

日本国内の情報セキュリティに関する相互依存性の分析

飛鋪 亮太[†] BongkotJENJARRUSSAKUL^{††} 田中 秀幸^{†††} 松浦 幹太^{††} 今井 秀樹[†]

[†] 中央大学理工学部

〒 112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

^{††} 東京大学生産技術研究所

〒 153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

^{†††} 東京大学大学院情報学環

〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

E-mail: †hishiki-ryouta@imailab.jp, ††{bongkot,tanaka,kanta}@iis.u-tokyo.ac.jp, †††h-imai@aist.go.jp

あらまし 現代の経済活動において、インターネットによる取引や他社との情報共有など情報分野における活動はどの産業分野でも必須である。そのため、インターネット上のトラブルや攻撃を防ぐ、または損害を減少させるための情報セキュリティ対策の実施も同様にあらゆる産業分野で欠かせない活動となっている。また、一企業内での情報漏洩などのトラブルは、その企業が関わっていた他企業にも不利益を被らせるため、このような被害の伝播に関する研究も必要と考えられる。本研究では日本の地域を9分割、産業分野を53分割し、それぞれの間の情報セキュリティがどのような相互依存性を持っているかを分析する。この研究により、情報セキュリティに関する問題が生じた際に被害が伝播しやすい地域・産業分野が特定でき、セキュリティ対策を講じる助けとして役立てることができる。分析結果は地域間と産業分野間ごとに依存性・被依存性に分けてまとめている。また、自らの地域・産業分野内での相互依存性とそれ以外との相互依存性の割合を計算して分析することで、より広い範囲に被害を伝播させる地域・産業分野を見つける。

キーワード 情報セキュリティ, サプライチェーン, 相互依存性, 地域間産業連関表

Analysis of interdependency of information security in Japan

Ryouta HISHIKI[†], Bongkot JENJARRUSSAKUL^{††}, Hideyuki TANAKA^{†††}, Kanta MATSUURA^{††}, and Hideki IMAI[†]

[†] Department of Electrical, Electronic, and Communication Engineering, Faculty of Science and Engineering, Chuo University

Kasuga 1-13-27, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8551 Japan

^{††} Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

Komaba 4-6-1, Meguro-ku, Tokyo, 153-8505 Japan

^{†††} Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo

Hongou 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033 Japan

E-mail: †hishiki-ryouta@imailab.jp, ††{bongkot,tanaka,kanta}@iis.u-tokyo.ac.jp, †††h-imai@aist.go.jp

Abstract

Key words Information Security, Supply chain, Interdependency, Inter-regional input-output table

1. はじめに

現代における情報技術 (IT) は、生活のインフラとしてだけでなく商業においても必要不可欠なインフラとして確立されている。業務内容の専門化、データ交換、電子取引の簡便化と

いった変遷により物理的な距離の制約を受けづらくなったことと様々な分野の企業との取引が簡易的になったことにより、地域・産業分野に関して従来より広い範囲で企業間の取引が行われるようになった。こういった企業の取引の繋がりはサプライチェーンと呼ばれており、各企業が原材料の獲得や一次加工、

完成品の製造、販売を分担して行うことにより経営効率を上げるために形成される。

しかし、原材料の確保や完成した製品の販売などを自社で行わずに他の企業に任せるために、ある分野の企業になんらかのトラブルが生じて他の企業との取引が滞ると、その企業に商品 を売る企業、またそこから商品を買う企業にも連鎖的に悪影響 が起こる事態も生じやすくなる。これが企業が相互に依存し 合っている状態である。IT 技術の発展により、企業間の情報共 有は盛んになり、情報漏洩などの IT でのトラブルも同じく関 連する企業へ影響が広がっていく。

したがって、企業間の相互依存性は経済活動の観点だけでな く、情報セキュリティの観点からも影響を考慮することができる。本論文ではこれらの情報セキュリティの相互依存性からの影響 を分析し、情報セキュリティ対策を必要とする地域・産業分野 を発見し、日本全体の情報セキュリティの質を上げるために公 共政策などの広い観点から考える助けとする。

この分析に関しては、2011 年に Bongkot Jenjarrussakul が 同じ手法で行っているが [1]、その際に利用されたデータは地域 間産業連関表 2005 年版 [2] のうち、最も分割数の少ない、産業 分野を 12 に分割したものであった。本論文では連関表内で分 割した分野数が最も多い 53 分野のデータを用いることで、更 に正確な産業分野ごとの特性を見つけること、更にその分析を 元に日本全体の情報セキュリティの向上を目標とする。

