これから“セキュリティ技術”を学ぶ方へ

◎『セキュリティ技術の教科書』の執筆コンセプト

本書は，次のような方を想定読者として執筆しました。

・これから社会人になり，IT パーソンとして活躍しようと志している学生の方
・既に IT パーソンとして実務を行いながら，セキュリティ技術全般を学習しようとする方
・情報処理安全確保支援士試験の午前Ⅱ試験におけるセキュリティ分野の専門知識を効率的，かつ，しっかりと理解したい方

セキュリティに係わる IT パーソンは，ホワイトハッカー（3.1.2 参照）と呼ばれるようなセキュリティプロフェッショナルと，その他の様々な領域の IT プロフェッショナルに分類されます。後者の“様々”というのは，プログラマやシステムアーキテクト，ネットワークエンジニアや基盤系エンジニア，フィールドエンジニア，データベースエンジニアや組込みエンジニア，IT コンサルタントやプロジェクトマネージャ，サービスマネージャやシステム監査人などです。

セキュリティに係わる IT パーソンのうち，95％は後者だと言われています。職種が多いので当然です。重要なポイントは，セキュリティプロフェッショナルはもちろん，他のいずれの領域で活動するにしても，セキュリティ技術の知識が必要だということです。

このような多様な IT パーソンの方向けに，ITSS（IT スキル標準）レベル 3 ～ 4 のセキュリティ技術全般の基礎を整理しました。そのため，ITSS レベル 2（基本情報技術者）の IT 知識をもっている方がより知識を深めるのに最適です。

◎執筆に当たって

本書は，情報処理安全確保支援士試験の対策セミナー向けのレジュメをベースに制作しました。レジュメに対する典型的なご意見は，「コンパクトでよくまとまっているけど，読んだだけでは分からない部分があります」でした。書籍として制作する機会を得て，「読んで分かる」を目指して再構成・加筆しました。

IT 技術全般と同様，セキュリティ技術の学習では，目に見えない概念的（論理的）な内容を理解することが必要です。そこで，本書では図解を心がけています。理解を定着させるためには，自分で図を描いてみることをお勧めします。

本書を学習して十分に理解したセキュリティ技術の基本が，現場におけるセキュリティ実践の礎として役立つことを期待しています。

◎第２版について

第２版は，第１版のマイナーチェンジ版で全体の構成は変わりません。変更点は次のとおりです。

・第１版へのご意見や技術の動向を考慮して，文章表現や説明内容を見直しました。
・第１版の出版後に情報処理安全確保支援士試験で出題された，DMARC や FIDO といった重要技術を追加しました。
・例題演習の問題を３割入れ替えました。

2020.3　著者　長嶋　仁

◎本書の構成と使い方

(1) 本書の構成と使い方

11 章に分類したセキュリティ技術の説明と，各章の大きな節ごとの例題演習で構成しています。例題は，情報セキュリティスペシャリスト試験や応用情報技術者試験の午前問題です。インプットとアウトプットを組み合わせるのが効果的です。例題の解答解説は，全体をまとめて第 12 章に記載しています。

(2) 英字の略号のルビについて

ルビを付けているのは，アルファベット読みではないものです。読み方は唯一ではないものもあります。本書では代表的なものを掲載しています。

例 ARP（アープ） “エーアールピー”ではなく“アープ”なのでルビを付けています。
TLS “ティーエルエス”なのでルビを付けていません。

(3) 法令，規格，ガイドラインについて

法令，規格，ガイドラインなどは，出版後に改正される可能性がありますので，必要に応じて最新の情報を確認してください。

Pick up　―情報処理安全確保支援士試験とは―

前述のとおり，本書は情報処理安全確保支援士試験の学習にもご活用いただけます。そこで，簡単に試験の概要を紹介します。※以下，IPA ホームページ（https://www.jitec.ipa.go.jp/）より要約

(1)「情報処理安全確保支援士」の創設

サイバー攻撃の急激な増加により，企業などにおけるサイバーセキュリティ対策の重要性が高まる一方，サイバーセキュリティ対策を担う実践的な能力を有する人材は不足しています。そこで，サイバーセキュリティに関する実践的な知識・技能を有する専門人材の育成と確保を目指して，国家資格「情報処理安全確保支援士」制度が創設されました。

「情報処理安全確保支援士」はサイバーセキュリティに関する専門的な知識・技能を活用して企業や組織における安全な情報システムの企画・設計・開発・運用を支援し，サイバーセキュリティ対策の調査・分析・評価やその結果に基づく指導・助言を行います。

(2) 登録のメリット

・国家資格「情報処理安全確保支援士」の資格名称を使用ができる。
・情報セキュリティに関する高度な知識・技能を保有する証になる。
・毎年の講習受講により，情報セキュリティに関する最新知識や実践的な能力の維持ができる。

(3) 情報処理安全確保支援士試験

「情報処理安全確保支援士」制度の創設に伴い，従来の情報セキュリティスペシャリスト試験は廃止され，平成 29 年 4 月から新たに情報処理安全確保支援士試験が実施されています。情報処理安全確保支援士試験の合格者は，登録をすることによって，独占的に「情報処理安全確保支援士」の資格名称を使用することができます。

試験に関心をもたれた方，受験を考えている方は，IPA の WEB サイトで詳細情報をご確認ください。支援士資格の登録，講習の受講などに関する FAQ も掲載されていますので，こまめに確認しておきましょう。
https://www.ipa.go.jp/siensi/index.html

