

サイバー・セキュリティ・インシデントが 企業価値に与える影響

The Impact of Cyber Security Incidents on Firm Value

田中秀幸*、中野邦彦⁺

Hideyuki Tanaka and Kunihiko Nakano

1. はじめに

サイバー空間は欠くことのできない経済社会活動の基盤となる一方で、企業などへのサイバー攻撃は一層複雑・巧妙化して、攻撃事例も増えている（サイバーセキュリティ戦略本部,2016）。こうした状況の中、サイバー・セキュリティ対策は、政府のみならず企業など民間部門においても取り組むことの重要性が増している。民間企業の取り組みに関しては、「サイバーセキュリティ経営ガイドラインVer1.0」（経済産業省・情報処理推進機構,2015）がまとめられているところであるが、「企業価値の向上につながるための仕組み等について、更なる検討が必要である」（サイバーセキュリティ戦略本部,2016, p.33）との指摘がなされている。

このように、サイバー・セキュリティ対策の中で、企業価値の重要性が着目される中、本研究では、セキュリティ・インシデント（本研究では、サイバー環境でのセキュリティ・インシ

デントを指す）が企業価値に与える影響を定量的に実証分析することを目的とする。後述するように、2000年代半ばまでの事例を対象とした先行研究によれば、同インシデントの公表は企業価値にネガティブな影響を及ぼすことが確認されている。2010年代半ばの現時点で、どのようなインシデントがいかに企業価値に影響を及ぼすのかを本研究では明らかにする。

以下、本論文は次のとおりに構成される。第2章では、関連する先行研究を整理するとともに、本研究の位置付けを示す。第3章では、本論文の研究手法であるイベント・スタディを概観し、第4章で本研究の分析対象を説明する。第5章では、分析結果を2段階に分けて示し、第6章でそれらの結果を踏まえた考察を加える。第7章では、まとめとして本研究の結論と今後の研究課題などについて述べる。

* 東京大学大学院情報学環教授

⁺ 東京大学大学院情報学環客員研究員、島根大学地域未来戦略センター助教

キーワード：サイバー・セキュリティ、セキュリティ・インシデント、企業価値、イベント・スタディ

2. 関連する先行研究と本研究の位置付け

セキュリティ・インシデントが企業価値に与える影響については各種の研究が行われているが、その中でも、本研究と同じくイベント・スタディの手法を用いたものを表1で示している。

表 1：関連する先行研究の整理

論文	概要	対象年	P	N
Campbell et al. (2003)	秘密情報の漏洩の場合には株価が下落する一方,秘密情報に関わらないSIの場合には株価の影響は確認されず.	1997-2000		x
Cavusoglu et al. (2004)	SIの発表で,該当企業の株価が2.1%下落.他方,セキュリティ開発企業では,1.36%株価が上昇.	1996-2001	x	x
Acquisti et al. (2006)	個人情報漏洩の発表当日に,株価に負の影響.	2000-2006		x
Ishiguro et al. (2006)	日本企業を対象にした場合,SIの株価への影響のタイミングは欧米に比して遅い等を検証.	2002-2005		x
Tellan & Wattal (2007)	脆弱性の発表がソフトウェア・ベンダーの市場価値に負の影響を与えるなどを検証.	1999-2004		x
Kannan et al. (2007)	SIの発表の直後ではなく,1週間の長期にわたって株価に与える影響をみると統計的に有意にnegativeな結果を確認されなかった.	1997-2003		x
Goel & Shawky (2009)	SI発表近辺での1%程度株価が下落することを検証.	2004-2008		x
Muntermann & Robnagel (2009)	個人情報漏洩の発表は,株価下落に繋がるものの,他のSIと比較して,その影響は小さい.	2001-2007		x
Chai et al. (2011)	セキュリティ投資の発表が,株価上昇につながることを検証.	1997-2006	x	
Gordon et al. (2011)	秘密性,可用性,完全性の態様に分けてSIの影響を分析.また,2001年の911テロ事件以降に影響がより大きいと検証.	1995-2007		x
Bose et al. (2011)	RFIDの導入が企業の市場価値に負の影響をもたらすことを検証.	1997-2009		x
廣松 (2011)	日本企業を対象に一定規模以上の個人情報漏洩事故の株価へのネガティブな影響を検証.	2006-2009		x
Bose & Leung (2013)	SI対策導入の公表が株価に正の影響をもたらすこと,特に,初期導入者に大きな効果を検証.	1995-2012	x	

(註) P欄はポジティブな影響,N欄はネガティブな影響を対象に検証する研究であることを示す.概要欄のSIはセキュリティ・インシデントの略.

