

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01125

研究課題名(和文) 使用済核燃料の深地層処分技術と政策に関する歴史

研究課題名(英文) Political and Technological Development of Deep Geological Repository

研究代表者

小島 智恵子 (KOJIMA, Chieko)

日本大学・商学部・教授

研究者番号：70318319

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではフランスとフィンランドの使用済核燃料の深地層処分技術と政策に関する歴史を調査した。フランスでは使用済核燃料の再処理に伴い放射線量が高くなり、最終処分場候補地の住民の反発が強かったため、1991年に「放射性廃棄物管理研究法」を制定し、使用済核燃料の可逆性のある地層処分を進めた。使用済核燃料を直接処分するフィンランドは、1980年代から最終処分場候補地の調査に着手し、2001年にはユーロヨキ自治体での最終処分場建設計画が承認された。同自治体が処分場を受け入れた理由の一つは、TV0社が多額の税金を支払ったからである。両国の比較から、日本はフランスのやり方を踏襲するだろうという結論を得た。

研究成果の概要(英文)：This study examined political and technological development of deep geological repository in both France and Finland. In France, because of high radiation dose from reprocessing spent nuclear fuel, local residents opposed to accept the final disposal of high-level radioactive waste. To avoid this opposition, France established so called the Bataille Act of 30 December 1991 and pushed the reversible deep geological repository. As for Finland, taking direct method for disposing of spent nuclear fuel, they began to investigate sites for deep geological repository in 1980s and they decided to construct this repository in Eurajoki municipality in 2001. One of the reasons why Eurajoki municipality accepted the repository was that Teollisuuden Voima (TV0) paid a large amount of tax for them. From the comparison of both two countries cases, this study concluded that Japan would follow a kind of French way of reversible deep geological repository.

研究分野：科学技術史

キーワード：科学技術史 原子力エネルギー 高レベル放射性廃棄物 使用済核燃料処分 日仏比較

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 学術的背景

本研究は、フランスとフィンランドを中心に使用済核燃料の深地層処分技術と政策に関する歴史を分析し、その比較を試みるものである。研究開始当初、国内・国外における科学技術史の既存研究において、高レベル放射性廃棄物深地層処分に関する詳細な歴史はほとんど扱われていなかった。日本では、原子力発電環境整備機構(以下 NUMO)による使用済核燃料処分地文献調査地点の公募に対して、これを受け入れる自治体が現れない状況が続いている。諸外国の実態については、研究当初の段階では、経済産業省資源エネルギー庁から『諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について』(2014年版)が発行されており、また原子力委員会から、2012年12月に「今後の高レベル放射性廃棄物の地層処分に関わる取り組みについて(見解)」が発表されていたが、規制行政庁から独立した中立的かつ専門的な第三者による研究はなされておらず、本研究が深地層処分技術と政策に関する歴史研究において先駆的な役割を果たすことが期待される。

### (2) 本研究の着想に至った背景

研究代表者は、研究開始当初までの時点で、研究テーマとして、原子力民事利用開発史の中でも高速増殖炉、原子力教育、放射性廃棄物処理を扱ってきた。その中で原子力発電(以下原発)開発が「トイレのないマンション」であるという本質的な問題を先延ばしにしてきたことを実感し、再処理と処分の取り組みを一体化して再検討すべきであるという結論を導いた。また研究申請時の2014年に国が福島第一原発事故後の除染で生じた放射性廃棄物の中間貯蔵施設を大熊・双葉両町に申し入れたことを鑑み、高レベル放射性廃棄物処分の問題を第一義的に扱うべきだということを再確認し、使用済核燃料の深地層処分技術と政策に関する歴史を追及するという本研究の着想に至った。

## 2. 研究の目的

### (1) 最終目的

本研究の最終目的は、高レベル放射性廃棄物の最終処分方法の中でも、既に一部の国々(スウェーデン・フィンランド・フランス)で施設準備が進行している深地層処分の技術と政策を歴史的に分析し、21世紀における使用済核燃料の処分問題をどう扱うべきかについて客観的に問い直すことである。

### (2) 目標

具体的には、核保有国であり、使用済核燃料を再処理処分するフランスと核保有国ではなく使用済核燃料を直接処分するフィンランドにおける深地層処分を技術史的観点

と比較し、フランスとフィンランドの本質的な違いを明らかにする。そして、それらを基に日本における高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策を再検討する。

