

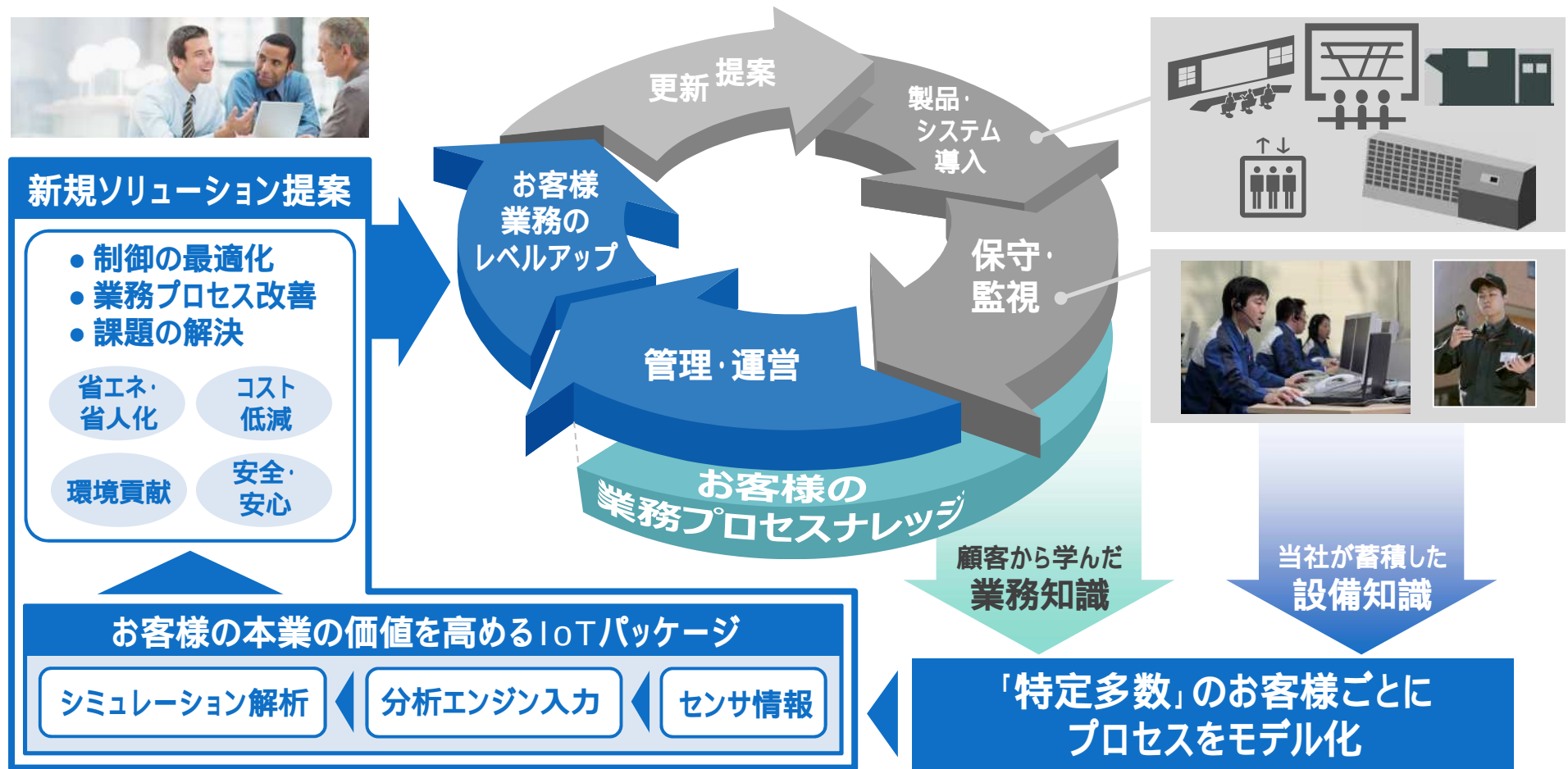
社会インフラ分野でのIoTの取り組みと課題 ～保守高度化などを例に～

2017/11/2

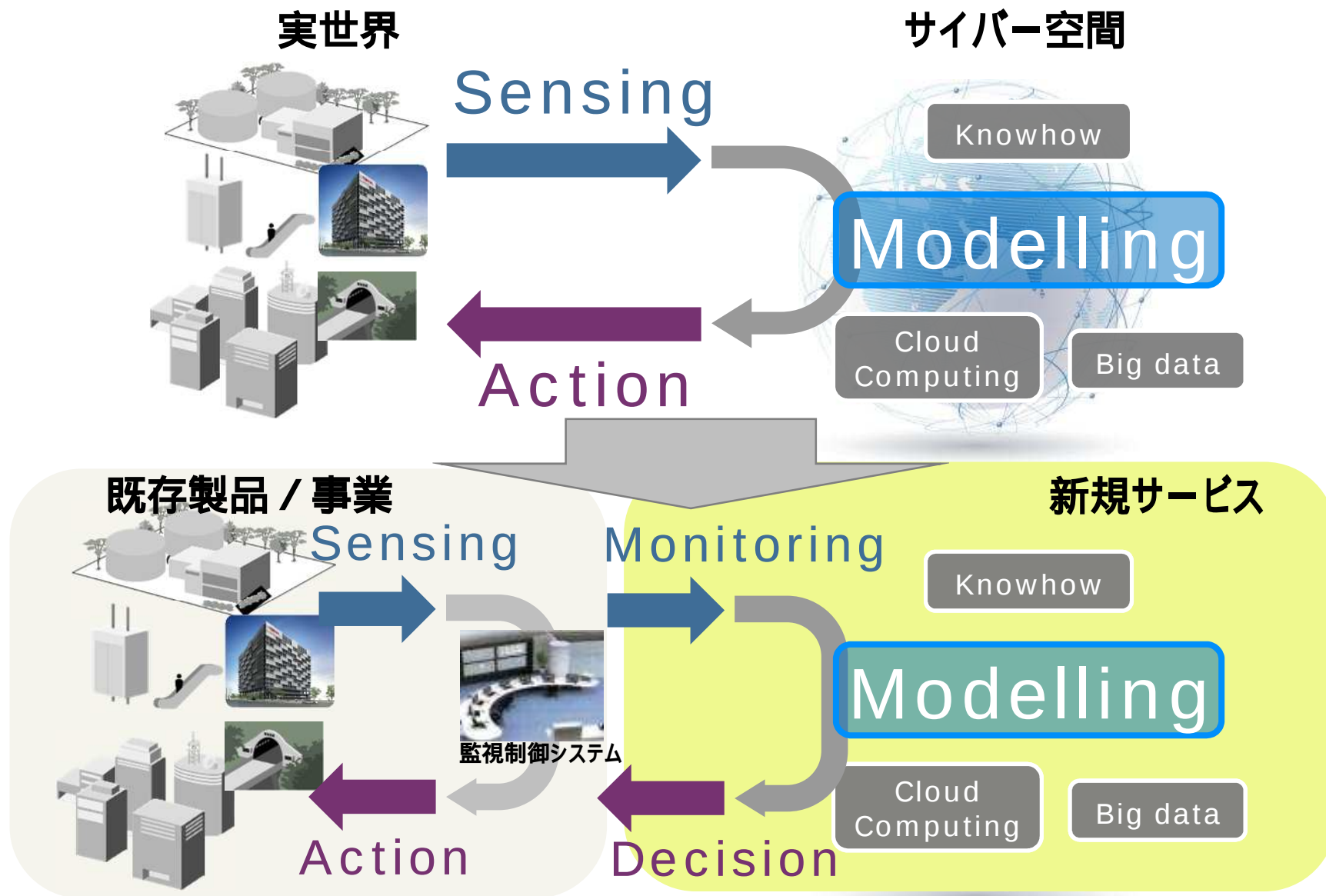
東芝インフラシステムズ株式会社
IoT技師長
近藤 浩一

循環型ライフサイクルビジネスの展開

お客様の本業の価値を高めるサービスを継続的に提供することにより、
当社の製品・システムを長い時定数で繰り返し、更に幅広く採用いただく
「循環型ライフサイクルビジネス」を展開する



