

原子力規制委員会委員長
田中 俊一 様

2016 年熊本地震を踏まえた川内原発の基準地震動に関する公開質問状(案)

4 月 14 日の M6.5 の地震を皮切りに、16 日に M7.3 の本震が発生した 2016 年熊本地震は、震源の分布範囲を広げながら今なお続いています。4 月 14 日の M6.5 の地震は、震源深さ 11km、南北方向に張力軸を持つ右横ずれ断層でしたが、震度 7 の激震をもたらし、図 1 の KiK-net 益城(ましき)観測点 KMMH16 では、表 1 のように地表で 1,580 ガルの非常に大きな地震動が観測されました。原発の基準地震動と関係の深い地下地震計では、南北方向 237 ガル、東西方向 178 ガル、鉛直方向 127 ガル、3 成分合成で 260 ガル程度の地震動が観測されました。これを解放基盤表面はぎとり波に換算すると、ほぼ 2 倍になり、それぞれ 470 ガル、350 ガル、250 ガル、3 成分合成で 520 ガル相当になります。益城観測点の地下地震計は地下 252m、S 波速度 $V_s = 2,700\text{m/s}$ の地震基盤に設置されており、川内原発の解放基盤表面 ($V_s = 1,500\text{m/s}$) より硬い岩盤だと言えます。したがって、益城観測点での地下地震観測記録のはぎとり波は川内原発の基準地震動と直接比較可能であり、(1) 原子力安全基盤機構 JNES による地震動解析結果との比較から 4 月 14 日の M6.5 の震源近傍では 1,000 ガルを超える地震動が襲った可能性が高いこと、(2) 同地震の益城観測点での地下地震観測記録のはぎとり波は川内原発の基準地震動を応答スペクトルの一部で超えること、(3) 同はぎとり波の応答スペクトルは M7.3 の市来断層帯市来区間(等価震源距離はほぼ同じ約 14km)の耐専スペクトルを超えており、耐専スペクトルでは過小にすぎること、また、断層モデルによる地震動解析結果は耐専スペクトルの 1/2~1/3 にすぎず、大幅な過小評価になっていることが明らかだと私たちは考えます。

そこで、これらについて以下に詳細な質問事項を挙げますので、真摯にご回答ください。その上で、川内原発への運転中止命令の発出、原子炉設置変更許可の取り消し、地震動評価手法を根本的に改定した上で基準地震動を作り直すことを至急検討し、速やかに実行されるよう強く求めます。

質問 1. 4 月 14 日の M6.5 の地震について

(1) 原子力安全基盤機構 JNES は図 3 の震源断層モデルを使って、M6.5 の左横ずれ断層による地震動解析を行い、図 2 のように、地震基盤表面 ($V_s = 2,600\text{m/s}$) での最大加速度の分布図を求めています。益城観測点とほぼ同じ地震基盤だと言え、この最大加速度はいわゆる「はぎとり波」の最大加速度に相当し、上記の益城観測点での地震観測記録を 2 倍した値に対応します。JNES の断層モデルは左横ずれなので、熊本地震の右横ずれ断層に対応させるには、図 2 の上下を反転させる必要があります。そこで、上下を反転させた図 2 をイメージしながら、図 1 の「14 日 21 時 26 分 M6.5、最大震度 7 (暫定)」の震央位置から東南東約 2.5km に震源断層延長部を想定し¹、益城観測点との位置

関係を測ると、図 2 では右斜め下の 300~400 ガルの位置(▲で表示)に対応することが分かります。益城観測点での水平方向最大加速度(はぎとり波換算)は、NS 方向 470 ガル、EW 方向 350 ガルでしたので、JNES の解析結果と比べて同等以上だと言えます。JNES の解析結果ではこの震源領域での最大値は 1,340 ガルであったことから、今回の熊本地震でも、地震計が震源領域に多数配置されていさえすれば、はぎとり波換算で 1,000 ガルを大きく超え、川内原発のクリフエッジ²をも超える地震動が観測されていた可能性が高いと私たちは考えますが、いかがですか。

