

ISSN 2188-1065

社会経営研究

STUDY OF
SOCIAL
GOVERNANCE

VOL.5 2017
NOV

放送大学社会経営研究編集委員会

メタデータ項目	社会経営研究第5号掲載論文
題名 Title	研究開発投資が全要素生産性に及ぼす影響 -日米製造業の実証分析-
作成者 Author	竹内 孝
雑誌名 Citation	社会経営研究, 2017, Vol.5, pp3-12
発行者 Publisher	放送大学社会経営研究編集委員会
ISSN	2188-1065
巻	Vol. 5
ページ	pp3-12
発行年	2017
URL	http://u-air.net/SGJ/pub/20171101S-Takeuchi.pdf

▶ 研究開発投資が全要素生産性に及ぼす影響 -日米製造業の実証分析-

竹内 孝

要 旨

日本経済は、1990年初めからおよそ20年間に、日本の一人あたりGDPの伸び率は年平均0.8%程度に低迷した。日本経済は長く続いたデフレから脱却し、新たな経済成長を期する必要に迫られている。経済成長率は、労働投入による寄与、資本投入（設備投資）による寄与、およびそれらの要素では説明できない部分としての全要素生産性（Total Factor Productivity、以下TFP）に分解できるが、近年経済成長におけるTFPの重要性が高まっている。このTFPの上昇は技術進歩と深い関係にあり、技術進歩は研究開発投資による寄与が大きいと云われる。

この研究では、企業の研究開発投資がリーマンショック後の2010-2014年において全要素生産性上昇にどのように寄与したかについて、日本および米国の主要製造業企業の財務資料等に基づき比較分析した。その結果、研究開発投資はTFP上昇率（以下PG;G=growth）に対して、リーマンショック後も継続してプラスの影響を与え続けていることがわかった。研究開発の性格別の分析結果では、日本企業が応用研究及び開発研究でTFPGとプラスの相関関係にあり、基礎研究ではマイナスの相関関係にある一方、米国企業では、応用研究・開発研究よりも基礎研究に重点が置かれていることが分かった。これらの分析結果を踏まえ、今後の日

本の製造企業の持続的発展のための問題を把握し、対策を検討した結果、日本企業は、将来必要になる基礎研究が何であるかを見極め、これに日本企業の優れた研究開発力を従来以上に重点的に投入することが不可欠であるという結論に達した。

1. はじめに

(1) 日本経済の当面する課題

-全要素生産性の重要性への認識の高まり-

日本経済は、1990年代に入り、1992年のバブル崩壊に加え、2008年のリーマンショックに端を発する世界的金融危機、2011年の東日本大震災もあり、低迷が続いた。1990年初めからおよそ20年間に、日本の一人あたりGDPの伸び率は年平均0.8%程度に低迷し、一人あたりGDPの水準はOECD平均を大きく下回る結果となった。（「失われた20年」と云われる。）2013年以降は、経済は回復基調を取り戻しつつあり、企業のいわゆる「3つの過剰」（過剰債務、過剰設備、過剰雇用）は解消されてきているが、今後「失われた20年」によるデフレから脱却し、新たな経済成長を期する必要に迫られている¹⁾。

一般的に、経済成長率は、投入した生産要素の寄与率で分析する成長会計の考え方を使って、労働投入による寄与、資本投入（設備投資）による寄与およびそれらを除いた残渣である全要素生産性（Total Factor Productivity: TFP）に分解できる²⁾。

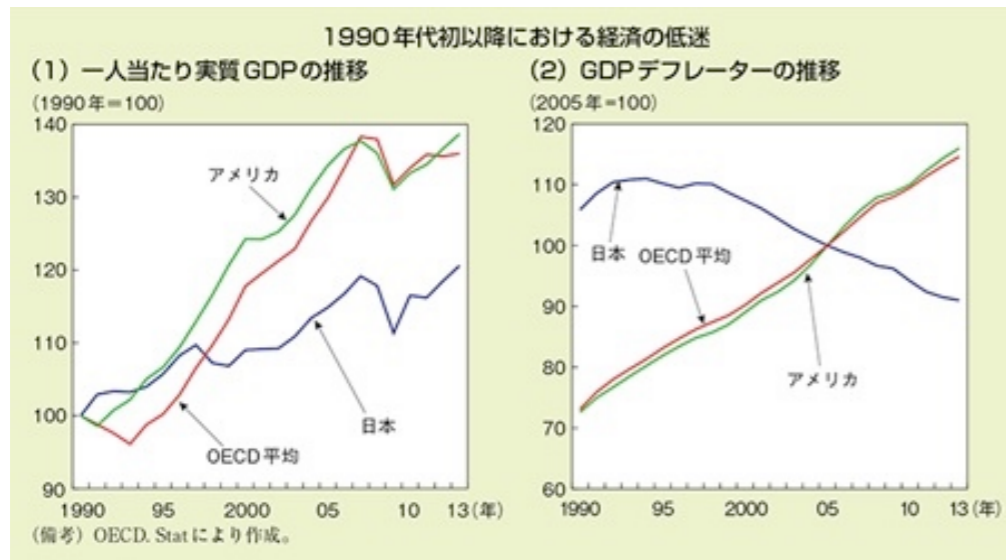


図1 経済指標で振り返る「失われた20年」
(資料) 内閣府、平成27年版経済財政白書、118頁

我が国では、少子高齢化の進展により、1990年代半ば以降、生産年齢人口の減少とともに労働投入が減少し、それまで経済成長を支えてきた設備投資が漸減しており、経済成長におけるTFPの重要性が高まっている³⁾。

