

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 11 日現在

機関番号：37112

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560841

研究課題名（和文） 水流によるフラッタ発電技術の開発

研究課題名（英文） Development of Flapping Wing Hydroelectric Power Generation System

研究代表者

阿比留 久徳（ABIRU HISANORI）

福岡工業大学・工学部・教授

研究者番号：60425238

研究成果の概要（和文）：水流で翼に生じるフラッタ現象を利用する発電方式について実験的検討を行い、以下の成果を得た。(1) 低翼端速度で発電効率が優れることを明らかにした。(2) 流路幅を有効利用するために翼列化する場合の隣接翼の間隔および振動位相差の影響を明らかにし、発電量を最大化する条件を得た。(3) H23 年までフラッタ現象を生じさせるために使用していた補助動力を必要としない方式を開発し、性能がそれまでの方式と同等であることを確認した。

研究成果の概要（英文）：The following results were obtained through the experimental investigations of a hydroelectric generation system utilizing a flapping wing.(1) The system has a high efficiency at lower tip speed regions. (2) In a cascade-wing generator, the influence of the gap and the oscillation phase between the adjacent wings was clarified. The condition for optimizing the power generation was obtained. (3) The generator without a subsidiary power motor for exciting the pitching motion of the wing was developed. Tests revealed that the performance is equivalent to the former one.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学、エネルギー学

キーワード：自然エネルギーの利用

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 再生可能エネルギー源として、国内の中小河川や農業用水路などは数百万 kW の潜在的発電能力があると推定されている。

(2) 落差のない河川の流れに適応できる高効率の水車は見当たらない。

(3) 風力発電ではフラッタ振動を利用する高効率発電法の研究があり、落差のない水流

に対応できる発電法として有力と考えられた。(4) 研究代表者は、空気と水の 800 倍の質量比の問題を、大きな質量効果を得ることができるメカニカルスナッパの原理を応用することで解決し、基礎実験により流速 1m/s でフラッタ現象を起こして発電できることを検証していた。

## 2. 研究の目的

- (1) フラッタに關与する流力・構造パラメータを最適化し、発電効率を検証する.
- (2) 水路幅有効利用のために翼を並べる翼列化について、隣接翼間隔と振動位相差の影響を明らかにする.
- (3) 翼にピッチング動を与える補助動力が不要なより実用性の高い方法を開発し、実証を行う.

## 3. 研究の方法

- (1) Complex 法を用いて最適化した流力・構造パラメータをもつ装置を製作し、実験により発電量・発電効率を検証する. また、低アスペクト比翼を用いる場合の翼端板の効果の確認を行う.
- (2) (1)の装置を3台製作し、翼列化時の翼間隔と振動位相差の影響を実験により明らかにする.
- (3) 翼の往復水平動とピッチング動を機械的にリンクさせる機構を開発し、小型の実験装置を用いて実用化を目指した補助動力レス方式の発電量・発電効率を確認する.

## 4. 研究成果

- (1) コード長 100 mm, スパン 300 mm の翼を有する装置(図 1)を用いた実験を行い、流速 1 m/s で発電量 4.4 W, 発電効率 37%を得た.

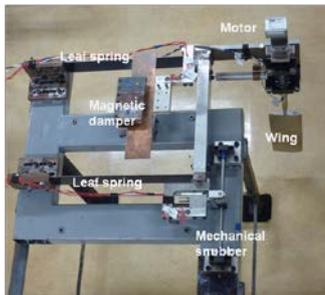


図 1 実験装置

また、アスペクト比 1.5, 2 の翼について翼端板の効果調べた結果(図 2), 翼端板はコード長の 0.6 倍の幅 (60 mm) で十分な効果のあることが明らかになった.

