

## 説明し尽くすことの危うさ

二 宮 洸 三\*

### 1. はじめに

気象学と気象技術は急速に発展しています。世界各国の専門誌には多くの論文が掲載され、研究会・学会でも多数の研究成果が発表されています。この事実は、まだ私達の気象の知識・理解が不十分な事を示しています。したがって、現時点の知識で事象のすべてを説明し尽くすことはできません。

気象学では問題の本質の理解が第一に求められます。一方、気象技術の分野では社会的実用性が問われます。大気現象は複合系的な現象であるため、現象の本質的な理解がそのまま実用的な予測の向上に直結するとは限りません。このことは、大気現象の理解の方法論にも関わっています。

### 2. 自然科学における推論

1950～60年代には、認識論・方法論が流行しましたが、最近では聞くこともありません。しかし、事象の理解を深めるには、このような議論も有用です。哲学・論理学の日本語テキストの説明は抽象的で難解ですが、英文の説明では具体的・平易に書かれています。

#### 2.1 自然科学における帰納法と演繹法

帰納法は英語の“induction”のことです。動詞“induce”は「幾つかの事実から、一般的な規則性や説明を導き出すこと」です。帰納法は、限られた観測や実験に基づいた推論であり、得られた結果が真である保障はありませんが、その結論を覆す事実が見出されない限り、あるいは普遍的法則と矛盾しない限り、正しいと考えられます。

演繹法は英語の“deduction”のことです。動詞“deduce”は「既知の事実や普遍的法則から論理的理由付けにより新しい命題・結論を導き出す」ことです。

物理学・化学などの自然科学では、観測・実験結果から帰納的に普遍的と思われる法則を導き、確かめられた法則から演繹的に新たな法則や説明を導きます。自然科学では帰納法と演繹法の両方を活用して研究を進展させてきました。

地球科学・気象学の分野でも同様な思考過程が用いられますが、実際の現象が純粋な単体的現象に還元できない点に特徴があります。運動方程式、熱力学第一法則などの基礎方程式を解析や数値実験に使用する時には、データの分解能や計算機的能力を考慮して、対象とする現象の解明に最適と思われる数式に変形して使用します。したがって、その結論は、設定（仮定）した適用範囲においてのみ有効です。

帰納法は経験的認識法ですが、経験的に確かめられた事実が統計的に有意であってもその理解には演繹的な思考が求められます。明け方に鴉が鳴き出すのは観測的事実ですが、鴉が鳴いたから夜が明けると解釈するのは誤りです。日の出前の薄明に鴉が目覚め活動を始めると理解すべきです。この例は単純で、誤解は起きませんが、地球科学・気象学の分野では、事実の解釈を誤る例があります。厳密な考察が必要です。

#### 2.2 数学における帰納法と演繹法

基礎的数学の「級数」の証明問題で、帰納法が用いられます。これは、「 $n=1$ で命題が成立することを示し、ついで $n=k$ で命題が成立するならば $n=k+1$ でも成立することを確かめれば、すべてのケースでも成立することが証明できる」とする論法です。

数学の演繹法では、既知の数少ない公理を基に、論

\* Kozo NINOMIYA (無所属).

knino@cd.wakwak.com

© 2014 日本気象学会

理によって次の法則を導き、ついでそれを基にさらに新しい命題を導出していきます。ユークリッド幾何学の公理は帰納的に知られた事実ですが、証明できるものではありません。非ユークリッド幾何学の公理は日常的な経験から得られたものではありません。数学における公理は演繹的推論によって一つの思想体系を自己矛盾なく組み立てるための出発点における推論の根拠となる事項を意味します。

実際的問題の議論に公理的前提を持ち込んではいけません。政治的・宗教的・思想的・教条的な公理（前提）を持ち込む「原理主義的議論」は非常に危険です。ガリレオの宗教裁判、ルイセンコ学説、宗教的進化論否定などはこの類の誤りの典型例です。災害問題、環境問題などの社会に関わる問題についても、「原理主義的」な前提に立った議論を行ってはなりません。

