

三菱原子燃料株式会社（MNF）東海工場

調査報告書



科研バックエンド問題研究会

（科研・基盤研究(B)「高レベル放射性廃棄物(HLW)処理・処分施設の社会的受容性に関する研究」）

早稲田大学(国際学術院・アジア太平洋研究科・松岡研究室)

目次

- 1. 調査の概要..... 1
 - 1.1 調査目的..... 1
 - 1.2 調査メンバー..... 1
 - 1.3 調査日時..... 1
 - 1.4 調査行程..... 1
 - 1.5 調査方法..... 1
- 2. 調査結果：三菱原子燃料株式会社(MNF)東海工場(茨城県東海村)2

1. 調査の概要

1.1 調査目的

本調査は、高レベル放射性廃棄物（HLW）処分施設の社会的受容性に関連する調査研究として、日本の核燃料サイクルにおける転換・加工過程を担当している三菱原子燃料株式会社（MNF）東海工場の役割や状況を把握し、HLW 処理・処分施設立地の社会的受容性に関わる知見を得ることを目的として実施した。

1.2 調査メンバー

氏名	所属
松岡俊二	早稲田大学国際学術院（アジア太平洋研究科）・教授（研究代表者）
李 洸昊	早稲田大学アジア太平洋研究科・博士後期課程（RA）
中川 唯	東京工業大学社会理工学研究科・博士後期課程（RA）
吉田 朗	早稲田大学社会科学部研究科・博士後期課程（RA）
その他、早稲田大学アジア太平洋研究科・修士課程（松岡研究室所属）学生 13 名	

1.3 調査日時

-
- ・日時 2016 年 11 月 16 日（水）13：00－15：40
 - ・対応者 三菱原子燃料株式会社（MNF）東海工場
総務部総務課長 小林 亨（受入）
工場長補佐 中島 勲（英語説明）
燃料・炉心技術部燃料設計課主務 秋野恭平（日本語説明）
-

1.4 調査行程

日時	行程		備考
11 月 16 日（水） 11:00-12:18	移動	上野→JR 東海駅	
11 月 16 日（水） 12:40-15:40	現地調査	三菱原子燃料株式会社（MNF）東海工場見学	MNF 総務部・総務課
11 月 16 日（水） 16:40-18:07	移動	JR 東海駅→上野	

1.5 調査方法

原子力発電所で使用される原子燃料の製造を行っている三菱原子燃料株式会社（MNF）東海工場を対象に、施設内の視察を行いながら訪問先の関係者に適宜、質疑応答を行う形で調査を実施した。

2. 調査結果:三菱原子燃料株式会社 (MNF) 東海工場 (茨城県東海村)

2.1 調査先概要

MNF 東海工場では、加圧水型軽水炉 (PWR) 用燃料の製造を行うため、原料の低濃縮 (2～5%) 六フッ化ウランを再転換加工して二酸化ウラン粉末とし、さらに長さ約 12mm、直径約 9mm の円柱形状のペレットにして、これをジルカロイ被覆管に挿入し燃料棒を製造する。この燃料棒を、燃料棒を支える支持格子に 179 本から 264 本挿入し、案内管と上下にノズルを取り付けて最終製品である燃料集合体に組み上げる。PWR には炉 1 基当たり 121 本～193 体が装荷される (三菱原子燃料株式会社 : MNF ウェブサイト)。

1971 年 12 月に設立してから、MNF は 1994 年 3 月時点で PWR 燃料 10,000 体、2013 年 4 月時点で燃料 20,000 体を納入している。納入先は、北海道電力、関西電力、九州電力、四国電力、日本原子力発電の 5 社である。そのため、MNF は東海村における本社および東海工場の他、北海道支社、九州支社、神戸事務所、そして桶川工場 (埼玉県) を有する。桶川工場では、原子燃料の重要な材料であるジルカロイ管が製造されている。また、現在の東海工場内で勤務している労働者数はおよそ 400 人である。

現在の出資比率は、三菱重工業の 95%およびアレヴァ NP の 5%である。これまでの三菱重工業の出資比率は 35%であったが、2016 年 3 月に三菱重工業が MNF の全株式およびアレヴァ NP の保有する株式 30%のうち 25%を取得して子会社化したことに伴い、現在の出資比率となった。その目的は、国内で原子力再稼働が遅れていることによる厳しい経営状況を受け、国内の原子燃料供給体制を維持していくために三菱重工主導で経営再建を図ることとされる (電気新聞 2016)。

