

SDGs に関連したシンポジウム（補論） 「ZERO CARBON ポスターセッションチャレンジ」に参加して

A Symposium Related to SDGs (Supplement)
Report on Participation in “Zero Carbon Poster Session Challenge”

＜プロジェクト・メンバー＞

石田 博之^{†1} 勝又 理紗^{†2} 坂本 直人^{†2} 須田 ほのか^{†2}
田作 優奈^{†2} 田中 允喜^{†2} 林 七海^{†2} 山本 紘夢^{†2}

Ishida Hiroyuki^{†1} Katsumata Risa^{†2} Sakamoto Naoto^{†2} Suda Honoka^{†2} Tasaku Yuna^{†2}
Tanaka Masayuki^{†2} Hayashi Nanami^{†2} Yamamoto Hiromu^{†2}

^{†1} 青山学院大学 社会情報学部

^{†1} School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

^{†2} 青山学院大学 社会情報学部 3 年生

^{†2} School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University 3rd year student

キーワード：SDGs, ゼロ・カーボン施策, ポスターセッション

Keywords: SDGs, Zero Carbon Policies, Poster Session

1. 事業の目的と概要

本事業は、相模原市が未来の環境を担う大学生から、従来の発想にとらわれない脱炭素施策を提案してもらうために開催したもので、令和 4 年 12 月 17 日（土）に青山学院大学相模原キャンパス E 棟にて実施された。テーマは「2050 年の脱炭素社会の実現に向けて、市民や事業者を巻き込んで相模原市が行うべき施策について」で、青山学院大学、桜美林大学、麻布大学、国士舘大学の 4 大学 9 チームが参加した。本学からは社会情報学部の南部ゼミから 2 チーム、石田ゼミから 3 チームの計 5 チームが参加した。参加チームは自分たちの提案をポスターにまとめ、外部審査委員、参加者、一般来場者に提案内容を報告した。投票の結果、本学からは ZERO CARBON 賞（総合的に

最も評価が高かったチーム）を南部ゼミ A チームが、審査委員特別賞をキエーロチームが受賞した。

石田ゼミから参加した 3 チームと提案内容は以下である。

- ・キエーロチーム「キエーロでコンポスト！ゴミ ZERO 大作戦！」（須田ほのか・林七海，社会情報学部 3 年生）
- ・トリジェネ「トリジェネレーションで脱炭素と地域振興」（勝又理紗・田中允喜・山本紘夢，同上）
- ・田作チーム「相模原市の学校施設における ZEB の導入」（坂本直人・田作優奈，同上）

各チームの提案内容をレポートにまとめたので、以下に紹介する。

2. キーロでコンポスト！ ゴミ ZERO 大作戦！

2-1. ごみ問題の現状

図1より相模原市は一般ゴミの4割が生ゴミであることが分かる。生ゴミとは食べ残し等の食品ロスと、調理くずのことを指す。また、図2より一般家庭から出る年間の食品ロスは概ね増加傾向であることが分かる。ゴミを削減するための施策が必要であると考えた。



図1 生ゴミが占める割合

出典：相模原市 HP「はじめよう！生ごみダイエット！」より

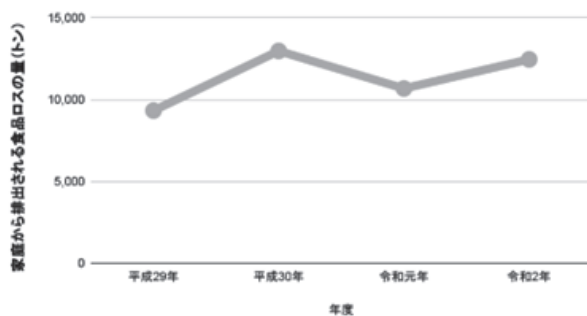


図2 家庭から排出される食品ロスの量（トン）と年度

出典：相模原市 HP「食品ロス」より

2-2. 森林問題の現状

相模原市の総面積の6割が森林であるがそのほとんどが使用されていない。これにより生態系の破壊、枯れて倒れた木や土壌がダムに流れ込む、不法投棄等の問題が発生する。森林を再生可能な資源として循環的に活用する必要がある、相模原市の森林の資源をゴ