同表にあるとおり、関連する先行研究は2000年代前半から近年に至るまでいくつもの研究の積み重ねがある。概ね、セキュリティ・インシデントの公表が株価に対して負の影響を及ぼすものを検証する研究が多いが、必ずしも結果は一様ではない。また、研究対象のインシデント発生時期が2000年代までとなっているものが多く、2010年代に入って以降の最近のインシデントを対象にした研究は限られている。クラウド・コンピューティングの普及など、サイバー・セキュリティを巡る環境は、2010年代に入ってからも大きく変化しており、セキュリティ・インシデントの企業価値への影響が最近も過去と同様の傾向にあるかどうかは定かではなく、検

証する意義がある。

また、セキュリティ・インシデントの企業価値へのインパクトに関する実証研究は欧米の事例を対象としたものが多く、日本の事例を対象としたものは限られている。Ishiguro et al. (2006) が示すとおり、日本市場の特徴を反映した影響もあり得るところであり、日本の事例を対象とした分析の充実が望まれる。

以上の先行研究の状況を踏まえ、本研究では、時間的には、2010年代半ばの比較的最近の事例を対象にし、また、地理的には日本の事例を対象にする。このような研究を行うことで、関連する研究の充実に貢献することを目指す。

3. 研究方法：イベント・スタディ

本研究では、イベント・スタディを研究方法として用いる。イベント・スタディとは、簡潔かつ直感的に説明すれば、何らかのイベントが発生した際に（例：セキュリティ・インシデン

トの公表時）、株価がどのように変化するかについて、TOPIXなどの指標と対象企業の株価の関係を推計し、イベント発生後の乖離の有無を検証するものである（図1）。

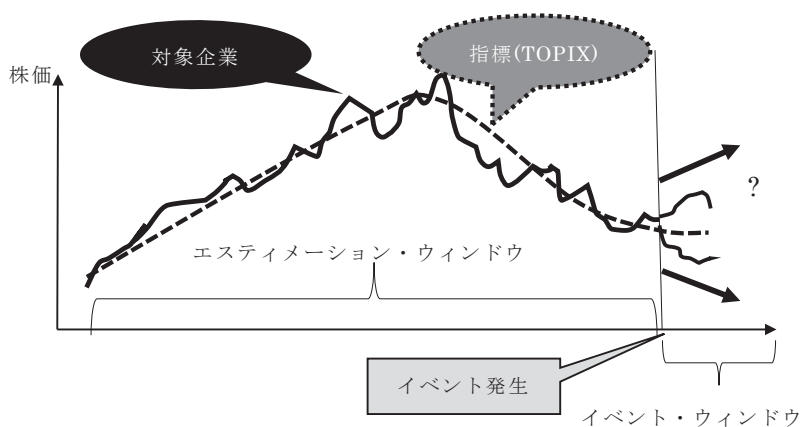


図1. イベント・スタディの概要

具体的な適用方法は、次のとおりである（廣松（2011）の2.2.2節を参照）。まず、指標と対象企業の関係を推計する期間をエステイメーション・ウィンドウとして設定する。イベント前250営業日を推定期間として（1）式で回帰して、パラメーター α 及び β を求める。

$$R_{it} = \alpha_i + \beta R_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

ここで、第 t 日における企業 i の株式収益率を R_{it} 、第 t 日における市場ポートフォリオの収益率を R_{mt} とする。企業 i の株式収益率は（2）式で求める。

$$R_{it} = (P_{it} - P_{it-1}) / P_{it-1} \quad (2)$$

P_{it} は、企業 i の t 時点の株価終値を示す。 R_{mt} も

同様に指標を用いて（2）に準じて求める。

次に、イベントが発生して以降の期間をイベント・ウィンドウとして、（1）式で求めたパラメーター α 及び β を用いて、（3）式により分析対象企業ごとのAR（Abnormal return）を算出する。

$$AR_{it} = R_{it} - \alpha - \beta R_{mt} \quad (3)$$

イベント発生後一定期間のARを累積したCAR（Cumulative Abnormal Return）を標準化した値（SCAR）を対象に、統計的検定を行う。ただし、この検定に当たっては、イベント・ウィンドウの重なりがないように調整することが原則となる。

