

Task54 : 寒冷地における風力発電

第11回 IEA Wind セミナー No.7

2023年2月28日

株式会社 駒井ハルテック

岩井 憲一

Task54について

- 目的：
寒冷気候市場への全体論的アプローチを促進
寒冷気候の風をより安全
リスクと不確実性を軽減
標準化
- 言語と手法の標準化
相互に比較可能な研究結果
適切に評価できる製品やプロジェクト
IEA Wind Task 19 から継承

Task54の範囲

- Task 54 の範囲
寒冷地 (CC) の風力エネルギー
- Task 54の使命
「安全かつ経済的に実行可能な方法で寒冷地風力発電の大規模展開を改善する」
- Task 54の仕事
寒冷地における風力エネルギーに関する標準化と情報の収集と普及

アプローチと方法論

- Task54の作業
主題に基づいてサブタスクに分割
各成果物には配信する担当を配置
外部コミュニティとの交流
- Task54の成果物
一連のテクニカルレポート
ガイドラインドキュメント
カンファレンスプレゼンテーション
ソフトウェア

Task19について

- 2002 年Task 19 ‘Wind Power in Cold Climates’ 設立
- 2022年1QまでTask19を継続
- 寒冷地の風力に関連する一般的な慣行と用語を推進
- 多くのTask 19 の取り組みは、業界標準として採用

Task19の成果

- IEA 風氷分類：
着氷気候条件に基づくサイトの分類
アイシングの重症度を示すために広く使用
- IceLossMethod:
着氷による生産損失を推定するためのソフトウェア
着氷イベントの定義
- 着氷および着氷リスク評価ガイドライン：
着氷状態に関連するリスクを評価
- その他、風力タービンを管理する IEC 規格に寒冷気候の懸念を導入

Task19のこれまでの活動状況

- IEA Wind の出版物や会議で共有
- ワークショップを開催
- 公開ウェビナーを開催
- 成果物を発表（Webサイトで公開）

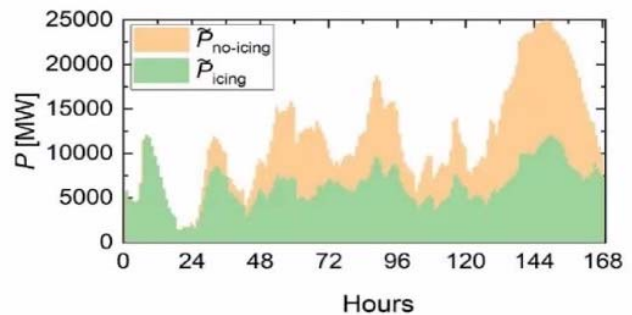
Task54の参加国

No	国	機関	概要
1	オーストリア	Energiewerkstatt Verein	再生可能エネルギーの利用を研究
2	カナダ	Nergica	再生可能エネルギー産業の応用研究
3	デンマーク	DTU Wind Energy	風力発電技術の研究と開発
4	フィンランド	VTT	研究・技術の商業・社会への活用を促進する研究機関
5	ドイツ	Fraunhofer IFAM Fraunhofer IEE	材料技術研究機関 エネルギーシステム研究機関
6	ノルウェー	Kjeller Vindteknikk	風力発電コンサルタント
7	スウェーデン	WindREN Vattenfall	風力発電コンサルタント 電力会社
8	スイス	Meteotest	気象・気候・環境の調査・分析
9	UK	DNV	第三者認証機関
10	日本	NEDO 駒井ハルテック	国立研究開発法人 鉄構・橋梁メーカー
11	US	Colorado Univ.	州立総合大学

