

カーボンニュートラル技術イノベーションのための 開発ロードマップの事例検討

未来協働プラットフォームふくい 実行部門会議2

福井大学 カーボンニュートラル推進本部
永瀬 恭一



目次

0. 自己紹介（講演者、カーボンニュートラル推進本部）
1. 本検討の目的
2. 検討事例（積雪地域向け 太陽光発電技術の開発）
3. ビジネスモデルと事業計画
 - ◆ ビジネスモデルキャンバスとは
 - ◆ 積雪地域向け 太陽光発電技術のビジネスモデルキャンバスの例
 - ◆ 事業計画立案に必要な検討内容
4. ロードマップ
 - ◆ テクノロジーロードマップ
 - ◆ 積雪地域向け 太陽光発電技術のロードマップ
 - ◆ 事業収支検討
5. 社会実装実施に必要な作業（許認可他）
6. おわりに
参考資料



0. 自己紹介 福井大学カーボンニュートラル推進本部

学 長

従来型の研究推進から、
実証化試験を経て社会実装までを加速する“地域共創型”へ

カーボンニュートラル推進本部

研究推進・社会実装部

人材育成部

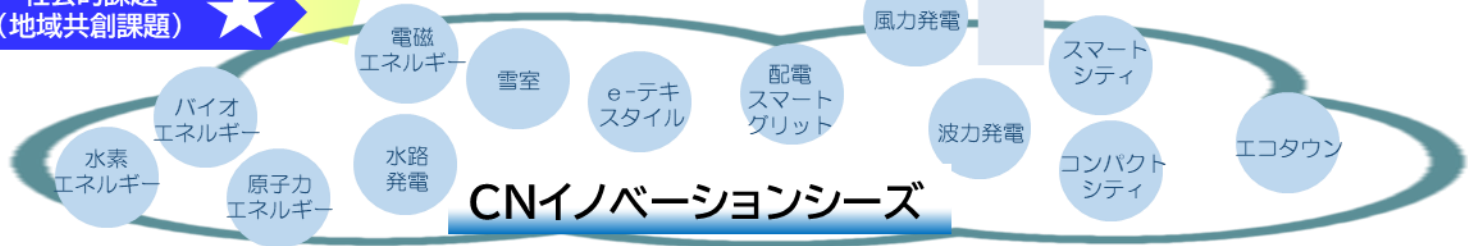
ドラマチック・ウェザー
サイエンス研究センター

サステナブル・ライフ研究部

コネクテッド・エネルギー研究部

ナチュラル・リソース研究部

社会的課題
(地域共創課題)



テーマの融合
・実証化

実証化実験
ステークホルダーとの連携

入口から出口まで
人材育成

CN人材
地域定着

インタラクション・バンドル型
(研究者間や地域関係者をつ
なぐ)の研究支援実施組織

研究者・
地域と共同

地域・産業
キャンパスの
CN実現

2023年度 17テーマ
を選定して活動中

1. 本検討の目的

実行部門会議を終えて（間宮CD）

産業界：

- CNについて何をすべきかわからない。
 - オフセットのためにできることは？ファイナンスはどうすればいい？
 - CNを前提にどんな新規事業が利益を生むのか？
- CNについての意識・関心は高まっている。
 - 経済同友会で提言を策定
 - CNを推進するための金融商品も開発

大学側：

- 様々な研究が実施されている。
 - 工大：経済研究も含め、多様な研究を実施している
 - 他の大学：興味深い研究多数。関連する研究を網羅しようとするとはかにもあるかもしれない。

本検討で行うこと

CN寄与できるイノベーションに取り組むために何が必要か
研究～開発～商品化～社会実装の作業を洗出す

- ① 技術開発
- ② ビジネスモデルの検討（研究者が苦手）
- ③ 製品開発
- ④ 社会実装 ⇒ 商品化

プロセスの実例を明示して開発の参考にしたい
技術開発を契機に新ビジネスモデルを構築したい

- ビジネスモデルの検討とロードマップを例示
- 検討事例 福井県モデル太陽光発電技術

イノベーション成功の秘訣（JIN：西口氏※）

- 社会課題（お困り事）の解決ソリューション
- ビジネスモデルを構築して社会実装すること

如何に優れた技術でも、利用されなければ意味がない

1. 本検討の目的

イノベーションって？（ネット検索してみると）

- プロダクト・イノベーション（新しい生産物の創出）
- プロセス・イノベーション（新しい生産方法の導入）
- マーケット・イノベーション（新しい販売先・消費者の開拓）
- サプライチェーン・イノベーション（新しい供給源の獲得）
- オーガニゼーション・イノベーション（新しい組織の実現）

創造的イノベーション
破壊的イノベーション

クローズドイノベーション
オープンイノベーション

ソーシャルイノベーション ★CNのゴール？

パラダイムシフト



イノベーションの社会実装とは？

イノベーションの社会実装への課題

- ・変化が大き過ぎる
 - ・前例がない
 - ・実証データが不足
- } 社会実装の課題

新技術は誰も知らないので扱いにくい

産学官金民での取り組みが有効ではないでしょうか？

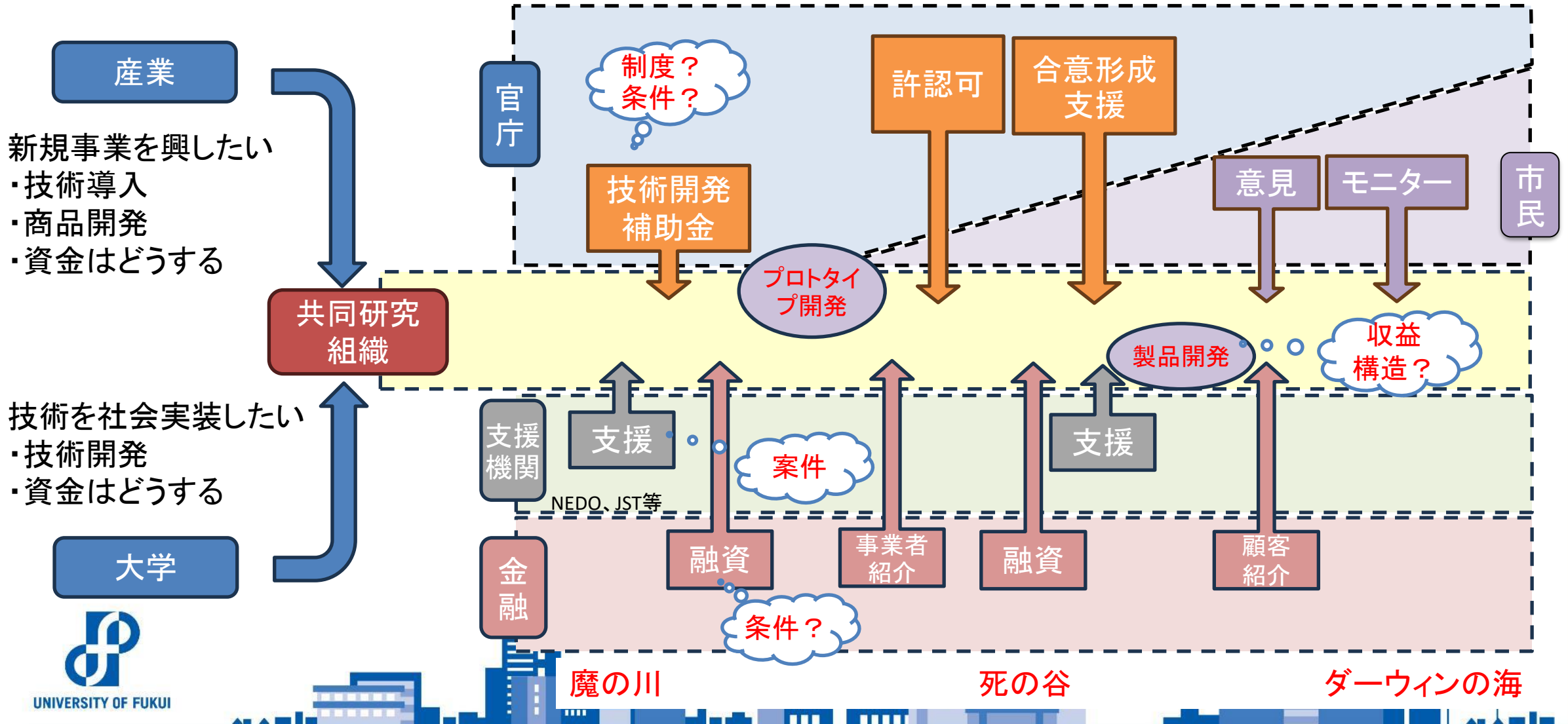
活動	役割
研究機関と一緒に検証する	産・学
フィールド(許認可)の確保	産・学・官
研究予算(補助金・競争的資金)	産・学・官・金
普及	産・学・官・金・民

GXを機会にイノベーションを社会実装するまでの
ロードマップを検討してみる



1. 検討の目的

産学官金民連携によるイノベーションの社会実装を俯瞰する



《参考》技術経営上に立ちはだかる困難

出川通:「技術経営の考え方 ~MOTと開発ベンチャーの現場から」2004年

☆魔の川

研究段階と開発段階を分かつ障壁。基礎技術の研究成果を元に、新技術が市場のどのようなニーズを満たすことができるのかを探り、具体的な新製品、新サービスの開発プロジェクトとして立ち上げる困難さを表している。

☆死の谷

開発段階と製品化、事業化段階を分かつ障壁。製品開発から実際に製品発売やサービス開始に漕ぎ着けるまでの困難さを表している。製品であれば調達や生産、流通の手配を整えなければならず、巨額の資金が必要となる。失敗したときの痛手の大きさを深い谷になぞられている。

☆ダーウィンの海

市場に投入された新製品や新サービスが既存製品や競合他社との競争、消費者や想定顧客の認知や購入の壁、顧客の評価などに晒されながら、市場に定着する困難さ。市場で行われる製品や企業間の生存競争や淘汰、環境への適応といった過程をダーウィンの進化論に重ね合わせた表現である。



2. 検討事例(積雪地域向け 太陽光発電所の開発)

