

# 電力中央研究所 研究資料

NO. Y17509

原子燃料の潜在的備蓄効果  
—2016年データを用いた推計結果—

2018年3月

一般財団法人 電力中央研究所

**IR**

**CRIEPI**

---

Central Research Institute of  
Electric Power Industry

# 原子燃料の潜在的備蓄効果 -2016年データを用いた推計結果-

稲村 智昌<sup>\*1</sup>

---

<sup>\*1</sup> 社会経済研究所 事業制度・経済分析領域 主任研究員

## 背景

福島原子力発電所事故後、原子力発電所の一部は再稼働したものの、種々の理由でその基数は少数に留まっており、エネルギー安全保障の確保への懸念が生じている。一方で、原子力発電の特長である「電源としての頑健性」、すなわち発電所内及びサイクル施設内に貯蔵されている核燃料物質（ここでは使用済燃料は含まない）を用いて一定期間の発電が可能であることに対し、2017年9月29日の米国エネルギー省提案等であらためて注目が集まっている。しかし、我が国ではこれを定量的に評価した先行研究に乏しい。今後のエネルギー基本計画を含めた我が国の電力・エネルギー政策においても、「電源としての頑健性」に関する議論の適切な反映が求められる。

## 目的

備蓄それ自体を目的としない通常操業時のランニングストックを「潜在的備蓄」と定義し、原子力の潜在的備蓄の規模と価値を算定することで、適切な電力・エネルギー政策策定の参考情報として提示する。

## 主な成果

### 1. 潜在的備蓄効果の推計結果

2016年12月31日現在の核燃料物質在庫量データを用いて、以下の条件で原子力の潜在的備蓄効果を推計した。

- フロントエンドに関わる燃料加工サービス（ウラン濃縮、再転換、ウラン燃料加工）施設及び商業用発電所において、通常操業時のランニングストックとして所持している核燃料物質を対象とする。
- 国外からの燃料供給遮断時に、どのような運転状態にあってもその後1年間の運転継続が可能とする。
- 日本国内の原子力発電設備容量 3,917 万 kW（2018年2月13日現在で 40 基）を 1 基当たり 100 万 kW 換算で 40 基相当と見なす。

40基が全て稼働し、1年当たりのウランの消費量が最大となる場合を想定しても、原子力の潜在的備蓄効果は約 2.90 年（各発電所における保有期間（1 年）とランニングストックの潜在的備蓄効果（約 1.90 年）の合計）となる。参考までに、同規模のエネルギー量を現状の石油備蓄の形態で保持すると仮定すれば、1 年当たり 3,559 億円相当の費用を要することになる。

### 2. 先行研究<sup>[1]</sup>との比較

原子力の潜在的備蓄の一次エネルギー換算値は 8.72EJ から 8.61EJ に 1.26%減少し

ている。その一方で、原子力発電所の基数は 50 基から 40 基に 20%減少していることから、原子力の潜在的備蓄効果は2.35年から2.90年へと変化している（表参照）。変化は見られるものの、原子力発電利用には、2017年9月29日の米国エネルギー省提案で示された「発電所内で90日分の燃料供給力」という目安を上回る潜在的備蓄効果が具備されている点は注目される。

石油備蓄費用との比較によって算出した原子力備蓄の価値は、5,650億円/年から3,559億円/年に37.0%減少しており、原子力の潜在的備蓄の一次エネルギー換算値の1.26%よりも大きな減少幅である。これは、石油備蓄の所要費用が、648億円/EJ/年から414億円/EJ/年に36.1%下落していることによる（表参照）。

表 原子力の潜在的備蓄効果(先行研究<sup>[1]</sup>との比較)

	電中研(2008)		本資料における推計結果	
	石油備蓄	原子力(潜在的備蓄) 50基(100%)	石油備蓄	原子力(潜在的備蓄) 40基(100%)
備蓄量 (日量換算)	8,948万kl (175日)	2.35年	7,983万kl (214日)	2.90年
一次エネルギー 換算値(EJ)	3.60	8.72 (8,234億kWh@ 発電効率34%)	3.21	8.61 (8,129億kWh@ 発電効率34%)
所要費用	2,332億円/年	(0)	1,328億円/年	(0)
原子力備蓄の価値※ (対石油備蓄)		5,650億円/年		3,559億円/年

