#### 地球温暖化防止に向けた社会資本分野での取組 1.5

# はじめに

本研究は、昨今注目されている再生可能エネルギーの推進を対象とするものである。まず、 固定価格買取制度の現状や地域振興に資する水力発電展開の事例を述べる。さらに水力発電の 事業化判断に当たって、多くのダムで隘路となっている B/C の評価について、昨年の報告に引 き続いて、「経済命数」による評価手法の試算を県土木部局管理ダム 11 ダムについて行い、堤 高、流域面積、最大使用水量、出力などのダム諸元と B/C の関係を明らかにする。この他、地 熱発電について概要を述べるとともに、円滑に地域合意の形成を図った福島県土湯温泉におけ る発電所の取組について紹介する。

最後に本研究を実施する上で、ダムデータの御提供、現地調査や取材に御協力いただいた和 歌山県、兵庫県、香川県、愛媛県、福岡県、長崎県、株式会社元気アップつちゆに謝意を表し たい。

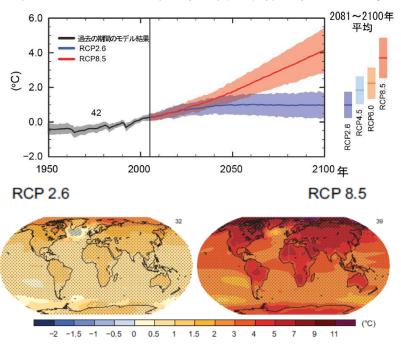
# 1.5.1 地球温暖化防止に向けた取組

#### 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次報告書 (1)

地球温暖化による気候変動の顕在化が危惧されたことから、各国の研究者が政府を代表して 参加し、気候変動のリスクや影響及び対策について議論するための公式の場として、国連環境 計画(UNEP)及び世界気象機関(WMO)の共催により、気候変動に関する政府間パネル(以 下「IPCC」という。)が 1988 年に設立されている。IPCC は、気候変動に関して科学的、社会 経済的な見地から包括的な評価を行い、5~6年毎に評価報告書を公表しており、2013年総会 においては、第5次評価報告書(AR5)を承認、公表している。これらの報告書は、今後「気 候変動に関する国際連合枠組条約」を始めとする地球温暖化に対する国際的取組に科学的根拠 を与える重要な資料となる。IPCC は、最高決議機関である総会、3 つの作業部会及びインベ ントリー・タスクフォースから構成され、第5次報告書において、気候変化の評価や影響、適 応策の検討を行っている。

#### ① 気候変化の評価

2081~2100 年の世界平均地上気温の 1986~2005 年平均に対する上昇量は、CMIP5 モデル シミュレーションから得られる幅によれば、図表 1-5-1 に示すとおり、RCP2.6 シナリオでは  $0.3\sim1.7$ °C、 RCP4.5 シナリオでは  $1.1\sim2.6$ °°C、RCP6.0 シナリオでは  $1.4\sim3.1$ °°C、RCP8.5 シナリオでは2.6~4.8℃の範囲に入る可能性が高いと予測される。



1986-2005 年平均に対する世界平均地上気温の変化

(出典) IPCC AR5 WG I SPM Fig. SPM.7(a)

#### ② 影響及び適応策

第2作業部会では、生態系、社会・経済等の各分野における影響及び適応策についての評 価を行っている。IPCCでは、「気候システムに対する危険な人為的干渉」による深刻な影響 の可能性について、「主要なリスク」と呼び、規模の大きさ、生起確率、影響の不可逆性など 幾つかの基準を設けて専門家の判断を仰ぎつつ、「主要なリスク」を選定、提示している。具 体的には、今回の報告書において、図表 1-5-2 に示すとおり、確信度の高い、複数セクター・ 地域にまたがる8項目を挙げている。

図表1-5-2 確信度の高い複数の分野や地域に及ぶ主要なリスク

高潮、沿岸洪水、海面上昇により、沿岸の低地や小島嶼国において死亡、負傷、健康被害、または 生計崩壊が起きるリスクがある。
いくつかの地域において、洪水によって、大都市部の人々が深刻な健康被害や生計崩壊にあう リスクがある。
極端な気象現象が、電気、水供給、医療・緊急サービスなどの、インフラネットワークと重要なサービスの機能停止をもたらすといった、社会システム全体に影響を及ぼすリスクがある。
極端に暑い期間においては、特に脆弱な都市住民や屋外労働者に対する、死亡や健康障害のリスクがある。
気温上昇、干ばつ、洪水、降水量の変動や極端な降水により、特に貧しい人々の食糧安全保障が 脅かされるとともに、食料システムが崩壊するリスクがある。
飲料水や灌漑用水への不十分なアクセスと農業の生産性の低下により、半乾燥地域において、 特に最小限の資本しか持たない農民や牧畜民の生計や収入が失われる可能性がある。
特に熱帯と北極圏の漁業コミュニティにおいて、沿岸部の人々の生計を支える海洋・沿岸の生 態系と生物多様性、生態系便益・機能・サービスが失われる可能性がある。
人々の生計を支える陸域及び内水の生態系と生物多様性、生態系便益・機能・サービスが失わ れる可能性がある。

(出典) 国立環境研究所 地球環境研究センター資料

#### パリ協定 (2)

パリ協定は、IPCC報告書を踏まえつつ、温室効果ガス削減に関する国際的取り決めを議論 する「国連気候変動枠組条約締約国会議 (COP)」で 2015 年 12 月に採択された 2020 年以降 の気候変動問題に関する国際的枠組みであり、1997年策定の「京都議定書」の後継となるも のである。

パリ協定には、中国、インドなど主要排出国を含む多くの国が参加し、2019 年時点で195 か国と欧州連合 (EU) が本協定を締結し、187か国が批准または協定に加盟している。ただ し、排出量シェア 13.6%を占める米国は 2020 年 11 月 4 日に正式に離脱したが、バイデン新 大統領により復帰の手続きが取られた。パリ協定では、以下に示す世界共通の長期目標を掲 げている。

#### パリ協定の長期目標

- ・世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をす る。
- ・できるだけ早く世界の温室効果ガス排出量をピークアウトし、21世紀後半には、温室効果 ガス排出量と森林などによる吸収量のバランスをとる。

日本では、中期目標として、図表 1-5-3 に示すとおり、2030 年度の温室効果ガスの排出を 2013年度の水準から26%削減することを目標として定めている。各国で定めた目標は、基準 年度や指標が異なっているが、米国や EU と最新の排出量である 2013 年と比較しても、日本 の目標値は遜色のない数値である。また、この目標は政府が産業界とともに検討した様々な 対策を考慮しつつ積算したものであり、具体的な対策に裏付けされた実現可能性のある内容 と考えられる。

以上の削減目標を達成するための主要な対策は、排出量の約1/4を占める発電関係におけ る対応である。すなわち、再生可能エネルギーの導入量の増加による低排出なエネルギーミ ックス1の実現とエネルギー効率化、省エネルギーの推進である。経済産業省においては、 2030年エネルギーミックスにおいて、省エネルギーにより17%程度の需要抑制を図るととも に、再生可能エネルギーについて、そのシェアを22~24%とする電源構成を示している。

昨今、政府は、温室効果ガス排出量削減に向けて、大きく政策を転換した。菅義偉首相は 2020年10月26日、国会での所信表明演説の中で、日本政府として初めて2050年までに二 酸化炭素ネット排出量ゼロ(カーボンニュートラル)にするとの政策目標を表明した。そし て、この目標を達成するために、「省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入 するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立す

