

川内原子力発電所

震源を特定せず策定する地震動の検討状況について

2021年3月30日
九州電力株式会社

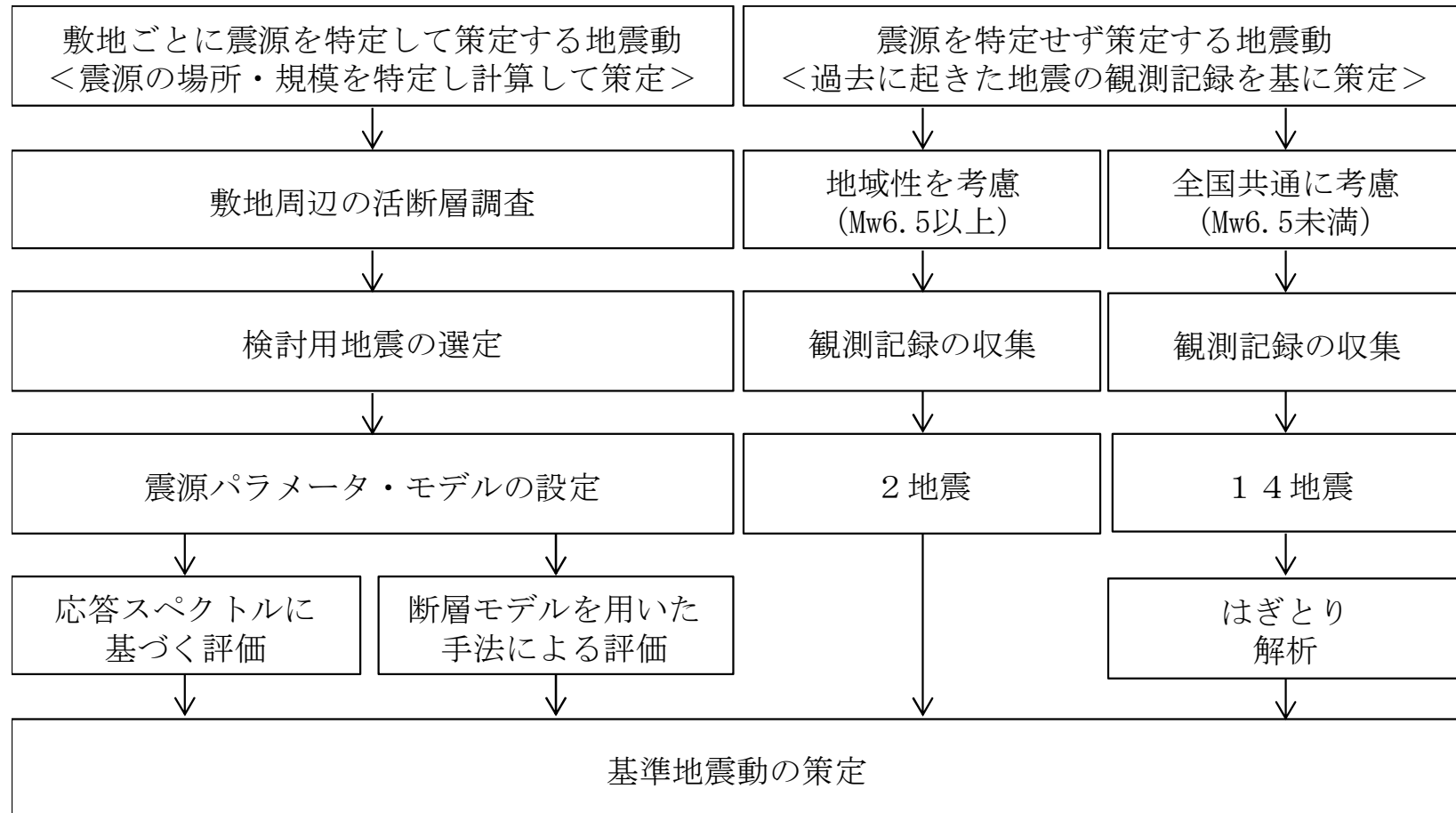
1. はじめに
2. 基準地震動の策定の流れ
3. 基準改正案の概要
4. 熊本地震を踏まえた検討
5. 標準応答スペクトルに基づく評価の検討状況
6. おわりに

[参考]

