地元杉を床や什器などに使用した中田研究室では、断熱性能を高めることにより快適な温湿度環境を実現し、他の部屋と比較して光熱費を約1/5に抑えている。手前は熱導管のジオラマ。

CONTENTS

特 集：自治体のローカーボンへの取り組み

SPECIAL INTERVIEW
中田 俊彦 氏 …… 1

SPECIAL EDITION
福島県新地町スマートコミュニティ …… 5
宮城県東松島市スマートコミュニティ …… 9
福島県環境創造センター交流棟 コミュタン福島 …… 11
レヴィア広野 …… 13
石巻市水産物地方卸売市場 …… 15
石巻市総合運動公園 …… 17

TREND INTERVIEW
マニュエル・タルディッツ 氏 …… 19

HOUSING IS CULTURE
前川國男邸 …… 21

＊本誌では略称を用いています。また、一部敬称は略させていただきます。
表紙写真：福島県新地町スマートコミュニティ

気候変動、エネルギー、経済を一体として捉え、解決策を探る動きが高まりを見せている。復興推進委員会委員として被災地におけるエネルギー関連プロジェクトにも携わっている東北大学大学院工学研究科教授の中田俊彦氏に、今後向かうべき自律分散型エネルギー社会のあり方をたずねた。

計画的に整備されてこなかった熱エネルギーインフラ

― 日本におけるエネルギーの現状をお聞かせください。

日本では社会インフラとして鉄道網、道路網、上下水道の整備は進んでいます。これは国土交通省系と厚生労働省系のインフラです。一方、エネルギー供給インフラは計画的な整備がされてきませんでした。これは担当が経済産業省ということで、本来は税金を投入して整備すべきものを産業振興、エネルギー事業者の経済活動として進めてきたからと思えます。欧州では電力やガスといったエネルギー供給インフラを公共物として統合的に百年の計で整備してきました。ところが日本では文明開化以降、もっぱら電力を中心に整備が進められ、熱に有効なガスのインフラ整備が進んでいないのが実情です。その結果、大都市と地方都市で供給に大きな格差が生じています。ガスがもっとも安価なのは東京・名古屋・大阪で、それぞれ都市ガス会社が存在します。しかし東北の太平洋沿岸部を例に取ると、都市ガスが利用できるのは、八戸市、釜石市、気仙沼市、石巻市、仙台市などの一部。その価格も大都市と比較して割高です。都市ガスが利用できないエリアはLPガスを利用することになりますが、その基本料金・単価ともにより高価で、3大都市の約3倍になるといわれています。日本ではエネルギー供給に関して法律で規制されています。電力やガスは電気事業法とガス事業法によって、供給義務と料金許可制度、利潤保証が定められています。一方、LPガスには供給義務や料金に関する規定はありません。LPガスを届けるにはボンベの輸送や接続などの人件費がかかり、原料輸入から配達までに多くの人手がかかります。日本の一般家庭の約45％はいまだにLPガス世帯で、英国の4.8％やドイツの7.2％に比べて遙かに多い。なかでも東北・四国地方は72％にのぼります。特に冬の寒さが厳しい東北ではその影響が顕著です。外気温が0℃の東北で室温を22℃に維持するのと、10℃の四国で22℃にするのでは、燃料代も2倍かかるからです。

中田 俊彦

Nakata Toshihiko［東北大学大学院工学研究科教授］

グローカル※なエネルギー社会をデザインする

※グローカル（Glocal）：GlobalとLocalを掛け合わせた造語。地球規模の視野で考え、地域視点で行動するという考え方。

都市圏の電化に貢献してきた東北・北陸地方

― この地域格差はどのようにしてできたのでしょうか。

たとえば、磐梯山の麓に猪苗代湖があります。地元の人に聞くとたびたび洪水を起こし、明治時代に安積疎水が整備され、水が不足していた郡山市周辺の安積原野にも飲料水や農業用水として供給されました。安積疎水沿いでは高低差を利用した水力発電所が建設され、発電された電気は東京に送られて東京の市電も動かしたそうです。この工事で湖周辺の洪水はなくなったのですが、猪苗代湖の水利権はその時点で東京の電力会社である東京電灯のものになりました。調べてみると、地元資本の猪苗代水力電気が所有していた株は5%のみで、残りの95%が東京電灯でした。100年を経た現在、水利権はすべて東京電力のものとなっています。富山県に関西電力が建設した黒部ダムは北陸を素通りして関西圏に電気を届けていますが、それと同様のことが東北でも行われ続けているのです。風光明媚で豊かな自然に恵まれている地方の生活は、今や都市生活とは比較にならない高いエネルギーコストを日常負担しています。

かつては地域主体の電気事業があった

― 東北の電化は遅かったのですか?

