ファシリティマネジメントフォーラム2023

【研究部会活動報告】

コンピュータ活用研究部会

秋山克己（日本メックス）
伊藤秀憲（株式会社NTTファシリティーズ）
望月利英（株式会社NTTファシリティーズ）
渡邊　剛（株式会社NTTファシリティーズ）

新刊『FMで活用するICTシステムvol.2』

を2022年10月26日にJFMAより発行しました。

当講演では、

1．「コンピュータ活用部会及び新刊の概要紹介」、
2．「9章　工場向け設備オペーレーション最適化サービス」、
3．「10章　IoT×AI時代のビル向けサイバーセキュリティ」
について発表します。

１．「コンピュータ活用部会及び新刊の概要紹介」

部会の紹介

■サマリー

「FM 領域で係わるICT、IoT 新技術の調査」、「CAFM の利用実例調査」等を通じて
FM 領域におけるIT 化を調査研究、会員へ成果を発表

■活動内容

・部会および ICT、IoT新技術、CAFM等の勉強会 (1回/月 JAFM会議室、またはWeb会議)
・建物施設、コンピュータ活用現場等の見学会 (2～3回/年)
・勉強会、調査の報告書作成 (JFMAホームページ、ファシリティマネジメントフォーラム等で発表)

■会員

部 会 長 ：天神良久 東洋大学
副部会長：秋山克己 日本メックス
事 務 局 ：木村圭介 FMシステム
部 会 員 ：石坂貴勲 アイスクウェアド 森本卓雄 アルファ・アソシエイツ 千葉友範 EYストラテジー・アンド・コンサルティング
伊藤秀憲 NTTファシリティーズ 菊池伸夫 NTTビジネスアソシエ 坂口秋吉 LCマネジメント・ラボラトリー
坂上裕信 構造計画研究所 前澤孝之 住友セメントシステム開発 田邊邦夫 東急コミュニティー
嶋村浩樹 東京美装興業 小木曽清則 日本メックス 久野誠 日比谷総合設備
寺澤勇希 富士通ホーム&オフィスサービス 杉山真一 プロパティデータバンク 白岩和浩 フュージョンマネジメントプラッツ
※会員は、会社名50音順
事 務 局 ：山田勝彦 JFMA

新刊 「FMで活用するICTシステム Vol.2」の概要 〈目次と執筆者一覧〉

２．「9章　工場向け設備オペレーション最適化サービス」

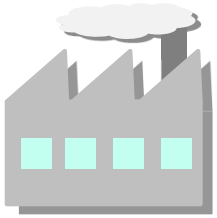
秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

