

## 《研究ノート》

# ベース電源型再生可能エネルギー発電設備の 建設投資コストについて（その3）

——アクティビティベースにもとづく情報整備——

朝 倉 啓一郎

Construction Cost on Basic Stable Power Supply System in Renewable Energy (3)

KEIICHIRO ASAKURA

## キーワード

再生可能エネルギー（Renewable Energy）、ベース電源（Basic Stable Power Supply）、地熱発電（Geothermal Power Generation）、小水力発電（Small Hydroelectric Generation）、産業連関計算（Input-Output Analysis）

（註）本稿は、「研究ノート」としての性格をいかしながら、小水力発電と地熱発電の建設投資ベクトルの作成方法について、思考・作業過程をそのまま記述してきたが、第5章において、誤謬を含むと思われる記述があるため、それについては、第8章にて、改めて考察する。お詫びします。

## 7. 小水力発電の想定変更

本稿第2章：小水力発電で述べたように、小水力発電の建設投資ベクトルを産業連関表の産業部門に格付けする過程において、図表3の「1. 電気関係」を構成する「水車」、「発電機」および「電気設備」の構成の情報が限られていた。したがって、本稿脚注1において述べたように、資源エネルギー庁・NEF（2013）を使用して、小水力発電の建設投資ベクトルを再構成してみる。なお、作成方法の基本方針は、本稿第2章と同様であり、小水力発電設備の設置地点を特定し、土木関連の工事費用を計測したり、最大出力と有効落差から水車関係の費用を計測したりするのではなく、設置情報からの平均的な値として、100kw近傍の小水力発電の建

設投資単価を150万円/kwとし、水車等を含む電気関係費用を52%（7800万円）という想定をおく。

はじめに、「1.電気関係」の「電気設備」の計測を行う。資源エネルギー庁・NEF（2013）の表2.4「工事費積算方法（発電工事費積算の手引き）」と「参考資料 積算の手引きの活用例」より、「電気設備」は「水車」と「発電機」の合計値の55%と想定されることから、

$$\text{「水車」} + \text{「発電機」} + 0.55 \times (\text{「水車」} + \text{「発電機」}) = 7,800 \text{ (万円)} \cdots \text{式 (3)}$$

より、

$$\text{「水車」} + \text{「発電機」} = 5,032 \text{ (万円)} \cdots \text{式 (4)}$$

となり、

$$\text{「電気設備」} = 2,768 \text{ (万円)} \cdots \text{式 (5)}$$

となる。

つぎに、式(4)の「水車」と「発電機」の構成は、本節の計測が出力、有効落差、および発電機の型を想定して計測しているわけではないため、「参考資料 積算の手引きの活用例」に掲載される水車：2,811万円と発電機：1,300万円

図表12 小水力発電の建設投資コスト（電気関係の再分割）

項目	シェア (%)	産業部門コード, 産業部門名, 推計方法
1 電気関係（水車, 発電機, 電気設備）	52.0	
水車	(44.1)	3011021 タービン
発電機	(20.4)	3211011 発電機器
電気設備	(35.5)	推計方法2.1
2 発電所建物工事費	3.9	推計方法2.2
3 機械装置・基礎工事費	2.9	推計方法2.2
4 機械装置・諸装置工事	1.3	推計方法2.2
5 土木（水路貯水池）	39.9	推計方法2.3
合計	1.5億円	

図表注：図表3の作成資料と資源エネルギー庁・NEF（2013）の電気関係の構成比を利用して作成。同書に掲載される材料・労務比率は図表13にて考慮する。なお、本図表中のカッコ内の値は、「1 電気関係」の構成比である。

の比率で、式(4)を解いた<sup>19)</sup>。

図表12は、これまでの手順から再計測された小水力発電の建設投資ベクトルであり、「1. 電気関係」の構成比に変動があることがわかる。なお、図表中の「推計方法」等の重複する部分は、すでに述べていることから、ここでは再論しない。

つぎに、「1：電気関係」について、基本的な論点を確認しておこう。それは、公開される「1：電気関係」の値は、設置に関連する工事費も含んでいるであろうことである。その論点について、2の方法でアプローチしてみる。

第1の方法は、資源エネルギー庁・NEF（2013）の「時点修正率算定手法」の「添付資料2」に電気関係工事費（本稿の「1. 電気関係」）の労務費率と材料費率が掲載されていることから<sup>20)</sup>、労務費を付加価値項目として設定する試みである<sup>21)</sup>。第2の方法は、今回の作業

は産業連関表の部門設定と可能な限り整合性をとることを意図していることから、産業連関表の粗付加価値率をもちいて、営業余剰等も含めて付加価値部分を区分する試みである。なお、第1の方法ならば、営業余剰等の抽出が行われなくなり、また、第2の方法ならば、資源エネルギー庁・NEF（2013）における「材料費率が0.8」との掲載値を歪めてしまうことから、両方の方法を示すこととする<sup>22)</sup>。図表13は第1の方法、図表14は第2の方法である。

