

IT(ICT) 革命にみる第4次産業革命での 政策的ベンチマーキングの検討

小林 和馬

本稿は、問題の所在として、情報通信技術(ICT)のさらなる高度化からもたらされる第4次産業革命による変化を、GDPが把握可能であるのか、そして政策的ベンチマーキングとして尺度や指標の構築に向け、把握・考慮すべき要素を検討する。研究対象には日本のGDPデータにおける投資と消費等の関係を使用することで、それぞれの関係を1956年から2017年までの時系列データを対象とし、研究方法としてARCH/GARCHモデルで検討を行う。技術的要素のみによるベンチマーキングはあくまで補完要素として考えるならば検討する余地があり、AIやIoTによる第4次産業革命は現在のGDPの枠組みでは捉えきれないビジネスや消費の多様化を捉えていくことができる可能性を指摘した。本稿議論により、結論として、技術変化に伴う経済の変化の把握・測定については労働環境や評価制度や法制度など、社会的変化をベンチマーキングの指標として構築できるかにあるのではないかと考えている。

keywords：情報通信技術 (ICT)、人工知能 (AI)、Internet of Things (IoT)、国内総生産 (GDP)、Autoregressive Conditionally Heteroscedastic (ARCH) モデル、Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic (GARCH) モデル

目次

イントロダクション

近年における GDP:供給側から見る政策論
実証データに見る各構成要素の相関関係の検証
成熟した経済における政策論:需要側の政策論
第4次産業革命を踏まえたデジタル化した経済の
測定:OECD・ITUの議論から
結論

イントロダクション

近年におけるトレンドとして、IoT、AIがある。これらは第4次産業革命の重要な要素として捉えられ、与える影響の大きさから、社会経済への影響に対して議論・分析が進められている。ITUにおいて、IoTは以下の8つの特徴を持つとされている：識別ベースでの接続性(Identification-based connectivity)、相互運用性(interoperability)、自律的ネットワーク化(Autonomic networking)、位置情報ベースでの活用能力(Location-based capability)、セキュリティ(Security)、プライバシー保護(Privacy Protection)、プラグ・アンド・プレイ(Plug-and-Play)、そして管理のしやすさ(Manageability)

である(ITU 2016)。

こうした特徴を持つ第4次産業革命がもたらす影響について、政策的議論では経済成長や投資など、経済学の議論と考えても供給側からの視点で政策が議論されることが多い。私的にも、個々の産業の政策を専門とする人間がミクロ経済学的にその議論を行うとき、特定の産業の要素をもって経済政策の議論をするのはナンセンスだとの批判を受けた。つまり、経済政策を議論するとき、少なくとも消費・投資を意識した議論でなければ政策論ではないとの批判がある。

しかし、GDPは経済成長の変化を価格の変化と数量の変化のみでその要因分析を行う。したがって、GDP自体の限界として、まったくGDPの水準に変化がなくても、その中で購入した消費者の構成や嗜好までは把握できないはずだ。同じ理由で、経済成長に寄与した技術的前提または背景となる条件は異なるはずである。

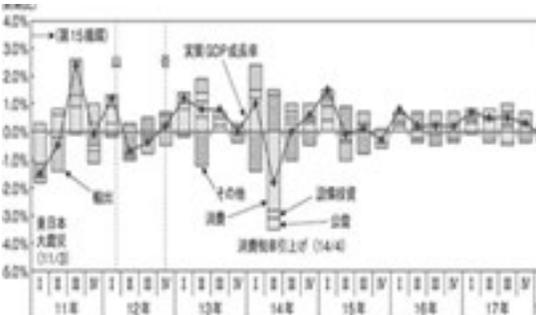
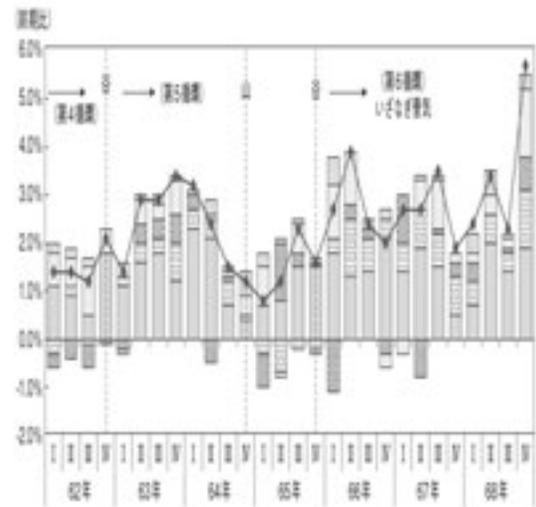
本稿は情報通信技術 (ICT) のさらなる高度化からもたらされる第4次産業革命による変化を、GDPが把握可能であるのか、そして政策的ベン

