

新技術説明会、JST（東京）2011年6月24日

# 新規構造の起動性の良い往復流対応 形軸流タービン風車の開発：（円筒を 前縁とする平板羽根の軸流タービン）

伊良部邦夫  
（琉球大学工学部）

# 内容目次

1. 研究の背景
2. ウェルズタービンの特徴および各種タービン風車の性能
3. 本提案のタービンの形状・特徴と提案理由
4. 実験装置と実験方法
5. 実験結果と結論
6. 従来技術とその問題点
7. 本発明技術の特徴と従来技術との比較
8. 本発明タービンの産業上の利用可能性
9. 想定される業界
10. 実用化に向けた課題
11. 本技術に関する知的財産権

# ■ 1. 研究の背景

➤ 近年、地球環境保全や石油、石炭などの化石燃料の減少、超高密度エネルギー（原子力等）の問題に関連して、太陽光や風力、波力などの自然エネルギーの有効利用への関心が世界的に高まっている。

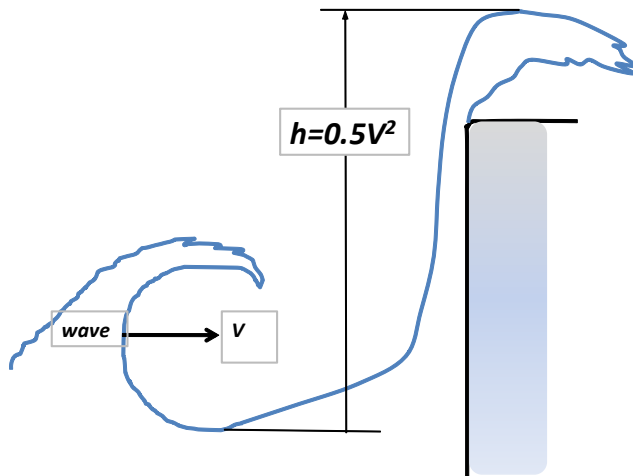


図1. 波と越波

➤ 波力利用の一つの方法：タービンの使用

- ・波の運動を空気流に変換して、空気タービンを稼働させる方式がある。
- ・波の上下、空気の往復流に追従して、常に同一方向に回転するタービンが求められる。

[現状例]

① 案内・切換弁使用のタービン：

- ・タービン羽根は、捻れを持つ。
- ・案内弁や切換弁を使用するので設備が複雑化。

② ウエルズタービン：

- ・タービン羽根は、捻じれがない。案内・切換弁が不要

## □\_2. ウェルズタービンの特徴および各種タービン風車の性能

ウェルズタービン (図2) の特徴：  
①軸流形、高回転数を有する。  
②往復流中でも同一方向回転。  
③対称翼形、高度な製作技術と相当設備が必要。  
④起動から定常運転までの起動時間がかかなり長い(30~40秒以上)。

