

博士学位論文審査要旨

2014年1月31日

論文題目： 小規模分散型エネルギーとしての木質バイオマス発電の可能性

学位申請者： 小川 沙有里

審査委員：

主査： 経済学研究科 教授 室田 武

副査： 経済学研究科 教授 郡寫 孝

副査： 総合政策科学研究科 教授 中川 清

要 旨：

本論文は、大規模・集中型のエネルギー供給の仕組みとは異なる、小規模分散型エネルギーとしての木質バイオマス発電の地域社会における可能性を明らかにしたものである。日本の木質バイオマス発電は、2011年ころまでは、主として木質系廃棄物の焼却処分の方法の一つであったが、適切な管理のもとで森林の一部を発電、あるいは熱電併給の燃料として活用すれば、それは、過小利用による荒廃が問題視されている森林の整備につながり、地域経済にも貢献する。以上が提出論文の主張の骨子であり、具体的には以下の分析がなされている。

木質バイオマスを含むバイオマス全体をみると、その発電利用は、歴史的には製紙業界の黒液発電、地方自治体のごみ焼却発電が早くから始まったが、近年、木質バイオマス発電が伸びており、設備の出力合計は既に120万kWをこえていることが、その全国的な普及状況の悉皆的な調査から明らかになった。従来ほとんどなされていない調査を成し遂げた点で、申請者の研究は高く評価できる。

木質バイオマス発電の展開過程を、燃料の面から三つの時代に分けて分析した点も本論文の独自性である。すなわち、製材端材などの一般木材等に事業者の主な関心のあったのが第1期(1960年代～2001年)であり、関心の中心が建築物からのリサイクル木材にあったのが第2期(2002年～2011年)である。これらは林業とは直接の関係のないものだが、第3期(2012年～今後)の関心は未利用木材に移行している。これは、森林の搬出間伐に関係しており、木質バイオマス発電が森林整備に結びつく可能性をもつことを示唆している。

また、本論文は、再生可能エネルギー発電全体の促進を政策面で進めてきた2002年公布の「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」(略称RPS法)と2011年公布の「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(略称FIT法)が木質バイオマス発電とどう関係しているか、という点も論じている。FIT法は、電気事業者の再生可能エネルギーによる電気の全量固定価格買取制度を定めており、木質バイオマス発電については、特に未利用木材焼却発電からの買取価格を高く設定している。これにより切り捨てでない搬出間伐などの森林整備が期待できる。

しかし、FIT法が木質バイオマス電気の買取価格を将来引き下げたり、電力自由化の進展に伴い、法そのものが廃止されたりする可能性もないわけではない。このため本論文は、高価な価格が保証されている期間を利用して、各地域に根差した林業資本を結集し、山林内の路網整備などを積極的に行い、未利用材を効果的に山林から発電施設まで運び、燃料としては質の良すぎる材については素材(マテリアル)利用に回し、低質材、枝葉、バーク(樹皮)を発電燃料にする仕組みを樹立することの重要性を指摘している。そして、FIT法のみ依存せず、各地域社会が身近な木質バイオマスによる発電などの成果を自らが消費するような、独自の小規模分散型の電力需給の体制に接近していくことが大切である、と結論づけている。

提出論文には、農山村では木質バイオマスとともに恵まれている場合の多い小水力を含めての再生可能エネルギーの総合的利用の視点がみられないなど、まだ不十分な考察にとどまっている点もある。しかしそれらの問題点は、木質バイオマス発電をめぐる数多くの側面を明らかにした画期的な研究の意義を損なうほどのものではない。

よって、本論文は、博士（経済学）（同志社大学）の学位論文として十分な価値を有するものであると認められる。

総合試験結果の要旨

2014年1月31日

論文題目： 小規模分散型エネルギーとしての木質バイオマス発電の可能性

学位申請者： 小川 沙有里

審査委員：

主査： 経済学研究科 教授 室田 武

副査： 経済学研究科 教授 郡嶋 孝

副査： 総合政策科学研究科 教授 中川 清

要 旨：

学位申請者は、2014年1月18日15時より、寧静館506室で2時間近くにわたって行われた総合試験において、提出論文に関する研究の社会経済的背景や提出論文の意義、先行研究にない独自の貢献などについて、説得力ある説明を展開した。さらに、審査員一同との質疑・討論を通じて、学位申請者が、木質バイオマス発電だけでなく、専門分野の資源・エネルギー論全般に関する高い学識と研究能力を有していることを示した。

