

## 日本学術会議主催 連続シンポジウム

### 「巨大災害から生命と国土を護る－二十四学会からの発信」

#### 第六回 原発事故からエネルギー政策をどう建て直すか

日時 2012年7月24日(火) 14:00～17:30

会場 日本学術会議講堂

司会の日黒公郎氏(東京大学、日本学術会議連携会員)の開会の辞に続き、和田 章氏(日本学術会議会員、土木工学・建築学委員会委員長、東京工業大学名誉教授)より「今回の原発事故とその影響を検証し、今後のエネルギー政策の方向性を議論する」旨、趣旨説明があった。

#### 第一部基調講演

(1)地震動・津波による原発事故の検証－重大事故を2度と起こさないために、我々は何をすべきか?－

入倉孝次郎氏(京都大学名誉教授/愛知工業大学、日本学術会議連携会員)

○エネルギー・環境会議による今後の原発比率に対する3つのシナリオがある(以下)。

①2030年までに0%程度まで下げていく

②15%程度まで下げていく

③20～25%程度まで下げていく

○選択にあたって重要な4つの視点として、①エネルギーの安全確保と将来リスクの低減、②エネルギー安全保障の強化、③地球温暖化問題解決への貢献、④コストの抑制、産業や雇用の空洞化防止、がある。

○今回の震災からの教訓として、①たとえ確率は小さくても、災害リスクの大きい地震に対する防災対策を強化する必要がある、②津波だけでなく、長周期地震動による超高層建物、長大橋、大型石油タンクなどの長大構造物の被害に対する対策の強化が必要、ということがある。

○原発を即時停止した場合にも以下のような課題が残る。

- ・使用済核燃料の貯蔵・処理や廃炉費用をだれが負担するのか。
- ・全原子炉を運転終了し、収益機会を失うと原発撤退プロジェクトに資金や人材を投じられなくなる。
- ・原発廃止の運動が高まると原発事業そのものがタブー視され、優れた人材や資金力のある投資家が原発事業を敬遠する。
- ・運転を停止した原子炉が解体されず危険な状態で放置される。

○原発事業の将来

短期的には

- ・原発から全面撤退することとなっても、しばらくの間(10年以上)、国内の何十基かの

原発の運転が必要。

- ・ 原発のリスクとコストに真正面から取り組むことが必要。老朽化した原発の事故リスク、発電コストの正確な分析が必要。
- ・ 地震、津波、火山など自然力に対して科学的に精緻な分析を行うことにより、防災(被害防止)対策をとることが不可欠。
- ・ 放射性物質を安全に保管する施設の耐震性を含む安全性の技術の確立が不可欠。

長期的には

- ・ 老朽化した原発の解体作業と使用済燃料の処理は避けられず、これにかかる費用と人材が不可欠。
- 短期的要請と長期的要請の両立を図るためには、徹底的に原発の安全性を追求しつつ、当面原発事業を経済的に破綻させずに、エネルギーの安定供給と安全確保の両立を図っていく必要がある。

## (2)原子力エネルギーのリスク低減と今後のエネルギーミックスにおける役割

田中 知氏(東京大学、日本原子力学会)

- 福島原発事故により、これまで原子力エネルギーが基幹エネルギーたる要件、すなわち安定供給性、環境適合性、経済効率性に対する信頼は大きく崩れた。なにより、大前提である国民理解および安全への信頼は失われ、多大なコストをかけて存続させることにどういう意味があるのか、ということになってきている。
- 原子力エネルギーを利用する本来の意味はエネルギーセキュリティである。安定した準国産エネルギーの獲得、化石燃料を巡る政情不安から距離を置く、核不拡散の推進役として政治優位性を持つ、などが重要。
- エネルギー・環境会議により提示された3つの選択肢には、エネルギーの供給安定確保、環境適合性や経済効率性に関する試算も同時に提示されている。エネルギーは国家運営の基盤であり、間違った選択は国家の存亡にかかわる。多面的な視野から総合的に判断する必要がある。
- ゼロではないリスクを有することを認識する中でリスクを低減する努力を継続強化しつつ、原子力の貢献を考えることが重要。
- 最新知見が安全指針に取り込まれていなかった理由として以下があげられる。
  - ・ 新しい知見を安全基準に反映するプロセスが整備されていない。
  - ・ 過去に安全と認定したものの安全性を更に向上させる改善への抵抗が大きい。
- 事故時に蓄積された知見を当局等に提言し速やかに実行せしめることはできなかった理由としては、
  - ・ 学术界として当局に提言できるシステム整備が十分でない
  - ・ 科学者団体が総評論家となり、危機対応管理ができなかった
  - ・ 蓄積された知見を迅速に提供できる情報整備が十分でない
  - ・ 多くの科学者有識者が無責任な低減提言とコメントを発信し混乱を招いたなどが考えられる。有事において、蓄積された知見を「誰に」「どのような手段で」「いかに早く」提供するかが重要で、そのプロセスにおいて中心的な役割を担うのが科学者であり、提供する情報の「内容」と「状態に」責任を負うことが必要。

