

# 科学的助言のパラダイム・シフト

——責任あるイノベーション，ポスト・ノーマルサイエンス，エコシステム



平川秀幸

ひらかわ ひでゆき  
大阪大学

## 「科学的助言」に高まる期待と懐疑

食品安全，新興感染症，気候変動，地震，原子力，サイバーセキュリティなど「リスク」の問題や，科学技術・イノベーションの振興政策など，科学技術が関わる問題や施策について，政府や企業，個人に有益な専門的情報や知見，判断を提供する「科学的助言」は，現代社会においてますます大きな役割を果たすことが求められている。

従来，日本での科学的助言は，各省庁の分野別の審議会や委員会，食品安全委員会など規制機関，全般的な科学技術・イノベーション振興では内閣府総合科学技術会議，学術機関では日本学術会議など様々な会議体や組織が担ってきた。これに加えて東日本大震災・福島第一原発事故以降は，イノベーション推進と原発事故など緊急時対応の両面において，総理大臣や各府省大臣に助言したり，国民に向けて科学的見解を一元的に発信したりする「科学技術顧問」の制度を新設する案が検討されている<sup>1</sup>。

同制度の原型は英国の首席科学顧問(Chief Scientific Advisors: CSAs)であり，同様の役職はニュージーランド，アイルランド，チェコにもある。2012年には欧州連合も設けている。米国にも，科学技術政策局(OSTP)という助言組織に加えて大統領科学顧問や科学技術担当大統領補佐官がいる。国連

では昨年秋，持続可能な開発について事務総長や関連する国連機関の長への科学的助言を得るため，自然科学，社会学，人文科学分野の著名な科学者26名から成る科学助言委員会が設置され，日本からも東京理科大学の黒田玲子教授が参画している。今年8月にはニュージーランドでCSA等世界会議が開かれる予定である。

このように強い期待や制度新設の動きが世界的にある一方で，科学的助言はますますその妥当性や信頼性が厳しく問われるようになっている。助言を要するようリアルな政策課題は複雑であり，助言内容はしばしば大きな不確実性を伴ううえ，専門家の見解が割れていることも多い。助言者(科学者)個人や所属する研究分野の価値観(社会観や倫理観など)，特定の研究分野や社会集団の政治・経済的な利害関心が助言内容に影響することも少なくない。3.11後の日本では，たとえばエネルギー政策の委員会に誰が座るかで「答え」が大きく変わりうることは，半ば常識になっているといえるだろう。

このような状況のもと，内容において信頼できる(reliable)だけでなく社会的にも信用されうる(trustworthy)科学的助言の仕組みと実践を改善・構築するにはどうしたらよいか。これはCSA制度の母国英国をはじめ<sup>2</sup>，世界的にも大きな課題だが，日本でも3.11以降，(独)科学技術振興機構研究開発戦略センター(JST-CRDS)が2012年3月に「政策形成における科学と政府の役割及び責任に係る原則の確立に向けて」を作成，日本学術会議も2013年1月に「科学者の行動規範—改訂

Paradigm shift in scientific advice: Responsible Innovation, Post-Normal Science, and Ecosystemic approach

Hideyuki HIRAKAWA

版」を公表するなどしている。本論では、日本での科学技術顧問創設の動きを睨み、これら国内での議論を補完する意味も込めて、信頼／信用しうる科学的助言に必要な要件(機能要件)として三つの「パラダイム・シフト」を提起したい。

## 「責任あるイノベーション」への拡張

そこでまず提起したいのは、これからの科学的助言は、科学技術の研究開発とその成果の普及、経済的・社会的な利益の創出を志向する「イノベーション」のためのものであっても——というより、そのためだからこそ——イノベーションに伴うリスク(公衆衛生、環境、安全保障等)や事故対応、倫理問題など様々な問題に備え対処する「レギュレーション」や、多様な人々・組織・集団間で様々なチャンネルと様々な形式で行われる「コミュニケーション」の活動と一体でなければならないということだ。具体的には次のような活動が求められる。

