

LONMARK SESSION 2018 東京

森ビルが考える、これからのBASに対する取り組み



森ビル株式会社
設計部 設備設計部

第一部

- 森ビル BASの歩み 新築編 & 改修編
- BAS通信プロトコルについて
- フィールドバス動向
- BASビジネスの変化
- 森ビル 今後のBAS構成の基本的な考え方

第二部

- 次世代のBAS考察
- 最適制御 ルールベースAI実装紹介
- 最適制御 ディープラーニングAIの必要性
- ディープラーニングAI活用について 発注者の思い
- まとめ

<BACnet>

1995年 ASHRAE規格化

2003年 ISOとして規定

2018年
アズビル savic-net G5
販売開始

<LonWorks>

1998年
LON研修会開催
(森ビル主催)
ゼネコン・サブコン・メーカー30社参加

2002年
NTTデータ
ネットワークインテグレーション認定

2004年
LONMARK JAPAN設立

2011年
Ken Oshman 死去

2005年
ジョンソンコントロールズ標準採用

2000

2001

2003

2012

2013

2014

2019



後楽森ビル

愛宕グリーンヒルズ
MORIタワー

六本木ヒルズ
森タワー

仙石山森タワー

アークヒルズ
サイトタワー

虎ノ門ヒルズ
森タワー

虎ノ門一丁目
計画

9,500点

45,000点

160,000点

60,000点

50,000点

130,000点

12月竣工予定
150,000点

高砂熱学工業

三機工業

自動：三機工業
中央：高砂熱学工業

三建設備工業

高砂熱学工業

新菱冷熱工業

三機工業

横河電気
DUONUS

三機工業がBA専門部署
を創設
インテリジェントGW (IG) を
開発

バルブ・ダンパ・アクチュエータにユニ
ンチップ搭載

三建設備工業がBA
担当を専任
Webで遠隔監視

全てのハード・ソフトに日
本製採用

Lon works
集大成

メーカーBSAと融合
したマルチベンダー

LonWorks

総計 21棟 延床面積180万㎡ 監視点数 650,000点

BACnet

1986

2000

2001

2003

2011

2015

2018



アーク森ビル
1986年竣工
三機工業
山武・ハネウエル

シングルベンダークローズ

2005年リニューアル
SI：三機工業
SCADA:Web Access

マルチベンダーオープンシステム（フィールド：LON）

区画リニューアルの度に新システムへ順次
移行中 2018年現在 85%改修完了



後楽森ビル オープンシステム
2000年竣工
SI：高砂熱学工業
中央監視：沖電気
GW：DUONUS（横川電機）

2011年リニューアル 高砂熱学工業（元請：同上）
工期：約1年
SCADA:Web Access
GW:三菱PLC
フィールドデバイスは既設利用



**愛宕グリーンヒルズ
MORIタワー** オープンシステム
2001年竣工
SI：三機工業
SCADA:In Touch（キャノンシステム）
GW：汎用BoxPC（アドバンテック）

2015年リニューアル 三機工業
工期：約1.5年

SCADA:Web Access
GW:汎用BoxPC（IEI）
AHU-DDC以外のデバイスは既設利用



**六本木ヒルズ
森タワー** オープンシステム
