

3 E同時実現のための太陽光主力電源化

2021年3月12日

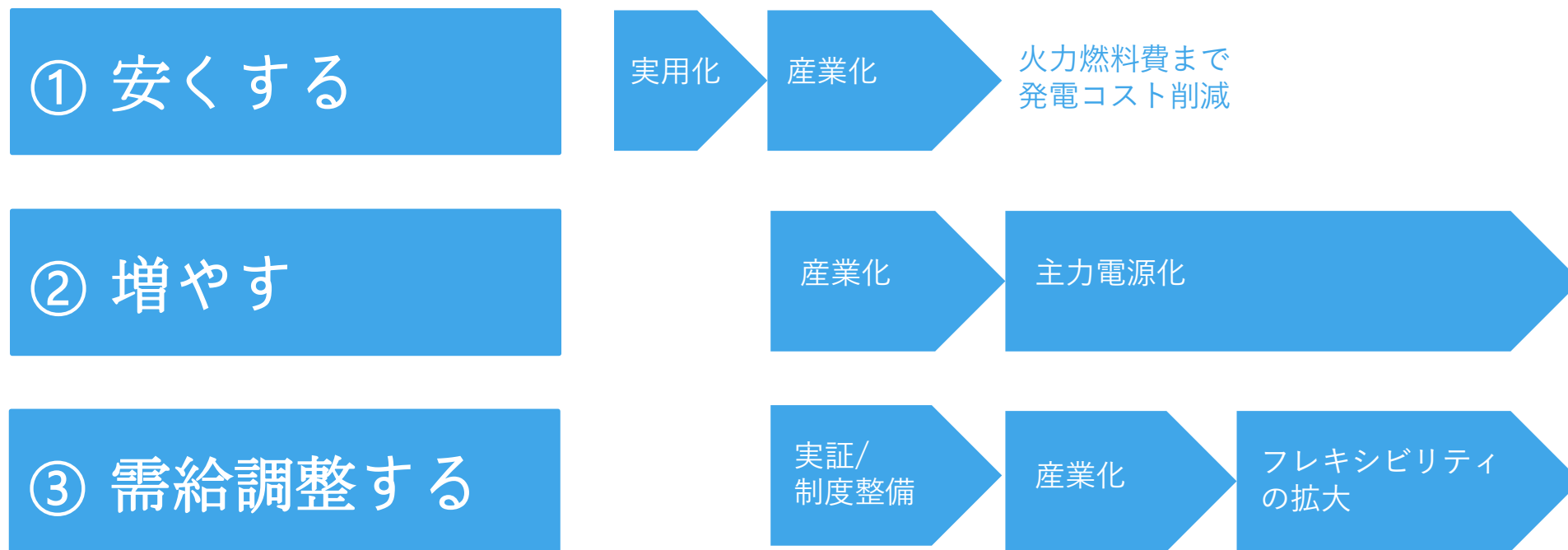
青い地球を未来につなぐ。

We take action for the blue planet.



1 . 3 E同時実現のためのVREの進め方

3 E同時実現*のため、①VREを安くする、②VREを増やす、③需給調整する、が必要。



⇒洋上風力は、産業化に向け、制度・官民連携体制・導入目標が整備されたところ。
一方、太陽光は、産業化を目指した**FIT**が導入され、**8年**が経過したが、現時点では、その発電コストが火力燃料費まで下がっていない。

2 . 太陽光の発電コスト削減の課題と解決方策

発電コスト (LCOE) の試算

現状 (好条件の場合)

- ・ 開発費用 : 3,000円/kWDC
- ・ 造成工事なし、最小限の排水設備
- ・ 連系工事負担金 : 2,000円/kWAC

項目	条件と結果	
CAPEX	140,000	円/kWDC
OPEX	3,700	円/kWDC
20年LCOE	11.3	円/kWh
30年LCOE	8.3	円/kWh



下限 (好条件の場合)

- ・ 開発費用 : 3,000円/kWDC
- ・ 造成工事なし、最小限の排水設備
- ・ 連系工事負担金 : 2,000円/kWAC

項目	条件と結果	
CAPEX	105,000	円/kWDC
OPEX	2,800	円/kWDC
20年LCOE	8.4	円/kWh
30年LCOE	6.4	円/kWh

現実的水準 (大量導入の実現)

- ・ 下限の条件に対し20,000円/kWDCの追加コストを設定。

項目	条件と結果	
CAPEX	125,000	円/kWDC
OPEX	2,800	円/kWDC
20年LCOE	9.5	円/kWh
30年LCOE	7.2	円/kWh

※試算の前提条件 : 規模1,500kWDC/1,000kWAC、年間発電量1,150kWh/kW、出力制御10%

※ドイツとの比較では、日本では、連系工事負担金と排水設備工事がどうしても追加的にかかってしまうコストとなっている。

⇒造成工事なし、最小限の排水設備工事、最小限の連系工事負担金の場合で、事業期間を**30年**にすれば、発電コスト**6円台/kWh**は実現可能。
ただし、それで実現できる案件は限定的。大量導入には、**7~8円/kWh**が必要。

⇒**GTCC**火力の限界費用は、約**7円/kWh**と史料。燃料価格の変動リスクヘッジコストを**1円/kWh**とすれば、太陽光に支払える発電コストは、**8円/kWh**。主力電源化に必要かつ現実的なコスト感も**8円/kWh**。ここが落としどころ。

3 . 今後の太陽光発電事業に必要なこと

平均LCOE8円/kWh以下を実現するために必要なこと

- 30年間の発電事業継続 (21年目以降の予見性の向上)
- 開発コスト及びリスクの最小化 (リターンが小さく、事業者は開発リスクを取れない)
- 調達規模 (1案件が小さくても束ねて発注できること)
- 標準設計 (施工と業務の効率化)
- 現場職人の専門化 (太陽光発電所建設の専門で施工の効率化)
- 管理コストの最小化 (1案件が小さくても束ねて管理できること)

