水力ダムの多面的価値と水力プレミアム

今村　正裕[1]・梶谷　義雄[2]

[1]正会員　（一財）電力中央研究所　サステナブルシステム研究本部　気象・流体科学研究部門
（〒270-1194　千葉県我孫子市我孫子1646）
E-mail:mima@criepi.denken.or.jp

[2]正会員　香川大学教授　創造工学部（〒761-0396　香川県高松市林町2217-20）
E-mail: kajitani.yoshio@kagawa-u.ac.jp

水力発電は天候の影響によらない安定した電源であり，太陽光や風力に加えその役割は重要になると考えられる．一方で，発電のためのダム貯水池はそれ以外にも価値を有しており，その多面的機能の整理や評価方法に関し，日本において確立された手法はない．本研究では，米国における先行事例をベースとして，水力ダムが有する多面的な価値について整理するとともに，需要家がどれだけ水力に価値を感じているかを加味した便益（水力プレミアム）に関する評価を試行した．水力発電だけの電気を購入可能な水力100％プランの購入意思は，水力発電事業が有する多面的な機能に関する知識の有無，特に環境関連の情報により変化し，その支払い意思額（WTP）は約 4%（現状支払い額に対して）であった．

Key Words: *hydropower premium, evaluation value, multiple function, stakeholder, Willingness to Pay*

1. はじめに

日本政府は，2030 年度目標の長期エネルギー需給見通しや超長期（21 世紀半ば）に向けた再生可能エネルギー政策に基づき，洋上風力や海洋エネルギーなどの発電事業の本格化を見据え，発電コスト低減に資する要素技術の開発や実海域における実証試験を推進している．一方、再生可能エネルギーには，自然条件によらず安定的な運用が可能な地熱・水力・バイオマスがあるなかで，太陽光・風力は自然条件によって出力が大きく変動する再エネであると言える．水力に関しては安定的な運用が可能とした位置付けから太陽光や風力とは違った使われ方が検討されていることになる．

2030 年の電力コスト（燃料費＋FIT 買取費用＋系統安定化費用）を現状より引き下げるという方針の下，現状の 9.7 兆円（2013 年）よりも 5%程度引き下げ，9.2 兆円程度へ引き下げる中で，再エネを含めた電源構成を検討している [1]．さらに，そこから地熱，水力，バイオマスの導入が拡大した場合でも現状よりも 2%程度引き下げ，9.5 兆円程度へと抑え込む方針である．また，2030 年度における水力発電の導入見込み量については，既存発電所の設備更新による出力増加，未利用落差の活用拡大等が進んだ場合，2030 年度までに大規模 64 万 kW，中小規模 65 万 kW が導入されると見込まれ，既導入量と合計すれば，4,779 万 kW（904 億 kWh）と試算されている．さらに，自然公園法や地元調整等自然・社会環境上の障害があるが解決可能とされる地点の開発が進んだ場合，大規模 67～79 万 kW，中小規模 130～201 万 kW が導入されると見込まれ，既導入量と合計すれば 4,847～4,931 万 kW（939～981 億 kWh）の導入が見込まれ，継続的な使用が計画されている [1]．

さらに、再生可能エネルギーの需要家における利用については，特に企業が使用するエネルギーに 100%再生エネルギーを使用する取り組み RE100（企業が自らの事業の使用電力を 100%再エネで賄うことを目指す国際的なイニシアティブ）に代表されるように，SDGs（持続可能な開発目標）を掲げ，企業価値向上の観点から参加企業の増加，また世界的な投資判断においても，評価される材料となっている．

一方，国交省や県が管轄しているダム貯水池では，本来もつ機能としては治水が主目的である場合が多い．ただし，近年では国交省が作成しているダム再生ビジョン 2)において，治水に加え，利水や環境などの視点についても課題を整理し，長期にわたる持続可能なダム貯水池の活用をめざし，既存ダムの有効利用について提言されているなか，ダムの嵩上げや利水ダムの治水活用など，多目的なダムへの展開も図られ，ダム貯水池本来がもつ目的とその価値はさらに変化している状況にもある．