福井大学 カーボンニュートラル推進本部 DWS研究センター 研究テーマ
両面受光型太陽電池を利用した雪利用1軸追尾型メガソーラのための実証データ取得

開発の流れ
両面受光型太陽

福井の環境に合
パネルの設置
朝夕の発電量
蓄電システム

福井の自然や屋
太陽光発電の

この研究テーマは一例として
説明に利用するだけです。

研究内容を説明するのが
本日の目標ではありません。

普及だけでなく社会問題にも対応したい

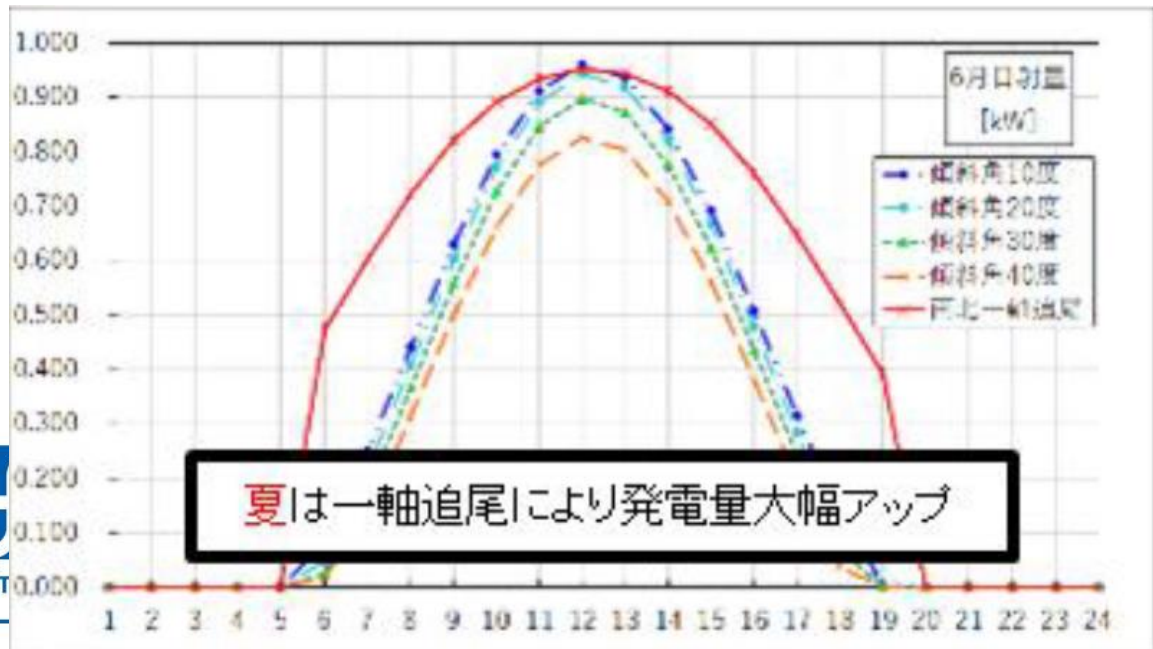
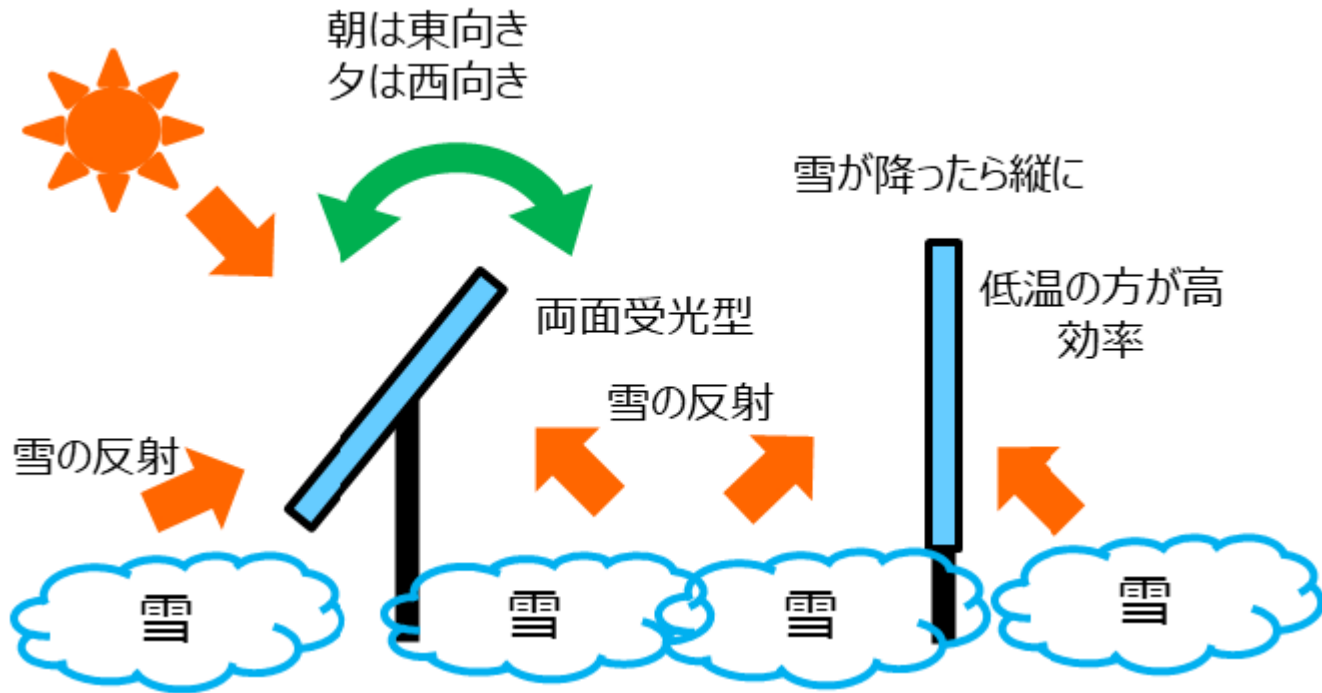
実証

06 実験開始

いる



雪利用1軸追尾型メガソーラ



- ・雪面の反射光を両面太陽電池で活用
- ・出力制限される昼間の発電ではなく、朝夕の発電量を増大させる

2. 検討事例(積雪地域向け 太陽光発電技術の開発)

開発～社会実装での課題

技術的な課題

- パネルの設置角度制御
発電量の最大化 積雪・強風対応
- 蓄電、送配電(不安定な電力)
- 周辺環境への影響
- 発電コスト低減

2023年FIT入札価格 ¥9.5/kwh

2030年経産省LEOC予測 ¥12/kwh

コストダウンが避けられない

社会実装への課題

- ステークホルダーとの連携
共同開発者 事業者(購入者)
- 設置場所 ⇒ 許認可
- 資金調達
- ビジネスモデル
- 収益構造の検討(LCOE*)
*: LCOE(Levelized Cost Of Electricity: 均等化発電原価)
- 電力供給以外の社会的な付加価値

開発技術周りで付加価値を検討する

福井大学
で検討中

現在の課題

某企業→太陽光の事業中止

The screenshot shows a website for 'おっかけSUN' (Okkake SUN) solar power generation. The header includes 'SP電機' (SP Denki) and navigation links for 'お知らせ' (Notice), '事業内容一覧' (List of business content), '会社概要' (Company profile), and 'お問い合わせ' (Contact). The main content area features the text 'PRODUCT 事業内容' and a prominent button labeled 'おっかけSUN'. Below this is a large image of a solar panel with the text '太陽に向かって回転する太陽光発電システム' (Solar power generation system that rotates towards the sun) and the 'おっかけSUN' logo. A sub-headline reads '発電性能が大幅にアップします！' (Power generation performance is significantly improved!). A detailed paragraph explains the system's benefits, such as reducing energy costs and increasing efficiency. A small note at the bottom states: '※設置条件（方位・角度・周辺環境）地域差及び天候により異なります。' (Installation conditions (direction, angle, surrounding environment) vary by region and weather).

実験場所の確保が課題

- 他社技術で実験を計画中
- 大学の屋上は老朽化していて設置が困難
- 電源(計測・制御)、計測環境の確保



UNIVERSITY OF FUKUI

福井大学

福井大学病院

太陽光発電周辺のイノベーション例

メンテナンスの事例

累計検査量
3.0GW
突破!!

ドローン&クラウド 太陽光パネル
赤外線検査サービス
DroneEye

太陽光O&Mをスマート保安化で効率化&保安力UP!

- \ スピード・省力化 /
ドローン・AI・クラウドの連携により、圧縮的な検査スピードと保守メンテナンスの省力化を実現します。
- \ 正確・信頼性 /
パネル検査・赤外線診断専門家による検査報告書、パネルの状態を早く、的確に把握できます。
- \ 効率・利便性 /
検査結果と診断報告書をセキュアなクラウドに保存。いつでもどこでも過去・現在のデータを参照できます。

<https://droneeyelp.energy-itsol.com/>

SOLAR SUNVA

世界初! 完全自動型!
フォールディングタイプの太陽光パネルお掃除ロボットが誕生
※フォールディングタイプ=折り畳み式

自動運転式ロボット
SOLAR SUNVA
ソーラーサンバ

SOLAR SUNVA

太陽光パネルの汚れをフルオートで洗浄する
太陽光発電パネル洗浄ロボット
「SOLAR SUNVA (ソーラーサンバ)」

<https://solarsunva.com/>

陸上風力 発電コスト (2030年)
9.9~17.2円/kWh

(政策経費を除いた場合: 8.3~13.6円/kWh)
※幅が生じる要因については次ページ参照

(基本ケース) 建設費の低減率: 28.5%
※IRENA推計値 (10%と47%) の平均値
14.7円/kWh 設備費の国際価格収斂: なし
(政策経費を除いた場合: 11.8円/kWh)

IRR相当政策経費 (2.6円/kWh)
予算関連政策経費 (0.3円/kWh)

政策経費
2.9

人件費、修繕費、諸費、業務分担費
(4.7円/kWh)

運転維持費
4.7

建設費 (6.4円/kWh)
固定資産税 (0.6円/kWh)
廃棄費用 (0.1円/kWh)