(2) 全要素生産性と研究開発投資の関係および先行研究

経済成長に欠かせない生産性上昇の要因として、貯蓄と投資、人的資本、技術進歩の三つが挙げられる。それぞれの要因が成長にどれだけ寄与しているかを相対的に評価するために、経済学者は全要素生産性(Total Factor Productivity：以下TFP)という方法を用いてきた。この分析では、資本ストックの増加と労働の供給の増加に「帰する」ことができる総算出量の変化を測定する。資本や労働に帰することができない算出量の増加は、技術進歩による寄与と考えることになる⁴⁾。

総算出量の成長のうち、資本や労働で説明できない部分は

TFPの上昇と呼ばれる。TFPの上昇は経済が資源を利用する際の効率性の上昇を反映しており、技術進歩のほか、労働者の熟練度(教育訓練レベル)、経営効率・組織効率の改善、分業の進展、規模の経済の実現なども含まれる。TFPは次のようにして計算される。

$$TFP = g_Q - (S_K \times g_K) - (S_L \times g_L)$$

S_K ：資本がGDPに占めるシェア、 S_L ：労働がGDPに占めるシェア、 g_Q ：算出量の増加率、 g_K ：資本の増加率、 g_L ：労働の増加率

研究開発投資は、TFP上昇の要因にあげられる技術進歩の源泉として、設備投資同様極めて重要な意味を持っているが、1980年代後半までは、研究開発投資の分析については、データの整備、分析手法の開発の両面で、多面的な角度からの分析を行うだけの材料に乏しかったため、設備投資の分析とは比較にならないほどの遅れがあったことが指摘されている。⁵⁾

日本が長期停滞に陥っていた1990年代に世界経済は新たなステージ(IT革命、グローバル化)へと移行し、米国でIT革命を生産性向上につなげたことから、世界的に生産性向上への関心が高まり、生産性向上の要因についての研究が広がった。特に、潜在成長率向上の重要な要因であるTFP上昇の研究は、データの整備と実証分析の面で近年大きな進展があった。

権 赫旭・深尾京司・金 榮愨は、研究開発投資と生産性上昇の関係について企業レベルのデータによる実証分析を行った。⁶⁾ この分析で、権らは、研究開発投資がTFP上昇率にどのような影響を及ぼしたかについて、日本企業の財務データに含まれる研究開発投資額および「科学技術研究調査」(総務

省)の個票の研究開発投資額の2つのデータを利用して(分析対象期間:1986-2005年)、それぞれ重回帰分析を行い、結果を比較した。

権 赫旭・金 榮愨・深尾京司は、JIPデータベース2008を使用して1994年から2005年を対象とするミクロレベルおよび企業レベルのTFP上昇率の動向を調べた⁷⁾。

朱 妍・田中秀幸は、2004年から2009年度の製造業企業の財務データに基づき、研究開発投資が企業の生産性に及ぼす効果について分析した⁸⁾。

これらの先行研究により実証された点は、i)2000-2005年の経済成長の最大の源泉は、TFPの上昇であったこと、ii)研究開発投資は、企業レベルのデータによる分析の結果、TFP上昇に対して統計的に有意な正の効果をもつ。研究開発を性格別に分けた場合、開発研究と応用研究がTFP上昇率に与えた効果は高く、基礎研究では電気機械産業のTFP上昇に大きく寄与し、産業間では研究開発投資の効果は大きく異なったこと、iii)2009年までを対象とした分析では、製造業においては、研究開発投資の効果はタイムラグをもってTFP上昇に寄与する可能性があり、リーマンショック以後もこの効果は持続している可能性があることなどである。一方、残された問題点は、i)研究開発投資の成果については、性格別の分析では、基礎研究の成果に関しては電気機械産業についての言及はあるが、概ね概略の説明に留まっていること、ii)研究開発投資については業種別の分析もなされているが、対象業種が広範囲にわたったためか、その評価は概略の言及に留まっていること、iii)先行研究では、2009年までが対象となっているが、その後経済情勢の変化もあ

るので、先行研究で実証された事項や示唆された事項に関して2010年以降の期間について分析を行い、実証しておくことが必要であること、iv)先行研究により、日本企業の研究開発投資の成果がTFP上昇へ及ぼす影響力は実証されたが、日本企業が外国企業に比し、どのようなレベルにあるのか、どのような特徴があるのかは分からないことなどである。

