

原子力の利用と安全性（概論）

植月 献二

【目次】

はじめに

I 原子力とその利用

II 原子力の平和利用とその安全性担保

- 1 原子力発電における安全性の課題
- 2 安全性担保の意味

III 原子力平和利用の国際的枠組み

- 1 関連国際機関
- 2 関連条約
- 3 国際安全基準

おわりに

はじめに

本稿は本特集における全体的な解説である。原子力を論じる前提として、第I章にて、その原理や用途に関して簡単に解説し、本特集が課題とする原子力発電に付随する危険性や課題を一般的問題として述べる。そのうえで、第II章にて、安全性を担保するというこの意味と限界について考察し、国政におけるエネルギー選択においては、安全性と透明性を担保することが重要であることを述べる。第III章では、原子力平和利用の国際的枠組みについて、関連国際機関、関係条約並びに国際安全基準を紹介し、最後に、現在の原子力発電の世界的動向について紹介する。

I 原子力とその利用

原子力とは、原子核変換によって得られるエネルギーである。

これには、原子核が崩壊するときに発生するエネルギーと原子核同士が融合するときに発生

するエネルギーがある。前者の反応を原子核分裂反応と呼び、重い核種（例えば、ウラン原子核）が崩壊してより軽い核種（ラジウムや鉛など）になっていく反応をいう。一方、後者の反応は原子核融合反応と呼ばれており、太陽など恒星の中における反応として良く知られているが、水素などの軽い核種同士が融合してヘリウムなどのより重い核種になっていく反応である。広い宇宙、自然界の中では、この2つの反応が連続と続いているが、これを人為的に利用してエネルギーをとりだして利用することが原子力の利用である。

これらの反応によって発生するエネルギーの特徴は、通常の化学反応によって発生するそれより、材料の単位重量で比較すると桁違いに大きいことである。また、核分裂反応においては、電離放射線を放出するという大きな特徴がある。電離放射線とは、電離性を有する高いエネルギーを持った放射線（以後「放射線」）のことをいうが、その量や強度により生物に放射線障害を起こすおそれがあるために、これらから生体を防御する必要がある。これらの反応の性質は様々な用途に用いられてきて既に数十年の歴史を経ている。

放射線そのものを利用して、医療や研究などに用いられていることも良く知られている。例を挙げれば、医療では、X線撮影やCTスキャン、あるいは、放射線同位体を用いた画像診断、がん細胞への照射治療などへの応用があり、研究・産業分野では、放射線炭素年代測定などをはじめとする放射線同位体の利用などがある。

兵器としては、ウランやプルトニウムを使用した原子爆弾は1945年8月に米国によって広島・長崎の上にそれぞれ投下された。原子爆弾を起爆剤として核融合反応を引き起こす水素爆

弾については、米国の1954年3月のビキニ環礁における大気圏内水爆実験によって第五福竜丸が被ばくするなど、これもわが国の歴史に深く刻みこまれている。熱核爆発を特徴とする上記の爆弾と異なり、中性子爆弾のように放射線障害による死傷を主目的とするものもある。そのほかにも、対戦車砲弾などに用いられる劣化ウラン弾と呼ばれる兵器がある。これは原子力の利用を目的としたものではないが、原子力産業で派生し不用物質として保管蓄積されるウラン238を材料としている。その比重の高さと高温発火性により装甲を容易に貫通して高温発火するものであり、1991年の湾岸戦争からその使用が始まっているが、放射性物質であり、結果として癌の多発など放射能や重金属汚染の影響が問題となっている^(注1)。軍事目的利用については、以上の記述にとどめるが、原子力開発の観点からいえば、結果的には核物理学の研究や原子力発電の開発を牽引する役割を果たしてきたといえる。

人為的に核反応を起こすのに原子炉を用いるが、これには、核分裂炉と核融合炉がある。核融合反応を用いる技術は、国際熱核融合実験炉ITER^(注2)の開発などが進められているが、まだ研究段階であり、産業には用いられてはいない。

核分裂炉は、その中で核分裂の連鎖反応を持続的に起こし、これを制御することによってエネルギーを得るものであるが、その目的別に、発電や船舶の推進などのための動力炉、中性子照射によって理工学研究や放射性同位体生産などを行う研究炉、核兵器のためのプルトニウム

炉などがある。これらは、ウラン235、プルトニウム、トリウムなどの重い核種を材料とした原子核分裂を利用するものであり、その制御の仕方や構造によって様々な種類に分類されている。

生活に直接関係深い核分裂炉の利用例の代表格は原子力発電であるが、これは得られるエネルギーによって中間媒体を熱し、最終的に蒸気の力で発電機を回して電力を得るものである。そのほか、医療において、画像診断法のひとつで、体内に投与した放射性同位体からの放射線を検知して画像化するシンチグラフィなどに用いる放射性同位体は、核分裂炉による中性子照射^(注3)によって生成されている。

Ⅱ 原子力の平和利用とその安全性担保

第Ⅰ章で述べたように、原子力は様々な目的に利用されてきているが、本特集では、平和利用を目的とする事業の安全性に関する事項、中でも原子力発電を主として取り上げることとし、核拡散・安全保障などのテーマには原則として踏み込まない。

1 原子力発電における安全性の課題

原子力発電においては、環境への放射性物質の放出、使用済核燃料の処理の問題だけでなく、原子力関連施設の事故、自然災害、施設に対する人為的な攻撃などによる様々な危険性も孕むものだけに、その安全性についての課題は多い。

原子力発電所（以後「原発」）の運転の結果、

(1) 「湾岸戦争 米英が95万個使用 劣化ウラン弾被ばく深刻」『中国新聞』2002.4.3. <<http://www.chugoku-np.co.jp/abom/uran/index.html>> 以下、インターネット情報はすべて2010年3月17日現在である。