資本費
7.1

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/2021/data/08_05.pdf

太陽光発電による付加価値

営農型太陽光発電の導入



- 営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング）とは、農地に支柱を立てて上部空間に太陽光発電設備を設置し、太陽光を農業生産と発電とで共有する取組。
- 取組の促進について、令和2年3月に閣議決定された食料・農業・農村基本計画にも位置づけ。



露地の畑の畑の上部にパネルを設置



パネル下でのトラクターによる
耕運作業の様子

出典 営農型太陽光発電について(令和3年9月農水省資料)

インフラ空間を活用した太陽光発電の推進



- 公共インフラ空間での太陽光発電を推進

インフラ空間等における太陽光発電等の導入・利用の拡大



○公的賃貸住宅、官庁施設や、道路、空港、港湾、鉄道・軌道施設、公園、ダム、下水道等のインフラ空間等を活用した太陽光発電について、施設等の本来の機能を損なわないよう、また、周辺環境への負荷軽減にも配慮しつつ、可能な限りの導入拡大を図る。その他、立地適性等に応じ、風力発電やバイオマス発電等の地域再エネの導入を促進する。

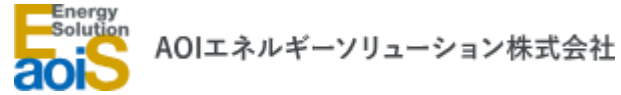
公的賃貸住宅・官庁施設	道路	空港	港湾
<p>公的賃貸住宅(UR、公営住宅)への太陽光発電等の導入推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新築について標準的に導入することを検討 ・既存施設について導入の可能性を検討 <p>官庁施設(合同庁舎)への導入推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新築の標準的な導入について検討 ・既存施設について導入の可能性について検討 	<p>道路空間を活用した、太陽光発電等の導入を推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・道路管理に必要な電力について太陽光発電等の再エネ導入を推進 <p>道路における太陽光発電施設活用</p>	<p>空港の再エネ拠点化の推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電等の導入促進による空港の再エネ拠点化を推進 ・2030年までに230万kW規模の太陽光発電の導入について検討 <p>※写真出展: (上)国土地理院 (右)関西エアポート㈱</p>	<p>港湾における太陽光発電の導入推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンテナターミナル等の管理棟、上屋・倉庫等への導入ポテンシャル等について検討 <p>横浜港</p>
鉄道・軌道施設	公園	ダム	下水道
<p>鉄道・軌道施設における太陽光発電等の導入推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全国の駅舎等における導入ポテンシャル等について検討 <p>東京外口提供 丸の内線四ツ谷駅</p>	<p>国営公園、都市公園への太陽光発電等の導入推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国営公園において既存施設屋上等への導入拡大を推進 ・防災公園等において実態調査を踏まえた導入推進を検討 <p>海の中道海浜公園</p>	<p>ダム等における自家水力発電、太陽光発電の導入推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム管理施設における自家水力発電を未導入箇所等に導入等 <p>利水放流設備 発電設備</p> <p>自家水力発電用 ※発電所内</p>	<p>下水道における太陽光発電の導入推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下水処理場の上部空間を活用した太陽光発電 <p>下水処理場の上部空間を活用した太陽光発電</p>

資料:総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会
再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(第34回)

福井大学

太陽光発電所の事業周りには、いくつかの課題(=チャンス)がある

太陽光発電による付加価値



◆ 設置状況



https://www.aoiene.co.jp/news/2024_02_28/



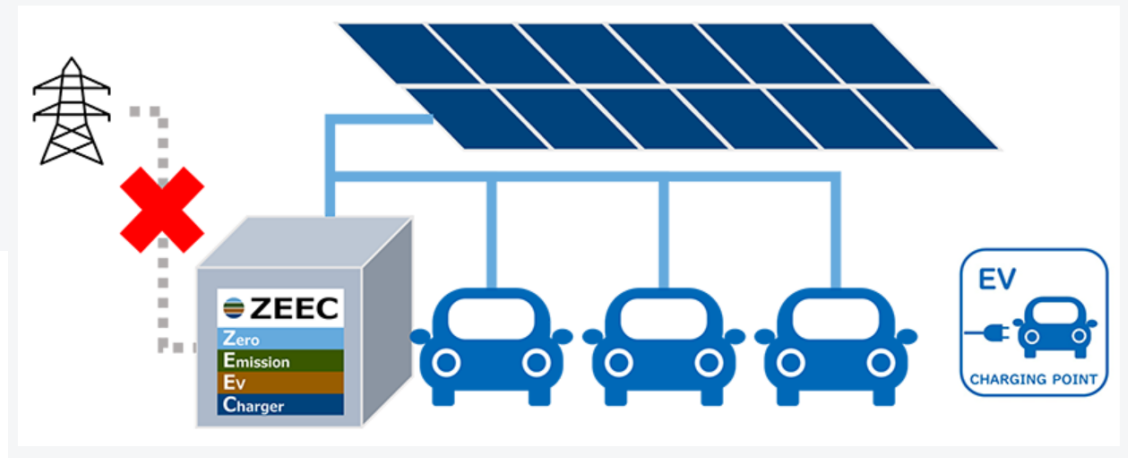
2024.02.28

ゼロエミEV充電システム(ZEEC)の防災対応型“レジリエントカーポート”の共同実証を開始

Zero Emission EV Charger (通称ZEEC) 第2弾 “電線に縛られたエネルギーを解放” 完全独立型オフグリッドカーポートタイプの太陽光発電式EV充電システムを実現

株式会社E3Mobility (本社東京都荒川区 代表取締役 高橋良彰) は、AOIエネルギーソリューション株式会社(本社福井県福井市 代表取締役 山本晃司) と共同で、ゼロエミEV充電システム、Zero Emission EV Charger (通称ZEEC)の防災対応型“レジリエントカーポート”の実証を開始しました。本製品はE3Mobility社が開発するZero Emission EV Charger (通称ZEEC)シリーズの第2弾として、完全独立型オフグリッドカーポートタイプの太陽光発電式EV充電システムとして構成されています。

送配電網に依存せず、独立型で電力を利用することができるため、“電線に縛られたエネルギーを解放”ことを可能にし、再エネを最大限有効活用できます。これにより、EVの普及、ゼロエミッションモビリティの実現と、職場での充電、災害時のレジリエンスの確保を実現しました。



3. ビジネスモデルと事業計画

従来のやり方にとらわれず、広い視野でビジネスモデル考えたい

事業全体を俯瞰する手法は、数多くある

・例えば ビジネスモデルキャンバス という手法を活用してみる



重要な9つの要素を視覚的に分類
ビジネスモデルの作成・把握をするためのフレームワーク

<p>KP キーパートナー キーパートナーは誰か？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取引先 ・小売店 ・仕入れ先 ・業務委託先 ・設備提供者 ・資源提供者 	<p>KA 主要活動 主要活動は何をしているか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業内容 	<p>VP 価値提案 顧客に何を提供できるか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・顧客にとって有益な商品 ・顧客をサポートするサービス 	<p>CR 顧客との関係性 顧客との関係性は？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・継続性 ・対面・間接 	<p>CS 顧客セグメント 顧客は誰になるのか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・男性 ・女性 ・20代・30代・40代 ・職業 ・ニーズ
	<p>KR キーリソース 主要リソースは何か？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人（従業員） ・物（設備） ・金（資金） ・情報 		<p>CH チャネル 価値をどうやって提供するか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広告 ・チラシ・ニュースペーパー ・ホームページ ・無料セミナー ・展示会 	
<p>CS コスト構造 どのようなコストが発生するか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人件費 ・広告宣伝費 ・外注費 ・設備費用 ・固定費 		<p>RS 収益の流れ 提供した価値の見返りは何か？その流れは？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・商品、サービスの利用購入による収益 ・メールマガジン購読 ・ユーザーの獲得 		

<参考> <https://jajaaan.co.jp/web-marketing/framework/bmc/>



<p>パートナー 開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 架台メーカー ・ 制御機器メーカー ・ 太陽光パネルメーカー <p>電力事業者</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 主なプレーヤ ・ メンテナンス企業 <p>未活用空間所有者</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農地 ・ 工場跡地 など <p>支援（事業化に際し）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 県、自治体 ・ 農協 ・ 金融 	<p>主要活動</p> <p><u>太陽光発電福井モデル</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 両面発電パネル ・ 1軸回転架台 <p><u>新ビジネスモデル</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農山地での有効利用 ・ オフグリッド 	<p>価値提案</p> <p>【福井モデル太陽光発電所】</p> <p><u>目標（従来比）</u></p> <p>発電量:160% 売電量:200%</p> <p><u>1軸回転架台を活用</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 降雪後のメンテナンス不要（雪卸不要） <p><u>両面太陽光パネル</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 雪面（屋根）での反射光でも発電 <p><u>出力制限回避（現状20%想定）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 昼間の出力を犠牲 ・ 無制限の朝夕時間帯に売電 	<p>顧客との関係</p> <p>電力事業者</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業拡大 <p>未活用空間所有者</p>	<p>顧客(エンドユーザー)</p> <p><u>一般需要家</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CN実現の切り札 ・ 良質で安価な電力が欲しい <p><u>電力事業者</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 効率が悪く事業性が確保できない) <p><u>未活用空間所有者</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農協・工場経営) <p>社会問題の解決など付加価値を創造したい</p>
---	---	--	---	---

