

ビル風を利用した垂直軸型風車の効率的な配置案の検討

兵庫県立加古川東高等学校風車班

動機・目的

- ・ビル風を用いた都市部での風力発電
- ・垂直軸型風車→小型で静音だが発電量が小さく複数台設置が必要。
→複数台の風車を設置した時の風車間の干渉を調べる。

実験1

<目的> 風車2台間の位置や回転方向の関係による、後方の風車の発電性能の変化を調べる。

<仮説> 風車2台の位置関係によってより大きく発電できる。

<方法> 赤い点に前方の風車、黒い点に後方の風車を配置し、風速と発電電流を測定した。

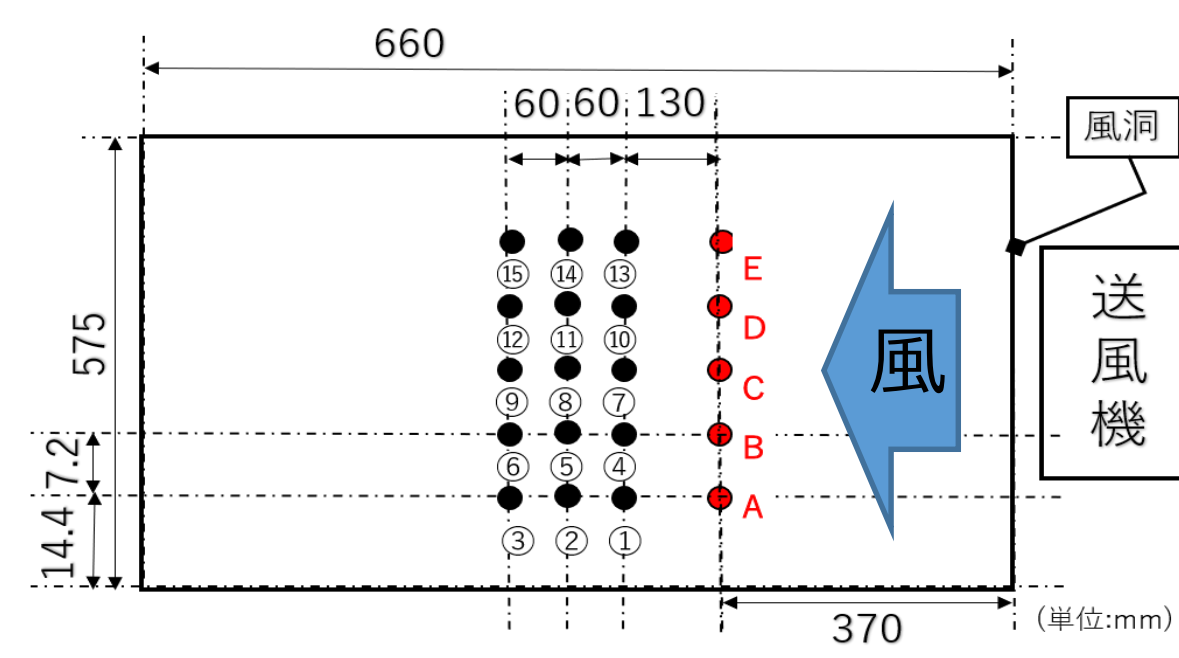


図1 実験装置

<結果> 表1 各地点の風速

3.4	6.3	4.4	6.8	0.9
12.0	6.2		6.3	2.1
2.5	5.7		6.2	2.5

[m/s]