(2) ITER Organization. <<http://www.iter.org/>>

(3) 放射性同位体を得るための原子炉の燃料には通常は20%以下の低濃縮ウランが用いられる。なお、兵器としては90%以上の高濃縮ウランが用いられる。

(4) 原子炉内で発生する放射性物質には気体、液体、固体状のものがある。それぞれ処理したのち、放射能濃度が規制値を下回っているものは環境に放出される。濃縮廃液や使用済イオン交換樹脂などはドラム缶に固化処理を行い保管する。固体状の廃棄物については処理後、ドラム缶等の容器に封入して保管する。(参考：高度情報科学技術研究機構「原子力発電所からの放射性廃棄物の処理(05-01-02-02)」『原子力百科事典 ATOMICA』<<http://>

使用済みになった核燃料や多くの放射性廃棄物^(注4)が蓄積されるが、これは大きな問題として認識されている。なぜなら、放射性廃棄物は厳重な管理が求められる物質であることに加え、管理すべき期間は数百年から 100 万年にもわたるものもあるからである。2010 年 3 月現在、世界 29 か国の国々で原発が運転されているが、残念ながら、高レベルの放射性廃棄物の安全な最終処分場を確定できたとする国は殆どない^(注5)。

原発など原子力施設を運転する上では、定期検査や修理において、また事故対応などにおいても放射線被ばくが避けられない作業を伴う。

昨今の気候変動対策における動きの中では、原子炉設計時に想定していた稼働期限を延長する計画も諸国にみられ、わが国においても日本原子力発電敦賀原発 1 号機で予定年数 40 年を超えて運転が継続されることになった^(注6)。しかし、老朽化した原子炉では、熱や力、化学変化、中性子照射などによる材料の劣化、浸食などによる配管の減肉や破断などの事故発生確率も高くなり、修理に伴う被ばくも相対的に多くなるといふ指摘もなされており、危惧される点である^(注7)。

原子炉から出る使用済燃料は、そのまま廃棄して管理を行う国もあるが、プルトニウムや利

用可能ウランの抽出等を目的に再処理を行う国もある。

高速増殖炉もこの再処理を前提とした炉で、再処理の結果抽出したプルトニウムを燃料として発電し、投入した燃料以上の量のプルトニウムを取り出すことを目的としている。しかし、わが国の「もんじゅ」の 1995 年のナトリウム漏れ事故のようにこれらの施設では事故もたびたび起こり^(注8)、世界初の実証炉を稼働していたフランスは計画を断念している^(注9)。

再処理は、高レベル放射性廃棄物を複雑な設備で処理し、難しい技術を伴うもので、これら再処理施設では臨界、爆発、放射能漏れなどの重大な事故も発生している^(注10)。また、再処理施設の煙突や排水口から排出される放射性物質も、平常運転における原子力発電施設のそれと比べると桁違いの量が大气や海などへ放出されている^(注11)。加えて、再処理施設では放射性廃棄物、特に高レベルの放射性廃棄物が多く発生すること、さらに、プルトニウムの管理問題、核拡散など危惧される面もある。放射性廃棄物の問題は上記施設に限らない。核燃料を製造するために、ウラン採掘から、製錬、転換、濃縮、再転換、加工といった工程^(注12)がそれぞれの施設で行わ

www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=05-01-02-02>)

(5) フィンランドでは、2000 年の政府決定、2001 年の議会承認を経て、オルキルオトの花崗岩地層を高レベル放射性廃棄物の最終処分場対象とする計画が進んでいる。「[点描・欧州の原子力] <中>フィンランド・最終処分予定地 “世界初” 活気」『電気新聞』2009.4.15.

(6) 「原発『延命』時代」『毎日新聞』2010.3.14.

(7) 以下の文献を参考にした。原発老朽化問題研究会『老朽化する原発—技術を問う—』原子力資料情報室、2005.

(8) 1995 年の事故後 2010 年 2 月に再開が認められた。「原発政策 乏しい未来図」『日本経済新聞』2010.2.11 ; 「もんじゅ、霧中の再出発」『朝日新聞』2010.2.10. など、安全性と経済性に危惧する新聞記事が多い。

(9) 高速増殖炉の事故史については以下を参照。西尾漠『脱！プルトニウム社会』七つ森書館、1993, p.18.

(10) 再処理工場の事故史については以下を参照。原子力資料情報室編『原子力市民年鑑 2009』七つ森書館、2009, p.208.

(11) 再処理工場と原発からの放出放射能については以下を参照。原子力資料情報室編『原子力市民年鑑 2002』七つ森書館、2002, p.196.

(12) 核分裂を起こしやすいウラン 235 は天然ウランに 0.7%しか含まれておらず、残りの 99.3%は分裂しにくいウラン 238 である。核燃料とするには、例えば軽水炉燃料であればこのウラン 235 を通常 2 ~ 5%の濃度まで濃縮する必要がある。したがって、ウランを採掘してから、これを製錬して粉末状（イエローケーキ）とし、次に 60℃で気体となる六フッ化ウランに転換し、遠心分離によってウラン 235 を濃縮し、気体から再転換して粉

れ、多くの廃棄物や管理を必要とする放射性物質が多く発生し、また施設間での放射性物質輸送に危険性も伴う。^(注13)

2 安全性担保の意味

原子力の安全性に関する技術は進歩しており、個別施設では危険性を遙減させる努力をしているとはいえ、原子力発電及び関連施設において、以上述べたように安全性に関する課題は多数存在する。本特集の主たる課題は、これらに対して、必要十分な安全基準が定められているか、規制がどのようになされているかを各国について紹介することである。

しかし、幾重にも安全性にかかる対策を行うとしても、確率の非常に低い危険性まで網羅的に想定し尽くして、それらすべてに対応することは実際には不可能であり、経済的に見合わなければ産業として成立しない。したがって、独立採算可能な産業として進めるかぎり、これにはおのずから限界があり、適切な、あるいは相応な基準や前提条件を設定する必要がでてくる。これが安全基準の策定にあたって斟酌されることになる。そうすると、関連施設において前提とされた安全条件や想定を超えて事象や事故などが発生した場合の対策が課題となる。