2.2 調査結果

(1) 東海工場における PWR 燃料の製造工程について

原子力発電所で使用される PWR 燃料は、主に以下の 4 つの工程で製造される。

【再転換工程 (湿式) : Reconversion】

原料の六フッ化ウランを蒸発させてガス状にし、純水と反応させて、フッ化ウラニルの水溶液をつくる。この水溶液にアンモニア水を加え、沈殿・ろ過・乾燥して、重ウラン酸アンモン (ADU) 粉末にする。さらに、焙焼・還元・粉碎という工程を経て、二酸化ウラン粉末にする。

六フッ化ウランから二酸化ウランへの再転換法には湿式法と乾式法があるが、東海工場における工程では加水分解を行う湿式法がとられている。

【ペレット成形工程 : Pellet Manufacturing】

二酸化ウラン粉末を顆粒状にしたものを、ロータリープレスでペレットの形をつくる。これを焼結炉で 1,700℃以上の高温で焼き固めた後、外周を研削し、二酸化ウランペレットを所定の寸法に仕上げる。なお、成形の過程で発生した破片や、規格に満たないものは再利用されるため、前の工程に戻される。

【燃料棒製造工程 : Fuel Rod Manufacturing】

二酸化ウランペレットを被覆管に挿入し、片側にペレット押さえばねを入れて両端に端栓を

溶接密封し、燃料棒を製造する。ばねを使用する理由は、接着剤等を使用することによって不純物が混入することを防ぐためである。1本の燃料棒には約325個ないし380個のペレットが挿入されている。

また、追跡可能性を確保するため、個々の燃料棒には識別番号がレーザーマーキングされている。

【燃料集合体組立工程：Fuel Assembly Manufacturing】

燃料棒を支える支持格子（グリッド）7～9個に燃料棒を挿入する。さらに、制御棒が入る案内管と上下にノズルを取り付け、長さ約4mの燃料集合体が完成する。1つの燃料集合体は179本ないし264本の燃料棒からなる。

完成した燃料集合体は輸送容器に入れられ、梱包された上で原子力発電所に向けて輸送される。

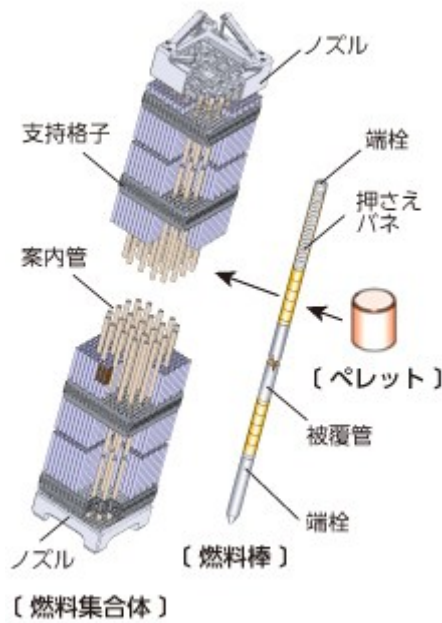


図1 燃料集合体の構造

(出所) MNF ウェブサイト

(2) PWR 燃料集合体の基本仕様と納品先について

PWR 燃料集合体には、14×14、15×15、17×17 の3つのタイプがあり、現在多くの原子力発電所で使っているタイプは17×17である（表1）。15×15タイプは古い原子力発電所で使用されており、14×14タイプは規模が小さい原子力発電所で使用されている（表2）。

表1 PWR 燃料集合体の基本仕様

形式	Type	14×14	15×15	17×17
		12ft	12ft	12ft
断面寸法（mm 角）	Assembly width (mm square)	197	214	214
集合体全長（mm）	Fuel assembly length (mm)	4,057	4,057	4,058
支持格子数	Grids	7,8	7	9

燃料棒全長 (mm)	Fuel rod length (mm)	3,856 (3,866)	3,856 (3,866)	3,852 (3,856)
燃料棒直径 (mm)	Fuel rod diameter (mm)	10.7	10.7	9.5
燃料棒本数 (本)	Number of fuel rods	179	204	264
ペレット直径 (mm)	Pellet diameter (mm)	9.3	9.3	8.2
ペレット長さ (mm)	Pellet length (mm)	11.2	11.2	9.5
ペレット個数 (個)	Number of pellets	約 325	約 325	約 380
材料： ペレット 被覆管 制御棒案内シムプル 支持格子 上下部ノズル	Material: Pellet Cladding tube Guide thimble tube Grid Top/Bottom nozzle	二酸化ウラン、ガドリニア入り二酸化ウラン Uranium dioxide, uranium dioxide containing gadolinium ジルカロイ-4 (MDA 等) Zircaloy-4 (MDA) ジルカロイ-4 Zircaloy-4 インコネル (17×17: ジルカロイ-4) Inconel (17×17: Zircaloy-4) ステンレス鋼 Stainless steel		