まずイノベーションとレギュレーションの関わりでは、レギュレーションの活動は研究開発過程の上流から始まることが求められる。技術が萌芽的な段階から、それが将来社会にもたらしうる便益とリスク、その他の正負のインパクト、トレードオフを予見的に評価し、その結果を研究開発や関連する制度設計にフィードバックするようなテクノロジーアセスメント(TA)を漸進的に繰り返していくのである。研究開発の振興・推進と規制の両方の政策機能を研究開発過程に一体化したものだということもできる。TAでは昔から、技術が十分発達し広く普及するまではそのインパクトは十分に予測できないが(情報の問題)、予測が可能になる程度まで技術が社会に定着してからでは、その発展や利用のされ方を軌道修正することが困難になってしまう(影響力の問題)という「コリングリッジのジレンマ」<sup>2)</sup>に悩まされてきた。今述べた現代的なTAでは、技術の萌芽的段階から関わることで影響力の問題を緩和し、情報の問題については、評価を技術の発展とともに段階的に繰り返す

ことで緩和しやすくなる。

さらにコミュニケーションの関わりとして、研究開発や将来の成果利用に関わる研究者、行政、産業界、技術のインパクトを受けると予想される潜在的なステークホルダー、一般市民、NGO、技術の社会的影響に詳しい人文・社会科学系の研究者など、多様な人々がこのプロセスに参加する。そこでは、経済や人の健康、自然環境へのインパクトだけでなく、社会制度、生活習慣、仕事、価値観などへの影響も評価されるし、そもそもの研究開発を進める目的や意図、動機、背景にある社会的期待、価値観など、技術の中身のデザインに関わる社会的・文化的前提の妥当性を多様な人々の目で吟味することも行われる。従来、研究開発を進める目的や意図というものは、研究者や事業者、政策立案者たちの専管事項だったことから、このような社会に開かれた吟味は「意図の民主的ガバナンス」と呼ばれることもある<sup>4)</sup>。

以上のようなTAの方法論には、欧米ではリアルタイムTA、構築的(constructive)TAなど様々な手法が開発され、ナノテクノロジーなど新興科学技術の研究開発に適用されている例もある。

ところでTAは特定の技術や研究分野を対象とするものだが、これとは別に、より広いコンテキストにおける社会と技術の可能性、将来展望を探り、そこから現在進めるべき研究開発課題の創案や優先順位付け、関連政策の形成につなげる「フォーサイト」のような活動もある<sup>5)</sup>。現在および将来の研究開発のシーズや課題など科学技術の「供給側」からアプローチするものもあるが、需要側である社会的な課題から出発して、その解決に必要な研究開発課題は何かを探るアプローチが多い。1994年からフォーサイトを行っている英国では、ビジネスイノベーション技能省の政府科学局が実施を担っており、10年～100年先を視野に社会的課題からアプローチする方法が採られている。

さらに近年では、TAやフォーサイトの理念や実践を統合する「責任あるイノベーション(Responsible Innovation: RI)」という概念が注目を集めて

いる<sup>6</sup>。2000年代前半に登場し、日本でも2007年に経済産業省産業構造審議会産業技術分科会の報告書「イノベーション創出の鍵とエコイノベーションの推進」の中で「レスポンシブルイノベーション」の必要性が指摘されている。最近ではEUのイノベーション政策の柱の一つにもなっている。フォン・シオンベルクは次のように定義している<sup>7</sup>。「(科学技術の発展が社会に適切に埋め込まれるようにするために)社会の諸アクターとイノベーターが、イノベーションのプロセスと市場化可能なその成果の(倫理的な)受容可能性、持続可能性、社会的な望ましさが達成されるように、互いの見解に応えあう透明性のある相互作用的なプロセス。」