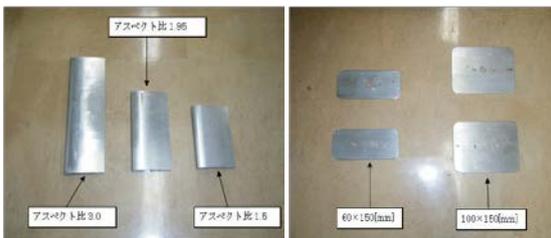


図 2 短翼および翼端板

- (2) 3台の装置を用いて隣接する翼の翼間隔と振動の位相の影響について実験的検討を行い(図 3), 以下の成果を得た. ① 隣り合

う翼同士が同位相で振動する場合(図 4), 翼間隔が狭くなるとともに翼 1 枚当りの発電量,

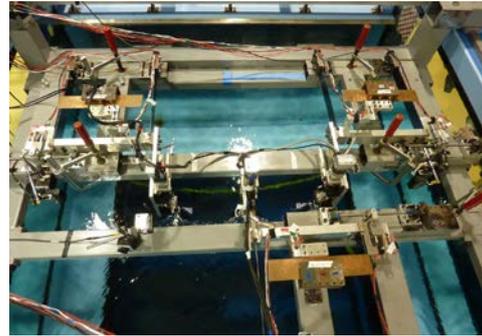


図 3 装置 3 台 (翼 3 枚) (による翼列化実験



図 4 同位相振動状況

発電効率は低下し、逆に逆位相で振動する場合は(図 5), 翼間隔が狭くなるとともに翼 1 枚当りの発電量, 発電効率は向上する. 同位相, 逆位相ともに、その傾向は中央の翼が大幅に大きくなる. (図 6)



図 5 逆位相振動状況

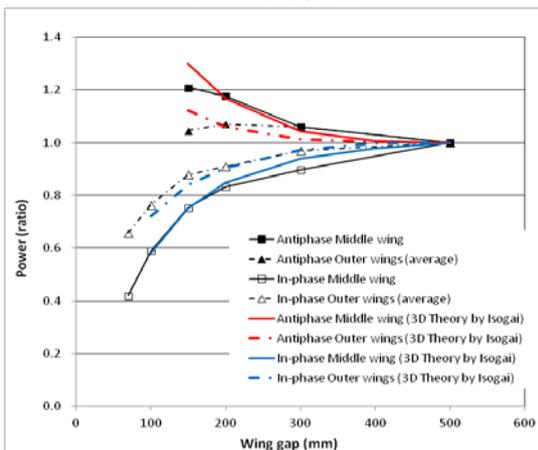


図 6 翼間隔および振動位相と発電量

② 翼列化する場合、流路幅 1 m 当りの発電量は、同位相、逆位相ともに翼間隔が狭くなるにつれて増加する。実用化に際しては、隣接する翼同士が接触しない程度まで翼間隔を狭くして逆位相で振動する翼列化が有効である。(図 7)

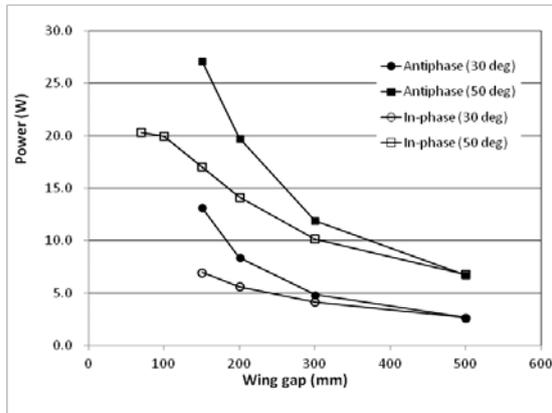


図 7 流路幅 1m 当たりの発電量

(3) ① 補助動力を使わずに流れによって翼にピッチング動と往復動を生じさせる小型の実験装置を製作した。(図 8)

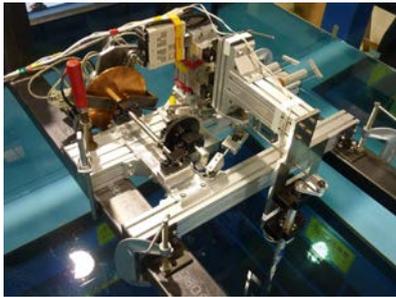


図 8 実験装置

② 実験の結果、流速 1 m/s、往復動振幅 80 mm で、発電量 4.6 W を得、これまでの補助動力を用いる方式と同等の性能で、水の流れのみで発電できるより簡便な方式の検証ができた。(図 9)

