



Google Earth

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, ©EBDO
Image © 2023 TerraMetrics

CNIC BRIEF

福島第一原発は今も放射性物質を放出している

—ALPS 処理汚染水放出問題で考慮すべき新たな論点



概要

ALPS 処理汚染水の海洋放出について、トリチウムに着目して、影響はない、諸外国の原子力関連施設の放出量と比較して少ない、といった説明が行われている。しかし、現在、福島第一原発から専用港に漏出している放射性物質は、推計したところ 2023 年 5 月現在、セシウム 137 で 70 億～96 億ベクレル/月、全βでは 2,500 億 Bq～2,900 億 Bq/月、トリチウムが 430 億 Bq～530 億 Bq/月に上る。

計画されている ALPS 処理汚染水の放射性物質放出予定量は、セシウム 137 で 400 万 Bq/月、全βでは 28 億 Bq/月、トリチウムは 1.8 兆 Bq/月などとされる。トリチウム以外の放射性物質に着目すると、圧倒的に現在漏れ出ている量のほうが多い。たとえばセシウム 137 に着目すれば、現時点の漏出量は、ALPS 処理汚染水に含まれる量の 1,750～2,400 倍多いことになる。

福島第一原発からはすでにきわめて膨大な放射性物質が放出されており、また、事故から 12 年経過しても放射性物質が漏洩している現実がある。一方、ALPS 処理汚染水は東京電力の管理下にある。管理できない放射性物質放出がある中で、外部への放射性物質放出量を最小化することは福島第一原発の所有者であり、加害企業でもある東京電力の当然の義務である。

福島第一原発からは ALPS 処理汚染水の放出以外、放射性物質が放出されていないかのような説明は、福島第一原発のおかれた厳しい現状を誤解させることに繋がる。

はじめに

東京電力福島第一原発事故で問題になっている ALPS 処理汚染水の放出について、トリチウム放出量に着目して、諸外国の原発からの放出量と比べて少ないという主張が日本政府やメディア等から頻出している¹。確かに ALPS 処理汚染水のトリチウムだけに着目すればそういった比較ができなくもないが、ここには 2 つの大きな欠落がある。一つは ALPS 処理汚染水にはトリチウム以外の多様な核種が含まれているということ、もう一つは、福島第一原発はほかの経路でも放射性物質を放出しているということだ。

現在の福島第一原発の主な放射性物質放出経路は主に、①建屋から大気への漏出、②サブドレンや地下水バイパスなどからくみ上げた地下水放水に伴う放出、③地下水や雨水の流れにのった専用港などへの漏出、が挙げられる。うち、東京電力が放出量を評価しているのは①②であり、③は港湾内等の放射性物質濃度の測定は行われているものの、放出量の推計は行われていない。そこで、以下、福島第一原発からの放射性物質放出量の現時点での推計を示したい。

建屋から大気への漏出量

東京電力は福島第一原発の建屋からの追加的漏出量の推計を毎月報告している。評価されているのは放射性セシウムであり、2023 年 5 月時点では漏出量は毎時 1 万ベクレル以下と評価されている。月次にして 720 万ベクレル程度、年次では 8,760 万ベクレルとなる。希ガスも検出されているが、セシウムよりも被ばく線量が小さいとしてこの評価外としている。

