

福島原発事故の真実と エネルギー政策転換の展望



福島原発事故の真実



元中央大学教授 館野 淳

震災後のエネルギー政策と温暖化政策に関する提言：
政策の大転換と低炭素復興債の発行を



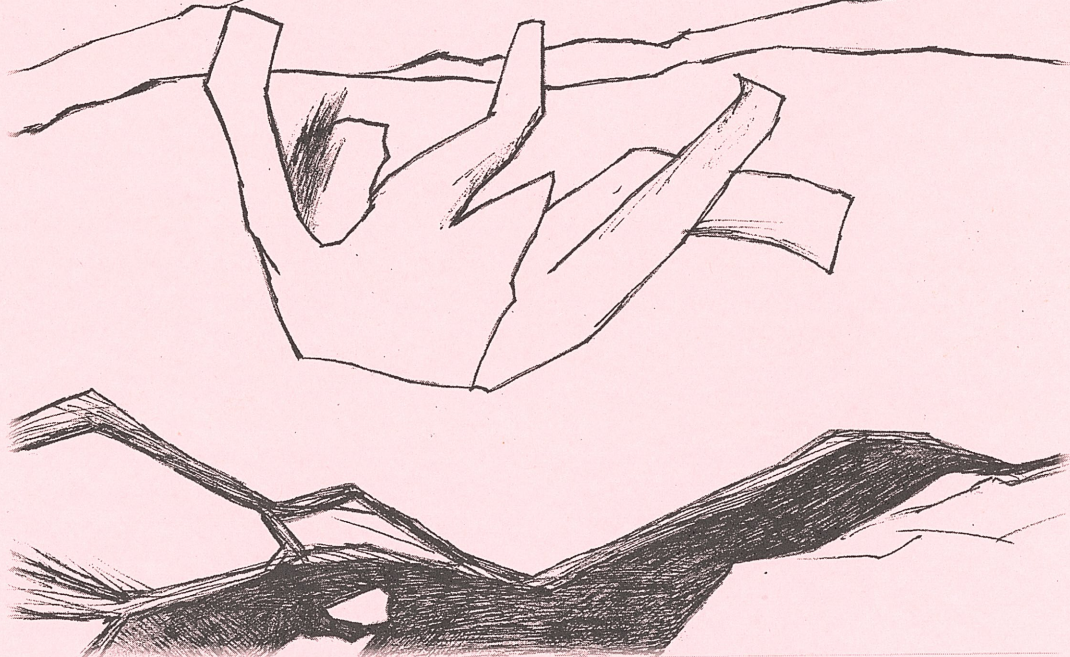
東北大学教授 明日香壽川

「原発震災」史上最大の公害が進む一現地福島からの報告

原発問題住民運動全国連絡センター筆頭代表委員

伊東達也

資料： 館野 淳著「科学者の眼：福島原発事故の解説（抜粋）」（日本科学者会議 HP より）



福島原発事故の真実

館野 淳

1. 事故の経過

＜この事故は地震を契機とした全電源喪失（ステーション・ブラックアウト）、それに引き続く冷却材喪失事故である。過去最悪の冷却材喪失事故は1979年に発生した米国スリーマイル島事故で、同事故の経過は参考になる。同事故では事故発生100分後に炉心が露出、その後緊急炉心冷却装置（ECCS）が働き、200分ごろに再冠水した。つまりこの100分間に炉心溶融・水素発生など、ごく短時間で行き着くところまで進行している。福島原発事故では問題の事故の初期における情報がほとんど公表されていない。＞

＜原子炉は巨大な「湯沸し」であるが、異なる点は、制御棒が挿入され、核反応が止まっても（すなわちスイッチを切っても）発熱はすぐには止まらないという点である。放射線が出る限り発熱する＝崩壊熱。冷却材喪失事故は崩壊熱との戦いである。＞

3月11日14時46分 M9.0の地震発生、スクラム（制御棒自動挿入）で核反応停止。外部電源喪失（鉄塔倒壊?）。15時42分 津波により非常用ディーゼル発電機停止（津波の高さ14m以上（想定5m）、燃料タンク流出、配電盤水没→全電源喪失）。（この後、電気を使わない冷却装置、すなわち、1号機の隔離時復水器は半日間、2、3号機のタービン駆動注水装置は3日および、1.5日動き続けたという情報（日

本原子力学会誌、2011,5月号）があるが詳細は不明。）16時36分 ECCSによる注水不能、東電原災法による緊急事態発生を国に通報、19時03分原子力緊急事態宣言発令。20時30分2号機の冷却装置停止。22時50分2号機炉心露出、保安院溶融予測。＜水素発生認識なし＞

12日1時20分1号機格納容器圧力異常上昇・炉心露出(?)（9気圧→機密性喪失→水素原子炉建屋へ漏洩）。政府が水蒸気放出を何回も指示。10時17分やっと1号機でベント（大気へ放出）＜水素爆発の認識なし＞。15時36分1号機で水素爆発。20時32分1号機に海水注入。

3月13日8時00分3号機圧力容器内圧力急上昇その後低下・炉心露出(?)。水位低下。（13時12分に海水注入まで炉心冷却なし、長時間放置）8時41分3号機格納容器ベント開始。11時20分2号機格納容器ベント開始。

3月14日11時01分3号機原子炉建屋で水素爆発。2号機建屋ブローアウトパネル開放。16時34分2号機に海水注入、水位回復せず。炉心露出。

3月15日6時00分4号機使用済み燃料プールで爆発（使用済み燃料発熱についての認識欠如）。6時20分2号機で水素爆発、圧力抑制室破損。このとき大量の放射能放出（西北方面へのホットスポット）＜以後原子炉への放水・注水続く。＞

3月24日以降3号機タービン建屋で作業員高レベル汚染判明→大量の高濃度汚染水の存在が明らかになった。

(2号機タービン建屋・トレンチに合計2万5000トン、40万テラ(4×10^{17})ベクレル。合計約8万トン毎日400~500トン増加。海への流出520トン、4700兆(4.7×10^{15})ベクレル。)過去の海洋汚染例の例として英国ウイーンズケール(セラフィールド)再処理工場(1983年)160兆(1.6×10^{14})ベクレルがあり、今回の海への流出はこれをはるかに上回っている。

2. 今後の展開

冷却材喪失事故は「熱・放射能・水素」の三つの敵と戦いである。いずれか一つに対しても対応を誤れば破局的事態に至る。これらをコントロールしつつ収束に導くことが必要。しかしいずれに対しても明確な見通しは立っていない(工程表、4月17日東電、ステップ1:3ヶ月、ステップ2:3~6ヶ月)。
①崩壊熱:定常的に冷却し、また汚染水を増やさないためには、循環冷却システムの構築が必要。その一つとして1号機「水棺」。格納容器の重量→約6倍に。余震に対して大丈夫か。
②大量の高濃度汚染水:集中廃棄物処理施設(1万トン程度)へ移送。その先の見通しなし。時間をかけると、地下水・海の汚染拡大。
③充満した水素に7%程度酸素が入ると爆鳴気条件が成立する危険性が大きい。

3. 放射能

高濃度汚染水7~8万トン(4×10^{17} ベクレル)の処理が最も急がれるが、解決のめどが立っていない。大気中に放出された放射能(3月14日の水素爆発時に大幅な増加、ヨウ素131: 1.5×10^{17} ベクレル。セシウム137: 1.2×10^{16} ベクレル。)はたまたま気象条件により西北方面にひろがったが、今後水素爆発などが起きればさらに広がる可能性がある。

放射能については詳細は省略するが、基準値の例として、一般人の被曝限度は年間1ミリシーベルト、避難が必要な被曝量は全身で50ミリシーベルト、職業人の被曝限度1年間で最大50ミリシーベルト、緊急時の作業の場合は100ミリシーベルト(今回250ミリシーベルト)などが定められている。また今回の事故を受けた暫定規制値(3月11日通達)として、ヨウ素甲状腺年間50ミリシーベルト、セシウム全身5ミリシーベルトなどの値が定められた。

4. 最終決着まで

スリーマイル島事故の例で言うならば、1979年3月に事故発生、1982年圧力容器内カメラで撮影、1985年炉心解体作業開始。12~13年かけて汚染水処理なども含めて終了。費用としては10億ドル程度かかっている。(ニュークリア・テクノロジー、87巻(1989年)、旧日本原子力研究所のJAERI-Mレポート 93-111として翻訳あり)。

5. 教訓

まだ事故が収束していない段階で「結論」としての何を学ぶかはいえないが、中間報告的に論じてみる。

(1) 事故が一段落した段階で、原発利用の可否について、国論を二分する、論争が巻き起こるだろう。その中で、「原発は嫌い」「独占資本が進める原発は悪」逆に「原発をやめればエネルギーをめぐる戦争が起きる」といった感情論、イデオロギー論などは、議論を空中戦に終わらせ、結局は現状維持、何も改善されない結果に終わる。我々がなすべきことは具体的に問題点を把握して、提起することである。また空想的な解決策でなく、実現可能性のある政策提起を行うべきであると考ええる。原子力とエネルギー問題は一体のものとして議論すべきである。(国民のエネルギー問題に対する理解・関心は低い。今回の事故は国民的合意を形成するための好機である。)

