

地震という自然現象に対する哲学者の役割

野内玲

はじめに

東日本大震災を経験した多くの哲学者は自らに問いかけたのではないだろうか。「地震・津波という自然災害に対して、そして災害に苦しむ人々のために、哲学者としての私はいったい何ができるのか」と。本論ではそのような問いかけに対する答えを考えてみたい。

ここで、地震に関連する事柄において哲学者の出番などそもそもあるのか、という懸念があるかもしれない。しかし、哲学史にはその懸念を払拭する事例が多分に遺されているのである。また、地震について研究するということは、単に自然現象としての地震を研究するということに尽きない。地震に関連する周辺的事情を多分に考慮した学際的研究にならざるをえないのである。その際に、自然科学には扱えない領域に哲学の役割があると考えられる。

以上のような背景のもと、本論は哲学者と地震（学）の関係の歴史を通して、両者の関係の今後のあり方について次のように検討したい。1章では古代から近世において、哲学者が地震という自然現象の本性をどのように考えていたかを述べる。2章では地震大国である日本において、哲学者と地震研究の関係を検討する。そのことを通して、3章では今後の日本の科学技術政策における哲学者の役割について、科学哲学という分野に限定してその可能性の素描を提示する。

本論は地震という自然現象に対して、哲学という学術領域が果たしうる役割を探るためのサーベイ研究の要素が強い。哲学という学問分野に内在する問題群に対して独創的な貢献を果たすものではなく、社会という文脈における哲学の役割について試案するものである。

1. 哲学史上の「地震学」

本章では、過去から近世において哲学者がどのように地震の原因について考察してきたかの事例紹介を通して、哲学者と地震の関係の下地を探りたい。

哲学者と地震の関係は古代にまで遡ることになる。ヨーロッパは比較的地震が少ないが、イタリア周辺は地震が多い。ユーラシアプレートとアフリカプレートの境界に当たるためである。それならば古代ギリシアの哲学者達が地震という自然現象をよく認知しているのは当然であろう。実際、彼らは万物の根源を探求する際に、地震がどのようにして発生するかも考察している。以下、その例を紹介する。

アリストテレスによると、タレスは大地が水の動揺にしたがって動くことによって地震が発生すると考えていたと伝えている。また、アナクシマンドロスは大地の表面に生じた割れ目から空気が地下の空洞に入り、そこで荒れ狂うのが地震の原因だとする気因説を主張したという。当のアリストテレスはもう少し複雑に考えていて、太陽熱と地中の熱によって活力を得た気流が地下の空洞に入り込み、その気流が噴出を阻止する障害物を粉砕する際に発生する振動が地震なのだと考えていた^①。他にも、ルクレーティウスはさらに複雑かつ複合的な原因によって地震の発生を考えている。それは、地下の空洞が陥落する陥落地震、地滑りによって生じる動揺地震、地下の暴風状態がもたらす波動地震、大地内部のガスの膨張によって生じる膨張地震である^②。

このように、古代の哲学者達が2000年以上も前から地震という巨大な自然現象に対して機械論的な説明を与えようとしていたことは驚嘆に値する。中でもアリストテレスの学説は興味深い。アリストテレスが地震について記述しているのは『気象論』においてである。先述したように、そこでは気流が原因となって地面が揺さぶられる、というモデルが想定されている。アリストテレスは地震の発生前後の天候に注目し、こうした見解にたどり着いたのであろう。一見すると無関係に思える天と大地をアリストテレスは結びつけたのである。もちろん、このモデルは現代において「非科学」とみなされる運命にある。しかしながら、現代に残る多くの科学的知見と同様に、地震についての理解も古代から着実にその知見を積み重ねていく。

アリストテレスの学説はそのたたき台になるのである。このことを理解するために近世の事情をみてみたい。

近世になると、徐々に培われてきた「科学的」知識を元にして、別のやり方で地震発生の原因を考える哲学者が現れる。カントは『地震の原因』において、先述した自然哲学者と同様に地球の内部構造と地震の発生について関連づけた考察を行う。それに加え、地球内部の空洞と地表面での山脈の方向とを関連づけた説明をも試みている。

イタリアの大部分に及んだ地震の際、教会の中で灯明がほとんど正しく北から南へ動いたことに、ひとは気づいていた。そしてこの最近の地震ではその方向が西から東へであって、これはまたヨーロッパの最も高い地域を貫く山脈の主な方向である⁽³⁾。

