



Hitotsubashi University
Institute of Innovation Research



一橋大学イノベーション研究センター

東京都国立市中2-1
<http://www.iir.hit-u.ac.jp>

R&D 資本投資の四半期及び確報推計手法の研究*

一橋大学イノベーション研究センター特任助手
内閣府経済社会総合研究所客員研究員
外木 暁幸

内閣府経済社会総合研究所研究官
北岡 美智代

内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部企画調査課研究専門職
小林 裕子†

* 本稿の作成に際しては、内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部の丸山雅章国民経済計算部長、二村秀彦企画調査課長、多田洋介企画調査課長補佐、茂野正史企画調査課長補佐、今井玲子国民生産課長からは多数の有益なコメントを頂いた。また、内閣府経済社会総合研究所における研究官室、国民経済計算部合同の打ち合わせ会議における議論は有用であった。また、内閣府経済社会総合研究所の村田貴司総括政策研究官、篠原千枝研究官、一橋大学イノベーション研究センターの赤池伸一教授からは多くの点でサポートを頂いた。記して感謝の意を表したい。なお、本稿の内容は筆者が属する組織の公式の見解を示すものではなく、内容に関しての全ての責任は筆者にある。

† (補論 A)

1. はじめに

1.1. 08SNA と R&D 資本投資

国連統計委員会は 93SNA (System of national Accounts) に代わる新しい SNA の基準を策定し、2008 年に Volume 1、2009 年に Volume 2 を採択した。それらの新しい SNA のガイドラインは併せて「08SNA」と呼ばれる。08SNA における大きな変更点の一つは、93SNA において中間消費（ないし政府等の支出の場合は最終消費）として扱われていた研究開発 (Research and Development; R&D) 費を、知識ストックを増加させる投資的支出であると位置づけたことである。知識ストックは既存の財・サービスの品質向上、新たな財・サービスの開発・発見、そして生産過程の効率化をもたらすために用いられる重要な生産要素である。従って、R&D は体系的に行われる創造的活動 (creative work) であり、国民経済計算において R&D 投資としてフロー計上 (総固定資本形成の構成要素として) すること、また、そのストックとして R&D 資本ストックを計上すること (R&D の資本化) が求められている。

1.2. 科学技術研究調査と GDP 速報・確報の公表時期

既に 08SNA に対応し R&D の資本化を行っている、あるいは行う予定の諸外国においては、R&D 投資¹の計測について、いわゆる OECD の「フラスカティ・マニュアル」(以下、「FM」という。)に則った各国の科学技術統計調査をベースにしている。我が国においても、FM ベースの統計として、総務省が 1960 年より調査している「科学技術研究調査」(「Survey of Research and Development」以下、「SRD」という。)があり、我が国国民経済計算 (以下、「JSNA」という。)において R&D 投資を計測するための重要な基礎統計となるものである。既に、SRD を基礎統計として日本の R&D 投資及び R&D 資本ストックを計測する研究が行われており、川崎(2006)ではその推計方法が検討され、内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部(2010)では R&D サテライト勘定の構築を目的とした検討が行われている。

ところが、SRD に基づいて JSNA ベースの R&D 投資を推計²するには解決されるべき

¹ 08SNA や関連する国際的なハンドブックにおいては、R&D の産出額 (例えばコスト積上げで計測) に、R&D の輸入を加え、輸出を控除したもの、さらに部門別には他の国内部門からの R&D の純購入を足したものが R&D 投資 (総固定資本形成) と定義されるため、両者は概念上も計数上も異なる。ただし、本稿では、輸出入等の議論は捨象し、R&D 産出額と R&D 投資が等しいものとして「R&D 投資」ないし「R&D 投資額」という用語を用いる。

² ここでは、SRD の内部使用研究費の人件費、原材料費、リース料、その他の経費、有形固定資産の減価償却費の合計を「R&D 投資」という。我が国の SNA ベースの R&D 投資額は、「Handbook on Deriving Capital Measures of Intellectual Property Product」(OECD, 2010) に基づき SNA 概念に組み換える予定。具体的には、SRD の簿価評価の有形固定資産の減価償却費ではなく、無形固定資産を含む固定資産について恒久棚卸法 (PIM : Perpetual Inventory Method) により得られる時価評価の固定資本減耗を用いる等。(国民経済計算の次回基準改定における研究会(第 7 回))

課題がある。その一つとして、四半期別 GDP 速報や国民経済計算の年次確報推計での統計の利用可能性という問題がある。すなわち、SRD は毎年 12 月頃に前年度の計数が公表される年次調査であり、四半期調査が存在しないことから、四半期別 GDP の 1 次速報や 2 次速報³の推計に活用することができないばかりか、SRD とほぼ同時期に公表される JSNA の確報における年次値の推計作業にも間に合わない（表 1）。従って、SRD における研究主体別研究費に概念的に近く、統計的性質が似通っており、かつ、速報性のある代替統計を探すこと、それらを用いて R&D 投資の速報値、確報値を推計する方法を研究することが必要となる。もし、そのような代替統計が見つからない項目があれば、過去のトレンドから速報値、確報値を予測推計する方法も検討する必要性が生じる。

表 1：GDP 統計と科学技術研究調査の公表タイミング

カレンダー	暦年	T-1年				T年				T+1年							
	年度	T-1年度								T年度							
	四半期	10-12月期		1-3月期		4-6月期		7-9月期		10-12月期		1-3月期		4-6月期			
GDP	速報	7-9月期		10-12月期		1-3月期		4-6月期		7-9月期		10-12月期		1-3月期			
		1次	2次	1次	2次	1次	2次	1次	2次	1次	2次	1次	2次	1次	2次		
	R&D投資	代替統計或いはトレンド推計による予測を用いて推計															
	確報	T-2年度の確報 (12月中旬以降公表)				T-1年度確報推計作業				T-1年度の確報 (12月中旬以降公表)				T年度確報推計作業			
	R&D投資	前年度値	T-2年度のR&D は速報値の合計							T-1年度のR&D は速報値の合計							
	前々年度値	T-3年度SRDで 推計			T-2年度SRDで 推計												
科学技術研究調査 (SRD)	T-2年度の統計 (12月中旬公表)				T-1年度SRD調査期間				T-1年度の統計 (12月中旬公表)				T年度SRD調査 期間				

1.3. R&D 投資の四半期分割

前述したとおり、SRD における費目別研究費の計数値は年度内に使用された金額の合計であるため、四半期別 GDP の 1 次、2 次速報ばかりでなく、確報推計段階における四半期分割を行う方法を検討する必要もある。2 次速報において推計された R&D 投資の四半期推計値を用いて 4 四半期に按分する方法が妥当と考えられる。現行の GDP 四半期値は 1994 年以降、直近まで公表されているため、比較的長い期間について四半期値を推計する必要がある。

1.4. 本稿の構成

本稿では第 2 節で既に 08SNA ベースに移行した米国、豪州での R&D 投資推計についての確報及び四半期推計、四半期分割の方法の事例を紹介する。第 3 節では、日本における企業 R&D 投資、第 4 節では政府及び対家計民間非営利団体 (NPISH) の R&D 投資の確

³ 四半期別 GDP 速報の 1 次速報値は、対象四半期終了の 1 か月 2 週間後頃、2 次速報値は 2 か月 10 日後頃に公表されている。

報及び四半期推計の方法を検討する。検討の流れは以下のように行う。まず、SRD の R&D 投資の年度値と概念的に近いと考えられる代替統計の統計的相関を検討し、四半期分割及び四半期推計の方法を考察する。確報値は四半期推計値の年度分の合計をその推計値とする。代替統計が存在しない場合にはトレンド推計値を年度値（確報推計値）とし、その四半期分割及び四半期推計の方法を考察する。第 5 節では結論と今後の検討課題を述べる。

2. 08SNA ベースの R&D 投資推計の先行事例

2.1. 米国の事例

米国の NIPA (National Income and Product Account) では 2013 年 7 月末に行った「包括的改訂」において 08SNA に対応し、1929 年から直近までの統計表を公表している。米国の R&D 投資の主たる基礎統計はやはり FM ベースの国立科学財団 (NSF) の統計であり、最新の年次推計においてもこれが用いられていると考えられるが、四半期値は存在しない。このため、米国では、R&D 投資の四半期化について、まず企業分は、1929 年から 1990 年までについてはマクロの賃金統計の系列を用いて四半期分割を行っている。また、1991 年から 2007 年の期間については四半期雇用賃金調査 (Quarterly Employment and Wage Census) を用いて産業別に人件費指数を作成し、その加重平均指数を用いて四半期分割を行っている。さらに、2008 年以降の四半期分割及び速報推計に関しては、上場企業の財務諸表データにおける研究開発支出のデータを用いている⁴。他方、政府分の R&D は、NIPA で推計される R&D サービスの中間投入を用いて四半期値を推計し、NPISH 分については代替統計なしで年度値を推計し、四半期分割を行っている⁵。

2.2. 豪州の事例

一方、豪州の ASNA (Australian System of National Accounts) では、他国に先がけて 2009 年より 08SNA に移行しており、年次の R&D 投資は包括的な研究開発の基礎統計である FM ベースの「Research and Experimental Development」より推計している。しかし、やはり四半期推計では適切な代替統計が存在しないため、年次データのトレンド推計による予測値に基づいて年度値を推計し、四半期値は年度値の均等分割で推計を行っている⁶。

3. 企業の R&D 投資

SRD の企業 R&D 投資 12.2 兆円は、民間企業設備 64.6 兆円 (国民経済計算年報、2012 年

⁴ ただし、四半期終了約 1 か月後に公表される速報 (advance estimates) においては、財務諸表データの入手が間に合わないため、トレンド推計ないし雇用・賃金データに依拠している模様である (BEA 2013)。

⁵ 以上については、Bureau of Economic Analysis, U.S. (2013)を参照。

⁶ Australian Bureau of Statistics (2012)を参照。

確報、年度、名目) の約 20%に相当し、08SNA に基づく GDP 推計への移行において大きな影響がある。本節では我が国の R&D 活動の大宗を占める企業部門の R&D について、四半期速報や確報段階での推計方法として、まず各種の代替統計により年度値を推計する方法を検討するとともに(小節 3.1~3.3)、時系列モデルを活用したトレンド推計による年度値の推計方法の考え方を紹介する(小節 3.4)。その上で、年度値の四半期分割や四半期速報での延長方法について考察する(小節 3.5)。

3.1. 日本における企業 R&D 投資の代替統計の候補

上述したとおり、米国では 2008 年以降の四半期分割及び速報推計に関して、財務諸表を用いた企業 R&D 投資の推計が行われている。日本での企業会計において、年度の財務諸表は研究開発費の総額を費用計上しているが、四半期の財務諸表では、2008 年度以降、研究開発費のウェイトが大きい一部の企業のみが計上している。各社の四半期財務諸表から「研究開発費」⁷を把握できる企業数、研究開発費等のカバレッジを確認し、このデータを活用できるかをさらに検討する必要がある。本稿では補論 A にて、財務諸表データの活用可能性について検討する。

この節では第 1 に、四半期別 GDP 速報の 2 次速報でも用いられている「四半期別法人企業統計調査」(以下、「法人企業統計」という。)の人件費、販売費及び一般管理費、原材料費、有形固定資産減価償却費のデータを用いて、SRD ベースの企業の費目別研究費の四半期及び確報の予測推計を試みる。法人企業統計は GDP の 2 次速報で用いられる基礎統計であり、当然、1 次速報の企業 R&D 投資の推計に用いることはできない。従って、1 次速報での企業 R&D 投資の推計のためには、より速報性のある代替統計を検討する必要がある。そこで、第 2 の課題として、企業 R&D 投資に占める比率が高い人件費(2011 年度は 4 割強)の動きを毎月勤労統計調査の賃金指数、常用雇用指数を用いて推計可能か否かを検討する。

