

# 欧州委員会（EC）からのコミュニケーション 「原子力説明プログラム」（仮訳）

2016年4月4日

欧州経済社会委員会の見解のためにユーラトム条約 40 条に基づき提出

<内容構成>

1. 序文
2. 原子力エネルギー
  - 2.1. 最近の原子力政策の展開
  - 2.2. EU の原子力市場と主な展開
3. 2050 年に向けての原子力投資
  - 3.1. 燃料サイクルフロントエンドにおける投資
  - 3.2. 新規原子力発電所の投資・ビジネス環境
  - 3.3. 既存原子力発電所の安全性向上と長期運転に関する投資・ビジネス環境
  - 3.4. 燃料サイクルバックエンド活動の増加：課題と機会
    - 3.4.1. 使用済み燃料・放射性廃棄物管理
    - 3.4.2. デコミショニング（廃止措置）
    - 3.4.3. 使用済み燃料・放射性廃棄物管理及びデコミショニングの資金調達要件
4. エネルギー以外の利用
5. 更なる研究開発活動を通じて原子力分野における EU の技術的リーダーシップの維持
6. 結論

## 1. 序文

原子力説明プログラムに関するコミュニケーション（PINC）は、ユーラトム条約 40 条に基づき作成されたもので、EU における原子力のライフサイクルの全段階にわたる投資の概観を示している。これは、2011 年 3 月の福島第一事故後に委員会が発表する最初のものである。

原子力は EU 加盟国の半数の国でエネルギー・ミックスの一部となっている。原子力の利用を選択している国では、原子力は電力供給保障を確保する役割を果たしている。これに関連して、欧州連合戦略と欧州エネルギーセキュリティ戦略は、加盟国に対し、安全性、セキュリティ、廃棄物管理、核不拡散において最高の基準を適用するだけでなく、核燃料供給を多様化する必要があると強調している。そうすることは、2030 年の気候・エネルギーの枠組目標の達成に資する。

EU は、電力の 27%が原子力で供給され、更に電力の 27%が再生可能エネルギーで供給されている。EU は現在、電力の半分以上が温室効果ガスを排出せずに発電されている世界の三大主要経済圏の一つである。

PINC は、EU のエネルギー目標の達成に原子力がどのように役立ち得るのかを議論する際の基礎データになる。原子力の安全性は依然として委員会の最優先課題であるので、PINC には特に、福島後の安全性向上に関する投資や既存原子力発電所の長期運転に関する投資データも含まれている。更に、EU の原子力産業は、ライフサイクルのバックエンド活動の増加を特徴とする新たな段階に入りつつあるので、PINC は、関係の投資の必要性や原子力損害賠償管理について、正しい情報に基づいた議論に貢献するだろう。

PINC は又、医療用 RI の製造を含め、研究炉や関連燃料サイクルへの投資についても取上げている。

## 2. 原子力エネルギー

### **2.1. 最近の原子力政策の展開**

14 の加盟国で 129 基、合計設備容量 1 億 2000 万 kW の原子力発電炉が運転中である。これらの平均運転年数は 30 年に近い。10 の加盟国で新規建設プロジェクトが計画されている。フィンランド、フランス、スロバキアでは、4 基が既に

建設中である。また、フィンランド、ハンガリー、英国では、許認可プロセスの段階にある。更に他の加盟国（ブルガリア、チェコ共和国、リトアニア、ポーランド、ルーマニア）では準備段階である。英国は最近、石炭火力発電所を 2025 年迄に全て閉鎖し、発電設備容量のギャップを主に新規ガスと原子力発電所で満たす方針を発表した

欧州の多くの国や世界のその他の地域は、今後何十年間にわたって、その電力の一部を生産するために原子力に依存することになるだろう。EU は、原子力安全のための世界で最も進んだ法的拘束力・強制力のある地域枠組を持っている。原子力発電に関して加盟国間で異なる見解があるにもかかわらず、原子力発電の安全かつ責任ある利用と放射線からの市民の保護に関して、可能な限り最高の安全基準を確保する必要性については認識を共有している。

2008 年の前回の PINC 更新版以来、EU の原子力を取り巻く状況は、福島第一事故後に EU の原子力発電炉の総合的なリスク・安全評価（ストレステスト）の実施と、原子力安全、放射性廃棄物・使用済み燃料管理、及び放射線防護に関する画期的な法案の採択という重大な変化を経験した。