カントは自説について、人々の証言から実証的に震源の方向を考察している。これはある程度の地震の発生数と、その時々地震の記録が蓄積しなければならないことである。カントは地震の原因について、現象論的な、そして地質学的関連づけを行ったと言える。ここでさらに注目したいのは、以下で引用するように、アリストテレスから受け継がれてきた地震発生の気流モデルにカントが新たな光を投げかけたことである。

われわれの大気圏は、…ある作用し易い元素、揮発性な塩および植物の結合体の中に入るべき成分を、動かしそして分けることを要求する。…これらについて絶えず消費する自然の生成および、最後にはすべての物質が分解と結び合いをうける変化が、最もよく働く粒子を、時と共に全く使い果たしてしまわないか…補充なしには有効に使われないこの強い物質は、結局、何処から出ることになるのであろうか…、これは推測するに、地下の空洞が最も作用し易くそして最も揮発性の物質にもっている予備品であり、その故に空洞が時々その一部を地球の表面にまき散らすのである⁽⁴⁾。

以上は、おそらく酸素や二酸化炭素といった基本的気体の地球規模での循環について述べていると考えられる。二酸化炭素は1750年頃にジョゼフ・ブラックが発見したとされている。当時、ブラックは二酸化炭素のことを「固定空気」と呼んでいたようだが、それは化学的反応によって、石灰石や木炭から放出される気体だからである。カントは、地球上の岩石や有機物から発せられる二酸化炭素が植物を通して大気中で循環していること、およびその量が一定に保たれていることから、二酸化炭素の供給源としての地球内部の活動と、それによる地震発生を結びつけたとみなすことができる。つまり、カントは古代より続く地震原因論（地球内部におけるガスの発生説）に、当時、発展を続けていた化学的知見を加え、全地球規模の因果関係論として地震を考察したのである。このようなカントの考察は、現代で言えば「環境科学」や「地球システム論」における研究内容にも相当する。これらの学問分野は地球環境の変動を人間社会および生態系も含めた総合的視点で捉える。カントは20世紀に入ってから主に発展した分野の内容を、18世紀の段階で先読みしていたのである。

さて、本章ではごくわずかな哲学史・科学史的な事例の紹介を行ったに過ぎない。しかし以上の考察から、古代ギリシアから近代にかけて地震発生とそれに関連する物理的・化学的過程の理解が着実に進歩してきたことがうかがえる。ひとつ補足するならば、古代においてルクレティウスも「物の総和」についての考察は行っており、物質の循環および保存則といった概念の萌芽は当時からあったようである⁶⁾。したがって、厳密に言えばカントだけを「システム論」の先駆者とみなすことは語弊がある。自然科学においては誰か特定の人物だけを何らかの発見の貢献者だとみなすことはできない。アイザック・ニュートンがロバート・フックに宛てた手紙において、自身の成果は「巨人の肩に乗って見渡しただけ」と表現したように、あらゆる研究は先人の知恵に依存している。そうしたことを踏まえ、ここでカントの「システム論」に言及することで強調したいことは次のことである。すなわち、誰が先駆者なのかという話ではなく、既存の学説に新たに獲得した知識（ここでは化学）を導入し、より優れた理論体系を形作るという、自然科学の研究における基本とも言うべき姿がカントの論考においてみられているという点である。地震という自然現象において、哲学者が現代で言うところの科学者の役割を担っていたのである。

2. 日本の地震と哲学者

ここからは日本における地震と哲学者の関係について述べてみたい。非常に大雑把な括りであることを承知で述べると、より定期的に大きな地震に遭うという点で、日本はヨーロッパとは違った仕方で地震に向き合ってきたと考えられるからである。

まずは日本における地震史について簡単に言及する。日本には地震についての記録が古くから数多く残されている。書物として残されている中では『日本書紀』における記述が最古の地震記録である。つまり、日本が地震大国であることは近代地震学の成立を待たずとも事実として認識されてきたのである。そのため、日本人の生活習慣や家屋の建造の仕方にも地震や津波が考慮されていることがある。たとえば、災害後に死者を弔うために建てる記念碑には、後世への教訓が残されている。具体例を挙げてみる。岩手県宮古市は1896年の明治三陸地震、1933年の昭和三陸地震で発生した津波によって大きな被害を受けた。その後に大津浪記念碑が建てられたが、その場所は津波の到達点を示している。事実、2011年の東日本大震災の際に津波は石碑より手前で止まったのだと言う。つまり、その石碑は警戒区域を示しているのである。これはまさしく先人が後世に残した知恵であろう。こうした経験的データが後世に適切に継承されていくことは、人間の力では制御しきれない自然災害と共に生きて行くために必須の条件だと考えられる。

