

原安委事務局

15. 8. 11

## 分科会の進め方 (案)

### 1. 分科会の再開

- ①これまでの基本、施設、地震動WGの23検討項目の検討状況を各リーダーが報告
- ②今後の審議の方向を検討 (日程を含めて)

### 2. 分科会の審議

- ①各WGから整理項目の報告
- ②指針高度化の基本方針の審議
- ③基本方針決定後指針 (案) の起草作業
- ④指針 (案) 決定

### 3. 基本方針決定のキーワード

- ①耐震重要度分類の数
- ②直下地震の大きさ
- ③地震地体構造の考え方 (プレートテクトニクスとの関係)
- ④基準地震動の数

### 4. 原安委の整理課題

- ①安全重要度と耐震重要度はダブルスタンダードであるのか、一つにすべきなのか
- ②耐震指針と仕様規定となる民間指針の住み分けとオーソライズ

耐震指針検討分科会調査審議スケジュール(案)

項目	平成15年							平成16年		
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
地震・地震動WG	第9回 ▼ (6/23) ・静的地震力 ・上下動	第10回 ▼ (7/28) ・直下地震 ・基本WGからの提言	第11回 ▼ ・直下地震(確率的手法) ・地震・地震動WGとりまとめ	分科会指示による作業 → (想定される検討項目例) ・スラブ内地震 ・地震地体構造						
施設WG		第8回 ▼ (7/30) ・基本WGのとりまとめ	第9回 ▼ ・基本WGからの提言	分科会指示による作業 → (想定される検討項目例) ・重要度分類						
基本WG	第6回 ▼ (6/24) ・基本WGのとりまとめ	第7回 ▼ (7/31) ・基本WGのとりまとめ	第8回 ▼ ・基本WGのとりまとめ							
分科会			第6回 ▼ (8/20) ・これまでのWGの整理(23検討項目の検討状況)	第7回 ▼ ・WG報告受理 ・指針高度化の基本方針	※第?回 ▼ ・指針高度化の基本方針決定		※第?回 ▼ ・指針(案)中間報告		※第?回 ▼ ・指針(案)決定 16年6月(目途)	
<p>※ 分科会は、審議の進捗状況に応じて、適宜開催する。開催回数は未定。</p>										

## 震源を特定できない地震による地震動の断層モデルによる評価等の進捗状況

### 1. 横ズレ断層を対象とした評価

評価完了（別図1）

### 2. 縦ズレ断層を対象とした評価

評価中（別図2）（8月中に評価終了見込み、9月には報告書作成終了）

### 3. 断層評価にかかる論文投稿状況

5論文について投稿中、①及び②は査読中。(～11月5日)

#### ①土木学会地震工学論文集

「硬質サイトの強震観測記録に見られる高周波低減衰特性の検討（香川、鶴来、佐藤）」

#### ② Earth Planets and Space

「Differences in ground motion and fault rupture process between the surface and buried rupture earthquakes (Kagawa, Irikura, and Somerville)」

