

早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンター

1F 廃炉の先研究会

「1F廃炉の先研究会・中間報告」

目 次

要約

1. 1F廃炉の先研究会と中間報告
 - 1.1 研究会の目的と中間報告
 - 1.2 研究会の構成
 - 1.3 研究会の経緯
2. 1F廃炉のリスクと廃炉政策
 - 2.1 1F廃炉のリスク
 - 2.2 1F廃炉政策と「中長期ロードマップ」
3. 技術的側面からみた1F廃炉の先
 - 3.1 1F廃炉の先(End State)の4つのシナリオ
 - 3.3 検討すべき課題
4. 社会的側面からみた1F廃炉の先
 - 4.1 1Fの社会的価値
 - 4.2 検討すべき課題
5. 1F廃炉の先の論点
6. 1F廃炉に関する基本資料サイト

参考文献

2020年5月6日

(2020年6月5日追記、2021年2月5日修正)

要約

早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンターは、2050年頃に持続可能な福島浜通り地域社会の形成を目標とする「ふくしま浜通り社会イノベーション・イニシアティブ（SI構想）」を提案し、その第1の柱である1F（福島第一原子力発電所）の事故遺産・記憶遺産としての活用を検討するため、2019年7月29日に1F廃炉の先研究会を設置した。研究会は、多様な分野の専門家および市民の14名で構成され、これまで5回の研究会を開催してきた。本「中間報告」は、1F廃炉の先研究会のこれまでの議論の「中間まとめ」である。

本「中間報告」は、1F廃炉の先（End State）のあり方という観点から、1F廃炉のリスクと政府・東電の廃炉政策を検討し、特に技術的側面と社会的側面から1F廃炉の先の課題を指摘した。技術的側面では、（1）廃炉事業の実施体制の一元化の必要性、（2）全体最適は考えることの必要性、（3）汚染水処理における住民理解の重要性、（4）廃炉の先（End State）と中間ステートの明確化の必要性という4課題を指摘した。社会的側面では、（1）専門家と住民の役割と関係の検討の必要性、（2）1F廃炉の先と中間貯蔵施設の将来像との一体的構想の必要性、（3）明確な廃炉ガバナンスの確立の必要性、（4）廃炉プロセスそのものを地域資源化する仕組みづくりの重要性という4課題を指摘した。

本「中間報告」は、現在の政府の「中長期ロードマップ」は、廃炉リスクの技術的評価だけでなく、環境的・社会的・経済的な持続性などの社会的評価を含めた多様な観点から再検討することが必要であると考え。また、「中長期ロードマップ」の再検討や1F廃炉の先の検討においては、技術的課題と社会的課題という2つの課題を統合し、福島県として、日本社会として、地球社会として将来的にどのように1Fを利用・活用するのが良いのかという視点から、幅広い住民参加や市民参加の「場」の形成が不可欠であると考え。その際、廃炉の先を考えると、40年後・100年後の廃炉の先の絵を描くことだけではなく、中間ステートやEnd Stateへ至る「地域内外の多様な人々が関わる廃炉プロセスそのものを拡大再生産し、1Fを地域資源化する仕組みづくり」を考えることが重要であると考え。

1. 1F廃炉の先研究会と中間報告

1.1 研究会の目的と中間報告

1F 廃炉の先研究会は、2011 年 3 月の福島第 1 原子力発電所（以下、1F と表記）事故発生から 9 年が経過し、廃炉（事故処理）作業が本格化している中、1F の廃炉の先（将来の姿、国際的には End State といわれる）のあり方を技術的側面だけでなく、社会的側面も含めた多様な観点から検討することを目的とした専門家と市民による自主的な研究組織である。

本研究会は、早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンターの行ってきた長期的・広域的観点からの福島復興に関する調査研究に基づき、2019 年 7 月に設立された。本研究会設立の背景には、2018 年 1 月より半年に 1 回開催している「世代を超え、地域を超え、分野を超えて」福島復興について共に考え共に語る「ふくしま学（楽）会」における議論がある。

2019 年 1 月 27 日に福島県楡葉町で開催した第 3 回ふくしま学（楽）会において、リサーチセンターは 2050 年に自律的な福島浜通り地域社会の形成を目標とする「ふくしま浜通り社会イノベーション・イニシアティブ（SI 構想）」を提案した。その後、2020 年 1 月 28 日に同じく福島県楡葉町で開催した第 5 回ふくしま学（楽）会において新たな定義をおこなった SI 構想は、1F の事故遺産・記憶遺産としての活用を構想する第 1 の柱、地域アートなどの展開による浜通り地域の新たな魅力や価値の創造による交流人口や関係人口の拡大を構想する第 2 の柱、福島原発事故の教訓を活かした 21 世紀の文化芸術や学術研究のあり方を考える国際芸術・学術拠点構想を第 3 の柱から構成されている。

1F 廃炉の先研究会は、リサーチセンターが提案している SI 構想の第 1 の柱の具体化を検討するために設立したものである。

本研究会は、2019 年 7 月 29 日に第 1 回を開催し、これまで 5 回の研究会を開催してきた。本「中間報告」は、1F 廃炉の先研究会のこれまでの議論の「中間まとめ」であり、福島復興と廃炉との両立という視点や福島原発事故の記録・知識・記憶（RK & M; Record, Knowledge & Memory）や教訓の未来世代への継承と発展といった多様な評価軸から、1F 廃炉の進め方や 1F 廃炉の先を考える論点をまとめたものである。

1.2 研究会の構成

研究会は、多様な分野の専門家および市民の 14 名で構成している。

研究会代表

松岡俊二：早稲田大学大学院アジア太平洋研究科教授（環境経済・政策学）

早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンター長

研究会副代表

森口祐一：東京大学大学院工学系研究科教授（環境システム工学）

研究会メンバー

安部 良：安部良アトリエ一級建築士事務所主宰

井上 正：電力中央研究所名誉研究アドバイザー

勝田正文：早稲田大学レジリエンス研究所顧問（機械工学）

小林正明：中間貯蔵・環境安全事業株式会社代表取締役社長
黒川哲志：早稲田大学社会科学総合学術院教授（行政法）
宮野 廣：日本原子力学会・福島第一原子力発電所廃炉検討委員会委員長 [新規]
師岡愼一：早稲田大学レジリエンス研究所顧問（原子力工学）
永井祐二：早稲田大学環境総合研究センター研究院（環境工学）
小野田弘士：早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科教授（環境工学）
崎田裕子：NPO 法人持続可能な社会をつくる元気ネット理事長、ジャーナリスト
菅波香織：弁護士
柳川玄永：三菱総合研究所原子力安全事業本部地域共生グループ主任研究員
吉田恵美子：NPO 法人ザ・ピープル理事長、いわきおてんと SUN 企業組合理事長