(2) 2004 年北海道留萌支庁南部地震で地域地盤環境研究所が行ったような再現モデルによる解析[2]を行えば、それが一層明らかになると私たちは考えますが、いかがですか。新しい知見を積極的に

¹気象庁による発震機構解(精査後) CMT 解によれば、走向 210 度、傾斜角 77 度、すべり角 177 度である。益城観測点は、震央距離約 6km(精査後)で、震源の深さ 11km と 77 度西側傾斜から震源断層地表延長部は震央から約 2.5km 東南東になり、この仮想地表断層部中央から約 10km 離れている。

²炉心溶融事故に至るギリギリの地震動のことで、川内 1 号で 1,004 ガル、2 号で 1,020 ガルとされている[3]。

表 1: 2016 年熊本地震の前震 M6.5(2016/4/14/21:26) で観測された地震動の最大加速度 [gal][1]

観測点名 コード	Δ	NS方向	EW方向	UD方向	合成	強震計種別	標高, 深度	S 波速度
益城 KMMH16 (地表) (地下)	6km	760 237	925 178	1399 127	1580 —	KiK-net06	55m, 252m	2,700m/s
豊能 KMMH14 (地表) (地下)	13km	328 84	219 67	228 50	357 —	KiK-net06	70m, 110m	1,540m/s

表 2: 2016 年熊本地震の余震 M5.8(2016/4/14/22:07) で観測された地震動の最大加速度 [gal][1]

観測点名 コード	Δ	NS方向	EW方向	UD方向	合成	強震計種別	標高, 深度	S 波速度
益城 KMMH16 (地表) (地下)	4km	465 168	560 98	518 84	710 —	KiK-net06	55m, 252m	2,700m/s
豊能 KMMH14 (地表) (地下)	18km	176 35	88 27	102 13	181 —	KiK-net06	70m, 110m	1,540m/s

表 3: 2016 年熊本地震の余震 M6.4(2016/4/15/00:03) で観測された地震動の最大加速度 [gal][1]

観測点名 コード	Δ	NS方向	EW方向	UD方向	合成	強震計種別	標高, 深度	S 波速度
益城 KMMH16 (地表) (地下)	11km	353 46	590 78	189 26	606 —	KiK-net06	55m, 252m	2,700m/s
豊能 KMMH14 (地表) (地下)	8km	353 84	324 132	557 73	560 —	KiK-net06	70m, 110m	1,540m/s

表 4: 2016 年熊本地震の本震 M7.3(2016/4/16/01:25) で観測された地震動の最大加速度 [gal][1]

観測点名 コード	Δ	NS方向	EW方向	UD方向	合成	強震計種別	標高, 深度	S 波速度
益城 KMMH16 (地表) (地下)	7km	653 159	1157 242	873 196	1362 —	KiK-net06	55m, 252m	2,700m/s
菊池 KMMH03 (地表) (地下)	28km	787 146	228 70	403 48	800 —	KiK-net06	178m, 200m	2,000m/s

注：表中の「合成」はすべて「3成分合成」である。

取り入れることを基本方針としている原子力規制委員会としても、これまでの地震動評価の妥当性を再評価し、今後の審査に生かすためにも、留萌支庁南部地震に対して行ったのと同様の地域性を考慮した震源断層再現モデルによる震源域内地震動解析を行うべきだと私たちは考えますが、いかがですか。

(3) 今回の熊本地震の前震 M6.5 は日奈久（ひなぐ）断層帯の北部で発生したことから、これを含む震源断層の存在そのものは事前に分かっていたといえます。しかし、活断層の存在しないところでは、このような M6.5 の地震を引き起こす震源断層を事前に発見するのは、今日の科学技術水準では事実上不可能であり、川内原発の直下にこのような震源断層が眠っていてもわからないと私たちは考えますが、いかがですか。川内原発の直下で M6.5 の地震が発生した場合、JNES の解析結果は元より、今回の M6.5 の地震によっても 1,000 ガルを超える地震動が予想され、炉心溶融事故の発生は避けられないと私たちは考えますが、いかがですか。

