

テーマ 「グリーンイノベーションの現状と将来」

【講師】  
三菱重工業株式会社  
取締役副社長執行役員

福江 一郎氏

■経歴

●生年月日 昭和21年10月28日  
●学歴 昭和46年3月 九州大学大学院工学研究院  
機械工学専攻修了  
●職歴 昭和46年4月 三菱重工業株式会社入社  
平成10年6月 同社高砂製作所副所長  
平成13年4月 同社高砂製作所長  
平成14年6月 同社取締役、高砂製作所長  
平成16年4月 同社取締役、  
原動機事業本部副事業本部長  
平成17年4月 同社常務取締役、  
原動機事業本部長  
平成17年6月 同社取締役、常務執行役員、  
原動機事業本部長  
平成20年4月 同社取締役、副社長執行役員



講演趣旨

ご紹介にあずかりました、福江でございます。紹介の中にあったように、私は大学を出るまでは九州でお世話になっておりまして、今日はたまたま北九州でこのようなみなさんお集まりの中で、いろいろな新しいエネルギー問題について講演できることは、非常に光栄に思っております。

今日お話しします「グリーンイノベーション」、新しい言葉でございますが、別の表現で言えば「低炭素社会への移行」ということで、新聞等に出ています。これは典型的な総論賛成、各論反対の議論になりがちです。

例えば、日本で言えば、地球温暖化防止関連の3法案があります。環境税の問題、排出権取引、全量買い取り、これらは、今国会で審議されることになっていますが、「断固低炭素社会への移行をやるべし」と言いながら、個別の問題になると反対が多い。今日はそういう背景もありまして、釈迦に説法になりますが、何故この様なことをやらなければならないかと言う点を、もう一度おさらいをして、「低炭素社会への移行」の意義を整理してみたいと思います。その後、中国の反対でなかなかまとまりそうもないCOP15に続くCOP16の動向を中心に、世界がどのように動いているかという点をお話したいと思っております。

一番重要なのは、日本がその中で国際的にどのように動くべきか、国内問題をどのように対処して行くかという点だと思っております。

残りの時間は、当社の製品を中心に、低炭素化技術の最新の状況について紹介したいと思います。

全体の論旨として、教科書的になって退屈な面もあると思っておりますけど、頭の整理ということで最初から最後まで一気通貫で聞いていただきたいと思います。

最近、海外へのインフラ産業輸出の振興という政府の指導もありまして、日本のいろいろな環境技術を輸出する議論が盛んですが、私の主張は、海外へ輸出するのも良いが、むしろ国内の環境・エネルギーに関するインフラ整備にお金をかけるべきで

はないかと言うことです。それが国内産業の振興にもなるし、将来いろいろな環境技術を輸出する際のショールームとしても活用できるということで、国内のインフラ再整備の推進というのが、今回の論点のひとつになっています。

よく考えてみますと、20年・30年後の世界はどうなっているか、非常に不安だらけです。その中でも、やはり気象変動がとても心配です。日本はすでに亜熱帯化していると言われていますが、これはどこかで食い止めなければならないという問題があります。

もう一つは、日本の産業の空洞化です。今、中国・韓国の追い上げが厳しいし、産業が国外に逃げていっている、これをどう食い止めるかという問題があります。高齢化の問題も無視できません。

それからもう一つは、最近レアアースが話題となりましたが、化石燃料も含めていろいろな地下資源の枯渇の問題があります。そういうことから考えますと、必然的に省資源・省エネがキーワードになり、最終的には省エネ・省資源、自己循環型の社会を築くべきだとの結論になります。これが「グリーンイノベーション」ということです。

この図は、将来の20年・30年後の理想的な都市の姿を書いておられます。かなりの部分が電化されて、理想的な低炭素社会となっています。年間3兆円から4兆円を連続して20年ほど投資を続ければ、日本の各都市をこのような姿にでき、結局はこちらの方が将来的に経済的であることが証明できます。

最初に、「なぜ、グリーンイノベーションか」ということをもう少し説明します。

現在は化石燃料依存型の社会であり、エネルギー多消費型の経済構造です。日本はかなり省資源型にはなっていますが、世界的にみるとまだまだエネルギー多消費型の経済で成り立っています。非常に居心地が良い現在の社会構造・インフラであり

ますが、これから脱出するため、産業構造の変革、ライフスタイルの変革を断行して、グリーンイノベーションで、「低炭素社会への移行」「省エネ・省資源社会の確立」「持続可能な自給型の社会の確立」というものに進まなければならないと思います。

しかし、現在の社会構造は居心地も良いし経済的です、放っておくと、なかなか「低炭素社会」へは動きません。これを動かすためには、いろいろな外的要因・プレッシャーが必要です。一つは、国際的なプレッシャーということで、CO2削減の国際的な約束、不安要素のプレッシャーとしては、資源の有限性や価格高騰懸念、気象変動があります。

また、一番大きいのは、変革に必要な強制力の存在です。これは各国政府の確固たる政策が一番の大きな強制力、動かす力になると思います。当然、それに伴う技術イノベーション、社会的投資の確保、国民のコンセンサスが必要であり、これらが総合的に組み合わせられて、始めてグリーンイノベーションに向けて動いて行くということです。

新しいインフラを作っていくには、新たに社会投資が必要です。最初は、現状より多大な社会コストをかけることとなります。ただし、20年・30年という長期間で考えますと、結局は、社会コストを削減することになるという経済モデルに従って、グリーンイノベーションの投資を出来るだけ早く始めた国が最後の勝者になると考えています。

