

原子力発電所の重大事故発生確率の簡単な見積もり
A simple estimate of the probability of a grave accident of nuclear power plants

○深畑幸俊

○Yukitoshi FUKAHATA

We must not forget the severe accident of the Fukushima nuclear power plants. Japan has been repeatedly hit by super-colossal volcanic eruptions. For example, Kyusyu, in which some nuclear power plants locate, had 3 VEI = 7 class super eruptions in recent 10^5 years. The frequency of such super eruptions is not so high, but considering the grave damage into account, the risk of the super eruptions to the nuclear power plants is totally unacceptable.

1. はじめに

「失敗学」を提唱し福島原発事故の政府事故調査委員会委員長も務めた畑村洋太郎氏は、かつて「知るを楽しむ」というNHKの番組で三陸の津波被害を記録した石碑の前に立ち、失敗が忘れられ易いものであることの危険を説いた。東日本大震災の5年前のことである。あの事故の際に、「東日本壊滅」の崖っぷちに立たされたことを、もう我々は忘れかけているのだろうか。

福島原発事故は、未だに帰還困難区域が残る重大な事故であったが、事故の規模に比して被害が少なかったことはあまり認識されていない。多くの時間帯で西寄りの風だったため、放射性物質が海上に流されたからである。一方そのため、「トモダチ作戦」により海上で救難活動にあたった米兵は少なからぬ健康被害を被ったとされる。但し、福島事故の際にも、限られた時間帯に首都圏まで放射性物質が流され、大騒ぎとなった。原発事故が起こった際には、30 km 圏、ましてや地元自治体に被害が留まる訳ではない。仮に若狭湾に立地する原発で福島並みの事故が起きれば、京都市や名古屋市等でも深刻な被害が生じるであろう。

この原発の安全問題の基本は、原子力発電所のシステムが、「本質安全」ではなく、飛行機などと同様に「制御安全」であるということである。つまり、原発は、人が手を加えることで安全が保たれているのであり、人の管理が行き届かなくなれば、あるいは停電や断水、機器の不具合などがあれば、暴走して大事故に至る性質を持っている。

原発事故を引き起こす要因としては、地震、津波、火山、戦争、テロなどに加え、人為ミスや老朽化による異常など様々なものがある。「本質安

全」ではないため、何か問題が起きた際に食い止める適切な手段がないと、重大な事態に立ち至る。そのように様々な危険がある中で、本稿では特に火山の巨大噴火を取り上げる。それは、この危険が特に高いからというわけではなく、危険性の確率が科学的に見積もり易いからに過ぎない。

なお、超巨大噴火の原子力発電所に対する危険は従前より幾度も指摘されているところであり（例えば、別冊日経サイエンス、no.217）、特に目新しいものではないが、原発の再稼働が本格的に進められようとしている現在、改めてその危険性を指摘しておきたい。

2. 原発の事故許容確率と超巨大噴火

原子力発電所において事故の発生は厳に避けるべきだが、それでも人工構造物であるので100%の安全は原理的に保証できない。つまり、岸田首相は「安全性を最優先に」と言っているが、それを忠実に守ったならば、原発は金輪際動かさせない。必ずリスクを取って動かすのである。

そこで、どの程度のリスクまで許容できるのか、安全性を確保すべき目標が定められている。経産省(2015)の資料によれば、セシウム137の放出量が100TBq（福島原発事故の約1/100）を超える事故の頻度を100万炉年に1回程度、としている。

この値は、概ね合理的に思える。例えば、事故発生確率が1炉年あたり1万分の1とすると高過ぎる。原発を100年間動かした場合に1基あたりの確率は1/100となり、震災前は50基以上の原発が稼働していたことを思い起こせば、1/2に跳ね上がるからである。

火山の噴火規模を表す指標としてVEI指数とい

うものが使われている。指数が1つ上がるごとに火山噴出物の量が10倍になる。例えば、国内における20世紀最大の噴火である桜島の大正噴火はVEI=4、江戸時代に東京にまで降灰をもたらした富士山の宝永噴火はVEI=5である。

