

エネルギーシステムのイノベーションを通じた都市環境政策

東京工業大学 柏木孝夫

1. 低炭素社会の実現に向けた世界の潮流

21 世紀における **日本の成長エンジンは低炭素型の経済モデルを逸早く構築** することである。科学的、分析的に **理論武装された国際世論** が必ず低炭素社会の実現を力強く牽引する。この世論はこれまで米国に向けられていたが、オバマ政権誕生が決定すると中国、インド等に向けられ始めた。低炭素社会の実現は加速度的に早まる。

ポスト京都を巡り議論された昨年の洞爺湖 G8 サミットでは **「2050 年までに世界全体の排出の 50%削減を達成するという目標のビジョンを気候変動枠組条約の全締結国と共有し、採択することを求める」** という極めて政治的な妥協声明であったが、私は大変な成果であったと認めている。なぜならば、**長期目標に対しては中国・インドなどの大規模排出国の参加** がないと意味がないとする我国や米国の意向が大きく反映され、参加国全体の合意を求めるとなっているからである。COP14 でもこの声明を受けて激しい論戦が成され、依然として中国、インド等が **先進国の責務であるとの主張** を強烈に繰り返した。国際世論を意識し始めたからこそ、このようなポーズをとらざるを得ないと見るべきであろう。各国が **地球益を全面に出しながら、国益をかけた戦略を国情に応じて激しく展開** した一年であった。

2. 我国が世界に発信した「Cool Earth 50」

我国は国際的に **「Cool Earth 50」** を提唱し、2050 年までに二酸化炭素の排出を全世界で現状の半分に低減させようとしている。ここで、重要なことはこれを達成するために、次の 3 原則を主張していることである。まず、① **主要排出国が全て参加** し、京都議定書を超え、世界全体での排出削減につながること。② **各国の事情に配慮した柔軟かつ多様性のある枠組み** とすること。③ **省エネ・新エネなどの技術を活かし、環境保全と経済発展とを両立** すること、である。

さて、**地球環境問題の理念** とは何であろうか？私は **“衡平性”** であると考えている。IPCC では **“DES, Development, Equity, Sustainability** 問題について記述されている。すなわち地球環境問題は、**人類みな衡平性を保ちながら持続可能な開発・発展をするためには、どのような課題と解決** しなければならないか、という難問に取り組んでいることになる。国連加盟国 192 ヶ国が皆手をつなぎ、**192 人 193 脚** で走れるような環境をどう作るか問われている。

3. 政治決断された「新エネ・モデル国家日本」

低炭素型エネルギーシステムに対し、我国では当初、**原子力のシェア拡大で対応** できると考えていた。しかし、現状ではすでに **着工している新設原子炉が 3 基** しかないことを考えると、再生可能エネルギーを含め、**低炭素社会が必要とするこれからのエネルギー選択や技術開発など総合的な戦略** が極めて重要となってきた。

特に太陽光発電などの新エネルギーをエネルギー政策上明確に位置づけるべき大きな決断の時期であり、私は 6 月 9 日に発表された **福田ビジョン** で **政治的決断** が成され、麻生政権に引き継がれていると確信してい

る。**環境モデル都市の選定**をはじめ、今後は新しい技術革新を通して**省エネルギー・新エネルギーの一体化政策を強力に推進**することがCO₂原単位の大幅な低減をもたらし、世界的にみて経済への貢献も極めて大きい。まさに、**新しい公共事業の誕生**といっても過言ではない。

福田ビジョンによる新エネルギー国家としての首相決断を受け、新エネルギー部会では中間とりまとめを緊急提言という形で公表した。以下にその概要を示す。

国土が狭く、資源の少ない我国は、ハイテクやものづくりといった我国の強みを活かして新エネルギーの導入拡大を図るべきであり、太陽光社会を世界に先駆けて構築し、新エネルギーが生活の中でごくふつうに使われる新エネ生活（新エネ・ライフ）を実現し、**新エネ・モデル国家へと変貌を遂げる**ことが低炭素社会構築のための有力な手段である。これらの新エネ技術、新エネ・ライフ等の**新エネ文明を日本から世界に向けて提唱**し、国際貢献を果たすことが、我国の産業競争力を維持することになり、**産業政策上も大きな意義**がある。

