

# 熱供給

District Heating & Cooling

vol. **123/2023**



対談

## エネルギー関連の環境変化と 次期エネルギー基本計画改定 に向けた展望

秋元 圭吾 (公益財団法人地球環境産業技術研究機構)  
システム研究グループリーダー・主席研究員  
大橋 弘 (東京大学 教授・副学長)

### 六本木ヒルズ

六本木ヒルズは、世界的な大人気観光地・六本木のシンボル施設。国内最大級の再開発プロジェクトとして2003年に誕生して以来、グルメ&ショップ、美術館、展望台、映画館、ホテル、オフィス、住宅、テレビ局など多様な機能が複合し、多種多様なイベントが開催される街には、毎年約4,000万人もの人々が訪れる。日本を代表するこの都心の大規模複合施設では、環境に配慮した街づくりが進められてきており、効率的なエネルギー供給のために、大規模コージェネによる電気供給事業とその排熱を活用した熱供給事業が導入されている。

この施設は下記エリアで熱供給を受けています

六本木ヒルズ地域  
(六本木エネルギーサービス(株))



# 熱供給 123

District Heating & Cooling

## CONTENTS

- 02 熱供給がある街⑩◆ 六本木ヒルズのアートスポット  
森美術館
- 03 対談 ◆  
エネルギー関連の環境変化と  
次期エネルギー基本計画改定に向けた展望  
秋元 圭吾(公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員)  
大橋 弘(東京大学 教授・副学長)
- 08 連載 ◆ 2050年カーボンニュートラルに向けて地域熱供給はどうあるべきか②  
ZEB(ネット・ゼロ・エネルギービル)の視点から見た  
地域熱供給の境界線  
竹部 友久(㈱日本設計 第1環境・設備設計群長)
- 12 連載 ◆ Go To カーボンニュートラル!ミリエネ・サイエンス最前線③  
HYBARI—水素ハイブリッド電車(JR東日本)
- 14 自治体施策西東 ◆ 環境・エネルギー施策の今⑦  
福岡市(環境局 脱炭素社会推進部 脱炭素社会推進課)
- 16 連載 ◆ Close up town!! 全国熱供給エリア紹介⑩  
キラメキテラス(東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱)  
30年後を見越したまちづくりにおける  
スマートエネルギーネットワーク構築とまちの付加価値向上
- 18 NEWS FLASH  
①東京都市サービス㈱が省エネ大賞資源エネルギー庁長官賞受賞  
②錦糸町熱供給(株)で供給開始 25 周年イベントを開催
- 19 InterView ◆ 伝えたい熱がある。研究者の原点⑩  
大阪公立大学大学院 教授 鍋島 美奈子

### 熱供給 vol.123/2023

発行日 ● 2023年5月15日

発行責任者 ● 松原 浩司

企画 ● 一般社団法人 日本熱供給事業協会 広報委員会

制作 ● 有限会社 旭出版企画

印刷 ● 東港印刷株式会社

発行 ● 一般社団法人 日本熱供給事業協会

東京都千代田区三番町 1-16 三番町ホテルビル 3 階

<https://www.jdhc.or.jp/>

# 熱供給がある街

## ③九六本木ヒルズのアートスポット

# 森美術館



六本木ヒルズの開発では、構想当初から最も重要なコンセプトとして「文化都心」を掲げていた。その中心には、人々が同時代の文化を体験することができる現代アートの美術館を据えることが構想された。それが六本木ヒルズの森タワー最上層（53 階）に開館した森美術館だ。

これまでも、現代アートをはじめ建築やデザインなど世界の多様な創造活動を独自の視点で紹介してきており、国内外から多くの人々を呼び込んできた。その入口は2階にあるガラス張りの建物「ミュージアム・コーン」で、アプローチからワクワクできる。

現在、森美術館開館 20 周年記念展「ワールド・クラスルーム：現代アートの国語・算数・理科・社会」が開催されている（～9/24）。屋外展望台「スカイデッキ」など上層階の様々な施設にも同じ経路でアクセスできるので、ぜひ一緒に楽しんでいただきたい。

### 森美術館

住所：東京都港区六本木 6-10-1  
六本木ヒルズ森タワー 53 階

開館時間：会期中無休

月・水～日曜日 10 時～22 時 / 火曜日 10 時～17 時

(いずれも最終入館時間は閉館 30 分前まで)

※展覧会により変更する場合あり。

開催中の展示会概要、開館時間の最新情報等は HP 参照。

<https://www.mori.art.museum>

お問い合わせ：050-5541-8600 (ハローダイヤル)

東京メトロ日比谷線「六本木」駅1C出口徒歩3分。  
その他、東京メトロ「麻布十番」駅、「乃木坂」駅、都営地下鉄「六本木」駅、  
「麻布十番」駅から徒歩約6～12分。





# エネルギー関連の環境変化と 次期エネルギー基本計画改定に向けた展望

対 談

秋元 圭吾 × 大橋 弘

(公益財団法人 地球環境産業技術研究機構  
システム研究グループリーダー・主席研究員)

(東京大学 教授・副学長)

## 近年の環境変化とエネルギー高騰

**秋元** 昨年来、エネルギーの価格がかなり高騰しています。脱炭素に向けた動きが大きくなって、世界的に化石燃料への開発投資が減退してきている中で、供給量は減少傾向になっていました。そこに、ロシア・ウクライナ情勢が追い討ちをかけて、さらに需給が逼迫し、価格が高騰しているというのがここまでの経緯だと認識しています。

**大橋** 私も、大きな環境変化が3つほど重なったことが原因で、価格高騰が進んだと理解しています。一つ目はまさにご指摘をいただいた脱炭素への世界的な潮流です。2050年

脱炭素化という流れの中では、化石燃料の開発者が手を引き始めるのは当然の流れかと思います。世界的にエネルギートランジション（脱炭素までの移行期）をどうしていくか、ということをしちんと考えていかないと、化石燃料減産は想定以上の早さで進んでいってしまうと考えます。

二つ目は、ロシア・ウクライナ情勢で、地政学的な影響が出ています。

そして三つ目は日本特有の理由で、エネルギー・システム改革の影響です。これに伴う電力・ガス会社の調達方針の変化によって、スポット調達の比率が拡大するなど、燃料調達の仕方が変わってしまった。この3

つが絡まって、現在の状況を生んでいると思っています。

**秋元** 現状への認識は全く一緒です。本来であれば将来的なトランジションを見据えながら対応していくのが妥当だったのですが、2050年という早い時期に期限が切られたことで、資源開発投資が引き上げられ過ぎてしまったのかなという感じがします。

## 二等辺三角形になった大原則

**大橋** 我が国のエネルギー価格高騰は、先ほども触れたように、システム改革の話と合わせて考える必要があります。

エネルギー基本計画にも記載され



ていますが、日本のエネルギー政策の大原則は「S(Safety) + 3E(Energy security、Economic efficiency、Environment)」です。3Eの重要性は同等であるため、正三角形のような関係であるべきですが、現状は経済性と環境適合性に重心が置かれて、安定供給がやや軽視された二等辺三角形になってしまっているように見えます。

基本的に経済性の追求は、全国規模でのメリットオーダー、すなわち発電コストが安いものから順に使うことの追求です。しかし安定供給の実現のためには、ある程度の量の原料を一定の価格で購入してくる必要があります。スポットで調達するビジネスは価格の変化が大きくて、目的が合致しません。

**秋元** そうですね。エネルギー供給システム全体で考えると、一般的には長期の投資が必要な要素が多いので、短期市場で安定供給を追求するのはミスマッチです。

短期市場でも長期的に見れば価格変動の調整ができていくかもしれませんが、一般的に企業活動は長期スパンで収支を見ていくことは難しいので、そこを手当てする適切な政策

が必要になります。自由化前は総括原価方式でしたので、原料の安定供給が可能な体制を築くことができていましたが、自由化前後でスポット調達の割合が増加するなど、一部で短期的な調達戦略にシフトしたことにより、安全保障・安定供給という点がカバーしきれない状況になった感じがあります。

**大橋** 電力の供給で、市場の価格変動に委ねていい部分と、委ねることが極めて難しく安定供給を必要とする部分があるとなると、安定供給の根っこの部分は中長期の取引比率で契約するような形で確保するようにしていくのも手ですよね。簡単に言えば、高くても安定的な価格で仕入れて売る電力供給の姿が別にあってもいいと思います。

**秋元** 根本的にエネルギーは、我々の産業や家庭など全部に必需的な財ですので、電力価格が急騰した時には政治が補填をせざるを得ないですし、そのような財の特徴を踏まえた政策のあり方を考えなくてははいけません。そういう意味では、おっしゃられたように、長期的に安定供給できる仕組み、安定供給を担保できる制度などを合わせて考えていかないと、成立していかないのではないかと思います。