3.2. 法人企業統計による推計

法人企業統計は財務省が我が国の営利法人の活動実態を把握する目的で調査を行っている統計であり、四半期毎に調査が行われている。ここでは四半期値を年度値に合計し、その損益項目データの統計的な性質が、SRD における企業 R&D 投資のデータと近いかどうかを検討する。

表 2 は 1980 年度から 2011 年度について、SRD における企業 R&D 支出(内部使用研究費における、人件費、原材料費、リース料、その他経費、有形固定資産減価償却費の合計)の伸び率と法人企業統計の損益項目の伸び率の相関を見たものである。法人企業統計は資本規模別に調査が行われているが、ここでは、最も研究開発費を多く計上している資本金

⁷ 法人企業統計調査では「研究開発費」を調査していないため、各社の四半期財務諸表から「研究開発費」の集計が必要となる。

10 億円以上の企業⁸と、最もカバレッジが広い全規模の企業の調査結果を用いた。全規模の損益項目では固定資産増加額（新設額）が最も相関が高く 0.75 となった。資本金 10 億円以上の企業では、固定資産増加額（新設額）との相関は 0.79 とさらに高いが、最も高い相関を示したのは販売費及び一般管理費の 0.83 である。研究開発費は、一般的に販売費及び一般管理費として費用処理されるため⁹、企業 R&D 投資と販売費及び一般管理費は概念的には近いと言える。また、企業 R&D 投資と人件費との相関も 0.79 と高い。企業 R&D 投資の内訳で人件費は 41.4%（2001 年から 2011 年の平均）と高い比率を占めるため動きも近くなると考えられる。

表 2：企業 R&D 投資（SRD）と法人企業統計のフロー項目の相関

法人企業統計		SD(%)	相関係数	t値	95%信頼区間	
資本規模	フロー項目				上限	下限
全規模	売上高	5.532	0.625 ***	4.456	0.799	0.353
	売上原価	5.725	0.631 ***	4.534	0.803	0.363
	販売費及び一般管理費	5.011	0.660 ***	4.893	0.820	0.405
	営業利益	16.798	0.039	0.217	0.382	-0.314
	経常利益	17.955	-0.008	-0.045	0.342	-0.356
	固定資産 増加額	12.127	0.566 ***	3.826	0.764	0.271
	固定資産 増加額 新設額	10.990	0.749 ***	6.297	0.870	0.542
	無形固定資産 増加額	25.219	0.067	0.376	0.406	-0.288
	人件費	4.608	0.667 ***	4.978	0.824	0.414
10億円	売上高	6.296	0.696 ***	5.398	0.841	0.459
	売上原価	6.607	0.690 ***	5.314	0.838	0.450
	販売費及び一般管理費	5.305	0.828 ***	8.222	0.913	0.674
	営業利益	18.280	0.054	0.303	0.395	-0.300
	経常利益	19.748	0.079	0.442	0.416	-0.277
	固定資産 増加額	12.305	0.455 ***	2.842	0.693	0.126
	固定資産 増加額 新設額	10.828	0.793 ***	7.238	0.894	0.613
	無形固定資産 増加額	31.104	0.057	0.320	0.398	-0.297
	人件費	4.635	0.788 ***	7.128	0.892	0.606

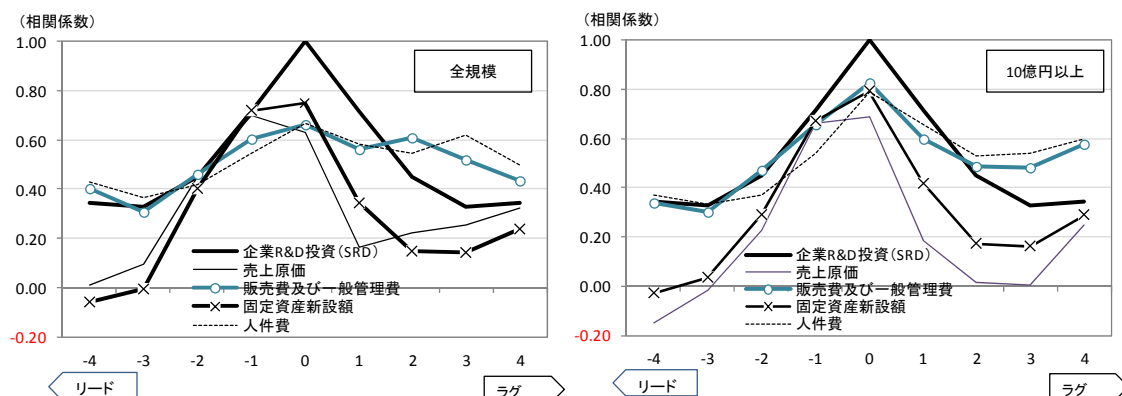
注：P値は相関係数の有意仮説検定のもの。相関係数のアスタリスクは***ならば99%水準で有意、**ならば95%水準で有意、*ならば90%水準で有意であることを表す。標本期間は1980年から2011年。

次に、SRD の企業 R&D 投資と法人企業統計の損益項目との相関のリード・ラグ関係の有無を見てみよう。図 1 は企業 R&D 投資伸び率と法人企業統計の主な損益項目の伸び率との時差相関を示したものである。法人企業統計の全規模の売上原価が 1 年のリードを示しているが、ほか全ての項目で当該年において最も相関が高くなっておりリード、ラグ何れもないことを示している。これは当該年の法人企業統計の損益項目から SRD の企業 R&D 投資を推計することが妥当であることを示している。

⁸ 平成 25 年科学技術研究調査、企業の社内研究費の総額（費用額）は 12.2 兆円。そのうち、資本金 10 億円以上の企業は、11.2 兆円（92%）。

⁹ 研究開発費は、新製品の計画・設計又は既存製品の著しい改良等のために発生する費用であり、一般的には原価性がないと考えられるため、通常、一般管理費として計上する。ただし、製造現場において研究開発活動が行われ、かつ、当該研究開発に要した費用を一括して製造現場で発生する原価に含めて計上しているような場合があることから、研究開発費を当期製造費用に算入することが認められている。（「研究開発及びソフトウェアの会計処理に関する実務指針」より）

図 1：企業 R&D 投資（SRD）と法人企業統計の費用項目の時差相関



より具体的には、SRD の企業 R&D 投資の人件費、原材料費、その他経費（リース料を含む）、有形固定資産減価償却費といった費目別の動きが法人企業統計の損益項目から推計できることが望ましい。表 3 はそれらの伸び率間の相関をチェックしたものである。SRD の企業 R&D 投資の費目のうち人件費、原材料費、その他経費では資本金 10 億円以上の法人企業統計の販売費及び一般管理費との相関が最も高く、何れも 0.75 を超える。また、企業 R&D 人件費は法人企業統計の人件費との相関が 0.82 と非常に高い。これらの結果から、SRD が公表されていない段階で企業 R&D 投資の人件費、原材料費、その他経費を年度推計するには、法人企業統計の企業（資本金 10 億円以上）の人件費や販売管理費及び一般管理費の前年度比伸び率を用いることが比較的望ましいことがわかった。

表 3：企業 R&D 投資（SRD）の費用項目と法人企業統計の費用項目の相関

	法企費用項目	資本金			
		10億円		全規模	
人件費 (SRD)		相関係数	t値	相関係数	t値
	売上高	0.621 ***	4.413	0.634 ***	4.562
	売上原価	0.601 ***	4.192	0.623 ***	4.431
	販売費及び一般管理費	0.826 ***	8.157	0.748 ***	6.283
	人件費	0.820 ***	7.973	0.743 ***	6.180
	売上高-人件費	0.588 ***	4.050	0.596 ***	4.129
	減価償却費	0.760 ***	6.520	0.739 ***	6.110
原材料費 (SRD)		相関係数	t値	相関係数	t値
	売上高	0.731 ***	5.973	0.672 ***	5.049
	売上原価	0.718 ***	5.739	0.679 ***	5.152
	販売費及び一般管理費	0.783 ***	7.004	0.608 ***	4.266
	人件費	0.697 ***	5.413	0.574 ***	3.906
	売上高-人件費	0.712 ***	5.648	0.656 ***	4.844
	減価償却費	0.705 ***	5.527	0.613 ***	4.318
その他経費 (SRD)		相関係数	t値	相関係数	t値
	売上高	0.713 ***	5.667	0.559 ***	3.750
	売上原価	0.717 ***	5.724	0.574 ***	3.906
	販売費及び一般管理費	0.762 ***	6.545	0.542 ***	3.589
	人件費	0.713 ***	5.657	0.561 ***	3.775
	売上高-人件費	0.692 ***	5.337	0.536 ***	3.533
	減価償却費	0.756 ***	6.430	0.666 ***	4.966
減価償却費 (SRD)		相関係数	t値	相関係数	t値
	売上高	0.286	1.663	0.265	1.528
	売上原価	0.304 *	1.780	0.279	1.615
	販売費及び一般管理費	0.546 ***	3.629	0.439 **	2.723
	人件費	0.586 ***	4.030	0.519 ***	3.377
	売上高-人件費	0.256	1.477	0.225	1.285
	減価償却費	0.576 ***	3.919	0.542 ***	3.590

注：t値は相関係数の有意仮説検定のもの。相関係数のアスタリスクは***ならば99%水準で有意、**ならば95%水準で有意、*ならば90%水準で有意であることを表す。標本期間は1980年から2011年。

一方、表 3 の有形固定資産減価償却費（SRD）を見ると、法人企業統計の減価償却費と必ずしも相関が高くないことがわかる。その他の法人企業統計の損益項目とも相関は高くない。これは企業 R&D 投資の有形固定資産の減価償却費を法人企業統計から直接推計することは難しいことを示している。図 2 は 1980 年度から 2011 年度までの SRD の人件費、原材料費、その他経費（リース料を含む）の合計に対する減価償却費の比率を示している。12%から 8%の間で推移しており、2000 年代以降は 8~9%と安定している。企業 R&D 投資の減価償却費を推計する方法として、法人企業統計における資本金 10 億円以上の企業の人件費、販売費及び一般管理費の前年度比伸び率を用いて企業 R&D 投資の人件費、原材料費、その他経費を推計したうえで、それらの合計に前年度の減価償却費比率を掛けて、企業 R&D 投資の減価償却費を計算するという方法が考えられる。四半期推計に際しても、法人企業統計の四半期調査の人件費、販売費及び一般管理費の前年同期比伸び率を用いて企業 R&D 投資の人件費、原材料費、その他経費を推計し、その上で前年度の減価償却費比率を掛けて、企業 R&D 投資の減価償却費を計算するという方法が考えられる。

図 2 : SRD の人件費、原材料費、その他経費の合計に対する減価償却費の比率

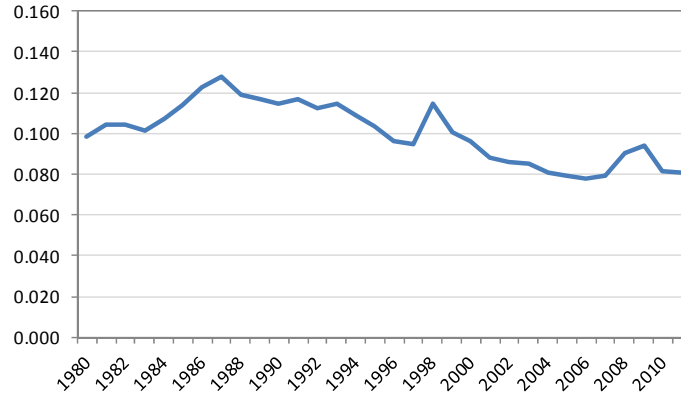


表 4 には固定資産増加額（新設額）、または販売費及び一般管理費を用いた SRD の企業 R&D 投資の年度値の推計値の平均 2 乗平方根誤差（Root Mean Squared Error; RMSE）をまとめた。固定資産増加額（新設額）による推計では 1 次及び 2 次トレンドを加えたモデルの予測値の RMSE は 0.027 と小さい。販売費及び一般管理費による 3 種類のモデルによる予測値の RMSE は固定資産増加額（新設額）による推計のものよりは若干高いが、何れの方法でも予測精度は比較的よいと言えよう。

