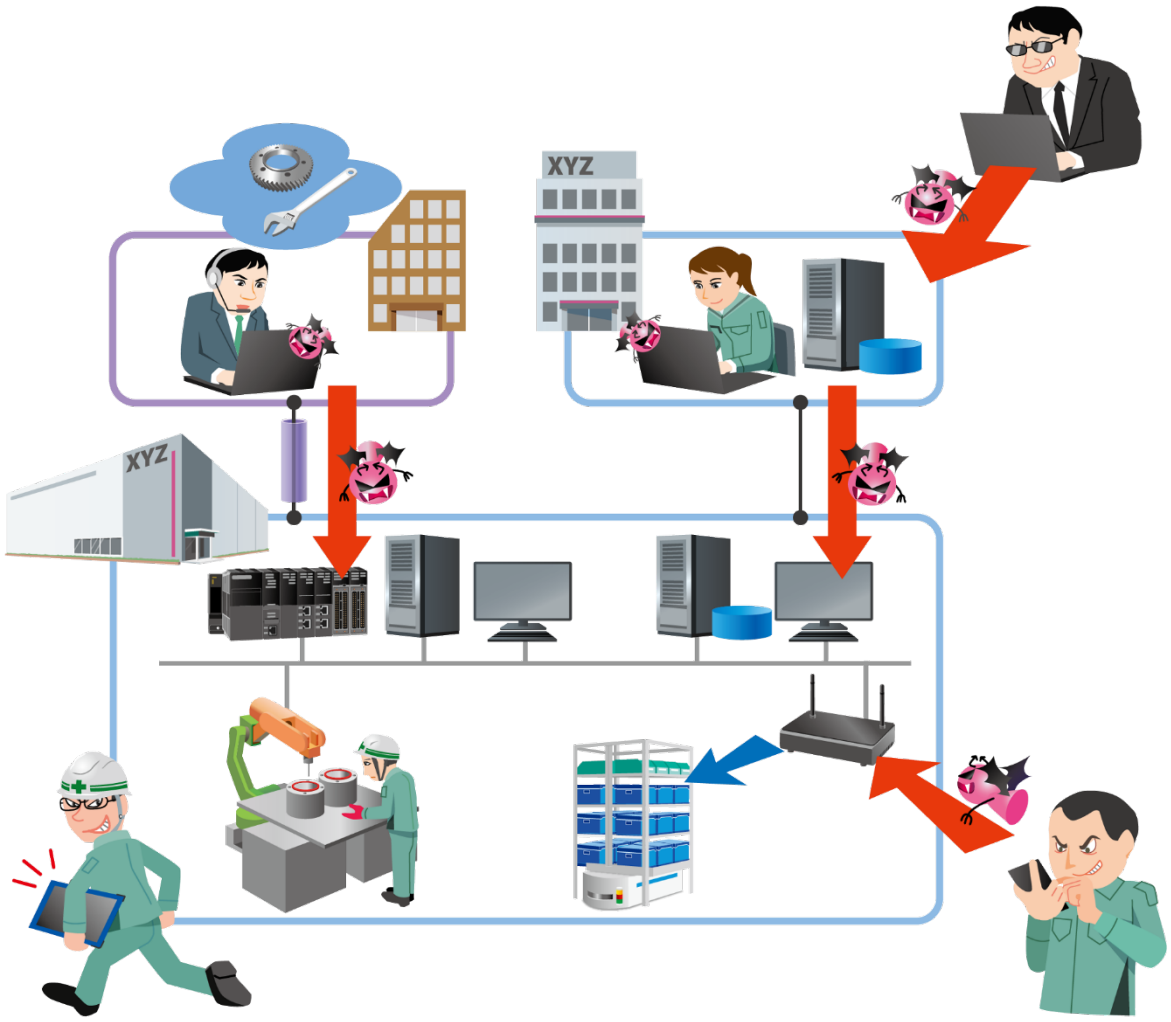
スマート工場の
セキュリティリスク分析調査
調査報告書



第 2 版

2024 年 9 月

IPA
独立行政法人情報処理推進機構
セキュリティセンター

変更履歴

Rev	発行理由	日付
	対象ページ	
0	初版発行	2022/06/15
	全ページ （「スマート工場のセキュリティリスク分析調査」調査報告書としての初版発行）	
1	初版記載内容・誤記修正	2022/07/01
	62，98，99	
2	第 2 版	2024/09/30
	表紙／裏表紙変更、フッター（ページ番号）様式変更、誤記修正（参照エラー削除）、 補記加筆：8, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 37, 49, 61, 62, 63, 70, 71, 76, 77, 82, 83, 89, 90 新規追記：109～149 （追加調査「高度制御を実現する新たな制御システムのスマート化モデル類型細分化と対策の調査」調査結果による報告内容を追加記載）	

目次

1. 調査報告書の概要

1.1. 概要

本報告書は、「スマート工場のセキュリティリスク分析調査」に関する調査結果をまとめたものである。

本調査では、まず、スマート工場化の目的と手法で分類し抽出した類型資料を作成した。それぞれの類型資料に対し、システム構成やスマート工場化のために付加される業務運用を考慮した実装モデルを作成し、スマート工場化を図っている国内企業に対しヒアリングを実施し実装モデルが現実に適合しているかを確認した。**確認した実装モデルに対しスマート工場化に伴う追加部分を中心としたセキュリティリスク分析を実施**し、サイバー攻撃としてどのような被害、脅威、対策があるかについて、IEC62443 参照アーキテクチャにおけるレベル 3 以下とのデータ授受にも注目して整理した。

本調査では 9 社 22 類型の実際のシステムに対してヒアリングを実施し、実装モデルとして以下の 7 種に集約して検討を行っている。

実装モデルと内容の一覧

実装モデル	内容
実装モデル 1: IoT 機器から収集した情報の利用(単一工場モデル)	単一工場内で、既存の設備や IoT デバイスから情報を収集し、生産や制御の最適化を実施することを想定したモデル
実装モデル 2: IoT 機器から収集した情報の利用(複数工場モデル)	複数の工場から、既存の設備や IoT デバイスから情報を収集し、生産や制御の最適化を実施することを想定したモデル
実装モデル 3: 遠隔からのシステム監視・制御	WAN を経由して、既設機器のプロセス値や IoT デバイスから情報を収集し、遠隔からシステムの監視や制御を行うことを想定したモデル
実装モデル 4: 遠隔からの設備の保守	リモートアクセスによる接続を経由して、設備の遠隔保守をすることを想定したモデル
実装モデル 5: 遠隔からのソフトウェア更新	スマート工場化にかかわる機器の内部のソフトウェア構成を収集し、必要に応じて新しいソフトウェア（脆弱性対策のためのパッチを含む）をオンラインで配布することを想定したモデル
実装モデル 6: ロボットの利用	既設設備にアドオンする形で、ロボットアームや搬送機などを追加し業務効率の改善を行うことを想定したモデル

実装モデル 7: ドローンの利用	ドローンでフィールド上の設備の異常がないかをカメラで監視し、監視記録をクラウドで経由して保存することを想定したモデル

1.2. 調査の目的

本調査の目的は、スマート工場化を実施中、または、検討中の企業に対し、スマート工場化によって生じるセキュリティリスクを正しく認識して対策するための情報を提供することである。

IoT、AI などの先端技術を活用したスマート工場化により、工場で製造する製品の生産性向上と品質向上が図られている。一方、スマート工場化は、新たなデータフローによる侵入可能な経路の発生による脅威の増加や、システムへの侵入口が新たに設けられることなどから、セキュリティ上の対策が必要である。

また近年、工場において制御対象である装置やセンサからの情報を、ICT を駆使した IT 系情報システム（IEC62443 参照アーキテクチャにおけるレベル 4 の IT 系情報システム）で解析し、そのフィードバックを OT 系制御システムに連携することにより制御をする以外にも、OT 系システム（IEC62443 参照アーキテクチャにおけるレベル 3 以下の制御情報システムや制御システムのロジックの範疇）に直接情報を取り込むことによって生産性向上と製品品質向上が図られるという、新しい技術がプロセス制御システム系を中心に導入され始めている。IEC62443 参照アーキテクチャにおけるレベル 3 以下のレイヤーで直接収集した追加情報を分析して制御するシステムは、これまで情報システムを介して行っていた以上の応答速度や信頼性が得られる可能性がある観点から、制御システムにおける DX や IIoT などの新たなシステム構成として、急速に進展している。この新たな制御モデルの構成に起因する個別のセキュリティリスクへの対応も含めて検討する。

本調査では、この目的に即して、スマート工場のセキュリティリスク分析調査を IPA が発行した「制御システムのセキュリティリスク分析ガイド 第 2 版」（以下「分析ガイド」）に記載のリスク分析手法により実施した。

1.3. 調査の方法

一般に公開されている事例や文献等から、スマート工場化の形態（目的、業務運用およびシステム変更内容）を類型化した実装モデルを作成した。これを、実際にスマート工場化を行っている国内の事業者にヒアリングし、各事業者の実態と照らして実装モデルをブラッシュアップした。

さらに、検証した実装モデルに対し、セキュリティリスク分析を実施、リスクの特定と対策案の提示を行い、スマート工場化に必要なセキュリティ上の留意事項を明らかとした。

これらの調査の項目と関連する章節、内容を表 1 に示す。

表 1 調査の内容

項目	関連	内容
(1)スマート工場化の実装モデルの作成	・2.1～2.9	スマート工場化の目的とスマート工場化の為に付加されるシステムとその手法の組み合わせから、スマート工場のモデルとして実際に利用されている類型を抽出した。 次に、抽出した類型を元に、システム構成やスマート工場化のために付加される業務運用を整理して 7 つの実装モデルに整理した。 更に、IEC62443 参照アーキテクチャにおけるレベル 3 以下とのやり取りにも注目してデータフローやリスク・対策を検討した。
(2)ヒアリングによる実装モデルのブラッシュアップ	・2.1～2.9 ・3	作成した実装モデルを用い、スマート工場化を図っている国内企業に対しヒアリングを実施し、企業の実態に即した内容に実装モデルをブラッシュアップした。
(3)セキュリティリスク分析	・2.1～2.9	実装モデルに対し、スマート工場化によってどのようなセキュリティリスクが生じるか、どのような対策が必要であるかを分析して整理した。

以上の方法に従って実施した調査の結果を、以下で報告する。

2. 実装モデル

実装モデル作成の為に、まずスマート工場化の形態（目的、業務運用およびシステム変更内容）を類型化した結果を以下に示す。

2.1. 類型

広く一般に公開されているスマート工場化の事例から、スマート工場化を目的と手法で分類していくつかのモデルを抽出し、類型として整理した。

2.1.1. スマート工場化の目的

スマート工場化の目的は、経済産業省　中部経済産業局の「スマートファクトリーロードマップ」(2017)
https://www.chubu.meti.go.jp/b21jisedai/report/smart_factory_roadmap/

の内容を基に、表 2 の通り大きく 7 種に整理した。

表 2 スマート工場化の目的

#	大項目	小項目
1	品質の向上	不良率の低減、品質の安定化・ばらつきの低減、設計品質の向上
2	コストの削減	材料の使用量の削減、生産に必要なリソースの削減、在庫の削減、設備の管理・状況把握の省力化
3	生産性の向上	設備・ヒトの稼働率の向上、ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減、設備の故障に伴う稼動停止の削減
4	製品化・量産化の期間短縮	製品の開発・設計の自動化、仕様変更への対応の迅速化、生産ラインの設計・構築の短縮化
5	人材不足・育成への対応	多様な人材の活用、技能の継承
6	新たな付加価値の提供・提供価値の向上	多用なニーズへの対応力の向上、提供可能な加工技術の拡大、新たな製品・サービスの提供、製品の性能・機能の向上
7	その他	リスク管理の強化

2.1.2. スマート工場化の為に付加されるシステムとその手法

スマート工場では、サイバー空間とフィジカル空間が高度に融合し、サイバー空間に集めて分析し，そこで得られた情報や価値を現実世界へフィードバックして課題を解決するという枠組みが浸透していくことになると考えられる。この枠組みは CPS（Cyber Physical System）と呼ばれる。

そこで、スマート工場化の方法を検討するにあたり、まず、経済産業省の「サイバー・フィジカル・セキュリティ 対策フレームワーク（CPSF）のポイント」(平成 31 年度)https://www.meti.go.jp/press/2019/04/20190418002/20190418002.html の３層構造を参考とした。図 1 に、この３層構造について説明している図を引用する。

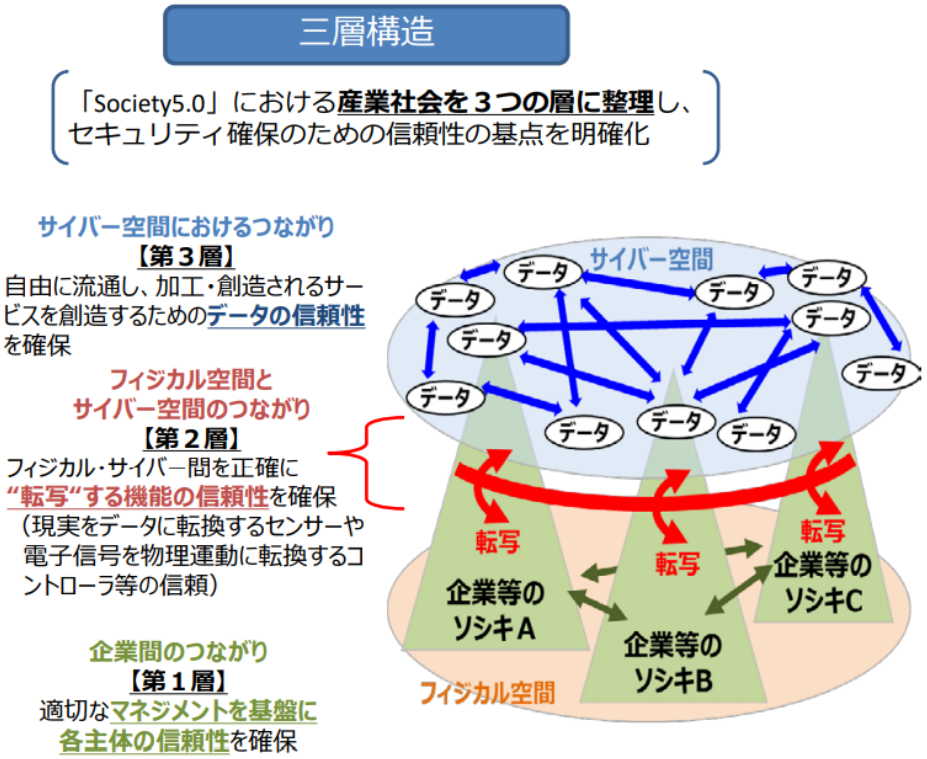


図 1 産業社会の 3 層構造(サイバー・フィジカル・セキュリティ 対策フレームワークより引用)

この構造は、企業間のつながりを示す第 1 層、サイバー空間のつながりを示す第 3 層、そしてそれらを結び付ける第 2 層から成る。

スマート工場の実装モデルの検討にあたっては、制御システムと関連の強い第 2 層、第 3 層のやり取りに注目した。フィジカル空間とサイバー空間というデータ層において、個々の要素の間のつながりをスマート工場化以前からあるものとスマート工場化に伴い出現したものという観点で整理した。表 3 に、スマート工場化を CPSF に当てはめた場合の整理を示す。

表 3 スマート工場化の手法

		データ層			
		フィジカル→サイバー	サイバー→フィジカル	サイバー⇔サイバー	-
個々の要素のつながり	スマート工場化以前から存在するもの	①センシング/読み取り	③制御・操作/設定	(スマート工場としてではなく、従来の制御セキュリティとして実装される)	⑥ユーティリティ(アップデートや廃棄)
	スマート工場化に伴い出現したもの	②IoT デバイス(フィジカルからの入力)	④ロボット・ドローン(フィジカルへの出力)	⑤クラウド・リモート	

2.1.3. スマート工場化の類型

スマート工場化において登場する各手法を、スマート工場への入力に関するものと出力に関するものに分けて組み合わせることで表 4 の類型として整理した。本類型は以降で示す実装モデルの基礎となる。

表 4 スマート工場化の類型

		出力			
		③制御・操作/設定	④ロボット・ドローン(フィジカルへの出力)	⑤クラウド・リモート(への出力)	⑥ユーティリティ(アップデートや廃棄)
入力	①センシング/読み取り	1,2．IoT 機器から収集した情報の利用(単一工場モデルおよび複数工場モデル)	6.ロボットの利用	4.遠隔からの設備の保守	5.遠隔からのソフトウェア更新
	②IoT デバイス(フィジカルからの入力)				
	⑤クラウド・リモート(からの入力)	3.遠隔からのシステム監視・制御	7.ドローンの利用	-	

このほか、本調査では、主に IEC62443 参照アーキテクチャにおけるレベル 3 以下での IoT（IIoT）機器の統合などによる制御システムのスマート化を念頭に、スマート工場の類型化を用途で分類し抽出することを試みた。

システム構成については、スマート化によって追加するシステムを以下のケースで想定した。

A1：既存 L3 以下のシステムから独立しているモデル

例：ドローンを用いた保守作業支援システム。特に産業用ドローンにおいては画像転送などのため 5.7Ghz など Wi-Fi で用いられない周波数を利用している場合があり、制御システムとは独立して利用する必要があるケースもある。

A2：既存 L3 以下のシステムと連携しているモデル

例：ロボットを用いた組み立て支援システム。制御システムからの動作指示を受けてロボットが動作するため、L3 以下でシステムとの連携が必要となる。

A3：既存 L3 以下のシステムおよび外部システムと連携しているモデル

例：収集データを用いて最適化を行うシステム。複数の OT システムからのデータを一か所に集めて分析を行うため、外部システムとの連携が必要となる。また、用途（データフロー）は以下の 3 つを想定した。

収集蓄積：データの収集・蓄積を目的とするもの、見える化等。

分析予測：データによる分析・予測を目的とするもの。

制御（オペ）・制御（メンテ）：データによる制御・最適化を目的とするもの。

なお、主にオペレーションとメンテナンスの用途がある。

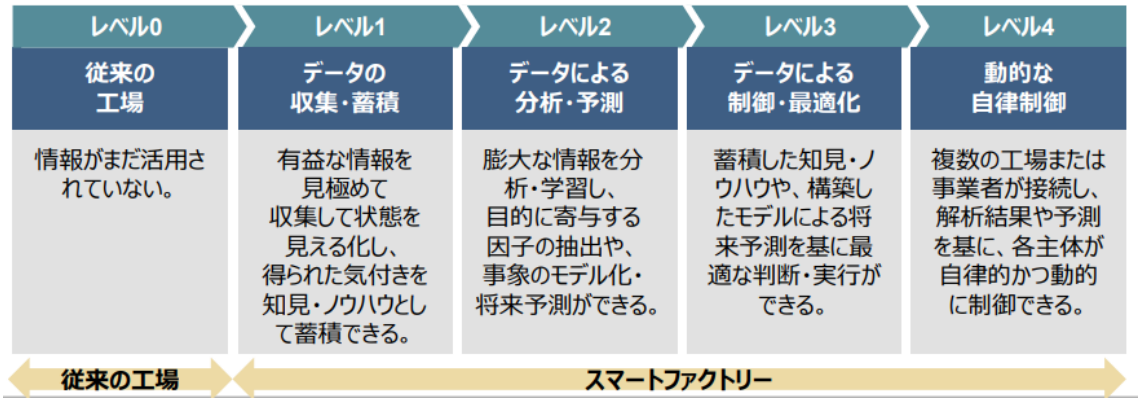
これらを整理したスマート工場の類型化について表 5 に示す。縦軸はスマート化する工場の事例を元に、レベル 3 以下の機器と機器の接続方法の違いに着目して整理したものである。横軸の用途（データフロー）は、データの活用度合いに応じたスマートファクトリーのレベル（図 2）を示している。システム構成毎に、用途毎の代表的なデータフローを示すことでスマート工場のモデルとした。

表 5 スマート工場化の類型資料

本調査における 3 つの実装モデル（システム構成と用途（データフロー）による整理）

用途（データフロー） / 構成	データの収集蓄積（見える化）	データによる分析・予測	データによる制御・最適化（オペレーション／メンテナンス）
実装モデル A1: 追加するシステムが既存 L3 以下のシステムから独立	例：ドローンによる高所画像撮影を利用した保守作業支援や、カメラ画像等、従来活用していなかった情報の、監視の精度向上等を目的とした活用	例：現場の画像解析結果の監視制御の効率化を目的とした活用	-

実装モデル A2: 追加するシステムが既存 L3 以下のシステムと連携	例：タブレットによる現場でのリアルタイムのデータ確認、振動センサなど既存制御システムの情報等、監視の効率化等を目的とした複数のデータとの統合	例：監視制御の高度化等を目的とした、現場データに基づくエッジでの AI を活用した分析	例：制御システムへのフィードバック
実装モデル A3: 追加するシステムが既存 L3 以下のシステムおよび外部システムと連携	例：タブレットによる現場での保守作業を効率化する保守情報の活用	例：クラウドでの高度な保守データ分析による予防保全の実現	例：他工場とも連携した全体最適化



出典）経済産業省「スマートファクトリーにおけるサイバーセキュリティ確保に向けた調査」（令和 2 年度）

図 2 スマートファクトリーの段階

さらに、前調査で整理した 7 つの実装モデルに対して、本調査の実装モデル A1～A3 の各定義に該当する 9 種類のデータフロー（表 6）を対応付けた。

表 6 7 つの実装モデル（前調査）と 3 つの実装モデル（本調査）の関係

	実装モデルA1（追加システムが既存L3以下のシステムから独立）			実装モデルA2（追加システムが既存L3以下のシステムと連携）			実装モデルA3（追加システムが既存L3以下のシステムおよび外部システムと連携）		
	収集蓄積	分析予測	制御	収集蓄積	分析予測	制御	収集蓄積	分析予測	制御
実装モデル1（IoT機器から収集した情報の利用：単一工場モデル）							○	○	○ (オペ)
実装モデル2（IoT機器から収集した情報の利用：複数工場モデル）							○	○	○ (オペ)
実装モデル3（遠隔からのシステム監視・制御）							○	○	○ (メンテ)
実装モデル4(遠隔からの設備の保守)									○ (メンテ)
実装モデル5(遠隔からのソフトウェア更新)									○ (メンテ)
実装モデル6(ロボットの利用)						○ (オペ)			○ (オペ)
実装モデル7(ドローンの利用)			○ (オペ)				○		

2.3 以降の 7 つの実装モデル図においては、A1・A2・A3 毎のデータフローを示している（表 7）。

表 7 7 つの実装モデル図に示した A1・A2・A3 毎の用途（データフロー）の流れ

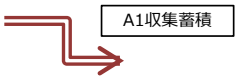
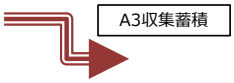
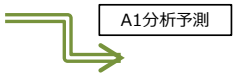
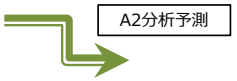
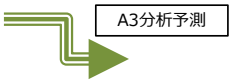
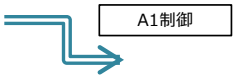
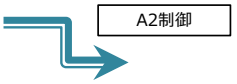
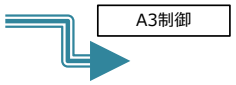
	A1: 追加システムが既存L3以下のシステムから独立	A2: 追加システムが既存L3以下のシステムと連携	A3: 追加システムが既存L3以下のシステムおよび外部システムと連携
収集蓄積: L1～3またはスマート化した箇所からデータを収集蓄積			
分析予測: 収集蓄積したデータを基に分析			
制御(オペレーション/メンテナンス): 分析結果をL1～L3のオペレーションまたはメンテナンスに利用			

図 3 に実装モデル 1 での例を示す。図では、L1～L3 までの境界が灰色の線で示されている。また、スマート化に伴い導入された装置名が緑色の背景色で示されている。L3 境界内で閉じており、かつスマート化に伴い導入された装置のみでやり取りされているデータフローは A1 に分類される。また、L3 境界内で閉じており、かつ既存システムの装置ともやり取りされているデータフローは A2 に分類される。L3 境界を越えてやり取りされているデータフローは A3 に分類される。図 3 では、スマート工場化に関連したデータフローはいずれも L3 境界を越えており、A3 モデルに分類する。収集蓄積、分析予測、制御といった用途は、各モデルのデータフローを考慮して分類される。

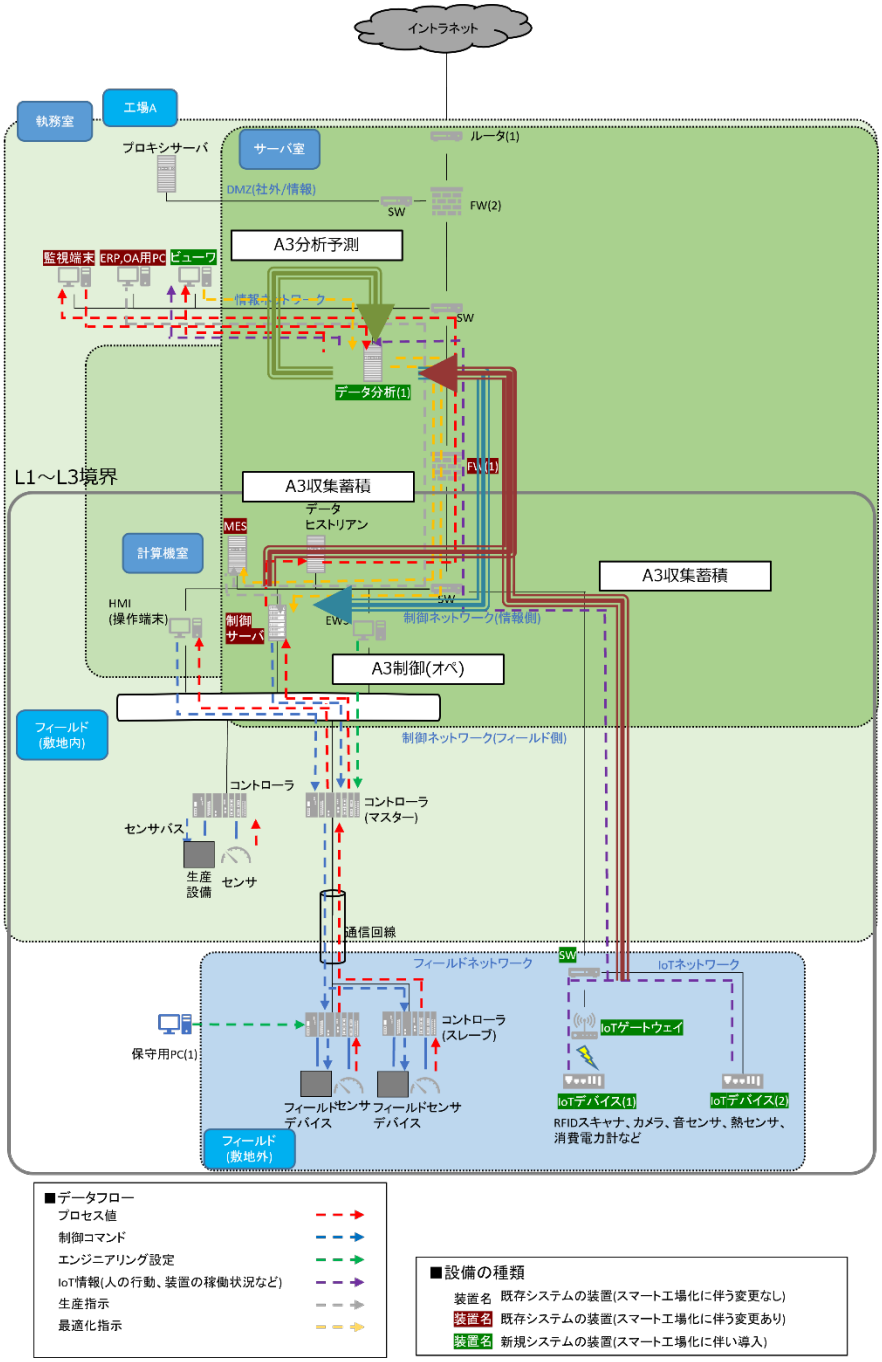


図 3 A1･A2･A3 毎の用途（データフロー）の流れの例

2.2. スマート工場化に際してモデルに係わらず実施すべき対策

本報告書ではスマート工場化の際に必要となるシステム面での対策について主に記載する(*)。しかし、実際には、スマート工場化に際して前提となる物理的・運用的な側面での対策も存在する。本節は、システム面での対策の説明に先立ち、特に注意すべき代表的な対策内容に関し、物理的な側面については 2.2.1、運用面については 2.2.2 に示す。

(*)本報告書では、システム面の対策は、スマート工場化に伴い新たに必要となる内容に対してのみ記載する。スマート工場化以前から存在する設備を守るための既存の対策については、別途リスク分析を行い必要な対策を検討する必要がある。

2.2.1. 物理的な側面での対策

特に、悪意のある第三者がシステムに物理的に接近することを妨げる、あるいは接近したことを検知、記録することができる仕組みを導入しておく必要がある。

具体的には以下のようなものがある。(関連 CPSF 対策要件: CPS.AC-2)

a) 物理的な接近の防止

システムの装置を建屋内に格納することはもちろん、設置部屋をセキュリティ区画として一般の区画から明示的に区別したうえで施錠管理することが必要となる。また、システムが利用する通信ケーブルにもフリーアクセスの床などで物理的な接近ができないように、ケーブル類の保護具を設置することなどが必要となる。

b) 接近の検知、記録

ID カードや生態認証などによる設置部屋への入退室管理のほか、カメラによる撮影などが必要となる。フィールドデバイスを格納する筐体には、筐体を開けた際にセンサでそれを検知しアラートを上げることなども有効となる。

c) 接近の抑止

セキュリティ区画である旨を示す警告看板、警備員による監視などにより、悪意ある第三者が心理的に行動を起こすことを抑制することも効果的である。

2.2.2. 運用面での対策

システム的な対策以前に必要となる組織の体制づくり、情報の整理や、実際にサイバー攻撃が起こった際にそれらに対処するための仕組みづくりなどがある。

具体的には以下のようなものがある。(関連 CPSF 対策要件:CPS.AM, CPS.GV-1, CPS.AE, CPS.CM, CPS.DP, CPS.RP)

a) セキュリティ対応組織の設置

セキュリティの対応方針の検討や実施の推進を行う部門、サイバー攻撃発生時の対処を実施する部門などを、経営責任者と協力して設置することが必要である。

b) 資産の把握、情報のラベリング

システムがどのようなハードウェア、ソフトウェア、情報などといった資産を保有しているかを漏れなく把握することや、それ等の資産がどのような重要度を持つかを事前に整理することで、必要となるセキュリティ対策の程度を明らかにすることが必要である。

c) サイバー攻撃への対処

サイバー攻撃に対処するためには、システム的な対策を実施するだけではなく、実際にそれらがうまく機能するような仕組みを作ることが重要である。具体的には、サイバー攻撃の検知、ログの収集、サイバー攻撃へのレスポンス体制の確立、復旧のための準備などである。以下に内容を記す。

- サイバー攻撃の検知

サイバー攻撃への対処は、サイバー攻撃の発生を組織が検知したときから始まる。スマート工場に対するサイバー攻撃の検知の仕組みは、既存の設備に対するサイバー攻撃の検知の仕組みと統合することで、サイバー攻撃の兆候を見落とすことが無いよう配慮が必要となる。

- ログの収集

サイバー攻撃の検知には、攻撃を判断するためのログの収集が必要不可欠である。スマート工場において特に課題となりえるのは、セキュリティ設定が十分ではない IoT デバイスが大量に設置されているケースである。サイバー攻撃の検知ができるだけの十分な情報がログとして収集されるかを考慮するとともに、多数のログからサイバー攻撃の兆候を発見するための支援システムなどの導入も検討すべきである。

- サイバー攻撃へのレスポンス体制の確立

サイバー攻撃への対処においては、運転員による異常の切り分け、専門組織によるサイバー攻撃の詳細調査、経営層による組織の対応方針の決定など、各人員の役割の応じた行動のルール、連絡の方法などといった体制の整備を予め実施しておく必要がある。特にスマート工場の場合、関連システムが多岐にわたるため、初動を早めて影響範囲を限定するうえでも体制の整備は重要となる。

- 復旧のための準備

セキュリティ対策がシステム面・運用面で実際に機能しうることを検証するために、定期的に訓練を実施することも必要となる。この際、重要なことは訓練を計画的に実施することである。どのような目的で行うか、どのような方式で訓練を行か、目標達成の成否をどのように判定するか、実際の結果はどうであったか、未達であった場合どのような点が課題であったかを整理し、組織にフィードバックすることで、継続的にサイバー攻撃への対処能力を高めていくことが求められる。

2.2.3. 安全機能との連動

スマート工場化する以前から既存の設備に導入されている安全機能を活用する。万が一、スマート化した箇所が攻撃を受けた場合でも、人命への被害などの重大な被害を被ることが無いように保証できるようにすることが求められる。

以上の前提の下で、７つの実装モデルについてシステム面での対策について以降で説明する。

実装モデルの作成においては、まず、前述の類型を元に、スマート工場化することでどのような業務運用が付与されるかを検討した。次に、業務運用を実現するために、既存の制御システムに追加するべき機器やその構成、データフローを検討した。これらの内容は、スマート工場化に取り組む国内企業にヒアリングを実施することで妥当性の検証を行った。

2.3. 実装モデル 1 (IoT 機器から収集した情報の利用: 単一工場モデル)

2.3.1. 実装モデル 1 の概要

実装モデル 1 は、既存の設備や IoT デバイスから情報を収集し、生産や制御の最適化を実施することを想定したモデルである。実装モデル 1 は、収集したデータの分析を社内で分析する単一工場モデルである。実装モデル 1 の構成及びデータフローに、表 7 に示す A1～A3 の用途を当てはめた図を図 4 に示す。

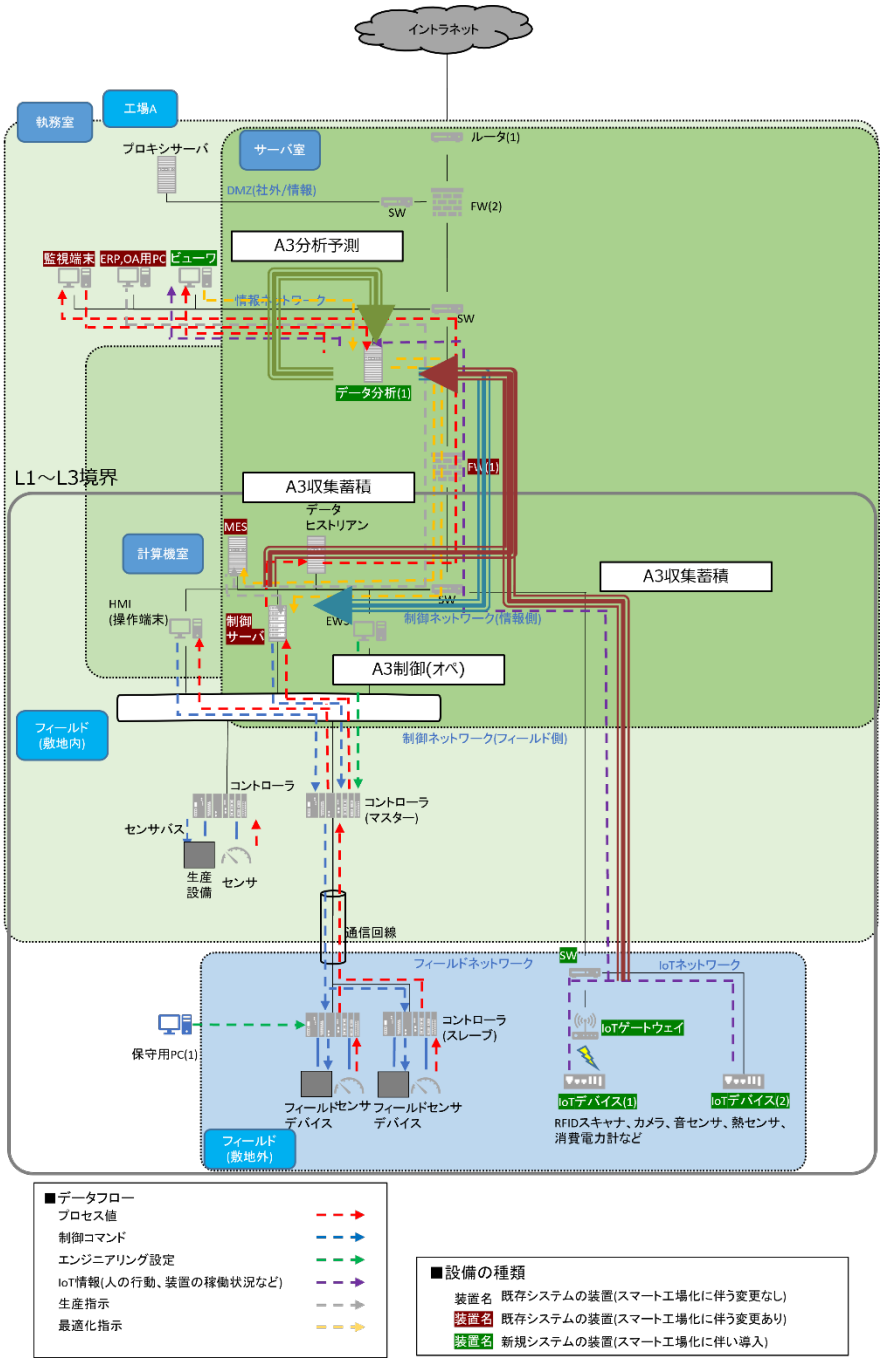


図 4 実装モデル 1

2.3.2. 実装モデル 1 のスマート工場化のために付加される業務運用

実装モデル 1 のスマート工場化のために付加される業務運用として、以下のようなものが挙げられる。

- 進捗管理

  RFID タグで加工品を工程ごとにスキャンし、工場での各作業状況の進捗状況を管理し、どの工程が進んでいるあるいは遅れているかを見える化することで、改善ポイントを見つけ出す。

- 人の作業の最適化

  各工程に従事する人の様子をカメラで撮影し、遅延の起こりやすい工程でどのような作業上の無駄があるかを見える化することで、改善ポイントを見つけ出す。

- 予兆監視

  設備の情報(音、熱など)を収集し、設備故障の予兆をとらえることで、保守作業の実施タイミングを最適化する。

- 消費電力の最適化

  工場内の設備が消費する電力情報を収集し、特定の時間に消費電力のピークが集中しないように稼働計画を最適化する。

2.3.3. 実装モデル 1 のスマート工場に関連した主なデータフロー

- IoT 情報

  有線の IoT デバイスや、無線の IoT デバイスと IoT ゲートウェイを多数設置し、各種情報を取得する。取得したデータは工場内に設置したデータ分析サーバに集約し、各種最適化のためのデータの蓄積および分析を行う。分析結果は、同じネットワーク上に設置したビューワから参照する。

- 最適化指示

  分析サーバから得られた最適化情報をもとに指示を行う。指示は、ビューワを人が見て人手で実施するものの他に、生産計画や制御(リアルタイムな制御ではなく、ある纏まった制御単位)に対して反映を行う場合も想定する。