(2) 以上の観点にたつて、当面実施すべきことは以下の三点である。

①大地震・津波の予想される立地点の原発の廃止。

②老朽化した、また古い設計の原発の廃止。(BWR: マーク I の第一世代。PWR: 照射脆化の進行した初期原発)。事故リスクの低い最新鋭の原発だけを稼働させる。

③規制と推進の分離(行政の抜本改革、最終責任を誰かが取る体制、研究能力を持つ規制当局)、このほかに人的問題としては、産官学癒着体制の解体。以上のことが、当分原発を運転すると

しても、最低限必要な条件であると考ええる。

中長期的措置

以上の措置をとる中で、原子力利用の可否が討論されることとなるが、もし今後も利用を継続とするならば、中長期的に以下の措置が必要である。

(3) 現在の原子炉技術システムの抜本的改良・固有安全炉の研究開発

・軽水炉について (a) 設計思想の再検討: 単一故障指針、設計基準事故など、(b) 材料の再検討: ジルカロイの使用禁止、

・便宜的・形式的安全審査基準、体制の抜本的改善

(4) 国際的安全規制機関の設立 (IAEA 強化?)

(5) 再処理・ダウンストリーム、プルトニウムの扱い。資源的に有用な高速炉にかかわってくるので、問題は難しいが、少なくとも、労多くしてメリット少ないプルサーマルは即時中止すること。六ヶ所再処理工場は活断層の評価など地震とのかかわりが問題視されており、安全審査の資料も公開が不十分であり、これかまでの経緯から見て技術的能力が問題視されているので、操業を中止して、安全審査段階からやり直す必要がある。同時に使用済み燃料の当面の貯蔵をどうするか、考える必要がある。

(6) エネルギー政策として

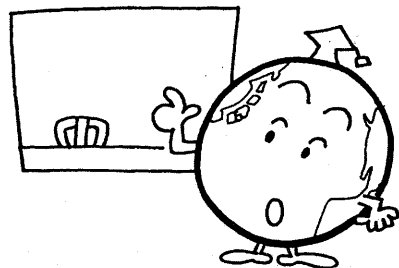
東京電力をはじめとする電力会社の組織再編—今回の事故の中で、東京電力の危機管理能力・事故対応能力のなさが目立った。能力のないと者に危

険なものを扱わせることは許されない。組織再編は絶対必要である。原則とし、①一般電力生産会社、②原子力発電会社、③配電会社に3分割して、②、③は全国的に統合すべきである。

(7) 安全のコスト問題

経営者にとって安全のコストをどのように決めるかは、大問題である。コストをかけることは、今回の事故からも分かる通り、安全確保の上で絶対必要であるが、コストをかけすぎると、株主から反発を招く。しかしコストを

かけなければ莫大の経済損失を招くことが分かれば、安全にコストを投入することの必要性が理解される。したがって、今回の事故について、この点を徹底させるためにも、東京電力は「自己責任」において、経済損失を処置すべきである。原子力損害賠償法・補償法に従っての国の安易な支援はやめるべきである（必要ならば、被災者への補償は国が直接行い、その分後で東京電力が返済すべきである。）



震災後のエネルギー政策と温暖化政策に関する提言： 政策の大転換と低炭素復興債の発行を

東北大学/地球環境戦略研究機関 (IGES) 明日香壽川

1. 今こそ政策の抜本的改革を

震災後のエネルギー政策および温暖化政策の策定は、これからの日本の命運を決定する。それは、エネルギー不足や温暖化被害に対する安全保障という理由だけではなく、既得権益に縛られた日本の政策決定プロセス自体を大きく変え、本格的な意味で持続可能なエネルギーシステムを構築する好機とも考えられるからだ。

これまでのエネルギー政策は原子力推進が最優先であり、それに比較して分散型(比較的小規模な発電装置などを消費地近くに分散配置してエネルギー供給を行なう機器やシステム)の再生可能エネルギーの導入や省エネは優先度が低かった。その理由は、1) 政府が原子力および日本の技術力を過信し、様々なリスクやコストを考慮しないままの「低い発電コスト」を前提とした、2) 電力会社が現体制や電力網の改変につながる分散型の再生可能エネルギー導入を、高コスト、不安定という理由で忌避した、3) 電力会社が売上減少につながる省電力に必ずしも積極的でなかった、の3つだ。

その原因かつ結果でもあるのが、原子力推進に対して安全という観点からブレーキを踏むべき原子力安全保安院が推進側の官庁の下に置かれたり、官僚が電力会社に天下ったりするような構造であった。政府とエネルギー業界との関係における健全なチェック・アンド・バランスが明らかに欠如しており、政権を担う政党が変わっても、そのような構造を変えることはできなかった。

原子力推進に偏ったエネルギー政策のもとでは、本格的な温暖化対策も望むべくもなかった。なぜなら、温暖化対策にとって再生可能エネルギー導入・省エネ推進は、極めて重要な役割を果たすからだ。しかし、「原子力は温暖化対策に役立つ」という政府の論理の下で原子力推進が最優先され、実際には再生可能エネルギーや省エネによる温暖化政策は骨抜きにされてきた。

一般には広く知られていないが、しっかりとした法律も制度もない日本の温暖化政策は、再生化エネルギー導入や省エネという側面では、欧州連合(EU)は言うまでもなく、中国、インドなどと比較しても見劣りする。たとえば、EUの再生可能エネルギーが一次エネルギーに占める割合に関する2020年目標値は20%で、日本の2009年の経済産業省による「長期エネルギー需給見通し(再計算)」の最大導入ケース(目標値でないことに注意。日本には再生可能エネルギーを包括的に扱った公式な目標値がない)が9%である。また、中国では、昨年、省エネ目標を守るためにエネルギー供給が強制的に制限されるような事態が各地で発生した(各地域間の省エネ目標の負担分担が適切でなかったという問題はある)。

したがって、再生可能エネルギー・省エネの大幅導入には、これまでの政策を根本的に見直す政治判断が必要となる。たとえば、電力インフラの再構築に関して、発電と送配電事業の分離、電力事業者の小規模分散化、消費者の電源の選択の保障などを早急

に検討・実施すべきである。短期的には規制導入や大規模投資も必要だ。省エネを確実に進めるために、エネルギー大口使用者に対しては冷暖房系統や照明・動力設備、運用管理等を求める総量規制、民生部門に対しても、各種機器の設置や省エネ基準順守など、より義務性の高い施策が必要である。自動車も、高効率の次世代車の新規車両における割合増大や電気自動車スタンドなどのインフラへの大胆な投資が欠かせない。

ただし、これらの措置に実効性をもたせるために経済的なインセンティブ（誘因）も必要であり、公的資金による援助や細やかな制度設計は不可欠だ。

2. 石炭火力は温暖化促進

エネルギー・温暖化政策の抜本的な改革が必要とされる中、「原発がダメなら石炭火力を増設すべき」「温暖化ガス排出の6%削減（1990年比）を定めた京都議定書の目標も2020年の中期目標（25%削減）も見直すべき」という意見もある。しかし、このような「部分解決」のみを目指した近視眼的施策は、これまでの硬直あるいは癒着した構造を温存するだけであり、中長期的な観点からは、日本にとっては政治経済的にも好ましい選択ではない。

まず現在の排出量を確認しよう。

2008年の国内排出量は京都議定書の基準年である1990年よりも1.6%増になっている。5.1%分は森林吸収や政府が購入済みの海外クレジットで減らすことが確定しているが、これだけだと京都議定書目標の基準年比6%削減まで2.5%不足する。しかし、産業界が独自に購入した海外クレジットがあり

（電力会社だけで2008年は5%分、2009年は4.1%分）、それを考慮すると2008年度分は6%削減をほぼ達成していると考えられる。2009年の国内排出量は基準年比4.1%減で、5.3%分は森林吸収や政府が購入済みの海外クレジットで減らすことが確定している。すなわち2009年については、産業界が確保した海外クレジットを考慮しなくても3.4%分余裕がある。一方、原発事故の影響だが、東京電力によると、福島第一原発の発電量をすべて石油火力発電で代替した場合、1990年に国全体で排出した温室効果ガスの約1.7%が増える。すなわち2009年時点での余裕分の3.4%は、原発から火力への代替による排出増 $1.7 \times 2 = 3.4\%$ （2011-12年度の2年間続く場合）とほぼ同じである

これらの数字から、景気回復で2010年の排出が増え、かつこれから原発が動かなくても、産業界確保の海外クレジットを考慮し、現在の省エネ状況が少なくとも1～2年程度は続くと考えれば、京都議定書目標の順守への影響は大きくないと考えられる。

