

米国における防衛部門経済産出高とマクロ経済成長 ——Feder モデルの推定とその改善

*Economic Product in the Defense Sector and Macroeconomic Growth in the US:
Estimation of Feder Model with Improvements*

安 藤 潤*

要約

本論文では米国の1981—2013年の年次データを用いてFederモデルを推定し、防衛部門経済から民生部門経済への外部効果と防衛部門経済産出高がマクロ経済成長に与える影響について実証的に分析した。その際、先行研究におけるいくつかの課題を克服するべく推定上の改善を行った。その結果、外部効果は存在しないが、前年における防衛部門経済産出高に対する民生部門経済産出高の比率が12.28%から以上21.71%の範囲であれば前年のGDPに対する対前年比防衛部門経済産出高増加額の比率はマクロ経済成長に対して有意なプラスの効果をもたらすこと、そしてその範囲であれば防衛部門経済と民生部門経済の限界生産力の差は有意で、前者は後者より0.003から0.007ほど高いことが明らかにされた。

キーワード：外部効果、米国経済、防衛部門経済、Federモデル

1. 序論

本論文の目的は防衛経済学におけるFederモデルを用いて米国の防衛部門経済から民生部門経済への外部効果を推定することである。Federモデルを応用したこの外部性効果に関する先行研究としてはAlexander [1990], Atesoglu and Mueller [1990], Huang and Mintz [1991], Mueller and Atesoglu [1993], Mintz, and Stevenson [1995], Heo [1997], 安藤 [1998a, 1998b, 1999, 2002, 2004], Ando [2000] そして安藤 [2007] と Ando [2009] がある。しかしその実証分析には様々な課題が指摘されている。第1に多重共線性の発生が挙げられる。第2に、被説明変数は防衛部門経済の産出高であるにもかかわらず防衛財の輸出入が考慮されないままに防衛支出が用いられていることが挙げられる。第3に、近年では経済学だけでなく政治学や社会学など様々な分野における実証研究で係数ダミーに代表される交差項が説明変数として含まれている場合には別途それらを推定する方法が提案されているが、先行研究ではそのような推定は行われていない。そして、第4に、単位根検定が行われていないことである。そこで本論文ではこれら実証分析における主要な課題を克服するため、多重共線性の発生を抑えるために交差項を標準化し、さらにそれらを推定式とは別に推定する。また、通常兵器の純輸出を考慮し、被説明変数をできる限り国内の防衛産出高に近づける。最後に、これらの改善をおこなった推定結果と従来の方法での推定結果との比較を行う。

* ANDO, Jun [国際文化学科]

2. 先行研究

米国における防衛部門経済から民生部門経済あるいは民間部門経済への外部効果に関する実証分析を行っている先行研究としては Atesoglu and Mueller [1990], Huang and Mintz [1990, 1991], Mintz, and Stevenson [1995], 安藤 [1998a, 1999], Ando [2000], 安藤 [2007] および Ando [2009] がある¹。このうち防衛部門経済の産出高として防衛支出を使用せず、通常兵器の純輸出を考慮して防衛部門産出高としているのは Ando [2009] だけである。

推定結果に多重共線性発生の可能性を指摘し、リッジ回帰でその回避を行っているのが Huang and Mintz [1991] である²。Huang and Mintz [1991] は 1952—1988 年のデータを用いて三部門モデルを OLS で推定しているが、説明変数の一部については VIF が高いことから多重共線性が発生している可能性を指摘し、リッジ回帰でも分析している。その推定結果は防衛部門経済から民間部門経済への外部効果は正ではあるものの、有意ではないことを示している。

