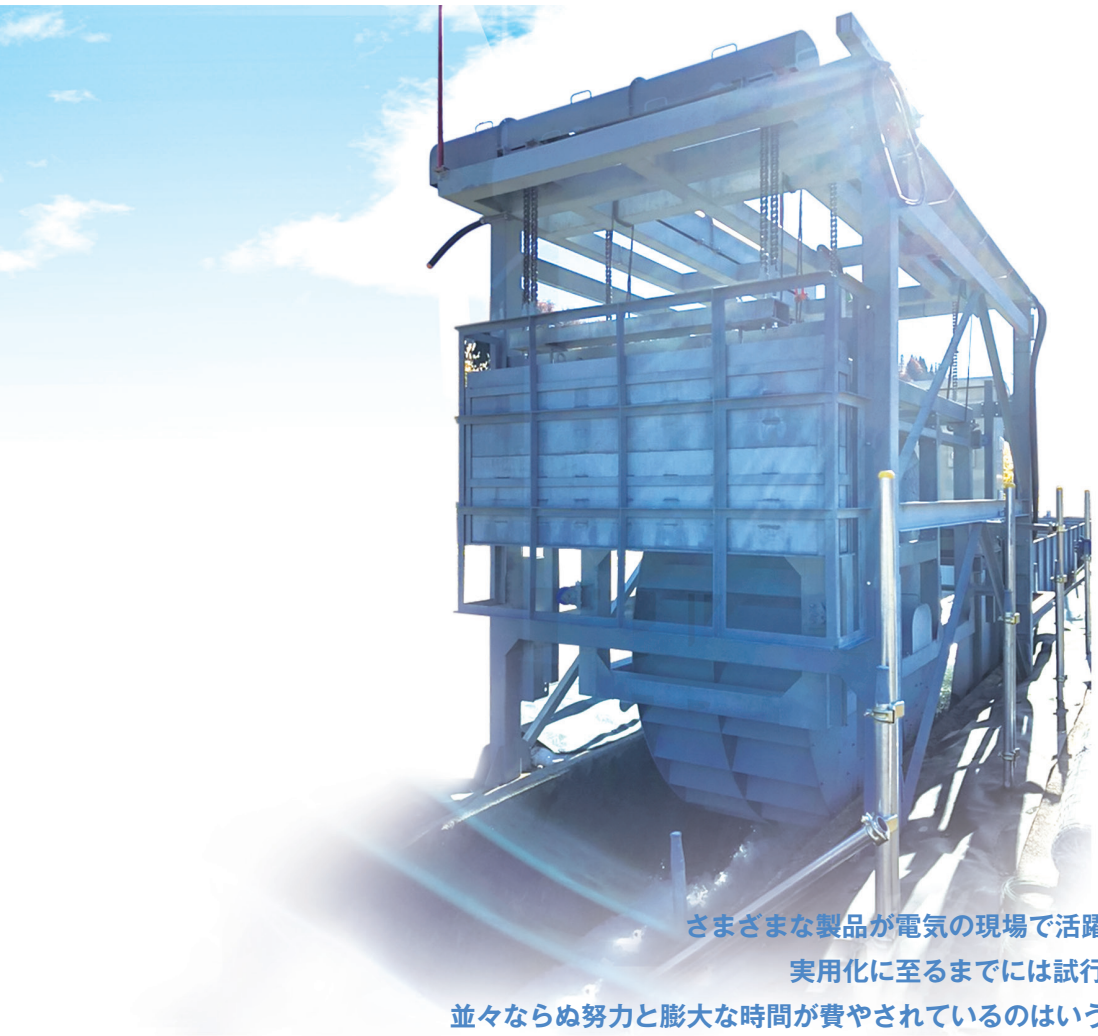
開発
秘話

エリス

マイクロ水力発電システム

WaterWeco®



さまざまな製品が電気の現場で活躍しているが、
実用化に至るまでには試行錯誤を重ね、
並々ならぬ努力と膨大な時間が費やされているのはいうまでもない。
そして、そこには必ず光明を導くことになるターニングポイントも存在する……。
製品開発で語られる「秘話」にクローズアップする本企画。
今回は、エリスが開発した
マイクロ水力発電システム『WaterWeco®』の裏側に迫る。

◉取材、文／編集部　◉協力／エリス　◉レイアウト／志岐デザイン事務所

前人未到、自動で動く水車
世界の注目を集める技術を刮目せよ

2011年3月、未曽有の被害をもたらした東日本大震災は、日本の電力インフラの脆弱さを浮き彫りにした。長年にわたり築かれていた原子力発電所の「安全神話」は脆くも崩れ去り、東京・東北を中心とした大規模停電が発生し、多くの混乱を招いた。