表 4 : SRD の企業 R&D 投資の法人企業統計による予測①

被説明変数:SRDの企業R&D投資(前年度比)						
説明変数	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
固定資産増加額(新設額) (前年度比)	0.459 *** (0.064)	0.3277 *** (0.055)	0.318 *** (0.051)			
販売費及び一般管理費(前 年度比)				0.978 *** (0.121)	0.731 *** (0.176)	0.682 *** (0.176)
定数項	3.854 *** (0.716)	9.465 *** (1.247)	12.300 *** (1.692)	0.717 (0.847)	4.944 ** (2.403)	7.733 ** (3.005)
1次トレンド		-0.3152 *** (0.063)	-0.801 *** (0.218)		-0.186 * (0.100)	-0.598 * (0.293)
2次トレンド			0.015 ** (0.006)			0.012 (0.008)
決定係数	0.628	0.799	0.832	0.686	0.720	0.740
修正決定係数	0.616	0.786	0.814	0.675	0.700	0.712
RMSE	0.039	0.029	0.027	0.036	0.034	0.034
サンプル数	32	32	32	32	32	32
推計手法	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS

注: 括弧内の値は係数の標準誤差。係数のアスタリスクは***ならば99%水準で有意、**ならば95%水準で有意、*ならば90%水準で有意であることを表す。標本期間は1980年から2011年。

表 5 には SRD の企業 R&D 投資の費用項目別推計の加重平均による推計の結果を示した。SRD の企業 R&D 投資のうち、人件費、「原材料費＋その他経費」、有形固定資産減価償却費を別々に推計し、その合計額を企業 R&D 投資の年度推計値とする方法である。推計の手順は以下の通り。

- ① SRD の企業人件費を法人企業統計の人件費を用いて推計
- ② SRD の「原材料費+その他経費」を法人企業統計の販売費及び一般管理費を用いて推計
- ③ SRD の有形固定資産減価償却費を①及び②の推計値の合計額に前年度の減価償却費率を掛けて推計
- ④ SRD の企業 R&D 投資の推計値を①、②及び③の推計値の合計値とする

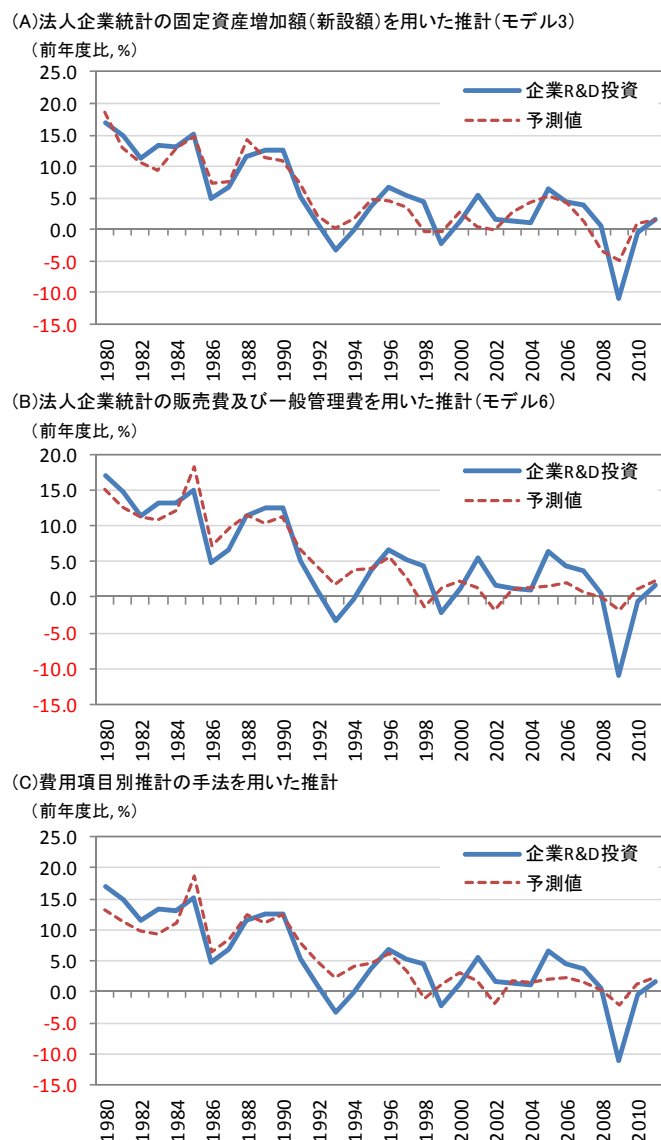
表 5 : SRD の企業 R&D 投資の法人企業統計による予測②

被説明変数	SRDの企業人件費(前年度比)			SRDの企業原材料費及びその他経費(前年度比)		
	モデル1	モデル2	モデル3	モデル1	モデル2	モデル3
説明変数						
人件費	0.843 *** (0.107)	0.5215 *** (0.148)	0.471 *** (0.151)			
販売費及び一般管理費(前年度比)				1.192 *** (0.164)	1.031 *** (0.250)	0.982 *** (0.254)
定数項	1.936 *** (0.598)	6.418 *** (1.650)	8.322 *** (2.194)	0.505 (1.149)	3.260 (3.406)	6.036 (4.345)
1次トレンド		-0.210 *** (0.073)	-0.482 ** (0.222)		-0.121 (0.141)	-0.531 (0.423)
2次トレンド			0.008 (0.006)			0.012 (0.011)
決定係数	0.672	0.745	0.759	0.638	0.647	0.660
修正決定係数	0.661	0.727	0.733	0.626	0.622	0.623
RMSE	0.028	0.025	0.025	0.048	0.049	0.049
サンプル数	32	32	32	32	32	32
推計手法	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS

注：括弧内の値は係数の標準誤差。係数のアスタリスクは***ならば99%水準で有意、**ならば95%水準で有意、*ならば90%水準で有意であることを表す。標本期間は1980年から2011年。

SRD の企業人件費の推計では、1次トレンド及び2次トレンドを加えたモデルの予測精度が良く、SRD の原材料費及びその他経費の推計ではトレンド項を加えないモデルの予測精度が若干ではあるが良い。これらの予測モデルと前年度の減価償却費率を用いて、企業 R&D 投資の推計を行うとその RMSE は 0.032 であった。これは固定資産増加額（新設額）のみを用いて企業 R&D 投資を推計した際の RMSE（2次トレンドまで含むモデルで 0.027）よりは高いが、販売費及び一般管理費のみを用いて企業 R&D 投資を推計した際の RMSE（2次トレンドまで含むモデルで 0.034）よりは低い。しかるに 3つの手法の予測精度の差は小さいと言える。3つの方法による企業 R&D の予測結果を図 3 に示す。予測どの方法を選択するかはそれぞれの代替統計の四半期値を用いた四半期分割の結果の妥当性も加味して判断する必要がある。

図 3：企業 R&D 投資の予測値



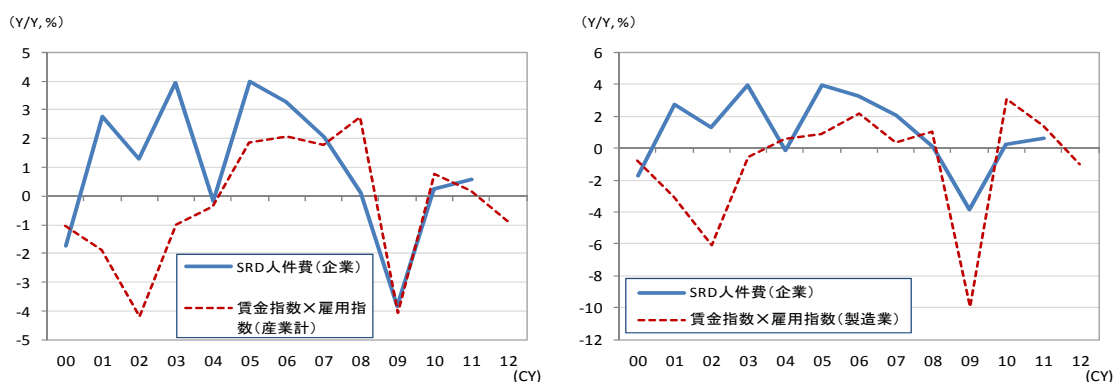
3.3. 毎月勤労統計調査による推計

前小節では、法人企業統計による企業 R&D 投資の年度及び四半期推計の方法を検討した。しかしながら、この方法は法人企業統計の四半期調査が公表されていない GDP の 1 次速報の段階では用いることが出来ない。ここでは、米国では R&D 投資の四半期値の推計に際し、四半期雇用賃金調査 (Quarterly Employment and Wage Census) を用いて産業別に人件費指数を作成して用いていることを参考に、日本の「毎月勤労統計調査」の雇用指数及び賃金指数より人件費指数を作成し企業 R&D 投資の 4 割強を占める人件費を推計することを試みる。毎月勤労統計調査は調査対象月の翌月末に厚生労働省から公表されており、GDP の 1 次速報の公表に間に合う代替統計である。ここで、本来は、職業別の賃金・雇用統計から、R&D に従事する「研究者」の人件費を推計して用いることがより適切であるが、我

が国の場合、職業別の賃金統計である「賃金構造基本統計調査」（厚生労働省）は年次統計であること、月次統計である毎月勤労統計調査には職業別の賃金データは存在しないという制約がある。このため、ここでは次善の策として毎月勤労統計調査の全産業の人件費を用いることとした。

図 4 は毎月勤労統計調査を用いて作成した人件費指数（暦年）と SRD の企業人件費（暦年）の前年比伸び率を全産業と製造業について比較したものである。人件費指数は現金給与総額指数に常用雇用指数を掛けて作成した。世界金融危機後の 2009 年の落ち込みとその後の回復については近い動きが見られるが、それ以前の時期については連動性があるようには見えない。

図 4：人件費指数（毎月勤労統計調査）と SRD の企業計の R&D 人件費



2002 年から 2011 年について毎月勤労統計調査から作成した産業別の人件費指数の前年比伸び率と企業 R&D 投資の人件費の前年比伸び率の関係を見たのが表 6 である。調査産業計の人件費指数と企業 R&D 人件費の相関は 0.48 で有意でない。R&D の集約度が高い製造業の相関係数は 0.56 であり、係数は 90%水準で有意だが、十分な予測精度があるとは言いがたい。SRD の企業 R&D 投資の産業別の人件費の金額をウェイトとして毎月勤労統計調査の産業別人件費指数を加重平均した人件費指数を作成したが、企業 R&D 投資の人件費との相関は 0.50 であり、係数は 90%水準で有意だった。産業別の研究人件費の金額のウェイトは製造業が 88.4%を占め、製造業の人件費指数と近い動きとなった。

以上の結果より、毎月勤労統計調査から作成した人件費指数の伸び率による企業 R&D 投資の人件費指数の推計は難しいことが明らかになった。従って、GDP の 1 次速報段階での企業 R&D 投資の推計は相対的に相関が高い固定資産増加額（新設額）に概念的に近い民間企業設備投資と同率の伸び率を適用するか、あるいは豪州統計局に倣ってトレンドを用いた推計のいずれかを選択するほかない。

