

石油価格ショックと地域間の異質性：日本のケース*

中 田 勇 人 (明星大学)

ブー・トウン・カイ (法政大学)

要 旨

本論文では、石油価格ショックが地域経済に与える効果が地域間の異質性によってどのように影響されるのかについて検討する。そのため、本論文では日本の都道府県レベルの地域経済をケーススタディとして取り上げ、構造VARとパネルVARを分析枠組みとして用いる。分析の結果、石油価格ショックが日本の地域経済に与える効果は、その地域の様々な自然及び社会経済的な特性と密接に関連していることが明らかとなった。具体的には、グローバルな経済活動に起因する石油需要ショック、又は石油市場固有の需要ショックによって石油価格の上昇が起こった場合、冬季の気温が低い、人口密度が低い、又は総付加価値における石油・石炭製品産業のシェアが高い地域では、生産量はより大きく減少する一方で物価水準はより大きく上昇する。更に、石油価格ショックの効果は日本の主要産業のひとつである輸送機器産業のシェアにも依存している。同産業に強く特化している地域では、石油需要ショックに対する反応が生産量ではより大きく、物価水準ではより小さくなる。

キーワード：石油価格変動、日本の地域経済、パネルVAR

1. はじめに

本論文では世界市場での石油価格変動が日本の地域経済に与える効果を検討し、これらの効果が地域間の様々なタイプの異質性とどの様に
関連しているのか分析する。

2000年頃からの世界市場での石油価格の急激な上昇は、石油価格ショックがマクロ経済に与える効果を分析することを目的とした実証研究を大量に生み出した。これらの研究の中には、

石油価格の効果の各国間 (Peersman and Robays(2009)やVu and Nakata(2018))、あるいは一国内の地域間における違い (我々の以前の研究であるVu and Nakata(2016)) に着目したものがあ
る。

その一方で、こうした石油価格ショックの効果における各国間、又は一国内の地域間の違いの背後にある要因について調べた研究はほとんどない。Peersman and Robays(2009)は、ユーロ圏諸国において、石油価格が賃金とGDPデ

* 本研究は、公益財団法人 全国銀行学術研究振興財団の助成を受けた。ここに記して感謝したい。

フレータに与えるインパクトと雇用制度の硬直性の関係について検討した。Vu and Nakata (2018)は、ASEAN諸国において、各国のCPIとIIPの分散に対する石油価格ショックの寄与率と石油生産消費比率の間に負の関係があることを明らかにした。Vu and Nakata(2016)は、日本の地域レベルのデータを用いて、石油価格が各地域のCPIとIIPに与える効果と地域の気候条件、産業構造などとの間の関係を検討した。しかし、これらの研究には、使用したサンプルの観測数が不十分なために正式な統計的テストを行うことができず、その結果として相関係数や散布図を用いた分析に頼らざるを得ないという欠点がある。

本論文では、日本の都道府県レベルのデータセットを用いることにより、この問題を克服することを目指した。今回、使用するデータは日本の47都道府県のデータから成り、30年以上の期間に渡っているため、上述の統計的テストを行うことが可能となる。我々はこのデータで、石油価格変動が日本の地域経済に与える効果を分析し、地域毎の効果が地域間の異質性に関する様々な指標とどのように関連しているか検討する。

日本のケースを取り上げた際における大きな利点の一つとしては、各地域に様々な面で大きな違いがあるため、石油価格ショックの効果の地域間格差を分析する上で適していることであるということを強調しておこう。まず自然環境の観点からみると、日本列島は北東から南西にかけて3000km以上に延びており、地域によって気候、地理的条件は大きく異なっている。また、社会経済の面についてみても経済構造や人口密度などが各都道府県の間で大きく異なっている。そして、日本ではこうした地域の異質性に関する多くの指標について、データが利用可能である。それ故、こうした特徴を持つ日本の

