、大学間の差異が比較的大きくなっていることがわかった。

第三に、いずれの原単位の場合でも、原単位を引き上げる要因として医学部や歯学部を有している場合、あるいは医科大学であることが大きく影響している可能性があり、今後、学部単位での原単位分析が重要となることが示唆される。

第四に、いずれの原単位の場合でも、大学が寒冷地に立地することは学部構成以上に原単位を引き上げる要因としては影響が少なく、逆に大学が比較的温暖な地域に立地していることは原単位を若干引き下げている可能性がある。

第五に、コロナ禍前後で原単位の変化率をみると、最も削減した大学では24%減少の一方で、24%増加した大学もあった。しかしながら、医科大学や医学部を有する大学は新型コロナウイルス感染症患者の検査や入院で大きな役割を果たしていると考えられ、一律なエネルギー消費原単位の減少を求めることは困難である。また、10%以上削減できた大学の一覧表からは、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、大阪府など、他の県に比べて緊急事態宣言の対象となっていた期間が相対的に長い県に立地する大学が目立っており、同宣言が大学におけるオンライン授業や在宅勤務の実施割合を経由して、エネルギー消費に影響を与えた可能性がある。この点について、各大学の現状も含めた厳密な検証は今後の課題である。

**謝辞：**本研究の一部は、環境研究総合推進費「ローカルSDGs推進による地域課題の解決に関する研究」(JPMEERF20211004)及び文部科学省「大学の力を結集した、地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発JPJ009777」の支援・助成を受けたものである。

## 参考文献

- 1) 増原直樹(分担執筆)、小端拓郎(編著)：都市の脱炭素化、pp.164-173, 2021.
- 2) 環境省：2020年度(令和2年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について、2022.
- 3) 環境省：もっと知りたい環境報告書 Web、[https://www.env.go.jp/policy/hairyo\\_law/post\\_157.html](https://www.env.go.jp/policy/hairyo_law/post_157.html)。(参照時期は本文へ記載)