

株式会社エリスの小水力事業の紹介

はじめに

弊社株式会社エリスは、岡山市の LPG サプライヤーとして創業68年の実績のあるガス会社をグループ会社とするクリーン・エコ発電に特化して事業展開を行う会社である。ガスとして熱エネルギーを供給する本業に対して、新規開発発電技術に基づく太陽光発電システムを土台に、その他の新技術の事業の一つとして小水力発電事業を行っている。小水力発電システムは Waterwheel+Ecology+Economy の造語で「WaterWeco」として商標登録している。



(訳文)

株式會社 ELIS 的小水力事業簡介

首先

本公司株式會社 ELIS 成立以來，在岡山市內，致力於提供 LPG 瓦斯業務，已擁有 68 年的歷史。我們的集團公司還致力於環保發電業務。我公司以供給瓦斯熱能為主業，並且在新研發的發電技術，太陽能光伏發電系統的基礎上，作為新技術事業，我公司還致力於小型水力發電事業。小型水力發電系統是 Waterwheel+Ecology+Economy 的新造詞語。以「WaterWeco」已經註冊了商標權。

「WaterWeco」の事業領域

弊社の小水力発電事業は、東日本大震災による FIT 制度発足前の 2009 年初に始まる。発足当時は、単純に 1997 年の京都議定書温室効果ガス削減の目標への対応としての水力発電且つ自然破壊を伴う大規模ダム貯水が必要ない自然地勢流水力に着目し、社長自らその方面の先進水力発電地帯のヨーロッパアルプス地方、ドナウ河流域の中小規模水力発電所と発電機材メーカーの視察を行った。

(訳文)

「WaterWeco」の事業範圍

本公司的小型水力發電事業，始於 2009 年年初，比東日本大地震時成立的 FIT 制度還要早。成立當時，單純是為了應對 1997 年的京都議定書所制定的減少溫室氣體瓦斯的目標，我公司關注到利用自然地勢所產生的水流發電。這樣的發電方法不會像大規模水庫那樣破壞自然。

為此，本公司社長親自考察了有關該方面的先進水力發電地區。即歐洲阿爾卑斯地區，多瑙河流域的中小規模水力發電站以及發電機械材料製造行業等。

(写真)



▲ドイツ Augsburg の中心部にある小水力発電施設
(撮影時期 2011 年 12 月)

(訳文)

▲德國奧格斯堡中心部的的小水力發電設施
(撮影時期 2011 年 12 月)

写真は、視察時にドイツ Augsburg の市街地中心部にある小水力発電所である。ドイツでは、日本より降水量が少なく、高低差も少ない地理的条件にも関わらず、電気料金の固定価格買取制度 (FIT) が始まって以来急速に普及した。文献によると、数 10 kW クラスが 15, 000 ~ 20, 000 基あると言われている。このドイツ Augsburg に於いて、30 kW の発電が行われているが近くに寄っても、発電所の回転音が聞こえず、環境にやさしい循環型自然エネルギーが閑静な市街地に馴染んで存在する姿に衝撃を覚えたとのことである。そこで、多少の知見を得て社長自ら以下の事業設定を行った。当時小水力発電は 1000 kW 以下とされていた。調べて見ると、岡山県では 30 kW 以上は既に明治以来、中国電力や岡山県がダム利用も含めて水力発電所を開発済みであった。当然その専門機器メーカー、設備プラントメーカーも存在するということであった。しかし逆にそれ以下の領域は手付かずの分野と見た。この領域を、弊社の小水力発電の事業領域と認識し、以下これをマイクロ水力発電と記載する。

日本の閑静な原風景に木製水車が必ずと言ってよいほど存在した。文献によれば、石油産業革命前の昭和初期には約 80, 000 基もの木製水車が紙漉き、製粉などに使われていたようである。弊社が岡山県新見市高尾の農業用水路に約 2 年前から設置している定格 7.5 kW の開放型周流水車も、過去に紙漉き水車が実際に存在した場所であった。

(訳文)