実際に、そのような先人の知恵を受けて自然災害と折り合いを付けて生活をしている地域もあるだろう。しかしながら人間は地震という脅威を忘れ、自分達の生活を大地の上に築き上げることに専念してしまったこともまた事実である。和辻哲郎は『地異印象記』において、地震および津波に対して東京という街がいかに非合理的に発展しているかを次のように述べた。

東京が地震地帯にある危険な土地だということはすでに古くより知られたことである。水道を建設するとき、すでにこの水道が地震による大火に対して効力なきものであることは反省されていなければならなかった。…急激に東京が膨張し始めたとき、この木造建築の無制限な増加が大火に対していかに危険であるかはすでに顧慮さるべきはずであった。…地震の予言に耳を傾けるほど人

間が聡明であったならば、大火に対してなんの防備もない龐大（ぼうだい）な都市を恬然として築造して行くほどの愚は、決してしなかったであろう⁽⁶⁾。

この記述は当時の東京が過去から何も学ばずに、地震につきものの火災の対策を施さないまま発展して行ったことを示している。そして実際に関東大震災が起きた後、和辻は焼け野原となった東京を見て次のように述べる。

…利己主義的な社会組織、経済組織を改善する機会を、天が日本人に与えたのである。ただ復旧するのみではなんにもならない。東京市に広潤な防火公園を設け、下町一带に耐震大火の建築物を建てるということも、この際なすべきことの内の最も表面的なものに過ぎない。大震大火に襲われたがゆえにただ将来の大震大火に対する設備のみをなすのは再び短見を繰り返すことになる⁽⁷⁾。

和辻は地震という自然現象ではなく、ただ人間の愚かさに注目し、その行動について批判的にみている。和辻がここで述べているのは、いまでいう都市工学の観点からの助言である。都市をどのようにデザインすれば災害発生時に被害を減らすことができるか。既存の建造物が残った状態から防災・減災のための工夫をすることは難しい。しかし、皮肉ではあるが、建造物が軒並み燃え尽きた後だからこそ、今後の対策を為すまたとない機会になるのである。

一方で、科学者の寺田寅彦は同時代の哲学者である和辻の論説を肯定するかのような記述を残している。寺田は当時設立されたばかりの東京大学地震研究所の所員でもあった。そのため、地震の原因や地震予知の可能性について専門家らしい主張を行っている。たとえば、寺田は地震予知の可能性について否定的な態度をとり、次のように述べている。

要は、予報の問題とは独立に、地球の災害を予防する事にある。想うに、少なくともある地質学的時代においては、起り得べき地震の強さには自ずからな最大限が存在するだろう。これは地殻そのものの構造から期待すべき根拠がある。そうだとすれば、この最大限の地震に対して安全なるべき施設をさ

えしておけば地震というものはあっても恐ろしいものではなくなるはずである。

そういう設備の可能性は、少なくとも予報の可能性よりは大きいように私には思われる⁽⁸⁾。

寺田はここで、地震予知が実現する可能性に賭けるよりも、地震に備える設備への投資、すなわち防災・減災のための投資を行うべきなのだと述べている。東京大学地震研究所が設立されたのは関東大震災から二年後の1925年であった。寺田はその地震研創立10周年記念に碑文を送ったという。そこには「本所永遠の使命とするところは、地震に関する諸現象の科学的研究と、直接または間接に地震に起因する災害の予防並びに軽減方策の探求とである」とある。すなわち、学術的には地震そのもの解明という基礎研究を行いつつも、応用研究として防災・減災研究を行うことが地震研の使命なのである。先の和辻は、こうした二足のわらじの一足について、想いを巡らしていると理解することができるだろう。しかし思弁だけでは具体的解決につながらないため、寺田のような科学者が自然現象としての地震の解明を目指すのである。

ところで、防災・減災の研究の射程は科学の領域を超え出たものとなる。たとえば、寺田は先述した三陸大津波の災害記念碑についても調査レポートをしている。当該地方の住民達はそうした大きな地震および津波の周期性を考慮しているからこそ記念碑等を建造するが、仮に目につき易い地点に碑を建造しても、道路改修によって人目につかなくなってしまう可能性がある。時が経てば災害の恐怖はしだいに忘れ去られて、せっかく先人達が後世に遺した警告が見落とされてしまう。それなのに自然災害は周期的に発生する。これらを考慮すると、防災や減災といったことは、結局は人の科学的知識や教育の問題だとも考えられるという⁽⁹⁾。寺田のこの分析は、和辻と同じく、地震の防災には人的要因が大きく影響することを述べている。いくら地震そのものについての理解が深まった所で、人間の行動を適切な仕方で制御できなければ、地震や津波の被害はなくなるのである。

