

平成22年6月30日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19760584

研究課題名（和文） 流体振動式発電装置の研究

研究課題名（英文） The study about using fluid flow to generate electricity

研究代表者

百留 忠洋（HYAKUDOME TADAHIRO）

独立行政法人海洋研究開発機構・海洋工学センター・技術研究主任

研究者番号：90359133

研究成果の概要（和文）：本研究では、海洋の潮流や相対速度により生じる流体エネルギーを利用した発電装置に関する研究を行った。考案した流体振動式発電装置について実験を行い、磁性体振動子とコイルを使用することで流れ場での発電が可能であることを確認した。また、水中航走体の航走中の前進方向の微振動（数Hz）であっても発電が可能であることを確認した。流れ場と平行に前後振動することで発電させる試験を行った。発電に対する負荷特性を取得した。また流れ場に対する速度依存特性を取得した。コイルの巻き数による発電能力の差異を計測した。

研究成果の概要（英文）：The power source is necessary for underwater devices operating independently. The various machinery and tools such as underwater vehicles or observation buoys are developed to collect data. The underwater power source is one of very important device to operate these machinery and tools for a long time. Many research and development about the underwater power source is performed. Various methods to store electricity are researched and developed for underwater power source for mainly. The magnet was made to oscillate in the flow field which let a flow relatively oscillate, and induced electromotive force occurred to the coil is understood by this study.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,000,000	0	1,000,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,200,000	660,000	3,860,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・船舶海洋工学

キーワード：流体力、電磁誘導、ファラデーの電磁誘導の法則、振動式発電、水中航走体

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化の原因究明の研究、海底地震の発生予測及び解析研究、海洋生態学の研究等

に於いては、研究対象が広範囲である上に、長期間にわたる継続的な観測を必要とする。このため効率良く海洋観測ができるよう無

人の観測システム（無人探査機、観測ブイ等）が多く開発され研究に資してきた。これらの観測システムを、長時間稼働させるためには動力源の開発が重要な要素技術であり、リチウムイオン電池、燃料電池、Closed Cycle Diesel Engine、スターリングエンジン等が開発され使用されてきた。しかしながら、現在使用されている動力源はエネルギーや燃料を機体内部に搭載する方式であるため、搭載量にも限度があり、連続稼働日数も限られる。観測システムを大規模化せず、広範囲かつ長期間の継続的な観測のためには新たな動力源が必要となる。そこで、海洋環境に存在する潮流や観測システムが移動することにより相対的に発生する流速に着目し、この流体力を利用して、無人の観測システムの稼働に必要な電力を供給できるシステムを開発することにより、海洋観測の分野に資する。

2. 研究の目的

本研究は、海洋の潮流を利用した発電装置の研究開発を目的とする。流れ場中の円柱等が流れと垂直方向に左右揺る特性と、コイル中の磁力線が変化すると電圧が生じるファラデーの電磁誘導の法則を組み合わせた、流体振動式発電装置を考案し、その実用化へ向けた研究として、小型軽量で高効率な発電装置の技術確立を目指す。

- (1) 数値流体解析により、低流速中でも発電に必要な磁力変化を生じる最適な流体振動子の形状の選定。
- (2) 磁力体の選定やコイル長や巻き数等の最適な発電素子の選定および特性試験。
- (3) 流体振動式発電装置の試作。
- (4) 水槽実験による検証。

3. 研究の方法

本研究では、提案する新しい発電方式について、数値解析、発電装置試作、水槽実験により検証する。

平成19年度：数値解析及び試作装置設計提案する流体振動式発電装置に最適な形状を導出するために、数値流体力解析を行い、少量の流量においても発電に十分な振動が得られる振動効率のよい振動子を検討する。

- (1) コイルに交わる磁力線が変化するとき、単位時間当たりの変化量と誘起電圧は比例するというファラデーの電磁誘導の法則を数式で表すと

$$-\frac{d(\text{磁力線数})}{dt} = KV$$

となる。ここでVはコイルの電圧、Kは比例定数で媒質により異なる値をとる。この数式より誘起電圧は、磁力線数の変化量と媒質との関係からなることがわかる。このことより水中利用に供しうる磁性体の選定を行う。

(2) 流れの中に置かれた物体の表面には境界層ができ、この層は下流へ流れるに従って物体の表面から剥離して、渦のある乱れた流れを放出する。この剥離した境界層では圧力低下を引き起こす。またこの圧力低下は流れの中で物体の左右で交互に生じるため、圧力の低下した側に物体が引き寄せられ、流れと垂直方向に左右揺を生じる。この境界層剥離による圧力低下は物体の形状に依存する。このため、数値流体力解析を用いて、さまざまな流速の条件下でも発電に十分な磁力線の変化量を生じる振動子の形状を導出する。

