

低炭素社会戦略センターシンポジウム

「低炭素技術をどう社会につなげてゆくか」

日時 平成 26 年 12 月 15 日（月）13:30～17:00

場所 伊藤謝恩ホール

第 2 部 パネルディスカッション「技術と社会をどう結ぶか」

モデレータ 山田 興一（低炭素社会戦略センター（LCS）副センター長）

パネリスト 伊香賀 俊治（慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科 教授）

岸 輝雄（独立行政法人物質・材料研究機構 名誉顧問／LCS 上席研究員）

外村 正一郎（独立行政法人科学技術振興機構（JST）理事）

橋本 和仁（東京大学大学院工学系研究科 教授）

堀内 勉（森ビル株式会社 専務執行役員）

松橋 隆治（LCS 研究統括）

趣旨説明

（山田）山田でございます。よろしくお願いたします。このパネルディスカッションは、「技術と社会をどう結ぶか」という非常に難しい課題なのですが、ここにいらっしゃる方々それぞれから、まずお話を頂きたいと思っております。

（以下スライド併用／＃スライド番号）

#2

社会と技術を結ぶというのは非常に難しいことですが、少し観点を考えてみました。世界と日本とスウェーデンとニュージーランドの電源構成と、面積、人口などの基礎データを比べてみます。2012 年の世界全体の電源構成を見ますと、化石燃料が 70% ぐらいで 10% が原子力、20% が再生可能エネルギーです。日本は大震災があったために化石燃料がほとんどで、水力を主とした 10% 程度の再生可能エネルギーがあり、原子力は 2% ぐらいです。ところが、スウェーデンでは化石燃料は 4% で、ニュージーランドでは 25%、スウェーデンでは 40% と非常に多くが原子力で、再生可能エネルギーは特に水力が 50% ぐらいあります。

例えば、スウェーデンの人口は日本の 10 分の 1 以下ですが面積は非常に広く、ニュージーランドでも水力が 56% もあり、地熱なども入れて 75% も再生可能エネルギーになっています。ここも面積が非常に広いので、特に水力などは取りやすいわけです。日本も同じ人口だったら大丈夫なのですが、そうではありません。例えば再生可能エネルギーを増やそうとしますと、水力や地熱だけでは足りないのです、どうしても太陽光や風力も増やさないと将来は駄目だということがデータから分かると思います。

ではスウェーデンなどでは、どうしてそれができるのでしょうか。スウェーデンは非常に低炭素化が進んでおり、1990 年から現在まで、例えば化石燃料は、自動車なども入れるので電源とは違いますが、35% ぐらいだったのが、今は 51% ぐらいになっているのです。いかに低炭素化を進めるかということで、1L 当たり約 40 円の炭素税を掛けて、どんどん

低炭素化を進めていったわけです。それでも20年以上かかるのです。もちろん政策で少し後押しをしないと進まないのですが、多くの天然資源があったり、核廃棄物の廃棄処理場が非常にたくさんある国でも、それだけ時間がかかるわけですから、今日、社会と技術をどうつなぐかということを考えてときに、そう簡単ではありませんが、それでもわれわれは世界に先駆けていろいろ考えていかなければいけないと思っています。

#3

一つは日々の暮らしの低炭素化をここから進めていきたいと思います。家電製品などは割と早く進みますが、それでも太陽光発電などは、少ない量のときですが、10年ぐらいのスパンを要し、住宅では20年ぐらい、都市づくりでは30年ぐらいかかります。低炭素化に完全に移行しようとする、2050年あたりを考えて、それまでにどういう道筋をたどるかが大切だと思います。

ものづくりの方も同じで、技術があっても、大規模なリサイクルやモーダルシフト、大幅な電源構成変更、林業再生などをしようとする、30年ぐらいはかかるので、やはりその道筋をどうやって示し、どういう道を通っていけばいいか、そのために今の技術をどのように発展させていけばいいかが重要だと思います。

#4

次に太陽電池を例に取ってみます。セル変換効率を0~100%とし、技術が進歩したおかげでいろいろな太陽電池がありますが、普通のスケールでは効率が少しずつ伸びています。それに対してログ（対数）スケールを見ると、太陽電池の導入量やコストが分かります。コストの方は、この20年ぐらいで見ると10分の1ぐらいにはなっています。それに比べて累積の方は3桁ぐらい上がっており、今後も徐々に上がっていきます。太陽光の方も、これから10年、20年後、単位コスト当たりでどれだけの出力が出るかを計算しますと、少しずつ上がっていても、第1部の講演にて伊藤智明様からお話がありましたグリッドパリティの以下になってきますので、少し変わってきます。それがさらに下がっていくと、いろいろなシステムを導入するお金も必要になってくるということがうかがえます。

こうしたことから、技術開発は非常に大切だが、それに対して、単に性能だけではなく、製造技術コストをいかに下げて入れていくかが大切だということが分かると思います。

#5

今日は各パネリストの方々に、材料軽量化による省エネルギー（岸）、低炭素社会実現と技術開発促進（外村）、科学技術開発促進と成果を生かす政策（橋本）、省エネ住宅の普及とその効果（伊香賀）、都市の低炭素化と活性化（堀内）、低炭素技術と制度革新の統合化（松橋）というテーマでお話させていただきます。

#6

1人平均5~6分で、40分ぐらいで終わると思います。その後、各話題についてパネラーの間で簡単な討論をした後に、事前に募集いたしました聴衆の方からのご質問にお答えしていきます。ただ時間の都合上、各パネリストから5項目ぐらいお答えいただいて、少し

時間が余りましたら、会場からも1~2質問を受けて、最後にまとめということで終わりたいと思いますので、よろしくお願いします。

初めに岸先生からお願いします。

プレゼンテーション1 (岸)

(岸) 皆さん、こんにちは。ご紹介いただいた岸です。LCSに加わらせていただいて、何とか材料とLCSを関連付けようと考えてきました。今のところ、大きく分けて、構造材料と機能的な材料でどう発展させていくかということを考えてきたのですが、今日はそのうちの割と単純な方の構造材料を発展させて、自動車用の構造材料で今どういうことを問題にしているのか、どの辺のターゲットで動いているのか、ちょっと私の話は浮いているようなところもあるのですが、低炭素に向けた一つの省エネの典型例としてご理解いただければと考えております。

