

14. 政策課題研究7 (6-PS7)

気候変動に対応する持続可能な社会にむけた戦略的シナリオに関する研究

金 再奎・木村道徳・河瀬玲奈・岩川貴志・松井亜紀・本田文雄・一瀬 護¹⁾・川岸 豊

要約

持続可能な社会の実現にむけた課題として気候変動に注目し、県民意識の現状を踏まえた気候変動情報の提供手法および地域特性を踏まえた影響評価手法、適応策遂行のための脆弱性評価手法の検討を行った。それらを踏まえ、気候変動に対応する長期的な目標社会シナリオを作成するとともに、具体的な対策として、再生可能エネルギーの導入と住宅の断熱性能の向上を取り上げ、その効果の分析および導入にあたっての制約条件の検討を行った。

気候変動対策の社会実装では、特に県民の認識向上が重要である。県民は気候の変化として「降雨関係」や「気温上昇」、「四季変化」、「降雪・積雪」、「極端気象」について実感しており、これらの変化によって、健康、農林水産業や自然生態系、暮らしに影響が生じていることを認識していた。気候変動影響への更なる認識向上のためには、地域の身近な対象を活用すること、時系列の定量データを提供することが有効と考えられた。

気候変動の影響評価では、推計手法の違いやダウンスケーリング手法、さらに予測に用いる気候シナリオにより様々な不確実性が生じる。そこで、県民からの関心が高い気候変動影響のうち熱中症を対象に、熱中症搬送者数の推計モデルを構築した。それをを用いて21世紀半ばを推計期間とし、滋賀県の熱中症搬送者数の地域特性を把握するとともに、推計における不確実性の幅も明らかにした。気候変動への適応策を遂行するためには、気候変動に対する脆弱性（地域システムの悪影響の受けやすさ、または、その素因）に関する因子をインパクトチェーンとして作成し、脆弱性の因子とそれを変化させる施策の関係性を整理することが有効である。そこで、気候変動影響の主要な分野のうち農林業、自然災害、健康、自然生態系、水環境・水資源を対象に、全国版を基にした滋賀県版のインパクトチェーンを作成し、脆弱性評価の手法を開発した。

地域スケールで気候変動対策を検討し、さらに社会実装へと展開していく場合、生活者目線を重視し、地域の特徴に応じた実現シナリオを作り上げ、生活者に「自分事」として共有してもらうことが重要である。そこで、将来における社会経済情勢の方向性、既存の政策等でイメージされた将来社会の姿、これからの地域社会のあり方についての県民の意見などを反映した上で、2050年CO₂ネットゼロを達成する社会シナリオを作成する手法を開発した。それをを用いて、滋賀県が2050年にCO₂ネットゼロ社会を実現するために必要な対策を見出すとともに、CO₂ネットゼロと地域経済の活性化は両立可能であることを定量的に示した。

CO₂を削減するための具体的な対策として、家庭部門での省エネルギー対策の一つとされる住宅の高断熱化について、住宅ストック推計に基づくエネルギー削減量のモデル分析を行った。CO₂排出量の大幅削減のためには、エネルギー需要削減行動、省エネ機器のさらなる導入、脱炭素エネルギーの供給が必要となることが示唆された。なお、脱炭素エネルギー供給の要である再生可能エネルギーの導入にあたっては、単なる収益やCO₂排出量の削減だけではなく、地域経済循環、エネルギーの地産地消、適切な土地利用、災害時のレジリエンスの強化といった、気候変動影響への適応や地域社会が抱える様々な課題解決への貢献度を導入の基準にする必要があることを示唆した。

1. はじめに

気候変動対策においては、今世紀半ばまでに実現すべきCO₂ネットゼロ社会のための継続的な緩和策とともに、顕在化しつつある気候変動影響への適応策が求められている。適応策の検討・実装には、前提となる県内の地域特性

に応じた気候変動影響評価や県民意識の把握が重要であり、また、適応策の検討や進捗管理を行うための手法の確立が必要である。さらに、緩和策導入における適応の視点からの制約などの検討も必要である。

そこで、本研究では、持続可能な社会の実現にむけた課

1) 元・琵琶湖環境科学研究センター

表 2-1 県政に関する満足度について選択肢の変遷（2011-2021 年）

年	回数	地球温暖化関連選択項目	項目数
2011	第 44 回	低炭素社会への転換	45
2012	第 45 回	再生可能エネルギーの活用やエコ交通の促進など、低炭素社会への転換	27
2013	第 46 回	再生可能エネルギーの活用やエコ交通の促進など、低炭素社会への転換	27
2014	第 47 回	再生可能エネルギーの活用やエコ交通の促進など、低炭素社会への転換	27
2015	第 48 回	環境への負荷が少ない低炭素社会への転換	28
2016	第 49 回	環境への負荷が少ない低炭素社会への転換	28
2017	第 50 回	再生可能エネルギーの活用など新しいエネルギー社会づくりや低炭素社会への転換	20
2018	第 51 回	再生可能エネルギーの活用など新しいエネルギー社会づくりや低炭素社会への転換	20
2019	第 52 回	地球温暖化などへの対応が進んでいると感じますか。	20
2020	第 53 回	地球温暖化などへの対応が進んでいると感じますか。	20
2021	第 54 回	地球温暖化などへの対応が進んでいると感じますか。	20

2.2.1. 県民の気候変動対策に対する満足度の把握

2011 年から 2021 年までの各年に実施された、滋賀県政への満足度における、地球温暖化対策に関連した選択項目を表 2-1 に整理する。表 2-1 より、2011 年は「低炭素社会への転換」という選択肢で、2021 年度が「地球温暖化などへの対応が進んでいると感じますか」となっており、その間で 5 回の文言の変更が行われている。また、その他の施策の選択項目についても、2011 年が 45 の選択肢と多く、2021 年は半数以下の 20 選択肢となっており、長期的な比較を行うことは難しく、注意が必要である。

また、満足度の評価尺度は、2011 年から 2018 年までは、「満足」、「どちらかといえば満足」、「どちらともいえない」、「どちらかといえば不満」、「不満」の 5 件法に「わからない」を加えた変則的なもので、2019 年から 2021 年は、「どちらともいえない」が削除された 4 件法に「わからない」を加えた、実質的には 5 件法を用いた評価となっている。時系列の比較においては、評価尺度の変更もまた大きな影響があると考えられる。

以上の点について、注意が必要であるが、2011 年から 2021 年までの総合満足（満足+どちらかといえば満足）、総合不満（どちらかといえば不満+不満）、態度保留（どちらともいえない+わからない+不明・無回答）の時系列変化を可視化したものを図 2-3 に示す。

結果、総合満足度は、2011 年は約 6%から 2021 年の約 21%へと、やや増加傾向にあると考えられる。しかし、2018 年の約 13%から 2019 年に約 23%に増加しているのは、評価尺度の変更が大きな要因の一つと考えられる。

また、選択肢の文言が変化した年は、前年と比較して変化の幅が大きなことから、これらの影響によるものと考え

られる。よって、この期間における満足度の増加については、県民の地球温暖化対策への満足度が実際に上昇したと結論づけることはできない。

しかし、2019 年から 2020 年までの選択肢の文言が、「地球温暖化などへの対応が進んでいると感じますか。」であり、その前年までの 2017 年から 2018 年の「再生可能エネルギーの活用など新しいエネルギー社会づくりや低炭素社会への転換」という文言と比べると、包括的な意味であることから、地球温暖化対策に対する満足度は、最大でも 24%までの範囲で収まるのではないかと考えられる。また、調査期間内においては、常に不満が満足を上回っている状況であり、満足度については比較的高くないと考えられる。

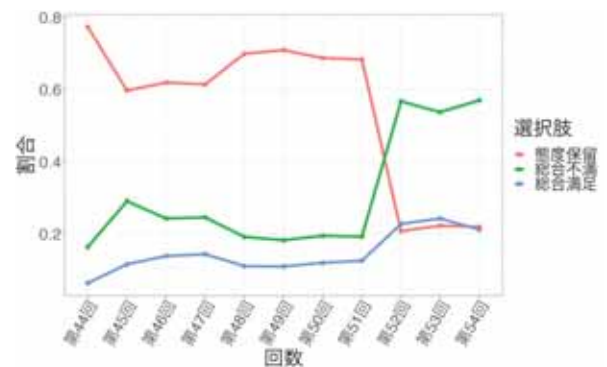


図 2-3 滋賀県地球温暖化に関する施策の満足度変遷

2.2.2. 県民の気候変動対策に対する重要性認識の把握

県政への満足度は、実施された県の施策に対する評価であり、県民の個々の分野の政策に対する重要性を直接表しているものではない。このようなことから、県政世論調査の今後力を入れてほしい施策の、地球温暖化対策への回答

表 2-2 今後力を入れてほしい施策における地球温暖化対策の回答割合（2011-2021 年）

年	回	項目	割合
2011	第 44 回	低炭素社会への転換	3.5%
2012	第 45 回	再生可能エネルギーの活用やエコ交通の促進など、低炭素社会への転換	10.0%
2013	第 46 回	再生可能エネルギーの活用やエコ交通の促進など、低炭素社会への転換	7.9%
2014	第 47 回	再生可能エネルギーの活用やエコ交通の促進など、低炭素社会への転換	8.3%
2015	第 48 回	環境への負荷が少ない低炭素社会への転換	2.2%
2016	第 49 回	環境への負荷が少ない低炭素社会への転換	1.6%
2017	第 50 回	再生可能エネルギーの活用など新しいエネルギー社会づくりや低炭素社会への転換	5.7%
2018	第 51 回	再生可能エネルギーの活用など新しいエネルギー社会づくりや低炭素社会への転換	5.2%
2019	第 52 回	地球規模の気候変動への対応	13.30%
2020	第 53 回	地球規模の気候変動への対応	14.40%
2021	第 54 回	地球規模の気候変動への対応	15.30%

割合を集計したものを、表 2-2 に示す。

結果、県政への満足度と同様に、選択肢の文言が年によって異なるため、直接的な時系列の比較が難しい点に注意が必要である。特に、2018 年の「再生可能エネルギーの活用など新しいエネルギー社会づくりや低炭素社会への転換」から 2019 年の「地球規模の気候変動への対応」という文言の変化によって、2018 年の回答割合の 5.2%から 2019 年が 13.3%に上昇しており、これは文言の変更によるものが大きな要因の一つと考えられる。

また、満足度と同じく、2019 年から 2021 年の間は、かつ「地球規模の気候変動への対応」という、包括的な意味と取れることから、最も割合が高かったと考えられる。

このようなことから、2011 年から 2021 年にかけての、地球温暖化対策に対する県民の重要性認識については、その変遷までは正確に判断することは難しいものの、最大で約 15%程度が積極的な対策を求めている層であると考えられる。

3. 気候変動適応策にむけた情報整理

3.1. 熱中症搬送者数の状況整理

県政モニターアンケートにおいて県民が気候変動の影響について感じている変化や不安の中で、健康への不安（猛暑による熱中症の増加等）は常に上位三位に入るが 2020 年では第一位であり、県民の関心の高さが表れていた。国においても「熱中症対策実行計画」が閣議決定され、2030 年までの死亡者数を半減する目標が掲げられた。まず、現状把握として、過去 10 年程度の滋賀県の熱中症搬送者数の状況について整理した。

2011～2020 年の平年の熱中症搬送者数は約 600 人/年で

あり、猛暑の 2018 年のみ 1095 人/年と突出して多かった。約 5 割が 65 歳以上であり、全国の傾向と同じであるが、死亡者数は平均 1.2 人/年であり、全国と比較すると少ない。熱中症搬送者数は、梅雨明け後に急激に増加することや、9 月には 7 月後半と比較して同じ気温であっても相対的に搬送者数が減少する（図 3-1）。

気候変動適応策は、地域の特徴を考慮した将来の影響評価を行い、それに基づき検討していくことが求められる。その一方で、影響評価では、気候シナリオによる将来気象の情報が入力条件となるため、影響評価の推計手法に起因するもの、全球気候モデルの違いに起因するもの、ダウンスケーリング手法に起因するもの、排出シナリオに起因するものなど様々な不確実性がある。よって、様々な要因による不確実性の幅を把握し、それを踏まえたうえで影響評価を理解する必要がある。加えて影響評価は、10 年単位以上での変化の比により把握されることが多いが、何を基準とするのかにより、その比が大きく異なり、県民に与える印象が異なってしまう。影響評価の提示には、何のために誰に何をさせるのかについて十分な吟味が必要である。