またスティルゴーらはRIをよりシンプルに「現在の科学技術の責任ある管理運営(stewardship)を通じて未来を大事にすること」と定義して、それを構成する次の四つの次元を指摘している。①イノベーションの意図的/非意図的な帰結に対して「予見的であること(anticipatory)」、②イノベーションの前提にある目的、動機、潜在的なインパクト、既知と未知、不確実性、リスク、無知、仮定、問題、ジレンマに対して「反省的であること(reflexive)」、③イノベーションのビジョンや目的、問題、ジレンマ等について、一般市民や多様なステークホルダーの幅広いパースペクティブを取り入れた「熟議的(deliberative)」なプロセスであること、④これらのプロセスを通じてイノベーションの方向を定めるような「応答的(responsive)」なプロセスであること<sup>8</sup>。これからの科学的助言は、このようなRIの枠組みに位置づけられなければならない。

## 「実証主義」から「ポスト・ノーマルサイエンス」へ

信頼／信用しうる科学的助言に向けた第二のパラダイム・シフトは、科学と政策決定との関係についての考え方を「実証主義」から「ポスト・ノーマルサイエンス(Post-Normal Science: PNS)」に移行することだ。

ここでいう「実証主義」とは次のような見方を指す。①科学による事実の認識は、社会や政治の利害関係や価値判断とは独立して価値中立的に行うことができ、②政治的な意思決定や合意は、そのような科学的事実に関する客観的で確実な知識によって可能になる。

こうした科学-政治観は当たり前のように見えるが、実は問題が多い。科学の不確実性と価値・利害問題の複雑さという、科学的助言が置かれている「現実」が覆い隠されてしまうからだ。実証主義的な科学-政治観を「リニアモデル」と呼ぶベルケは、このモデルの見方によって、実際には特定の価値前提に立った科学的助言やそれに基づく政策提言が、あたかも客観的で中立公正なものとして偽装されてしまう傾向を指摘している<sup>9</sup>。

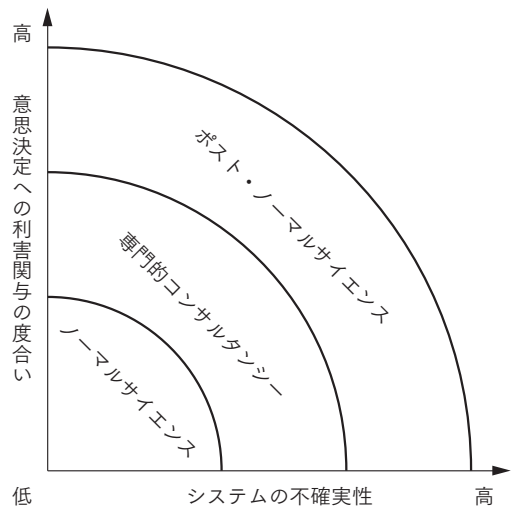
実際、政策決定が扱う問題は複雑であり、既存の理論や方法論、研究結果をそのまま当てはめれば解ける問題ばかりではない。知識の不足や測定誤差、モデル化(単純化)、あるいは対象そのものの確率的(stochastic)な性質に起因する様々な不確実性があるし、そもそも自分たちが何を知らないのかさえ分らない「知られざる無知(unknown unknowns)」もありうる。どんな要因や条件が関係したどんな種類の問題なのか、どの分野の知識を用いるべきかなど、問題の枠づけ(フレーミング)が定まらない「非決定性(indeterminacy)」という状態もあれば、専門家やその他問題の関係者の間で、フレーミング、概念・用語の意味、因果関係のモデルの構成、仮定、挙証責任、必要とする証拠の種類、測定量の定義、実験・測定の方法や条件の選択、データの解釈等々が異なっている「多義性(ambiguity)」の状態もある。