<sup>1</sup> 電気の安定供給を図るため、太陽光や風力、水力などの再生可能エネルギーや火力、原子力など多様なエ ネルギー源を組み合わせて電源構成を最適化すること。

る。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します。」としている。また、 梶山弘志経済産業相は10月13日、太陽光や風力などの再生可能エネルギーを「他の電源に 比べ上位の主力電源にしていく」と表明した。これらの政策によれば、2030年における温室 効果ガス削減目標量は、図表 1-5-3 に示した 26%よりも大きな数値となる。

国名 1990年比 2005年比 2013年比 削減目標 **▲26.0**% 日本 ▲18.0% ▲25.4% (2030年までに) 削減目標 **▲26~28**% 米 国 **▲**14~16% **▲18~21**% (2025年までに) 削減目標 ▲40% E U ▲35% ▲24% (2030年までに) ・2030年までに**2005年比でGDP当たりの**二酸化炭素排出を**60~65%削減** 中国 ・2030年頃に二酸化炭素排出のピーク達成 韓国 ・2030年までに、対策を講じなかった場合の2030年比で37%削減

図表1-5-3 温室効果ガスの削減目標の各国比較

(出典) 主要国の約束草案 (温室効果ガスの排出削減目標の) の比較 (経済産業省)

#### 1.5.2 再生可能エネルギー開発の現状

第1項で述べた IPCC 報告書やパリ協定の締結を踏まえ、世界各国では、地球温暖化による 気候変動への適応策として、CO2排出量の削減を図るべく、再生可能エネルギーの導入拡大に 力を入れている。

我が国における電源構成は、固定価格買取制度(FIT)の創設以降、再生可能エネルギーの 占める比率は、2011 年 10.7%から 2017 年 16.0%と相当の伸びを見せている。図表 1-5-4 は、 電源別に導入状況を示したものである。2030 年エネルギーミックスにおいて定める導入目標 量に対して、導入量、導入進捗率を見ると、計画、設計、施工が比較的簡便な太陽光発電が好 調である一方で、その他の発電手法は低調であり、とりわけ、大規模かつ複雑な設備を要し、 リードタイムが長い地熱発電、水力発電の進捗は芳しくない。

図表1-5-4 再生可能エネルギーの電源別導入状況

単位:万kW

発電設備種類	固定価格買取制度 導入前累積導入量 (2012年6月まで)	制度開始後 導入量合計 (2018年度まで)	エネルギーミックス (2030年)	制度開始後 必要導入量	達成率
太陽光	560	4,456.9	6,400	5,840	76.3%
風力	260	113.6	1,000	740	15.4%
地熱	50	3.0	140~155	90~105	2.9~3.3%
中小水力	960	36.2	1,090~1,170	130~210	17.2~27.8%
バイオマス	230	170.8	602~728	372~498	34.3~45.9%
合計	2,060	4,780.5	9,232~9,453	7,172~7,393	64.7~66.7%

(出典) 経済産業省資源エネルギー庁資料を基に当研究所にて作成

# 1.5.3 再生可能エネルギー開発促進施策 (地域振興に資する再生可能エネルギーの開発)

2012年7月の固定価格買取制度(FIT)の設立を契機として、地域に存在する再生可能エネ ルギーを利用し、地域を活性化しようという試みが全国各地で広がっている。制度により、売 電価格が改善し、再生可能エネルギー発電事業の採算性が大幅に改善されたことが大きい。以 下にその事例を説明する。

# (1) 福島市土湯温泉町における再生可能エネルギー開発の取組

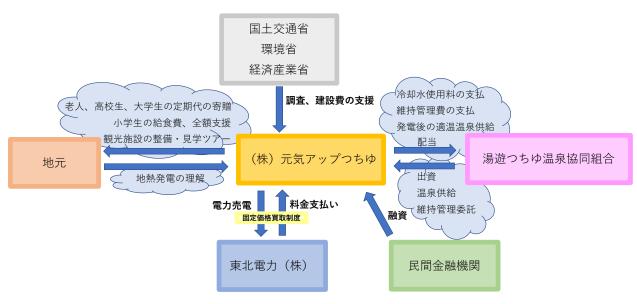
福島県福島市土湯温泉町において、「株式会社元気アップつちゆ」が再生可能エネルギー事 業を通じて地域振興に取り組んでいる事例について、取材結果を基に紹介する。

土湯温泉東鴉川水力発電所は、阿武隈川水系荒川流域に国土交通省直轄による砂防事業とし て 35 の砂防堰堤が建設されており、その中でも提高が 15m と 2 番目の高さを持つ東鴉川第 3 砂防堰堤の落差を活用している。

土湯温泉東鴉川水力発電所建設は、国土交通省が公募した「震災復興官民連携支援事業」の 採択を受け、2012年8月より現地調査を開始した。さらに福島県が実施する「平成25年度福 島県市民交流型再生可能エネルギー導入事業促進補助金」の採択を経て事業化に踏み出し、 2015年5月に竣工し、運転を開始した。総事業費は約3億2千万円、うち補助金が1億円、 残りは融資で賄っている。発電された電力は、固定価格買取制度(FIT)により、全量を 34円 /kWh で 20 年間、東北電力株式会社が買取を行うこととされている。

「土湯温泉東鴉川水力発電所」は、急勾配の砂防河川を流下する自然流水を利用することか ら、取水地点において、落葉、流木、木の実、流石などの混入が避けられず、これら阻害物の 除去などの維持管理は必ずしも容易ではないが、事業者の献身的な努力により順調な稼働を続 けている。

図表 1-5-5 に地熱発電も含めた再生可能エネルギー推進のための事業スキームを示す。2015 年11月に竣工した土湯温泉16号源泉バイナリー発電所の竣工とあいまって、再生可能エネル ギー見学の観光客は、2019年度においては県内外約2,500人に達しており、うち約6割が地 元土湯温泉に宿泊するなど地域発展に貢献している。また、地域振興施策が活発に実施されて おり、第6項において解説する。



図表1-5-5 東鴉川水力発電所事業スキーム

(出典) 株式会社元気アップつちゆ取材を基に当研究所にて作成

#### 県管理ダムにおける管理用発電の経済性の検討 1.5.4

# (1) 経済命数を用いた経済性の検討

昨年度の検討においては、既設ダムの利水放流管にダム管理用発電として、ダム管理者等が 水力発電所を設置する事業について、経済命数の概念を用いた経済性の検討を行った。すなわ ち、経済性の検討期間として固定価格買取制度(FIT)による買電期間や財務省令に基づく減 価償却年数による 20 年とすることに加えて、発電機の寿命と考えられる交換時期による 50 年、60年を提案した。そして、兵庫県が管理する青野ダムをモデルダムに選定して試算した結 果、最大使用水量の規模によっては、これまで事業採択されなかったケースについても、B/C >1.0 となって、事業採択の俎上に上がることが確認できた。我が国において、都道府県土木 部が管理するダムにあっては、利水放流等が実施されるにもかかわらず、水力発電所が設置さ れていないダムが204ダムに上っている。今後は、この考え方により、これらのダムにおける

水力発電所の設置が促進されることが期待される。

水力発電所は一般的に「単品生産」であり、個別に調査、計画を行うとともに、発電機等構 造物の設計を行い、施工に当たっては、利害関係者との調整を実施する必要がある。昨年度、 (一社) 小水力開発支援協会中島大代表理事への取材でも明らかになったように、太陽光発電 等と比較して、発電所建設の調査、計画、設計に必要な作業、期間は大きく、事業者の大きな 負担になるのみならず、事業採択不可な場合は膨大な損失を招くことから、大きなリスクとな っている。そして、このことは、固定価格買取制度(FIT)が制定された後にも、水力発電の 導入が太陽光発電や風力発電に比べて芳しくない理由の1つである。

