可動アーム式バタフライ風車の制御方式

鳥取大学　工学部　機械物理系学科
教授　原　豊

2024年3月5日

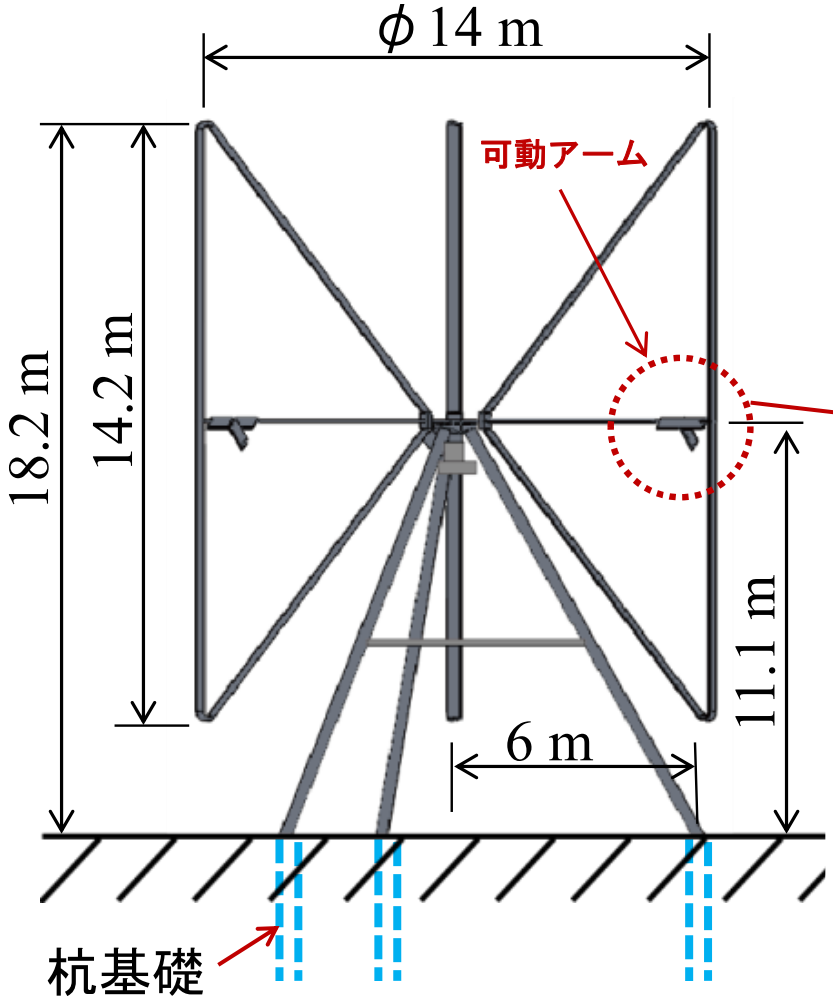
背　景

2050年カーボンニュートラル実現のため、再エネの最大限活用が期待されている。

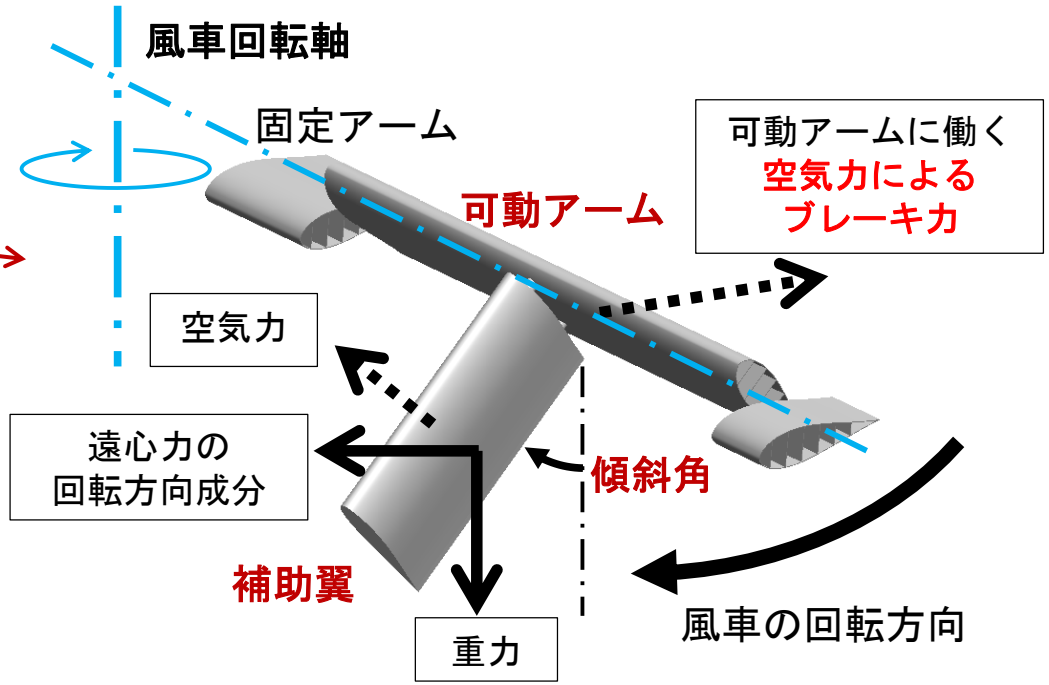
大型の洋上風力のみでなく、身近な場所に容易に導入可能な小形風車の実用化が期待されている。

