

平成 29 年（ラ）第 246 号 玄海原子力発電所 3 号機、4 号機再稼働差止め処分
命令申立て却下決定に対する即時抗告事件

抗告人 石丸ハツミ 外 172 名

相手方 九州電力株式会社

即時抗告準備書面 3

平成 31 年 2 月 28 日

福岡高等裁判所 第 5 民事部 御中

相手方訴訟代理人弁護士

堤 克彦



同

山内 喜明



同

永原 豪



同

熊谷 善昭



同

家永 由佳里



同

池田 早織



目 次

第1	はじめに	3
第2	地震動評価における基本的な考え方	3
第3	強震動予測レシピについて	4
1	「入倉・三宅式」及び「壇ほかの式」を含む強震動予測レシピの信頼性....	4
2	強震動予測レシピにおける「入倉・三宅式」について	5
3	強震動予測レシピにおける「壇ほかの式」について	9

第1 はじめに

相手方は、抗告審答弁書及び即時抗告準備書面1を提出し、玄海原子力発電所の基準地震動については、経験式にはらつきが存在することを踏まえ、強震動予測レシピの適合性を確認した上で、詳細な調査結果や多くの観測記録等により把握した地域的な特性を安全側に反映し、さらに不確かさを考慮し、最終的に策定する基準地震動が過小とならないよう十分安全側に評価していることを主張してきた。

本書面においては、相手方の地震動評価における基本的な考え方及び強震動予測レシピの合理性について改めて主張するとともに、審尋期日における抗告人らの主張等に対して必要な範囲で反論する。

第2 地震動評価における基本的な考え方

相手方は、汎用的に用いることが出来るように標準化された評価手法（強震動予測レシピなど）を基に、調査や観測事実等から得られる地域的な特性を安全側に配慮するという基本的な考え方に基づいて地震動評価を実施しており、これは原子力規制委員会による「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（以下「審査ガイド」という。）が定める評価手法における考え方と同じである（図1）。

この基本的な考え方に基づき、相手方は原審準備書面13で詳細に述べたとおりボーリング調査等の各種調査や多くの観測記録の分析を行い、玄海原子力発電所敷地周辺の地域的な特性を把握するとともに、標準化された評価手法を基に、地域的特性を安全側に配慮した地震動評価を実施した上で、基準地震動を策定している。相手方は「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定において、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う際、標準化された評価手法として強震動予測レシピ（「入倉・三宅式」、「壇ほかの式」等の経験式を含む）を用いている【乙61（82頁）】。この強震動予測レシピは、後述のとおり震源特性を表す様々なパラメータを設定する方法を体

系統的に整理し、観測事実との整合性を検証することでその妥当性が確認された合理的な手法である。

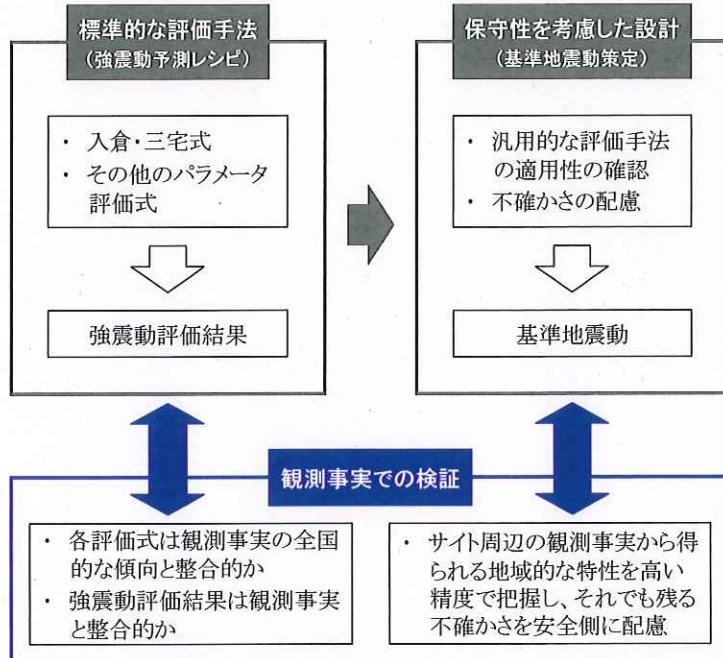


図1 自然現象（地震）の評価の考え方

第3 強震動予測レシピについて

1 「入倉・三宅式」及び「壇ほかの式」を含む強震動予測レシピの信頼性

(1) 強震動予測レシピの概要

即時抗告準備書面1で主張したとおり、強震動予測レシピは、国の地震調査研究推進本部の下部組織である地震調査委員会において実施してきた強震動評価に関する検討結果から、強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算及び予測結果の検証の現状における手法や震源特性パラメータの設定に当たっての考え方がとりまとめられたものである。この強震動予測レシピは、策定以降も強震動予測手法の検証・高度化を目的に地震動評価の知見の進展を踏まえ、随時修正・改訂がなされてきた。

