

情報通信投資の経済成長・景気連関に与える影響に関する実証分析 —電気通信事業者の VaR の計測について—

代表研究者 春日 教 測 近畿大学 経営学部 准教授

1 はじめに

本調査研究は、電気通信分野における時系列分析手法を用いた研究動向について検討する目的で企図されたものである。従って分析の関心は、マクロ的な視座に立ち、より中長期的な観点から電気通信市場の動向を概観することに置かれている。

電気通信分野は技術革新のスピードが速く、隣接産業間の連携・融合も著しいことから、個別の政策課題等について中長期的な分析を行うことは難しく、そのためある程度多くのデータを必要とする時系列分析との親和性も、必ずしも高いとは言えない面がある。しかし例外として、ICT 投資と経済成長率上昇や全要素生産性 (TFP) 向上との関係を分析する際に、両者間の (グレンジャーの意味での) 因果性を検討する目的で利用されることがあり、当該問題が顕在化してきた 90 年代初頭からのデータ蓄積が一定程度進んできたこととも相俟って、近年になっても比較的多くの研究が行われている。このような研究では ICT 投資の効果を原則積極的に捉えており、経済成長率や全要素生産性「へ」の (または「から」の) 因果関係が少なくとも 1 つは検出されることが多く、仮に統計学的に有意でなくとも ICT 投資がマクロ経済の阻害要因となることは想定されていない。元来、ICT 投資自体が各主体にとって何らかの必要性から実行されるものであるから、この想定自体はさほどおかしなものとも言えない。ICT が新規に登場した産業分野であり、伝統的産業と比較した成長率や波及効果が大きいこととも相俟って、マクロ面での研究はこうした積極的評価を行う研究が多かったと言って良いだろう。

このような傾向は、1990 年代の米国で景気循環無き成長という「ニューエコノミー」の時代に入ったとの指摘が行われた事にも、その一端を垣間見ることができる。当時それほど米国経済が堅調に推移していたことの表れでもあるが、その後の動向を見れば過大評価だった感は否めない。実際その後 2000 年初頭に発生した IT 関連企業株の日米欧同時暴落は、ICT といえども従来型産業の一分野であり、経済変動や業績悪化のリスクに晒されていることの証左となった。低成長時代に突入した日本経済と情報通信業においても、このようなリスクをうまく管理し、どう対応していくかが、今後備えておくべき重要な課題になってくると考えられる。

ところで、こうした市場リスクを計量化する際の尺度の一つとして、バリュー・アット・リスク (Value at Risk, 以下「VaR」と言う。) が挙げられる。内容については次節以降で詳述するが、ここで指摘しておきたいのは、この VaR の推計過程でも時系列分析の手法が用いられており、ICT 分野の負の側面を推計する際に有意義な手法として注目される点である。本研究ではこのような問題意識から、主としてこの VaR を日本の情報通信関連産業に適用する方向性について検討していくこととする。

以下ではまず、時系列分析を用いた ICT 分野の研究動向を検討するため、ICT への注目が高まった初期の頃の米国における研究動向と、IT 関連企業株の日米欧同時暴落に至るまでの過程を概観する。第 3 節ではリスク尺度としての VaR の考え方と推計方法について説明し、欧州の主要電気通信事業者に対して適用した事例を検討する。続く第 4 節では、日本の電気通信関連企業に対する株価収益率の動向を実際にとり上げ、各種統計量からリスク動向について傾向を分析する。最後にまとめを述べる。

2 ICT 分野の動向と研究

本節ではまず、ICT 導入で先駆的役割を担った米国における ICT のマクロ経済への影響に関する議論について簡潔に振り返りながら、時系列分析の研究動向について概観することとしたい。

初期に情報通信産業がマクロ経済との関係で注目されたのは、'70-'80 年代の急速なコンピュータ化の進展と活発な情報化投資にも関わらず生産性が期待ほど上昇していないという現象であり、「生産性パラドクス」と呼ばれた。ここで「生産性」とは、単位時間あたりの労働生産性を指す。このような「生産性」はさ

らに、(1) IT 産業自体の生産性向上と、(2) IT ユーザーの生産性向上に区分される。(1)の IT 産業には、コンピュータやその関連機器、通信機器、ソフトウェア、コンピュータ関連サービスおよび通信・放送サービスが含まれる。(2)の IT ユーザーとは、企業がその本来業務に IT を活用する場合を指し、「IT ユーザーの生産性向上」が大きく発現されない場合でも、ユーザー数が増大するに従い IT 産業の成長を促進するという派生効果を生じることから、(1)の生産性向上効果が期待されることとなる。また(2)を向上させる要素としては、(a)「IT ストックの蓄積（資本の深化）」と、(b)「IT ユーザーの効率性（TFP）の上昇」の2種類があり、より細分化された議論が行われている。

生産性向上効果が数値に現れにくい要因については、(a)革新的な技術の採用が行われてから実際に生産性が向上するまでには相当の時間が必要なためという「時間的ラグ説」、(b)新セクターの急拡大と旧セクターの相対的縮小が同時発生するため思ったほどには効果が大きく表れないという「技術革新効果相殺説」、(c)ソフトウェア等の新たな財を統計が補足していないという「統計不備説」等が、代表的なものとして指摘された。ここで(b)「技術革新効果相殺説」とは、例えばアマゾンのようなネット書籍販売が新たに隆盛となる一方で、伝統的な書店が衰退するような現象を指す。この場合、新サービスの増加から旧サービスの減少を差し引いた分しか生産性が上昇しないことになる。また(c)の「統計不備説」については、米国政府が、従来中間投入財として扱ってきたソフトウェアを無形固定資産に計上する GDP 統計の遡及改訂を行った結果、GDP 成長率の上方修正幅が大きくなり、特に、'95-'97年の業種別データでは、情報仲介業に分類され ICT による効率化効果が著しいと期待される金融業及び卸売業において上方修正幅が極めて大きくなり、より分かりやすい形で仮説の尤もらしさが裏付けられた。当時好調であった米国経済の牽引役と目されていた ICT 産業は、こうして実証的にも生産性への効果が認められることとなった。