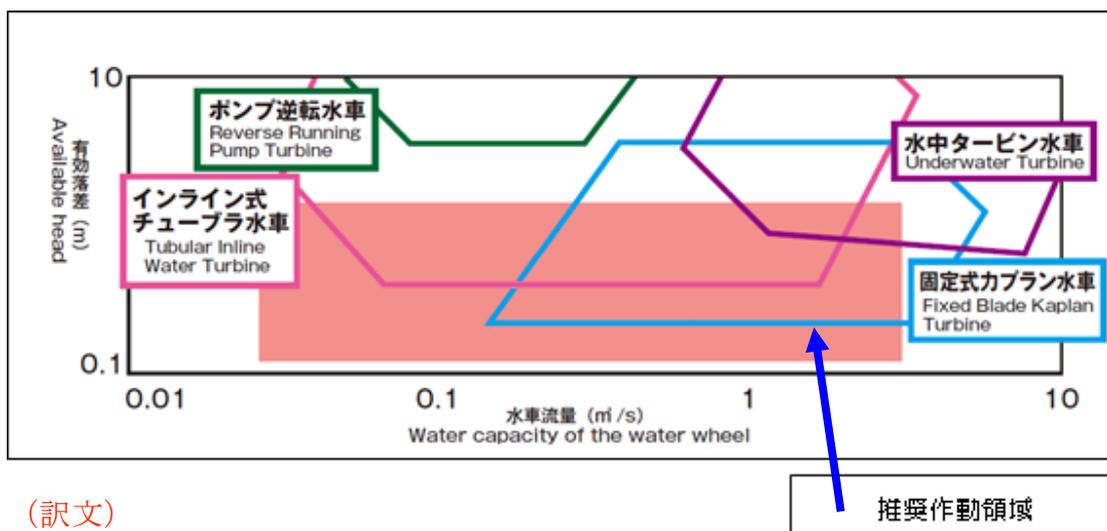
相片是德國奧格斯堡市區中心的小水力發電站。德國的降水量比日本少，而且地勢高低差距小，即使在這樣的地理條件下，自從開始實行電費固定價格收購制度 (FIT) 以後，竟然迅速的普及。根據文獻，能發電數十 kW 的水車有 15,000 ~ 20,000 臺。在此地德國奧格斯堡的市區，即使是在發電 30kW 的時候，也聽不見發電站的聲音，可見這樣的保護生態環境，循環型的自然能源已完美的融洽於清靜的市街，這讓我社長十分震撼。因為有了這樣的經驗，我公司決定研發以下的業務。當時，小型水力

發電是在 1000kW 以下。可是經詳細調查，在明治以後，在岡山縣，中國電力，山縣已開發了包含利用水庫，30kW 以上的水力發電站。這也證明已有專門機器製造業和機組設備廠商。但反過來說，發電範圍在此以下的是還沒著手。既然如此就把還沒著手的這種小型水力發電的事業，當作敝社的開發事業領域，進行研發。以下稱微水力發電。

在日本的溫馨宜人的原始景觀裡，一定會有木頭製的水車。根據文獻，在石油產業革命之前的昭和初期，約有 80,000 基的木製水車用於抄紙，製粉等。約在兩年前，本公司在岡山縣新見市高尾的農業用取水道上，設置了規定格式 7.5kw 的開放型周流水車，此處也是以往實際上也有過抄紙水車的地方。

- 1、ポンプ逆転水車
訳語：功率回收透平
- 2、インライン式チューブラ水車
訳語：管路内設置形渦輪機
- 3、水中タービン水車
訳語：水下渦輪機
- 4、固定式カプラン水車
訳語：固定式カ普蘭渦輪機
- 5、水車流量
訳語：水車流量
- 6、推奨作動領域
訳語：推薦運轉範圍

※下図にて固定式カプラン水車は、固定式プロペラ水車と同義



(訳文)

※於下圖固定式カ普ラン水車與螺旋槳渦輪水車同意思

マイクロ水力発電のポテンシャル

水力発電は年間を通して降水量が安定して河川が枯れない地域に向いている。しかし太陽光のようにどこでも設置できるわけではない。又太陽光のように夜間

や雨天時に発電しないようなことはない。一定の落差があり 24 時間安定して水が流れるような場所が適地である。発電エネルギーの変動も少ないベースロード電源である。

農業用水特有の渇水期に於いても、豊水期と比較すると発電量が少なくなるものの、太陽光と比較しても十分な発電量が期待できる。また、日本に於いては発電用水利権取得も容易になった。2009 年 3 月に発表された我が国の財団法人新エネルギー財団（経済産業省資源エネルギー庁委託調査）資料によると工業用水、下水道も未開拓領域として有望である。

(訳文)

微型水力発電の可能性

水力発電適用於一年間降水量穩定，河川不乾涸的地區。但不像太陽能，什麼樣的場所都可以設置，也不像太陽光那樣，晚間和下雨天不發電。作為設置場所，有一定的落差，24 個小時水流穩定的地點為最佳。是發電能變動極少的基本負載電源。

在農業用水特有的干旱期，雖然與豐水期相比，發電量會減少，可是和太陽光比起來，還是可以期待其會有充分的發電量。加上，在日本取得發電用水利的權利，也比以前容易了。根據 2009 年 3 月由日本能源基金会財團法人、新能源財團（受經濟産業省資源能廳委託調查）所發表的資料，工業用水和下水道都是尚未開發的領域，很有潛力。

マイクロ水力発電のニーズ把握

世界的にはパリ協定発効以降、急速に ESG 投資などの環境エネルギー投資は増加している。日本に於いては、自治体を中心となって適地調査が全国的に展開された。近年環境省も環境アセスメントなども盛り込んだより詳しいポテンシャルマップを公開予定である。しかし、マイクロクラスの適地になると、農業用水管理組合管理の農業用水路利用、公園等の公水路、工業用水路が相応しい。売電に限らず、小型 EV、最近出回り始めた電動芝刈り機や農業用ハウスの電源にも利用できる。

(訳文)