2.3.4. 実装モデル 1 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル 1 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 8 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。尚、黄色のセルが初出であり説明の対象である。

表 8 実装モデル 1 で検討すべき被害、脅威、対策

被害※1	脅威※2		対策		
			対策種別	対象デバイス	A1～A3 対応
[被害 1]既存の制御システムへの侵入、停止	侵入口	[脅威 A1]IoT デバイスからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 A2]無線ネットワークからの侵入	[対策 4]無線機能への不正接続防止	[対策 ID4-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 A3]IoT ゲートウェイからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
	侵入経路	[脅威 A4]IoTNW から制御 NW(情報側)への侵入拡大	[対策 5]業務の整理	[対策 ID5-1]IoTNW、制御 NW(情報側)	A3 制御
			[対策 6]通信内容の整理	[対策 ID6-1]IoTNW-制御 NW(情報側)間	A3 制御
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	[対策 ID7-1]IoTNW	A3 制御
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-1]IoTNW-制御 NW(情報側)間	A3 制御
			[対策 9]DMZ の配置	[対策 ID9-1]IoTNW-制御 NW(情報側)間	A3 制御
			[対策 10]侵入検知装置の設置	[対策 ID10-1]IoTNW-制御 NW(情報側)間	A3 制御
	侵入口	[脅威 B1]ビューワからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-3]ビューワ	–
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-3]ビューワ	–
	侵入口	[脅威 B2]データ分析(1)からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-4]データ分析(1)	A3 分析予測
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-4]データ分析(1)	A3 分析予測
	侵入経路	[脅威 B3]情報 NW から制御 NW(情報側)への侵入拡大	[対策 5]業務の整理	[対策 ID5-2]情報 NW、制御 NW(情報側)	A3 収集蓄積
			[対策 6]通信内容の整理	[対策 ID6-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	[対策 ID7-2]情報 NW	A3 収集蓄積
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積
			[対策 9]DMZ の配置	[対策 ID9-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積
			[対策 10]侵入検知装置の設置	[対策 ID10-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積
[被害 2]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失	侵入口	[脅威 A1]IoT デバイスからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 A2]無線ネットワークからの侵入	[対策 4]無線機能への不正接続防止	[対策 ID4-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 A3]IoT ゲートウェイからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積

※1　被害 1 は被害 2 と比較して事業影響が大きいと考えられるため、優先的に対策を検討することを推奨する。

※2　侵入口については複数考えられるが、いずれかの脅威により被害になる可能性がある（OR 条件）。侵入経路の脅威は侵入口の脅威と合わさることで被害になる可能性がある（AND 条件）。

実装モデル 1 において主に検討すべき被害毎に、想定される脅威と、それらに対する対策を示す。図 5 は[被害 1] である既存の制御システムへの侵入、停止に対する脅威と対策を示す。

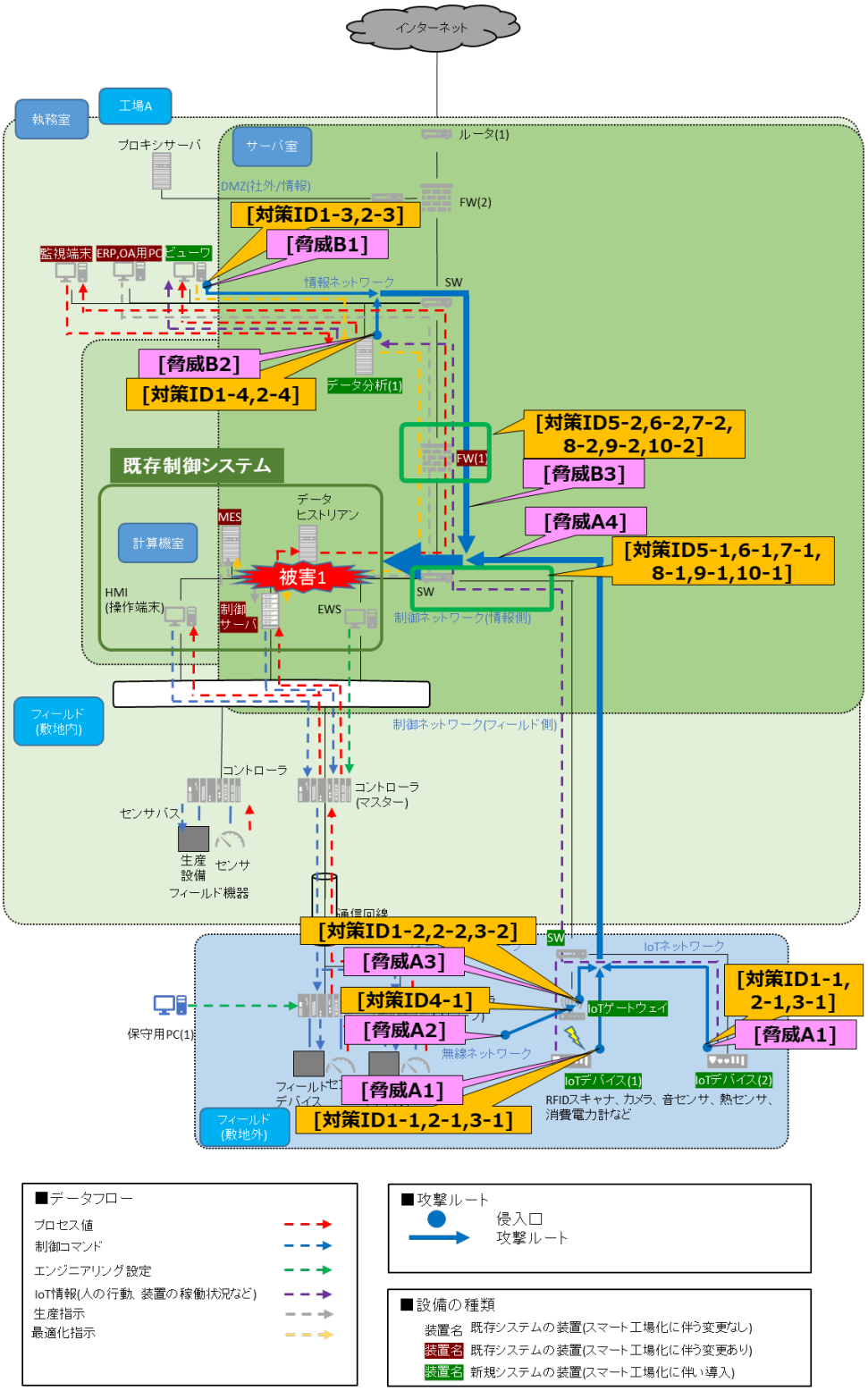


図 5[被害 1]既存の制御システムへの侵入、停止の脅威と対策の対象

図 6 は[被害 2]である追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失に対する脅威と対策を示す。

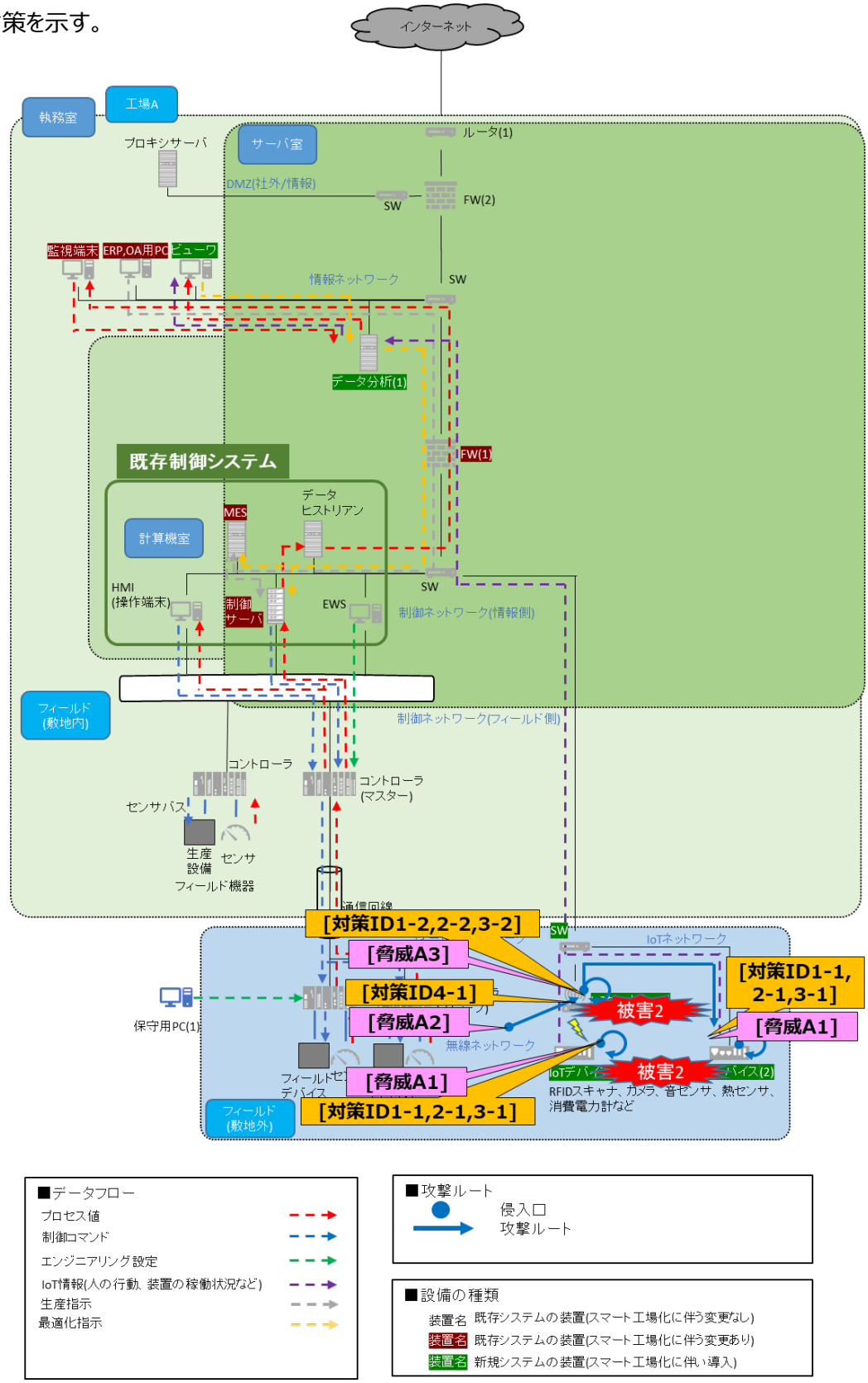


図 6[被害 2]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失の脅威と対策の対象

2.3.5. 実装モデル 1 で検討すべき被害

実装モデル 1 において検討すべき被害は、以下の通りである。

- [被害 1]既存の制御システムへの侵入、停止

  スマート工場化により追加された装置がサイバー攻撃の侵入口、経路となり、既存の制御システムへ侵入、停止される被害。

- [被害 2]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失

  スマート工場化により追加された装置自体がサイバー攻撃により停止し、IoT 機器からの収集が行えず、データの活用による業務最適化等のスマート工場化の目的が達成できない被害。

2.3.6. 実装モデル 1 で検討すべき脅威

実装モデル 1 において検討すべき脅威は、以下の通りである。

- [脅威 A1]IoT デバイスからの侵入

  悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、IoT デバイスに不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。

- [脅威 A2]無線ネットワークからの侵入

  不正な接続用装置を持ち込み IoT ネットワーク上にある IoT ゲートウェイに無線機能の脆弱性を悪用して不正接続を行い、IoT ネットワークに侵入する。

- [脅威 A3]IoT ゲートウェイからの侵入

  悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、IoT ゲートウェイに不正ログインする。あるいは、不正な接続用装置を持ち込み IoT ネットワーク上にある IoT ゲートウェイに不正接続を行う。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、IoT ゲートウェイに埋め込まれた不正なプログラムや脆弱性含む機能を悪用し侵入される場合もある。

- [脅威 A4]IoTNW から制御 NW(情報側)への侵入拡大

  IoT ネットワークから制御ネットワーク(情報側)への侵入を試みる。制御ネットワーク(情報側)と物理的に接続している IoT ネットワークに、IoT デバイスや IoT ゲートウェイ等の機器が増えることにより、脅威が増える。

- [脅威 B1]ビューワからの侵入

  他の端末やインターネットが接続されている情報ネットワークからのマルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

- [脅威 B2]データ分析(1)からの侵入

  他の端末やインターネットが接続されている情報ネットワークからのマルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

- [脅威 B3]情報 NW から制御 NW(情報側)への侵入拡大

  情報ネットワークから制御ネットワーク(情報側)への侵入を試みる。情報ネットワークにビューワやデータ分析(1)等の制御ネットワーク(情報側)と通信を行う機器が増えることにより、脅威が増える。

2.3.7. 実装モデル 1 で検討すべき対策

実装モデル 1 において検討すべき対策は、以下の通りである。

- [対策 1]不正侵入の防止

  操作者へのなりすましによる脅威を防止するために、操作者が本物であるか否か、正当性を確認する。特に、認証に成功した操作者に重要な権限（例：システム全体の停止）が与えられる場合、重要操作の権限分離による運用や複数の認証要素を組み合わせた多要素認証技術を採用することが望ましい。また、脆弱性を悪用した攻撃を防止するために、適切なセキュリティ設定の実施、不要機能の無効化、パッチ適用などの対策を事前に実施しておくことが望ましい。（参考：IPA 分析ガイド、「操作者認証」「パッチ適用」の説明）

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  外部から持ち込まれたウイルスによる感染や機密情報の外部への持ち出しを防止するために、セキュリティ管理がされている以外の許可されていないデバイス（USB 機器 / Blu-ray / DVD / CD の媒体等）の接続・利用（機器への接続、ネットワークへの接続、データの読み書き等）を禁止する。（参考：IPA 分析ガイド、「デバイス接続・利用制限」の説明）

- [対策 3]外部調達時の確認

製品の外部調達においては、制御システム向けのセキュリティ規格 IEC 62443 などを参考にセキュリティ要件をベンダーに対して提示し、導入する製品が要求した水準に適合することを確認す。可能であるならば、製品がセキュア開発の過程で設計通りのセキュリティ機能を有していることを確認したエビデンス等をベンダーから入手できるとなお望ましい。設計データや品質データを入手しても必ずしもユーザ自身で管理ができるわけではないが、少なくともそれらがセキュリティ管理されていることを確認するためのサプライチェーン及びベンダーのセキュリティ管理が実施されているかを IEC62443-2-4 などの要求事項を参考にするなどして、不正な埋め込みや品質上の問題がないことの確認を行う。（参考：IoT セキュリティガイドライン、「内包リスクへの対策」の説明）

- [対策 4]無線機能への不正接続防止

無線ネットワークからの不正接続を防止するために、認証方式、暗号化方式により接続された端末の正当性を確認する。特に制御システムは稼働期間が長い場合が多いため、認証方式、暗号化方式は導入時期から時間が経過するにつれて危殆化される可能性が高まる。そのため、定期的に最新の情報を参照し、強固なプロトコルへの変更や製品への切り替えを検討するプロセスがあることが望ましい。

ただし上記の検討プロセスの定期的な周期が数年に及ぶ場合や、最新のプロトコルや製品への置き換えが難しい場合には、不要な機能の無効化、可能であれば不要な機器の接続拒否やステルス設定を含めてアクセスポイントのハードニングを行うことを推奨する。

無線ネットワークは有線ネットワークと比較すると侵入されるリスクが高いと言え、上記の対策だけでなく、万が一無線ネットワーク経由で不正接続された場合でも大きな被害が発生しないよう、無線ネットワークの接続ポイントを検討するとともに、ファイアウォールや DMZ などでネットワークを隔離し、インシデントに備えた監視をしておくことも重要である。

- [対策 5]業務の整理

通信内容の整理を行うために、対象のネットワーク及びそこに接続された資産で実施されている業務の整理を行う。整理した結果により、対策 6 の通信内容の整理に活用する。

- [対策 6]通信内容の整理

正常な通信と不正な通信を区別するために、対象のネットワークを通過する通信の整理を行う。整理した結果により、対策 7～10 のネットワークやセキュリティ機器の設定に反映する。

- [対策 7]ネットワークセグメント分割

外部ネットワークから内部ネットワークへの侵入や内部ネットワークにおける侵攻拡散を防止するために、ネットワークを複数のセグメントに分割して運用する。特に、内部のネットワークアドレ

スが類推できないように、外部とは別のネットワークアドレス体系を割り当てる。（参考：IPA 分析ガイド、「セグメント分割／ゾーニング」の説明）

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  不正通信を遮断するために、送信元及び宛先の IP アドレス（ネットワーク層）・ポート番号（トランスポート層）を確認して、アクセスコントロールの設定により通信を制限する。適切な通信のみ通過させるフィルタリング対策を行う。FW の設定に関しては IPA 分析ガイド付録 B.4 のファイアウォール設定チェックリストを参照することを推奨する。また、変更時のクロスチェックを徹底する。（参考：IPA 分析ガイド、「FW（パケットフィルタリング型）」の説明）

  運用上支障が無い箇所においては、通常は通信回線を電気的に遮断しておき、通信が必要な際に電話などで管理者に連絡して通信回線に通電させるという方法をとることが可能な場合もある。リモート回線などで、常用はしないが侵入リスクが高い場合には有効である。

- [対策 9]DMZ の配置

  外部ネットワークから内部ネットワークへの侵入や内部ネットワークにおける侵攻拡散を防止するために、ネットワークを複数のセグメントに分割して運用する。特に、外部ネットワークと制御ネットワークとの間に、公開サーバ等を設置するために設けたセグメントを（DMZ）を配置し、外部ネットワークからの通信を制御ネットワークから分離する。（参考：IPA 分析ガイド、「セグメント分割／ゾーニング」の説明）

- [対策 10]侵入検知装置の設置

  不正アクセスを検知するために、ネットワーク上の通信パケットを収集・解析し、不正な通信の検知を行う（「ネットワーク型 IDS」）。情報ネットワークのように通信量が多い場所や、制御システムと比較して一定の動作が予見できないために正常な通信パターンを把握できない場所に設置する場合や、制御システムの正規の通信が False Positive として検知される可能性があるため、IDS の設置個所についてはベンダーとよく相談するなど注意が必要である。なお、運用上遮断が許される場合は、不正な通信を検出した際にネットワークを遮断する装置の導入も検討するとよい(ネットワーク型 IPS)。また、ベンダーの推奨する IDS/IPS があるか、あるいは性能上の問題などが無いのであれば、監視対象上の入出力データや内部の変化を監視し、不正な通信の検知及び遮断を行うことも有効である（「ホスト型 IDS/IPS」）。特に制御ネットワークに関わる箇所に設置を検討する場合は、制御システムベンダーへの確認は必須である。（参考：IPA 分析ガイド、「IPS/IDS」の説明）

2.3.8. 実装モデル 1 で検討すべき対策の実装例

[被害 1]既存の制御システムへの侵入、停止、[脅威 A4]IoTNW から制御ネットワーク(情報側)への侵入拡大に対し、IoT ネットワークと制御ネットワーク(情報側)の接点において通過する通信の整理、適切な通信のみ通過させるフィルタリング対策を行う実装例を記載する。

a) 目的

IoT ネットワークから制御ネットワーク(情報側)に必要な通信だけを通す。

b) 実施内容

- [対策 5]業務の整理

  IoT ネットワーク、制御ネットワーク(情報側)にある装置でどのような業務が行われているかを整理する。

- [対策 6]通信内容の整理

  IoT ネットワーク、制御ネットワーク(情報側)間でどのような通信が行われているかを整理する。

- [対策 7]ネットワークアドレス体系の割り当て

  制御ネットワーク(情報側)のネットワークアドレスが類推できないように、IoT ネットワークには制御ネットワーク(情報側)とは別のネットワークアドレス体系を割り当てる。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  必要な通信以外を通過させないために、必要な通信以外を遮断する装置を設置する。（詳細は c）実装例に記載）

- [対策 9]DMZ の配置

  IoT ネットワークからの通信を制御ネットワーク(情報側)から分離するために、DMZ を配置する。（詳細は c）実装例に記載）

- [対策 10]侵入検知装置の設置

  IDS を設置し、ネットワーク上の通信パケットを収集・解析し、不正な通信の検知を行う。（詳細は c）実装例に記載）

なお、対策 8～10 は条件により実装内容が変わるため、C)実装例に示す。

c)　実装例

実際にどのような実装例をとるかは、対策 5、6 の整理内容に基づき決定される。

まずは対策 8 に示す通り、IoT ネットワークと制御ネットワークの間でフィルタリングの設定を行い、アクセス制御できるようにする必要がある。これにより、IoT ネットワークと制御ネットワーク間をセグメント分離する。分離の方法は、IoT ネットワークに接続される IoT デバイスの個数やセキュリティ対策の実施状況、通信の種類などによって決定される。

IoT デバイスの台数が少数で通信の種類が明確かつ侵入リスクが低いと考えられる場合を除き、基本的には FW を用いて IoT ネットワークと制御ネットワーク間を隔離することが望ましい。そのうえで更に制御ネットワークが重要なシステムを扱う場合、対策 9 に示す DMZ を設置することで IoT ネットワークと制御ネットワークとの間の直接通信を禁止し、より厳重な分離を行うことが求められる。

IoT デバイスの台数が特に多く、全体の挙動の把握が困難である場合などは、対策 10 に示すような IDS や IPS などの侵入検知装置による監視の支援を行うことを推奨する。一般的に、可用性を重視する制御システムにおいては、通信の遮断を伴う IPS の利用を避けて IDS が導入されることが多い。ただし、本モデルのように、既存の制御システムにスマート工場化機能を後付けで付与するケースにおいては、短時間の通信遮断は運用上許容される場合も考えられる。このような場合は、IPS を導入することにより、万が一被害が発生した場合の範囲を最小限にとどめることが可能となる。IDS や IPS では、誤検知に留意する必要がある。導入前にあらかじめ十分な学習期間やテスト期間を設けることが必要になる。

- [対策 8 の実装例①]既存のスイッチにてフィルタリングの機能がある場合、スイッチにフィルタリングの設定を行い、IoT ネットワークから制御ネットワーク(情報側)への通信は必要な通信だけを通すようにアクセス制御する。
- [対策 8 の実装例②]IoT ネットワークと制御ネットワーク(情報側)の間に FW が無い場合、IoT ネットワークと制御ネットワーク(情報側)の間に FW を設置し、FW にフィルタリングの設定を行い、IoT ネットワークから制御ネットワーク(情報側)への通信は必要な通信だけを通すようにアクセス制御する。
- [対策 9 の実装例]重要なシステムと連携する場合、上記 FW に DMZ を設置し、中継サーバ等を設置することで、外部ネットワークからの通信を制御ネットワークから分離する。
- [対策 10 の実装例①]検知した不正な通信を遮断が許されない場合、IoT ネットワークに IDS を設置し、ネットワーク上の通信パケットを収集・解析し、不正な通信の検知を行う。
  なお、IDS の設置個所であるが制御システムから見た場合、FW の制御ネットワーク側に置くと

FW でフィルタリングされた後の情報ネットワークからの通信パケットを分析することができ、FW の情報ネットワーク側に置いた場合はフィルタリング前の通信パケットの分析ができる。情報ネットワークから制御ネットワークへの不正なパケットを警戒する場合と、制御ネットワークから情報ネットワークへの不正なパケットを警戒する場合のどちらを優先するか、あるいは設置個所によってどちらが分析量として多くなるかなど運用側の負担も考慮して監視ポイントについては決定すべきである。

- [対策 10 の実装例②]検知した不正な通信を遮断が許される場合、IoT ネットワークに IDS を設置し、ネットワーク上の通信パケットを収集・解析し、不正な通信の検知及び遮断を行う。

以下に、脅威毎の対策 8～10 の実装例を図として例示する。図 7 は IoT ネットワーク側から侵入を受ける[脅威 A4]において、IDS を設置した場合の例である。

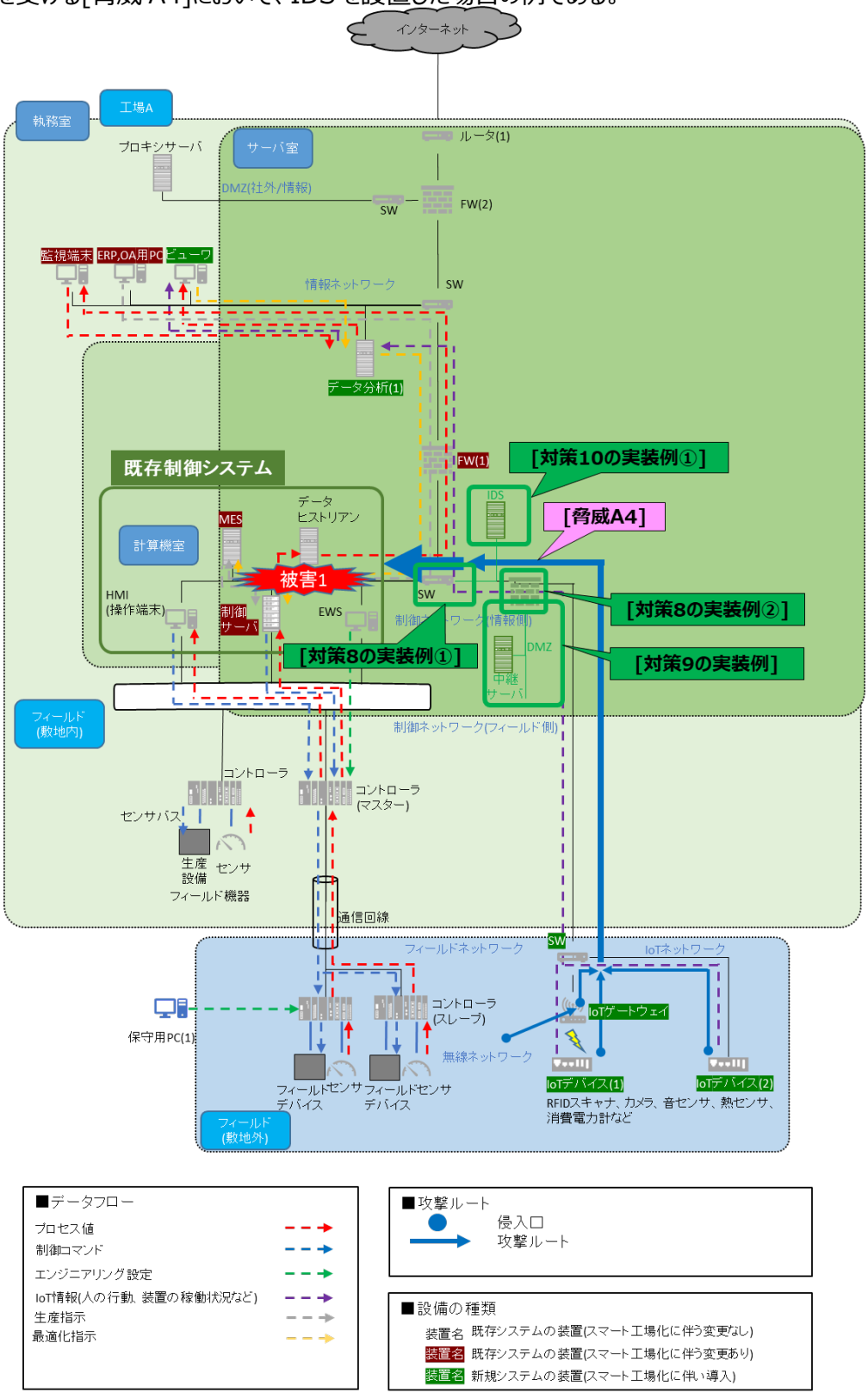


図 7[被害 1][脅威 A4]に対する対策の実装例の対象(1)

図 8 は IoT ネットワーク側から侵入を受ける[脅威 A4]において、IPS を設置した場合の対策 8～10 の実装例である。

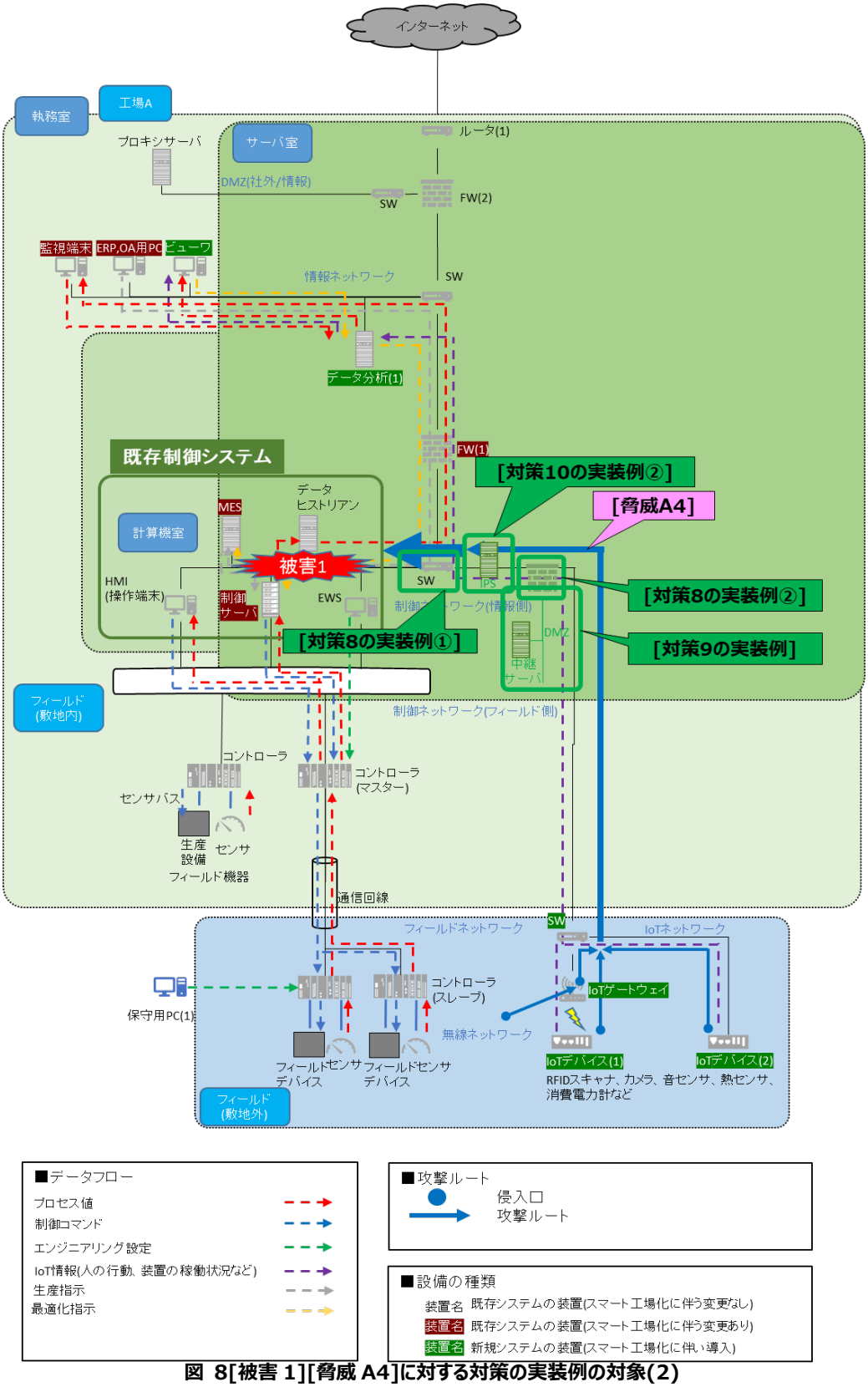


図 8[被害 1][脅威 A4]に対する対策の実装例の対象(2)

図 9 は、別の経路として情報ネットワーク側からの侵入を受ける[脅威 B3]において、IDS を設置した場合の対策 8～10 の実装例である。

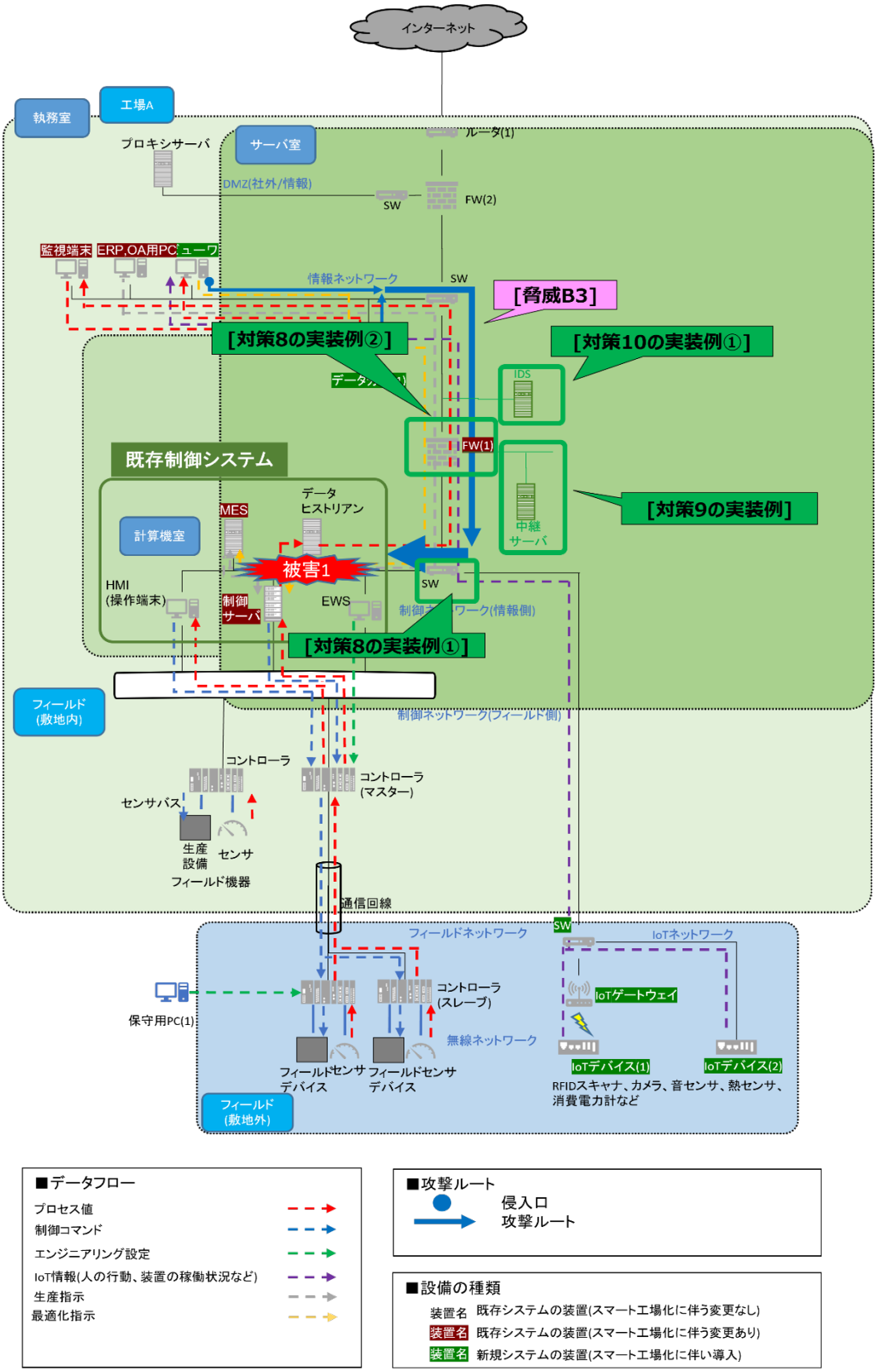


図 9[被害 1][脅威 B3]に対する対策の実装例の対象(3)

IPS の設置の場合は図 8 と同様である。図 5、図 6 及び図 7 に示した実装例は共有項目も多い。セグメント分割を見直し、アクセス制御機器の整理をすることにより、DMZ の統一化を検討することを推奨する。

2.3.9. 実装モデル 1 においてシステム構成や用途の面で考慮すべき点

「収集蓄積」においては、侵入口として IoT デバイス及び IoT ゲートウェイが関係する（[脅威 A1]IoT デバイスからの侵入、[脅威 A2]無線ネットワークからの侵入、[脅威 A3]IoT ゲートウェイからの侵入）。この侵入口からの攻撃により、[被害 1]既存の制御システムへの侵入、停止、または[被害 2]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失、を引き起こす可能性があるため、IoT デバイス及び IoT ゲートウェイに対しては、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 3]外部調達時の確認、[対策 4]無線機能への不正接続防止（IoT ゲートウェイのみ）に関して重点的に検討する必要がある。

「分析予測」においては、侵入口としてデータ分析サーバ（1）が関係する（[脅威 B2]データ分析(1)からの侵入）。この侵入口からの攻撃により、[被害 1]既存の制御システムへの侵入、停止を引き起こす可能性があるため、データ分析サーバ（1）に対しては、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、に関して重点的に検討する必要がある。

「制御」においては、 侵入経路として「[脅威 A4]IoTNW から制御 NW(情報側)への侵入拡大」が関係する。この侵入経路からの攻撃により「[被害 1]既存の制御システムへの侵入、停止」を引き起こす可能性があるため、[対策 5] 業務の整理、[対策 6]通信内容の整理、[対策 7]ネットワークセグメント分割、[対策 8] フィルタリング装置の設置、[対策 9]DMZ の配置、[対策 10]侵入検知装置の設置、に関して重点的に検討する必要がある。

2.4. 実装モデル 2 (IoT 機器から収集した情報の利用: 複数工場モデル)

2.4.1. 実装モデル 2 の概要

実装モデル 2 は、実装モデル 1 と同様に既存の設備や IoT デバイスから情報を収集し、生産や制御の最適化を実施することを想定したモデルである。実装モデル 2 は、実装モデル 1 と異なり、複数の工場から収集したデータの分析を WAN 上にあるサーバで分析するモデルである。実装モデル 2 の構成及びデータフローに、表 7 に示す A1～A3 の用途を当てはめた図を図-8 に示す。