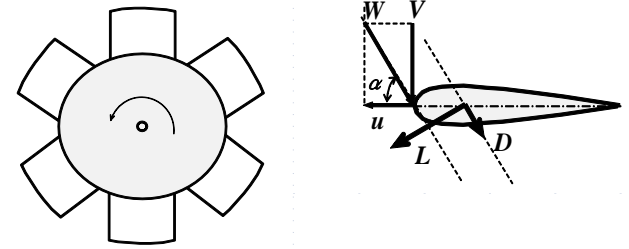


図3. ウェルズタービンの羽根に作用する流れと流体力

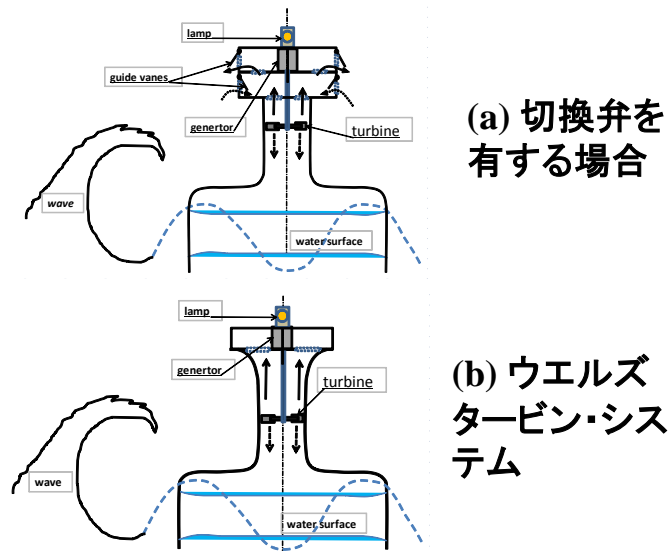


図2. 波力変換システム

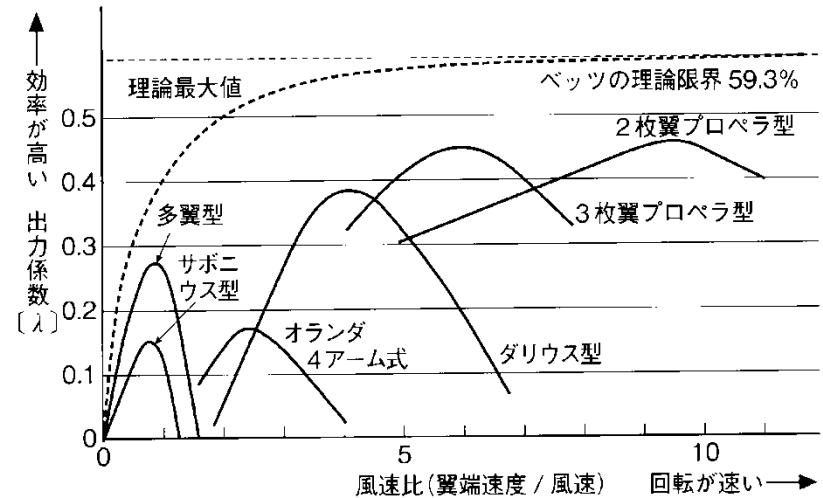


図4. 各種風車の出力係数と周速比の関係(例出典: 甲斐、藤本共著、太陽光・風力発電と系統関係技術、オーム社、(平成22))

### □ 3. 本提案のタービンの形状・特徴と提案理由

#### ➤ 1. 形状構成 :

本タービンは、基本的に、厚さ一様な円板を複数枚の羽根板を持つ羽根車に切り出し、適当太さの円筒または断面弧状の曲板を当該羽根板の前縁に組付けて羽根を構成する（図5参照）。

#### ➤ 2. 羽根に作用する流体力作動原理 :

図6に示すように、羽根が風速 $V$ に対して垂直( $u$ )方向に移動するとき、相対速度 $W$ に対して揚力( $L$ )と抗力( $D$ )が発生し、それらが回転力の源になる。