*なお、2020 年 6 月 5 日の第 6 回 1F 廃炉の先研究会より、宮野廣・委員（日本原子力学会・福島第一原子力発電所廃炉検討委員会・委員長、原子力工学）を追加し、現在の 1F 廃炉の先研究会メンバーは 15 名である（6/5 追記）。

1.3 研究会の経緯

第 1 回研究会(2019 年 7 月 29 日、18:00-20:30)

研究会の趣旨・目的の説明後、1F の現状と今後の廃炉作業（「中長期ロードマップ」）について『廃炉の大切な話 2019』（経済産業省）などを用いて議論した。その後、日本原子力学会・廃炉検討委員会の動向についても議論した。最後に、1F 事故の記憶の継承に関連して、「原子力施設をめぐる文化遺産に関する議論：海外の動向と英国の事例」の報告があった。

第 2 回研究会(2019 年 10 月 11 日、17:30-20:00)

宮野廣氏（日本原子力学会・福島第一原子力発電所廃炉検討委員会・委員長）から、「福島第一原子力発電所廃炉検討委員会の活動の全貌：デブリ取り出しからエンドステートまで」と題する報告があり、日本原子力学会・福島第一原子力発電所廃炉検討委員会の 1F 廃炉に関する議論の状況、特に廃炉の先（End State）の議論について紹介があり、出席者と議論した。

第 3 回研究会(2019 年 12 月 20 日、18:00-20:30)

井上正委員から、1F 廃炉の技術的課題について報告があり、技術的観点からみた 1F 廃炉の問題点について議論した。次に、世界の原子力発電所の廃炉の動向とイギリスの Dounreay 原子力発電所の廃炉事業における地域社会との対話に関する報告と、イギリス有識者による提言 “Nuclear Culture Heritage” についての紹介があった。

第 4 回研究会(2020 年 1 月 15 日、18:00-20:30)

これまで 3 回の研究会の論点整理を行い、福島における地域対話について議論した。補足として、イギリスの Dounreay 原発の廃炉事業における地域協議会の事例報告（前回の補足）があり、さらに、Hanford（アメリカ）および Dounreay（イギリス）における Heritage 議論に関する報告があった。

＊第4回研究会において、福島県の方々との1F廃炉の先に関する議論のあり方を検討するため、地域対話タスクフォース（TF）を5名（松岡代表、森口副代表、崎田委員、吉田委員、柳川委員）の研究会メンバーで設置することとした。2020年2月3日および2020年3月23日の2回の地域対話TFを開催し、地域対話の目的・構成・運営・時期・会場などについて議論し、「地域対話会合実施案」としてまとめ、2020年4月17日の第5回1F廃炉の先研究会に提出した。

第5回研究会（2020年4月17日、18:00-20:00、Zoom会議にて開催）

「中間報告（第6次案）」について議論した。また、「中間報告」に基づく福島浜通りにおける地域対話の進め方や地域対話の参加者について議論した。協議の結果、5月17日（日）午後開催予定の「1F廃炉の先に関する福島・地域対話会合（第1回）」は、Zoomによるオンライン会合として開催することとし、必要な準備を進めることとした。

2. 1F廃炉のリスクと廃炉政策

2.1 1F廃炉のリスク

1F廃炉は、レベル7の過酷事故を起こした事故炉の廃炉であり、正常な原子炉の廃炉とは異なるリスクに対応しなければならない。国（日本政府）の1F廃炉政策を定めた廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議（2019）『東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ』（以下、「中長期ロードマップ」と表記）では、表1の技術的リスクで示し、技術的リスクを3段階に分類している。

表1 1F廃炉のリスクの考え方

1 F 廃 炉 リ ス ク	技術的リスク	① 相対的にリスクが高く優先順位が高いもの （高濃度汚染水、使用済燃料プール内の核燃料）
		② 直ちにリスクとして発現するとは考えにくい、拙速に対処した場合にかえってリスクを増加させ得るもの（燃料デブリ）
		③ 将来的にもリスクが大きくなるとは考えにくい、廃炉工程において適切に対処すべきもの（固体廃棄物）
	経済的リスク	廃炉作業における想定外の技術開発費用や予想外の作業事故なども含めた廃炉費用増加によるリスク
	政治的リスク	1F廃炉政策に対する社会的受容性の醸成が十分でない場合に、廃炉作業の中断になる可能性が高いリスク

（注）技術的リスクの3分類は、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議（2019）『東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ』p.8に基づくものである。技術的リスクの②の燃料デブリと③の廃棄物のリスク評価については、1F廃炉の先研究会の井上委員から次のコメントがあった。「汚染水を処理した吸着材等は放射能レベルが高く、長期保管が必要であり、処分には安定的形態にする必要があり、リスクが高いものの一つと考えるべきである。また、取出したデブリ（コンクリートや炉内構造物と反応したものも多い）も高レベル放射性廃棄物となることから、これらを処理・処分することは大きなリスクとなる。廃炉作業やデブリ取り出しについては、種々話題となり、様々に検討されているが、廃棄物について触れているものは少ない。廃炉の先に残るのは大量の多様な廃棄物であり、これらをどのように貯蔵・処分するのかは大きな課題である」。

1F 廃炉の安全面や健康面からの技術的リスクの把握に対しては、経済的リスクも考慮すべきとの批判がある。通常原子炉の廃炉費用の見積もりに比べ、1F のような事故炉の廃炉費用の見積もりは極めて不確実であり、想定外の技術開発費用や予想外の作業事故なども含めた廃炉費用の増加の可能性は大きい*。国や東京電力の経済状態によっては、廃炉作業を継続することが難しくなる経済リスクについても十分に想定すべきである。

