

Project brief 1

プロジェクト紹介

小水力発電事業の開発から運営まで ～湯谷川小水力発電事業～

升方 祐輔

MASUKATA Yusuke
株式会社新日本コンサルタント
発電事業推進室
室長



はじめに

当社は、国内の再生可能エネルギー導入促進に向けて、自らが発電事業者となるニックスニューエネルギー株式会社を2013年11月に設立し、これまでに北陸地域を中心に太陽光発電1カ所、小水力発電2カ所の開発・建設・運営を行っています。再生可能エネルギー事業を通じた社会インフラの強化や技術者の雇用維持・技術伝承、脱炭素化への貢献を通じて地方地域の経済的価値を増大する「CSV（共通価値の創造）経営」を当社グループの経営方針に掲げています。

事業計画の概要

今回紹介するプロジェクトは、当社が手掛ける国内小水力発電事業

では第2号案件となる湯谷川小水力発電所です。

湯谷川小水力発電所は、世界遺産の五箇山合掌造り集落がある富山県南砺市を流れる湯谷川に建設しており、河川水利用の流れ込み式で約85mの地形落差を有しています。

湯谷川は、飛騨高地を刻んで北流する一級河川庄川水系に属し、標高1,725mの人形山を水源とする流域面積約20km²、平均河床勾配1/130程度の急流河川です。

湯谷川上流部で新規に設置した堰堤から取水して導水路・沈砂池を経て河川沿いの南砺市道に埋設した水圧管路で圧送し、最下流の庄川合流点付近で圧力水車（横軸フランシス水車）1台により発電を行います。

当社の発電事業は「再生可能エネルギーの固定価格買取（FIT）制度」を利用した事業運営を行うもので、構想当初より自ら規模の最適化や経済合理性の調査・設計・資金調達・施工を行ってきました。本発電所は最大発電出力843kW、総事業費は約10億円で、民間事業者が開発する小水力発電所の中では比較的規模の大きな発電所と言えます。

開発から稼働までの経緯

本事業は2011年に独自の可能性調査に着手し、翌年に富山県の経営革新計画として承認を受け、その後、地元地区や南砺市への説明、流量観測や魚類調査など水利権申請に必要な調査、試掘調査、施設設計を実施し、新規水利権許可などを



写真1 湯谷川小水力発電所



写真2 横軸フランシス水車

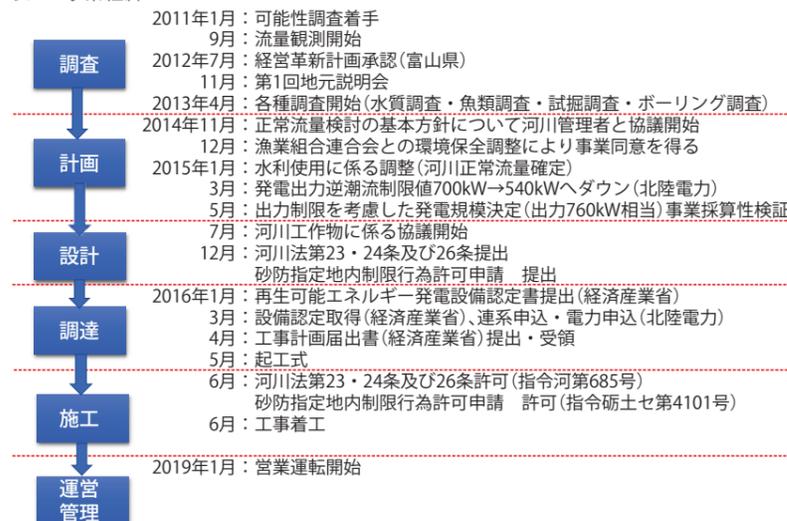


図1 位置図

表1 発電諸元一覧

発電方式	流れ込み式
出力	認可最大出力：843kW 想定年間発生電力量：4,100MWh
水量	最大使用水量：1.3m ³ /s
落差	有効落差：73.0m
設備	水車：横軸フランシス水車 発電機：横軸三相誘導発電機 水圧管路：φ800mm

表2 事業経緯



を経て、2016年6月に着工となりました。当初は施工期間を2年弱とし2017年12月稼働の予定でしたが、10月の台風21号の出水により導水管が埋設されている市道が崩落。その復旧等のため工期が約1年遅れ、2019年1月に晴れて稼働にこぎつきました（表2）。