2. 研究の目的

この研究では、先行研究で残された問題点を中心に、以下問題について解明を試みることにする。

- (1) 先行研究では、2009年までの分析が行われているが、その後経済状況の変化もあるので、リーマンショック後の2010-2014年において企業の研究開発投資がTFP上昇にどのように寄与したかについて産業の根幹をなすと考えられる製造業の主要企業の研究開発投資の性格および主な業種別に分析し、その特徴を探る。
- (2) 研究開発投資の面から、日本企業の問題点を把握し、持続的発展のための対策を検討する。このため、比較的高い水準の企業を多く擁する米国製造業の主要企業を選び、これらと比較して分析を行う。

3. 分析対象企業、資料および分析方法

(1) 対象企業

日本企業は、日経総合企業ランキングNICES2015企業から主要製造業企業79社、米国企業は、Fortune 500 Largest US Corporations 2015から主要製造業企業77社を選び、業種は代表的なものとして、食品、化学・医薬品、電気機器・機械、および

自動車・輸送機器を選んだ。

(2) 資料

分析資料は、各企業の連結決算（有価証券報告書からのデータ）、研究開発投資および賃金水準に関するデータを用いる。

(3) 分析方法

企業別に全要素生産性の上昇率を求め、研究開発投資を性格別に推計して、これらを基に、全要素生産性の上昇率を目的変数とし、研究開発投資および生産額を説明変数として重回帰分析を行い、研究開発投資による全要素生産性の上昇率への影響を実証する。

4. 全要素生産性（以下、TFPG）上昇率の推計

(1) TFPG計測のための算式

$$TFPG = \ln\left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}\right) - \frac{S_{L,it-1} + S_{L,it}}{2} \ln\left(\frac{L_{it}}{L_{it-1}}\right) - \frac{S_{K,it-1} + S_{K,it}}{2} \ln\left(\frac{K_{it}}{K_{it-1}}\right) \quad (1)$$

TFPG＝全要素生産性の成長率 (G: Growth)

Y＝生産額（売上高＋棚卸資産増減額）

L＝期末従業員数

K＝有形固定資産額

S_L＝（期末従業員数）×（産業平均賃金）÷（総費用）

S_K＝（有形固定資産額）÷（総費用）

〔注1〕 総費用＝〔売上原価〕＋〔販売費および一般管理費〕

＋〔減価償却費〕

〔注2〕 名目金額はGDPデフレーターを使用して実質化する。

(2) TFPGの計測結果

算式（1）により計測した結果を表1に示す。

表1 TFPG計測結果

区分	項目	2010	2011	2012	2013	2014	年平均
日本企業	総平均	0.0964	-0.0080	-0.0137	0.0950	0.0610	0.0457
米国企業	総平均	0.1501	0.1204	0.0044	0.0263	0.0270	0.0655

日本企業は、2011～2012年にはTFPGが大幅に低下した。2011年の東日本大震災の影響を受けたものと考えられる。

5. 重回帰分析

(1) 仮説の設定

分析に先立ち、先行研究の結果、これから示唆された事項などを踏まえて、以下の仮説を設定した。

〔仮説〕 研究開発投資は、リーマンショック後も継続して全要素生産性上昇にプラスの影響を与え続けている。

(2) 重回帰分析の実施

仮説を実証するため、下記の算式(2)に基づき重回帰分析を行う。

$$TFPG_{it} = \alpha_i + \beta_1 GS_{it} + \beta_2 BR_{it} + \beta_3 AR_{it} + \beta_4 DR_{it} \quad (2)$$

〔注〕 〔被説明変数〕 TFPG：TFP上昇率

〔説明変数〕GS：売上高成長

BR：基礎研究投資比率*

AR：応用研究投資比率*

DR：開発研究投資比率*

α：定数 β₁,β₂,β₃,β₄：偏回帰係数

〔注〕*：性格別のR&D投資額を付加価値額＝総売上額－売上原価－販売費・一般管理費＋減価償却費）で割った比率を使用する。

(3) 重回帰分析の結果

算式(2)による分析の結果を表2に示す。

表2 重回帰分析結果

(1) 日本企業							
変数	TFPG	GS	BR	AR	DR	決定係数	p 値
	(全要素生産性上昇率)	(売上高成長率)	(基礎研究)	(応用研究)	(開発研究)		
偏回帰係数		β ₁	β ₂	β ₃	β ₄	r ²	
2010(年)	0.1523	0.8409	-0.5421	0.1530	0.0238	0.5579	<2.2e-16
2011	0.0440	0.5283	0.1797	-0.0745	0.0001	0.5579	1.45E-05
2012	0.0497	0.3169	0.6012	-1.4111	0.4599	0.7017	2.70E-08
2013	0.1152	0.1828	-0.1025	0.0611	0.0158	0.1818	0.0111
2014	0.0809	0.7020	0.0948	0.0484	-0.0115	0.8469	<2.2e-16

