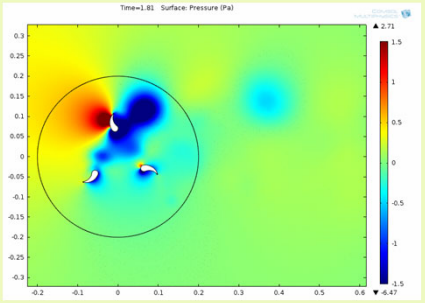
RITSUMEIKAN UNIVERSITY

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



勾玉形風車（まがたまがた）で発電力UP！
一家に一台、風をとらえる令和の神器

吉岡 修哉
立命館大学 理工学部 機械工学科 准教授

JST 新技術説明会　脱炭素に資する技術（オンライン開催） 2023.2.21

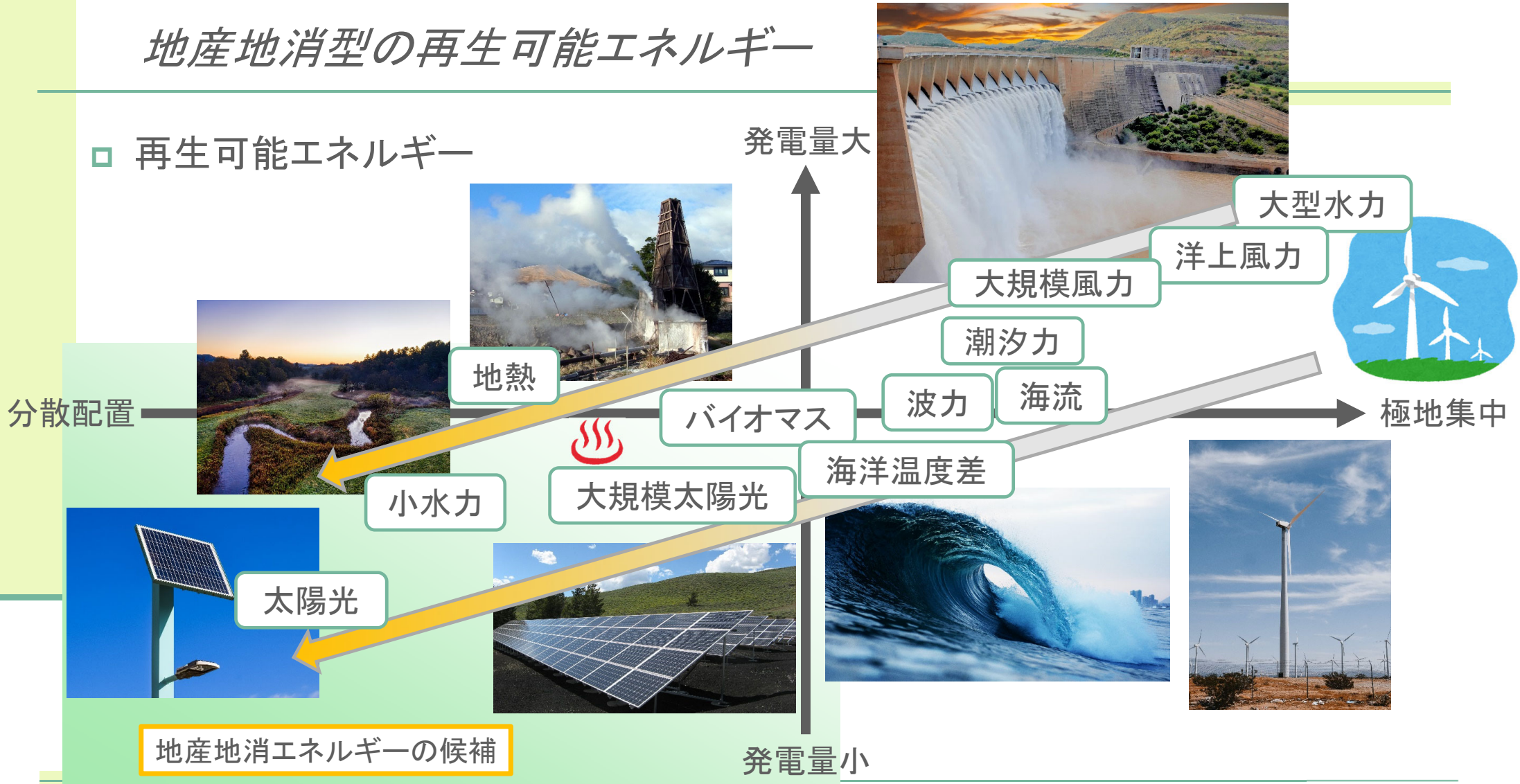
近い将来の街並みは・・・

屋根上に風車がある街並み　私が夢見ています

目指す町並み　この街並みが理想です

地産地消型の再生可能エネルギー

- 再生可能エネルギー



エネルギー地産地消のメリット

- 災害に強い
  - 電力供給の途絶を最小限にできる
- 送電ロスが少ない
  - 発電地＝消費地なので電力を無駄なく使える