IoT/CPSの概念と監視制御システム

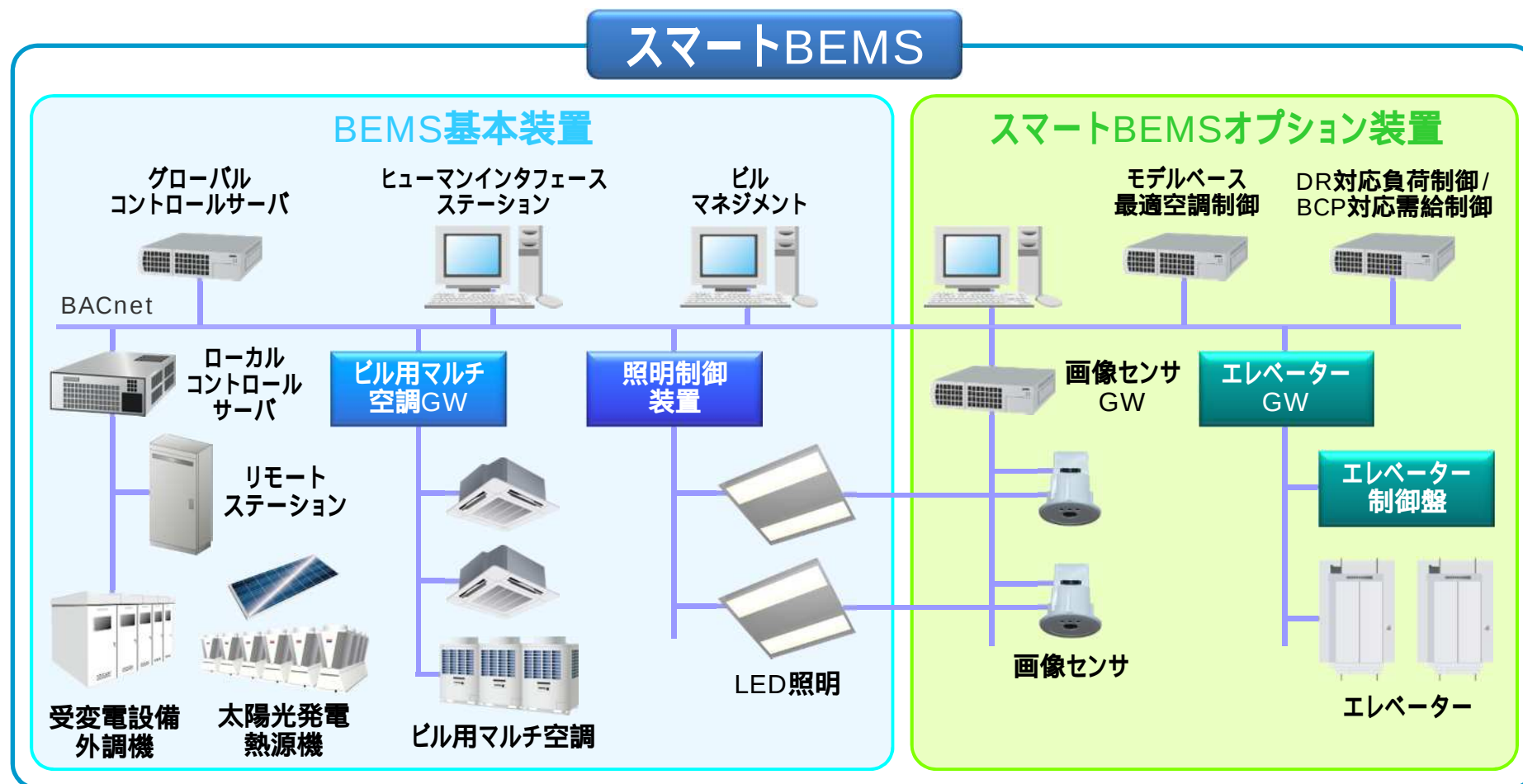


IoT関連研究開発の基盤としての 川崎スマートコミュニティセンタ



スマートBEMSのシステム構成

川崎SCCは、高効率な設備やシステムを導入し、スマートBEMSと連携することで、ビル全体のスマート化を実現しています。ビルを監視・制御するBEMS基本装置に、各種の省エネ制御機能やエネルギー最適需給制御機能を持ったスマートBEMSオプション装置を付加することで、各種ビル設備を統合管理します。



