

科学的助言の必要

狩野光伸

政策形成における科学的助言はなぜ必要とされてきているのか。背景を考え、科学的助言に必要な要素をレビューする。私はキャリアを医療で始めたので、その関連の例を重ね合わせて記述してみる。それらを通じて、我が国における今後の科学的助言の在り方を考察する。

SDGsの時代の現すものと、科学的助言の必要

医療のたとえ話（患者の視点）：

体のあちこちが痛い。日常生活に差し障る。何が原因なのか。痛みは悪化しているようにも思うが、日によって程度は違う。いつ悪くなるか予測がつかない。何がどう作用して悪化するのか、よくわからない。ネットでいる関係しそうな情報は見つかった。しかし、どれを信じていいのか。いくつか書いてあったことを試してもみたが、効果がはっきりしない。仕方ないので医者に行くことにする。しかし第一、体中の痛みなど、どの専門科にかかったらいいのか。とりあえず総合内科に聞くのだろうか。

SDGsへの潮流は、人間が直面している社会の課題が、これまでの分担の範囲や方法を超えた挑戦を必要としていることへの同意が生まれていることを表している。人口の変化、国際的貿易の変化や市場構造の変化、国境線の範囲にとどまらない環境変化など。また、インターネットで瞬時に得られる情報量が莫大になり、情報

の真偽も確認しにくい。

これらの変化を作り出した要因にも、変化に対処するための複雑さをます知識にも、科学と技術の成果が含まれる。すなわち、現代社会の変化に対応していくために、科学と技術の関与は欠かせない（有本ら 2016）。そこに政策も社会の変化に対応するための方法であるから、科学的助言の必要が増していることが理解される（Wells 2012）。

しかし、科学的助言は簡単ではない。対象とする社会課題が持つ「複雑性」と「不確実性」が難しさの要因である。社会のある変化には様々な要素が含まれ、しかもそれぞれに相互作用をしておいて「複雑性」をもたらす。どこかで起きた一つの事象が、その後様々な事象が起きる確率に影響を与える（Axelrod and Cohen 2000）。科学的助言が期待される社会課題には「不確実性」もある（Science Advice for Policy by European Academies (SAPEA) 2019）。地震や火山など多くの自然災害、統計的な有意性は見いだされない程度の環境要因が累積した場合の影響、政策変更に対する経済的な反応、地球規模の気候変動から生じる各地域での影響、高い突然変異を起こす病原体による感染症など、いずれも「不確実性」に満ちている。

さらに、科学的知見あるいは助言のみでは、政策は作れないということも認識しておく（日本学術会議 2013）。政策を作るうえでは、財政への配慮や世論など、他にも多様な情報を加味



狩野光伸 (かの みつお)

- 日本学術会議連携会員・元若手アカデミー副代表、
(外務大臣次席科学技術顧問)
- 岡山大学副理事 (SDGs 推進担当)・大学院ヘルスシ
テム統合科学研究科教授

※本稿の内容はいずれの所属組織も代表しない、個人の見解です。

専門 ナノ病態生理学・課題解決型科学・科学技術政策

していく必要がある (Gluckman 2014)。

「科学的」とは何か、情報を受け取る側はどんな注意をしたらよいか

医療のたとえ話：

体の痛みには、どうも病院の薬ではあまり効果が感じられない。インターネットで「どんな痛みにもその原因から効く！」という何かの植物の粉末が売られているのを見つけた。しかし病院では使われていない。この植物の粉末は本当に効くのだろうか？ どんなものだったら信じていいのか？

科学が介在することのメリットは何か。それは、科学の方法が、内容に一定の信頼性を与えることである。他人も確認できる証拠で支えられていることが、科学的であることの信頼性の源泉である (狩野 2015)。

この科学の信頼性は、文理 (隠岐 2018) など方法の多様性 (Moses and Knutsen 2012; 野村 2017) があっても、一定の共通性があると私は考える。まず方法の多様性については、例えば、人間存在の外にある存在 (物質など) を対象に、絶対的真理の存在を仮定しながら、数量的側面に注目し、統計的な一般化を目指して進むことを優先する科学もある。人間存在同士のあいだにある差異や、個別的な価値や事実を対象とし、非数量的情報も活用し、考察を進めることを優先する科学もある。現象の正確な記述を目指す科学もある。現象間の相関や因果関係を求める分析的な科学もある。それらの共通性はどこに