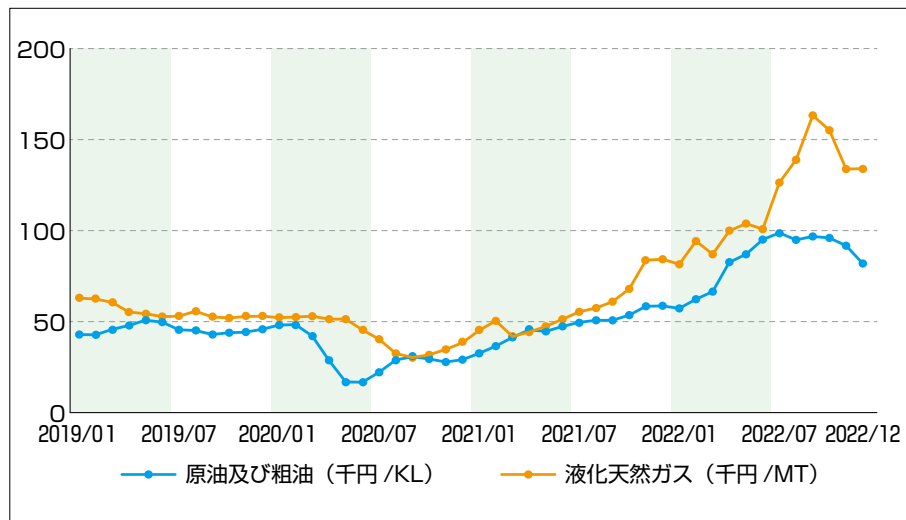
と、成立していかないのではないかと思います。

## エネルギー価格が国力を決める

**大橋** 日本の産業はこれまでも相当の数の生産拠点が海外に移転してきており、製造業の次に日本の新しい産業を担う柱になるものが見通せていません。そういう中では、エネルギー価格がさらに上がると、海外への工場移転が進み、国内産業の空洞化を助長するように思います。エネルギー価格は、日本の経済の力を決める大きな要素です。

その一方で、日本の貿易赤字は、東日本大震災以降、恒常的になってきています。今後も脱炭素化のために水素やアンモニアを輸入しよう、SAF（持続可能な航空燃料）を調達しようと、どんどん国外に資金が流出していくのを放っておくと、エネルギー貧乏になってしまいます。日本の国内でお金が循環するシステムをつくっておかないと、実は後世に何も残せないことになるのではないかという気がしています。

**秋元** カーボンニュートラルを実現していくには、水素もアンモニアも合成メタンなども必要ですが、ブルー水素（化石燃料からCO<sub>2</sub>を回収して製造する水素）もグリーン水素（再エネ活用による電気分解で製造する水素）も国内では低価格で大量生産できていないものなので、安価な海外から調達することになります。しかしそれらは現在の化石燃料より高コストのものなので、ますます資金が海外に流出していきます。エネルギーがさらに高価になれば、日本国内の製造業は維持できなくなります。ますます海外への工場移転も進



原油・液化天然ガス (LNG) のCIF価格の推移

(出典) 税関ホームページ「財務省貿易統計」(<https://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>, R05.04.18閲覧) をもとに作成





対談風景（左：秋元氏、右：大橋氏）

みます。これは競争に負けて外に出ていくことだと思います。日本がこれから稼いでいくための産業の柱を用意しながら、根幹となるエネルギーをうまく活用して、カーボンニュートラルに向かっていく。そういう視点で政策を考えていかないといけないと思います。

**大橋** 同じようにエネルギーが高価になるのであれば、海外から輸入するだけでなく、お金を国内で循環させていくために、国内の供給源を育てていく視点も大事です。

**秋元** この2月に閣議決定された「GX（グリーントランスフォーメーション）実現に向けた基本方針」では、エネルギー安定供給の確保に向けて、原子力発電をしっかりとやっていくと言っています。洋上風力発電もポテンシャルが高いですし、国内に供給源を持つということ言えば、この二つは重要です。

また、国内でなるべくお金が循環すべきという点は私も同感ですので、単なるコスト比較ではなく、その供給源となる電源開発をした際の上流・下流全体の流れの中での経済性を評価して選択すべきだと考えます。

ただ、海外から調達する場合と国内で整備する場合の価格にあまりに差がある時に、どのくらいまで許容するのか、そこをルーズにしてしまうと、ただコストを上げてしまうだけになってしまうので、価格差の評価もきちんとしながら政策として方向性を打ち出すことが必要ですね。

**大橋** 洋上風力については、高压直流送電線（HVDC）を海底に整備する話もあります。送電線を地上に設置する場合は100年ほど保つものもありますが、海底ケーブルは劣化が早いと思います。そういう意味で言うと、長距離大量輸送型のエネルギー供給の増強を考えつつ、一方では地産地消型のエネルギー供給もしっかり考えていく必要があって、熱供給事業のようなその土地で生まれたエネルギーを面的に使っていくシステム活用の議論がもっと起こってもおかしくないと思います。

**秋元** 風力発電のような発電量が不安定なものから電力を運ぼうとすると、送電線の設備利用率も下がるので、そのような送電線をたくさん整備することは避けたいところです。ですから、需要地に近いところに分

散型電源を置いていくことは非常に重要です。発電時の排熱も活用できますし、送電線の能力も低くて良くなりますので、全体のコスト最小化に繋がります。太陽光発電やコージェネのような分散型電源があった方がいい場所か、大規模な電力供給システムを主体にした方がいい場所か、全体の最適化を考えて整備していく必要があります。次のエネルギー基本計画では、その辺りも大きな課題になるように思います。

### 全体最適のために熱の議論が必要

**秋元** 第6次エネルギー基本計画策定時は、電力分野ばかりにフォーカスが当たり、電力分野よりCO<sub>2</sub>排出量が多い非電力分野、特に熱に関する議論が非常に不足していて、カーボンニュートラル実現のために必要な、熱と電気の一体的な対応をどうしていくのか、トランジションの対策はどうするのか、そういう総合的な議論の中で最適な方向性を見出すという作業が抜け落ちていたのではないかと思います。

コージェネ等を活用した熱供給システムの整備は、大規模な電源に比

## 背景

- ✓ カーボンニュートラルを宣言する国・地域が増加（GDPベースで9割以上）し、排出削減と経済成長をともに実現するGXに向けた長期的かつ大規模な投資競争が激化。GXに向けた取り組みの成否が、企業・国家の競争力に直結する時代に突入。また、ロシアによるウクライナ侵略が発生し、我が国のエネルギー安全保障上の課題を再認識。
- ✓ こうした中、我が国の強みを最大限活用し、GXを加速させることで、エネルギー安定供給と脱炭素分野で新たな需要・市場を創出し、日本経済の産業競争力強化・経済成長につなげていく。
- ✓ 第211回国会に、GX実現に向けて必要となる関連法案を提出する（下線部分が法案で措置する部分）。

### (1) エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組み

- ①徹底した省エネの推進
  - ・複数年の投資計画に対応できる省エネ補助金の創出など、中小企業の省エネ支援を強化。
  - ・関連省庁が連携し、省エネ効果の高い断熱窓への改修など、住宅省エネ化への支援を強化。
  - ・改正省エネ法に基づき、主要5業種（鉄鋼業・化学工業・セメント製造業・製紙業・自動車製造業）に対して、政府が非化石エネルギー転換の目安を示し、更なる省エネを推進。
- ②再エネの主力電源化
  - ・2030年度の再エネ比率36～38%に向け、全国大でのマスタープランに基づき、今後10年間で過去10年の8倍以上の規模で系統整備を加速し、2030年度を目指して北海道からの海底直流送電を整備。これらの系統投資に必要な資金の調達環境を整備。
  - ・洋上風力の導入拡大に向け、「日本版セントラル方式」を確立するとともに、新たな公募ルールによる公募開始。
  - ・地域と共生した再エネ導入のための事業規律強化。次世代太陽電池（ペロブスカイト）や浮体式洋上風力の社会実装化。
- ③原子力の活用
  - ・安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替えを具体化する。その他の開発・建設は、各地域における再稼働状況や理解確保等の進展等、今後の状況を踏まえて検討していく。
  - ・厳格な安全審査を前提に、40年+20年の運転期間制限を設けた上で、一定の停止期間に限り、追加的な延長を認める。その他、核燃料サイクル推進、廃炉の着実かつ効率的な実現に向けた知見の共有や資金確保等の仕組みの整備や最終処分の実現に向けた国主導での国民理解の促進や自治体等への主体的な働き掛けの抜本強化を行なう。
- ④その他の重要事項
  - ・水素・アンモニアの生産・供給網構築に向け、既存燃料との価格差に着目した支援制度を導入。水素分野で世界をリードするべく、国家戦略の策定を含む包括的な制度設計を行なう。
  - ・電力市場における供給力確保に向け、容量市場を着実に運用するとともに、予備電源制度や長期脱炭素電源オークションを導入することで、計画的な脱炭素電源投資を後押しする。
  - ・サハリン1・2等の国際事業は、エネルギー安全保障上の重要性を踏まえ、現状では権益を維持。
  - ・不確実性が高まるLNG市場の動向を踏まえ、戦略的に余剰LNGを確保する仕組みを構築するとともに、メタンハイドレート等の技術開発を支援。
  - ・その他、カーボンリサイクル燃料（メタネーション、SAF、合成燃料等）、蓄電池、資源循環、次世代自動車、次世代航空機、ゼロエミッション船舶、脱炭素目的のデジタル投資、住宅・建築物、港湾等インフラ、食料・農林水産業、地域・くらし等の各分野において、GXに向けた研究開発・設備投資・需要創出等の取組みを推進する。

