

平成24年(ワ)第430号 川内原発差止等請求事件

平成24年(ワ)第811号 川内原発差止等請求事件

平成25年(ワ)第180号 川内原発差止等請求事件

平成25年(ワ)第521号 川内原発差止等請求事件

平成26年(ワ)第163号 川内原発差止等請求事件

平成26年(ワ)第605号 川内原発差止等請求事件

平成27年(ワ)第638号 川内原発差止等請求事件

平成27年(ワ)第847号 川内原発差止等請求事件

原告ら準備書面23

—松田式(基準地震動問題)について—

平成28年6月2日

鹿児島地方裁判所民事第1部合議係 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 森 雅 美

同 板 井 優

同 後 藤 好 成

同 白 鳥 努
外

1 応答スペクトルに基づく手法について

本書面は、松田式（基準地震動問題）の誤差の問題などについて主張するものであるが、まず、前提として、応答スペクトルに基づく手法の概略について述べることにする。

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価（なお、かかる評価結果は断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を包絡していることから、応答スペクトルに基づく手法による地震動評価によって「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」たる基準地震動 $S_s - 1$ が策定されていることには争いはない。）は、以下のプロセスでなされる。

プロセス① 断層位置・長さなどの各種調査

プロセス② ①での調査結果を基に

↓ 松田式

地震の規模（マグニチュード）の推定

プロセス③ ②で推定した地震の規模 断層と敷地との等価震源距離

↓ 野田のスペクトル（耐専スペクトル） ↓

地震動の推定

以下、本書面においては、便宜上、

- i 断層位置・長さなどの各種調査を「プロセス①」
- ii プロセス①にて調査した断層長さを前提に、松田式を用いて地震の規模を推定することを「プロセス②」
- iii プロセス②にて推定した地震の規模及び断層と敷地との等価震源距離を前提に、野田のスペクトル（耐専スペクトル）を用いて地震動を推定することを「プ

プロセス③」

と表記することがある(なお、「応答スペクトルを用いた手法による地震動評価」とは、厳密に言えば「プロセス③」を意味し、そのための不可欠な前提として、プロセス①及びプロセス②がなされる。)

このように、応答スペクトルに基づく地震動評価(すなわち、基準地震動 S_{s-1} の策定)は上記①～③のプロセスを経てなされるのであり、プロセス②はプロセス①を前提に、プロセス③はプロセス②を前提になされることからすれば、①～③のどれか一つのプロセスでも過小評価がなされれば、原発の耐震安全性を確保するに足る基準地震動 S_{s-1} の策定に失敗する関係にあることは明らかである。

そして、プロセス①については、原告ら準備書面 18・1 項及び原告ら準備書面 20・第 1 において、また、プロセス③については、原告ら準備書面 20・第 6 などにおいて、既にそれぞれ主張したとおり、いずれも過小評価がなされている。

そして、プロセス②が適切になされることは、プロセス①及びプロセス③と同様、 S_{s-1} の策定には必須の事柄なのであるところ、この点についても過小評価がなされていること(すなわち、松田式の誤差が評価されていないこと)を、本書面にて、以下、述べるものである。

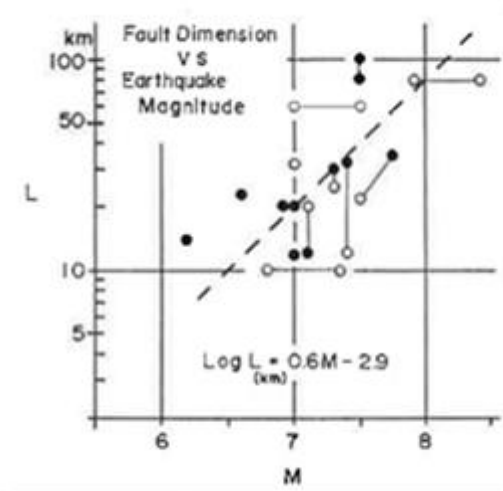
2 松田式は平均像にすぎないこと

- (1) プロセス②において用いられるのは、松田式という、断層の長さ L とマグニチュード M の関係式(「 $\log L = 0.6M - 2.9$ 」(L は断層の長さ、 M は地震の規模))である。

松田式について、松田時彦氏は、「活断層から発生する地震の規模と周期について」(甲 A 4 7) という論文によれば、「歴史地震の地震断層の長さ とマグニチュードの関係を用いる」、「(2)式の M の係数と常数は Fig. 1a から $M 8$ の地震