(3) 将来のエネルギー源・エネルギー利用に関する定量的検討評価と提言

矢部 彰氏((独)産業技術総合研究所、日本学術会議連携会員、日本機械学会)

- 技術開発における「死の谷」を越えるために克服すべき技術的課題として、①技術の適用分野の明確化、②経済性の確立、③信頼性－耐久性の確立、④高性能化－既存技術との差別化、⑤技術の実証による社会性の確立、⑥社会的必要要件の達成、がある。
- 日本人のエネルギー使用量は常時 5.2kW で、これは米国の半分、ドイツ・フランスとほぼ同じ、世界平均の 2.5 倍である。
- エネルギー消費を減らす有効策として、①冷暖房、給湯に必要なエネルギーをヒートポンプで代替、②自家用車需要の減少、③ビル建設の抑制、④家電製品の減少、などがある。新エネルギー開発にとって重要なのは経済性。現在は灯油やガソリンなどやすいエネルギーに支えられている。
- エネルギー・環境問題で重要なのは投資回収年という経済性の観点である。10 年程度までのより長い投資回収年の省エネ技術を適用すべき段階にある。
- バイオマスについては、経済的に成立が難しく、環境に与える影響も大きい。
- ヒートポンプの性能向上により、暖房・給湯用熱需要を燃料の直接燃焼からヒートポンプに置き換えると 50%の省エネになる。省エネ機器を世界に普及するための戦略として、国際標準化を推進し、各国の特徴に合わせた普及を図ることが必要である。

(4) 民生部門のエネルギー消費と省エネルギー技術～民生部門(建築分野)ではどれくらい省エネが可能か～

坂本雄三氏((独)建築研究所、空気調和衛生工学会)

- 民生部門のエネルギー消費
  - ・事務所ビルでは空調＋照明で 64%、住宅では暖冷房＋給湯で 60%を消費している。
- 省エネ対策の基本として以下がある。
  - ・熱を大切にする(外皮の熱性能の向上)。
  - ・熱を上手につくる(設備機器の効率向上)。
  - ・自然エネルギーを利用する。
- 新しい省エネ基準の方向として、1 次エネルギー消費量の基準値により省エネ性能を判断することができる。(当該建物の 1 次エネルギー消費量の基準値 $\geq$ 当該建物の 1 次エネルギー消費量)
- 建築分野の省エネについては以下がいえる。
  - ・新築であれば 1990 年に比べて 75%の省エネが可能(高断熱とヒートポンプで 40%の省エネ)。
  - ・実際には 6、7 割を占める非省エネの既存建築物も省エネ化しなければ、日本全体の省エネは達成できない。
  - ・そのため、平均的な省エネ率は 50%程度と考える。

(5) パネルディスカッション「原発事故からエネルギー政策をどう建て直すか」

パネリスト 入倉孝次郎氏、田中 知氏、矢部 彰氏、坂本雄三氏、藤江幸一氏(横浜国

立大学、日本水環境学会)

コーディネータ 米田雅子氏(慶応義塾大学、日本学術会議連携会員)

○米田氏よりパネリストが紹介された。

○藤江氏より話題提供があった。

- ・津波による下水処理場の被害について紹介。震災後しばらくは、流入した下水がほとんど無処理に近い状態で放流されていた。半年後にはかなり改善されたが、この間に水質汚濁が生じた。水を利用するためのエネルギーとして、浄水処理と下水処理を加えると1日1世帯あたり約1立方メートルの水を使うので1.5kWhの電力を消費する。これは、全電力消費の2%に相当し、200万kWの発電所が必要になる。
- ・1970年代の2度のオイルショック以降はエネルギー消費が増大することなく経済成長を維持できた。その時の経験に学ぶべきであり、縦割りを打破し、地域ぐるみでエネルギーの有効利用を促進すべきである。
- ・再生可能エネルギーとして期待されるバイオマスは、膨大な土地が必要であり環境生態系への影響も大きいので、それでエネルギー需要を賄うことは難しい。

