

Working Paper Series

IASS WP 2017-J004

2011年版次世代エネルギーシステム分析用産業連関表・
再生可能エネルギー部門の投入係数ベクトルの作成

早稲田大学社会科学総合学院 鷺津 明由
労働政策研究・研修機構 中野 諭



*School of Social Sciences
Waseda University*

2011年版次世代エネルギーシステム分析用産業連関表・

再生可能エネルギー部門の投入係数ベクトルの作成

鷺津 明由^{*}，中野 諭^{**}

2018年2月⁺

1. はじめに

低炭素な社会の構築のために、炭素税や排出権取引制度(ETS 制度)を導入し、GHG 排出を経済活動に際してのコスト要因とし、経済活動と環境保全の整合性を図ることの必要性は広く認識されている。しかしどちらの手段をどのように活用していくべきかについては、いまだ議論が続けられている。ただし、経済活動と環境保全の両立には、エネルギー利用方法の変革など、技術変革が必然的に伴う。したがって炭素税や ETS 制度の政策効果は、経済活動と環境保全の側面に加え、技術変革という側面からも検証されていかなければならない。ここで、制度・政策の実施によってもたらされる経済活動の変化と、それを物理的に可能にする技術変革、およびそれらがもたらす環境保全効果との相互関係の分析手法として、産業連関分析をあげることができる。

例えば、技術変革のうち、原子力や火力を主体とする発電方法から、再生可能エネルギーを活用した発電方法への移行は特に注目されるべき分析課題である。2012年7月「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」(FIT 法)が施行されてから5年が過ぎ、各再生可能エネルギー利用に伴う、特徴や問題点がはっきりとしてきた。今後は、再生可能エネルギーを「導入」するだけでなく、賢く「利用」する社会の構築が求められるようになっていく。まず、再生可能エネルギーのうち、太陽光と風力は発電の出力が安定しない変動電源との特徴を持つ。電力会社は電気の需要量を予測しながら、発電(供給)量の調整を行い、同時同量を達成する。太陽光、風力の変動電源が増えると、需要変動ばかりでなく、供給側にも変動が生じ、同時同量の達成が難しくなる。基本的には火力発電所の出力調整により、同時同量を達成するが、調整力には限界がある。一方、太陽光と風力以外の再生可能エネルギー(中小水力、地熱、バイオマスの各発電)は、変動的ではないが、分散型エネルギーという特徴があり、これら電源¹の効率的なマネジメントも新たな

^{*}早稲田大学社会科学総合学術院(e-mail: washizu @waseda.jp)

^{**}労働政策研究・研修機構

¹これらの電源は同時に、原子力発電や火力発電に比べて施設の規模効果が得られにくく、割高な電源とならざるを得ず、現状では補助金がなければ立ち行かない電源であることも

な技術的課題である。

これらの問題の解決策として考えられている手段は、徹底した省エネに加え、広域系統運用(局所的な需要変動や出力変動を緩和できるため)、ディマンド サイド マネジメント(DSM ; バーチャルパワープラント VPP やネガワット市場の創設など)などの新しい社会の仕組みの構築である。現在進行中の電力システム改革では、電力市場の自由化が図られているが、その流れの中でこれら仕組みが制度化されていくであろう。再生可能エネルギーの導入を機に、電力事業は単に kWh 単位の電力を供給するだけのサービス提供者ではなく、電力を安定供給するための需給調整や発電所の維持補修などの重要な役割を担って来たことが再認識されるようになったといえる。そして、これまで電力事業が提供してきたサービス内容を、個々の役割ごとに分割し、各役割の費用と便益を明確化できるような仕組みを作り出そうというのが、電力システム改革の意義だと考えられる。電力システムは、社会の最も基礎的なインフラストラクチャであるので、このシステムの変革が、経済体系全体に与える影響は逐次検証されるべきである。そのための検証手段として、再生可能エネルギーを組み込んだ産業連関表の開発は不可欠である。

早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構(ACROSS)次世代科学技術経済分析研究所では、これまでに 2005 年版次世代エネルギーシステム分析用産業連関表(IONGES_2005)の作成を行い、web ページで成果を公開してきた²。IONGES_2005 は、総務省の公表する 2005 年産業連関表に、再生可能エネルギー部門を付け加えたものである。また、IONGES_2005 では、「2005 年組込表」(2005 年の再生可能エネルギーの発電実績を総務省表に付け加えた表)と「2030 年想定表」(2005 年の電力の総生産額は変えずに、発電構成比を「長期エネルギー需給の見通し」における 2030 年の想定した表)を作成している。これらの表をさらに、経済産業省の「2005 年地域間産業連関表」に基づいて、地域間表として展開したのが地域間 IONGES も作成している。

