

日本における 小型風力発電に対する 新たなニーズの創出

～広域停電時の信号機確保策～

明治大学政治経済学部
大森正之ゼミナール

西村光太郎 棟平果菜 坪井祐弥

目次

- 初めに
- 第1章 日本の風力発電の現状
- 第2章 小型風力発電のFITの現状
- 第3章 小型風力発電機の詳細
- 第4章 独立型小型風力発電機の普及策の提案
- 第5章 結論
- 終わりに



09/02/13



初めに： 小型風力発電機とは

- JISにおいて風車直径が16m以下 (注1)
- 電気事業法において出力規模が20kW未満

固定価格買取制度 (Feed-in Tariff:FIT)

再生可能エネルギー源を用いて発電された

電気を、国が定める価格で一定期間、

電力会社が買い取ることを義務づける制度。





現状

**小型風力発電機の固定価格買取制度の買取価格が
2018年より1kW/hあたり55円から20円に減額された**

問題

**従来の半分以下の収益となり
小型風力発電機市場が停滞してしまう**

着目

売電不要の緊急時対策という用途がある

提案

小型風力発電機によって
信号機用電力を
賄うために設置する

通常時：信号機の電力を負担

災害時：通常時の用途＋充電拠点

そのために・・・

2/5 から 3/5 の補助金の導入が必要！！



第1章

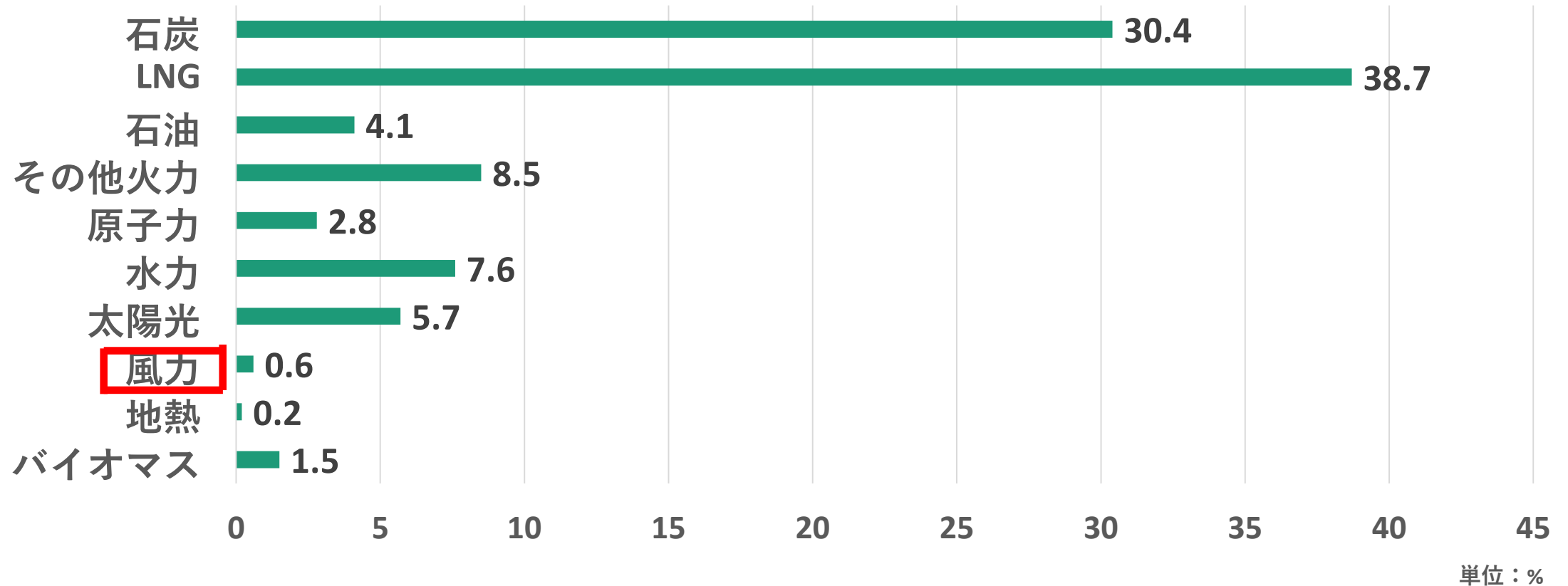