4. 分析対象

本研究では、一般社団法人 JPCERT コーディネーションセンター（JPCERT/CC）の調査結果として公表されている2013年3月から2015年8月までのセキュリティ・インシデント230事例を出発点としている。230事例には、自治体や非上場企業も含まれていたために、株価分析の対象となり得る上場企業分80事例を抽出した。

さらに、1) インシデント発生後の上場企業、2) 上場廃止企業、3) 銀行及び4) ARデータの

外れ値等を示した5事例の合計23事例を80事例から除外した。これらの除外に関して、1) と2) についてはイベント・スタディのパラメーター推計に支障があること、3) については銀行の場合の企業価値の扱いが一般の事業会社と異なり得ること、4) については外れ値による影響除去が必要なことによる。

以上の結果、分析対象企業は57事例となった。なお、子会社の場合には上場している親会社の株価を対象としている。

5. 分析結果

5.1 全57事例

第4章で選定した全57事例を対象に最初の分析を行った。ここでは、ウェブサイト等で自社が発表した年月日、又は、新聞記事として掲載

された年月日のいずれか早い方の時点イベント発生時とした。新聞記事については、株式市場への影響を考慮して、日本経済新聞社の朝夕

刊及び日経産業新聞を基本とし、加えて、読売新聞と毎日新聞に記事が掲載された場合も対象とした。

全57事例を対象とした分析結果は、表2に示すとおりとなった。ここで、 t_0-t_1 はイベント発生当日からその翌日までの2日間、 t_0-t_3 はイベント発生当日から3日後までの期間を指す。ど

ちらの期間もSCARは統計的に見て有意な値ではなかった。すなわち、セキュリティ・インシデントの発表というイベントに対して株価が反応したことは確認できなかった。セキュリティ・インシデントが単に公表されただけでは、株価は反応しないことを示唆する結果である。

表2：全57事例を対象とした分析結果

期間	t_0-t_1	t_0-t_3
SCAR	0.015	-0.114
検定統計量J	0.116	-0.858

5.2 新聞報道24事例

全57事例ではSCARの値が統計的に有意ではなかったことを踏まえて、57事例のうち新聞記事として掲載されている24事例を対象に分析した。24事例は表3に示す企業から構成されている。情報通信産業に限らず、多様な業種の企

業でセキュリティ・インシデントが発生し、それらが報道されていることがわかる。また、この分析では、イベント発生時点は新聞記事掲載時としている。なお、自社発表の方が記事より先の事例は13事例であった。

表3：新聞報道24事例の企業

業種	企業名
情報通信	CyberAgent、DeNA、Nintendo、NTT、SoftBank、Yahoo!、スタイライフ、ディノス、ニフティ
輸送機械	トヨタ自動車、日産自動車
機械/電気機器	Panasonic、SONY
運輸サービス	ANA、JAL、JR東日本
小売	Nissen、エイチ・ツー・オー・リテイリング、セブン&アイ
教育	ベネッセコーポレーション

註：一つの企業で複数事例の例が含まれている。

24事例の分析結果は表4に示すとおりであり、SCARは統計的に有意に負の値となった。新聞報道でセキュリティ・インシデントが扱わ

れた場合には、当該インシデントが株価を引き下げる可能性があることが示唆される結果であった。

表4：新聞報道24事例を対象とした分析結果

期間	t_0-t_1	t_0-t_3
SCAR	-0.457**	-0.532***
検定統計量J	-2.230	-2.595

(註) ***:p値<0.01, **:p値<0.05

6. 考察

第5章の結果を踏まえて、全57事例の場合と新聞報道24事例の場合の結果の差異を中心に考察を加える。全57事例の結果からは、セキュリティ・インシデントが発生しそれを公表しただけでは、株式市場は必ずしもネガティブに評価するとは限らないことが示唆される。これに対して、新聞報道された場合にSCARが統計的に有意となることについては、いくつかの要因が想定されるが、ここでは2つの要因を取り上げる。第1の要因は、新聞報道がセキュリティ・インシデントの影響の大きさを反映している可