※ 原子力の潜在的備蓄が包蔵しているエネルギー量と等量のエネルギーを、石油備蓄の形態で備蓄すると仮定したときの仮想的な所要費用

関連報告書：

[1]Y07008「原子力の燃料供給安定性の定量的評価」（2008.03）

# 研究資料

## 原子燃料の潜在的備蓄効果 -2016年データを用いた推計結果-

電力中央研究所 社会経済研究所

主任研究員 稲村 智昌

2018年3月

RI 電力中央研究所

© CRIEPI 2018

1

RI 電力中央研究所

## 目次

➤ 概要	3
➤ 1. 問題の設定及び推計の前提条件	5
➤ 2. 潜在的備蓄効果の推計	10
➤ 3. 考察	17
➤ 4. まとめ	19
➤ 参考文献	20

## 概要①

### ◆ 背景

- 福島原子力発電所事故後、原子力発電所の一部は再稼働したものの、種々の理由でその基数は少数に留まっており、エネルギー安全保障確保への懸念が生じている。一方で、原子力の特長である「電源としての頑健性」、すなわち発電所内及びサイクル施設内に貯蔵されている核燃料物質（ここでは使用済燃料は含まない）を用いて一定期間の発電が可能であることに対して、2017年9月29日の米国エネルギー省提案（DOE、2017）等であらためて注目が集まっている。
- しかし、我が国ではこれを定量的に評価した先行研究に乏しい。
- 今後のエネルギー基本計画を含めた我が国の電力・エネルギー政策においても、「電源としての頑健性」に関する議論の適切な反映が求められる。
  - 原子力発電は、燃料交換後1～2年間は発電を継続できることに加え、燃料の加工工程にウラン等の燃料物質がランニングストックとして一定量滞留しており、潜在的な備蓄性を備えている。
  - 原子力発電は、国外からの燃料物質の供給が遮断されるような場合が生じたとしても、国内で保有している燃料物質のみを用いて一定期間のエネルギー生産の継続が可能である。

### ◆ 目的

- 備蓄それ自体を目的としない通常操業時のランニングストックを「潜在的備蓄」と定義し、その規模と価値を算定することで、適切な電力・エネルギー政策策定の参考情報として提示する。

### ◆ 方法

- 先行研究である既刊報告書Y07008「原子力の燃料供給安定性の定量的評価」（電中研、2008）で用いた手法に基づいて再推計を行う。推計に用いるデータは文献調査により可能な限り更新する。

## 概要②

- 2016年12月31日現在の燃料物質在庫量データを用いて、以下の条件で原子力の潜在的備蓄効果を推計した。
  - フロントエンドに関わる燃料加工サービス（ウラン濃縮、再転換、ウラン燃料加工）施設及び商業用発電所において、通常操業時のランニングストックとして所持している燃料物質を対象とする。
  - 国外からの燃料供給遮断時に、どのような運転状態にあってもその後1年間の運転継続が可能とする。
  - 日本国内の原子力発電設備容量3,917万kW（2018年2月13日現在で40基）を1基当たり100万kW換算で40基相当と見なす。
- **稼働可能な全基（40基）が稼働し、1年当たりのウランの消費量が最大となる場合を想定しても、原子力の潜在的備蓄効果は約2.90年となる。**同規模のエネルギー量を現状の石油備蓄の形態で保持するとすれば、1年当たり3,559億円相当の費用を要することになる。

## 問題の設定①

### ◆ 原子力の供給安定性

- 電中研（2008）では、原子力の供給安定性を、「経済的安定性」、「燃料調達の安定性」、「潜在的備蓄効果」という3つの観点から評価した。本資料では、潜在的備蓄効果に着目する。**問題の設定及び推定的前提条件は、電中研（2008）で用いたものを踏襲する。**

### ◆ 「潜在的備蓄」の定義

- 石油は、石油の備蓄の確保等に関する法律（昭和50年法律第96号）に基づいて、通常操業での必要量を超える一定量が追加的に備蓄され、それに必要な費用が投じられている。
- 原子力に関しては、石油のような法令上の備蓄の義務はない。
- 本資料では、備蓄それ自体を目的としない通常操業時のランニングストックを「潜在的備蓄」と定義し、原子力の潜在的備蓄が包蔵するエネルギー価値を評価する。