(以下スライド併用/ #スライド番号)

#2

今、いろいろな形で車体全体の材料を変えようという動きが出ています。今年10月、パリのモーターショーでルノーの造ったモデルカーが発表されました。ルーフにはマグネシウム合金、それから、青の所はCFRPではなく値段を考えてGFRP。赤い所はハイテン、それからアルミをできるだけ小さい所に、小物に使おうということで動いています。

#3

同じ会場の隣にあったレクサスは全部CFRPだけの車で、1台造ると1億円ぐらいするのではないかと思います。

#4

その隣の部屋へ行くと、今度はBMWで、オールCFRP。オールといっても、本当のボディのところにはまだハイテンを使っているのですが、そういう車も展示されていました。結論から言いますと、今のところどんな材料で車を造ると最も効率的かに関しては、全く結論が出ていません。ただ、目標は非常にはっきりしています。

##

全体として、欧米の規格は非常に厳しくなり、約40%、できれば50%軽量化したいということで、今動きだしているところです。これは大変な努力を要する領域だという言い方ができます。

##

今のところ注目している材料は、鉄鋼ではハイテンをどう使えるか、アルミではアルミニウム合金、金属では最も軽い方に属するマグネシウム合金、CFRP、それから今お話ししたGFRPです。カーボン・グラファイトの複合材料を使おうということで、わが国でも目下、

経済産業省の未来開拓研究等の推進で非常に大きなプロジェクトが動きだしています。

#5

車両重量と排出量の間関係を見ると、重量が大きいと間違いなく排出量が多いということがご理解いただけると思います。

#6

どのぐらいの排出量が可能かという、大体 100kg の重量減で 1L 当たり 1km の燃費が改善し、1km 当たり 15~20g ぐらいの排出量削減が可能ということになっています。日本に今ある車を全て 500kg ぐらい低減すると、4000 万 t ぐらいの排出量の削減、すなわち運輸関係の 2 億 t の約 20% の削減が可能かと言われていたところでは、

その他にもいろいろなことを述べたいと思ったのですが、次にいきます。

#7

ガソリン、ディーゼル、ハイブリッドなどいろいろな車がありますが、こちらだけではなく、重量の方でもチャレンジする時代が迫ってきたということだけ付け加えたいと思います。どうもご清聴ありがとうございました。

プレゼンテーション 2 (外村)

(外村) お願いいたします。

(以下スライド併用 / #スライド番号)

#2

今年のノーベル物理学賞を取られました青色 LED の開発の経緯について述べますと、1985 年に大きな発見がありました。今から 30 年ほど前に成し遂げられた、低炭素化に向けた、まさにゲームチェンジング・テクノロジーだろうと思います。日本の全照明を LED に置き換えることで 5000 万 t (0.5 億 t) の年間 CO₂ の削減になるということで、これは、今、日本全体で出している CO₂ の 4% に当たるという非常に大きな CO₂ の削減ポテンシャルを持った技術です。

この開発を、企業化 (事業化) に橋渡しするという事で JST が少しお手伝いできたことは非常に幸せなことだと考えています。

#3

LED のように、これまで原理・概念が証明されている技術はたくさんあります。太陽電池、風力、モーターの効率化に基づくインバーター、ヒートポンプ、断熱材など、これまでに開発されてきた技術を進化・展開していくことが、まず進められなければならない点であると考えています。ただ、低炭素化、つまり二酸化炭素を出さない社会に持っていくためには、2050 年あたりには今の半分ぐらいにしないといけないとも言われています。

そのためには、これまでに開発されている技術だけでは、なかなか達成できない部分も

あり、2030年ごろまでに新たなゲームチェンジング・テクノロジーを創出するというところで、JST 先端的低炭素化技術開発（ALCA）でこういった事業を進めているところです。

#4

これは、これまでに開発された化学製品です。日本化学工業会が今年3月に10製品ほど例を挙げ、2020年の普及率も含めて、2020年1年間で生産された化学製品のライフサイクルでどれぐらいCO₂が削減されるか、その削減量を見てみると、いろいろなものがかかなり貢献すると試算されています。ただ、ライフサイクルは製品によってそれぞれ違います。

#5

概算ですが、太陽電池については、現在の普及から考えて2030年にどれぐらい普及するかといった想定、照明を全てLEDに置き換えたときの想定などがあります。モーターは10%の効率化が理想的です。省エネ住宅では、断熱、高効率エアコンなどの導入で排出量が削減できます。それぞれがそれなりの削減量になっており、これらを足すと、日本が今出しているCO₂の10%程度になりますが、これをどのように進めていくかが課題で、一時的にかなりの出費になるので、これらをどう社会に導入していくかが非常に重要なポイントになるかと思えます。

#6

これまでにいろいろ開発されてきた技術があり、2℃ぐらいの地球温暖化にとどめるためには、2050年には今の半分ぐらいにCO₂排出量を抑えなければいけないとも言われています。そのために、2030年に向けて新しいゲームチェンジング・テクノロジーの創出をALCAで進めており、今日いらっしゃる橋本先生がその総括をされています。さまざまな分野でゲームチェンジング・テクノロジーの開発を進めています。太陽電池もそうですが、超伝導のシステムも大きな役割を果たします。

先ほど岸先生からお話がありました、革新的な耐熱材料、軽量の金属材料などを用いることで、軽量の自動車ができる、あるいはタービンの温度を少し上げることで非常に大きなエネルギーの効率につながる。こういった研究開発、ゲームチェンジング・テクノロジーの創出を進めております。以上でございます。

プレゼンテーション3（橋本）

（橋本）私の専門は化学で、工学系研究科の応用化学専攻でエネルギー材料や環境材料といった研究を行っています。材料をベースにした化学者です。併せて、現在、総合科学技術・イノベーション会議と産業競争力会議の議員を仰せつかっており、政策の方にも関わっております。私はまだ現役の研究者だといつも申し上げているのですが、現役の研究者が政策現場にいますので、今日ここでは、そういう観点で低炭素社会に向けてわが国がどのように取り組もうとしているか、それに対してサイエンティストがどのように進むべきかをお話しさせていただこうと思います。

