

第2部 地球規模の問題解決のためのG I E S

司会：安井 至（科学技術振興機構研究開発戦略センターシニアフェロー）

（安井）本セッションでは、G I E Sが取り組むべき地球規模の問題について、四つのエリアから4名のスピーカーにプレゼンテーションをいただく。それを通じてどういう問題があるかを共通認識として、3部でこのような場が必要ではないかというC R D Sの戦略提言をしたい。従って本セッションでは、問題は何か、あるいはイノベーションとは何かということをご発表いただきたい。

「いまこそクリーンエネルギーが必要—太陽光発電の時代が到来—」

桑野 幸徳
太陽光発電技術研究組合理事長



太陽エネルギーは、地表に到達している1時間のエネルギーで全世界の1年分のエネルギーを賄うことができるほど膨大である。われわれは、太古の昔から、農業・風力・水力という形、あるいは熱エネルギーという形で使ってきたが、近代科学はまさしくイノベーションである太陽電池という武器を、われわれに与えてきている。太陽電池は今から約50年前に発明され、オイルショックの後、本格的な開発の取り組みが始まり、1990年ころから電力用に使えるようになった。そして今、まさしくエネルギーイノベーションを起こそうとしている時代に突入した。

太陽電池は何の変哲もない、10cm角くらいの黒い半導体の板に光が当たると電気が泉のようにわき出てくるといったものだ。太陽電池の作り方は半導体工業で使われている方法とほぼ同じで、その延長線上で製造できる。私も太陽電池にかかわって40年近くになるが、当初は変換効率が大変低く、とても使えるものではなかった。ところが今は、量産レベルで変換効率が20%近くのものもあり、生産量も2.5GWまでになった。この3年くらいに急速に生産量は上がってきたが、その産業規模はまだ1兆円で、液晶産業10兆円のまだ10分の1にすぎない。実はこの太陽電池も、死の谷、ダーウィンの海を必死に

なって泳いで、ここまでやってきたのだ。おかげで1Wあたり3万円だったものが、今、大体200～300円となった。N E D Oのターゲットはそれを50～100円にしろというものだが、それが今、進行してきている。

死の谷、ダーウィンの海をどうやって渡ってきたか。われわれのグループが世界で初めて太陽電池を電卓に使ったのが、今から約27年前だった。そのころは太陽電池の変換効率は非常に低く、何とか日の目を見ようということで、Consumer Electronics用として電卓・時計に応用したのだ。1990年になってやっと電力用に使える時代が来て、日本で最初の逆潮流有りのP V（Photovoltaic）を個人の住宅に設置した。実は、このシステムは電気が余れば電力会社に電気を売れるシステムだったが、売電に関する法整備が整っていなかったので、当時は自分の所に蓄電池を持つしか手段がなかった。われわれは、それでは駄目だと考え、余った電気を電力会社を買ってもらおうと電力業界にお話をして、92年に電力会社に余った電気を買っていただくシステムを作っていた。その第1号が不肖私の家である。

当時はペンツ1台くらいの値段がしたが、これを契機に国が補助金を出してくれた。なぜ日本が太陽電池産業で一番なのか。まさしく技術開発をし、こういう社会システムを改革し、国が助成金を出すという形の上において、このP Vの普及が成ったというイノベーションが繰り返されたからだ。

この動きがドイツに広がり、今、E U全体に広がっている。ドイツではフィード・イン・タリフという制度により、太陽電池で発電した電気は普通の電気料金より3倍高いお金で政府が買っている。また、韓国政府は1Wあたり89円と、日本の電力料金の4倍のお金で太陽光発電の電力を買っている。