本研究においては、ダム管理者または民間事業者が、ダム管理用発電を企画するに当たって、 経済的に事業化が可能かどうか、容易に判別可能となるよう指標を作成することを目指す。す なわち、水力発電所が未設置である県土木部管理ダムを幾つか選定して、設置の試算を行い、 最大使用水量、最大出力、年間発電電力量、流域面積、ダム高、有効落差と B/C の関係をそれ ぞれ求め、これらの指標と経済的妥当性の関係を見出す。

# (2) モデルダムにおける管理用発電の計画と概算事業費の算出

#### ① モデルダムの選定

水力発電未設置ダムの中から、流域面積が概ね 20km<sup>2</sup> 以上であるダムを 11 ダム選定した。 下限値を設定した理由は、流域面積が極端に小さなダムにあっては、最大使用水量が相当程度 小さくなり、妥当投資額割れする可能性が高いと考えられるためである。なお、参考までに多 目的ダムに水力発電が参画する場合の妥当投資額の算定式を示す。

#### 妥当投資額算定式

年効用=kW 当たり山元発電単価2×有効出力+kWh 当たり山元発電単価3×有効電力量 =32,864×有効出力+12.2×有効電力量

(2008年8月8日国土交通省水管理・国土保全局治水課長通達による)

11 ダムの位置は図表 1-5-6 のとおりであり、諸元を図表 1-5-7 に示す。

#### ② 発電計画、概算事業費や発電電力量の計算

水力発電の計画と事業費算出方法、経済性妥当性の検討方法は、昨年度と同じ手法によるが、 以下に簡単に説明する。まず、水力発電の利水計算を行う基準年を以下の手法により決定した。

<sup>2 1986</sup> 年度までの過去 5 年間の各年度の実績石油火力燃料費を、各年度の発生電気量で除したものの平均

<sup>3 1988</sup> 年度の電気工作物の施設計画に計上された石油火力発電所(継続及び新規着手分)の発電に係る資 本費、直接費及び関連費の耐用年数間均等化経費に停止率等を考慮して補正した費用を、出力で除したも

すなわち、国土交通省が水文水質データベースとして公開しているデータの中から、近年 10 か年のダム総流入量を入手し、利水計算を行う年として総流入量が10か年中5位である年を 平均渇水年と定め、利水基準年とした。



図表1-5-7 水力発電試算実施ダム諸元

			T				1
│ ダム名 管理	管理者	水系名	タム提体型式	流域面積	堤高	総貯水容量	有効貯水容量
7 4 4	日任日	小ボ石	メム徒体至氏	(km²)	(m)	(∓m³)	(∓m³)
切目川ダム	和歌山県	切目川	重力式コンクリート	21.90	44.5	3,960	3,410
生野ダム	兵庫県	市川	重力式コンクリート	49.00	56.5	18,000	17,000
青野ダム	兵庫県	武庫川	重力式コンクリート	51.80	29.0	15,100	14,100
内場ダム	香川県	香東川	重力式コンクリート	28.00	50.0	8,175	7,975
山財ダム	愛媛県	岩松川	重力式コンクリート	29.40	64.0	6,500	5,900
須賀川ダム	愛媛県	須賀川	重力式コンクリート	14.00	40.2	3,050	2,930
台ダム	愛媛県	台本川	重力式コンクリート	4.90	42.3	1,790	1,390
油木ダム	福岡県	今川	重力式コンクリート	32.60	54.6	18,200	17,450
力丸ダム	福岡県	遠賀川	重力式コンクリート	34.10	49.5	13,200	12,500
萱瀬ダム	長崎県	郡川	重力式コンクリート	18.90	65.5	6,810	5,940
神浦ダム	長崎県	神浦川	重力式コンクリート	25.00	51.0	6,840	6,280

※管理者については、治水担当部局のみ記述している

(出典) 各県データを基に当研究所にて作成

次に最大使用水量を以下の手順により求めた。国土交通省水文水質データベースから利水基 準年のダム流入量(日流量)を入手し、最大流入量から最小流入量まで順に並べかえた。発電 所企画立案に当たっては、通常、日流量が1年 365 日中 95 日、185 日、355 日は下回らない 流量と定義される豊水流量、平水流量、渇水流量を採用する場合が多く、この考え方をここで は採用した。

水力発電の概算事業費算出に当たっては、簡素に行え、かつ誤差が小さな妥当な事業費とな るよう、一般財団法人新エネルギー財団の発行した中小水力発電ガイドブックに記述されてい る未開発地点開発最適化調査規模選定工事費積算規準を用いた。この積算基準は、既に建設さ れた水力発電所の建物工事、鉄管工事、放水口工事、電気関係工事など各種工事の工事費につ いて、多くの発電所建設事例を収集し、発電所のタイプ別に工事費と適切なパラメータの関係 について回帰式を算出したものである。

工事費算出の基礎的な考え方は次のとおりである。発電所の建設に当たっては、一般的には 様々な工種があるが、ここでは、利水放流管から分岐し、発電を行うに当たって必要な鉄管、 放流口等の土木工事費、発電機等の電気関係工事費、発電機を格納する建物工事費及び間接費 を計上する。発電機の水車形式は、フランシス水車、クロスフロー水車、ベルトン水車など様々 な形式があり、水理条件(最大使用水量、有効落差)に応じて、効率的な発電が行える適切な 形式がある。ここでは、一般に使用されている水車形式選定図を用いて水車形式を選定した。 放流量(日流量)と上記に定めた最大使用水量のいずれか小さい値が、日々実際に発電に使 用される水量となる。この値を1年間合計し、最大使用水量×365で除すると年間を通じた発 電所の利用効率が求められる。この利用効率を用いて年間発電電力量を算出した。

年間発電電力量=9.8×最大使用水量×有効落差×24×365×利用効率

得られた有効落差、最大使用水量を図表 1-5-8 に示す。概算事業費及び定格出力、年間発電 電力量について、和歌山県切目川ダムの算出例を図表 1-5-9 に、11 ダムの計算結果を図表 1-5-10 にそれぞれ示す。

囚权 1-3-0 II ≯ Δ0/有别冷左、取入使用小里						
ダム名	有効落差	最大	:使用水量(n	$n^3/s$ )		
744	(m)	渴水流量	平水流量	豊水流量		
切目川ダム	16.2	0.06	0.53	1.76		
生野ダム	30.8	0.49	1.23	2.23		
青野ダム	17.6	0.19	0.72	1.24		
内場ダム	32.5	0.15	0.40	0.69		
山財ダム	25.8	0.28	0.82	1.36		
須賀川ダム	20.1	0.06	0.25	0.46		
台ダム	19.0	0.01	0.04	0.06		
油木ダム	31.0	0.39	0.93	1.44		
力丸ダム	25.6	0.36	0.75	1.20		
萱瀬ダム	41.7	0.25	0.57	0.93		
神浦ダム	17.4	0.22	0.42	0.82		