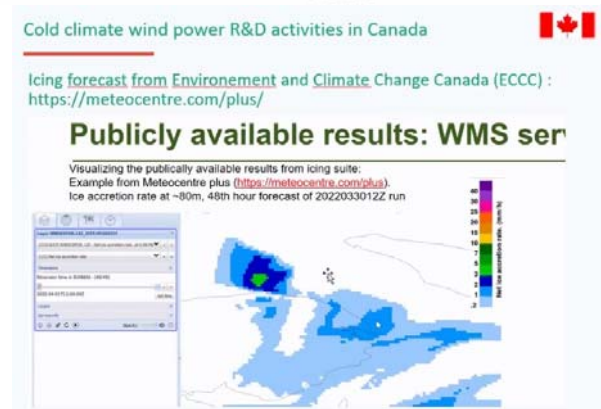
Task54のサブタスク (1)

不確かさの定量化:

- 風車運転中の着氷による出力損失を定量化 (フィンランド・オーストリア)



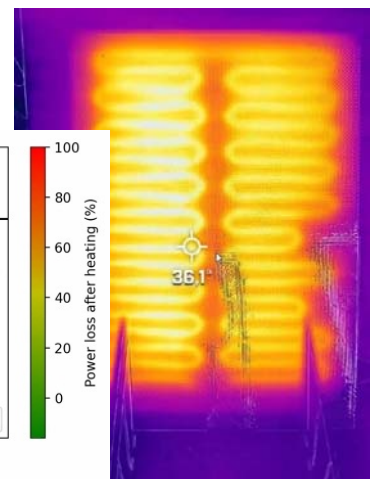
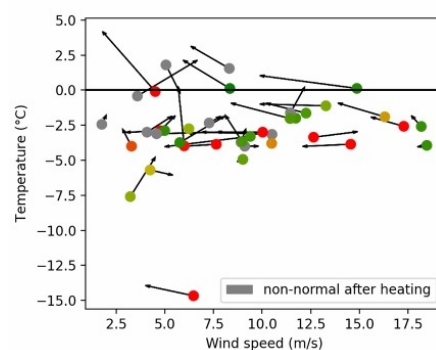
- 風車建設前の着氷測定と長期補正 (フィンランド・カナダ)



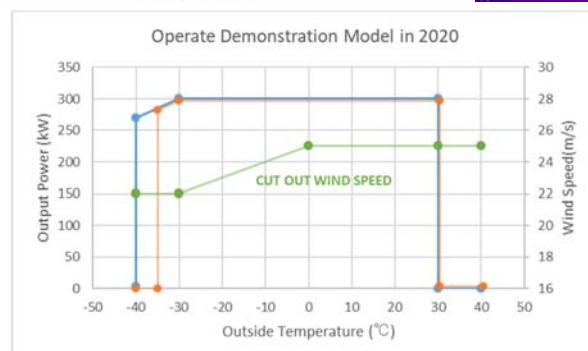
Task54のサブタスク (2)

寒冷地仕様風車制御:

- ブレード加熱システムの性能エンベロップ計算 (カナダ・スイス・ドイツ・スウェーデン・フィンランド・デンマーク・オーストリア)



- 寒冷地仕様風車の運転制御戦略 (カナダ・日本)



Task54のサブタスク (3)

安全性と許容:

- シンプルなアイススロー参照ツール (デンマーク)



- 着氷が与える風車騒音の影響 (タスク開始)
着氷によるブレード表面の粗さから生じる騒音の研究
→騒音の伝搬による風車設備の安全範囲を変更
→ガイドラインの策定