太陽電池を作るのに要したエネルギーをその太陽電池が発電するエネルギーによって何年で回収できるかを示す指標であるEnergy Payback Time（E P T）は、アモルファスの場合は約1年、結晶系の場合は1.5～2年である。すなわち、自分を作ったエネルギーを1年か2年くらいで取り戻せるということである。普通の家では3kWの太陽電池が設置でき、それによって原油換算で630リッター／年、C O 2換算で1.7トン削減できる。また、日本で設置可能と思われるような面積、すなわち、個人住宅の5分の4、ビルの5分の4、空き地などに太陽電池を敷き詰めたとすると、240GW設置することができるが、これを電力に換算すると240 billion kWhになり、日本の総電力需要の約30%に相当する。また、これをC O 2に置き換えると約1.3億トン、すなわち、日本のC O 2総排出量の約10%を削減することができる。また、普通の実用太陽光発電の場合は3～4kWだが、ヨーロッパや日本の大規模発電所ではMWクラスになり、1MWだと1年間に560トンのC O 2を毎年削減できる。さらに1GWを設置すれば、56万トンのC O 2を削減することができるのだ。

太陽光発電が生まれて50年、われわれが研究を始めて40年の成果をまとめると、効率は4倍から10倍になり、コストは100分の1になった。また、実際に使って、逆潮流有りという方式がO Kであることが確認でき、寿命は20年以上あることが確認できた。そして、C O 2の削減に効果があるという

ことも分かった。今、与えられた大きなテーマは、さらに効率を上げ、コストを2分の1から4分の1に下げていくことと信頼性の向上を図ること、そして、これを日本並びに全世界に広めるためのニューディールである。

グローバル・エネルギー・システムについてお話をすると、砂漠の間を国際送電線で結ぶ。例えば日本が夜の場合、アフリカが昼間なので、アフリカの砂漠に設置した大規模発電所で電気を発電して日本に持ってくる。もちろんこの送電線は、電気抵抗がゼロの高温超電導を想定している。2010年頃人類は原油換算ですべてのエネルギーを含めて14億キロリットルを年間使うとして、それを賄うために10%の変換効率の太陽光発電所をこの砂漠に造るとしたら、われわれが計算したところ、必要な太陽電池の面積は800キロ×800キロ、すなわち全世界の砂漠の面積のたった4%でいいという結果が出ている。

このGENESISプランを20年前に発表した時は、多くの人から夢だね、と言われた。しかし、そのときから私たちは、第1ステップとして、個人住宅や中規模発電所を各地に設置して、それを電力系統につないでいく。第2ステップとして、カントリーネットワークを作る、そして第3ステップとして超電導で国際的な送電線をつないでいけばいいと考えた。そういう意味では、GENESISはもう既に一步踏み出したことになる。

そうすると、この超電導の国際送電線をどうやって造るかが問題になるが、この分野でも日本がブレークスルーを最近起こしている。これは液体窒素温度での高温超電導の特性だが、住友電工が出してくれたデータである。臨界電流値も90年代は低かったが、最近では20倍となり、送電ケーブルまで仕上げる事ができている。そして、その実験がアメリカのアルバニーで2年前から始まっているのだ。

そういう中、シルクロードGENESISプロジェクトが既に始まっている。太陽電池システムを中国のシルクロードに沿って設置し、その周りを緑化して、モスクワ経由でドイツにつなげるという構想である。

(安井) 続いて、プリウスや燃料電池自動車等の開発をご担当された渡邊さんからお話を伺いたい。

「持続可能なモビリティ社会の実現に向けて」

渡邊 浩之

トヨタ自動車株式会社技監



トランスポーターは、CO₂排出量のうちの21%、世界的に見ると23%くらいのシェアを占めているが、われわれ車作りをやっているエンジニアとしては、これを限りなくゼロに持っていくのが使命である。京都議定書に基づいて決められた運輸部門の目標値は2010年にほぼ達成できているが、これはいろいろな燃費規制をやったこと、ETC等の交通流の改善、国民一般のエコドライブが功を奏したと思う。