同震災が露わにしたのは、「大規模集中型電力システム」という日本の電力供給構造がもつ弱点だった。このシステムでは、特定の地域に集中した少数の大規模発電所に需要電力のほとんどを依存しているため、その発電所が利用できなくなったときに、広範囲にわたる停電が発生するリスクが高いのだ。

では、どうすればよいのか。解決策として、2012年から政府が推進している電力システム改革では、「地域分散型電力システム」への移行が掲げられている。これは、小規模の発電所を各地に分散させ、それぞれの地域が自立した電力ネットワークを形成することで、電力需給構造を柔軟にし、停電の際のリスクを軽微に抑えることを目指したものだ。

地域分散型電力システムとの親和性が特に高い再エネ電源は、小水力発電ではないだろうか。ほかの再エネ電源と比べて、設備利用率が高く、恒久的な発電が可能であり、環境負荷が小さいなどのメリットをもつためだ。今では、日本における水力発電の有力な適地はほとんど開発されてしまったが、農業用水や工業用水などの比較的小規模なエネルギーポテンシャルであれば、そこら中に眠っている。本稿で紹介するエリスの「WaterWeco®」は、独自の技術によって、低落差の水路から最大限のエネルギーを取り出すことを可能とした開放型水車である。

「『WaterWeco®』は、端的にいうと『動く水車』です。水流の変動に自動追従して前後方向と上下方向に動くことで、常に発電効率を最適化し、各地に点在する農業用水路や工業用水路のエネルギーを有効活用します」(桑原氏)

前後と上下に動く『WaterWeco®』。実は現在、約60カ国で特許を取得しており、世界中で独自性を発揮している製品なのである。

日本では、1960年ごろを境に「水主火従」から「火主水従」の時代へと移り変わったことで水力発電の技術が衰退していったのに対して、ヨーロッパでは、その間も含めて水力発電の技術を継承し続けてきた地域が多いため、一般的にはヨーロッパ製の水車のほうが優れた性能をもつことが多い。そのため、ヨーロッパのメーカーから輸入した水車が日本の小水力発電で使われることは多いが、反対に日本からヨーロッパへと輸出することは稀である。そういった背景を考えると、ヨーロッパを含めた約60カ国で通用する水車の技術というのが、極めて驚異的であるとわかるだろう。

ではまずは、この技術の詳細をみていこう。

「自然環境下の用水路などは、季節や気候によって流量が激しく変動するため、従来型の水車では出力効率が大きくブレてしまうなどの課題がありました。『WaterWeco®』は、流量変動に自動追従して、流速の速い水流の表面部分だけが水車の羽に当たるように調整することで、水流のエネルギーを最大限引き出しつつ、出力変動を最小限に抑えることを可能としました。例えば、通常の上掛け開放水車だと、流量が過剰に増えたとき、水が水車を越流して発電効率が落ちてしまうことがよくありますが、『WaterWeco®』はその場合、自動で水流から離れて水流表面だけに羽

▲公益社団法人発明協会が主催した、令和６年度 中国地方発明表彰式の様子。『WaterWeco® 』は、「自動負荷追従運転で経済的な小水力発電装置」として発明協会会長賞を受賞した。写真左が、エリス社長の桑原順 氏。なお、本受賞は長崎大学の佐々木壮一教授との共同受賞となる。
（写真出典：一般社団法人 広島県発明協会）

根が当たるようにすることで、エネルギーを逃さないような設計になっています」

さらに、「水車が動く」という性能は、発電効率の上昇以外にも重大な役割を果たす。

「水力発電所を運用するうえで、最大の問題の一つがメンテナンスだと思います。例えば、豪雪地帯で水力発電を行う場合、『スノージャム』という、雪が一カ所にかたまって通水を妨げてしまう現象が発生することがあり、溢水や水車の故障などにつながります。これは雪だけでなく、ゴミや藁などの流水物がつまるときでも同様です。こうした異常発生のたびに従業員が現場に駆けつけて処置をする場合、手間もコストもかかってしまいます。『WaterWeco® 』は、このような場合、自動で上方向へと動くことでつまったものを下流に流して処理をするので、そこで人件費によるコストが発生しません。『WaterWeco® 』にかかるメンテナンスコストは、オイル交換と増速機の点検くらいで、その頻度も少なく済むので、そういった発電効率以外の面での強みもあります」

農業用水で通常の水車を使用する場合、冬場になると大量の藁が流れてくるため、毎日の除塵作業が必要となるケースもある。除塵機をつけたとしても、除塵機にゴミがつまることもあり、その除塵機の手入れも必要となる。これらの面倒ごとを自動で処理してくれるのは、非常に心強い。これ以外にも、河川に生息する魚などに配慮した設計もなされているという。