そこで、熱中症搬送者数の推計モデルを構築し、温熱指標やモデルの構造が推計結果に与える影響を調べるとともに、21 世紀半ばの熱中症搬送者数について、将来推計を行った。また、様々な気候シナリオを用いることで気候シナリオによる熱中症搬送者数の推計における不確実性の幅について示す。



図 3-1 梅雨明け日（↓）と7-8月の熱中症搬送者数

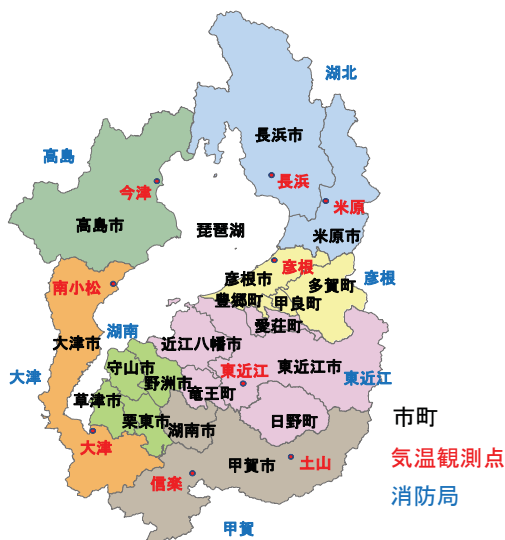


図 3-2 熱中症搬送者数推計の地域区分

3.2. 熱中症搬送者数推計モデル構築における基礎的考察

期間分割を考慮した推計モデルを用いて、温熱指標や期間分割の効果について2011～2018年の6/1～9/30の観測データを用いて分析した。なお、推計モデルには、人口変化をオフセット項とし、気温を説明変数とする一般化線形モデル（ポアソン分布）を用いた。熱中症搬送者数のデータが得られるのは消防局ごとであるためモデルのパラメータを推計する地域区分は、図3-2とした。

3.2.1. 温熱指標の抽出

熱中症搬送者数の推計式における説明変数には、日最高気温、日平均気温などの気温のほか、暑さ指数（WBGT：湿球温度、黒球温度、乾球温度から算出される）、数日間の累積気温など様々な温熱指標が用いられるが、期間分割モデルを用いるため、気温を説明変数とし、日最高気温と日平均気温を用いた場合を比較した。

搬送者数の観測値に対する推計値の比は、県合計では2011年で1.2を超えるものの、それ以外の年は0.89～1.12の範囲であった。一方、2011～2018年の期間全体では日平均気温、日最高気温のいずれでも1.02となり、ある一定期間の平均を取るにより誤差は小さくなること示された。

二乗平均平方根誤差（RMSE）は、日最高気温を説明変数とすると、地域別では0.65～1.42人/日であり、県合計では3.63人/日であった。県合計（地域別に推計したのちに合計）と県全体（地域区分を行わずに推計）は日最高気温を用いた方が誤差が2%小さかった。

一方、地域別では、津、湖南では2011～2018年の期間では日平均気温を用いた方が1%ではあるが誤差が小さくなると示されたが、これは2018年の搬送者数の急激な増加によるところが大きく、2018年を除くと日最高気温の方が誤差が小さい、もしくは日平均気温を用いた場合と差は生じなかった。また、誤差の大きい2018年の再現期間への有無によらず日平均気温の方が説明力が強い結果となる地域は、東近江と高島であった。

将来の気温は、解像度の粗い推計値から統計的にダウン

スケーリングされたものであり、日最高気温と日最低気温の県平均との差の正負が逆にはなっておらず、県平均との差の絶対値にも過去に観測されるような差は存在していない。そこで、将来推計の説明変数にはすべての地域で日最高気温を用いることとした。

日最高気温を説明変数に用いた場合の推計値と観測値の比較を図 3-3 に示す。

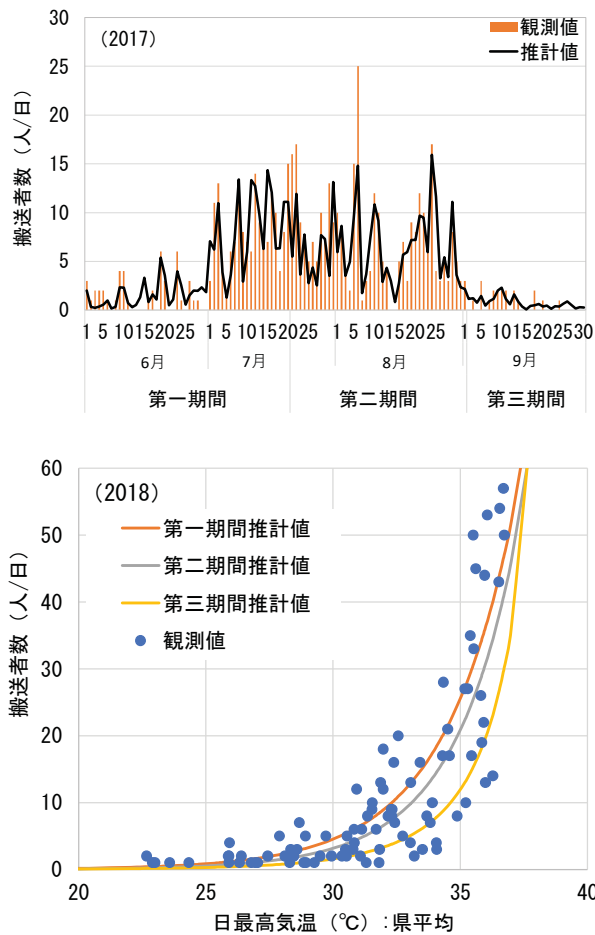


図 3-3 観測値と推計値の比較

3.2.2. 地域分割の効果

日本においては、梅雨明けの前後で、気温、湿度、日射量が大きく変化する。6～9 月における気象状況と熱中症搬送者数の変化の関係を踏まえ、推計期間を 3 つに分割した。それぞれの期間の分割点は、

第一期間終了日：梅雨明け後 7 日目

第三期間開始日：8/16 以降で「3 日間気温減少が継続」かつ「連続 3 日間の累積気温減少幅が 2 度以上」の条件を満たす日

とした。

推計式のパラメータの推計において、地域区分を行なった場合と、行わなかった場合の比較を行い、地域別にパラ

メータを推計した効果を確認した。湖北では観測値に対する推計値が 1.0 から上下 20% 程度の範囲にあるが、その他の地域では、大津や湖南では 1.5 倍程度の過大評価、高島では約 0.4 倍、甲賀では約 0.7 倍となる過少評価となり、誤差が大きかった。地域別の影響評価を行う場合には県という大きさの範囲内であっても地域別に推計式を同定する必要性が示された。なお、地域別に推計した値を合計した県合計の値と、全体から推計したパラメータを用いた推計値では、県全体から推計したパラメータを用いた推計値の誤差が 3% 小さかった。そのため、「県」の推計を行う場合は、地域区分を詳細にする効果は得られなかった。

3.2.3. 熱中症搬送者数変化の要因分析

今後の気温上昇に伴い増加が想定される熱中症搬送者数については、気温上昇と高齢化は増加要因に、人口減少は減少要因となることが考えられる。気候変動予測シナリオとして RCP2.6 と RCP8.5 (SI-CA (2020) によるダウンスケーリング 1km メッシュデータ：全球気候モデル [CSIRO-Mk3-6-0, GFDL-CM3, HadGEM2-ES, MIROC5, MRI-CGCM3]) を用いて、2030～2050 年の推計を行った。そして、搬送者数の変化を、人口、年齢構成、気温の 3 要素の寄与に要因分析し、脆弱な地域を特定した。

滋賀県の熱中症搬送者数は、2011～2017 年の平均を基準として、2030 年代には 1.0 倍 (RCP2.6) と 1.1 倍 (RCP8.5)、2040 年代には 1.1 倍 (RCP2.6) および 1.3 倍 (RCP8.5) となった (図 3-4)。

地域別には、湖南では人口増加に加えて高齢化による年齢構成によるリスクの増加、さらに日最高気温が高い日の回数も増加し、すべての要因が増加に寄与して 2040 年代には RCP2.6 であっても 1.9 倍、RCP8.5 では 2.3 倍となった。一方、高島では年齢構成の寄与では 1.2 倍となるが、人口が 0.7 倍と大きく減少することや日最高気温が高い

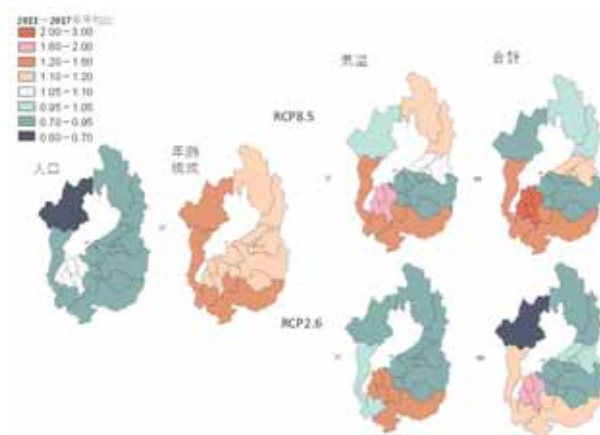


図 3-4 2040 年代における地域別の熱中症搬送者数の変化 (対 2011～2017 年平均比) の要因分析

日の回数が増加しないことから、2040年代のRCP8.5であっても0.8倍に留まった。このように、県全体で影響評価した場合と比較して、地域別で影響評価を行うと大きな差が生じたことから、地域別に影響評価を行い、脆弱な地域を把握することの必要性が示された。

3.3. 熱中症搬送者数の推計における不確実性

気候変動適応策は、地域の特徴を考慮した将来の影響評価を行い、それに基づき検討していくことが求められる。将来の気象予測は、随時更新されるため、それに合わせて影響評価も更新していく必要がある。影響評価では、気候シナリオによる将来気象の情報が入力条件となるが、気候シナリオには様々なものがある。そこで、複数の気候シナリオ(NIES2020(Ishizaki, 2021)、NARO(2019))を用いて、2030~2059年を対象に期間分割無の推計モデルにて市町別に熱中症搬送者数の推計を行った。

気候変動影響としての熱中症には、二つの視点のリスクがある。一つ目の視点は、地域全体としてのリスクであり、地域全体の熱中症搬送者数の総数を指標とする。二つ目の視点は個人としてのリスクであり、これは年齢区分別の10万人あたり熱中症搬送者数を指標とする。

一つ目の視点のリスクである県全体の熱中症搬送者数は、2010年代と比較して各年代で表3-1の通りとなった。例えば、NARO-RCP2.6の気候シナリオの場合、2040年代は5つのモデルの平均では1.4倍となるが、幅は1.2~1.7倍である。2050年代には平均1.8倍に対して幅は1.1~2.9倍と大きくなる。RCP8.5(NARO-RCP8.5とNIES-SSP5-RCP8.5)では、将来になるにつれて増加傾向がみられるが、RCP2.6では、気候シナリオにより増加傾向がみられるもの(NARO-RCP2.6)と、2040年代にピークがくるもの(NIES-SSP1-RCP2.6)があり傾向が異なる。

地域全体のリスクについて、県全体での傾向と市町間のばらつきを確認した。NARO-RCP2.6の気候シナリオの場合、県全体で1.4倍に対し、市町間のばらつきは0.8倍から2.1倍、NIES-SSP2-RCP4.5の気候シナリオの場合、県全体で1.5倍に対し、市町間のばらつきは0.9倍から2.1倍であった。熱中症搬送者数は、地域特性に影響を受けるため、地域の特徴を考慮した詳細な地域分類での影響評価を行うことにより、適切な適応策検討が可能となる。また、気候変動影響は、経年的な変化の傾向とともに年変動も存在する。経年的な変化での把握のみならず、年変動の幅にも留意した影響評価および適応策の検討が重要である。

二つ目のリスクは、熱中症では脆弱性が年齢により異なることによるものである。65歳以上は、64歳以下と比較するとリスクが2.4倍となる。65歳以上の10万人あたり熱中症搬送者数の比(対2010年代)を市町別に図3-5に

表3-1 熱中症搬送者数の変化(対2010年代)