目次

1.1 情報セキュリティからサイバーセキュリティへ

これまでは，「情報セキュリティの確保が課題である」といわれてきましたが，最近は，「サイバーセキュリティの確保が課題である」といわれます。その理由は，IoT システムの拡大を背景として，情報セキュリティの確保に加えて，情報システムの安全性の確保も求められているからです。

1.1 節では，セキュリティ技術を活用する目的となる，情報セキュリティとは何か，そして，サイバーセキュリティとは何かを説明します。

1.1.1　情報セキュリティとは何か

(1) 情報セキュリティの定義と特性

▶情報セキュリティ：information security

JIS Q27000:2019“情報セキュリティマネジメントシステム－用語”では，**情報セキュリティ**は次のように定義されています。

> **情報セキュリティ**
> 情報の機密性，完全性，及び可用性を維持すること。さらに，真正性，責任追跡性，否認防止，信頼性などの特性を維持することを含めることもある。

すなわち，情報の機密性，完全性，可用性のいずれかが損なわれると，セキュリティが侵害されたことになります。情報セキュリティの特性のうち，はじめの三つの特性の機密性，完全性，可用性は，**情報セキュリティの３要素**と呼ばれ，その頭文字を並べて**情報セキュリティの CIA** ともいいます。

七つの情報セキュリティの特性の意味を図表 1-1 に示します。

図表 1-1　情報セキュリティの特性

番号	特性	説明
①	機密性	権限をもつ人だけが情報にアクセスできる特性
②	完全性	情報が改ざんされることなく正確な状態を保つ特性
③	可用性	情報が使用可能である特性
④	真正性	通信相手や情報が本物で確かである特性
⑤	責任追跡性	動作や事象を追跡できる特性
⑥	否認防止	活動や事象を後から否定させない特性
⑦	信頼性	操作や処理の意図と実行結果が一貫している特性

▶機密性：confidentiality
▶完全性：integrity
▶可用性：availability
▶真正性：authenticity
▶責任追跡性：accountability
▶否認防止：non-repudiation
▶信頼性：reliability

七つの特性について，どのような事象が発生すると情報セキュリティが損なわれるかと，典型的な情報セキュリティ対策の例を次に示します。セキュリティ侵害の要因となる攻撃は第3章，情報セキュリティ対策は第4章以降で具体的に説明します。

①機密性

〔セキュリティ侵害の例〕‥個人情報や社外秘の技術情報のような秘密情報の漏えい，電子メールやWebアクセスにおける通信の盗聴などが挙げられます。

〔セキュリティ対策〕‥機密性対策といえば，情報の暗号化が基本です。他に，情報に対するアクセス制御や不要な情報の確実な消去などがあります。

②完全性（インテグリティ）

〔セキュリティ侵害の例〕‥Webサイトのコンテンツや文書データ，通信でやり取りするメッセージの改ざんが代表例です。**改ざん**とは，情報を不正に変更することです。

〔セキュリティ対策〕‥完全性の対策は，改ざんを防止する対策と改ざんを検知する対策に分かれます。防止対策として，情報に対するアクセス制御，コンピュータやネットワークの物理的な保護，検知対策として，ハッシュ値の比較やメッセージ認証，ディジタル署名があります。

③可用性

〔セキュリティ侵害の例〕‥WebサーバやメールサーバへのDoS攻撃や，情報システムにおける障害発生によるサービス停止があります。

〔セキュリティ対策〕‥攻撃を遮断する侵入防止システム（IPS）や，情報システムの冗長化があります。**冗長化**とは，情報システムの一部の機能が停止した場合に備えて，サーバやネットワークなどの情報システムの構成要素を二重化したり，バックアップシステムを準備したりすることです。

④真正性

〔セキュリティ侵害の例〕‥なりすましや電子データの偽造・詐称です。**なりすまし**とは，攻撃者や攻撃者の制御する機器が，正当な利用者やサーバ，端末，ネットワーク機器などのふりをして行動あるいは動作することです。また，電子データに関しては，ディジタル証明書（公開鍵証明書）の偽造や，TCP/IP通信における送信元IPアドレスの詐称などが挙げられます。

〔セキュリティ対策〕‥真正性を確認する手段は認証です。相手を認証する方式には，パスワード認証や共通鍵認証，ディジタル署名など様々な方法があります。電子データの真正性を確認する方法には，ディジタル署名やメッセージ認証があります。

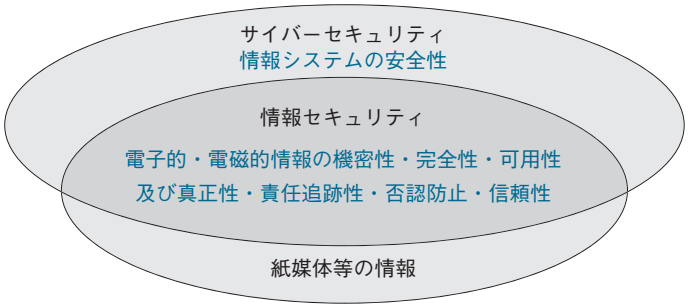
FAQ

情報セキュリティとサイバーセキュリティの違いは何ですか？

ここまでの説明のまとめとして整理します。情報セキュリティとサイバーセキュリティの関係は，図表 1-5 のようになります。

・情報セキュリティは，3 要素の機密性・完全性・可用性，及び真正性，責任追跡性，否認防止，信頼性を維持することです。
・サイバーセキュリティは，さらに安全性を維持することです。

