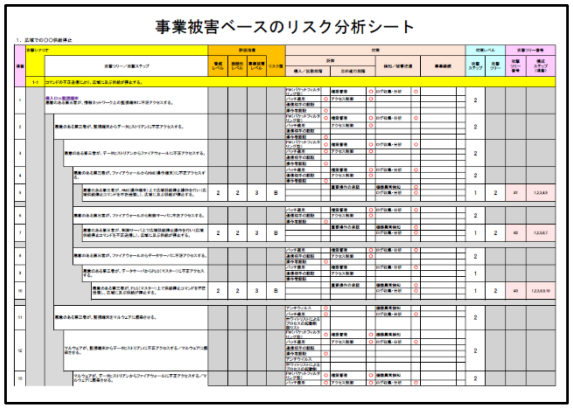
IPA Better Life with IT



早分かり

制御システムのセキュリティリスク分析ガイド

～セキュリティ対策におけるリスクアセスメントの実施と活用～

【活用の手引き 第2版】

独立行政法人情報処理推進機構
セキュリティセンター

2019年10月

制御システムのセキュリティリスク分析ガイド
第2版　ガイド本編と別冊

【ガイド本編の目次】

2018年10月15日　第2版公開

ガイド本編

380頁

別冊

94頁

https://www.ipa.go.jp/security/controlsystem/riskanalysis.html　からダウンロード可能

リスク分析の位置付けと重要性
～制御システムのセキュリティ維持・向上に有効な施策～

「リスク分析」 ＝ ①②③を評価指標にリスクレベルを明確化するプロセス

① 分析対象（資産や事業）の価値（重要性）、想定される被害の規模・影響
② 分析対象に対して想定される脅威とその発生可能性
③ 想定される脅威が生じた際の受容可能性（分析対象の脆弱性）

プロセス		ISO/IEC 27000:2018（JIS Q 27000:2019）における規定
リスクアセスメント（risk assessment）		リスク特定、リスク分析及びリスク評価のプロセス全体
	リスク特定（risk identification）	リスクを発見、認識及び記述するプロセス
	リスク分析（risk analysis）	リスクの特質を理解し、リスクレベルを決定するプロセス
	リスク評価（risk evaluation）	リスク及び／又はその大きさが受容可能か又は許容可能かを決定するために、リスク分析の結果をリスク基準と比較するプロセス
リスク対応（risk treatment）		リスクを修正するプロセス

リスク分析の重要性と有効性

- 実効的なリスクの低減の実現
- 効果的な投資の実現（追加対策、有効なテスト箇所の抽出）
- PDCAサイクルの確立とセキュリティの維持向上を継続するためのベース

リスク分析の手法と課題
～様々なセキュリティリスク分析手法とその特徴、課題～

IPA

リスク分析の手法と特徴

分析手法			工数	効果
ベースラインアプローチ			小	△
非形式的アプローチ			小	×？
詳細リスク分析	資産ベース		中	○
	シナリオベース	攻撃ツリー解析（ATA）	大	○
		フォルトツリー解析（FTA）	大	○
組み合わせアプローチ			大	◎

詳細リスク分析の課題

【課題A】 リスク分析の具体的な手法や手順が分からない

【課題B】 リスク分析には膨大な工数を要する（と言われている）ので回避したい

➡ この課題にガイドはお答えします

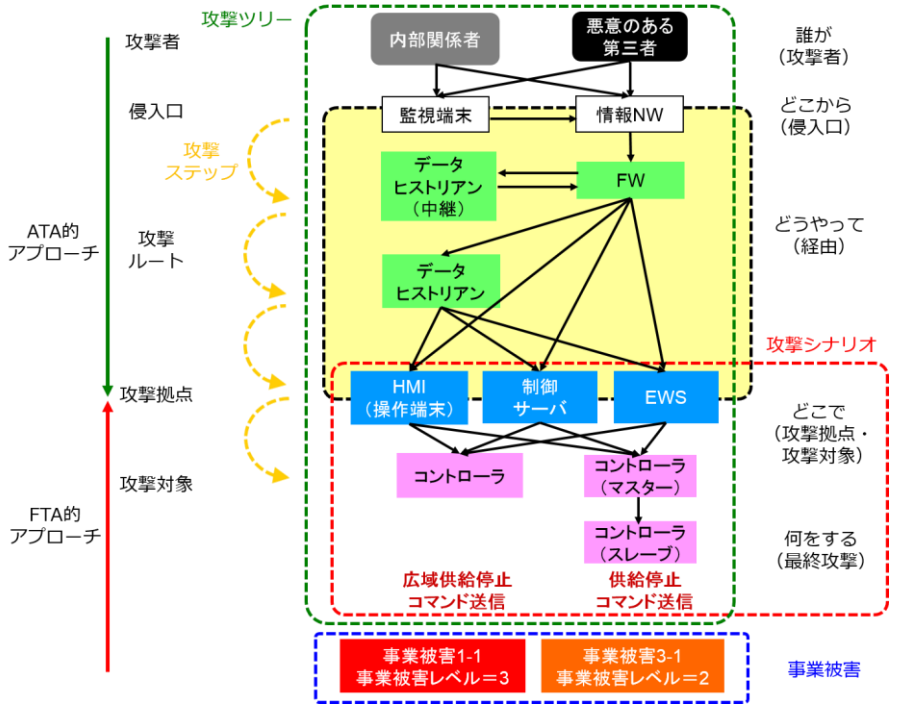
2通りの詳細リスク分析を解説
資産ベースのリスク分析と事業被害ベースのリスク分析

★ 資産ベースのリスク分析

制御システムを構成する資産を対象に、各資産（サーバ、端末、通信機器等）に対して、その重要度（価値）、想定される脅威、脆弱性の3つを評価指標として、リスク分析を実施。
⇒　資産に対して網羅的に脅威と対策状況を評価可能

★ 事業被害ベースのリスク分析

制御システムにおいて実現されている事業やサービスに対して、回避したい事業被害を定義し、発生した際の事業被害のレベル、その被害を起こしうる攻撃シナリオによる脅威、そのシナリオに対する脆弱性（そのシナリオの受容可能性）の3つを評価指標として、リスク分析を実施。
⇒　一次攻撃脅威から、連鎖して事業被害に繋がる攻撃を、評価可能
（ATAとFTAの利点を融合）
⇒机上でのペネトレーションテスト

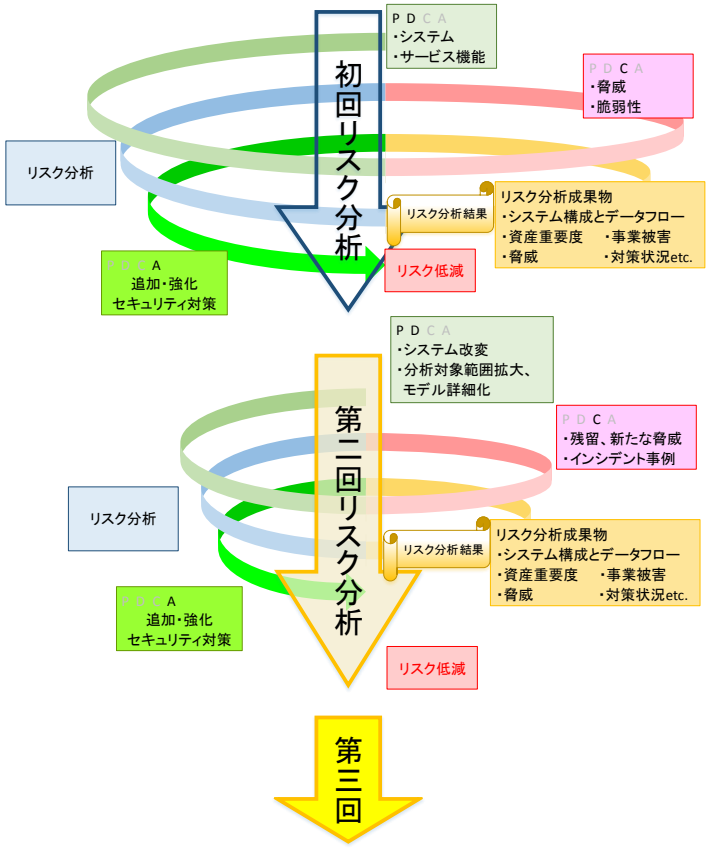


1. セキュリティ対策における リスク分析の位置付け

ガイド本編 p.16-23

制御システムのリスク分析の位置付け、重要性、必要性を説明

- 制御システムにおけるセキュリティ対策の必要性
  - 構成システム、コンポーネントの変化
  - 外部ネットワークとの接続、外部からの記憶媒体の持込み
  - システムの特性、位置づけ
  - 脆弱性の報告増加、標的型サイバー攻撃やマルウェア感染等の報告増加
- リスク分析の位置付けと重要性
  - 保護すべきシステムやそれによって実現している事業に対する脅威と被害のレベルを明確化するプロセス
  - セキュリティ対策上、必要不可欠