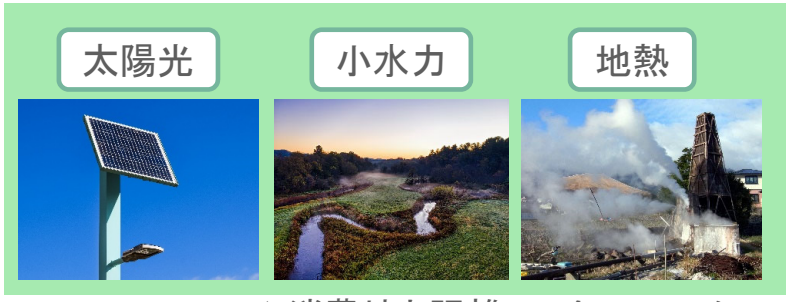
このメリットを活かすためには

- なるべく・・・
  - 小規模な発電所とする
  - 広く分散して配置する

究極的には・・・

- 一家に一台の小型発電所

ところで、
風力を忘れていませんか？？？



○よさそう
ただし夜は？

△消費地と距離
×小型化できない

△全国には無い

究極の地産地消エネルギー源とは？　風力を忘れないで

- 地産地消・・・
  地球上のどこでも、だれでも利用できるエネルギー源とは？
- 風力発電と太陽光発電の組み合わせ　←これが最強！
  - 天気が悪い時は風が強い
  - 夜でも風は吹く

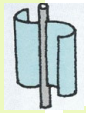
  } 相互に補完できる

- はたして、一家に一台の発電所を実現できるか？
  - 太陽光パネルは屋根の上に乗る　←すでに実用化済み
  - 現状、屋根の上に発電用風車を設置できるか・・・？
  - 答えは・・・