米国を含むパネル分析を行っているものとして Macnair *et al.* [1995], 安藤 [2007] および Ando [2009] がある。Macnair *et al.* [1995] は NATO に加盟するベルギー、カナダ、デンマーク、フランス、西ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、英国および米国について 1950—1988 年のデータを用いて同盟国からのスピル・インを考慮した三部門モデルのパネル分析を行い、その結果から有意な正の外部効果を明らかにしている。安藤 [2007] は 1995—2003 年の先進国 28 か国と発展途上国 81 か国のデータを用いたそれぞれの推定結果からともに有意な正の外部効果を明らかにしている。Ando [2009] はやはり 1995—2003 年の先進国 28 か国と発展途上国 81 か国のデータを用いてパネル分析を行っている。その実証分析の結果は、防衛部門経済の産出高として防衛支出を代理変数として用いた場合には先進国も途上国もともに有意な正の外部効果を確認しているが、防衛部門経済産出高として防衛支出に通常兵器の純輸出を加えたものを用いた 1995—1999 年のパネル分析の結果は先進国については有意ではない負の外部効果を示しているのに対して、途上国については有意な正の外部効果を示している。

¹ 技術進歩を考慮した Mueller and Atesoglu モデルを推定しているのが安藤 [2004] であり、年次データを用いた推定結果からも四半期データを用いた推定結果からも防衛部門経済から民間部門経済への外部効果は確認されていない。米国以外で防衛部門経済の外部効果を実証的に分析しているのが Alexander [1990], 安藤 [1998a, 1998b, 2002, 2004] である。Alexander [1990] はベルギー、デンマーク、オランダ、スウェーデン、オーストリア、オーストラリア、ニュージーランドの 9 か国 1974—1985 年のデータを用いて輸出部門を含めた四部門モデルを推定している。その実証分析から明らかにされた防衛部門経済から民間部門経済への外部効果は正ではあるものの有意ではない。安藤 [1998a] は年次データを用いて、また安藤 [1998b] は四半期データを用いて二部門モデルと三部門モデルを推定し、有意な負の外部効果を確認している。ただし安藤 [2002] では 1980—1999 年の年次データを用い、米国との同盟からのスピル・インを考慮した三部門モデルを推定しているが、外部効果は存在しないと結論に達している。

² Huang and Mintz [1990] は 1952—1988 年のデータを用いてリッジ回帰による実証分析を行っているが、本論文で扱う Feder モデルではないので先行研究からは除外した。その実証分析の結果は、前期の GDP に対する防衛支出の前期から今期への拡大はマクロ経済成長に正の影響を及ぼすものの有意ではないことを明らかにしている。米国以外でリッジ回帰による実証分析を行っているのが Heo [1997] である。Heo [1997] は韓国の 1954—1988 年のデータを用いて GLS とリッジ回帰で三部門モデルを推定し、後者の推定結果から防衛部門経済から民間部門経済への外部性効果は正であるものの有意ではないことを明らかにしている。

3. 実証分析

3.1 定式化

ここでは Feder モデルの二部門モデルを簡潔に導出する³。一国経済の産出高 Y を防衛部門経済 M と非防衛経済部門経済、つまり民生部門経済 C の二部門に分け、それぞれの生産関数を

$$M = M(L_m, K_m) \quad (3.1)$$

$$C = C(L_c, K_c, M) \quad (3.2)$$

で表す。ここで L は労働、 K は資本、添字の m と c はそれぞれ防衛部門と民生部門を表す。

両部門における労働と資本の限界生産力の比率が等しく以下のように表すことができる。

$$\frac{M_{L_m}}{C_{L_c}} = \frac{M_{K_m}}{C_{K_c}} = 1 + \delta_m \quad (3.3)$$

ここで

$$M_{L_m} = \frac{\partial M}{\partial L_m} \quad (3.4)$$

$$M_{K_m} = \frac{\partial M}{\partial K_m} \quad (3.5)$$

$$C_{L_c} = \frac{\partial C}{\partial L_c} \quad (3.6)$$

$$C_{K_c} = \frac{\partial C}{\partial K_c} \quad (3.7)$$

である。また、

$$C = C(L_c, K_c, M) \equiv M^{\theta_m} \cdot \Psi(L_c, K_c) \quad (3.8)$$

と書くことができるものとする。この θ_m が防衛部門経済から民生部門経済への外部効果と呼ばれる。このようにして導出されるのが以下の二部門モデルである。

$$\frac{\Delta Y}{Y_{-1}} = \text{定数項} + \alpha \frac{I}{Y_{-1}} + \beta \frac{\Delta L}{L_{-1}} + \delta'_m \frac{\Delta M}{Y_{-1}} + \theta_m \left(\frac{\Delta M}{M_{-1}} \right) \left(\frac{C_{-1}}{Y_{-1}} \right) \quad (3.9)$$