さらに、少子高齢化による人口減少や医療・年金などの社会保障制度などをめぐる社会政治動向によっては、電力消費者の負担と税金によって際限のない 1F 廃炉事業を続けることへの疑問や廃炉事業の中止を求める世論が高まり、廃炉作業の中断・中止といった政治的決断が行われる局面が生じる可能性もある。1F の技術的リスクのみに目を奪われて、1F 廃炉政策に対する社会的受容性の醸成が十分でないと、廃炉作業の中断・中止といった政治的リスクの発生可能性が大きくなる。

*2016 年 12 月 9 日に開催された経済産業省第 6 回東京電力改革・1F 問題委員会（東電委員会）に提出された資料「東京電力改革・1F 問題委員会 提言原案骨子案」では、現在の推計の事故処理費用の総額 11 兆円（廃炉 2 兆円、賠償 5 兆円、除染 4 兆円）とし、これが今後の予測では総額 22 兆円（廃炉 8 兆円、賠償 8 兆円、除染 6 兆円）になるとしている（経済産業省 2016）。この 22 兆円のうち、東電負担は 16 兆円、4 兆円は廃炉機構による東電株の売却益、国の負担は 2 兆円と試算されている（TEPCO 総合報告書 2019）。

しかし、民間の研究機関である日本経済研究センターは全く異なる予測をしている。日本経済研究センターは、福島第 1 原発事故処理にかかる費用が、汚染水の増加によって最終的に 80 兆円（廃炉・汚染水処理 51 兆円、賠償 10 兆円、除染 20 兆円）を上回る可能性があるとして試算している。また、溶け出した核燃料デブリを取り出さずに廃炉を当面見送りにする、いわゆる「閉じ込め・管理」する場合は、2050 年までの総費用は 35 兆円（廃炉・汚染水処理 4.3 兆円、賠償 10.3 兆円、除染 20 兆円）程度と推計している（日本経済研究センター 2019）。

2.2 1F 廃炉政策と「中長期ロードマップ」

1F 廃炉政策の形成プロセスは、表 2 に示したように 3 期に区分される。

表 2 1F 廃炉政策と廃炉制度の形成プロセス

政策・制度 発展段階	年月日	内 容
基軸政策の形成 (2011 年～2012 年)	2011 年 12 月 21 日	「中長期ロードマップ」初版策定
	2012 年 7 月 30 日	「中長期ロードマップ」の第 1 回改訂
廃炉制度の形成期 (2013 年～2014 年)	2013 年 6 月 27 日	「中長期ロードマップ」の第 2 回改訂
	2013 年 8 月 19 日	汚染水貯水タンクから汚染水約 300m ³ が漏えいするトラブル発生
	2013 年 9 月 3 日	「汚染水問題に関する基本方針」が決定 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議の設置
	2013 年 9 月 10 日	原子力災害対策本部の下に廃炉・汚染水対策チームの設置
	2013 年 12 月 20 日	「廃炉・汚染水問題に対する追加対策」決定 廃炉対策推進会議が関係閣僚等会議へ統合
	2014 年 2 月 17 日	廃炉・汚染水対策福島評議会の設置
廃炉制度の稼働期 (2014 年～現在)	2014 年 8 月 18 日	原子力損害賠償支援機構に廃炉等支援業務が追加され、原子力損害賠償・廃炉等支援機構へ改組
	2015 年 6 月 12 日	「中長期ロードマップ」の第 3 回改訂

2017 年 5 月 10 日	機構法の改正法が成立 廃炉に係る資金を管理する積立金制度の創設
2017 年 9 月 26 日	「中長期ロードマップ」の第 4 回改訂
2019 年 12 月 27 日	「中長期ロードマップ」の第 5 回改訂

第 1 期は基軸政策の形成期（2011 年～2012 年）であり、最初の「中長期ロードマップ」の策定と第 1 回改訂までである。

第 2 期は廃炉制度の形成期（2013 年～2014 年）であり、「中長期ロードマップ」の第 2 回改訂と関係閣僚会議、廃炉・汚染水対策チーム、福島評議会の設置までである。

第 3 期は廃炉制度の稼働期（2014 年～現在）であり、「中長期ロードマップ」の第 3 回改訂および第 4 回改訂と原子力損害賠償・廃炉等支援機構と積立金制度の創設が重要である。

2019 年 12 月 27 日、第 5 回改訂された「中長期ロードマップ」に掲げられた 4 つの原則を表 3 に示した。原則 2、原則 3、原則 4 は、改訂前の 2017 年 9 月 26 日の「中長期ロードマップ」

（第 4 回改訂）のものと全く同じ文言であるが、第 1 原則として新たに示された「復興と廃炉の両立」は注目される。

2017 年の「中長期ロードマップ」の第 1 原則は、単に「地域の皆様、周辺環境及び作業員に対する安全確保を最優先に、現場状況・合理性・迅速性・確実性を考慮した計画的なリスク低減を実現していく」とされていたが、2019 年 12 月 27 日の第 5 回改訂では、「周辺地域で住民帰還と復興の取組が徐々に進む中、『復興と廃炉の両立』の下に」という新しい文言が付け加えられている。

表3 「中長期ロードマップ」(2019)の原則

【原則 1】	周辺地域で住民帰還と復興の取組が徐々に進む中、「復興と廃炉の両立」の下に、地域の皆様、周辺環境及び作業員に対する安全確保を優先に、現場状況・合理性・迅速性・確実性を考慮した計画的なリスク低減を実現していく。
【原則 2】	中長期の取組を実施していくに当たっては、透明性を確保し、積極的かつ能動的な情報発信や丁寧な双方向のコミュニケーションをより一層行うことで、地域及び国民の皆様の御理解をいただきながら進めていく。
【原則 3】	現場の状況や廃炉・汚染水対策の進捗、研究開発成果等を踏まえ、中長期ロードマップの継続的な見直しを行う。
【原則 4】	中長期ロードマップに示す目標達成に向け、東京電力や機構、研究開発機関、政府をはじめとした関係機関は、各々の役割に基づきつつ、更なる連絡を図った取組を進めていく。政府は、前面に立ち、安全かつ着実に廃止措置等にむけた中長期の取組を進めていく。

（出所）廃炉・汚染水対策関係閣僚会議（2019）『東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ』p. 2.

