

2022.02.18 / 朱鷺メッセ・スノーホール(新潟市)  
 NICE実行委員会(新潟県・新潟市・ERINA環日本海経済研究所)主催  
 2022NICE(北東アジア経済発展国際会議)イン新潟  
 第2日目「北東アジア地域経済協力—未来に向けて」特別講演

## カーボンニュートラルへ —現状と課題

橘川 武郎(きっかわ たけお)  
 国際大学副学長・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  
 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会委員  
 kikkawa09@gmail.com

1

## 人類が直面する二つの危機

### (1) 飢 餓

- ・現在も最大の死亡原因
- ・解決には「豊かさ」が必要→化石燃料の使用の増大

### (2) 地球温暖化

- ・パリ協定:「2°C上昇が限界」「できれば1.5°C以内」
- ・化石燃料の使用を抑制せざるをえない

### (1)と(2)を同時に解決することの困難性

- ・SDGs(持続的な開発目標)が抱える矛盾
- ・答えは、二つしかない

①省エネルギー

②温室効果ガスを排出しない(ゼロエミッション)

エネルギー源の使用

2

## 省エネルギーの深耕

- ・省エネルギー先進国・日本
  - 1970年代の石油危機を受け産業部門で本格化
  - 1990年代からの「トップランナー方式」の取り組み
  - 2000年代からの運輸部門での燃費改善(ハイブリッド化等)
- ・民生部門に重点をおく省エネ
  - 住宅・建築物における省エネ(断熱性向上)がカギ握る
  - ZEH(zero energy house)、ZEB(Zero Energy Building)の開発・普及
- ・運輸部門・産業部門における深耕
  - 運輸部門・産業部門における省エネの過大評価を避ける
  - 運輸部門での次世代自動車の開発
  - 産業部門での高効率モーターの導入

3

## 再生可能エネルギーの大幅な拡充

- ・大幅拡充を前提に、技術的・制度的ネックを1つ1つ克服する
- ・再生可能エネルギーには二つのタイプがある
- ・タイプA(筋は良いがボトルネック有り):地熱・水力・バイオマス
  - 規制による制約(地熱、小水力)、温泉業者との利害調整(地熱)、物流コスト(バイオマス)
  - 規制緩和、温泉業者とのwin-winモデル構築が鍵
- ・タイプB(伸びしろあるがやんちゃ):風力・太陽光
  - 固定価格買取制度(Feed In Tariff)後こそが問題
  - 市場ベースでの導入が不可避
  - ネックとして送変電網
  - ①「使う」:原発廃炉分・空き容量の利用、
  - ②「作る」:電力会社のネットワーク会社化、
  - ③「使わない」:スマートコミュニティ、パワーtoガスや
  - 水素としての運搬

4

# COP26

## ■国連気候変動枠組条約第26回締約国会議

\* イギリス・グラスゴーで開催：10月31日～11月13日

## ■パリ協定(2015)から5年目の各国削減目標の更新

\* COVID-19の影響で1年間延期されていた

\* 主要国のカーボンニュートラル宣言が相次ぐ

\* 炭素市場規制やカーボンニュートラルへの資金負担が重要テーマ

## ■石炭火力の将来像が一つの焦点

\* “fade-out”→“fade-down”

\* 日本：「カーボンフリー火力」の表明方法に課題

5

## 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】(2020.12.21)

\* 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

6

# カーボンニュートラルへの道

## ■ 電力: zero emission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(Hydrogen reduction steel making, Fuel cell vehicle)
- \* 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)

7

# 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。

8

## 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: 既存ガス管の活用**
  - \* **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
- **バイオマスの活用も重要**
  - \* **Sorghum、ブラックペレットへの注目**

9

## 水素をめぐる留意点

- **水素とアンモニアはビジネス的には別物**
  - \* **アンモニア: 電力業**
  - \* **水素: 電力以外のエネルギー産業、自動車産業、鉄鋼業**
- **非電力(50年62%)のカーボンニュートラルの主役は水素**
  - \* **メタネーション、e-fuel、プロパネーション、水素還元製鉄、FCVトラック**
- **水素の本格的な社会実装は2030年代以降**
  - \* **30年電源ミックスでは、アンモニアと合わせ1%で貢献度低い。**

10

## アンモニア・水素・メタネーションの壁

### ■アンモニア:技術の壁<調達

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

### ■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  
「水素村」と「メタネーション村」の対抗

11

## 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

12

## 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到欠ける
  - \* 「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

13

## 再生可能エネルギーのコストダウン

- 風力、三菱商事G3地区落札の衝撃(21.12)
  - 秋田・由利本荘沖11.99円/kWh、秋田・能代三種男鹿沖13.26円/kWh
  - 千葉・銚子沖16.49円/kWh
  - ⇔ 発電コスト検証WG25.9円/kWh(2030) (21.9)
- 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

14

# 需要サイドからのアプローチ

## ■ゼロカーボンシティ

- \* 2021.12.28時点で514自治体:  
40都道府県、306市、14特別区、130町、24村
- \* カバー人口:1億1250万人
- \* 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