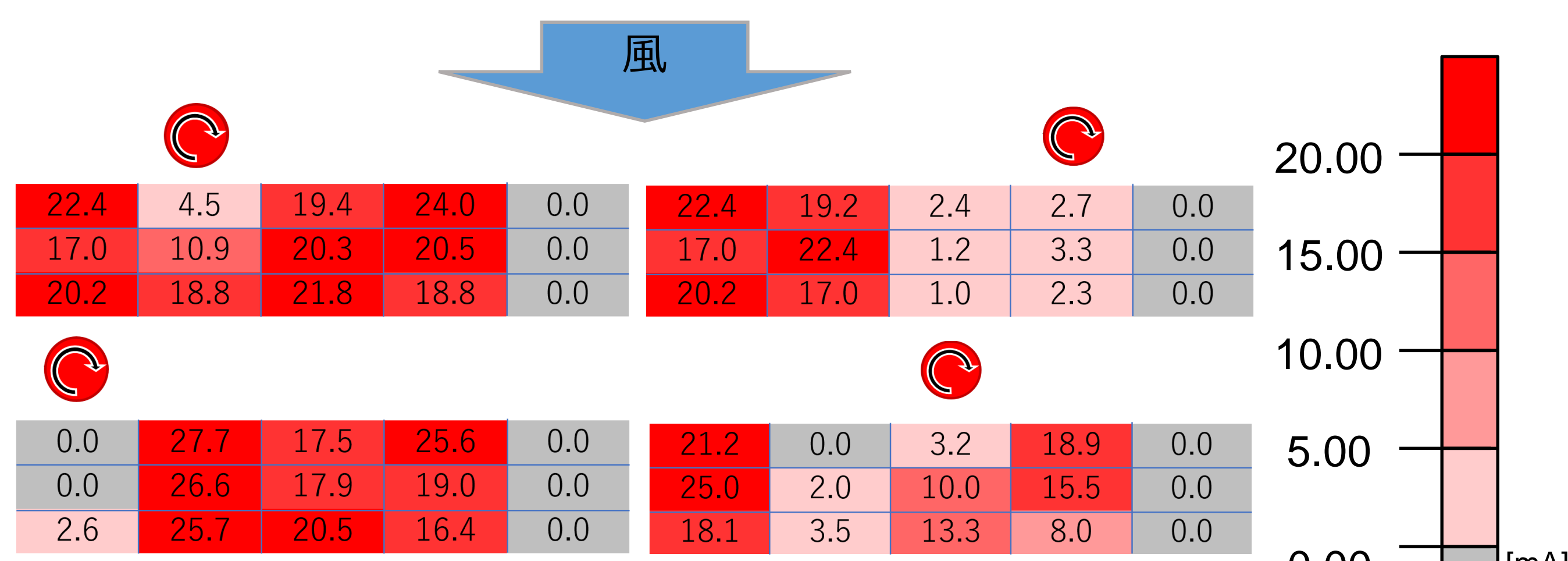


図2 発電電流の結果（同回転）と色パラメータ

<考察>

- ・前方が時計回りの時、I が大きい。
→前方が反時計回りの時、III が大きいと予想。
- ・前方の風車の干渉によるものだと考えられる。

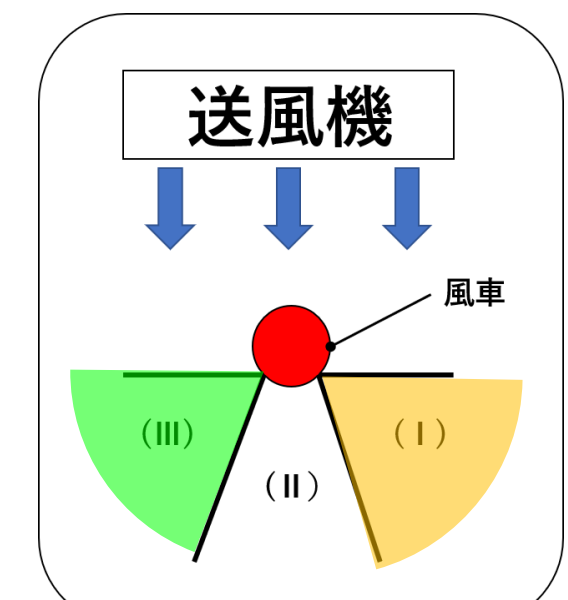


図3 分類わけした模式図

実験2

<目的> 5パターンでの配置での比較

<仮説> 風の干渉による単位面積当たりの発電電力の低下を防げる配置がある。

<方法> 風車4台を使用した、5パターン19通りを考え、最も単位面積当たりの発電電力が大きい配置を検証。
発電電力はRaspberry PiとINA226で計測。