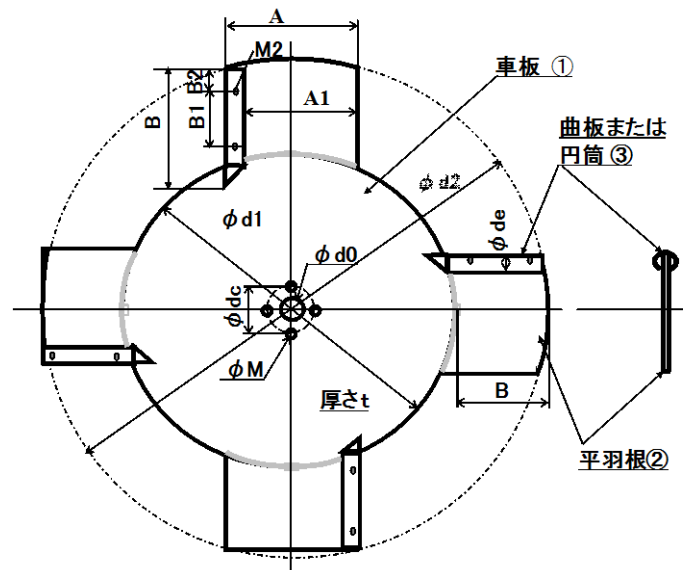


図5. 本タービンの形状（4枚羽根の場合）

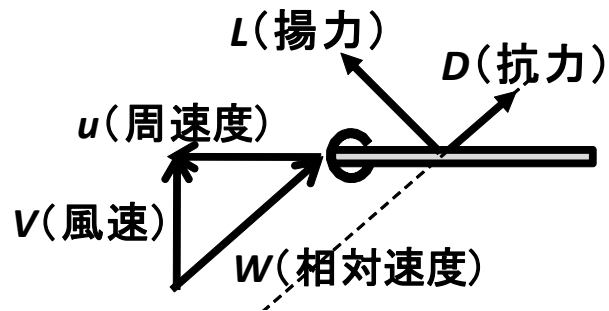


図6. 円筒付き羽根に作用する流体力

## □ (続き) 本提案のタービンの特徴と提案目的

### ➤ 3. 特性:

- ①高トルク、低回転数域の作動域、
- ②往復流で同一方向回転、
- ③対称形、平板羽根、簡単な構造を有し、製作が容易。
- ④起動時間が短い。弱風域の自己起動性が高い。

