



## 研究概要

### 日本のエネルギー現状

近年、世界の規模でエネルギーの需要が高くなっているが、日本国内で電力の大部分は持続性が欠けているだけでなく、二酸化炭素を排出する化石燃料によって賄われている。現に、資源エネルギー庁が集計したデータによると、2022年に化石燃料が占める割合は7割近く、前年度より減少しているが、2030年度の目標に達するまではまだ遠いと考えられる。

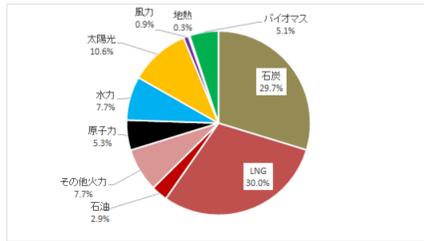


図1: 日本国内の電源構成(2022年度の年間発電量)  
出所: 資源エネルギー庁「電力調査統計」などからISEPが作成

### 再生可能エネルギーの新たなアプローチ

その対策として、水力や風力などの自然エネルギーを利用した発電所は年々増加しているが、このような発電所は膨大な土地を必要とされる一方で、経済効率は火力に比べて低い。特に風力発電の場合、風車の間隔は数100m開けないと発電効率が下がるため、更に広い土地が必要とする。

そこで、既に身の回りにはある未利用エネルギーを活用することで、広大な土地を開けることなく再生可能な電力を供給できると考えた。その一例として挙げられるのは地下鉄の移動によって発生するピストン風が考えられる。一時間に地下鉄が数十本も通る東京都でこの風力を垂直軸風力タービン「VAWT」で電力に変換できるかがこの研究アイデアである。



## 進捗状況

5月 研究アイデアの提出 → 参考文献調査の開始

7月 サマーキャンプ → 研究の方向転換

プロジェクトの規模の大きさを考慮し、とりあえず今のところ社会実装よりその前段階である実現可能性調査まで進めていきたい

シミュレーションの基礎スキルの習得

授業や独学でシミュレーションにおける離散化などの基礎スキルを習得した上で、典型的な例で実践をしてみた。

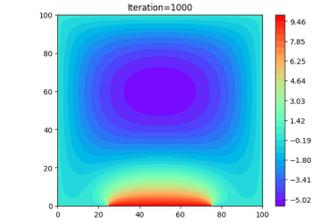


図2: 練習で使ったシミュレーションの例

8月 留学のため、しばらく活動中止の予定だったが、

この機会に3Dデザインから最適化まで、このプロジェクトに共通する基礎的なスキルを身につけた

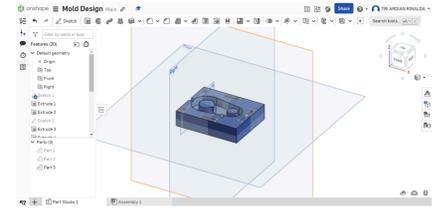


図3: 留学で作った3Dデザインの例

まだ簡単なデザインしかできないが、これからも練習して頑張ります!

9月 研究アイデアの実現に向けてこれまでの基礎スキルを結び付ける

ピストン効果のCFDシミュレーションの前例を発見

- 列車が再びトンネルに入るとき、トンネル付近に最高速度に達する
- 別のパラメータでシミュレーションを行いたい

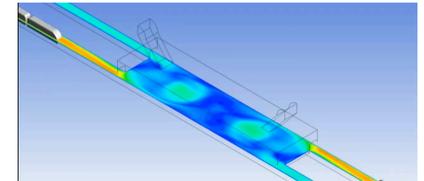


図4: トンネル効果のCFDシミュレーション  
出所: StreamCFD (Youtube)

### 参考: ピストン風とVAWTについて

#### ピストン風



- 列車の移動とトンネルの閉鎖空間によって生じる
- 最高速度6-7m/s、列車と同じ方向

#### VAWT



- 360°の風向で稼働可能
- 稼働するための最低風速は低い
- 限られた空間で設置可能



## 今後の計画

具体的なタイムスケジュールはまだ未定だが、以下の流れで今後進めていきたい

- 実際に地下鉄の駅に風速を測定 → 後にシミュレーションの結果と比較
- CFDのシミュレーションを実施
- VAWTの設計を最適化 → プロトタイピング
- 実現可能性調査 → コスパや環境影響をもとに評価する



## 将来の展望



都市部の未利用なエネルギーの有効活用



持続可能な社会への貢献

### 参考文献

- Pan, S., et al. (2013). "A Review of the Piston Effect in Subway Stations." Hindawi Publishing Corporations. Retrieved from "https://journals.sagepub.com/doi/10.1155/2013/950205".
- Sadehaghghi, A., (2022). "Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)". ResearchGate. Retrieved from "https://www.researchgate.net/publication/358747044\_Vertical\_Axis\_Wind\_Turbines\_VAWT".
- トーマス・コーベリエル. (2015). 自然エネルギー建設には多くの土地が必要? —どれだけ賢いにかかっている! . 自然エネルギー財団. [https://www.renewable-ei.org/column/column\\_20150903.php](https://www.renewable-ei.org/column/column_20150903.php)
- 国際環境経済研究所. (2022). 再生可能エネルギー導入促進のための政策提言. ISEP. <https://www.isep.or.jp/archives/library/14470>



## 研究目的

### 目的

- ピストン風でVAWTの発電可能性を調査
- VAWTの小型化と最適化
- コストと発電効率の評価



### 質問

- VAWTでピストン風は電力に変換できるか?
- どのようなVAWTのデザインと設置場所が最適か?
- コストは発電量に比べて経済的に有効か?



## 研究方法

