

# 市民参加型小水力発電所「元気君1号」

なかごみひでき  
中込秀樹

## はじめに

私たちは、これまで石油・石炭・天然ガス等の大量の化石燃料を消費しながら豊かな暮らしを享受してきた。しかし、今、それから発生した二酸化炭素によって地球の温暖化が始まっている。大型台風の度重なる襲来、熱帯・亜熱帯の動植物の北上等々、地球の温暖化は、既に我々の身の周りに様々な現象を引き起こしつつある。本件の舞台となる都留市でも「マツクイムシ」の北上により、山々の赤松は瀕死の状態となっている。かつて寒い冬のさなか、校舎や竹やぶの裏に作ったスケートリンクで、白い息を吐きながら皆で遊んだ源風景は一体どこへいつてしまったのだろうか。

そうした地球温暖化への対処を目的として1997年には「京都議定書」が採択され、2005年の2月16日にはロシアの批准に伴い発効した。それから約2年、十分な成果が得られないまま、我々はもうすぐ第一約束期間(2008年～2012年)を迎えようとしている。

一方、化石燃料そのものが現在枯渇しつつある。既に石油生産のピークを過ぎた地域も多く、今のままのペースで使い続けると、今後そんなに遠くない将来、化石燃料は枯渇することになる。

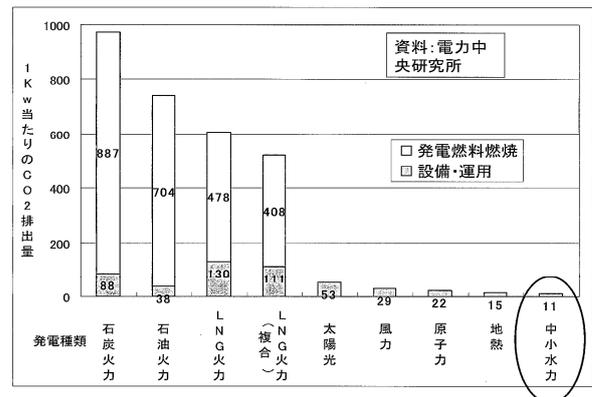
この化石燃料の大量消費が招いた弊害、それとこれから直面する化石燃料の枯渇、人類の歩むべき道は明確である。そうした人類の歩むべき道の先には水力発電を初めとするクリーンエネルギーに立脚した社会が見えてくる。

## 1. 水力発電の可能性

地球の温暖化や化石燃料の枯渇等、人類の抱える大問題に対し、二酸化炭素を排出せず、また、化石燃料を消費しない水力発電の開発は、模範解答の一つである。ここに来てガソリンや灯油の値上げが相次ぎ、人々の懐を直撃している。そうした痛みを伴う身近で切実な問題は、これまで採算性に難があるとされていた小水力発電の開発・普及にとって力強い追い風となっている。小水力発電は、今後発展の期待される分野の一つなのである。

一方、国の施策としても小水力発電は、太陽光発電・風力発電等に代表される新エネルギーの仲間に組み入れられることに

なり、補助金の増額ばかりでなく、これまで障害となっていた様々な許可事項に関しても、以前よりも取り組み易くなることが期待される。



CO2排出量発電方式比較表

## 2 発電所建設のきっかけ

都留市では、平成15年2月、小水力発電などのクリーンなエネルギーの導入促進を目的とした「都留市地域新エネルギービジョン」が策定された。また、翌年には節目となる市制50周年を迎えようとする背景の中で、「水のまち都留市」に相応しいシンボルが求められていた。

そこに提案されたのが、本テーマである発電用開放型下掛水車である。(写真-1) 市役所構内を流れる家中川を利用した水力発電用の大型水車の建設は、自然エネルギーの導入を解かりやすい形で市民に提示するとともに、「水のまち都留市」を象徴するシンボルとして絶大な存在感を示すものと期待された。



写真-1 都留市民発電所「元気君1号」(開放型下掛け水車)

### 3. 家中川の歴史

家中川は、富士山の伏流水を集めて流れる桂川より、市内の名所となっている田原の滝上流で取水され、桂川左岸段丘上に広がる集落や耕地を潤しながら流れる準用河川である。また家中川は、都留市役所の構内においては、暗渠の形で地下を流れており、地上は駐車場・駐輪場として利用されている。

由来は古く、400年近く昔の江戸時代、寛永14年(1637年)、当時この付近の領主であった秋元泰朝(やすとも)により開かれたとされ、文字通り旧城下町の御家中(家臣)の屋敷の間を流れていた。