都道府県レベルのデータを用いることで、本論文のアプローチは石油価格ショックの効果の地域間の異質性について、より詳細かつ厳密な方法で分析することが可能である。

分析において、外生変数として3種類の石油ショック、内生変数として各都道府県の物価水準(CPI)と生産量(IIP)を含む、パネル・ベクトル自己回帰(VAR)モデルを推定した。また、パネルVARで使う石油ショックはKilian(2009)のフレームワークを使って識別した。パネルVARモデルを使うことで、従来よりもサンプルサイズを大きくすることができ、推定の正確性を高めることが可能になった。石油価格ショックに対する各都道府県の経済変数のダイナミックな反応に影響する諸要因を検討する際、本論文では冬季の気温の様な気候条件、人口密度の様な地理的条件、そして日本経済にとって特に重要な産業である輸送機器産業と、原油を生産投入物として使う石油・石炭製品産業に対する各地域の特化係数などに着目した。石油ショックとこれらのファクターの交差項を導入することによって、地域ファクターと石油ショックの効果との間の関連性を検証することが可能になる。

本論文の以下の構成は次の様になる。第2、第3節では研究で使用する実証分析の手法とデータについて説明する。第4節では実証結果とその分析を提示する。最終節では本論文の結論を提示する。

2. 実証分析の手法

本研究では、石油価格がCPI、IIPに与える影響と地域特性の間の関係を分析するため、2段階のアプローチを採用した。第1段階では構造VARを用いて石油ショックを識別する。第2段階では、パネルVARを用いて構造ショッ

クが地域のCIP、IIP、並びに、地域特性に与える影響を推定する。以下では、これらのVARについて詳細に説明する。

第1段階のVARのシステムは石油生産、グローバルな経済活動、そして石油価格の3変数を含む。識別スキームとしては、Kilian(2009)に従い再帰的VARにおける同時点ゼロ制約を採用する。同時点ゼロ制約は、誘導形VARの残差の共分散行列に対し、以下のコレスキー分解を行うことを意味する。

$$u_t = \begin{bmatrix} u_{prod,t} \\ u_{real,t} \\ u_{poil,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{oilsup,t} \\ \varepsilon_{aggdem,t} \\ \varepsilon_{ospec,t} \end{bmatrix} \quad (1)$$

但し、 u_{prod} , u_{real} , u_{poil} はそれぞれ世界の石油生産量、グローバルな経済活動の活発さを表す指標、石油価格である。また、 ε_{oilsup} , ε_{aggdem} , ε_{ospec} はそれぞれ石油供給ショック、グローバルな経済活動に起因する石油需要ショック、石油市場固有の需要ショックである。 t は時間を表すが、本研究では月次データを使用するので t はある月を表す。

本スキームは変数間に次の様な関係があることを意味する。すなわち、(i) 現在の石油生産は、同じ月のグローバルな経済活動と石油価格には影響されない；(ii) 現在のグローバルな経済活動は同じ月の石油生産には影響されるが、石油価格には影響されない；(iii) 現在の石油価格は同じ月の石油生産とグローバルな経済活動の双方に影響される。このスキームによって、石油価格の変動を石油供給ショック・石油需要ショック・石油市場固有の需要ショックという3種類の構造的要素に分解することができる、ということである。

第2段階におけるパネルVARは次の様な線

型方程式のシステムによって表現することができる。

$$Y_{it} = Y_{it-1}A_1 + Y_{it-2}A_2 + \dots + Y_{it-p+1}A_{p-1} + X_{it}B_1 + \dots + X_{it-q}B_q + \eta_i + e_{it} \quad (2)$$

for $i \in \{1, 2, \dots, N\}$, $t \in \{1, 2, \dots, T_i\}$

ここで、 Y_{it} は内生変数の $1 \times k$ ベクトル、 X_{it} は外生変数の $1 \times l$ ベクトル、 η_i と e_{it} はそれぞれ固定効果と固有誤差の $1 \times k$ ベクトル、そして p と q は Y_{it} と X_{it} のラグの長さである。固有誤差については、 $E[e_{it}] = 0$, $E[e'_{it}e_{it}] = \Sigma$, $E[e'_{it}e_{it'}] = 0$ for all $t > s$ を仮定する。

