

# 環境ベテランズファーム 総会記念セミナー (2024年2月)

**講演テーマ：  
カーボンニュートラルへの日本の取り組み**

**講師：橘川 武郎 様**

**EVF顧問  
国際大学学長・大学院国際経営学研究科教授  
東京大学・一橋大学名誉教授**

## 講師略歴：

- 1951年生まれ。和歌山県出身。東京大学経済学部卒業。
- 東京大学大学院経済学研究科博士課程単位取得退学。経済学博士。
- 青山学院大学経営学部助教授、東京大学社会科学研究所教授、一橋大学大学院商学研究科教授、東京理科大学大学院イノベーション研究科教授を経て、2020年より現職。
- 2023年、国際大学学長就任。
- 東京大学・一橋大学名誉教授。元経営史学会会長。

# 2023年の注目すべき二つの動き

## (1) GX方針の明確化

「GX実現に向けた基本方針」閣議決定(2023.2)

GX推進法成立(2023.5)

GX脱炭素電源法成立(2023.5)

## (2) 新しい温室効果ガス(GHG)削減目標の設定

:「2035年GHG排出削減2019年比60%削減」

G7札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合(2023.4)

COP28(国連気候変動枠組条約第28回締約国会議)(2023.12)

# GXって何？

- \* GX＝グリーン・トランスフォーメーション
- \* 「化石燃料をできるだけ使わず、クリーンなエネルギーを活用していくための変革やその実現に向けた活動のこと」(経済産業省「「知っておきたい経済の基礎知識～GXって何？」、『METI Journal ONLINE』2023年1月17日)

# カーボンニュートラルって何？

- \* カーボンニュートラル→「炭素中立」……？
  - ・人間は炭素がないと生きてゆけない(炭水化物)
  - ・なぜ、「ゼロ」ではなく「ニュートラル」なのか
- \* “カーボン”は**二酸化炭素**(正確にはカーボン・ダイオキサイド)
- \* “ニュートラル”は**排出量＝吸収・回収量**
  - ・排出量はゼロにならない
  - ・差し引きゼロにする(オフセット)
- \* 二酸化炭素を中心とする温室効果ガスは  
**地球温暖化の原因**となるので問題
  - ・論争あるが、次世代のために「原因となる」と考えるべき

# GX実現に向けた基本方針(2023.2閣議決定)

## ■ 向こう10年間にGX(グリーントランスフォーメーション)に150兆円投資

\* GX国債による20兆円の政府補助+130兆円の民間投資

## ■ 150兆円投資の内訳(経済産業省)

\* 自動車産業:約34兆円～

\* 再生可能エネルギー:約20兆円～

\* 住宅・建物:約14兆円～

\* 脱炭素目的のデジタル投資:約12兆円～

\* 次世代ネットワーク(系統・調整力):約11兆円～

\* 水素・アンモニア:約7兆円～、蓄電池:約7兆円～

\* 航空機産業:約5兆円～

\* CCS:約4兆円～

\* 化学産業:約3兆円～、ゼロエミッション船舶(海事産業):約3兆円～、  
バイオものづくり:約3兆円～、カーボンリサイクル燃料(SAF、合成燃  
料、合成メタン):約3兆円～、鉄鋼業:3兆円

