

研究指導 石光 真 教授

木質バイオマス発電の費用便益分析 —石炭火力発電との比較分析—

渡部 圭太

1. 木質バイオマス発電について

1.1 木質バイオマス発電とは

木質バイオマス発電とは、山林の木々を伐採した際に発生する木くずや間伐材等を燃やしてタービンを回し、電気を生み出す発電方式である。この、木くずや間伐材等を木質バイオマスと呼ぶ[1]。木質バイオマス発電の発電方法は大きく二つに分類でき、木くずや間伐材等を燃やして発生した蒸気でタービンを回し、電気を生み出す「蒸気タービン方式」と、木くずや間伐材等をガス化してから燃焼する「ガスタービン方式」がある。これら二種類の発電方式を総称して木質バイオマス発電(木質専焼)と呼ぶ[1]。石炭と混ぜて燃やす木質混焼という燃焼方法もあるが、本研究ではオーソドックスな木質バイオマス発電の費用便益比を調査するため、木質専焼の蒸気タービン方式の費用便益比を算出する。

1.2 木質バイオマス発電の実施状況

2012年の固定価格買取制度開始によって、木質バイオマス発電の認定量が増加した[2]。

表 1



資源エネルギー庁の資料(2019)[3]より渡部が作成

(表1)は、FIT開始から2年後の2014年3月から2019年3月までの木質バイオマス発電認定件数の推移を示している。折れ線は各燃料の木質バイオマス発電認定件数の推移を示しているが、年を重ねるごとに認定件数が増加している。年平均20件程度増加していることから、木質バイオマス発電の普及が年々進

行していることが分かる。

1.3 FIT について

FIT(固定価格買取制度)とは、再生可能エネルギー発電によって発電した電気を、電力会社が固定価格で買い取る制度のことである[4]。FITの目的は、再生可能エネルギー発電の設備投資費用を回収するために、固定価格で電気を買い取ることによって再生可能エネルギー発電投資を支援することである。

木質バイオマス発電は、石炭や石油などの化石燃料による発電と同じ火力発電であるから二酸化炭素を排出するが、木質バイオマスの燃料に含まれる炭素は木材が成長するときに起きた光合成により発生したものである。それが燃料の燃焼時に発生する二酸化炭素と相殺されるという考え(カーボンニュートラル)により木質バイオマス発電に分類され、FIT(固定価格買取制度)の対象となっている。

2. 先行研究

田中(2013)は、日本の国土面積の約7割を占める豊富な山林資源の利用法について考察している。そんな日本の山林資源はほとんどが活用されておらず、間伐材などの収集・運搬コストが高いことや、林業自体の衰退により燃料資源の確保が困難になっている現状が説明されている。また、日本の木質バイオマス発電には、主に林業の衰退により山村地域の経済活力低下や事業採算性が不安定だという二つの課題が浮き彫りになっていることを明らかにした。こうした現状に対し、FITの改定や技術発展により、木質バイオマス発電を行いやすい体制を整えるという解決策が考案されている。

3. 研究の目的及び新規性

先行研究では豊富な山林資源の活用方法と将来性について論じられているが、木質バイオマス発電の費用便益比について定量的に分析されておらず、木質バイオマス発電が効率的かどうかは確かではない。

したがって、木質バイオマス発電の費用対便益を算出し、木質バイオマス発電を経済評価することを本研究の目的とする。その際、木質バイオマス発電の有用性を評価するには比較分析する必要があるため、木質バイオマス発電と同様に燃料を調達し、燃料を燃やすことで発電する石炭火力発電を比較対象とする。

4. 分析方法と分析データ

4.1 分析方法

本研究の分析で用いる費用便益分析とは、対象事業の妥当性を経済的側面から評価する手法である。評価の指標として、算定した事業の収益額を費用額で除し、割り出した便益比率を1.00を基準に事業の妥当性を判断する。

木質バイオマス発電と石炭火力発電の費用便益分析を行うにあたり、まずは各々のモデルプラントを設定する。双方の発電方式の収益額は、【送電端×売電単価】で算定する。また、双方の費用額は、【運転維持費(人件費、修繕費、諸費、業務分担費)】【設備廃棄費用】【燃料費】【燃料経費】で算定する。そして、算定した収益額を費用額で除し、便益比率を算出する。