- ・ 審査ガイドにおける16地震
- ・ 原子力規制委員会における審議の経緯

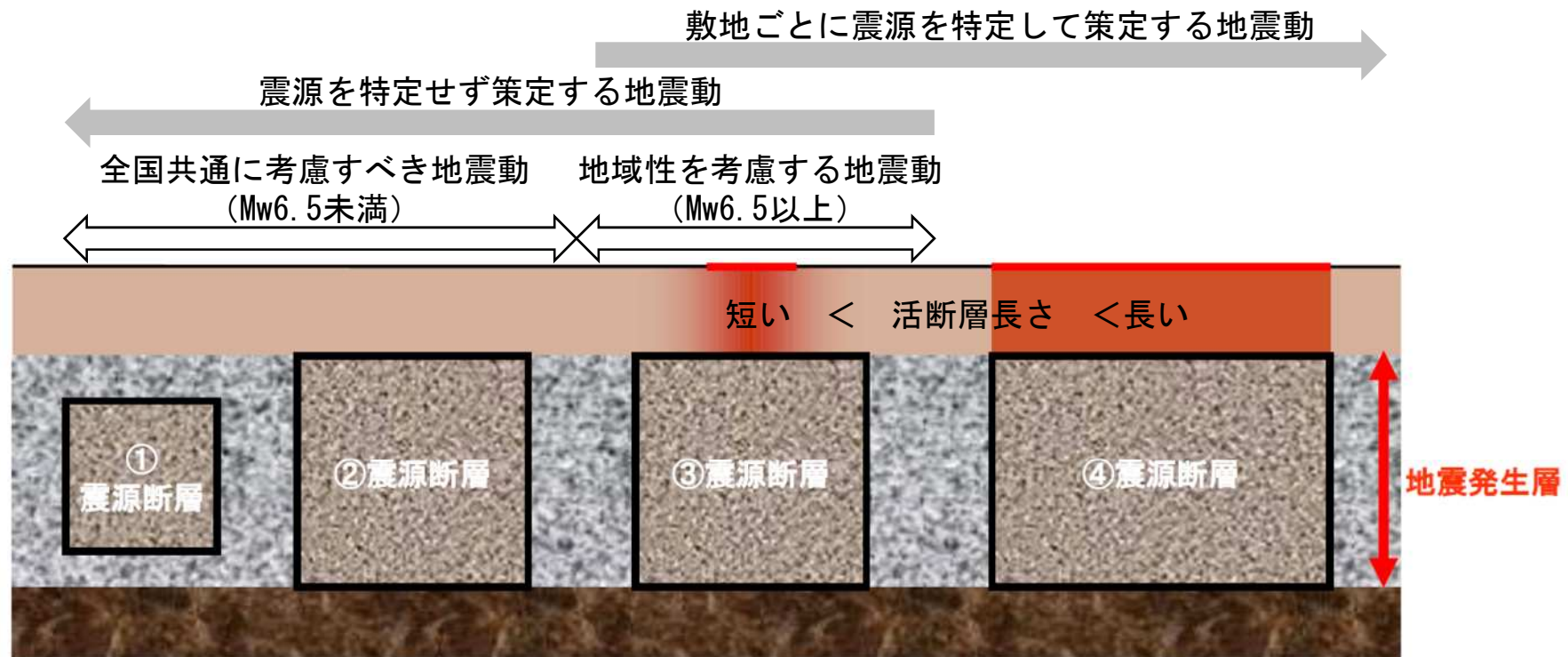
- 現在、「震源を特定せず策定する地震動」については、原子力規制委員会において、基準改正の検討が進められている。
- これを踏まえ、当社は、2016年熊本地震で得られた知見や地震観測記録等に基づく検討を実施中である。
- 以下、その検討状況について、ご説明させていただく。

- 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」と「震源を特定せず策定する地震動」を基に策定。



〔現行の基準地震動の策定の流れ〕

- 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、活断層調査結果に基づき、震源パラメータ・モデルを設定し、計算により策定。
- 「震源を特定せず策定する地震動」は、審査ガイドに示された16地震について検討を実施し、観測記録に基づき策定。
- 16地震のうちMw6.5以上の2地震については、川内周辺の地質や地震の起こり方などから考慮の必要なし。
- 16地震のうちMw6.5未満の14地震については、敷地への影響等を踏まえ、2004年北海道留萌支庁南部地震の観測記録に基づき、基準地震動Ss-2を策定。