できない

小型の発電用風車が存在しない理由　実は簡単です

屋根上サイズに小型化できる
風車は垂直軸風車に限られる



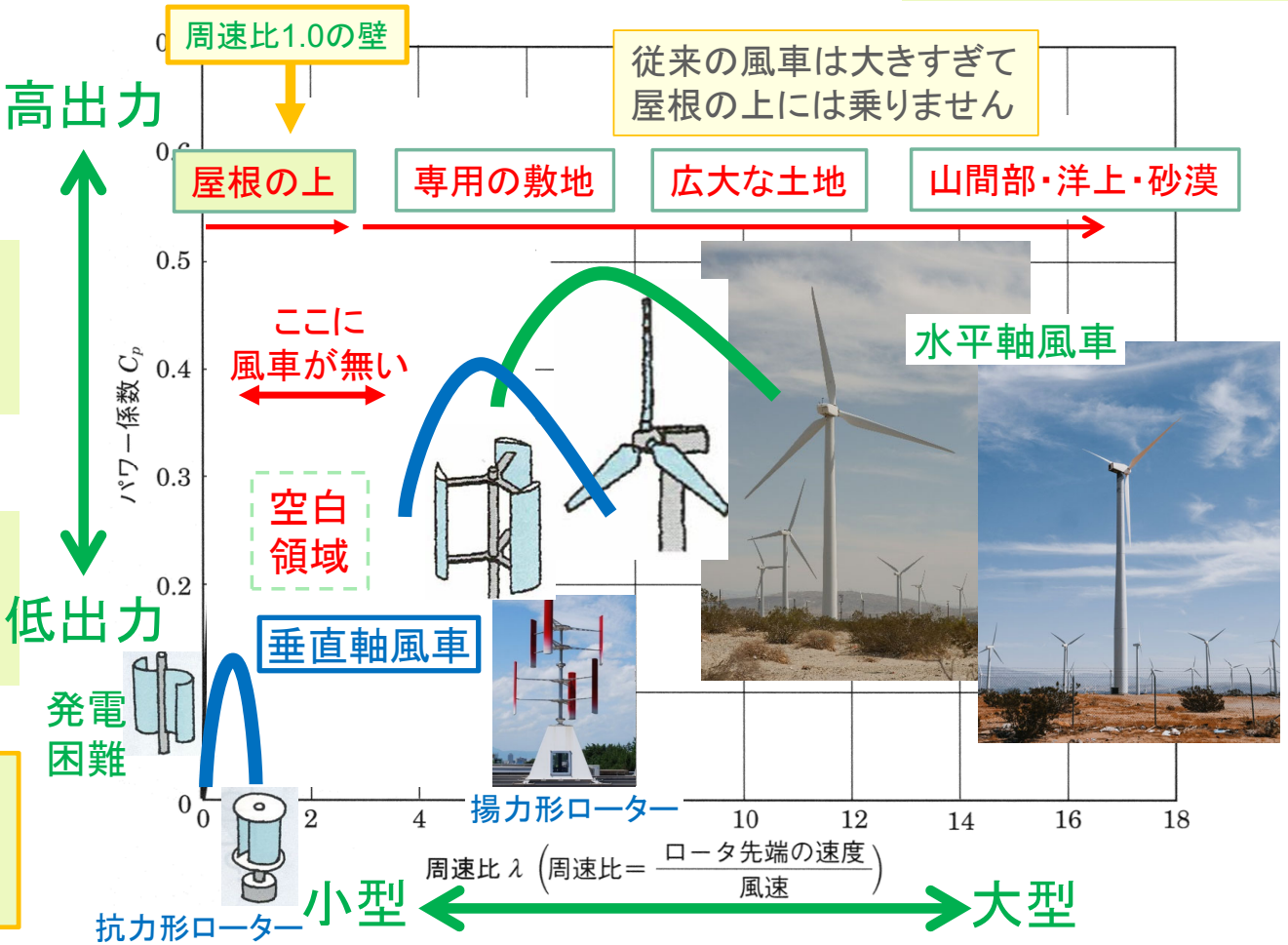
しかし・・・

垂直軸風車には
周速比1.0の壁がある
この壁をまたいで運用できない

なぜなら・・・

この壁を超えるには、
風車ブレードが風を追い越す
必要があるから

新しい風車を
考えなくてはいけない！



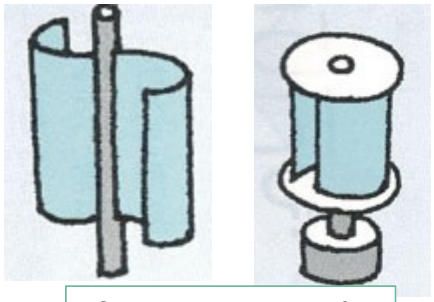
出典　牛山泉トコトンやさしい風力発電の本、日刊工業新聞社(2010)、P. 81,83
出典　西方正司、甲斐隆章、分かりやすい風力発電、オーム社(2013)、P. 42

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!
RITSUMEIKAN UNIVERSITY

空白領域が存在する原因　周速比1.0の壁

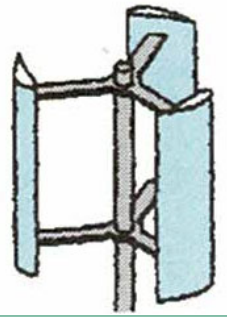
従来型の風車が持つ、両立できない利点と欠点

- 抗力型ローター
  - 低風速で起動・回転する
  - 風速を超える周速度（周速比1.0以上）では回転できない



高トルク・低回転

- 揚力型ローター
  - 風速を超える周速度（周速比1.0以上）で回転できる
  - 低風速で起動・回転できないので実質的に周速比1.0以下では回転できない



低トルク・高回転

出典　牛山泉トコトンやさしい風力発電の本、日刊工業新聞社（2010）、P. 81,83
出典　西方正司、甲斐隆章、分かりやすい風力発電、オーム社（2013）、P. 42

