

# 琉球大学学術リポジトリ

## 普及型風車数台と太陽電池パネルによる自然エネルギー複合発電システムの変動特性

メタデータ	<p>言語:</p> <p>出版者: 永井實</p> <p>公開日: 2009-07-17</p> <p>キーワード (Ja): 自然エネルギー, 太陽光発電, 複合発電システム, 周波数分析, 風力発電機, 変動の相互干渉, 系統連系, 出力変動, 風力発電, 変動スペクトル</p> <p>キーワード (En): Mutual interference of fluctuation, Natural energy, System connection, Photovoltaic power, Wind turbine generator, Hybrid system of power generator, Power fluctuation, Frequency analysis</p> <p>作成者: 永井, 實, 山城, 康正, 那須, 謙一, 屋我, 実, Nagai, Minoru, Yamashiro, Yasumasa, Nasu, Kenichi, Yaga, Minoru</p> <p>メールアドレス:</p> <p>所属:</p>
URL	<p><a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/11267">http://hdl.handle.net/20.500.12000/11267</a></p>

普及型風車数台と太陽電池パネルによる  
自然エネルギー複合発電システムの変動特性

(課題番号 05452155)

平成 5, 6年度

科学研究費補助金 [一般研究(B)]

研究成果報告書

1995年 3月

研究代表者

琉球大学工学部 教授

永井 實

## 目 次

1. はじめに	1
2. 研究の目的	1
3. 研究組織と研究経費	2
4. 研究成果	3
5. 資料（研究発表リスト）	
(1) 小型複数台風力発電システムの性能と出力変動特性	5
(2) 5万kW規模発送電電力系統への風力発電システムの 浸透可能性について（講演論文）	9
(3) 5万kW規模発送電電力系統への風力発電システムの 浸透可能性について（論文）	13
(4) 我国における風力発電システムの展開可能性について	19
(5) 風力発電普及の現状と課題	34
(6) 複数台風車と太陽電池パネルによる複合発電システム の変動特性	39
(7) Capability of Wind Energy in East China Sea Area (Proceeding)	41
(8) Capability of Wind Energy in East China Sea Area (Abstract)	47
(9) Performance of Three Small Wind Turbines and Solar Panels Hybrid System (Abstract)	48

## 1. はじめに

本研究課題は平成5～6年度の2ヶ年間にわたり、助成された。本研究代表者は、昭和56年度より同61年度の間5年間科学研究費「エネルギー特別研究」に加わり、「全方位型増風速塔 (ADWAT)を用いた風力発電システムの研究」、「風力発電によるかんがい用揚貯水システムの研究」および「ADWAT風力発電システムの高性能化」にとり組んだ経緯があるが、今回の研究はその成果の延長線上に位置付けられるものである。

この間、我国における風力発電システムの普及は、NEDOによる沖縄県宮古島、東北電力(株)による青森県竜飛岬の集合型風力発電機試験研究設備等を始めとして、かなり進展してきた。しかし、現在我国で稼働している風力発電機の総容量は1万kWにも及ばず、例えば94年5月現在ですでに約3500機、総容量約50万kWを達成しているデンマーク(人口500万人)等、欧米諸国に比較すれば、この面での我国の立ち遅れは歴然としているといわねばならない。それでは我国の風力エネルギー資源が他地域に比して希薄かというとは決してそうではなく、東アジアモンスーン地帯に位置する我国とその周辺海域は、北海にのぞむ北西ヨーロッパ地域と較べても遜色のない風力エネルギー資源地帯であることが明らかになってきている(研究発表資料4, 5を参照)。

本研究は、このような観点より、風力発電システム普及の一つの障害となっている、風力発電機の出力変動に注目し、特に複数台風力発電システムおよび太陽電池パネルとの複合型自然エネルギー発電システムの変動特性について理論的、実験的に調べたものである。

本研究成果が、今後の我国における自然エネルギー研究に多少なりとも刺激を与え、かつ風力発電システム普及の一助ともなれば、本研究グループの最も多とするところである。

## 2. 研究の目的

自然エネルギーの利用においては、その低密度性のほかに変動性が克服すべき難点となっている。特に風力は局地的にも極めて変動性の高いエネルギーであり、同一サイトの風車群においても風車毎の出力変動の相互相関はかなり低いことが知ら

れている。

本研究は、数台の風力発電機と適当規模の太陽電池パネルをネットワーク化した小型の自然エネルギー複合発電システムを構築し、個々の発電機の出力変動特性および変動特性の多点間相互干渉を詳細に測定し、複合システムが全体出力変動の平滑化にどの程度寄与するかを明らかにしようとするものである。