とはいえ、実際にはこれらを防御する方策はなく、可能なのは生起した場合の損害賠償であ

る。わが国にも原子力損害賠償制度があるが、これは、1999年9月30日に起きたJCO臨界事故の補償に初めて適用されている。

補償による場合に問題とされるべきなのは、生起する事象の影響範囲である。事故は一般に想定外のこととして起こるものであり、勿論極めて稀でなくてはならない。しかし、一旦この領域における事故や災害が発生した場合、他の業界の事故などに比較して、その影響は極めて甚大に、広範囲に、そして、世代を超えて長期間になる可能性がある。それゆえ、影響は国内に止まるという保証はなく、国境を越えて生じる損害に対しても補償する必要がある。これは国際条約によって、内容や手続きの共通化が図られ迅速な対応が図られるべきものである。しかし、後に紹介するが、原子力損害賠償に関する国際条約では、戦闘行為、敵対行為、内戦又は反乱等は免責事由とされており、異常に巨大な天災地変も免責事由に入れられている場合もある。また、内容の共通化が図られるべきものでも、二国間協定において補償格差があるような問題もある。^(注15)

以上述べたように、原子力施設における災害や大事故が発生した場合などは、経済面での担保は一定程度あるにしても、原子力の安全性の担保ということに関しては、おのずから限界があるといわざるをえない。

また、多くの原子力関係施設が建設されつつ

末の二酸化ウランとし、その後、加工してペレットに成型してから最終的に燃料棒にするという工程が必要である。以下を参考とした。「採掘から発電までの流れ」日本原燃ホームページ <http://www.jnfl.co.jp/business-cycle/1_nousyuku/nousyuku_03/nousyuku_04/nousyuku_04_01.html>

(13) 原子力資料情報室編 前掲注(10), p.217.

(14) 本節の内容である安全性の課題については、植月献二「原子力と安全性—EU 枠組み指令：その背景と意味」『外国の立法』No.242, 2009.12, pp.4-5 に詳しく解説した。<<http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/legis/242/024201.pdf>>

(15) 2008年に調印された米印原子力協定にもとづいて、米国がインドの原発市場に参入するに際し、原発事故の際に米国企業が事業者として負担する賠償額に上限を設ける国内法制定を求めたところ、米国内で適用される賠償額と大きな格差があるため、インド国会や世論が反発している。（「インド 米製原発事故時の責任法案『賠償額低い』世論反発」『読売新聞』2010.3.18.）

ある現在、そのような災害や大事故などを想定した場合の影響を予め避けて市民が居住地を選択するということが事実上困難といえる。それゆえ、国政におけるエネルギー選択においては、このようなエネルギーの性質や利用環境上の問題を国民に周知し、納得が得られた上で行う必要がある。そして、そこに透明性を担保することの重要性が強調される理由がある。

Ⅲ 原子力平和利用の国際的枠組み

この章では、原子力の平和利用に関する国際的枠組みとして、関連する国際機関及び条約を紹介し、さらに国際的な安全基準も紹介しておく。

1 関連国際機関

原子力の安全又は平和利用に関する組織の筆頭には、国際原子力機関（IAEA：International Atomic Energy Agency^(注16)）が挙げられる。

IAEAは、原子力領域における国際的協力の中心として、「平和のための原子力」を理念^(注17)に、1957年に発足した独立機関である。IAEAは国連と特別協定を結んでおり、その活動に関して国連に対して報告を行う義務がある。その目的は、原子力の平和利用のために活動し、国際社会・経済・環境の発展に寄与することとされている。2009年9月時点での加盟国は150か国である。

活動の柱は以下の3つである。

- (1) 保障措置と確認：原子力が平和的利用から軍事的利用に転用されることを防止するため

の保障措置を設定し、査察を行う。

- (2) 安全確保と安全保障：原子力施設などに関する国際条約、安全基準及び専門家の手引きなどを策定する。
- (3) 科学技術：原子力技術の平和的利用に関する各国支援を行う。

このほかにも多くの原子力の安全又は平和利用に関する組織があるが、主だった組織を以下に列記する。

- ・欧州原子力共同体（EURATOM^(注18)）

エネルギー資源不足への対処として原子力の平和利用を目的としたEUにおける協力推進の枠組みである。原子力利用の研究、共通安全基準を策定することによって公衆の保護、公平な原料や燃料の供給、核物質利用の監視、外国及び国際機関との協力など、これらに関する協力推進を目的としている。1958年発効のEURATOM設立条約に基づいており、EUへの加盟に際しては、これへの加盟も条件とされている。

- ・経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA^(注19)）

OECDの専門機関として1958年に欧州原子力機関（European Nuclear Energy Agency）として発足したが、欧州以外の国として我が国が1972年に参加したことから、その名称から「欧州」が削除された。平和目的の、安全で環境にやさしい経済的な原子力利用に必要な科学的、技術的及び法的な基礎を維持し、より発展させることにおいて、国際協力を通じて、加盟国を支援することをそ

(16) IAEA ホームページ <<http://www.iaea.org/About/index.html>>

(17) Atoms for Peace : 1953年12月8日にアイゼンハワー米国大統領が国連総会で行った演説。 <http://www.iaea.org/About/history_speech.html>

(18) European Atomic Energy Community <http://ec.europa.eu/energy/nuclear/euratom/euratom_en.htm>

(19) Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) / Nuclear Energy Agency(NEA) <<http://www.nea.fr/welcome.html>>

の目的としている。

- ・原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)^(注20)

核実験の影響に危機感が募っていた1950年代、国連総会決議によって1955年に設置された科学委員会である。総合的な放射線の程度と影響の調査を行い、国連総会へ報告し、詳細な報告書を刊行している。各国政府や組織にとって、これは防護措置等をとるための科学的な拠りどころとなっている。

- ・ITER 機構^(注21)

2007年10月24日に設立された国際機構で、核融合エネルギーの実現可能性の実証を目的としている。ITERとは、当初は国際熱核融合実験炉 (International Thermonuclear Experimental Reactor) の頭文字であったが、2017年完成を目指したカダラッシュ (フランス) に2009年から建設が開始された実験炉を意味している。計画の費用総額は100億ユーロが想定されており、中国、EU、インド、日本、韓国、ロシア、米国が参加している。

- ・アジア原子力協力フォーラム (FNCA)^(注22)

日本が主導する原子力平和利用協力の枠組みである。原子力委員会がアジア地域における原子力分野の協力推進のために1990年から開催してきた「アジア地域原子力協力国際会議」を効果的かつ組織的な協力活動へ移行させるため1999年3月の第10回会議で合