価値や利害の問題も複雑だ。第一に、政策決定など社会的意思決定には科学だけでは解決できない問題がたくさんある。たとえばリスクの問題で何を優先し何を犠牲にするか、優先順位やトレードオフを判断することは根本的には価値判断の問題である。それらは科学に関係しつつも、本来は当事者の了解や合意形成が必要な問題であり、科学に委ねてはならない問題なのだ<sup>10</sup>。

第二に科学的判断と価値判断はそう容易く分離できるわけではない。上述のように科学的判断には無視できない不確実性が付きまとうが、判断内容が特定の社会集団や組織にとって不都合だと見なされた場合には不確実性は政争の具にされる。自分たちの利益や立場を守るために、都合の悪い科学的主張は、不確実性を理由に認められず、新しい証拠が得られても、次々と不確実性という名のカードが切り続けられ、問題解決に至れない。水俣病の歴史を紐解くまでもなく、こうした例は日本でも世界でも枚挙にいとまがない。

そこまで露骨に意図的でなくても不確実性の扱いは政治的な意味を帯びやすい。マイルストーンらは、FAO/WHO 合同食品添加物専門委員会によるある添加物のリスク評価では、悪影響がないことを示す研究結果は額面通り受け取られるのに対し、悪影響を示すものには厳しい追加の試験が要求されるという挙証責任の偏りが暗黙裡にあったことを指摘している<sup>11</sup>。いうまでもなくこれは、たとえ当事者が意図的でなくても、消費者の健康リスクよりも添加物の生産・販売企業の利益を優先することを意味してしまう。不確実性以外でも政治的含意を持ちうる要素はたくさんある。

こうした現実の科学と政治の複雑な関係は実証主義のモデルでは理解できない。それに代わる新しい見方が必要であり、その一つがラベッツとフロントビッチらが提案する PNS である。このモデルでは、図のように「システムの不確実性」と「意思決定への利害関与の度合い」という二つの尺度によって、科学を用いた問題解決のアプローチが分類される<sup>12</sup>。システムの不確実性には、上述のような科学に内在するものだけでなく、政治や経済など他のシステムと複雑に相互作用し、それぞれの振る舞いが予測・制御困難で不確かになっていることや、科学や技術をめぐる価値観の多様性や変動といった「倫理的な不確実性」も含まれる。ラベッツらによれば、不確実性と利害関与の度合いが共に低い問題は、既存の科学知識や方法論を応用する「ノーマルサイエンス(または応用科学)」によって処理できる。先の実証主義のモデ



図一ポスト・ノーマルサイエンス

ルはこれに相当する。しかし、二つの尺度のいずれかまたは両方が中程度の問題を扱うときは、型通りの解決法では足りず、専門家としての経験で身につけたスキルや臨機応変の判断力による「専門的コンサルタンシー」の出番となる。さらに不確実性が高いか、価値・利害の対立が大きい問題を扱う場合には、科学の観点からの定量的・定性的な不確実性の処理だけでなく、利害関係者等も含めた「拡大されたピア集団」による熟議も含めた PNS のアプローチが必要となる。

こうした PNS の考え方は単に学術的・理論的なものに留まらず、政策応用も始まっている。たとえばペーターセンらは、PNS の理論と手法をもとに「不確実性の評価とコミュニケーション」と「利害関係者の参加」に関するガイダンスを作成し、オランダ環境評価庁の実務に適用している<sup>13</sup>。日本ではこれまで、冒頭で紹介した行動規範が JST や日本学術会議によって作成されているが、今後は、こうした実務レベルで利用可能なガイダンスや方法論の整備や、科学的助言を担う組織の研究者ならびに事務局スタッフの能力構築が必要だろう。その中には、自然科学や工学だけでなく、科学技術や科学的助言の社会的・価値規範的な問題を検討するための人文・社会科学の貢献も含まれなければならないのはいうまでもない。