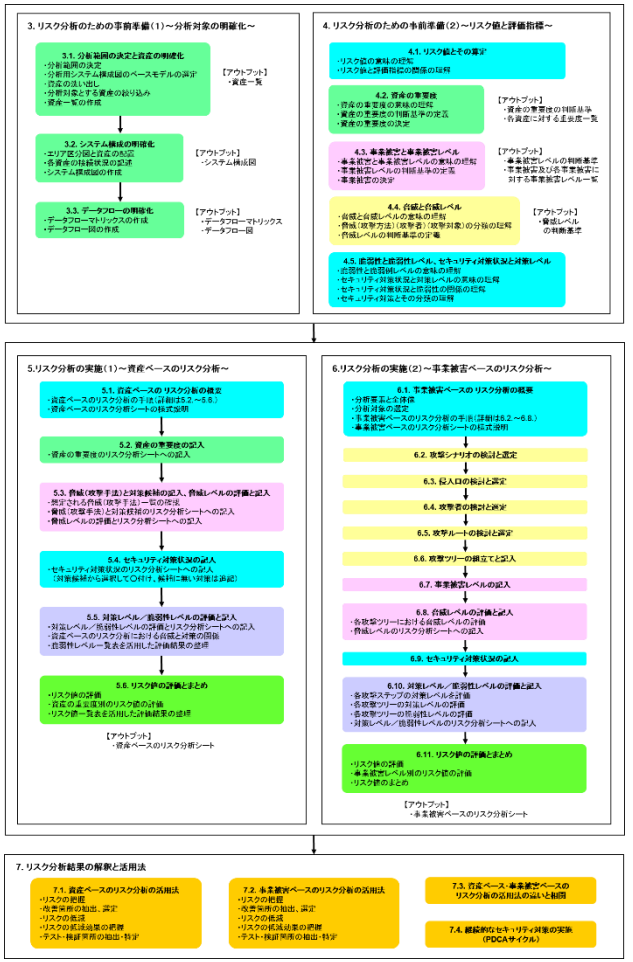


2. リスク分析の全体像と作業手順

ガイド本編
p.24-41

リスク分析の手法比較、作業手順、本ガイドの利用方法を紹介

- リスク分析の全体像
  - ベースラインアプローチ
  - 非形式的アプローチ
  - 詳細リスク分析
  - 組合せアプローチ
- リスク分析の作業手順
  - 資産ベースのリスク分析
  - 事業被害ベースのリスク分析
- 本ガイドの構成と利用方法
  - 本ガイドの構成
  - 実施に当たっての提言



3. リスク分析のための事前準備（1）
～分析対象の明確化～

ガイド本編
p.42-43

自組織の分析と把握 ＝「己を知る最も重要なステップ」

【事前準備作業とそのアウトプット】

節	準備作業	アウトプット
3.1	• 分析範囲の決定と資産の明確化	• 資産一覧
3.2	• システム構成（ネットワーク構成を含む）の明確化	• システム構成図
3.3	• データフローの明確化	• データフローマトリックス • データフロー図

3. リスク分析のための事前準備（1）
3.1. 分析範囲の決定と資産の明確化

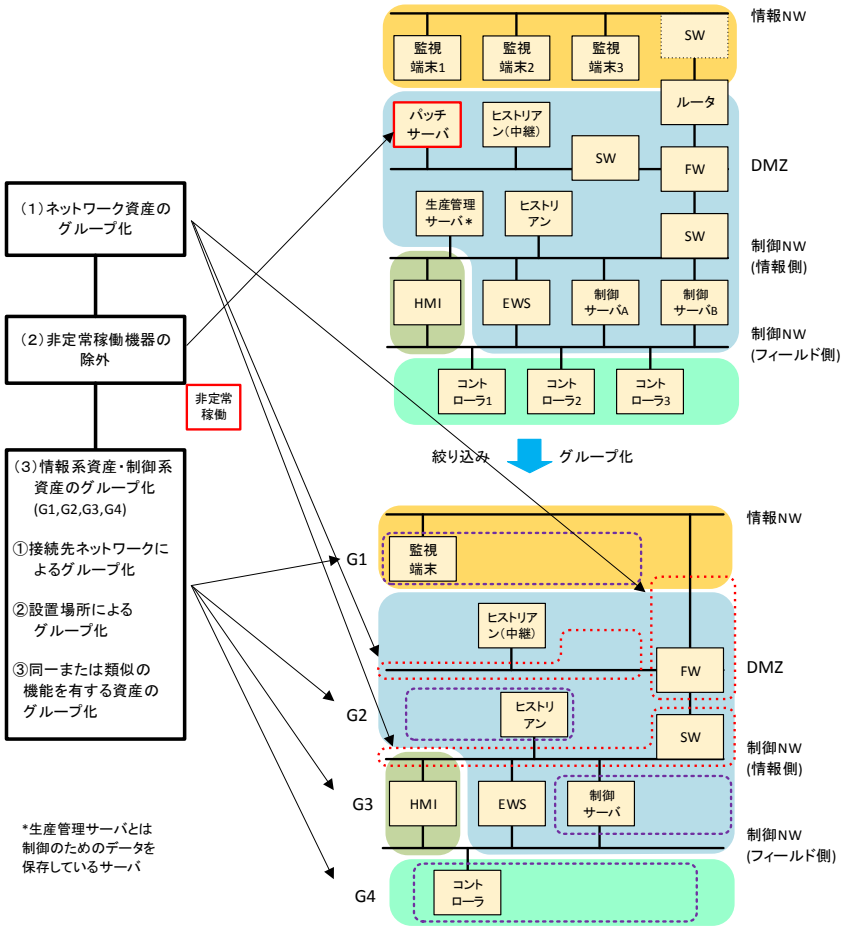
ガイド本編
p.44-62

- 分析範囲の決定
- 分析用システム構成図の
  ベースモデルの選定
- 資産の洗い出し
- 分析対象とする資産の絞り込み
- 資産一覧の作成

【資産一覧表】

No.		1	2	3	4	5	6	7	8
資産名		監視端末	ファイアウォール	DMZ	データヒストリアン（中継）	制御サーバ	EWS	コントローラ（マスター）	フィールドNW
資産種別	情報系資産	○	○		○	○	○		
	制御系資産							○	
	ネットワーク資産			○					○
資産の持つ機能	入出力	○					○		
	データ保存				○				
	コマンド発行	○				○	○	○ ※1	
	ゲート								
回線種類				LAN					専用線
設置場所		執務室	サーバ室	サーバ室	サーバ室	サーバ室	サーバ室	フィールド	フィールド
接続先NW	情報NW	○	○						
	DMZ		○		○				
	制御NW（情報側）		○			○	○		
	制御NW（フィールド側）					○	○	○	
	その他								
管理ポートの接続先		×	情報NW	×	×	×	×	×	×
操作I/Fの有無		○	×		○	○	○	×	
USBポート／通信I/Fの利用		○（USB）	○（LAN）		○（USB）	○（USB）	○（USB）	○（USB）	
媒体・機器接続の定常運用の有無		×	×		×	×	○	×	
無線機能の有無		×	×	×	×	×	×	×	×
定常稼働、非定常稼働		定常稼働	定常稼働	定常稼働	定常稼働	定常稼働	定常稼働	定常稼働	定常稼働
データの種類と経路		データフローマトリックスに記載							
構築ベンダー／機器メーカー		AB／XX	AB／YY	AB／ZZ	AB／XX	AB／XX	AB／XX	AB／XX	AB／ZZ
OSの種類／バージョン		Windows	独自OS		Windows	Windows	Windows	独自OS	
使用するプロトコル		TCP, UDP	TCP, UDP	TCP, UDP	TCP, UDP	TCP,UDP,独自	TCP, UDP	独自	独自
セキュリティ対策		資産ベースのリスク分析シートに記載							