以上のように、哲学者である和辻と科学者である寺田の考察には共通性が見られる。それは、地震学という社会的需要の大きい分野について、そしてその社会的側面において、哲学者が十分に貢献しうるものであることを示している。1章で確認

したように、古代から近世まで哲学者が行ってきた仕事は地震学という科学の一分野へと結実し、哲学者の手を離れた。これからの哲学者が貢献できるのは、自然現象としての地震そのものの解明に対してでなく、地震を取り巻く周辺事情、ここでは人間社会のあり方に対してである。

3. トランス・サイエンスの問題と科学哲学者

3.1 トランス・サイエンスの問題としての地震予知・防災問題

それでは、哲学者は地震が関連する問題に対して、具体的にどのような取り組みをなすうのであろうか。このことについて、再び寺田の記述を参考にして考えてみたい。彼は次のように述べている。

ただもし、百年に一回あるかなしの非常の場合に備えるために、特別の大きな施設を平時に用意するという事が、寿命の短い個人や為政者にとって無意味だと云う人があれば、それはまた全く別の問題になる。そしてこれは実に容易ならぬ問題である。この問題に対する国民や為政者の態度はまたその国家の将来を決定するすべての重大なる問題に対するその態度を覗かしむる目標である⁽¹⁰⁾。

日本という国において地震の研究はある種、国策の意味合いを帯びている。地震学の研究をどのように進めて行くかということは、単に学術的な話ではなく、科学技術政策の話となる。このことこそ、地震予知・防災研究が科学の領域を超え出るゆえんである。そこで、以下では地震学研究と科学技術政策の関係について述べたい。

地震学分野に関係する分野での研究実態について言えば、現在は文部科学省の測地学分科会(旧測地学審議会)の下に地震部会と火山部会が存在している。そして、どのような研究に予算を割いて欲しいか、その研究計画の提案を研究現場からボトムアップな仕方で文部科学大臣に提案する仕組みとして「建議」というものがある。たとえば、独立行政法人防災科学研究所のHPでは「Hi-net高感度地震観測網」が紹介されているが、以下で引用するように、こうした観測網の整備も建議によって提案されてきたという経緯がある。

我が国における地震調査研究は、国家的なプロジェクトとして1965(昭和40)年に開始された「地震予知計画」によって飛躍的な発展を遂げました。同計画では、測地学審議会の建議に基づいて、7次にわたる5ヶ年計画が推進され、全国的な基本測量や地震観測の継続、活断層調査や地殻構造調査の実施、特定の地域における観測網強化や各種調査観測の集中、岩石破壊実験など地震発生機構を解明するための基礎研究の進展等がなされました⁽¹¹⁾。(傍点は筆者による)

ただし、測地学審議会という領域の性格上、建議として提案できるのは観測に関するものだけである。そうした制約を考慮しつつも、最近の建議においては地震予知の学術的研究という方針から、より防災・減災の側面を強調したものになっている。具体的に見てみると、平成25年11月8日付けの「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について(建議)」において、当該分野の研究上の現状認識が記述されている。

これまでは自然現象としての地震・火山噴火の予知に基づいて災害軽減に貢献することを目標に計画を推進してきたが、今後はこの方針を転換し、以下のような考えに基づいて計画を推進する必要がある。すなわち、地震や火山噴火による災害は、地震や火山噴火が引き起こす地震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの外力(「災害誘因」)が、人の暮らす社会や自然環境の脆弱(ぜいじゃく)性(「災害素因」)へ作用することによって生じる。地震・火山災害を軽減するためには、災害を予測して、それに備えることが基本であることから、今後の計画は、災害誘因の予測に基づき災害の軽減に貢献することを最終的な目標と位置付ける⁽¹²⁾。

もちろん、こうした「防災・減災アピール」は、地震研設立の目的から当然のことであり、今更強調しなければならないことでもないだろう⁽¹³⁾。結局のところ、地震予知・防災の研究は、人が自らの創り出した社会と自然との狭間でどのように生き(延び)て行くかの戦略についての研究であって、社会という集団における人の

