

特別セッション「世界同時不況」 鉱工業指数をめぐって¹

新潟大学 理学部 家富 洋²

鉱工業指数を用いて我が国の経済系に内在する景気変動モードを明らかにする。手法は主成分分析にランダム行列理論を組み込んだものである。さらに最近の未曾有の経済危機が鉱工業指数の振る舞いにどのように反映されているのかについて論じる。

1 はじめに

企業ネットワークに起因する企業同士のミクロ相互作用は、産業間の連関を発生させ、最終的には複雑なマクロ経済現象を産み出す。その好例は景気循環である。我が国の景気には、数年の時間スケールで好不調期が交代する。我が国は戦後これまで計 14 回の大きな景気の波を経験してきた。ではそのような景気変動がなぜ生じるのであろうか。経済学には長い歴史があるものの、まだその原因は不明である。もちろん、他国の政情不安や石油危機など外的な要因があるのは明らかであるが、それだけでは説明できず、何か内生的要因が必要である [1, 2]。また、企業間の見えないつながりや産業連関を明らかにすることは、連鎖倒産やショックの伝搬など経済システムの安定性を科学的に議論するためにもおおいに重要である。このような経済現象についてミクロからマクロへのつながりの解明を目指した研究を遂行するにあたっては、統計物理学の考え方と手法は大いに有用である [1, 2, 3]。

2 鉱工業指数

経済産業省 [4] によって算出されている鉱工業指数（生産、出荷、在庫）に着目する。鉱工業指数は月次単位で長期間（1978 年 1 月以降）提供され、我が国の景気動向を把握するにあたって重要な基礎データの 1 つとなっている。また、鉱工業指数は業種別ならびに財別のデータが提供され、産業間の連関構造を議論することが可能である。ここでは 21 種類（製品を生産活動に再投入される**生産財**と最終需要に向けられる**最終需要財**に大分類）の財別データを用いる。図 1 に代表値の振る舞いを示す。いかに最近の経済危機が特異であるかがわかる。生産、出荷、在庫間の相

¹本報告の内容は、青山秀明（京大院理）、池田裕一（日立研）、相馬亘（日大理工）、藤原義久（ATR/京都大学）、吉川洋（東大院経）各氏との共同研究に基づく。

²E-mail: hiyetomi@sc.niigata-u.ac.jp

関を調べると、出荷と生産は強い正の相関（相関係数 $r = 0.87$ ）があるのに対し、出荷と在庫の間は弱い負の相関（ $r = -0.16$ ）があるのみである³。