(2) 観測記録との整合性

地震調査委員会は、強震動予測レシピ策定以降に発生した 2000 年鳥取県西部地震及び 2005 年福岡県西方沖地震等の各観測波形と、これらの地震の震源像を基に強震動予測レシピを用いて行ったシミュレーション解析により得られる理論波形とを比較検討した結果、整合的であることを確認している【乙 62（付録 3-1 頁）】。

また、相手方においても、強震動予測レシピに基づく地震動評価により、2005 年福岡県西方沖地震の際の敷地の観測記録を再現できること、すなわち玄海原子力発電所周辺の地域的な特性に適合していることを確認している（相手方原審準備書面 10・29 頁）【乙 61（77～78 頁）】。

以上から、「入倉・三宅式」及び「壇ほかの式」を含む強震動予測レシピが現在の科学技術水準に照らして合理的なものであることは明らかである。

2 強震動予測レシピにおける「入倉・三宅式」について

(1) 入倉・三宅式の合理性

「入倉・三宅式」は、断層長さと断層幅で計算される断層面積 S と地震モーメント M_0 との関係性を示すもので、信頼性の高い震源インバージョン結果に基づいて作成された経験式であり、国内の最新の 18 個の内陸地殻内地震に関する震源インバージョン結果とも整合性が確認された合理的なものである。

また、熊本地震本震（平成28年4月16日 マグニチュード7.3）についても、熊本地震本震の平均破壊面積と地震モーメントの関係について、「入倉・三宅式」に整合することが確認されている（図 2：島崎邦彦氏の雑誌「科学」7月号の記事に対し2016年7月13日に発表した入倉氏のコメント【乙129】）。

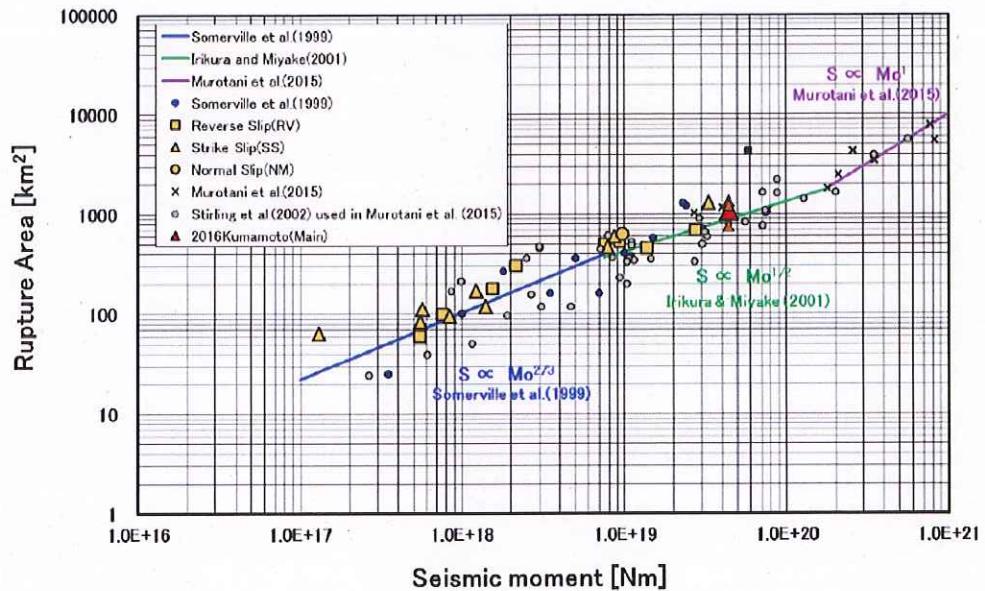


図 5. 内陸地殻内地震の破壊域面積 S と地震モーメント Mo の関係(宮腰・他(2015)に加筆)。
2016 年熊本地震(M7.3)の平均破壊域面積は▲で示される。