（以下スライド併用／#スライド番号）

#1

総合科学技術・イノベーション会議では、2013年9月13日、安倍総理の諮問に対する答申で「環境エネルギー技術革新計画」を出しています。これは今年決まったエネルギー基本計画とは別のもので、環境エネルギーに関して新たな指針を出しましょうということを出したものです。これを総理が受け取って、今、安倍政権としてはこれに従った形の政策・外交を進めるということで取り組んでいるわけです。

1枚にまとめるとごく一部ですが、大変重要なことがこの頭書に書かれています。今、外村理事のお話にあった2050年に世界の温室効果ガス排出量を半減するという。世界で半減となると、先進国は8割減なのです。「無理だ」と首を振っている方が随分いらっしゃいますが、私もそう思います。ただ、とにかくこの目標を達成するとともに、わが国は2050年に8割削減の目標を掲げているわけです。

さらに、重要なのはこちらです。途上国で経済成長の制約となっている環境・エネルギー問題の克服に貢献するため、革新的技術の着実な開発と普及により、世界の温暖化問題等々に貢献するとなっているのです。これは非常に重要なことで、京都議定書の場合はCO₂の削減のみを約束しているのです。今、岸先生や外村理事からお話があったように、わが国の産業界は、LEDにしてもそうですが、省エネのための基本的な材料をどんどん出しています。しかし、化学産業界が特に言っているのですが、彼らはCO₂を出すばかりに数えられるのです。どんなに素晴らしいものをつくっても、それを使ったことによってどれだけCO₂が減ったかという枠組みは、実は京都議定書の中にはないのです。

そこで、ライフサイクルから考えてCO₂をどれだけ減らしたかという観点で貢献すべきだと言ってきているわけですが、それは国際交渉の中で全く位置付けられていないのです。2国間取引の中でそういうことをやろうとするなど、いろいろ努力しているわけですが。そのことに対して、ここでは明確に、わが国としては技術を発展途上国等々に展開することにより、CO₂削減、温暖化問題に貢献すると謳っているわけです。これが国際的に認められるかどうかということで今しのごきを削っているところで、ちょうど終わったところですが、リマでいろいろ議論があったようです。なかなか各国が「うん」と言ってくれる状況ではありません。しかし、明らかにわが国がCO₂を削減するだけでは無理です。それも重要ですが、やはり技術で貢献することの重要性をわれわれは強くうたっていくべきです。

そのために三つのことを言っています。一つは革新的技術を特定しましょうということ。それから、その技術開発を推進するための施策を強化しなければいけない。さらに、大変重要な国際展開・普及に必要な方策をつくらなければならない。この三つから成っているのですが、今日のお話では特に技術の特定のところです。あれもこれも重要なのですが、絞らなければとても国としてサポートできないので、国として重要なものをまず特定しましょうということ、いろいろなことをベースに、革新的技術として37の技術を特定しました。2030年ごろまで（短中期）に開発する技術と、2030年ごろ以降（中長期）に実用化を目指す技術という二つになっています。

短中期の方は、太陽エネルギーはもちろん、風力発電、地熱発電等々、それから革新的構造材料、岸先生の話にあった次世代自動車、他には、今日お話のある省エネ住宅・ビル

等々です。今日これからお話しいただくのは、2030年ごろまでに開発する技術が多いと思います。

併せて、それ以降の中長期のものは、二酸化炭素回収・貯留（CCS）、人工光合成、バイオマス利活用、水素製造・輸送・貯蔵等々で、今、外村理事からお話のあった、私が総括をさせていただいていますALCA事業等々で、先端の研究をやろうということになっています。

#2

JSTの前理事長の北澤先生が残念なことに今年亡くなれましたが、北澤先生から頂いたもので、同志社大学の山口教授が提唱されていることをご紹介します。それは、パラダイム破壊型技術とパラダイム持続型技術です。出発点から縦軸に「価値の創造」、横軸に「知の創造」を取ります。既存の技術があり、これをさらに高めていくのがパラダイム持続型で、それによってより良いものをつくりましょうというものです。それと併せて、もう一つ、一度既存の知に戻り、既存の知から新たな知をつくり出し、そこからパラダイム破壊型に行く。これがゲームチェンジング・テクノロジーというもののイメージでして、これらは両方とも重要です。

現在あるものをさらに伸ばす型と併せて、一回下がって新しい知をつくり出して、今あるものと全く異なるような、非常に大きな変革を伴うような技術を導き出すこと。その両方が重要だと言っています。私は化学者なので、まさにこういうことを言わなければいけない立場なのですが、あえて今日は3本目の道を強調したいと思います。

それは、既存の知から、既存の知や既存の技術を組み合わせることによって新しいものをつくり出す、ということです。私は理学部出身ですので、こういうことを言うと怒られるという教育を受けてきた人間です。既存のところから新しい知をつくり出し、そこからでなければ新しいものは出てこないというように教えられてきました。もちろんそうなのですが、実は既存の知、既存の技術を組み合わせることによって新しいものをつくれるということが、今、非常に明確になってきているような気がするのです。

#3

キーワードの1つめは「異分野融合」です。2つめは、やはり「情報通信技術（ICT）」で、エネルギーにおいても何においても、今、猛烈な勢いで導入が進んでいます。そして、さらに重要なのは「若手研究者」です。

若手研究者が既存のものから新しい知をつくり出すとともに、既存のものをいろいろな方法で組み合わせて新しいものをつくっていく。そういう環境をつくっていくことが大変重要だと思っています。

以上です。ご清聴ありがとうございました。

プレゼンテーション4（伊香賀）

（伊香賀）慶應大学の伊香賀でございます。「見えない価値の見える化による低炭素な住まい・まちづくりの推進」というテーマでお話します。

(以下スライド併用／#スライド番号)

