

ANCOVA 型回帰によるガソリン価格反映特性の地域比較

堀内 敬太[†] 佐野 光希[†] 山崎綾一郎[†] 山岸 祐己^{†,††,†††} 祝田 実^{††††}

祝田 龍一^{††††}

[†] 静岡理科大学 〒420-0857 静岡県静岡市葵区御幸町 20 M20 11F

^{††} 浜松医科大学 〒431-3129 静岡県浜松市中央区半田山 1-20-1

^{†††} 株式会社良品計画 〒112-0004 東京都文京区後楽 2-5-1

^{††††} 株式会社ジャストサービス・ネット 〒434-0003 静岡県浜松市浜名区新原 5810

E-mail: [†]{2318141.hk,2318064.sk,2421028.yr,yamagishi.yuki}@sist.ac.jp, ^{††}{minoru,r.hoda}@hoda-oil.co.jp

あらまし 全国のガソリン価格（現金レギュラー）の地域別変動特性を把握するため、ガソリン価格比較サイトの各給油所の価格情報を利用し、政策的な価格引下げ局面の前後 2 時点（2025 年 10 月上旬と 12 月上旬）を対象に分析手法を提案する。まず、各給油所の過去価格を説明変数、現在価格を目的変数とし、ターゲット地域（8 地方または都道府県）を処置群、その他を対照群として ANCOVA 型の回帰モデルを推定する。次に、過去価格に対する現在価格の反映率差（連動の強さの差: すなわち ANCOVA における交互作用項の係数）を指標化してランキングし、地域ごとの反応特性を比較する。

キーワード 社会インフラデータ、都市データ、地理データ、地域分析

1 はじめに

日本のガソリン価格は、家計・企業の移動コストや物流費を通じて消費活動に波及しやすく、物価動向の一要因としても継続的に観測されている。実際、総務省統計局の消費者物価指数（CPI）ではガソリン指数の推移が公表されており、エネルギー関連価格の変動が物価に与える影響を把握できる枠組みが整備されている [22]。加えて、資源エネルギー庁は給油所小売価格（ガソリン等）の週次調査結果を継続的に公表しており [14]、ガソリン価格は政策・統計の両面で重要な監視対象となっている。

この背景には、日本のエネルギー供給構造が国際情勢の影響を受けやすい点がある。日本は原油の大部分を輸入に依存し、とりわけ中東地域への依存度が高いことが指摘されている [8], [16]。国際原油市況や為替変動、地政学リスクの高まりは国内燃料価格の上昇圧力となりうるため、政府は燃料油価格の急激な変動を緩和する措置を講じてきた。2025 年には燃料油価格に対する「定額」支援が実施され、さらに 2025 年 11 月中旬以降、段階的な拡充により（ガソリンは 12 月中旬頃）暫定税率相当の引下げ効果を見込む説明がなされている [17]。また、定額引下げ措置の設計（例：12 月下旬時点の支給単価の提示）も公表されている [19]。同時期には、全国平均価格を一定水準付近に抑える方針が報じられるなど [9]、政策的な価格引下げ局面が形成された。

一方で、こうした価格支援の効果は全国一律に現れるとは限らない。地域ごとの需給・流通制約、競争環境、価格設定行動の差により、政策や外生ショックが小売価格へ「どの程度・どの速さで」反映されるか（パススルー）が異なる可能性がある。資源エネルギー庁の資料でも、地域燃料流通の課題や価格の状況が整理されており [18]、地域差の定量評価は政策運用上も実

務上も重要である。さらに、ガソリン市場における補助政策の帰結（厚生面を含む）を検討する研究も現れており [10]、支援策の評価には、価格の水準変化だけでなく「反映のされ方（連動の強さ）」の検証が求められる。

そこで本研究では、ガソリン価格比較サイトの給油所単位の価格情報を用い、政策的な価格引下げ局面の前後 2 時点（2025 年 10 月上旬と 12 月上旬）に着目して、地域別の価格反映特性を比較するための分析手法を提案する。具体的には、各給油所の過去価格を共変量、現在価格を目的変数とし、ターゲット地域を処置群、その他を対照群として、ANCOVA 型回帰を推定する。交互作用項の係数により「過去価格に対する現在価格の反映率差（連動の強さの差）」を指標化し、地域のランキングとして提示することで、(i) 政策局面における地域別の反応特性の可視化、(ii) 価格支援の効果の不均一性の検出、(iii) 継続的なモニタリングに資するスケーラブルな比較枠組みの提供、を狙う。