1．工場におけるファシリティマネジメントの課題

熟練者がセンサーの値を見て、
経験に基づき、設定値を変更

課題例３．
熟練者へ依存し代わりがいない、
若手への技術伝承に頭を抱えている

【工場の現状】



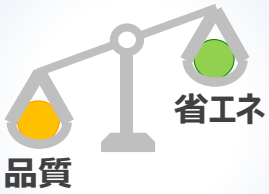
【工場の理想像】

- ✓ 生産性向上
- ✓ 品質確保
- ✓ 技術伝承
- ✓ 省エネ・・・

増え続けるセンサーデータ
（電力量、温度、湿度、圧力
、流量、バルブ開度、熱量・・・
）

課題例１．
データを測定しているものの
データの活用方法がわからない

品質維持の為なら
エネルギーロスも仕方ない・・・

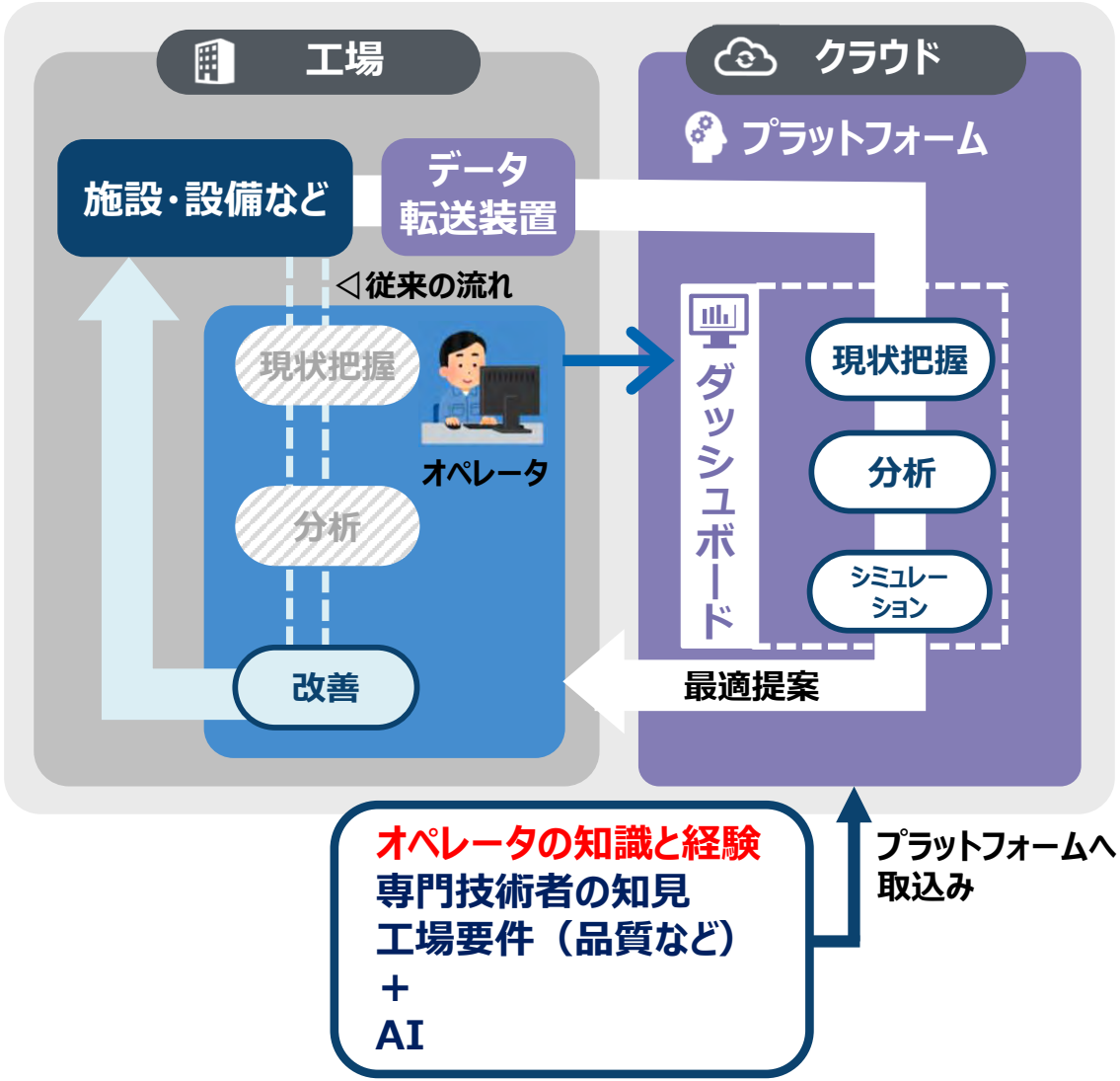


課題例２．
省エネは実施したいが
品質への影響が心配

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

2．『工場向け設備オペレーション最適化サービス』による期待効果

▶サービス運用イメージ



－ 効果１．複雑なデータの相関関係の分析

データサイエンスにより、これまで困難であった複雑なデータの相関を分析

－ 効果２．品質確保の上、最適オペレーション

品質を加味したシミュレーションにより提供される最適提案の実行で省エネも実現

－ 効果３．熟練者の技術の伝承

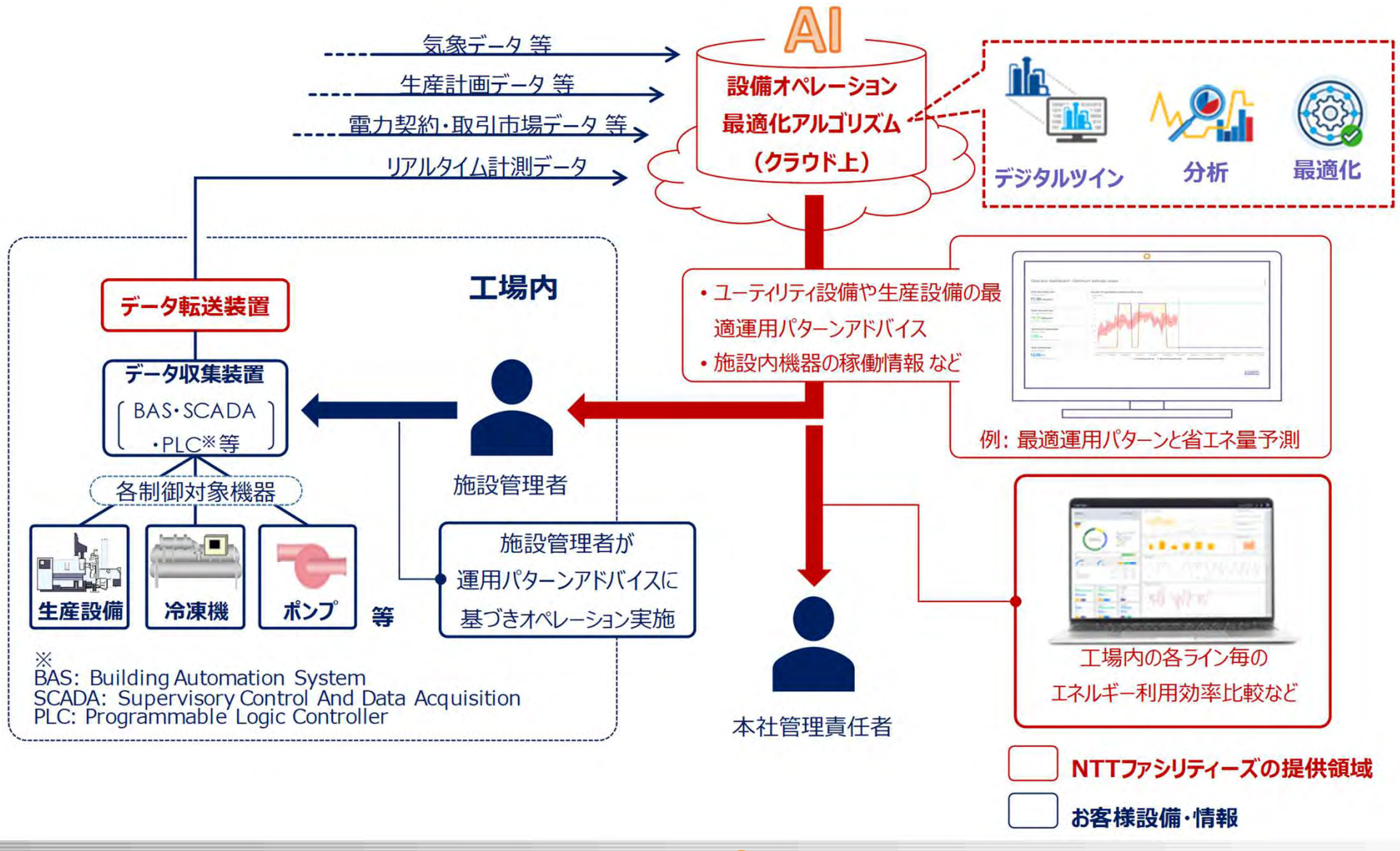
オペレータの知識と経験をモデルに組み込むことで“人”への依存から脱却

－ 効果４．共通理解の促進・改善意識の醸成

お客様のご要望と専門技術者の知見を元に提供されるダッシュボードにより誰もが一目でデータを把握

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

3．サービス構成



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

4．サービスメニュー（可視化）

軸グラフ　円グラフ　インジケーター　サンキーダイアグラム　クロノグラム　棒グラフ

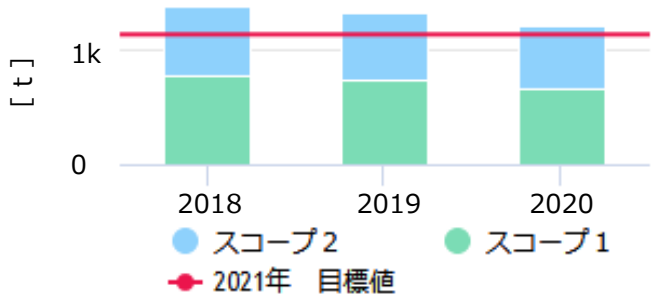
カウンター　散布図　テキスト　表

✓ 使用例１：工場全体のエネルギーの流れを見たい。

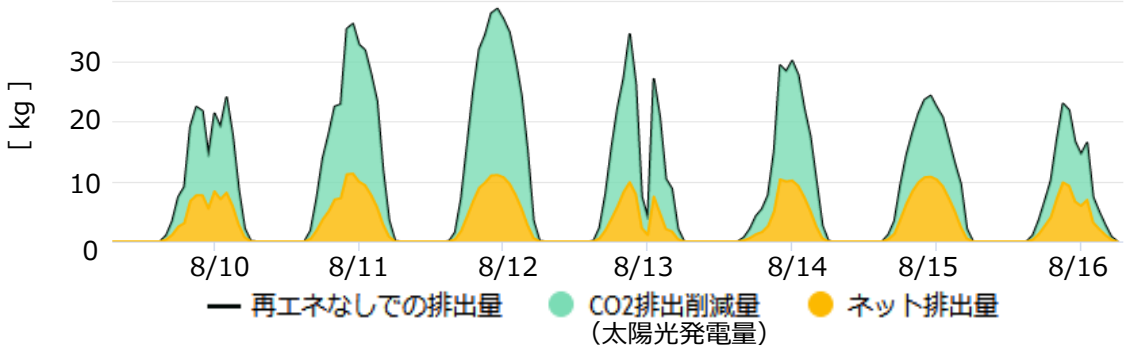
エネルギー収支(サンキーダイアグラム)

使用例２：CO_2排出量や再生可能エネルギー量を可視化したい。

スコープ1・2におけるCO_2排出量と目標値との比較



太陽光発電量とCO_2排出量



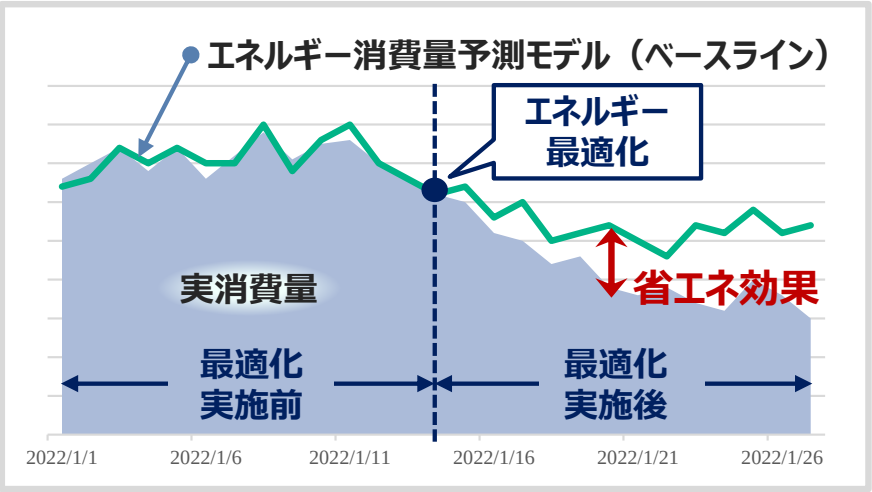
秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

4．サービスメニュー（エネルギー消費予測）

エネルギー消費量予測モデル（ベースライン）＝　高精度に状態の再現を行うモデル

※過去データを基にエネルギー消費量に影響のあるパラメータを選定し作成

省エネルギー効果確認

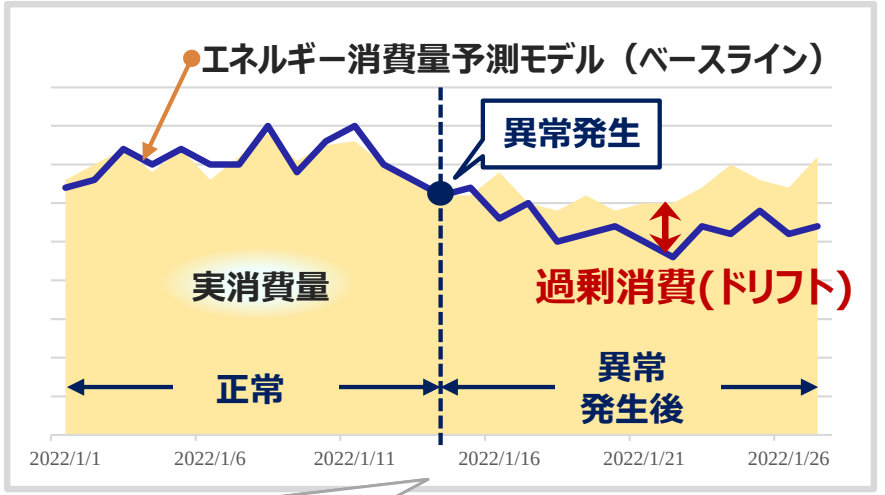


削減状況
2022/1/25

削減率	削減金額
2.9 %	607,892 円

- ✓ オペレーション変更による**省エネルギー効果のリアルタイムな確認**が可能
- ✓ **省エネルギー効果の定量化**（削減率、削減金額）が可能

ドリフト検知



検知したドリフト例）
- **蒸気トラップ故障による漏れ**
- **オペレータの設定ミス**

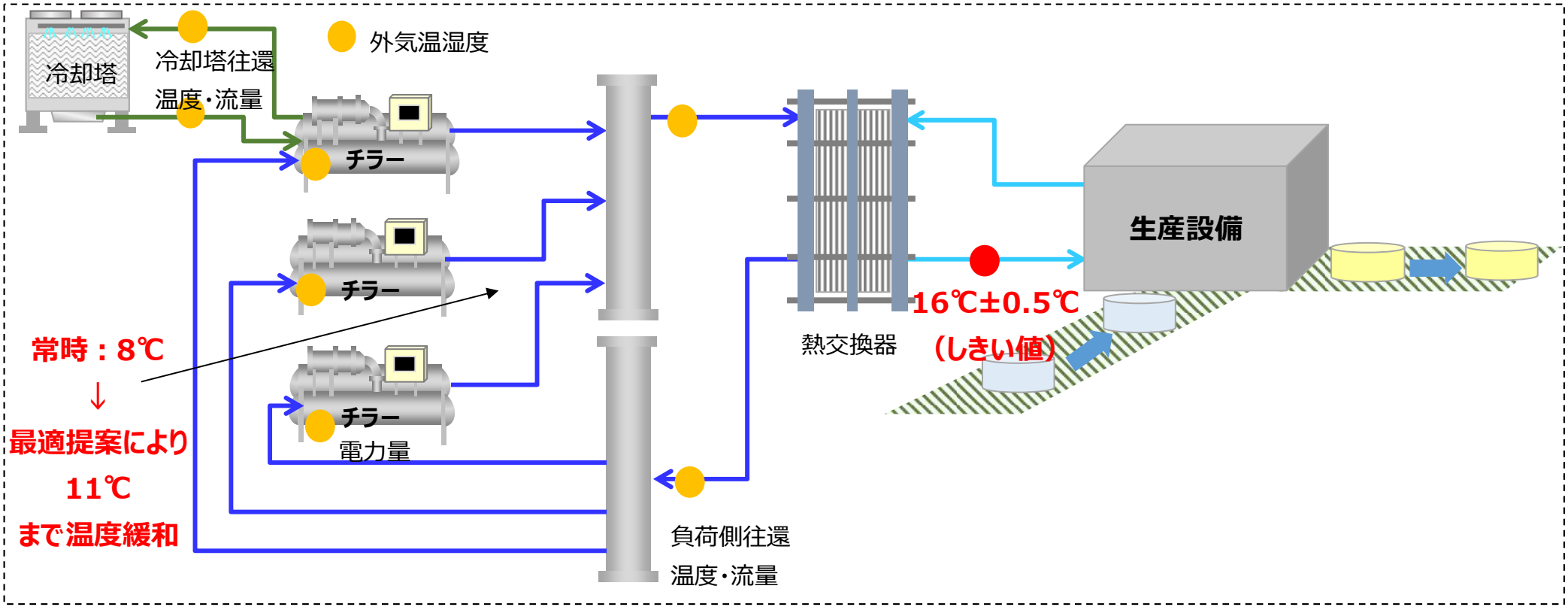
- ✓ 従来の警報システムでは検知できない**過剰消費や異常をいち早く検知**可能
- ✓ ベースラインを基準としたアラーム設定により、定数比較によるアラーム設定と比べ、**より実状に即したアラーム設定**が可能