意された組織である。

- ・欧州原子力学会 (ENS)^(注23)

1975年に設立された欧州23か国の23の原子力学会からなる原子力エネルギーの科学、工業技術を推進する団体である。

- ・欧州原子力産業フォーラム (FORATOM)^(注24)

欧州16か国の原子力産業団体で構成されている原子力エネルギー利用を促進する団体である。

- ・国際原子力規制者会議 (INRA)^(注25)

1997年1月に設立されたカナダ、フランス、ドイツ、日本、スペイン、スウェーデン、英国、米国の8か国の原子力規制当局責任者等の協会である。

- ・国際放射線防護委員会 (ICRP)^(注26)

1928年に国際放射線学会のもとに放射線防護に関する勧告を行う組織として設立された委員会である。

- ・西欧原子力規制者会議 (WENRA)^(注27)

欧州17か国及びオブザーバー8か国の原子力規制機関の長のネットワークで1999年に発足した会議である。

- ・世界原子力協会 (WNA)^(注28)

原子力エネルギー推進、業界の支援が目的である。1975年にウラン協会として設立され、2001年に名称変更した。世界中の関係企業や事業者が参加している。

- ・世界原子力発電事業者協会 (WANO)^(注29)

1986年の旧ソビエト連邦のチェルノブイ

20) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation <<http://www.unscear.org/>>

21) *op.cit.*, (2)

22) Forum for Nuclear Cooperation in Asia <<http://www.fnca.mext.go.jp/>>

23) European Nuclear Society <<http://www.euronuclear.org/>>

24) European Atomic Forum <<http://www.foratom.org/>>

25) International Nuclear Regulatory Association <<http://www.nrc.gov/about-nrc/ip/intl-organizations.html#INRA>>

26) International Commission on Radiological Protection <<http://www.icrp.org/>>

27) Western European Nuclear Regulators Association <<http://www.wenra.org/extra/pod/>>

28) World Nuclear Association <<http://www.world-nuclear.org/>>

29) World Association for Nuclear Operators <<http://www.wano.org.uk/>>

り原発事故を契機に1989年5月に結成され、35か国の原子力発電関係事業者が加盟している。経験や情報を交換することにより、原子力発電の安全性と信頼性を高めることが目的である。

2 関連条約

原子力利用に関する条約は多数あるが、その安全性を扱う主だった条約を以下に紹介する。

(1) 原子力の安全に関する条約^(注30)

旧ソビエト連邦等の原発の安全性の懸念から、国際的に原発の安全性を確保することを目的として策定された条約である。IAEAにて1994年に採択され、1996年10月に発効した。現在、66か国、1国際機関（EURATOM）が加盟している（2010年3月18日現在）。わが国の加盟は1996年5月12日である。

(2) 原子力事故関連の2つの条約

1986年に発生したチェルノブイリ原発事故を背景に、原子力事故が生じた際に、その拡大を防止することを目的として成立した条約である。この目的でIAEAは、世界中の原子力事故に対応するために24時間事務局的機能を果たす「緊急対応システム（Emergency Response System：ERS）」を運営している。

(i) 原子力事故の早期通報に関する条約^(注31)

国境を越えた影響が想定される原子力事故が発生した際に、早期に事故に関する情報を

通知することにより、被害を最小限にとどめることを目的とした条約である。1986年に発効し、現在、102か国、4国際機関が加盟している（2009年10月30日現在）。わが国の加盟は1987年6月9日である。

(ii) 原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約^(注32)

原子力事故発生時の援助の国際的枠組みを定めている。1987年2月に発効し、現在、100か国、4国際機関が加盟している（2009年10月30日現在）。わが国の加盟は1987年6月9日である。

(3) 使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約^(注33)

使用済燃料及び放射性廃棄物の管理の安全に関する枠組みを定めている。1997年9月にIAEA総会で採択、2001年6月18日に発効し、現在、53か国、1国際機関（EURATOM）が加盟している（2010年2月23日現在）。わが国の加盟は2003年8月26日である。

(4) 原子力損害賠償条約

原子力損害賠償責任に関する国際条約には、以下の3つがある。これらに共通するのは、①原子力事業者に対し責任を集中し、無過失でも賠償責任を負わせる、②責任額の最低基準を定め、賠償措置を義務づけている、③専属的な裁判管轄を設定し、その判決に従うことを義務づ

30) INFCIRC/449：“Convention on Nuclear Safety,” IAEA, 5 July 1994. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/inf449.shtml>>

31) INFCIRC/335：“Convention on Early Notification of a Nuclear Accident,” IAEA, 18 November 1986. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/infirc335.shtml>>

32) “Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency,” INFCIRC/336, 18 November 1986. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/infirc336.shtml>>

33) “Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management,” INFCIRC/546, 24 December 1997. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/1997/infirc546.pdf>>

けている、の3点である。なお、戦闘行為、敵対行為、内戦又は反乱は免責事由とされており、(iii)では異常に巨大な天災地変も免責事由に入れている。^(注34)

(i) 原子力の分野における第三者責任に関するパリ条約^(注35)

OECD/NEAにより1960年に採択され1968年に発効した。締約国はOECD加盟国を中心に15か国である。2004年に改正議定書^(注36)が採択され、賠償責任限度額は7億ユーロ以上に引き上げられ、スイスも追加署名しているが未発効である。

(ii) 原子力損害の民事責任に関するウィーン条約^(注37)

IAEAにて1963年に採択され、1977年に発効した。締約国は、中東欧・中南米等のIAEA加盟国を中心に36か国。1997年の改正議定書^(注38)では、賠償責任限度額は3億SDR以上とされており、5か国が締約国となっている。

(iii) 原子力損害の補完的補償に関する条約^(注39)

IAEAにて1997年に採択されているが、未発効である。原子炉熱出力の合計が4億kW以上である5か国の加盟が発効条件と

なっている。13か国が署名をしているが、現在の加盟国は、アルゼンチン、モロッコ、ルーマニア、米国の4か国である。3億SDR以上とされている国内法における賠償責任限度額を超える原子力損害の超過分は、全締約国がこれを補完し一定のルールで分担する。