2 分析手法

2.1 問題設定

本研究では、ガソリン価格比較サイトに掲載された給油所単位の価格情報を用いて、政策的な価格引下げ局面の前後 2 時点における「過去価格から現在価格への反映特性」の地域差を比較する。

a) 観測単位と時点

給油所（店舗）を $i \in \mathcal{I}$ とし、分析対象とする 2 時点を t_0 （2025 年 10 月上旬）、 t_1 （2025 年 12 月上旬）とする。給油所 i の時点 t における現金レギュラー価格（円/L）を $x_{i,t}$ と表す。回帰モデルの記述の都合上、目的変数を $y_i = x_{i,t_1}$ 、共変量（ベースライン）を $x_i = x_{i,t_0}$ と定義する。ANCOVA (analysis

of covariance) は、ベースラインを共変量として事後値を回帰する枠組みであり、古典的な整理と実務上の論点が議論されてきた [2], [3].

b) 地域カテゴリの定義 (拡張可能な設計)

給油所集合を \mathcal{I} とし、各給油所 $i \in \mathcal{I}$ が属する地域カテゴリを $g(i) \in \mathcal{G}$ とする。地域 $g \in \mathcal{G}$ に属する給油所の集合を $\mathcal{I}_g = \{i \in \mathcal{I} \mid g(i) = g\}$ と定義し、そのサンプルサイズを $n_g = |\mathcal{I}_g| = \sum_{i \in \mathcal{I}} \mathbb{I}\{g(i) = g\}$ とする。また、全体のサンプルサイズを $n = |\mathcal{I}|$ とすれば、 $n = \sum_{g \in \mathcal{G}} n_g$ が成り立つ。すなわち、地域 g を処置群、それ以外を対照群とするモデルでは、処置群サイズは n_g 、対照群サイズは $n_{-g} = n - n_g$ と表せる。

\mathcal{G} は分析目的に応じて任意の粒度で定義できる。例えば、(i) 8 地方 $\mathcal{G}^{(8)}$ (北海道, 東北, 関東, 中部, 近畿, 中国, 四国, 九州・沖縄), (ii) 47 都道府県 $\mathcal{G}^{(47)}$, のいずれも \mathcal{G} として採用可能である。一般には、都道府県 $pref(i)$ を与えたときに写像 $g(i) = \phi(pref(i))$ で地域粒度を切り替える実装 (例: ϕ を「都道府県 \rightarrow 地方」へ写像, または恒等写像) とすることで、地域カテゴリの拡張に対応する。

c) 本稿での前提 (制御変数を用いない)

本稿の実験設定では、給油所属性などの追加的な制御変数は用いず、ベースライン価格 x_i のみを共変量として用いる。したがって、以下のモデルは $\{(x_i, y_i, D_i)\}$ のみで定義される単純な仕様とする。

d) 目的

地域 $g \in \mathcal{G}$ ごとに「過去価格 x_i に対して現在価格 y_i がどの程度連動するか (反映率)」を推定し、その地域差 (反映率差) を指標化してランキングとして提示する。

2.2 ANCOVA 型回帰モデル

a) 基本モデル (1 地域 vs その他)

ターゲット地域 $g \in \mathcal{G}$ を 1 つ固定し、その地域に属する給油所を処置群、それ以外を対照群とする。処置指示変数を

$$D_i^{(g)} = \mathbb{I}\{g(i) = g\} \quad (1)$$

と定義する。このとき、交互作用項を含む ANCOVA 型回帰モデルとして次を推定する：

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \gamma_g D_i^{(g)} + \theta_g (D_i^{(g)} \cdot x_i) + \varepsilon_i. \quad (2)$$

ここで ε_i は誤差項である。交互作用を含む回帰の係数解釈は「条件付き効果」として整理することが重要である [1].

b) 係数の解釈 (反映率差の定義)