### 2.3 気象学における思考

気象学の議論の根拠として使用される基礎的な物理法則は、数学における公理ではなく、帰納的に得られた法則です。それらの法則をどのような形態で、どのように使用するかは、使用者の意図と価値判断によります。もちろんその妥当性は検討されなければなりません。この点において、法則の使用法は、主観的であり目的的です。また、なにを研究対象に選ぶのか、どのような観点・立場から調べ、なにを主張するかは、主観的価値観によっています。

観測・測定も特定の意図・目的・方法をもって行われており、白紙的・無性格的なものではありません。

データ解析も特定の意図・目的・方法をもってなされ、意図のない無思想な解析はありません。換言すれば、特定の意図と目的を持つことが解析的研究に必要で、意図によって異なる知見が得られます。したがって、その結果は特定の意図・目的をもった解析の結果であることを明記しなければなりません。社会科学・歴史学などの分野では、意図・観点が異なると、非常に異なる見解・解釈が得られています。

特定の意図・目的意識、前提・仮定のない理論や数値実験もありません。つまり、なんだか知らないけれども、なんとなく計算したということではありません。

予想（意図）しない測定・観測結果、解析・理論計算や数値実験の結果が得られ新発見に発展することもあります。この場合でも最初の意図があるからこそ、意図（期待）との差異に着目できるのです。

### 2.4 弁証法

1950-60年代に弁証法が流行しましたが、最近は聞くことがありません。弁証法の英語は“dialectic(s)”で、「見解やアイデアの正当性を、質問と回答によって論理的に確かめる行為・方法」のことです。名詞“dialog”が「対話による意見交換」を意味するように、日常的に活用される一般的な思考様式です。

ルイセンコ学説、進化論否定、原子力絶対安全神話などの誤りは、「対話的意見交換」で是正できたはずなのに、政治的・思想的な教条主義が「対話的意見交換」を妨げたのです。

考察における自問自答、講義中の質疑応答、研究会での質疑応答、投稿論文への査読コメントと著者応答によって、研究上の問題点がさらに明確になり、理解が深まって行くのは弁証法的な過程です。

日本では未だ、質問は失礼だと思ふ人もおられ、あるいは質問・コメントを「あら探し」と考える人もおられますが、本来は、問題点を明確にして理解を深めるための積極的・建設的な行為です。

編集委員、査読者、投稿者としての経験から見ると、細部についての質問が多く、問題の本質（前提・仮定や適応限界、異なる見解の可能性など）についての質疑・応答が少ないのは残念なことです。

### 2.5 仮説

仮説(hypothesis)は観測(観察)された事実やすでに確定されている法則を理解するための、まだ確定されていない理論・理由説明のことです。しかし、単なる思い付きや、空想的な提言は仮説ではありません。検証できる可能性を持つことが仮説に求められます。仮説が帰納的に、あるいは演繹的に確実なことが確かめられれば、仮定は法則として認められます。

科学史的に見れば、まず仮説が唱えられ、それが検証されて法則として確定されています。このように、仮説を立てることは、研究上の大切な過程です。たとえば、気体に関する「アヴォガドロの仮説」は確定されて法則となっています。

1970年代に提唱された「ガイア仮説」は、実証されておらず、実証する方法も示されていませんから仮説とも言えないでしょうが、ユニークな思想として傾聴に値すると思います。

地球科学・気象学でも、新しい観測事実の発見、それを説明する仮説の提唱、さらにはその確定のそれぞれの過程が大切です。この三つの過程を混同してはなりません。三者の違いを明確にした社会的発言が望ま

れます。

### 3. 定義と作業仮説

#### 3.1 定義

どの分野でも、記述・議論を進めるためには「定義」が必要です。用語や事象を定義しなければ、記述も議論もできないからです。

最も演繹的な数学では、非常に厳密な定義を必要とします。このことは、ユークリッド幾何学で学習されたと思います。

しかし、帰納的思考が重要な気象学では、数学におけるほどの厳密な定義ができないことがあります。気象学用語辞典（たとえば Glossary of Meteorology, American Meteorological Society 2000）でも、多くの事象の定義は定性的に記述されています。文献やテキストで学習するときにも、気象学における定義は数学における定義と異なる点に注意する必要があります。

