

## 原子力発電所の耐震安全性について

平成18年4月7日

原子力安全対策課

### 1. 原子力発電所に係る耐震設計の手順

- ①過去の地震、活断層、地震地体構造(地質構造)から発電所周辺での地震を想定
- ②想定した地震により発電所の敷地に予想される地震動の想定
- ③周辺地盤及び各施設への入力地震動の算定
- ④その地震動によって周辺地盤及び各施設に作用する地震力並びに応力、歪及び変形などの算定
- ⑤構造物の断面設計、算定された応力などを許容される状態と比較評価することによる耐震性の確認

### 2. 志賀2号機民事訴訟における耐震設計関係の論点

#### (1) 想定する地震について (1. ①関係)

- ・考慮すべき活断層について  
→地震調査研究推進本部の評価との関係
- ・念のため考慮している直下地震の規模について

#### (2) 想定した地震により地震動を求める方法について (1. ②関係)

- ・地震を想定する方法(大崎の方法)の妥当性について  
→地震メカニズム等知見の反映について

(参考) 現在、原子力安全委員会において、耐震設計審査指針の改定作業が進められており、

- ・最新の知見を踏まえた基準地震動の策定方法の高度化
- ・耐震設計上の施設別重要度分類の基本的考え方
- ・確率論的安全評価の安全規制体系への本格的導入に向けた課題への対応(段階的導入)  
等が論議されている。

# 原子力発電所の耐震安全性について

平成18年 3月  
原子力安全・保安院

原子力安全委員会における耐震設計審査指針の見直しや、北陸電力(株)志賀原子力発電所2号機の判決等の状況を踏まえた、経済産業省原子力安全・保安院の原子力発電所の耐震安全性に係る見解と、耐震安全性を確保するための取組みについては、次の通りです。

## 1. 原子力発電所の耐震安全性確保

原子力発電所の耐震安全性は、次の通り確保されています。

### (1) 設置許可における最新の知見を踏まえた安全審査

原子力発電所の耐震設計について、原子力安全委員会の定めた耐震設計審査指針への適合性はもとよりのこと、敷地周辺の活断層や過去の地震などの詳細な調査に基づき、想定される最大の地震動に対しても安全性が確保されていることを確認しています。この安全審査は、その時点の最新の知見を踏まえて厳正に実施しています。

### (2) 運転開始後も、最新の知見を踏まえた安全性を確認

原子力発電所の運転開始後も、適宜その時点で得られた最新の知見を踏まえた安全確認を行っています。

### (3) 一定以上の地震動に対する自動停止

一定以上の大きさの地震動を感知した場合には、直ちに原子炉が自動停止する仕組みとなっています。

## 2. 北陸電力(株)志賀原子力発電所2号機の耐震安全性の安全審査

北陸電力(株)志賀原子力発電所2号機の耐震安全性については、安全審査において、次の通り確認しています。

### (1) 地盤の安定性

地表地質調査、ボーリング調査、試掘坑調査等によって、敷地の地盤が安定しており、さらに、原子炉施設設置地盤が地震時にも十分な支持力があることなどを確認しています。

## (2) 耐震設計の妥当性

敷地周辺の広域地質調査、敷地内の地質調査、地震の調査などが詳細に行われ、過去の地震(1586年の天正地震(M8.1)、1892年の能登の地震(M6.4)等)、活断層(跡津川断層、糸魚川-静岡構造線活断層系(全長)、眉丈山第2断層等)、直下地震等を評価し、これによる設計用最強地震及び設計用限界地震の基準地震動が適切に想定されていることを確認しています。また、この基準地震動に基づいて耐震設計が適切になされていることを確認しています。

## 3. 原子力安全委員会の耐震設計審査指針の見直しへの対応

新たに策定される原子力安全委員会の耐震設計審査指針への対応のために本年4月1日に、原子力安全・保安院内に耐震安全審査室を新設し、体制を強化します。

これにより、新指針を踏まえた基準類の整備等を積極的に進めるとともに、広く関係者の耐震安全性に係る情報の共有を図ることなどにより、新指針が策定された場合の円滑な運用を図ります。なお、既存の原子力発電所に対する新指針に照らした安全確認を念のため行うこととしています。

