

# 水素エネルギーシステムの導入効果に関する研究

## A Study on the Effect of Introducing Hydrogen Energy Systems

東京大学大学院 新領域創成科学研究科  
 環境学専攻 国際環境協力コース  
 47-36768 村中 実  
 指導教員：國島正彦教授

キーワード：水素エネルギーシステム、エネルギーセキュリティ、1次エネルギー供給、  
 定量的分析、シングルインデックスモデル

### 1. はじめに

18世紀に始まった産業革命以降、今日に至るまで、人類の消費するエネルギー量は大変な勢いで増加しているのであるが、日本のエネルギー自給率は、準国産資源と見なされる原子力エネルギーを含めて19%である。残りの81%を占める化石燃料（石油49%、石炭19%、天然ガス13%）は、ほぼ全量が輸入でまかなわれており、石油の87%は中東から輸入している。

非常に低い日本のエネルギーセキュリティを向上させることができる社会システムとして、水素エネルギーシステムが注目されており、本研究は、日本が水素エネルギーシステムを導入した場合における、日本のエネルギーセキュリティ向上に対する効果を定量的に分析することを目的とする。

### 2. 水素エネルギーシステム

水素エネルギーシステムとは、ガソリンや都市ガス、電気と同じように、人間が日常生活で扱いやすい形態に加工した2次エネルギーである水素をエネルギーキャリアとして構築される、新しいエネルギー供給消費構造を持った社会構造のことを意味する。

日本の将来像として、2030年における水素エネルギーシステムがほとんど導入されていない社会、2030年における水素エネルギーシステムが導入段階である社会及び水素エネルギーシステムが最も浸透した社会の3ケースを想定した。

図2-1は、各ケースにおける1次エネルギー供給割合を表している。

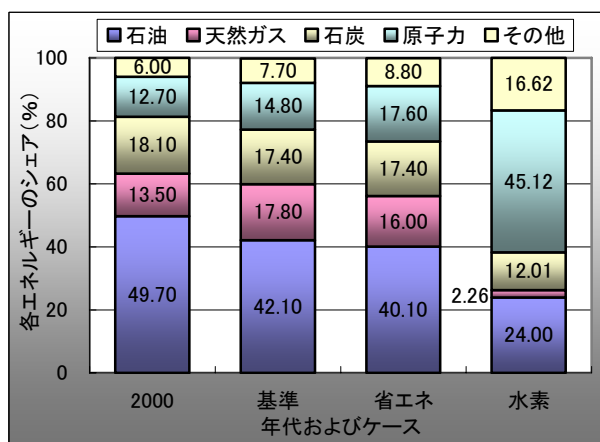


図 2-1 各ケースにおける1次エネルギー供給割合

### 3. シングルインデックスモデル

本論文では、1980年から2004年の間に、日本とアメリカ、イギリス、ドイツ、フランス、スペインが輸入した石油、天然ガス、一般炭、燃料炭の輸入価格と輸入量の時系列データを用いてエネルギー獲得リスクの定量化を試みる。ウランに関する輸入価格や輸入量の時系列データは、The Ux Consulting Company, LLCとTradeTech, LLCが公表しているウランのスポット価格の推移を用いた。各エネルギーの時系列データは、小数点以下2桁で得られたので、本研究において議論される数値の有効数字は小数点以下2桁となる。

t年における世界エネルギー輸入価格( $W_{pt}$ )とi国のエネルギーjの輸入価格( $P_{ijt}$ )の間には、数式 3-1 の関係が成り立つ。i国の持つエネルギー獲得リスク  $\sigma_p^2$  は、数式 3-2 のように表される。 $X_{ij}$ はi国の1次エネルギー供給におけるエネルギーjのシェアである。

$$P_{ijt} = \alpha_{ij} + \beta_{ij} Wp_t + e_{ijt} \dots \dots \dots \text{数式 3-1}$$

$$\sigma_{pi}^2 = \beta_{pi}^2 \sigma_{Wp}^2 + \sum_j \sum_k X_{ij} X_{ik} \sigma_{iejek} \dots \dots \dots \text{数式 3-2}$$

$$\sum_j X_{ij} = 1 \dots \dots \dots \text{数式 3-3}$$

$$\beta_{pi} = \sum_j X_j \beta_{ij} \dots \dots \dots \text{数式 3-4}$$

**4. 水素エネルギーシステム導入効果の定量的分析結果**

将来の日本を想定した 3 ケースにおけるエネルギー獲得リスクの計算結果と、1980 年から 2004 年までの日本のエネルギー獲得リスクの推移を一緒にプロットし、2002 年におけるアメリカ、イギリス、フランス、ドイツ、スペイン及び日本のエネルギー獲得リスクの高さを表示したものが、図 4-1 である。

