

2020年7月8日

No.2020-014

デジタル化による雇用の構造変化

— アフター・コロナを見据えたデジタル人材育成が急務 —

調査部 主任研究員 安井 洋輔

《要 点》

- ◆ 新型コロナ収束後にデジタル技術に支えられた「新しい日常」が展望されるなか、企業は事業オンライン化・業務デジタル化を推進。これに伴い、今後わが国の生産構造は大きく転換し、雇用機会も変化する公算大。
- ◆ そこで、こうしたデジタル化による雇用の構造変化について、産業連関表などを用いて試算すると、産業別では、「情報通信」が+76.8%と大幅に増加する一方、「対事業所サービス」が▲13.3%と大きく減少するほか、「運輸・郵便」が▲6.9%、「商業」が▲2.3%とそれぞれ減少する姿。
- ◆ また、職業別では、「システムコンサルタント・設計者」が+38万人、「ソフトウェア作成者」が+14万人、「その他の情報処理・通信技術者」が+8万人ほど増加するなど、労働需要の増加は情報通信サービスの専門家に集中。他方、「自動車運転従事者」が▲11万人、「販売店員」が▲10万人、「ビル・建物清掃員」が▲9万人減少するなど、「運輸・郵便」や「商業」、「対事業所サービス」に特徴的な職業を中心に労働需要が大きく下振れ。
- ◆ こうした職業別雇用者数の変化は、デジタル化に直面して企業や家計が最適に反応した結果。このため、労働需要が減少する職業から、情報通信サービスの専門家などの需要が大きく増加する職業に労働力が円滑にシフトすることが経済厚生観点から重要。
- ◆ したがって、今後わが国は、デジタル技術に関する教育訓練の充実、求人と求職のマッチングの機能強化、職務・スキルに応じた賃金設定の普及等によって、デジタル化を支える人材の育成に、より一層力を入れる必要。

【目次】

1. はじめに
2. デジタル化による雇用の構造変化
 - (1) 前提条件:生産活動に占めるICT サービス投入の拡大
 - (2) シミュレーション結果
 - ①産業別にみた雇用変動
 - ②職業別にみた雇用変動
3. 求められる人材育成の充実と労働市場の効率化

BOX CGE モデルについて

参考図表

補論. 本稿で推計した CGE モデルの全体像

参考文献

本件に関するご照会は、調査部・安井洋輔宛にお願いいたします。

Tel: 080-3528-3173

Mail: yasui.yosuke@jri.co.jp

日本総研・調査部の「経済・政策情報メールマガジン」はこちらから登録できます。

<https://www.jri.co.jp/company/business/research/mailmagazine/form/>

本資料は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。本資料は、作成日時時点で弊社が一般に信頼出来ると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を保証するものではありません。また、情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがありますので、ご了承ください。

1. はじめに

政府は経済財政諮問会議で、新型コロナを乗り越えた先の未来に向け、デジタル技術に支えられた「新たな日常」を構築することについて議論を進めている。「新たな日常」の構築には、あらゆる分野でのデジタル化が不可欠であるほか、既にみられ始めているデジタル化の動きを元に戻さないことが重要としている。

足許の動きをみても、多くの企業が事業オンライン化・業務デジタル化に積極的に取り組んでおり、これをコロナ後も定着させようとしている。

例えば、多くの企業でウェブツールを用いたテレワークが普及しつつある。テレワークの実施率をみると、新型コロナ流行前は1割弱に過ぎなかったが、2020年4月には3割程度まで拡大しており、その普及の速さには目を見張るものがある(図表1)。また、2020年5月25日に緊急事態宣言が解除された後も、様々な企業がコロナ収束後もテレワークを基本とした働き方を続けると発表するなど、今後もテレワークが定着する可能性が高まっている。

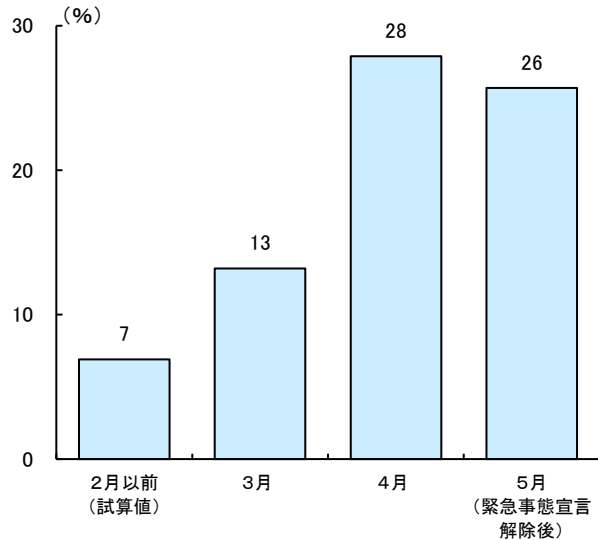
また、テレワーク以外にも、一部の飲食店で給仕ロボットの活用がみられるほか、医療現場では患者のオンライン診療が、教育関係の現場ではオンライン講義が広がり始めている。さらに、ネットの活用が拡大していくなかで、情報セキュリティの担保についても関心が高まり、平時からセキュリティ・レベルの高いウェブサービスの活用やPCなどのウイルス対策の充実がますます求められるようになっていく。

このような恒常的な業務デジタル化・事業オンライン化を受けて、わが国の生産活動は今後大きく転換する公算が大きい¹。こうしたなか、業種別・職業別に雇用機会がどのように変化するかについて見通しを示すことは、政策担当者、企業経営者のほか、仕事を探している失業者や転職希望者、就職活動を行っている学生にとっても、有意義と考えられる。そこで以下では、デジタル化による雇用の構造変化を定量的に分析し、そのうえで、わが国として今後いかなる施策が求められるのかについて考察する。

2. デジタル化による雇用の構造変化

本稿では、計算可能な一般均衡モデル(Computable General Equilibrium Model, 以下、CGEモデル)を用いて雇用の構造変化を分析する。CGEモデルとは、産業連関表をベースに多部門一般均衡モデルの数値解を計算できる数理モデルであり、関税や消費税率の変更、生産における中間投入比率の変化といった与件の変化に伴い、各産業で生産量や雇用量等がどの程度増減するのかなどを分析できる。逆行列係数等を用いて最終需要の変化がどの程度の波及効果を持つかについて調べる通常の

(図表1)テレワーク実施率(全国)



(資料)パーソル総合研究所を基に日本総研作成
(注)2020年2月以前の試算値は、2020年3月調査のテレワーク実施率と今回初めてテレワークを実施した人の割合より算出。

¹ 山田(2020)を参照。

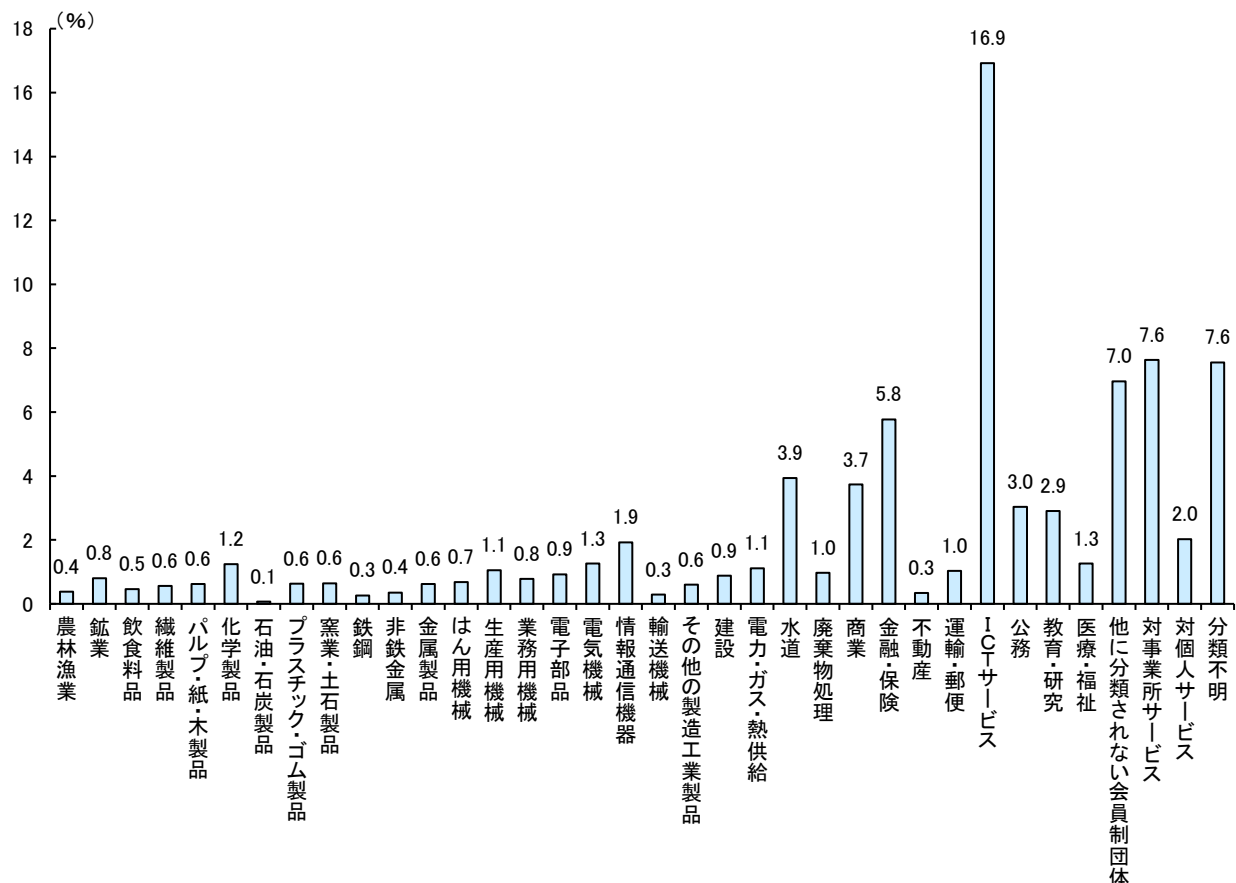


産業連関分析とは異なり、CGE モデルでは、各市場で需要と供給を均衡させるように価格が変化するため、与件の変化に伴う価格変化に対し、家計が効用最大化、企業が利潤最大化といった最適化行動を行った結果としての生産量、雇用量の変化を分析することができる。この点で、中・長期的な分析に向いている（詳細は本稿末尾 BOX 参照）。