#### ③土木学会地震工学論文集

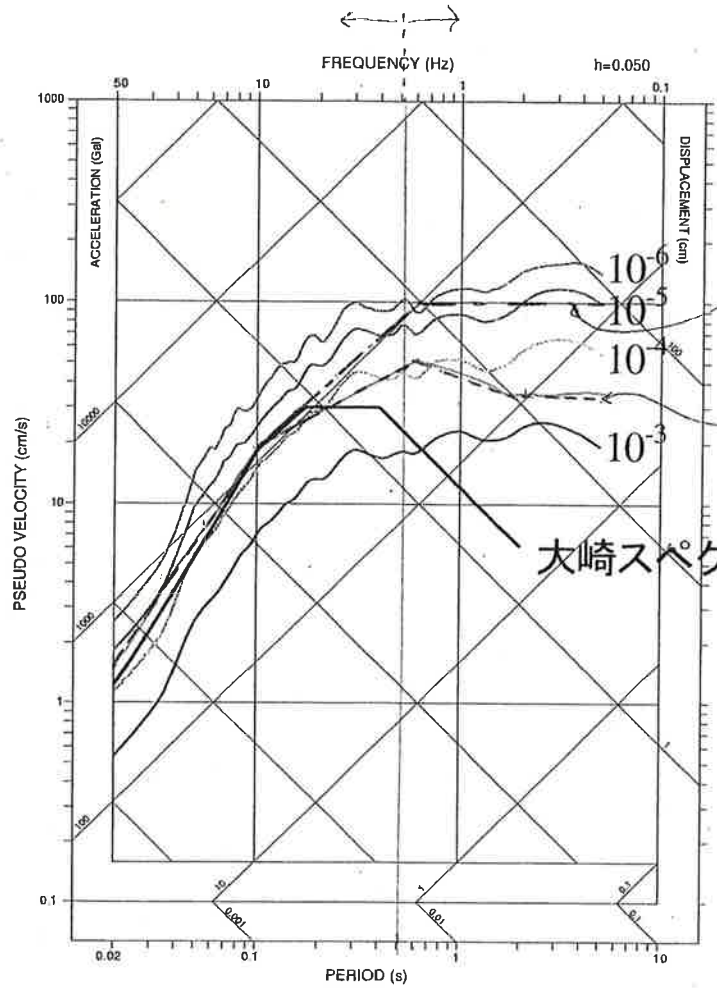
「気象庁震源データを用いた地震発生上下限層の深さの評価（蛭沢、坂上）」

#### ④地学雑誌

「確率論的地震危険度評価のための潜在断層地震の発生確率設定法（香川、壇、大塚）」

#### ⑤日本地震工学会論文集

「ハイブリッド合成法に用いる統計的グリーン関数法の高精度化について（香川）」



観測記録に基づく震源  
近傍スペクトルの上限ハル  
( $V_s=700\text{m/s}$ )

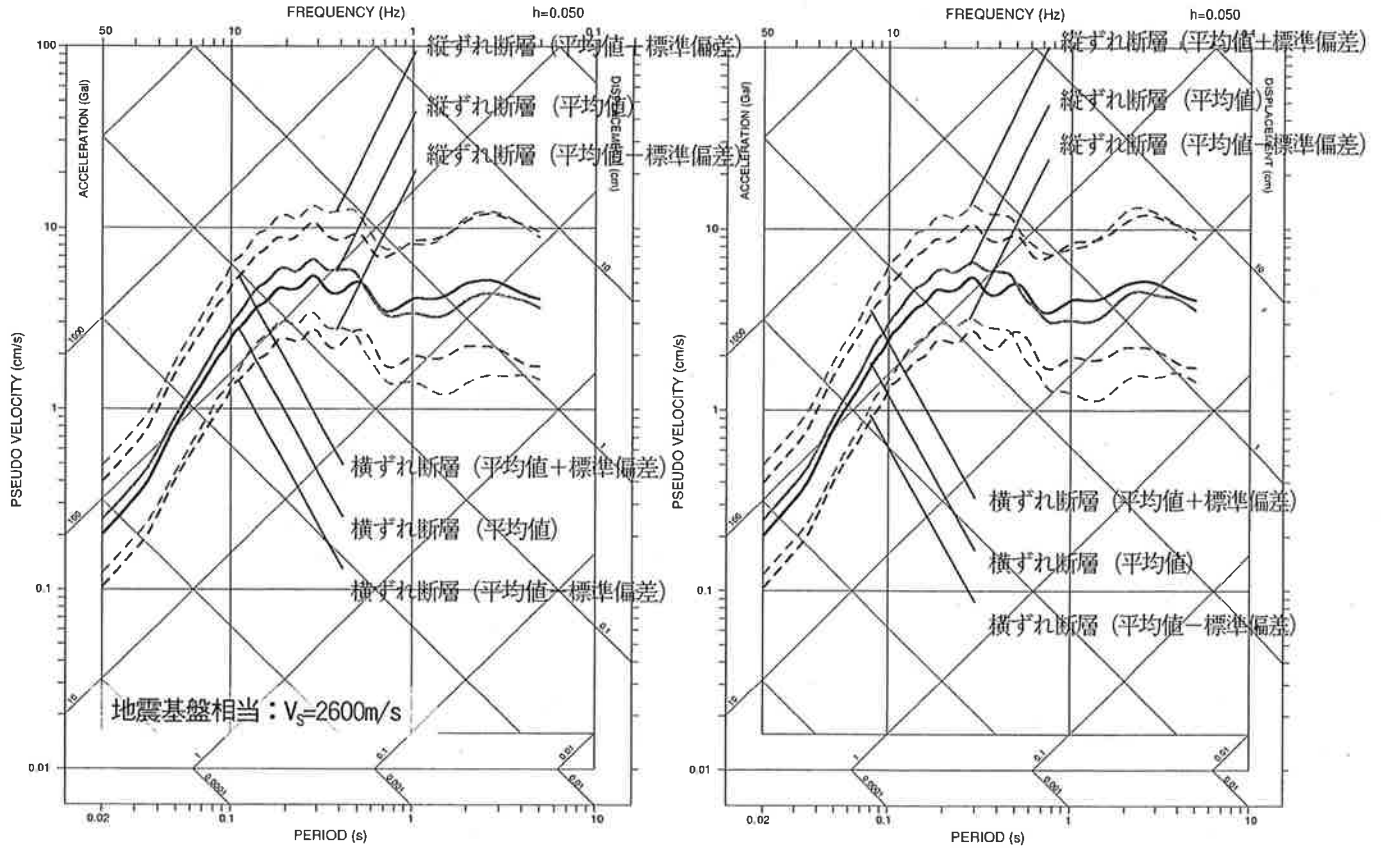
観測記録に基づく震源  
近傍スペクトルの上限ハル  
(地盤基礎)