しかし、小形風車は発電コストが高いことが大きな課題である。

鳥取大学×日軽金アクト㈱



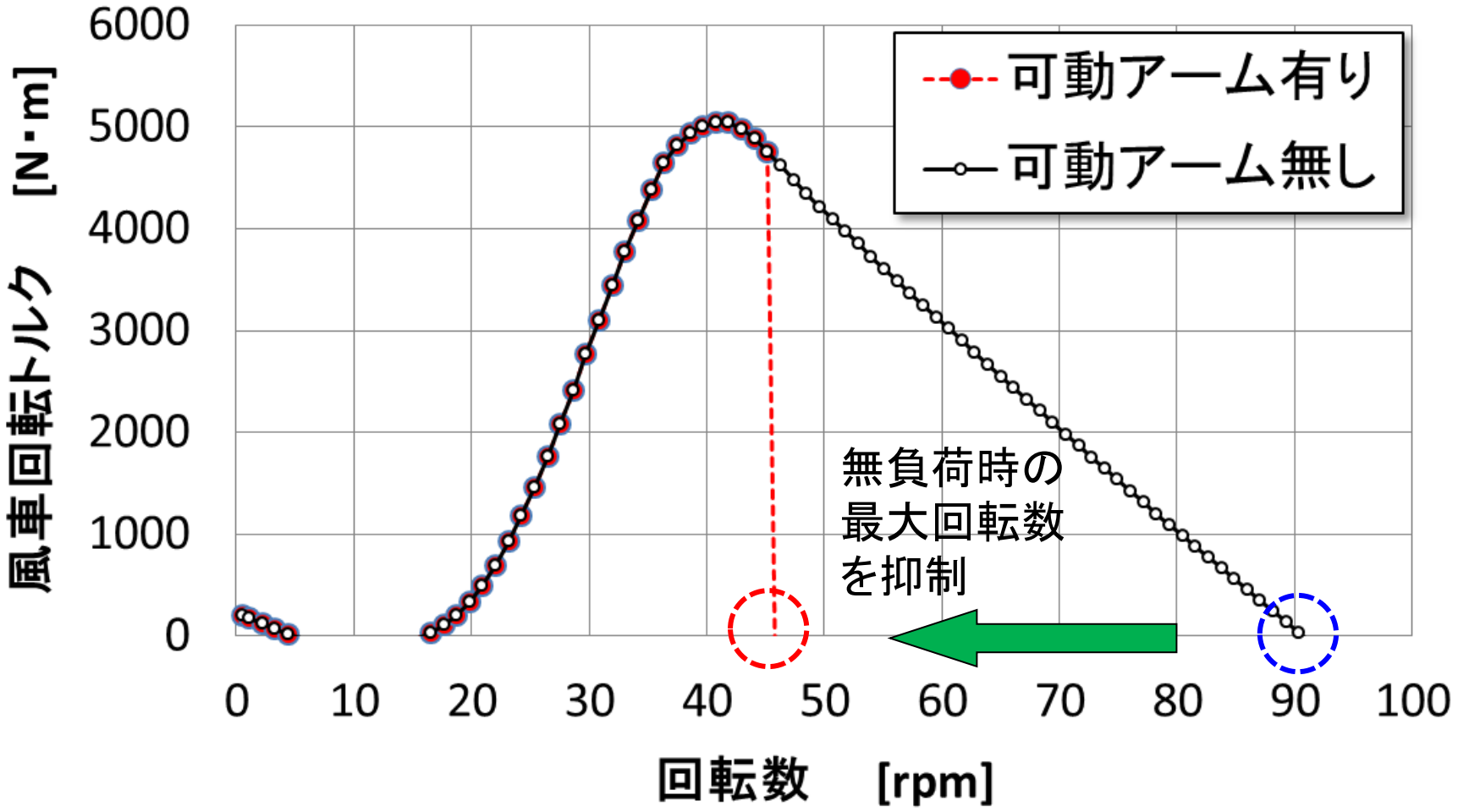
開発中の可動アーム式バタフライ風車
（直径14m）



可動アーム式過回転抑制機構
（空力ブレーキ）

可動アームの効果

（14m風車　：　風速 8m/s のトルク特性予測）



プロトタイプの実証実験
（風車直径：7m）

回転数

風速

回転数が高くなると
遠心力で可動アームが傾斜します！

7mプロトタイプの実証実験結果と14m風車の予想

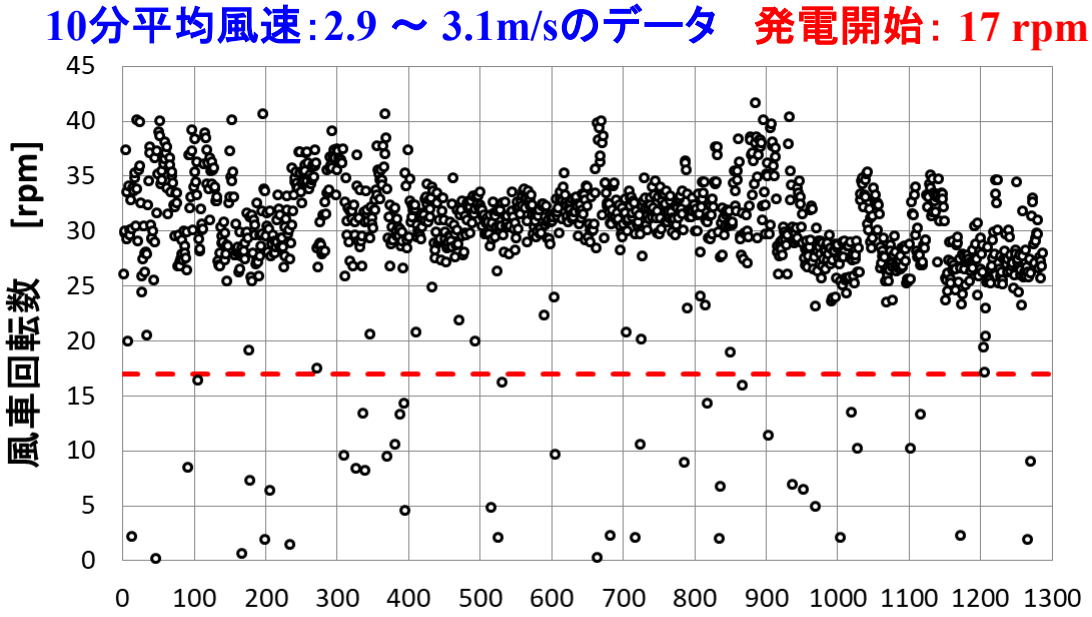
設置サイトの地上高6.1mの
年平均風速: 2.23 m/s

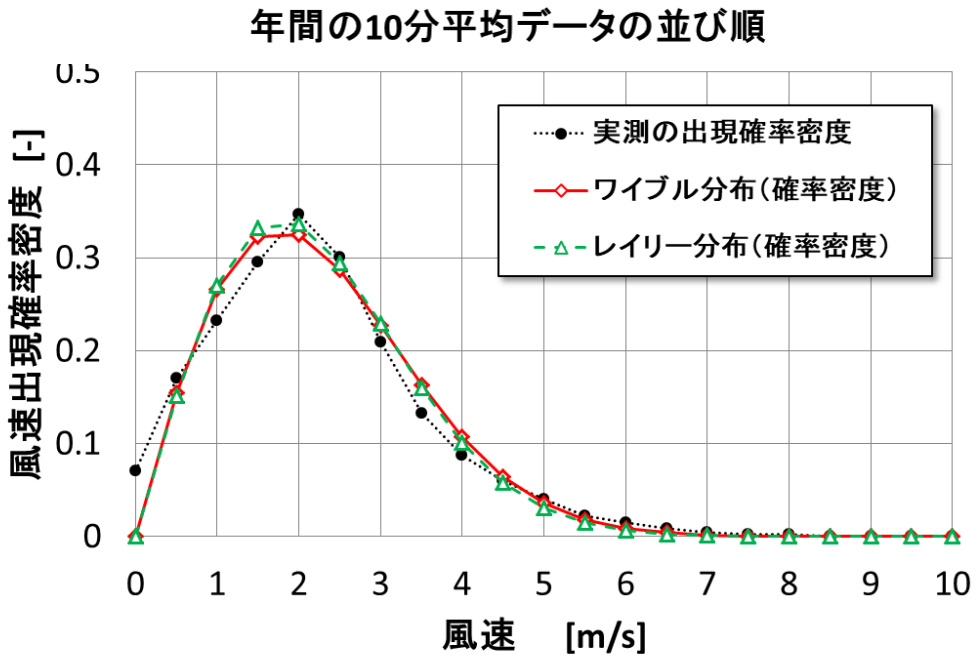
時間稼働率: 34.7 %
(17 rpm 以上の時間割合[年間])