⇒しかし、こうした創意工夫を行い、
平均**LCOE8円/kWh**を実現していくための
案件がない。

4 . 太陽光発電の新規案件創出への課題

太陽光発電の案件拡大に対する主な課題は以下の3点。

地域合意

- ・ 地方のメガソーラーに対するイメージが悪く、新規案件開発の障害となっている。
- ・ 地域メリットが小さく、デメリット面だけで評価されて、案件が実現しない。

課題の深刻さ

高

土地利用

- ・ LCOE8円/kWhの実現には、平坦な土地を利用せざるを得ないが、その多くは農地となっている。
- ・ 農山漁村再エネ法の活用で1種農地の転用も可能だが活用事例は少ない。

課題の深刻さ

中

系統接続

- ・ 太陽光発電所の太宗は、高圧接続だが、配電系統の熱容量の制約があり、接続費用が高い。
- ・ ノンファーム型接続の受付は始まったが基幹系統のみで太陽光発電にとっては効果が限定的。




課題の深刻さ

高

⇒この3点にかかるコストが、買取単価下落によって減少する収益を上回っていることが、現在、太陽光の新規案件が少ない主な要因。

5 . 各課題に対する政策の状況

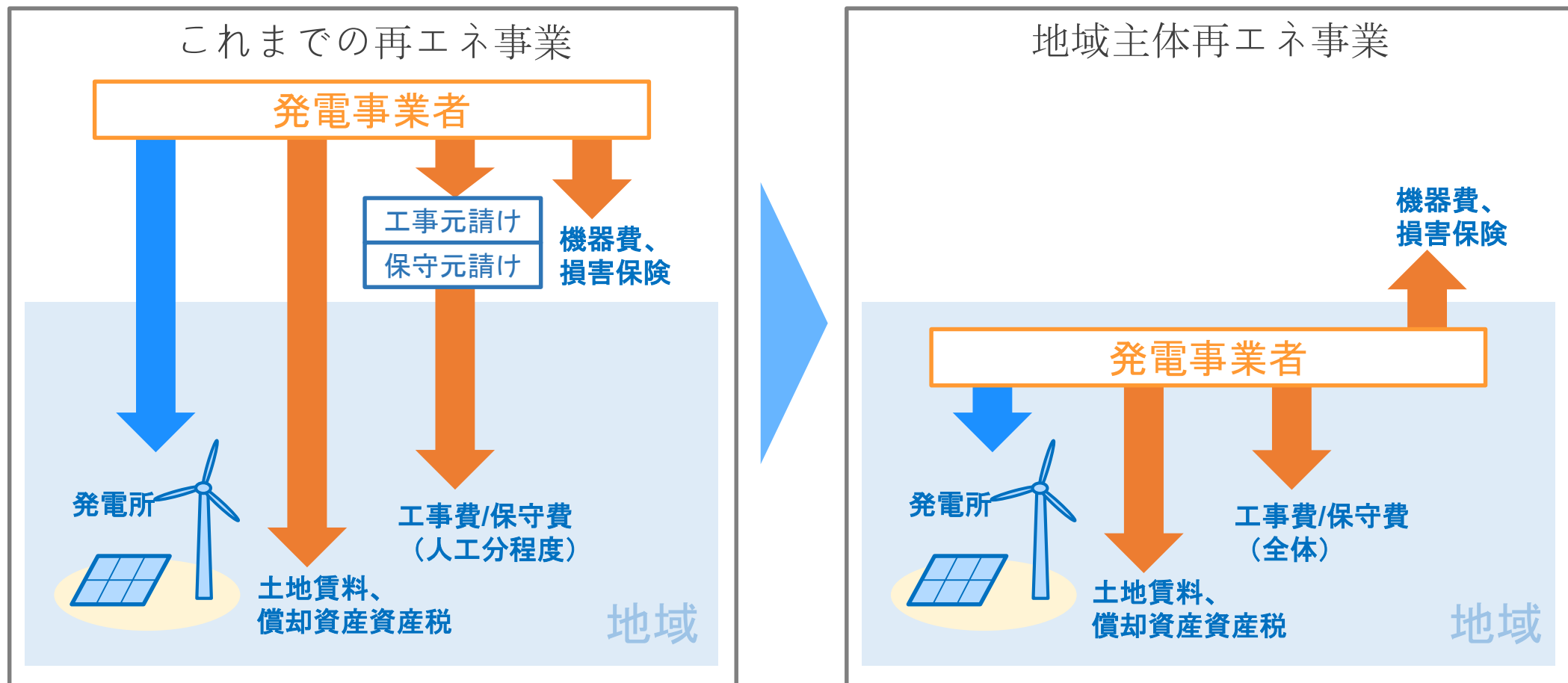
各課題に対する政策の状況は、以下の通り。

地域合意	<ul style="list-style-type: none">・ 温対法にて、地方公共団体の区域施策編に施策目標が追加。地域脱炭素化促進事業に関する方針も追加され、これに適合する事業の認定制度を新設。・ 環境省事業にて、地方公共団体による再エネ導入計画策定に対する支援が実施されるどころ。	政策の状況 
土地利用	<ul style="list-style-type: none">・ 農山漁村再エネ法により、将来荒廃農地となる蓋然性の高い農地を含め、市町村の設備整備計画策定により再エネに活用可能。・ 所有者不明土地についても、市町村の計画で発電事業（1,000kW未満を含め）に活用可能。・ ただし、上記制度を利用する積極的な市町村は少ない。	政策の状況 
系統接続	<ul style="list-style-type: none">・ ノンファーム型接続は、ローカル系統及び配電系統の検討も始まったところ。「世界に先駆けて一番乗り」となる配電系統ノンファーム型接続の実現に期待。・ ただし、新規案件が少ない中で、制度導入コストに対する効果の見通しが立たない。	政策の状況 

⇒地域の意思決定があれば、再エネ発電事業ができるよう、制度環境は整備されてきた。

6 . 解決策 “地域主体再エネ事業の促進”