2. 分析手法

2.1 分析に利用したデータ

本研究では日本の各省庁が公開している経済に関する統計 データを用いている。第一のデータは地域間産業連関表 2005 年版である [2]。このデータは日本を 9 地域と 53 産業分野に分 類し、各地域、産業分野ごとの商取引のデータを掲載してい る。第二のデータは情報技術 2006 年版である [3]。このデータ は 3647 社を 27 の産業分野に分類し、各産業分野ごとの情報セ キュリティ対策の実施度合いのデータを掲載している。第三の データは日本産業生産性データベース 2008 年版である [4]。こ のデータは日本の産業分野を 107 に分類し、各産業分野ごとの IT 資本と非 IT 資本のデータを掲載している。

2.2 情報セキュリティリスクの計算方法

一般的なりスクの大きさの判断材料となるのはリスクが示 す事態が起きる可能性の大きさとその事態が起きた場合の被 害の大きさである。この要素を情報セキュリティリスクに置き 換えると、可能性の大きさは情報セキュリティ対策の実施の 度合い (IS Multiplier)、被害の大きさは IT への投資の大きさ (IT Dependency) と考えられる。よって、IS Multiplier と IT Dependency からセキュリティリスクレベルを求めることができ る。

2.3 変数の設定

まず、日本産業生産性データベース 2008 年版より、産業分 野ごとの IT 投資の割合を示す IT Dependency を求める。IT Dependency を下記の式から求められる変数 t_i で表す。

$$t_i = \frac{IT_i}{IT_i + nIT_i} \quad (1)$$

IT_i は分野 i の IT 投資ストック、 nIT_i は分野 i の非 IT 投資ス トックを表す。この計算式より t_i は、各分野が全資産のうち、 どの程度を IT 資産への投資に用いているかを表す指標となる。 t_i の数字が大きければ、ネットワーク上の攻撃が行われた場合 に損失する資産の割合が高いということになる。

次に情報技術 2006 年版より情報セキュリティ対策の実施度 合いを示す IS Multiplier を求める。IS Multiplier は下記の式 から求められる変数 m_i で表す。この資料では各企業からどの ような情報セキュリティ対策を行っているかのアンケートをと り、産業分野ごとの対策数の平均をとっている。

$$m_i = \frac{M^*}{M_i} \quad (2)$$

M^* は 107 分野内の各企業の情報セキュリティ対策数の平均数、 M_i は分野 i 内の各企業の情報セキュリティ対策数の平均数で ある。 M_i は IS Measure という変数であり、各産業分野の情報 セキュリティ対策数を示す。 m_i は IS Measure を用いて、各 産業分野の情報セキュリティ対策の度合いを全分野の度合いと 比較した指標であり、IS Multiplier という変数で示す。この数 字が大きければ、他の産業分野に比べて IS 対策の実施数が少 ないということであり、情報セキュリティに脆弱性が存在する ということになる。

t_i と m_i の 2 つの変数から求められるのが分野 i のセキュリ ティリスクレベルである。セキュリティリスクレベルは変数 s_i と表す。

$$s_i = t_i m_i \quad (3)$$

s_i が大きいほど、情報セキュリティに関するリスクが高いとい うことである。この変数を用いて、情報セキュリティの後方依 存性 (Information security backward dependency:ISBD) を求 める。後方依存性とは、ある企業が製品を販売している先の企 業にどれだけ依存しているかであり、この研究ではその販売先 の企業にトラブルが生じた場合にどの程度の損害を被るかを表 す。この研究では同一の産業分野には同じセキュリティリスク レベルの値を用いる。

2.4 地域別の生産高

地域名称	生産高 (10 億ドル)
関東	8175.2
近畿	3042.1
中部	2341.2
九州	1576.6
中国	1176.5
東北	1136.4
北海道	685
四国	508.7
沖縄	116.8

表 1 地域別の生産高

表 1 は地域ごとの生産高である。地域間産業連関表 2005 年

版より、地域ごとの生産高を用いる。関東が最も高く、次いで大きな経済圏と工業地帯を要する近畿、中部と続く。

2.5 ISBD の計算方法

		需要側地域 r		全地域合計	
		需要側分野 j	最終需要	輸入	輸出
供給側地域 q	供給側分野 i	$z_{q,i,r,j}$	$f_{q,i,r}$	$-m_{q,i,r}$	$e_{q,i}$
粗付加価値		$c_{r,j}$			