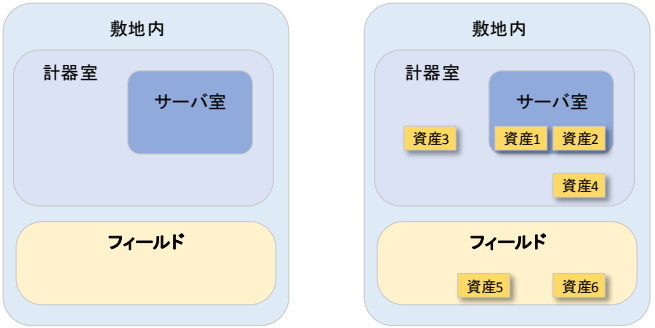
【資産の絞り込み手順例】



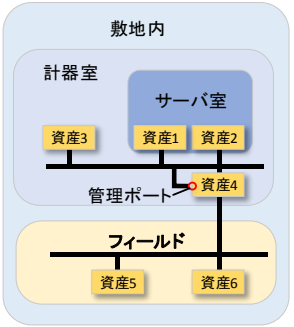
3. リスク分析のための事前準備（1）
3.2. システム構成の明確化

ガイド本編
p.63-77

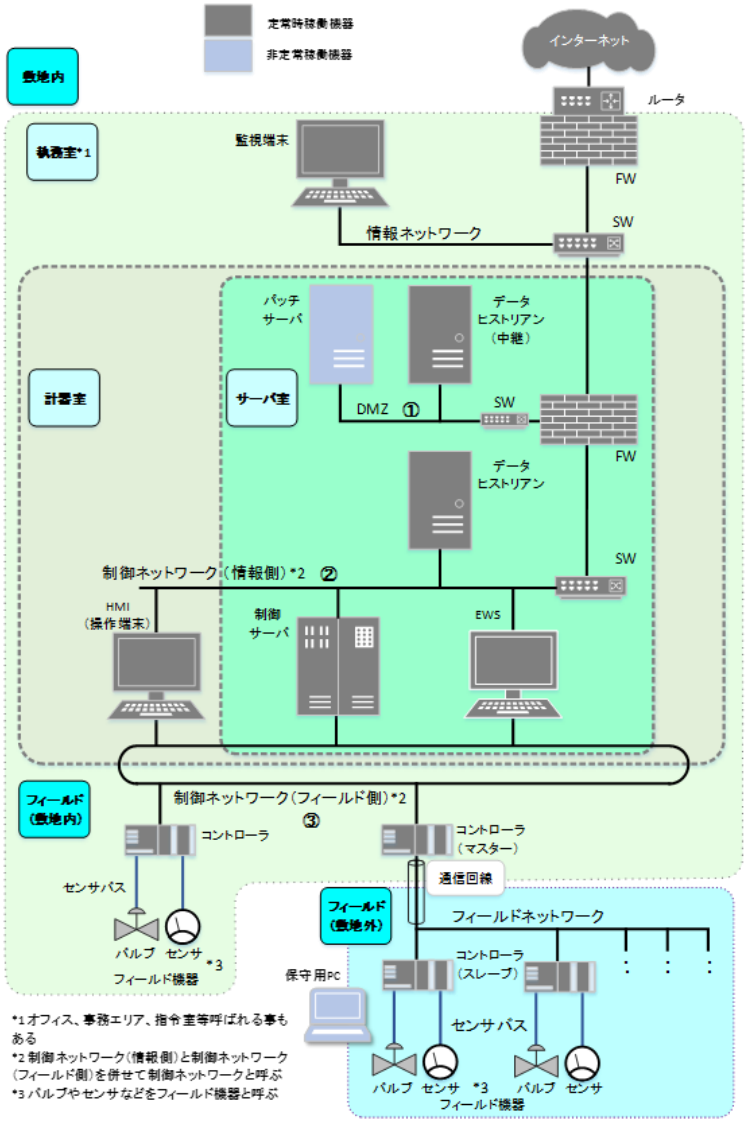
- エリア区分図と資産の配置



- 各資産の接続状況の記述



- システム構成図の作成 →



3. リスク分析のための事前準備（1）
3.3. データフローの明確化

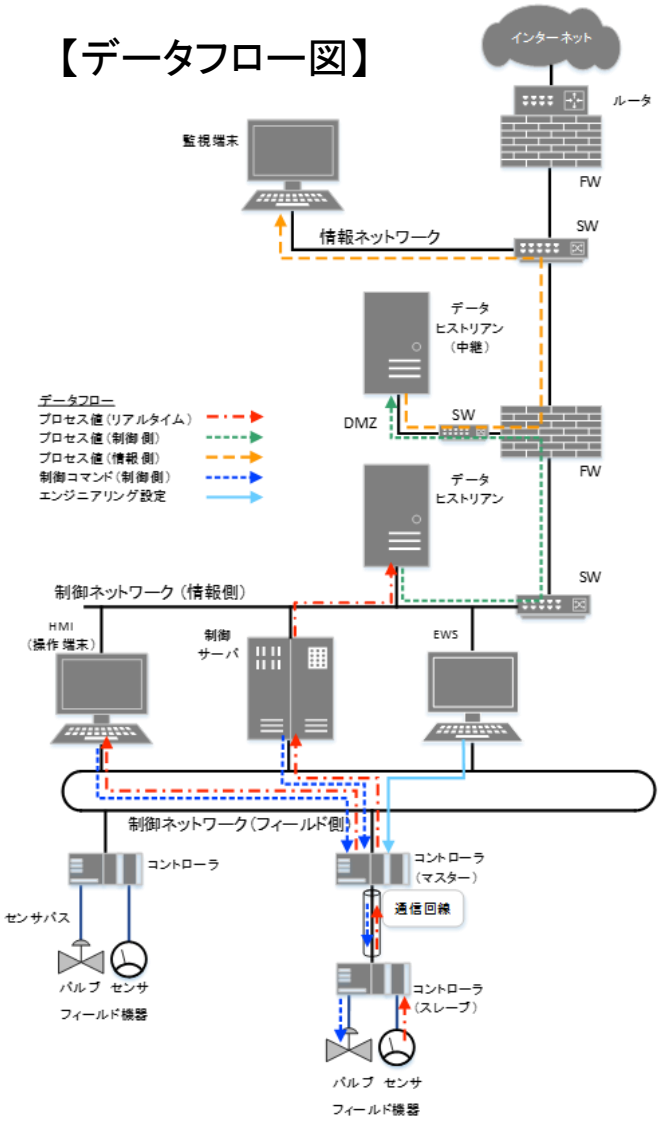
ガイド本編
p.78-89

- データフローマトリックスの作成
  - データの流れをfrom/toで整理

To → P:プロセス値 C:制御コマンド S:エンジニアリング設定 ↓ From	監視端末	FW	データヒストリアン（中継）	データヒストリアン	EWS	制御サーバ	HMI（操作端末）	コントローラ（マスター）	コントローラ（スレーブ）
監視端末									
FW	P								
データヒストリアン（中継）		P							
データヒストリアン		P							
EWS								S	
制御サーバ				P				C	
HMI（操作端末）								C	
コントローラ（M）						P	P		C
コントローラ（S）								P	

- データフロー図の作成
  - データフローをシステム構成図に記載

【データフロー図】



4. リスク分析のための事前準備（2）
～リスク値と評価指標～

IPA

ガイド本編
p.90-91

リスク値と評価指標を理解し、判断基準の一部を自身で定義

【事前準備作業とそのアウトプット】

節	準備作業（抜粋）	アウトプット
4.1	• リスク値の意味の理解 • リスク値と評価指標の関係の理解	
4.2	• 資産の重要度の判断基準の定義 • 資産の重要度の決定	• 資産の重要度の判断基準 • 各資産に対する重要度一覧
4.3	• 事業被害レベルの判断基準の定義 • 事業被害の決定	• 事業被害レベルの判断基準 • 事業被害及び各事業被害に対する事業被害レベル一覧
4.4	• 脅威と脅威レベルの意味の理解 • 脅威レベルの判断基準の定義	• 脅威レベルの判断基準
4.5	• セキュリティ対策状況と脆弱性の関係の理解	

4. リスク分析のための事前準備（2）
4.1. リスク値とその算定

ガイド本編
p.92-93

- リスク値
  - 保護対象が損なわれる各々のリスクに対して、被害の大きさと脅威の発生可能性／受容可能性を、相対評価可能な値として算定した値

【リスク値の意味】

リスク値	意味
A	リスクが非常に高い。
B	リスクが高い。
C	リスクが中程度
D	リスクが低い。
E	リスクが非常に低い。

【分析手法と評価指標の関係】

リスク分析手法	評価指標			
	資産の重要度	事業被害	脅威	脆弱性
資産ベース	○	－	○	○
事業被害ベース	－	○	○	○

4. リスク分析のための事前準備（2）
4.2. 資産の重要度

ガイド本編
p.94-102

- 資産の重要度
  - 資産ベースのリスク分析における評価指標の一つ
  - システム資産としての価値、攻撃によって想定される事業被害や事業継続性への影響を考慮した評価値（1：低～3：高）

【資産の重要度の判断基準の定義例】

評価値	判断基準
3	・資産が攻撃された場合、システムが長期間停止する恐れがある。 ・資産から情報が漏えいした場合、巨額の損失が発生する恐れがある。 ・資産が攻撃された場合、大規模の人的／環境被害が発生する恐れがある。
2	・資産が攻撃された場合、システムが一定期間停止する恐れがある。 ・資産から情報が漏えいした場合、ある程度の損失が発生する恐れがある。 ・資産が攻撃された場合、中規模の人的／環境被害が発生する恐れがある。
1	・資産が攻撃された場合、システムが短期間停止する恐れがある。 ・資産から情報が漏えいした場合、小額の損失が発生する恐れがある。 ・資産が攻撃された場合、小規模の人的／環境被害が発生する恐れがある。

4. リスク分析のための事前準備（2）
4.3. 事業被害と事業被害レベル

ガイド本編
p.103-107

- 事業被害レベル
  - 事業被害ベースのリスク分析における評価指標の一つ
  - 脅威によって生じる事業被害の評価値（1：小～3：大）

【事業被害レベルの判断基準の定義例】

評価値	判断基準
3	事業上の被害が大きい。 【例】 ・発生した場合、被害範囲はシステム全体に及ぶ。 ・会社の経営上、致命的もしくは永続的な打撃を与える可能性がある。
2	事業上の被害が中程度。 【例】 ・発生した場合、被害範囲がシステムの一部に限定される。 ・会社の経営上、大きなもしくは長期的な打撃を与える可能性がある。
1	事業上の被害が小さい。 【例】 ・発生した場合、被害範囲はシステムの極一部に限定される。 ・会社の経営上、中程度以下もしくは一時的な打撃を与える可能性がある。

4. リスク分析のための事前準備（2）
4.3. 事業被害と事業被害レベル

ガイド本編
p.103-107

- 事業被害
  - 組織の事業の安定的な運営や継続を阻害する事象・状況
  - 発生時の被害範囲や会社経営上の打撃を基に各事業者にて定義

項番	事業被害	事業被害の概要	事業被害レベル
1	広域での〇〇供給停止	〇〇製造設備、〇〇供給設備等へのサイバー攻撃により、広域において供給停止が発生し、社会に多大な影響を及ぼし、賠償費用等の高額な損失が生じると共に、当社の信頼が大きく低下する。	3
2	限定地域での〇〇供給停止	〇〇製造設備、〇〇供給設備等へのサイバー攻撃により、限定地域において供給停止が発生し、社会に影響を及ぼし、賠償費用等の損失が生じると共に、当社の信頼が低下する。	2
3	仕様不良〇〇の供給	〇〇製造設備、〇〇供給設備等へのサイバー攻撃により、規定の仕様を満たさない〇〇を顧客に供給してしまい、社会に影響を及ぼし、賠償費用等の損失が生じると共に、当社の信頼が低下する。	2
4	設備の破壊	〇〇製造設備、〇〇供給設備等へのサイバー攻撃により、設備が破壊されて供給停止が発生すると共に、従業員や近隣住民の死傷者が出て、社会に多大な影響を及ぼし、賠償費用等の高額な損失が生じると共に、当社の信頼が大きく低下する。	3
5	大規模対策費用の発生	サイバー攻撃を受け、〇〇の供給停止の被害は発生しなかったものの、現行対策の脆弱性が明らかとなり、その解消のために膨大な対策費用が発生する。	1

4. リスク分析のための事前準備（2）
4.4. 脅威と脅威レベル

ガイド本編
p.108-119

- 脅威レベル
  - 2種類のリスク分析における評価指標の一つ
  - それぞれのリスク分析において、
    想定する脅威が発生する可能性の評価値（1：低～3：高）