日本の風力発電の現状



風力発電機の種類

- 大型風力発電
- **小型風力発電**
- 洋上風力発電

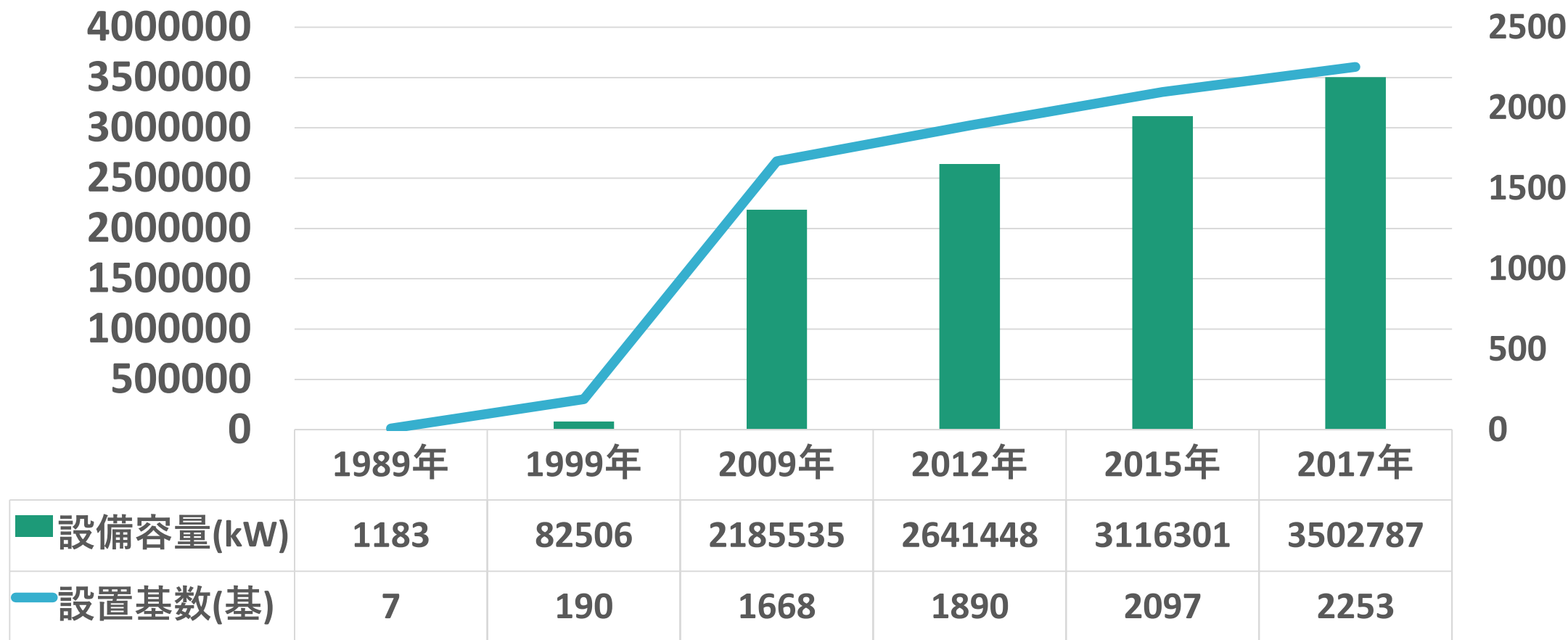
他の発電システムとの発電量の比較



参考：環境エネルギー政策研究所

**日本では未だに化石燃料である
石炭、LNG (天然ガス)、石油、その他火力が8割を占めている。**

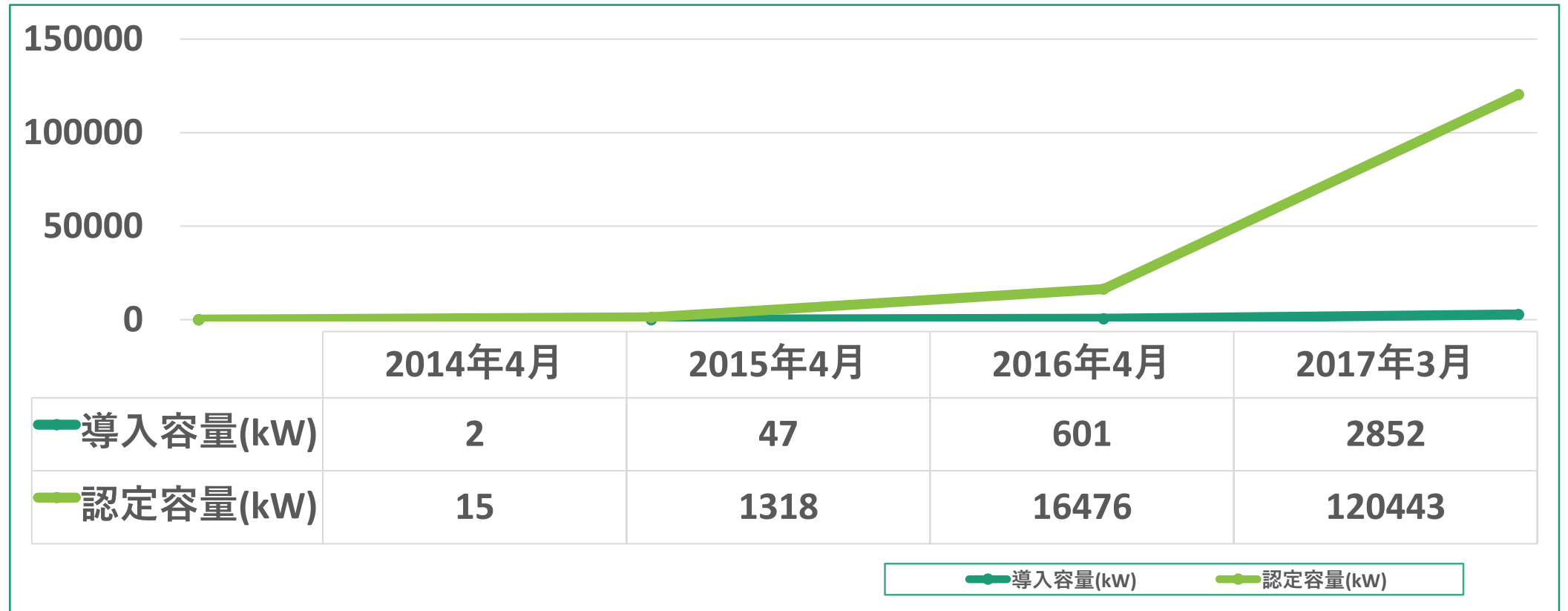
現在までの風力発電の設備容量と設置基数の推移



参考：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

増加はしているが、成長率は低い→大型の設置場所が減少しているため

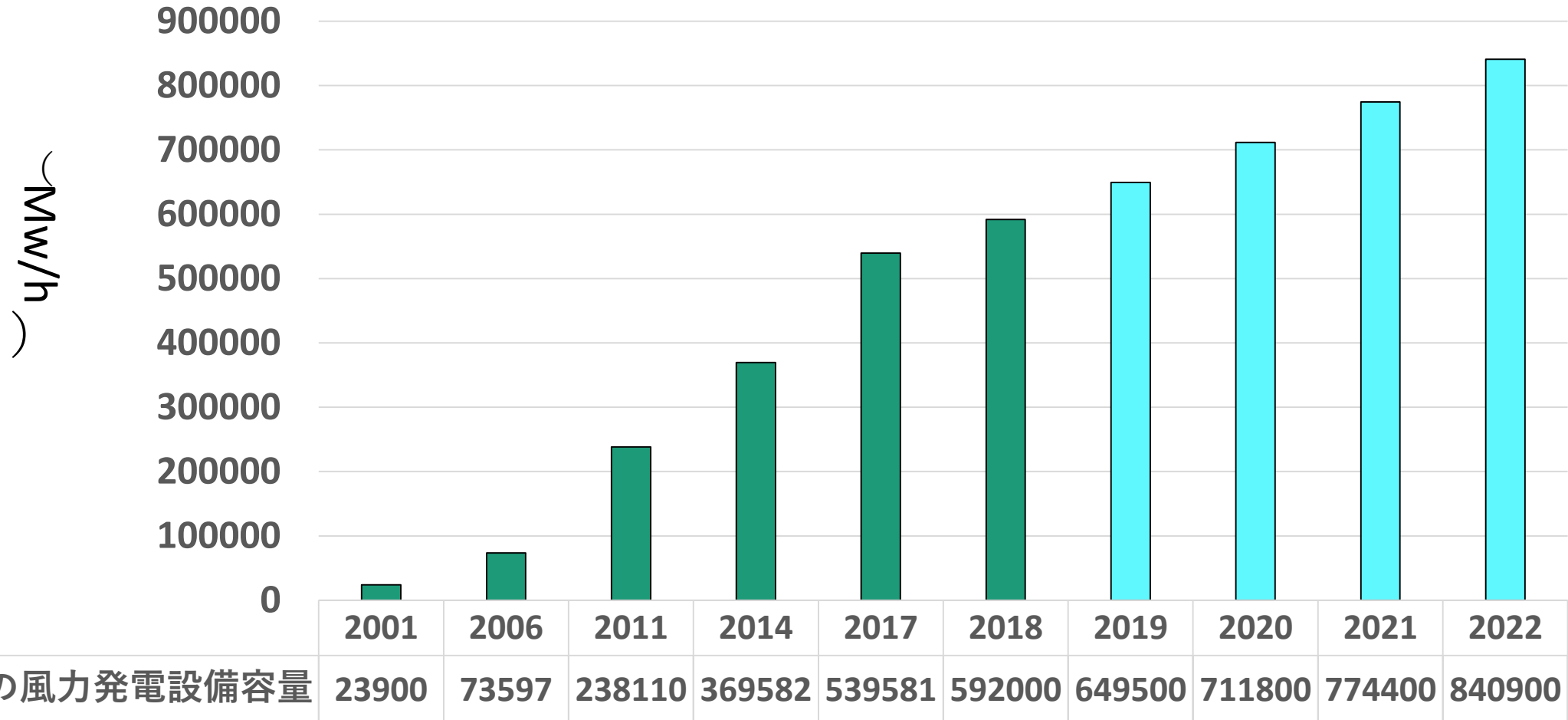
小型風力発電のFIT認定量と実導入量



参考：一般社団法人小形風力発電協会 第33回調達価格算定委員会向け説明資料

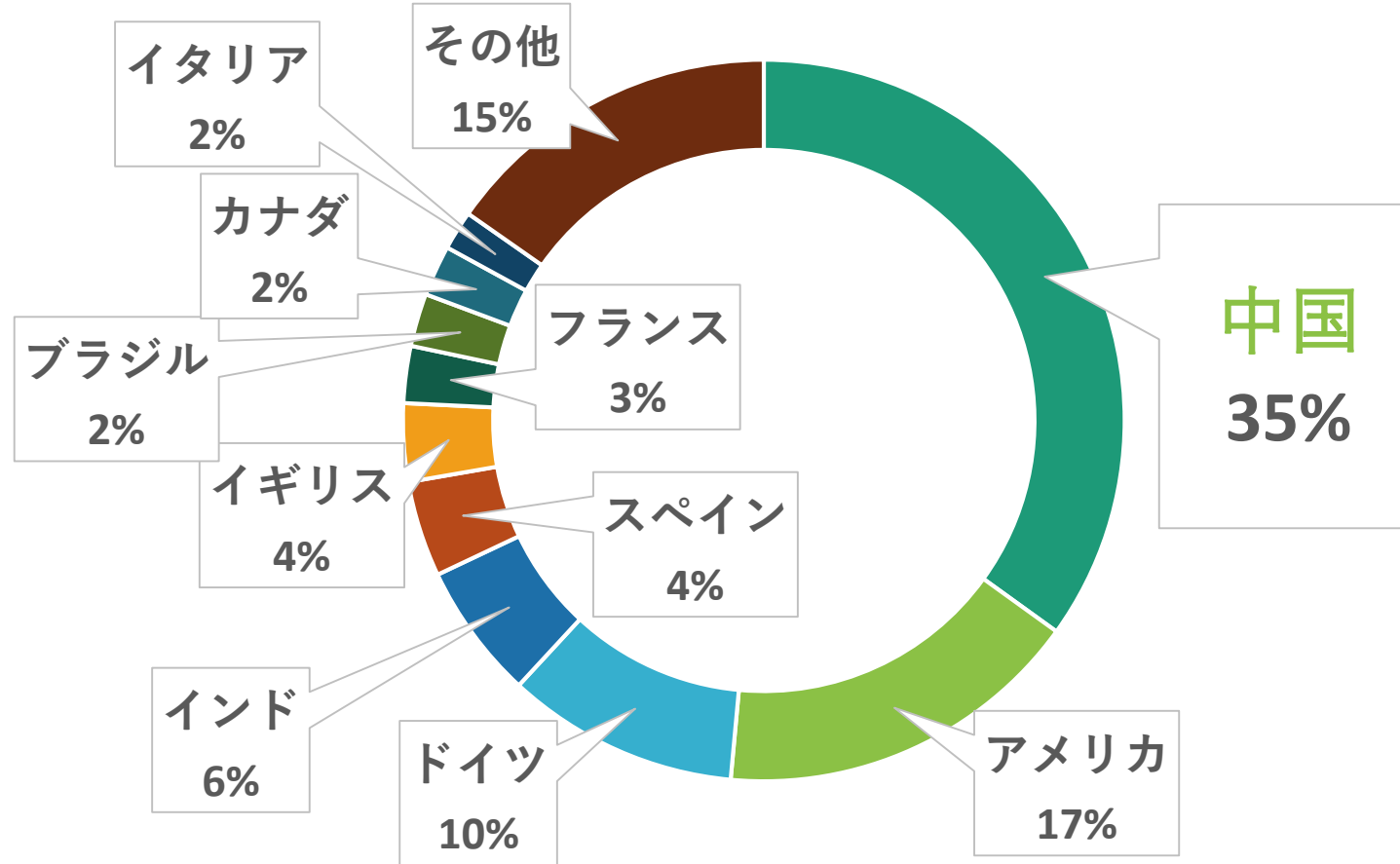
2つの認証試験をクリアしなければならず、最低でも売電をするまで1年かかることが原因となり、実導入が進んでいない。

世界の風力発電設備容量



参考：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

海外諸国の風力発電機累計発電量比率 (2017年まで)