一方、確かに現時点で鳩山前首相が掲げた2020年25%削減目標を論じるのは難しい。端的に言うと、1) これから迎える今年の夏のエネルギー危機を経たあとに、私たちがどのようなエネルギー政策、社会、そして生活を、自分たちと子供たちのために選択するか、2) その選択を反映した政策や一過性でない制度を、既得権益とのしがらみを排除しながら政府が実際に構築できるか、の二つにかかっている。

しかし、少なくとも安易な石炭火力増設は国際社会が許さないだろう。なぜなら、石炭火力は、一度作ると20年から30年は稼働することになるからだ。日本国内での認識

は乏しいものの、1990年から日本の排出量が増えた大きな理由の一つは、石炭火力の発電容量と発電量が3割以上増加したことだった。

実は、今の日本の状況は、途上国とまったく同じ状況にある。すなわち途上国は、過去において増大するエネルギー需要を満たすために、コストが安くて既得権益が大きい石炭火力を主に選択してきた。今までの日本は、そのような選択を批判する側であった。その日本が、大きな震災があったとしても、これまでと正反対の主張をすれば国際的な信頼を失うことは必至だ。「温暖化は台風や津波被害を増大させる。日本は、みずから被害を受けた津波を世界に輸出しようとしている」「震災は途上国では日常茶飯事だ」という非難すら予想される。

石炭火力増設は、現段階においては経済的にも好ましくない。なぜなら、現在、技術開発や市場拡大によって再生可能エネルギーの発電コストは急激に低下している。一方、今後は化石燃料の高騰が予想され、さらに将来的に炭素隔離貯留（CCS）などの二酸化炭素排出削減対策を講じなければならなくなる可能性も考えれば（しかも、日本には回収した膨大な量の二酸化炭素を貯留できるほどの適地がない）、再生可能エネルギーに対するコスト優位性は同等レベル、あるいは逆転する可能性もあるからだ。また、現在、欧米や新興国が、21世紀唯一の成長産業とされる再生可能エネルギーや省エネへの投資・技術開発を大幅に拡大している。すでに出遅れている日本企業は、他国に圧倒的な差をつけられることにもなる。

3. 低炭素復興債の発行を

東日本地域の復興およびエネルギー需給の安定には、国、企業、そして個人ベースで、おそらく数兆円から数十兆円レベルの投資資金が必要となる。問題は、その資金を誰がどのように調達して何に使うかだ。ここでは、次の二つを提案したい。

第一は、原子力に過度に偏っていたエネルギー関係の予算を組み替えだ。これまで、政府による一般会計エネルギー対策費（約1000億円）の9割以上、エネルギー関連特別会計予算（約4000億円）の7割以上もが原子力に対するものであった。

第二は、再生可能エネルギー・省エネ投資に目的を特化した「低炭素復興債」の発行だ。すでに、日本には社会資本整備のための「建設国債」がある。官庁の縦割りを排した「復旧復興庁」の一元的管理のもと、更にその用途を限定したとしても、数兆円規模のものであれば、金利やインフレに対する影響は小さいと考えられる。償還に関しても、一時的な復興目的の消費税創設や所得税・法人税への付加税賦課による税金などを当てることで、財政規律を放棄したという印象を与えないような方法も考えられる。

この「低炭素復興債」の重要なポイントは、結果的には「元が取れる」ことだ。中央環境審議会中期ロードマップ検討委員会での試算によると、2020年25%削減（90年比）という低炭素社会実現のために、年間約10兆円の追加投資が必要だが、この温暖化対策（実質的には大部分が再生可能エネルギー導入と省エネ）のための投資額は、化石燃料コストが節約できることによって、全体としては2020年までに

投資額の約半分、2030年までに投資額のほぼ全体に匹敵する金額が回収される。

すなわち現時点で毎年20兆円以上（2009年は23兆円）、今後は価格上昇でさらに増大すると予想される化石燃料の輸入コストの大幅削減が可能となる。また、これはコストではなく投資であるため経済の活性化も期待される。さらに、日本のエネルギー安全保障の確立にも大いに貢献する。しかも、再生可能エネルギーや省エネの技術開発、低コスト化、大量普及を率先して行うことにより、日本への評価が再び高まり、世界への貢献を通じた新たな経済発展にもつながる。

将来世代への影響だが、通常の国債、特に赤字国債の場合は将来世代が「増税」という形で負担することになる。しかし、「低炭素復興債」は、現世代のための経常支出に当てるものではない上、「エネルギーコスト削減」「エネルギー安全保障確立」「低炭素社会構築」という形でも将来世代に大きな便益を与える。すなわち世代間の負担のあり方という点から見ても好ましい選択肢である。

すでに復興支援をテーマにした投資信託を開始した信託会社もあり、市場の関心は高いと考えられる。より個人投資家に対して魅力的にするためには、例えば低炭素復興債を個人が購入する場合に、これに対する税

制上の優遇措置を講じることによって、購入促進と同時に市民の参加意識を高めることも考えられる。具体的な優遇措置としては、個人が直接購入した場合には、購入額の一定割合（50%など）を所得控除できる、あるいは親や祖父母の贈与を受けて購入した場合には贈与税を免除するなどがある。特に、贈与税の特例措置は、優良住宅購入のケースに前例があり、次世代に優良資産ストックを残すという意味で、遺産相続に比べ個人としても、社会としても高い意義がある。いずれにしろ、今回の経験は、日本の政治社会に対してショック療法を求めている。だからこそ、今回の危機をバネにして日本が世界に先駆けて新しい社会やパラダイムを築くことができるかは、まさに政治の決断と実行にかかっている。最悪のシナリオは、形ばかりの再生可能エネルギー・省エネ導入策が策定されるだけで、原発や化石燃料への過度の依存や政府と電力業界とのチェック・アンド・バランスを欠く体制はそのまま残ることだ。それは、後世に大きなツケを残す結果となると同時に、今回の悲劇を被った人への裏切りともなる。残された私たちの責任は大きい。

<本原稿は、(財)地球環境戦略研究機関気候変動グループ・ニュースレター「クライメート・エッジ」第8号（2011年4月発行）に寄稿した文章を修正加筆したものです>

「原発震災」史上最大の公害が進む

—現地福島からの報告

伊東達也

1. 世界で初めての「原発震災」

3月16日発生した東北地方太平洋沖地震は福島県にも甚大な被害をもたらした。とりわけ浜通りは大津波に襲われ夥しい家屋が流失した。福島県内の4月25日現在で判明している死亡者1454人の98%、行方不明者1406人の99%が浜通りである。この津波による被害が集中している浜通りに原発から大量の放射性物質が放出されて、被害は何十倍もの深刻さとなった。

その恐ろしさは、居住地を離れざるを得なかった人は避難指示の出た原発から20キロ圏内の8万数千人にのぼり人生設計を根本から崩されたことに象徴される。その他に一旦居住地を離れた人は、20キロから30キロ圏内の屋内退避指示地域で5万人余を含めて福島県全体では10万人から15万人ではないかとも言われているが、地震と津波だけならこれほどにはならなかった。

放射能汚染は関東地方にもおよび、数百万人に影響を与えている。福島県内の被害は農林水産業、商業、工業、医療・福祉、教育などあらゆる分野に広がっている。3月29日の福島労働基準監督局発表によれば、失業だけでも30キロ圏内で約4800事業所の労働者5万8000人の可能性があるとしている。ここでも多くの人の人生設計が狂わされている。

地震と大津波だけでも耐え難い大変な被害なのに、そこに放射能が大量に放出されたために被害ははかり知れないものとなっている。この大量の放射能が放出される「苛

酷事故」は世界で3回目だが日本では初めてであり、地震災害に原発の被害が重なった「原発震災」は世界で初めてである。原発震災発生の地元福島から三点について報告したい。

2. 人災か天災か

—想定されていた苛酷事故と原発震災

「原発の安全性を求める福島県連絡会」が福島原発はチリ級の津波に耐えられないことを指摘した『原子力発電所の津波評価技術』（社団法人土木学会2002年発行）という出版物を知ったのは2003年であった。04年ごろから東電と私たちの交渉（話し合い）が2～3ヶ月に1回となり、連続してこの津波への対応問題を取り上げた。その結果東電は、『津波評価』に照らし合わせると想定される最大の引き潮の時に、8基の原発で合計60台のポンプが取水できなくなることを認めた。また、高潮に対しても5基の58台のポンプが水没の危険があることを認めた。

しかし、対応については、取水困難時は圧力抑制室と貯蔵タンクに真水を確保しているので対応可能、水没については第一原発6号機はすでに10センチのかさ上げ工事で対応済み、第二原発は水密性を有する建物に入っているので安全性には問題なしの一点張りであった。そこで私たちは抜本的対策を求めて、2005年5月10日に勝俣恒久社長宛ての申し入れ書を提出して交渉した。しかし以後も同じ返答を繰り返すばかりで一向に前進がみられないまま2年が経過し