(2) 式のパネルVARでは、内生変数として鉱工業生産指数 (IIP) と消費者物価指数 (CPI) の2種類を含む。外生変数としては、(1) 式で推定した3種類のショック (石油供給ショック、総需要ショック、石油市場固有需要ショック)、及びこれらの構造ショックと各地域の特性を表す4種類の変数 (総付加価値における輸送機器産業のシェア、総付加価値における石油・石炭製品産業のシェア、冬季の平均気温、人口密度) の交差項を含む。つまり、後者の交差項は全体で12個となる。本論文でのパネルVAR分析では、主にこれらの交差項の係数に着目する。なぜなら、これら交差項は地域特性と石油価格がCPI、IIPに与える効果の間の関係性を捉えているからである。我々は、交差項の係数に対して得られた z -value の結果を元に、これらの関係性についてその有意性を判断できる。この点で、本論文のアプローチは、単にサンプルを複数に分割している従来の研究が採用するアプローチに比べ、優位性を持つと考えられる。

ここでの推定戦略は以下の様になる。固定効果を除去するためには、forward orthogonal

deviation (FOD) 変換を採用する。FOD変換によって、全ての利用可能な将来観測値の平均からの偏差が各変数から差し引かれる。そして、変形されたパネルVARをArellano and Bover (1995)によって提案されたシステムGMMという方法を用いて推定する。この手法によって推定の効率性を改善することができる。

パネルVARのラグの長さについては月次データを使用している事実に基づいて、 $p = 12$ と設定した。一方、外生変数のラグの長さ(q)については3ヵ月に設定した。

推定するパラメータが過大になることを避けるため、地域特性に関する全ての変数を一度に含めることをせず、代わりに、それぞれを一回ずつパネルVARの推定に含めることとした。そのため、推定した回帰式は全部で8本となる。

3. データ

本研究では1976年1月から2016年12月までの月次データを使用した。ただし、地域特性の変数については年次データかサンプル期間の平均値を用いた。石油生産については、U.S. Energy Information Administration (EIA)のウェブサイトから世界石油生産のデータを取得した。グローバルな経済活動の尺度としては、Lutz Kilian が作成した指数を彼のウェブサイトからダウンロードして使用した。石油価格のデータについてはアメリカの製油業者による原油の取得コスト(1バレル当りドル価格)を使用し、こちらについてもEIAのウェブサイトから入手した。

パネルVAR分析では、日本の47都道府県の都道府県レベルデータを使用した。鉱工業生産指数(IIP)と消費者物価指数(CPI)のデータはNikkei-NEEDS-CDDIs データベースから取

得した。総付加価値における輸送機器産業と石油・石炭製品産業のシェアについての年次データは工業統計から得た。冬季の気温については、冬季中(12月から2月)の各県庁所在地における平均気温データ(1980-2011年)を気象庁のウェブサイトからダウンロードした。人口密度の年次データは総人口と総面積(km^2)から計算したが、前者のデータは総務省のウェブサイトから取得した。

4. 推定結果と分析

本節ではパネルVARを使って得られた推定結果を提示する。ここでは、スペースを節約するために、外生変数(石油ショックと地域特性)に関する結果のみ報告する。これらの結果は表1-表5で示される。