GW : ゲートウェイ

川崎SCC、最近のトピックス

省エネと執務者の快適性を両立したオフィス環境を実現
ビル全体で CO2削減量 54%

35,000点のセンサーで収集したデータを蓄積・活用

IIC承認
ディープラーニング
による
初のテストベッド



モデルベース最適空調制御

IoTプラットフォームにおけるディープラーニングの
有用性検証・ベストプラクティスの構築を目指す

- ビル管理システム・空調機器・セキュリティ
ゲートなどから得られる多様なデータをビック
データとして活用
- 大規模データ向け並列分散処理技術の適用

エレベータ混雑階優先制御
画像センサにより
待ち時間 20%短縮

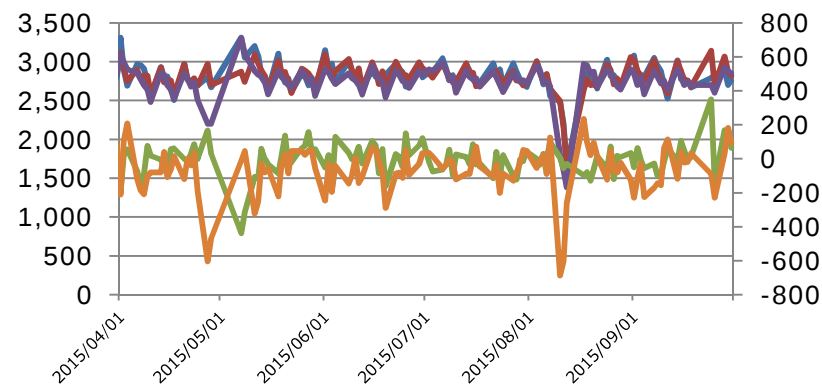
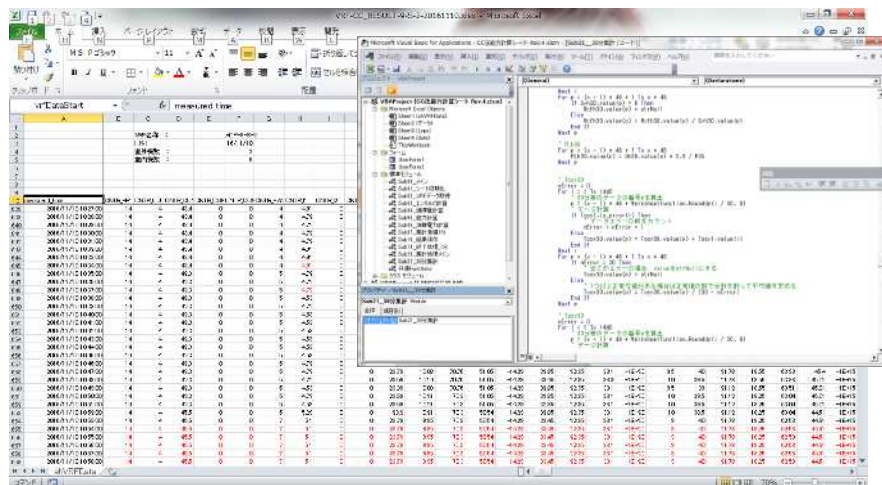
大規模データ分析へのディープラーニングの適用

出典：東芝HPより(https://www.toshiba.co.jp/about/press/2016_10/pr_j1702.htm)

IIC：Industrial Internet Consortium(GE・Intel・Cisco・AT&T・IBMが設立したIoT普及推進団体)



ビッグデータ分析の事例



ビルテナント向けの分析例

社員食堂の来客数予測

● 基本コンセプト

- ビルで収集されるデータから社員食堂の来客数を予測し、食堂業者に情報提供

食堂事業者様の課題

- 食事の廃棄を減らすため、週1回、1週間分の食事数を予測。これまで支配人の経験で実施。
- 食事の予測数に対して12:00のPOS実績から食事数を見直す。それでも作りすぎる食事が出たり逆に足りなかったりということが起きる。
- 予測が上振れは食事の廃棄に繋がり、下振れすると予定していたメニューが提供できず魅力度が下がる。

メール配信の例

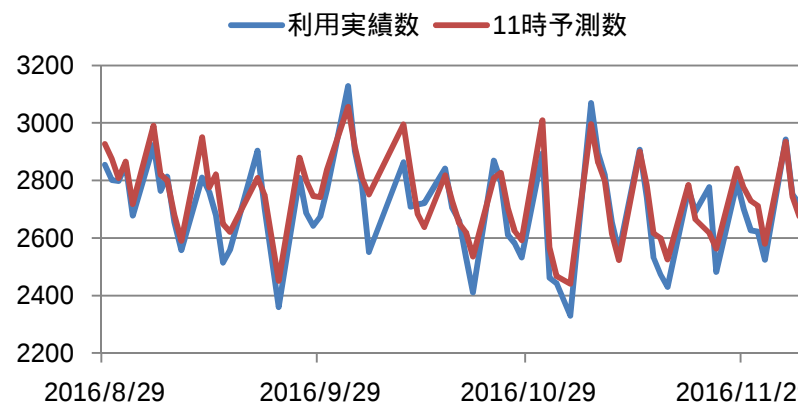
=====
川崎SCC食堂利用予測(2016/12/12(月) 10時)
=====

● 通常日

川崎SCC食事数予測 (10:00時点)

在館人数	: 5919名
利用率予測	: 48.0%
利用数予測	: 2841食

予測と実績



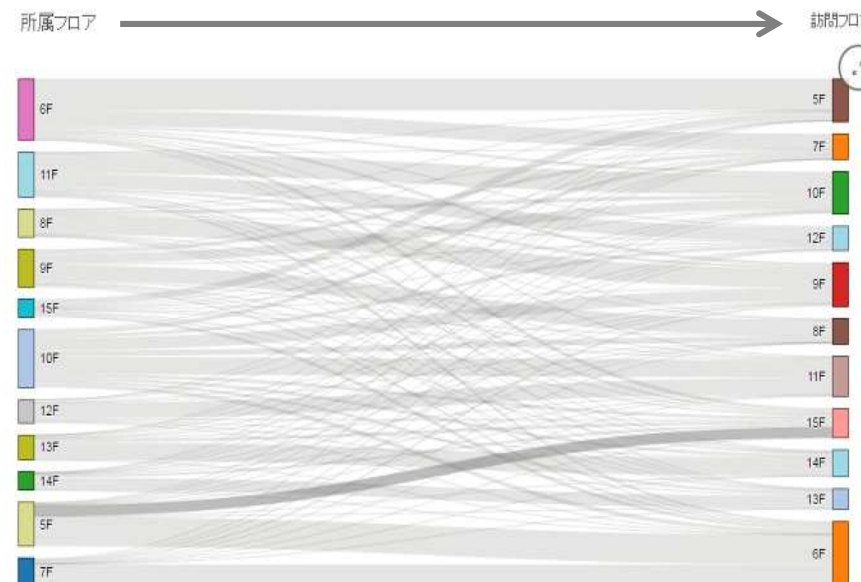
ビルの運用状況に関する分析例

「所属フロア」の識別と訪問フロアの分析



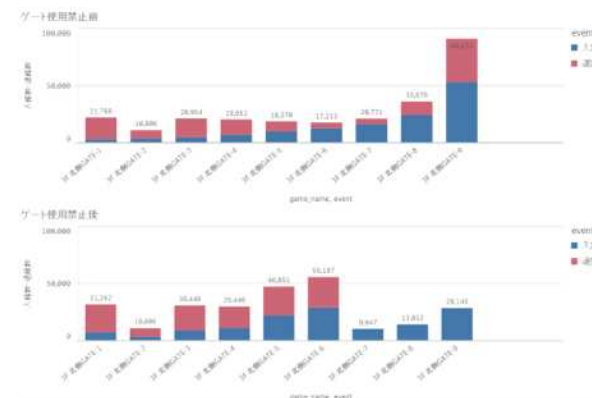
各IDのゲート出入りデータから、一番出入りの多かったフロアを各人の「所属フロア」・「所属ゾーン」として識別