なお，情報セキュリティでは，印刷した資料のような紙媒体の情報も保護の対象にしますが，サイバーセキュリティ基本法の定義では紙媒体の情報の保護は対象外です。



図表 1-5　情報セキュリティとサイバーセキュリティの関係

情報システムの企画・設計・開発や運用において，安全性を考慮した機能を実装したり，運用手順を実施したりすることは，コストアップにつながるかもしれません。しかし，これからの IT 技術者には，コストパフォーマンスと同時に，安全性も考えていく想像力と倫理観が求められています。

1.1.3　例題演習

問 1-1

■ H24 秋 -AP 問 40

完全性を脅かす攻撃はどれか。

ア　Web ページの改ざん
イ　システム内に保管されているデータの持出しを目的とした不正コピー
ウ　システムを過負荷状態にする DoS 攻撃
エ　通信内容の盗聴。

問 1-2

■ H28 春 -AP 問 39

JIS Q 27000 で定義された情報セキュリティの特性に関する記述のうち，否認防止の特性に該当するものはどれか。

ア　ある利用者がシステムを利用したという事実を証明可能にする。
イ　意図する行動と結果が一貫性をもつ。
ウ　認可されたエンティティが要求したときにアクセスが可能である。
エ　認可された個人，エンティティ又はプロセスに対してだけ，情報を使用させる又は開示する。

問 1-3

■ H29 秋 -SG 問 9

情報セキュリティマネジメントにおける，脅威と脆弱(ぜい)性に関する記述のうち，最も適切なものはどれか。

ア　管理策の欠如によって脅威が高まり，脆弱性の深刻度が低くなる。
イ　脅威が存在しないと判断できる場合，脆弱性に対処する必要性は低い。
ウ　脅威のうち，脆弱性によってリスクが顕在化するのは環境的脅威である。
エ　脆弱性の有無に関わらず，事故の発生確率は脅威の大きさで決まる。

3.1 脅威と攻撃者

3.1.1　脅威の分類

脅威の分類の例を図表 3-1 に示します。大きくは，情報や情報システムに対する人間の直接的な操作に関する脅威と，情報システムを取り巻く自然災害などの環境的な要因に関する脅威に分かれています。さらに，人間に関する脅威を，悪意をもってセキュリティを侵害する意図的な脅威と，悪意はないものの過失や手落ちなどのヒューマンエラーに起因する偶発的脅威に分類しています。最近見られる，アルバイトで知り得た秘密の情報を SNS 上で公開してしまうといった軽率な行動は，意図的と偶発的の中間的な脅威といえます。

第３章では，主に人間に関する意図的な脅威を説明します。以降の説明では，悪意のある人間のことを攻撃者といいます。

人間		環境
意図的	偶発的	
盗聴 情報の改ざん システムのハッキング 悪意のあるコード 盗難	誤り及び手ぬかり ファイルの削除 不正な経路 物理的事故	地震 台風 落雷 洪水 火災

第３章で説明する脅威

図表 3-1　脅威の分類の例

3.1.2　攻撃者の種類と動機

▶スクリプトキディ：script kiddie　スクリプトは一定の手順，キディは子どもの意味

(1) スクリプトキディ

スクリプトキディは，自身で攻撃コードを作成するほどの高度な技術はもたず，インターネット上に公開されているツールや方法に従って不正アクセスやマルウェアを送りつける攻撃者です。スクリプトキディの攻撃の動機としては，主に興味本位や愉快犯，自己顕示などが考えられます。

(2)　内部関係者

内部関係者としては，組織に所属する社員やアルバイトなどの従業者，情報

3.2 様々な脅威

3.2.1 マルウェア

(1) マルウェア

▶マルウェア：malware

マルウェアは，悪意のある（malicious）ソフトウェア（software）の総称です。次項から説明する，ウイルスやワーム，トロイの木馬，ランサムウェアをはじめとして，コンピュータやスマートフォンの利用者に有害な影響を与える不正なアプリや不正なプログラムなどは，いずれもマルウェアに含まれます。

それぞれのマルウェアは，活動の特徴や攻撃の機能に着目して命名・分類されており，あるマルウェアがいずれか一つの種類に分類されるとは限りません。例えば，ある実在のマルウェアは，「トロイの木馬型のランサムウェア」のように分類されます。

(2) ウイルス（コンピュータウイルス）

▶コンピュータウイルス：computer virus

ウイルスは，自らを複製して，他のプログラムやデータファイルのコードに侵入して感染する，寄生型の不正プログラムです。プログラムやデータファイルが実行されると，ウイルスも動作します。

ウイルスの定義は一意ではありませんが，経済産業省の“**コンピュータウイルス対策基準**”では，コンピュータウイルスを次のように定義しています。

> 第三者のプログラムやデータベースに対して意図的に何らかの被害を及ぼすように作られたプログラムであり，次の機能を一つ以上有するもの。
> (1) 自己伝染機能
> 自らの機能によって他のプログラムに自らをコピーし又はシステム機能を利用して自らを他のシステムにコピーすることにより，他のシステムに伝染する機能
> (2) 潜伏機能
> 発病するための特定時刻，一定時間，処理回数等の条件を記憶させて，発病するまで症状を出さない機能
> (3) 発病機能
> プログラム，データ等のファイルの破壊を行ったり，設計者の意図しない動作をする等の機能

なお，コンピュータウイルスという用語は，長年使われて一般に普及しているため，マルウェアと同様に不正プログラムの総称として広義に使われること

もあります。

(3) ファイル感染型ウイルス，マクロ感染型ウイルス，システム感染型ウイルス

ウイルスを感染形態に着目して分類したものです。

・ファイル感染型‥exe，com，sys などの拡張子をもつ実行型のファイルに感染する。

・マクロ感染型‥OA ソフトウェアで使用するマクロに感染する。実行ファイルではなく，データファイルに感染する点が特徴である。単にマクロウイルスともいう。古くから観測されているが，最近でも猛威をふるっている。