最初にパネルVARの構造ショックの係数を検討する。表1はこの結果を示している。石油供給ショック(SY_t)の場合、正のショックは有意にIIPを上昇させる一方、CPIを低下させる。石油は生産投入物として使用され、本研究での正の石油供給ショックは石油供給を増やし、価格を引き下げる。よって、上記の符号は通常の経済理論と整合的である。石油需要ショック(DE_t)の場合、正のショックは有意にIIPとCPIを上昇させるが、この結果も理論と整合的である。石油市場固有の需要ショック(OIL_t)については、正のショックが有意にIIPとCPIを上昇させる。通常の経済理論の予測では、(正の)石油市場固有の需要ショックはCPIを上昇させる一方、IIPに対する効果は経済構造に依存する。本研究の結果はVu and Nakata(2018)、Iwaisako and Nakata(2017)、Fukunaga, Hirakata and Sugo(2009)といった先行研究と整合的である。これらの結果に対する一つの解釈は、石油市場固有の需要ショック

は世界経済の今後の成長に関する期待の変化を反映しているとする事である。一方で Vu and Nakata(2018)は、石油市場固有の需要ショックは最初、石油市場または関連する少数の産業で発生し、時間が経つと他の産業へと広がる需要ショックであるという代替的な解釈を提示した。

次にパネルVARの交差項の係数を検討する。これらの係数は本研究の中心関心対象となる。なぜなら、これらの係数は様々な特性で見られる地域的異質性が、石油価格ショックの効果の地域間の違いにどう影響するのかを明らかにするからである。

表2は輸送機器産業のシェア ($ShareTrans_t$) に関する結果を示している。同表のPanel AではIIPに対する効果を示しているが、 DE_t と $ShareTrans_t$ の交差項が1期から3期までのラグで有意に正の係数となり、 OIL_t と $ShareTrans_t$ の交差項が2期のラグで有意に正の係数となる事が分かる。これらの結果は、他の条件が一定であれば、ある地域が輸送機器産業への特化を高めるほど、その産出量はグローバルな経済活動と世界市場における石油需要を引き上げるショックに対し大きく増加することを示唆する。

表2のPanel BはCPIに対する効果を示しているが、ここでは DE_t と $ShareTrans_t$ の交差項が1期のラグで有意に負になっていることが観察され、やはり他の条件が一定であれば、ある地域が輸送機器産業への特化を高めるほど、石油需要ショックによる物価水準への影響は小さくなることを示唆している。この結果に関する我々の解釈は、 $ShareTrans_t$ は同地域の産業の発達と強い正の相関を持つため、より多くの財(消費財を含む)を自給することができ、そのため他の地域から財を移入するために負担しなければならぬ輸送コストが低下し、石油ショックによるCPIへの影響が小さくなるとい

うものである。

表3は総付加価値における石油・石炭製品のシェア ($SharePetroCoal_t$) に関する推定結果である。本表のPanel Aでは、 OIL_t と $SharePetroCoal_t$ の交差項が1期のラグで負の値を取っているが、これはある地域が総付加価値における石油・石炭製品のシェアが高まるほど、石油市場固有の需要ショックによって引き起こされる石油価格上昇による産出量への負の影響が大きくなることを示唆する。原油は石油・石炭製品産業の投入物であるということを考えれば、この結果は容易に理解できよう。

表3のPanel BはCPIへの影響を示しているが、 SY_t と $SharePetroCoal_t$ の交差項が1期のラグで有意に負、 DE_t と $SharePetroCoal_t$ の交差項が2期のラグで有意に負の値を取っている。この結果は、表1のPanel Bで観察された結果と同様に解釈することができる。

表4は人口密度 (PD_t) に関する結果を示している。本表のPanel Aでは、構造ショックと PD_t の交差項の係数が全てのラグで有意な結果にならなかった。Panel Bでは、 $OIL_t \times PD_t$ の交差項が1期のラグで有意に負の値を取った。これは、他の条件が一定であれば、より人口密度が高い地域の物価水準は、石油市場固有の需要ショックによって引き起こされる石油価格上昇から相対的に小さな影響しか受けないことを示唆する。日本の人口密度の高い都市部では通常、公共交通機関(特に鉄道)が整備されているため、自動車及びガソリン消費自体に対する依存度が相対的に低いので、この推定結果も直感的に理解できる。