所属フロア以外への出入りを分析し、ビル内での移動の状況を可視化



ゲートの稼働率平均化

ゲートを一時閉鎖することで利用状況（ゲート開閉数）を平均化

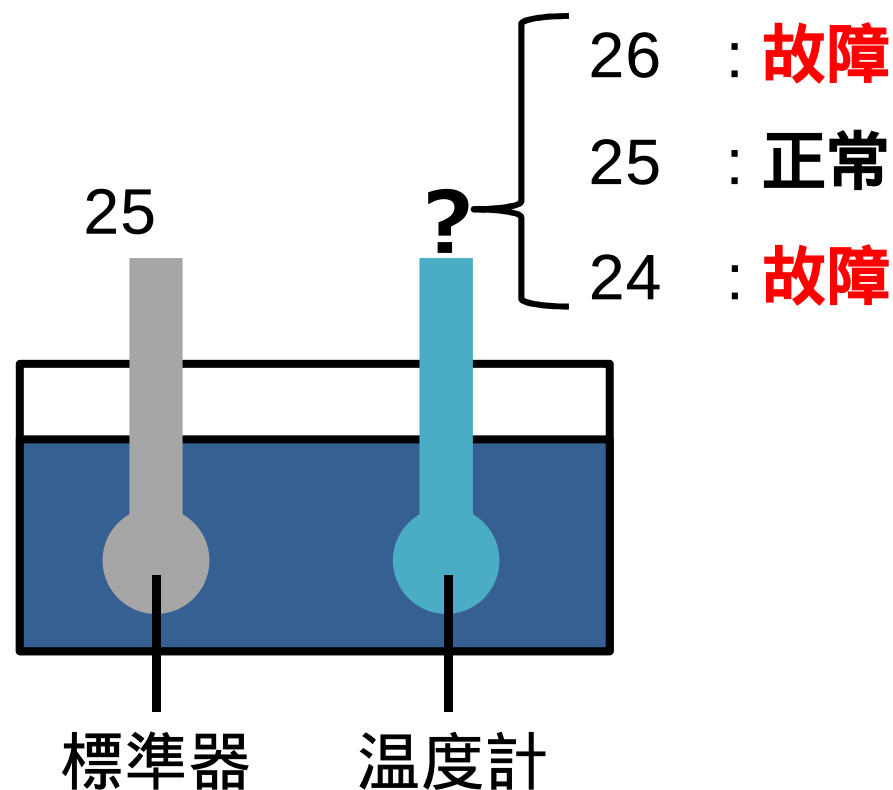


保守・メンテナンスの視点からの分析例

センサ異常診断（温度センサのドリフト異常）

ビル空調に付随するセンサの計測値異常を特定し、効率良く省エネ性と快適性を維持

センサドリフト：センサ（温度計等）の指示値がその標準器の指示値と**定常的に異なる異常（センサバイアス）**



現状，点検作業員がセンサのある場所まで直接足を運んでいる．
3人で丸1日作業して10個程度しか点検できないこともある．

温度センサのドリフト異常診断の背景

- ◆ センサの計測値に定常的誤差（ドリフト異常）が発生
- ◆ システム全体のエネルギーロス、性能劣化、やがては故障
還気温度センサー1 の誤差で夏期約7%の損失(シミュレーション推定値)
- ◆ 個別センサ異常（誤差）は微小なため、閾値などでは検知困難な上、フィードバック制御で見かけ上正常値に見える
多点同時計測・分析でないと異常の判別不可能

設定値 : 26
計測値 : 26
真の室温 : 24

設定温度になるように
制御するため、
室温の計測値は変化なし

ファン出力を上げ、
空調した空気を
多く供給

増工ネ

多くの冷水を流し、
冷えた空気を供給

増工ネ

複数のセンサ値の
関係から初めて
異常がわかる

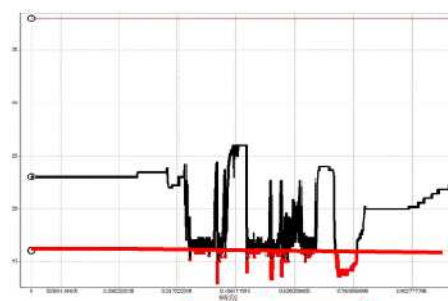
室温センサにドリフト異常がある場合

個々のセンサを
単独で評価しても
異常はわかりにくい

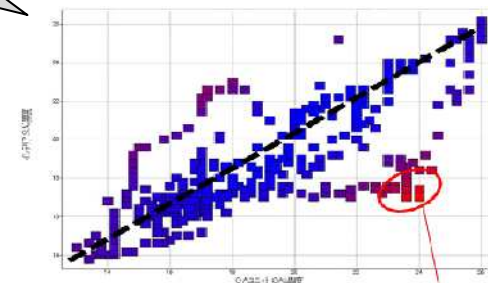
センサ個別判定：
上下の閾値判定

異常か否かの
判断が難しい

センサ個別判定：
回帰分析



異常判定



異常判定

現状のセンサ遠隔診断の方法

温度センサのドリフト異常の診断方式

～機械学習を用いたセンサ誤差の診断～

正常時のデータを常時監視、センサの‘変化’を検出し、‘怪しい’センサをレベル順に抽出する。

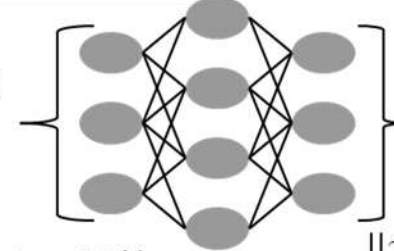
学習フェイズ



各季節の
正常パタンの
モデル学習

AutoEncoder(AE)