掌握微型水力発電的需求

巴黎協定發效後，世界上向 ESG（環境，社會，企業統治）等環境能源加速投資。日本國內也以自治團體為中心，展開全國性的適地調查。近年，日本環境省也預定公開加進環境評估等更詳細的產量圖。可是至於能適用的微型類處，想必是利用農業用水管理組合所管理的農業用取水道，公園等的公水路，還有工業用水路是最適合的。不只可以賣電，還可用於小型電動車和最近開始上市面的電動割草机以及農業用溫室的電源。

マイクロ水力発電に必要な機材の選定

実際にマイクロ水力発電設備販売を事業として始めて見ると、水車、発電機等の基本機材も小なるが故に市販品が無く自社商品開発を行う必要があった。太陽光発電が多くメーカーで競って技術開発され、単にディーリングすれば成り立つと言うビジネス展開では無いと言うことである。マイクロ水力発電関連で使用出来る市販品としては、カー用品、キャンプレジャー用品としての市販の単相100V 入力12Vdc 鉛蓄電池対応出力の充電器、12Vdc 規格の鉛蓄電池、12Vdc 入力単相100V50/60Hz 出力のインバータ、自動車用直流発電機であるオルタネーターがある。オルタネーターはガソリン・ディーゼル等高速エンジン駆動対応であり、水車特に用水路で用いる開水路用無ケーシングのオープン水車と言う名の低速エンジン駆動対応では無い。即ちその無負荷開放速度は直径の大小、水の掛け位置上中下掛けに依るが通常10rpm~60rpmでその半速迄負荷を掛けるとしても5rpm~30rpmの負荷速度に対応する低速エンジン対応発電機の商品開発が必要である。

又充電器に付いても市販の範囲は12Vdc 8A 程度迄と見て10A 以上の商品開発を行った。

(訳文)

選定微型水力発電必要の機材

實際上、當開始展開出售微型水力発電設備業務後、我們發現、因為水車與發動機等的基本機材太小，市面上又沒有適當的產品，所以得由自家公司來研製。太陽光發電競爭火熱，技術研製也有一定的發展，同時這也證明了此業務並不容易。目前市面上的產品，可以用於微型水力發電的有車輛用品，野營用品的單相100v 輸入12vdc 鉛蓄電池的輸出充電器，12vdc 規格鉛蓄電池，12vdc 輸入的單相100v50/60Hz 輸出的逆變器，還有汽車用的直流發電機的交流發電機(Alternator)。交流發電機(Alternator)是用於汽油·柴油等高速引擎驅動器，水車獨有的用於渠道上的低速引擎驅動現階段是沒有的。特別是用於取水道的開水路，沒有名叫開放式水車。即沒有負載的開放速度也得根據直徑的大小還有水的上中下垂懸位置，通常以10rpm~60rpm 就是加到其半速的負載，也要研製應對5rpm~30rpm 的負載速度的應對低速引擎發電機產品。

有關充電器，市面上出售的範圍只到12Vdc 8A 左右，所以我們研製了10V 以上的商品。

製品の概要と特徴

ア) 低速対応エリス式発電機の商品開発

発電機はエリス式として500W機から開発を始めた。機能・構造としては、単純に回せば、直ぐに発電機のみで市販家電に給電出来る物として、出力単相100V、50/60Hzとした。水車の負荷速度は5rpm~30rpm、増速比は30倍~60倍、発電機の負荷速度は300rpm~900rpmと見て、同期速度をそれに

合わせ 12 極、18 極、20 極のファラデー電磁誘導則原理の回転式多極同期発電機的设计製作とした。

その場合の同期速度は、12 極では 50/60 Hz に対して 500/600 rpm、18 極では 50/60 Hz に対して 333/400 rpm、20 極では 50/60 Hz に対して 300/360 rpm になる。磁極は界磁制御を伴わない固定磁界とし近年商品開発され市販されているネオジウム永久磁石を採用とした。旧来のフェライト永久磁石に対して画期的な 10 倍以上の磁力を持ちネオジウム永久磁石電動機として実用化されていた故である。構造は自社工場で製作出来る意味で起電コイル円盤、永久磁石円盤を交互に回転軸に積層串刺し構造とした。先ず 500W 機を完成させ、次に 500W 機を並列に束ね一体化する方向で 1kW 機、3kW 機、5kW 機と発展させた。3kW と 5kW の意味は家庭用太陽光発電の基本単位が 3kW と 5kW と見てそれに合わせた。5kW は重量が 100kg 近く、それ以上の容量アップはコスト面からも無理と判断した。回転仕様の他メーカーとの大きな違いを端的に述べると、シンプル構造である為、無保守・無点検を実現出来ると考えており、メンテナンスコストが削減できる。また、界磁制御機能に関する部材が削減出来る上、増速倍率も低くて済み増速機のコストも削減できる。その上、コアレスコイル故のコギングトルクレスで、且つ塩ビの駆体故に鉄損無し銅損のみ故の高効率機電エネルギー変換で、更に他社多極低速コアレス発電機が外側に磁石円盤を配しそれ自体にベルトを掛けて回す所謂アウトロータ式に対し、エリスは内側に磁石円盤を配し車軸を小径のギア又はプーリーで回すインナーロータ式で低回転水車との結合でアウトロータ式に比し増速度を高く取れることはエリス式の他社コアレス発電機との差異であり利点である。