ここで Y は実質 GDP、 I は実質民間投資、 L は労働投入量 (= 年間雇用者数 × 雇用者 1 人当たり週平均労働時間)、先行研究においては M と C はそれぞれ実質防衛支出 E_M と実質民生支出 (実質非防衛支出) E_C であり、添え字の -1 は 1 期のラグを、 Δ は前年から今年にかけての変化額を示している。なお、上式では

$$\delta'_m = \frac{\delta_m}{1 + \delta_m} \quad (3.10)$$

と書き改められている。先行研究では主にこの (3.9) 式が用いられており、本論文でも従来型の推定にはこの (3.9) 式を用いる。さて、さらに本論文では (3.9) 式を以下の (3.11) 式に書き換える。

³ 詳細なモデルの導出は安藤 [1998a, 1998b] を参照。

$$\frac{\Delta Y}{Y_{-1}} = \text{定数項} + \alpha_1 \frac{I}{Y_{-1}} + \beta \frac{\Delta L}{L_{-1}} + \delta'_m \frac{\Delta M}{Y_{-1}} + \theta_m \left(\frac{\Delta M}{Y_{-1}} \right) \left(\frac{C_{-1}}{M_{-1}} \right) \quad (3.11)$$

本論文では (3.9) 式との比較のため、この (3.11) 式も推定するが、ここで M は通常兵器の純輸出を考慮し、防衛支出にこの通常兵器純輸出額を加えた実質防衛部門経済産出高 Y_M 、 C は実質民生部門経済産出高 Y_C である。(3.11) 式の第 4 項で $\frac{\Delta M}{Y_{-1}}$ と $\frac{C_{-1}}{M_{-1}}$ の交差項を作成したのは

別途 $\frac{C_{-1}}{M_{-1}}$ の各値に対応する δ'_m の推定係数、標準偏差、そして t 値が計算できるからである。

さて、定式化の過程で示されたように有意な δ'_m から防衛部門経済と非防衛部門経済の限界生産力の差が算出され、また、 θ_m は防衛部門経済から非防衛部門経済への外部効果を表す。さらに、被説明変数が実質経済成長率であることから δ'_m は M の前年から今年にかけての変化額の前年の実質 GDP に対する比率が 1% 変化したときに実質 GDP は何% 成長するかをも表しているのので (3.9) 式においては防衛支出拡大が、(3.11) 式においては防衛部門産出高の拡大がそれぞれ経済成長に与える影響を意味する。

3.2 記述統計

表 1 記述統計 ($n = 33$)

変数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
$\frac{\Delta Y}{Y}$	-0.028	0.073	0.028	0.020
$\frac{I}{Y_{-1}}$	0.906	1.001	0.966	0.022
$\frac{\Delta L}{L}$	-0.052	0.049	0.011	0.018
$\frac{\Delta E_M}{Y_{-1}}$	-0.003	0.007	0.001	0.003
$\left(\frac{\Delta E_M}{E_{M-1}} \right) \left(\frac{E_{C-1}}{Y_{-1}} \right)$	-0.063	0.081	0.016	0.043
$\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$	-1.595	1.884	0.000	1.000
$\left(\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}} \right) \left(\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}} \right)$	-2.102	1.531	-0.116	0.925

被説明変数と説明変数の記述統計は表 1 に示されている。 $\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$, $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ は多重共線性の発生

