

論文の内容の要旨

論文題目 環境政策におけるエキスパート・ジャッジメントの定量的分析と構造化

氏名 宗像慎太郎

研究の背景と目的

科学技術と社会の界面において、専門家にも答えの出せない科学的不確実性の大きな問題について、社会は公共的意思決定を迫られている。気候変動等の環境問題はその典型である。専門家が既存の情報を解釈し判断するエキスパート・ジャッジメントは、通常の科学技術の代替手段としてこのような公共的意思決定に用いられている。

エキスパート・ジャッジメントは主観性・不透明性が問題視されており、公共政策に用いられる際には、基準に則った専門家の選出、参照データの開示、外部レビューが求められることが多い。これらは手続きの適正さを保証することはできても、判断内容そのものの精査を保証することはできない。従来この管理に対し、少数の専門家の意見を無批判に追認する手続きになるのではないかと、との懸念も示されている。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、「温室効果ガス排出・吸収量目録のためのガイドライン」の策定にエキスパート・ジャッジメントを使用している。農耕地土壌への施肥に起因する N_2O ¹の排出量を計算するパラメータの EF_1 ²と EF_{5-g} ³は、いずれも不確実性が高いと判断され、最新データに基づく更新が必要とされている。特に1996年に EF_{5-g} が1.5%とされたことについて、当初から過大評価との意見があった。

¹ 亜酸化窒素。温室効果ガスの1種。

² 土壌に施された窒素肥料が N_2O に転換する率。

³ 土壌に施された窒素肥料が地下水や表流水に流出し、 N_2O に転換する率。

2000年の改訂の際、EF_{5-g}については1996年とは別の科学者により、ほぼ同じの論文に基づくエキスパート・ジャッジメントが行われた。その科学者は「EF_{5-g}の適正値は0.1%程度である」と提言したが、この意見は採用されず、1996年の値が存続した。そして2005年、IPCCは再度ガイドラインの見直しを進めているが、EF_{5-g}についてはこの過程で更に参照データ数を増し、最終的には2000年の不採用値である0.1%に近い0.25%が採用される見込みである。過去のガイドライン策定では、参照データと結論の乖離、同じデータに基づくエキスパート・ジャッジメント間の齟齬が見られる。

本研究では、不確実性下での環境政策に関する公共的意思決定の文脈における、エキスパート・ジャッジメントの特徴と課題を明らかにする。事例研究の対象としてEF₁とEF_{5-g}を取り上げ、第一にエキスパート・ジャッジメントの主観性を定量化し、この問題の重要性を明らかにする。第二に専門家がデータから結論を導くプロセスを明らかにし、そのインプリケーションを分析する。

研究の方法 : 主観的判断の定量化

本研究では意思決定者の主

表 1 本研究における主観的判断

観を確率として取り扱うことのできるベイズ統計の枠組みを採用する。ベイズ統計では通常、データを取得する前の主観を事前分布とし、得られたデータから尤度関数を構成して、両

データの種類 リファレンス		量的	質的
		有り	客観的判断 として定量化
無し			

者をベイズの定理に従って統合し、総合的な結論である事後分布を得る。本研究ではこのプロセスを逆に辿る。エキスパート・ジャッジメントの結論から事後分布を構成した後、そこから参照データに基づく判断(表1の「客観的判断」)をベイズ推計の逆算によって除去し、残りを専門家が事前に有していた主観的判断として定量化する(表1)。この際、偏差平方和等に課される制約条件から、事前分布の仮想的な標本数の範囲が定まる。本研究ではこの仮想標本数を主観的判断の大きさを示す指標とする。

研究の方法 : 文献及びインタビュー調査

エキスパート・ジャッジメント担当者が、実際にデータをどのように操作し結論に至ったのか、またレビューが、これらの値についてどのように判断したのか、文献やインタビューにより調査する。

ベイズ統計でのデータ操作に基づき、主観的判断に影響を与える情報は表2のように整理される。とについてはどのような種類の情報が用いられたのか、についてはどのような重み付けが行われたのかを調査し、更にその操作の意図を確認する。

結果 : 主観的判断の定量化

EF₁は、元々44論文 249 標本に基づく回帰分析の結果である。

表 2 主観的判断の構造

エキスパート・ジャッジメントを実施した研究者は、これに幾つかの条件を与えてスクリーニングし、最終的には 20 標本のみを分析対象として、現在の値を推計している。このスクリーニングは、本研究では 170 標本（論文換算で 30 本分）以上の主観的判断と計算された。