(訳文)

產品概要和特徵

A) 研發 ELIS 式應對低速的發電機產品

ELIS 式的發電機首先是從 500W 開始著手研發的。從功能. 構造上來說，單純的運轉，作為發電機立即可以給市面上家電供電，輸出單相 100V，50/60Hz。推測水車的負載速度是 5rpm~30rpm，增速比是 30~60 倍，電機的負載速度是 300rpm~900rpm，再配合同步速度設計製作了 12 極，18 極，20 極的法拉第電磁感應原理的運轉多極同步發電機。

屆時的同步速度，於 12 極，對 50/60Hz 是 500/600rpm，於 18 極對 50/60Hz 是 333/400rpm，於 20 極對 50/60Hz 是 300/360rpm。磁極是以不伴隨磁場調整的固定磁場，採用了近幾年研發市面上的釹永磁體。對既往的鐵氧體永久磁鐵有 10 倍以上的磁力，作為鐵氧體永久磁鐵發動機得到了應用。

因此構造在自家工廠就能製作出來，所以製造了電動線圈盤和永磁盤可以相互交替，在運轉軸上，是分層串構造。首先製造了 500W 臺，其次把 500W 機並行一體化，研發了 1kW 機，3kW 機，5kW 機。3kW 和 5kW 是配合一般家庭用的太陽能光伏的基本單位的 3kW 和 5kW。5kW 的重量將近 100kg，所以考慮了成本，認為不能再增加容量。與其他製造業在於運轉規格方面最不一樣之點，簡單說，就是構造簡單。還有，實現了可以不用維修，不用點檢，可削減維修的成本。另外，不只可削減關於現場控制功能的零件，而且可削減增速器的成本。由於是無芯線圈而齒槽轉矩不足夠

而且也是 PVC 的軀體而沒有鐵損只有銅損的高功率機械能量的轉換，加上其他公司的多極低速無芯發電機在外側配有磁盤，其本身掛上皮帶運轉就是所謂對外轉子類型，對此我們 ELIS 是在內側配有磁盤使用小徑齒輪的車軸或是滑輪運轉的內轉子類型與低速渦輪機結合而與外類型相比可以取得更高的增速度，這就是 ELIS 式和其他公司的無芯發電機不一樣的地方也是我們公司的產品的優勢。



▲永久磁石式多極單相同期インナーローター発電機 elis-GENERATOR
Permanent magnet multipole single phase synchronous inner
rotor generator
(elis-GENERATOR)

(訳文)

▲永磁多極單相同歩内轉子發電機 elis-GENERATOR
Permanent magnet multipole single phase synchronous inner rotor generator
(elis-GENERATOR)

イ) エリス式水車の商品開発

農業用水路中心の事業展開としてのマイクロ水力発電用水車としては、ケーシング(覆いカバー・囲い)無しのライナー(車輪)直径が小はφ1m前後から大は5m前後、幅は0.5m前後から2m前後のオープン水車(開放型周流水車)で、羽根枚数8枚~32枚、注水位置に依って上掛け・中掛け・下掛けと有る。特徴として、閉水路のプロペラ水車など閉水路水車に比べ、塵芥対策が容易である。(下 固定式プロペラ水車塵芥の状況(弊社実証)：塵芥用スクリーンを設置しているにもかかわらず定期的にオーバーホールが必要であった)この規模のマイクロ水力発電に於いて、塵芥対策を自動化すれば導入コストが大幅に上昇し、更には塵芥対策に専門人件費が必要で、この様な素人では処理できない外注の塵芥費用はキャッシュフローに致命的な影響を与えかねない。

(訳文)

B) ELIS 式水車的产品開發

以農業用取水道為中心進展業務，作為微型水力發電用水車，沒有外殼(覆蓋. 擋子)的車輪的直徑，小的有φ1m左右，大的有5m左右，寬度是0.5m至2m左右的開放水車(開放式周邊水車)，葉片的張數為8~32

張，根據灌水的位罝有上射式，中射式和下射式。其特徵是與水路隧道的螺旋水車等水路隧道的水車相比，塵垢對策較為容易。（下面：固定式螺旋水車的塵垢狀況(敝公司證實)：不管設有篩選粉塵的裝置也得定期性的仔細檢查。)於此規模的微型水力發電若導入塵垢對策自動化，不僅會大量激增成本，而且還須要專職人事費用。如此外行人實在難以處理，而且外包的塵垢費用也很有可能會給流動資金帶來致命的影響。



▲塵芥の堆積の様子
Status of dust
(訳文)

▲塵垢的堆積情況
Status of dust

そのようなメンテナンスコストの問題や、土木工事を極力減らすことができるため、イニシャルコストが削減できるオープン水車（開放型周流水車）の研究開発に特化することに決定し、実証実験（後紹介）の経験から羽根形状・羽根枚数・羽根角度により発電効率が大きく異なることから最適化を図った。

オープン水車は、水路にも堰を設けたり、護岸の嵩上げなども不要である。そもそも水車とは、水力学のベルヌーイの定理に基づく水力エネルギーの機械的回転エネルギーへの変換装置と換言出来るが、基本は水車設置水路の、はたまた注水側と放水側の高低差(落差) m に基づく位置エネルギー kW の効率的な機械回転エネルギー kW への変換が議論され通常効率は弊社の経験値からも上掛けで60%、下掛けで30%程度とされる。