地域が主体となって発電事業を行うことで、太陽光を主力電源化できないか。



⇒地域が主体となって発電事業を行うことで、地域の収益源となる。

地域が事業開発することで、農地利用や合意形成がクリアしやすくなる。

地域で継続的に開発・工事・保守することでコスト削減し、LCOE8円/kWhが実現できないか。

7 . 地域主体で再エネ事業を実現させた事例

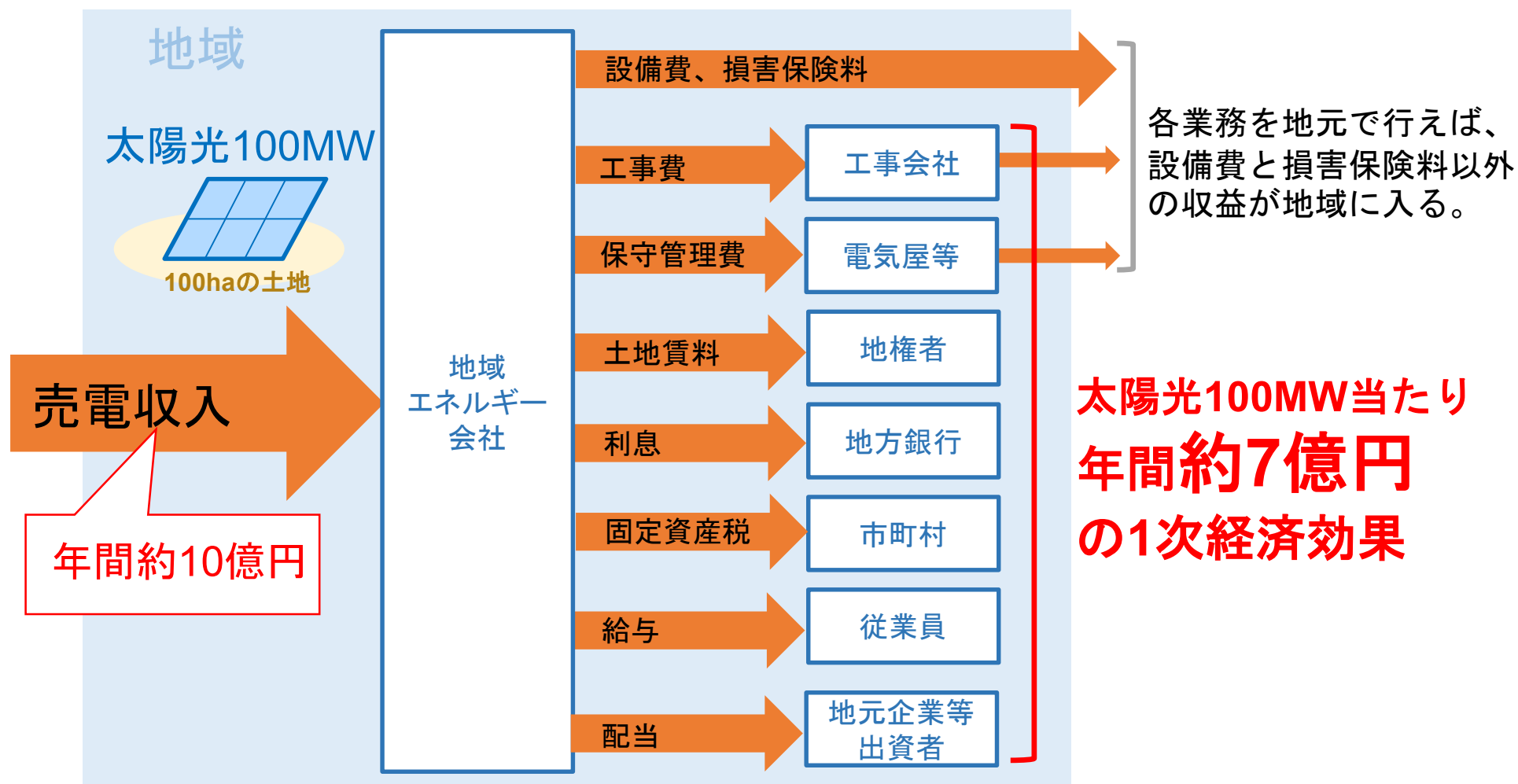
わいた地熱発電所（熊本県小国町）は、地域が主体となることで発電事業を実現。



<https://furusato-nd.co.jp/activation/>

8 . 地域主体での太陽光発電事業イメージ

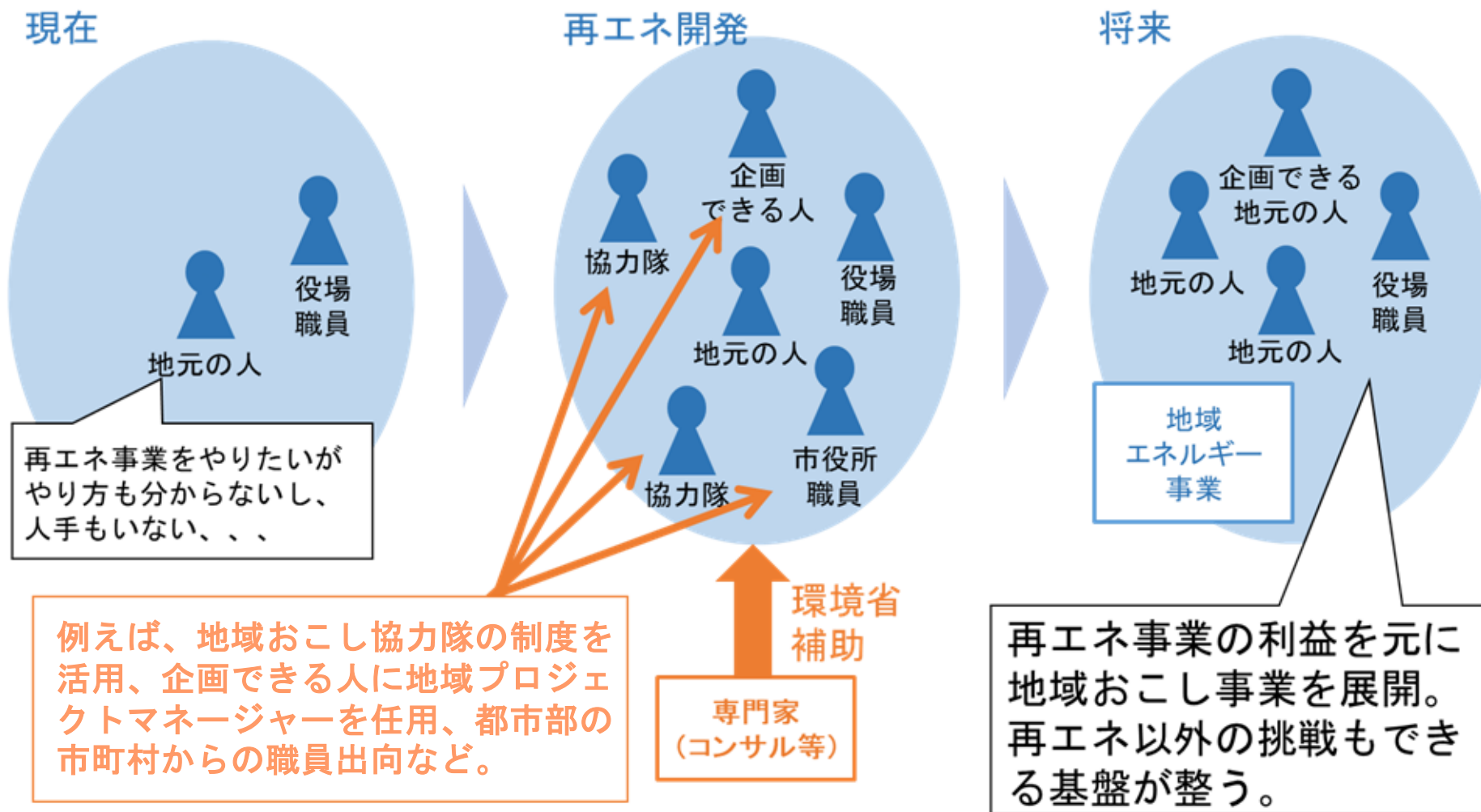
例えば100MWの太陽光発電事業で年間10億円が地域の収益。



⇒地域の資源を生かすことで、荒廃農地の対策と地域経済の向上になる。

9 . 地域主体再エネ事業のつくり方

地域を動かせる人が必要。再エネ事業で人を集め、人を育てられないか。



⇒地域主体再エネ事業に期待される一番の効果は、人材育成かもしれない。

10. 地域主体再エネ事業を促進する政策（ご提案）

- エネルギー安全保障や地域経済振興といった便益を加味し、単純なコスト比較ではない形で、太陽光の主力電源化を図ってはどうか。
- 地域が積極的に再エネを地元経済のために活用したくなるよう、政府による高い太陽光の導入目標を設定してはどうか。