なお、直近は漏出量が低下しているものの、今後、燃料デブリの取り出しや建屋解体といった作業がはじまると漏出量が大幅に増加する懸念がある。

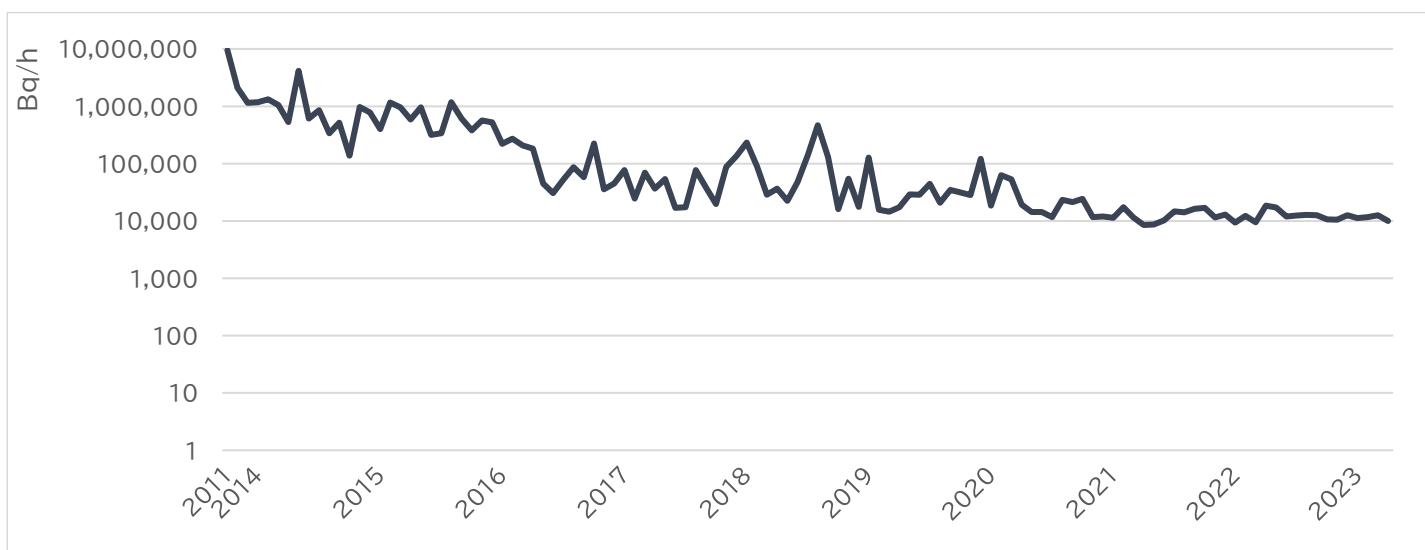


図 1 福島第一原発 1~4 号機の大気への放射性セシウム放出量推計値(毎時)

<https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/emission/index-j.html>

¹ <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r4kisoshiryo/r4kiso-06-03-09.html>, https://www.cn.emb-japan.go.jp/itpr_zh/00_000485_00225.html, <https://www.yomiuri.co.jp/world/20230622-OYT1T50205/>

地下水バイパス・サブドレンなどからの放出

福島第一原発では建屋側への地下水流入を抑える目的で、建屋上流域で地下水バイパスから地下水をくみ上げて、放射線量を測定の上、専用港外から排水している。また同じ目的で建屋近傍のサブドレン、港湾側にある地下水ドレンから、それぞれ地下水をくみ上げて、浄化処理を行い、放射線量を測定したうえで、専用港内に排水している。

地下水バイパスでくみ上げた地下水は2014年5月から排水を開始しており、2023年7月13日現在、485回、計832,496トンの排水を行っている。2023年6月の排水は4回行われ、合計6,610トン、この排水に含まれるトリチウム量は計3.4億ベクレルだった。この排出が続くと仮定すると、年間排出量は40.8億ベクレルとなる。

サブドレン等からくみ上げた地下水は2015年9月から排水を開始しており、2023年7月12日現在、2,205回、計1,532,244トンの排水を行っている。2023年6月の排水は28回行われ、合計19,229トン、この排水に含まれるトリチウム量は計153.4億ベクレルだった。この排出が続くと仮定すると、年間排出量は1,940.8億ベクレルとなる。