先行投資により、将来の社会コスト低減達成という戦略ですが、急激にやりますと、今の環境税の問題ではありませんが、経済に悪影響がでる可能性があり、社会的インパクトをミニマムにしながらやるのが肝要です。

これも教科書的になりますが、文明は火によって作られ、その火はほとんど森林を伐採して作った。エネルギーの使用量の増加に伴って、文明は急速に進化しましたが、森林はどんどん減っているという事実があります。文明の進化と森林の変化を考察した、ジョン・バーリンの「森と文明」という本があります。昔はほとんど全世界が森林でしたが、農地の開拓、燃料の確保で森林を切り開いた結果、現在では、ほとんど全世界が砂漠化しています。日本は、たまたま緑が多いのですが、世界を旅行されると、中国にしてもどこにしても、どこに行っても木がないことに気づかれると思います。

一旦砂漠化すると、なかなか木は生えてこないということなので、現在のCO2問題も取り返しが付かなくなる前に手を打つ、という教訓だろうと考えます。

それから、日本のエネルギー消費の歴史を振り返りますと、戦後の急激な経済復興、経済成長は、石油エネルギー消費の急激な増大で達成されたと言えます。

偶然にも、GDPの兆円表示と石油換算の消費エネルギー100万t表示が、同じオーダーになっています。例えばオイルシ



して行くには、海外のみならず、日本国内で現在排出しているCO<sub>2</sub>も一斉に減らす必要があります。

それから、エネルギー価格の高騰懸念です。ここに、原油値段の推移が書いています。リーマンショックで多少は下がりましたが、今はまた戻って来ています。石油資源の枯渇、新興国の急激なエネルギー消費の増加という要因もあり、将来、高騰懸念が強いということだろうと思います。

次に、エネルギー消費とGDPの関係について見てみたいと思います。中国がけしからんというのは、国際社会の一般的な言い方ですが、1971年から2007年の人口当たりのGDPの推移、GDP当たりのエネルギー消費率の推移をプロットしてみますと、面白いことがわかります。歴史的にみますと、人口当たりのGDPが増えると、つまり国民が豊かになると、エネルギー消費の原単位は減ります。すべて国をプロットしますと、日本やフランス、UK、(韓国は少し外れておりますが)等先進国は、大体同じ線に乗ってきます。最近、中国が2020年までに、対GDP比でエネルギー消費を半分にすると言っています。中国は現時点でGDPあたり日本の2倍のエネルギーを使っておりますが、当然、国が豊かになりますと産業構造も変わってきて、他の先進国が辿った線に乗るとすれば、エネルギー消費の原単位が半分になるのは自然の成り行きということになります。

このカーブで見ていただくと分かりますが、唯一、例外の国がアメリカです。明らかに豊かにもかかわらずエネルギー効率が悪いということです。世界中で、中国はいろいろ言われますが、アメリカだけが特異で、中国はそれなりに努力している過程とも見えます。

同じく人口当たりのCO<sub>2</sub>排出と、GDP当たりのCO<sub>2</sub>排出を整理してみますと、これも、各国、同じような経路をたどっておりますが、少し注意しなければならないのは、日本だけが人口当たりのCO<sub>2</sub>を減らさずにここ何年かきています。ほとんどの国が左肩下がり、人口当たりのCO<sub>2</sub>を減らしているのに対して、年度別にみますと、日本だけが増えている、これは注意すべき点だと思えます。

それからもう一つ、国の経済とエネルギーコストの関係を整理してみます。これは1970年から現在に至るまでの日本のGDPの推移です。赤が成長、ブルーがリセッション、という書き方になっております。完全に相関がとれるわけではありませんが、GDPの成長とエネルギーコストの比率にある程度相関関係が成立します。このグラフの中で、国全体のGDPに対するエネルギーコストの比率は、末端の石油価格、ガス価格、電力価格の合計とGDPとの比率として計算しています。第二次石油ショックで燃料が高騰して、世の中が不景気になった当時に、GDPに対して10%のエネルギーコストをみんなが払っていたことがわかります。その後、省エネが進んでエネルギーコストが下がってきて、80年代まで経済が好調であったのはエネルギーコストが非常に安かったことも、要因のひとつになっていると思われる。それが、最近また10%に近づきつつあります。当然、それに伴ってエネルギーの輸入コストも増えています。この額が現在20兆円強まで来ていますが、今後の経済の安定成長のためには、更なる省エネを達成して、エネルギーに使うお金を減らす必要があるといえます。

次に世界の動きについて、少し説明したいと思います。

コペンハーゲンのCOP15は失敗だった、というのが一般の論調ですが、コペンハーゲンでの協定で謳っている項目を注意

深く見ると、必ずしも完全な失敗とはいえないと思います。例えば、気候変動が現代における最大の課題である、共通だが差異のある各国の責任、政治的意志が必要である、気温上昇を2℃以内に抑えるためにCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減する必要性、450ppmのシナリオ等、これらの重要な共通認識は各国で合意しております。

それから、公平原則に基づいた排出量の設定、早く減少に転ずるための協力、途上国支援のための金融メカニズム、この部分はもめたのですが、お金の問題はまだ解決していません。排出権の国別目標の制定と実行ということで、拘束力のある数値目標に合意することに失敗していますが、基本的な思想は合意しています。従って、今年のメキシコのCOP16、来年のCOP17を通じて、「国別の目標の制定と実行」、という点に向けていずれ収斂すると見えています。

日本だけが先走るのは損だというのは当然ですが、他の国が全体の合意のもと、協力して減らさなければならないと動いたときに、我々はどうすべきか、今から考えておく必要があります。