ストレステストの結果、EU、スイス、ウクライナの原子力発電所の安全基準が高いことが分かったが、更なる改善の必要性が勧告された。原子力発電事業者は、ENSREG（欧州原子力安全規制者グループ）によって評価された夫々の国の行動計画に従って、勧告を実施中である。

改定された原子力安全指令は、原子力安全基準を更に高いレベルに引き上げている。それは、事故のリスクを減少し、大量の放射能放出を避けると言う EU 全体の明確な目標を設定している。欧州のピアレビュー・システム（特定の安全問題について 6 年毎にレビュー）の要件を導入している。これらの要件は、新規原子力施設に投資するときや、既存施設の改良に際して合理的に実用できる場合には、いつも考慮されなければならない。

2015 年初め、ユーラトムは、「ウィーン宣言」の採択を確保する上で重要な役割を果たした。この宣言において、IAEA の原子力安全条約の締約国は、改定原子力安全指令に定められたものに匹敵する安全基準を達成することをコミットしている。原子力発電が全大陸に拡大し、多くのベンダーが関与する中、世界的に高い安全基準が適用され、安価で旧式の技術の利用によって、安全基準が損なわれないように確保することが重要である。

EU の法的枠組は、原子力問題に関する透明性と公衆参加の向上を要求し、全てのステークホルダー間の協力の改善を要求している。上述した原子力安全性、放射性廃棄物、放射線防護に関する指令は全て、情報の利用可能性と公衆参加に関する要件を定めている。EU 加盟国の原子力安全当局間の協力は、ENSREG を通じて十分に機能している。更に、委員会は、欧州原子力フォーラム（ENEF）のステークホルダー間の対話を引き続き促進していく。

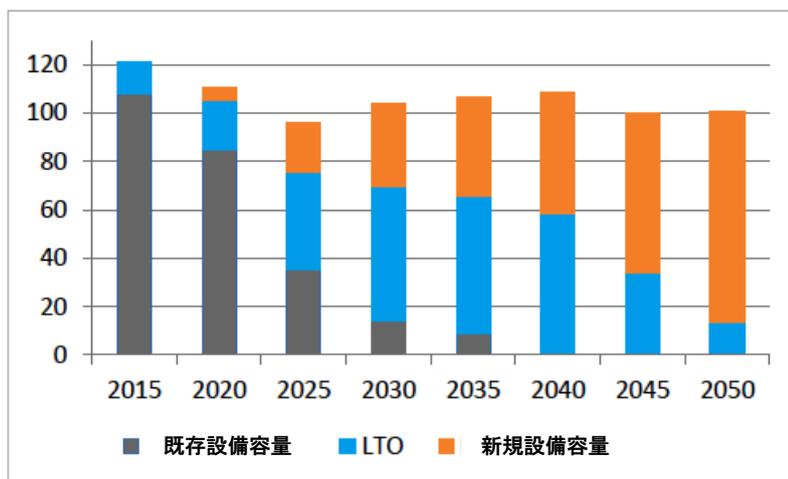
## 2.2. EU の原子力市場と主な展開

EU の原子力市場は、他の地域の発展が EU の原子力産業、世界の安全性、セキュリティ、健康、及び世論に及ぼす潜在的影響を考慮して、世界的な背景の中で検討する必要がある。EU の候補国や近隣諸国、特にウクライナ、ベラルーシ、トルコ、アルメニアとの協力は更に拡大すべきである。安全性のストレステストはウクライナについては既に実施済みであり、アルメニアについては 2016 年に完了予定であり、ベラルーシとトルコについては計画中である。

EU の原子力産業は、全ての原子力産業部門で、世界の技術リーダーに成長しており、40 万～50 万人を直接雇用し、更に約 40 万人の追加雇用を促進している。このようなリーダーシップは、世界的に重要な資産とすることができる。世界市場における原子力関連投資需要は 2050 年迄に約 3 兆ユーロと推定されており、その多くはアジア地域である。原子力発電炉を運転する国の数と世界の原子力発電設備容量は、2040 年迄に増加することが見込まれている。中国の原子力発電設備容量だけでも 1 億 2500 万 kW に増大すると見られている。これは現在の EU（1 億 2000 万 kW）、米国（1 億 400 万 kW）、ロシア（2500 万 kW）の規模を完全に上回っている。