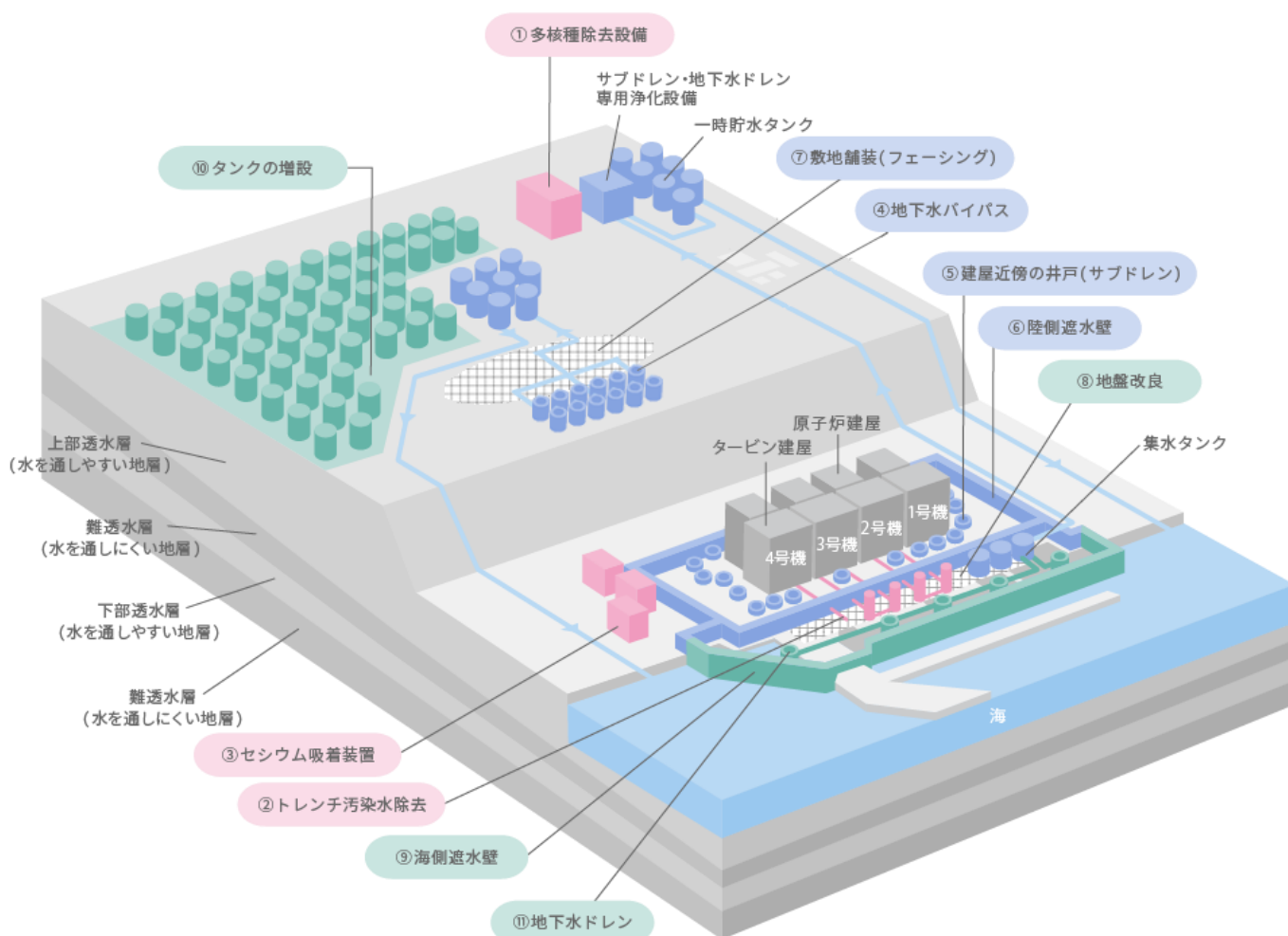


図2 福島第一原発の汚染水発生概念図(出典:東京電力ウェブサイトより)

地下水や雨水の専用港などへの漏出

福島第一原発では、地下水が建屋に流入するなどして、汚染水を増加させている。地下水流入は、陸側遮水壁(いわゆる凍土壁)やサブドレンの地下水くみ上げによって調整されているが、降雨分を含め、一部は陸側遮水壁の海側に流れ出ている。

流出量について、東京電力は一日当たり 20~60m³になると説明している(2018年11月~2019年3月)。東京電力は現時点の推計量を明らかにしていないが、建屋への地下水・雨水等流入量は2018年時点から大きく変動していない。

