

「地震・耐震」

(47 頁) 地震動と建物耐震

※ 皆の広場 素人の地震・耐震考②～⑧
※ (出典) ネット(説明図等)

- ※ **[A] 地震・耐震入門**
- ※ **[B] 地震学**
- ※ **[C] 地震動**
- ※ **[D] 耐震設計(1)**
- ※ **[E] 耐震設計(2)**
- ※ **[F] 制震・免振**
- ※ **[G] 五重塔の耐震性**

※ 今回 2025年5月7日
※ 原本 2024年8月22日 永野 徹

「地震と耐震」

「A」地震・耐震入門

皆の広場 素人の地震・耐震考②「地震・耐震入門」

【1】世界の地震

- ※ (1) 世界の地震帯
- ※ (2) 世界の巨大地震
- ※ (3) 日本の地震帯
- ※ (4) 日本巨大地震(最近)
- ※ (5) 日本の震源分布

【2】地震用語

- ※ (1) マグニチュード(M)
- ※ (2) 震度階

【3】緊急地震速報

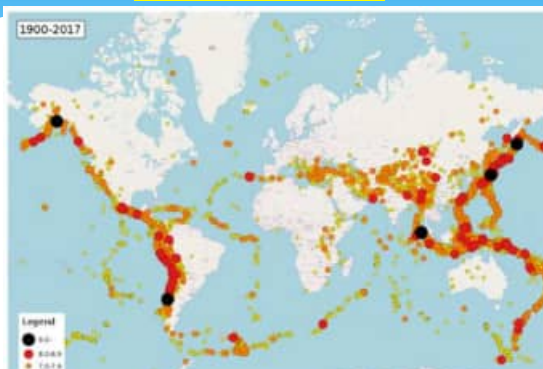
- ※ ①緊急地震速報
- ※ ②P波とS波

【4】地震発生予知

※ R7. 5. 10 自文科 永野 徹

【1】世界の地震

(1) 世界の地震帯

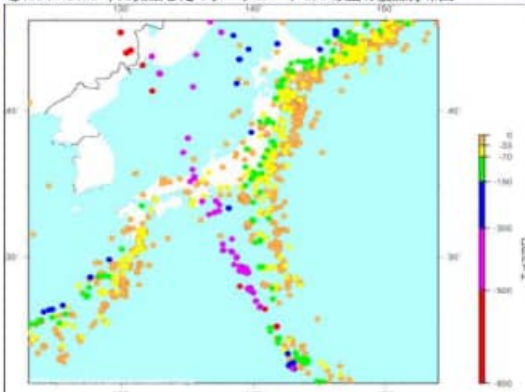


(2) 世界の巨大地震

順位	日時(日本時間)	発生場所	マグニチュード(Mw)
1	1960年5月23日	チリ	9.5
2	1964年3月28日	アラスカ湾	9.2
3	2004年12月26日	インドネシア、スマトラ島北部西方沖	9.1
4	2011年3月11日	日本、三陸沖	9.0
	1952年11月5日	カムチャッカ半島	9.0
6	2010年2月27日	チリ、マウリ沖	8.8
	1906年2月1日	エクアドル沖	8.8
8	1965年2月4日	アラスカ、アリューシャン列島	8.7
9	2005年3月29日	インドネシア、スマトラ島北部	8.6
	1950年8月15日	チベット、アッサム	8.6
	2012年4月11日	インドネシア、スマトラ島北部西方沖	8.6
	1957年3月9日	アラスカ、アリューシャン列島	8.6

(3) 日本の地震帯 (M $\geq$ 5、1994～)

○1994～2003年に発生したマグニチュード5.0以上の震源分布図

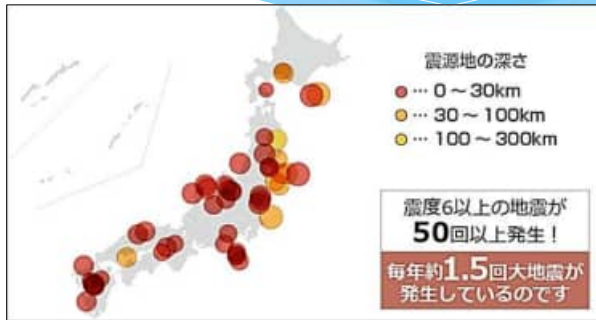


(4) 日本の巨大地震 (震度7地震1995以降)