(5) 核物質の防護に関する条約^(注40)

この条約は、平和目的利用のための核物質の国際輸送に適用される防護に関するもので、IAEAにて1979年に採択され、1987年に発効した。現在、141か国と1国際機関(EURATOM)が加盟している(2009年9月7日現在)。わが国の加盟は1988年10月28日である。

なお、2005年7月にこの条約の改正のために外交会議(Diplomatic Conference)が開催され、対象を国内における使用、貯蔵、輸送及び原子力施設に拡大して適用し、さらに盗難あるいは密輸などにおいて迅速な協力を行うなどの改正案が採択された。これは当条約締結国の3分の2の批准をもって発効することになっているが、現在の批准は34か国で条件を満たしていない(2010年1月27日現在)。なお、わ

34) 文部科学省・原子力損害賠償制度の在り方に関する検討会『原子力損害賠償制度の在り方に関する検討会第1次報告書』2008.12.15. を参照した。<http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kaihatu/007/gaiyou/_icsFiles/afeldfile/2009/06/29/1279826_1_1.pdf>

35) “Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy of 29th July 1960, as amended by the Additional Protocol of 28th January 1964 and by the Protocol of 16th November 1982,” OECD Nuclear Energy Agency. <http://www.nea.fr/html/law/nlparis_conv.html>

36) “2004 Protocol to Amend the Paris Convention,” OECD Nuclear Energy Agency. <<http://www.nea.fr/html/law/paris-convention-protocol.html>>

37) INFCIRC/500: “Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage,” IAEA, 20 March 1996. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/1996/inf500.shtml>>

38) “Protocol to Amend the 1963 Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage,” IAEA. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/protamend.html>>

39) INFCIRC/567: “Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage,” IAEA, 22 July 1998. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/1998/infcirc567.shtml>>

40) INFCIRC/274/Rev.1: “Convention on the Physical Protection of Nuclear Material,” IAEA, May 1980. <<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/inf274r1.shtml>>

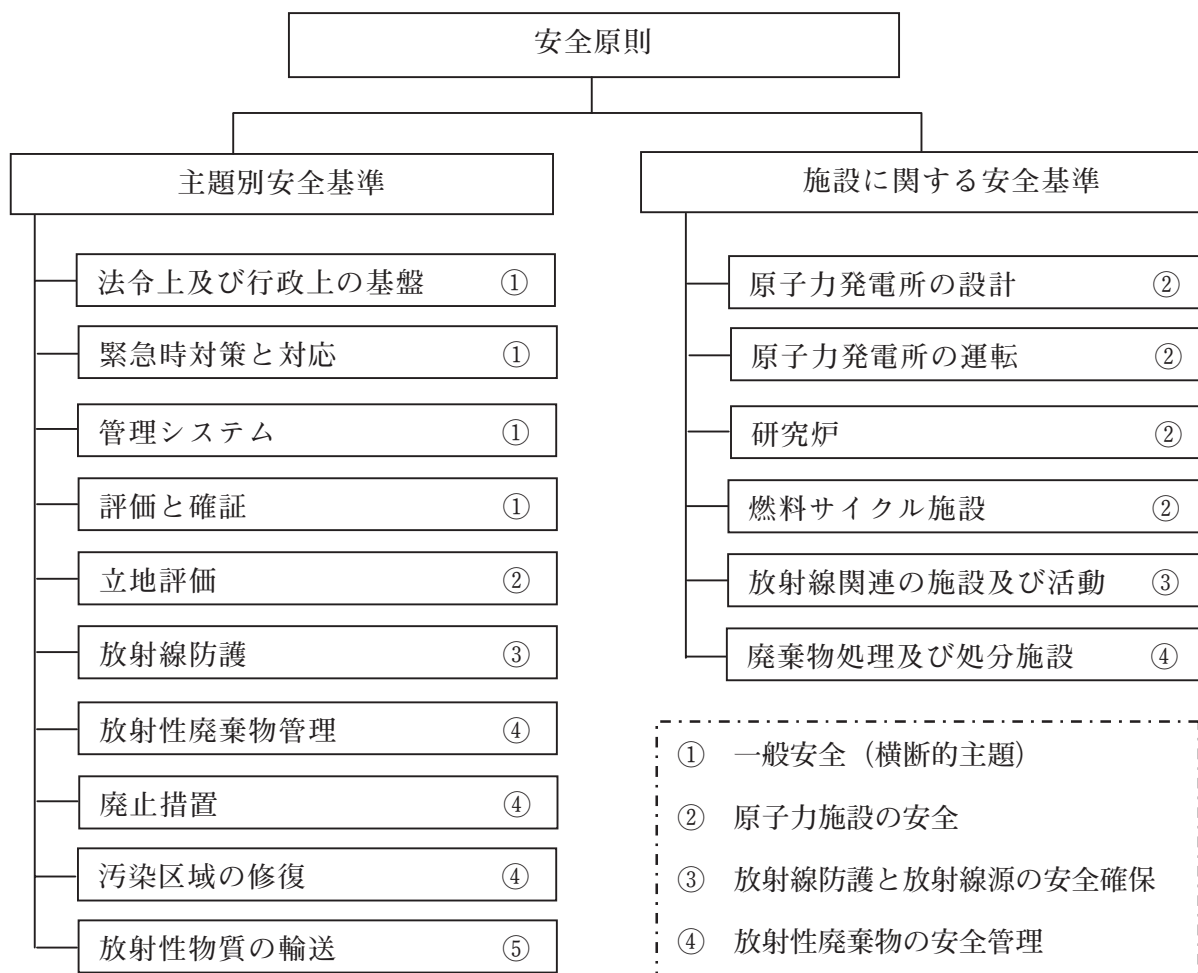
が国はまだこれを批准していない。

3 国際安全基準

IAEA では、各国に対し、原子力利用の安全性向上と緊急事態に備えるための支援を行っている。その一環として、人や環境を有害な放射線から守ることを主たる目的として、原子力関連施設、放射性物質、その輸送及び放射性廃棄物などの管理や行動規範について国際的安全基準^(注41)を定めており、これの適用推進を図っている。これ自体は、法的な拘束力を持つものではない