極端な例として独自に想定した、水素エネルギーシステムが最も社会に浸透したケースにおいては、フランス、ドイツ、スペインよりもエネルギー獲得リスクを低く抑えることが可能になっており、アメリカやイギリスよりも高いものの、極めて近い状態までエネルギー獲得リスクを低下させられることが示されている。2002 年におけるアメリカやイギリスと極めて近いエネルギー獲得リスクまで低下させることは、既存のエネルギー供給体系では決して実現することのできないことであり、水素エネルギーシステムを導入することにより、自国産のエネルギーを持っていない日本が、自国内にエネルギーを豊富に持つ国に極めて近い状態まで、自国のエネルギーセキュリティを向上させることができるということを示唆している。

**5. おわりに**

本研究の範囲内で、水素エネルギーシステムの導入効果を定量的に分析した結果、水素エネルギーシステムを導入することにより、アメリカやイギリスと同程度まで、日本のエネルギー獲得リスクを低下させられることが明らかになった。

今後の研究課題として、ウランの輸入価格や輸入量の時系列データなどの時系列データを手に入れることと、未来の  $\beta$  を得るために必要な未来のエネルギー輸入価格を限りなく正確に予測できる手法が考案されることが期待される。

**6. 参考文献**

- 1) 経済産業省総合資源エネルギー調査会需給部会、“2030 年のエネルギー需給展望”、2005
- 2) 文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター、“水素エネルギー最前線”、工業調査会、2003
- 3) Edwin J. Elton, Martin J. Gruber, Stephan J. Brown, William N. Goetzmann, “Modern Portfolio Theory and Investment Analysis”, Wiley, 2003
- 4) H. Hayden Lesbirel, “Diversification and Energy Security Risks: The Japanese Case”, Japanese Journal for Political Science, 5 (1)1-22, Cambridge University Press, 2004
- 5) International Energy Agency, “ENERGY PRICES & TAXES 1995-2005”, OECD Publishing, 1995-2005
- 6) International Energy Agency, “ENERGY STATISTICS OF OECD COUNTRIES 2001-2002”, OECD Publishing, 2004
- 7) The Ux Consulting Company, LLC ホームページ  
<http://www.uxc.com/index.html>
- 8) TradeTech, LLC ホームページ  
<http://www.uranium.info/>

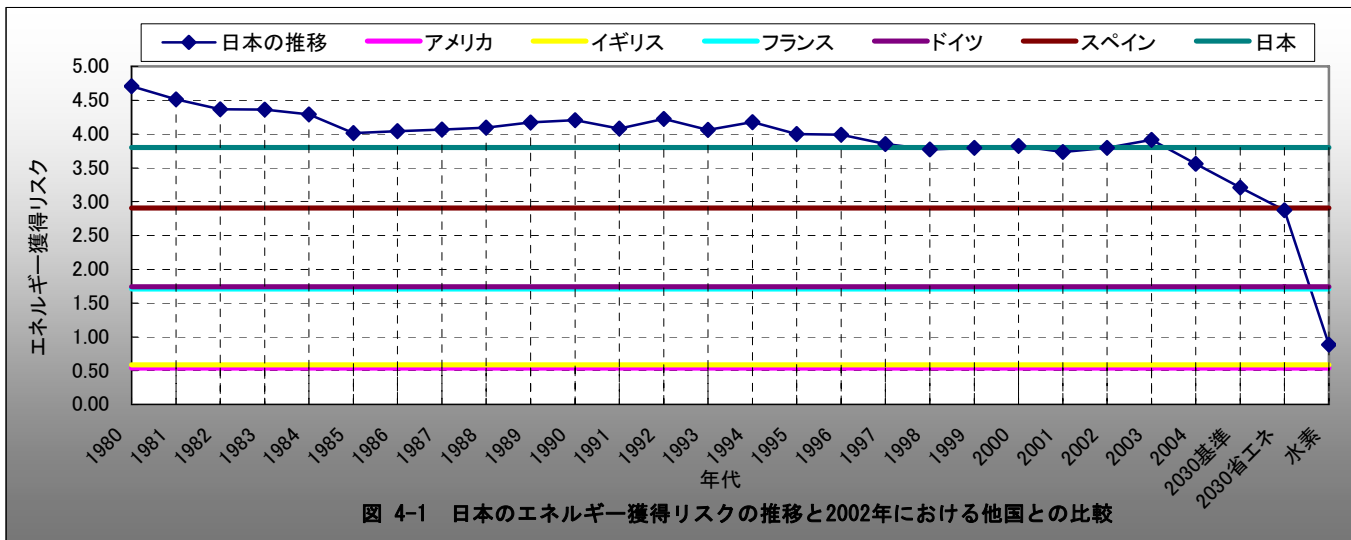


図 4-1 日本エネルギー獲得リスクの推移と2002年における他国との比較