\* 資源循環産業:約2兆円～

\* セメント産業:約1兆円～、紙パ産業:約1兆円～、  
次世代革新炉:約1兆円

# 再生可能エネルギー

## ■ウクライナ危機の最大の教訓は、エネルギー自給率の向上。

- \* 「究極の国産エネルギー」である再生可能エネルギーの普及がカギ。
- \* ウクライナ危機で脱炭素が後退するというのは、謬論(びゅうろん)。

## ■三つの問題と解決方向

(1) コストが高い←最近ではコスト低下が進む。

\* 政府目標は「事業用太陽光25年7円/kWh, 陸上風力30年8~9円/kWh, 洋上風力30~35年8~9円/kWh」。

\* 21年7月のコスト検証WGによる新設・発電コストの下限値は、kWh当たりで太陽光8円台、陸上風力9円台、洋上風力26円台。

\* ネットだった洋上風力に、21年12月の「三菱商事」ショック(11~16円台/kWhで3カ所すべて落札)。23年12月には3円/kWhで落札。

(2) 住民とのトラブル←事業主体への住民参加

(3) 時間がかかる←トランジション(移行)戦略が必要

\* 原子力のリプレイスと依存度低下。

\* 石炭火力を2040年までにたたむ。

# 頼りにされていない原子力発電

- 岸田政権は原子力について「政策転換」したか：答えはNo
  - \* 既存炉の運転期間延長のみ進み、次世代革新炉の建設は遠のく。
- 転換の試金石は「リプレイス・新增設回避」をやめるか。
  - \* 推進派には楽観論が多いが、ハシゴを外される可能性が大きい。
  - \* 参院選後の「安定の3年」でも変わらない構造的な問題。  
推進でも反対でも票を減らす構造、自公の枠組み…
- 速効性の欠如：再稼働が2023年の電力危機時に間に合わず。
  - \* 柏崎・刈羽6/7、東海第二のみならず女川2、島根2も。
- 新型炉開発は有意義なものもあるが、「絵に描いた餅」。
  - \* 小型モジュール炉：新規立地困難＋スケールメリット減退で意味小。
  - \* 高温ガス炉：熱利用により国内でのグリーン水素生産に道開く可能性。
  - \* ナトリウム高速炉：バックエンド問題を解決する核種変換に繋がらうる。  
しかし、「もんじゅ」を廃炉にしたばかり。

# 原子力発電所原子炉の現況

\*2011年3月11日現在：既設 54基 +建設中 3基 = 57基

## \*現 状

- ・稼働中 12基：美浜3・大飯3/4・高浜1/2/3/4・伊方3・玄海3/4・川内1/2
- ・許可獲得済みだが未稼働 5基
  - ：女川2・東海第二・柏崎刈羽6/7・島根2
- ・申請中だが許可未獲得 10基
  - ：泊1/2/3・大間・東通(東北)・浜岡3/4・志賀2・敦賀2・島根3
- ・未申請 9基：女川3・東通(東京)・柏崎刈羽1/2/3/4/5・浜岡5・志賀1
- ・廃炉決定 21基

【合 計 57基】

\*「2030年原子力20～22%」の実現は難しい。

\*軍事標的という新しいリスクが発生



# 石炭火力発電所

## ■超々臨界圧(USC)の建設ラッシュ

### : 電力危機対策の柱は石炭

- ・JERA／武豊5(愛知県)／107万kW／2022年8月運転開始
- ・中国電力／三隅2(島根県)／100万kW／2022年11月運転開始
- ・神戸製鋼所／神戸4(兵庫県)／65万kW／2023年2月運転開始
- ・JERA／横須賀1(神奈川県)／65万kW／2023年6月運転開始
- ・JERA／横須賀2(神奈川県)／65万kW／2023年12月運転開始

## ■一方で、いつ石炭火力をやめるのか明示する必要がある。

- ・G7のなかでの孤立化
- ・「アンモニアは石炭延命の言い訳」というあらぬ誤解を受ける。
- ・2040年に石炭火力をやめると宣言しても問題ない。  
アンモニア混焼率60%超で石炭ボイラーからガスタービンへの転換。  
新設USCは15年は使いたい(2023+15=2038)。

# カーボンニュートラルの時代へ

## ■ 2020.10.26菅首相所信表明演説「2050カーボンニュートラル」

←20.10.13JERA「2050ゼロエミッション」byアンモニア・水素

## ■ 2021.4.22菅首相、 気候サミットで「2030GHG13年比46%削減」表明

→ NDC (Nationally Determined Contribution)