・システム感染型‥ハードディスクのブートセクタなどのシステム領域に感染する。ブートセクタのコードは，コンピュータの起動時（ブート時）に実行されるので，コンピュータ全体の制御に影響が及ぶという特徴がある。

(4) ステルス技術をもつウイルス

ステルス技術は，ウイルスの存在を検知されにくくする機能で，ポリモーフィック型ウイルスとメタモーフィック型ウイルスに分類されます。

▶ポリモーフィック型ウイルス：polymorphic virus（多様型のウイルス）

ポリモーフィック型ウイルスは，異なる暗号鍵を用いて自身を暗号化することによって，自身のコードを多様化させます。

▶メタモーフィック型ウイルス：metamorphic virus（変異型のウイルス）

メタモーフィック型ウイルスは，コードの順序や命令を変更して自身のコードを変化させます。

(5) ワーム

▶ワーム：worm（虫）

ワームは，ウイルスのように他のプログラムに寄生せずに自立して存在し，ネットワークを経由して自身を複製しながら自己拡散するマルウェアです。増殖して感染を拡げる点は，ウイルスと共通する特徴です。

(6) トロイの木馬

▶トロイの木馬：Trojan horse（ギリシャ神話のトロイの木馬に由来）

トロイの木馬は，独立した不正なプログラムで，増殖をしないマルウェアです。利用者からは，ゲームソフトや便利なツールソフトのように見え，実際に正しい機能を提供しながら攻撃活動を行うものがあり，感染に気付かずに長く使い続けてしまうことがあります。

(7) バックドア，RAT，ボット

▶バックドア：back door（裏口）

バックドアは，侵入したシステム内のコンピュータと攻撃者が通信を行うためのマルウェアです。トロイの木馬の一種で独立したプログラムとして存在します。以前は，外部からの接続を待ち受ける機能が特徴でした。最近では，外部から内部ネットワークへの接続がファイアウォールで禁止されていることから，感染した内部のコンピュータから，攻撃者の制御する外部のコンピュータ

へ接続して，指令を受ける機能をもつことが特徴です。

▶RAT（ラット）：Remote Administration Tool（遠隔操作ツール）

RAT は，バックドアと同様のマルウェアで，攻撃者が標的のコンピュータを遠隔操作する機能に着目した命名です。

▶ボット：bot

ボットは，攻撃者からの指令を受けて，さらに他のコンピュータやネットワークに対して攻撃をすることが特徴のマルウェアです。ボットに感染した PC はボット PC と呼ばれます。ボット PC の集合体をボットネットワークといい，数万台以上のボットネットワークから，一斉に攻撃を仕掛ける DDoS 攻撃が発生しています。ボットという名称はロボット（robot）に由来します。

▶クローラ：crawler（インターネットを検索して，検索データベースを自動的に作成するプログラム）

なお，ボットには，マルウェアに分類されるものの他に，検索エンジンのクローラや，企業の Web サイト上で顧客の質問に自動で応答するチャットボットのように，正しい機能を提供するソフトウェアもあります。

(8) ダウンローダ

ダウンローダは，感染した PC に，さらに他のマルウェアをダウンロードする機能をもつマルウェアです。ダウンローダは，組織内から，攻撃者が制御するインターネット上のコンピュータへアクセスします。

(9) スパイウェア

▶スパイウェア：spyware

スパイウェアは，感染したコンピュータを含む情報システムの情報を窃取することを目的としたマルウェアです。コンピュータやネットワークの構成情報や設定情報，保存されたデータファイル，ネットワークを流れる通信の情報など，様々な情報を攻撃者の制御するコンピュータへ送信します。

(10) キーロガー，スクリーンロガー

▶キーロガー：key logger

▶スクリーンロガー：screen logger

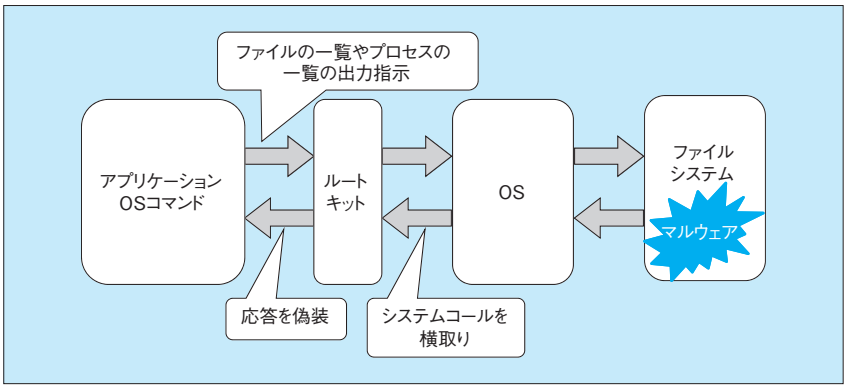
キーロガーは，キーボードの操作履歴を記録して，利用者 ID とパスワードなどを窃取するマルウェアです。スクリーンロガーは，ディスプレイに表示された情報をまるごとスクリーンショットによって窃取するマルウェアです。キーロガーとスクリーンロガーは，スパイウェアの一種といえます。

(11) ルートキット

▶ルートキット：rootkit

ルートキット（rootkit）は，侵入したコンピュータ上において，攻撃活動を行うための不正なプログラムやツールをパッケージ化したものです。そして，それらの不正なプログラムを検知されにくくするために，ファイルやプロセス，ディレクトリ，その他のシステムオブジェクトを隠ぺいする機能をもっていることがルートキットの特徴です。