表 6：産業別人件費指数（毎月勤労統計調査）と SRD の企業 R&D 投資の person 費

人件費指数	企業R&D人件費		一般政府R&D人件費		NPISH R&D人件費	
	相関係数	t値	相関係数	t値	相関係数	t値
調査産業計	0.477	1.630	0.160	0.486	0.644 **	2.529
鉱業, 採石業, 砂利採取業	-0.340	-1.083	-0.019	-0.057	0.776 ***	3.692
建設業	-0.289	-0.907	0.006	0.017	0.519	1.821
製造業	0.564 *	2.051	0.199	0.609	0.443	1.484
電気・ガス・熱供給・水道業	-0.504	-1.751	-0.252	-0.782	0.060	0.180
情報通信業	0.322	1.019	0.132	0.400	0.466	1.582
運輸業, 郵便業	-0.262	-0.814	-0.131	-0.396	0.523 *	1.842
卸売業, 小売業	0.372	1.202	-0.094	-0.283	0.665 **	2.672
金融業, 保険業	0.116	0.351	0.188	0.574	0.764 ***	3.556
教育, 学習支援業	0.741 ***	3.314	0.163	0.496	0.498	1.723
医療, 福祉	0.353	1.131	0.617 **	2.355	0.271	0.846
複合サービス事業	0.859 ***	5.041	0.271	0.846	-0.163	-0.497
学術・研究開発機関	0.706 **	2.986	0.406	1.331	0.479	1.638
学校教育	0.191	0.583	-0.131	-0.398	0.267	0.831

注：t値は相関係数の有意仮説検定のもの。相関係数のアスタリスクは***ならば99%水準で有意、**ならば95%水準で有意、*ならば90%水準で有意であることを表す。標本期間は2002年から2011年。人件費指数は産業ごとに給与総額指数に常用雇用指数を掛けて算出した。

3.4. トレンドによる予測値を用いた推計

GDP の 1 次速報の段階では企業 R&D 投資を推計するための適切な代替統計は見つかっていない。ここでは前年度までのトレンドを用いて今年度の企業 R&D 投資を推計する方法を考察する。トレンド予測の方法として以下の 4 種類を検討し、その予測値の平均 2 乗平方根誤差 (Root Mean Squared Error; RMSE) RMSE によって予測精度を評価する。

- ①当該項目の前年度の金額 (水準) を横置した予測値
- ②当該項目の前年度の伸び率が継続しているものとした予測値
- ③構造変化のある 1 次トレンドを推計しその外挿予測値
 - (1)水準モデル (1 次タイムトレンド、1 回構造変化)
 - (2)階差モデル (1 次タイムトレンド、1 回構造変化)
- ④RegARIMA (外生変数つき自己回帰和分移動平均モデル) による予測値
 - (1)RegARMA (1 次タイムトレンド、1 回構造変化)
 - (2)RegARIMA (1 次タイムトレンド、1 回構造変化)

①、②の方法については次のように予測値を計算する。予測する変数の t 期の値を Y_t とすると、

①の前年度の金額 (水準) を横置した予測値は次の通り。

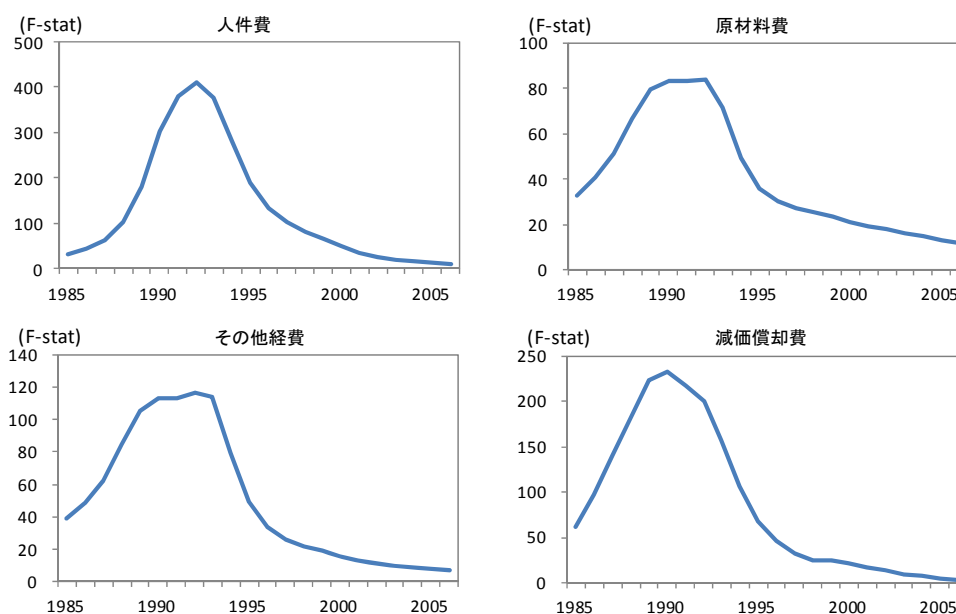
$$Y_{t+1}^e = Y_t$$

②の前年度の伸び率が継続しているものとした予測値は次の通り。

$$Y_{t+1}^e = \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) * Y_t$$

③、④の統計モデルには定数項と 1 次タイムトレンドに 1 回の構造変化点を加える。構造変化点を選択するために、構造変化のローリング Wald 検定を行い F 値の最も高い点を構造変化点とする¹⁰。検定の結果、何れの費用項目でも 1990 年から 1992 年に最も F 値が高くなった (図 5)。企業 R&D 投資の構造変化点を 1991 年として③、④の統計モデルを推計する。

図 5：企業 R&D 投資の構造変化点のローリング検定の F 値



統計モデルによる予測でポイントとなるのは、モデルのパラメーターの推計に用いた標本期間内の被説明変数の予測 (内挿予測) ではなく、推計期間外 (直近値の 1 期後) の被説明変数の予測 (外挿予測) であることである。

③の構造変化のある 1 次トレンドを推計しその外挿予測については、次の(1)、(2)の方法で予測値を作成する¹¹。

¹⁰ Y_t を予測対象とする時系列データの t 期の値である。 D_1 は構造変化前の標本期間に 1、それ以外は 0 を取るダミー変数。 D_2 は構造変化前後の標本期間に 1、それ以外は 0 を取るダミー変数である。 t はタイムトレンド項である。このとき次のモデルを推計しその残差平方和 (SSR_1) を計算する。

$$Y_t = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_1 t + \beta_4 D_2 t + \epsilon_t$$

次に、同モデルに構造変化なしの場合の制約 ($\beta_1 = \beta_2, \beta_3 = \beta_4$) を置いたモデルを推計し残差平方和 (SSR_2) を計算する。制約の数 (ここでは 2) を r 、制約なしの推計される係数の数 (ここでは 4) を K 、時系列の数を T とする時、構造変化がないという帰無仮説の F 統計量は次のように計算される。

$$F = \frac{(RSS_2 - RSS_1)/r}{RSS_1/(T - 2K)}$$

¹¹ R&D 投資の費用項目データの単位根検定の結果については補論 B において報告している。

(1)水準モデル (1次タイムトレンド、1回構造変化)

$$Y_t = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_1 t + \beta_4 D_2 t + \epsilon_t$$

Y_t を予測対象とする時系列データの t 期の値である。 D_1 は構造変化前の標本期間に 1、それ以外は 0 を取るダミー変数。 D_2 は構造変化前後の標本期間に 1、それ以外は 0 を取るダミー変数である。 t はタイムトレンド項である。水準モデルの予測値は次の通り。

$$Y_{t+1}^e = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_1(t+1) + \beta_4 D_2(t+1)$$

(2)階差モデル (1次タイムトレンド、1回構造変化)

$$(1-L)Y_t = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_1 t + \beta_4 D_2 t + \epsilon_t$$

D_1 は構造変化前の標本期間に 1、それ以外は 0 を取るダミー変数。 D_2 は構造変化前後の標本期間に 1、それ以外は 0 を取るダミー変数である。 L はラグ・オペレータである ($LY_t = Y_{t-1}$)。階差モデルの予測値は次の通り。

$$(1-L)Y_{t+1}^e = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \beta_3 D_1(t+1) + \beta_4 D_2(t+1)$$

④の RegARIMA による外挿予測については次の(1)、(2)の方法で予測値を作成する。

(1)RegARMA (1次タイムトレンド、1回構造変化) の推計モデルは以下の通り。

$$Y_t = X_t \beta + \left(\sum_{i=1}^p \rho_i L^i \right) Y_{t-1} + \left(1 + \sum_{j=1}^q \varphi_j L^j \right) \epsilon_t,$$

$$X_t = (D_1 \quad D_2 \quad D_1 t \quad D_2 t), \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{pmatrix}$$

推計モデルは次の 6 種類を使用する。

$$(p, q) = (1, 0)$$

$$(p, q) = (1, 1)$$

$$(p, q) = (1, 2)$$

$$(p, q) = (2, 0)$$

$$(p, q) = (2, 1)$$

$$(p, q) = (2, 2)$$

(2)RegARIMA (1次タイムトレンド、1回構造変化) の推計モデルは以下の通り。

$$(1-L)^d Y_t = X_t \beta + \left(\sum_{i=1}^p \rho_i L^i \right) (1-L)^d Y_{t-1} + \left(1 + \sum_{j=1}^q \varphi_j L^j \right) \epsilon_t,$$

$$X_t = (D_1 \quad D_2 \quad D_1 t \quad D_2 t), \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{pmatrix}$$

推計モデルは次の6種類を使用する。

$$(p,d,q)=(1,1,0)$$

$$(p,d,q)=(1,1,1)$$

$$(p,d,q)=(1,1,2)$$

$$(p,d,q)=(2,1,0)$$

$$(p,d,q)=(2,1,1)$$

$$(p,d,q)=(2,1,2)$$

各々のトレンド予測手法を用いた予測値（2005年から2011年まで逐次外挿予測）のRMSEの値を表7にまとめた¹²。人件費、減価償却費についてはRegAMRA(1,0,2)が、原材料費、その他経費については前年度水準の横置きが最も予測精度が高かった。費用項目の合計である企業R&D投資についてはRegAMRA(1,0,2)の予測精度が高かった。分析の結果からは企業R&D投資の予測は人件費、減価償却費についてはRegAMRA(1,0,2)で、原材料費、その他経費について前年度水準の横置きで推計値を作成するのが望ましいことが明らかとなった¹³。

表7：企業R&D投資のトレンド予測手法とRMSE

		RMSE			
		企業R&D投資			
		人件費	原材料費	その他経費	減価償却費
前年数値					
水準		0.055	0.032	0.097	0.077
階差		0.068	0.047	0.133	0.083
トレンド回帰					
水準		0.090	0.050	0.179	0.121
階差		0.103	0.040	0.237	0.170
RegARMA (p,d,q)					
	(1,0,0)	0.069	0.039	0.121	0.092
	(1,0,1)	0.060	0.040	0.108	0.083
	(1,0,2)	0.054	0.030	0.148	0.097
	(2,0,0)	0.065	0.046	0.126	0.079
	(2,0,1)	0.066	0.046	0.128	0.079
RegARIMA (p,d,q)					
	(1,1,0)	0.071	0.047	0.128	0.090
	(1,1,1)	0.072	0.047	0.134	0.090
	(1,1,2)	0.090	0.059	0.163	0.129
	(2,1,0)	0.071	0.049	0.140	0.096
	(2,1,1)	0.069	0.049	0.137	0.095

注：RegARIMAは外生変数として、1次の構造変化トレンドを用いて推計している。標本期間は1980年度から2011年度。構造変化点は1991年度。

3.5. 四半期分割及び四半期速報の推計について

以上では、SRDが利用可能でない段階で行われるSNAの確報推計における企業R&D投

¹² 収束しなかった定式化のRMSEについては表中では報告していない。

¹³ トレンド推計による予測値と実績値の比較のグラフを補論Cに示す。

資の年度値の推計方法について考察した。本小節では、企業 R&D 投資の年度値の四半期分割と、四半期別 GDP 速報における延長方法について考える。

まず、年度データの四半期分割について、本稿から得られた暫定的な結論は、SRD のデータが利用可能な期間については、小節 3.2. で検討した法人企業統計から推計された企業 R&D 投資の四半期推計値を用いて按分するのが妥当であろう。次に、SRD のデータが利用可能でない期間（確報）については、法人企業統計の前年同期比伸び率を用いて延長推計する方法が考えられる。