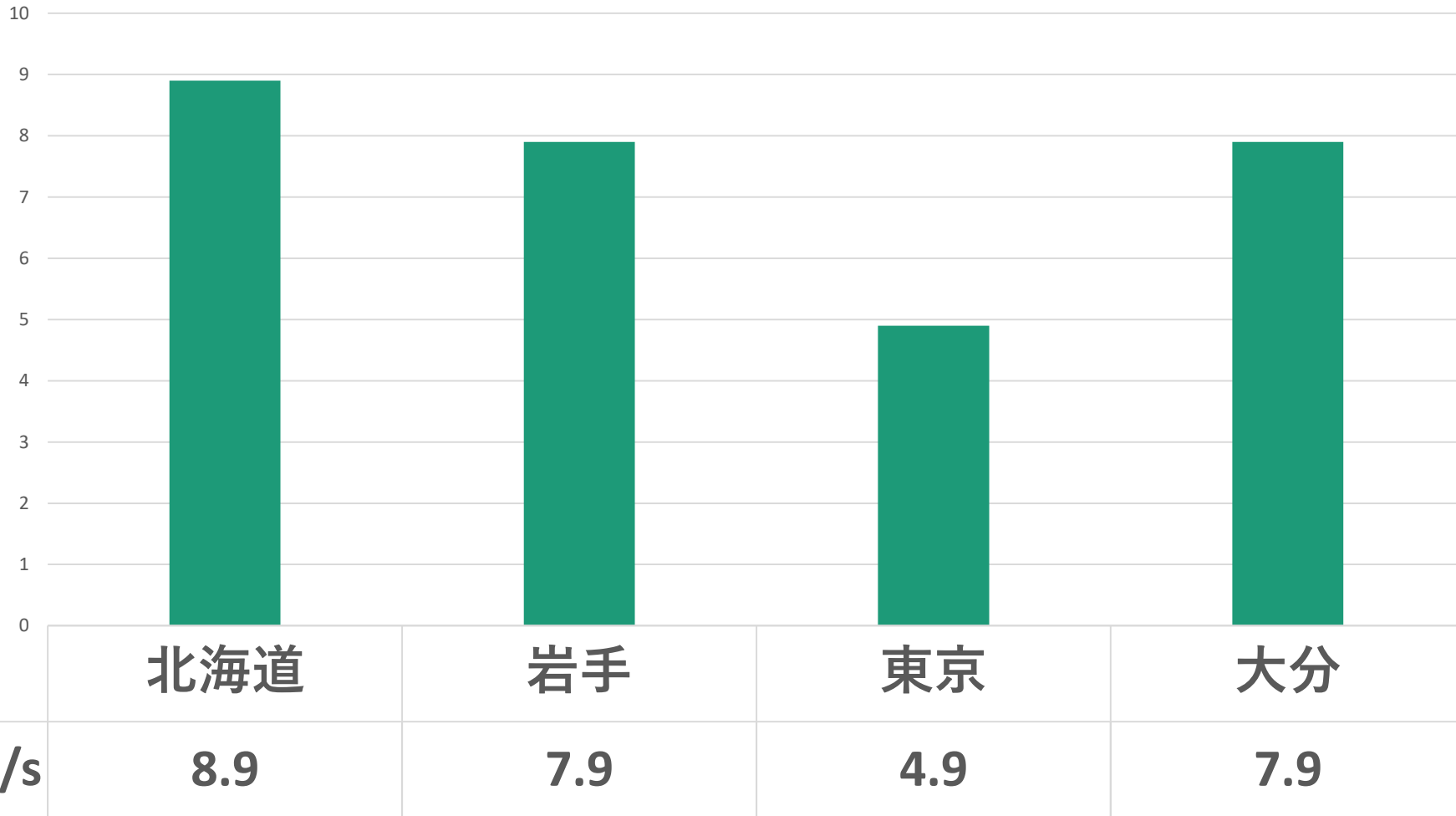
日本の発電量は累計でも非常に少ない！！

なぜ海外は風力発電が普及しているのか

特に、欧州は偏西風により風況が良いが、他にも普及が進む理由がある。

- 1 環境保護
- 2 石油エネルギーの代替
- 3 エネルギーの安全保障
- 4 産業振興と雇用創出
- 5 国民意識

風力発電設置条件① 風速



参考：国立研究法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

北海道が最も平均風速が強く、設置に最適と言える。

風力発電設置条件②

環境アセスメントが必要

環境アセスメント

バードストライク




電波障害



シャドーフリッカー※



※ 晴天時に風力発電機の稼働により
ブレードが回転し明暗が生じ近隣住民に不快感を与える



第2章

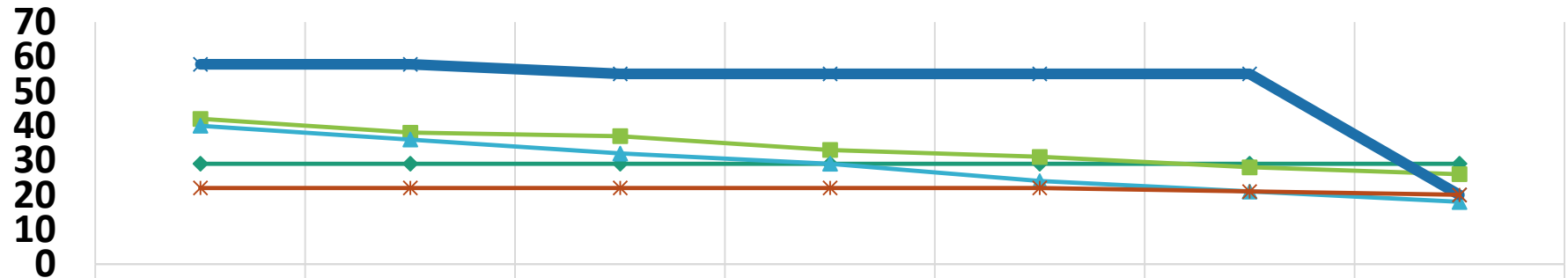
小型風力発電機の

FITの現状

再生可能エネルギー別固定買取価格

買取価格の変遷(単位：円/KW)

◆小水力発電 ■住宅用太陽光発電 ▲事業用太陽光発電 ●小型風力発電 ✱大型風力発電



	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
◆小水力発電	29	29	29	29	29	29	29
■住宅用太陽光発電	42	38	37	33	31	28	26
▲事業用太陽光発電	40	36	32	29	24	21	18
●小型風力発電	57.75	57.75	55	55	55	55	20
✱大型風力発電	22	22	22	22	22	21	20

2018年より…

小型風力発電機の買取価格は
20円＋税/kWhに減額！！

しかし、小型風力発電機の
初期投資費用は未だに高いままで
ある。

つまり政府は小型風力発電機の
普及を諦めたと言える



FITのメリット・デメリット

メリット

温暖化防止のための
再生可能エネルギーの
普及促進の事業計画が
立てやすい

デメリット

FITの財源は電気料金に
上乗せされている
賦課金であり、
家庭や企業の負担になる

賦課金とは

再生可能エネルギー発電促進賦課金のことであり、
各家庭が使用した電力量に応じて
一定額の賦課金が毎月課せられていて、FITの財源になる。

上記料金内訳	基本料金	842円40銭
	電力量料金	
	・1段料金	2,342円40銭
	・2段料金	1,118円00銭
	・燃料費調整額	-319円48銭
	<u>再エネ発電賦課金</u>	<u>472円</u>
	口座振替割引	-54円00銭