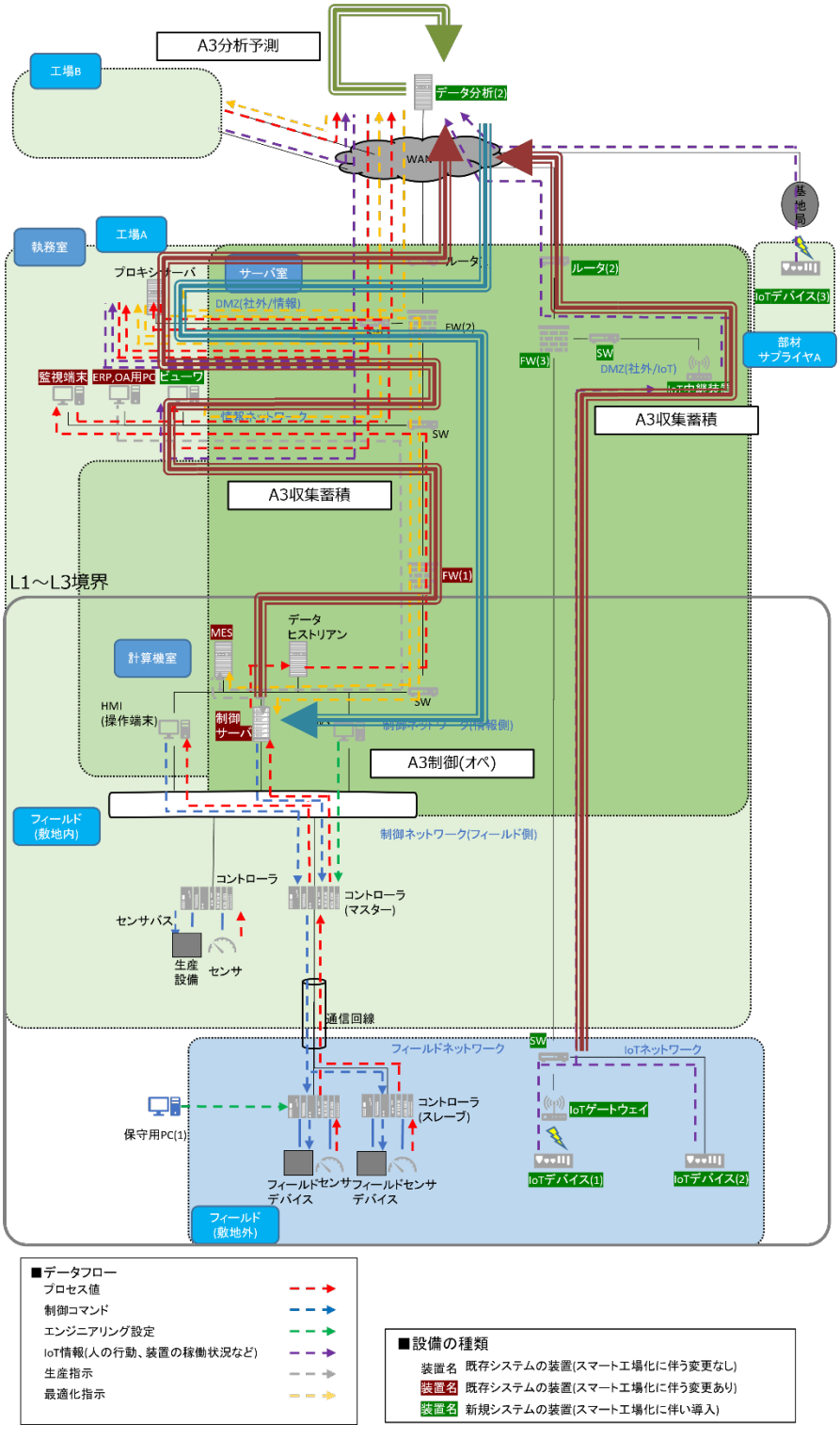

A3分析予測
工場B
データ分析(2)
WAN
基地局
執務室
工場A
プロキシサーバ
サーバ室
ルータ
ルータ(2)
IoTデバイス(3)
DMZ(社外/情報)
FW(2)
FW(3)
SW
DMZ(社外/IoT)
部材サプライヤA
監視端末
ERP,OA用PC
ビューワ
SW
A3収集蓄積
A3収集蓄積
L1～L3境界
FW(1)
データヒストリアン
MES
計算機室
HMI(操作端末)
制御サーバ
SW
A3制御(オペ)
フィールド(敷地内)
制御ネットワーク(フィールド側)
コントローラ
コントローラ(マスター)
センサバス
生産設備
センサ
通信回線
フィールドネットワーク
SW
IoTネットワーク
コントローラ(スレーブ)
IoTゲートウェイ
保守用PC(1)
フィールドセンサデバイス
フィールドセンサデバイス
IoTデバイス(1)
IoTデバイス(2)
フィールド(敷地外)
■データフロー
プロセス値
制御コマンド
エンジニアリング設定
IoT情報(人の行動、装置の稼働状況など)
生産指示
最適化指示
■設備の種類
装置名 既存システムの装置(スマート工場化に伴う変更なし)
装置名 既存システムの装置(スマート工場化に伴う変更あり)
装置名 新規システムの装置(スマート工場化に伴い導入)

図 10 実装モデル 2

2.4.2. 実装モデル 2 のスマート工場化のために付加される業務運用

実装モデル 2 のスマート工場化のために付加される業務運用として、実装モデル 1 の場合と同様に、進捗管理、人の作業の最適化、予兆監視、消費電力の最適化などが挙げられる。

2.4.3. 実装モデル 2 のスマート工場に関連した主なデータフロー

- IoT 情報

  有線の IoT デバイスや、無線の IoT デバイスと IoT ゲートウェイを多数設置し、各種情報を取得する。取得したデータは WAN 上に設置したデータ分析サーバ(2)に集約し、各種最適化のためのデータの蓄積および分析を行う。分析結果は、工場内のネットワーク上に設置したビューワから参照する。

- 最適化指示

  実装モデル 1 と同様に、分析サーバから得られた最適化情報をもとに指示を行う。指示は、ビューワを人が見て人手で実施するものの他に、生産計画や制御(リアルタイムな制御ではなく、ある纏まった制御単位)に対して反映を行う場合も想定する。

2.4.4. 実装モデルの検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル 2 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 9 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。尚、黄色のセルが初出であり説明の対象である。

表 9 実装モデル 2 で検討すべき被害、脅威、対策

被害※1	脅威※2		対策		
			対策種別	対象デバイス	A1～A3 対応
[被害 3]既存の制御システムへの侵入、停止	侵入口	[脅威 C1]ビューワからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-3]ビューワ	–
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-3]ビューワ	–
	侵入口	[脅威 C2]データ分析(2)からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-5]データ分析(2)	A3 分析予測
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-5]データ分析(2)	A3 分析予測
	侵入経路	[脅威 C3]情報 NW から制御 NW(情報側)への侵入拡大	[対策 5]業務の整理	[対策 ID5-2]情報 NW、制御 NW(情報側)	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 6]通信内容の整理	[対策 ID6-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	[対策 ID7-2]情報 NW	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 9]DMZ の配置	[対策 ID9-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 10]侵入検知装置の設置	[対策 ID10-2]情報 NW-制御 NW(情報側)間	A3 収集蓄積 A3 制御
[被害 4]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失	侵入口	[脅威 D1]IoT デバイスからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 D2]無線ネットワークからの侵入	[対策 4]無線機能への不正接続防止	[対策 ID4-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 D3]IoT ゲートウェイからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
[被害 5]IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示	侵入口	[脅威 D1]IoT デバイスからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 D2]無線ネットワークからの侵入	[対策 4]無線機能への不正接続防止	[対策 ID4-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 D3]IoT ゲートウェイからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 D4]WAN からの侵入	[対策 11]閉域網、VPN の使用	[対策 ID11-1]インターネット/イントラネット	A3 分析予測

	侵入口	[脅威 D5] 工場 B からの侵入	[対策 12]セキュリティガバナンス	[対策 ID12-1]工場 B	–
	侵入経路	[脅威 D6] WAN からデータ分析(2)への侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-3]インターネット/イントラネット-データ分析(2)間	A3 分析予測
			[対策 13]外部サービス調達時の確認	[対策 ID13-1]データ分析(2)	A3 分析予測
	侵入口	[脅威 D7]データ分析(2)からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-5]データ分析(2)	A3 分析予測
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-5]データ分析(2)	A3 分析予測
			[対策 14]権限管理	[対策 ID14-1]データ分析(2)	A3 分析予測
			[対策 15]アクセス制御	[対策 ID15-1]データ分析(2)	A3 分析予測

※1　被害 3 は被害 4、5 と比較して事業影響が大きいと考えられるため、優先的に対策を検討することを推奨する。

※2　侵入口については複数考えられるが、いずれかの脅威により被害になる可能性がある（OR 条件）。侵入経路の脅威は侵入口の脅威と合わさることで被害になる可能性がある（AND 条件）。

実装モデル 2 において主に検討すべき被害毎に、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図 11 は[被害 3]を想定した際の対策を示す。

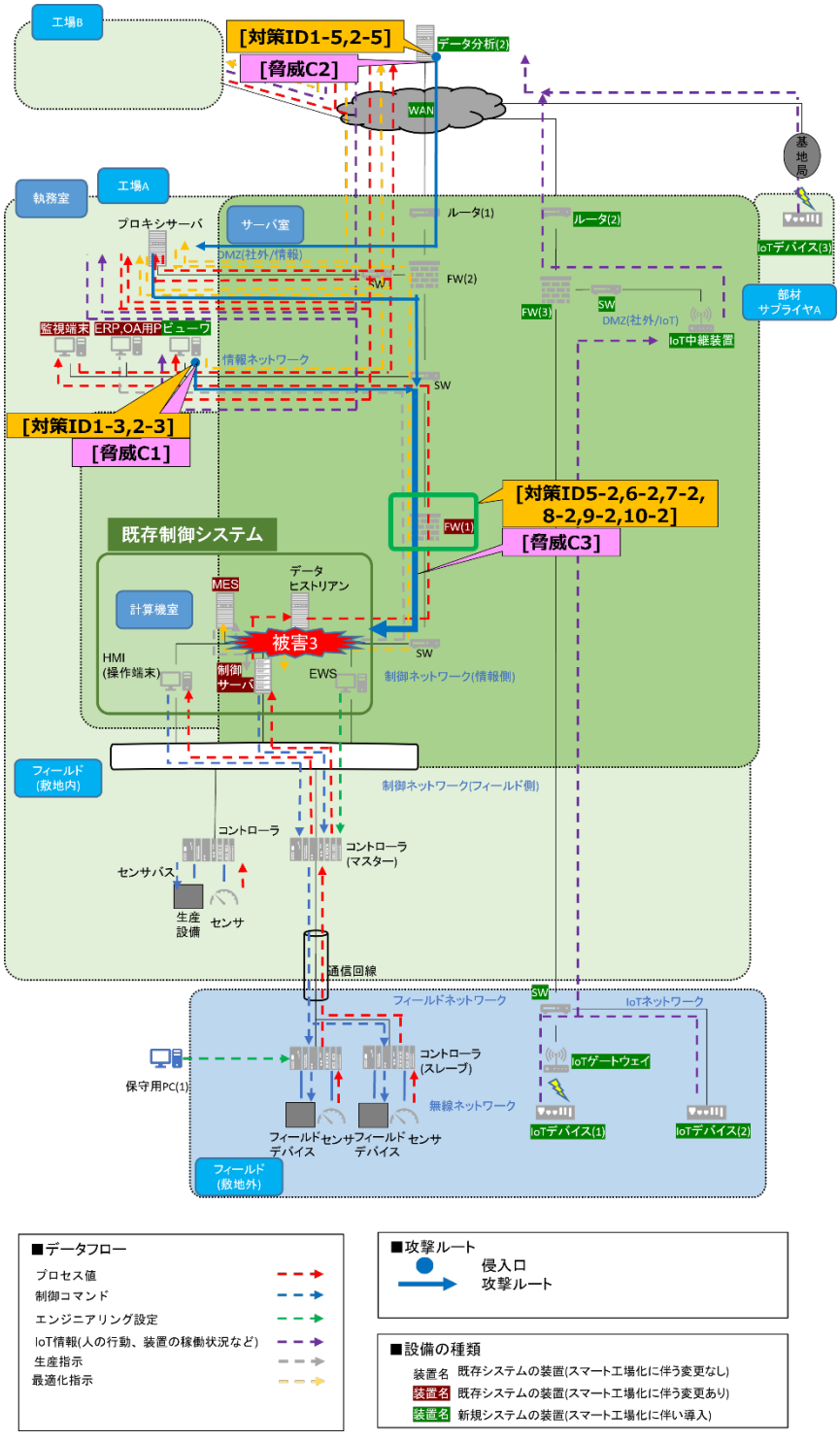


図 11[被害 3]既存の制御システムへの侵入、停止の脅威と対策の対象

図 12 は[被害 4] を想定した際の対策を示す。

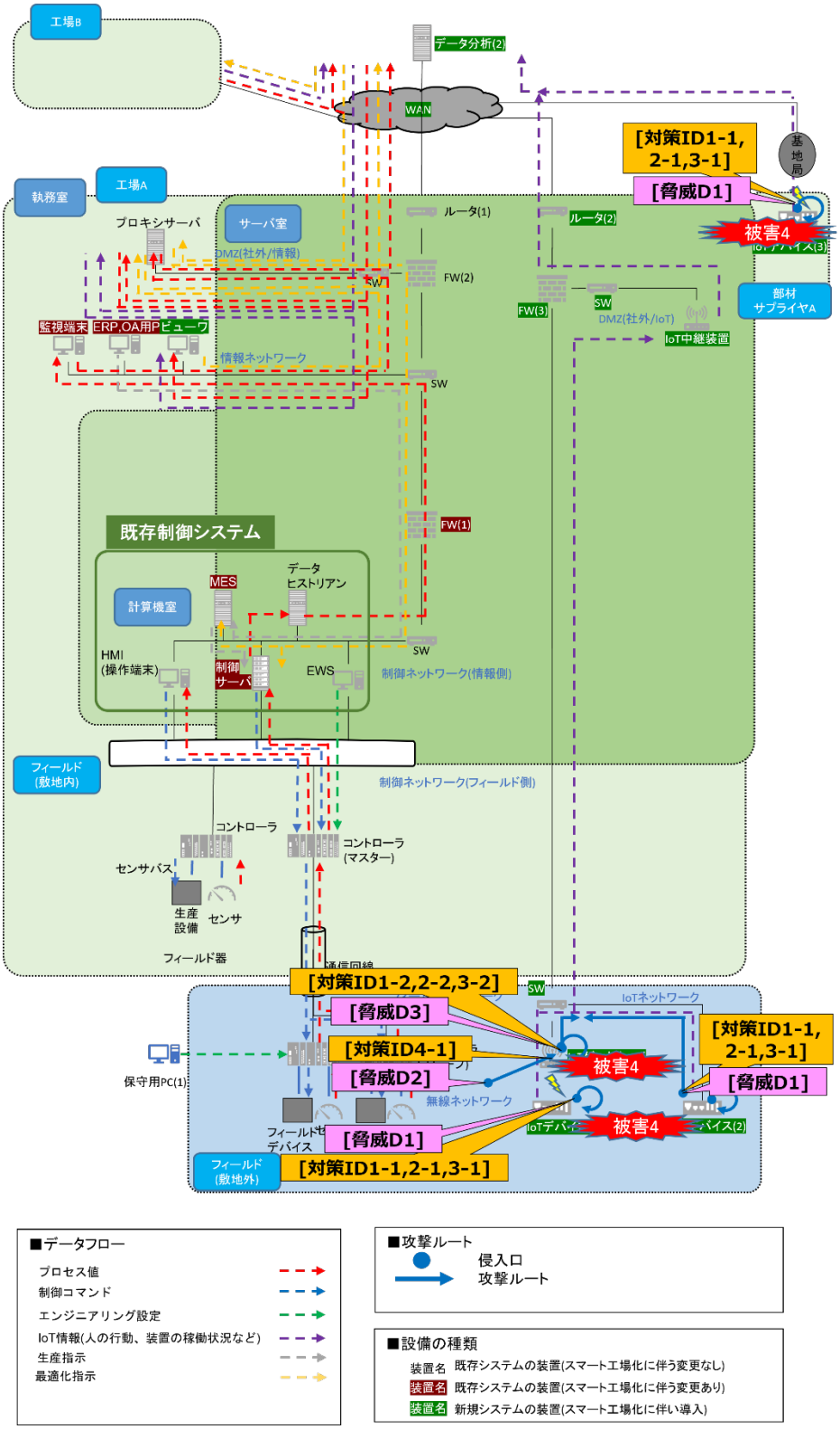


図 12[被害 4]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失の脅威と対策の対象

図 13 は[被害 5] を想定した際の対策を示す。

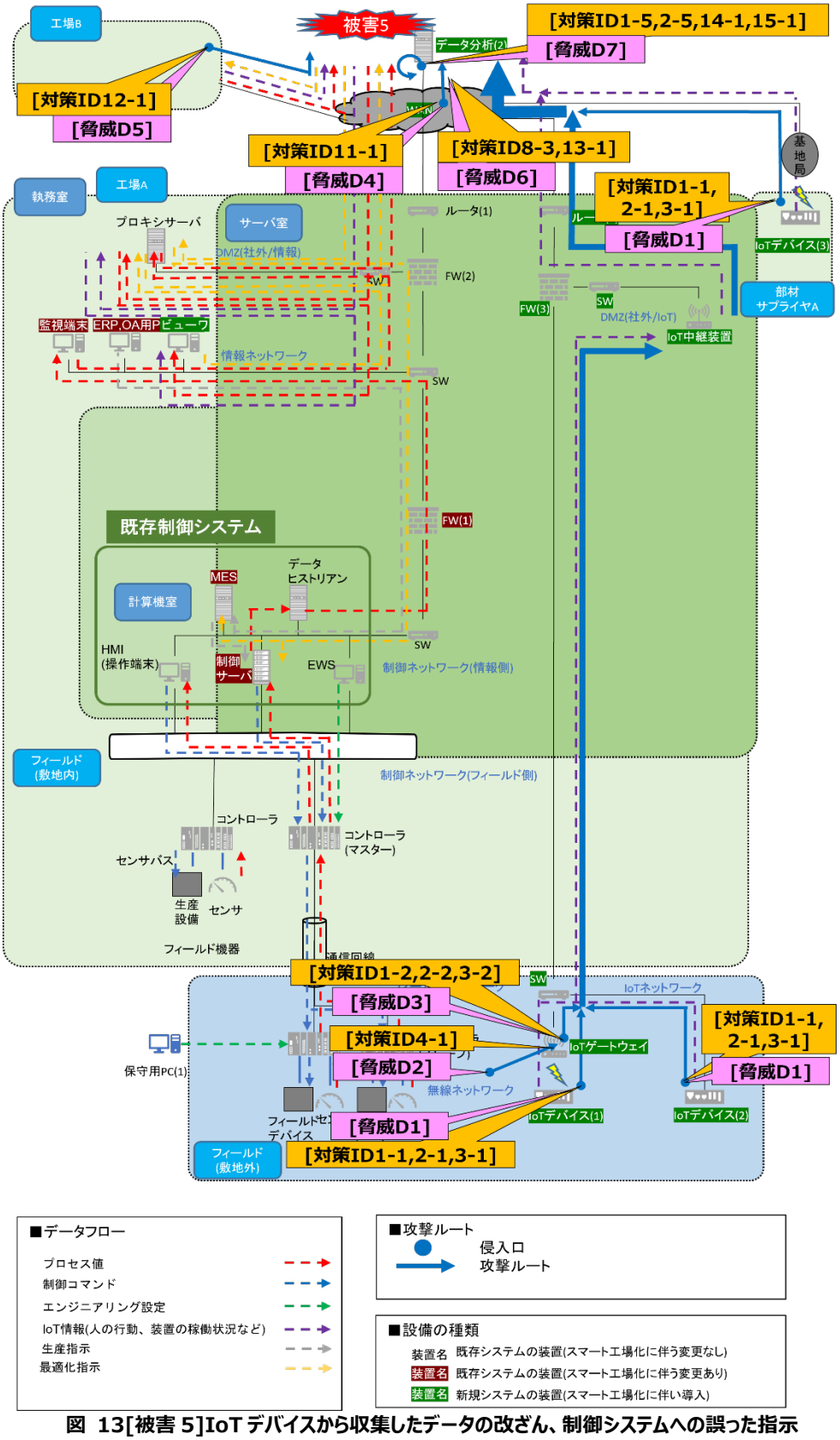


図 13[被害 5]IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示

2.4.5. 実装モデル 2 で検討すべき被害

実装モデル 2 において主に検討すべき被害は、以下である。

- [被害 3]既存の制御システムへの侵入、停止

  実装モデル 1[被害 1]と同様。

- [被害 4]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失

  実装モデル 1[被害 2]と同様。

- [被害 5]IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示

  スマート工場化により追加された装置から収集したデータが改ざんや、データ分析(2)から制御システムへの誤った指示により、既存の制御システムが不適切に動作を引き起こす被害。

2.4.6. 実装モデル 2 で検討すべき脅威

実装モデル 2 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 C1]ビューワからの侵入

  実装モデル 1[脅威 B1]と同様。

- [脅威 C2]データ分析(2)からの侵入

  インターネットもしくはイントラネット経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

- [脅威 C3]情報 NW から制御 NW(情報側)への侵入拡大

  実装モデル 1[脅威 B3]と同様。

- [脅威 D1]IoT デバイスからの侵入

  実装モデル 1[脅威 A1]と同様。

- [脅威 D2]無線ネットワークからの侵入

  実装モデル 1[脅威 A2]と同様。

- [脅威 D3]IoT ゲートウェイからの侵入

  実装モデル 1[脅威 A3]と同様。

- [脅威 D4]WAN からの侵入

WAN はインターネットあるいはイントラネットの場合が考えられる。インターネットはオープンなネットワークであり、悪意のある第三者が容易に接続することが可能である。イントラネットは一般的に侵入が難しいが、接続された他拠点に不正侵入し、イントラネットに侵入する可能性を考慮しておく必要がある。

- [脅威 D5] 工場 B からの侵入

  WAN に接続された他の工場や拠点の装置が、マルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

- [脅威 D6] WAN からデータ分析(2)への侵入拡大

  WAN からデータ分析(2)への侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため、イントラネットより脅威である。

- [脅威 D7]データ分析(2)からの侵入

  実装モデル 2[脅威 C2]と同様。

2.4.7. 実装モデル 2 で検討すべき対策

実装モデル 2 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  実装モデル 1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  実装モデル 1[対策 2]と同様。

- [対策 3]外部調達時の確認

  実装モデル 1[対策 3]と同様。

- [対策 4]無線機能への不正接続防止

  実装モデル 1[対策 4]と同様。

- [対策 5]業務の整理

  実装モデル 1[対策 5]と同様。

- [対策 6]通信内容の整理

実装モデル 1[対策 6]と同様。

- [対策 7]ネットワークセグメント分割

  実装モデル 1[対策 7]と同様。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  実装モデル 1[対策 8]と同様。

- [対策 9]DMZ の配置

  実装モデル 1[対策 9]と同様。

- [対策 10]侵入検知装置の設置

  実装モデル 1[対策 10]と同様。

- [対策 11]閉域網、VPN の使用

  インターネットからの侵入や、通信路上の盗聴・改ざんによる被害を最小化するために、電気通信事業者が提供する特定の顧客専用に設置された回線を利用する。また、暗号技術を用いてルータ等のネットワーク機器間でデータを暗号化し、仮に通信路上のデータ漏えいが発生しても、「無価値化する（攻撃者にとって無意味なものとする）」。（参考：IPA 分析ガイド、「専用線」、「通信路暗号化」の説明）

- [対策 12]セキュリティガバナンス

  他の工場のセキュリティ対策が不十分である場合、その工場から侵入される恐れがある。企業グループにおいては、工場間を接続する場合に求められるセキュリティ要件(必要なシステム的対策だけでなく、非常時の工場間通信の切断などの運用的対策も含む)を定め、各工場でセキュリティ要件が満たされていることを確実とするための横断的な情報セキュリティガバナンスを確立する。

- [対策 13]外部サービス調達時の確認

  外部サービスはその提供形態により利用者側が行える対策が限られている。そのため、外部サービス調達時に、サービスに付帯するセキュリティ対策、サービスの品質保証を確認する。（参考：クラウドサービス安全利用の手引き）

- [対策 14]権限管理

  不正行為、主に不正アクセス（例：無許可の重要コマンド発行や重要データ読み書き）を防止するために、ユーザの権限及び関連する属性を適切に管理する。ここでは、権限管理に

従って、ユーザに権限（例：アクセス権）を与える「認可」を含むこととする。最低限必要なユーザに対して、必要最小限の権限を与える。（参考：IPA 分析ガイド、「権限管理」の説明）

- [対策 15]アクセス制御

  不正アクセス（例：無許可の重要コマンド発行や重要データ読み書き）を防止するために、権限管理の中で実施した認可に基づいて、アクセス（読み／書き／実行）の許可または拒否を行う。（参考：IPA 分析ガイド、「アクセス制御」の説明）

2.4.8. 実装モデル 2 で検討すべき対策の実装例

[被害 5]IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示、[脅威 D6]インターネット/イントラネットからデータ分析(2)への侵入拡大に対し、外部サービスを使用したデータ分析(2)の調達時の確認項目の例を記載する。

a) 目的

外部サービスを使用したデータ分析(2)のセキュリティ対策が十分であることを調達時に確認する。

b) 実施内容

- [対策 13]外部サービス調達時の確認

  外部サービスはその提供形態により利用者側が行える対策が限られている。そのため、外部サービス調達時に、サービスに付帯するセキュリティ対策、サービスの品質保証を確認する。

c) 実装例

- [対策 13 の実装例]下記のポイントについて調達時に確認する。

  ・ データ分析(2)のサービスを提供する事業者が必要なセキュリティ対策を実施しているか。特に、自社のセキュリティポリシーに合致した対策が実施されているかという観点で確認を取ることが望ましい。

  ・ データ分析(2)のサービス品質保証（SLA）が示すサービスの稼働率、障害発生頻度、障害時の回復目標時間などの内容が想定する利用目的と合致するかという観点で確認を取ることが望ましい。

2.4.9. 実装モデル 2 においてシステム構成や用途の面で考慮すべき点

「収集蓄積」においては、侵入口として IoT デバイス及び IoT ゲートウェイが関係する（[脅威 D1]IoT デバイスからの侵入、[脅威 D2]無線ネットワークからの侵入、[脅威 D3]IoT ゲートウェイからの侵入）。この侵入口からの攻撃により、[被害 4]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失、または[被害 5]IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示を引き起こす可能性があるため、IoT デバイス及び IoT ゲートウェイに対しては、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 3]外部調達時の確認、[対策 4]無線機能への不正接続防止（IoT ゲートウェイのみ）に関して重点的に検討する必要がある。また、侵入経路として情報 NW が関係する（[脅威 C3]情報 NW から制御 NW（情報側）への侵入拡大）。この侵入経路を経由した攻撃により、[被害 3]既存の制御システムへの侵入、停止を引き起こす可能性があるため、情報 NW や制御 NW（情報側）においては、[対策 5]業務の整理、[対策 6]通信内容の整理、[対策 7]ネットワークセグメント分割、[対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 9]DMZ の配置、[対策 10]侵入検知装置の設置を検討する必要がある。

「分析予測」においては、侵入口としてデータ分析サーバ（2）が関係する（[脅威 C2][脅威 D7]データ分析(2)からの侵入）。この侵入口からの攻撃により、[被害 3]既存の制御システムへの侵入、停止、または[被害 5]IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示を引き起こす可能性があるため、データ分析サーバ（2）に対しては、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止に関して重点的に検討する必要がある。さらに、侵入口及び侵入経路として WAN が関係する（[脅威 D4]WAN からの侵入、[脅威 D6]WAN からデータ分析サーバ（2）への侵入拡大）。この侵入口または侵入経路からの攻撃により、[被害 5]IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示を引き起こす可能性があるため、WAN においては[対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 11]閉域網、VPN の使用、[対策 13]外部サービス調達時の確認を検討する必要がある。

「制御」においては、侵入経路として情報 NW が関係する（[脅威 C3]情報 NW から制御 NW（情報側）への侵入拡大）。この侵入経路からの攻撃により、[被害 3]既存の制御システムへの侵入、停止を引き起こす可能性があるため、情報 NW や制御 NW（情報側）においては、[対策 5]業務の整理、[対策 6]通信内容の整理、[対策 7]ネットワークセグメント分割、[対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 9]DMZ の配置、[対策 10]侵入検知装置の設置を検討する必要がある。

2.5. 実装モデル 3 (遠隔からのシステム監視・制御)

2.5.1. 実装モデル 3 の概要

実装モデル 3 は、WAN を経由して、既設機器のプロセス値や IoT デバイスから情報を収集し、遠隔からシステムの監視や制御を行うことを想定したモデルである。実装モデル 3 の構成及びデータフローに、表 7 に示す A1～A3 の用途を当てはめた図を図 14 に示す。

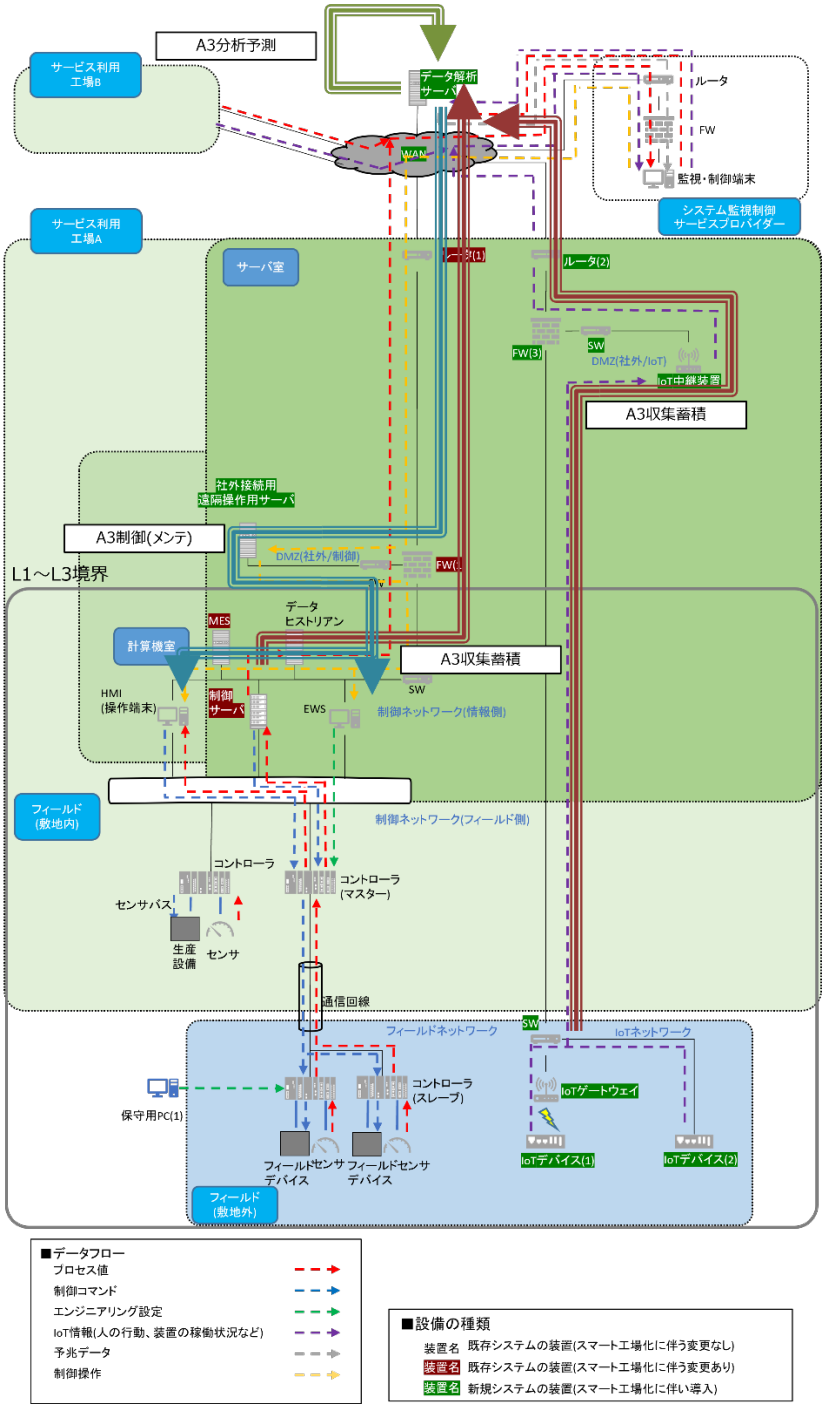


図 14 実装モデル 3

2.5.2. 実装モデル 3 のスマート工場化のために付加される業務運用

実装モデル 3 のスマート工場化のために付加される業務運用として、以下のようなものが挙げられる。

- 監視・制御業務の効率化

  システムの監視制御のサービスを提供する事業者が多数の顧客のシステムを監視する際、それぞれのシステムに対して現地に人員を派遣することはコストの面で非効率である。遠隔からそれらのシステムをまとめて監視・制御できるようにすることで、監視・制御の業務にあたる人員の効率的な活用を図る。

2.5.3. 実装モデル 3 のスマート工場に関連した主なデータフロー

- IoT 情報

  システム監視に必要な情報を、実装モデル 2 と同様に、有線の IoT デバイスや、無線の IoT デバイスと IoT ゲートウェイを多数設置し、WAN を通じて遠隔地に設置した監視・制御端末にて取得する。

- 制御操作

  監視情報に基づき、システムの運用を行う上で必要な制御操作を行う。遠隔地に設置した監視・制御端末から WAN を通じて操作対象のシステム・機器に接続する。

2.5.4. 実装モデル 3 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル 3 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 10 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。尚、黄色のセルが初出であり説明の対象である。

表 10 実装モデル 3 で検討すべき被害、脅威、対策

被害※1	脅威※2		対策		
			対策種別	対象デバイス	A1～A3 対応
[被害 6]既存の制御システムへの侵入、停止	侵入口	[脅威 E1]WAN からの侵入	[対策 11]閉域網、VPN の使用	[対策 ID11-2]WAN	A3 収集蓄積 A3 制御
	侵入経路	[脅威 E2]WAN から社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-4] WAN-社外接続用遠隔操作用サーバ間	A3 制御
	侵入口	[脅威 E3]社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-6]社外接続用遠隔操作用サーバ	A3 制御
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-6]社外接続用遠隔操作用サーバ	A3 制御
	侵入経路	[脅威 E4]社外接続用遠隔操作用サーバから制御 NW(情報側)への侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-5]社外接続用遠隔操作用サーバ-制御 NW(情報側)間	A3 制御
[被害 7]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失	侵入口	[脅威 F1]IoT デバイスからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT デバイス	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 F2]無線ネットワークからの侵入	[対策 4]無線機能への不正接続防止	[対策 ID4-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
	侵入口	[脅威 F3]IoT ゲートウェイからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-2]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-1]IoT ゲートウェイ	A3 収集蓄積
[被害 8]データ解析サーバへの侵入、停止	侵入口	[脅威 G1]WAN からの侵入	[対策 11]閉域網、VPN の使用	[対策 ID11-2]WAN	A3 収集蓄積 A3 分析予測 A3 制御
	侵入口	[脅威 G2]工場 B からの侵入	[対策 12]セキュリティガバナンス	[対策 ID12-1]工場 B	–
	侵入経路	[脅威 G3]WAN からデータ解析サーバへの侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-6] WAN-データ解析サーバ間	A3 分析予測
			[対策 13]外部サービス調達時の確認	[対策 ID13-2]データ解析サーバ	A3 分析予測
			[対策 16]システム間の分離	[対策 ID16-1] データ解析サーバ	A3 分析予測
	侵入口	[脅威 G4]データ解析サーバからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-7]データ解析サーバ	A3 分析予測
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-7]データ解析サーバ	A3 分析予測
			[対策 14]権限管理	[対策 ID14-2]データ解析サーバ	A3 分析予測
			[対策 15]アクセス制御	[対策 ID15-2]データ解析サーバ	A3 分析予測
[被害 9]監視・制御端末への侵入、停止	侵入口	[脅威 H1]WAN からの侵入	[対策 11]閉域網、VPN の使用	[対策 ID11-2]WAN	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-7] WAN-監視・制御端末間	A3 収集蓄積

	侵入経路	[脅威 H2]WAN から監視・制御端末への侵入拡大			A3 制御
			[対策 13]外部サービス調達時の確認	[対策 ID13-3]監視・制御端末	A3 収集蓄積 A3 制御
	侵入口	[脅威 H3] 監視・制御端末からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-8]監視・制御端末	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-8]監視・制御端末	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 14]権限管理	[対策 ID14-3]監視・制御端末	A3 収集蓄積 A3 制御
			[対策 15]アクセス制御	[対策 ID15-3]監視・制御端末	A3 収集蓄積 A3 制御

※1　被害 6 は被害 7、8、9 と比較して事業影響が大きいと考えられるため、優先的に対策を検討することを推奨する。

※2　侵入口については複数考えられるが、いずれかの脅威により被害になる可能性がある（OR 条件）。侵入経路の脅威は侵入口の脅威と合わさることで被害になる可能性がある（AND 条件）。

実装モデル 3 において主に検討すべき被害毎に、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図-15 は[被害 6]を想定した際の対策を示す。