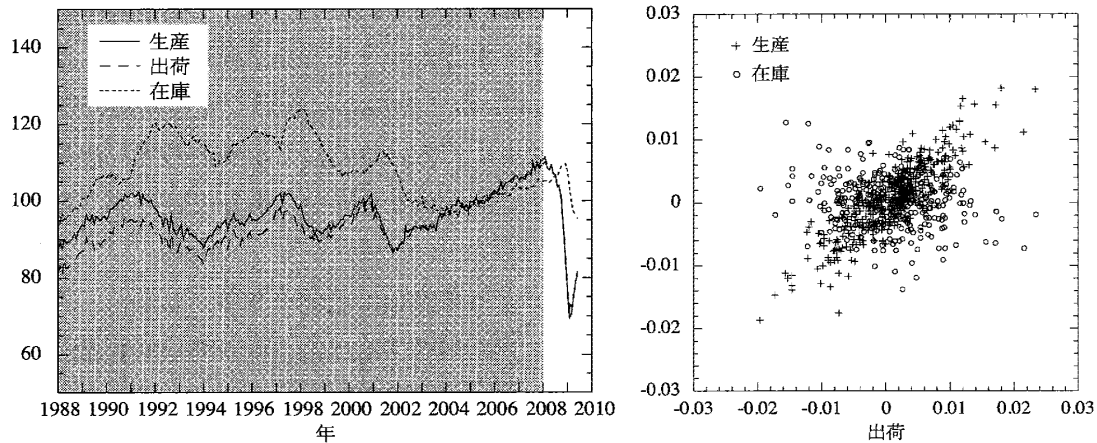


図 1: 鋁工業指数（生産，出荷，在庫）の代表値の月次変化と相関関係。

3 景気変動モード

多変量の時系列データがもつ連関性を目視で見いだすことは難しい。そのためランダム行列理論を用いることにより、そのような多変量時系列データに含まれるノイズを取り除き、背後に隠れた変量間の相関構造を抽出する [3, 5, 6]。得られた結果から我が国における景気循環の特性を明らかにすることを試みる。

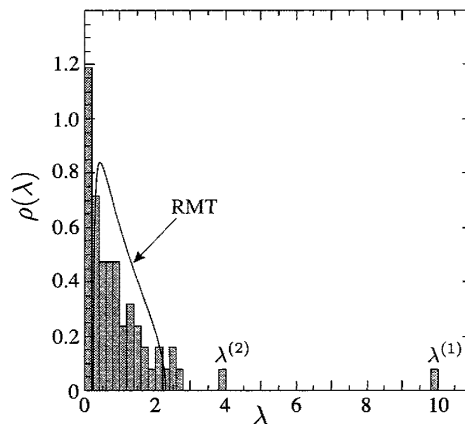


図 2: 相関行列の固有値分布密度。ランダム行列理論 (RMT) の結果と比較。

最近の経済危機の期間を除き、過去 20 年間（1988 年 1 月から 2007 年 12 月まで）にわたって月次対数変化間の相関行列（次元数は 63，時間平均のポイント数は 239）を計算し、その固有値を求めた。得られた固有値分布（図 2）を対応するランダム行列のものと参照比較すると、有意義に参照分布から外れた大固有値が 2 個存在することがわかる。そのような外れ大固有値に対応する

³相関係数の計算にあたっては、最近の経済危機の期間（2008 年 1 月から 2009 年 6 月）を除いている。

固有ベクトルは、各財間の本質的な連関性を規定する経済変動の固有モードであると期待される。図3に最大固有値および第2最大固有値に対応した固有ベクトル成分の様相を示す。第1固有ベクトルは、ほぼすべての財について出荷が増加（減少）すれば同時に生産も増加（減少）する一方で、在庫はあまり変化せず、あるいは減少（増加）するというような「標準モード」を表す。このような振る舞いは図1の相関関係にも反映されている。もちろん各財ごとに定量的な性質は異なっている。第2固有ベクトルは、生産が増加（減少）しているのにもかかわらず、出荷が伸びず（落ちず）あるいは減少（増加）し、応じて在庫が大きく増加（減少）するというような「景気変動誘発モード」を表す。

一般に鉱工業指数の時間変化は固有モード展開によって完全に記述できる。しかし、ランダム行列理論によれば、ここで得られた2つの主要モードのみが鉱工業指数の振る舞いを特徴づけ、残りの部分は単なるノイズ（少なくとも無相関の状態と統計的な観点から有意義に区別できない）と仮定する。すなわち63個の自由度がわずか2個に縮約される。