4.2 モデルプラントの基本設定条件

木質バイオマス発電と石炭火力発電の費用便益分析を行うにあたり、各々のモデルプラント(仮定施設)を設定する。その際の基本設定条件は以下のとおりである。

➤ 木質バイオマス発電のモデルプラント

- ① 設備容量は5,700kwとする[6]
- ② 設備利用率は調達コスト算定委員会による調査の標準値である80%と設定[6]
- ③ 稼働年数は、法定耐用年数の20年と設定
- ④ 建設費は、39.8万円/kwに設備容量5,700kwを乗じた22億686万円を設定[6]
- ⑤ 燃焼方法は一般木質バイオマスを燃焼する木質専焼とする

➤ 石炭火力発電のモデルプラント

- ① 設備容量は80万kwとする[6]
- ② 設備利用率は環境省資料より、80%と設定[7]
- ③ 稼働年数は40年と設定[8]
- ④ 建設費は、25万円/kwに設備容量80万kwを乗じた2000億円と設定[6]
- ⑤ 技術革新・量産効果により発電効率が向上した点を考慮[6]
- ⑥ IEA現行政策シナリオの価格トレンドから、燃料費上昇を考慮[6]
- ⑦ IEA EU現行政策シナリオの価格トレンドから、CO₂対策費用を考慮[6]

4.3 算定式

木質バイオマス発電と石炭火力発電の収益額・費用額の算定式を以下に示す。

➤ 木質バイオマス発電の算定条件[6],[9]

【収益額】

- ① 売電収入=送電端×売電単価
- ② 送電端=発電端×(1-施設内部利用

率)

- ③ 発電端=設備容量×稼働時間×稼働日数×設備利用率

【費用額】

- ① 運転維持費=2.7万円/kw
- ② 設備廃棄費用=5%×建設費
- ③ 燃料費=必要燃料量×初年度価格
- ④ 燃料経費=必要燃料量×燃料諸経費

➤ 石炭火力発電の算定条件[6],[9]

【収益額】

- ① 売電収入=送電端×売電単価
- ② 送電端=発電端×施設内部利用率
- ③ 発電端=設備容量×稼働時間×稼働日数×設備利用率

【費用額】

- ① 運転維持費=人件費+修繕費+諸費+一般管理費
- ② 修繕費=1.8%/年(建設費における比率)
- ③ 諸費=1.5%/年(建設費における比率)
- ④ 一般管理費=14.3%/年(直接費における比率)
- ⑤ 燃料費=必要燃料量×CIF価格
- ⑥ 燃料経費=必要燃料量×燃料諸経費

4.4 分析データ

➤ 木質バイオマス発電[6],[9]

【収益】

発電端: 5,700kw×24(h)×365(d)×80%
=39,945,600(kwh)
送電端: 39,945,600kw×84%
=33,554,304(kwh)
売電収入: 33,554,304kw×32(円)(kwh) [6]
=1,073,737,728(円/y)…①(収益額)

【費用】

運転維持費: 27,000(円)×5,700(kw)
=153,900,000(円/y)
設備廃棄費用: 2,267,000,000(円)×5%
=110,343,000(円/y)
燃料調達費: 60,000(円)×12,000(円)/t
=720,000,000(円/y)
燃料経費: 60,000(t)×750(円)
=45,000,000(円/y)
費用額: 153,900,000+110,343,000+720,000,000+45,000,000=1,029,243,000(円/y)…②

➤ 石炭火力発電[6],[9]

【収益】

発電端: 800,000(kw)×24(h)×365(d)×80%
=5,606,400,000(kwh)
送電端: 5,606,400,000(kwh)×93.6%
=5,247,590,400(kwh)
売電収入: 5,247,590,400(kwh)×12.87(円)(kwh)

=67,536,488,448(円/y)...③

【費用】

運転維持費：人件費+修繕費+諸費+一般管理費

人件費：360,000,000(円/y)

修繕費：200,000,000(円)×1.8%

=3,600,000,000(円/y)

諸費：200,000,000(円)×1.5%

=3,000,000,000(円/y)

一般管理費：{360,000,000(円/y)+3,600,000,000(円/y)+3,000,000,000(円/y)}×14.3%

=995,280,000(円/y)