本研究では，利水も含む水力ダム貯水池がもつ多面的な価値について整理しつつ，事業によって負の影響のイ

メージが大きかった環境面についてはどのようなプラスの価値があるのか，その評価項目選定等について，整理した．また，価値評価を実施するにあたり重要と考えられる，需要家が水力にどれだけ価値を感じているかを加味した便益（水力プレミアム：後述）については，アンケート調査による試行から，水力発電事業がもつ潜在的な価値項目を抽出するとともに，今後の水力プレミアムの評価技術の課題について整理した．

2. 水力ダムがもつ多面的価値と項目

水力発電は，「CO_2 非排出」や「持続可能な再生可能エネルギー」であることに加え，「地域貢献」・「エネルギー安全保障」など多面的な価値を有している．洪水調整機能に限らない様々な用途さらには目に見えない価値について評価が重要ではあるものの、価値について体系的に整理された事例は少ない． そこで、ダム貯水池が本来有している様々な価値について国内外で議論されている内容を整理した．

(1) 米国における多面的価値便益の評価項目

米国には 8 万基以上のダムがあり，その約 3%が水力発電能力を備えているものの，多くが発電を行っていない場合がある．一方，水力発電施設として機能する場合，クリーンで信頼性の高い発電であり，グリッドの安定性をサポートするエネルギーであること同時，それ以外の目的で活用されている．米国エネルギー省（DOE）のオークリッジ国立研究所では，発電以外の，ナビゲーション，レクレーション，洪水管理，灌漑，給水などの多目的なメリットを整理し，それらがもたらす経済的な影響を評価している [3]．用途別に価値を評価するのは，非常に難しく，例えば所定の水の量から水力発電であればその使用は容易に収益化され，測定可能である．洪水制御になるとコスト回避に基づいて計算されている（洪水時の損害等）．目的が複数ある貯水池において，二次的・三次的なメリットもあり，これらのメリットを適切に評価する方法が必要であり，累積的な利益の分布を捉える方法で評価が行われている [4]。

(2) 日本における水力ダム価値評価と項目

上述した米国の評価項目がすぐに日本に適用するには十分な検討が必要といえる．日本の河川は急峻であり，そこに位置するダム貯水池は流域面積も米国とのれと比較しても大きくない．しかしながら，近年ではダムカードやダムマニアなどのダムツーリズムに注目が集まっていることから，その切り口でも十分経済便益の評価は可能であると考えられる．また，米国では統一した評価を目指していたが，日本ではダム設置の周辺環境や地域性を重視することも重要であり，そのような視点もいれた目的の設定や評価方法が必要と考えられる．

前述したダム再生ビジョン [2] では，これまでの水利用という観点に限らない，弾力的な管理より河川環境の改善や水源地域の活性化，さらには流域全体を視野に入れた流域治水のあり方を通したダム再生への取り組み方針が記載されている．その点においては、積極的な価値創造に向け国も理解し動いていることになる．

日本における水力価値に関する政策提言を行えるような団体はなく，NPO 法人である水力開発研究所（HDRI）がそれに近いことを実施している．その中では，電力価値・環境価値・社会的価値の 3 つに大きくわけて整理している．また，こ水力発電に特化した形で，課題と解決策を提示しており，それぞれに向けた技術開発等の必要性について検討されている．特に小水力開発や地域支援も含めた水力開発について検討しており，事例的な紹介の整理に留まっており [5]，画一したような定量的な価値までの提案までには至っていない．

3. 水力プレミアムの評価検討方法

前述したように，米国では用途別に価値を評価するため，経済的な累積値として評価していた．一方で，需要家の視点で評価するにあたって，さらには環境的な視点にたった評価方法は，すでに体系化されている [6]．例えば，トラベルコスト法（対象施設等を訪れる人が支出する交通費を費やす時間の機会費用を求め，便益を計測する手法），ヘドニック法（事業がもたらす便益が土地資産額にすべて帰着すると仮定し，事業実施に伴う土地資産価値の増加分で便益を計測する手法），仮想市場法（CVM：環境が改善（破壊）されたときを仮想的に想定し，人々にアンケートなどを実施して支払い意思額や受入補償額を直接調査する方法），費用節約アプローチ（事業費用の節約額から便益を計測する手法），回避費用アプローチ（家計行動の回避に伴う価格を基に，便益を計測する手法），応用一般均衡モデル（環境変化の波及と帰着の過程を定式化する方法），などである．