(1)前提条件:生産活動に占める ICT サービス投入の拡大

ここでは、CGE モデルを用いて行うシミュレーションの前提となるシナリオについて検討する。まず、事業オンライン化・業務デジタル化の定着は、生産活動における ICT サービス（産業連関表の業種分類では「情報通信」）の中間投入比率が上昇する現象として捉えられる。例えば、直近の産業連関表（2015 年）に基づけば、売上を 1 億円生み出すのに必要な ICT サービスの中間投入額は、「対個人サービス」では 200 万円（生産額の 2%）、「医療・福祉」では 100 万円（同 1%）、「金融・保険」でも 600 万円（同 6%）程度となっている（図表 2）。今後幅広い産業でデジタル化が進むとすると、企業は同じ売上を上げるのにも、より多くの ICT サービスを利用しなければならなくなる。一方、それ以外の中間投入、例えば広告宣伝費といった「対事業所サービス」などの中間投入比率は抑制されると考えられる。

(図表 2)わが国における ICT サービスの中間投入比率(産業別)

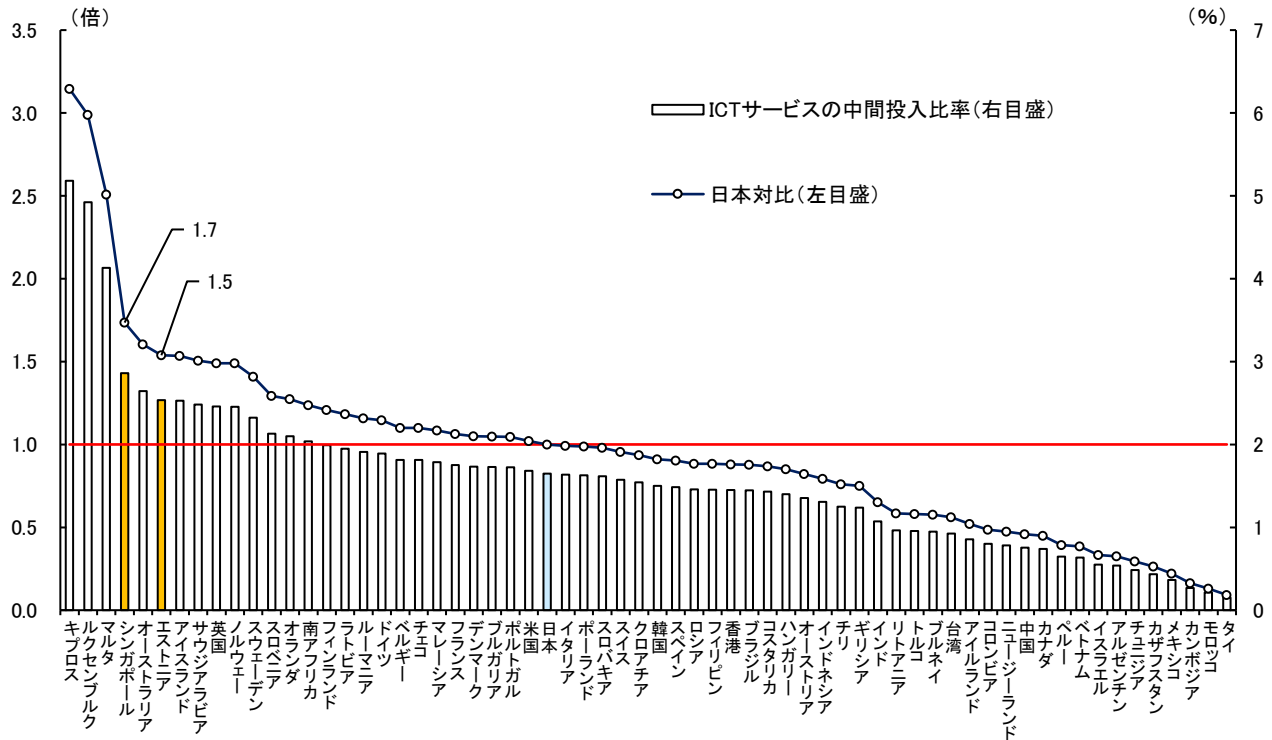


(資料)総務省を基に日本総研作成

(注)ICT サービス部門を情報通信部門と定義。各産業の ICT サービスの中間投入比率 = 各産業の ICT サービスの中間投入額 ÷ 各産業の国内生産額。2015 年産業連関表の生産者価格評価表より算出。

では、ICT サービスの中間投入比率はどの程度上昇するとみればよいのだろうか。ここでは、ICT わが国の ICT サービスの中間投入比率は先進国並みまで高まっていくとみるのが無理のない仮定だろう。シンガポールやエストニアなどに代表される ICT 先進国における ICT サービスの中間投入比率は、2015 年のデータでもそれぞれ 1.7 倍、1.5 倍程度、わが国の比率を上回っている²（図表 3）。また、こうした国々は、新型コロナを受けて今後さらに ICT サービスの活用を進める可能性も高い。

（図表 3）海外における ICT サービスの中間投入比率



（資料）OECD Stat.を基に日本総研作成

（注）ICTサービスの中間投入比率=ICTサービスの中間投入額÷国内生産額。ICTサービスは通信（Telecommunications）とIT・その他の情報サービス（IT and other information services）の和。2015年の産業連関表の生産者価格評価表より算出。

したがって、本稿では、デジタル化のシナリオとして、わが国の ICT サービスの中間投入比率が 2015 年時点の 2 倍に拡大するケースを想定する。具体的には、各産業で、ICT サービスの中間投入比率が 2015 年時点の 2 倍となり、同時に ICT サービスの増えた分だけ、他の産業の中間投入比率が低下する³という想定である。ただし、ICT サービスの中間投入が増えても、それだけでは生産性は上昇しないとする。つまり、単にデジタル技術を導入するだけでは企業は新たな製品やサービスを

² なお、IMD の世界デジタル競争力ランキング（2019 年）で 1 位である米国は、図表 3 の ICT サービスの中間投入比率のランキングで上位になっていない。この背景には、多くの企業が自社内に ICT 部門を抱えていることが影響していると考えられる。例えば、大手小売店が自社内に大規模な ICT 部門を設置し、生産活動を行っている場合には、産業連関表上は同企業内の ICT サービスは中間投入ではなく、小売業が生み出した付加価値として計測される。一方、わが国は米国と異なり、ICT 人材は IT 企業（ベンダー企業）に集中する傾向がみられる。独立行政法人情報処理推進機構（2019）『IT 人材白書 2019』（図表 2-1-1）によれば、2015 年における IT 企業とそれ以外の企業（ユーザー企業）に所属する情報処理・通信に携わる人材の割合は、米国が 35：65 に対して、日本は 72：28 となっている。この点からも、わが国における恒常的な事業オンライン化・業務デジタル化の進展を ICT サービスの中間投入比率の上昇として捉えることは適切と考えられる。

³ ICT サービスの中間投入比率を 2 倍にした後も、すべての産業において売上に占める中間投入比率は不変とした。

生み出すことはできないと考える。実際、デジタル技術の活用が付加価値を生み出せるかどうかは、デジタル技術を活用し新たな製品・サービスを生み出せるように組織や企業風土までも変革するデジタル・トランスフォーメーション（以下、DX）を実現できるかにかかっているためである⁴。

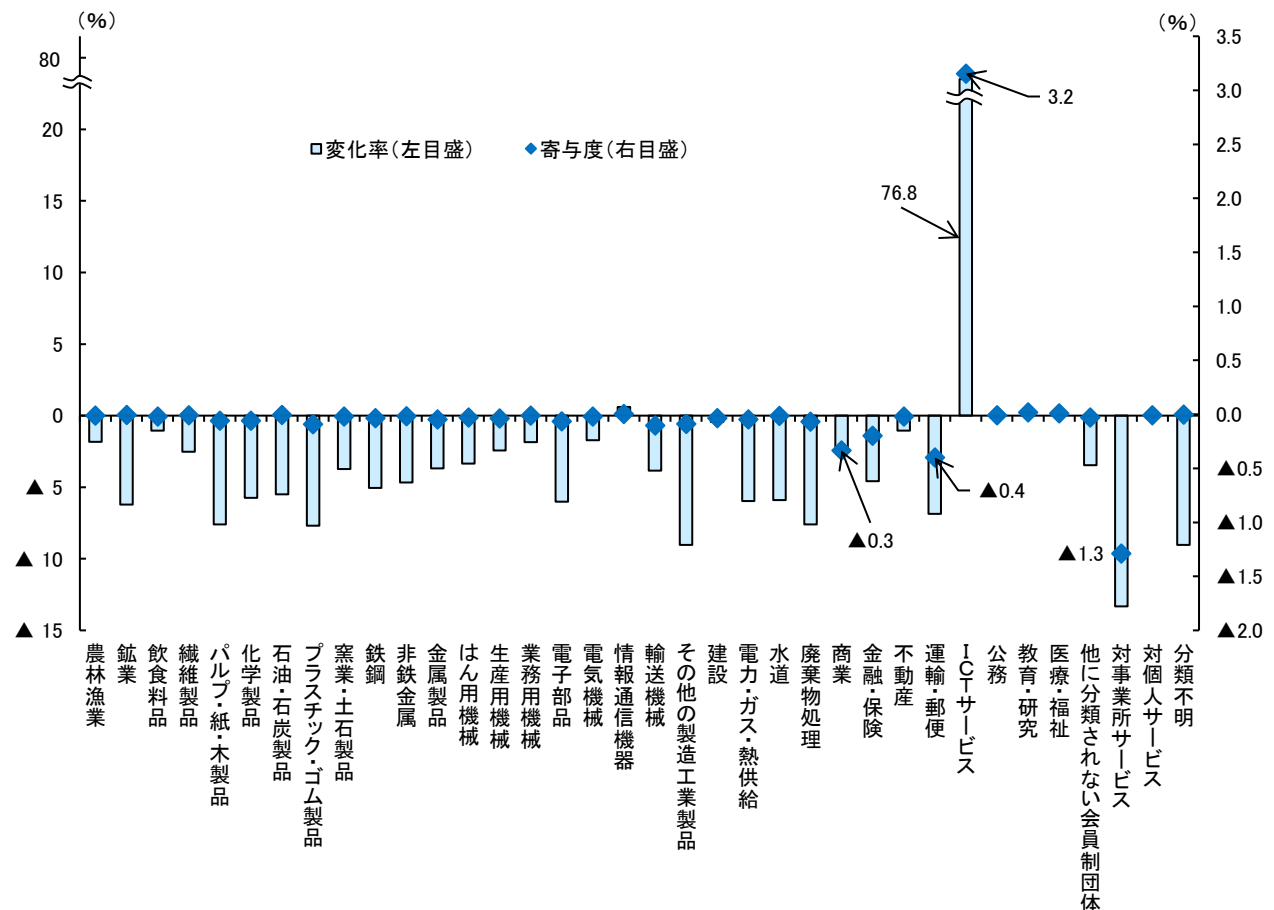
(2)シミュレーション結果

①産業別にみた雇用変動

2015年の産業連関表⁵（36部門分類⁶）を基に推計したCGEモデルによる上記シナリオのシミュレーション結果をみると、まず、マクロの雇用量は変わらないものの、産業間で雇用量が大きく増減することが分かった。

