

絵でわかる地震の科学 目次

はじめに iii

第1章 地震はどこまでわかっているのか? 1

1.1 地震を理解するところみ 1

怖いから知りたい地震 1 / ナマズの仕業か天罰か? 2

1.2 近代地震学の誕生 4

弾性波としての地震 4 / 明治維新と日本地震学の黎明 5 /
地震と断層の関係 7

1.3 20世紀の地震学的发展 8

地震波の向きと断層の向き 8 / 世界大戦がもたらしたもの 9 /
定量的地震学の時代 11

1.4 現代の地震の科学 12

震源の物理的な理解 12 / デジタル時代の地震の科学 13

第2章 地震とは何か? 15

2.1 地震のプロセスと規模 15

「地震」の揺れをさかのぼる 15 / 大きな地震とは? 16

2.2 地震動の尺度「震度」 17

震度4の地震? 17 / 揺れを震度に結びつける 18 / 計測震度 18

2.3 正確に地震動を測る 20

地震計で測る 20 / さまざまな地震計測 20 / 最大の地震動 22

2.4 破壊すべりとその大きさ 25

震源=破壊すべり 25 / 破壊すべりの例 26

2.5 震源のマグニチュード 28

震源の大きさ 28 / マグニチュードの不正確さ 29

2.6 破壊すべりと地震モーメント 31

破壊すべりの大きさ 31 / モーメントとは何か? 32

コラム(1) 地表地震断層を見に行こう 34

第3章 地震を“見る”技術 37

3.1 地震波とは 37

実体波と表面波 37 / P波とS波 39 / 表面波 40

3.2 日本と世界の地震観測網 42

日本の高感度地震観測 42 / さまざまな地震観測 43 /
世界の地震観測 44

3.3 地殻変動で見る地震 45

日本の地殻変動観測 45 / 地殻変動を面的にとらえる技術 46 /
その他の地殻変動観測 47

3.4 地震観測からわかること①——破壊開始点と地震の全体像 48

大森の公式から震源決定へ 48 / 断層の向きと地震波の振動 50 /
地震モーメント推定 52

3.5 地震観測からわかること②——詳細な破壊過程 53

断層すべりモデル 53 / すべりの時間発展 54
コラム(2) 地震波観測で地球内部を見る 54

第4章 地震の原動力 56

4.1 プレートの運動と地震の場所 56

地震のエネルギーの根源 56 / 世界のプレート 57 /
プレート境界と地震 59

4.2 プレート境界の種類と地震の起こり方 60

海嶺と正断層地震 60 / 海嶺系をつくる横ずれ断層 63 /
沈み込み帯のさまざまな地震 64

4.3 日本を取り囲むプレートとさまざまな地震 65

日本はどのプレートの上にあるのか 65 /
東北日本の典型的な島弧沈み込み 67 / 西南日本の沈み込みと地震 69

4.4 プレート運動以外の地震の原動力 70

火山と地震の関係 70 / 火山性低周波地震は何を表すのか 72 /
潮汐は地震を引き起こすか 73

コラム(3) 月の地震 74

第5章 震源では何が起きているのか? 76

5.1 破壊と摩擦と地震波 76

地震波は断層破壊のおつり 76 / 地震の破壊はせん断破壊 78 /
破壊もしくは摩擦すべりの進展 79

5.2 摩擦の真実と地震発生 80

最も単純な地震のモデル 80 /
摩擦とは何なのか? 接触とはどういう状態か? 82 /
最先端の摩擦法則 84 / 地震発生の前後に何が起ころか? 84

5.3 破壊すべりと水と熱 86

水は断層を弱くする 86 / 断層面は溶けるのか? 87 /
リアルな断層のフラクタル構造 88 / 断層近傍で起きていること 88

5.4 高温・高圧下での地震発生 91

深さによる地震発生環境の変化 91 / 鉱物脱水と地震発生 92 /
奇妙な深発地震 93
コラム(4) 地震発生帯を掘る 94

第6章 地震の大きさと速さ 96

6.1 地震はどこまで小さくなるか? 96

地震の数は増えている? 96 / きわめて小さな地震のようなもの 98
南ア金鉱山の地震観測 99 / 破壊すべりの相似性 100

6.2 地震のスケール法則 101

地震のサイズの支配法則 101 / 地震のエネルギーのスケール法則 103
スケール法則の限界 104 / スケール法則の例外と津波地震 105

6.3 地震の大きさと頻度 106

地震発生数の相場 106 / GR則の意味するところ 108 /
小地震は大地震の代わりになるか? 109

6.4 見えてきた「ゆっくり地震」 110

静かな地震 110 / ノイズに埋もれていた微動 111 /
ゆっくり地震とは何か 113 / ゆっくり地震の支配法則 113
コラム(5) 理論上最大の地震 115

第7章 地震活動と複雑系 116

7.1 前震・本震・余震 116

前震はいつも起ころのか 116 / 余震の起ころ方にはルールがある 117
群発地震の正体 120

7.2 地震のトリカリンク 121

誘発される地震 121 / 地震の誘発パターン 121 /
すべての地震は誘発地震? 123 / 全世界規模の地震誘発 124

7.3 ゆっくり地震の地震活動 125

しわじわと広がる微動 125 / 潮汐によって動くプレート境界 127 /
SSEと地震活動 128

7.4 地震と複雑系 129

GR則はどうやって生まれるのか? 129 /
単純な構造の物理モデル 130 / 砂山モデルの振る舞い 132 /
自然にテンバる地震活動? 133
コラム(6) 恐怖の「べき法則」 134

第8章 地震と震災 136

8.1 強地震動発生の仕組み 137

破壊すべりが生みだす危険な方向 137 /
横ずれ断層の方位依存性と衝撃波 138 /
断層の上と下で異なる危険度 140 / 地震動距離減衰式 141

8.2 強震動と地盤 142

地震動は地盤が決める 142 / 盆地における増幅 143 /
液状化現象 145 / 地すべり 146

8.3 強震に伴う地形の変化 147

地表変形による災害 147 / 地震と長期の土地の変形 148 /
地表地震断層の周辺の被害 150

8.4 強震と津波 151

津波生成のメカニズム 151 / 津波の増幅と遡上 153 /
津波の痕跡を調べる 154
コラム(7) 人が起こす地震 155

第9章 将来の地震についてわかること 157

9.1 日本と世界の地震予知計画 157

地震予知の先駆者たち 157 /

1960年代からの「地震予知研究計画」と「東海地震」 158 /

ダイラタンシー拡散仮説 160 / 地震予知幻想の終焉 160

9.2 いつも同じ地震が繰り返すのか？ 162

繰り返す巨大地震 162 / 繰り返し地震の予測①——釜石の場合 163

繰り返し地震の予測②——パークフィールドと東北沖の場合 166

9.3 地震の予測はなぜ難しいか？ 167

破壊すべりの予測可能性 167 / 固有性と階層性 168 /

確率的地震予測はどうあるべきか？ 171

9.4 地震の前兆現象は予測に使えるのか？ 173

プレスリップの可能性 173 / 地震活動に見られる前兆 174 /

前兆をどのように生かすか？ 176

コラム(8) 確率予測は当たったのか？ 176

参考文献 179

索引 181