#### 3.2 作業仮説

ここで「作業仮説」(working hypothesis) について考えます。厳密には仮説の要件を満たしていないが(検証できる可能性を持つことが確実でなくとも)研究上の過程で一時的にとりあえず与える仮説を「作業仮説」と呼びます。研究・調査は、何らかの意図・目的を持ってなされますから、研究を進めるための足がかりになる仮の足場が必要で、それが作業仮説です。

例えば、日本の梅雨期の降水量変動をもたらす支配的要因を調べる例を考えます。過去数十年のデータを観察し、先行論文を調べ、有り得る過程を想像(考察)して、支配的要因に的を絞り、作業仮説を設定し、ついで作業仮説を解析、理論・実験などによりどれだけ実証できるかを調べます。ある程度実証できれば、作業仮説は仮説として提唱されます。

もし、充分に実証できなければ、その作業仮説は適切でないかと判断し、可能性のある他の作業仮説を立て直して研究を進めることになります。

このような研究の進め方は、他の科学分野でも広く採用されています。最近では、多くのデータがあり計算機の能力が向上していますので、最初からあまり的を絞らずに(一つの作業仮説に頼らず)、広く可能性をシラミ潰しに探る方法が採用されることもあります。

#### 3.3 作業仮説的な定義

大気現象についての定義の多くは定性的なものです

が、実際の調査・研究では定量的な記述が必要なことがあります。この場合には、当事者が、「その場限りの定義」を設定して調査を進めなければなりません。これが、作業仮説的定義です。以下これを「仮定義」と略記します。

調査・研究の意図・目的に応じて「仮定義」を決め、研究をすすめます。もし、最初の期待どおりの結果が得られれば、設定した「仮定義」が適切だと判断され、調査結果も妥当と考えられます。しかし、特定の研究のためには妥当と判断された「仮定義」を、一般的な定義として使用することが正しいとは限りません。文献を読むときには、この注意が必要です。

もし意図した成果が得られなければ、その「仮定義」が不適切だと判断され、別の「仮定義」を設定し直して調査・研究をやり直します。(うまく行かない場合、その原因が「仮定義」以外にある可能性もあります。)多くの成果報告では成功した場合の「仮定義」例についてだけ述べ、それに先立つ試行錯誤に触れていません。試行錯誤の中にも問題の本質が見られませんが、それが発表されないのは残念なことです。

次に具体的な例で考えます(私が査読した例、および著者に個人的に伺った例です)。

##### <下層ジェットの仮定義>

ある論文が、那覇の高層観測データを使用して、下層ジェットの統計的事実を解析しています。この報告では、700または850 hPaの風速が12.5 m/s以上であれば、下層ジェットが観測されたと仮定義して、その発現頻度の季節変化、主風向の季節変化や大規模場との関連を論じています。興味深い報告なのですが、「仮定義」の意味付けが良くわかりません。なぜ仮定義を15 m/sとしないのか、925 hPa面の風速を調べたらどうなるのか等の疑問を持ちました。私の査読コメントは解析のやり直しを求めたわけでもなく、「仮定義の意味」の説明を求めただけでしたが、うまく議論が噛み合いませんでした。

##### <寒冬の仮定義>

ある報告では、寒冬年と大規模場の関連を論じています。この報告では、気温の気候値からの負偏差が、 $0.5\sigma$  ( $\sigma$ は標準偏差)以上を寒冬年と仮定義し、大規模場との相関解析や合成場解析により寒冬年の発現を支配する要因を論じている論文です。なぜ $0.5\sigma$ を寒冬年の仮定義としたのかと疑問を持ちました。

個人的にお尋ねしたら、 $0.5\sigma$ の場合に最も有意な結果が得られたそうです。 $1\sigma$ を採用すると、サンプ

ル数が減るだけではなく、解析結果がバラケルとのことです。つまり、普通の寒冬年 ( $0.5\sigma$  で仮定義した) では、共通点が明白に見られるが、特異の寒冬年 ( $1\sigma$  以上) では、それぞれのケースが特異なのだそうです。これは注目すべき事実ですが、この報告では表立って述べられていません。