水力ダムの価値を評価するにあっては，前述したように米国の事例も踏まえつつ，良好な生態系や景観といった非利用価値についても検討することで，プラスの価値創造につながると考えられる．また， 最近では再生可能エネルギー，特に水力発電のみを使用した電気の販売もすでに実施されている．すなわち，こうした電力販売プランの価格や購入状況によって，水力プレミアムの市場評価についてはある程度可能と考えられる．しかし，購買行動のみでは，需要家の属性，環境問題等に対する

考え方やその変化などの要因，潜在的なニーズなども含めた包括的な水力プレミアムとその構造について分析を行うことは難しい．

そこで，今回は水力プレミアムとその思考を促す要因について検討するため，CVM（仮想市場法）の適用を試みた．具体的には，需要家 2700 人を対象としたアンケート調査（Web 調査）を実施し，水力ダムがもつ多面的価値について回答者の知識や世帯の経済状況などの観点から，水力プレミアムの構成要因について分析した．

(1) 検討方法

本検討で用いる CVM は，環境価値などの市場で取引されることが難しい，いわゆる非市場財を対象とした評価手法として発展してきた．分析手法の適用が本格化してきた初期の発展経緯や分析モデルの理論的背景については，例えば Cameron and Carson[7]や栗山 [6]に詳述されている．具体的な適用例としては，交通事故を対象に，統計的生命価値を推計した内閣府 [8]や過去に失われた干潟を再生することの経済的な価値やツシマヤマネコの生息数を回復することの経済的な価値を推計が挙げられる [9]．

CVM では，回答者の主観で市場価値を決めるという表明選好法を採用することから，回答者の偏り，サンプル数の不足，回答負荷などの様々なバイアスが発生することが知られている [10]が，このようなバイアスを避けるために NOAA（National Oceanic and Atmospheric Administration, USA）の専門家会議によるガイドラインが設けられている [11]．上記の国内調査でも実施されているが，設問の公開やフォローアップ調査との整合性の確認などは，社会的コンセンサスを形成するために必要となる．

CVM を用いた水力をはじめとする自然エネルギーのプレミアム評価についてはいくつか事例が存在する．例えば，Nomura and Akai[12]は，日本全国の 370 の世帯を対象とした調査において，再生可能エネルギーの WTP を 2000 円/月と推計している．また，Wang[13]は，バーモント州の家計を対象とした調査において，太陽光：15.66%，風力：12.91%，biodigester(植物・排泄物)：11.28%のプレミアム（月々の電力料金換算）が推計されている．同じ再生可能エネルギーでも，例えば風力における騒音発生の問題など，様々な要因によってプレミアムが変化することが示唆されている．さらに，Bigerna and Polinori[14]はイタリアの家計を対象とした調査において，2 ヶ月あたりの再生可能エネルギーに対するプレミアムを 4.62~8.05 ユーロと推計している．

本研究における水力プレミアムの推計とその構成要因の分析を主眼とした調査は，位置付けとしてはパイロットスタディになる．本調査の設問を様々な専門家や実務家との議論を通じてブラッシュアップするとともに，調査を繰り返し実施することで社会的な合意を得やすいデータベースが構築されていくことが期待される．

CVM で用いる代表的なモデルとしては，ランダム効用モデル，支払意思額関数，生存分析の 3 種類のモデルが挙げられる [6]．このうち支払い意思額関数や生存分析については，統計的にあてはまりのよい確率分布を適用することで柔軟に対応するケースが多い．例えば，上記の国内の調査事例では，ワイブル分布を用いた生存解析を用い，住民の支払意思額（WTP: Willingness-to-pay）を推計するアプローチが採用されている．

本研究においても，水力プレミアムとして電気料金上乗せ分の WTP をワイブル分布によって推計する．まず，ワイブル分布の PDF（確率密度関数）を以下の様におく．

$$f(t) = k\lambda^{-k}t^{k-1}\exp(-\lambda^{-k}t^{k}) \qquad \text{式1}$$

このとき，CDF（累積分布関数）は，

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda^{-k}t^{k}) \qquad \text{式2}$$