- 改正温対法の認定事業を再エネ特措法における入札保証金の免除及び地域活用電源の要件にしてはどうか。
- 再エネ特措法の分割禁止を緩和し、高圧以上については、隣接であっても**FIP/FIT**が取得できるようにしてはどうか。
- 地域主体再エネ事業の好事例を広く地方公共団体に共有。
- 配電系統ノンファーム型接続の制度を整備。先進的な配電系統の高度化/動的運用を実証。

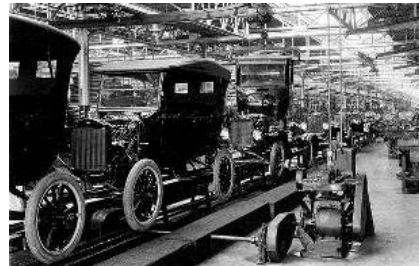
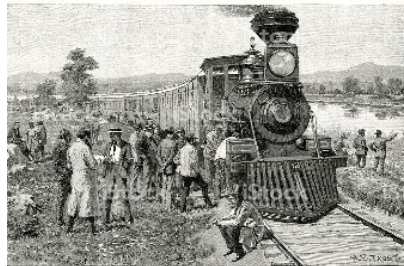
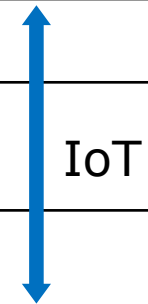
参考資料

- ・世界のトレンド；限界費用ゼロ社会へ 13
- ・3Eの同時実現 14
- ・社会便益を加味した価格の在り方 15
- ・改正温対法と再エネ特措法の連携 16
- ・高圧以上での隣接案件の許可（再エネ特措法） 17
- ・地域主体再エネ事業の好事例集のイメージ 18
- ・配電系統ノンファーム型接続について 19

世界のトレンド；限界費用ゼロ社会へ

“集中型システム”から“分散型システム”へ

	18世紀以前	19世紀	20世紀	21世紀
	分散型	集中型	集中型	分散型
エネルギー	風力/水力	石炭	石油	太陽光/風力
コミュニケーション	印刷機	蒸気印刷機/電信	電話/ラジオ/テレビ	インターネット
ロジスティックス	船・馬	蒸気機関車/船	自動車	EV/自動運転