川内原発の地域性を反映した熊本地震による地震観測記録を真摯に受け止め、まずは川内原発の運転を中止し、熊本地震の地震観測記録を精査し、基準地震動の作成に反映させることが不可欠だと私たちは考えますが、いかがですか。

質問 2. 川内原発基準地震動との関係について

(1) 益城観測点での最大加速度（はざとり波換算）は、NS 方向 470 ガル、EW 方向 350 ガル、鉛直方向 250 ガル、3 成分合成で 520 ガル相当でしたが、これは川内原発の 540 ガルの基準地震動 Ss-1(水平方向)[7] より少し小さめですが、図 4 のように、Ss-1 にかなり近く、周期 0.2 秒付近で一部超えるなどほぼ同等と言ってよいと私たちは考えますが、いかがですか。また、基準地震動を超える地震動が M6.5 というどこで起きても不思議でない小さな地震で、しかも、川内原発と地域性がほぼ等しい九州地域で発生したという事実は極めて重要であり、基準地震動が過小にすぎたことが事実で暴かれたと私たちは考えますが、いかがですか。そ

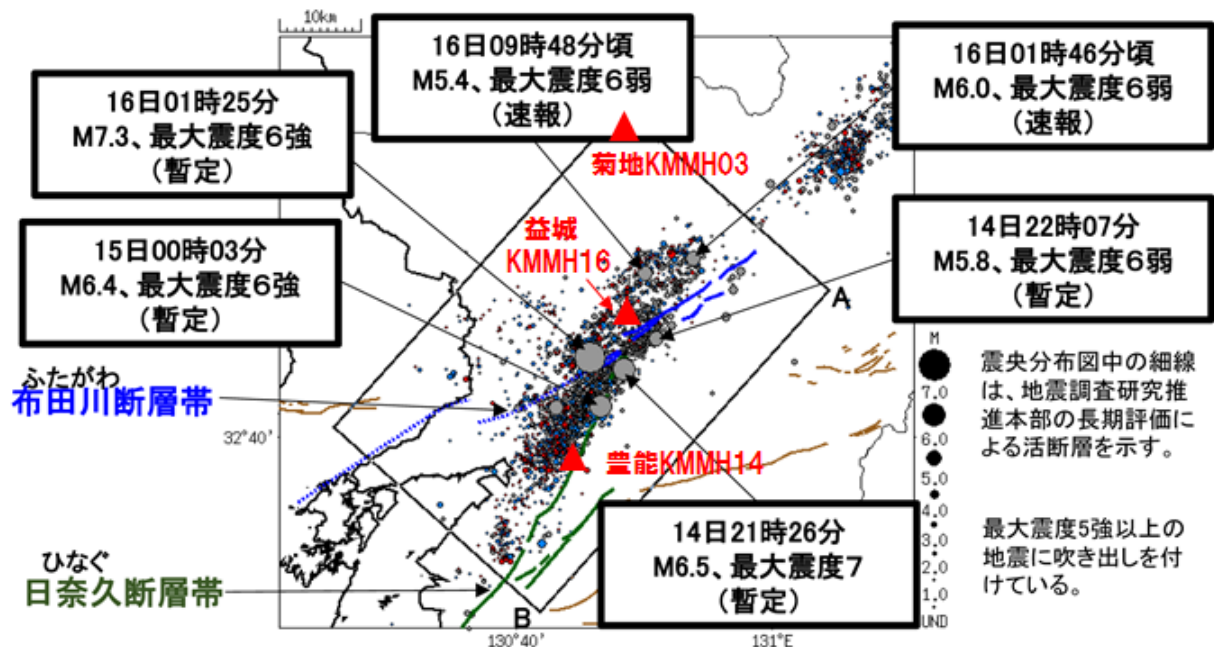


図 1: 2016 年熊本地震の前震 M6.5, 本震 7.3 と余震分布 (震央分布, KiK-net 観測点 ▲ を追記) [5]