推計方法は、「1. 電気関係」から抽出した労務費や付加価値項目は、そのまま付加価値として設定することにしておく。それが、図表13と図表14の「推計方法7.1」である。また、「1. 電気関係」に設置工事が入っていることを明示的に取り扱うならば、これまでの「推計方法2.2」や「推計方法2.3」のように、産業連関表の投入構成を利用して推計する方法もあろうが、水車と発電機については、直接、部門に格付けすることとする。

19) 資源エネルギー庁・NEF（2013）の「時点修正率算定手法」の「添付資料2」では、本資料が2011年度の積算情報であることを述べている。そして、時点を修正する指数として、日銀の企業物価指数が示されるが、電気関係工事費（本稿の「1. 電気関係」）の内訳を細分化した指数を示しているわけではないため、ここでは、水車、発電機および電気設備の名目シェアを利用している。

20) 労務費率：材料費率＝0.2：0.8。

21) 本稿では、粗付加価値の項目ごとの吟味までは行わないことから、「労務費」の中身と産業連関表の付加価値項目との対応を検討せず、「労務費」という用語を使用したままとする。

22) 「電力施設建設」部門の粗付加価値率は、早稲田大学・次世代科学技術経済分析研究所が開発した発電部門と送配電部門を区分したベクトルから計測した。

図表13 小水力発電の建設投資コスト—図表12の電気関係に労務費を考慮

項目	シェア (%)	産業部門コード, 産業部門名, 推計方法
1a 電気関係 (水車, 発電機, 電気設備)	41.6	
水車	(44.1)	3011021 タービン
発電機	(20.4)	3211011 発電機器
電気設備	(35.5)	推計方法2.1
1b 電気関係の付加価値	10.4	推計方法7.1
2 発電所建物工事費	3.9	推計方法2.2
3 機械装置・基礎工事費	2.9	推計方法2.2
4 機械装置・諸装置工事	1.3	推計方法2.2
5 土木 (水路貯水池)	39.9	推計方法2.3
合計	1.5億円	

図表注：図表12の「電気関係 (水車, 発電機, 電気設備)」から資源エネルギー庁・NEF (2013) に掲載される労務比率を考慮して作成。なお、本図表中のカッコ内の値は、「1a 電気関係」の構成比である。

図表14 小水力発電の建設投資コスト—図表12の電気関係に粗付加価値率を考慮

項目	シェア (%)	産業部門コード, 産業部門名, 推計方法
1a 電気関係 (水車, 発電機, 電気設備)	25.3	
水車	(44.1)	3011021 タービン
発電機	(20.4)	3211011 発電機器
電気設備	(35.5)	推計方法2.1
1b 電気関係の付加価値	26.7	推計方法7.1
2 発電所建物工事費	3.9	推計方法2.2
3 機械装置・基礎工事費	2.9	推計方法2.2
4 機械装置・諸装置工事	1.3	推計方法2.2
5 土木 (水路貯水池)	39.9	推計方法2.3
合計	1.5億円	

図表注：図表12の「電気関係 (水車, 発電機, 電気設備)」から脚注22で述べた粗付加価値率を考慮して作成。なお、カッコ内の値は、図表13と同様である。

## 8 地熱発電の想定変更： ダブルフラッシュ方式 (その2)

第5章では、シングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式において、同一の発電容量 (50Mw) での建設投資の構成を計測しようとしていた。そのために、(a)ダブルフラッシュ方式の導入による出力の上昇を考慮して、基準となるシングルフラッシュ方式 (50Mw) の生産井の本数を減少させることと、(b)(a)をダブルフラッシュ方式にすることで、50Mwの発電容量となることを基本想定としていた。そし

て、「総建設費が5%増加する」という解釈を、50Mwのシングルフラッシュを基準にして、5%増加すると解釈・想定していた。しかし、生産井の減少と50Mwのダブルフラッシュ方式の発電設備から積み上げた値で比較すると、5%上昇しないケースも出てくるのではないか、ということが、計算されていた。

結果として、図表7の表記から逸脱することとなり、私の解釈の誤謬を含むと思われるが、本稿が研究ノートであることから、その作業過程を残すこととし、本章において、改めて、建設費の増加についての解釈と想定を検討し、計測する。

図表15 40Mwと50Mwのシングルフラッシュの基本情報

項目		シングルフラッシュ：50Mw	シングルフラッシュ：40Mw
井戸・蒸気管関連建設	掘削	生産井 9本掘削, 2本は事前調査から転用。 合計11本	7本掘削, 2本は事前調査から転用。 合計9本
		還元井 12本掘削, 2本は事前調査から転用。 合計13本	10本掘削, 1本は事前調査から転用。 合計11本
	用地造成	25800m <sup>2</sup>	19000m <sup>2</sup>
	基礎	150百万円	110百万円
	基地間道路	生産井基地 750mを3本 還元井基地 500mを2本	750mを2本 500mを1本
蒸気輸送管	生産井分 1000mを11本	1000mを9本	
	還元井分 500mを13本	500mを11本	