では $L = 80 \text{ km}$ 、 $M7$ では $L = 20 \text{ km}$ として決めたものである (Fig. 1 aの破線に相当)」とされている (甲A47・270頁～271頁。なお、文中の「(2式)」というものは、松田式のこと。また、「Fig. 1a」というのは、14の歴史地震のマグニチュード及び断層の長さを図に記載したものであり、以下の図のことである。)

マグニチュードの算出は誤差が大きい
松田式(断層の長さからマグニチュードの関係式)



すなわち、松田式は、断層の長さから導かれる地震の規模の平均像を、14の歴史地震のデータをもとに、帰納的に導いたものである (このこと自体は、原告らと被告九州電力との間で特に争いはないものと思われる。)

- (2) 原告らとしては、なにも、松田式は、断層の長さから地震の規模の平均像を求める式として、信用できない旨主張するものではない (ただし、わずか14の歴史地震のデータをもとに導いた式であることから、根拠となる地震の数が限られているということは、指摘せざるを得ない。)

すなわち、松田式は、断層の長さから地震の規模の平均像を導く式としては不合理なものとはまではいえないことについては原告としては争うものではないし、被告九州電力としても争わないものと思われる。

(3) しかし、断層の長さから地震の規模の「平均像」を求める松田式をもとに基準地震動を策定している以上、発生する地震の半数は、松田式を超える地震の規模（マグニチュード）となることは必定であり、したがって、松田式をもとに基準地震動を策定している以上、基準地震動を超過する地震動が川内原発敷地で生じることは必定であることを、原告らとしては主張するものである。

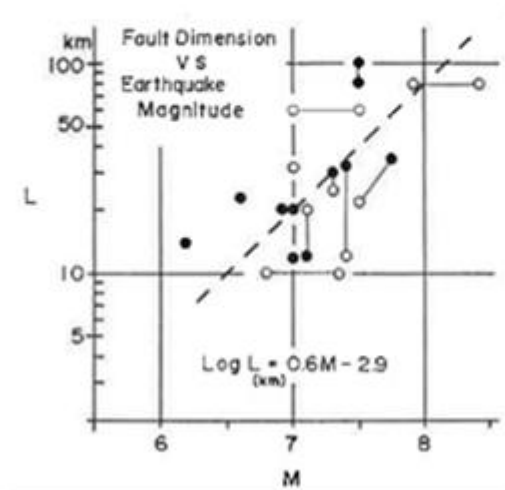
3 松田式の誤差

上記2において述べたとおり、松田式は平均像にすぎないのであるから、発生する地震の半数は、松田式を超える地震の規模（マグニチュード）となることは必定である。そこで、松田式にはどの程度誤差が生じるのかということについて、本項にて検討するに、以下のとおり、松田式は極めて誤差が大きいのである。

次の図をみると、長さ12kmほどの断層において、平均像（すなわち、松田式）となる点線との交点のマグニチュードは約6.6であるところ、12kmの長さの断層において、マグニチュード7.4ほど（すなわち、平均像よりもマグニチュードにして+0.8ほど大きい）の地震が発生したことが読み取れる。

マグニチュードの算出は誤差が大きい

松田式(断層の長さとの関係式)



この図において、22個のデータが記載されている（なお、あくまでも基となるデータは少なく、独立したデータとしては14個に過ぎない。すなわち、甲A47・「活断層から発生する地震の規模と周期について」271頁の「Table 1」において、14個の地震について掲載してある。）ところ、わずか22個のデータの中で平均像からマグニチュードが+0.8（すなわち、地震のエネルギーにして約16倍）もかい離しているものがあるのである。

Table 1. Earthquake magnitude, fault length and fault displacement in historic earthquakes in Japan (inland).

Earthquake			Fault				
Year	Location	M	Name	Length (km)	Displacement (m)	Ref*	**
1891	Nobi	8.4 (7.9)	Neodani, etc.	80	8	1)	○
1894	Shonai	7.3 (6.8)	Yadaresawa	10	1	2)	○
1896	Riku-U	7.5 (7.0)	Senya Kawafune	60 15	3 2	2)	○
1927	Tango	7.5	Gomura, etc. Yamada	18 7.5 L=22	2.5 0.8	2)	○
1930	N-Izu	7.75 7.0	Tanna, etc. Himenoyu	35 30 6 L=32	3 3.3 1.2	3) 2)	● ○
1931	W-Saitama	7.0		20	1	4)	●
1943	Tottori	7.4	Shikano Yoshioka	8 4.5 L=12	1.5 0.9	2)	○
1945	Mikawa	7.1	Fukozu Yokosuka	33 9 7 L=20	2.5 2 0.6	3) 2) 5)	● ○
1948	Fukui	7.3		12 25 30	2.2 2.3 2.5	6) 2) 3)	● ○ ●
1961	N-Mino	7.0	Koike- Hatogayu	12	2.5	7)	●
1963	Echizen- misaki	6.9		20	0.6	4)	●
1964	Niigata	7.5 7.4		100	9 4	8) 9)	○ ●
1969	C-Gifu	6.6		23	0.7	10)	●
1970	S-Akita	6.2		14	0.65	11)	●

