

# 水蒸気爆発及び水素爆発の危険性

中西正之

1979年3月28日にアメリカのスリーマイル島で過酷事故が発生し、続けて1986年4月26日に旧ソ連のチェノブイリで過酷事故が発生し、世界的には過酷事故が起きた場合の、緩和設計が重視されるようになった。

チェルノブイリ原発は格納容器が無く、爆轟で熔融核燃料が野ざらしになり、520万テラベクレルの放射性物質放出されたといわれている。

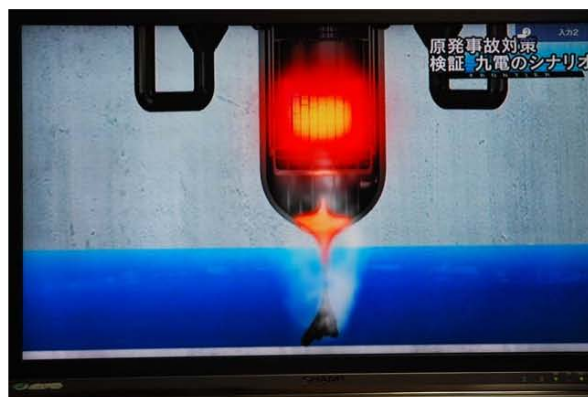
日本では過酷事故は起こらないと考え続けられてきたので、十分な対策は行われなかった。ところが、2011年3月11日に福島第一原発で過酷事故が起こり、原発の再稼働の為に、過酷事故対策が必要になり、新しく設置された原子力規制委員会により、過酷事故対策を行ったという新規制基準が策定された。

福島第一原発3号炉の原子炉建屋は爆轟破壊したが、頑丈な格納容器は破損しなかった。放射性物質の飛散量は格納容器が破れた2号炉よりも少なかった。水素爆発と言われてきたが、水素だけでは爆発が大きすぎ、MCCI（熔融炉心・コンクリート反応）による一酸化炭素との複合爆発と思われる。事故直後には一部で、使用済み核燃料プールが核爆発したといわれていたが、使用済み核燃料は健在で有った。1号炉3号炉4号炉は、原子炉建屋上部は爆発喪失したが、格納容器はほとんど無傷で、放射性物質の飛散量はチェルノブイリよりかなり少なかった。4号炉は定期点検中で有ったので、原子炉内の使用済み核燃料は空中の使用済み核燃料プールに保管されていた。3号炉から漏洩してきた可燃ガス（水素＋一酸化炭素）により爆発が起きたが、大事に至らなかった。ただ、空中の使用済み核燃料プールの水が無く成ると、チェイナシンドロームが起こり250km圏に人が住めなくなるところであった。

日本の旧基準では、福島クラスの事故は起こらないと決められていたが、民主党政権下で発足したばかりの原子力規制委員会は、2012年10月にIAEA（国際原子力機関）の防護対策基準に照らして、福島クラスの事故は起こる可能性が有るとして、UPZ（緊急時防護措置準備区域）をおおむね半径30kmの範囲と決めた。

福島の過酷事故は水素爆発と発表されたので、水素爆発対策は重視され、イグナイターを使用した爆燃による、爆轟防止対策が認定された。

安倍政権に変わってから2013年7月の新規制基準では、原子力規制委員会は「新規制基準ができたので、日本の原発では過酷事故は起こりうるが、起きたとしても福島原発の過事故の放射能の飛散量の百分の一の事故が1炉につき100万年に1回しか起こらない」と改変した。そして、九州電力は、原子炉設置変更許可申請書に、「もし万一川内原発の1、2号機に過酷事故が発生して100トンもの核燃料が2800℃にもなり熔融し、メルトダウンが起きても、水素爆発も水蒸気爆発も起こらず、原子炉建屋から大気に放出されるセシウム137の量は最大でも5.6テラベクレ



で福島第一原発のセシウム137の放出量1万テラベクレルの1785分の一にしかならない」と説明し、原子力規制委員会は新規制基準の適合性審査で承認した。

福岡核問題研究会では、2013年9月20日、NHKの福岡放送局が、九州・沖縄地域限定の、「特報フロンティア、徹底検証・原発新基準九電の審査を追う」を放映した以後、格納容器における水蒸気爆発の問題を警告してきたが、反原発運動ではあまり取り上げてこられなかった。

しかし、最近岩波の「科学」2015年9月号に、高島武雄 後藤政志著「原子炉格納容器内の水蒸気爆発の危険性」が掲載され、水蒸気爆発問題の重要性が理解されるようになってきた。また、川内原発の審査書では、トリガーが無いと水蒸気爆発は起こらないとされてきた。しかし、特別にトリガーが無くても、実際には若松区藤ノ木2丁目のアルミメッキ加工会社

「新興アルマー工業」の工場で2015年9月1日に水蒸気爆発が発生した。そして、これらの知見が、9月14日の名古屋高裁金沢支部第5回口頭弁論や10月8日の福井地裁の関西電力高浜原発3、4号機