図表注：NEF（2002）とエックス都市研究所ほか（2011）より、本章で利用する井戸・蒸気管関連建設部分の基本想定を作成した。  
なお、NEF（2002）とエックス都市研究所ほか（2011）では、還元井の輸送管の1本あたりの長さが異なっているが、本稿の50Mwの基礎データはエックス都市研究所ほか（2011）にもとづいていることから、その値に合わせて記述している。

ここでは、第5章における同一発電容量での比較という目的と基本的な発想である(a)と(b)はそのままとする。ただし、5%の総建設費の増加について、(a)ダブルフラッシュ方式の導入による出力の上昇を考慮して、基準となるシングルフラッシュ方式(50Mw)の生産井の本数を減少させ、(b)出力が低下した(a)のシングルフラッシュの発電容量をダブルフラッシュ方式にすることで、50Mwの出力となり、その際に建設投資額が5%上昇する、と解釈し直す。また、改めてデータの公開状況も再吟味することにより、「ダブルフラッシュの導入により、出力が25%上昇し、建設投資額が約5%増加する」という図表7における最も高い導入効率のケースとして、推計する。

ここでは、(a)に対応する内容は、「50Mwのシングルフラッシュ方式から生産井を減少させて40Mwのシングルフラッシュ方式の建設投資額を計測すること」であり、(b)に対応する内容は、「40Mwのシングルフラッシュ方式の建設投資額に5%付加してダブルフラッシュ方式の建設投資の構成を計測すること」となる。つぎに、(1)から(3)に区分して、具体的な手順を示す。

(1) 40Mwのシングルフラッシュの作成作業は、(1.①)から(1.④)に区分する。

(1.①) 図表5の50Mwのシングルフラッシュ方式から40Mwのシングルフラッシュ方式を推計するために、生産井と還元井の本数を比例的に減少させる。その際、「事前調査」からの井戸の転用について考えねばならないが、それについては想定を置きにくいことから、40Mwと50Mwの事前調査の内容は共通とし、転用本数も同一とする。したがって、7本掘削し、2本は事前調査の生産井から転用することで、9本の生産井で運転を開始する。還元井も同様に想定し、10本掘削し、1本は事前調査の還元井から転用することで、11本で開始する(生産井の本数は切り上げ計算しているため、厳密には、出力は40Mwではないが、ここでは40Mwとの想定にて操作を進める)。

(1.②) 生産井と還元井の本数を変更したことに対応して、蒸気関連設備全体も40Mwに変更せねばならない。そこで、NEF（2002）とエックス都市研究所ほか（2011）の物量情報から、図表15のように、40Mwと50Mwの発電容量に関連する情報をとりまとめ、それにもとづいて、図表5の値を比例的に低減させる。

(1.③) 発電設備については、安達（2011）の値を用いる。

(1.④) (1.①)、(1.②)および(1.③)によって、40Mwのシングルフラッシュが完成するこ

図表16 同一容量（50Mw）でのシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の建設投資の構成

番号	項目	シングル フラッシュ (50Mw)	ダブル フラッシュ (50Mw)	産業部門コード，産業部門名，推計方法	
		シェア (%)	シェア (%)		
1	小口径	5.6	6.2	推計方法3.1	
2	調査井（生産井）	5.8	6.3	推計方法3.1	
3	還元井	1.9	2.1	推計方法3.1	
4	重力調査	0.1	0.1	8519031 土木建築サービス	
5	時期探査	0.2	0.2	8519031 土木建築サービス	
6	環境調査	0.1	0.1	8519031 土木建築サービス	
7	噴出試験	0.4	0.5	8519031 土木建築サービス	
8	掘削	生産井	13.1	11.1	推計方法3.1
9		還元井	11.6	10.5	推計方法3.1
10	井戸・蒸気管 関連建設	用地取得	-	-	-
11		土木関係 用地造成	1.0	0.8	推計方法3.4
12		基礎	0.6	0.5	推計方法3.4
13	基地間道路	生産井基地	2.5	1.8	4131011 道路関係公共事業
14		還元井基地	1.1	0.6	4131011 道路関係公共事業
15	蒸気輸送管	生産井分	17.7	16.3	推計方法3.2
16		還元井分	4.5	4.2	推計方法3.3
17	建物	発電所建屋	1.4	2.3	推計方法3.4
18	構築物	基礎	5.4	6.1	推計方法3.4
19		冷却塔	6.2	7.1	3013011 冷却棟・温湿調整装置
20		原水タンク	0.7	0.7	2899021 金属製容器・製缶板金製品
21	発電設備 プラント	タービン	4.3	5.2	3011021 タービン
22		発電機	2.6	2.8	3211011 発電機器
23		復水器	2.9	3.1	3019011 ポンプ及び圧縮機
24		変圧器・計測装置	5.3	5.8	3211021 変圧器・変成器 3231011 電気計測器
25	付属設備	4.9	5.6	推計方法3.4	
26	その他	-	-	推計方法3.4	
建設投資合計（1）		248億円	228億円		
建設投資合計（2）		258億円	238億円		
建設投資合計（3）		265億円	240億円		
建設投資合計（4）		275億円	250億円		
建設投資単価（万円/kw）（1）		49.6	45.5		
建設投資単価（万円/kw）（2）		51.6	47.5		
建設投資単価（万円/kw）（3）		52.9	48.0		
建設投資単価（万円/kw）（4）		54.9	50.0		

