

Hyper Inter

謙虚に風に宿る力を借りる



風力の利用に関わる課題の多くは、人類の風への理解不足に起因している。九州大学の内田氏は、大型風洞設備による室内実験、スーパーコンピュータによる数値風況シミュレーション、リモートセンシング機器等を用いた野外風況観測等を複合的に活用し、人類と風がより良い関係を構築していく術を研究している。

九州大学
応用力学研究所 附属再生可能流体エネルギー研究センター 教授
洋上風力研究教育センター マルチスケール洋上風況研究部門長(兼務)

内田 孝紀 氏

☀ 味方にも敵にもなる風

遥か1億5000万kmの彼方から降り注ぐ太陽光は、地球の大気を不均一に温める。熱せられ膨張した空気は上昇気流となり、成層圏との境で南北に別れ、冷やされ下降気流となる。下降気流から上昇気流にかけて移動する空気は風となり、地球の自転や地表等からの影響を受け複雑に振る舞う。風がはらむエネルギー量は無尽蔵ともいえるほど膨大で、人類は移動や動力源等として数千年間にわたり様々な用途でこれを利用してきた。しかし、タコマ橋の崩壊に代表されるように、風はしばしば我々に牙を剥く。1940年、米国ワシントン州のタコマにある吊り橋が、風の力によって完成後わずか4ヶ月で倒壊するという事故が起こった。橋の構造材のような角ばった物体の表面では、物体に沿って流れていた空気が剥がれ、渦が生まれる。発生した渦は物体を動かし、さらなる渦を生み出す。渦の発生タイミングによっては物体の動きが増幅される。その結果、物体が倒壊する。「風は味方にも敵にもなる存在です」という内田氏は、こうした事象は、自分たちの身の周りのあらゆる物で起こり得ると指摘する。特に、風力発電システムにおける風車の倒壊などは最たる例であり、今後我々が再生可能エネルギーへの転換を進めていく上で克服すべき重要な課題の一つでもある。「風を最大限利用しながら、被害を最

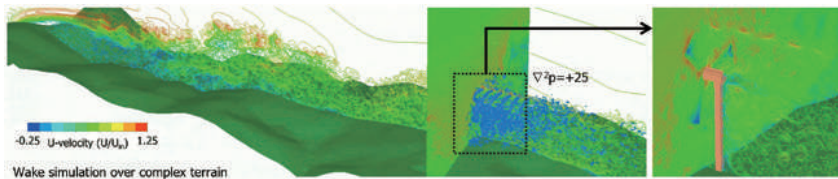
小限にする方法を考えるためには、風のことをもっと知ることが重要です」と内田氏は語る。

☀ 風力エネルギーを使いこなすには

「風は自由気ままに見えますが、その振る舞いはある種の物理法則に従っていて、方程式で表現することもできます」。内田氏は学生時代から、流体の振る舞いを記述する諸法則を統合し、複雑な地形上の大気の流れや、火山噴火に伴うガスの拡散予測などの数値シミュレーションに取り組んできた。ある時、恩師の大屋裕二教授から「環境・エネルギー領域へ貢献できるような研究をしよう」という号令が発せられ、風力発電に貢献する研究の推進と、その実装に乗り出すこととなった。そこで、かねてより開発に取り組んでいた数値流体シミュレーションプログラムをRIAM-COMPACT(リアムコンパクト)としてリリースした。このプログラムは、地形の影響を考慮した風況を可視化することができる画期的なものであった。