表5は冬季の気温 ($TempWinter_t$) に関する結果を示している。Panel Aでは OIL_t と $TempWinter_t$ の交差項が3期のラグで有意に負の値をとっている。この結果は、他の条件が一定であれば、冬季の気温が低い地域ほど、石油

市場固有の需要ショックによって引き起こされる石油価格上昇によって、産出量がより大きな負の影響を受けることを示唆している。冬の気温が低い地域（北海道、青森、岩手など）では冬季に暖房及び除雪のためにより大量の石油を消費する。このため、石油市場固有の需要ショックは石油価格を引き上げ、より冬の気温が低い地域の方において生産コストをより大きく押し上げると考えられる。

表5のPanel Bでは、 SY_t と $TempWinter_t$ の交差項が2期と3期のラグで有意に負の値を取っており、同様に、 OIL_t と $TempWinter_t$ の交差項が1期と3期のラグで有意に負の値を取っている。この結果は、冬季の気温が低い地域では石油供給ショックと石油市場固有の需要ショックによって、物価がより大きな影響を受けることを示している。この結果に対しては、上述で産出量に関する結果について述べたのと同じ解釈ができる。

5. 結論

本論文は、石油ショックが異なった経済に与える効果がそれらの経済の間の異質性によってどのように影響されるかを分析した。そのため、本論文は日本の地域をケースとして取り上げ、構造VARとパネルVARを分析フレームワークとして使用した。

本論文の分析から得られた主要な結果としては、日本の地域経済に対する石油価格ショックの効果はこれら地域の様々な自然や社会経済の特性と密接に関係しているということである。具体的には、グローバルな経済活動によって引き起こされた需要ショックや石油市場固有の需要ショックにより石油価格が高騰したとき、冬が寒い地域、及び人口密度が低い地域、総付加価値における石油・石炭産業のシェアが高い地

域で産出量がより大きな負の影響を受け、物価水準がより大幅に上昇する。これに加え、石油ショックの効果は、日本の主要産業の一つである輸送機器産業の総付加価値におけるシェアにも依存する。同産業により強く特化した地域では、石油需要ショックに対して産出量はより大きい、物価水準はより小さい影響を受ける。興味深いことに、後者の結果は直観に反するように感じられるが、ある地域の産業発展の全体的水準、他地域から移入する財への依存度と輸送費用の関係に基づいて説明することが可能である。

参考文献

- Arellano, Manuel and Olympia Bover, 1995, "Another look at the instrumental variable estimation of error-components model," *Journal of Econometrics* 68:1, 29-51.
- Fukunaga, Ichiro, Naohisa Hirakata and Nao Sugo, 2009, "The Effects of Oil Price Changes on the Industry-Level Production and Prices in the U.S. and Japan," IMES Discussion Paper Series 09-E-23, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan
- Kilian, Lutz, 2009. "Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market," *American Economic Review* 99: 3, 1053-1069
- Iwaisako, Tokuo and Hayato Nakata, 2017. "Impact of exchange rate shocks on Japanese exports: Quantitative assessment using a structural VAR model," *Journal of the Japanese and International Economies* 46:1, 1-16
- Peersman, Gert and Ine Van Robays, 2009. "Oil and the Euro Area Economy," *Economic Policy* October 2009, 603-651.
- Vu, Tuan Khai and Hayato Nakata, 2016. "Oil and the regional economies in Japan: Analysis using a VAR with block exogeneity," Paper presented at the WEAI 91th Annual Conference (Portland).
- Vu, Tuan Khai and Hayato Nakata, 2018. "Oil price fluctuations and the small open economies of Southeast Asia: An analysis using vector autoregression with block exogeneity," *Journal of Asian Economics* 54:1, 1-21