明治維新があり文明開化を迎え、明治15(1882)年に東京銀座に初めて電灯がともりました。東北の電化は、そのわずか6年後。明治21(1888)年には仙台の宮城紡績会社によって日本で最初の水力発電所が仙台市青葉区の広瀬川沿いに造られています。この三居沢発電所は日本機械学会の機械遺産に指定され、現在でも1,000kWのシーメンス社製発電機が稼働しています。また、岩手県の下閉伊郡刈屋村では、仙台の大学病院通いで初めて電灯を見て驚いた村長が、私財を投じてドイツ製のミニ水力発電機を輸入して、その村で発電したという話が伝わっています。この事業は刈屋電気という地域産業に育ちました。集落裏の沢に発電機を設置して、それが30年間稼働していたといいます。明治時代の東北には豊かな森林資源をもとに、鉄道や馬車による輸送を使って、東京までエネルギー源としての木炭を送って作られた膨大な財がありました。現在は存在しない森林鉄道も東北だけでも3,500kmが整備されていて、当時の東北の人たちは、地域のエネルギーを自給するどころか、大都市へのエネルギーを供給する側でもあったわけです。それがグリッドに接続され、電力再編が進む中で、奥羽電灯や東北配電といった会社に統合され、戦時下で日本発送電という全国的な電力会社に編成されてしまいました。私たちが水力発電所の遺構を調査して分かったのは、東北の祖先にはとても賢い人たちがいて、木炭と小水力からなる再生可能エネルギーを創り出し、脱炭素社会を実現していたということ。さらに、東京からキャッシュを引き出して、地元の小学校教育を行い、ここから有力者や有識者を育てていったのだということでした。

中田 俊彦氏

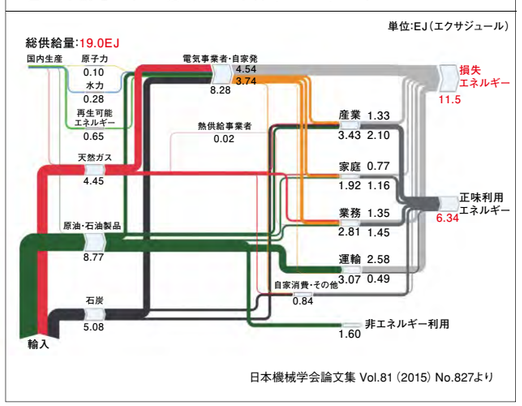
1960年神奈川県生まれ。東北大学大学院工学研究科修士課程修了。東北大学工学博士。財団法人電力中央研究所、東北大学工学部助教授、米国ローレンス・リバモア国立研究所研究員(フルブライトスカラー)などを経て現職。政府復興推進委員会委員などを務める。

エネルギーの6割がムダに捨てられている

― 日本のエネルギーシステムで一番の課題は何ですか。

ここで、供給側と消費側のエネルギーの構造について見てみましょう(図1)。日本のエネルギー需給フローを見ると2013年の1年間に日本で供給されたエネルギー量は19.0EJ(エクサジュール:10^{18}J)。需要部門別で見ると、産業・家庭・業務・運輸部門で利用されたのは6.34EJで、なんとその2倍近い11.5EJが熱として廃棄されているのです。エネルギー需要のうち、熱が約45%、自動車燃料が約25%、系統的に計画供給されている電力は約30%です。日本ではエネルギーの熱利用が多いにもかかわらず、大量の熱を廃棄しているのです。これまで、電力を中心とした大規模集中型のエネルギー供給体制だったので、エネルギーのロスに注目されることはありませんでした。今後は、発電などによる熱損失を抑え、熱を有効利用する自律分散型のエネルギーシステムを構築していかなければいけません。

図1.6割をムダに捨てている日本のエネルギーフロー(2013年)