となる．

ここで，tは支払意思額（確率変数）を表し，λは尺度パラメーター，kは形状パラメーターと呼ばれるワイブル分布を構成するパラメーターを表す．ここで，尺度パラメーターを説明変数ベクトル$\boldsymbol{x}$ならびにその影響度パラメーターベクトル$\boldsymbol{\alpha}$によって，$\lambda = \exp(\boldsymbol{x}^T\boldsymbol{\alpha})$とすると，生存関数$S(t)$は，以下の形態をとる．

$$\begin{aligned} S(t) &= 1 - F(t) \\ &= \exp(-exp(\boldsymbol{x}^T\boldsymbol{\alpha})^{-k}t^{k}) \\ &= \exp\left(-exp(klnt - k\boldsymbol{x}^T\boldsymbol{\alpha})\right) \\ &= \exp\left(-exp\left(\frac{lnt - \boldsymbol{x}^T\boldsymbol{\alpha}}{\theta}\right)\right) \end{aligned} \qquad \text{式3}$$

なお，$k = 1/\theta$に置き換えている．すなわち，ワイブル分布の生存関数は，ガンベル分布となっていることが分かる．

以上より，$f(t)$は支払意思額がtであるときの確率密度，$F(t)$は支払意思額がt以下であるときの確率，$S(t)$は支払意思額が t 以上である確率を表すことになる．以降の調査では，支払い意思額の一定の区間を対象に調査を行っているが，区間の最小値，最小値でも最大値でもない区間内の値，最大値の選択に応じて，$F(t)$，$f(t)$，$S(t)$のいずれかを適用し，尤度関数を作成する．各説明変数の影響度は，最尤推定によって求める．

アンケート調査は，東京都，札幌市，福岡市を対象に実施した（東京都：900 世帯，札幌市：900 世帯，福岡市：812 世帯，調査期間：2019 年 11 月~12 月）．水力プレミアムは基本的に個人属性に依存するが，地域の状況が回答者のエネルギーに対する知識や考え方に影響を及ぼしている可能性が高い．東京都はすでにアクアプレミ

アムなど再生可能エネルギーの電気プランがあること，札幌市は日本で初めてブラックアウトの発生を経験したこと，福岡は再生可能エネルギーとして水力発電以外にも太陽光の導入率が高いこと，などの地域の特徴や被害の経験などがプレミアムに影響を及ぼしている可能性は十分に考えられる．

4. アンケート結果の集計結果

(1) 回答者の属性

対象地域・年齢に加え，家計簿の記録状況別に回答者数を集計した．年齢層別にみると 40 歳代をピークに，釣り鐘状に各年齢層からの回答が分布となった．家計簿の記録状況は，現在の電気料金をきっちりと把握しているかどうかのバロメーターであり，本調査では地域や年齢層のバランスを考慮しながら，家計簿を記録している世帯を優先的にサンプリングした．回答者の居住形態としては，マンション・アパートが多く，全体の 67%を占めている．男性の回答比率は 51.5%，世帯の平均人数は 2.44 人である．また，設備の導入状況としては，太陽光発電：6.1%（全回答者に占める割合），ハイブリッド車：8.6%，オール電化：11.3%，生ごみ処理機：4.3%，ガスコージェネレーション：2.3%，となっている．職業については，回答者のうち，37.0%が会社員（経営者を含む）と最も多く，ついでパート・アルバイト（13.6%），専業主婦・主夫（13.6%），無職（9,8%），派遣・契約社員（7.9%），公務員・教職員・非営利団体職員（5.1%），自営業（4.3%）が主な職種になる．電気料金の使用量については，回答のあった世帯では，月々平均 120－300KWH 未満が 22.1%と最も多くなっているが，全体の 45.6%が「わからない」と答えており，回答が困難な設問であった．一方，月々の電気料金の平均値は，家計簿等から算出できた世帯が多く，2612 世帯すべてが回答を行っている．最頻値は月々3000～6000 円であり，全体の 33.6%を占めた．

(2) 水力プランと水力発電に対する回答

電力会社から提供されている水力 100%プランについては，「知っているし，プランに入っている」回答者が 3.8%，「知っているが，プランに入っていない」が 14.0%となった．認知度は低いものの，認知をしている人の 21.3%が加入していることになる．

水力発電のみから由来する電力の購入について月々の電気料金の何倍まで購入可能かを尋ねた結果を**図-1** に示す．「（変更前と）同じ料金であれば購入」，「購入しない」が大多数を占めるが，14.2%の回答者は，1.1 倍以上での購入を希望している．水力プランに既に入っている人(3.79%)を含めると，全体の 17.99%にのぼった．

