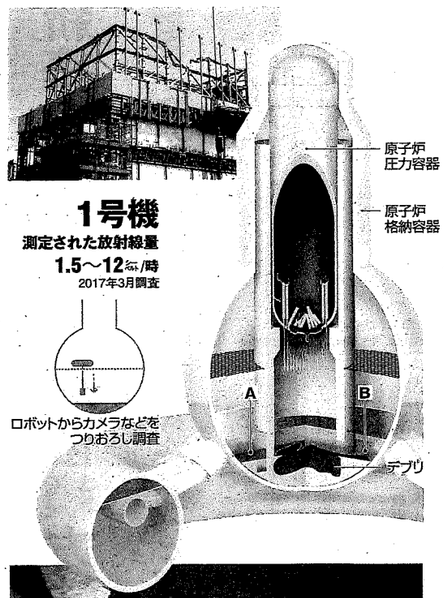
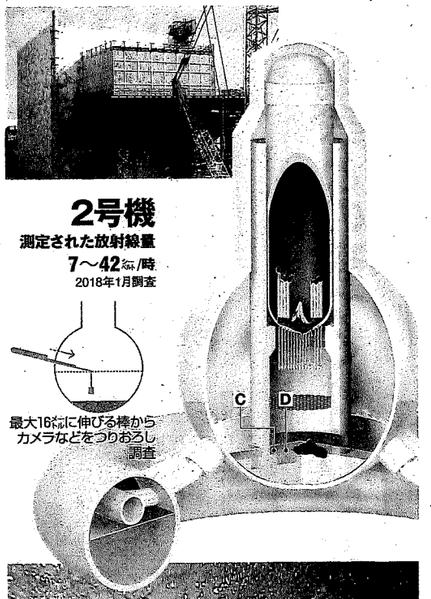
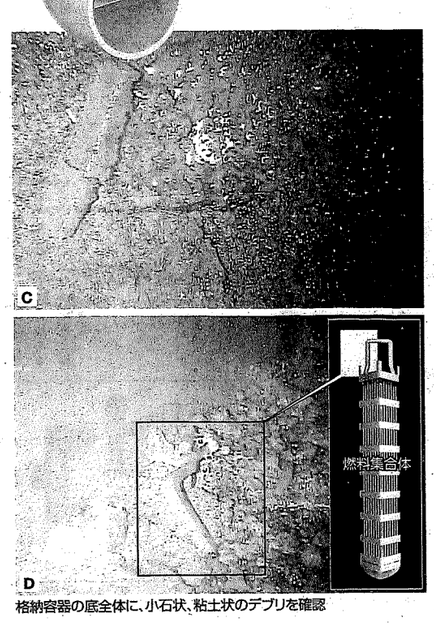
燃料デブリ 調べるほど多難

東京電力福島第一原発事故から7年。散乱したデブリの様子がようやく見えてきたが、事故の全容解明は遠い。

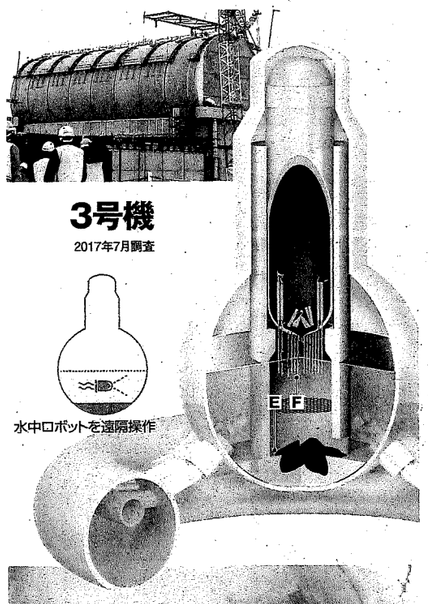


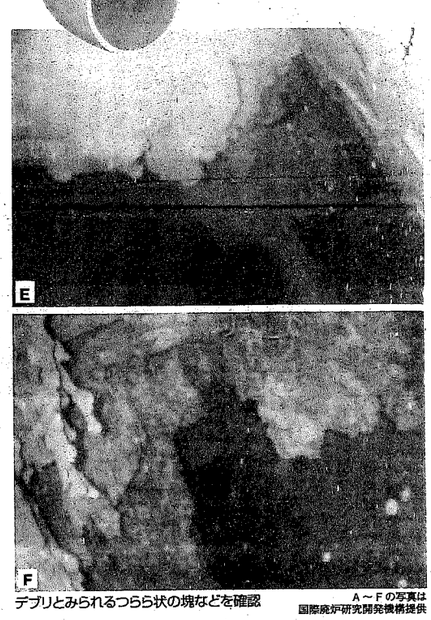
A
砂状の物質が堆積。溶融物は確認されず





C
D
格納容器の底全体に、小石状、粘土状のデブリを確認




E
F
デブリとみられるつらら状の塊などを確認

A～Fの写真は国際廃炉研究開発機構提供

グラフィック・米澤章憲

廃炉への道 課題は山積み

- 2011年度
- **国と東電の廃炉工程表による目標**（17年9月改訂）
- 2015　3号機の使用済み燃料プール内の燃料取り出し開始（1、2号機は23年度）
- 2018　溶けた燃料の取り出し工法決定
- 2020　20年内に建屋内の汚染水をほぼゼロに
- 21年内に1～3号機のいずれかで溶けた燃料の取り出し開始
- 2025
- **解決すべき課題**
- 2030　タンクの汚染水をどうする?
- がれきや汚染水処理の廃棄物の処分は?
- 2035　溶けた燃料、取り出したら何に入れてどこで保管?
- 2040
- 2045　廃炉完了?
- 2050