入力
 x



出力
 $\tilde{x}$

ニューラルネットで誤差
が最少になるように学習

$$\|\tilde{x} - x\|_2^2$$

運用フェイズ



診断データの
モデル誤差分布計算

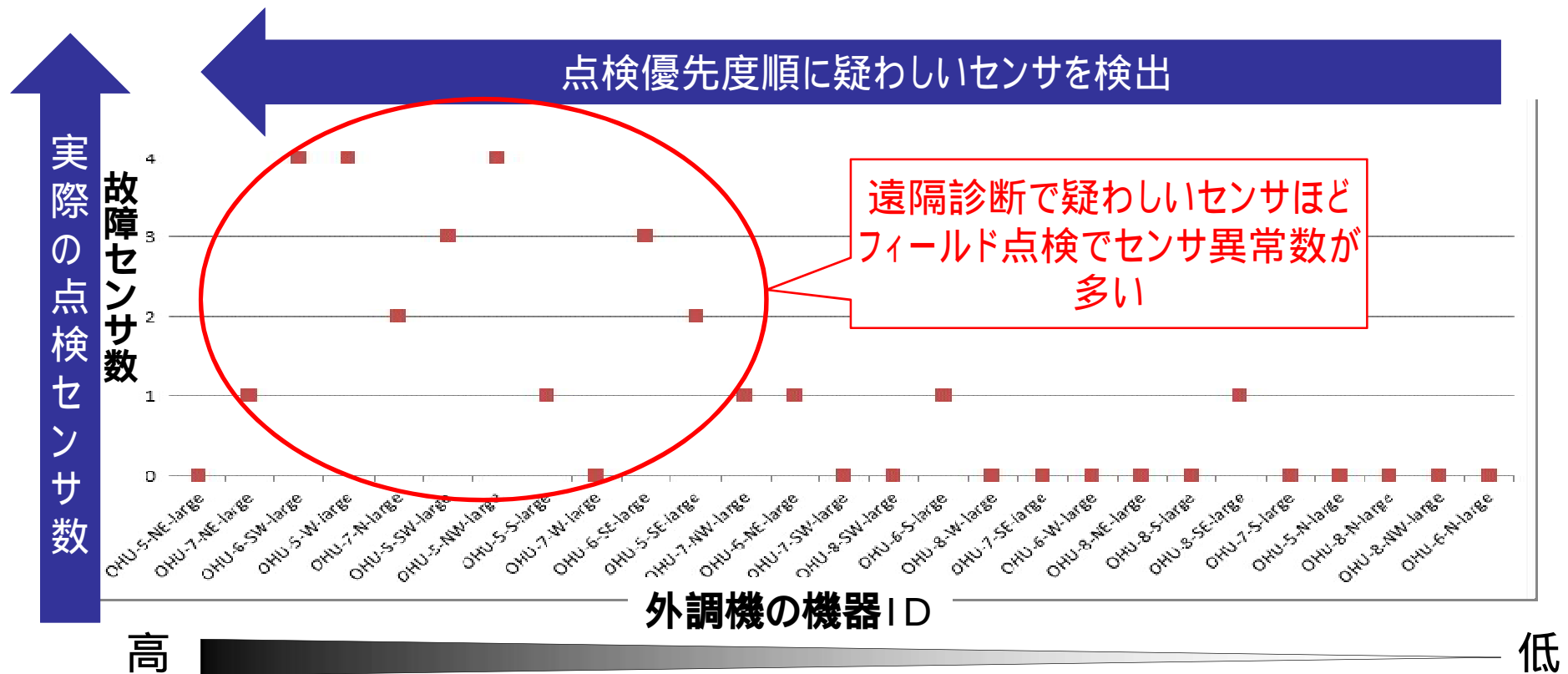
類似度算出

運用時データの
正常度スコア算出

特徴： 一度に数百～数千点のデータを処理する。
センサ間の相関関係、因果関係のわずかな変化を検出する。

センサ群診断結果検証

- ・空調設備周りのセンサデータ群を遠隔監視し、センサ誤差(バイアス)を推定
- ・推定誤差の大きい順に点検対象機器を並べ替え、点検優先順位を決定
- ・点検優先順位と実際の点検で発見された誤差を伴う異常センサに相関関係を確認
- ・従来の無作為の点検に比較し、点検作業効率の改善、故障対応の迅速化を実現



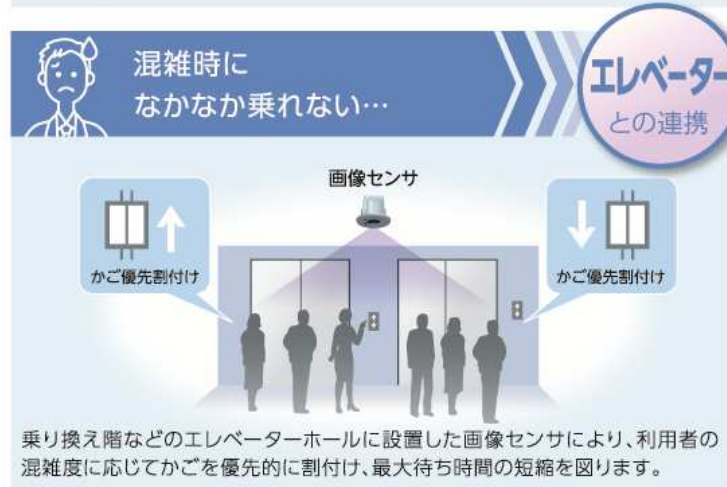
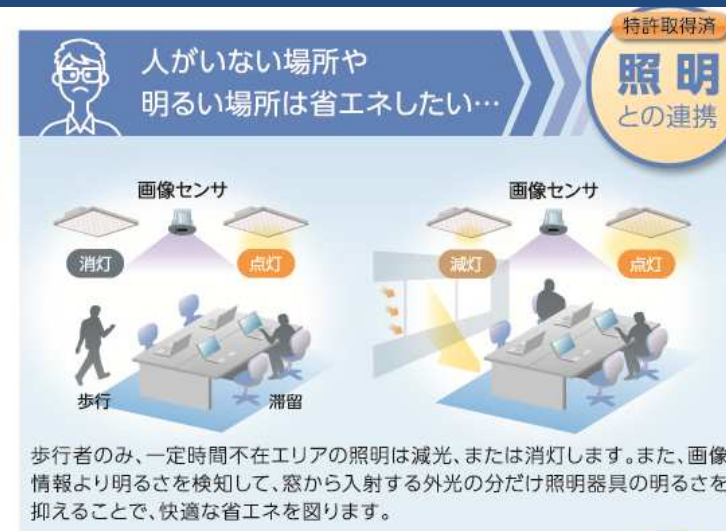
試算された点検優先順位(遠隔監視データによる診断結果)

ビルにおけるセンシング



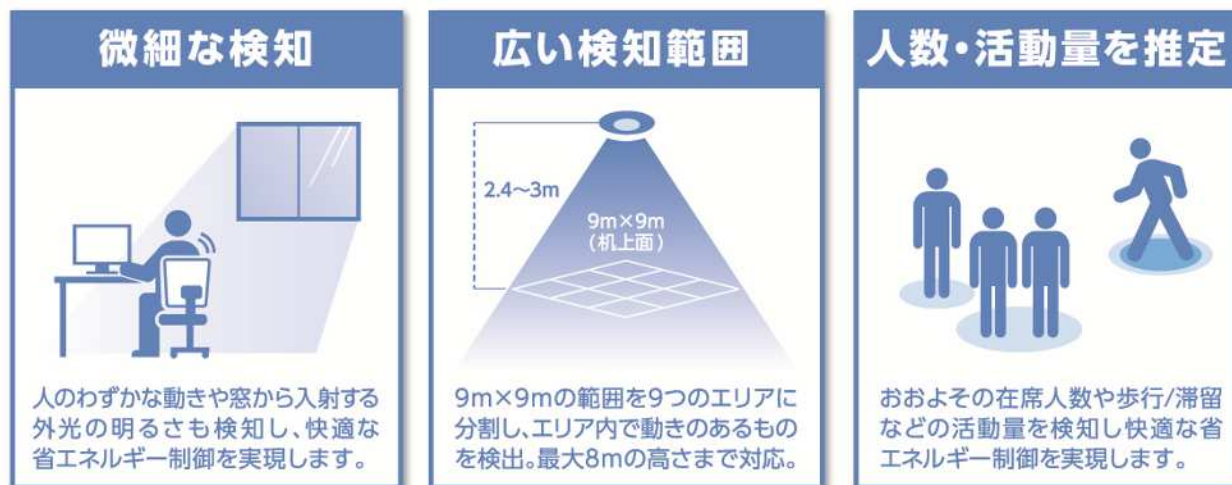
画像センサ

高度な画像認識技術を用いた画像センサにより在/不在の他、推定照度、推定人数・活動量、歩行/滞留など多彩な情報を取得し、照明・空調・エレベーターの連携制御や防犯・防災に活用