能性である。新聞報道24事例は、残りの33事例に比して企業価値に影響を及ぼす可能性の高いインシデントであれば、株価への影響が大きいということも考えられる。第2の要因として考えられるのは、企業自らがウェブサイトなどで公表するよりも、新聞報道によって影響力が増す可能性である。セキュリティ・インシデントが企業収益に及ぼす影響の程度とは別に、報道による影響が強くなっていることも想定される。

表5：13事例のSCAR(t_0-t_3)の発表時点比較

事例（会社名）	自社発表時(A)	新聞掲載時(B)	A>B
ベネッセコーポレーション	-6.49	-6.47	
トヨタ自動車	0.58	-1.95	x
Yahoo!	-1.05	-1.66	x
エイチ・ツー・オー リテイリング	-1.00	-1.33	x
日産自動車	-0.34	-1.16	x
SoftBank	-0.65	-0.65	
Panasonic	0.09	-0.33	x
DeNA	0.56	0.56	
ニフティ	1.10	0.61	x
Nintendo	1.25	0.72	x
Ameba	0.05	0.88	
Nissen	3.85	0.94	x
ディノス	1.11	3.01	

第1の要因に関して、セキュリティ・インシデントの大きさと株価への影響との関係を検討するために、攻撃手法、漏洩件数などを付表1に示すとおりにまとめた。この表にあるとおり、漏洩件数が少なくても株価に負の大きな影響を示すものもあれば、漏洩件数が数万件と多くても株価への負の影響がないものもある。この表でみる限り、セキュリティ・インシデントの大きさが必ずしも株価への影響の程度と関係しているとは言いがたい。

また、第2の要因について、さらに考察するために、新聞報道24事例のうち新聞記事掲載時

よりも前に自社公表している13事例を対象に、イベント発生時を自社公表時と新聞記事掲載時に分けて、 $SCAR(t_0, t_3)$ を比較した。その結果は表5に示すとおりとなり、13事例のうち3分の2近い8事例では、新聞掲載時の $SCAR(t_0, t_3)$ の方が値が小さくなっている（負の度合いが大きくなっている）。同一事例でも、企業のウェブサイトでの公表時よりも新聞報道時の方が株価に対するネガティブな影響が大きい可能性がある。この差異は、新聞報道で広く社会に知らしめられることの株価への影響の大きさを示唆するものである。

7. まとめ

本研究では、2013年から2015年という比較的最近の日本におけるセキュリティ・インシデントが企業価値に及ぼす影響を実証的に分析した。その結果、同インシデントの公表は必ずしも企業価値に影響を与えるものとは言いがたいが、新聞報道された事例については、その報道によって株価が統計的に有意に下がる事が示唆された。今回の分析結果は、最近の日本においても、一定の場合には、セキュリティ・インシデントが企業価値に影響を及ぼす可能性を支持するものであり、先行研究の結果と整合的なものであった。

また、本研究では、セキュリティ・インシデントと株価の関係について、さらに詳しい考察を行った。具体的には、第1に、漏洩件数などで評価したセキュリティ・インシデントの程度

の大きさによって、株価への影響の程度を予想することは難しいことを考察した。第2に、同一のインシデントであっても、企業による自主的な公表よりも新聞記事の方が株価への影響が大きい可能性があることを考察した。しかし、これらの考察は、必ずしも統計的な検証を経たものではなく、今後、更なる検討が必要である。

本研究は、上述のとおり、2000年代以降に進められている、セキュリティ・インシデントと企業価値の関係に関する研究の充実に一定の貢献をした。しかしながら、前項で言及したように、インシデントと企業価値の関係については、インシデントの態様や公表方法などを踏まえて更なる検討が必要である。これらは、今後の研究課題として取り組む必要がある。