表1：石油ショックのIIPとCPIに対する効果

Panel A

	従属変数: IIP		
	Coef.	Std.Err.	z-value
SY_t	0.083	0.053	1.58
SY_{t-1}	0.122**	0.052	2.34
SY_{t-2}	0.104*	0.055	1.89
SY_{t-3}	0.062	0.052	1.19
DE_t	0.137*	0.074	1.87
DE_{t-1}	0.142**	0.069	2.04
DE_{t-2}	0.282***	0.081	3.47
DE_{t-3}	0.265***	0.073	3.62
OIL_t	0.145**	0.067	2.17
OIL_{t-1}	0.171***	0.059	2.89
OIL_{t-2}	0.238***	0.062	3.8
OIL_{t-3}	0.296***	0.063	4.71

Panel B

	従属変数: CPI		
	Coef.	Std.Err.	z-value
SY_t	-0.018**	0.008	-2.16
SY_{t-1}	-0.020**	0.008	-2.4
SY_{t-2}	-0.010	0.009	-1.22
SY_{t-3}	0.005	0.009	0.6
DE_t	0.025***	0.008	3.24
DE_{t-1}	0.048***	0.008	6.03
DE_{t-2}	0.005	0.007	0.73
DE_{t-3}	-0.003	0.007	-0.43
OIL_t	0.010	0.007	1.34
OIL_{t-1}	0.056***	0.007	7.94
OIL_{t-2}	0.024***	0.008	2.94
OIL_{t-3}	0.040***	0.007	5.88

注: ***, **, * はそれぞれ 1%、5%、10% 水準で有意であることを示す。 SY_t は石油供給ショック、 DE_t は石油需要ショック、 OIL_t は石油市場固有の需要ショックを示す。

表2：石油ショックと各地域の総付加価値における輸送機器のシェアの関係

Panel A

	従属変数: IIP		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * ShareTrans_t$	0.636*	0.365	1.74
$SY_{t-1} * ShareTrans_{t-1}$	-0.070	0.367	-0.19
$SY_{t-2} * ShareTrans_{t-2}$	-0.397	0.388	-1.02
$SY_{t-3} * ShareTrans_{t-3}$	-0.243	0.372	-0.65
$DE_t * ShareTrans_t$	-0.158	0.393	-0.4
$DE_{t-1} * ShareTrans_{t-1}$	0.863**	0.375	2.3
$DE_{t-2} * ShareTrans_{t-2}$	0.867*	0.450	1.93
$DE_{t-3} * ShareTrans_{t-3}$	1.363***	0.427	3.19
$OIL_t * ShareTrans_t$	-0.453	0.438	-1.03
$OIL_{t-1} * ShareTrans_{t-1}$	0.384	0.407	0.94
$OIL_{t-2} * ShareTrans_{t-2}$	0.718*	0.390	1.84
$OIL_{t-3} * ShareTrans_{t-3}$	0.491	0.430	1.14

Panel B

	従属変数: CPI		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * ShareTrans_t$	0.001	0.049	0.01
$SY_{t-1} * ShareTrans_{t-1}$	0.030	0.049	0.62
$SY_{t-2} * ShareTrans_{t-2}$	0.010	0.049	0.2
$SY_{t-3} * ShareTrans_{t-3}$	0.001	0.053	0.01
$DE_t * ShareTrans_t$	-0.074**	0.036	-2.02
$DE_{t-1} * ShareTrans_{t-1}$	-0.103***	0.035	-2.9
$DE_{t-2} * ShareTrans_{t-2}$	0.047	0.032	1.46
$DE_{t-3} * ShareTrans_{t-3}$	-0.027	0.033	-0.8
$OIL_t * ShareTrans_t$	0.021	0.036	0.58
$OIL_{t-1} * ShareTrans_{t-1}$	-0.015	0.036	-0.41
$OIL_{t-2} * ShareTrans_{t-2}$	0.009	0.042	0.21
$OIL_{t-3} * ShareTrans_{t-3}$	0.033	0.035	0.94