ミの削減に活かすことがゼロカーボンに有効的であると考えた。

2-3. 目的

生ゴミの削減によって、以下の3つの効果が見込まれる。

効果1 ゴミの重量削減により、ゴミ収集時の燃費向上

効果2 ゴミの焼却効率向上

効果3 ゴミ発電による発電効率向上

これらの効果が達成されることで、二酸化炭素が削減されることを目指す。

2-4. 生ごみの削減方法

コンポスト化容器「キーロ」を用いて生ゴミの削減を目指す。コンポストとは家庭から出る生ゴミなどの有機物を微生物の働きを活用して発酵・分解させ、堆肥をすることである。キーロとは土の力で生ゴミを分解する生ごみ処理機を指す。キーロの容器を相模原市の木材にすることで森林問題の解決も目指す。キーロは以下5つの利点がある。

利点1 消費型であるため土は増加しない

利点2 水分が必要であるため生ゴミの水切りは不要

利点3 ランニングコストがゼロ

利点4 堆肥として活用可能

利点5 コンパクトサイズ

2-5. 堆肥の再利用方法

キーロでできた堆肥は一部を相模原市の山林での活用、一部を地元農家や市民農園で活用をする。食品ロスや調理くずなどの生ゴミが出る→キーロでコンポストする→街の回収場所へ土を持参、回収、運搬を行う→一部は山林へ運び、一部は地元農家や市民農園で活用する→キーロでできた堆肥で野菜を栽培する→食事をするという循環型社会を目指す。

2-6. 先行事例「LFC コンポスト」

「LFC コンポストのソーシャルインパクト」という2021年度に「2030年 生ゴミ焼却ゼロ」を目指し、神奈川県座間市で1.3万世帯がLFCコンポストを実施した事例がある。これにより生ゴミは986,382kg、二酸化炭素は484,314kg削減された。二酸化炭素削減量は2万世帯が43時間暖房（エアコン）を付けなかったことに匹敵する。焼却処分に伴う回収の経費（ガソリン代、人件費等）の節約や生ゴミを捨てるためのビニール袋の削減等による二酸化炭素削減などを加えるとこれ以上の影響となる。

2-7. 先行事例「横浜市への家庭用生ゴミ処理機助成金政策の導入は本当に環境に効果的であるか」

過去の卒業研究の丸山（2011）に、横浜市における家庭用電動式ゴミ処理機助成金政策の有意性について述べられている。丸山（2011）によると、平成23年度から横浜市で1000世帯を対象に家庭用生ゴミ処理機への助成政策が始まった。この政策を導入することにより、1000世帯における生ゴミ量は89.2%まで減る。一方、使用電力に基づく二酸化炭素の発生量は、生ゴミ削減量に値する二酸化炭素削減量を49%上回る結果となった。

今回のキエーロによる生ゴミ削減は、電気の使用による二酸化炭素の発生量はゼロで、生ゴミを削減した分の二酸化炭素を削減することが可能である。

3. トリジェネレーションで脱炭素と地域振興

3-1. はじめに

2050年の脱炭素社会に向けて市民や事業者を巻き込んだ施策を検討する上で、先ず相模原市の現状と課題について認識することを行った。相模原市の地理的な特徴として、総面積のうち60%を山間部が占めており、森林資源が豊富であるということ、また、津久

井湖や相模湖のダムでは流木が大量に流れ、これらの流木や粉碎した木材のチップを無料で配布していることを確認した。

図3は2014年から2019年にかけての再エネ発電量の推移を示している。2014年における再エネの総発電量からはあまり変わっていないことが分かる。一方、相模原市が発表している資料によると、脱炭素シナリオの達成に向けて必要な再エネ等の導入量は、2019年の1,317TJに対し、2030年に5,805TJ、2040年では15,892TJ、2050年では25,397TJとされている。加えて、相模原市が発表している「再エネ導入目標値とゼロカーボン実現に向けた戦略」の中の「再エネ等最大限導入戦略」において、重点的に取り組む施策の中に「バイオマスの利活用」といったものが明記されている。しかし、図3のバイオマス発電は、2014年から発電量が変化しておらず、バイオマス発電があまり活用されていないことが相模原市の課題である。したがって、相模原市では2050年カーボンニュートラルに向けて再エネ発電の導入が必要不可欠であり、バイオマス発電導入についても積極的に議論を深めるべきであると考えた。

