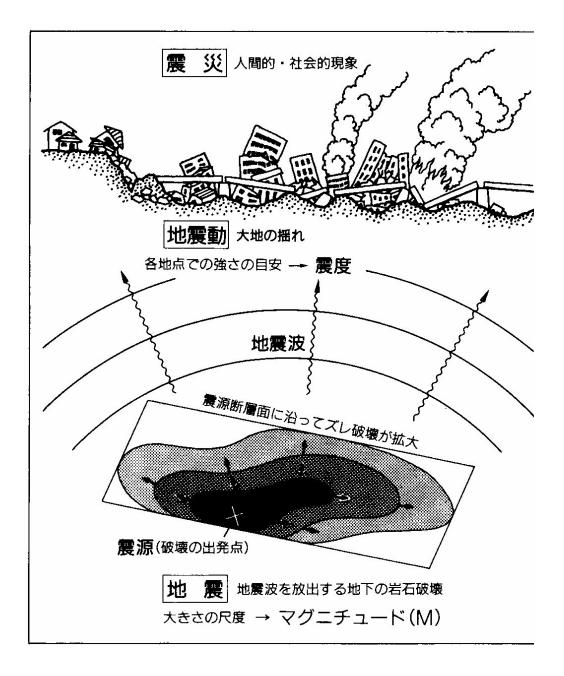
## 野津厚意見書ほかについて



弁護士 只野 靖

- •震災
- ・地震動各地点での大地の揺れ
- •地震 地下の岩石破壊 気象庁マグニチュード(Mj) モーメントマグニチュード (Mw) 地震モーメント(Mo) 応力降下量(Mpa) ディレクティビティ



## 石橋克彦(1997)

### 基準地震動の重要性

- ア 原子炉設置許可は、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。」(「4号要件」原子炉等規制法43条の3の6第1項4号)。
- イ「耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。」(実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(「設置許可基準規則」)第4条3項)
- ウ「重大事故等対処施設」は、「基準地震動による地震力に対して」、「重大事故に至るおそれがある事故」ないし「重大事故」に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること」(設置許可基準規則39条1項、3項、4項)

### 基準地震動の重要性

設置許可基準規則の解釈別記2(第4条地震による損傷の防止)5項 •5 第4条第3項に規定する『基準地震動』は、最新の科学的・技術的 知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並び に地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが 適切なものとし、次の方針により策定すること。

- •一 <u>基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定すること。</u>
- ・三 上記の「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定すること。」

### 揺れの強さを表す尺度

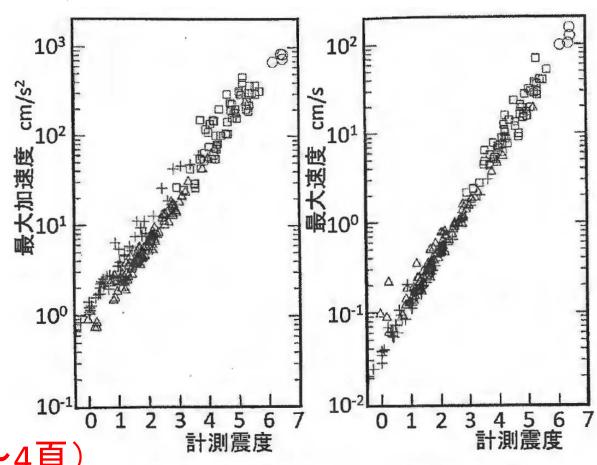
1898年 中央気象台 震度0~VIを策定 1948年 福井地震 震度Wを追加 1996年 気象庁 震度5と6に強弱 10段階に

甲D154強震動(2頁)



### 揺れの強さを表す、より物理的な尺度

# 最大振幅 最大速度 (カイン、cm/s) 最大加速度 (ガル、cm/s2) 最大変位 (cm)



### 甲D154強震動(3~4頁)

3 1.2 計測震度と最大加速度振幅および最大速度振幅との相関

$$I = 0.55 + 1.90 \log PGA \pm 0.30 \quad (4 \le I \le 7) \tag{1.1}$$

$$= 0.32 + 2.00 \log PGA \pm 0.30 \quad (4 \le I \le 7) \tag{1.1}$$

$$I = 2.68 + 1.72 \log PGV \pm 0.21 \quad (4 \le I \le 7) \tag{1.2}$$

$$= 2.32 + 2.00 \log PGV \pm 0.24 \quad (4 \le I \le 7) \tag{1.2}$$

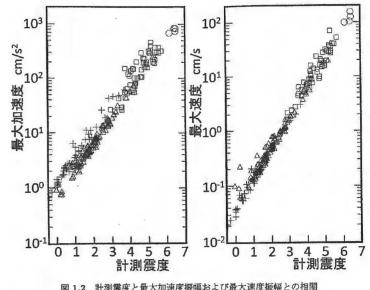
### 揺れの強さを表す、より物理的な尺度

$$I = 0.55 + 1.90 \log PGA \pm 0.30 \quad (4 \le I \le 7)$$

$$= 0.32 + 2.00 \log PGA \pm 0.30 \quad (4 \le I \le 7)$$

$$I = 2.68 + 1.72 \log PGV \pm 0.21 \quad (4 \le I \le 7)$$

$$= 2.32 + 2.00 \log PGV \pm 0.24 \quad (4 \le I \le 7)$$



### おおよその目安

震度5強と6弱の境界(I=5.5)甲D154強震動(3~4頁)