出典：ジェレミーリフキン「限界費用ゼロ社会<モノのインターネット>と共有型経済の台頭」

⇒電力システム改革というよりも、社会構造の大きな変革。
このトレンドを作り出す側になることが成長戦略になる。
その1つが分散化。再び地域が主役の時代に。

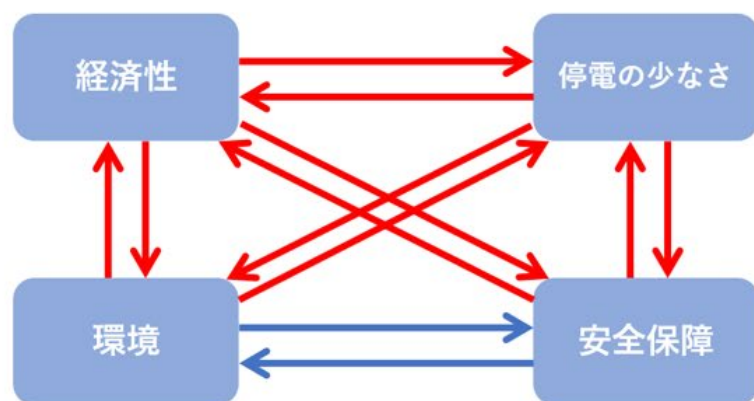
3Eの同時実現

2010年代に電力市場を変える5つの技術要素の進化。

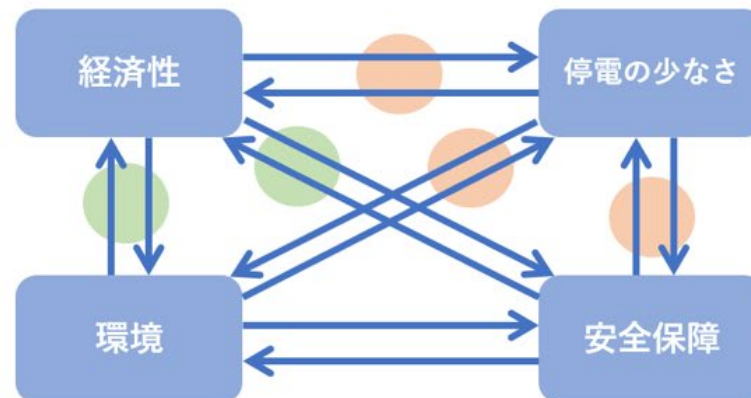
- > 太陽光発電のコスト低下
- > 風力発電のコスト低下
- > リチウムイオン電池のコスト低下
- > ヒートポンプ製品のコスト低下
- > デジタル技術の進化

以下のトレンドが加速。

- > 電化
- > 分散化
- > 脱炭素化



→ 負のフィードバック
→ 正のフィードバック



太陽光・風力の低コスト化
蓄電池の低コスト化
HP・EVの普及

分散リソースの普及
デジタル技術の進化

⇒技術進化により3Eの同時実現が可能になった。3Eのバランスを取るのではなく、同時に実現させる社会像を描くことが必要。

社会便益を加味した価格の在り方

太陽光発電には、エネルギー安全保障を向上させる便益があり、それを加味した形で、化石燃料費と比較することが必要。

また、地域主体再エネ事業は、地域振興という便益もあり、コストが高い分は、地方への再配分と考えることもできる。

LNG燃料費レベルの7円/kWhとの比較だけでは、エネルギー安全保障や地域振興といった社会便益を無視した議論になっていないか？

例えば、入札上限価格について。

コストを下げるメカニズムは重要だが、費用対便益が十分にあるコスト水準であれば、コストを下げるよりも拡大させることの方が重要。

そもそも、FIP/FITの価格は、あくまでも最初の20年間であり、30年の太陽光発電事業の一部。

例えば、資本費返済後の太陽光発電所のランニングコストは、約2.5円/kWh。利益を鑑み、3.0円/kWhの売電収益があれば、21年目以降も事業が可能と仮定。なお、太陽光発電が大量導入（200～400GWDC）した場合の市場価格は、2～4円/kWh（年間発電可能量に対して）

この前提で考えた場合のFIT単価11.5円/kWh案件の30年間の平均価格は、8.67円/kWhとなる。

$$(11.5\text{円/kWh} \times 20\text{年} + 3.0\text{円/kWh} \times 10\text{年}) \div 30\text{年} = 8.67\text{円/kWh}$$

つまり、上限価格をこれ以上大幅に下げる必要はないのではないか。

改正温対法と再エネ特措法の連携

1. 法目的・基本理念

気候系に対し危険な人為的干渉を及ぼさない水準に大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させ、地球温暖化を防止することが人類共通の課題。社会経済活動による温室効果ガスの排出の抑制等を促進する措置等により地球温暖化対策の推進を図る。

→法目的に加え、新たに2050年カーボンニュートラルを含む地球温暖化対策の「基本理念」規定を追加。

2. 地球温暖化対策の総合的・計画的な推進の基盤の整備

- **地球温暖化対策計画**の策定（温対本部を経て閣議決定）※毎年度進捗点検。3年に1回見直し。
- **地球温暖化対策推進本部**の設置（本部長：内閣総理大臣、副本部長：官房長官・環境大臣・経産大臣）

3. 温室効果ガスの排出の抑制等のための個別施策

政府・地方公共団体実行計画

- 事務事業編
国・自治体自らの事務・事業の排出量の削減計画
 - 区域施策編
都道府県・中核市等以上の市も、**自然的社会的条件に応じた区域内の排出抑制等の施策の計画策定義務**
- 区域施策編に、**施策目標を追加。また、地域脱炭素化促進事業に関する方針も追加し、これに適合する事業の認定制度を新設。**

温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度

- 温室効果ガスを3,000t/年以上排出する事業者（エネ起CO2はエネルギー使用量が1,500kl/年以上の事業者）に、**排出量を自ら算定し国に報告することを義務付け、国が集計・公表**
 - 事業者単位での報告
- 電子システムでの報告の原則化・事業所等の情報についても開示請求の手続なく公表。**

地球温暖化防止活動推進センター等

- **全国地球温暖化防止活動推進センター**（環境大臣指定）
一般社団法人地球温暖化防止全国ネットを指定
 - **地域地球温暖化防止活動推進センター**（県知事等指定）
 - **地球温暖化防止活動推進員**を県知事等が委嘱
- 地域地球温暖化防止活動推進センターの事務に、事業者向け啓発・広報活動を明記。**

排出抑制等指針等

- 事業活動に伴う排出抑制（高効率設備の導入、冷暖房抑制、オフィス機器の使用合理化等）
 - 日常生活における排出抑制（製品等に関するCO2見える化推進、3Rの促進等）
- これら**排出抑制の有効な実施の指針を国が公表**
（産業・業務・廃棄物・日常生活部門を策定済み）