図表1-5-8 11 ダムの有効落差 最大使用水量

(出典) 各県データを基に当研究所にて作成

図表1-5-9 切目川ダム水力発電の概算事業費と年間発電電力量

	名称	備考	単位	渇水流量	平水流量	豊水流量
	最大流量Q		m3/s	0.060	0.530	1.760
	平均貯水位			148.336	148.336	148.336
	放流管標高			129.300	129.300	129.300
	総落差			19.036	19.036	19.036
施設条件	有効落差He			16.181	16.181	16.181
	水車効率 * 発電機効率			0.850	0.850	0.850
	定格出力P=9.8*Q*He*効率			8.1	71.4	237.2
	P/√He			2.010	17.759	58.974
	本管径		m	0.500	0.500	0.500
建物工事	建屋工事(半地下)		千円	814	4,159	10,220
	鉄管工事	水圧管路工事単価 (露出式・単独)		162.0	162.0	162.0
	工事費 (現場側)		千円	1,620	1,620	1,620
	水圧管路鉄管単位長重量		t/m	0.045	0.045	0.045
	総重量		t	0.449	0.449	0.449
土木工事	水圧管路鉄管単価		千円/t	2,194	2,194	2,194
エバエザ	鉄管費用 (工場側)		千円	984	984	984
	放流口工事 (ゲートなし)	利用水深	m	1.000	1.000	1.000
	放水口工事費		千円	2,097	5,375	9,027
	雑工事費		千円	235	399	582
	土木工事費計		千円	4,936	8,378	12,213
機械装置	基礎		千円	626	4,574	13,682
微恢表旦	諸装置		千円	167	389	777
電気関係工事	水車・発電機等工事費		千円	20,126	82,573	179,720
直接工事費			千円	26,668	100,072	216,612
仮設備費			千円	2,667	10,007	21,661
諸経費			千円	3,814	14,310	30,976
	事業費 (税抜)		千円	33,148	124,390	269,249
	消費税率		%	10.0	10.0	10.0
	事業費 (税込)	_	千円	36,463	136,829	296,174
	最大使用水量に対する効果	率		0.947	0.703	0.443
	年間発電電力量		kWh	67,118	439,822	921,017

(出典) 和歌山県データを基に当研究所にて作成

図表1-5-10 11 ダム水力発電試算結果

ダム名	概算事	概算事業費(税抜:千円)			定格出力(kW)			年間発電電力量(kWh)		
	渇水流量	平水流量	豊水流量	渇水流量	平水流量	豊水流量	渇水流量	平水流量	豊水流量	
切目川ダム	33,148	124,390	269,249	8.1	71.4	237.2	67,118	439,822	921,017	
生野ダム	150,334	271,086	399,869	125.7	315.6	572.1	1,043,326	2,418,579	3,451,579	
青野ダム	68,642	157,103	222,535	27.8	105.3	181.4	231,284	838,959	1,081,615	
内場ダム	74,508	135,634	191,347	40.6	108.3	186.9	325,861	700,808	985,528	
山財ダム	95,962	191,274	266,199	60.3	176.5	292.7	500,209	1,174,365	1,519,079	
須賀川ダム	35,260	82,571	121,588	10.2	41.7	77.0	84,796	293,688	398,269	
台ダム	19,877	43,124	59,864	1.4	5.5	9.7	11,876	46,183	68,817	
油木ダム	128,553	224,390	298,354	100.6	240.0	371.6	837,289	1,764,590	2,278,777	
力丸ダム	114,252	182,343	247,158	76.7	159.9	255.8	626,458	1,180,798	1,556,449	
萱瀬ダム	108,605	182,862	250,806	86.9	198.1	323.3	723,243	1,554,675	1,985,133	
神浦ダム	74,363	110,987	169,552	31.9	60.9	118.8	265,293	506,337	689,366	

管理費1.091%としている

流量は、最大使用水量を示している

(出典) 各県データを基に当研究所にて作成

# (3) 指標を用いた経済的妥当性の分析

ここでは、(2) で得られた概算事業費や 年間発電電力量等のデータを元に、ダム管 理用発電を実施した場合の経済性を検討 する。年間の経費と収益は、次のように算 出される。

#### • 収益

- ダム管理所電力料金の軽減
- ・余剰電力の売電による収入

## ・経費

- 維持管理費
- 交付金

以上の考え方により、愛媛県須賀川ダム において実施した管理用発電計画の収支 計算を図表 1-5-11、図表 1-5-13 に示す。得 られた B/C の値を図表 1-5-12 に示す。

図表 1-5-11 須賀川ダム管理用発電収支 計算 (平水流量)

総建設費	千円	82,571
最大使用水量	m³/s	0.25
定格出力	kW	41.7
年間発電電力量	kWh	293,688
ダム管理所年間使用電力量	kWh	65,517
ダム管理所年間電力料金	千円	1,299
ダム管理所年間基本料金	千円	0
年間電力料金(基本料金除き	千円	1,299
年間余剰電力量	kWh	228,171
維持管理比率	%	1.091
売電単価(20年まで)	円/kWh	25.00
売電単価(21年以降)	円/kWh	10.00
不足電力の購入単価	円/kWh	15.65
利子率	%	4.00

(出典) 愛媛県データを基に当研究所にて作成

図表 1-5-12 須賀川ダム水力発電の経済性

使用才	(量(m3/S)	20年	50年	60年
B/0	0.061	0.42	0.67	0.71
B/C (八井本業)	0.249	0.89	1.14	1.18
(公共事業)	0.460	0.81	1.03	1.06

(出典) 愛媛県データを基に当研究所にて作成

図表1-5-13 須賀川ダム水量発電の年収支(税抜)

	効果額 維持管理費   総建設費 B C					収入相当 D	現在価値	現在価値					
年数	A (千円)	管理所軽減額 (千円)	売電額 (千円)	効果額 (千円)	維持管理費 a (千円)	償却 残存率	固定資産 評価額 (千円)	交付金 b (千円)	c (=a+b) (千円)	(=B-C) (千円)	収入 (千円)	累計収入 (千円)	B/C
	82,571												
1		1,299	5,704	7,003	901	1.000	82,571	0	901	6,102	5,868	5,868	
3		1,299 1,299	5,704 5,704	7,003	901 901	0.955 0.910	78,842 75,113	1,156 1,104	2,057 2,005	4,946 4,999	4,573 4,444	10,441 14,885	
4		1,299	5,704	7,003	901	0.865	71,384	1,052	1,952	5,051	4,317	19,202	
5		1,299	5,704	7,003	901	0.819	67,655	999	1,900	5,103	4,194	23,397	
6		1,299	5,704	7,003	901	0.774	63,926	947	1,848	5,155	4,074	27,471	
7		1,299	5,704	7,003	901	0.729	60,197	895	1,796	5,207	3,957	31,428	
8 9		1,299 1,299	5,704 5,704	7,003	901 901	0.684 0.639	56,468 52,738	843 791	1,744 1,691	5,260 5,312	3,843 3,732	35,271 39,003	
10		1,299	5,704	7,003	901	0.594	49,009	738	1,639	5,364	3,624	42,627	
11		1,299	5,704	7,003	901	0.548	45,280	686	1,587	5,416	3,518	46,145	
12		1,299	5,704	7,003	901	0.503	41,551	634	1,535	5,468	3,416	49,561	
13		1,299	5,704	7,003	901	0.458	37,822	582	1,483	5,521	3,316	52,877	
14 15		1,299 1,299	5,704 5,704	7,003	901 901	0.413 0.368	34,093 30,364	530 477	1,430 1,378	5,573 5,625	3,218 3,123	56,095 59,218	
16		1,299	5,704	7,003	901	0.323	26,635	425	1,376	5,677	3,031	62,249	
17		1,299	5,704	7,003	901	0.277	22,906	373	1,274	5,730	2,941	65,191	
18		1,299	5,704	7,003	901	0.232	19,177	321	1,222	5,782	2,854	68,045	
19		1,299	5,704	7,003	901	0.187	15,448	268	1,169	5,834	2,769	70,814	0.00
20 21		1,299 1,299	5,704 2,282	7,003 3,581	901 901	0.142 0.097	11,719 7,990	216 164	1,117	5,886 2,516	2,686 1,104	73,500 74,604	0.89
22		1,299	2,282	3,581	901	0.037	7,550	112	1,013	2,568	1,084	75,688	
23		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	1,087	76,775	
24		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	1,045	77,821	
25		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	1,005	78,826	
26 27		1,299 1,299	2,282 2,282	3,581 3,581	901 901				901 901	2,680 2,680	967 929	79,792 80,722	
28		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	894	81,616	
29		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	859	82,475	
30		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	826	83,301	
31		1,299	2,282	3,581	901 901				901	2,680	794	84,096	
32		1,299 1,299	2,282 2,282	3,581 3,581	901				901 901	2,680 2,680	764 735	84,859 85,594	
34		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	706	86,300	
35		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	679	86,979	
36		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	653	87,632	
37 38		1,299 1,299	2,282 2,282	3,581 3,581	901 901				901 901	2,680 2,680	628 604	88,260 88,864	
39		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	581	89,445	
40		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	558	90,003	
41		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	537	90,539	
42		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	516	91,056	
43 44		1,299 1,299	2,282 2,282	3,581 3,581	901 901				901 901	2,680 2,680	496 477	91,552 92,029	
44		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	477	92,029	
46		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	441	92,929	
47		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	424	93,353	
48		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	408	93,761	
49 50		1,299 1,299	2,282 2,282	3,581 3,581	901 901				901 901	2,680 2,680	392 377	94,153 94,530	1.14
51		1,299	2,282	3,581					901	2,680	363	94,530	1.14
52		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	349	95,241	
53		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	335	95,577	
54		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	322	95,899	
55		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	310	96,209	
56 57		1,299 1,299	2,282 2,282	3,581 3,581	901 901				901 901	2,680 2,680	298 287	96,507 96,793	
58		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	276	97,069	
59	_	1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	265	97,334	
60		1,299	2,282	3,581	901				901	2,680	255	97,589	1.18