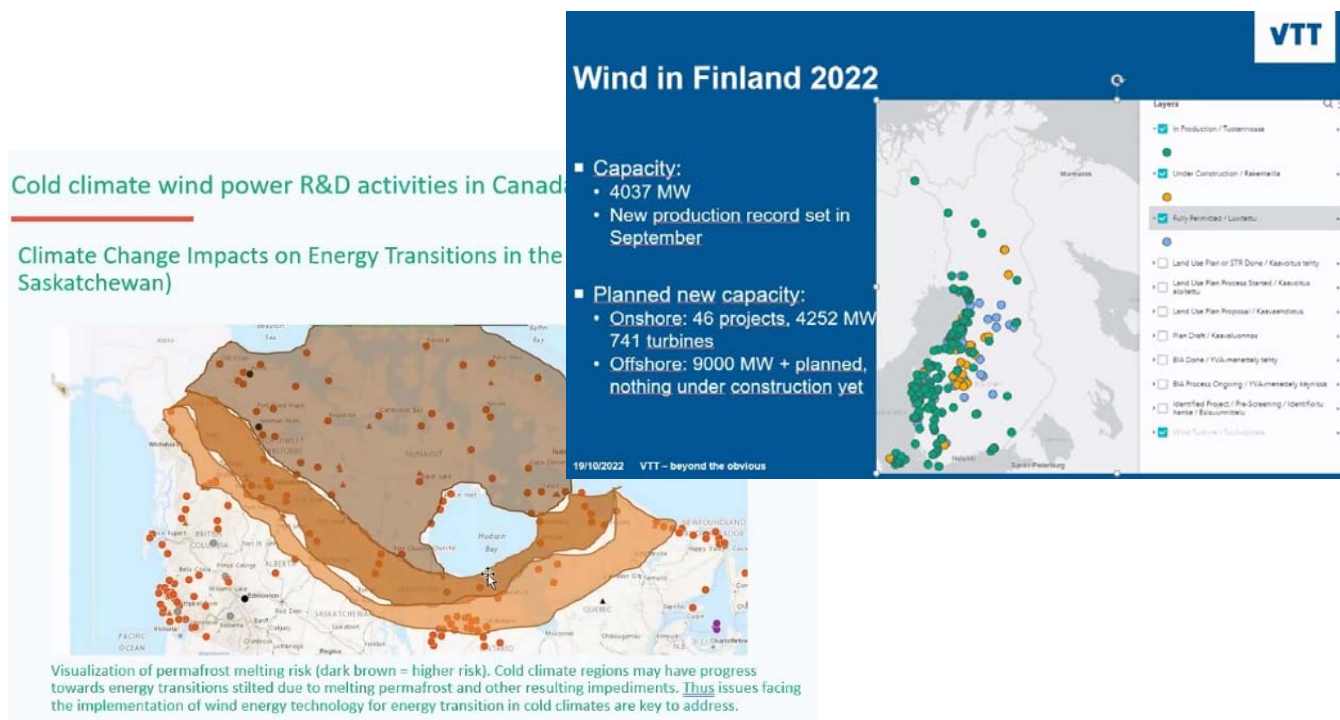
Task54のサブタスク (4)

テストとモデリング

- 着氷風洞でのラウンドロビン・ベンチマークテスト
(デンマーク・フィンランド・ドイツ)
第1段階: シリンダー着氷試験の条件設定
現在、4つの着氷風洞試験施設を確保
他の施設も随時募集するが、第1段階試験を実施できることが参加条件となる
- 氷の成長モデルの比較とガイドラインの作成
(デンマーク)
複数パターンのCFDコードやソフトウェア・パッケージを用いて一連のテストケースを実行し、上記風洞試験の結果と比較検証
特に以下の2点に留意
 - 同じ環境条件下で異なるコードによって生成された氷の形状を比較
 - 氷の形状と環境パラメータの関係を理解

Task54のサブタスク（5）

- 着氷による市場およびシステムへの影響調査



Task54のスケジュール

- 風力発電に関する寒冷地問題への取り組みは、学期が終わっても終わりません。計画は、作業計画の完了とともに、現場の問題をしっかりと理解することです。将来的には、個々の課題を解決することに重点を置いた新しいタスクが検討される可能性があります。

