

ベント遅れはあったのか？

今回の原発事故検証委員会の目的の一つが「ベント遅れ事件」の解明であり、各メディア、例えば、6/8 読売新聞も、ベント遅れについて大きく取り上げています。

4/21 の No.29 メモで「1号機については、ベントを早くできたとしても、水素爆発は防げないし、仮に水素爆発を防止できても、放射能流出は防げない」と書きました。

そもそも①ベントの目的は何か？②ベントはどのような条件で可能なのか？③ベントは早くできたのか？④ベントしないとどうなったのか？等々の疑問を検討しました。

結論は、そもそも「ベント遅れ事件」というものはなかった、ということです。

最初に水素爆発についてですが、原子炉建屋 5F（最上階）でおきたので、フランス・アレバ社から「格納容器ベントの行き先は原子炉建屋だった」という指摘がありました（図1）。もしかしたら、ドイツのBWRはこうなっているのかも知れませんが、福島は違います。

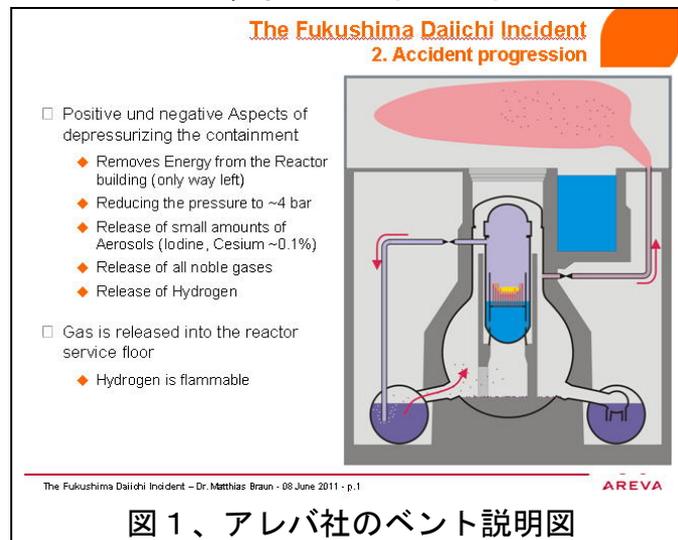
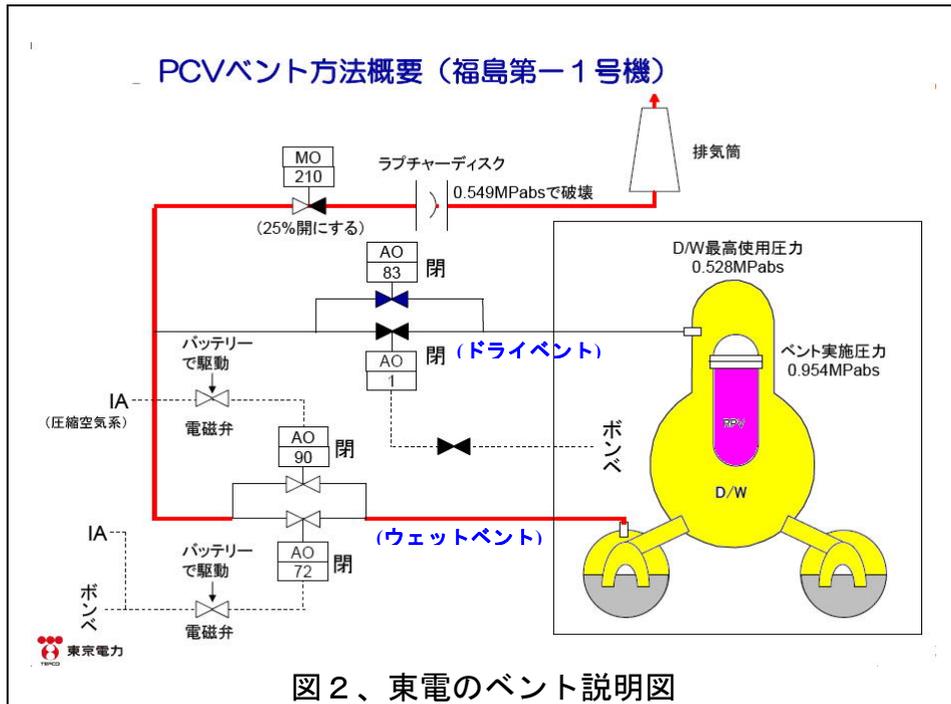