### (2) 「成長志向型カーボンプライシング構想」等の実現・実行

- ・昨年5月、岸田総理が今後10年間に150兆円超の官民GX投資を実現する旨を表明。その実現に向け、国が総合的な戦略を定め、以下の柱を速やかに実現・実行。
- ①GX経済移行債を活用した先行投資支援
  - ・長期にわたり支援策を講じ、民間事業者の予見可能性を高めていくため、GX経済移行債を創設し（国際標準に準拠した新たな形での発行を目指す）、今後10年間に20兆円規模の先行投資支援を実施。民間のみでは投資判断が真に困難な案件で、産業競争力強化・経済成長と排出削減の両立に貢献する分野への投資等を対象とし、規制・制度措置と一体的に講じていく。
- ②成長志向型カーボンプライシング（CP）によるGX投資インセンティブ
  - ・成長志向型CPにより炭素排出に値付けし、GX関連製品・事業の付加価値を向上させる。
  - ・直ちに導入するのではなく、GXに取り組む期間を設けた後で、エネルギーに係る負担の総額を中長期的に減少させていく中で導入（低い負担から導入し、徐々に引上げ）する方針を予め示す。
  - ⇒支援措置と併せ、GXに先行して取り組む事業者インセンティブが付与される仕組みを創設。
  - ＜具体例＞
    - (i) GXリーグの段階的發展→多排出産業等の「排出量取引制度」の本格稼働【2026年度～】
    - (ii) 発電事業者等に、EU等と同様の「有償オークション」\*を段階的に導入【2033年度～】
    - (iii) 化石燃料輸入事業者等に、「炭素に対する賦課金」制度の導入【2028年度～】
- ※なお、上記を一元的に執行する主体として「GX推進機構」を創設
- ③新たな金融手法の活用
  - ・GX投資の加速に向け、「GX推進機構」が、GX技術の社会実装段階におけるリスク補完策（債務保証等）を検討・実施。
  - ・トランジション・ファイナンスに対する国際的な理解醸成へ向けた取組みの強化に加え、気候変動情報の開示も含めた、サステナブルファイナンス推進のための環境整備を図る。
- ④国際戦略・公正な移行・中小企業等のGX
  - ・「アジア・ゼロエミッション共同体」構想を実現し、アジアのGXを一層後押しする。
  - ・リスクリング支援等により、スキル獲得とグリーン等の成長分野への円滑な労働移動を共に推進。
  - ・脱炭素先行地域の創出・全国展開に加え、財政的支援も活用し、地方公共団体は事務事業の脱炭素化を率先して実施。新たな国民運動を全国展開し、脱炭素製品等の需要を喚起。
  - ・事業再構築補助金等を活用した支援、プッシュ型支援に向けた中小企業支援機関の人材育成、パートナーシップ構築宣言の更なる拡大等で、中小企業を含むサプライチェーン全体の取組みを促進。

### (3) 進捗評価と必要な見直し

- ・GX投資の進捗状況、グローバルな動向や経済への影響なども踏まえて、「GX実行会議」等において進捗評価を定期的の実施し、必要な見直しを効果的に行なっていく。
- ・これらのうち、法制上の措置が必要なものを第211回国会に提出する法案に明記し、確実に実行していく。

「GX実現に向けた基本方針」の概要（出典）内閣官房ホームページ（[https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx\\_jikkou/pdf/kihon\\_gaiyou.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou/pdf/kihon_gaiyou.pdf)、R05.04.18閲覧）

べたら、開発のリードタイムが短いという利点があります。昔のように、エネルギー需要が右肩上がりの時代なら、大規模に発電する電源の価値は相当高かったのですが、需要の伸びが不確実な時代では、リードタイムが短い方がスポットスポットでの手当てがしやすいわけです。その価値はもっと評価されていると思います。

また、熱需要があるところでは、分散型電源と排熱を総合的に使える価値が、圧倒的に高いです。ただ、日本は欧州と比べると熱需要が小さ

めで、政策的にも焦点が当たりにくい状況はあったかと思います。

最近は台風など異常気象による水災害等で停電が起こることも増えてきていて、そういうところに熱電併給の整備によってレジリエンス性を向上させられるのは、大きな価値です。そういう拠点をまちづくりの中で整備し、いざというときにはそこで熱も電気も賄える、避難拠点になる。その価値は大きいと思いますので、環境価値だけでなく、しっかり見直しをして全体最適を図っていくべきだと思います。

大橋 電気と違い熱は容易に貯められるので、BCP（事業継続）対策上の価値やメリットは非常に大きいですよね。

秋元 はい。蓄電池の価格を考えると、大量の電力を蓄電池で賄おうとするのは、まだまだ非現実的だと思います。その点、コージェネ&蓄熱槽の整備は費用的にそこまで大きな負担ではありません。蓄熱槽は、太陽光発電などの不安定な出力を蓄熱という形で吸収して平準化を図るにも最適な設備なので、ポテンシャルは高いと思います。



トランジションの面でも、例えばガスを熱源にしても、合成メタン等が実用化されてくれば、需要側のエネルギーシステムを変更することなく、街をカーボンニュートラル化することも可能です。そういう価値もあるかと思っています。

現在、電力分野の温室効果ガス排出が4割、非電力分野が6割です。この非電力分野を全て電化できるかというところではないし、逆にそれを求めると非効率になってしまいますので、電化すべきところとそうでないところはよく見極めて、最適化を図りながらカーボンニュートラルを達成していく。そうした最終的な姿も見越しながら、トランジションの対応も考えていく。政策的にも対策的にももっと深掘りした議論が必要だと思います。

**大橋** 別の分野の話になりますが、私が今、高い関心を寄せているのは農業です。現在、農業従事者の75%くらいが65歳以上で、ヘタをすると5年後には働き手が激減している可能性があります。耕作放棄地も増えていっています。

他方で、安全保障というのは、エネルギーだけでなく、食料についてもその重要性が言われています。安全保障というのは何かというと、どれだけバッファを持てるか、ということです。農地もバッファが必要なんです。ただ、そのバッファを遊ばせているわけにはいけないので、バッファとなる農地をバイオ燃料などのエネルギー製造に活用するようにすれば、どちらの安定供給にも貢献できるのではないかと考えています。

農地をエネルギーに活用する場合、

口に入れるものをつくるわけではなく、燃料用の作物とともに、雑草も一緒に刈り取ってしまっている。その植物の育成スピードが早くなるように、例えば農業ハウスをつくって熱を供給するなど、エネルギーの需要と供給のさまざまな絡め方が考えられます。

**秋元** 面白いですね。いろいろな可能性を追求すべきですね。

**大橋** 既存の制度が思考停止を促しているところもあります。私が、今のようなエネルギーと農業の話をして、農家の皆さんの関心度は上がらないのが現状です。農業に対する補助金が多すぎて、農地でエネルギーをつくると、それらがもらえなくなってしまうからです。既存の制度を変えていこうとする時は、新しい制度の方が、今よりもっと収入が良くなると理解してもらえるように、政策的にサポートすることも必要です。そうして転換を図ることができれば、政府も既存の補助金を減らすことが可能です。

**秋元** カーボンニュートラルは、日本にとって相当なコストがかかる取り組みです。少しでも全体最適化を図り、コストを抑えて対策を進めていくことが必要だと思います。その視点を持つことが必要です。

ただ、各プレーヤーが2050年というまだ先の時代の状況を見極めて行動するのはかなり大変なことだと思います。そうすると、やはり市場だけでどうにかしようというのは難しいだろうなと思います。

**大橋** 5年先を見られる人も稀有だと思います。そういう意味でも、今後改正されるエネルギー基本計画は重要です。電力だけでなく、熱も含めたエネルギー全体のビジョンを描いて、関係者が意識合わせをする。それだけでもずいぶん違ってくると思います。

**秋元** エネルギー基本計画改定の際はもちろん、さまざまなシーンでぜひ一緒にそのような議論を誘導していけたらと思います。今日はありがとうございました。

#### 秋元 圭吾 氏 略歴

Akimoto Keigo

1999年横浜国立大学大学院工学研究科博士課程修了(財)地球環境産業技術研究機構入所。システム研究グループ主任研究員、副主席研究員等を経て、2012年より現職。博士(工学)。専門はエネルギー・地球環境を中心としたシステム、政策の分析・評価。IPCC第5次・第6次評価報告書代表執筆。総合資源エネルギー調査会基本政策分科会委員等、多くの審議会の委員を務める。主な著書に「温暖化とエネルギー」(エネルギーフォーラム(共著)、2014年)等。主な受賞にPeccei賞(IIASA)等。



#### 大橋 弘 氏 略歴

Ohashi Hiroshi

2000年ノースウェスタン大学 PhD 取得。プリティッシュ・コロムビア大学経営学部助教授、東京大学大学院経済学研究科助教授等を経て、2012年同教授。現在に至る。2020年東京大学公共政策大学院院長、2022年より東京大学副学長。専門は産業組織論、競争政策。総合資源エネルギー調査会電力・ガス基本政策小委員会等の各種委員会委員を歴任。主な著書に『競争政策の経済学』(日本経済新聞社出版、2021年)。主な受賞に第1回宮澤健一記念賞(公正取引協会)、石川賞(日本経済学会)等。



## ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)の視点から見た 地域熱供給の境界線

株式会社日本設計 第1環境・設備設計群長

竹部 友久

「2050年カーボンニュートラルに向けて地域熱供給（地域冷暖房）はどうあるべきか」について、3回の連載の第2回は「ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の視点から見た地域熱供給の境界線」というテーマである。脱炭素のために、非住宅の建築物と住宅においては、それぞれZEB（ゼブ=ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）とZEH（ゼッチ=ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の普及促進が行なわれているが、地域熱供給との関係性が深いZEBの視点から見た地域熱供給について考える。

### 我が国における ZEB草創期の動向

ZEBは元々欧米から入ってきた概念であるが、我が国におけるZEB草創期の動向を振り返る。2009年に経済産業省が「ZEBの実現と展開に関する研究会」を立ち上げ、報告書を作成・公表したのが我が国におけるZEBの始まりだと思われる。2014年の「エネルギー基本計画」の中で、「2020年までに新築公共建築物等でZEBを実現」、「2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現」というZEBの実現・普及目標が明記された。この時点ではZEBとは何か？という明確な定義はなかった。

2015年に、公益社団法人空気調和・衛生工学会（以下、SHASE）が「ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法に関するガイドライン」を発刊し、「ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法」を公開したが、

我が国における最初のZEB定義と評価方法である（図1）。

同年、経済産業省がエネルギー基本計画に明記されたZEBの実現と普及に向けて、「ZEBロードマップ検討委員会」で整理した「ZEBロードマップとりまとめ」を公表し、国のZEB定義と評価方法が明確になった。国のZEB定義と評価方法は、一般社団法人住宅性能評価・表示協会の建築物省エネルギー性能表示制度（BELS）認証、経済産業省・環境省のZEB実証事業の交付要件として利用されている。2019年には、延べ面積10,000㎡以上の建築物を対象とした「ZEB Oriented」が追加され、一部の建物用途も評価可能となった（図2）。

### ZEBに関する現在の社会動向と数年後の新築ZEBの見通し

現在、発注者から要求される設計条件や設計基準、設計者が負うこと

になる設計リスク等との関連もあり、ZEBを設計するのはまだ難しいのが現実である。しかし、2030年カーボンハーフ、2050年カーボンニュートラルの目標を達成するために、特に新築では以下のような社会動向になっている。

- 国土交通省のロードマップでは、2025年に床面積割合で半分以上はZEB Oriented相当以上になるという目標設定
- 国土交通省では、「官庁施設の環境保全性基準」を改定、新築する場合は原則ZEB Oriented相当以上とすることを規定（2022年4月1日から適用）
- 都道府県が整備する新築建物では、原則ZEB Ready相当以上（第1回に掲載）
- 最近の公共建築等のプロポーザルの要件に、ZEB Ready以上、あるいはZEB Oriented相当以上が明記



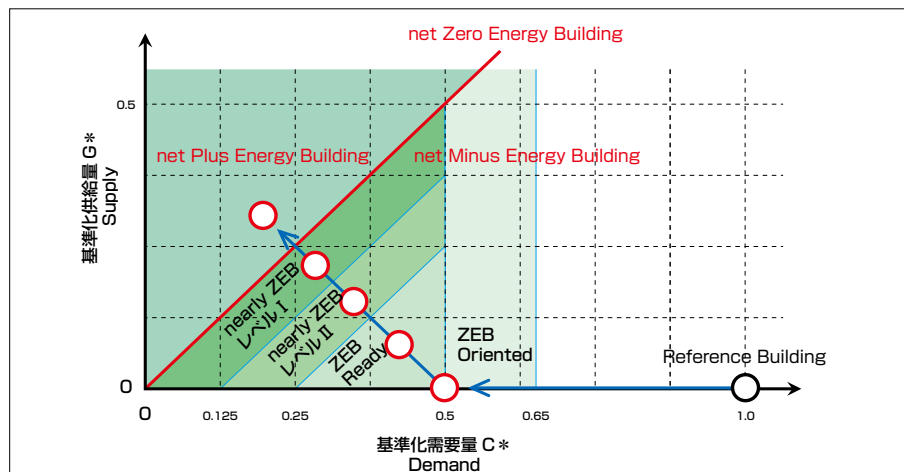


図1 空気調和・衛生工学会 (SHASE) のZEB定義と評価方法  
(出典) ZEB (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル) の定義と評価方法 (公益社団法人空気調和・衛生工学会)

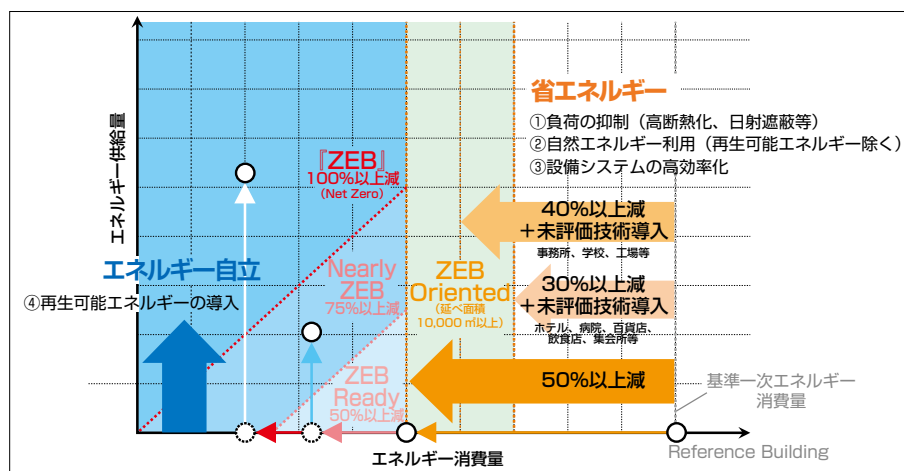


図2 国のZEB定義と評価方法  
(出典) 平成30年度ZEBロードマップフォローアップ委員会とりまとめ

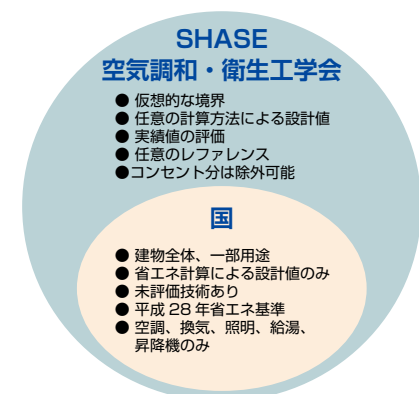


図3 ZEBの定義と評価方法の違い

・「ZEB プランナー制度」が2022年度からフェーズ2に移行し、ZEBプランナー登録した設計事務所は2025年度に自社が受注する建築物のうちZEBが占める割合を50%以上とするZEB受注目標を公表することを義務付け  
特に国や地方自治体では、2025年に新築の大半をZEB (ZEB

Oriented 相当以上を含む) にするような動きが加速している。ZEBを普及拡大するために、ZEB設計ガイドラインなどが作成され、高効率機器や省エネ制御などZEB化技術の導入を中心とした情報提供が行なわれ、設計者はそれらを参考に設計している。しかし、ZEB化技術の導入だけではZEBの達成が難しいことが分かってきており、省エネ性能に影響が大きい設備容量のコンパクト化なども行なわれるようになっていく。数年後には新築のZEBは当たり前の時代になるだろう。

一方、改修は、従来の老朽化を主要因とした機能更新のためのもの、ニーズの多様化への対応や付加価値を求めたものから、カーボンニュートラルやZEB化への対応ニーズが



竹部 友久 氏 略歴  
Takebe Tomohisa

1989年早稲田大学理工学部建築学科卒業、日本設計入社。環境・設備設計、環境関連のソリューション業務に従事。栃木県庁舎、雲南市役所新庁舎、赤坂インターシティAIRの設計・検証などに携わる。

高まりつつある。新築とは違うさまざまな課題があるため、思うように進展していないが、新築に比べてCO<sub>2</sub>排出量が圧倒的に大きい既存ストックのZEB化対策は喫緊の課題となっている。

## 定義と評価方法における2つのZEB～空気調和・衛生工学会と国～

ZEBの定義と評価方法は、前述した通り、SHASEと国の2つがある。大まかに言うと、国の評価方法はWEBプログラムの省エネ計算による設計値のみで狭義なのに対して、SHASEは任意の計算方法による設計値やエネルギー実績での評価も可能で広義である(図3)。2つの違いを理解した上で目的に合わせて上手に使い分ける必要がある。いずれもその定義は、省エネや創エネの程度によって、『ZEB』(SHASEは表現が異なる)、Nearly ZEB、ZEB Ready、ZEB Orientedの4種類がある。ZEB化技術には、WEBプログラムの省エネ計算に反映されない「未評価技術」があり、SHASEが「エ

エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）における未評価技術」  
として15項目を公表している  
（表1）。これらのうち1項目以上を  
採用することがZEB Orientedや補  
助金の要件の一つとなっている。当  
面は、多くの建築物が、ZEB  
OrientedやZEB Readyを目標に設  
計していくと思われる。