を抑制するためにそれぞれ平均値が 0, 標準偏差が 1 となるよう標準化されている。

3.3 推定結果

表 2 ADF 検定の結果

変 数	定数項なし トレンドなし	定数項あり トレンドなし	定数項あり トレンドあり
$\frac{\Delta Y}{Y}$	I (0) *	I (0) **	I (0) *
$\frac{I}{Y_{-1}}$	I (1) **	I (0) *	I (0) †
$\frac{\Delta L}{L}$	I (0) **	I (0) **	I (0) †
$\frac{\Delta E_M}{Y_{-1}}$	I (0) †	I (1) **	I (1) **
$\left(\frac{\Delta E_M}{E_{M-1}}\right)\left(\frac{E_{C-1}}{Y_{-1}}\right)$	I (1) **	I (1) **	I (1) **
$\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$	I (1) **	I (1) **	I (1) **
$\left(\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}\right)\left(\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}\right)$	I (0) *	I (1) **	I (1) **

(注) 表中の **, *, † はそれぞれ 1%, 5%, 10% で次数 0 もしくは 1 で単位根を棄却できることを表している。

表3 推定結果

変数	(3.9) 式			(3.11) 式		
	推定係数	t 値	VIF	推定係数	t 値	VIF
定数項	-0.309	-3.319 **		-0.256	-3.126 **	
$\frac{I}{Y_{-1}}$	0.339	3.489 **	2.74	0.285	3.331 **	2.06
$\frac{\Delta L}{L}$	0.672	5.155 ***	3.31	0.776	7.002 ***	2.33
$\frac{\Delta E_M}{Y_{-1}}$	3.408	1.362	28.98			
$\left(\frac{\Delta E_M}{E_{M-1}}\right)\left(\frac{E_{C-1}}{Y_{-1}}\right)$	-0.160	-0.969	29.17			
$\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$				0.003	1.949 †	1.61
$\left(\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}\right)\left(\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}\right)$				0.001	0.395	1.73

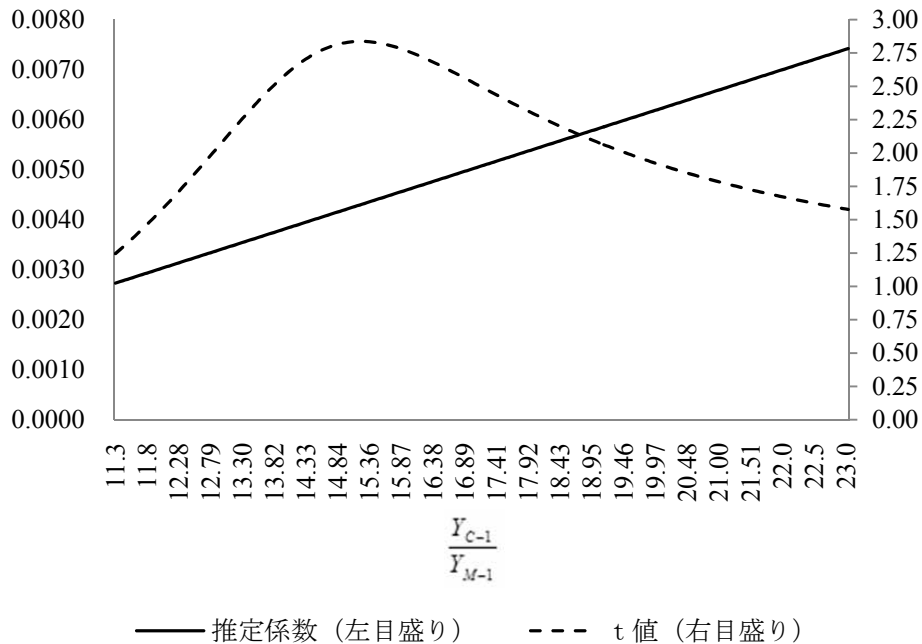
(注) 表中の***, **, †はそれぞれ0.1%, 1%, 10%で有意であることを表している。

表2には推定される2本の推定式に含まれる被説明変数と説明変数の ADF 検定の結果が示されている。それらは被説明変数と説明変数のすべてが0次もしくは1次で単位根があるとの帰無仮説を棄却することができることを示している。また、表3には2本の推定結果と各説明変数の VIF が示されている。使用したデータは米国商務省経済分析局、米国労働省労働統計局、ストックホルム国際平和研究所の各ウェブサイトから得た。

