

### 民間事業者としての砂防堰堤を活用した 小水力発電事業の計画から運転開始まで

**市森友明**

ICHIMORI Tomoaki  
株式会社新日本コンサルタント  
代表取締役社長



**阿曾克司**

ASO Katsushi  
株式会社新日本コンサルタント  
専務取締役



**升方祐輔**

MASUKATA Yusuke  
株式会社新日本コンサルタント  
設計計画本部  
水環境部  
流域保全グループ  
課長



#### はじめに

平沢川砂防堰堤（図1）は、金沢市を流れる二級河川犀川水系の内川に合流する平沢川の上流0.2kmに位置し、流域面積約10.8km<sup>2</sup>を有する。都市河川犀川への流出土砂防止を主目的とし、満砂するまでの期間、貯水ダムとして犀川の河川維持用水の一部を補給することを副目的として、昭和57年に石川県により建設されたものである。

本事業は、石川県が管理する当該堰堤の有効活用を図る目的で小水力発電事業者の民間公募がな

れた。当社が公募選定後、発電事業に関する基本協定を締結し、各種許認可を経て、平成26年5月に工事着工し、翌年5月から運転を開始した。

本稿では、民間事業者が取り組む小水力発電事業に関して、その計画から運転開始までの取り組みについて紹介する。

#### 事業計画概要

本事業は既設砂防堰堤の落差を利用して発電を行うもので、平沢川砂防堰堤流域に注ぎ込む流量を利

用した、新規水利権取得による流れ込み式発電計画である。

また「再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）」を利用した20年間の事業運営を想定しており、事業継続に関しては、20年経過時点での協議事項となっている。

公共施設である砂防堰堤の活用と民間資金活用による小水力発電事業は、石川県内では初めての取り組みであり、全国的にも先進的な事例である。本発電事業の事業経緯を表1に示す。

#### 小水力発電事業への参入

一般に小水力発電事業への参入を望む民間事業者にとっては、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である。これらの有望地点を事業者自らが調査するFS調査や事業計画を行うだけでも、多額の費用を投資する必要がある、資金が阻害要因とな

表1 事業経緯

H25年10月	公募による予定事業者として選定
H26年1月	石川県との基本協定締結
H26年2月	電力系統検討正式回答（北陸電力）
H26年3月	砂防法：砂防指定地内行為許可申請 河川法：水利使用許可申請
H26年3月	設備認定通知（経済産業省）
H26年4月	電気事業法：工事計画届出
H26年5月	工事着工
H27年5月	運転開始



図1 事業位置図

っている。

また、小水力発電の事業化に向けては、機械・電気・土木・環境等の広範な技術分野に関する複合的な知見が必要であり、それに対応する人材が不足している。

これらの阻害要因をクリアした有望地点において、民間事業者は小水力発電事業の計画段階および実施段階における様々なリスクを克服する必要がある。平沢川小水力発電事業においても、公募選定前には事業実施上の様々なリスクが想定されたが、これらを個別に解決しながら、発電計画を立案し、事業性評価を適切に行った上で事業参入を判断した。

#### 事業性評価

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である。具体的には、売電収益と初期投資や維持管理のランニングコストとのバランスに留意することであり、これを具現化する発電計画にこそ事業者にとって最も重要なノウハウが詰め込まれる。

売電収益では平沢川の流況曲線

から、規模振りと呼ばれる収益シミュレーションにより適切な使用水量を設定し、水車選定の諸元を規定する。水車選定においては調達リスクを考慮し、流量変動に対応可能な水車で、かつ発電効率のよい形式を経済性に留意し検討を行う必要がある。

支出面のコスト把握では、発電計画を実現する施設の適切な設計とそれに対応した建設費の把握、保守的すぎない維持管理計画の策定とメンテナンス費用の想定などが重要で、不可抗力リスクを考慮したコンテンツンジェンシーコストの積み上げも事業性に影響する。ここでは、事業性評価に影響する主な部分を紹介する。

本発電事業の事業性評価に関しては、NPV（正味現在価値）とIRR（内部収益率）を指標として判断した。

民間事業者がFIT制度を利用して発電事業を行う場合、建設コストに絡む補助事業の適用はできないため、資金は自己資金もしくはファイナンスによる調達が必要である。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（売電）開始後の支出に相当する維持管理費（機器メンテナンス費・人件費・保険料・各種占用料）の想定が重要である。

運転開始後の収益性に関しては、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評価できる。

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970MWh）による売電収入（約3,300万円/年）を想定している。本事業の採算性に関しては、維持管理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）3%程度と評価し、事業参入への最終判断を行った。

また、事業化の際に多額の資金を投入する発電事業においては、金融機関等からの融資や出資、自己資金等による初期投資費用の資金調達の手当てが重要である。図2に資金調達スキームの一例を示す。