一般にキレイな結果が評価・容認されるため未解決の問題の提示が避けられがちです。

### 3.4 事象の分類のための定義

気象現象の定義の多くは定性的ですが、定量的な定義が必要なことがあります。これについて、幾つかの例を挙げて議論しましょう。

#### <熱帯低気圧の細分類>

熱帯低気圧は風速によって細分類されています。その風速分類の基準は m/s 単位で見ると、半端な数値で分類されています。これには歴史的な事情があります。過去には、風浪・波浪の目視観察により、海上の風力(階級)を推定しました。その後、風速(ノット)の観測と風力階級を比較して換算表が作られました。熱帯低気圧の細分類もこの換算表によっていますので半端な数値となりました。日本ではノットを m/s に換算しているため、さらに半端な数値による細分類になってしまいました。

日本語と英語の定義の違いにも注意が必要です。「台風」の定義(最大風速 17 m/s 以上)と「typhoon」の定義(33 m/s 以上)は異なります。Typhoon は「強い台風」以上の台風に相当します。このような日本語と英語の差異は少なくありません。「International Geophysical Year」を日本語では「国際地球観測年」と訳し、「Global Atmospheric Research Program」を「地球大気開発計画」と訳したのはその例です。

なお欧文と日本語訳との差異は気象用語だけの問題ではありません。書物のタイトル、学術用語や国際組織の名称などの訳語のニュアンスが原文と大きく異なることもあるので、原文で確かめることが必要です。

#### <夏日、真夏日の定義>

夏日、真夏日、猛暑日などの便利な社会的用語が使われています。仮定義として  $5^{\circ}\text{C}$  刻みの分類を採用して、日本国内の社会的用語として成功しています。

しかし、気象学的にも生気候学的にも、「 $5^{\circ}\text{C}$  刻みの分類」は特別な意義を持ちません。 $29.5^{\circ}\text{C}$  と  $30.5^{\circ}\text{C}$  の間の気象学的な明確な差異はありません。

気温表示に  $^{\circ}\text{F}$  を使っている国では、 $100^{\circ}\text{F}$  ( $37.8^{\circ}\text{C}$ )

を超えると、猛暑のニュースとなり、 $0^{\circ}\text{F}$  ( $-17.8^{\circ}\text{C}$ ) を下回ると、サブゼロの寒波だとニュースになります。

仮定義による分類が成功して社会的用語として定着しても、必ずしも科学的定義として意味を持つとは限りません。このようにマスメディアで広がった社会的気象用語は幾つかあります。国内の社会的気象用語と科学的用語の差異に注意し、その気象学的意味を確かめることが望まれます。

## 4. 説明し尽くすことの危うさ

### 4.1 共通性と特異性

多くの温帯低気圧は、基本的な共通の特徴・性質を持ちますが、事例毎にかなりの差異も見られます。基本的研究では、共通の特質の解明が重要ですが、実際の問題(気象予測)では各事例の差異も大きな問題になります。

大気現象の基本的・共通的な性質を学習することは大切ですが、それだけでは実際の現象を説明し尽くすことは困難です。そのため、様々な事例研究がなされています。もちろん、単に各事例の特異性を述べるに止まらず、各事例の差異をもたらす普遍的な原理を探ることが重要です。

### 4.2 既存の知識の限界

現象の基本的・共通の性質についても、また事例間の相違についても、新しい研究成果が次々に得られています。これからもさらに新しい成果が得られるでしょう。ですから、ある時点における知識だけによって、対象とする現象の全部を説明することは不可能です。無理に説明し尽くせばその説明は真実でなくなります。既存の知識で理解できる限界を知ることが大切です。

文献・テキストを読むときにも、この点に注意しなければなりません。未知のことが多いからと言って不可知論的に失望してはなりません。現時点の知識の限界について謙虚に向き合うことが大切です。既存の知識の限界に関しての、歴史学の服部教授(2013)のインタビューは興味深いので、その一部を引用します；「どう言う視点で資料を読むか、あるいはその資料がどういう状況で書かれたかを調べると、解釈ががらりとかわることがある。」；「先輩方が唱えてきた定説に間違いが含まれていても不思議ではない。権威者が言った事でも変だと思ったことは検証してみる。」；「人が書いたものより自分で見て調べたことを信じる。」