新たに付け加わった「復興と廃炉の両立」は、1F 周辺の帰宅困難区域である浪江町、双葉町、大熊町などの、特定復興再生拠点区域における除染作業の進捗や帰宅困難区域の一部解除などの状況を受けたものと考えられる。廃炉作業が、1F 周辺地域の復興の進捗を妨げることがないようにとの特別な配慮条件として、第 1 原則の最初に書き込まれたものである。

「復興と廃炉の両立」とは何かは、1F 廃炉の進め方や 1F 廃炉の先の根本に関わることである。どのようにして「復興と廃炉の両立」を可能にするのか、「復興と廃炉の両立」が難しいケースとは具体的には何かなど、慎重に検討すべき点が多々ある。

いずれにしろ、福島復興の完了とは 1F 廃炉の完了であり、1F 廃炉の完了とは廃炉作業の終了と廃炉作業から生じた廃棄物処理・処分の対策が適切とられた時である。

なお、「中長期ロードマップ」は、初版（2011 年 12 月 21 日）、第 1 回改訂（2012 年 7 月 30 日）、第 2 回改訂（2013 年 6 月 27 日）、第 3 回改訂（2015 年 6 月 12 日）、第 4 回改訂（2017 年 9 月 26 日）と改定を重ね、2019 年 12 月 27 日に第 5 回改訂となっている（表 2 参照）。

初版、第 1 回改訂、第 2 回改訂の 3 つの「中長期ロードマップ」は、事故処理の側面が強く、「中長期ロードマップ」への前提として、ステップ 1：「放射線量が着実に減少傾向にある」状況の達成およびステップ 2：「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」状況の達成が強調され（初版、p.1）、その上で、プラントの確実な安定状態の維持への移行と「中長期期間の区分の考え方」（初版、p.5）が、以下のように示されている。

第 1 期：ステップ 2 完了～使用済み燃料プール内の燃料取り出し開始まで（目標は 2 年以内）

第 2 期：第 1 期終了～燃料デブリ取り出し開始まで（目標は 10 年以内）

第 3 期：第 2 期終了～廃止処置終了まで（目標は 30～40 年後）

こうしたフレームは、若干の表現の変化はあるものの初版、第 1 回改訂、第 2 回改訂と続いている。

表 4 に「中長期ロードマップ」（2019）のマイルストーンを示した。

表 4 「中長期ロードマップ」(2019)のマイルストーン

分野	内容	時期
1. 汚染水対策		
汚染水発生量	汚染水発生量を 150m ³ /日程度に抑制	2020 年内
	汚染水発生量を 100m ³ /日以下に抑制	2025 年内
滞留水処理完了	建屋内滞留水処理完了※	2020 年内
	原子炉建屋滞留水を 2020 年末の半分程度に低減	2022 年度 ～2024 年度
2. 使用済燃料プールからの燃料取り出し		
1～6 号機燃料取り出しの完了		2031 年内
1 号機大型カバーの設置完了		2023 年度頃
1 号機燃料取り出しの開始		2027 年度 ～2028 年度
2 号機燃料取り出しの開始		2024 年度 ～2026 年度
3. 燃料デブリ取り出し		
初号機の燃料デブリ取り出しの開始 (2 号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)		2021 年内
4. 廃棄物対策		
処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通し		2021 年度頃
ガレキ等の屋外一時保管解消***		2028 年度内

※1～3 号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却建屋を除く。

※※水処理二次廃棄物及び再利用・再使用対象を除く。

(出所) 廃炉・汚染水対策関係閣僚会議(2019)『東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ』p. 13.

マイルストーン表が作成されたのは、第3回改訂(2015年6月12日)が最初であり、第3回改訂から「1. 汚染水対策、2. 使用済み燃料プールからの燃料取り出し、3. 燃料デブリ取り出し、4. 廃棄物対策」という4つのマイルストーン・カテゴリーで整理されるようになった。

表5に「中長期ロードマップ」におけるマイルストーンの変遷を示した。

表5 「中長期ロードマップ」改訂におけるマイルストーンの変遷

	第3回改訂 (2015年6月12日)	第4回改訂 (2017年9月26日)	第5回改訂 (2019年12月27日)
①汚染水対策	・3つの基本方針(汚染源を「取り除く」、汚染源に水を「近づけない」、汚染水を「漏らさない」)に従った汚染水対策の推進 ・2020年内に滞留水処理完了を目指す	・基本方針に従って引き続き汚染水対策を推進 ・2020年内、汚染水発生量を150m³/日程度に抑制 ・2020年内に滞留水処理完了を目指す	・基本方針に従って引き続き汚染水対策を推進 ・2020年内、汚染水発生量を150m³/日程度に抑制 ・2025年内、汚染水発生量を100m³/日程度に抑制 ・2022年度～2014年度に滞留水処理完了を目指す
②使用済み燃料プールから燃料取り出し	1号機：2020年度内に燃料取り出しを開始 2号機：2020年度内に燃料取り出しを開始 3号機：2017年度内に燃料取り出しを開始 4号機：2014年12月に燃料取り出しが完了 5、6号機：当面、使用済み燃料をプールで適切に保管	1号機：2023年度に燃料取り出しを開始 2号機：2023年度に燃料取り出しを開始 3号機：2018年度中頃より燃料取り出しを開始 4号機：2014年12月に燃料取り出しが完了 5、6号機：当面、使用済み燃料をプールで適切に保管	1号機：2023年度、大型カバーを設置完了。2027年度～2028年度、燃料取り出しを開始 2号機：2024年度～2026年度、燃料取り出しを開始 1～6号機：2031年内、燃料取り出しの完了を目指す
③燃料デブリ取り出し	・2年後(2017年)、号機ごとの燃料デブリ取り出し方針を決定 ・2018年度上半期までに取り出し方法を確定 ・2021年内、初号機における燃料デブリ取り出しを開始	・2019年度、初号機の燃料デブリ取り出し方法を確定 ・2021年内、初号機の燃料デブリ取り出しを開始	・2号機を初号機とする ・2021年内に2号機の燃料デブリ取り出しを開始し、段階的に規模を拡大
④廃棄物対策	・2017年度、廃棄物処理・処分に関する基本的な考え方を取りまとめ	・2021年度、廃棄物処理・処分とその安全性に関する技術的な見通しをつける	・2021年度、処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通しをつける