予想年間発電量: 488.5 kWh

平均風速3.8m/sレイリー分布仮定
予想年間発電量: 2635 kWh
(実測パワーカーブ＋外挿)

面積4倍の14m風車の場合
平均風速3.8m/sレイリー分布仮定
予想年間発電量: 約20000 kWh
(今後実証の予定)





従来技術とその問題点

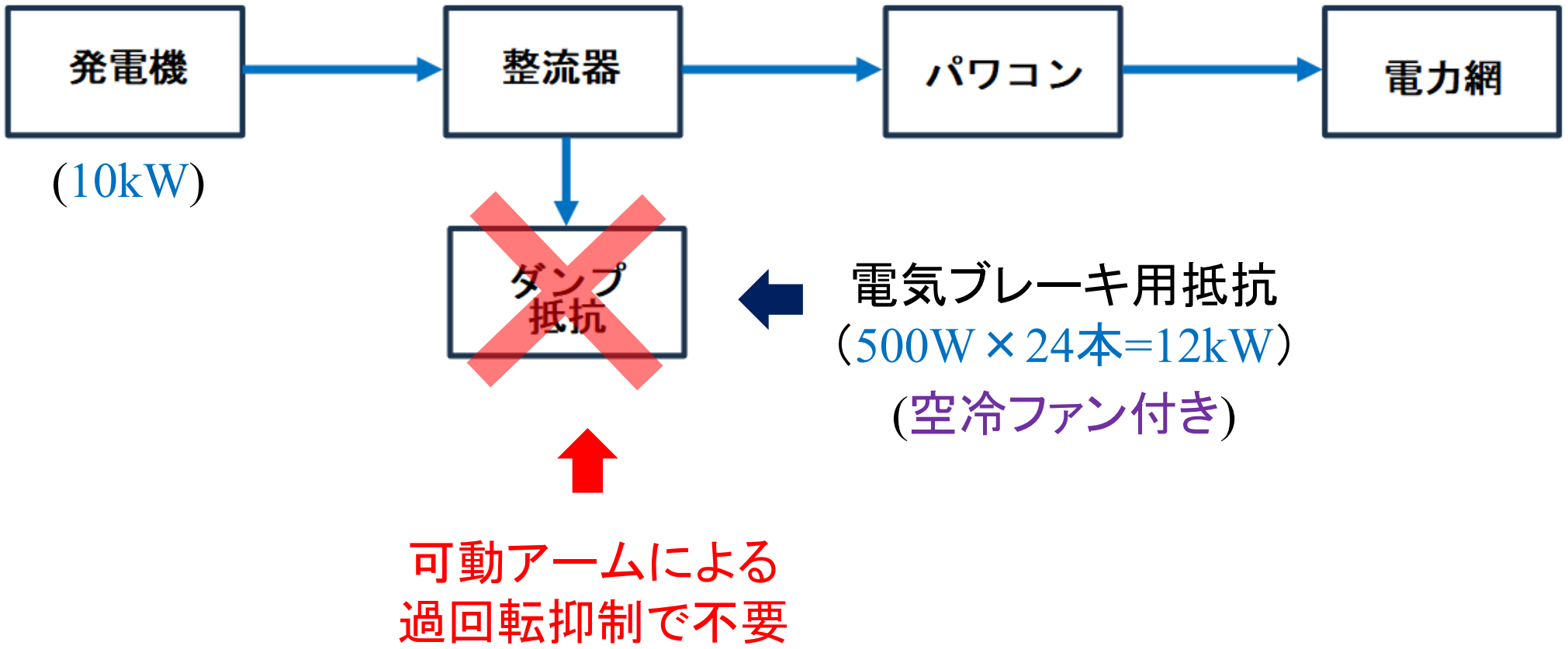
既に実用化されている小形風車は、発電機の定格を超える高速回転状態では、大型ディスクブレーキによる制動やダンプ抵抗を用いた電気ブレーキによる制動が行われているが、