謝辞

本研究は、東京大学大学院情報学環セキュア情報化社会研究寄附講座の支援を受けて行われたものである。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- Acquisti, Alessandro, Allan Friedman, and Rahul Telang (2006), "Is there a Cost to Privacy Breaches? An Event Study," *ICIS 2006 Proceedings*, Paper 94, pp.1563-1580.
- Bose, Indranil, Alvin Chung Man Leung (2013), "The impact of adoption of identity theft countermeasures on firm value," *Decision Support Systems*, vol.55, pp.753-763.
- Bose, Indranil, Ariel K. H. Lui, and Eric W. T. Ngai (2011), "The Impact of RFID Adoption on the Market Value of Firms: An Empirical Analysis," *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, vol.21, pp.268-294.
- Campbell, Katherine, Lawrence A. Gordon, Martin P. Loeb and Lei Zhou (2003), "The economic cost of publicly announced information security breaches: empirical evidence from the stock market," *Journal of Computer Security*, vol.11, pp.431-448.
- Cavusoglu, Huseyin, Birendra Mishra, and Srinivasan Raghunathan (2004), "The Effect of Internet Security Breach Announcements on Market Value: Capital Market Reactions for Breached Firms and Internet Security Developers," *International Journal of Electronic Commerce*, vol.9, no.1, pp.69-104.
- Chai, Sangmi, Minkyun Kim, H. Raghav Rao (2011), "Firms' information security investment decisions: Stock market evidence of investors' behavior," *Decision Support System*, vol.50, pp.651-661.
- Goel, Sanjay and Hany A. Shawky (2009), "Estimating the market impact of security breach announcements on firm values," *Information & Management*, vo.46, pp.404-410.
- Ishiguro, Masaki, Hideyuki Tanaka, Kanta Matsuura, Ichiro Murase (2006), "The Effect of Information Security Incidents on Corporate Values in the Japanese Stock Market," The Workshop on the Economics of Securing the Information Infrastructure, Washington D.C., The JW Marriott Hotel Pennsylvania Avenue, October 23-24th, at <http://wesii.econinfosec.org/workshop/>.
- Kannan, Karthik, Jackie Rees and Sanjay Sridhar (2007), "Market Reactions to Information Security Breach Announcements: An Empirical Analysis," *International Journal of Electronic Commerce*, vol.12, no.1, pp.69-91.
- Telang, Rahul and Sunil Wattal (2007), "An Empirical Analysis of the Impact of Software Vulnerability Announcements on Firm Stock Price," *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING*, vol.33, no.8, pp.544-557.
- 経済産業省・独立行政法人情報処理推進機構 (2015), 『サイバーセキュリティ経営ガイドライン Ver 1.0』, at <http://www.meti.go.jp/press/2015/12/20151228002/20151228002-2.pdf>, accessed on July 19th, 2016.
- サイバーセキュリティ戦略本部 (2016), 『サイバーセキュリティ政策に係る年次報告 (2015年度)』, at http://www.nisc.go.jp/active/kihon/pdf/jseval_2015.pdf, accessed on July 19th, 2016.
- 廣松毅 (2011), 「情報セキュリティ事故が企業価値に与える影響の分析: イベント・スタディ法を用いたリスク評価の試み」, 『情報セキュリティ総合科学』, no.3, pp.91-106.