表 2 ISBD 計算表

本節では ISBD の計算方法について説明する。表 2 は地域間産業連関表を元にした ISBD の計算用の表の例である。地域数を k 個、産業分野数を l 個とする。計算表の $z_{q,i,r,j}$ は地域 q 分野 i から地域 r 分野 j へ販売した製品の合計金額である。 $f_{q,i,r}$ は地域 q 分野 i から地域 r の全分野へ販売した製品の合計金額である。また、 $f_{q,i,r}$ を用いて、2 つのベクトルを定義する。 $f_{q,i,r}$ のうち、供給側と需要側が共に地域 q 分野 i の場合の販売額のみを表す場合はベクトル $f_{q,i}^*$ を、地域 q 分野 i から全地域への販売額の合計を表す場合はベクトル $\hat{f}_{q,i}$ を用いる。

$$f_{q,i}^* = \sum_{r=1}^k f_{q,i,r} (q=r \text{ の要素のみ}) \quad (4)$$

$$\hat{f}_{q,i} = \sum_{r=1}^k f_{q,i,r} \quad (5)$$

次に、 $m_{q,i}$ を要素としてベクトル m を定義する。

$$m = (m_{1,1}, \dots, m_{1,l}, m_{2,1}, \dots, m_{2,l}, \dots, m_{k,1}, \dots, m_{k,l})$$

ここで $m_{q,i}$ は地域 q 分野 i の海外からの輸入費である。マイナスとなっているのは、この要素のみ供給側が支払う側であるためである。

次に計算表の $e_{q,i}$ を要素としてベクトル e を定義する。

$$e = (e_{1,1}, \dots, e_{1,l}, e_{2,1}, \dots, e_{2,l}, \dots, e_{k,1}, \dots, e_{k,l})$$

$e_{q,i}$ は地域 q 分野 i から海外への輸出費である。

次に、計算表の $c_{r,j}$ を要素としてベクトル c を定義する。

$$c = (c_{1,1}, \dots, c_{1,l}, c_{2,1}, \dots, c_{2,l}, \dots, c_{k,1}, \dots, c_{k,l})$$

$c_{r,j}$ は粗付加価値であり、地域 r 分野 j における人件費や税金などの、製品購入費以外の支出である。

次に、 $z_{q,i,r,j}$ と $c_{r,j}$ を元にした $g_{r,j}$ を要素とするベクトル g を定義する。

$$g = (g_{1,1}, \dots, g_{1,l}, g_{2,1}, \dots, g_{2,l}, \dots, g_{k,1}, \dots, g_{k,l})$$

$g_{r,j}$ は地域 r 分野 j の $z_{q,i,r,j}$ の合計と $c_{r,j}$ を足したものであり、地域 r 分野 j の総支出を示す。次に、情報セキュリティにトラブルが生じた場合に地域 r 分野 j の製品購入費がどれだけ減るかを分析するため、分野 i と分野 j のセキュリティリスクレベル s_i と s_j を用いて $\bar{z}_{q,i,r,j}^{\bar{r},j}$ を求める。

$$\bar{z}_{q,i,r,j}^{\bar{r},j} = (1 - s_i s_j) z_{q,i,r,j} \quad (6)$$

$\bar{z}_{q,i,r,j}^{\bar{r},j}$ は地域 r 、分野 j に問題が発生したと仮定したときの購入費であり、供給側の分野と需要側の分野のセキュリティリスクレベルの積の値が大きいほど減少する。これらの値を用いて、投入係数 $a_{q,i,r,j}$ を求める。投入係数は生産物を 1 単位生産するのに必要な材料投入量または原材料の投入割合である。 $a_{q,i,r,j}$ の各インデックスは q は供給側の地域、 i は供給側の産業分野、 r は需要側の地域、 j は需要側の産業分野を示す。

$$a_{q,i,r,j} = \frac{z_{q,i,r,j}}{g_{r,j}} \quad (7)$$

そして、 $a_{q,i,r,j}$ を一つの行列 A にまとめる。行列 A を次のように定義する。

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1,1,1} & \cdots & a_{1,1,k,l} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{1,l,1,1} & \cdots & \vdots \\ a_{2,1,1,1} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k,l,1,1} & \cdots & a_{k,l,k,l} \end{bmatrix} \quad (8)$$