開発した技術でどんなビジネスが展開できるのか？
様々な視点から検討してみる

コスト構造 ⇒ LCOE*（均等化発電原価）で算出

- ・ システム購入費、運営費（kwhあたり？）
- ・ 借地料 ・ メンテナンス

★2030年予測 ¥12/kwh（経産省）

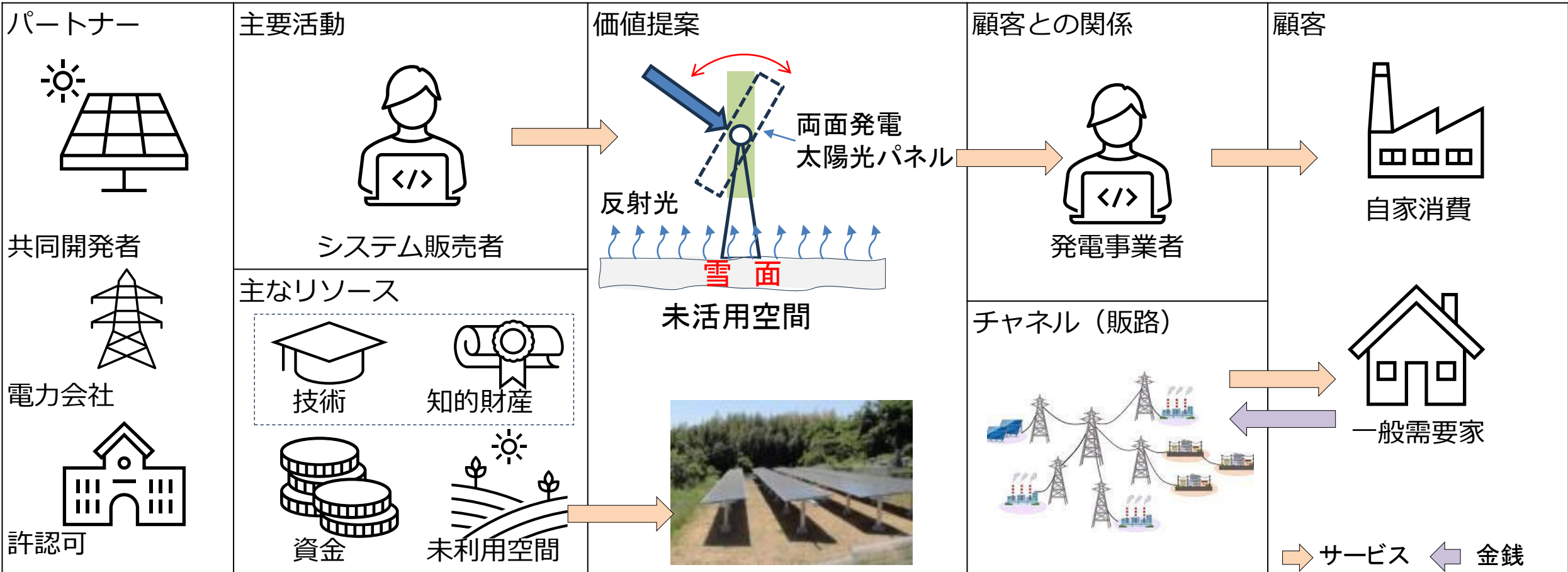
【背景】

- ・ FIT価格低下、出力制限 ⇒ 太陽光発電事業の機会減退
- ・ パネルの低価格化 ・ 遊休農地の増大

収益の流れ

- ・ 需要家（電力料）⇒送配電事業者（送電料）⇒電力事業者（システム料）⇒システム販売者（特許料）⇒開発者
- ・ 電力事業者（借地料）⇒土地所有者
- ・ 発電量増、出力制限回避で収益増

(*: LCOE (Levelized Cost Of Electricity: 均等化発電原価、均等化発電コストなど)



コスト構造 ⇒ LCOE (均等化発電原価) で算出

- ・システム購入&建設費
- ・借地料
- ・メンテナンス

★2030年予測 LCOE = ¥12/kwh (経産省)

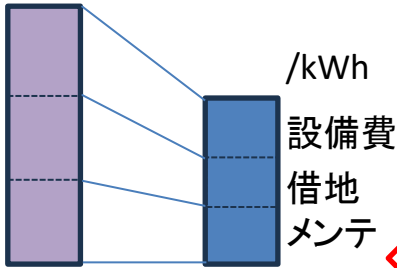
【背景】

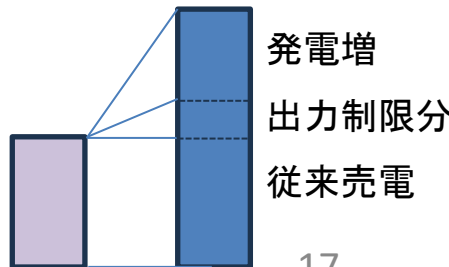
- ・FIT価格低下(¥10/kwh、出力制限) ⇒ 太陽光発電事業の意識減退
- ・パネルの低価格化

太陽光発電事業全体のモデル

収益の流れ

- ・需要家 (電力料) ⇒ 送配電事業者 (送電料) ⇒ 電力事業者 (システム料) ⇒ システム販売者 (特許料) ⇒ 開発者
- ・電力事業者 (借地料) ⇒ 土地所有者
- ・発電量増、出力制限回避で収益増





売電増による発電単価低減

Confidential

3. ビジネスモデルと事業計画(社会実装に向けて)

事業計画書の例

1. 新規事業名と事業理念
2. 着目したトレンド
3. 顧客(社会)が抱える課題
4. 解決策
5. マーケットサイズ
6. 従来の方法との比較
7. ビジネスモデル
8. 事業収支試算
9. 課題・リスクとその対処法
10. 事業展開シナリオ