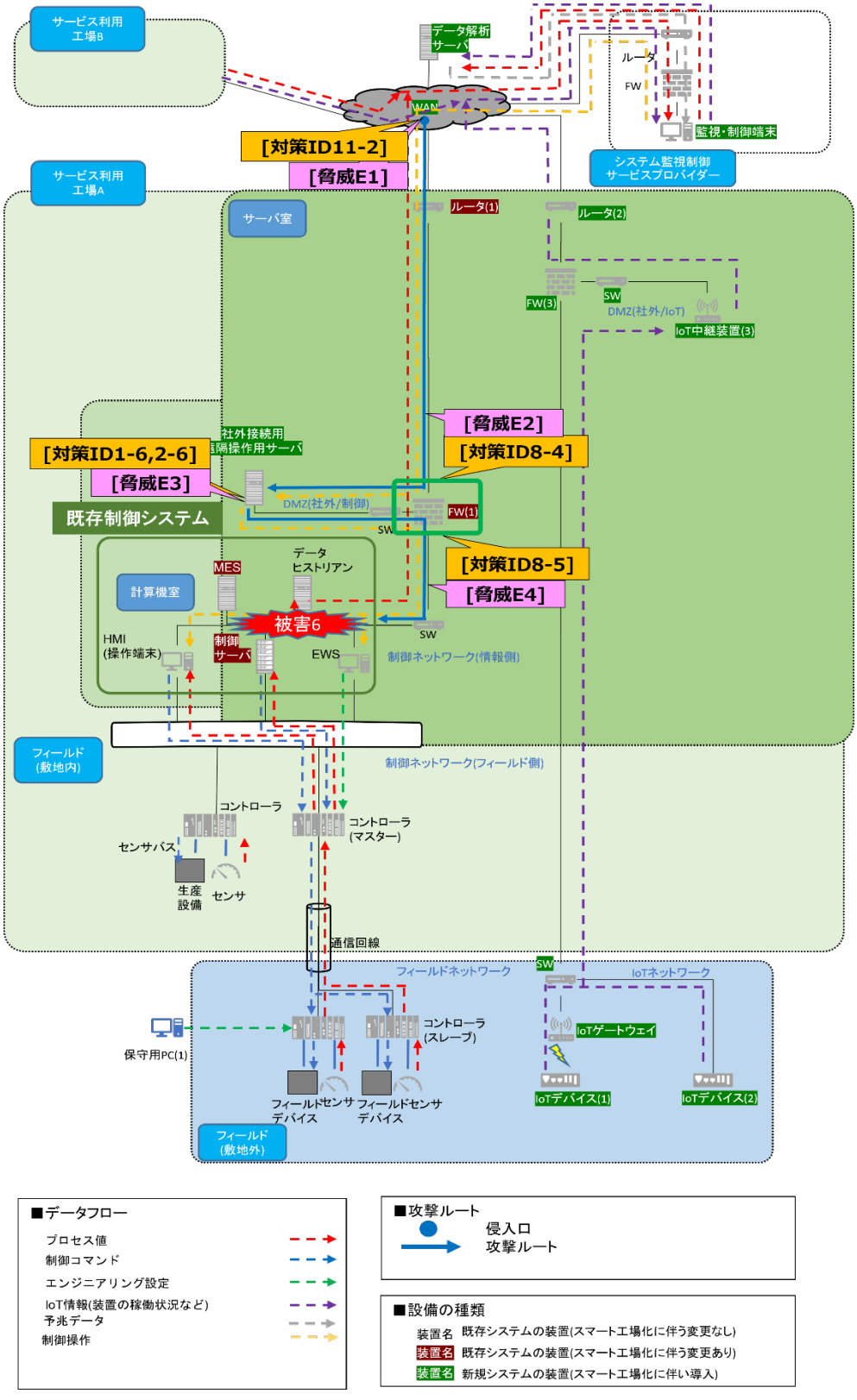


図 15[被害 6]既存の制御システムへの侵入、停止の脅威と対策の対象

図 16 は[被害 7] を想定した際の対策を示す。

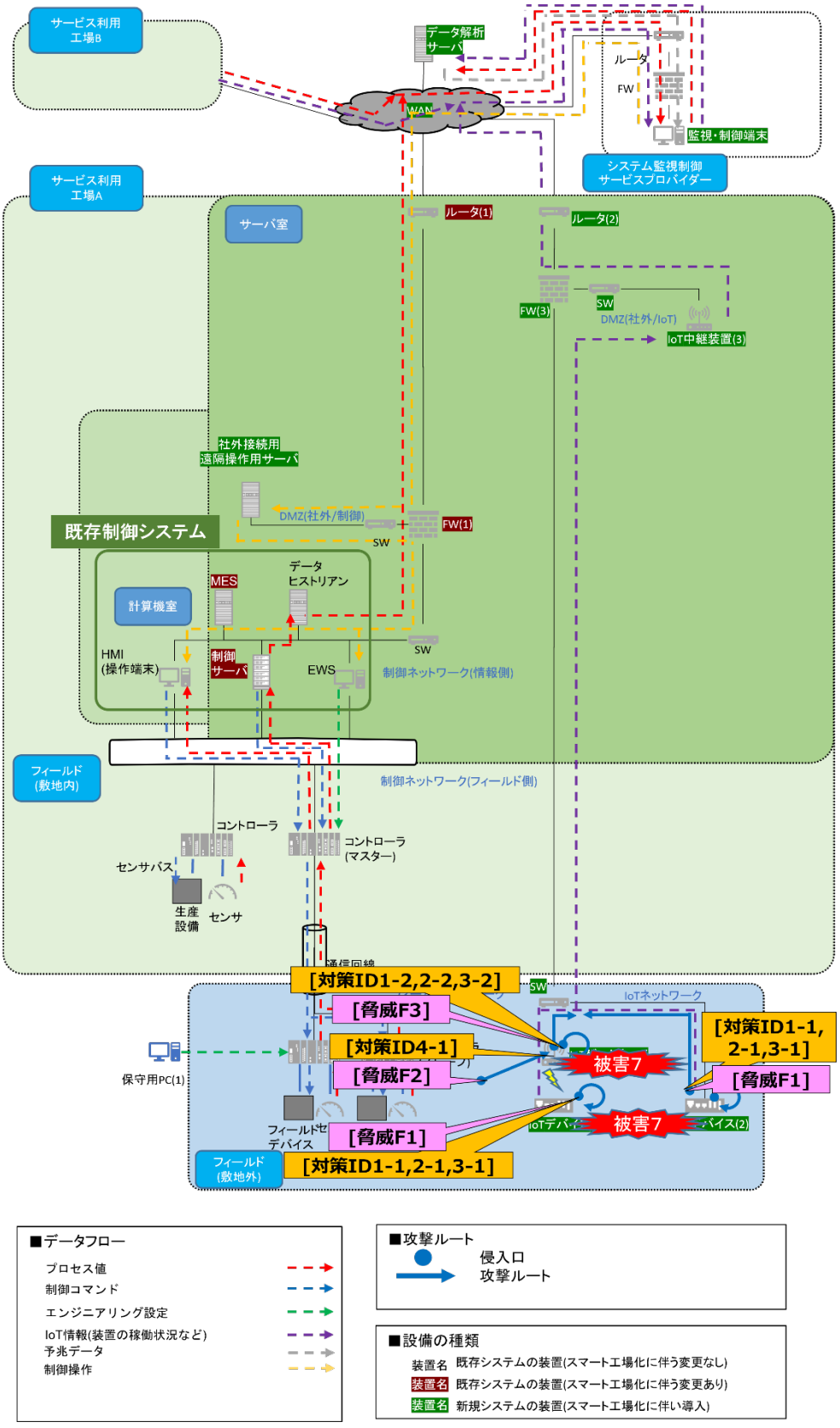


図 16[被害 7]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失

図 17 は[被害 8]を想定した際の対策を示す。

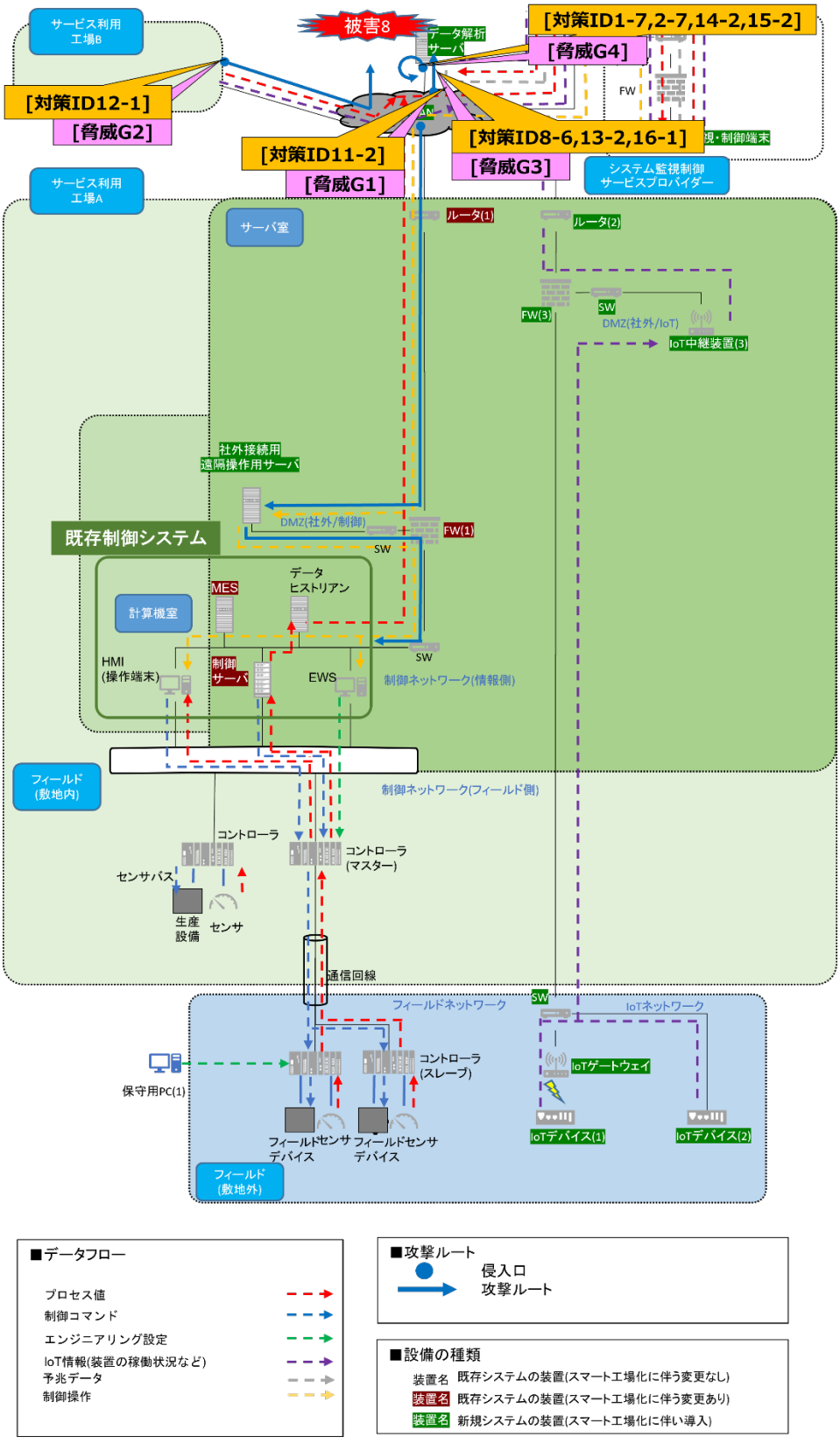


図 17[被害 8]データ解析サーバへの侵入、停止

図 18 は[被害 9]を想定した際の対策を示す。

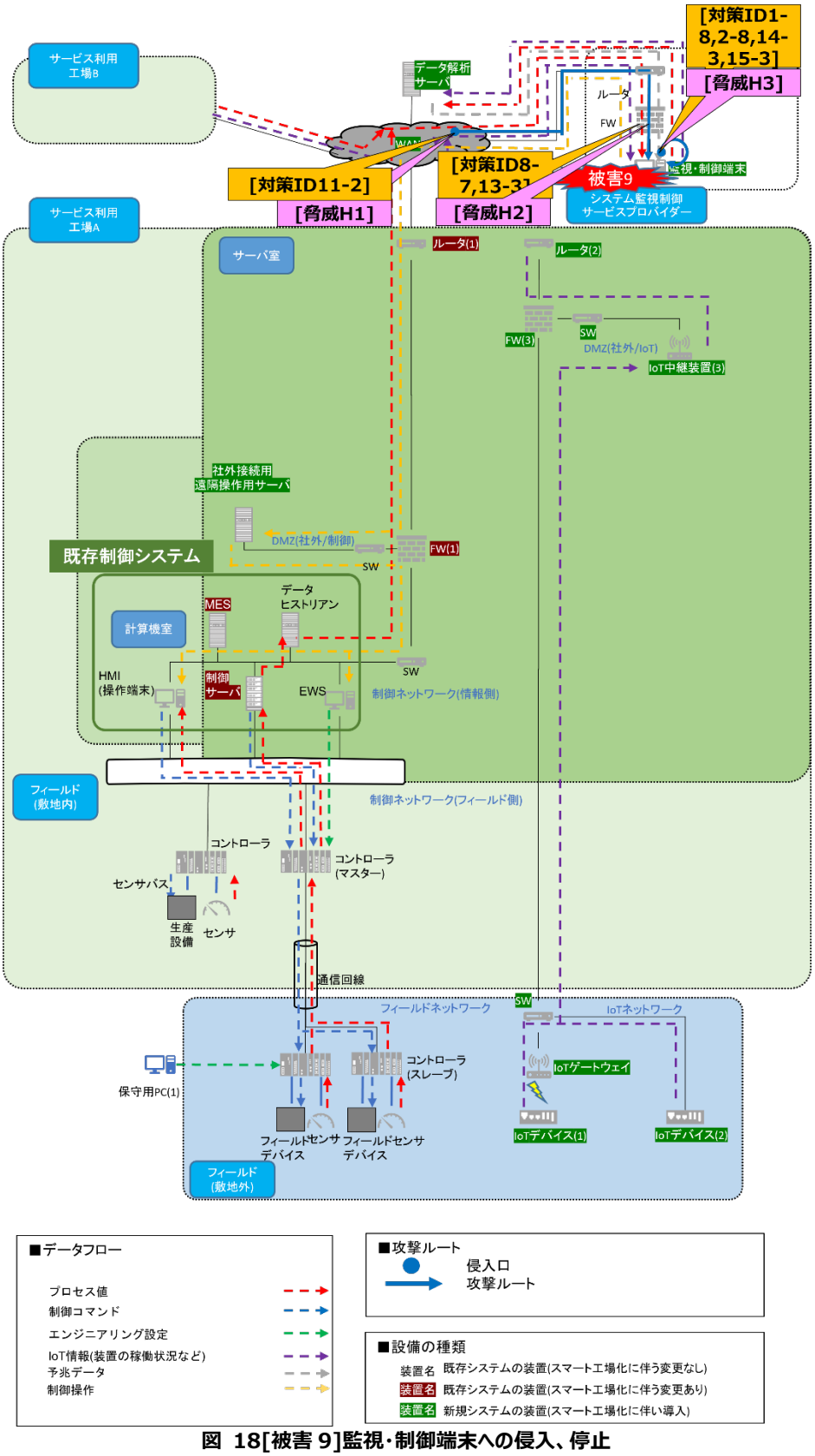


図 18[被害 9]監視・制御端末への侵入、停止

2.5.5. 実装モデル 3 で検討すべき被害

実装モデル 3 において主に検討すべき被害は、以下である。

- [被害 6]既存の制御システムへの侵入、停止

  実装モデル 1[被害 1]と同様。

- [被害 7]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失

  実装モデル 1[被害 2]と同様。

- [被害 8]データ解析サーバへの侵入、停止

  データ解析サーバがサイバー攻撃により停止し、IoT 機器からの収集したデータの解析ができず、データの活用による予兆検知等のスマート工場化の目的が達成できない被害。

- [被害 9]監視・制御端末への侵入、停止

  監視・制御端末がサイバー攻撃により停止し、IoT 機器からの収集したデータの解析による予兆データの受信や制御操作ができず、データの活用による予兆検知等のスマート工場化の目的が達成できない被害。

2.5.6. 実装モデル 3 で検討すべき脅威

実装モデル 3 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 E1]WAN からの侵入

  WAN はインターネットの場合はオープンなネットワークであり、悪意のある第三者が容易に接続することが可能である。閉域網の場合は一般的に直接侵入ができないが、接続された他拠点に不正侵入し、WAN に侵入する。

- [脅威 E2]WAN から社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大

  WAN から社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入を試みる。WAN がインターネットの場合はオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。

- [脅威 E3]社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入

  WAN 経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

- [脅威 E4]社外接続用遠隔操作用サーバから制御 NW(情報側)への侵入拡大

社外接続用遠隔操作用サーバから制御ネットワーク(情報側)への侵入を試みる。

- [脅威 F1]IoT デバイスからの侵入

  実装モデル 1[脅威 A1]と同様。

- [脅威 F2]無線ネットワークからの侵入

  実装モデル 1[脅威 A2]と同様。

- [脅威 F3]IoT ゲートウェイからの侵入

  実装モデル 1[脅威 A3]と同様。

- [脅威 G1]WAN からの侵入

  実装モデル 3[脅威 E1]と同様。

- [脅威 G2]工場 B からの侵入

  WAN に接続された他の工場や拠点の装置が、マルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

- [脅威 G3]WAN からデータ解析サーバへの侵入拡大

  WAN からデータ解析サーバへの侵入を試みる。WAN がインターネットの場合はオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。

- [脅威 G4]データ解析サーバからの侵入

  WAN 経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

- [脅威 H1]WAN からの侵入

  実装モデル 3[脅威 E1]と同様。

- [脅威 H2]WAN から監視・制御端末への侵入拡大

  WAN から監視・制御端末への侵入を試みる。WAN がインターネットの場合はオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。

- [脅威 H3] 監視・制御端末からの侵入

  WAN 経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

2.5.7. 実装モデル 3 で検討すべき対策

実装モデル 3 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  実装モデル 1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  実装モデル 1[対策 2]と同様。

- [対策 3]外部調達時の確認

  実装モデル 1[対策 3]と同様。

- [対策 4]無線機能への不正接続防止

  実装モデル 1[対策 4]と同様。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  実装モデル 1[対策 8]と同様。

- [対策 11]閉域網、VPN の使用

  実装モデル 2[対策 11]と同様。

- [対策 12]セキュリティガバナンス

  実装モデル 2[対策 12]と同様。

- [対策 13]外部サービス調達時の確認

  実装モデル 2[対策 13]と同様。

- [対策 14]権限管理

  実装モデル 2[対策 14]と同様。
  ただし、[脅威 G2]工場 B からの侵入の対策追加として、監視制御端末から、制御設備へ制御アクセスする際にスーパーバイザ（システム運用上の上位管理者）の許可取得を必須とする運用も有効である（常時は監視のみの運用として必要時のみスーパーバイザの許可でアクセスを可能とする）。

- [対策 15]アクセス制御

  実装モデル 2[対策 15]と同様。

- [対策 16]システム間の分離

  多数のシステムが WAN 上にある共通のサーバを利用する場合、サーバが踏み台にされ、あるシステムから別のシステムへの侵入に悪用されてしまうことが想定される。このような事態を防止する対策として、サーバ自体をシステムごとに用意するか、各システムが使用するネットワークのセグメント分割を行うことが考えられる。どちらの方法を利用するかは、システム間をどの程度分離すべきかや、対象となるシステムの総数に依存する。なお、前者の対策については、サーバがクラウド上に配置されている場合にはマルチテナントとして実装することが可能である。

  また、データ解析サーバを提供するサービスの接続環境の分離も有効である。各工場からのデータ解析サーバへの各接続環境は基本的に分離を原則とする。分離の手法であるが、各工場からデータ解析サーバへの侵入リスクが少しでもある場合は、データ解析サーバ内のアクセスインターフェースと解析ロジックを契約工場毎にセグメント分割することが望ましい。

2.5.8. 実装モデル 3 で検討すべき対策の実装例

対策にバリエーションが無いため、ここで記載するべき事項は無い。

2.5.9. 実装モデル 3 においてシステム構成や用途の面で考慮すべき点

「収集蓄積」においては、侵入口として IoT デバイス及び IoT ゲートウェイが関係する（[脅威 F1]IoT デバイスからの侵入、[脅威 F2]無線ネットワークからの侵入、[脅威 F3]IoT ゲートウェイからの侵入）。この侵入口からの攻撃により、[被害 7]追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失を引き起こす可能性があるため、IoT デバイス及び IoT ゲートウェイに対しては、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 3]外部調達時の確認、[対策 4]無線機能への不正接続防止（IoT ゲートウェイのみ）に関して重点的に検討する必要がある。そして、侵入口及び侵入経路として WAN が関係する（[脅威 E1] [脅威 H1] WAN からの侵入、[脅威 H2]WAN から監視・制御端末への侵入拡大、[脅威 H3] 監視・制御端末からの侵入）。この侵入口または侵入経路からの攻撃により、[被害 6]既存の制御システムへの侵入、停止、[被害 8]データ解析サーバへの侵入、停止、[被害 9]監視・制御端末への侵入、停止を引き起こす可能性があるため、WAN においては [対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 11]閉域網、VPN の使用、[対策 13]外部サービス調達時の確認を検討する必要がある。

「分析予測」においては、侵入口としてデータ解析サーバが関係する（[脅威 G4]データ解析サーバからの侵入）。この侵入口からの攻撃により、[被害 8]データ解析サーバへの侵入、停止を引き起こす可能性があるため、データ解析サーバに対しては、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 14]権限管理、[対策 15]アクセス制御に関して重点的に検討する必

要がある。また、侵入経路として WAN が関係する（[脅威 G3]WAN からデータ解析サーバへの侵入拡大）。この侵入経路からの攻撃により、[被害 8]データ解析サーバへの侵入、停止を引き起こす可能性があるため、[対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 13]外部サービス調達時の確認、[対策 16]システム間の分離を検討する必要がある。

「制御」においては、 侵入口及び侵入経路として WAN、社外接続用遠隔操作用サーバ、監視・制御端末が関係する（[脅威 E1] [脅威 G1] [脅威 H1]WAN からの侵入、[脅威 E2]WAN から社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大、[脅威 E3]社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入、[脅威 E4]社外接続用遠隔操作用サーバから制御 NW(情報側)への侵入拡大、[脅威 H2]WAN から監視・制御端末への侵入拡大、[脅威 H3] 監視・制御端末からの侵入）。この侵入口または侵入経路からの攻撃により、[被害 6]既存の制御システムへの侵入、停止、[被害 8]データ解析サーバへの侵入、停止、[被害 9]監視・制御端末への侵入、停止を引き起こす可能性があるため、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 11]閉域網、VPN の使用、[対策 13]外部サービス調達時の確認、[対策 14]権限管理、[対策 15]アクセス制御に関して重点的に検討する必要がある。

2.6. 実装モデル 4 (遠隔からの設備の保守)

2.6.1. 実装モデル 4 の概要

実装モデル 4 は、リモートアクセスによる接続を経由して、設備の遠隔保守をすることを想定したモデルである。

実装モデル 4 の構成及びデータフローに、表 7 に示す A1～A3 の用途を当てはめた図を図 19 に示す。

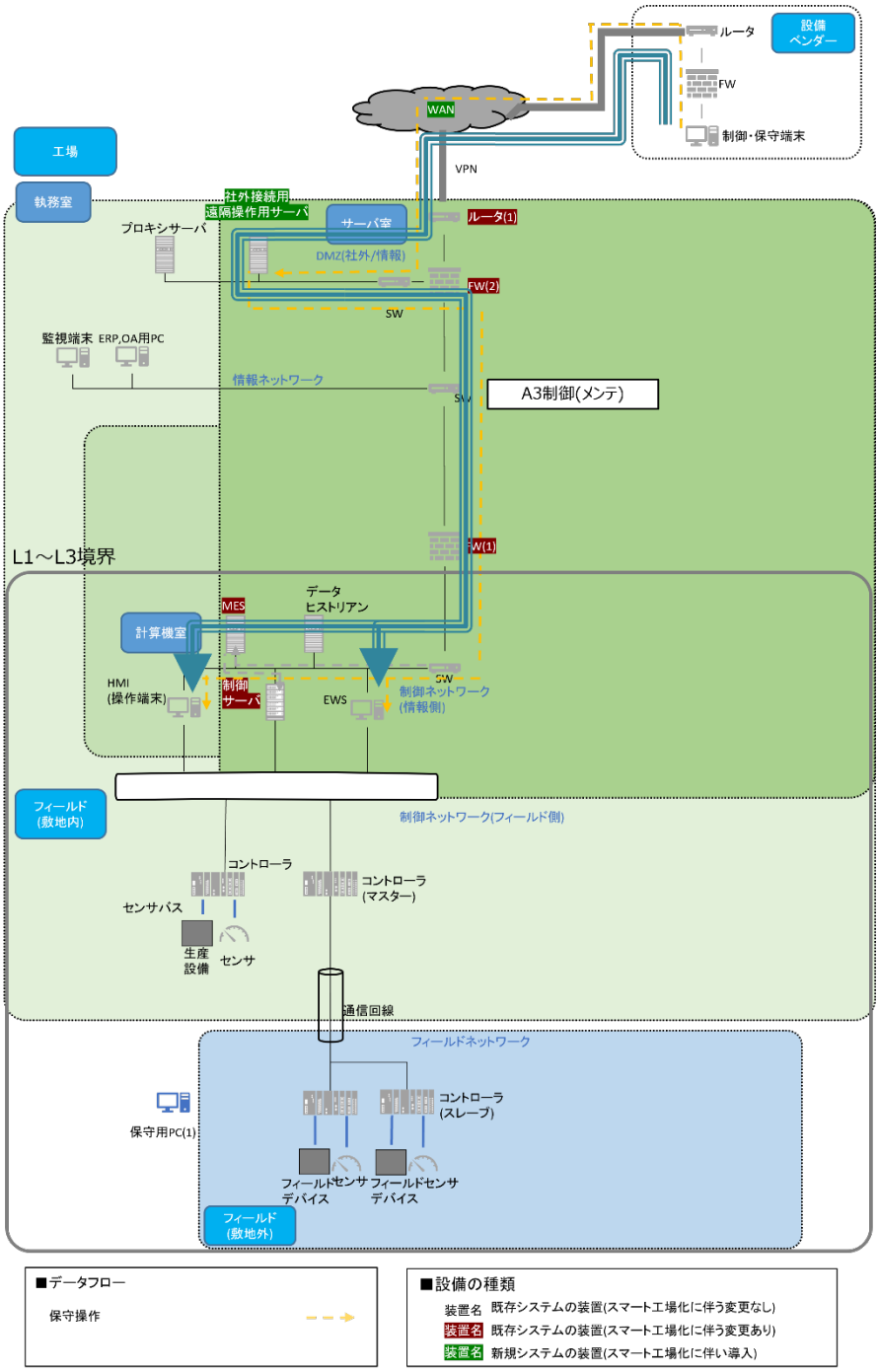


図 19 実装モデル 4

2.6.2. 実装モデル 4 のスマート工場化のために付加される業務運用

実装モデル 4 のスマート工場化のために付加される業務運用として、以下のようなものが挙げられる。

- 複数工場にまたがる遠隔保守

  保守対象となる設備がお互いに離れたか緒にある多数の工場にある場合、直接現地に赴いて保守作業を行うことは、時間・労力の面で大きなコストとなる。遠隔で当該機器にアクセスし・保守作業を行うことで作業の効率化を図る。

2.6.3. 実装モデル 4 のスマート工場に関連した主なデータフロー

- 保守操作

  保守対象となる装置に対し、装置ベンダーのゾーン内に設置された端末からリモートアクセスによる接続を通じて遠隔から接続し、保守操作を行う。

2.6.4. 実装モデル 4 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル 4 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 11 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。尚、黄色のセルが初出であり説明の対象である。

表 11 実装モデル 4 で検討すべき被害、脅威、対策

被害※1	脅威※2		対策		
			対策種別	対象デバイス	A1～A3 対応
[被害 10]既存の制御システムへの侵入、停止	侵入口	[脅威 I1]インターネットからの侵入	[対策 11]閉域網、VPN の使用	[対策 ID11-3]インターネット	A3 制御
	侵入経路	[脅威 I2]インターネットから社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-8]インターネット-社外接続用遠隔操作用サーバ間	A3 制御
	侵入口	[脅威 I3]社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-6]社外接続用遠隔操作用サーバ	A3 制御
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-6]社外接続用遠隔操作用サーバ	A3 制御
	侵入経路	[脅威 I4] 社外接続用遠隔操作用サーバから制御 NW(情報側)への侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-5]社外接続用遠隔操作用サーバ-制御 NW(情報側)間	A3 制御
[被害 11]制御・保守端末への侵入、停止	侵入口	[脅威 J1]インターネットからの侵入	[対策 11]閉域網、VPN の使用	[対策 ID11-3]インターネット	A3 制御
	侵入経路	[脅威 J2]インターネットから制御・保守端末への侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-9]インターネット-制御・保守端末間	A3 制御
			[対策 13]外部サービス調達時の確認	[対策 ID13-3]制御・保守端末	A3 制御
	侵入口	[脅威 J3]制御・保守端末からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-9]制御・保守端末	A3 制御
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-9]制御・保守端末	A3 制御
			[対策 14]権限管理	[対策 ID14-4]制御・保守端末	A3 制御
			[対策 15]アクセス制御	[対策 ID15-4]制御・保守端末	A3 制御

※1　被害 10 は被害 11 と比較して事業影響が大きいと考えられるため、優先的に対策を検討することを推奨する。

※2　侵入口については複数考えられるが、いずれかの脅威により被害になる可能性がある（OR 条件）。侵入経路の脅威は侵入口の脅威と合わさることで被害になる可能性がある（AND 条件）。

実装モデル 4 において主に検討すべき被害毎に、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図 20 は[被害 10] を想定した際の対策を示す。

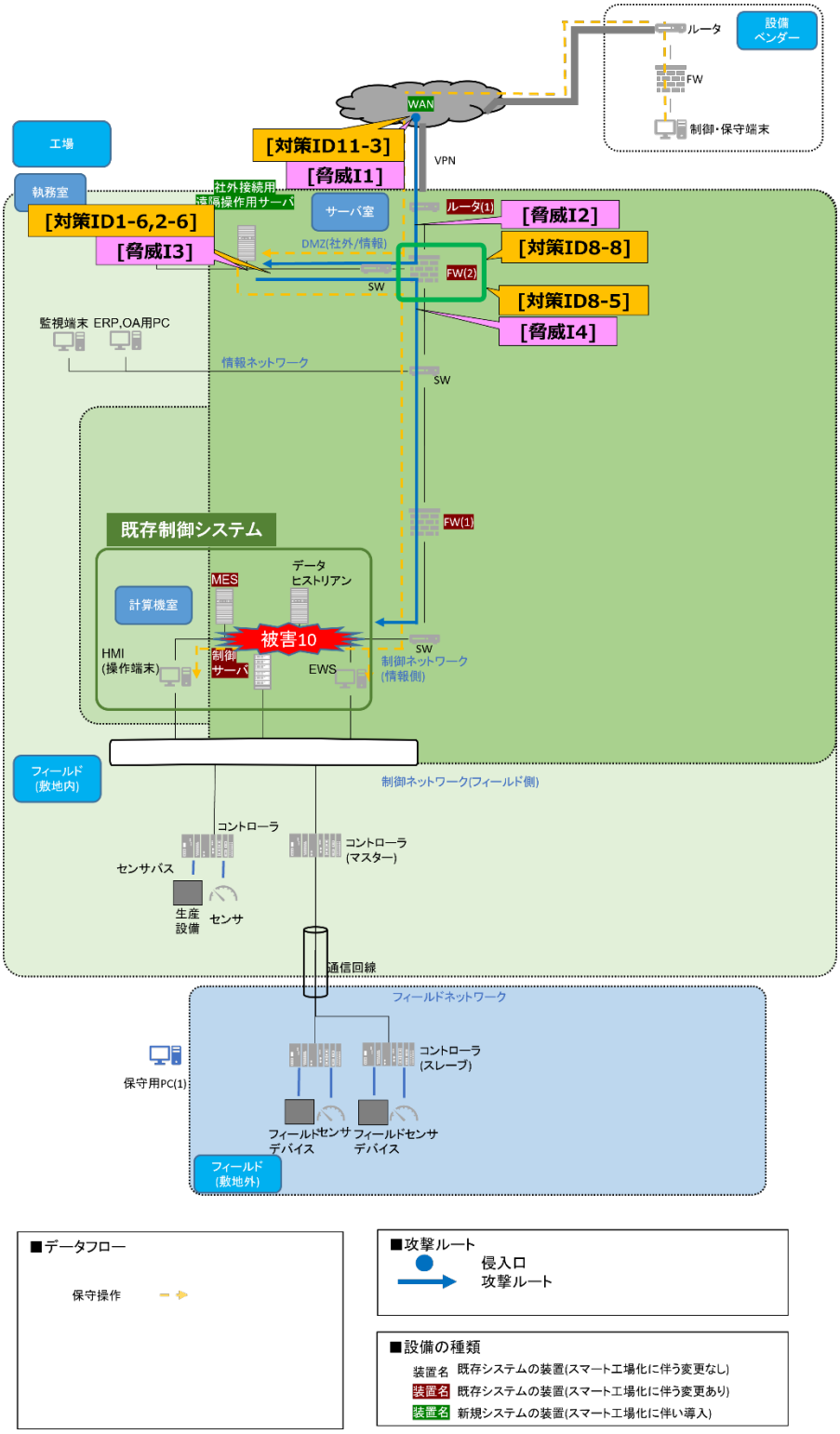


図 20[被害 10]既存の制御システムへの侵入、停止の脅威と対策の対象

図 21 は[被害 11] を想定した際の対策を示す。

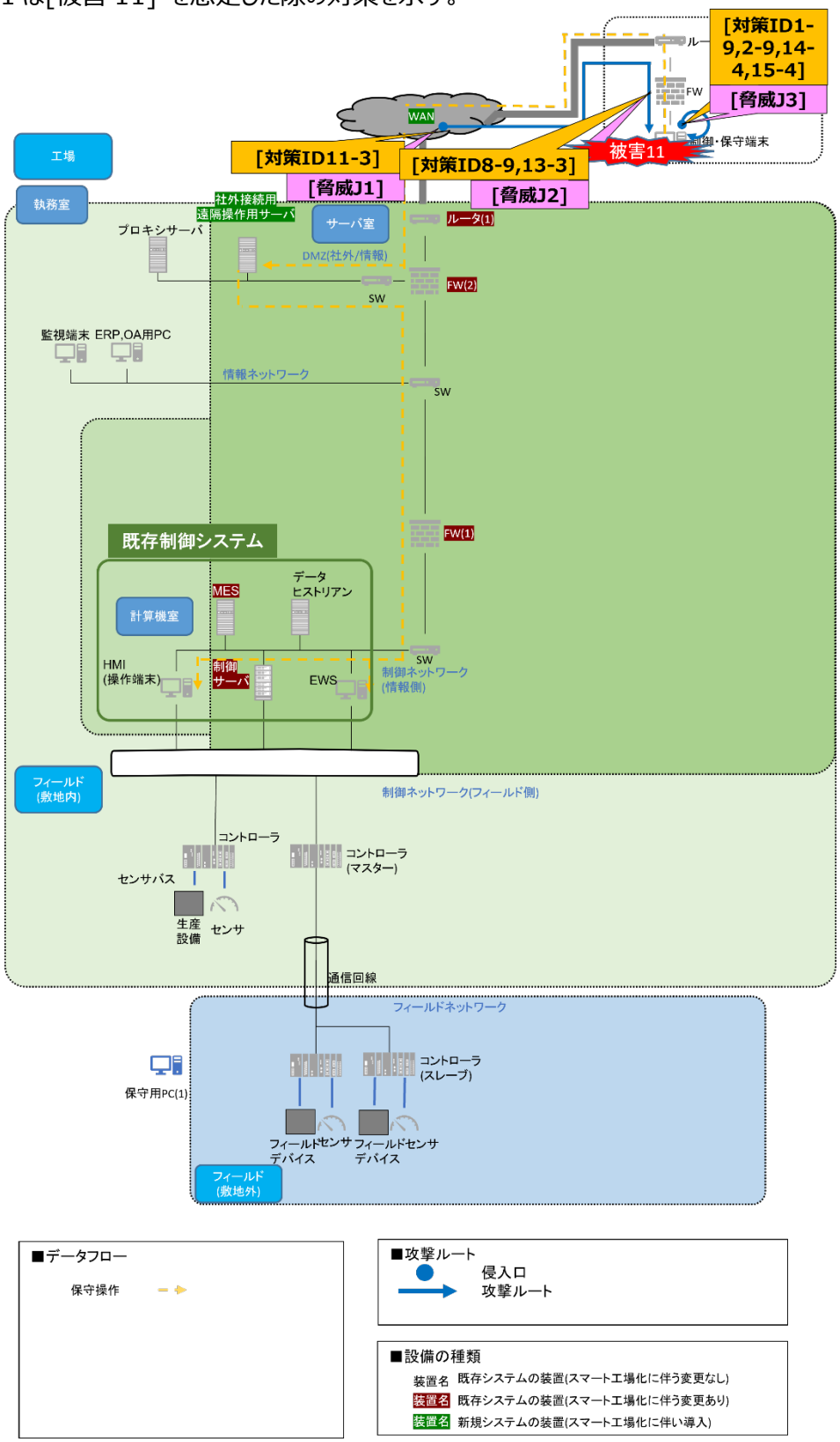


図 21[被害 11]制御･保守端末への侵入、停止

2.6.5. 実装モデル 4 で検討すべき被害

実装モデル 4 において主に検討すべき被害は、以下である。

- [被害 10]既存の制御システムへの侵入、停止

  実装モデル 1[被害 1]と同様。

- [被害 11]制御・保守端末への侵入、停止

  制御・保守端末がサイバー攻撃により停止し、保守操作ができず、設備の遠隔保守を行うスマート工場化の目的が達成できない被害。

2.6.6. 実装モデル 4 で検討すべき脅威

実装モデル 4 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 I1]インターネットからの侵入

  インターネットはオープンなネットワークであり、悪意のある第三者が容易に接続することが可能である。

- [脅威 I2]インターネットから社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大

  インターネットから社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。

- [脅威 I3]社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入

  実装モデル 3[脅威 E3]と同様。

- [脅威 I4] 社外接続用遠隔操作用サーバから制御 NW(情報側)への侵入拡大

  実装モデル 3[脅威 E4]と同様。

- [脅威 J1]インターネットからの侵入

  実装モデル 4[脅威 I1]と同様。

- [脅威 J2]インターネットから制御・保守端末への侵入拡大

  インターネットから監視・制御端末への侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。

- [脅威 J3]制御・保守端末からの侵入

  インターネット経由による端末への不正侵入や、悪意のある第三者によるリモートアクセスによる接続あるいは不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を端末に接続することなどによ

り侵入される。
（なお、遠隔地のリモート接続にはインターネットを構築できない地域も含まれる場合があると考えられるが、本モデルではその部分については割愛した。）

2.6.7. 実装モデル 4 で検討すべき対策

実装モデル 4 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  実装モデル 1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  実装モデル 1[対策 2]と同様。

- [対策 3]外部調達時の確認

  実装モデル 1[対策 3]と同様。

- [対策 4]無線機能への不正接続防止

  実装モデル 1[対策 4]と同様。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  実装モデル 1[対策 8]と同様。

- [対策 11]閉域網、VPN の使用

  実装モデル 2[対策 11]と同様。
  リモート接続は工場側からのアクセス許可によってのみ成立する仕組みの構築などが有効である。

- [対策 12]セキュリティガバナンス

  実装モデル 2[対策 12]と同様。

- [対策 13]外部サービス調達時の確認

  実装モデル 2[対策 13]と同様。
  監査を含むベンダー側のセキュリティ管理の把握や、ベンダー側の内部ネットワークから分離独立した当該契約ユーザ専用の保守端末によるサービス契約（SLA）の確保などが有効である。

- [対策 14]権限管理

  実装モデル 2[対策 14]と同様。

- [対策 15]アクセス制御

  実装モデル 2[対策 15]と同様。

2.6.8. 実装モデル 4 で検討すべき対策の実装例

対策にバリエーションが無いため、ここで記載するべき事項は無い。

2.6.9. 実装モデル 4 においてシステム構成や用途の面で考慮すべき点

「制御」においては、侵入口及び侵入経路としてインターネット、社外接続用遠隔操作用サーバ、制御・保守端末が関係する（[脅威 I1] [脅威 J1]インターネットからの侵入、[脅威 I2]インターネットから社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大、[脅威 I3]社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入、[脅威 I4] 社外接続用遠隔操作用サーバから制御 NW(情報側)への侵入拡大、[脅威 J2]インターネットから制御・保守端末への侵入拡大、[脅威 J3]制御・保守端末からの侵入）。この侵入口または侵入経路からの攻撃により、[被害 10]既存の制御システムへの侵入、停止、[被害 11]制御・保守端末への侵入、停止を引き起こす可能性があるため、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 11]閉域網、VPN の使用、[対策 13]外部サービス調達時の確認、[対策 14]権限管理、[対策 15]アクセス制御に関して重点的に検討する必要がある。

2.7. 実装モデル 5 (遠隔からのソフトウェア更新)

2.7.1. 実装モデル 5 の概要

実装モデル 5 は、スマート工場化にかかわる機器の内部のソフトウェア構成を収集し、必要に応じて新しいソフトウェア（脆弱性対策のためのパッチを含む）をオンラインで配布することを想定したモデルである。実装モデル 5 の構成及びデータフローに、表 7 に示す A1～A3 の用途を当てはめた図を図 22 に示す。