## 設計ワークフローにおける 2つの ZEB ～設計値と実績値～

図4の設計ワークフローの中に  
おいて、300㎡以上の非住宅建築物  
の建築確認申請では、建築物エネ  
ルギー消費性能適合性判定（省エネ適  
判）が義務付けられているため、S4  
の実実施設計終了時には省エネ性能の  
BEI（設計一次エネルギー消費量／  
基準一次エネルギー消費量）が判明  
する。この時点まで来ると、設計内  
容の見直しは困難なことから、大規  
模な都市計画案件や先進的・模範的  
な設計事例では、基本計画や基本設  
計など早い段階で省エネ性能を確認  
しながら設計を進めるようになって  
きている。また、竣工後のエネルギ  
ー実績でZEB評価している事例も  
まだ少ないのが現状である。省エネ  
計算では室用途ごとに設計条件や運  
転時間が固定値になっているため、  
実負荷が大きい、あるいは稼働時間  
が長い場合は実績値の方が大きくな  
る場合がある。稼働時間や稼働率の  
影響があるので、[設計値が小さい]  
≡ [実績値が小さい]とは限らない  
が、国際公約の2050年カーボンニ  
ュートラルは実績値が重要になって  
くるため、BEIが小さくなるように  
設計し、未評価技術も導入し、実績  
値の評価も行なうことが望ましい。

表1 エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）における15の未評価技術

- ①CO<sub>2</sub>濃度による外気量制御
- ②自然換気システム
- ③空調ポンプ制御の高度化（VWV、適正容量分割、末端差圧制御、送水圧力設定制御等）
- ④空調ファン制御の高度化（VAV、適正容量分割等）
- ⑤冷却塔ファン・インバータ制御
- ⑥照明のゾーニング制御
- ⑦フリークーリング
- ⑧デシカント空調システム
- ⑨クール・ヒートトレンチシステム
- ⑩ハイブリッド給湯システム
- ⑪地中熱利用の高度化（給湯ヒートポンプ、オープンループ方式、地中熱直接利用等）
- ⑫コージェネレーション設備の高度化（吸収式冷凍機への蒸気利用、燃料電池、エネルギーの面的利用等）
- ⑬自然採光システム
- ⑭超高効率変圧器
- ⑮熱回収ヒートポンプ

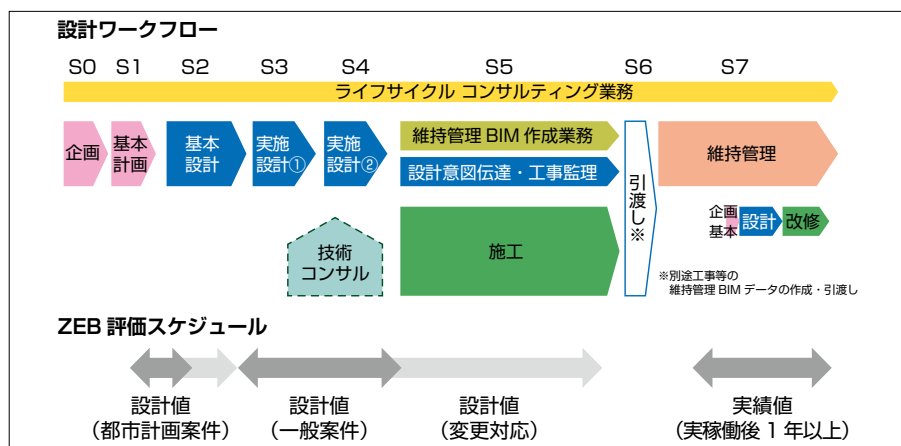


図4 設計ワークフローとZEB評価スケジュール

## 地域熱供給を利用する場合の省エネ計 算での取扱い

非住宅建築物に関する省エネ基準  
に準拠したプログラムの内、代表的  
なWEBプログラム（モデル建物法、  
標準入力法）において、地域熱供給  
を利用する場合の省エネ計算での取  
扱いは以下の通りとなっている。

モデル建物法では、[地域熱供給  
定格能力]＝[設計図書に記載され  
ている熱供給量]に[他人から供給  
された熱の一次エネルギー換算値]  
を掛けた値となっている。標準入  
力法では、空気調和設備の評価にお  
いて、熱源機種「他人から供給され  
た熱（蒸気、温水、冷水）」を選  
択する場合のみ、他人から供給され  
た熱の一次エネルギー換算係数を入  
力するとなっている。

建築物省エネ法告示（第265号）  
別表第1において、他人から供給  
された熱（蒸気、温水、冷水）は、  
1kJにつき1.36 kJ、算出の根拠を  
明確に示すことができれば、任意の  
換算係数を使用してもよいとされて  
いる。その方法として、①熱供給事  
業便覧（一般社団法人日本熱供給事  
業協会（以下、熱協会））の公表デ  
ータを用いる方法、②条例等に基づ  
いて行政庁により公表されているデ  
ータを用いる方法、③熱協会が定め  
る「熱供給事業における冷熱・温熱  
別換算係数算出に係るガイドライ  
ン」に基づき算出した値を用いる方  
法があり、③による場合のみ、冷熱  
（冷水）と温熱（温水、蒸気）に分  
けてそれぞれ値を入力することがで  
きる。



## 地域熱供給のプラント効率の現状

ZEBを設計するという視点から見ると、他人から供給された熱の一次エネルギー換算係数の逆数であるプラント効率（以下、COP）は、高いほどBEIが良くなるため、非常に重要になってくる。現状の地域熱供給のCOPの参考例として、東京都環境局が公表している地域エネルギー供給実績報告書の内、都心4区（千代田区、中央区、港区、新宿区）の52地域の2020年度の供給したエネルギーの効率は、平均値0.93、最高値1.39、最低値0.64となっている（図5）。また、いくつかの地域では、総合COPだけでなく、冷熱COPと温熱COPを別に算定して公表している。東京都では2024年度から省エネ法の未利用熱活用制度によるCGS排熱の取扱いが変更になり、COPがよくなる地域もある。

## ZEBの視点から見た地域熱供給のプラント効率の境界線

ZEBを設計する場合、地域熱供給のCOPがBEIにどのような影響を与えるかを2つのモデル事例で試算した。case AはBEI 0.7程度を目指して設計した事務所を主体とした約20万㎡の複合用途建築物、case BはBEI 0.5以下のZEB Readyを目指して設計した事務所を主体とした約10万㎡の複合用途建築物である。

case Aでは、9つのCOPの内、設計目標のBEI 0.7を達成するためには、COP1.1が境界線となった（図6）。case Bでは、COP 1.1、1.2、1.3で冷熱COPと温熱COPを2:1で分けた場合も追加しており、設計目標のBEI 0.5を達成するためには、

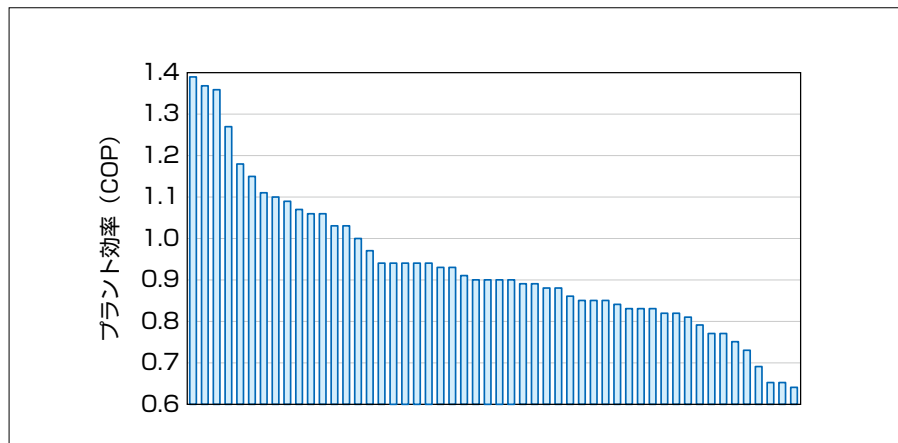


図5 プラント効率（東京都都心4区 2020年度実績）

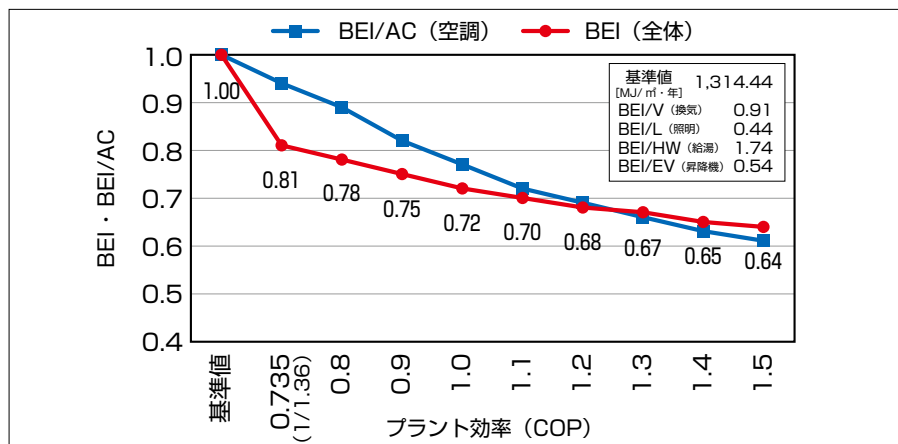


図6 プラント効率とBEI・BEI/ACの関係 (caseA)

