

社会現象の「相転移」発生を防ぐのが防災対策の鍵

関西大学社会安全学部

特別任命教授 河田 恵 昭

1. 相転移が社会現象で起こる

水は温度によって氷、水、水蒸気というように固相、液相、気相に変化する。これを熱力学では一次相転移という。目で見てその変化がわかる。ところが磁石の強さが温度で変わることは調べないとわからない。これを二次相転移という。この一次相転移が災害時の社会現象で発生することを30年前に予見し¹⁾、それが図1に示すように、1995年阪神・淡路大震災で実証された²⁾。1923年関東大震災では犠牲者10万9千人の約90%

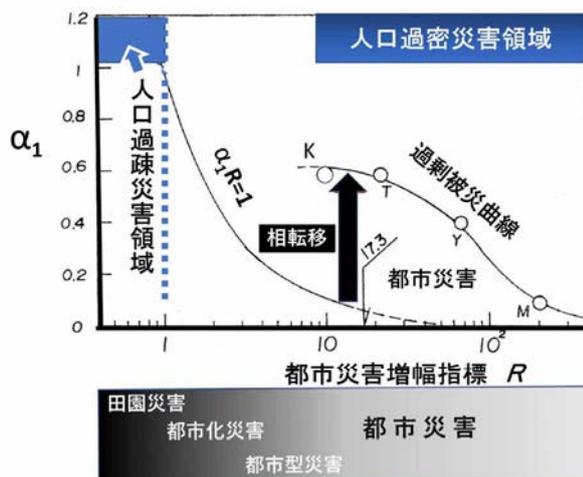


図1 都市の人口と人口密度が大きくなると災害などがきっかけとなって犠牲者が激増することを示す図ここに、 R は都市と国の人口密度比で $\alpha_1 R = 1$ は人口密度比が犠牲者数に関係しないことを示す(原図は1991年作成し、図中Kは、阪神・淡路大震災時の神戸市のデータをその後追加し、TとYは、1923年関東大震災時の東京市と横浜市、Mは1985年のメキシコ地震時のメキシコ・シティのデータである)。

は火災で亡くなったので、都市震災では広域延焼火災を防がなければならないと考えていた。ところが阪神・淡路大震災では直後の死者約5千人は古い木造住宅の全壊・倒壊で亡くなった。火災では約5百人だった。都市震災で相転移が起こったのである。2011年東日本大震災では、津波で約1万5千人が亡くなった。住民の約30%がすぐに避難しなかったことが大きい。地震後津波が真っ先に来襲した岩手県沿岸でも、約30分の避難時間があった。被害が大きいのは“想定外”の津波だったからと言われているがそうではなく、大量の住民が避難しないという相転移が発生したからである。

2. 気づかなかった相転移の発生

被害が未曾有でない場合は相転移に気づきにくい。その例が地球温暖化の進行に伴う線状降水帯による豪雨災害である。表1は、近年発生した線状降水帯による豪雨災害をまとめたものである。

表1 近年に発生した線状降水帯による豪雨災害例

・平成24年(2012年)7月九州北部豪雨	死者	30人
・平成25年(2013年)8月秋田・岩手豪雨	死者	8人
・平成26年(2014年)8月広島土砂災害	死者	77人
・平成27年(2015年)9月関東・東北豪雨	死者	14人
・平成29年(2017年)7月九州北部豪雨	死者	42人
・平成30年(2018年)7月西日本豪雨	死者	245人
・令和元年(2019年)8月九州北部豪雨	死者	4人
・令和2年(2020年)令和2年7月豪雨	死者	85人

そして、国土交通省が毎年公刊している河川ハンドブックに掲載されていた図2を見ると1996年頃から1ha当たりの被害額が激増していることがわかる。しかし、経年的には総浸水面積や宅地・その他浸水面積は増えていない。これは浸水深が深くなって被害額が激増していることを示している。破堤氾濫から越流氾濫に移行し、相転移が起こっているのである²⁾。この図がなければ気づかなかったに違いない。この事実は首都圏の荒川で進めている高規格堤防（スーパー堤防）による治水対策は万全ではないことになる。なぜなら切れない堤防づくりであるために、線状降水帯の豪雨のように、これまでの最大雨量の2倍も降ると越流氾濫が起こり、破堤氾濫に比べて被害が大きくなる危険性があるからだ。しかも、広域豪雨の場合、外水氾濫よりも内水氾濫が先行して激甚化することも起こり得る。たとえば、2019年の佐賀豪雨による鉄工所の貯油槽の流出事故や東日本台風によって14市区町村で発生した被害である。これらの事実は、過去の災害発生事例に基づく対策だけでは被害を少なくすることができないことを表している。