## 「英雄モデル」から「エコシステムモデル」へ

パラダイム・シフトの三つめは「英雄モデル」から「エコシステムモデル」への転換だ。

科学的助言をめぐる言説にはしばしば「英雄モデル」または「聖人モデル」とでも呼べるような科学者イメージが伴っている。傑出した専門性と学識、公明正大、中立公正な人柄など卓越した個人的資質によって科学的助言の有効性と信頼性が担保されるといった科学者像だ。もちろん助言者には、できる限りこのような資質が備わっているのが望ましい。しかしそれだけでは助言は機能しない。自らも英国政府内外で科学的助言に関わる仕事を長年続けているマルガンは「助言の有効性は助言者の賢さにそれほど大きく依存するわけではないし、彼らの議論の論理的な説得力でさえもそうだ」と述べている<sup>14</sup>。さらにいえば先述の実証主義と同様に——英雄モデルは実証主義の個人版だ——このイメージによって科学的助言がはらむ政治性が覆い隠されてしまう恐れもある。

そのような問題を避け、有効な科学的助言がなされるようにするにはどうしたらよいか。そこで注目する必要があるのが、科学的助言を成り立たせる「エコシステム」である。ダブルデイとウィルストンによれば、それは「行政組織内の分析の専門職、外部の助言委員会……国家アカデミー、学会、大学、NGOsや市民社会組織、その他多く」によって構成された幅広いものだ<sup>15</sup>。そのようなエコシステムに必要な要素や働きについて、以下、①個人、②組織とネットワーク、③社会・文化の三つの次元で考えてみる。

まず個人の次元で重要なのは、前出のマルガンによれば「媒介者」または「仲介人(ブローカー)」としての助言者の役割であり、そこでは自分野の深い専門性とは別に、広範な他分野からの知識・情報を翻訳、集積、合成する能力が必要だという。政策課題になるような問題は多分野にわたり、一人の科学者がすべてについて自力で専門知識を提供したり専門的判断を下したりすることはできな

い。必然的に他分野の有力な研究者を集めて協力を仰がねばならない。そこで必要となる個人の資質には、助言対象となっている問題を扱うために必要な専門分野は何か、その分野で有力な研究者は誰か、どの研究機関に問い合わせればいいかについて知っている、あるいは当たりをつけられることも含まれるだろう。これは英国のCSAのように個人が幅広い範囲の問題を扱う場合はとくに重要だが、同じく広範囲を扱う日本の総合科学技術会議のような会議体でも委員に求められるものかもしれない。さらには助言が効果的に政策に活用されるためには、政策立案者の側がどういう問題を抱えどういった助言を必要としているのかなど「助言ニーズ」について理解したり、省庁における政策立案の段取りやスケジュールを把握したりしておくことも重要である。

次に組織とネットワークの次元では大別して二つの要件がある。第一は助言者同士あるいは助言者を支える専門家グループの熟議のための組織やネットワークの機能として、次の三つを重視することである。一つめの機能はいうまでもなく、問題に関連する複数分野の専門家を集めたり、同一ないしは隣接分野でも複数の専門家を集めたりすることで助言の質を向上させることだ。英国でも、首相に助言する政府CSA(GCSA)と各省庁付きのCSA(現在21名)からなるCSA委員会(CSAC)がある。日本でも科学技術顧問を設置する際には、何らかの会議体を設ける必要があるだろう。

助言者組織・ネットワークの重要機能の二つめは、緊急時への備えとして平常時から様々なテーマについて議論を重ね、知見の蓄積と更新、そして、その問題を扱うのに適した専門家を発掘し、ネットワークを広げることである。福島第一原発事故の後、緊急時に科学者集団の「ユニークボイス」(一つの見解とは限らない、少数意見等も含めた科学者間の合意)をいかに作れるかが議論されるようになったが<sup>16</sup>、そうした合意を作るにあたっては、平常時に議論され合意された報告書があれば大いに役立つだろう。もちろん緊急時には、その時々での臨機応変の対応が求められるが、その判断を任せる