そこで、このオープン水車の更なる高効率化を目的として、小型風力発電の研究開発でも実績のある国立大学法人長崎大学・回流水槽での研究開発の知見を多く所有し、最新の研究設備も所有する株式会社西日本流体技研とともに共同研究を行った。

開発した2種類の「WaterWeco」のうち、1種類は先行して2017年度日本機械学会年次大会にて長崎大学が発表した、コンペティターと比べて効率が17.4%向上した下掛け水車、そしてもう1種類は今までに無かった高効率中掛け（胸掛け）水車で、新開発下掛け水車同様、数値解析・流体解析・模型実験を経て最も良い効率のものを採用して商品化を行った。

効率は実際に弊社が約2.5年前より岡山県新見市高尾にある農業用水路で稼働している中掛け水車と流量・落差など流況条件が等しい縮尺模型を作成して行った。(下写真)

更に、第三者機関の認証に於いても効率を確認した。即ち環境省環境技術実証(ETV)事業に於いて約25%~30%程度で、模型実験の効率と一致した。更にコストダウンにも取り組んだ。

新見モデルは約2.5年前から稼働しているが、環境省 ETV 事業評価時点よりも数値解析による水車レイアウト変更により約1.0kW程度の発電量向上に成功した。現在の最大発電量は5.0kWになっている。新開発のピッチフラップ羽根を採用すれば、理論上、よどみありの場合より、更に発電量が上がることがわかった。

発電電力の通貨価値換算をする場合は、売電を行えば現在のFITだと34円/kW、農事用電力代替だと14円/kWとなる。後者の場合は、災害用の通信用電力・小型EVに利用を行えば、各種助成金の対象になるため、初期投資が最大で約3分の1となる。

(訳文)

由於會發生維修成本的問題，另外也能極力削減土木工程，所以決定要把重點放在研發上，才可削減開放式周邊水車的初期費用。以後通過實證實驗(以後再介紹)的經驗，按葉片形狀，葉片張數和葉片角度使發電功率大有不同。我們研製什麼才是最合理的。

開放式水車不用在水路築堰，也不用于提高加固護岸。所謂水車，本來是基於水力學的伯努利定理為水力能源的機械運轉能源的變化裝置，可是其基本到底是水車設置水路，或者是基於灌水側和防水側的高低之差(差距)m改變成位置能源，kW的功率性機械運轉能源kW都加以討論，以敝公司的經驗來看，通常的功率上射為60%，下射為30%左右。

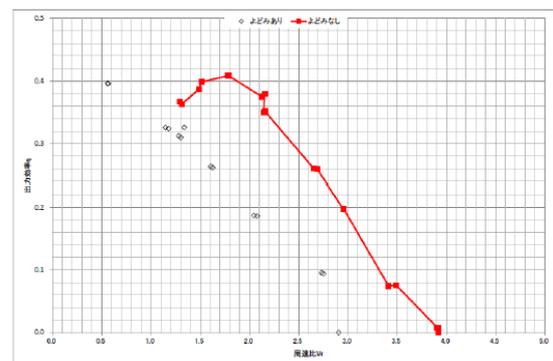
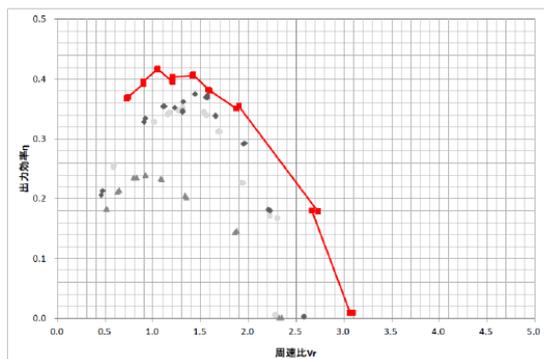
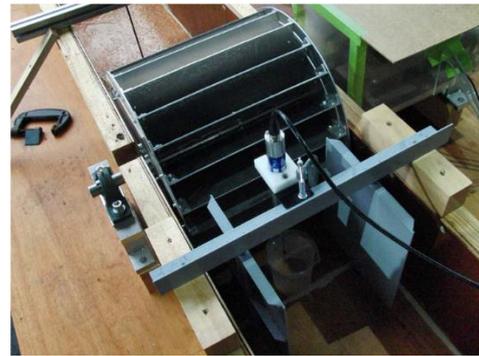
為了想再提高此開放式水車的功率，我們與國立大學法人長崎大學合作，因長崎大學在小型的風力發電研究開發方面，有著不同尋常的業績。而且在回流水槽的研發方面也很有經驗。另外我們還與具有最新研究設備的株式會社西日本交流體技研進行了共同研究。

研發的兩種「WaterWeco」之中，一種於2017年度日本機械學會的年次大會上，長崎大學作了發表，相比於競爭者的上射式水車的功率改善到17.4%，還有另外一種中射式水車(胸掛式水車)的高功率是以往未有的，與新研製的下射式水車一樣經過了數值解析，流體解析，模型實驗採用最佳的功率之後商品化。