## 3. 研究の方法

### (1) 資料収集とデータベース化

フランスの資料収集に関しては、フランス原子力庁(以下 CEA)の報告書や、放射性廃棄物管理局长(以下 ANDRA)の報告書における使用済核燃料処分に関する文献を収集する。また放射性廃棄物処分研究所等の視察時には、パンフレット等を収集し、許可される範囲で写真撮影を行いデータベース化する。

フィンランドの資料収集については、フィンランド原子力安全機構の報告書における使用済核燃料処分に関する文献を収集する。またオルキオ原子力ビジターセンター、高レベル放射性廃棄物最終処分場オンカロの視察時には、パンフレット等を収集し、許可される範囲での写真撮影を行いデータベース化する。

### (2) 原子力施設の視察とインタビュー

フランスの原子力施設の中でも、核燃料サイクルの要である高速増殖炉スーパーフェニックスが解体中のクレイ・マルビルサイトを視察し、同サイトの技術長 Deroubaix 氏にインタビューを行う。フランス初の使用済核燃料再処理工場が建設されたマルクールサイトにて高速増殖炉フェニックスの稼働停止直前の責任者であった Guidez 氏と開発責任者であった R. Carle 氏にもインタビューを行う。また高レベル放射性廃棄物深地層処分地下研究所が建設中のビュールにある地域情報フォローアップ委員会(以下 CLIS)を視察し、委員長 Jaquet 氏他、委員の方々にインタビューを行う。インタビューに関してはテープ起こしをした上で翻訳をする。

フィンランドに関しては、オルキオサイトを視察し、原子力ビジターセンターの方にお話を伺う。さらに高レベル放射性廃棄物最終処分場オンカロを視察し、パンフレットや一般訪問客の状況からユーラヨキ地域における原子力サイトの実態を調査する。

### (3) 仏芬比較と日本への影響

(1)(2)の資料を基にフランスとフィンランドの使用済核燃料処分の概略史を作成し、両国が使用済核燃料の処分に至る過程で、決定的な役割を果たした事項を明らかにする。そして、核保有の有無、再処理の有無、技術的基盤という観点から、両国の使用済核燃料処分の歴史に関する比較検討を行う。

高レベル放射性廃棄物処分について、日本では NUMO による処分地文献調査地点の公募がなされているものの、まだ受け入れる自治体は出ていない。既に深地層処分を選択して

いるフランスとフィンランの政策が日本の深地層処分政策に与える影響を分析する。

#### 4. 研究成果

3. 研究方法に基づき研究を遂行し、以下の点を明らかにした。

##### (1) フランスに於ける使用済核燃料深地層処分の歴史

###### 概略史

1979年にCEAに設けられたANDRAは、高レベル放射性廃棄物深地層処分地下研究所の候補地を1983年から選定し、1987年には候補地を絞り地下研究所建設のための準備作業を開始したが、反対運動が高まったため1990年に政府は選定作業を凍結した。1991年に制定された「放射性廃棄物管理研究法」に基づき、ANDRAはCEAから独立し、複数の高レベル放射性廃棄物管理方法を検討した結果、2006年に制定された「放射性廃棄物等管理計画法」では可逆性のある地層処分を行うことが決定された。

高レベル放射性廃棄物深地層処分地下研究所に関しては、1998年12月の政府閣議でムーズ県のビュールに地下研究所を建設することが決定し、1999年8月には「ビュールへの地下研究所の建設・操業許可に関する政令」が発給され、2001年にはANDRAによってビュール地下研究所の建設が開始された。2016年7月に「長寿命高・中レベル放射性廃棄物の可逆性のある深地層処分施設の設置施設を明確にした法」が成立し、処分場の申請時期が2018年に改定された。フランスではこのように、法的整備と可逆性という概念の導入により、使用済核燃料の深地層処分が現実化されたが、本研究では特に可逆性の条件に注目した。ANDRAによると100年を目安に放射性原子の核変換による半減期の減少といった科学技術が発展することを前提に地下に埋めた高レベル放射性廃棄物を取り出すことが可能である。つまり、放射性廃棄物の問題をトランス・サイエンスとは見做しておらず、あくまで科学技術によって解決できるという認識が根底にある。