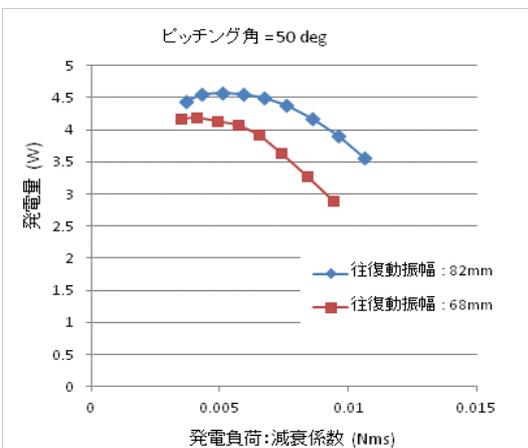


図 9 発電負荷と発電量

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

① Experimental Study on a Cascade Flapping Wing Hydroelectric Power Generator, H. Abiru, A. Yoshitake, Journal of Energy and Power Engineering, 査読有, Vol.6, No.9, 1429-1436 (2012-9)

② Lifting-Surface Theory for Multi-Wing Configurations of Elastically Supported Flapping Wing Power Generator, K. Isogai, H. Abiru, Trans. of JSASS, 査読有, Vol.55, No.3, 157-165 (2012-5)

③ Study of Multi-Wing Configurations of Elastically Supported Flapping Wing Power Generator, K. Isogai, H. Abiru, Trans. of JSASS, 査読有, Vol.55, No.2, 133-142 (2012-3)

④ Study on a Flapping Wing Hydroelectric Power Generation System, H. Abiru, A. Yoshitake, Journal of Environment and Engineering, 査読有, Vol.6, No.1, 178-186 (2011-1)

⑤ フラッター水力発電システムの翼列化に関する実験的研究, 阿比留久徳, 福岡工業大学エレクトロニクス研究所所報, 査読無, 第 27 巻, 11-16, 2010

[学会発表] (計 3 件)

① Experimental Study on a Three-Wing Configuration of Flapping Wing Hydroelectric Power Generator, H. Abiru, A. Yoshitake, Proceedings of ACEM12, 査読無, pp.1785-1794, Korea, (2012-8)

② Experimental Study on a Cascade Flapping Wing Hydroelectric Power Generator, H. Abiru, A. Yoshitake, Proc. of the ASME 2011 Power Conference, 査読無, 55364, USA, (2011-7)

③ Flapping Wing Hydroelectric Power Generation System, H. Abiru, A. Yoshitake, Proc. of AIMM10, 査読無, 654-664, Korea, (2010-6)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: フラッター水力発電装置

発明者: 阿比留 久徳

権利者: 学校法人福岡工業大学

種類: 特許

番号: 特願 2012-246580

出願年月日: 平成 24 年 11 月 8 日

国内外の別: 国内

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

阿比留 久徳 (ABIRU HISANORI)  
福岡工業大学・工学部・教授  
研究者番号：60425238

### (2) 研究分担者

大山 和宏 (OOYAMA KAZUHIRO)  
福岡工業大学・工学部・教授  
研究者番号：60320321  
磯貝 紘二 (ISIGAIKOUJI)  
日本文理大学・工学部・教授  
研究者番号：90253509  
(H22. 4→H22. 6)  
磯貝 紘二 (ISIGAIKOUJI)  
福岡工業大学・エレクトロニクス研究所・  
客員研究員  
研究者番号：90253509  
(H22. 11→H23. 3)

### (3) 連携研究者

吉武 朗 (YOSHITAKE AKIRA)  
九州大学・工学系研究科 (研究院)・助教  
研究者番号：10264087