

利用者の操作による個人情報流通における セキュリティと利便性の評価手法の検討と考察

西田祥子[†] 高橋誠治[†] 山本隆広[†]

従来、FTAを拡張したセキュリティと利便性を同時に評価する手法では、計算簡易化のため、複数エラーの同時発生を低確率として評価対象外にしていた。しかし、同時発生のコストが膨大となる場合は評価対象外にできず、コストの値の設定の増加、計算の複雑化という課題があった。本論文は、個人情報を流通するシステムの事例において、漏えい個人情報価値の概念を導入し、コストの組合せ数を縮退させ、設定と計算を簡易化する手法を提案する。

Consideration on methods to evaluate security and usability at a user-driven circulation system of personal information

Shoko Nishida[†] Seiji Takahashi[†] and Takahiro Yamamoto[†]

Previously, when evaluating security and usability by extended FTA methods, it is usual to ignore the probability of coincidence of two or more errors to simplify calculation. But in case that security cost of the coincidence of errors is extensive, it can not be ignored, so the number of values of security cost to be set increases and calculations will be complicated. This paper proposes a method to simplify the setting of values and calculations by introducing the concept of the value of personal information leaked and decreasing combinations of each security cost at a circulation system of personal information.

1. はじめに

近年、行政機関と民間企業の間で個人情報を流通する引越しワンストップサービスなど、ネットワーク上で個人情報を流通するシステム（以下、個人情報流通システム）の実現と普及・定着が望まれている[1]。しかし、利用者の想定しない個人情報が流通してしまった場合、利用者に経済的、精神的損害を与えるとともに、賠償問題、訴訟問題にまで発展することがある[2]。更に、想定しない個人情報を流通してしまった企業は企業イメージや信頼性を大きく損ない、顧客が離れてしまう可能性もある。そのため企業は、利用者の操作において、流通の前に複数回確認画面を表示し操作させることや、ICカードを使用させる等、セキュリティを強化する対策を実施している。しかしながら、過度のセキュリティ対策は、利用者の利便性を低下させることに繋がり、サービス自体の普及・定着に繋がらないことになってしまう。

このように、セキュリティと利便性の要求レベルのバランスを満たしたシステムを提供することが重要であるが、セキュリティと利便性はトレードオフの関係になるため、バランスを満たしたシステムを容易に提供することは難しい。そのため、セキュリティと利便性を同時に評価する手法として、FTA（フォルトツリー分析）[3]を拡張した手法が提案されているが、従来の手法では計算簡易化のため、確率が小さくなる複数エラーの同時発生は評価対象外としていた。しかし、個人情報流通においては、単独エラー発生時の損害に対し、複数のエラーの同時発生時の損害が膨大となる。そのため、複数のエラーが同時に生じた低確率の部分も含めて評価する必要がある。

本研究では、ネットワーク上で個人情報を流通するシステムにおいて、複数の個人情報が流通した損害の数値を考慮したセキュリティと利便性のトレードオフの関係を評価する手法を提案する。本稿の構成は以下のとおりである。まず、2章では、関連研究と課題について述べ、3章では、個人情報の項目に着目した場合の計算方法の簡略化の提案を行う。その後、4章にユースケースによる計算方法の簡略化の具体例を説明し、評価結果を示す。そして5章で考察と今後の課題を述べて本稿のまとめとする。

2. 関連研究と課題

2.1 関連研究

セキュリティと利便性を評価する手法として、FTA[3]を用いた評価手法が提案されている。FTAとは、従来、信頼性・安全工学の分野において使われている手法であり、評価対象とする機器やシステムに対して、望ましくない事象を頂上事象として定義し、

[†]NTT サービスインテグレーション基盤研究所
NTT Service Integration Labs.

その事象がおこる要因を AND/OR のゲートを用いて分解してツリーを作成し、ツリーの最下位の事象（基本事象）が発生する確率から、望ましくない事象が発生する確率や対策を決定するというトップダウンアプローチによる評価手法である。

加藤らは、組織のネットワークにおいて、ユーザが通常で利用できないサービスを特別に利用するための妥当性を証明するために、FTA 解析を用いてリスク発生確率とユーザの利便性を定量的に算出し、管理者はリスクの発生確率を、ユーザは新たな制約をそれぞれ許容できるかどうかで、特別利用の実施可否を決定する手法を提案している[4][5]。