長期にわたる発電事業において多額の融資・出資を受ける際には、各発電計画の妥当性と安定した収

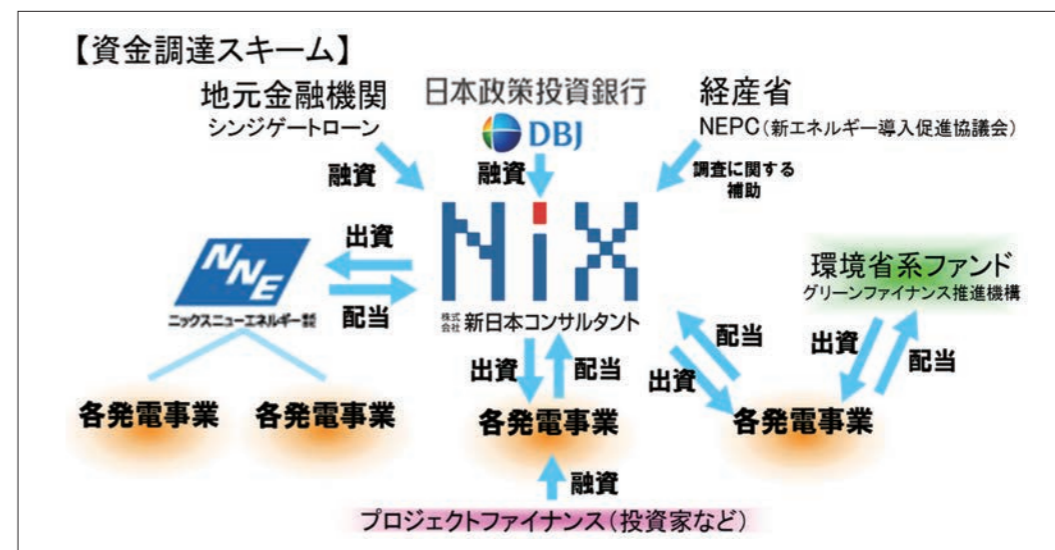


図2 資金調達スキーム（※Nix：[niks] 新日本コンサルタント社名の英語表記）

表2 発電所諸元

水力発電	発電形式：ダム式
方式	発電方式：流れ込み式
出力	認可最大出力：198kW 想定年間発電電力量：970MWh
水量	最大使用水量：1.5m³/s
落差	有効落差：17.2m
設備	水車：S型チューブラ水車
	発電機：横軸三相誘導発電機
	水圧管路：φ800mm
	導水部 鋼管 埋設部 ハウエル管

益構造、運営企業としての信頼性が重要な審査基準となる。また、融資先からの金利は事業採算性へも影響するため、事業性評価をシミュレーションするうえでのレート設定は重要な要素である。

### 発電規模の設定

本事業では、砂防区域内に導水管路を含む発電施設を全てコンパクトに配置することで、損失水頭の低減（効率性アップ）と既設砂防堰堤の改変を最小限に留めた（コスト削減）計画とした。最大使用水量は、河川流況を鑑みた適用管径と収支に影響するFIT制度の適用区分（200kW未満）や、発生電力量等を考慮して198kWと設定した。

### 施設計画

平沢川砂防堰堤のこれまでの堆積状況を勘案しても、発電事業期間における湖面湛水の取水が可能である施設と判断した。本発電所の取水方法は、砂防堰堤の越流天端（EL=97.50m）より2m下がり（空気混入防止）に取水管（鉄管φ800mm）を設置し、流れ込み式により行う。取水口部分は堤体削孔による取水管挿入を行い、取水口から下流の導水管は堰堤前面に沿わせた後、発電所までの区間を地中埋設による配管でつなぎ、垂直壁下流の護岸工部分で放流する。