気候シナリオ	2030年代	2040年代	2050年代	
NIES	SSP1-RCP2.6	1.4 (1.2~1.6)	1.5 (1.3~1.8)	1.4 (1.2~1.7)
	SSP2-RCP4.5	1.4 (1.3~1.5)	1.5 (1.3~1.7)	1.6 (1.3~2.0)
	SSP5-RCP8.5	1.3 (1.1~1.5)	1.6 (1.4~1.7)	2.0 (1.7~2.3)
	NARO RCP2.6	1.4 (1.1~2.0)	1.4 (1.2~1.7)	1.8 (1.1~2.9)
NARO RCP8.5	1.4 (0.8~1.6)	1.6 (1.3~2.0)	1.8 (1.3~2.2)	

* 上段：5気候モデル平均、()内：5気候モデルの幅

示した。年齢区分別の10万人あたりに換算していることから、人口変化による寄与が除去され、個人として熱中症リスクが何倍になったかを示すものであり、熱中症に対する市町別の脆弱性が確認できる。市町により差があることや、同じ市町でもモデルによって影響評価に幅があることが確認できる。影響評価は使用する気象予測データに不確実性が存在するため、様々な気象予測データを用いて影響評価を行い、傾向や変動の幅を把握することが必要である。

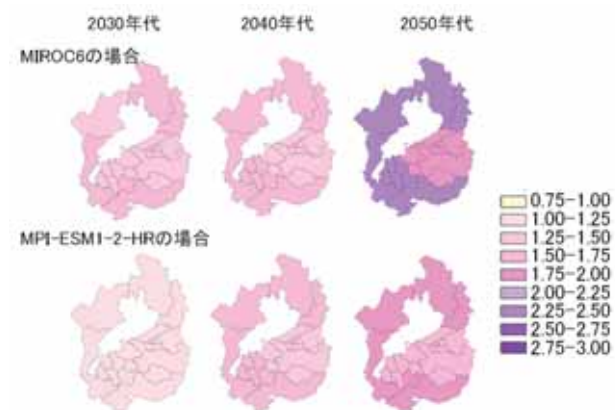


図3-5 65歳以上の熱中症搬送者数(10万人あたり)の変化(SSP5-RCP8.5、対2010年代)

3.4. 適応策進捗管理のためのインパクトチェーンを用いた脆弱性評価

気候変動への対策においては、計画に記載された緩和策・適応策の着実な実施により、気候変動に対する脆弱性を低減させ、その進捗管理を行う必要がある。そのためには、気候変動影響の分野ごとにインパクトチェーンを作成し、滋賀県の脆弱性を評価することが必要である。

気候変動のインパクトチェーンの要素は、気象を外力、地域のシステムの悪影響を受ける傾向を示す脆弱性、これらの組み合わせにより発生する影響からなる(図3-6)。

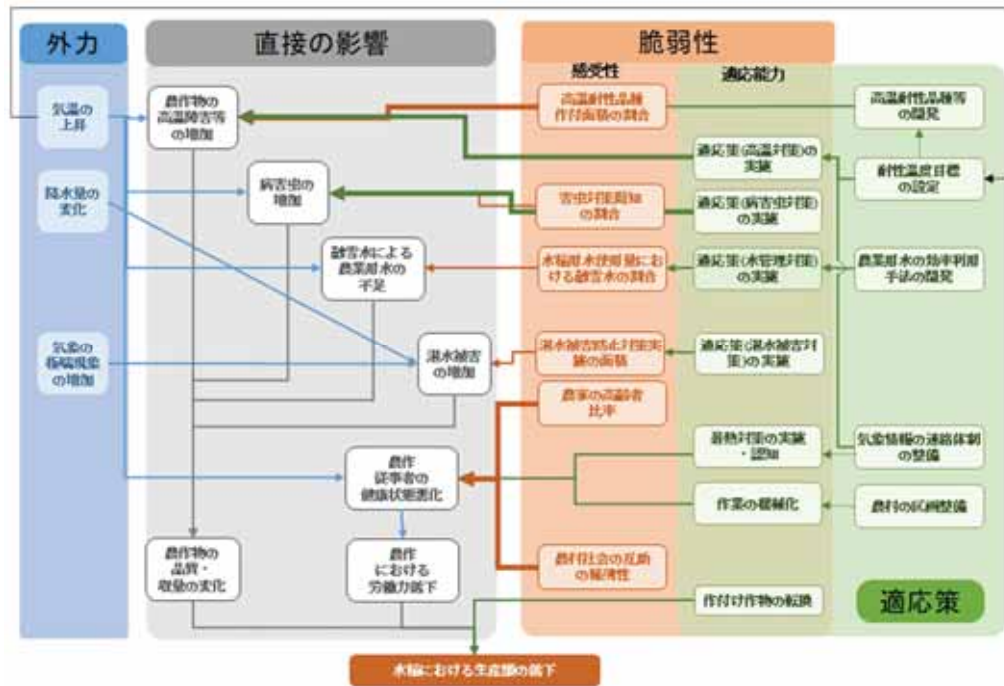


図 3-6 インパクトチェーン（水稲）の例

さらに脆弱性を構成する要素は、感受性（地域における影響の受けやすさ）と適応能力（被害を抑制または回避、機会を活用、その結果に対処するためのシステムの調整能力）に分類される。環境省（2020）や大場ら（2019）が作成したものをひな形に、各分野の計画に記載されている項目、実施されている適応策に関する事業や KPI をもとに定量化の可否なども考慮し、各要素間の関係や指標を決定し、滋賀県版のインパクトチェーンを気候変動影響の主要な分野のうち農林業、自然災害、健康、自然生態系、水環境・水資源を対象に作成し、脆弱性評価の手法を開発した。適応策の検討では、インパクトチェーンのどの要素に対応する事業であるのか、要素と進捗管理の指標の対応の整理が必要である。

脆弱性評価における、インパクトチェーンの感受性、適応能力の各指標の定量化では、「想定される気温上昇の幅に対する目標設定温度の比」、「実施の有無に関する指標は、望ましい／想定される状態に対する達成率」「実施期間に対する経過年」による定量化を行うことで、長期的な進捗管理に資する評価を行うことが可能となる。

4. 気候変動対策の社会実装に向けた情報提供手法の検討

地球温暖化対策としての脱炭素社会や適応型社会に向けては、地域コミュニティレベルにおける社会変革が求められる。例えば公共交通対策やコンパクトシティ政策、再生可能エネルギー施設や設備の導入などは、特定の空間範

囲の社会経済や自然環境などの状況から影響を受けるものであり、地域コミュニティはこれら地域特性を考慮して、施策の具体化や固有化が求められる（図 4-1）。

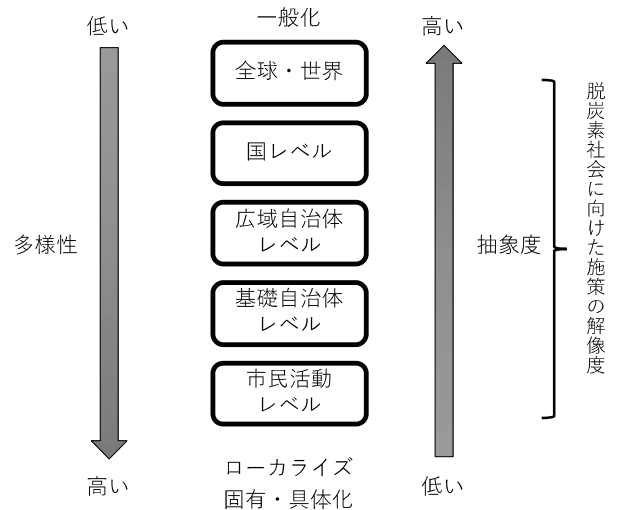
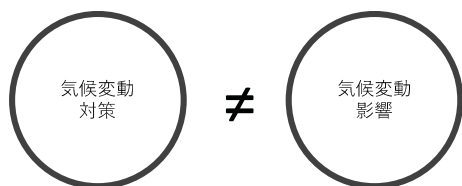


図 4-1 脱炭素社会にむけた施策の範囲と具体化

しかし、地域コミュニティがこれら気候変動対策を具体化させ多くの労力を費やして実施したとして、既に顕在化しつつある気候変動影響は、気候変動緩和策に対する努力量に応じて軽減されるわけではない。また、気候変動影響は全球で画一的に生じるわけではなく、地域特性によって、生じる影響の種類や強度が異なると考えられることから、地域によってそもそもの脆弱性が異なる。また、地球温暖

化の進行やその影響について、現時点においては正確に予想することは難しく、地域の視点から見ると気候変動対策の努力量とその影響の強度はイコールではなく、不確実性を伴う確率的なものとなる（図4-2）。



地域レベルではリスクが偏在・確率的

図4-2 地域の気候変動対策と気候変動影響の不一致

このように、気候変動影響とその対策は、地域コミュニティのレベルに多大なる影響を及ぼすものの、地域コミュニティの関与は限定的なものにとどまり、不確実性を伴う制御困難な問題である。このようなことから、気候変動対策の社会実装においては、社会的合意形成を基礎とする必要がある。

従来、気候変動対策においては、科学コミュニケーション論における「欠如モデル」に基づき、様々な科学的合理性に基づいた知見の提供が中心に行われてきた。しかし、近年、先に述べたような科学的合理性に基づく地球環境および社会・経済の制御による脱炭素社会の達成というテクノクラートに対する批判への対応として、気候市民会議などを通じて市民による積極的な気候変動対策への関与の試みが行われている。

気候市民会議は、行政区画の単位を基本として、無作為抽出による、ミニ・パブリックスの形成を通じ、市民の気候変動対策への政策関与を実現するものである。しかし、先に述べたように、気候変動影響および気候変動対策は、具体的な地域コミュニティレベルに偏在して影響を及ぼすものであり、気候変動対策という目的合理性を中心とした議論のみでは、地域コミュニティの社会的合理性に基づいた利害関係の調整までは期待できないと考えられる。

また、地域コミュニティは、現在、少子高齢化や人口減少、地域産業の衰退などにより、経済や福祉の面で多くの喫緊の課題を抱えている。これら地域コミュニティが抱える課題は、気候変動影響によりさらに加速することが指摘されており、気候変動対策との同時解決が重要と考えられる。このようなことから、地域コミュニティの視点から気候変動対策の社会実装に向けて、地域社会の実情を踏まえた上で、市民参加により対策を検討するプロセスを図4-3の通り整理を行った。



図4-3 地域コミュニティ範囲を対象とした市民参加による気候変動対策検討のための情報提供フロー

4.1. 第3期高島市まちづくり推進会議を通じた検討の概要

図4-3で整理を行った、情報提供フローに基づいた実践として、第3期高島市まちづくり推進会議を通じた施策検討を行った。第3期高島市まちづくり推進会議（推進会議）は、高島市市民協働課による事業として2019年度から2020年度にかけて実施された。推進会議は、市民と行政、研究者が構成メンバーとなり、高島市の地域課題を取り上げ、2年間かけて検討を実施し、今後のまちづくりのための提言をまとめることを目的として行われた。

公募により14名の市民が市民委員として参加し、市職員として各部局の部次長級の19名が参加し、2グループを構成した。グループは、「バス交通グループ」と「地域行事グループ」に分かれ、基本的に月1から2回程度のグループ会議を行った。本調査においては、この中でバス交通グループを対象に検討を行う。

バス交通については、滋賀県CO₂ネットゼロ社会づくり推進計画においては、運輸部門の「公共交通機関および自転車利用の促進」の取組として位置付けられる。これらの対策においては、自動車から公共交通機関の利用促進を図り、CO₂排出量を削減しようとするものであり、主に現状からの利用拡大を目指すものとなる。

4.2. 第3期高島市まちづくり推進会議バス交通グループでの情報提供を通じた施策検討の結果

第3期推進会議のバス交通グループでは、高島市のバス交通をテーマに、まずは現状把握を行った。現状把握においては、都市政策課より経営的側面として、主に利用状況についての情報提供が行われ、近年では「路線バス」「コミュニティバス」「乗合タクシー」「市営バス」を合わせ、毎年約3億700万円の赤字が計上されているが、児童や生徒などの通学や高齢者などの通院、買い物などの日常生活の移動手段として重要であることなどの概要について、情

報提供が行われた。また、研究者からは、近年の利用状況の推移について、図 4-4 の乗り合いバスの乗客数と高島市の人口、市内の乗用車台数と合わせたグラフの提示を行った。

