

2021年12月27日作成

## 第70回(通算第195回)放射線防護研究会

「Chernobyl 原子力発電所の状況について」の概要報告

日時:2021年10月16日(土)14:00~17:00

場所:web開催(前回に続いてオンラインで開催)

参加者:33名

### 開催趣旨

今年5月14日のScience誌に、Fission reactions are smoldering again at Chernobyl というタイトルで、1頁の記事が掲載されました。チェルノブイリ原子力発電所4号炉で中性子モニターの計数値が上昇しているという Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants (ウクライナ, キエフ)の Anatolii Doroshenko 氏の4月に開かれた廃炉会議での発言を取り上げ、再臨界の可能性も仄めかされていましたが、この科学雑誌としては珍しいことに、肝心の中性子モニターの測定値について何の情報も示されていませんでした。ロシア科学アカデミーは、即座に再臨界の可能性を否定するプレスリリースを出し、米国原子力学会も、Science誌も報道機関の煽情主義とは無縁でなかった、という辛辣なコメントを、ホームページに掲載(6月11日)しました。記事には福島第一原子力発電所への言及もありましたが、日本原子力学会や日本保健物理学会からは、今のところ反応がないようです。

Science誌の記事が、メディアやSNSを通じて拡散・増幅したことを考慮し、放射線安全フォーラムでは、チェルノブイリ原子力発電所4号炉の現状に関する正確な情報をお伺いする機会を設けることにしました。講演は英語で行われますが、通訳のサービスはありませんのでご承知置き下さい。

## 記

### 1. 日時、場所

日時：2021年10月16日(土)14:00~17:00

場所：WEB(オンライン)での開催とします。インターネットへの接続が必要です。快適に参加するためにDownloadの速度は20Mbps以上をお勧めします。

### 2. プログラム

司会：飯本武志 東京大学教授・放射線安全フォーラム副理事長

講演1：Imre Pázsit 氏 スウェーデン Chalmers 大学

The accidents at Chernobyl and Fukushima, and some comments on the possibility of re-criticality」(\*英語発表)

講演2：Sergii Paskevych 氏 Deputy Director | Doctor of Psychology.

Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants NAS Ukraine  
「Current conditions of the nuclear safety ensuring of the Shelter object」(\*英語発表)

総合討論：ご登壇の先生方を交えて、討論します。

### 3. 参加費：(放射線安全フォーラム会員は無料)

一般：2,000円

学生：無料(HP申込時に学校名、学部・学科、大学院の場合、研究科・専攻  
下一桁を除いた学生番号を記入してください)

10月8日(金)までに、以下の口座に振込をお願いします。

振込名義が申込者と異なる場合は、必ず振込依頼人欄に申込者の名前を記入してください。

<振込先口座> 三菱UFJ銀行 虎ノ門支店

普通預金口座 0054856

特定非営利活動法人放射線安全フォーラム

### 4. 参加申込み：

ホームページよりお申込み下さい。 <https://www.rsf.or.jp>

事前登録制です。定員は100名を予定しております。参加費は事前振り込みをお願いいたします。参加される方は必ず受付フォームよりフルネームを記入の上、参加申込みをお

願いたします。申込期日後 ZOOM 招待を申請（登録）されたメールアドレスに発信いたします。

受付期間終了後の参加お問い合わせは、事務局まで願いたします。

5 . 申込期日：2021年10月8日（金）17：00

6 . 問 合 せ： mail@rsf.or.jp

## 開催概要

核燃料は自発的な核分裂を起こす。東京電力福島第一原子力発電所での核燃料物質の自発的な核分裂による I-131 の生成率は  $6.0 \times 10^3 \text{Bq/s}$  とされている。この核分裂が連鎖すると臨界となる。今後、再臨界となる可能性はあるのだろうか？このような懸念に対応するために、今回の放射線防護研究会が開催されました。

前回と同様に、海外からのスピーカーをお招きしたオンラインでの研究会となり、参加者には研究会の事前準備が問題ないかの確認から貢献頂きました。ご協力下さった方々に感謝申し上げます。

Imre Pázsit 先生は University of Michigan に留学した経験がお有りとのことで、高橋理事長の Glenn F. Knoll 先生の Radiation Detection and Measurement を教科書にして勉強したとの話に呼応して書棚に置かれていたこの教科書をカメラに向かって私たちに見せて頂くなど、開始時刻を過ぎてもスタッフ間で盛り上がるというオンライン会議の「あるある」の状態からこの研究会はスタートしました。参加者は舞台裏もお楽しめたのではないのでしょうか。

なお、今回の事象にも対応なさっている Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants の Maxim Saveliev 先生もゲストで参加下さいました（これもオンライン会議の「あるある」かもしれません）。

### 講演 1 : Imre Pázsit 氏 スウェーデン Chalmers 大学

「The accidents at Chernobyl and Fukushima, and some comments on the possibility of re-criticality」

原子炉のタイプの違いによる臨界量の違いや制御特性など原子炉の基礎の概説ののちに、チェルノブイリと福島での事故がそれぞれの炉の特性を踏まえて比較されました。チェルノブイリ事故では時系列に事象の詳細が示され、その原因となった非定常的な運転を行うことになった原子炉の運転で生じる放射性キセノンの課題やその試験での原子炉の停止後の冷却の課題も解説されました。福島での事故に関しては建設時から振り返られ、事故時のそれぞれの原子炉での経時変化が示されました。