(2) 米国企業							
変数	TFPG	GS	BR	AR	DR	決定係数	p 値
	(全要素生産性上昇率)	(売上高成長率)	(基礎研究)	(応用研究)	(開発研究)		
偏回帰係数		β ₁	β ₂	β ₃	β ₄	r ²	
2010(年)	0.2029	0.7157	1.7714	-0.4261	-0.1870	0.7746	<2.2e-16
2011	0.1490	0.6630	26.5345	-42.1056	6.2837	0.8356	<2.2e-16
2012	0.6830	0.5622	4.3907	16.4793	-6.6835	0.5529	1.80E-06
2013	0.0733	0.5530	-20.2035	-0.7130	6.0577	0.5030	3.49E-07
2014	0.0700	0.5368	0.1808	-24.3809	7.8274	0.8687	<2.2e-16

6. 考察

(1) 〔仮説〕に関する考察

重回帰分析結果から、研究開発（以下R&D）投資がTFPGとどのような相関関係にあるかを知るために、求められた重回帰式にR&D投資の各変数の平均値を代入して、平均的なデータを作成し、これを基に散布図を作成することにした。

まず、日本および米国企業のR&D全体の効果とTFPGとの相関関係について散布図を作成した。結果を図2に示す。

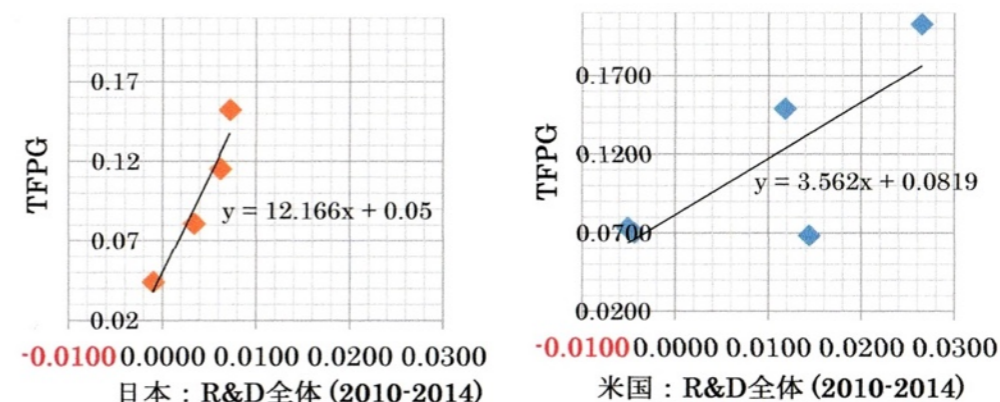


図2 日米企業のR&D全体の効果とTFPGとの相関関係

図2から、日米企業とも、R&D全体の効果とTFPGとはプラスの相関関係にあり、リーマンショック後もR&Dの投資効果が全体としてTFPGにプラスの影響を与え続けていることが分かる。

〔注〕日本企業のR&D全体効率とTFPGの相関関係を見るために散布図を作成すると、2012年のデータ(TFPG:0.0497,R&D:0.0201)が外れ値になっていることが分かった。これは、東日本大震災の影響によるものと考えられる(表1参照)ので、以下の分析では、2012年のデータを異常値として除外したデータを

使用することとした。

次に、R&D全体の効果とTFPGとの相関関係の内容を知るために、性格別および業種別のR&Dについて国別に分析することにする。

日本企業のR&Dの効果とTFPGとの相関関係について散布図を作成した。結果を図3に示す。

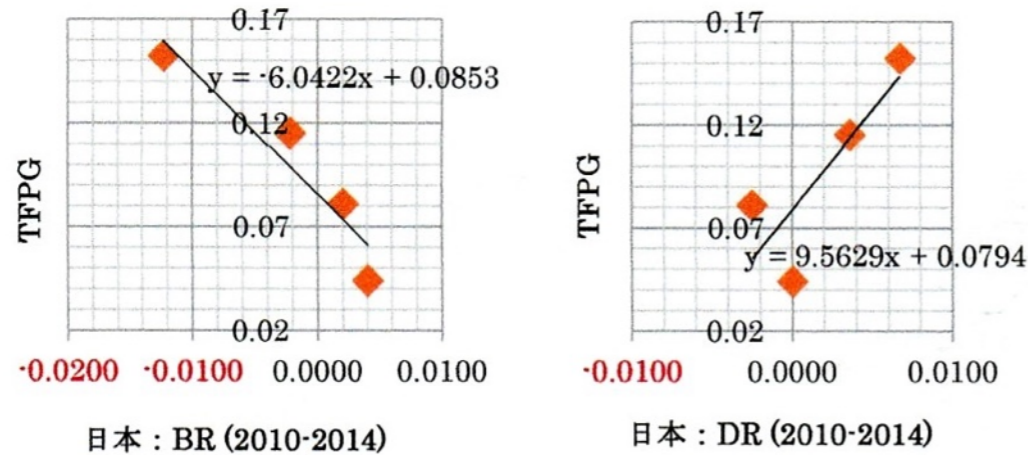


図3 日本企業の性格別R&DとTFPGとの相関関係
(代表的なものを表示:以下同様)