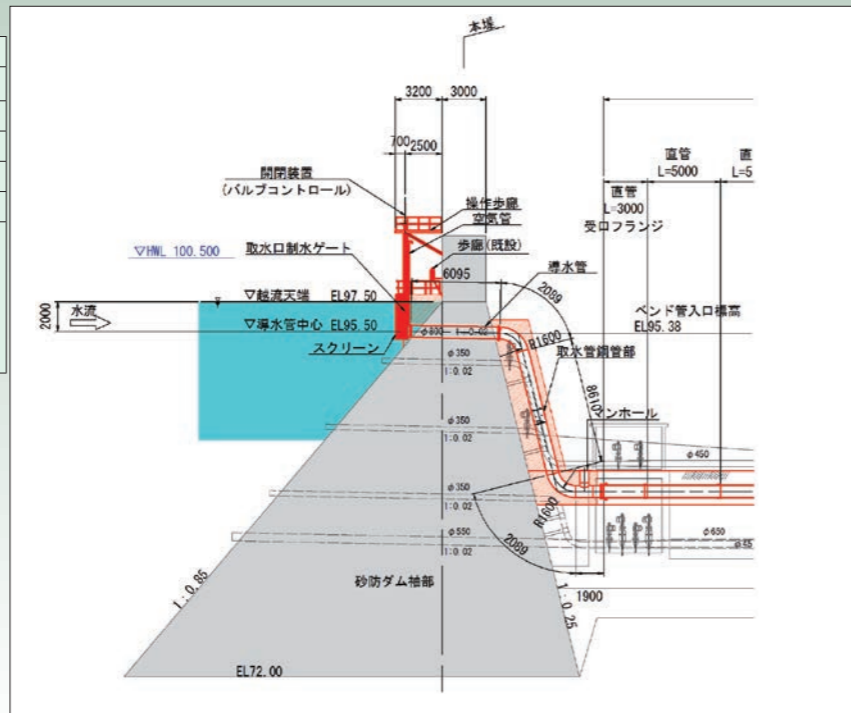


図3 平沢川砂防堰堤取水構造



写真1 取水管挿入状況



写真2 導水管（鋼管）据付状況



写真3 取水口ゲート据付完了



写真4 埋設管（ハウエル管）据付状況

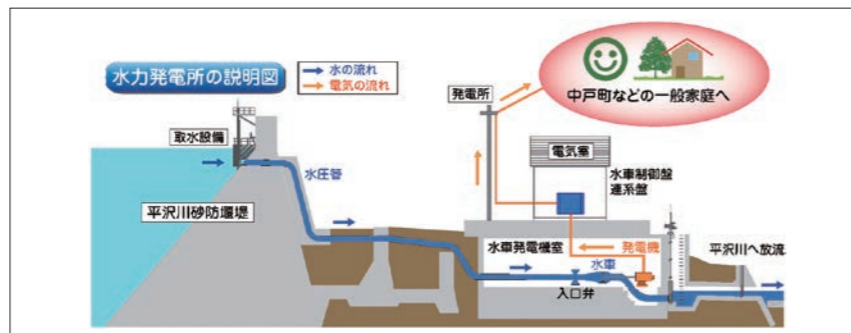


図4 平沢川小水力発電所 概要説明図



写真5 水車内部の可変翼



写真6 水車据付状況



写真7 水車発電機据付完了

水車は比較的大きな流量変動に対応可能で、ランナーベーンの変により軽負荷でも高い効率を有するS型チューブラ水車を採用した。

また、水車発電機の電気・機械制御は、発電所内の動力制御盤・計測監視盤により水位観測、流量・圧力等の観測を行うが、これらの操作・監視はWeb監視システムによる遠隔監視を行っている。

### おわりに

本施設は平成26年5月から約1年間の施工・試験調整を経て、平成27年5月から運転を開始した。今後の事業運営上、施設の維持管理が大変重要であると考えている。

小水力発電所は適切な維持管理を行うことで、20年以上にわたる運転が十分に可能である。このため、21年目以降のFIT制度終了後の運

用を見据え、維持管理の効率化を図った維持費用削減への取り組みを実践していきたい。また、長期にわたり事業を実施するには、小水力発電を通じた地域貢献が不可欠で、地域に根ざした事業運営に積極的に取り組む考えである。

小水力発電は、自然と森の恵みである水の力を活かすクリーンなエネルギーであり、これからの再生可能エネルギー利用の柱として普及促進を図っていく必要がある。小水力発電の普及促進には、公共施設の有効活用と民間資金の活用を協同し、小水力発電そのものの導入を図っていく必要があるが、その前提として民間事業としての採算性確保が大切である。

当社は本発電事業で培ったノウハウのさらなる展開を視野に、この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る。

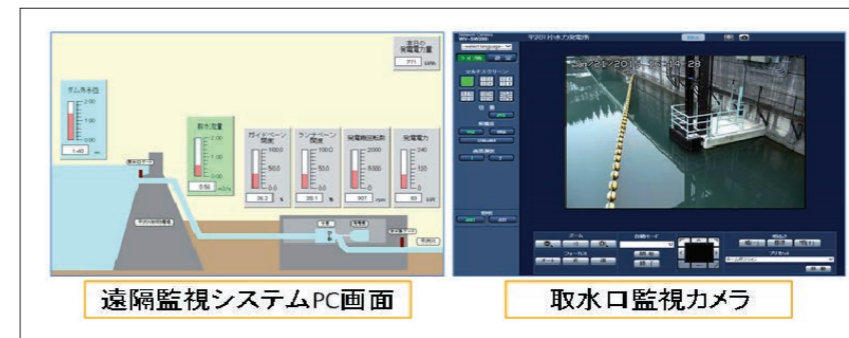


図5 操作監視システム画面



写真8 平沢川小水力発電所全景



写真9 発電出力パネル