最大速度 40(カイン、cm/s)前後

最大加速度400 (ガル、cm/s2)前後

震度6強と7の境界( I = 6.5)

最大速度 150(カイン、cm/s)前後

最大加速度1300 (ガル、cm/s2)前後

### 1948年福井地震(Mj7.1)

福井平野直下の横ずれ断層 死者約3700名 全壊家屋約35000棟 強震観測記録はない





写真 1.2 1948 年福井地震での墓石の散乱 (小林啓美氏撮影)

### 甲D154強震動(5~6頁)

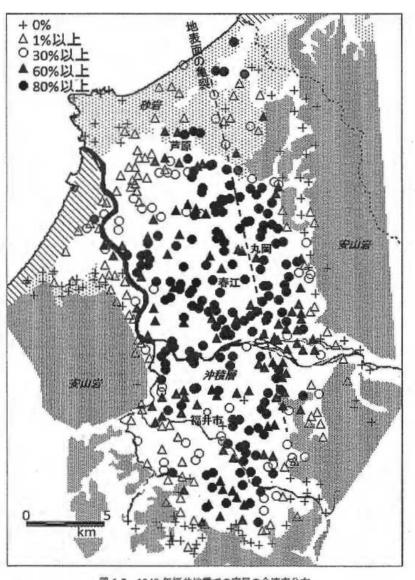
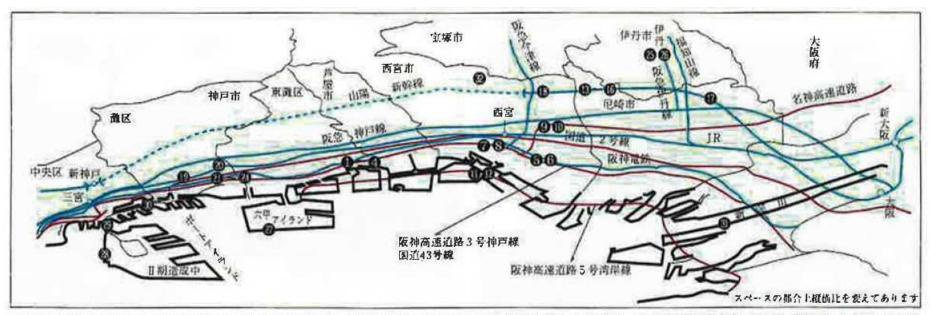


図 1.3 1948 年福井地震での家屋の全壌率分布

### 1995年兵庫県南部地震(Mj7.3)



·野島断層、六甲断層系 横ずれ断層 死者約6400名

全壊家屋約10万棟

震度7の地域は長さ20km、幅2km程度の帯状に分布し、 震災の帯と言われた。しかし、震災の帯の中心部での強震 記録は得られていない。

## 1995年兵庫県南部地震(Mj7.3)



### 大きな被害をもたらすパルス波

1995年兵庫県南 部地震

周期1秒~2秒程度の強震動パルスが大被害をもたらしたことは広く知られている。

前年の1994年 ノースリッジ地震 でも、パルスが観 測されていた。

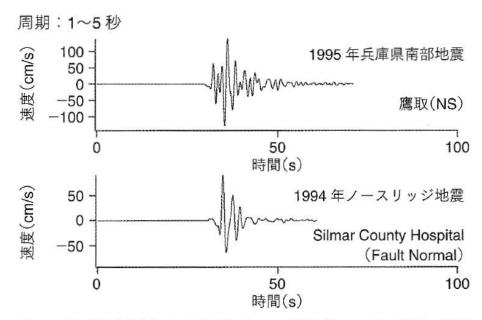


図 2一内陸地殻内地震による強震動パルスの例(周期 1~5 秒の帯域の速度 波形)

甲D80 野津厚

「不幸中の幸いであった東北地方太平洋沖地震 の強震動生成過程から原子力発電所の耐震安 全を考える」

(科学2015.10 976頁)

### 1994年ノースリッジ地震(Mj6.8)

### 甲D186

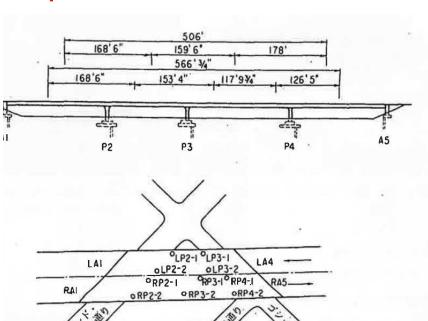


図 5.5.17 S-118 ミッション/ ゴシック地区の高架橋 1)

カリフォルニア特有の現象 である可能性を捨てきれな かった(甲D163纐纈一起)