日本企業の研究を性格別に見ると、比較的に成果を出しやすい応用研究および開発研究ではTFPGとプラスの相関関係にあるが、不確定な要素が高い基礎研究ではTFPGとマイナスの相関関係にある。

次に、性格別R&D投資の背景をなすと考えられる業種別R&D投資のTFPGに対する影響について見ると業種による差異があることが分かった。

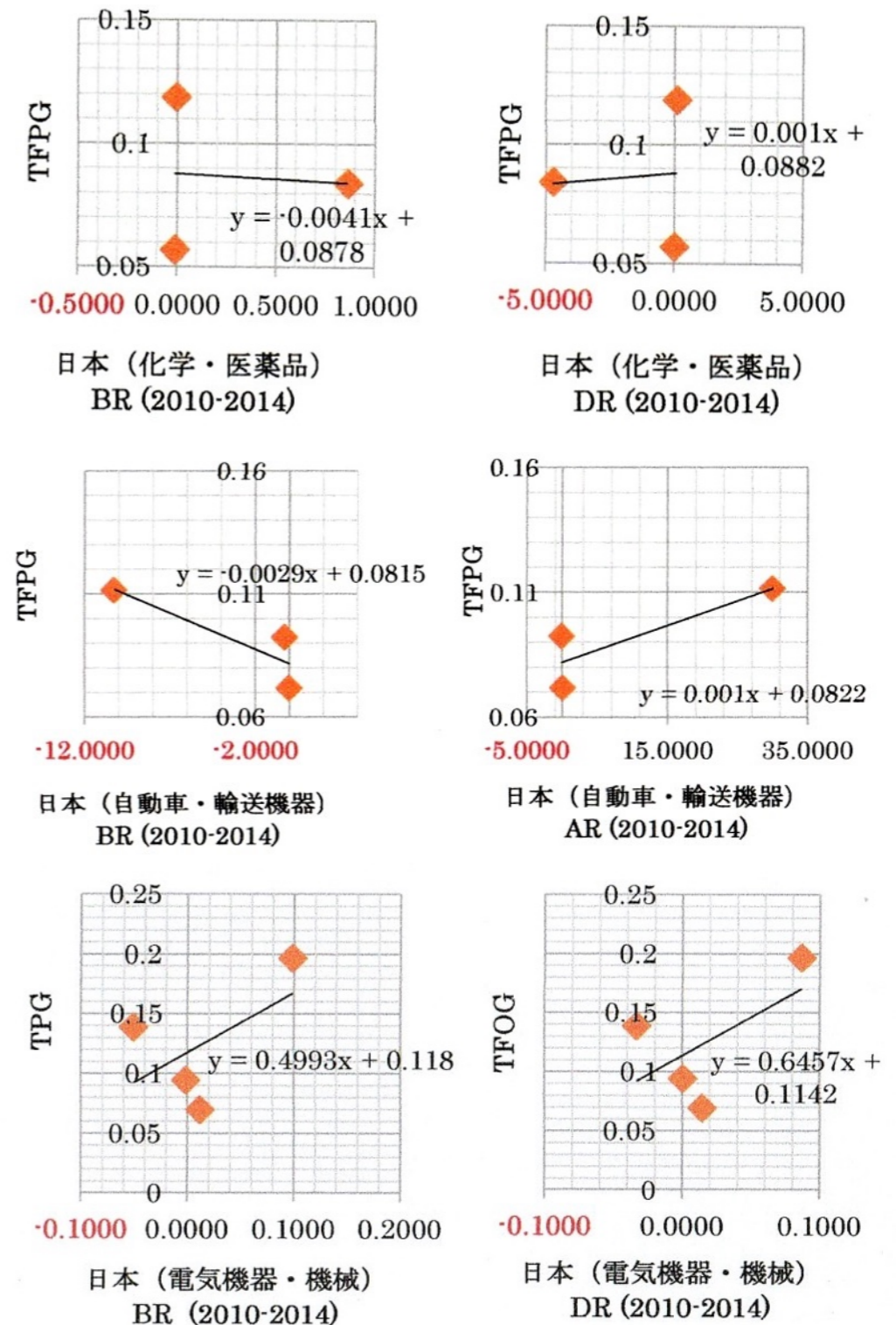


図4 日本企業の業種別、性格別R&DとTFPGとの相関関係

基礎研究(BR)投資でTFPGにマイナスの効果を与えていたのは化学・医薬品および自動車・輸送機器の企業であった。一方、電気機器・機械の企業は、開発研究の成果でTFPGへプラスの影響を与え、基礎研究の成果でもTFPGにプラスに貢献していることが分かった。(図4)