これらの表を、総務省の 2011 年産業連関表に合わせて、アップデートすることとした。そのためにも、作表の基礎となる、総務省表に付け加える予定の再生可能エネルギー部門および関連部門の、投入係数ベクトルの作成を行ったので、その過程を報告する。

大きな課題である。この問題に対しては、エネルギー政策にとどまらない視野の拡張が必要である。つまり、これらのエネルギーを可能な限り効率的に利用可能とするような新たな地域経済システムを構築について考察し、それが地域にもたらす雇用や新産業の創出効果を積極的に評価していく必要がある。これは、エネルギーに着目した「Circular Economy」についての考察に他ならない。Circular Economy とは、環境負荷の削減目標に対し、IT を活用してシェアリングなどのこれまでにないビジネスモデルの創出を行うことで、環境保全と経済成長を両立させていく、という考え方である。2015 年 12 月に欧州委員会が経済成長戦略「サーキュラー・エコノミー・パッケージ」を採択したことで周知されるようになった概念である。このような Circular Economy の構築についても、各取り組みが経済体系全体に与える影響は逐次検証されるべきであり、そのための検証手段としても再生可能エネルギーを組み込んだ産業連関表の開発は欠かせない。

² 早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構 次世代科学技術経済分析研究所 ウェブページ <http://www.f.waseda.jp/washizu/table.html>

2. 再生可能エネルギー関連部門の投入係数ベクトルの作成

2.1 はじめに

IONGES_2011 の作成に向けて作成したのは、太陽光(住宅用, メガソーラー), 風力(陸上, 洋上), 中小水力, 大規模地熱, バイナリー地熱, 木質バイオマス発電(2000kW 級, 5700kW 級, 30000kW 級), メタン発酵ガス発電(下水汚泥由来, 生ごみ由来, 家畜糞尿由来), 廃棄物発電(大都市, 地方中核都市) の各再生可能エネルギーの施設建設部門と, 経常運転部門である。発電部門以外では, 太陽電池製造, ブレード製造, 機械修理(PV 住宅用, メガソーラー用, 風力用)の各部門の投入係数ベクトルを作成した。

表 1 IONGES_2011 の投入係数の作成方法

2005 年表と投入係数の作成方法がほぼ同じである発電部門

部門	投入係数の作成方法	諸元のデータソース
太陽光(住宅用, メガソーラー)	IONGES_2005 と同じ, 諸元を更新	資料 A
風力(陸上, 洋上)	IONGES_2005 と同じ, 諸元を更新, ブレード部門新設	資料 A
中小水力	IONGES_2005 と同じ, 諸元を更新	資料 B
大規模地熱	IONGES_2005 と同じ, 諸元を更新	資料 A
バイナリー地熱	IONGES_2005 と同じ	2005 年と同じ

2005 年表から作成方法に変更のある発電部門

木質バイオマス発電(2000kW 級)	CT=発電端発電量=容量×稼働時間, 売電量=送電端発電量=評価ツールの値, CT との差は所内利用量 燃料は 2000, 5700kW 級は木材チップ 30000kW 級は輸入植物原油かす(やし殻)	森林総合研究所事業採算性評価ツール
木質バイオマス発電(5700kW 級)		
木質バイオマス発電(30000kW 級)		
メタン発酵ガス発電(下水汚泥由来)	下水処理部門からのメタン投入	下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン
メタン発酵ガス発電(生ごみ由来)	廃棄物部門からのメタン投入, 農業への堆肥投入	柚山他, 農業工学研究所技報 204 (2006)
メタン発酵ガス発電(家畜糞尿由来)	発電と熱供給に分割, 廃棄物部門からのメタン投入, 農業への堆肥投入	鹿追町環境保全センター年度別支出状況
廃棄物発電(大都市)	廃棄物部門からの蒸気投入量を記述(不便料を加味した A 重油価格で価値評価)	2005 年と同じ(北大モデル)
廃棄物発電(地方中核都市)		

発電部門以外の部門で, 作成方法を変更または新設した部門

太陽電池製造	その他生産用機械の本社関連項目以外の投入比率を, REFIO の部材構成比で分割	
ブレード製造(新設)	その他汎用機械の本社関連項目以外の投入比率を, REFIO の部材構成比で分割	
機械修理(PV 住宅用)(新設)	機械修理部門の本社関連項目以外の投入比率を, REFIO の部材構成比で分割	
機械修理(メガソーラー用)(新設)	機械修理部門の本社関連項目以外の投入比率を, REFIO の部材構成比で分割	
機械修理(風力用)(新設)	機械修理部門の本社関連項目以外の投入比率を, REFIO の部材構成比で分割	