た。

2007年中越沖地震で柏崎刈羽原発が被災。私たちは事態を重く見て共産党福島県委員会、同福島県議団と三者連名による勝俣社長宛ての『福島原発10基の耐震安全性の総点検等を求める申し入れ』書をしたため、交渉した（07年7月24日）。この年の12月には東京本社まで行って交渉した。しかし従前と同じ答弁を繰り返すのみであった。

この申し入れ書には次の指摘をした。

「福島原発はチリ級津波が発生した際には機器冷却海水の取水が出来なくなることが、すでに明らかになっている。これは原子炉が停止されても炉心に蓄積された核分裂生成物質による崩壊熱を除去する必要があり、この機器冷却系が働かなければ、最悪の場合、冷却剤喪失による苛酷事故に至る危険がある。そのため私たちは、その対策を講じるように求めてきたが、東電はこれを拒否してきた。柏崎刈羽原発での深刻な事態から真摯に教訓を引き出し、津波による引き潮時の冷却水取水問題に抜本的対策を取るよう強く求める。」

今回の事故は基本的にはほぼこの指摘した通りになったのではないのか。

ところが東電は国会での答弁でも責任を認めようとしていない。それどころか清水社長の国民に謝罪した会見では「自然の驚異とはいえ」などとわざわざ前置きをして自然に責任を押し付けようとしている。しかも多くの幹部社員はインタビューで「想定外の津波」などと言い続けている。

経過からしても許されないのだが4月20日に鼓副社長に面会した際、私たちのこの申し入れ書をあらためて持参したが「初めて見ました」と言った。私たちはそうした

ことがどうして起るのか、それが東電の体質で問題でないかと指摘して、ただちに社長はじめ幹部職員にコピーして配布するよう求めた。

苛酷事故の発生については日本共産党の吉井議員が繰り返し国会で取り上げ、警告を発し続けてきた。また、原発震災についても97年に石橋克彦氏（神戸大学都市安全研究センター）が指摘し、05年には国会でも公述人として訴えていた。

3. 「安全神話」がもたらしたもの

放射線について、県民は共通認識を持っていなかった。五感で認知できない放射能（放射線）への恐怖がもたらしたパニックの状況を振返りたい。パニックになった大きな原因は、政府と電力会社が「苛酷事故は起り得ない」と安全神話を宣伝してきたことが根本的原因であろう。

政府と電力会社は、日本の原発はいざという時でも「①止める②冷やす③閉じ込める」ことが出来るように作っているので「絶対安全」だと国民に言ってきた。

背景には「原発は安心」という盲信があった。この盲信は1992年5月28日の原子力安全委員気合の決定「発電用軽水炉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」が画期をなす。決定は次のように述べている。

「わが国の原子炉施設の安全性は、現行の安全規制の下に、設計、建設、運転の各段階において、①異常の発生防止、②異常の拡大防止、及び③放射性物質の異常な放出の防止、といういわゆる多重防護の思想に基づき厳格な安全確保対策を行うことによ

って十分確保されている。これらの諸対策によってシビアアクシデントは工学的には現実的には起るとは考えられないほど発生の可能性は十分小さいものとなっており、原子力施設のリスクは十分低くなっていると判断される。」

1979年3月、米国のスリーマイル島原発2号炉で冷却剤喪失による炉心熔融事故が発生した。事故後カーター大統領令で大きな権限を持つ調査委員会が設置され、委員長の名前を取ったケメニー報告が出された。報告書は「原発は十分安全だという考えが、いつの間にか信念として根を下ろしてしまった。これが今回の事故を防止しえたはずの多くの措置が取られなかった原因である。こうした態度を改め、原子力は本来危険をはらんでいると口に出して言う態度に変えなければならぬ」ということを最大の教訓にした。日本の政府と電力会社はこの教訓を取り入れなかった。

1986年4月、旧ソ連のチェルノブイリ原発が核分裂反応が暴走して制御不能となった反応度自己を起こして、北半球を放射能で汚染した。この時は「炉型が違う」「日本は十分な安全対策がとられている」など政府も電力会社も言った。

こうして日本の政府と電力会社はケメニー報告の教訓を意図的に無視し、1992年の原子力安全委員会の決定をつくりあげ、安全神話を国の隅々まで振りまいた。今回の事故で東電も政府も対応が右往左往しているのは自ら安全神話にどっぷり漬かっていたからに他ならない。加えて、マスコミも（教育も）安全神話を批判するどころか負担してきたのが実態であろう。

今回多くの人には原子炉建屋が水素爆発す

る映像を見たうえに、正確な情報が届かないことなどによってパニックに陥った。いわき市は原発立地町の一つである楢葉町の避難先となったが、そのいわき市に楢葉町民が来て驚いたことは、いわき市民が他の場所に続々と避難していることだったとも聞かされた。

そのパニックが事故後しばらくたっても続いたところに安全神話が信じられてきた恐ろしさがあった。起るはずがないと教えられてきたことがウソだったということだけではなかった。放射線などについての基礎知識が全くなかったところにパニックが続いた大きな起因があった。その真の原因は安全神話にあったのではないだろうか。

私は14日ごろから「逃げたほうがいいのか」という問いかけを聞くようになったが、それは日を追うごとに多くなった。シーベルトという言葉がテレビに出てくるようになったのが何時だったかさだかではないが、震えていることが分かるような声で「シーベルトという数字は信じられるのか」という質問に、「そこまでウソはついていないと思います」と答えて電話を途中で切られたこともあった。私は「意見を聞いてみる人に値しない」と思われたのだろうと思った。いささか原発問題に関わってきたのだが、私もシーベルトなどについては他人に適切に応えられる知識などは持ち合わせていなかったのである。今回のような苛酷事故は大いに起り得るといつてきた自分が、である。

安全神話をもたらした問題には、原子力防災計画があらゆる面でまったくといっていいほど役だっていなかったこと、オフサイトセンターが機能しなかったことなど、

今後検証されなければならないことは多い。

4. 「復興」はおろか「復旧」でさえ困難な課題が

1) ふるさとから逃げ出さざるをえなかった8万数千人(計画的避難区域指定でさらにふえる)以上の人々は「一日も早く戻りたい」と願っているのに、残酷この上ないが当分の間は戻れそうにない。こうしていま、浜通りの中央部は無人死亡している。入ることも出来ない。通過することも出来ない。住民のよりどころである自治体も存在していない。失業だけでも30キロ圏内で約4800事業所の労働者58000人の可能性があると見られている(3月29日、福島労働基準監督局発表)。加えて被害は福島県全体、浜通り全体の農林水産業、商業、工業、衣料・福祉、教育など全分野に及んでおり、労働者も経営者も区別なく多くの人々が人生設計を根本から狂わされている。この現実を打開するためには地震・津波への従来の復旧手法では間に合わない。特別な対策が必要であろう。

2) 浜通り中央部が立ち入り禁止となつて、茨城県から宮城県まで通ずる常磐線も国道6号線も遮断された。どれだけ続くかにもよるが浜通り全体の生産力の低下、失業者と生活苦世帯の増加、それに反比例して人口減少に拍車がかかることも避けられそうにもない。浜通りに住む人の税金や電

気・ガス料金など生産と生活に不可欠なものを減免する法律などを視野に入れた措置も必要ではないか。

3) 6号線も常磐線も遮断が長引くようであれば、「第三の道」も考える必要があるのではないか。

4) 復旧、復興には多くの人の強い意思が必要で大切だといわれている。8万数千人の人々は全国に散り散りになってしまった。しかも時間的に長くかかる取り組みになっている。

いま、浜通りに住んでいる人々が避難せざるを得なかった人々の想いを共有し続けることが大切になっているのではないか。

5) 原発の廃炉作業が始まれば、一定の雇用など生まれるとも聞かすが、それはだいぶ先の話であると同時に、常に放射能の飛散などのイメージによる危険な場所とみられやすく、工場進出や転入者増加のブレーキになりかねない。東電が10基の原発全てを廃炉にして福島から撤退(広野原発は残るだろうが)することもありうる。その際、再生自然エネルギー施設やその研究、教育、普及などの土地利用にしていく構想をもてば、県民の同意が得られるかもしれない。今後の県民意識調査などの課題となるのではないか。