(下表にR6.1.1能登半島地震M7.6を追加)

最大震度7を観測した地震			
	マグニチュード	死者(人)	負傷者(人)
1995年1月17日 阪神・淡路大震災	M7.3	6434 (内死者21)	4万3792
2004年10月23日 新潟県中越地震	M6.8	68	4805
2011年3月11日 東日本大震災	M9.0	1万9729 (内死者2559)	6233
2016年4月14日～ 熊本地震	M7.3	273	2809
2018年9月6日 北海道胆振東部地震	M6.7	43	782

(5)日本の震源分布 震度 ≥ 6 、(1995~2023)



[2]地震用語(気象庁)

マグニチュード(M): 地震エネルギーの大きさ
震度階: 被害地の揺れ大きさ

- * (1)地震規模(M:地震のエネルギー指標)
 - * 1)マグニチュード(M)の分類
 - * 2)地震マグニチュードと発生頻度
- * (2)震度階(被害地における地震揺れの大きさ)
 - * 1)気象庁震度階の変遷
 - * 2)気象庁震度階(M ≥ 3)
- * (3)緊急地震速報

(1)地震規模(マグニチュード:M)

1)マグニチュード(M)

地震規模指標Mが1増えると32倍のエネルギー差

マグニチュードの目安

マグニチュード	呼び名
(8以上)	(巨大地震)
7~	大地震
5~7	中地震
3~5	小地震
1~3	微小地震
1未満	極微小地震

2)地震規模Mと発生頻度

地震のマグニチュードと頻度 (単位は回/年)				
M	区分	震源が浅い場合に想定される頻度 ⁽²⁾	日本周辺 ⁽³⁾	地球 ⁽⁴⁾
9.0以上	超大地震	震100から1000kmの範囲に大きな地震活動をする。北陸に大震災・大津波	(数百年に1回程度)	0.2 (10年に2回)
8.0-8.9	大地震	内陸に於ては北陸にわたり大震災。海陸に於ては太平洋が震源	0.1程度 (10年に1回程度)	1 ⁽⁵⁾
7.0-7.9	大地震	内陸の地震では大震災。海陸の地震は津波を伴う	1-2程度	3 17 ⁽⁶⁾
6.0-6.9	中地震	近畿付近で小震災。M7に近いと条件によって大震災	10-15程度	17 134 ⁽⁷⁾
5.0-5.9	中地震	被害が出ることは少ない。条件によって近畿付近で被害	120程度 (1月に10回程度)	140 1,319 ⁽⁸⁾
4.0-4.9	小地震	近畿付近で被害。震源がごく浅いと近畿付近で軽い被害	(1日に数回程度)	約900 13,000 ⁽⁹⁾
3.0-3.9	小地震	近畿付近で被害となることある	(1日に数十回程度)	約3,800 130,000 ⁽¹⁰⁾
2.0-2.9	微小地震	震源がごく浅いと近畿付近で被害	(1時間に10回程度)	
1.0-1.9	微小地震		(1分に1-2回程度)	
0.0-0.9	超微小地震	人間に感ずることはない		
0.0未満	超微小地震			

(2)震度階の変遷(地震動揺れの大きさ)

1)気象庁震度階の変遷

気象庁震度階の変遷			
1880年頃 最初の震度階 4階級	中央気象台震度階 (関谷震度階) 7階級	1948年の福井地震を 契機とし、翌年から通 用 8階級	1995年の兵庫県 南部地震を契機と して、翌年10月か ら通用 (計測震度使用) 10階級
微震	0無感覚 I微震	0無感 I微震	震度0 震度1
弱震	II弱震(弱き方) III弱震	II軽震 III軽震	震度2 震度3
強震	IV強震(弱き方) V強震	IV中震 V強震	震度4 震度5弱 震度5強
烈震	VI烈震	VI烈震 VII激震	震度6弱 震度6強 震度7

2)震度階の変遷

震度階級と名称の変遷 ⁽²⁾				
1884年 - 1898年	1898年 - 1936年	1936年 - 1949年	1949年 - 1996年	1996年以降
	震度0 / 微震 (感覚ナシ)	震度0 / 無感		震度0
微震	震度1 / 微震	震度1 / 微震		震度1
弱震	震度2 / 弱震 (震度弱き方) 震度3 / 弱震	震度II / 軽震 震度III / 弱震		震度2 震度3
強震	震度4 / 強震 (震度弱き方) 震度5 / 強震	震度IV / 中震 震度V / 強震		震度4 震度5弱 震度5強
烈震	震度6 / 烈震	震度VI / 烈震		震度6弱 震度6強
			震度VII / 激震	震度7