地質記録から、日本ではVEI=7の噴火が度々起こってきたことが知られている。例えば、九州では最近10万年間に、鬼界、始良、阿蘇の各カルデラで少なくとも計3回発生した。VEI=7の超巨大噴火は破局噴火とも呼ばれ、その威力は凄まじい。約9万年前の阿蘇4と呼ばれる噴火では、火砕流が玄界灘や瀬戸内海北岸の山口県まで達した。火山灰も厚く降り積もり、北海道まで到達した。玄海原発（佐賀県）や伊方原発（愛媛県）は、たとえ火砕流の直撃を免れたとしても、大規模停電や断水等により、健全性を保つのは難しいだろう。そもそも、原発の運転員も避難する必要がある。始良カルデラの噴火では、九州南部にシラスと呼ばれる膨大な堆積物を残した。始良カルデラと鬼界カルデラの噴火では、川内原発（鹿児島県）が射程に入る。また、VEI=6の巨大噴火もより頻繁に発生しており、現在運転停止中だが、東通原発（青森県）や泊原発（北海道）は、それぞれ十和田カルデラや支笏カルデラ等の大噴火の影響を受けやすい。

VEI=7の超巨大噴火は滅多に起こるものではないが、九州について言えば、約3万年に1回、つまり 3×10^{-5} /年の割合で発生している。一つの炉当たりにしても 10^{-5} /年程度かそれを上回る。しかも事故の規模は、曲がりなりにも事故後に対応がなされた福島やチェルノブイリを上回る可能性が高い。このリスクは、上述の安全基準に照らして明らかに許容できないものである。大規模噴火の際には、首都圏や近畿圏でもcmオーダーの火山灰が降り積もる。ただでさえ極めて大変な事態であるのに、そこに放射性物質が混じったらどうなるだろうか。想像に余るものがある。

3. その他の危険要因

確率的に見積もることは容易でないが、地震動による被害も心配される。設定した耐震基準を上回る揺れにこれまで幾度も見舞われてきた"実績"がある。それにも拘わらず、中越沖地震に襲われた柏崎刈羽原発（新潟県）を除くと、耐震基準の厳格化は限定的である（樋口, 2021）。2018年北海道胆振東部地震は、震源が深かったため地表地震

断層を生じなかったが、最大震度7を記録した。これは、活断層がない所でも震度7が起こり得ることを示している。しかし、耐震基準は、こういった知見に合うよう十分改訂されてはいない。

原発には、戦争やテロの危険もある。ロシアによるウクライナ侵攻は、戦時には原発も攻撃対象となることを示した。ここで注意すべきは、ウクライナの原発が重大な損傷を被った場合、ロシアにも被害が及ぶ可能性が高い一方、風向きの関係から、日本の原発が攻撃を受けても他国にはほとんど被害が及ばないということである。反撃能力を持つことも必要だろうが、原発の防衛はどのように考えているのであろうか。

4. まとめ

地質学的に脆弱な日本で原発を動かすことは、非常に高いリスクがある。いわば、次のようなロシアルーレットを回しているようなものである：「あなたに毎年1万円あげましょう。但し、このルーレットを回して下さい。なに、滅多に当たりは出ません。しかし、もしも当たりがでたら、あなたの隣人ともども永久に故郷を奪います」。

当たりが出る確率は、超巨大噴火だけを考えて場合にはそれほど高くないが、それでも無視して良いほど小さいわけでは決してない。そして、事故が起こった際の被害は極めて甚大である。

巨大噴火の際には、原発がなくとも甚大な被害が出るのだから、同じではと考える方もいるかも知れない。それについては、以下の池田(2015)の言葉を引用したい：「阿蘇カルデラ級の噴火が起これば九州全域と西日本の一部に相当する広大な土地が火砕流に覆われて焦土と化し、事前に避難できたとしても（中略）。しかし、一世代後の難民は豊かによみがえった土地に戻ることが可能であろう。一方、ひとたび甚大な原子力災害が起これば、事実上永久に国土を失うことになるだろう。」

[文献]

樋口英明, 2021, 私が原発を止めた理由, 旬報社。
池田安隆, 2015, 変動帯に立地する原子力関連施設の耐震安全性評価に関わる地質学的問題, 地震学会モノグラフ, 3, 12-19。
経済産業省, 2015, 各国（日報, 米国, 英国, 仏国）における確率論的リスク評価の活用状況, 総合資源エネルギー調査会自主的安全性向上・技術・人材WG第5回会合資料1。