### ➤ 4. 提案目的:

小規模の電力や動力源を必要とする  
地域や家屋等での設置、普及を目的  
として開発、提案する。

## ■ 4. 実験装置と実験方法

### 記号

$C_T\{=0.5T/(\rho V^2 AR)\}$  : トルク係数、

$C_P\{=0.5T\omega/(\Delta p \cdot Q)\}$  : 出力係数、

$A$  : 面積、

$N(\text{rpm})$  : 回転数、

$R$  : タービン半径、

$t$  : 時間(秒)、

$T$  : トルク、

$Q$  : 流量、

$u$  : タービン周速度、

$V$  : 風速

$\lambda=u/V$  : 周速比

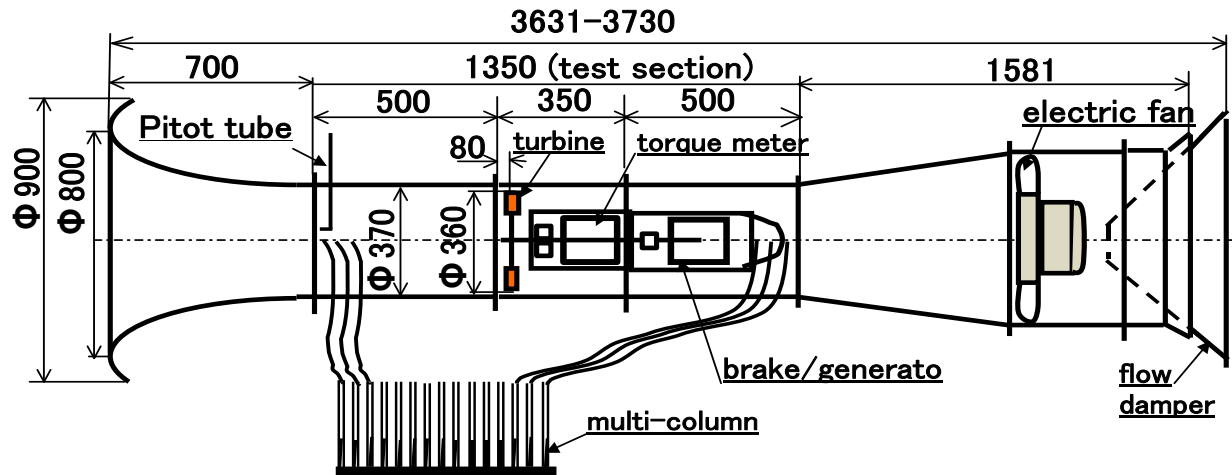


図7. 実験装置の概略

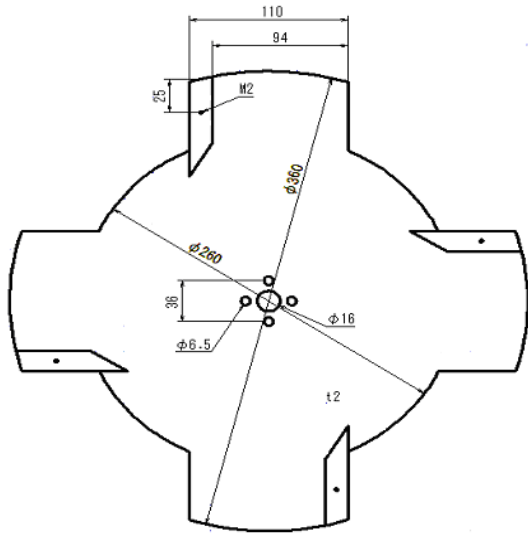
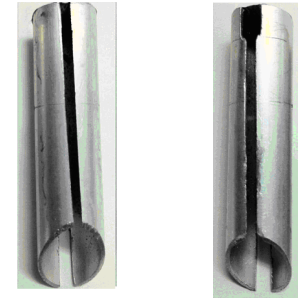


図8. 供試の前縁円筒の羽根車の詳細



図9. 供試の前縁円筒の羽根車の写真



(a) (b)

図10. 羽根前縁円筒の写真

Table 1. Specification of test turbine (unit : mm)

blade diameter	$d_2$	360	edge cylinder diameter	$d_e$	16
boss diameter	$d_0$	260	plate chord	$l_b$	94
blade chord	$l$	110	number of blade		4 or 6
blade width	$b$	50	shaft diameter		16