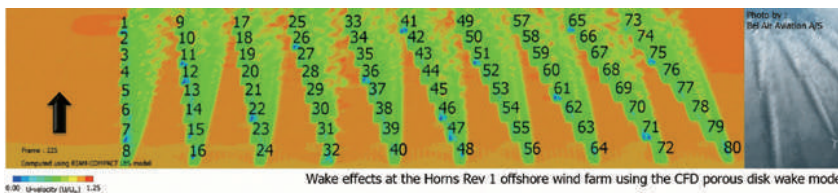
風力エネルギーの持続的な利用において、経済性の担保は極めて重要なテーマである。風という不確実性の高い自然現象をいかに捉えるか、風車の故障や事故を防ぎ維持・管理コストをいかに低減させるかが重要だ。特に、風の流れは地形の影響を受けやすく、斜面や地表面を覆う樹木などの存在によって、風の流れの減衰や剥離・渦などが発生

disciplinary



RIAM-COMPACTによる複雑地形における
風車ウェイクのシミュレーション

参照元: 内田 孝紀, 大屋 裕二, 複雑地形上の風車ウェイクのLES,
風力エネルギー利用シンポジウム, 2011, 33 巻,
p.155-158, 公開日 2016/07/19, Online ISSN 1884-4588,
https://doi.org/10.11333/jweasympo.33.0_155



大規模洋上ウインドファームにおける
風車ウェイクの可視化

参照元: Uchida T, Tanaka T, Shizui R, et al. GPU simulation
of wake effects at the Horns Rev 1 offshore wind farm
using the CFD porous disk wake model. Wind Engineering.
2023;47 (2):408-421. doi:10.1177/0309524X221132003

するため、風車の設置においては、風況の良好な地点を特定するとともに、地形からの影響を考慮した設計が求められる。こうした中、RIAM-COMPACTによる風況シミュレーションは、屋外環境に基づく精緻な発電量の予測や、故障リスクの推定を可能とし、ウインドファーム等の設置に大きな貢献を果たしている。しかし、まだまだRIAM-COMPACTには貢献すべき問題があるという。遠浅が続く北海海域を有する欧州とは異なり、我が国では大型風力発電システムの導入適地は限られている。従って、限られたエリアの中でいかに風車を並べるかが重要となる。この時検討すべき問題として注目されているのが、風車の下流に生じる「風車ウェイク」と呼ばれる、風速が欠損したり乱れが大きくなる場の存在である。特に、大規模なウインドファームになると、風車ウェイクが干渉しあい、発電量の低下や風車の突発的な故障等が生じることがある。ウインドファームの経済性を担保するため、風車ウェイクの影響を考慮した風車のレイアウトが求められる。内田氏は、スパコン版RIAM-COMPACTを用いて、風車ウェイクの相互干渉に関する大規模数値シミュレーションを行い、風車建設適地が限られた日本ならではの、きめ細やかで行き届いたシミュレーションの構築に取り組んでいる。

🌬️ 風と向きあう不断の努力

地形の影響や風車ウェイクの発生等、目に見えない風の動きを追ってきた内田氏だが、まだまだ自然の風の動きの予測は難しいという。「風洞の中などの限定的な環境下における風の動きの予測や再現については、行き着くところまで行っただと感じています。しかし、現場で風に吹かれると、なんて自分がやっていることはエゴイスティックなのだろう、と感じることがあります」と内田氏は語る。コンピュータシミュレーションと風洞実験を繰り返すだけでなく、実際に屋外で風を測定し、その振る舞いを理解することが重要だと指摘する。特に近年は、ドローンやIoTデバイスの進歩により、従来手法では測定が困難であった領域で吹く風の動きを調べることができるようになってきたという。飛行中のドローンの羽根の回転数や向きから上空の風速を逆算する手法を確立し、風車ウェイクの実態のより詳細な把握に活用するなど、他分野の技術を応用することで、風をより深く理解できる可能性が広がってきた。内田氏は「私は恩師たちに『風神様から風をお借りする』という姿勢の重要性を教わりました」と語る。この姿勢を引き継ぎ、発見を積み重ねていくことが重要なのだ。こうした研究者たちの不断の観察と検証の積み重ねによってこそ、我々人類と風とのより良い関係が構築されていくのである。

(文・石尾 淳一郎)