- 初期コストの増加
- 空冷ファンなどの騒音発生

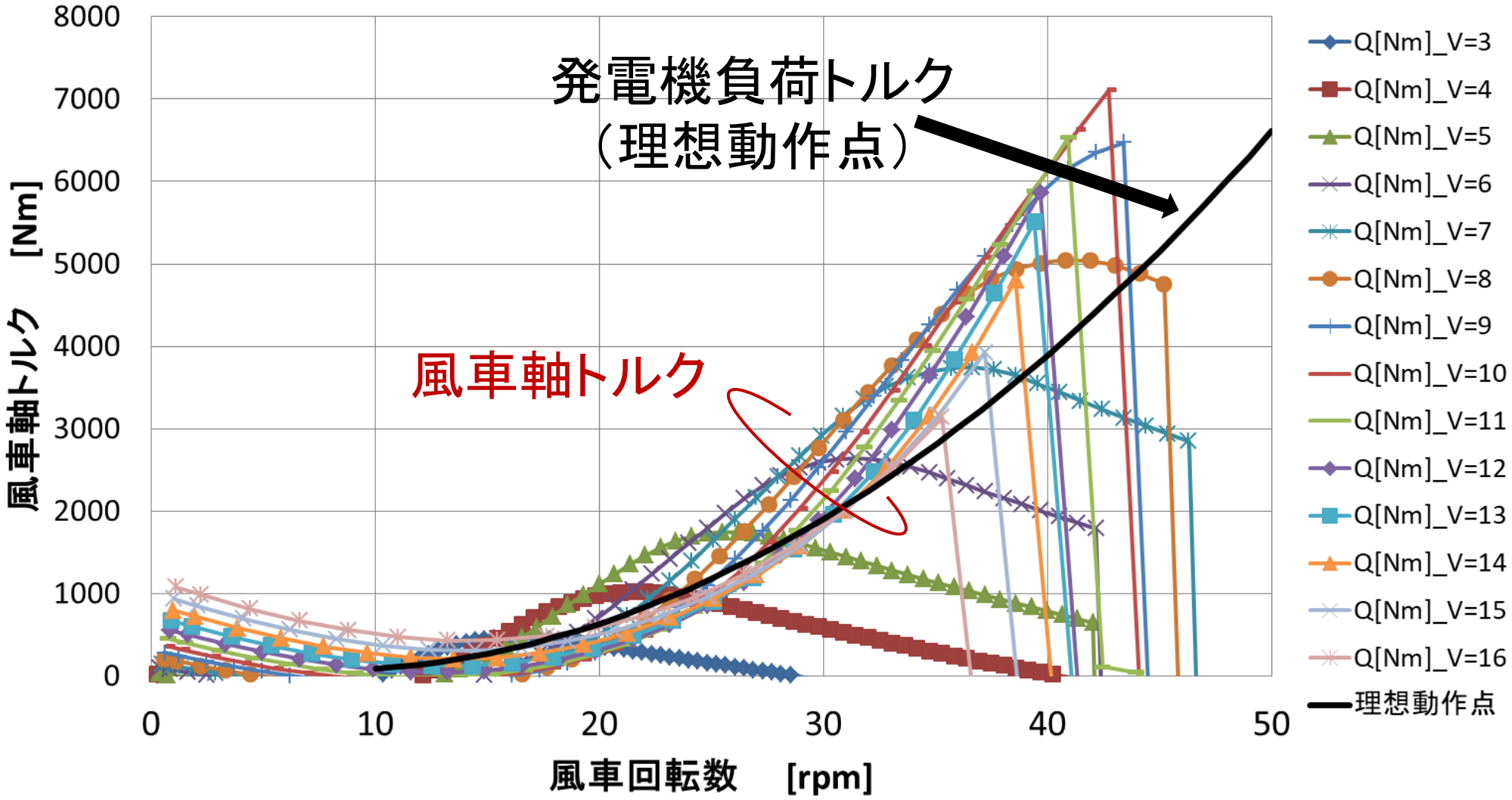
等の問題があり、小形風車のコスト高止まりの要因の一部になっている。

ダンプ抵抗が不要となる可能性

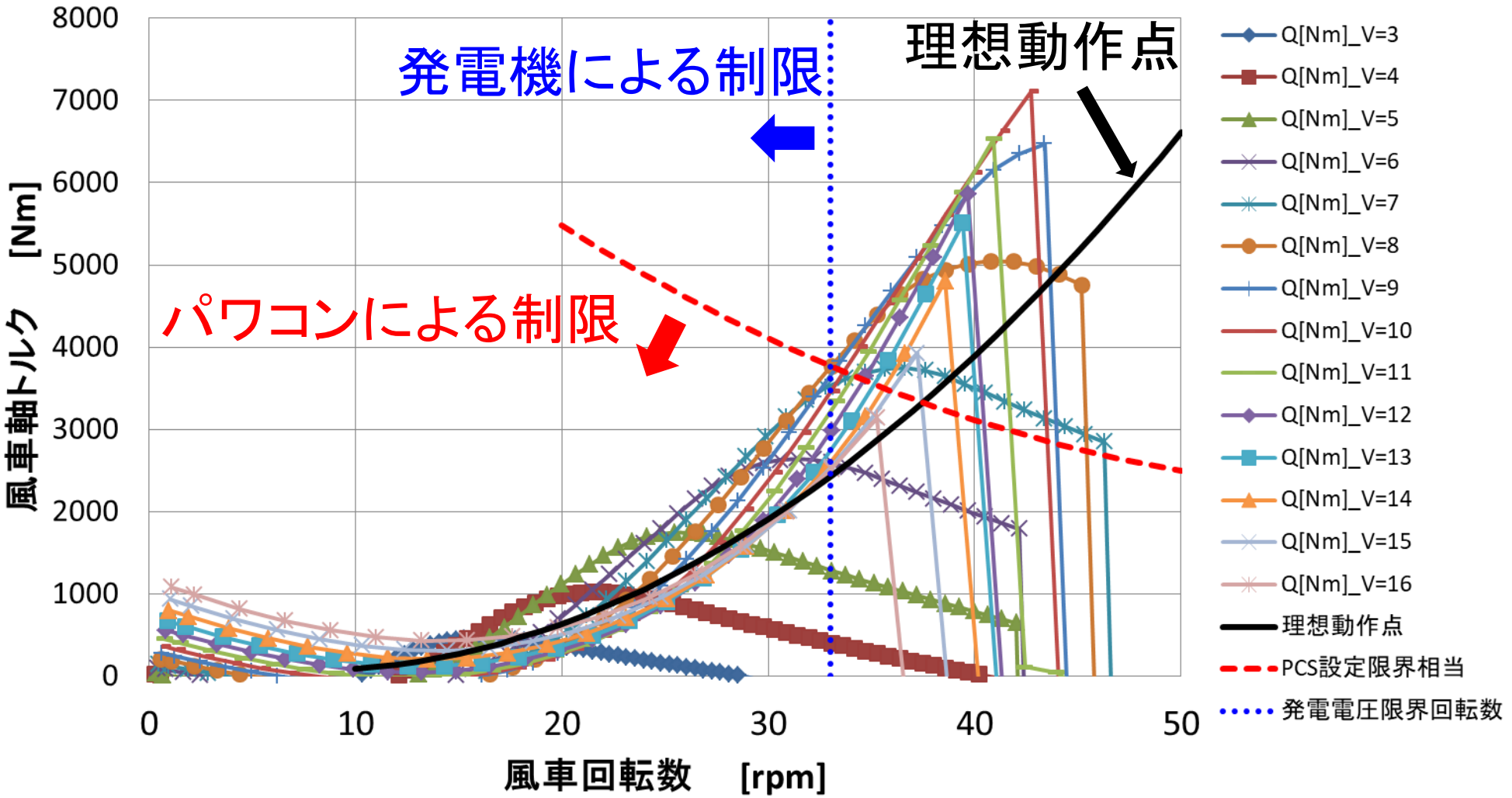