事業性も意識しないと、社会実装のハードルは高くなる



4. ロードマップ

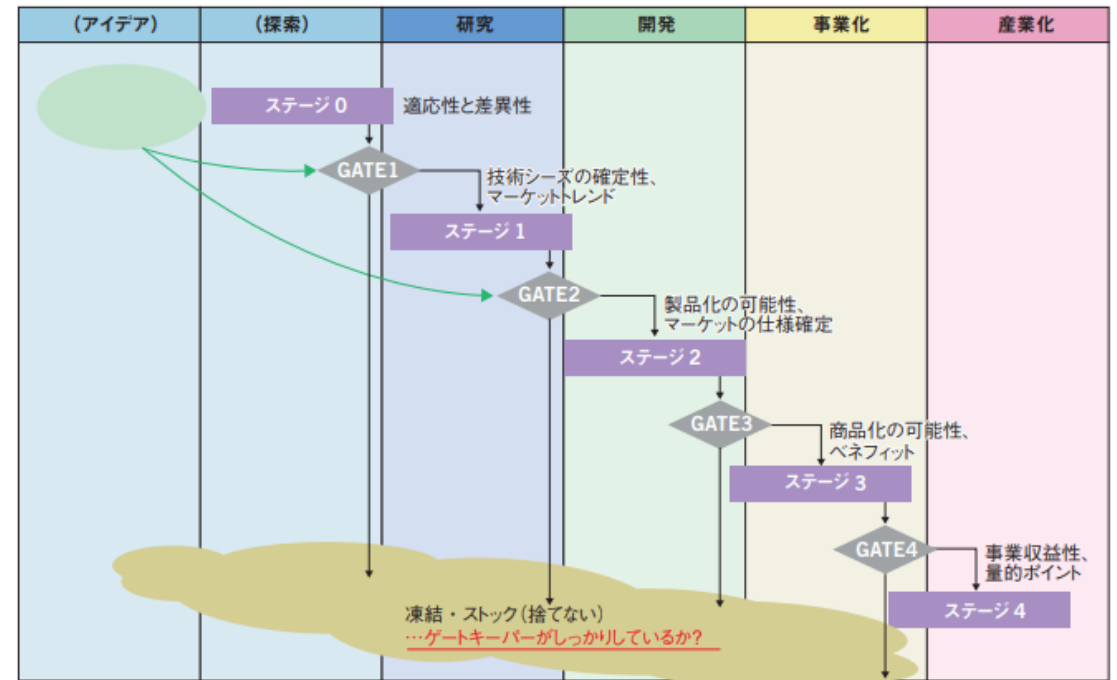
目標を明確にし、関係者と情報を共有する

- ・ガントチャート、フローチャート、タスクリストなど
- ・マイルストーンを設定して工程遅れなどをチェックする

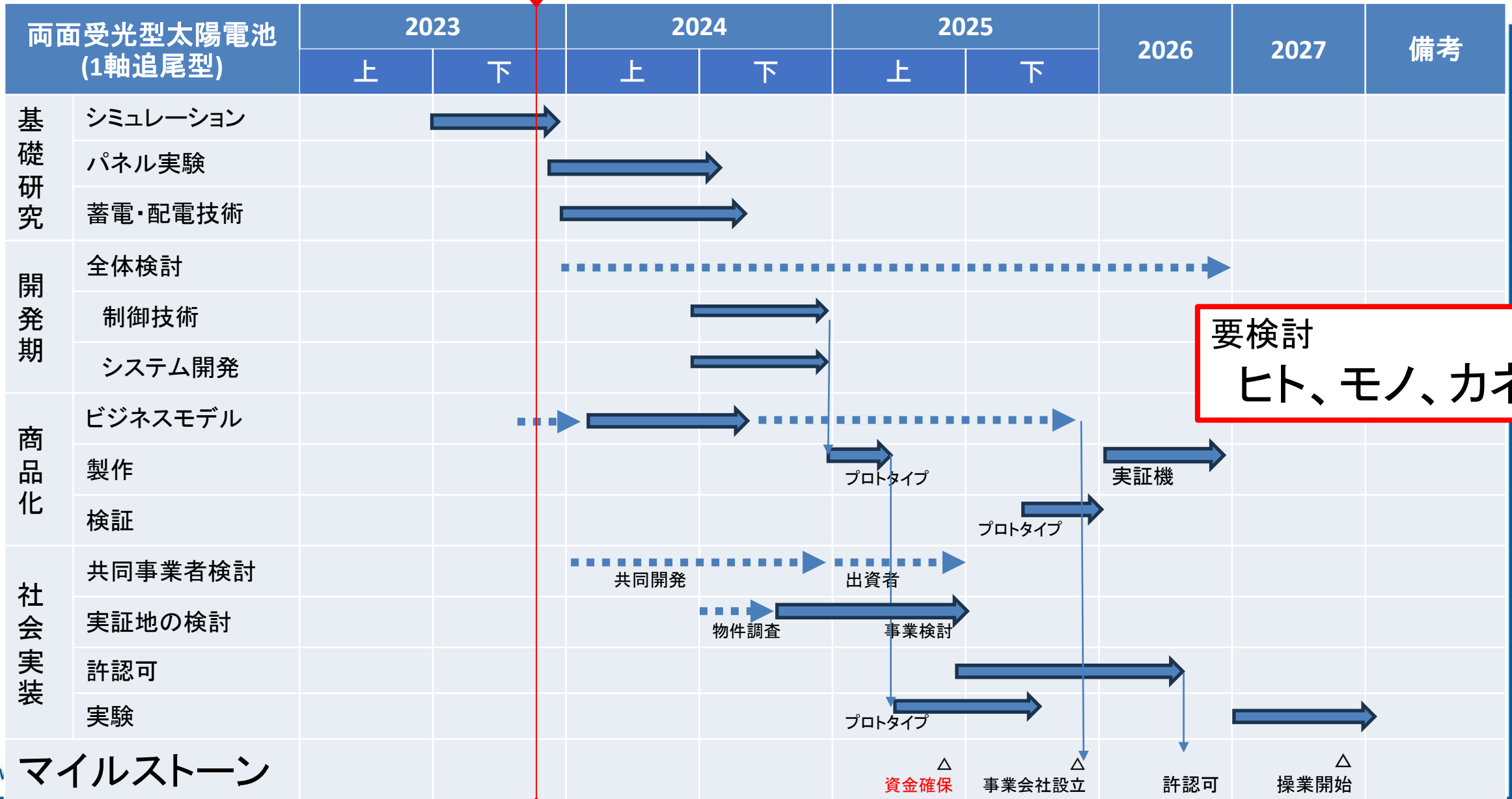
日経BP社が、全産業のテクノロジーロードマップを公開している

<https://project.nikkeibp.co.jp/mirai/techroadall/>

時期 (年)	~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
市場レベル	全体潮流	○○○○ →										
	市場ニーズ											
	市場規模	□□□□										
商品レベル	期待機能	○○○○ →										
	予定製品											
技術レベル	個別重要技術	○○○○ →										
	共通技術											



福井の気候風土にマッチした太陽光発電技術のロードマップ



要検討
ヒト、モノ、カネ

事業収支検討

支出

- ① 開発費
- ② 設備投資
- ③ 許認可ほか
- ④ サポート
- ⑤ メンテナンス
- ⑥ その他経費

etc.

収入

- ① コンサルタント
発電事業の事業計画
- ② 売電
- ③ 商品販売 関連製品、
- ④ 設置工事
- ⑤ メンテナンス

長期・定期的な収益源

etc.

企業の皆さんは当然検討されていると思いますが、研究段階から意識が必要です。
国、自治体などいろいろと支援制度があります。



5. 社会実装に必要な作業（許認可他）

太陽光発電所など、現地での実証試験や社会実装を進めるためには、一般に以下の検討や許認可が必要。ほかに、実証内容によっては更に検討・調査が必要になります。
註：太陽光発電に特化したリストではありません