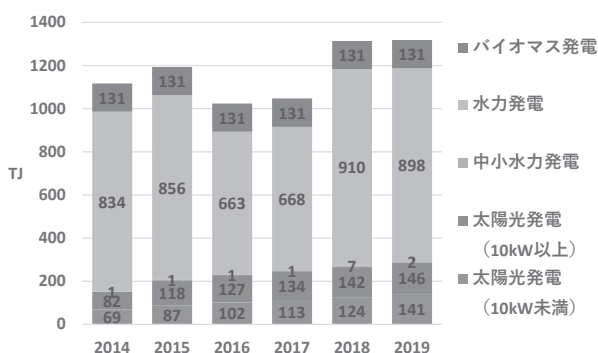


図3 相模原市の再エネ発電量の推移

出典：相模原市「再エネ導入目標値とゼロカーボン実現に向けた戦略」2022年4月

これらを踏まえて、私たちは相模原市の脱炭素社会実現に貢献することを目的に、相模原市の代表的なレジャー施設であるさがみ湖プレジャーフォレストに木質バイオマス発電所を建設し、脱炭素と地域振興に繋げることを提案する。

3-2. トリジェネレーションとその効果

トリジェネレーションとは、コジェネレーション(＝熱電併給)に対して、熱源から生産される熱、電気に加え、発生する二酸化炭素(CO₂)も有効活用するエネルギー供給システムである。電気だけでは発電効率が20%ほどとされているバイオマス発電も、熱を利用したコージェネレーションでは75%近くになる。さらに、トリジェネレーションでは発生したCO₂も利用することで、それ以上の発電効率を生み出すことが可能になる。

図4は、二酸化炭素濃度と作物の生産量の変化を示している。二酸化炭素濃度が増加すると作物の収穫量が20%増加することが分かる。バイオマス発電におけるトリジェネレーションでは、発生した電気は電力会社等へ供給、熱は野菜等の温室栽培の加温・保温や、木質チップのガス化装置に利用する。さらに、CO₂は温室栽培における野菜等の成長促進が、効果として期待できる。

次に、トリジェネレーションを用いた木質バイオマス発電の先行事例について紹介をする。長野県安曇野市にある安曇野バイオマスセンターでは、バイオマス発電でのトリジェネレーションが導入されている。この施設における効果としては、年間のCO₂排出量を600トンも削減し、地域の未利用材を活用することで、林業の振興に貢献している。加えて、設備から排出される熱とCO₂を、隣接しているビニールハウスでのトマト栽培に利用しトリジェネレーションとすることで、持続可能な農業事業・地産地消を促進している。さらに、地域材の活用と雇用の創出により地域振興を実現した。

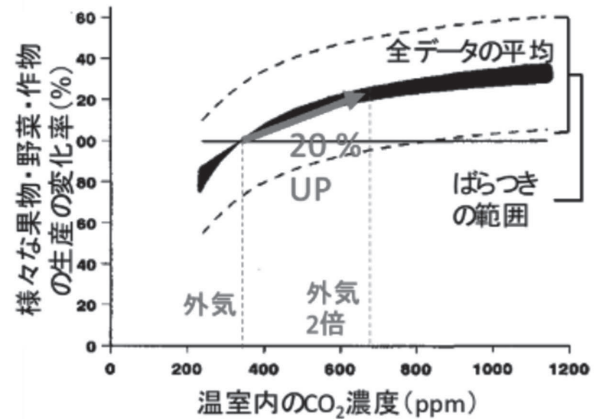


図4 二酸化炭素濃度と作物の生産量の変化

出典：堅田元喜「農業におけるCO₂の有効利用(CCU)の推進」, 2020年12月9日

これらの効果を踏まえて、私たちは相模原市でトリジェネレーションを導入する際に、さがみ湖プレジャーフォレストで運用することを提案する。津久井湖や相模湖のダムから大量に流れた流木や粉碎した木材のチップなどの未利用木材を活用し、トリジェネレーションを行い、発生した電気や熱を施設内のアトラクションやイルミネーションの電力に利用し、二酸化炭素を花壇や植物、レストランで提供される野菜の栽培に利用する。これによって、相模原市では林業振興や未利用材の活用、地産地消や地域振興の促進の効果が得られると考えた。

3-3. 課題

相模原市でトリジェネレーションを導入する際に、場所や費用、どのくらいの規模になるのかといった定量的なデータを用意することができず、明確な主張ができなかった。Web上だけでは十分なデータを得られないことが多くあったため、現地調査や地方自治体などと協力することで、実現可能性を検証することができたと考える。