ルートキットの例を図表 3-2 に示します。利用者がファイル管理ソフトや OS コマンドを使って，ファイルの一覧やプロセスの一覧を出力させようとした際に，ルートキットがシステムコールを横取りして応答を偽装します。そのため，マルウェアのファイルや，マルウェアが動作している不正なプロセスが隠ぺいされます。



図表 3-2　ルートキットの例

(12) ランサムウェア

▶ランサムウェア：ransom were　ランサムは身代金の意味

▶TOR（トーア）：The Onion Router

ランサムウェアは，感染したコンピュータ内やネットワーク上の記憶装置内のファイルを暗号化して，ファイルの復号と引換えに金銭を要求することが特徴のマルウェアです。匿名性を保持できるネットワークの TOR を利用して，ビットコインのような仮想通貨（暗号資産）による支払いを要求するなど，追跡を逃れる手口が使われます。

(13) マイニングマルウェア

▶マイニングマルウェア：mining malware　マイニングは採掘の意味で，ブロックチェーンの取引台帳への追記作業を行う。

マイニングマルウェアは，感染した機器の CPU などのリソースを使用して仮想通貨（暗号資産）のマイニングを行うマルウェアです。マイニングマルウェアを用いて報酬として仮想通貨（暗号資産）を得る攻撃を**クリプトジャッキング**と呼びます。

(14) ファイルレスマルウェア

▶ファイルレスマルウェア：fileless malware

ファイルレスマルウェアは，メモリ上で動作し，ファイルとして保存されないマルウェアです。そのため，ファイルを対象とするマルウェアスキャンでは検出できません。Windows の PowerShell のスクリプトを改ざんし，攻撃コードをメモリにダウンロードしながら活動するマルウェアなどが報告されています。

3.2.2　サイバー攻撃

(1) インターネットサービスへの攻撃

第 2 章で説明した，Web サービス，メールサービス，DNS サービスを標的とする攻撃の例の概要を図表 3-3 に示します。これらの脅威は，セキュリティ対策とセットで学習するほうが整理しやすいため，具体的な攻撃の内容と対策を合わせて，それぞれ第 6 章，第 7 章，第 8 章で説明します。

図表 3-3　インターネットサービスへの攻撃の例

分野	攻撃の名称	概要
Web サービス（6 章）	セッションハイジャック セッションフィクセーション	他人の Web サービスのやり取りを乗っ取る
	SQL インジェクション	データベースを不正に操作する
	クロスサイト スクリプティング	Web ブラウザ上で不正な処理を実行させる
	クロスサイトリクエスト フォージェリ	端末から Web サーバへ，偽装した HTTP リクエストを送信させる
	ディレクトリトラバーサル	Web サービス側が意図しないファイルやディレクトリにアクセスする
	OS コマンドインジェクション	Web サーバ上で OS コマンドを実行させる
	バッファオーバフロー	Web サーバに送り込んだ不正なコードを実行させたり，データを書き換えたりする
	クリックジャッキング	Web サービスに対して意図しないマウス操作を実行させる
	HTTP ヘッダインジェクション	HTTP ヘッダを改ざんして，不正な HTTP レスポンスを送信させる
	メールヘッダインジェクション	メールヘッダを改ざんして，不正なメールを送信させる
メールサービス（7 章）	メールの踏み台攻撃	メールサーバから攻撃メールを送信させる
	スパムメール送信	攻撃メールや迷惑メールを送信する
DNS サービス（8 章）	DNS キャッシュポイズニング	DNS サーバに不正なリソースレコードをキャッシュさせる
	DNS リフレクション	DNS サーバを踏み台として，攻撃パケットを送信させる

インターネットサービスへのこれらの攻撃は，図表 3-4 のように，インターネットサーバを直接，あるいは，利用者の Web ブラウザを経由して実行されます。

7.1 メールシステムにおける脅威

メールシステムのセキュリティに関しては，2.3.6 節「メールサービスとSMTP，POP3，IMAP4」において，メールサービスの概要，SMTP と電子メールの転送，メールデータの構造を説明しています。本章の説明は，2.3.6 節の続きの内容になります。

7.1.1 攻撃メール

(1) 様々な攻撃メール

攻撃メールの目的は，標的の端末をマルウェアに感染させることや，罠サイトへ誘導して秘密情報を窃取することなどです。攻撃メールの例を図表 7-1 に示します。標的型攻撃メールからやり取り型メールの四つは，3.2.2 節のサイバー攻撃でも説明しています。

図表 7-1　攻撃メールの例

メソッド	説明
標的型攻撃メール	特定の組織のメンバや個人に対して，関係者を装った内容のメールを送信する。添付ファイルや本文中の URL をクリックさせて，マルウェアに感染させる。
フィッシングメール	メールに記載した URL をクリックさせて，偽りサイトへ誘導する。金融機関や関係企業になりすます手口も見られる。
ばらまき型メール	不特定多数の受信者に対して，マルウェアを添付した，あるいは罠サイトへ誘導させるメールを送信する。
やり取り型メール	顧客対応窓口などを標的として，何回かのメールのやり取りを経て，最終的に添付ファイルをクリックさせる。
スパムメール	迷惑メールの意味で，受信者の許可を得ずに一方的に宣伝メールなどを送りつける。広義では，マルウェア感染を目的とした攻撃メールを含めて，スパムメールという。