(3.9) 式の推定結果では定数項と $\frac{I}{Y_{-1}}$ がともに1%で、 $\frac{\Delta L}{L}$ が0.1%で有意である。これに対し $\frac{\Delta E_M}{Y_{-1}}$ と $\left(\frac{\Delta E_M}{E_{M-1}}\right)\left(\frac{E_{C-1}}{Y_{-1}}\right)$ はともに10%でも有意ではない。この推定結果は防衛部門経済から民生部門経済への外部効果は存在しないこと、防衛部門経済と民生部門経済の限界生産力には差がないことに加え、民間投資および労働投入の拡大は経済成長をもたらすのに対して防衛支出の拡大は経済成長に影響を与えないことを表している。さらに各説明変数の VIF を見ると $\frac{\Delta E_M}{Y_{-1}}$ と $\left(\frac{\Delta E_M}{E_{M-1}}\right)\left(\frac{E_{C-1}}{Y_{-1}}\right)$ が10を大きく超えており、この推定には多重共線性が発生しているものと考えられる。

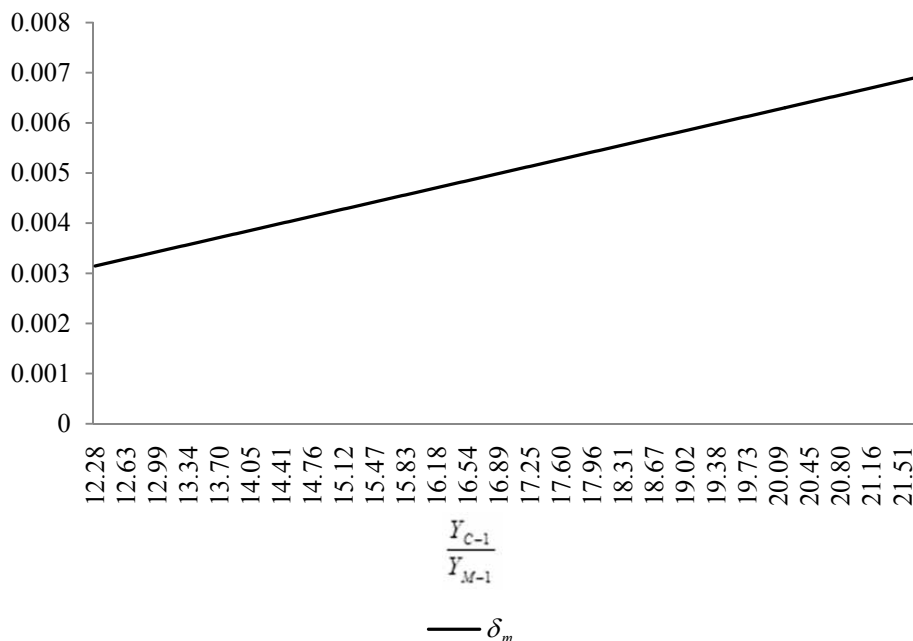
(3.11) 式の推定結果では (3.9) 式の推定結果と同様に定数項と $\frac{I}{Y_{-1}}$ が1%で、 $\frac{\Delta L}{L}$ が0.1%で

それぞれ有意であり，さらに $\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$ も 10% で有意である．ただし， $\left(\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}\right)\left(\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}\right)$ は 10% でも有意でない．すべての説明変数の VIF は 10 を大きく下回っており，交差項を標準化することで多重共線性の発生を抑えることができたものと考えられる．ただし $\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$ の推定結果には注意が必要である⁴．標準化後の $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ の最小値は -1.34，最大値は 1.66 である． $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ は連続変数であるのですべての値を用いてそれに対する $\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$ の係数とその t 値を算出することはできない．ここで標準化後の $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ を 0.01 ずつ変化させ，それらに対応する $\frac{\Delta Y_M}{Y_{-1}}$ の推定係数 δ'_m ，その t 値および各推定係数に対応する δ_m を算出した． $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ を推定期間中の最小値と最大値の範囲で算出した δ'_m とその t 値は図 1 に，有意な δ'_m から算出された δ_m は図 2 に示されている．