【脅威レベルの判断基準の定義例】

評価値	判断基準
3	脅威が発生する可能性が高い。 【例】 ・個人の攻撃者（スキルは問わない）によって、攻撃が試みられる可能性がある。 ・外部からアクセス可能なネットワーク（例：DMZ や情報ネットワーク）上にある資産に対して、攻撃が試みられる可能性がある。
2	脅威が発生する可能性が中程度である。 【例】 ・一定のスキルを持った攻撃者によって、攻撃が試みられる可能性がある。 ・イントラネット（例：制御ネットワーク（情報側））上にある資産に対して、攻撃が試みられる可能性がある。
1	脅威が発生する可能性が低い。 【例】 ・国家レベルのサイバー攻撃者（軍隊及びそれに準ずる団体）によって、攻撃が試みられる可能性がある。 ・特定の制限されたネットワーク（例：制御ネットワーク（制御側））上にある資産に対して、攻撃が試みられる可能性がある。

4. リスク分析のための事前準備（2）
4.4. 脅威と脅威レベル

ガイド本編
p.108-119

【資産（機器）に対する脅威（攻撃手法）の抜粋】

#	脅威（攻撃手法）	説明	具体例
1	不正アクセス	ネットワーク経由で機器に侵入し、攻撃を実行する。	● 不正入手した認証情報の悪用（不正ログイン） ● 認証機構を持たない機器への侵入 ● 機器に内在する脆弱性の悪用 ● 設定不備（不要プロセス動作や不要ポート開放等）の悪用
2	物理的侵入	入室が制限された区画・領域（機器が設置された場所等）に不正侵入する。 あるいは、物理的アクセスが制限された機器（ラックや箱内に設置された機器等）の制限を解除する。	● 敷地内／計器室／サーバ室への不正侵入 ● ラック／設置箱の不正開放
3	不正操作	機器のコンソール等の直接操作で侵入し、攻撃を実行する。	● 不正入手した認証情報の悪用（不正ログイン） ● 認証機構を持たない機器への侵入 ● 機器に内在する脆弱性の悪用
4	過失操作	内部関係者（社員や協力者のうち、当該機器へのアクセス権を有する者）の過失操作を誘発し、攻撃を実行する。 機器に対して、正規の媒体・機器を接続した結果、攻撃に相当する行為が実行される。	● メール添付ファイル開封 ● マルウェアに感染した正規媒体の持ち込み
5	不正媒体・機器接続	機器に対して、不正に持ち込んだ媒体・機器（CD/DVDやUSB機器等）を接続し、攻撃を実行する。	● 不正媒体の接続 ● 媒体からの読み込み／媒体への書き出し
6	プロセス不正実行	攻撃対象機器上に存在する正規のプログラムやコマンド、サービス等のプロセスを、不正に実行する。	● プログラム／コマンドの不正実行 ● サービスの不正起動
7	マルウェア感染	攻撃対象機器にマルウェア（不正プログラム）を感染・動作させる。	
8	情報窃取	機器内に格納されている情報（ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報）を窃取する。	● 制御パラメータの窃取
9	情報改ざん	機器内に格納されている情報（ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報）を改ざんする。	● 制御プログラムの改ざん ● 制御パラメータの改ざん
10	情報破壊	機器内に格納されている情報（ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報）を破壊する。	● 制御データの削除 ● 制御データの強制暗号化
11	不正送信	他の機器に対して、不正な制御コマンド（設定値変更、電源断等）や不正なデータを送信する。	● 制御コマンド／データ送信命令の不正実行 ● 送信データの改ざん
12	機能停止	機器の機能を停止する。	● 停止命令の不正実行

4. リスク分析のための事前準備（2）

4.5. 脆弱性と脆弱性レベル、セキュリティ対策状況と対策レベル

ガイド本編
p.120-130

- 脆弱性レベル
  - 2種類のリスク分析における評価指標の一つ
  - それぞれのリスク分析において、
    発生した脅威を受け入れる可能性の評価値（1：低～3：高）

評価値		判断基準
脆弱性レベル	対策レベル	
3	1	脅威が発生した場合、受けいれる可能性が高い。 脅威の対策が実施されておらず、攻撃が成功する可能性は高い。 【例】 ・過去の事例において、脆弱性を利用した攻撃が発生・成功し、被害が生じたことが確認されている。
2	2	脅威が発生した場合、受け入れる可能性が中程度である。 脅威の対策が実施されているが、十分とは言えないため、攻撃が成功する可能性は中程度である。 【例】 ・一般的な対策を実施しており、攻撃が成功するか否かは攻撃者のレベルに依る。 ・過去の事例において、脆弱性を利用した攻撃が発生したが、大きな被害に至らなかったことが確認されている。
1	3	脅威が発生した場合、受け入れる可能性が低い。 脅威の対策が十分実施されており、攻撃が成功する可能性は低い。 【例】 ・効果的な対策や、多層的な対策を実施しており、攻撃が成功する可能性は低い。 ・過去の事例において、脆弱性を利用した攻撃は発生していない。

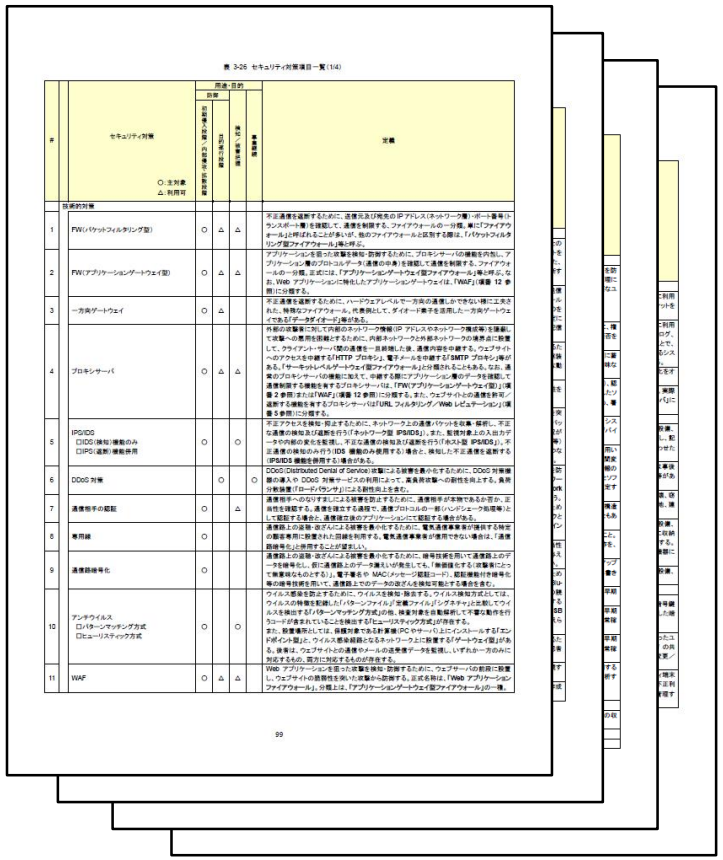
4. リスク分析のための事前準備（2）

4.5. 脆弱性と脆弱性レベル、セキュリティ対策状況と対策レベル

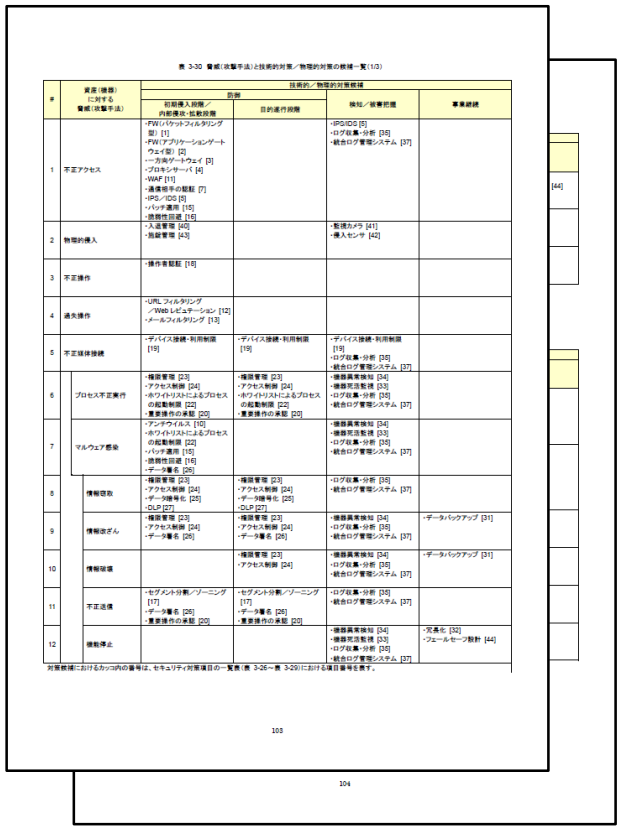
ガイド本編
p.120-130

脅威、セキュリティ対策、その対応の一覧を提供

【セキュリティ対策項目一覧（全47項目）】



【脅威（攻撃手法）と技術的／物理的対策の候補一覧】



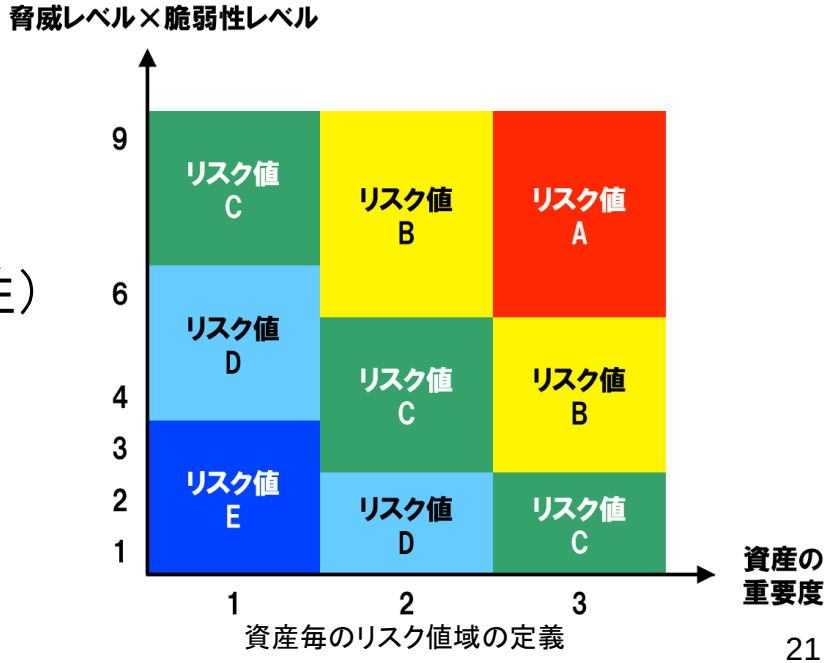
5. リスク分析の実施（1）
資産ベースのリスク分析

ガイド本編
p.131-169

制御システムを構成する資産に着目した分析手法の説明
～資産に対し想定される直接の脅威とその対策状況の十分性を評価～

- 保護すべき制御システムを構成する資産群を対象に、
- 各資産のリスクの大きさ(リスク値)を、
  - 資産の重要度
  - 脅威レベル
    （脅威の発生可能性）
  - 脆弱性レベル
    （発生した脅威を受け入れる可能性）

