

◆料理と数学、どちらも上手になるコツ教えます

# おいしい数学

証明の味は  
パイの味



ジム・ヘンリー／水原文訳

大好きなお菓子を作ってみよう。数学ができるようになりたい。その願い、どちらもかなえます。コツはたとえ結果がマズくても試行錯誤を楽しむこと。まずはやってみよう。できたものはあなただけのオリジナルです。(4月26日発売) 四六判 本体2300円

## 無限小

世界を変えた  
数学の危険思想

アミーア・アレクサンダー／足立恒雄訳

近代社会の秩序を根底からゆるがした無限小というアイデア。カトリックや絶対君主に抗し数学の基礎を築いた批判精神の勝利を描く。 四六判 本体3800円

## 世界で二番目に美しい数式

デビッド・S.リッチェソン／根上生也訳

ギリシアの賢人も見逃した多面体公式。この公式から新しい幾何学が誕生した。多面体公式の歴史からわかる現代数学の神髄を語る。(全二冊) 四六判 本体各2400円

## ロジカルな思考を育てる数学問題集

セルゲイ・ドリチェンコ／坂井 公訳

(全二冊) B6判 本体各1900円

## 偏愛的数学

アルフレッド・S.ボザマンティエ  
イングマル・レーマン／坂井 公訳

I 驚異の数 A5判変型 本体2300円  
II 魅惑の図形 A5判変型 本体2200円

13歳の娘に語る  
アルキメデスの  
無限小

金重明 A5判 本体2600円

13歳の娘に語る  
ガウスの  
黄金定理

金重明 A5判 本体2600円

13歳の娘に語る  
ガロアの  
数学

金重明 A5判 本体2600円

◆ユニークな1, 連結の2, 不可能の3, ……

# ひとけたの数に 魅せられて

マーク・チャンバーランド  
川辺治之訳

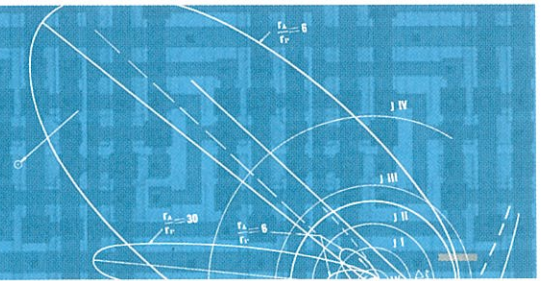
主人公は数1~9。それぞれおもしろい数学的な性質がある。一桁の数をめぐる楽しい数学、未解決問題、エピソードが満載。 四六判 本体2600円



[定価は表示価格+税]

岩波書店

# 科学通信



リレーエッセイ 地球を俯瞰する自然地理学

## 低頻度巨大災害を考える地理学的視点 —ハザードマップとレジリエンス—

鈴木康弘 すずき やすひろ  
名古屋大学

### 低頻度巨大災害と地理学

巨大地震や大津波のように、滅多に起きないけれどもひとたび起きると大災害につながるような天変地異に対して、どのように備えるべきでしょうか。1995年阪神・淡路大震災や2011年東日本大震災は、低頻度巨大災害の典型でした。起こり得るといふ指摘はあったのに防災対策上は考慮されず、「安全神話の崩壊」や「想定外」と評されました。

低頻度のため「滅多に起きない」という印象が強く、そのため、そもそもどこまで備えるべきかという基本的な災害観までもが問われる難しい問題でもあります。しかし日本は世界で最も自然災害が起こりやすい地理的状況にあるため、世界に先駆けて低頻度巨大災害を視野に入れた適切な対策を見極めることが、1995年以来、求められ続けています。

災害への備えを考える際には、自然現象(天変地異)そのものと、それに誘発される災害(被害)を分けることが重要です。まずは、前者(天変地異)がどこでもいつでも起こるわけではないことを整理する必要があります。これは自然地理学の大きなテーマです。また後者の災害には、その地域の脆弱性が影響を与えます。脆弱性とは、第一に地形・地盤条件などの自然特性であり、同時に場所ごとの人文社会現象でもあります。

防災・減災を叶えるため、地理情報を災害発生や脆弱性の地域性として明確に読み替え、災害予測や防災啓発に貢献することが地理学により一層求められています。ただし、こうした情報は社会から必ずしも歓迎されるとは言えず、持続的発展を考慮した対策のあり方に関する議論において、これまで地理学者は積極的ではありませんでした。