意志決定の問題なのである。このことについては、100年近くも前に和辻と寺田がすでに述べていたことは先に確認した。

こうした観点とは、科学技術社会論 (Science, Technology and Society: STS) の領域に踏み込むことになる。この点に関連して、「トランス・サイエンス」(trans-science) という言葉を紹介しておきたい。小林傳司によるとトランス・サイエンスとは、「科学に問うことはできるが、科学(だけ)では答えることのできない問題群からなる領域」を指す(この語はワインバーグが1972年に提唱したものであり、日本では柴谷篤弘が『反科学論』において「超科学」という訳で紹介している)⁽¹⁴⁾。具体的には、原子力発電施設の是非や、遺伝子組換え食品の取り扱い、iPS細胞等を用いた再生医療の是非がこの領域に含まれるであろう。もちろん、自然現象としての地震と一体になった地震予知・防災研究の問題は、単に科学技術だけが関係しているわけではない。地震観測の結果は、ある地域での地価や地震保険の価格にも影響を及ぼすし、都市計画や人々の生活観・倫理観にも関係する。しかも、以降の議論を先取りしておく、地震の予測ほど不確実なものはない。不確実な科学的結論によって、われわれの生活が左右されるのである。そうした意味で、地震予知・防災研究は紛れも無くトランス・サイエンスが扱うべき問題である。すなわち、トランス・サイエンスの問題は科学(者)だけに任せて済むものではない。学術的な側面のみならず、社会的側面も考慮し、なおかつ、科学者のような専門家だけでなく、一般市民をも巻き込んだ複合的問題なのである。

3.2 トランス・サイエンスの問題と科学哲学者

以上を踏まえ、哲学者はトランス・サイエンスの問題としての地震予知・防災研究に今後どういった仕方に関係することができるかを考えてみたい。ここで、その領域は地震学ではないが、関連する先行研究として科学哲学者オレスケスを紹介したい。オレスケスは主に地球温暖化問題について、科学哲学の議論を通してアプローチしている(Oreskes et al. 1994)。彼女は数理的シミュレーションモデルの検証(verification)および妥当性(validity)という問題について、これらの語が誤用されていると指摘する。彼女の主張を以下でまとめてみる。

まずは検証についてである。われわれが自然から獲得できる情報は非常に乏しい。そのため、考慮する要因を恣意的な仕方を選択したモデルによって自然を描くしか

ないし、その要因についても不完全にしか知りえない。また、パラメータ設定についても、モデルのデザインにおける値のスケールと、観測値のスケールのズレが発生することは避けられない。気候のモデルを例にすれば、観測によって数センチのオーダーでデータを得られたとしても、コンピュータの計算力の都合上、シミュレーションモデルでの距離の最小単位はメートル、キロメートルのオーダーにならざるを得ない場合がある。これらは、科学の現場で発生する問題である。次に述べるのは、科学哲学的な問題分析である。まず、モデルとデータには常に過小決定の問題が関係してくる。われわれはあるデータを説明するためのモデルを複数（原理的には無限）作成することができる。したがって、データだけではその原因を特定することはできない。さらに、モデルを作成する際にわれわれが導入する仮説にも問題がある。モデルは複数の仮説に基づいて構築される。すると、たとえそれらの仮説のいくつかが間違っていたとしても、誤り同士が打ち消し合って、結果としてうまくいってしまうことさえある。以上のことを考慮すると、たとえ観測データと整合的なモデルがあったとしても、それだけではモデルの検証にならないのである。

次に、妥当性についてである。論理学との対比で言えば、モデルから出て来る帰結が妥当であると評価することは問題が無い。しかし、モデルの帰結を現実と照らし合わせて妥当であると評価することには問題がある。オレスケスによると、科学者はこうした誤用をしているのだという。先の分析でも明らかになったように、科学者が構築するモデルは関連する要因についての評価を下すことしかできない。しかるに、実際の自然は閉鎖系ではなく開放系であって（系の外部と熱やエネルギーのやり取り等が発生する）、都合良く要因を固定できるようなものではない。したがって、われわれが構築するモデルはそもそも現実を反映していないのである。

以上のことからオレスケスは、科学的モデルの評価はどのような仕方でもそのモデルを構築したかに依存し、それゆえ程度判断にしかなりえないと結論する。彼女はモデルの一義的意味を発見法的なものであるとし、真理を追求するものとは考えないのである。