あるか。それは、「新しい内容」を、「他者が確認できる証拠」で支える、すなわち「証明する」という方法であると考え。科学とは、「証拠に基づく体系的な方法論に従った、自然と社会の世界の知識と理解の追求と応用」(The Science Council UK 2009) である。この「証拠」が、信頼性 (つまり他者が認められる) の源泉である。

もちろん、科学は万能ではない。その限界を理解しておくことが重要である。実際、科学的助言や証拠の性質について、行き過ぎた期待も存在しうる (SAPEA 2019)。例えば、次のような誤解がありうる。未来予想も確実。(確実なのは一部だけなのに) すべて確実。絶対的な真実が存在。複雑な問題に対して常に正しい解決策を提供可能。

こうした誤解を避けるのに、次に紹介する項目 (Sutherland, Spiegelhalter, and Burgman 2013) は、科学者にとってさえ、重要な把握事項だと言える。

- 結論は、背景となる条件の違いや偶然によって変動しうるもので、唯一絶対ではない：社会課題を取り扱う上では、社会のコンテキスト (文脈) やその歴史に関する地元の知識が必要であって、科学がもたらす体系的な知識以上に、社会の多様な利害関係者から科学にとどまらない様々な視点の知識が必要である。
- どんな測定も正確ではない。
- バイアスはよく起きる：例えば調査対象の選び方でも、統計的に有意な結果ばかりが報告されることでも、起きる。

- サンプルサイズは大きい方が、基本的には、よい。
 - 相関関係は因果関係を意味しない。
 - すべてが平均に近づくと考えるのはミスリーディングである：例えば、歴史は多数いる平均的な存在の人物ではなく、少数の極端な人物によって作られてきた (Arendt 1994)。
 - データが存在しない範囲に結果を外挿することは危険である：データが存在する範囲で成立した関係が、データが存在しないところでも同じように成立するとは限らない。
 - 発生率が低い事象に対するスクリーニングテストの正確性に注意すべきこと：例えば 10,000 人に 1 人の犯罪者を検出するためのテストが「99% 正確」つまり「間違いは 1%」であったとして、10,000 人にテストを実施して犯罪者 1 人を見つけられても、無実の 100 人も「偽陽性」になってしまう。
 - 対照 (コントロール) 条件の存在が重要。
 - ランダム化はバイアスを回避する方法である。
 - 見せかけではなく本当の (対象集団が違って成り立つ) 再現性を求めるべき。
 - 科学者も「人間である」：いろいろな「人間的」な要素によって科学者が出す結果は影響を受ける可能性があるため、同じ内容に複数の独立した証拠と再現性がみられるかどうか探すことで説得力は増す。
 - 統計的有意性は、結論と異なる結果が起きる可能性の低さとして読み取る：よく $p < 0.01$ や $p < 0.05$ というのを科学では統計的有意の基準として使うが、それぞれ、結論と異なる結果が起きる可能性は 100 回に 1 回未満 ($p < 0.01$)、20 回に 1 回未満 ($p < 0.05$)、という意味。
 - 効果なしと有意差がないことは違う：有意差がないというのは検出限界以下であったというだけで、「絶対に差がない」のとは異なる。
 - 影響の大きさと統計的有意性は違う概念：影響が大きければ有意差は容易に出る、調査数が多いと初めて統計的有意性が見いだされる内容の影響は大きくない可能性が高い。
 - 研究デザインが現実とどの程度関連しているかで、研究結果が現実に当てはめられるかが影響される：例えば、動物や実験室での実験の知見から人間への一般化には限界がある。
 - リスクの認識は感情に影響される：恐れなどの感情の対象になるかならないかで、実際の確率的リスクよりも過大あるいは過少に感知されてしまう。
 - 事象が相互に関連していると、発生リスクの見積もりは変化する：例えば、「高い潮位」「豪雨」「労働者の欠勤」が互いに独立因子であるとして発生リスクを計算した場合に比べて、それらが相互に関連していると発生リスクははるかに高くなる。
 - データは都合で選り好みできてしまう：「何は言われていないのか」を確かめてみる必要。
 - 極端な結果は誤解のもと：極端な結果は、いろいろな原因が重なって出てくることが多いにもかかわらず、注目している因子だけで起きたと結論してしまいがちで、危険。
- 以上のように、科学も、それによる助言も、