図 1 δ'_m とその t 値

⁴ 交差項の推定については Ai and Edward [2003], Norton et al. [2004], Brambor et al. [2006] を参照．

図2 δ'_m 値



これら推定結果と算出結果を要約すると、 δ'_m が10%水準で有意となるのは標準化前の $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ が12.28以上21.71以下のときに限られ、そのときの δ'_m の推定値は0.00313から0.00687までの範囲をとり、1期前の防衛部門経済産出高に対する民生部門経済産出高の比率が大きいかほど推定係数は大きくなる。また、各 δ'_m から算出される δ_m は0.0031から0.0069までの範囲をとって防衛部門経済の限界生産力は民生部門経済の限界生産力をそれだけ上回る。

表3に示されている推定結果は、対前年実質GDPに対する実質民間投資の比率が大きいかほど、また、労働投入の拡大が大きいかほどそれらは米国経済により大きな経済成長をもたらすこと、そして防衛部門経済から民生部門経済への外部効果は存在しないことを表している点では(3.9)式の推定結果も(3.11)式の推定結果も同じであるが、(3.11)式の推定結果は $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ の値が上記範囲をとるときには対前年実質GDPに対する実質防衛部門経済産出高の拡大幅が大きいかほど米国経済に成長をもたらすことを示しているという点では異なる。

結論

本論文では1980年から2013年までのアメリカの年次データを用い、先行研究で見られる推定上の種々の問題点を改善し、Federモデルの二部門モデルを推定した。その結果、それら改善を加えても防衛部門経済から民生部門経済への外部効果は確認されず、防衛部門経済の変化は民生部門経済に何ら影響を及ぼさないことが明らかにされた一方で、前年の防衛部門経済産出高に対する民生部門経済産出高の比率が12.28以上21.71以下であれば前年のGDPに対する防衛部門経済の産出高の拡大幅が大きいかほど経済成長をもたらすことが明らかにされた。このことは、米国

は今期の防衛支出が前期と同じ水準かそれを下回ってもその分を大きく上回るほどに通常兵器を海外に輸出して防衛部門経済の産出高を拡大すれば経済成長を手にすることができるとの政策的インプリケーションを示している。もっともイラク戦争後であろうがなかろうが、その比率は小さく、経済成長への寄与はかなり限定的であるといえる。

今回用いた米国の防衛部門経済産出高で見た場合、ブッシュ政権8年間ではその産出額は常に増加してきた。また、推定期間である1981年から2013年まで33年間では常に $\frac{Y_{C-1}}{Y_{M-1}}$ は (3.11) 式における δ'_m を有意にする範囲で推移してきた。このことはアフガニスタン戦争とイラク戦争を中心にブッシュ政権下の米国経済が防衛部門経済産出高の増加による恩恵を受けていたことを表している。

米国は第2次世界大戦終結後に朝鮮戦争、ベトナム戦争、湾岸戦争、アフガニスタン戦争、イラク戦争を経験しているが、その間も地域紛争を背景に通常兵器を当事国に輸出してきた兵器輸出大国である。兵器産業を中心とする軍産複合体は戦争をしなくとも常に世界のどこかで紛争があり、兵器を輸出できればよい。本論文の推定結果は防衛部門経済から民生部門経済への外部効果こそ確認されなかったが、マクロ経済成長の面では武器輸出の恩恵を受けるという米国経済の特徴が明らかにされたといってもよいであろう。