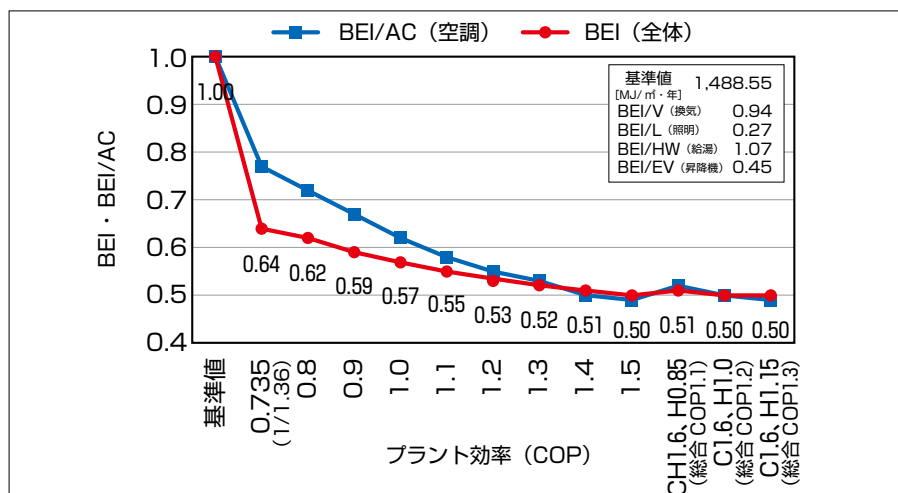


図7 プラント効率とBEI・BEI/ACの関係 (caseB)

COP1.2相当（冷熱COP1.6・温熱COP1.0）が境界線となった（図7）。

現状では、設計目標が建物全体でZEB Oriented相当以上（用途比率によるがBEI 0.6～0.65程度）、あるいは事務用途のみでZEB Ready以上の場合が多いこともあり、個別中央熱源やパッケージ空調などと比較すると、地域熱供給の

COP1.1以上を望む設計者の声が多い。近い将来、建築物単体ではカーボンニュートラルやフロン規制に対応していくのが難しいケースも出てくるだろう。その時に地域熱供給の価値は高まると予想されるので、それに備えてより一層のCOPと再エネ率の向上に期待したい。

# HYBARI—水素ハイブリッド電車 (JR 東日本)

今回の「ミリエネ・サイエネ・最前線」は、水素利用について紹介する。

エネルギーとしての水素利用は様々な分野で研究開発が進められているが、  
運輸部門での導入は一步先行している。自動車、バスはすでに実用化された。

今回は鉄道での導入に取り組む東日本旅客鉄道株式会社（JR 東日本）で開発中の

水素ハイブリッド電車「HYBARI」について、

どのように実現したのか、その経緯とシステムの概要、今後の展望を伺った。

## CO<sub>2</sub> 排出の約 8 割を占める電車動力をどうするか

### ① JR 東日本における水素エネルギーの位置付けは？

◆ 当社が 2020 年 5 月に発表した環境長期目標「ゼロカーボン・チャレンジ 2050」などで、2030 年度までに CO<sub>2</sub> 排出量を 2013 年度比 50% 削減、2050 年までに実質ゼロを目指すとうたっています。当社の電力由来の CO<sub>2</sub> 排出は、約 8 割が新幹線、在来線の電車動力です。これらの課題解消のために、同目標では水素活用の拡大について様々な取組みを掲げており、水素ハイブリッド電車「HYBARI」の開発もその一つとして取り組んでいます。

## HYBARI 実現への経緯

### ② HYBARI とはどのような電車ですか？

◆ HYBARI は、水素を燃料とする燃料電池と、蓄電池の 2 つを電源とするハイブリッドシステム搭載のモーター

駆動の車両です。「水素貯蔵ユニット」に貯蔵した水素を、「燃料電池装置」で酸素と化学反応させて電気を発生させます。その電気をモーターに送り、車輪を回す仕組みです。また、大容量の「主回路蓄電池」も設置し、燃料電池からの充電とともに、ブレーキ時の回生電力も充電して、その電力でもモーターを動かせる仕組みとなっています。

### ③ これまでの開発経緯を教えてください。

◆ 在来線全路線約 6,200km のうち約 3 割の約 2,000km が非電化区間で、当社車両の 5% 程度に当たる約 500 両がディーゼル車となっています。これらの省エネ化、低炭素化のために、代替車両の開発を進めてきました。

これまでに開発してきたのは、大きく分けて「ディーゼル・バッテリーハイブリッド車」と「架線・バッテリーハイブリッド車」があります。前者はディーゼルエンジンで発電した電気と、蓄電池からの電気でモーターを回して動く車両で、2007 年に実用化して営業運転をしています。後者は始発駅等で充電をしてから非電化区間を走る車両で、2014 年に実用化しています。

しかしこれらは、完全には CO<sub>2</sub> 排出問題を解決できていません。2006 年から 2008 年にかけて、燃料電池ハイブリッド電車の開発にも取り組んでいました。当時は燃料電池の性能向上も水素タンクの小型化もかなり難しく、ハイブリッド制御の技術開発も困難を極めました。結局、営業用として投入するまでの開発には至らず、水素燃料を活用した車両開発は一度断念をしております。

その開発が社内で再燃したのは 2017 年頃、世界的に脱炭素に向けた動きが本格化してきたことと、トヨタ自



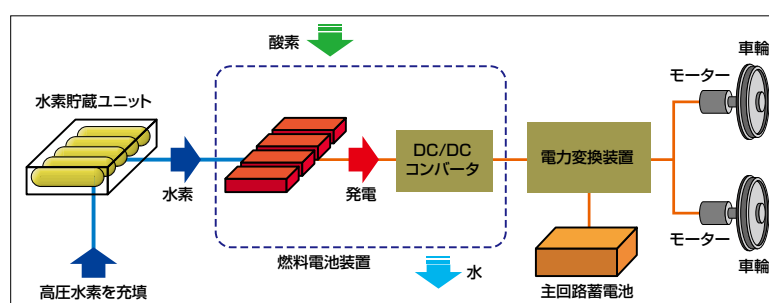
取材風景（東日本旅客鉄道㈱ JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 上席研究員 一木剛氏）





| 項目       | 試験車両の仕様                                                              |
|----------|----------------------------------------------------------------------|
| 最高速度／加速度 | 100km/h / 2.3km/h/s                                                  |
| 航続距離     | 約140km                                                               |
| 主回路装置    | 電力変換装置(VVVFインバータ+SIV)、1C2M×2系                                        |
| 燃料電池     | 固体高分子型:60kW×4(−10℃程度から起動可能)                                          |
| 蓄電池      | リチウムイオン電池:120kWh×2                                                   |
| 水素貯蔵     | 最高充填圧力 70MPa<br>水素貯蔵容量 51ℓ×20本(水素質量計40kg程度)<br>※水素タンクは自動車用(炭素繊維複合容器) |

HYBARIの車両構成と仕様



燃料電池システムフロー



HYBARI外観

自動車の燃料電池自動車「MIRAI」の登場が背景にあります。MIRAIの燃料電池や水素利用技術を活用すれば、鉄道でも燃料電池車可以实现できます。そこで2020年、トヨタ自動車と、鉄道用ハイブリッド駆動システムの技術開発をしてきた日立製作所と3者共同で、改めて水素ハイブリッド電車の開発を進めることにしました。自動車用の燃料電池を応用しようとしたので、走行風等をうまく活用して冷却していたものを電車ではどうするか、ボンネットの中にあったものを電車ではどのようにメンテナンスしやすくするか、等の様々な苦勞と工夫がありましたが、2022年3月に試験車両が完成しています。現在は、経済産業大臣の特別認可を得て、南武線の一部区間と、鶴見線で実証試験を行なっています。

## 今後の展望

### ④実用化に向けての課題は何でしょうか？

◆ 今後の実用化を目指しての課題としては、大きく3つあります。1つは法令に関することです。高圧ガス保安法の規制で、水素を積んだ車両は、一日平均2万人以上の乗降客がある駅などに進入することができない、架

線の下を走行できない、といった課題があります。2つ目は、車両性能の向上です。航続距離をさらに延ばすことやローカル路線等の急勾配での走行を実現すること等の課題があります。そして3つ目が水素インフラの整備です。製造工程で環境に負荷を与えないグリーン水素を、事業性が確保できる価格で調達・供給が可能なサプライチェーンを構築する必要があります。水素の充填方法も課題です。現在、鉄道車両用の水素充填設備はないため、自動車用に開発された技術を活用して充填しています。HYBARIの水素タンクは約1,000ℓあり、満タンにするまで数時間かかっています。今後、こうしたことを一つ一つクリアしていく必要があります。

### ⑤今後の予定・展望等を教えてください。

◆ 2030年頃には営業列車としてデビューできたらと考えています。また、導入拡大には、駅の近くに鉄道だけでなく他のモビリティと共用可能な総合水素ステーションを整備していく等の必要があります。その実現には、国、地元自治体、エネルギー会社など、関連する人々・企業の協力がなければ困難です。同じ志を持った仲間を増やしていった、実現していければと思っています。

# 福岡市

全国の自治体等の環境・エネルギー施策を紹介する「自治体施策西東」。第七回目は、脱炭素社会実現に向けて、2022年8月に「地球温暖化対策実行計画」を改定した福岡市の取組みについてご紹介します。

