

6. 教育

井頭 政之

6.1 背景

人の生活の基本は「衣食住」と言われてきた。しかし現在の文明生活においては、これに加えて、「環境」「エネルギー」が極めて重要な因子である。

第2次世界大戦後において多くの日本人は、無意識に「空気」と「平和」はタダであると錯覚して来た。しかし、これらの人々も、清澄な空気は「産業環境」に大きく依存することを工業化・高度経済成長時代を経験して学び、平和は「政治・宗教・倫理環境」に大きく依存することをソ連崩壊、9.11 テロ、イラク情勢、北朝鮮核実験、等々を通じて学んだ。即ち、「良好な環境」の長期的確保が文明生活の前提である。

また、エネルギー自給率 4%、食料自給率 40%の我が国では、エネルギー資源と食料を長期安定確保することが文明生活の基盤である。さらに、資源の乏しい我が国が科学技術立国を目指すとき、エネルギー資源のみならず工業資源の長期安定確保も必須である。

一部の人々から「昔の生活に戻れば資源消費を抑えることができる。」という意見がある。しかし、時代の流れに逆行して成功した例は世界歴史上見あたらない。南北格差を是正し、世界の持続的発展を目指すのが現在の大潮流である。

世界のエネルギー事情に目を向けると、人口 13 億世界第 1 位の中国のエネルギー消費増加が著しい。この中国は石油・天然ガスの採掘権獲得をアフリカ等において大々的に展開しており、我が国の採掘権獲得の非常に手強い競争相手となっている。エネルギー資源大国のロシアにおいては、自国のエネルギー資源を武器とした世界政治戦略を展開している。北海油田によって長らく石油輸出国であった英国は、油田産出量の減少により石油輸入国に転落した。世界最大のエネルギー消費国である米国においても、石油消費量の 2/3 を輸入で賄っている。この様に、文明生活の基盤であるエネルギーの長期的確保は多くの国にとって深刻な課題である。

現在 63 億を越えている世界人口は、2020 年には 84 億に達すると予測されている。この人口増加と南北格差是正により、食料、エネルギー、資源、環境の諸問題が現在よりも極めて深刻になることは容易に想像できる。人口の指数関数的増加の現実に対して、食料、エネルギー、資源の供給可能量の線形的増加を期待することも難しいのが現状である。また、人口増加と南北格差是正に伴う食料、エネルギー、資源の消費量の飛躍的増加により自然環境の深刻な悪化も容易に想像できる。この問題は、米国や我が国ではあまり話題に上らないが、欧州を中心に「2020 年問題」として深刻に受け止められている。

原子力に目を移すと、1953 年のアイゼンハワー米国大統領の「Atoms for Peace」提言によって始まり、各国で推進されたその平和利用は、1979 年の米国スリーマイルアイランド事故、1986 年のソ連チェルノブイル事故によって近年まで世界的に沈滞してきた。我が国においても、これらの事故によって広島、長崎の原子爆弾被曝災禍が再度思い起こされ、また「もんじゅ」のナトリウム漏れ事故等も相俟って、原子力平和利用に対する不安が国

民に広がり現在に至っている。

一方世界の先進国において、上記のエネルギー問題と地球温暖化ガス CO₂ の排出削減問題の同時解決の一方策として原子力利用が再認識され、今後開発すべき原子力システムの研究が活発化し始めた。また、上述のエネルギー消費量急増の中国においては、電力の一部を安定に賄うために多数の原子力発電所を建設する計画が進められている。現在人口第 2 位で、近い将来には中国を抜いて人口第 1 位になるインドにおいても同様である。このような状況を反映してか、長らく安定していたウラン価格はここ数年間で 10 倍に急騰している。

原子力指導者・研究者・技術者の育成に目を向けると、当然のことであるが、原子力沈滞の長期化により世界各国の原子力人材育成も沈滞し、技術伝承が困難となる危機的な状況に迫っている。これに対処するため、国際的な原子力人材育成ネットワークを組織する等の努力を行っているが抜本的解決には繋がっていない。世界原子力大学（WNU）もこのような状況下で 2003 年に設立されている。原子力復興を予測して、米国において近年 2～3 の大学で原子力学科が新設されたのは数少ない明るい話題である。

電力の 30%を原子力で賄っている我が国の大学における原子力学科は、2008 年度以降の新設の動きはあるが、2007 年度には 1 学科のみになる。大学院においては原子力専攻が数専攻あるが、このままの状況が続くと原子力人材確保は危機的な状況となる。また、我が国の原子力産業界が世界的戦略を今後展開する場合、原子力人材不足が決定的な障害となりうる。