- (3) 流体振動式発電装置を試作するため、発電効率（コイルの巻き数、コイル長等）の検討、仕様検討、設計図面作成を行う。

平成20年度：流体振動式発電装置の試作、水槽実験、解析

- (1) 数値解析による計算結果を検証するための試作機を製作する。
振動素子の加工、コイル作成、誘起電圧蓄電装置製作など。
- (2) ミニ海流水槽を製作する。
提案手法による発電を実証するための海流水槽を製作する。
- (3) 発電実験を行う。

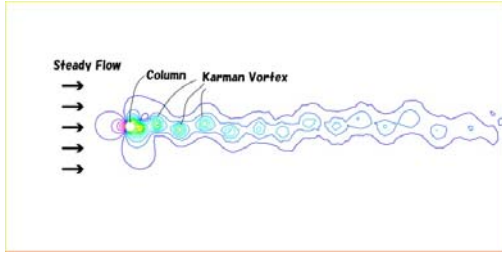
平成21年度：試験、解析

- (1) 水槽試験を実施する。
 - ① 磁性体の違いによる発電試験を行う。
 - ② 負荷特性試験を行う。
 - ③ 流速との関係性を評価する。
- (2) 実験結果の解析を行う。

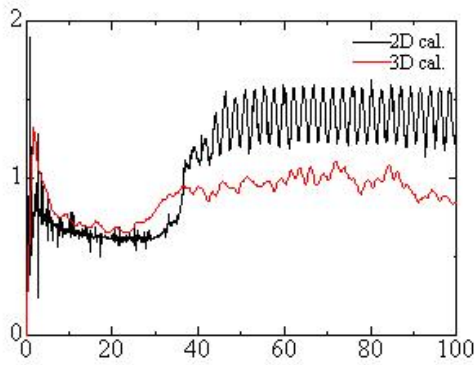
4. 研究成果

本研究では、海洋の潮流や相対速度により生じる流体エネルギーを利用した発電装置に関する研究を行った。流れ場中の円柱等が流体の粘性や擾乱により流れにより振動する特性と、コイル中の磁力線が変化すると電圧が生じるファラデーの電磁誘導の法則を組み合わせた、流体振動式発電装置についての試算を行った。その結果、磁性体振動子とコイルを使用することで流れ場での発電が可能であることがわかった。また、水中航走体の航走中の前進方向の微振動（数Hz）であっても発電が可能であることを確認した。

流れ場と平行に前後振動することで発電させる試験を行った。発電に対する負荷特性を取得した。また流れ場に対する速度依存特性を取得した。コイルの巻き数による発電能力の差異を計測した。以下にその結果を示す。



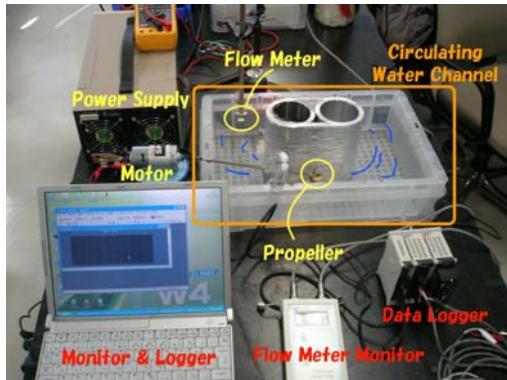
一様流中の円柱周りの流れ



一様流中の円柱に働く抗力

誘導起電力と抵抗の試算結果

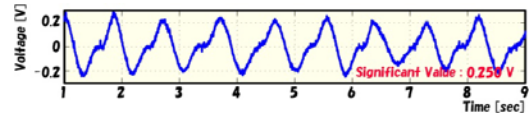
Frequency [Hz]	Dia. of Oscillator [mm]	Drag of Oscillator [kg]	Test Cal. Volt. [V]
2	102	5.6	1.97
4	51	2.8	3.95