ことができる専門家の調達には、やはり平常時の蓄積がものをいうはずだ。日本学術会議の役割として今後充実が望まれる。

もう一つ重要な助言者組織・ネットワークの機能は、利害関心や価値観に関する個々の助言者のバイアスを組織レベルでバランスさせることであり、これはバイアスについて「リアリズム」に立つことを意味する。つまり「偏りのない専門家などいない」ことを前提に、個々の専門家に中立性を求めるのではなく、様々なバイアスの人を集めることによってバランスをとり、助言者組織全体としての中立性確保に努めるのである。中立性の基盤は多元性にあるのだ。たとえば全米科学アカデミーでは、このために委員の人選バランスや利益相反に関するガイダンスを定めている。

以上のような助言者組織・ネットワークの重要機能に加えて、組織とネットワークのレベルでもう一つ重要な要件は、助言者たちを支える組織の事務局の専門性向上である。これには調査分析だけでなく、先に述べたような不確実性への対応や利害関係者の関与に関する知識やノウハウ、さらには助言者と同様に幅広い分野に関わるための翻訳・集積・合成の能力や、今述べた助言者組織の人選や運営、研究者のネットワークに関するマネジメント能力も重要だ。現在、総合科学技術会議の司令塔機能の強化のため、会議の事務局に調査分析の専門スタッフを10名程度置くことが考えられているが、将来的にはこれでは足りなくなるだろう。新設が予定される科学技術顧問制度でもこの点は気がかりだ。日本学術会議にしても事務局の調査分析機能はないに等しい。これらの事務局増強を行いつつ、大学や独法研究機関、学会、民間シンクタンクなど政府外部の研究者や組織との連携のネットワークを広げ活用することが求められる。文部科学省では「科学技術イノベーション政策における『政策のための科学』』という事業を進めているが、今後は同事業や他省庁の既存の研究助成・委託研究の仕組みを活用して、科学的知見の集積と研究者のネットワーク作りを全府省庁的な視野のもとで進めていく必要がある

だろう。日本学術会議や国会図書館でも何らかの研究助成・委託研究制度を、独自に、あるいは既存の助成機関と共同で設けることも考えられる。

## エビデンスを求める社会へ

最後に、科学的助言のエコシステムの社会・文化の次元での要件として二つのことを指摘して、本論を締めくくろう。

一つは「知識ソースの多元化」であり、これには様々な効用がある。知見に関する相互のチェック・アンド・バランスが働きやすくなり、「信頼の三角測量」(独立の、あるいは互いに批判的な立場の知識ソースの見解やデータが一致することで、第三者から見て、知識ソース双方の信頼性が高まること)も可能になる。また、たとえば「各種発電方式のコスト試算」などを行った場合、試算主体によってばらつきが出るが、これは必ずしもネガティブなことではない。異なる試算を比較することによって、試算ごとの仮定やパラメーターの違いによる効果などが見えやすくなり、問題の全体像が把握しやすくなる利点もある。政府内・周辺には、総合科学技術会議、科学技術顧問、各種審議会等、国会図書館、日本学術会議、民間シンクタンク、さらには大学や独法研究機関に所属する研究者集団など、新設予定のものも含めて知識ソースはすでに様々あるが、今後は、市民社会の側でも非営利シンクタンクなどの活動が活性化される必要があるだろう。

もう一つは「エビデンスを求める文化」を政府だけでなく社会全体として醸成することだ。そうすることによって、政策立案時点で政策内容の質向上が期待できるだけでなく、政策の根拠が開示されることで、事後的な検証・評価が第三者も含めて可能になり、政策の改善につながりうる。また、そのようにエビデンスが要求される機会が増えれば、そのための調査研究に対する政府等の需要が高まり、資金が循環することで研究人材の雇用も増え、その結果、人材の能力向上にもつながっていく。市民社会においてもエビデンス生成に関わる非営利シンクタンクやNPO等に寄付やク

