

1C12 環境政策におけるエキスパート・ジャッジメントの定量分析

○宗像慎太郎（東大総合）

IPCCにおけるエキスパート・ジャッジメント

Intergovernmental Panel on Climate Change (気候変動に関する政府間パネル, IPCC)は、温室効果ガスの排出量推計のために、排出係数と呼ばれるパラメータを決定し各国に提供している。このパラメータは、京都議定書に基づく各国の温室効果ガス削減目標の決定に用いられる他、世界の環境政策に重大な影響を与えている。

排出係数は、各国から推薦された科学者（リードオーサー）チームのレビューによって決定される。チーム内でのレビューの結果は、決定の根拠となった出典とともに各国政府やチーム外の科学者のレビューを受け、正式に承認される。本研究でとりあげるパラメータ「農耕地土壌から地下水・排水路に浸出・表面流出した肥料からの N_2O の間接排出」の EF_5g 、「肥料に由来する農耕地土壌からの N_2O の直接排出」の EF_1 も、このプロセスを経ている。

これら2つのパラメータについて、一部の研究者からは一般的なデータからの乖離が指摘されている¹。リードオーサーらが下した判断には、出典に示されたデータからの直接的な推計の他、間接的な情報を用いた補正も含まれていると考えられる。リードオーサーらはこのような判断を、どの程度下しているのだろうか。

1. 背景と目的

科学技術と社会との接点では、地球温暖化問題や狂牛病問題のように、不確実性をはらむがゆえに科学者にも答えが出せない[2]が、今現在、公共の場

において意思決定を行う必要がある[3]、という問題が生じている。直接的な決め手となる情報・科学的根拠に乏しいとき、科学者が既存の科学情報を総合的に解釈し判断する「エキスパート・ジャッジメント」は、科学者の持つ無形の情報を活用する手法として、このような公共的意思決定に頻繁に用いられている。

通常、専門家による判断は、社会的に大きな信頼を得ている²。しかし環境政策等の現場には、これらとは程遠いエキスパート・ジャッジメント観—「専門家の判断は主観的、直観的で不確実である」—が形成されている[4]、[5]。公共的意思決定におけるエキスパート・ジャッジメントでは、このような不信を払拭し、専門家が適正に説明責任を果たせるような仕組みが必要とされつつある。

エキスパート・ジャッジメントの不確実性については多くの先行研究がある（[6]、[7]、[8]等）が、いずれも定性分析に留まっていた。またエキスパート・ジャッジメントの詳細が不透明である限り、外部レビューを行ったとしても「その場で支配的な専門家の意見を追認し、その正当化に無批判な言質を与える結果になりかねない（平川[9]）」、という批判もある。本研究では、エキスパート・ジャッジメントの主観性を定量評価するツールを開発・提案する。エキスパート・ジャッジメントの課題・不確実性の所在と大きさを可視化することで、公共的意思決定のための議論の促進を図ることを目的とする。

2. 方法

主観的判断の定量化方法として、本研究では意思

¹ 環境省は、これらを最も不確実性の大きい排出係数の一つと評価している[1]。

² 1980年代に進化したエキスパートシステム開発の背景に、専門家による判断の頑健性・再現可能性・有用性への深い信頼があったことは明白であろう。

決定者の主観を確率として取り扱うことのできるベイズ統計を利用する。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、そこからデータに基づく部分をベイズ推計の逆算によって除去し、残った部分をエキスパート・ジャッジメントにおいて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(図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用いて、主観的判断の大きさを表すこととする。

図1 本研究における主観的判断

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

3-1. 結果①: EF_{5-g} のエキスパート・ジャッジメントにおける主観的判断の定量化

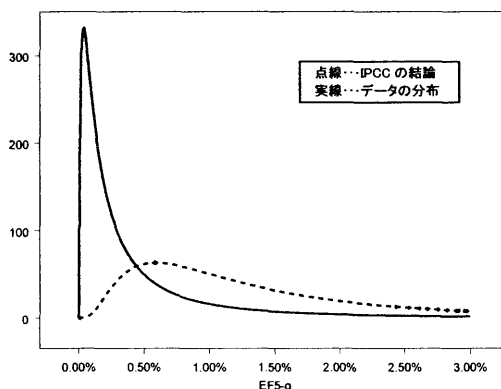
第1の事例であるEF_{5-g}は、確率分布の母数推定に該当する。IPCCの結論である「EF_{5-g}の値は1.5%とする」、「EF_{5-g}は0.3%~6%の範囲の値をとる」を、対数正規分布をモデル関数として表すと、図2の点線のような分布となる。

一方、出典として示された6本の論文から確認された187標本より対数正規分布を推定した場合、図2の実線で示されるような分布となる。このようにエキスパート・ジャッジメントの結論と、その根拠となったデータの間、大きなギャップが見られる。