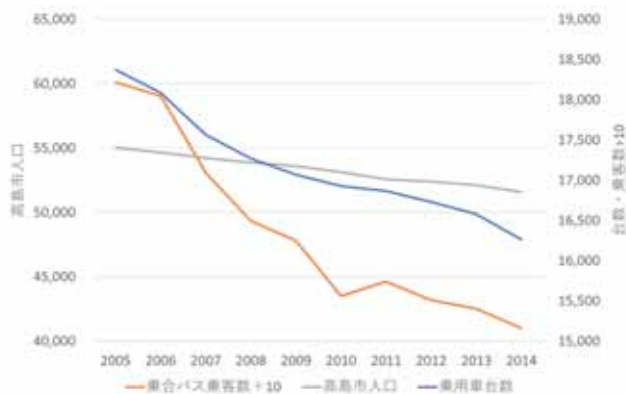


図 4-4 高島市の乗合バス乗客数の推移

本グラフなどによる議論により、高島市民の多くは自家用車による移動が主であり、また近年の利用状況の減少は、人口減少によるところが大きいという点について確認が行われた。また、市の人口減少が進んでいる中では、これまでの普及啓発を中心とした利用促進策だけでは、根本的な解決に至らないのではないかと認識が持たれた。

次に、なぜこのような赤字となるバス交通システムが市内で整備されてきたのか、過去の経緯を振り返り、現在のバス交通システムの形成過程について、その背景と狙いについて確認を行った。バス交通システムの整備の過程を振り返るにあたり、合併前の旧町村時代を含めて市史や町史、村史、行政計画をもとに表 4-1 のように年表形式で出来事の整理を行った。

この年表の作成を通じた議論により、大正時代に民間の有志により公共バスの整備が進んだものの、昭和初期には民間による営業が厳しく、既に市営への移行や市が資金的に補助を行うなど支える主体となっており、当初から経営的に厳しい状況にあったことが確認された。また、市の主導によりバス交通網が整備されたことで、公共性の観点から、鉄道駅を中心に市内の各集落を網羅的に巡る路線網が整備されたことがわかった。このことは、交通需要があるところに、バス路線が整備されたわけではないことから、現在の赤字を生み出すバス路線網が整備された一つの原因であることが確認された。

さらに、これらバス路線網が整備された昭和の時期は、人口がまだ増加しておりまちが発展最中であったことから、将来的なまちの発展への備えとしての投資の側面があったのではないかと仮説が立てられた。高島市は、滋賀県の市町の中でも早い時期に人口減少に転じており、バ

表 4-1 高島市バス交通年表

年	出来事
1920年 (大正9年)	設立 江若鉄道(株)
1922年 (大正11年)	高島郡に最初のバスが予定
1923年 (大正12年)	バスの創業 高島郡 今津〜大津間
2010年4月 (平成23年)	乗合タクシー制度スタート 2010年434970人 バス・乗合タクシー利用 2014年410062人
2014年 (平成26年)	各市街地内を周辺地域とを結ぶタウンバスやコミュニティバスの充実を図ります

ブル時期の企業誘致が上手くいかなかったことなどにより、バス交通に対する投資がサunkコストとなっていることなどが確認された。

このような、バス交通の現状理解において、どのような因果関係にあったのか、システム的な理解を得るために、因果フロー図による整理を図 4-5 に示すように行った。



図 4-5 高島市の乗合バス乗客数の推移

図 4-5 の作成を通じた議論から、バス交通の現状においては、高島市の地理的な特性から、公共交通による移動の利便性が自家用車に比べると低いこと、しかし人口減少下におけるまちづくりを考えると、高齢者の免許返納などバス交通の重要性は高まるが、事業の経済性の観点からは、現在のバス交通の仕組みでは改善が困難であることなどが確認された。しかし、因果フロー図による整理は、定性的なものであり、経済性の側面についてより詳細な理解を得るために、主に財政的な側面を予測するための数理モデ

ルの開発を行った。数理モデルは、開発段階から市民、行政、研究者によるコ・デザインを意図し、モデルの主要な構造は合意形成を通じて決定した。

2030年までの、高島市内のバス交通シミュレーションの主要な結果を表4-2に示す。表4-2は、BAUを想定した結果である。推進会議などでは、これらシミュレーション結果を参考に、今後のバス交通対策として、以下の4点のシナリオを想定した検討を行った。下記に各シナリオと、その検討結果をまとめる。

表 4-2 高島市バス交通財政シミュレーション結果 (BAU)

参考：高島市の将来推計人口（国立社会保障・人口問題研究所・試算）					
年	2017	2018	2020	2025	2030
将来推計人口	49,975	49,334	47,410	44,616	41,720
利用者数（公共交通需要）					
年	2017	2018	2020	2025	2030
年間利用者数	391,857	405,797	375,131	375,128	370,016
バス事業収益					
年	2017	2018	2020	2025	2030
収益（万円）	16159.2	16431.2	15443.5	15483.1	15275.6
バス事業コスト					
年	2017	2018	2020	2025	2030
コスト（万円）	43256.6	45762.2	43868.7	43851.3	43817.2
収益－コスト（黒字額）					
年	2017	2018	2020	2025	2030
黒字額（万円）	-27097.353	-29330.961	-28425.169	-28368.155	-28541.524
赤字を埋めるために市民が1年で乗車すべき回数（1回200円として）					
年	2017	2018	2020	2025	2030
回数/年	27.1	29.7	30	31.8	34.2

- ① 何よりもバスに乗ってもらうことが大事。広報、啓発の強化や、様々なシーンでの活用方法を考えるなどして、乗客をとにかく増やす。
 - a. 広報啓発で見込める乗客数の増加では、黒字化に必要な乗客数を獲得するのは現実的ではない。運賃の値上げは、他の輸送手段との比較で優位性がなくなることで、乗客を獲得することができなくなる。
- ② 経費の削減が大事。誰も乗っていない、大型バスではなくて、小型のワゴンバスに切り替える。
 - a. バスの小型化なども、投資が必要。小型化に伴い、最大の輸送能力は落ちることで、投資回収のための乗客数を確保することが困難になる。
- ③ 路線の縮小もある程度は仕方ない。乗客数が少なく、通勤通学、通院などへの影響が少ない、バス停の廃止や路線の見直し。
 - a. まちの構造がコンパクトではないため、路線で縮小できる範囲が限定的。使っていないバス停を廃止しても、終点までの間を飛ばすだけで、距離自体は短くならない。
- ④ 乗客のニーズに沿った、運行が大事。乗客数が多い時間帯などに合わせた、運行スケジュールを考える。
 - a. 集落別人口構成から、通勤通学などの特定の需要に特

化しても、乗客数自体は黒字化に達するほど獲得できない可能性が高い。

以上、定量的な検討を行った結果、高島市の地理的条件などの地域特性を踏まえた上で、従来のバス交通システムを前提とした改善策の立案は相当困難であることが確認された。また、現在のバス交通システムの利用促進のみならず、その維持管理が困難な状況であることについて、市民が理解し、継続して市民参加による議論の継続が必要であることが、政策提言として示された。すなわちこのことは、高島市において脱炭素社会に向けて、公共交通の利用促進は困難な課題であることを表す。

4.3. 脱炭素社会に向けた気候変動対策の社会実装における情報提供手法

以上、第3期推進会議のバス交通グループでの実践を通じて、バス交通を対象に、気候変動対策として示されている利用促進の面から、社会実装を目指した検討を行った。

結果、脱炭素社会の実現には、社会変革が必要とされるが、変革の対象となるシステムの現状理解がまずは必要である。本事例におけるバス交通においては、現状となるバス交通システムをいかに変革することで、利用促進が行われるかを検討するにあたり、なぜあまり利用されていなかったのかの側面から、乗客数や年間赤字額といった数値情報のみならず、これらを生み出すシステムの理解のために、因果フロー図や数値シミュレーションなどを用いることで、参加市民の理解が深まることが示された。

以上のことから、地域コミュニティレベルで具体的な社会実装の段階においては、政策対象について体系的な理解が重要であり、これらシステム理解のための情報提供が重要であると考えられる。また、このことは、科学的知見や専門的情報について、情報提供として一方方向で行われるのではなく、共同事実確認や因果フロー図の作成、数理モデルの開発からシミュレーションまでを、市民参加によるコ・デザインのプロセスを通じて行うことが有効と考えられる。

一方で、地域コミュニティレベルでの施策検討においては、地域の現状や地域特性など、地域固有の諸問題が前面となり議論が進行するため、気候変動対策としての側面が議論の俎上に上がることは少ない。このことは、気候変動が地域社会へ与える影響についての情報が不足しているためであると考えられる。本事例においては、気候変動による交通システム全体の影響に関しては、情報がない状況で議論を進めた。このため、例えば今後の気候変動の進行による災害時の避難や日中の自転車移動などに伴う熱中症リスクの上昇などについて、バス交通の視点から対策の

議論を行うことができなかった。

現時点においては、市町レベルでの気候変動影響評価は少なく、情報が不足していると考えられる。よって、様々な分野において、市町レベルの地域特性を考慮した気候変動影響評価が重要になると考えられる。

5. 気候変動に対応する2050年CO₂ネットゼロ社会シナリオとその作成手法

気候変動による悪影響の顕在化を背景に、地域における脱炭素社会実現に向けた施策が拡がりつつある。地域スケールで気候変動施策を検討し、さらに社会実装へと展開していく場合、生活者目線を重視し、地域の特徴に応じた実現シナリオを作り上げ、生活者に「自分事」として共有してもらうことが重要となる。

本研究では、滋賀県を対象とし、将来における社会経済情勢の方向性、既存の政策等でイメージされた将来社会の姿、これからの地域社会のあり方についての生活者らの意見を反映した上で、2050年のエネルギー起源CO₂排出量をネットゼロとしつつ、生活者らが望む地域のあり方を反映させた将来社会シナリオの作成手法を開発した。

その手法を用いて、滋賀県における2050年CO₂ネットゼロ社会シナリオを作成した。作成の過程では、生活者にシナリオを「自分事」として共有してもらうために必要なことは何か、どのような切り口で将来社会の様相を示すことが効果的かを明らかにした。さらに、地域社会にもたらされる脱炭素以外の便益の定量推計も併せて実施した。

5.1. CO₂ネットゼロ社会シナリオ作成の手法

5.1.1. シナリオ作成の流れ

図5-1に、シナリオ作成のための全体の流れを示す。

シナリオは、2050年時点で滋賀県がエネルギー起源CO₂排出量実質ゼロを達成した姿について、地域の生活者目線でその特徴をまとめた定性的な社会記述と、数理モデルを用いて社会経済の動向やエネルギー消費、CO₂の排出構造を数値化した定量的な社会記述によって構成される(金ほか、2022)。

まず、滋賀県における既存の各種行政計画を対象に、策定過程で挙げられた生活者の視点での意見や、行政がそれらを取りまとめたものを踏まえ、将来社会に関する生活者目線による定性的な社会記述を取りまとめる。続いて、定性的な社会記述の主旨に基づいて、地域の社会経済構造およびCO₂排出量を推計するために開発された数理モデルのツールに、設定条件をパラメータとして入力することによって、将来の地域の定量的な社会記述を行う。

さらに、定性的な社会記述に基づいて、生活者にシナリオを「自分事」として共有してもらうために必要なことは何か、どのような切り口で将来社会の様相を示すことが効果的かを明らかにする。

その結果を踏まえ、数理モデルにより定量化した社会経済の様々な側面について抽出、整理することで、シナリオの生活者への共有化促進に係わる要素とシナリオにより地域にもたらされる便益を定量的に推計する。

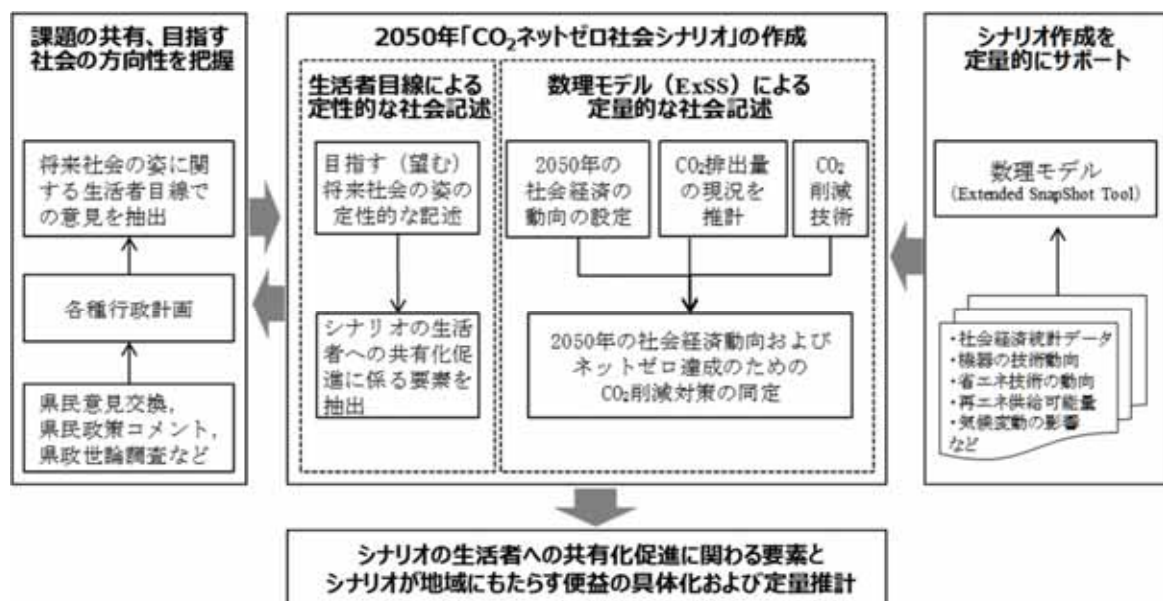


図5-1 CO₂ネットゼロ社会シナリオ作成の流れ

5.1.2. 生活者目線による定性的な社会記述について

シナリオ作りに生活者の目線を取り入れるためには、将来の気候変動によるリスク、社会経済の変化等に関する情報を提供しながら、生活者らが地域課題を共有し、目指す将来社会の姿について議論を繰り返すことが必要である。