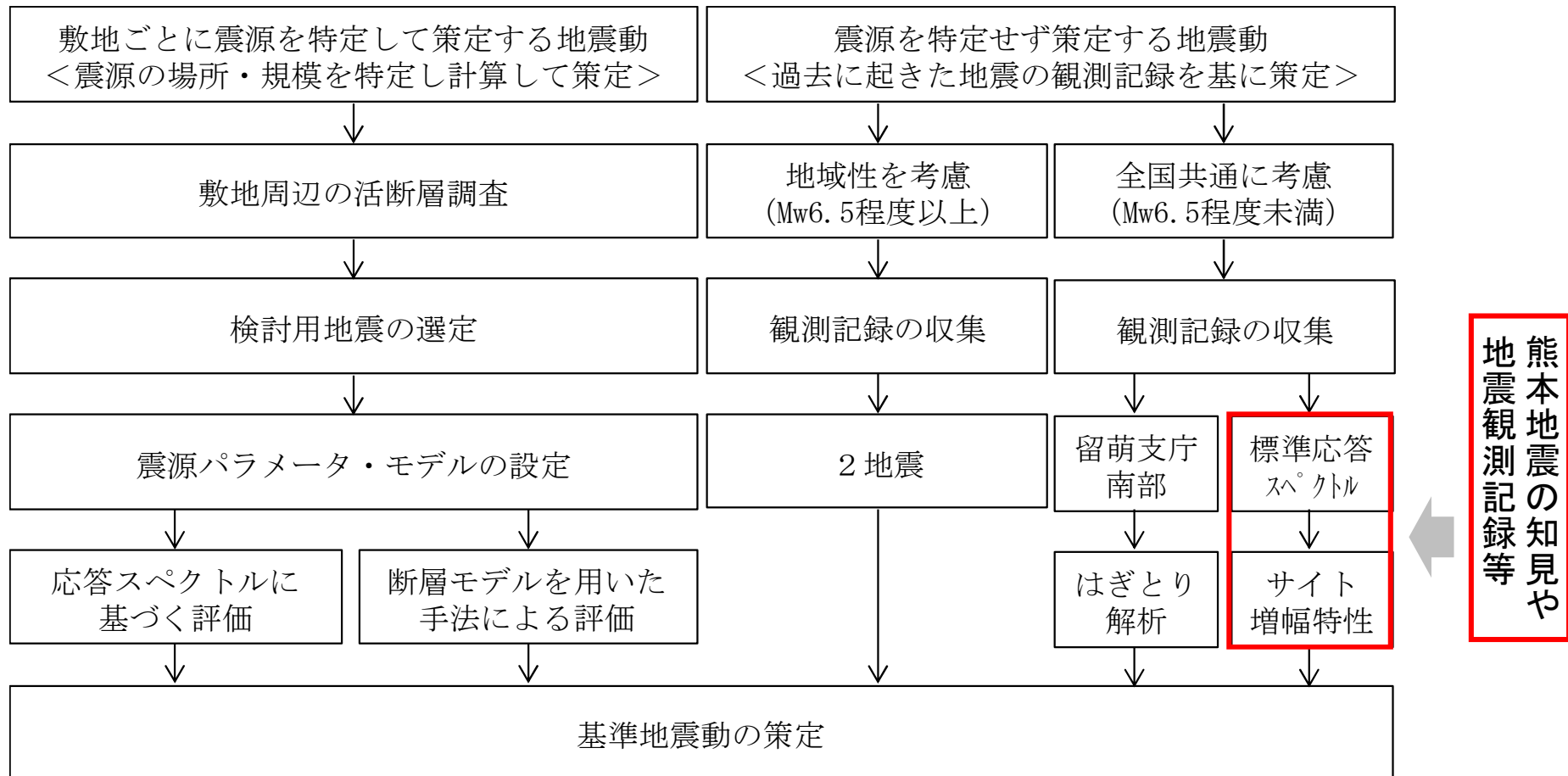


2004年北海道留萌支庁南部

2008年岩手・宮城内陸
2000年鳥取県西部

原子力規制委員会 発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関する規制基準に関する検討チーム 第10回会合資料 震基10-3 (2013年3月22日) に基づき作成

- 基準改正案では、「震源を特定せず策定する地震動」のうち「全国共通に考慮すべき地震動（Mw6.5程度未満）」について、従来の2004年北海道留萌支庁南部地震に加え、「標準応答スペクトル」に基づく地震動の評価を新たに導入。
- 原子力規制委員会にて、現在、基準改正の検討中。



〔基準改正案を踏まえた基準地震動の策定の流れ〕

①震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム

- 原子力規制委員会は、「震源を特定せず策定する地震動」（Mw6.5未満の地震）について、精度の高い地盤情報が得られていない過去の内陸地殻内地震を含め、全国共通に適用できる地震動を策定することを目的に、2017年11月29日に「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」（以下、「検討チーム」）の設置を決定。
- 検討チームは、担当の原子力規制委員会、外部専門家、原子力規制庁で構成され、2018年1月25日の初回会合以降、計11回の会合が行われ、2019年8月7日に報告書が取り纏められた。
- 検討チームは、過去（2000年以降の18年間）の内陸地殻内地震の地震動観測記録の収集・分析を行い、これらの地震動記録について統計的な手法を用いた処理を行い、震源近傍での地震基盤相当面における標準応答スペクトルを策定。