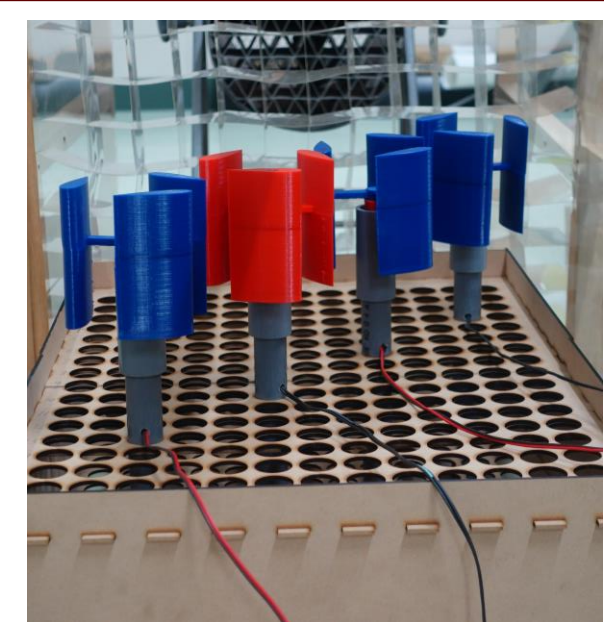


図4 土台に固定した風車

<結果>

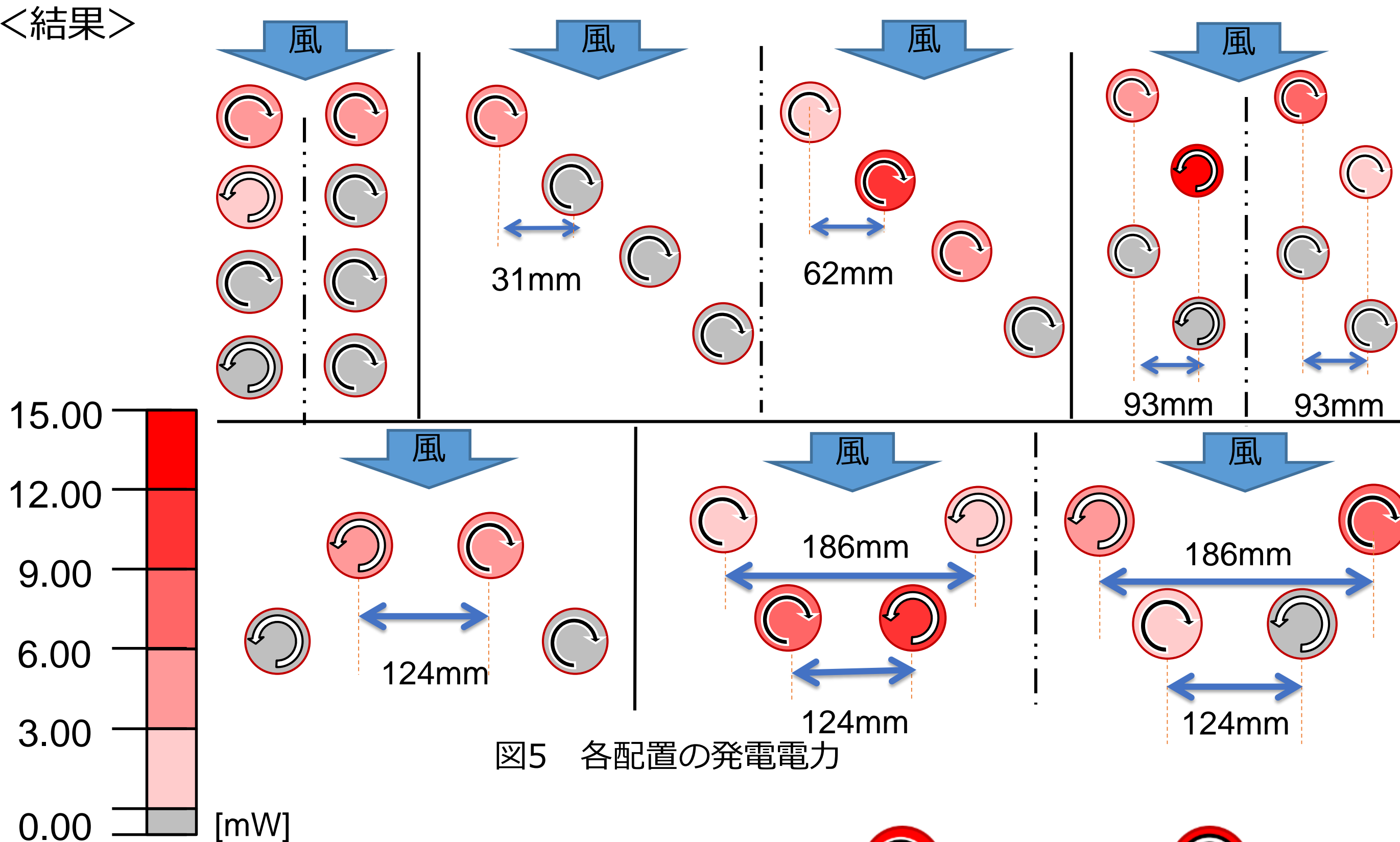


図5 各配置の発電電力

<考察>

- ・実験1の考察が反映されている。
- ・逆八の字の配置では、後方の2台の風車に強い風があたって、単位面積当たりの発電電力が大きくなる。