<解説1> 易しい原子炉の話

事故の説明をする前に、簡単に原子炉の説明をします。図1と2には、福島第一原子力発電所1~4号機と同じ沸騰水型原子炉の様子が示してあります。これらの原発は大変古いタイプでマークI型と呼ばれ、「だるま」のような格納容器とその下にドーナツのような圧力抑制室を持っています。格納容器の中心にある筒形のものが圧力容器で、原子炉本体とも呼ばれます。図3は、圧力抑制室の形がやや異なるタイプの原発（マークII型、その働きは同じ）ですが、この図を使って発電の仕組みを説明します。巨大な湯沸しです。原子炉（圧力容器）の中心には核燃料（金属の被覆管にウランを詰めた燃料棒）の束からできている炉心があり、炉心では核分裂反応が起こって膨大な熱が発生しています。百万キロワットの原発では運転中は発電電力の3倍、300万キロワットの熱が発生します。1キロワットの家庭用電熱器300万台分です。炉心の熱で圧力容器内の水は熱せられ300℃近い蒸気となってタービンに送られ、発電機を回して発電します。圧力容器の中は70気圧程度の高圧（酸素ボンベなどと同じ程度）になっています。圧力容器の中の水はこのようにタービン駆動の役割とともに、炉心（燃料棒）を冷却して必要以上に温度が上がることを抑える役も果たすので冷却材（冷却水）と呼ばれています。（館野、2011. 3. 19）

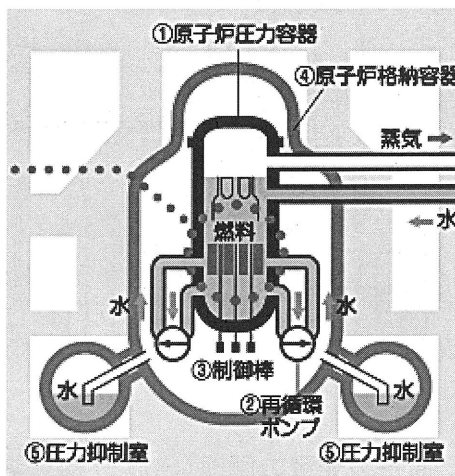


図1 原子炉圧力容器、格納容器、圧力抑制室（東北電力「沸騰水型軽水炉（BWR）のしくみ」から）

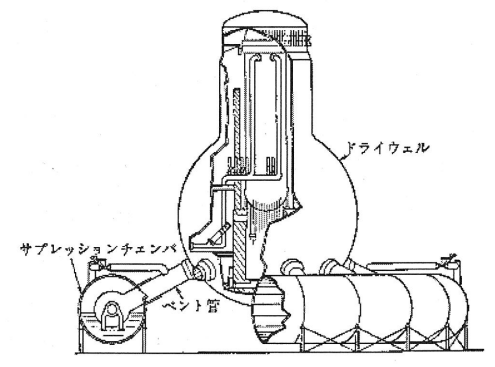


図2 格納容器（マークI型）（出典：豊田正敏他著『原子力発電技術読本』オーム社1970）

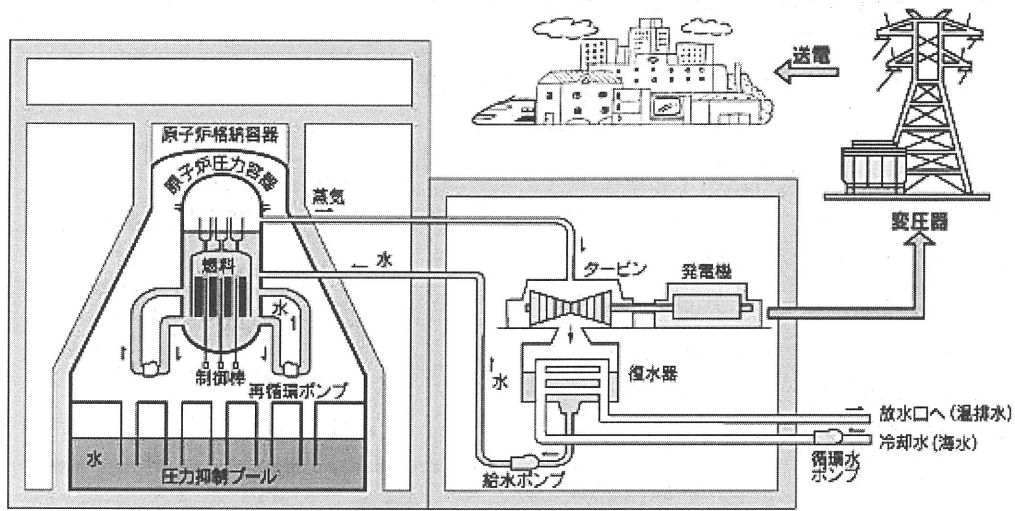


図3 原子力発電の原理(出典:「福島第一原子力発電所」東京電力 2010.11, p1)

<解説2>何が起きたのか—冷却水が失われて炉心が損傷

3月11日午後2時46分地震が発生すると、地震センサーが働き制御棒はいっせいに炉心に挿入されました。この自動挿入をスクラムといいます。これによって核分裂反応は止まり、原子炉は停止しました。電熱器などではスイッチを切ればすぐ発熱は止まります。ところが原子炉の場合、核分裂が止まっても炉心からの発熱は止まりません。炉心に蓄積している膨大な放射能(核分裂生成物)から放射線が出てこれが熱になるからです。この熱を崩壊熱と呼びます。崩壊熱は、10秒後には6%(18万キロワット)、1時間後には1.8%(5.4万キロワット)、1日後には0.8%(2.4万キロワット)、10日後には0.2%(6000キロワット)と、次第に減少します。もしこの崩壊熱を除去しないで放置すると炉心の温度が上がり炉心損傷に至ります。したがって通常の運転では原子炉停止後、数日は冷却水を循環させて炉心を

冷します。このとき原子炉に付随する発電機は止まっているので、外から送電線を引いてきた電気(外部電源)でポンプを回して冷却水を循環させます。ところが今回の地震では外部からの送電が(送電線が切れるなどして)停止したため、緊急用のディーゼル発電機を動かして、1時間ほど炉心の冷却が行われました。ところがそこに大津波が来てディーゼル発電機も止まってしまいました(原因はよくわかりませんが、屋外にあったディーゼル発電機冷却用のポンプが津波で破壊されたため、といわれています)。外部からの電気もダメ(外部電源喪失)、ディーゼル発電機もダメで電源はまったく失われ(ステーション・ブラックアウト、発電所の停電)、循環や注水用のポンプは回せなくなり、炉心の温度がドンドン上がっていきます。温度が上がると冷却水は蒸発してなくなり、水位が下がって炉心は

露出いわゆる「空焚き」状態になります。そうするとむき出しの炉心の温度はさらに上がります。

通常、被覆管の表面で300℃程度であった燃料温度は毎秒5～10℃の割合で上昇し、1000℃、2000℃という信じられない温度になります。ジルカロイという合金でできている被覆管は1000℃近くになると水と反応して、被覆管の表面は酸化され、同時に水素が発生します。この反応によって炉の温度はさらに上がります。また燃料棒の内部に詰められたガスの圧力のため、被覆管は膨れ破断を起こします。また酸化したジルカロイは脆くなっているため、水の注入などがあるとばらばらに壊れ、更なる注水を妨げます。(このため緊急用炉心冷却装置(ECCS)の安全審査基準では被覆管温度が1200℃を越えてはいけなくなっています(もちろん今回の事故は越えました))。(このあたりの経緯は、館野淳著『廃炉時代が始まった』朝日新聞社2000年を参照。)

一般的に言って、配管が破断するなどして冷却水が漏れ出し、原子炉が空焚きになる事故を冷却材喪失事故(loss of coolant accident, LOCA)と呼び、軽水炉に典型的な事故です。今回の事故のきっかけは配管破断などではなく地震ですが、その後の経緯はまったく冷却材喪失事故経過をたどっており、冷却材喪失事故と呼んで差し支えありません。

冷却材喪失事故では、炉心の温度が上がるにつれて压力容器内部の圧力も上がります。その場合、破断が小さくて炉内の圧力が高いと緊急用炉心冷却装置(ECCS)の水が中に入らず、かえって終息が困難であるといわれてきましたが、今回の事故でもやはり圧力が下がらず注水が困難であると報道されています。今我々の前に展開されているのはこの冷却材喪失事故の悪夢です。炉心を冷せるかどうか勝負です。この先どうなっていくのでしょうか。(2011.3.19)

＜解説3＞スリーマイル島原発事故との比較

1979年3月28日米国スリーマイル島原子力発電所2号機で発生した事故は、事故の深刻さ(国際原子力事象評価尺度で同じレベル5、ただし福島の方がより深刻でレベル6に上がるかもしれません)、軽水炉の典型的な事故である冷却材喪失事故で炉心が損傷した点などを考えると、大変よく似た事故であり、事故発生の当初からこのスリーマイル事故を参考にすれば、事故の拡大より少なかったのにとすると、残念です。

先ずスリーマイル事故の経過を簡単に述べましょう。3月28日午前4時0分事故発生(原因は多数ある給水装置のポンプの一つが停止するというほんの些細なことから始まりました。運転員の誤判断、誤操作などがあって、事故はどんどん拡大し、6時50分ごろには敷地内で高レベルの放射線が検出され、炉心の2/3が露出しました。この辺の事情は福島事故とは直接関係がないので、省略します。)7時ごろ一般市民に対する緊