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

4．サービスメニュー（最適化提案）

導入前

- ✓ 生産設備冷却には16℃の冷却水が必要。→生産に影響する『しきい値』であり逸脱できない条件。
- ✓ 冷凍機からの送水温度は**年間通じて常時8℃で送水**していた。



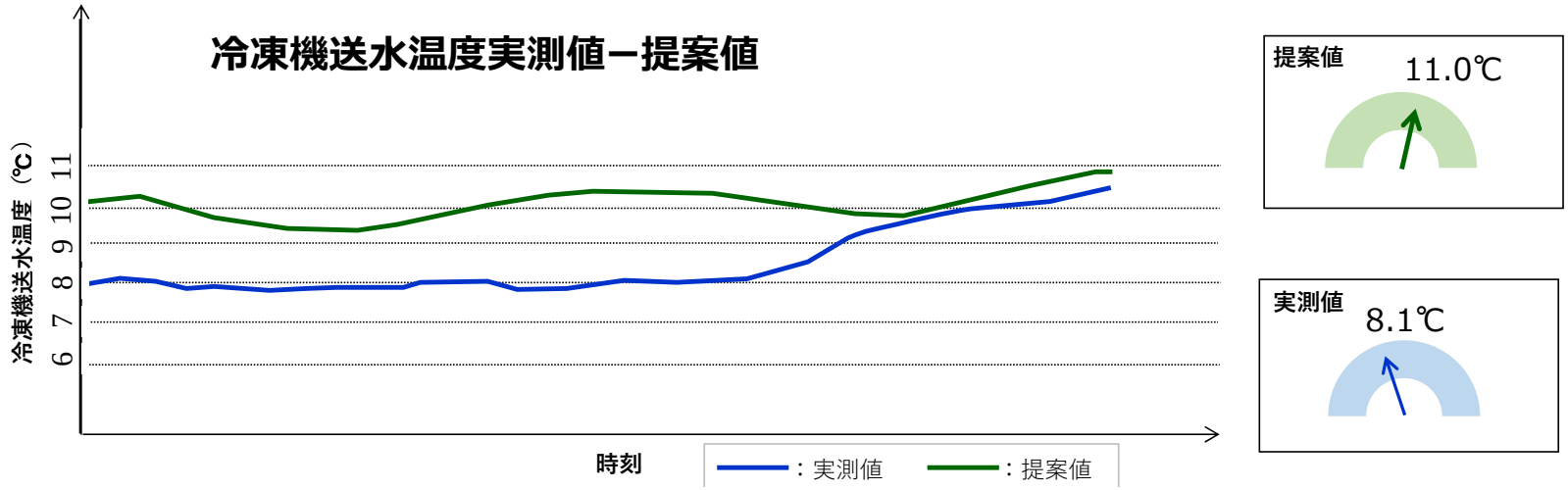
導入後

- ✓ 生産冷却水の**しきい値（冷却水温度16℃）**、**取り込みポイント（温度緩和に必要なポイント）**等をクラウド上のシステムに取り込み**シミュレーション環境を構築**。
- ✓ **しきい値を維持しながら、負荷状況等に応じて送水温度の推奨値（緩和可能温度）をダッシュボードに表示**し、**11℃まで温度緩和し、省エネオペレーションを実現**。

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

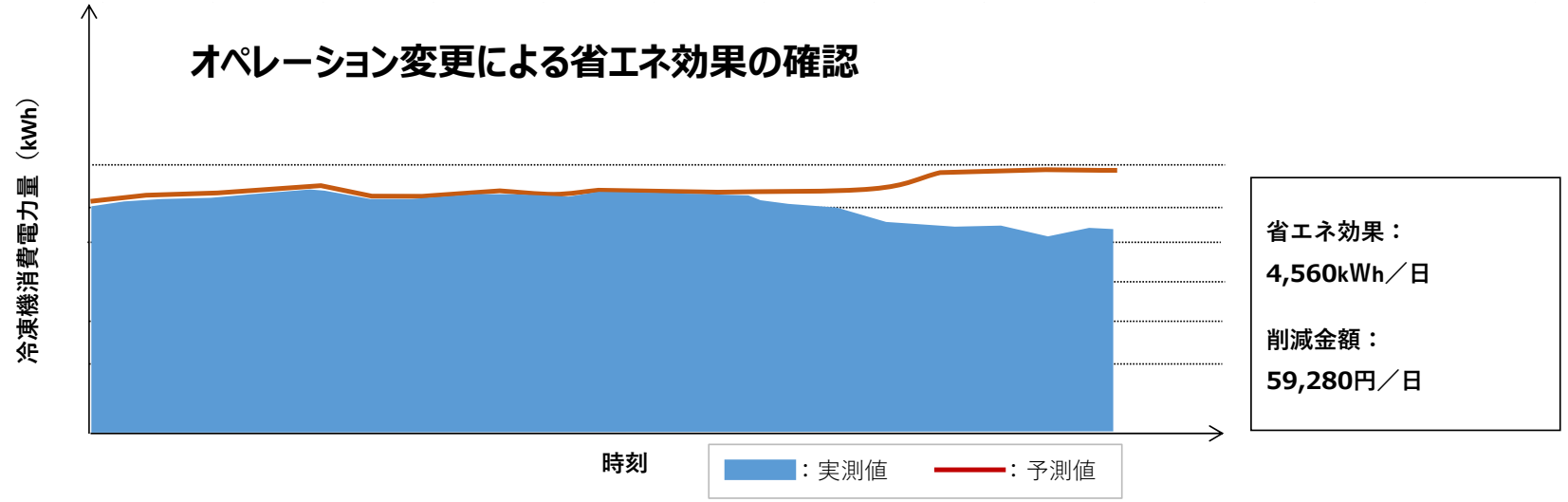
4．サービスメニュー（最適化提案）

ダッシュボード表示例



重要監視ポイントモニタリング

生産設備冷却水温度：15.1℃



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

5．モデル化の仕組み

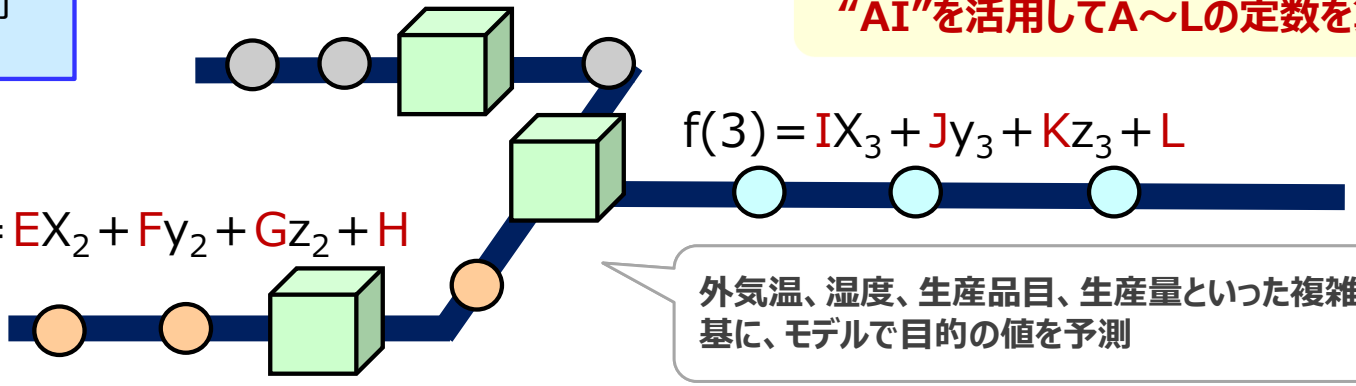
設備の振る舞いの
モデル化（関数化）※1
→ モデルを使って
シミュレーション
→ 最適運用提案