## 【自治体の概要】

### 福岡市

市域面積：343.47km<sup>2</sup>（令和5年3月1日現在）

人口：1,632,713人（令和5年3月1日現在）

福岡市の脱炭素の取組み

<https://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyo/s-suishin/genre/zerocarbon.html>



福岡市の温室効果ガス排出削減推進策である「地球温暖化対策実行計画」の改定について、環境局脱炭素社会推進部脱炭素社会推進課長 田尾幸一朗氏にお話を伺った。

## 「福岡市地球温暖化対策実行計画」改定の狙いを教えてください。

——福岡市では、昨今の自然災害の激甚化など危機的な状況や、国内外の脱炭素に向けた機運の高まりを受けて、本計画をより実効性のある内容とするために、令和4年（2022）8月に改定をしました。「カーボンニュートラルを実装した都市」を目指して、2040年度温室効果ガス排出量実質ゼロをチャレンジ目標に定めています。



福岡市環境局脱炭素社会推進部脱炭素社会推進課長 田尾幸一朗氏

その過程の2030年度目標としては、①市域の温室効果ガス排出量を2013年度比で50%削減（907万t-CO<sub>2</sub> → 451万t-CO<sub>2</sub>）、②市外への温室効果ガス削減貢献量・吸収量を100万t-CO<sub>2</sub>とすることを目指します。

## 2040年度カーボンニュートラル実現というのはかなり高い目標ですね。

——実は国のカーボンニュートラル宣言より早い、2020年2月の段階で掲げた目標でした。やはり福岡市が世界や日本がめざすカーボンニュートラルに積極的に貢献すべき、という考えがありまして、国際的な目標年であった2050年から10年前倒しの2040年度をチャレンジ目標にしました。

## 市内の温室効果ガス排出の削減と、市外への削減貢献・吸収は、どのように進めていくのでしょうか。

——福岡市は第三次産業が9割を占める産業構造で、二酸化炭素排出量の内訳も、家庭部門、業務部門、

自動車部門の3つで約85%を占めます（2020年度推計）。よって、脱炭素の取組みに当たっては、この3部門を重点分野として、カーボンフリーエネルギーへの利用転換や省エネルギー等に取り組んでいきます。

また、削減したうえで残る温室効果ガスを吸収したり、市外での削減に貢献することにより、実質ゼロを目指していきます。温室効果ガスの吸収策としては森林などによる炭素吸収を、削減貢献策としては再生可能エネルギーの市外への売電の推進のほか、メタン発生抑制効果がある廃棄物埋立技術「福岡方式」による海外での削減貢献等を想定しています。「福岡方式」はCO<sub>2</sub>の25倍の温室効果があるメタンの発生を約半分に抑える技術で、すでに世界21カ国で採用されており、海外での温暖化対策に寄与する技術であると考えています。

## 重点3部門における具体的な削減対策について教えてください。

——家庭部門では、太陽光発電シス

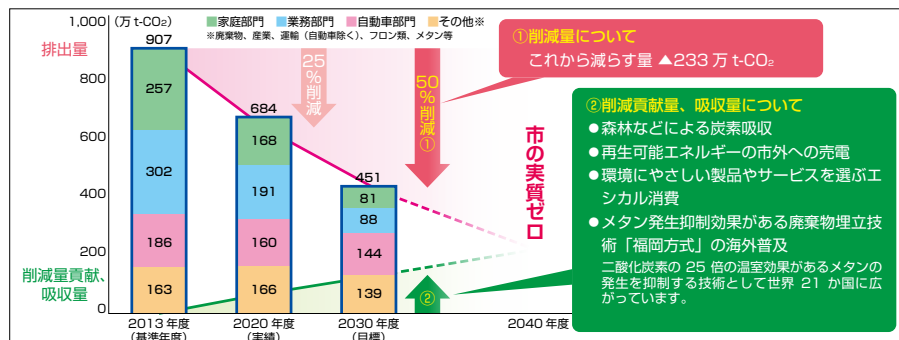


テムや蓄電池等の住宅用エネルギーシステム導入費用の補助や、市民の脱炭素行動に対してポイント（交通系 IC カード）を付与する ECO チャレンジ応援事業の拡充を図ります。自動車部門では電気自動車等の購入経費の助成をしており、今年度は補助枠を 2 倍に拡充します。また、福岡市は「水素リーダー都市プロジェクト」を推進しており、下水汚泥からグリーン水素をつくっています。その利用を推進するためにまず燃料電池ごみ収集車等の実証・導入を図ることとしています。

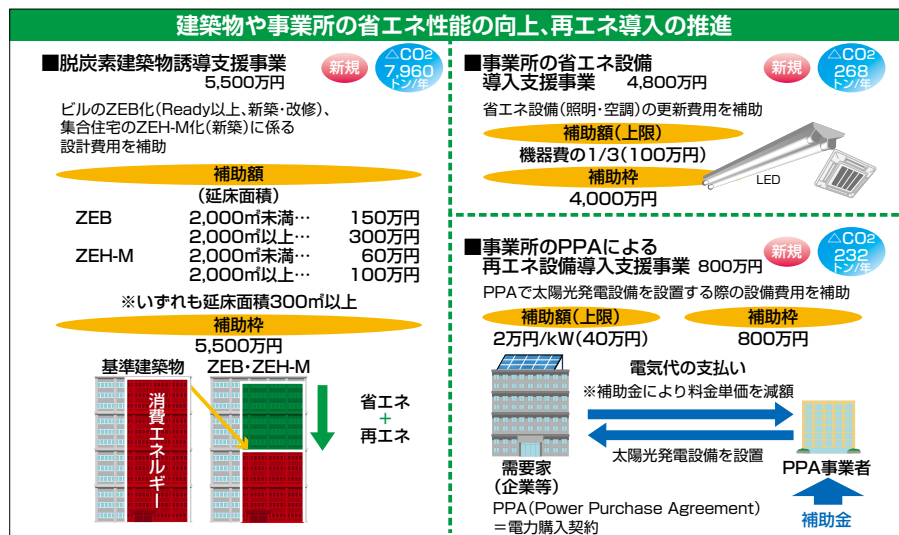
そして、2020 年度に福岡市で最も温室効果ガス排出量の割合が大きかった業務部門については、新たに 3 つの事業を始めます。

## 事業の詳細について教えてください。

—— 1 つ目は「脱炭素建築物誘導支援事業」です。現在、福岡市では人口増や都市の再開発を背景として新たな建築物や集合住宅の建設が進んでいます。この機会を捉えて、ビルの ZEB 化(Ready 以上の新築・改修)、集合住宅の ZEH-M 化(新築)のための設計費用を最大300万円補助します。2 つ目は「事業所の省エネ設備導入支援事業」で、一般的な事業所・店舗で、特にエネルギーの消費割合が高い照明設備や空調設備(換気設備を含む)の更新費用の一部を補助します。3 つ目は「事業所の PPA (Power Purchase Agreement : 電力購入契約) による再エネ設備導入支援事業」で、太陽光発電設備の設置費用を PPA 事業者に対して補助することで、需要家の電気料金単価を減額してもらいます。このような仕組みで太陽光発電設備の普及を図ろうというものです。



福岡市の温室効果ガス排出実質ゼロ達成に向けたイメージ



業務部門での取組み (令和5年度脱炭素関連予算概要)

## 熱供給事業についてはどのようにお考えでしょうか。

—— 熱供給事業は、省エネに大きく貢献するものと認識しています。また、分散型電源をシステムに組み込むことで、エリアのレジリエンス性能を高めていくこともできます。

現在、西日本鉄道(株)が「福ビル街区建替プロジェクト」を推進されていますが、そこにも地域熱供給が活用されます。「天神ビッグバン」等の再開発の機会を捉えて、熱供給事業など面的なエネルギーマネジメントシステムを導入していくことが、脱炭素のまちづくり、レジリエンスの観点から重要であると考えています。

## 今後の課題と展望をお願いします。

—— 福岡市は 2022 年に、世界的な気候変動対策の情報開示プログラム

「CDP Cities」において、最高評価となる「シティ A リスト」都市に選定されました。CDP のスコアは、ESG 投資の判断材料の一つとして世界的に影響がある指標となっており、福岡市においては、2040 年度温室効果ガス排出量実質ゼロというチャレンジ目標の設定や排出量の公表、気候変動影響の回避・低減に関する取組みの進展、同分野でのリーダーシップの発揮などが高く評価されました。こうした評価は、国際金融機能を誘致したり、様々な投資を呼び込むうえで、市のプレゼンスの向上に寄与するものだと思います。福岡市では、国際的な評価の獲得もしつつ、脱炭素社会実現に向けて、今回改定した本計画に基づく取組みを着実に進めていきたいと考えています。

# Close up town!!

全国熱供給エリア紹介①⑨

## キラメキテラス

東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)



### 「30年後を見越したまちづくりにおける スマートエネルギーネットワーク構築とまちの付加価値向上」

#### 30年後の鹿児島への贈り物となるまちづくり

鹿児島市高麗町にある「キラメキテラス」は、鹿児島市交通局跡地の再開発によって生まれた病院施設、ホテル、商業施設等の大型複合施設である。鹿児島市が2015年に、交通局の局舎や市電関連施設移転後の跡地約25,000㎡の活用提案を募集し、鹿児島市に本店を置く総合商社・南国殖産(株)グループが、「観光・健“幸”・新産業」をテーマにした「30年後の鹿児島への贈り物となるまちづくり」計画を提案して、跡地の取得と開発を担うこととなった。