撮影は一部 取り出し見通せず

炉心溶融（メルトダウン）した福島第一原発1～3号機では昨年から今年にかけ、原子炉格納容器の内部調査が本格化した。溶け落ちた核燃料（デブリ）の取り出しや事故の解明には、デブリの状態や放射線量などの情報が欠かせない。だが、調査できた範囲はわずかで、デブリの姿も一部が垣間見えただけだ。

東電の解析によると、1～3号機のうち、最も溶融が激しいとみられるのは1号機だ。核燃料のほとんどが原子炉圧力容器の底を突き抜けて落ちた可能性が高いとされる。ロボットによる調査は、昨年3月にあった。作業用の足場からカメラを格納容器にたまった水中に垂らした。だが、砂のような堆積物が多く、その下にあるかも知れないデブリを撮影することはできなかった。

最も調査が進んだのは2号機だ。昨年1月にまず遠隔カメラが、その後にロボット「サソリ」が格納容器の中に入った。メルトダウンした圧力容器直下の様子が初めて明らかになり、足場が大きく抜け落ちて堆積物がこぼりつき、いたるところに黒い塊が散乱している状況がわかった。

さらに、遠隔カメラによる追加調査が今年1月にあった。圧力容器の中にあった燃料集合体の最上部につくハンドルが、格納容器の底付近に落下しているのが見つかった。東電は、こうした状況から、長さが約4メートルある燃料集合体がほぼ溶けて圧力容器を突き抜けて落ちたと判断。周囲に散乱していた小石状の堆積物はデブリとみられると発表した。

最も水が多くたまっている3号機には昨年7月、水中ロボットが投入された。茶色っぽい塊が、圧力容器の下部にある構造物からつららのように垂れ下がり、その下では溶岩のように積み重なっているのが発見された。これが福島第一原発で初めて確認されたデブリとなった。

国と東電は、2021年に1～3号機のいずれかでデブリの試験的な取り出しを始めるとの目標を掲げる。だが、一連の調査で、内部の壊れ方が深刻だとわかったほか、例えば2号機でデブリの近くより遠くの線量が高いといった新たな謎も出てきた。本格的にデブリを取り出すにも、作業員の被曝を抑える安全な工法や取り出してからの保管先も未定だ。福島県は、デブリなどの廃棄物を最終的に県外に搬出するよう求めているが、受け入れ先の自治体探しは議論すら始まっていない。

廃炉 遠い本格着手

福島第一原発事故から7年。国と東電が11年12月に発表した「廃炉完了まで30～40年」の廃炉工程は、その大枠の5分の1ほどの時間が過ぎた。廃炉に向けた作業は、進展がみられた部分と遅々として進まない部分に明暗が分かれる。

比較的進んだのは原子炉建屋の使用済み燃料プールに残された燃料の搬出だ。4号機は14年に搬出が完了。3号機でも今年2月、建屋上部にドーム状のカバーの設置が完了し、今秋にも566体の搬出が始まる予定だ。残る1号機の392体と2号機の615体も、23年度からの搬出が予定されている。

事故直後に大問題だった汚染水対策は処理設備とタンクの増設が一段落し、建屋内の水を循環させる燃料冷却も始まった。1～4号機の周囲の土壌を凍らせて固める凍土壁と、その内側の地下水をくみ上げる井戸が昨年から本格稼働し、汚染水の発生量も抑えられつつある。

だが、こうした作業はあくまで廃炉の準備に過ぎず、デブリの取り出しや建屋の解体といった廃炉作業そのものはいまだ本格着手できていない。

（川原千夏子、小川裕介）

被曝線量とがん 関係の分析本格化

事故当時18歳以下だった約38万人を対象にした福島県の甲状腺検査は、2016年度に始まった3巡目が今月末に終了する見込みだ。開始から6年半でがんと確定したのは160人。5月からは4巡目が始まる。

1巡目と2巡目でがんの疑いが判明したのは、それぞれ116人と71人。うち1巡目101人、2巡目52人が手術でがんと確定した。2巡目までにがんの疑いがある人が多く見つかったこともあり、3巡目の新たながんの疑い例は10人に減った。うち7人は、がんと確定した。

調査は、チェルノブイリ原発事故後に子どもの甲状腺がんが多発したことから、福島県民の被曝の影響を評価し、長期的な健康を見守る目的で始まった。有識者による県の検討委員会は16年3月、1巡目の結果について、チェルノブイリと比べて被曝線量が小さく、被曝からの時間が短いことなどから「放射線の影響は考えにくい」と中間評価。ただ「現段階ではまだ完全に影響は否定できない」として検査の継続を求めた。

福島県立医大は、被曝線量ごとに地域を分け、発症との関係を分析する作業を本格化している。ただ、線量推計のよりどころとなる震災時の行動調査は十分でなく、がんが疑われる子どもでも把握は半数程度だ。

検査のあり方も議論になっている。甲状腺がん検診は少なくとも大人では、将来のがんによる死亡率を下げる効果はないとされる。検診を受ける負担や、がんが疑われた際の心理的な影響などの不利益もある。

被曝の影響を見極めるには多くの検査例が必要だ。だが、1巡目で8割超あった受診率は、3巡目の昨年末時点で6割に届かない。学校での実施に「半強制的だ」との批判もある。

星北斗・検討委座長は「2巡目までのデータがそろい、一定の評価は出さないといけない」と話す。

（川村剛志、奥村輝）

甲状腺検査の結果 2017年12月31日現在

	1巡目 先行検査	2巡目 本格検査1回目	3巡目 本格検査2回目
対象人数	36万7649人	38万1256人	33万6654人
受診率	81.7%（30万473人）	71.0%（27万516人）	56.9%（19万1669人）
がんの疑い	116人	71人	10人
がん確定	101人	52人	7人

甲第440号証