地域特性が災害に大きく関連することは自明ですが、経済効率優先の考えに反するときもあります。しかし、持続的発展の観点から、戦後の日本が信じてきた「どんなに条件が悪くともそれを克服することが国益である」という考え方を再考すべき時であることも確かでしょう。

### ハザードマップはなぜ重要か

日本では1990年代後半の情報公開の流れの中、行政主導で多くのハザードマップが整備されるようになりました。阪神・淡路大震災より前には災害情報はそもそも市民に伝えられるべき情報とはされていなかったことを思うと隔世の感があります。

ハザードマップは本来、災害予測地図と防災地図の2つの役割があります。現状のハザードマップは多くの場合、後者(防災地図)の役割が重視され、災害のハード対策に限界があることを住民に伝え、災害時の避難を促すためだと理解されています。しかしながらハザードマップは本来、そうした防災啓発のためだけのツールではありません<sup>1)</sup>。

災害想定において重要な役割を果たすのがハザードマップです。地理学者や地質学者は半世紀以上前から様々な災害予測図を作ってきました。災害予測には不確実性があることから、地図上に



様々な災害パターンを示して、どのレベルの災害にどの程度備えるべきかが議論されるべきなのです。適正な防災水準は社会合意によって決められるべきだ<sup>2</sup>という認識にもとづけば、こうした議論こそが市民を交えて行われる必要があります。しかし実際には、ハザードマップが災害対策の合意形成に利用されることはほとんどありません。

東日本大震災の際、一部の地域ではハザードマップが誤った情報を与えたとの批判があり<sup>3</sup>、改めてその作成方法や防災地理教育における教え方が問い直されています。

## レジリエンスは「強靱化」ではない

巨大災害になると、ある程度の被害発生は免れません。そのため事前対策と事後対策のバランスや、何を優先的に守るべきかの議論が重要になります。揺れによる建物被害や津波による浸水範囲の大小だけが被害規模を決めるという単純なものではなく、自然の猛威を受けとめる側の態勢も被害規模の拡大に影響を与えます。都市の過密化や地方の過疎化、あるいは過度な情報化、環境・地理教育の軽視、伝統的災害文化の衰退など、防災とはこれまで直結させて考えられてこなかった現象も考慮に入れて、対策を立てる必要に迫られています<sup>4</sup>。

こうした考えを背景に、近年は「レジリエンス」(しなやかに立ち直る力)の概念が重要視され、国連は2015年に新たなSustainable Development Goalsのひとつとして、レジリエンスとサステナビリティを併記しました。レジリエンスとは過酷な天変地異の際にも致命的な災害を免れるよう、ハード対策はもとより様々な知恵(対策)を駆使して、立ち直れるようにすることであり、それがなければ長期的なサステナビリティ(持続性)は実現できません<sup>5</sup>。

日本政府は、ナショナル・レジリエンス(国土強靱化)の必要性を唱え、対策を推進しようとしています。その背景には、東日本大震災により災害対応力の不十分さが露呈し、容易に復旧・復興を実現できないという現実があり、また、東日本大震

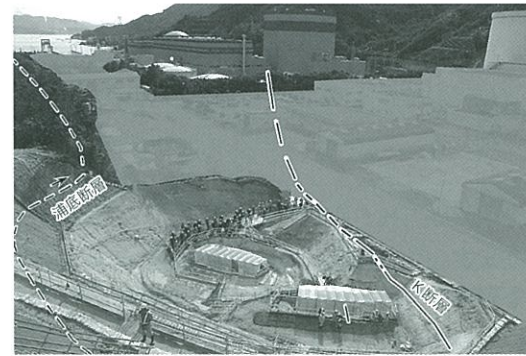


1999年台湾中部地震の地震断層(活断層)上で倒壊した校舎(台中市内)

災は対策上の「想定外」が被害を拡大し、原発事故まで引き起こしたという反省にもとづいています。2014年に閣議決定された「国土強靱化基本計画」によれば、いかなる災害においても①人命の保護が最大限図られること、②国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されること、③国民の財産及び公共施設に係る被害を最小化すること、④迅速な復旧復興を実現することが基本目標とされています。また、「予断を持たずに最悪の事態を念頭に置くこと」と、「狭い意味での防災ではなく国土政策・産業政策も含めた総合的な対応をすること」の2点も明記されています。

