

国際原子力パートナーシップ「プログラムレベルでの環境影響評価」ドラフトについて

平成20年11月11日 原子力政策担当室

10月17日、米国エネルギー省(DOE)は、国家環境政策法(NEPA; National Environment Policy Act)に基づいて作成した、国際原子力パートナーシップ(Global Nuclear Energy Partnership; GNEP)の「プログラムレベルでの環境影響評価(Programmatic Environmental Impact Statement; PEIS)」ドラフトを公表した。

GNEPは、米国内及び国際的な原子力利用拡大の支援を図るものである。このうち、米国内では、使用済核燃料処分の影響と核拡散のリスクを低減しつつ、経済的で持続的な原子力発電を行うための技術の研究、開発、利用を促進しようとしている。

今回のPEISドラフトでは、米国内での原子力発電容量が2060—2070年に現状の約2倍の200GWeに達するペースで増加すると仮定し、その燃料サイクルとして既存技術によるオープン燃料サイクル(ワンスルー; 軽水炉使用済燃料直接処分)を用いる場合、及び、今後必要な技術を開発して新しい燃料サイクルを用いる場合のそれぞれに対応して生じ得る環境への影響を解析した結果がまとめられている。

ここで、新しい燃料サイクルの選択肢としては、高速炉リサイクル、軽水炉リサイクルによるクローズド燃料サイクル(使用済燃料再処理・リサイクル)や、重水炉利用のオープン燃料サイクル等、計5通りがあげられている。また、環境への影響としては、放射性廃棄物の放射性毒性、量等の処分への負荷、必要資源量、作業員と公衆の健康(被ばく線量)等の多様な観点からの評価がなされている。

解析結果では、一般にクローズド燃料サイクルを用いれば、オープン燃料サイクルに比較して使用済燃料または高レベル放射性廃棄物の毒性と地層処分場の必要容量が小さくなるが、一方では他の種類の放射性廃棄物量や放射性物質輸送の負担、健康への影響等は増加することが示された。

今後、来月までに全米13カ所での公聴会を行い、また2ヶ月間のパブコメを行ってPEISを完成版とする。DOEではオープン燃料サイクルよりクローズド燃料サイクルの方が望ましいと考えているが、少なくともPEIS完成版公表後30日間は、どの選択肢を追及していくべきかの判断は行われない。また、いずれかの選択肢に対する実証施設の建設等の具体的な提案を行うことは予定しておらず、そのような提案の作成には更なるEISの実施が必要と認識しているとのことである。

以下に、このPEISドラフトの要点を記す。なお、詳細な情報はDOEホームページに掲載されている(<http://www.gnep.energy.gov/peis.html>)。

1. 電力需要の想定

- ・ Energy Outlook Report 等、近年の DOE の予測例を参考に、原子力発電は今後 0.7%/年で増加すると仮定。これは、原子力発電容量が 2060—2070 年に現状の約 2 倍の 200GWe に達するペース。

2. 燃料サイクルの選択肢

- ・ 次の 5 通りが選択されている。*がクローズド燃料サイクル

- ① No Action（ワンススルー）：濃縮ウラン燃料を軽水炉で使用し、使用済燃料を直接処分
- ② 高速炉サイクル*：軽水炉からの使用済ウラン燃料を再処理し、回収した燃料物質を用いて製造した燃料を高速炉にリサイクル、その後は高速炉でリサイクルを継続
- ③ プルサーマル／高速炉サイクル*：②と同様だが、軽水炉再処理から得た燃料の一部を軽水炉等の熱中性子炉にリサイクル
- ④ 熱中性子炉サイクル：軽水炉再処理から得た燃料を軽水炉等の熱中性子炉にリサイクル（熱中性子炉のオプション；1 軽水炉プルサーマルでリサイクルを継続*、2 重水炉にリサイクルして使用済燃料を処分、3 高温ガス炉にリサイクルして使用済燃料を処分）
- ⑤ トリウム利用（ワンススルー）：濃縮ウラン—トリウム混合酸化物燃料を開発し、軽水炉で使用して使用済燃料を直接処分
- ⑥ 重水炉／高温ガス炉（ワンススルー）：1 天然ウラン燃料を重水炉で使用または 2 濃縮ウラン燃料を高温ガス炉で使用し、使用済燃料を直接処分

3. 新しい燃料サイクル導入に関する留意点

- ・ 新しい燃料サイクルの各選択肢を用いることに伴う、下記の課題が整理されている。
- ・ 研究開発ニーズ：製造法を含む新型燃料、新型炉、再処理技術、使用済燃料と高レベル放射性廃棄物処分
- ・ 現行（ワンススルー）サイクルからの移行期間：比較的技術開発の必要性が少ない選択肢でも 10—15 年は必要
- ・ 各選択肢による高レベル放射性廃棄物の放射性毒性、発熱量、容量に適合した将来型の地層処分場の開発が必要

4. 環境影響

- ・ 下記の項目が評価されている。
- ・ 必要ウラン資源量、新規建設設備（濃縮プラント、再処理プラント等）：
- ・ 使用済燃料及び放射性廃棄物：放射性毒性、発熱量、容量
- ・ 健康への影響：作業員と公衆の被ばく線量
- ・ 事故の影響
- ・ テロ、サボタージュ等の影響
- ・ 放射性物質輸送の負担
- ・ その他：累積的影響、土地利用等の影響、建設資材等の物量の影響