日本機械学会論文集 Vol.81 (2015) No.827より

熱をムダにしないエネルギーインフラ

― 海外ではどのような取り組みをしているのでしょうか。

欧州では暖房や給湯などに用いる温水や水蒸気などの熱エネルギーを効率的に供給する熱導管ネットワークの整備が進んでいます。その歴史は古く、ドイツのハンブルク市では1896年に熱電併給方式で市庁舎への地域暖房が行われています。特に熱供給インフラの整備が進んでいるのが北欧や中欧の寒冷地域です。ここでは、暖房や給湯などのエネルギー供給機能を重要な社会インフラととらえて公的な整備が進められています。街中には上下水道、電力・ガスと同様に、温水を供給する熱導管ネットワークが整備され、各家庭は外気温が低くても家中が快適な室温に保たれ、温水をいつでも利用できるのです。最近では温水ボイラーの燃料に間伐材や廃材、ゴミ、家畜の糞尿など多様な燃料を混ぜ合わせる試みも行われています。さらに、発電設備も備えて市場のエネルギー価格変動や需要量の変動に応じて発電量や熱供給量を変えるCHP(Combined Heat and Power)という高度なシステムも登場しています。

地理情報システムを活用した地域のエネルギーデザイン

― 日本では具体的に何から着手すればよいのでしょうか。

日本は北海道から沖縄まで南北に長く延びており、その気候風土はまったく異なります。欧州に置き換えると、北はアイスランドから南はポルトガルまで及びます。このため、その地に即した、地域のエネルギーデザインから始めなければいけません。それには、現在のエネルギー需給の現状把握が必要です。これ(図2)は、欧米では1990年代から整備が進んでいる、地理情報システム(GIS)を用いたエネルギー需要マップです。電子地図の上にレイヤーを想定して、そこに対象とする地域のエネルギー需給を落とし込んでみます。まずベースマップに、川や日照量、森林など地域の資源を落とし込み、次に「需要分布」、需要側でエネルギーを使う人たちがどこでどれくらい必要とするかを組み込み、熱導管などのエネルギーインフラをデザインしていきます。そうすれば、エネルギーインフラを地域内に最適配置する投資を客観的データに基づいてサポートできるのです。

地域エネルギーシステムをデザインするプロを育成

― 地域のエネルギーを担うのは誰でしょうか。

地域にはそれぞれのエネルギーマネジメントモデルがあるはずです。その運用主体は官民が連携したものになるでしょう。ドイツのシュタットベルケはその良い例です。ドイツではエネルギー組合法があって、農協や漁協の延長線上にエネルギー組合があります。ドイツでは、熱供給プラントが市町村のゴミ焼却場から始まったので、市役所がエネルギーの勉強をして自分たちで設備を運用管理してきました。オーストリアやスイスでも同様な仕組みがありますが、場所によって燃料が異なります。ドイツ東部は牧場が多いので糞尿のメタン発酵ガスを用い、林業が盛んなオーストリアでは間伐材やチップを利用するバイオマス燃料です。北欧ではデンマークが風力、フィンランド・スウェーデンは木材、ノルウェーは水力というように国ごとに特徴があります。日本でも地域に合った取り組みが必要ですし、エネルギーシステムを俯瞰し、デザインできるプロフェッショナルの育成も重要になるでしょう。

東日本大震災をきっかけに、エネルギーを自らの問題として捉える自治体も増えてきました。自治体は電力やガス事業の自由化を契機に地域のエネルギー社会をデザインしていくチャンスと考えるべきです。私は、あえて『エネルギーの地産地消』とは言いません。村や町が孤立するのではなく、地域の価値を高め、供給力のある地域は消費地に送ってしっかりと利益を上げる。地球規模の視野で考え、地域視点で行動する、グローカルな独自モデルを構築したいと考えています。

― ありがとうございました。

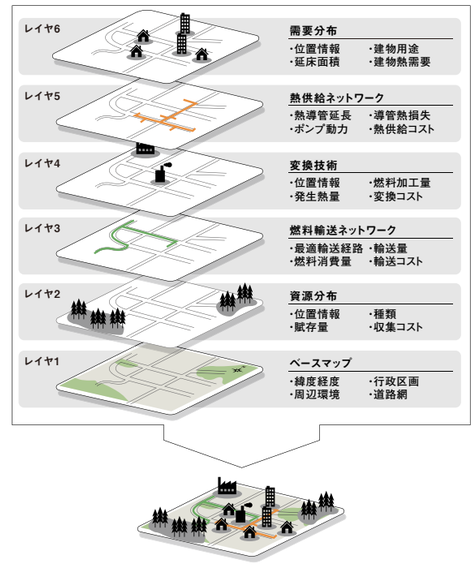



図2.地域エネルギーシステムの空間データ構造