地域ごとに l 個の産業分野をもち、1 つ目の地域内の産業分野が $1 \sim l$ まですべて表示されると 2 つ目の地域に移る。また、 A の対角行列 A^* を定義する。行列 A^* は行列 A の要素のうち、 $q=r$ 以外の a の値を 0 にした行列である。次に、地域 r 、分野 j の情報セキュリティに問題が生じた場合の投入係数を表す行列 $\bar{A}_{\bar{r},j}$ の各要素は次の式で定義される。

$$\bar{a}_{q,i,r,j}^{\bar{r},j} = \frac{\bar{z}_{q,i,r,j}^{\bar{r},j}}{g_{r,j}} \quad (9)$$

行列 $\bar{A}_{\bar{r},j}$ は行列 A と同様の形式で表す。行列 $\bar{A}_{\bar{r},j}^*$ は行列 $\bar{A}_{\bar{r},j}$ の要素のうち、 $q=r$ 以外の a の値を 0 にした行列である。次に、輸入係数である対角行列 B を定義する。輸入係数は最終需要に対する輸入した原材料の割合である。対角行列 B の各要素の $b_{q,i,r,j}$ のうち、 $q=r$ かつ $i=j$ である要素のみを以下の式から導き、それ以外の要素は 0 とする。行列 B は行列 A と同様の形式で表す。

$$b_{q,i,r,j} = \frac{m_{q,i}}{f_{r,j}^*} \quad (10)$$

これらの行列から販売額に対する国内からの投入係数を示すベクトル h を求める。 I は単位行列である。

$$h = \{I - [A - BA^*]\}^{-1} \{\hat{f} - Bf^* + e\} \quad (11)$$

また、セキュリティに問題が生じた場合の h の値としてベクトル \bar{h} を求める。

$$\bar{h}^{\bar{r},j} = \{I - [\bar{A}_{\bar{r},j} - B\bar{A}_{\bar{r},j}^*]\}^{-1} \{\hat{f} - Bf^* + e\} \quad (12)$$

これらの変数を用いて $h - \bar{h}^{\bar{r},j}$ を計算する。 $h - \bar{h}^{\bar{r},j}$ は地域 r 、部門 j に問題が生じた場合にどれだけ販売額が減少するかを示す。これらの変数を用いて総生産に対する販売額減少量の大きさを計算する。本研究ではこの値を ISBD とする。地域 q 分野

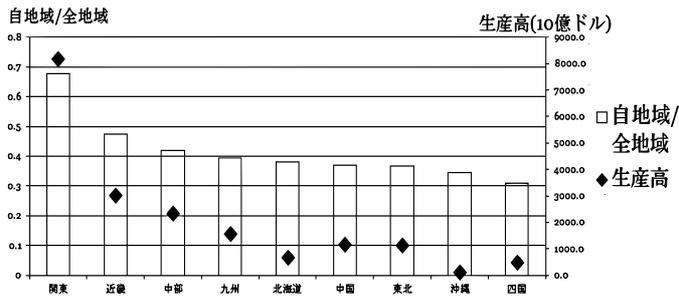


図 1 地域別の依存度割合

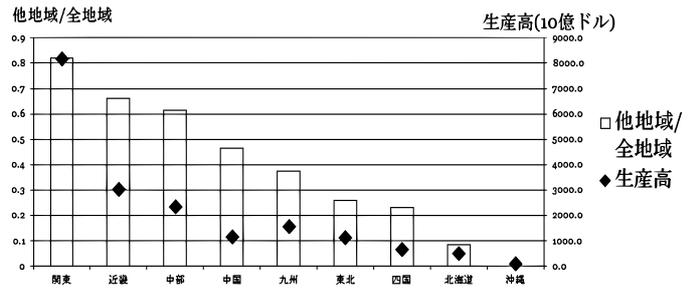


図 2 地域別の被依存度割合

i から地域 r 分野 j への ISBD を $ISBD_{q,i,\bar{r},\bar{j}}$ と定義する .

$$ISBD_{q,i,\bar{r},\bar{j}} = 100 \frac{h_{q,i} - \bar{h}_{q,\bar{j}}}{g_{\bar{r},\bar{j}}} \quad (13)$$

地域・産業分野別の特性を調べるため、今回は ISBD=0.01 でしきい値を設定し、しきい値を超えた組み合わせを依存性の高い組み合わせとして数える。この計算を各地域・産業分野ごとに自らも含めた全地域・産業分野に対して行い、結果から各地域・産業分野の後方への依存性、被依存性を分析する。

