

小形風車の廃棄・リサイクル検討



2023年7月18日 資料

目次

- 小形風力発電機の現状
- リサイクル検討におけるスコープ
- リサイクルの現状

風力発電機の用途は大きく分けて4つあると考える

1. 逆潮流有り
2. 逆潮流無し
3. 独立電源
4. モニュメント

固定価格買取制度が始まる前は、4のモニュメントが小形風力発電機の主流であった。その中で、3の独立電源用の電源としての開発を行うメーカーもあったが、風車制御、とバッテリーマネージメント等を考慮すると開発費 > 見込める利益という構図が成り立っていた。

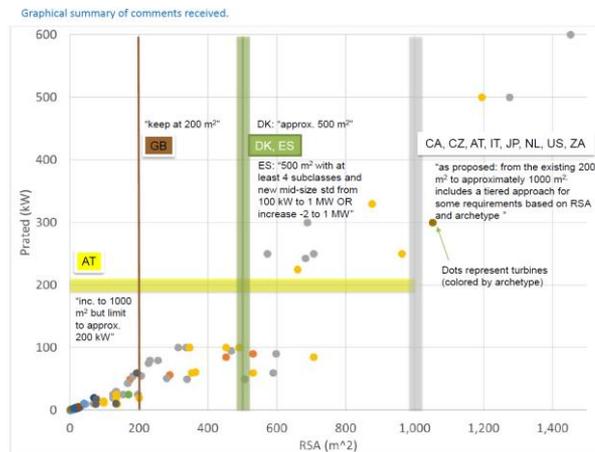
現在弊協会は、FIT後のVisionとして、2の逆潮流無し、つまり、自家消費用の電源としての風車の開発を促している。

小形風力発電機の定義

IEC 61400-2 defines SWT (small Wind Turbine) :
With a swept area of less than 200m² and
Generating voltage less than 1000V AC or less than 1500V DC

JIS C 1400-2 日本工業規格も上記と同一

現在、のエディション
は3rdであるが、4th
の改訂が始まっており、
受風面積の拡大
が進められている



4. Scope cont' What is a "small wind turbine"?

200 m² (IEC 61400-2 ed. 3)
100 kW (Brazil)
150 kW (ACP 101-1)
500 kW (EAWE)

"It has been suggested by the Small Wind Turbine Technical Committee of the European Academy of Wind Energy (EAWE) that many problems and technical challenges of SWTs are common to the majority of the rotors up to 500 kW"

"Unlike the typical utility-scale, three-bladed, upwind machines, SWTs have not coalesced into a dominant archetype, with many different layouts still being offered on the market."

Current status and grand challenges for small wind turbine technology.
<https://www.copenwind.org/articles/7/2003/202>
<https://www.7-2003-2022.pdf>

The figure shows a grid of images of various wind turbine archetypes. The categories are:
- HAWTs: horizontal-axis wind turbines
- VAWTs: vertical-axis wind turbines
- DAWTs: diffuser-augmented wind turbines
The IEC logo is visible in the bottom right corner.

出典: TC88 MT2 meeting 10 資料より抜粋

現在、導入されている小形風車の殆どは、FIT用の風車である。

- 現状の導入件数について

1,873件(2022年12月末時点の状況)

(出典:<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>)

- 現状の導入容量について

35,223kW(2022年12月末時点の状況)

(出典:<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>)

小形の風力発電機は、世界中で定格出力、回転数、風車の形、用途が定まらずに迷走してきた。固定価格買取制度が始まる前には、翼の素材に関しても、様々な素材が用いられてきた。今も、新しい素材を用いた風車の開発は小形から産まれている。



定格出力500kW未満の
風車で木製のブレードを
用いている例

出典：<https://www.ecowatch.com/wind-turbine-blades-wood-sustainable.html>

小形の風力発電機は、世界中で定格出力、回転数、風車の形、用途が定まらずに迷走していた。固定価格買取制度が始まる前には、翼の素材に関しても、様々な素材が用いられてきた。今も、新しい素材を用いた風車の開発は小形から産まれている。



NRELが開発した熱可塑性プラスチックを用いた翼長13mの風車翼

出典：<https://www.compositesworld.com/news/nrel-explores-novel-manufacturing-approach-for-next-generation-wind-turbine-blades>

- 近年における我が国の小形風力発電機の導入の殆どがFITである
- FITにおいてシェアを持つ小形風力発電機のブレードの素材の殆どがGFRPを用いている

本リサイクル検討においては、上記の状況を鑑み、FRP翼のリサイクルを主題として説明をしていきます。

例：GFRP以外の材料を用いた小形風車の翼



アルミ



CFRP

風車の解体は基本、施工の際の手順の逆に行われる



産業廃棄物として、指定業者が現場までに引き取りにきたケースであるが、メーカー及びEPCが金属と、FRPに分別し、それ以降を産業廃棄物の指定業者が引き取っている

- タワーに関してはタワーの素材の材料証明書を産業廃棄物指定業者に渡して、マニフェストを貰っている
- ジェネレーターに関しては産業廃棄物指定業者が銅、磁石等を分別している
- 風力発電機で使用されている金属に関してはリサイクルが可能である
- 問題は、FRPを使用している翼にある

(1)マテリアルリサイクル

マテリアルリサイクルは、廃棄された素材を物理的、機械的に加工し、別の素材に用いるリサイクルであり、(一社)強化プラスチック協会によると、「セメント製造時に燃料及び原料として使用できる[セメント原燃化]手法を実証し、この手法が国からリサイクルとして認められました」となっている。

しかしながら実際は、

- ガラス繊維(有機)と不飽和ポリエステル樹脂(無機)の接着が頑強であり、廃GFRP材からガラス繊維や不飽和ポリエステル樹脂を物理的に分離回収することが不可能であること。
- 経済的及び資源の有効活用からは、効果的なリサイクル手法ではなく、細かく粉碎した廃GFRP片は、あくまでも産業廃棄物としての扱いしか受けられない。

(2)サーマルリサイクル

サーマルリサイクルとは、廃棄物が可燃性である場合に、燃やした際の熱エネルギーを有効活用する手法である。

無機材料であるガラス繊維と有機材料である不飽和ポリエステル樹脂の分離は通常の方法では不可能である。理由は、焼却炉にて不飽和ポリエステル樹脂の燃焼による熱で、ガラス繊維が溶融し冷却時に固化した際に、焼却炉の壁に付着し炉の壁の元の材料とに熱膨張係数の差が生まれて、焼却炉の設計時の寿命から著しく低下する恐れがある。

(3)ケミカルリサイクル

ケミカルリサイクルとは、さまざまな手法で化学的に分解し、新たな製品の原料などに再利用するリサイクル手法である。廃GFRP材の不飽和ポリエステル樹脂を原料物質まで分解し、低分子化、液状化し、有機材料であるガラス繊維を分離させる。様々な研究がされているが、全てのGFRPを使用する産業が使っている手法ではない。これには、経済性や運搬時に細かく粉碎したGFRPが産業廃棄物として扱われ、県外への持ち出しが厳しく管理されているからである。

- まとめ
- 現在、認められているリサイクル手法は、セメント製造時に燃料及び原料として使用できる{セメント原燃化}手法である。
- セメント原燃化は、資源の有効活用の点から理想的ではない。
- 現在の研究
 - 翼の原材料をFRPからリサイクル可能な材料にする(原材料の変更)
 - 有機材料と無機材料を分離する(ケミカルリサイクル)