カーボンニュートラルに向けた地域政策のシミュレーション方法を開発 持続可能な社会に向けた自治体・企業の多元的な意思決定を IT システムにより支援

概要

京都大学こころの未来研究センターの広井良典教授は、京都大学と日立製作所が設立した日立京大ラボ(日立未来課題探索共同研究部門)*1と、AIを活用した未来シミュレーションにおいて都市集中型よりも地方分散型の社会が日本の持続可能性にとって望ましいとの結果が示されたことを踏まえ*2、地域での再生可能エネルギー自給や地産地消による経済循環とコミュニティの活性化を目指す自律分散的地域社会*3の研究をこれまで進めてきました。このたびの共同研究では、カーボンニュートラルによる持続可能な地域社会の実現をめざして、地域経済や二酸化炭素排出量などの複数の指標を予測・評価できるシミュレータ(シミュレーションを行うための計算ツール)を開発しました。これまでは特定地域(宮崎県高原町)を対象としたシミュレータを開発してきましたが*4、今回のシミュレータでは日本全国の様々な地域での活用を容易にするべく、二酸化炭素排出量の指標への対応や、地域の実情に合わせた地産地消モデルや新電力会社モデルなどの選択を可能にしています。なお、本発表の詳細に関しては日立京大ラボのホームページ*5にも掲載しています。

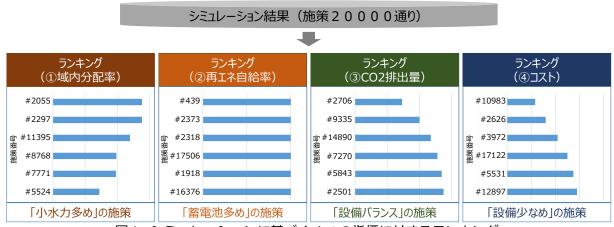


図1 シミュレーションに基づく4つの指標に対するランキング

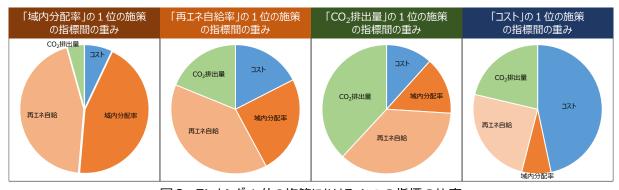


図2 ランキング1位の施策における4つの指標の比率

1. 背景

グローバルな社会課題を解決すべく策定された持続可能な開発目標(SDGs: Sustainable Development Goals)では、持続可能な開発を、社会、環境、経済の三つの価値の総合的なバランスを取りながら推進することが期待されています。そのため、自治体や企業では、その事業価値を社会、環境、経済の3つの側面において向上させていくことが求められています。具体的には、例えば二酸化炭素排出量指標などの環境価値や、事業利益指標などの経済価値、および地域の持続性指標や QoL 指標(QoL: Quality of Life、生活に対する満足度を表す指標のひとつ)などの社会価値を同時に考慮していく必要があります。

一方、多くの自治体や企業にとって、3つの側面でバランスのとれた事業ビジョンを具体化していく作業は困難です。例えば、地域のエネルギービジョンでは、導入する発電設備の規模や種類からビジネスモデルまで幅広く考慮する必要があります。さらに、再生可能エネルギーの導入では、地域の気象条件や地理的特徴も考慮する必要があります。そしてビジョンを策定するためには、二酸化炭素排出量の削減、導入・維持にかかるコスト、地域経済への貢献度などのバランスを見ていく必要があります。コストをかけて全て再生可能エネルギーで賄えば環境価値は最大になりますが、経済的な採算性が悪化して地域経済が持続できないといった指標間のトレードオフが発生します。したがって、自治体や企業では、エネルギービジョンの策定に当たって、多様な指標群を定量的に可視化して比較検討することが非常に重要となります。

2. 研究手法・成果

上記の背景を踏まえ、本共同研究では、環境・経済・社会という3側面のバランスがとれた持続可能な地域 社会を実現するための政策立案を可能にするため、政策や事業の効果を多角的に予測するシミュレータ(シミュレーションのための計算ツール)を開発しました。本シミュレータを活用することにより、例えば地方自治体にとっては、客観的根拠に基づく政策立案や住民を含む地域の合意形成に役立てることができ、地域で事業を行う企業にとっては、自社のサービスや製品がどのくらい地域に貢献しているかを提示することで事業展開が容易になると期待されます。

今回、改良したシミュレータの特徴は以下の二点です。

(1) CO₂排出量指標の追加

宮崎県高原町での実証研究を踏まえて 2019 年に公表したシミュレータに、今回新たに二酸化炭素(CO_2)排出量の指標を追加しました。発電そのものや設備導入(設置工事、メンテナンスなど)に掛かる二酸化炭素量[CO_2 -kg]の係数(例えば電力量[kWh]あたりの排出量の係数)を、発電設備の規模や運用ごとに設定する機能を追加し、さまざまな施策に対して CO_2 排出量を定量化することができます。

今回、具体的には、再生可能エネルギー(主に太陽光発電設備、農業用水等に設置される小規模な水力発電設備を想定)の導入による CO_2 排出量の増減に関してシミュレーションを実施しました。シミュレーションは、仮想地域における 100 世帯を対象として、発電設備の規模や運用などのパラメータを変化させて 2 万パターンの組み合わせで実行しました。その中からもっとも適切な施策(パターン)を探し出すため、図 1 に示すように 4 つの代表的な指標についてランキング形式で可視化しました。4 つの指標とは、①地域の持続性に関連する域内分配率 *6 、②災害時などでの地域での電力の自給に資する再生可能エネルギー自給率、3 CO_2 排出量、④導入等にかかるコストです。ランキングでは、有意差を分かりやすく示すため、2 万パターンのうち