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!
RITSUMEIKAN UNIVERSITY

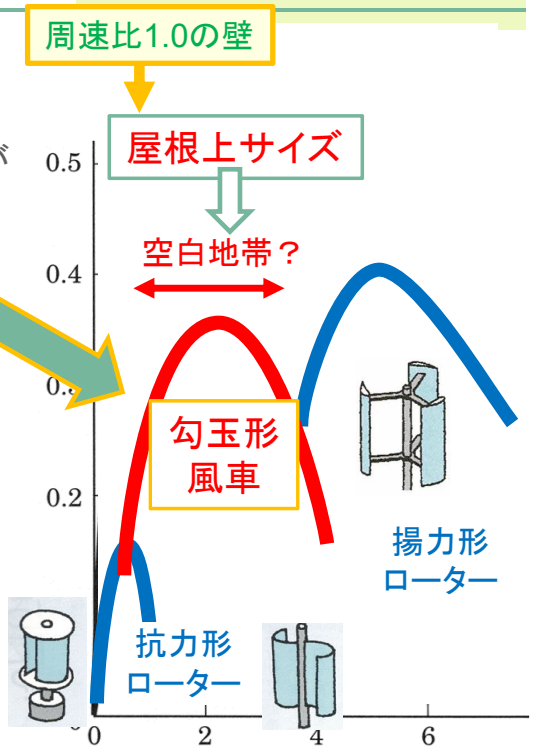
必要なイノベーション　風車を屋根の上に乗せたい！

- 従来の風車では回転しない状況でも回転する風車を新たに作ればよい。

- 勾玉形（まがたまがた）風車が実現します

- 勾玉形（まがたまがた）風車は、周速比1.0前後の状況でも・・・
- ブレードがどの位置にあっても、前進する回転力を生む勾玉形ブレードを搭載しています
- そのため周速比1.0の壁をまたいで運用することができます。
  - 流体制御技術の応用により実現しました。

周速比1.0の壁をまたぐことを可能にする

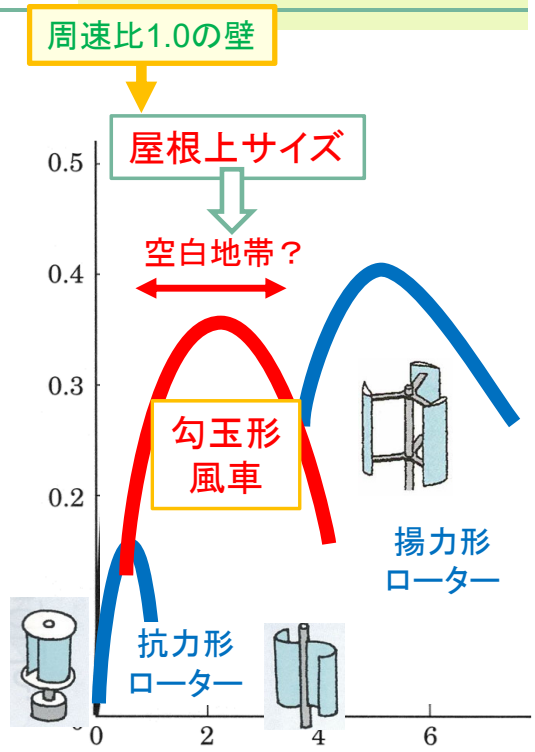


勾玉形ブレードの断面形状

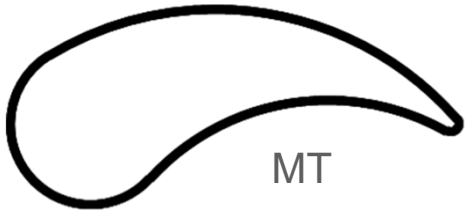
勾玉形風車　空白地帯で運用可能な垂直軸風車

- 抗力と揚力の両方を活用して回転する
  - 周速比が1.0をまたぐ領域で運用できる
- 風車運用の空白地帯を埋めることができる
  - 屋根上に乗る地産地消型の発電用風車になり得る