委員会は、幾つかの加盟国による原子力の段階的廃止の決定やエネルギー・ミックスにおける原子力シェアの減少の決定などを考慮して、EU の原子力発電設備容量は 2025 年迄減少し続けると予測している。しかし、この減少傾向は、新規原子炉が送電網に接続することが予想され、既存炉の運転延長が追及されるので、2030 年迄には逆転する見込みである。原子力設備容量は、2050 年迄に、わずかに増加し、9500 万～1 億 500 万 kW で安定する見込みである（図 1）。電力需要は、この期間も増大するので、EU における原子力発電量のシェアは、現在の 27% から 20% 程度に下がる。

図1：EU全体の原子力設備容量（GWe=100万kWe）



原子力設備の2050年迄のリプレース（建替）投資は、EPR、AP1000、VVER1200、ACR1000、ABWRなどの恐らく最先端の原子炉で行われるだろう。

### 3. 2050年に向けての原子力投資

エネルギー同盟の戦略に沿って、エネルギーシステムの転換を支援するためには大幅な投資が必要である。2015～2050年にEUのエネルギー供給に3.2兆～4.2兆ユーロの投資が必要である。

ユーラトム条約41条に基づき、新規原子力投資プロジェクトについては委員会に通知しなければならない。2008年以来、合計48件のプロジェクトが通知された。9件はフロントエンド活動に関する施設、20件は長期運転や福島後の改良に関する原子力発電所の主な改良・安全性向上、7件は新規の商業炉や研究炉、12件はバックエンド施設についてであった。全てのプロジェクトは、拘束力のない委員会の見解を受けた。委員の見解は、プロジェクトを承認する際に考慮されるべき改善のためのコメントや提言を加盟国に提供している。安全性、廃棄物管理、保障措置、供給保障問題については特に注意が払われた。

今年中に委員会は、これらの通知要件について、定義をより一層明確化した最新版を提案する予定である。この新しい通知要件は、ユーラトム条約103条の適用に関する勧告と相まって、原子力分野における新規投資や第3国との二国間協定がユーラトム条約の規定に適合し、最新の供給保障配慮事項を反映していることを確保するための委員会の能力を強化するだろう。

#### 3.1. 燃料サイクルフロントエンドにおける投資

燃料の製造プロセス（燃料サイクルのフロントエンド）は、ウラン鉱の探鉱・採掘から燃料集合体の成型加工まで様々なステップを含む。

EU内ではウラン採掘活動は限られているが、豊富なウラン資源が世界中で入手可能である。欧州企業は、世界の主要な核燃料製造業者に入っている。

EUの天然ウラン需要は、世界の需要の約3分の1を占め、様々な供給者から入手している。2014年は、カザフスタン（27%）が主要供給者で、ロシア（18%）、ニジェール（15%）、オーストラリア（14%）、カナダ（13%）と続いた。

欧州エネルギー供給保障戦略に従って、委員会は、核燃料について十分に機能する内部市場を確保し、供給保障をさらに強化するために、措置を講じている。ユーラトム供給庁（ESA）は、供給契約の決定に関して、これらの問題を絶えず評価している。新規建設プロジェクトについては特に注意している。

幾つかの企業が核燃料サイクル全体にわたる総合パッケージを提供しており、これが市場競争を制限する可能性があるため、委員会は、核燃料サイクルの一部門しか営業していない他の企業にとっての障壁とならないように確保している。

これまで転換と濃縮能力で大規模な投資が行われてきたが、EUの技術的リーダーシップを維持するためにそれらの近代化が今後の焦点になる。核燃料の成型加工に関して、EUベースの製造能力は、西側設計炉の全需要を賄うことができる。一方、ロシア設計炉の核燃料集合体の開発と許認可には数年を要するだろう（投資を魅力的にするだけの十分な市場が利用できるかと仮定して）。委員会は、燃料サイクルのフロントエンドを監視し、EUにおける供給保障、多様化、世界競争を確保するために、利用できるすべての手段を行使し続ける。

### 3.2. 新規原子力発電所の投資・ビジネス環境

原子力発電所を運転している全ての加盟国は、安全性向上に投資している。EUの原子炉群の平均運転年数から、幾つかの加盟国は、原子力発電所のリプレース（建て替え）や長期運転（運転延長）の政策決定に直面している。

図1に示すように、長期運転計画を実行しなければ、既存炉の約90%は2030年迄に閉鎖してしまい、大規模な設備容量のリプレースが必要になる。加盟国が原子炉の長期運転を決定する場合、原子力安全指令への適合を保証するために、それぞれの国の規制機関による承認や安全性改良が必要になる。どちらのオプションを選択するにしても、既存原子力発電設備容量の90%は2050年迄にリプレースが必要になる。