チマーキングとして尺度や指標の構築に向け、把握・考慮すべき要素を検討する。具体的には供給サイド、投資、政府支出、そして輸出入、GDPの各構成要素が第4次産業革命の特徴による変化を適切に把握・抽出できるのかを検討する。さらに、第4次産業革命を踏まえた追加的ベンチマーキングの必要性や可能性を検討する。

近年におけるGDP：供給側から見る政策論

確かに政策論を語る際、実務にあたる行政として考慮するのはマクロ経済学的な視点、すなわち家計と企業、消費と投資といった枠組みで社会経済を語ることになる。

図1 GDPにおける各構成要素の変化



出所：平成30年度年次経済財政報告書より抜粋

実証データに見る各構成要素の相関関係の検証

供給側の議論として図1でも示したように、長期的にGDPの構成要素の変化を時系列に追跡すると、現在日本の政府の取り組みである投資とGDPの成長の鍵と考えられる消費との間に関係性に、直接的な相関を見出すことがこの図からはできない。したがって、単純ではあるが、投資と消費との相関関係を確認する必要がある。

ここでは、日本のGDPデータにおける投資と消費の関係を民間企業設備と民間最終消費支出の前年比データ等を使用することで、それぞれの関係を1956年から2017年までの時系列データからARCH/GARCHモデルで検討を行う。

図2のようにして、消費との関係について、モデル全体として関係を説明し切れてはいないが、投資の変化の誤差はGARCHモデルで近似されるといえる。こうした分析は一定の相関関係を説明

図2 消費と投資の関係

LM test for autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH)

lags(p)	chi2	df	Prob > chi2
1	7.282	1	0.0072

Ho: no ARCH effects vs. H1: ARCH(p) disturbance

ARCH family regression

Sample: 1956 - 2017
 Distribution: Gaussian
 Log likelihood = -127.1228

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
民間最終消費支出					
民間企業設備投資	.1773668	.0397711	4.46	0.000	.1007668 .249967
_cons	2.311909	.3197239	7.23	0.000	1.692611 2.931206
ARCH					
omega					
ll	.3180009	.082107	3.88	0.001	.1596612 .4563388
garch					
ll	.4882321	.2653875	1.84	0.066	-.0576217 1.137782
_cons	.2698813	.7183031	0.38	0.707	-.137917 1.47778

しているといえるが、因果関係を考慮しないので、一定程度の有意な状況が得られたとしても因果の方向を説明しない。したがって、投資によって消費が生み出されることを説明していない。政策的議論としてはこの因果関係が説明できなければな

らない。

同様に、図3のようにAIやIoTの発展・普及により懸念されている雇用に対する影響、1人あたり雇用所得の変化によるGDPの影響を考えると、全体的な説明力はやはり難しく、係数の非負制約の崩壊を招いてしまい、説明力が乏しい。さらに、内閣府(2018)の投資の変化による1人あたり雇用者所得の変化を検討しても、モデル自体のフィットはあるが、精度が上がるはずのGARCHモデルにおいて係数が負になることの合理的説明が困難である。つまり、時系列データによる政策的に検討されているGDPの各構成要素との関係は約60年にわたる時系列データからは明確な相関関係は見いだすことは困難といえる。したがって、政策としてGDPの各構成要素の関係をもって、経済成長、ましてや社会経済の構造変化を促すことは、マクロ経済学の理論的な理解のようにならず、困難と考える。

図3 実質GDPと1人あたり雇用者報酬との関係

AR(1) Family regression

Sample: 1954 - 2017
 Distributional Assumptions: Normal
 Log Likelihood = -154.4327