## 4. 原子力発電所の耐震安全性に係る積極的広報活動

原子力安全・保安院では、事業者に対し、各原子力発電所の耐震安全性の確保について、地元住民等に分かりやすい説明をより一層積極的に行うよう求めています。

また、原子力安全・保安院としても、耐震安全性を含め、今後とも厳格な安全規制を行い、その状況について地元をはじめとする国民の皆様十分に説明するなどより積極的に広報活動を進めていきます。

# 2 設計段階における安全性の確認

## その2 限界的な地震をも考慮した設計

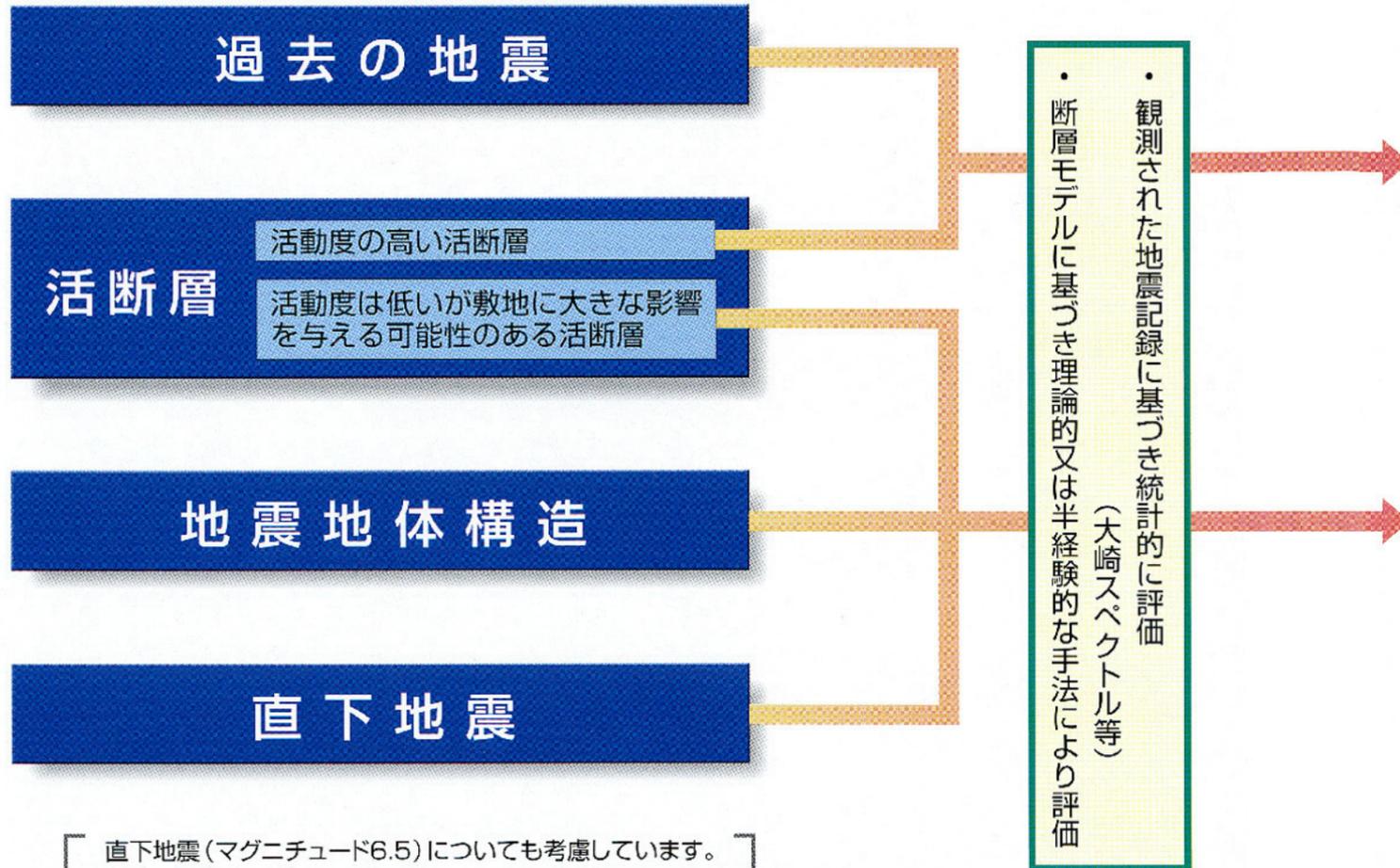
重要な施設の耐震設計については、考えられる最大の地震に重要な施設が耐えられることはもとより、およそ現実的には起こるとは考えられないような限界的な地震に遭遇しても安全上重要な機能は失われないようにしています。