また、外国語能力について、英語に関して十分な能力を持っていることが認められた。

よって、総合試験の結果は合格であると認める。

博士學位論文要旨

論文題目： 小規模分散型エネルギーとしての木質バイオマス発電の可能性
氏名： 小川 沙有里

要旨：

2011年の東日本大震災を通じて大規模・集中型のエネルギー供給の仕組みの危うさが露わになっているいま、再生可能エネルギーの地域社会における重要性が高まっている。法制面では、再生可能エネルギーを用いた発電一般を政策的に促進するものとして、2002年公布・翌年施行の「電気事業者による新エネルギー等の発電に関する特別措置法」(略称RPS法)、さらに2011年公布・翌年施行の「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(略称FIT法)がある。

再生可能エネルギーのうち木質バイオマスエネルギーに着目すると、森林国日本ではどこでも、適切な管理のもとで森林の一部を活用するならば、小規模分散型のエネルギー供給が可能となる。このような視点に立つ本論文は全8章からなり、バイオマス発電とそのなかの一つに区分される木質バイオマス発電について、とくに第4章、第5章、第8章において、次の三点にわたる独自の研究成果を導いている。

第一に、日本のバイオマス発電全体を製紙業界の黒液発電、地方自治体(市町村及び東京23区)のごみ焼却発電、木質バイオマス発電、メタン発酵発電の四種類に分類し、これまで断片的にしか語られなかった各々の歴史的起源を、総合的に明らかにする。そして、各々の発電施設数と発電規模を2011年3月末現在の推計値として示す。これによれば、バイオマス発電施設数合計は565件、発電出力合計は434.0万kWである。

これに対し、環境エネルギー研究所の『自然エネルギー白書2012』は、同時期のバイオマス発電の設備容量、すなわち発電出力を325.6万kWとしている。この数値は、本論文にみる434.0万kWより100万kW程度も小さい。この大きな違いは、その白書がバイオマス発電施設をRPS法の認定設備に限っていることに主な原因がある。本論文では、経済産業省にRPS認定を申請しなかった施設であっても、バイオマス燃料を用いていることが調査で判明した発電設備をすべてバイオマス発電施設として集計している。

第二に、上述のバイオマス発電施設から、本論文の中心的な研究課題である木質バイオマス発電施設を抽出し、全国にわたるその普及状況を、上記と同時期について明らかにする。先行研究では不十分にしかなされていない実態調査を、全国悉皆調査として実行した結果は、データベースとして本論文に付録のかたちで掲載しており、その分析から次のことがわかる。

都道府県別にみた木質バイオマス発電施設の分布については総数127のうち、施設のないのは山梨県、香川県、和歌山県だけで、ほぼ全国に普及している。電気出力規模別の木質バイオマス発電の施設数と特徴をみると、100kW以上5,000kW未満の施設が67件あり、総数127件の半数を少し超える。それらを100kW～1,000kW未満と1,000kW～5,000kW未満とに分けると、件数はそれぞれ25、43である。前者には、林業関係の協同組合などの新しい取り組みが顕著であり、使用技術は内燃力もあり、汽力もある。後者には、新たに設立された民間企業による汽力発電が多い。これに対して100kW未満のごく小規模なものが13件あり、多くはガス化内燃力発電であり、たいいてい熱供給も行っている。5,000kW～20,000kW未満のものが25件あるが、これについては比較的古くからの製紙会社の汽力が多い。20,000kW以上のものも21件あり、製紙会社の汽力が多いが、新興の木質専焼発電所もある。

木質バイオマス発電の運転開始時期については、1960年代、1970年代開始の施設が数例にとどまるのに対し、1980年代、1990年代には徐々に増加し、2002年を境に急増して今日に至っている。こ