**写真 5.5.26** RP3-1 橋脚の被害 <sup>2)</sup> (フレアーの直下で破壊している)

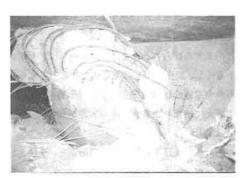


写真 5.5.27 RP3-2 橋脚の被害(橋脚の基部が傾斜している)<sup>2)</sup>



写真 5.5.28 LP3-1 橋脚の被害 (曲げせん断破壊) 2)



写真 5.5.29 LP3-2 橋脚の被害 (曲げせん断破壊 が進み、軸線が完全にずれている)<sup>2)</sup>



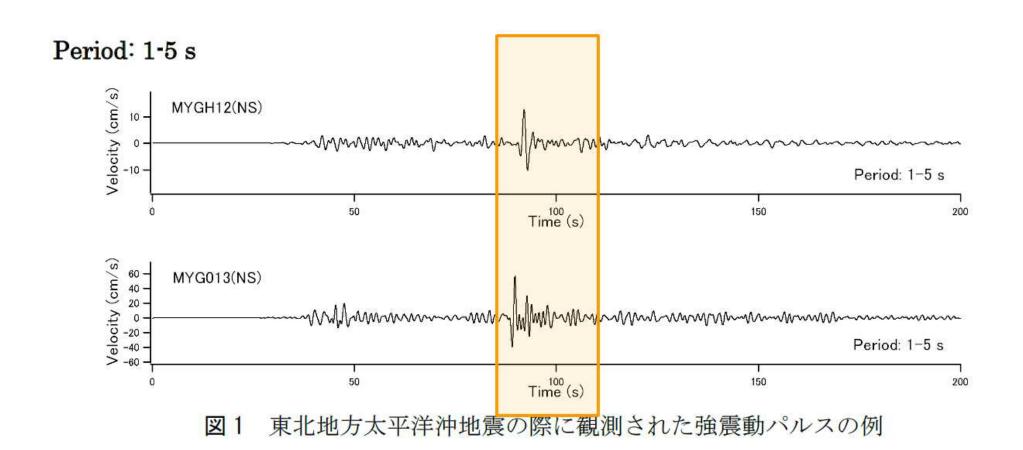


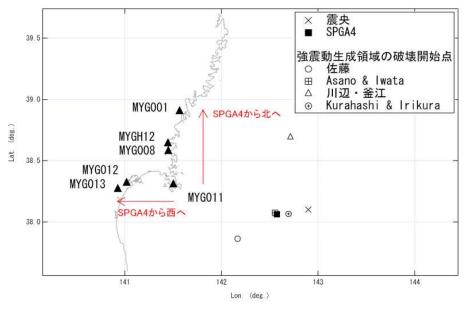
### 大きな被害をもたらすパルス波

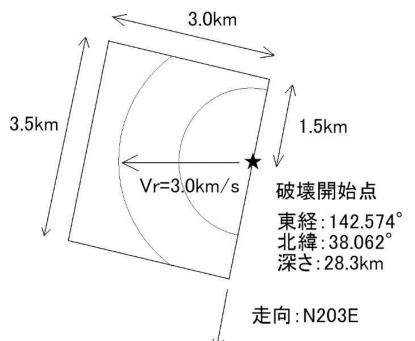
震源断層の近傍の観測点において, 断層面を伝播するすべり破壊が近づいて来る場合, 断層各点から発生するパルス状の強震動(以下, 要素パルス)が建設的に重なり合うことによって, 指向性パルスは発生する。

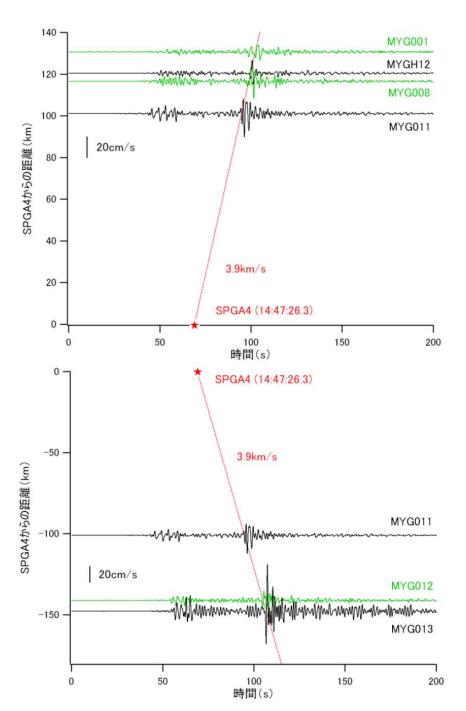
1995年兵庫県南部地震の際、神戸市では六甲断層帯の走向に直交する北北西-南南東方向に多くの建物をなぎ倒すような強烈な強震動が観測されたが、指向性パルスがその成因のひとつと考えられている(その破壊力からキラーパルスとも呼ばれた)

(甲D155強震動地震学講座第15回(久田嘉章)。









#### SPGAモデル

東北地方太平洋沖地震をはじめとする 海溝型巨大地震において特徴的な強震 動パルスのパルス幅と調和的なサイズ のサブイベント(SPGA)から構成される震 源モデルであり、サブイベントのサイズは 対象地震の場合<u>一辺が数km程度</u>.