従って、家中川は人工河川、つまり用水路であり、現在でも常時1~1.6m<sup>3</sup>/sの水が流れるようにコントロールされている。家中川の水は用水路としてばかりでなく、かつては地場産業として発達していた繊維産業の動力源としても利用され、市役所の下流側には昭和30年代までは水力発電所が存在し、稼働していた。

そのように家中川は、市民の川として古くから多様に利用され親しまれてきた反面、生活塵の多さも特徴の一つとなっている。(写真-2)

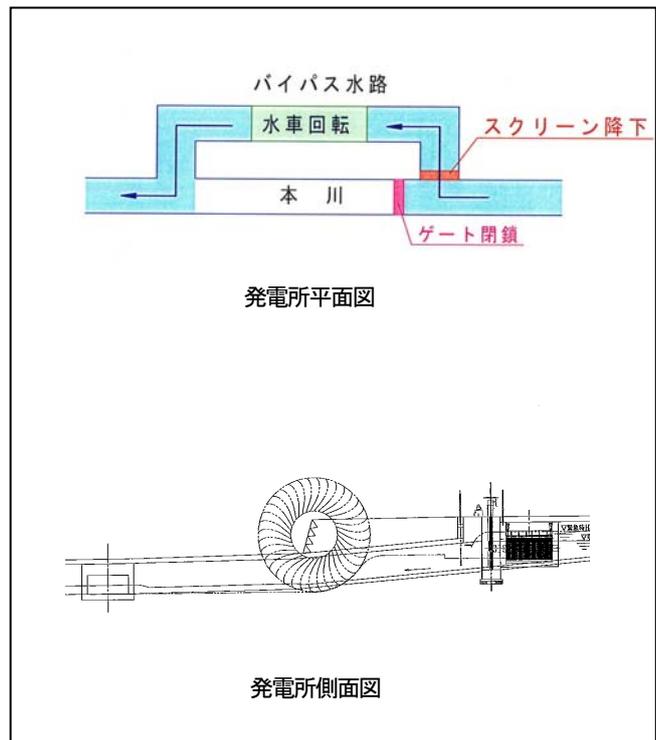


写真-2 都留市役所前の家中川

### 4. 発電所の概要

都留市では平成15年度より、市役所の構内を暗渠で流れる家中川において、隣接する谷村第一小学校の校庭との間の約2.0mの落差を利用して、最大出力20kWの発電能力を持つ市民発電所の建設が計画された。

発電装置を設置するために本川からバイパス水路を導き、そこに国内初であり形式としても最大級となる直径6.0m、幅2.0mの開放型下掛水車が設置されることとなった。



水力発電施設では、水の力で回転する部分を水車と言ひ、通常は密閉され、フランシス型・クロスフロー型・カプラン型など工学的には様々な形式・形態が存在するが、本発電所では文字通り、一般の人誰もが水車と認識できる世間一般で言う「水車」を使用している。開放型で多少効率は落ちるが、原理が明快で解かりやすく、水を受けとめ乗せる羽(ブレード)の部分が木製であるため、景観的にも親しみ易い形態となっている。(本件ではゲートも木製である)

本発電所においては、前述の通り、まっすぐな本川から直角にバイパス水路を取り、取水口には除塵スクリーンを設けて大きな塵が水車に届くのを防いでいる。発電は、バイパス水路の間に水車を設け、それを水の力でゆっくり回転させ、増速機で回転数を上げて発電機を回している。発電後の水は、下流で再び本川に戻している。

また、本事業の資金は、事業費全体で約4,300万円である。本事業の資金計画の特徴としては、以下の点が上げられる。

- ① NEDO(独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)から新技術を採用した部分(除塵システムに関する部分)に対して50%の補助金を受けている。
- ② 市民公募債(つるのおんがえし債)を使用している。

除塵システムについては、本件で考案したシステムがNEDOの新工法として承認され、除塵装置を含めたバイパス水路全

体に対して50%の補助金が与えられた。

また、市民公募債については、1口10万円まで50万円まで、利率は当時の国債0.8%に0.1%を上乗せ(=0.9%)、5年満期一括償還、対象は20歳以上の都留市民に限定という条件で募集したところ、「つるのおんがえし債」というすばらしいネーミングも効を奏し、市民の反響は予想以上に大きく、予定人数40人のところへ161人の応募が殺到し、抽選により債権購入者が決定された。