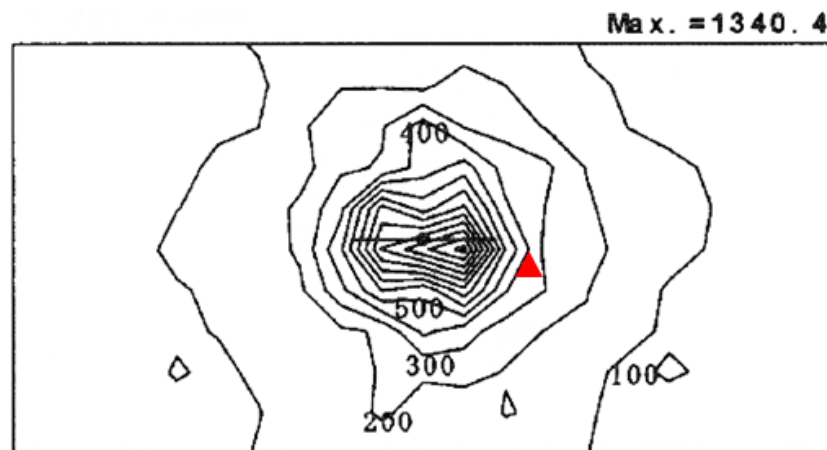


図 2: 原子力安全基盤機構 JNES による M6.5 の左横ずれ断層による地震基盤表面 ($V_s=2600\text{m/s}$) での加速度分布図 (水平方向, 最大値 1340.4cm/s^2) [4] (右横ずれの場合には上下を反転させた分布図になるため, 図 1 における震央距離 約 6km の益城観測点 KMMH16 はこの図で震源断層の右斜め下 300~400 ガルの ▲ の地点に相当する)