これは、現在、各国が排出している288億tの内訳と、今年の初め、各国が提出した削減目標です。それぞれ比較の年度が違いますので、1990年度比に直しています。

この中で、中国だけが、GDP当たりで減らしますと言っています。

IEAのレポートの紹介をしますが、今後、エネルギーの伸びはほとんどNon-OECD諸国が占め、先進30カ国以外で伸びるというカーブです。

次は、今後のCO<sub>2</sub>低減スケジュールを示すもので、現在は288億tの排出ですが、それを2050年までに半減する手段として、一番大きいとされているのは省エネです。日本ではすでに省エネがかなり進んでいますが、他の国では省エネの余地がかなり大きい。原子力と火力発電の高効率化の寄与は余り大きくなく、再生可能エネルギーとCCSに大きな期待を寄せているというのがIEAレポートの大きな特徴だと思います。

国別で見ますと、当然、Non-OECD諸国での削減が必要になるという結論です。

各国のエネルギー政策を見てみたいと思います。リーマンショック以降、口では「やらなければいけない」と言いますが、さすがにヨーロッパと言えども、実行段階で予算が付きにくい状況で、少し歩みが止まっています。

一応、ヨーロッパは2020年までに再生可能エネルギー20%、現在投資額で715億ユーロ、イギリスの目標は34%、アメリカも20%と言っていますが、中国が最近発表した政策に比べますと、その他の国は、かなり見劣りがするのではないかと思います。

例えば、中国は、新エネルギーの普及のため、2020年までに全体で42兆円を投資すると言っています。また、原子力発電所を30基作るし、スマートグリッドに関しては、50兆円の投資をすると言っています。中国は国際会議ではなかなか「やる」とは言いませんが、国内のいろいろな政策をみますと一党独裁制ということもあるのですが、投資金額は半端ではありません。ここ数年で中国がいちばん環境先進国になる可能性がありそうです。

日本も一応、発表はしています。日本の今後の環境投資である131兆円が本当に出せるかどうかです。アメリカは、国内の反対で、京都議定書も批准してないし、最近では、クライメットビルと言われているエネルギー関連法案が、議会での反対で中々

通りません。全世界の、グリーンイノベーション関連の政策を集計すると、今後2050年までに、1年間で30兆円から90兆円の投資が出てくるという予想があります。

次に、日本の進むべき道についてお話しします。

冒頭申し上げたように、最近の論調として、国際協力で海外に技術や資金の提供というものが注目されがちですが、私どもは、まずは国内のグリーンイノベーション投資をやるべきと考えています。世界に先駆けて、日本で先進的炭素社会を実現するため、ここにあるような項目をやっていく主張です。

もう少し詳しく説明しますと、例えば省エネの分野では、ヒートポンプの導入、エコハウスの普及、太陽熱の有効利用、一番大きいものは電気自動車だろうと思います。日本の国土の広さから考えると、電気自動車で十分まかなえる可能性がありますので、電気自動車への国家的支援、それからよく言われておりますがスマートグリッド、電力ネットワークの革新、これはBEMS(ベムス)・HEMS(ヘムス)のエネルギーマネージメントの導入が含まれています。

それから輸送システムの革新、これは現在、日本で普及が進んでいるカーナビに代表されるように、ITSの技術を利用してハイウェイ、車の効率的な運用を行う。また、貨物のモーダルシフト、とにかくトラックで運ぶのではなくて鉄道で運ぼうということです。それから、都市の交通改革、LRT、カーシェアリング、再生可能エネルギー、火力の高効率化、原子力、工業技術の革新ということになろうかと思えます。

日本でCO<sub>2</sub>をどのくらい減らさなければいけないかというオーダー的なものですが、1990年エネルギー起源のCO<sub>2</sub>の排出が10.6億tです。2007年が12.2億tということで、いろいろな言い方があるのですが、まず、COP15で約束したのは、2020年までに1990年比25%低減ということで、8億tまで減らさなければいけない。経済産業省が最近言っているのは、2030年までに5億t減らして7.3億tにしますというものです。2050年には80%減の10億t減らすと対外的に公表しています。この5億t、10億tがどういう意味を持つかということを見てみたいと思います。

現在、2007年の排出量を部門別に見ますと、産業が3.6億t、民生が1.3億t、輸送が2.4億t、発電が4.9億t、あわせて12.2億tになっています。

それを2030年に全体で7.3億tにするために、5億t減らさなければならないということになりますと、2030年度までのキーワードとして、原子力発電所を14基作り、稼働率を90%にし、一部にCCSを導入するということもあります。またゼロエミッションの電源比率を、原子力と再生可能エネルギーをあわせて70%以上にします。自動車では、次世代の自動車の割合を新車で70%以上にするとか、中距離輸送のモーダルシフトを8割、8割は鉄道で運ぶべきだということです。

民生関係でいうと、ZEB(ネットゼロエネルギービル)、ZEH(ネットゼロエネルギーハウス)、の普及率を100%にする、それとヒートポンプの導入、省エネ家電・省エネITは100%達成する必要があるとか、産業界では製造の高効率化とか、天然ガスの利用促進、ハイブリッド機器の4割導入ということで、計算上では5億t減らせるのではないかという目処があります。ただし、注意しなければならないのは、次のステップの2050年は遠い将来のように見えますが、現在12.2億t出ているものを2050

年に2.1億tということになりますと、例えば現在、製鉄や化学プラントが出てくるのが3.6億tありますので、産業全部を優先的に守るとして、発電、運輸、民生、現在何気なく使っているこの部分を完全にゼロエミッションにするというのが、長期的に見た場合に大きな課題になってきます。これは大変なことです。