さて、ここまでの考察を踏まえて、こうした科学哲学的分析とトランス・サイエンスの問題とを繋げて行きたい。まずは、次のような例を設定してみよう。ある気候シミュレーションの結果として、二酸化炭素濃度の将来的予測を地域毎に算出することができたとする（二酸化炭素濃度が地球温暖化の原因なのかというそもそも

の科学的議論はあるが、ここでは二酸化炭素濃度の増加が温暖化に直結すると仮定する)⁽¹⁵⁾。そして、科学者も政策決定者も、シミュレーションの結果を信頼性の高いものとして認めたとする。すると、二酸化炭素濃度が高くなることが予想される地域では二酸化炭素を削減するための取り組みに対する予算割り当ては大きくなるだろうし、そうでない地域では予算割り当ては小さくなるであろう。もちろん、国の予算は無限ではないため、こうした取り組みにどれくらい予算を割くかといった判断にも（たとえば福祉政策とどちらを優先するか等）、シミュレーションの結果の信頼性は関係することになる。すなわち、科学という営みの産物が人間社会の今後のあり方を左右するのである。

この例を通してみると、科学の現場で用いられているモデルを科学哲学的観点から分析することによって、オレスケスが何を目指していたのかがよりはっきりとする。

数的モデルは大衆が関係する舞台、なかでも高度に議論の余地のある意志決定を正当化する際に用いられることが増えてきた。したがって、真理という含み (implication of truth) は深刻な問題なのである (Oreskes et al. 1994, p. 643)。

数的モデルの結果についてどのような評価を与えるべきかという科学哲学的な問題設定は、トランス・サイエンスの問題、すなわち社会的意志決定の問題と直結してくる。科学哲学の領域内部で追求されてきた科学的モデルの分析という課題が社会的文脈で貢献しうることを示したという意味で、オレスケスの指摘は非常に重要であると考えられる⁽¹⁶⁾。また、本論のメインテーマであった地震学分野とその社会的影響においても、モデル分析は重要な意味を持つと考えられる。3.1節にて地震学における観測方法の開発と建議の例を挙げたが、地震学では様々な観測手法によって取得した地震波のデータから地震発生のメカニズムをモデル化し、地震予知・予測に利用したり、地震発生をいち早くリアルタイムデータから読み取ることで、警戒警報を発するシステムを構築している。これらはどこまで信頼できるものなのか、たとえば社会的混乱を招くものではないのか、といった疑問は当然生じる。たとえば、2009年にイタリアのラクイラで起きた巨大地震の予知に関して、地震学者達が有罪判決を受けてしまった事例がある⁽¹⁷⁾。地震予知・防災研究で用いら

れるモデルにおいて「真理という含み」の問題を社会的な文脈において考えるためにも、まずもって地震学におけるモデルがどのようなものであるかを分析する必要があるだろう。

ここで科学哲学的なモデル分析の必要性をもう少し強調しておく。環境問題や地震予知問題に限らず、科学技術が関連する事柄が不確実なものであると言っても、科学技術にまったく依存しない生活を送ることは、われわれにはほぼ不可能である。それでは、科学技術が関係する意志決定ないし政策判断を行うに際して、漠然と不確実だと理解したまま科学技術を根拠にすると、どのように不確実であるかを理解した上で科学技術を根拠にすると、どちらがより合理的な結論を導くことができるだろうか。いうまでもなく、後者である。

とはいえ、地震予知・防災研究といったトランス・サイエンスの問題を考察するために、科学哲学的なモデルの分析以外にも取りうる方法があるはずだ、という指摘はあるだろう。たとえば、環境アセスメントの専門家である島津康男著『国土学への道』の射程は、地球システム論による自然環境の理解という自然科学的視点のみならず、地域住民とのコミュニケーションを通じた環境アセスメントのあり方や、災害発生時の避難警報のシミュレーションにまで及ぶ。すなわち、文理融合による学際的な仕方で科学技術政策の問題にアプローチしているのである。さらに、STS分野でも認識論的モデルの検討がなされている。この分野ではイギリスにおけるBSE問題などを引き合いにし、「科学的知識を持ちさえすれば、科学技術にまつわる社会的問題は解決可能である」という科学信仰が否定されることもある（平川2010）。つまり、一般市民が関係する政治的意思決定の場面では、専門家の科学的知識だけでは駄目で、市民参加をいかに取り込むかという具体的課題への取り組みが強調されているのである⁽¹⁰⁾。以上のように、これらの領域においては一定の成果がすでに上がっていることは確かである。