2015年時点の雇用量のシェアを勘案した、産業ごとの雇用量の変化率寄与度をみると、ICTサービスが+3.2%（変化率：+76.8%）と大幅に増加する一方、「対事業所サービス」は▲1.3%（変化率：▲13.3%）が比較的大きく減少するほか、「運輸・郵便」は▲0.4%（変化率：▲6.9%）、「商業」は▲0.3%（変化率：▲2.3%）減少する（図表4）。

（図表4）デジタル化による雇用量の変化



（資料）総務省、内閣府を基に日本総研作成

⁴ 岩崎（2020）を参照。

⁵ 正確には、産業連関表に加えて、家計と政府の間の税金の支払いや社会保障負担・給付なども組み込むことで、経済全体の財・サービス、資金の流れを捉える社会会計表（Social Accounting Matrix、以下SAM）を基にCGEモデルを推計。SAMの詳細については、武田（2018）や細江・我澤・橋本（2004）を参照。

⁶ 統合大分類（37部門）のうち、仮設部門の「事務用品」は「その他の製造工業製品」に統合したため、分析に用いたのは36部門となった。

こうした産業別の雇用量の増減は、以下のような産業ごとの生産構造や家計などの消費需要の特徴などを背景に需給が調整された結果として理解することができる。

第1に、供給サイドの要因が作用する。ICT サービスでは生産量を増やすために資本、労働といった生産要素を以前より多く使用する。経済全体で資本、労働の量は一定であることから⁷、他の産業では生産要素を ICT サービスに奪われ、生産量が下押しされる。とりわけ生産において他産業よりも多くの生産要素を必要とする産業では、下振れ幅が大きくなる。例えば、上でみた「商業」や「対事業所サービス」は生産に占める生産要素の割合が比較的大きい部類に入る⁸。

第2に、需要サイドの要因がある。家計の消費選好は財・サービスごとに異なっており、選好の強い製品やサービスほど、需要の価格弾力性（の絶対値）が低い⁹。つまり、こうした製品・サービスは生産物価格が上昇した場合でも、ほかよりも家計消費が下落しにくい。実際、産業別に選好の強さをみると、「不動産¹⁰」、「対個人サービス」、「商業」、「飲食料品」が目立つ¹¹ことから、こうした産業の生産量は減少しにくく、そのため雇用量は維持される（前掲図表4）。

第3に、政府支出のウェイトの大きさも影響している。政府消費のうち、突出して規模が大きい「医療・福祉」や「公務」、「教育・研究」では生産量、雇用量が維持される傾向がある¹²（前掲図表4）。本稿の CGE モデルでは政府消費は基準年で固定しているため、ICT サービスの中間投入比率が2倍になり生産物価格が変化しても、政府の産業別消費需要は変わらないことが影響している。

②職業別にみた雇用変動

次に、職業別雇用量の変化を計算する。CGE モデルでは産業別の雇用量の変化しか計算できないため、各産業の職業別雇用量¹³に、産業別の雇用量の変化率を乗じることで、わが国全体の職業別雇用量の変化を試算した。

まず増加幅ランキングをみると、「システムコンサルタント・設計者」が+38万人、「ソフトウェア作成者」が+14万人、「その他の情報処理・通信技術者」が+8万人ほど増加するなど、労働需要の増加は ICT サービスの専門家に集中する様子が確認できる¹⁴（次頁図表5）。前述の産業別の雇用変動では、ICT サービスでの増加が著しかったが、ICT サービスの専門家の約7割が同産業に従事していることが要因である（次頁図表6）。

他方、減少幅ランキングをみると、「自動車運転従事者」が▲11万人、「販売店員」が▲10万人、「ビル・建物清掃員」が▲9万人、「総合事務員」や「会計事務従事者」がともに▲6万人、「警備員」

⁷ 本稿の CGE モデルは、資本ストック、労働力の総量を一定と仮定。

⁸ 本稿末尾の参考図表1を参照。

⁹ 需要の価格弾力性については本稿末尾補論を参照。

¹⁰ 家計消費額において不動産のウェイトが大きい背景には、住宅賃貸業や帰属家賃分（持家等について賃貸住宅の市場価格に沿った家賃を支払って住んでいるものとみなして計上する額）が含まれることが影響していると考えられる。なお、住宅投資は固定資本投資に含まれる。

¹¹ 本稿末尾の参考図表2を参照。

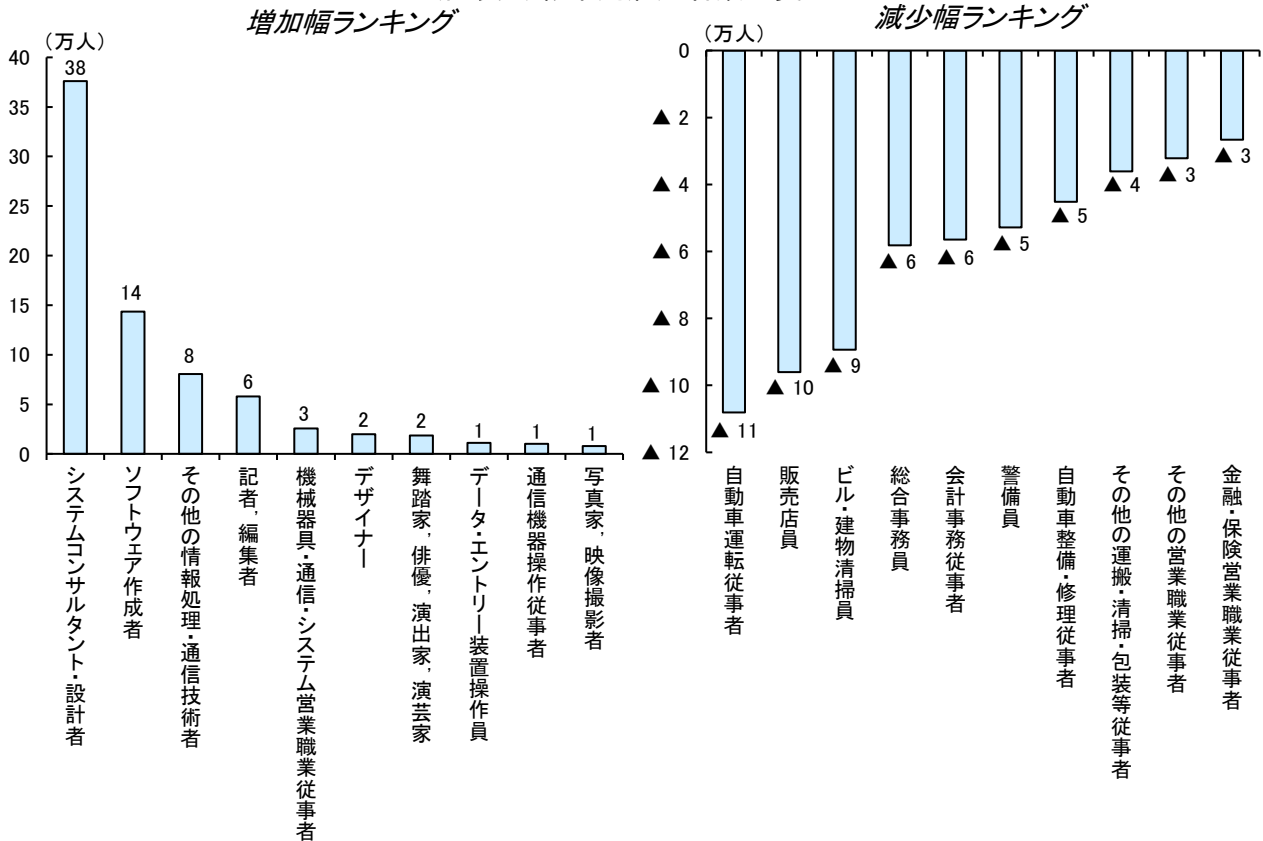
¹² 本稿末尾の参考図表3を参照。

¹³ 2015年時点の雇用マトリックス表（列部門×職業）を使用。

¹⁴ なお、「記者、編集者」が+6万人、「デザイナー」、「舞踏家、俳優、演出家、演芸家」がそれぞれ+2万人増加する結果となったが、これは本稿で「ICT サービス」と再定義した「情報通信」に、「新聞」や「出版」、「広告制作」、「映像情報制作・配給」などの産業も含まれてしまうためである。今回想定しているのはデジタル化に伴う ICT サービスの活用拡大であるため、こうした職業に対する労働需要は増加しないと考えられる。この点は36部門分類のデータを使用することに伴う分析の限界である。