このような ICT 産業を牽引役とする好調な経済成長に対する期待はその後、従来型の景気循環を消失させ新たな経済の成長過程をもたらすとする「ニューエコノミー論」に繋がっていく。実態面での根拠として、(i)コンピュータ化されたサプライチェーンにより在庫がリアルタイムで監視可能となり在庫循環（ジョセフ・A・キチンの波）が無くなること、(ii)生産性向上と既存ビジネスとネットビジネスの競争によりインフレが抑制されること、が挙げられ、若手マクロ経済学者や複雑系研究者の間から創造的破壊や新しい経済成長の可能性を考慮した理論モデルが提示された。「米国は 100 年に一度のエンドレスな成長の時代に突入している」との議論も行われ、商務省が発行した「デジタル・エコノミー2000」では、'72-'95年に年 1.4%程度だった生産性成長率が'95年以降 2.8%と約 2 倍に拡大したとの報告もあって、IT 投資の生産性上昇率に関する研究が盛んに行われるようになった。

例えば Brynjolfsson and Hitt (1998)は、情報化投資を単独で行うだけでは効果は少なく、組織のフラット化や人材育成等にも同様に投資を行った企業が特に生産性を上昇させていることを指摘した。また Oliner and Sichel (2000)も、'90年代後半以降の米国の労働生産性上昇は情報化投資により説明される部分が相当ある事を報告している。Jorgenson and Stiroh (2000)や Stiroh (2001)は産業ごとの ICT 投資と生産性成長との関係を検討し、'90年代後半に見られた生産性改善は、主として ICT 関連設備・ICT 関連サービスを生産・提供する産業や ICT 関連設備を頻繁に使用する産業で見られており、全雇用の半数以上を占める非 ICT セクターでは観察されないことを指摘した。さらに van Ark (2001)は、'95-99年間の OECD10ヶ国と米国との比較研究を行い、ICT 生産セクターでは 両地域において高い労働生産性成長率を達成している一方、ICT 使用セクターでは欧州の労働生産性成長率が相対的に低いことを示しており、卸売・小売・証券取引業などの IT 関連設備をよく使用する産業において生産性パフォーマンスがかなり劣っていることを指摘した(van Ark et al. (2002))。

本調査研究で焦点を当てる時系列分析も、類似の文脈でもう少し中長期的な視点から利用されることが多い。最も典型的なものはグレンジャーの意味での因果性を求めるもので、ある変数の予測について他の変数を含める方がより予測誤差を小さくできるか（＝予測に貢献するか）否かで因果関係を記述しようとするものである。ただし予測誤差は計測不可能なため、実際には Koopmans により提唱された係数の有意性による検定を行うことになる。具体的には、定常な 2 変量についての誘導形ベクトル自己回帰(Vector Auto Regression)モデル

$$y_{1,t} = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_{11}(i)y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{12}(i)y_{2,t-i}$$

$$y_{2,t} = \phi_{20} + \sum_{i=1}^p \phi_{21}(i)y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{22}(i)y_{2,t-i}$$

において「 y_2 から y_1 への因果関係がある」とは、

$$H_0 : \phi_{12}(1) = \phi_{12}(2) = \dots = \phi_{12}(p) = 0$$

$$H_1 : \text{少なくとも1つの } k(=1, 2, \dots, p) \text{ について、 } \phi_{12}(k) \neq 0$$

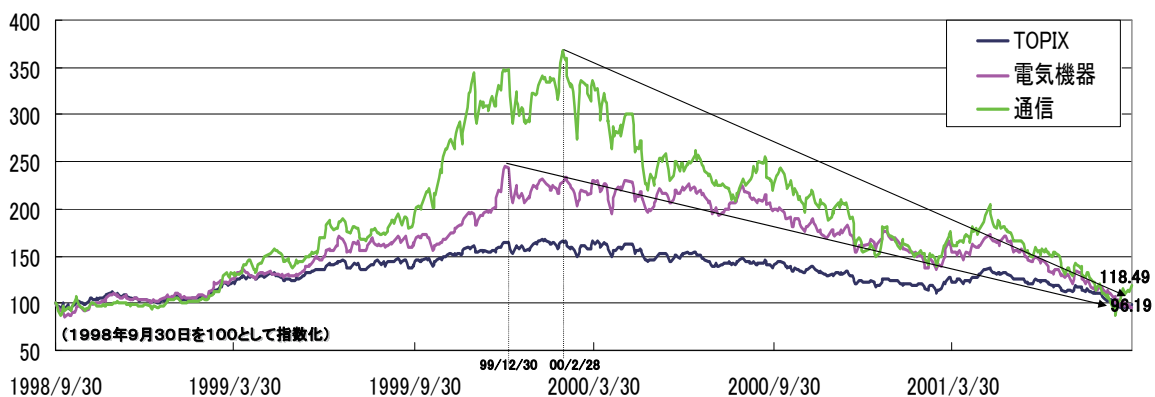
という仮説検定において、帰無仮説 H_0 が棄却されることを言う。

事例としては、米国における電気通信インフラと経済成長との双方向の関係性を報告した Cronin et al. (1991, 1993)、中央・東アジアにおける ICT 投資と経済成長との双方向の関係性を報告した Madden and Savage (1998) と、むしろ電気通信インフラから経済活動への因果性の方が有意であるとした Dutta (2001)、アジアにおける人口当たり電話回線数と経済成長との双方向の因果性を報告した Chakraborty and Nandi (2003) 等がある。各国固有の事情を考慮した因果性の検証も多く行われており、ポーランド、ニュージーランド、韓国、中国、日本と枚挙に暇がない(順に、Cieslik and Kaniewsk (2004)、Chu et al. (2005)、Lee (1994) や Yoo and Kwak (2004)、Shiu and Lam (2008)、Shinjo and Zhang (2004) 等)。最近では、従来の手法における単位根・共和分バイアスを考慮した Lag-Augmented VAR モデルによる因果性を検定した Wolde-Rufael (2007) や、対象を移動通信と経済発展との関係とした Lam and Shiu (2010)、海外直接投資との関係に焦点を当てるもの等バリエーションが増加しており、ICT とマクロ経済との関係性を測定する手段として依然として有効であることが伺える。