付表 1 : 新聞報道25事例の詳細

通番	会社名	SCAR(0,3)	攻撃手法	漏洩件数	発生月	コメント
1	ベネッセ	-6.47	d	760万	2014年7月	大規模漏洩
2	スタイライフ	-4.3	a	2.4万	2013年9月	クレジットカード情報漏洩
3	JR東日本	-3	a	97	2013年3月	自ら調査して発表
4	トヨタ自動車	-1.95	b	-	2013年6月	1週間以上気付かず
5	Yahoo!	-1.66	b	2200万	2013年5月	短期間に繰り返し発生
6	JAL	-1.63	a	60	2014年2月	マイレージポイント不正交換
7	H2O	-1.33	a	2千	2013年5月	クレジットカード番号と有効期限も一部含まれる
8	日産自動車	-1.16	e	-	2014年8月	発見まで2ヶ月
9	CyberAgent	-0.99	a	3.8万	2014年6月	不正ログイン4日間
10	ソニーマーケ	-0.81	a	273	2014年4月	ソニーポイントの交換
11	SoftBank	-0.65	a	724	2014年4月	15日間リスト型攻撃
12	NTT	-0.62	a	1千	2013年10月	会員サイト不正ログイン
13	セブン&アイ	-0.38	a	-	2013年10月	3ヶ月不正ログイン継続, クレジットカード情報
14	Panasonic	-0.33	a	7.8万	2014年3月	不正ログイン1ヶ月継続
15	DeNA	0.56	a	316	2013年10月	不正ログイン4日間
16	ニフティ	0.61	a	2.1万	2013年7月	不正ログイン3日間, クレジットカードはマスキング
17	Nintendo	0.72	a	2.4万	2013年6月	一ヶ月弱不正ログイン, ポイント被害なし, クレジット情報無し
18	CyberAgent	0.88	a	-	2013年8月	4ヶ月弱不正ログイン
19	nissen	0.94	a	126	2013年6月	6時間不正ログイン
20	JR東日本	1.14	a	756	2014年8月	Suicaポイントクラブ
21	ANA	1.45	c	4	2014年3月	マイルが盗まれiTunesカードに交換
22	JAL	1.55	f	4千	2014年9月	一部機器が外部と通信
23	JR東日本	1.67	a	1.9万	2014年3月	Suicaポイントクラブ
24	ディノス	3.01	a	1.5万	2013年5月	

註：攻撃手法欄の記号

a: パスワードリスト攻撃, b: 不正アクセス, c: 不正ログイン, d: 内部犯行, e: Webサイト改ざん, f: 標的型攻撃



田中 秀幸 (たなか・ひでゆき)

[生年月] 1963年

[出身大学または最終学歴] 東京大学, Fletcher School of Law and Diplomacy

[専攻領域] ネットワーク経済論、情報経済論

[主たる著書・論文 (3本まで、タイトル・発行誌名あるいは発行機関名)]

Tanaka, Hideyuki and Soichiro Takagi (2016), "Open Data as an Infrastructure: Impact of Availability of Government Data as Open Data on the Japanese Economy," *Public Policy Review*, vol.12, no.1, pp.23-46.

Jenjarnissakul.Bongkot, Hideyuki Tanaka, and Kanta Matsuura (2013), "Sectoral and Regional Interdependency of Japanese Firms Under the Influence of Information Security Risks," in R. Bohme (ed.) . *The Economics of Information Security and Privacy*, pp.115-134.

Tanaka, Hideyuki, Kanta Matsuura, and Osamu Sudoh (2005) . "Vulnerability and information security investment: An empirical analysis of e-local government in Japan," *Journal of Accounting and Public Policy*, vol. 24, no.1, pp. 37-59.

[所属] 東京大学大学院情報学環

[所属学会] 社会情報学会、社会・経済システム学会、日本経済政策学会など



中野 邦彦 (なかの・くにひこ)

[生年月] 1983年4月30日

[出身大学または最終学歴] 東京大学大学院学際情報学府博士課程修了 (博士: 社会情報学)

[専攻領域] 社会情報学

[主たる著書・論文 (3本まで、タイトル・発行誌名あるいは発行機関名)]

・「How Japanese Newspapers Contribute to Community Engagement」, [Journal of Socio-Informatics] ,Vol.7, No.1 Nov. 2014, pp:13-24.

・「地域 SNS への地方自治体職員の関与実態に関する考察」, 『社会情報学』, vol.2, no.3,pp.1-14, 2014.

・「地域 SNS の利用実態に関する研究」, 『社会・経済システム』, no.34, pp.43-50, 2013.

[所属] 島根大学地域未来戦略センター

[所属学会] 社会情報学会、社会経済システム学会、地域デザイン学会

The Impact of Cyber Security Incidents on Firm Value

Hideyuki Tanaka* and Kunihiko Nakano⁺

This paper aims to empirically assess the impact of cyber security incidents on firm value based on recent Japanese data. The results suggest that articles in the newspapers, not but voluntary disclosure, of the incidents might affect the firms' stock values. Moreover, the authors discuss the implication of the result shedding light on incident magnitude and comparison of the impact between voluntary disclosure and newspaper articles.

* Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies, the University of Tokyo

⁺ Guest Researcher, Interfaculty Initiative in Information Studies, the University of Tokyo and Assistant Professor, Shimane University

Key Words : cyber security, security incident, firm value, event study