詳細は参考文献参照



勾玉形ブレード
断面形状

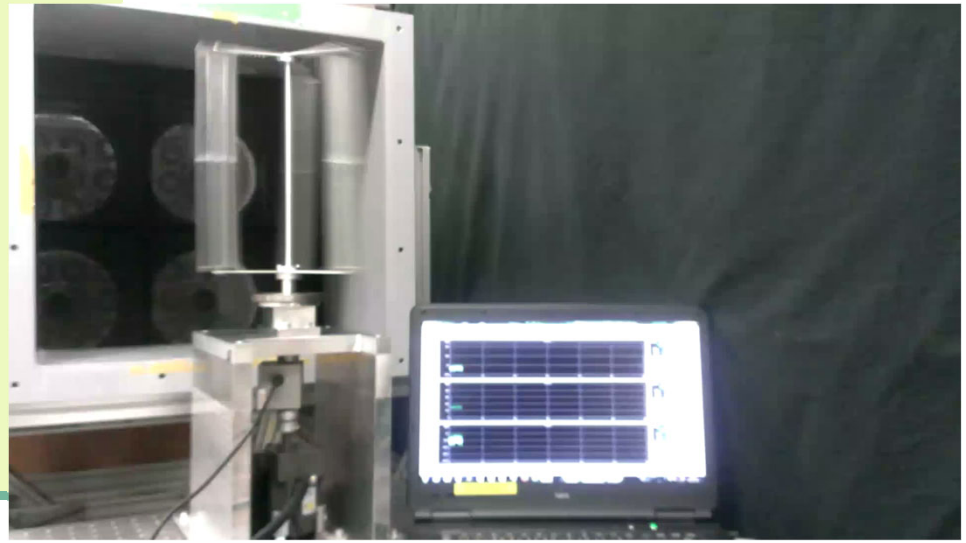


勾玉形風車

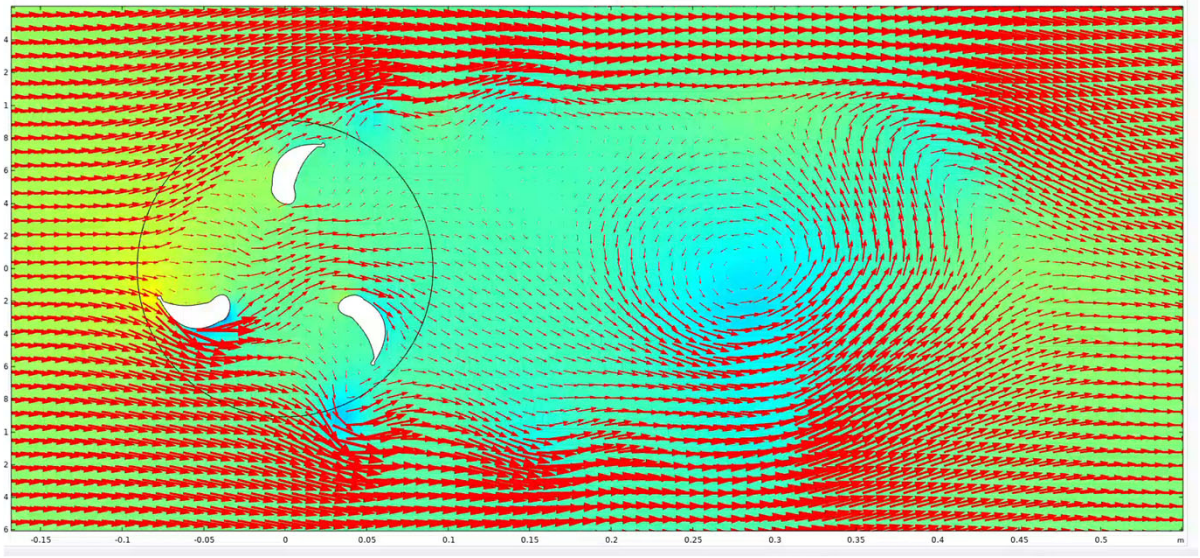
勾玉形ブレードを3枚搭載して試験中の勾玉形風車

勾玉形風車の研究開発

風洞実験

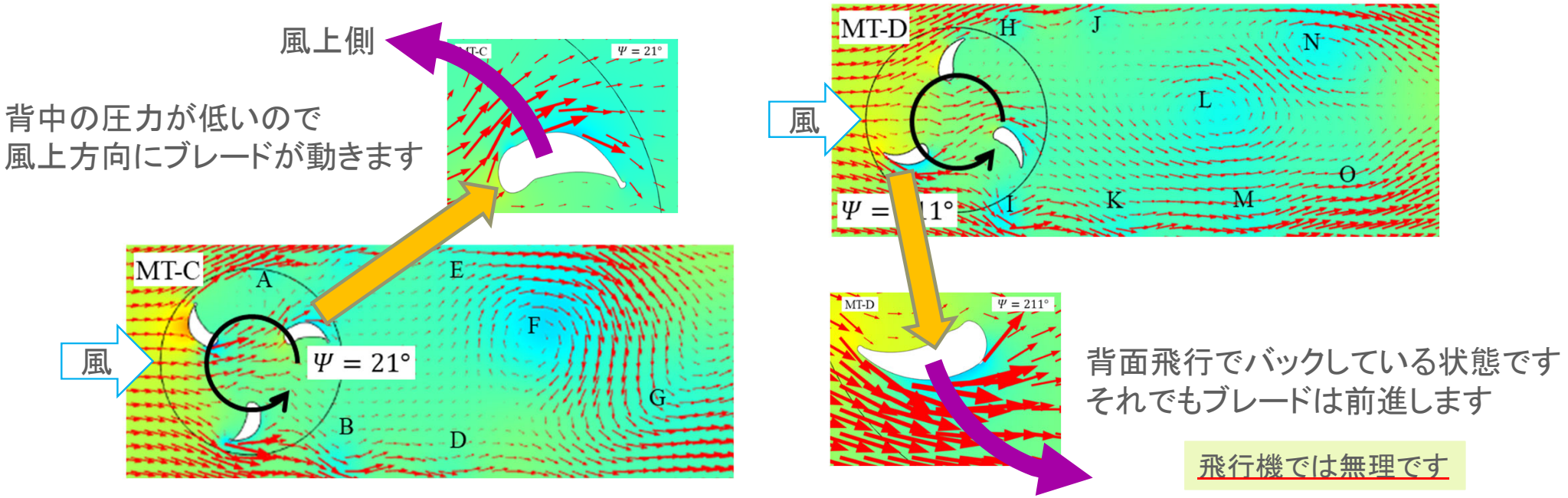


数値シミュレーション



勾玉形風車が回転する仕組み

- 勾玉形ブレードは、従来の風車では回転が困難な状況でも回転します。
- 飛行機の翼のマネをせず、風車専用に開発しました。



流体工学に基づく流体制御技術を風車に応用しています。 詳細は参考文献参照

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!
RITSUMEIKAN UNIVERSITY

キャンパス内の校舎屋上で実証試験を行っています

勾玉形風車の実用化にむけて

- 現在、世界中の屋根上は空いています。
- ここには風車が設置されるべきです。が、空いています。
  - 理由は簡単、発電できる風車が無いからです。
- 我々は、屋根上に設置しても発電可能な勾玉形風車を開発しています。

- 勾玉形風車は現在、立命館大学にて出力性能確認の実証試験中です。