図1、アレバ社のベント説明図

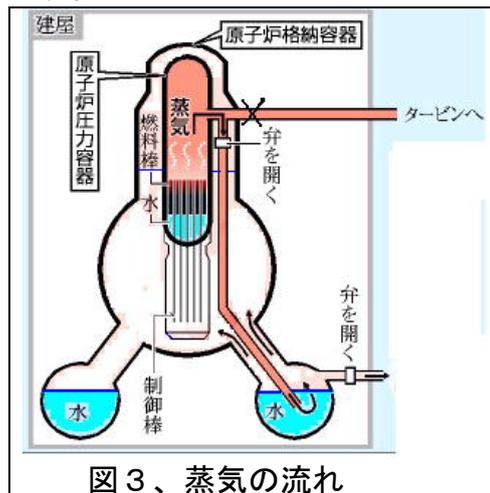
東電資料によると、福島1号機の格納容器ベントは下図のようになっています。今回、採用したベント方法は、基本的に、格納容器下部にあるドーナツ状の圧力抑制室から、蒸気を排出するものです。こちらをウェットベントと呼び、格納容器上部のいわゆるドライウェル部分からのベントをドライベントと呼ぶこともあります（下図参照）。

ウェットベントは、圧力抑制室で沃素やセシウムといった放射能をかなり水に吸収でき、外部への放射能流出が少なく済むので、基本的にこちらを採用します。



①ベントの目的

事故時に、原子炉から大量の高温蒸気が発生すると、その蒸気は圧力抑制室で水に凝縮します。しかし、この水の熱を海水などに排出できないと、圧力抑制室の水温が上昇し、同時に格納容器圧力も上昇します。格納容器の耐圧は4気圧なので、何もしないと、格納容器が破損し、事故で破損した燃料から放射能を持ったガスが原子炉外へ無制御に出て行ってしまいます。つまり、ベントをしてもしなくても放射能災害は起こるわけですが、ある程度制御して放出できること、また、その後の復旧に格納容器の健全性が維持できることがメリットと考えられます。



格納容器ベントについて、安全指針では下記のように「過圧を防ぐものであるが、炉心の冷却ができないと、結局は溶融燃料が格納容器を破損する」と、ベントだけでは放射能災害を防げない、と書いています。つまりベントさえできれば万歳、などというのではなく、炉心に注水できなければ一巻の終わり、ということです。

「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」原子力安全委員会決定、平成四年五月二八日

格納容器ベント設備は、格納容器の過圧破損を防ぎ、その健全性を維持するための設備である。設備の故障、誤動作または運転員の誤操作が安全性をかえって阻害する可能性については、各国とも通常時閉止の隔離弁を2弁設置するか又はラプチャーディスクあるいはこれらの組み合わせにより対応している。

BWR-Mark-1/2型格納容器の現状の設計においては、フィルター付ベント設備もしくはウェットウェルベント設備のみでは格納容器の過温破損が防止できないため、必ずしも環境への核分裂生成物放出の低減に関して有効とならない。

②ベントはどういう条件で可能なのか？

図2を見ていただくと、排気塔の手前に「ラプチャー・ディスク（破裂板）」というものがあります。ラプチャー・ディスクは、予め決められた設定圧力で薄い金属板が破断することにより、瞬時かつ確実に内部圧力を逃がすことが出来る安全装置です。機械的な動作も電気も必要としませんが、一度開放したら元には戻せないのので、別に閉鎖弁を設ける必要があります。図2のラプチャー・ディスクに「0.55Mpa（5.5気圧）で作動する」とあります。つまり、格納容器圧力が5.5気圧でないと作動しない、という仕組みです。

ベントには、もう一つ条件があります。それは、ベントは原発の外に放射能災害を引き起こすので、ラプチャーディスクの万一の誤作動を考え、常時閉の隔離弁を設置するよう定められているため、この弁を開けなければならない、ということです。

しかも、この弁が、片方はAO弁（空気圧作動弁）で電気は不要ですが、もう一方はMO弁（電動弁）なので、全館停電している環境では、仮に格納容器圧力が5.5気圧以上でも、ベントするためには、このMO弁を現場で開けなければならない、という状況だった訳です。

以前、このメモの読者の方から「隔離弁2個を直列に設置するのはおかしい」とのコメントを頂きました。事故の後では、私もその通りと思いますが、設計者は、誤作動による放射能災害の可能性を下げようとしたのでしょう。上の指針でも「ラプチャーディスク+常時閉の隔離弁2個」は合格とされています。