WBCSDという機構で現在、世界の200社くらいの会社が集まっているいろいろな環境問題、社会倫理、産業の発展などについて議論しているが、その中で、2030年に自動車会社8社と石油会社等々で、車の持続的な発展は可能なのかということで、「モビリティ2030年」というものを発表している。その結論は、現状のままでは持続可能性は達成できないということで、七つのゴールを設定した。

車は環境に負荷を与えるのは厳然たる事実なので、燃費性能などについて日本ではトッパンナー方式で、市販されている車の中のトッパンナーの値を次のターゲットに入れていくという繰り返して今まで改善を重ねてきた結果、2015年で現状よりは23%強のCO₂削減が図れると思っている。しかし、これだけでは足りないで、プラグインハイブリッドというシステムの開発を進めてきた。1997年にわれわれは「プリウス」を京都会議のタイミングに合わせて世に出した。これは普通の車の半分くらいのCO₂の排出量で車を動かすことができるという技術だが、このプラグインハイブリッドは、13キロの電池走行(EV走行)ができる車を使ったとして、日本で使った場合に13%のCO₂の削減ができ、原子力発電に重きを置くフランスで使うと大体半減するという技術である。すなわち、車の電動化によって環境問題を解決していくという方向だと思うが、電動化することは、環境問題の解決だけでなく、自動制御しやすいという状況になっていくわけで、ITSやICTを使って車がロボット化していく可能性があることも示し

ている。

もう一つ、CO₂の問題では、信号で止まりながら渋滞の道を走った場合に比べて、30キロで走らせるとCO₂の排出量は半減する。今、東京が大体20キロで、ロスの街は34キロくらいで走っているが、ここで15～20%以上のCO₂の落差がある。従って、交通流をいかにスムーズに走らせるかという技術開発も必要になってくる。

また、都市の形と車の性能をうまく組み合わせないと、いいトランスポーテーションのシステムはできない。例えば郊外を50キロ弱で移動するとき、ファミリーで週末遊ぶときには、1トン200くらいの車を使えばいい。通常の買い物や通勤には300キロくらいの車を使う。つまり、今は1トン500や2トンの車で1人乗って通勤することが通常になっているが、もう少し賢い車の使い方をすべきだということだ。さらにバスだと乗員が30人、トラムだと大体その7倍の世界に入る。これに自転車、歩く人を加えればいい。近くのコンビニに行くのに車で行くなどというのはもってのほか、歩いていきなさいという交通社会をわれわれは目指すべきだと思う。

このように交通社会にイノベーションを起こそうとすると、どういうことをやるべきか。一つはエネルギー消費量の低減だが、このためには車両のサイズの小型軽量化、自動運転やプラトン走行が必要であるし、ほかにプラグインハイブリッド、電気自動車、燃料電池など、エネルギー変換技術の革新を行う必要がある。次に、スムーズな交通流を実現するように町の形を変えてやる。そのためにはITSの導入、あるいは交通のダイヤモンドのマネジメント(TDM)をやる。3番目に、多様な交通手段を快適・最適に組み合わせて移動していくユビキタスの技術、あるいは自動駐車システムが必要になってくる。

TDMの活動の実例として、豊田市では株主総会の時に市民株主の皆さんから大変おしかりを受け、通勤時間帯の交通渋滞解消のため、2000台のマイカー通勤を従業員に自粛してもらい、フレキシブルな出勤時間に変える等々の措置を講じたほか、インフラもITSによる信号制御を入れている。その結果、大体4キロの道のりを昔は45分くらいかかっていたのが、最終的には20分くらいで移動できるようになり、CO₂は17%削減した。

もう一つ、フランスのナント市の例を挙げよう。ナントは周辺都市を入れて大体56万人くらいの町だが、町の中心に行く時間が半減しているのだ。何をやったかという、都心部の周辺を取り巻く環状道路に対して放射状にトラムを通して、この結節点に近い所に大きな駐車場を造ったのだ。そして、片側3車線だった中心部の道路を片側1車線にして、1車線はグリーンを敷いて、その上をトラムが走るようにした。さらに自転車道を造ったので、市民は環状道路まで来てそこからトラムで市内に入るようになったのだ。