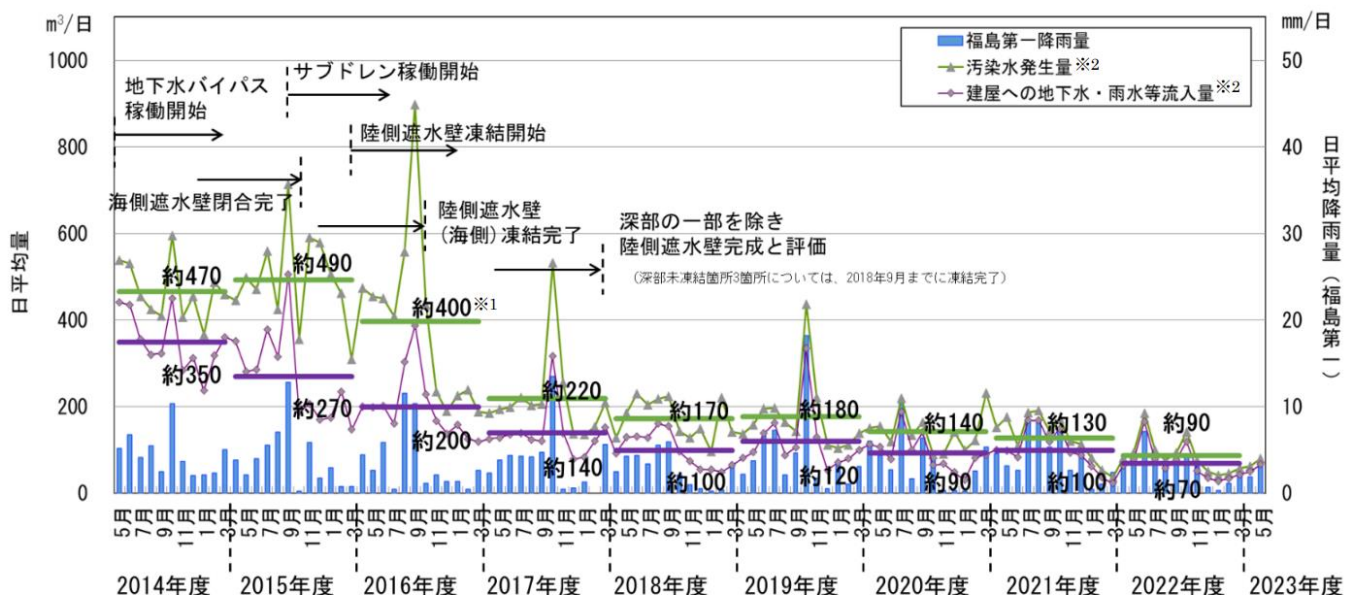
【参考】凍結開始前と現状の陸側遮水壁海側(T.P.+2.5m盤)の水収支の評価 **TEPCO**

- 凍結開始前と現状の陸側遮水壁海側(T.P.+2.5m盤)の水収支を比較すると、陸側遮水壁海側への地下水等供給量は大雨による一時的な増加はあるものの、全体としては陸側遮水壁閉合前と比較して大幅に減少している。
- 減少している要因は、雨水浸透防止策(フェーシング等)、サブドレン稼働、陸側遮水壁(海側)の閉合などの複合効果によるものと考えられる。

実績値(m ³ /日)	(参考)降水量	陸側遮水壁海側への地下水等供給量C*	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2016.1.1~3.31	1.4 mm/d	310	-40	80	240	50	-20
2018.1.1~3.31	2.4 mm/d	50	-40	10	50	30	0
2018.11.1~11.30	1.0mm/d	60	-20	10	60	30	-20
2018.12.1~12.31	0.5mm/d	50	-10	10	30	30	-10
2019. 1.1~ 1.31	0.2mm/d	50	0	10	10	30	0
2019. 2.1~ 2.28	0.3mm/d	40	0	10	10	30	-10
(参考)2019.3.1~3.20	4.4mm/d	20	-80	10	30	30	30

図3 福島第一原発 陸側遮水壁海側への地下水等供給量

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-1-8.pdf>



※1: 2018年3月1日に汚染水発生量の算出方法を見直したため、第20回汚染水処理対策委員会(2017年8月25日開催)で公表した値と異なる。見直しの詳細については第50回、第51回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料に記載。