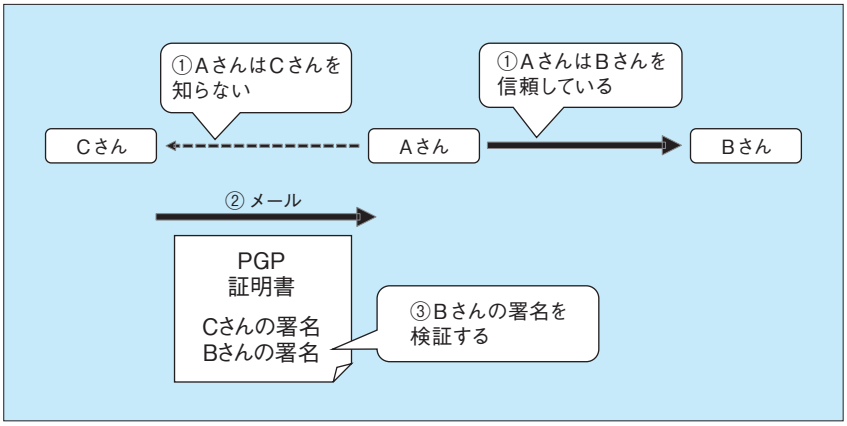
▶スパムメール：spam mail

(2) メールヘッダと送信元情報の詐称

メールヘッダには，送信者や転送経路の情報が格納されます。メールヘッダの一部を図表 7-2 に示します。

って，信頼の範囲を広げていきます。この考え方を，**信頼の輪**（web of trust）といいます。信頼の輪の考え方を図表 7-13 に示します。

① A さんは，信頼している B さんの公開鍵を所有している。
② A さんが知らない C さんから PGP メールを受信する。
③ C さんの PGP 証明書には，B さんが署名を付与しているので，B さんの公開鍵で B さんの署名を検証する。検証に成功した場合，A さんは，自分が信頼する B さんが信頼する C さんを信頼できると判断する。



図表 7-13　信頼の輪の考え方

7.2.3　送信ドメイン認証（SPF，DKIM，DMARC）

送信ドメイン認証は，攻撃メールやスパムメール対策のために，送信側のドメインに基づいて，メールを受信したメールサーバが送信側のメールサーバの正当性を検証する仕組みです。本節では，送信ドメイン認証の実装技術のうち，SPF と DKIM，及びこれらを補完・強化する DMARC を説明します。

(1) SPF

▶SPF：Sender Policy Framework

SPF は，ドメイン情報と送信元の IP アドレスの組合せの妥当性を検証する，送信ドメイン認証メカニズムです。

SPF 検証を行うためには，事前に送信側ドメインの権威 DNS サーバに SPF レコードを登録します。SPF レコードには，ドメイン名，認証する送信元の IP アドレス，認証しない送信元の IP アドレスなどを設定します。次に SPF レコードの例を示します。

・SPF レコードの例

```
example.co.jp. IN TXT "v=spf1 +ip4:x.y.z.10 +ip4:x.y.z.20 -all"
```

9.4 認証・認可プロトコル

9.4.1　SAML

▶シングルサインオン：SSO（Single Sign On）

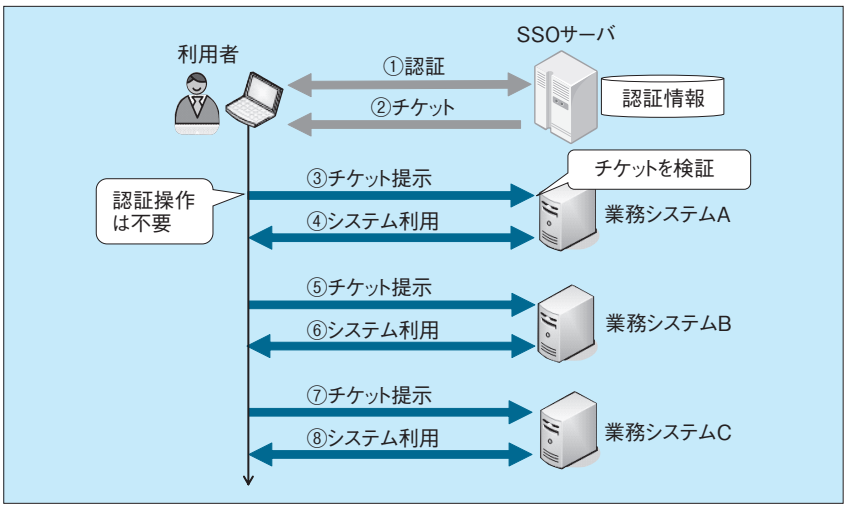
(1) シングルサインオン（SSO）

シングルサインオンは，利用者が 1 回の認証操作に成功すると，設定された時間内は，アクセス権限のある複数のシステムを認証動作なしに利用できるようにする認証の仕組みです。シングルサインオンの概念を図表 9-38 に示します。社内の複数システムに対するシングルサインオンの例です。SSO サーバと各業務システムのサーバには，事前共有鍵を設定するなどして，あらかじめ信頼関係を構築しておきます。

①②利用者は，SSO サーバに接続して認証操作を行い，認証に成功すると業務システムにアクセスするための認証チケットを受け取る。

③④業務システムへのアクセス時にチケットが提示され，業務システム A がチケットを検証する。業務システム A が信頼する SSO サーバが発行したチケットであることを確認すると，業務システム A は利用者のアクセスを許可する。このとき，利用者は認証操作を行う必要がなく，シングルサインオンが実現される。