Gothic figures are used in Fig. 1.

* Reference: 1) MATSUDA (1974a), 2) YONEKURA (1972), 3) KANAMORI (1973), 4) ABE (1974), 5) INOUE (1950), 6) ANDO (1974), 7) KAWASAKI (1975), 8) MOGI, *et al.* (1964), 9) AKI (1966), 10) MIKUMO (1973), 11) MIKUMO (1973).

** ○: values of surface faulting, ●: values obtained from seismological or geodetic data.

そうすると、松田式における平均値からのかい離を+2σ（同一断層において、これを超える規模の地震が発生する可能性が約2.3%（正確には2.275%）となることであり、約44回に1回はこれを超えることになる。なお、「σ」は標

準偏差のことである。) とすれば、マグニチュードにおいて+0.8程度を上回る
こととなる(すなわち、わずか22個のデータ(独立したデータとしては14個)
しか掲載していない図において、最も平均からかい離しているのはマグニチュード
にして+0.8であるが、これは、+2 σ に到底届かないであろう。)

ところで、Mが+0.8大きくなれば、短周期地震動は、平均にして2.51倍
になる。

なお、これは、あくまでも、断層の長さから地震の規模を平均像に基づいて推定
した場合に生じる誤差であり、次のプロセス③において、地震の規模(マグニチュ
ード)及び断層と敷地との等価震源距離から敷地での地震動の大きさを平均像(野
田のスペクトル・耐専スペクトル)に基づいて推定する際に、さらなる誤差が生じ
ることも、原告ら準備書面20・第6などにおいて既に主張したとおりである。

4 松田式が気象庁の平成15年のマグニチュード見直しによって良く整合するこ ととなったとはいえないこと

(1) 被告九州電力は、仮処分事件において、松田式が気象庁の平成15年のマグニ
チュード見直しによって良く整合することとなった旨主張しており、本訴におい
ても同様の主張がなされることが予測されることから、この点についての原告ら
の主張を述べることとする。

松田式を、地表断層の長さ地震規模の関係式として見れば、気象庁による
マグニチュードの見直し後も、松田式のもととなったデータの大きなばらつき
は全く解消されていない。

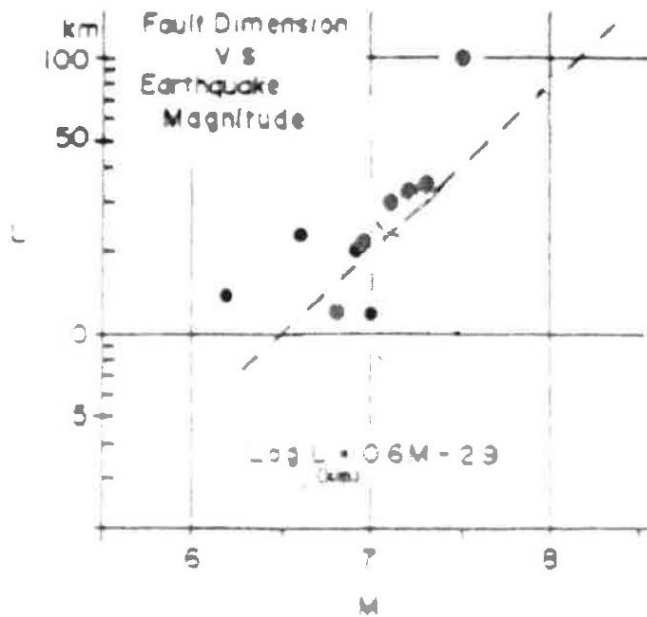
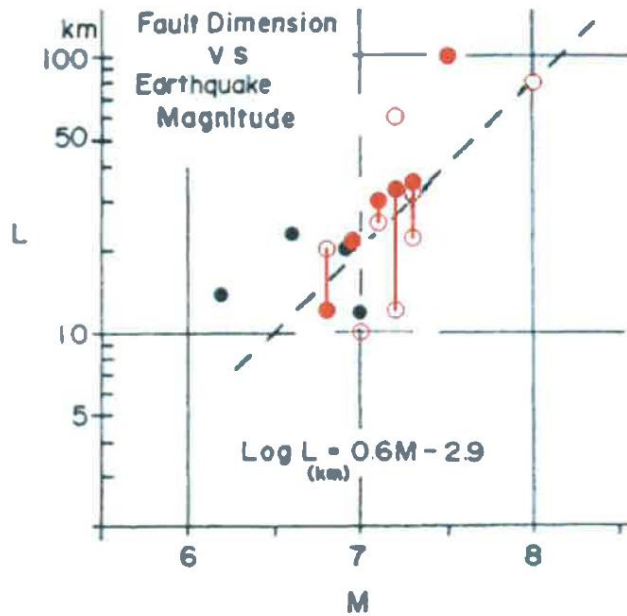
さらには、地表断層の長さのみならず震源断層の長さ地震規模との関係式
であることを前提としたとしても、なお大きなばらつきは解消できていない。