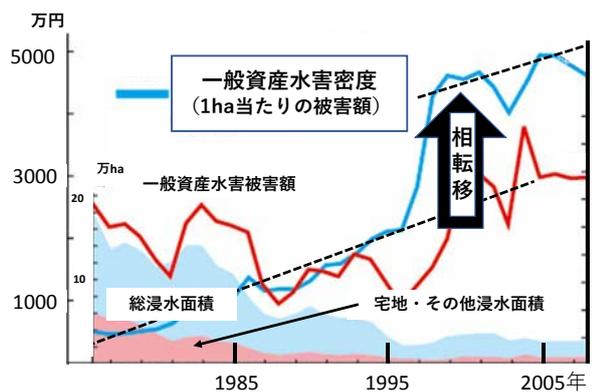


図2 1996年頃から1ha当たりの被害額が激増していることを示す図
（原図は国土交通省の河川ハンドブックから引用し、矢印の相転移は筆者が挿入）

3. 相転移が二つ重なった COVID-19

COVID-19は現在も世界で猛威を振るっている。

なぜこのように長期化しているのだろうか。その原因の一つが、2つの相転移が発生しているからである。1つは大都市の多さである。ペストが猛威を振るった中世には百万人都市はなかった。ところが現在、世界中におよそ380あり、総人口も78億人と急増している。1次相転移としての感染の急拡大はそれぞれの大都市域で容易に起こる。そして、図3に示すように1980年代から network という英単語の使用頻度の急増が続いている。これは社会経済活動で加速するネットワーク化である。これを可能にしたのは Web2.0 というコンピュータ・ソフトの開発である。これによって情報が水平方向に瞬時に拡散して、垂直統合型（ヒエラルキー）を席卷するという2次相転移が起こった。これら二つの相転移が重なったので、パンデミックが長期化かつ深刻化した。そして、ワクチンの開発が遅れ、かつ変異型まで発生して、抜本的な対策が困難な状態が続いている。

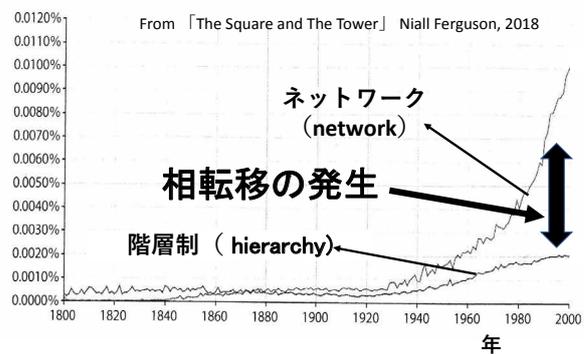


図3 英語の出版物に使用された「ネットワーク (network)」と「階層制 (hierarchy)」という単語の出現頻度（グーグルの Ngram Viewer による検出）の経年変化

4. 必要な災害文化へのパラダイムシフト

COVID-19がパンデミックになる過程で、わが国の感染率が非常に低いことが明らかになってきた。検査数が少ないとか根拠のない諸説が飛び交った。そこで、7月下旬の感染率（人口百万人当たりの感染者数）を調べてみた。図4はその結果である。横軸の単位は、国民一人当たりの名

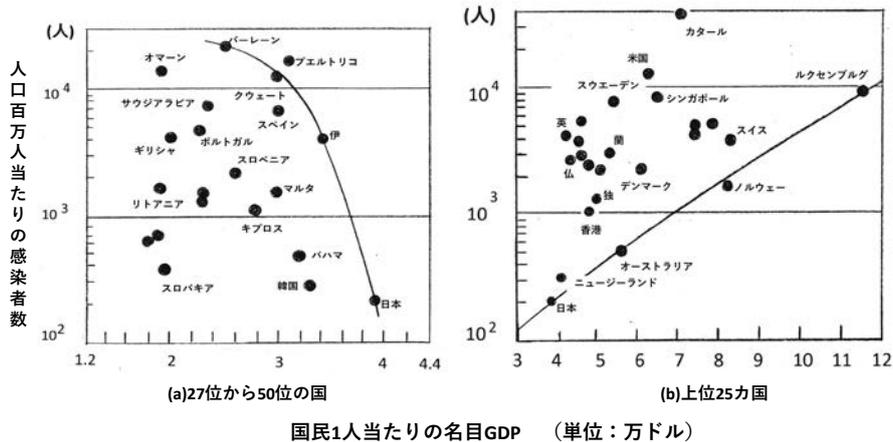


図4 国民1人当たりの名目GDPが(a)27から50位までと(b)上位25カ国の感染率の変化を示し、日本は26位(2018年)

