

## 雷による建屋内の放射線計測装置等の挙動について

令和4年3月10日  
技術基盤課  
実用炉監視部門

令和4年1月20日の第51回技術情報検討会において、電磁両立性（EMC）に係る事業者からの意見聴取結果について報告した際に、山中委員より「サイト内外の計測装置は、雷によりパルス状の信号が検出される。最近の研究では窒素が関係する核反応で生成する粒子線、放射線であると考えられている。原子炉の建屋の中にある放射線計測装置は、雷の際にどのような挙動をするのか。」との質問があった。上記質問を受け、建屋内のプラント監視等に用いられている放射線計測装置及び核計装（以下、放射線計測装置等という。）に対する雷による挙動、特に放射線発生による影響についての文献調査の結果及び原子力規制事務所からの情報を以下に取りまとめた。

### 1. 雷雲による放射線発生に係る文献調査の結果

日本海側の原子力施設に設置された環境放射線モニタの線量率指示値が冬季の発雷時に上昇するという件について複数の報告がなされている。JAEA 鳥居氏による博士論文[1]では以下の特徴が示されている。

- ・ 線量率指示値の上昇の立ち上がり時間は数10秒程度である。
- ・ 発生する放射線（光子）はエネルギーが数MeV程度までの連続スペクトルを示す。
- ・ 線量率指示値の上昇が観測される領域のほとんどは数100mと局所的である。

また、島根県原子力環境センター生田氏他による高エネルギー光子の対生成-対消滅に伴う511keVの明瞭な消滅放射線の観測[2]及び東京電力 飯村氏他による柏崎刈羽原子力発電所敷地境界付近に設置している環境放射線モニタにおいて雷雲の接近に伴い空間線量率が上昇した事象の報告[3]がそれぞれ原子力学会において発表されている。さらに、最近では東京大学から「雷がもたらす強力なガンマ線フラッシュ 地上での放射線量の測定に初めて成功」という発表もされている[4]。

上記のように、雷雲からの放射線の発生についての報告が複数見られる一方で、以下のような状況も併せて示されている。

- ・ 文献[2]では感度が相対的に高い NaI (TI) 検出器では 98nGy/h の指示上昇があったのに対して、感度が相対的に低い IC 検出器では 49700nGy/h の指示上昇があり NaI (TI) 検出器で顕著な数え落としが発生していると考えられると報告されている。また、同発表者による島根県原子力環境センター所報掲載の論文[5]のように環境放射線モニタの線量率指示上昇のあった期間を含む期間の線量累積値を受動・積算型の線量計である熱ルミネッセンス線量計 (TLD<sup>1</sup>) を用いて測定したところ他の期間に比べて線量累積値の上昇が見られたという報告もされている。
- ・ 文献[3]では、発電所敷地境界のモニタリングポストについては影響があったものの、同発電所の排気筒モニタについては指示値に変動がなかったと報告されている。
- ・ 文献[4]では、数百マイクロ秒という極めて短い時間にバースト状に発生すると報告されている。

## 2. 事業者公開のデータベースの調査結果

事業者公開のデータベース (NUCIA) からノイズ発生に係る一定の検索条件 (ノイズ、サージ、EMC、EMI<sup>2</sup>、RFI<sup>3</sup> 等) にて安全系設備に関する事例を調査した結果、建屋内の放射線計測装置等に関しては、定検中に雷によるノイズで主蒸気管モニタが誤動作しスクラム/主蒸気隔離が発生した事例及び平均出力領域モニタが落雷によるノイズの影響で誤動作し原子炉スクラムが発生した事例が見られたが、あくまで雷によるノイズによる影響とされており、雷雲からの放射線により建屋内の放射線計測装置等に影響があったという報告はなかった。

## 3. 原子力規制事務所からの情報

原子力規制事務所から、雷雲からの放射線により環境放射線モニタの線量率指示値が上昇した可能性のある事象についていくつか報告があった。他方、雷雲からの電磁ノイズによる影響が混在する可能性があるという説明が事業者によりされているという報告、及び、環境放射線モニタについては雷雲からの電磁ノイズによる線量率記録の欠損が生じたことがあるという報告もあった。

これに対し、建屋内の放射線計測装置等に対しては、雷雲からの電磁ノイズの影響が見られたため追加で必要な対策が講じられたことがあるという報告はあったものの、雷雲からの放射線による影響がみられたという報告はなかった。

<sup>1</sup> Thermoluminescent dosimeter

<sup>2</sup> Electro Magnetic Interference

<sup>3</sup> Radio Frequency Interference

#### 4. まとめ

文献によれば、高エネルギー光子の対消滅、対生成による 511keV の光子の発生が観測されていることから、何らかの放射線が雷雲より発生するという自然現象により、環境放射線モニタに対しては、同時に生じる電磁ノイズによる影響<sup>4</sup>との切り分けは困難ではあるものの線量率指示値に影響を与えうる程度の実際の線量率の上昇が生じる可能性がある。一方で、その線量率の上昇はわずかなものであるため、建屋内の放射線計測装置等の動作に顕著な影響を与えるようなものではないと考えられる。

したがって、建屋内の放射線計測装置等が雷の際に取り得る誤動作等の挙動への対策としては、実際に事例が報告されている電磁ノイズの影響に対応し得る適切な措置が取られていることが重要であると考えられる。

一方で、事象の発生頻度が少ないこともあり、現時点で得られた情報が少ないことから今後関連した知見の蓄積を行う。

#### 参考文献

- [1] 鳥井 建男、「雷雲中における放射線発生メカニズムに関する研究」大阪大学 博士論文、2003 年 12 月、URL: <http://hdl.handle.net/11094/778> (アクセス日: 令和 4 年 2 月 3 日)
- [2] 生田 美抄夫 他、「冬季雷雲活動による放射線バースト時の詳細計測」日本原子力学会 2016 年秋の大会 2J10, 2016 年 9 月
- [3] 飯村 駿介 他、「雷雲に伴う空間線量率の上昇事象」、日本原子力学会 2018 年秋の大会 3K09, 2018 年 9 月
- [4] 「雷がもたらす強力なガンマ線フラッシュー 地上での放射線量の測定に初めて成功」東京大学 ARTICLES、2019 年 8 月、URL: [https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/articles/z0508\\_00015.html](https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/articles/z0508_00015.html) (アクセス日: 令和 4 年 2 月 3 日)
- [5] 生田 美抄夫 他「(1) 島根原子力発電所周辺における冬季雷雲からの放射線」、島根県原子力環境センター所報 第 1 号, p. 15-16, 平成 28 年 9 月、URL: <https://www.pref.shimane.lg.jp/infra/kankyo/kankyo/houshanou/shoho.data/shohou1gou.pdf> (アクセス日: 令和 4 年 2 月 25 日)

---

<sup>4</sup> 環境放射線モニタに対する電磁ノイズの影響に関しては、2019 年に環境放射線モニタの製品仕様を規定する JIS Z 4325「環境γ線連続モニタ」が改正され、類似の放射線計測装置類に対する国際規格の最新動向を反映して電磁両立性に関する要求事項が追加されている。