###### 原子力施設視察とインタビュー

- i) 2015年11月2日 J.Guidex氏インタビュー
- ii) 2016年9月7日 クレイ - マルビルサイト視察 Deroubaix氏インタビュー
- iii) 2016年10月27日 R.Carle氏インタビュー
- iv) 2017年3月6日ビュールCLIS視察、Jaquet氏他CLIS委員へのインタビュー

フランス・ムーズ県のビュールでのCLIS視察とインタビューに於いては、一般市民の原子力開発に対する賛否両論を認識するための必須の資料であるフランス各地の地方情報委員会の活動記録と公衆意見聴衆記録を得た。また、まだ先のこととされていた深地層処分の問題が、18年経過して具体化されるにつれ、詳細かつ直

接的な地域住民への情報提供の実現という問題に直面していること、ANDRAの主張する可逆性のある地層処分という説明の背後には地下研究所の建設・操業を実行に移す戦略があったこと等が明らかになった。

##### (2) フィンランドに於ける使用済核燃料深地層処分の歴史

###### 概略史

1950年代から70年代におけるフィンランドの産業化にともない、エネルギー独立の観点からフィンランドは原発開発を決定したが、旧ソ連の圧力により最初の原発は旧ソ連から導入することになり、1号機が1977年、2号機が1980年に稼動した。オルキルオトにはスウェーデンの技術的支援を受けて1号機が1978年、2号機が1980年に稼動した。1986年のチェルノブイリ原発事故後、原発開発は停滞したが1990年代半ば以降は温暖化対策の手段として原発が主張され、2005年にはフィンランド第5基目の原発建設が決定した。高レベル放射性廃棄物最終処分場候補地に関しては、1983年から調査に着手しており、1992年末には3つの候補に絞られ、翌年から、高レベル放射性廃棄物最終処分場オンカロ建設計画が提案され、国会が2001年に決定した。その後2015年11月に政府はPosiva社に処分場の建設許可を発給し、同社は2016年12月に処分場の建設を開始した。フィンランドは原発導入当初は旧ソ連の影響を受けつつも、西側諸国の技術を吸収していった。また原発開発や高レベル放射性廃棄物最終処分事例分場の選定において大きな反対運動は起きなかったが、それはユーラヨキ地域が原発施設を積極的に受け入れたという特殊事情によるものであった。ユーラヨキ自治体が原子力施設を好意的に受け入れた理由の一つは、ティオリス・ヴェイマ社(以下TVO社(以下TVO社))の戦略にのったからだと言える。TVO社は、1984年にユーラヨキ自治体に税金を支払い始め、1990年代半ばには、この地域の1年の税収の3分の1を占めた。原子力産業のトラブルの無い活動により、住民の原子力技術者への信頼は増すことになった。

###### 原子力施設視察

- i) 2016年9月2日 オルキルオトサイト原子力ビジターセンター視察
- ii) 2017年8月9日 高レベル放射性廃棄物最終処分場オンカロ視察

フィンランドの原発施設は、観光への影響がないばかりか、2017年にオルキルオトサイトのビジターセンターには12,459人の見学者が訪れる等、ユーラヨキで最も人気がある観光スポットの一つである。高レベル放射性廃棄物最終処分場オンカロについては、夏の一定期間のみ団体見学を認めており、視察時にも多くの家族連れが家庭教育の一環として訪れていた。