目 GDP (2018年) であり、左図 (a) は27位から50位、右図 (b) は上位25カ国である。わが国は26位であった。(a) から、GDP がわが国より少なくなると感染率が増加し、(b) から、GDP がわが国より多い国ほど感染率が大きくなることを見出された。その理由は、前者では医療水準や救急・救命体制などに代表される災害文明が低下することが指摘できる。一方、後者では経済的に豊かになることが災害文化の豊かさにつながっていない。ここに、「文化」とは、生活習慣やその背後にある価値観や物事の理解の仕方などを含めたものである³⁾。これらの指摘から、経済的に豊かになることが豊かな社会になる必要十分条件ではないことを理解したい。図5は、両者の特徴を示したものであるが、災害文化による自助、共助を中心とした物事への対処が今や必要になっていることがわかる^{4,5)}。そうすると、図6のようなパラダイムシ

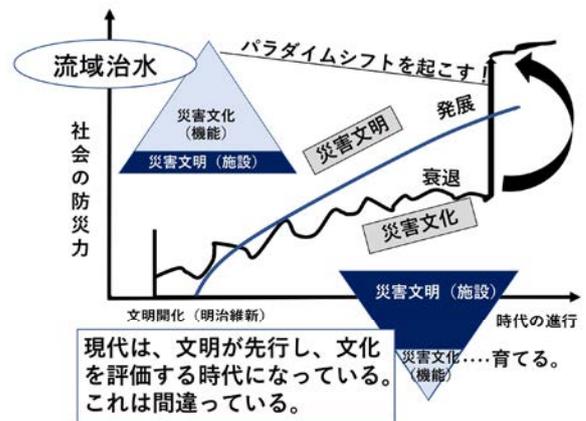


図6 災害文明から災害文化へのパラダイムシフト

フトが起こらなければ駄目である。明治から始まったわが国の近代化では、一貫して自然科学と工学によって災害文明を進めてきた。これが不十分なことを COVID-19は教えてくれたとも言える。

災害文明	災害文化
<ul style="list-style-type: none"> ・ ~しなければならない。 ・ ~そうなるべきだ。 ・ 正解がある。不確実性はない。 ・ 科学は答えを教える。 ・ 科学の成果と政治を連動させる。 ・ Best solution (最善の解) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ~したほうがよい。 ・ ~そうなるほうがよい。 ・ 正解でないかもしれない。不確実性がある。 ・ 科学だけでは答え難い。 ・ 科学と政治には境界がある。 ・ Best effort (最善の努力)

図5 災害文明と災害文化の特徴

5. 国難災害対策への応用

首都直下地震や南海トラフ巨大地震の発生がひっ迫している現在、多くの国民はまるで他人事である。それは政府・自治体もそうである。しかも、対策には膨大な財源と時間が必要で、実現するのは不可能と言っても過言ではない。では、どうすればよいのか。本稿で紹介した研究成果を適用すれば、相転移を起こさない対策の推進である。

たとえば、首都直下地震が起これば長期停電すれば、病院、運輸、食料、燃料、通信などの被害が原因となって新たな複合災害や連続滝状災害（略称：連滝災害）を起こすことがわかっている。南海トラフ巨大地震であれば、地震後の迅速な避難ができないことが相転移になる。西日本太平洋沿岸部での強くて1分以上長く続く地震の揺れによって、家具類が散乱した住宅からすぐに脱出して、安全な場所に避難できる方法の確保だ。とくに地方では、高齢で避難行動要支援者が激増していることに注意が必要だ。避難が不可能だと死者は100万人を超えることは間違いない。災害文明に属する対策は、財源と時間が必要で実現不可能に近い。災害文化としては、自助と共助で何をできるかを考えてまず実行することである。たとえば、食料と水の備蓄を増やす、安否確認の方法を話し合う、家に閉じ込められない家具の配置などはすぐに思い浮かべて実行できる。それを実現する努力がまず必要だ。

参考文献

- 1) 河田恵昭(1991)：都市災害の特質とその巨大化のシナリオー災害文化論事始めー 自然災害科学、Vol.10, No.1, pp.33-45.
- 2) 河田恵昭(2021)：相転移する社会災害への対処ーCOVID-19と豪雨災害の場合ー、社会安全学研究、関西大学社会安全研究センター、第11号、pp.37-56.
- 3) 内田由紀子(2021)：こころの文化、CEL、Vol.127、pp.20-25.
- 4) 河田恵昭(2020)：災害文化論（1）災害文化を豊かにする、月刊フェスク5月号、日本消防設備安全センター、pp.2-9.
- 5) 河田恵昭(2020)：災害文化論（2）災害文化を新たに創る、月刊フェスク7月号、日本消防設備安全センター、pp.2-9.