※2: 1ヶ月当たりの日平均量は、毎週木曜7時に計測したデータを基に算出した前週木曜日から水曜日まで1日当たりの量から集計。

図4 福島第一原発 汚染水発生量と建屋への地下水・雨水等の流入量の推移

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/06/06/2-1.pdf>

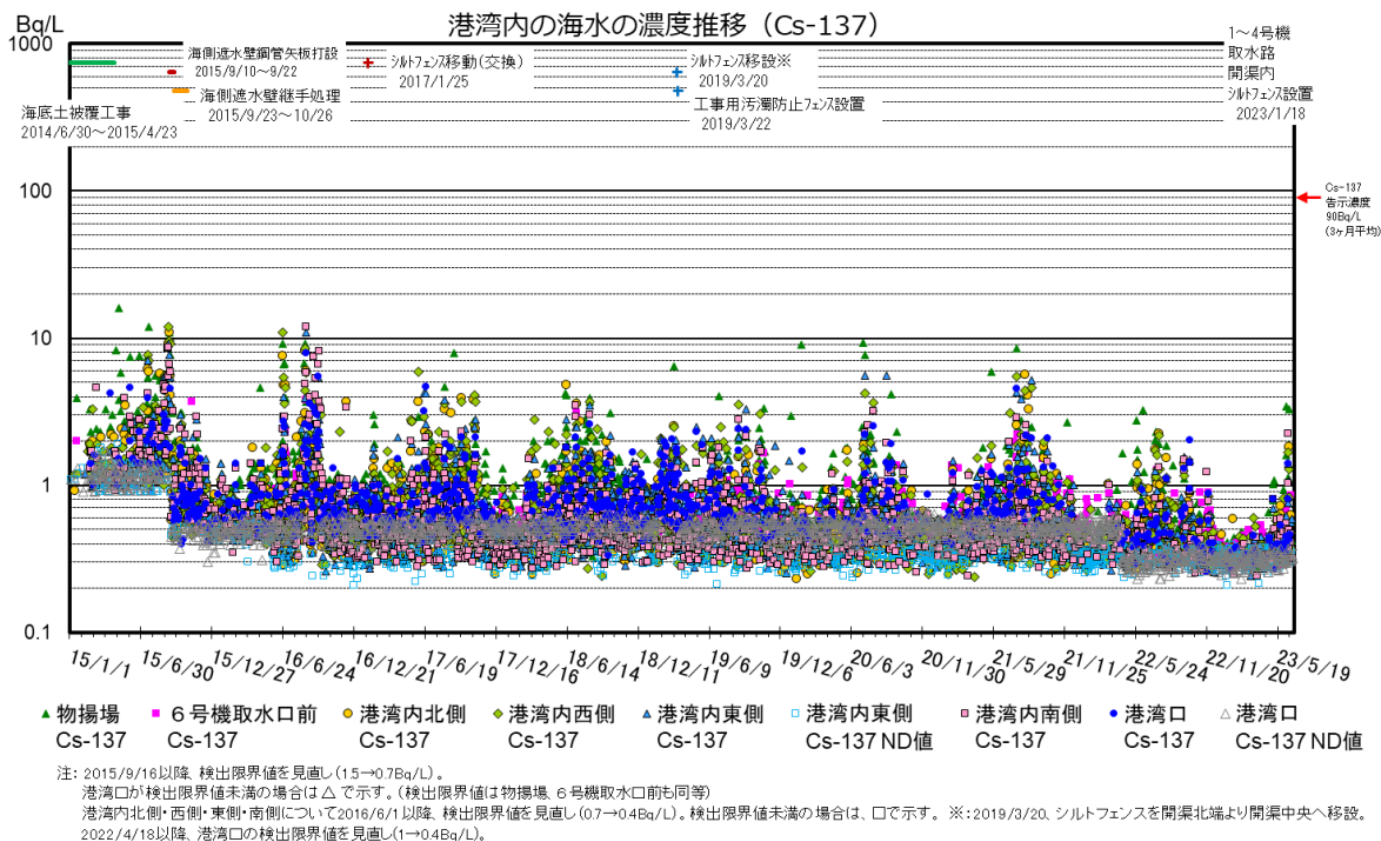


図 6 福島第一原発 港湾内の海水の濃度推移(セシウム 137)