#### SMGAモデル

より広い領域(対象地震の場合, <u>一辺が</u>数十km程度)からまんべんなく強震動が生成されるとする震源モデル.

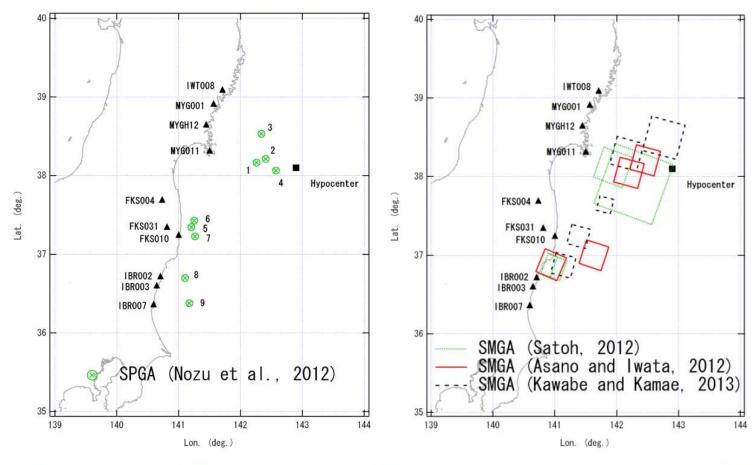


図 12 2011 年東北地方太平洋沖地震を対象とした SPGA モデルと SMGA モデルの比較

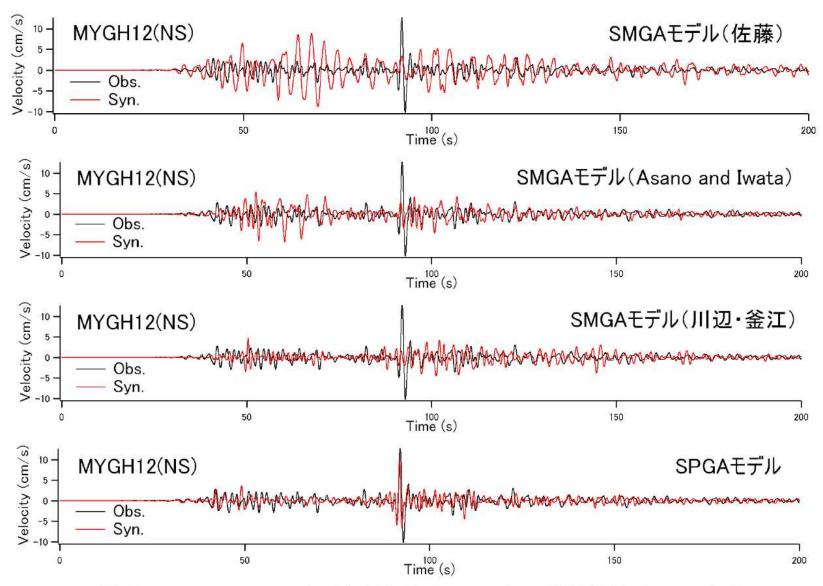


図 13 MYGH12 における速度波形 (0.2-1Hz) の観測結果 (—Obs.) と SMGA モデルおよび SPGA モデルによる計算結果 (—Syn.)

### SMGAモデルとSPGAモデルの違い

## SMGAモデル

→一辺が数十km程度のより広い領域から、その内部は均質として扱い、地震波がまんべんなく生成される。

## SPGAモデル

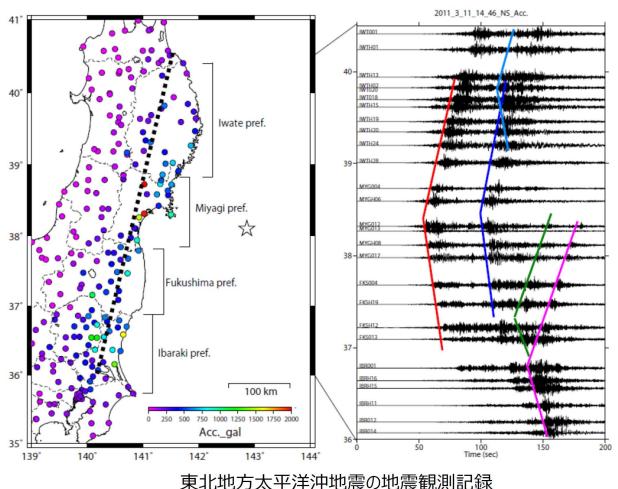
→一辺が数km程度の狭い領域(SPGA)から 地震波が集中的に生成される。 狭い領域が対象施設の近くにあればより厳し い地震動となる。

### SMGAモデルとSPGAモデルの違い

「従来のSMGAモデルでは東北地方太平洋沖 地震の際の女川原子力発電での観測波を再 現することが困難であることは、kurahashi& irikuraも指摘している。この研究では、SMGA の中にパルスを生成するための小領域を設定 しており、この小領域が筆者らの研究のSPGA に相当すると考えられる。」(甲D81「科学 2017.5 (439頁)。