最後に廃炉作業が進められているチェルノブイリでの中性子レベルが増加した事象についてコメントがありました。

中性子レベルの上昇は 1990 年にはすでに観測されていました。この時のレベルは、今回よりもはるかに高いもので（通常の 60 倍に達したそうです）、雨水の流入でもたされたと考えられます。幸い、水が沸騰して臨界が止まるとのご説明がありましたが、この Imre 先生のご発表に対して、事実関係の訂正として、Maxim Saveliev 先生から、1990 年の臨

界の停止の機序として、集積していた核燃料物質が流入し続けた水で拡散したことによる  
と考えられているとの補足がありました。

シェルター内には、炉心燃料の約 96% (190.2 トン) に加えて、冷却プールにある燃料と  
中央ホールの新燃料が残っており、総量は合計で 214.6 トンとのことでした。これらの燃  
料は低濃縮 (1.8~2%の U-235) であるそうです。軽水の存在下で臨界に達しようと考え  
られますが、その条件は燃料デブリの形状に依存するとのことでした。

最近の中性子束の増加は、シェルターの上に「NEW SAFE CONFINEMENT-OBJECT «SHELTER»  
(NSC-S0)」(次の Sergii Paskevych 先生のご講演で詳しい説明がありました) が建設さ  
れてから数ヶ月後に始まっており、通常の倍程度に留まっているそうです。この中性  
子束の増加は専門家の予想通りであり、安全が保たれていると考えられるとの意見が述べ  
られました。

講演 2 : Sergii Paskevych 氏 Deputy Director | Doctor of Psychology. Institute for  
Safety Problems of Nuclear Power Plants NAS Ukraine

「Current conditions of the nuclear safety ensuring of the Shelter object」( \*  
英語発表)

この講演では、豊富な現場の写真と実際のデータが提示されました。

Imre Pázsit 先生のご講演で言及のあった NSC-S0 についても詳しい説明があり、詳細なモ  
デリングがなされ、それを検証するために十分なデータが取られていることもお示し頂き  
ました。

Imre Pázsit 先生のご講演資料にもあったように、事故の瞬間、炉心に装填されていた燃  
料の質量は 190.2 t で、このうち 95%以上の燃料である約 180 t はサイトに留まり、この  
他の核燃料も含めた room 305/2 での 5 つのクラスターなどのサイト内の場所の別の核燃  
料物質の Fuel-containing materials (FCM) や Potentially nuclear-dangerous clusters  
(PNDC) としての存在量や存在形態、それぞれの燃焼度などの推定に関して、どのような調  
査が行われているかやその調査結果の詳細も示されました。

中性子の計数率の増加に関しては、Imre Pázsit 先生のご講演と同様に 1990 年の事象と比  
較した説明がありました。1990 年の事象は、以下の 3 つの方法で解釈することができる  
とのことでした。

1. FCM クラスターに水が入り、未臨界度が徐々に低下した。

2. 高温の FCM クラスタに水が入ると、システムは臨界状態に達したが、過湿により連鎖反応が停止した。
3. 測定装置の故障。装置の再チェックを慎重に行った結果、この選択肢は除外された。

PNDC で臨界がどのようにもたらされうるかに関して実験とシミュレーションで検討が行われ、その制御のために必要な動態の知見が得られており、その知見を反映させた対策が講じられるような手立ても講じられているとのことでした。

この事象を受けての対策の説明もありました。コア抜きと中性子モニターの設定が進められたとのことでした。中性子のモニター結果に及ぼす環境要因の解析が詳細に行われ、その結果、room 305/2 に直接アクセスすることは適わない隠れた核燃料クラスタの存在が確認されたとのことでした。このようなクラスタが他にも判明していました。

FCM クラスタの実効中性子増倍率に影響を与える条件が解析され、水分濃度低下による自己持続型連鎖反応 (SCR) の発生特性に影響するパラメータが推定されていました。

その結果、「NEW SAFE CONFINEMENT-OBJECT «SHELTER» (NSC-SO)」の設置により、FCM クラスタの貯蔵条件が変化し、再臨界に至る可能性が否定できないとのリスク評価がなされていました。

総合討論：

講演後に飯本理事の司会で総合討論が行われ、以下のような質疑がありました。

質問

1990 年 6 月の中性子計数率のモニタリング値に関して。280 から 290 時間の間にデータが欠損しているが、より中性子計数率が増加したことは考えられないか？また、数え落としは起こっていないか？

回答

他の方法でも検証されており、その可能性は否定的だと考えられる。

質問

核燃料物質が残存した状態での臨界の防止について

回答

核燃料物質が残存した領域へのアクセスは容易ではないこともある。もちろん、臨界防止のために中性子吸収材の注入は試みられたが、十分な量を核燃料物質の周囲に注入するのは容易ではない。

中性子吸収材の注入のために壁に穴を開けることで構造にダメージを与えることも考えられるでしょう。

この他、コミュニケーションの課題、モニタリングの課題も飯本理事の巧みな司会の元、大学院生も積極的に参加され、チャットも交えてやり取りがなされました。中性子の計数率の増加などに関して、Maxim Saveliiev 先生からも実際のデータに即した解説がありました。

両先生の講演は、教育的なものでしたが、ウクライナの Sergii Paskevych 先生と Maxim Saveliiev 先生からは、率直な事実関係の説明がありました。Sergii Paskevych 先生からは、透明性の確保が大切とのコメントも頂きました（複雑な政治的な状況も反映したコメントでしたが先鋭的にせず深刻な事態であってもジョークを交える気遣いがなされておりました）。これを受けて会場から、事実をきちんと提示して率直にコミュニケーションすることの重要性を改めて強調するコメントがありました。

原子力事故後の対応でウクライナの経験に学ぶことは大きいですが、日本からも経験の発信が求められるところだと思います。

山口一郎