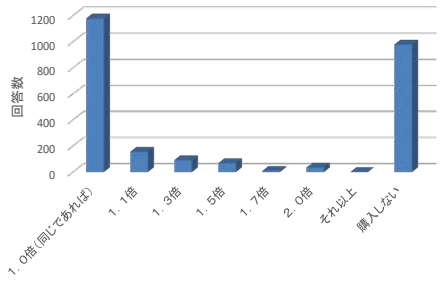

図-1 水力由来電力の受け入れ可能電気料金（通常の電気料金比）

次いで，水力発電に対する知識の程度について**表-1** に示す。

また、質問に対する回答結果を**図-2** に示す．各質問については，「良く知っている」，「少し知っている」，「あまり知らない」，「ほとんど知らない」から選択していただいた．以下，概要を確認するために，「良く知

表-1 アンケート設問内容

設問番号	内容
X1	長寿命構造物（50 年～100 年）であり維持管理コストが低い
X2	長期計画が必要であり先行投資が高い
X3	石油・石炭等の化石燃料を使用しない省エネ電源である
X4	石油・石炭等の化石燃料を使用せず、温暖化ガスの発生がない
X5	水が燃料であり、発電による汚染はほぼない
X6	水が燃料であり、降水量に依存
X7	他の電源と比較し、エネルギー効率が高い
X8	他の電源と比較し、エネルギー供給は短時間に対応可能
X9	土砂流入により貯水池に砂が溜まり、貯水できる量が小さくなる
X10	貯水池で土砂が止まるため、下流河川や沿岸への土砂供給が少ない
X11	大雨時の貯水能を有し、洪水抑制機能を持つ
X12	湖面利用などレクレーション機能を持
X13	土地利用が変化する（森林や居住地だった地域が貯水池になる）
X14	水を貯水することで水質の管理が必要となる場合もある
X15	新たな水域環境を創出することで、価値の高い生物種の生息場を提供可能
X16	発電放流や発電を行わない場合の維持放流調整から下流河川態系の活性の維持が可能
X17	ダム設備は魚類移動を阻害している
X18	ダム設備は魚類が移動できる施設を有している場合がある
X19	国産エネルギーであり、火力発電のように資源の価格変動の影響を受けない
X20	（北海道胆振東部地震）ブラックアウトが発生した場合、種火電源として利用される

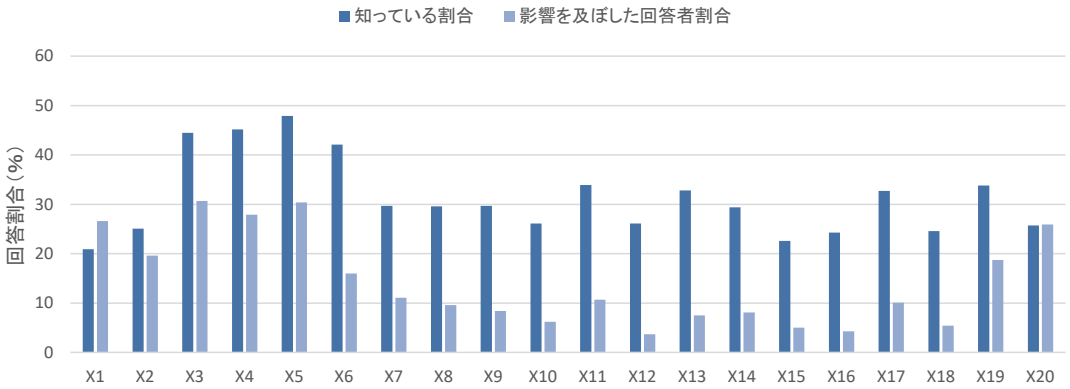

図-2 水力発電に関する知識（知っている割合）と水力プレミアムに影響を及ぼす因子（水力プラン購入判断に影響を与えた因子）

っている」，「少し知っている」を合わせた割合を「知っている割合」として集計した．また，水力発電由来の電力購入を決断する際に影響を及ぼした要因についても選択してもらっており，その集計結果についても併記する．その結果、省エネ（X2），温暖化ガス（X3），汚染の少なさ（X4），に対する知識を有している割合が高く，プレミアムにも（主に正の）影響を与えていることが推察される．また，ブラックスタート（X20）や維持管理コストの安さ（X1）も知識を有している割合は少ないが，水力プラン購入判断に影響を及ぼしていることが考えられる．一方，洪水抑制機能（X11）や土地利用変化（X13），魚類移動阻害（X17）は，知識としては 3 割を超える世帯が知識を有するが，水力プラン購入の判断にはあまり反映されていない．