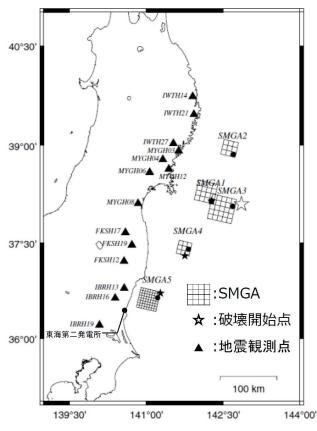
#### 基本震源モデルの設定 地震観測記録を説明する各研究者の震源モデルの知見

○2011年東北地方太平洋沖地震では東北日本で多数の地震観測記録が得られており、この記 録を再現する震源モデルが提案されている。



入倉・倉橋(2012)より抜粋

### 日本原電説明会資料



Kurahashi and Irikura (2013)

による震源モデル(一部加筆)



Short-Period Source Model of the 2011 Mw 9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake kurahashi &irikura(2013)

我々は震源断層近くの観測点における強震記録を用いて2011 年東北地方太平洋沖地震の短周期震源モデルを構築した。観測された強振動には,特定の強震動生成域(SMGA)に対応する5つのウェーブパケット(波群)を含んでいる。ウェーブパケットの発生場所は,センブランス解析を用いて震源地震記録から推定した。

SMGAの位置は、対応するウェーブパケットから抽出された情報にもとづいて決定した。短周期震源モデルは、震源の西側で震源断層の下降端に沿って位置する5つのSMG A(SMGA1~5)からなる。SMGA1は震源よりも西側の宮城沖の震源域に、SMGA2は震源の北側の中央三陸沖の震源域に、そしてSMGA3は震源の西側にある南三陸沖の震源域に位置している。SMGA4とSMGA5は福島県沖から茨城県沖にかけての震源断層の沈み込みの縁付近に位置している。震源断層近くのいくつかの観測点では、記録された地震記録にパルス波形(衝撃状の波形)が見られる。

これらのパルス波に対応する地震動は従来の「均質なSMGAモデル」では再現できない。代わりに「不均質な震源モデル」を用いて震源断層のすぐ近くの女川原子力発電所の深さ128mで観測された地震動をシミュレーションすることを試みた。パルス波はSMGA内の小さなサブエリア内でより高い応力パラメータを持つ「不均質モデル」を使用することで良く再現できる。

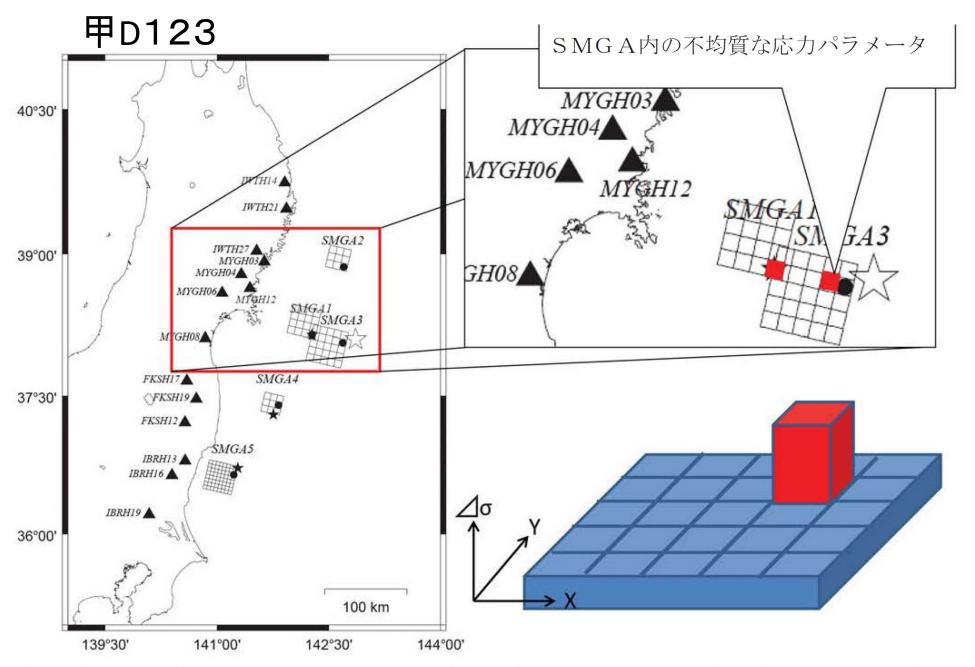


図17. (左) この研究で使用された短周期震源モデル。(右上)強震動生成域1 (SMGA1)と強震動生成域3 (SMGA3)の拡大図。より高い応力パラメータが赤枠内に含まれる。(右下)空間的に様々な応力パラメータを入力した不均質SMGAモデル。