## 問題の設定②

### ◆ 潜在的備蓄効果の推計で考慮する範囲

- 実際に潜在的備蓄を取り崩す事態が生じた場合には、燃料サイクル施設をどのように運用するか、取り崩した後に取り崩し前の状態に復帰させるためにどのような措置を講じるか等に対する考慮も必要である。
- しかしながら、本資料では、潜在的備蓄を取り崩す必要に迫られる蓋然性は低いと考え、あくまで潜在的備蓄がどの程度の規模と価値を有するかの推計に留めることとする。
- 電中研（2008）では、プルサーマルや高速増殖炉の利用を考慮した長期的な潜在的備蓄効果の推計も実施していた。「全国の16～18基の原子炉でプルサーマルの導入を目指す」という方針については変更はなされていないものの（電事連（2016）p.5）、2018年2月13日現在の原子力発電所の稼働状況を踏まえると、プルトニウム利用の見通しを定量的に明示することは困難である。したがって、本資料では、長期的な潜在的備蓄効果は検討の対象としないこととする。



## 推計の前提条件①

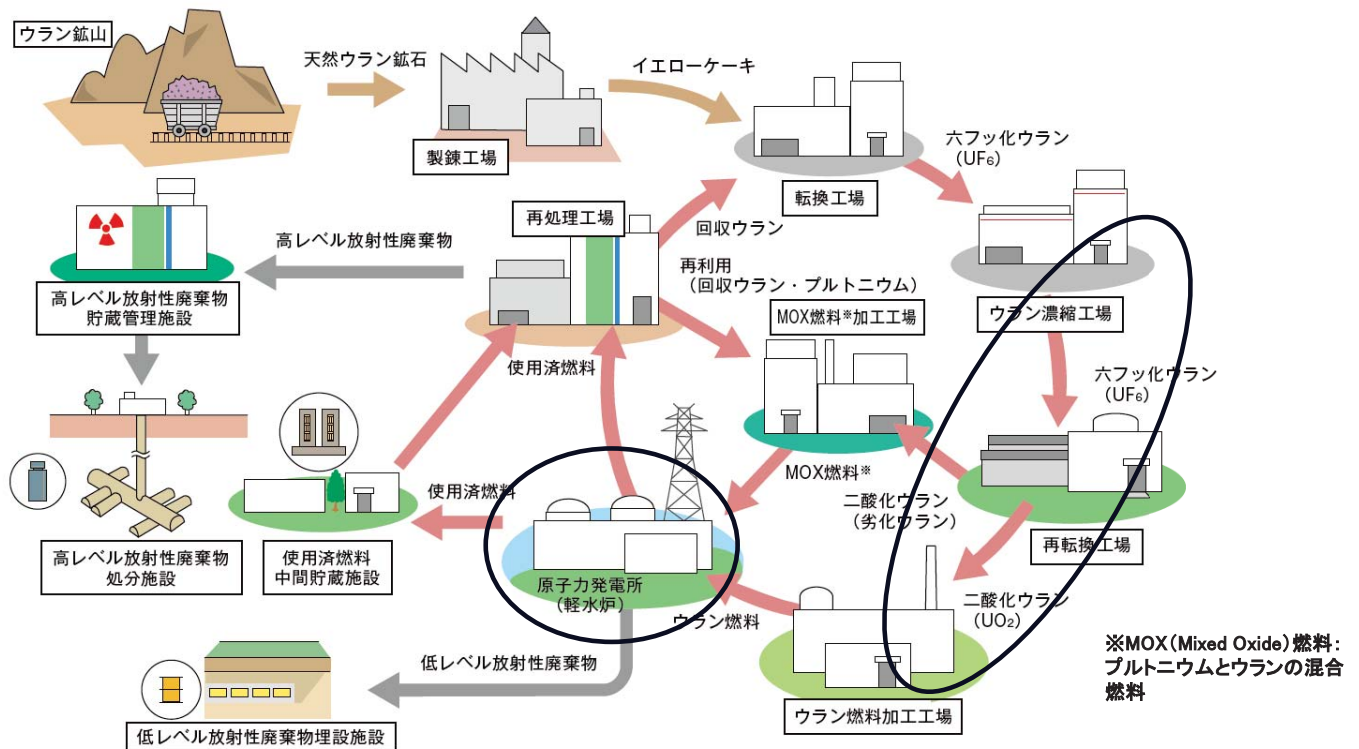


図1 原子燃料サイクルと潜在的備蓄性を保持する施設

出典: 日本原子力文化財団(2016)p.7-2-11に当所が楕円を加筆

## 推計の前提条件②

## ◆ 原子燃料サイクル施設中に存在する潜在的備蓄

- 図1の楕円で囲まれた部分は、本資料において注目する潜在的備蓄効果を具備した施設を示している。本資料において潜在的備蓄効果を推計する際には、主として、**フロントエンドに関わる燃料加工サービス（ウラン濃縮、再転換、ウラン燃料加工）施設及び商業用発電所において、通常操業時のランニングストックとして所持している燃料物質を対象とする。**
- 商業用発電所は、燃料交換後1年間は発電を継続できる。実際には、これに加えて次回交換用の新燃料の手当てが行われているはずであるが、ここでは両者を勘案した**保守的な仮定として、国外からの燃料供給遮断時に、どのような運転状態にあってもその後「1年間」の運転継続が可能なものとする。**

# 推計の前提条件③

## ◆ 原子燃料サイクル施設の廃炉決定の状況

電中研（2008）で前提とした2008年3月現在の商業用原子力発電所の稼働基数は55基であった。その後、北海道電力泊発電所3号機が2009年12月に営業運転を開始した一方で、2018年2月13日現在において、表1に示す16基の廃炉が決定している（注：日本原子力発電の東海発電所は、電中研（2008）で推計した当時に既に廃炉が決定していたため、表1に含めていない）。

表1 廃炉が決定した商業用原子力発電所  
(2008年3月以降、2018年2月13日現在)