大崎スペクトル ( $V_s=700\text{m/s}$ )

$V_s: 2600\text{m/s}$

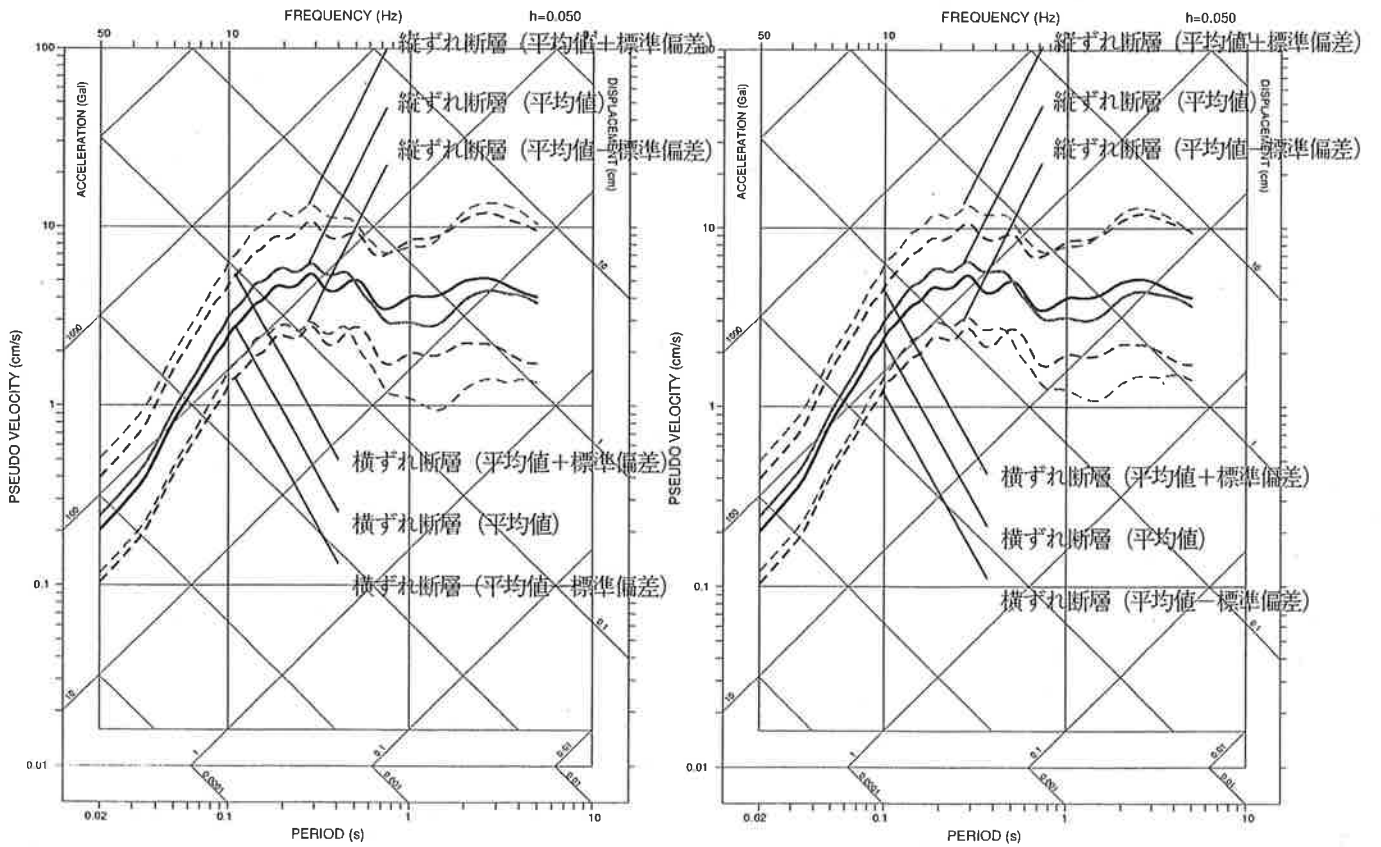
### 超過確率別スペクトル

(横断断面)