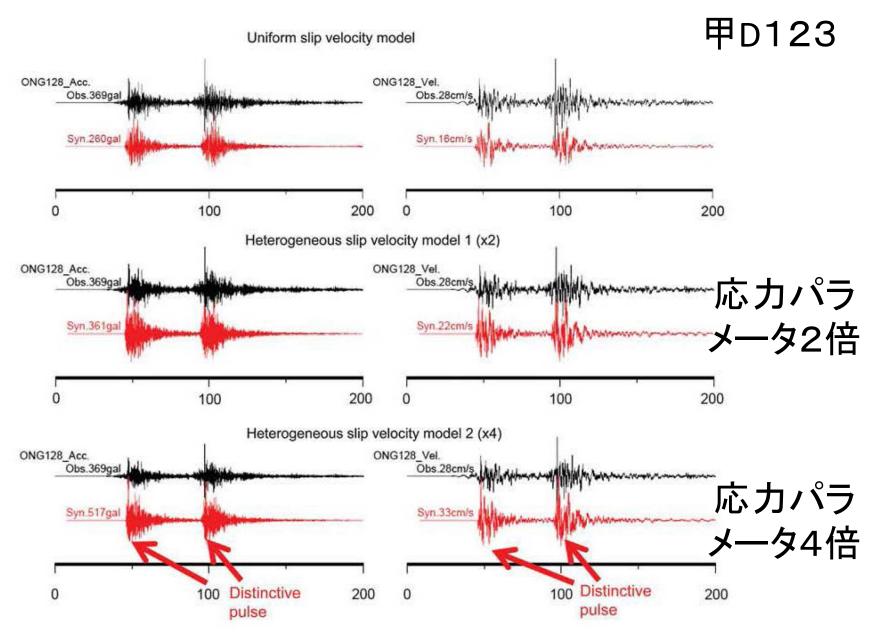


図18. (0NG128 女川観測点での) 南北成分の速度の観測記録と合成記録の比較。均質なすべり速度モデル(上),応力パラメータを2倍に増加させた不均質なすべり速度モデル1(中),応力パラメータを4倍にした不均質なすべり速度モデル2(下)。(※訳注:中段,下段の不均質モデルで特徴的なパルス波が再現できている)

### 強震動地震学の限界

強震動研究およびそれに関連する研究分野で は、これまでの数十年間、被害地震が起こる度に、 それ以前の知見では予測できなかったような事態 が生じ、それによって知見が塗り替えられてきてい ます。言い換えればパラダイムシフトが繰り返し起 きています。したがって、今後も、少なくとも数十年 間程度は、それ以前の知見を覆すような事態が 度々生じるであろうと考えられます。これが、「強震 動研究はまだ原子力発電所の安全性の保証に活 用できるほどには成熟していない」と考える理由で す。

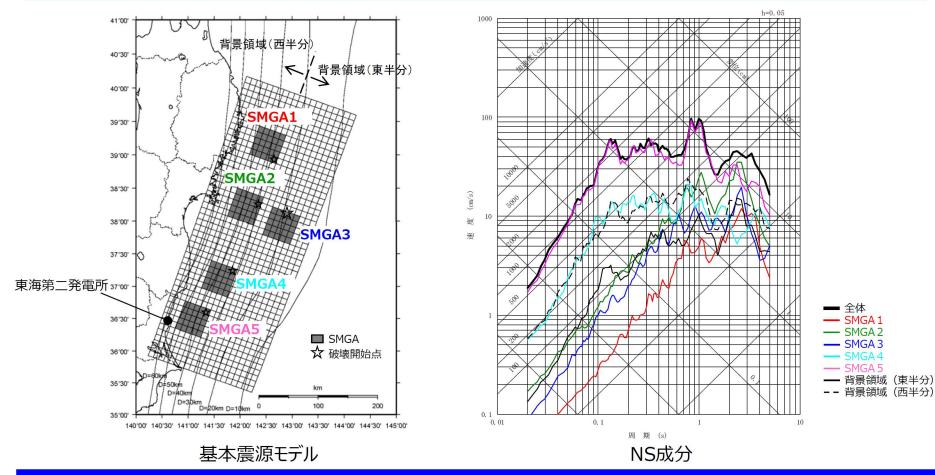
### 強震動地震学の限界

したがって、強震動研究の成果を活用して原子力発電所の安全性の保証することは現段階では不可能であると考えます。

しかし、それでもなお、原子力発電所の耐震検討に強震動研究の成果を活用しようとするのであれば、現状のパラダイムの下で想定される地震あるいは地震動を考えるだけでは不十分であり、物理的に確実に否定できるシナリオ以外のあらゆるシナリオを考えるべきであると考えられます。



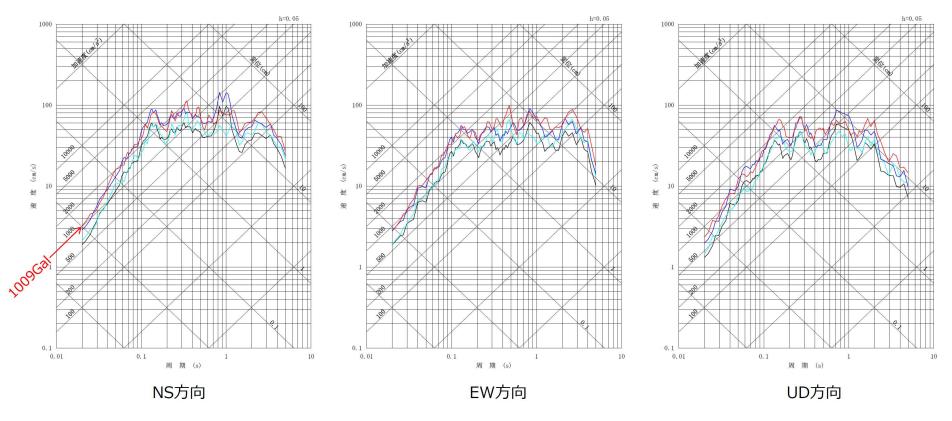
- ○各SMGAの本件発電所の解放基盤表面における揺れの強さを比較する。
- ○南北に500kmと巨大な断層面であるが、敷地の地震動は茨城県沖のSMGA5でほぼ決まっている。 (他のSMGAは敷地の地震動にほとんど影響しない。)
- ○SMGA5の位置と短周期レベルが地震動評価上重要である。