このようなことを実現するためには、私は次の五つを同時進行させる必要があると思っている。1. インフラを変えること、2. ITSのような新しい通信インフラを整えること、3. 車両自体のイノベーションを起こすこと。4. 企業と市民の自主活動を喚起すること、5. 行政の施策あるいは法律改正を行うこ

とである。

今からのイノベーションは、単品の技術革新ではそう起こらない。例えば燃料電池一つ取っても、水素スタンドの設置のための法改正が必要だし、自動運転をさせようと思うと、実証実験の中で市民のコンセンサスが必要となる。もう一つ、これをさらに加速させるためには、企業間競争だけでなく、横浜市とロサンゼルスが交通環境性能で競い合うことも必要だと考えている。

技術を変えるときに、町の形も変わると私は思っている。例えば駅まで車で来て車を乗り捨てると自動的に駐車場に入っていく。それで駅に帰ってきたらユビキタスコミュニケーターで自分の車を呼び出せば、自分の横に来てくれる。私どもの元社長の豊田英二が、「車の理想形はきんと雲だ。乗りたいときに横に来て、要らないと思ったらサッと消えてなくなる」と言ったが、そういう時代が案外近いのではないか。

さらに物流では、環状線の所に配車、集配センターを造って、そこまでは高速道路を隊列走行で走る。今は、周辺の状況を認識してぶつかることが分ければ、ブレーキを踏めばブレーキの油圧を急激に上げ、シートベルトのたるみを取るという技術がもう市販化されているのだ。それから、80キロに設定して高速道路を走り、前の車に追いつくと、前の車に追従して車間距離を一定に保って、前の車が減速すればこちらも自動的に減速し、加速すればこちらも加速するという追従走行する技術もかなり高いレベルで実現化されている。そうすると、密接隊列走行で、空気抵抗が最も少ない状態でトラックを動かすことも可能となり、悲惨な事故も防げるだろう。

(安井) 環境話をやっているとなんとなく未来が暗くなるが、大変未来の明るい話をいただいて、うれしく思った。

「タイにおける水資源管理—その課題と挑戦—」

モンティップ・S・タブキャノン

タイ天然資源・環境省環境促進局局長



もともとタイは農業国で、稲作が中心だが、これが水資源と深くかかわっている。水資源開発や供給は過去50年間継続し

ており、その結果、乾燥期にも農業ができるようになったが、人口が増え経済活動が集中化した結果、水の需要がどんどん増大してきている。しかし、従来はきちんとした措置がされず、森林なども失われ、水質への影響も出てきていた。さらに水資源のプロジェクト開発にも問題があり、供給の問題が出てきている。

また、災害が増えており、それに対応するために国内を 25 の主要な河川の流域並びに 254 のサブ地域に分けて、51 万 2000 平方キロをカバーしている。この 40 年間の間、1 万 7533 の小規模中規模大規模の水資源プロジェクトが行われており、灌漑可能な地域が 163 億 4520 万エーカーとなり、水に対する需要が増え続けている。また、開発のため土地利用が変わっているので、多くの場所で水害、干ばつ、水不足、あるいは水質の汚染が起こっており、その頻度が増えており、起こるたびに事態は厳しくなっている。

この 40 年の間、タイでは水害が 1974、1975、1978、1980、1983、1989、1995、2001、2002 年に発生しており、農業地域では 1060 万エーカー、都市部では 272 万エーカーが影響を受けている。2370 の村では、鉄砲水あるいは土砂災害のリスクもあり、推定によると 1989 ~ 2001 年の損害は 692 億 6600 万バーツだった。また、過去 40 年の間干ばつが起こったのは、1967、1968、1972、1977、1979 年で、最も深刻だったのが 1979 年だった。