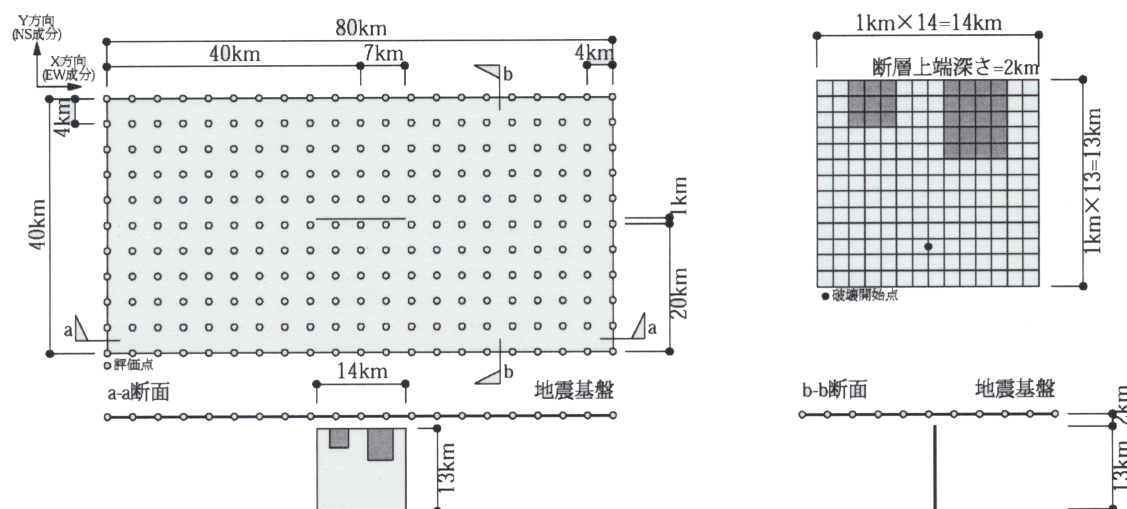


図 3: JNES が図 2 の解析結果を得るために用いた M6.5 の左横ずれ断層の震源断層モデル [4] (国内データに合わせた独自の経験式 $S = 1.85 \times 10^{-15} M_o^{2/3}$ で M6.5 ($M_o = 3.16 \times 10^{25} \text{dyn-cm}$) に相当する断層面積 S を求め, 断層長さ 14km, 幅 13km, 断層上端深さ 2km, アスベリティ 2 個 (いずれも 19.1MPa), 破壊開始点を中央深さ 10.5km としている)

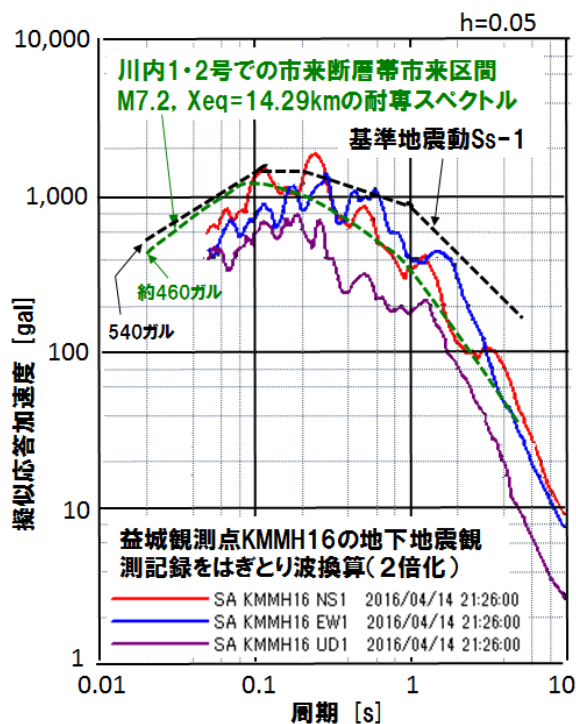


図 4: 益城観測点 KMMH16 の地下地震観測記録のはぎとり波 (2 倍化) の擬似加速度応答スペクトルと川内 1・2 号の基準地震動 Ss-1 および耐専スペクトル (水平方向) の比較 (防災研データから長沢が作成)

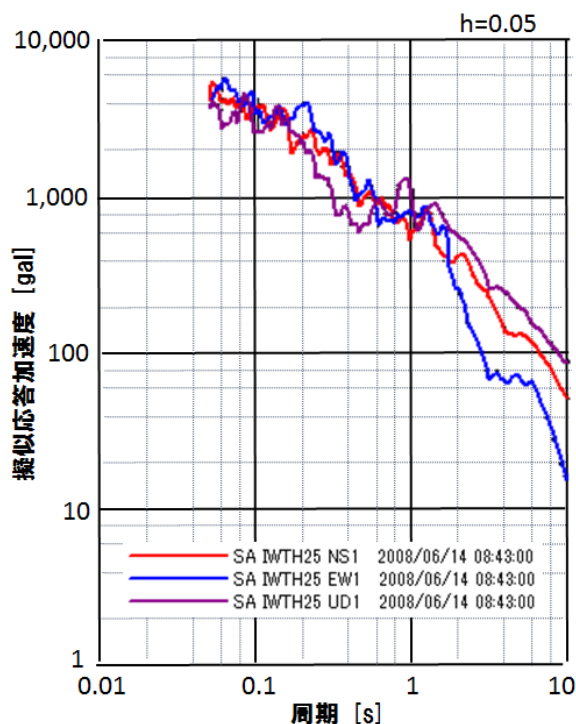


図 5: 2008 年岩手・宮城内陸地震 M7.2 の一関西観測点 IWTH25 での地下地震観測記録のはぎとり波 (2 倍化) の擬似加速度応答スペクトル (防災研データから長沢が作成)