#1

今年1月に経産省のプロジェクトで、大学対抗戦で、東大、早稲田、慶應他5大学が最終選考に残り、実際、2030年において日本で普及すべき住宅を提案しました。単なるゼロエネルギーではなく、製造エネルギーまで含めてプラスマイナスゼロにするというコンセプトでやりました。ただ、そのためには、最初にかなりお金が掛かります。最初にお金を掛けることをみんながやってくれるかどうかの問題で、これまで省エネ技術は、光熱費が安くなることで何年で元が取れるからやりましょうというような説明をしてきたのですが、残念ながらなかなか元が取れない。健康や知的生産性、震災時の機能継続など、今見えていない経済価値を見えるようにすることが低炭素化の推進に役に立つ。これが IPCC のワーキンググループ3の第5次レポートの第9章に盛り込まれたことでもあります。

#2

問題は、日本の産業部門別の CO₂ は間接排出まで含めて、産業・運輸部門はかなり頑張っているのですが、家庭・業務部門は 1990 年比 60% 増という驚くべき増加を続けています。それを減らすことが重要なことです。

#3

一方で、住環境、われわれが日々暮らす場の低炭素化が医療費や介護費の軽減に役に立つであろう。ただ、その証拠が十分ではないということで、今、その証拠づくり、証拠集めをしているところです。2025年において、現状から医療費は2倍、介護費は3倍に増大し、今後、今のような社会保障は受けられなくなります。

その軽減、日々暮らしている住環境の断熱を含む低炭素化によって、医療費や介護費が結構減らせるのではないかとこのところに着目しました。

#4

そんな中で、地元の高知や山口の自治体と一緒に、幾つか住民の健康調査を行いました。断熱が悪く、朝起きたら 10℃ 以下、あるいは居間だけ 20℃ だけれども他の部屋は 10℃ 以下など、部屋間で 10℃ 以上の差が付いている家が日本の住宅ではほとんどです。そういう家に住んでいると、温度差のない住宅に住んでいる人に比べ、歩数が 1 日 1400 歩減っていたという測定の結果が出ました。

低炭素化によって、暖かい住宅、温度差のない住宅にすると、普段歩く歩数がおのずと増えるというメリットが期待できるかもしれないという予備調査です。1 日 8000 歩が健康維持のために推奨されている歩数ですが、その 2 割ぐらいのウエートがあるわけです。

#5

さらに血圧の問題です。心筋梗塞、脳卒中は朝起きたときに集中的に起こり、その次に起こるのが入浴時です。若い人から 70 歳以上の高齢の方まで、室温が 10℃ 低いと血圧が何ミリ上がるかという測定の結果があります。40 歳未満の若い方々は、ほとんど影響はな

いのですが、例えば 70 歳以上の方々は平均で 8mmHg も上がります。最も上がる人だと 30mmHg 以上上がるということで、これが朝方に脳卒中、心筋梗塞が多発する原因であることを示す背景データです。

#6

実際に断熱を良くする改修ということで、家は一度建てると 30~40 年住み続けますので、なかなか性能の良い住宅には置き換わりません。山田先生が住宅 20 年とおっしゃいましたが、リフォームは 20 年、建て替えでは 40 年ぐらいになります。そこで、断熱を良くする改修をした結果、調査した家にお住まいの 70 歳代の女性の血圧は、改修前には 146mmHg だったのが正常血圧まで改善しました。薬を飲まずに家の改善で高血圧が治ったというような数字です。

ただ、高齢の方にはこれだけの効果がありましたが、同居されている 40 歳代の息子さんには、効果はほとんどありませんでした。高齢の方ほど家の改善効果が大きいということであり、万人に共通の効果ではないということで、この結果は家の低炭素化を推進することがいかに難しいかを示しています。時間がなくなったので、ここで終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました（拍手）。

プレゼンテーション 5（堀内）

（堀内）先ほど山田先生からご紹介いただいた森ビルの堀内と申します。今日は、「森ビルの環境への取り組み」ということでお話しさせていただきます。お持ちした資料が多いので少し長くなってしまいかもしれませんが、ご容赦いただきたいと思います。

（以下スライド併用／#スライド番号）

#0

表紙にあるのが虎ノ門ヒルズで、今年 6 月に竣工したビルです。森ビルというと、六本木ヒルズで有名だと思いますが、今年は虎ノ門ヒルズということで、新しい開発を次々と手掛けています。その中で環境に対してどう取り組んでいるかをお話しさせていただきますと思います。

#1

森ビルの話に入る前に、世界の都市ランキングを森記念財団で 5 年ぐらいやっており、その中で都市の順位を発表しています。東京が 4 位で、ロンドン、ニューヨーク、パリ、東京という順番になっています。内訳については後でご説明しますが、東京の強みは、経済・市場規模、経済・人口集積度、生活利便性、都市内交通サービスなどです。弱みとしては、経済の成長性は仕方ないとして、経済の自由度、法人税率、ハイクラスホテルの客室数、居住コスト、海外からの訪問者数、国際会議の開催数、国際交通ネットワークなどになっています。

#2

トップ10の都市の分野別順位グラフもあります。内訳は、経済、研究・開発、文化・交流、居住、環境、交通・アクセスの六つでポイントを付け、それで順位を付けて東京が4位になっています。東京は環境で言うと9位です。ただ、1位のロンドンが7位、ニューヨークが25位、パリも16位ということで、いわゆる国際都市の環境ランキングは少し低い傾向にあります。トップがジュネーブで、ストックホルム、チューリッヒ、フランクフルトという順番になっています。

#4

日本再興戦略があります。昨日選挙があつて、安倍政権がまた継続しますが、その中で国家戦略特区ということが言われています。「世界で一番ビジネスのしやすい環境をつくる」ことがコンセプトになっています。ここでは、重要業績評価指標（KPI）を三つ定めています。一つは今ご説明した都市ランキングで、2020年の東京オリンピックまでに現在4位の東京を3位にすることです。二つ目は世界銀行が発表しているビジネス環境ランキングで、今の15位を3位以内にすることです。三つ目は、よく言われますが、訪日外国人旅行者数で、2013年に1000万人を超え、2014年は1200万人ぐらいになると思います。それを2030年までに3000万人にすることです。ただ、パリは8000万人ぐらいになっているので、これをもっと増やしていかなければいけません。このあたりが達成目標になっています。