Project month ->		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
Project Subtask	Activity																																								
management	Reporting to IEA Exco																																								
	Project meeting																																								
Uncertainty quantification	Uncertainty of icing loss in operation																																								
	Uncertainty of pre-construction measurement / Long-term correction of icing measurement																																								
Control of iced wind turbines	Performance envelope calculation																																								
	Control strategies for cold climate wind																																								
Safety and acceptance	Simple reference ice throw tool																																								
	Distributed wind and icing																																								
Modeling and testing	Icing impact on wind turbine noise																																								
	CFD code best practices/Intercode comparison																																								
Market and energy system level impacts	Icing wind tunnel round robin benchmark test																																								
	Market and energy system level impacts																																								

2022年の活動

- Task54オンラインMTG（2022年5月31日）
- IEA合同カンファレンス（2022年10月18日-20日）

- 風洞試験WPの進捗報告
- 着氷定義WPの進捗報告
- 着氷騒音WPの立上げ
- 着氷損失WPの準備
- ウェブサイトの準備



IEA – Joint Task Conference Vienna 2022
Tasks 41, 52, and 54
Date: 18. October 2022 – 20. October 2022

Program:
18. October: Wind Industry Conference
Conference session at the Austrian wind power stakeholder meeting. Presentations of the IEA Wind TCP Tasks with Austrian participation (Tasks 41, 51, 52 and 54).
14:00 – 17:00: Presentations
17:00 – 18:30: Discussion & Networking
See separate program for details.
Limited number of places, first come, first served.

Location:

[Riverbox-google-place](#)
Address:
Johann-Böhm-Platz 1, 1020 Vienna
Transportation:
Use metro line U2 to *Donaumarina*

19. October: IEA Task meetings
09:00 – 12:00: Meetings
12:00 – 14:00: Lunch (Catering at Techbase)
14:00 – 17:30: Meetings
From 19:00: Dinner (Restaurant tba)


[ENERGYbase-google-place](#)

20. October: IEA Task meetings
09:00 – 12:00: Meetings
12:00 – 14:00: Lunch (Catering at Techbase)
14:00 – 16:00: Student Symposium
(Organized by Task 41)
Address:
Giefinggasse 6, 1210 Vienna
Transportation:
Use the train from *Praterstern* to *Siemensstraße* or metro line U1 to *Kagraner Platz* and proceed with the bus line 31A to *Giefinggasse*.

タスク間ワークショップ

- タスク 52: 寒冷地および着氷環境でのライダーの使用、展開と信頼性の問題、ライダーによる氷の検出
- タスク 41: 遠隔地のオフグリッドコミュニティでの風力発電の使用
 - IECのサイドガイドライン（技術仕様）はまもなく登場し、IEAの推奨事項を補完
 - アイススローシミュレーション用のDTU OpenSourceコードは、Task54からリリースされる予定
 - ライダーによる雲の検出についての議論（雲高計の代替となるか）

日本の活動報告（1）

・北東アジアにおいて分散型小規模風力発電プロジェクトの参照サイトを2つ持っています

・1つ目のサイトは年平均気温0°C

・もう一つは、年平均気温が-10°C

これらのサイトでの風力発電所構築ノウハウをもとにガイドラインを提案します



寒冷地仕様風車の制御戦略

- ① 安全性: 着氷を早期に検出し、人員の安全上のリスクを最小限に抑える
- ② 寿命を維持: 追加の負荷と振動を減らして疲労負荷を最小限に抑える
- ③ 生産の最大化: タービンの動作領域を拡張し、着氷によって空力損失が発生した場合でも動作できるようにして、疲労負荷を最小限に抑える
- ④ 着氷タービンの始動と停止: 寒冷地で問題になることが多い、着氷による過度の運転停止をタービン制御を変更することで軽減する