仮想空間

$f(1) = AX_1 + By_1 + Cz_1 + D$

$f(2) = EX_2 + Fy_2 + Gz_2 + H$

$f(3) = IX_3 + Jy_3 + Kz_3 + L$

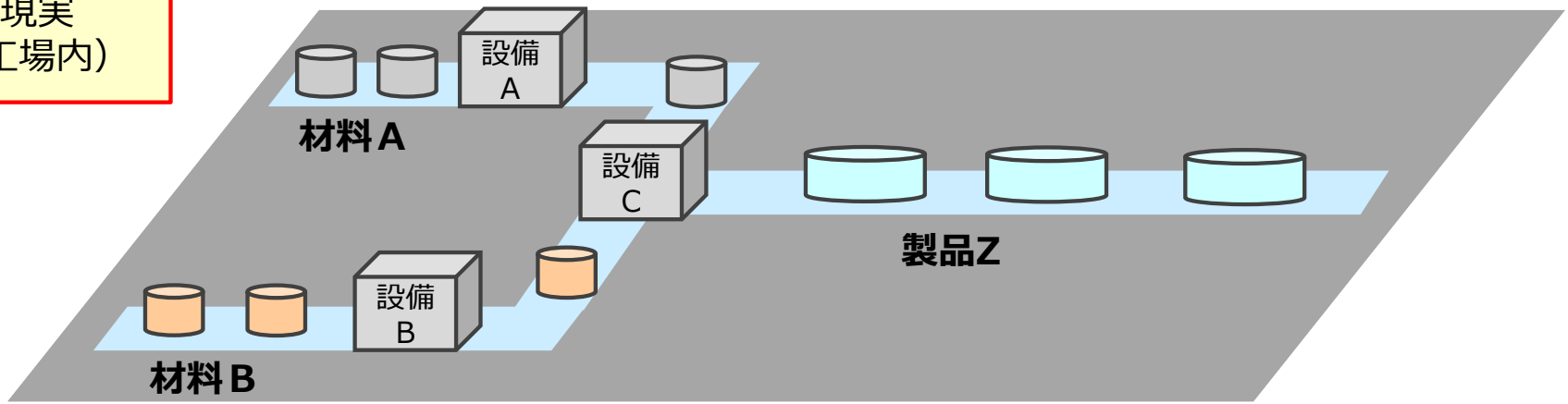


専門技術者がお客様の知見を取り入れながら
“AI”を活用してA～Lの定数を算出

外気温、湿度、生産品目、生産量といった複雑な外的要因の変数を基に、モデルで目的の値を予測

※1：モデルの形態は、モデリング手法により異なります。

現実
（工場内）



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

6．プラットフォームの活用例

①設備の効率モニタリング

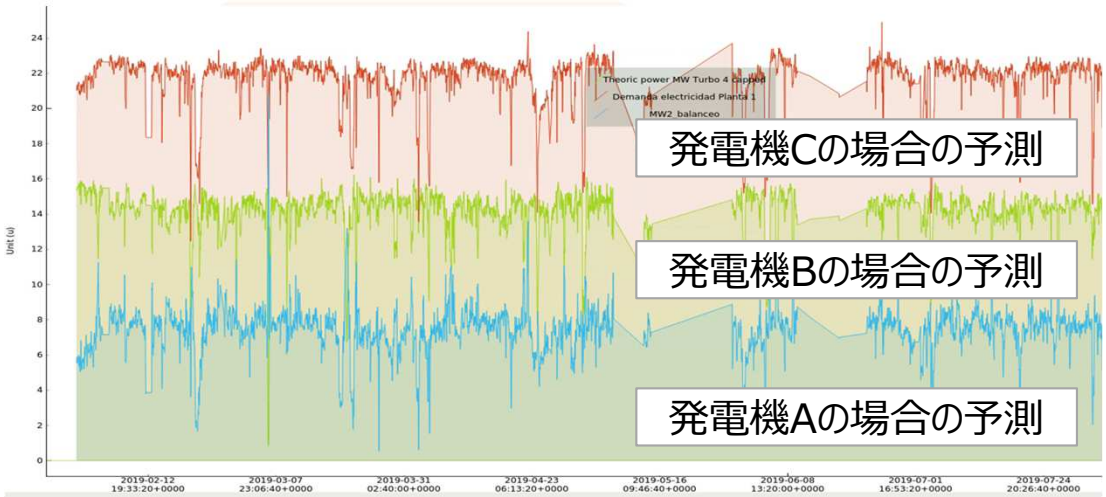
②設備稼働状況の確認

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

6．プラットフォームの活用例

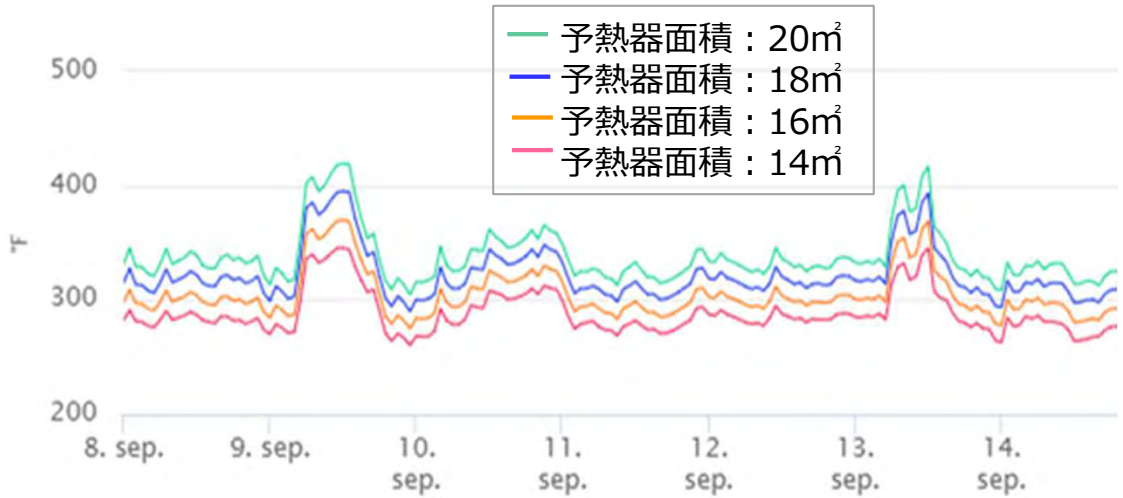
③設備更新時の影響シミュレーション

例）発電機更新に伴う影響シミュレーション



④省エネ対策実施による効果シミュレーション

例）ボイラー給水予熱器改造時の効果シミュレーション



7．まとめ

- ✓ 本サービスは、工場におけるファシリティマネジメントの課題である『データの有効活用』『品質と省エネの両立』『技術の伝承』の課題解決サポートに加え、企業全体でのデータ共有による改善意識の醸成効果も期待できる。
- ✓ モデル構築においては、データ分析のみならず、オペレータの知識と経験を反映することが重要である。
- ✓ 本プラットフォームは、エネルギー管理の効率化のみならず、GHG排出量管理、設備異常の早期発見、省エネ効果のシミュレーションなどにも活用可能である。

３．「10章　IoT×AI時代のビル向けサイバーセキュリティ」

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

1．「Society5.0」の到来とビルにおけるサイバーリスクの増大（1/3）

- ✓ 狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く新たな経済社会
- ✓ サイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会（Society）

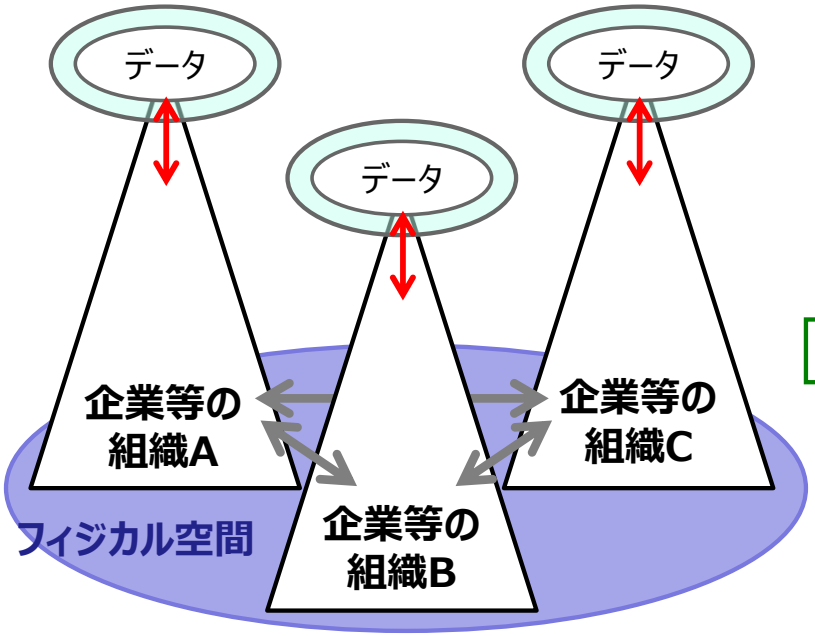
サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、地域、年齢、性別、言語等による格差なく、多様なニーズ、潜在的なニーズにきめ細かに対応したモノやサービスを提供することで経済的発展と社会的課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会

【コンピュータ活用研究部会】 秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

1．「Society5.0」の到来とビルにおけるサイバーリスクの増大（2/3）

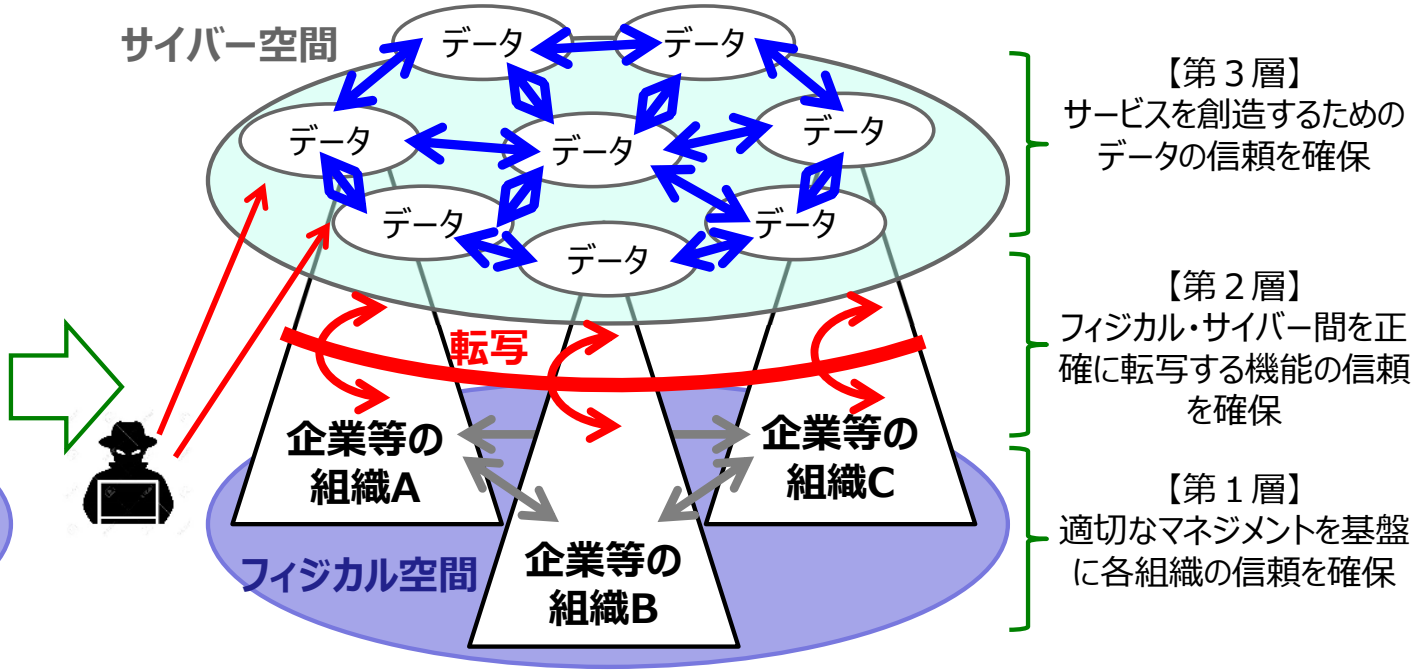
- ✓ 従来は、セキュリティを確保した組織間の取引であればプロセス全体のセキュリティは確保可能
- ✓ サイバー空間とフィジカル空間が一体化した産業社会では、自組織のセキュリティの確保だけではプロセス全体のセキュリティ確保は困難