図表注：本文中の手順にそって、同一発電容量として、50Mwのシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の建設投資コストを作成。なお、建設投資合計（1）は、「1：小口径」から「25：付帯設備」までの項目を合計した値、建設投資合計（2）は、（1）に土地代のみを加えた値である。そして、建設投資合計（3）は、図表中の「26：その他」として、発電設備の単価（20万円/kw）に発電容量をかけて計算される値と、「17：発電所建屋」から「25：付帯設備」の積み上げ合計の差額を計算し、建設投資合計（1）に加えた値である。最後に、建設投資合計（4）は、（1）に土地代と「26：その他」を加えた値である。建設投資単価の区分も建設投資合計の区分に対応している。なお、建中利子等は考慮していない。

とから、その投資合計値を確認する。

(2) (1.④)において、(1.③)で計測した発電設備部分を安達(2011)のダブルフラッシュ(50Mw)に変更する。

(3) (1.④)で計測した40Mwのシングルフラッシュ方式の投資合計値について、図表7で示した5%分だけ上昇させ、(2)の総額を引く。その差額がダブルフラッシュに特有なフラッシャーや低温蒸気配管等を含んだ値と考え、ここでは蒸気輸送管に対応させる。この作業によって、50Mwのダブルフラッシュ方式の建設投資関連の情報が整備される。

図表16は、(1)から(3)の手順によって作成されたダブルフラッシュ方式(50Mw)と作成の基準であるシングルフラッシュ方式(50Mw)<sup>23)</sup>を示している。図中には、付加操作を行う項目があることから、建設投資合計と建設投資単価を区分して示している。建設投資合計(1)は、「1:小口径」から「25:付帯設備」までの項目を合計した値である。建設投資合計(2)は、(1)に土地代のみを加えた値である。そして、建設投資合計(3)は、図表中の「26:その他」として、発電設備の単価(20万円/kw)に発電容量をかけて計算される値と、「17:発電所建屋」から「25:付帯設備」の積み上げ合計との差額を計算し、建設投資合計(1)に加えた値である。最後に、建設投資合計(4)は、(1)に土地代と「26:その他」を加えた値である。また、建設投資単価の区分は、建設投資合計の区分と対応している。

計測結果を見ると、同一の発電容量であったとしても、建設投資合計はシングルフラッシュ方式よりダブルフラッシュ方式の方が、8%~9%程度、安価な値を示しており、建設投資単価においても、シングルフラッシュよりダブルフラッシュの方が低い値として計算されることを示している。なお、図表中の「推計方法」等の重複する部分は、すでに述べていることから、ここでは再論しない。

23) 図表5から「26 その他」を除いている。

## 9 地熱発電の想定変更： ダブルフラッシュ方式(その3)

第8章において、シングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式において、同一容量の建設投資項目の作成方法について述べた。本節では、推計の発想を変え、生産井(性能と本数)は同一とし、50Mwのシングルフラッシュ方式をダブルフラッシュ方式に変更することにより、それに対応して、発電容量と関連設備の金額を上昇させる方法を検討する。そのための基礎資料として、地下の高温の岩盤に水を注入し、人工的に地熱発電を行う高温岩体発電の研究においてもちいられたシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の情報に注目する(堀(1991))。

図表17は、堀(1991, 表2(p.69))からシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式に関連する情報を抽出している。そこでは、本稿で触れてきたドライスチーム方式、シングルフラッシュ方式、ダブルフラッシュ方式、そしてバイナリー方式と異なり、人工的に貯流層を造成するための破碎費(水圧破碎費)や、水の循環に必要なポンプと水路・貯水池の項目が示されている。

なお、坑井費については、図表17のシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式、そして、本稿では引用していないが、バイナリーおよびバイナリーとシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の組み合わせたケースが示され(堀(1991), 表2)、その値も、すべて同一である。したがって、同一の生産井をもちいつつ、発電方式がシングルフラッシュ方式からダブルフラッシュ方式に変更されることにより、発電容量は2割(201Mw→240Mw)上昇し、それに対応して、発電建屋は2割(1,000百万円→1,200百万円)、発電プラントは1割(30,000百万円→33,000百万円)上昇することがわかる。

ただし、堀(1991)を利用することにより、

図表17 高温岩体発電におけるシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の建設投資コスト

(単位：100万円)

発電方式	SF	DF
	シングルフラッシュ	ダブルフラッシュ
出力：Mw	201	240
1 調査費	6,000	6,000
2 土地購入費	600	600
3 坑井費	掘削	38,250
	破碎	13,760
4 輸送管	10,000	10,000
5 建物	1,000	1,200
6 発電プラント	30,000	33,000
7 注入ポンプ	2,000	2,000
8 水路・貯水池	2,000	2,000
9 建中利子	15,773	15,981
10 その他	5,307	5,431
合計	124,690	128,222
建設単価 (万円/kw)	62.0	53.4