また、特に風力発電機については、個人でも取り扱い容易な普及型小型風力発電機の開発を目指す。すなわちFRP 3枚翼、直径4～6m、アップウインド、尾翼付きフリーヨー型、タワー可倒式、電子式回転数制御可変ピッチ、無負荷時フリーローテーション（フェザリング）方式の風力発電機システムを開発課題とし、基本設計、小型模型の製作と試験、実機の設計製作、実用試験に順次とりくむ予定である。

### 3. 研究組織と研究経費

本研究における研究組織と研究経費は以下の通りである。

#### (1) 研究組織

研究代表者：永井 實（琉球大学工学部教授）

研究分担者：山城 康正（琉球大学工学部教授）

那須 謙一（琉球大学工学部助教授）

屋我 実（琉球大学工学部助教授）

なお、研究を遂行するにあたって、天久和正君（大学院修士1年次）、太田二郎君（同2年次）をはじめ多くの学生の協力を得た。

#### (2) 研究経費

平成 5年度 3,000 千円

平成 6年度 3,100 千円

計 6,100 千円

#### 4. 研究成果

本研究課題により、本大学内に試験用自然エネルギー複合型発電機システムを建設し、実際の風力発電機の性能、出力変動とその相互干渉、太陽電池パネルとの相互補完性等について幾つかの新知見を得ることができた。又、本研究成果及び沖縄県宮古島で実施中の系統連係大型風力発電機システムの出力変動解析結果等に基づいて、今後の我国における風力発電システムの浸透可能性について一定の予測を行うことができた。

研究成果の詳細は合計9編の研究発表資料を参照して頂きたいが、概要は以下の通りである。

- (1) 直径2.7m、定格出力1kWの小型水平軸風車3台よりなる研究用小型ウインドファームを琉球大学工学部エネルギー機械工学ビル屋上に建設し、約1年にわたって性能特性、出力変動特性を調べた。その結果小型風車はその構造上、各風車毎の出力変動特性に独立性がかなり高く、複数台風車の出力を合計すればその変動率は単機の場合に較べてかなり小さくなることを実験的に確認した。
- (2) 同上ウインドファームに出力800Wの多結晶太陽電池パネルを増設し、同一系統における各発電装置の出力特性及び相互干渉を調べた。その結果太陽電池パネルの出力変動成分は風力発電のそれに比して、およそ2.0Hz以上の高周波数成分が多く逆に低周波数成分は少ないという新しい知見を得、結果的に異種発電装置間の複合化もシステム出力変動の減衰に効果的であることがわかった。
- (3) 今後の普及型風力発電装置への提案として、直径4.0m、定格出力3kWの可変ピッチ小型風力発電機を新しい考案のもとに設計し、その製作を8割方完了した。
- (4) 以上の研究と並行して沖縄県宮古島において実際に系統連係運転中の250kW風力発電機2機システムの出力変動特性を詳細に解析した。その結果、同島の5万kW系統容量に対して、1万kW即ち20%までの風力発電システムの浸透は技術的に可能との結論を示した。

## 5. 資料

- (1) 永井 他3名, 小型複数台風力発電システムの性能と出力変動特性, 日本機械学会講演論文集, 948-2(1994-7), 162.
- (2) 永井 他2名, 5万kW規模発送電電力系統への風力発電システムの浸透可能性について, 同上, 158.
- (3) 同上, 日本機械学会論文集, 掲載決定(1995).
- (4) 永井實, 我国における風力発電システムの展開可能性について, 第14回新エネルギー産業シンポジウム第1部テキスト(1994-10), 新エネルギー財団, 16.
- (5) 永井實, 風力発電普及の現状と課題, 第29回社会工学会議講演資料(1995-2), 社会工学会議.
- (6) 仲嵩 他3名, 複数台風車と太陽電池パネルによる複合発電システムの変動特性, 日本機械学会九州学生会第26回卒業研究発表会講演前刷集(1995-3), 147.
- (7) Nagai, M., Capability of Wind Energy in East China Sea Area, Proc. of Beijing International Conference on Wind Energy 1995(1995-5).
- (8) Nagai, M. et al, Capability of Wind Energy in East China Sea Area (abstract), Proc. of 18th Pacific Science Congress, (1995-6).
- (9) Nagai, M. et al, Performance of Three Small Wind Turbines and Solar Panels Hybrid System (abstract), *ibid.*, (1995-6).