一方、芝口らは、セキュリティとコストの間のトレードオフの問題に対し、適切なセキュリティ対策を選定するための仕事量を考慮したセキュリティ対策選定手法を提案している。[6]この手法は、就業者に対する脅威、採用可能な対策を分析し、各対策に徹底度を付与し、一定期間ごとに就業者の仕事量を評価することによりその仕事量と徹底度をもとにその期間に採るべき対策を決定する手法である。これにより、あるケーススタディにおいて、単位時間当たりの残業コストが比較的高く、仕事量が一定でないような企業の場合、対策固定のときと比較して 10% 以上も期待支出を削減できるという結果が示されている。

2.2 課題

このように FTA を拡張することでセキュリティと利便性を評価できることが示されているが、従来の手法では、複数エラーの同時発生時の評価手法は対象外としている。しかし、複数エラーの同時発生による損害コストが膨大になる場合には、複数エラーの同時発生も含めて評価する必要があるが、同時発生時を評価する場合、複数エラーの組合せにより、各々のコストの値が変わってくるため、各々のコストを設定しなくてはならない。

例えば、基本事象が 2 個あるシステムにおいて、事象 i と事象 j が発生する確率を p_i , p_j , セキュリティのコストを s_i , s_j , 利便性のコストを u_i , u_j とし、事象 i と事象 j が同時に発生した場合のセキュリティのコストを s_{ij} , 利便性のコストを u_{ij} とした場合、セキュリティの期待値 S と利便性の期待値 U は、各々のコストと発生確率から算出され、

$$\begin{aligned} S &= p_i \cdot s_i + p_j \cdot s_j - p_i p_j (s_i + s_j - s_{ij}) \\ U &= p_i \cdot u_i + p_j \cdot u_j - p_i p_j (u_i + u_j - u_{ij}) \end{aligned} \quad (2-1)$$

となる。このように、2 つの基本事象がある場合、コストは各々 3 つ設定する必要がある。基本事象が n 個あるシステムにおいては、セキュリティの期待値 S と利便性の期待値 U の計算式は、

$$\begin{aligned} S(n) &= \sum_{i=1}^n p_i \cdot s_i - \sum_{i=1}^n p_i \sum_{j=1}^n p_j \cdot \left(\sum_{i=1}^n s_i - \sum_{j=1}^n s_{ij} \right) + \sum_{i=1}^n p_i \sum_{j=1}^n p_j \sum_{k=1}^n p_k \cdot \left(\sum_{i=1}^n s_i - \sum_{j=1}^n s_{ij} + \sum_{k=1}^n s_{ijk} \right) \\ &+ \dots - (-1)^n \cdot \sum_{i=1}^n p_i \dots \sum_{n=1}^n p_n \cdot \left(\sum_{i=1}^n s_i - \sum_{j=1}^n s_{ij} + \dots - (-1)^n \cdot \sum_{i=1}^n s_{ij\dots n} \right) \\ U(n) &= \sum_{i=1}^n p_i \cdot u_i - \sum_{i=1}^n p_i \sum_{j=1}^n p_j \cdot \left(\sum_{i=1}^n u_i - \sum_{j=1}^n u_{ij} \right) + \sum_{i=1}^n p_i \sum_{j=1}^n p_j \sum_{k=1}^n p_k \cdot \left(\sum_{i=1}^n u_i - \sum_{j=1}^n u_{ij} + \sum_{k=1}^n u_{ijk} \right) \\ &+ \dots - (-1)^n \cdot \sum_{i=1}^n p_i \dots \sum_{n=1}^n p_n \cdot \left(\sum_{i=1}^n u_i - \sum_{j=1}^n u_{ij} + \dots - (-1)^n \cdot \sum_{i=1}^n u_{ij\dots n} \right) \end{aligned} \quad (i < j < \dots < n) \quad (2-2)$$

となり、事象数 n の増加に伴い計算対象の項が増加し、期待値算出のための計算量が膨大となる。加えて、同時発生部分のコストを設定する必要があり、設定する全てのコスト数 N は、

$$N(n) = \sum_{i=1}^n C_i = 2^n - 1 \quad (2-3)$$

となり、事象数 n の増加に伴い、コストの設定数 N が増加し煩雑となる。

3. 提案手法

2 章で説明した課題を解決する手法を個人情報流通システムの事例において提案する。具体的な提案手法は以下である。

- (1) 評価対象の特定（個人情報流通システムの定義）
- (2) リスクの分析とツリーの作成
- (3) セキュリティの損害のパラメータの特定と計算簡略化の手法
- (4) 利便性の損害のパラメータの特定と計算簡略化の手法