お問い合わせは、下記の電話番号まで
～おかけ間違いにお気をつけください。～

お問合せ先/カスタマーセンター
越し・ご契約に関するご用件
20-995-0005
設備に関するご用件
20-995-0007

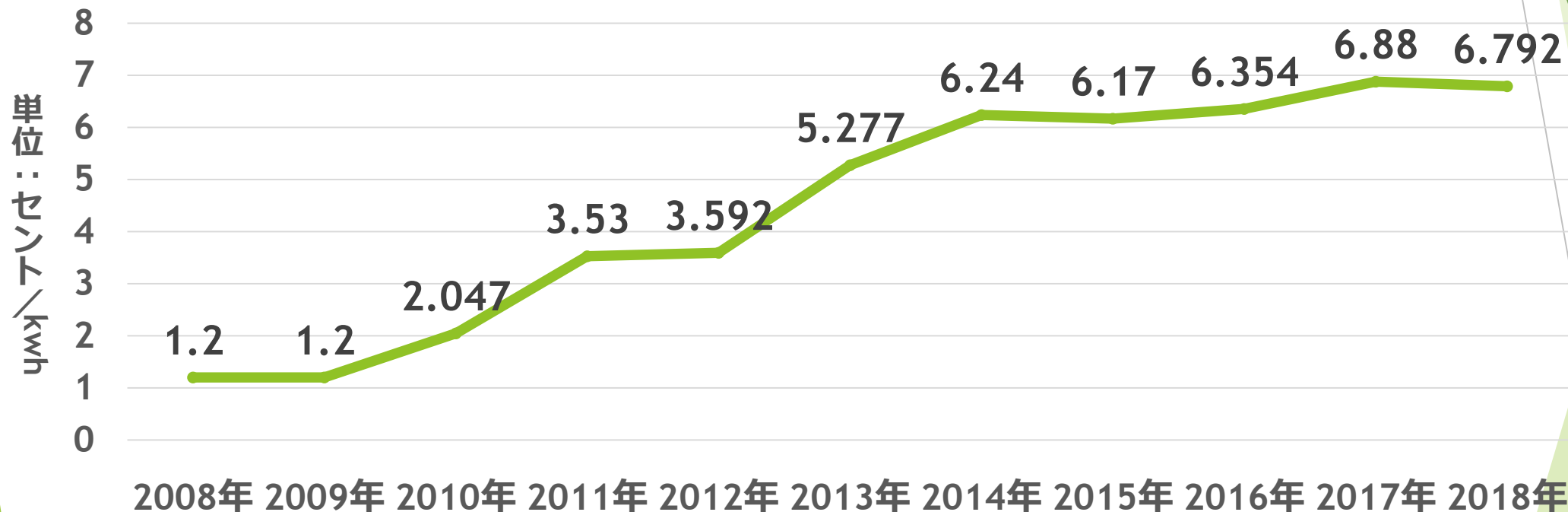
TEPCO 事



ドイツと日本の賦課金の違い



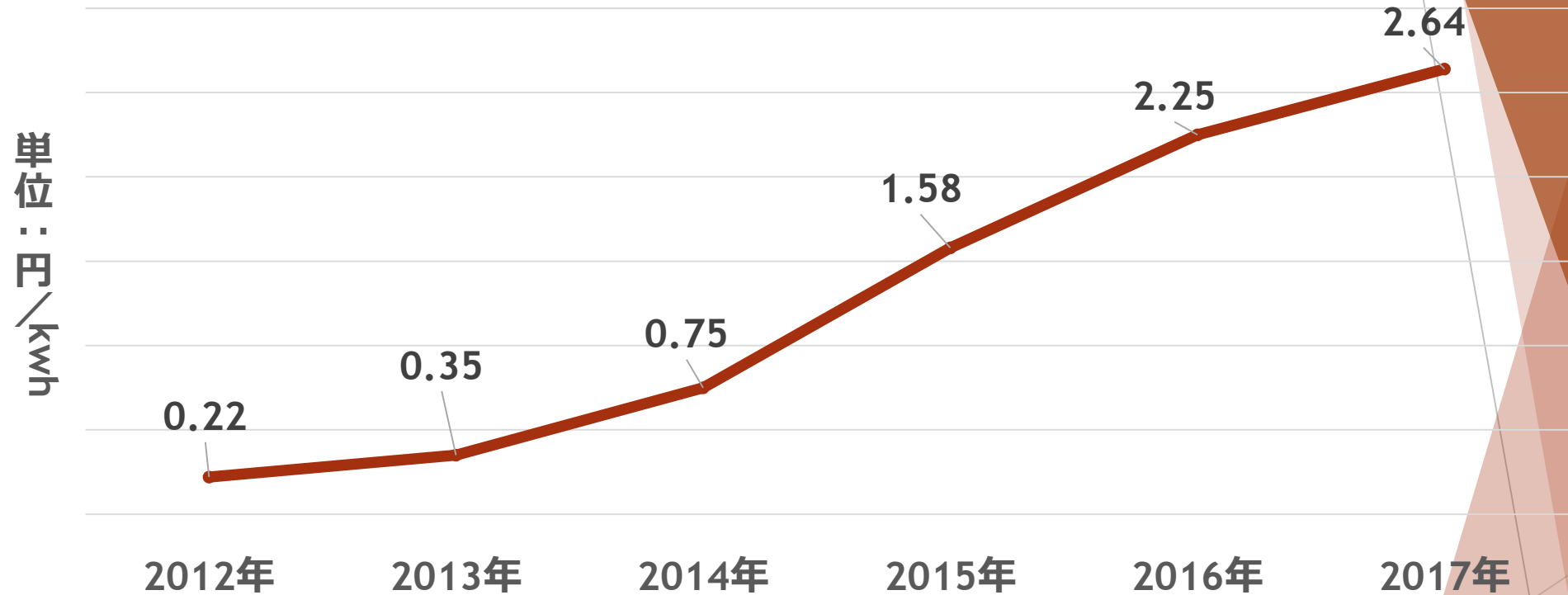
ドイツの賦課金の変遷



—各家庭負担額

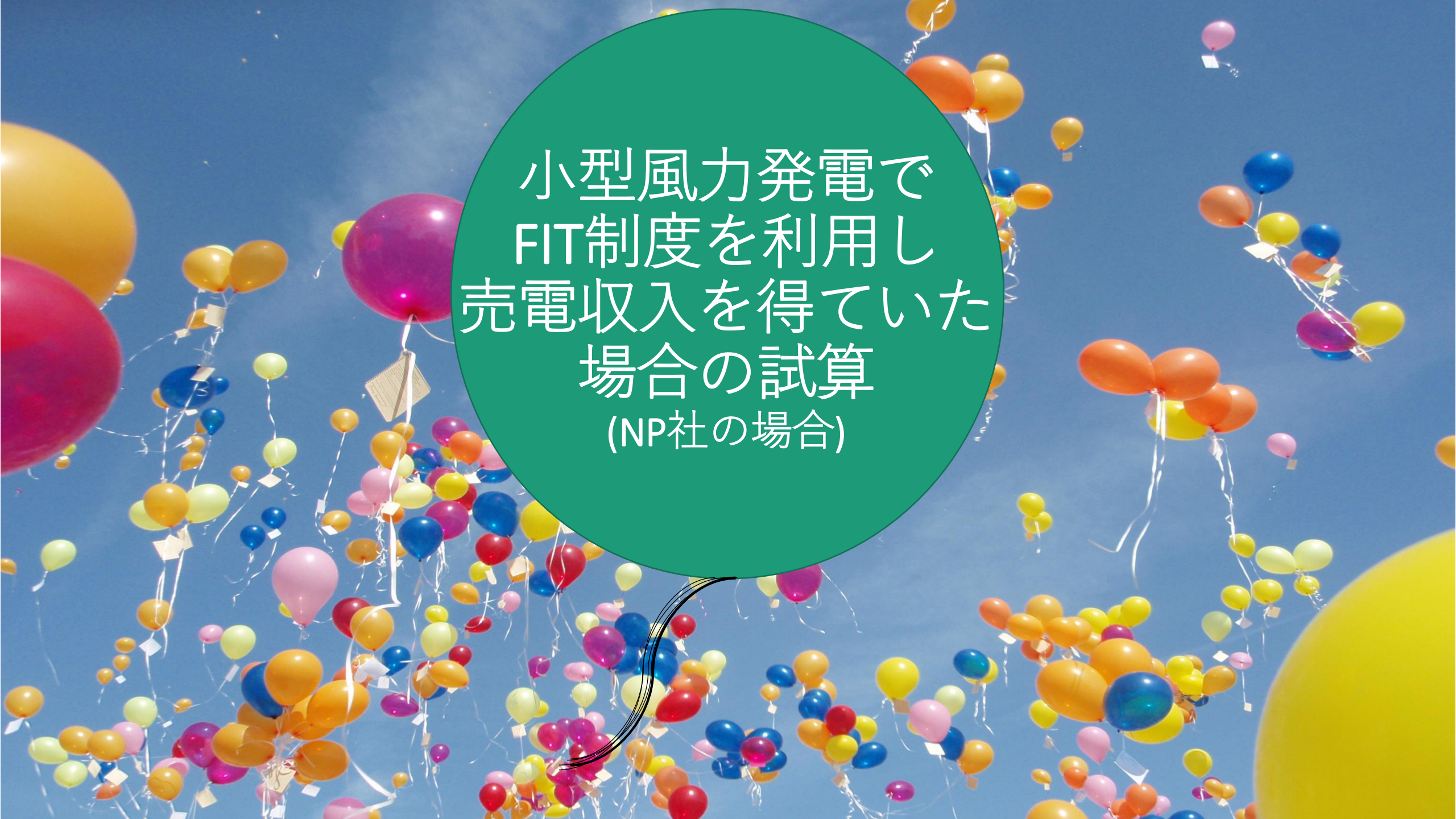
2014年より、賦課金額の上昇に歯止めがかかっている。
これは、ドイツ国内における再生可能エネルギー市場が飽和しつつあることが推測される。

日本の賦課金



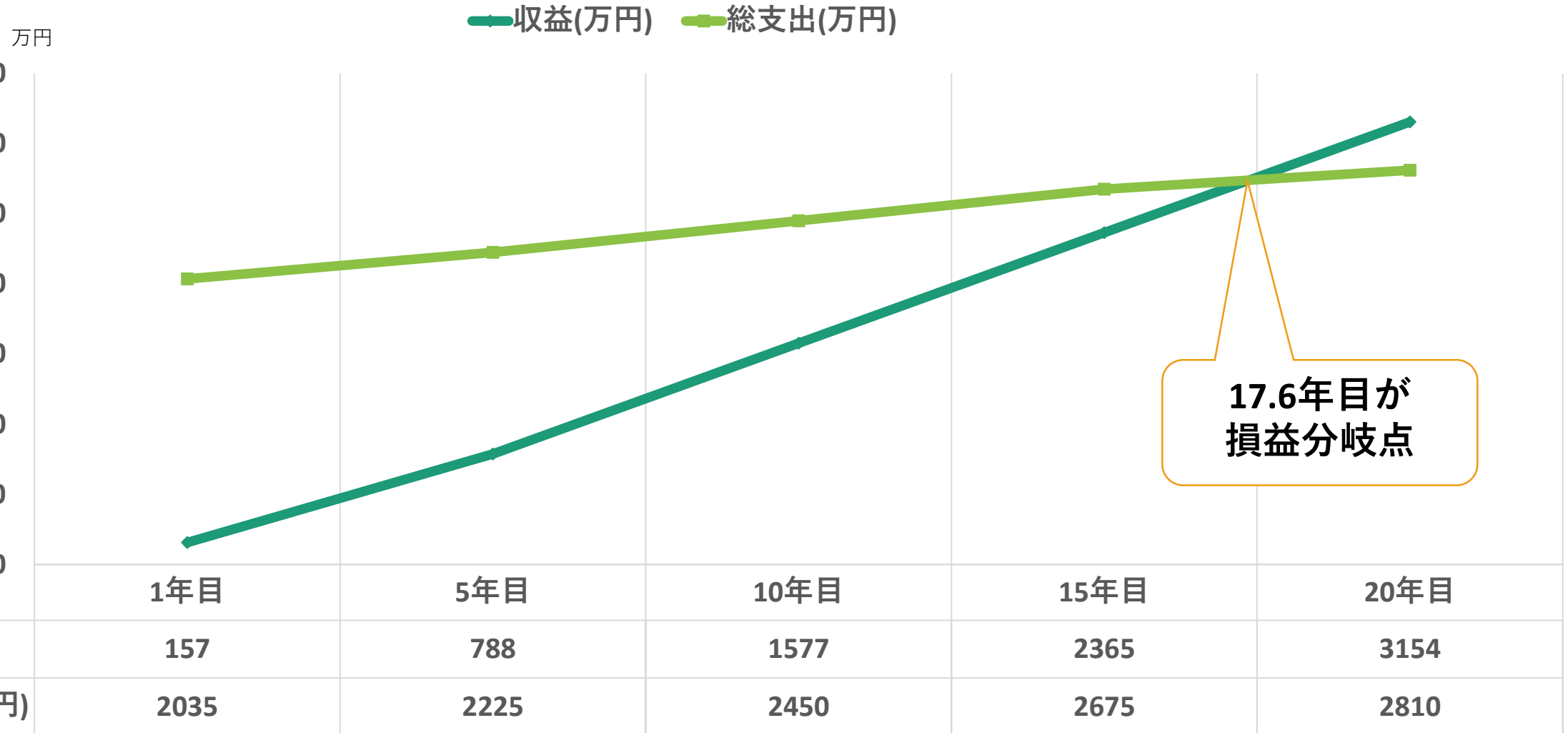
—各家庭負担額

**再生可能エネルギー市場が飽和するまで、
このまま賦課金額は上昇することが見込まれる。**



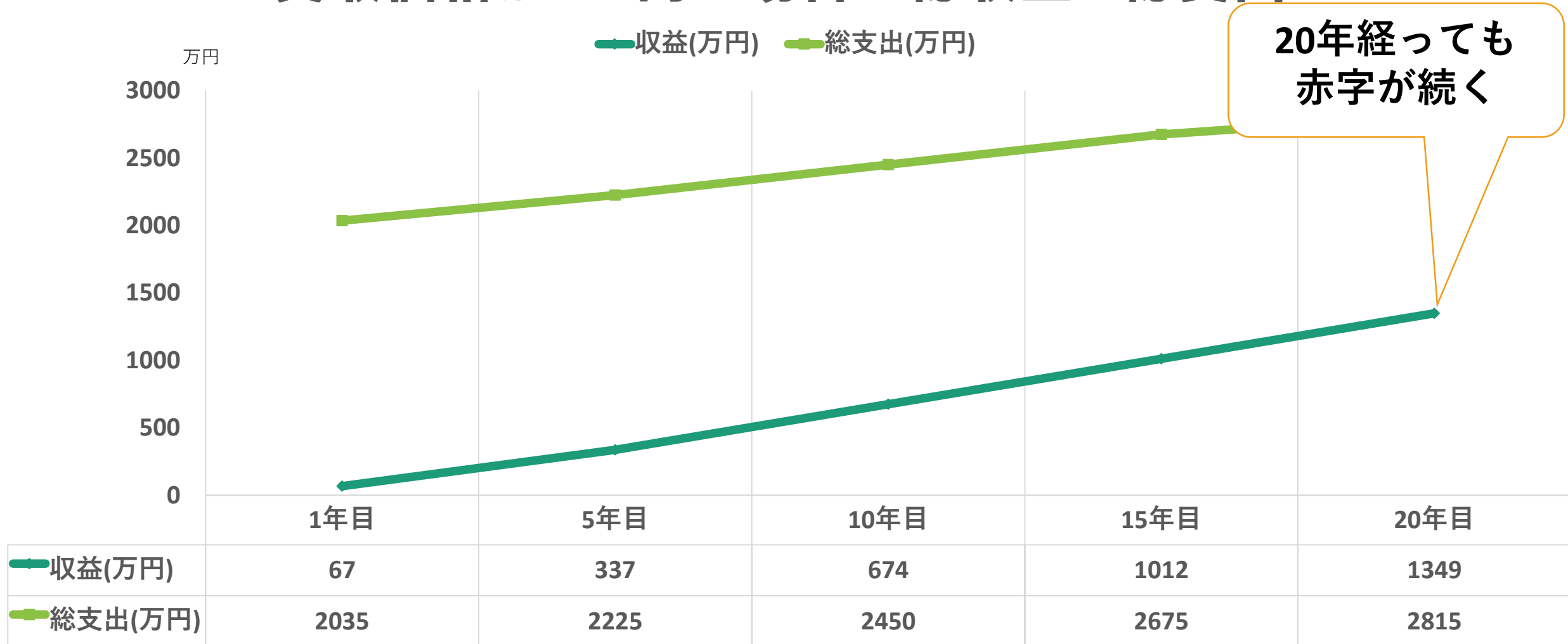
小型風力発電で
FIT制度を利用し
売電収入を得ていた
場合の試算
(NP社の場合)