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/06/06/3-6-2.pdf>

推計方法

漏出量を推計するために、まず、海水中に含まれる放射性物質の総量を推計する必要がある。総量はサンプリング調査で分かっている1リットル当たりの放射性物質含有量に専用港内の海水量を乗算することで推計できる。

東京電力は専用港内の複数地点でサンプリング調査を行っている。この中から、港湾内西側地点のデータを用いて推計した。これは、港湾内に出た汚染水は基本的にはこの地点を通過すると考えたからだ。海水中に含まれる放射性物質量は「不検出(ND)」や「—」となっているデータがあるため、検出されたデータのみを用いた高位推計と、NDの場合、検出限界値を用いた下位推計を求めた。結果、2023年5月の専用港内の海水の放射性物質含有量は、高位推計で全β:14.25Bq/L、セシウム137:0.48 Bq/L、トリチウム:2.63 Bq/L、下位推計で全β:13.37Bq/L、セシウム137:0.38 Bq/L、トリチウム:2.32 Bq/Lとなった。なお、港湾内南側地点のデータでも放射性物質含有量は同水準だった。

専用港面積は Google Earth Pro を用いて計測したところ、約 25.4万 m² だった。専用港内の水深は、東京電力は「港内は-6m に浚渫の上、バース長さ 170m の物揚場を設置し 3,000t 程度の船舶を接岸できるようにする」と報告している²。そのため、専用港水深は深い場合で 6.0m とした。

² https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesj1959/11/5/11_5_306/_pdf

なお放射性物質の拡散防止のため、専用港は海底被覆工事が行われた³。3,000トンの貨物船の満水喫水は 5.5m⁴であることや報告⁵から被覆厚さは 50cmと仮定し、水深は浅い場合で 5.5mとした。

次に、外洋と専用港の間で海水がどの程度、交換しているかを推計する。専用港の外洋との交換率は既存研究⁶によれば一日あたり 0.44 とされているため、この値を援用する。なお、外洋側から流入する海水にも放射性物質が含まれるが、福島県が実施している海洋モニタリング調査⁷によれば、取水口付近から採取された海水のセシウム含有量は 2023 年 2 月が 0.010Bq/L、3 月が 0.07Bq/L、沖合 2km でそれぞれ 0.003 Bq/L、0.002 Bq/L のため、計算上考慮していない。

以上の条件から、専用港内に漏出している放射性物質量を推計した。計算式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{専用港内に漏出している放射性物質量(月次)} = & \\ & \text{海水に含まれる放射性物質量(Bq/L)} \times (\text{専用港面積}) \times (\text{水深}) \times \\ & (\text{外洋との交換率}) \times 1000(\text{トン・リットル換算}) \times (\text{月次換算}) \end{aligned}$$

結果、月次の放射性物質放出量は、2023 年 5 月の場合、高位推計で全βが 2,900 億 Bq、セシウム 137 が 96 億 Bq、トリチウムが 530 億 Bq、下位推計で全βが 2,500 億 Bq、セシウム 137 が 70 億 Bq、トリチウムが 430 億 Bq となった。

既存研究⁸によれば、専用港への月次の放射性物質漏えい量はセシウム 137 の場合、2020 年 3 月時点で最大で 100 億 Bq を下回る程度と推計されている。今回の推計では同時点で高位推計が 96 億 Bq となったので、おおむね同程度だと評価できる。