  から算定



5. リスク分析の実施（1）
資産ベースのリスク分析

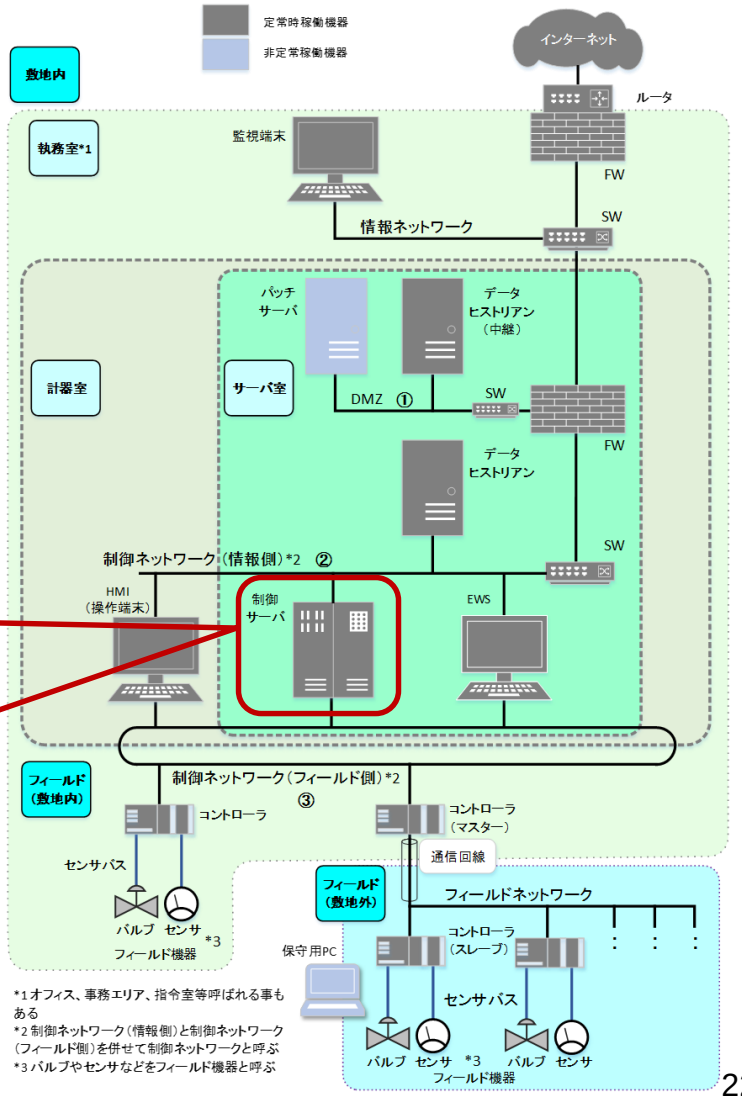
ガイド本編
p.131-169

- 資産種別（情報系資産、制御系資産、通信経路）に基づいて脅威（攻撃手法）と対策候補をリストアップ
- 資産ごとに対策状況を記入→脆弱性レベル

脅威(攻撃手法)
不正アクセス
マルウェア感染
情報改ざん
機能停止 etc.

対策状況
通信相手の認証
ホワイトリスト
操作者認証
権限管理 etc.

脅威毎の脆弱性レベル値



5. リスク分析の実施（1）
資産ベースのリスク分析

ガイド本編
p.133-136

- 資産ベースのリスク分析シート完成例

資産ベースのリスク分析シート

凡例: ○ 対策実施　空欄　対策未実施　　グレーアウト行：該当資産で考慮しない脅威　　対策の緑字：　対策の補足情報

項番	資産種別	対象装置	評価指標				脅威(攻撃手法)	説明	対策						対策レベル
			脅威レベル	脆弱性レベル	資産の重要度	リスク値			防御				検知/被害把握	事業継続	脅威毎
									侵入/拡散段階		目的遂行段階				
1	情報系資産	**制御サーバ**	2	2	3	B	不正アクセス	ネットワーク経由で機器に侵入し、攻撃を実行する。	FW（パケットフィルタリング型） FW（アプリケーションゲートウェイ型） 一方向ゲートウェイ プロキシサーバ WAF 通信相手の認証 ○ IPS／IDS パッチ適用 脆弱性回避				IPS／IDS ログ収集・分析 統合ログ管理システム		2
2			2	1		C	物理的侵入	入室が制限された区画・領域（機器が設置された場所等）に不正侵入する。あるいは、物理的アクセスが制限された機器（ラックや箱内に設置された機器等）の制限を解除する。	入退管理（ICカード、生体認証） ○ 施錠管理 ○				監視カメラ ○ 侵入センサ ○		3
3			2	2		B	不正操作	機器のコンソール等の直接操作で侵入し、攻撃を実行する。	操作者認証（ID/Pass） ○						2
4			2	3		A	過失操作	内部関係者（社員や協力者の内、当該機器へのアクセス権を有する者）の過失操作を誘発し、攻撃を実行する。 機器に対して、正規の媒体・機器を接続した結果、攻撃に相当する行為が実行される。	URLフィルタリング／Webレピュテーション メールフィルタリング						1
5			2	3		A	不正媒体・機器接続	機器に対して、不正に持ち込んだ媒体・機器（CD/DVDやUSB機器等）を接続し、攻撃を実行する。	デバイス接続・利用制限		（同左）		（同左） ログ収集・分析 統合ログ管理システム		1
6			3	2		A	プロセス不正実行	攻撃対象機器上に存在する正規のプログラムやコマンド、サービス等のプロセスを、不正に実行する。	権限管理 ○ アクセス制御 ホワイトリストによるプロセスの起動制限 ○ 重要操作の承認		（同左） （同左） （同左） （同左）		機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析 統合ログ管理システム		2
7			3	1		B	マルウェア感染	攻撃対象機器にマルウェア（不正プログラム）を感染・動作させる。	アンチウイルス ホワイトリストによるプロセスの起動制限 ○ パッチ適用 脆弱性回避 データ署名				機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析 統合ログ管理システム		3
8			3	2		A	情報窃取	機器内に格納されている情報（ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報）を窃取する。	権限管理 ○ アクセス制御 データ暗号化 DLP		（同左） （同左） （同左） （同左）		ログ収集・分析 統合ログ管理システム		2
9			3	2		A	情報改ざん	機器内に格納されている情報（ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報）を改ざんする。	権限管理 ○ アクセス制御 データ署名		（同左） （同左） （同左）		機器異常検知 ログ収集・分析 統合ログ管理システム	データバックアップ ○	2
10			2	2		B	情報破壊	機器内に格納されている情報（ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報）を破壊する。			権限管理 ○ アクセス制御		機器異常検知 ログ収集・分析 統合ログ管理システム	データバックアップ ○	2
11			3	3		A	不正送信	他の機器に対して、不正な制御コマンド（設定値変更、電源断等）や不正なデータを送信する。	セグメント分割／ゾーニング データ署名 重要操作の承認		（同左） （同左） （同左）		ログ収集・分析 統合ログ管理システム		1
12			3	3		A	機能停止	機器の機能を停止する。					機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析 統合ログ管理システム	冗長化 フェールセーフ設計	1
13			1	3		B	高負荷攻撃	DDoS攻撃等によって、機器の処理能力以上の処理を要求し、機器の正常動作を妨害する。	DDoS対策				機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析 統合ログ管理システム	冗長化 フェールセーフ設計	1
14			1	2		C	窃盗	機器を窃盗する。	施錠管理 ○		（同左）		（同左）		2
15			3	3		A	盗難・廃棄時の分解による情報窃取	盗難にあった機器や廃棄した機器が分解され、機器内部に保存されていた情報（ソフトウェア、認証情報、構成設定情報、暗号鍵等の機密情報）が窃取される。	耐タンパー 難読化 セキュア消去		（同左） （同左） （同左）				1

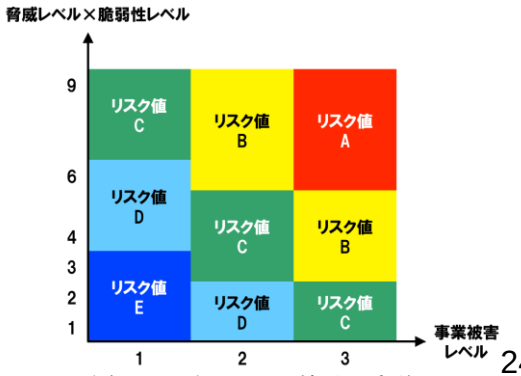
6. リスク分析の実施（2）
事業被害ベースのリスク分析

ガイド本編
p.170-252

攻撃ツリーを用いたシナリオベースの詳細リスク分析手法の説明
～事業に対し想定される攻撃とその対策状況の十分性を評価～

- 攻撃シナリオ
  - 回避したい事業被害を引き起こす可能性のある攻撃拠点・攻撃対象・最終攻撃を具現化したシナリオ
- 攻撃ツリー
  - 攻撃シナリオに含まれる攻撃拠点・攻撃対象・最終攻撃に加えて、攻撃シナリオを実現する攻撃者・侵入口・経由を具体化した一連の攻撃手順
- 各攻撃ツリーのリスクの大きさ（リスク値）を、
  - 脅威レベル（攻撃ツリーの発生可能性）
  - 脆弱性レベル（攻撃ツリーを受け入れる可能性）
  - 事業被害レベル（事業被害の大きさ）