水質も悪化したが、これは工業からの廃水あるいは家庭発電などによる水質汚濁が原因だった。それで第 10 次国家経済社会開発計画の中でグリーンソサエティを目指すことを強調し、国王陛下が提唱している自給自足原則を実現しようとしている。

各流域で行われている統合水資源管理のアクティビティにはさまざまなものがある。例えば水域に森林を回復させ、土地の肥沃度を回復させるために、チェックダムを使っている。また、ベチベルソウなどを植えて、水分の保全を図っている。あるいは貯水、適切な水資源の配給、水域を越えた水資源管理、また湿地の回復、廃水制度の管理、また治水管理等々を都市部で行っている。

また、水資源の管理に関しては国家水資源委員会（NWR C）などの組織が総理府の下に設けられており、副首相の下に、事務次官が関連の省庁から参加し、ほかに国営企業のトップ、水利用組織のトップなどの有識者が参加している。この委員会の役割は水資源に関する政策を提言して、水資源管理計画を作ること、さらに水の配分に関して優先順位を付けて、水力発電・鉱工業・農業など必要な分野に回すことである。また、NWR C の下にリバー・ベイ・シー・サブコミッティを各地域に設けており、政府あるいは国営企業の代表者、自治体の人や水を利用する側の人が参加している。

水の資源管理の予算トータルは、96 万 9985 バーツに相当しており、巨額の投資が必要となっている。また、メコン川がランチャ川という中国の川とつながり、ラオス、カンボジア、ベトナムも走行していることから、メコン川の利用に関しては三つの案を今タイで検討している。最初の案は、メコン川から Ubonratana ダムという北東部にあるダムにためることであ

り、もう一つの案は Huay Luang ダムの範囲に流すことである。もう一つは、ラオスから水を買って Nam Ngung ダムの方に引くことで、これは今ラオスと交渉している。

また、タイでは 25 の流域において水質管理が必要なので、三つの戦略を取ってきた。持続可能な開発戦略と先取り型の戦略、そして調整戦略という三つである。さらに、干ばつ、水不足、治水対策、廃水対策が必要であるが、それには、流域レベルのいろいろな組織への権限委譲や河川流域基金の設立、全国の水資源情報センターの設立、統合化された水資源管理計画がとても重要であると考えている。

（安井） 極めてローカルな話とグローバルな話が混じり合って、大変複雑になっている。これは、次にお招きする林先生の食料・農業は水と非常に関係が深い。

「21 世紀の食料・農業新戦略」

林 良博

東京大学大学院農学生命科学研究科教授、
総合研究博物館館長



わが国の農産物の生産額は 9 兆円を割ってしまったが、人口問題研究所の予測では、2030 年の日本は、全体でほぼ 10%、9.8% くらいの人口減少となるということだ。一番人口減少が予想されるのは秋田県で、26% の人口減少となる。そのときに農村・山村・漁村のさらなる限界集落化を防ぐのは喫緊の課題で、一つの道は、食料・農産物・水産物、林産物の高付加価値を図る以外にない。

森林が持つ炭酸ガス吸収については、平成 18 年度の補正予算でも、19 年度の本予算でも、間伐の手当てしていただいた。京都議定書を守るためには、ペイしようとしまいと、国がお金を出して木を切る、そして新しい木を育てながら地球温暖化のための炭酸ガス吸収を図るということしかない。しかし今、かなり希望が持てる話が出ているのは、農地の持っている炭酸ガス吸収である。炭酸ガスが一番多いのは水の中、特に海の中だが、次に多いのは、地表から 50cm くらいの畑というか、地