⑤⑥⑦⑧他の業務システムについても同様に，チケットの提示でアクセスできる。



図表 9-38　シングルサインオンの概念

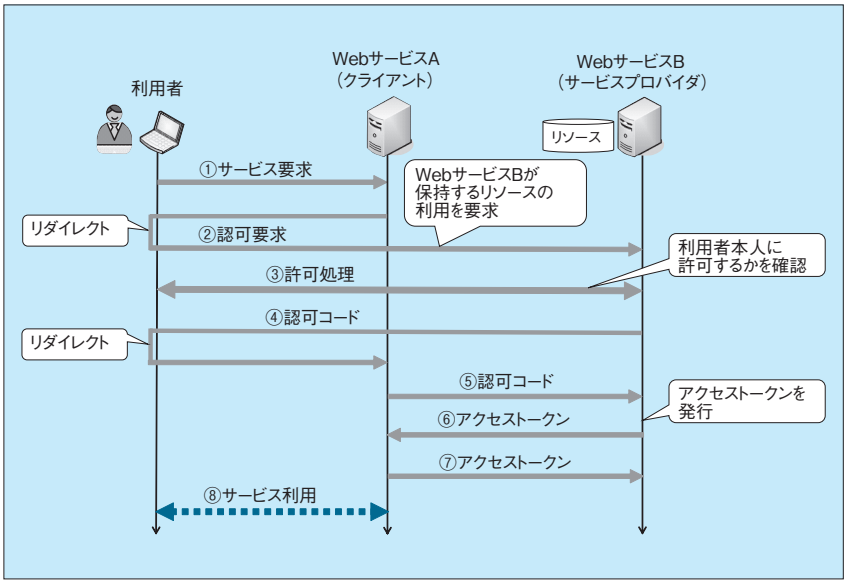
せる。

⑤ Web サービス A は，Web サービス B へ認可コードを送信して，アクセストークンを要求する。

⑥ Web サービス B は，リソースへの限定的なアクセスを認可するアクセストークンを発行して，Web サービス A へ応答する。

⑦ Web サービス A は，アクセストークンを Web サービス B に送信して，リソースへの限定的なアクセスを要求する。

⑧利用者は，リソースを利用した Web サービス A のサービスを利用開始できる。



図表 9-40　OAuth のメッセージングの例（OAuth2.0）

9.4.3　FIDO

▶FIDO（ファイド）：Fast IDentity Online

▶UAF：Universal Authentication Framework

▶U2F：Universal Second Factor

(1) FIDO の機能とメッセージング

FIDO は，パスワードに依存しない，あるいはパスワードへの依存を少なくすることを目的とする認証方式の規格です。現在，FIDO には FIDO UAF，FIDO U2F，FIDO2 の三つの規格があります。三つの規格を図表 9-41 に示します。

第12章 例題演習の解答・解説

1.1.3 例題演習

問 1-1　ア　　完全性を脅かす攻撃　■ H24 秋 -AP 問 40

情報セキュリティの概念には，**完全性（インテグリティ）**［⇒ P.10］，**機密性**［⇒ P.10］，**可用性**［⇒ P.10］の三つがあり，これらを維持することがセキュリティを維持することになる。完全性とは，情報資産の正確さや完全さを保護する特性のことで，データが改ざんされたり削除されたりするリスクのある攻撃は，完全性を脅かす攻撃である。したがって，（ア）が正しい。

イ：機密性を脅かす攻撃である。機密性は，認可されていない利用者などに対して，情報を使用不可あるいは非公開にする特性のことで，権限外のアクセスや不正コピー，情報漏えいや盗聴などの攻撃は機密性にかかわる。

ウ：可用性を脅かす攻撃である。可用性は，認可された利用者などが，要求時にアクセス及び使用できる特性のことで，**DoS 攻撃**［⇒ P.65］でシステムが正常に使えなくなるのは，可用性にかかわる。ちなみに，DoS（Denial of Service）攻撃とは，サーバなどに大量のデータを送りつけることで，そのサーバが提供するサービスを妨害する攻撃のことである。

エ：機密性を脅かす攻撃である。

問 1-2　ア　　否認防止の特性に該当するもの　■ H28 春 -AP 問 39

JIS Q27000“情報技術－セキュリティ技術－情報セキュリティ－マネジメントシステム－用語”には，**否認防止（non-repudiation）**［⇒ P.10］について「主張された事象又は処置の発生，及びそれを引き起こしたエンティティを証明する能力」と定義されている。ある利用者がシステムを利用したという事実を証明可能にすることは，この否認防止に該当するので，（ア）が正解である。否認防止の実現手段としては，ディジタル署名が代表的である。システム利用時に当該利用者のディジタル署名を含む記録を残しておくことによって，システムを利用した事実を証明可能にすることができる。

解答群のその他の記述は，次の特性に該当する。

イ：**信頼性（reliability）**［⇒ P.10］

ウ：**可用性（availability）**［⇒ P.10］

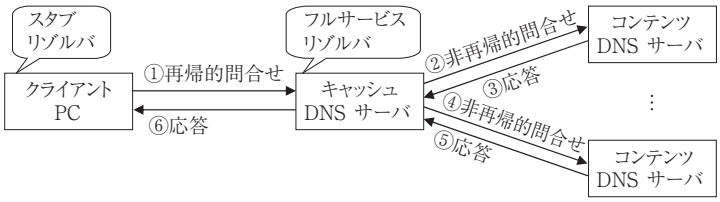
エ：**機密性（confidentiality）**［⇒ P.10］

問 2-6　ア

DNS に関する記述　■ H28 秋 -SC 午前Ⅱ問 18

DNS（Domain Name System）は，インターネット上でドメイン名と IP アドレスの対応付けなどを管理する分散型のデータベースシステムである。この DNS は，クライアントサーバ型で動作し，クライアントはリゾルバ（resolver），サーバはネームサーバ（DNS サーバ）と呼ばれる。このため，DNS サーバに対して，IP アドレスに対応するドメイン名，又はドメイン名に対応する IP アドレスを問い合わせるクライアントソフトウェアがリゾルバとなる。したがって，（ア）が正しい。