【米田氏】日本列島が地震の活動期に入ったといわれるなかで、原子力発電所の災害リスクをどのように捉え、いかにして安全性を確立・評価していくべきか。

【入倉氏】地震に対してわれわれがどこまで備えられるかが問題である。兵庫県大地震以降、とられてきた対策が十分でなかった。宮城県沖の地震は99%発生が予測(マグニチュード7.5~8程度)されており、対策(女川原子力発電所)が進められていた。福島については地震に対する対策はとられていたが、津波に対する対策ができていなかった。今後取るべき方向は見えてきた。人命第一で、経済性の確保とリスクを最小にする新たな防災思想が必要である。

【藤江氏】リスク(災害の酷さ×確率)を定量的に把握することが必要。危機管理では、設計の安全思想が現場の人にどれだけ伝わっているかが問題。有能な人材を如何に確保できるかも重要。ゼロリスクはありえないので、そのリスクの大きさと内容を把握した上で如何に効果的に低減するかが問題であり、定量化されたリスクの大きさから優先取り組みを行うべき。

【田中氏】今回の原発事故は人災である。今後原発の安全を確保する上で、安全目標を明確にして深層防護の考え方を系統的に強化することが必要。科学的に明快でシステムティックな方法により安全を確保するためには、規準を明確にしていくことが必要である。また今後、原子炉を安全に運転し原子力の安全確保で世界に貢献していくためにも人材の育成は重要である。

【矢部氏】世界を巻き込んだ議論をする必要がある。安全に関する考え方は国によっても異なるが、世界に向けて人は安全と思える形にもっていく必要がある。専門分野が異なる人達とのコミュニケーションも大切。

【坂本氏】新しい技術的な知見によりリスクを見直さなければいけないのに放置されている。一般建築でも過去の建物が既存不適格として対処されていないような生ぬるい体質が問題。

【入倉氏】原子力発電所に関しては、既存不適格は許されない。2006年の耐震基準の改

定によりバックチェックを行ったが、福島、女川の重要構造物に関してはその結果、揺れに対しては大きな問題がなかった。ところが、津波に関しては終わっていなかった。改定後、切迫感のある対応をとってこなかったことは問題であった。

【田中氏】新しい知見が規制等に反映されなかったことについて、原子力の安全文化というか日本の社会の中でそういう側面があるのではないか。根本的なところまで変えていく必要があると思う。

【米田氏】制度上変えていかなければならないところがあるとしたらどういうところか。

【田中氏】バックチェックやバックフィットを厳格に行う、新しい知見が出てきたときには、期限を明確にして反映させるなど具現化する方策を考えなければいけない。

【和田氏】日本人の甘いところにシビアな原子力が噛み合っていなかったのだろうか。フランスで建築中の ITER など、地震がきたことのないところでも最善最先端の耐震技術をつかっている。原子力を扱うにはもっとシビアにやらなくてははいけない。

【矢部氏】エネルギーは長期的な視野のもとに経済性が一番あるものをもってくることになる。省エネや再生エネルギーを進展させれば原子力に替わりうるのか、ポテンシャル的には代替可能だと思われるが、最後はどこまで投資できるかの問題である。

【米田氏】エネルギーコストというときに、原子力は核廃棄物の処理コストを入れていないのではないか。

【田中氏】廃棄物の処分や廃炉のためのコストは入っている。廃棄物については技術的安全性と処分場所が見つかるかという問題があるが、放射性廃棄物処分を安全に行える技術的基盤はある。場所については今後原子力を続けていくか縮小するかにかかわらず重要な問題であるので広く議論していく必要がある。そういう社会的な問題をどうコストに入れるのかは難しい。

【米田氏】放射性物質を非放射性物質にする技術はあるのか。

【田中氏】ネプツニウム、アメリシウム、キュリウムなどのマイナーアクチニドは半減期が長く処分後の長期毒性が問題となる。これらを分離し高速炉燃料に入れて燃焼させ核変換できる。これにより高レベル放射性廃棄物の長期毒性は減少する。ADS（加速記駆動システム）による核変換と合わせて今後の研究が期待され。長半減期の核分裂生成物の核変換は基礎研究の段階である。