3. 地域別相互依存性の分析

3.1 地域別依存度の分析

地域名称	全地域	自地域のみ	他地域のみ	生産高 (10 億ドル)
中部	1520	639	881	2341.2
中国	1516	561	955	1176.5
東北	1493	547	946	1136.4
九州	1470	578	892	1576.6
四国	1468	454	1014	508.7
近畿	1449	685	764	3042.1
北海道	1428	544	884	685
関東	1285	872	413	8175.2
沖縄	1257	434	823	116.8

表 3 地域別の依存度

まずは各地域の依存度について分析する。表 3 は 9 地域それぞれの依存度の合計の値、自地域への依存度のみの値、他地域への依存度のみの値、更に地域ごとの生産高を並べた表である。生産高は 1 ドル=76.75 円で計算している。この表を見ると各地域ごとの依存度の値には大きな差は見られない。しかし、下位に並んでいる地域は生産高が最も高い関東と最も低い沖縄であり、この 2 地域が同程度の低い依存度を持っていることがわかる。

このことから生産高と依存度の値に関連性が見られないことがわかるが、関東と沖縄の他の数値を見ると、この 2 地域は自地域への依存度と他地域への依存度への偏り方が正反対である。よってこの 2 地域はどちらも依存度が低いが、異なる特性を持っていると考えられる。この傾向を確かめるために、9 地域の自地域への依存度の割合と生産高の高さを比較する。図 1 は各地域の依存度のうち、自地域への依存度の割合と生産高の高さを並べたものである。9 地域のうち、自地域への依存度が

半数以上を占めているのは生産高が特に高い関東のみである。しかし、関東に次いで生産高が高い近畿、中部はどちらも半数近くが自地域への依存度であり、これより生産高が低い地域は他地域への依存度が増加していく傾向が見られる。このように生産高が高い地域は自地域内の産業分野へ依存する割合が大きい。これは生産高が高い地域は地域内に様々な分野の多くの企業を有しており、自地域のみでサプライチェーンの大半を形成することができるためだと考えられる。

3.2 地域別被依存度の分析

次に、各地域の被依存度について分析する。表 4 は 9 地域そ

地域名称	全地域	自地域のみ	他地域のみ	生産高 (10 億ドル)
関東	4880	872	4008	8175.2
近畿	2018	685	1333	3042.1
中部	1656	639	1017	2341.2
中国	1051	561	490	1176.5
九州	926	578	348	1576.6
東北	737	547	190	1136.4
北海道	594	544	50	685
四国	590	454	136	508.7
沖縄	434	434	0	116.8

表 4 地域別の被依存度

それぞれの被依存度の値と、その値を自らの地域への被依存度とそれ以外の地域への被依存度に分割した値、更に地域ごとの生産高を全地域への被依存度の合計の降順で並べた表である。依存度の表に比べて被依存度の値は広く分散している。表を見ると生産高が高い地域は被依存度が高く、逆に生産高が低い地域は被依存度が低くなっていることがわかる。これより地域ごとの被依存度は依存度とは異なり、地域ごとの生産高の高さと相関関係にあると考えられる。また、生産高が高い地域は他地域への被依存度の割合が大きいのが、生産高が低い地域は自地域への被依存度の割合が上回っている。この傾向を確かめるため、他地域への被依存度の割合と生産高の高さを比較する。

図 2 は各地域の被依存度のうち、他地域への被依存度の割合と生産高の高さを並べたものである。他地域への被依存度が半数を超えている地域は生産高が高い 3 地域のみであり、それ以外の地域は自地域への被依存度の方が高いという結果となった。特に最も生産高の低い地域である沖縄は他地域への被依存度が 0 であり、他の地域からまったく依存されていない。このように生産高が高い地域は他地域の産業分野から依存される割合が

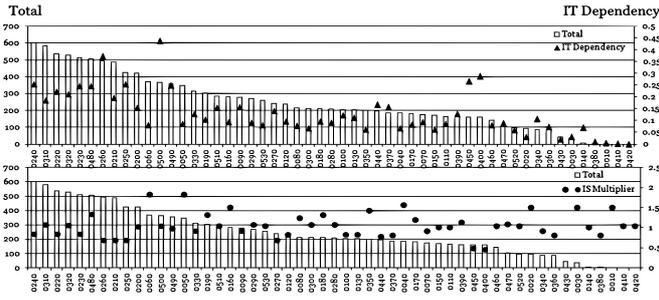


図3 産業分野別の依存度と各特性の比較

部門名称	生産高(10億ドル)	全分野	自分野	他分野	他分野/全分野	依存度順位
医療・保健・社会 保障・介護	718.1072834	507	9	498	0.982248521	6
物品貸貸サービス	157.6382671	365	22	343	0.939726027	12
広告	118.3492638	357	17	340	0.952380952	13
その他の対事業所 サービス	554.6202866	284	19	265	0.933098592	17
その他	71.47658632	258	0	258	1	21
公務	351.553678	142	0	142	1	41
教育・研究	440.7069316	105	0	105	1	42
対個人サービス	677.8111922	96	0	96	1	43