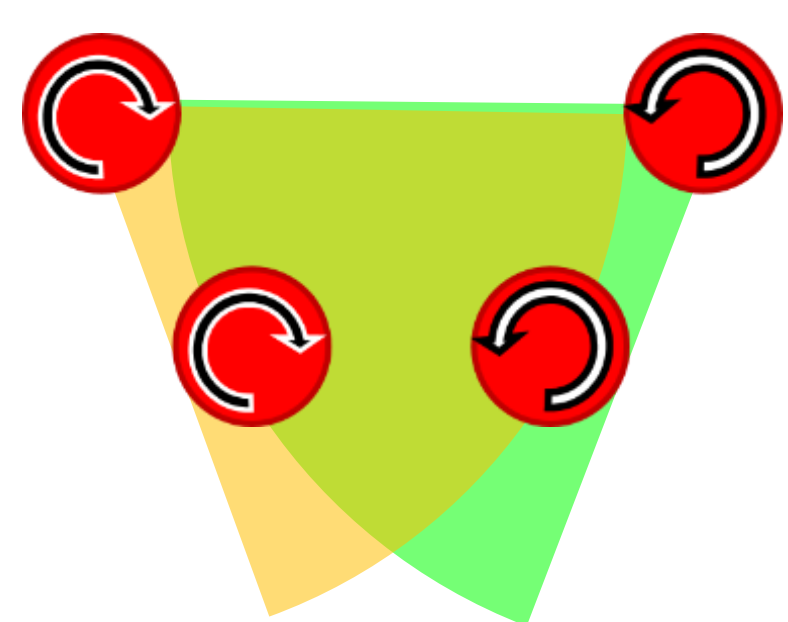


図6 前方の風車が後方に与える影響の模式図

まとめ

- ・垂直軸型風車を前後に多く並べると発電電力が小さくなる。
- ・ある逆八の字型では、横一直線型よりも単位長さあたりの発電電力が大きくなる。
- ・ビル風を利用した発電には、狭い土地で高電力を生み出すことができる逆八の字型が最適である。