ラウドファンディングなどで資金が集まるとよい。

英国の公益信託(Sense about Science)では、企業や政治家、行政、専門家が、それらが行う健康や環境問題等に関する主張の根拠を説明するように一般市民が促す「根拠を尋ねよう(Ask for Evidence)運動」を展開している。文化を変えることは容易なことではないが、日本でも、このような市民社会からの取り組みがまずは増えていくといい。そのことが回りまわって、政府や企業、専門家集団における根拠に対する透明性と説明責任を高めることにつながるだろう。

#### 文献および注

1—日本での科学技術顧問の先駆は第一次安倍内閣時代に黒川清・元日本学術会議会長が就任した内閣特別顧問だが、常設の役職として制度化はされなかった。現在の制度創設の議論は2011年に民主党政権の新成長戦略の一環として「科学技術イノベーション政策推進のための有識者研究会」がまとめた報告書に始まり、現在の安倍政権に引き継がれたものである。

2—R. Doubleday and J. Wilsdon (eds.) *Future Directions for Scientific Advice in Whitehall*, CSaP/Alliance for Useful Evidence, 2013.

3—D. Collingridge. *The Social Control of Technology*, St. Martin's Press, 1980.

4—R. Owen et al. "A Framework for Responsible Innovation", R. Owen et al (eds.) *Responsible Innovation*, Wiley, 2013: 27-50.

5—JST-CRDS『欧州における“Foresight”活動に関する調査—CRDS 研究開発戦略の立案プロセスに活かすために』, (独)科学技術振興機構, 2012.

6—吉澤剛「責任ある研究・イノベーション—ELSIを超えて」, 『研究技術計画』28(1), 2013: 106-122. 責任あるイノベーションは、EUの科学技術政策では「責任ある研究・イノベーション(Responsible Research and Innovation)」と呼ばれている。

7—R. von Schomberg. "Prospects for technology assessment in a framework of responsible research and innovation", M. Dusseldorf and R. Beecroft (Eds.) *Technikfolgen Abschätzen Lehren: Bildungspotenziale Transdisziplinärer*. Vs Verlag, Methoden, Springer, 2011: 39-61.

8—J. Stilgoe et al.. "Developing a framework for responsible innovation", *Research Policy*, 42, 2013: 1568-1580.

9—R. A. Pielke, Jr.. *The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics*, Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 同書でベルケは、科学的助言における専門家の役割の分類論を展開している。今号掲載の佐藤・有本論文を参照。

10—尾内隆之・調麻佐志編『科学者に委ねてはいけないこと—科学から「生」をとりもどす』, 岩波書店, 2013.

11—E. Millstone et al.. *Risk-assessment policies: differences across jurisdictions*, European Commission Joint Research Centre (DG JRC), Institute for Prospective Technological Studies, 2008.

12—S. O. Funtowicz and J.R. Ravetz. "Three Types of Risk Assessment and the Emergence of Post Normal Science", in Sheldon Krimsky and D. Golding (eds.), *Social Theories of Risk*, Praeger, 1992: 251-273.

13—A. C. Petersen et al.. "Post-Normal Science in Practice at the Netherlands Environmental Assessment Agency", *Science, Technology & Human Values*, 36(3), 2011: 362-388; 塚原 東吾「ポスト・ノーマル・サイエンスによる『科学者の社会的責任』」, 『現代思想』39(18), 2011: 98-120.

14—G. Mulgan. "Experts and Experimental Government", *Doubleday and Wilsdon op cit.*: 32-38.

15—J. Wilsdon and R. Doubleday. "Hail to the Chief: future directions for scientific advice", *Doubleday and Wilsdon op cit.*: 7-20.

16—吉川弘之「緊急に必要な科学者の助言」, JST-CRDS, 2011年6月28日.