産業技術は産業を振興する技術として定義される。これに対して近年、社会を振興する技術として社会技術という概念が提案されている。原子力発電技術は電力産業を振興する産業技術と考えられてきた。何故ならば、電力産業は発電した電気を国民に供給することによって成り立っており、原子力発電技術は発電のための一つの技術にすぎないからである。国民は供給される電気の安全性には特別の不安を持っておらず、もし原子力発電所が国民から完全に隔離されていれば、国民は原子力発電技術の安全性に全く無関心となる。しかし、チェルノブイル事故の放射能影響が地球規模であったことから分かるように、原子力発電所を国民から完全に隔離することはできない。即ち、原子力発電所そのものが社会の振興に影響を及ぼす可能性があるといえる。このことは、原子力発電技術は社会技術の一面を有していることを示している。

完全に安全な科学技術は存在しない。科学技術を利用する時、必ず危険を伴う。自動車技術を例にとれば、自動車事故により毎年多数の死亡者が発生する。しかし国民は、生活の糧を得る仕事以外の目的にも自動車を運転する。自動車は便利であり、自分が注意すれば殆どの事故は回避できると考えているからである。また、自動車事故に対する知識をある程度持っているからである。しかし、自分が未知の科学技術に関した事故については、国民は過剰な不安感や恐怖心を抱く。一般国民のみならず科学技術の専門家も、自分の専門外の科学技術事故に関しては同様である。

研究開発した科学技術を利用するか否かを決定する場合、その科学技術により享受する利益と被る損害を比較評価して決定するのが合理的である。新しい科学技術を利用するか否かの決定権は、我が国においては主権者たる国民にあると考えるのが基本であろう。利益を享受するのも損害を被るのも国民である。原子力技術についても然りである。しかし、ここで重大な問題が発生することがある。一般的に国民は、新しい科学技術とその利用分野における状況について、利用の可否を合理的に判断できるだけの十分な知識を有していないという問題である。この問題は、前述のエネルギーや食料等の生活基盤に係わる分野では極めて深刻となる。判断を誤れば、国が衰退の一途を辿るからである。

従って、新しい科学技術を研究開発しその利用を推進しようとする場合、関係者は国民に対して新科学技術の内容、その利用によって享受する利益と被る損害を十分に説明する必要がある。特に新科学技術が国民の生活基盤に密接している場合は、この国民に対する十分な説明は義務ともいえる。

研究者・技術者が自らの研究開発に邁進没頭するのはその習性・職務から当然である。しかし、科学技術が社会に与える影響が大きい現代では、「自己の研究開発が社会にどのような影響を与えるかを考えて行動すべきである。」と言われている。このことは、上で述べた国民への十分な説明と深く関わる事柄である。即ち、科学技術者自らのみの判断で行動を決定するのではなく、国民への十分な説明を行い、国民からの意見・判断を優先して自らの行動を決定するべきであろう。

原子力利用を狭義に発電利用だけと捉えず、広義にエネルギー利用や放射線・粒子線利用と捉えた場合、即ち新しい原子力利用を今後更に推進する場合、国民への十分な説明は一層重要性を増す。このためには、国民に説明できる新しいタイプの研究者・技術者の育成が必要である。また、科学者・技術者による国民への説明には量的な限界があるため、科学者・技術者と国民の間を繋ぐ役目の原子力インタプリタや原子力コミュニケーターといった人材の育成が必要である。以下に、各人材の育成について述べる。

6.2 育成する人材

6.2.1 国民に説明できる原子力科学者・技術者

原子力科学者・技術者が国民に説明を行うためには、まず、「自分の専門分野の高度な知識」と「原子力研究開発利用の意義についての自分の考え」を有するとともに、「放射線」「原子力技術」「安全」に関する知識を有する必要がある。そして、「国民が理解できる平易な言葉で説明できる能力」が必要である。また、国民に説明を聞いて貰い、信用して貰うためには、科学者・技術者は個人として「科学技術者倫理」を備える必要がある。さらに、自分の所属する組織が社会通念から逸脱した経営を行うと、国民はその組織に属している科学者・技術者の説明を聞こうとはしない。従って、自分の所属する組織の逸脱した経営に対する批判も時としては必要であり、そのための「経営倫理」も備える必要がある。国民に説明できる原子力科学者・技術者が備えるべき要件を表7-1に纏める。