#5

森ビルは総合ディベロッパーです。今日のトピックでポイントになるのは、賃貸ビル数、賃貸面積、入居会社数で、賃貸ビル数は112棟、面積で123万m²を管理しています。テナントが2930社です。

#6

森ビルの開発コンセプトをわれわれは“Vertical Garden City（立体緑園都市）”とっておき、「自然との共生」「低炭素化」「資源循環」に配慮した持続可能な社会を実現することを掲げています。土地の高度利用と空き地の緑化、地下の利用などを行っていくというコンセプトです。

#7

六本木ヒルズの開発の前と後の比較の写真です。

#8

都市の環境性能スタディとして、密集した小さな建物が建っているよりも、まとまった大きな建物が建っていて、空き地があつてその間が緑で埋まっている方が都市の負荷が少ないということがあります。

#9

具体例として、アークヒルズの緑被率が挙げられます。1986年にできたのですが、1990年に緑被率23.3%だったのが、2012年には44.1%になっています。

#10

ヒートアイランド対策も重要です。航空写真でサーモ画像を撮りました。六本木ヒルズ、およびアークヒルズと愛宕グリーンヒルズの写真です。一目瞭然で、開発地の所は緑が多いので、温度が低いことが色で分かります。

#11

緑の多い街をつくり、緑のネットワークをつくっていこうというのがわれわれのコンセプトです。

#12

以降は、省エネビルで取り組んでいることとして、窓や外壁周りの省エネ対策、空調などがあります。

#13

ドラフト対策、太陽光パネルの設置も行っています。

#14

LED 照明の高効率化も行っています。それから CASBEE というプロジェクトの評価基準があり、その S ランクを取ることを目指して、われわれの新しい開発を行っています。

#15

東京都の「優良特定地球温暖化対策事業所」に六本木ヒルズ森タワーをはじめ六つの建物が認定されました。六本木ヒルズは建物としては三つあり、いずれも認定されています。

#16

それから、国土交通省の「省 CO₂ 先導事業」に虎ノ門ヒルズが認定されました。

#17

以上は省エネビルの話ですが、以降は省エネの街についてご紹介します。ビルの省エネだけでなく、街全体として省エネでやっていこうということで、一つがコジェネ、もう一つが地域冷暖房（DHC）です。

#18

六本木ヒルズではコジェネと DHC を組み合わせております。

#19

アークヒルズでも DHC を行っています。

#20

ハードだけでなく運用面においても取り組みを行っています。

#21

先ほど江崎先生からご説明がありましたが、BEMS (Building Energy Management System) を活用してエネルギー使用量の見える化を図っています。

#22

次はテナントエネルギーマネジメントサービスです。ビルのオーナーにわれわれがつくったシステムを提供し、見える化を他のビルオーナーでも展開してもらおうというサービスも展開しています。

#23

最後に、森ビル全体として今どうなっているのかをご説明します。2002年から2012年までのCO₂の発生量(t/年間)と床面積当たりのCO₂発生量を見ると、ビルが増えているので、全体のCO₂発生量はそれほど劇的に減っているわけではありませんが、単位面積当たりでは、ピークの2005年から2012年で約3割の削減ができています。今このような取り組みを続けています。私の説明は以上です。

プレゼンテーション6 (松橋)

(松橋) 最後に松橋の方からお話をさせていただきます。

(以下スライド併用/ #スライド番号)

#2-3

先ほど森先生からご説明があった「家庭の省エネポテンシャル」は、95年製の自動車や家電製品、住宅等に住んでいる場合のエネルギー消費を100とした場合、2010年製の新しい家電製品に入れ替え、燃費の良い車にし、太陽電池、断熱等を進めるとエネルギー消費が4分の1になり、一気に75%近くエネルギー消費が削減されます。

それから、江崎先生のお話にあったように、ただ光熱費を削減するということだけでなく、新しい家電製品に入れ替えることで、生活水準が上がり、明るく豊かな低炭素社会を実現するのはこういう方向であるでしょう。

#4

今のはライフサイクルでも回収できます。95年製の冷蔵庫と2010年製の冷蔵庫を比べると、年間約800kWhの節電量があります。それを電気代に直すと約2万円になります。10年間使えば20万円になりますから、新しい冷蔵庫の投資回収が十分できます。ところが現実の年齢構造を見ると、日本には1歳の冷蔵庫から30歳を超える冷蔵庫まで存在しています。すなわち、元が取れると分かっているにもかかわらず、なかなか買い換えなくて、古い冷蔵庫が残っているという実態があります。

#5

なぜでしょうか。もちろん「もったいない」という日本独自の、ノーベル平和賞のマータイさんの思想につながった立派な精神構造も一つにはあるかと思いますが、一面では、世界共通に限定合理性の問題があります。年に2万円得になって、単純に言うと10年間で20万円電気代が得になるわけですが、将来のお得分を現在の価値に換算する、現在価値換算ということがあり、標準的には金利で換算します。金利が2%であれば、10年先に1.02の10乗で割り引くことで、10年後のお得を現在に換算します。これが指数割引というものです。

ところが、現実にはいろいろな経済の実験等々をしてみると、むしろ人間の時間割引というのは双曲線に近い形をしているというのが、近年の行動経済学などの重要な発見になっています。従って、単純に10年で元が取れるといっても、将来のお得は非常に大きく割り引かれるので、元が取れても買い換ええないという現象が起こります。

#6

私たちが調査し、注目している英国グリーンディールという仕組みがあります。これは、省エネ機器や住宅断熱を設置すると、光熱費がビフォー&アフターで削減されます。そのときに国が肝いりで制度をつくり、断熱施工や省エネ技術を初期コストただで導入します。従って、初期費を払わなくてもいいわけです。それに代わってローンを返済しなければいけないのですが、光熱費が削減されるので、例えば削減された光熱費から電気代に載せる形でローンを支払っていただく。これが平たく言うとグリーンディールというイギリス政府の仕組みです。

私たちは日本向けに制度をつくらうとしています。イギリスでは住宅断熱を主たる狙いにしており、向こうの住宅は100年以上のロングライフ住宅がたくさんありますが、日本では30~40年の木造住宅が結構多いので、断熱を狙ってもなかなか元が取れないということがあります。