  から算定



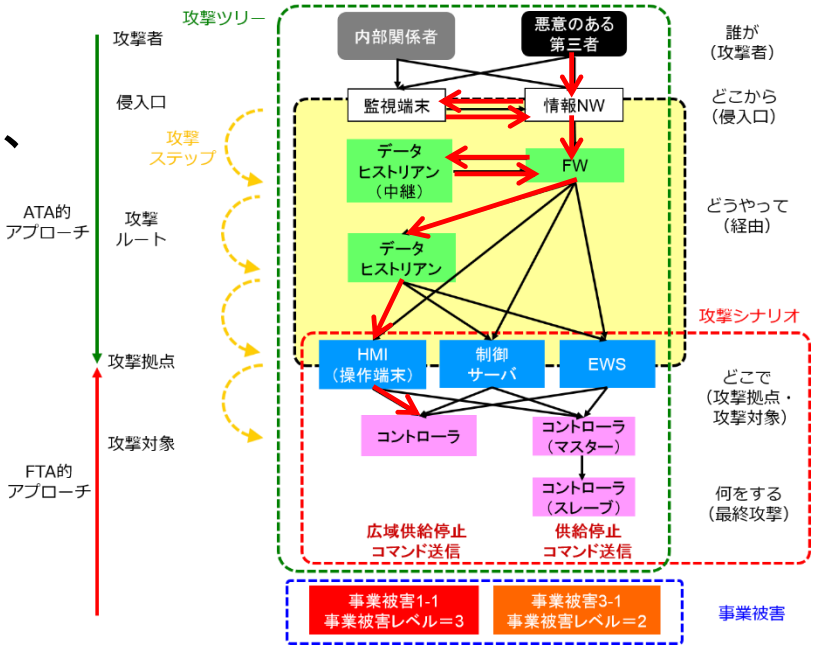
攻撃ツリー毎のリスク値域の定義

6. リスク分析の実施（2）
事業被害ベースのリスク分析

ガイド本編
p.170-252

- 攻撃ツリーの構成

事業被害が「広域での〇〇供給停止」で、悪意のある第三者が、情報NW上の監視端末に侵入し、データヒストリアン（中継）、FW、データヒストリアンを経由して攻撃拠点のHMIに到達・侵入し、最終攻撃となる広域供給停止操作を実行する攻撃ツリーの場合



悪意のある第三者が、監視端末に不正アクセスする。	攻撃ステップ	攻撃ツリー
悪意のある第三者が、監視端末からデータヒストリアン（中継）に不正アクセスする。	攻撃ステップ	
悪意のある第三者が、データヒストリアン（中継）からデータヒストリアンに不正アクセスする。	攻撃ステップ	
悪意のある第三者が、データヒストリアンからHMIに不正アクセスする。	攻撃ステップ	
悪意のある第三者が、HMIからコントローラに、広域供給停止操作を不正実行し、広域で〇〇の供給が停止する。	最終攻撃ステップ	

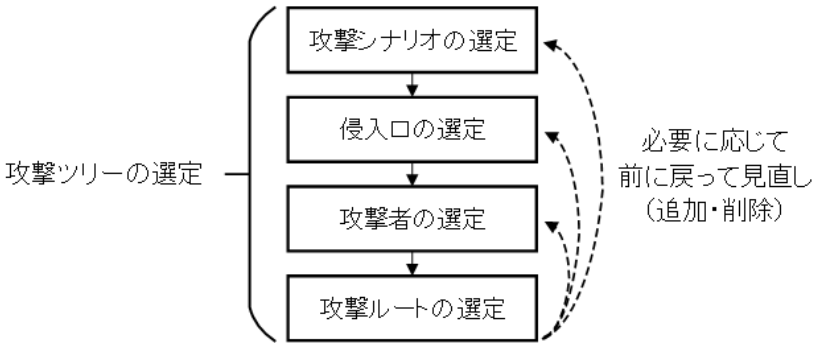
6. リスク分析の実施（2）
事業被害ベースのリスク分析

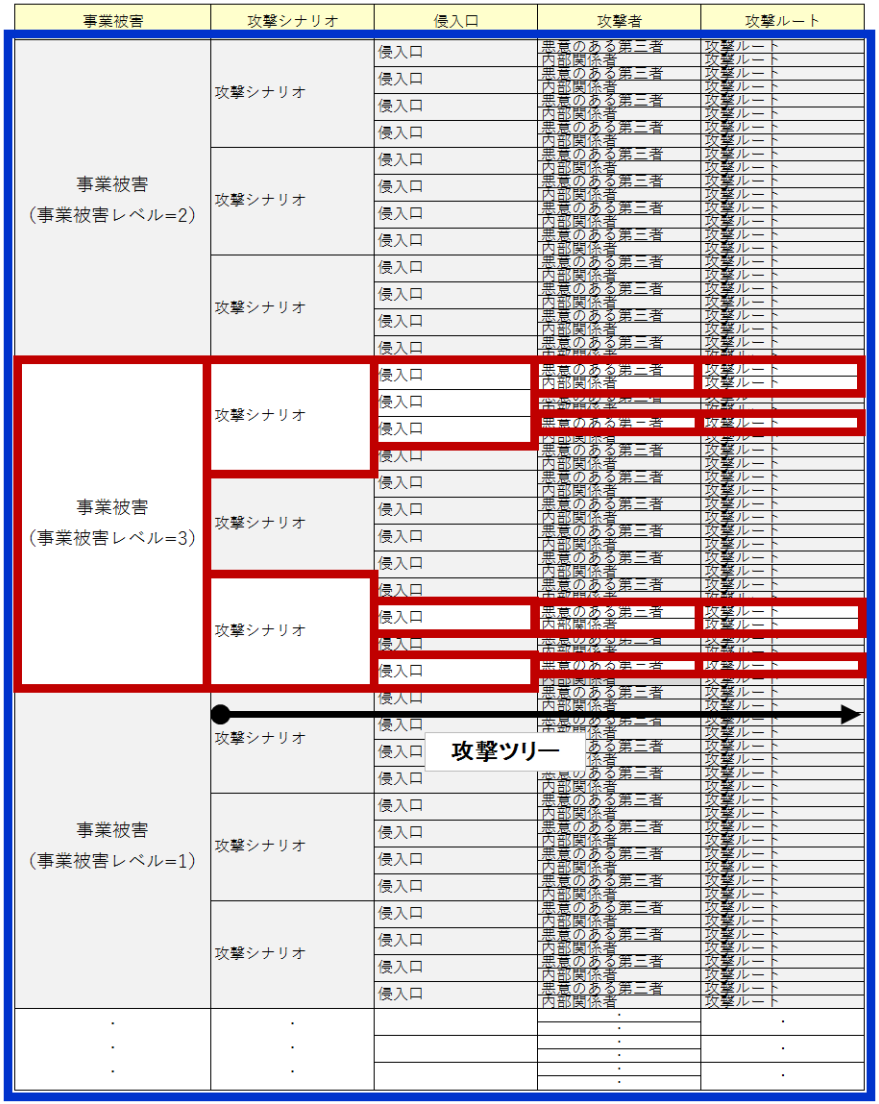
ガイド本編
p.170-252

- 分析対象の選定（1）

【青枠】
攻撃ツリーを選定しない場合の分析対象
→ 全ての事業被害、攻撃シナリオ、
侵入口、攻撃者、攻撃ルートを分析

【赤枠】
攻撃ツリーを選定する場合の分析対象
→ 重要な事業被害を引き起こす
攻撃シナリオ、侵入口、攻撃者、
攻撃ルートを優先的に分析





6. リスク分析の実施（2）
事業被害ベースのリスク分析

ガイド本編
p.170-252

- 分析対象の選定（2）

【物理アクセスによる攻撃の侵入口：優先度の判断の観点（例）】

項番	観点
1	機器にUSBポート、通信インターフェース、無線機能があり、使用可能か
2	機器にUSBメモリ、DVD、ノートPC等を接続する定常運用があるか
3	機器が攻撃拠点か
4	機器にキーボード、タッチパネル、スイッチ等の操作インターフェースがあるか
5	機器が定常機器か