これらに主観性定量化の方法を適用した結果、これらのデータからIPCCの結論に至るためには、最低でも1249標本分の重みを持つ事前分布が必要となることがわかった。つまりEF_{5-g}のエキスパー

ト・ジャッジメントにおいて、リードオーサーらは出典データの約6.7倍以上、論文換算で40本分以上の、不透明な主観的判断を下していたと考えられる。

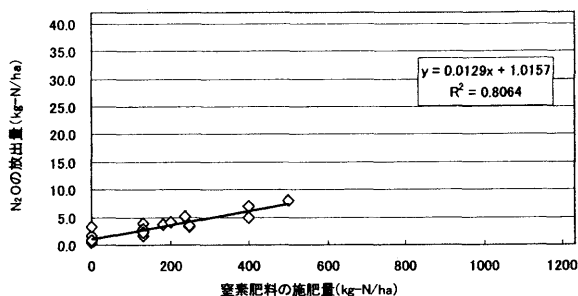
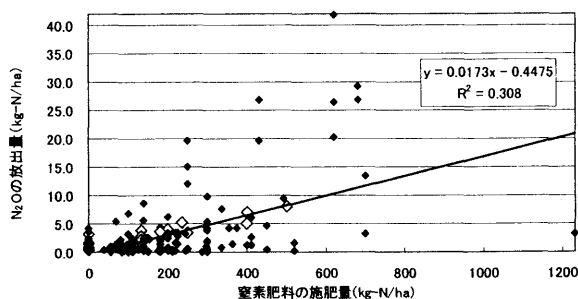
図2 EF_{5-g}におけるデータとエキスパート・ジャッジメントの乖離



3-2. 結果②: EF₁ のエキスパート・ジャッジメントにおける主観的判断の定量化

第2の事例であるEF₁は、回帰分析の係数推定に該当する。IPCCが出典として示した44本の論文には、249の標本が掲載されていた(図3上)。IPCC

図3 EF₁におけるデータ選別



はこの全標本から 20 標本のみを採用して単純回帰を行い、その係数に基づいて $EF_1=1.25\pm 1.00(\%)$ と結論している (図 3 下)。

これらに主観性定量化の方法を適用した結果、これらのデータから IPCC の結論に至るためには、最低でも 170 標本分の重みを持つ事前分布が必要となることがわかった。つまり EF_1 のエキスパート・ジャッジメントにおいて、リードオーサーらは出典データの約 0.69 倍以上、論文換算で 30 本分以上の不透明な主観的判断を下していたと考えられる。

4. 考察

本研究の提案する手法では、出典として示されたデータのみを用いて、エキスパート・ジャッジメントにおける様々な主観的判断を標本数や論文数として定量化できる。ブラックボックス化されたエキスパート・ジャッジメントを、本手法によって外部からレビューすることが可能となる。

事例分析からは、出典として示されたデータよりも、主観的判断の占める割合の方が大きいと考えられるケースも見られた。このようなケースでは、既存のデータの限界、意思決定のための補正のあり方、今後必要となる追加的な研究の方向性について、科学者は社会に対し説明する責任があると言える。

エキスパート・ジャッジメントを純粋な科学として扱おうとすると、「判断するだけの根拠がないのに判断してしまっている (牧野[10])」という問題を生む。しかし非専門家を含むレビュアーに対して参加の機会が与えられるならば、科学-非科学の論争を避け、社会的なプロセスを通じて公共的意思決定に用いることを正当化する道筋も生まれる。公共的意思決定と専門性の関係について、本研究が新たな可能性を広げることとなれば幸甚である。

参考文献

- [1] 環境省, 温室効果ガス排出量算定方法検討会統括報告書, 環境省(2002)。
- [2] A. Weinberg, Science and Trans-Science, Mirnera, **10**, 209 (1972)。
- [3] 藤垣裕子, 科学政策論-科学と公共性, 金森修, 中島秀人, 科学論の現在, 勁草書房, 149(2002)。
- [4] S. Jasanoff, Contested Boundaries in Policy-Relevant Science, Social Studies of Science, **17**, 195 (1987)。
- [5] R. Keeney and D. von Winterfeldt, On the Use of Expert Judgment on Complex Technical Problems, IEEE Transactions on Engineering Management, **36(2)**, 83(1989)。
- [6] S. Funtowicz and J. Ravetz, Uncertainty and Quality in Science for Policy, Kluwer Academic Publishers,(1990)。
- [7] M. Morgan, M. Henrion and M. Small, Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis, Cambridge University Press (1990)。
- [8] B. Wynne, Uncertainty and Environmental Learning, Global Environmental Change -Human and Policy Dimensions, **2(2)**, 111 (1992)。
- [9] 平川秀行, 科学技術と市民的自由 参加型テクノロジーアセスメントとサイエンスショップ, 科学技術社会論研究, **1**, 51(2002)。
- [10] 牧野淳一郎, 現実世界における科学者の役割は, 科学, **69(2)**, 146 (1999)。