画像センサの開発コンセプト

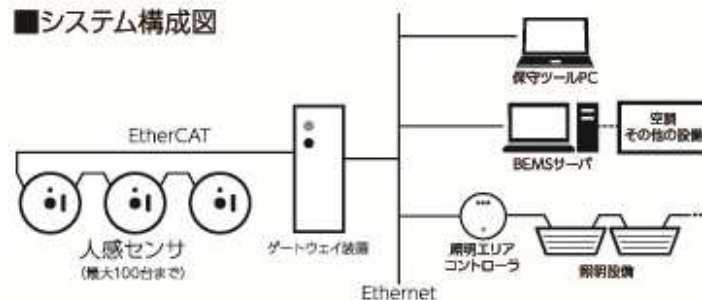
高性能・低コスト画像処理チップVisconti2により高付加価値なセンサを開発



■機能について

1. 本センサは、画像認識技術を使用した人感センサです。
画像認識プロセッサには東芝製Visconti™を搭載しています。
2. 天井に取付け、在/不在・歩行/滞留・推定照度・推定人数・活動量等の情報を取得する装置です。取得した情報は、ゲートウェイ装置を介して、照明やエアコンの制御情報に使用します。

■システム構成図



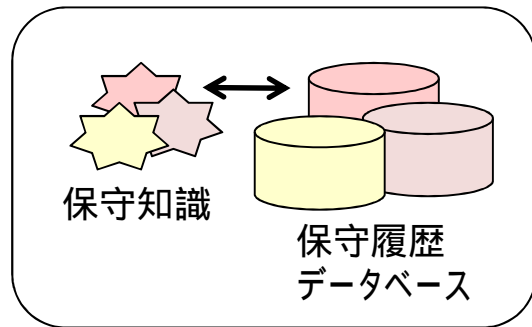
スマートアイセンサマルチ

※T/Flecs導入済のシステムでは、BACnetを介さずゲートウェイ装置と照明エリアコントローラを直結できます。

保守関連の分析と最適化 －昇降機で開発中の事例－



寿命モデリング技術



TBM寿命モデル：Time Based Maintenance

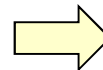
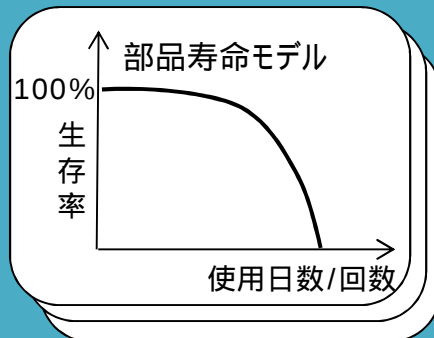
使用日数 / 使用時間に基づいて交換時期を決める

CBM寿命モデル：Condition Based Maintenance

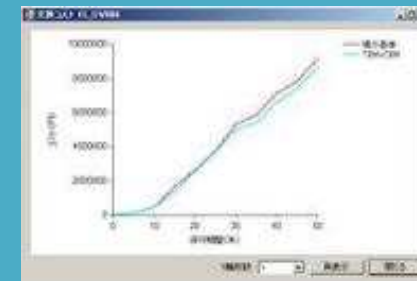
機器の使われ方を考慮して交換時期を決める



生存時間解析

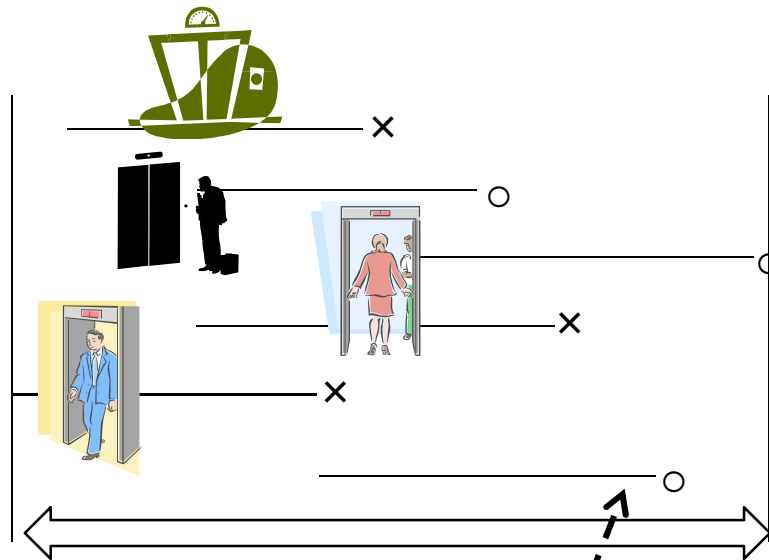


部品交換計画最適決定のためのシミュレーション機能



CBM向けの生存時間解析

部品交換履歴データ



Observing period

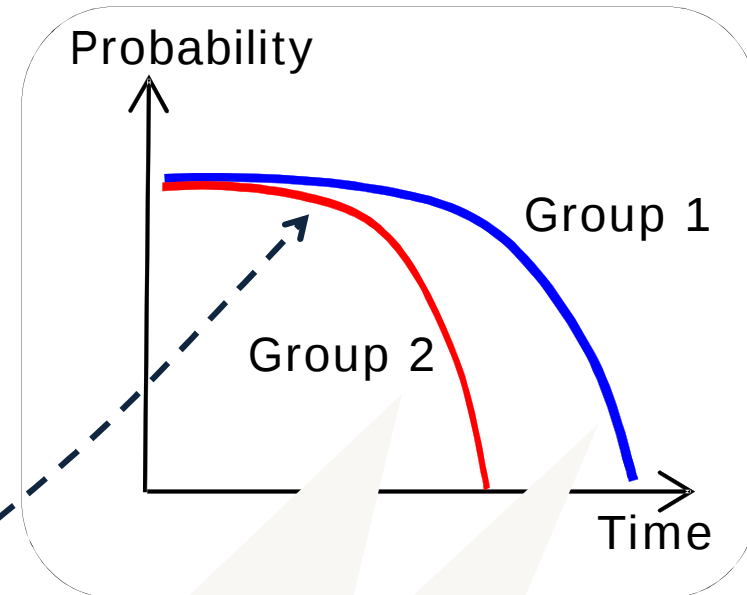
× : 故障

○ : 打ち切り

設備属性の反映 :

- 速度, 建物高さ, エリア, ...