(1) 傾斜角 30 度

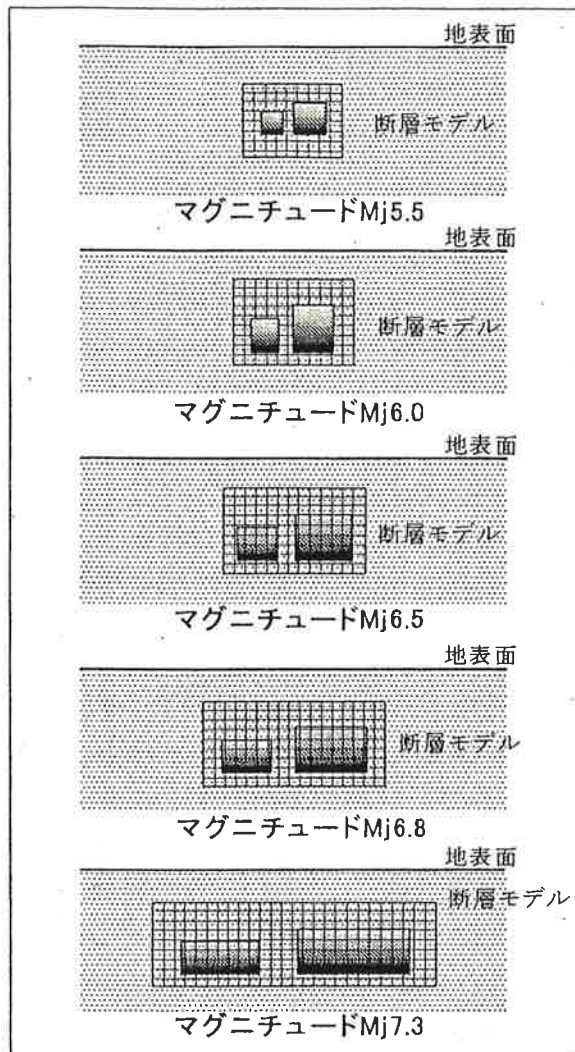
(2) 傾斜角 45 度



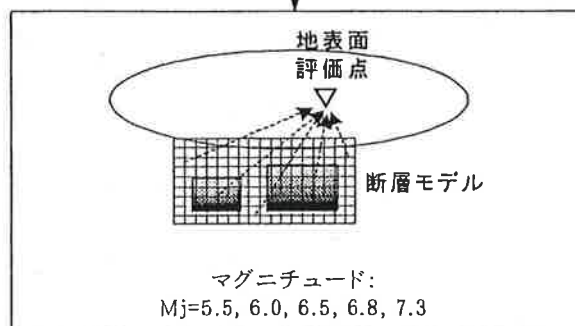
(3) 傾斜角 60 度

(4) 傾斜角 3 ケース

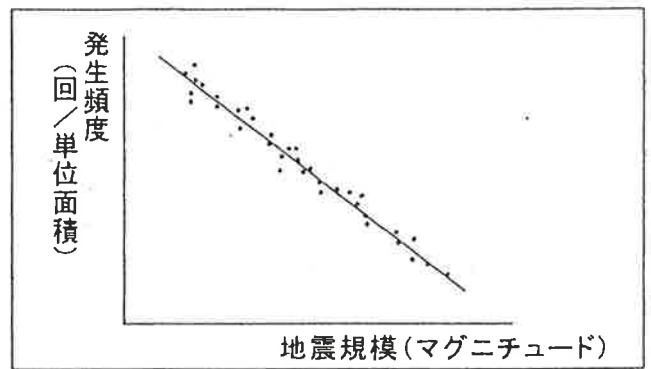
図 4.64 縦ずれ断層と横ずれ断層による地震動スペクトルの比較：断層モデル（ハイブリッド合成法）（その 1）  
（地震基盤相当： $V_s=2600\text{m/s}$ ）