「2030GHG (Greenhouse Gas), 13年比26%削減」を大幅上方修正

## ■ 2050年の電源構成【参考値】(2021.10第6次エネルギー基本計画)

\* 再生可能エネルギー: 50~60%

\* 水素・アンモニア火力: 10%

\* 水素・アンモニア以外のカーボンフリー (CCUS付き) 火力 + 原子力  
: 30~40% ⇒ 実質は原子力10% (副次電源化)

CCUS=Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage  
二酸化炭素回収利用・貯留

# カーボンニュートラルへの道

## ■電力：ゼロエミッション電源

- \* 再生可能エネルギー、原子力
- \* **カーボンフリー火力**（水素、アンモニア、CCUS）

## ■非電力：熱利用など

- \* **電化**（EV[電気自動車]）  
[総電力需要1.3～1.5兆kWh 電化率38%]
- \* **水素**（水素還元製鉄、FCV[燃料電池車]）
- \* **メタネーション**（e-gas）、合成液体燃料（e-fuel）
- \* バイオマス

## ■炭素除去：最終的なCO2発生分をオフセット

- \* 植林
- \* **DACCS**（Direct Air Capture  
+ Carbon dioxide Capture and Storage）

# 発電コスト(2050年)

## ■ RITE (Research Institute of Innovation Technology for the Earth) 2021.5.13

\* シナリオ / 電源構成再エネ・原子力・水素/アンモニア・CCUS火力)  
/ 総発電力量 / 発電コスト(限界費用)

- ① 参考値=ベース / 54%・10%・13%・23% / 1.35兆kWh / 24.9円/kWh
- ② 再エネ100% / 100%・0%・0%・0% / 1.05兆kWh / 53.4円/kWh
- ③ 再エネコスト低減 / 63%・10%・2%・25% / 1.5兆kWh / 22.4円/kWh
- ④ 原子力活用 / 53%・20%・4%・23% / 1.35兆kWh / 24.1円/kWh
- ⑤ 水素・アンモニアコスト低減  
/ 47%・10%・23%・20% / 1.35兆kWh / 23.5円/kWh
- ⑥ CCUS増大 / 44%・10%・10%・35% / 1.35兆kWh / 22.7円/kWh
- ⑦ カーシェア / 51%・10%・15%・24% / 1.35兆kWh / 24.6円/kWh

## ■ いずれのシナリオでも、

\* **2050年の発電コストは現行(13円/kWh)を大きく上回る。**

# コスト削減が最大の課題

- カーボンニュートラルの実現はエネルギーコスト上昇を伴う  
⇒コスト削減こそが最大の課題
- イノベーションとともに既存インフラの徹底的活用がカギ
  - \*カーボンニュートラルへの日本的な道
    - ・アンモニア: 既存石炭火力の活用
    - ・メタネーション: 既存ガスパイプの活用
  - \*アジア諸国、新興国への展開が可能  
非OECD諸国のカーボンニュートラル化の鍵握る  
日本のリーダーシップの根拠となりうる

# アンモニア・水素・メタネーションの壁

## ■アンモニア:調達の壁、技術の壁

現状:国内100万トン、発電だけで30年300万トン、50年3000万トン

現状:世界2億トン(ブルーアンモニアは北米から)

石炭火力だけでなくナフサクラッカーの熱源として使われる可能性も

技術的課題:NOX対策、**ハーバー・ボッシュ法を超える技術**

## ■水素:需要の壁

大口需要の水素発電にメドが立たない

電力業界はアンモニア集中で早くても30年代以降

## ■メタネーション:技術の壁=需要の壁

欧州ガス業界の水素志向(需要減退を想定、導管事業中心)