Number of obs = 62
 Wald chi2(1) = 34.94
 Prob > chi2 = 0.0000

変数	coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
実質GDP					
1人あたり雇用者報酬	-.0461124	.0480047	-0.96	0.339	-.1421307 .0499158
_cons	2.127779	.4240327	5.02	0.000	1.283779 3.244779
AR(1)					
AR(1)	.8119428	.0220978	3.67	0.000	.7679794 .8559062
AR(2)					
AR(2)	-.0369397	.0416022	-0.89	0.375	-.1202309 .0462915
_cons	4.477025	2.352798	1.89	0.063	-.2460466 9.199702

AR(1) Family regression

Sample: 1954 - 2017
 Distributional Assumptions: Normal
 Log Likelihood = -174.1051

Number of obs = 62
 Wald chi2(2) = 236.48
 Prob > chi2 = 0.0000

変数	coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
1人あたり雇用者報酬					
1人あたり雇用者報酬	.2296229	.0180478	12.72	0.000	.1934382 .2658075
実質GDP	1.127748	0.2860008	3.94	0.000	.5604222 1.695074
AR(1)					
AR(1)	.8420882	.0240259	3.50	0.001	.7937947 .8903817
AR(2)					
AR(2)	-.0911215	.0499229	-1.82	0.071	-.1914222 .0091792
_cons	11.432174	4.852148	2.35	0.024	1.750997 16.11335

成熟した経済における政策論：
 需要側の政策論

上記で見たように、経済政策として経済成長を目的とした政策論を考える場合、消費を刺激することが重要となることを指摘した。つまり、需要側からのベンチマークの要素が必要であることが分かる。では、どのように要素を取り出せるのか疑問が残る。

現在の日本は先進国として成熟した社会経済となっている。つまり、先進国として社会経済にとって必要な社会基盤（社会資本）は既に供給され、少ない維持費用で一定の効用を得ることができる状況にあると理解できる。

日本においては総務省のIoT新時代の未来づくり検討委員会が『2030年以降へのICTビジョン』と題したアクション・プランともいえる方針を示している。ここでは、まさに前述の内閣府によるマクロ経済的視点で投資の刺激し誘導を促す施策であるのに対し、今後どのように市場や産業の構造が変化するかを詳細に検討し、“消費につながる技術”に焦点を当て、その影響について実例を基に政策として準備すべき基盤や法制度を議論している。

また、同時に第4次産業革命を支えるIoTはセンサーなどを搭載した様々な情報機器が情報を膨大に生み出し、流通することになる。そこで、政府は2016から2017年にIT戦略本部内に「AI、IoT時代におけるデータ活用ワーキンググループ」を立ち上げ、来る情報流通に際しての課題を、前述の「Society 5.0」と共に、議論してきた。産業界においても「Society 5.0」を見据え、産業競争力懇談会(2016)において「生活者が納得する方法」による「価値の高いパーソナルデータ（＝ディープ・データ）が円滑に流通する社会を実現する事が非常に重要」と指摘し、産業界として情報を流通させるシステムとしてPDS(Private Data Storage)を構築すべきとして新たな投資やビジネスチャンスにもつながるとの期待を示した。その後、「情報銀行」と称した、政府によるIoTや民間の購買データなど様々な形で生み出された情報がビッグデータとして蓄積し、適切な流通を管理

しつつ、生み出された情報を利活用することを推進する政策を掲げ、現在民間主導でそのシステムの実証実験がなされている。

しかし、上記の政策的議論や「情報銀行」構築の進捗情報を考えると、民間主導で実証実験ベースでの取り組みがなされている。注意しなければならないのは、上記の議論で目立ったのは巨大なシステム構築を必要とする、つまり巨大な投資を必要とする議論となっていることだ。このことは「Society 5.0」の議論と相通ずるものがあり、政策に沿った良い動きと捉えることができるが、それは間違っている。その理由が、本講義論の目的とつながるが、現在の科学技術、ICTや最新のビジネス動向にある。