参考資料としてアクティビティを作成した部門

メタン発酵ガス熱供給(家畜糞尿)	廃棄物部門からのメタン投入	
廃棄物熱供給(地方都市)	廃棄物部門からの蒸気投入量を記述(不便料を加味した A 重油価格で価値評価)	

資料 A: 総合資源エネルギー調査会 長期エネルギー需給見通し小委員会 発電コスト検証 WG 参考資料 2

資料 B: 平成 28 年度調達価格及び 調達期間に関する意見
REFIO: 再生可能エネルギー部門拡張産業連関表(本文参照)

そのほか、IONGES_2011 の表章は見送るものの、投入係数ベクトルとしてのみ、メタン発酵ガス熱供給(家畜糞尿由来)、廃棄物熱供給(地方都市)の各施設建設部門と、経常運転部門も作成した。

表 1 はその投入係数ベクトルの作成作業の内容の要約である。

太陽光、風力、中小水力、地熱の各発電施設建設と経常運転の投入係数ベクトルの作成方法は 2005 年表とほぼ同じであるが、諸元を更新した。一方、バイオマス発電部門には大幅な改訂を加えた。バイオマス発電は、再生可能エネルギーの中でも kWh 当たり単価が特に割高な電力であり、これを発電アクティビティとしてのみとりあげる場合にはその経済的合理性を説明することはできない。しかし、地元における周辺産業への雇用創出や資源循環システムの再構築の効果、熱利用まで含めて考えたときの化石燃料の代替効果等を考慮に入れると、合理性を評価できる可能性がある。そのためには、バイオマス発電産業の持つ役割や他産業との投入産出関係をきめ細かく記述することが望ましい。そこで、発電所と地域社会や周辺産業とのかかわり方の実態を踏まえ、木質バイオマス発電部門を、2000kW 級、5700kW 級、30000kW 級の 3 部門に、メタン発酵ガス発電部門を下水汚泥由来、生ごみ由来、家畜糞尿由来に、それぞれ三分割することとした。

また、バイオマス部門と周辺産業との連関関係が明確に記述できるように、総務省表では行われていない工夫を加えた。例えば廃棄物部門からメタン発酵ガス発電に対するメタンガス投入や、メタン発酵ガス発電部門から農業部門への堆肥投入(発酵ガスの副産物として発生する)などは、現実の経済的な取引として成立しているものばかりではないが、発電活動と周辺経済活動との関係を明らかにするという目的のために、投入-産出関係を明確に記述した。

以下節を分けて、各部門の投入係数ベクトルの作成方法について概略を述べる。

2.2 太陽光、風力、中小水力、大規模地熱、バイナリー地熱

太陽光、風力、中小水力、地熱の各発電施設建設と経常運転の投入係数ベクトルの作成方法は 2005 年表とほぼ同じ(鷲津[1,2], Nakano[3]) であるが、諸元(設備容量 kW 当たりの建設単価や、経常運転費用等)の値を、「総合資源エネルギー調査会 長期エネルギー需給見通し小委員会 発電コスト検証 WG 参考資料 2³⁾」または「平成 28 年度調達価格及び調達期間に関する意見 4⁴⁾」に従って更新した。

また発電部門とは別に、前回の総務省表に付け加えた「太陽電池製造」部門のほかに、「ブレード製造」、および PV 住宅用、メガソーラー用、風力用の各機械修理部門を新設したことにより、各再生可能エネルギーの、施設建設と経常運転の際の間接的影響の波及先を、より正確に把握できるようにした。

3

http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/pdf/cost_wg_03.pdf

4 http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/report_005_01_00.pdf

なお、これらの部品製造および機械修理部の投入係数ベクトルは、総務省表でこれらの生産活動が含まれている部門の投入係数ベクトルと、横浜国立大学 本藤研究室が開発した再生可能エネルギー部門拡張産業連関表⁵(REFIO : Renewable Energy-Focused Input-Output Table)における関連部門のベクトルを参照して作成した。