図5 サービス分野の依存度

部門名称	生産高(10億ドル)	全分野	自分野	他分野	他分野/全分野	依存度順位
民生用電気機器	34.53670358	601	28	573	0.95341098	1
その他の輸送機械	73.61966124	582	52	530	0.91065292	2
産業用電気機器	89.32592834	537	43	494	0.91992551	3
精密機械	48.50414332	527	17	510	0.96774194	4
その他の電気機械	82.41865798	512	30	482	0.94140625	5
電子計算機・同付属装置	47.96669707	493	26	467	0.94726166	7
事務用・サービス用機器	52.09623453	488	33	455	0.93237705	8
通信機械・同関連機器	95.50723127	425	10	415	0.97647059	9
一般機械	343.71471010	423	57	366	0.86524823	10
その他の自動車	53.36783062	269	0	269	1.00000000	20
電子部品	211.22809121	240	44	196	0.81666667	22
自動車部品・同付属品	373.27192182	212	33	179	0.84433962	25
乗用車	190.50694463	209	0	209	1.00000000	27

図4 機械分野の依存度

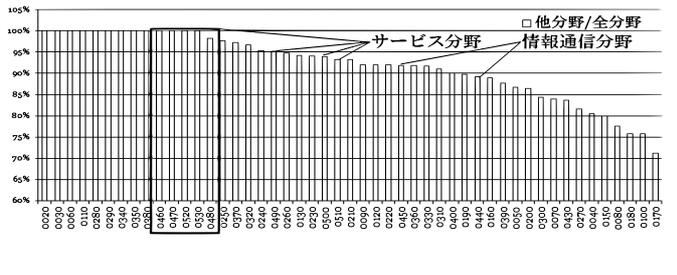


図6 産業分野別の依存度比率

大きい。これは、生産高が高い地域は産業規模が大きいことから多くの地域のサプライチェーンに関連しているためだと考えられる。

3.3 地域別相互依存性の概要

以上の分析結果より、地域別の相互依存性は各地域の生産高の高さと相関関係にあることがわかる。生産高が高い、すなわち産業規模が大きい地域ほど自地域内の分野への依存度が高く、また他地域の分野からの依存度が高くなる傾向がある。

4. 産業分野別相互依存性の分析

次に、産業分野別の相互依存性について分析する。

4.1 産業分野別依存度の分析

産業分野ごとの特性を更に分析するため、依存度の合計と IT Dependency, IS Multiplier を比較する。

図5の上のグラフは IT Dependency との、下のグラフは IS Multiplier との比較である。上のグラフからは依存度が高い産業分野は IT Dependency の値が高い、つまり IT 投資を多く行っている傾向が見られる。また、下のグラフからは依存度と IS Multiplier の間に明確な相関関係は見られない。しかし、IT Dependency が高い産業分野でも IS Multiplier が低い、つまり情報セキュリティ対策を入念に行っている産業分野は依存度が低く抑えられている傾向が見られる。上記の分析より、IT 投資の割合が高いため、予想被害が大きい産業分野でもセキュリティ対策を怠らないことで産業分野間の相互依存性を低くすることができる。

次に、53 分野のうち、機械分野とサービス分野に属する分野の依存度についてまとめる。図6は機械分野に属する分野の依存度と、それがどれだけ他分野に依存しているかの割合をまとめた表である。この表からわかるように機械分野は全分

野の中でも特に依存度が高い分野が多い。これは全体的に IT Dependency が高いことと比較して IS Multiplier が低い傾向をもつためである。その中でも自動車関連と部品関連の分野の依存性はやや低く、中程度の依存度をもっている。これらの分野は IS Multiplier は他の機械分野と同程度だが、IT Dependency が比較的低くなっているためである。また、この4つの分野も更に自動車関連の分野と部品関連の分野で異なる特徴をもっている。自動車関連の分野は自分野内での取引がほとんどなく、逆に部品関連の分野は自分野内での取引が多くなっている。これは前者は完成した自動車は自分野内ではなく、商業分野など外部の分野へ販売されるためである。後者は電子部品などの製品が自分野内で更に大きな部品の製造に利用されるためであると考えられる。

