

|       |                                                                                                |    |      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 原題    | Investigating Wind Flow Properties in Complex Terrain using 3 Lidars and a Meteorological Mast |    |      |
| 邦題    | 複雑地形でのLiDAR機種間風速・乱流計測比較                                                                        | 国籍 | ギリシャ |
| 発表者   | Dimitri Foussekis, Centre for Renewable Energy Sources (CRES), Wind Energy Department          |    |      |
| キーワード | Lidar, turbulence, conical scan                                                                |    |      |

## 【概要】

複雑地形で3台のLiDARを同時に、100m風況タワーの横で観測させ、タワーの風速計との相関を調べた。

- ・ 可変焦点連続波方式 ZephIR 走査角 30°
- ・ 固定焦点パルス波方式 Windcube 走査角 30°
- ・ 同 走査角 15°
- ・ 100m観測タワーのカップ風速計(10m, 32m, 54m, 76m, 100m)と超音波風速計(78m, 98m)

カップ風速計とLiDARの観測データには高い相関が認められるも、全LiDARに約6%の風速低下が出た。

→ 走査する広域を均一風と仮定する、ドップラーLiDAR原理のため。

LiDAR 走査角の変化は、風速にあまり出ないが、走査角 15° で標準偏差に著しい増加が出た。

→ 同様にドップラーLiDAR原理のためと考えるが、瞬間観測値の更なる分析が必要。

## 【実験について】

複雑地形ではカップ風速計よりも、広域を観測するLiDAR観測の方が、風力発電機のロータースケールと比較すれば、より実用的な結果が得られると考えている。一方、複雑地形の不均一な風の流れの中で正確な観測ができるかどうか、調べる必要がある。

場所 CRES Test Station(アテネ南東100km)

期間 2008年9月9日～2009年1月29日

- ・ 10分平均データの検討。タワーの影響のないセクタ(320°～40°)対象。
- ・ ZephIRは底雲補正オフ。少なくともこのテストサイトでは効果が現れなかったため。その代わり、有効観測点140以上の風速値のみを採用。
- ・ ZephIRは4m/s未満の観測値を除外。
- ・ Windcubeは搬送信号比と拡散指標で観測値を除外。

## 【実験結果】

以下水平風速が対象

ZephIR カップ風速計

勾配と相関係数が0.9と低い。ZephIRの4層観測の場合、データ取得周期が10分間に40点。1層観測135点だと改善する。カップ風速計の600点に比べて周期が長いこと、広域空間平均化の効果による。

図4 ZephIR カップ風速計 風速 54m/78m/100m

図5 ZephIR カップ風速計 標準偏差 54m/78m/100m

図6 ZephIR カップ風速計 風速 78m 一層のみ

Windcube カップ風速計

データ取得周期が 10 分間に 0.7Hz=400 点(アップデートしているだけで、計算に使っているのは 5.7 秒 = 4 点 × 1/0.7Hz では?)。勾配はいいが、ばらつきが大きい。広域空間平均化の効果による。

図7 Windcube カップ風速計 風速 54m/78m(タワー風速計の故障)

図8 Windcube カップ風速計 標準偏差 54m/78m

風速は狭い走査角にもかかわらず、観測値の傾向は 30°と変わらない。標準偏差には勾配の大きな増加がある。 $\sigma_u$ と $\sigma_w$ からの影響があるのではないか。

図9 Windcube 15° カップ風速計 風速 54m/78m

図10 Windcube 15° カップ風速計 標準偏差 54m/78m

### 疑問点

- 1) LiDAR 水平風速が、カップ風速計に比べてプラス側に出る地形もあるのか(CRES ではマイナス)。
- 2) Windcube で、5.7 秒(=4 点 × 1/0.7Hz)の広域空間計測をしているのに、カップ風速計の標準偏差と違いが出ないのは何故か。複雑地形でも時間的空間的平均の影響は出ないのか。
- 3) Windcube 15°でカップ風速計に比べて、標準偏差の大きな増加が出るが、30°ではカップ風速計と一致するのは何故か。30°に合理的な理由があるのか。45°や60°ではどう出るのか。

### 鉛直成分

観測方法によって結果に大きな相違は出ない。

図11 Windcube 15°もしくは30° カップ風速計 風速の鉛直傾き(10分平均)

図12 ZephIR - Windcube 風速の鉛直傾き(風速階級別の瞬時値)

### 【結論】

- ・ いずれのLiDARでも、カップ風速計に比べて、相関関係は高いが、約6%の観測水平風速値の減速が見られる。LiDARは広域を均一風とみなして観測しているためと考えられる。
- ・ MW 風力発電機ローターのスケールを考えると、パワーカーブの査定には、むしろカップ風速計のポイント計測の方が不向きという疑問も出てくる。
- ・ レーザーの走査角 30°と 15°では平均水平風速の観測にはまったく影響が見られない。一方その標準偏差値には 15°で大きな増加が出る。空間平均の影響が出るため、LiDARで計測する風速標準偏差は、カップ風速計で計測する標準偏差とは単純に比較することはできない。
- ・ LiDARで複雑地形形状の風況を観測するためには、新たな考えの導入が必要であろう。例えばアルゴリズム、別のスキャンモード、プリズム等。

以上