			・2028年度、ガレキ等の屋外一時保管を解消
--	--	--	------------------------

（出所）「中長期ロードマップ」各改訂版より作成。

マイルストーン表で示されている汚染水対策は、汚染水発生量の抑制と原子炉建屋内の滞留水処理のみであり、1,005基のタンクに貯蔵されている1,194,320m³処理水（TEPCO 処理水ポータルサイト、2020年3月19日現在、処理水はトリチウム水といわれているが、一部に排出基準以上の放射性セシウム、ストロンチウムなどの他の放射性物質を含んでいる）の最終処分への言及はない。

また、燃料プールからの核燃料の取り出しについても、1号機の使用済燃料プール（392本：使用済燃料292本、新燃料100本）からの取り出し開始時期の予定は、2020年度（第3回改訂、2015年）、2023年度（第4回改訂、2017年）、2027年度～2028年度（第5回改訂、2019年）と、「中長期ロードマップ」の改訂ごとに大幅な延期が繰り返されている。同様に、2号機の使用済燃料プール（615本：使用済燃料587本、新燃料28本）からの取り出し開始時期の予定も、2020年度（第3回改訂、2015年）、2023年度（第4回改訂、2017年）、2024年度～2026年度（第5回改訂、2019年）と延期が繰り返されている。

マイルストーン表で示されている目標時期は、2020年内から2028年年度までとなっているが、ロードマップの各マイルストーン指標そのものが極めて曖昧なものである。「中長期ロードマップ」は、本来は1F廃炉政策の基本となる戦略計画であるべきものであるが、実際には、「1. 汚染水対策」と「2. 使用済み燃料プールからの燃料取り出し」を中心に置くものであり、その「1. 汚染水対策」と「2. 使用済み燃料プールからの燃料取り出し」も不確実なものであり、いまだに目先の「事故処理」計画としての性格が強いと言わざるを得ない。

現在の「中長期ロードマップ」は、中長期的な廃炉工程の「中間ステート（Interim End State）」や「廃炉の先（End State）」を考える計画とはなっていない。

3. 技術的側面からみた1F廃炉の先

3.1 廃炉の先(End State)の4つのシナリオ

日本原子力学会・福島第一原子力発電所廃炉検討委員会における1F廃炉の先（End State）の想定される選択肢（オプション）は、以下の4つのシナリオが基本となっている。なお、廃炉作業の一旦停止・中断を意味する「安全貯蔵期間」は、海外の廃炉事例では、放射線の減衰などを考慮して数10年から100年といった期間が想定されている。

シナリオ1：施設全体を解体撤去

シナリオ2：構造物の一部残存（建屋・構造物の一部のみ解体撤去）

シナリオ3：安全貯蔵後に施設全体を解体撤去

シナリオ4：安全貯蔵後に施設の一部を解体撤去

上記の4つのシナリオの検討に必要な視点としては、日本原子力学会・福島第一原子力発電所廃炉検討委員会は以下の6点を総合的に考慮することが必要であるとしている。

- ① サイトの再利用は可能か：1Fサイトを、将来どのように活用するのか。
- ② 安全性は確保されているか。
- ③ 経済性は確保されているか。
- ④ 放射性廃棄物の安全な管理は可能か。
- ⑤ 放射性廃棄物の行先は決められるのか。
- ⑥ エンドステートまでの概略工程が社会的受容性を有するのか。

現状では、②の安全性の確保を図りつつ廃炉作業を進めるということと、④1F敷地内における廃棄物の安全な管理を図ることが考えられているだけである。

①サイト（1F敷地）の廃炉後の再利用、③廃炉事業の経済性、⑤廃棄物の処理・処分方策については、まだほとんど検討されていない。特に、1Fの廃炉作業においては廃棄物の形態と処理の検討が不可欠であり、廃棄物処理が廃炉作業の進捗の大きな阻害要因となる可能性が大きい。

⑥の廃炉事業の社会的受容性については、現状では年1回の「廃炉国際フォーラム」が地域住民との対話の場としてあるだけである。社会的受容性、特に地元である福島県の住民の方々の理解・協力のためには、細部にわたった住民対話が必要であるが、「廃炉国際フォーラム」は海外専門家による議論が中心となっており、地域住民にとっては専門的議論が多く、一部の関心のある住民だけの参加となっている。

また、国・機構・東京電力と地域社会との唯一のフォーマルな1F廃炉政策をめぐる対話の場として、2014年2月17日に「廃炉・汚染水対策福島評議会」を設置している。しかし、福島評議会メンバーの大半は被災12市町村の首長である。「廃炉・汚染水対策福島評議会」は、国・原賠機構・東京電力による1F廃炉政策およびその実施状況の地元市町村長への説明の場となっており、地元市町村長による国・機構・東京電力への陳情の場となっているだけで、地域住民との対話の場とはなっていない。

3.2 検討すべき課題

(1) 廃炉事業の実施体制の一元化が必要

1F廃炉事業の実施体制が一元化できていないことが最大の問題である。1F廃炉に関わる組織を一元化し、だれが全体の責任者となって1F廃炉を進めるのかを明確にすることが重要である。

(2) 全体最適は考えることが必要:「デブリ取り出しありき」で廃炉作業が進んでいる

「デブリ取り出し」の意味や定義が不明確なまま、「デブリ取り出しありき」という廃炉作業になっている。「デブリ取り出し」がクローズアップされているが、1F施設全体の廃炉戦略を明示していくことが必要である。また、いきなり「王様を取りに行く」という現在の廃炉戦略が、1F廃炉事業全体からみて本当に最適なのか、妥当なのかは疑問である。全体最適という観点から1F廃炉工程を検討することが必要である。