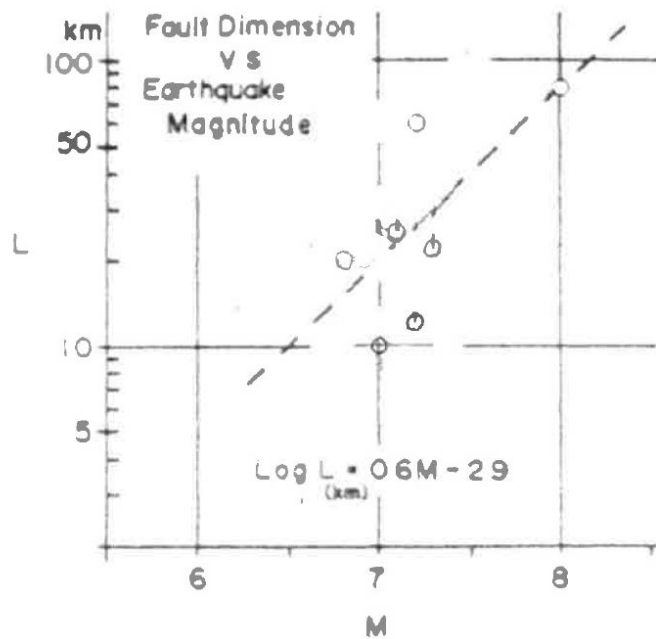
この点につき、以下、説明する。

被告が「良く整合する」と主張することが予測されることの根拠となるであ
ろう図は次の図(甲A50・33頁の右側の図)であり、その中の震源断層面の

長さだけを示した図が、その次の図である。

念のため、地表の断層の長さのみを示した図を、さらにその次に示しておく。





- 震源断層の長さ
- 地表断層の長さ

(2) 上の3つの図で言えば、●は松田式よりMで+0.5のデータもあり、○でも同様に+0.5のデータが複数ある。ちなみに、Mで+0.5は、地震のエネルギーにして約5.6倍、地震動はその3分の1乗となるので、約1.8倍となる。

この断層面の長さと言グニチュードの関係図を見れば、どう見ても、まだまだ極めて大きなばらつきが残っている。

特に問題なのは、M7.4以上のデータが極めて少ないことであり、震源断層面の長さと言グニチュードの関係で1つ（新潟地震）、地表断層の長さと言グニチュードの関係でも1つ（濃尾地震）のデータがあるだけでしかない。

M7.0を超えるものでも、上記2つの地震以外には4つの地震があるだけである。

ましてや、もともとのデータ自体が古い地震のデータによるものであり、その正確性が問題となるとともに、これだけの少ないデータで、松田式が大きな誤差を抱えているわけではないとはいえない。