図表注：堀（1991）の表2（p.69）より、高温岩体発電方式におけるシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の費用構成を抽出。同一の生産井でシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式で発電する時の発電設備の相違を検討するために参照。

同一の生産井にもとづくシングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式の参考情報が得られるとしても、それは、高温岩体発電をベースとした情報であり、そして、発電容量も巨大であることから、本稿における50Mwを基準とした発電設備に利用可能かどうか、確認しておく。

はじめに、図表17の発電容量をみてみると、上昇率は2割であり、その値は、図表7で示した出力の上昇分である15%から25%の間に入っていることがわかる。また、発電容量の上昇率が異なるが、安達（2011）の40Mwのシングルフラッシュ方式と50Mwのダブルフラッシュ方式の発電建屋と発電プラントを参考値として見てみると、図表17に示される「発電建屋は2割上昇、発電プラントは1割上昇」という値をもちいても、極端な過小評価や過大評価にはつながらないと類推できる。

したがって、図表5の50Mwのシングルフラッシュ方式をベースとし、生産井を変更せずに、発電方式をシングルフラッシュ方式からダ

ブルフラッシュ方式に変更すると、「発電容量は2割上昇（50Mw→60Mw）し、発電建屋の投資額は2割上昇し、発電プラントの投資額は1割上昇する」という想定で作業を進める。なお、還元井については、第5章で述べたように、廃熱水量やシリカの付着等を改めて考慮せねばならないが、運転開始時においては、シングルフラッシュ方式と同一の本数を想定しておく。また、ダブルフラッシュ方式を特徴づけるフラッシャーや低圧蒸気配管は、図表17の特徴をいかし、発電建屋と発電プラント中に含まれるとする。さらに、堀（1991）、表3）より、図表17の「5. 建物」に土木工事一式を含むことが述べられているが、井戸そのものに関連する土木工事費用は、50Mwのシングルフラッシュとダブルフラッシュを同一の値とする。

図表18は、これまで説明した操作方法によって計測されるダブルフラッシュ方式である。図表中には、図表5で示した作成・比較の基準となるシングルフラッシュ方式（50Mw）と発電

図表18 生産井を同一としたときのシングルフラッシュ方式（50Mw）とダブルフラッシュ方式（60Mw）の建設投資構成

番号	項目	シングルフラッシュ 50Mw	ダブルフラッシュ 60Mw	産業部門コード、産業部門名、推計方法		
		(%)	(%)			
1	小口径	5.6	5.4	推計方法3.1		
2	調査井（生産井）	5.8	5.5	推計方法3.1		
3	還元井	1.9	1.8	推計方法3.1		
4	事前調査	重力調査	0.1	0.1	8519031 土木建築サービス	
5		時期探査	0.2	0.2	8519031 土木建築サービス	
6		環境調査	0.1	0.1	8519031 土木建築サービス	
7		噴出試験	0.4	0.4	8519031 土木建築サービス	
8		掘削	生産井	13.1	12.5	推計方法3.1
9		還元井	11.6	11.1	推計方法3.1	
10	井戸・蒸気管 関連建設	用地取得	-	-	-	
11		土木関係	用地造成	1.0	1.0	推計方法3.4
12			基礎	0.6	0.6	推計方法3.4
13	基地間道路	生産井基地	2.5	2.4	4131011 道路関係公共事業	
14		還元井基地	1.1	1.1	4131011 道路関係公共事業	
15	蒸気輸送管	生産井分	17.7	16.9	推計方法3.2	
16		還元井分	4.5	4.3	推計方法3.3	
17	建物	発電所建屋	1.4	1.6	推計方法3.4	
18		基礎	5.4	6.2	推計方法3.4	
19	構築物	冷却塔	6.2	7.1	3013011 冷却棟・温湿調整装置	
20		原水タンク	0.7	0.8	2899021 金属製容器・製缶板金製品	
21	発電設備	タービン	4.3	4.5	3011021 タービン	
22		発電機	2.6	2.7	3211011 発電機器	
23		復水器	2.9	3.0	3019011 ポンプ及び圧縮機	
24		プラント	変圧器・計測装置	5.3	5.5	3211021 変圧器・変成器 3231011 電気計測器
25		付属設備	4.9	5.1	推計方法3.4	
26		その他	-	-	推計方法3.4	
		建設投資合計（1）	248億円	260億円		
		建設投資合計（2）	258億円	270億円		
		建設投資合計（3）	265億円	285億円		
		建設投資合計（4）	275億円	295億円		
		建設投資単価（万円/kw）（1）	49.6	43.3		
		建設投資単価（万円/kw）（2）	51.6	45.0		
		建設投資単価（万円/kw）（3）	52.9	47.4		
		建設投資単価（万円/kw）（4）	54.9	49.1		

図表注：図表5とその作成資料、堀（1991）、および本稿で述べた作成手順により作成。建設投資合計と建設投資単価の（1）から（4）の区分は、図表16と同様である。なお、建中利子等は考慮していない。