(3) WTP の推計結果と要因

表-2 に水力由来エネルギーへの WTP（通常料金比）を説明するモデルの推計結果を示す．最終的な推計モデルは，AIC（赤池情報基準量）が最も小さくなる変数の組合せとした．表中の「経済－」，「環境＋」，「社会－」は，水力発電に関する知識を集約した変数であり，「経済－」は X2，X6，「環境＋」は X4，X5，X15，X16，X18，「社会－」は X13 に対する知識の程度から作成している．知識量については，よく知っている：3 点，少し知っている：2 点，あまり知らない：1 点として，単純集計を行った．また，表中の X1～X20 の中で有意となった変数については，回答者がプレミアムの判断に影響を及ぼした変数を意味している．なお，知識量と判断基準のクロスの影響についても検討を行ったが，説明力を高めるような有効な結果は得られていない．

札幌市，福岡市（ダミー変数）では，東京都に比べてプレミアムが高くなっている．検討の余地は大きいが，両地域は，調査時点で自然災害の影響（2017 年九州北部豪雨，2018 年北海道胆振地震）を受けており，温暖化対策やブラックアウト対策の面で水力に価値を置いている可能性がある．また，オール電化やガスコジェネレーションなどを導入している世帯においてプレミアムの上昇幅が大きい．電力使用量が多い世帯（回答者）やエネルギー損失の低減を図っている世帯において，水力に価値を感じていると考えられる．同様に水力 100%プランの存在を知っている，水力の環境性能の良さについて知識を有しているような世帯において，水力の価値が向上する傾向にある．その逆として，経済や社会への負の影響に関する知識を有する世帯は，水力の価値についても低く見積もる傾向がある．

一方，世帯の構成要因が水力に与える影響については解釈が困難な部分がある．乳幼児や介護の必要な方がいるような世帯では，水力に対する価値が向上する一方，妊婦がいる世帯では水力の価値が減少している．将来世代のことを考えるような世帯において水力の環境価値の側面が上昇しているとまでは言えず，この点については追加検討が必要である．

X1～X20 までの各要因については，X3，X5，X14，X15 などは水力の価値に与える正負の符号と内容が整合的であると考えられる．すなわち環境上プラスの要因があれば，水力の価値は上がり，マイナスの要因であれば，水力の価値は下がる．環境要因のうち，X9（土砂堆積）については，正負の符号条件が逆になっており，どの程度意思決定に影響を与えたかについては，設問方式を変えて検討する必要がある．

X6，X11，X13，X20 は，主に社会的要因に関して正負の影響を与えるような変数であるが，符号条件は全て反対となっている．X11（洪水抑制機能）は，水害被害を拡大するケースがあると解釈されている可能性もあるが，本調査のみでは理由は明らかではない．また，X20（ブラックスタート）は，多くの世帯で WTP の判断に

影響を及ぼした項目であるが，負の影響として計上されている．より詳細な分析を行うためには，各項目が正負どちらに影響を及ぼしているのか，各要因別のプレミアムの調査など，設問上の工夫が必要と考えられる．

本モデルによって得られる WTP の推計結果（平均値）の分布を**図-3** に示す．同額でも水力 100%プランに乗り換える世帯もいるため，マイナスのプレミアム領域（1 より小さい値）にも分布が見られる．平均値は 1.040 となり，全世帯のプレミアムは 4%程度になる．ただし，プレミアムがマイナスの世帯は，現状の電気料金に対しても不満がある可能性も高く，この点についても追加で検討しながら水力の価値を図る必要がある．アンケートの回答割合同様に，62.8%の世帯においてプレミアムは正の値を取り，これらの世帯のプレミアムの平均値は 9.1%になる．最後に，水力 100%プランを購入している 99 世帯について，プレミアムの値を計算した結果を**図-4** に掲載する．これらの世帯のプレミアムの平均値は 10.2%となり，水力価値を高く評価する属性を有するような世帯が加入していることが分かった．