2.3 木質バイオマス発電

木質バイオマス発電部門については、規模の異なる 3 つの発電所を想定した。事業者インタビューによれば、バイオマス発電の経済的な位置づけは発電所の規模により大きく異なるとの意見が得られたためである。2000kW 級の発電所は、地域の住民協力で維持されるような発電所で、採算性の維持が難しく、電力販売のほか、熱の効率的利用(発電所に隣接する公共の入浴施設への熱供給など)などによる地域住民への便益提供により、かろうじて経営が成り立つような発電施設である。この施設を発電設備と見なす場合には kWh 当たりの発電単価が高く、効率的な発電とは言いかねるが、地域へもたらす多様な効果(雇用機会の創出、さもなければ公共施設で購入しなければならなかった化石燃料の代替効果、地域の山林が間伐などで適正に管理されることによる環境保全効果など)によって、その存在価値が大きく支持される施設である。このような施設の地域波及効果については一定の政策的バックアップもあり、平成 28 年度の買い取り価格も高く設定されている(表 2)。5700kW 級の発電所は、林業事業者との連携関係が事業的に成立しており、事業採算性が比較的高い発電施設である。地域にもたらす経済波及効果をより期待できる。30000kW 級の発電所は、沿岸に立地し、やし殻などの輸入バイオマスを中心にバイオマス発電所である。輸入バイオマスを燃料利用するので、国内への波及効果は少ない。

これらの発電所に関する投入係数ベクトル作成のための基礎情報は、「森林総合研究所木質バイオマス発電事業採算性評価ツール⁶」より得た。同評価ツールを利用して、各規模の発電所の建設費総額、および発電電力 kWh 当たりの費用内訳を試算した。なお、評価の前提となる条件値は、原則として評価ツールのデフォルト値を用いたが、事業者へのヒアリングに基づき以下の項目について、デフォルト値を変更した。

○2,000kW 級(C 級)発電所についての変更値

- ・燃料の購入単価： 9,000⇒8,000 円/t-wet に変更
- ・発電規模： 2,000kW⇒1,990kW に変更
- ・発電効率 17.1%⇒21%に変更
- ・買取(売電)価格と燃料価格
未利用木材 32 円/kWh ⇒ 40 円/kWh に変更

⁵ www.hondo.ynu.ac.jp/renewables/result/refio.html. 本藤研究室で作成された REFIO は、事業者等に対する詳細なヒアリングデータをもとに作成されている。本研究の投入係数ベクトルは、一般管理費の投入構成については、全国平均的な政府の産業連関表の情報を用いるとの考え方で作成した。

⁶ <https://www.ffpri.affrc.go.jp/special/06-bio/index.html>

○5,000kW 級(B 級)発電所についての変更値

燃料を未利用木材(間伐材, 林地残材等)と想定し, 燃料単価を 9,000 円/t, 水分 40%

○30,000kW 級(A 級)発電所についての変更値

燃料をやし殻(PKS)をメインと想定し, 燃料単価を 12,000 円/t ⇒13,000 円/t

発電所の施設建設投入ベクトルの作成方法は, IONGES_2005 と同じである。

経常運転投入係数ベクトルは, 以下の手順で行った。

1. 評価ツールから, 燃料費, 減価償却費, 人件費, 保守・点検費などの項目別に得られる費用情報を, 対応する産業連関表の部門に割り当て, 投入ベクトルを推算
2. 1 のベクトルから, FIT による補助額のうち中間投入相当額を減額(3.2 節を参照)
3. それぞれの発電施設における年間発電量の想定値を, 産業連関表の電力の生産者単価で価額に変換した値を発電施設の生産額と定義
4. 2 を 3 で除して経常運転の投入係数ベクトルを作成。

2.4 メタン発酵ガス発電(下水汚泥由来)

メタン発酵ガス発電(下水汚泥由来)の施設建設投入係数ベクトルは, 公表データを利用して, 平均的な施設規模の発電所付き下水処理施設の費用を推算することで, 次の手順で作成した。

1. 産業廃棄物行政組織等調査報告書「平成 25 年度実績 7」より, 処理施設 1 か所当たり平均処理能力を, 161 m³/日・箇所と推算。
2. 「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン 8」における事業費算出結果(Case4 発電電力を場内利用する場合)より, 処理量 m³ あたり大項目別建設費, 発電量, 発電設備維持管理費, バイオガス発生量を算出。
3. 処理量 m³ あたり大項目別建設費に 161 m³/日・箇所をかけて, 平均的施設の建設費を大項目別に推算。事業者へのヒアリング等に基づき大項目を, 産業連関表の各部門に割り当て, 施設建設のための投入ベクトルを作成
4. 3 を建設費で除して施設建設投入ベクトルとする。

同様に, 経常運転の投入係数ベクトルを次の手順で作成した。

1. 処理量 m³ あたり発電量に 161 m³/日・箇所をかけて, 平均的施設の発電量を算出し, 電力の生産者単価をかけて電力生産額を定義する。
2. 処理量 m³ あたり発電設備維持管理費, バイオガス発生量に 161 m³/日・箇所をかけて, 平均的施設の発電設備維持管理費, バイオガス発生量を算出。発電設備維持管理費は, 外注費と想定。一般的想定に基づいてバイオガス中のメタンガス組成比を