【米田氏】エネルギーミックス、3つの選択肢を考える上での課題は。

【矢部氏】温暖化対策で、出てきた CO2 を閉じ込める CCS は必須技術。蓄電池はコスト的に厳しいが再生可能エネルギーの利用上必須である。第一期京都議定書については、排出権取引がビジネスとなるような状況は問題でありいろいろな国が参加できるような新たな枠組みを考えなければいけない。省エネ・新エネに関して、短期ではなく 10 年くらいの投資回収年であればやろうじゃないかという方向になることが大事ではないか。

【坂本氏】3つの選択肢はいずれも、省エネが前提となっている。徹底的に規制強化による省エネを進めれば 8000 万 k1 以上は達成できるかと思う。

【藤江氏】経済が成長していれば投資の余裕もあり、省エネ設備の更新も容易であると判断できるが、いまはどうか。将来における化石燃料の供給にも当然リスクがある。我が国への石油供給が減少しても、国内活動を継続できるシステムが作れるかが課題。

- 【米田氏】3つのシナリオにある再生可能エネルギー10%を25～35%とする目標は高すぎるのではないかと。これには現状9%の水力発電が含まれており、それ以外の1%の再生可能エネルギーを25～35倍にしなくてはならない。
- 【矢部氏】最大限、太陽・風力を利用し、ヒートポンプを進めることで、可能性があるのではないかと。経済性が悪い場合にどこまで投資するのかが問題。石油ショック以降、再生可能エネルギーの研究が進められてきたが、現実的なのは太陽光、風力、地熱、ヒートポンプくらいではないかと。
- 【藤江氏】かつて石油が1バーレル100ドルを超えたら、競争力が生じるとされた再生可能エネルギーが多々ありました。現在では100ドルを超えていますが、競争力は如何でしょうか？石油が値上がりすれば再生可能とされるエネルギーのコストも上昇します。再生可能とされるエネルギーのより客観的な評価が必要である。途上国のバイオマスエネルギーは、その国の自前のエネルギー源としての利用にとどめ、それを日本で使うのは控えるべき。
- 【入倉氏】3つの選択とも原発の安全性を確保した上での話で、原発が危険であるとする選択肢がなくなってしまう。原発の安全性は今後とも重要な課題で取り組みを強めないといけない。たとえ原発0にしたとしても廃棄物やそのための人材、コストが必要で、長期にわたる安全研究と技術開発が重要な課題。
- 【田中氏】放射性廃棄物処理処分と原発の建設廃炉には長い時間が必要なので、2030年断面だけでなくそれ以前以後の時間軸の中で考えていく必要がある。
- 【米田氏】分散型の地域エネルギーについてはどうか。
- 【矢部氏】大規模発電のほうが効率が良いので、長距離送電の効率アップを図る必要がある。
- 【坂本氏】エネルギーの地産地消についてはプロジェクトが始まっているが、全国にどう広げていくかはまだこれから。効率向上のため、今後進むのではないかと。
- 【米田氏】建物、機械の寿命をのばすことによる省エネは。
- 【坂本氏】効率の良い新しい機械に入れ替えることも必要。機械に頼らない省エネとして、断熱、通風などは建築に取り入れられてきている。機械をゼロにはできないが今より減らすことはできる。
- 【米田氏】省エネを進めれば原発0%は達成できるのか。
- 【矢部氏】ポテンシャルとしてはあるが、それだけの投資は不可能ではないかと。原発は、世界全体のエネルギー供給の中でどういう役割をして、その中で日本が安全性にどうかかわるのかという視点で議論が必要。
- 【坂本氏】経済的な問題、とくに電力単価が何十%も上がってしまうとしたらどうするのか。
- 【米田氏】原子力の安全管理で国際的協力の必要性は
- 【田中氏】そのとおりで、今回の事故を十分に反省し、世界の原子力安全に貢献すべきだ。今後、中国やインドなど原子力の割合が増えていくと思うが、我が国も原子力安全技術でそれらに貢献していくなど、技術立国日本として原子力の国際協力が重要、原子力の平和利用に努めてきた我が国の経験をうまく反映させていくのが責務。
- 【米田氏】科学技術に対する国民の信頼が揺らいでいるが、それをどう建て直すか。

【矢部氏】3つのシナリオということで国民が一緒となって議論する場ができたのは大変いいこと。もっとわかりやすい資料を作らなければいけない。リスクの問題はすぐに絶対安全ということになってしまうが、よく考える必要がある。

【藤江氏】化学物質についてはリスクコミュニケーションがうまく行われている。お互いの情報を開示して、相互の理解を促進し、ゼロリスクは有り得ないが、リスクを如何に低減するかが重要。