しかし、2020年より本格化した新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染拡大防止の観点から、多人数による会合が実施困難な状況下にあった。そこで本研究では、生活者目線での意見を得るための代替策として、滋賀県における既存の行政計画である滋賀県基本構想（滋賀県、2015、2019）、人口減少を見据えた未来へと幸せが続く滋賀総合戦略（滋賀県、2020）、滋賀県CO₂ネットゼロ社会づくり推進計画（原案）（滋賀県総合企画部、2021）を対象に、策定過程で挙げられた生活者の視点での意見や、行政がそれらを取りまとめたものを活用する。これらの計画の策定過程においては、「将来どのような滋賀であって欲しいか」を題材に、県内多様な主体との意見交換、県民提案募集、県民政策コメント、県政世論調査、県政モニターアンケート、県内市町との意見交換などが実施されている。本研究では、これらを整理することで、生活者目線での定性的な社会記述に替えることとする。

5.1.3. 数理モデルによる定量的な社会記述について

数理モデルによって、地域の中長期的な将来社会像を描く先行研究として、地方自治体の低炭素社会の実現策を検討するためのツール、Extended SnapShot Tool（以下、ExSS）開発に関する研究（五味ほか、2007）がある。

ExSSでは、地域内の産業がどのようにして成り立っているか（主力産業、各業種の生産性など）と、地域内にはどのような人々がどのような生活を送っているか（年齢構成、就業率、就業者の通勤構造、家計消費など）を入力パラメータとして設定する。そしてこれらの設定をもとに、産業の規模とそれを成り立たせるために必要な労働力および人口が、一定の均衡をもって成り立つ状態を導き出す。そして、導き出された産業構造や人口規模などから、民生、産業、運輸部門におけるエネルギー消費と、それに伴うCO₂排出量が算出される。本研究では、このExSSを用いて、生活者目線による定性的な社会記述を基に入力パラメータを設定し、計算結果を導き出すことで、シナリオ達成時の定量的な社会記述をおこなうものとする。

生活者目線での意見は定性的なものであるが、入力パラメータとして設定するのは定量的な数値である。生活者目線での意見では、パラメータの値が基準年より増えているか減っているか、といった方向性を決めることはできるが、

その度合いを定量的に決定できるような意見が出ることは稀である。そのため、シナリオ作りの場においては「生活者目線での意見～研究者がパラメータを設定し、定量推計～生活者に設定条件と推計結果を提示～さらなる議論」という過程を繰り返すことによって、定性的な意見と定量的なパラメータの整合性を図るプロセスが必要である。

しかし本研究では、多人数による会合が実施困難な状況下にあるため、先述の滋賀県における既存の行政計画に示された生活者目線の意見を参照しつつ、滋賀県内での先行研究（金ほか、2015）を参考にすることで、筆者らによって入力パラメータを設定する。

また、国および世界的な社会の動向が地域に及ぼす影響といった、生活者目線だけでは判断しづらい要素についてもパラメータを設定する必要があるが、これらについては、先述の滋賀県における既存の行政計画の中での関連分野の記述や環境省による「地球温暖化対策計画」の対策案別表（環境省、2021）などを参考としながら数値を決定する。

5.1.4. シナリオの生活者への共有化について

定性的な社会記述に基づいて、生活者にシナリオを「自分事」として共有してもらうために必要なことは何か、どのような切り口で将来社会の様相を示すことが効果的かを明らかにする。その結果を踏まえ、ExSSにより定量化した社会経済の様々な側面について抽出することで、生活者への共有化促進に係わる要素の変化とシナリオの実現が地域にもたらす便益を定量的に提示する。シナリオの実現が地域にもたらす「便益」については、滋賀県東近江市を対象とした持続可能な地域社会の「豊かさ」に関する先行研究（金ほか、2015、内藤ほか、2012）がある。

先行研究では、地域の住民が持続可能な将来社会像を作成する過程で、ワークショップでの意見を基に共起ネットワーク分析を行っている。その結果、毎日の暮らしや仕事の中で、地域での人と人、あるいは人と自然との「つながり」を深めることが、感じる豊かさを向上させる重要な要素であると結論づけている。また、先述のExSSによる定量的な社会記述も実施しており、地域の社会経済状況に関する様々な変数から、市内での人と人の「つながり」の深まりを示す指標として、「家族や地域の人と一緒にいる時間」と「市内で創出される仕事のうち、市内在住の就業者によって賄われる時間」を提案している。

本研究では、滋賀県におけるCO₂ネットゼロ社会シナリオの実現が地域にもたらす便益として、先行研究による「つながり」の指標として、地域内の人同士が生活行動を共にする時間を、地域経済へのメリットを示す指標として、地域経済循環の強まりを示すこととする。

5.2. CO₂ ネットゼロ社会シナリオ作成の結果

5.2.1. 生活者目線による定性的な社会記述とシナリオ共有化促進に係わる要素

滋賀県における既存の行政計画の策定過程で挙げられた意見や、それらを取りまとめたものを対象に、将来社会に関する生活者目線での意見(県民の日常生活における暮らし方や働き方に関連したものを)、定性的な社会記述として整理した結果、「生活者にとっては、家庭やコミュニティ内での暮らしや仕事といった、日常生活の変化について関心が高い」ことが分かった。これらの関心事に即した切り口で、地域の現在の状況等に関する情報を提供しながら、得られた意見をシナリオ作りに反映すること、そしてシナリオの実現が、自分たちの日常生活にどのような変化をもたらすのかを具体的に提示することが重要となる。

5.2.2. 数理モデルによる定量的な社会記述

5.2.2.1. 定性的な社会記述に基づく入力パラメータの設定

ExSS による CO₂ ネットゼロ社会シナリオの定量的な社会記述にあたり設定した、滋賀県内での社会経済に関する入力パラメータと、それに対応する定性的な社会記述については、参考文献(金ほか、2022)を参照されたい。生活者目線での意見が反映される要素として、就業率、就業者の通勤構造、1日あたり生活時間、家計消費の内訳、人とモノの移動などがこれに相当する。

また、ネットゼロを達成するために設定した、エネルギー由来 CO₂ 排出量の削減に関する主なパラメータは表 5-1 に示す。これらは、生活者目線での意見に加えて、環境省による「地球温暖化対策計画」の対策案別表(環境省、2021)を参考に設定したものである。

5.2.2.2. シナリオの定量化

以上の設定を基に ExSS によって求められた 2050 年滋賀県の部門別 CO₂ 削減量とその削減要因を図 5-2 に示す。

2050 年滋賀県では、エネルギー効率の高い機器や再生可能エネルギーの大幅な導入、CO₂ 排出がゼロの電力の購入などにより家庭・業務部門はゼロに、県合計は 2013 年比 96%減少する。そして、森林の適切な利用・管理による吸収量を 46 万 t CO₂ 見込むことで、CO₂ 排出量の実質ゼロを達成する。

図 5-2 に示すように、滋賀県が 2050 年 CO₂ ネットゼロ社会を実現するためには、再生可能エネルギーを最大限に活用するゼロカーボン電力の供給と、あらゆる分野で用いられる機器類を可能な限り電化するエネルギーシフト、高効率機器の導入が、最も効果的(88%削減)な対策である。

しかし一方で、そのために必要な取組を担う主体として、

エネルギー転換部門と機械製造業の事業者らに過大な責任を与えることになりかねない。また、個人の立場、すなわち「生活者」としての視点に立つと、生活を取り巻くさまざまな技術が進歩していくなかで、自身が購入する製品やサービスが、とくに意識しなくとも脱炭素型のものに変わっていくことで解決するような印象を与えかねない。生活者の暮らし方や働き方は、地域における CO₂ の排出構造に対して大きな影響力を持つものである。よって、ネットゼロ社会シナリオを作っていく上で、生活者の目線を加えながら将来社会のイメージを構築していくことは、ネットゼロのための技術革新に課せられた負担を軽減できるという点において、シナリオの実現可能性を高めることにもつながる。本研究では、県民の行動変容も含む社会経済の思い切った変革(2013 年比 15%削減)も同時に重要であることを示唆した。

表 5-1 CO₂ 削減対策に関する主な設定

部門	対策	2050 年導入量・効率・設定根拠等	
家庭	機器の高効率化	冷房	エアコン COP:3.7~7.2
		暖房	エアコン・バイオマスストーブへの転換(100%)、 エアコン COP:2.9~4.8
		給湯	ヒートポンプ給湯器・太陽熱温水器への転換(100%)
		厨房	IH コンロへの転換(100%)
		その他	エネルギー効率が年率 0.5%改善
	住宅の高断熱化	平成 25 年基準以上の断熱性能の住宅が 100%、うち 50%が ZEH	
	HEMS の導入	普及率:100%	
業務	機器の高効率化	冷房	エアコン COP:3.8~6.2
		暖房	エアコン・バイオマスボイラーへの転換(100%)、 エアコン COP:2.6~4.1
		給湯	ヒートポンプ給湯器・太陽熱温水器への転換(100%)
		厨房	IH コンロへの転換(100%)
		その他	エネルギー効率が年率 2%改善
	建築物の高断熱化	平成 25 年基準以上の断熱性能の建築物が 100%、うち 40%が ZEB-ready	
	BEMS の導入	普及率:100%	
産業	機器の高効率化	冷房	エアコン COP:3.7~7.2
		暖房	エアコン・バイオマスボイラーへの転換(100%)、 エアコン COP:2.6~4.1
		給湯	ヒートポンプ給湯器・太陽熱温水器への転換(100%)
		厨房	IH コンロへの転換(100%)
		その他	エネルギー効率が年率 0.5%改善
	燃料転換、再エネの利用	石炭から電力に 100%転換、石油から電力に 80%転換、 天然ガスから電力に 60%転換、太陽光発電: 66 万 kW※非住宅 全体で: 99 万 kW、風力発電: 11 万 kW	
	購入電力の脱炭素化	購入する電力はすべてゼロカーボンと想定	
運輸	輸送機関の高効率化	乗用車	水素 1%、電気 99% (EV、FCV 等の効率は、国立環境研究所 AIM プロジェクトチーム (2012) 「対策導入量等の根拠資料」を参照)、 燃費が年率 0.5%改善
		バス	電気 100%、燃費が年率 0.5%改善
		トラック	小型貨物車: 電気 100%、普通貨物車: 天然ガス 15%・水素 5%・電気 80%、 燃費が年率 0.5%改善
		鉄道	電気 100%、エネルギー効率が年率 0.5%改善
	エコドライブ	旅客: 実施による改善率 10%、普及率 50% 貨物: 実施による改善率 10%、普及率 100%	
	購入電力の脱炭素化	購入する電力はすべてゼロカーボンと想定	
	旅客と貨物輸送量の変化(モーダルシフト含む)	乗用車から鉄道・バス・自転車に 5%ずつシフト、 営業用貨物自動車から鉄道に 5%シフト、 貨物の地域内輸送の効率化	