以上により、事業費約4,300万円の内、1,500万円がNEDOからの補助金、1,700万円が市民公募債、残りの1,100万円が都留市の一般財源でまかなわれた。

## 5. 発電所の構造

### (1) 水車

開放形水車では、世界トップクラスの水車メーカーであるドイツ・ハイドロワット社の下掛け水車(出力23kW、回転速度4.3min<sup>-1</sup>)を採用した。水車の動力は、ギヤボックスとベルトにて1200min<sup>-1</sup>に増速され、発電機へと伝達されている。水車の外形は、直径6m、ブレード幅2mで、合計36枚の木製ブレードから構成されている。

### (2) 発電機

東洋電機製造社製で、インバータ制御の永久磁石式三相同期発電機(出力22kW、電圧200V、回転速度1200min<sup>-1</sup>)を採用。

### (3) 制御盤

発電機用インバータ、系統連系用インバータを内蔵した電力変換用のパワーコンディショナ盤と、PLC(プログラマブルコン

トローラ)や保護継電器などを内蔵した全系制御表示盤などで構成されている。

### (4) 送配電

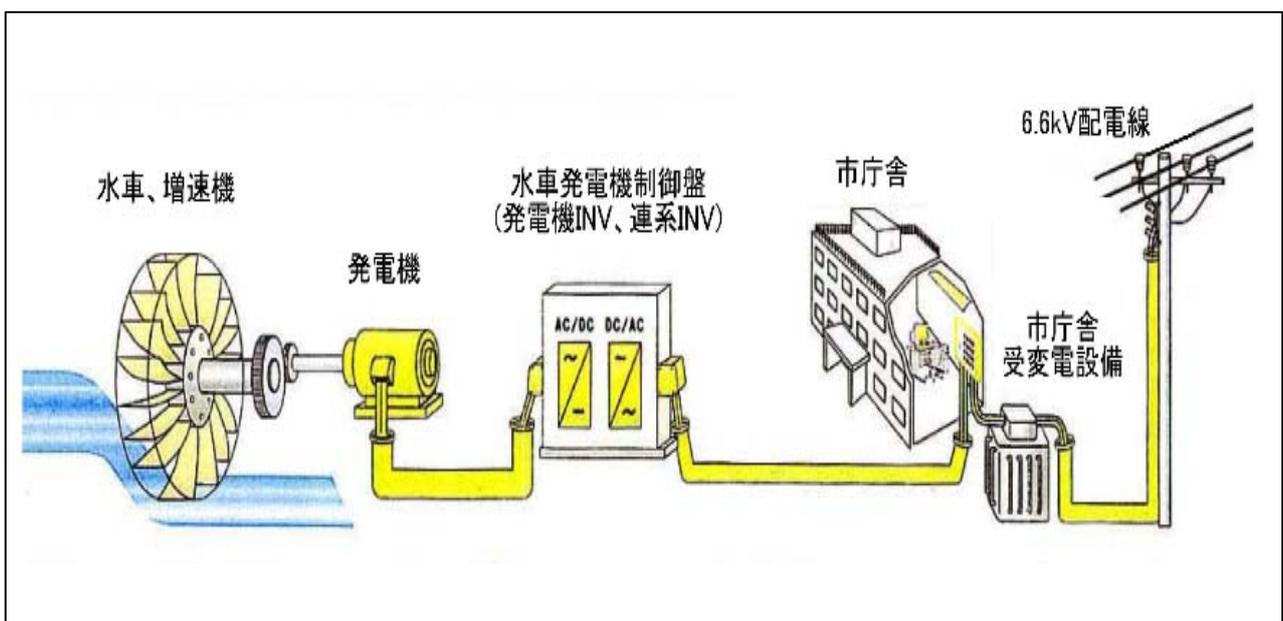
パワーコンディショナ盤でAC200V、50Hzに変換された電力は、市庁舎の高圧受電設備の低圧動力回路に連系している。庁舎内電源として利用するとともに、休日、夜間などの余剰電力は、東京電力(株)に売電している。

### (5) 電気設備の特徴

一般的に、このクラスの水力発電設備の発電機は、三相誘導発電機が使用されるが、今回はインバータ制御の永久磁石式三相同期発電機を適用した。この利点としては、変流量、変落差に対して最も良い水車効率となるよう回転速度を変えて運転できること(高効率可変速運転)、運転力率を常に100%に出来ること、および系統連系用インバータに系統連系に必要な単独運転検出装置などの保護装置が標準装備されていることからトータルコストが低減できる点である。

このシステムは、風力発電設備の瞬時電圧変動対策などを目的としては良く用いられるシステムであるが、小水力発電に適用されたのは、国内では初めてと思われる。

なお、水力発電設備に永久磁石式同期発電機を適用する場合の注意点は、負荷遮断などで回転速度が上昇した場合に、発電機電圧も上昇して過電圧となることである。したがって、発電機主回路は過電圧に十分留意して設計する必要がある。当設備の場合、回転速度が上昇した場合、ダミーロードで負荷を掛け、回転速度上昇を抑制する制御を行うことによって、過電圧を防止している。

