

量子力学の確率と現代マクロ経済学の確率

山崎 好裕（福岡大学）

1. 問題の所在

経済学は物理学をモデルにしてきたと言われてきた。アダム・スミスの道徳哲学はニュートンの自然哲学に範を取ったものであったし、限界革命の経済学は力学、あるいは熱力学¹を模倣している。だが、現代マクロ経済学の数学レベルは高々18、19世紀の解析力学のそれに過ぎない。

ただし、一点だけ現代物理学と共有している部分がある。それは確率の利用ということである。そこで、本稿では、量子力学における確率利用と現代マクロ経済学における確率利用とを比較し、それぞれの特色を明らかにしたい。

2. 量子力学の確率

物理学には元々決定論的な指向がある。それをもっとも端的に表すのが、ラプラスのデーモン²であろう。だから、量子力学という確率的な不確定性を必然的に含まざるを得ない量子力学が20世紀初めに登場したとき、大きな混乱が起こった。光電現象でノーベル物理学賞を受賞したアインシュタインも最後まで量子力学を完全な理論として認めず、「神はサイコロを振らない」と述べて抵抗を続けた。

最も典型的なのは、シュレーディンガーの波動関数における状態の重ね合わせである。観測するまでの間、複数の状態が確率的に重ね合わさって存在している。もっとも、当のシュレーディンガーはこのことを納得できずに、シュレーディンガーの猫の寓話で気奇妙さを際立たせた。

量子力学の標準理論であるコペンハーゲン解釈では、観測によって確率的に不確定な波動関数が収縮するとしている。観測されなかった確率的可能性がなぜか一瞬にして消え去るわけである。

だが、客観的な状況が確率的である以上、すべての可能性は平等に存在せねば

¹ ミロウスキーの諸著作を参照せよ。

² そのラプラスが確率研究を行っていた意味については、別稿を用意したい。

ならないと、基本的に決定論的な物理学的思考では考えられる。そこに、エヴェレットの多世界解釈が出てきて、相当数の物理学者に支持される理由がある。収縮によって消えたはずの可能性も、別な世界で生き残り続けるわけである。

要するに、量子力学では観測者とは独立に、確率的可能性が世界のなかに実在すると考えているのである。現場の物理学者には当然と思われるが、素朴実在論的な確率解釈が量子力学にも抜きがたく存在するということであろう。

3. 現代マクロ経済学の確率

これに対して、経済学では理論の道具主義的な理解にはそれほど抵抗がないような気がする。だから、確率についても対象世界に実在するという解釈をする必要がなく、言わば、対象と観測者の間に存在する³ような感じである。最も分かりやすいのが、経済現象の観測者の観測能力に限界があるため、事柄が理論によって決定論的には記述されず、そのために確率を必要とするという理解であろう。物理学では、それは観測装置の不完全性や理論の未完成を意味するものであるから、アインシュタインには決して受け入れられるものではなかった。

しかし、経済学では、ケインズもフリードマンも、理論を、経済的現実を効果的に理解するための道具という見方で共通しているから、観測誤差としての確率項を受け入れるのが容易である。それに、経済学は物理学と違い、命なき物質界を扱っているわけではなく、人間という意思決定でも行動でも不安定な存在を扱っているという自覚があるから、そのような摂動は当たり前という雰囲気もあるわけである。

マクロ経済モデルに確率が導入されたのは、計量モデルの誤差項としてであった。これが理論モデルにも欠かせないものとして認識されるようになり、攪乱項として登場してくる。だが、その性質は平均ゼロの正規分布に従うというものだから、期待値を取れば決定論的な世界が現れる。現代マクロ経済学の DSGE モデルでも、確率的というところはあまり意味がないと、しばしば言われる所以である。

³ 確率の哲学的解釈には、客観確率(弟ミーゼスの頻度説やポパーの傾向性解釈)、主観確率、論理確率の三つがあるが、ここでの議論は方法論的な次元のものであるから、関係してこない。

確かに、DSGE モデルの前身である RBC モデルでは、攪乱項がホワイトノイズであることを止めて単位根過程となり、それが景気循環を生み出していた。現代の DSGE モデルでは、それが種々の確率的ショックとして一般化されている。

ただ、生産性や選好のショックが確率的であることに意味は、経済主体にとって確定的には予期できないということであって、いったんショックが発生すれば、それはもはや確定的なものになる。

4. 暫定的な結論

見てきたように、量子力学と現代マクロ経済学では、インプリシットな解釈という意味で、方法論的な次元での確率の扱いが異なると思われる。さらに、現代マクロ経済学の確率はモデルに付加されたシッポにでも例えられるものであり、量子力学のように理論に深く組み込まれたものになっていない。このことは、量子力学と現代マクロ経済学の理論を数式で書き起こしてみることで明示できることである。