地震基盤相当面：地下深くの硬い岩盤のことで、標準応答スペクトルの策定のもととなった観測記録が確認されている地盤

②標準応答スペクトル

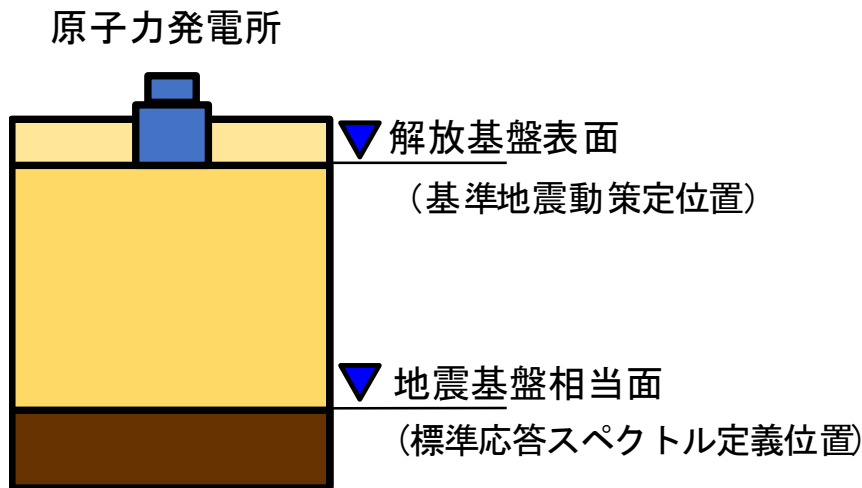
〔地震動観測記録の収集条件〕

期間	2000年～2017年の18年間
地震規模	M _w 5.0～6.6
震源深さ	20km以浅
観測記録	震央距離30km以内のKiK-net観測点における地表・地中地震計の地震動観測記録(NS, EW, UD成分)