費用の問題は、今年6月閣議決定されたエネルギー基本計画がベースにあります。結構、効率が悪いのは、いわゆる民生部門の省エネであり、建物の省エネや高効率の機器を入れたり、ITの省エネサーバーなどというのは結構費用がかかります。1tを減らすのに51万円というのが経済産業省の試算です。したがって1.7億t減らすのに76.5兆円かかるということになります。

電気自動車の導入を増やしても、0.5億t減らすぐらいの効果しかない。そのためには、13.6兆円かかりますということです。産業用もあまり良くなって、0.4億t減らすのに、6.6兆円です。

原子力発電所の新設、それから再生エネルギーを入れるとなると、結構費用がかかって、ここにあるような14万円/tということで、34兆円でやっと2.6億tということになります。

縦の点線は、例えば排出権を5000円/tで20年間買った場合に、総額50兆円払うことになることと表現しています。議論はいろいろありますが、排出権を買うのが短期的にはいちばん安くになります。賃貸マンションに入るか、分譲マンションに入るかの問題に似ており、自分で投資する分譲マンションのほうは、生涯にわたってなかなかペイしない。短期的には、20年ぐらいの試算ですと、賃貸マンション的に毎年海外にお金を払った方が得というケースも出てきます。

いずれにしても、経済産業省の今回の試算は5億t減らすのに合計で131兆円、かかりますという結果です。

また、当社でケーススタディーをした結果を紹介します。2年前に中期目標で省エネや次世代自動車、省エネ家電などで、どの程度費用がかかるという試算がありましたが、これが1.3億t減らすのに38兆円という計算結果です。あとは当社の試算ベースで、原子力で1億t、風車で1.3億t、太陽光で0.5億t、ガス転換で残りと仮定しました。

結果的には、発電部門で効率的にお金を使った方が、全体としてはコストが安くつくということで、我々の試算では、合計で90兆円となります。やはり全体のコストミニマムで何をすべきか、ということ考えていく必要があると思えます。

太陽電池の導入量と風車の導入量をパラメータにCO<sub>2</sub>削減効果と費用の関係を図表に整理してみました。現在は左端のところ、太陽光が2.1GW、風車が1.9GW、この程度しかありません。

太陽光は、最大導入して80GWと言われますが、太陽光80GWで、風車を40GW導入したにしても、ここにありますようにCO<sub>2</sub>の削減は1.5億t弱です。20%再生可能エネルギーのケースで、例えば50GWの太陽光、20数GWの風車ということで、このケース2のところ、1億t弱です。もともと、全体の削減目標が5億tでしたが、自然エネルギーを頑張って導入しても1億t弱が現状です。言いたいことは、太陽光の値段がかなり高いので、横軸の風車を多く導入して、風車を最大限導入して残りを太陽光というのが一つの解決点になると考えています。

IEAのレポートでは、日本は他の国に比べて再生エネルギーの導入度合いが非常に低いと言われております。

それから、残念ながら再生可能エネルギーでは、産業界もご存知のように苦戦しています。太陽光発電においては、世界各国の導入量が2008年の状態で日本は4%に過ぎない、欧州・

米国・その他各国、中国も現在伸びております。メーカーもファーストソーラー、サンテックなどのメーカーが伸びている。

風車も導入量で、日本は1.3%、欧州・北米・アジアに比べて非常に劣っています。メーカーも三菱重工は2.6%シェアということで、非常に苦戦しています。太陽光・風車というのは、今後の再生可能エネルギーのいちばんエースになるものですが、生産量のシェアでも、市場の規模の面でも日本は他国の後塵を拝しています。現時点では太陽光も風車も原子力も含めて、去年・今年の生産量は中国がナンバーワンとなっています。

この線図は、左側が2005年の姿で、一次エネルギーの量・割合、それから消費のコスト、エネルギー変換の二次エネルギーの割合、最終エネルギーの消費を表しています。その後2030年にどのように変わっていくかということを試算しています。

言えることは、現在、電化比率というのは22%ですが、経済産業省の計算例によると、2005年には二次エネルギーの消費量78%まで減らして、電化比率を26%上げる。消費単コストは、いろいろな燃料代高騰などで上がりますが、対GDP比では10%以内に収められるのではないかという結果です。

自然エネルギーの導入を考える場合に、発電コストというのが常に問題になります。現状では、石油は10円/kWhでちょっと高いのですが、LNG・石炭・原子力というのが5円/kWh前後で、全体コストを下支えしています。ピンク色の部分が燃料代を表していますが、全体として結構安い電源でまかなわれております。それに比べて、現状は風力・太陽光は高いということで導入を渋っているという状況です。

ところが、20年・30年後にどうなるかということですが、石油は燃料代の高騰、それからCCS設置を考慮すると、かなり原価が高くなります。LNGも然り、石炭も然りということになります。原子力は多分低いまだだろうと思いますが、水力・風車も多少変動がありますがほぼ現状維持で、太陽光のコストダウンが進めば、従来のエネルギー源と再生可能エネルギーというのはコスト競争力という点で、同レベルになってくると予想されます。平均値は現在の電力料金の1.5倍から2倍になりますが、風力・太陽光も現在の火力と同等の扱いになるのではないかという予想です。

それから、社会投資と投資回収と言う点を考察してみます。毎年、低炭素社会への変革に向けて投資を続けると、累計のエネルギーのコスト削減額と累計のインフラ投資累計額がクロスする点が出てきます。色々な計算がありますが、大体、20年から30年で投資回収が図れるという結果になります。普通の企業ではなかなかそのような投資はやらないのですが、国家としてみれば、例えば2050年の姿を考えた場合に、多少長期的な投資も国家100年の計のもと、思い切って投資した方が将来は楽になるということです。