日本の活動報告（2）

1. 風車翼の着氷を防ぐ特殊塗料

凍結試験プラントで4種類の特殊塗料から選ばれた塗料を使用



2. 超音波式風向風速速計と着氷センサーを採用

-12°Cの冷蔵室において、風速1m/s、6m/sの着氷・着雪風洞による性能確認を実施



3. 低温下での運転制御システム

-最低温度で安全に自動シャットダウン

-低温下での空気密度増加による負荷軽減のための発電電力制御

日本の活動報告（3）三重大学



解析手法（疲労解析）

17

■ 寒冷地風車における運転方法の提案目標

着氷環境下でも風車寿命20年間を確保可能な運転方法の考案

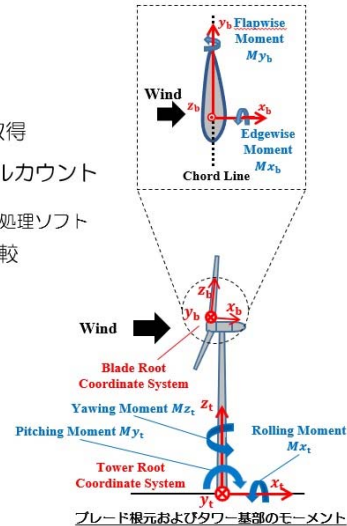
■ 解析手順

1. 乱流風生成ツール（TurbSim）を用いて、乱流風データを作成
 使用風速：11.5 ≤ U ≤ 24.5 [m/s] (BIN幅1.0m/s) …各風速6つの乱流風を作成
 乱流強度：Category C (I_{ref} = 0.12)
2. OpenFASTを用いて、各風速BINに対する荷重の時系列データを取得
3. Crunchを用いて、Rainflow法に基づき荷重時系列データをサイクルカウント
 ⇒サイクルカウントは想定期間における風速出現頻度を用いて重みづけ
 ※Crunch・FASTの出力ファイルの統計処理ソフト
4. 20年間の等価疲労荷重（DEL）を算出し、非着氷時と着氷時を比較

- 解析項目
- ・ブレード根元エッジ方向モーメント
 - ・ブレード根元フラップ方向モーメント
 - ・タワー基部ローリングモーメント
 - ・タワー基部ピッチングモーメント
 - ・タワー基部ヨーイングモーメント

$$DEL = \sqrt[m]{\frac{\sum_i F_i^m n_i}{N}}$$

m：ウェーラー指数（FRP：10、鉄鋼：4）
 F：荷重振幅
 n：対象期間におけるサイクル数
 N：20年間における運転期間の総ロータ回転数
 i：荷重BIN



日本の活動報告（4）神奈川工科大学

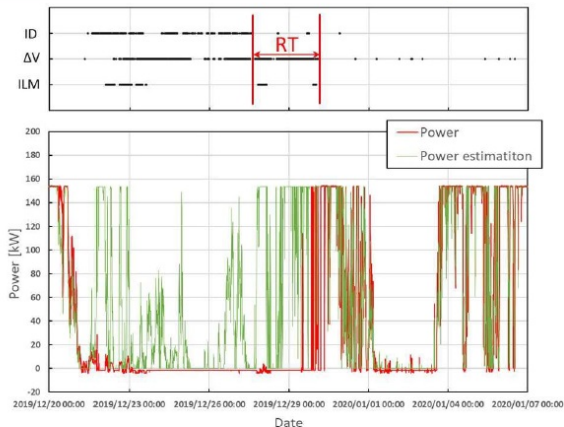
着氷による発電電力量への影響

11

年間着氷時間と発電電力損失

	着氷時間 [hrs]	発電損失量 [kWh]	発電損失率 [%]
ID	494	12526	2.3
ΔV	419	28544	5.2
ILM	165	10814	2.0

2019/Apr - 2020/Mar



着氷期間での発電損失がどの程度なのか確認

Tiksiでは

→ Ice Loss Methodは過小評価

→ 発電電力損失量は風速の出現に依存

2023年の活動計画

- 春の定例会議（2023年3月30日）於スウェーデン
- Winter Wind 2023年3月27日-29日の翌日に設定
- 秋の定例会議（2023年10月頃）於カナダ



ご清聴ありがとうございました

- 参照Webサイト

Task19 : finished
<https://iea-wind.org/task19/>

Task54 : empty now
<https://iea-wind.org/task54/>