こうした研究は、ICT 活用の効果がポジティブであることが暗黙の前提となっているが、過去に負の側面が顕在化した事例もある。先述のように米国で ICT を牽引役とする堅調な経済成長があった 1990 年代後半、低金利による十分な投資資金調達が可能であった背景も手伝って、通信関連銘柄が多いナスダック総合指数は 1996 年の 1000 前後から 1999 年には 2000 を突破し、2000 年 3 月 10 日には絶頂の 5048 を記録した。しかしその後、連邦準備制度理事会の利上げを契機に株価は急速に崩壊し、2001 年 9 月 11 日のテロ事件もあって、2002 年には 1000 台まで下落するという大暴落が発生した。インターネット関連事業を主とする企業の株価動向を指数化した Bloomberg U.S. Internet Index も、2000 年 3 月から 2001 年 10 月までに約 87% の大幅な下落を経験しており、通常用いられる株価指標である NY ダウと比較すると、いかに情報通信関連株の下落が深刻な影響を与えていたかを知ることができる。この傾向は欧州にも波及し、電気通信の主要市場である英国やドイツでも情報通信関連株の大暴落が発生した。

日本も例外ではなく、この世界的な動きに巻き込まれている。図表 1 は当時の株価動向を図示しているが、TOPIX は、東京証券取引所 1 部上場全銘柄を基準時(1998 年 9 月 30 日)の時価総額を 100 として指数化したものであり、通信・電気機器は、そのうち「日本標準産業分類」における通信業・電気機器に区分される企業に関する業種別の株価指数を示している。

図表 1 日本における ICT 不況時の株価動向



通信業は 1999 年 9 月頃から TOPIX に比べて大幅な上昇を記録した後、2000 年 2 月をピークとして株価下落へ転換し、2001 年 9 月 28 日までの 1 年半の間に約 68% の下落幅を記録している。通信業と密接な関係を有する電気機器業も 1999 年 12 月を境に株価下落へ転換しており、通信業よりは若干程度が軽いものの、同期間に約 61% の株価下落を経験している。当時は東証一部上場企業以外でも、楽天やサイバーエージェント、

ライブドア等のインターネット企業が好調な業績を維持しており、政府による起業支援やストックオプションの規制緩和によるベンチャーキャピタルの増加もあって、IT 関連株の市場全体が活性化している状況であった。しかし TOPIX からの大幅な上方乖離とその後の収斂という株価推移を事後的に眺めてみると、当時は ICT バブルの渦中にあったと言って良いだろう。当時は日本経済自体が低調で、かつ ICT 関連投資も相対的に少額であったため、日本ではそれほどダメージが大きくなかったとの指摘もあるが、ICT の経済全体への浸透がかなり進展した現在においては、ICT 関連産業の特徴を把握し、こうしたリスクを管理した上で危機に対応する姿勢を身に付けておくことの必要性が、一層高まっていると言えるだろう。このような視点から、次節では、市場におけるリスク尺度の一つである の考え方と推計方法について考察していくこととする。

3 VaR 計測の考え方と推計方法

市場リスクの管理は主としてファイナンス分野において発展してきており、近年ではほとんどの場合数量的に示された指標に基づいて行われている。なお本節前半部分でのリスク管理および VaR に関する説明は、主として山下(2006) に基づいている。

リスク評価単位の視点から大別すると、金利や為替レートが 1 単位変動するとポートフォリオの収益がどの程度変動するかを示す「リスク感応度」、期待収益率分布の標準偏差または分散で表される「ボラティリティ」の他、期待収益率分布のダウンサイドリスクに特に注目し、最悪どのくらいの損失が出るかを示す「下方リスク」に分類することができる。この「下方リスク」の中で典型的な指標とされるのが VaR である。

VaR を一言で表現すると「ある一定の確率で起こりうる将来の損失額の最大値」となる。具体的な算出方法としては種々のバリエーションが提唱されているが、ここでは電気通信分野の先行研究である Agiakloglou and Bloutsos(2011)の計測方法を示しておくこととする。

今、時点 t の株価を P_t とし、配当等のインカム・ゲインを無視すれば、株価収益率 R_t は、

$$R_t = (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1}$$

と表せる。ただし実数値のままでは個々の期間の収益率を合算することで期間全体の収益率を表現できないという短所が存在し、分析上不都合である。そこで両辺の対数をとって、

$$X_t \equiv \ln R_t = \ln\{(P_t - P_{t-1}) / P_{t-1}\} = \ln(P_t / P_{t-1} - 1) = \ln(P_t / P_{t-1})$$