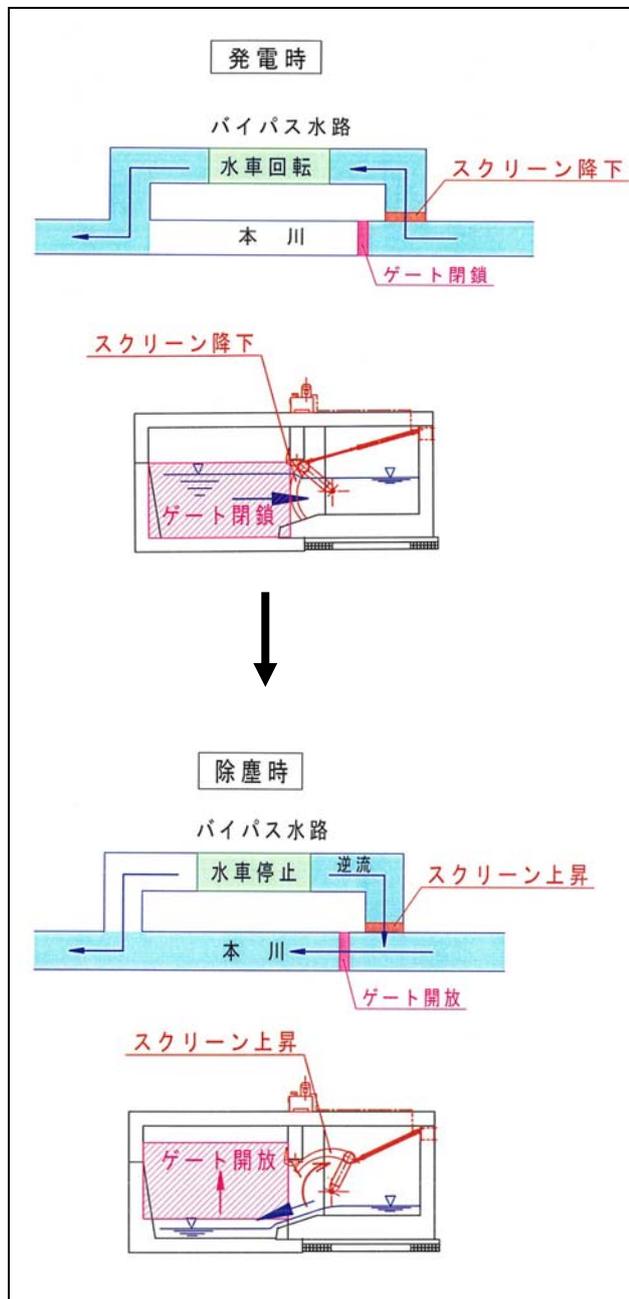


水力発電システムの概要

## (6). 除塵システム

これまでの自動除塵装置は非常に高価であるため、本件に使用することが出来ず、新規の除塵システムを考案した。発電装置が下掛水車で、発電の停止と再開が容易であるため、除塵の際には発電を一旦停止し、水車のあるバイパス水路の水を逆流させ、同時に取水口の除塵スクリーンをレーキの間から引き上げてゴミを掻き落とし、逆流水とともに本川に戻す方式を提案した。また、発電停止から再開に至る一連の動作をプログラムし自動運転を可能にした。

上空に床版を設け、床版上を駐輪場として使用する計画としたため、除塵スクリーンを上方に引き抜くことが出来ず、スクリーンの形状を円弧状にし、円弧に沿って全体を回転させることにより、塵を掻き落とす方式を採用した。



## 6. 発電所建設の効果

完成した市民発電所は、「元気君1号」とネーミングされ、働くモニュメント・稼ぐモニュメントとして平成18年4月に稼働を始めた。直径6mの水車は、下の小学校から見上げるとかなり迫力があり、水のもつ力強さを人々にアピールしている。また、陽射しの中ではじける水は、校庭で遊ぶ児童や市役所を訪れる人々に、発電の原理だけでなく、地球温暖化防止の大切さやクリーンエネルギーのすばらしさを伝えている。

これまでに「元気君1号」は、73,134kWhの電力を発電し、約13tの二酸化炭素の発生を削減している。(平成19年8月の時点)