ひとつの例ではありますが、例えば電力料金を一律3.3円負担すれば、これが年間約3兆円から4兆円になります。それを毎年、投資すれば、2040年・2050年にはペイバックするという計算です。現在は何も投資しない方がいちばん楽です。ところが、20年後の社会コストを考えた場合、毎年いくらの投資をして回収していくか、ということを実際に議論する時期に来ていると思います。

これは日本の今後の進路に関する結論になります。初期投資額が経済産業省の例でも分かりますように、100兆円のオーダーです。これは20年間にわたりで投資するにしても年間5兆円

規模となります。今は消費税、社会保障のさまざまな社会負担がありますが、高速道路を作るのに費やしている金額よりは少ないと思いますし、3兆円から5兆円という規模を毎年、投資を続けなければいけないという覚悟が必要です。

ただし、短期的には海外から排出権を買った方が安いのは事実です。

各国が足踏みしているので、日本だけが先駆けてやるのは不利だ、という議論は当然あります。国際協議の決着を見極めるべきというのは当然の議論だと思えます。

それと、直近の例で言いますと、地球温暖化対策基本法案、これは国会で審議が始まっていますが、国内の排出権、温暖化対策税、再生可能エネルギーの全量買取り、これは個別の議論になると絶対に反対が多い。個別の議論で反対するか、10年・20年の計で考えるかということです。ただし、この三つがないと低炭素化の対策が前に進まないのも事実です。真剣に考える時だと思えます。

技術イノベーションの現状ということでお話したいと思えます。

たまたま当社はすべての製品群をかかえており、その紹介で、ほとんど内容的にカバーしますので、一つ一つお話ししたいと思います。

発電設備の方では、高効率ガスタービンやIGCC（石炭ガス化プラント）、CCS、最近では燃料電池が出てきております。

エネルギーマネジメントでは、スマートグリッド、V2G、H2G、リチウムイオン電池、エコスカイハウス・ビル、高性能ヒートポンプ、有機EL、ゴミ焼きプラント、それからカーボンフリーの方では原子力、風力、太陽エネルギー、地熱、水力、バイオ、石炭ガス化、交通も重要でMRJというのはRegional Jetを開発中ですが、これは他社に比べて20%燃料消費が良いということで、これもスマートコミュニティーの一部になるかと思えます。それからエコシップ、最近新聞で発表しましたが、泡を出しながら走る船、エンジンも改良しましたが、これも韓国製に比べて20%燃費改善メリットがあります。

その他、高速鉄道、LRT、EV、電気バス、ITS、こういったものをいっしょにして将来の先進的エネルギー環境都市を作るということになると思えます。

スマートコミュニティーという言葉は、今年の初めから使われ始めましたが、実際には三菱重工が経済産業省に提案した言葉です。

スマートグリッドという言葉はありましたが、スマートグリッドといいますが、グリッドだけをやるのかということになるので、そうではなく全体の社会システムをやるということでスマートコミュニティーという言葉が使われ始めています。

意味するところは、総合エネルギーマネジメントによるエネルギー消費の節約と平準化ということで、中心になるのはエネルギーインフラです。電力を中心としたエネルギーインフラと交通インフラ、これは結構重要です。今後、電気自動車が増えるということで、電気自動車がエネルギーの一部になりますので、ITSと組み合わせるとエネルギーインフラ、交通インフラの融合を図る。それから、ほとんど完備されている通信インフラ、それを融合させて効率化を図る、というのがスマートコミュニティーの基本構想です。

エネルギーインフラの中では、エネルギーマネジメントシステムが中心になります。家のなかのエネルギーマネジメント、ピ

ル、地域のエネルギーマネジメントを融合して全体の効率化を図る、というのが主眼になります。

それから、交通インフラはITSです。交通管制といいますが、全体を統括してコントロールするというのが重要になりますし、モーダルシフトも重要です。

それから、外部的には再生可能エネルギーを電力の中にどれだけ多く取り込めるか、狭義の意味でのスマートグリッドということですが、そういう狙いがあります。

スマートグリッドに限定した場合のいろいろなやるべき内容を示します。間歇的な再生可能エネルギーへの対応、供給側と需要側の双方向通信、これはスマートメーターと言われています。それと、電源の分散化、エネルギーマネジメントの結合、増加するEVシステムへの取り込み、こういったものが課題になっています。結局、いろいろな製品群で見ると、エネルギーマネジメントシステム、都市間交通、LRT、エネルギー管理センター、バッテリーの交換ステーション、ゴミ焼きステーション、エコハウス、こういったものを冒頭申しあげましたように、日本国中に少しずつインフラ再整備の一環として配置していくということが、今後の目標・課題になっていると思えます。

電力系統としてどうなるかと言いますと、ちょっと専門的になりますが、これが将来の電力系統線図です。遠隔地に風車があったり、原子力発電所があったりして、通常の負荷変動は急速起動のガスタービン、ガスエンジンとれます。それを補うのが、例えば中規模の蓄電システム、末端にいきますとBEMS(ベムス)・HEMS(へムス)で小規模の蓄電装置、ヒートポンプを持ってエネルギーマネジメントする。

我々が一番重視していますのは、モーダルシフト、交通システムをできるだけ電化したいということで、交通システムの電力エネルギーを電力ネットワークの一部として使っていく、そのためにはITSのコントロールセンターと電力の中核をつながなければいけないということです。絵にあるような系統のつながりが、今後の一つのテンプレートになってゆくと考えています。