が、保障措置における評価基準とされるものである。この IAEA の安全基準は最初の基準を公表してから 2008 年 12 月で 50 周年を迎えた。そして、これまでに、200 を超える基準が策定されており、安全指針も多く公表されているが、数量の増大がこれらの管理に支障をきたすようになってきていた。そこで、2008 年 5 月 23 日の IAEA の第 23 回安全基準委員会では、現在の安全基準の体系の再構成を行い長期的な体系を構築するロードマップが合意された^(注42)。これは、統一された安全原則及び様々な安全要件との間

図 1 IAEA 安全基準の体系



(出典) IAEA のホームページの図をもとに筆者が日本語に訳し、色分けによる説明を文字によって置き換えて作成した。(IAEA Safety Standards. <<http://www-ns.iaea.org/standards/>> 2010 年 3 月現在)

(41) IAEA Safety Standards. <<http://www-ns.iaea.org/standards/>> なお、原子力安全基盤機構による邦訳がある。<<http://www.jnes.go.jp/database/iaea/iaea-ss.html>>

(42) “Commission on Safety Standards Twenty-third Meeting,” *Report of the Meeting*, IAEA Headquarters, Vienna, 21-23 May 2008, pp.12-13, 27-30. <<http://www-ns.iaea.org/committees/files/css/204/CSSrpt23final.pdf>>

の論理的関係並びに安全要件及びこれに沿った安全指針との間の論理的な関係を整理すること、管理しやすい文書の数維持し、効率性や適時性に対する要求を考慮することによって、安全基準の全体構成が見えるようにし、将来展開しやすくすることを目指すものである。

既存の安全基準の体系は図1に示すとおりである。ここでは、これまで策定されてきた様々な安全基準が、安全原則の下に、主題別の安全基準と施設に関する安全基準を分けて体系づけられている。

つぎに、今回、新しく検討され、整備が開始されている安全基準の体系を紹介する。これは、「IAEA 安全基準の長期構造及び現状」という

文書で公開されている。^(注43)

まず、その構造であるが、図2のような階層構造になっている。最上位に安全原則があり、その下に、全ての施設や活動に適用する一般安全要件があり、この階層の下に特定の施設や業務などに適用する特定安全要件をおいている。さらに、この下には、同様な体系として一般安全指針及びその下に特定安全指針がおかれている。

どちらの体系においても、安全原則は最上位に置かれている。この原則は、2006年11月に公表されたもので、以下の10項目からなる^(注44)いる。

図2 IAEA 安全基準の階層構造



(出典) IAEA のホームページの資料から Fig. 1: Safety Standards Categories を転載し、筆者が項目の説明部分を日本語に訳して置き換えた。(International Atomic Energy Agency, *LONG TERM STRUCTURE OF THE IAEA SAFETY STANDARDS AND CURRENT STATUS* March 2010, 2010.3.9, p.3. <<http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/status.pdf>>)

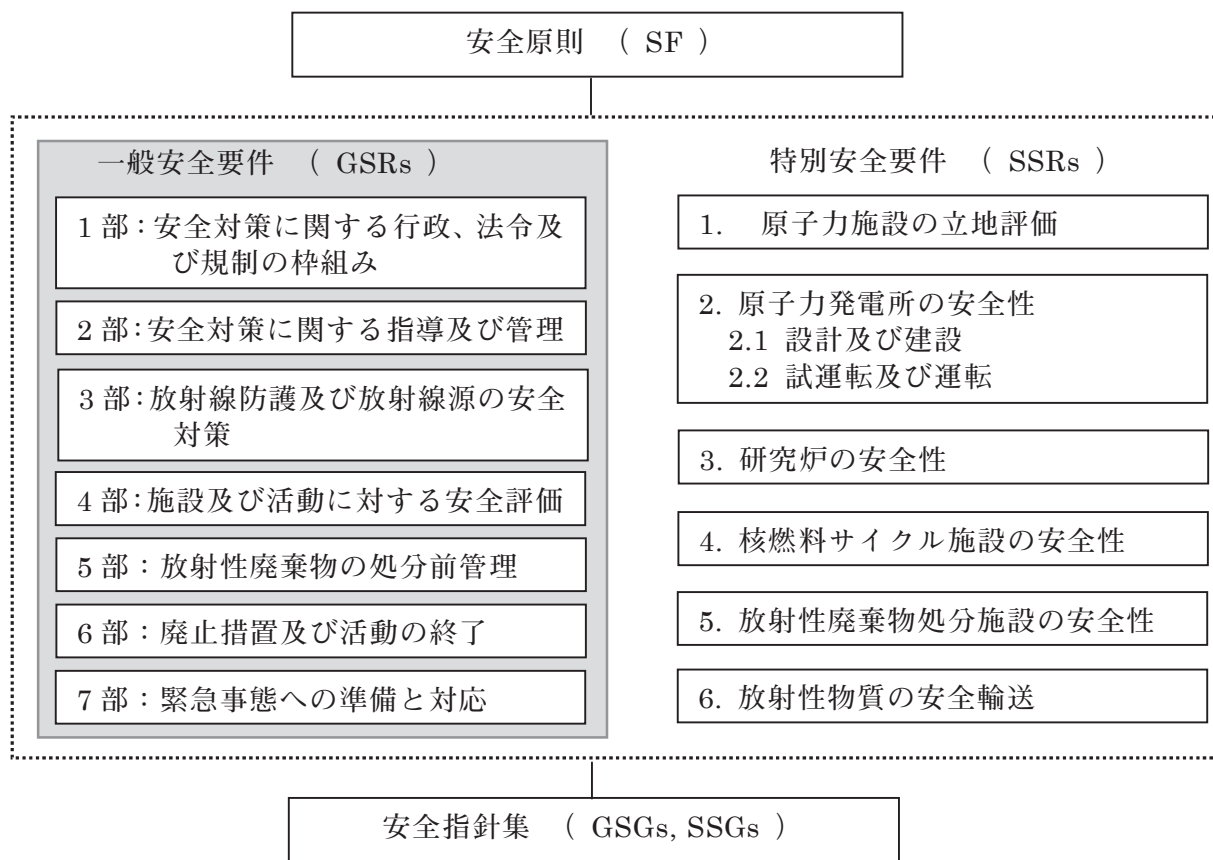
(43) International Atomic Energy Agency, *LONG TERM STRUCTURE OF THE IAEA SAFETY STANDARDS AND CURRENT STATUS* March 2010, 2010.3.9. <<http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/status.pdf>>