⁷ <http://www.env.go.jp/press/files/jp/103053.pdf>

⁸ <http://www.mlit.go.jp/common/001083170.pdf>

60%としてメタンガス投入量を推算し、天然ガス生産者価格を用いて価額に変換してメタンガス投入額とする。

3. 減価償却費を、設備の耐用年数 15 年として建設費に基づいて定義。
4. 2～3 の投入額を 1 の電力生産額で除して経常運転投入ベクトルを作成。

2.5 メタン発酵ガス発電(生ごみ由来)

メタン発酵ガス発電(生ごみ由来)は、食品残渣のエネルギー利用として注目される発電方法であるが、設備の概要や、経常運転費用の発生は、処理対象とする生ごみの性状に依存して千差万別となるため、平均的、一般的な投入ベクトルの作成を、事業者等の実績データに基づくことは難しいと考えられた。

そこで、メタン発酵ガス発電(生ごみ由来)の施設建設と経常運転投入ベクトルは、柚山[4]における、消化液の水処理と残渣の堆肥化を行う廃棄物処理能力 50t/day の施設の試算結果を参照して作成した。

施設建設の投入ベクトルは、上記文献における建設費をヒアリングと国土交通省が作成する建設部門の産業連関表⁹にもとづいて、産業連関表の部門別に分割することで作成した。また、経常運転の投入ベクトルは、次のように推算した。

1. 上記文献から得られる維持管理費を、収入比率で 3 つ(廃棄物処理部門、堆肥部門、発電部門)に按分して、発電分を推算。
2. 事業者へのヒアリングに基づき、1 の 15%分を一般管理費として追加。
3. 設備の耐用年数を 15 年として、建設費に基づいて減価償却費を定義。同値を収入比率で 3 分割(廃棄物処理部門、堆肥部門、発電部門)して発電部門の減価償却費を推算。
4. 発電量(kWh)から物理的に逆算したメタン投入量を、天然ガスの生産者価格で評価することで、廃棄物処理部門から発電部門へのメタン投入額を推算。物理的逆算には、メタン発酵ガス発電(下水汚泥由来)における関係式を参照した。
5. 1～4 をあわせて経常運転投入ベクトルを作成。
6. 5 を想定されている発電量電力に生産者単価をかけて算出した電力生産額で除して、投入係数ベクトルを作成。

2.6 メタン発酵ガス発電(家畜糞尿由来)

メタン発酵ガス発電(家畜糞尿由来)については、北海道鹿追町における家畜糞尿処理施設が著名である。処理施設が果たす地域に役割としては、家畜糞尿の適切な処理、バイオガス、電気、熱のエネルギー供給、残渣としての消化液の農業部門への肥料供給をあげることができる。メタン発酵ガス発電(家畜糞尿由来)の施設建設と経常運転投入ベクトルについては、「鹿追町環境保全センター年度別支出状況」を参照した。

建設費は上記報告に項目別に記載があるので、それらを対応する産業連関表の部門に当

⁹ http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/gai_tokubetyousa.htm

てはめることによって、投入係数ベクトルを作成した。

経常運転費は、上記報告における平成 22～27 年度の項目別の経常費を平均することで推算し、産業連関表の対応する部門に按分した。また発電部門へのメタン投入額をメタン発酵ガス発電(生ごみ由来)と同様の方法で、減価償却費を設備の耐用年数 20 年として建設費に基づいて、それぞれ定義した。これらの経常運転費用を、生産者単価で金額換算した産出量構成比で 3 分割(廃棄物処理部門、堆肥部門、発電部門)し、発電部門分の投入ベクトルを推算した。なお、熱供給量の金額換算に用いた単価は「A 重油の生産者価格×0.85(ボイラー効率)×0.7(不便の割引率)¹⁰」である。発電部門分の投入ベクトルを、電力生産額で除して、投入係数ベクトルを作成した。

2.7 廃棄物処理発電

廃棄物処理発電については松藤(2005)に従い、IONGES_2005 と同様に廃棄物処理発電(大都市)と廃棄物処理発電(地方中核都市)の 2 種類の発電部門を作成した。投入係数ベクトルの作成方法も IONGES_2005 と同様であるが、廃棄物処理部門と発電部門の関連性を明確にするため、処理部門から発電部門への蒸気投入を計上することにした。処理部門から発電部門への蒸気投入量(物量)を、想定されている発電量と発電効率から逆算し、その値に「A 重油の生産者価格×0.85(ボイラー効率)×0.7(不便の割引率)」の単価をかけて蒸気投入額と定義し、投入ベクトルに項目を追加したうえ、投入係数ベクトルを作成した。