容量が2割増加したダブルフラッシュ方式（60Mw）を掲載している。

本章のダブルフラッシュ方式（60Mw）は、シングルフラッシュ方式（50Mw）の発電容量を2割上昇させて作成しており、それと対応して建設投資額も高くなっている。とくに、生産井と還元井が共通ではあるが、ダブルフラッシュ方式の発電設備関係の値が増加していることが示されている。しかし、建設投資単価では、シングルフラッシュ方式よりダブルフラッシュ方式の方が低い値として計測されていることがわかる。また、建設投資合計（1）から（4）をみると、発電容量の20%の増加に対して、4.5%から7.6%の上昇となっていることがわかる（建設投資合計と建設投資単価の区分は、図表16と同じである）。なお、図表中の「推計方法」等の重複する部分は、すでに述べていることから、ここでは再論しない。

## 10. 建設投資構成の概観

本章では、これまでに述べてきた方法もとづいて作成した建設投資の構成について、産業連関表（2005年表）における投入ベクトルとして再構成し、概観する。はじめに、産業連関表の構成を利用して推計した時の基本論点を確認する。

第1は、産業連関表の投入構成を利用する時に、「屑・副産物」の取り扱いによって、マイナス値が生じることである。産業連関表は、屑については、いわゆる「マイナス投入方式」を原則として取引を記述し、バランスさせているが、本稿では、利用した部門の投入ベクトルの構成を生かすため、屑を除外して投入構成を利用した。

第2は、資本財の投資構成を推計する時に、内生部門としての「電力施設建設」を利用していることである。産業連関表では、原則として、耐用年数が1年以上で単価が10万円以上の財を資本財として、国内総固定資本形成に計上しているが、「機械組込」、「建設迂回」、そし

て、「土木迂回」のように、今回の推計作業と直結する分野においては、中間財として取り扱われることもあるため、今回は、内生部門である「電力施設建設」や建設部門分析用産業連関表の対応部門の投入構成比を利用している。なお、電力施設建設部門は、早稲田大学・次世代科学技術経済分析研究所が開発した発電部門と送配電部門を区分したベクトルを使用している。

また、建設投資ベクトルの品目構成は産業連関表の基本分類に対応しており、それを401部門に統合している<sup>24)</sup>。

それでは、小水力発電から構成品目を概観してみよう。

図表19は、これまでに述べてきた方法により作成した投資構成品目の上位10部門である（中間投入の構成比）。図表19の表頭の「推計1」は図表3において、「推計2」は図表12において、「推計3」は図表13において、そして「推計4」は図表14において、それぞれ示した方法で作成された情報である。なお、推計1は、公開情報ではあるが、資源エネルギー庁・NEF（2013）が公表される以前の値であるため、参考ケースとしている。また、推計2、推計3、および推計4は2013年4月までの公開情報にて考察している。

はじめに、参考ケース（推計1）と推計2の相違を確認すると、それは、図表3と図表12の「電気関係」の項目費の相違であって、とくに、上位部門では水車タービンを示す「タービン」と発電機を示す「回転電気機械」の順位に違いがある。

つぎに、推計2は、資源エネルギー庁・NEF（2013）から電気関係の構成比を推計して利用したケース、推計3は、推計2に資源エネルギー庁・NEF（2013）の労務比率・材料比率を加味して推計したケース、そして、推計4は、推計2に産業連関表の粗付加価値率を考

24) 産業部門分類は、国立環境研究所地球環境研究センター『3EID』と整合性を保っている。

図表19 小水力発電の建設投資コストの構成

上位10部門	推計1：図表3：参考ケース (%)	推計2：図表12 (%)
1 開閉制御装置及び配電盤	30.8	タービン 25.0
2 回転電気機械	12.2	開閉制御装置及び配電盤 15.3
3 卸売	12.1	卸売 12.5
4 土木建築サービス	5.7	回転電気機械 11.5
5 タービン	4.3	土木建築サービス 5.7
6 配線器具	3.0	建設用金属製品 2.6
7 電気計測器	2.8	道路貨物輸送（除自家輸送） 2.1
8 建設用金属製品	2.6	セメント製品 2.0
9 その他の産業用電気機器	2.5	配線器具 1.5
10 セメント製品	2.0	金融 1.5
その他	22.1	20.2
中間投入計	100%	100%
粗付加価値率	0.23	0.23
建設投資総額	1.5億円	1.5億円

  

上位10部門	推計3：図表13 (%)	推計4：図表14 (%)
1 タービン	20.0	タービン 12.2
2 開閉制御装置及び配電盤	12.2	卸売 7.5
3 卸売	10.6	開閉制御装置及び配電盤 7.4
4 回転電気機械	9.2	土木建築サービス 5.7
5 土木建築サービス	5.7	回転電気機械 5.6
6 建設用金属製品	2.6	建設用金属製品 2.6
7 セメント製品	2.0	セメント製品 2.0
8 道路貨物輸送（除自家輸送）	2.0	道路貨物輸送（除自家輸送） 1.7
9 金融	1.5	金融 1.5
10 生コンクリート	1.4	生コンクリート 1.4
その他	22.3	27.1
中間投入計	100%	100%
粗付加価値率	0.33	0.50
建設投資総額	1.5億円	1.5億円