続いて、米国企業のR&Dの効果とTFPGとの相関関係について散布図を作成した。結果を図5に示す。図5から見ると、米国企業のR&D投資は、応用研究や開発研究よりも将来を見据えた基礎研究に重点が置かれていることが分かる。

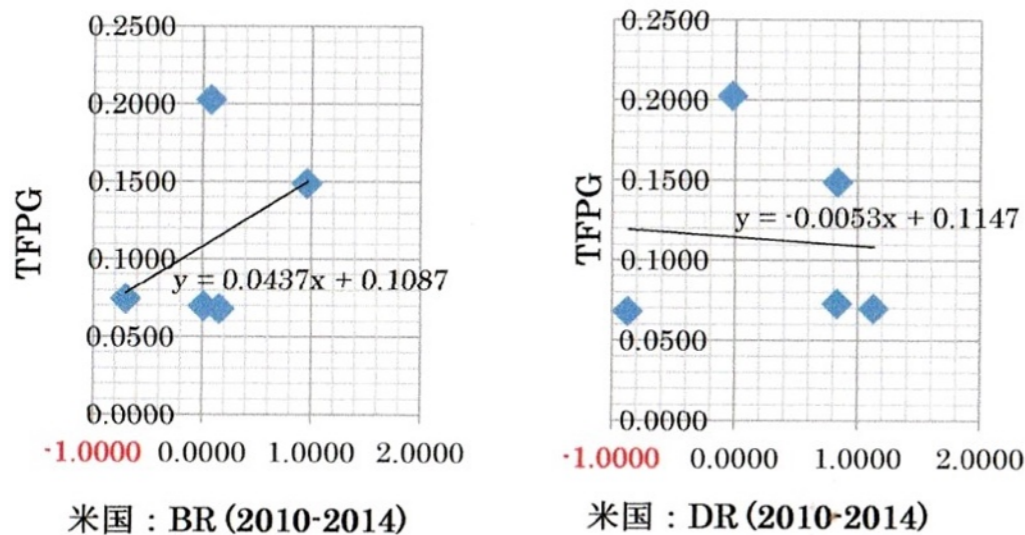


図5 米国企業の性格別R&DとTFPGとの相関関係

ここで、日本企業と同様、米国企業についても性格別R&D投資の背景をなすと考えられる業種別R&D投資のTFPGに対する影響について見ることにする。

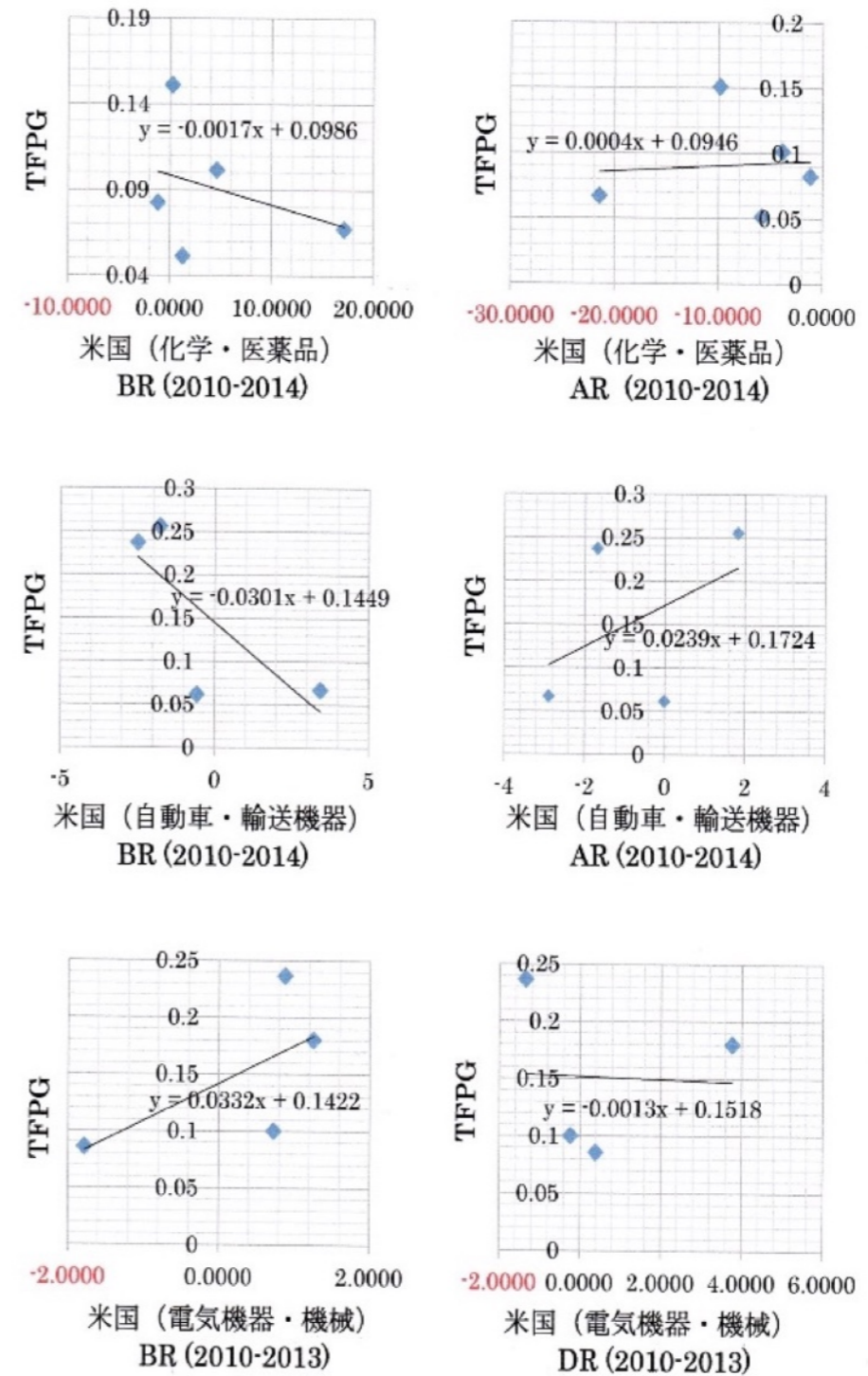


図6 米国企業の業種別、性格別R&DとTFPGとの相関関係

米国企業の場合も業種による異があり、TFPGにプラスの影響を与えていた主役は、電気機器・機械の企業であることが分かった。(図6)

(2) 〔仮説〕に関する考察のまとめ

日米企業ともR&D投資全体の成果とTFPGとはプラスの相関関係にあることが分かり、リーマンショック後もR&Dの投資効果が全体としてTFPGにプラスの影響を与え続けていることが分かった。

研究の性格別の分析結果では、日本企業は比較的に成果が出やすい応用研究及び開発研究でTFPGとプラスの相関関係にあり、不確定な要素が高い基礎研究ではマイナスの相関関係にある一方、米国企業では、応用研究・開発研究よりも基礎研究に重点が置かれていることが分かった。このことから、日本企業のR&Dは、(リーマンショックに加え東日本大震災の影響による一時的な事情があるとは思われるが)短期的志向があり、米国企業は長期的志向があると考えられる。

業種別に見たR&D投資の成果とTFPGとの関係では、日米企業とも電気機器・機械の企業が中心になり、TFPGにプラスの影響を与えていた。

以上により〔仮説〕(研究開発投資は、リーマンショック後継続して全要素生産性上昇にプラスの影響を与えている)は実証されたと考える。

7. 日本企業の持続的発展のための対策

(1) 日本企業の現状および問題点

日本企業は、TFPGに対して米国企業同様、比較的高いプラスの相関関係があり、日本企業は優れたR&D開発力を持っていることがわかったが、基礎研究投資比率については、米国企業に遅れをとっている。