図7はサービス分野に属する分野の依存度と他分野に依存している割合をまとめた表である。この分野も同様に依存度が高い分野と低い分野に明確に分かれた。これはどの分野も IS Multiplier は共通して高いが、依存度が高い分野は IT Dependency が他に比べて高くなっているためである。また、サービス分野はどの分野も他分野への依存度が高い傾向にあり、特に依存度が低い分野は自分野内では取引がほとんど行われないう特性がある。これはサービス産業が他の分野へのサービスを行う事業の集まりであるためと考えられる。特に医療は非常に高い依存度をもつため、他の分野との相互依存性が強い。次に、各分野ごとの依存度の内の他分野への比率を分析する。

図8は産業分野ごとの依存度のうち、他分野への依存度の割合である。このグラフを見ると、ほぼすべての産業分野は他分野への依存度が非常に高い傾向にあり、完全に他分野に依存しているため、自分野には全く依存していない産業分野も多く存在する。また、産業分野別の分布を見ると、特にサービス関連

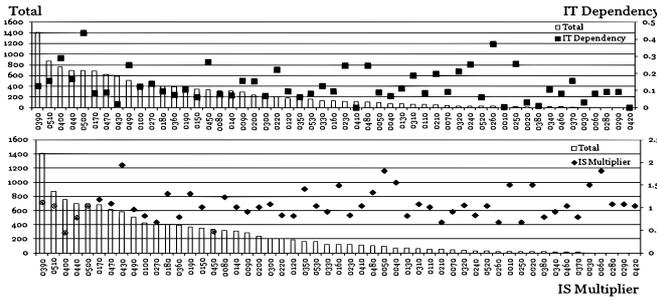


図 7 産業分野別の被依存度と各特性の比較

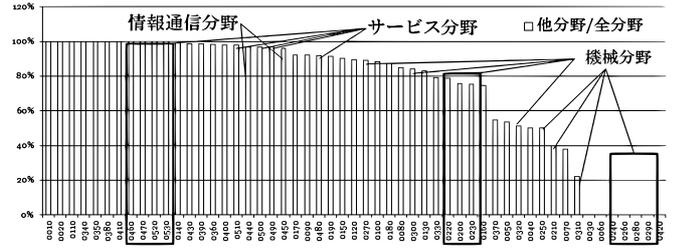


図 10 産業分野別の被依存度比率

部門名称	生産高(10億ドル)	全分野	自分野	他分野	他分野/全分野	被依存度順位
電子部品	211.2280912	404	44	360	0.891089109	11
一般機械	343.7147101	237	57	180	0.759493671	20
自動車部品・同付属品	373.2719218	208	33	175	0.841346154	21
産業用電気機器	89.32592834	203	43	160	0.78817734	22
その他の電気機械	82.41865798	122	30	92	0.754098361	28
その他の輸送機械	73.61966124	67	52	15	0.223880597	34
事務用・サービス用機器	52.09623453	55	33	22	0.4	36
精密機械	48.50414332	35	17	18	0.514285714	38
民生用電気機器	34.53670358	28	28	0	0	39
電子計算機・同付属装置	47.96669707	26	26	0	0	41
通信機械・同関連機器	95.50723127	20	10	10	0.5	43
乗用車	190.5069446	0	0	0	0	51
その他の自動車	53.36783062	0	0	0	0	52

図 8 機械分野の被依存度

部門名称	生産高(10億ドル)	全分野	自分野	他分野	他分野/全分野	被依存度順位
その他の対事業所サービス	554.6202866	874	19	855	0.97826087	2
物品賃貸サービス	157.6382671	696	22	674	0.968390805	5
教育・研究	440.7069316	617	0	617	1	7
広告	118.3492638	507	17	490	0.966469428	9
その他	71.47658632	161	0	161	1	25
医療・保健・社会保障・介護	718.1072834	108	9	99	0.916666667	30
対個人サービス	677.8111922	27	0	27	1	40
公務	351.5536678	14	0	14	1	47

図 9 サービス分野の被依存度

の分野は他分野への依存度が高い産業分野が多い。情報通信産業関連の分野は2分野とも他分野への依存度は比較的低い値となっている。また、機械関連の分野は他分野への依存度が高い産業分野も低い産業分野も存在し、広く分散している。