なぜ「デブリ取り出しありき」なのかについては、当初は水棺方式やチェルノブイリのような石棺方式などの議論があったが、2号機の破損状況や福島県などからの1F敷地更地（グリーンフィールド）要望などから「デブリの取り出し」となったようである。最初の「中長期ロードマップ」（2011年12月21日作成）において、すでに「事故から10年以内に燃料デブリ取り出しを開始する」ことが明確に書かれている。この最初の「中長期ロードマップ」は、2011年11月9日の枝野・経済産業大臣および細野・原発事故収束・再発防止担当大臣からの指示により、東京電力、資源エネルギー庁、原子力安全・保安院において原案がとりまとめられ、2011年12月21日に政府・東京電力中長期対策会議において決定したものという経緯説明がなされている。この経緯説明からすると、2011年秋頃にはすでに政府・東電では「デブリ取り出し」を基本戦略とすることが決まっており、その後は、日本の政策・制度の特徴である「一旦決めたことは変更しない」というロックインともいうべき強固な経路依存性が発揮され、最新版の「中長期ロードマップ」（2019年12月27日、第5回改訂）まで「デブリ取り出しありき」で一貫している。

また、廃炉作業の進捗とともに増大する廃棄物（取り出したデブリも含め）をどのように処理するのかは、1F廃炉の先（「中間ステート」の可能性も含め）を考えるうえで最重要課題であり、1F廃炉作業にあたっては放射性廃棄物対策を中心に考えることが必要である。まず、後ろから考えてその前にある工程をどのようにしていくのかという発想を取り入れるべきである。

（3）汚染水処理には住民の理解が不可欠

これまでに約120万m³の処理水（トリチウム水、一部に排出基準以上の放射性セシウム、ストロンチウムも含む）が敷地内タンクに貯蔵されており、1F敷地面積（348.5ha）に限度があることから、今後の廃炉作業のためには汚染水処理を迅速に進めなければならない。先般、「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」（2020年2月10日）により、海洋放出と水蒸気放出という2つの方策が示されたが、そのいずれを取るにしても地域住民や漁協等の理解と協力が不可欠であり、そのためには丁寧な地域対話を進めることが唯一の方策である。

（4）廃炉の先(End State)と中間ステートの明確化が必要

1F廃炉では、最終的な「廃炉の先(End State)」を示すことは難しく、「暫定的な廃炉の先」あるいは「中間ステート」を考えることが必要であろう。中間ステートをまず決めて、1F廃炉作業を進めた方がよい。その具体的内容（どこを中間ステートにするかも含め）の選定にあたっては、福島県や地域住民の意向が重要である。また、1Fの廃炉費用を負担する電力消費者としての日本国民や1Fに関心のある世界の人々の声の反映も必要である。

4. 社会的側面からみた1F廃炉の先

4.1 1Fの社会的価値

1F廃炉の技術的課題は社会的に解決しなければならない。例えば、「デブリの取り出し」をどの程度まで行うのかという技術的課題は、技術的にどれだけ「デブリの取り出し」が可能かということだけでは決められない。「デブリの取り出し」は、そのためにどれだけの費用がかかるのか、誰がその費用を負担するのか、取り出した後のデブリをどこで、いつまで、どのように保管・管理するのか、あるいは「デブリの取り出し」と1F廃炉の中間ステートとの関係をどのよ

うに考えるのかといったことと密接に関連する。こうした課題は、技術的観点だけで決められることなく、日本社会が決めなければならない社会的課題である。

1F 廃炉のように技術的にも不確実で複雑なリスク課題は、技術者・専門家や行政だけでは社会的な最適解を導出することはできず、社会的に堅実な解を得るためには、多様な専門家（行政を含む）と多様な国民や住民の参加による社会的合意形成が必要である。こうした社会的合意形成のためには、1F 廃炉の技術的側面からの検討だけではなく、事故を起こした 1F の社会的価値についても多面的な角度から検討し、1F 廃炉の技術的課題と同時に 1F 廃炉の社会的課題についても議論することが必要かつ重要である。

しかし、従来の日本社会では、原子力発電所に関する社会的側面からの議論は、原発推進派と原発反対派との激しいイデオロギー的対立によって有効に行われてこなかった。一方、アメリカ、フランス、イギリスなどの他の先進民主主義国では、20 世紀末頃から原子力施設のあり方や廃炉のあり方などをめぐって、社会的側面から検討し、地域社会の住民も含めた議論が行われるようになっていく。

1F 廃炉の先研究では、イギリスの原発廃炉における社会的側面からの議論や地域社会の住民との対話に注目して検討を行ってきた。イギリス社会と日本社会との歴史的背景や原子力開発の経緯は大きく異なるが、原子力発電所の廃炉にあたって社会的側面をどのように考え、地域の住民や国民がどのように廃炉事業に関わるのかという点で、イギリスの事例は多くの示唆を与えてくれる。こうした観点から、以下ではイギリスの廃炉事業と地域社会との対話事例を紹介することとしたい。

(1) イギリス・Dounreay 原発の廃炉政策と地域社会

イギリスの廃炉は、原子力廃止措置機関（Nuclear Decommissioning Authority; NDA）が担当している。2006 年、NDA は廃炉が決まった全国 17 の原子力施設管理者に対して、地域対話を実施することを指示した。NDA の「地域対話ガイダンス」では、廃炉の先（End State）に関する幅広いオプションを考慮することを求めている。

2006 年、スコットランド北部に立地する Dounreay 原子力発電所の廃炉の先（End State）に関する地域対話を実施するため、NDA は地域住民や地域団体などのステークホルダーからなる地域協議会（DSG）を設置することとした。

Dounreay 原発を運営する英国原子力公社（UK Atomic Energy Authority; UKAEA）の専門家は、放射性廃棄物の貯蔵・処分を前提条件とした 5 つの「廃炉の先オプション」を作成し、専門家による評価が実施された。評価基準は、スコットランド環境保護局（SEPA）・環境政策制定ガイダンス（SEPA 2004）に基づく 5 基準であった。