図表注：これまで述べてきた中小水力発電について、その中間投入総額を100%としたときの上位10部門と建設投資ベクトルとしての粗付加価値率を示している。推計1：図表3は資源エネルギー庁・NEF（2013）が公表される以前の公開情報を組み合わせて推計したケース、推計2：図表12は資源エネルギー庁・NEF（2013）から電気関係の構成比を推計したケース、推計3：図表13は、資源エネルギー庁・NEF（2013）の電気関係の構成比と労務比率から推計したケース、そして、推計4：図表14は、図表12に産業連関表の粗付加価値率を考慮したケースである。推計1：図表3は、公開情報ではあるが、資源エネルギー庁・NEF（2013）が公表される以前の値であるため、参考ケースとしている。また、本図表は、2013年4月時点の公開情報にて整理している。なお、産業連関表の土木・設置関連部門の投入構成を利用していることから、図表中に金融部門が現れているが、明示的に建中利子等を考慮しているわけではない。

図表20 地熱発電の建設投資コストの構成

上位10部門	ドライスチーム 図表11：20Mw (%)		シングルフラッシュ 図表18：50Mw (%)	
	1	卸売	12.1	卸売
2	タービン	10.5	鋼管	21.1
3	冷凍機・温湿調整装置	10.4	鍛鋼	20.0
4	電気計測器	8.1	冷凍機・温湿調整装置	18.1
5	変圧器・変成器	5.6	建設用金属製品	16.9
6	建設用金属製品	5.4	タービン	12.5
7	ポンプ及び圧縮機	5.2	電線・ケーブル	11.6
8	土木建築サービス	4.8	電気計測器	9.3
9	鍛鋼	4.6	土木建築サービス	9.2
10	鋼管	4.0	熱間圧延鋼材	8.2
	その他	29.5		36.0
	中間投入計	100%		100%
	粗付加価値率	0.27		0.31
	建設投資合計 (1) 億円	96		248
	建設投資合計 (2) 億円	98		258
	建設投資合計 (3) 億円	96		265
	建設投資合計 (4) 億円	98		275
	建設投資単価 (1) 万円/kw	47.8		49.6
	建設投資単価 (2) 万円/kw	48.8		51.6
	建設投資単価 (3) 万円/kw	47.8		52.9
	建設投資単価 (4) 万円/kw	48.8		54.9

  

上位10部門	ダブルフラッシュ 図表18：60Mw (%)		バイナリー 図表6：50kw (%)	
	1	卸売	28.3	開閉制御装置及び配電盤
2	冷凍機・温湿調整装置	21.7	卸売	19.3
3	鋼管	21.1	電気照明器具	14.0
4	鍛鋼	20.0	土木建築サービス	8.9
5	建設用金属製品	17.5	ポンプ及び圧縮機	6.8
6	タービン	13.8	運搬機械	6.2
7	電線・ケーブル	12.0	配線器具	5.0
8	電気計測器	10.2	電気計測器	4.6
9	土木建築サービス	9.4	その他の産業用電気機器	4.1
10	ポンプ及び圧縮機	8.4	電線・ケーブル	3.3
	その他	35.8		15.6
	中間投入計	100%		100%
	粗付加価値率	0.31		0.13
	建設投資合計 (1) 億円	260		
	建設投資合計 (2) 億円	270		
	建設投資合計 (3) 億円	285		1.2
	建設投資合計 (4) 億円	295		
	建設投資単価 (1) 万円/kw	43.3		
	建設投資単価 (2) 万円/kw	45.0		
	建設投資単価 (3) 万円/kw	47.4		240
	建設投資単価 (4) 万円/kw	49.1		

図表注：本稿で推計してきた順ではなく、教科書的な順番として、ドライスチーム方式、シングルフラッシュ方式、ダブルフラッシュ方式、そして、バイナリー方式を並べ、その中間投入総額を100%としたときの上位10部門と粗付加価値率を示している。なお、シングルフラッシュとダブルフラッシュは、複数のケースで作成しているが、生産井の本数は同一で、出力と建設投資額が増加する図表18のケースを示した。建設投資総額と建設投資単価の区分けは、図表16と同様である。バイナリー方式も含めて、2013年4月時点の公開情報から計測している。また、ドライスチームの建設投資総額の(1)と(3)の値が同一となっている理由は、本文脚注26に述べている。すべての発電設備において、建中利子は考慮していない。

慮したケースである。したがって、推計2から推計4は、付加価値項目を再設定する過程でもあり、粗付加価値率が上昇していることが確認できる。また、その過程では、対応する部門の投入構成比を利用するのではなく、図表12、図表13および図表14で示した「電気関係」の項目から比率で除外して付加価値項目に設定しているため、図表19の推計2から推計4にかけて、「電気関係」を構成する部門のシェアが低下していつていることが確認できる。

つぎに、図表20によって、地熱発電の建設投資の品目構成を概観してみる。シングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式は、これまでに複数の建設投資の項目を作成していることから、ここでは、図表18として、生産井の本数を同一にしたケースを取り入れる。