約8年間におよぶ開発・工事・試運転を無事に終え、現在は、小水力発電事業者として運営・管理を実施しています。

小水力発電事業参入のリスク分析

民間事業者として小水力発電事業への参入を判断していく過程は、図2に示す各段階の検討フェーズに沿って実施します。その中で、小水力発電事業への参入を望む民間事業者にとっては「調査段階」における有望地点に関する情報が少なく、河川流量などの基礎情報の取得が困難な点が課題です。また、これらの有望地点を事業者自らが調査するFS設計や事業計画を行う段階から、調査費用の投資を開始する必要があります。

一般的に小水力発電事業は太陽光発電事業に比して様々なリスクがあり、民間事業者にとっては参入障壁が高いとされています。これら事業参入障壁となる潜在事業リスクは、計画段階に多く存在することが特徴です。この潜在するリスク規模を想定したうえで、事業継続や実施の可否判断を早期に見極めることが重要になります。

また、土木・電気・機械等の発電設備の設計計画・施工・維持管理には、各専門分野における総合的な技術力が必要となり、事業実施には資金調達力・地元調整力・関係機関との協議ノウハウが必要となります。

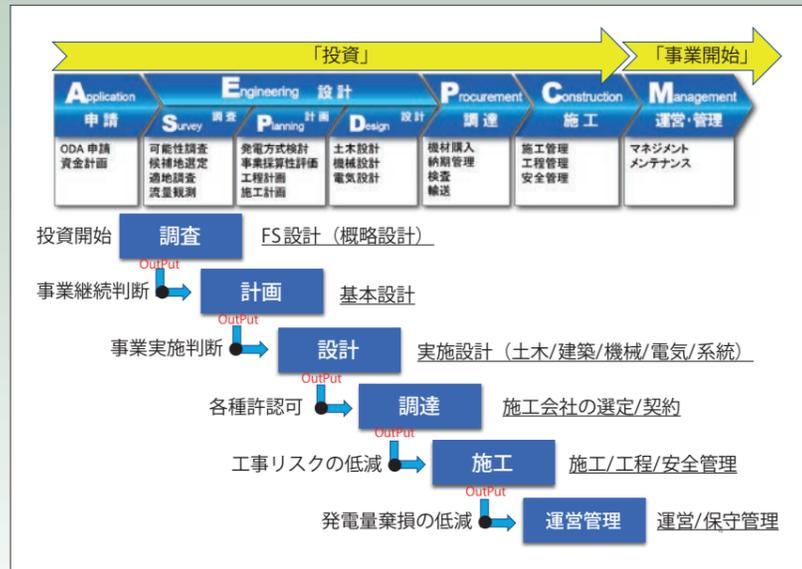


図2 検討フェーズフロー

表3 水力発電事業における想定リスク

リスク項目	リスク想定規模	リスク内容
用地取得リスク	中	発電所区域における用地補償
立地リスク	小	地形的制約の有無
環境・地域対応	大	地域住民／漁業組合との合意形成
水利使用リスク	中	減水区間の有無(正常流量設定)
許認可リスク	中	水利権・設備認定etc取得
系統連系リスク	大	系統連系 出力制限・負担金の規模
事業性評価	大	発電規模・事業採算性の確保
設備・機器調達リスク	中	水車機器の製作・調達期間
機能設備リスク	中	設置設備の機能補償
関係者倒産リスク	小	事業者・メーカー等
不可抗力リスク	小	災害等
コスト上昇リスク	小	人件費・材料費・各種税
設備撤去リスク	小	契約事業期間後の対応

計画段階

実施段階

これらのリスクを個別に解決しながら、発電計画を立案し、最終的には事業性評価を適切に行った上で事業参入を判断する必要があります。

計画段階におけるリスク

表3で整理した想定リスクの内、事業者として発電所を長期にわたり運営する決断をするためには、事業性の適切な評価が重要となります。具体的には、売電収益と初期コストや維持管理コストとのバランスに留意することが必要であり、これを具現化する複合的な各専門分野の技術力とファイナンスの総合判断が