買取価格が55円の場合の総収益と総支出




元を取るのに、17.6年かかる→55円の場合、利益が出る

買取価格が20円の場合の総収益と総支出



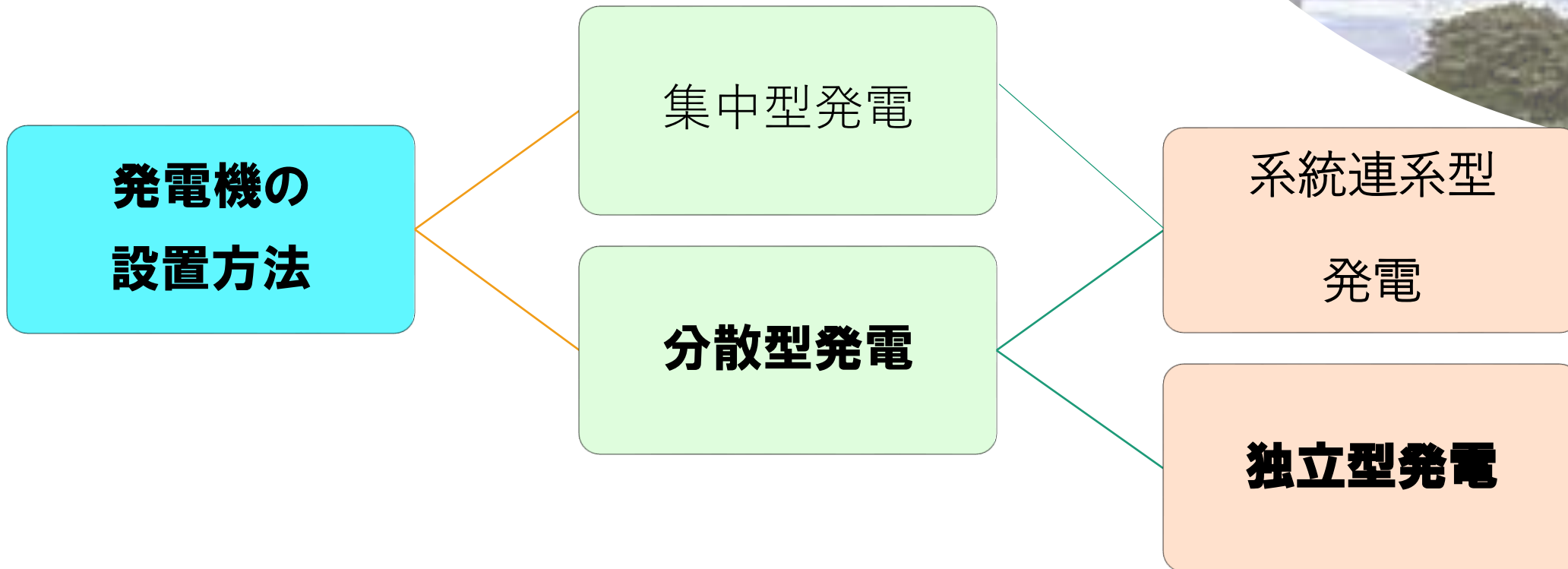
**寿命である20年を超えても利益は出ない。
設置するメリットがない。**



第3章

小型風力発電機への着目

発電機の設置方法と種類



系統連系型風力発電の特徴

- 発電した電力は、電力会社に売る
- 使用する電力は、電力会社から購入する
- 大型風力発電機に向いている

独立型小型風力発電の特徴

The background of the slide features two small, white, three-bladed wind turbines mounted on tall poles against a clear blue sky. The turbines are positioned on the left and right sides of the frame, with their blades pointing towards the center.


- 発電した電力は、生産者が使用する
- 蓄電池をセットで設置されるのが一般的
- 発電量で賄いきれない場合、蓄電池に貯めておいた電力を使用する



第4章

独立型小型風力発電機の

普及政策の提案



**独立型小型風力発電を
普及させるべき理由は2点ある**

独立型小型風力発電機を普及させるべき理由①

系統連系型では耐用年数の20年で大幅な赤字になる

固定価格買取制度の買取価格の変遷

	大型風力発電	小型風力発電
2017年度まで	21円/kW	55円/kW
2018年度以降	20円/kW	

**2018年に小型と大型の
区別がなくなり、
買取価格が大幅に減額された。**

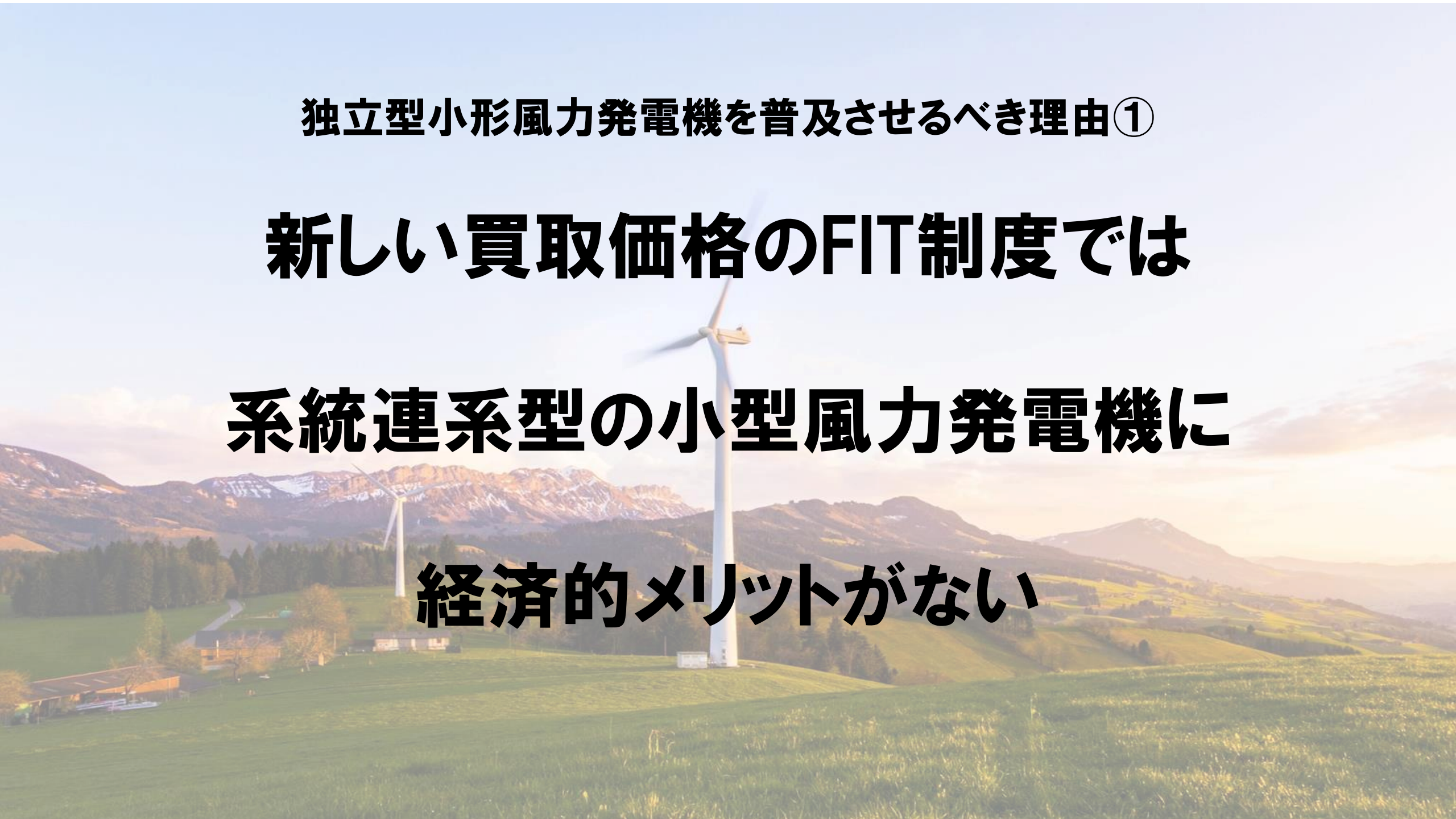
※税金は抜くこととする

独立型小形風力発電機を普及させるべき理由①

新しい買取価格のFIT制度では

系統連系型の小型風力発電機に

経済的メリットがない



独立型小型風力発電機を普及させるべき理由② 北海道胆振東部地震で系統連系は使い物にならなかった

北海道には設備容量35万8745kWもの風力発電機があるが、
震災時には電力を供給することができなかった。

理由

地震発生後に風力発電機を再起動させるための電力が喪失した。
送電線が家屋などの倒壊により分断された。

加えて

北海道に設置されている風力発電機は売電を目的とした
系統連系型の発電機であるという事情がある。

独立型小型風力発電機を普及させるべき理由②



北海道には系統連系された風力発電があるが
送電設備の故障により
非常用電源として使用できなかった

支持物（基）				電線（条）	変圧器（台）	
折損	傾斜	損壊	流出	断線等	損傷	傾斜
35	156	5	121	283	32	382

A string of warm white LED lights is shown against a dark background. The lights are out of focus, creating a bokeh effect. The text is overlaid on the image.