← 設備データとセンサデータを利用



異なる故障傾向を示す設備グループ

統計的な処理でグループを自動選択

故障率の故障率計算とコスト計算

全設備でのシミュレーション → 属性クラスタリングの導入

10万台の設備属性の典型パターン

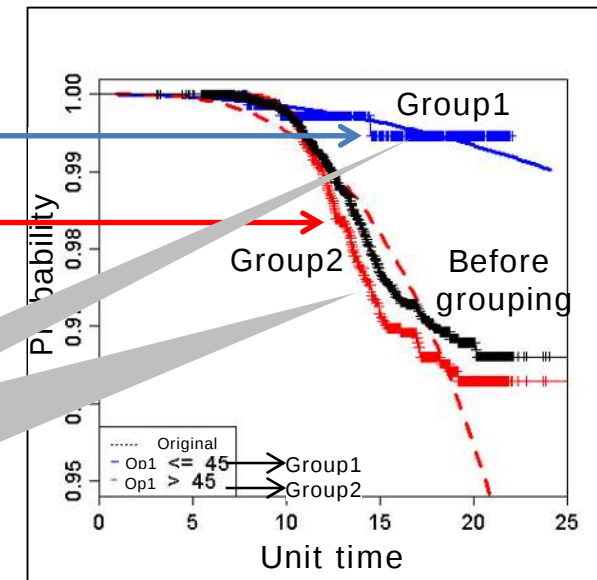
pattern	Op1	Op2	Op3	ratio
1	45	3.73	69.30	0.049
2	45	4.15	334.67	0.111
3	45	nan	nan	0.000
4	45	11.67	726.33	0.001
5	60	5.60	125.95	0.177
6	60	6.58	488.94	0.313
7	60	11.11	167.33	0.002
8	60	12.31	481.27	0.057
9	90	6.62	241.10	0.064
10	90	7.62	734.22	0.083
11	90	12.45	254.02	0.012
12	90	13.09	761.06	0.043
13	105	7.72	359.72	0.033
14	105	8.19	982.45	0.030
15	105	14.00	383.05	0.005
16	105	13.54	1035.11	0.019

Group 1

Group 2

異なる交換
インターバルを
設定可能

生存曲線： Group 1 , 2



故障率： pattern s

$$F_s(x) = \frac{(1 - \Pr_k(x))}{x},$$

保守コスト： pattern s

$$C_s(x_k) = C_{s,0} \times N(x, MP)$$

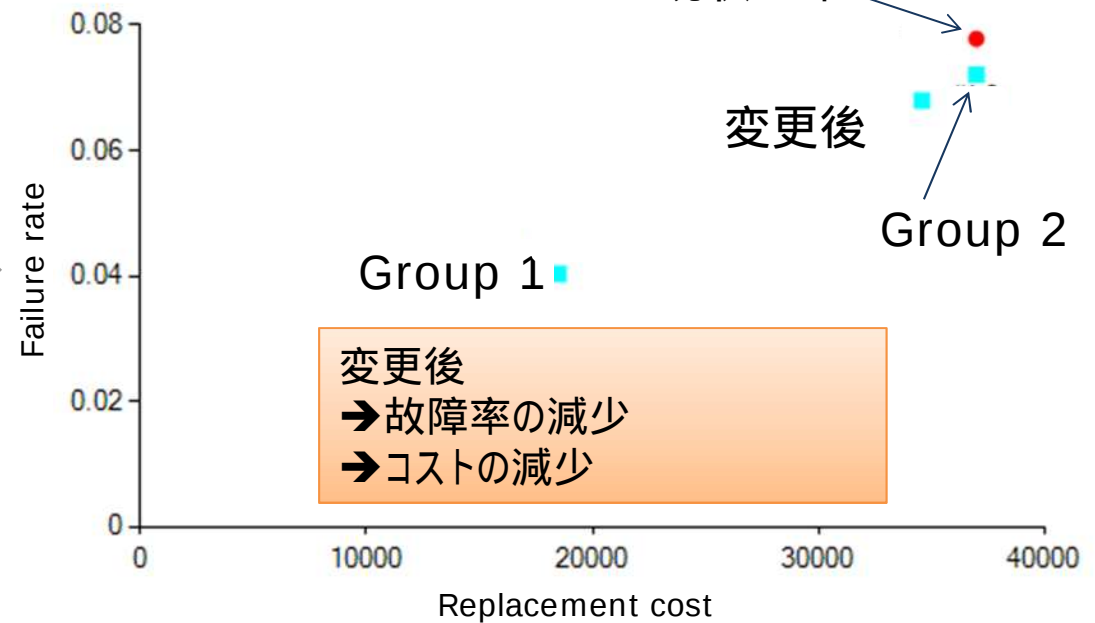
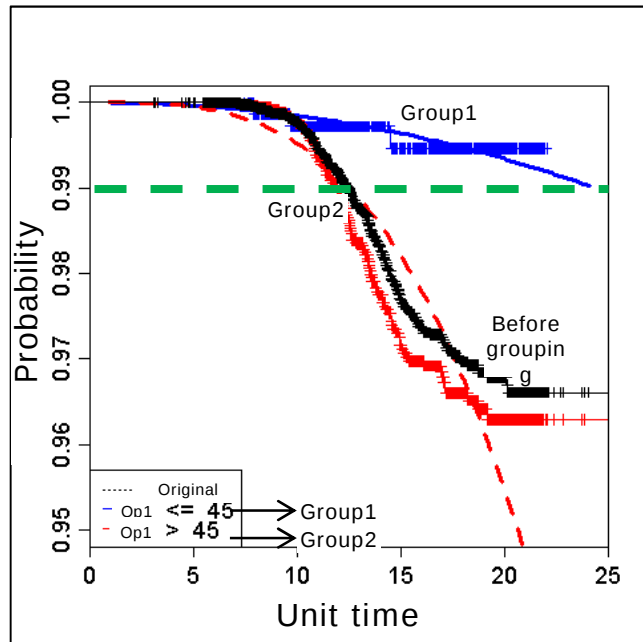
x: 交換インターバル