急事態が宣言されます。午後1時50分建屋内で水素爆発。事故のニュースは流されるのに、市民への指示がまったくなされなかったため、大混乱が生じます。翌29日当局は市民を避難させることをためらいました。8時1分敷地上空で12ミリシーベルト/時の放射線を検出、0時30分ペンシルベニア州知事は半径5マイル（9km）内の妊婦と未就学児童の避難を勧告、3月31日水素爆発の危険が高まります。4月1日カーター大統領が視察、この頃から水素の発生も収まり水素爆発の危険も去ります。

事故発生直後大統領直属の事故調査委員会が発足（ケメニー委員会）事故の要因、今後のあり方などについての報告書を発表しました（ケメニー報告書）。今読んでも多くての教訓を含んでいます。その中で事故の最大の原因は「思い込み（マインド・セット）」であると述べています。このような「大津波は来るはずがない」「非常用電源は壊れる

はずがない」という思い込み、今でもよく当てはまりますね。

図4は事故から数年して原子炉を解体して炉心内部の様子を調べた際のもので、燃料棒、制御棒、その他の炉内構造物が溶けて原子炉压力容器の下の部分にたまって

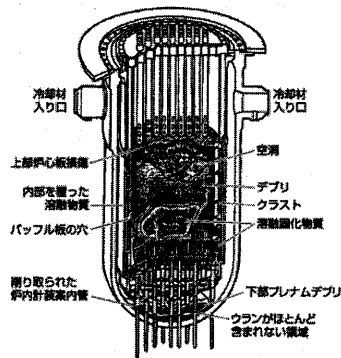


図4 スリーマイル原発の溶融した炉心
（出典：『Nuclear Technology』American Nuclear Society Vol.87, 1989）↑

＜解説4＞今後どうなるか

＜解説2＞で述べた福島原発の事故の経過に戻りましょう。繰り返すと、大きな地震動で制御棒は炉心に挿入され核反応は止まりました。しかしその後も続いて発生する崩壊熱を取り除くため、ポンプを回さなければなりません。回すための電源は外から送電線で送られてきますが、これが地震のため切断されてしまいました（外部電源喪失）。非常用のディーゼル発電機が起動してポンプは回り1時間ほど炉心を冷却しましたが、大津波によって非常用ディーゼル

は動かなくなり、全ての電源が失われました（ステーション・ブラックアウト）。冷却水も循環できず、非常用炉心冷却装置（ECCS）からの注水もダメです。温度上昇のため、炉内（压力容器内）の冷却水は蒸発して炉心が露出します。燃料棒の温度は1000℃を超え、放射能が压力容器内部に充満します。炉内の圧力も上昇します。（ここまでが＜解説2＞で述べてきたところです。）

炉内の圧力が上がると自動的に弁が開い

て、炉内の蒸気（＋放射能＋発生した水素ガス）を格納容器内に噴き出します。直接噴き出すと格納容器内の圧力が上がるので、いったん下部にあるドーナツ状の圧力抑制室内の水に吹き込みます。すると蒸気は凝縮して体積が大幅に減ります。それでも原子炉からの噴き出しが繰り返されると格納容器内の圧力が上がり、放射能レベルも高くなり、水素濃度も増えます。設計で予定された圧力を超えて、格納容器が壊れてしまわないように、格納容器の放出弁を開いて中のガス（放射能）を環境に放出（ベントと呼んでいます）します。水素ガスはいつの間にか格納容器を抜け出し（この経路は現在不明ですが）、軽いので原子炉建屋の天井にたまります。空気中の水素ガス濃度が4%を超えると爆鳴気となり（中学・高校の化学の実験で行うあれです）、ちょっとした電気火花などで水素爆発を起します。

ちょっと寄り道になりますが、事故対応中は東電を批判すべきではないという意見もあるようですが、事故の説明の流れの中であえて問題を提起したいと思います。スリーマイル事故を見ても明らかのように、大規模な冷却材喪失事故時には必ず水素ガスが発生します。私はテレビをみていて、そろそろ水素爆発が起きる危険がある頃だがどんな対応を取っているのだろうか、と思っていました。水素は建屋上部に集まるので、建屋に孔を空ければ避けることは出

来たはずですが。今回はそのような措置も取られず、1号機13日、3号機14日と爆発して建屋が壊れてしまいました。2号機は建屋の壁に穴があり爆発を免れましたが、圧力抑制室あたりで爆発があり、格納容器が破損したようです。4号機使用済み燃料プールで温度が上昇し、火災・建屋の損傷が起きていますが、このあたりの事故の経緯・原因は十分には分かっていません。

今後のことですが、崩壊熱は次第に減っていくので、これを取り去ってやれば、つまり有効に冷却できれば終息に向かいます。その意味では、冷却材喪失事故は崩壊熱との戦いです。その上で放射能を閉じ込めることができるかが問われています。原子炉事故への対応は「①止める、②冷す、③閉じ込める」といわれていますが、今回は①は成功、②、③が失敗しました。冷却がうまくいって終息するか、うまくいかないで炉心の温度がさらに上がり、スリーマイルの状態を超えて、圧力容器の底が破れて溶けた炉心が落下して、水と触れて水蒸気爆発を起したり、再臨界とって再び核反応が始まるようになるのか、事態は依然として予断を許さない面があるようです。ただし、悪い方向に向かっても、チェルノブイリのように炉心の一部が爆発・火災を起して炉内の放射能の何割かが環境に放出される事態にはならないと思います。

(2011.3.19)

＜解説5＞ 予言されていた事故シナリオ—NUREG-1150

1990年に米国のNRC（Nuclear Regulatory Commission 核規制委員会）は「シビア・アクシデントのリスク」（NUREG-1150）という名前の報告書を発

表しました。これは確率論的リスク評価という手法を用いて、米国に実在する5つの原発についてシビア・アクシデント（過酷事故）がどのくらいの確率で発生するか分析

したものです。地震がどのくらいの確率で来るのか、部品の破損の確率はどうか、安全装置の動かない確率はどうかを推測して、これらを掛け合わせて最終的に炉心溶融の起こる確率を計算したものです。紙と鉛筆を使った机上の計算で当てにならないと批判する人もいますが、確率の絶対的な値はあてにならないとしても、相対的にA事象よりもB事象が起こる可能性が高いというような結果はある程度信頼できるのではないかと思います。この報告の中で、地震発生→制御棒挿入→地震により送電線の碍子が壊れて外部からの電源喪失→非常用ディ

ーゼル発電機の立ち上げに失敗→温度上昇による炉心損傷というケースがおきる割合が高いという結論が提示されています。恐ろしいほど今回の事故の展開に良く似ています。発電所全体を1000年に1度の地震から守るのは不可能でしょう。しかし非常用電源であるディーゼル発電機とその燃料タンクを守ることは、ある程度お金をかければできることです。東京電力が十分このレポートに学んでいれば今回のようにならないのにと考えると、返す返すも残念です。(2011.3.19)

＜解説6＞いくつかの懸念（略）

＜解説7＞炉心への注水（略）

＜解説8＞炉心はどうなっているのか？

今回は・核燃料・炉心の解説をします。図5の①は未使用のジルコニウム合金の燃料被覆管、②はそれに内圧をかけて高温にしたもの、③は酸化ウラン燃料のペレットの模型（原発を見学に行くとお土産にもらうことがあるもので、「あなたの家庭の電気8～9カ月分」などと書いてあります。模型とはいっても、大きさ、色、形の点で本物の酸化ウラン(UO₂)の燃料ペレットそっくりです。もちろん写真に写したサンプルから放射線や放射能は一切出ていません)です。約4mの被覆管にペレットをびっしり詰めて、上下に気密の栓をしたものが1本の燃料棒であり、これを8×8（あるいは7×7）本束ねたものが燃料集合体で、1号機は集合

体が400本、2～5号機はそれぞれ548本、6号機は764本集って炉心を形成しています。だから一つの炉心には2万～4万本の燃料棒があります。被覆管が①のように健全であれば、放射能はその中に閉じ込められて、冷却水の中に出てきません。ところが炉心が露出して、崩壊熱を取り去ることができず温度が上がって、1000℃近くなるとジルコニウムと水が反応して水素が発生するとともに、被覆管の表面の酸化が進み②のように黒くなります。さらに温度が上がると燃料棒の中にペレットとともに詰められているヘリウムガスの圧力が上がり、②に見られるように膨れて破断します。さらに温度が上がると被覆管の酸化が進むと脆くなっ