独立型小型風力発電ならば

災害時でも電力供給ができる



震災時に生じた問題



- 停電の影響で、**信号機**が停止した。
警察官による手信号などで対応されたが、
交通に大きな混乱をもたらした。
- 情報源となる、**スマートフォンやパソコン**
の充電を求め市役所や携帯ショップなどに
長蛇の列ができた。

今回の地震では広範囲にわたる停電により各地で信号機が消え、交通網の混乱に拍車がかかった。警察庁は災害に備えて自家発電装置や電池を備えた「消えない信号機」の整備を促しているが、設置率は4・6%にとどまる。

同庁によると、自家発電装置などを備えた信号機の設置数は全国で9614基（2017年度末時点）。11年の東日本大震災以降増加しているものの、全信号機（約20万8000基）に比べればわずかだ。設置率には地域差があり、北海道は1・5%（199基）に

北海道は1.5%、199基

「消えない信号機」普及4.6%どまり

とどまる。号機に対応した「リチウムコスト面ですべての信号電池式」は最大8時間、その機に導入するのは難しい。これぞ稼働する。価格は1とから、警察庁は主要幹線50万〜240万円程度。道のほか、自治体庁舎やこのほかにメンテナンスの広域避難所周辺の道路に費用がかかる。絞って整備する方針。対象信号機が点灯しない場合、警察官が手信号で交通となる場所に限定すると、北海道の設置率は67・9%。整理をする。しかしすべて（全国平均は44・7%）との交差点に警察官を配置することはできず、渋滞や事故

消えない信号機にはいくつかのタイプがある。電気庁によると、東日本大震災の供給がストップすると自後の計画停電では最大約2動で発電機が動く「自動起万基の信号が消え、死亡事故式」は24時間、LED信故も起きた。