(福井県高浜町)の再稼働差し止めを命じた仮処分決定の不服裁判の準備書面で、「水蒸気爆発及び水素爆発の危険性」として全面的に争われるようになり、やっと一部で知られるようになってきた。



そして、Khabensky らの論文でまた新しい知見がたくさん得られたので、それを報告する。

### 「ロシアの新型原子炉 VVER-1000 についての Khabensky らの論文」

初めは、スリーマイル島でのシビアアクシデントにおいて、原子炉压力容器の健全性が維持されたので、溶融炉心の原子炉容器内保持（IVR）の可能性が研究された。しかし、旧ソ連のチェノブイリでのシビアアクシデントにおいて、原子炉容器そのものが破壊されたので、溶融炉心の原子炉容器外保持（EVR）の可能性の研究も盛んに行われるようになった。

ロシアのカベンスキーのこの論文には、IVR 思想設計の事は簡単にしか記述されていない。また比較的によく知られるようになった、EVR 思想設計の一つのフィンランドとフランスで建設中の新欧州 EPR 原子炉のコアキャッチャについても、簡単にしか記述されていない。しかし、

「EVR のるつぼ型キャッチャを備えた原子炉 VVER-1000 が開発され、中国の田湾およびインドのクダंकラムが建設された。この設計思想は、IVR の方法と EPR の方法を融合したものである。IVR の方法とは、原子炉压力容器を外部から少量の貯留水を蒸発させて冷却する方法である。EPR の方法とは、犠牲材料を使用し、水素の発生量を抑制し、再臨界を防止する方法である。この組み合わせは、一方で装置の大型化を回避するために、大規模原子炉の容器表面からの熱流束量を中規模原子炉と同じ程度まで低減でき、他方では、溶融物拡散のために必要な大面積キャッチャの建設を避けることができる。」と説明されている。既に中国やインドで稼働が始まっている VVER-1000 では、テルミット反応による

大量の水素発生防止対策や、徹底した水蒸気爆発対策が行われており、日本の対策はこれらに比べると極めて低水準である。

「蒸気爆発の科学—原子力安全から火山噴火まで—」

高島武雄、飯田嘉宏共著 P 93 L. S. Nelson, P. M. Duda, Steam explosion experiments with single drops of iron oxide melted with a CO2 laser, High Temperatures. High Pressures, vol. 14, p. 272 (1982).

酸化鉄をレーザーで溶かして、水槽に落下して、水中放電で発生した圧力波でトリガーを加え蒸気爆発させた後、粒子を回収してその粒径分布を調べたもの。

水蒸気爆発で大気に飛散した超微粒子のコリウムを肺に吸い込んだらどうなるのかが疑問である。

参考：福島原発事故により放出された放射性微粒子の危険性

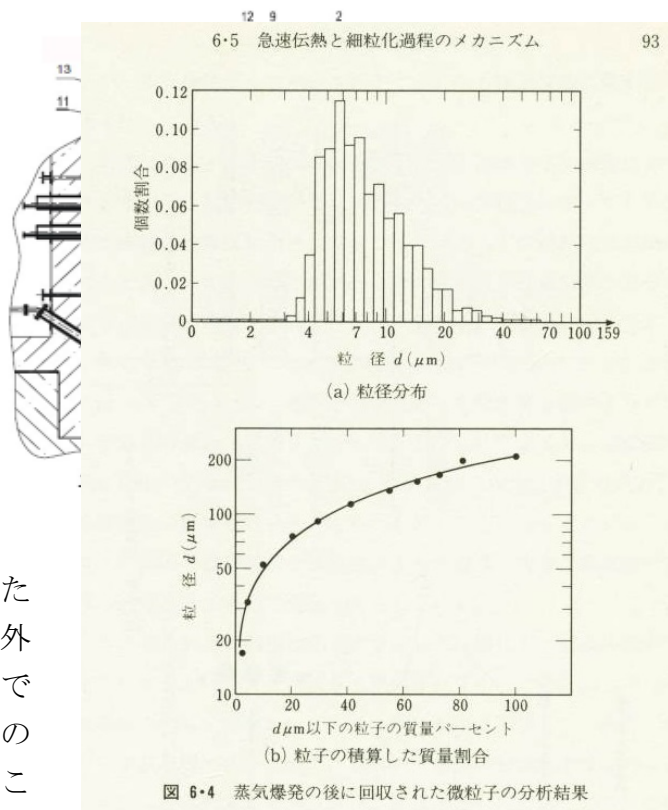


図 6.4 蒸気爆発の後に回収された微粒子の分析結果

——その体内侵入経路と内部被曝にとっての重要性  
渡辺悦司 遠藤順子 山田耕作2014年10月13日  
(2014年12月18日改訂)

また『内科学書』は、「治療総論」の中に「b.吸入療法a)エアゾール粒子の大きさと付着部位」の項があり、「正常な機能をもった肺では、深くゆっくりした呼吸を行った場合、肺胞には1~2 $\mu\text{m}$ 、細気管支には5~10 $\mu\text{m}$ 、気管支には12~20 $\mu\text{m}$ 、上気道には40 $\mu\text{m}$ 以上の粒子が付着する」としている。