### ① 設計用地震動の策定

詳細な調査結果から二段階の地震の大きさを想定します。

原子力発電所の安全上重要な建物・機器等は、将来起こりうる最強の地震に耐えられるよう設計されていますが、その中でも特に重要な建物・機器等については、さらに、およそ現実的ではな

いと考えられる限界的な地震に対しても、その安全機能を失わないようにするとの考え方に基づき設計されていることを確認します。



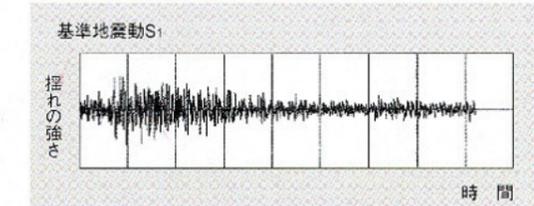
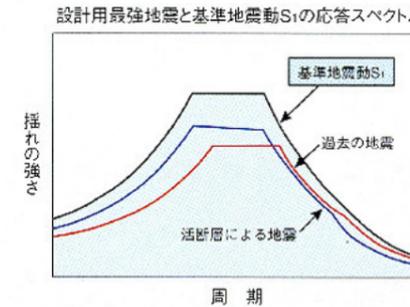
直下地震(マグニチュード6.5)についても考慮しています。

直下地震は、実際に起きる地震との関連よりも、むしろごく近傍である程度の規模の地震が発生したとしても安全性が保たれるように、考慮するものとしているものです。

#### 基準地震動S<sub>1</sub>の策定

将来起こりうる最強の地震による地震動として、過去において敷地に影響を与えたとされる歴史地震および活動性が高く過去1万年の間に活動した活断層による

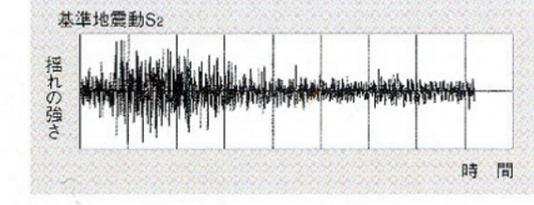
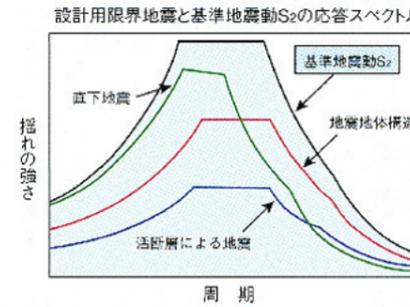
地震、微小地震の観測により、断層の現在の活動性が顕著に認められる地震等を対象に、それぞれの周期および強さを評価し、これらを包絡するような地震動を設定しています。これを「設計用最強地震」による「基準地震動S<sub>1</sub>」といいます。



#### 基準地震動S<sub>2</sub>の策定

およそ現実的ではないと考えられる限界的な地震による地震動として、活動性は低い敷地に大きな影響を与える可能性があり、過去5万年の間に活動した活

断層による最大の想定地震、地震地体構造から考えられる最大の地震等を対象にそれぞれ揺れの周期および強さを評価し、これらを包絡するような地震動を設定しています。これを「設計用限界地震」による「基準地震動S<sub>2</sub>」といいます。なお、「基準地震動S<sub>2</sub>」を策定するにあたっては、「直下地震」も想定しています。



#### 断層モデルによる地震動の評価

敷地が震源に近い場合には震源を点と見なすには不合理な場合があります。このような場合には、震源域の広がりや破壊過程などを考慮した断層モデルによる地震動の評価が行われています。

最近では、伝播経路、発震機構が類似している中小地震の記録を用いたり、統計的な手法で求めた中小地震の地震動を重ね合わせることでより大地震の地震動を評価する手法(波形合成法)が主に用いられています。