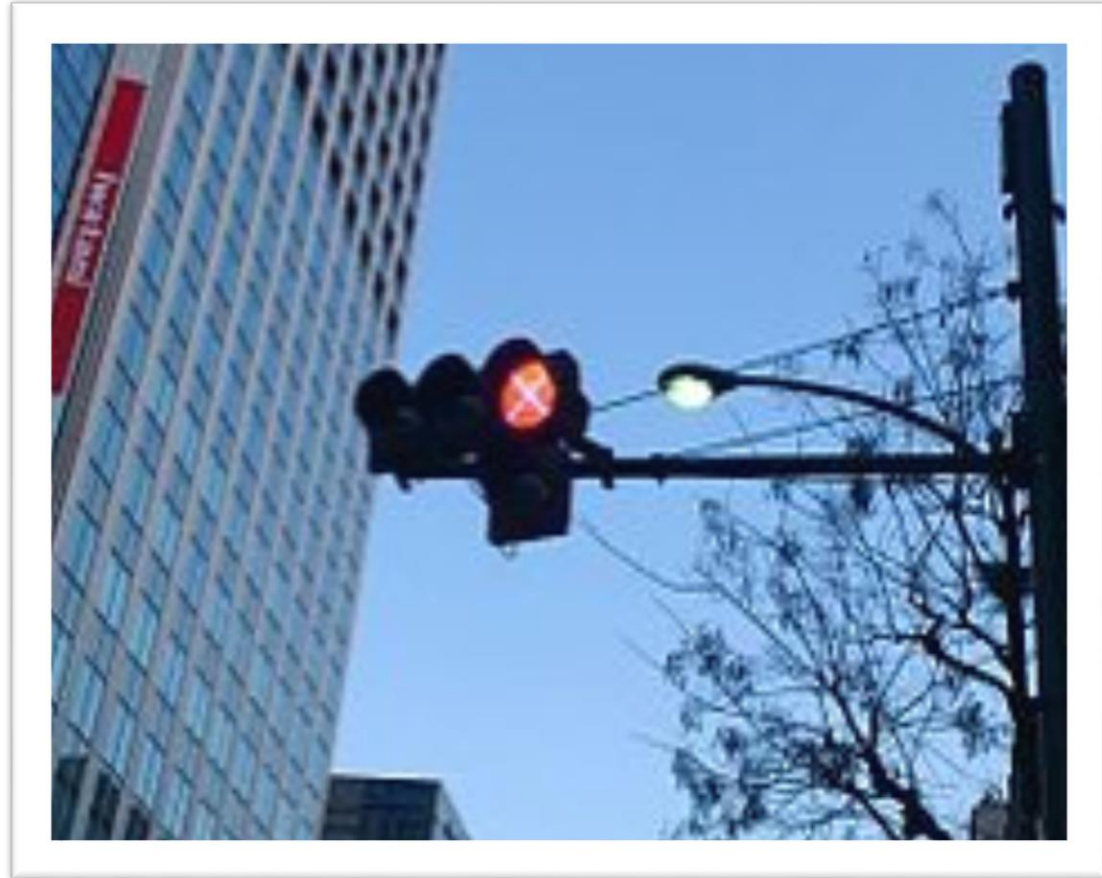
「消えない信号機」設置に関する記事

日本経済新聞 2018年9月7日付

独立型小型風力発電機を「消えない信号機」用電源として 設置する方法の提案

- ・独立型小型風力発電機を通常時は「消えない信号機」のための主要電源として電力を賄い、電力料金を節約する。（不足時は電力会社から融通する。）

- ・非常時は通常時の用途に加え、スマートフォンやパソコン向けの充電拠点のための電源として設置できるのではないか。

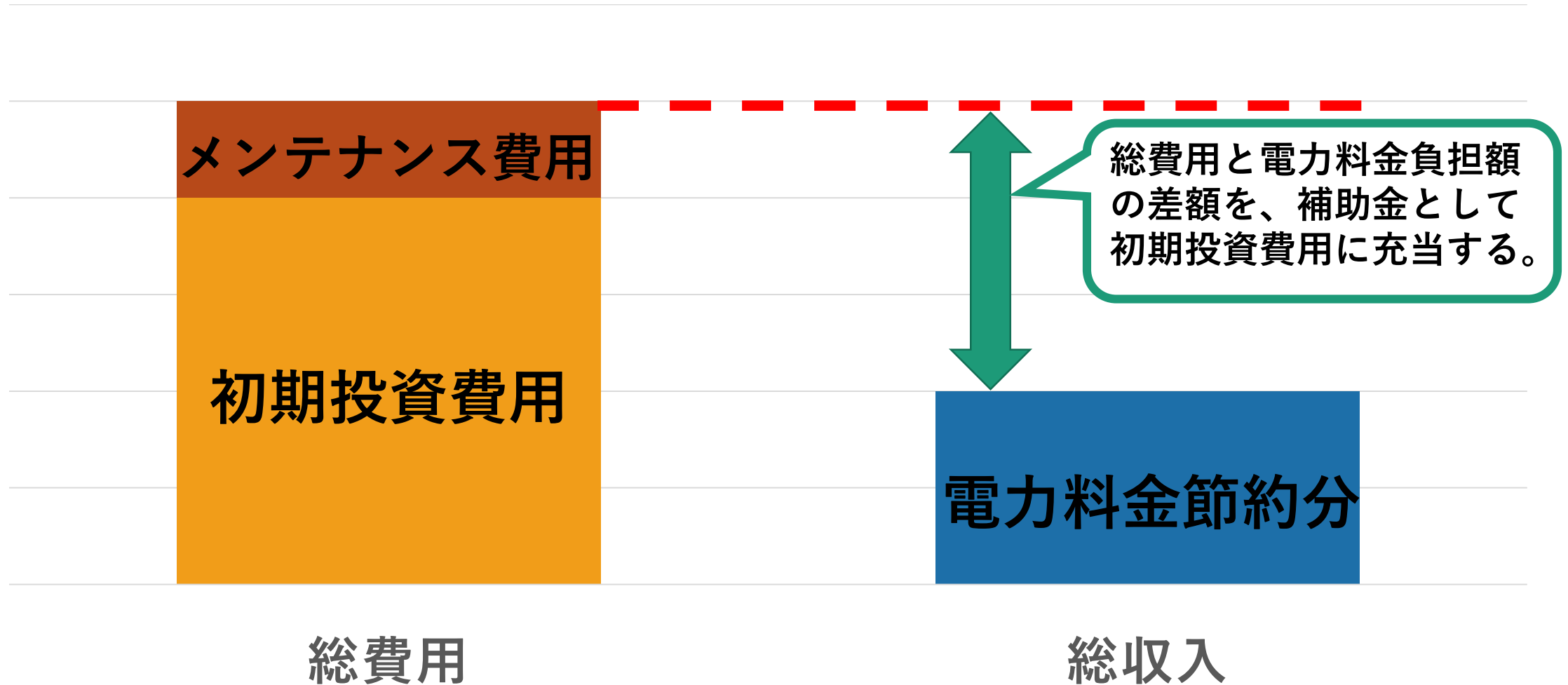




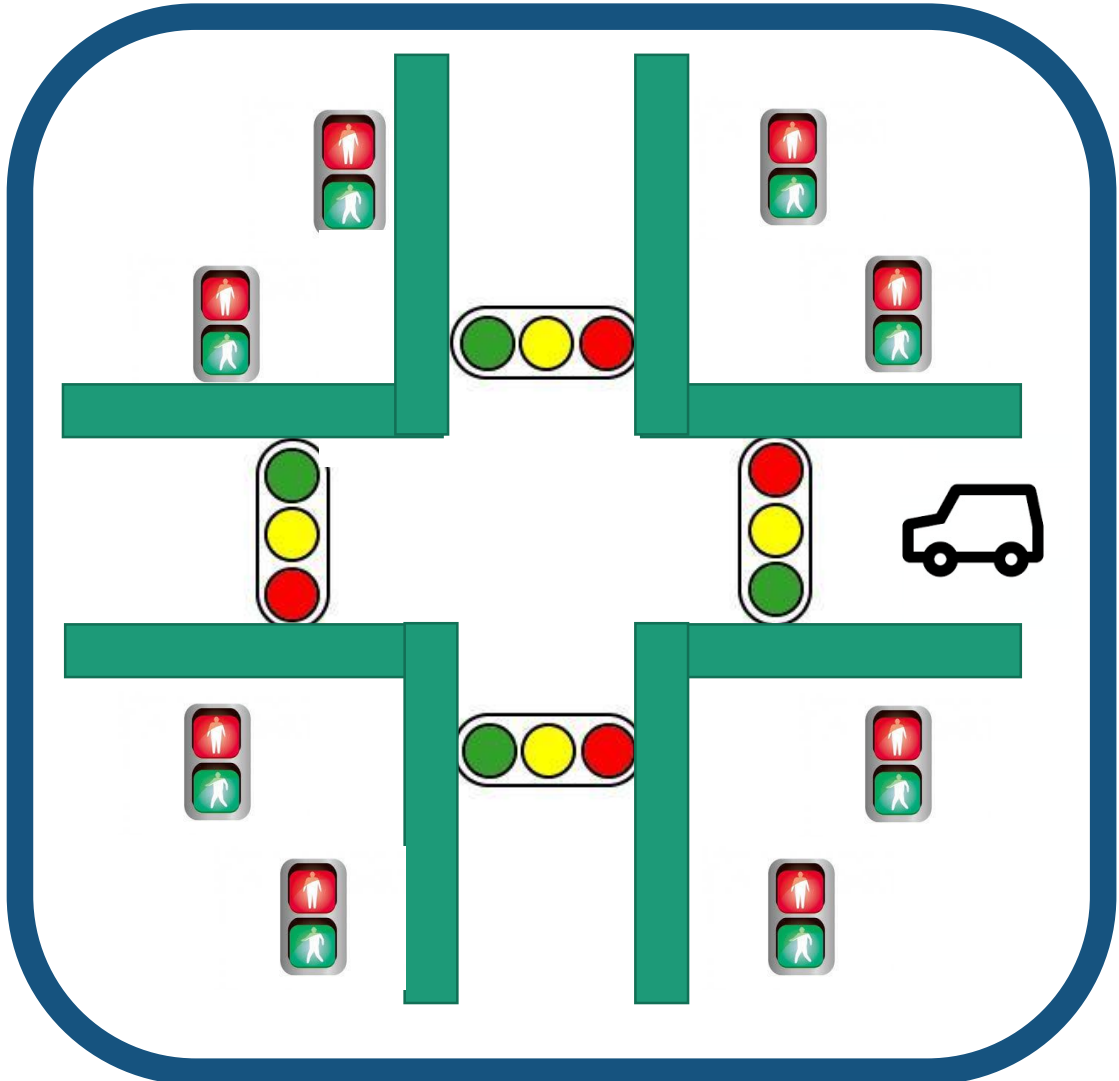
**小型風力発電機は
初期費用が高額である**

**補助金なしでは、
警察庁の大きな負担になる**

小型風力発電機を導入する際の補助金の計算方法



私たちの小型風力発電での信号機用電力負担モデル



車両用信号機 12灯

歩行者用信号機 16灯

1交差点に28灯設置されている



小型風力発電機の設置想定：ケース1

- ①NP社の19.6kw/hの小型風力発電機を設置する。
- ②小型風力発電機の耐用年数は20年とする。
- ③設備利用率は北海道内で最高値の**33.6%**を使用する
- ④LED電球は7W/hとし、電気料金は北海道電力
月額74.87円/灯とする。

注5

交差点数計算方法



1灯あたり7W/h

1交差点での1時間あたりの使用電力は
 $28\text{灯} \times 7\text{W/h} = 196\text{W/h}$

発電機は $19.6\text{kW/h} \times 0.336 = 6.5856\text{kW/h}$

$6585.6\text{W}(\text{発電量}) \div 196\text{W}(\text{1基あたりの使用電力})$
 $\approx 33\text{交差点}$



小型風力発電にかかる費用計算



総支出 **2955万円**

総収入 **1660万円**

初期費用 = 2140万

2000万円(本体価格) + 140万円(蓄電池)

メンテナンス費用 = 815万

665万円(35万円 × 19) + 150万円(50万円 × 3)

電力料金節約分 ≒ 1660万円

28灯 × 33交差点 = 924灯

924灯 × 74.87円(1ヶ月の定額
料金) × 12ヶ月 × 20年

1295万円
を補助金として充当する

補助金
1295万円

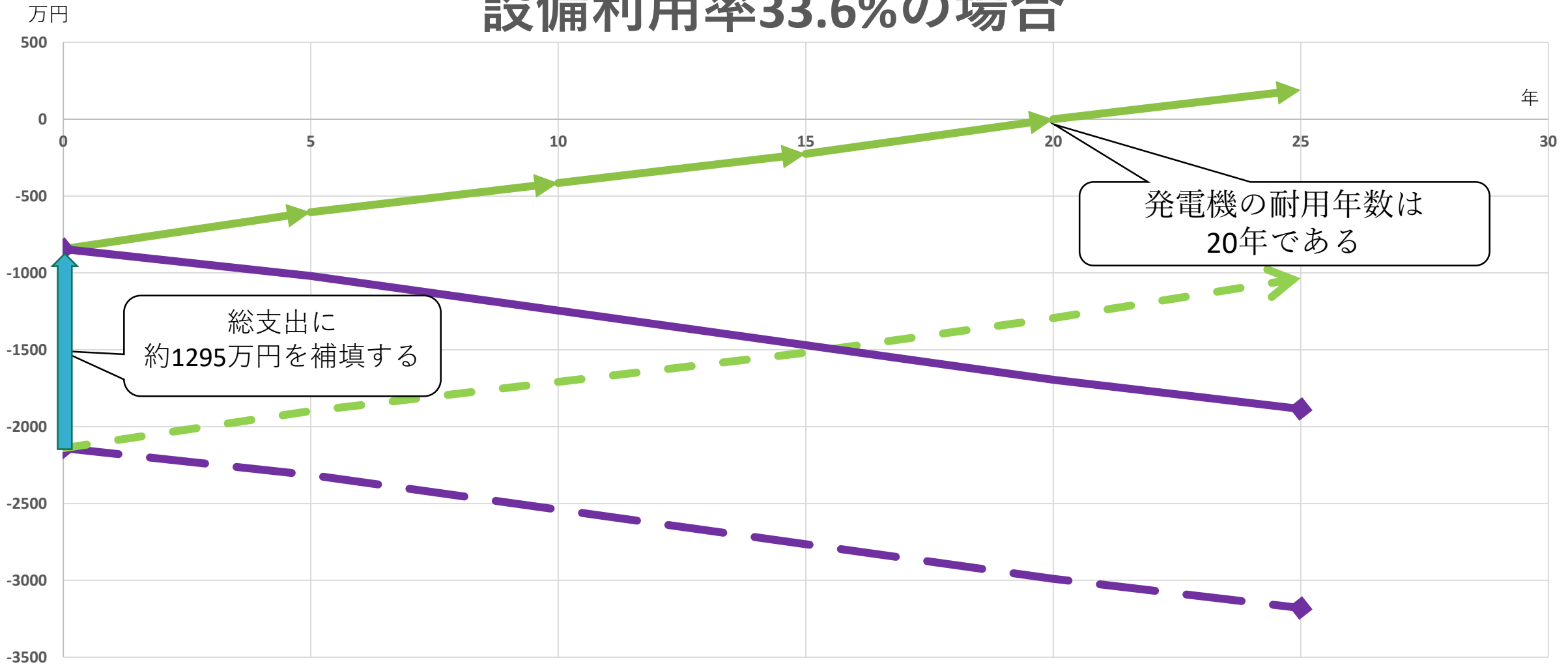
=

総支出
2955万円

-

収入
1660万円

設備利用率33.6%の場合



総支出に
約1295万円を補填する

発電機の耐用年数は
20年である

- ◆ 総支出 (初期投資費用 + メンテナンス費用 (万円))
- 電気料金節約分により削減された総支出 (万円)
- 補助金補填後の電気料金節約分により削減された総支出 (万円)
- ◆ 総支出 (補助金補填後の初期投資費用 + メンテナンス費用 (万円))

小型風力発電機の設置条件：ケース2

- ①NP社の19.6kW/hの小型風力発電機を設置する
- ②小型風力発電機の耐用年数は20年とする。
- ③設備利用率は北海道平均の**23.9%**を使用する。
- ④LED電球は7W/hを消費し、電気料金は北海道電力の月額定額74.87円/灯とする。

交差点数計算方法



1灯あたり7W/h

1交差点での1時間あたりの使用電力は
 $28\text{灯} \times 7\text{W/h} = 196\text{W/h}$

発電機は $19.6\text{kW/h} \times 0.239 = 4.6844\text{kW/h}$

4684.4W/h (発電量) $\div 196\text{W}$ (1基あたりの使用電力)
 ≈ 23 交差点



小型風力発電にかかる費用計算



総支出 **2955万円**

総収入 **1157万円**

初期費用 = 2140万

2000万円 (本体価格) + 140万円 (蓄電池)

メンテナンス費用 = 815万

665万円 (35万円 × 19) + 150万円 (50万円 × 3)