会社名	発電所名	炉型	電気出力 (万kW)
日本原子力発電	敦賀発電所1号機	BWR	35.7
東京電力	福島第一原子力発電所1号機	BWR	46.0
	2号機		78.4
	3号機		78.4
	4号機		78.4
	5号機		78.4
	6号機		110
中部電力	浜岡原子力発電所1号機	BWR	54.0
	2号機		84.0
関西電力	美浜発電所1号機	PWR	34.0
	2号機		50.0
	大飯発電所1号機		117.5
	2号機		117.5
中国電力	島根原子力発電所1号機	BWR	46.0
四国電力	伊方発電所1号機	PWR	56.6
九州電力	玄海原子力発電所1号機	PWR	55.9

## 2. 潜在的備蓄効果の推計

# 燃料加工サービス施設中のランニングストック

表2 原子炉等規制法上の規制区分別の核燃料物質の在庫量

2016年12月31日現在  
( )内は2015年12月31日現在

核燃料物質の区分 <sup>注1</sup> 原子炉等規制 法上の規制区分 <sup>注2</sup>	天然ウラン (t)	劣化ウラン (t)	トリウム (t)	濃縮ウラン		プルトニウム (kg)
				U (t)	U-235 (t)	
製錬	-	-	-	-	-	-
加工	556 (663)	11,768 (11,678)	0 (0)	1,495 (1,519)	60 (61)	(-)
試験研究用等原子炉	31 (31)	63 (63)	0 (0)	34 (35)	2 (2)	1,842 (2,173)
実用発電用原子炉	430 (424)	3,222 (3,222)	-	17,082 (17,046)	369 (370)	138,609 (137,393)
研究開発段階 発電用原子炉	(-)	95 (95)	(-)	3 (3)	0 (0)	3,323 (3,323)
貯蔵	-	-	-	-	-	-
再処理	2 (2)	597 (597)	0 (0)	3,472 (3,469)	33 (33)	30,785 (30,981)
廃棄	-	-	-	-	-	-
使用	122 (122)	239 (239)	4 (4)	49 (49)	1 (1)	3,889 (3,680)
原子力利用 国際規制物質使用者	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
非原子力利用 国際規制物質使用者	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
合計 <sup>注3</sup>	1,142 (1,243)	15,984 (15,894)	5 (5)	22,135 (22,121)	465 (468)	178,448 (177,551)