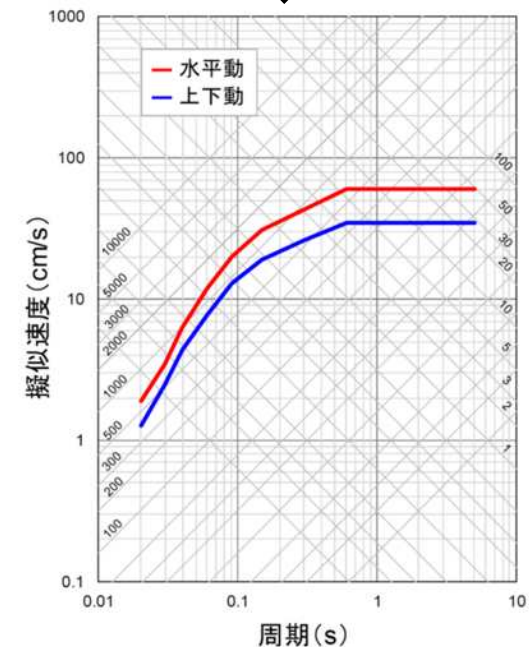
⇒ 89地震
〔水平動614波・上下動304波〕



はぎとり解析、震源距離補正、地盤補正、統計処理

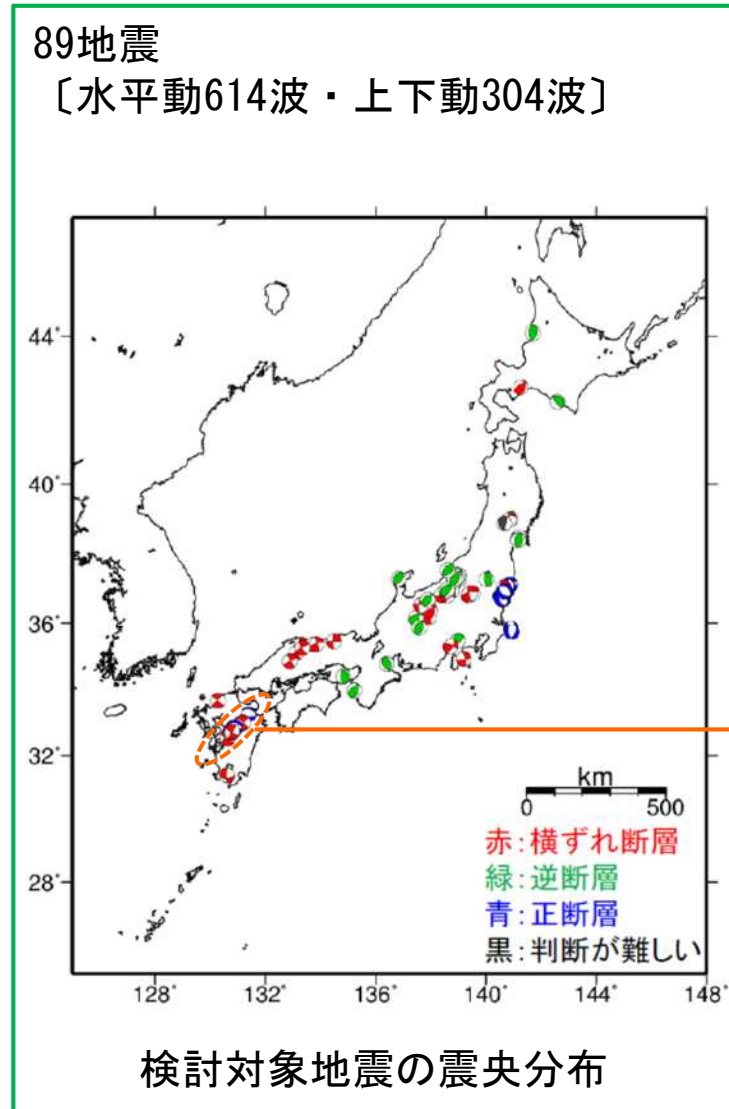


〔地震基盤相当面の位置〕



〔標準応答スペクトル〕

- 標準応答スペクトルには、2016年熊本地震の前震・余震の計11地震が反映。

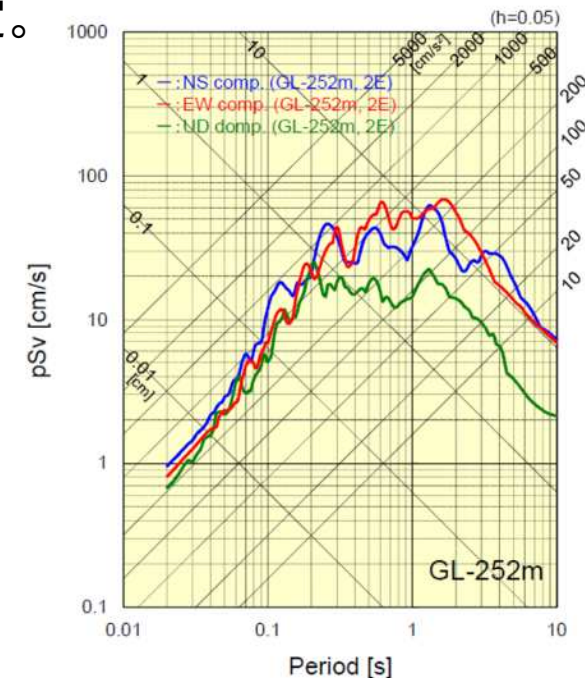
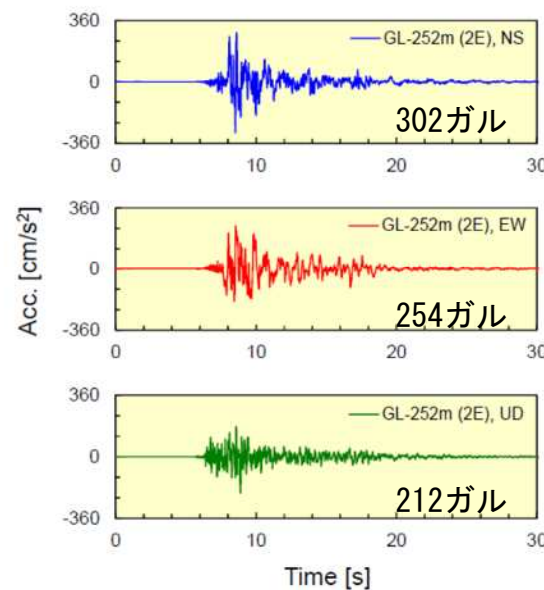
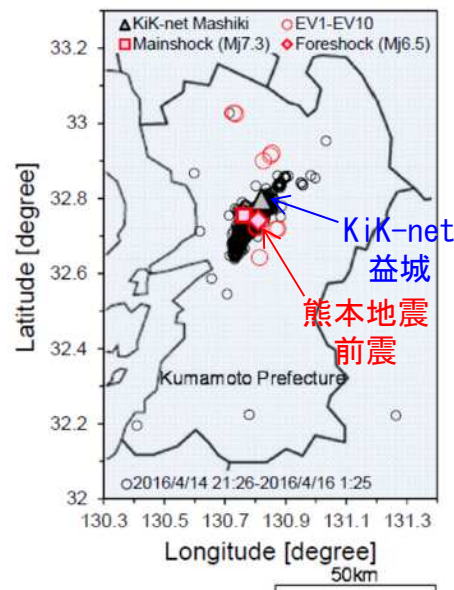