(出典) 愛媛県データを基に当研究所にて作成

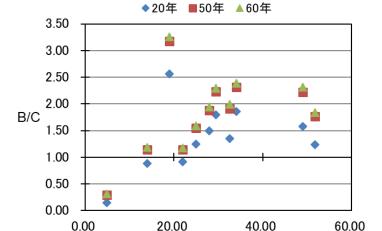
11 ダムに関する計算を通じて得られた B/C の値とさまざまな諸元を散布図にプロットする と以下に示すとおりである。

## ① 流域面積と B/C

流域面積は、上流からダムに流下してくる水量を支配する面積であり、出力、発電電力量に 影響する基礎的なデータとして重要である。図表 1-5-14 に示すとおり、流域面積が大きいダ ムほど B/C が概ね大きい。流域面積が 4.9km<sup>2</sup> と小さい愛媛県台ダムは、いずれの最大使用水 量でも妥当投資額割れする。すなわち、発電に使用できる最大使用水量が小さいため、発電電 力量と効果は小さいが、小規模な発電施設であっても工事費は、一定水準の額が必要であるこ とが原因と考えられる。概ね流域面積が25 km²以上のダムにおいては、B/Cが1.0以上とな る。最大使用水量として平水流量を採用したケースにおいては、最も B/C の値が良好である。

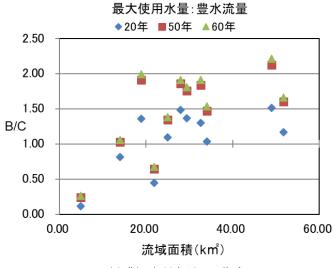
最大使用水量: 渴水流量 ◆20年 ■50年 ▲60年 3.00 2.50 2.00 B/C 1.50 1.00 0.50 0.00 40.00 60.00 0.00 20.00 流域面積(km²)

図表1-5-14 流域面積と B/C の関係



流域面積(km²)

最大使用水量:平水水量

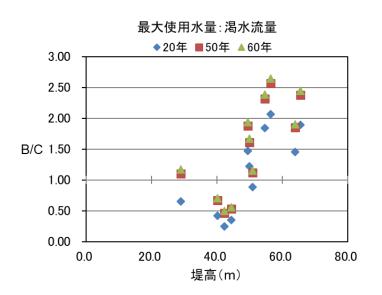


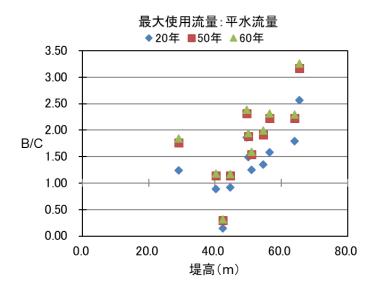
### (出典) 当研究所にて作成

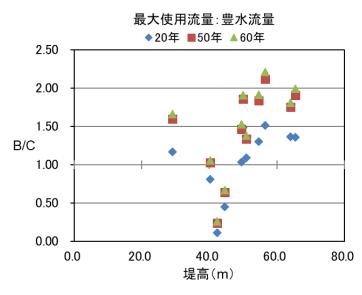
### ② 堤高と B/C

堤高とは、ダムの基礎地盤からダムの天端までの高さであり、有効落差、ひいては出力に直 接影響する。水力発電の検討の指標とするには、堆砂容量や治水容量の存在による高さの誤差 が入るが、どのダムにおいてもデータの取得は容易である。図表 1-5-15 に示すとおりであり、 ダムの提高が大きいダムほど B/C が概ね大きい。堤高 50m 以上のダムにあっては、すべて 1.0 以上の値となる。

図表1-5-15 堤高と B/C の関係





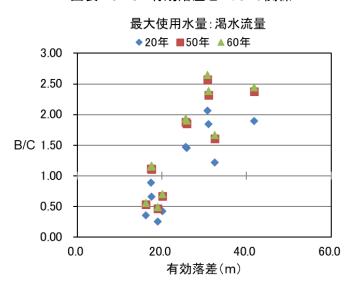


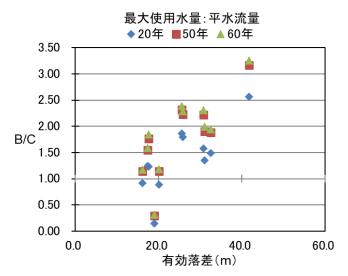
(出典) 当研究所にて作成

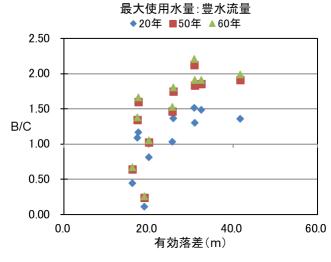
#### ③ 有効落差と B/C

有効落差は、ダムの水位と利水放流管標高を用いて計算するため、日々の水位データが必要 であり、若干の計算を要する。平水年における平均水位をもって代替することにより、算出は 相当程度負担軽減される。妥当投資額を算出するに当たっては、本項の(2)①に示した式で算 出することとしているが、有効落差は出力や発電電力量を構成するパラメータであり、経済的 妥当性を推定する精度は高い。図表 1-5-16 に示すとおりであり、有効落差が大きいダムほど B/C が概ね大きい。有効落差 20m 以上のダムにあっては、すべて 1.0 以上の値となる。