4.2 産業分野別被依存度の分析

次に、産業分野ごとの被依存度の合計と IT Dependency, IS Multiplier を比較する。

図 9 の上のグラフは IT Dependency との、下のグラフは IS Multiplier との比較である。分野ごとの被依存度の高さと IT Dependency, IS Multiplier を比較すると依存度とは異なり、どちらも関連性が見られない。

次に、依存度と同様に機械分野とサービス分野に属する分野の被依存度についてまとめる。図 10 は機械分野に属する分野の被依存度と他分野への被依存度の割合をまとめた表である。機械分野は電子部品分野のみが特に高い被依存度をもっている。また、被依存度自体が低くなると他分野への依存度も下がっていく傾向が見られる。特に自動車関連の分野は被依存度が 0 であるため、どの分野からも依存されていないことがわかる。

図 11 はサービス分野に属する分野の被依存度と他分野への

被依存度の割合をまとめた表である。サービス分野には非常に高い被依存度をもつ分野が多く存在している。また、すべての分野が他分野から依存される割合が高く、自分野からはまったく依存されていない分野も半数を占めるため、53 分野の中でも多くの分野がサービス分野に対して依存していることがわかる。

次に、各分野ごとの被依存度のうち、他分野への比率を分析する。図 12 は産業分野ごとの被依存度のうち、他分野への被依存度の割合である。このように他分野への被依存度は依存度に比べて割合が低い分野が多くなっている。つまり、どの分野も自分野内から依存されやすいということである。ただし、被依存度が 0 の分野には他分野だけでなく自分野からもまったく依存されない分野(被依存度 0)も存在している。産業分野別の分布を見ると、サービス分野に属する分野は依存度と同じように高い値を持つ分野が多い。反対に、機械分野に属する分野は依存度の値と比べ低い値を持つ分野が多くなっている。情報通信分野に属する分野はどちらも他分野への被依存度が高く、依存されやすい分野であることが分かる。

4.3 産業分野別相互依存性の概要

産業分野ごとの相互依存性は情報セキュリティへの取り組み方からは関連性が見られないが、IT 資産への投資の割合が大きいほど高くなる傾向が見られた。更に依存性と被依存性を比較すると、依存性のほうが他分野への割合が大きくなる分野が多い。また、産業分野別に見てみると、サービス分野のように依存性・被依存性が共に他分野への割合が大きい分野や、機械分野や情報通信分野のように依存性と被依存性で割合の偏り方が異なる分野など、分野ごとに特徴が大きく異なっている。

5. 結論

以上より、経済学的な視点から日本の地域別、産業分野別の情報セキュリティの相互依存性について分析を行った。

地域別で見ると地域ごとの産業規模の大きさに関連して他地域への依存度、被依存度の割合が大きく変化することが明らかになった。関東のように生産高の高い地域の産業分野は、自らの地域内の分野に依存しやすく、また他の地域からも強く依存されやすい。そのため、関東の企業に問題が生じた場合は広範囲の地域へと被害が広がる可能性が高い。よって、そのような生産高の高い関東や中部地方の情報セキュリティを積極的に向上することが日本全体にとって有益である。

次に、産業分野別で見ると IT 投資の割合が多い産業分野ほど依存度が高くなりやすい傾向が見られた。ただし、そのような分野でも情報セキュリティ対策を厳重に行うことにより依存度を低下させることが可能である。また、全分野の中でも特に相互依存性が高い産業分野は各種サービス分野であることがわかる。サービス分野に属する分野は依存性・被依存性共に高い値をもち、更にそのうち他分野との間での割合が高いため、外部への影響、または外部からの影響を大きく受けやすい。そのため、IT 投資の割合が多い産業分野、特にサービス関連の分野の情報セキュリティを積極的に向上させることにより日本全体の情報セキュリティの質を高めることができる。

文 献

- [1] Bongkot Jenjarrussakul, Hideyuki Tanaka, Kanta Matsuura, “ Empirical Study on Interdependency of Information Security between Japanese Industrial Sectors and Regions ”, Seventh Annual Forum on Financial Information Systems and Cybersecurity: A Public Policy Perspective, 2011.
- [2] 地域間産業連関表 2005 年版, 経済産業省.
- [3] 情報技術 2006 年版, 経済産業省.
- [4] 日本産業生産性データベース 2008 年版, 経済産業研究所.