実験3

<目的> 横一直線型と逆八の字型を比較する。

<仮説> 横一直線型の配置より単位長さあたりの発電電力が勝る逆八の字型の配置がある。

<方法> 川崎重工業様の風洞施設で風車12台を用いて、横一直線型と逆八の字型の単位長さあたりの発電電力を比較した。

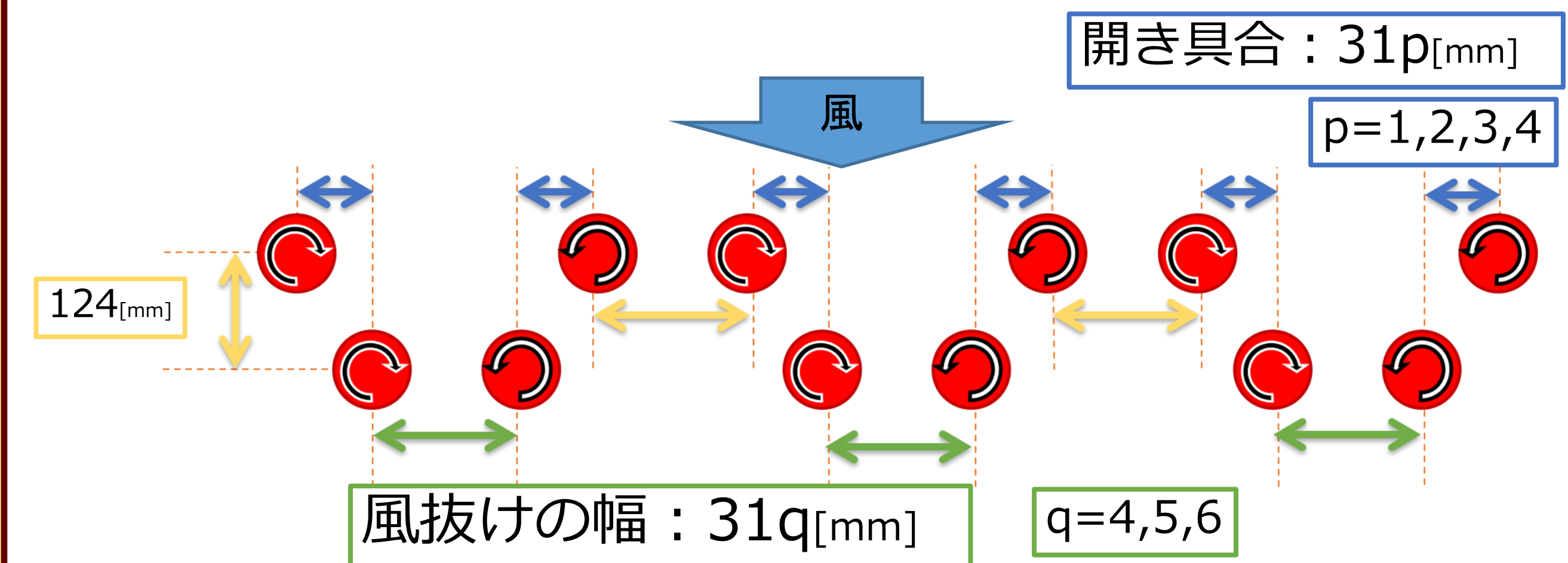


図7 逆八の字型3組の配置図

<結果>

表2 単位長さ当たりの発電電力[mW/m]

p \ q	4	5	6	横一直線	1台
1	131.4	114.7	84.9	173.5	185.6
2	164.3	170.9	137.1		
3	181.3	168.3	151.2		
4	*1				