面である。大気の炭酸ガスの量はそんなに大したものではないので、農地をうまく耕すことによって、今以上の炭酸ガスを吸収できないかという試みが日本でも始まっている。

今日お話しするのは、その問題ではなく、どのように高付加価値を図っていくかである。農林水産省では、私もメンバーになっている農林水産技術会議（A F F R C）という組織を作り、特に基礎的な研究と応用的な研究を Agriculture、Forestry、Fishery の各分野で行うことになっている。いま日本は、農村から人が居なくなるという問題と、高齢化社会という問題、地球温暖化という大問題を抱えているが、その中で私たちは労働力をいかに省力的にしながら、省エネを図っていくかをまず考えているのだ。その場合、第1に、日本の得意技であるロボットの応用をますます進める必要がある。例えば温室では、ソーティングのロボット、収穫（ハーベスト）ロボットのうまい組み合わせが出来ているが、もっと飛躍的な技術が今後求められるのではないかと。例えば無人ヘリコプターを使って、実際の作物がどの程度成長しているかを観測するもので、成長の度合いに合わせて、自動的に肥料をどの程度、いつころ、どういう形で散布したらいいかを決めていくことができる。また、収穫した作物の量と品質を自動的に記録してくれる機械もあるし、無人トラクターや無人の田植え機も既に出来ている。

また、農林水産省は、新しい品種の作出にも取り組んでおり、アントシアニンという機能性物質を大量に含むサツマイモ「あやむらさき」や、カレー米という米も作っている。また、メチル化カテキンを大量に含む「べにふうき」という緑茶、リコペンという機能性物質を大量に含むトマトの作出も既に行った。これによって消費者の方が少し高くても買ってくれることで、農業全体の生産額を最低 10 兆円は超えるようにしたい。ちなみに、お酒は高いお酒から安いお酒まで大体 10 倍の差があるが、トマトでも 10 倍のトマトとなると、地球に優しいからと言ってもなかなか皆さん買わない。消費者の限界は大体 1.3 倍で、値段が 1.3 倍を超えると大体買わなくなる。それを買ってもらうためには高付加価値化を図る以外にない。

私の研究室では、食べるワクチン、edible vaccine の開発をしている。もちろん人間にも将来使うことを期待されるが、当面は家畜に食べさせるワクチンだ。開発途上国では先進国の家畜の 7 分の 1 の生産性しかないが、これは暑いということで成長が遅い、病害虫・病気が多いということで、そういったときにワクチンを常にお米の中に組み込むという形でやれないか。ちなみに、edible vaccine は食べるだけなので、注射に比べてはるかにやりやすいというメリットがあるのだ。ただ、世界の中では遺伝子組み換え食品がどんどん出ているが、日本には依然としてアレルギーがあるので、当面はこういう家畜の餌ということでどうだろうかということで、オリザ・サティバに組み込む研究が進められている。

さらに最近では、高付加価値化の一つとしてテラーメード食品を作る、Neutrigenomics が注目されているが、これには二つのことが必要である。一つは、一人一人の体質と体調に合った食品を作るということで、個々人の遺伝的な特性・体質とその日の体調を明らかにする一方で、網羅的な食品の遺伝子発現を DNA マイクロアレイという方法で分析する。これを動物実

験であらかじめ調べておいて、それを Integrate されたデータベースシステムに入れて、最終的には一人一人に合った食品をお届けするということだが、こういう形の高付加価値化の研究が進んでいる。

もちろん、先進国の話だけをしているわけではない。現在、地球人口の 65 億のうち 10 億人以上は食べ過ぎにより、糖尿病、肥満という病的な状態にある一方で、10 億人以上が飢餓、栄養不足という病的な状態にある。そこで、東大の農学生命科学研究科の西澤教授は、植物の成長に欠かすことのできない鉄分が塩類土壌では available ではないのを何とかできないかということで、遺伝子組み換え手法によってトランスジェニックの物を作っておられる。

また、農水省関係の独立行政法人、J I R C A S という組織が最近、D R E B という遺伝子を特定している。これはモデル実験植物であるシロイヌナズナという植物で実験したわけだが、この遺伝子は乾燥や塩害、高温にも非常に耐性の遺伝子あることから、これをいろいろな作物に生かせないかということで、現在、国際農業研究協議グループ（C G I A R）など、いろいろな組織とコラボレーションを始めており、10 以上の国際組織から、この D R E B を使って品種改良を図りたいという申し出が来ている。