・表中の「-」については在庫を保有していないことを表し、「0」については0.5未満の在庫を保有していることを表す。

注1 原子力基本法及び核燃料物質、核原料物質、原子炉及び放射線の定義に関する政令の規定に基づいている。物理的、化学的な状態によらず区分毎の合計量を記載。

注2 原子炉等規制法に基づき国際規制物質を使用している者の区分。製錬事業者(第3条第1項)、加工事業者(第13条第1項)、試験研究用等原子炉設置者(第23条第1項)、発電用原子炉設置者(第43条の3の5第1項)、使用済燃料貯蔵事業者(第43条の4第1項)、再処理事業者(第44条第1項)、廃棄事業者(第51条の2第1項)、核燃料物質の使用者(第52条第1項)、国際規制物質使用者(第61条の3第1項)に区分され、そのうち、発電用原子炉設置者は実用発電用原子炉設置者と研究開発段階発電用原子炉設置者に、国際規制物質使用者は原子力利用国際規制物質使用者と非原子力利用国際規制物質使用者に分類される。

注3 四捨五入の関係により、合計が一致しない場合がある。

出典：原子力規制庁(2017)平成29年度第21回原子力規制委員会資料4別紙1

## 原子燃料サイクルと潜在的備蓄(1)

- 燃料加工サービス施設中では、ウラン濃縮施設、燃料成型加工施設において大きなスループットがあり、相当量のランニングストックが存在する。
- 原子炉等規制法上の規制区分別の核燃料物質の在庫量を表2に示す。ウラン再転換・成型加工・濃縮施設の在庫量の合計（2016年12月31日現在）は、濃縮ウラン1,495tU、天然ウラン556tU（表2の赤字で示した部分）である（注：2018年2月13日現在の核物質の在庫量合計データは本資料作成時には公表されていないため、本資料での推計には2016年12月31日現在のデータを用いている）。
- 100万kW級の原子力発電所の燃料物質の年間所要量は、BWR、PWRの単純平均値として計算すると、濃縮ウランで20.5tU、天然ウラン換算で178.5tUとなる（原子力ポケットブック2015年版（電気新聞、2015）pp.191-192）。（注：原子力ポケットブックは2015年版をもって廃刊となったため、本資料での推計には入手可能な最新データである2015年版を用いている。）
- 日本国内の原子力発電設備容量は、2018年2月13日現在で40基、3,917万kWである。これを1基当たり100万kW換算で40基相当と見なす。
- 本資料では、入手可能データの関係上、**2018年2月13日現在の原子力発電所の基数（40基）を用いて、2016年12月31日現在の潜在的備蓄効果を推計する。**

## 原子燃料サイクルと潜在的備蓄(2)

- ランニングストックの潜在的備蓄効果（濃縮ウラン）
 
$$= \frac{1,495\text{tU (表2の濃縮ウランの在庫量)}}{20.5\text{tU/基/年 (100万kW級の原子力発電所の年間所要量)} \times 40\text{基 (2018年2月13日現在の基数)}}$$

$$\approx 1.82\text{年}$$
- ランニングストックの潜在的備蓄効果（天然ウラン）
 
$$= \frac{556\text{tU (表2の天然ウランの在庫量)}}{178.5\text{tU/基/年 (100万kW級の原子力発電所の年間所要量)} \times 40\text{基 (2018年2月13日現在の基数)}}$$

$$\approx 0.08\text{年}$$
- 40基が全て稼働し、1年当たりのウランの消費量が最大となる場合を想定しても、ランニングストックの潜在的備蓄効果は、濃縮ウランで1.82年、天然ウランで0.08年、合計で約1.90年分に相当する。
- スライド8で仮定した各発電所における保有期間（1年間）を加えると、**原子力の潜在的備蓄効果は約2.90年となる。**

（注）本資料の推計手法を用いると、稼働基数が少なくなるほど原子力の潜在的備蓄効果は大きくなる（例：稼働基数が4基の場合は約20.01年）。しかし、稼働基数が少なくなれば、「原子力発電所が稼働しないことによる逸失利益が大きくなる」、「稼働基数が少ないにもかかわらず過剰なランニングストックを有している」、「化石燃料等の他のエネルギーへの依存が高まる」こと等に留意する必要がある。