四半期ごとに発表される法人企業統計季報では、固定資産増加額（新設額）や販売費及び一般管理費の四半期値が公表されるためこれを用いて SRD の企業 R&D 投資の四半期分割を行うことが可能である。図 6 では法人企業統計の費用項目（資本金 10 億円以上）を用いた以下の 3 種類の方法で SRD の企業 R&D 投資の年度値を四半期分割した結果を示している。

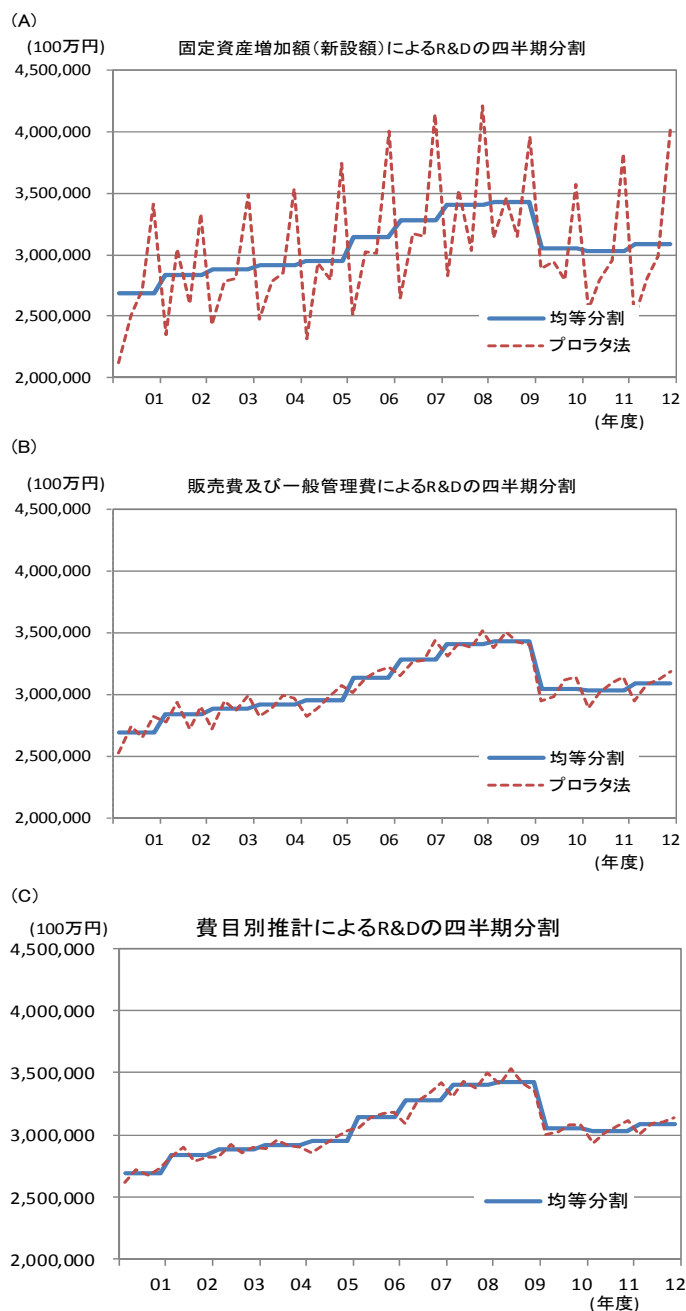
- (A) 固定資産増加額（新設額）を用いてプロラタ法で四半期分割
- (B) 販売及び一般管理費を用いてプロラタ法で四半期分割
- (C) 企業 R&D 人件費を法人企業統計の人件費で、企業 R&D 投資の「原材料費＋その他経費」を法人企業統計の販売及び一般管理費を用いてそれぞれプロラタ法で四半期分割し、2 つの合計額に前年度の減価償却費率を掛けて有形固定試算減価償却費を四半期均等分割した後、人件費、「原材料費＋その他経費」、有形固定試算減価償却費の四半期分割値を合計

(A)の方法では四半期の変動が大きく（図 6(A)）、(B)と(C)の方法ではそれが小さい。補論 A で試算している企業の財務諸表より集計した研究開発費のプロラタ法による四半期変動と比較して適切なものを選択する必要がある。2008 年第 2 四半期から 2012 年第 1 四半期までの四半期均等分割値周りのプロラタ法による四半期分割値の偏差率（四半期分割値／均等分割値－1）の標準偏差は、企業の財務諸表から推計した研究開発費による分割値で 4.1%、(A)の方法による分割値で 14.7%、(B)の方法による分割値で 2.7%、(C)の方法による分割値で 1.8%あった¹⁴。

固定資産増加額（新設額）を用いた四半期分割の方法（(A)の手法）では四半期の季節変動が企業の財務諸表から推計した研究開発費による分割値よりもかなり大きくなることから、(A)よりも販売及び一般管理費を用いた(B)の方法や、費用項目別に分割する(C)の方法が望ましい。企業 R&D 投資の年度値推計の予測精度も販売及び一般管理費による方法と費用項目別に推計する方法では予測精度に大きな差は無いため、法人企業統計を代替統計とした企業 R&D 投資の四半期分割及び確報推計の手法としてこの 2 つの方法が推奨されよう。

¹⁴ 企業の財務諸表より集計した研究開発費を用いたプロラタ法による四半期分割及び上記の(A)～(C)の四半期分割方法の何れでもプロラタ法による第 1 四半期分割値が均等分割値を上回る傾向がみられた。

図 6：法人企業統計季報による四半期分割



GDP の 2 次速報については、上記で得られた確報値の四半期分割値をベンチマークに、法人企業統計に対応する統計（販売費及び一般管理費や人件費）の前年同期比を用いて企業 R&D 投資の四半期値を推計するのが妥当と考えられる。他方、GDP の 1 次速報については、小節 3.4. で検討したトレンド推計の手法を用いて今年度の予測値を作り、その前年度比伸び率を用いて企業 R&D 投資の費用項目の四半期値を推計することが手法として考えられる。

4. 一般政府及び NIPSH の R&D 投資

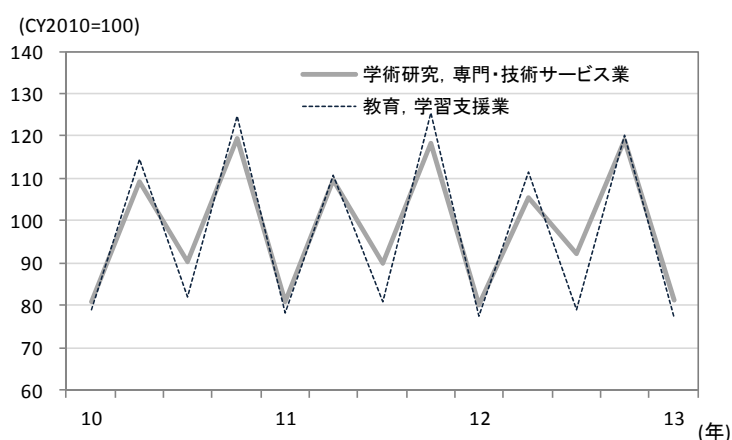
ここでは、企業以外の R&D の実施主体である政府と非営利団体の R&D 投資について、SRD が活用できない期間における年度値や四半期値の推計方法について検討する。ここで、SNA における政府の R&D 投資の実施主体は、SRD における国公立研究機関、国公立大学・短期大学が概ね該当する。これらの主体が支出する研究費は国・地方の当初予算・決算に計上される関連経費から推計する方法が考えられる。また、JSNA における対家計民間非営利団体（NPISH）の R&D 投資の実施主体は、SRD における私立大学や非営利研究機関が概ね該当すると考えられる。NPISH の R&D 投資の大半を占める私立大学の費目別研究費は私立大学財政に関する統計¹⁵より推計するのが望ましい。本稿では、こうした決算や財務諸表データを用いたアプローチについては今後の検討課題と位置付け、小節 3.3 や 3.4 に倣い、毎月勤労統計調査の人件費指数及び、トレンドによる予測値を用いた推計の可能性について検討する。その上で、小節 3.5 と同様、年度値の四半期分割や四半期速報の推計の在り方について考察する。

4.1. 毎月勤労統計調査による人件費の推計

毎月勤労統計調査では日本標準産業分類の中分類での産業別に賃金、雇用の統計を毎月公表している。その中には国公立大学、私立大学を調査対象に含む「学校教育」や国公営研究機関や非営利研究機関を調査対象に含む「学術・研究開発機関」も含まれている。「学校教育」や「学術・研究開発機関」の給与総額指数に常用雇用労働指数を掛けた人件費指数は一般政府及び NPISH の R&D 研究費における人件費を推計する際の代替統計の有力な候補と考えられる。しかし、表 6 における相関は何れも有意ではなく、芳しい結果は得られていない。なお、毎月勤労統計調査は、支払ベースであり、図 7 に示したように明確な季節パターンが存在する。

¹⁵ 日本私立学校振興事業団は毎年、『今日の私学財政』を刊行している。ただし、JSNA 推計との関係では確報推計には間に合わないタイミングでの公表である点に留意が必要である。

図 7：人件費指数の季節パターン



4.2. トレンドによる R&D 項目の推計

このように、毎月勤労統計調査より作成した人件費指数の前年比伸び率は SRD における一般政府及び NPISH の R&D 投資の人件費を推計するために妥当な代替統計とは言い難い。ここでは企業 R&D 投資で検討したのと同様に 3.4.小節の手法でトレンド推計を行い、その予測値の RMSE を検討することで妥当なトレンド推計の手法を検討しよう。

一般政府の R&D 投資の推計モデルについて、定数項と 1 次タイムトレンドに 1 回の構造変化点を選択するためにローリング推計で Wald 統計値を計算した。ローリング推計の結果、人件費、原材料費、その他経費で 1997 年から 1998 年に最も F 値が高くなった。減価償却費については 1993 年が最も F 値が高かったが、主要な費目である人件費を重視し、1997 年が構造変化点であるとして統計モデルを推計する。

各々のトレンド予測手法を用いた予測値の RMSE の値を表 8 にまとめた¹⁶。人件費については階差のトレンド回帰が最も予測精度が高かった。RegARIMA(1,0,0)では人件費に加えて減価償却費の RMSE も低い。原材料費は RegARIMA(1,0,1)その他経費は前年数値水準の横置き of 予測精度が高かった。一方、R&D 投資全体で見ると、前年数値水準の横置きが最も RMSE が低く (0.024)、十分な予測精度があると考えられる。一般政府の R&D 投資は前年度値を基準に推計する方法が望ましいと言えよう¹⁷。

¹⁶ 表 7 同様に収束しなかった定式化の RMSE については表中では報告していない。

¹⁷ トレンド推計による予測値と実績値の比較のグラフを補論 C に示す。

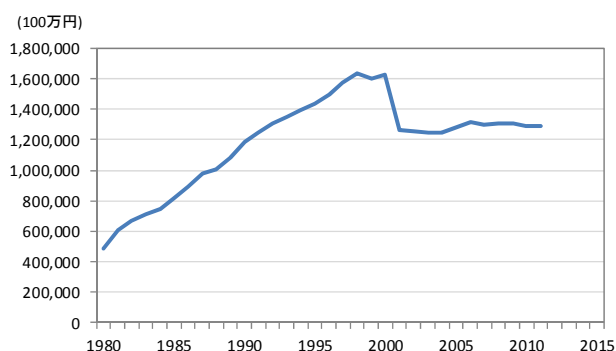
表 8：一般政府 R&D 投資のトレンド予測手法と RMSE

		RMSE				
		一般政府R&D投資				
		人件費	原材料費	その他経費	減価償却費	
前年数値						
水準		0.024	0.015	0.124	0.023	0.092
階差		0.041	0.026	0.150	0.059	0.122
トレンド回帰						
水準		0.036	0.023	0.155	0.038	0.123
階差		0.028	0.012	0.146	0.046	0.233
RegARIMA (p,d,q)						
	(1,0,0)	0.029	0.014	0.119	0.039	0.080
	(1,0,1)	0.060	0.040	0.108	0.083	0.091
	(2,0,0)	0.065	0.046	0.126	0.079	0.091
	(2,0,1)	0.066	0.046	0.128	0.079	0.093
RegARIMA (p,d,q)						
	(1,1,0)	0.071	0.047	0.128	0.090	0.100
	(1,1,1)	0.072	0.047	0.134	0.090	0.101
	(2,1,0)	0.071	0.049	0.140	0.096	0.136
	(2,1,1)	0.069	0.049	0.137	0.095	0.138