式 (2) より、対照群 ($D_i^{(g)} = 0$) の条件付き期待値は

$$\mathbb{E}[y_i \mid x_i, D_i^{(g)} = 0] = \alpha + \beta x_i, \quad (3)$$

処置群 ($D_i^{(g)} = 1$) の条件付き期待値は

$$\mathbb{E}[y_i \mid x_i, D_i^{(g)} = 1] = (\alpha + \gamma_g) + (\beta + \theta_g) x_i \quad (4)$$

で与えられる。したがって、

- 対照群の「反映率 (過去価格に対する現在価格の連動の強さ)」は傾き β ,

- ターゲット地域 g の反映率は傾き $\beta + \theta_g$,

- 反映率差 (連動の強さの差) は θ_g

として解釈できる。本研究では θ_g を地域 g の価格反映特性指標とみなし、 $\hat{\theta}_g$ を用いて地域ランキングを作成する。

c) 推定と推論

式 (2) のパラメータは、外れ値の影響を低減するためロバスト回帰 (M 推定) により推定する [6], [7]. 計算は反復重み付き最小二乗法 (IRLS) として実装でき、推定された交互作用項の係数 $\hat{\theta}_g$ を地域 g の価格反映特性指標として用いる。推論にはロバスト回帰に基づく標準誤差を用い、必要があれば $\hat{\theta}_g$ の不確実性 (信頼区間や t 値とその p 値など) を併記する。

d) 実装上の補足: 中心化

交互作用項の解釈を容易にするため、 x_i を中心化した $x_i^c = x_i - \bar{x}$ を用いる実装も有用である [1]. このとき γ_g は「平均的なベースライン価格における水準差」として解釈しやすくなる (θ_g の解釈自体は不変)。

e) 地域ランキングの作成

地域集合 \mathcal{G} の全ての g について、(i) $D_i^{(g)}$ を定義し、(ii) 式 (2) を推定し、(iii) $\hat{\theta}_g$ (必要に応じて信頼区間や t 値) を算出する。得られた $\{\hat{\theta}_g\}_{g \in \mathcal{G}}$ を降順に並べることで、政策的な価格引下げ局面における「価格反映 (連動) の強さ」の地域差をランキングとして提示する。

3 実験結果とまとめ

今回、ガソリン価格比較サイト gogo.gs¹ から取得したデータを用いて、47 都道府県 $\mathcal{G}^{(47)}$ の粒度で価格反映特性指標 $\{\hat{\theta}_g\}_{g \in \mathcal{G}^{(47)}}$ を求めた (表 1). 以下では、特徴的な都道府県に着目しつつ、3 つの観点から考察を行う。

a) 大標本で有意な都道府県 (千葉・埼玉・愛知・北海道)

千葉県 (図 1, $n_g = 162$) および埼玉県 (図 2, $n_g = 123$) では $\hat{\theta}_g > 0$ かつ有意であり、10 月時点の給油所間の価格差が 12 月にも相対的に「維持」されやすい (反映率が高い) 傾向が示唆される。とくに千葉県は、京葉臨海部に石油コンビナートが集積し、原油精製能力の規模や全国シェアが大きいことが公的資料で示されている [20], [21]. 首都圏需要地に近接する供給拠点の存在は、卸・物流面の安定性を通じて、給油所ごとの相対価格が政策局面でも保たれやすい可能性がある。一方、愛知県 (図 3, $n_g = 281$) は $\hat{\theta}_g < 0$ で有意であり、供給拠点 (愛知事業所) を有するにもかかわらず、政策局面で価格差が相対的に「圧縮」される方向が観測された [20]. この点は、供給拠点の有無だけでは反映特性が一意に定まらず、地域の競争環境や流通経路等が複合的に作用し得ることを示す。北海道 (図 4, $n_g = 183$) も $\hat{\theta}_g < 0$ で強く有意であり、寒冷地における暖房需要 (灯油需要) が大きいことや季節要因が需要構造に影響する点 [12], [23] が、ガソリン価格の調整過程 (価格差の縮小を含む) に波及している可能性がある。

b) 供給拠点だが挙動が意外な都道府県 (岡山)