EUにおいて2050年迄及びそれ以降も9500万～1億500万kWの原子力設備容量を維持するには、今後35年間に更なる投資が必要になる。既存原子力設備容量のほとんどをリプレースするための新規プラントへの投資に3500億～4500億€が必要になる。新規プラントは少なくとも60年間の運転年数で設計されているので、これらの新規プラントは今世紀末迄、発電するだろう。

多くの因子が、新規原子力プラントへの投資のための資金調達に影響を及ぼす。2つの主要なコスト成分として、オーバーナイトコストと資金調達コスト、即ち予想建設期間とプロジェクトの割引率、が大きな役割を果たす。

幾つかのEU加盟国では様々な資金調達モデルが検討され利用されている。例えば、英国のヒンクリー・ポイントCプロジェクトで提案されている差額契約（CFD）方式や、フィンランドのハンヒキビ・プロジェクトで提案されているマンカラ・モデルなど。

EUでは、幾つかの新規の初号機プロジェクトは建設の遅延やコストの超過に遭遇している。同じ技術を用いる将来のプロジェクトは、適切な政策が講じられれば、得られた経験（教訓）とコスト削減の機会の恩恵を受けるはずである。

主要な政策としては、新規原子炉の許認可に際しての規制者間の協力の拡大、産業界における原子炉設計の標準化の促進が挙げられる。これによって、コストの効率性（削減）に加えて、新規プラントはより安全なものになる。

各国の安全規制機関の独占的能力・権限である許認可プロセスについて、例えば、事前許認可段階や設計認証段階で協力を拡大する機会がある。

許認可要件に関する協力の目的は、ある国で安全であると考えられた設計は、他国では許認可条件を満たすために実質的に修正する必要がないことを保証することであり、これによって時間とコストが節約される。この分野で、委員会は、ENSREG及び欧州技術安全機関ネットワーク（ETSON）と協議する方針である。

標準化について、建設コードが、発電所や他の原子力施設の設計・建設に係わる全ての当事者によって共通の参考基準として利用されている。新規ベンダーの登場の可能性や新規モデル/技術の管理の確保の必要性に鑑みて、ベンダーやサプライヤーに、次の事項を確実にするために、そのコンポーネントやコードをより高いレベルに標準化するイニシアティブ

への参加を促すことは有益である。(a) より速い調達プロセス、(b) より高い比較可能性とより透明でより高い安全基準、(c) 運転者の技術・知識マネジメント管理能力の向上。既存資源の利用の最適化とより多くの機会の相互認識を強調して、委員会は、EU レベルではどんな政策オプションが必要であるのか見るために、欧州標準化委員会の作業を綿密にフォローしている。

### 3.3. 既存原子力発電所の安全性向上と長期運転に関する投資・ビジネス環境

原子力の安全性の向上を絶えず続けていくために、EU のストレステストなどの特別レビュー、定期安全レビューやピアレビューの後で、原子力発電所の頑健性を強化する定期的な取り組みが行われている。

欧州の多くの運転事業者は、当初の設計で予想していたよりも長期にわたって原子力発電所を運転する考えを表明している。原子力安全の観点から、原子力発電所の運転継続には 2 つのことが必要である。プラントの規制基準への適合性を実証し維持することと、プラントの安全性向上である。

加盟国から提供された情報を照らすと、2050 年迄既存炉の長期運転を行うには、推定で 450 億～500 億ユーロの投資が必要である。これに関連する投資プロジェクトについては、ユーラトム条約 41 条に従って委員会に通知しなければならず、委員会はその見解を発表する。

原子炉のモデルや年数に応じて、各国の規制機関は、長期運転計画の承認については平均 10～20 年の運転期間の延長を意味すると考えている。

電気事業者と規制機関は、改訂原子力安全指令に従って、運転延長計画に関する安全ケースを準備し、レビューし、承認しなければならない。許認可プロセスにおける規制機関間の協力の拡大、例えば共通の基準設定などは、規制問題に関する適切・適時な対応を保証するのに役立つだろう。

### 3.4. 燃料サイクルバックエンド活動の増加・課題と機会

燃料サイクルのバックエンドは、ますます注意レベルを高めなければならない。EU で現在運転中の 129 基の原子炉のうち 50 基以上が 2025 年迄に運転を終了するものと推定される。慎重な計画策定と加盟国間の協力拡大が必要である。原子力発電所を運転している EU 加盟国では、放射性廃棄物の地層処分と長期管理に関して、政治的にセンシティブな決定を下さなければならない。これらの問題に関するアクション及び投資の決定を遅らせないことが重要である。