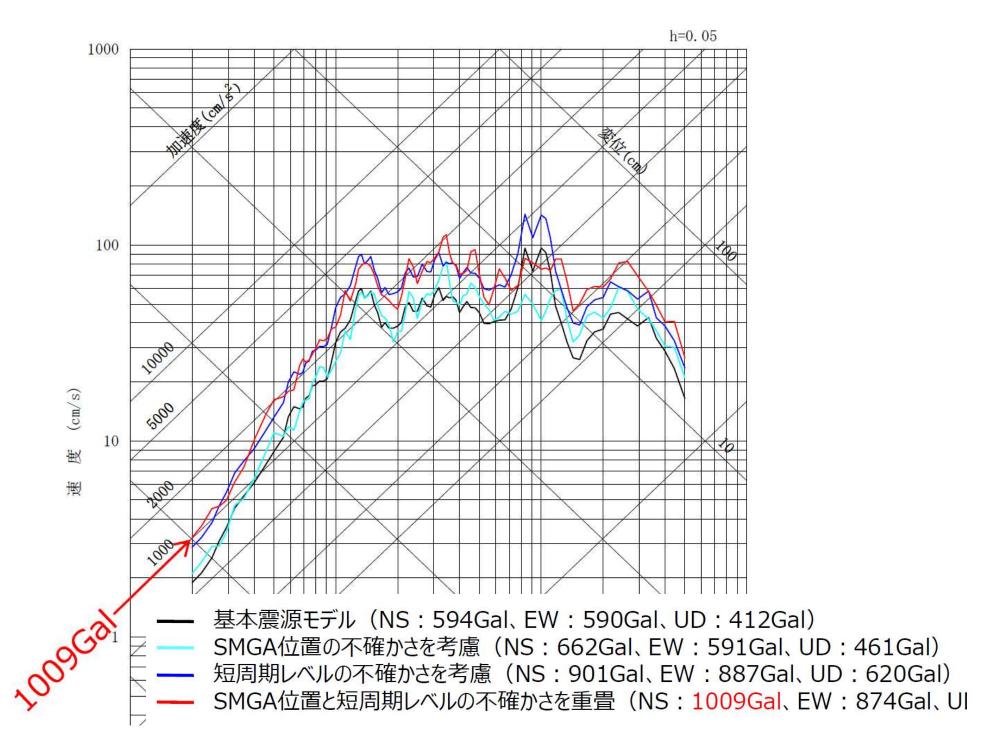


### 日本原電説明会資料

- ○断層モデルを用いた手法による各地震動評価結果を示す。
- ○SMGA位置と短周期レベルの不確かさを重畳させたケースは、NS方向で1009Galの地震動評価結果となった。
  - 基本震源モデル (NS:594Gal、EW:590Gal、UD:412Gal)
  - SMGA位置の不確かさを考慮(NS:662Gal、EW:591Gal、UD:461Gal)短周期レベルの不確かさを考慮(NS:901Gal、EW:887Gal、UD:620Gal)
  - --- SMGA位置と短周期レベルの不確かさを重畳 (NS: 1009Gal、EW: 874Gal、UD: 736Gal)







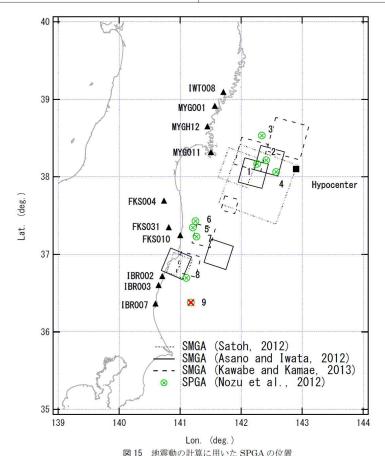
東北地方太平洋沖地震の知見を踏まえた東海第2原発を

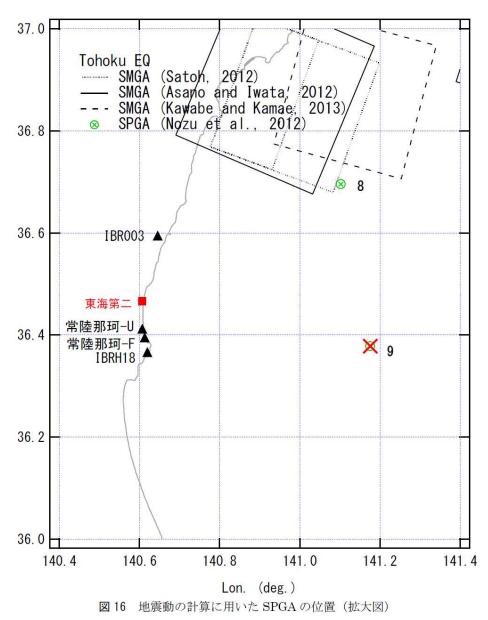
(deg.)