アスペリティ... 地震が起こると地下の岩盤の急なずれが面状に広がっていきます。この面が断層面ですが、ずれの量は断層面全体にわたって一様ではなく、大きくずれるところもあればほとんどずれないところもあります。このように、ずれの量が大きい部分を「アスペリティ」と呼び、地震時の強い揺れの分布は断層面上のアスペリティの位置に左右されます。



波形合成法計算結果(例)  
地震調査研究推進本部 地震調査委員会資料  
「宮城県沖地震を想定した強震動評価について」より作成

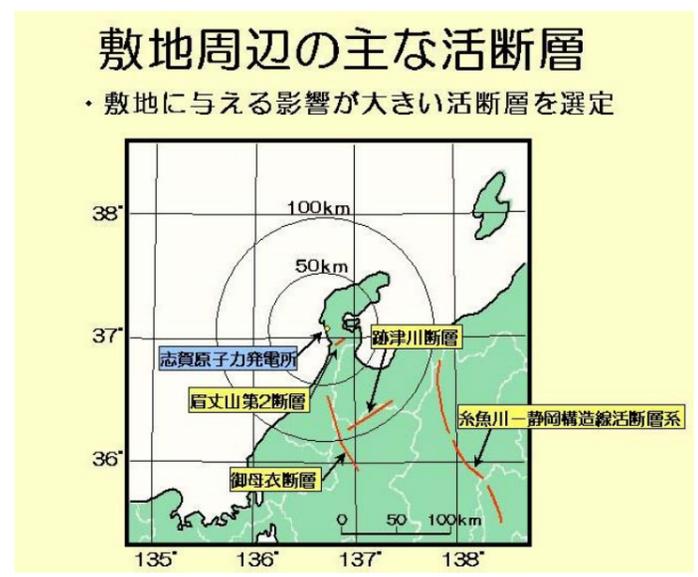
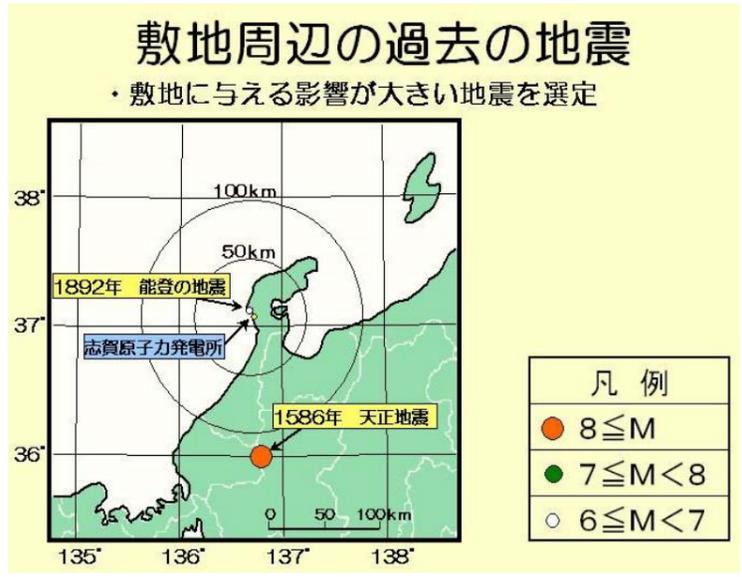


# 志賀原子力発電所の耐震安全性について

～ 志賀原子力発電所の地盤は、1千数百万年前の固い岩盤。  
重要な建物や機器はその岩盤があるところまで掘り下げて建設しました。  
一般に、岩盤での地震時の揺れは、表層地盤に比べ1/2～1/3程度といわれています。～