岡山県は $\hat{\theta}_g < 0$ かつ有意 ($n_g = 15$) であり、反映率差が

1: <https://gogo.gs/>

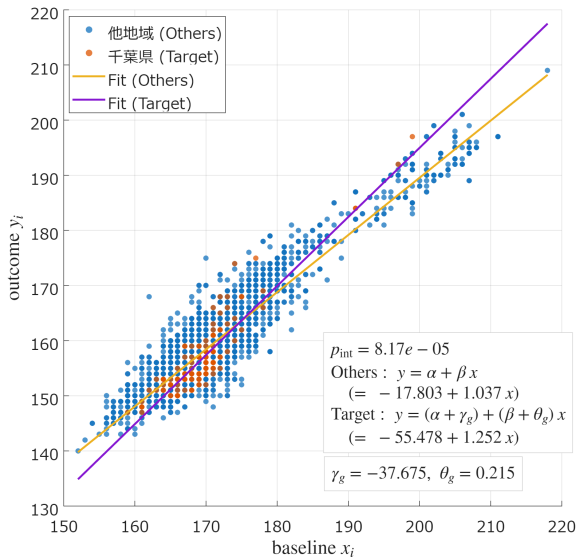


図1 $\mathcal{G}^{(47)}$ における対照群「千葉県」の結果 ($n_g = 162$)

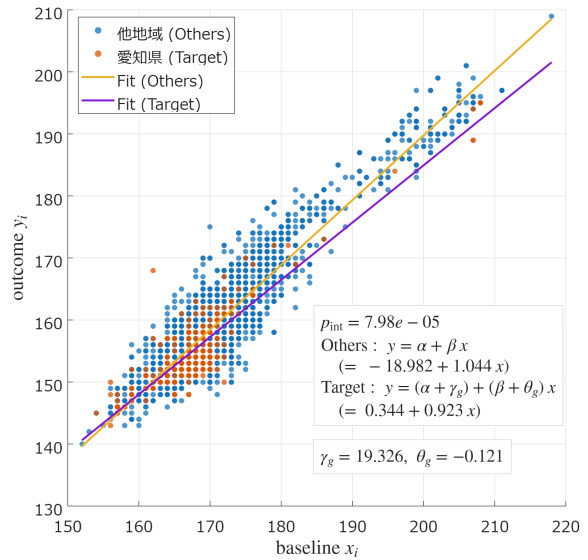


図3 $\mathcal{G}^{(47)}$ における対照群「愛知県」の結果 ($n_g = 281$)

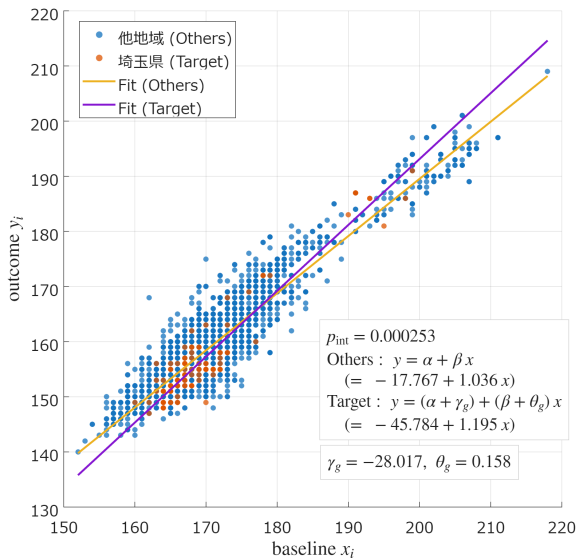


図2 $\mathcal{G}^{(47)}$ における対照群「埼玉県」の結果 ($n_g = 123$)

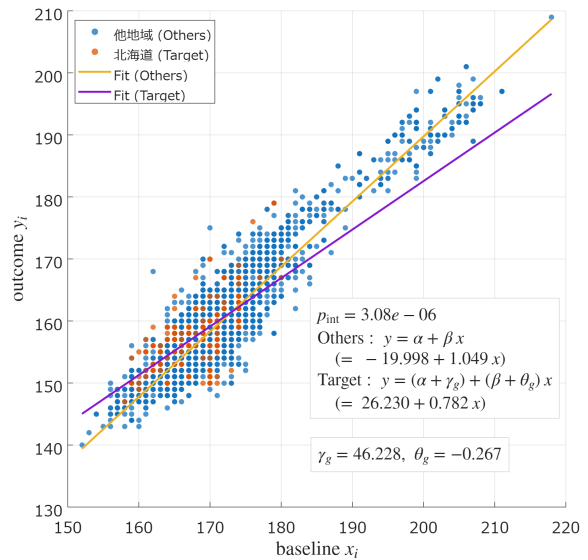


図4 $\mathcal{G}^{(47)}$ における対照群「北海道」の結果 ($n_g = 183$)