4. 相模原市の学校施設における ZEB の導入

4-1. 序論

全国的に少子化が進行している中、相模原市も徐々に小中学生の人口は減少している。令和3年度における小学生の数は35,122名、中学生の数は17,497名となっているが、一部地域ではリニアの開通に伴い人口増加が予想されている。又、相模原市の学校施設は30～40年以上前に建てられたものが多数存在し、老朽化が課題となっている。長寿命化や建築物の耐久性を高める仕上げ材を採用するとともに、省エネルギーに応じた改修を行う為、これに併せて教室不足の見込みがある地域を対象として、ZEB化の実施について提案する。

4-2. 相模原市の現状

まず初めに相模原市の現状について検討する。一つ目に学齢人口の推移である。図5は過去22年間における相模原市の7歳から15歳の人口推計である。グラフより2008年以降少子化が進行していることが判明した。一方で、少子化が進行している中、橋本など一部の地域では人口増加が見込まれ、周辺の学校では教室が不足する恐れがあることが指摘されている。

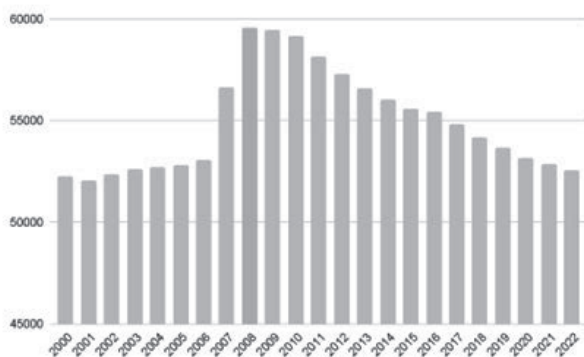


図5 過去22年間における相模原市の7～15歳の人口推計
出典：相模原市「区別・年齢別人口」より

二つ目に学校施設の老朽化である。「相模原市学校施設長寿命化計画」によると相模原市の学校施設のうち、築30年以上の建築物が92%、築40年以上経過した建築物は全体の66%を占めている。築年数が50年を超えた建物については改修工事が実施されたが、特に築40年前後の建物は大規模改修がされておらず、老朽化が進行していることが課題となっている。相模原市の整備時期は1958年に始まり、児童生徒が急増した1970年から1984年までの15年間に集中している。

4-3. 提案の内容

少子化や建物老朽化といった事情を踏まえ、学校施設におけるエネルギー効率的な使用及び老朽化した建築物の建物寿命延長を目的として、ZEBの導入について検討する。ZEBとは正式名称はNet Zero Energy Buildingといい、建物で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを目指した建物とされている。そのエネルギー削減量により、ZEBはZEB, Nearly ZEB, ZEB ready, ZEB orientedの4つに分類されている。実施対象については、相模原市学校施設長寿命化計画より老朽化が進行し、大規模改修が未実施のⅡBに区分された建物とする。そして、橋本地域や相模大野地域などの教室不足の見込まれる地域に導入するべきだと考える。

導入技術については省エネ技術と創エネ技術を用いる。一般的に省エネ技術では屋根や外壁への外皮断熱、そして高効率断熱機、LED照明器具などが多く用いられている。創エネ技術では太陽光発電、蓄電池などが利用されている。よって、これらの技術を用いてZEB, Nearly ZEBの導入を行いたいと考える。

[illegible]

図6 相模原市学校施設分類ごとの劣化状況

出典：相模原市教育委員会「相模原市学校施設長寿命化計画」2020年3月

4-4. 予想される効果

ZEB を導入することにより期待される効果は三つ考えられる。まず一つ目が省エネ・創エネである。例えば、延床面積 10,000m² 程度の事務所ビルで 50% 省エネルギーを実現した場合には、年間で 40 ～ 50% の光熱費を削減することが可能となる。

二つ目に環境教育の提供である。同じ学校施設の例として岐阜県瑞浪市瑞浪北中学校は「Nearly ZEB」を導入している。瑞浪北中学校は自然採光、自然通風などによるエネルギー削減が特徴に挙げられる。又、各教室に「エコモニター」を設置することで、生徒が温湿度や消費電力量を確認できたり、室温の調整を行ったりできる。これにより、実際に生徒がエネルギー問題に関心を持つ契機となることが期待される。

三つ目が災害時の拠点としての役割である。災害発生時に学校や公共施設は住民の避難所となることが多いが、熊本地震においては避難所で電力不足の問題が発生した。震災が発生し、学校を避難所として利用する事態になったとしても、ZEBによりエネルギーを自給自足することで、必要最低限のエネルギーの提供が可能になると考えられる。避難所生活においても電力は欠かせないものと予想されるので、学校施設がエネルギー供給能力を有していることがより避難所としての役割を強固にすると考える。

