

Title	地域の再生可能エネルギー利用最適化のための共創システム設計支援プラットフォームの開発
Author(s)	堀, 啓子
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/69596
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (堀 啓子)	
論文題名	地域の再生可能エネルギー利用最適化のための 共創システム設計支援プラットフォームの開発
論文内容の要旨	
<p>環境負荷の小さいエネルギーとして期待される再生可能エネルギーは、広域分散型のエネルギー資源を利用するため、地域が主体となってその導入を進めていくことが効果的である。しかし、地域への影響や利用可能性な資源の賦存特性などを多面的に評価した上で導入する再生可能エネルギーを適切に選択することは容易でなく、導入したものの自然環境や住民との摩擦が生じる地域や、電源系統への接続保留問題に直面する事例も増加している。よって本研究では、低炭素効果や経済効果に加え環境影響をも評価関数として、地域に導入する再生可能エネルギーミックスの多目的最適化を行うモデルと、開発したモデルを用いて地域住民と共に最適なエネルギーミックスを抽出するプロセスから成る、共創システム設計支援プラットフォームの開発を目的とした。</p> <p>本研究で開発したプラットフォームの第1の要素である多目的最適化モデルは、市区町村別のデータベースおよび再生可能エネルギーの組み合わせを評価する目的関数の設計と、多目的最適化アルゴリズムの実装により構築した。本モデルには多目的最適化アルゴリズムを実装し、目的関数間にトレードオフを有する再生可能エネルギーミックスのパレート最適解集合を算出する機能を構築した。第2の要素である共創的最適化プロセスは、ワークショップやヒアリングで明らかとなった地域社会の将来像や住民の選好に基づき、多目的最適化モデルにより算出した再生可能エネルギー組み合わせ最適解の候補群から最適解を抽出するプロセスとして設計した。</p> <p>序論である第1章では、再生可能エネルギー利用の拡大が急速に進む現状と、特に地域での導入の取り組みの中で生じている課題をまとめ、関連する先行研究を概観することで本研究の意義と目的を明らかにした。</p> <p>第2章から第4章ではツールの開発方法の詳細を記述した。第2章では、最適化モデルのための市区町村別のエネルギーデータベースの構築について記述した。データベースに格納するエネルギー需要は産業部門、民生部門、運輸部門の電力と熱需要を対象とした。再生可能エネルギーの供給ポテンシャルは、太陽エネルギー、風力、中小水力、地熱、バイオマスエネルギーに由来する、267の再生可能エネルギー種別に供給ポテンシャルを推計した。</p> <p>第3章では多目的最適化モデルのプロトタイプとして単目的数理最適化モデルの構築を行った。決定変数は1年間に利用される各再生可能エネルギー種のエネルギー量を設定した。制約条件は、熱エネルギー需給のマッチング、各種再生可能エネルギーの供給ポテンシャルによる制約、電源系統への接続可能容量による風力発電の利用量への制約を課した。目的関数は再生可能エネルギー自給率、経済収支、CO₂比削減量、バイオマス資源リサイクル率、生態系影響、多様性指数である。データベースと単目的数理最適化機能の検証のため、全市区町村を対象に再生可能エネルギー自給率最大化を目的とした地域別最適化を行い、市区町村の再生可能エネルギー組み合わせ最適解の特性を俯瞰した。</p> <p>第4章では、開発モデルを多目的最適化モデルへ拡張した。多数の決定変数を有する本問題に適する多目的遺伝アルゴリズムNSGA-IIを選択し実装した。多目的最適化機能の検証のため、新潟県佐渡市と東京都千代田区に多目的最適化モデルを適用し、共創的最適化プロセスを試行した。その結果、佐渡市と千代田市において異なるエネルギー需給特性を反映したパレート解集合が導出でき、トレードオフ関係にある目的関数や実行可能解の存在領域を可視化できた。</p> <p>第5章では、滋賀県高島市を対象に、開発したモデルと共創的最適化プロセス適用のケーススタディを行った。市民が描いた将来ビジョンや市民の選好を取り入れながら、多目的最適化によるパレート解抽出から最適解の共創的決定までの一連のプロセスを実践した。その結果、市民が描いた将来像を基に外部のモデルで推計された将来のエネルギー需要に対して、最適な再生可能エネルギーの組み合わせ解を導出できた。更に市の行政担当者にヒアリングを行い、本モデルと共創的最適化プロセスの有用性評価を受けた結果、本モデルは地域での再生可能エネルギー利用計画の共創的設計に資するとの評価を受けた。加えて、本モデルや共創的最適化プロセスを地域のエネルギー計画策定支援においてより実用的なものとするため、今後の研究展開への有用な知見を得た。</p> <p>第6章では、本研究の成果をまとめ、第1章で開発を目指したプラットフォームの仕様と照らし合わせ、本研究の達成度を考察し、今後の研究展開の方向性を記述した。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (堀 啓子)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	准教授	町村 尚
	副 査	教授	東海 明宏
	副 査	教授	下田 吉之