「Society5.0」以前



信頼できる組織間のモノ・データの交換が中心で
その責任をとる組織が明確

「Society5.0」以降



信頼が確認できない組織間のモノ・データの交換が
行われるため、その責任をとる組織が不明確
「サプライチェーン」まで含めたリスク管理が重要

1．「Society5.0」の到来とビルにおけるサイバーリスクの増大（3/3）

- ✓ 海外では様々なインシデントが発生している
- ✓ 原因の多くは、「サポートが切れたOS」「ソフトウェアの脆弱性」「教育不足」

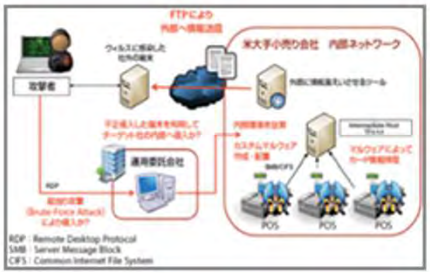
空調システムへの可用性攻撃

暖房と給湯を制御するシステムがDDoS攻撃を受け、2棟の集合住宅で供給が停止
（2016年 フィンランド）

ホテルの管理システムでのマルウエア攻撃

ホテルの電子キーシステムがランサムウェアに感染し、宿泊客が自室に入室できなくなった
（2017年 オーストリア）

空調システムを介したPOSシステム侵入



空調システムを介してPOSシステムがマルウェアに感染し、クレジットカードと顧客情報が漏えい
（2013年 アメリカ）

石油パイプラインへのサイバー攻撃

監視カメラの脆弱性を利用して攻撃者がプラントを不正操作し爆発させた。警報装置や監視カメラ、センサーも停止。
（2008年 トルコ）

オリンピックのスタジアムへのサイバー攻撃

開会式中に電力供給にかかわる監視制御システムを標的にした攻撃を確認（未遂）
（2012年 イギリス）

石油パイプラインへのサイバー攻撃

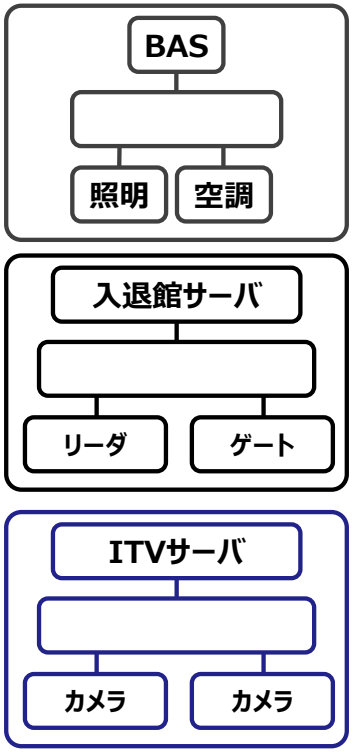
溶鉱炉を制御するPCがマルウェアに感染し、外部からの不正操作で甚大な損傷が発生
（2014年 ドイツ）

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

2. ビルシステムの動向（1/3）

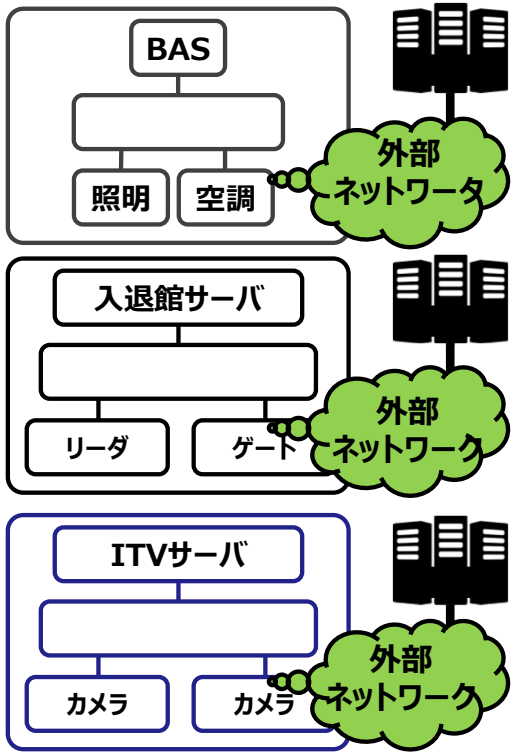
- ✓ ビル管理業務の高度化・効率化の動きに対応して、ビルシステムにおいても外部接続やネットワークのIP化が急速に進展し、サイバーセキュリティの脅威や被害も拡大傾向。
- ✓ ビルシステムのセキュリティに対するビルオーナー様の意識も高まりが見られる。

①これまでのビルシステム



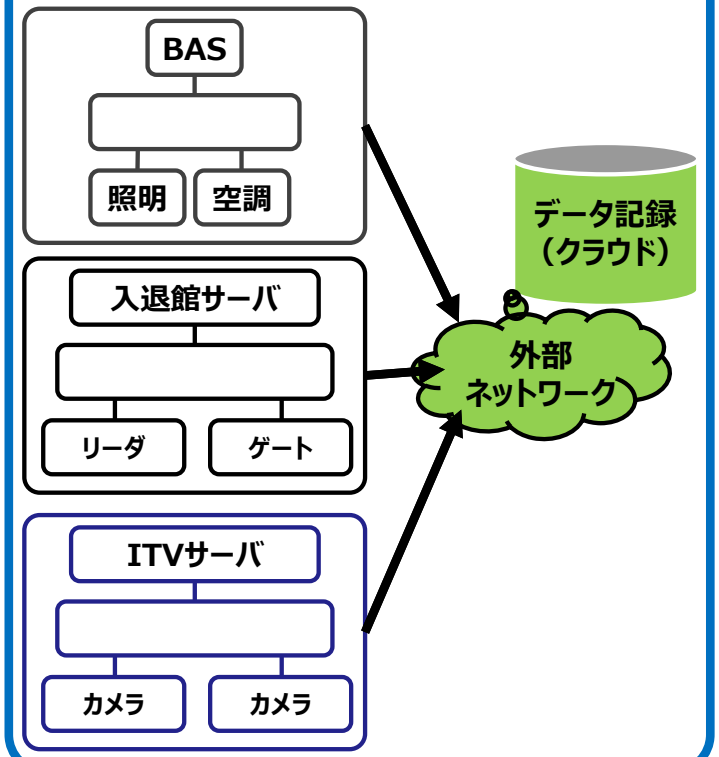
- サービスやメーカーごとに閉じたネットワーク
- 基本的に外部接続しない
- 他社システムとの接続を考慮していない