注: ***, **, * はそれぞれ 1%、5%、10% 水準で有意であることを示す。SY_t は石油供給ショック、DE_t は石油需要ショック、OIL_t は石油市場固有の需要ショック、ShareTrans_t は総付加価値における輸送機器産業のシェアを示す。

表3：石油ショックと各地域の総付加価値における石油・石炭製品のシェアの関係

Panel A

	従属変数: IIP		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * SharePetroCoal_t$	-0.061	0.907	-0.07
$SY_{t-1} * SharePetroCoal_{t-1}$	0.497	0.921	0.54
$SY_{t-2} * SharePetroCoal_{t-2}$	0.538	1.033	0.52
$SY_{t-3} * SharePetroCoal_{t-3}$	-0.458	1.019	-0.45
$DE_t * SharePetroCoal_t$	1.238	1.321	0.94
$DE_{t-1} * SharePetroCoal_{t-1}$	1.384	1.342	1.03
$DE_{t-2} * SharePetroCoal_{t-2}$	0.097	1.621	0.06
$DE_{t-3} * SharePetroCoal_{t-3}$	-0.844	1.585	-0.53
$OIL_t * SharePetroCoal_t$	-1.587	1.304	-1.22
$OIL_{t-1} * SharePetroCoal_{t-1}$	-2.142*	1.250	-1.71
$OIL_{t-2} * SharePetroCoal_{t-2}$	-0.038	1.390	-0.03
$OIL_{t-3} * SharePetroCoal_{t-3}$	-1.542	1.485	-1.04

Panel B

	従属変数: CPI		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * SharePetroCoal_t$	0.028	0.177	0.16
$SY_{t-1} * SharePetroCoal_{t-1}$	-0.259*	0.157	-1.65
$SY_{t-2} * SharePetroCoal_{t-2}$	0.181	0.166	1.09
$SY_{t-3} * SharePetroCoal_{t-3}$	0.244	0.167	1.46
$DE_t * SharePetroCoal_t$	0.532***	0.175	3.03
$DE_{t-1} * SharePetroCoal_{t-1}$	0.231	0.176	1.32
$DE_{t-2} * SharePetroCoal_{t-2}$	-0.314*	0.176	-1.79
$DE_{t-3} * SharePetroCoal_{t-3}$	-0.165	0.171	-0.96
$OIL_t * SharePetroCoal_t$	0.154	0.175	0.88
$OIL_{t-1} * SharePetroCoal_{t-1}$	0.217	0.165	1.32
$OIL_{t-2} * SharePetroCoal_{t-2}$	0.321*	0.182	1.77
$OIL_{t-3} * SharePetroCoal_{t-3}$	-0.069	0.159	-0.43

注: ***, **, * はそれぞれ 1%、5%、10% 水準で有意であることを示す。SY_t は石油供給ショック、DE_t は石油需要ショック、OIL_t は石油市場固有の需要ショック、SharePetroCoal_t は総付加価値における石油・石炭製品産業のシェアを示す。

表4：石油価格ショックと各地域の人口密度の関係

Panel A

	従属変数: IIP		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * PD_t$	-0.022	0.020	-1.07
$SY_{t-1} * PD_{t-1}$	0.020	0.019	1.02
$SY_{t-2} * PD_{t-2}$	0.005	0.021	0.22
$SY_{t-3} * PD_{t-3}$	-0.030	0.019	-1.58
$DE_t * PD_t$	0.012	0.022	0.57
$DE_{t-1} * PD_{t-1}$	0.001	0.024	0.06
$DE_{t-2} * PD_{t-2}$	-0.013	0.026	-0.48
$DE_{t-3} * PD_{t-3}$	-0.027	0.024	-1.1
$OIL_t * PD_t$	-0.022	0.022	-0.98
$OIL_{t-1} * PD_{t-1}$	-0.002	0.021	-0.12
$OIL_{t-2} * PD_{t-2}$	-0.005	0.021	-0.22
$OIL_{t-3} * PD_{t-3}$	-0.015	0.022	-0.69