しかしながら、その成果で十分ということはない。今後もトランス・サイエンスの問題は、人類の活動が続く限り無限に発生しうる。そんなとき、科学哲学者による概念分析は、問題に対してより一般的な描像を与えることになるであろう。たとえば、本論では科学の不確実性と科学におけるモデル構築の関係を検討したが、この関係は環境問題および地震予知・防災研究に特有の問題ではない。他にも多くの

類似の問題に応用可能である。つまり、より具体的な仕方でトランス・サイエンスの問題へ取り組んでいる科学哲学以外の分野と、より一般的で概念的な仕方で同問題へ取り組んでいる科学哲学分野とは、むしろ相補的に機能すると考えられる。

おわりに

本論では哲学者達が地震とどのように向き合ってきたのかを示し、哲学者が今後、地震学分野で果たしうる貢献の可能性について検討してきた。その内容を、言葉を補足し、表現を変えてまとめてみたい。古代ギリシアにおいて、哲学者は現代の自然科学者と同様に地震という自然現象の理論およびモデルを構築してきた。その研究は後世に引き継がれ、カントは新しい知見を随時導入し、先攻研究を踏まえたより発展的な理解を提供した。これらのことから、古来より哲学者は自然科学者としての役割を果たしてきたと言える。一方で、近代化が進むにつれ、学問分野の分割と蝸壺化が進んだ現在では、自然科学者と哲学者の役割の違いはより顕著なものになってくる。哲学者はもはや自然科学者ではありえない。それならば、哲学者は自然科学者だけでは扱いきれない領域、すなわちトランス・サイエンスの問題にもっと概念的分析の焦点をあわせてみるのはどうだろうか。そうした領域において、哲学者は自然科学者と相補的に、人間社会で発生する問題に取り組むことが可能だと考えられる。

とはいえ、本論はあくまで「ホイッグ史観」から地震(学)における哲学者の役割を紹介したに過ぎないかもしれない。ホイッグ史観とは、言い換えるならば「勝利者史観」である。本論文においては、古代から近世までの哲学者達が地震現象のモデルを自然科学者のような仕方で構築してきたこと、近現代日本において哲学者と物理学・地震学者が防災・減災に対して共通した観点を持っていたこと、科学技術政策へ科学哲学の研究が関与しうること、これらを述べてきた。つまり、本論文は地震(学)について哲学者が果たした「よい」仕事だけを取り上げることにより、さも地震(学)において哲学者が重要な貢献をずっと果たしてきたかのように仕立て上げている、という見方も出来なくもないのである。したがって、より包括的かつ説得力のある仕方で地震(学)における哲学者の役割を議論するためには、さらなる哲学史調査が必要である。また、トランス・サイエンスにおける哲学者の実効

的役割を示すためにも、先行研究としてオレスケス等の科学哲学者の事例調査を進め、地震予知・防災研究という具体的な部分にまで落とし込んだ議論を行う必要がある。これらは今後の課題としたい。

註

- (1) アリストテレス『気象論』第二巻七章、八章（アリストテレス著、泉 治典・村治能就訳（1969）『アリストテレス全集 5』岩波書店 所収）
- (2) ルクレティウス著、樋口勝彦訳（1961）『物の本質について』岩波書店、pp. 289-290。
（ただし、これらの地震の名称はルクレティウスが与えたものではなく、次の書による。岡本 拓司ほか（2004）『はじめての地学・天文学史（読んで楽しむ教科書）』ベレ出版、pp. 35-39.）
- (3) カント『地震の原因』p. 28.（カント著、田中豊助・原田紀子・大原睦子共訳（2000）『地震の原因 他五編』内田老鶴圃 所収）
- (4) カント『続・地震の考察』pp. 64-65.（カント著、田中豊助・原田紀子・大原睦子共訳（2000）『地震の原因 他五編』内田老鶴圃 所収）
- (5) ルクレティウス著、樋口勝彦訳（1961）『物の本質について』岩波書店、pp. 293-294.
- (6) 和辻哲郎『地異印象記』p. 22.（和辻哲郎（1965）『黄道』角川書店 所収）
- (7) *ibid.* p.49.
- (8) 寺田寅彦著、千葉俊二・細川光洋編（2011）『地震雑感／津浪と人間 寺田寅彦随筆選集』、中公文庫、pp. 37-38.
- (9) *ibid.* pp. 64-66.
- (10) *ibid.* p. 38.
- (11) http://www.hinet.bosai.go.jp/about_earthquake/part2.html（最終閲覧日2015年2月22日）
- (12) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu6/toushin/1341559.htm（最終閲覧日2015年2月22日）
- (13) 事実についてもう少し補足する。現在、地震関係の研究は学術的なものだけではない。阪神・淡路大震災の後、地震調査研究を推進するための体制整備を目的として「地震防災対策特別措置法」（平成7年6月16日公布、同年7月18日施行）が議員立法により制定された。それを受けて、行政政策に直結する仕方地震研究の成果を地域防災に活用するため、これらを一元化する形で総理府（現在は文部科学省）に「地震調査研究推進本部」（通称、推本）が設置された（文部科学大臣が本部長）。政策委員会と地震調査委員会の二つが共同して活動をしている。
- (14) 小林傳司（2007）『トランス・サイエンスの時代 科学技術と社会をつなぐ』NTT出版、pp.122-124. & p. 130.
- (15) オレスケスは人間の活動が地球温暖化の原因であるかについて、科学者達の間で同意があるかどうかをアメリカでの関連論文数を根拠にレビューしている（同意がある、というのがその結論である）（Oreskes 2004）。