はじめに、ドライsteam方式、シングルフラッシュ方式、およびダブルフラッシュ方式を概観してみる。

ドライsteam方式を見ると、図表11の作成過程で述べたように、その特徴を際立たせるために還元井を設定していないため、鋼管の順位がシングルフラッシュ方式やダブルフラッシュ方式よりも相対的に低く、タービンおよび冷却塔を格付けした「冷凍機・温湿調整装置」が上位に位置している<sup>25)</sup>。また、図表18の作成過程において述べたように、シングルフラッシュ方式とダブルフラッシュ方式は、両者の生産井および還元井の本数を同一としていることから、ダブルフラッシュ方式に関連した発電建屋と発電プラントの投資額が上昇した結果、鋼管の相対的な位置が低下している。そして、バイナリーを見てみると、今回の推計操作は、「バイナリー発電装置」という「モノ」を購入して、それを設置する、ということと対応しており、

結果として、粗付加価値率が低く計測されている。なお、バイナリー装置そのものは産業連関表にて格付けできないため、発電機器関連の部門構成で割り振りしており、その品目が出現することとなっている。

最後に、建設投資単価を確認しておこう。図表20では、発電技術ごとに発電規模が異なることから、発電技術間で建設投資単価を比較することは出来ないが、推計結果の大まかな傾向として述べるならば、ダブルフラッシュ方式の値が最も低く、シングルフラッシュ方式は、ドライsteam方式より、高い値として計測されていることがわかる<sup>26)</sup>。

## 11. 小括

本稿は、2013年4月時点の公開情報を利用して、産業連関表との整合性を意識しながら、小水力発電と地熱発電の建設投資ベクトルの作成方法を検討してきた。

産業連関計算によって発電設備の原単位等を比較検討するためには、経常運転の経費を把握するだけでなく、建設投資の構成を具体化する作業を避けて通ることはできない。しかし、本稿で議論した小水力発電の設備も地熱発電の設備も、産業連関表の産業部門に明示的に設定されているわけではないことから、限られた情報にもとづいて、産業連関表と整合的な情報に加工していかねばならない。したがって、本稿は、「論文」ではなく「研究ノート」として、建設投資コストの構成を最終需要ベクトル化する過程に特化し、一方で想定を起きつつ、他方で産業連関表の投入構成を利用しながら、試行錯誤の作業プロセスも含めて記してきた。もち

25) 図表11の作成過程においても述べたが、ドライsteamの作成過程において、松川発電所の値も使用してはいるが、特定の発電所の投資構成を推計しているわけではなく、別の資料も利用していることから、本図表の「冷凍機・温湿調整装置」が松川発電所の「象徴」である冷却塔を示しているわけではない。

26) ドライsteamの建設投資総額の(1)と(3)の値が同一となっている理由は、発電設備について積み上げ計算した値が発電設備の単価(20万円/kw)から計測された値を超えるからである。20万円/kwの値は、エックス都市研究所ほか(2011)における50Mwのケースで述べられており、それを参考値としてもちいているが、結果として、発電規模の相違の影響が出ていると思われる。

ろん、近年の「総合資源エネルギー調査会 発電コスト検証ワーキンググループ」等の情報を含め、産業連関計算によるモデル計算を行いながら、さらなる吟味・検討を行う必要があるが、初発的基礎的な検討作業を行ったこととし、「その3」にて本稿を閉じる。

本稿の作成は、東日本大震災後の電力供給をめぐる多様な議論をきっかけとして開始された。東日本大震災から5年が経過しようとする今日においても、発電単価の高低と発電技術の安全性、そして安定的な電力供給のあり方について、送配電網も含めて、多くの議論が続けられている。今後も電力分野において、新しい制度の提案や発電・送配電技術の開発が行われていくと思われるが、現行の総括原価方式や固定価格買取方式、そして、需要家の支払う電力料金との関連性も含めて、電力分野に関連する経済統計を改めて整理していくこともまた、古くて新しい課題といえるのかもしれない。それについては、今後の課題としたい。

(完)

### （その3にかんする参考文献）

- \* 新エネルギー財団はNEFと略称する。
- ・ NEF（2002）『平成13年度 地熱開発促進調査 開発可能性調査（戦力的調査全国調査）（第3次）報告書』。
- ・ 安達正畝（2011）「地熱発電事業の経済性の検討」サイエンス&テクノロジー『地熱開発の潮流と開発技術』pp.29-57。
- ・ エックス都市研究所・アジア航測株式会社・パシフィックコンサルタンツ株式会社・伊藤忠テクノソリューションズ株式会社（2011）『平成22年度環境省委託事業 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書』。
- ・ 資源エネルギー庁・NEF（2013）『水力発電計画工事費積算の手引き』。
- ・ 総務省（2009）『平成17年（2005年）産業連関表，総合解説編，計数編（1）』。
- ・ 堀義直（1991）「高温岩体発電の技術開発と発電コスト」『土木技術』vol.46 no.2, pp.67-74。
- ・ 海江田秀志・堀義直（2003）「第2章 高温岩体発電の開発」『電中研レビュー（Denken Review）：未利用地熱資源の開発に向けて』No.49 pp.19-24。