注：RegARIMAは外生変数として、1次の構造変化トレンドを用いて推計している。標本期間は1980年度から2011年度。構造変化点は1997年度。

NPISHのR&D投資については、2001年度よりSRDの調査対象区分の変更に伴う大幅な水準調整とトレンドの変化が観察される(図8)。これは人件費、原材料費、その他経費と言った項目にも生じている。何れの系列も2001年度に定数項、タイムトレンドともに変化しているとみられるため、この年度を構造変化点としてトレンドを推計するのが望ましいと考えられる。

図 8：NPISHのR&D投資額



各々のトレンド予測手法を用いた予測値のRMSEの値を表9にまとめた¹⁸。人件費、原材料費、その他経費については階差の前年数値による予測(今年度は前年度と同じ伸び率となるという予測)が最もRMSEが低かった。減価償却費はRegARMA(1,0,0)が最もRMSEが低かった。R&D投資の主要な費目である人件費、原材料費、その他経費の予測精度が最

¹⁸ 表7、8同様に収束しなかった定式化のRMSEについては表中では報告していない。

も高い前年度伸び率による予測手法が適当であると言えよう¹⁹。

表 9：NIPSH の R&D 投資のトレンド予測手法と RMSE

	RMSE				
	NPISHのR&D投資				
	人件費	原材料費	その他経費	減価償却費	
前年数値					
水準	0.026	0.012	0.066	0.066	0.093
階差	0.022	0.008	0.029	0.043	0.110
トレンド回帰					
水準	0.026	0.012	0.066	0.066	0.093
階差	0.067	0.032	0.049	0.140	0.109
RegARMA (p,d,q)					
(1,0,0)	0.023	0.014	0.073	0.045	0.076
(1,0,1)	0.060	0.040	0.108	0.083	0.091
(2,0,0)	0.065	0.046	0.126	0.079	0.091
(2,0,1)	0.066	0.046	0.128	0.079	0.093
RegARIMA (p,d,q)					
(1,1,0)	0.071	0.047	0.128	0.090	0.100
(1,1,1)	0.072	0.047	0.134	0.090	0.101
(2,1,0)	0.071	0.049	0.140	0.096	0.136
(2,1,1)	0.069	0.049	0.137	0.095	0.138

注：RegARIMAは外生変数として、1次の構造変化トレンドを用いて推計している。標本期間は1980年度から2011年度。構造変化点は2001年度。階差のトレンド回帰及びRegARIMAでは2001年度に1をつけるダミー変数を加えて水準調整をコントロールしている。

4.3. 四半期分割及び四半期速報の推計について

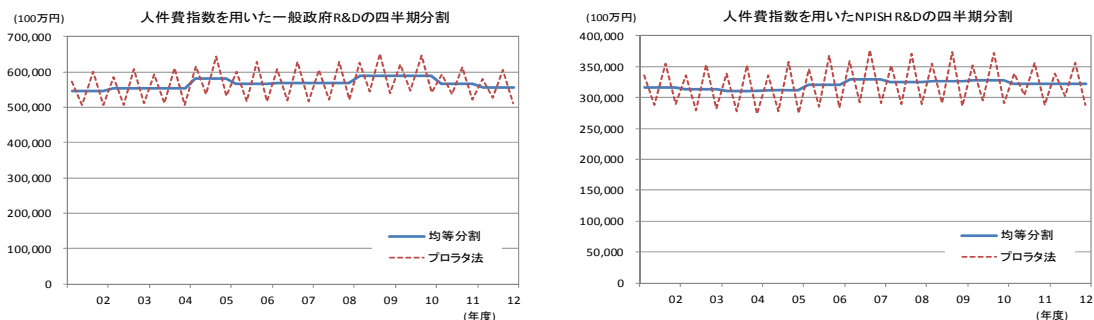
一般政府 R&D 投資の四半期分割については、年度値を 4.2.小節で検討した手法で推計した後、四半期分割を行う。明確な季節パターンを持つと考えられる人件費については四半期分割する際に、毎月勤労統計調査より計算した人件費指数の四半期値を用いて按分することが考えられる。具体的には「学校教育」、「学術・研究開発機関」の人件費指数を計算し、両者の加重平均の人件費指数の四半期値を用いて按分する。ウェイトは一般政府 R&D 投資人件費に占める国公立大学の比率（2011 年、0.50）と国公営研究機関の比率（2011 年、0.50）を用いることが考えられる。原材料費、その他経費、減価償却費は按分のための統計が存在しないことから均等に 4 分割することが考えられる。ただし、人件費分については発生主義の観点で捉えれば、支払ベースの賃金の四半期パターンを用いるよりはその他の費目と同様に四半期均等分割するという考え方もあるだろう。

NPISH の R&D 投資の四半期分割については、年度値を前年度の伸び率を用いて推計した後、毎月勤労統計調査より計算した人件費指数を用いて四半期分割を行う。「学校教育」、「学術・研究開発機関」の人件費指数を加重平均して用いる。ウェイトは NPISH の R&D 投資人件費にしめる私立大学の比率（2011 年、0.88）と非営利研究機関の比率（2011 年、0.12）を用いることが考えられる。原材料費、その他経費、減価償却費は按分のための統計が存在しないことから均等に 4 分割することが適当であろう。人件費については政府と同様、発生主義の観点に立って 4 等分するという考え方もある。図 9 は上記の方法を用いた

¹⁹ トレンド推計による予測値と実績値の比較のグラフを補論 C に示す。

一般政府及び NPISH の R&D 投資額の四半期分割の試算値である。

図 9：一般政府及び NPISH の R&D 投資の四半期分割



四半期速報値については、何れの系列も小節 4.2. で検討した手法で年度値を推計し、その前年度比伸び率を、前年同期比伸び率として用いて推計する方法が考えられよう。

5. 結語

5.1. R&D 投資の確報、速報、四半期分割

SRD に基づいて JSNA ベースの R&D 投資を推計するには解決されるべき課題がある。SRD は毎年 12 月に前年度分の統計表が公表されるため、GDP の 1 次速報、2 次速報の公表のタイミングに間に合わないばかりか、年次の確報の推計作業・公表のタイミングにも間に合わない。そこで本稿では企業 R&D 投資、一般政府 R&D 投資、NPISH の R&D 投資のそれぞれについて、年度の確報推計、過去の R&D 投資の四半期分割の方法及び、四半期推計（1 次速報、2 次速報）について検討した。

検討の結果、企業 R&D 投資の確報推計、2 次速報推計及び四半期分割については、R&D 投資全体について法人企業統計の販売及び一般管理費を用いて推計する方法と、人件費等の費用項目別に法人企業統計の関連項目から推計する方法の妥当性を明らかにした。1 次速報については毎月勤労統計調査を用いた人件費指数の相関が芳しくないことから、トレンド推計の手法を用いるか、民間企業設備投資額の伸び率に等しく変動すると仮定することを提案した。一般政府 R&D 投資については前年度値を基準に推計し、それを用いて四半期分割や四半期推計を行うことが妥当であることを明らかにした。NPISH の R&D 投資については、前年度の伸び率を用いて今年度の年度値を推計し、それを用いて四半期分割や四半期推計を行うことが適当であると論じた。なお、一般政府 R&D 投資、NPISH の R&D 投資の人件費の四半期分割に関しては「学校教育」、「学術・研究開発機関」の人件費指数の加重平均を用いて按分することを一つの可能性として提案した。

5.2. さらなる検討課題

ここで論じた R&D 投資の確報、速報、四半期分割の方法は現状で利用可能な経済統計あ

るいは統計的手法に基づいて検討した結果である。しかし、R&D 投資の重要性を鑑みるに更に精度の高い確報、速報の推計が求められるであろうことは論を待たない。本稿では企業 R&D 投資の推計に関して四半期ごとに企業が発表する財務諸表に記載された「研究開発費」を集計して用いた試算を補論 A に示しているが、今後更にその利用可能性を検討する必要がある。また、一般政府の R&D 投資に関しては、その大宗を占める実施主体を特定し、それらの予算・決算データや財務諸表データを最大限に活用することも検討が必要であろう。NPISH の R&D 投資に関しては四半期の速報に用いる代替統計を見出すのは困難だが、大宗を占める私立大学全体の産出額を援用する等の方法も検討されるべきであろう。

補論 A. 企業会計データによる企業 R&D 投資の推計

ここでは、SRD における企業 R&D 投資についての確報年度値の補外方法や四半期値の推計方法について、本論のアプローチとは別に、企業会計のデータを用いるという手法が可能かについて考察する。我が国では、企業の研究開発に関する情報提供、企業間の比較可能性及び国際的調和の観点から、1999 年 4 月以降に開始する事業年度から、「研究開発等に係る会計基準」（企業会計審議会、1998 年）及び「財務諸表等の用語、様式及び作成方法に関する規則」（昭和 38 年 11 月 27 日、大蔵省令第 59 号）に基づき、一般管理費及び当期製造費用に含まれている研究開発費について総額を注記することになった。また、四半期についても、「四半期財務諸表等の用語、様式及び作成方法に関する規則」（平成 19 年 8 月 10 日内閣府令第 63 号）により、2008 年 4 月以降に開始する事業年度から四半期財務諸表が作成されているが、研究開発費については一般管理費に占める割合が高い企業のみが、注記事項等で開示している。こうした上場企業等の財務諸表データは、各四半期末日から 45 日以内に開示されることから、SRD が利用できない確報年度値の補外推計に活用しうる。可能性は十分にあることに加え、四半期分割の基礎情報としても、また四半期別 GDP 速報のうち 2 次速報値の推計に活用できる可能性もある。なお、2013 年 7 月に O8SNA への対応を行い、R&D の資本化を導入した米国においては、企業 R&D 投資について、2008 年以降の四半期分割及び四半期速報推計において、財務諸表データが用いられており、この点からも、我が国での財務諸表データの活用可能性を精査することには意味があると言える。

A.1. 企業会計上の「研究開発費」の概念整理

まず、「研究開発等に係る会計基準」の「研究開発費」の定義及び範囲は以下の通りである。財務諸表上の「研究開発費」が、SRD の内部使用研究費（費用額）と整合的であることが確認された。

「研究及び開発」の定義

「研究」とは、新しい知識の発見を目的とした計画的な調査及び探究をいう。「開発」とは、新しい製品・サービス・生産方法（以下、「製品等」という。）についての計画若しくは設計又は既存の製品等を著しく改良するための計画若しくは設計として、研究の成果その他の知識を具体化することをいう。

研究開発費を構成する原価要素¹

「研究開発費」には、人件費、原材料費、固定資産の減価償却費及び間接費の配賦額等、研究開発のために費消されたすべての原価が含まれる²。

A.2. 財務諸表上の「研究開発費」の集計結果

次に、財務諸表上の「研究開発費」を集計した結果を分析するが、その前に、SRD の内部使用研究費に占める産業別構成比を確認する。具体的には、表 10 のとおりであり、直近の 2012 年度値については、輸送用機械器具製造業、情報通信機械器具製造業、医薬品製造業という上位 3 産業で全体の 43.5%、上位 10 産業で見ると 84.7%を占めていることがわかる。なお、資本金規模別では、本文で述べたように資本金 10 億円以上の企業が、90%以上である。