参考文献

- Ai, C. and C. N. Edward,[2003] , “Interaction Terms in Logit and Probit Models,” *Economics Letters*, Vol.80, No.1, pp.123-129.
- Alexander, W. R. J.[1990] , “The Impact of Defence Spending on Economic Growth,” *Defence Economics*, Vol.2, pp.39-55.
- 安藤潤[1998a], 「日本における防衛部門経済の外部性効果」, 『早稲田経済学研究』, 第46号, pp.1-13.
- 安藤潤[1998b], 「日本における防衛部門経済の外部性効果に関するより詳細な分析」, 『早稲田経済学研究』, 第47号, pp.1-13.
- 安藤潤[1999], 「クリントン政権下の財政政策: 米国経済は「平和の配当」を教授してきたのか」, 『昭和大学教養部紀要』, 第30巻, pp1-8.
- 安藤潤[2002], 「日本の経済成長と日米安全保障条約に関する一考察～米国軍事支出からのスピル・インに関する externality effect の実証分析」, 諏訪貞夫教授古希記念論文集刊行委員会編『諏訪貞夫教授古希記念論文集 日本経済の新たな進路—実証分析による解明—』, 文眞堂, pp.215-228.
- 安藤潤[2004], 「米国における防衛部門経済とマクロ経済成長—Mueller and Atesoglu モデルの実証分析とその評価—」, 『新潟国際情報大学情報化学部紀要』, 第7号, pp.57-76.
- Ando, J.[2000] , “A Study on the ‘Peace Dividend’ under the Clinton’s Administration’ ,” In Suwa, S. (ed.) *Current Issues in Economic Policy*, Tokyo: Institute for Research in Contemporary Political and Economic Affairs, Waseda University, pp.121-131.
- 安藤詩緒[2007], 「先進国と途上国における防衛支出と経済成長の因果関係」, 『MACRO ECONOMIC REVIEW』, 第20号, 第1・2巻, pp.55-61.
- Ando, S.[2009] , “The Impact of Defense Expenditure on Economic Growth: Panel Data

- Analysis Based on The Feder Model,” *The International Journal of Economic Policy Studies*, Vol.4, pp.143-154.
- Atesoglu, H. S. and M. J. Mueller.[1990] , “Defence Spending and Economic Growth,” *Defence Economics*, Vol.2, pp.19-27.
- Brambor, T., C. William and M. Golder.[2006] , “Understanding Interaction Models: Improving Empirical Analysis,” *Political Analysis*, Vol.14, No.1, pp.63-82.
- Heo, U.[1997] , “The Political Economy of Defense Spending in South Korea,” *Journal of Peace Research*, Vol.34, No.1, pp.483-490.
- Huang, C. and A. Mintz.[1990] , “Ridge Regression Analysis of the Defence-Growth Tradeoff in the United State,” *Defence Economics*, Vol.2, pp.29-37.
- Huang, C. and A. Mintz.[1991] , “Defence Expenditures and Economic Growth: The Externality Effect,” *Defence Economics*, Vol.3, pp.35-40.
- Macnair, E. S., Murdoch, J. C., Pi, C. and Sandler, T.[1995] , “Growth and Defense: Pooled Estimates for the NATO Alliance, 1951-1988,” *Southern Economic Journal*, Vol.61, No.3, pp.846-860
- Mueller, M. J. and H. S. Atesoglu.[1993] , “Defense Spending, Technological Change, and Economic Growth in the United States,” *Defence Economics*, Vol.4, pp.259-269.
- Mintz, A. and C. Huang.[1990] , “Defense Expenditures, Economic Growth, and the ‘Peace Dividend’ ,” *American Political Science Review*, Vol.84, No.4, pp.1283-1293.
- Mintz, A. and R. Stevenson.[1995] , “Defence Expenditures, Economic Growth, and the ‘Peace Dividend’ : A Longitudinal Analysis of 103 Countries,” *Journal of Conflict Resolution*, Vol.39, No.2, pp.283-305.
- Norton, E. C., W. Hua and C. Ai.[2004] , “Computing Interaction Effects and Standard Errors in Logit and Probit Models,” *Stata Journal*, Vol.4, No.2, pp.154-167.
- Suwa, S. (ed.) [2000], *Current Issues in Economic Policy*, Tokyo : Institute for Research in Contemporary Political and Economic Affairs, Waseda University.
- 諏訪貞夫教授古希記念論文集刊行委員会編 [2002], 『諏訪貞夫教授 古希記念論文集 日本経済の新たな進路—実証分析による解明—』, 文真堂.