#7

そこで日本向けに考えるわけです。今、私どもはグリーンパワーモデレータという中間の事業体を考え、これが電力会社やエネルギー会社と一般の需要家の間に入り、ICTで冷蔵庫やエアコンのデータを検知し、何年で元が取れるという評価結果を示しながらお勧めをして、「分かりました。ではやってみます」というご家庭には初期コストただで設置し、グリーンディール的なファイナンスで、例えば電気料金に載せてお支払いいただくという仕組みを考えています。

#8

2030年までのモデルをつくってシミュレーションをしてみると、冷蔵庫1台当たりの消費電力量は、技術の進展に伴って下がっていきます。CO₂の削減量は、やる場合とやらない場合とを比べても、冷蔵庫だけで2020年あたりで400万tぐらいの削減量があります。現状と比べると、冷蔵庫だけで一千数百万トンのCO₂削減量が望めます。

#9

このシミュレーションでは、冷蔵庫の出荷量は2030年に約3倍になっています。その年齢構造は非常にシャープな形になって速く回転していくので、それだけ売れ行きが伸び、新しい冷蔵庫が増えていくという仕組みです。

これを他の家電製品、自動車、太陽光のような新エネなど、いろいろなものに当てはめていくことで、技術を先に進めていくわけです。

#10

省エネに限らず、新エネも含め、さまざまな革新技術がありますが、LCSが取り組んでいるような手法で技術革新を進め、なおかつ今のような制度革新をすれば、コストはマイナスになります。森先生のお話にあった税や排出量取引をしなくても、技術のコストはマイナスになって、おのずから社会に普及していくはずである。

以上から、私の話の肝は、技術と制度の革新の整合性を取ることで、世の中を進めて豊かな低炭素社会をつくっていきましょうということです。

ディスカッション

(山田) ありがとうございます。時間がだいぶ過ぎてきていますが、このパネルでは「技術をどう社会につなげていくか」ということで、各パネリストからお話を頂きました。まず、それぞれがどうつながっているか、こうすればいいということがありましたら、スライドにパネルディスカッションの話題として挙げた1番から6番の中で、こんな技術を開発して本当に明るくなるのか、どういう政策をすればいいかということについて、何かありますか。

(橋本) 岸先生が構造材料のことをご説明されましたが、経産省のプロジェクトで、自動車の話だったと思います。もう一つ、岸先生が代表をされている内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)というプロジェクトがあります。その中でも構造材料をやっておられて、こちらは確か航空材料だったと思います。今まで材料の研究でわが国が投入していたもののほとんどは電子材料だったと思うのですが、それが急に構造材料に大きくかじを切りました。私もかじを切ったうちの1人です。そのような方向性は、省エネなどの現実的な技術を見るときに大変重要な方向性ではないかと思っているのですが、岸先生はどうお考えでしょうか。

(岸) おっしゃるとおりだと思います。どちらかという、機能材料は新しい機能ができるということと、今度のノーベル賞に代表されるように、非常に夢があるということがあると思います。一つは、アメリカでは既に構造材料のことを「リアルマテリアル」、機能材料のことを「ドリームマテリアル」ということすらあります。

それはさておき、現実には、運輸関係で約2億tのCO₂排出量削減が今後10年間でやろうとしているチャレンジで、20~25%の削減を考えています。この他にガソリン車からディーゼル車、燃料電池、ハイブリッドと動くと、自動車によるCO₂排出量は間違いなく半分

以下になるということで、CO₂ 排出量から見た構造材料の取り扱いも一つ重要な領域ではないかという気がします。

ただ、大事なことは、材料の製造過程の排出量がどうなるのかと、リサイクルがどうなるのかで、そのことに十分配慮してやらなければいけないということだけは付け加えておきたいと思います。

(山田) 今のお話で、橋本先生が司令塔でいろいろやられていて、私が初めに言いましたように、それは時間がかかるわけですが、その早いものと遅いものをどのように切り分けながら世の中に入れていくかというあたりですね。

(橋本) これは例えば、SIP は内閣府で私たちがやっている 5 年プロジェクトですが、5 年間ですぐに結果が出るものだけではなく、いろいろなレベルのものがある、できたものから出していってもらおうという仕切りにしています。20 年先、30 年先のものだけを見ていくわけではなく、5 年先、あるいは 5 年以内にもどんどん出してもらいたいということで、構造材料であれば岸先生にお任せして、その辺のバランスをうまく取ってやっていただきたい。ですから、まさに先も見ないといけなくて、明日も見ないといけないという中で、国としてどのように投資をしていくかをバランスを考えてやっています。かなり思い切ったそういうことを明確に出した政策に変えたのではないかと思います。

(山田) 非常に新しい考えでやられていますが、そこを設計する人、どんなものがいつごろ出て、どのように入れていくかというところをもう少し明らかにしていけないと、掛け声だけで終わりがねないというところがあります。掛け声を掛けないと絶対に駄目ですけども。

(橋本) それが今まさにオンゴーイングで、SIP はそれをやろうとしています。10 プロジェクトに対して PD が中心となって、かなり精密な議論をしていただいています。それがうまくいくかどうかをぜひウオッチしていただきたいと思います。

(松橋) 外村理事に質問があります。スライド 5 で、太陽電池や LED、モーターに加えて、省エネ住宅の特に 1600 万棟の断熱改修で 1700 万 t の削減と、ぜひ実現してもらいたい削減が期待値として書かれています。ちょうど今年から、日本再興戦略に基づいて、国交省の断熱改修事業として、健康調査とセットで断熱に半額補助するというものが始まり、今、全国で募集をかけているのですが、2000 件を集めるのもなかなか進まない、国が半額補助しても、やろうという気になる人がなかなかいないという現状があります。せっかく良い技術があっても、社会にどう浸透するかというところで、何か欠けている視点があるのではないかと思います。答えにくい質問かもしれませんが、何か良いアドバイスがあれば。