#### 3.4.1. 使用済み燃料・放射性廃棄物管理

使用済み燃料・放射性廃棄物指令は、将来の世代に不当な負担を避けることを目的としており、放射性廃棄物と使用済み燃料の安全かつ責任ある長期的管理について、法的に拘束力のある要件を規定している。

各加盟国は自らの燃料サイクル政策を自由に定めることができる。使用済み燃料は、有益な資源として再処理されるかもしれないし、放射性廃棄物として直接処分されるかもしれない。どちらのオプションを選択するにしても、再処理で分離された形であれ、廃棄物と見なされた使用済み燃料そのものであれ、高レベル廃棄物の処分に取り組みねばならない。

フランスと英国は再処理施設を稼働中である。英国は 2018 年迄に再処理施設の閉鎖を決定した。ドイツ、フランス。オランダの多くの原子炉は、2014 年に MOX 燃料を利用した。

低レベル・中レベル放射性廃棄物の処分施設は多くの加盟国で既に稼働中である。運転事業者は、高レベル廃棄物及び使用済み燃料の世界最初の地層処分施設建設に向けて、研究段階から行動段階に移行しつつある。これらの施設は、フィンランド、スウェーデン及びフランスで、2020年から2030年の間に稼働するものと見られる。他の欧州企業は、世界レベルで必要なスキルとノウハウを集約し、商業機会を発展させるために、この専門知識・技術を活用すべきである。

最良事例の共有や処分場の共有という形を通じて、加盟国間の協力の余地はある。指令によると、処分場の共有は法的に可能であるが、特に公衆との対話やパブリック・アクセプタンスの構築など、解決すべき幾つかの問題もある。多国間アプローチでの放射性廃棄物処分について最終的に責任を有する当事者を決定することも重要なステップである。

原子力発電所を運転している加盟国は現在、廃棄物を40～100年間貯蔵する施設を利用している。しかし、長期貯蔵を含め、放射性廃棄物の貯蔵は、暫定的な解決策であって、処分の代替案ではない。

#### 3.4.2. デコミショニング（廃止措置）

世界的に、発電炉のデコミショニングの経験はほとんどない。2015年10月現在、欧州では、89基の発電炉が永久停止しているが、これまでに完全にデコミショニングされたのは8基だけである（全てドイツ）。

欧州企業には、SMEs（中小企業）の参加を奨励する措置も含め、国内市場で必要なスキルを開発することによって、世界のリーダーになる機会がある。デコミショニングプロセスの様々な段階での最良事例の利用（例えば、規制状態がプロセス全体を通じて放射線ハザード・レベルを適切に反映するように進化していけるような段階的アプローチの利用）は効率性と安全性の向上をもたらすだろう。最良事例は、欧州卓越センターの創設によって促進されるだろう。欧州卓越センターは、官民の当事者を結集してつくられるか、或いはデコミショニング資金グループの下に設立されるかもしれない。

#### 3.4.3. 使用済み燃料・放射性廃棄物管理及びデコミショニングの資金調達要件

使用済み燃料・放射性廃棄物指令は、放射性廃棄物の管理について、その発生から最終処分まで、運転事業者が全責任があると認識している。必要な資金は、運転事業者が原子力発電所運転の早い時期から蓄積し、できる限り政府の資金負担のリスクを軽減しなければならない。加盟国は、とりわけコスト評価と適用可能な資金調達スキームを含む国家プログラムを策定・維持することによって、この原則を保証している。

加盟国から提供された最新の情報に基づくと、2014年12月、欧州の原子力運転事業者は、デコミショニングと放射性廃棄物管理のために2050年迄に2530億ユーロが必要と見積もっている。このうち1230億ユーロがデコミショニングのために、1300億ユーロが使用済み燃料・放射性廃棄物管理（深地層処分も含む）のためである。

加盟国は、これらの予想投資額を賄う資産データ（合計約1330億ユーロ）も提供している。一般的に、これらの資産は、しばしばデコミショニングと放射性廃棄物管理の両方のための専用資金の形で蓄えられている。最も頻繁に利用されている資金収集方法は、当該原子力発電所で発電される電力に基づいて一定の金額を集めていく方法である。

加盟国は、核燃料サイクルのバックエンド活動を完成させるコストの評価に当たっては様々な方法を用いている。委員会は、デコミショニング資金グループの協力を得て、追加データを収集し続けていき、2016年中に、放射性廃棄物・使用済み燃料指令の実施状況に関する報告書を作成する方針である。