3.1 個人情報流通システムの定義

まず、評価対象とする個人情報流通システムの説明を行う。個人情報流通システムは、利用者の操作によってネットワーク上の異なるシステム間で個人情報を流通するシステムであり、個人情報を流通する前には、流通する項目に誤りがないか確認画面を表示し、操作ミスがあった場合に操作のやり直しを実施させることで、操作ミスによる個人情報流通を抑制するものとする。サービス例としては、利用者が複数の SNS サービスの間で個人情報を流通・連携させるサービスや、医療情報のようなセンシティブな個人情報を扱うサービス、携帯電話などの契約時に運転免許証などの行政機関が保有する個人情報を流通させるサービスなど、多岐の分野が考えられる。

本提案手法では、運転免許証に記載されている「氏名」「住所」「電話番号」「生年月日」「免許証番号」「本籍」の 6 項目と、クレジットカードに記載されている「氏名」

「クレジット番号」の2項目の計8項目を流通する個人情報流通システム（「契約サービス」とする）を例に評価を実施する。

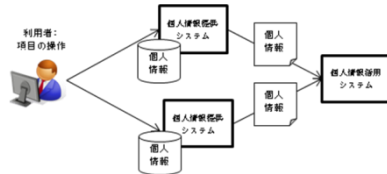


図1 個人情報流通システム

3.2 リスクの分析とツリーの作成

次に、個人情報流通システムの構成を整理し、脅威が発生する個所を特定する。個人情報流通システムは、「利用者が自身の操作で個人情報を流通できること」を目的としているシステムのため、「利用者が想定しない個人情報が流通する」ことが最も望ましくない事象である。これを頂上事象の脅威とし、この事象が発生する要因を展開したツリーを図2に示す。なお、「内部外部の不正による流通」、「システムの故障による流通」に関しては、システムの設計に依存するため本評価では展開しない事象とした。

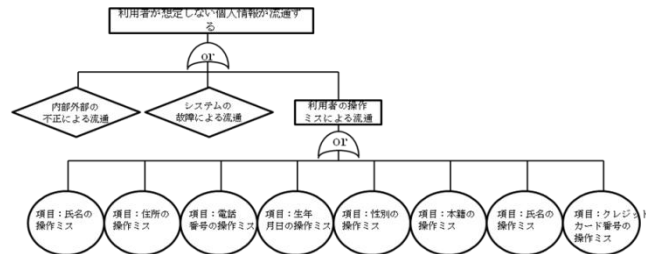


図2 個人情報流通システムのフォルトツリー

3.3 セキュリティの損害のパラメータの特定と計算簡略化の手法

次に、作成したツリーの基本事象が発生した時のセキュリティのコストのパラメータの推定をする。3章で示した脅威から、セキュリティのコストは「利用者が想定しない個人情報が流通した時の損害コスト」とし、コストの値は、NPO 日本ネットワークセキュリティ協会により示されている漏えい個人情報価値[2]を参考に設定した。漏えい個人情報価値とは個人情報が漏えいした場合の想定損害賠償額を算出するための値の1つであり、「個人情報が漏えいした際に被害者に与える影響を、経済的損失と精神的苦痛という2種類の観点からで分類し、実被害への結びつきや

すさを考慮して補正を加えたもの」であって、個人情報の項目ごとにその値は異なる。そのため、個人情報の各々の項目が流出した場合や複数の項目が同時に流出した場合のコストを計算することができ、(3-1)として算出式が定義されている。

$$\text{漏えい個人情報価値} = \text{基礎情報価値} \times \text{機微情報度} \times \text{本人特定容易度} \quad (3-1)$$

- (1) 基礎情報価値
 個人情報の項目や、項目の組合せによらず、一律500ポイントを取る。
- (2) 機微情報度
 経済的損失レベル x と、精神的苦痛レベル y の2つの数値から構成され、 x および y は1, 2, 3のいずれかの数値を持ち、(3-2)として算出される。なお、複数の項目が流通した場合は、個人情報の各項目の x 及び y の最大値を取る。

$$\text{機微情報度} = 10^{\hat{x}-1} + 5^{\hat{y}-1} \quad (3-2)$$

- (3) 本人特定容易度
 本人特定容易度 z は、漏えいした個人情報からの本人特定のし易さを表すものである。①「<氏名+住所>が含まれる場合は6」、②「<氏名>または<住所+電話番号>が含まれる場合は3」、③「その他の項目が含まれる場合は1」という判定基準により算出される。