低炭素社会の実現は、省エネルギーの着実な推進とともに、原子力、新エネルギーの導入拡大が期待されているが、国土が狭い我国においては、新エネルギーの導入には様々な制約がある。例えば風力やバイオマスは、北欧や北米では新エネルギーの主役になりつつあるが、日本の風況や国土（面積）では適地に限界がある。

そこで、我国としては、水力、地熱、風力、バイオマス等による発電や熱利用に今後とも最大限取り組みつつ、我国の強みである**太陽電池、蓄電池、燃料電池等**に関する材料開発から製品開発まで一貫した高度な技術やものづくりの技術を活かして**新エネルギーの導入拡大を図る**べきであろう。そのためには、太陽電池、蓄電池、燃料電池等の高度な技術を活かし、**世界に先駆けて太陽光社会を実現し、水素社会の構築を目指す**べきであろう。

例えば、太陽光発電は、「低炭素社会・日本」をめざしてと題する6月9日の福田ビジョンにもあるように、**2020年に現状の約10倍、2030年には約40倍**を目標とする。これは、**2020年において新築持家の約7割、2030年には新築戸建4住宅の約8割、産業用・公共用施設全体の約8割に太陽光発電**が設置されている状態に相当する。

「省エネ」は広く国民生活に定着しつつあるが、「新エネ」は生活に定着したとまでは言えない。省エネ・ライフは、燃料費の節約など個人の利益になる面もあるが、新エネは、コストが高い等のハードルが無視できない。**新エネ・ライフ定着**のためには、コストがかかっても未来の地球のために投資するという国民の意識改革と、産学官の力を結集した技術開発、市場拡大等によって新エネルギーのコストを下げることが必要である。

このような取組みによって、我国は新エネ・モデル国家へと変貌を遂げる。そして、これらの**新エネ技術、新エネ・ライフ等の新エネ文明を世界に向けて提唱・発信**していくことが、我国の国際貢献、国際競争力の維持の両面から重要である。

国際貢献に関しては、例えば、太陽光発電をはじめとする新エネルギーは、分散型電源として**諸外国の無電化村等におけるエネルギーアクセス向上等に貢献**できる。また、今後これらの国で電化が進展し、生活の質が改善することが、電力消費を増大させ、気候変動問題に対する新たな課題となりかねないが、これを防ぐためにも温室効果ガス排出量を抑えられる新エネルギーによる電化が有効である。

さらに、**新エネルギー関連産業は、エネルギーと環境を巡る諸課題の解決に資する産業**であり、素材産業から加工組立産業まで産業全体への波及効果も大きく、国際的にも今後高い成長が期待されるため、産学官の力を結集して、この産業を競争力のある日本の基幹産業へと大きく育てていくことが重要である。

また、**電力、ガス、石油等のエネルギー産業**においては、**エネルギーの安定的な供給を堅持**しつつ、これまで培ってきた技術やネットワーク等を活かしながら新エネルギーの導入を最大限推進し、**エネルギーの供給構造を低炭素型へと変革**させていく必要がある。そのためにも**新エネに対し我が国が挑戦しうる高い導入目標を設定し、その目標を適切な手段を用いて確実に達成**することが重要であると結んだ。まさに、**新エネルギーモデル国家日本の幕明け**を意味し、新しい時代の始まりである。