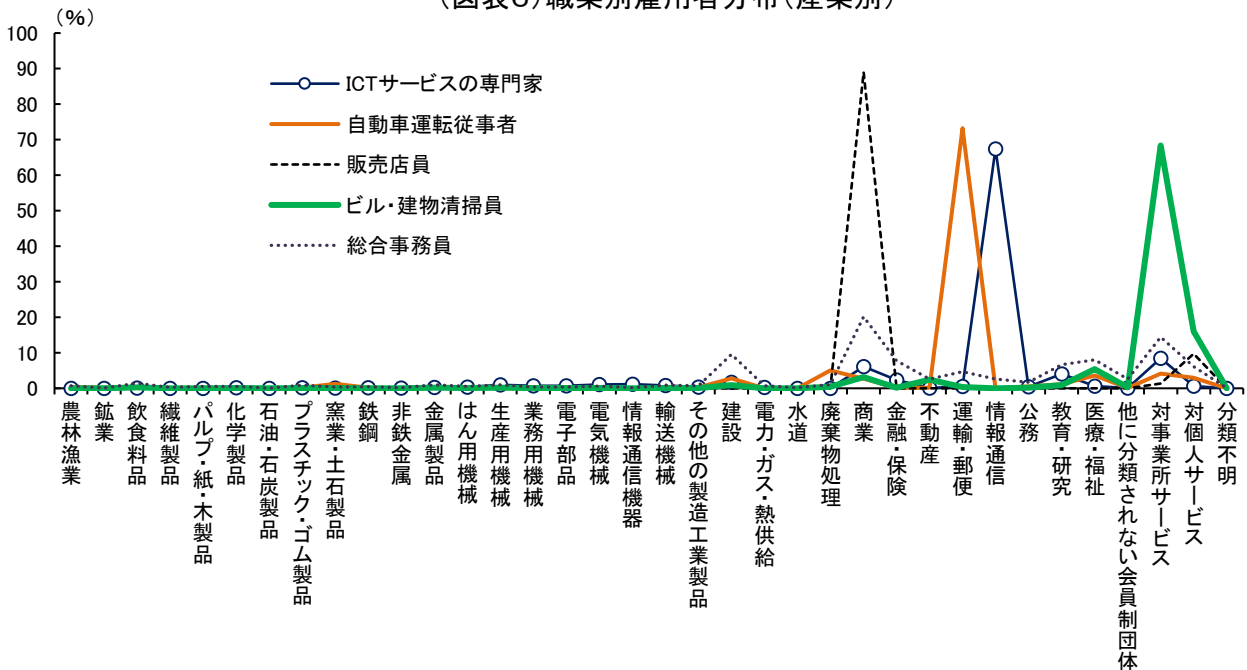
や「自動車整備・修理従事者」が▲5万人減少するなど、「運輸・郵便」や「商業」、「対事業所サービス」に特徴的な職業を中心に労働需要が大きく下振れする姿となった。

(図表5)職業別雇用者数の変化



(資料)総務省、内閣府を基に日本総研作成
(注)産業別の雇用量の変化率を産業別雇用者数に乗じることで算出。

(図表6)職業別雇用者分布(産業別)



(資料)総務省を基に日本総研作成
(注)2015年時点の雇用マトリックス表より算出。ICTサービスの専門家とは「システムコンサルタント・設計者」、「ソフトウェア作成者」、「その他の情報処理・通信技術者」の合計。

3. 求められる人材育成の充実と労働市場の効率化

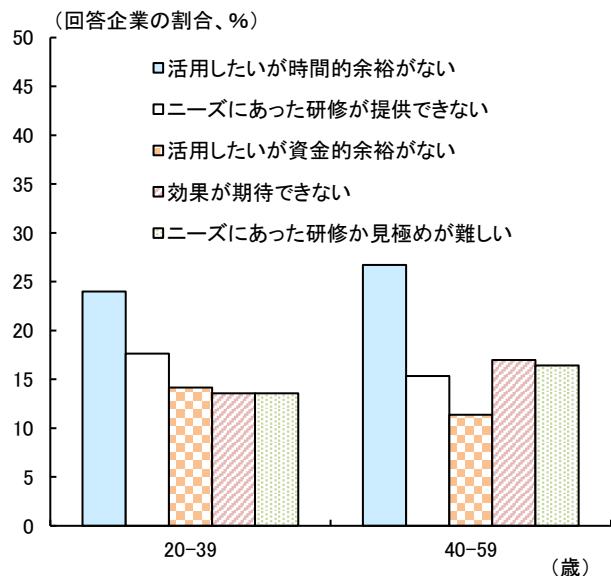
こうした職業間における雇用者数の変化は、ICT サービスの中間投入比率の上昇に対して企業や家計が最適に反応した結果である。このため、「自動車運転従事者」や「販売店員」、「ビル・建物清掃員」など労働需要が減少する職業から、「システムコンサルタント・設計者」や「ソフトウェア作成者」といった需要が増加する職業に労働力が円滑にシフトすることが経済厚生観点から望ましい。また、本稿ではデジタル化による生産性の向上は想定していないが、今後、AIやロボットの活用進展によってこうした雇用の構造変化が増幅される可能性もある¹⁵。

したがって、今後わが国はデジタル化を支える人材の育成に、より一層力を入れる必要がある。具体的には以下の3点が重要であると考えられる。

第1に、デジタル技術に関する教育訓練の充実である。業務デジタル化・事業オンライン化に有益なウェブ・コンテンツの構築・運営や情報ネットワークのセキュリティに関する専門知識、さらには顧客ニーズの把握に向けたデータ解析スキルなど、幅広い意味でのデジタル知識を社会人が習得できる機会を増やすことが求められる。実際、デジタル技術に関する教育訓練が必ずしも対象ではないものの、独立行政法人労働政策研究・研修機構による25～44歳の就業者を対象とした「働くことと学ぶことについての調査」を活用した分析¹⁶では、勤務先の指示で受講する教育訓練¹⁷は、個人の能力の影響を除去しても、各個人のスキルレベル及び仕事遂行能力を高めることが分かっている。また、仕事の担当範囲、仕事のレベル、責任の大きさといったタスクについても教育訓練によって改善されることが示されている。

また、教育訓練の障害となっている長時間労働を見直すなど、働き方改革も同時に行う必要がある。OFF-JT（職場の外部で行われる教育訓練）を活用しない企業にその理由を尋ねた内閣府の調査によると、20～59歳向けのOFF-JTについては「活用したいが時間的余裕がない」との回答が目立っている（図表7）。OFF-JT費用の支出が多い企業の方が、生産性が高い傾向がみられることから¹⁸、長時間労働を是正すると同時にデジタル対応のための教育訓練費用を増やし、労働者の生産性を高めていくことがアフター・コロナにおける企業の生き残り戦略となるだろう。

（図表7）OFF-JTを活用しない理由



（資料）内閣府（2016）第2-2-3図より抜粋。

（注）20～39歳、40～59歳のそれぞれの階層に対して、OFF-JTを活用していない理由について尋ねた回答の1位と2位の回答数を合算して算出。回答企業数（有効回答）は762社（回答率9.5%）。調査期間は2016年2月中旬～3月下旬。

¹⁵ OECDの研究（Nedelkoska and Quintini 2018 pp. 51）によれば、運転士、販売員、清掃員といった比較的単純かつ定型的な作業が多い職業は、将来的にAIによる自動化で喪失する可能性が高いとされている。また、Acemoglu and Restrepo (2020)の pp. 2234 においても、産業ロボットの普及による雇用の喪失は、ブルカラー的な職業（routine manual occupations、operators, assemblers, inspectors and production）や販売店員・事務員（salespersons and clerks）でとりわけ影響が大きいことを実証している。

¹⁶ Hara (2019)を参照。

¹⁷ 教育訓練は「半日以上、ふだんの仕事から離れて参加する研修や講習会」と定義。

¹⁸ 厚生労働省（2012）の第3-（2）-5表及び第3-（2）-6図を参照。

資金面で比較的余裕がある大・中堅企業では、デジタル技術に関する OFF-JT を充実させるほか、とりわけ素養や意欲のある社員には大学院への通学を支援することでより高い専門性を身に付けさせることも一案である。

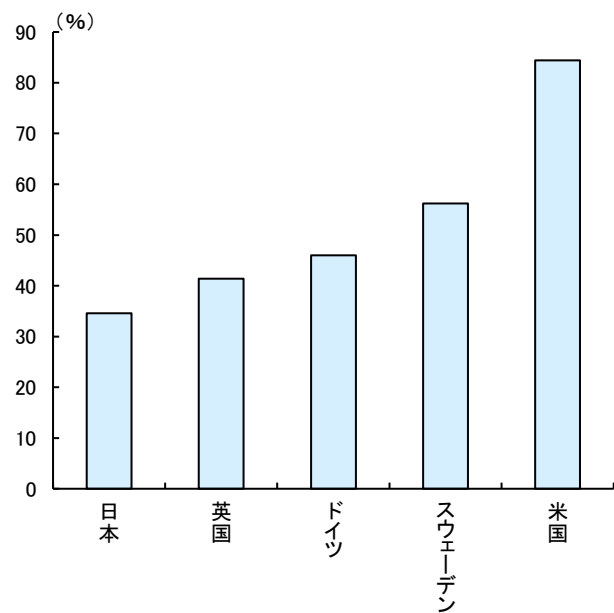
他方、自前でデジタル技術に関する研修プログラムを組むことが困難な中小企業では、商工会議所や経済同友会といった所属する業界団体などに企業ニーズをくみ上げてもらい、適切な研修プログラムやセミナーを企画してもらうことが望ましい。

ほかにも、ICT 企業の立地が少ない地方においては、地域の企業の実情などに理解がある現地の大学・大学院等の教員に研修プログラムの講師を担ってもらうことも一案であり、大学との共同研究等を通じて社員のスキル向上を図ることも有効だろう。この推進に当たり、大学教員が研修講師や企業のアドバイザーを引き受けられるよう、所属する国立大学などにおいては、より柔軟に副業を認めていくことも肝要である。学術研究や学生の教育が本業の教員に対して、負担が増えるだけではなく、報酬面でもメリットが感じられるように、人事制度の見直しが求められる。

職業教育訓練費用のサポートと資格制度の維持・更新という点で、政府の役割も欠かせない。将来 ICT 関連産業への転職による賃金増が期待できても、足許の所得が十分になれば教育費用を捻出できず、ICT 関連の職業への転職希望もかなわない。政府・自治体が費用面でサポートしていくことが重要である¹⁹。また、資格制度については、デジタル技術に関する公的な資格の創出ないし既存資格の公認によって、教育訓練の質を担保することが求められる²⁰。

第2に、求人と求職のマッチングの機能強化である。求職者や転職希望者が大学院等でデジタル技術を習得しても、その技術を必要とする企業に就職できなければ、教育投資が無駄になりかねない。ICT 関連人材にフォーカスしたものではないものの、失業者のうち1カ月間で就職できる人数の割合をみると、わが国は米国やスウェーデンなどに比べて大きく下回っていることから、わが国の労働市場におけるマッチングの効率性は著しく低いと言える（図表8）。こうした状況の改善に向けて、わが国では、職務・スキル別の賃金情報が少しずつ蓄積されつつあるものの、未だ一部の職業に限定されるなど、職業・賃金情報の見える化は十分に進んでいない。また、厚生労働省が