設備廃棄費用：200,000,000,000(円)×5%÷40(y)

=250,000,000(円/y)

燃料費：2,043,959.5(t)×10258(円)/t

=2,096,939,551(円/y)

燃料経費：2,043,959(t)×2,000(円)/t

=4,087,919,000(円/y)

費用額：360,000,000+3,600,000,000+3,000,000,000+995,280,000+250,000,000+2,096,939,551+4,087,919,000

=33,260,135,551(円/y)...④

【CBR】

➤ **木質バイオマス発電の費用便益比**

① / ②より

1,073,737,728(円/y) ÷ 1,029,243,000(円/y)

=1.04

➤ **石炭火力発電の費用便益比**

③ / ④より

67,536,488,448(円/y) ÷ 33,260,135,551(円/y)

=2.03

5. 分析結果

表 2

| 木質バイオマス発電 | 石炭火力発電 |
|-----------|--------|
| 1.04 | 2.03 |

分析データより渡部が作成

表2は分析データより算出した木質バイオマス発電と石炭火力発電の費用便益比である。木質バイオマス発電が1.04と標準的であり、石炭火力発電が2.03と収益性が高く、同じ燃料を燃焼する発電でも一投資あたりの収益におよそ2倍の差がついている。

6. 考察

分析結果より、木質バイオマス発電と石炭火力発電では、同じ火力発電でも収益性に2倍近くの差が開いていることが分かった。収益性に差がついてい

ることから、設備容量(発電出力や熱効率に差があるためと考えられる。モデルでは、木質バイオマス発電の出力が5,700kwであるのに対し、石炭火力発電の出力が80万kwであるから、発電量に差が開き、収益に違いが出るのは当然ではあるが、具体的にどの程度の差が開くのか明確になったことで木質バイオマス発電にかかるFITの重要性が判明した。

また、費用便益比の差を広げている要因は、木質バイオマス発電と石炭火力発電の燃焼効率の差と、燃料の調達価格の差である。燃焼効率の差について、木質チップは木材の中に水分が含まれているため石炭と比べて燃焼効率が低い。燃焼効率が低いと燃料1tあたりの発電量が低くなる。また燃料の調達価格について、石炭は比較的安定した価格で海外から大量に輸入できるが、木質バイオマス発電の燃料は人件費をかけて間伐材等を集めるので燃料1tあたりの調達価格が高くなる。これらの要因が木質バイオマス発電と石炭火力発電の費用便益比の差を広げている。

参考文献

- [1] 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会,「木質バイオマス発電について」, <https://www.jwba.or.jp/explanation/electricity>,(2021-02-03)
- [2] NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク(BIN),「バイオマス利用をめぐる現状と課題」, https://www.npobin.net/hakusho/2019/topix_01.html#footnote,(2021-02-06)
- [3] 経済産業省資源エネルギー庁,「固定価格買取制度情報公表用ウェブサイト」, https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/statistics/past.html,(2021-02-08)
- [4] 経済産業省資源エネルギー庁,「なっとく!再生可能エネルギー 制度の概要」, https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html,(2021-02-06)
- [5] 経済産業省資源エネルギー庁,「なっとく!再生可能エネルギー 買取価格・期間等」, https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/fit_kakaku.html,(2021-02-06)
- [6] 総合資源エネルギー調査会,「資料 2-3 各電源の諸元一覧」, https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/009/pdf/009_08.pdf,(2021-02-06)
- [7] 環境省,「資料 2.3 エネルギー転換部門」, https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/results/material/yoin_2015_2_3a.pdf,(2021-02-06)
- [8] 自然エネルギー財団,「日本における石炭火力新増設のビジネスリスク」, https://www.renewable-ei.org/activities/reports/img/20170720/REI_Report_20170720_CoalPowerPlantRisk.pdf,(2021-02-07)
- [9] 自然エネルギー財団,「石炭火力発電投資の事業リスク分析」, <https://www.renewable->

ei.org/pdfdownload/activities/CoalBusinessRisks_J
P_1910.pdf, (2021-02-06)

- [10]EMIRA,「カーボンニュートラルのいろは」,
<https://emira-t.jp/special/12373/>,(2021-02-08)