論文審査の結果の要旨

再生可能エネルギーは広域分散型の資源特性を有するため、地域が主体となってその導入を進めていくことが効果的である。しかし地域のエネルギー賦存量及び需要、経済性、環境影響などを多面的に評価した上で再生可能エネルギー導入計画を立案することは容易でなく、自然環境や住民との摩擦、電源系統への接続保留問題に直面する事例も増加している。このような背景から、本研究は低炭素効果や経済効果に加え環境影響をも評価関数として、地域に導入する再生可能エネルギーミックスの多目的最適化を行うモデルと、開発したモデルを用いて地域住民と共に最適なエネルギーミックスを抽出するプロセスから成る、共創システム設計支援プラットフォームの開発を目的としている。

本研究は、6章で構成される。第1章では、再生可能エネルギー利用の拡大が急速に進む現状と、特に地域での導入の取り組みの中で生じている課題をまとめ、関連する先行研究を概観することで本研究の意義と目的を明らかにしている。

第2章では、最適化モデルのための市区町村別のエネルギーデータベースの構築について記述し、全国の市区町村別に産業部門、民生部門、運輸部門の電力・熱需要、太陽エネルギー、風力、中小水力、地熱、バイオマスエネルギーに由来する267の再生可能エネルギー種別の供給ポテンシャルを推計している。

第3章では、多目的最適化モデルのプロトタイプとして単目的数理最適化モデルの構築を行い、各再生可能エネルギー種のエネルギー量を決定変数、熱エネルギー需給のマッチング、各種再生可能エネルギーの供給ポテンシャルによる制約、電源系統への接続可能容量による風力発電の利用量を制約条件としてモデル設計をしている。また目的関数は再生可能エネルギー自給率、経済収支、CO₂比削減量、バイオマス資源リサイクル率、生態系影響、多様性指数とし、全市区町村を対象に再生可能エネルギー自給率最大化を目的とした地域別最適化を行うことでプロトタイプモデルの数理最適化機能の検証をおこなっている。

第4章では、多目的遺伝アルゴリズムNSGA-IIを実装することにより開発モデルを多目的最適化モデルへ拡張している。また共創的最適化プロセスの試行のため、新潟県佐渡市と東京都千代田区に多目的最適化モデルを適用し、地域特性に応じて異なるエネルギー需給特性を反映したパレート解集合が導出でき、トレードオフ関係にある目的関数や実行可能解の存在領域を可視化している。

第5章では、滋賀県高島市を対象に、開発したモデルと共創的最適化プロセス適用のケーススタディを行い、市民が描いた将来ビジョンや市民の選好を取り入れながら、多目的最適化によるパレート解抽出から最適解の共創的決定までの一連のプロセスを実践するとともに、エキスパート評価を受けて実用性を検証している。

第6章では、本研究の成果をまとめ、開発したプラットフォームの有効性を評価し、今後の研究展開の方向性を考察している。

以上のように、本論文は地方の再生可能エネルギー導入における技術的課題に対する支援ツールの開発とともに、それを用いた共創的意思決定方法を提案しており、高いレベルでの社会実装が期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。