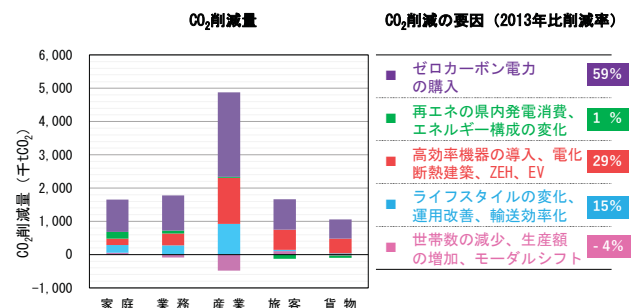


図 5-2 部門別 CO₂ 削減の要因(対策)とその効果

5.2.3. シナリオの実現が日常生活にもたらす変化

滋賀県におけるCO₂ネットゼロ社会シナリオの実現が日常生活にどのような変化をもたらすのか、という生活者目線での関心事に対して、先述の「シナリオ共有化促進に係わる要素」と「ExSSによる定量的な社会記述」を用いることによって、定量的に表現することができる。

本研究で作成したシナリオでは、将来の家庭での家事や育児の分担時間、余暇の過ごし方、近所の人たちと関わる時間、買い物の種類や場所、食生活、人とモノの移動距離や手段、仕事の種類や通勤の場所、働き方といったさまざまな物事の変化を具体的に描いた（詳細な数値等については、参考文献（金ほか、2022）を参照されたい）。そのことが結果として、ネットゼロという、大きな変化を伴う社会シナリオの県民との共有化の促進にもつながると考えられる。

5.2.4. シナリオの実現が地域にもたらす便益

ネットゼロ社会の実現というのは重要かつ喫緊の課題ではあるが、地域にとっての、生活者が変わることによってもたらされるCO₂削減以外の複合的なメリットも強調することが、気候変動施策に対する生活者の肯定的な態度形成に有効と考えられる。CO₂ ネットゼロシナリオが地域にもたらす便益として、新たに生まれる「つながり」の指標として、地域内の人同士が生活行動を共にする時間を、地域経済へのメリットを示す指標として、地域経済循環の強まりの変化を示す。

5.2.4.1. 地域内の人同士が生活行動を共にする時間が増加

ExSS では、一日あたりの生活時間がパラメータ化されており、これに“誰と一緒にいたか”という項目を加えることで、「人と人とのつながり」の変化を定量的に評価することができる。図5-3は、生活時間の中でも特に家庭生活に関するものについて、誰と一緒に過ごしている時間か、という観点から集計したものである。「個人で過ごす時間」

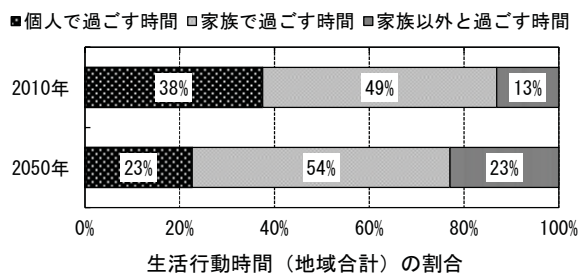


図5-3 家庭生活からみた「一緒にいる時間」の変化

を減らし、「家族で過ごす時間」「家族以外と過ごす時間」を増やすことで、家庭でのエネルギー消費量を削減することを意図したものである。それによって、家族団らんや近所付き合いの活発化、ボランティア参加などコミュニティの再形成によって生み出される、家族や地域の人と一緒につながる時間が、15%増加する。

5.2.4.2. 地域経済循環の拡大

県外に移輸出する額は、一般機械、輸送機械、電子機械、精密機械、対個人サービスを中心に将来にも順調に伸び、年率で0.8%増加する。そして、地域の中小企業や地場産業等がそれぞれ強みを生かし、相互に連携しながら、新事業・新分野に進出するなどすることで、県内で生産・消費する生産物が増え、県内自給額が10%増加（図5-4）し、地域内での資金循環が活発化する。

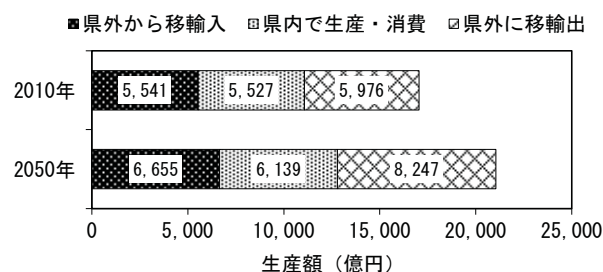


図5-4 県内生産額の変化

なお、県際収支を分析すると、民間での消費や投資について、2010年には県外への流出傾向にあったものが県内への流入傾向に転換。エネルギー購入代金の県外流出は約2割減少（3,283億円→2,632億円）となり、CO₂ネットゼロと経済の活性化は両立可能であることを示唆した。

5.3. 今後の課題

本来、地域で暮らす人々が望む将来の姿を反映したシナリオを作成するためには、生活者の参加と熟議の繰り返しが重要であるが、COVID-19の影響もあり、本研究では限られた回数の県民意見交換会と既存の行政計画をベースにした、生活者目線での意見を用いている。よって、本研究では、ネットゼロ社会実現シナリオの一例を提示したにとどまっておき、生活者からみたシナリオの受容性等において、さらなる考察を要する。今後、実際に生活者に参加してもらう場合の議論の進め方や、シナリオを共有してもらうための情報提示の方法など、実践的な手法論を含めた「生活者目線」でのシナリオ作成プロセスを構築していくことが重要な課題である。

6. 利用可能な住宅の断熱性能向上効果

6.1. 気温の影響を考慮した世帯類型別 CO₂ 排出量変化の要因分析

CO₂ 排出量削減目標達成に向けた進捗管理を行うには、その変化の要因について把握する必要がある。家庭部門の CO₂ 排出量に影響を及ぼす要因の一つ目として、単身世帯の増加や高齢化など世帯構成の変化が挙げられる。今後の CO₂ 排出ネットゼロ社会を目指す対策検討のためには、まずは、これらの変化が CO₂ 排出量変化に与えている影響を把握する必要がある。家庭部門のエネルギー消費量は、気温による影響を受ける。そのため、気温影響を補正した後の世帯類型別 CO₂ 排出量変化について LMDI 法を用いて 2013 年度を基準とし、2017～2018 年度の変化の要因分析を行った。

なお、エネルギー消費量や CO₂ 排出量の推計は、県にて行われているが、経年変化の把握を主目的としてきたため、推計に用いる情報について、ガス種により年計の値を年度計にみなして扱う、一部の地域やエネルギー種における原単位を県全体に適用するなどの方法が散見される。そこで、本研究ではこれを修正し、分析を行った。

6.1.1. エネルギー消費量と CO₂ 排出量変化における気温寄与

エネルギー消費量および CO₂ 排出量の 2013 年度に対する変化率を気温起因による変化率と気温起因のシェアとともに示す（表 6-1）。2018 年度では、エネルギー消費量と CO₂ 排出量の変化率はそれぞれ -8.8% と -29.4% であった。エネルギー消費量の変化率と比較して、CO₂ 排出量の変化率が大きいことが分かる。また、気温寄与分が、エネルギー消費量は 30%、CO₂ 排出量は 15% であった。

表 6-1 エネルギー消費量と CO₂ 排出量の変化率(対 2013 年度)

	2017年度			2018年度		
	変化率 計	気温 起因	気温 起因 シェア	変化率 計	気温 起因	気温 起因 シェア
エネルギー消費量	-4.2%	-2.4%	[58%]	-8.8%	-2.6%	[30%]
CO ₂ 排出量	-15.8%	-1.4%	[9%]	-29.4%	-4.4%	[15%]

2017 年度では、エネルギー消費量の変化率に占める寄与は 58% と非常に大きかった。このことから、エネルギー消費量および CO₂ 排出量変化への気温の影響が大きいことが確認できた。

仮に、気温要因を考慮せずに要因分析を行うと、エネルギー消費量の減少は、エネルギー集約度の寄与に含まれることになり、効率改善の評価が過大になるなど、年変動の

大きな原因となる。年度によってはエネルギー消費量の変化量は気温起因のエネルギー消費量の変化分に相当することが示された。

6.1.2. CO₂ 排出量変化の要因分析

世帯類型別の CO₂ 排出量変化の要因分析では、いずれの世帯でも、電力の CO₂ 排出原単位の減少による寄与が大きく、半分以上を占め、県全体では 8～9 割を占めた（図 6-1）。世帯の削減努力であるエネルギーシェア変化や効率改善による寄与率は -1～8% であった。

他の世帯類型は CO₂ 排出量の減少に寄与するが、単身・高齢世帯は増加への寄与となった。効率改善が非常に小さいことから、高効率な機器の導入や省エネ行動が他の世帯と比較して相対的に少ないと考えられる。今後、単身・高齢世帯が増加することによる家庭部門での CO₂ 排出量削減の停滞に懸念が生じる。

CO₂ 排出原単位（電力）の削減は、大規模電源における原単位の削減が大きく影響する項目であるが、CO₂ 排出原単位の小さな電力会社を選択するなど、県民の努力により可能となる部分もある。単身・高齢世帯への一層の省エネ行動促進のための啓発とともに、全世界帯への電化率の向上と低炭素電力への切り替えの促進が喫緊の課題である。

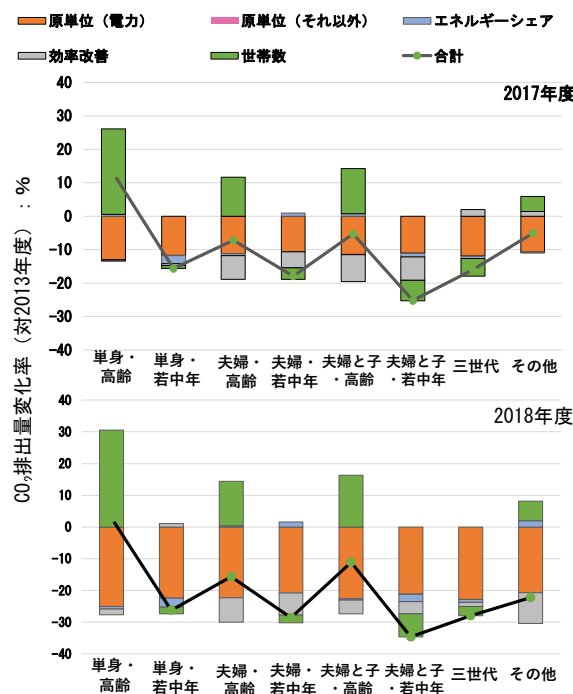


図 6-1 世帯類型別要因別の CO₂ 排出量変化率

6.2. 省エネレベル別住宅ストック推計に基づくエネルギー削減量の分析

6.2.1. 住宅ストック推計モデルの概要と将来シナリオ

2050年にむけたネットゼロシナリオ実現にむけ、2030年における住宅部門でのCO₂排出量削減率は67%と非常に高い目標が設定されている。住宅におけるエネルギー消費量の削減には、断熱性能の向上と太陽光パネルの設置が不可欠である。住宅におけるエネルギー消費量の分析を行うため、省エネレベル別の利用可能な住宅ストックを推計するモデル（区分：建て方、構造、築年代、断熱改修の有無、省エネレベル）を構築し、1970～2050年に適用した。省エネレベルは一次エネルギー消費量等級をベースに省エネレベル2～6（Lv2～Lv6）まで設定し、利用可能な住宅とは居住あり住宅に転居がスムーズに行われる程度の空き家を加えたものである。

将来シナリオは、対策の導入の強度により、

- ・停滞ケース：現在導入が決定している施策のみを想定
- ・新築・既築強化ケース：新築・既築ともに対策導入が進むケース、を想定した。

2004～2018年には、持ち家ではストックに対し5～6%/年にて何らかの改修が行われており、その中で断熱に関する工事（窓・壁等の断熱・結露防止工事）の比率は5%から9%へと増加した。断熱改修工事は単独でも可能だが、何らかの改修工事のついでに行われることを考え、断熱改修率は、現状の0.5%/年を初期値とし、すべての改修工事に断熱改修が含まれる6%/年を上限とする。停滞ケースでは断熱改修率をトレンドで変化させる。新築・既築強化ケースは、2030年度のCO₂削減目標における住宅に係る目標を達成するよう停滞ケースに上乘せして断熱改修率を段階的に向上させ、2050年までその変化を継続させた。

断熱改修の築年代別シェアは、過去の実績を用いるとともに、2030年頃までは耐震改修が促進されることから、ついでに断熱改修も行われやすくなる状況から築41年以上の値を大きく設定した。また1991年以降築の住宅は、寿命が過去と比較して長くなっており、かつ、改修しやすい住宅が増加していることから、中古住宅をより有効に活用していく施策の浸透も想定して築30年以降からの改修率を高く設定した（図6-2）。