功率是基於敝社自兩年半以前，在岡山縣新見市高尾的農用取水道運用的中射式水車和流量、落差等流動為條件做出同等縮尺的模型而實際進行的。(下面的相片)

而且，也經過了第三方機關的認證，確認了功率。也就是在環境省環境技術實證(ETV)事業約有25%~30%左右，與模型實驗的功率達到一致，而且我們還致力於降低成本。

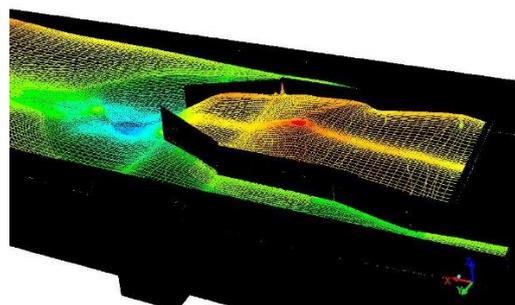
新見模式雖已約在2年半前開始運轉，根據數值解析，改變了水車設計之後，在日本環境省 ETV 事業評價時，成功的改善了約 1.0kw 左右的發電量。目前最大的發電量為 5.0kw。若採用新研發的“ピッチフラップ羽根”（英語：Pitch flap blade）（注：像注音符號「く」形狀的彎曲金屬零件）理論上，有 Yodomi（請參照以下事項）的情況下，已提高了發電量。換算發電電力的貨幣價值時，若依現行的 FIT，賣電為 34 日圓/kW，農事用電力代替是 14 日圓/kW。後者是若使用災害用的通信用電力。小型電動車就將成為各種補助金之對象所以初期投資最大才是 3 分之 1。



※よどみありの場合とは、水車が水に浸かっている状態を指す。新見市高尾農業用水に設置している水車は、水に浸かっている状態にあるため、よどみが水車効率に及ぼす影響を模型実験で検証した。

(訳文)

※所謂 Yodomi 是指水車全部沈浸在水裡面的狀態。由於設置在新見市高尾農業用水的水車狀態是沈浸在水裡面的，模型實際檢證了 Yodomi 給水車功率帶來的影響。



▲水車ブレードへの注水口の流体解析画像

▲Computer graphic of fluid analysis used in model experiment

(訳文)

往水輪機葉片的進水口の流體解析圖像

▲Computer graphic of fluid analysis used in model experiment



▲環境省の ETV 事業の認証を受けたブレード (左) と「Water Weco」のブレード (右)

左：発電効率 30% 右：発電効率 40%

(訳文)

▲取得日本環境省的 ETV 事業的認証葉片(左邊)

和「Water Weco」的葉片(右邊)

左邊：發電功率 30% 右邊：發電功率 40%

ウ)増速機

マイクロ水力発電の場合、水車回転軸と発電機回転軸の結合に於いて水車定格回転数が発電機定格回転数に対して遅い為、30～60倍の増速が要求される。これに対しては、これまで一般に多く普及していた減速機の逆利用や、その前に太陽光に追随し技術開発の進んでいる風力発電用増速機の転用を考えたが、スプロケット同士を組み合わせた構成の専門メーカーで製品を市販していることが分りそれを使うとして水車車軸と見かけ直結になり価格も其れなりに高価故、発電機を水车架台上に離して置き、第一段増速をスプロケット（軸ギア）とドライブチェーンで行い第二段を専門メーカー製増速機とするか、第二段以降もスプロケット・ドライブチェーン増速で行くかの選択になる。

専門メーカー品の増速機はエリス式の範囲300W～500Wでは40倍まで、1kW～5kWは30倍まで、又エリス式の範囲外5kW超～20kWは30倍まで、22kWは6倍までがカバーされているが、耐久性と保全修理に不確定性あり最高3段増速として $3 \times 3 \times 3 = 27$ 倍、 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 倍でスプロケット・ドライブチェーンを組み合わせる方が安価且つ故障時の修理も簡単である。

(訳文)

C) 増速機

以微型水力發電來說，水車運轉軸和發電機運轉軸結合，因維持水車規定的運轉數比發電機的額定轉速慢，所以得增速到 30~60 倍。

對此，雖也有考慮到利用一般普及的減速機反利用，或者是已有了一定的研製技術發展的風力發電用增速器，但因得知專門製造業已販賣鏈輪彼此組合構成的產品，所以想加以利用，以水車車軸為表觀直接連接，可是價格高貴，因此就把發電機隔開放在水車台上，然後把第一段增速以軸向鏈輪（軸齒輪）和驅動鏈以第二段，作為專業製造業製做的增速機，或是在第二段以後去選擇以鏈輪·驅動鏈增速。

專業製造商的增速機，到 ELIS 方式範圍 300w~500w40 倍，1kW~5kW 是 30 倍，又 ELIS 方式的範圍外 5kW 超~20kW 是 30 倍，22kW 各可維護到 6 倍，可是由於耐久力和保護維修存有不確定性就以最高的 3 層增速 $3 \times 3 \times 3 = 27$ 倍、 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 倍與鏈輪·驅動鏈搭配較為廉價，並且發生故障時的修理也較簡單。