- 勾玉形風車の発電試験と製品化を目指すパートナーを募集しています。
- 世界中の屋根の上を風車で埋め尽くしましょう！
- ぜひお問い合わせください！

実用化・技術移転に向けての情報

- 従来技術とその問題点
- 新技術の特徴
- 従来技術との比較
- 想定される用途
- 実用化に向けた課題
- 企業さんへの期待
- 本技術に関する知的財産
- 参考文献
- お問い合わせ先

従来技術とその問題点

- 従来の風車を用いて発電するためには、サイズを大きくする必要があります。
  - そのため、風車といえば巨大なサイズです。
  - 事実上、設置場所は山間部や洋上に限られます。

- 従来の風車を屋根上サイズに小型化しても、使い物になりません。
  - 風車サイズの空白領域に相当するからです。
  - モニュメントとして回転は可能ですが、発電は無理です。
  - 目立つので広告としては使えますが・・・（笑）。

- 屋根上サイズでも発電できる、新しい風車が必要です。
- これを実現するのが、勾玉形風車です。

新技術の特徴

- 勾玉形風車は、風車サイズの空白地帯で運用できる風車です。

屋根上サイズ

- 屋根上に乗せる事が出来ます。
- 太陽光発電と同程度の発電能力（設置面積当たり）があります。
- 太陽光発電と併用することで安定した再エネ電源として運用できます。