4. エネルギー需給のグランドデザイン

地球環境問題は、省エネ性、自律性、環境性に富んだ**エネルギー需給構造のグランドデザイン**を各国が明確に示し、それらを共有する絶好の機会である。すでに述べたように**地球環境問題はエネルギーと一体化して解くべき国際政治課題**であるからだ。特にポスト京都議定書の枠組みは世界が共有しうる明確な中長期ビジョンと新しい技術開発無しに、大きな進展はない。

私は科学的検証から、電力に関して言えば、天然ガス・石炭・原子力などが全体のベースを担い、その**メガインフラ基盤**の上にコージェネ、燃料電池など、省エネルギー性に富んだトッランナー機器群と自立性の高い**地域共生型の新エネルギーが適切な規模でクラスター**を形成してゆくことになることを確信している。特に**EV など車両の多様化**を考えると、電力という生活と産業の**基盤エネルギーが民生と運輸で共有**する時が直前に迫っており、これからは**都市エネルギーの全体最適化**を視野に入れたビジョンへと進展させる時代の到来である。

5. 都市エネルギーの全体最適化

低炭素社会に向けた都市エネルギーの全体最適化を図るには、例えば都市内の**商業施設などを良質な拠点インフラ**として捉え、**エネルギー管理システム**などの導入により、新たな省エネルギーをネットワーク的に達成してゆくことが必要となる。今後、太陽光発電や燃料電池などの分散型電源が住宅内や建築物の屋根などに大量導入されてくると、これらの**管理システムは需要地に導入された分散型発電システムと一体化**してCO₂を削減するアドバンスドシステムへと発展させるための基礎となり、全体最適化には欠かせないものとなる。

特に、**住宅分野に対しては、将来的に太陽電池・燃料電池あるいはプラグインハイブリッド車や電気自動車等が住宅とセットで導入**され、それらのシステム化により、**運輸エネルギーも含めゼロエネルギーハウス**も夢ではない。また、**燃料電池を見据えた水素社会の到来も電力化傾向の高まりと共に必ず防れる**。

私は運輸エネルギーを考慮に入れた都市エネルギーの全体最適解を解いてみた。発電効率が45%以上の分散型電源が都市内に導入され、排熱を無駄なく使いつくすことができるようになると、PHVやEVの導入が都市への投入エネルギーを最小とする解が得られた。全体最適化の理論的妥当性を実証したことになる。そのためには、コミュニティ内での電力の面的融通や二次電池による選択貯蔵など車輻に搭載された二次電池との双方向の充放電システムがキーテクノロジーとなる。

一方、エネルギー源の多様化の一環として**非食糧系バイオ燃料の優位性**も見逃せない。バイオマス利用は燃料化、ガス化などにより地産地消を促進し、地域の活性化、国土の充実に加え、**農林水産のような一次産業の構造改革**も可能となるため、期待度は極めて大きい。**バイオマス利用施設は低炭素社会における新しいエネルギーインフラ**として位置づけられるべきであり、法整備を含め新たな局面を迎えたと言える。さらに、**200カイリ経済水域は世界6位**であることを考えると、**海洋バイオマス**の有効活用も見逃せない。