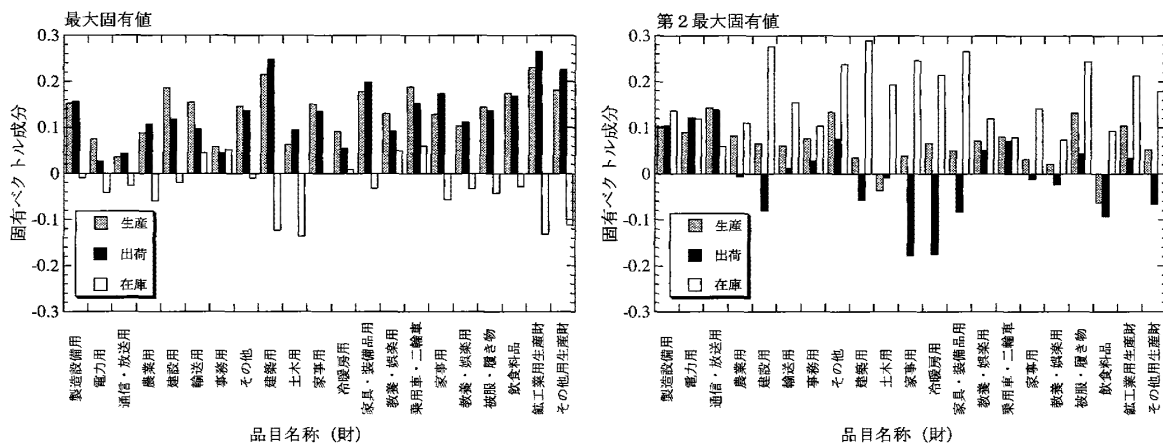


図3: 相関行列の最大固有値および第2最大固有値に対応した固有ベクトル。

4 景気変動と世界同時不況

鉱工業指数の振る舞いの中に含まれる景気変動成分を抽出するため、フーリエ解析を行った。図4に示すように、周期が2年以上の長周期成分のパワーを調べたところ、60ヶ月および40ヶ月に顕著なピークが見出された。財について平均化した鉱工業指数の月次対数変化に対するフーリエ展開において、前述の統計的に有意な二つの固有モードだけを拾い、その結果を可視化したものが図5である。どちらの周期 ($P = 60, 40$) についても出荷が生産に対して先行している（それぞれ4.3ヶ月と1.9ヶ月）。この出荷の生産に対する先行性は各財レベルで異なる。例えば製造設備用では出荷と生産はほぼ同期している。また、電力用については逆に生産が出荷に先行する。

鉱工業指数についての固有モード展開を最近の経済危機まで延長する。米国のサブプライム・ローンの破綻に端を発した今回の経済危機が我が国の経済に対して外的ショックを与えたことは明らかである。図6のパネル(a)で示すように、2008年末から2009年初頭にかけてゆらぎの強度は

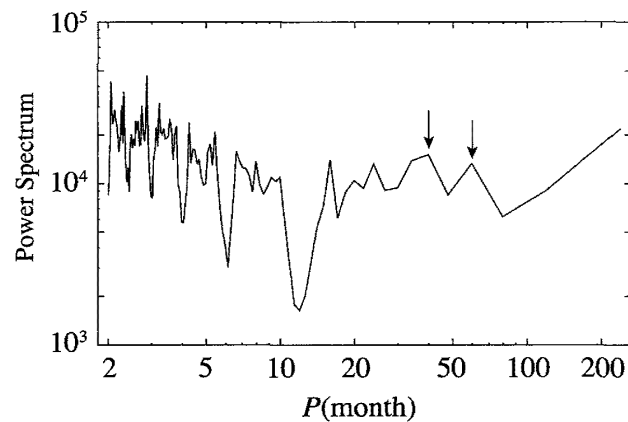


図 4: 鋁工業指数（財について平均化）のパワースペクトル。

格段に増加し、経済系が過去に例がないほど不安定化したことを物語っている。パネル (b) は第 1 モードの相対強度の月次変化を示す。今回の経済危機に際して、過去の場合と同程度に第 1 モードの重要性が増している。つまり、経済系そのものの相関構造は何ら変化を受けず、外的ショックが単に系に内在しているゆらぎを大きく成長させたに過ぎないことがわかる。また、第 2 モードの相対強度もそれなりに増加している。