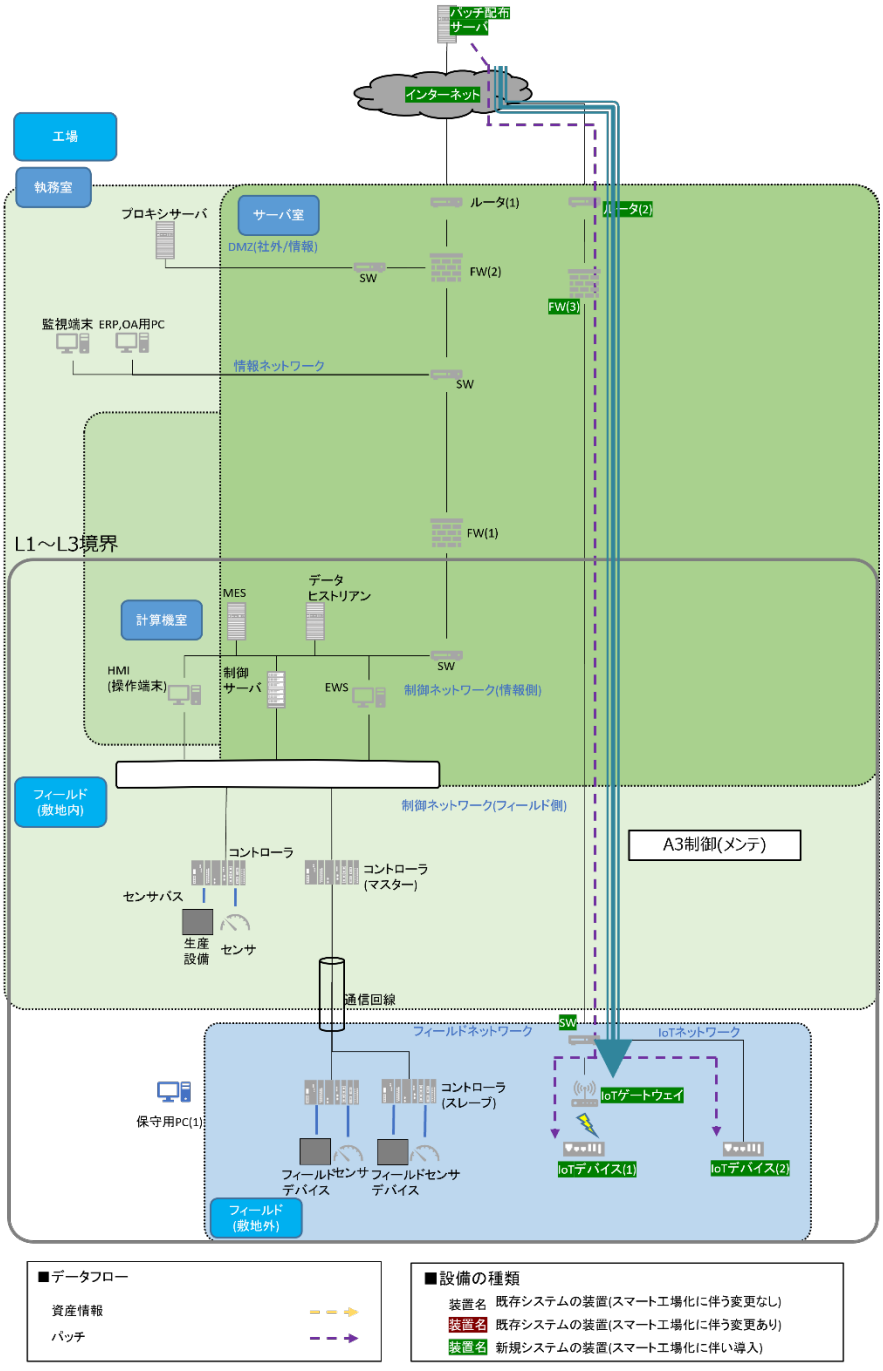


図 22 実装モデル 5

2.7.2. 実装モデル 5 のスマート工場化のために付加される業務運用

実装モデル 5 のスマート工場化のために付加される業務運用として、以下のようなものが挙げられる。

- 脆弱性対策の初動対応迅速化

  ある脆弱性が広く知られる状態となったとき、脆弱性への対応を迅速に行うことは、被害拡大防止の観点からも重要である。脆弱性対応のためのパッチをいち早く適用すべき箇所に対して、自動的にパッチを適用する仕組みを導入することで、脆弱性を利用したサイバー攻撃が発生するリスクの低減を図る。

2.7.3. 実装モデル 5 のスマート工場に関連した主なデータフロー

- パッチ

  脆弱性情報が公開されたソフトウェアを搭載した機器において、いち早いパッチの適用が推奨される箇所に対し、外部から当該パッチを自動的にダウンロードして適用する。

2.7.4. 実装モデル 5 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル 5 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 12 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。尚、黄色のセルが初出であり説明の対象である。

表 12 実装モデル 5 で検討すべき被害、脅威、対策

被害	脅威※1		対策		
			対策種別	対象デバイス	A1～A3 対応
[被害 12]パッチ配布サーバへの侵入、停止	侵入口	[脅威 K1]インターネットからの侵入	[対策 11]閉域網、VPN の使用	[対策 ID11-3]インターネット	A3 制御
	侵入経路	[脅威 K2]インターネットからパッチ配布サーバへの侵入拡大	[対策 8]フィルタリング装置の設置	[対策 ID8-10]インターネット-パッチ配布サーバ間	A3 制御
			[対策 13]外部サービス調達時の確認	[対策 ID13-4]パッチ配布サーバ	A3 制御
	侵入口	[脅威 K3]パッチ配布サーバからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-10]パッチ配布サーバ	A3 制御
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-10]パッチ配布サーバ	A3 制御
			[対策 14]権限管理	[対策 ID14-5]パッチ配布サーバ	A3 制御
			[対策 15]アクセス制御	[対策 ID15-5]パッチ配布サーバ	A3 制御

※1　侵入口については複数考えられるが、いずれかの脅威により被害になる可能性がある（OR 条件）。侵入経路の脅威は侵入口の脅威と合わさることで被害になる可能性がある（AND 条件）。

実装モデル 5 において主に検討すべき被害に対し、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図 23 は[被害 12] を想定した際の対策を示す。

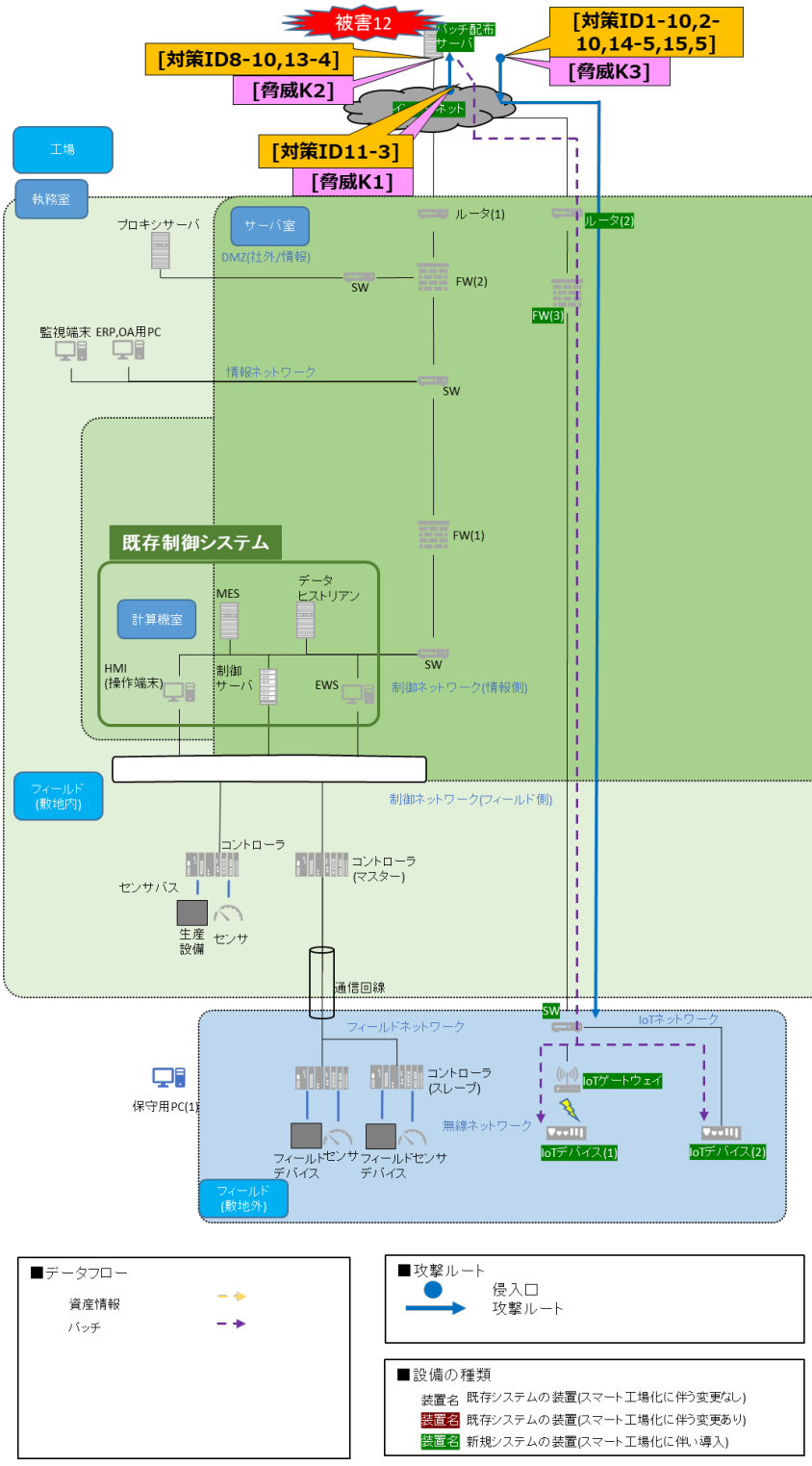


図 23[被害 12]パッチ配布サーバへの侵入、停止

2.7.5. 実装モデル 5 で検討すべき被害

実装モデル 5 において主に検討すべき被害は、以下である。

- [被害 12]パッチ配布サーバへの侵入、停止

  パッチ配布サーバがサイバー攻撃により侵入され、スマート工場化により追加した IoTNW、IoT デバイスにパッチの正常な適用ができない被害。

2.7.6. 実装モデル 5 で検討すべき脅威

実装モデル 5 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 K1]インターネットからの侵入

  実装モデル 4[脅威 I1]と同様。

- [脅威 K2]インターネットからパッチ配布サーバへの侵入拡大

  インターネットから監視・制御端末への侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため脅威である。

- [脅威 K3]パッチ配布サーバからの侵入

  インターネット経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

2.7.7. 実装モデル 5 で検討すべき対策

実装モデル 5 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  実装モデル 1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  実装モデル 1[対策 2]と同様。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  実装モデル 1[対策 8]と同様。

- [対策 11]閉域網、VPN の使用

  実装モデル 2[対策 11]と同様。

- [対策 13]外部サービス調達時の確認

  実装モデル 2[対策 13]と同様。

- [対策 14]権限管理

  実装モデル 2[対策 14]と同様。

- [対策 15]アクセス制御

  実装モデル 2[対策 15]と同様。

2.7.8. 実装モデル 5 で検討すべき対策の実装例

対策にバリエーションが無いため、ここで記載するべき事項は無い。

2.7.9. 実装モデル 5 においてシステム構成や用途の面で考慮すべき点

「制御」においては、侵入口及び侵入経路としてインターネット、パッチ配布サーバが関係する（[脅威 K1]インターネットからの侵入、[脅威 K2]インターネットからパッチ配布サーバへの侵入拡大、[脅威 K3]パッチ配布サーバからの侵入）。この侵入口または侵入経路からの攻撃により、[被害 12]パッチ配布サーバへの侵入、停止を引き起こす可能性があるため、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 8]フィルタリング装置の設置、[対策 11]閉域網、VPN の使用、[対策 13]外部サービス調達時の確認、[対策 14]権限管理、[対策 15]アクセス制御に関して重点的に検討する必要がある。

2.8. 実装モデル 6 (ロボットの利用)

2.8.1. 実装モデル 6 の概要

実装モデル 6 は、既設設備にアドオンする形で、ロボットアームや搬送機などを追加し業務効率の改善を行うことを想定したモデルである。実装モデル 6 の構成及びデータフローに、表 7 に示す A1～A3 の用途を当てはめた図を図 24 に示す。

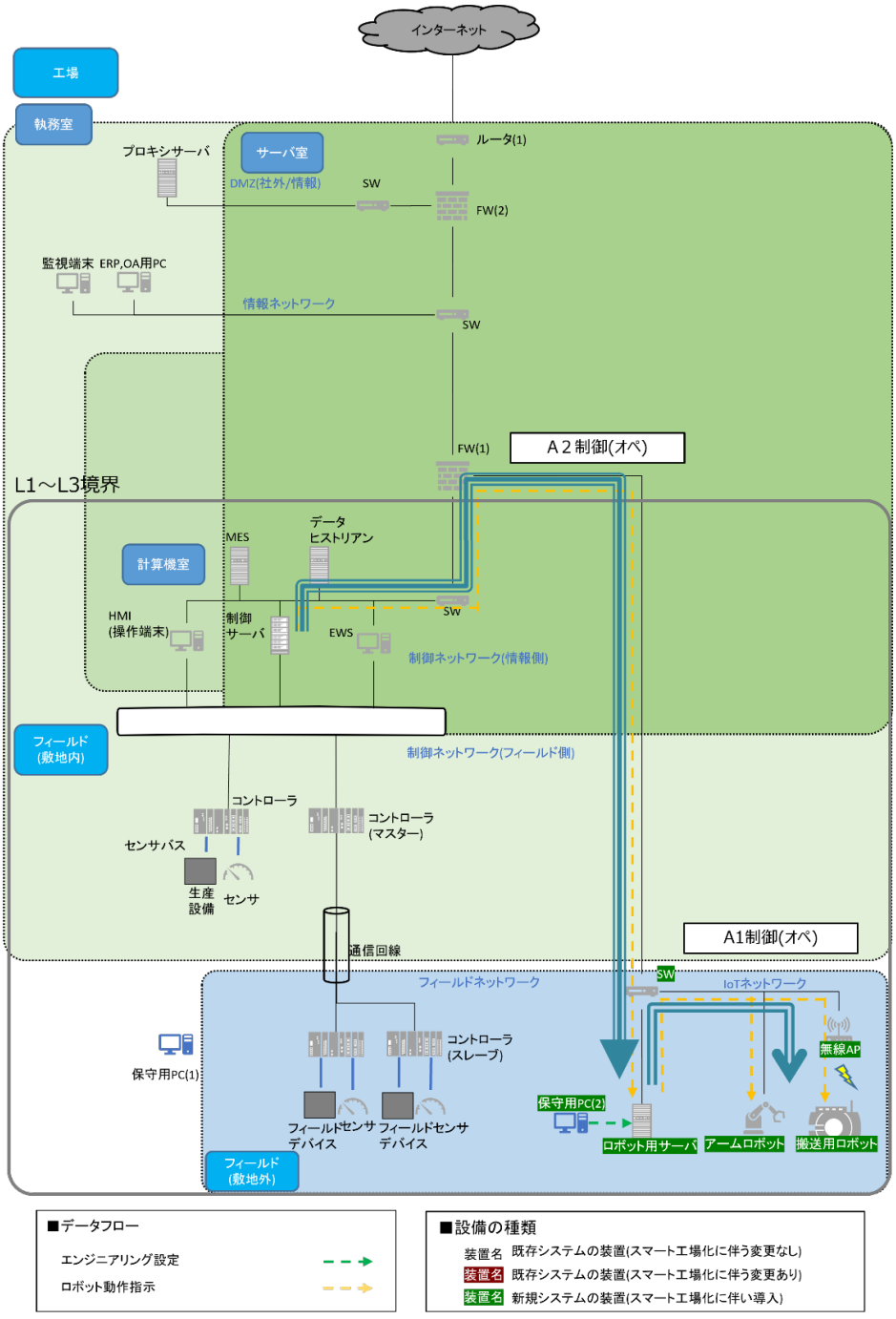


図 24 実装モデル 6

2.8.2. 実装モデル 6 のスマート工場化のために付加される業務運用

実装モデル 6 のスマート工場化のために付加される業務運用として、以下のようなものが挙げられる。

- 人手作業の置換

  加工設備への部材の設置や搬送作業など、これまで人手で行っていた作業を機械化することにより、作業時間の短縮や作業ミスの低減などどの業務効率化を図る。

2.8.3. 実装モデル 6 のスマート工場に関連した主なデータフロー

- エンジニアリング設定

  ロボットの動作パターンの登録、設定の更新などのために保守用 PC(2)を通じて接続先のロボット用サーバにデータを登録する。

- ロボット動作指示

  ロボットが次にどのような動作をするべきであるかを判断し、ロボットに動作の指示を行う。ロボットの動作指示は、ロボット用動作サーバから有線や、無線のネットワークを通じて行う。

2.8.4. 実装モデル 6 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル 6 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 13 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。尚、黄色のセルが初出であり説明の対象である。

表 13 実装モデル 6 で検討すべき被害、脅威、対策

被害	脅威※1		対策		
			対策種別	対象デバイス	A1～A3 対応
[被害 13]ロボットへの侵入、停止	侵入口	[脅威 L1]保守用 PC(2)からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-11]保守用 PC(2)	A1 制御
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-11]保守用 PC(2)	A1 制御
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-3]保守用 PC(2)	A1 制御
			[対策 17]アップデートの検証	[対策 ID17-1]保守用 PC(2)	A1 制御
	侵入口	[脅威 L2]無線ネットワークからの侵入	[対策 4]無線機能への不正接続防止	[対策 ID4-2]無線 AP	A1 制御 A2 制御
	侵入口	[脅威 L3]ロボット用サーバからの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	[対策 ID1-12]ロボット用サーバ	A1 制御 A2 制御
			[対策 2]外部媒体の利用防止	[対策 ID2-12]ロボット用サーバ	A1 制御 A2 制御
			[対策 3]外部調達時の確認	[対策 ID3-4]ロボット用サーバ	A1 制御 A2 制御
			[対策 18]制御コマンドの検証	[対策 ID18-1]ロボット用サーバ	A1 制御 A2 制御

※1　侵入口については複数考えられるが、いずれかの脅威により被害になる可能性がある（OR 条件）。侵入経路の脅威は侵入口の脅威と合わさることで被害になる可能性がある（AND 条件）。

実装モデル 6 において主に検討すべき被害に対し、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図 25 は[被害 13]を想定した対策を示す。

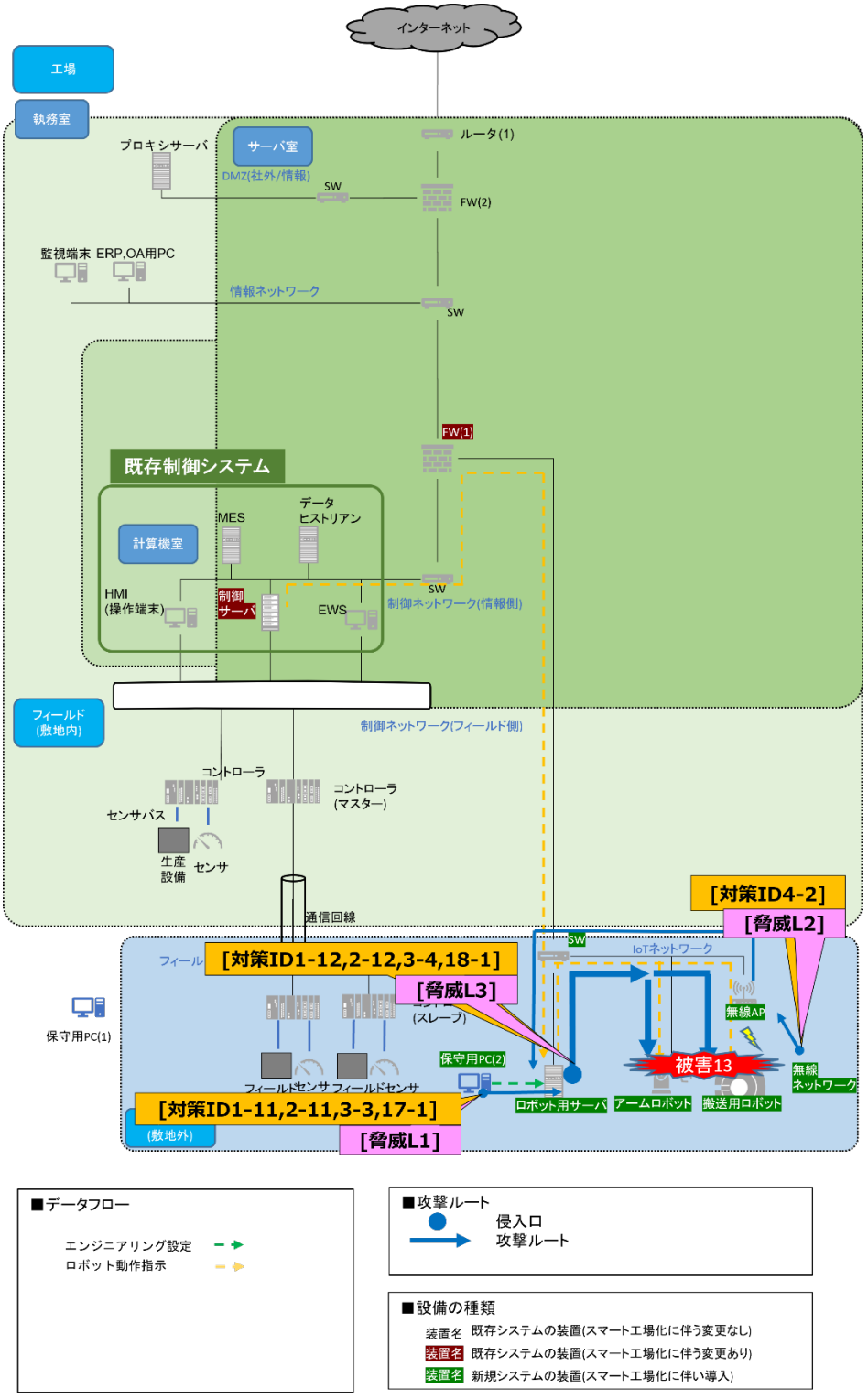


図 25[被害 13]ロボットへの侵入、停止

2.8.5. 実装モデル 6 で検討すべき被害

実装モデル 6 において主に検討すべき被害は、以下である。

- [被害 13]ロボットへの侵入、停止

  ロボットアームや搬送機などを利用した業務効率の改善ができなくなる、ロボットアームや搬送機などの誤動作により生産設備が破壊され、製造が停止し、損害が発生する被害。

2.8.6. 実装モデル 6 で検討すべき脅威

実装モデル 6 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 L1]保守用 PC(2)からの侵入

  悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、保守用 PC(2)に不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。

- [脅威 L2]無線ネットワークからの侵入

  不正な接続用装置を持ち込み IoT ネットワーク上にある無線 AP に無線機能の脆弱性の悪用やパスワードの不正使用により不正接続を行い、IoT ネットワークに侵入する。

- [脅威 L3]ロボット用サーバからの侵入

  悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、ロボット用サーバに不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。

2.8.7. 実装モデル 6 で検討すべき対策

実装モデル 6 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  実装モデル 1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  実装モデル 1[対策 2]と同様。

- [対策 3]外部調達時の確認

  実装モデル 1[対策 3]と同様。

- [対策 4]無線機能への不正接続防止

  実装モデル 1[対策 4]と同様。

- [対策 17]アップデートの検証

  ファームウェアや動作プログラムの更新などを行う際には、ダウンロード先が意図した更新先であることを確認する。更新元が正規であることを証明書により検証する仕組みを持つとなお望ましい。

- [対策 18]制御コマンドの検証

  ロボットの動作指示など、制御コマンドを受信した際には、制御コマンドが意図した相手から送信されたものであることを検証する。可能であれば、自組織が発行する自己署名証明書などにより発行元が正規であることを検証する仕組みを持つことが望ましい。

2.8.8. 実装モデル 6 で検討すべき対策の実装例

対策にバリエーションが無いため、ここで記載するべき事項は無い。

2.8.9. 実装モデル 6 においてシステム構成や用途の面で考慮すべき点

「制御」においては、 侵入口として保守用 PC（2）、無線ネットワーク、ロボット用サーバが関係する（[脅威 L1]保守用 PC(2)からの侵入、[脅威 L2]無線ネットワークからの侵入、[脅威 L3]ロボット用サーバからの侵入）。この侵入口からの攻撃により、[被害 13]ロボットへの侵入、停止を引き起こす可能性があるため、[対策 1]不正侵入の防止、[対策 2]外部媒体の利用防止、[対策 3]外部調達時の確認、[対策 4]無線機能への不正接続防止、[対策 17]アップデートの検証、[対策 18]制御コマンドの検証に関して重点的に検討する必要がある。

2.9. 実装モデル 7 (ドローンの利用)

2.9.1. 実装モデル 7 の概要

実装モデル 7 は、ドローンでフィールド上の設備の異常がないかをカメラで監視し、監視記録をクラウドを経由して保存することを想定したモデルである。実装モデル 7 の構成及びデータフローに、表 7 に示す A1～A3 の用途を当てはめた図を図 26 に示す。

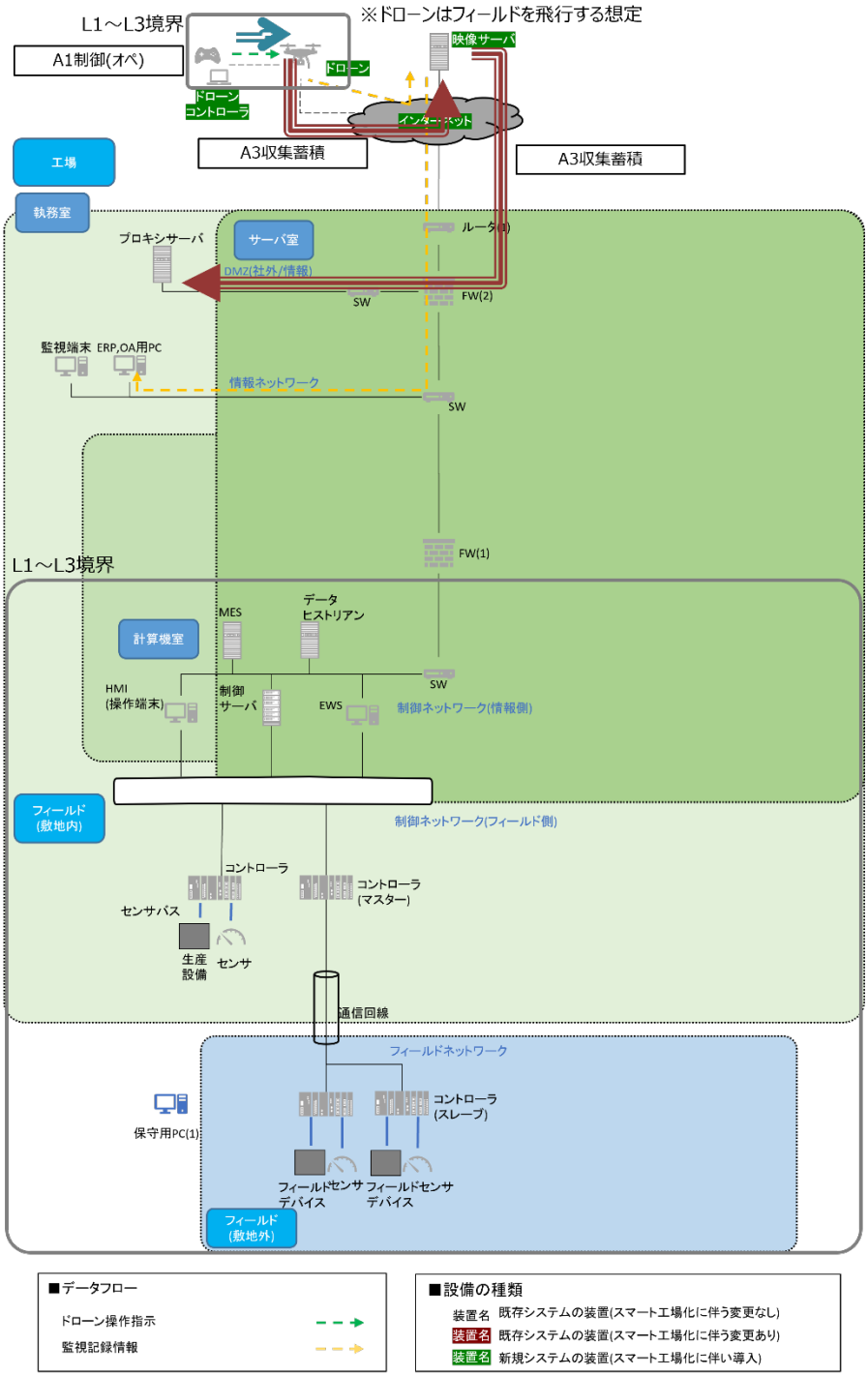


図 26 実装モデル 7

2.9.2. 実装モデル 7 のスマート工場化のために付加される業務運用

実装モデル 7 のスマート工場化のために付加される業務運用として、以下のようなものが挙げられる。

- 保守点検

  保守点検の際に、フィールド上にある巨大な設備などのような、人手で確認するには困難な個所や労力を要する箇所をドローンを用いて空撮することで、保守点検作業の業務効率化や人員の被災リスク低減を図る。

2.9.3. 実装モデル 7 のスマート工場に関連した主なデータフロー

- ドローン動作指示

  Wi-Fi などの無線通信により、ドローンに対する飛行経路の指示を行う。

- 監視記録情報

  ドローンが空撮した映像を、キャリア回線などを通じてクラウド上のサーバに保存する。保守点検の時の確認などの際に、必要に応じて、クラウド上から映像をダウンロードする。

2.9.4. 実装モデル 7 で検討すべき被害、脅威、対策

実装モデル 7 に関しては、情報ネットワーク上の機器からクラウド上に保存した画像を取得するのみであり、制御システムとの直接のやり取りが少ないため、被害・脅威・対策は記載しない。

3. 実装モデルに関する補足事項

実装モデルに関し、ヒアリングで得られた現状での技術動向を以下に記載する。

3.1. 先進的な事例

本調査で実施したヒアリングで得られた知見のうち、特に先進的な事例をモデルごとに整理した(計画中、検証中のものも含む)。表 14 に事例の一覧を示す。

表 14 ヒアリングで得られた知見のうち、特に先進的な事例

実装モデル No.	モデル名	事例
1、2	IoT 機器から収集した情報の利用	[システム的な特徴] ・ 大量の IoT 機器から情報を収集する事例が見られた。ヒアリング事例の中で最大のケースでは 1 万台のデバイスから情報を収集していた事例が見られた。 ・ 収集した情報の利用方法として、情報の可視化を行うものが一般的であったが、更に AI を利用した運転条件の最適化を行う事例も見られた。 [対策的な特徴] ・ 自社の複数の拠点間について DMZ を介して接続し、複数の拠点内の複数の機器から情報を一か所に収集していた事例が見られた。
3	遠隔からのシステム監視・制御	[システム的な特徴] ・ 複数の顧客の設備を専用 WAN を利用して接続し、遠隔から集中監視する事例が見られた。 [対策的な特徴] ・ 遠隔操作のために人手による許可操作を介在させるという方法で、外部からの侵入リスクを低減させる方法がとられていた。

4	遠隔からの設備の保守	[システム的な特徴] ・ 通常とは異なる設備の挙動を AI にて検出し(アノマリ分析)、異常の発見に役立てる事例が見られた。 ・ シミュレータ上の制御システムで運転状況を再現すること(デジタルツイン)により設備の劣化状況を予測し保守に活用する取り組み事例が見られた。 [対策的な特徴] ・ 分析用サーバをオンプレミスに配置し、侵入リスクを低減するとともに、分析結果の妥当性を人手で検証することで計算結果の異常が発生するリスクへの対策が取られていた。
5	遠隔からのソフトウェア更新	[システム的な特徴] ・ リモートデスクトップを利用し、当該設備の PLC 等のプログラムの入れ替えをリモートから実施する事例が見られた。 ・ 通信装置のファームウェアを、規格の更新に合わせて自動アップデートする事例が見られた。 [対策的な特徴] ・ VPN による回線の保護、多要素認証による高レベルの認証対策で外部侵入リスクの低減を図っていた。
6	ロボットの利用	[システム的な特徴] ・ 屋外の自動点検にロボットを利用する取り組み事例が見られた。 ・ 生産部品の仕分けに搬送用ロボットを利用する事例が見られた。 [対策的な特徴]

		制御ネットワークとの分離(DMZ 利用)や、人とロボットの動線の分離が見られた。
7	ドローンの利用	[システム的な特徴] ・ 屋外設備の安全点検にドローンを利用する取り組み事例が見られた。 [対策的な特徴] ・ ドローンの落下リスクに備えた対策が必要との意見が見られた。

3.2. スマート工場における無線通信

本調査で実施したヒアリングでは、特にスマート工場における無線通信について特徴的な内容を確認することができた。以下に内容を示す。なお、付録にはヒアリングで登場した各種無線通信方式の特長を記載した。

3.2.1. 閉域網とクラウドを利用した安全な接続

スマート工場と外部との通信には、InternetVPN を利用して安全な通信路を確保する(*)という例も見られたが、IoT 機器から情報を収集・利用するこの他の形態として、キャリア回線を利用した閉域網を用いて制御システムから情報を送信し、クラウド上のフロントエンドから情報・解析結果をユーザに提供するという方式がベンダーのヒアリングにて多く見られた。図 27 にこの方式の構成を示す。

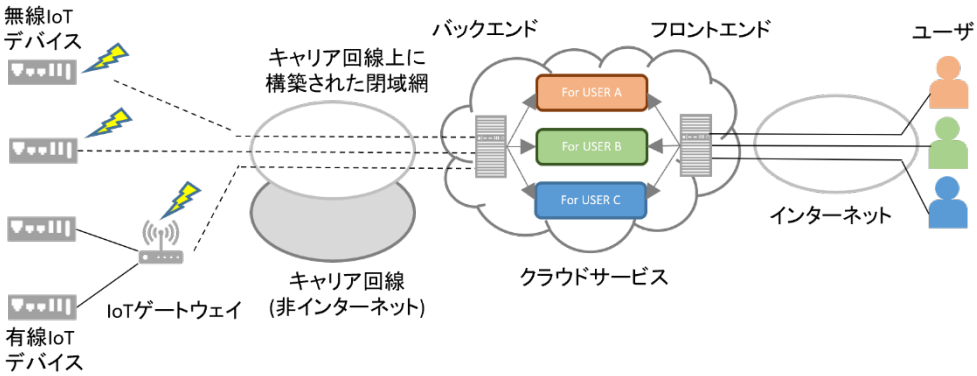


図 27 閉域網とクラウドを利用した安全な接続の構成

この方式のメリットとして、以下があると考えられる。

1. インターネットを経由せずにクラウド上に情報を送信できるため、第三者による情報窃取のリスクを低減できる

2. サービス利用者はインターネットから容易に情報にアクセスできる。

3. サービス提供者はフロントエンドでのアクセス権限を適切に設定することでサービス利用者間で情報が混入するリスクを低減できる。

   (*)なお、InternetVPN 利用の場合は、機器の脆弱性への対応や設定上の不備がない事の確認等が必要である。

3.2.2. LPWA

大量のセンサデバイスから無線で情報を収集する方式として、LPWA の一種である LoRaWAN を利用した方式が見られた。図 28 に LPWA(LoRaWAN)の構成を示す。

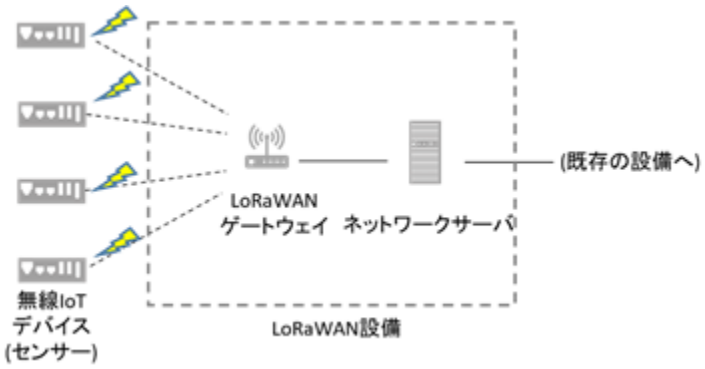


図 28 LPWA(LoRaWAN)の構成

利用可能台数は数百台～千台程度となる。同時接続するチャネルを切り替えながら多数のセンサと接続するため、通信頻度が低い程多数のデバイスを接続可能となる。

ユーザは以下の観点でセキュリティ対策を検討する必要がある。LPWA では、大量の無線 IoT デバイス(センサ)から情報を吸い上げる一方向の通信を行うことが一般的であるため、すべての情報が集約される LoRaWAN ゲートウェイ以上の箇所において、通信方向の限定、フィルタリングなどを行うとともに、既存の設備との間に DMZ などを設置することで LoRaWAN 設備と既存設備を分離することが望ましい。

1. 無線 IoT デバイス(センサ):各種センサとして導入される。一般に、処理能力よりもコストや低消費電力に優れるデバイスであることが多く、負荷の高いセキュリティ機能を組み込むことが困難な場合もある。LoRaWAN ゲートウェイ等上位側のシステムも含めたシステムとしてセキュアなデータフローとなるよう検討する必要がある。

2. LoRaWAN ゲートウェイ、ネットワークサーバ:LoRaWAN 設備として導入される。運用上支障がない場合に無線 IoT デバイス(センサ)側から LoRaWAN ゲートウェイ側への一方向の通信

となるような制限を設定する、未登録のデバイスとの通信をフィルタリングで拒否するなど、ユーザ側でも設定可能なセキュリティ機能を有効化するほか、装置の格納容器の施錠による物理的な対策、装置自身の設定を書き換えるための管理用アカウントの管理や、既知の脆弱性への対応管理などのハードニング対策を合わせて実施することが望ましい。

3. 既存の設備:LoRaWAN 設備と直接接続されるユーザ側の設備となる。LoRaWAN 設備側にセキュリティ対策を導入することが困難である場合、この界面で DMZ などによるセグメンテーション対策を導入し、既存の設備側を保護する必要がある。