電力料金節約分 ≒ 1157万円

28灯 × 23交差点 = 644灯

644灯 × 74.87円 (1ヶ月の電気料金) × 12ヶ月 × 20年

1798万円
を補助金として充当する

補助金
1798万円

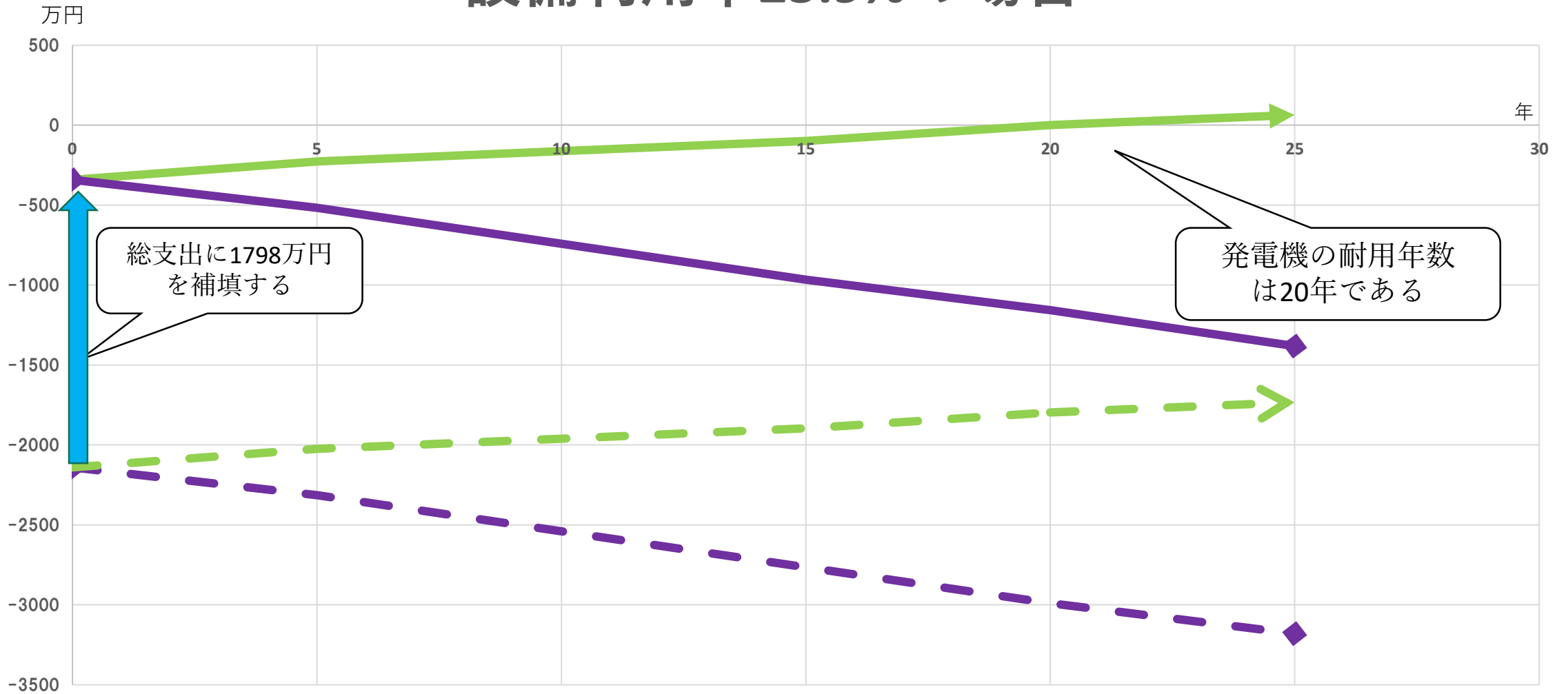
=

総支出
2955万円

-

収入
1157万円

設備利用率23.9%の場合



◆◆ 総支出 (初期投資費用+メンテナンス費用 (万円))

— 電気料金節約分 (万円)

→ 補助金支給後の電気料金節約分 (万円)

◆◆ 総支出 (補助金補填後の初期投資費用+メンテナンス費用 (万円))

ケース1 1294万円(補助金)/2990万円(総支出) ≒ 2/5

ケース2 1798万円(補助金)/2990万円(総支出) ≒ 3/5

これらの補助金は妥当である

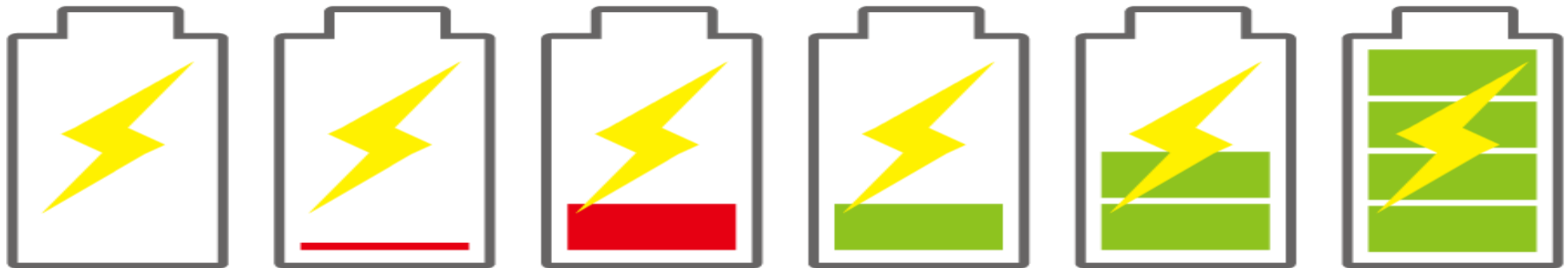
**関東経済産業局の補助金ガイドブックに
記載されている他の補助制度と同程度の補助率である**

※関東経済産業局の導入補助制度には「地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金」が挙げられる。この制度の導入率は3/4、1/2、1/3となっている。

非常時のスマートフォンの充電拠点としての役割も十分に果たすことができる

ウェブサイト、エネチェンジによると・・・

- 1日に2時間の充電を30回行った場合、スマートフォンは 10Wの電力を消費する。
- 一回あたり $10\text{W} \div 30\text{回} = 0.33\text{W}$ の電力が必要である。



スマートフォンの充電拠点としての役割も十分に果たすことができる

設備利用率が33.6%の場合

信号機に使用しなかった

残量電力で

約712台分の充電ができる

総発電量-信号機用電力

= 117.6W/h (**残量電力**)

$117.6\text{W/h} \times 2\text{時間} \div 0.33\text{W}$

≒ 712台

設備利用率が23.9%の場合

信号機に使用しなかった

残量電力で

約1069台分の充電ができる

総発電量-信号機用電力

= 176.4W/h (**残量電力**)

$176.4\text{W/h} \times 2\text{時間} \div 0.33\text{W}$

≒ 1069台



小型風力発電機の設置場所として、 北海道札幌市大通公園への 設置を提案する

理由

周囲に交差点があること
広い敷地があること

おわりに

提案1

「消えない信号機」の設置を行う警察庁に対し、
国から(経済産業省??)の補助制度を制定する。

提案2

総費用から電力料金負担額を差し引いた額を
補助金として初期費用に充当する。
その際の補助率は2/5から3/5とする。

今後の課題



①東北地方・九州地方をはじめとした、風況の良い地域への設置を検討する。

②NP社以外の発電機を設置した場合の試算と補助金額の算出が必要である。



注釈

注1: JISとは日本工業規格のことである。

注2: 設備容量とは、1時間で発電設備が発電できる最大発電量を示した数値である。(環境省より)。

注3: 北海道新聞電子版、2018年9月12日付け

<https://www.hokkaido-np.co.jp/article/227288>

注4: 朝日新聞DIGITAL、2018年9月6日付け

<https://www.asahi.com/articles/ASL966QVCL96ULF>

[A045.html#MainInner](https://www.asahi.com/articles/ASL966QVCL96ULF/A045.html#MainInner)

注5: 設備利用率とは発電設備の最大の発電量を100とした場合に、実際の発電量を数値で表したものの。

参考文献

**植田和弘、山家公雄著 (2017)『再生エネルギー政策の国際比較
～日本の変革のために』、京都大学学術出版会**

**MOHD,HASAN ALI (2012)『WIND ENERGY SYSTEMS–Solutions for Power
Quality and Stabilization』、CRC Press**

参考URL

経済産業省資源エネルギー庁、再生可能エネルギー固定価格買取ガイドブック、2012年11月、2014年3月、2015年3月、2016年3月、2017年3月、2018年3月作成

(http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/data_kaitori.html#nav-panf-detail)(6月23日閲覧)

認定NPO法人環境エネルギー政策研究所、『2017年暦年の国内の全発電量に占める自然エネルギーの割合(速報)』、(<https://www.isep.or.jp/archives/library/10930>)(11月26日閲覧)

国立研究法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、局所風況マップ、(<http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/>)(7月6日閲覧)

国立研究法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、「日本における風力発電設備・導入実績」、(<http://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/state/1-01.html>)(7月6日閲覧)

一般社団法人日本小形風力発電協会2017年12月14日「第33回調達価格算定委員会向けご説明資料、風力発電(20kW未満)」

(www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/033_03_00.pdf)(5月4日閲覧)

参考URL

Global Wind Energy Council (GWEC)、「Global wind report 2017」

(<http://gwec.net/publications/global-wind-report-2/>) (9月1日閲覧)

Sustainable Japan、「世界の風力発電導入量と市場環境～2017年の概況～」

(<https://sustainablejapan.jp/2018/02/20/wind-power-market-2017/30714>)

(8月6日閲覧)

経済産業省調達価格等算定委員会、平成24年度、平成25年度、平成26年度、

平成27年度、平成28年度、平成29年度、平成30年度以降の調達価格等に関する

意見、(http://www.meti.go.jp/committee/gizi_0000015.html) (7月6日閲覧)

経済産業省資源エネルギー庁「平成29年3月改正FIT法による制度改正について」、

(www.enecho.meti.go.jp/.../dl/fit_2017/setsumei_shiryou.pdf) (7月6日閲覧)

ドレスデン情報ファイル「電力料金の構成と再生可能エネルギー割増の推移」、

(<http://www.de-info.net/kiso/atomdata07.html>) (8月6日閲覧)

経済産業省資源エネルギー庁平成24年3月6日、「欧州の固定価格買取制度について」、

(www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/001_06_00.pdf) (8月30日閲覧)

参考URL

日本風力発電協会情報技術局長中尾徹「日本における風力発電の現状と課題」

(jwpa.jp/2011_pdf/90-22mado.pdf) (8月31日閲覧)

経済産業相関東経済産業局、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック

(<https://renewable-energy-concierge.go.jp/static/gojp/pdf/...>) (5月24日閲覧)

環境省地方公共団体・事業者向け支援事業、「平成30年度エネルギー対策特別会計における補助・委託等事業」、(http://www.env.go.jp/earth/ondanka/biz_local.html)

(5月24日閲覧)

環境省総合環境政策、再生可能エネルギー等導入地方公共団体支援基金

(http://www.env.go.jp/policy/local_re/funds.html) (9月18日閲覧)

日本海事協会風車認証Class NK,

(www.classnk.or.jp/hp/ja/authentication/windmill_attestation) (8月12日閲覧)

北海道電力、料金メニュー

(<http://www.hepco.co.jp/home/price/ratemenu/ratemenu.html>) (10月1日閲覧)

警察庁、標識・信号機、都道府県別交通信号機等ストック数

(<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/seibi2/annzen-shisetu/hyoushiki-shingouki/hyousikisinngouki.html>) (10月1日閲覧)

参考URL

北海道電力、電気料金メニュー・

(<http://www.hepco.co.jp/home/price/ratemenu/ratemenu.html>) (10月2日閲覧)

株式会社シヨージホームページ (<http://k-syoji.com/signal.html>) (10月2日閲覧)

エネチェンジ (<https://enechange.jp/articles/10w-electric-bill#21>) (10月2日閲覧)

調査協力企業

- ▶ 株式会社シルフィード
- ▶ 中西金属工業株式會社
- ▶ 株式会社ナチュラルプロモーション
- ▶ 株式会社ビルメン鹿児島
- ▶ テンフィールドズファクトリー株式会社

ご清聴ありがとうございました。

調査協力企業の皆様に感謝申し上げます。