2018 年度「地球と災害」第４回　　2018 年 10 月 23 日（火）　　岡本　義雄

yossi-okamoto@gmail.com

１．地震の“群れ”としての性質

・**Gutenberg－Richter 則**

地震学の経験則としてもっとも有名な統計的法則

時間や場所によらない！

マグニチュード M の地震がある時間に起こる回数 n は

$\log n = a - bM$　　傾き b はいくらか?

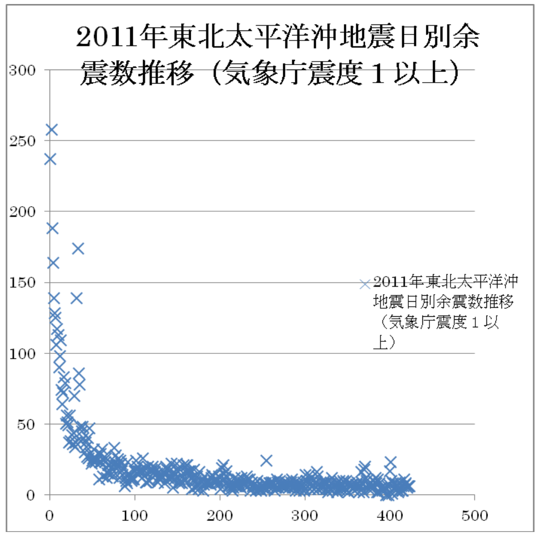
※この法則を考えるとなぜ，2011 年東北太平洋沖地震は“想定外”ではなくなるのか？（昨週）

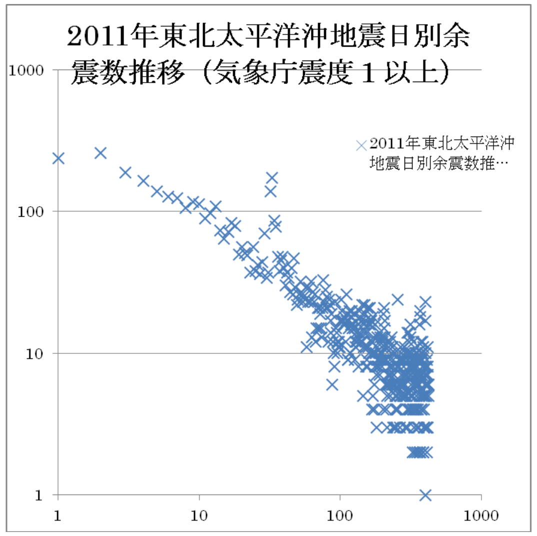
・**大森の余震公式（ここでも「べき乗則」が姿を見せる！）**

$$N(t) = \frac{K}{t+c}$$

ここで $N(t)$　は単位時間あたりの余震回数，ｃは小さい定数

（これも $N = K\ t^{-1}$ の形）





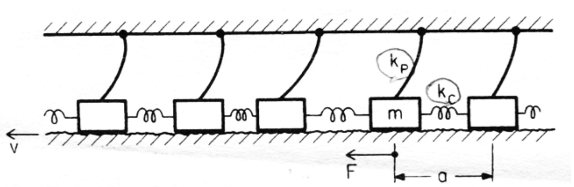
※　地震は「べき乗則」のオンパレード！

<GR 則はどこから来るのか？>

・碁石モデル（大塚道男，1971），砂山モデル（P..Bak ほか，1989）など

教材化碁石モデル（岡本，1999）の実習！

・バネーブロックモデル（下：Burridge＆Knopoff，1967　下右大塚，1971　Carlson&Langer，1981 など）



※
※
※

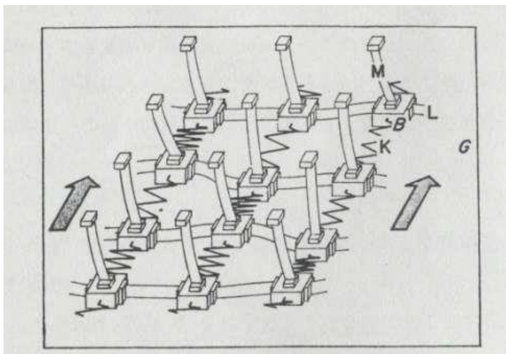


Fig. 1.　A sketch of a portion of the simulator.

３．べき分布と正規分布あるいは指数分布

⇒「**べき乗則（Power Laws）**」あるいは「**べき分布**」　　[べき：冪と書く]

サイズと個数の分布：自然界に存在する様々なものに成り立つ不思議な関係

特徴的な大きさを持たない！　　VS.　人間の体重と身長，テストの成績

こちらは平均値が存在する！

⇒「**正規分布**」（**Normal　dsistribution**）という分布

べき関数の例： $y = a\ x^{-1}$　　⇒　$xy = a$　反比例のグラフ

両辺の log を取ると　$\log y = A - \log x$　（これは傾きが－１の１次関数の形）

⇒　両対数グラフで直線　になる

形に着目するとフラクタル（Fractal）」（B.Mandelbrot,1976）と呼ばれる.

地震にかぎらず　≪自然災害≫　にはこのように「べき乗則」がついてまわる.

例：火山噴火，山崩れ，雪崩，山火事，などの規模と回数の関係

※　時間を長くとれば，限りなく大きな災害が０でない確率で期待されてしまう.

⇒　ブラックスワン！by N.Taleb（社会現象にも）：破滅的な災害（事件）が結構な確率で生じる根拠！

“リスク”に対する身の処し方を考えよう！

さらに，社会現象との関連で **Zipf の法則：順位（ランク）と量の関係（両対数グラフで直線！）**

単語の頻度，川の長さ，湖沼の面積，都市の人口など例を調べると面白い！

自然現象だけでなく，社会経済現象などにも「べき分布」は普遍的にみられることがわかってきた.

⇒　しかも予測が難しい現象に伴って現れる！

Cf.「指数関数」と「べき関数」の違い

※べき関数の方が最初は早く減るが，後までしつこく影響が残る.

cf. 指数関数　$y = e^{ax}$　　世の中にこれも多い！

指数関数の例：預金の複利（ふえる），放射能（減る）：ふえる（減る）割合が一定！

人の記憶（エビングハウスの忘却曲線），

トキの絶滅・マグロの個体数の減少

⇒　片対数グラフで直線になる.

<参考文献>マークブキャナン著（水谷淳訳）：**「歴史は『べき乗則』で動く」**／早川文庫　882 円（税込）