(外村) それがなかなかなくて。家庭の省エネルギーの見える化として EMS があり、どれぐらい使っているかをメーターを設置して調査するのですが、住宅メーカーでも、1 年ぐらいは皆さん楽しんで見えています。でも、すぐに飽きてしまって、その先はなかなか進ま

ないという現状があります。私が出した試算でも、古い住宅でこういうことをやろうとすると、いろいろな計算がありますが、例えば1軒500万円とすると、80兆円ぐらいかかるということで、やはり一時的な大きい出費があるので、先ほどの松橋先生のお話にありましたが、そのような一時的な出費をどう抑えるかが課題です。

省エネだけではなく、先ほど健康のお話もありましたが、そのようなプラスの良いことをみんなが認知したり、障壁を下げていくというような努力が必要になってくると思います。

(橋本) 今のはポイントだと思いますが、松橋先生のお話と全く関連しています。松橋先生の話は非常に魅力的で、うなずきながら聞いていたのですが、現実性があるかどうかという話です。例えば太陽電池が一番分かりやすいと思います。太陽電池は皆さん非常になじみがあって明確ですね。そういう計算をしたときに、最初の投資がただであれば、消費者は喜んで入れるはずで、あとは金融だけの問題です。それが今できていないのはなぜで、どうすればいいのでしょうか。

(松橋) こういう仕組みで社会実装をやるというのは、まだこれからです。今、幾つかの自治体の方、事業者の方とご相談して、対象を募っているところです。それを一つ、二つ、五つという社会実装を近々やりますが、それによって情報を広めていくことで、やがてそれが10になり、100になり、1000になれば・・・。

(橋本) ネットは何ですか。誰でも分かるような気がするのですが、お金を出さなくてもいいのだったら入れる方がいいですよ。

(松橋) その仕組みが自律的に回るのに、今、私どもは消費者に与信をかけるなど、最初のファイナンスで事業体をつくらないといけません。これをグリーンパワーモデレータといっています。それが今から現れるのであって、決してボトルネックがあるから止まっているわけではありません。今、私たちは考えて、これから入ってくるので、制度設計をきちんとやれば、私は間違いなく進んでいくと思います。確かに、最初にメーターリングなどのコストが少し掛かりますので、ビジネスベースで計測を行っている家電量販店なども協力していく必要があるかと思っています。

それから、先ほど伊香賀先生からお話がありましたが、今のことも関連しながら、とても重要なことがあると思っています。良い家電に替えることだけではなく、良い断熱化を行うこともとても重要なのですが、光熱費の削減分だけではなかなか元が取れません。もちろんファイナンスをグリーンディールのようなものに替えることはできます。それでもなお、住民の意識がどうかという問題があり、健康・生命のリスクというのが出てきました。江崎先生のお話の中では Business Continuity Plan というものがありましたが、このお話は life の Continuity なので、突然、脳卒中で倒れることなどのリスクが減ると思えば、その情報が国民の皆さんに行き渡れば、もっと多くの方がぜひこれをやってみよう、国交省のプロジェクトに応募してみようと思うはずで、命の危険が軽減されるときにボトルネックがあるとは思えないので、情報普及をこれからみんなでやっていかなければいけない

のではないかと、そうであれば大きく進む可能性があるのではないかと考えています。

(外村) JST の RISTEX (Research Institute of Science and Technology for Society) で、まさに社会実装ということで、「健康長寿を実現する住まいとコミュニティの創造」というプロジェクトを担当させていただいています。いろいろな場で呼び掛けても、一般の方はそうそう乗ってくれません。言うことは分かるのだけれども、もう年を取っていて、自分の家の改造にお金を掛けるという決断にはなかなか至らない。教育というか、普及・啓発というところで今までからさらに一歩進んだ何かを考えないと、せつかくの素晴らしい科学技術が社会に浸透しないのではないかと思います。それがどうも住宅の分野で、一般庶民にかなり高額な負担を強いる決断が関係するところは余計に厳しいのではないかと思います。

ただ、松橋先生が先ほど提案された方法で、当座の資金がなくても入れられるというのは、役所を通すとブレイクスルーなのかなとも思いました。

(山田) 工期などもありますよね。簡単にできるとか、何かそこで技術革新しないと、何週間もかかって外でというのは年寄りには厳しいので、この点から新しいものを生み出すなど、何か考えた方がいいのではないかとこの気もしました。

(堀内) 事業者としての質問ですが、松橋先生や伊香賀先生が話された内容に関して、今の住宅についてみると、われわれは東京都心だけで開発をやっていて、住宅は全て高層マンションになっています。建物で言うと、先ほど戸建ての寿命が 30 年ぐらいというお話がありましたが、マンションであれば 50 年は持ちますし、ハードだけを見れば 100 年持つものができる時代になっています。30 年の寿命だとすると、アベレージで見れば 15 年ですから、少し待っていれば、戸建ては全て建て替えの対象になっていきます。家庭の省エネという話になると、必ず三角形の屋根がある戸建ての絵が出てきますが、家はすぐにリサイクルされてしまうので、定量的な意味としては、マンションのリフォーム、これから新しく建てるマンションの省エネ化などの方が、トータルとしては効果があるのではないかと思います。この点について何か議論していらっしゃるのでしょうか。

(松橋) 私たちが家電など中に入るエネルギーの技術に注目しているのはそういったところで、集合住宅でも家電製品を使います。エアコンや冷蔵庫、その他の省エネ・新エネ技術は、戸建てでなくても省エネに効果があります。

マンションの省エネについては伊香賀先生にお伺いした方がよろしいかと思います。

(伊香賀) スライド 7 をご覧ください。

#7

これも国交省の委員会で担当したのですが、集合住宅で断熱改修をして、何年で元が取れるかという検討をしました。東京だと残念ながら 67 年です。物価変動なしで 67 年ですので、借金をしたらあり得ない数字ということで、全く説得力がありません。

#8

断熱の悪い住宅と断熱の良い住宅で、転居した後、病気にかかる人がどれだけ減ったかという大規模調査をしています。病気にならずに済むことで、医療費が安い、あるいは仕事を長期に休まなくて済むといった経済便益を入れ、それを加算すると24年とあつという間に短くなります。