負方向に推定された点が注目される。岡山県（水島）には国内最大級の原油処理能力を持つ製油所が立地し、コンビナート中核として広域に出荷していることが明示されている [5], [20]。一般に供給拠点は価格変動の伝播を強めると予想される一方、本結果は、政策局面では給油所間の価格差が相対的に縮小する（ベースライン差が残りにくい）調整も起り得ることを示唆する。ただし n_g が小さいため、サンプル拡充や期間追加による頑健性確認が必須である。

c) 物流・制度が特殊で要追加検証（沖縄・離島／SS過疎地）
 沖縄県は $\hat{\theta}_g > 0$ だが有意ではなく ($n_g = 10$)、現時点では探索的解釈に留めるべきである。ただし沖縄では、復帰特別措置法に基づく揮発油税等の軽減措置が継続していることが自治体・法令で明示されており [4], [11]、制度面で価格形成が本土と

異なる可能性がある。さらに国は、離島における実質的なガソリン価格の低減や安定供給を目的とした支援制度（流通コスト対策等）を運用しており [15]、また SS 過疎地対策として地域の燃料供給体制維持に関する施策や整理を提示している [13]。これら物流・制度要因は、ベースライン価格と政策後価格の単純な比例関係を崩し得るため、(i) 対象期間の追加、(ii) 離島・SS 過疎地の識別に基づく層別・感度分析、等による追加検証が望ましい。

文献

- [1] Thomas Brambor, William Roberts Clark, and Matt Golder. Understanding interaction models: Improving empirical analyses. *Political Analysis*, Vol. 14, No. 1, pp. 63–82, 2006.

表 1 都道府県粒度 ($G^{(47)}$) における価格反映特性指標 $\hat{\theta}_g$ (ANCOVA 型回帰 (式 (2)) の交互作用項係数) と検定結果. n_g は当該都道府県 (処置群) の給油所数, p 値は $H_0: \theta_g = 0$ に対する t 検定の p 値. $\hat{\theta}_g$ の降順に掲載.

順位	都道府県	n_g	$\hat{\theta}_g$	p 値
1	島根県	10	0.6459	0.0703
2	沖縄県	10	0.2941	0.162
3	千葉県	162	0.2155	8.17×10^{-5}
4	愛媛県	14	0.1666	0.0206
5	埼玉県	123	0.1581	2.53×10^{-4}
6	和歌山県	32	0.1228	0.0408
7	栃木県	75	0.1209	0.0440
8	滋賀県	14	0.0977	0.139
9	鹿児島県	165	0.0903	0.0250
10	茨城県	131	0.0826	0.0594
11	新潟県	49	0.0463	0.263
12	大分県	11	0.0454	0.698
13	岩手県	25	0.0274	0.611
14	香川県	26	0.0140	0.827
15	福島県	315	0.0070	0.845
16	三重県	82	0.0067	0.855
17	宮城県	59	0.0038	0.945
18	石川県	49	0.0026	0.967
19	群馬県	142	-0.0009	0.983
20	大阪府	269	-0.0122	0.754
21	富山県	107	-0.0148	0.714
22	東京都	188	-0.0210	0.669
23	岐阜県	33	-0.0224	0.575
24	福井県	52	-0.0303	0.639
25	静岡県	90	-0.0312	0.357
26	神奈川県	178	-0.0337	0.565
27	奈良県	8	-0.0394	0.589
28	福岡県	43	-0.0435	0.272
29	長野県	139	-0.0481	0.203
30	兵庫県	124	-0.0527	0.0320
31	広島県	29	-0.0612	0.0852
32	宮崎県	5	-0.0718	0.486
33	山口県	9	-0.0922	0.358
34	岡山県	15	-0.1116	0.0216
35	愛知県	281	-0.1207	7.98×10^{-5}
36	熊本県	15	-0.1237	0.0351
37	山形県	13	-0.1243	0.323
38	秋田県	51	-0.1464	0.214
39	京都府	31	-0.1550	0.297
40	山梨県	9	-0.1884	0.00407
41	北海道	183	-0.2671	3.08×10^{-6}
42	佐賀県	3	-0.5424	0.902
43	青森県	7	-0.6424	0.121