- 小型風車専用です。
- 大型化には向きません・・・大型電源には従来型の風車が向きます。

従来技術との比較

	勾玉形風車	抗力形風車	揚力形風車	水平軸風車
サイズ	小型（屋根上）	卓上～小型	中型～大型	大型～巨大型
風況（おおよそ）	1.5 m/s~	1 m/s~	5 m/s~	5 m/s~
発電量	太陽電池程度	直下の照明程度	強風下では 太陽電池以上	風車ファームで 地域電源以上も可
ブレード形状	勾玉形	パドル型	翼型	翼型
風向依存性	無し	無し	無し	有り・風上に向ける 制御が必要
重量物の設置場所	最下部	最下部	最下部	上部
安全性	○	○	△×	×
メンテナンス性	○	○	△	××

想定される用途

- 一家に一台、屋根の上に乗せる電源
- 屋根上で太陽電池と併用する、家庭用の安定した再エネ電源

- 地産地消型の再生可能エネルギー電源
- 分散配置による耐災害型の電源

- 将来的には・・・
  - グリッド型電力供給システムにおける小型電源
  - 独特の外観とゆっくりした回転を活かす、現代アートと共存できる電源

実用化に向けた課題

- 風車技術としては、技術移転可能な状態にあります。
  - 勾玉形風車の実証試験機が大学内のビル屋上で稼働しています。
  - さらなる性能向上のため、強化学習を活用した研究を推進しています。

- 発電試験は実施していません。
  - 流体工学の応用研究として、高性能風車ブレードの研究に集中しています。
  - 風車の出力性能としては、軸トルクと動力のみを計測しています。
  - 発電出力までは計測していません。

- 発電用風車として完成させるため、以下の課題があります。
  - 風車軸に発電機を接続する。増速ギア、継手、クラッチなどが必要となります。
  - ただしここに研究要素はなく、市販品の活用で実現可能です。

企業さんへの期待

- 本学から提供可能な情報
  - 勾玉形ブレードの断面形状データ（CADデータ）
  - 風洞実験の結果
    - 風車ブレードの基本性能データ（迎角vs空気力）
    - 風車の基本性能データ（周速比vs軸出力）
  - 実証試験の結果
    - 大学内ビル屋上におけるフィールド実験結果（風速vs軸出力）

- 連携する企業さんに期待すること
  - 勾玉形風車に発電機を取り付けて、発電用風車として商品化すること
  - 大学屋上の実証試験機を使用して各種テストをすることも可能です

本技術に関する知的財産

- 発明の名称：　ブレードの製造方法及びブレード
  発明者：　吉岡修哉
  出願人：　学校法人立命館
  出願番号：　2021-176357

- 発明の名称：　垂直軸風車用ブレード及び垂直軸風車
  発明者：　吉岡 修哉、酒井 達雄、柴田 達雄
  出願人：　学校法人立命館
  出願番号：　2012-117646
  公開番号：　2013-245564
  登録番号：　5924125

参考文献

山田 涼平, 山本 裕介, 吉岡 修哉, 垂直軸風車専用に特化した勾玉形風車ブレードの性能検討,
実験力学, 19巻1号, pp. 52-59, 2019.

二宮 広樹, 吉岡 修哉, 勾玉形垂直軸風車ブレードのHele-Shawセルによる実験的性能検討,
実験力学, 19巻1号, pp. 44-51, 2019.

Hiroki NINOMIYA and Shuya YOSHIOKA, Experimental Investigation of Blade Configuration Developed for Vertical Axis Wind Turbine by Genetic Algorithm, Advanced Experimental Mechanics, Vol. 5, pp.69-74, 2020.

二宮 広樹, 吉岡 修哉, 遺伝的アルゴリズムによる勾玉形垂直軸風車ブレードの開発,
実験力学, 21巻4号, pp. 322-330, 2021.

お問い合わせ先

立命館大学 研究部

- 立命館大学
  研究部 BKCリサーチオフィス

  077-561-2802
  event@st.ritsumei.ac.jp
  https://www.ritsumei.ac.jp/research/