スマートコミュニティーは、海外のスマートコミュニティー建設というのがありますが、先進国ではおもに左側にありますように、再生可能エネルギーの導入型、スマートグリッド、クリーン先進発電の導入というケースが多い。新興国にいきますと基本的なインフラそのものも作らなければいけないということで、下水道、ベーシックな発電設備、素材プラント、そういうものを作ることになります。

それから、中国などで我々が支援しておりますのは、街づくりそのものを日本が支援しようという計画です。天津などがその例です。

世界中でスマートコミュニティーの建設計画が提案されておりまして、アジアが特に多く、全体で90兆円以上の市場規模があるといわれています。我々が特にやっておりますのは、アイスランドの国そのもののエネルギーの改革、インドのムンバイ付近の都市開発、マスダール、UAEの都市開発というものに携わっております。

日本ではご存知のように、北九州をはじめ、我々が手がけている“けいはんな” そのほか、横浜・豊田ということで、スマートコミュニティーの実証実験が始まっております。

“けいはんな”の例を説明しますと、ここにありますように、地域マネジメントとエコスカイハウスのBEMS(ベムス)・HEMS(へムス)、EVの管理センター、等の運用を実証しようとしています。それから、再生可能エネルギー、特に太陽光発電とローカル蓄

電池の平準化、ライフスタイルの改革、というのがテーマの一つになります。

左下にありますエコハウスでは、太陽電池、スマートタップ、電気自動車をつなぎ込むということでヒートポンプ、燃料電池、家庭用コジェネレーション、家庭用の蓄電池、というもの実証しようという計画です。

2年前に国土交通省の支援をもらいまして、横浜地区で当社が実証したエコハウスの概要です。これは太陽光発電があって、リチウムイオン電池で蓄電して、ヒートポンプ、蓄熱装置、いろいろなものを駆使すれば100%自給できるのではないかということで、基本データを取りました。ヒートポンプの給湯とリチウムイオンバッテリー、これは12kWhのバッテリーシステムを持っていますが、そこで太陽光発電を昼に蓄電して夜に使う。当然電気自動車の蓄電装置の一部として使われます。太陽光発電は熱も有効に使うタイプであり、発電するだけではなく、ヒートポンプの熱源として使うタイプになっています。

その他の例として、大丸有計画を紹介します。これは千代田区の大手町・丸の内・有楽町、三菱地所が持っている地域ですが、そこをスマートコミュニティー化しようということで、域内に電気自動車・電気バスを走らせようとしています。それと、都市は金持ちであるということで、グリーン電力を購入して、それを都会から地方に再生可能エネルギーのための出資をするということも計画中です。

アイスランドの計画は結構面白いので説明したいと思いますけど、ご存知のように人口は30万と小さな国で、北海道ぐらいの大きさです。エネルギーバランスは、水力と地熱で、70%が再生可能エネルギーです。ただし、残りの30%はおもに漁船と自動車用に石油を輸入している。現在の金融危機で、石油の輸入が大変ということで、現在は自動車の電化とDME燃料を自国で作ることで、完全なエネルギー自給型の国にしようということで支援しております。

これはどういうことかと言いますと、まず再生可能エネルギーで電力を作ります。これは3-4円程度で非常に安い電気ができます。すでに、電気自動車を持ち込んで実験を始めておりますが、残りの電力で、水の電気分解で水素を製造しまして、アルミ精錬やフェロシリコンの工場から出てくるCO2を回収して、水素とCO2で新しい燃料、DMEを作ります。このDMEを特にアイスランドで盛んな漁業の漁船用に使い、また長距離トラック用に使うという計画です。現在、500t/DのDME製造のパイロットプラントをレイキャビックの近くに計画中です。

当然、野菜も自給しなければならぬということで、エネルギー自給型の野菜工場を作ろうとしています。国としては金融問題で非常に困っているわけですが、我々の地熱発電の最大のお客様なので、エネルギー全体のマネジメントを支援しようということで動き出しております。

もう一つ力入れている分野に、電気バスがあります。これはバッテリー交換式で計画されています。ここにありますように、一部は固定式ですが、残りは交換式となっています。電気代の方が安いので、ディーゼルに比べて年間130万円/台の経済メリットがあります。当然CO2はゼロです。ここにありますように、バスが待機場で待っている間に、1分から2分でバッテリー交換が可能であり、バッテリーを交換したあと次の巡回運転に向けて走るという計画です。

京都市の計画は、新聞で一部発表がありましたが、将来は市内の主要路線で、電気バスを走らせる計画です。当面、来年2月

より、中心部で実験を開始します。ここにありますように60kWhのバッテリーで、30km走るバスを走らせようとしています。

我々の特徴は、一つが30kWhのバッテリーパックを三つ乗せます。これはバスにも使えるシタグシーにも見え、電力貯蔵にも使えるということで、バッテリーをストックしておけば、いろいろな再生可能エネルギーの貯蔵に使い、風車などの横において負荷変動吸収用の充電装置にも使える。自動車の充電にも使える。非常時の電源にも使えるということです。マルチパーパスユースのバッテリーパックを標準化すべきではないか、というのが我々の提案です。

これはi-MiEV(アイ・ミーブ)です。みなさん、東京には50ヶ所以上の急速充電ステーションが半径50km以内にあります。普通の充電ステーションは65あります。

私は、1年間ほど会社の社用車として、i-MiEV(アイ・ミーブ)に乗っておりまして、自宅から事務所への通勤、霞が関への訪問、またいちばん遠いところではゴルフ場ですが、ほとんど電気自動車で間に合います。みなさんも地図を描いたらわかると思いますが、余程遠くに行かない限りは、日常の用事はほとんど電気自動車で間に合います。

