

エチオピア農村部における小型風力発電機の試作

2015sc052 黒木将太

指導教員：藤井勝之

1 はじめに

エチオピアは 2000 年代以降、二桁の経済成長率を遂げている。一方で、農村部の電化率は 11% 程度と非常に低い。電力の不足は、夜間の活動に制限をもたらすだけでなく、子供たちが十分な教育を受ける機会を逸している。他方で、大規模な電力供給施設の建設は、送電網が整備されている都市部における安定的な電力供給の一助となるものの、地方部への電力供給に結びつくわけではない。以上を踏まえ、本研究では現地の状況やニーズに即したうえで、持続可能かつ再生可能な自然エネルギーを用いた家庭用小型風力発電機を現地で調達可能な資材を用いて試作し、特性評価をする。

2 対象地（ティグレイ）の基本情報

エチオピア連邦民主共和国北部に位置するティグレイ州

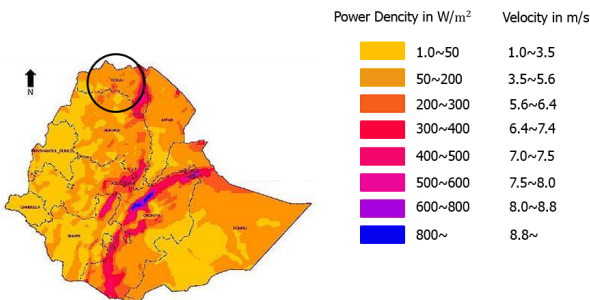


図 1 エチオピアの風量分布図 [1]

ティグライ州の風力は 1.0m/s から 5.6m/s である。
ティグレイ州北部の風力は 3.5m/s から 5.6m/s である。

3 風力発電とは [2]

風力を用いた発電の仕組みは、風のエネルギーを利用することで電気エネルギーを生み出すというものである。

風力による発電では二酸化炭素の排出が無いため、自然環境への影響が小さいことが分かる。

また、風というのは世界中に存在する安全なエネルギー源である。燃料などのように枯渇する心配がない為、長期にわたって利用することが出来る。しかし、風が弱すぎると発電量は低下してしまい、風が強すぎるときは安全確保のために、風車の回転（発電）を停止することもあり、発電量が一定でないことがある。

4 試作した風力発電機

試作機の詳細を表 1 に示す。

表 1 試作機の詳細 [3][4]

種類	半径 55cm 水平軸 プロペラ型風車 (5 枚羽)
ブレードの種類	塩ビ管
特性	トルク:小 パワー:大
定格出力	6V/2.4W

また、電子回路と試作機をそれぞれ図 2、図 3、図 4 に示す。

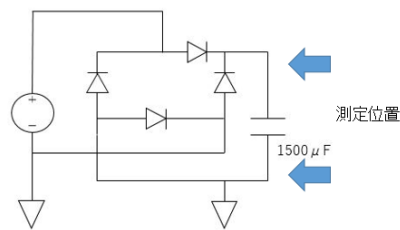


図 2 全波整流回路

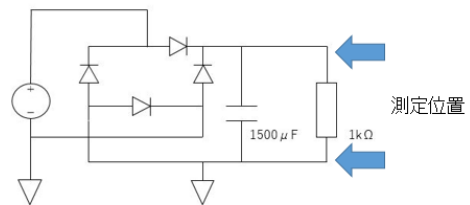


図 3 全波整流回路 (1kΩ の負荷あり)



図 4 試作した風力発電機

なお、風力を受けやすくするため、横 22cm、縦 30cm、質量 29g のダンボールを取り付ける。

5 実測結果

(1)3枚羽と5枚羽の比較

表2 実測結果1

実測環境	扇風機 [4.0m/s]	自然風 [3.0m/s]
開放電圧 [V]		
ブレード3枚	0V	5.7V
ブレード5枚	2.0V	6.3V

扇風機の風速は 4.0m/s であり、自然風の風速は 3.0m/s である。

表2より、5枚羽のほうが、発電に適していると考え、5枚羽の水平軸プロペラ型風車を試作した。

(2) 水平軸プロペラ型風車 (5枚羽) の特性

送風機 (Suiden ジェットスイファン SJF-200RS-1) (最大風速 11m/s) を使用し、実測をする。

図6、図7の風速の基準は図4の中心で測った風速とする。水平軸プロペラ型風車 (5枚羽) の 1kΩ の負荷を与えた場合、負荷なしの場合の電圧と風速の関係を図6、回転数と風速の関係を図7に示す。



図5 実験モデル

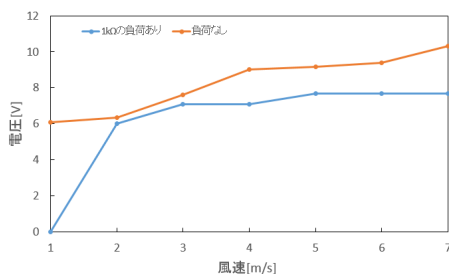


図6 電圧と風速の関係

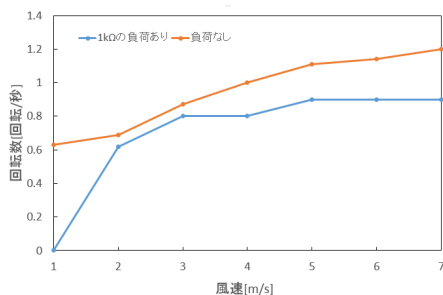


図7 回転数と風速の関係

6 考察

図6より、1kΩの負荷を加えた状態だと風速 5.0m/s から電圧は 7.7V 以上上昇することはなく、回転数は 0.9 回転/秒以上上昇することはなく、負荷を加えると制限があることがわかる。負荷なしの状態だと電圧、回転数とも上がり続ける。図6と図7より、回転数と電圧は同じような関係にあると考える。

7 まとめと今後に向けて

図1より、ティグレイ州の風速は 1.0m/s から 5.6m/s であり、現地の風速に即して、実測できたと考える。

負荷を加えると、出力電圧、回転数はある一定の値までは上昇するが、それには制限があることがわかった。試作機の特性を把握できたため、実際にバッテリーに充電をし、所要時間などを計測していく必要がある。

本研究では、主に水平軸プロペラ型風車を試作したが、風向によってブレードの角度を変えないといけない課題が残ったため、垂直軸プロペラ型風車を試作することや、耐久性に着目して実験を行うことができなかったため、今後実験、製作、実測をして試作した発電機と特性比較する必要がある。

8 謝辞

本論文の作成にあたり、終始研究過程を温かく見守っていただき、適切な助言を賜り、懇切丁寧にご指導下さった本学国際教養学部吉田早悠里准教授に深く感謝申し上げます。

9 参考文献

参考文献

- [1] energypedia UG, "Ethiopia Energy Situation-energypedia.info." https://energypedia.info/wiki/Ethiopia_Energy_Situation, January 2019.
- [2] タイナビ発電所, "小型風力発電投資は安定性がメリット! 反面、リスクとコストのデメリットも," <https://www.tainavi-pp.com/investment/wind/30/>, January 2019.
- [3] 川村康文, "自分で作るハブダイナモ風力発電" 総合科学出版, 東京, 2012.
- [4] 中村昌広, "自分で作る風力発電," 総合科学出版, 東京, 2011.
- [5] JICA, "エチオピア連邦民主共和国ティグライ州地方給水計画事業化調査報告書," http://open_jicareport.jica.go.jp/618/618/618_406_11969300.html, January 2019.
- [6] Wikipedia, "ティグレイ州," <https://ja.wikipedia.org/wiki/>, Jan.9, 2019.