なお，リゾルバと DNS サーバの関係を補足すると，次のようになる。例えば，クライアント PC がキャッシュ DNS サーバを利用する場合には，次の図に示すように，①で DNS 再帰的問合せ（DNS クエリ）を送信する。



その際，キャッシュ DNS サーバが，問合せのあった名前情報をキャッシュしていない場合には，②から権威 DNS サーバ（コンテンツ DNS サーバ）に対して順次，非再帰的問合せを繰り返していくので，キャッシュ DNS サーバもリゾルバとして動作することになる。そこで，PC のように，キャッシュ DNS サーバに対して再帰的問合せによって名前解決を依頼するリゾルバをスタブリゾルバ，キャッシュ DNS サーバのように，スタブリゾルバから要求された目的の資源レコードが得られるまで，問合せを繰り返すリゾルバをフルサービスリゾルバという。

その他の記述には，次のような誤りがある。

イ：問合せを受けた DNS サーバが要求されたデータをもっていない場合に，他の DNS サーバを参照先として回答することを，委任（referral）という。ゾーン転送は，セカンダリ DNS サーバが，プライマリ DNS サーバと同期をとるために，プライマリからセカンダリにゾーン情報を転送することである。

ウ：ドメイン名に対応する IP アドレスを求めることは，正引きという。逆引きは，IP アドレスに対応するドメイン名を求めることである。

エ：ドメイン名を管理する DNS サーバを指定する資源レコードは，**NS（Name Server）レコード**［⇒ P.42］である。**CNAME（Canonical NAME）レコード**［⇒ P.42］は，ホスト名に対する別名を定義するための資源レコードである。

問 2-7　ウ

DNS の資源レコード　■ H27 秋 -NW 午前Ⅱ問 1

DNS サーバに登録する資源レコードには，**A レコード**，**CNAME レコード**，**MX レコード**，**NS レコード**，**PTR レコード**［⇒ P.42］など，幾つかの種類がある。これらのうち，そのゾーン自身や下位ドメインに関する DNS サーバのホスト名を指定するためには，NS（Name Server）レコードが使用される。したがって，（ウ）が正しい。

その他の記述には，次のような誤りがある。

ア：他の DNS サーバのキャッシュ領域に情報を残す許可時間や，ゾーン情報の更新をチェックする間隔

レンジレスポンス方式を利用するかなど）を折衝して決めるようにしている。

その他の記述が示すものは，次のとおりである。

ア：**OP25B（Outbound Port 25 Blocking）**［⇒ P.242］の説明である。

イ：**SPF（Sender Policy Framework）**［⇒ P.231］や **DKIM（DomainKeys Identified Mail）**［⇒ P.234］などによる送信ドメイン認証の説明である。

エ：送信元の認証を POP（Post Office Protocol）の認証機能を用いて行う，**POP before SMTP**［⇒ P.226］の説明である。

問 7-4　ア　　電子メール暗号化プロトコルの組合せ　■ H28 春 -SC 午前Ⅱ問 17

PGP（Pretty Good Privacy）［⇒ P.230］，**S/MIME（Secure / Multipurpose Internet Mail Extensions）**［⇒ P.228］，**SMTP over TLS**［⇒ P.228］とも，電子メールの暗号化に共通鍵（セッション鍵）を用いるが，その共通鍵を受信者あるいはメールサーバと共有するために，通信相手の公開鍵ペアを使用する。

まず，PGP と S/MIME における暗号化の処理は，次の図のように行われる。ただし，送信者の認証と電子メールの改ざんを検出するためのディジタル署名の処理は除いている。

送信者のメールソフト		受信者のメールソフト
① 共通鍵の生成		
② 電子メールを共通鍵で暗号化		
③ 共通鍵を受信者の公開鍵で暗号化		
④ 暗号化した電子メールと共通鍵を転送	→	⑤ 共通鍵を受信者の秘密鍵で復号
		⑥ 共通鍵で電子メールを復号

このため，PGP と S/MIME で電子メールを暗号化するには，受信者側のメールソフトが直接対応するので，メールアドレスごとに公開鍵ペアを用意する必要がある。

次に，SMTP over TLS における暗号化の処理は，次の図のように行われる。ここでは，送信者から送信者側にあるメールサーバにメールを送信する場合を例として，暗号化に関する処理だけを示す。

送信者のメールソフト		送信者側のメールサーバ
① プレマスタシークレットの生成		
② プレマスタシークレットをメールサーバの公開鍵で暗号化		
③ 暗号化したプレマスタシークレットを送信	→	④ プレマスタシークレットをメールサーバの秘密鍵で復号
⑤ プレマスタシークレットから共通鍵を生成		⑤ プレマスタシークレットから共通鍵を生成
⑥ SMTP メッセージを共通鍵で暗号化	→	⑦ SMTPメッセージを共通鍵で復号

このため，SMTP over TLS では，いったんメールサーバがメールを受け取るので，メールサーバ単位で公開鍵ペアを用意する必要がある。また，送信者側メールサーバから受信者側メールサーバへの通信も同様で，メールサーバ単位で公開鍵ペアを用意する必要がある。

以上のことから，（ア）が正しい。

解答

用語 INDEX