再開発は、病院2棟、ホテル棟、サービス棟、駐車場

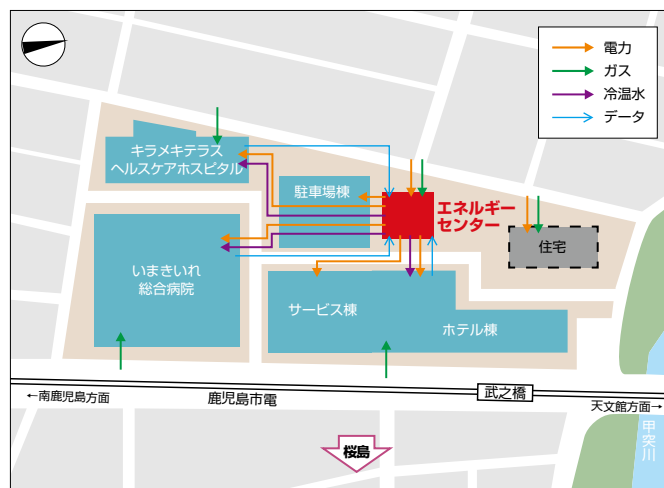


キラメキテラス外観

棟が建設される計画で、そのエネルギーの供給には、環境性の向上と、災害に強いまちづくりを目的として、熱と電気のスマートエネルギーネットワークが採用された。エネルギーセンター棟の竣工は2020年7月で、2021年初頭に竣工した病院2棟などから、エネルギー供給がスタートしている。

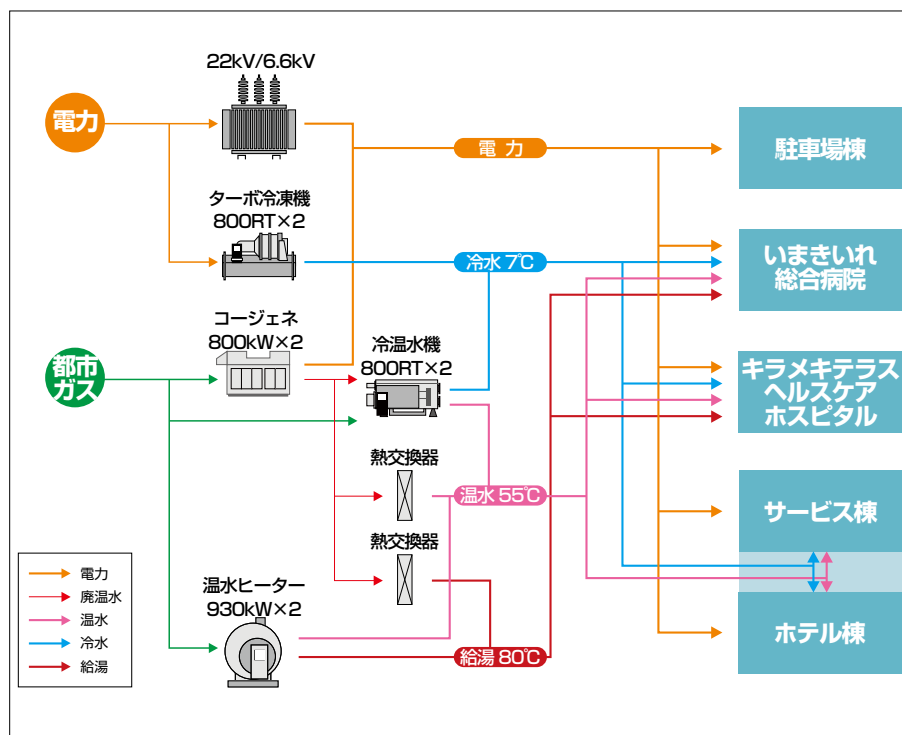
#### スマートエネルギーマネジメントによる自動最適運転

同エリアのエネルギー供給と原料調達は、南国殖産の子会社である九州エナジー(株)、スマートエネルギーネットワーク構築とオペレーション、メンテナンスは東京ガ



供給街区の概要





熱と電気のエネルギーシステムフロー図



ガスエンジンコージェネレーションシステム (800kW×2基)



火山灰フィルターが装着された吸気口

スエンジニアリングソリューションズ(株) (TGES) が担当している。

エネルギーセンターは敷地内に独立棟として建設され、ガスコージェネレーションシステム (CGS、800kW × 2)、ジェネリンク (800RT × 2)、ターボ冷凍機 (800RT × 2)、温水ヒーター (930kW × 2) の発電機、熱源機器が設置されている。このシステムにより、病院2棟とホテル棟、サービス棟、駐車場棟に電気 (商用電力と系統連系) を送り、病院2棟とホテル棟、サービス棟に空調用の冷水 (7℃)、温水 (55℃) を供給。さらに病院2棟には、給湯用の温水 (80℃) を供給する。

システムの運用は、TGESの遠隔監視システム「ヘリオネット21」とエネルギーセンターで24時間365日常時監視しつつ、TGES独自のエネルギーマネジメントシステム「ヘリオネットアドバンス」が熱、電力の需要データ、気象情報等から高精度にエネルギー需要を予測し、きめ細かく最適な運転制御を自動で実施している。ヘリオネットアドバンス導入だけで、同程度のシステムを導入した地域熱供給システムより約1割の省エネ効果が見込まれている。

## 火山灰という地域課題への対応と非常時対策

同敷地は、鹿児島県のシンボル・桜島の火口から10km

弱という近さにある。自然災害対策としては、地震や大雨だけでなく、火山灰についても考える必要がある。そのため、冷却塔を含めた各吸気口には、強力な火山灰フィルターを装着し、火山灰の降下量が多い日でも問題なく供給継続できるように対策している。また、災害発生時を含む停電対策として、CGSは停電状態でも自立起動し、運転を再開するブラックアウトスタート可能な仕様とし、さらに、地震に強い中圧導管で都市ガスが供給されることで、災害時でもCGSからの電力供給が継続できる仕組みを構築している。各病院やホテル棟、サービス棟には非常用発電機が備えられており、各棟で停電時でも事業継続可能な体制となっているが、それでも万が一の時には、エネルギーセンターが電力供給をバックアップする。

## 5月に全ての供給先がオープン。進む最適化

サービス棟が3月に開業し、ホテル棟のシェラトン鹿児島も5月16日にオープンする予定だ。計画していた需要が出揃うことで、本格的な負荷データの収集と分析が可能になる。過去の運転実績データが蓄積されていくことで、ますます自動運転制御が最適化され、エリア全体での省エネが、より一層、図られていく予定である。







Nabeshima Minako

1999年大阪市立大学大学院生活科学研究科後期博士課程修了。現在、大阪公立大学大学院工学研究科都市系専攻教授（都市学分野 地域環境計画研究グループ）。博士（学術）。専門は社会基盤、建築設備、環境工学。東京都地域冷暖房区域指定委員会委員、大阪市都市計画審議会委員等を務める。主な受賞に日本ヒートアイランド学会論文賞、大阪市環境表彰等。

大 阪 公 立 大 学 大 学 院 教 授

## 鍋 島 美 奈 子

## 専門分野が異なる4人の教授の影響で研究の興味が住宅から都市・地域へ広がる

## 主な研究テーマを教えてください。

鍋島 現在の研究テーマは大きく2つあり、一つは都市の熱環境の実測調査や対策技術評価、もう一つは街区レベルでの熱融通に関する設備の省エネ対策などを研究しています。

## 研究の原点は何ですか？

鍋島 住居系の学科・専攻で、室内環境や住宅設備関連の研究をして博士号を取得した後、本学の工学部で教職につきました。大学院生の中から教授になるまでに、建築、機械など専門分野が異なる4人の教授の下で様々な経験を積んだことが大きく、

住宅単体から、気象データの分析や都市の熱環境、熱融通といったように、研究対象とする空間や興味の規模が大きくなっていきました。それが現在の研究につながっています。

## 研究以外で取り組んでいることは？

鍋島 脱炭素社会実現のためにも、都市環境・エネルギー分野の人材育成を進めていきたいと思っています。この都市学科の学生の興味を喚起していくこと、それから社会人の方々の興味にも応えていきたいです。

現在は、大阪の企業ネットワークによるまちづくり勉強会「CITE（して

さろん」で、環境エネルギーに関するワークショップの座長も務めています。そこで、社会人になってからも研究活動をしたいという若手技術者の皆さんと調査研究等しています。

## 今後の課題・展望をお願いします。

鍋島 熱融通は、環境にいいというだけでなく、「ウェルビーイング」「経済性」にも良いというように、「三方よし」くらいでないとなかなか普及が難しいです。社会情勢的には脱炭素という良い風が吹いてきていますので、各所で実現するようにお手伝いをしていきたいと思っています。

一般  
社団  
法人 日本熱供給事業協会  
Japan Heat Supply Business Association

〒102-0075 東京都千代田区三番町1-16 三番町ホテルビル3階  
tel.03-6261-7704 fax.03-6261-3195

<https://www.jdhc.or.jp/>