6.2.2. 利用可能な住宅ストック

1980年以前築の住宅ストックへの建替を促す対策を行っても、2050年には2021年以降に建築された利用可能な住宅ストックは44%しか存在しない（図6-3）。躯体が丈夫ではなく、かつ、省エネレベルの低い住宅の減耗促進対策を促さない場合は2050年にも1980年以前築の住宅が

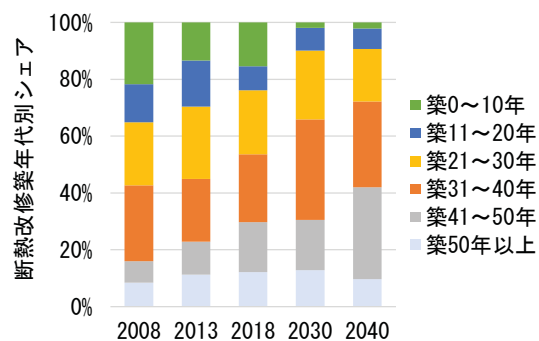


図6-2 断熱改修の有無および省エネレベル別シェア

17%存在し、2021年以降築は40%であった。住宅ストック全体での断熱性能向上により家庭部門のエネルギー消費量を削減するためには、既築ストックへの断熱性能向上の促進が必要である。

住宅ストックの需要を満たすための新築戸数は、1970年代と1990年代にピークがあるため、それらの減耗の影響で2020年代半ばにピークが発生する。省エネレベルの低い1980年以前築の住宅に対し建替を促進する新築・既築強化ケースでは、2040年頃に一万戸を超える二つ目のピークが発生する。太陽光パネルの設置は、新築時に設置すると後付けするよりも工事の手間が小さいため、この新築のピークが発生する時期に設置を促進する対策を行うことが有効である。

利用可能な住宅ストックの断熱改修の有無別、省エネレベル別シェア（図6-4）にて、2050年の省エネレベル4（2025年義務化基準）以上のシェアをみると、停滞ケースでは68%であり、新築・既築強化ケースでは既築での断熱改修が進むため89%となった。この差のうち5%は、1980年以前築ストックへの減耗促進の効果である。また、新築・既築強化ケースでは、省エネレベル4のうち改修による割合は69%となり、ZEH基準相当（省エネレベル5や6）のうち改修による割合は33%を占めた。新築戸建のみに対策を強化した場合と比較すると24%増加した。

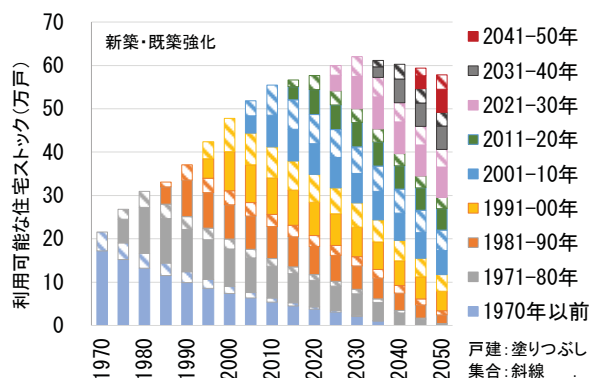


図6-3 築年代別利用可能な住宅ストック

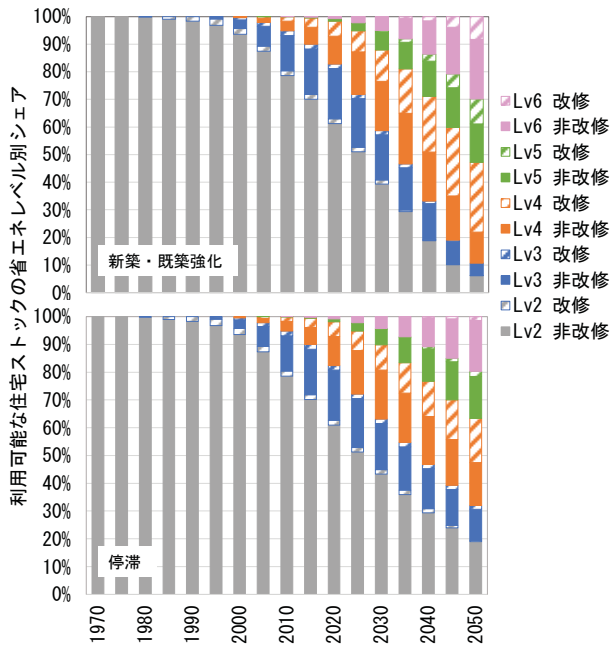


図 6-4 断熱改修の有無および省エネレベル別シェア

6.2.3. エネルギー消費削減量

利用可能な住宅ストック平均のエネルギー消費量は、2020年の省エネレベル4の住宅でのエネルギー消費量を1.0とした場合、停滞ケースでは機器効率改善を含まない場合1.02となり、現在適合義務化されている省エネ水準にも満たず、新築・既築強化ケースでは機器効率改善を含み0.81、太陽光パネルの全量自家消費を含め0.63を達成する(表6-2)。

2020年からのエネルギー消費量の削減率では、新築のみ対策を強化した場合は2%しか向上しなかった。2021年以降の累積エネルギー消費量の削減率(対停滞ケース)では、ZEHの太陽光パネルによる発電量を全量自家消費するとみなした場合(PV発電自家消費の列が○)でも、5.5%に留まることから、CO₂排出量の大幅削減のためには、エネルギー需要削減行動、省エネ機器のさらなる導入、脱炭素エネルギーの供給が必要となることが示唆された。

表 6-2 エネルギー消費量に関する分析結果

2050年	機器効率改善	PV発電自家消費	ケース	
			停滞	新築・既築強化
ストック平均のエネルギー消費量(2020年のLv4=1)	○	○	0.82	0.63
	○	×	0.90	0.81
	×	×	1.02	0.94
2021年以降の累積エネルギー消費量削減率(対停滞ケース)	○	○		5.5%
	○	×		2.7%
	×	×		2.0%

7. ゼロカーボン電力の生産者としての産業創成と気候変動適応を考慮した再生可能エネルギーの適切な土地利用

滋賀県が2050年CO₂ネットゼロ社会を実現するためには、ゼロカーボン電力の供給と、あらゆる分野で用いられる機器類を可能な限り電化するエネルギーシフトが必要である。その実現に向けて、再生可能エネルギーの最大限活用によるゼロカーボン電力の生産が重要である。

県内においても、再生可能エネルギーは着実に普及しつつある。その点については、CO₂ネットゼロ社会実現に向けた着実な進捗といえるが、それが県内事業者による新たな地域事業としてなされるのか、あるいは県外事業者によって県内の再エネ資源を提供する形でなされるかの違いは、地域経済への影響を大きく左右する。また、再エネを活用するには、周辺地域の地理的特性や住民への配慮、地元にとってのメリットなどが十分に検討されることが望ましい。しかし実際には、そのような「地域立脚性」が考慮されないまま、再生可能エネルギー特措法に基づく固定価格買取制度(以下、「FIT制度」)を契機に再生可能エネルギー施設が急速に増加、拡大していったという経緯がある。その結果、土砂流出や濁水の発生、景観の悪化、将来の廃棄など、周辺環境への影響に対する地元の懸念が高まりつつある。

なお、CO₂削減や地域経済以外の側面からみた再生可能エネルギーの可能性として、活用地域における自然災害時のレジリエンスの強化、エネルギーの地産地消に資することも期待されている。しかし、再エネ事業の候補地自体の災害リスクのような、レジリエンスに関連する要因が、再エネ事業者らの立地選択にどの程度影響を与えているかについては明らかになっていない。

そこで、本研究では、滋賀県におけるこれらの現状を把握するため、FIT制度認定事業のうち太陽光発電施設を対象を絞り、発電施設の所在地とそれを所有する事業者の所在地との関係性や、自然災害発生時の活用可能性を分析した。

7.1. 分析の方法

資源エネルギー庁公表(資源エネルギー庁、2022)の事業計画認定情報(2021年11月30日時点)より、太陽光発電事業を対象として抽出した。対象施設の所在地と、それを所有する事業者の所在地を、都道府県および市町単位で把握した上で、対象最寄地点の平均日射量データベース(新エネルギー・産業技術総合開発機構、2022)から年間予想発電量を推計することで、分析用のデータベースを構築し、滋賀県内の発電施設の所在地と事業主体との関係性を分析する。

なお、滋賀県内の事業用太陽光発電施設（20kW 以上）5,694 施設のうち、運転開始前の 860 施設を除く 4,834 施設すべてに対し、施設の所在地住所と Google マップの衛星画像を照らし合わせて地理座標を特定し（特定作業の時点：2022 年 12 月～2023 年 9 月）、施設が立地する場所を地理情報システム（ArcGIS）上に整備する。施設の地理座標の具体的な特定方法は以下のとおりである。

①Google マップの衛星画像を使い、施設の所在地住所または事業者名称から発電施設の緯度経度を取得する。

②設置前である、または Google マップの衛星画像が古いために発電施設が写っていない場合があるため、その住所に実際に発電施設が写っていない場合でも、発電用地らしき更地があれば、発電施設と見なして緯度経度を取得する。

③施設の所在地住所および事業者名称が Google マップ上に無い場合は、地名（大字）の範囲内で、住所の前後の番地の位置を確認し、発電施設を探す。

自然災害発生時の活用可能性については、発電施設が立地する場所と滋賀県防災情報マップ（滋賀県防災危機管理局、2022）の土砂災害警戒区域（特別警戒区域を含む）および洪水浸水想定区域との関係性を分析する。滋賀県の洪水浸水想定区域は、琵琶湖と琵琶湖に流入する 13 河川の洪水予報区間において想定最大規模降雨による洪水浸水想定区域（指定時点の河川の河道および洪水調節施設の整備状況を勘案して、想定最大規模降雨に伴う洪水により当該河川が氾濫した場合の浸水の状況をシミュレーションにより予測したもの）を使用する。

発電施設が立地する場所の土地利用については、国土数値情報ダウンロードサービス（国土交通省、2022）の土地利用細分メッシュデータ（国土数値情報、2016 年）を用いて分析する。

7.2. 結果と考察

7.2.1. 滋賀県の FIT 制度認定事業のうち、事業用太陽光発電事業の状況

滋賀県で FIT 制度の認定を受けている太陽光発電事業（20kW 以上）は 5,694 施設であり、合計発電出力は 882MW であった。それらの年間予想発電量は 991GWh/年と推計され、20kW 以上から 50kW 未満が 11%、50kW 以上から 1,000kW 未満が 51%、1,000kW 以上が 38%を占めた（表 7-1）。

7.2.2. 太陽光発電施設が立地する場所の特定結果

滋賀県内の FIT 制度認定事業のうち、運転開始前を除く 20kW 以上の太陽光発電施設が立地する場所の特定結果を表 7-2 に示す。

表 7-1 滋賀県の FIT 制度認定事業のうち、事業用太陽光発電事業の状況（2021 年 11 月 30 日時点）

太陽光発電 (出力区分)	施設数		年間予想発電量 (GWh/年)		
	全体	運転 開始前	運転 開始前	運転 開始	合計 (%)
20kW 以上～ 50kW 未満	2,705	178	7.8	105.6	113.4 (11%)
50kW 以上～ 1,000kW 未満	2,829	649	115.8	388.8	504.6 (51%)
1,000kW 以上	160	33	76.0	296.6	372.6 (38%)
合計	5,694	860	199.6	791.0	990.6 (100%)

表 7-2 太陽光発電施設が立地する場所の特定結果（2021 年 11 月 30 日時点、運転開始前を除く）

太陽光発電施設の地理座標特定の状況 (Google マップで施設の住所、事業者名称、 衛星画像を組み合わせて特定)		特定 判定	施設 数
対象施設の住所または名称 が検索可能	衛星画像より、対象施設の座標を特定	○	1,660
	衛星画像より、予定地らしき更地の座標を特定	○	60
対象施設の住所および事業者名称は検索できないが、衛星画像では同じ町丁・字内に発電施設が存在	衛星画像上の施設の番地を調べ、対象施設であることを確認した上で座標を特定（枝番の有無などによる検索漏れ）	○	511
	衛星画像上の施設の番地は不明だが、周囲 200m 以内の建物と対象施設の番地が近いいため、対象施設とみなして座標を特定	○	1,760
	衛星画像上の施設の番地は不明であり、周囲 200m 以内に番地が近い建物も存在しないため、座標を特定できない	×	550
対象施設の住所および名称が検索できず、衛星画像でも同じ町丁・字内に発電施設が見あたらないため、座標を特定できない		×	293
合計			4,834