うであれば、川内原発の設置変更許可を取り消し、基準地震動を作り直す必要があると私たちは考えますが、いかがですか。

ちなみに、2008 年岩手・宮城内陸地震 M7.2 の一関西 (いちのせきにし) 観測点では地下地震計で NS 方向 837 ガル、EW 方向 718 ガル、鉛直方向 681 ガル、3 成分合成 1078 ガルという大きな最大加速度が得られており、このはぎとり波を防災研 KiK-net の地震データから同様に求めると、図 5 のようになります。これは泊原発の基準地震動策定時に原子力規制委員会の第 210 回会合で検討されたはぎとり波と一致しており、益城観測点の地下地震観測記録に対しても、これと同じ方法で図 4 のはぎとり波を求めています。

(2) 図 4 の基準地震動 Ss-1 は市来断層帯市来区間 (M7.2, 等価震源距離 $X_{eq}=14.29\text{km}$ (基本ケース)) の内陸補正なしの耐専スペクトルによって規定されていますが、この耐専スペクトルは約 460 ガルであり [7, 9], 益城観測点での地下地震観測記録はぎとり波はこれを超え、図 4 のように、周期 0.1 秒以下では少し小さくなりますが、周期 0.1 秒以上では耐専スペクトルをかなり上回ると言えます。益城観測点は M6.5 の地震との震央距離が約 6km で、等価震源距離では 13km 程度になり、川内原発における市来断層帯市来区間の等価震源距離にほぼ等しいと言えます。つまり、M6.5 の地震によって、地震規模が 1 桁大きい M7.2 の耐専スペクトルと同等以上の地震動が観測されたことになるのであり、M7.2 の耐専スペクトルが過小にすぎることは明らかだと私たちは考えますが、いかがですか。

(3) 原子力規制庁は私たちとの話合いの場合 (2014 年 7 月 29 日) で、「耐専スペクトルを作った日本電気協会のほうでも今、見直しを始めているという話は聞いてございます」との説明でしたが、「耐専式は最近 20 年間の大きな地震観測記録のデータが反映されておらず、現在見直し作業中であり信頼が乏しい」との私たちの主張に対して、関西電力は今年 1 月末に、「日本電気協会には会員として加盟しているところ、同協会において、そのような最近のデータが反映されていないことを理由とした耐専式の見直しは、現在検討されていない。」と回答しています。「見直しを始めている」というのはウソだったのですか。それとも、「別の目的で見直しを始めている」のですか。原子力規制委員会として、説明されている内容を改めて私たちに正

しく説明してください。

今回の M6.5 の地震で耐専スペクトルは適用範囲内であっても過小評価であることが明らかになった以上、耐専スペクトルの抜本的見直しは不可欠だと私たちは考えますが、いかがですか。

(4) 断層モデルによる地震動解析結果は耐専スペクトルよりもっと小さく、最大加速度(水平方向)では 300 ガル弱にすぎません [7]。益城観測点での地震観測記録(はぎとり波換算で NS 方向 470 ガル、EW 方向 350 ガル)はこれをはるかに超えています。原子力規制庁は私たちとの話合いの場合(2014 年 3 月 18 日)で、「手法が違うので地震規模が違ってもしようがない」と言い逃れをしていましたが、今回の地震で断層モデルが大幅な過小評価になっていることが事実でもって明らかになったと私たちは考えますが、いかがですか。

(5) 原子力規制庁は私たちとの話合いの場合(2015 年 1 月 16 日)で、アスペリティ平均応力降下量を 15.9MPa から 25.1MPa へ上げた地震動解析を長周期側だけでなく短周期側でも行っていたと勘違いしていたと釈明しましたが、短周期側で地震動解析をしない理由を九州電力は、「the Global CMT Project の地震モーメントを採用した場合、検討用地震の短周期に影響を与えるパラメータが 1.58 倍になるが、要素地震のパラメータも 1.58 倍になるため両者の相対関係(合成倍率)は変わらないため、短周期側の検討用地震の波形合成結果は変わらない。」[8]と説明し、規制庁も納得していました。しかし、鹿児島県北西部地震における本震と余震の相対関係は応力降下量などパラメータの値には無関係ですが、検討用地震と要素地震との間にはそのような相対関係はありません。これを理由として短周期側の地震動解析が行われなかったのもあり、もし行っていれば基準地震動 Ss-1 を部分的に超え、基準地震動の見直しにつながっていた可能性があります。これは審査過程における重大な過誤だと私たちは考えますが、いかがですか。