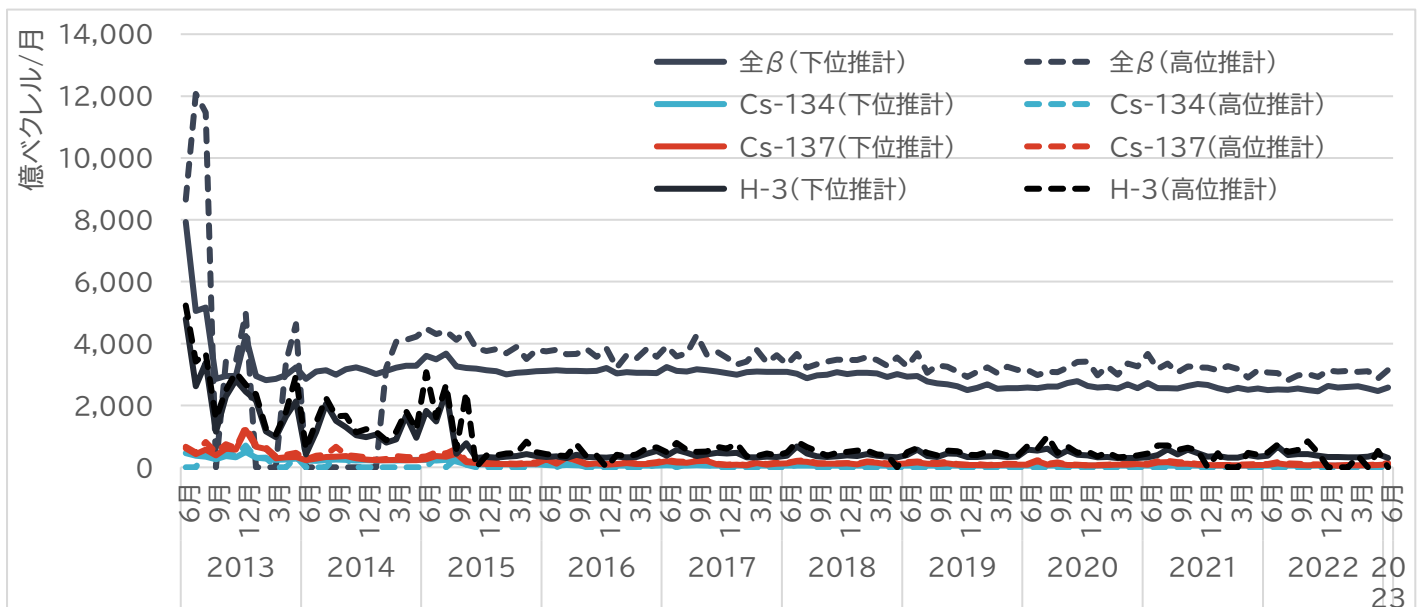


図 7 港湾内西側地点のモニタリング調査に基づく専用港への放射性物質漏洩量推計(Bq/月)

³ <https://jcmanet.or.jp/bunken/kikanshi/2017/05/064.pdf>

⁴ <https://www.mlit.go.jp/common/000206874.pdf>

⁵ https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejoe/73/2/73_I_288/_pdf

⁶ <https://bg.copernicus.org/articles/10/6107/2013/>

⁷ <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/moni-k.html>

⁸ https://www.jstage.jst.go.jp/article/taesj/21/1/21_J20.036/_article/-char/ja

まとめと考察

ALPS 処理汚染水の海洋放出問題では、この水に含まれる放射性物質のみが着目されているが、福島第一原発では、ほかにも複数の経路からも放射性物質が漏出している。ここまで確認してきた現時点での月次の福島第一原発からの推計放射性物質放出量を表1に整理した。

トリチウムに関しては、ALPS 処理汚染水に伴う放出量が大幅に多いが、セシウム 137 や全βに着目した場合、現在、様々な経路で漏出している放射性物質の方が、ALPS 処理汚染水の海洋放出に伴うものよりもはるかに多いことがわかる。たとえば、セシウム 137 に着目すれば、現在の漏出量は ALPS 処理汚染水に含まれるものの約 1,750~2,400倍である。なお、検討対象外としたが、専用港ではなく、直接、海洋に漏出しているものもあるだろう。

表 1 福島第一原発からの推計放射性物質放出量(月次)