（図表8）マッチングの効率性



（資料）内閣府（2016）第2-1-9図（2）より抜粋。
（注）新規雇用者数を求人数（欠員数）と失業者で説明するマッチングモデルをOLS推計することで算出。失業者と同数の求人数が存在した場合に1カ月の間に失業者が雇用に結び付く割合。推計期間は2008年1-3月期から2015年10-12月期。

¹⁹ 現状では、わが国の職業教育訓練への公的支出は他国に比べ小規模にとどまっている。OECD.Stat で訓練プログラムへの公的支出（GDP 比、2012～2016 年平均）をみると、スウェーデンが 0.13%、ニュージーランドが 0.11% に対して、わが国は 0.01% となっている。なお、関谷（2019）は、OECD の同支出金額は過少と指摘しているが、実情を踏まえた支出金額を用いてもわが国が小さい姿は変わらない（わが国の公共職業訓練政策における 2015 年度支出額 < 関谷（2019）p.83 より抜粋 > 1,776 億円 ÷ 2015 年度名目 GDP 5,327,860 億円 × 100 = 0.033%）。

²⁰ ニュージーランドなどでは、質を担保するために、民間の職業教育訓練プログラムの内容を査定して、しかるべき国家資格を認定する公的機関が存在する。詳細は安井（2020）を参照。

2020年3月19日に運用を開始した職業情報提供サイト（日本版 O-NET）においては、幅広い職業が対象とされているものの、賃金情報が各職業の平均年収額しか掲載されていない²¹など、転職希望者や求職者にとって必要な情報が不足しているのが実情である。今後、職業別・スキル別の賃金分布などを充実させていくことが望まれる。

第3に、職務・スキルに応じた賃金設定の一般化である。わが国ではメンバーシップ型雇用のもと、年功型賃金が未だに維持されている。とりわけ大企業では、40歳代後半から50歳代にかけて賃金が労働生産性を上回る状況が続いている。こうした状況下、大企業で人事ローテーションによって自らのスキルを活かせない職務に就いていても、中高年従業員は金銭面で社外に自分のスキルを活かせる機会を探すインセンティブに乏しくなっている。また、高いスキルを有するICTの専門家であっても、年齢が若ければ、年功型賃金制のもとで求人企業からは職務・スキルに見合わないような低賃金しか提示されない結果、転職を諦めるということも多い。そもそもデジタル化の進展に伴い経済構造が大きく変化するなか、様々な事業を抱える大企業でも新卒で一括採用した人材だけで変化に十分に対応していくことが困難となっているほか、労働者側も、定年まで現在の企業が存続するかどうか、またスキルアップに合わせて賃金が上がっていくのかどうかについて確信がもたなくなっている。これを踏まえると、年功賃金制度を撤廃し、職務・スキルに見合った賃金設定を一般化していくことが、ICT人材の採用拡大にとっても重要と考えられる。

もっとも、上記のようなICT人材の育成策を実行しても、デジタル化によって減少が見込まれる「自動車運転従事者」や「販売店員」、「ビル・建物清掃員」をすべてICTサービスの専門家に転換していくことは極めて困難とみられる。現実的には、ICTサービスの専門家の不足は、大学・大学院教育や職業教育訓練による、若・中年層を中心とした専門家の育成で補いつつ、減少が見込まれる「自動車運転従事者」や「販売店員」、「ビル・建物清掃員」の雇用者は、スキルの関連性が高く、また少子・高齢化で需要の増加が期待できる「医療・福祉」や「対個人サービス」などにシフトしていくのが実現性の高い動きといえるだろう。こうした現状を踏まえると、デジタル化を推進化していくにあたって、ICT人材の育成のみならず、デジタル化によって失われるリスクの高い労働者に対し、転職支援などきめ細かいサポートも行っていく必要があるだろう。

以上

²¹ 平均年収額すら掲載されていない職業も散見。

BOX. CGE モデルについて²²

1. 概要と活用状況

CGE モデルとは、輸入関税率や消費税率の変更といった経済政策の策定やその評価のための数値分析を行うモデルである。多部門一般均衡モデルの数値解をシミュレートすることで、産業別の生産量や雇用量、さらには一国の GDP 等がどの程度増減するのかについて分析できる。

諸外国では、1970 年頃から先進国の租税・貿易問題や途上国の所得分配問題などが分析されてきたが、最近では、中国の環境税が GDP や工業部門に与える影響 (Li and Masui 2019) や北イタリアの洪水が地域経済に与える影響 (Carrera et al. 2015)、南西スペインでの水利権の再取得が地域経済や農業に与える影響 (Pérez-Blanco and Standardi 2019)、バリ島爆弾テロによる観光客の減少がインドネシア経済に与えた影響 (Pambudi et al. 2009) など幅広いテーマの分析に活用されている。

わが国でも、内閣府経済社会総合研究所が、日本環境 CGE モデルを開発し、エネルギーや環境政策が経済に与える影響などを様々な観点から分析している (武田他 2012; 伴 2011; 増淵 2011)。また、内閣官房 (内閣官房 TPP 政府対策本部 2015; 内閣官房 2013) は、関税撤廃や環太平洋パートナーシップ (TPP) 協定が発効した場合に日本経済に与える影響を試算したほか、日本経済研究センター (Yane and Nishioka 2019) は米国トランプ政権の保護主義的な通商政策がわが国経済や世界経済に及ぼす影響について分析している。このほか、大学の研究者を中心に東日本大震災に伴う電力危機が製造業に与える影響や外国人労働者受け入れの影響といった産業・労働政策の評価にも活用されている (Saito, Kato and Takeda 2017; Hosoe 2014)。

2. 分析上の利点と限界

CGE モデルは日々発展しており、従来、分析の限界とされていたことがモデルの拡張によって改善されているケースもあると考えられるが、ここでは本稿で用いた標準的な CGE モデルに関する利点と限界を整理したい。

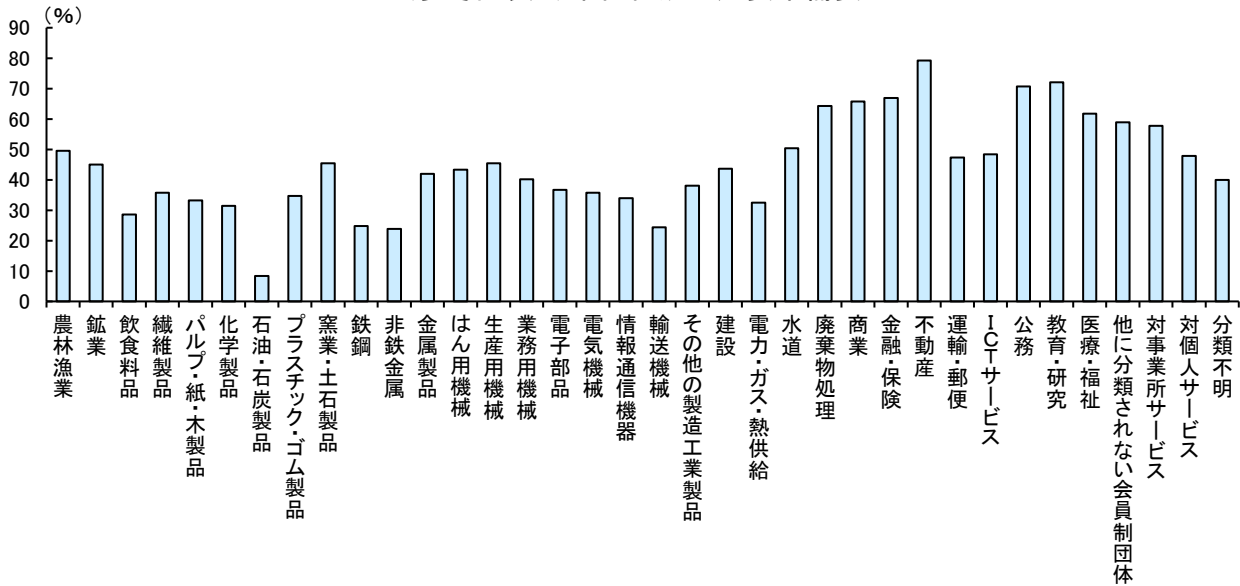
利点としては、第 1 に、産業間の波及効果を測定できる点である。1 産業にフォーカスした部分均衡分析では、他部門の経済主体の相互依存関係を通じた影響を捉えることはできない。一方、CGE モデルでは、多くの産業を明示的にモデル化しているため、ある産業に生じた政策変更の影響が、他の産業に影響を及ぼす状況や、これを踏まえた経済全体への影響を分析できる。第 2 に、価格変化を伴う経済政策について分析できる点である。逆行列係数を用いた産業連関分析では、関税率や間接税率の変化といった価格に影響を与えるような経済政策の分析は困難である。第 3 に、1 時点のデータがあれば分析できる点である。長期間の時系列データを必要とする計量経済モデルと異なり、基準年の SAM データを用意できれば CGE モデルを推計できる。

一方、限界として、第 1 に、動学的な分析ができない点がある。基準時点のデータが均衡状態にあると仮定してモデルを構築したうえで、当初の均衡と政策変更後の均衡状態を比較することによって政策変更の影響を計測する比較静学のアプローチをとるためである。第 2 に、インフレなどの名目変数の影響を取り入れられない点がある。実物経済のみが分析対象であり、生産物や生産要素の相対価格しか求められない。第 3 に、パラメーターには計量経済学的な裏付けがないことがある。このため、推計に利用するデータの基準年が異常な年であった場合、現実的な結果が得られないというリスクがある。