Panel B

	従属変数: CPI		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * PD_t$	-0.001	0.003	-0.3
$SY_{t-1} * PD_{t-1}$	0.002	0.003	0.7
$SY_{t-2} * PD_{t-2}$	0.001	0.003	0.4
$SY_{t-3} * PD_{t-3}$	0.000	0.003	0.08
$DE_t * PD_t$	-0.002	0.002	-0.62
$DE_{t-1} * PD_{t-1}$	-0.002	0.002	-1
$DE_{t-2} * PD_{t-2}$	-0.003	0.002	-1.51
$DE_{t-3} * PD_{t-3}$	-0.001	0.002	-0.29
$OIL_t * PD_t$	-0.002	0.002	-0.76
$OIL_t * PD_{t-1}$	-0.005**	0.002	-2.19
$OIL_t * PD_{t-2}$	-0.002	0.003	-0.71
$OIL_t * PD_{t-3}$	0.000	0.002	-0.12

注: ***, **, * はそれぞれ 1%、5%、10% 水準で有意であることを示す。SY_t は石油供給ショック、DE_t は石油需要ショック、OIL_t は石油市場固有の需要ショック、PD_t は人口密度を示す。

表5：石油ショックと各地域における冬季の気温の関係

Panel A

	従属変数: IIP		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * TempWinter_t$	-0.005	0.009	-0.57
$SY_{t-1} * TempWinter_{t-1}$	0.002	0.009	0.19
$SY_{t-2} * TempWinter_{t-2}$	-0.012	0.009	-1.32
$SY_{t-3} * TempWinter_{t-3}$	0.004	0.010	0.42
$DE_t * TempWinter_t$	-0.005	0.013	-0.35
$DE_{t-1} * TempWinter_{t-1}$	-0.017	0.012	-1.4
$DE_{t-2} * TempWinter_{t-2}$	-0.020	0.014	-1.41
$DE_{t-3} * TempWinter_{t-3}$	-0.002	0.012	-0.19
$OIL_t * TempWinter_t$	0.013	0.011	1.12
$OIL_{t-1} * TempWinter_{t-1}$	0.005	0.010	0.54
$OIL_{t-2} * TempWinter_{t-2}$	-0.010	0.011	-0.87
$OIL_{t-3} * TempWinter_{t-3}$	-0.024**	0.010	-2.3

Panel B

	従属変数: CPI		
	Coef.	Std.Err.	z-value
$SY_t * TempWinter_t$	0.001	0.001	0.81
$SY_{t-1} * TempWinter_{t-1}$	-0.002	0.001	-1.37
$SY_{t-2} * TempWinter_{t-2}$	-0.003*	0.001	-1.96
$SY_{t-3} * TempWinter_{t-3}$	-0.005***	0.001	-3.52
$DE_t * TempWinter_t$	-0.001	0.001	-0.81
$DE_{t-1} * TempWinter_{t-1}$	-0.001	0.001	-0.81
$DE_{t-2} * TempWinter_{t-2}$	-0.001	0.001	-0.5
$DE_{t-3} * TempWinter_{t-3}$	0.001	0.001	0.82
$OIL_t * TempWinter_t$	0.001	0.001	1.07
$OIL_{t-1} * TempWinter_{t-1}$	-0.003***	0.001	-2.97
$OIL_{t-2} * TempWinter_{t-2}$	-0.001	0.001	-0.93
$OIL_{t-3} * TempWinter_{t-3}$	-0.003***	0.001	-2.85

注: ***, **, * はそれぞれ 1%、5%、10% 水準で有意であることを示す。 SY_t は石油供給ショック、 DE_t は石油需要ショック、 OIL_t は石油市場固有の需要ショック、 $TempWinter_t$ は冬季の気温を示す。