

工場内の水エネルギーを活用した 小水力発電装置の開発と実装

小島プレス工業株式会社

1. はじめに

当社は昨年「創立75周年」を迎えた。社是を「和」と定め、全員参加で取り組んでいる。会社内における「和」だけではなく、家庭・地域・社会、更には国際社会の発展につながり、この「和」こそが、当社の基本精神である。

また、当社には「物を大切にする、生かせ」・「物の命を全うせよ」の考えがあり、今も脈々と受け継がれている。

また、2005年に地元愛知県において「愛・地球博」が「自然の叡智Nature's Wisdom」をテーマとして開催された。そして、その精神を企業活動に取り入れ、社会全体活動へと展開している。

2. 活動の概要

工場内には眠った水エネルギー（工業用水：工場冷却水）がある。その水エネルギーを有効に活用するために、国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科と産学連携して、3Dプリンター（3次元造形機）により従来の形状と異なる「高性能な水車形状（特許出願中）」を生み出した。

そして、小規模工場においても利用を可能とする低価格・省スペースな「小水力発電装置」を構築した。

更に、この活動は西三河工業用水道協会（会員：120社）・豊田商工会議所（会員：約6,000社）・豊田市（人口：約42万人）と連携して、同業他社等の工場内の眠った水資源（工業用水：工場冷却水）の有効活用を推進している。

3. 活動の目的

当社は「スマートグリッド（賢い電力利用）」のモデル企業をめざして、再生可能エネルギーの活用等を実施してきた（【図1】参照）。

その中で、河川の利用による「水力発電」を検討したが、水利権の問題等があり困難であった（【図2】参照）。

「スマートグリッド（賢い電力利用）」への挑戦

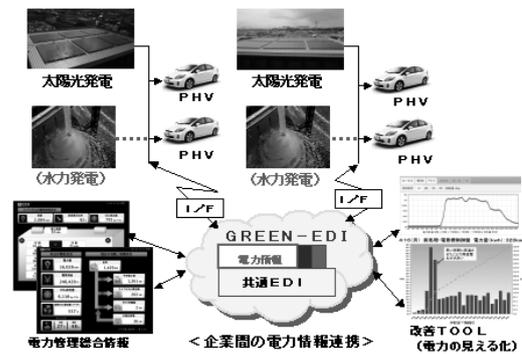


図1 「スマートグリッド」への挑戦



図2 一般的な水力発電装置



図3 工場内の水エネルギー：工業用水

そこで、河川以外の場所で「水力発電」ができないか、調査したところ、工場内に眠った水エネルギー（工業用水：工場冷却水）が豊富にあることが分かった（【図3】参照）。

そこで、その水エネルギーを有効に活用した「水力発電装置」を提案することになった。また、他の工場においても同様の状態になっており、同業他社等の工場内の眠った水エネルギー（工業用水：工場冷却水）の活用も可能であることが分かった。

また、豊田市は「環境モデル都市」として、「人と環境と技術が融合する環境先進都市」をめざしている。そして、当社も「サステナブル・プラント（自然と調和する工場づくり）」をめざした活動を推進している（【第4図】参照）。



図4 人と環境と技術が融合する環境先進都市



図5 大量に水が流れている場所を選定



図6 水車式

4. 活動の内容

工場内の水エネルギー（工業用水：工場冷却水）を利用した「小水力発電装置の方式」を検討することになった。

そして、大量に水が流れている場所を選定した（【図5】参照）。

そして、一般的な「水車式」を検討した。しかし、大きなスペースを必要とした。川の中であれば問題ないが、工場内ではスペースを取り過ぎるため、不採用とした（【図6】参照）。

次に、一般的に採用されている「スクリー式」を検討した（【図7】参照）。この方式は、スクリー（篩）の性質から斜めにセットする必要があった。しかし、当社の設備等の設置は「直線・直角」を基本としており、斜めのセットは不可とした。なぜならば、「直線・直角」は最短距離となり、設備等の設置の基本としている。

そこで、「スクリー式」を直角にセットできないか検討した。しかし、「スクリー式」の筒を直角にすると、水がつまり逆流する場合がある。そして、その水を逃がす別の筒も必要となることが分かった。