	推計時期	放出先	セシウム 137	トリチウム	全β
建屋からの追加的放出量	2023 年 5 月	大気	720 万 Bq 以下		
地下水バイパスによる放出量	2023 年 6 月	専用港外		3.4 億 Bq	
サブドレン等による放出量	2023 年 6 月	専用港		153.4 億 Bq	
専用港への放出量推定	2023 年 5 月	専用港	70 億 Bq ~ 96 億 Bq	430 億 Bq ~ 530 億 Bq	2,500 億 Bq ~ 2,900 億 Bq
参考:ALPS 処理汚染水の放出目標	放射線影響 評価報告書 ⁹	専用港外	400 万 Bq	1.833 兆 Bq	28 億 Bq ¹⁰

ALPS 処理汚染水の海洋放出に伴う放射性物質放出量と、運転中原発の放射性物質放出量を比較することは、2 重の意味で誤っている。第一に、福島第一原発には ALPS 処理汚染水以外にも放射性物質の放出経路があり、そこから出ている放射性物質が非常に多いからである。第二に、通常の原発の運転に伴って放出される放射性物質はトリチウムや希ガス、放射性ヨウ素などであり、福島第一原発から放出されているような多様な放射性物質は放出されないからである。

ALPS 処理汚染水に含まれるトリチウムのみで放出量を比較することは、福島第一原発のきわめて深刻な現状を誤解させる。福島第一原発の敷地境界線に複数設置されたモニタリングポストによれば、敷地境界線の放射線量は毎時 0.3~1 μSv(年間 2.6~8.7mSv) と高いままだ¹¹。

⁹ <https://www.tepco.co.jp/press/release/2021/pdf4/211117j0102.pdf>, p.55 の「表5-4 仮想した ALPS 処理水によるソースターム(年間放出量)」から月次にしたもの。

¹⁰ 放射線影響評価報告書のソースタームにはトリチウムおよび炭素 14 が含まれる。これらはβ線を出すか、全β放射能測定に用いられている GM 計数管による測定では検出できないため、全βから除いた。なお、ソースターム上の炭素 14 放出量は約 92 億 Bq/月。

¹¹ https://www.tepco.co.jp/decommission/data/monitoring/monitoring_post/index-j.html

事故から12年経過した今なお、福島第一原発はこれほど多くの放射性物質を放出している。この現実には東京電力も政府も認識しているはずである。にもかかわらず現在、タンク内で管理できている放射性物質までも外部に放出しようとしている。政府・東京電力の姿勢は極めて問題である。

汚染水貯蔵タンク群を減らすことで、その敷地を将来的に予想されるデブリ取り出しや建屋解体時の放射性廃棄物貯蔵施設にあてようというのがALPS処理汚染水放出の理由だ。しかし880トンと推計されるデブリに対して、現時点で見えている取り出し計画はグラム単位であり、それ自体も極めて高い放射線に阻まれ難航している。事故から12年経過して、事故当初に想定した30～40年での廃止措置完了という目標が極めて非現実的であるということが明らかになっている。拙速にデブリ取り出しに着手することは、労働者の被ばく量をきわめて多くし、しかもほとんど得ることがない作業になる可能性が高い。100年単位での廃止措置を見据えて方法論自体を再検討するべきだ。ALPS処理汚染水放出の必要性もおのずと見直されることになるだろう。

仮に現状の廃止措置計画を続けるにしても、外部放出を可能な限り減らすために知恵を絞ってきただろうか。例えば、取り出したデブリや解体した建屋を管理するためには保管施設が必要になるだろう。こうした施設には当然コンクリートを使うことになるが、人があまり近寄らないこうした施設のコンクリート用の水に使うことも考えうるのではないか。

福島第一原発はすでに事故などで、きわめて大量の放射性物質を放出してきた。これ以上の放出を可能な限り減らすことが事故を引き起こした東京電力の責任であり、そして原子力政策を進めてきた国の責任でもある。



〒164-0011 東京都中野区中央 2-48-4 小倉ビル 1階

TEL.03-6821-3211 FAX.03-5358-9791

URL: <https://cnic.jp/>

<https://cnic.jp/english/>

作成担当者：松久保 肇

2023年8月初版