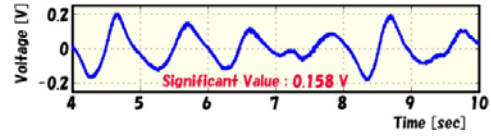
製作したミニ回流水槽

供試磁性体仕様

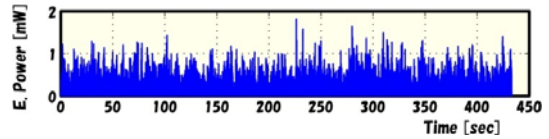
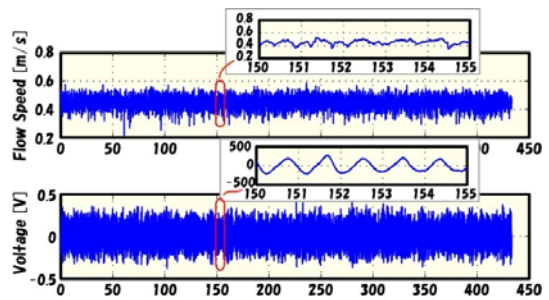
Magnet [Type]	Dimension [mm]	Magnetic Flux Density [T]	Mass [Kg]
Neodymium [Doughnut]	φ20 x φ10 x 40	1.27	0.071
Samarium-cobalt [Column]	φ20 x 40	1.06	0.107



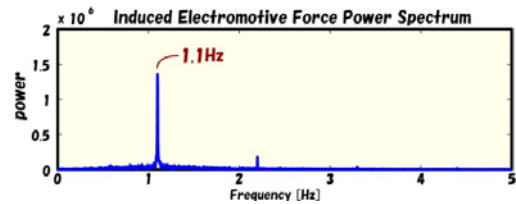
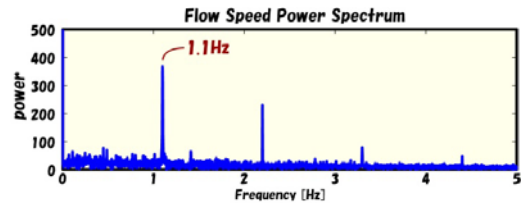
ネオジウム磁石を使用した場合の誘導起電力時系列



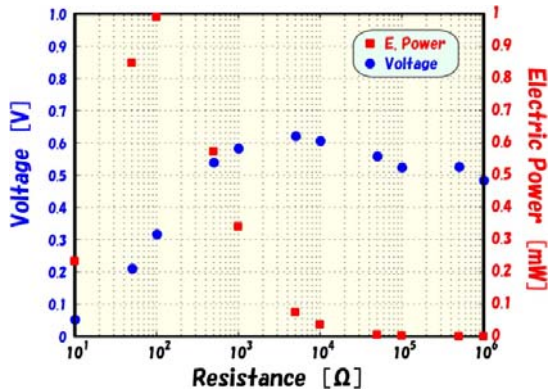
サマリウムコバルト磁石を使用した場合の誘導起電力時系列



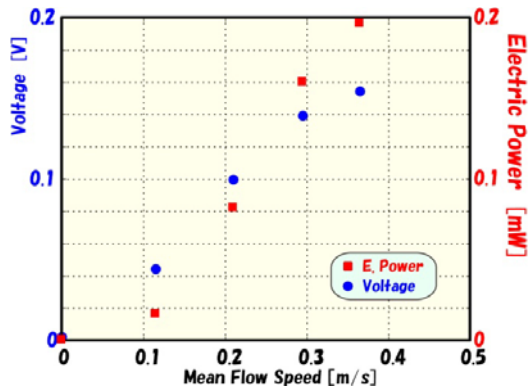
100 Ω の負荷を与えた場合の誘導起電力と電力の時系列



流速と電力のパワースペクトル



誘導起電力と電力の負荷特性



誘導起電力と電力の流速特性

③ 百留忠洋, 流体エネルギーを利用した発電装置の一手法, 多目的海中プラットフォーム実用化に関する研究第1回検討会, 2008.12.05, 東京都((社)海洋産業研究会)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

百留 忠洋 (HYAKUDOME TADAIRO)
 独立行政法人海洋研究開発機構・海洋工学センター・技術研究主任
 研究者番号: 90359133

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

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2件)

① 百留忠洋, The Study about using Fluid Flow to Generate Electricity, Oceans '09 MTS/IEEE Biloxi Proceedings CD-R, 査読無, 2009

② 百留忠洋, 流体エネルギーを利用した発電装置の研究, 海洋理工学会平成20年度秋季大会講演論文集, 査読無, 2008, pp. 63-64

[学会発表] (計3件)

① 百留忠洋, The Study about using Fluid Flow to Generate Electricity, Oceans '09 MTS/IEEE Biloxi, 2009.10.28, アメリカ ミシシッピ州ピロキシ (Mississippi Coast Coliseum and Convention Center)

② 百留忠洋, 流体エネルギーを利用した発電装置の研究, 海洋理工学会平成20年度秋季大会, 2008.11.11, 京都市 (京都大学百年時計台記念館)