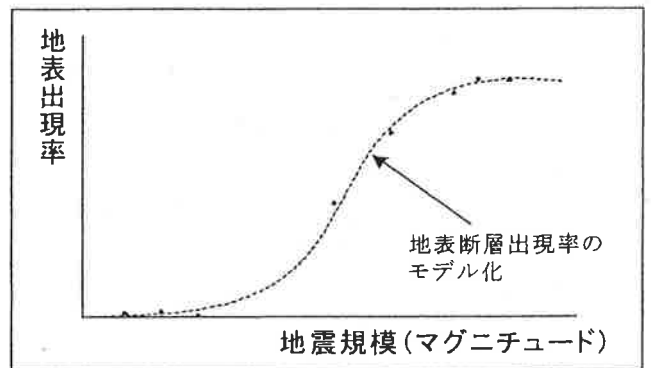
(1) 断層モデルの諸元の設定



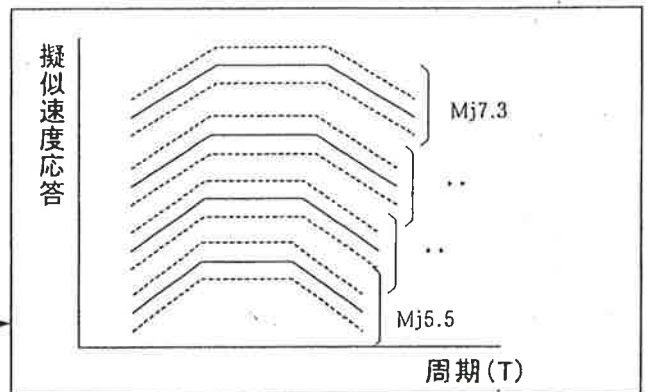
(2) 断層モデルの解析



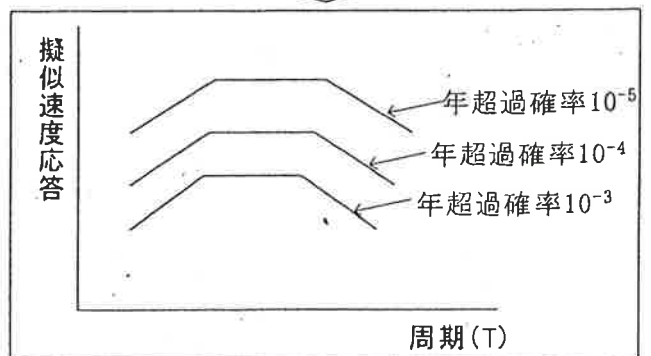
(a) 地震規模別発生頻度分布  
×



(b) 地震規模別地表地震断層出現率  
×



(c) 地震規模別の地震動スペクトル



(d) 地震動スペクトルの年超過確率

図1 地震動評価フロー

「耐震設計審査指針の高度化のあり方に対する基本WGの検討結果（中間報告）」に対する意見

記載箇所	記述内容	意見	備考
2. 「指針」の姿について	<p>(1) 一般に工学施設の許認可に掛かる審査基準は、～。</p> <p>(2) 「指針」の高度化に当たって、～。</p> <p>(3) ただし、～。</p> <p>(4) なお、～。</p>	<p>・我が国の発電用原子炉施設に係る設置許可、工事計画認可といった規制体系のなかで、発電用原子炉施設の設置許可においては何を審査すべきか明確にしつつ、指針を取りまとめることが重要と考える。</p> <p>・指針の改定に当たっては、工事計画の審査基準の整備も踏まえ、段階的な適用等現実的な改定が望まれる。</p>	
3.1 基本的目標	<p>(6) この問題意識に応える一つの提案として議論されたのは、基本目標を</p> <p>目標Ⅰ：原子炉施設は・・・地震学的見地から見て施設の寿命中には最悪の場合には起こるかもしれない地震動を基準地震動とし、この発生を仮定しても安全防護施設も含めて必要な安全機能は損なわれず、周辺の公衆に放射線災害を与えないよう設計、建設、運転および保守されること。</p> <p>目標Ⅱ：施設の設計、建設、運転及び保守における裕度により、基準地震動を超える地震動が発生する可能性を考慮してもそれによる公衆災害のリスクが小さいことを運転開始前に確認すること。</p> <p>(8) 目標Ⅱは、たとえ基準地震動をある超過確率を基準に定めるとしても・・・。</p> <p>(9) これに対しては、設置許可処分は安全性を確保し得るという判断に基づいてなされ、・・・。</p>	<p>・将来的に原子力災害防止の観点からの指標（公衆リスクを指標として定められる安全目標）が設定される方向であるが、確定論的耐震設計の体系を安全目標達成の必要十分条件として整備しようとする、実際の設計で確保される保守性に依らず設計体系のみで過度の保守性を確保せざるを得ない非合理性を生じる恐れがある。</p> <p>・このため、目標Ⅰ（設計）及びⅡ（評価）の双方を並列で確認することは、一つの合理的方法であると考え。</p> <p>・目標Ⅱについて、確率論的評価（PSA）を活用する場合には、個別プラントの規制に用いるのではなく指針で要求する安全のレベルが他の事象とバランスの取れたものであるかをチェックするために用いるのが適当と考える。</p> <p>・また、実際の設計・建設が進捗した段階において個別プラントの総合的な評価として地震 PSA を行ったり、指針や基準の変更、あるいは新しい知見が明らかになった場合において既設プラントの安全レベルを確認し、必要に応じて補強するために積極的に PSA を活用することは望ましいが、指針における要求（安全審査段階における規制に取り込む）とするのではなく、事業者の自主保安活動上の位置づけとする。</p>	