本研究では、滋賀県内の事業用太陽光発電施設（20kW 以上）5,694 施設から運転開始前の 860 施設を除いた 4,834 施設のうち、立地する場所が特定できたと判定した（表 7-2 の特定判定欄が「○」の施設）3,991 施設を分析の対象とした。

それらの場所の土地利用は、建物用地・その他用地が

53%、農用地が24%、森林が15%、その他が8%であった。設置・運用の仕方によっては、地域住民等の生活環境や、地域で保全しようとしている景観等に影響を及ぼすおそれがある。営農型の導入や地元地域との合意形成が重要であり、環境に配慮し地域との共生を図ることが必要である。

7.2.3. 太陽光発電施設の所在地とそれを所有する事業者の所在地との関係性

滋賀県の各市町に所在する太陽光発電施設の年間予想発電量について、事業者の所在地を、「同一市町内」「市町外・県内」「県外」の3つに分類したものを図7-1に示す。

年間予想発電量を事業主体の観点からみると、「滋賀県全体」の総予想発電量の35.6%は同一市町内の事業者、19.4%は市町外・県内事業者によって行われているが、45.1%は県外の事業者によって行われていた。

脱炭素社会の実現のために、太陽光発電を中心とする再生可能エネルギーの大幅な導入が不可欠である一方、その活用は、資金力で勝る都市部の事業者らが主体となって大規模な設備導入を行い、その収益が都市部へと吸収されているケースが多く、地域経済循環の形成と都市部への経済集中を同時に起こしている現状が確認された。

7.2.4. 太陽光発電施設の自然災害発生時の活用可能性

分析の対象とした3,991施設のうち、洪水浸水想定区域(想定最大規模)内に1,534施設、土砂災害警戒区域内に176施設(うち5施設は重複指定)が立地していることが分かった。それらを年間予想発電量シェア(全施設合計)でみると、洪水浸水想定区域(想定最大規模)内が31.7%、土砂災害警戒区域内が3.5%であった。それらは自然災害発生時には利用できない可能性が高い。

設備を災害時の初期復旧に活用するために、自家消費用の回路や自立運転機能システムの構築も必要であると同時に、設備の設置場所そのものを災害リスクの低いところにする必要がある。

脱炭素社会および持続可能な地域社会の実現にむけた再生可能エネルギーの導入にあたっては、単なる収益やCO₂排出量の削減だけではなく、周辺地域の地理的特性や住民への配慮、地元にとってのメリットといった「地域立脚性」を十分に考慮することが必要である。すなわち、地域経済循環、エネルギーの地産地消、適切な土地利用、災害時のレジリエンスの強化といった、地域社会が抱える様々な課題解決への貢献度を導入の基準にすることが必要であると考えられた。

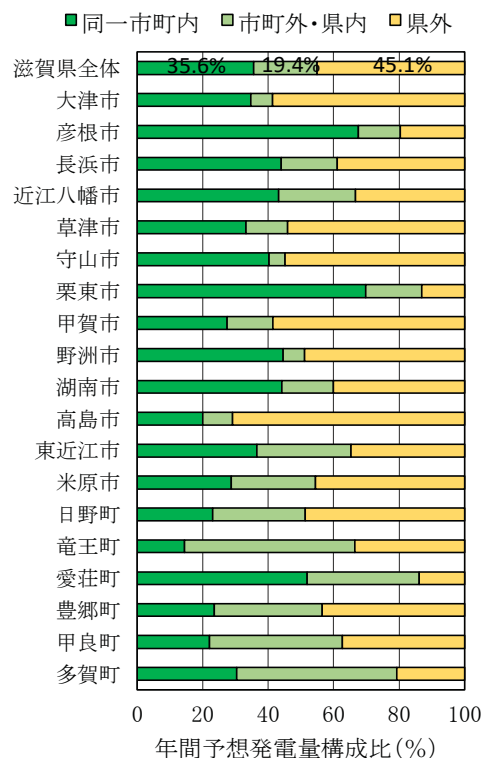


図7-1 滋賀県の各市町に所在する太陽光発電施設の事業者所在地別の年間予想発電量シェア

8. まとめ

本研究では、県内の社会・経済の変化に加え、考慮すべき外部要因として気候変動に注目し、気候変動に関する県民意識の把握、県内の脆弱性評価手法の検討、気候変動対策の社会実装を見据えた情報提供手法の検討を行った。それらを踏まえ、気候変動に対応する長期的な目標社会シナリオを作成することで、気候変動に対応する持続可能な滋賀社会の実現にむけた政策の立案に資する知見を得ることを目的とした。

得られた主要な知見は、以下の通りである。

- 1) 県内の気候変動ステークホルダーは、気候の変化として「降雨関係」や「気温上昇」、「四季変化」、「降雪・積雪」、「極端気象」について実感しており、これらの変化によって、農林水産業や自然生態系、健康、暮らしに影響が生じていることを実感していることが分かった。
- 2) 県政世論調査の今後力を入れてほしい政策の時系列分析により、地球温暖化および気候変動対策に関連した施策に対しては、最大でも回答割合が約15%程度であり、他の施策との比較でも下位に留まっていることから、県民全体からの重要性の認識は低い状況であると考えられる。

- 3) 気候変動影響の一つである熱中症搬送者数の推計において、用いる気候シナリオにより現状からの変化比の差が大きく異なった。複数の気候シナリオのデータセットを用いて影響評価を行い、気候シナリオや年変動などの不確実性の幅を把握することが必要である。また、地域全体のリスクと個人のリスクをそれぞれ把握することが重要である。
- 4) CO₂排出量実質ゼロという、地域の生活者にとって決して関心が高いとは言えない目標と、日々の生活のあり方や地域課題といった、生活者目線での身近な関心事を結びつけることが可能なネットゼロシナリオ作成手法を開発した。
- 5) その手法を用いて、滋賀県が2050年CO₂ネットゼロ社会を実現するためには、再生可能エネルギーを最大限に活用するゼロカーボン電力の供給と、あらゆる分野で用いられる機器類を可能な限り電化するエネルギーシフト、高効率機器の導入、断熱住宅の普及、県民の行動変容も含む社会経済の思い切った変革、エネルギー需要そのものの削減、吸収源としての森林の適正管理が重要であることを見出した。なお、CO₂排出量ネットゼロと経済の地域内好循環（地域経済の活性化）は両立可能であることを定量的に示した。
- 6) 家庭部門のエネルギー消費量やCO₂排出量の変化の要因について気温による寄与率を確認した。削減目標達成に向けた進捗管理を行うには、要因分析において気温要因も把握することが必要である。またエネルギー消費量の削減には住宅の断熱性能の向上が不可欠であるが、その累積エネルギー消費削減率は小さく、需要削減や脱炭素エネルギーへの転換など早急な追加対策が不可欠である。
- 7) 脱炭素社会および持続可能な地域社会の実現にむけた再生可能エネルギーの導入にあたっては、単なる収益やCO₂排出量の削減だけではなく、周辺地域の地理的特性や住民への配慮、地元にとってのメリットといった「地域立脚性」を十分に考慮することが必要である。すなわち、地域経済循環、エネルギーの地産地消、適切な土地利用、気候変動影響への適応、災害時のレジリエンスの強化といった、地域社会が抱える様々な課題解決への貢献度を導入の基準にすることが必要であると考えられた。

本報告書は、下記をもとに編集したものである。

- ・河瀬玲奈（2021）：滋賀県における気温の影響を考慮した世帯類型別CO₂排出量変化の要因分析。土木学会論文集G（環境），77（6），II_149-II_157。

- ・河瀬玲奈・一瀬護・木村 道德（2022）：滋賀県における適応策の進捗管理に用いるための気候変動に対する脆弱性評価の試み。環境科学会2022年会講演要旨集，60。
- ・河瀬玲奈・一瀬護・本田文雄（2023）：基準の違いによる気候変動リスク情報—熱中症搬送者数を事例として—。第31回地球環境シンポジウム講演集
- ・河瀬玲奈・一瀬護（2023）：利用可能な住宅ストックの省エネレベル別推計に基づくネットゼロ施策の考察。土木学会論文集，79（26），23-26003。
- ・河瀬玲奈・一瀬護・芳賀智宏・松井孝典・日下博幸（2023）：熱中症搬送者数からみる気候変動影響評価の不確実性に関する考察。土木学会論文集，（in press）。
- ・金再奎・岩川貴志・越智雄輝・木村道德・馬場健司（2022）：地域における生活者目線での脱炭素社会実現シナリオの構築手法—滋賀県を事例として—。環境科学会誌，35（4）：199-212。
- ・金再奎・岩川貴志・松井亜紀（2023）：再生可能エネルギーの地域立脚性に関する考察：事業主体と災害リスクの観点から。環境情報科学学術研究論文集，37，投稿中

9. 引用文献

- 五味馨・島田幸司・松岡譲（2007）：地方自治体における統合環境負荷推計ツール開発と滋賀県への適用。環境システム研究論文集，35，255-264。
- Ishizaki, N. (2021) Bias corrected climate scenarios over Japan based on CDFDM method using CMIP6 (NIES2020), Ver1.0, NIES. doi:10.17595/2021051.001, (参照 2021-12-15)。
- 環境省（2020）気候変動影響評価報告書（総説）。<https://www.env.go.jp/earth/>（参照 2023-11-2）。
- 環境省（2021）地球温暖化対策計画別表（2021年10月22日閣議決定）。<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/211022.html>（参照 2021-11-22）。
- 金再奎・岩川貴志・内藤正明（2015）：市民意識の定量化に基づく持続可能社会の将来像の描出とその実現ロードマップ—地域情報システムの活用による新たな指標作り—。環境科学会誌，28，50-62。
- 金再奎・岩川貴志・越智雄輝・木村道德・馬場健司（2022）：地域における生活者目線での脱炭素社会実現シナリオの構築手法—滋賀県を事例として—。環境科学会誌，35（4）：199-212。
- 国土交通省（2022）国土数値情報ダウンロードサービス。<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>（2022.12.1参照）
- 内藤正明（2012）：独立行政法人科学技術振興機構（JST）社会技術研究開発センター（RISTEX）「地域に根ざした

脱温暖化・環境共生社会」研究開発プロジェクト「滋賀をモデルとする自然共生社会の将来像とその実現手法」研究開発実施終了報告書.

<https://www.jst.go.jp/ristex/funding/env/index.html> (参照 2021-11-22).

農研機構 (NARO) (2019) 農研機構メッシュ農業気象データ

https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=start (参照 2021-02-17)

大場真・戸川卓哉・渡邊学・榎原友樹 (2019) : 気候変動に対する地域適応策のための脆弱性・リスク評価手法の開発 : 地域レベル解像度-可視化システムと気候リスクコミュニケーション. 環境情報科学論文集, 33 : 295-300.

SI-CAT (気候変動適応技術社会実装プログラム) (2020) :

<https://www.restec.or.jp/si-cat/index.html>

(参照 2020-01-20).

滋賀県 (2015) 滋賀県基本構想 : 夢や希望に満ちた豊かさ実感・滋賀 (2015 年度~2018 年度).

<https://www.pref.shiga.lg.jp/kensei/kenseiunei/kousou/10050.html> (参照 2021-11-22).

滋賀県 (2019) 滋賀県基本構想 : 変わる滋賀続く幸せ (2019 年度~2030 年度).

<https://www.pref.shiga.lg.jp/kensei/kenseiunei/kousou/10081.html> (参照 2021-11-22).

滋賀県 (2020) 人口減少を見据えた未来へと幸せが続く滋賀総合戦略 (2020 年度~2024 年度).

<https://www.pref.shiga.lg.jp/kensei/kenseiunei/kousou/307832.html> (参照 2021-11-22).

滋賀県総合企画部 (2021) 滋賀県 CO₂ ネットゼロ社会づくり推進計画 (原案) : しが CO₂ ネットゼロ推進協議会令和 3 年度第 3 回会議資料.

<https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kankyoshizen/ondanka/314310.html>, (参照 2021-11-22).

滋賀県防災危機管理局 (2022) 滋賀県防災情報マップ.

<https://shiga-bousai.jp/dmap/> (参照 2022-8-10)

資源エネルギー庁 (2022) 事業計画認定情報公表用ウェブサイト.

<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo> (参照 2022-8-10)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2022) 日射に関するデータベース.

<https://www.nedo.go.jp/library/nissharyou.html> (参照 2022-8-1)