リチウムイオン電池は、これから長崎で量産を開始しようとしています。まずは量産実証という形で66MWh/年の生産に入ります。おもに、電気バスを含めたエネルギーマネジメント、それから産業用に使うという計画です。

いちばんの問題は、性能とコストですが、現在各社のバッテリーの性能がこの辺にあります。我々の方が少し良いと思いが、多分、数年後には現在の倍の容量を持った、経済産業省の目標のところが開発できるのではないかと考えています。現在i-MiEV(アイ・ミーブ)の18kWhのバッテリーで160km走るというのが限界ですが、この2倍走れば当然実用度もあがるでしょう。バッテリーの値段も現在は200万円しますが、これを、100万円以下にするのが目標です。中国・韓国メーカーの追い上げもあって、リチウム電池のコストダウンが進んでいます。kWhあたりの単価も5万円をかなり早く切ってしまうのではないかとこの勢いがあります。

太陽光の現状は、日本勢は非常に苦戦しています。

現在、フィードインタリフで一般家庭用は48円/kWh、大規模ソーラパークが24円/kWhで買っただけなので、あまりコストダウン努力のプレッシャーがかからない状況ですが、一般的な実力的は24円kWhぐらいだろうと見ています。

設備の単価として、インバーター込みで30万円/kWhのレベルかと思いますが、多分このグラフにあるより早く、いわゆるグリッドパリティと言われる14円/kWhの目標に、世界中のメーカーのどのタイプもかなり急速に到達するのではないかと予想しております。

いわゆる太陽電池、PVに代わって、最近では、砂漠地帯では蒸気タービンもしくはガスタービンを使った、集光型、CSPタイプの方がコストが安いということで、そちらの方に移りつつあります。

現在、太陽電池の発電コストは24円/kWhのところがありますが、集光型にいけますと20円/kWhを切り、いちばん新しい、当社が開発しておりますガスタービンを使った方式ですと、太陽エネルギーの40%近くを電気に変換出来ます。したがって、コストも下がり、なんとか10円以下を目指して開発中です。

将来は、電子式のPVより熱式の発電方式のCSPが増えるの

ではないかという予想です。

風車についてお話ししたいと思います。

いろいろなデータがありますが、陸上65GW、洋上の着床式が29GW、浮体式が39GWというのが日本の潜在ポテンシャルと言われております。

特に、北九州の玄海灘、南の鹿児島沖、東北・北海道の沖合いが非常に風況が良い所とされております。

現在、風車市場というのは急激に伸びております。日本は、市場の拡大の面ではかなり苦戦しておりますが、我々の会社では英国で、洋上風車のかかなり大きな計画がありますので、工場を英国に作って出荷するということで計画中です。英国の赤の部分が風車の海域になります。そういったところに、年間2000MWとか4000MWの風車を出荷しようとしています。全体で、40GWから50GW、イギリスの総発電量の40から50%を風車で賄おうという壮大な計画です。

洋上風車はヨーロッパが今後の中心となります。中国も上海沖は洋上風車が有望であるということで、中国で生産して上海沖に建設する。北九州であれば上海が近いので、輸出港には十分なれると思います。

アメリカは東海岸が今後の洋上風車の中心ということで、今回、アーカンソ州に工場を作りましたが、風車は地場産業的要素が強く、製品が大きいのでそれぞれの地域に工場を持って設置することと言う方針になると思います。

これは、他社のものも混じっていますけど洋上風車のイメージです。ヨーロッパでは、まだ浮体式は実用化されてなくて着床式です。水深が20メートルから30メートルのところが多いのですが、このように下から基礎を作って、上に風車を乗せるということで、問題は送電線のケーブルの引き方と設置です。当社は、長崎造船所で作業船を現在開発中です。風車の重量が一つ1000tぐらいありますが、それを五つぐらい束ねて沖合まで持って行って、そこで一体で据付けて、短時間で設置を終了させる計画です。このイギリス洋上風車の建設現場では、沖合100kmから200kmのところ設置しようとしています。

大きさも、現在は2から3MWクラスということで、タワーの高さが90メートル、直径が100メートルという程度ですが、次の段階では3MWから7MWクラスで、100から130メートルのタワー、将来的には洋上風車は大きければ大きいほどコストが安くなりますので、最大で11MWクラスも開発中です。

関門橋の高さが140メートルと聞いておりますので、いちばん大きい11MWクラスの風車と比較すると、関門橋すべてをカバーするほどの大きな風車であるというイメージです。

IGCCは、長崎で開発したのですが、現在、オーストラリアでCCSも組み合わせて、53万kWの商業プラントを三菱重工がすべて請負って建設して、早ければ2015年から運転を開始すべく計画中です。

CCSは、将来技術のように見えるかもしれませんが、実際には化学プラントの中で当社は56%のカーボン回収装置のシェアを持っています。現在アメリカのサザンカンパニーと共同で、500t/Dの実証プラントを建設中です。これは来年中ごろから動きませんが、石炭プラントから出てくるCO2を回収して地中に埋める実験をアラバマ州で実施します。

ガスタービンに関しては、現在、効率は60%を超えており、来年、最新型のJ型を運転します。将来は、燃料電池をトッピングにして70%を超える効率を狙っています。IGCC、高温ガスタービン、SOFCの組み合わせが将来の到達点と考えております。

原子力は、主に神戸でやっておりますが、やはり北米と東南アジア、西歐向けの輸出に力を入れています。最近、かなり新聞等を賑わしておりますが、ベトナムやヨルダンにも輸出しようと目論んでいます。