現場に行く事も大切だ。」；「通説側・多数側にいたら、やる事が無くなってしまう。」

気象の学習でもデータがどのような目的や意図で使用され、報告がどのような前提条件で書かれたかを吟味する必要があります。主流となっている見解と違う独自の立場での考察も重要です。

#### 4.3 安直な理解の欠陥

他の分野では見られないほど多くの気象の解説書が出版されています。その多くは、「解かりやすさ」を売り物にしています。解かりやすさは大切ですが、その副作用として、正確さに欠け、あり得ない「説明をし尽くす誤り」を犯しています。一部には「これでお天気博士」や「あなたも予報官」など、他の科学分野では見られない安直なタイトルの書物（内容は優れていても）や催物が見られます。書物による自学自習でも、講義・講座でも、理解できる事と、未解決・未知の事を切り分けて学ぶことが大切です。

気象予報士の資格試験のため学習する方もおられますが、資格試験の弊害として試験問題対策が重視されがちです。複雑な現象を、マル・バツ的な二者択一的な答えで切り分ける学習は誤りのもとです。実技問題では多様な考えがあり得るのに、決まり文句的な模範解答が学習される弊害もあります。

学習や経験により自信を持つことは大切ですが、自分の経験・知識が限定的であることを自覚する謙虚さも大切です。多くの失敗（予測ミス、医療ミス、事故など）は自信過剰と謙虚さの不足から生じています。マスメディアに見られる能弁な解説・説明・予測（気象の分野だけではなく多くの問題についての）の殆どは、「説明し尽くすことの誤り」を犯しています。

学習の初期には誰でも謙虚です。しかし職業的経験を重ねるうちに過度に自信をつけ謙虚さを忘れがちになります。私達の経験・知識が限定的であることを自覚し、「既存の知識で説明し尽くす危うさ」に気付くことが大切です。中国には「知らざるを知らずとなせ、これ知るなり」の格言があります。

#### 4.4 多様な価値観の重要性

気象観測、データ保存、調査・研究、業務など、いずれもある目的意識や実用目的をもってなされています。それらの成果が一定の評価基準に照らして秤量されることも当然です。しかしながら、ある時代におけ

る主流的な知見、研究方法や価値判断基準だけが常に正しいとは限りません。それ故、多様な価値判断の許容が望まれます。

この点に関して、動物解剖学の遠藤教授（2013）のエッセーは興味深いので、以下に、その一部を要約します（なお、カッコ内は私の補足です）；

「先人たちはおびただしい数の動物標本を博物館に蓄積してきた。9分9厘は無目的に（各人それぞれの個人的興味で）集められたものだ。特定な目的をもって収集に筋道をつけた途端に、それは知をめぐる闘いから脱落して力を失う。特定な（有用性などの）目的を掲げて要るものと要らないものに分けたとき、それは百貨店の棚卸や不動産屋の仲介の如き作業に陥って、将来の社会のための知を育てることができなくなる。進化した等の筋書きを、数値化して見せるのが今流の解剖学者の仕事か。三次元入力して定量化と再現性の世界に依存すればそれで満足する人々も多ろう。知的探求の幸せを、よくいう定量化やら再現性やら数値化などで邪魔されたくない。そんなものは後にぶらさがるおまけでしかない。」

この見解は極端かもしれませんが多様な価値観と方法論が必要だとする意見は傾聴に値します。

気象学でも、事象の観察による理解を重視する立場、メカニズムを追求する立場、数値化や再現性の研究を重視する立場があります。また少人数・個人で時間をかけて調べることも、大きなプロジェクトで集中的に研究することもあります。そのいずれも大切です。

その時代の主流的な見解と価値判断だけで他の考え方・研究方法・価値観を否定し排除することは、限られた現時点の知識ですべてを説明し尽くす事と同様に、危険なことです。

#### 参考文献

- American Meteorological Society, 2000: Glossary of Meteorology. 855pp.  
 遠藤秀紀, 2013: いつの日も死体の声を一指先で進化の道筋に迫る遺体科学の世界一。淡青（東京大学広報誌）, (27), 28.  
 服部英雄, 2013: 一権威を疑う一学問のヒントはどこにでもある。U7（学士会広報誌）, 52, 24-29.