図 2 熊本地震の断層面積と地震モーメントの関係(入倉氏コメント)【乙 129】

(2) 震源インバージョンについて

震源インバージョンとは、地震観測記録を用いて、実際に起きた地震における地下の断層面の動きを把握する手法の一つであり、上記のとおり「入倉・三宅式」は震源インバージョン結果に基づいて作成された経験式である。

震源インバージョンは、複数の観測地点で得られた観測記録を基に断層面を仮定し、当該断層面の各地点において生じるすべり量及びすべりの方向等を解析によって求め、それらの結果から震源断層を推定する方法であり、高精度に「断層面積 S 」を求めることができる、地震学においては確立された手法である【乙 102(46 頁)】。震源インバージョンは、Somerville et al. (1999) によってその成果がとりまとめられたものであり、震源インバージョンによる断層パラメータは最も精度が高いとされている。

また、国内外の研究者により 1999 年トルコ・Kocaeli 地震 (Mw7.4), 1999 年台湾・Chi-Chi 地震 (Mw7.6), さらに鳥取県西部地震 (Mw6.8) をはじめとする最近の日本の 5 つの内陸地震 (Mw5.8~6.9) について、同様の手法で震源パラメータの特性化が行われ、Somerville et al. (1999) の関係式がこれらの地震についても有効であることが確認されている【乙 63 (852 頁)】。

(3) 震源インバージョンにおけるトリミングについて

一般に、観測波形に基づく震源インバージョンによる震源過程の推定では、「震源断層面」を仮定して設定し、その断層面上でのすべり分布を推定する。

「震源断層面」は、分析の対象とする地震直後の余震分布や CMT 解（地震の発震機構（横ずれ型、縦ずれ型））、地表の断層情報（断層による地変動の痕跡、測地データ等）を基に設定されるが、破壊過程を説明するため、実際の震源の破壊領域よりも大きめに設定される場合がある。

仮に大きめの破壊領域が設定された場合、断層端部のすべり量は小さくなるが、この領域を一定のルールに基づき除外して適切なすべり分布を有する震源断層面積を求める行為（すべり量の小さい領域の除外）が「トリミング」であり、Somerville et al.(1999)により示された考え方である（図 3）。

具体的には、「震源インバージョン」の結果、「断層面を碁盤の目に分けた時、端の行または列におけるすべり量の平均値が全体のすべり量の平均値 × 0.3 未満であれば、その行または列を削減する（トリミング）」というものであるが、近年は、地震観測網の充実により余震分布の情報等から地震の際の震源の動き（すべり量が大きい領域）が精度高く想定できるようになってきており、「震源インバージョン」において仮定した断層面が、上記 Somerville の考え方によるトリミングを経ることなく、そのまま破壊領

域として適用できる場合が多い。

そして、入倉ほか（2014）においては、平成7年以後国内で発生した最新18個の内陸地殻内地震のうち、入倉・三宅式が対象とするMw6.5以上の地震について、Somervilleの考え方従い断層破壊面積（破壊領域）の抽出を試みた結果、いずれもすべり量が0.3以上であるためトリミングの実施は不要であること、すなわち震源インバージョンにおける仮定断層面がそのまま破壊領域として適用可能であることが確認されている。（即時抗告答弁書・32頁）

なお、抗告人らは審尋期日において「Somervilleはトリミングするために作られた規範であり、トリミングが必須である」旨述べるが、Somervilleの考え方は前述のとおりであり、トリミングが必須ではないため、抗告人らの主張は理由がない。