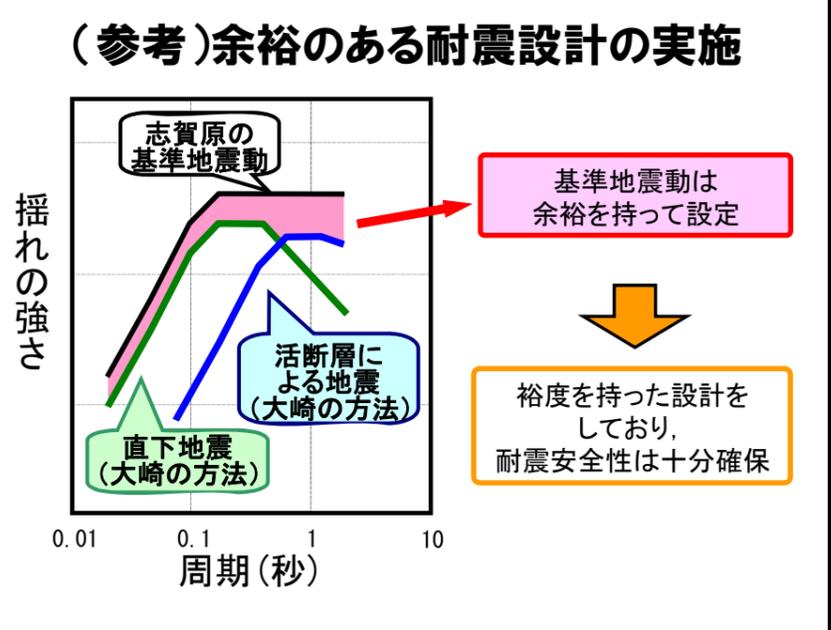
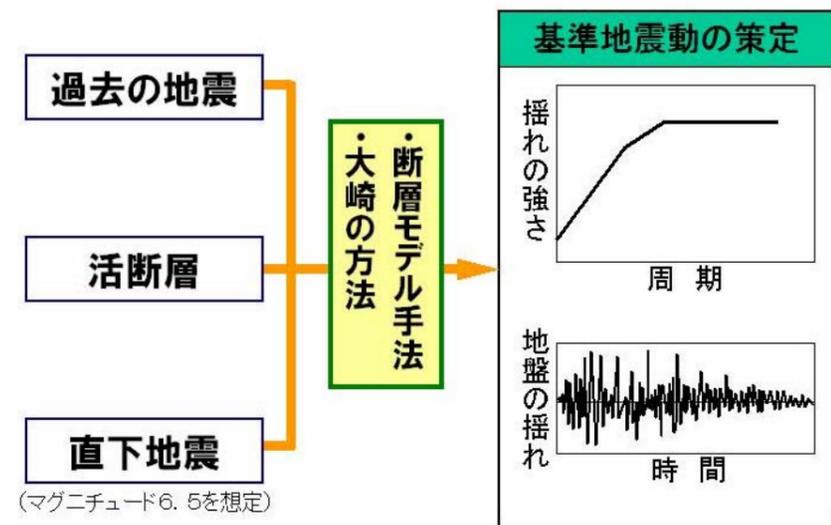
**①地盤の調査** 大きな地震が起きたとき、地盤が壊れたりしないかなどを検討するためには、どのような地質がどのような状態で分布しているかを知る必要があります。ボーリング調査や試掘坑調査などの結果、志賀原子力発電所の地盤は、今から1千数百万年前の硬い岩盤であることがわかりました。

**②「過去の地震」の調査**  
発電所敷地周辺地域でこれまでに発生した地震を詳しく調査し、敷地に与える影響を検討しました。



**③「活断層」の調査**  
地震の発生源になると考えられている活断層については、文献による分布状況を調査した上で、陸域では空中写真判読や地表踏査などを、海域では音波調査などを行い、発電所敷地に大きな影響を与える活断層を選定して、耐震設計をしました。

**④余裕のある耐震設計の実施**  
発電所敷地周辺の「過去の地震」や「活断層」などについて詳細に調査した結果、敷地に最も大きな影響を与える地震、あるいは限界的な地震(\*)に基づき、地盤の安全チェックや施設の設計に用いるべき基準地震動(\*\*)を策定しました。  
基準地震動は、さらに「直下地震」(マグニチュード 6.5) も想定し、全てを包絡するように策定して、発電所の耐震設計を実施しました。  
(\*)「限界的な地震」とは・・・  
およそ現実的に起こるとは考えられない地震のこと  
(\*\*)「基準地震動」とは・・・  
原子力発電所の耐震設計に用いる地震動(地盤の揺れ)のことで、基準地震動 S1 と S2 の 2 種類があります



**⑤十分な耐震安全性** このように、志賀原子力発電所については、詳細な調査により、想定されるいかなる地震力にも耐えられるように耐震設計しています。この耐震設計は、耐震指針に基づく国の厳重な審査を受け、許可を頂いており、十分な安全性を有しています。