検討対象地震（89地震のうち24地震の抜粋）

地震 No.	発生時刻	震央地名	緯度 (°)	経度 (°)	深さ (km)	Mj	Mw
61	2011/11/20-10:23	茨城県北部	36.7107	140.5882	8.99	5.3	5.0
62	2011/11/21-19:16	広島県北部	34.8717	132.8937	11.66	5.4	5.2
63	2012/01/28-07:43	山梨県東部・富士五湖	35.4892	138.9770	18.16	5.4	5.2
64	2012/03/10-02:25	茨城県北部	36.7177	140.6125	6.52	5.4	5.2
65	2012/03/14-21:05	千葉県東方沖	35.7477	140.9320	15.08	6.1	5.8
66	2012/07/10-12:48	長野県北部	36.8315	138.3883	8.53	5.2	5.1
67	2013/02/25-16:23	栃木県北部	36.8737	139.4128	2.84	6.3	5.8
68	2013/04/13-05:33	淡路島付近	34.4188	134.8290	14.85	6.3	5.8
69	2013/09/20-02:25	福島県浜通り	37.0513	140.6953	16.69	5.9	5.4
70	2013/12/31-10:03	茨城県北部	36.6915	140.6287	6.63	5.4	5.0
71	2014/07/08-18:05	胆振地方中東部	42.6498	141.2670	3.23	5.6	5.4
72	2014/09/03-16:24	栃木県北部	36.8737	139.5225	7.14	5.1	5.0
73	2014/11/22-22:08	長野県北部	36.6928	137.8910	4.59	6.7	6.3
74	2016/04/14-21:26	熊本県熊本地方	32.7417	130.8087	11.39	6.5	6.1
75	2016/04/14-22:07	熊本県熊本地方	32.7755	130.8495	8.26	5.8	5.4
76	2016/04/15-00:03	熊本県熊本地方	32.7007	130.7777	6.71	6.4	6.0
77	2016/04/16-01:45	熊本県熊本地方	32.8632	130.8990	10.55	5.9	5.7
78	2016/04/16-03:03	熊本県熊本地方	32.9638	131.0868	6.89	5.9	5.5
79	2016/04/16-03:55	熊本県熊本地方	33.0265	131.1910	10.89	5.8	5.5
80	2016/04/16-07:11	大分県中部	33.2715	131.3957	5.70	5.4	5.1
81	2016/04/16-09:48	熊本県熊本地方	32.8470	130.8350	15.91	5.4	5.2
82	2016/04/16-16:02	熊本県熊本地方	32.6992	130.7200	12.30	5.4	5.1
83	2016/04/18-20:41	熊本県熊本地方	33.0020	131.1998	8.64	5.8	5.5
84	2016/04/19-17:52	熊本県熊本地方	32.5352	130.6353	9.96	5.5	5.3

①2016年熊本地震（前震）における震源近傍の観測記録の分析

- 2016年4月14日熊本地震（前震）におけるKiK-net益城観測点（地表）では、1000ガルを超える地震動が観測。
- 小林ほか(2017)によると、この地表における大加速度振幅は、深度250m付近より浅い地盤における顕著なサイト特性の影響等によるもの。
- 小林ほか(2017)では、2016年4月14日熊本地震（前震）におけるKiK-net益城観測点の基盤波を推定。
- 地震基盤面（S波速度2700m/s）における地震動レベルとして、最大加速度でNS成分：302ガル、EW成分：254ガル、UD成分：212ガルが推定。