5. 結論

(1) 地層処分場の容量について

- ・ クローズド燃料サイクルは、オープン燃料サイクルに比較して、将来発生する使用済燃料の処分にかかわる環境負荷の低減（地層処分が必要な廃棄物の量、発熱、放射性毒性の低減）という点でより大きな可能性を持つ。
- ・ いずれの選択肢でも、今後、廃棄物の地層処分のために、ユッカマウンテンの処分場に加えて、新たな処分場が必要となる。
- ・ 「②高速炉サイクル」、「③プルサーマル／高速炉サイクル」は①現行ワンスルーに比較して、地層処分が必要な廃棄物の量、発熱、放射性毒性の低減について高いポテンシャルを持つ。
- ・ 「④-1 熱中性子炉サイクル（軽水炉プルサーマル）」も、地層処分が必要な廃棄物の量、発熱、放射性毒性を、「②高速炉サイクル」や「③プルサーマル&高速炉サイクル」程ではないが低減できる可能性がある。
- ・ オープン燃料サイクル（④-2, 3、⑤、⑥）では、①に対する地層処分場容量減少の利点が小さい。

(2) 実行可能性・過渡期

○R&D：各選択肢の実施が可能となる時期は、R&Dの進捗に依存する。

- ・ 燃料製造/燃料性能：ほとんどの選択肢は候補となる燃料製造プロセスがあるが、①及び④-2、⑥-1（重水炉利用）以外では、追加のR&Dが必要となる。R&Dに要する期間はいずれの場合でも5～10年程度である。
- ・ 使用済燃料の再処理：クローズド燃料サイクルでは、R&Dが必要な新技術がある。特に廃棄物の固化、再処理プラントからの放射性廃棄物の放出を許認可で規定される許容値以下にするための技術。

○過渡期：④-1 や⑤のような現行の炉の燃料と同様の新燃料で済むような概念であれば移

行は最も容易である。一方、複数の炉が関与するようなサイクル概念の場合（例えば、「②高速炉サイクル」、「③プルサーマル&高速炉サイクル」、「④熱中性子炉サイクル-2」、「④熱中性子炉サイクル-3」）では、移行が最も複雑となる。

○施設と資源：

- ・ すべての選択肢は、ウラン濃縮と燃料製造施設を必要とする（←⑥-1は必要ない）。
- ・ 再処理、リサイクルを行う選択肢（②～④）では、再処理・燃料製造施設が必要となる（←②-2は再処理は必要ない）。
- ・ 重水炉を適用する概念（④-2、⑥-1）では、重水製造施設が必要となる。
- ・ すべての選択肢は、天然ウランの供給を要する。
- ・ 燃料をリサイクルしない概念（①、⑤、⑥）は、天然ウラン需要がほかの概念よりも高くなる。
- ・ 高温ガス炉を適用する概念（④-3、⑥-1）では、しかるべき量の原子炉級黒鉛の供給が必要となる。

(3) 環境負荷

○公衆の健康：炉からの放射線による被ばくは、どの選択肢であっても、十分に低く、規制値以下である。リサイクルを行う選択肢の公衆及び作業者の被ばくは、リサイクルを行わない概念に比べて高くなるが、やはり規制値以下である。

○輸送：高温ガス炉を適用する概念では、陸上でのトラック輸送の負荷が最も大きい。「②高速炉サイクル」、「③プルサーマル&高速炉サイクル」、「④-1 熱中性子炉サイクル（軽水炉プルサーマル）」では、トラック及び鉄道での輸送の負荷が最も大きい。

○放射性廃棄物：クローズド燃料サイクルの高レベル放射性廃棄物の地層処分場の容量は、オープン燃料サイクルの場合の使用済燃料の地層処分場の容量に比較して小さくて済む。しかし、低レベル放射性廃棄物の処分場の容量が増える。

(4) その他

- ・ 原子炉は温室効果ガスを放出しない。
- ・ 使用済燃料のリサイクルはウラン資源の有効利用につながる。

6. 議論の余地がある点

- ・ 使用済燃料または高レベル放射性廃棄物の地層処分が未だに実現されていないこと
- ・ 再処理に伴ってプロセス廃棄物が生じること、また核拡散のリスクが増加すること
- ・ 放射性物質輸送の負担と安全性、セキュリティ
- ・ ナトリウム冷却高速炉、高温ガス炉、トリウム燃料炉の経済性が未実証であること
- ・ 原子力発電の安全性は実証されていると言えるが、今後もこれを継続すること

7. 今後の課題

- 1) ここで提案している選択肢が十分な利益をもたらすことについて、電気事業者、金融機関などを説得することが必要であり、このために、他の発電方法に比較して費用効果および経済性が高いことを実証する必要がある。
- 2) 新規の商用原子力施設が他の国の政府の許認可の対象となること。これらの原子力施設の認可を可能にするには、規制体制を変えていく必要があり得る。
- 3) 使用済燃料のリサイクルをする選択肢では、公衆の健康、安全、環境の適切な保護のためには、規制システムを修正したり、新たな廃棄物のカテゴリーを提案することによって改良する必要がある。この一例として、もし、使用済燃料再処理からの Cs、Sr を隔離するのであれば、その処分方針を決める必要がある。
- 4) いずれの選択肢においても、資金及びその他のインセンティブの提供、R & Dの継続、技術の実証を含め、政府の関与、援助の内容、程度を決定する必要がある。

以上