図表1-5-16 有効落差と B/C の関係

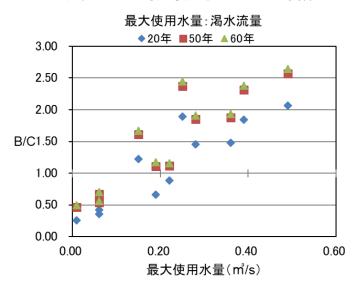




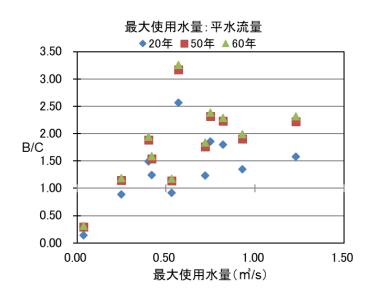


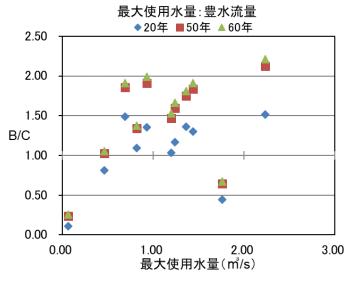
### ④ 最大使用水量と B/C

最大使用水量も出力や発電電力量に直結する要素であり、発電機をはじめとする事業費にも影響すること、その大小によって発電機の稼働率も変化することから計画に当たって重要である。すなわち、最大使用水量を大きくするに従って、フル稼働した場合の効用は大きいが、流況の関係から渇水時等において稼働率は低下する。B/C との関係は図表 1-5-17 に示すとおりであり、最大使用水量が大きいダムほど B/C が概ね大きい。和歌山県切目川ダムを除いて概ね  $0.15 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$  以上のケースにおいて、1.0 以上となる。平水流量を最大使用水量とした場合は、台ダムを除いて、すべて事業採択可能である。



図表1-5-17 最大使用水量と B/C の関係

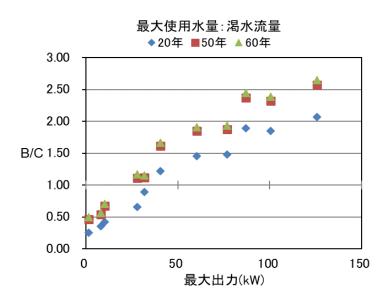




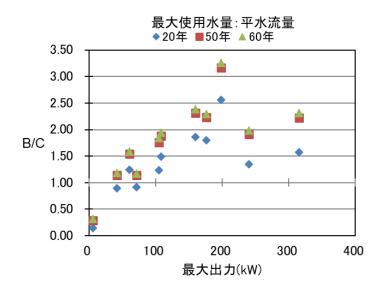
(出典) 当研究所にて作成

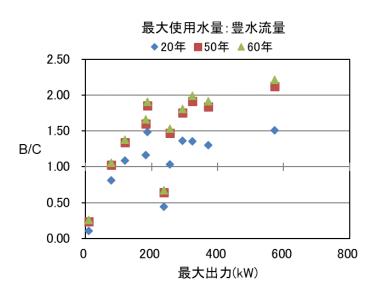
### ⑤ 最大出力と B/C

最大出力は、有効落差と最大使用水量から算出される。妥当投資額算出式の第2項を構成し ており、第1項にも影響する。図表1-5-18に示すとおり、最大出力が大きくなるに従って、 B/C も大きくなる傾向が見られる。最大使用水量にもよるが、30~80kW 以上の出力の場合、 B/C>1.0 となる。



図表1-5-18 最大出力と B/C の関係



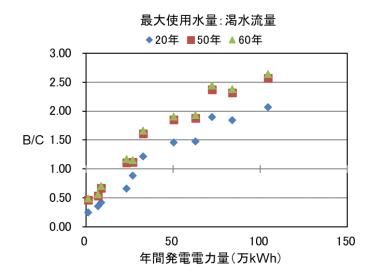


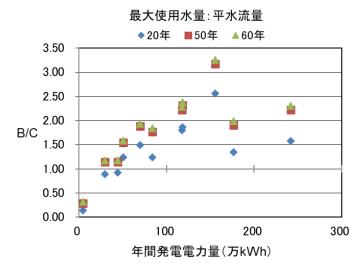
(出典) 当研究所にて作成

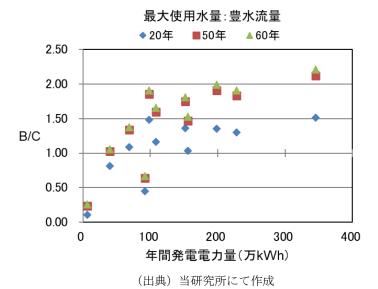
#### ⑥ 年間発電電力量と B/C

利水計算が必要であり、水力発電計画の作業の最終段階で得られるデータである。本研究で 実施したように、ダムの平均水位や利水基準年として平水年を設定して簡便な計算を行うこと により、ある程度の精度の値が得られる。妥当投資額算出式の第1項を構成しており、経済性 に直結するデータである。図表 1-5-19 に示すとおり、年間発電電力量が大きくなるに従って、 B/C も大きくなる傾向が見られる。最大使用水量にもよるが、20万~60万 kWh 以上の出力 の場合、B/C>1.0 となる。

図表1-5-19 年間発電電力量と B/C の関係







以上、各指標と B/C の関係が明らかになった。各県ダム管理者がダム管理用発電の実施を企 画するに当たっては、各ダムの諸元から水力発電の経済性について概略把握することが可能で ある。そして、経済的に有望と考えられるダムについて、利水計算、発電所の計画、概算事業 費の算出等の検討を改めて詳細に行うことにより、事業採択不能のリスクを相当程度避けつつ、 効率的かつ速やかな事業計画立案が期待される。

# 1.5.5 ダム嵩上げによる再開発と増電

# (1) ダム建設を取り巻く現状

我が国におけるダム建設は、電源開発促進法による水力発電の開発、旧建設省による河水統 制事業4、特定多目的ダム法制定を契機としたダム事業等により、推進されてきた。この結果、 地質や地形、河川流量などの水文データ、補償物件から見て有望なダムサイトの多くは、既に 開発されてきており、現状では、地質が悪く、谷が開いているなど比較的効率が悪く、多数の 水没家屋など社会的影響も大きなダムサイトが残されている。このため、昨今の国土交通省に おいては、鶴田ダムや長安口ダムなどダム再開発事業を積極的に実施しているところである。 よって、中水力発電以上の開発促進に当たっては、既存ダムの再開発によることが有力と考 えられる。すなわち、ダムを嵩上げし、発電容量や有効落差を増強することにより、増電を図 る手法の推進である。特に国土交通省などが実施する多目的ダムに発電の増強が参画した場合、 発電の費用負担額は分離費用及び妥当投資額が上限とされるため、発電側においては、経営的 観点から事業参加の可能性が大きい。

再開発の手法としては、貯水池の掘削も考えられるが、現状において、多量の掘削が可能な 土砂が存在するダムは、堆砂の進行が計画堆砂容量5を設計した値(比堆砂量)よりも大きいケ ースが多く、仮に掘削しても、早期に再度土砂に埋塞し、発電容量として機能しなくなること が危惧される。

### (2) ダム嵩上げによる水力発電増強の事例

過去に実施または現在建設中のダム嵩上げによる水力発電増強の事例を図表 1-5-20 に示す。 なお、ここでは、新丸山ダムのような旧堤体に腹付けして嵩上げしたダムのみならず、夕張シ ューパロダム、浅瀬石川ダムのように旧堤体の直下に新しいダムを建設したケースも掲載して

<sup>4</sup> 大正末期にダム技術の進歩に呼応して、発電ダムが建設されるとともに、洪水調節ダムの提案があり、こ れらを踏まえてダムによる流水制御を総合的に施行しようと1937年に創設された制度である。現在は河 川総合開発事業に引き継がれている。