データの種類	量的	質的
リファレンス		
有り	重み付け・統合規則	直観的認識
無し	隠れた量的データ	隠れた質的データ

実線枠 ...主観的判断を構成する情報
破線枠 ...客観的判断への影響を通じ、主観的判断に影響を与える情報

EF_{5-g}は、1996年の検討では6論文 187 標本に基づく、そして2000年の検討ではこれに1論文 78 標本を加えたデータに基づく推計の結果である。エキスパート・ジャッジメントの結論から得られた主観的判断の仮想標本数は、1996年で1249 標本（論文換算で40本分）以上、2000年で905 標本（論文換算で23本分）以上と計算された。

いずれのエキスパート・ジャッジメントにおいても、主観的判断の占める割合は参照データに匹敵することが示唆された。この結果は、参照データの情報開示と同等以上に、データから結論に至るプロセスを詳述することが重要であることを示している。

結果 : エキスパート・ジャッジメントのプロセス

EF₁については、スクリーニングの条件が全て論文に示されており、前項の主観的判断を含めたエキスパート・ジャッジメントのプロセス全体が検証可能である。エキスパート・ジャッジメント担当者と同じ分野の研究者によれば、スクリーニング基準は「地域格差という問題はあるものの、科学的に妥当な判断」と見なされている。

EF_{5-g}については、2回のエキスパート・ジャッジメント担当者が全く異なるプロセスを用いていた。1996年の担当者は農耕地土壌の窒素動態の専門家であった。各論文はあらゆる意味で重み付けされず（標本数の違いも考慮されず）対等に扱われた⁴。計算では各論文の平均値とレンジが用いられた⁵。この方法は、標本数が考慮されなかったこと、外れ値に対する頑健性の弱い平均値が用いられたこと、対数正規分布を取るデータに対し矩形分布が用いられたことにより、必然的に外れ値が強調され、極端な値（過大側）が算出される構造となっている。この方法はレビュワーにも説明されていなかったため、レビュワーはこの値が過大であると認識しつつ、これを「科学」とは無関係な情勢（IPCCの途上国重視へのシフト、異なるディシプリンの尊重、環境問題における安全側の判断、重大な窒素汚染の社会への警告）に結び付け解釈した。

⁴ 6本の論文には、他と比べ異常な値を示すもの（R論文）があった。この論文・データについても、この担当者は「データが少なかったため、他の論文と同様に用いた」としている。実際には、この論文の値は誤りであったことを、論文著者自身が本研究のインタビューで認めている。

⁵ この方法により、確かに1.5%に近い値が再現される。

2000年の担当者は窒素動態のグローバルモデルの専門家であった。彼女はまずモデル全体における EF_{5-g} の値の不自然さに着目し、他の排出源の排出状況と全体収支から、 EF_{5-g} のあるべき値についてオーダーの単位で推計し、その妥当性を7本の論文で検証した。そして96年の推計について、「R論文の解釈を誤った」ことが過大推計の原因だと指摘した。これについて、2000年の EF_{5-g} 検討の責任者は「1996年時点の検討と比較しても、不完全で不徹底である」と判断し、却下していた。

分析

IPCCはエキスパート・ジャッジメントのあり方について、科学者に明確な指示を出していなかった。このため科学者達は共通の議論のアリーナを明確に意識することなく、それぞれの「科学」に基づき検討を行った。

EF_1 の検討では、引用データの地域的偏りが認められているにもかかわらず、その補正は検討されなかった。参加者の一人は、「データ以上にモノを言わないことが科学者の仕事である」と信念を述べた。しかし地球温暖化のような環境政策においては、データそのものを超えてでも、地域格差の問題について科学に基づく指針を示して欲しい、というニーズは存在しうる。科学者への社会の要請と、実際に科学者が供給する判断について不整合はないのか、科学と社会のどちらの側からも検証されていない。

ディシプリンの異なる科学者間の、データの扱いの不一致という不確実性も生じていた。 EF_{5-g} において、1996年の担当者は一貫した姿勢でデータと向き合っていたが、その方法を公開する機会がなかったために、噛みあった議論が展開されなかった。標本数の違いをどう考慮すべきかについては自然科学的検討が、過大推計の傾向を持つ方法の採用についてはむしろ政策的な価値判断が適切と言えよう。

EF_{5-g} の1.5%という値について、レビュワーや同分野の研究者の解釈を困難にした原因は、実際には計算方法そのものだった。自身の有する科学的方法論から解釈困難な数値に直面し、科学者達はそれを科学以外の理由や操作ミスに帰着させ解釈した。このような解釈が、IPCCが科学者に期待した種類のものであったかは疑問である。そして方向性のない解釈を認めたために、 EF_{5-g} の精査に必要な研究についてIPCCはイニシアティブを発揮できず、問題解消に10年を要することになったのである。エキスパート・ジャッジメントを利用する社会の側がその特徴と課題を認識し、より明確なマンデートを与えることが重要といえる。