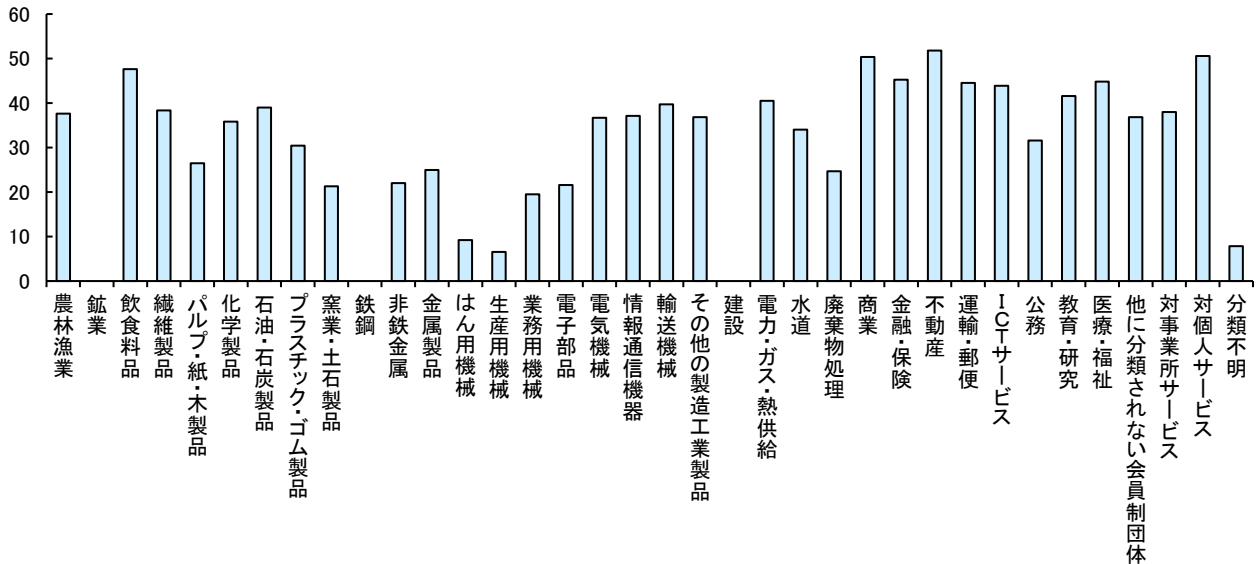
²² 浦田 (1990)、細江・我澤・橋本 (2004)、川崎 (2016) を参考にした。



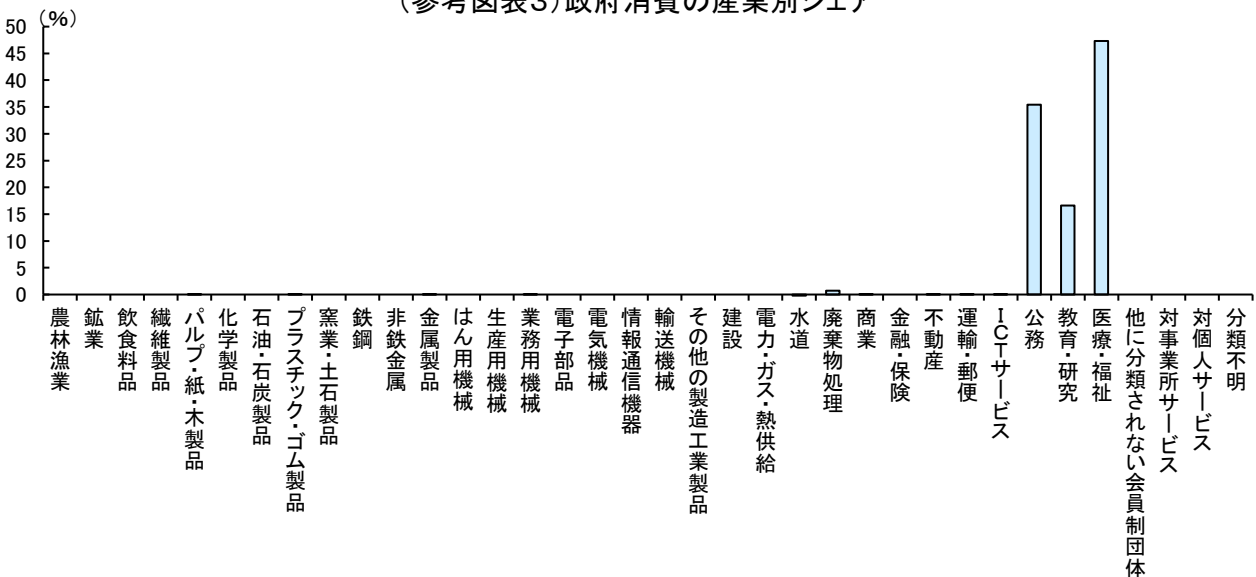
(参考図表1) 単位合成生産要素需要



(参考図表2) 効用関数のパラメーター(選好の強さ)



(参考図表3) 政府消費の産業別シェア



(資料) 総務省、内閣府を基に日本総研作成

(注) 単位合成生産要素需要は1単位の生産に占める資本・労働の合成生産要素の割合。効用関数のパラメーターは自然対数変換し 60を加えた値。なお、鉱業、鉄鋼は家計消費がマイナスであるため、ゼロに設定。建設の家計消費はゼロ。

補論. 本稿で推計した CGE モデルの全体像

1. 部門

(1) 内生部門

内生部門は 36 部門（農林漁業、鉱業、飲食料品、繊維製品、パルプ・紙・木製品、化学製品、石油・石炭製品、プラスチック・ゴム製品、窯業・土石製品、鉄鋼、非鉄金属、金属製品、はん用機械、生産用機械、業務用機械、電子部品、電気機械、情報通信機器、輸送機械、その他の製造工業製品、建設、電力・ガス・熱供給、水道、廃棄物処理、商業、金融・保険、不動産、運輸・郵便、情報通信、公務、教育・研究、医療・福祉、他に分類されない会員制団体、対事業所サービス、対個人サービス、分類不明）に設定。

なお、産業連関表の統合大分類（37 部門）のうち、仮設部門の事務用品はその他の製造工業製品部門に統合。

(2) 付加価値部門

付加価値部門は労働所得、労働税、資本所得、純間接税の 4 部門に設定。

労働所得は、家計外消費支出と雇用者所得（社会保険料（雇用主負担）を除く）の和。

労働税は社会保険料（雇用主負担）。資本所得は営業余剰と資本減耗引当の和。

純間接税は間接税（関税・輸入品商品税を除く。）と（控除）経常補助金の和。

労働所得税率と資本所得税率は以下のように、国民経済計算年報より推計。

$$\begin{aligned} \text{労働所得税率} &= (\text{家計の現実社会負担} + \text{家計の追加社会負担} + \text{所得に課される税}) \div \text{賃金} \cdot \text{俸給} \\ &= (35,098 + 1,995 + 27,023) \div 223,922 \\ &= 28.6\% \text{ (約 } 30\%) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{資本所得税率} &= (\text{非金融法人企業の}) \text{ 所得に課される税} \div \text{営業余剰 (総)} \\ &= 13,939 \div 135,357 \\ &= 10.3\% \text{ (約 } 10\%) \end{aligned}$$

(3) 最終需要部門

最終需要部門は家計消費、政府消費、固定資本投資、輸出、輸入（控除）、関税（控除）の 6 部門に設定。

家計消費は家計外消費支出と民間消費支出の和。

固定資本投資は国内総固定資本形成（公的）と国内総固定資本形成（民間）、在庫純増の合計。

関税（控除）は（控除）輸入関税と（控除）輸入商品税の和。

なお、消費税率は 2015 年の産業連関表を用いるため 8% に設定。

2. 均衡条件式²³

■ 単位費用関数

(国内で生産される財・サービス)

産業 j で1単位生産するのに要する、産業 i の生産物の投入額(中間投入比率)(定数)

産業 j で1単位生産するのに要する合成生産要素額(定数)

$$c_j = \sum_{i=1}^{36} p_i^A \bar{a}_{ij}^x + p_j^{va} \bar{a}_j^v \quad \{c_j\}$$

産業 j で1単位生産するのにかかる費用(変数)

産業 i での生産物に対する Armington 財価格(変数)

産業 j での合成生産要素に対する価格(変数)

(合成生産要素)

産業 j の生産関数における合成生産要素のウェイト(定数)

産業 j での生産要素(資本・労働)間の代替の弾力性(定数)

$$c_j^{va} = \left[\sum_{f=1}^2 (\beta_{fj}^v)^{\sigma_j^v} [(1 + t_{fj}^F) p_f^F]^{1-\sigma_j^v} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_j^v}} \quad \{c_j^{va}\}$$

産業 j で合成生産要素を1単位生産するのにかかる費用(変数)

産業 j で生産要素を投入した場合にかかる従価税率(ただし労働税のみ)(定数)

生産要素の価格(変数)

(効用)

効用関数のウェイト(定数)

消費財間の代替の弾力性(定数)

$$c^u = \left[\sum_{i=1}^{36} (\gamma_i)^{\sigma^c} [(1 + t_i^C) p_i^A]^{1-\sigma^c} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^c}} \quad \{c^u\}$$

効用を1単位生産するのにかかる費用(変数)

消費税率(定数)

産業 i での Armington 財価格(変数)

(Armington 財)

産業 i での Armington 統合(国内財と輸入財の統合)関数における国内財のウェイト(定数)

産業 i での国内財・輸入財間の代替の弾力性(定数)

産業 i での輸入関税率(定数)

$$c_i^A = \left[(\alpha_i^{AD})^{\sigma_i^{DM}} (p_i^D)^{1-\sigma_i^{DM}} + (\alpha_i^{AM})^{\sigma_i^{DM}} [(1 + t_i^M) p_i^M]^{1-\sigma_i^{DM}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{DM}}} \quad \{c_i^A\}$$

産業 i で Armington 財を1単位生産するのにかかる費用(変数)

産業 i での Armington 統合関数における輸入財のウェイト(定数)

²³ 均衡条件式は武田(2018)に全面的に依拠。式の導出については武田(2018)や細江・我澤・橋本(2004)を参照。ただし、本稿に残された誤りは当然筆者の責に帰するものである。

(固定資本投資)

$$c^{INV} = \sum_{i=1}^{36} p_i^A \bar{a}_i^{INV} \quad \{c^{INV}\}$$

c^{INV} : 固定資本投資財を1単位生産するのにかかる費用(変数)
 p_i^A : 産業*i*での Armington 財価格(変数)
 \bar{a}_i^{INV} : 産業*i*への固定資本投資需要(定数)
 (固定資本財の単位生産に要する産業*i*の生産物の投入)

(政府消費)

$$c^{GOV} = \sum_{i=1}^{36} p_i^A \bar{a}_i^{GOV} \quad \{c^{GOV}\}$$

c^{GOV} : 政府消費財を1単位生産するのにかかる費用(変数)
 p_i^A : 産業*i*への政府消費需要(定数)
 (政府消費財の単位生産に要する産業*i*の生産物の投入)