襲う可能性がある地震動

表1 SPGA4 0	つパラメタ
------------	-------

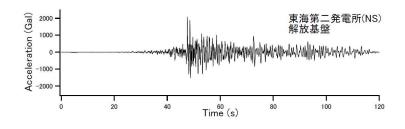
パラメタ	値
長さ×幅	$3.5~\mathrm{km}~ imes~3.0~\mathrm{km}$
地震モーメント	$2.1 imes10^{19}\mathrm{Nm}$
短周期レベル	$5.23 \times 10^{20} \ \mathrm{Nm/s^2}$
破壊伝播速度	3.0 km/s
ライズタイム	0.25 s
分割数	$5 \times 5 \times 5$

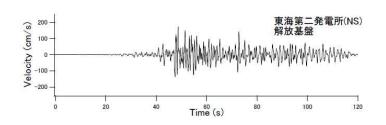




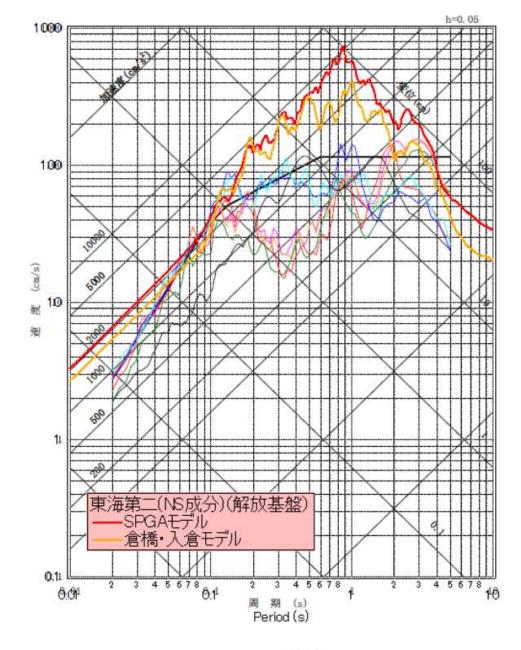
甲D194野津意見書

## 東北地方太平洋沖地 震の知見を踏まえた東 海第2原発を襲う可能 性がある地震動





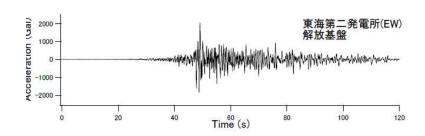
甲D194野津意見書

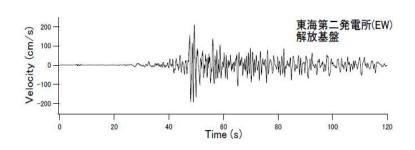


#### NS成分

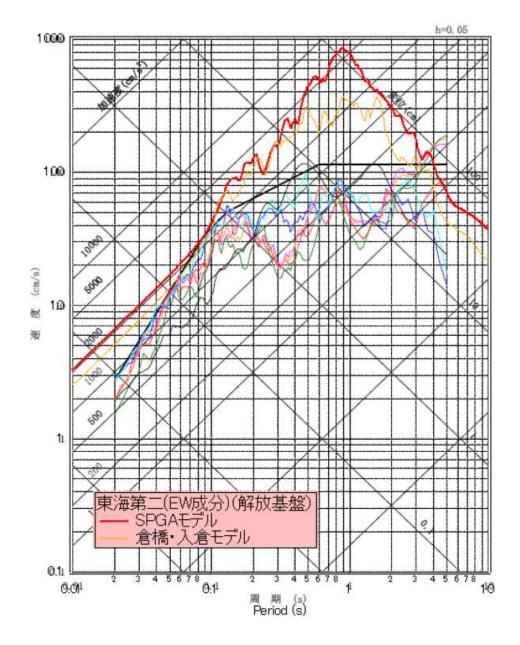
図 20 応答スペクトル (減衰定数 5%) のトリパタイト表示 (基準地震動との比較 NS 成

## 東北地方太平洋沖地 震の知見を踏まえた東 海第2原発を襲う可能 性がある地震動





甲D194野津意見書



#### EW成分

図 21 応答スペクトル (減衰定数 5%) のトリパタイト表示 (基準地震動との比較 EW 成

## 東海第2原発の基準地震動は過小

### 『基準地震動』

最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切な地震動(設置許可基準規則の解釈別記2)。

強震動研究の成果を活用して原子力発電所の安全性の保証することは現段階では不可能。原子力発電所の耐震検討に強震動研究の成果を活用しようとするのであれば、物理的に確実に否定できるシナリオ以外のあらゆるシナリオを考えるべき。

しかし、日本原電の地震動想定はこれを満たしておらず、 設置許可基準規則4条及び39条に反して違法であり、原告ら の人格権侵害の具体的危険性があるから、運転は差止めら れなければならない。