②外部との接続



- サービスやメーカーごとに閉じたネットワークであるが、一部機能が外部接続する
- 他社システムとの接続を考慮していない

③クラウドと連携

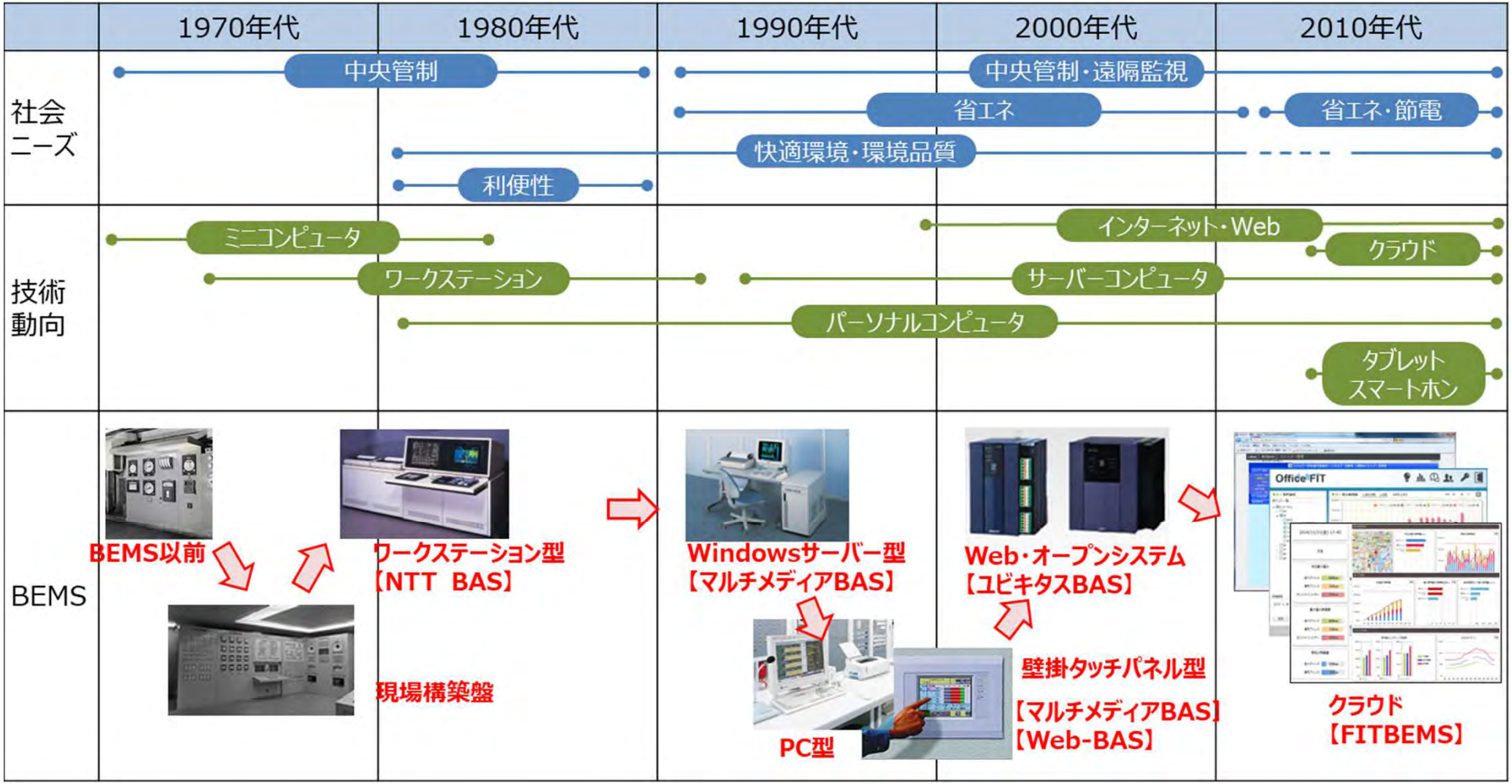


- インターネットを介しクラウドと接続する
- 他社システムと接続し機能連携する

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

2. ビルシステムの動向（2/3）

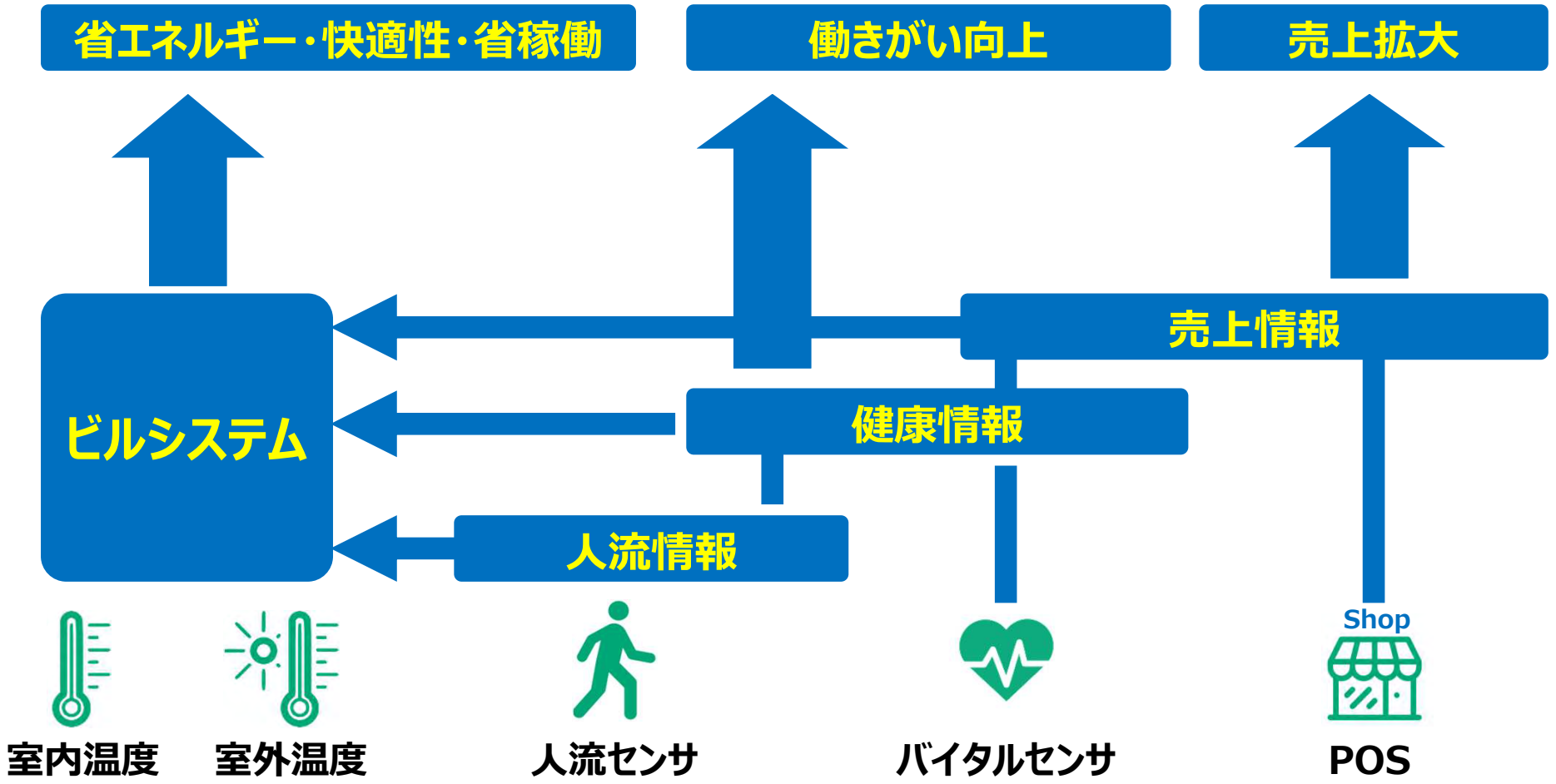
- ✓ 高度経済成長期に開発された技術
- ✓ 当初の用途はビルの中央管制であり、近年はビルの省エネルギーや環境管理にも利用
- ✓ ICTの変化にあわせシステム構成が変化



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

2. ビルシステムの動向（3/3）

- ✓ ビル情報の活用先も多様化。
- ✓ ビルシステムの情報は、「省エネルギー」が目的だけでなく、個人情報やPOSと連携しワーカーの「働きがい向上」や、店舗の「売上拡大」に寄与。



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

3. ビルシステムのオープン化（1/2）

✓ 様々な規格があるが、主流は「BACnet」

	オープン			オープン/クローズ	クローズ
	BACnet	LonWorks	IEEE1888	Modbus/Niagara	メーカー独自
特徴	・ISO対応ﾌﾟﾛﾄｺﾙであり国内外で広く普及 ・対応製品が多い ・ｾｷｭﾘﾃｨ面が弱い	・対応製品が多い ・通信には専用ﾁｯﾌﾟが必要(ﾆｭｰﾛﾝﾁｯﾌﾟが必要) ・通信速度が遅くノイズに弱い	・国内発の標準ﾌﾟﾛﾄｺﾙ ・ｾｷｭﾘﾃｨが強固で信頼性が高い ・対応製品が少ない	・海外で実績が多い ・対応製品が多い ・国内で実績が少ない ・国内で対応ﾒｰｶが少ない	・製品性能はﾒｰｶに依存 ・施工や責任区分が明確 ・他ｼｽﾃﾑとの接続は専用のGW装置が必要
対応製品	◎ (国内外で多い)	◎ (国内外で多い)	× (ほとんどない)	○ (海外で多い)	◎ (従来製品)
互換性	◎ (歴史古い・ISO規格)	○ (歴史古い・CEN規格) (専用ﾁｯﾌﾟが必要)	◎ (IEEE規格)	○ (歴史古い) (専用装置が必要)	× (ﾒｰｶによる)
将来性	◎ (ISO規格)	○ (ﾃﾞﾌｧｸﾄｽﾀﾝﾀﾞｰﾄﾞ)	◎ (IEEE規格)	○ (ﾃﾞﾌｧｸﾄｽﾀﾝﾀﾞｰﾄﾞ)	× (ﾒｰｶによる)
信頼性	○ (全体構築で対応)	△ (ﾉｲｽﾞに弱い)	○ (ｾｷｭﾘﾃｨ高い・TCP/IP)	○ (ﾒｰｶによる)	○ (ﾒｰｶによる)
保守性	○ (ﾒｰｶ・技術者多)	○ (ﾒｰｶ・技術者多)	× (ﾒｰｶ・技術者少)	△ (国内で技術者少)	○ (ﾒｰｶによる)
ｺｽﾄ	○ (製品が多く競争可能)	○ (製品が多く競争可能)	× (製品少ない)	× (国内ﾒｰｶ・技術者少)	× (ﾒｰｶによる)