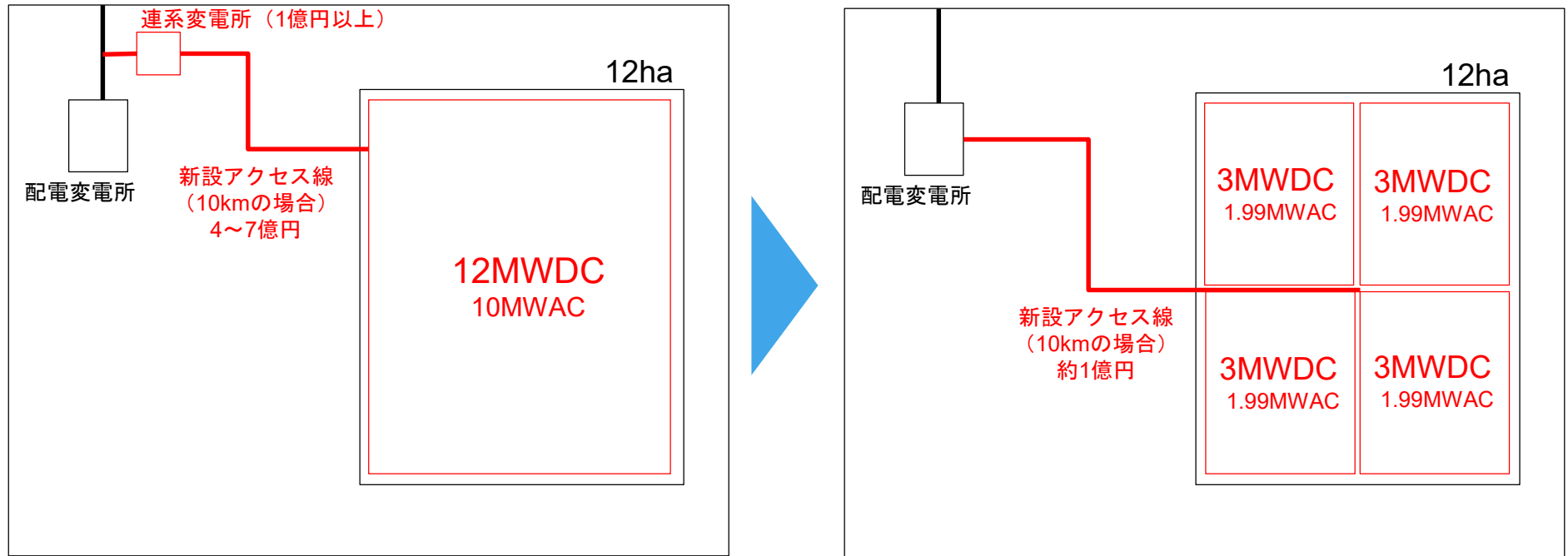
森林等による吸収作用の保全等

再エネ特措法との連携案

- 入札保証金の免除に
- 地域活用電源の要件に

高圧以上での隣接案件の許可（再エネ特措法）

例えば、以下のようなケースでは、高圧隣接が可能であれば、大幅なコストダウンが可能となる。



⇒高圧や特高での分割の場合、既存系統設備を利用するため、過剰設備とはならない。むしろ、全体コストを下げる望ましい接続方法と言える。

※主任技術者や使用前自主検査に関しては、分割でない形で特高ルールに沿うことも考えられる。
なお、そもそも他の電源でも発電所運営のDXや業務の効率化が進む中、特高接続の太陽光発電所の主任技術者の専任や使用前自主検査の在り方については、別途検討すべきと思料。

地域主体再エネ事業の好事例集のイメージ

行政の方にお話すると概念は理解いただけるが、具体的なイメージを持ってもらえないケースが多いため、今後増えるであろう好事例を紹介する事例集ができると良いのではないか。

<h2>農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギー発電を行う事例</h2> <p>令和2年1月</p> <p>農林水産省 食料産業局</p> <p>バイオマス循環資源課 再生可能エネルギー室</p>	<h3>太陽光4</h3> <h4>太陽光発電の売電収益により、地域農業の発展を支援</h4> <p><概要></p> <ul style="list-style-type: none">事業実施主体：合志農業活力プロジェクト合同会社（熊本県合志市）発電設備：太陽光発電 発電出力 999.6kW 発電電力量 115万kWh/年建設費：約2億6,750万円運転開始時期：平成26年3月 <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none">熊本製粉(株)、自然電力ファーム(株)、合志市の3者による出資会社（合志農業活力プロジェクト合同会社）を設立し、太陽光発電設備を整備。『攻めの農業』として、出資者への配当等を基金に積み立て、挑戦的な取組（ブランド化のためのPR活動、6次産業化、新品種の導入等）を支援。『守りの農業』として、売電収益の5%を土地改良区に還元。物品購入や農業用施設（用水路、法面等）の整備等に活用。 <p>※地域還元型再生可能エネルギーモデル早期確立事業（H24）において支援</p> <p>Copyright 2019 Food Industry Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.</p>
--	---

参考イメージ：農水省の事例集

配電系統ノンフレーム型接続について

概要

【必要性】

- ・今後、荒廃農地の活用等で、ほとんどの太陽光発電所は、配電系統に接続される。
- ・地域主体の再エネ開発が進めば、数年以内に多くの新規案件が発生。
- ・配電系統の制約が大きな問題となることは必至。

【現状】

- ・OCCTOは、ノンファーム型接続を基幹系統から整理して、制度を整備していくとしている。
- ・国は、配電系統の熱容量制約に対するノンファーム型接続を検討していない。
※送電系統ノンファームを配電系統接続の発電所に適用することは検討されている。