14mバタフライ風車の発電制御システム



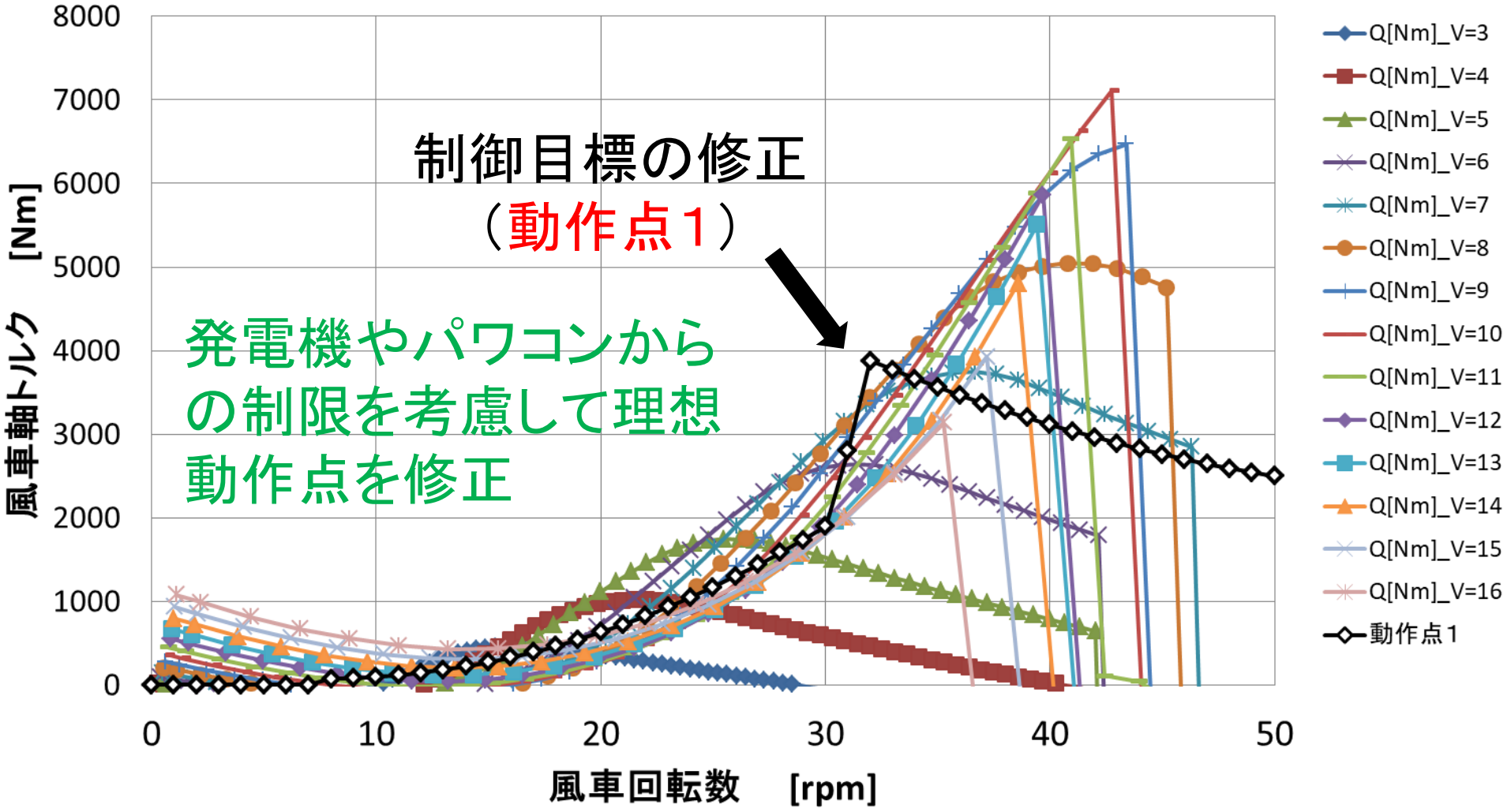
風車軸トルク と 発電機負荷トルク



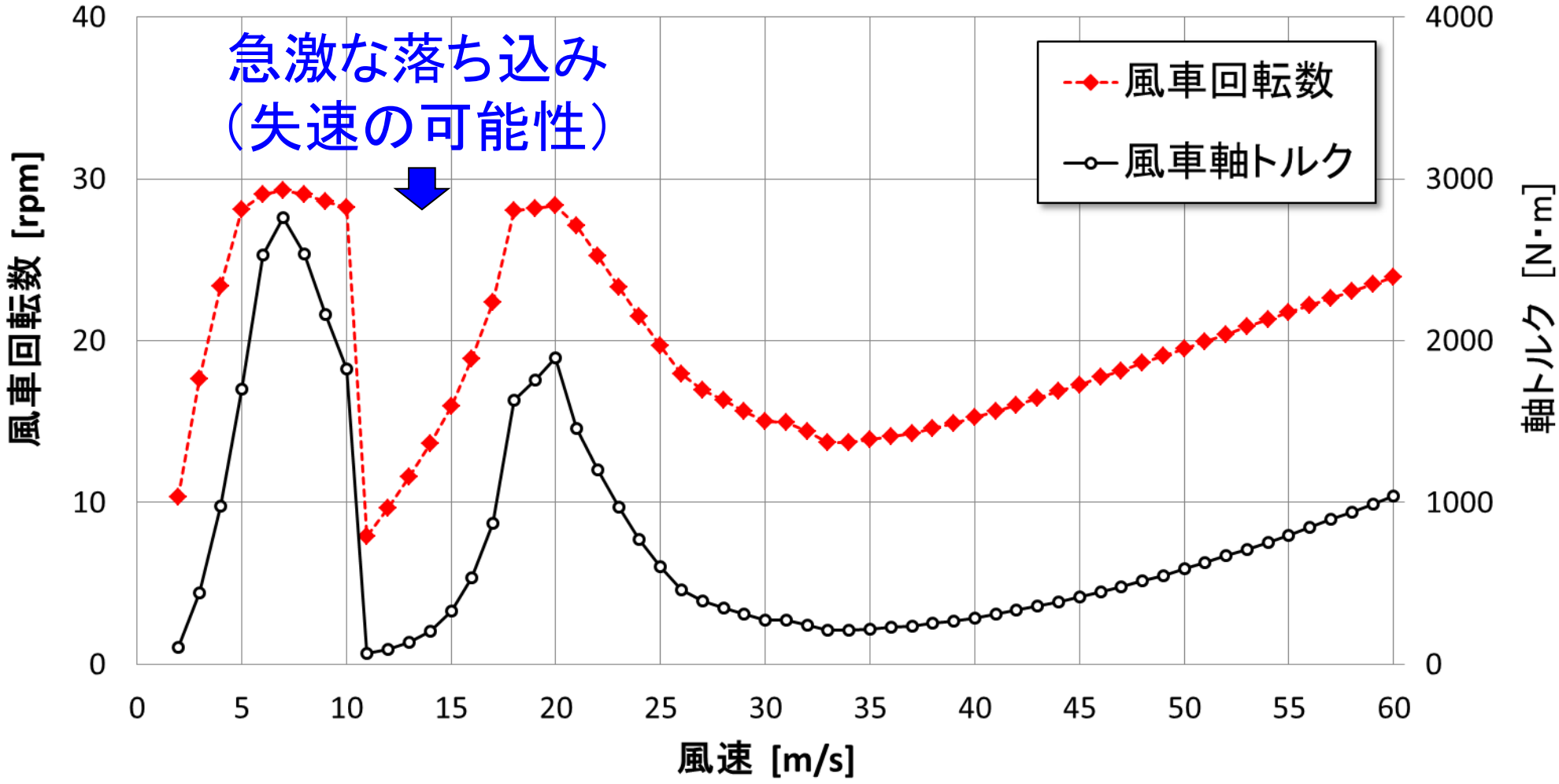
風車制御における制限
(14mバタフライ風車の場合)