6. 低炭素社会の新しいインフラ整備

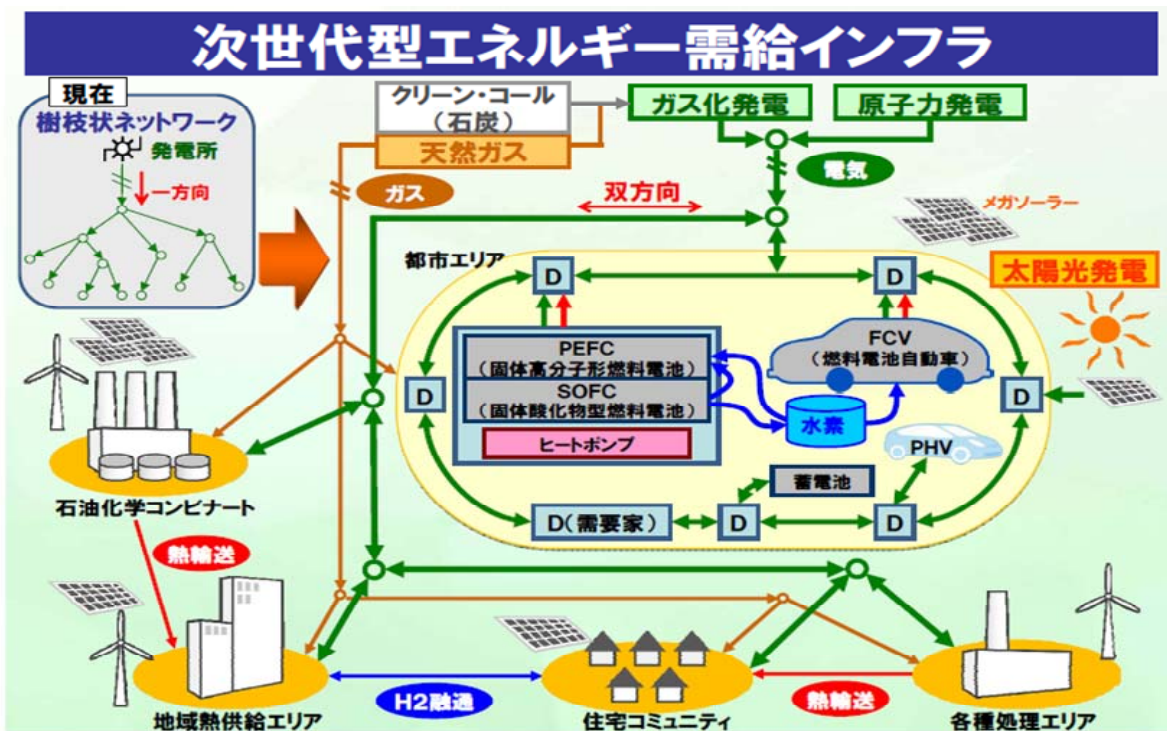
将来的には需要地に知能を備えた各種分散型システム群が大規模送電系統の一端に**ループ状のネットワークを形成**し、系統との調和を図りつつ、**既存の空間インフラを高度に活用**しながら、**電力だけでなく熱や物質(例えば水素)までも併給する統合型インフラ構造を構築**することが、究極の省エネルギーを実現すると共に、再生可能エネルギーを最大限とり込める低炭素社会のグランドデザインそのものとなる。愛知万博では、すでに**マイクログリッド**という型で2030年の低炭素社会の姿を世界に先駆け発信している。

また、熱エネルギーの合理的な需給構造も見逃してはならない。**高効率ヒートポンプ、太陽熱・ソーラークーリング、下水、廃棄物などの未利用エネルギー**の民生用への高度利用も、都市エネルギー全体最適のための新しいインフラとして必要になるであろう。

最後に全国147ヶ所で展開している**地域冷暖房システムにおける電源コージェネレーションの制度化**など都市全体の最適化に対するグランドデザインは、インフラも含め新しいコンセプトが必要不可欠となる時代の幕明けであることを強調したい。

一方、我国は工業国家として、**低炭素方産業部分のモデル**を世界に示す責務もある。先日、周南コンビナートを視察する機会を得た。日本の産業の基礎となる重化学を主体とする世界有数の生産拠点であり、コンビナート内の企業群の電力需要だけで140万kW以上にも及び、主に石炭火力で対応しているが、低炭素型産業構造への風が強まり**木材バイオマス**を混焼させるなど最大限の努力を払っており、その精力に対して頭が下がる思いであった。

今後我国が率先して低炭素産業構造のモデルを世界に示そうとするならば、コンビナート内に**国策として産業用原子力発電を立地**するくらいの覚悟が必要ではなからうか。



住宅コミュニティにおける再生可能エネルギーとPHV/EV