<sup>5</sup> ダムは、通常 100 年間に貯まると想定される土砂の量を堆砂容量として、治水・利水容量とは別に容量を 確保しており、その容量を指す。

いる。

図表1-5-20 ダム嵩上げによる水力発電増強の事例

ダム事業者	水系名	ダム名	ダム高 (m)	最大出力(kW)
北海道開発局、北海道	石狩川	夕張シューパロ	110.6	26,600
石狩東部広域水道企業団	1437月	大夕張	67.5	14,700
北海道整備局	石狩川	桂沢	75.5	21,900
1. 再旦歪	1437月	生业人	63.6	19,900
東北地方整備局	岩木川	浅瀬石川	91.0	17,100
朱心地力走闸向	4/1/11	沖浦	40.0	2,000
東北地方整備局	北上川	胆沢	132.0	15,700
宋心地力歪闸向	40上川	石淵	53.0	14,600
東北地方整備局	最上川	長井	125.5	10,000
宋心地力歪闸向		管野	44.5	6,100
中部電力	F /F111	黒田(揚水)	45.2	315,000
中心电力	矢作川	黒田	35.0	3,100
中部地方整備局	木曽川	新丸山	118.4	220,400
関西電力	<b>小</b> 百川	丸山	98.2	201,000
中国電力	高梁川	帝釈川	62.43	13,500
中国电力	同条川	<u>ш</u> , 4),(), П	62.1	4,400
<b>山田電</b> 士	太田川	工治	74.0	51,500
中国電力	<u> </u>	王泊	63.5	15,000

上段:再開発後のダム 下段:旧ダム

(出典) 各地方整備局、電力会社のデータを基に当研究所にて作成

# (3) ダム嵩上げによる水力発電増強のポテンシャル

ここでは、全国の国土交通省管理ダムを対象に嵩上げを実施した場合の水力発電増強のポテ ンシャルを推計した研究を紹介する。株式会社建設技術研究所のグループが実施した概要は次 のとおりである。

#### ① 国内 44 ダムを対象とした嵩上げと水力発電増強

我が国におけるダム嵩上げの実績に鑑みれば、嵩上げ高は、5.0m 以内であるダムが多数を 占める。また、現在、国土交通省が管理中でダム式水力発電所を有する二瀬ダム、玉川ダム等 44 ダムにおいては、嵩上げ高が小さければ水没家屋、国道・鉄道付け替え、公共施設等重要な 補償物件の発生は限定的で、鞍部の処理や天然記念物、名勝等の水没といった影響も小さいと 考えられる。さらには、発電電力量も公表されている。このため、我が国におけるダム嵩上げ による水力発電増強のポテンシャルを推計するに当たって、検討対象をこれら 44 ダムとし、

嵩上げ高については、既往の実績を踏まえ、5.0m を最大とした 3 ケース (1.0m、3.0m、5.0m) を想定した。

推計に当たっては、まずダム高が 100m 級であること、水文データの欠測が少ない視点から 国土交通省が管理中の荒川水系二瀬ダムをモデルダムとして選定した。

詳細な計算手法は、次の(a)~(d)のとおりである。

- (a) ダム流入量、放流量、貯水位のデータは国土交通省が公開しているダム諸量データベース を活用した。また、発電に関する諸元は、水力ドットコムウェブサイト、ダム貯水位と貯 水池容量の関係を示す H~V は工事誌のグラフを数値化して用いた。
- (b) 二瀬ダムは、制限水位方式を採用しているが、嵩上げによる増電効果を単純化するため、 オールサーチャージ方式と仮定して検討している。このため、貯水池運用実績データを用 いて日毎のダムの貯留計算を行い、検討に用いる貯水位を設定した。
- (c) 嵩上げ前の貯水池運用実績を基に、発電電力量を求め、実績の発電電力量と概ね整合する 発電効率を設定した。
- (d) (b) で設定した方法で嵩上げ高3ケースの貯留計算を行い再開発後の貯水位と有効落差を 求め、嵩上げ後の発電電力量を算出し、増電割合(α=嵩上げ後/嵩上げ前)を求めた。

44 ダムの嵩上げ後の発電電力量は、各ダムの発電電力量の実績値に上記(d)で求めた二瀬 ダムにおける各嵩上げケースの増電割合(α)を乗じて算出した。試算結果は、図表 1·5·21 に 示すとおりであり、増電力は、43,000~220,000MWh となる。この増電量は、調整池式と貯水 池式の未開発な発電電力量 9.988.656MWh の 0.4~2.2%に匹敵する値である。

嵩上げ高 現行 3.0m 5.0m 1.0m 平均有効落差(m) 61.2 62.2 64.2 66.2 増電割合(%) 0.0 1.6 4.9 8.2 44ダム増電量(MWh) 0 43.000 132,000 220.000

図表1-5-21 嵩上げによる水力発電増電結果

(出典) 株式会社建設技術研究所資料を基に当研究所にて作成

# 1.5.6 地熱発電の動向

# (1) 地熱発電のエネルギー需給と電源開発の現状と課題

2015年7月16日経済産業省は、「長期エネルギー需給見通し」を決定した。この計画によ

れば、地熱発電について 2013 年度時点で設備容量が約 51 万 kW (発電電力量 26 億 kWh) であるところ、2030 年に設備容量を約 3 倍の約 140 万~155 万 kW(発電電力量 102 億~ 113 億 kWh:エネルギーミックス 1.0~1.1%) まで増加させるべく導入促進を図るとしてい る。よって、エネルギーミックス達成のためには、設備容量約50万 $\sim150$ 万kW $\sim$ 、利用率 は約57~83%への向上が必要である。

固定価格買取制度(FIT)制定後の発電設備については、固定価格買取制度(FIT)制定を 契機として、再生可能エネルギーの導入が促進された。発電設備の設置までに要する期間が 短い太陽光発電が固定価格買取制度(FIT)導入後2017年7月までに657%増加したことに 対して、地熱、中小水力は小さな伸びに留まっている。

我が国において、固定価格買取制度(FIT)導入後2017年12月までに稼働した地熱発電 所 49 地点の合計出力は約 1.7 万 kW に過ぎず、1,000kW 以上の発電所は 4 か所のみであ る。現在調査・開発中の案件は 14 地点、出力は合計で約 10.9 万 kW と前述した長期需給見 通しで定める 100 万 kW に及ばない。今後設備容量増大目標を達成するためには、新規開発 地点の開拓と開発期間の短縮が必要である。

## (2) 地熱発電開発の事例(土湯温泉 16 号源泉バイナリー発電事業)

ここでは、再生可能エネルギー事業で魅力ある地域づくりに貢献している例として、株式 会社元気アップつちゆが中心となって実施している土湯温泉 16 号源泉バイナリー発電事業を 紹介する。

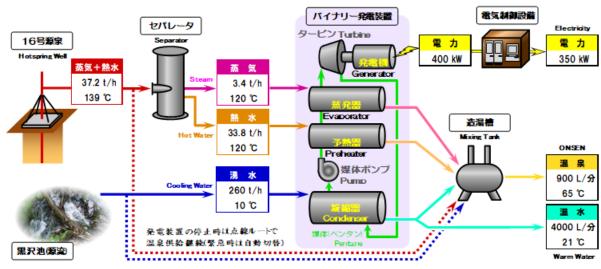
第3項にて、地域に資する再生可能エネルギーの開発事例として、福島市土湯温泉町におけ る取組について述べた。株式会社元気アップつちゆにおいては、事業の1つとして、温泉水を 活用した地熱発電と得られた利益を活用した活発な地域振興にも取り組んでおり、ここに取材 結果を基に紹介する。