## □ 5. 実験結果と結論

### 5-1. 実験結果

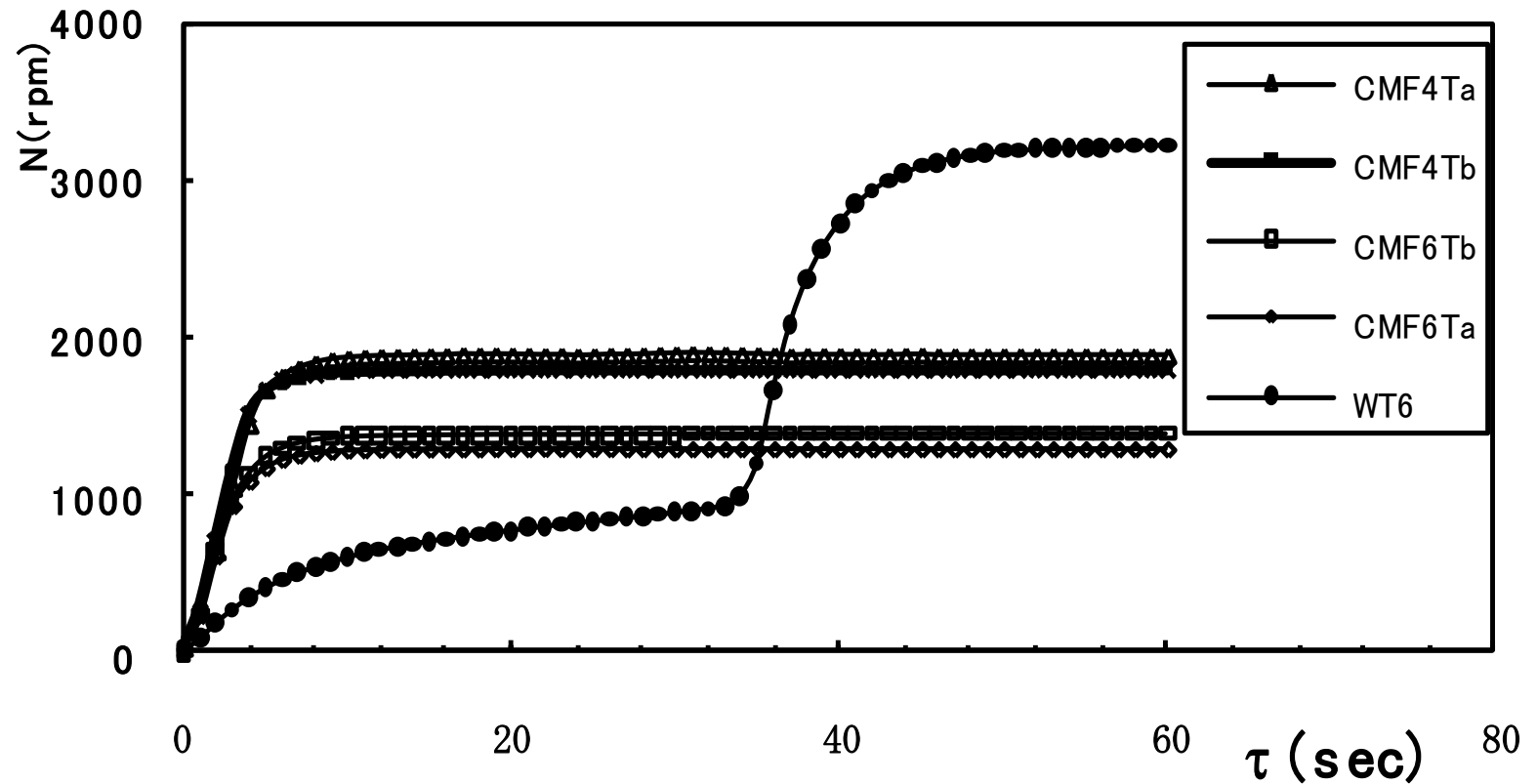


図11. 回転数と時間の関係

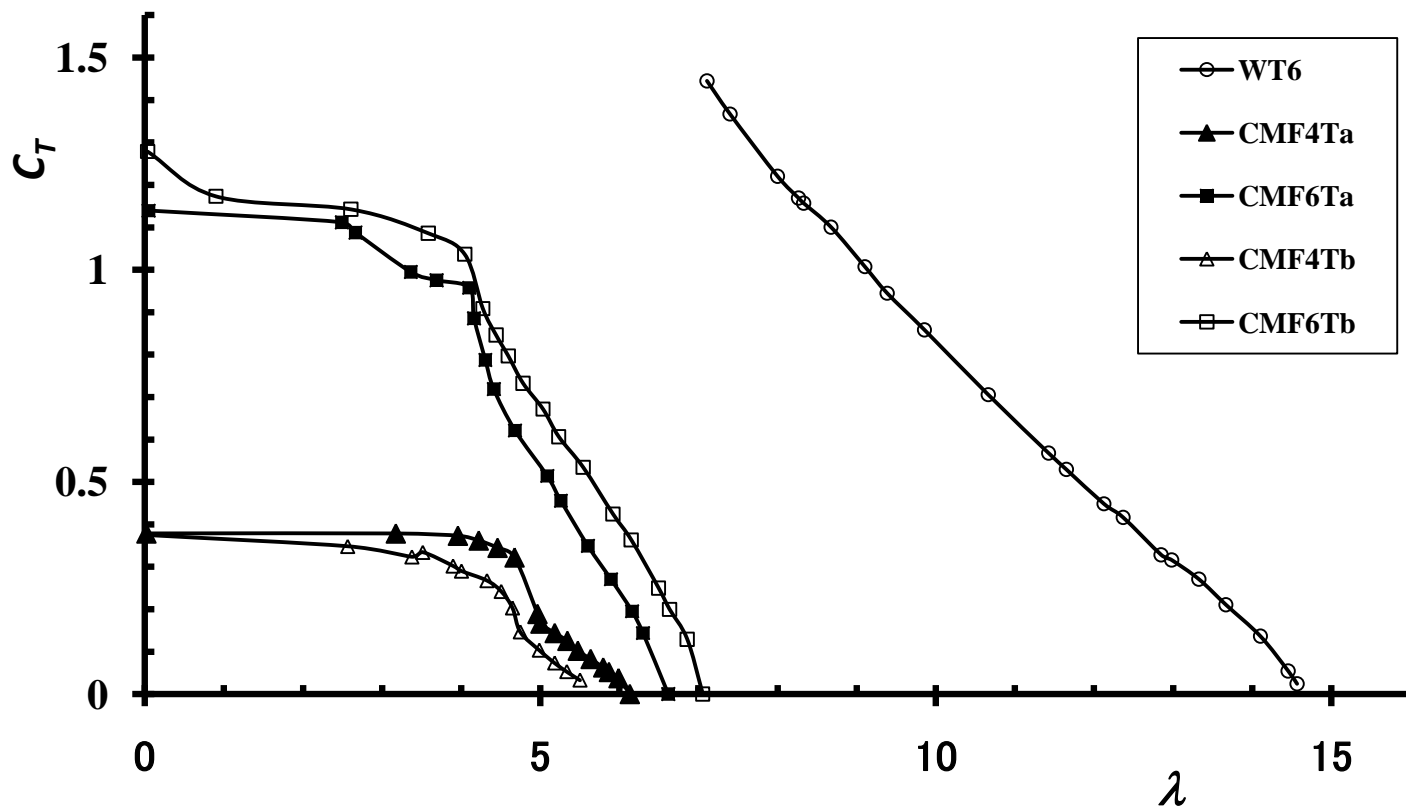


図12. トルク係数,  $C_T$ , と周速比,  $\lambda$ , の関係

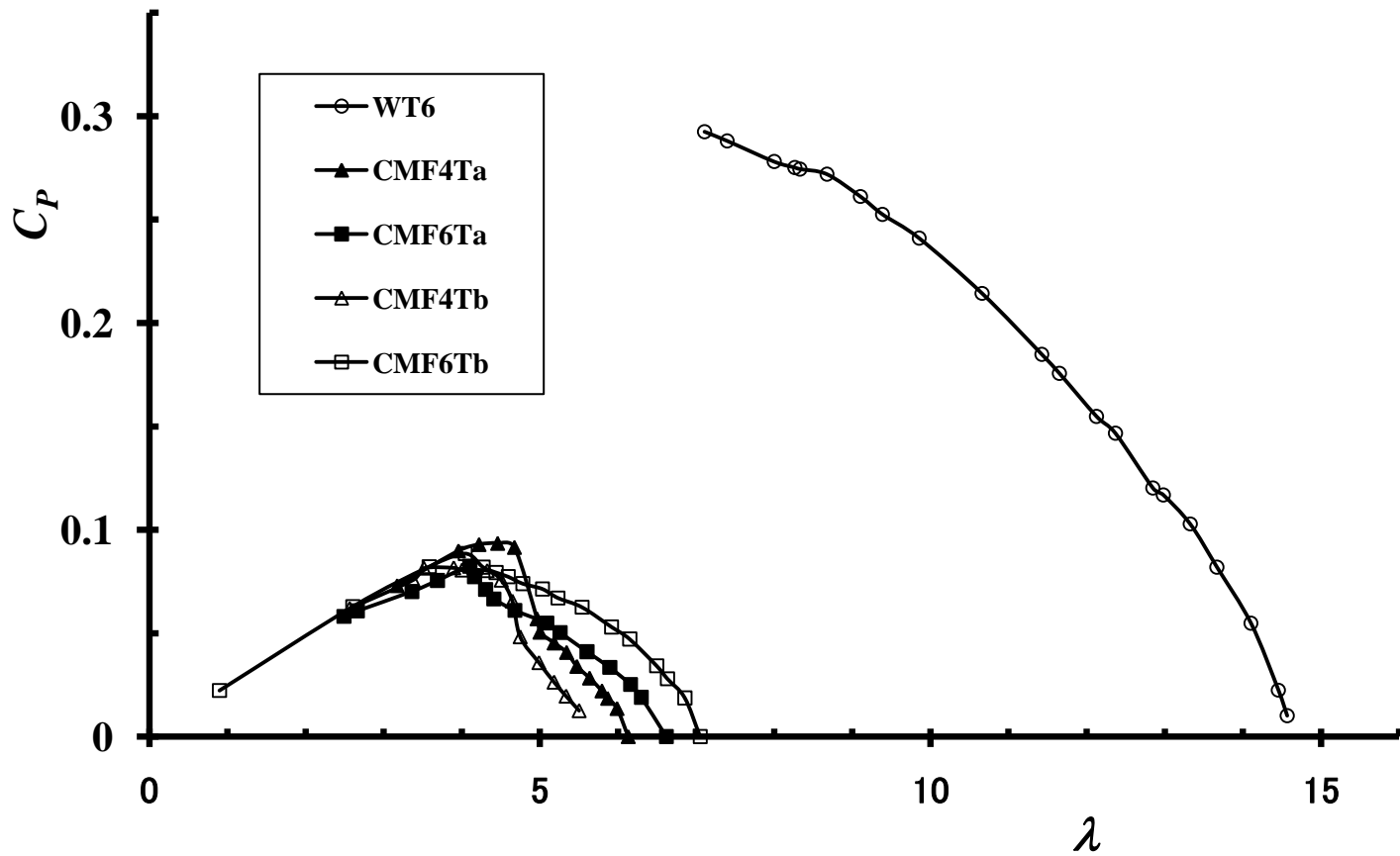


図13. 出力係数,  $C_P$ , と周速比,  $\lambda$ , の関係

## 5-2. 実験結果による結論

(1) 起動時間は、比較的にかなり短縮することができた。前縁円筒開口の影響が見られた。

(2) 本タービンの静圧差に基づく出力係数は0.1程度であるが、回転の中低速域での稼動範囲が広い。

(3) 羽根枚数が6枚の方が、4枚の場合と比較して、性能がよい。

(4) ウエルズタービンでは、回転速度のジャンピングが見られたが、本タービンでは見られなかった。

## □ 6. 従来技術とその問題点

➤ 従来の波力変換用タービンは、翼型の羽根を有する。