都市ガス業界:メタネーションが間に合わなくなるおそれ

一方で鉄鋼・セメント・部品メーカー等でのメタネーションへの期待の高まり

水素調達が不要な次世代メタネーション技術:大阪ガス/東京ガス

# 新しい削減目標の衝撃

- 2020.10.26菅首相所信表明演説「**2050カーボンニュートラル**」  
←20.10.13JERA「2050ゼロエミッション」byアンモニア・水素
- 2021.4.22菅首相、  
気候サミットで「**2030GHG13年比46%削減**」表明  
→「2030GHG (Greenhouse Gas), 13年比26%削減」を大幅上方修正
- G7札幌 気候・エネルギー・環境大臣会合共同声明・  
COP28合意文書で「**2035GHG19年比60%削減**」も確認を明記  
\* 2013年度→2019年度に日本のGHG排出量は14%縮小。  
\* 19年比60%削減は、**13年比66%削減に相当**。
- 「国際公約でない」という逃げ口上は通用しない。
- **企業や自治体も削減目標の大幅な上方修正を求められる。**

# 第7次エネルギー基本計画：3つの課題

## ■今後の流れ

- \* 2025年のCOP30で「2035年削減目標」を持ち寄る。
- \* 今年後半から第7次エネルギー基本計画を策定。

## ■あてにされていない原子力

- \* 計画を策定する基本政策分科会のメンバーの問題

## ■第7次エネ基に盛り込まれるべき3つの課題

- (1) 再生可能エネルギーの抜本的拡充
- (2) バックアップ火力のカーボンフリー化
- (3) 省エネルギーの抜本的強化



# カーボンニュートラルへの道(再掲)

## ■ 電力: 非化石電源

- \* 再生可能エネルギー、原子力
- \* **カーボンフリー火力(水素、アンモニア、CCUS)**

## ■ 非電力: 熱利用など

- \* **電化**[総電力需要1.3~1.5兆kWh, 電化率38%]
- \* **水素(水素還元製鉄、燃料電池車など)**
- \* **メタネーション、合成燃料(e-fuel)**
- \* **バイオマス**

## ■ 炭素除去: 最終的なCO<sub>2</sub>発生分をオフセット

- \* **植林**
- \* **DACCS(二酸化炭素直接空気回収・貯留)など**

# 3つの落とし穴

- (1) **需要からのアプローチに欠ける**
- (2) **セクターカップリングの視点に欠ける**
  - \* 「電力」と「非電力」の分離
  - CHP (Combined Heat and Power, 熱電併給) の観点の欠落
- (3) **「地域」の重要性に目を向けていない**
  - \* このままだと担い手は大企業に限定される
  - \* 中小企業も「サプライチェーン全体の脱炭素化」に迫られる

# 再生可能エネルギーのコストダウン

■ 太陽光/風力+蓄電池/バックアップ火力は高コスト but.....

\* Power to Heat=セクターカップリング

- ・デンマークでの経験
- ・再生エネ(風力/バイオ)+CHP(熱電併給)+地域熱供給
- ・電気が足りない時は電気、余る時は熱を生産。
- ・熱で温水を作り、貯める。
- ・温水パイプラインの敷設が条件

\* 地域熱供給事業の面的拡大

- ・大都市⇒中都市
- ・都市⇒農村
- ・再生可能エネルギーの主力電源化⇒主力エネルギー源化

# 需要サイドからのアプローチ

## ■ゼロカーボンシティ

- \* 2023.3.31時点で934自治体：  
46都道府県、531市、21特別区、290町、46村
- \* カバー人口：1億2577万人
- \* 意思表示するも、大半は具体的施策を模索中

## ■コミュニティベースのカーボンニュートラル挑戦のポイント

- \* 熱電併給
- \* コミュニティによるエネルギー選択
- \* VPP (Virtual Power Plant, 仮想発電所)  
創電＋蓄電＋節電のネットワークとアグリゲーター
- \* SS運営者、地方都市ガス事業者、LPガス事業者への期待

# カーボンニュートラル推進の両輪

(1) 企業のイノベーション

(2) 地域の脱炭素化