万能ではない。科学的助言はあくまで助言であって、政策を立案する側が問題を検討するときに利用できる、一定の信頼性があるガイド（National Research Council 2012; 日本学術会議 2013）といった位置づけのもの、といった理解が、ふさわしい。この意味では、科学の見地から正確な内容を説明しようとするれば、説明が長くなったり、限定条件などが付いたりしがちで、科学者以外の意思決定層や一般市民には、長すぎたり混乱させる可能性もある。しかし、科学者は知見の内容を誇張してはならない（Gluckman 2014）し、単純化しすぎてもならない。

「助言」にはどんなパターンがあるか

医療のたとえ話：

自分の具合が悪いときには、医者へのアドバイスはありがたい。しかし自分が必要もしていないときに医者にあれこれ健康を保つための方法を言われても、という感覚も、一方ではある。もう少し相互作用的な関係も作れないだろうか。

科学的助言と政策の関係には、様々なパターンがありうる。医療での経験を敷衍すると、それらパターンのうちで極端な一つは、科学側が言いたいことを政策側にはその時点で興味はないが伝え（ようとす）るパターンである。いわゆる陳情的なものもここに含まれよう。もう一つが、政策側から聞かれたときに科学側が答えるパターンである。権威あるアドバイザーたち

が、政策立案者および意思決定者が使うべき「真実」や分析を提示する（Hutchings and Stenseth 2016）状況がその一つである。あるいは、政策側が難しい状況で決断を迫られているときに、科学者集団で構成する委員会が立てられ、そこでの助言の中から、決断に有利になるような材料が「選択的に」用いられるような状況（Craft and Howlett 2012）である。いずれもあまり有用とはいえない（National Research Council 2012; Pielke 2007）。「権力に対して真実を上申する」パターンから「組織を超えた様々な関係者に真実を共有する」パターンへの移行の可能性を検討してもよい（Craft and Howlett 2012）。科学的助言における科学側の政策側への関与として、次にあげる五つのパターンがありうる（SAPEA 2019; OECD 2015; Parkhurst 2016）。

一つ目のパターンは「啓蒙」である。話題のトピックについて、最先端の知見を政策側に共有するというもの。

二つ目は「方向づけ」である。乗り越えるべき課題とそれに科学として必要と考える将来の行動のビジョンや計画を、政策側がより深く理解する機会を作るというもの。

三つ目は「戦略的計画立案」である。決められた目標や目的を達成するために必要な戦略を提供し、同時にその戦略に伴う副作用や不確実性あるいはあいまいさも明らかにするというもの。

四つ目は「統合」である。様々な経緯から得られた知識、たとえば、科学によるもの、経験によるもの、逸話的なもの、地域に基づいた固

有のもの、これらを一貫したフレームワークやできるかぎり共通の理解に統合しようとするというもの。

五つ目は「知識の共創」である。科学、政治、企業、そして関係の深い一般の人々から代表を集めて、ともに、それぞれのセクターからの見解を合わせた、新しい解決を探る動きを引っ張っていくというものである。

これらは互いに反する要素ではなくて、一つの機会に共存することもありうる。これらの要素を念頭に、自らの科学的助言への関与をどのように改善していけるか、考えていくことは有意義であろう。

助言に関係する科学者の在り方

医療のたとえ話：

健康への被害が心配される事態が国際的に起きてしまい、一般人としても被害が身近にないか心配だ。対策を話し合うために、政府に医療専門家が呼び集められている。ある専門家は一つだけ正しい方法を主張しているようだ。別の専門家は、いくつかの取れる方法の可能性を示しているようだ。政府として取れる対策は、科学の知見から、一つだけに絞られるのか？ それともいくつも可能性があるのか？ そもそも科学的にだけ決められるのだろうか？