(44) International Atomic Energy Agency, *Fundamental Safety Principles* (IAEA Safety Standards Series No. SF-1), 15 November, 2006, pp.5-16. <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf>

【安全原則】

- 1 安全責任：安全の一義的な責任は、放射線の危険性の原因となる施設と活動に責任を負う個人又は組織が負わなければならない。
- 2 政府の役割：安全を確保するための効果的な法令上及び行政上の枠組み（独立した規制機関を含む）を確立し維持しなければならない。
- 3 安全に対する指導と管理：関係組織並びに放射線の危険性の原因となる施設及び活動においては、安全を確保するための効果的な指導と管理を確立し維持しなければならない。
- 4 施設及び活動の正当性の証明：放射線の危険性の原因となる施設及び活動は、総合的に利益をもたらすものでなければならない。
- 5 防護の最適化：合理的に達成可能な最高レベルの安全性を提供するように防護を最適化しなければならない。
- 6 個人に対する危険性の制限：放射線リスクを制御するための対策は、いかなる個人も容認しがたい危害を受けるようなことがないように放射線制御の措置によって保障しなければならない。
- 7 現在及び将来の世代の防護：現在及び将来における人々及び環境を放射線の危険性から防護しなければならない。
- 8 事故の予防：原子力又は放射線の事故を予防及び緩和するために、あらゆる現実的な取り組みを実施しなければならない。
- 9 緊急事態への準備と対応：原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応のための対処方法を決めておかななければならない。

図3 IAEA 安全基準の長期体系



(出典) IAEA のホームページの資料から図を転記し、筆者が日本語訳した。(International Atomic Energy Agency, *LONG TERM STRUCTURE OF THE IAEA SAFETY STANDARDS AND CURRENT STATUS* March 2010, 2010.3.9, p.4. <<http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/status.pdf>>)

10 既存又は規制対象となっていなかった放射線の危険性を低減させるための防護措置：天然に存在する又はこれまで規制されてこなかった放射線の危険性を低減させるために行う防護措置は、経費や作業に応分の価値が正当化でき、最適化されるものであるべきである。

この安全原則を基礎としてこの下に、一般安全要件と特別安全要件を分けて、安全要件の内容を展開した図が図3である。図2の構造に則した簡潔な体系となっており、今後、IAEAが長期にわたって構築していく安全基準の新しい体系として、容易に参照できる利便性の高いものになると思われる。

おわりに

世界の発電量に対して原子力発電が占める割合は14%である（2008年^(注45)現在）。世界各国では多くの原子炉が稼働しているが、その動向を把握するために、世界原子力協会資料のデータを基に、国別の原発開発稼働状況について稼働原子炉数の多い順に一覧化してみた（表1）。これによれば、2010年2月1日現在、原子炉は29か国で436基稼働しており、建設中のものは53基、設計段階のものが142基、そして、提案段階のものが327基となっている。

建設中と設計段階のものを合計すると195基、提案段階を含めれば522基となり、この数は現在稼働中の数をはるかに凌駕する。この数字からも、近年、原子力エネルギーへの期待が高まっていることがうかがえるが、その大きな要因は、地球温暖化への対策及びエネルギーの安定供給への期待である。2009年12月にコ

表1 国別の原発開発稼働状況

番号	国名	稼働	建設	設計	提案
1	米国	104	1	11	19
2	フランス	58	1	1	1
3	日本	54	1	13	1
4	ロシア	31	9	8	37
5	韓国	20	6	6	0
6	英国	19	0	4	6
7	インド	18	5	23	15
8	カナダ	18	2	4	3
9	ドイツ	17	0	0	0
10	ウクライナ	15	0	2	20
11	中国	11	20	37	120
12	スウェーデン	10	0	0	0
13	スペイン	8	0	0	0
14	ベルギー	7	0	0	0
15	チェコ	6	0	0	2
16	スイス	5	0	0	3
17	スロバキア	4	2	0	1
18	フィンランド	4	1	0	1
19	ハンガリー	4	0	0	2
20	パキスタン	2	1	2	2
21	アルゼンチン	2	1	2	1
22	南アフリカ	2	0	3	24
23	ルーマニア	2	0	2	1
24	ブルガリア	2	0	2	0
25	ブラジル	2	0	1	4
26	メキシコ	2	0	0	2
27	アルメニア	1	0	1	
28	オランダ	1	0	0	1
29	スロベニア	1	0	0	1
30	イラン	0	1	2	1
31	アラブ首長国連邦	0	0	4	10
32	ベトナム	0	0	2	8
33	インドネシア	0	0	2	4
34	タイ	0	0	2	4
35	ベラルーシ	0	0	2	2
36	カザフスタン	0	0	2	2
37	トルコ	0	0	2	1
38	エジプト	0	0	1	1
39	北朝鮮	0	0	1	0
40	イタリア	0	0	0	10
41	ポーランド	0	0	0	6
42	バングラデッシュ	0	0	0	2
43	リトアニア	0	0	0	2
44	イスラエル	0	0	0	1
	合計	436	53	142	327

(出典)世界原子力協会資料のデータを基に筆者作成。(<<http://www.world-nuclear.org/infomap.aspx>>2010年3月現在)

(45) IAEA, *Nuclear Technology Review 2009*, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2009, p.6. <<http://www.iaea.org/Publications/Reports/ntr2009.pdf>>

ペンハーゲンで開催された国連気候変動枠組条約の締約国会議では、温室効果ガスの削減目標を定めた京都議定書の次の段階である2013年以降の気候変動対策を決定するには至らず、米国、中国、インド等を含む主要20数か国の非公式首脳会合で合意した内容に留意するということにとどまった。