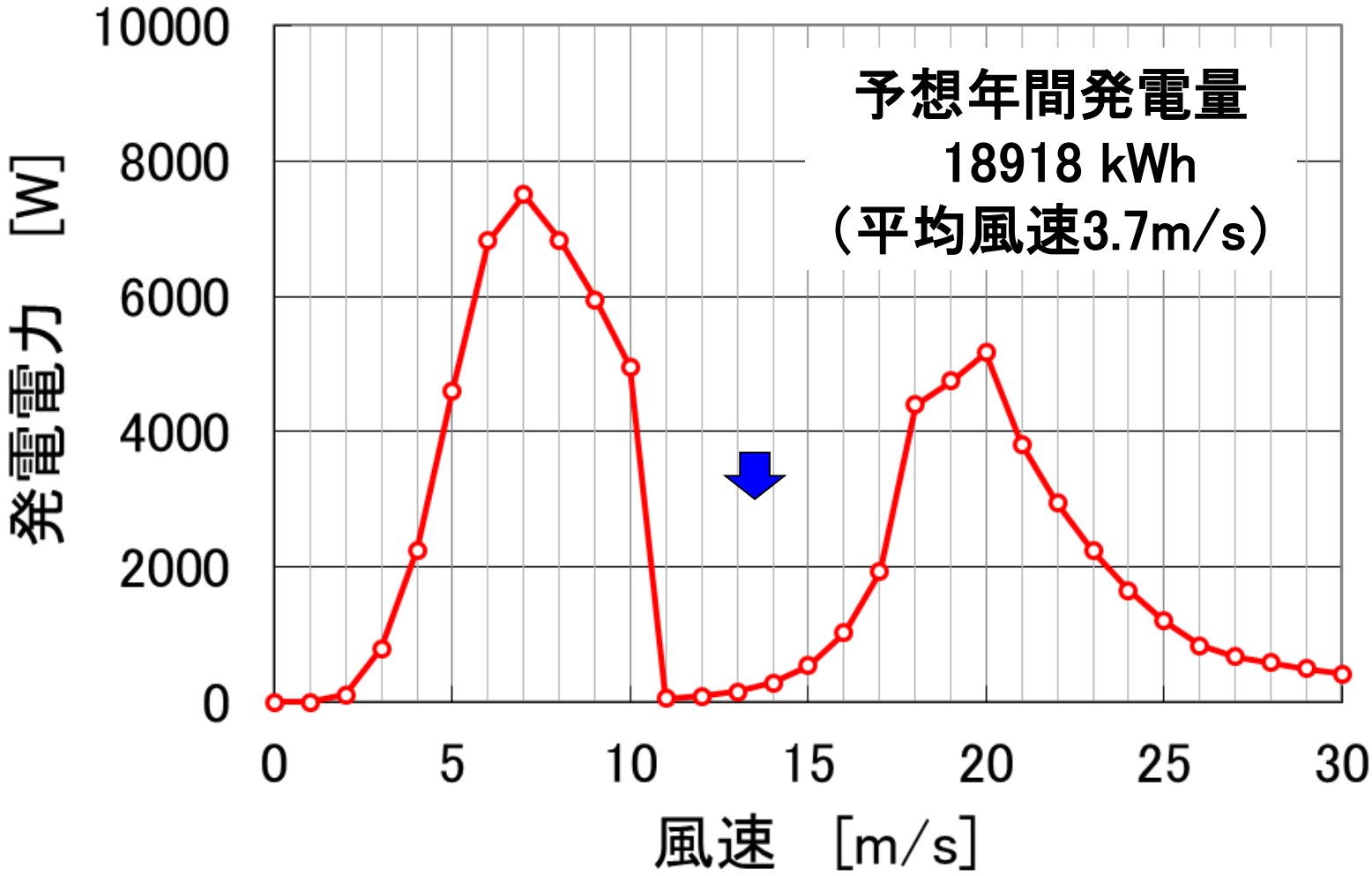
制御目標の設定（動作点1）



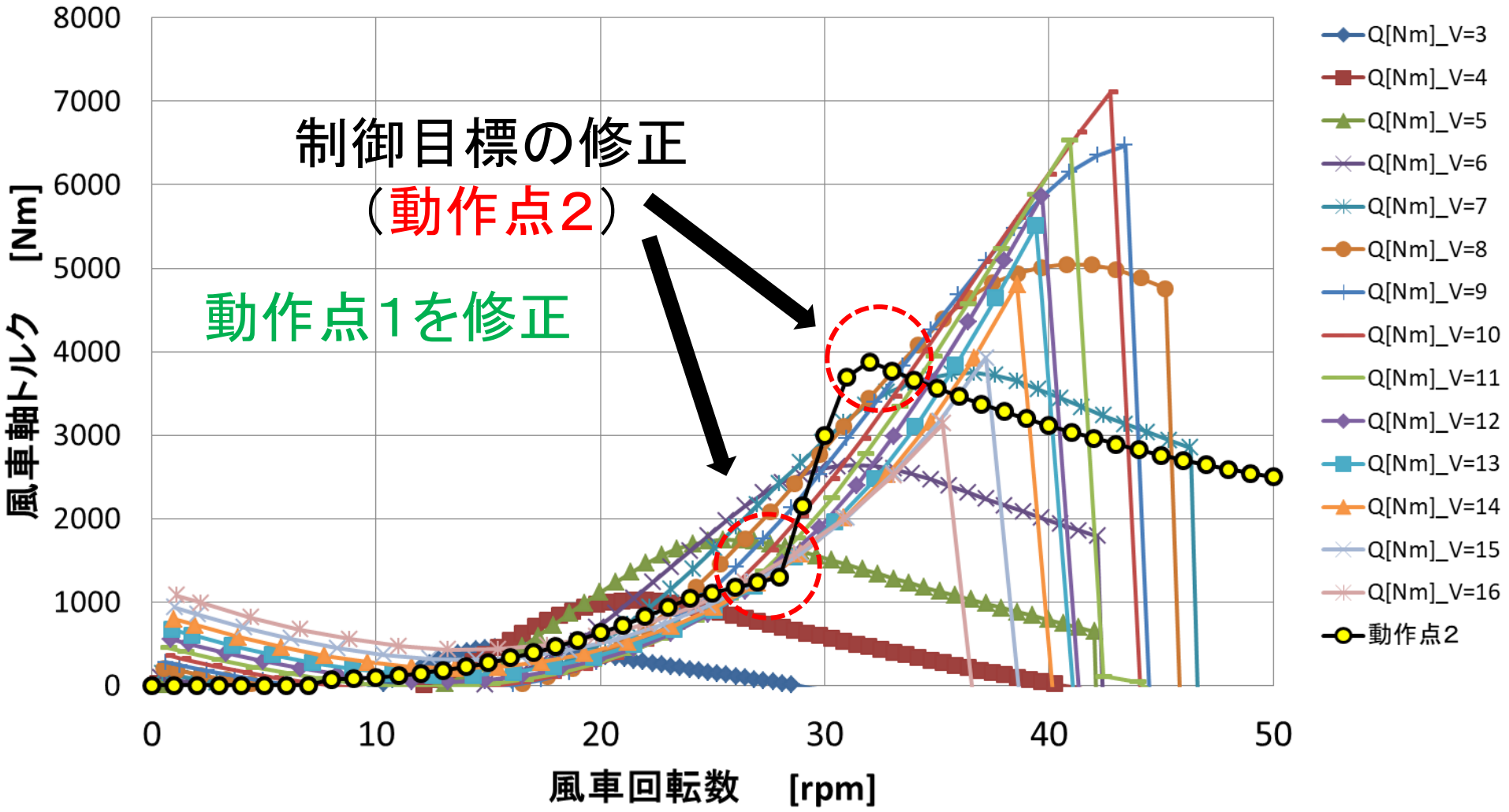
動作点1の制御目標を設定した場合の回転数とトルクの予想



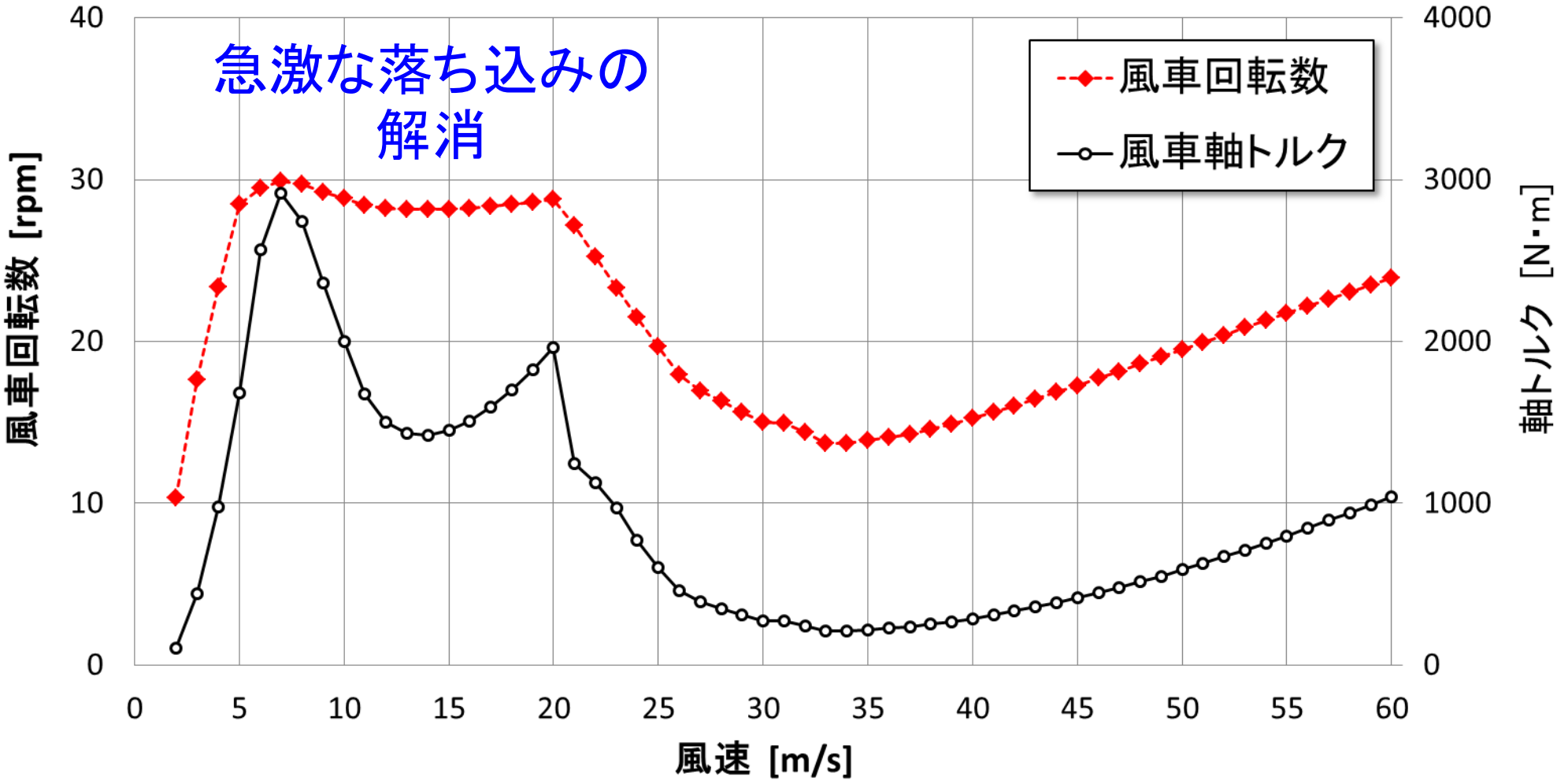
動作点1の制御目標を設定した場合の発電電力の予想



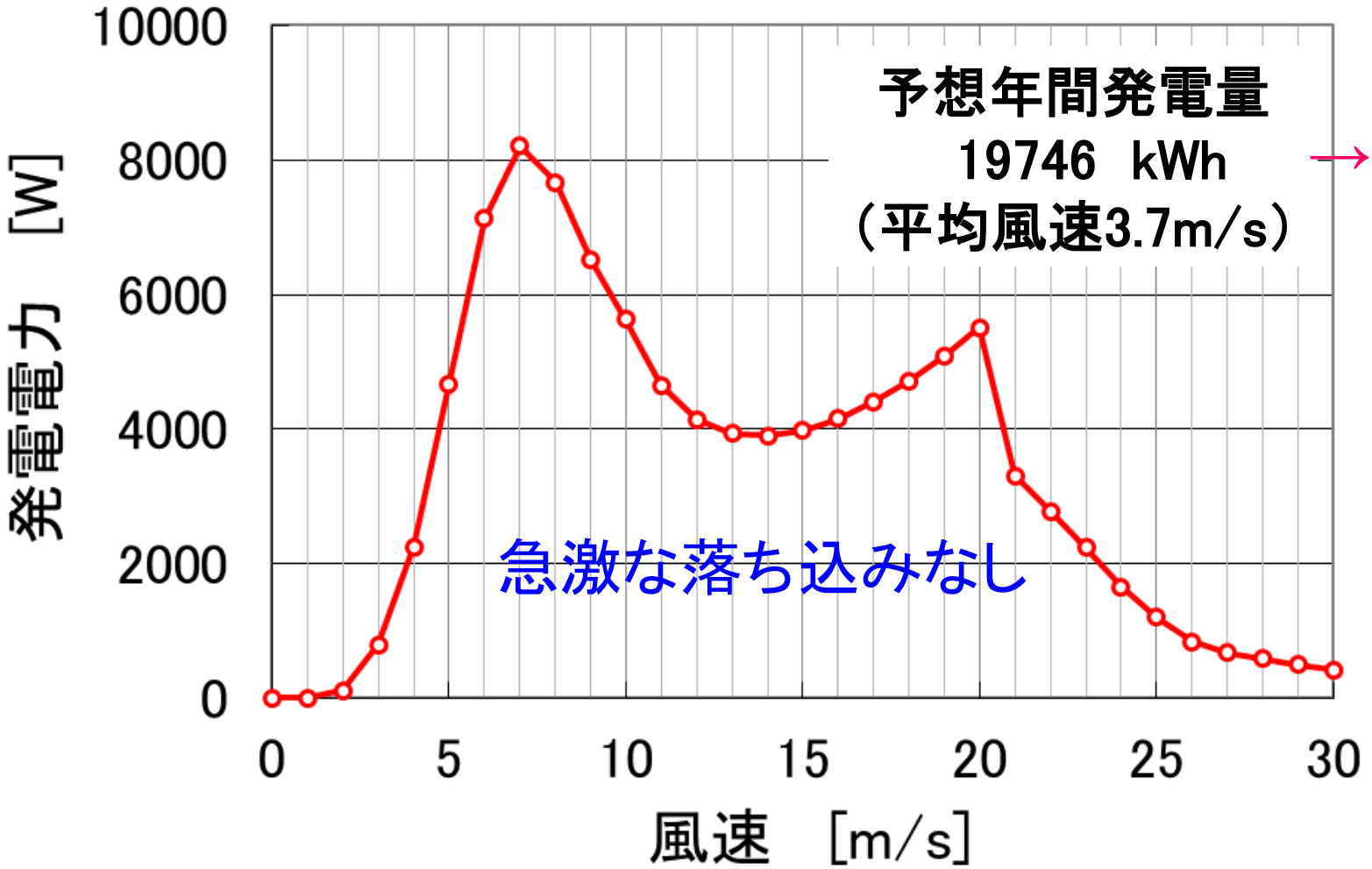
制御目標の設定（動作点2）



動作点2の制御目標を設定した場合の回転数とトルクの予想

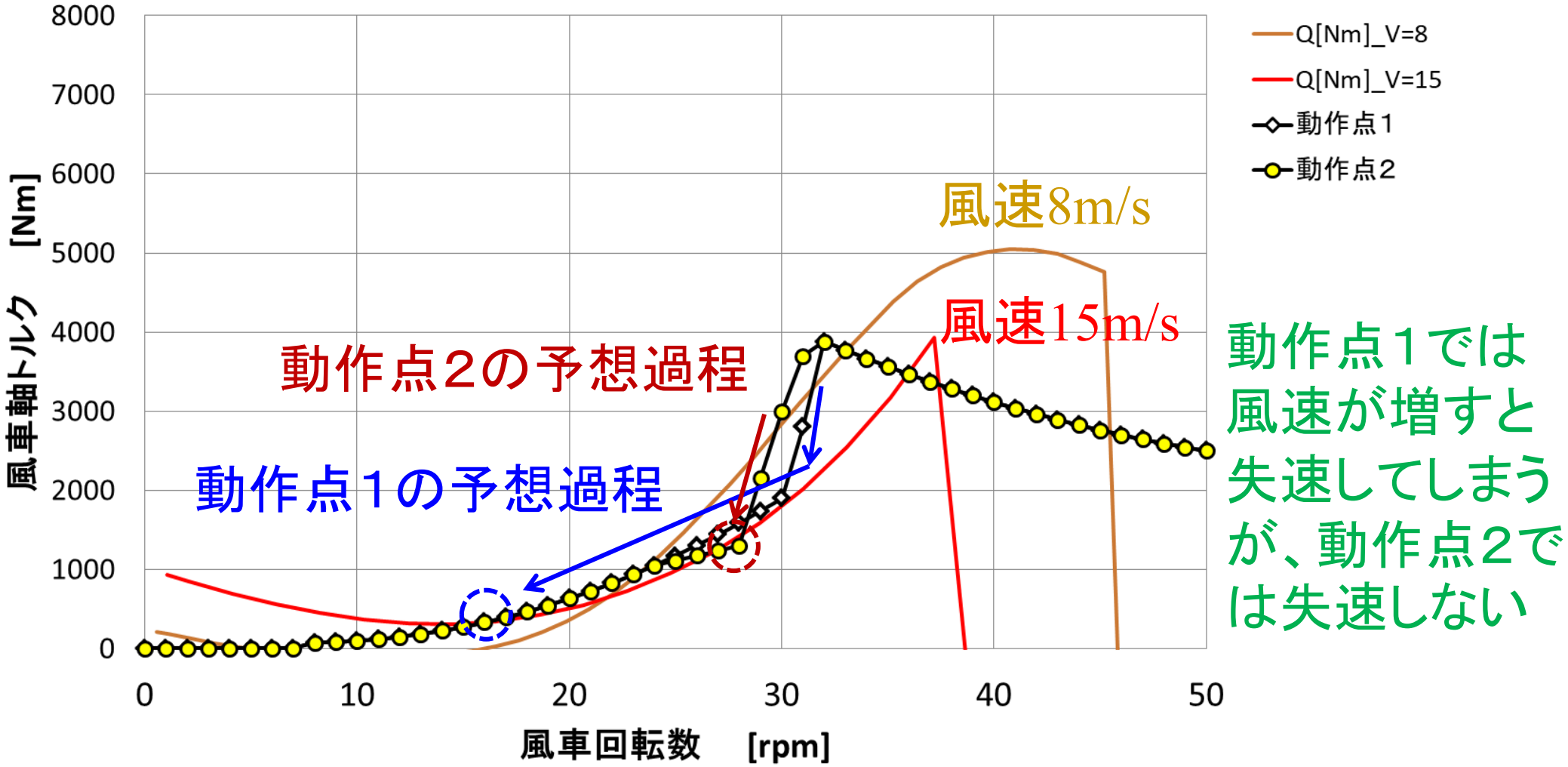


動作点2の制御目標を設定した場合の発電電力の予想



→ 4.4%UP

風速8m/sから15m/sに増速した場合の設定動作点による過程の違い



動作点1では風速が増すと失速してしまうが、動作点2では失速しない

新技術の特徴･従来技術との比較

- 可動アーム導入により、従来必要であった大型ブレーキやダンプ抵抗が不要になる。
- 本技術の適用により、冷却ファンが不要となり、騒音発生の抑制が期待される。