現在のビジネスはGAF(A(Google, Apple, Facebook, Amazon))に代表される主にサービス産業がその躍進の、市場創造の、原動力であるグローバル企業がまさにグローバルにビジネスに留まらない社会経済の基盤を構築している。そこでの注目すべき技術は“クラウド化”であり、インターネット上にサービスだけでなく、その提供に必要なアプリケーションや資源をクラウド上で提供するものである。つまり、サービスに必要なシステムやプラットフォームはクラウド上に構築し収容すれば良く、大容量のサーバを用意し、巨大な物理的コンピュータ・ネットワークを構築する必要がないのである。こうすることで、多様なコンピュータやシステムの環境にインターネット上からアクセスし、巨額のシステム投資をせずに柔軟なシステム構築ができるという情報基盤・ビジネス基盤を構築している。現在では、ラオスなど一部途上国において、政府文書がGAF(A)の提供するデータストレージ・サービスで提供されている例さえある。問題は本稿題目にもあるようにAIやIoTにより、産業革命的変化が起こるとも言われる中、その中核を担い、かつ情報をコントロールすることになるのがGAF(A)であるということである。政府や公的機関ではない、民間企業である巨大企業に我々の一挙手一投足のデータを管理させ、その提供や公開についてはすべて企業の意思決定である。つまり、自身の営利目的にかなわない情報の公開は行わない。

さらに、ビジネスモデルと生み出される情報の取り扱いには問題も生じている。フェイスブックの個人情報漏洩し、世界で約5000万人がその影響を受けたとも言われている。彼らは自身のプラットフォームを武器に様々なサービスとの連携を行い、また同時にそうした連携により生じたサービス利用者の行動履歴や嗜好を利用者の同意なく分析し、利益につなげていたことが明らかになった。また、連携に際して、自身のサービスの認証情報をプラットフォームとして提供していたことから、Webサービスアカウントのハッキングや乗っ取りが起これ、影響が認識できないものも含め、多方面に影響し大きな被害・損害を与えた。

こうした被害や懸念にたいし、その反論として、情報銀行で取り扱う情報は個人情報も扱うことになるという前提の下作られるシステムであるという理由を挙げる主張もあるが、これも政府自身がシステムは公的な個人情報と民間のデータとを分け、あくまで情報(個人)の認証の仕組みにし、内容の参照等ができないようにしている点でフェイスブックの様な被害が日本における個人情報レベルでの被害が起こることを排除しているともいえる。

しかし、情報銀行のように独自の規格や構造でネットワークを閉鎖的かつ独自なものにし、情報活用システムとしての互換性を踏まえ得られる安全は、情報の利活用という目的と矛盾し、システムとしての拡張性や汎用性といった意味で、将来性はない。

いずれにしても、情報銀行という存在やシステム構造、運用方法も民間主導の実証実験ベースでの運用であり、様々な点で不明確で手探り感は否めない。機器の性能や技術標準、サービス基盤となるプラットフォームやセキュリティ技術も日進月歩である。現在のグローバルな環境下では、システム自体の柔軟性が極限までに求められていることから、サーバのようなハードウェアのコンピューターシステムに膨大な資金を投じるのではなく、環境変化に対応できるプラットフォームのようなソフトウェアのシステムにその膨大な資金を投じるべきであると考えられる。現在のベンチャー

企業は、こうしたクラウド基盤や世界中の開発者が集まるソーシャル・ネットワークを活用し、少ない資金で開発に集中し、大きな成功を収めている。

以上の動向から見ても、日本におけるビッグデータを踏まえた情報の流通は、多様なサービスへの活用を期待しているにもかかわらずPDSのような柔軟性に欠けるシステムを構築することに、本来進めるべきこれからの産業構造、ビジネスへの転換という目的を持つならば、その点で矛盾している。巨額の資金を投じ、政策的議論で見たGDP視点、あるいは日本における投資視点での議論では、生産による現在の製造業中心の産業界についてモノを生産するという方向に考えていくことは明らかで、GAFAのようなビジネスやその構造での議論になりにくいのは想像に難くない。

GAFAの登場により、消費はこれまでに見ないほど多様化した。前述のように、GDPの構成要素で見れば、消費が経済成長において大きな要素となることは過去のデータが示している。また、本稿では必ずしも現在の経済政策のように投資が消費を誘発する様な経済学のテキスト的なことにはならないことも指摘した。多様化した消費をどう捉えるのか、どう測定するのかを検討し、この点を政策として反映させる必要がある。