4. 耐震重要度の区分のあり方	<p>(1) 耐震重要度の区分について「指針」は、As クラス、A クラス、B クラス、C クラスという分類を用いている。しかしながら、原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器の、その安全機能の重要度に基づく分類は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（以下、重要度指針）で規定されており、この重要度は、それぞれの構築物、系統及び機器が機能喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して定められているから、両者の機器等の区分の論理は同じと考えられる。そこで、耐震重要度も重要度指針同様3クラスに分類することとし、</p> <p>耐震クラス1：その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷、又は燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統および機器（PS-1 分類）ならびに、異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの加圧を防止し、敷地周辺への過度の影響を防止する構築物、系統および機器。安全上必須なその他の構築物、系統および機器（MS-1 分類）</p> <p>耐震クラス2：その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷、又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統および機器（PS-2）、ならびにこれらの構築物、系統および機器の損傷または故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統および機器（MS-2）</p> <p>耐震クラス3： とすること、ただし、地震荷重に対する構築物、系統及び機器の応答及び耐性に特徴的な問題がある場合には、一部の構築物、系統及び機器の耐震クラスを重要度指針のクラスと異なるものとするのが適切、という意見が多かった。</p>	<p>耐震重要度区分については、安全重要度に係る区分のあり方との全般的な整合性を図りつつ、一方で地震が共通起因事象であることを考慮し、耐震設計上の特有の観点も反映すべきであり、安全重要度区分と全く一致する必要はないと考える。</p>	
	<p>(3) また、重要度指針のクラス1に分類される構築物、系統及び機器は、炉心の著しい損傷・燃料の大量破損、異常状態発生時の事象の拡大防止と収束に関連する安全機能を有していて、クラス2及び3に分類される構築物、系統及び機器の有する安全機能とはその重要性に格段の差があること、クラス2に分類される構築物、系統及び機器の安全機能はたとえ失われても、それによって発生する放射線の外部放出によっては立地指針という公衆の放射線</p>	<p>・クラス2は高度の信頼性、クラス3は一般産業施設と同等以上の信頼性の確保・維持が求められており、これらを同一の設計で扱うことは、クラス2に相当する耐震安全確保のレベルをクラス3にも適用することとなり、合理性を欠く設計体系となることが懸念される。</p>	