MP: メンテナンス時期

トレードオフ

モンテカルロシミュレーションで
コストとリスクのトレードオフ分析
を実施

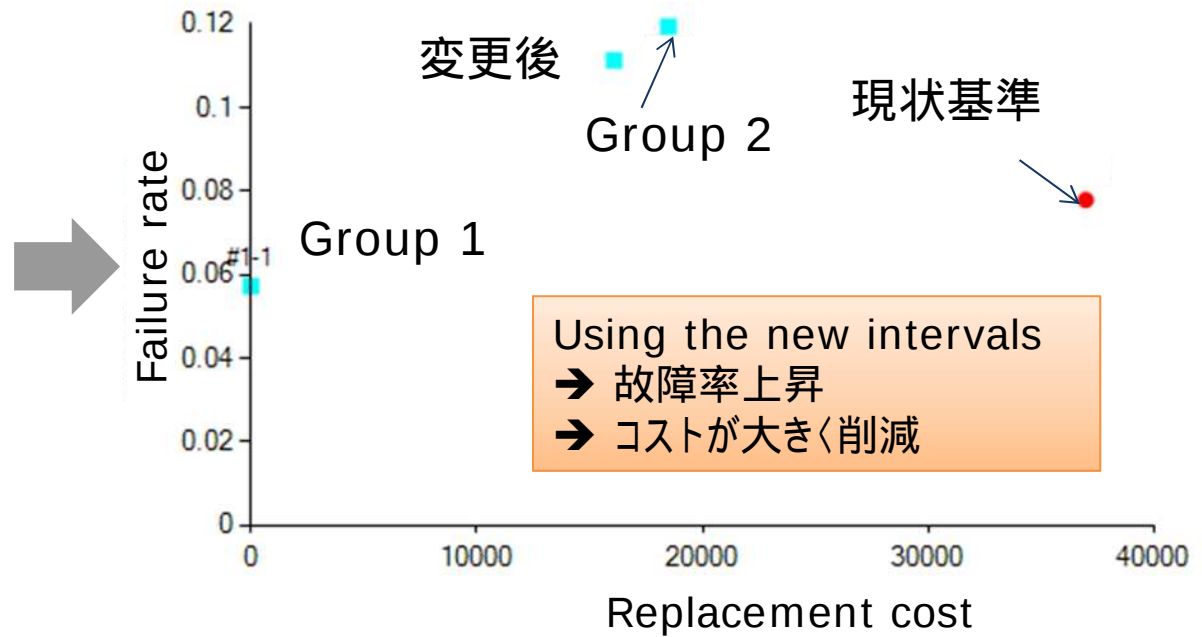
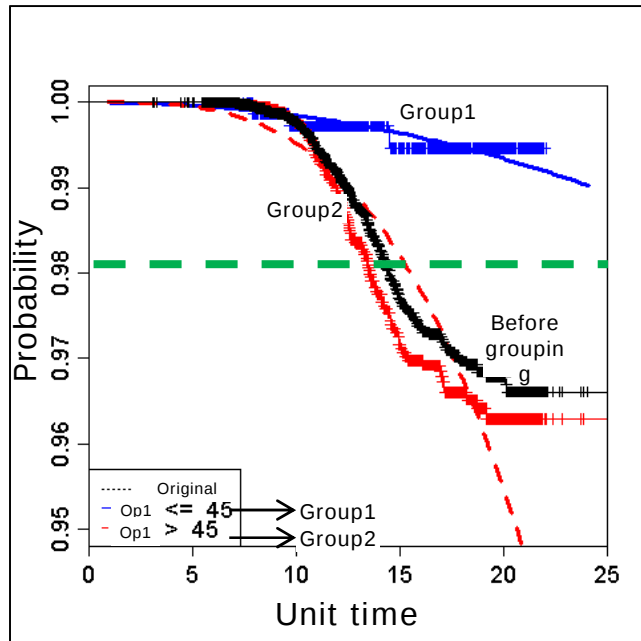
トレードオフ分析1



- 現状 : 13 単位時間
- 変更後 : Group 1 → 24単位時間
Group 2 → 12単位時間



トレードオフ分析2



- 現状 → 13 単位時間
- 変更後 : Group 1 → 33単位時間
Group 2 → 15単位時間

その他の取り組み事例

ービル設備点検支援サービスー

ー知能ロボットー



ビル資産管理支援ソリューション 設備点検支援サービス

Sharepo

設備点検支援サービス“Sharepo[シェアレポ]”は
管理業務、現場作業の支援・効率化に貢献します。

タブレットを活用した新しい設備点検支援サービス“Sharepo”の特長



現在お使いの帳票をそのまま
タブレットで使えます

使い慣れた紙点検・検針帳票がそのままタブレットの電子帳票になります。手書きの紙帳票の良さはそのままに、ペーパーレス化に貢献し、使いやすさが格段に向上します。



簡単入力操作による誤検針防止
と即時の異常検知

画面上での項目選択、手書き文字の自動変換、音声認識による自動入力、カメラ画像の自動取り込みなど多岐にわたる入力データを過去のデータと照合することで、即時に異常を検知しアラートを画面上に表示でき、入力ミスが削減されます。



データ入力から出力までをワンストップ
でシームレスに実行

端末に入力したデータはそのままデータベースに保存され、データを都度サーバに移す必要はありません。また、報告書を自動作成し、データ共有も即時可能なため、現場での点検・検針から社内での報告・データ管理までをシームレスにつなげます。



豊富な管理機能

帳票作成・更新以外にも点検計画の策定やユーザ管理などの事前準備から、点検結果の承認やクレーム情報の蓄積などの事後処理まで、管理者のニーズにも対応しています。

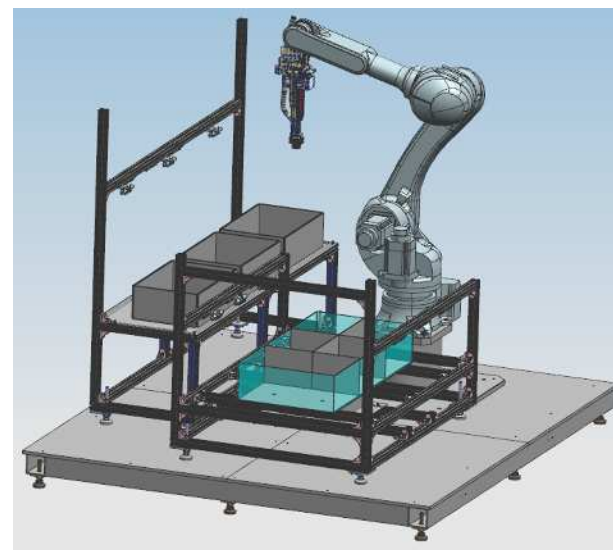
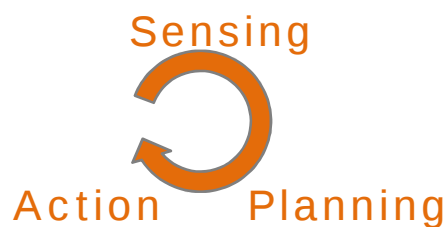
Sharepo [シェアレポ] 「Share (共有)」と「report (報告)」をまとめた略語です。担当者の(報告: レポート)に基づく情報をクラウド経由で蓄積し、関係部門と(共有: シェア)して活用する意味がこめられています。

郵便・物流分野における知能ロボット

- 非定型業務を対象に、既存のソータ機器とロボット関連技術を組み合わせ、様々な業務のシームレスな自動化を狙う
- 認識、動作計画、制御等の連携が必要な分野で、多様な要素技術を有機的に活用するためのロボットプラットフォームが重要
- IoTの視点では、実世界とのインタラクションを担う重要コンポーネント



自動荷降ろしロボット



アマゾンロボティクスチャレンジ出場による開発加速

7/28～30@名古屋

まとめ

- ビル分野などの社会インフラにおけるIoTを活用したソリューション・サービスの視点から、どのようなデータが収集され、どのように分析され、活用させるかを紹介
- 監視制御システムは、インフラ系のIoTシステムの出発点として活用できる
- センサデータなどの時系列データに加えて、画像データや、保守履歴データなど、目的・必要性に応じて多様なデータを活用する
 - 業務支援ツールなども、IoTシステムの視点からはセンサとして機能しうる。
- 画像センサや知能ロボットなど、実世界とのIFとなる機器は、機器内部での処理と、上位系との連携のバランスが重要

TOSHIBA

Leading Innovation >>>