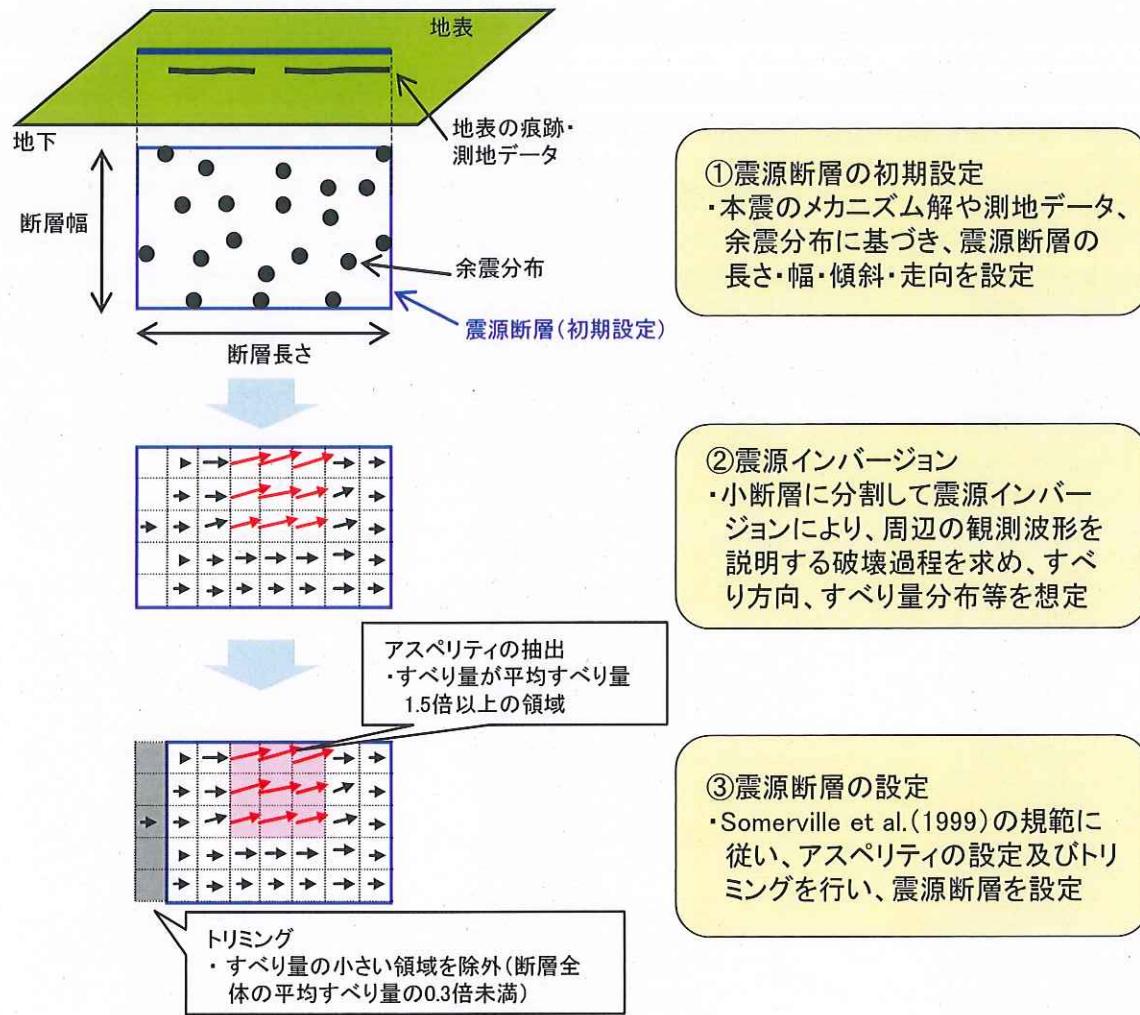


図3 震源インバージョンに基づく震源断層のトリミング（イメージ）

3 強震動予測レシピにおける「壇ほかの式」について

(1) 強震動予測レシピにおける「壇ほかの式」の位置づけ

強震動予測レシピによる震源特性パラメータ設定においては、上述した「入倉・三宅式」（図4中 青枠）により、断層面積から地震モーメントが導かれる。この地震モーメントを基にして、短周期レベルA（強震動予測において重要な短周期の揺れの大きさに直接影響を与えるパラメータ）を求めるときに用いられるのが、壇ほか(2001)による地震モーメント M_0 と短周期レベルAの関係式である（図4中 赤枠「壇ほかの式」【乙62】）。