また、余震で本震の地震波形をおおむね再現できていることが 15.9MPa のアスペリティ平均応力降下量の妥当性を確認する根拠になっていましたが、九州電力は、余震と本震の相対関係は応力降下量をどのように設定しても変わらないことを上

記のように知っており、原子力規制委員会はそれを見抜く能力に欠け、九州電力にだまされたと言えます。これも、審査過程における重大な過誤だと私たちは考えますが、いかがですか。

(6) 結果として、川内原発の基準地震動は小さすぎることで、基準地震動を求めるための今の耐専スペクトルや断層モデルなどの地震動評価手法は過小評価にすぎるということが実際の M6.5 の地震によって暴き出されたと言えます。また、質問 1 で示したように、M6.5 の地震で震源近傍では 1,000 ガルを超える地震動が生じた可能性が高いと言えます。これを正しく認識し、審査過程におけるいくつかの重大な過誤を反省するのであれば、九州電力に対し、川内原発の運転中止を命令し、基準地震動の見直しを指示すべきだと私たちは考えますが、いかがですか。

以上

参考文献

- [1] 防災科学研究所(2016): 強震観測網(K-NET, KiK-net)地震選択&ダウンロード
<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/quake/>
- [2] (財)地域地盤環境研究所(2011): 震源を特定せず策定する地震動に関する計算業務報告書(2011.3)
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/taishinkojo/pdf/ukeoi_1.pdf
- [3] 原子力安全・保安院(2012): 九州電力川内原子力発電所 1 号機及び 2 号機の安全性に関する総合的評価(一次評価)に関する審査結果取りまとめ(2012.9.3)
- [4] 独立行政法人原子力安全基盤機構(2005): 震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書(平成 16 年度), JNES/SAE05-00405 解部報-0004(2005.6)
<https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/seika/000005757.pdf>
- [5] 気象庁(2016): 「平成 28 年(2016 年)熊本地震」について(第 14 報)(2016/4/18/15:30) <http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/18b/kaisetsu201604181530.pdf>
- [6] 九州電力(2013): 川内原子力発電所・玄海原子力発電所 震源を特定せず策定する地震動について(コメント回答), 第 59 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料 3(2013.12.18)
- [7] 九州電力(2014): 川内原子力発電所 基準地震動の策定について(コメント回答), 第 92 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料 3-1(2014.3.12)
- [8] 九州電力(2014): 川内原子力発電所 基準地震動の策定について(補足提出データ・資料), 川内発電所 1, 2 号機の地震等に係る新基準適合性審査に関する事業者ヒアリング(35), 資料番号 TC-C-064(2014.6.4)
- [9] 九州電力株式会社(2016): 平成 28 年熊本地震における川内原子力発電所の安全性について(2016.4.21)

呼びかけ: 川内原発建設反対連絡協議会, 川内つゆくさ会, 反原発・かごしまネット, まちづくり県民会議, 川内原発活断層研究会, さよなら原発: アクションいぶすき, 原発ゼロをめざす鹿児島県民の会, かごしま反原発連合 有志, 原子力資料情報室, 若狭連帯行動ネットワーク(事務局担当)

(質問内容の問合せ先) 若狭ネット資料室長 長沢 啓行
〒591-8005 堺市北区新堀町 2 丁 126-6-105
TEL/FAX 072-269-4561(平日 10:00-18:00)
e-mail ngsw@oboe.ocn.ne.jp