

2023.12.05／日比谷図書文化館(東京都千代田区)

監査懇話会・第804回講演会

カーボンニュートラルと日本のエネルギー政策

橘川 武郎(きっかわ たけお)

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

国土交通省・カーボンニュートラルポート(CNP)の形成に向けた検討会委員

kikkawa09@gmail.com

最近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)

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。

■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・発電コストの下限值は、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。

(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。

頼りにならない原子力発電

■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、次世代各進路の建設は遠のく。

■転換の試金石は「リプレース・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：再稼働は今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る可能性。

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／2024年2月運転開始予定
- ・ただし、今夏・来冬の東京電力・東北電力エリアの電力危機は深刻。

■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(2024+15=2039)。

新しい風景：カーボンニュートラル

■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
- ⑥CCUS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

水素社会への突破口

■カーボンニュートラルコンビナート

- * 川崎市：扇島の跡地利用／ENEOS＋JFE＋JERA＋川崎市
- * 横浜市との連携も／東京ガス＋ENEOS＋横浜市
- * 大水深バース＋タンク用地＋7箇所のカス火力発電所
- * アンモニア、合成メタンにも可能性

■オンサイトメタネーション

- * GAFA等のサプライチェーン・カーボンフリー化の動き
- * メタネーション推進官民協議会での動き／JFE、デンソー、アイシン、IHI、日立造船……

■中京地区の取組み

- * 水素発電以外の大口需要の登場

■e-メタンの燃料利用

- * メタネーション推進官民協議会での動き／商船三井

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 (2023.4) 共同声明で
「**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。

■あてにならない原子力

- * 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CO₂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