## **4. エネルギー以外の利用**

原子力・放射線技術は、医療、工業、農業、研究など多くの分野で利用されており、全加盟国の社会にかなりの利益を与えている。

欧州では毎年、X線や放射性同位元素（RI）を用いて5億回以上の診断が行われており、70万人以上の欧州の医療従事者が日常的に核・放射線技術を使用している。欧州における医療画像装置の市場は相当なもので、200億ユーロを超えており、年率約5%で成長を続けている。

EUでは種々の型の研究炉が運転している。それらは、基礎研究開発だけでなく、材料や核燃料の試験などにも利用されている。幾つかの研究炉は、がんや心臓血管や脳の障害などの様々な病気の診断や治療のための医療用RIを製造している。世界中で1万以上の病院が、毎年、約3500万人の患者にインビボの診断・治療にRIを利用している。このうち900万人は欧州人である。

欧州は、最も広範に利用されている診断用RIであるテクネチウム99m（Tc-99m）について、世界で2番目に多く消費している。医療用RIの製造に係わっている幾つかの欧州の研究炉の寿命が終わりに近づいているため、医療用RI供給事情は脆弱化し極端な不足の事態につながりかねない。

最近、EUの内外で、研究炉の運転を調整しRI製造の中断を最小化するための措置が取られつつある。例えば、欧州医療用放射性同位元素供給観測所が2012年に設置された。こうした取り組みにもかかわらず、特に欧州における医療用RI供給設備については、EUにおける重要な医療診断・治療の確保に不可欠であるので、全てのステークホルダーが十分に検討すべき課題である。

委員会は、核・放射線技術の発電以外の利用について、欧州の更に協調的アプローチが必要であると考えている。

## **5. 更なる研究開発活動を通じて原子力分野におけるEUの技術的リーダーシップの維持**

EUは、エネルギー及び技術への依存を増大させないために、また欧州企業によるビジネス機会を与えるために、原子力分野で、国際熱核融合実験炉（ITER）計画を含め、技術的リーダーシップを維持しなければならない。これは又、EUにおける成長、雇用、競争力を支えるだろう。

最近の新しい戦略的エネルギー技術計画（SET-Plan）のためのコミュニケーションは、原子力の優先事項については、原子炉の安全性を最高水準に維持し、運転、燃料サイクルバックエンド及びデコミッションングの効率性を改善するための最先端技術の開発を支援することである、と詳述している。

現在ユーラトムで進行中の研究イニシアティブは次の通り：

- ・ 欧州の持続可能な原子力産業イニシアティブの実施。これは、クローズド燃料サイクルの高速中性子技術に頼る第4世代原子力システムの将来の展開に向けて準備を進めることを目的とする。幾つかの原子炉（例えば、ALLEGRO、ALFRED、MYRRHA、ASTRID）が研究段階にあり、2050年迄にはかなり進んだものになるだろう。

- ・小型モジュール炉 (SMR) の安全性研究。SMR の利点は、高いモジュラー性と総合設計による建設期間の短縮である。英国は最近、SMR 開発への投資計画を発表した。
- ・原子力キャリアの支援。継続的な訓練・教育を通じて、原子力における知識・専門技術を開発し維持することは極めて重要である。

## **6. 結論**

原子力は、低炭素技術として、また供給保障と多様化の重要な担い手として、2050 年代においても EU のエネルギー・ミックスの重要な要素であり続けると期待される。

原子力の利用を選択した加盟国は、燃料サイクルの全体にわたって、最高水準の安全性、セキュリティ、廃棄物管理、核不拡散を確保しなければならない。福島後に採択された法制の迅速かつ徹底的な履行を確保することが極めて重要である。許認可や一般的な監視について規制機関間の協力は、有益であると考えられる。

欧州の原子炉群は高経年化しており、今後、加盟国が運転期間の延長（及び関連する安全性改善）を選択する場合でも、デコミショニング活動をする場合でも、放射性廃棄物の長期貯蔵をする場合でも、かなりの投資が必要になる。既存原子力発電所のリプレースや新規プラントの建設の場合でも投資が必要になる。2015 年～2050 年の核燃料サイクル全体における総投資額は 6500 億～7600 億ユーロと推定される。

最後に、EU 域外での原子力の急速な開発（中国、インドなど）は又、技術及び安全の分野における EU の世界的なリーダーシップと卓越性の維持を求めている。そのためには、研究開発活動への継続的な投資が不可欠である。