ここから、 $X_t = \ln(P_t / P_{t-1})$ を株価収益率として用いることとする。

この時 VaR は、以下のように表せる。

$$VaR = \hat{X}_n(n+1) - F(\alpha)\hat{\sigma}_n(n+1) \tag{1式}$$

ただし $\hat{X}_n(n+1)$ は $n+1$ 時点における収益率の予測値、 $F(\alpha)$ は正規分布の有意点(通常 99%または 95%

点が用いられる)、 $\hat{\sigma}_n(n+1)$ は $n+1$ 時点における条件付標準偏差の予測値を示している。

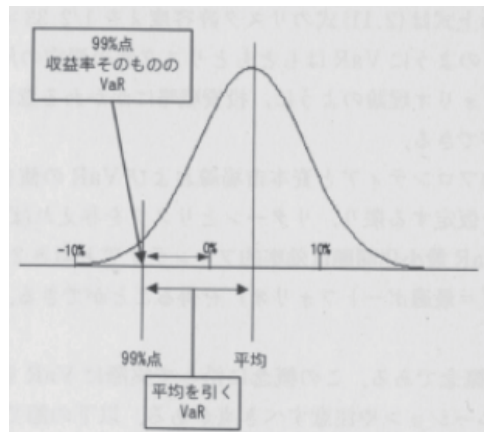
ここで、VaR には数学的に 2 つの定義があることに留意しておきたい。信頼水準 99% の VaR を例にいうと、1 つは 1% の確率で起こりうるポートフォリオの最低収益率であり、もう 1 つはその収益率と収益率分布の平均との差である(図表 2)。ここで示した Agiakloglou and Bloutsos(2011)による定義は後者のものであるが、これは金融機関等で VaR を議論する場で主流となっている考え方である。

仮に投資判断を 指標のみで行うとすれば前者の方が素直ではあるが、は「リスクの指標」であって通常は「リターン」を示す収益率の平均とともに用いられることが一般的になっていることもあり、(1)式の定義が用いられているのだと考えられる。

次に必要なのが(1)式の推計であるが、ここで時系列手法が多用されることとなる。2段階に分けてみていこう。

まず $n+1$ 時点における収益率の予測値 $\hat{X}_n(n+1)$ については、

図表 2 平均と VaR の関係



山下(2006) 図 B.1 より引用

基本的な自己回帰移動平均モデルである ARMA(p, q) が用いられている。具体的には、n 時点までのデータを基に以下の式に基づいて予測を行っている。

$$X_t = \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (2) \text{式}$$

次に条件付標準偏差の予測値については、以下の GARCH(m, s) モデルを用いた予測が行われている。

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3) \text{式}$$

ここで GARCH(m, s) モデルとは、誤差分散を AR モデルのように定義し可変として扱えるようにした ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) モデル(第 1, 2 項)に、さらに自己の過去値(第 3 項)を付加することで、より一般的な形で予測しようとしたものである。通常の時系列分析では ARMA モデルのように誤差分散は定常であると仮定されることが多いが、株式市場ではその仮定が満たされず非定常である事が実証的に知られており、これをモデル化する方法として複数の推計方法が提案されている。GARCH モデルもそのうちの一つである。

こうした設定の下、Agiakloglou and Bloutsos(2011)は、欧州主要各国における電気通信事業者について金融市場における VaR の推計を行い、図表 3 のような結果を得ている。

図表 3 欧州電気通信事業者のリスク評価(=VaR の推計)

対象期間:2002 年 7 月~2007 年 6 月(日次データ)

国名	主要通信事業者	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	VaR(95%)	VaR(99%)
イギリス	British Telecom	1,269	0.000207	0.018148	6.87768	0.04023	-0.0205	-0.0292
ドイツ	Deutsche Telekom	1,262	0.000236	0.020846	11.46276	0.06082	-0.0191	-0.0270
フランス	France Telecom	1,295	0.000422	0.025701	10.93547	0.51096	-0.0225	-0.0319
イタリア	Telecom Italia	1,285	-0.000111	0.014494	7.34506	0.22355	-0.0177	-0.0251
オランダ	KPN Nederlands	1,278	0.000762	0.017452	9.33416	0.42892	-0.0194	-0.0278
スペイン	Telefonica	1,293	0.000507	0.015114	12.07431	0.76518	-0.0161	-0.0230
ギリシャ	Hellenic Telecommunications Organization	1,241	0.000299	0.017306	4.89886	-0.09536	-0.0226	-0.0322
ポルトガル	Portugal Telecom	1,267	0.000299	0.014458	20.10334	1.04737	-0.0150	-0.0214
オーストリア	Austria Telecom	1,284	0.000610	0.016564	27.61497	-1.51256	-0.0256	-0.0364

Agiakloglou and Bloutsos (2011) Table 2, 3 より作成

図表 3 から、ここで採用した 9 系列は類似した数値を示していることが分かる。具体的には、平均は 0 に近くボラティリティは対象期間の初期時点の方がより大きい。また分布の尖度が鋭いことから平均値付近の値が多く、歪度から左右対称な分布になっていることが読みとれる。これは経済統合が進み同質性の高まった市場における各国の代表的企業を扱ったことが原因の一つであると考えられる。また VaR は GARCH(1, 1) モデルを採用した結果を示しているが、VaR は下方リスクの指標であるため、必ずしも規模が小さくボラティリティの大きい企業において絶対値が大きくなるわけではない。例えばオーストリア・テレコム(AT)の VaR は最も大きい、ボラティリティは下から 3 番目である。AT の株価収益率をプロットしてみると 1 時点のみ大きく下落しており、これが VaR の絶対値を大きくしている事が分かる。また近年のギリシャ危機を考えると当該地域事業者の VaR 絶対値が 2 番目に大きいのは理解できるが、同様に危機が噂されているイタリアやスペインの事業者に関しては VaR の絶対値が必ずしも大きくなく、その国の中では有力で下方リスクの低い企業となっていることが読み取れる。

このように株式市場における VaR で電気通信市場を考察するという試みは、従来とは異なる新たな視点を提供してくれるとともに、情報通信産業に属する異種サービス提供企業や他公益企業等との比較可能性を高め、ある程度長期的な変化を共通の土台の上で検討できる点で、非常に有益な手法であると考えられる。そこで次節では日本の市場をとりあげ、予備的な考察を行うこととしたい。