3.2.3. Local 5G

長距離双方向の無線通信方式として、Local 5G を利用した方式が見られた。図 29 に Local 5G の構成を示す。

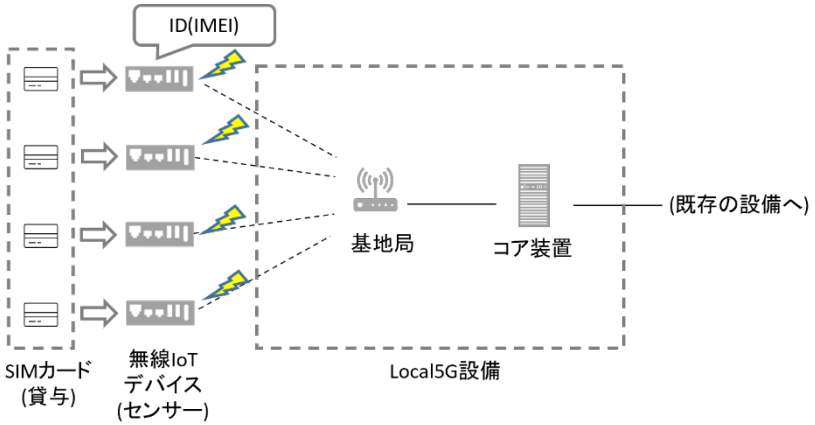


図 29 Local 5G の構成

Wi-Fi と比較して、電波の利用に免許や必要となる点やコストが高くなる点などがデメリットである一方、外部回線を必ずしも必要としないため第三者が容易に侵入できない点がセキュリティ上のメリットとされている。

ユーザは以下の観点でセキュリティ対策を検討する必要がある。Local5G では、コア装置の持つ認証機能を利用して不正な装置の接続を排除するとともに、LPWA の場合と同様に、既存の設備との間に DMZ などを設置することで Local5G 設備と既存設備を分離することが望ましい。

1. SIM カード:後述の通り、認証機能に利用されるものであるので、物理的な盗難などへの対策が必要となる。

2. 無線 IoT デバイス(センサ):LoRaWAN の場合と同様、上位側のシステムも含めたシステムとしてセキュアなデータフローとなるよう検討する必要がある。

3. 基地局およびコア装置:Local5G 設備として導入される。コア装置は、オンプレミスに実機が配置する場合もあるが、仮想化したり、クラウド上に配置したりする場合もある。LPWA の場合と比較して、機器構成の規模が大きいことが多い。Local 5G では、デバイスに接続された SIM

カードを利用した認証と、デバイス自体に割り当てられた ID(IMEI)を利用した認証の 2 つがコア装置で行われる。SIM カードの認証のみを有効化する場合などもあるが、運用上の支障がないのであれば IMEI を利用した認証など複数の認証を有効化することが望ましい。

4. 既存の設備:Local5G 設備と直接接続されるユーザ側の設備となる。LoRaWAN の場合と同様、Local5G 設備側にセキュリティ対策を導入することが困難である場合、この界面でセグメンテーションをすることなどにより、既存の設備側を保護する必要がある。また、LPWA の場合と同様、装置の格納容器の施錠による物理的な対策、装置自身の設定を書き換えるための管理用アカウントの管理や、既知の脆弱性への対応管理などのハードニング対策を合わせて実施することが望ましい。

なお、5G については、5G ネットワークやその構成要素及びサービスについて、ソフトウェア・ハードウェアの両面から技術的検証を行うことを通じ、5G のネットワークのセキュリティを確保する仕組みや体制を整備するための取組を実施し、その成果を「5G ネットワーク構築におけるセキュリティに関する対策等の留意点」として総務省サイバーセキュリティタスクフォース事務局が公表する予定がある。

(https://www.soumu.go.jp/main_content/000788349.pdf)

また、一般社団法人 ICT-ISAC から、ローカル 5G の利用におけるセキュリティ課題の存在を周知すること、および具体的な解決策を提示することを目的として「ローカル 5G セキュリティガイドライン」が公開されている。

ローカル 5G セキュリティガイドライン：
(https://www.ict-isac.jp/news/2_Local_5G_Security_Guideline.pdf)

概略版：
(https://www.ict-isac.jp/news/1_Local_5G_Security_Guideline_(summary).pdf)

3.3. スマート化におけるセキュリティ対策の特徴

実装モデルに関し、スマート化におけるセキュリティ対策に関する特徴について、有識者からのレビューで得られた事項を以下に記載する。

- スマート化によりサイバーリスクが増加するため、事故の発生を前提とした考え方が重要となる。すなわち、防御だけではなく、検知、対応、復旧の重要性が高まることから、現場の組織体制・運用がより重要となることに留意すべきである。

- スマート化による現場のリスクは「自身の管理下で動作すること」「異常発生時に原因が判明し早期に復旧すること」が脅かされることである。設定ミスやサプライチェーンの不具合による事故に対するリスク低減も重要であり、設定管理や変更管理、ネットワーク監視とセキュリティ監視の

統合等の対策が必要となる。もちろん、これらの対策を進めるにあたっては、新たな組織体制・運用ルールも必要とする。

- 工場の最終目的は工場の安心・安全（BC/SQDC）であるので、本ドキュメントで示した脅威シナリオへの対策を参照しながら取組を進めると共に、本来のリスクが低減できているかを考える必要がある。
- スマート化によるデータフローだけではなく、スマート化がもたらすメリットを棄損するような攻撃の可能性とそれへの対策を考えるべきである。（例：制御の最適化や予測結果を歪めるような攻撃の可能性や、人間への情報提供の内容を歪め誤った判断に導くような攻撃の可能性等）

4. まとめ

本調査では、スマート工場の形態を類型化した実装モデルを作成し、ヒアリングを通じてブラッシュアップするとともに、それぞれの実装モデルでサイバー攻撃としてどのような被害、脅威、対策があるかを整理して示した。

今後、自社で検討するスマート工場化の手法を本調査の実装モデルに当てはめ、そのモデル毎に書かれた被害、脅威、対策を実際の導入に向けた検討に盛り込むことにより、ご活用頂きたい。

ー以上ー

付録①: スマート工場における各種無線通信方式の特長

ヒアリングにおいては、無線方式として Wi-Fi、LPWA、Local5G、キャリア回線という４種の方式が見られた。なお、工業用無線システムとしては WirelessHART や ISA 100.11a なども一般的であるが、これらの方式はヒアリングには登場しなかった。

どのような用途にも最適な無線通信方式というものはなく、用途に見合った適切な方式を検討する必要がある。例えば、LPWA や Local5G の特長として、例えば総務省の資料では以下のように説明されている。

- LPWA(*1 より引用)

  [従来手法との比較]

  ・ LPWA は従来の無線技術と比較して、低消費電力、広いカバーエリア、低コストを実現可能とされる(図 1 に LPWA と既存通信技術の違いを示す)。

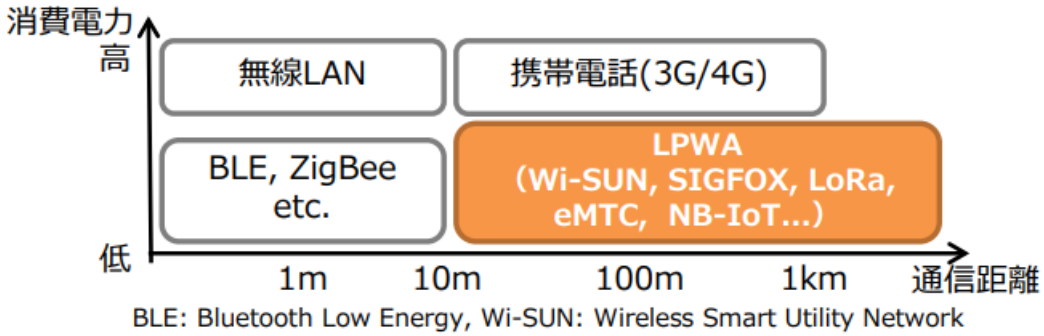


図 30 LPWA と既存の通信技術の違い(*1 より引用)

  ・ 新たな無線通信システムである LoRa、SIGFOX や、携帯電話ネットワークを利用する eMTC（enhanced Machine Type Communication）、NB-IoT（Narrow Band IoT）などが知られる。

  ・ インフラ管理、物流、農業、健康・医療分野など様々な分野での適用事例が見られる。

(*1):「LPWA に関する無線システムの動向について」

(https://www.soumu.go.jp/main_content/000543715.pdf)

- Local5G（*2 より引用）

  ・ 5G は 4G と比較して超高速、超低遅延、多数同時接続という特長がある(表 15 に特徴を記す)。

表 15 5G の特長(*2 より引用)

特長	説明
超高速 (モバイルブロードバンドの高度化)	現在の移動通信システムより 100 倍速いブロードバンドサービスを提供
超低遅延	利用者が遅延（タイムラグ）を意識することなく、リアルタイムに遠隔地のロボット等を操作・制御
多数同時接続 (大量のマシーンタイプ通信)	スマホ、PC をはじめ、身の回りのあらゆる機器がネットに接続

  ・ Local5G は、モジュールベースのシステムであることを活用し、各スペックを柔軟に変化させ、ユーザが望む性能を実現可能とされる。特にスマート工場では Local5G には低遅延性や多数同時接続性が要求される。(図 31 に Local5G の利用シナリオとしてどのようなものがあるかを示す。)

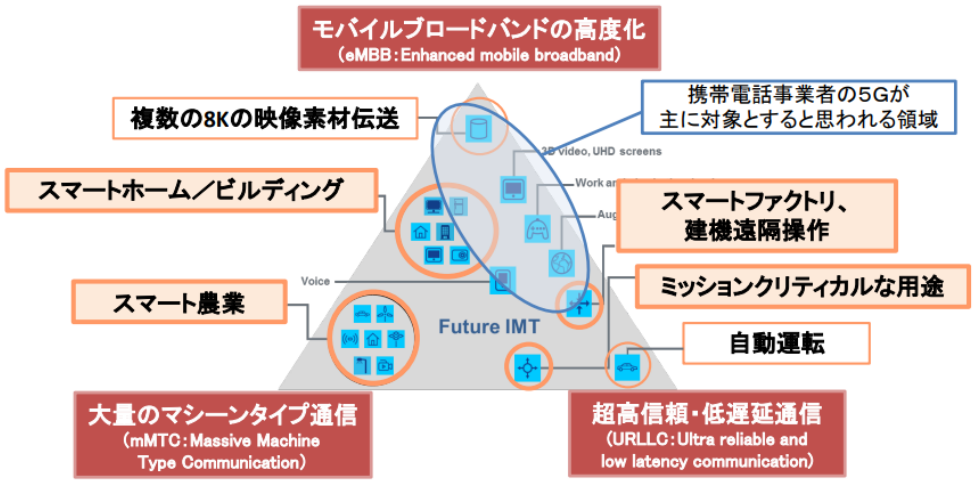


図 31 Local5G の利用シナリオ(*2 より引用。日本語翻訳前資料は*3 に記載。)

・ Local5G はキャリア 5G と比較して先行して構築可能、必要となる性能を柔軟に設定可能、他の場所の通信障害や災害などの影響を受けにくい。

・ Local5G は Wi-Fi と比較して無線局免許に基づく安定的な利用が可能

(*2):「総務省におけるローカル 5 G等の推進」
(https://www.soumu.go.jp/main_content/000739007.pdf)
(*3): “IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond”, Recommendation ITU-R M.2083-0

(https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-E.pdf)

各種無線方式の通信速度や範囲の比較を表 16 に示す。

表 16 各種無線方式の比較

	無線通信方式			
	LPWA	Local5G	Wi-Fi	キャリア回線
通信速度	数百 bps～ 数十 kbps(*1)	最大 10Gbps(*2)	数十 Mbps～ 数 Gbps(*5)	最大 1Gbps(*7)
範囲	数 km～数十 km(*1)	100m 程度(*4)	100m 程度(*6)	広域

(*1)、(*2):前述資料より
(*4):「4.8-4.9GHz 帯のローカル 5 G利用の課題 に対する考え方」
(https://www.soumu.go.jp/main_content/000682915.pdf)

(*5):「無線 LAN の現状」

(https://www.soumu.go.jp/main_content/000582710.pdf)

(*6):「リモートアクセス環境におけるセキュリティ」

(https://www.ipa.go.jp/files/000024561.pdf)

(*7)「令和２年 情報通信白書」

(https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd111310.html)

また、調査報告書 3.2 項でヒアリングを通じて整理した LPWA、Local5G のセキュリティ対策に合わせて、Wi-Fi やキャリア回線を利用する場合のセキュリティ対策を表 17 に示す。

表 17 各種無線方式のセキュリティ対策

	無線通信方式			
	LPWA	Local5G	Wi-Fi	キャリア回線
セキュリティ対策の方針	各種デバイスからの情報を集約するゲートウェイやサーバでのフィルタリングを実施。 デバイスは容器などに格納し保護。	認証機能を活用した通信の制限を実施。 デバイスは容器などに格納し保護するほか、移動体は盗難発覚時に無効化する手段を検討。	SSID、キーを推測しにくい値に定期的に変更やユーザ認証の導入等。 盗聴や侵入される危険性を考慮し、セグメントの分割及び通信の暗号化。(*8)	デバイスの盗難や紛失を想定し、端末ロックやファイル暗号化を実施。(*9)

(*8)：「企業無線 LAN セキュリティの注意　情報処理推進機構」
(https://www.ipa.go.jp/security/ciadr/20030612corpwirelesslan.html)

(*9):「情報漏えいを防ぐためのモバイルデバイス等設定マニュアル」
(https://www.ipa.go.jp/security/ipg/documents/dev_setting_crypt.html)

付録②: ヒアリング先一覧

表 18 にヒアリング先一覧を示す。

表 18 ヒアリング先一覧

No	企業名	企業概要	年商	ヒアリング対象システム	関連する実装モデル	ヒアリング対象システムの特徴
1	A社	石油製品の製造ほか	1000億円以上	化学プラント	3,4,6,7	・制御装置からクラウド上にデータを収集しAIで運転条件の最適化を実施 ・ドローンによる保守対象設備の撮影 ・自走型ロボットによる防爆エリア装置の自動点検 ・プラントのデジタルツイン化による劣化箇所推定、設備保全等への活用
2	B社	化学製品の製造・販売ほか	1000億円以上	化学プラント	1,2,7	・工場内に設置した多数のIoTデバイスからの情報収集 ・スマートグラスによる作業支援 ・ドローンによる保守対象設備の撮影
3	C社	建設機械の製造・販売ほか	1000億円以上	生産システム	1,2	・生産設備の稼働状況見える化 ・AIを活用した設備異常検知
4	D社	産業機器の製造・販売ほか	1000億円以上	-(設備監視ソリューション)	1,2	・設備の監視サービス、データ収集基盤の提供
5	E社	制御システム製造・提供ほか	1000億円以上	生産システム	1,2,6	・設備やIoTデバイスからの情報を利用した生産計画や制御の最適化 ・搬送ロボットの活用
6	F社	制御システム製造・提供ほか	1000億円以上	生産システム	4,5	・遠隔からのプログラム入れ替え
7	G社	プラントエンジニアリング	1000億円以上	顧客設備監視システム	3	・多数の顧客設備の遠隔集中監視
8	H社	通信サービス・ネットワークソリューション提供ほか	1000億円以上	-(情報収集プラットフォーム)	1,2	・閉域網を利用したIoTデバイスからの情報収集プラットフォームの提供
9	I社	無線通信環境ほか	1000億円以上	-(無線通信ソリューション)	1,2,5	・工場DXに利活用するローカル５G、プライベートLTE（４G）製品の提供

付録③: 被害、脅威、対策の一覧

付録③ 1. 被害の一覧

表 19 に被害の一覧を示す。

表 19 被害の一覧

実装モデル	被害		説明
実装モデル 1	[被害 1]	既存の制御システムへの侵入、停止	スマート工場化により追加された装置がサイバー攻撃の侵入口、経路となり、既存の制御システムへ侵入、停止される被害。
実装モデル 2	[被害 3]		
実装モデル 3	[被害 6]		
実装モデル 4	[被害 10]		
実装モデル 1	[被害 2]	追加した IoTNW、IoT デバイスの停止による機能喪失	スマート工場化により追加された装置自体がサイバー攻撃により停止し、IoT 機器からの収集が行えず、データの活用による業務最適化等のスマート工場化の目的が達成できない被害。
実装モデル 2	[被害 4]		
実装モデル 3	[被害 7]		
実装モデル 2	[被害 5]	IoT デバイスから収集したデータの改ざん、制御システムへの誤った指示	スマート工場化により追加された装置から収集したデータが改ざんや、データ分析(2)から制御システムへの誤った指示により、既存の制御システムが不適切に動作を引き起こす被害。
実装モデル 3	[被害 8]	予兆解析サーバ(AWS)への侵入、停止	予兆解析サーバ(AWS)がサイバー攻撃により停止し、IoT 機器からの収集したデータの解析ができず、データの活用による予兆検知等のスマート工場化の目的が達成できない被害。
実装モデル 3	[被害 9]	監視・制御端末への侵入、停止	監視・制御端末がサイバー攻撃により停止し、IoT 機器からの収集したデータの解析による予兆データの受信や制御操作ができず、データの活用による予兆検知等のスマート工場化の目的が達成できない被害。

実装モデル	被害		説明
実装モデル 4	[被害 11]	制御・保守端末への侵入、停止	制御・保守端末がサイバー攻撃により停止し、保守操作ができず、設備の遠隔保守を行うスマート工場化の目的が達成できない被害。
実装モデル 5	[被害 12]	パッチ配布サーバへの侵入、停止	パッチ配布サーバがサイバー攻撃により侵入され、スマート工場化により追加した IoTNW、IoT デバイスにパッチの正常な適用ができない被害。
実装モデル 6	[被害 13]	ロボットへの侵入、停止	ロボットアームや搬送機などを利用した業務効率の改善ができなくなる、ロボットアームや搬送機などの誤動作により生産設備が破壊され、製造が停止し、損害が発生する被害。

付録③ 2.　脅威の一覧

表 20 に脅威の一覧を示す。

表 20 脅威の一覧

実装モデル	脅威		説明
実装モデル 1	[脅威 A1]	IoT デバイスからの侵入	悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、IoT デバイスに不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。
実装モデル 2	[脅威 D1]		
実装モデル 3	[脅威 F1]		
実装モデル 1	[脅威 A2]	無線ネットワークからの侵入	不正な接続用装置を持ち込み IoT ネットワーク上にある IoT ゲートウェイに無線機能の脆弱性を悪用して不正接続を行い、IoT ネットワークに侵入する。
実装モデル 2	[脅威 D2]		
実装モデル 3	[脅威 F2]		
実装モデル 1	[脅威 A3]	IoT ゲートウェイからの侵入	悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、IoT ゲートウェイに不正ログインする。あるいは、不正な接続用装置を持ち込み IoT ネットワーク上にある IoT ゲートウェイに不正接続を行う。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、IoT ゲートウェイに埋め込まれた不正なプログラムや脆弱性含む機能を悪用し侵入される場合もある。
実装モデル 2	[脅威 D3]		
実装モデル 3	[脅威 F3]		
実装モデル 1	[脅威 A4]	IoTNW から制御 NW(情報側)への侵入拡大	IoT ネットワークから制御ネットワーク(情報側)への侵入を試みる。制御ネットワーク(情報側)と物理的に接続している IoT ネットワークに、IoT デバイスや IoT ゲートウェイ等の機器が増えることにより、脅威が増える。
実装モデル 1	[脅威 B1]	ビューワからの侵入	

実装モデル	脅威		説明
実装モデル 2	[脅威 C1]		他の端末やインターネットが接続されている情報ネットワークからのマルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 1	[脅威 B2]	データ分析(1)からの侵入	他の端末やインターネットが接続されている情報ネットワークからのマルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 1	[脅威 B3]	情報 NW から制御 NW(情報側)への侵入拡大	情報ネットワークから制御ネットワーク(情報側)への侵入を試みる。情報ネットワークにビューワやデータ分析(1)等の制御ネットワーク(情報側)と通信を行う機器が増えることにより、脅威が増える。
実装モデル 2	[脅威 C3]		
実装モデル 2	[脅威 C2]	データ分析(2)からの侵入	インターネットもしくはイントラネット経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 2	[脅威 D7]		
実装モデル 2	[脅威 D4]	インターネット/イントラネットからの侵入	インターネットはオープンなネットワークであり、悪意のある第三者が容易に接続することが可能である。イントラネットは一般的に直接侵入ができないが、接続された他拠点に不正侵入し、イントラネットに侵入する。
実装モデル 2	[脅威 D5]	工場 B からの侵入	インターネットもしくはイントラネットに接続された他の工場や拠点の装置が、マルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 2	[脅威 D6]	インターネット/イントラネットからデータ分析(2)への侵入拡大	インターネット/イントラネットからデータ分析(2)への侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため、イントラネットより脅威である。

実装モデル	脅威		説明
実装モデル 3	[脅威 E1]	WAN からの侵入	WAN はインターネットの場合はオープンなネットワークであり、悪意のある第三者が容易に接続することが可能である。閉域網の場合は一般的に直接侵入ができないが、接続された他拠点に不正侵入し、WAN に侵入する。
実装モデル 3	[脅威 G1]		
実装モデル 3	[脅威 H1]		
実装モデル 3	[脅威 E2]	WAN から社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大	WAN から社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入を試みる。WAN がインターネットの場合はオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。
実装モデル 3	[脅威 E3]	社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入	WAN 経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 4	[脅威 I3]		
実装モデル 3	[脅威 E4]	社外接続用遠隔操作用サーバから制御 NW(情報側)への侵入拡大	社外接続用遠隔操作用サーバから制御ネットワーク(情報側)への侵入を試みる。
実装モデル 4	[脅威 I4]		
実装モデル 3	[脅威 G2]	工場 B からの侵入	WAN に接続された他の工場や拠点の装置が、マルウェア感染や、内部関係者の過失による、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 3	[脅威 G3]	WAN から予兆解析サーバ(AWS)への侵入拡大	WAN から予兆解析サーバ(AWS)への侵入を試みる。WAN がインターネットの場合はオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。
実装モデル 3	[脅威 G4]	予兆解析サーバ(AWS)からの侵入	WAN 経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 3	[脅威 H2]	WAN から監視・制御端末への侵入拡大	WAN から監視・制御端末への侵入を試みる。WAN がインターネットの場合はオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。

実装モデル	脅威		説明
実装モデル 3	[脅威 H3]	監視・制御端末からの侵入	WAN 経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 4	[脅威 I1]	インターネットからの侵入	インターネットはオープンなネットワークであり、悪意のある第三者が容易に接続することが可能である。
実装モデル 4	[脅威 J1]		
実装モデル 5	[脅威 K1]		
実装モデル 5	[脅威 K1]		
実装モデル 4	[脅威 I2]	インターネットから社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入拡大	インターネットから社外接続用遠隔操作用サーバへの侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。
実装モデル 4	[脅威 J2]	インターネットから制御・保守端末への侵入拡大	インターネットから監視・制御端末への侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため、閉域網より脅威である。
実装モデル 4	[脅威 J3]	制御・保守端末からの侵入	インターネット経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 5	[脅威 K2]	インターネットからパッチ配布サーバへの侵入拡大	インターネットから監視・制御端末への侵入を試みる。インターネットはオープンなネットワークであるため脅威である。
実装モデル 5	[脅威 K3]	パッチ配布サーバからの侵入	インターネット経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。
実装モデル 6	[脅威 L1]	保守用 PC(2)からの侵入	悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、保守用 PC(2)に不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデ

実装モデル	脅威		説明
			ートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。
実装モデル 6	[脅威 L2]	無線ネットワークからの侵入	不正な接続用装置を持ち込み IoT ネットワーク上にある無線 AP に無線機能の脆弱性の悪用やパスワードの不正使用により不正接続を行い、IoT ネットワークに侵入する。
実装モデル 6	[脅威 L3]	ロボット用サーバからの侵入	悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、ロボット用サーバに不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。

付録③ 3.　対策の一覧

表 21 に対策の一覧を示す。

表 21 対策の一覧

実装モデル	対策		説明
実装モデル 1	[対策 1]	不正侵入の防止	操作者へのなりすましによる脅威を防止するために、操作者が本物であるか否か、正当性を確認する。特に、認証に成功した操作者に重要な権限（例：システム全体の停止）が与えられる場合、複数の認証要素を組み合わせた多要素認証技術を採用することが望ましい。また、脆弱性を悪用した攻撃を防止するために、パッチを可能な限り速やかに適用し、脆弱性を解消する。 （参考：IPA 分析ガイド、「操作者認証」「パッチ適用」の説明）
実装モデル 2			
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 5			
実装モデル 6			
実装モデル 1	[対策 2]	外部媒体の利用防止	外部から持ち込まれたウイルスによる感染や機密情報の外部への持ち出しを防止するために、管理されている以外の許可されていないデバイス（USB 機器・Blu-ray/DVD/CD の媒体等）の接続・利用（機器への接続、ネットワークへの接続、データの読み書き等）を禁止する。 （参考：IPA 分析ガイド、「デバイス接続・利用制限」の説明）
実装モデル 2			
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 5			
実装モデル 6			
実装モデル 1	[対策 3]	外部調達時の確認	製品の外部調達においては、セキュリティ要件を提示し、導入する製品が要求した水準に適合することを確認するよう留意する。
実装モデル 2			
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 6			

実装モデル	対策		説明
実装モデル 1	[対策 4]	無線機能への不正接続防止	無線ネットワークからの不正接続を防止するために、認証方式、暗号化方式により接続された端末の正当性を確認する。認証方式、暗号化方式については最新の情報を参照し、強固なものを採用する。不要な機能の無効化、可能であれば不要な機器の接続拒否の設定を行う。
実装モデル 2			
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 6			
実装モデル 1	[対策 5]	業務の整理	通信内容の整理を行うために、対象のネットワーク及びそこに接続された資産で実施されている業務の整理を行う。整理した結果により、対策 6 の通信内容の整理に活用する。
実装モデル 2			
実装モデル 1	[対策 6]	通信内容の整理	正常な通信と不正な通信を区別するために、対象のネットワークを通過する通信の整理を行う。整理した結果により、対策 7～10 のネットワークやセキュリティ機器の設定に反映する。
実装モデル 2			
実装モデル 1	[対策 7]	ネットワークセグメント分割	外部ネットワークから内部ネットワークへの侵入や内部ネットワークにおける侵攻拡散を防止するために、ネットワークを複数のセグメントに分割して運用する。特に、内部のネットワークアドレスが類推できないように、外部とは別のネットワークアドレス体系を割り当てる。 （参考：IPA 分析ガイド、「セグメント分割／ゾーニング」の説明）
実装モデル 2			

実装モデル	対策		説明
実装モデル 1	[対策 8]	フィルタリング装置の設置	不正通信を遮断するために、送信元及び宛先の IP アドレス（ネットワーク層）・ポート番号（トランスポート層）を確認して、アクセスコントロールの設定により通信を制限する。適切な通信のみ通過させるフィルタリング対策を行う。FW の設定に関しては IPA 分析ガイド付録 B.4 のファイアウォール設定チェックリストを参照することを推奨する。また、変更時のクロスチェックを徹底する。 （参考：IPA 分析ガイド、「FW（パケットフィルタリング型）」の説明）
実装モデル 2			
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 5			
実装モデル 1	[対策 9]	DMZ の配置	外部ネットワークから内部ネットワークへの侵入や内部ネットワークにおける侵攻拡散を防止するために、ネットワークを複数のセグメントに分割して運用する。特に、外部ネットワークと制御ネットワークとの間に、公開サーバ等を設置するために設けたセグメントを（DMZ）を配置し、外部ネットワークからの通信を制御ネットワークから分離する。 （参考：IPA 分析ガイド、「セグメント分割／ゾーニング」の説明）
実装モデル 2			
実装モデル 1	[対策 10]	侵入検知装置の設置	不正アクセスを検知するために、ネットワーク上の通信パケットを収集・解析し、不正な通信の検知を行う（「ネットワーク型 IDS」）。通信量が多い場所や正常な通信パターンを把握できない場所に設置する場合、False Positive の誤検知が多く発生する可能性があるため注意する。 （参考：IPA 分析ガイド、「IPS/IDS」の説明）
実装モデル 2			

実装モデル	対策		説明
実装モデル 2	[対策 11]	閉域網、VPN の使用	インターネットからの侵入や、通信路上の盗聴・改ざんによる被害を最小化するために、電気通信事業者が提供する特定の顧客専用に設置された回線を利用する。また、暗号技術を用いてルータ等のネットワーク機器間でデータを暗号化し、仮に通信路上のデータ漏えいが発生しても、「無価値化する（攻撃者にとって無意味なものとする）」。 （参考：IPA 分析ガイド、「専用線」、「通信路暗号化」の説明）
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 5			
実装モデル 2	[対策 12]	セキュリティガバナンス	他の工場のセキュリティ対策が不十分である場合、その工場から侵入される恐れがある。自工場のセキュリティ対策だけでは不十分であるため、企業グループにおいては、横断的な情報セキュリティガバナンスを確立する。
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 2	[対策 13]	外部サービス調達時の確認	外部サービスはその提供形態により利用者側が行える対策が限られている。そのため、外部サービス調達時に、サービス事業者の信頼性、サービスの品質保証、サービスに付帯するセキュリティ対策を確認する。 （参考：クラウドサービス安全利用の手引き）
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 5			
実装モデル 2	[対策 14]	権限管理	不正行為、主に不正アクセス（例：無許可の重要コマンド発行や重要データ読み書き）を防止するために、ユーザの権限及び関連する属性を適切に管理する。ここでは、権限管理に従って、ユーザに権限（例：アクセス権）を与える「認可」を含むこととする。最低限必要なユーザに対して、必要最小限の権限を与える。 （参考：IPA 分析ガイド、「権限管理」の説明）
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 5			

実装モデル	対策		説明
実装モデル 2	[対策 15]	アクセス制御	不正アクセス（例：無許可の重要コマンド発行や重要データ読み書き）を防止するために、権限管理の中で実施した認可に基づいて、アクセス（読み／書き／実行）の許可または拒否を行う。 （参考：IPA 分析ガイド、「アクセス制御」の説明）
実装モデル 3			
実装モデル 4			
実装モデル 5			
実装モデル 3	[対策 16]	システム間の分離	多数のシステムが WAN 上にある共通サーバを踏み台にされる防止対策として、サーバをシステムごとに用意するか、各システムが使用するネットワークのセグメント分割を行う。共通サーバを提供するサービスの接続環境については、各工場からの共通サーバへの各接続環境は基本的に分離を原則とし、分離手法は、各工場からの共通サーバ内へのアクセスインターフェースと解析ロジックを契約工場毎にセグメント分割することが望ましい。
実装モデル 6	[対策 17]	アップデートの検証	ファームウェアや動作プログラムの更新などを行う際には、ダウンロード先が意図した更新先であることを確認する。更新元が正規であることを証明書により検証する仕組みを持つとなお望ましい。
実装モデル 6	[対策 18]	制御コマンドの検証	ロボットの動作指示など、制御コマンドの発行を行う際には、その制御コマンドに不正な埋め込みや品質上の問題がないことを検証する。また、発行元が正規であることを証明書により検証する仕組みを持つ。

付録④: 追加実装モデル

追加調査によって抽出された 3 つの構成モデル「A1」[A2][A3]の説明を追記する。

実装モデル 1～7 では CPSF に基づいた例を示していたが、下記では別視点の考察として A1、A2、A3 それぞれのデータフローに絞ったよりシンプルな実装モデル A1～A3 を例として示す。

似たような構成あるいは目的によるアドオンシステムを検討している／保有している事業者への情報提供や、分析を考慮する良い機会になればと考えている。

付録④ 1. 実装モデル A1（追加システムが既存 L3 以下のシステムから独立）

付録④ 1.1. 実装モデル A1 の概要

実装モデル A1 は、スマート化による追加するシステムが、既存 L3 以下のシステムから独立しているモデルである。実装モデル A1 の構成及びデータフローを図 32 に示す。

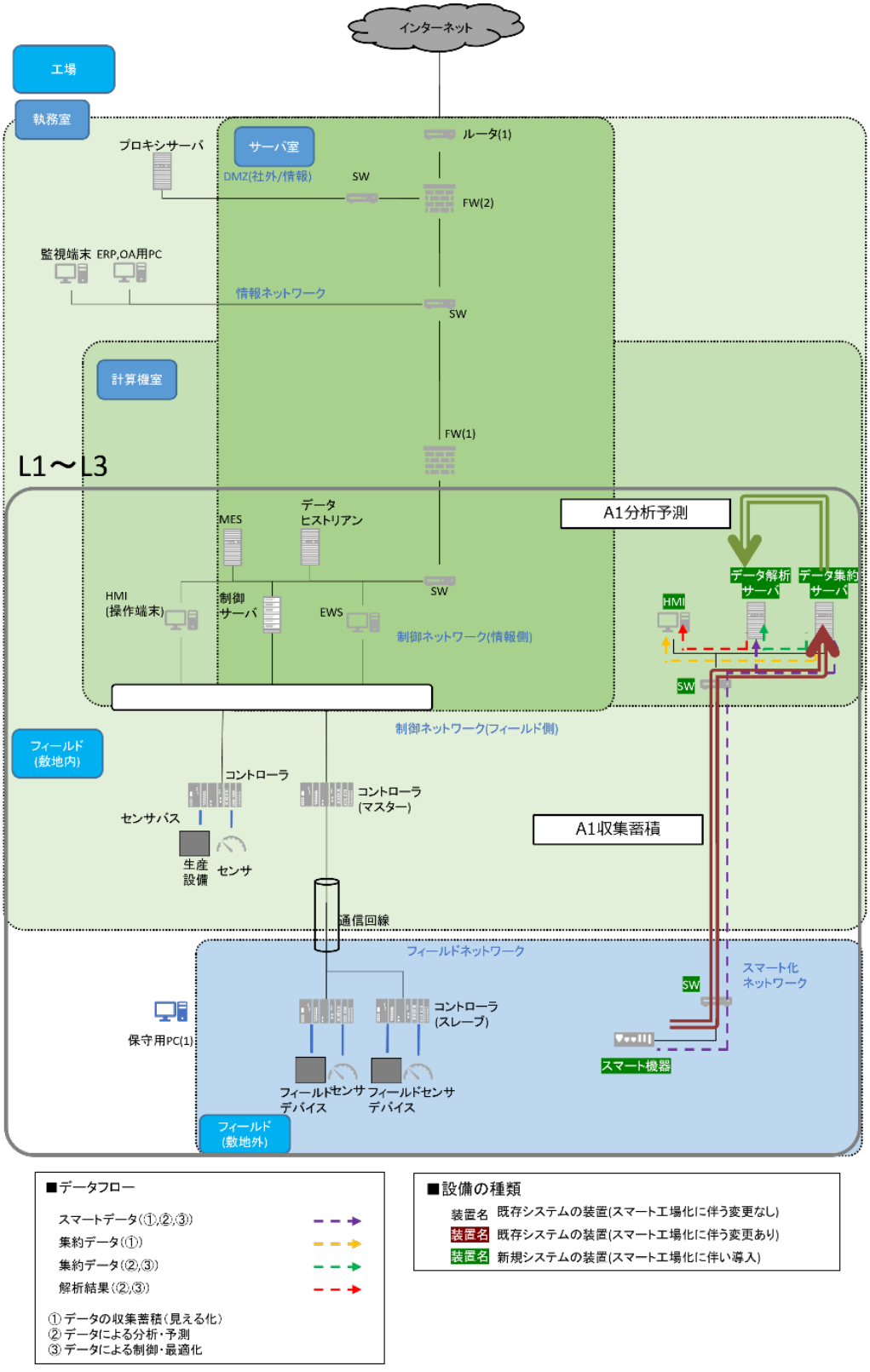

インターネット
工場
執務室
プロキシサーバ
サーバ室
ルータ(1)
DMZ(社外/情報)
SW
FW(2)
監視端末 ERP,OA用PC
情報ネットワーク
SW
計算機室
FW(1)
L1～L3
MES
データ
ヒストリアン
A1分析予測
データ解析
サーバ
データ集約
サーバ
HMI
(操作端末)
制御
サーバ
EWS
SW
制御ネットワーク(情報側)
HMI
SW
制御ネットワーク(フィールド側)
フィールド
(敷地内)
コントローラ
コントローラ
(マスター)
センサバス
生産
設備
センサ
A1収集蓄積
通信回線
フィールドネットワーク
スマート化
ネットワーク
SW
保守用PC(1)
コントローラ
(スレーブ)
スマート機器
フィールド
デバイス
センサ
フィールド
デバイス
センサ
フィールド
(敷地外)
■データフロー
スマートデータ(①,②,③)
集約データ(①)
集約データ(②,③)
解析結果(②,③)
① データの収集蓄積(見える化)
② データによる分析・予測
③ データによる制御・最適化
■設備の種類
装置名 既存システムの装置(スマート工場化に伴う変更なし)
装置名 既存システムの装置(スマート工場化に伴う変更あり)
装置名 新規システムの装置(スマート工場化に伴い導入)

図 32 実装モデル A 1

付録④ 1.2. 実装モデル A1 のスマート工場に関連した主なデータフロー

実装モデル A1 のスマート工場に関連した主なデータフローは、以下が挙げられる。

- スマートデータ

  スマート機器から各種情報を取得する。スマート機器から取得したデータは、何らかの理由により（Wi-Fi 等とは違う周波数帯のデータ伝送や操作を行う機器を使用するため、クレードルから取り込むなど）既存 L3 以下のシステムから独立したネットワークに設置したデータ集約サーバ及びデータ解析サーバに集約し、データの蓄積および分析を行う。（①データの収集蓄積（見える化）、②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- 集約データ

  スマート機器から取得された各種情報や集約サーバの情報は、データ解析サーバに送信され、解析を行う。解析結果は、同じネットワーク上に設置した HMI（データ集約サーバと解析サーバおよび HMI が同一システムである場合を含む。また、ネットワークはシリアルバスなどバスを含む。）から参照する。（①データの収集蓄積（見える化）、②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- 解析結果

  データ解析サーバで解析された解析結果は、同じネットワーク上に設置した HMI から参照する。（②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化の用途に該当）

付録④ 1.3. 実装モデル A1 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル A1 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 22 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。

表 22 実装モデル A1 で検討すべき被害、脅威、対策

被害		脅威	対策	
大項目	小項目		対策種別	対象デバイス
[被害 1]データの情報収集が妨害される	[被害 1-1]スマート機器のデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 1-1-1] スマート機器からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
			[対策 2]外部媒体の利用防止	スマート機器
			[対策 3]外部調達時の確認	スマート機器
		[脅威 1-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入	[対策 18]ネットワークへの不正接続防止	スマート化 NW(フィールド側)
			[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
	[被害 1-2]データ集約サーバのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 1-2-1]スマート機器からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
			[対策 2]外部媒体の利用防止	スマート機器
			[対策 3]外部調達時の確認	スマート機器
			[対策 5]業務の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 6]通信内容の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	スマート化 NW(情報側)
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 10]侵入検知装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ集約サーバ
			[対策 14]権限管理	データ集約サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ集約サーバ
[被害 2]データによる分析・予測が妨害される	[被害 2-1]データ集約サーバからのデータ改ざん・送信停止による分析の妨害	[脅威 2-1-1]スマート機器からの侵入		(データ集約サーバまでは被害 1-2-1 と同様)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ解析サーバ
			[対策 14]権限管理	データ解析サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ解析サーバ
		[脅威 2-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入		(データ集約サーバまでは被害 1-2-2 と同様)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ解析サーバ
			[対策 14]権限管理	データ解析サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ解析サーバ
	[被害 2-2]データ解析サーバのデータ改ざん・停止による分析の妨害	[脅威 2-2-1]HMI からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	HMI
			[対策 2]外部媒体の利用防止	HMI
			[対策 1]不正侵入の防止	データ解析サーバ
			[対策 14]権限管理	データ解析サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ解析サーバ