また、グローバル化が進むと、偽表示の食物が大量に輸入品として入ってきたり、国内でも出回ったりして、高付加価値化した食品が守れないことになる。しかし、DNA テクノロジーを使えば、コシヒカリ、ひとめぼれ、あきたこまち、ササニシキもすべて判別できるし、産地も区別ができるので、これをもっと進めていこうとしている。

これまで私たち農業関係者は日本で開発した技術を海外に無料で普及してきて、2～3 年前までは一切、知的財産などは考えたことはなかった。しかし、その結果、プーラメン効果で、日本から出した素晴らしい技術を基に開発途上国が作った農産物が日本に入ってきて、日本の農民がダメージを受けるという事態になっている。それで、今後は、知的財産（Intellectual Property）は、農業であっても主張しようということになっている。

また、少々の努力では地球温暖化は食い止められないということで、私たちは温暖化適応作物、つまり、平均気温が 4 度上がろうと 5 度上がろうと、それに耐える作物をこれから作っていく以外ないということで、「にこまる」というお米の新品種が作出された。ヒノヒカリがこれまで九州の主力だったが、現在、地球温暖化で九州はお米がまズくなりつつあり、北海道のお米がおいしくなっているのだ。しかし、「にこまる」は農学関係者が温暖化に適応する品種を用意周到に作ろうとして作った品種ではない。日本には寒冷に強い米をずっと品種改良してきた 100 年以上の歴史があるが、実は寒冷に強いお米は温暖化にも強いということが分かった。仕組みは分からないが、温度に対して鈍感になっているわけである。従って、日本が持っている冷害に強い米がひょっとすると温暖化に強い米になりうる可能性があるのだ、そのへんの解析を今、農水省の研究所で急いでいるところである。

ミカンも温暖化によっていろいろな問題が起きているし、ブ

ドウも温暖化すると周りの皮の色が赤くならない。しかし、不思議なことに、幹をむくと色付くので、これをもっときちんとした品種改良によるイノベーションによって温暖化に対処していこうという決意を農学・農業関係者はもっている。



（安井 至）安倍首相が言われた「クールアース 50」というところが地球環境問題の原点に今なりつつある。安倍首相は首相としては初めて 2050 年という中長期の話をされたが、福田首相も洞爺湖のサミットではこれにフォローされるようだ。ところが中身は結構大変で、化石燃料からの二酸化炭素を将来放ったらかしておく Business as usual Scenario だと、大変なことになってしまう。

2001 年の IPCC の第 3 次レポートでは、2040～2045 年くらいをピークに、そこから緩やかに下げていけば、地球の温暖化もまあまあかというイメージだったが、今は発展途上国の成長で事態が変わっているの、先進国以上に途上国が厳しいことになっている。以前は 2050～2060 年までに経済成長をやればよかったはずなのに、2020 年くらいにはそれをやって、以後は CO₂ の排出を削減しないといけないということだ。これが本当にできるのかというのがこのグローバルエコシステムの一番大きな問題だと思う。

もう一つの問題は本当に排出量が下がるのかということだ。ドイツの 90 年からの動向では下がっているが、エネルギーの消費量はそれほど下がっているわけではない。下げている理由は、石炭をほかの燃料に切り替えていったことが大きい。英国も同様で、ふらついているのは冬寒いと増えてしまうからで、エネルギーの使用量は微増、CO₂ は京都議定書の基準年から見れば下がっているが、今はそうでもない。日本は、エネルギーの使用量は頑張って増やしていないが、CO₂ の方は増えている。ある年、特異的に減っているのは、この年だけ原発がきちんと動いていたからだ。アメリカはこんな状況で、あまり CO₂ とエネルギーの間に差がなく、大体同じような動きをしており、このところ、割合と平らになりつつあるという状況である。