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

3. ビルシステムのオープン化（2/2）

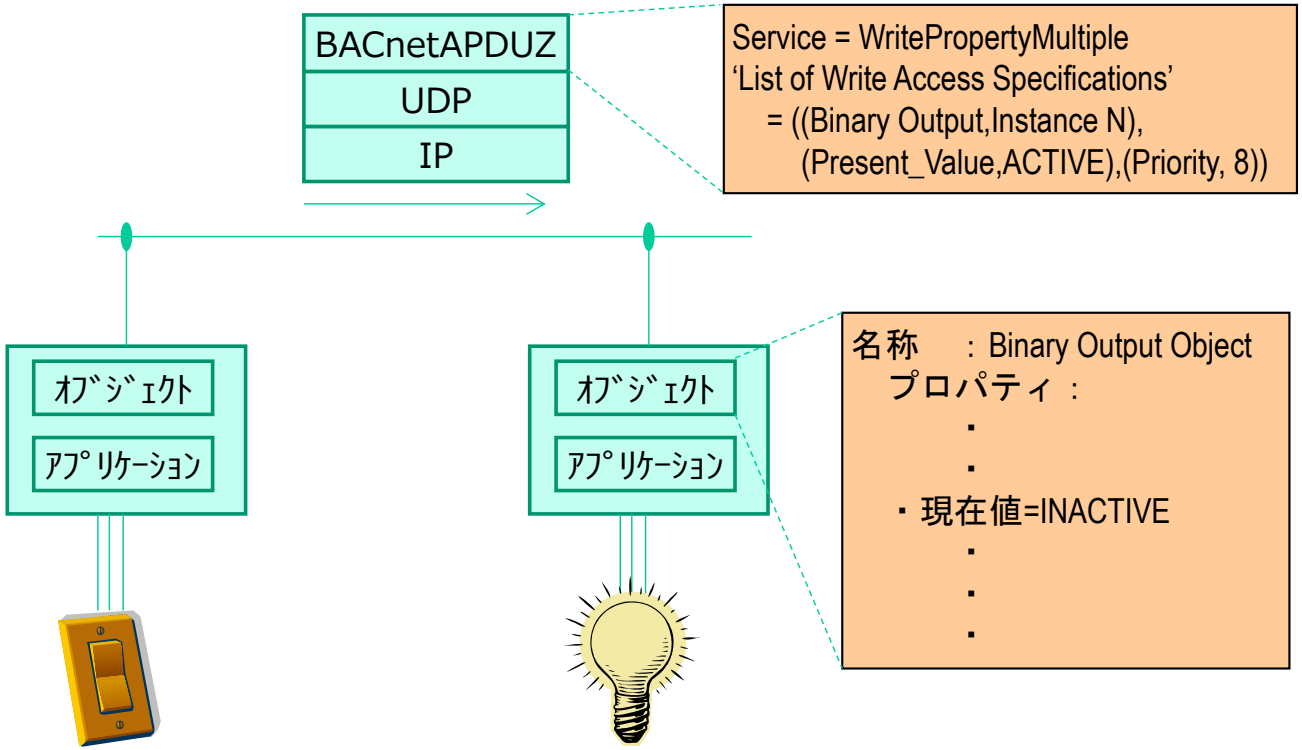
- ✓ 異なるベンダーの装置を一つの自動制御システムに統合するための通信技術
- ✓ ASHRAEで開発され、ISOで承認
- ✓ 日本では、電気設備学会が規格検討を行い、日本の市場に合うような機能追加や拡張を実施

①BACnet装置は全て同格同等
・ネットワークに接続されるBACnet装置は、能力やアプリケーションの差はあっても同格同等

②装置の抽象モデル化
・各装置を、“データの集合体”である“オブジェクト”として抽象モデル化
・オブジェクトの特性は“プロパティ”で設定

③“サービス”の規定により情報をやり取り
・設定値変更や連動動作は装置(オブジェクト)のプロパティを読み書きすることにより実施され、その方式は“サービス”として定義

④豊富な通信プロトコル
・通信手段としてEthernet、LonTalk、RS232Cなど利用可能。



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

3. ビルシステムのオープン化（3/3）

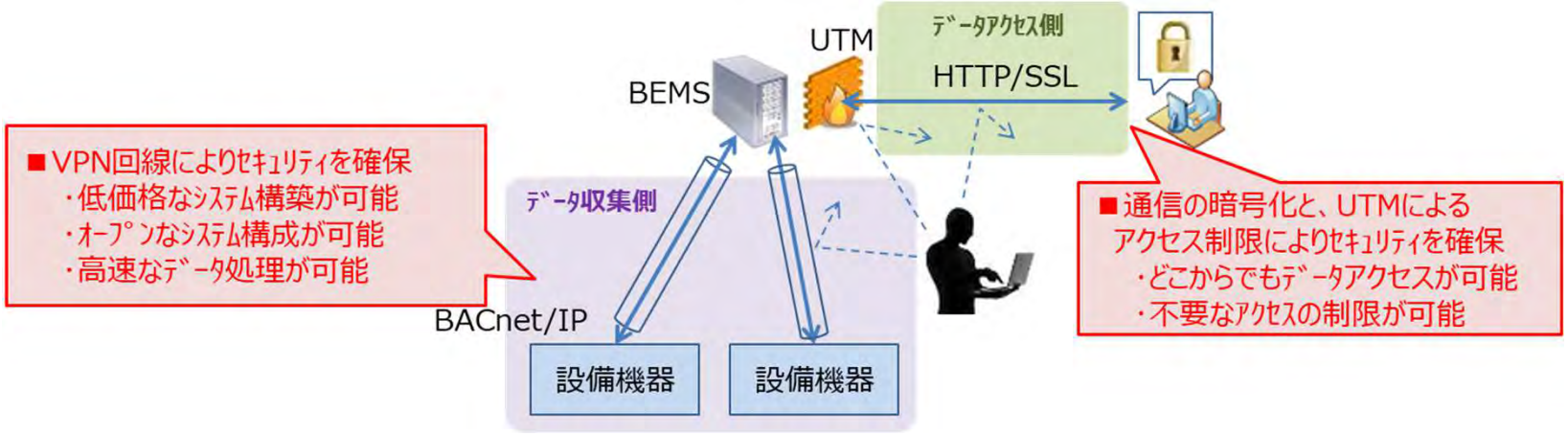
■BACnetプロトコルにネットワークセキュリティが考慮されていない背景

・BACnetプロトコルの開発に起因
　→ 開発当時はネットワークセキュリティへの要求がない
　→ IPネットワークの専門技術者が開発に関わっていない
・ビル管理システムにおける要求条件に起因
　→ 安価に構築できる
　→ 大量の通信を高速処理できる
　→ 閉域網における運用が多く要求がない

・暗号化やTCP通信などの採用はBACnetのオープン性を損う
・装置価格が高価になる

■BEMS構築おけるネットワークセキュリティの考え方

①データ収集側
・セキュアな通信回線を利用する
・L2、L3スイッチなどは鍵がかかる場所に格納する(物理的なセキュリティ)
②データアクセス側
・UTMなどを設置し、不要なアクセスを制限する
・WebサービスなどHTTPプロトコルを利用し、SSLなど暗号化を施す



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

4．ビルシステムの課題

- ✓ 高度化するビルシステム（BAS/BEMS・入退室管理・ITV等）のセキュリティ対策には、建物に関する知見とICT(OAシステム等)に関する知見の両方が必要
- ✓ 製品のライフサイクルが長いうえに、OAシステムに適用するようなサイバーセキュリティ対策が適用できない

ヒトの問題

オーナー・ビル管理者
設計者に
サイバーセキュリティの
知識がない

モノの問題

■ビル設備は、寿命が長い
→15年~20年使う
→OSのサポートが切れてしまう
→最新の脅威に対応できない

OS

ビル管理の問題

■重要な装置に
誰でもアクセスできる
→ 扉に鍵がない
→ 誰でもスイッチに触れることが可能
→ 中央監視室に複数の人々が出入り

■ビル設備の管理ポリシーがない
→ メーカーが自由にPCをつなげる
→ 接続機器を台帳管理していない

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

5. ビルサイバーセキュリティアセスメント（1/4）

✓ ビルへのサイバー攻撃によるビルリスクを見える化し、セキュリティ対策を立案・実施

日々高まるサイバー攻撃の脅威

社会インフラを狙う
サイバー攻撃の増加

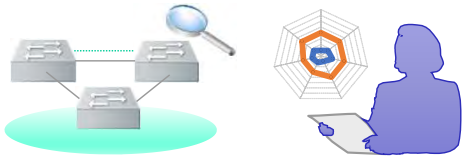
ランサムウェア
による被害拡大

大型イベントの開催

ビルの現状は・・・

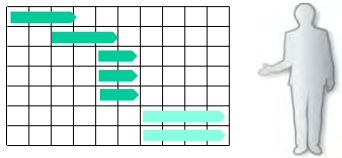
- 現状のビルシステムの構成が把握できていない
- サポート切れOSを使用している
- インターネットとビルシステムが接続されている
- セキュリティパッチを適用していない
- ビルシステムのセキュリティはほぼ実装されていない
- 保守ベンダー作業員のPC持ち込みを管理できていない

ビルシステムとセキュリティリスクの可視化



ビルシステムの状況を調査し、内在するセキュリティリスクのアセスメントを行います。

ビルシステムのセキュリティ対策計画策定



リスクアセスメントの結果に基き、ビルシステムの実態に見合った効果的な対策計画を策定します。

ビルシステムのセキュリティ監視・遮断

お客様に代わってビルシステムを常時監視し、サイバーセキュリティ攻撃からシステムを守るお手伝いをします。

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

5. ビルサイバーセキュリティアセスメント（2/4）

- ✓ ビルシステムをサイバー・フィジカルの両面からアセスメント
- ✓ ビルシステムの“実態把握（運用状況や事業継続における重要性）”“脆弱性と脅威の見える化”

ITシステム

通信サービスの保守作業等で、作業性向上のために導入したIT機器で、攻撃により不正アクセスのリスクが生じる

- 情報系NW
  接続端末
- 外部NWと接続の可能性

OTシステム

通信サービスを提供するために、ビルに備わっている各種設備、及びそれを制御・運用するためのシステムで、攻撃により可用性に影響が生じる

- 入退室設備
- 電源設備
- 熱源設備
- 昇降設備
- 監視カメラ
- 空調設備
- 給排水設備
- 照明設備
- 中央監視
- BEMS
- 消火設備
- 侵入警報装置

