

氏名(本籍)	たかの 鷹野 てつや 鉄也 (長野県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第 2号
学位授与の日付	平成27年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	茅野市における再生可能エネルギーの導入と普及に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 河村 洋 教授 奈良松範 教授 須川修身 教授 松江英明 教授 大島政英 教授 川口靖夫 (東京理科大学)

論文内容の要旨

論文要旨

東日本大震災による福島第 1 原発事故以降、再生可能エネルギーが見直され、茅野市においても急速に普及している。本論文では、「茅野市における再生可能エネルギーの普及・開発に関する調査研究」と題して研究結果をまとめる。

第 1 章では、本研究の前提として、茅野市の気候・風土等の概要や、過去から現在に至るまで市内の再生可能エネルギーの取組・現状を述べる。

第 2 章では、小水力発電についての調査研究について述べる。茅野市は水系の最上部に位置するため、豊富な水を有する。小水力発電を行うには、その水と急峻な地形を生かすことが有利であり茅野市は適地といえる。小水力発電に使用する水車は大きく別けて衝動型と反動(圧力)型があり、まず、実験室において超小型発電機を用い衝動型水車の効率について実験を行った。効率を上げる実験を行うため 3D プリンターを用いて 3 種類の水車と、水の抵抗を減らすためのノズルを作成し、流速・圧力、電流・電圧等を測定した。水車においては、オリジナル品と同等の特性を得たが、最大出力においては及ばなかった。これは、今回使用した 3D プリンター用の樹脂の特性では、羽根の薄さに限界があることと、表面の粗さが比較的大きくなることが避けられないためと考えられる。一方ノズルの 3D プリンターを用いたものは、ノズルの内径が管路の接続部からノズル出口に向かって直線的に細くなるよう製作したため、ノズル内の圧力損失を低減させることが出来、同じ水頭に対して流量が増加することにより、発電出力を約 30%増大させることが出来た。次に茅野市上水道管を用いて反動型であるポンプ逆転式発電装置の実証実験を行った。装置の製作は諏訪市の小松製作所が行い、上水道水を汲みあげるためのポンプを改造し、水の流れを逆転させることにより発電するものである。この実験については現在実証中である。

第 3 章では、太陽光発電施設の普及について述べる。茅野市は日射量が多く太陽光発電を行う上では非常に恵まれた地域である。平成 24 年度より行われている国の固定価格買取制度が追い風となり、当地域では多くの太陽光発電施設が設置されている。メガソーラーと呼ばれる 1,000kW 以上の大規模な施設は 1 箇所（2MW）であるが、ミドルソーラーと呼ばれる 10kW～1000kW 未満の施設、中でも 10kW～200kW 程度のものが数多く設置され、平成 24 年度以降農業委員会に農地転用の申請がされた案件の合計は、計画中也も含め 4,500kW を超える。高齢化と後継者不足により遊休荒廃地が増加してきた。また、山間部では有害鳥獣の被害が年々増え続け、農家の農業に対するモチベーションの低下も否めない。遊休荒廃地の今までは集合住宅を建築し収入を得る方法が取られてきたが、人口減少と相次ぐ集合住宅の建築により供給過多となり、安定した収入が望めなくなってきた。太陽光発電事業と集合住宅経営の一般的モデルを、税金等を勘案した上で IRR 等を用いて比較し、効率では太陽光発電事業が優るが、総額では集合住宅が優るという結果を得た。

第 4 章では、小水力発電と太陽光発電以外の再生可能エネルギーの可能性について述べる。先進地であるヨーロッパの事例や、国内他自治体での成功事例を調べ、茅野市内へ導入する際のボトルネックを探る。

まとめとして第 5 章では、茅野市での再生可能エネルギーの今後について述べる。再生可能エネルギー施設の普及により、新たな問題が顕在化してきた。それは環境問題、景観問題等である。私権に係る問題のため、行政としての対応に苦慮しているが、再生可能エネルギー普及の担当者としては、安全性・問題点を正しく伝える必要がある。