それから、社会全体としてどう住環境を支えるかという観点で言うと、健康保険など、医療費の7割負担をさらに便益としてカウントすると14年。ここにまだ介護費の軽減が入っていません。脳卒中で倒れると、その後、介護を受けなければいけない。介護の便益を入れるとあつという間に元が取れます。エネルギー費が安くなるという説明では、元が取れないということしか言えないのが、医療や介護という視点を入れると言えるようになる。ただ、この辺もどれだけ医学的エビデンスがあるのかと言われてしています。それを今年から大規模調査で明らかにするわけです。こういう情報はみんな知らなくて、あまり早めと言うと、怪しげで、いんちきだということになってしまうのですが、住宅は一度建ててしまうと、性能の悪いまま数十年CO₂をまき散らす、あるいは、そこに住んでいる人の健康を害するというのであれば、早い時期から迅速で適切な情報提供をすることが大事ではないかと思えます。

(山田) 時間もだいぶ過ぎてきました。パネリスト同士の議論は少し中断して、時間があればまた続けますが、参加者からの質問で、少し難しいものからいきましょうか。「明るい低炭素社会」と言っているので、例えば国際競争力のある低炭素技術確立のための政策などは非常に大切だと思います。この点について何かありましたら。特に橋本先生、外村理事から。

(橋本) 先ほどお話ししたことに関係します。これまではCO₂を削減することばかりが国際的な枠組みだったのですが、そうではなく、炭酸ガスを減らす技術にしっかり位置付けを与え、それを輸出することで国際貢献するという絵をはっきりと描きました。安倍総理が就任以来50カ国ぐらいを回って歩いていて、そのときに経済界の方が一緒に付いていっています。昨年の1回目の日本再興戦略では、国際展開に関して、民間に任せただけでなく、政府が一体となってやるということが明確に書かれており、それを安倍総理は実行しているわけです。

そういう意味で今日の議論は大変重要で、わが国が低炭素化の技術をつくり、かつそれを社会実証して、海外に展開していくというように、国としては大きな方向性をつくりました。産業界はその流れと一緒に乗っていくべきであり、われわれサイエンティストはそういう技術を開発すべきです。併せて政府は、それを本当に国際的な枠組みの中に入れるように、そう簡単に入らないのですが、今も一生懸命努力しています。今はそれをやる段階にあるのではないかと思えます。

(外村) 私も日本の省エネ技術や環境に優しい技術は優位性が高いと思えます。こういうものを世界に展開していくことが非常に重要だと思いますが、そのときに、材料や要素技術だけでなく、それをシステムやサービスにして、世界の標準にしていくような取り組み、

もちろん国際標準化をしていくなど、ぜひ積極的に進めていき、優位な要素技術が世界の中で優位な形で使われていくように、国としても、私どものような支援機関としても進めていければと考えております。

(松橋) 1 例だけご紹介したいと思います。今、先生方がおっしゃったことで、日本の企業が海外に省エネ製品の工場を造るという場合があると思います。例えば LED の工場をどこかアジアに造る。そのときに、LED によって省エネが進んで削減された CO₂ があります。それをカウントして、工場から出荷された LED の CO₂ 削減量の 5 年分をカウントし、それをその工場の貢献分とするというような仕組みを国際協力銀行 (JBIC) がつくっています。これを J-MRV ガイドラインといいます。ぜひご参照いただいて、もし産業界の方が海外に工場を造られる場合は、それで削減量を検証すると、若干ですが金利が安くなり、投資が有利になるということがあります。これなどは、日本の技術がリアルなファイナンスのメリットとして効いてくるものなので、ぜひご参照いただければと思います。

(山田) 堀内様、上海などにもビルを建てましたよね。日本の製品はみんな非常に低炭素化が進んでいて省エネで良いということがあったのですが、そのときは日本の製品をかなり入れているのでしょうか。

(堀内) 上海にビルを建てたときは、少し言いにくいのですが、ビルのクオリティが日本のビルとはかなり違いました。名前は、上海環球金融中心 (上海ワールドファイナンシャルセンター) で、要は国際金融センターを上海につくろうということで、その名前を上海市から頂いてビルを建てました。ですから、国際標準のビル、もっと言えば、欧米のインベストメントバンクが入って、24 時間営業ができるビルを建てようということで、それまでのビルとはかなりクオリティの違うものということで、日本のものを相当程度持ち込んでクオリティの高いものを造ったという経緯があります。

(山田) 今後も海外でいろいろな環境都市をつくっていくと思うのですが、そういうものが外に出るときに付随して、日本の製品が出ていくことを考えていますか。もちろん経済性が成り立たなければいけないのですが。

(堀内) われわれの東京の戦略もそうですが、クオリティの高いビルを造って、テナント賃料の負担能力の高い方に入っていただくということで、金融やコンサル、IT などの方々が対象となっています。ですから、海外でプロジェクトを展開するときも、その地域で最も賃料負担能力の高い産業の方に入っていただく。ハイスタダードなものをつくるということです。基本的には同じ考えです。

(橋本) まさにおっしゃった都市輸出が、今、産業競争力会議の中にある国際展開ワーキンググループでは非常に大きな 이슈 になっています。わが国は電車の沿線開発のようなノウハウを持っているので、既にベトナム等で一部やっていますが、それをもっと大々的にやっていくというか、それを戦略にしようとしています。

電車を造って、その周りの沿線を造って、そこにいろいろなものを入れていくということ、最初の段階から全て設計して丸ごと輸出する。そのために何をすればよいのかについて、これから国として産業界と一緒にかなり突っ込んだ議論を早急に始めることになっています。まさに今日のお話そのままではないかと思えます。

(山田) ちょうど時間になってしまったので、いろいろな質問があるかと思いますが、今後、LCS でも提案書などを出していきますので、ぜひ時々ホームページなどを見ていただいて、ご質問があるようでしたら、お問い合わせください。なるべく回答するようにしたいと思います。

今日は非常に難しいテーマでしたが、幅広い分野の方々からいろいろなご意見を頂きまして、「明るい低炭素社会」の絵が少し描けそうな動きをしているというところまでは分かったのではないかと思います。まずはパネリストの方々に感謝を申し上げ、このパネル討論を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

以 上