その後の事業環境の変化への商品開発対応

2011年3月11日に発生した東日本大震災以降は、事業環境が激変した。それまで低炭素化の旗手とされて来た原子力発電が失速しエコ発電に FIT 強制買取制度が成立したことである。即ち売電の発生である。

小水力発電電力の売電単価は約 34 円/kWh として FIT 以前の 5 円/kWh に比して大幅にアップしそこで発生した新しい必要技術分野は電力会社線との結合技術と結合ユニットの商品開発であるが、電源ユニット専門メーカーからの OEM 対応とする。

(訳文)

為了應付之後事業環境的變化應研製的商品

2011年3月11日發生了東日本大地震以後，事業環境也有了劇烈的變化。在發生大地震之前，被視為先驅的原子能發電失效而環保發電成立了 FIT 強制性收購制度。即有了出售電力。

小水力發電電力的賣電單價假定為約 34 日圓/kWh，與 FIT 以前的 5 日圓/ kWh 相比其價格飆升，其次於技術領域須要的是與電力公司結合技術加上研製新商品，可要由電源裝置專業製造業 OEM 應對。

コンバーター・インバーター方式のシステム

通常後発の大手電気メーカー（以後他社と称す）の小水力用発電機は 6 極、4 極の少極永久磁石式三相同期発電機で定格同期速度は 1000rpm~1800rpm 定格出力電圧は 200/220V、50/60Hz になる。

即ちエリス式に対し高速発電機で 100V では 500rpm~900rpm、50V では 250rpm~450rpm である。

従って他社製発電機でエリス水車で発電となると 50V 程度の三相交流を得て直流にコンバート（変換）し、然る後に三相 200V 又は単相 100V 50/60Hz にインバート（逆変換・パワコンと通称）して電力会社と系統連系・売電とする。

これをコンバーター・インバーター方式と名付ける。弊社はこちらに関しても他社電機製品で対応できる体制を整えている。

（訳文）

轉換器・逆變器型系統

通常後發的大電氣製造公司(以後稱為他公司)的小水力發電機是 6 極, 4 極的少極永磁無鐵芯之三相同步交流發電機, 額定同步速度是 1000rpm~1800rpm, 額定輸出電壓是 200/220v, 50/60hz。

也就是相對 ELIS 方式, 高速發電機的 100V 是 500rpm~900rpm, 50v 是 250rpm~450rpm。

由此, 他公司製做的發電機要用 ELIS 的水車發電時, 取得 50v 左右的三相交流轉換成直流之後, 變成三相 200v 或是單相 100v 50/60Hz。與電力公司系統連接並出售電力。把此命名為轉換器・逆變器型系統。有關這方面敝社完善了應付他公司電器產品的體制。

導入事例の紹介

ア) 工場排水利用 ;

開放型上掛け水車 水車寸法 直径 1.5m 幅 0.45m 有効落差 0.7m
流量 10L/s 最大実出力 30.0W



イ) カヌー公園 ;

開放型上掛け水車 水車寸法 直径 0.9m 幅 2.2m 有効落差 0.9m
流量 50L/s 最大実出力 352.8W



(P9) ウ) 養魚場 ;

固定式プロペラ水車 水車寸法 直径 0.38m 有効落差 1.4m
流量 100L/s 最大実出力 809.3W



エ) 緑道公園；

開放型上掛け水車 水車寸法 直径0.7m 幅2.188m 有効落差0.4m
流量32 L/s 最大実出力63.0W



オ) 道の駅；

開放型上掛け水車 水車寸法 直径0.7m 幅2.188m 有効落差0.6m
流量15 L/s 最大実出力40.0W



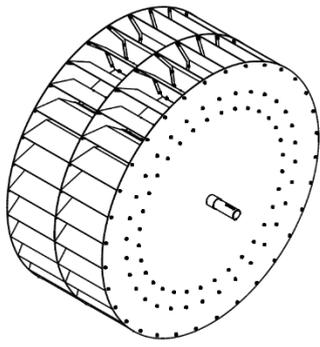
カ) 飲食店庭園；

開放型上掛け水車 水車寸法 直径1.5m 幅0.3m 有効落差1.5m
流量10 L/s 最大実出力60.0W



キ) 農業用水路；

開放型中掛け水車 水車寸法 直径3m 幅1.3m 有効落差1.75m
平均流量750 L/s 発電機容量7.5kW 最大実出力5000W



(訳文)

列舉引入的實例

A) 工廠排水利用：

開放型上射式水車 水車尺寸 直徑 1.5m 幅度 0.45m
有效落差 0.7m 流量 10L/s 最大功率輸出 30.0W

B) 獨木舟公園：

開放型上射式水車 水車尺寸 直徑 0.9m 幅度 2.2m
有效落差 0.9m 流量 50L/s 最大功率輸出 352.8W

C) 養魚場：

固定式螺旋水車 水車尺寸 直徑 0.38m 有效落差 1.4m
流量 100L/s 最大功率輸出 809.3W

D) 綠道公園：

開放型上射式水車 水車尺寸 直徑 0.7m 幅度 2.188m
有效落差 0.4m 流量 32L/s 最大功率輸出 63.0W

E) 公路站 (日語: Michi no eki 日本公路設施)