ただし、いちばんの問題は、国内の燃料サイクル確立です。ご存知のように現在は、使った燃料を海外に持って行って再処理しておりますが、少なくとも国内で再処理しなければいけないということで、日本のメーカーと一緒に頑張っていきます。本来は、もんじゅの高速増殖炉まで入れて、全体を回していかなければなりません、道は遠いというか、これは国をあげてやるプロジェクトだろうと思っております。

地熱に関しては、九州にはかなり地熱プラントがあります。世界的にも赤の部分に示されるように、大規模の地熱のポテンシャルが存在します。アイスランドの政府と組んで大々的に地熱プラントを売ろうとしています。これは八丁原の九州電力さんの地熱発電所の写真、アイスランドの地熱発電所の写真です。

特に、将来的には現在開発中のシエルガスと同じような感じで、世界中3kmから5kmの穴を掘りますと、マグマの影響で200℃ぐらいの高温岩体にあたります。世界の殆どの地域で発見されています。この高温岩体に、上から水を送ってその水を加熱して発電することが可能となり、火山がなくても発電出来ることとなります。

これが実用されれば、原子力が無くても、ほとんど地熱で世界中のエネルギーがまかなえるという夢のような発電ですが、これもオーストラリアの企業と手を組んで実験を始めようとしています。

代替燃料はいろいろありますが、いちばん期待しているのは、褐炭の活用です。あまり使い道がない低品位の炭を現地でDME化して、それを日本に持って来る計画です。まず、褐炭の乾燥技術の確立が必要ですが、DMEに転換する時に少し炭素が余りますのでCCSをする必要があります。これは、今オーストラリア政府と組んで、現地でパイロットプラントを作るという計画が進んでいます。

それから先程紹介しました、アイスランドで計画しているCO2を回収してDMEを作ってしまうという計画もあります。バイオマスは、二つありまして、セルロースを糖化するエタノール系とバイオマスをガス化してメタノールもしくはDMEを作るガス化プラント、この二つをやろうとしています。後者のガス化プラントは、ヨーロッパのスロベニアという森林が多い国と共同研究で、パイロットプラントを作るという計画を進めています。

DMEのメリットに関しては、多分北九州でもやられていると思いますが、左側の水素社会に比べますと、例えば燃料電池や輸送・保存という点で比べますと、DMEは殆どプロパンガス $\alpha$ 位の難しさなので、水素に比べて圧倒的に有利。いちばん良いのはディーゼルに即使えるということです。既存のいろいろなエネルギーの変換装置、貯蔵装置は殆ど変更なく使えるということがDMEのメリットとなっています。水素社会に行く前にDMEというのが我々の見方です。

これは、石炭をガス化してDMEを日本に持ってくるオーストラリアの計画です。九州電力さんでもやられておりますし、日本の電力さんもLNGだけではエネルギーセキュリティが少し不安だということで、石炭からそれ相当のものを作ろうとしています。CO2の負荷は殆どLNGと一緒になので、将来は石炭からDMEを作る計画が広まると見ています。

もう一つ面白いのは、バイオマス燃料ということで、間伐材や

木屑をガス化炉に入れて、水素を少し出した方が効率がよいので、少量の水素は再生可能エネルギー、原子力から水の電気分解で作って、メタノールを生成、そのあとDMEに転換して代替燃料にする。これは、間伐材をどのように集めるかがいちばんの問題ですが、日本で年間再生される間伐材をガス化してDMEを作るだけで、日本のトラック燃料の65%はまかなえるとの試算もあります。

ヒートポンプの活用は、当然、これはメリットがありますので広まるという考え方です。我々が、売り出しているのは40℃の熱源から80℃の温水を作るヒートポンプ、これも工業用に売れようとしています。

家庭用もヨーロッパのメーカーと組んで、家庭用の暖房を殆どヒートポンプで賄おうという狙いで、フランスの電力会社、ヨーロッパのNIBE社、と組んで開発中です。

面白い例では、温度が低い温泉で、従来は重油で温めているのですが、これをヒートポンプで温めて、もう一度再利用しようという計画、これも一部実現しつつあります。

最後に、今回の講演のまとめです。CO2削減目標で2020年25%、30年30%とありますが、あまり時間がありません。従って、現時点で相当な覚悟で対策に臨む必要があるのではないかと思います。

グリーンイノベーション、低炭素社会への移行というのは、短期的ではなく長期的に国家100年の計で取り組むべきではないでしょうか。

低炭素社会というのは、電気インフラ社会であるということです。ITインフラ、交通インフラを取り込んで融合した効率の良い社会を作るべきというものです。

それから、日本の役割として海外への技術移転は一つありますけど、同時に国内のエネルギーの環境インフラの再構築というのが重要ではないかと考えます。世界にアピールするためにも国内の足元を固めるということをやらねばならないでしょうか。当然、スマートコミュニティの実現をめざして、やる項目としては原子力・太陽光・風車・EV・CCS・省エネ。ここにあります項目を太陽光は特にコストダウン、原子力は増設、スマートコミュニティはスマートコミュニティを使って、どのくらいエネルギーの消費節減ができるかの実証を早くすべきだろうと思います。

風車は、やはり日本の場合は洋上風車です。これはもう少し増えてもよいのではないかと思います。

それから、EVの普及、CCSは時間がかかりますので勿来沖、苫小牧などで現在やろうとしている実証を早く始めるべきでしょう。あとは更なる省エネの推進です。

最後に、国際的協調ということで、どうしても今までは日本は環境先進国だという自負で、独自路線に偏る傾向がありましたが、今からは国際規格の標準化というのがありますので、海外チームとの協調が重要となります。海外との技術的な差も殆ど無くなりつつありますので、日本に閉じこもらず、ガラパゴスを避けて、国際協調というのが非常に重要かと思えます。

以上で私の講演を終わります。