この元気君1号は、先ごろ、経済産業省新エネ大賞(エネルギー財団会長賞)を受賞した。(写真-3)水資源が豊富な地域特性を活かし、市民参加型の小水力発電所を市庁舎前に建設し、市民に対する普及啓発に積極的に取り組んだ点を評価されたものである。



写真-3 授賞式に臨む都留市長

また、元気君1号が完成してからこれまで、一般の人ばかりでなく、他の地方自治体の職員や議員団、あるいは農業関係者など、県内外から多数の見学者が団体で訪れ、その数は実に2000人近くに及んでいる。彼(元気君1号)は、都留市の市政を広く世間にアピールする有能なメッセンジャーとして、実に良く働いている。

着させることを都留市は目指している。

## 7. 都留市の将来構想

都留市では、平成18年度に経済産業省関東経済産業局における電源地域振興指導事業の一貫として、財団法人広域関東圏産業活性化センターが行なった受託研究の中で、「小水力発電のまち（アクアバレーつる）」の振興方策に関する報告書が取りまとめられた。この報告書では、「アクアバレーつる」構想を推進するため、市内で小水力発電に対する有望個所を選定するとともに、電力の供給先や地域資源との複合的な活用方法について検討が行われている。

この中で特に重点的に調査されたのは、農業分野とのコラボレーションに関して、新たな7つの有望個所に関してである。農業分野への電力活用では、近年注目を集めている「無洗野菜」「無農薬野菜」の育成を可能とする「未来型農業」を取り上げており、これは、発電した電力で点灯するLEDなどを導入し、野菜の育成を助長させるものである。報告書の中では、生産コストや採算性など、その可能性を細かく検討されているが、この分野に対する小水力発電で得た電力の活用が実現すれば、低コストで生産できる高付加価値の地域特産品の創出も夢ではない。

また、小水力発電の有望個所に対しては、既に2河川（NPO法人が1河川1カ所、都留市が1河川2カ所）で流量調査が始まっている。同時に、(財)新エネルギー財団(NEF)の「平成19年度 hidroバレー計画開発促進調査」においても市内の2地点が調査地選ばれ、発電所建設の可能性について検討がなされている。都留市では、そうした調査や検討結果を踏まえ、「元気くん1号」に続く2号、3号の早期着工を目指している。

(財)新エネルギー財団で取り上げられている2地点は、「元気君1号」が稼働している家中川の「元気君1号」からそれぞれ約200m及び約500m下流側の地点である。200m下流の地点は谷村第一小学校の敷地内にあり、発電所が完成すれば「水力発電所のある学校」としての特色ある学校（環境）教育につながる。他方、500m下流の地点は、約100年前に山梨県下で2番目に電力供給を行ったとされる「三の丸発電所跡」であり、発電所ができれば都留市の歴史や水力発電との関わりを再認識するきっかけを与えてくれる。

しかし、最も期待されるのは、そうした個々の特色ある発電所が集まることにより、徒歩で見て回れる「水力発電の野外博物館(フィールドミュージアム)」としての効果である。街中に、それも限られた範囲の中に、様々なタイプ発電所が存在し、それを徒歩で見て回ることができる環境、それは、小水力発電の普及啓発に役立つばかりではなく、日本の他の地になく極めて貴重な観光資源となり得るものである。

将来的には、小水力発電所の整備を目指すばかりでなく、市民を主体とする発電所運営団体の育成、エコツーリズムを展開するNPO団体とのタイアップ等々、様々な方法で市民パワーを結集し、「アクアバレーつる」の名称を全国区のものとして定

## おわりに

都留市のこれまでの取り組みは、特色ある地域作り、また地方の活性化対策の一つとして高く評価することができる。しかし、それは同時に環境問題に対する挑戦という側面も見逃すことが出来ない。全国には廃止された発電所や急勾配の用水路、砂防ダムなど発電の可能な地点は極めて多く存在しており、それが日本という国全体の特徴でもあるからである。

今は「京都議定書」の次のステージについて盛んに論じられている。しかし、「CO<sub>2</sub>排出量の6%削減」という約束、我々は目先のその約束を本当に守れるのだろうか？

日本は、クリーンエネルギーの開発ばかりでなく、今後はあらゆる地球温暖化防止対策をこれまでも増して強力に推し進めていかなければならない。そしてそれは我々自身も例外ではない。地球の上に住む住人の一人として、化石燃料の消費を抑えた新たな生活様式を身に付けなければならない時期に来ている。

人類にとって共通の生活の場である地球の温暖化は、国家・人種を越えた大問題であり、現人類が子孫に残す極めて重大な負の遺産である。我々には、そうした負の遺産を少しでも軽減する義務がある。