これをどこまで下げるのか。国際社会では 2 トンというラインとか言われている。これは、効率を大体倍くらいにすれば何とかできるというのが一つのアプローチで、もしそれで足らな

かったら、再生可能エネルギーにしていくしか手はないということである。

自動車は 2000 年の約 7 億台が 2050 年 20 億台と言われており、約 3 倍になる。もちろんインドも増えるが、中国が圧倒的に増えるということで、先ほど渡邊様から燃費についていろいろとご提案をいただいたものと理解している。ただ、燃費だけの問題ではなく、車を何で造るのが結構重要である。すなわち、2 人乗りの電気自動車で 30 キロくらいしか走らないというものが将来通勤車としては動くのではないかといいことだ。ただし、2 人では家族はどこも行けないので、4 人で行くときはやはりつなぐのかもしれない。そして、さらに遠くにドライブに行きたいときはさらにつなぐ。つまり、本当に必要なときに必要な物を使うという方向に行くのかという気がしている。

ただ、こういった車でも何で造るかが大変で、鉄の生産量は今ほとんど垂直に上がっている状況である。日本の鉄の蓄積量は大体今、1 人 10 トンくらいのところまで来ているが、これからを考えると世界的に 800 億トンくらいのストックが必要で、今既に 200 億トンあるとすると、21 世紀末までに 600 億トンの追加生産が必要になる。これほどの鉄を造ると、約 1000 億トンの CO₂ が出るし、セメントは鉄の 2 倍要するというのが大体インフラの常識で、そうすると本当にとんでもない話になる。

もう一つは、水の場合には災害が非常に大きくて、ベトナムで洪水の Early Warning のシステムを作ろうとしている。しかし、ベトナム辺りだとかこういう技術を持った人がまだ少ないということで、こういう技術を G I E S のようなシステムを使って渡していくのがいいという気がしている。

農業生産は結構真つすぐ伸びていて、一見あまり困りそうもないが、アメリカのトウモロコシからのバイオエタノールとか、最近少し怪しげな動きもあることもあって、未来永劫足りるものでも多分ないという気がする。

人口問題に関しては、国連が 2000 年に出した Millennium Development Goals で、1990 年をベンチマークとして 2015 年までに、初等教育の充実や女性のエンパワーメントにより、子供の死亡率のようなものをずっと下げていくことにより、人口の出生率を下げ人口の自然減少することを狙っていくとなっている。

途上国では、発展段階により、まず自然破壊、森林の破壊のようなものが起こり、次に公害（Pollution）のようなもの、災害による死亡者、ごみ問題が起こり、今の CO₂ の問題が起こる。その次は恐らく、材料やエネルギーも減らそうみたいな話になるのかもしれない。それから最終的には、生物多様性のようなものをいかに保存するかみたいな話になっていくのではないかと。こうやって一つ一つ問題をクリアしながら、徐々に進展をしていくというのが途上国の進歩なので、そのノウハウを知っている国が G I E S の中でうまくトランスファーしていくということが重要かと思う。

それには技術が鍵であることは間違いがないが、環境の場合には普通の技術開発と違い、水が汚れていて臭いとか、何か病気が出ているのではないかとという直観的ニーズから、観測測

定・データ解析が始まる。温暖化も同様だが、それだけだと一気に解決に至らない場合が多い。最終的には地球市民、あるいは日本人のマインドセクトが変わって、より進んだ社会的な枠組みが出来て、ここでスパイラルアップして片付いていくという感じだと思う。そうだとすると、社会的枠組みを決める際には、外的な要因が非常に大きく効いてくる。例えばどういう産業構造を持っているのか、資源エネルギーの価格がどうなっているのか、人口がどうなるのか、産業構造をどうしていくのかとか。長期的には人間の生存要素である食料、気温、降水などがどう変わるか。中長期的には化石燃料や鉱物資源の限界など、こんなものを考えながら、今、社会的な枠組みを作っていかなければいけない。