付属設備

IT・OTシステムを直接構成する設備ではないが、攻撃されることでIT・OTシステムの可用性に影響が生じる、もしくは不正アクセスリスクが増加する設備

- PS・EPS
- 扉
- 盤
  （制御系収容）
- 中央監視室
  （※BAS導入ビル）

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

5. ビルサイバーセキュリティアセスメント（3/4）

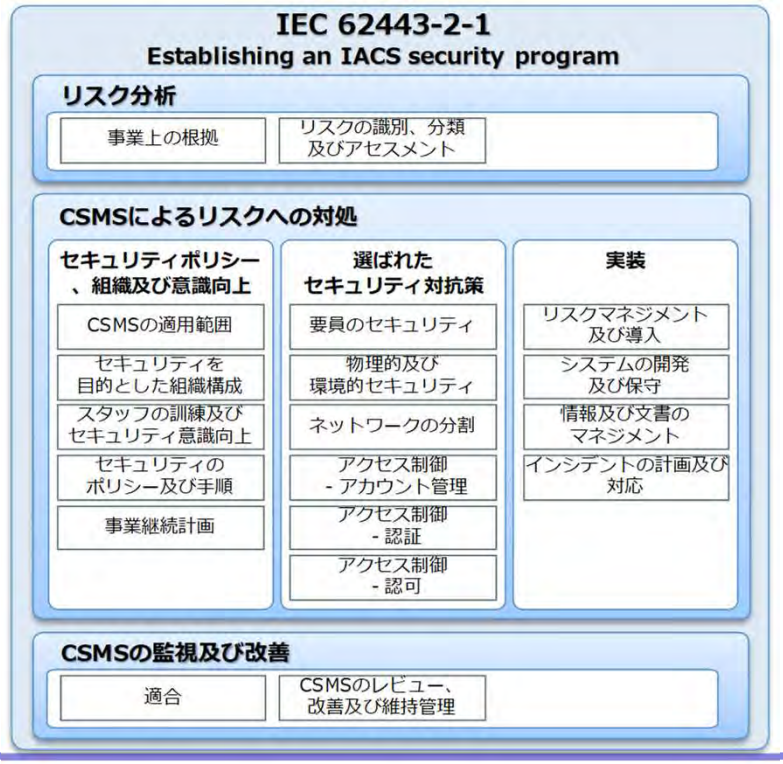
✓ ビル向けのガイドラインはまだ少ない

ビルシステムにおけるサイバー・フィジカル・セキュリティ対策ガイドライン

- **産業サイバーセキュリティ研究会（経済産業省）が策定中のビルシステム向けガイドライン**（今年度中に制定予定）
- 多様なビルを複数の観点から分類し、サイバーセキュリティ対策として適用すべき要件、対策実施のための条件を整理
- ビルの企画・建設から運用までを対象とし、共通編と個別編から構成

IEC62443-2-1

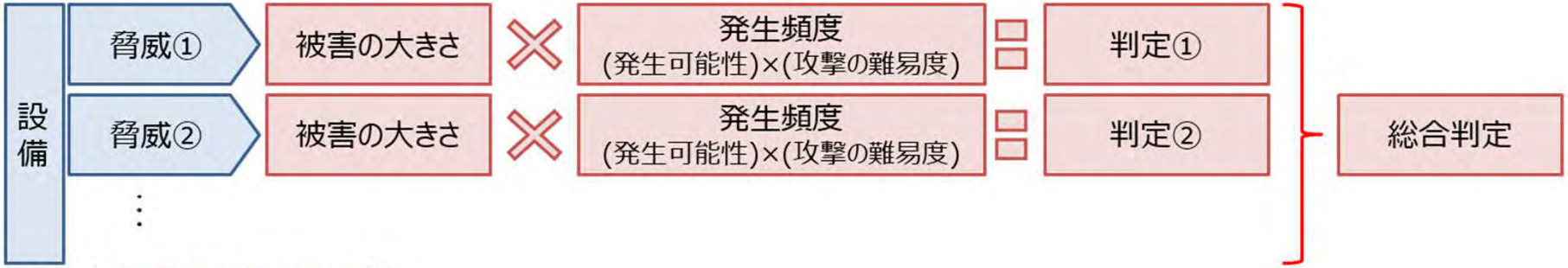
- **制御システムセキュリティ認証の国際基準**
- マネジメントシステムの評価（リスクを把握して、監視および改善を継続できる状態になっていることの評価）
- セキュリティ対策の評価（高度化・複雑化したサイバー攻撃に対して現行の制御システムセキュリティの状態を評価



秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

5. ビルサイバーセキュリティアセスメント（4/4）

■ 各項目を数値化しリスクを判定



■ 被害の大きさの基準の例

	ビルサービスへの影響	事業会社への影響	発見や復旧への影響
ア(4)	ビル全体が即時停止する	即時対応が必要	莫大な費用と時間が必要
イ(3)	ビルの一部が即時停止する	即時対応が必要	費用と時間が必要
ウ(2)	暫く後に停止する	即時対応が必要	費用または時間が必要
エ(1)	停止する可能性がある	対応が必要	発見や初動が遅延する
オ(0)	影響しない	影響しない	影響しない

■ 発生可能性の基準の例

	内容
多い	室、盤が施錠されていない カメラ、警備員等で監視されていない 容易に設備や情報にアクセスできる
少ない	上記以外
ない	発生する可能性がない

■ 攻撃の難易度の基準の例

	内容
容易	特殊な知識、技能、器具が不要
中程度	特殊な知識、技能が必要
困難	特殊な知識、技能、器具が必要

■ 発生頻度の基準の例

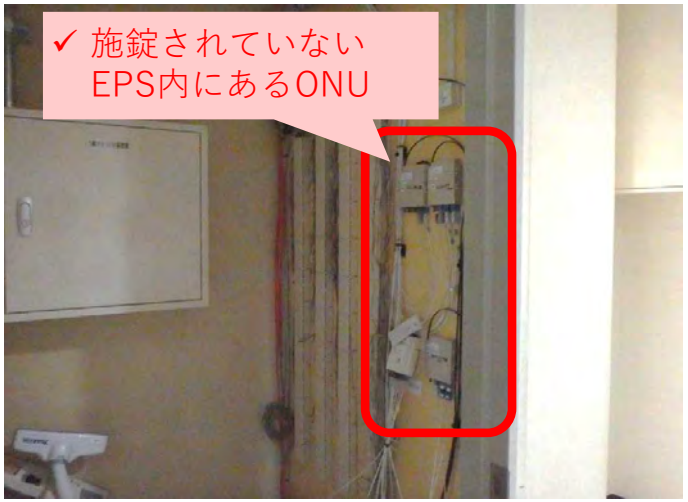
		発生可能性		
		多い	少ない	ない
攻撃の難易度	容易	A(4)	B(3)	E(0)
	中程度	B(3)	C(2)	E(0)
	困難	C(2)	D(1)	E(0)

秋山克己・伊藤秀憲・望月利英・渡邊剛

6. 脆弱性の例

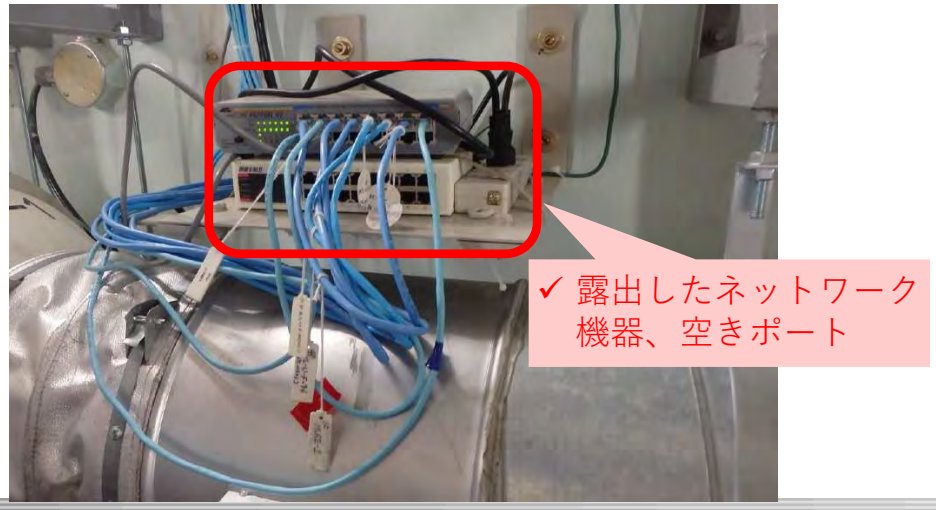
防災センター

EPS

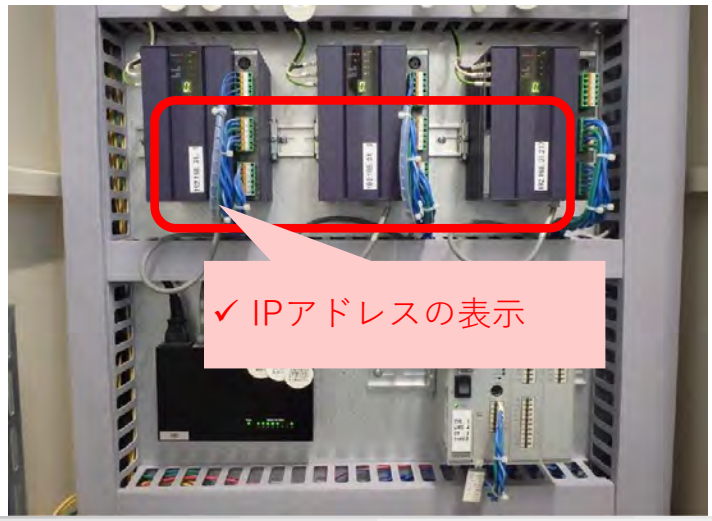


天井のカメラ

設備機械室



制御盤



7．まとめ

- ✓「Society5.0」社会の到来とともに、サイバーセキュリティ対策は企業にとって重要な課題となりつつある。これまでICTと関係が薄いビルにも、その危険は迫っている。
  - → 新たなBCP要因として定義すべき
  - → 特に大型のイベントは狙われやすい
- ✓ まずはビルをアセスメントし、リスクを“見える化”することが有効
  - → サイバー・フィジカルの両面からのアプローチが必要
  - → 経済産業省のガイドライン、IECを活用
- ✓ ビルの寿命は長く、サイバーリスクは日々増大する。定期的なアセスメントと、通信の常時監視によるサイバーセキュリティインシデントの兆候の検知が有効