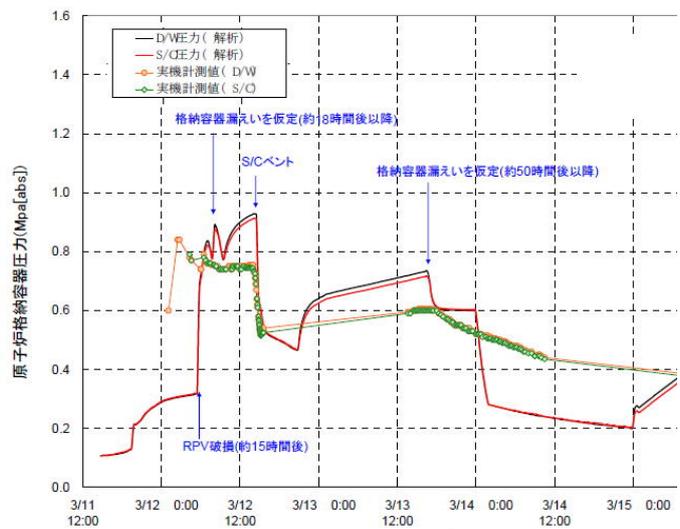
③ベントは早くできたのか？

以下、各号機ごとに検討していきます。

福島1号機

5/24 発表の東電データでは、3/12 の 01:00 に 6 気圧に達したと見られます。

その後、10:17に、ウェットベント手順を開始したのですから、これだと、ベントが遅いと思いますよね。以下、じっくりと検証しましょう。



5/27 の No. 42 メモより再度掲載（青字は未確認情報、赤字は筆者）：

3/11

21:51 原子炉建屋で放射線が検出され立入禁止。毎時 290 ミリシーベルト

3/12

01:00 格納容器 6 気圧

01:48 非常用復水器停止

(炉心は無冷却となり炉心損傷⇒燃料ペレット落下⇒圧力容器底部が過熱)

02:45 圧力容器の圧力が 70 気圧から 9.5 気圧に低下（No.42 メモの図）。

同時に格納容器の圧力が 9.5 気圧に上がった。

(圧力容器底部（中性子計装管？）が破損して、格納容器と相通した？)

以降、格納容器圧力が低下。**(格納容器の破損？)**

05:46 消防自動車により、消火系から淡水注入

10:17 : ウェットベント手順開始

14:30 : 格納容器ドライウェル圧力低下=ベント成功

つまり、3/12 の 01:00 以降ならベントが可能だった訳ですが、その 1 時間後には炉心損傷が始まり、02:45 には圧力容器が破損し、引き続き、格納容器破損と推定されます。

所が、3/11 の 21:51 には、燃料破損により原子炉建屋に放射能が充満し、立ち入り禁止になりました。それに加え、全館停電している中で、弁を開放する作業は困難であったと想像できます。

なお、東電のベント実施の決断は 3/12 の 00:00、政府のベント指示は 3/12 の 01:30 とされていますから、これらの点から、ベント決定時期はほぼ適切と考えますが、その後の 8 時間は準備にかかったということでしょう。

3/11 の津波で、1号機は交流・直流全ての電源を失いましたが、非常用復水器（No.40 メモ参照）が即座に起動しました。もしも外部電源が復旧できれば何事もなかった訳です。3/11 の 21:51（津波の僅か 6 時間後）までに、その見込みがないと予測でき、予め現場でベントの準備が出来ていて、政府からのベント命令が出ていれば、3/12 の 01:00 以降にベントは可能だったかも知れません。

しかし、こんな「タラ・レバ」を重ねても意味はありません。そもそも、このような過酷事故が起きると予測しているなら、安全指針や安全設備で対応しているでしょう。発電所側の操作の問題ではありません。

いずれにせよ、もし仮に 3/12 の 01:00 以降の時点で早めにベントできたとしても、炉心が冷却されていない以上、結局、圧力容器破損と格納容器破損は防げず、ベントは無意味です。また、02:45 以降には格納容器が破損して、実質的にベント状態になりました。つまり、ベントまで時間が掛かったことは、実質、事故結果に影響しなかった、ということです。

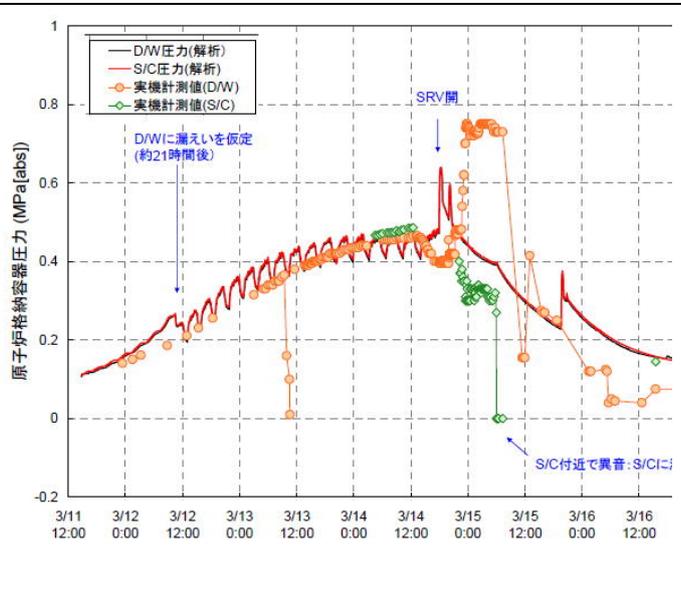
こんな喩えが適切かどうか分かりませんが、新幹線のレールを交換する作業が朝 3 時で終わるべきところを 5 時までかかった、という「遅れ」だった訳です。新幹線は夜中に走っていませんから、安全上、何の関係もありません。このように、「遅れ」が事故や安全性に関係ないなら、遅れたと非難すべきではないでしょう。