4 日本における電気通信関連企業の株価収益率動向

本節では最近 5 年間の日本市場に焦点を当て、株価収益率と下方リスクについて検討する。対象企業の株価に関する統計量は図表 4 に、株価収益率の推移は図表 5 に示されている。対象企業は通信・地上放送・有料放送・広告・電気機器・総合家電・OA 機器に属する代表的企業である。なお電気機器については、2011 年通期の国内携帯電話出荷台数シェア順位を参考に選択している(富士通、Apple、シャープ、パナソニック モバイルコミュニケーションズ、ソニーモバイルコミュニケーションズ、京セラ、NEC カシオモバイルコミュニケーションズの順)。また視覚的な比較を容易に

するため、図表5の目盛幅はすべて同一にしている。対象期間は2007年4月2日～2012年3月30日の5年間であるが、この期間には2度、リーマンショック(2008年秋頃)と東日本大震災(2011年3月14日)という大規模なリスク・イベントが発生している。

図表4 通信関連企業の株価に関する統計量

(2007年4月2日～2012年3月30日)

1. 通信

事業者名	取引所	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	最小値	日付
日本電信電話(株)	東証一部	1,220	-0.000438	0.017882	5.11422	-0.01685	-0.096490	2008/10/17
ソフトバンク(株)	東証一部	1,224	-0.000158	0.028718	6.31848	0.00262	-0.162661	2008/11/18
KDDI(株)	東証一部	1,224	-0.000447	0.021681	6.29735	-0.72387	-0.178843	2008/10/10
(株)NTTドコモ	東証一部	1,224	-0.000373	0.017431	7.46469	-0.11246	-0.119089	2008/10/10
イー・アクセス(株)	東証一部	1,224	-0.001175	0.029377	2.32357	-0.14367	-0.160532	2011/3/15

2. 地上放送

事業者名	取引所	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	最小値	日付
(株)フジ・メディア・ホールディングス	東証一部	1,224	-0.000520	0.020323	5.39139	-0.39941	-0.137849	2011/3/15
TBSホールディングス	東証一部	1,224	-0.001001	0.023300	10.84294	-0.81153	-0.235880	2011/3/15
日本テレビ放送網(株)	東証一部	1,224	-0.000301	0.020674	7.19289	-0.43110	-0.143941	2007/5/18
(株)テレビ朝日	東証一部	1,224	-0.000443	0.018310	3.20915	-0.21930	-0.115699	2011/3/15
(株)テレビ東京ホールディングス	東証一部	366	-0.001039	0.017460	11.62300	-1.34635	-0.132622	2011/3/14
(以下、参考)								
中部日本放送(株)	名証一部	1,114	-0.001039	0.023401	10.45628	0.03748	-0.160560	2009/2/24
朝日放送(株)	大証二部	1,196	-0.001091	0.022047	14.50306	-0.53738	-0.176624	2011/3/15
RKB毎日放送(株)	福証	419	-0.000666	0.042029	49.84442	-3.91442	-0.499212	2011/4/20
(株)新潟放送	ジャスダック	985	-0.000835	0.025680	8.30952	-0.45058	-0.215709	2011/6/3

3. 有料放送

事業者名	取引所	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	最小値	日付
(株)スカパーJSATホールディングス	東証一部	1,224	-0.000491	0.024208	7.79529	-0.11766	-0.190326	2011/3/15
(株)WOWOW	東証一部	1,224	-0.000564	0.027129	7.66684	-0.12659	-0.195431	2008/10/7
(株)ジュピターテレコム	ジャスダック	1,224	-0.000144	0.024123	5.15936	0.40811	-0.114672	2010/4/14

4. 広告代理店

事業者名	取引所	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	最小値	日付
(株)電通	東証一部	1,220	-0.000184	0.024614	6.73599	-0.35597	-0.163753	2011/3/15
(株)博報堂DYホールディングス	東証一部	1,224	-0.000366	0.019783	5.10369	-0.40186	-0.129931	2011/3/15
(株)アサツー ディ・ケイ	東証一部	1,224	-0.000367	0.020183	4.33268	-0.16121	-0.112347	2011/3/14

5. 電気機器

事業者名	取引所	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	最小値	日付
富士通(株)	東証一部	1,224	-0.000489	0.026895	4.09682	0.13853	-0.145572	2008/10/8
シャープ(株)	東証一部	1,224	-0.001021	0.027157	5.39539	-0.10677	-0.173444	2012/2/2
パナソニック(株)	東証一部	1,224	-0.000861	0.024453	4.34045	0.01706	-0.128131	2008/10/24
ソニー(株)	東証一部	1,224	-0.000955	0.027889	3.35620	-0.13825	-0.151685	2008/10/24
京セラ(株)	東証一部	1,224	-0.000269	0.023968	7.57238	-0.16284	-0.157558	2008/10/16
NEC	東証一部	1,224	-0.000900	0.028132	8.12112	-0.18496	-0.185403	2011/3/15

6. 総合家電

事業者名	取引所	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	最小値	日付
(株)日立製作所	東証一部	1,224	-0.000409	0.025563	6.74372	-0.64669	-0.186412	2009/2/2
三菱電機(株)	東証一部	1,224	-0.000356	0.029337	4.87139	-0.03732	-0.160286	2012/1/30
(株)JVCケンウッド	東証一部	854	-0.000526	0.047320	7.22761	0.89771	-0.233615	2010/5/17
パイオニア(株)	東証一部	1,224	-0.000985	0.041140	5.97021	0.18929	-0.225956	2009/2/13