4-5. 導入の際の課題と対策

「ZEB Ready」は省エネルギー基準相当の建物に比べ、約 9 ～ 18% の建築費増と試算されている。例えばオフィスビル JBCI2016 における関東・東京圏の一般事務所平均的なデータに基づくと、3,521 百万円であるのに対して、「ZEB Ready」に基づいて増加する仮設、仕上、空調、電気、衛生、諸経費などの分を個別計算し合算すると 3,873 百万円になる。このように、「ZEB Ready」は、汎用的な高効率省エネルギー技術を組み合わせることで実現できるとの試算結果が公表されている。

一方、ZEB 化には光熱費を削減する効果がある。
また、東京 23 区内に立地する事務所ビルにおいて、「環境認証を取得しているビル(環境に配慮したビル)」は「新規成約賃料」にプラスの影響を与えるとの調査結果も発表されている。

令和 4 年度における ZEB の補助金制度には、新築建造物向けと既存建造物向けのものがある。既築の公共施設と民間施設を対象にした事業には、「レジリエンス強化型 ZEB 実証事業」がある。災害発生時に活動拠点となる、公共性の高い業務用施設（庁舎、公民館等の集会所、学校等）及び自然公園内の業務用施設（宿舎等）において、再生可能エネルギー設備や蓄電池等を導入し、停電時にもエネルギー供給が可能であって、換気機能等の感染症対策も備えたレジリエンス強化型の ZEB に対して支援するものである。ZEB 実現に寄与する設備（空調、換気、給湯、BEMS 装置等）が対象である。『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready について補助対象経費の 2/3（補助金額上限：5 億円、延床面積 2,000 m²未満は 3 億円）が補助される。このように補助金制度を適切に活用することで、導入にあたる費用を削減できると言える。

ZEH の開発・普及は、2015 年に定義が示され、それを踏まえて 2016 年に始まった「ZEH ビルダー制度」を契機として加速したといえる。非住宅を対象とした ZEB についても、戸建住宅の ZEH と同様、2015 年に定義が取りまとめられた。省エネルギー性能と創エネルギー量、これら 2 つの定量的な基準が示されたことで、建築主と建築関連事業者が ZEB を性能基準の一つとして共通理解できるようになっ

た。非住宅が戸建住宅と異なるのは、あらゆる用途建物が対象であり、その規模も大小様々であり、原則一棟ごとに仕様が異なる点である。設計手法や技術、コスト等に関する情報やノウハウを共有することが難しく、どうしても属人的な対応になりがちである。しかし、学校施設を対象とすることで、仕様をある程度共通化しやすいため、比較的導入しやすいと考えられる。

4-6. 結論

老朽化に伴う学校施設の改修を行う際に、これに併せて教室不足の見込みがある地域を対象として、ZEB化を実施することを提案する。予想される効果には、一つ目に省エネ・創エネ、二つ目に環境教育の機会提供、三つ目に災害時の拠点化の3点が挙げられる。導入にあたる課題には、一つ目に費用が増大すること、二つ目に一般的にZEB導入には個別対応が必要なが挙げられる。課題に対する対策として、補助金制度の活用と、仕様を共通化しやすい学校施設を対象とすることを提案する。

5. あとがき

今回、南部先生よりお話を頂き、ゼミナールのメンバー3年生全員で参加することができた。11月から提案内容の検討を開始し、アイデア出しとジャンル分けの結果、大きく3つのテーマが出てきたことから、以後チームに分かれて作業を行った。限られた期間ではあったが、これまで学んだ知識を、実際の相模原市の課題に適応して、データや先行事例を参考に解決策を検討するという実践の場を得られたことは貴重であった。

ポスターセッション当日は、参加者、他の出場チームや審査委員の方より、提案内容に対して多くの質問やコメントを頂き、提案内容の実現可能性の評価が十分でなかった点を気づけたことも有意義であった。

今後のゼミ活動や卒業研究につなげていけたらと考える。

6. 謝辞

本稿は相模原市主催事業「ZERO CARBON ポスターセッションチャレンジ」において報告された資料に基づくものであり、本稿で示されたアイデア等は相模原市に帰属するものである。