3) 震度階と被害状況 (1996以前)

※1996年以降：震度5.6に強弱2段階設定

1996年9月30日以前

震度	周囲の様子と被害
震度0 (無感)	地震計 (震度計) が検知し、人は揺れを感じない。
震度1 (微感)	静止している人や特に注意している人だけに感じられる。
震度2 (軽感)	人に感じられ、障子などがわずかに動く。
震度3 (弱感)	家が揺れ、戸・障子などが音を立てる。
震度4 (中感)	家が激しく揺れ、8分目くらいまで入れた水が容器からあふれ出る。
震度5 (強感)	壁が割れ、煙突が壊れたりする。
震度6 (烈感)	家が倒れる割合が30%以下で、崖崩れ、地割れが起こる。
震度7 (激感)	家屋の30%以上が倒れ、山崩れや地割れができる。

4) 震度階と被害状況 (1996以降)

震度	震度階	周囲の様子と被害
0	無感	地震計 (震度計) が検知し、人は揺れを感じない。
1	微感	静止している人や特に注意している人だけに感じられる。
2	軽感	人に感じられ障子などがわずかに揺れる。
3	弱感	家が揺れ、戸・障子などが音を立てる。
4	中感	家が激震、歩行中に揺れを感じる。エレベーターが停止。
5	強弱弱	歩行に支障、木造の壁が割れる。吊物が大きく揺れる。
5	強弱強	歩行中断、木造壁・柱の破損、RC造壁柱の亀裂、棚落下。
6	烈弱弱	立寄り困難、家具転倒多、木造倒壊、弱RC造壁柱破損、老木折損。
6	烈弱強	立寄り不可、家屋倒壊が30%以下でがけ崩れ地割れが起こる、倒木。
7	激感	家屋の30%以上が倒壊、やがれ地割れができる。

5) 気象庁震度階目安 (揺れの程度)

震度階級	人間	室内の状況	室外の状況	木造建物
3	室内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。恐怖感を感じる人もある。	壁にある食器棚が、音を立てて揺れることがある。	電線が少し揺れる。	
4	かなりの建物揺れがあり、一瞬、室内の人の安全を思う人が出る。揺れている人のほとんどが、音を感じる。	ガラスの物は大きく揺れ、壁に貼られた写真などが、壁から剥がれることがある。	電線が大きく揺れる。歩いて歩いている人も揺れを感じる。歩行者が道を避けて、揺れに驚くことがある。	
5	多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	ガラスの物は激しく揺れ、壁に貼られた写真などが、壁から剥がれることがある。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	電線が大きく揺れる。歩いて歩いている人も揺れを感じる。歩行者が道を避けて、揺れに驚くことがある。	
5	怖れを感じる。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	壁にある食器棚、書棚のものが、大きく揺れる。ガラスの物は、割れることがある。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	電線が大きく揺れる。歩いて歩いている人も揺れを感じる。歩行者が道を避けて、揺れに驚くことがある。	
6	怖れを感じる。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	壁にある食器棚、書棚のものが、大きく揺れる。ガラスの物は、割れることがある。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	電線が大きく揺れる。歩いて歩いている人も揺れを感じる。歩行者が道を避けて、揺れに驚くことがある。	
6	怖れを感じる。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	壁にある食器棚、書棚のものが、大きく揺れる。ガラスの物は、割れることがある。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	電線が大きく揺れる。歩いて歩いている人も揺れを感じる。歩行者が道を避けて、揺れに驚くことがある。	
7	怖れを感じる。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	壁にある食器棚、書棚のものが、大きく揺れる。ガラスの物は、割れることがある。多くの人が、身の安全を思うようになる。一般の人は、怖れを感じる。	電線が大きく揺れる。歩いて歩いている人も揺れを感じる。歩行者が道を避けて、揺れに驚くことがある。	