土湯温泉は、温泉資源と清涼な湧水の双方が豊富に得られることが特徴であり、温泉の管理 を「湯遊つちゆ温泉協同組合」が行っている。従来は、130℃の温泉を地下水で加水し、供給 温度まで調整し各温泉旅館に配湯していた。本事業は、これまで利用されていなかった温泉熱 を利用した発電事業である。

発電設備の購入などに必要な事業費は総額約 7 億円である。このうち約 1 割の 6,500 万円 は、2013年に経済産業省の「再生可能エネルギー発電設備等導入促進支援対策事業」の採択を 受け、手当した。そして地元の金融機関から残る金額の融資を受け取ることができ、開発資金 を調達した。さらに、事業に係る水利権や砂防堰堤の使用、国立公園法、電気事業法など各種 の許認可も容易なものではなかったが、さまざまな課題を乗り越えて、2015 年 11 月に運転を 開始した。発電出力は 400kW であり、発電設備運転に必要な電力を消費した残る 300kW を 固定価格買取制度(FIT)制度に基づき売電している。年間の発電量は260万 kWhであり、

標準的な家庭約830世帯分の電力に相当する。

本発電所の特色として、地熱井や還元井を建設することなく、図表 1-5-22 に示すように、遊 湯つちゆ温泉協同組合が温泉旅館に対して供給する引湯管の温泉を活用しつつ、地熱発電を実 施することがあげられる。



図表1-5-22 土湯温泉 16 号源泉バイナリー発電所構造図

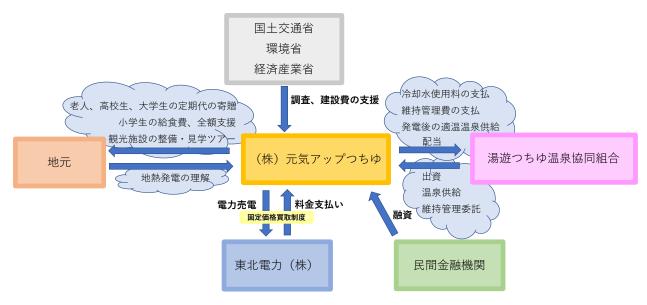
(出典) 株式会社元気アップつちゆ提供資料

一般的に、地熱発電の実施に伴う地熱井の建設と熱水の取水は、還元井が建設されてもなお、 熱水の取り過ぎによる地熱貯留層の圧力低下により、温泉に影響を与えるケースがあり、これ まで地熱発電の推進に当たって温泉組合などの地域合意の形成が図られづらい原因の 1 つと なってきた。

本発電所においては、地熱井がないことから、温泉枯渇の懸念は皆無である。具体的には、 発電の源泉となる土湯温泉 16 号源泉からは、130~150℃の温泉が湧き出ており、これを活用 したバイナリー発電を実施することにより、温泉は65℃と相当程度温度が低下し、温泉旅館に とって、温泉として供給するに必要な加水量が大幅に少なくなる。

源泉温度は、地熱発電を実施するには、低い温度であるが、ノルマルペンタンを媒体とする バイナリー発電方式を採用することにより事業化が図られている。また、温泉の温度調節とし て加水に必要な冷却水は、水冷式地熱発電にとっても必要であることから、その利用料及びス ライム(いわゆる湯垢)除去に要する維持管理費年間600万円を発電事業者が温泉協同組合に 対して支払っており、宿泊客の減少に悩む温泉協同組合の財政改善に大きく貢献している。

バイナリー発電は、図表 1-5-23 に示す事業スキームにより推進され、発電によって得られ た収益は、土湯温泉町の復興・再生と振興に役立てることを目的として活用されてきた。本手 法による地熱発電は、温泉の枯渇を回避し、加水量を減少させることから、温泉旅館との共存 を図り、共に win-win の関係を構築することが可能である。



図表1-5-23 土湯温泉 16 号源泉バイナリー発電事業スキーム(再掲)

(出典) 株式会社元気アップつちゆ提供資料を基に当研究所にて作成

# (3) 地熱発電収益を活用した地域支援

本地熱発電所で発生した電力は、固定価格買取制度(FIT)で 15 年間にわたり 34 円/kWh の単価で売電され、年間の売電収入は1億2,000万円と見込まれる。株式会社元気アップつち ゆは、これら再生可能エネルギー事業による収益を利用して、出資者である遊湯つちゆ温泉協 同組合等に配当を行うとともに、以下に示すとおり、観光振興や地域活性化、地域経済に活用 し、大きな効果を発揮している。

#### ① 土湯温泉学光サービス

地元の土湯小学校は、一時児童数6名にまで落ち込むなど減少が著しく、統廃合が議論され ていた。温泉街の将来の担い手を確保する意味からも、子育て支援の一環として、児童を持つ 保護者を対象に、給食費と教材費を全額支援している。

#### ② 土湯温泉通学マイロードサービス

土湯温泉町から福島市内の高校、大学に通学する生徒は、通学定期代が年間 22 万円にもの ぼるため、保護者への大きな負担となり、かつては福島市に下宿する子弟も現れていた。青年 の定住を促進することを目的としてバスの定期券を寄贈している。

#### ③ 土湯温泉足軽サービス

高齢化の進展を踏まえ、高齢者の生きがいを確保するために、福島市による無料乗車券配布 (75歳以上)の対象外である土湯温泉町に在住する70~74歳までの方で運転免許証を持たな い方、もしくは、免許証を返納した方にバス定期券を寄贈している。

#### ④ 土湯温泉エビ養殖事業

バイナリー発電後の熱水を2次利用し、山の中の淡水でも生息可能なオニテナガエビを養殖 することにより、地域に根付いた産業を創出し、地域住民の地熱開発に対する理解促進を図っ ている。また、養殖したエビの釣り体験及びその調理が可能な施設を整備し、観光客の増加に よる地域振興と賑わいの創出を目指している。

# (4) 本手法を応用した全国における地熱発電のポテンシャル推計

温泉組合が建設した引湯管の途中に地熱発電所を建設した土湯温泉 16 号源泉バイナリー発 電事業は、地元と協調した発電が可能であり、その応用範囲は広い。ここに、全国の温泉地 に本手法を適用した場合の開発可能な地熱発電ポテンシャルを推計する。

日本温泉総合研究所のデータによれば、我が国には、2018年3月末現在宿泊地のある温泉 地は、2.983 か所存在する。大胆な仮定ではあるが、これらの約半分に相当する 1,500 か所の 温泉地の引湯管に1温泉地当たり1か所の地熱発電が設置され、その最大出力を土湯温泉と 同じ 400kW と仮定すると、合計で約 60 万 kW の発電が期待される。エネルギーミックスに よれば、固定価格買取制度(FIT)導入により、2030年までに90万~105万kWの地熱発電 を整備することとしており、本手法による整備量はその57~67%に相当する出力を賄える量 に相当する。また、図表 1-5-24 は、同じ再生可能エネルギーである我が国における著名な水 力発電所の諸元を示しているが、これらの出力と比較しても、例えば著名な黒部ダムの黒部 川第四発電所 1.8 基に相当するなど遜色のない数字であり、これまで日の目を見なかった貴 重な資源である地熱が相当の貢献が可能なことが理解できる。

図表1-5-24 我が国における著名な水力発電所

発電所名	最大出力	ダム総貯水容量	ダム堤高
佐久間発電所	350,000 kW	326,848 千㎡	150.0 m
黒部川第四発電所	335,000 kW	199,285 千㎡	186.0 m
ーツ瀬発電所	180,000 kW	260,000 千㎡	130.0 m
徳山発電所	161,900 kW	660,000 千㎡	161.0 m
八ッ場発電所(建設中)	11,700 kW	107,500 千㎡	116.0 m

(出典) 各発電所及びダム管理者ウェブサイト