以上より求められた漏えい個人情報価値をセキュリティのコストとする。この算出方法を用いた場合、1つの項目が流通する場合と比較して、複数の個人情報の項目が流通する数値は最大375倍のコストとなり、セキュリティのコストの差は最大でも3桁以下となる。

3.3.1 セキュリティの期待値の計算方法の簡略化

次に、セキュリティのコストのオーダーから、セキュリティの期待値の計算を簡略化する。単一の項目が流通する発生確率を 10^{-m} 程度とした場合、1個の個人情報が流通する部分の期待値 S は $10^{-m} < S < 10^{3-m}$ の値を取り、 n 個の個人情報が同時に流通する部分の期待値は $10^{-nm} < S < 10^{3-nm}$ となる。ここで、計算が有効となる対象範囲を考えると、 $\frac{m+3}{m}$ 個以上の項目が流通した部分の期待値は、単一の項目が流通した部分の期待値と比較すると非常に小さくため、誤差として扱うことができる。そのため、複数エラーの同時発生において計算が必要な範囲を n' とすると、

$$n' < \frac{m+3}{m} \quad (3-3)$$

となる。これにより、事象の数が3つ以上の場合において計算を簡略化することができる。

3.3.2 コストの設定数の削減手法

3.3.1 で求められた n' から、コストの設定数は n' 個の項目が同時に流通する部分まで設定すればよくなるため、設定をするコスト数 $N'(n)$ は、

$$N'(n) = \sum_{i=1}^{\frac{n+3}{m}} n C_i \quad (3-4)$$

となり、セキュリティのコスト設定数は事象の数が3つ以上の場合において軽減することができる。

3.4 利便性の損失の設定手法と計算方法

次に、利便性のコストのパラメータを推定する。3章で示した脅威から利便性のコストは「利用者が個人情報を流通する操作を間違った場合、確認画面を表示し、利用者に再度操作を実施させ、正しい操作を再実行させるまでにかかる時間(以下、所要時間)」とする。この時、単一の個人情報に対する所要時間 u_i , u_j とし複数の項目の個人情報に対する所要時間 u_{ij} とした場合、 u_{ij} は個々にかかる所要時間の和 $u_{ij}=u_i+u_j$ とすることができる。そのため、利便性の期待値は第2項目以降が0となり、

$$U(n) = \sum_{i=1}^n u_i \cdot p_i \quad (3-5)$$

となる。以上から、計算を簡略化できるとともに、複数の項目が同時に流通した場合の所要時間のコストを設定する必要がなく、その結果は従来の評価手法で求めることができる。

4. ユースケースによる提案手法の有効性の提示

3章で示した8個の個人情報を流通する個人情報流通システムを用いて、セキュリティの計算の簡略化を具体的に示し、考察を述べる。なお、各項目が流通する発生確率は $p=0.1$ の一定値をとるものとし、利便性のコストである所要時間は $u=1$ とした。

4.1 評価対象のオーダとコストの設定数の対象範囲の決定

まず評価対象の範囲を特定する。発生確率のオーダは $m=1$ のため、(3-2) から

3つの複数エラーまでの期待値を算出すればよい。これにより、セキュリティの期待値の計算式は(4-1)となる。

$$S(n) = \sum_{i=1}^n s_i \cdot p_i - \sum_{i=1}^n p_i \sum_{j=1}^n p_j \cdot \left(\sum_{i=1}^n s_i - \sum_{j=1}^n s_{ij} \right) + \sum_{i=1}^n p_i \sum_{j=1}^n p_j \sum_{k=1}^n p_k \cdot \left(\sum_{i=1}^n s_i - \sum_{j=1}^n s_{ij} + \sum_{j=1}^n s_{ijk} \right) \quad (i < j < \dots < n) \quad (4-1)$$

またコストの設定数の範囲も、3つの複数エラーのコストまで考えればよいので、コストの設定をする必要がないコストの設定数は

$$\Delta N(8) = \sum_{i=1}^8 s_i C_i - \sum_{i=1}^3 s_i C_i \quad (4-2)$$

となり、 $255-92=163$ 項目分削減することができる。これらより、発生確率のオーダ m に応じて、計算を簡略化でき、コストの設定数を削減できることが分かる。