- ① 健康と安全：公衆の健康と安全確保。作業員の安全確保。悪意な妨害に対する安全確保
- ② 環境的影響：環境汚染防止、生態系保全
- ③ 技術的実行可能性
- ④ 社会経済的要因：地域社会への負の社会経済的影響の最小化。世代間公平性への配慮
- ⑤ 費用：廃炉費用の最小化と公的資金の効果的効率的利用

専門家による評価結果は地域協議会へ提供され、地域対話において利用された。地域協議会は 5 つの廃炉オプションを、費用、廃棄物量、地域の経済発展などに注目して検討した。その結

果、2076 年に中間ステート*を達成し、2300 年に原子力発電所の敷地をグリーンフィールドにするというオプション（オプション 4）を、地域協議会は選択した。

*イギリスにおける中間ステート（Interim End State）とは、廃炉作業やサイト修復は完了したが、中レベル放射性廃棄物の最終処分場が使用可能になるまで、放射性廃棄物がサイト内で貯蔵されている状態である（UKAEA 2007）。イギリスの中レベル放射性廃棄物とは、低レベル廃棄物の放射線量上限を超え、貯蔵施設内における発熱を考慮する必要のない放射性廃棄物である。原子力施設の維持管理や廃炉により発生するフィルター、部品、グローブボックスなどが含まれる（NDA 2016）。

（2）イギリス・Dounreay 原発のヘリテージ議論

地域協議会が選択した Dounreay 原発の廃炉オプション（オプション 4）は、原子力施設を全て解体するというものであった。

しかし、2007 年、スコットランド歴史協会（Historical Scotland）は、Dounreay 原発のヘリテージ（産業遺産）としての保存を提案し、Dounreay 高速炉施設の一部である DFR Sphere（ドーム）の文化遺産としての価値と保存を検討するため、地域対話が再開された。2008 年に廃炉事業を引き継いだ新しい運営管理者である Dounreay サイト修復会社（Dounreay Site Restoration Ltd; DSRL）は、スコットランド歴史協会と協力して、DFR Sphere を含めたサイト全域の原子力施設の文化遺産価値を、以下の 4 基準に基づき調査した。

① 証拠的価値（Evidential Value）：Dounreay 原発は高速増殖技術開発の歴史的証拠である。Dounreay サイトには当時の技術開発の文書や設計図・写真、サイトを訪問した首相、王室関係者、国会議員のサインや記念品が保存されている。

② 歴史的価値（Historical Value）：Dounreay 原発は原子力技術開発史において重要な位置を占めている。Dounreay 原発は世界で初めて商業発電をした高速炉であり、イギリス原子力産業の人材育成拠点でもあった。

③ 美的価値（Aesthetic Value）：原子力技術の象徴である DFR Sphere（ドーム）と周辺の田園風景が対照的であり、ドームは地域社会のランドマークとなっている。

④ 共同体的価値（Communal Value）：Dounreay 原発はイギリスが原子力技術の最前線に立っていた時代の記憶を具現化したものである。DFR Sphere（ドーム）の画像は 20 世紀後半の核時代の象徴である。また、Dounreay 原発は農業中心の地域経済を原子力中心の経済へと転換させ、地域のライフ・スタイルの大きな変化をもたらした。Dounreay 原発は地域社会の歴史の重要な部分であり、地域社会のアイデンティティである。

4.2 検討すべき課題

（1）専門家と住民の役割と関係の検討が必要

技術的に説明すべきことと社会的に説明しなければならないこととを総合的に把握し、何が問題なのか、社会がどう判断すべきなのかを明確にすることが重要である。社会にとって、廃炉作業から出る放射性廃棄物量が問題なのか、廃炉作業量が問題なのか、物質としてはセシウムが問題なのか、TRU が問題なのかといった、それぞれの問題の重みづけや優先順位が必要である。

「デブリの取り出し」は先が見通せる作業ではなく、ステップ・バイ・ステップでやっていかなくてはならないが、そうした情報は正しく地域住民へ伝わっていない。

1F 廃炉の問題は専門家だけでは決められないので、最終的には地域住民や日本社会が決めることが必要である。常に地域住民や社会との対話は必要であり、オプションを絞り込んでから意見を聞くのでは遅すぎる。

1F 廃炉のシナリオを描くことの難しさを、地域社会や社会と共有することが必要である。1F 廃炉は普通の廃炉とは違い、出てくる放射性廃棄物の分類も困難であり、通常の放射性廃棄物とは全く異なる。技術的検討を進めるとともに、1F 廃炉から発生する放射性廃棄物を与える社会的影響も十分に考慮し、地域住民や社会へ情報公開をするとともに地域住民や国民の声に耳を傾ける必要がある。

その際、専門家と地域住民との仲介機能を果たす地方自治体の役割や位置付けも慎重に考慮する必要がある。また、1F 廃炉の先を考えるについては、福島浜通りの地域住民、福島県民、日本社会（国民）、世界の人々という、多様かつ多層なレベルの住民、市民、国民、人々を想定すべきである。

(2) 1F 廃炉の先と中間貯蔵施設の将来像との一体的構想の必要性

1F の敷地は 348.5ha であり、それを取り巻く除染廃棄物を管理・処理する中間貯蔵施設は 1,600ha（土地取得は、2020 年 3 月時点で約 1,200ha）である。中間貯蔵施設は 2015 年の除染廃棄物の搬入開始から 30 年間の期限が設定されており、2045 年には中間貯蔵施設の機能を終えることとなっている。しかし、1F 廃炉の先と中間貯蔵施設用地の 30 年後の土地利用のあり方は、連続する空間として統一的に検討すべきである。

(3) 明確な廃炉ガバナンスの確立が必要

1F 廃炉ガバナンスが重要である。誰が廃炉政策を考え、議論し、決定し、実施し、評価・修正するのかという 1F 廃炉ガバナンスが問題である。

廃炉政策における「科学と政策との協働（Science Policy Interfaces）」をどのように考えるのか。どのような専門家とどのような市民や地域住民が、どのような熟議の「場」を形成するのか、「場」の主宰者は誰か、アジェンダ（フレーミング）、ルール、プロセス・デザイン、ミクロ・マクロ・ループはどのようになっているのかが重要なポイントである。また、知識生産の民主化と社会的に堅実な知識の創造のあり方を考えるとき、技術的側面と社会的側面という 2 つの側面を切り離さないことが重要である。