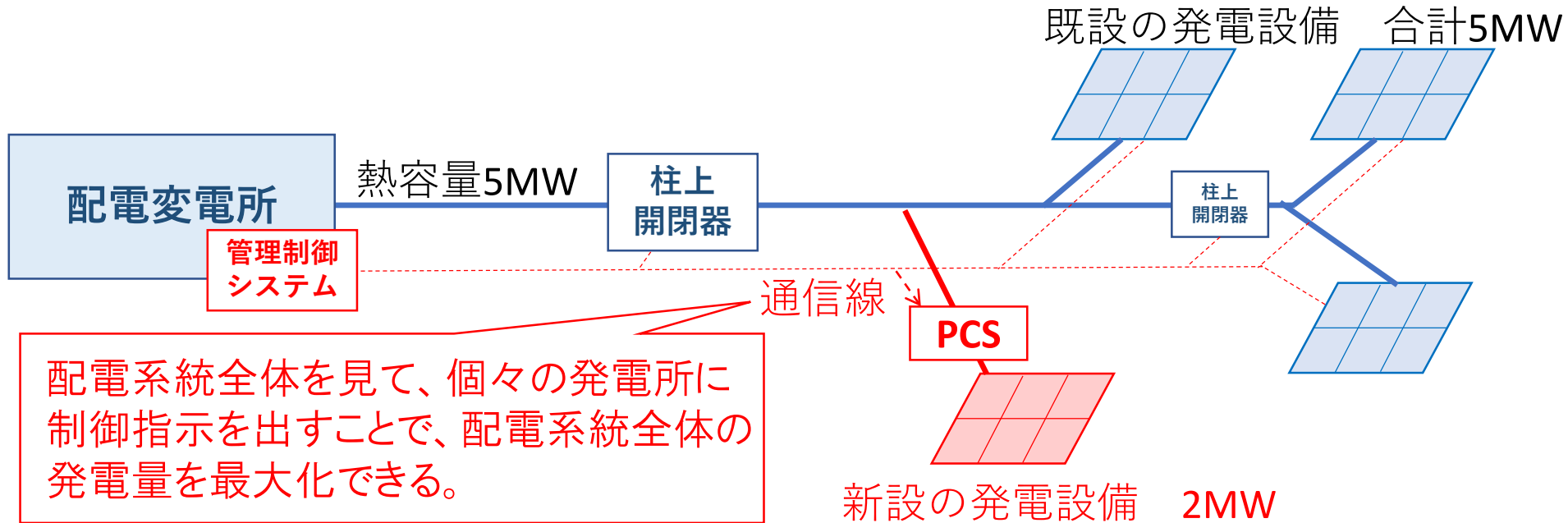
【技術的事実】

- ・柱状開閉器での電流が配電線の熱容量を超えそうなときに、太陽光発電所の出力を制御することで、配電系統でもノンファーム型接続は可能。
- ・配電系統でのノンファーム型接続は、送電系統とは独立させた形での運用が可能。

**⇒太陽光の主力電源化には、配電系統でのノンファーム型接続が不可欠。
国が制度検討を始め、一般送配電事業者に先行実施を促してはどうか。**

制御方法(配電系統全体での制御)

理想的には、配電系統の高度化と合わせて、ノンファーム接続を整備。

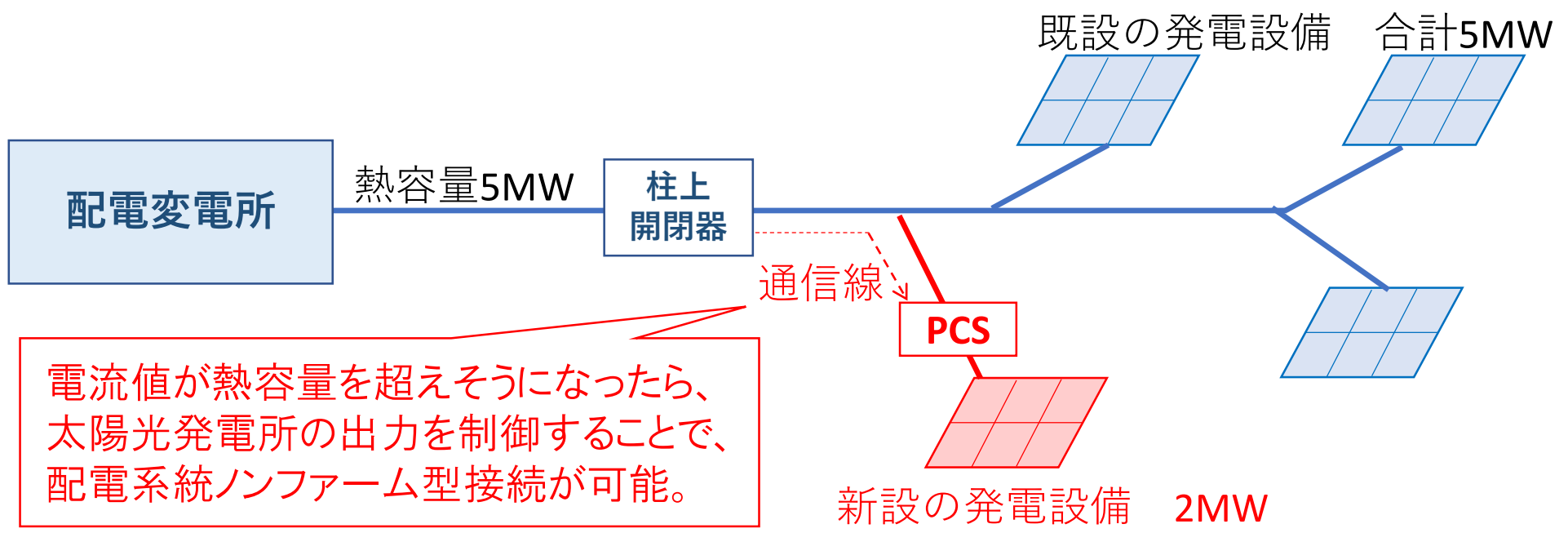


【配電系統の高度化】

- ・センサ付き柱上開閉器のデータを用い、配電系統をモニタリングし、自動で潮流制御を行うシステム。
- ・一般送配電事業者がそれぞれ独自に整備を進めているところ。
- ・将来的には、発電所や蓄電池のPCSの出力と力率を制御して、潮流と電圧を管理することが合理的。
- ・こうしたシステムの整備には、一般送配電事業者が発電側/需要側の設備を制御するための制度が必要。

制御方法(新設発電所単独での制御)