■ 単位収入関数

(国内向け、輸出向け配分)

$$r_i^{DE} = \left[(\delta_i^{ES})^{-\eta_i^{DE}} (p_i^E)^{1+\eta_i^{DE}} + (\delta_i^{DS})^{-\eta_i^{DE}} (p_i^D)^{1+\eta_i^{DE}} \right]^{\frac{1}{1+\eta_i^{DE}}} \quad \{r_i^{DE}\}$$

r_i^{DE} : 産業*i*での国内向け、輸出向け配分活動における単位収入(変数)
 $(\delta_i^{ES})^{-\eta_i^{DE}}$: 産業*i*での配分ルール(変形の弾力性一定の関数)における輸出向けウェイト(定数)
 $(p_i^E)^{1+\eta_i^{DE}}$: 産業*i*での輸出財価格(変数)と産業*i*での配分ルール(変形の弾力性一定の関数)における国内向けウェイト(定数)
 $(\delta_i^{DS})^{-\eta_i^{DE}}$: 産業*i*での配分ルール(変形の弾力性一定の関数)における国内向けウェイト(定数)
 $(p_i^D)^{1+\eta_i^{DE}}$: 産業*i*での国内財価格(変数)と産業*i*での配分ルール(変形の弾力性一定の関数)における国内向けウェイト(定数)
 $\frac{1}{1+\eta_i^{DE}}$: 産業*i*での国内向けと輸出向け財の変形の弾力性(定数)

■ 輸出財の価格と輸入財の価格

(輸出)

$$p_i^E = p^{EX} \bar{p}_i^{EW} \quad \{x_i^E\}$$

p_i^E : 産業*i*の輸出財価格(変数)
 p^{EX} : 為替レート(変数)
 \bar{p}_i^{EW} : 産業*i*の輸出財の世界価格(定数)

(輸入)

$$p^{EX} \bar{p}_i^{MW} = p_i^M \quad \{x_i^M\}$$

p^{EX} : 為替レート(変数)
 \bar{p}_i^{MW} : 産業*i*の輸入財の世界価格(定数)
 p_i^M : 産業*i*の輸入財価格(変数)

■ 利潤最大化条件

(国内で生産される財・サービス)

産業jの従価税率(純間接税)(定数)

$$c_j = (1 - t_j^y) p_j^y \quad \{y_j\}$$

↑
↑

産業jで1単位生産するのにかかる費用(変数) 産業jの財価格(変数)

(合成生産要素)

$$c_j^{va} = p_j^{va} \quad \{v_j^a\}$$

↑
↑

産業jで合成生産要素を1単位生産するのにかかる費用(変数) 産業jで用いる合成生産要素の価格(変数)

(国内向け、輸出向け配分)

$$p_j^y = r_j^{DE} \quad \{y_j^{DE}\}$$

↑

産業jでの国内向け、輸出向け配分活動における単位収入(変数)

(効用)

$$c^u = p^u \quad \{u\}$$

↑

効用の価格(変数)

(Armington 財)

$$c_i^A = p_i^A \quad \{q_i^A\}$$

↑

産業iで Armington 財を1単位生産するのにかかる費用(変数)

(固定資本投資)

$$c^{INV} = p^{INV} \quad \{q^{INV}\}$$

↑
↑

固定資本投資財を1単位生産するのにかかる費用(変数) 固定資本投資財の価格(変数)

(政府消費)

$$c^{GOV} = p^{GOV} \quad \{q^{GOV}\}$$

↑
↑

政府消費財を1単位生産するのにかかる費用(変数) 政府消費財の価格(変数)

■ 単位需要関数

(生産要素)

産業jでの合成生産要素の生産における各生産要素のウェイト(定数)

産業jで合成生産要素を1単位生産するのにかかる費用(変数)

産業jでの生産要素間の代替の弾力性(定数)

$$a_{fj}^F = \left[\frac{\beta_{fj}^v c_j^{va}}{(1 + t_{fj}^F) p_f^F} \right]^{\sigma_j^v} \quad \{a_{fj}^F\}$$

産業jの1単位の合成生産要素に対する各生産要素比率(生産要素fへの単位需要)(変数)

生産要素の価格(変数)

産業jで生産要素を投入した場合にかかる従価税率(ただし労働税のみ)(定数)

(家計消費)

産業iの財に対する効用関数のウェイト(定数)

効用を1単位生産するのにかかる費用(変数)

消費財間の代替の弾力性(定数)

$$a_i^d = \left[\frac{\gamma_i c^u}{(1 + t_i^C) p_i^A} \right]^{\sigma^c} \quad \{a_i^d\}$$

1単位の効用を保つのに要する産業iの生産物の投入量(単位補償需要関数)(変数)

産業iでの生産物に対する Armington 価格(変数)

(国内財)

Armington 統合における国内財のウェイト(定数)

産業iで Armington 財を1単位生産するのにかかる費用(変数)

産業iでの国内財・輸入財間の代替の弾力性(定数)

$$a_i^{AD} = \left[\frac{\alpha_i^{AD} c_i^A}{p_i^D} \right]^{\sigma_i^{DM}} \quad \{a_i^{AD}\}$$

産業iの国内財への単位需要関数(変数)

産業iでの国内財価格(変数)

(輸入財)

Armington 統合における輸入財のウェイト(定数)

産業iで Armington 財を1単位生産するのにかかる費用(変数)

産業iでの国内財・輸入財間の代替の弾力性(定数)

$$a_i^{AM} = \left[\frac{\alpha_i^{AM} c_i^A}{(1 + t_i^M) p_i^M} \right]^{\sigma_i^{DM}} \quad \{a_i^{AM}\}$$

産業iの輸入財への単位需要関数(変数)

産業iでの輸入関税率(定数)

■ 単位供給関数

(輸出財)

$$a_i^{ES} = \left[\frac{p_i^E}{\delta_i^{ES} r_i^{DE}} \right] \eta_i^{DE}$$

産業 i での国内財価格 (変数) → p_i^E

産業 i での国内向けと輸出向け財の変形の弾力性 (定数) → η_i^{DE}

産業 i での輸出財の単位供給関数 (変数) → a_i^{ES}

産業 i での国内向け、輸出向け配分活動における単位収入 (変数) → r_i^{DE}

産業 i での配分ルール (変形の弾力性一定の関数) における輸出向けウェイト (定数) → δ_i^{ES}

$\{a_i^{ES}\}$

(国内財)

$$a_i^{DS} = \left[\frac{p_i^D}{\delta_i^{DS} r_i^{DE}} \right] \eta_i^{DE}$$

産業 i での国内財価格 (変数) → p_i^D

産業 i での国内向けと輸出向け財の変形の弾力性 (定数) → η_i^{DE}

産業 i での国内財の単位供給関数 (変数) → a_i^{DS}

産業 i での国内向け、輸出向け配分活動における単位収入 (変数) → r_i^{DE}

産業 i での配分ルール (変形の弾力性一定の関数) における国内向けウェイト (定数) → δ_i^{DS}

$\{a_i^{DS}\}$

■ 市場均衡条件

(国内財①)

$$y_j = y_j^{DE}$$

産業 j の財生産 → y_j

産業 j の国内向け、輸出向け配分活動 → y_j^{DE}

$\{p_j^y\}$

(国内財②)

$$a_i^{DS} y_i^{DE} + \bar{z}_i^h = a_i^{AD} q_i^A$$

産業 i での生産のうち、国内向けに供給される比率 (変数) → a_i^{DS}

産業 i の Armington 財のうち、国内財需要比率 (変数) → a_i^{AD}

産業 i 財のうち、家計が初期保有する分 (定数) → \bar{z}_i^h

(家計消費のうちマイナスの消費となっている産業 (鉱業・鉄鋼のみ) について家計の初期保有分として処理)

$\{p_i^D\}$

(輸出向け財)

$$a_i^{ES} y_i^{DE} = x_i^E$$

産業 i での生産のうち、輸出向けに供給される比率 (変数) → a_i^{ES}

産業 i の輸出 (変数) → x_i^E

$\{p_i^{ES}\}$

(輸入)

$$x_i^M = a_i^{AM} q_i^A$$

産業 i の輸入 → x_i^M

産業 i の Armington 統合財のうち、輸入財需要関数 (変数) → a_i^{AM}

$\{p_i^M\}$

(Armington 財)

1単位の効用を保つのに要する産業 i 財の投入(単位補償需要関数)(変数)

$$q_i^A = \underbrace{\sum_{j=1}^{36} \bar{a}_{ij}^x y_j}_{\text{中間財需要}} + \underbrace{a_i^d u}_{\text{家計消費}} + \underbrace{\bar{a}_i^{INV} q^{INV}}_{\text{固定資本投資}} + \underbrace{\bar{a}_i^{GOV} q^{GOV}}_{\text{政府消費}}$$

{p^A}

産業 i への固定資本投資需要(定数)
 固定資本投資需要(変数)
 産業 i への政府消費需要(定数)
 政府消費需要(変数)

(合成生産要素)

$$v_j^a = \bar{a}_j^v y_j$$

{p^{va}}

産業 j の生産に用いる合成生産要素(変数)
 産業 j での1単位の生産に占める合成生産要素比率(定数)

(生産要素)

生産要素 f(資本または労働)の賦存量

$$v_f = \sum_{i=1}^{36} a_{fi}^F v_j^a$$

{p^F}

産業 j の単位合成生産要素に占める生産要素 f の比率(変数)

(効用)

$$u = \frac{m^D}{p^u}$$

{p^u}

家計が消費に回す所得額
 効用の価格(変数)

家計の効用という「財」に対する需要

(固定資本投資財)

$$q^{INV} = \bar{q}^{INV}$$

{p^{INV}}

固定資本投資需要(変数)
 固定資本投資需要(基準年固定、定数)

(政府消費財)

$$q^{GOV} = \frac{m^{GOV}}{p^{GOV}} \quad \{p^{GOV}\}$$

政府所得(変数) → m^{GOV}
 政府消費財価格(変数) → p^{GOV}
 政府消費需要(変数) → q^{GOV}

■ 貿易収支の定義式

(貿易収支①)

$$TS = \sum_{i=1}^{36} \bar{p}_i^{EW} x_i^E - \sum_{i=1}^{36} \bar{p}_i^{MW} x_i^M \quad \{TS\}$$