<考察>

- ・風車の干渉で発電電力は下がる。
- ・単位長さあたりの発電電力を大きくするには、逆八の字型が最適である。

今後の展望

- ・前後の風車の距離も含めての最適な値を調べる。
- ・風レンズなどで集風し、発電電力を大きくする。

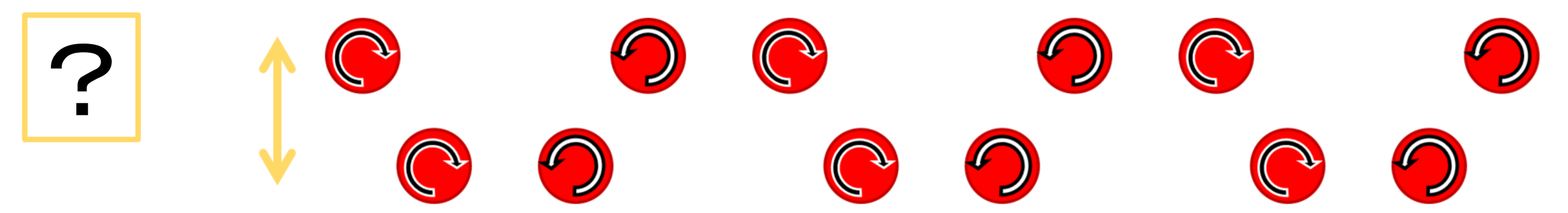


図8 逆八の字型3組の前後の距離の検討

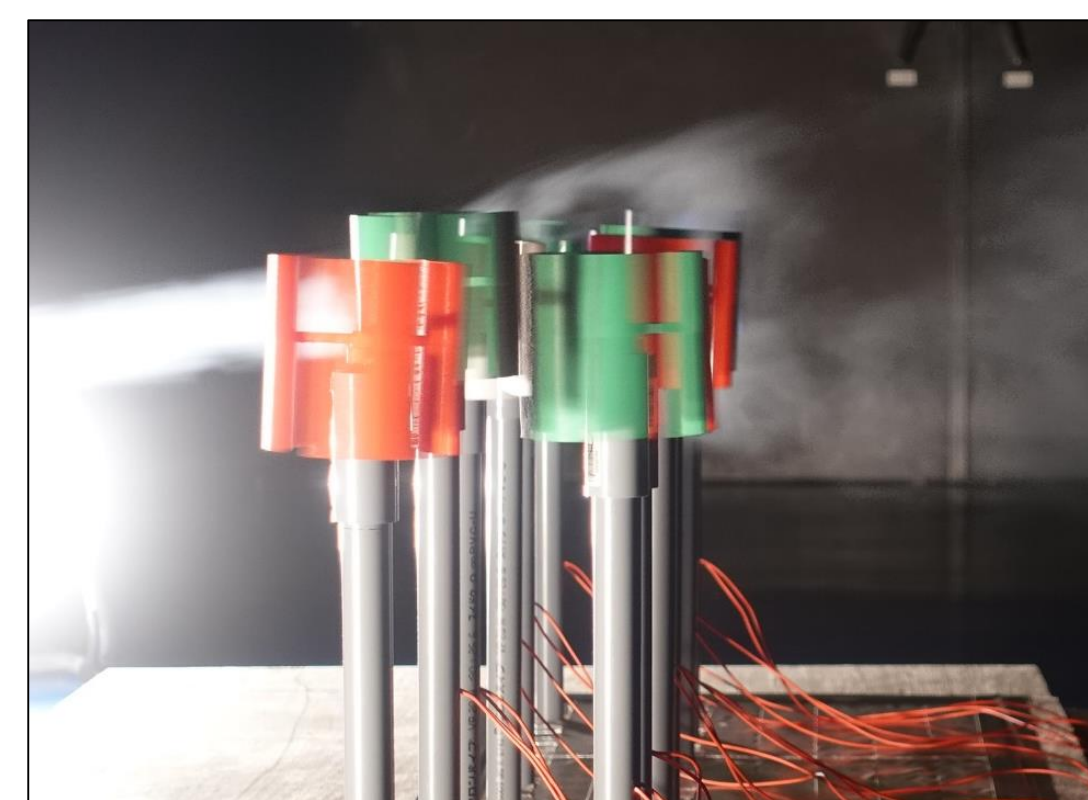


図9 風の可視化実験

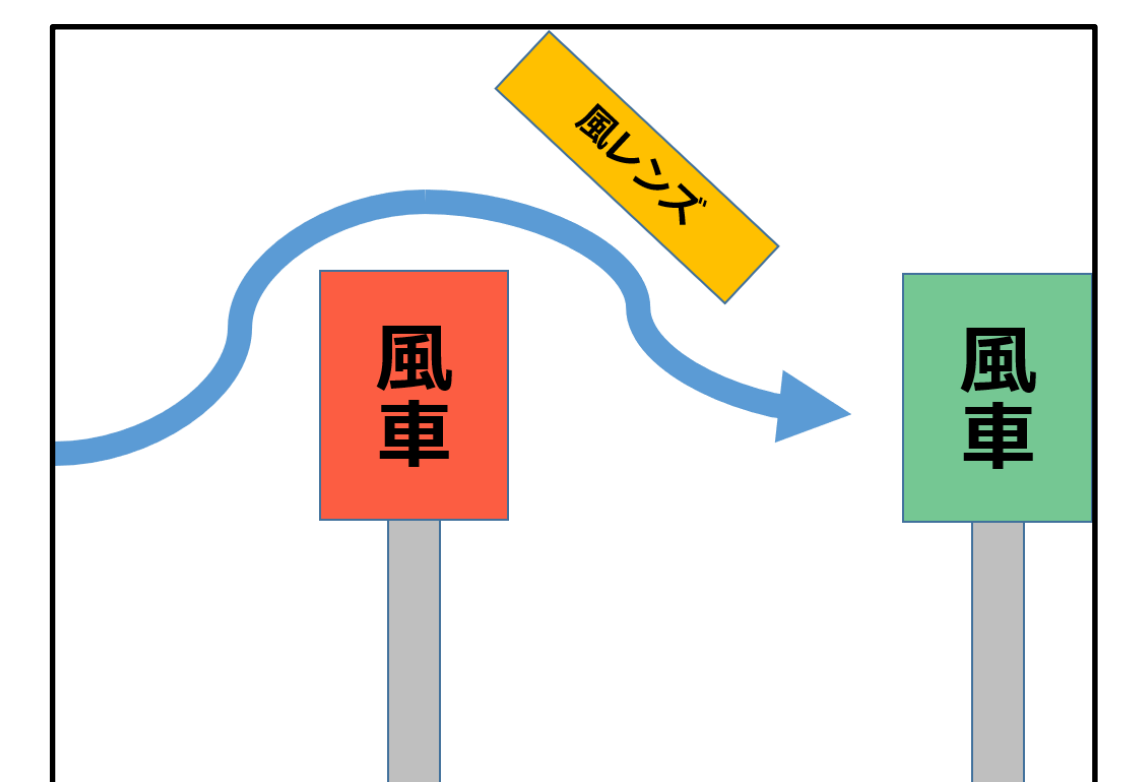


図10 風の無駄のない活用案

謝辞

大阪府立大学現代システム科学域知識情報システム学類
太田正哉様
川崎重工業株式会社技術本部
吉武秀人様、浜田信治様

参考文献

繁富啓詞、村井祐一、田坂裕司、武田靖『A116水平配置時のサボニウス風車の相互配置』動力・エネルギー技術の最前線公演論文集：シンポジウム2009.14(0),45-46,2009 一般社団法人 日本機械学会
村井祐一、小田友郎、大石義彦、田坂裕司『A124 垂直軸型風車の水平配列干渉に関する風洞モデル実験』動力・エネルギー技術の最前線公演論文集：シンポジウム2013.18(0),29-30,2013 一般社団法人 日本機械学会
北井敦也 示野浩章 田中優美 藤本悠大 三浦大志 加古川東高校課題研究風車班 (2017)『家庭用小型風車の効率化一羽のアベクトルに注目して』
梶本翔太 河野友希 田部二三起 津田修斗 宮本憲 山脇快星 加古川東高校課題研究風車班 (2019)『垂直軸型風車群の発電効率向上に向けた配置の検討』
Robert W Whittlesey1, Sebastian Liska1 and John O Dabiri1,2 "Fish schooling as a basis for vertical axis wind turbine farm design 1" Graduate Aeronautical Laboratories, California Institute of Technology, Pasadena CA 91125, USA 2 Option in Bioengineering, California Institute of Technology, Pasadena CA 91125, USA, October 29, 2018