表 10 産業別内部使用研究費（費用額）の構成比
上位 10 産業

	SRD 産業	構成比 (%)
1	輸送用機械器具製造業	18.9
2	情報通信機械器具製造業	13.8
3	医薬品製造業	10.8
4	電気機械器具製造業	8.3
5	業務用機械器具製造業	7.5
6	化学工業	6.2
7	電子部品・デバイス・電子回路製造業	5.5
8	学術研究，専門・技術サービス業	5.3
9	情報通信業	4.8
10	生産用機械器具製造業	3.6
		84.7

出所：平成 25 年科学技術研究調査より作成

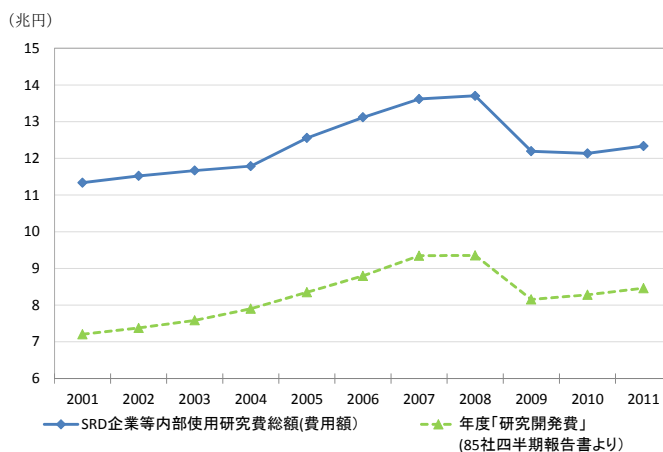
そこで、R&D 投資が多い業種の売上高、資本金規模の大きい上場企業について、2001 年度以降一貫して年度連結財務諸表に「研究開発費」を開示し、かつ、2008 年度以降、四半期連結財務諸表で「研究開発費」を一貫して開示している 85 社について、年度の「研究開発費」を集計した。その結果について時系列の動向を見たものが図 10 である。ここで、

¹ 現在の日本の会計基準では、研究開発の不確実性を考慮し、研究開発費を発生時に全額費用処理すると定めている。一方、国際会計基準 IFRS では、資産価値を適正評価するという観点から、開発局面における支出は一定の要件を満たす場合に、無形資産に計上する。

² 厳密には、「研究開発費」には、特定の研究開発目的にのみ使用され、他の目的に使用できない機械装置や特許権等を取得した場合の原価は、取得時の研究開発費としているので、SRD の内部使用研究費（費用額）とは必ずしも同じ範囲ではない。

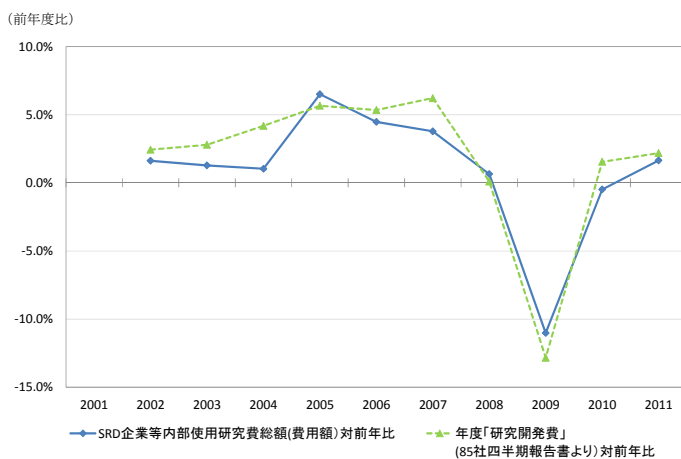
財務諸表データから得られた 85 社の研究開発費のカバレッジを確認してみると、SRD の企業の内部使用研究費に対して 10 年間の平均で 3 分の 2 程度となっていることがわかる。

図 10 SRD 企業等の R&D 投資と 85 社財務諸表「研究開発費」



次に、この 85 社の研究開発費と SRD の R&D 投資額の前年比伸び率の推移を比較したものが図 11 である。両者には若干の乖離はみられるものの、全体としては概ね近い動きを示していると見ることができる。

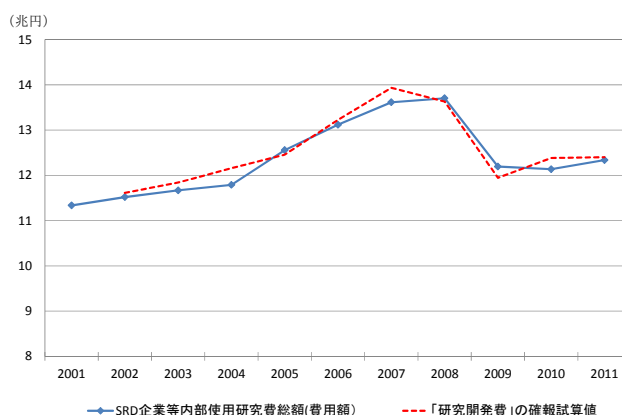
図 11 SRD 企業等の R&D 投資と 85 社財務諸表「研究開発費」の対前年比の推移



さらに、ある年度 (t-1 年度) の SRD 上の企業 R&D 投資額を JSNA の t-1 年度の確々報の企業 R&D 投資額とみなし、これをベンチマークに 85 社の研究開発費の t 年度における前年比伸び率を乗じて、t 年度の確報における企業 R&D 投資額を試算してみた (2002 年度から 2012 年度までの 11 時点について試算)。その結果は図 12 のとおりであり、試算値は SRD の実績値を概ねトレースできていると考えられる。試算値と SRD 実績値の

乖離幅の絶対値は平均で 0.2 兆円（SRD の企業 R&D 比 1.6%、名目 GDP 比 0.04%）、乖離の絶対値が最大なのは、2012 年度の 0.4 兆円（SRD の企業 R&D 比 2.9%、名目 GDP 比 0.08%）となっている。

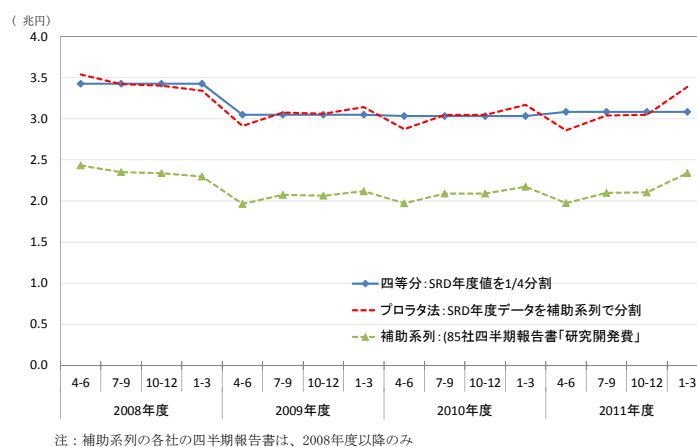
図 12 財務諸表「研究開発費」による確報試算値



※:「研究開発費」の確報試算値は、85社の年度「研究開発費」の対前年比を、確々報値に乗じて、確報を推計。

最後に、2008 年度以降の連結四半期財務諸表の「研究開発費」を用いて、SRD の企業 R&D 投資額を「プロラタ法」により四半期分割をしたものが図 13 である。結果をみると、2008 年度については、リーマンショックを反映して年度末（2009 年 1-3 月期）に低下しているが、その他の年度については、期首より期末に向けて若干、増加する傾向が確認される。四半期分割や延長方法については、本文でも述べた様々な方法の他、四半期均等分割するという考え方もあり慎重な検討が必要であるが、仮に財務諸表データを用いる場合は、年度値の四半期分割は、上記のように財務諸表データに基づくプロラタ法により分割しつつ、2 次速報値においては、確報の最終四半期値を財務諸表データの前期比で延伸していくというアプローチが考えられる。

図 13 四半期財務諸表「研究開発費」による SRD の企業 R&D 投資の四半期分割



A.3. 留意点

(1) 集計作業上の課題

財務諸表データを用いる場合、四半期については、「研究開発費」の開示方法が、財務諸表の損益計算書、注記事項、または事業の概況の文章内など、企業によって様々であるため、実務上の集計は容易でないという問題がある。財務諸表データベースサービス会社の「研究開発費」のデータでは、データが欠落する四半期があり、個別に各社ホームページの財務諸表の研究開発費を調べたり、欠落していない四半期のデータを用いて按分したりと、手作業が多かった。

また、年度データについても、企業統合があった企業のデータに断層が生じるため、今回の集計の対象外としている。

このため、SRD に対するカバレッジを上げるためには、前年と当年の 2 年毎に対前年比を求め接続していく等の推計上の工夫が必要となる。

(2) 四半期分割の接続

平成 28 年内目途に予定されている国民経済計算の次回基準改定時において、四半期財務諸表の「研究開発費」は、2008 年度から 2016 年度の 8 年間しか活用できない。このため、それ以前の期間の分割方法をどう考えるか(接続方法を含む。)という課題がある。

(3) 基礎統計への要望

企業 R&D の投資額が総固定資本形成に対する割合が高く、また諸外国においても直近の四半期の企業 R&D 投資額の推計に企業会計の「研究開発費」を用いて推計しているケースがあることから、将来的には、基礎統計において、「研究開発費」の調査項目が新設されることが望ましい。

補論 B. R&D 投資データの単位根検定

RegARMA 及び RegARIMA モデルを推定するに際して、ARMA 及び ARIMA モデルが推定されるトレンド周りのデータの変動について定常性をチェックする必要がある。ここでは企業、一般政府、NPISH の R&D 投資の費用項目別データに対して、対数水準、1 階差、構造変化のあるトレンド周りの残差（水準モデル及び 1 階差モデル）の単位根検定の結果を報告する。単位根検定の手法は Augmented Dickey-Fuller テストである。推定された AR(1)係数の t 統計量について検定を行った。単位根検定の結果を表 11 にまとめた。対数水準データでは全ての系列で単位根の存在を棄却できないが、1 階差データでは全ての系列について 5%有意水準で単位根の存在を棄却した。構造変化のあるトレンド周りの残差では、対数水準、1 階差何れのモデルでも全ての系列について 5%有意水準で単位根の存在を棄却した。

表 11 : R&D 投資データの ADF テスト

		推定されたAR(1)係数におけるt統計量のP値												
		企業				一般政府				NPISH				
		人件費	原材料費	その他経常費用	減価償却費	人件費	原材料費	その他経常費用	減価償却費	人件費	原材料費	その他経常費用	減価償却費	
対数水準		AR	0.999	0.993	0.999	0.994	0.999	0.981	0.999	0.975	0.999	0.863	0.995	0.937
		ARD	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.055	0.272	0.025	0.001	0.076	0.001	0.011
		TS	0.608	0.582	0.628	0.331	0.995	0.993	0.896	0.709	0.485	0.328	0.499	0.314
1階差		AR	0.024	0.002	0.024	0.001	0.016	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001
		ARD	0.073	0.014	0.059	0.007	0.037	0.001	0.001	0.001	0.013	0.001	0.001	0.001
		TS	0.003	0.014	0.046	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001	0.002
対数水準構造変化モデルの残差		AR	0.015	0.035	0.015	0.001	0.007	0.001	0.001	0.002	0.004	0.001	0.001	0.001
		ARD	0.142	0.267	0.145	0.012	0.080	0.011	0.001	0.023	0.047	0.001	0.001	0.012
		TS	0.441	0.606	0.446	0.057	0.265	0.071	0.001	0.090	0.140	0.001	0.003	0.044
1階差構造変化モデルの残差		AR	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		ARD	0.001	0.002	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		TS	0.001	0.011	0.027	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