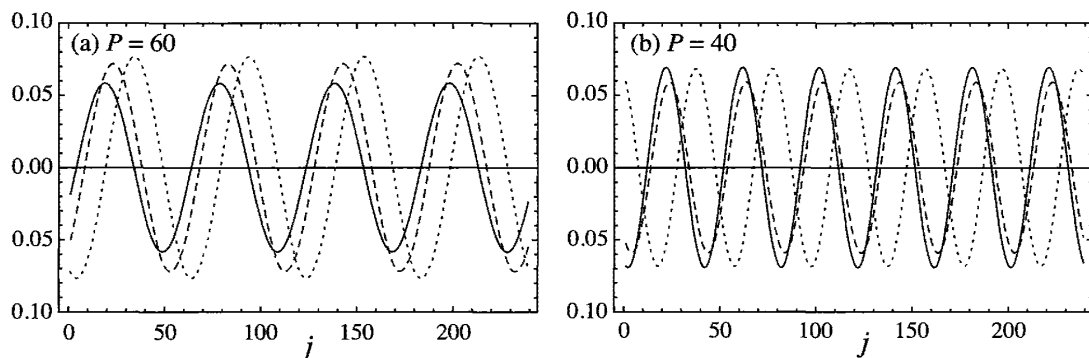


図 5: 鋁工業指数（財について平均化）の月次対数変化に対する抽出された景気変動成分。実線は出荷、破線は生産、点線は在庫を表す。

5 おわりに

鋁工業指数の振る舞いの中に明確な景気変動モードを見出した。また、大きな外的なショックに対して我が国の経済系が線形応答的な性質を示すことを明らかにした。

参考文献

- [1] P. R. Krugman, *The Self-Organizing Economy* (Blackwell Pub., 1996). 北村行伸, 妹尾美起 訳『自己組織化の経済学』（東洋経済新報社, 2006）。

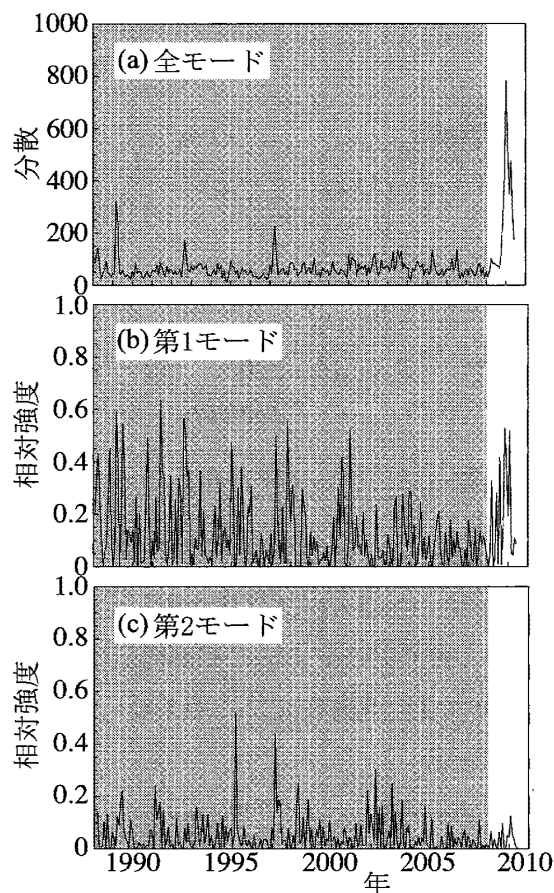


図 6: 鋁工業指数のモード分解：(a) 全モードについての分散和，(b) 第 1 モードの相対強度，(c) 第 2 モードの相対強度．灰色で示した期間で相関行列を解析し，景気変動モードを決定．

- [2] M. Aoki and H. Yoshikawa, *Reconstructing Macroeconomics: A Perspective from Statistical Physics and Stochastic Processes* (Cambridge Univ. Press, New York, 2007).
- [3] 青山秀明，家富洋，池田裕一，相馬亘，藤原義久，『経済物理学』（共立出版，2008）．
- [4] <http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/iip/index.html>
- [5] L. Laloux, P. Cizeau, J. P. Bouchaud, and M. Potters, *Phys. Rev. Lett.*, **83** (1999) 1467.
- [6] V. Plerou, P. Gopikrishnan, B. Rosenow, L. A. N. Amaral, and H. E. Stanley, *Phys. Rev. Lett.*, **83** (1999) 1474.