参考文献

- [1] 赤坂秀史「安曇野バイオマスエネルギーの小規模木質バイオマスガス化トリジェネ～熱、CO2はトマト栽培に最大限利用～」, 2021年9月15日, バイオマス産業社会ネットワーク研究会資料, <https://www.npobin.net/research/data/198thAkasaka.pdf> (2022年12月13日閲覧)
- [2] 小田急電鉄株式会社「家庭生ごみを堆肥化し、自治体が回収して農家へ届け、農作物として生まれ変わる循環モデルの構築 7月24日、座間市内で『WOOMS Activation フードサイクルプロジェクト』を開始」, 2022年6月27日, PR TIMES ホームページ, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001005.000012974.html> (2022年12月6日閲覧)
- [3] 神奈川県「流木・流木チップの無料配布について」, 更新日: 2022年9月13日, 神奈川県ホームページ, <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/vh6/cnt/ryubokuhaifu.html> (2022年12月13日閲覧)
- [4] 株式会社ボーダレス・ジャパン「LFCコンポストが2021年CO2削減量を発表!『2030 生ごみ焼却ゼロ』を目指す」, 2022年1月19日, PR TIMES ホームページ, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000282.000021621>.

html (2022 年 12 月 6 日閲覧)

- [5] 環境省廃棄物・リサイクル対策部「廃棄物分野における 地球温暖化対策について」, 2014 年 11 月 12 日, 中央環境審議会地球環境部会 2020 年以降の地球温暖化対策検討小委員会・産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会約束草案検討ワーキンググループ第 2 回会合資料 5, https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/chikyu_kankyo/ondanka_wg/pdf/004_04_04.pdf (2022 年 12 月 6 日閲覧)
- [6] 環境省 ZEB PORTAL「ZEB の定義」,「ZEB 化のメリット」,「改修による ZEB 化」,「補助制度一覧」<https://www.env.go.jp/earth/zeb/> (2022 年 12 月 6 日閲覧)
- [7] 公明党ニュース「災害時, EV (電気自動車) で電力供給」, 2019 年 8 月 8 日, 公明党ホームページ, <https://www.komei.or.jp/komeinews/p37590/> (2022 年 11 月 28 日閲覧)
- [8] 小山勝弘「ZEH・ZEB の普及に関する現状と課題—実務者の視点から—」日本不動産学会誌 35.1 (2021) : 82-87.
- [9] 堅田元喜「農業における CO₂ の有効利用 (CCU) の推進」, 2020 年 12 月 9 日, キヤノングローバル戦略研究所ホームページ, https://cigs.canon/article/20201209_5523.html (2022 年 12 月 13 日閲覧)
- [10] 資源エネルギー庁「省エネ普及促進コーナー (ZEB) ネット・ゼロ・エネルギー・ビル とは」, https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/assets/pdf/enterprise/enex2019/shiryo5.pdf (2022 年 10 月 28 日閲覧)
- [11] 相模原市「区別・年齢別人口」, 相模原市ホームページ, <https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/toukei/1010325/jinko/nenrei/index.html> (2022 年 12 月 7 日閲覧)
- [12] 相模原市「再エネ導入目標値とゼロカーボン実現に向けた戦略」, 2022 年 4 月, <https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/kurashi/kankyo/1025114.html> (2022 年 12 月 13 日閲覧)
- [13] 相模原市教育委員会「相模原市学校施設長寿命化計画」, 2020 年 3 月, https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/010/054/keikaku_202004.pdf (2022 年 12 月 7 日閲覧)
- [14] 相模原市「さがみはらの森林の課題」, 更新日: 2022 年 10 月 12 日, 相模原市ホームページ, <https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/kurashi/kankyo/shinrin/1008184/1008193.html> (2022 年 12 月 6 日閲覧)
- [15] 相模原市「令和 3 年版統計書」, 2022 年 3 月, https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/025/193/11.pdf (2022 年 12 月 5 日閲覧)
- [16] 二宮町「消滅型生ごみ処理機「キエーロ」の紹介」更新日: 2022 年 9 月 29 日, 二宮町ホームページ, http://www.town.ninomiya.kanagawa.jp/kurashi_tetsuduki/kurashi/gomi/1568788760478.html (2022 年 12 月 12 日閲覧)
- [17] 瑞浪市教育委員会教育総務課「スーパーエコスクール瑞浪北中学校について」令和元年度実践事例, <https://gifukenren.com/wp-content/uploads/2020/02/54f9b9666480dbbac430b410c2042322.pdf> (2022 年 12 月 8 日閲覧)