4.2 セキュリティの値の設定数の算出とコストの設定

次に、設定するコストの設定数を決定するとともに、各コストの値を設定する。漏えい個人情報価値において、各項目の x, y, z の値は表1のように規定されている。

表1 個人情報の各項目のパラメータ

個人情報の項目		機微情報度		本人特定容易度
		x	y	z
1	氏名	1	1	3
2	住所	1	1	1
3	電話番号	1	1	1
4	生年月日	1	1	1
5	性別	1	1	1
6	本籍	3	1	1
7	氏名	1	1	3
8	クレジットカード番号	1	2	1

機微情報度は、3章で示した算出方法より、各項目の (x, y) の最大値を取って計算するため、 (x, y) が同じ値の項目は、1つの種類と考えることができ、「本籍 (3,1)」「クレジットカード番号 (1,2)」「その他の項目 (1,1)」の3種類として計算することが可能となる。よって、複数の項目が同時に流通した場合は、 (x, y) は $(1,1), (1,2), (3,1), (3,2)$ の4通りに集約される。この (x, y) の値を(3-2)に代入し算出する。一方、本人特定容易度は、情報の組合せにより、本人の特定のしやすさを3章で示した判定基準より算出

し、 $z=1,3,6$ の3通りに集約される。

以上から、セキュリティのコストの設定数とコストを算出する。ここで、4.1 で示した通り、コストの設定数は3つの項目の重複までを算出すればよいため、 $(4 \times 3) = 12$ 通りから「本籍」「クレジットカード番号」「氏名」「住所」の組合せを除いた11通りとなる。(3-1) から算出したコストを表2に示す。

表2 個人情報の組み合わせによるコスト

コスト	個人情報の項目		
303000	本籍	氏名	住所
307500	本籍	クレジットカード番号	氏名
151500	本籍	氏名	なし、または「クレジットカード番号」「住所」以外
	本籍	住所	電話番号
52500	本籍	クレジットカード番号	なし、または「氏名」、「氏名・住所」「住所・電話番号」以外
50500	本籍	なし、または「氏名」「住所・電話番号」「クレジットカード番号」以外	
18000	クレジットカード番号	氏名	住所
9000	クレジットカード番号	氏名	なし、または「住所」「本籍」以外
		住所	電話番号
6000	氏名	住所	
3000	クレジットカード番号	なし、または「氏名」「氏名・住所」「住所・電話番号」「本籍」以外	
		氏名	なし、または「本籍」「クレジットカード番号」「住所」以外
3000	住所	電話番号	
		なし、または「本籍」「クレジットカード番号」「氏名」以外	
1000	その他(1項目もしくは2,3項目)		

4.3 計算結果と考察

以上より求められたセキュリティのコストを用い、発生確率を $p=0.1$, $p=0.05$, $p=0.2$ と変更した場合のセキュリティの期待値を表3に示す。

この結果から、複数エラーの同時発生によるコストが無視できないこと、発生確率によっては極めて大きな影響を与えていることが分かる。

表3 発生確率によるセキュリティの期待値

発生確率	本提案手法による評価	従来手法による評価	差分 (%)
	セキュリティ期待値	セキュリティ期待値	
$p=0.05$	6.35	7.28	12.77472527
$P=0.1$	12.7	17.126	25.84374635
$p=0.2$	25.4	45.928	44.69604599

次に、項目数、項目の内容に応じた本提案手法の効果を考察するため、さらに5つのサービスユースケースについて評価した。表4に各々のユースケースで流通する個人情報の項目を、表5に本提案の適用前後のコストの設定数及び、コストの最小値と最大値を示す。なお、発生確率は $p=0.1$ の一定値とした。

表4 各ユースケースで流通する項目数と項目名

項番	ユースケース名	項目数	項目
1	SNS 登録サービス	3	氏名, 性別, メールアドレス
2	買い物サービス	3	氏名, 本籍, クレジットカード番号
3	レコメンドサービス	5	生年月日, 性別, 位置情報, 購入記録, メールアドレス
4	学生証提示サービス	5	氏名, 住所, 電話番号, 生年月日, 学校名
5	SNS 活用サービス	8	氏名, 住所, 会員番号, 生年月日, メールアドレス, 血液型, 氏名, 学校名
6	契約サービス (4章で評価済み)	11	氏名, 住所, 電話番号, 生年月日, 本籍, 免許証番号, 氏名, クレジット番号