の急増は、電気事業者が需要家に販売するに際してはその一定割合が新エネルギーによる発電であることなどを義務づけた RPS 法によるところが大きいものと推察できる。

これらに加え、燃料調達の方法は、次の五つに類型化でき、木質バイオマス利用と森林整備とのかわりをみるうえで重要な点である。

- ① 地元の木材関連企業と森林組合による協同組合の管理運営
- ② 製材・合板生産等の主業務に伴う副産物を発電燃料とする民間経営
- ③ 産廃業者等から定期的に廃木材を確保する民間経営
- ④ 国内産の木質バイオマスを混焼する石炭火力発電
- ⑤ RPS 法の要請を念頭に輸入木質バイオマスを混焼する石炭火力発電

総数 127 件の木質バイオマス発電施設を、これら①～⑤に類型化すると、10 件、32 件、50 件、29 件、6 件となり、産廃業者から廃木材を調達する傾向が強いことがわかる。しかし、地元の森林整備と結びついた類型①も出現していることが注目される。

第三に、本論文は日本の木質バイオマス発電の展開過程を、第 1 期、第 2 期、第 3 期の順に整理する。1960 年代から 2001 年までが第 1 期、2002 年から 2011 年までが第 2 期、2012 年から現在以降までが第 3 期であり、各時期に注目された、あるいは注目される燃料の中心は、順に一般木材等、リサイクル木材、未利用木材である。林野庁の最近の分類に従っていえば、一般木材等とは、製材端材や輸入木材、ならびに稲わら・もみ殻に由来するバイオマスのことである。リサイクル木材とは、建設廃材に由来するバイオマスのことである。これに対し未利用木材とは、間伐材や主伐材であって、設備認定において未利用であることが確認できたものに由来するバイオマスのことである。

制度的には、第 1 期から第 2 期への移行期に RPS 法が成立し、第 2 期から第 3 期への移行期に FIT 法が導入された、という特徴づけも、本論文独自の視角である。FIT 法は、未利用木材燃焼発電からの調達価格を当面のところ 1 kWh 当たり 32 円（税抜き）という高水準に設定しており、これにより搬出間伐などの形で森林整備が進むことが期待される。

以上三点を独自の貢献とする本論文に関し、いくつかの注意事項が伴う。まず、本論文で考察する木質バイオマス発電は、石炭混焼発電を含むものとする。石炭混焼とは、国産の、あるいは海外産の木質バイオマスを石炭と混ぜ合わせて火力発電の燃料にすることをいう。

木質バイオマスの粉砕からえられる木質チップは、石炭を細粒としたいわゆる微粉炭に数%混合してもよく燃えることが知られている。石炭に占める木質バイオマスの比率は重量比で 3% くらいの場合（発熱量比率で 2% 程度）が標準的である。こうした石炭混焼発電施設の場合、発電出力のうち木質バイオマスの発熱による出力がどれくらいに相当するのか推計を行い、その推計値を当該発電施設の木質バイオマス発電出力とみなす。石炭混焼発電施設で燃やされる木質バイオマスは、国産材起源の場合もあるが、輸入木質バイオマスの場合もある。輸入の場合、主として北米産であるが、2010 年ころからパーム椰子殻（palm kernel shell: PKS と略）をインドネシアやマレーシアから輸入し、石炭混焼発電の燃料にする事業所もある。

輸入バイオマスは大量に、そして安価に調達可能であり、それを石炭と混焼する発電所が海岸に近い地域ではいっそう増えるかもしれない。その一方で、輸入バイオマスと輸入石炭とを混焼する発電の試みは、内陸部では輸送費の面から不利である。この点からみれば、内陸の地域内で得られる木質燃料を安価に調達できる小規模な木質バイオマス専焼発電施設、あるいは熱電併給施設にも経済性がある場合も出現しうる。

もう一点検討を要するのは、第 3 期の未利用木材燃焼発電の経済性である。第 1 期、第 2 期における一般木材等、およびリサイクル木材は、発電用に活用されようとされまいと、産業廃棄物として収集・運搬されたので、木質バイオマス発電施設を建設しさえすれば、燃料は安価に調達可能、という面があった。しかし、未利用木材の場合、それは通用しない。

現状では FIT 法が未利用木材による電気を高価に買い取ることを保証しており、この補助金政策が木質バイオマス発電を森林整備と結びつけている面がある。だが、FIT 法が木質燃料による電気の高

価な買い取りを将来改めたり、法そのものが廃止されたりする可能性もないわけではない。そうした場合にどう備えるべきかは、今後の研究課題として残る。