第4次産業革命を踏まえたデジタル化した経済の測定：OECD・ITUの議論から

OECD (2002, 2013, 2015, 2017) はこれまでもデジタル経済と称して、ICTが社会の相互関係や人間関係を変えていくものであるとして、固定・移動体といった通信やインターネットがもたらす影響・変化をいかに経済活動から把握するかを議論しており、現在もOECDだけでなくICTを担う国際機関ITU()においても第4次産業革命を踏まえた議論が行われている。したがって、第3次産業革命、特にインターネットの普及以降はこうしたICTの発展による経済への影響・貢献が市場の条件の変化を考慮することで、これまでのマクロ経済的視点からミクロ経済的視点へ、また、供給側中心の議論から需要側の影響を考慮した議論へ

と経済の把握・測定の議論を発展させてきた。

Ahmad, N. and P. Schreyer (2016) では、労働生産性の低下を指摘した上で、デジタル化した経済下でのGDPの測定を議論した。

そもそもGDPは合法的に市場により取引されるもののみを扱っているため、家事や子育てと行った活動が、影響は大きいにもかかわらず、GDPに含まれることがなかった。

現在では家事サービス代行や子育て支援などが、「クラウド・ソーシング」という形で、人的資本、つまり知識や熟練を持つ個人が雇用という形態を介さず、個人間でそのやりとりを行っている。従来では企業に雇用され、顧客と契約をし、サービスの提供となったが、これでは管理をする大きな組織とそれを維持するコストが必要で、必然的に価格水準が高くなる要因となっていた。こうした点を取り除かれ、必要な人的資本を持っている人から直接提供を受けることで、共働き世帯が増えている現在の日本にあって、これまで手が届かなかった層にサービスを提供するビジネスチャンスが登場したことになる。このことが新たな需要を創出したといえることができる。

また、本稿で議論となる投資も、現在では「クラウドファンディング」という投資の姿もある。ベンチャー企業やプロジェクトの資金確保に困っている企業がビジネスプランを提示し、賛同する人が少額から当該企業に資金を提供できるというモノである。このような少額の投資はGDPのようなマクロ経済的視点に立った測定ではその流れや動きを把握することは困難である。

さらに、GDPに含まれるのは当該機関に生産されたものでなければならない。したがって、過去に生産されたもの、つまり中古品や既に所有されているものについて、GDPでは含まれないとされてきた。しかし、「シェアリング」サービスの登場は、まさに本稿での議論の目的を考えさせる好例ともいえる。シェアリングの代表的な企業としてあげられるUberは、従来の「乗り合い」に相当する形で、現在個人で所有している自動車を用いて、実際に移動している自動車に「相乗り」させることをサービス化させたビジネスである。したがって、現在経済において特に大都市部で遊

休となっている社会における資本としての自動車を利用することでさらなる価値の創造に貢献するというものである。つまり、こうした資本としての自動車はこれまでは一度生産され、消費としてカウントされたらその後は一切経済に貢献することはない。しかし、こうした過去に生産されたものを資本として価値創造に貢献することにより、生産性が低下している先進国における生産性をさらに高めることとなる可能性があること、また新たな雇用の機会になるのではないかとということで、世界中で大きなブームとなった。

しかし、雇用関係がなく、登録といった形で契約が成立するため、そもそもUberのビジネスに登録することが雇用契約となるのかというそもそも論に始まり、労働環境、評価制度、タクシー業界との違いなど、従来の法制度では対処できない事態が世界中で起こり、裁判も頻発した。このようにICTやAI、そしてIoTによりもたらされる社会はビジネスのサービス化も相まって、普及が早いだけでなく、反面社会問題も噴出するという難しい問題が露呈している。

以上のことから、第4次産業革命を踏まえた政策的ベンチマーキングには、労働環境や評価制度、社会全体としてのビジネス契約や慣行の変化を踏まえて、経済を測定する必要がある。