外貨表示の純輸出額(変数) → TS
 産業 i の輸出財の世界価格(定数) → \bar{p}_i^{EW}
 産業 i の輸出財 → x_i^E
 産業 i の輸入財の世界価格(定数) → \bar{p}_i^{MW}
 産業 i の輸入財 → x_i^M

(貿易収支②)

$$TS = \bar{TS} \quad \{p^{EX}\}$$

外貨表示の貿易収支(基準年固定、定数) → \bar{TS}

■ 税金と所得の定義式

(一括税以外の税金)

$$T^{ALL} = \sum_{i=1}^{36} \sum_{f=1}^2 \overbrace{t_{ff}^F p_f^F v_{ff}}^{\text{生産要素税}} + \sum_{i=1}^{36} \overbrace{t_i^M p_i^M x_i^M}^{\text{輸入関税}} \quad \{T^{ALL}\}$$

$$+ \sum_{i=1}^{36} \underbrace{t_i^C p_i^A d_i}_{\text{消費税}} + \sum_{i=1}^{36} \underbrace{t_i^Y p_i^Y y_i}_{\text{生産税}} + \sum_{f=1}^2 \underbrace{t_f^{INC} p_f^F v_f}_{\text{所得税}}$$

(政府の所得)

$$m^{GOV} = T^{ALL} + p^{GOV} \tau^{LUMP} \quad \{m^{GOV}\}$$

政府の所得(変数) → m^{GOV}
 政府消費財価格(変数) → p^{GOV}
 一括税の水準 → τ^{LUMP}
 (家計から一括税として取る財)(変数) → τ^{LUMP}

(家計所得)

$$m = \sum_{f=1}^2 \underbrace{(1 - t_f^{INC}) p_f^F v_f}_{\text{手取り (要素所得-所得税)}} + \sum_{i=1}^{36} \underbrace{p_i^D \bar{z}_i^h}_{\text{家計が初期保有する財の売却収入}} - \overbrace{p^{GOV} \tau^{LUMP}}^{\text{一括税}} \quad \{m\}$$

家計の所得(変数)

(ISバランス)

$$p^{EXTS} = \underbrace{(m - m^D)}_{\text{家計貯蓄}} - \underbrace{p^{INV} q^{INV}}_{\text{投資}} \quad \{m^D\}$$

家計が消費に回す所得額(変数)

貿易収支

(一括税の水準)

$$q^{GOV} = \bar{q}^{GOV} \quad \{\tau^{LUMP}\}$$

政府消費需要(変数)

政府消費需要(基準年固定、定数)

3. 前提条件

生産要素(資本・労働)間の代替の弾力性(σ_f^p)はすべての産業で0.5、家計の消費財間の代替の弾力性(σ^c)は0.2に設定。国内財・輸入財間の代替の弾力性(σ_i^{DM})はすべての産業で4、国内供給と輸出供給の配分ルールである変形の弾力性(η_i^{DE})はすべての産業で4に設定。

合成生産要素の生産関数のウェイト(β_{fj}^p)、効用関数のウェイト(γ_i)、Armington統合における国内財のウェイト(α_i^{AD})、Armington統合における輸入財のウェイト(α_i^{AM})については、均衡条件式の単位需要関数に、SAMデータと上記で設定した弾力性を代入することで算出(価格は1に基準化)。また、輸出向けウェイト(δ_i^{ES})、国内向けウェイト(δ_i^{DS})については、均衡条件式の単位供給関数に、SAMデータと上記で設定した弾力性を代入することで算出(価格、単位収入は1に基準化)。

本稿で採用したシナリオについては、各産業でICTサービスの中間投入比率($i=$ ICTサービスのときの \bar{a}_{ij}^x)が2015年時点の2倍となり、同時にICTサービスの増えた分だけ、他の産業の中間投入比率が低下すると設定。なお、ICTサービスの中間投入比率を2倍にした後も、すべての産業において売上に占める中間投入比率は不変。

4. 需要の価格弾力性

本稿のCGEモデルにおける家計の効用関数 u は $\left[\sum_{i=1}^{36} \gamma_i d_i \frac{\sigma^c - 1}{\sigma^c} \right]^{\frac{\sigma^c}{\sigma^c - 1}}$ (ただし、 γ_i は産業 i の財に対する効用関数のウェイト(選好の強さを示す))、支出関数 e は $u \left[\sum_{i=1}^{36} \gamma_i \sigma^c p_i^{1 - \sigma^c} \right]^{\frac{1}{1 - \sigma^c}}$ と表せる。この時、産業 i の補償需要関数 h_i は $u \left[\frac{\gamma_i e}{p_i u} \right]^{\sigma^c}$ となることから、産業 i の補償需要の価格弾力性 ε_i は、

$$\varepsilon_i = \frac{\partial \ln h_i}{\partial \ln p_i} = -\sigma^c \left[1 - \frac{\gamma_i \sigma^c p_i^{1-\sigma^c}}{\sum_{k=1}^3 \gamma_k \sigma^c p_k^{1-\sigma^c}} \right] \text{となる。ここで、価格がすべての産業 } i \text{ で基準均衡値 } (p_i = 1)$$

のとき、 $\frac{\gamma_i \sigma^c p_i^{1-\sigma^c}}{\sum_{k=1}^3 \gamma_k \sigma^c p_k^{1-\sigma^c}} < 1$ であることから、効用関数のウェイトについて産業 i の方が産業 j よりも大きいとき ($\gamma_i > \gamma_j \geq 0$)、産業 i の価格弾力性の絶対値 $|\varepsilon_i|$ は、産業 j の価格弾力性の絶対値 $|\varepsilon_j|$ よりも小さくなる ($|\varepsilon_i| < |\varepsilon_j|$)。つまり、効用関数のウェイトが大きい産業の方が、価格上昇に対して消費需要が下落しにくくなる。

参考文献

- Acemoglu, D, and P. Restrepo (2020) “Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets.” *Journal of Political Economy*. Volume 128. Pages 2188-2244.
- Carrera, L., G. Standardi, F. Bosello, and J. Mysiak (2015) “Assessing direct and indirect economic impacts of a flood event through the integration of spatial and computable general equilibrium modelling.” *Environmental Modelling & Software*. Volume 63. Pages 109-122.
- Hara, H. (2019) “The impact of worker-financed training: Evidence from early- and mid-career workers in Japan.” *Journal of the Japanese and International Economies*, 51. Pages 46-75.
- Hosoe, N. (2014) “Japanese Manufacturing Facing Post-Fukushima Power Crisis: A Dynamic Computable General Equilibrium Analysis with Foreign Direct Investment.” *Applied Economics*. 46(17). Pages 2010-2020.
- Li, G., and T. Masui (2019) “Assessing the impacts of China's environmental tax using a dynamic computable general equilibrium model.” *Journal of Cleaner Production*, Volume 208, Pages 316-324.
- Nedelkoska, L. and G. Quintini (2018) “Automation, skills use and training.” OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202
- Pambudi, D., N. McCaughey, and R. Smyth (2009) “Computable general equilibrium estimates of the impact of the Bali bombing on the Indonesian economy.” *Tourism Management*, Volume 30, Pages 232-239.
- Pérez-Blanco, C. D, and G. Standardi (2019) “Farm waters run deep: a coupled positive multi-attribute utility programming and computable general equilibrium model to assess the economy-wide impacts of water buyback.” *Agricultural Water Management*, Volume 213. Pages 336-351.
- Saito, M., S. Kato and S. Takeda (2017) “Effects of Immigration in Japan: A Computable General Equilibrium Assessment” mimeo.
- Yane, H. and S. Nishioka (2019) “A CGE Analysis on Trade War -Grave Divide in Future Paths of the World Economy-” Japan Center for Economic Research Special Research Report.
- 岩崎薫里 (2020) 「新型コロナ禍が促す企業のデジタルトランスフォーメーション」日本総研ビューポイント No.2020-005.
- 浦田秀次郎 (1990) 「一般均衡モデルの実証分析への応用：CGEモデルの発展過程と現状」三田学会雑誌. 83 巻 2 号.
- 川崎泰史 (2016) 「CGEモデルのデータと地球温暖化問題」ESRI 通信 第 98 号.
- 厚生労働省 (2012) 『平成 24 年版 労働経済の分析』
- 関家ちさと (2019) 「OECD Database による公共職業訓練政策の国際比較—公共職業訓練費に注目して—」JILPT 資料シリーズ No. 220. 2019 年 11 月.
- 武田史郎 (2018) 「応用一般均衡 (CGE) 分析の解説文書」(<http://shiro-takeda.org/ja/research-ja/cge-howto.html>)
- 武田史郎・鈴木晋・有村俊秀 (2012) 「温暖化対策における国境調整措置の動学的応用一般均衡分析」ESRI Discussion Paper Series No.291.
- 独立行政法人情報処理推進機構 (2019) 『IT 人材白書 2019』
(<https://www.ipa.go.jp/jinzai/jigyou/about.html>)



- 独立行政法人労働政策研究・研修機構（2009）「働くことと学ぶことについての調査」調査シリーズ No.63.
- 内閣官房（2013）「関税撤廃した場合の経済効果についての政府統一試算」
(http://www.cas.go.jp/jp/tpp/pdf/2013/3/130315_touitsushisan.pdf)
- 内閣官房 TPP 政府対策本部（2015）「TPP 協定の経済効果分析」
(http://www.cas.go.jp/jp/tpp/kouka/pdf/151224/151224_tpp_keizaikoukabunnseki02.pdf)
- 内閣府（2016）『平成 28 年版 経済財政白書—リスクを超えて好循環の確立へ—』日経印刷株式会社
- 伴金美（2011）「CO2 削減における日本と中国の役割:世界モデルによる分析」ESRI Discussion Paper Series No.266.
- 細江宣裕・我澤賢之・橋本日出男（2004）『テキストブック 応用一般均衡モデリング: プログラムからシミュレーションまで』東京大学出版会.
- 増淵勝彦（2011）「長期の温暖化対策の国際的枠組みに関するシミュレーション」New ESRI Working Paper No.21.
- 安井洋輔（2020）「わが国とニュージーランドのシニア就業を巡る環境の比較—働く意欲の維持と働きやすい環境の整備が鍵」日本総研 JRI レビュー Vol.5,No.77.
- 山田久（2020）「コロナショックをどう乗り切るか（3）増大する雇用調整圧力と求められる労働政策」日本総研ビューポイント No.2020-004.