【物理アクセスによる攻撃の侵入口：選定基準（例）】

＜選定基準1＞ USBメモリやDVD等の媒体や、ノートPC等の機器を接続する定常運用がある機器

＜選定基準2＞ 攻撃シナリオにおける攻撃拠点である機器で、操作インターフェースがある機器

6. リスク分析の実施（2）
事業被害ベースのリスク分析

ガイド本編
p.170-252

- 事業被害ベースのリスク分析シート完成例

事業被害ベースのリスク分析シート

1．広域での○○供給停止

項番	攻撃シナリオ 攻撃ツリー／攻撃ステップ	評価指標 脅威レベル	脆弱性レベル	事業被害レベル	リスク値	対策 防御 侵入／拡散段階	防御 目的遂行段階	検知／被害把握	事業継続	対策レベル 攻撃ステップ	対策レベル 攻撃ツリー	攻撃ツリー番号 攻撃ツリー番号	攻撃ツリー番号 構成ステップ（項番）
	1-1 広域供給停止操作の実行により、広域で供給が停止する。												
1	[N]侵入口=監視端末 悪意ある第三者が、監視端末に不正アクセスする。					通信相手の認証 ○ パッチ適用 ○ 脆弱性回避 権限管理 ○		ログ収集・分析 統合ログ管理システム		2			
2	悪意ある第三者が、監視端末からデータヒストリアン（中継）に不正アクセスする。					通信相手の認証 ● パッチ適用 ● 脆弱性回避 権限管理 ●		IPS/IDS ログ収集・分析 統合ログ管理システム 機器死活監視		1			
3	悪意ある第三者が、データヒストリアン（中継）からデータヒストリアンへ不正にアクセスする。					通信相手の認証 ● パッチ適用 脆弱性回避 権限管理 ●		IPS/IDS ログ収集・分析 統合ログ管理システム 機器死活監視		1			
4	悪意ある第三者が、データヒストリアンからHMIに不正にアクセスする。					通信相手の認証 ○ パッチ適用 脆弱性回避 権限管理		IPS/IDS ログ収集・分析 統合ログ管理システム 機器死活監視		2			
5	悪意ある第三者が、HMIからコントローラに広域供給停止操作をして、広域に及ぶ供給が停止する。	2	2	3	B	セグメント分割／ゾーニング データ署名 重要操作の承認		ログ収集・分析 統合ログ管理システム		1	2	#1	1,2,3,4,5
6	[P]侵入口=HMI 内部関係者が、計器室に入室する。					入退管理（ICカード） ● 施錠管理 ●		監視カメラ ○ 侵入センサ ○ ログ収集分析 統合ログ管理システム		1			
7	内部関係者が、HMIにログインする。					操作者認証		ログ収集・分析 統合ログ管理システム		1			
8	内部者関係者が、過失によりマルウェアに感染したUSB媒体をHMIに接続し、HMIがマルウェアに感染する。					アンチウィルス（媒体） アンチウィルス（HMI） ポートの物理的閉塞 ホワイトリストによるプロセスの起動制限 パッチ適用 脆弱性回避 データ署名		機器異常検知 機器死活監視 ログ収集・分析 統合ログ管理システム		1			
9	マルウェアが、HMIからコントローラに広域供給停止操作をして、広域に及ぶ供給が停止する。	2	3	3	A	セグメント分割／ゾーニング データ署名 重要操作の承認		ログ収集・分析 統合ログ管理システム		1	1	#2	6,7,8,9
	1-2 複数コントローラへの供給停止コマンドの送信により、広域で供給が停止する。												
10	[N]侵入口=情報NW 悪意ある第三者が、情報NWからファイアウォールに不正アクセスする。					FW ○ 通信相手の認証 ○ パッチ適用 ○ 脆弱性回避 権限管理 ○		IPS/IDS ログ収集・分析 統合ログ管理システム 機器死活監視		2			
11	悪意ある第三者が、ファイアウォールを経由してEWSに不正にアクセスする。					通信相手の認証 ○ パッチ適用 脆弱性回避 権限管理		IPS/IDS ログ収集・分析 統合ログ管理システム 機器死活監視		1			
12	悪意ある第三者が、EWSからコントローラ（マスター）に不正アクセスする。					通信相手の認証 パッチ適用 脆弱性回避 権限管理		ログ収集・分析 統合ログ管理システム 機器異常検知		1			
13	悪意ある第三者が、コントローラ（マスター）からコントローラ（スレーブ）に供給停止コマンドを送信して、広域に及ぶ供給が停止する。	2	2	3	B	セグメント分割／ゾーニング データ署名 重要操作の承認		ログ収集・分析 統合ログ管理システム		1	2	#3	10,11,12,13

●：実施しているが、有効でないと考えられる

7. リスク分析結果の解釈と活用法

ガイド本編
p.253-281

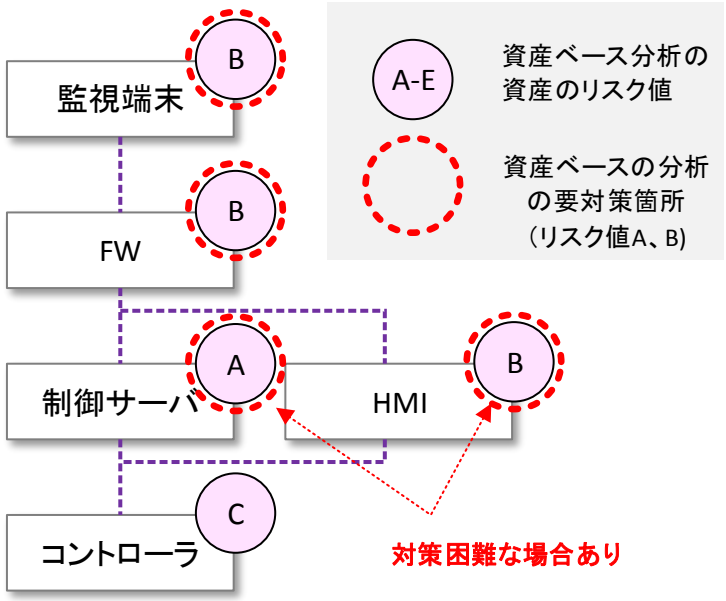
制御システムのセキュリティ向上へ向けた、新たなステップ

- リスク分析結果の解釈及び活用のねらい
  - セキュリティ上の弱点を発見し、サイバー攻撃に対するリスクを低減するため、分析結果として得られたリスク値を可能な限り低減する。
- リスク値の活用
  - リスクの把握
  - 改善箇所の抽出、選定
  - リスクの低減
  - リスクの低減効果の確認
  - セキュリティテストの対策箇所の抽出、特定
- 2種類のリスク分析の活用法の違いと相関
- 継続的なセキュリティ対策の実施（PDCAサイクル）

7. リスク分析結果の解釈と活用法
2種類のリスク分析の活用法の違いと相関

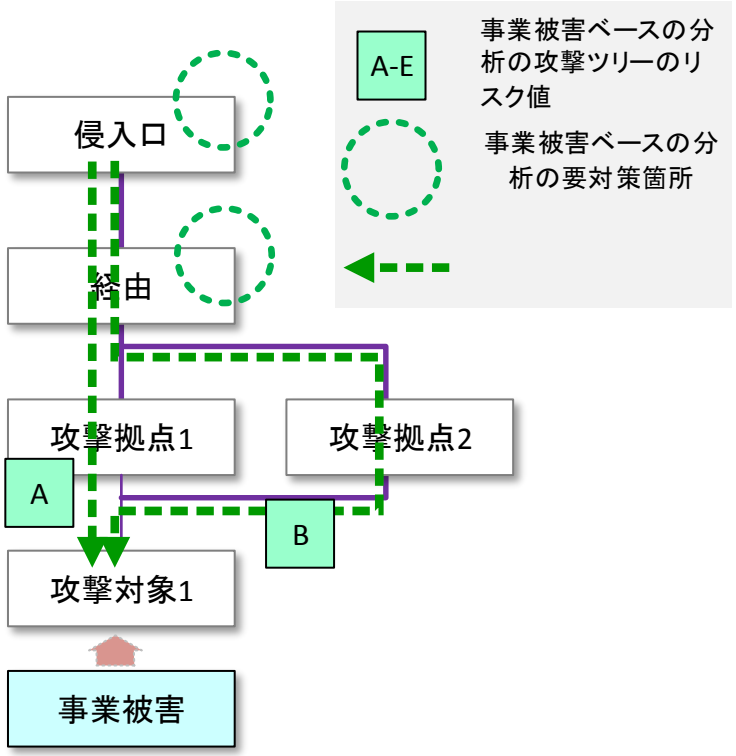
ガイド本編
p.277-279

資産ベースリスク分析の対策の検討



資産間の接続によらず
すべての資産の対策を検討

事業被害ベースリスク分析の対策の検討



攻撃ツリーを構成する
いずれかの資産の対策を検討

8. セキュリティテスト

ガイド本編
p.282-301

対策状況の確実性や有効性、脅威に対する堅牢性の検証

- セキュリティテストの位置付け（実施目的と効果）
  - 制御システムのリスク分析結果の実機での確認
  - 制御システムの現状調査
- セキュリティテストの種類・目的・対象

<table>
<tr><th rowspan="2">目的</th><th colspan="3">テスト対象</th></tr>
<tr><th>ネットワーク</th><th>OS／ミドルウェア</th><th>アプリケーション</th></tr>
<tr><td>既知の脆弱性検出</td><td colspan="2">・脆弱性検査
（システムセキュリティ検査）</td><td>・脆弱性検査
（Webアプリケーション診断）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">未知の脆弱性検出</td><td colspan="3">・ファジング</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>・ソースコードセキュリティ検査</td></tr>
<tr><td>侵入可否の検証</td><td colspan="3">・ペネトレーションテスト</td></tr>
<tr><td>不審通信の検査</td><td colspan="3">・パケットキャプチャテスト</td></tr>
<tr><td>不正なネットワーク機器の調査</td><td>・ネットワークディスカバリ
・ワイヤレススキャン</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