① 立地環境調査

- ・自
- ・気
- ・環

新技術の社会実装の場合、理解を得るのが難しい



② 基礎

- ・建

大学との共同研究というメリットを活用してほしい

③ 実施設計

- ・許認可（建築確認他）
- ・事業性検討

⑥ 撤去・解体・報告

- ・廃棄物処理
- ・事業性確認



6. おわりに

CN達成には課題が山積みですが

- 課題解決を新しいビジネスチャンスに！
- 技術開発だけではもったいない
- 従来のやり方を踏襲するだけでなく

新しいビジネスモデルも考えてみませんか？

国、県なども様々な支援メニューがあります。
産学官連携で突破しましょう。

今夏以降、2023年度研究成果について、
発表会やマッチングイベントを実施予定です

福井大学

カーボンニュートラル推進本部は

最新の研究成果を活用して

- ・社会実装を目標に
- ・産学官金民連携で
- ・多業種、他大学、金融など巻き込んで

イノベーションに挑戦します

一緒にチャレンジしませんか

ご相談お待ちしております。

連絡先: 福井大学カーボンニュートラル推進本部

近日、ホームページ開設予定

担当: 永瀬 恭一

E-mail: nagase@u-fukui.ac.jp

Tel: 0776-27-8427



UNIVERSITY OF FUKUI

福井大学

福井大学病院

福井大学 カーボンニュートラル推進本部での研究

研究シーズ・社会実装の分野でグループ化

- ・ 研究者同士の連携
- ・ 民間企業との連携

社会実装にむけた体制を構築

熱エネルギーG

- ・ 地中熱の活用
- ・ 雪貯蔵、解析技術
- ・ ZEB, ZEH技術

実証試験

工学部100周年記念施設

環境計測・里山づくりG

- ・ UAV(ドローン)データの活用
- ・ 県民衛星データの活用
- ・ 再開発への解析技術の応用

実証試験

造成工事での環境計測

再生可能電力・蓄電・送電G

- ・ 両面受光型太陽光パネル
雪面反射
- ・ 電力の安定供給に向けた技術

実証試験

大学内で実験中

リサイクルエコノミーG

- ・ 廃棄物から、水素やレアメタルを抽出

実証試験

様々な資源を回収・再利用を推進

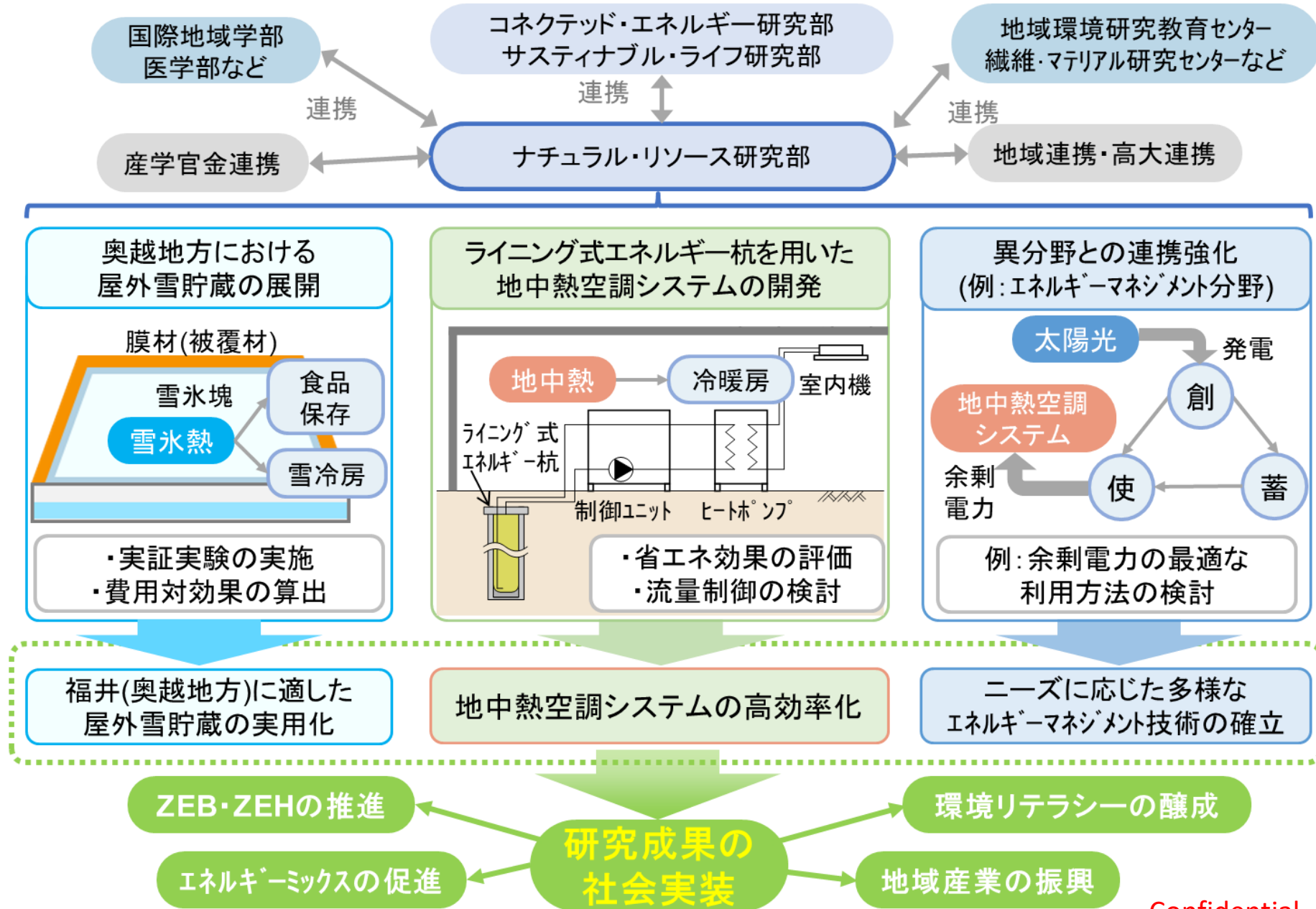
繊維のライフサイクル

- ・ 超臨界染色・脱色技術
- ・ 廃棄ポリエステル等の再生

2024年 未来創造テキスタイル研究センター発足

産学官金民連携で、社会実装を目標とした活動を推進して参ります

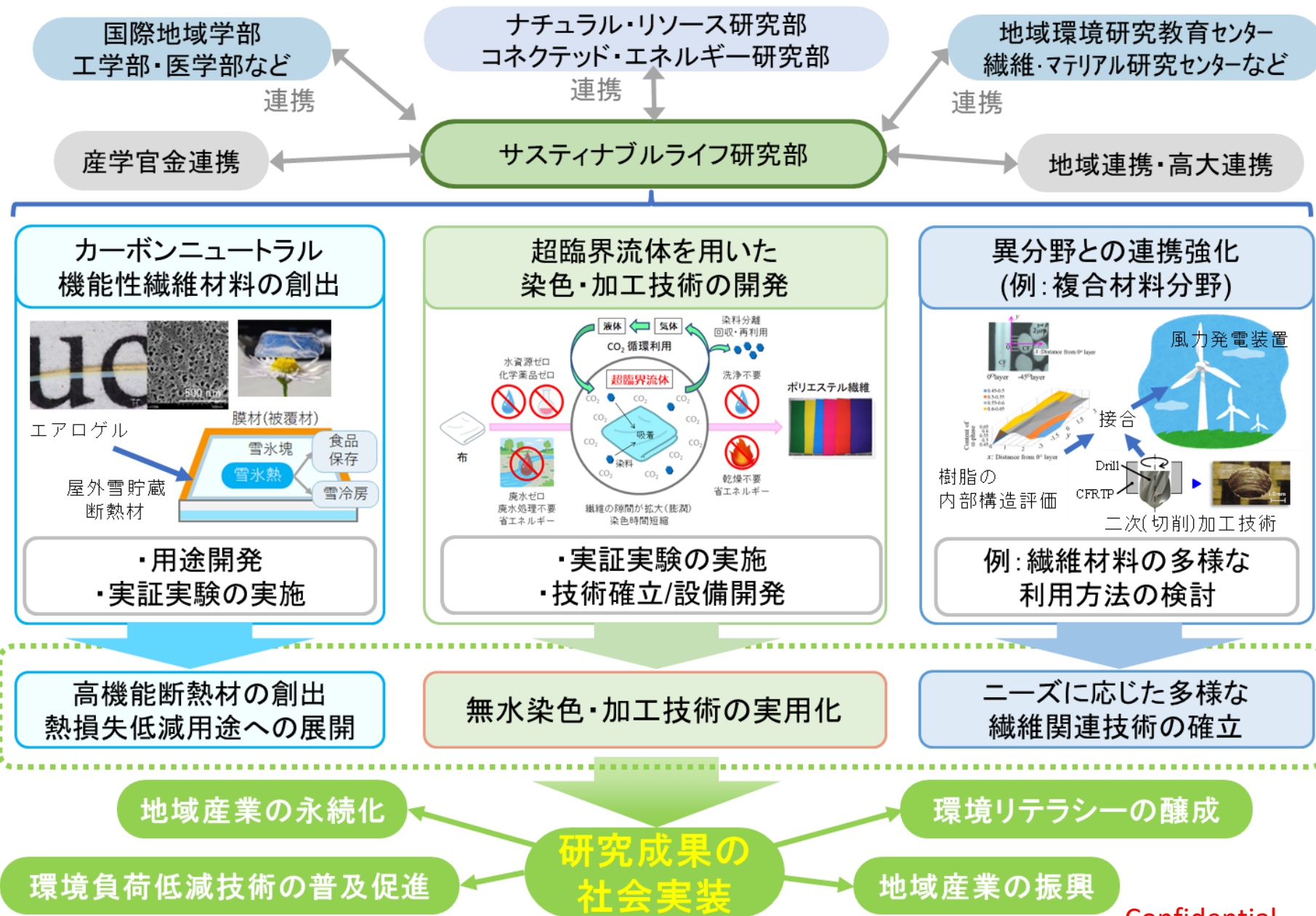
ナチュラル・リソース研究部の活動方針



コネクテッド・エネルギー研究部の活動方針



サステイナブル・ライフ研究部の活動方針



参考資料

Webや書籍をはじめ、

- ・カーボンニュートラル
- ・GX
- ・グリーン成長戦略
- ・イノベーション

などの資料は非常に多くあります。

本資料を作成する上で参考にしたものなどご紹介します。



参考資料

テクノロジー・ロードマップ 2024-2023 全産業編 日経BP社

ただし、有償(高価)です。(他にも「自動車・エネルギー編」などがある)

日経BP

購入はこちら >

お問い合わせ >

トップ	特徴	こんな方に	無料で中身を読む	メリット	目次	オンラインサービス
-----	----	-------	----------	------	----	-----------

これから10年間の「市場の姿」と「技術の進化」を読み解く

テクノロジー・ロードマップ

2024-2023 全産業編



1900を超える技術系企業・研究機関が活用

<https://project.nikkeibp.co.jp/mirai/techroadmap/>



UNIVERSITY OF FUKUI

福井大学

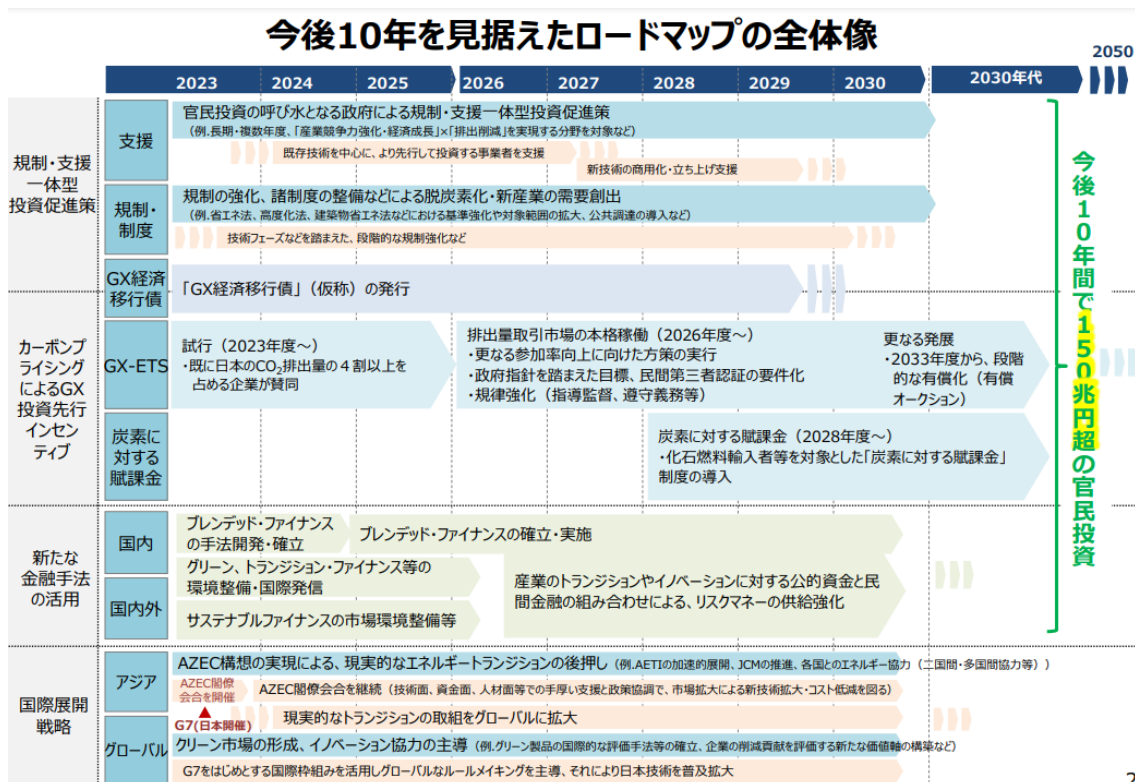
福井大学病院

サイバーセキュリティ

時期(年)	~2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
全体潮流	国家国民の安全保障	個別サイバーディフェンス	国家トータルサイバーディフェンス	体制の確立	サイバーセキュリティ共存共栄圏の確立			自由で開かれた資本主義世界における安心安全な情報化社会の実現(アクティブな相互協力関係)				
	同盟国間の相互安全保障	サイバーセキュリティ情報の共有と対処										
	企業・法人等組織の保安	製造システムの保安の強化		情報資産の保安とレジリエンスの強化								
	経済安全保障	便利で安全な金融/経済活動										
市場と人	行政府	中央の国民生活、行政のデジタル化促進		地方の国民生活、行政のデジタル化促進			自由で安全、そして高度な通信・情報ネットワークの実現、各種コンピュータシステムのセキュリティ、高度監視・対処と破壊・妨害・障害に対するレジリエンスの向上					
	市場ニーズ	電力、空飛ぶ自動車、ドローンを含む利便	安全なインフラ整備		開かれたアジア太平洋秩序の創生							
	軍事・外交	宇宙・サイバー電子戦能力の向上、デジタル化による自由		オンプレオフネットワークのセキュリティ構築の促進								
	組織経営	組織運営の安心安全なデジタルトランスフォーメーション		安全で即時決済できる電子マネー/暗号取引の促進			量子コンピュータ番号の実用化					
市場規模	世界	2190億米ドル			3876億米ドル		6120億米ドル					
	日本	9336億円			1兆3155億円		1兆7308億円					
期待機能	通信・情報ネットワーク	信頼できるネットワーク	国内各ネットワークセキュリティ情報の共有と共同対処	アジア地域のネットワークセキュリティの共同対処		クライアントとサーバー、そして情報・通信ネットワークまで一貫したセキュリティシステム						
	エッジコンピューティングのセキュリティ	信頼できるデバイスサプライチェーン	信頼できるソフトウェアの自動評価システム		信頼できる半導体製造・供給システム		新たな電子マネーの開発					
	金融/商品取引のセキュリティ	電力・交通網等重要インフラ総合監視と障害迅速対処		ブロックチェーンを使った安全で迅速な金融/暗号取引		対攻撃/障害にレジリエンスをインフラシステム		信頼できるICS自動監視・対処システム				
	公共インフラのセキュリティ	産業設備の信頼できるSCADAシステム		産業設備SCADAシステムのセキュリティ情報共有と自動化		偽情報の検知システム		共有システム		信頼できる情報共有システム		
	ICSのセキュリティ	偽情報の検知システム		偽情報の周知		共有システム						
	対情報操作セキュリティ	米国防衛4社共同でZTA整備		サイバー欺情報認知対処システムの米軍配備		各種交通網サイバー攻撃防護システム		自動サイバー攻撃対処クラウドネットワークシステム				
予定製品	ゼロトラストアーキテクチャ(ZTA)	電力網サイバー攻撃防護システム		クラウドネットワークの普及とeコマースの進展に伴う、SOARによる各種セキュリティ対策製品		各種交通網サイバー攻撃防護システム		総合インフラサイバー攻撃防護システム				
	セキュリティ対処の組織化/自動化(SOAR)	ソフトウェア脆弱性対話型評価システム		ソフトウェア脆弱性AI自動評価・診断システム		偽情報自動リアルタイム検知・対処システム						
	デバイス/ソフトウェア診断	偽情報自動検知システム		偽情報自動リアルタイム検知システム		NISO量子/従来コンピュータ併用		インジックモデル型量子コンピュータ		論理ゲート型量子コンピュータ		
	偽情報検知・対処システム	量子コンピュータ		量子番号によるストリーミング(Y-00)		量子鍵配送(QKD)暗号(BB-84)						
	量子コンピュータ	量子番号によるストリーミング(Y-00)		量子鍵配送(QKD)暗号(BB-84)		量子鍵配送(QKD)暗号(BB-84)						
	量子番号	量子鍵配送(QKD)暗号(BB-84)		量子鍵配送(QKD)暗号(BB-84)		量子鍵配送(QKD)暗号(BB-84)						
技術と人	ネットワークインフラ技術	ゼロトラストクラウドネットワーク		一括学習型ML		即時学習型ML		即時学習ビッグデータML		量子コンピュータネットワーク		
	機械学習(ML)/AI技術	対話型AI(ChatGPT等)		自由AIシステム		常温常圧超電導量子演算		先量子演算		トポロジカル量子演算		
	量子コンピュータ技術	公開鍵暗号		前量子番号/量子番号		DevSecOpsによるコンテナ管理ネットワークのSOAR開発		Kubernetesによるコンテナ管理ネットワークのSOAR開発		DevSecOpsとSOARの統合		
共通技術	暗号技術	ソフトウェアアプリケーションのコンテナ化等DevSecOpsによる開発		Kubernetesによるコンテナ管理ネットワークのSOAR開発		DevSecOpsとSOARの統合						
	ネットワーク/エッジのセキュリティ技術	トラステッドマイクロエレクトロニクス		即時学習ML(RTML)		半導体チップ		セキュリティ自己診断対処AISS半導体チップ				

