

# 核燃料物質の長期利用に関する研究 核燃料物質の起源、分布、一次エネルギー供給ポテンシャル

A Study on Long Term Utilization of Nuclear Fuel

Origin, Distribution and Primary Energy Supply Potential of Nuclear Fuel

\*伊藤 邦博<sup>1</sup>, 池田 一生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ニュークリア・デベロップメント

核燃料物質 (U, Th) は超新星爆発後の中性子星の合体で生成されて宇宙にまき散らされ、太陽系に取り込まれたとされる。地球ではUは地殻内において利用しやすい形で存在し (陸上、海水及び海底岩床中)、一次エネルギー供給ポテンシャルは極めて高い (軽水炉で 100 万年以上、高速炉サイクル利用で 1 億年以上)。

**キーワード：** 起源、分布、海水中 U、海底岩床中 U、一次エネルギー、供給ポテンシャル

## 1. 緒言

核燃料物質の起源、分布について基本的視点に立って検討し、核燃料物質は人類が持続する上で必要とする一次エネルギー全量を供給するポテンシャルが極めて高いことを示した。

## 2. 核燃料物質の起源、分布、エネルギー供給ポテンシャル

**2-1. 核燃料物質の起源** 核燃料物質 (U と Th) のように Fe よりも重い元素は恒星内の核融合では生成できず、超新星爆発後の中性子星の合体過程で生成されて、宇宙にまき散らされたとされる。46 億年前、超新星爆発が太陽系の生成を誘起し (太陽系スパイク) <sup>(1)</sup>、U、Th は他の元素とともに太陽系に取込まれた。太陽系内では Th と U の存在比 (Th/U) が約 2.5 となっている <sup>(2)</sup>。

**2-2. 地球における核燃料物質の分布状況** U と Th は地球のコア (核) には無く (原子半径が大で電子も多く、コアの Fe、Ni やマントルの Si、Mg との親和性が低い)、地殻とマントルの表層に存在する。U は約 20 億年前頃からの大気中酸素濃度の急激な増加に伴って酸化物が形成されて水に溶け、陸地や海水及び海底の岩床に取込まれた。現在も普遍的に起こっている海底岩床 (変質岩) への U 濃集は  $U^{6+}$  の還元反応によるとされる <sup>(3)</sup>。海水中 U は陸地の 1000 倍の 45 億 ton、海底の岩床中 U は海水中の 1000 倍 <sup>(4)</sup> の 4.5 兆 ton と見積もられている。Th 酸化物は水に不溶であり、Th は地殻中に万遍なく存在する。

**2-3. 核燃料物質のエネルギー供給ポテンシャル** 世界が使用する一次エネルギーすべてを軽水炉で賄い続けるとした場合の U の耐用年数  $Y_U$  は 170 万年 ( $Y_U = W \times r_{UR} / w_y / R_{n/t} = 4.5 \times 10^8 \times 0.5 / 5.9 / (0.044)^{-1} \times 10^{-4}$ ) となる。W : 陸地、海水中、海底岩床中 U 量、 $r_{UR}$  : 海水と海底岩床中のウランの回収率 (0.5 と暫定)、 $w_y$  : 2012 年生産 U 量、 $R_{n/t}$  : 2012 年の U による発電量が一次エネルギーに占めた割合。高速炉サイクルによれば U の利用率が軽水炉のおよそ 100 倍向上するので、 $Y_U$  は 1.7 億年となる。

**3. 結論** 核燃料物質は地球が保有するエネルギー源であり、陸上、海水及び海底の U によれば一次エネルギー全てを軽水炉で 100 万年以上、高速炉で 1 億年以上賄いうる。それでも使用量は地殻中の U 総量 (43 兆 ton) の 5%。地殻中の他の U 及び Th (約 140 兆 ton) の存在も考慮すれば核燃料は十分に豊富といえる。但し、軽水炉利用を続ける上で、超長寿命の放射性毒素を減らす対策が重要となる。

## 参考文献

- [1] Minoru Ojima, Jun Korenaga and Qing-Zhu, 'The Earth Its Birth and Growth', Cambridge University Press
- [2] Kaye and Laby, 'Tables of Physical & Chemical Constants', National Physical Laboratory, (2005)
- [3] 中村謙太郎, '海底熱水系における水-岩石反応の地球化学', 地球化学 46, 1-32, (2012)
- [4] K. S. デフィーズ, I. D. マグレガー, '世界のウラン資源', サイエンス (1980. 3. 11)

---

\*Kunihiro Itoh<sup>1</sup> and, Kazuo Ikeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nuclear Development Corporation