### 1). 切換弁を有する軸流タービン: プロペラ形.

- 非対称翼型、羽根に捻じれ
- 出力係数は高い: 0.3~0.5
- 高度な製作技術
- 起動時間は短い.

### 2). 切換弁が不要な軸流タービン: ウェルズタービン

- 対称翼型、羽根は捻じれ無し
- 出力係数は高い : 0.3~0.4
- 高度な製作技術
- 起動時間が長い.

## □7. 本発明技術の特徴と従来技術との比較

➤ 本発明のタービンは、円筒と平板の組合せによる対称形の羽根を有する。

- 1). 羽根は翼型を持たず、高度な製作技術が不要、製作が容易
- 2). 気流の切換弁が不要、取付け設備がコンパクトになる
- 3). 出力係数： 0.1以上
- 4). 起動時間は短い。---ウエルズタービンの約5分の1以下。
- 5). 本タービンは、低高回転形であるが、前縁円筒と羽根板により、高トルクを発生するので、ある低回転数以上で持続稼動する。

表1

	切換弁	羽根断面・出力係数	製作技術・設備	起動時間
従来(1)	有り	非対称翼型・0.3~0.45	高度・高複雑・大きい	短い
ウエルズタービン	無し	対称翼型・ 0.3~0.4	高度・低複雑・中	長い
本タービン	無し	対称形で軽量・0.1以上	容易・低複雑・中	短い

## □ 8. 本発明タービンの産業上の利用可能性

- (1). 波力もしくはは風力を変換。
- (2). 製作上、直径 3 m 程度の波力タービン、あるいは 5 m 程度の風車用タービンとして可能。
- (3). 小中規模容量の発電機や機械装置類の動力源。
- (4). 発生した電力は、直接送電または蓄電して後、適当な変電方法により配電系統に組込んだり、空気圧アキュムレータなどを利用して二次的に利用。
- (5). 家庭や地域の産業の電力源として、また、船舶や緊急時の補助動力源。
- (6). 製造技術の移転により、地域の企業創生や雇用に貢献。

## 発電システム

### ➤ 電気的利用システム

図13は,風車-発電機の組み合わせによる電気的利用方法の一例を示す. 風車の発電は,不規則で変動が多いため,これを一度蓄電して後,直流電流機器に利用するか,あるいは規則的な交流へ変換して配電利用することがなされている.