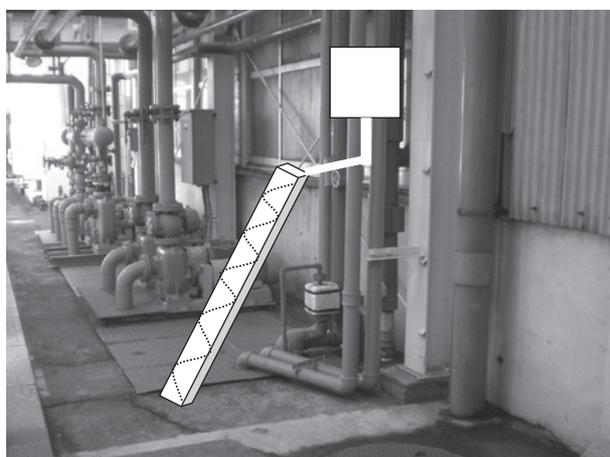


図7 スクリー式

そこで、これらの問題を解決するために、水車作成の実績がある「名古屋大学大学院環境学研究所」に共同研究をお願いした（【図8】参照）。

そして、定例会議を開催して実験結果等を確認しながら、解決策を関係者で検討した。

筒の中に水車を挿入する場合は、やはり斜めにセットする必要があった。しかし、当社としては、「直線・直角」にこだわった。そこで、新たな方式を検討することになった。

名古屋大学大学院との共同研究により開発
『傘型らせん水車』

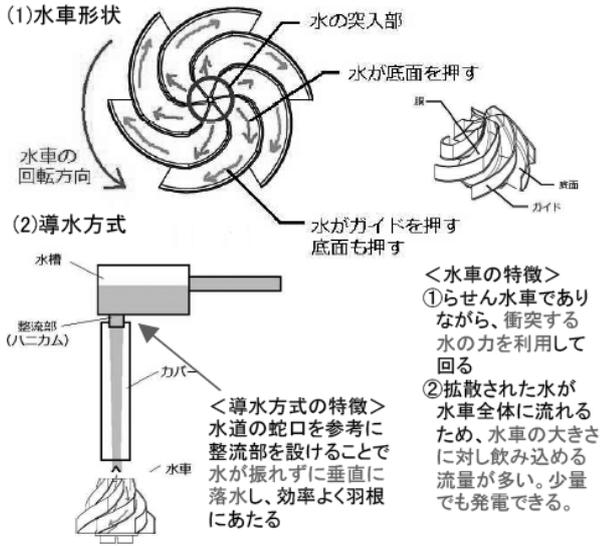


図8 名古屋大学大学院との共同研究

それは、筒の外に水車をセットする案であった。このことにより「傘型らせん水車」構想が誕生した。この「傘型らせん水車」の形状は、今までにない形状であるため、水車の羽をどの様な形状にするかの良いか等の実験が必要となった（【図9】参照）。

実験を繰り返した結果、従来の形状と異なる「高性能な水車形状」を共同開発することができた（【図10】参照）。

そして、「高性能な水車形状」の設計図が完成した。次に、水車の実装段階に入り、水車を加工する業者に、



図9 名古屋大学大学院での実験状況等

その設計図を渡したところ、加工が不可であることが分かった。

一般的に当社で設計する場合、当社の設計者は「加工技術を考慮した設計」をする。しかし、大学研究室での設計は、加工技術を考慮しない「究極の形状を設計」することになった。

通常であれば、ここで「加工が不可な形状」であれば、「加工が可能な形状」に設計変更することになる。しかし、当社では、数年前より自動車部品開発の試作品作成に利用している「3Dプリンター（3次元造形機）」があった。「3Dプリンター（3次元造形機）」は、従来の加工技術では不可能な形状も加工が可能としている（従来の加工法である「削る」・「曲げる」等をする事無く、樹脂材・鉄材等の粉末を積載加工するため、どのような形状も加工が可能としている）。

そして、3Dプリンターを利用して「高性能な水車形状」を構築した（【図11】【図12】参照）。

衝動水車実験結果比較

	プロペラ型	傘型6枚羽	傘型4枚羽	らせん水車縦置き
水車写真				
直径[mm]	170	150	150	200
羽根高さ[mm]	95	95	95	300
材料	プリキ	アクリル	アクリル	鋼板
最大効率[%]	8.9	23.7	20.7	11.5
トルク[Nm]	0.030	0.106	0.132	0.077
回転速度[rpm]	265	277	236	88
流量[l/s]	1.17	1.45	1.77	1.38
落差[m]	0.8	0.91	0.91	0.47
備考	・羽根は手作りで精度が悪い。ガイドがなく水が飛び出してしまう。	・3Dプリンタにて製作。飛び出した水は流速が落ちきれていない。	・羽根6枚と同様。同流量での出力はやや低い。	・水車上部で水の勢いがほとんどなくなっているよう。ピッチが狭すぎるように見える。