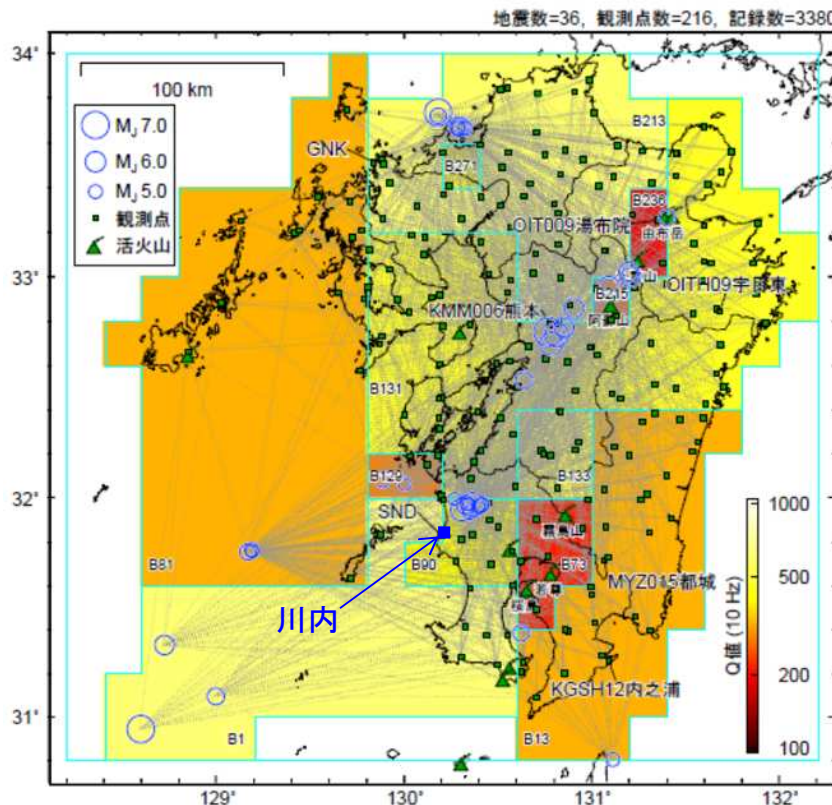
熊本地震前震とKiK-net益城
(小林ほか(2017)に加筆)

推定された地震基盤波及びその応答スペクトル
(小林ほか(2017)に加筆)

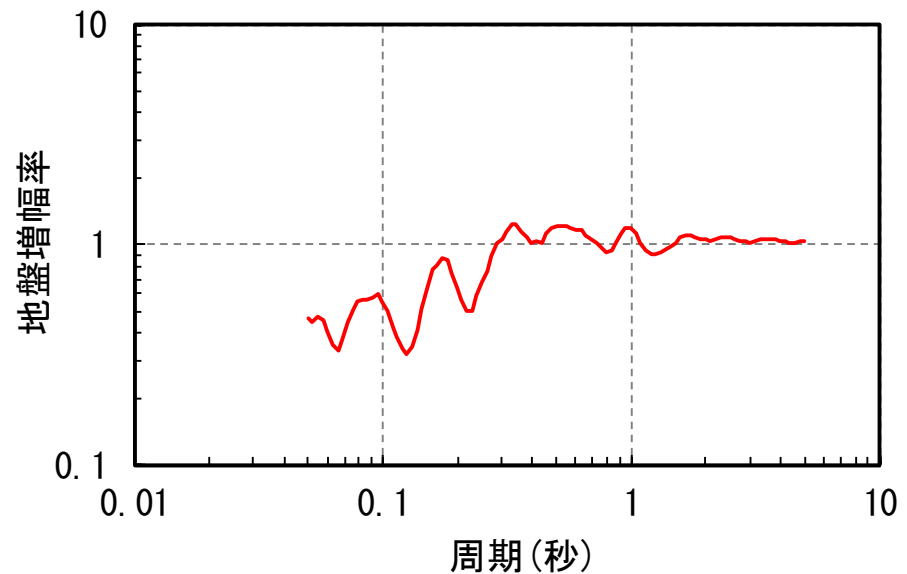
小林源裕・儘田豊・呉長江(2017) : 2016年熊本地震最大前震(Mj6.5)のKik-net益城観測点における大加速度振幅の要因分析及び基盤地震動の推定、日本地震工学会論文集、第17巻、第4号、pp.101-139.

② サイト増幅特性の評価

- 友澤ほか(2019)では、2016年熊本地震を含む九州地方で発生した地震で得られた観測記録（川内原子力発電所を含む）に基づき、九州地方の震源特性・伝播経路特性・サイト増幅特性の推定を実施。
- 友澤ほか(2019)で得られた川内原子力発電所のサイト増幅特性は非常に小さい。