### (3) 仏芬比較と日本への影響

フランスとフィンランドの使用済核燃料深地層処分に関する歴史の比較において、まず規模の違いがあげられる。フランスはフィンランドの国土面積の約 2 倍あるが、原発の数は 58 基で約 14.5 倍である。次にフランスは核保有国で、核燃料サイクルを当初導入した理由は軍事目的、即ち使用済核燃料から原爆作成のためのプルトニウムを抽出することであり、そのために再処理技術を発展させた点がフィンランドとは異なる。そして、使用済核燃料量が多くても再処理処分方式とすることで高レベル放射性廃棄物の体積を減少させ対応しようとした。一方、再処理後の高レベル放射性廃棄物の場合には、放射線量が高くなるため、深地層処分地立地条件が厳しくなる。そこでフランスは深地層処分地の選定がフィンランドに比較し極めて困難な状況になり、1980 年代に政府主導で行われた計画は、地域住民の反対運動に直面した。それを回避するためにフランスでは、まず法的な整備を行うという方針を取り、1991 年に放射性廃棄物管理の研究に関する法律を制定し 2006 年まで高レベル放射性廃棄物管理方法について検討した結果、「可逆性のある」地層処分が決定された。それに基づき、2000 年からビュールに地下深層処分研究所の建設が開始され、2018 年には処分場の設置許可申請が行われる予定である。さらにフランスでは、1980 年代から原子力施設がある地域住民への情報の公開を目的とした地域情報委員会を設立し、現在フランスでは 50 の地域情報委員会がある。

両国の日本への影響をについて考察すると、日本は基本的にフランスのやり方を踏襲することが推測される。つまり、使用済核燃料の最終処分に関して可逆性の考え方を導入し、地域情報委員会に相当する組織を形成して、地域住民への理解を求めるということである。1972 年日仏原子力協定(1990 年改正)が発効された後、1975 年から日本は使用済燃料の再処理をフランスに委託しており、1993 年に着工した(株)日本原燃の六ヶ所再処理工場の主工程の前処理・分離・精製及び分析の各設備については、仏アレバ社(以下 Areva)より技術を導入している。さらに Areva は 2007 年には(株)三菱重工と合弁会社を設立後、110 万 kW 級の圧力型軽水炉 ATMEA1 を共同開発し、2013 年にはトルコに 4 基採用される計画が実現した。2015 年 10 月には、Valls 仏首相と安倍内閣総理大臣との間で、原子力エネルギー分野における日仏協力に関するハイレベル対話が行われ、原子力発電所の建設・運転の他、福島第一原子力発電所や既存原子力発電所の廃止処置などに関する両国の協力推進が確認された。2016 年 12 月に日本政府は高速増殖炉もんじゅの廃炉を正式決定したが、その代わりにフランスで建設予定の高速炉 ASTRID を使用して日仏共同研究を行う計画も

検討されている等、原子力の民事利用の多種の分野で日仏協力が推進されてきたが、今後は使用済核燃料の最終処分においても、日仏協力が推進されていくであろう。一方、フランスの技術を導入した六ヶ所再処理工場建設の遅延と経費膨大が示すように日本がこれまでと同様に原子力開発においてフランスを追従していくことには限界がある。本研究で扱った高レベル放射性廃棄物最終処分場の史的研究は、その事例を提示するものである。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

#### [雑誌論文](計 1 件)

小島智恵子, 少数派物理学者としてのド・ブロイ, 日本物理学会誌, 2018 年掲載確定, ページ未定, 査読有

#### [学会発表](計 6 件)

小島智恵子, 使用済核燃料の深地層技術の歴史に関する国際比較, 日本物理学会第 73 回年次大会, 2018 年

小島智恵子, フランスにおけるド・ブロイ理論の評価, 日本科学史学会第 64 回, 2017 年

小島智恵子, 1950 年代の日仏原子力協力に関する資料分析, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 年

小島智恵子, 日本におけるド・ブロイ理論の受容, 日本科学史学会第 63 回年会, 2016 年

小島智恵子, 仏高速増殖炉 Phenix の廃炉に関する歴史, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年

小島智恵子, 仏高速増殖炉 Phénix 開発史とその解体動向, 日本科学史学会第 62 回年会, 2015 年

#### [図書](計 2 件)

小島智恵子, 若尾祐司・木戸衛一編, 核開発時代の遺産-未来責任を問う「第 4 章 フランス・マルクールサイトの歴史, 核開発・原子力利用の基本用語」担当, 昭和堂, 2017, pp. 101-131, pp. 333-339.

小島智恵子, 化学史学会編, 化学史事典「X 線, クォーク, 原子核, 素粒子, 中性子, 電子」担当, 化学同人, 2017, p.78, p.196, p.230, pp.389-390, p.422, pp.447-448.

#### [産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

科学技術史-現代物理学史-原子力開発史

<http://www.bus.nihon-u.ac.jp/hst/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小島 智恵子 (KOJIMA, Chieko)

日本大学・商学部・教授

研究者番号: 70318319