	<p>災害の発生に至る可能性が極めて小さいので、これらの耐震設計の水準をクラス3に分類される構築物、系統及び機器のそれと別に必要性はないとして、耐震重要度については、重要度指針のクラス1を耐震クラス1、クラス2及び3を耐震クラス2とすることが基本目標を達成する観点から適切（ただし、「使用済み燃料貯蔵」に関する安全機能は耐震クラス1とする）とする意見もあった。</p>		
	<p>(5) なお、重要度指針を用いて耐震重要度分類を行う際には、次のような耐震設計特有の次項について留意する必要があることを明らかにしておくことが適切である。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 異常の発生防止機能と影響緩和機能との区別はしない。</li> <li>2) 重要度指針でいう「当該系の機能遂行に直接必要となる関連系以外の関連系」のうち、系統及び機器を収納・支持する機能（建物・構築物、系統及び機器の支持構造物）については、当該関連系統・機器の耐震設計に用いられる基準地震動に対して、安全機能（支持機能）を損なわないことの確認を行うものとする。</li> <li>3) 建物・構築物、系統及び機器間の相互影響については、上位の耐震クラスに適用される基準地震動に対して、それぞれ要求される安全機能が損なわれないことの確認を行う。</li> <li>4) 重要度クラスの異なる系統及び機器が構造的に連続している場合には上位の重要度をもつものとする。</li> <li>5) 耐震設計上重要な設備の耐震重要度分類の検討には、地震PSAの知見も用いる。</li> </ol>	<p>・4)について、「構造的に連続している場合には」→「構造的に連続している場合、その地震時挙動が上位の耐震機能に影響を与える範囲まで」</p> <p>・5)について、耐震設計上重要な設備の耐震重要度分類の検討に地震PSAを用いる場合、PSAの結果は個別炉の「システム構成」に強く影響されることから、その知見を用いるに際しては留意する必要がある。</p>	
<p>5.1 基準地震動の選定</p>	<p>(1)・・・より直截な表現を用いることが望ましく、例えば、敷地周辺の事情でできる地震動の大きさと頻度の関係を踏まえて、地震学的見地から見て施設の寿命中には最悪の場合には起こるかも知れない地震動としては「原子力施設の寿命を安全側に100年とし、この100年間を通じて、その規模を超える地震動の発生する可能性が100分の1程度、すなわち、原子力施設の敷地においてその寿命の100倍の期間内に発生する地震動のうち、最も過酷な地震動を基準地震動に設定すること」というような表現が考えられるという意見があった。</p>	<p>・確定論的な地震動の設定における問題を補完するためには、どの程度の発生可能性を有する地震動までを考慮すべきか明確化することが必要であるが、一般的に地震ハザード評価を用いるためには、以下の課題を克服することが必要。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 現状では、原子力発電所の耐震設計に用いることができるほど十分なデータが得られておらず、その評価結果には大きい不確実性が伴う。</li> <li>② 地域ごとに地震環境は異なり、得られるデータも精粗があることから全国一律の基準で規制することは適切ではないと考える。</li> </ol> <p>・このため、地震ハザードによる評価は、現行の歴史地震、活断層、地体構造から基準地震動を考慮するといった方法によるものが確率的にみてどの程度のものかを見極めるために、参考として用いることが適切と考える（規制レベルのチェック）。</p> <p>・地震動強さだけでなく耐力も含めて総合的な安全性を評価すべきであると考えられる。</p> <p>・100年の100倍といった表現については、定性的な表現とするのが適切と考える。</p>	
<p>5.2 設計用地震力</p>	<p>耐震安全の基本的目標を達成するため各耐震クラスの機器の設計地震力については、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐震クラス1の構築物、系統、機器は、技術的見地から見て施設の寿命中には最悪の場合には起こるかもしれない地震動として定められた基準地震動から得られる地震力を設計用地震力として用いること。</li> <li>・耐震クラス2のそれらは耐震クラス1の設計用地震力を<math>\alpha</math>倍(<math>\alpha &lt; 1</math>)して求めた地震力を設計地震力として用いること。</li> <li>・耐震クラス3のそれらは一般施設の強度設計に用いられる基準に従うこととするのが適切ではないかとされた。</li> </ul>	<p>・耐震クラス2については、その破損による影響が炉心や使用済み燃料の破損と比較して相当限定的であることから、設計用地震力について必ずしも最上位クラスの設計用地震力と結びつける必然性はなく、従来通りの静的地震力に基づき弾性設計を前提とした高い信頼性の耐震設計を実施することで問題ないと考えられる。<math>(\alpha</math>倍とする際の、<math>\alpha</math>を決める根拠を明確化することが困難ではないか?)</p> <p>・現行の重要度に応じた静的地震力の規定は、施設の耐震性の確保に有効な規定であるため、静的地震力の取り扱いについて検討する必要がある。</p>	
<p>6. 適切な耐震性を有していることの確認法—許容応力の設定</p>	<p>(1)・・・例えば耐震クラス2の施設などは設計の簡易化などを行うかわりに許容限界を弾性範囲内とすることも考えられるが、これらはその妥当性が示されれば許容されるべきものである。</p> <p>(2) なお、現在の「指針」では、“ねばり”を確認する観点から降伏応力を超える状態についても機能確認ができる限りに置いて許容するとしているが、現実にはそれが出来ないために降伏応力を限度としている場合が多く、結果としてS2に対して弾性設計が行われていることが多いこと、このことは耐震性の確認に発生頻度のより低い地震動を用いて、機能を担保できる限りにおいてとしつつ許容応力範囲をそれに応じて広げても、その空間は事実上利用できないことを意味するので妥当性を欠くのではないかと考えられる。どうしてもそうした低頻度の地震動を基準地震動としたいとするなら、その地震動に対しては「発生可能性—影響関係」から導かれる適切な規模の事故の発生を許容するという立場に立って指針を整備すべきではないかと、この指摘もあった。</p>	<p>・S2に対しては現行設計体系でも降伏応力を超える許容値を用いており、弾性設計を求めるとはなっていない。これらの許容値は現実的な破損に対して相当の裕度が確保されていることは種々の試験（例えばNUPEC耐震信頼性実証試験）から判っているが、確定論的設計では十分信頼性のある許容値を用いることが一般的であることから、これまでの技術的蓄積も踏まえて短期的に見直しを行うことは困難と考えられる。</p> <p>・なお、利用していない空間（すなわち許容値に内在する余裕）は今後実用化される確率論的安全性評価（地震PSA）において確率表現の下でモデル化され、地震時の耐力評価に活用することは可能である。</p>	