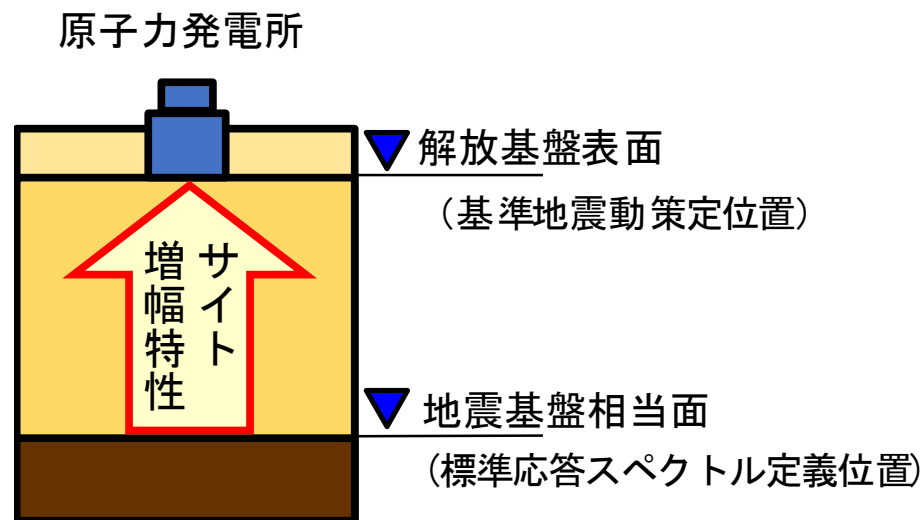
検討に用いた地震の震央分布及び観測点位置
(友澤ほか(2019))



川内原子力発電所のサイト増幅特性
(友澤ほか(2019)を基に作成)

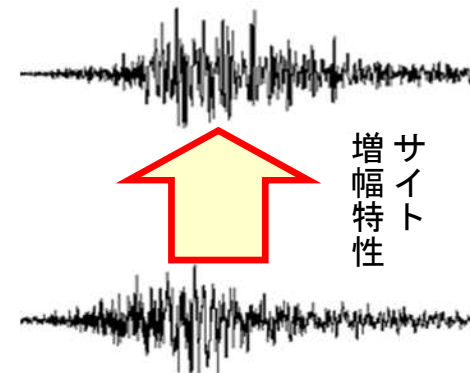
友澤裕介・加藤研一・中尾隆・本村一成・赤司二郎(2019) : 九州地方の震源特性・伝播経路特性・サイト増幅特性の推定、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)、2019年9月

- 「標準応答スペクトル」に基づく地震動の評価にあたっては、まず、地震基盤相当面において、「標準応答スペクトル」に適合する地震波形を作成。
- その地震波形に、川内原子力発電所における地震基盤相当面から解放基盤表面までのサイト増幅特性を反映し、解放基盤表面における地震波形を作成。
- サイト増幅特性の反映にあたっては、2016年熊本地震等を含む、建設時以降に川内原子力発電所で得られた地震観測記録等に基づき評価。



〔地震動の評価イメージ〕

解放基盤表面における時刻歴波形



地震基盤相当面における時刻歴波形

〔地震波形のイメージ〕

新たな「震源を特定せず策定する地震動」の策定については、原子力規制委員会等における議論を踏まえ、当社は、これまで標準応答スペクトルに基づく、川内原子力発電所の地震動の検討を進めております。

現在、原子力規制委員会にて「震源を特定せず策定する地震動」の策定に関する基準改正案が取りまとめられつつあります。

改正基準が決定され施行された後、当社は速やかに、本検討結果を反映した新たな基準地震動について、国へ原子炉設置変更許可申請を行います。

また、新たな基準地震動及び申請内容については、次回の本委員会においてご報告させていただきます。

当社は、今後とも、安全確保を最優先に、原子力発電所の安全性・信頼性向上に努めてまいります。

表-1 収集対象となる内陸地殻内の地震の例

No	地震名	日時	規模
1	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14, 08:43	Mw6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06, 13:30	Mw6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/03/12, 03:59	Mw6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26, 17:31	Mw6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/07/26, 07:13	Mw6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11, 03:12	Mw6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13, 14:38	Mw6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03, 16:58	Mw5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/03/15, 22:31	Mw5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/06/25, 18:50	Mw5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/03/19, 18:56	Mw5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/02/25, 16:23	Mw5.8
13	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14, 14:56	Mw5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20, 06:11	Mw5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/03/10, 02:25	Mw5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05, 19:18	Mw5.0

○2019年8月28日

- ・ 検討チームにて策定した標準応答スペクトルが了承。

○2019年9月11日

- ・ 従来の留萌支庁南部地震による評価に加え、今回の地震動の評価を併せて要求。
- ・ 経過措置期間の設定については事業者意見を聴取。
(同年10月18日、12月24日経過措置に係る意見聴取会)

○2020年3月4日

- ・ 事業者意見を踏まえた経過措置期間を設定。
- ・ 試験研究炉を本改正の適用対象外とするかについて継続審議（3回審議）。

○2021年1月20日

- ・ 改正基準案が了承され、意見募集（2/19まで意見募集）。