今後の課題として、水力価値を評価しない世帯では，現状の電気料金そのものに対して不満を有している可能性もあり，調査の工夫が必要である．また，説明変数として導入したブラックスタートの価値などは水力プレミアムに負の影響を及ぼしており，調査方法自体についても検討の余地が大きい．本調査はパイロット調査の位置付けで実施したものであり，プレミアムの値については，太陽光等も含めた自然エネルギー全般の調査事例との比較や継続的なフォローアップ調査を通じて，水力施設に対する正しい理解がプレミアムにどのように影響を及ぼしているかを明らかにしていくことが重要である．

5. まとめ

水力ダムが有する多面的な価値について整理するとともに，水力プレミアムの評価に向けその技術的な課題を抽出した．主な成果は以下の通りである．

まず、米国エネルギー省（DOE）が実施した調査事例を整理した結果，6 つの大きな目的を設定しその社会

表-2 パラメーターの推計結果

	推計値	標準偏差	t 値	P 値
定数項	-0.129	0.046	-2.820	0.00
札幌市	0.054	0.013	4.050	0.00
福岡市	0.054	0.013	4.050	0.00
オール電化	0.082	0.018	4.660	0.00
ガスコージェネレーション	0.101	0.041	2.470	0.01
乳幼児	0.086	0.018	4.730	0.00
妊婦	-0.108	0.045	-2.380	0.02
介護の必要な方	0.102	0.034	3.000	0.00
世帯収入(自然対数)	0.011	0.007	1.510	0.13
水力 100%プランの知識	0.044	0.015	2.850	0.00
経済－	-0.011	0.006	-1.810	0.07
環境＋	0.013	0.003	4.460	0.00
社会－	-0.018	0.009	-1.870	0.06
X3(化石燃料不要)	0.063	0.013	4.880	0.00
X5（汚染少ない）	0.024	0.013	1.850	0.06
X6（降水量に依存）	0.029	0.016	1.840	0.07
X9（土砂堆積）	0.034	0.022	1.540	0.12
X11（洪水抑制機能）	-0.054	0.018	-2.950	0.00
X13（土地利用変化）	0.048	0.023	2.060	0.04
X14（水質管理必要）	-0.062	0.022	-2.800	0.01
X15（魚類移動阻害）	-0.033	0.020	-1.700	0.09
X20（ブラックスタート）	-0.049	0.012	-4.000	0.00
Log(σ)	-1.372	0.017	-82.950	0.00

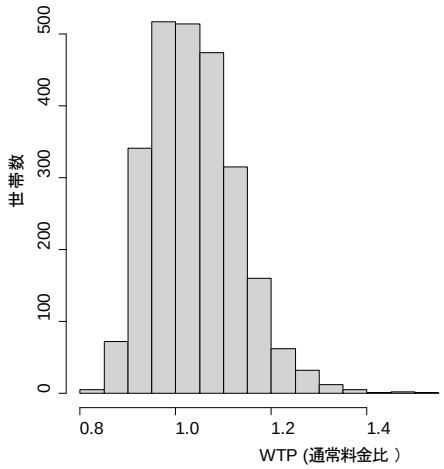

図-3 WTP（平均値）の分布

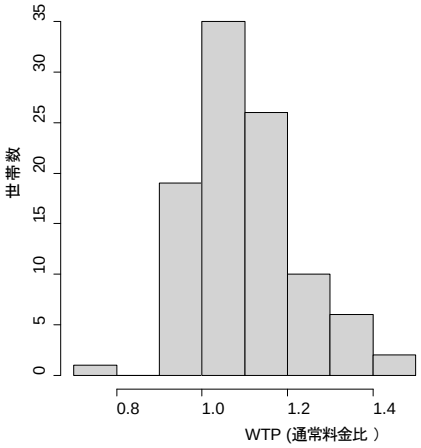

図-4 水力プラン購入世帯における WTP（平均値）の分布

的・経済的な影響を評価していた．発電専用に建設されたダム貯水池であっても，同一水系のレクレーションに特化した近接ダムの影響から，発電よりレクレーションによる便益が上回る場合も見られた．急峻な日本の河川と米国の大規模河川を直接比較するのは難しいが，水力プレミアムの評価において重要な視点と考えられた．