# 「志賀原子力発電所2号機運転差止め訴訟」経緯

3月24日、金沢地方裁判所から「志賀原子力発電所2号機運転差止め訴訟」について運転差止め判決が言い渡されました。  
当社は、判決を不服とし、3月27日に控訴いたしました。

## ■ 判決に対する当社の見解（志賀原の耐震安全性）

判決骨子	耐震に関わる当社の見解
<p>考慮すべき<sup>おうちがた</sup>邑知潟断層帯による地震を考慮していない。</p>	<p>・当社は、文献調査はもとより、地表地質調査等、詳細な調査を実施し、5万年前以降に活動した活断層を耐震設計に考慮しています。</p> <p>・その結果、邑知潟断層帯の中には古い時代に活動を終了したと判断される断層があることから、全体が一体のものとして評価する必要はなく、邑知潟断層帯のうち、<sup>せきどうさん</sup>石動山断層などを耐震設計上考慮すべき断層としています。</p> <p>・さらに安全を確認する観点から、地震調査研究推進本部の評価を仮定し、邑知潟断層帯が一体となって動くとして評価しても、志賀原子力発電所は耐震安全上問題のないことを確認しました。</p> <div data-bbox="1691 420 2775 913"> <p><b>邑知潟断層帯</b></p> <p><b>地震調査研究推進本部(推本)の評価に基づく検討</b></p> <p>念のため、推本評価(邑知潟断層帯:44km)を仮定し、影響を検討</p> <p>断層モデル手法 推本でも用いられている手法(断層を面として評価)</p> <p>揺れの強さ</p> <p>周期</p> <p>44kmで検討した結果、基準地震動を上回るものではない</p> <p>推本は、多くの調査データに基づき評価しています。</p> </div>
<p>原発敷地での地震動を想定する手法である「大崎の方法」に妥当性がない。</p>	<p>・大崎の方法は、志賀原子力発電所だけではなく、他の原子力発電所でも、耐震設計に有用な方法として、広く用いられています。</p> <p>・宮城県沖の地震の際の東北電力女川原子力発電所での事例は、『宮城県沖近海プレート境界』で発生する地震の『地域的な特性』によるものであると報告されています。したがって、この事例により「大崎の方法(*)に妥当性がない」とする判決は誤りです。</p> <p>(*)「大崎の方法」とは・・・ 地震の規模(マグニチュード)と震央距離から地震動の大きさを求める方法のこと 地震動の大きさは、応答スペクトル(いろいろな構造物に対してどのような力を及ぼすかということを一見してわかりやすいように描いた曲線のこと)で表します</p> <div data-bbox="1721 924 2775 1449"> <p>活断層の各種調査</p> <p>活断層の長さL(km) 活断層の位置</p> <p>震央距離の評価</p> <p>△発電所 震央距離</p> <p>活断層 断層中央</p> <p>大崎の方法</p> <p>マグニチュードM 震央距離Δ(km)</p> <p>(発電所の位置)</p> <p>大崎スペクトル</p> <p>・MとΔにより各地震動の大きさを応答スペクトルで評価</p> <p>各地震動の応答スペクトル</p> <p>基準地震動の応答スペクトル</p> <p>揺れの強さ</p> <p>周期</p> <p>基準地震動</p> <p>地震動①</p> <p>地震動②</p> </div>
<p>直下地震(M6.5)の想定が小規模過ぎる。</p>	<p>・直下地震M6.5は、詳細な調査により敷地に活断層がないことを確認した上で、さらに念のため想定することが要求される地震です。</p> <p>・活断層がないところでM6.5を超える地震が発生した事例としてあげられている平成12年鳥取県西部地震(M7.3)については、専門家による詳細な調査の結果、活断層のあるところで起きた地震とされています。</p>
<p>想定を超えた地震動によって「多重防護」が機能しない。</p>	<p>・原子力発電所の設備には安全上十分な余裕を持っています。</p> <p>・万が一想定を超える地震が発生したとしても、それが直ちにすべての安全設備の機能喪失につながることはありません。</p>

## ■ 耐震指針改訂への対応

現在、国において耐震指針の改訂審議が行われています。

当社はこの状況を注視していくとともに、改訂の内容がまとまれば、より一層の信頼性向上の観点から、耐震安全性の再確認など、所要の対応を行っていきます。