表5 コスト設定数の変化

項番	項目数	適用前設定数	適用後設定数	コスト最小値	コスト最大値
1	3	7	2	1000	3000
2	3	7	7	1000	157500
3	5	31	4	1000	4500
4	5	31	3	1000	6000
5	8	255	3	1000	6000
6	8	255	8	1000	151500

これらの結果から、①流通する個人情報の項目が多く、②コストの最大値と最小値の差が小さくなるような個人情報を流通する場合に、コストの設定数がより削減できることが分かる。

4.4 従来の評価手法と提案手法からの考察

次に、提案手法を適用した評価方式と従来の評価方式の計算結果を表4に示す。これらの結果より、表5でのコストの最大値と最小値の差が大きくなユースケースほど、複数エラーの同時発生が大きく影響することが分かる。

以上より、FTAを拡張したセキュリティと利便性の評価において、複数エラーの同時発生時の損害のコストが膨大になる場合は、発生確率のオーダーに合わせて、複数エラーも含めて評価することが必要であるといえる。

表6 本提案適用前後の評価結果

項番	本提案による評価	従来の手法による評価	差分 (%)
	セキュリティ期待値	セキュリティ期待値	
1	1	0.942	-6.157112527
2	11.3	13.302	15.05036837
3	4.5	4.32	-4.166666667
4	1.4	1.308	-7.033639144
5	2.4	2.002	-19.88011988
6	12.7	17.126	25.84374635

5. まとめと今後の課題

5.1 まとめ

本稿では、従来のFTAを拡張したセキュリティと利便性の評価手法で評価対象外とされていた複数エラーの同時発生部分に対し、複数エラーの同時発生時の損害のコストが膨大となるようなケースにおいては同時発生部分の評価が必要であることを示した。その際、計算量が膨大になり、コストの設定数が増加するという課題に対し、セキュリティの評価は、個人情報流通システムの事例において、漏えい個人情報の概念を導入しコストのオーダーを見積もることで、評価対象の範囲を決定し計算の簡略化・コストの設定数の削減ができることを示した。また、利便性の評価は、コストを、所要時間とすることで、従来の評価手法の計算式と同様に評価できることを示した。更に、損害コストの差が大きくなるほど、同時発生時のコストが大きく影響することを示した。

5.2 今後の課題

今後の課題としては以下のとおりである。

- (1) 個人情報流通システムの事例において、利用者が複数のシステムから「住所」を流通する場合に、あるシステムからは引越し前の住所、もう一方のシステムからは引越し後の住所が流通するなど、個人情報の項目が同一の場合でも、個人情報の内容が異なっていた場合に、同一のコストと考えて評価するのか、異なるコストを設定するかを検討することが必要である。
- (2) 本評価において、各事象の発生確率は一定値として期待値を算出している。しかし、各事象の発生確率は様々な統計情報が必要であることから、統計情報を収集するもしくは妥当性のある発生確率を設定する方式を考える必要がある。
- (3) 本評価において利便性の損失である所要時間コストは一定値として算出している。しかし、免許証情報やクレジットカード情報などといった、複数の異なるシステムから個人情報を流通する場合、各々のシステムでセキュリティ対策が異なっており、所要時間が異なることが考えられる。そのため、システムごとに妥当性のある所要時間の設定手法を検討し、評価する必要がある。

参考文献

- 1) IT戦略本部, "新たな情報通信技術戦略"
:http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/100622.pdf, 2010.05.
- 2)セキュリティ被害調査ワーキンググループ"2009年 情報セキュリティインシデントに関する調査報告書 Ver.1.1"NPO 日本ネットワークセキュリティ協会,2010.7.
- 3)島岡 淳著,塩見 弘,"FMEA、FTAの活用(日科技連信頼性工学シリーズ(7))",日科技連1983.
- 4)加藤弘一, 松林大樹, 勅使河原可海, "ユーザの望むセキュリティと利便性を実現する端末設定決定方式の提案", 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.9, pp.2257-2273, 2009.9.
- 5)加藤弘一, 勅使河原可海, 利便性とセキュリティの動的移行によるユーザ要求の自動交渉方式の検討, 情報処理学会研究報告 2007-CSEC- 36, pp.219-224, 2007.
- 6)芝口 誠仁,稲場 太郎,中山 佑輝,岡田 謙一,"仕事量及び利便性低下度に着目したセキュリティ対策選定手法",第72回GN研究会,Vol.2009-GN-72 No.11,pp.1-6,2009.