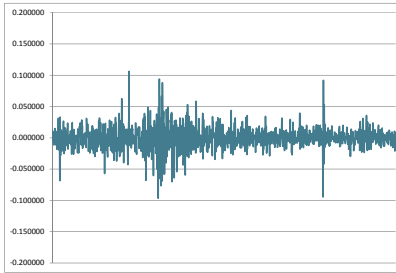
7. OA 機器

事業者名	取引所	サンプル数	平均	標準誤差	尖度	歪度	最小値	日付
キヤノン(株)	東証一部	1,224	-0.000367	0.025323	4.57308	-0.02663	-0.134938	2008/10/24
(株)リコー	東証一部	1,224	-0.000925	0.027273	4.79465	-0.35792	-0.172920	2008/11/6
コカミノルタホールディングス(株)	東証一部	1,224	-0.000588	0.032697	4.33996	-0.14125	-0.164574	2008/10/24
セイコーエプソン(株)	東証一部	1,224	-0.000857	0.028461	2.86578	-0.19235	-0.140704	2008/11/6
(株)ニコン	東証一部	1,224	0.000054	0.031558	4.07496	-0.35739	-0.200000	2008/10/31
富士フイルムホールディングス(株)	東証一部	1,224	-0.000717	0.024027	5.04359	-0.14483	-0.135712	2008/10/16
カシオ計算機(株)	東証一部	1,224	-0.001187	0.028315	7.34749	-0.43160	-0.211758	2007/10/5

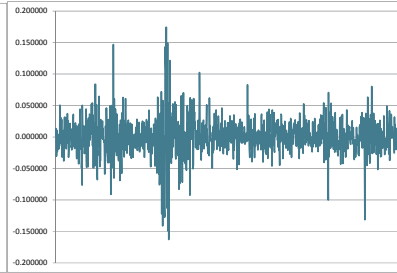
図表5 株価収益率の推移 (対数値、一部抜粋)