(2) 対策

これからは、自己の企業の利益拡充を図るのみではなく、地球環境に優しい、地球全体の経済発展に貢献し得る製品やプロセスを開発し、地域社会に一層の貢献を果たすことが企業に求められるようになる。⁸⁾ この面では、応用研究および開発研究と相まって基礎研究の果たす役割が大きくなるものと考えられる。

この研究で対象とした大企業は、競争市場において、開発研究や応用研究で開発した製品をもって競い合っている。この対策として、他企業が追随し得ないような新製品・新技術を開発して、競争優位に立つことが考えられるが、競争市場では、いずれこれに対してもライバルが現れて競争優位を保てなくなる可能性があり、永続的な対策にはなり得ないと考えられる。これに企業の多くの資源を投入しているだけでは、企業の未来の継続的発展は望めない。

そこで、本業とは異なった独自の事業を興すことが選択肢として意味を持ってくる。ここが開発研究および応用研究と相まって基礎研究の出番である。

8. まとめ

(1) 企業の研究開発資がリーマンショック後の2010-2014年において全要素生産性上昇にどのように寄与したかにつ

いて、日本および米国の主要製造業企業の財務資料等に基づき比較分析した結果、研究開発投資の全要素生産性への影響は、リーマンショック後も概ね継続してプラスの影響が続いていることがわかった。

日米企業とも研究開発投資全体の成果と全要素生産性上昇とはプラスの相関関係にあることが分かり、リーマンショック後も研究開発の投資効果が全体として全要素生産性上昇にプラスの影響を与え続けていることが分かった。

研究の性格別の分析結果では、日本企業が応用研究及び開発研究で全要素生産性上昇とプラスの相関関係にあり、基礎研究ではマイナスの相関関係にある一方、米国企業では、応用研究・開発研究よりも基礎研究に重点が置かれていることが分かった。このことから、日本企業の研究開発は、短期的志向があり、米国企業は長期的志向があるものと考えられる。

業種別に見た研究開発投資の成果と全要素生産性上昇との関係では、日米企業とも電気機器・機械の企業が中心になり、全要素生産性上昇に対しプラスの影響を与えていた。特に、電気機器・機械の日本企業は、開発研究・基礎研究がバランス良く効果を上げている。