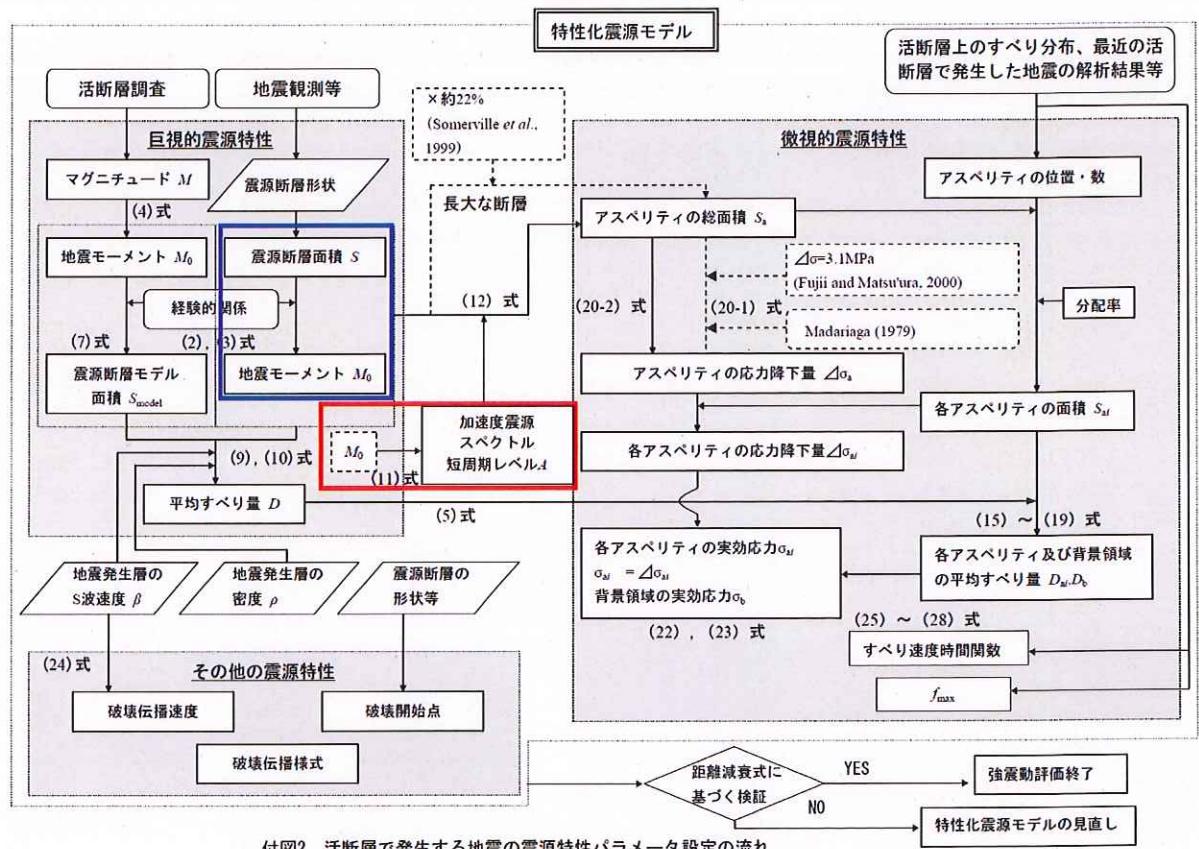


図4 強震動予測レシピによる震源特性パラメータ設定の流れ【乙62】

(2) 「壇ほかの式」の信頼性

壇ほか(2001)は、比較的規模の大きいMw5.6以上の地震を対象に、短周期レベルAが地震モーメント M_0 の1/3乗に比例するという関係性を仮定した上で、観測記録の回帰分析を行っているが、短周期レベルAが地震モーメント M_0 の1/3乗に比例するとの仮定については、過去の内陸地殻内地震の観測記録等から合理的であることが確認されている【乙67（53頁）】。

また、「壇ほかの式」は、「入倉・三宅式」と同じように、地震調査委員会による強震動予測レシピに体系的に組み込まれ、「1 「入倉・三宅式」及び「壇ほかの式」を含む強震動予測レシピの信頼性」で主張したとおり、地震調査委員会により2000年鳥取県西部地震及び2005年福岡県西方沖地

震の地震観測記録の再現性が確認されている。

さらに、「壇ほかの式」や「片岡ほかの式」が示された後の知見である佐藤（2010）及び佐藤・堤（2012）においても、特に大規模な地震についての短周期レベル A と地震モーメント M_0 との関係を表す場合は片岡ほかの式ではなく壇ほかの式が用いられており、また、熊本地震に関しても、熊本地震の短周期レベル A と地震モーメント M_0 の関係が「壇ほかの式」に整合することが、佐藤（2016）により示されている（図5：「壇ほかの式」の線上またはそれ以下）【乙130】。