表 6－1 国民に説明できる原子力科学者・技術者が備えるべき要件

自分の専門分野の高度な知識
原子力研究開発利用の意義についての自分の考え
科学技術を平易な言葉で説明できる能力
放射線の知識
原子力技術の知識
安全の知識
科学技術者倫理
経営倫理

6.2.2 原子力インタプリタ

国民に説明できる原子力科学者・技術者は少なく、彼等だけで国民に説明を行うのは不可能である。小学校から高校までの児童・生徒に対する説明は、各学校での教育の形態を取るのが効率的・効果的である。（科学者・技術者による出前授業は付加的なものと捉えるべきであろう。）このためには、授業を行う教員が「原子力研究開発利用の意義」「放射線」「原子力技術」「安全」についての知識を備える必要がある。数の少ない原子力科学者・技術者がこれらの教員全てに説明を行うことも不可能である。そこで、小学校から高校までの原子力教育に携わる教員に説明を行う職務の原子力インタプリタを育成する必要がある。原子力インタプリタが備えるべき要件を表 7－2 に纏める。

表 6－2 原子力インタプリタが備えるべき要件

原子力研究開発利用の意義についての知識
放射線の知識
原子力技術の知識
安全の知識

6.2.3 原子力コミュニケーター

社会人への説明は「マスメディア」「市民講座」「地域フォーラム」「サイエンスカフェ」等々を用いて種々の形態で行う必要があり、多数の説明者が必要となる。マスメディア対応は少人数で可能なので、原子力科学者・技術者が担当できる。草の根活動ともいえる他については、原子力インタプリタの場合と同様に多数必要なので、これを担当する原子力

コミュニケーターを育成する必要がある。社会人に原子力を説明する場合、興味を抱かせて引きつけるために、訓練されたコミュニケーション力を用いて、環境・エネルギー等の社会問題と結びつけて説明する必要がある。また、科学技術者の倫理についても問われることもあるので、科学技術者倫理についての一般知識が必要である。原子力コミュニケーターが備えるべき要件を表 7-3 に纏める。

表 6-3 原子力コミュニケーターが備えるべき要件

コミュニケーション技術
環境・エネルギー問題の一般知識
原子力研究開発利用の意義についての一般知識
放射線の一般知識
原子力技術の一般知識
安全の一般知識
科学技術者倫理の一般知識

6.3 原子力教育システム

6.3.1 国民への説明の目的

原子力の国民への説明の目的は大きく二つある。一つは前述のように、国民に原子力技術の研究開発利用の可否判断を合理的に行って貰うためである。このために、国民に「原子力の意義」「放射線」「原子力技術」「安全」について説明し、これらを科学的に理解して貰い、感情的では無く合理的に可否判断を行って貰う。もう一つの目的は、原子力分野での優秀な人材の確保である。小学校から高校の教育及び家庭教育で、教員や家族から原子力研究開発利用の意義を学び、原子力技術が国民生活の基盤を支える重要な科学技術であることを理解すれば、自ずと原子力分野の科学技術者を志す優秀な人材が増加する。このことから、原子力の国民への説明は極めて重要なことが分かる。

6.3.2 児童・生徒の原子力教育システム

これまでの我が国においては、小学校から高校までの教育では原子力を全く取り上げていないと言っても過言ではない。上述の観点から、原子力のみならず国民生活基盤を支える科学技術については、その研究開発利用の意義も含めて、児童・生徒の成長に合わせて小学校から高校の各課程で教育すべきであろう。そのためには、文部科学省、教育委員会、学界が協力して、上述の原子力インタプリタを活用した原子力教育システムを構築する必要がある。

6.3.3 社会人の原子力教育システム

社会人への説明（教育）には二つの要点がある。一つは、社会人に原子力に興味を持って貰うことである。これには、原子力科学者・技術者や原子力コミュニケーターの地道な啓発活動も必要であるが、マスメディアに国民への説明の重要性を理解して貰い、マスメディアを通して興味を抱かせるのが効率的・効果的であろう。もう一つの要点は、社会人への実際の説明である。これには各地域のコミュニティ施設等を利用して、生涯学習や地域活動の一環として行うのが効率的・効果的であろう。原子力コミュニケーターが主に説明を行い、場合によっては原子力科学者・技術者の説明を加えることも効果的であろう。