「科学的助言」に関する科学者の在り方として、四つの分類ができる (Pielke 2007)。「純粋な科学者 (pure scientist)」「科学的に審判を下す人 (science arbiter)」「課題提示型 (issue advocate)」

「誠実に橋渡しをする人 (honest broker)」という4類型である。

「純粋な科学者」は、研究成果の応用や有用性は考慮しない、いわゆる「研究に没頭」する行動パターンである。政策側とは直接関与せず、論文出版などで知見を蓄積する。政策側で誰かがこの知見にアクセスした場合のみ、間接的に関与が生じる。

「科学的に審判を下す」パターンは、研究結果の政策的な応用について考慮していないことは「純粋な科学者」と同様であるが、政策側の質問に対して既知の研究成果を直接対面で答えることに違いがある。このような政策側からの質問内容は、現実には政府委員会などに参画している科学者に送られ、その返信が政策側に戻る。このパターンは、科学的調査を通じて解決できるような質問だけを扱おうとすることを特徴とする。

「課題提示型」は、特定の政治的なアジェンダに向けた科学の意義に注目する。「純粋な科学者」とは違い、政策や政治を通じて自らの利益を促進しようとする集団に連なる。科学は意思決定に関与しなければならないという考えを受け入れ、政策形成が必要とされる、方向性の定まっていない課題に、科学者という肩書を通じて、あるいはその専門知識を活用し、何らかの政治的立場の肩を持つとする。

四つ目のパターンが「誠実に橋渡しをする」である。このパターンでは、政策側が取れる可能性がある選択肢の範囲を、科学の成果を通じて明確にし、場合によってはそうした選択肢の

範囲を広げようとする。選択肢を広げることで、科学的な知識と科学以外の利害関係者の懸念を、統合しようとする。選択肢を狭めるよりは広げようとするところが、「課題提示型」と「誠実な橋渡し」の違いである。このパターンも、政府委員会の形を取りうるが、そうした場には課題に関係する様々な分野の専門家を参加させることで、視点の多様性を作り出すことができる。

この4類型の一つの背景は、政策にかかわる意思決定のタイプ（型）認識である。18世紀以来の欧米での民主主義の一型として、何らかの異なった政策的見解を持つ権威的集団が国内に二つ以上存在し（例えば二大政党）、それらが見解を戦わせると国家にとってよりよい方針が定まってくるはず、という型がある。他方、別の型として、政策決定を行う側からの提示案に対し、代替案を示すことで国民が関与する、という民主主義の型も認識されてきている。「誠実な橋渡し」のパターンは、この後者の型に、科学的知見と矛盾しない選択肢を多く供給するという考え方と捉えられる。我が国では意思決定において、ともすると初めから一つの「型」を追いがちと思われるが、「多様化の時代」において、この複数選択肢の考え方をトレーニングしていくことは有用であろう。また関連して、助言内容が何らかの勢力や組織等の意向を反映したものでなく、独立性が担保されることも助言内容の信頼性のために必要である（Gluckman 2014; Government Office for Science UK 2010）。

この4類型のもう一つの背景は、科学と社会の関係についての型である。これまで大きな影

響力を持ってきたのが「線形モデル」という型である。基礎研究を重視していれば、そこから応用研究に進める知見が出て、開発に進み、そして最終的には社会的利益まで一貫して進む、という理想型である。この延長上に、何かの科学的知見の先に政策決定が必要になる、という見方が成り立ちうる。他方で、「利害関係者（ステークホルダー）モデル」というべき型も注目されつつある。つまり多様な利害関係者が有する多様な「社会的必要」と、「科学的知見」は互いに併存しているので、それらの間にマッチングが必要という認識である。この型では、科学の利用側も科学が知見を生み出す際に何らかの役割を担うべき、ということと、意思決定に科学的知見をどう活用するかを考えるべき、という必要が存在する。四つ目の「誠実に橋渡しをする」パターンは、「線形モデル」ではなく「利害関係者モデル」に基づいたものである。