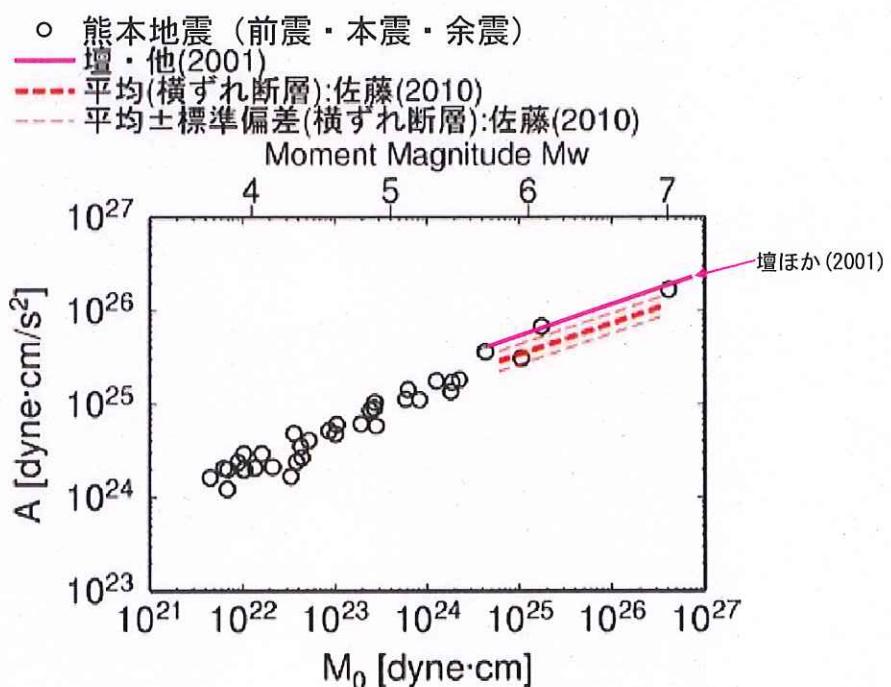


図5 熊本地震の短周期レベルAと地震モーメント M_0 の関係
(佐藤 (2016) 【乙130】に加筆)

このように、短周期レベル A を設定するにあたって「壇ほかの式」を適用することは、科学的合理性を有し妥当である。

なお、抗告人らが主張する「片岡ほかの式」については、回帰分析にあ

たって使用されたデータセットに中規模地震が多く含まれていること、また、武村式同様、観測記録との照合による検証等を経た科学的な裏付けがなく評価体系として確立していないことから、「壇ほかの式」ではなく「片岡ほかの式」を用いるべきであるとする抗告人らの主張は理由がない。

(3) 「壇ほかの式」の適用範囲

即時抗告準備書面1において主張したとおり、壇ほか(2001)においては、「壇ほかの式」による地震モーメント M_0 と短周期レベル A との関係性が実線で示されており、回帰に用いたデータの範囲が $3.5 \times 10^{17} \text{Nm} \leq M_0 [\text{Nm}] \leq 7.5 \times 10^{19} \text{Nm}$ ¹であるとされていることから、「壇ほかの式」の適用範囲には少なくとも $3.5 \times 10^{17} \text{Nm} \leq M_0 [\text{Nm}] \leq 7.5 \times 10^{19} \text{Nm}$ の範囲が含まれるものと考えられる。

これに対し、抗告人らは、即時抗告主張書面(3)において「相手方は壇ほか式が $3.5 \times 10^{17} \text{Nm}$ ないし $7.5 \times 10^{19} \text{Nm}$ の範囲で回帰を行っているから問題ない」と言っているにとどまるが、壇ほかの本来の適用可能範囲 ($M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$) を超えて回帰を行ったということに他ならず、反論足り得ていない旨主張する。

しかしながら、経験式が実際に発生した事象の各データを基に、最小二乗法によって求められるという一定の法則性を有するものであることを踏まえると、各データの範囲内であれば経験式を適用することが可能であるところ、「壇ほかの式」は $3.5 \times 10^{17} \text{Nm}$ ないし $7.5 \times 10^{19} \text{Nm}$ の範囲のデータに基づき策定されたものであり、また、壇ほか(2001)において広い範囲で地震観測記録との整合性も確認されているため、基本的には上記の範囲で適用することが可能である。そのため、抗告人らの主張は理由がない。

以上

¹ $3.5 \times 10^{24} [\text{dyne}\cdot\text{cm}]$ と $3.5 \times 10^{17} [\text{Nm}]$ は同じ。即時抗告準備書面1では $[\text{dyne}\cdot\text{cm}]$ で記載しているが、抗告人らの主張に合わせ、ここでは $[\text{Nm}]$ で記載。