(注) : () 内は 55GWd/t 用燃料仕様を示す。

(): Specification of Mitsubishi 55GWd/t fuel

(出所) MNF パンフレット

表 2 PWR 発電所の現状

電力会社	PWR 発電所	出力 (万 Kw)	ループ数	燃料集合体
関西電力	美浜	1 号	運転終了	
		2 号	運転終了	
		3 号	83	3 15×15 157
	高浜	1 号	83	3 15×15 157
		2 号	83	3 15×15 157
		3 号	87	3 17×17 157
		4 号	87	3 17×17 157
	大飯	1 号	118	4 17×17 193
		2 号	118	4 17×17 193
		3 号	118	4 17×17 193
		4 号	118	4 17×17 193
九州電力	玄海	1 号	運転終了	
		2 号	56	2 14×14 121
		3 号	118	4 17×17 193
		4 号	118	4 17×17 193
	川内	1 号	89	3 17×17 157
		2 号	89	3 17×17 157

(3) 低レベル放射性廃棄物対策について

MNF 東海工場において発生する廃棄物は、原子力発電所で発生する放射性廃棄物よりもレベルが低いと、青森県六ヶ所村の低レベル放射性廃棄物の埋設処分施設ではなく、工場敷地内に保管されている。保管量が多くなっているが、今後の対処をめぐっては未だ決定されておらず、現在、政府内などで協議中である。

(4) 輸送責任および施設のセキュリティについて

完成した燃料集合体を輸送する際、原子力発電所に到着するまでの輸送責任は MNF が負うものとされる。また、テロなどに備えたセキュリティ対策に関しては地元警察との協力関係を持ちつつ、24 時間体制で監視している。

また、東日本大震災の経験をふまえ、防災組織を強化して緊急対応室（防災ルーム）を設置しており、有事には関係機関などへの連絡などを行う。

(5) 周辺地域への対応について

東海村や那珂市などの地元住民とのコミュニケーションを適宜行っているが、健康検査などの対応をめぐっては地元自治体が責任を担っている。自治体からの要請があれば、MNF もそれに応じて防災訓練などを実施する（消防署など関連機関と連携）場合もある。

(6) 製品の合格率および製造コスト・ペースについて

燃料棒および燃料集合体の組み立ての工程においては、溶接部・寸法・ヘリウムリーク・外觀および曲がり・燃料棒間隔などに対する厳密な検査を行っており、品質を保証している。

10 年～20 年前にはコストダウンを図るために多くの電力会社が安価の外国製品の PWR 燃料を輸入していたが、近年では電力会社が要求する品質が非常に高くなっており（それに伴い外国企業との間に発生するコストも大きくなったため）、サポート面の充実などもあって電力会社から国内製品がより重視されるようになっている。

また、製造速度については最高で 3 体～4 体／日であり、多かった時期で年間およそ 700 体製造していた。

(7) 使用済燃料および MOX 燃料について

核燃料サイクルにおける MNF の役割は、PWR 燃料を発電所に輸送するまでとされており、使用済燃料には関与しない。燃料集合体は 1 つの PWR 炉には、炉により 121 本（四国伊方 2 号）、157 本（関電高浜 1 号～4 号）、あるいは 193 本（関電大飯 1 号～4 号）が装架され、3 年程度で使用済燃料となり、通常の PWR 炉の稼働状況では、毎年 3 分の 1 が交換される。

また、MOX 燃料に関しても、MNF が国内で製造しているのではなく、フランスの MELOX などの MOX 燃料工場に二酸化ウランや関連部品を輸送している。

六ヶ所村の再処理工場が稼働されることになれば、こうした仕組みにも変化がみられると考えられる。

(8) 知的財産としての PWR 燃料

PWR 燃料の製造技術およびデザイン技術の 100% が国産技術であり、知的財産として MNF が所有している。技術そのものの輸出に関しては、外国企業との競合、日米関係などの政治的

理由などによって現状では難しいと考えられる。

【視察風景】



2.3 収集・関連資料

【収集資料】

- ・ MNF (2016) 「Welcome to MNF」 三菱原子燃料株式会社, 2016 年 11 月 16 日 (配付資料) .
- ・ MNF 「Mitsubishi Nuclear Fuel」 三菱原子燃料株式会社 (パンフレット) .

【参考資料】

- ・ 電気新聞 (2016) 「三菱原子燃料、三菱重工が子会社化―経営再建図る」, 2016 年 6 月 7 日.
<http://www.shimbun.denki.or.jp/news/main/20160607_03.html> (2016 年 11 月 20 日アクセス) .
- ・ 三菱原子燃料株式会社 (MNF) ウェブサイト, <www.mnf.co.jp/>.