開放型上射式水車 水車尺寸 直徑 0.7m 幅度 2.188m
有效落差 0.6m 流量 15L/s 最大功率輸出 40.0W

F) 餐廳庭園：

開放型上射式水車 水車尺寸 直徑 1.5m 幅度 0.3m
有效落差 1.5m 流量 10L/s 最大功率輸出 60.0W

G) 農業用取水道：

開放型中射式水車 水車尺寸 直徑 3m 幅度 1.3m
有效落差 1.75m 平均流量 750L/s 發電容量 7.5kW
最大功率輸出 5000W



▲新開発水車「WaterWeco」（知的財産国際出願中）（左）新見市高尾農業用水路に水路を賃借して設置している環境省 ETV 認証水車（右）

（訳文）

▲新開発水車「WaterWeco」（知識産権国際申請中）（左）向新見市高尾農業用取水道租借取水道設置著日本環境省 ETV 認証水車（又邊）。

ク）建設中案件

▲津山桑谷発電所放流水に設置されたマイクロ水車（左）

連携事業調印式の様子（左から弊社代表桑原、宮地前津山市長、最上 J A つやま組合長（右）

※岡山県津山市との連携事業として、J A つやまの発電所放流水を活用、商用電源は利用せずキャンプ場で利用する EV の電源を供給する。防災上の観点からはもちろん、ガソリンスタンドの空白地帯の G S 代替 EV 充電設備としての可能性を実証する。

（訳文）

（H）建築中の工程

▲設置在津山桑谷発電所放出水の微型水車（左邊）

聯合事業調印儀式（從左面開始，敝社代表人桑原，宮地前津山市長，最上 J A 津山組合長）

※ 作為與岡山縣津山市聯合事業，利用 J A 津山発電所放水，在不利用商用電源，提供在露營地使用 EV 的電源。也證實了不光在防災上觀點上看有利，同時也證實了在沒有加油站的地區，EV 的充電設備代替汽油的可能性。

今後の展望

現在、①エリス式オープン水路水車、エリス式標準発電機の単体販売、②エリス式標準水車・発電機による各種開水路への 0.3 kW～5.0 kW 発電容量マイクロ水力発電設備一式販売、③ 2.2 kW～22.0 kW の範囲でのマイクロ水力発電設備一式販売または、エリス費用での設置と売電収入からの水路使用賃料支払いなどを事業範囲としている。特に地産地消モデルについては、近年、国の優遇税制や補助制度も拡充されている。電源の使用用途としては、電気自動車だけでなく、芝刈り機、農業用ハウス、更には災害復旧において欠かせないバックアップ電源としての普及を目指す。

また、課金システムに関しても、EV 充電の電子マネー決済システムを開発しており、太陽光発電と併用することも可能である。今後中山間地域など、人口減少によるガソリンスタンド空白地帯の汎用的な代替 EV 充電設備として、更なる効率向上、コストダウンなどのブラッシュアップを行っていく予定である。

(訳文)

今後の展望

現在 ELIS の業務範囲，①出售 ELIS 式開放水路水車，ELIS 式標準発電機
②出售 ELIS 式標準水車・発電機式各種開水路の発電容量為 0.3kW～5.0kW
微型水力発電の相關成套設備，③出售 2.2kW～22.0kW 範圍の微型水力的
出售電力發電成套設備，或由 ELIS 負擔設置費用，用賣電的收入支付水
路的使用費用等。特別是當地生產・當地消費型式中，近年國家也對此發
行了各種優待稅制和補助制度。作為電源用途，不只是電動汽車，割草
機，農業用溫室，以致普及於災害復原時不能缺少的儲備電源。另外，有
關收取使用費用的系統也研製了 EV 充電的電子貨幣付款系統，同時也可
與太陽能發電併用。今後在山間地區等，由於人口的減少，在沒有加油
站的地區，也可以廣泛的利用 EV 充電設備，我們也會為進一步的提高功
率，同時也為削減成本等而努力。

三宅 頼人



経歴

2016 年 (株) エリス入社 小水力統括責任者

小嶋 剛毅



経歴

2009 年 (株) エリス技術顧問
電気学会会員 第二種電気主任技術者

(訳文)

三宅 頼人

經歷

2016年 加入(株)ELIS 小水力統一主管負責人

小嶋 剛毅

經歷

2009年 (株)ELIS 技術顧問

電氣工程師學會會員 II型電氣總工程師

問い合わせ先:

Web site: www.elis.tv www.waterweco.com

Phone number: 086-264-8080 Fax number: 086-264-8086

E-mail address: info@elis.tv

Address: 岡山市南区福田174番地

2018年5月31日記

(訳文)

諮詢窗口:

Web site: www.elis.tv www.waterweco.com

Phone number: 086-264-8080 Fax number: 086-264-8086

E-mail address: info@elis.tv

Address: 岡山市南区福田174番地

2018年5月31日