つまり、実質的・実効的な意味で、1号機にベント遅れはない、ということです。

福島 2 号機

5/24 発表の東電データでは、格納容器圧力は一度も 6 気圧に達していません。右図の解析では、地震後 21 時間でドライウエルに破損が生じ(★)、その為に格納容器圧力が上がらなかった、と推定しています。また、もし、破損がなければ、3/13 の 00:00 に 6 気圧を越えていたはずとしています。更に、3/15 には圧力抑制室で水素爆発し、破損が起きました。

いずれにせよ、常にベント弁の作動圧力以下だったので、2号機にベント遅れはない、ということです。

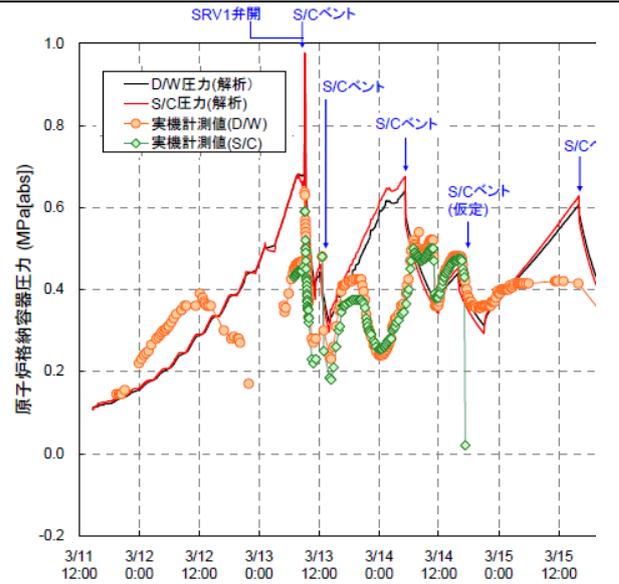


(★) 東電報告書は「格納容器圧力の測定器の故障か、実際に格納容器が破損して圧力上昇が低くなったのか、どちらか不明」としています。

福島3号機

5/24 発表の東電データでは、3/13 の 09:00 に格納容器圧力が 6 気圧になったとのことです。この時点でラプチャー・ディスクが破裂し、ベントが可能になりました。予め隔離弁 2 個も開放されていたか、あるいは既に準備をされていて、09:10 にはウェットベントが実行されました。

つまり、3号機にベント遅れはない、ということです。(★)



④ベントしないとどうなったのか？

1号機は、3/12 の 02:45 以降のある時点で格納容器破損と推定されており、ベントしてもしなくても同じです。

2号機は、常にベント弁の作動圧力以下だったので、ベントが不可能で、更に水素爆発で圧力抑制室が破損し、ベントしてもしなくても同じです。

3号機は、ベントしないと、この時点で格納容器が破損することになったでしょう。現状、どうなっているかは分かりませんが、6/10 の下記記事によると、この3ヶ月のどこかの時点で、格納容器が破損した、と考えた方が良さそうです。その結果、格納容器から汚染水が流出したと考えられますが、2号機ほど放射線量が高くないので、流出の度合いは小さいようです。

3号機原子炉建屋の地下1階に大量の放射能汚染水がたまっているのが見つかった。付近の空間放射線量は毎時51ミリシーベルト。時事通信 6月10日

以上①～④から、そもそも「ベント遅れ事件」というものはなかった、ということです。数日前に、ある週刊誌記者の方に、ベントと水素爆発の関係について説明した際に「ベントを重要視するのはなぜだろう？」と思ったのが、この検討のきっかけです。

ネットで「ベント遅れ」を検索すると100万件近いヒットがあります。私を含めて「ベント遅れはあったに違いない」と思っていた人が多いということです。

だから、自分でも驚く結論ですが、上の通りなら、検証すべきは「ベント遅れ事件」そのものではなくて、なぜ多くのメディアがベント遅れがあるかのように報道したか？ということでしょう。

2011-6-12 記

(★) なお、3号機の推移については6/2のNo.44メモで分析していますが、3/13の09時頃に炉心損傷して水素が発生し始めた模様で、09:10にベントを開始しました。しかし、3/14の11:01に水素爆発しました。ベントをしても水素爆発は防げなかった訳です。