【参考文献】

- Aharonov, Y. & L. Vaidman (1991), 'Complete Description of a Quantum System at a Given Time,' *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 24, 2315-28.
- Aharonov, Y., S. Popescu & J. Tollaksen (2010), 'A Time-Systematic Formulation of Quantum Mechanics,' *Physics Today*, 63, 27-32.
- Bell, J. S. (1964), 'On the Einstein-Podolsky-Rosen Paradox,' *Physics*, 1, 195-200.
- Blanchard, O. J. & N. Kiyotaki (1987), 'Monopolistic Competition and the Effects of Aggregate Demand,' *American Economic Review*, 77, 647-66.
- Calvo, G. A. (1983), 'Staggered Prices in a Utility-maximizing Framework,' *Journal of Monetary Economics*, 12, 383-98.
- Christiano, L., M. Eichenbaum & C. Evans (2005), 'Nominal Rigidities and the Dynamics Effects of a Shock to Monetary Policy,' *Journal of Political*

- Economy*, 113, 1-45.
- Einstein, A. (1948), 'Quantenmechanik und Wirklichkeit,' *Dialectica*, 2, 320-4.
- Einstein, A., B. Podolsky & N. Rosen (1935), 'Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?' *Physical Review*, 47, 777-80.
- Erceg, C., D. Henderson & A. Levin (2000), 'Optimal Monetary Policy with Staggered Wage and Price Contracts,' *Journal of Monetary Economics*, 46, 281-313.
- Everett, H. (1957), "'Relative State" Formulation of Quantum Mechanics,' *Review of Modern Physics*, 29, 454-62.
- Hansen, L. P. & Heckman, J. J. (1996), 'The Empirical Foundations of Calibration,' *Journal of Economic Perspectives*, 10, 87-104.
- Heisenberg, W. (1927), 'Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik,' *Zeitschrift für Physik*, 43, 172-98.
- Higashi, K. (2008), 'The Limits of Common Cause Approach to EPR Correlation,' *Foundations of Physics*, 38, 591-609.
- Hodrick, R. & E. C. Prescott (1997), 'Postwar U. S. Business Cycles: An Empirical Investigation,' *Journal of Money, Credit and Banking*, 29, 1-16.
- Kydland, F. & E. C. Prescott (1982), 'Time to Build and Aggregate Fluctuations,' *Econometrica*, 50, 1345-70.
- Kydland, F. & E. C. Prescott (1996), 'The Computational Experiment: An Econometric Tool,' *Journal of Economic Perspectives*, 10, 69-85.
- Long, J. B. & C. I. Plosser (1983), 'Real Business Cycles,' *Journal of Political Economy*, 91, 39-69.
- Lucas, R. E. & E. C. Prescott (1971), 'Investment under Uncertainty,' *Econometrica* 39, 659-81.
- Mirowski, P. (1991), *More Heat than Light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics*, Cambridge University Press.
- Nelson, C. R. & C. I. Plosser (1982), 'Trends and Random Walks in

- Macroeconomic Time Series: Some Evidences and Implications,' *Journal of Monetary Economics*, 10, 139-62.
- Nelson, E. (1966), 'Derivation of the Schrödinger Equation from Newtonian Mechanics,' *Physical Review* 150, 1079-85.
- Ojima, I. & M. Ozawa (1993), 'Unitary Representation of the Hyperfinite Heisenberg Group and the Logical Extension Methods in Physics,' *Open Systems & Information Dynamics*, 2, 107-28.
- Ozawa, M. (2003), 'Universally Valid Reformulation of the Heisenberg Uncertainty Principle on Noise and Disturbance in Measurement,' *Phys. Rev. A* 67, 042105.
- Ozawa, M. & Y. Kitajima (2012), 'Reconstructing Bohr's Reply to EPR in Algebraic Quantum Theory,' *Foundations of Physics*, 42, 475-87.
- Plosser, C. I. (1989), 'Understanding Real Business Cycles,' *Journal of Economic Perspectives*, 3, 51-77.
- Roberts, J. (1995), 'New-Keynesian Economics and the Philips Curve,' *Journal of Money, Credit and Banking*, 27, 975-84.
- Taylor, J. B. (1979), 'Staggered Wage Setting to a Macro Model,' *American Economic Review*, 69, 108-13.
- Schrödinger, E. (1931), 'Über die Umkehrung der Naturgesetze,' *Sitzungsberichte der preussischen Akad. der Wissenschaften Phsikalisch-Mathematische Klasse*, 144-53.
- Schöedinger, E. (1932), 'Sur la théorie relativiste de l'électron et l'interprétation de la mécanique,' *Ann. Inst. H. Poincaré* 2, 269-310.
- Shirai, H. (1998), 'Reinterpretation of Quantum Mechanics Based on the Statistical Interpretation,' *Found. Phys.*, 28.
- Vaidman, L. (1998), 'On Schizophrenic Experiences of the Neutron or Why We Should Believe in the Many-Worlds Interpretation of Quantum Theory,' *International Studies in the Philosophy of Science*, 12, 245-61.
- Yun, T. (1996), 'Nominal Price Rigidity, Money Supply Endogeneity and Business Cycle,' *Journal of Monetary Economics*, 37, 345-70.