結論

本稿では政策的な経済（成長）のベンチマークの議論を通じて、今後のAI・IoTの主要技術による影響を考慮し、社会経済において新たな価値が生まれているにもかかわらず埋もれている成長を正當に評価する議論しようと日本の政策でもある「Society 5.0」といった投資戦略を議論の端緒として投資と消費の関係について、相関が乏しく因果関係がないことを指摘した。

さらに、AIやIoTといった技術革新がもたらす影響が雇用匂い供することが懸念されており、本稿分析では実質GDPと1人あたり雇用報酬との間にも相関関係が見られず、雇用者報酬が上昇しても経済成長に影響を与えることができるのかは説明できないことが明らかとなった。

本稿はAIやIoTといった第4次産業革命による変化についてGDPが把握可能であるのか、そして政策的ベンチマーキングとして尺度や指標の構築に向け、把握・考慮すべき要素を検討した。

OECDやITUの議論ではICTの発展・普及の中で議論されてきた社会経済への影響の議論は技術革新による、現在のGDPの枠組みでは捉えきれないビジネスや消費の多様化を捉えていくことができる可能性も指摘した。

技術的要素のみによるベンチマーキングの批判に対しては産業革命以降、特に大きな技術革新の際には従来の観察方法では対応できないため、技術がどのような変化をもたらすものであるか、性質を指標として変化を把握することは原因が技術にあるのだから極めて自然であると考え。あくまで補完要素として考えるならば検討する余地があり、頭から否定されるべきではない。

本稿義論により、技術変化に伴う経済の変化の把握・測定については労働環境や評価制度や法制度など、社会的変化をベンチマーキングの指標として構築できるかにあるのではないかと考えている。

第4次産業革命がもたらす多様性と柔軟性を経済が受け止め、それに合わせて経済政策が多様かつ柔軟にその実態をありのままに把握し、分析する手法を検討すべきであることを本稿議論により再認識した。

注記

- 1 日本における1993SNAについては、以下参照。
http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/seibi/kouhou/93kiso/kiso_top.html

参考文献

- Ahmad, N. and P. Schreyer (2016), "Measuring GDP in a Digitalised Economy", OECD Statistics Working Papers, OECD Publishing, Paris.
- Fuchs, V. R., Alan B. Kruger, and James M. Poterba (1998), "Economist's Views about Parameters, Values, Policies: Survey Results in Labor and Public Economics", *Journal of*

- Economic Literature, Vol.36, No.3, 1387-1425.
- ITU (2016), Unleashing the potential of the Internet of Things, https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-SSCIOT-2016-2-PDF-E.pdf.
- (2017), Measuring the Information Society Report, <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017.aspx>.
- OECD (2002), "Measuring the Information Economy (2013), "Measuring Internet Economy: A Contribution to the Research Agenda", OECD Digital Economy Papers, No.226, OECD Publishing.
- (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, Paris.
- DOI:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en>.
- (2017), OECD Digital Economy Outlook 2017, OECD Publishing, Paris.
- <http://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en>.
- アルン・スンドララジャン(2017)、シェアリングエコノミー、日経BP社
- 産業競争力懇談会 (2016)、『IoT 時代におけるプライバシーとイノベーションの両立』、<http://www.cocn.jp/thema84-L.pdf>, <http://www.cocn.jp/thema95-L.pdf>
- スコット・ギャロウェイ(2018)、GAFA四騎士が作り替えた世界、東洋経済新報社
- 政府官邸(2017)、『未来投資戦略2017—Society5.0の実現に向けた改革—』
- 総務省(2017)、「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策のあり方」第四次中間答申、http://www.soumu.go.jp/main_content/000497674.pdf
- (2018)、「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策のあり方」第五次中間答申、http://www.soumu.go.jp/main_content/000570893.pdf
- ダイアン・コイル (2016)、GDP<小さくて大きな数字>の歴史、みすず書房
- 内閣府(2016)「人工知能と人間社会に関する懇談会」報告書、http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/ai/summary/aisociety_jp.pdf
- 森川正之 (2008)、効率性と公平性のトレードオフについて—サーベイデータに基づく観察事実—、REITI Discussion Paper Series、08-J-036
- レイチェル・ポッツマン(2010)、シェア <共有>からビジネスを生み出す新戦略、NHK出版