9. 特定セキュリティ対策に対する追加基準

ガイド本編
p.302-307

特定のセキュリティ対策項目の実施状況をより詳細に確認・評価

- 暗号技術の選定と活用基準
- 標的型攻撃対策
- 内部不正対策
- ファイアウォールにおける各種設定
- 外部記憶媒体におけるセキュリティ対策

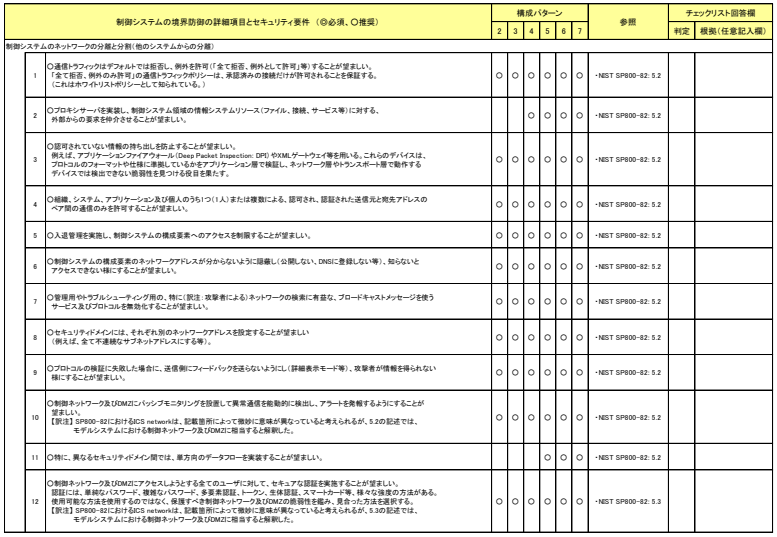
- 各追加基準における評価項目をチェックリストとして提供
  - 評価項目とセキュリティ要件
    - 「必須」または「推奨」として設定
  - 参照
    - 国際標準・業界標準等の参照箇所
  - 回答想定者／部門 （「内部不正対策チェックリスト」のみ）
  - チェックリスト回答欄

制御システムに限定せず
全ての情報システムに活用可能

付録

ガイド本編
p.310-378

- ゾーニングにおけるファイアウォールの活用パターン
  - ファイアウォールの定義
  - ファイアウォールの分類
  - ファイアウォールの実装アーキテクチャ
- 特定セキュリティ対策に対するチェックリスト
  - 暗号技術利用チェックリスト
  - 標的型攻撃対策チェックリスト
  - 内部不正対策チェックリスト
  - ファイアウォール設定チェックリスト
  - 外部記憶媒体対策チェックリスト
- 制御システムのインシデント事例
- 用語集
- 主な改定内容



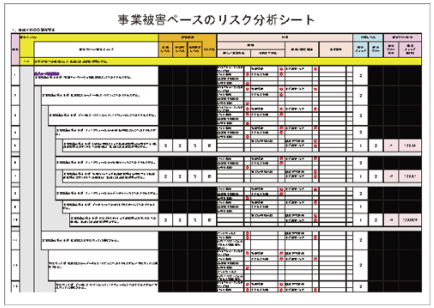
	制御システムの境界防御の詳細項目とセキュリティ要件 （◎必須、○推奨）	構成パターン 2	3	4	5	6	7	参照	チェックリスト回答欄 判定	根拠（任意記入欄）
制御システムのネットワークの分離と分割（他のシステムからの分離）										
1	○通信トラフィックはデフォルトでは拒否し、例外を許可（「全て拒否、例外として許可」等）することが望ましい。 「全て拒否、例外のみ許可」の通信トラフィックポリシーは、承認済みの接続だけが許可されることを保証する。 （これはホワイトリストポリシーとして知られている。）	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
2	○プロキシサーバを実装し、制御システム領域の情報システムリソース（ファイル、接続、サービス等）に対する、 外部からの要求を仲介させることが望ましい。			○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
3	○認可されていない情報の持ち出しを防止することが望ましい。 例えば、アプリケーションファイアウォール（Deep Packet Inspection: DPI）やXMLゲートウェイ等を用いる。これらのデバイスは、 プロトコルのフォーマットや仕様に準拠しているかをアプリケーション層で検証し、ネットワーク層やトランスポート層で動作する デバイスでは検出できない脆弱性を見つける役目を果たす。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
4	○組織、システム、アプリケーション及び個人のうち1つ（1人）または複数による、認可され、認証された送信元と宛先アドレスの ペア間の通信のみを許可することが望ましい。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
5	○入退管理を実施し、制御システムの構成要素へのアクセスを制限することが望ましい。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
6	○制御システムの構成要素のネットワークアドレスが分からないように隠蔽し（公開しない、DNSに登録しない等）、知らないと アクセスできない様にすることが望ましい。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
7	○管理用やトラブルシューティング用の、特に（訳注：攻撃者による）ネットワークの検索に有益な、ブロードキャストメッセージを使う サービス及びプロトコルを無効化することが望ましい。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
8	○セキュリティドメインには、それぞれ別のネットワークアドレスを設定することが望ましい （例えば、全て不連続なサブネットアドレスにする等）。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
9	○プロトコルの検証に失敗した場合に、送信側にフィードバックを送らないようにし（詳細表示モード等）、攻撃者が情報を得られない 様にすることが望ましい。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
10	○制御ネットワーク及びDMZにパッシブモニタリングを設置して異常通信を能動的に検出し、アラートを発報するようにすることが 望ましい。 【訳注】SP800-82における「ICS network」は、記載箇所によって微妙に意味が異なっていると考えられるが、5.2の記述では、 モデルシステムにおける制御ネットワーク及びDMZに相当すると解釈した。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
11	○特に、異なるセキュリティドメイン間では、単方向のデータフローを実装することが望ましい。				○	○	○	・NIST SP800-82: 5.2		
12	○制御ネットワーク及びDMZにアクセスしようとする全てのユーザに対して、セキュアな認証を実施することが望ましい。 認証には、単純なパスワード、複雑なパスワード、多要素認証、トークン、生体認証、スマートカード等、様々な強度の方法がある。 使用可能な方法を使用するのではなく、保護すべき制御ネットワーク及びDMZの脆弱性を鑑み、見合った方法を選択する。 【訳注】SP800-82における「ICS network」は、記載箇所によって微妙に意味が異なっていると考えられるが、5.3の記述では、 モデルシステムにおける制御ネットワーク及びDMZに相当すると解釈した。	○	○	○	○	○	○	・NIST SP800-82: 5.3		

制御システムに対するリスク分析の実施例
制御システムのセキュリティリスク分析ガイド 別冊

別冊
p.1-94

典型的なモデルシステムに対するリスク分析の完全な実施事例

① 資産一覧　② システム構成図
③ データフローマトリックス　④ データフロー図
⑤ 資産の重要度の判断基準
⑥ 各資産に対する重要度一覧
⑦ 事業被害レベルの判断基準
⑧ 事業被害の一覧
⑨ 資産レベルの判断基準
⑩ 脅威レベルと根拠　⑪ 脅威レベルまとめ表
⑫ 資産ベースのリスク分析シート　⑬ リスク値まとめ表
⑭ 攻撃シナリオ一覧　⑮ 攻撃ルート一覧
⑯ 事業被害ベースのリスク分析シート　⑰ リスク値まとめ表
⑱ 制御システムのリスク分析結果（リスク低減のための改善策）



リスク分析シート一式（Excelファイル）は、以下のURLからダウンロード可能。
https://www.ipa.go.jp/security/controlsystem/riskanalysis.html

制御システム関連のサイバーインシデント事例
制御システムのセキュリティリスク分析ガイド 参考資料

事例集
#1～#3

「制御システム関連のサイバーインシデント事例」シリーズ

- 2019年7月公開
- サイバー攻撃事例の概要と攻撃の流れを紹介
- 事業被害ベースのリスク分析における
  攻撃ツリーの作成やセキュリティ対策の策定に活用
- 紹介しているサイバー攻撃
  - #1：2015年 ウクライナ 大規模停電
  - #2：2016年 ウクライナ マルウェアによる停電
  - #3：2017年 安全計装システムを標的とする
    マルウェア

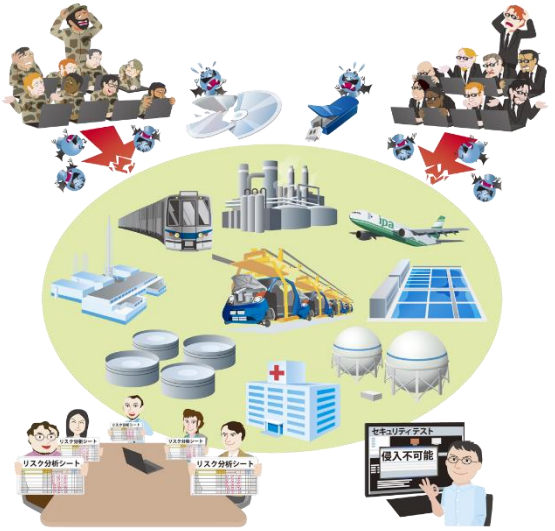
https://www.ipa.go.jp/security/controlsystem/incident.html からダウンロード可能

おわりに
「制御システムのセキュリティリスク分析ガイド 第2版」

制御システムのセキュリティの抜本的向上を可能とするために
重要な位置付けとなるリスクアセスメントの実践的な手引き

- リスク分析の全体像の理解向上と取り組み促進
- リスク分析を具体的に実施するための手順や手引きの提示

- 2通りの詳細リスク分析の手法を解説
  - 資産ベース、事業被害ベース
- リスク分析のための素材の提供
  - リスク分析シート（フォーマット、実施例）
  - 脅威（攻撃方法）や対策の一覧
  - 特定対策に関する詳細チェックリスト
- リスク分析結果の活用例の提示
  - リスク低減のための対策強化策の検討方法
  - セキュリティテストの解説



第１版からの主な改定内容

ガイド本編
p.376-378

- フィードバックやご意見・改善点の反映
- リスク分析手法の見直しによる、作業に要する工数の削減

  【資産ベース ― 分析手法の簡略化による工数の削減】

  – 事前準備段階で資産のグループ化を一括実施すると共に、資産種別のみを基に各々の資産に対する脅威と対策候補を抽出することで、分析手順を簡略化して工数を削減できるよう見直した。

  【事業被害ベース ― 分析対象の選定基準の提示による工数の削減】

  – 攻撃が成功した場合の事業被害が大きく、攻撃者に狙われる可能性が高い重要な攻撃ツリーを選定して、優先的に分析を行うことで、分析の有用性を確保しつつ工数を削減できるよう見直した。
- リスク分析の基本事項に関する説明の拡充
  – リスク分析における基本的な評価指標とその評価値、リスク分析を実施した結果得られるリスク値（リスクレベル）の意味を厳密に定義