6.3.4 原子力科学者・技術者の教育システム

現在の我が国の主要な大学理工系学部における教育は、多様な専攻からなる大学院への進学を前提として、また大学院修了後にはインターディシプリナリな新領域でも活躍できる様に、教養科目、国際コミュニケーション科目、理工系基礎科目、専門基礎科目等の授業を通して大括りに行われている。

また、従来は修士論文や博士論文の研究指導に主眼を置いた我が国の大学院教育については、大学院修了者が教育研究分野のみならず産業界で国際的に活躍できる様に、コースワークを充実させた「大学院教育の実質化」が求められている。

さらに 7.2.1 で述べた様に、「国民に説明できる原子力科学者・技術者」を育成するため、従前の教育に加えて「原子力研究開発利用の意義についての自分の考え」「科学技術を平易な言葉で説明できる能力」「科学技術者倫理」「経営倫理」を備えさせる教育が必要である。

これらのことと前に述べた我が国の大学・大学院における原子力教育の現状とを合わせて考えると、我が国の原子力科学者・技術者の教育システムを抜本的に再構築する必要がある。

6.4 原子力教育ロードマップ

これまで述べてきたことを実現するために、COE-INES で進めている博士課程教育での試行を出発点として、表 7-4 で示す原子力教育ロードマップを提案する。COE-INES 終了後の平成 20～22 年度の 3 年間は制度設計、平成 23～25 年度の 3 年間は試行・評価と連携機関との調整、平成 26～31 年度の 6 年間は実施・中間評価、平成 32～38 年度の 6 年間は実施・評価となっている。実施期間を合計 12 年間としているが、これは小学校入学から高校卒業までの期間であり、また、国立大学法人の 2 中期期間に対応している。

原子力教育を受けた児童が成人して家庭を持って子供をもうけ、その子供の家庭教育に原子力教育効果が反映され、子供が更に原子力教育を受けて成人するまでには 50 年を要するが、その時には国民は、原子力技術の研究開発利用の可否を合理的に判断できるものと確信する。

表 6－4 原子力教育ロードマップ

平成 15～19 年度

- ・ COE-INES での博士課程教育の試行

平成 20～22 年度

- ・ COE-INES での博士課程教育の試行に対する総括
- ・ 東京工業大学における原子力教育方策の策定と実施
- ・ 我が国の大学・大学院における原子力教育方策（案）の策定
- ・ 原子力インタプリタ育成方策（案）の策定
- ・ 原子力コミュニケーター育成方策（案）の策定
- ・ 児童・生徒の原子力教育システム構築方策（案）の策定
- ・ 社会人の原子力教育システム構築方策（案）の策定

平成 23～25 年度

- ・ 我が国の大学・大学院における原子力教育方策の策定と実施
- ・ 原子力インタプリタ育成の試行と評価
- ・ 原子力コミュニケーター育成の試行と評価
- ・ 児童・生徒の原子力教育システム構築方策の策定
- ・ 社会人の原子力教育システム構築方策の策定

平成 26～31 年度

- ・ 原子力インタプリタ育成の実施と中間評価
- ・ 原子力コミュニケーター育成の実施と中間評価
- ・ 児童・生徒の原子力教育の実施と中間評価
- ・ 社会人の原子力教育の実施と中間評価
- ・ 我が国の大学・大学院における原子力教育の評価

平成 32～37 年度

- ・ 原子力インタプリタ育成の実施と評価
 - ・ 原子力コミュニケーター育成の実施と評価
 - ・ 児童・生徒の原子力教育の実施と評価
 - ・ 社会人の原子力教育の実施と評価
-

6.5 おわりに

原子力分野で唯一 21COE プログラムに採択された東京工業大学は、原子力インタプリタや原子力コミュニケーターの育成、児童・生徒や社会人の原子力教育システムの構築にイニシアチブを取る覚悟であるが、関係大学や文部科学省等との緊密な連携が必須であることは言うまでもない。また大学・大学院における原子力教育においては、国立大学が国立大学法人に移行し、学長の強いリーダーシップの下に大学経営を行い、大学間競争が熾烈になってきた現在であるが、我が国の生活基盤に必須の原子力の研究開発利用を推進するためには関係大学及び文部科学省が緊密に連携する必要がある。

教育は百年の計と言われ、前述のように、原子力教育が実を結ぶにも 50 年を要する。先の長い話ではあるが、今始めないと機会を逸してしまうものと考ええる。