3. 「2011 年組込表」および「2030 年想定表」の作成にむけて

「2011 年組込表」および「2030 年想定表」の作成際の表彰形式に関する検討結果を報告する。まず、IONGES_2011 の 2030 年想定表において、想定される電源構成比は、表 2 のとおりである。これは、2015 年に政府によって公表された「長期エネルギー需給の見通し」に基づいている。

IONGES_2005 と同様に IONGES_2011 でも、一物一価の原則に従いすべての電力を、産業連関表の生産者価格 17 円/kWh で評価する。再生可能エネルギー部門では、この生産者価格と各 FIT 価格との差額を経常補助金とみなし、産業連関表における通常の経常補助金と同様の記述方法(付加価値の控除項目)によって表章する。すなわち、図 1 のように付加価値項目に「FIT との差額」の行を設け、同値を負の値として記載する。FIT 価格としては平成 28 年度の税込み買取価格を用いる。

IONGES_2011 の表章方法のうち、IONGES_2005 から変更を行う点について、以下に報告する。前節にも述べたように IONGES_2011 では、再生可能エネルギーの地域性を重視するとの立場から、特にバイオマス関連部門について大幅な見直しを行う。

¹⁰事業者に対するヒアリングによれば、これは木質バイオマス事業における熱供給量の貨幣価値を推算する際にしばしば用いられる方法とのことである。

表 2 IONGES_2011・2030 年想定表における電源構成

	設備容量	設備容量 構成比	建設単価 ***	建設費	設備容量 名目構成 比	発電量	発電量構 成比
	万 kW		万円/kW			億円	
原子力*	3,420	12.28%	35	119,706	11.14%	2,229	21.02%
火力*	13,592	48.79%	18	244,651	22.78%	5,945	56.06%
一般水力	958	3.44%	85	81,417	7.58%	442	4.17%
太陽光（家庭用）	4,463	16.02%	47	207,977	19.36%	470	4.43%
メガソーラー	2,597	9.32%	33	84,418	7.86%	273	2.58%
陸上風力	790	2.84%	30	23,714	2.21%	139	1.31%
洋上風力	160	0.57%	49	7,840	0.73%	42	0.40%
中小水力	976	3.50%	135	131,724	12.26%	513	4.84%
大型地熱	128	0.46%	88	11,314	1.05%	90	0.85%
温泉バイナリー	31	0.11%	240	7,329	0.68%	21	0.20%
バイオマス**	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0.00%
メタン発酵	167	0.60%	392	65,333	6.08%	99	0.93%
木質バイオマス	448	1.61%	48	21,707	2.02%	266	2.51%
廃棄物大	58	0.21%	474	27,373	2.55%	34	0.32%
廃棄物小	69	0.25%	579	39,670	3.69%	41	0.38%
total	27,856	100.00%	0	1,074,173	100.00%	10,605	100.00%

*原子力、火力の設備容量は右の設備利用率より機械的に計算した値。

**バイオマスの配分比は設備容量、発電量ともに共通で以下の資料に基づく。

<http://www.maff.go.jp/j/biomass/suisinkaigi/04/pdf/siryo1.pdf>

表 2 平成 28 年度 FIT 価格(円/kWh)

	税抜	税込み
太陽光（住宅用）	33	35.64
太陽光（メガソーラー）	24	25.92
陸上風力	22	23.76
着床洋上風力	36	38.88
中小水力	25	27.00
大規模地熱	36	38.88
バイナリー	40	43.20
木質バイオ A	24	25.92
木質バイオ B	32	34.56
木質バイオ C	40	43.20
生ごみメタン	39	42.12
下水メタン	39	42.12
家畜糞尿メタン	39	42.12
廃棄物大都市	17	18.36
廃棄物地方中核都市	17	18.36

3.1 木質バイオマス発電部門の原料投入

木質バイオマス発電部門がほかの再生可能エネルギー部門と大きく異なる点は、発電燃料に大きなコストがかかるという点である。燃料費にコストがかからない自然エネルギーを利用する再生可能エネルギー部門の経常運転は、減価償却費で計上される年々の装置代金が、FITによる補助金で回収されれば、運転が持続可能なものになる。それに対し、木質バイオマス発電部門に対するFIT補助金は、装置代金の回収のためにだけでなく、発電燃料である木質バイオマスの収集費用として支払われていると考えなければならない。特に5700kW級(B級)、2000kW級(C級)の発電所において、FIT補助金が、林産資源の積極的活用を通じて、森林の保全活動や林業の立て直しに貢献し、地域の新たな経済循環を引き起こすことが望まれる。