(2) これらの分析結果を踏まえ、今後の日本の製造企業の持続的発展のための問題を把握し、対策を検討した結果、日本企業は、当面企業の業績向上に効果のある研究開発投資では優れた力を発揮していることが分かったが、将来の持続的発展を期すための基礎研究では米国企業に遅れをとっていることも分かり、その対策として、企業にとって将来必要になる基礎研究が何であるかを見極め、これに日本企業の優れた研究開発力を従

来以上に重点的に投入することが不可欠であるという結論に達した。この方策として、本業とは異なる独自の新規事業を立ち上げ、新事業部、別会社組織、ジョイント・ベンチャー、他企業との合弁・提携などにより実現を図ることが考えられる。

以上

〔注〕

- 1) 内閣府、平成27年版経済財政白書第1章（景気動向と好循環の進展）、pp.9-10;同、第3章（低成長下でのイノベーション活動）、p.118
- 2) 文部科学省、平成27年版科学技術白書 第1章第3節（経済成長への科学技術の貢献）、p.65
- 3) 「現在、政府は、成長戦略を実行し、企業の生産性や収益性の向上を通じて、その競争力を高め、持続的な成長を実現しようとしている。その過程で決定的に重要なのは、TFPを高めていくことである。」（内閣府、平成25年版経済財政白書 第2章第1節（製造企業の収益性と生産性）、p160）
- 4) ジョゼフ・E・スティグリッツ／カール・E・ウオルシュ、マクロ経済学第4版第7章東洋経済新報社、2014、p.205
- 5) 竹中平蔵、研究開発と設備投資の経済学－経済を支えるメカニズム－、第5章（研究開発投資の経済分析）、東洋経済新報社、1984、pp.102-103
- 6) 権 赫旭・深尾京司・金 榮懋、研究開発と生産性－企業レベルのデータによる実証分析－、一橋大学、2008
- 7) 権 赫旭・金 榮懋・深尾京司、日本のTFP上昇率はなぜ回復したのか：『企業活動基本調査』に基づく実証分析、RIETI

Discussion Paper Series 08-J-

050、独立行政法人経済産業研究所、2008

8) 朱 妍・田中秀幸、製造業における研究開発集約度が企業生産性に与える影響、The Society of Socio-Informatics, 2013

9) Joseph L. Bower, Herman B. Leonard, Lynn S. Paine: Capitalism at Risk, Harvard Business Review Press, Harvard Business Review Press, 2011、pp.185-211

〔参考文献〕

・ジョゼフ・E・スティグリッツ／カール・E・ウォルシュ（藪下史郎ほか訳）、マクロ経済学第4版、東洋経済新報社、

2014、p205

・N・グレゴリ・マンキュー（足立英之ほか訳）、マンキュー経済学I（ミクロ編）第3版、東洋経済新報社、2013、p.405

・坂東俊輔、全要素生産性の計算方法と留意点、アジア・マンスリー、日本総研The Japan Research Institute, Limited、2000年4月号、pp.1-2

・竹中平蔵、研究開発と設備投資の経済学－経済を支えるメカニズム－、東洋経済新報社、1984、pp.102-103

・深尾京司、宮川 努：生産性と日本の経済成長－JIPデータベースによる産業・企業レベルの実証分析－、東京大学出版会、2008

・宮川 努：生産性の経済学－我々の理解はどこまで進んだか－、日本銀行、Working Paper Series 06-J-06, 2006

・独立行政法人経済産業研究所『日本産業生産性データベース』（Japan Industrial Productivity Database; JIP データベース、JIP2006、JIP2016

・権 赫旭・深尾京司・金 榮愨、研究開発と生産性上昇－企業レベルのデータによる実証分析－、一橋大学、2008

・権 赫旭・金 榮愨・深尾京司、日本のTFP上昇率はなぜ回復したのか：『企業活動基本調査』に基づく実証分析、RIETI Discussion Paper Series 08-J-050、独立行政法人経済産業研究所、2008

・朱 妍・田中秀幸、製造業における研究開発集約度が企業生産性に与える影響、The Society of Socio-Informatics, 2013

・総務省、科学技術研究調査結果の概要、平成17年～平成26年（2：企業）

・Michael E. Porter, 竹内弘高:”Can Japan Compete?”（日本の競争戦略）、ダイヤモンド社、2000、p.300

・Science and Engineering Indicators, USA, 2010

・小田切宏之・岩田均、総要素生産性上昇率の企業別推計と分析、日本経済研究No.16、1986、pp.29-41

・Joseph L. Bower, Herman B. Leonard, Lynn S. Paine: Capitalism at Risk, Harvard Business Review Press, 2011, pp.185-211

・M. E. ポーター、新訂競争の戦略、ダイヤモンド社、2009、pp.55-71

・クレイトン・クリステンセン、マイケル・レイナー（玉田俊平太監修・櫻井祐子訳）：イノベーションへの解、（株）翔泳社、2003、p.247