て、衝撃によってばらばらに壊れることもあります。こうなると中に詰まっていた③の燃料ペレットが冷却水の中に飛び出します。ペレットの中には放射能が大量に含まれており、先ずこれらの中で揮発性の高いヨウ素やセシウムなどが、また発生した水素ガスが圧力容器の空間部分へ→格納容器→原子炉建屋→環境へと出て行きます。現在はかなりの量の燃料ペレットが冷却水の中に飛び出している可能性があります。1800℃を超えると被覆管は溶融しますが、このようなことも起きているかも知れません。

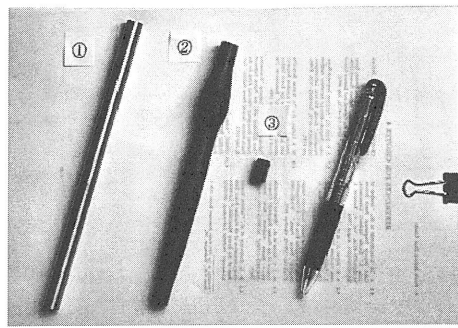


図5 被覆管と燃料ペレット（模型）

使用済み燃料プールでも、プールの水が地震によって生じたひび割れなどから漏れ出し、水が少なくなると、炉内の燃料よりは少ないけれども使用済み燃料も崩壊熱を出しているため、温度が上昇して、上と同様なことが起きると考えられます。この点は<解説9>で説明しましょう。（舘野、2011. 3. 27）

<解説9> 崩壊熱と冷却

今行われている炉心冷却作業は崩壊熱との戦いです。その意味で崩壊熱がどのくらいあるかは重要なので、今まで、ややアバウトに書いたことへの改訂もかねて、厳密に見てみましょう。（数字の嫌いな人は、この解説は飛ばしてください。）

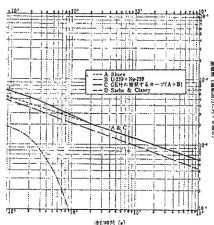


図6 運転停止後の時間に対する崩壊熱（出典：豊田正敏他著『原子力発電技術読本』オーム社 1970，付図）

図6は原発の設計者が使ったと思われる崩壊熱の曲線です。（『原子力発電技術読本』は改訂2版が昭和56年と古い本ですが、大変要領よく書かれているので、愛用しています。）

原発事故が発生してから20日ほどが経過しました。1時間が3600秒、1日が86400秒、20日で 1.7×10^6 秒、図のC曲線を使うと、崩壊熱の運転出力に対する割合は、 2.1×10^{-3} すなわち0.21%となります。

そこで表に各原子炉の熱出力、3月30日現在の崩壊熱、それを冷すのに必要な注水量を示します。また燃料プールについても崩壊熱（新聞に発表されたもの、「朝日新聞」3月19日朝刊）、必要な注水量を示しました。必要な水量の計算は、0℃の水1リットルを

注水すると、100℃になるのに100kcal、蒸発熱が538kcal、合計638kcalの熱を奪うことができるとして計算しました。また1W＝0.86kcal/hとします。

	1号機	2号機	3号機
運転時熱出力	1380MW	2381MW	2381MW
現時点の崩壊熱	2.89MW (2.48×10^6 kcal/h)	5.00MW (4.3×10^6 kcal/h)	5.00MW (4.3×10^6 kcal/h)
必要注水量	3.8ton/h	6.7ton/h	6.7ton/h

表1 崩壊熱と冷却に必要な水量（炉心）

	1号機	2号機	3号機	4号機
貯蔵集合体数	292	587	514	1331
崩壊熱(kcal/h)	6×10^4	4×10^5	2×10^5	2×10^6
必要注水量	94kg/h	626kg/h	313kg/h	3.1ton/h

表2 崩壊熱と冷却に必要な水量（燃料プール）

炉心の場合、圧力容器の壁を通して伝熱でも冷却されます。半分の熱がそのような熱伝導で逃げ出すとしても、まだ1時間あたり3トン（1分当たり50リットル）の水を注ぎ込まなければなりません。その水はどこにいくのでしょうか。皆が不思議に思っているところです。格納容器を経て、結局は環境に出て行くことになります。

燃料プールの場合、伝導で冷されるものは僅かですので、4号機の場合1時間あたり3トンの注水が絶対的に必要で、これを下回るとプールの水が干上がって、中の使用済み燃料が高温になります。プールにひび割れがあり漏水していればさらに多くの水を注がなくてはなりません。

（館野、2011. 3. 27）

<解説10>スリーマイル島原発の炉心溶融—福島原発は圧力容器の底が脆弱

テレビの解説者たちからも「福島炉心の損傷はかなりひどいらしい」という悲観論がそろそろ出だし、また新聞でも溶融炉心の図などが掲載されています。スリーマイルの炉心の露出時間は100分ほどでした。福島の露出時間はそれを大幅に上回る可能性があるのですが、私は以前からフジテレビで「炉心損傷はスリーマイルを上回るかも知れない」といつてきました。そこで今回はスリーマイルの炉心について述べることに

します。やや専門的ですが<解説3>の図4を参照に、お読みください。（以下『Nuclear Technology』Vol. 87, 1989年による。）

まず事故発生後の時間的経過です。

- ・0-100分：まだ一次系冷却材ポンプは運転状態にあり、炉心は冷却されていた。
- ・100-174分：ポンプが停止。炉心が露出。被覆管、制御棒、構造材などが溶融開始。
- ・174-180分：一次系冷却材ポンプが動き始め、冷却水を押し込める。炉心の外周部

が冷却されるが、同時にジルコニウム水反応によって、被覆管の酸化と水素発生が進む。上部炉心にデブリ（堆積物）を形成。多量の炉心溶融物は温度上昇を続ける。

・180-200分：冷却材が沸騰して減少、炉心露出も進行。炉心溶融物の溜まり（コリウムと呼ばれる）形成。

・200-224分：非常用炉心冷却系（ECCS）の高圧注水系（HPI）から注水（200-217分）、上部デブリを急冷、溶融部は温度上昇を続ける。

・224-226分：溶融領域を支えていたクラスト（硬くなった外皮）が壊れ、溶融物が流下、圧力容器の底の空間部分（下部プレナム）に溜まる。

・226分-15.5時間：圧力容器底部の加熱。一次冷却系の強制循環開始。

以上の事故経過の結果、45%（62トン）の炉心が溶融し、20トンほどの溶融物が圧力容器の底まで流れ出てたまりました。後日解体した結果で言いますと、完全に健全の

まま残っている燃料棒は100本程度、今まで炉心のあった上部には巨大な空洞ができました。そのすぐ下は破壊された炉心の堆積物の山（デブリ）ができています。その下は炉心が溶融固化したかたまりで、溶融したウランとジルコニウムの酸化物（セラミック、 $(U_{235}O_2)$ ）と溶融した金属からできています。底部に落下した物質はデブリ（堆積物）状をしています。これらのことから、最高温度は2500~2800°Cに達したものと考えられています。

スリーマイルでは溶融物は圧力容器の底を突き破りませんでした。スリーマイル炉はPWR（加圧水型）で圧力容器の底には計測用ケーブルなどを通す若干の穴が開いているだけです。ところが福島原発はBWR（沸騰水型）で、制御棒を挿入するたくさんの貫通部があり、したがってPWRよりも底は脆弱なのです。最悪の場合、溶融物の一部が格納容器にまで達しているのではないのでしょうか。（館野、2011.3.29）

<解説11>事故の後始末にどのくらい（時間、お金が）かかるの

よく「事故が収束したとして、その後始末にどのくらい時間が掛かるのだろうか」と聞かれます。スリーマイル島原発事故の例で見てください。

1979年3月に事故を起こしたスリーマイル島原発では、総額10億ドルをかけて、浄化・解体プロジェクトが実施されました。1980年の夏、建屋内への最初の立ち入りが行われ作業が開始されましたが、この作業は平均して0.4~0.8ミリシーベルト/時の放射線下で行われました。1982年に圧力容器内にカメラが入り、炉心の様子が次第に分

かるようになりました。1985年に炉心を解体して溶けた燃料を取り出す作業が始まっています。解体の中では、多くの遠隔操作の作業用機器が開発されました。この報告書（『Nuclear Technology』Vol.87）の発表された1989年には、プロジェクトはまだ最終的には終了していませんでした。

浄化、洗浄作業の中で約8700トンの放射性汚染水が発生しました。この中には、放射能レベルの高い一次冷却水の水363トンと、原子炉建屋の床に溜まった2339トン、燃料取り扱い建屋などの2157トンの水も含

まれています、これらはイオン交換樹脂を用いて処理されました。処理後の水や洗浄水などは、河川への放出許容規制レベル以下でしたが、直接サスケハナ川へ放出することを避け、蒸発気化する措置が取られました。

こうしてみると、福島原発の場合、この

まま事故が収束に向かうとしても、今後10年かけての後始末を行う必要があります、その中には大規模な除染作業、汚染水の浄化作業、溶融した（と思われる）炉心の解体をはじめ、機器・建屋の解体が含まれます。費用としては、数千億円が必要になると考えられます。（舘野、2011. 3. 30）