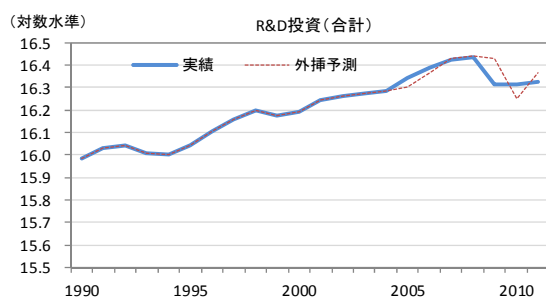
注：ARはAR(1)モデルを対立仮説とする単位根検定、ARDはドリフト項付きAR(1)モデルを対立仮説とする単位根検定、TSはドリフト項及びタイム・トレンドを持つAR(1)モデルを対立仮説とする単位根検定である。

補論 C. トレンドによる推計の予測結果

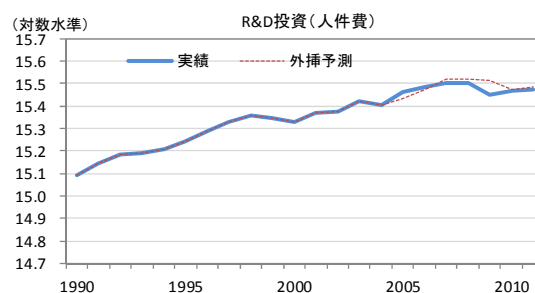
ここでは、企業、一般政府、NPISH の R&D 投資の年度値を、代替統計なしに、過去のトレンドを用いて予測を行った際の実績値と予測値のグラフを示す。

企業 R&D 投資のトレンドによる予測結果は表 7 で費用項目別で最も RMSE が低かった予測手法（網かけ部分）について実績値と予測値を示している。

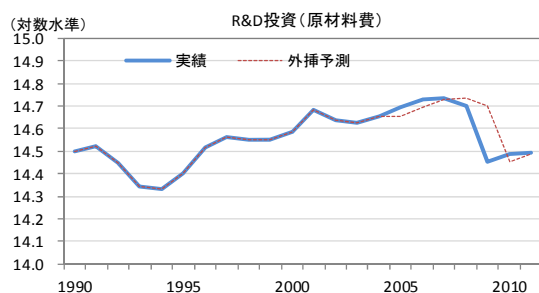
図 14：企業 R&D 投資のトレンドによる推計の予測値



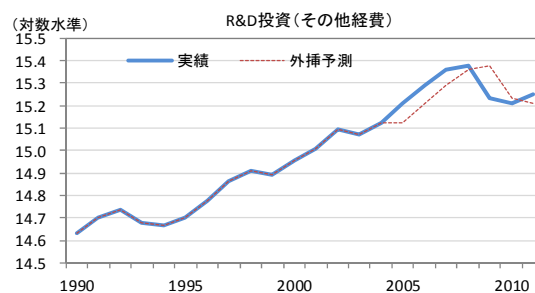
注：RegARIMA(1,0,2)による予測値。



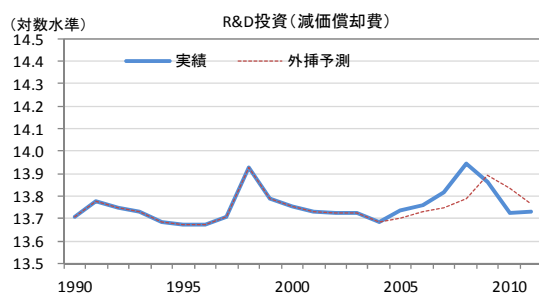
注：RegARIMA(1,0,2)による予測値。



注：前年度水準値の横置きによる予測値。



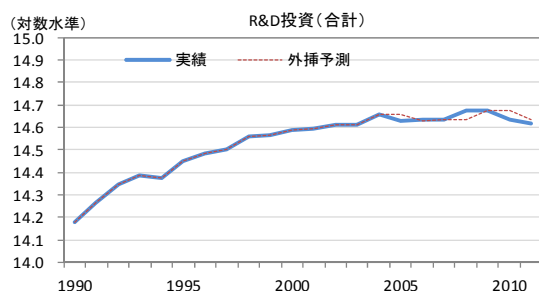
注：前年度水準値の横置きによる予測値。



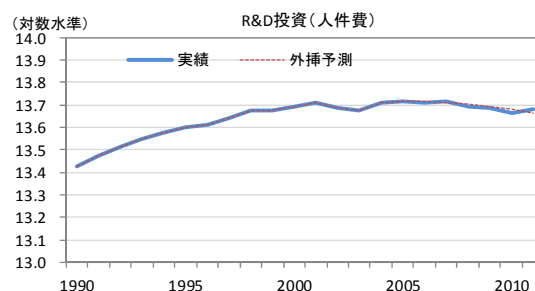
注：RegARIMA(1,0,2)による予測値。

一般政府 R&D 投資のトレンドによる予測結果は表 8 で費用項目別で最も RMSE が低かった予測手法（網かけ部分）について実績値と予測値を示している。

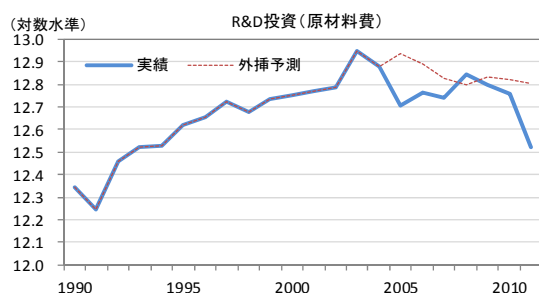
図 15：一般政府 R&D 投資のトレンドによる推計の予測値



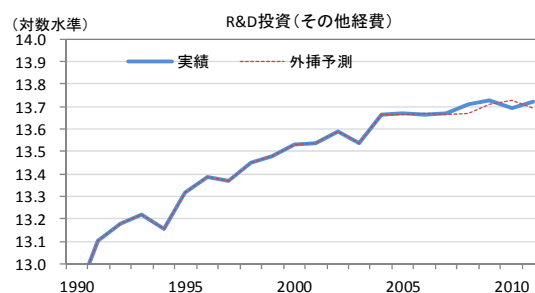
注：前年度水準値の横置きによる予測値。



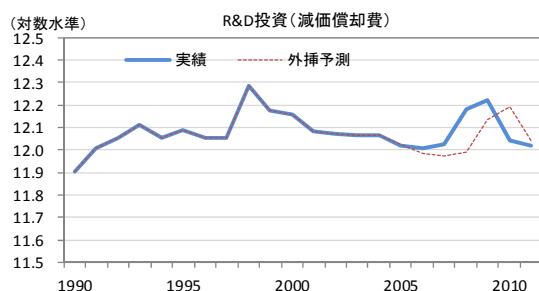
注：対数階差のトレンド回帰による予測値。



注：RegARIMA (1,0,1)による予測値。



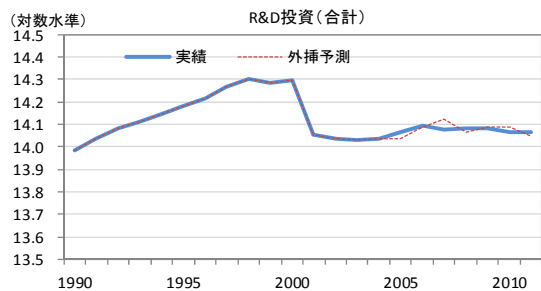
注：前年度水準値の横置きによる予測値。



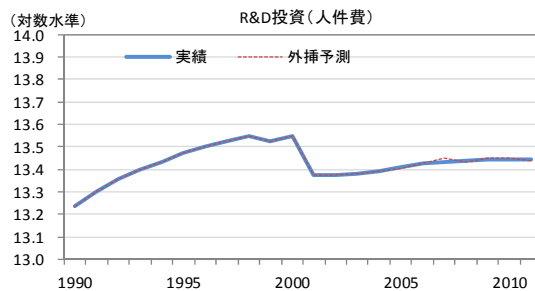
注：RegARIMA (1,0,0)による予測値。

NPISH の R&D 投資のトレンドによる予測結果は表 9 で費用項目別で最も RMSE が低かった予測手法（網かけ部分）について実績値と予測値を示している。

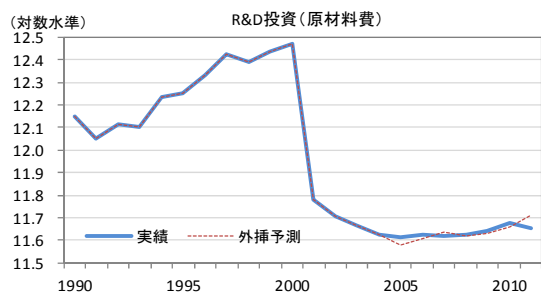
図 16 : NPISH の R&D 投資のトレンドによる推計の予測値



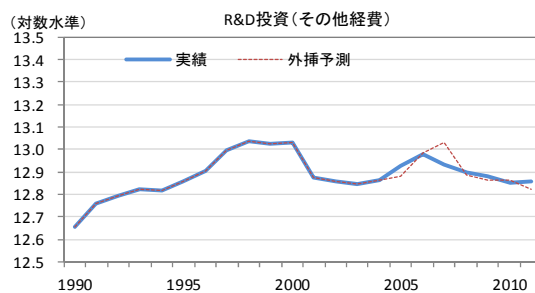
注: 前年度の伸び率による予測値。



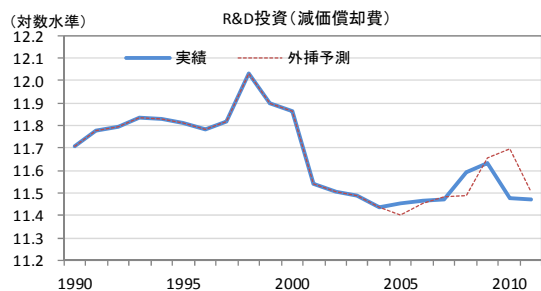
注: 前年度の伸び率による予測値。



注: 前年度の伸び率による予測値。



注: 前年度の伸び率による予測値。



注: RegARIMA (1,0,0)による予測値。

参考文献

- Australian Bureau of Statistics (2012), *Australian System of National Accounts: Concepts, Sources and Methods (Edition 3)*.
- Bureau of Economic Analysis, U.S. (2013), *Results of the 2013 Comprehensive Revision of the National Income and Product Accounts*.
- Bureau of Economic Analysis, U.S. (2013), "Preview of the 2013 Comprehensive Revision of the National Income and Product Accounts: Changes in Definitions and Presentations," *Survey of Current Business*, March 2013, pp13-39.
- European Commission, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development, United Nations and World Bank (2009), *System of National Accounts 2008*.
- Dickey, D. A., and W. A. Fuller. "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 74, 1979, pp. 427-431.
- Dickey, D. A., and W. A. Fuller. "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Econometrica*. Vol. 49, 1981, pp. 1057-1072.
- Hamilton, J. D. *Time Series Analysis*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.
- McCulla, Stephanie H., Alyssa E. Holdren, and Shelly Smith (2013), "Improved Estimates of the National Income and Product Accounts Results of the 2013 Comprehensive Revision," *Survey of Current Business*, September 2013, pp14-45.
- 川崎泰史(2006)「R&Dの資本化について」ESRI Working Paper series No.1.
- 茂野正史(2012)「我が国の国民経済計算における R&D 資本化の導入に向けて」『季刊国民経済計算』No.149.
- 内閣府経済社会総合研究所(2010)「R&D サテライト勘定の調査研究報告書」『季刊 国民経済計算』No. 144.
- 中村洋一(2010)『新しい SNA : 2008SNA の導入に向けて』財団法人日本統計協会.