このような、経済循環効果を分析するためには、発電部門と原料生産部門との間の連関係が明確に記述されるとともに、原料調達部門に対するFIT補助金の影響も明確化される必要がある。これらことを踏まえ、図2のように原料部門と発電部門の関係を表章する。

30000kW級(A級)発電所においては、FIT補助金は、原料のやし殻の購入の補助に与えられるものと想定しやし殻の投入金額を減額する(やし殻は輸入財であることを想定しているので、輸入代金を減額することになる)。また、公表されている産業連関表のやし殻部門の生産額を、A級発電所への(減額された)やし殻投入額だけ増加させる。

5700kW級(B級)と2000kW級(C級)発電所においては、FIT補助金を中間投入分と付加価値分に按分し、中間投入相当分の補助金を各中間投入金額から差し引く。一方、木質チップ(発電用)部門を新設し、この部門にFIT補助金の一部を移転させる。木質チップ(発電用)部門の生産活動を通じて、林業へ波及効果が及ぶ。

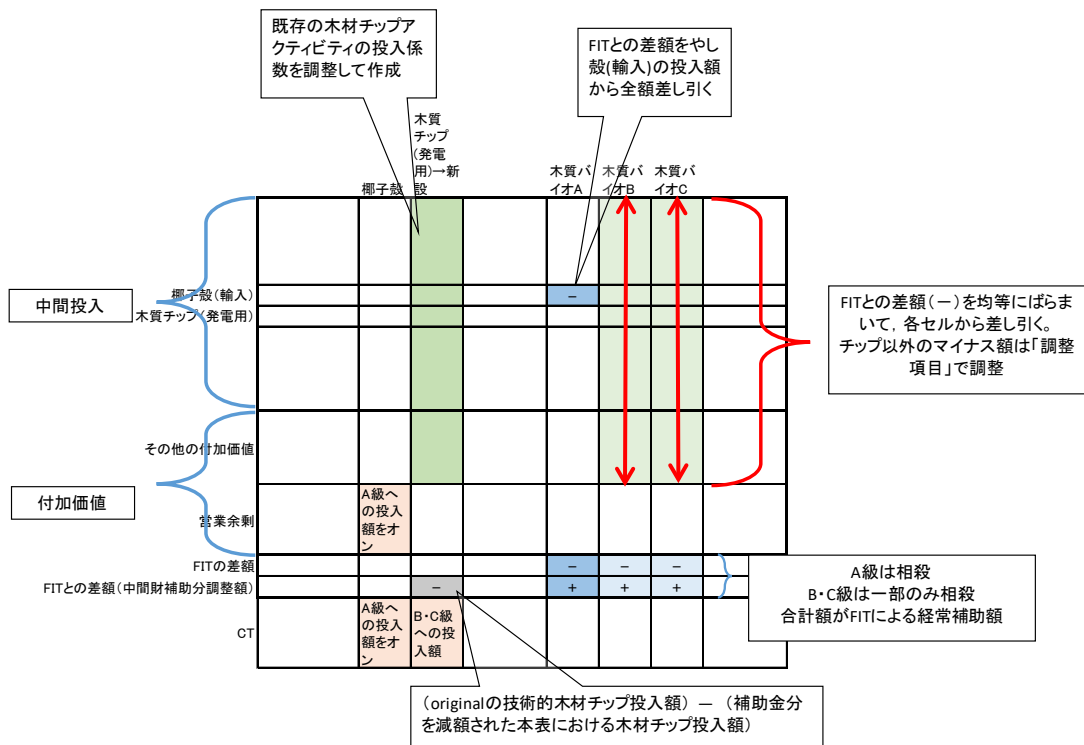


図2 木質バイオマス発電部門表章形式

3.2 メタン発酵発電部門、廃棄物発電部門の原料投入

メタン発酵発電の各部門では、メタン発酵を行う廃棄物処理部門または下水処理部門と、発電部門との連関関係を明確にするために、メタン投入額を記述することにした。同様に廃棄物発電部門では、処理部門からの蒸気投入額を記述することにした。ただし、これらのメタン投入額も蒸気投入額も、実際に金銭取引が行われているわけではない。