また、水力発電事業においてどのような情報が水力プレミアムを押し上げ，再生可能エネルギーとしての水力発電の選択に繋がるかその課題を検討するため，札幌市，東京都，福岡市を対象にアンケート調査を実施した．水力発電だけの電気を購入可能な水力 100%プランの知識や，水力発電事業が有する経済面・環境面・社会面に関する知識の有無，水力 100%プラン購入の意思を調査した．その結果，水力 100%プランの購入意思を示した世帯は全体の 6 割を超え，その支払意思額（WTP）は 4%であった．購入意思のある世帯だけで算出すると WTP は 9.1%に上昇した．水力プレミアムを向上させる項目には，例えば環境面におけるプラスの情報が有意であったものの，水力施設に対する正しい理解がプレミアムにどのように影響を及ぼしているかについては，経済面・環境面・社会面における項目設定や調査方法等に関する詳細検討が必要である．

参考文献

1) 資源エネルギー庁：総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 長期エネルギー需給見通し小委員会資料（2015 年 7 月）、https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/011/pdf/011_07.pdf.（アクセス日：2020 年 8 月）
2) 国交省：ダム再生ビジョン検討会、https://www.mlit.go.jp/common/001190127.pdf（2017 年 6 月）
3) DOE: The Economic Benefits of Multipurpose Reservoirs in the United States-Federal Hydropower Fleet, Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-2015/550, 2015.
4) Pizzimenti, J., Olsen, D., & Wilson, A.: Quantifying the Non-Energy Benefits of Hydropower. Ceati Report No T082700-0363, GEI Consultants, Inc. 2010.
5) 角哲也他：今こそ問う水力発電の価値、国土文化研究所編、978-4-7655-1866-6、2019.
6) 栗山浩一：環境の価値と評価手法、北海道大学図書刊行会、1998.
7) Cameron, R. and Carson, R.T.: Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method, Resources for the Future, 1989.
8) 内閣府：交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書（2007）、https://www8.cao.go.jp/koutu/chouken/19html/houkoku.html#setion8-2-2（アクセス日：2020 年 8 月 10 日）
9) 環境省：アンケート調査による生物多様性の経済的価値の評価（CVM）の結果について（2014 年 5 月）、http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=18158 （アクセス日：2020 年 8 月）
10) Mitchell, R.C. and Carson, R.T. :Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Resources for the Future, Washington DC, 1989.
11) Arrow, K., Sollow, R., Portney, P., Leamer, E. Radner, R., Schuman, H.: Report of NOAA panel on contingent valuation, Federal Register, 58 (10), pp.4601-4614, 1993.
12) Nomura, N. and Akai, M.: Willingness to pay for green electricity in Japan as estimated through contingent valuation method, Applied Energy 78, 453-463, 2004.
13) Wang Q., Valchuis, L., Thompson, E., Conner, D. and Parsons, R.: Consumer Support and Willingness to Pay for Electricity from Solar, Wind, and Cow Manure in the United States: Evidence from a Survey in Vermont, energies 12, article no. 4467,13p., 2019.
14) Bigerna, S. and Polinori, P.: Consumers' willingness to pay for renewable electricity in Italy: A comparative analysis. In The Economic Valuation of Green Electricity; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2019.

(Received June 25, 2021)

DIVERSE VALUES OF HYDROPOWER DAM AND THEIR QUANTIFICATION AS A HYDROPOWER PREMIUM

Masahiro IMAMURA and Yoshio KAJITANI

Hydropower was a stable power source that is not affected by the weather, and its role is considered to be important in addition to solar power and wind power. On the other hand, although dam reservoirs for hydroelectric power generation have multiple functions and diverse value other than power generation, there is no established evaluation method in Japan. In this study, the diverse value of hydropower dams is summarized based on the precedent cases staudy in the United States. In addition, we tried a benefit evaluation (hydropower premium) that takes into account how much the consumer feels the value of hydropower. As a result, the purchase intention of the 100% hydropower plan, which allows the purchase of electricity only for hydropower generation, changed depending on the presence or absence of knowledge about the multifaceted functions of hydropower generation, especially environment-related information. The willingness to pay (WTP) was about 4% (relative to the current payment amount).