1. 通信

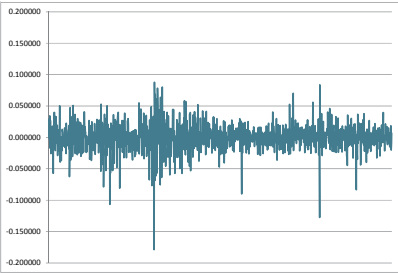
(a) 日本電信電話



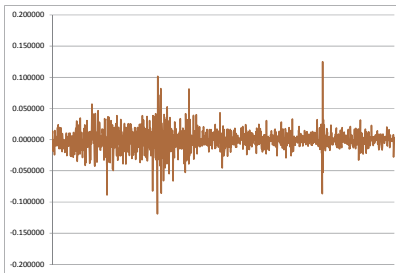
(b) ソフトバンク



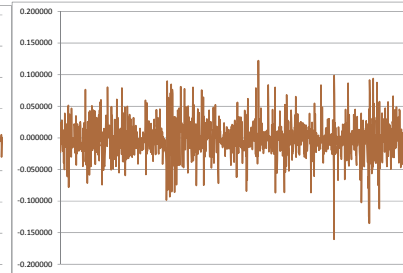
(c) KDDI



(d) NTT ドコモ

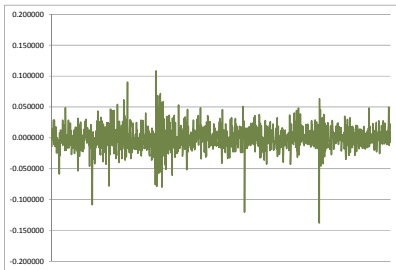


(e) イー・アクセス

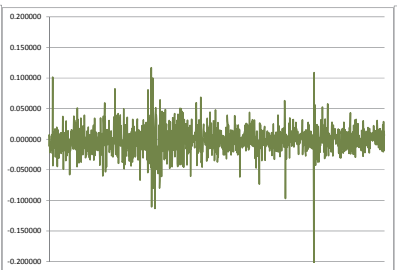


2. 地上放送

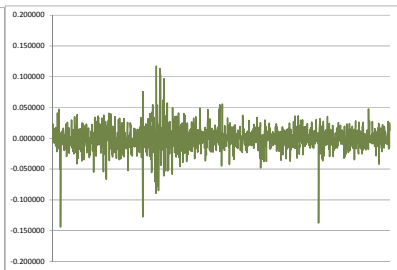
(f) フジ・メディア・ホールディングス



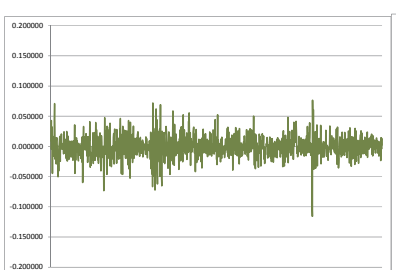
(g) TBS ホールディングス



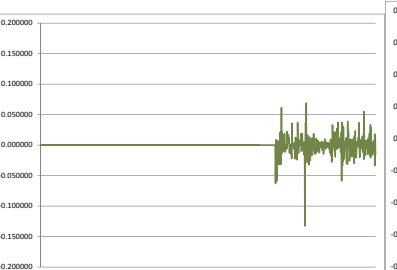
(h) 日本テレビ放送網



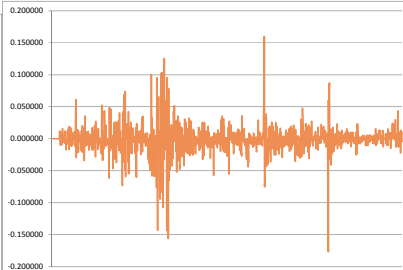
(i) テレビ朝日



(j) テレビ東京ホールディングス



(k) 朝日放送

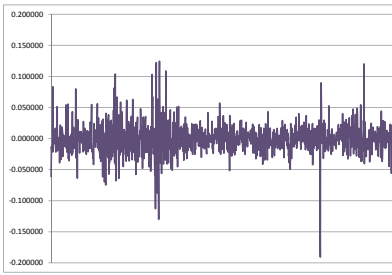


※2010年10月1日以降の値

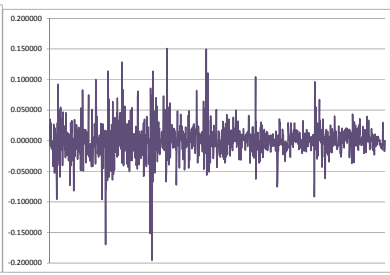
※ 大証二部

3. 有料放送

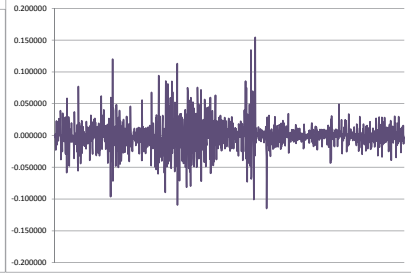
(1) スカパーJSATホールディングス



(m) WOWOW



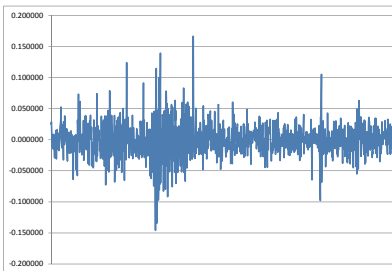
(n) ジュピターテレコム



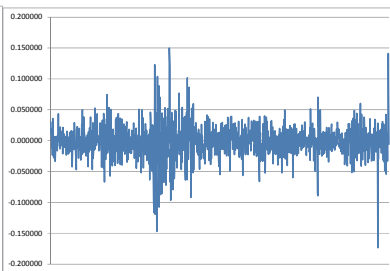
※ ジャストック

5. 電気機器

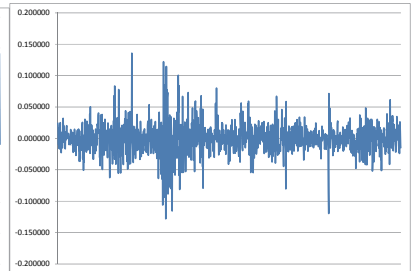
(o) 富士通



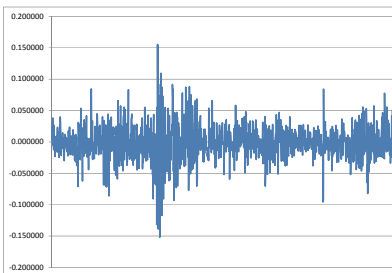
(p) シャープ



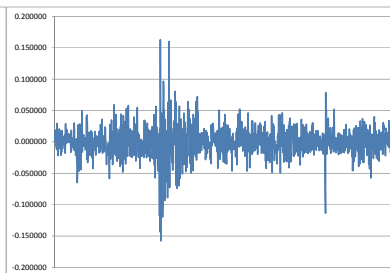
(q) パナソニック



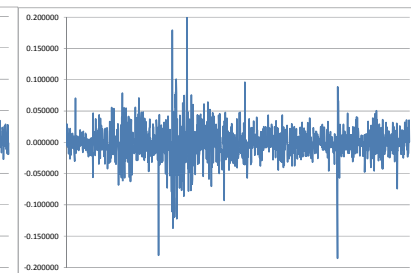
(r) ソニー



(s) 京セラ



(t) NEC



まず通信業を見ると、ソフトバンクとイー・アクセスのボラティリティが大きく、特に後者は尖度が小さいことから平均から乖離した値も多いことが分かる。これは業界における各企業の参入までの経緯や現在の業績を考えると自然な結果のように思えるが、一方下方リスクが一番高いのはKDDIであったことには注意が必要である。即ち、売上高や営業／経常利益など通常の財務指標等で見るとケースと比べ、見た場合のリスクはKDDIの方が高くカウントされることとなる。

放送業を見ると、地上波・有料放送とも類似の傾向を示しているが、相対的に有料放送のボラティリティが高い。しかし震災時の下方リスクは、地上波局であるTBSにおいて最も高かったことが興味深い。それ以外の地上波局は比較的安定しており、震災時の下落幅もTBS以外はかなり類似した値を示している。日本テレビの場合、最も下方リスクが高かった時点（2007年5月18日）が、これは同年4月に制作子会社4社を事業再編しグループ体制を開始したことと関連しているかもしれない。なお日本テレビの2番目に大きい下落は震災時の値（-0.137450）である。有料放送の中では、ケーブルテレビ主体で地域密着型サービスを展開するジュピターテレコムは下落幅が小さく、地上波局により近い動きをしていることが分かる。

携帯電話メーカーと関連が深い電気機器業やOA機器業では、ボラティリティが大きだけでなく、国際化の影響をより強く受けておりリーマンショック時の下落幅の方が震災時のそれを上回っている。この点、活動の場が国内中心でドメスティックな影響をより強く受ける通信・放送・広告業とは異なる動きをしている様子が読み取れる。また総合家電の業界では、2大ショック以上の下落幅も観測されており、株価変動の影響がより大きい業界であることも分かる。シャープが2012年3月決算時に薄型テレビ事業の不振から2900億円の大規模な赤字を記録しており、最大下落時（12.2.2）はその観測が流れた頃と一致する。

このように、株式市場におけるリスクという視点から電気通信市場を考察してみると、他業種との類似点・相違点を容易に把握することができ、より中長期的な観点からリスク管理上の課題に対応することが可能となる。株式市場を見ることで新たな視点が得られることの事例として、放送業界の推移が挙げられる。電通年鑑から見た広告費の推移は、インターネットの伸びが著しいとはいえテレビの広告費シェアが4大メディアの中で必ずしも凋落している訳ではない。しかし民放企業の東証一部上場企業株価の時価総額に対する比率は2000年以降傾向的に低下しており、構造不況業種であることが明確に読み取れる。その推計の背後では時系列分析手法が中心的な役割を果たしており、分析対象業種の特徴も踏まえながら、種々のバリエーションの中から最もあてはまる(best-fitted)モデルを探求する作業が、極めて重要だと考えられる。