それでは、この技術はどのようにして誕生したのか。

「『WaterWeco® 』の源流となったのは、弊社が取り扱っている流水システムです。これは、主に水泳トレーニングや水中歩行訓練用として使われるもので、西日本流体技研の関連会社である、ジャパンアクアテックの製品を弊社が代理販売しています。流水システムの開発では、高度な流体力学・流体工学などの知見が必要となるわけですが、それは水力発電の開発にも必要となる知見です。そこで、エネルギー事業を得意とする弊社と、流体力学・流体工学の知見をもつ西日本流体技研、それから長崎大学の三者の力を合わせて、共同で水車の開発に乗り出しました」

西日本流体技研も長崎大学も、長崎県に拠点を置く。同じ地元における密接な関係が、『WaterWeco®』の開発を成功へと導いたのだ。

しかし、新たな製品の開発というのは常に困難がつきまとうものである。それは『WaterWeco® 』も例外ではない。

「開発を進めていく中で大きな壁となったのが、多岐にわたる専門分野を横断的に理解することでした。例えば、流体力学、流体工学、機械、電力制御、蓄電技術、法律（河川法、知的財産など）、増速機など、幅広い知識をカバーしないといけないんです。これは一人じゃとてもできないので、それぞれの専門家を集めるのですが、これが大変でした。一人ひとり信頼できるパートナーを探して、一つ

のチームとしてまとめる力が必要となりました。技術面では、流体力学的な見地での実験が大変でした。発電効率を上げるためには流体の研究が欠かせないのですが、流体の動きというのは複雑すぎるので、コンピュータを使って正確にシミュレーションできないのです。それで、当時も稼働中の実物はあったのですが、それだと出力効率の計測が難しかったので、実物サイズの約 1/4 の模型をゼロから作って実証実験をしました。西日本流体技研の施設に潜水艦のプロペラの実証実験をするための水槽があったので、そこに模型を設置して研究をさせていただきました。実験で特にこだわったのは、羽根についての研究です。羽根の形状、枚数、角度など、どういうふうにすれば最も効率が高くなるか、徹底的に実験しました。そうして、現在では意匠登録をしている独自の羽根が完成して、出力効率を最適化することに成功しました。ですが、精密な模型をつくるにはやはりそれなりのコストと手間がかかりました」

こうして、自動で上下・前後に動かせるようにするだけでなく、羽根の形状や枚数、角度にまでこだわることで、同社らは最高の水車をつくり上げた。

そして、先述のとおり、『WaterWeco®』のターゲットは海外にまで広がっている。

「日本よりも水資源が豊富な国は、世界に 20 カ国以上あって、その国を中心に許認可の取得を進めています。特に多いのは、ヨーロッパです。日本と比べて、ヨーロッパでは地域分散型電力システムが普及しているので、小水力発電の技術もおのずと高いレベルなのですが、その中でも、現地の方々が『WaterWeco®』を目にして『こんな水車、初めて見た』と口にすることもあるので、独自性を実感しています。また、新興国での導入も考えています。新興国では、電力インフラが脆弱な国が多く、停電が当たり前のように発生します。そのため現在では、普通に生活するために電力が必要という状況なので、そういったところにも『WaterWeco®』を普及したいと考えています」

そして、現在では各国の政府機関と手を携えて、事業のプランを練っているという。

日本でも、電力供給の構造が変化していけば、さらに『WaterWeco®』の導入が広がるに違いない。

「日本の現状の大規模集中型電力システムで、特に人口減少が著しい地域などの電力インフラを維持するのは、非効率でコストが高くなる傾向になってきています。つまり、人口減少が著しい地域に電力を送るために、大規模発電所からの遠距離にわたる送電網を維持・管理するよりも、地域分散型電力システムへと漸次的に移行していき、各地域で電力を地産地消するほうが、経済的な合理性を得られる可能性が高いのです。さらに、そうすることで地域に電力インフラの基盤ができるので、新たな産業の誘致を進め、それが地域活性化へとつながることもあると思います。東日本大震災の発生以降、地方におけるレジリエンス強化としての地域分散型電力システムの重要性は叫ばれてきましたが、以上のような利点もあるのです」

設備利用可能年数が長く、保守管理が容易な水力発電所であれば、地域分散型電源システムの中核的存在として活躍するのにぴったりである。

『WaterWeco®』が導入できる河川は、日本に無数に存在する。電力システムの改革は、小規模な電力が多くの地域に設置されることで達成に近づく。それが、災害大国・日本のあるべき姿であることは言うまでもない。