最寄りの開閉器との連携で、最小限の工事でも対応可能。

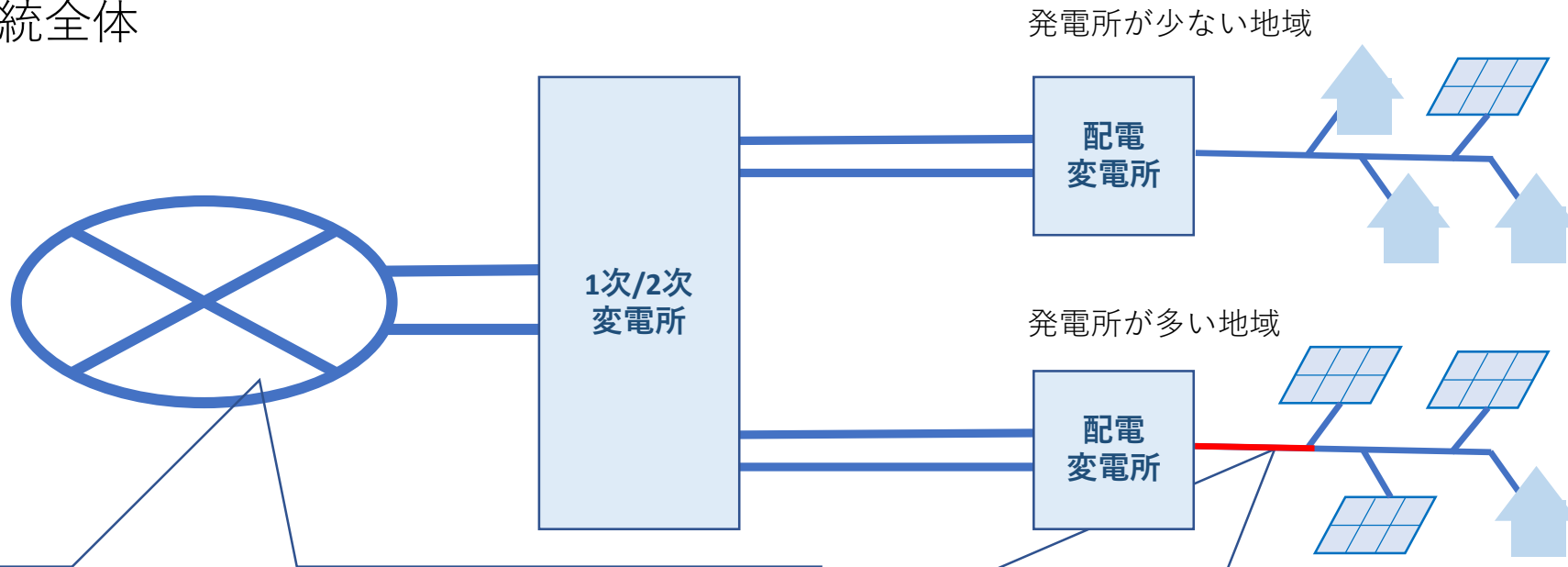


- ・最小限のシステムで、配電システムのノンファーム型接続が可能。
- ・配電システム全体での制御システムが導入される場合には、制御指示元の変更で対応可。

需給バランス出力制御と熱容量出力制御

熱容量の出力制御量は、需給バランス出力制御に利用可能。

系統全体



【需給バランス出力制御】

エリア全体での需給バランスで発電量余剰による出力制御。エリア全体で物理的に制御されない発電所も含めて、全体で公平となるよう経済的に精算。

【熱容量出力制御】

配電線の熱容量の制約で出力制御される。需給バランス出力制御で物理的に出力制御される発電所は、熱容量制約を受ける発電所が優先されるのが合理的。

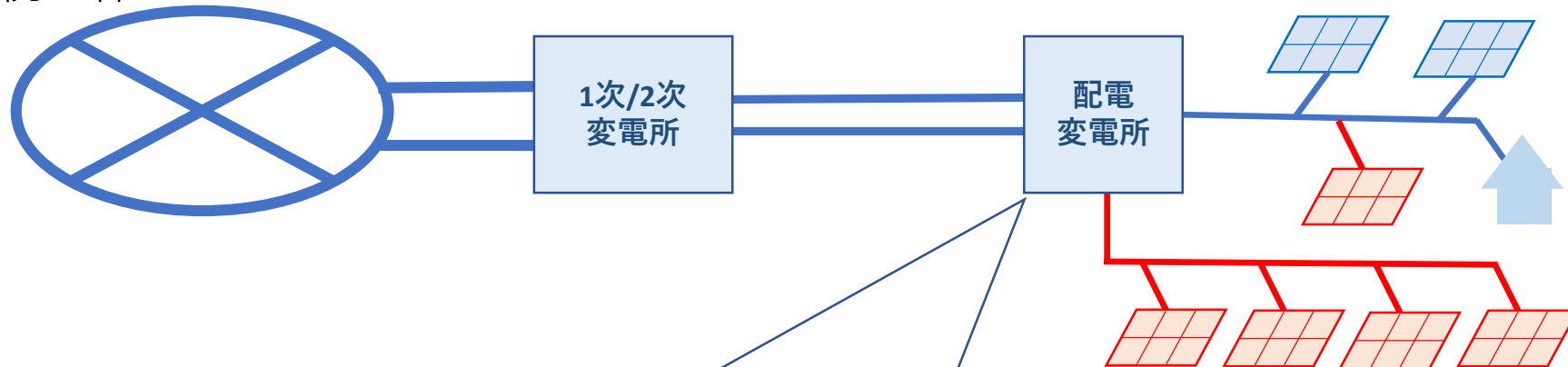
⇒熱容量の出力制御の一部は、エリア全体での需給バランス出力制御として活用されるため、経済的出力制御で売上が回収できる部分もある。

配電ノンファームによる接続ポテンシャル

出力制御率10%を許容すれば、現接続量の4倍の接続が可能ではないか。

系統全体

土地のある地域



【配電系統接続】

現状 約50GW (推定)

× 配電系統ノンファーム/高圧分割接続 2倍

× バンク複数台活用 2倍 ⇒200GWDC

- ・系統容量の2倍の太陽光(DC)の接続で、年間発電量のロスは約10%。つまり、2倍の接続をしても、出力制御率は10%程度。
- ・低く見積もって、現在の認定量が系統上の制約と仮定すると、現状の52GWの2倍の104GWまでの接続は、系統増強無しで可能。
- ・高圧分割が可能であれば、例えば、亘長15kmで30MW接続の場合、 $15\text{km} \times 10\text{M円}/30\text{MW} = 5\text{M円}/\text{MW}$ (初期投資の5%)で可能。

⇒200GWDCまで、配電ノンファーム等により接続を増やせるのではないか。
それ以上の接続には、ローカルフレキシビリティが必要。