こうした中で、既存のエネルギーとして発電時にはCO₂をあまり出さないという原子力発電に目が向けられている。

しかし、発電時のCO₂排出量は少ないとはいえ、原子力発電の原理はウランやプルトニウム等の核分裂により膨大なエネルギーを一方向的に放出することによってなされるものであり、その観点では、再生可能エネルギーとは全く性質を異にするものである。また、原子炉の運転で発生する熱量の3分の1は電気に変換されるが、残りの3分の2はその場で海などに廃棄され、そのエネルギーは100万kWの原子炉の場合で1秒間に70トンの海水の温度を7度上げるとい^(注46)う。さらに、原子力発電は、季節や時刻などの需要変動に柔軟に出力調整を行うことに適しておらず、また、保守点検期間や事故が発生した場合などには他のバックアップ電力に依存しなければならないなどの性質もある。^(注47)

こうした性質をもったエネルギーではあるものの、再生可能エネルギーのみで、現在のエネルギー需要の自給をすぐに実現し、さらに今後の増大する予測需要を満たしたいとしても、それが困難であると考えられるところに、原子力への期待が高まってきているということであろう。

とはいえ、一旦は、1979年の米国スリーマイルアイランド原発事故や1986年のチェルノブイリ原発事故を契機に、世界的動向として、原子力発電への危惧が高まり、原子力発電利用の停止、あるいは、新たな原発建設の取りやめなどの動きが強まっていた中において起こった近年の原子力エネルギー利用への回帰姿勢であり、それらは各国一様というわけではない。そこには、全面的に原子力に依存しようという国、過渡的な利用に限定する国などがあり、仮に同じ原子炉廃止措置の延期を図ろうとするにしても国によりその意図は様々である。

1987年の国民投票によって、一旦は利用をやめたイタリアは10基の原子炉新規開発の計画を俎上に乗せた。1980年に国民投票で廃止方針を決定したスウェーデンもこれを撤回した。^(注48)^(注49)米国、英国でも原発の新設計画を再開した。そのほか、これらの国々を含め、ドイツ、日本など早期から原発を運転している国々では、それぞれ方針の違いはあるものの、原子炉の運転予定期間を延長して利用しようとする国々も増加している。^(注50)また、中国やロシア、インド、ウクライナ、南アフリカなど、突出した数の原発建設計画を始めた国々も多い。

これらは、これまで原子炉の開発をしてきた国々での原発回帰への動向であるが、これまで原子炉を持たなかった国々も新規導入を計画している。羅列すれば、イラン、アラブ首長国連邦、ベトナム、インドネシア、タイ、ベラルーシ、カザフスタン、トルコ、エジプト、北朝鮮、ポーランド、バングラデッシュ、リトアニア、イスラエルなど、特に、アジア、中東、アフリカ地

46) 小出裕章「原子力の場合から見た地球温暖化問題」『えんとろびい』66号, 2009.7, p.16.

47) 植月 前掲注14

48) 「米原発30年ぶり新設へ」『朝日新聞』2010.2.22; 本号, 井樋三枝子「アメリカの原子力法制と政策」参照。

49) “UK could double nuclear role after 2030 – report,” Reuters, 5 Aug.2009.

<<http://www.reuters.com/article/rbssIndustryMaterialsUtilitiesNews/idUSL526635620090805>>

50) 「原発40歳 高齢時代」『朝日新聞』2010.3.11.

域の国々に顕著である。また、これら新規市場の開拓にフランス、韓国、ロシア、日本などは積極的な原子力外交を展開している。^(注51)

一方で、原発が建設されたものの、その運転開始が1978年の国民投票で否決され、今は太陽光発電所としてそれを転換利用しているオーストリアなどの原発をやめた国を始め、もとより原発を導入していない国々は導入している国々よりはるかに多いことも銘記しておかなければならない。

しかし、表1に示したような原子炉の設置基数の増大やその地域的広がり、原子炉稼働期限の引き延ばしなどは危険因子の絶対的増加を意味しており、また、現在抱えている放射性廃棄物の問題も確立した解答が得られているわけではないことも、原子力利用に対する危惧を高めているといえる。

このような、原子力エネルギー利用を推進しようとする各国においては、自国民に対しても、このエネルギーを採用しない国々に対しても、最大限の安全性を担保する必要がある。そのためには、法的な枠組みを用意し、利害関係のな

い第三者による厳しい規制を導入し、透明で公正な運用を行うことがますます重要となってくるであろう。

また、紹介したように、これまでに原子力研究や経験の蓄積がなく、今後、原発を国内に新規導入しようとする国々も多数あるが、当然、こうした国々は原子力の利点も危険性も十分理解した上で自らの責任で導入することが必須となる。こうした国には、導入後の原発の運転や核物質及び核廃棄物管理などの安全性に関しても内実のある法規と運用が必要である。原発建設の受注競争においても、これらの視点が充分配慮されることが望まれる。そのため、IAEA等も専門家の育成の必要を訴え支援活動を展開しているものの、最終的に導入する責任は当該国が負うものであり、場合によっては被害国にも加害国にもなることもあることを深く銘記し、原子力の安全確保についての十分な検討が望まれる。^(注53)

(うえつき けんじ・専門調査員)

51) 以下の記事などを参考とした。「原発受注 劣勢日本」『毎日新聞』2010.3.11；「原発市場争奪（上・下）」『日本経済新聞』2010.2.27,28；「韓国原発 台頭」『東京新聞』2010.3.3；「ベトナム、原発に熱意」『朝日新聞』2010.1.17；「韓国勢、アブダビ原発受注」『日本経済新聞』2009.12.28.

52) IAEA Director General Yukiya Amano, “Statement to International Conference on Human Resource Development for Introducing and Expanding Nuclear Power Programs,” IAEA News Centre, 14 March 2010. <<http://www.iaea.org/NewsCenter/Statements/2010/amsp2010n004.html>>

53) 朝日新聞の社説では、原発の点検漏れや世界的な原発見直しの中での売り込み合戦に言及し、「原子力は人間にとって両刃の剣である。大きな恩恵をもたらす一方で、一歩間違えれば、人や環境に回復不可能な打撃を与えかねない。そのことを改めて考えたい。」と警鐘をならしている。（「(社説) 原発点検漏れ『両刃の剣』、使う自覚を」『朝日新聞』2010.4.5.）