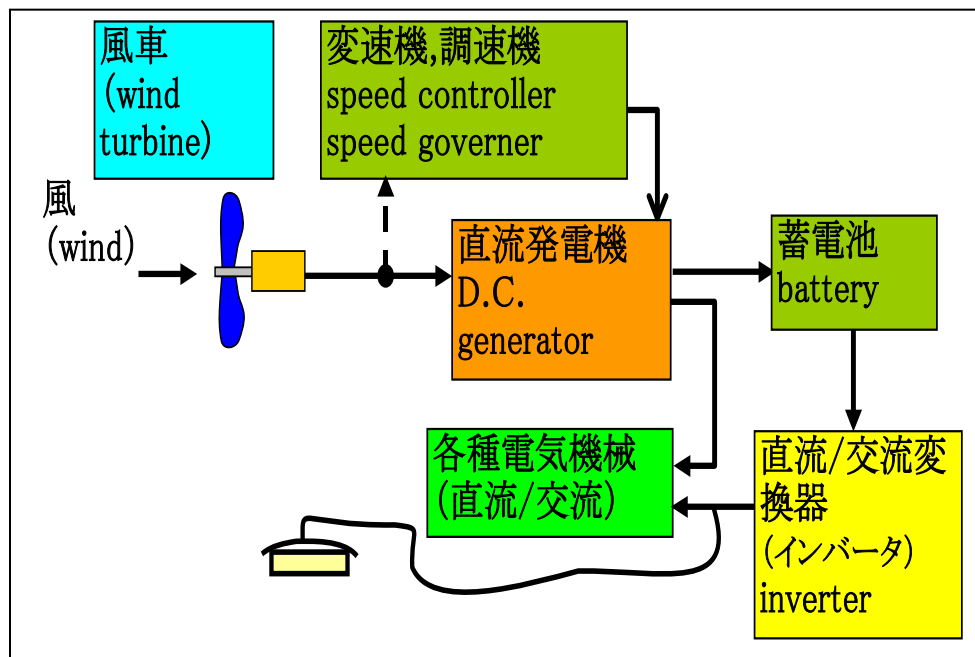


図14 波力タービンや風車による発電システム



## □ 9. 想定される業界

1. 一般の製造業における電源。
2. 一般の家庭用
3. 病院や学校の電源や井戸揚水機の駆動源
4. 離島や山岳地、リゾート地域の電源
5. 農業地における散水装置の駆動源
6. その他 --- 低回転の装置類の駆動源等。

## □ 10. 実用化に向けた課題

- ✦ 現在、円筒を用いた場合について、小形波カタービンへの応用が可能なところまで開発済み。しかし、寸法の大きな場合の製作技術や出力係数向上への努力が求められる。
- ✦ 今後、直径を約600mmとした場合について実験データを取得し、洋上設置型の発電設備や陸上の風力発電装置に適用していく場合の条件整備を行っていく。
- ✦ 実用化に向けて、タービンの出力係数を0.2以上まで向上できるよう技術を確立する必要もある。

- ✦ 未解決の大形化については、従来の製造工場や技術により克服できると考えている。
- ✦ タービンの製造技術や工作機械を持つ、企業との共同研究を希望。
- ✦ 波力タービンや風車を開発中の企業には本技術の導入が有効と思われる。

## □ 1 1. 本技術に関する知的財産権

- ✦ 発明の名称 : 曲板または円筒を前縁とする平板羽根の軸流タービン風車
- ✦ 出願番号 : 出願中
- ✦ 出願人 : 琉球大学
- ✦ 発明者 : 伊良部邦夫

# お問い合わせ先

国立大学法人琉球大学

産学官連携推進機構

教授 近藤義和

TEL:098-895-8598 FAX : 098-895-8957

E-mail : [kondoyos@lab.u-ryukyu.ac.jp](mailto:kondoyos@lab.u-ryukyu.ac.jp)

准教授 宮里大八

TEL : 098-895-8599 FAX : 098-895-8957

E-mail : [daiya@lab.u-ryukyu.ac.jp](mailto:daiya@lab.u-ryukyu.ac.jp)