【田中氏】専門的知識をしっかり持ちつつ、社会的なリテラシーをもった専門家を育てなければいけない。言えることと言えないことを明確にしておかなければならない、一方的であってはいけない。

【入倉氏】地震学の研究者が原子力の安全性の確保やその問題に関する国民への説明責任について何の貢献もできないのなら、科学技術に対する国民の不信感を作り出すこととなる。研究者が何もかもわかるということではなくて、わかることを正確に情報発信することが重要。孤立せずにリスクコミュニケーションをとることが重要。

【坂本氏】日本は社会技術が遅れており、科学というより事実に対する不信感が拡大した。払拭するには社会技術の概念をしっかり作ってそれを日本に広める必要がある。学術会議のようなところがそれを考える受け皿になることができればと思う。

【米田氏】3.11前後では、想定されるリスクそのものが違ってしまい、単にコミュニケーションをとろうというのではなく、研究者も根本的に襟を正して向かい合わなければいけないのではないか。最後にみなさんからご意見を。

【坂本氏】エネルギー消費の1/3を占める民生部門に対して、より大きな産業と交通の省エネの見通しが関心事だ。CO2削減や工場の海外移転など国際的な視点からどうなるのか、そういう話を次にはやってもらいたい。

【矢部氏】震災を受けて、我々は社会の人たちともっと議論をしなければいけないのではないか。見える化をして皆に議論に乗っていただく必要がある。工学の役割や人材育成の方法、国民の皆さんにこれだけは知って欲しいと思うことをどう伝えるのか、学会内でのユニークヴォイスをどう創りだしていくのか。真剣に考えなければならぬ。エネルギーについては、安易に決めて選択肢を絞ってしまうより、幅をもたせたほうが良い。経済性を考えるときには、わかりやすい投資回収年で議論することで、新しいサンプルができるのではないか。

【入倉氏】地震学をやる者にとって衝撃だったのは、M9という大きな地震が起きるということをもっと警告できなかったことだ。しかし、地震学の問題だけではなく、過去の災害をちゃんと受け止めて対策ができたならば、もっと被害が少なくて済んだだろう。地震学は社会のためにあることは間違いないが、社会とのコミュニケーションでそれが有効に働くことが大切で、災害に対する地震学の社会に対する責任の取りかたを考えなければいけない。震災に関しては、科学技術的な面できちっとした分析をしておかなければいけない。報告書についても信頼性のあるものをつくりあげないと、国際的には信用されない。

【田中氏】原子力発電の安全安心をどうするのか。科学技術的に原子力の安全をどういうふうにしステマティックに説明し、それをどう確保していくのかをしっかりとすることが安心につながり、科学技術者が自分の言える範囲を明らかにすることでリスクコ

コミュニケーションにつながる。エネルギー問題については我が国の20年30年先の立ち位置が変化していく中でエネルギーセキュリティをどう考えるのが大切。福島復興、廃炉をしっかりとやっていくことが必要。原子力学会の事故調査委員会では科学技術的観点から今後調査を進めていく。

【藤江氏】技術の責任というより、技術を使う際の目標設定に問題があったということ。不確実性のある中で、意思決定、政策決定をどうするかが大きな課題。文理融合によるリスク評価とその評価結果を活用しながら意思決定、政策決定を合理的に進めるための議論や体制づくりが必要。われわれの身の回りには数多のリスクがある。それを定量的に洗い直してみて、リスクの高いところから優先的にリスク低減の取り組みを行う必要がある。その中で、原子力、そして放射能は如何か冷静かつ定量的に考えてみるべきである。原子炉を止めても、放射性廃棄物の処理や廃炉のために多くの技術開発が必要であり、それを担う優秀な人材が必要。優秀な人材を確保できることがリスク低減につながる。人材を確保できる環境づくりが不可欠。化石燃料を如何に賢く有効に使うか。必要な化石燃料は十分に入手できるとする前提は危うすぎる。2度のオイルショックの経験を踏まえ国際的なエネルギー戦略を含め多様な対策が必要。

【米田氏】学会の壁を超えてコミュニケーション、議論ができたと思う。3つの選択肢について、合理的で冷静で科学技術的な議論ができ、聴衆の皆様も最後までお付き合いいただき感謝します。

注) コーディネータの米田氏の質問には、会場の参加者から提出された質問票に記載された質問も含まれている。

以上