## 原子力の潜在的備蓄効果と石油備蓄との比較

- 本資料では、備蓄それ自体を目的としない通常操業時のランニングストックを「潜在的備蓄」と定義しており、原子力の潜在的備蓄のための追加費用は発生しないこととしている。
- 原子力の潜在的備蓄効果がどの程度の金銭的価値を有するかを算定するために、等量のエネルギーを石油備蓄の形態で備蓄した際に必要とする費用を算出し、両者を比較検討する。

## 2016年度の石油備蓄費用①

- 石油備蓄の総量には、石油ガスとしての備蓄量は考慮に入れないものとする。
- 石油は、2016年12月31日現在において、日本の年間石油内需に対して以下の量の備蓄措置が採られている（石油連盟、2017）。
  - 国家備蓄として製品換算合計4,708万kl（製品138万kl、原油4,810万kl）で126日分
  - 民間備蓄として製品換算合計3,105万kl（製品1,646万kl、原油1,535万kl）で83日分
  - 産油国共同備蓄として製品換算合計170万kl（原油179万kl）で5日分⇒計214日分（製品換算合計7,983万kl）
- 国家備蓄の構築・維持に対する2016年度当初予算の石油備蓄費用は、産油国共同備蓄費用37億円を含めて862億円であった（資源エネルギー庁（2017）p.329）。



## 2016年度の石油備蓄費用②

- 民間備蓄については、石油連盟の試算（石油連盟（2005）p.6）により、石油70日程度水準の備蓄を維持するための費用試算として、1,800-1,900円/kl/年という数値が示されている。電中研（2008）では、低位1,800円/kl/年を用いて民間備蓄費用を算出した。
- 上記の石油連盟の試算以降、石油業界全体としての民間備蓄費用の試算結果は公表されていない。備蓄設備の減価償却等の進展により、上記の試算値よりも備蓄費用は減少している可能性があるが、2016年度の正確な数値は入手困難である。
- 民間タンクを借り上げて国家備蓄に利用し、事業者に補給金を支払う仕組みがあり、事業者の費用計算の妥当性分析の際に、2008年から2012年の平均値として122円/kl/月（=1,464円/kl/年）という数値が示されている（財務省、2014）。本資料における石油の民間備蓄費用の算出には、2018年2月13日現在において入手可能な最新の数値である上記の1,464円/kl/年を用いることとする。
- 1,464円/kl/年に民間製品備蓄・原油備蓄の物理量合計3,181万kl（製品1,646万kl+原油1,535万kl）を乗じれば、1年当たり466億円となる。
- 国家備蓄及び民間備蓄の構築・維持に要する費用を合計すると、**2016年度において、製品換算計7,983万klの石油備蓄費用として、1,328億円/年を支出したものと推定される。**

## 石油備蓄との比較による原子力の潜在的備蓄効果

- 原子力においては、発電所及び加工施設にランニングストックとして存在する燃料物質によって、仮に外部からの燃料供給が途絶えたとしても、**100万kW原子力発電所40基の発電容量の運転を2.90年継続できる。**このときのエネルギー産生量は、**設備利用率80%とすれば8,129億kWh、発電効率34%で一時換算すれば8.61EJに相当する。**
- 石油備蓄量（製品換算計）7,983万klをエネルギー換算すると3.21EJとなる。
- 原子力の潜在的備蓄が保持するエネルギー量は、**単純換算では石油備蓄の約2.68倍に相当する。**
- 所要費用については、石油備蓄費用約1,328億円に対して、原子力の備蓄は追加費用なしで実現している。もし仮に、**原子力の潜在的備蓄効果と同規模のエネルギー量を現状の石油備蓄の形態で保持するとすれば、1年当たり3,559億円相当の費用を要することになる。**

## 電中研（2008）との比較①

表3 原子力の潜在的備蓄効果(電中研(2008)との比較)

	電中研(2008)		本資料における推計結果	
	石油備蓄	原子力(潜在的備蓄) 50基(100%)	石油備蓄	原子力(潜在的備蓄) 40基(100%)
備蓄量 (日量換算)	8,948万kl (175日)	2.35年	7,983万kl (214日)	2.90年
一次エネルギー 換算値(EJ)	3.60	8.72 (8,234億kWh@ 発電効率34%)	3.21	8.61 (8,129億kWh@ 発電効率34%)
所要費用	2,332億円/年	(0)	1,328億円/年	(0)
原子力備蓄の価値※ (対石油備蓄)		5,650億円/年		3,559億円/年