- [5] ENEOS 株式会社. 水島製油所 (概要). <https://www.eneos.co.jp/company/about/branch/mizushima/refinery/>.
- [6] Paul W. Holland and Roy E. Welsch. Robust regression using iteratively reweighted least-squares. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, Vol. 6, No. 9, pp. 813–827, 1977.
- [7] Peter J. Huber. *Robust Statistics*. John Wiley & Sons, 1981.
- [8] International Energy Agency. Japan oil security policy. <https://www.iea.org/articles/japan-oil-security-policy>, August 2022.
- [9] Reuters. Japan will mitigate potential gasoline price spike, prime minister says. *Reuters*, June 2025.
- [10] Eiji Satoh, Kaho Hirano, Taiga Sato, Eiki Shimada, Ayana Sumiyoshi, Satoshi Takahashi, Hiroshi Tamaki, Sora Yamamoto, and Kakeru Yamaguchi. Welfare impact of subsidies in oligopolistic markets: Evidence from Japan's gasoline market. *Energy Policy*, Vol. 206, p. 114768, 2025.
- [11] 沖縄県. 揮発油税等 (ガソリン税) の軽減措置. <https://www.pref.okinawa.jp/kurashikankyo/zeikin/1003660/1003670/1023844/1003975.html>.
- [12] 環境省. 家庭の中からの CO_2 排出量 (家庭部門の CO_2 排出実態統計調査). <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/kateico2tokei/co2/detail/02/>.
- [13] 資源エネルギー庁. S_8 過疎地対策について. https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/distribution/sskasochi/.
- [14] 資源エネルギー庁. 石油製品価格調査 (給油所小売価格調査) 調査の結果. https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html.
- [15] 資源エネルギー庁. 令和 7 年度「石油製品販売業構造改善対策事業費補助金 (離島のガソリン流通コスト対策事業等)」公募. https://www.enecho.meti.go.jp/appli/public_offer/2024/0207_09.html.
- [16] 資源エネルギー庁. 令和 4 年度エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書 2023) 第 2 節 日本の経済・社会に与える影響 (html 版). <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2023/html/1-2-2.html>, 2023.
- [17] 資源エネルギー庁. ガソリンの暫定税率 (当分の間税率) の廃止でガソリン代はなるの? (q&a). <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyozanteizeiritsu.html>, November 2025.
- [18] 資源エネルギー庁. 地域燃料流通に関する現状と課題 (資料). https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/distribution/sskasochi/ryutsukenkyukai/01/0105.pdf, October 2025.
- [19] 経済産業省資源エネルギー庁. 燃料油価格定額引下げ措置. <https://nenryo-teigakuhikisage.go.jp/>.
- [20] 石油連盟. 製油所の所在地と原油処理能力 (2025 年 3 月末現在). https://www.paj.gr.jp/sites/default/files/2025-06/paj-04_refining%20capacities_202503_0.pdf.
- [21] 千葉県. 京葉臨海工業地帯を支える各企業群 (資料). <https://www.pref.chiba.lg.jp/kouwan/news/documents/25chiba11.pdf>.
- [22] 総務省統計局. 2020 年基準 消費者物価指数 全国 2025 年 (令和 7 年)11 月分. <https://www.stat.go.jp/data/cpi/sokuhou/tsuki/pdf/zenkoku.pdf>.
- [23] 北海道経済産業局. 資料 2 (灯油需要と気温 (北海道) 等). <https://www.hkd.meti.go.jp/hokno/20241122/data02.pdf>.

- [2] William G. Cochran. Analysis of covariance: Its nature and uses. *Biometrics*, Vol. 13, No. 3, pp. 261–281, 1957.
- [3] D. R. Cox and P. McCullagh. Some aspects of analysis of covariance. *Biometrics*, Vol. 38, No. 3, pp. 541–561, 1982.
- [4] e-Gov 法令検索. 沖縄の復帰に伴う国税関係法令の適用の特別措置等に関する政令 (揮発油税及び地方揮発油税の軽減等). <https://laws.e-gov.go.jp/law/347C00000000151/>.