そもそも、上の図のどれをとっても、一見して、ばらつきが大きいことは否定しようのない事実である。

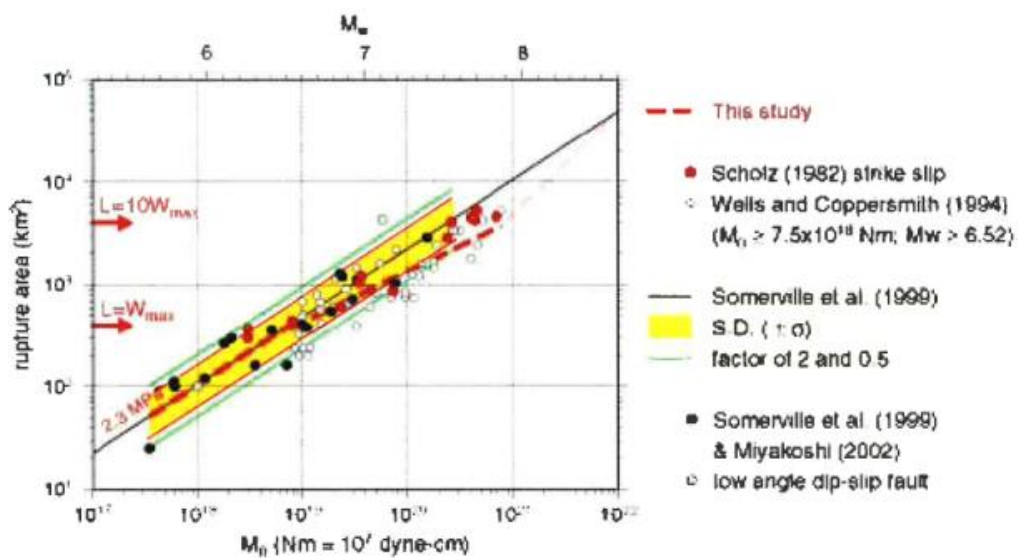
気象庁によるマグニチュードの見直しをふまえても、すなわち、見直したデータをもとにしても、大きなばらつきが存在しており、しかも、データがわずかであることからすれば、大きなばらつきの存在はなんら否定されていない。

なお、地震発生前に震源断層の長さは分かりようがないから、地震発生前のマグニチュードの推定では、最後の図（前頁）の地表断層の長さとの関係図を見る必要があり、そうであれば、マグニチュードの見直し後においても、松田式のもととなったデータに大きなばらつきがあることは、さらに明らかである。

5 松田式にばらつきが生じる要因

(1) 震源特性のばらつき

ア 松田式はスケーリング則の一種であり、次の「入倉－三宅式」もスケーリング則（下図）である。



「入倉－三宅式」は、断層面の面積（縦軸）と地震モーメント M_0 （横軸）

の下側目盛) もしくはモーメントマグニチュード M_w (横軸の上側目盛) との関係の平均像を求める式であり、地表断層の長さが断層面の面積に、また、気象庁マグニチュード M がモーメントマグニチュード M_w に、それぞれ変わっているが、性質上、松田式と同様の関係式とすることができる。

断層面積は、断層の幅が同じなら、断層面の長さと同比例するので、「入倉-三宅式」は、断層幅が同じという前提において、松田式と同等の関係式ということとなるのである。

一方、「入倉-三宅式」は、松田式より多いデータを基にしていることから、ばらつきの程度はより明確であり、「入倉-三宅式」における程度のばらつきは、松田式においても、同様に存在するはず、ということとなる。

イ ところで、「入倉-三宅式」においては、 M_o (や M_w) の大きさにかかわらず、同程度に大きなばらつきが認められるが、そのばらつきが生じるのには、震源特性のばらつきに大きな要因がある。

そして、震源特性のばらつきは、結局のところ、断層面での固着の程度等によって生じる。

要するに、強く固着している断層では、断層の面積もしくは長さ比べ、大きな地震、地震動を生じさせるのである。

この断層面での固着の程度は断層ごとによって異なるから、「入倉-三宅式」のばらつき、ひいては松田式のばらつきは、決してなくなることはない。

ウ では、ばらつきの程度は、どれほどとなるのか。

「入倉-三宅式」では、 M_o は、既往最大で平均像の4倍程度にまで達する。

しかし、「入倉-三宅式」でもまだまだデータが少ないため、より大きなばらつきを考えるべきである。

そして、それは、松田式でも大きなばらつきを考えるべきであることを導く。

(2) 断層長さの問題

地表断層から地下の震源断層面の長さを推定することは極めて困難であり、震

源断層面の長さや地表断層の長さとは大きく異なることがある（この点は、原告ら準備書面20・第5において述べたとおりである。）ということからも、松田式のばらつきが生じる。

6 結論

これまで述べてきたとおり、断層長さからマグニチュードを求めるプロセス②において、平均像にすぎない松田式が用いられており、そのバラツキが基準地震動の策定にあたってなんら考慮されていないことから、基準地震動 $S_s - 1$ の評価として過小なものとなっているのである。

以上