(16) ただし、オレスケスは科学哲学のあくまで一部分をトランス・サイエンスの問題に適用するだけであって、たとえば科学哲学全体（もしくは科学哲学者全員）がトランス・サイエンスの問題に取り組みなければならないということではない。そういったある種の学際的研究は他分野との接合しやすい領域だけでやればよく、科学哲学に固有の問題を扱うことも重要である。

(17) 額瀨 一紀、大木 聖子 (2015) 「ラクイラ地震裁判 一災害科学の不定性と科学者の責任」『科学技術科学技術社会論研究』、科学技術社会論研究 第 11 号、50 頁～67 頁

(18) 科学が不確実な結論しか導きだせないものであるという前提で科学の営みを眺めるというスタンスは、STS 分野がかなり先んじていることを認めなければならない。たとえば、本論で主題とする地震に関しても、STS 分野の中心的ジャーナルである『科学技術科学技術社会論研究』（第 11 号）において、『科学の不定性と東日本大震災』といったタイトルで同問題に対する STS 分野の役割と限界を内省する特集が組まれている。

参考文献

アリストテレス著、泉 治典・村治能就訳 (1969) 『アリストテレス全集 5』、岩波書店

カント著、田中豊助・原田紀子・大原睦子共訳 (2000) 『地震の原因 他五編』、内田老鶴圃

ライプニッツ著、佐々木能章訳 (1990) 『ライプニッツ著作集第六巻 宗教哲学『弁神論』上』、工作舎

ルクレーティウス著、樋口勝彦訳 (1961) 『物の本質について』、岩波書店

枝村祥平 (2010) 『カンディードと最善説』京都大学文学部哲学研究室紀要：Prospectus、Vol. 13、pp. 1-15.

岡本 拓司ほか (2004) 『はじめての地学・天文学史（読んで楽しむ教科書）』、ベレ出版

科学技術社会論学会 (2015) 『科学の不定性と東日本大震災』（科学技術社会論研究 第 11 号）、玉川大学出版部

川勝 均 (2012) トランスサイエンスとしての地震予知・長期予測『地震学の今を問う（東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会報告）』公益社団法人日本地震学会 東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会編

小林傳司 (2007) 『トランス・サイエンスの時代 科学技術と社会をつなぐ』、NTT

出版

- 島津康男 (1983) 『国土学への道—資源・環境・災害の地域』、科学名古屋大学出版会
- 寺田寅彦著、千葉俊二・細川光洋編 (2011) 『地震雑感／津浪と人間 寺田寅彦随筆選集』、中公文庫
- 平川秀幸 (2010) 『科学は誰のものか—社会の側から問い直す』、NHK 出版
- 和辻哲郎 (1965) 『黄道』、角川書店
- Weinberg, Alvin M. (1972) "Science and Trans-Science" *Minerva* 10 (2) pp. 209–222.
- Oreskes, N. and Shrader-Frechette, K. and Belitz, K. (1994) "Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences" *Science*, New Series, Vol. 263, No. 5147 (Feb. 4, 1994), pp. 641-646.
- Oreskes, N. (2004) "The Scientific Consensus on Climate Change" *Science*, New Series, Vol. 306, No. 5702, Opportunity at Meridiani Planum (Dec. 3, 2004), p. 1686