実装モデル A1 において主に検討すべき被害毎に、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図 33 が[被害 1]に、図 34 が[被害 2]に対応する。

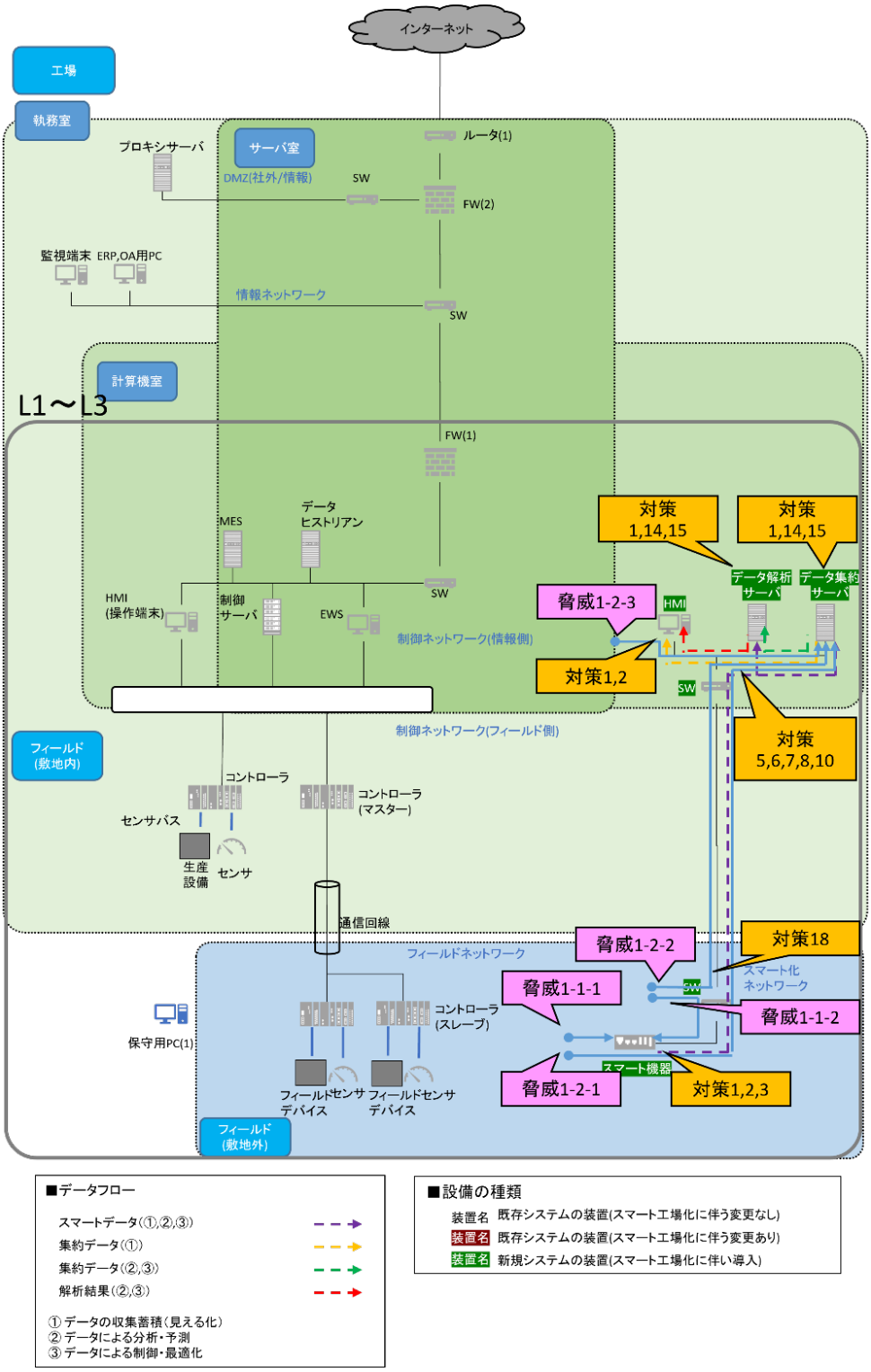


図 33[被害 1]データの情報収集の妨害の脅威と対策の対象

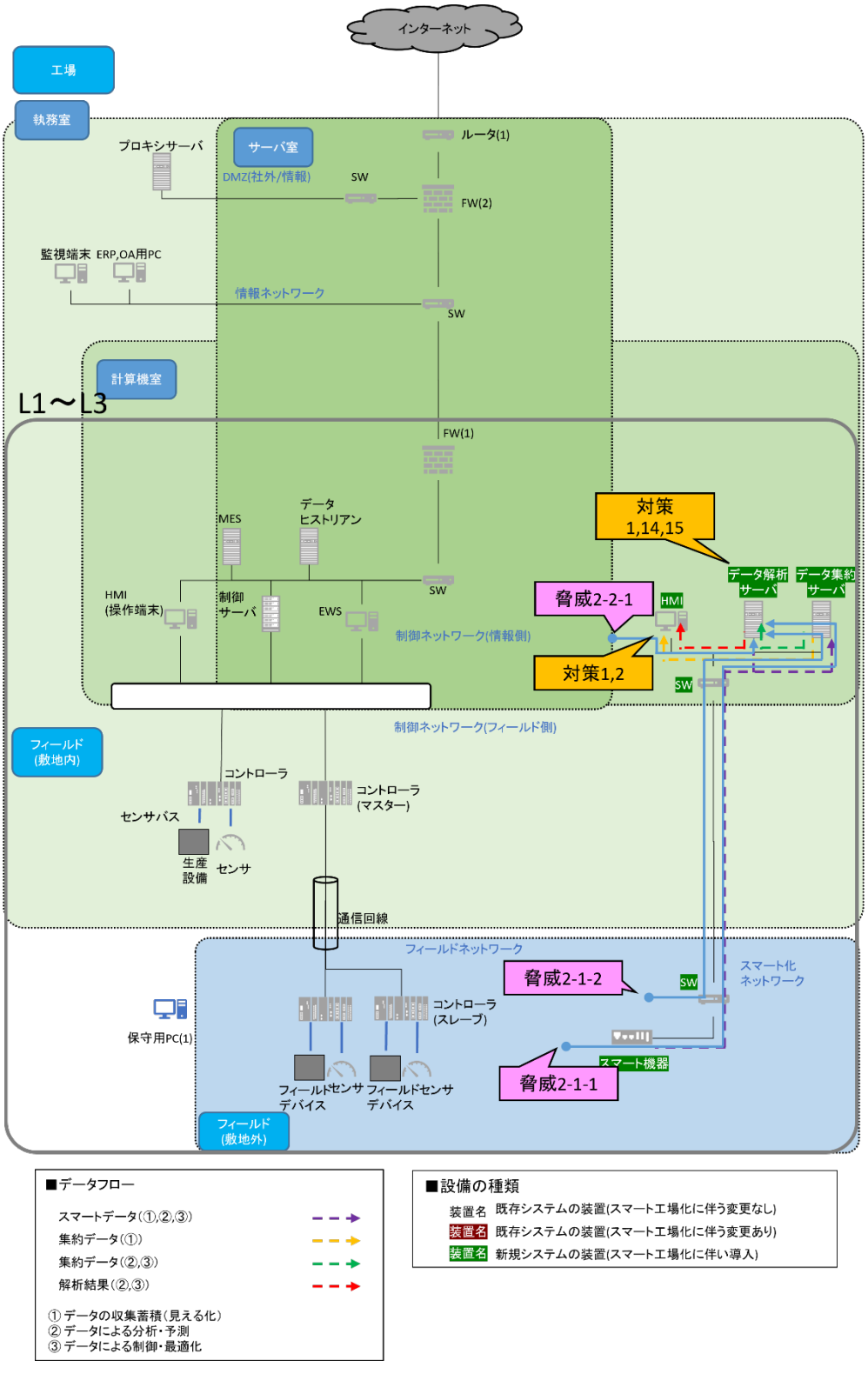


図 34[被害 2]データによる分析･予測の妨害の脅威と対策の対象

付録④ 1.4. 実装モデル A1 で検討すべき被害

実装モデル A1 において検討すべき被害は、以下である。

- [被害 1] データの情報収集が妨害される
  - [被害 1-1]スマート機器のデータ改ざん・停止による情報収集の妨害
  - [被害 1-2]データ集約サーバのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害
- [被害 2] データによる分析・予測が妨害される
  - [被害 2-1]データ集約サーバからのデータ改ざん・送信停止による分析の妨害
  - [被害 2-2]データ解析サーバのデータ改ざん・停止による分析の妨害

付録④ 1.5. 実装モデル A1 で検討すべき脅威

実装モデル A1 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 1-1-1]スマート機器からの侵入

  悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、スマート機器に不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。このほか、HMI で誤った情報を表示することで、要員の判断を誤らせることを意図した攻撃も考えられる。

- [脅威 1-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  不正な接続用装置を持ち込みスマート化 NW(フィールド側)上にあるスイッチに無線機能の脆弱性を悪用して不正接続を行い、スマート化 NW(フィールド側)に侵入する。

- [脅威 1-2-1]スマート機器からの侵入

  [脅威 1-1-1]と同様。

- [脅威 1-2-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  [脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 1-2-3]HMI からの侵入

悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、HMI に不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。

- [脅威 2-1-1]スマート機器からの侵入

  [脅威 1-1-1]と同様。

- [脅威 2-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  [脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 2-2-1]HMI からの侵入

  [脅威 1-2-3]と同様。

付録④ 1.6. 実装モデル A1 で検討すべき対策

実装モデル A1 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  操作者へのなりすましによる脅威を防止するために、操作者が本物であるか否か、正当性を確認する。特に、認証に成功した操作者に重要な権限（例：システム全体の停止）が与えられる場合、複数の認証要素を組み合わせた多要素認証技術を採用することが望ましい。また、脆弱性を悪用した攻撃を防止するために、適切なセキュリティ設定の実施、不要機能の無効化、パッチ適用などの対策を事前に実施しておくことが望ましい。（参考：IPA 分析ガイド、「操作者認証」「パッチ適用」の説明）

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  外部から持ち込まれたウイルスによる感染や機密情報の外部への持ち出しを防止するために、管理されている以外の許可されていないデバイス（USB 機器・Blu-ray/DVD/CD の媒体等）の接続・利用（機器への接続、ネットワークへの接続、データの読み書き等）を禁止する。（参考：IPA 分析ガイド、「デバイス接続・利用制限」の説明）

- [対策 3]外部調達時の確認

  製品の外部調達においては、制御システム向けのセキュリティ規格 IEC 62443 などを参考にセキュリティ要件をベンダーに対して提示し、導入する製品が要求した水準に適合することを確

認す。可能であるならば、製品がセキュア開発の過程で設計通りのセキュリティ機能を有していることを確認したエビデンス等をベンダーから入手できるとなお望ましい。

- [対策 5]業務の整理

  スマート化 NW、制御ネットワーク(情報側)にある装置でどのような業務が行われているかを整理する。

- [対策 6]通信内容の整理

  スマート化 NW、制御ネットワーク(情報側)間でどのような通信が行われているかを整理する。

- [対策 7]ネットワークセグメント分割

  制御ネットワーク(情報側)のネットワークアドレスが類推できないように、スマート化 NW には制御ネットワーク(情報側)とは別のネットワークアドレス体系を割り当てる。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  不正通信を遮断するために、送信元及び宛先の IP アドレス（ネットワーク層）・ポート番号（トランスポート層）を確認して、アクセスコントロールの設定により通信を制限する。適切な通信のみ通過させるフィルタリング対策を行う。FW の設定に関しては IPA 分析ガイド付録 B.4 のファイアウォール設定チェックリストを参照することを推奨する。また、変更時のクロスチェックを徹底する。（参考：IPA 分析ガイド、「FW（パケットフィルタリング型）」の説明）

  運用上支障が無い箇所においては、通常は通信回線を電気的に遮断しておき、通信が必要な際に電話などで管理者に連絡して通信回線に通電させるという方法をとることが可能な場合もある。リモート回線などで、常用はしないが侵入リスクが高い場合には有効である。

- [対策 10]侵入検知装置の設置

  不正アクセスを検知するために、ネットワーク上の通信パケットを収集・解析し、不正な通信の検知を行う（「ネットワーク型 IDS」）。情報ネットワークのように通信量が多い場所や、制御システムと比較して一定の動作が予見できないために正常な通信パターンを把握できない場所に設置する場合、False Positive の誤検知が多く発生する可能性があるため注意する。運用上遮断が許される場合は、不正な通信を検出した際にネットワークを遮断する装置の導入も検討するとよい(ネットワーク型 IPS)。また、性能上の問題などが無いのであれば、監視対象上の入出力データや内部の変化を監視し、不正な通信の検知及び遮断を行うことも望ましい（「ホスト型 IDS/IPS」）。特に制御ネットワークに関わる箇所に設置を検討する場合は、制御システムベンダーへの確認も必要である。（参考：IPA 分析ガイド、「IPS/IDS」の説明）

- [対策 14]権限管理

不正行為、主に不正アクセス（例：無許可の重要コマンド発行や重要データ読み書き）を防止するために、ユーザの権限及び関連する属性を適切に管理する。ここでは、権限管理に従って、ユーザに権限（例：アクセス権）を与える「認可」を含むこととする。最低限必要なユーザに対して、必要最小限の権限を与える。（参考：IPA 分析ガイド、「権限管理」の説明）

- [対策 15]アクセス制御

  不正アクセス（例：無許可の重要コマンド発行や重要データ読み書き）を防止するために、権限管理の中で実施した認可に基づいて、アクセス（読み／書き／実行）の許可または拒否を行う。（参考：IPA 分析ガイド、「アクセス制御」の説明）

- [対策 18]ネットワークへの不正接続防止

  外部から持ち込まれたウイルスによる感染を防止するために、許可されていないデバイスの接続・利用を禁止する。（例：未登録の機器のネットワーク接続禁止、USB ポートへの機器接続の物理的または論理的禁止等）（参考：IPA 分析ガイド、「デバイス接続・利用制限」の説明）

付録④ 1.7. 実装モデル A1 で検討すべき対策の実装例

実装モデル A1 において検討すべき対策の実装例を図 35 に示す。

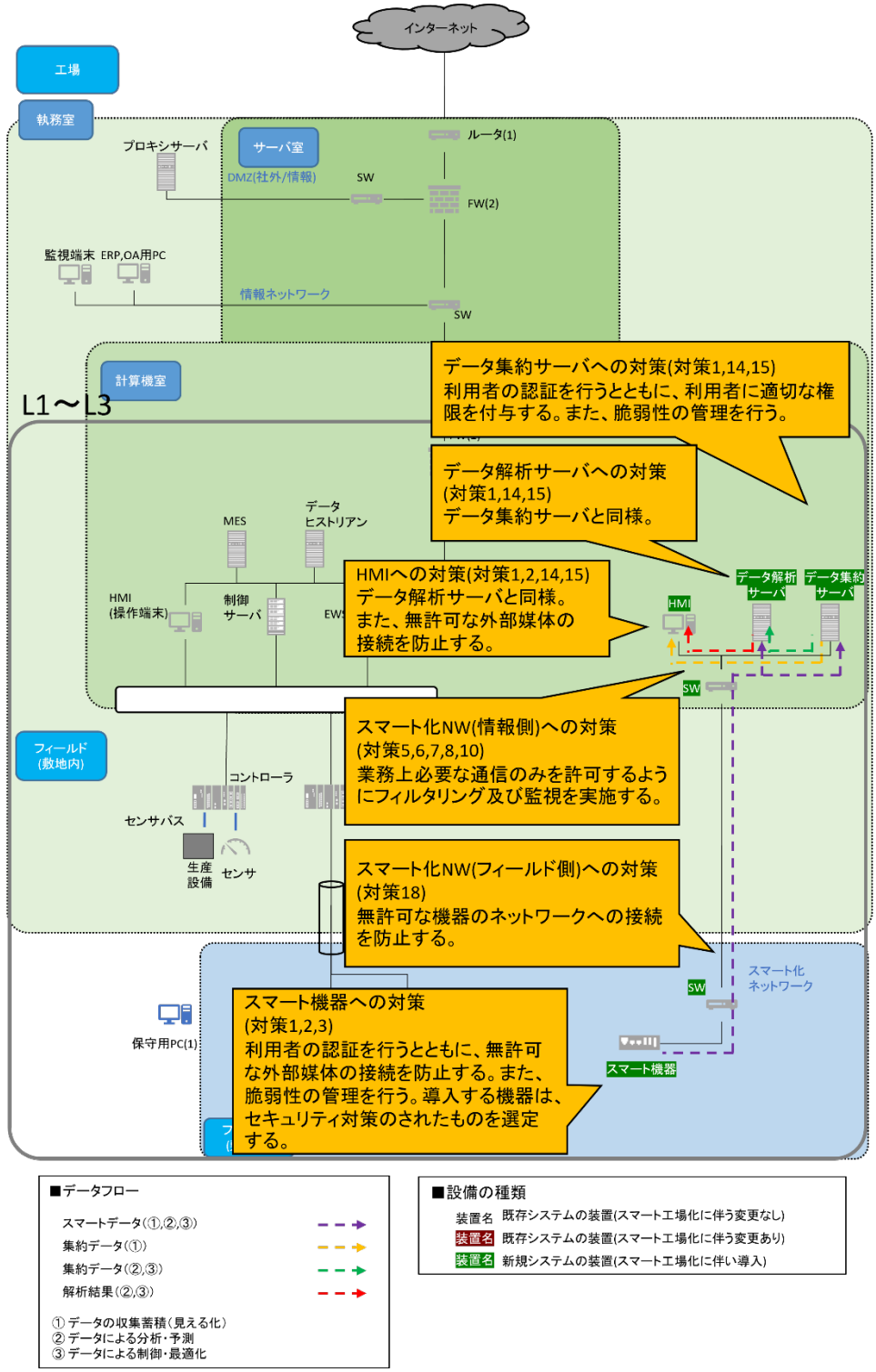


図 35 実装例 A1

[被害 1]データの情報収集が妨害される、[脅威 1-1-1] [脅威 1-2-1]スマート機器からの侵入、及び[脅威 1-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入に対する機器及びネットワークへの対策実装例を記載する。

d) 目的

スマート機器からの侵入やスマート化 NW（フィールド側）からの侵入を防止する。

e) 実施内容

- [対策 1]不正侵入の防止
- [対策 2]外部媒体の利用防止
- [対策 3]外部調達時の確認
- [対策 5]業務の整理
- [対策 6]通信内容の整理
- [対策 7]ネットワークセグメント分割
- [対策 8]フィルタリング装置の設置
- [対策 10]侵入検知装置の設置
- [対策 14]権限管理
- [対策 15]アクセス制御
- [対策 18]ネットワークへの不正接続防止

f) 実装例

[データ集約サーバへの対策実装例]

・ 利用者の認証を行うとともに、利用者に適切な権限を付与する。また、脆弱性の管理を行う。

[データ解析サーバへの対策実装例]

・ データ集約サーバと同様。

[HMI への対策実装例]

・ データ解析サーバと同様。また、無許可な外部媒体の接続を防止する。

[スマート化 NW(情報側)への対策実装例]

・ 業務上必要な通信のみを許可するようにフィルタリング及び監視を実施する。

[スマート化 NW(フィールド側)への対策実装例]

・ 無許可な機器のネットワークへの接続を防止する。

[スマート機器への対策実装例]

・ 利用者の認証を行うとともに、無許可な外部媒体の接続を防止する。また、脆弱性の管理を行う。導入する機器は、セキュリティ対策のされたものを選定する。

[被害 1]データの情報収集が妨害される、[脅威 1-1-1] [脅威 1-2-1]スマート機器からの侵入に対し、スマート機器の調達時の確認項目の例を記載する。

a) 目的

スマート機器のセキュリティ対策が十分であることを調達時に確認する。

b) 実施内容

- [対策 3]外部調達時の確認

c) 実装例

[対策 3 の実装例]下記のポイントについて調達時に確認する。

・ スマート機器に搭載されたセキュリティ機能が自社の求める基準を満たしているか。

・ スマート機器を提供する事業者が必要なセキュリティ対策を実施しているか。特に、自社のセキュリティポリシーに合致した対策が実施されているかという観点で確認を取ることが望ましい。

付録④ 2.　実装モデル A2（追加システムが既存 L3 以下のシステムと連携）

付録④ 2.1.　実装モデル A2 の概要

実装モデル A2 は、スマート化による追加するシステムが、既存 L3 以下のシステムと連携しているモデルである。実装モデル A2 の構成及びデータフローを図 36 に示す。

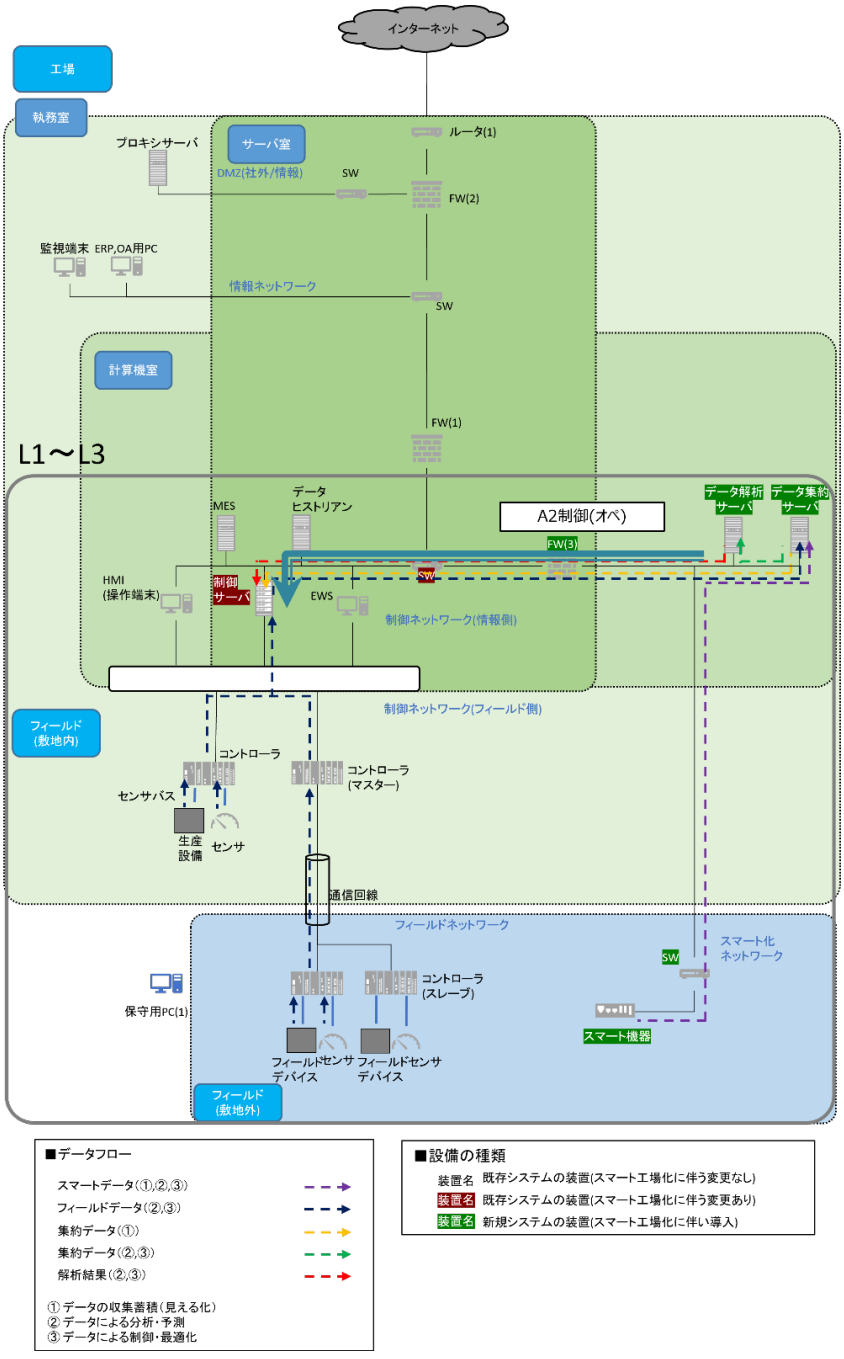


図 36 実装モデル A2

付録④ 2.2. 実装モデル A2 のスマート工場に関連した主なデータフロー

実装モデル A2 のスマート工場に関連した主なデータフローは、以下が挙げられる。

- スマートデータ

  スマート機器から各種情報を取得する。スマート機器から取得したデータは制御ネットワーク（情報側）に設置したデータ集約サーバ及びデータ解析サーバに集約し、データの蓄積および分析を行う。（①データの収集蓄積（見える化）、②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- フィールドデータ

  フィールド（敷地外）に設置されたフィールドデバイスのセンサや、フィールド（敷地内）生産設備のセンサから、各種情報を取得する。取得したデータは制御ネットワーク（情報側）の制御サーバを経由し、データ集約サーバに集約し、各種最適化のためのデータの蓄積および分析を行う。（②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- 集約データ

  スマート機器から取得された各種情報や集約サーバの情報は、データ解析サーバに送信され、解析を行う。解析結果は、制御ネットワーク（情報側）上に設置した HMI から参照する。（①データの収集蓄積（見える化）、②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- 解析結果

  データ解析サーバで解析された解析結果は、制御ネットワーク（情報側）上に設置した HMI から参照する。（②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

付録④ 2.3. 実装モデル A2 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル A2 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 23 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。

表 23 実装モデル A2 で検討すべき被害、脅威、対策

被害		脅威	対策	
大項目	小項目		対策種別	対象デバイス
[被害 3]データの情報収集が妨害される	[被害 3-1]スマート機器のデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 3-1-1]スマート機器からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
			[対策 2]外部媒体の利用防止	スマート機器
			[対策 3]外部調達時の確認	スマート機器
		[脅威 3-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入	[対策 18]ネットワークへの不正接続防止	スマート化 NW(フィールド側)
			[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
	[被害 3-2]既存システムのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 3-2-1]制御サーバからの侵入	-	(本項目は既存システム側のセキュリティ対策として検討すべき項目であるため記載しない)
	[被害 3-3]データ集約サーバのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 3-3-1]スマート機器からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
			[対策 2]外部媒体の利用防止	スマート機器
			[対策 3]外部調達時の確認	スマート機器
			[対策 5]業務の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 6]通信内容の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	スマート化 NW(情報側)
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 10]侵入検知装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ集約サーバ
			[対策 14]権限管理	データ集約サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ集約サーバ
		[脅威 3-3-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入	[対策 18]ネットワークへの不正接続防止	スマート化 NW(フィールド側)
			[対策 5]業務の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 6]通信内容の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	スマート化 NW(情報側)
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 10]侵入検知装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ集約サーバ
			[対策 14]権限管理	データ集約サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ集約サーバ
[被害 4]データによる分析・予測が妨害される	[被害 4-1]データ集約サーバからのデータ改ざん・送信停止による分析の妨害	[脅威 4-1-1]スマート機器からの侵入		(データ集約サーバまでは被害 3-3-1 と同様)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ解析サーバ
			[対策 14]権限管理	データ解析サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ解析サーバ

		[脅威 4-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入		(データ集約サーバまでは被害 3-3-2 と同様)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ解析サーバ
			[対策 14]権限管理	データ解析サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ解析サーバ
[被害 5]データによる制御・最適化が妨害される	[被害 5-1]データ解析サーバからのデータ改ざん・送信停止による制御・最適化の妨害	[脅威 5-1-1]スマート機器からの侵入		(データ解析サーバまでは被害 4-1 と同様)
			[対策 5]業務の整理	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 6]通信内容の整理	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 1]不正侵入の防止	制御サーバ
			[対策 14]権限管理	制御サーバ
			[対策 15]アクセス制御	制御サーバ

実装モデル A2 において主に検討すべき被害毎に、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図 37 が[被害 3]、図 38 が[被害 4]、図 39 が[被害 5]に対応する。

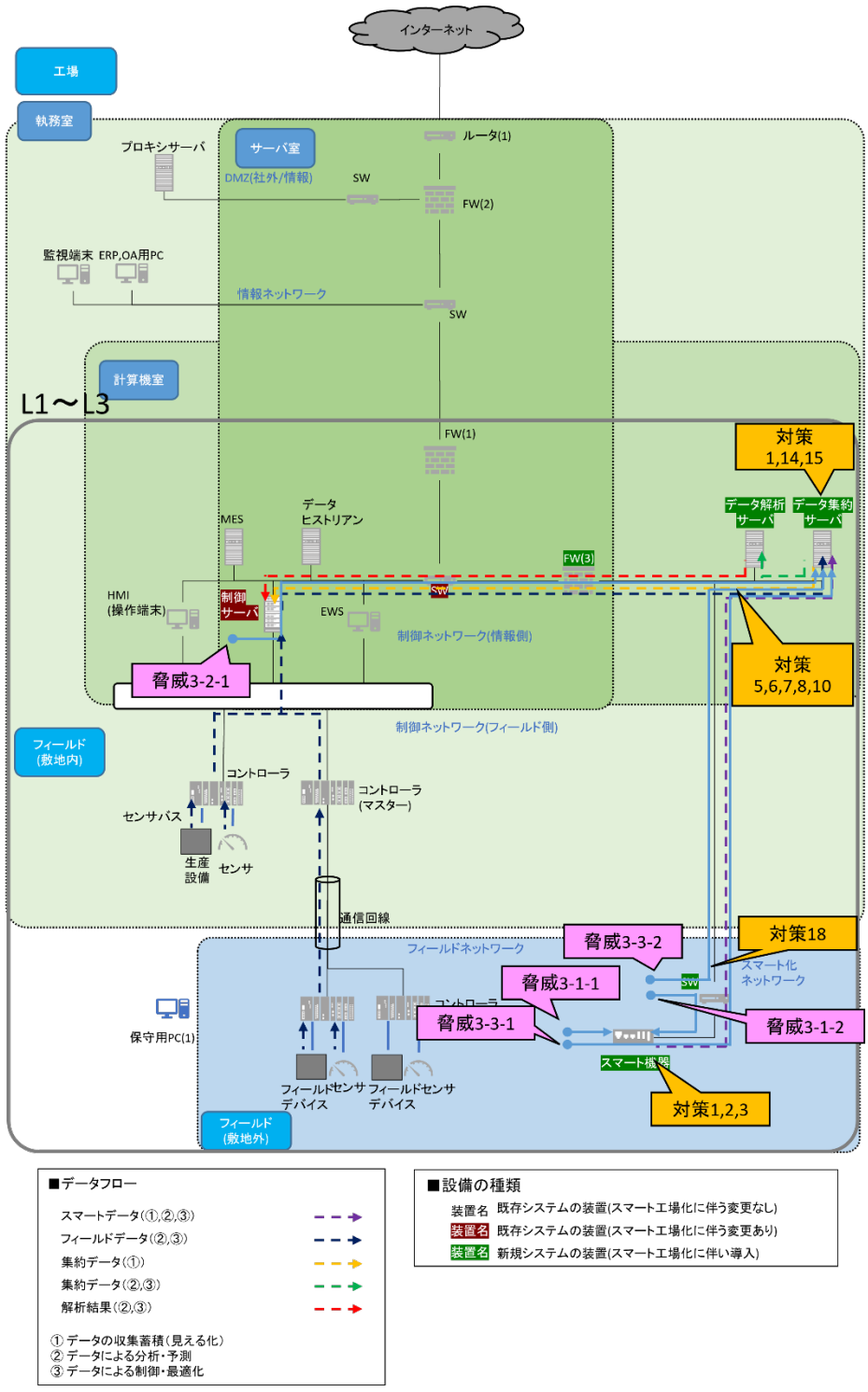


図 37[被害 3]データの情報収集の妨害の脅威と対策の対象

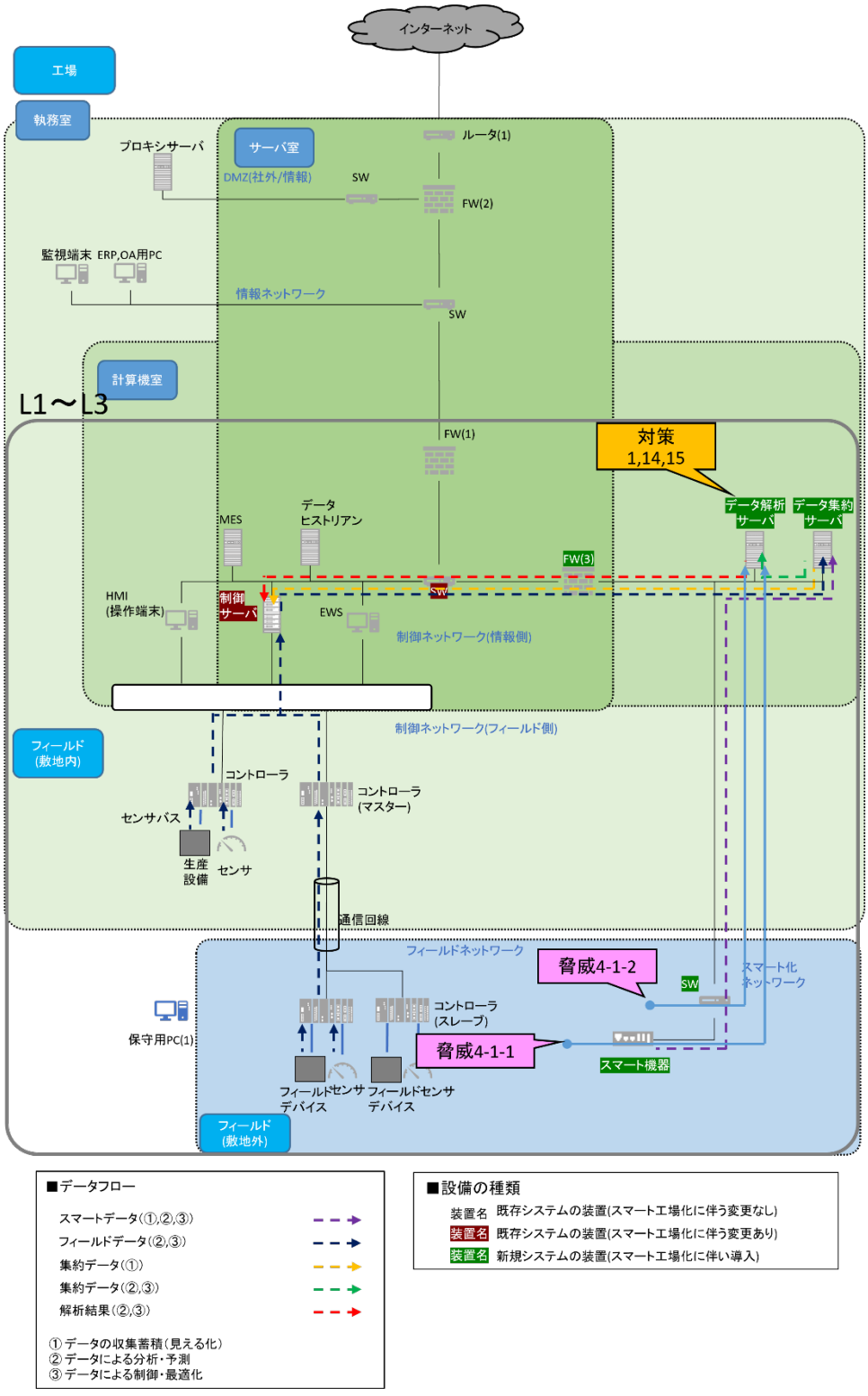


図 38[被害 4]データによる分析･予測の妨害の脅威と対策の対象

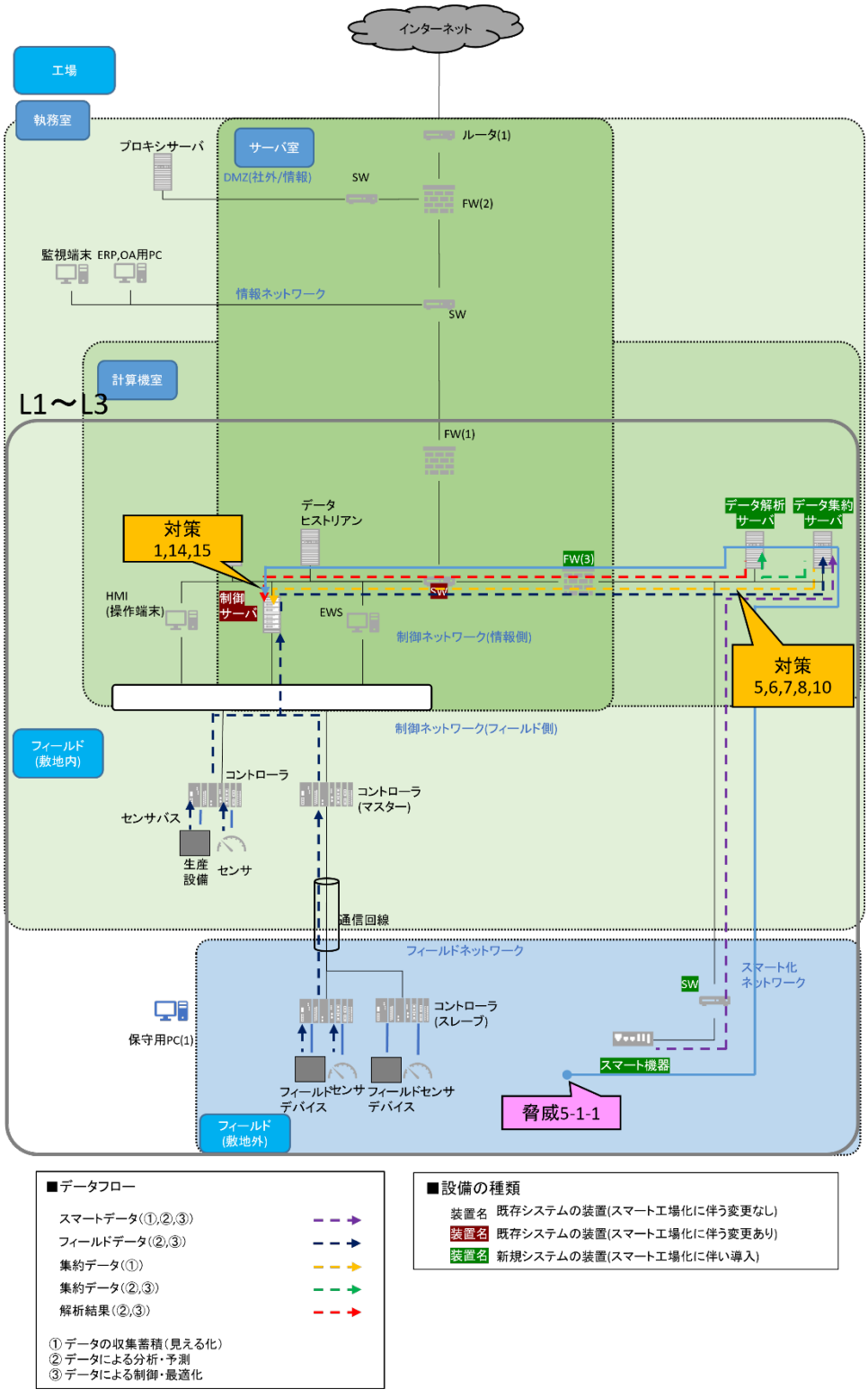


図 39[被害 5]データによる制御・最適化の妨害の脅威と対策の対象

付録④ 2.4. 実装モデル A2 で検討すべき被害

実装モデル A2 において主に検討すべき被害は、以下である。

- [被害 3] データの情報収集が妨害される
  - [被害 3-1]スマート機器のデータ改ざん・停止による情報収集の妨害
  - [被害 3-2]既存システムのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害
  - [被害 3-3]データ集約サーバのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害
- [被害 4] データによる分析・予測が妨害される
  - [被害 4-1]データ集約サーバからのデータ改ざん・送信停止による分析の妨害
- [被害 5] データによる制御・最適化が妨害される
  - [被害 5-1]データ解析サーバからのデータ改ざん・送信停止による制御・最適化の妨害