日本の制度や組織は、年数を重ねると経路依存性が強まり、ロックインしてしまうことが多い。制度変革が難しくなる前に、今、1F 廃炉の何を変えなければならないのかを考える必要がある。

(4) 廃炉プロセスそのものを地域資源化する仕組みづくりが重要

廃炉の先を考えるとは、40 年後・100 年後の廃炉の先の絵を描くことだけではなく、中間ステートや End State へ至る「地域内外の多様な人々に関わる廃炉プロセスそのものを拡大再生産し、地域資源化する仕組みづくり」を考えることが重要である。

この点では、従来の SI 構想では、廃炉産業だけに頼らない持続可能な地域形成を強調してきたが、もう少し踏み込んで、「廃炉産業（廃炉研究）を活かした 1F 廃炉プロセスの地域資源化の仕組みづくり」を検討することも必要であろう。

5. 1F 廃炉の先の論点

これまでの 1F 廃炉の先研究会の議論をまとめると、以下の 3 つの主要な論点が提示できる。

（1）技術的課題

1F 廃炉作業の進捗にともない増大する放射性廃棄物の管理と処理が大きな課題である。そのためには、「デブリ取り出し」だけにとらわれず、廃炉事業の全体最適という観点から廃炉事業の一元化を行い、「中長期ロードマップ」を再検討すべきである。

廃炉の先（End State）だけではなく、中間ステート（Interim End State）を描くことで全体像が見えてくると考えられる。

「中長期ロードマップ」の再検討においては、イギリスなどの海外の廃炉事例も参考にして、廃炉リスクの技術的評価だけでなく、廃炉費用や地域社会の環境的・社会的・経済的な持続性などの社会的評価を含め、多様な観点から総合的に 1F 廃炉のあり方と廃炉の先を検討することが求められる。

（2）社会的課題

1F 廃炉事業の検討プロセスへの住民参加や市民参加が求められるが、1F 廃炉は東電の責任と考える住民もいる。社会的に堅実な廃炉知識に基づく 1F 廃炉を進めるためには、なぜ住民参加や市民参加が不可欠なのかという論理を丁寧に示すことが重要である。

また、住民参加や市民参加のあり方については、行政や専門家の関与のあり方も含めた参加の「場」のデザインについて、地域社会と議論することが必要である。

さらに、そもそも 1F 廃炉における地域社会とはどの範囲を意味するのかについても検討が必要である。福島浜通り地域が第一に優先すべき地域社会であることは明らかだが、福島浜通り以外の福島県にとっても 1F 廃炉は重要な課題であり、1F 廃炉費用を負担する日本社会（電力消費者）の国民としても「自分ごと」として考え、議論すべきことである。その意味では、日本社会の国民にとって、世界の人々にとって、1F（廃炉）の社会的価値とは何かを共に考えていくことが必要である。

（3）技術的課題と社会的課題という 2 つの課題を統合し、地域住民と共に考えることが必要

福島県として、日本社会として、地球社会として将来的にどのように 1F を利用・活用するのかという視点が重要である。何が問題なのか、地域社会に説明しなければならないこととは何か、社会が何をどう判断すべきなのかという視点が求められる。

「答え」を求めるのではなく、「問い」が重要である。「問題」が何なのかを示すことができれば、課題を共有することで、地域住民が参加し、日本社会を動かし、社会制度を変革する可能性が高まる。

1F 廃炉の先研究会は、1F 廃炉の技術的側面と社会的側面を切り離すことなく、両者を統合して検討し、議論することが最も重要であり、早い段階から多様な「廃炉の先（中間ステータス）」も含

め)のオプション」を示し、幅広い地域社会の住民と多様な専門家(自然科学・技術系と社会科学・人文系を含む)や行政(中央と地方)による、1F廃炉のあり方に関する実質的な討議プロセス(場)を立上げることが必要であると考え。

その際、廃炉の先を考えると、40年後・100年後の廃炉の先の絵を描くことだけではなく、中間ステートやEnd Stateへ至る「地域内外の多様な人々が関わる廃炉プロセスそのものを拡大再生産し、地域資源化する仕組みづくり」を考えることが重要である。

6. 1F廃炉に関する基礎資料サイト

経済産業省 廃炉・汚染水対策 ポータルサイト (『廃炉の大切な話 2019』など)

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/

経済産業省 廃炉・汚染水対策事務局会議資料

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/02/index.html>

原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)「戦略プラン2019」(東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2019)

<http://www.dd.ndf.go.jp/jp/strategic-plan/index.html>

参考文献

廃炉・汚染水対策関係閣僚会議(2019)『東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ』

松岡俊二(2019)「原子力災害からの地域再生と1F廃炉政策：福島復興知を考える」『環境情報科学』48(4), pp. 40-48.

宮野廣(2018)「福島第一廃炉の課題」『日本原子力学会福島第一の廃炉に関わるシンポジウム第4回(2018年3月18日)』資料

宮野廣(2019)「事故炉の廃炉の全工程とホールドポイント」『日本原子力学会シンポジウム：東京電力福島第一原子力発電所の廃炉 第4回：確実な廃炉のために今すべきこと(2019年3月9日)』資料

柳原敏(2019)「廃炉とサイト修復の最終の姿にむけた廃棄物の取り扱い」『日本原子力学会シンポジウム：東京電力福島第一原子力発電所の廃炉 第4回：確実な廃炉のために今すべきこと(2019年3月9日)』資料

Choi, Y. (2019)「第1回1F廃炉の先研究会報告資料」

Gunn, J. B., & D. A. Croft, (2010), Dounreay Heritage Strategy.

Högborg, A. and C. Holtorf (2014), Nuclear waste as cultural heritage of the future, 14361, in WM2014 Proceedings WM Symposia.

NDA (2006), Engineering Directorate: Site End State Definition Process, EGR015.

NDA (2016), Radioactive Waste in the UK: A summary of the 2016 Inventory.

SEPA (2004), Guidance for the Environment Agencies' Assessment of Best Practicable Environmental Option Studies at Nuclear Sites.

UKAEA (2006), Dounreay Site End State Option Assessment Workshop Report.