7. 支持地盤の健全性、地震随伴事象への配慮	現在の「指針」に明確な規定がないけれども、実際には耐震設計の審査の一部として行なわれている「支持地盤は支持する建物・構築物に適用される基準地震動に対して支持機能を損わないこと」、「基準地震動の発生に伴う地すべり、斜面の崩壊及び津波等の可能性の検討を行い、施設の安全確保に支障がないこと」の確認は、この際、明文化することが適切ではないかとの意見が出された。	・津波についての要求は安全設計審査指針の「地震以外の自然事象」で明文化されている。	
10. 運転管理に係る考慮事項	<p>施設の運転中に地震を経験することがあり得るから、以下のような点については予め保安規程等に定めておくことの必要性について意見交換がなされた。</p> <p>1) 教育・訓練において、運転管理作業中に地震に遭遇した際に適切な振る舞いを可能にすること</p> <p>2) 事故時操作マニュアルに、事故時操作マニュアルに沿った操作を継続中に地震を経験した場合の処置の仕方を記載すること。特に短時間のうちに操作が期待されているものについては、それが確実に実行されることを確認してマニュアルを整備すべきこと。</p> <p>3) 地震に誘発された事故に対するアクシデントマネジメントのあり方を検討すること</p> <p>しかしながら、「指針」における後続規制に対する要請のまとめ方の一般的原則をどうするか議論が定まっていないこともあり、これを「指針」にどう位置付けるかを含めて深い検討はまだ行われていない。</p>	<p>・運転管理に係る事項については、耐震設計審査指針に係る検討とは別の場で議論していくべき内容と考える。</p> <p>・一方、耐震設計指針は当該指針の中で、「設計」指針であることを明確化するとともに、考慮すべき地震動等運転開始後においても技術基準等において整合を取るべき事項については、基本的考え方を明確化することが必要。</p>	