図10 衝動水車実験実感比較（一部）

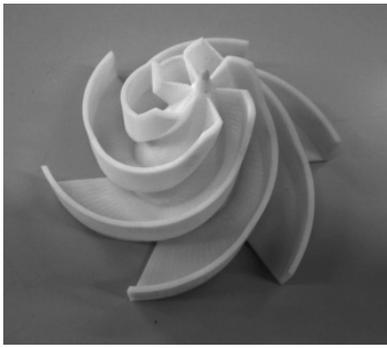


図11 高性能な水車形状



図12 高性能な水車形稼働状況

5. 活動の特徴

<工場内の眠った水エネルギーの活用>

- ・ 水利権の問題を解消した、生態系への影響が生じない、法人向け「水力発電装置」を提案。

(一般的な河川での「水力発電装置」は、水利権の問題があり、一般企業では困難となっている。しかし、一般企業の工場内には、多くの水エネルギーがあり、手軽に「水力発電」が可能となる)

<省スペース化>

- ・ 水車が小型となる、新たな垂直設置型「水力発電装置」を開発。

(一般的な水車形状の場合、大型となり自然の中であれば問題ないが、この「水力発電装置」は小型で省スペースとしている)

<超低落差での発電可能な水車形状>

- ・ 超低落差でも発電が可能な「傘型らせん水車」を開発。
(一般的な水車においては、落差がある程度必要としているが、この「水力発電装置」は超低落差でも発電を可能としている)

<3Dプリンターの活用により低価格化>

- ・ 3Dプリンター(3次元造形機)は、金型の作成が不要となり、製作費・工数を大幅に削減することが可能。

(一般的な加工の場合、金型等が必要となるが3Dプリンターを利用する場合は、材料費のみとなる)

<メンテナンスフリー>

- ・ 循環する工場冷却水を利用した場合、水車の弱点となる異物挿入がない。

(一般的な河川等に設置した水車の場合、異物混入が一番の弱点となっている。しかし、工場の工業用水を利用する場合は、一般水道と同様に異物挿入が無く、メンテナンスフリーとなる)

6. 活動の効果

- ・ 従来の水車と比較すると、約2倍の能力となる「高性能な水車形状」を考案。
- ・ 工場冷却水システムの位置エネルギー損失を約15%回収。

7. 工夫した点

<特に留意した点>

- ・ 来の製造技術では困難な「傘型らせん水車」を、3Dプリンター(3次元造形機)により可能とした。(製造を考慮しない、「性能を優先した水車形状」を研究室で追究した<産学連携により実現>)。

<工夫した点>

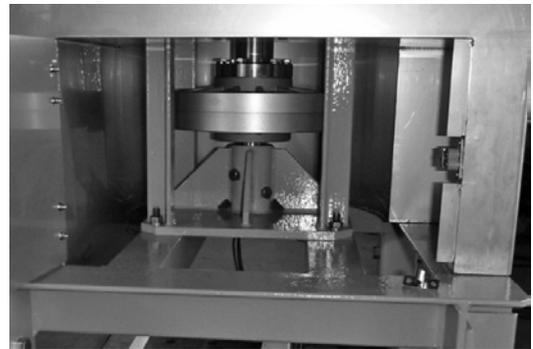
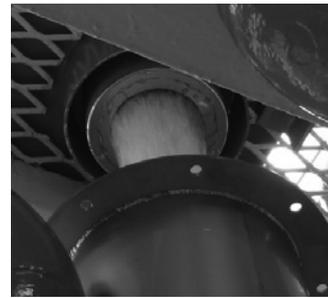
- ・ 水力発電で発電した電気は、「災害対策用蓄電池」にも充電して、非常時に活用する(【第13図】参照)。

<苦労した点>

- ・ 筒型水車の場合、「水のみ」を考慮した迂回用の配管が必要となる。しかし、水車を配管の下部に設置することにより、「水のみ」が発生せず迂回用の配管を不要とした。

8. 今後の計画

- ・ 関連会社等の工場内の水エネルギー(工業用水:工場冷却水)への導入拡大<実施可能箇所:約30箇所>
- ・ 西三河工業用水道協会・豊田商工会議所・豊田市と連携した各種活動の展開(見学会・研修会等)。
- ・ 発電した電気の有効活用「工場内の無人搬送車への充電」及び当社「スマートグリッド」との連携。
- ・ 更なる小型化・低価格な「小水力発電装置」の開発及び「水平方向型の水力発電装置」の開発。



<災害対策用蓄電池>

図13 小水力発電装置（全体写真）

9. おわりに

当社の「物を大切にする、生かせ」・「物の命を全うせよ」の考えから、再生可能エネルギーの活用となる「小水力発電装置」に発展した。そして、工場等の設備設置の基本となる「直線・直角」の考え方が、高性能な

「傘型らせん水車」を誕生させた。今後も、会社内だけでなく、地域・社会、更には国際社会の発展に全員参加で取り組む。

小島プレス工業株式会社