参考資料

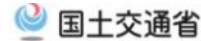
GX実現に向けた基本方針



経産省 2023.5



マイクログリッドについて



- 独立した系統での円滑な電力供給を可能とするものをマイクログリッドという。

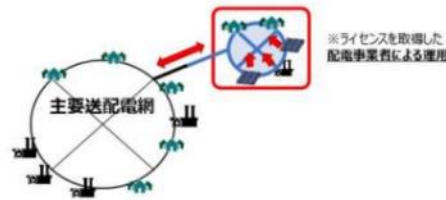
地域マイクログリッド事業/配電事業の概念

<地域マイクログリッド事業>

- 平常時の系統運用は一般送配電事業者が実施し、災害時に自立的な電力供給を一般送配電事業者と連携し、地域MG事業者が実施する。
- 一般送配電事業者と自治体、民間事業者が連携し、地域のレジリエンス向上に取り組む体制、システムの構築を目指す。

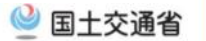
<配電事業>

- 一般送配電事業者に代わり、地域において配電網を運営し、地域の分散型電源を活用し独立したネットワークを運営できる事業を指す。
- 地域の分散型電源の活用を進めていく観点や、自然災害に対する耐性（レジリエンス）を高める観点から制度設計中。



資料：経済産業省第15回エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会資料4「地域マイクログリッドの構築や配電事業の実施に向けた課題等の意見整理」(2021年4月16日)

森林吸収源対策



- 森林の整備や木材利用の拡大などの森林吸収源対策を推進

- 森林はCO₂を吸収し、固定するとともに、木材として建築物などに利用することで炭素を長期間貯蔵可能。加えて、省エネ資材である木材や木質バイオマスのエネルギー利用等は、CO₂排出削減にも寄与。
- 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するためには、間伐の着実な実施に加えて、「伐って、使って、植える」という資源の循環利用を進め、人工林の再造林を図るとともに、木材利用を拡大することが有効。

吸収源・貯蔵庫としての森林・木材

- 森林はCO₂を吸収**
 - 樹木は空気中のCO₂を吸収して成長
- 木材は炭素を貯蔵**
 - 木材製品として利用すれば長期間炭素を貯蔵

2019年の森林吸収量実績は約4,290万CO₂トン
(うち木材分は約380万CO₂トン)

森林・林業・木材産業による「グリーン成長」

森林を適正に管理して、林業・木材産業の持続性を高めながら成長発展
2050年カーボンニュートラルも見守る豊かな社会経済を実現

排出削減に寄与する木材・木質バイオマス

- 木材は省エネ資材**
 - 木材は鉄等の他資材より製造時のエネルギー消費が少ない
 - 木造住宅は、非木造(鉄筋コンクリートや鉄骨造等)に比べて建築段階の床面積当たりのCO₂排出量が約3/10
- 木質バイオマスは化石燃料等を代替**
 - マテリアル利用により化石燃料由来製品(プラスチック)等を代替
 - エネルギー利用(発電、熱利用)により化石燃料を代替

2019年の木質バイオマスエネルギーによる化石燃料代替効果は約400万CO₂トン
(木質バイオマス燃料を2,000万m³利用(木材材、製材材、建築材等) A量油約120万kℓを熱利用した場合のCO₂排出量相当を代替)

2030年度2.7%目標達成
2050年カーボンニュートラルに貢献

資料：林野庁「森林の現状と課題」(2021年12月6日) 47



発電コスト検証に関する取りまとめ(案)



総合資源エネルギー調査会
発電コスト検証ワーキンググループ(第8回例会)
資料2

2020年の電源別発電コスト試算の結果概要

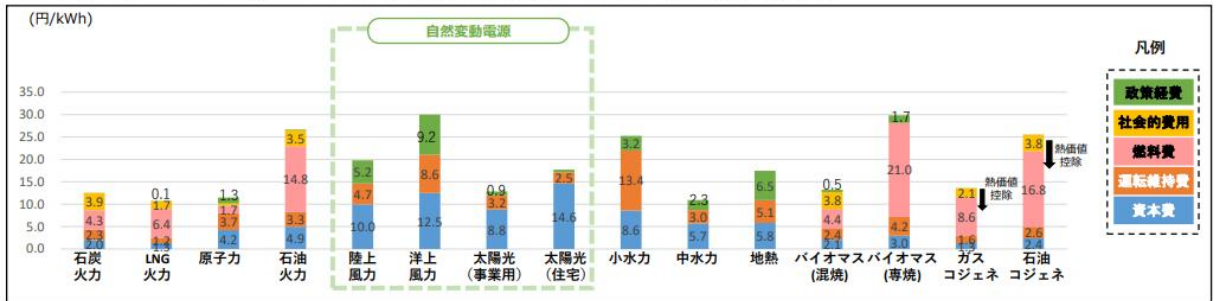
均等化発電原価(LCOE)は、標準的な発電所を立地条件等を考慮せずに新規に建設し所定期間運用した場合の「総発電コスト」の試算値。政策支援を前提に達成するべき性能や価格目標とも一致しない。

- 各電源のコスト面での特徴を踏まえ、どの電源に政策の力点を置くかといった、**2030年に向けたエネルギー政策の議論の参考材料**とする。
- 2020年に、新たな発電設備を更地に建設・運転した際のkWh当たりのコストを、一定の前提で機械的に試算。(既存の発電設備を運転するコストではない)。**
- 事業者が**現実に発電設備を建設**する際は、ここで示す**発電コストだけでなく、立地地点毎に異なる条件を勘案して総合的に判断**される。

発電コスト検証に関する取りまとめ(案)

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)	小水力	中水力	地熱	バイオマス(混焼, 5%)	バイオマス(専焼)	ガスコジェネ	石油コジェネ
発電コスト(円/kWh) ※()内は政策経費なしの値	12.5 (12.5)	10.7 (10.7)	11.5~ (10.2~)	26.7 (26.5)	19.8 (14.6)	30.3 (21.1)	12.9 (12.0)	17.7 (17.1)	25.3 (22.0)	10.9 (8.7)	17.4 (10.9)	13.2 (12.7)	29.8 (28.1)	9.3~10.6 (9.3~10.6)	19.7~24.4 (19.7~24.4)
設備利用率 稼働年数	70% 40年	70% 40年	70% 40年	30% 40年	25.4% 25年	30% 25年	17.2% 25年	13.8% 25年	60% 40年	60% 40年	83% 40年	70% 40年	87% 40年	72.3% 30年	36% 30年

(注1) グラフの値はIEA「World Energy Outlook 2020」の公表政策シナリオの数値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコストを使用。



原子力の感度分析 (円/kWh)		化石燃料価格の感度分析 (円/kWh)		
原止措置費用2倍	+ 0.1	燃料価格10%の変化に伴う影響 (円/kWh)	石炭 約±0.4	LNG 約±0.6
事故廃炉・賠償費用等1兆円増	+ 0.01~0.03			石油 約±1.0
再処理費用及びMOX燃料加工費用2倍	+ 0.7			

(注2) OECD (2020) 「Projected Cost of Generating Electricity 2020」等を参考にして試算

令和3年8月3日
発電コスト検証ワーキンググループ

福井大学

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/2021/data/08_05.pdf



福井大学病院

参考資料

再生可能エネルギーなどの事業性検討では、LCOEの算出が重要

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy09/archive02_shisan_sheet.html エネ庁

※ LCOEは発電所の建設・運営のみのコスト。系統への接続費用や、系統安定化費用などは含まれていない。

$$\text{円/kWh} = \frac{\text{総費用（資本費 + 運転維持費 + 燃料費 + 社会的費用）}}{\text{総発電電力量（kWh）}}$$