まとめ

以上、科学的助言に関する要素を見てきた。

内容は主に欧米からの文献を追ってきたが、特に科学そのものに近い部分は、科学自体の方法は共通だから、日本においても共通である。解決すべき社会課題と科学技術との関連程度も、そう違うわけではない。これらのことから、日本でも科学的助言の必要は明らかに存在する。

さらに、日本が、自由と民主主義を価値とし、二大政党型よりは国民参加的スタイルの社会であるとすれば、また、科学技術政策でも「線形

モデル」から「利害関係者モデル」のバランスも増えつつあるとすれば、科学的助言の理想形が「誠実な橋渡し (honest broker)」パターンにあることも同様と考えられる。

違いがあるとすると、その理想に至るための一歩を踏み出し、今後堅実に歩もうとする際に踏まえるべき社会の歴史とコンテキストの違い、ということになろう。これを探る努力をしてみたい。それを通じて、我が国でも、社会の「悩み」に、科学からさらに助力を行えるようになっていくことを期待する。

参考文献

- Arendt, Hannah. 1994. *The Human Condition*. Edited by 志水速雄 (翻訳). ちくま学芸文庫. 筑摩書房.
- Axelrod, Robert M., and Michael D. Cohen. 2000. *Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier*. Basic Books.
- Craft, Jonathan, and Michael Howlett. 2012. "Policy Formulation, Governance Shifts and Policy Influence: location and Content in Policy Advisory Systems." *Journal of Public Policy* 32(2): 79-98. <https://doi.org/10.1017/S0143814X12000049>.
- Gluckman, Peter. 2014. "Policy: The Art of Science Advice to Government." *Nature* 507(7491): 163-65. <https://doi.org/10.1038/507163a>.
- Government Office for Science UK. 2010. "Principles of Scientific Advice to Government - GOV.UK." 2010. <https://www.gov.uk/government/publications/scientific-advice-to-government-principles/principles-of-scientific-advice-to-government>.
- Hutchings, Jeffrey A., and Nils Christian Stenseth. 2016. "Communication of Science Advice to Government." *Trends in Ecology and Evolution*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.10.008>.
- Moses, Jonathon, and Torbjørn Knutsen. 2012. *Ways of Knowing: Competing Methodologies in Social and Political Research*. Palgrave Macmillan.
- National Research Council. 2012. *Using Science as Evidence in Public Policy*. Edited by and M.L. Straf K. Prewitt, T.A. Schwandt. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD. 2015. "Scientific Advice for Policy Making." *Organisation for Economic Cooperation and Development*, No. 21. <https://doi.org/10.1787/5js3311jcpwb-en>.

- Parkhurst, Justin. 2016. *The Politics of Evidence: From Evidence-Based Policy to the Good Governance of Evidence*. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315675008>.
- Pielke, Roger A. 2007. *The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511818110>.
- Science Advice for Policy by European Academies (SAPEA). 2019. *Making Sense of Science for Policy under Conditions of Complexity and Uncertainty*. <https://doi.org/10.26356/MASOS>.
- Sutherland, William J, David Spiegelhalter, and Mark A Burgman. 2013. "Policy: Twenty Tips for Interpreting Scientific Claims." *Nature* 503: 335-37.
- The Science Council UK. 2009. "Our Definition of Science." 2009. <https://sciencecouncil.org/about-science/our-definition-of-science/>.
- Wells, Jennifer. 2012. *Complexity and sustainability*. New York: Routledge.
- 日本学術会議. 2013. 声明 "科学者の行動規範—改訂版—." <http://www.scj.go.jp/ja/scj/kihan/>.
- 有本建男, 佐藤靖, 松尾敬子. 2016. 科学的助言——21世紀の科学技術と政策形成. 東京大学出版会.
- 狩野光伸. 2015. 論理的な考え方 伝え方——根拠に基づく正しい議論のために. 慶應義塾大学出版会.
- 野村康. 2017. 社会科学の考え方——認識論、リサーチ・デザイン、手法. 名古屋大学出版会.
- 隠岐さや香. 2018. 文系と理系はなぜ分かれたのか. 星海社.