1位、10位、20位、30位、40位、50位の上位6施策を表示しています。

各ランキングの内訳を見ると、次の4点が示されました。

①域内分配率で上位に来る施策は、小水力発電設備が比較的多めの施策に対応しています。これは、小水力発電設備が太陽光発電設備と比較して土木工事などの設置工事費用が多い一方で、施工事業者が域内にいるため工事費用が地域への再投資に還流するためです。太陽光発電設備は、概ね域外から調達されるため、域内への再投資が増えません。

②再工ネ自給率で良好なのは、蓄電池設備が多めで、なおかつ太陽光発電設備に比重を置いた施策です。太陽光発電設備を日中に発電し、それを蓄電池に貯め、夜間に利用するケースが自給率の観点では有効であることがわかります。

③CO₂排出量の観点では、太陽光発電、小水力、蓄電池等バランスの取れた施策が上位にきています。今回、 設備導入に掛かる排出量も勘案しているため、日中の電力量に寄与できる太陽光、土木工事が必要だが定常的 に発電できる小水力など、それぞれの長所短所が補い合っていると考えられます。

④コストの観点からは、小規模設備を導入する施策がランキングの上位にあり、電力が足りない場合には域 外から電力を購入する方がよいことがわかります。

図2にランキング1位の施策における4つの指標の比率を示します。ある指標に関する 1 位の施策において、円グラフの面積が大きい指標は面積の小さい指標より「良い」ことを表します。域内分配率1位の施策では、域内分配率と再工ネ自給率を優先する施策が「良い」施策ですが、CO₂排出量やコストの観点では「悪い」施策となる可能性があります。カーボンニュートラルの観点で、CO₂排出量に対するランキング1位の施策を見ると、コストと域内分配率の指標が比較的悪い施策となっていることを示しています。すなわち、単純にどれか1つの指標だけに着目して最適化を行うと、別の指標が悪化し結果的に持続可能性が下がってしまう危険性をはらんでいると考えられます。ランキング上位に来る施策は着目する指標によって異なるため、地域の特徴などに応じて多元的な指標を考慮しながら適切な施策を選択していく必要があります。

(2)全国の各地域への展開の容易化

本シミュレータでは、対象地域から収集したデータなどをもとに計算モデルを構築し、さまざまな施策をシミュレーションして効果を予測します。今回は計算モデルの作成において、複数の地域への展開を容易化するため、地域の企業、世帯、発電設備などの分割単位でモジュール化しました。異なる地域、異なる事業形態をシミュレーションする場合には、モジュールを入れ替えたり、組み合わせたりすることで対応し、モジュール間はモノ、電気、お金の流れなどで繋いでいきます*7。

例えば、ある地域において太陽光発電の地産地消のケースを考える場合には、太陽光発電設備、施工業者、契約世帯、自家発電量不足時のための電力会社などのモジュールを組み合わせて、複数の指標を算出します。地域新電力会社のケースを考える場合には、会社、電力入荷先の電力市場、地域内の再工ネ設備、契約世帯、場合によっては電力需給事業の委託先といったモジュールを組み合わせます。また、モジュール毎に複数のパラメータを設定できるため、例えば施工企業モデルでは、部材の購入費用、販売価格、人件費、利益といった様々な要因について検討することが可能です。現在は、再生可能エネルギーに関連するモジュールに注力していますが、モジュールを新規に追加していくことでモビリティ、ライフ、インダストリーなど幅広い事業分野への展開が可能になります。

3. 波及効果、今後の予定

持続可能な地域社会の実現に向けて自治体や企業が政策を検討していく際には、検討すべき指標が多くある うえ、すべての指標が最善となる政策がなく、どの指標に優先順位を与えるかの判断が重要になります。そし てそれらは地域ごとに異なり、指標数も多いため、人手で対応するには限界がありました。今回開発した本シ ミュレータを用いることで、各政策における各指標の変化を定量的に比較することが可能になるうえ、住民や ステークホルダー間での情報共有も容易となり、地域にとってより適切な政策を選択できるようになることが 期待されます。

<用語解説>

- *1 日立「京都大学と日立が「日立京大ラボ」を開設し、「ヒトと文化の理解に基づく基礎と学理の探究」を推進」 http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2016/06/0623.html
- *2 ニュースリリース「AI の活用により、持続可能な日本の未来に向けた政策を提言」、2017 年 9 月 5 日 http://kokoro.kyoto-u.ac.jp/1709hiroi_hitachi/
- *3 鎮守の森・自然エネルギーコミュニティ構想:伝統文化に関わるものを自然エネルギーと結びつけ、地方創生や地域再生などに役立てる構想。
- *4 ニュースリリース「自然エネルギー自給率 95%により地域社会の経済循環率が 7.7 倍向上することを実証」、2 0 1 9 年 4 月 5 日

https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2019-04-05-0

*5 日立京大ラボホームページ

https://www.hitachi.oi.kyoto-u.ac.jp/

特に本発表にかかる内容のページ

https://www.hitachi.oi.kyoto-u.ac.jp/three-value_simulator/

- *6 域内分配率とは、ある投資額のうち域内に投資する額の割合を示す。例えば、太陽光発電設備の導入・設置に掛かる域内分配率は、太陽光パネル、パワーコンディショナー、ケーブル、設置工事に掛かる人件費、設置企業の利益などの各費用の支払い先が、域内企業(域内雇用者)か域外企業(域外雇用者)かを見積もり、導入設置の全体の費用のうちの域内に支払われる費用の割合を算出することで得られる。
- *7 一般にエージェントベースシミュレーションと呼ばれる