この点に関しては次のような概念の整理を行った。すなわち、発電部門に与えられるメタン投入と蒸気投入は、公的な廃棄物処理部門から与えられる現物の経常補助物資と考えられる。この現物の経常補助物資の記述方法として、図3~6のように、補助物資の相当金額を、政府消費の列で控除することにより表のバランスを維持する。これは通常、付加価値側で経常補助金をマイナス表示することと同等の意味を持つ。

メタン発酵発電(家畜糞尿)部門およびメタン発酵発電(生ごみ)部門で副産物として発生する液肥または堆肥は現実取引されているので、廃棄物処理部門から農業部門への投入財として、明示的に計上する。

	農業	廃棄物処理	メタン発電	メタン発酵 熱供給	メタン発酵	政府消費
廃棄物処理	液肥投入			メタン投入	メタン投入	メタン分(-)
営業余剰	液肥分(-)	液肥分(+)				
	CT変化なし	液肥分CT増				

図3 メタン発酵発電(家畜糞尿)部門表章形式

	農業	廃棄物処理	メタン発電	メタン発酵	政府消費
廃棄物処理	堆肥投入			メタン投入	メタン分(-)
営業余剰	堆肥分(-)	堆肥分(+)			
	CT変化なし	堆肥分CT増			

図4 メタン発酵発電(生ごみ)部門表章形式

	下水処理		メタン発酵 発電		政府消費
下水処理			メタン 投入		メタン 分(-)
営業余剰					

図 5 メタン発酵発電(下水汚泥)部門表章形式

	廃棄物処理		廃棄物発電 大都市 中都市		政府消費
廃棄物処理			蒸気 投入	蒸気 投入	蒸気分(-)
営業余剰					

図 6 廃棄物処理発電部門表章形式

4. 再生可能エネルギー賦課金の取り扱いについて(今後の研究課題)

FIT による再生可能エネルギーの補助金の財源は、一般の需要家に電力料金とともに広く薄く課されている再生可能エネルギー賦課金(再エネ賦課金)である。FIT の費用負担が経済にもたらす影響分析が今後の研究課題として注目される。図 1 は、そのような分析の際に予定している IONGES_2011 の拡張案である。すなわち FIT との差額の合計金額を再エネ賦課金の合計額と定義し、それを電力需要の構成比で各部門に配分する。現状では各部門

の電力料金の一部として埋没しているこれら FIT 負担金を明確化して別掲することにより、再生可能エネルギーの社会的な負担が、経済全体にもたらす影響を明確に分析することができようになるだろう。このような分析を IONGES_2011 の完成後、展開する予定である。

	広域 事業用電力 機関（賦課金）				再エネ	家計消費		
事業用電力 広域機関(賦課金)	@	@	@	@				賦課金合計
再エネ								
営業余剰	-@	-@	賦課金 合計	-@	-@		家計消費 にかかる 賦課金額	
(控除)FITとの差額				-\$				FITとの差額合計 = 賦課金合計

- 1.FIT との差額合計＝賦課金計 と定義
- 2.賦課金合計額を、各部門の事業用電力消費に比例して配分
- 3.各部門の配分額と同額をその部門の営業余剰から差し引く

図 1 FIT との差額と賦課金

謝辞

本研究は、平成 27～30 年度科学研究費補助金(基盤研究(C))(15KT0121)，平成 28～30 年度科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究)(16K12663)，早稲田大学特定課題研究助成費(2017K-274)，環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(2-1707)の下で実施した。

参考文献

- [1] 鷺津明由・中野 諭・朝倉 啓一郎・高瀬 浩二・古川 貴雄・新井 園枝・林 和弘・奥和田 久美 『拡張産業連関表による再生可能エネルギー発電施設建設の経済・環境への波及効果分析』NISTEP DISCUSSION PAPER, No. 96, 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター, 1-56, 2013
- [2] 鷺津明由, 中野諭, 新井園枝 『スマートエネルギー社会の産業連関分析に向けて一次世代エネルギーシステム分析用産業連関表の作成と応用一』, 経済統計研究, 第 43 卷Ⅲ号, 12-31, 2015

- [3] Satoshi Nakano, Sonoe Arai, Ayu Washizu “Economic impacts of Japan's renewable energy sector and the feed-in tariff system: Using an input-output table to analyze a next-generation energy system”, *Environmental Economics and Policy Studies*, 19(3), 555-580, 2017
- [4] 柚山義人・生村隆司・小原章彦・小林 久・中村真人『バイオマス再資源化技術の性能・コスト評価』 農業工学研究所技報, 204, 2006
- [5] 松藤敏彦『都市ごみ処理システムの分析・計画・評価—マテリアルフロー・LCA 評価プログラム—』 技報堂, 2005