資本費：建設費、固定資産税、設備廃棄費用等
 運転維持費：人件費、修繕費、諸費等
 燃料費：化石燃料の価格、核燃料サイクルの費用

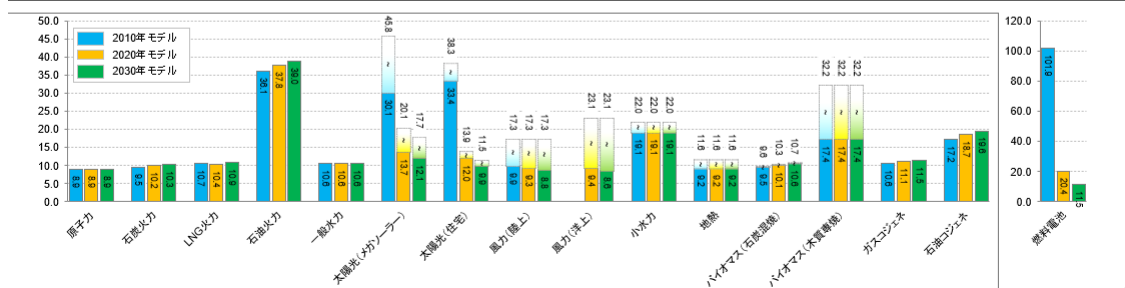
社会的費用：CO2価格、福島事故の賠償費用、政策経費（技術開発の予算、立地交付金など）等
 総発電電力量：出力×稼働年数×設備利用率で算出。

発電コスト試算シート(まのシート版Ver1.02)

割引率	3%
為替レート	86.74 (円/ドル)
燃料価格上昇率	新政策シナリオ
CO2価格見直し	新政策シナリオ
核燃料処理モデル	現状モデル
太陽光発電技術革新シナリオ	パラダイムシフトシナリオ

電源種別	発電率 (%)	稼働年数(年)			2010年				2020年				2030年										
		2010年	2020年	2030年	合計	資本費	燃料費	社会的費用	合計	資本費	燃料費	社会的費用	合計	資本費	燃料費	社会的費用							
原子力	70	40	40	40	8.9	2.6	3.3	1.4	1.6	0.0	0.0	0.0	8.9	2.6	3.3	1.4	1.6	0.0					
石炭火力	80	40	40	40	9.5	1.4	1.3	4.3	2.5	0.0	0.0	10.2	1.4	1.3	4.4	3.1	0.0	10.3	1.8	1.6	3.9	3.0	0.0
LNG火力	80	40	40	40	10.7	0.7	0.7	8.2	1.1	0.0	0.0	10.4	0.7	0.7	7.8	1.2	0.0	10.9	0.7	0.7	8.2	1.3	0.0
石炭火力	10	40	40	40	35.1	9.4	8.0	18.6	2.1	0.0	0.0	37.6	9.4	8.0	17.9	2.5	0.0	39.0	9.4	8.0	18.7	2.9	0.0
一般火力	10	40	40	40	10.6	8.3	2.2	0.0	0.0	0.0	10.6	8.3	2.2	0.0	0.1	0.0	0.0	10.6	8.3	2.2	0.0	0.1	0.0
太陽光(メガソーラー)_上限	12	20	35	35	45.8	33.6	12.3	0.0	0.0	0.0	20.1	12.3	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	10.6	7.1	0.0	0.0	0.0
太陽光(メガソーラー)_下限	12	20	35	35	30.1	21.3	8.8	0.0	0.0	0.0	13.7	7.8	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	6.6	5.5	0.0	0.0	0.0
太陽光(住宅)_上限	12	20	35	35	38.3	30.5	7.8	0.0	0.0	0.0	13.9	10.1	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	8.3	3.1	0.0	0.0	0.0
太陽光(住宅)_下限	12	20	35	35	33.4	26.6	6.8	0.0	0.0	0.0	12.0	8.7	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	7.2	2.7	0.0	0.0	0.0
風力(陸上)_上限	20	20	20	20	17.3	12.8	4.6	0.0	0.0	0.0	17.3	12.8	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	12.8	4.6	0.0	0.0	0.0
風力(陸上)_下限	20	20	20	20	9.9	7.3	2.6	0.0	0.0	0.0	9.3	6.9	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	6.5	2.3	0.0	0.0	0.0
風力(洋上)_上限	30	20	20	20	-	-	-	-	-	-	23.1	17.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	17.1	6.1	0.0	0.0	0.0
風力(洋上)_下限	30	20	20	20	-	-	-	-	-	-	9.4	6.9	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	6.3	2.3	0.0	0.0	0.0
小水力_上限	60	40	40	40	22.0	7.9	14.1	0.0	0.0	0.0	22.0	7.9	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	7.9	14.1	0.0	0.0	0.0
小水力_下限	60	40	40	40	19.1	6.3	12.8	0.0	0.0	0.0	19.1	6.3	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	6.3	12.8	0.0	0.0	0.0
地熱_上限	80	40	40	40	11.6	5.9	5.7	0.0	0.0	0.0	11.6	5.9	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	5.9	5.7	0.0	0.0	0.0
地熱_下限	80	40	40	40	9.2	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0	9.2	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
バイオマス(石炭混焼)_上限	80	40	40	40	9.6	1.5	1.3	4.5	2.4	0.0	10.3	1.5	1.3	4.6	3.0	0.0	10.7	1.5	1.3	4.6	3.4	0.0	
バイオマス(石炭混焼)_下限	80	40	40	40	9.5	1.4	1.3	4.3	2.4	0.0	10.1	1.4	1.3	4.4	3.0	0.0	10.6	1.4	1.3	4.5	3.4	0.0	
バイオマス(木質専焼)_上限	80	40	40	40	32.2	2.7	5.2	24.3	0.0	0.0	32.2	2.7	5.2	24.3	0.0	0.0	32.2	2.7	5.2	24.3	0.0	0.0	
バイオマス(木質専焼)_下限	80	40	40	40	17.4	2.0	4.5	10.9	0.0	0.0	17.4	2.0	4.5	10.9	0.0	0.0	17.4	2.0	4.5	10.9	0.0	0.0	
ガスコジェネ	70	30	30	30	10.6	1.0	1.6	16.2	1.9	-9.1	11.1	1.0	1.6	15.1	2.2	-8.7	11.5	1.0	1.6	15.1	2.4	-8.6	
石油コジェネ	70	30	30	30	17.2	1.5	1.9	17.2	2.2	-5.5	18.7	1.5	1.9	18.7	2.7	-6.1	19.6	1.5	1.9	19.5	3.2	-4.4	
燃料電池	45	10	15	15	101.9	78.5	18.6	11.3	1.1	-7.5	20.4	14.3	1.0	11.3	1.5	-7.7	11.5	6.2	0.6	10.3	1.6	-7.2	

※黄色のセルについて、任意の値を選択または設定していただく



発電コスト計算表

電源種類 (入力)	太陽光(メガソーラー)
環境条件 (入力)	上限
基準年度	2020
為替レート	150 (円/ドル)
割引率(金利)	3 (%)
発電コスト算定根拠 (入力)	
出力設備利用率	0.12 (万kW)
稼働年数	12 (%)
稼働年数	35 (年)

稼働年数計算

年度	稼働年数	割引係数	残存簿価			
			減価償却費算定基準 (円)	償却資産評価額 (円)	課税標準額	
2020	1	0.97	352,800,000	0.147	352,800,000	352,800,000
2021	2	0.94	300,938,400	0.147	308,109,470	308,109,000
2022	3	0.92	256,700,455	0.147	269,080,061	269,080,000
2023	4	0.89	218,965,488	0.147	234,994,657	234,994,000
2024	5	0.86	186,777,562	0.147	205,226,982	205,226,000
2025	6	0.84	159,321,260	0.147	179,230,093	179,230,000
2026	7	0.81	135,901,035	0.147	156,526,329	156,526,000
2027	8	0.79	115,923,583	0.147	136,698,538	136,698,000
2028	9	0.77	98,882,816	0.147	119,382,410	119,382,000
2029	10	0.74	84,347,042	0.147	104,259,782	104,259,000
2030	11	0.72	71,948,027	0.147	91,052,795	91,052,000
2031	12	0.70	61,371,667	0.167	79,518,788	79,518,000
2032	13	0.68	51,122,599	-	69,445,838	69,445,000
2033	14	0.66	40,873,530	-	60,648,867	60,648,000
2034	15	0.64	30,624,462	-	52,966,243	52,966,000
2035	16	0.62	20,375,393	-	46,256,805	46,256,000
2036	17	0.61	10,126,325	-	40,397,278	40,397,000
2037	18	0.59	-	-	35,280,000	35,280,000
2038	19	0.57	-	-	30,810,947	30,810,000
2039	20	0.55	-	-	26,908,006	26,908,000
2040	21	0.54	-	-	23,499,466	23,499,000
2041	22	0.52	-	-	20,522,698	20,522,000
2042	23	0.51	-	-	17,923,009	17,923,000
2043	24	0.49	-	-	17,640,000	17,640,000
2044	25	0.48	-	-	17,640,000	17,640,000
2045	26	0.46	-	-	17,640,000	17,640,000
2046	27	0.45	-	-	17,640,000	17,640,000
2047	28	0.44	-	-	17,640,000	17,640,000
2048	29	0.42	-	-	17,640,000	17,640,000
2049	30	0.41	-	-	17,640,000	17,640,000
2050	31	0.40	-	-	17,640,000	17,640,000
2051	32	0.39	-	-	17,640,000	17,640,000
2052	33	0.38	-	-	17,640,000	17,640,000
2053	34	0.37	-	-	17,640,000	17,640,000
2054	35	0.36	-	-	17,640,000	17,640,000
2055	36	0.35	-	-	-	-

建設費単価	29.4 (万円/kW)
燃料発熱量	(MJ/kg または MJ/L)
熱効率	(%)
所内率	0.0 (%)
固定資産税率	1.4 (%)
水利利用料	(円/年)
廃炉処理費用	0 (億円)
廃炉までの期間	1 (年)
追加的安全対策費(原子力)	(億円)
運転維持費諸元	
人件費	0.03 (億円/年)
修繕費	1 (%) : 建設費における比率
諸費	0.6 (%) : 建設費における比率
業務分担費(一般管理費)	14.0 (%) : 直接費における比率
燃料費諸元【除、原子力】	
燃料単価(固定値)	(円/t)
価格上昇率(シナリオ)	
燃料諸経費	(円/t または 円/kg)
核燃料サイクルコスト諸元【原子力】	
処理モデル	
CO2対策経費諸元【化石燃料関係電源】	
炭素排出係数	(g-C/MJ)
CO2価格見直し	

能登半島地震の被災された皆様に
お見舞い申し上げます

被災地の支援に取り組まれている皆様に
お礼申し上げます