論文審査の結果の要旨

（論文審査の要旨）

本論文は、申請者の勤務する地方自治体（茅野市）における再生エネルギーの導入と普及について論じたものである。まず、当該地域の自然環境を分析し、小水力と太陽光発電が有望であるとして、小水力発電については超小型発電機の利用に関する実験的研究を、太陽光発電については急速に普及する中小規模の発電施設（ミドルソーラー）に関して、固定価格買い取り制度の推移に基いて、その経済性を IRR（内部収益率）を用いて検討している。さらに、当該地域における再生エネルギー導入の現状と将来のポテンシャルを調査し、先進事例であるドイツの固定価格買い取り制度を参考にしながら、当該地域における再生エネルギー導入の可能性と問題点について議論している点に特徴がある。

本論文は、5つの章から構成されている。

第 1 章の序論では、わが国のエネルギー需給の現状、エネルギー基本計画、固定価格買取制度の推移について述べ、さらに茅野市の気候・風土等から当該地域茅野市に適合する再生可能エネルギーの導入可能性について検討し、当該地域に適するのは、小水力、

中小規模の太陽光発電、バイオマスエネルギーであるが、バイオマスについては、自治体の廃棄物処理施設の改築計画に大きく依存するので、本論文では小水力及び中小規模の太陽光発電を中心に検討すると、本論文の方向性を述べている。

第2章では、小水力発電について、まず、茅野市は水系の特徴を述べ、小水力発電を行うには、その落差のある地形を生かすことが有利であるとして、当該地域に適した水車として、衝動型水車を取り上げ、実験室において超小型発電機を用い、当該水車の発電効率について実験を行っている。実験では、流速・圧力、電流・電圧等を測定し、発電効率を求め、さらに、3Dプリンターを用いて、水車と、水の抵抗を減らすためのノズルを作成し、追加の試験を行っている。それによると、水車においては、オリジナル品とほぼ同等の特性を得る一方、管路の接続部からノズル出口に向かって平滑に製作したノズルでは、ノズル内の圧力損失を低減させて流量が増加することにより、発電出力を約30%増大させることに成功している。このように、3Dプリンターを活用することによって、一般ユーザーでも、超小型の発電用水車を試作することが出来、しかもそれが有効であることを示している。

第3章では、太陽光発電施設の普及について述べている。当該地域は、日射量が多く太陽光発電を行う上では非常に恵まれた地域である。平成24年度より行われている国の固定価格買取制度が追い風となり、この地域には多くの太陽光発電施設が設置され始めている。これについて調査を行い、メガソーラーと呼ばれる大規模施設は1箇所(2MW)であるが、ミドルソーラーと呼ばれる10kW~200kW程度のものが数多く設置され、計画中也含め4,500kWを超えることを調査している。これについて、太陽光発電事業収支の一般的モデルを、システム価格や税金等の多くの要因を勘案して構築することにより、IRR(内部収益率)を算出して比較し、固定価格買い取り制度の現状と将来の動向を予測して、ミドルソーラーの経済性を分析し、近い将来、固定買い取り価格が買電価格を下回るであろうことや、それでも固定価格買い取り制度の下で、一定の利益を確保しうることを示している。

第4章では、地域における再生可能エネルギーの役割について述べ、日本が参考とするドイツのエネルギー事情を分析し、ドイツと日本の電気料金(内訳)の比較、買取価格の比較等を行っている。さらに、茅野市における再生可能エネルギーの導入の現状とポテンシャルを調査し、当該地域における再生エネルギー導入の可能性について考察している。

第5章では、総括として、小水力発電と太陽光発電の地域における再生エネルギーとしての比較を行い、さらに再生可能エネルギーの普及に伴い顕在化してきた住民との関係を指摘して、再生可能エネルギーの設置に関するガイドラインを施行する等、地方自治体行政に従事するものとして、分散型再生可能エネルギーの導入や、それに伴う雇用の促進等、地方創生の重要課題として進めるべき方向性を考察し提示している。

以上のように、本論文は、申請者の勤務する地域における再生エネルギーの導入と普及について、工学技術の面のみならず、その経済性や、普及の現状とポテンシャルを調査し、さらには現状の課題と解決の方向性について論じたものであり、当該地域のような地方都市における再生エネルギーの導入と普及に貢献するところが大きいと評価出来る。よって本論文は、博士(学術)の論文として、十分価値あるものと認められる。