こうした位置づけは適切ですが、具体的政策がどのように実施されるかに懸念があります。「強靱化」は抵抗力(resistance)のイメージが強く、レジリエンスの概念の一部に過ぎません<sup>6</sup>。これが強調されすぎると、「柔軟にかわす」という概念や「賢く余力を活用する」という発想が薄れてしまい、低頻度巨大災害への備えとして本来求められるバランスが崩れる恐れがあります。

ハード対策の必要性も重要ですが、どこまでやるべきかについて慎重な議論が必要でしょう。無理な公共投資がサステナビリティを損ねては本末転倒になります。福島原発事故は経済優先の災害対策の見直しを迫っています。東日本大震災の



敦賀原発敷地内の断層(原子力規制庁資料より)

反省の上にあることと、総合的な知恵や工夫が求められていることを忘れてはなりません。

## 原発と活断層

東日本大震災以後、原子力発電の安全性にも疑問が生じました。旧原子力安全・保安院や原子力規制委員会は、原発安全規制におけるかつての活断層評価に問題があったとして、原発周辺の活断層や敷地内断層の再点検を進めました。これは、万が一にも事故を起こすことが許されない原発と、低頻度巨大災害との関係についてのあるべき論でもありました<sup>7</sup>。

原子力規制委員会は関連学会から推薦された16名を外務有識者として招聘し、原発敷地内断層調査を開始しました。そのうち、筆者を含む半数は自然地理(変動地形学)を専門としていました。この審議においては、敷地内の断層について、将来活動する可能性がないと言えるかどうかが問われました。かつては、最近の地質時代に「活動している証拠」がなければ将来の活動可能性を否定してきましたが、安全を重視する立場から2006年に審査ルールが改定された際、「活動していない証拠」がなければ将来の活動の可能性を否定してはいけないということに変わっています。そのルールを厳格に守ることを規制委員会は基本方針として、2013年には新規基準を定めましたが、旧態依然たる勢力からは反発が続いています。

自然の脅威や事故の可能性について、決定的な証拠がなければ防災対策の対象外とするという判

断の積み重ねは、大局的な判断を誤ります。規則が細くなればなるほど文言解釈に陥り、最終的に誤った結論が導かれることも往々にしてあります。災害予測においてこのようなことをしては社会の存続を危うくします。虚心坦懐に状況証拠を俯瞰的に見る地理学の視点は、低頻度巨大災害に対する備え方を総合的に考える上で重要なのです。

## 文献

- 1—鈴木康弘編著: 防災・減災につなげるハザードマップの活かし方, 岩波書店(2015)
- 2—松尾稔: 土木学会安全問題討論会研究論文集(1997)
- 3—片田敏孝: 人が死なない防災, 集英社新書(2012)
- 4—日本学術会議: 「地球規模の自然災害の増大に対する安全・安心社会の構築」(答申), (2007)
- 5—林良嗣・鈴木康弘編著: レジリエンスと地域創生, 明石書店(2015)
- 6—香坂玲編著: 地域のレジリエンス, 清水弘文堂書房(2012)
- 7—鈴木康弘: 原発と活断層, 岩波科学ライブラリー(2013)

## リレーエッセイ 地球を俯瞰する自然地理学

### 災害に備えるための地理空間情報

宇根 寛 うえ ひろし  
国土地理院

### 地理空間情報の役割

地図や標高データ(DEM)、空中写真や住所など、場所に関わるさまざまな情報をまとめて「地理空間情報」と呼びます。地図を見て災害に思いをめぐらせたり、災害発生時に地形や土地に関する情報にもとづいて行動の判断をするなど、地理空間情報は地域の災害特性を理解し、災害に備えるために不可欠の情報です。

国土地理院は、災害対策の基本となる土地条件図を50年以上前から作成してきました。また、大規模な災害が発生すると、すぐに災害対策本部を設置して、空中写真の撮影や災害対応に必要な地図の提供などを行ってきました。しかし、国土地理院が、国の災害対策の基本を定めた法律である災害対策基本法にもとづく指定行政機関となっ