付録④ 2.5. 実装モデル A2 で検討すべき脅威

実装モデル A2 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 3-1-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

- [脅威 3-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 3-2-1]制御サーバからの侵入

  悪意ある第三者が物理的にシステムの設置された敷地内に侵入し、制御サーバに不正ログインする。あるいは、不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続して侵入を試みる。製造時点やソフトウェアのアップデートにより、バックドア等の不正なプログラムを埋め込まれたり、脆弱性を含む機能を悪用し侵入されたりするサプライチェーン攻撃の場合もある。

- [脅威 3-3-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

- [脅威 3-3-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 4-1-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

- [脅威 4-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 5-1-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

付録④ 2.6. 実装モデル A2 で検討すべき対策

実装モデル A2 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  モデル A1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  モデル A1[対策 2]と同様。

- [対策 3]外部調達時の確認

  モデル A1[対策 3]と同様。

- [対策 5]業務の整理

  モデル A1[対策 5]と同様。

- [対策 6]通信内容の整理

  モデル A1[対策 6]と同様。

- [対策 7]ネットワークセグメント分割

  モデル A1[対策 7]と同様。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  モデル A1[対策 8]と同様。

- [対策 10]侵入検知装置の設置

  モデル A1[対策 10]と同様。

- [対策 14]権限管理

  モデル A1[対策 14]と同様。

- [対策 15]アクセス制御

  モデル A1[対策 15]と同様。

- [対策 18]ネットワークへの不正接続防止

  モデル A1[対策 18]と同様。

付録④ 2.7. 実装モデル A2 で検討すべき対策の実装例

実装モデル A2 において検討すべき対策の実装例を図 40 に示す。

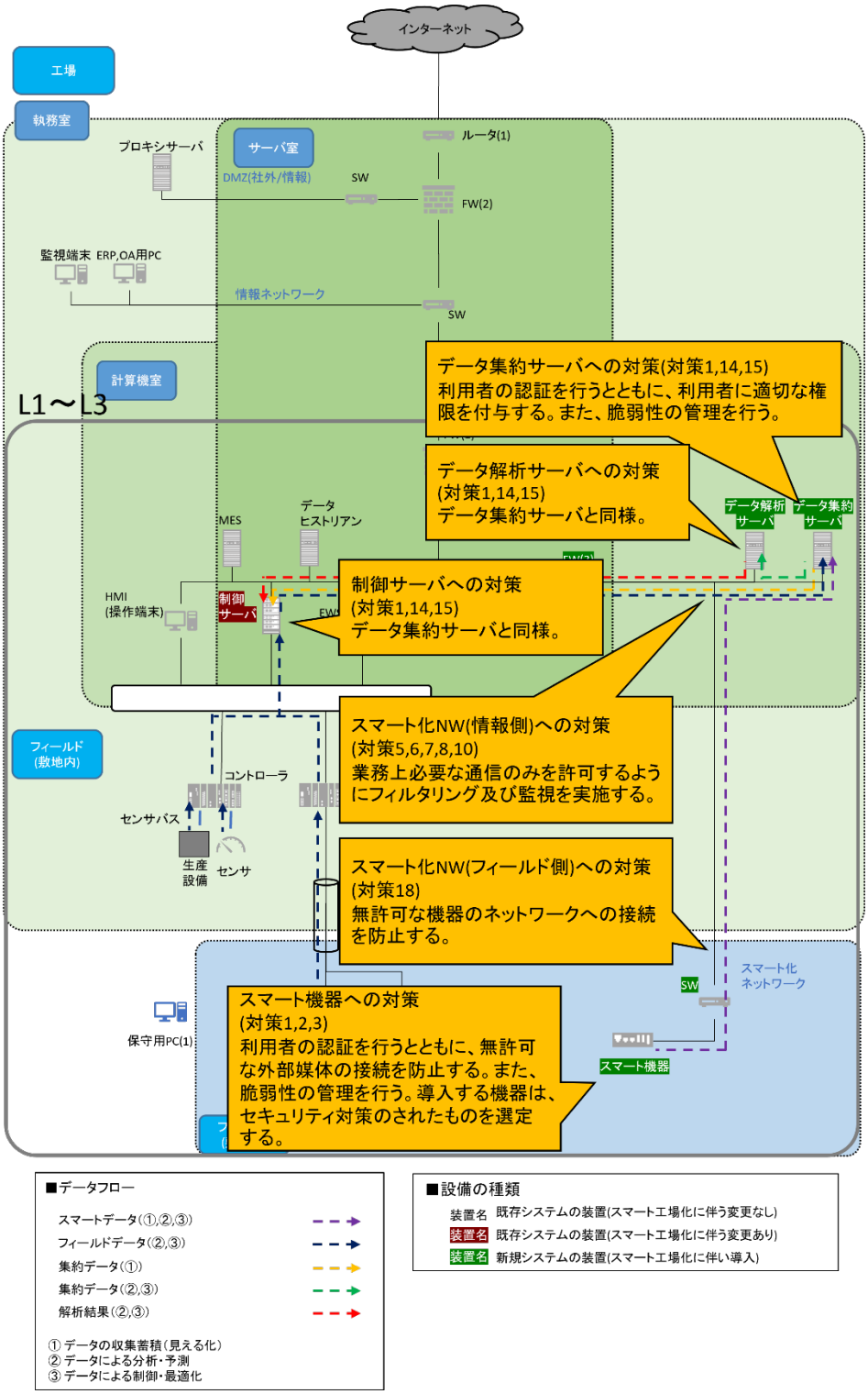


図 40 実装例 A2

[被害 4]データによる分析・予測が妨害される、[脅威 4-1-1]スマート機器からの侵入、及び[脅威 4-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入に対する機器及びネットワークへの対策実装例を記載する。

a) 目的

スマート機器からの侵入やスマート化 NW(フィールド側)からの侵入を防止する。

b) 実施内容

- [対策 1]不正侵入の防止
- [対策 2]外部媒体の利用防止
- [対策 3]外部調達時の確認
- [対策 5]業務の整理
- [対策 6]通信内容の整理
- [対策 7]ネットワークセグメント分割
- [対策 8]フィルタリング装置の設置
- [対策 10]侵入検知装置の設置
- [対策 14]権限管理
- [対策 15]アクセス制御
- [対策 18]ネットワークへの不正接続防止

c) 実装例

[データ集約サーバへの対策実装例]

・ 利用者の認証を行うとともに、利用者に適切な権限を付与する。また、脆弱性の管理を行う。

[データ解析サーバへの対策実装例]

・ データ集約サーバと同様。

[HMI への対策実装例]

・ データ解析サーバと同様。また、無許可な外部媒体の接続を防止する。

[スマート化 NW(情報側)への対策実装例]

・　業務上必要な通信のみを許可するようにフィルタリング及び監視を実施する。

[スマート化 NW(フィールド側)への対策実装例]

・　無許可な機器のネットワークへの接続を防止する。

[スマート機器への対策実装例]

・　利用者の認証を行うとともに、無許可な外部媒体の接続を防止する。また、脆弱性の管理を行う。導入する機器は、セキュリティ対策のされたものを選定する。

付録④ 3.　実装モデル A3（追加システムが既存 L3 以下のシステムおよび外部システムと連携）

付録④ 3.1.　実装モデル A3 の概要

実装モデル A3 は、スマート化による追加するシステムが、既存 L3 以下のシステムおよび外部システムと連携しているモデルである。実装モデル A3 の構成及びデータフローを図 41 に示す。

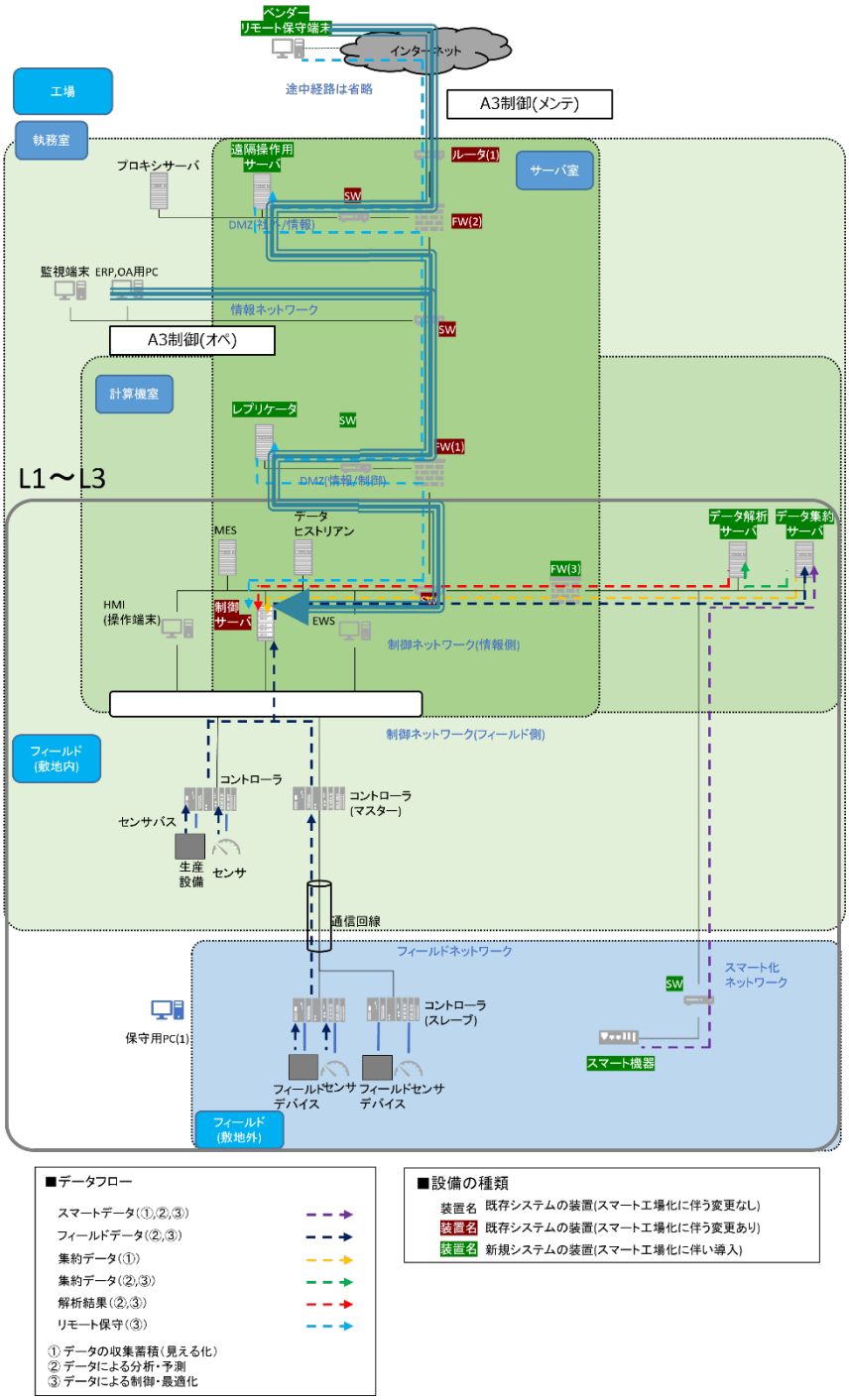


図 41 実装モデル A3

付録④ 3.2. 実装モデル A3 のスマート工場に関連した主なデータフロー

実装モデル A3 のスマート工場に関連した主なデータフローは、以下が挙げられる。

- スマートデータ

  スマート機器から各種情報を取得する。スマート機器から取得したデータは制御ネットワーク（情報側）に設置したデータ集約サーバ及びデータ解析サーバに集約し、データの蓄積および分析を行う。（①データの収集蓄積（見える化）、②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- フィールドデータ

  フィールド（敷地外）に設置されたフィールドデバイスのセンサや、フィールド（敷地内）生産設備のセンサから、各種情報を取得する。取得したデータは制御ネットワーク（情報側）の制御サーバを経由し、データ集約サーバに集約し、各種最適化のためのデータの蓄積および分析を行う。（②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- 集約データ

  スマート機器から取得された各種情報や集約サーバの情報は、データ解析サーバに送信され、解析を行う。解析結果は、制御ネットワーク（情報側）上に設置した HMI から参照する。（①データの収集蓄積（見える化）、②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- 解析結果

  データ解析サーバで解析された解析結果は、制御ネットワーク（情報側）上に設置した HMI から参照する。（②データによる分析・予測、③データによる制御、最適化　の用途に該当）

- リモート保守

  ベンダーリモート保守端末から、インターネット経由で社外・情報ネットワーク間の DMZ に位置する遠隔操作用サーバを操作し、情報ネットワーク・制御ネットワーク（情報側）間の DMZ に位置するレプリケータを通じて制御サーバに保守の指示が送信される。（③データによる制御、最適化の用途に該当）

付録④ 3.3. 実装モデル A3 で検討すべき被害、脅威、対策の概要

実装モデル A3 において主に検討すべき被害、被害に関連する脅威、及びその対策を表 24 に示す。各被害、脅威、対策について次項以降で説明する。

表 24 実装モデル 3 で検討すべき被害、脅威、対策

被害		脅威	対策	
大項目	小項目		対策種別	対象デバイス
[被害 6]データの情報収集が妨害される	[被害 6-1]スマート機器のデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 6-1-1]スマート機器からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
			[対策 2]外部媒体の利用防止	スマート機器
			[対策 3]外部調達時の確認	スマート機器
		[脅威 6-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入	[対策 18]ネットワークへの不正接続防止	スマート化 NW(フィールド側)
			[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
	[被害 6-2]既存システムのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 6-2-1]制御サーバからの侵入		(本項目は既存システム側のセキュリティ対策として検討すべき項目であるため記載しない)
	[被害 6-3]データ集約サーバのデータ改ざん・停止による情報収集の妨害	[脅威 6-3-1]スマート機器からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	スマート機器
			[対策 2]外部媒体の利用防止	スマート機器
			[対策 3]外部調達時の確認	スマート機器
			[対策 5]業務の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 6]通信内容の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	スマート化 NW(情報側)
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 10]侵入検知装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ集約サーバ
			[対策 14]権限管理	データ集約サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ集約サーバ
		[脅威 6-3-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入	[対策 18]ネットワークへの不正接続防止	スマート化 NW(フィールド側)
			[対策 5]業務の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 6]通信内容の整理	スマート化 NW(情報側)
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	スマート化 NW(情報側)
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 10]侵入検知装置の設置	スマート化 NW(情報側)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ集約サーバ
			[対策 14]権限管理	データ集約サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ集約サーバ
[被害 7]データによる分析・予測が妨害される	[被害 7-1]データ集約サーバからのデータ改ざん・送信停止による分析の妨害	[脅威 7-1-1]スマート機器からの侵入		(データ集約サーバまでは被害 3-3-1 と同様)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ解析サーバ
			[対策 14]権限管理	データ解析サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ解析サーバ

		[脅威 7-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入		(データ集約サーバまでは被害 3-3-2 と同様)
			[対策 1]不正侵入の防止	データ解析サーバ
			[対策 14]権限管理	データ解析サーバ
			[対策 15]アクセス制御	データ解析サーバ
[被害 8]データによる制御・最適化が妨害される	[被害 8-1]データ解析サーバからのデータ改ざん・送信停止による制御・最適化の妨害	[脅威 8-1-1]スマート機器からの侵入		(データ解析サーバまでは被害 4-1 と同様)
			[対策 5]業務の整理	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 6]通信内容の整理	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	スマート化 NW(情報側)-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 1]不正侵入の防止	制御サーバ
			[対策 14]権限管理	制御サーバ
			[対策 15]アクセス制御	制御サーバ
	[被害 8-2]ベンダーリモート保守端末からの不正操作による制御・最適化の妨害	[脅威 8-2-1]ベンダーリモート保守端末からの侵入	[対策 1]不正侵入の防止	ベンダーリモート保守端末
			[対策 14]権限管理	ベンダーリモート保守端末
			[対策 15]アクセス制御	ベンダーリモート保守端末
			[対策 5]業務の整理	インターネット-情報ネットワーク間
			[対策 6]通信内容の整理	インターネット-情報ネットワーク間
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	インターネット-情報ネットワーク間
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	インターネット-情報ネットワーク間
			[対策 9]DMZ の配置	インターネット-情報ネットワーク間
			[対策 1]不正侵入の防止	遠隔操作用サーバ
			[対策 14]権限管理	遠隔操作用サーバ
			[対策 15]アクセス制御	遠隔操作用サーバ
			[対策 5]業務の整理	情報ネットワーク-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 6]通信内容の整理	情報ネットワーク-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 7]ネットワークセグメント分割	情報ネットワーク-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 8]フィルタリング装置の設置	情報ネットワーク-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 9]DMZ の配置	情報ネットワーク-制御ネットワーク(情報側)間
			[対策 1]不正侵入の防止	リプリケータ
			[対策 14]権限管理	リプリケータ
			[対策 15]アクセス制御	リプリケータ
			[対策 1]不正侵入の防止	制御サーバ

			[対策 14]権限管理	制御サーバ
			[対策 15]アクセス制御	制御サーバ

実装モデル A3 において主に検討すべき被害毎に、どのような脅威が想定され、それらに対してどのような対策をすべきであるかを示す。図 42 が[被害 6]、図 43 が[被害 7]、図 44 が[被害 8]に対応する。

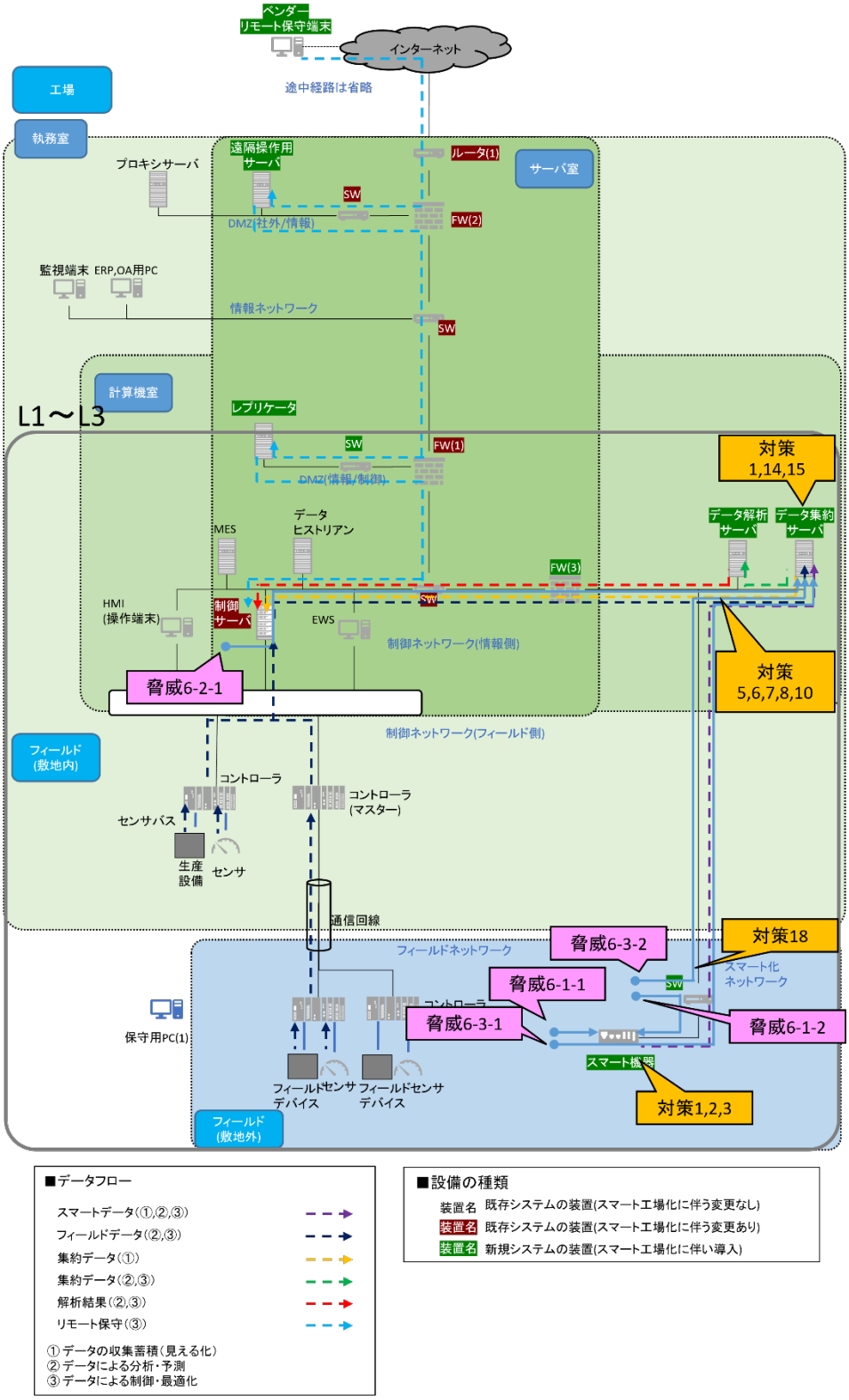


図 42[被害 6]データの情報収集の妨害の脅威と対策の対象

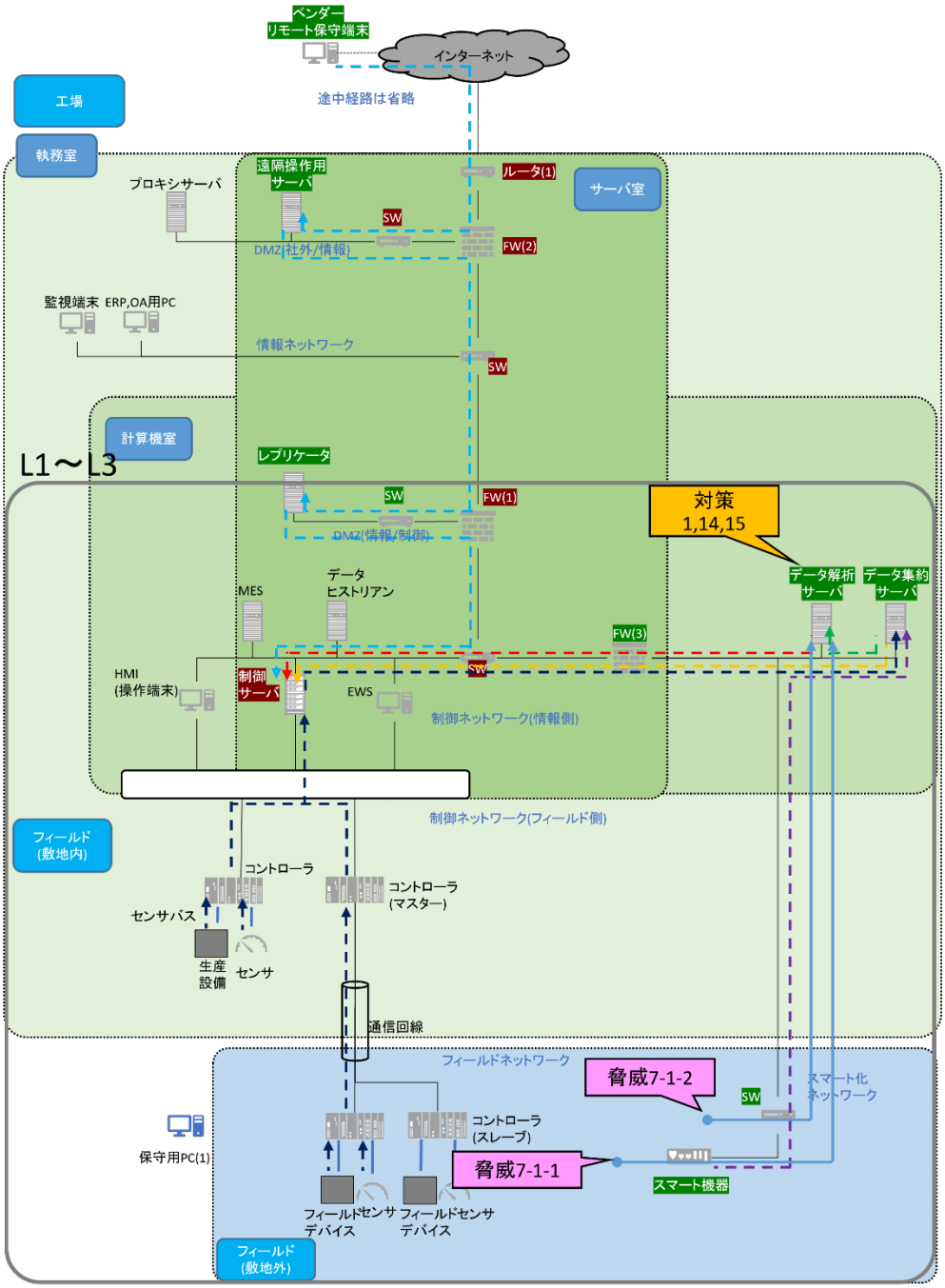


図 43[被害 7]データによる分析・予測の妨害の脅威と対策の対象

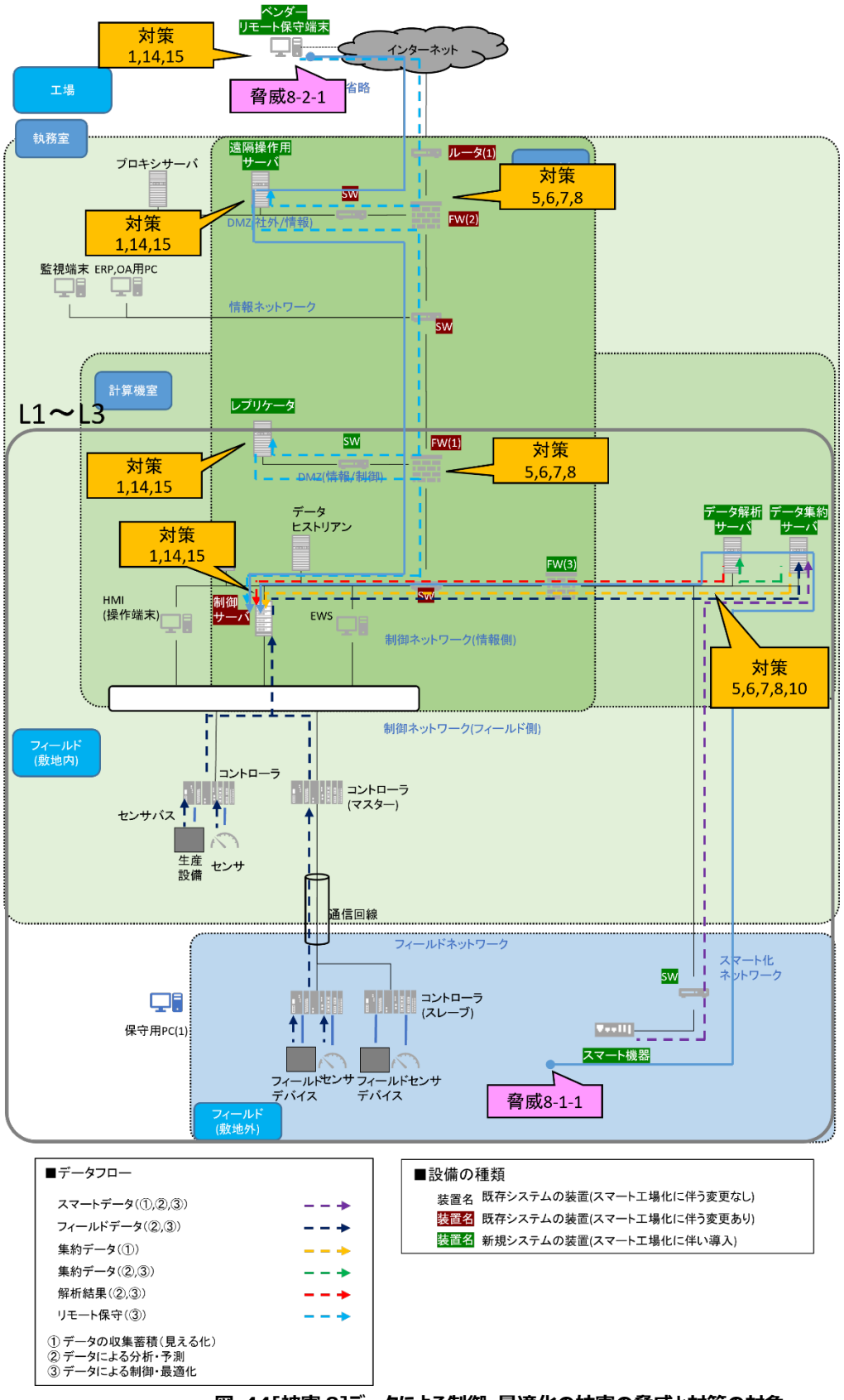


図 44[被害 8]データによる制御・最適化の妨害の脅威と対策の対象

付録④ 3.4. 実装モデル A3 で検討すべき被害

実装モデル A3 において主に検討すべき被害は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  モデル A1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  モデル A1[対策 2]と同様。

- [対策 3]外部調達時の確認

  モデル A1[対策 3]と同様。

- [対策 5]業務の整理

  モデル A1[対策 5]と同様。

- [対策 6]通信内容の整理

  モデル A1[対策 6]と同様。

- [対策 7]ネットワークセグメント分割

  モデル A1[対策 7]と同様。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  モデル A1[対策 8]と同様。

- [対策 10]侵入検知装置の設置

  モデル A1[対策 10]と同様。

- [対策 14]権限管理

  モデル A1[対策 14]と同様。

- [対策 15]アクセス制御

  モデル A1[対策 15]と同様。

- [対策 18]ネットワークへの不正接続防止

  モデル A1[対策 18]と同様。

付録④ 3.5. 実装モデル A3 で検討すべき脅威

実装モデル A3 において検討すべき脅威は、以下である。

- [脅威 3-1-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

- [脅威 3-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 3-2-1]制御サーバからの侵入

  モデル A2[脅威 3-2-1] と同様。

- [脅威 3-3-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

- [脅威 3-3-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 4-1-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

- [脅威 4-1-2]スマート化 NW(フィールド側)からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-2] と同様。

- [脅威 5-1-1]スマート機器からの侵入

  モデル A1[脅威 1-1-1] と同様。

- [脅威 5-2-1]ベンダーリモート保守端末からの侵入

  インターネット経由の不正侵入や、悪意のある第三者による不正な侵入用プログラムが格納された外部媒体を接続することにより侵入される。

付録④ 3.6. 実装モデル A3 で検討すべき対策

実装モデル A3 において検討すべき対策は、以下である。

- [対策 1]不正侵入の防止

  モデル A1[対策 1]と同様。

- [対策 2]外部媒体の利用防止

  モデル A1[対策 2]と同様。

- [対策 3]外部調達時の確認

  モデル A1[対策 3]と同様。

- [対策 5]業務の整理

  モデル A1[対策 5]と同様。

- [対策 6]通信内容の整理

  モデル A1[対策 6]と同様。

- [対策 7]ネットワークセグメント分割

  モデル A1[対策 7]と同様。

- [対策 8]フィルタリング装置の設置

  モデル A1[対策 8]と同様。

- [対策 9] DMZ の配置

  外部ネットワークから内部ネットワークへの侵入や内部ネットワークにおける侵攻拡散を防止するために、ネットワークを複数のセグメントに分割して運用する。特に、外部ネットワークと制御ネットワークとの間に、公開サーバ等を設置するために設けたセグメントを（DMZ）を配置し、外部ネットワークからの通信を制御ネットワークから分離する。（参考：IPA 分析ガイド、「セグメント分割／ゾーニング」の説明）

- [対策 10]侵入検知装置の設置

  モデル A1[対策 10]と同様。

- [対策 14]権限管理

  モデル A1[対策 14]と同様。

- [対策 15]アクセス制御

モデル A1[対策 15]と同様。

- [対策 18]ネットワークへの不正接続防止

  モデル A1[対策 18]と同様。

付録④ 3.7. 実装モデル A3 で検討すべき対策の実装例

実装モデル A3 において検討すべき対策の実装例を図 45 に示す。

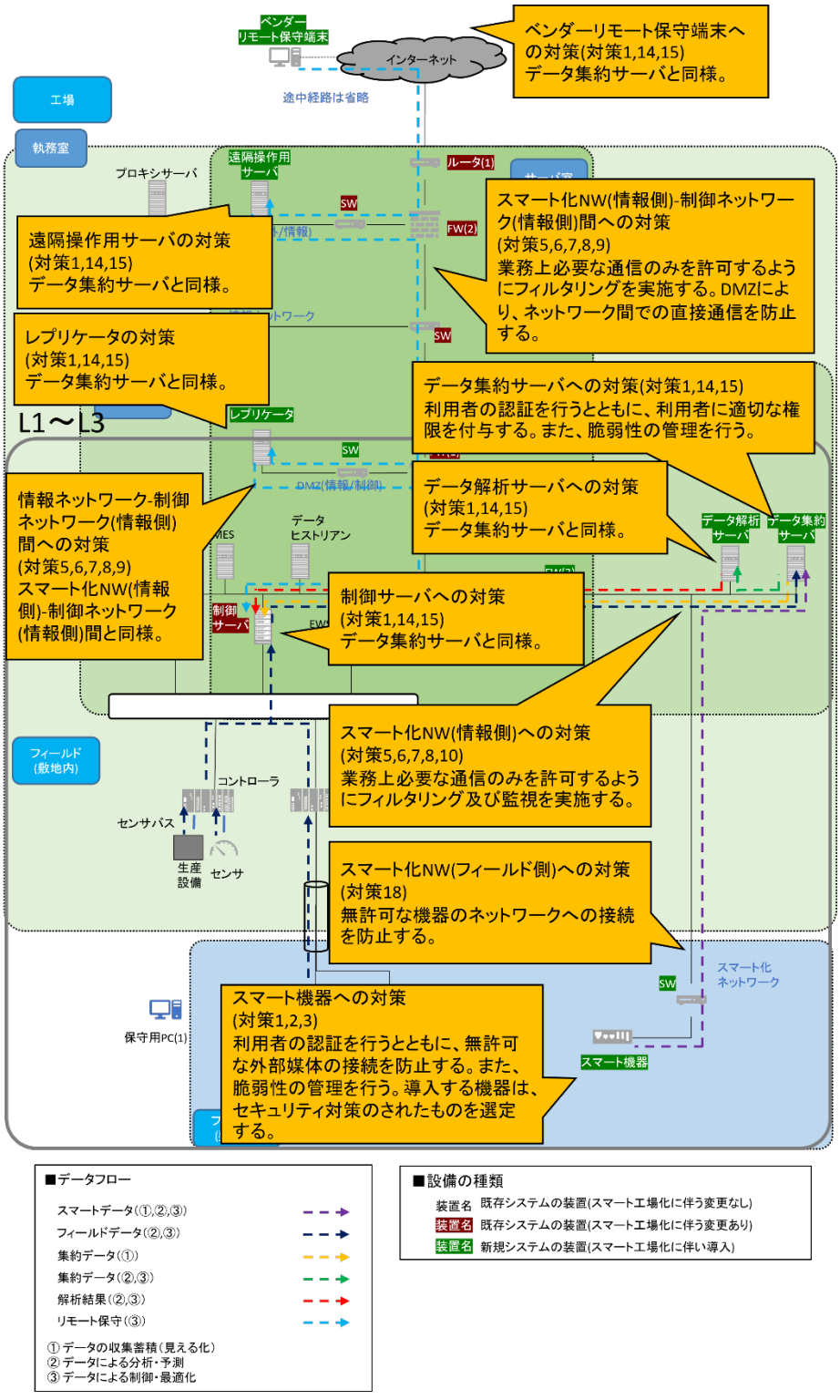


図 45 実装例 A3

[被害 8]データによる制御・最適化が妨害される、[脅威 8-1-1]スマート機器からの侵入、及び[脅威 8-2-1]ベンダーリモート保守端末からの侵入に対する機器及びネットワークへの対策実装例を記載する。

a) 目的

スマート機器からの侵入やスマート化 NW(フィールド側)からの侵入を防止する。

b) 実施内容

- [対策 1]不正侵入の防止
- [対策 2]外部媒体の利用防止
- [対策 3]外部調達時の確認
- [対策 5]業務の整理
- [対策 6]通信内容の整理
- [対策 7]ネットワークセグメント分割
- [対策 8]フィルタリング装置の設置
- [対策 10]侵入検知装置の設置
- [対策 14]権限管理
- [対策 15]アクセス制御
- [対策 18]ネットワークへの不正接続防止

c) 実装例

[スマート化 NW(情報側) – 制御ネットワーク(情報側)間への対策実装例]

・ 業務上必要な通信のみを許可するようにフィルタリングを実施する。DMZ により、ネットワーク間での直接通信を防止する。

[データ集約サーバへの対策実装例]

・ 利用者の認証を行うとともに、利用者に適切な権限を付与する。また、脆弱性の管理を行う。

[データ解析サーバへの対策実装例]

・ データ集約サーバと同様。

[ベンダーリモート保守端末への対策実装例]

・ データ解析サーバと同様。

[遠隔操作用サーバへの対策実装例]

・　データ解析サーバと同様。

[レプリケータへの対策実装例]

・　データ解析サーバと同様。

[制御サーバへの対策実装例]

・　データ解析サーバと同様。

[情報ネットワーク－制御ネットワーク(情報側)間への対策実装例]

・　スマート化 NW(情報側)－制御ネットワーク(情報側)間と同様。

[スマート化 NW(情報側)への対策実装例]

・　業務上必要な通信のみを許可するようにフィルタリング及び監視を実施する。

[スマート化 NW(フィールド側)への対策実装例]

・　無許可な機器のネットワークへの接続を防止する。

[スマート機器への対策実装例]

・　利用者の認証を行うとともに、無許可な外部媒体の接続を防止する。また、脆弱性の管理を行う。導入する機器は、セキュリティ対策のされたものを選定する。

独立行政法人情報処理推進機構
セキュリティセンター

〒113-0021
東京都文京区本駒込二丁目 28 番 8 号
文京グリーンコート　センターオフィス
TEL: 03-5978-7527
FAX: 03-5978-7552
https://www.ipa.go.jp/security/