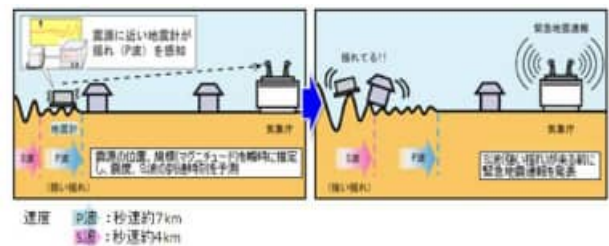
【3】緊急地震速報 (気象庁)

1) 地震速報

P波 (縦波) と S波 (横波) 伝播速度の違いを活用して初動から本動の到達時刻を予想する。

初動: P波 (PRIMARY) の伝播速度は 7 km/S

本動: S波 (SECONDARY) の速度は 4 km/S



【4】地震発生予知

※ (1) 確率論的地震発生予測法

- ※ 過去地震の発生頻度から統計手法で再来年数を確率的に予測するもの。(統計手法)

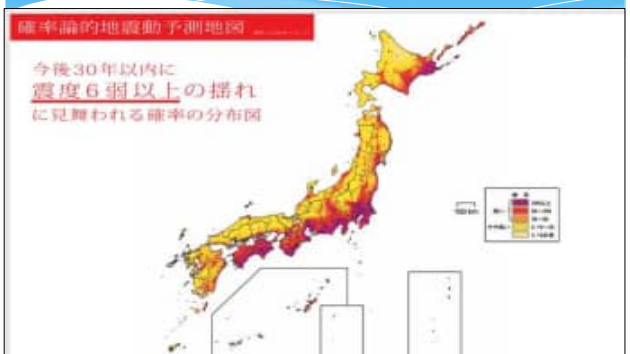
※ (2) 電離圏の異常検知法

- ※ 岩石歪破壊による地震発生前の地盤電離異常と当該上空電離層の異常を事前に検知して地震発生を予測するもの。(研究段階)

(1) 確率論的地震発生予測法

1) 確率論的地震動発生予測地図

今後30年以内に (M $\geq$ 6弱地震) が発生する確率分布図



2 確率論的地震発生予測計算

(1回/100年) 地震発生頻度の地点で70年経過後の発生確率

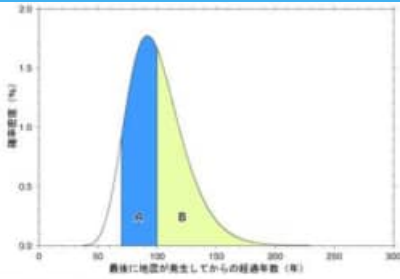
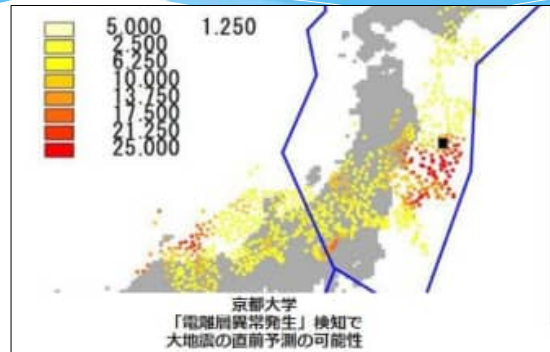


図1 平均発生間隔 100 年の海溝型地震の発生確率の計算方法
[(Aの面積) ÷ (Aの面積 + Bの面積)] が、最後に地震が発生してから 70 年経過した時点における今後 30 年以内の発生確率

(2) 電離圏の異常検知法 (京大：梅野教授)

1) 東日本大震災発生前の電離圏異常検知

下図右朱点部から20～30分前に異常検知 (プレート境界部)



2) 電離圏異常で大地震発生予知へ (京大：梅野教授)

(観測事例) 東日本大地震・三陸沖地震・熊本地震他

M₇以上地震時の電離圏異常検知

東日本大震災発生前(20～30分前)
電離圏電子数の異常検知(朱点部)

1. 大地震(発生前の $\geq M6$)発生前の電磁気学的以上発生
2. プレート境界面すべり面に有るスメクタイト粘土質中の水が高温高圧下で超臨界状態となり電気的絶縁状態となり電磁気学的異常でプラス電荷が増えて上空30KM付近の電離層を引き下げると言う異常状態が起き4分後に大地震が発生した。同様の事象は他の大地震でも観測されている。
3. 電離層異常は他の要因でも起きる