＜解説 1 2＞スリーマイル島原発事故の放射能（略）

＜解説 1 3＞地下汚染は大丈夫なのか（略）

＜解説 1 4＞過去の海洋汚染—ウインズケール

過去最もひどかった海洋汚染の例は、英国アイリッシュ海に面したセラフィールド近郊にある、ウインズケールの原子力工場の再処理施設からの一連の放射能放出です。この施設は1969年ごろからストロンチウム90やルテニウム106などを、放出低減を怠って垂れ流し、その結果海底の土や海藻などの汚染が進みました。ヒラメに放射線計測器をつけて放流・回収してその汚染を検知することができた、というから相当な汚染です。比較的近年では、1983年同工場は事故により4500キュリー（160兆（ 1.6×10^{14} ）ベクレル）の汚染水を放出しています。

福島第一原発の高濃度汚染水の体積が明らかになったので、放射能を再計算してみましょう。1～3号炉のタービン建屋床上の水は、おのおの2万トン程度で合計6万トン、トレンチ内の水が13000トン、総計約7万トン（4月5日原子力安全・保安院発表）であり、1号機建屋内の水の放射能濃度はヨウ素131が1ミリリットル当たり21万ベクレル、セシウム137が同じく180万ベクレルです（3月26日原子力安全・保安院発表、2号機ター

ビン建屋については、格納容器が破損しているせいか1ミリリットル当たり300万ベクレルとかなり高くなっています。3号機タービン建屋については数値が出されていないようです。ここでは1号機のものを使います。いま長寿命のセシウム137だけを考えると、濃度に体積7万トンをかけると、放射能の総量は12.6京（ 1.26×10^{17} ）ベクレルとなります。これは先に述べた1983年の大規模海洋汚染事故時に、ウインズケール工場から放出した放射能の800倍にも上ります。言い換えると高濃度汚染水の0.1%（70トン）ほど海水に漏れ出せば、ウインズケール並みの海洋汚染が生じることになります。

ところで、2号機・3号機はいくら水をつぎ込んでも圧力が上がらない、つまり圧力容器が破損している炉です。この炉心を冷やすためにはひたすら水を注ぎ込むより他に道はありません。1時間に8トン、1日約200トン、合計400トンの水が注がれていると聞きます。これがそっくりそのまま高濃度汚染水の体積増につながっています。現在集

中廃棄物処理施設にある1.1万トンの低濃度汚染水を海に放出し、ここに高濃度汚染水を移す作業が始まっています。しかしこれとても1カ月で満水になります。その後は

どうするのでしょうか。その先をどうするのか、マスコミもなぜ政府・対策本部に聞かないのでしょうか。(館野、2011.4.7)

＜解説15＞水素爆発の危険性—水素が問題なのか酸素が問題なのか？ (略)

＜解説16＞しのびよる危機—熱、放射能、水素

数字を用いた解説が続いたので、全体を見渡して今何が問題なのかを説明しましょう。「事態は小康状態」などとよく言われますが、決してそうではなく、三つの重大な危機がしのびよっています。

冷却材喪失事故は①熱、②放射能、③水素、の三つの敵との戦いです。①の崩壊熱（放射性元素が放射線を出して崩壊する際に発生する熱）は減少しつつありますが、＜解説9＞で示したように、依然として1時間に数百万キロカロリーと莫大な量が出続けています。これを冷やさなければ炉心の温度は再上昇し溶融が起こり、圧力容器の底を突き破って、格納容器内、さらにはその外に飛び出してしまいます。このことが周辺環境の放射能汚染を急上昇させ、事故の処理をさらに困難にさせることはいままでもなく、絶対に避けなければなりません。

現在、冷却のために注水を行っていますが、2号機、3号機ではいくら注水しても圧力が上昇しない、「じゃじゃ」漏れ状態です。1号機は2気圧程度の圧力があり、一応の「気密性」は保たれています。2号機、3号機には一日あたりおのおの約200トンの注水を行っており、1号機、燃料プールへの注水と合わせると一日最低500トンの注水量です。この水が②の高濃度放射性汚染水を増加さ

せており、冷却と汚染抑制との間でジレンマの状態が続いています。注水せずに冷却するためには、循環システムを作って冷やすことが必要です。そのためには密閉あるいは底の抜けていない容器が必要ですが、「じゃじゃ」漏れの2号機3号機ではどのようなシステムを構築するのが問題です。最近、汚染水を循環させるシステムが発表されましたが、うまくいくかどうかは分かりません。

次に放射能の問題です。3月24日に起こった3号機タービン建屋での作業員の被曝事故をきっかけに、各原子炉のタービン建屋、およびトレンチと呼ばれるトンネル部分に、きわめて高濃度の放射性汚染水が溜まっていることが判明しました。その容積は7万トン、放射能の量は＜解説14＞で記したように、過去最悪の海洋汚染の一つ、ウインズケールで1983年に放出された放射能の800倍に当たります。汚染水の量は上述のように毎日500トン近く増加し続けています。東京電力は約3万トン貯水できる集中廃棄物処理施設から「低レベル汚染水」を海に放出して、これに溜めることを考えていますが、これも2カ月ほどで満杯になります。この高濃度汚染水が何かのきっかけで大量に海に流入すれば、もちろん周辺の生態系への放射能汚染は破局的な事態になります。

またぐずぐずしていれば、コンクリートのひび割れなどから地下への汚染が広がります。

最後に水素爆発です。〈解説15〉に述べたので、詳細は略しますが、とくに1号機は圧力容器がまだ密閉性を保っているだけに、酸素が発生して溜まっている水素と反応・爆発したらと考えると、三つの原子炉の中で最も不気味だという意見もあるようです。

以上のように、放射能、熱、水素のいずれも、処理を誤れば破局的な事態を引き起

こしかねません。その意味で事態は決して小康状態などでないことを認識すべきです。まずは、高濃度汚染水を貯めるためのスペースを確保し、これを移送すること、循環による冷却システムを確立すること、その間に水素爆発が起きないように制御することなど、的確な方針をたてて実施することを含めて、早急な対応が求められています。(舘野、2011. 4. 17)

〈解説17〉「水棺」の危険度

原子炉格納容器に水を満たして、内部の圧力容器ごと炉心を冷却する「水棺」と呼ばれる計画が進行しています。発熱する炉心を定常的に冷すための循環システムとして、なかなかよい案が見つからず、いわば苦肉の策として出てきたものですが、この「水棺」、機械的強度から見てはたして安全性は確保されているのかという疑問の声が上がっています。例えば米国「ニューヨーク・タイムズ」(電子版)4月4日号は、米原子力規制委員会(NRC)が注水を続けることによる格納容器の破損に懸念を示している、と報じました。対策本部はこの計画を実施するのならば、最低限、格納容器を満水にした際の、余震などに対する安全確保について、専門家の評価を公表すべきだと思います。しかしながら関連する情報はまったく伝わってきません。筆者は構造強度の専門家ではありませんが、問題提起の意味で、コメントしようと考えました。

問題の1号機格納容器(フラスコ型のドラ

イウエルと、ドーナツ型のサプレッション・チェンバーに分かれますが、ここではドライウエルを取上げます)のサイズですが、高さ32m、円筒部直径9.6m、球部直径17.7mです(豊田正敏他著『原子力発電技術読本』オーム社)。鋼材の厚さは約5cm(例えば、桜井淳著『原発システム安全論』日刊工業新聞社)。以上の値から(空の)ドライウエルの重量は約560トン、一方ドライウエルの容積は約2600m³で、満水にすれば合計3160トンになります。つまり満水にすることによって重さは5.6倍に増えます(内部にある圧力容器の重量などは省略して考えます)。一般的に言って重さが5.6倍になれば、地震による力も5.6倍になるので、大きな余震が来た際に、格納容器の支持具やサプレッション・チェンバーに通じる配管など、力が集中する部分が破損することは大いにあり得ます。

なお、格納容器の耐圧度を示す設計圧力は4.35kg/cm²(~4.3気圧、上掲書)で、満

水にした場合、格納容器の底の部分で3気圧程度であることを考えると、この点は一応クリアできますが、地震により溶接部分などが損傷を受けて弱体化していれば、これも保証の限りではありません。

以上の理由でこの冷却方法はきわめて危険な「綱渡り」といわざるを得ません。元原発設計技師の田中三彦氏は、原発は「極限解析」という手法をとっているので、通

常の建造物の設計と比較して「きゃしゃ」にできている、と述べています（田中三彦著『原発はなぜ危険か』岩波新書）。万一格納容器が破損すれば、さらに高濃度汚染水を垂れ流す開口部を増やすことになります。また大破損になれば破局的状態も生じかねません。その意味で「水棺」は、再考すべきだと考えます。（舘野、2011.4.28）



私はこの子を守りたい。
この子の未来も守りたい。