求められます。

本発電事業の事業性評価は、NPV(正味現在価値)、IRR(内部収益率)を指標として判断します。

収入面では、湯谷川の流況曲線から設備規模に応じた適切な使用水量を設定し、想定年間発電量か

事業性評価の式

$$NPV = \left\{ \frac{1\text{年目の収益額}}{(1+r)} + \frac{2\text{年目の収益額}}{(1+r)^2} + \dots + \frac{n\text{年目の収益額}}{(1+r)^n} \right\} - \text{初期投資額}$$

NPV > 0 : そのプロジェクトに投資すべきである

$$NPV = \text{初期投資額} + \frac{1\text{年目の収益額}}{(1+IRR)} + \frac{2\text{年目の収益額}}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{n\text{年目の収益額}}{(1+IRR)^n} = 0$$

IRR > 割引率 : そのプロジェクトに投資すべきである ※r: 割引率

ら収入をシミュレーションします。また、初期コストに係る資金調達は、自己資金もしくはファイナンスが必要になります。事業採算性では、資金調達(借入れ先・金利・調達期間)方法等の借入条件を定めることに加えて、運転開始後(売電開始)の支出に相当する維持管理費(機器メンテナンス・人件費・保険料・各種占用料)の想定が重要になります。運転開始後の収益性については、売電収入に係る法人税・固定資産税等の各種納税、融資金利の返済を考慮した上で剰余金の累計が借入金残高を上回ることによって投資回収年が算定されます。

本発電事業の運営期間の損益計算においては、収益は年間発生電力(約4,100MWh)による売電収入(約1億1,900万円/年)を想定しました。本事業の採算性については、初期投資額10億円(建設費・用地補償費・調査設計費・系統連系負担金)に対して維持管理(1,800万円/年)に係る支出項目を想定して長期間における事業性評価を行い、IRR(内部収益率)4.6%程度と評価し、事業参入への最終判断を行いました。

実施段階におけるリスク

前項の事業性評価にて事業実施の判断を行った後、いよいよ発電所施設の詳細設計に着手します。「設計」では、オーナー目線での施設運用・運転保守を念頭に土木・建築施設に加えて、水車発電機制御システ



写真3 施工中に発生した河川災害

ム・系統側からの発電制御に対応した連系制御方式の仕様を行います。これらを定め、土木・建築・機械・電気・系統工事に係る「調達」における交渉・契約を経て、ようやく「施工」に至ります。「施工」で留意すべきは、工程・安全管理が優先すべき項目ですが、不可抗力リスクが潜在することを忘れてはいけません。

本事業においても河川沿いの市道へ埋設管(φ800mm、L=1,260m)を施工中、台風21号による河川出水により、河川護岸流出(写真3)や河岸法面崩壊の河川災害が計3カ

所発災しました。幸いにも緊急的な応急復旧を講じたため、埋設管の流出・損傷は免れたものの、災害復旧事業による災害査定及び工事により、約1年間の発電所建設の工程延長を余儀なくされました。

運営管理におけるリスク

2019年1月に運転を開始した湯谷川小水力発電所の運営管理は、随時巡回方式による遠方監視システムにおいて状態・故障の情報を一元管理しています。

異常発生となる系統側事故検出



写真4 遠隔カメラによる監視(出水時の様子)

による主機非常停止や水槽水位低下による主機緩停止などの異常検出信号は、メールで管理者へ周知されるとともに、緊急性を伴うトラブル時には24時間体制で現場対応を行う運営管理を実施しています。

特に豪雨出水が予想される際は、取水ゲート開度管理や除塵機稼働状態、水槽水位の変動に留意した監視体制のもと運用を行っています。このような運用中のリスク管理を徹底し、未然の事故防止や主機停止原因の特定、そして早期の運転復旧を実施することが、発電量の棄損低下につながります。

今後の課題

小水力発電所を長期に運用する際は、機械・電気設備の維持・運用を保安するメンテナンスが重要であり、水利施設特有の緊急トラブルへの迅速な対応が求められます。このため、発電事業者としてインフラ施設を所有・運営管理するための点検技術や運用ノウハウの習得に励んでいます。今後はより効率的な設備運用を目指し、新技術による管理の高度化・省力化を積極的に試行したいと考えています。

また、本発電事業で培った開発から運営までのノウハウのさらなる展開を視野に、再生可能エネルギー分野の裾野拡大に寄与していきたいと考えています。



図3 遠方監視システム画面