- 以前の制御目標設定(動作点１)では、風速10m/s以上で急激な落ち込みが予想されたが、制御目標の修正により（動作点２）、安定動作が期待でき年間発電量も増加する。

想定される用途

- 本技術は、小形垂直軸風車に適用することでコスト低減のメリットが大きいと考えられる。
- 上記以外に、騒音低減の効果が得られることも期待される。
- また、達成された受動的空力ブレーキによる自動回転制御に着目すると、垂直軸の回転機械の分野や用途に展開することも可能と思われる。

14mバタフライ風車の1回目の組立トライの様子（現在改良中）

応用：小形バタフライ風車の密集配置で さらに低コスト化

離島の電源

太陽光発電とのハイブリッド

実用化に向けた課題

- 現在、認証取得に必要な空力弾性解析システムの開発中。しかし、計算コストが高いことが課題である。
- 今後、14m風車で実証実験を行い、発電データ、応力データの取得とともに、ダンプ抵抗不要を示すデータの取得を行なう。
- 実用化に向けて、施工方法、基礎構造など、さらに低コスト化を進める必要がある。

企業への期待

- 小形垂直軸風車の空力弾性解析に興味があり、計算資源の充実の点で協力が可能な企業を希望します。
- 日軽金アクト㈱のパートナーとして、小形風車メーカーとして協力可能な企業を募集中。
- 14m風車の実証実験を行い、導入を検討して頂ける企業を期待します。
- サイズの異なる風車開発や要素技術の開発で共同研究を実施して頂ける企業を期待します。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称　：過回転抑制機構を備えた垂直軸風車発電ユニット、及び過回転抑制機構を備えた垂直軸風車発電ユニットの制御方法
- 出願番号　　：特願2023-092031
- 出願人　　：鳥取大学
- 発明者　　：原　豊

産学連携の経歴

- 2013年　JST A-STEP (探索タイプ)に採択
- 2015年-2017年　鳥取県産学共同事業化プロジェクト支援事業に採択
- 2019年-　日軽金アクト㈱と共同研究実施中
- 2022年-2023年　INPIT 産学連携・スタートアップアドバイザー派遣事業に採択(分担)

お問い合わせ先

国立大学法人鳥取大学
研究推進機構　研究戦略本部

ＴＥＬ　0857 - 31 - 5546
ＦＡＸ　0857 - 31 - 5571
e-mail　sangakucd@ml.cjrd.tottori-u.ac.jp