※ 原子力の潜在的備蓄が包蔵しているエネルギー量と等量のエネルギーを、石油備蓄の形態で備蓄すると仮定したときの仮想的な所要費用

## 電中研（2008）との比較②

- 表3が示すように、原子力の潜在的備蓄の一次エネルギー換算値は8.72EJから8.61EJに1.26%減少している。一方で、原子力備蓄の価値は5,650億円/年から3,559億円/年に37.0%減少しており、原子力の潜在的備蓄の一次エネルギー換算値の1.26%よりも大きな減少幅である。これは、石油備蓄の所要費用が、648億円/EJ/年から414億円/EJ/年に36.1%下落していることによる。
- 表3が示すように、原子力の潜在的備蓄の一次エネルギー換算値が1.26%減少している一方で、原子力発電所の基数は50基から40基に20%減少していることから、原子力の潜在的備蓄効果は2.35年から2.90年へと変化している。**変化は見られるものの、原子力発電利用には、2017年9月29日の米国エネルギー省提案で示された「発電所内で90日分の燃料供給力」という目安を上回る潜在的備蓄効果が具備されている点は注目される。**

## まとめ

- 2016年12月31日現在の燃料物質在庫量データを用いて、以下の条件で原子力の潜在的備蓄効果を推計した。
  - フロントエンドに関わる燃料加工サービス（ウラン濃縮、再転換、ウラン燃料加工）施設及び商業用発電所において、通常操業時のランニングストックとして所持している燃料物質を対象とする。
  - 国外からの燃料供給遮断時に、どのような運転状態にあってもその後1年間の運転継続が可能とする。
  - 日本国内の原子力発電設備容量3,917万kW（2018年2月13日現在で40基）を1基当たり100万kW換算で40基相当と見なす。
- 稼働可能な40基が全て稼働し、1年当たりのウランの消費量が最大となる場合を想定しても、原子力の潜在的備蓄効果は約2.90年（各発電所における保有期間（1年）とランニングストックの潜在的備蓄効果（約1.90年）の合計）となる。参考までに、同規模のエネルギー量を現状の石油備蓄の形態で保持するとすれば、1年当たり3,559億円相当の費用を要することになる。

## 参考文献

原子力規制庁（2017）：原子力規制庁，原子炉等規制法上の規制区分別の核燃料物質の在庫量（2016年12月31日現在），平成29年度第21回原子力規制委員会資料4別紙1，2017。

財務省（2014）：財務省主計局，予算執行調査資料総括調査票（37），2014。

資源エネルギー庁（2017）：資源エネルギー庁，平成28年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2017），p.329，2017。

石油連盟（2005）：石油連盟，民間石油備蓄に対する石油業界の取り組み，総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会石油備蓄専門小委員会（第3回）資料4，p.6，2005。

石油連盟（2017）：石油連盟，石油備蓄日数（2017/09/15），2017。

電気新聞（2015）：電気新聞編，原子力ポケットブック2015年版，pp.191-192，2015。

電事連（2016）：電気事業連合会，電気事業者におけるプルトニウム利用計画等の状況について，p.5，2016。

電中研（2008）：電力中央研究所，原子力の燃料供給安定性の定量的評価，電力中央研究所報告Y07008，2008。

日本原子力文化財団（2016）：日本原子力文化財団，原子力・エネルギー図面集，p.7-2-1，2016。

DOE（2017）：U.S. Department of Energy，Grid Resiliency Pricing Rule，Notice of Proposed Rulemaking，82 FR 46940，2017。

---

〔不許複製〕

編集・発行人 一般財団法人 電力中央研究所  
社会経済研究所長  
東京都千代田区大手町1-6-1  
電話 03 (3201) 6601 (代)  
e-mail [src-rr-ml@criepi.denken.or.jp](mailto:src-rr-ml@criepi.denken.or.jp)

---

著作 一般財団法人 電力中央研究所  
東京都千代田区大手町1-6-1  
電話 03 (3201) 6601 (代)

---