5 おわりに

本調査研究では、電気通信分野における時系列分析手法を用いた研究動向に焦点を当て、より中長期的な観点から市場を概観する手法について検討してきた。前半ではICT投資と経済成長や生産性向上とのグレンジャーの意味での因果性検証について概観し、後半では特に、市場の下方リスクを管理するための考え方について、具体的なデータを用いながら検討してきた。最後に分析を今後行っていく上での課題と方向性について述べたい。

まず、本来は市場が定常状態にある事を前提としている指標であり、今回の分析機関に含まれるリーマンショックや東日本大震災のようなイレギュラー特殊なケースは想定していない。そのため特殊なケースにおけるリスクを別途ストレステスト等により把握し除外するといった工夫が必要になる。またこうした影響は種々の形で後々まで影響が及ぶため、除外する一時点のみ除外すれば良いというものでもなく問題である。

時系列モデルの推計方法についても改善の余地がある。今回ここで検討した先行研究ではモデルが用いられていたが、金融資産の収益率のボラティリティは負の系列相関があり、資産価格が上昇した日の翌日よりも下落した日の翌日の方が上昇する傾向にあることが過去の研究より明らかになっており、この問題を解決するためにモデル、モデル、モデル等が提唱されている。例えばモデルは、条件付標準偏差の予測値を以下の式に基づいて行うものである。

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^m \alpha_i \frac{|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^s \beta_j \ln \sigma_{t-j}^2$$

この点、種々のモデルの当てはまりの良さについての検定が提唱されているため、電気通信関連産業への当てはまりの良さについては、別途丁寧な検証を行う必要があるだろう。

日本の場合、欧州の事例とは異なり、近隣のアジア・オセアニア地区のICT投資や景気動向との相違が明確になることも考えられるため、こうした視点からの分析も興味深いと考えられる。利用可能なデータとの兼ね合いで、分析の充実・拡張を今後検討していく所存である。

【参考文献】

- Agiakloglou, C. and K. Bloutsos (2011) "Comparing Estimates of Risk between Markets and Telecommunications Institutions in Europe," *Journal of Applied Economics Letters*, Vol. 12, Iss. 4-6, pp. 575-579.
- Brynjolfsson, E. and L. Hitt (1998) "Beyond the Productivity Paradox: Computers are the Catalyst for Bigger Changes," *Communications of the ACM*, 41(8), pp. 49-55.
- Chakraborty, C., and B. Nandi (2003) "Privatization, Telecommunications and Growth in Selected Asian Countries: An Econometric Analysis," *Communications and Strategies*, 52, pp. 31-47.
- Cieslik, A. and M. Kaniewsk (2004) "Telecommunications Infrastructure and Regional Economic Development: The Case of Poland," *Regional Studies*, 38, pp. 713-725.
- Chu, N., L. Oxley and K. Carlaw (2005) "ICT and Causality in the New Zealand Economy," *Proceedings of the 2005 International Conference on Simulation and Modelling*.
- Cronin, F., E. Parker, E. Colleran and M. Gold (1991) "Telecommunications Infrastructure and Economic Growth: An Analysis of Causality," *Telecommunications Policy*, 15, pp. 529-535.
- _____ (1993) "Telecommunications Infrastructure Investment and Economic Development," *Telecommunications Policy*, 17, pp. 415-430.

- Dutta, A. (2001) "Telecommunications and Economic Activity: An Analysis of Granger Causality," *Journal of Management Information System*, 71, pp. 71-95.
- Jorgenson, D. and K. Stiroh (2000), "Raising the speed limit: U.S. economic growth in the information age," *Brookings Papers on Economic Activity*, (1), pp. 125-211
- Lam, Pun-Lee and A. Shiu (2010) "Economic Growth, Telecommunications Development and Productivity Growth of the Telecommunications Sector: Evidence around the World," *Telecommunications Policy*, 3, Pergamon Press.
- Lee, C. (1994) "The Causal Relationship between Telecommunications Investment and Economic Development in Korea," *Paper presented to the International Telecommunications Society Meeting*, Sydney.
- Madden, G. and S. Savage (1998) "CEE Telecommunications Investment and Economic Growth," *Information Economics and Policy*, 10, pp. 173-195.
- Oliner, S. and D. Sichel (2000), "The resurgence of growth in the late 1990s: Is information technology the story?" *Journal of Economic Perspectives*, 14, pp. 3-22.
- Shinjo, K. and Zhang, X. (2004) "ICT Capital Investment and Productivity Growth: Granger Causality in Japanese and the USA Industries," *mimeo*.
- Shiu, A. and P. Lam (2008) "Causal Relationship between Telecommunications and Economic Growth in China and its Regions," *Regional Studies*, 42, pp. 705-718.
- Stiroh, K. (2001), "Information technology and the U.S. productivity revival: What do the industry data say?" *Federal Reserve Bank of New York*.
- Toda, H. and T. Yamamoto.,(1995), "Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes," *Journal of Econometrics*, 66, pp.225-250.
- van Ark, B. (2001), "The renewal of the old economy: An international comparative perspective," *STI Working Papers 2001/5, OECD 15*.
- van Ark, B., R. Inklaar and R. McGuckin (2002), "Changing Gear: Productivity, ICT and Services Industries: Europe and the United States," *Paper presented on Brookings Workshop*.
- Wolde-Rufael, Y. (2007) "Another Look at the Relationship between Telecommunications Investment and Economic Activity in the United States," *International Economic Journal*, 21(2), pp. 199-205.
- Yoo, S. and S. Kwak (2004) "Information Technology and Economic Development in Korea: A Causality Study," *International Journal of Technology Management*, 27, pp. 57-67.
- 山下智志(2006)「リスク計量の意味と VaR の定義」『市場リスクの計量化と VaR (初版第 6 刷)』第 2 章、朝倉書店、pp. 18-40.

〈発表資料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
電気通信事業者の VaR の計測について	情報通信学会全国大会	2013 年 6 月 (予定)