2003年竣工

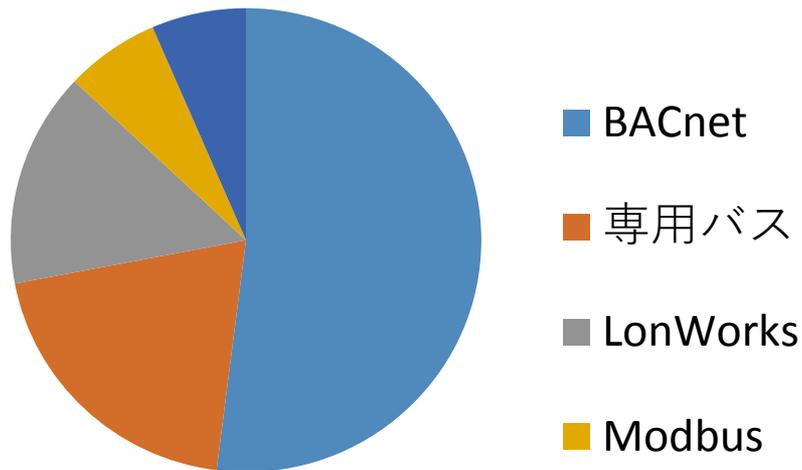
2014年～2018年
空調自動制御機器更新

AHU-DDC更新
スマートCON⇒EM・システム技研

中央監視：高砂熱学工業
自動制御：三機工業
SCADA:Citect（富士電機）
GW：BoxPC（アドバンテック）
ZC：BoxPC（コンテック）

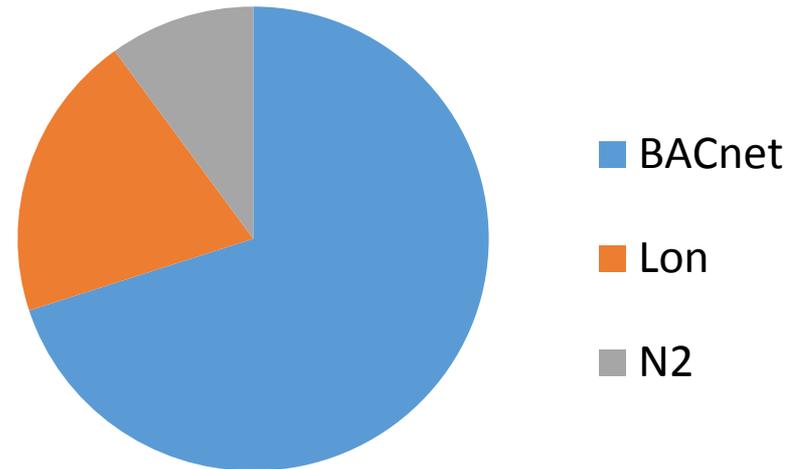
2019年～（4～5年）
空調・電気BAサーバ更新

BSRIAが調査した通信プロトコル採用率
(グローバル 2014年)



BSRIA : 建築サービス研究情報協会 (英国)

ジョンソンコントロールズ 機器出荷割合
(グローバル 2014年)



- 1990年代後半 N2標準をLonに変更
- 2005年頃 BACnet MS/TPを標準
- 現在 新築案件は全てBACnet MS/TP

- メーカー独自のクローズな専用ネットワークは何れ消えゆく
- オープンなネットワークはその特徴を生かしたデバイスと共に採用され続ける

ネットワーク	BACnet	Lon Works	Modbus
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・オブジェクト指向のネットワーク ・サービスを実行してデータを読み書きするのに適している 	<ul style="list-style-type: none"> ・ニューロンチップ搭載が必須 ・SNVT（ネットワーク変数）が規定され、相互互換に優れている 	<ul style="list-style-type: none"> ・4種類のファンクションコードで通信する ・容量の小さなデータ通信に適している
デバイス	DDCコントローラー VAV、FCUコントローラー	自立分散制御のLONデバイス	I/Oユニット
考察	フィールドバスの主流になる	今後は改修需要が主流になる	小型化・省コストを期待

- クローズシステムが消えることで クローズ vs オープンの図式は無くなり、今後はメーカー系(シングルベンダー) vs SI系(マルチベンダー)になる
- 図式は変化するがステークホルダーは同じなので、ビジネス戦略の変化が必要

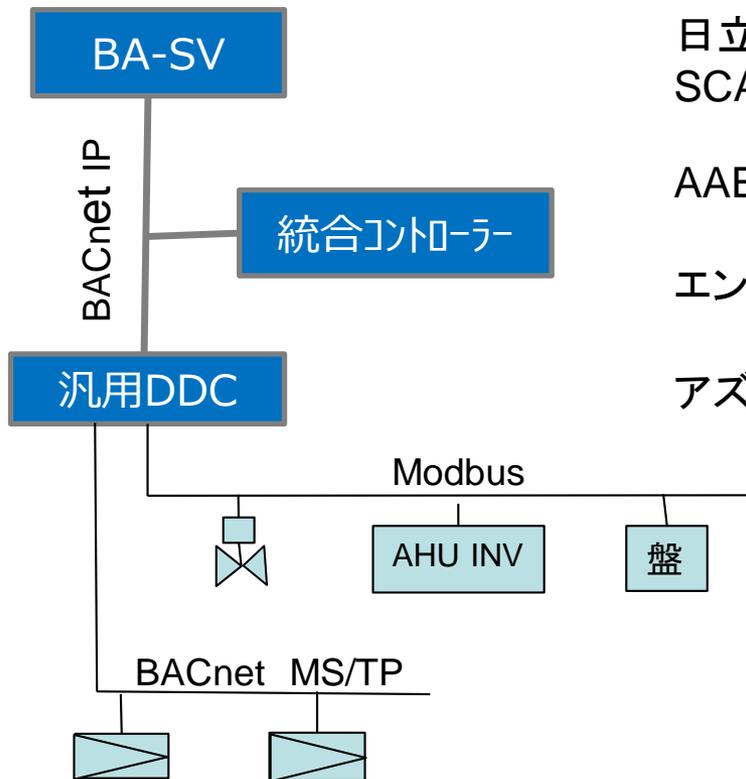
項目	メーカー系	SI系
強み	<ul style="list-style-type: none"> ・設計協力など設計事務所と良好な関係を築いている ・メーカー技術や社員教育を背景にスキルの高い人材が豊富 ・オープンに方向転換したことで将来性や拡張性に優れたシステム提供が可能になった 	<ul style="list-style-type: none"> ・クオリティ重視やコスト重視など自由度が高いシステム提供が可能 ・ICT環境の変化に対応するのが速い ・オープン(マルチベンダー)の便益を熟知している
弱み	<ul style="list-style-type: none"> ・営業努力以外コストダウンの手法がない(自由度が低い) ・自社製品以外を採用する設計が苦手 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計協力する機会が少ない ・人材スキルのばらつきが大きい ・大規模PJでは企業体力に不安がある

※ 上表は演者の個人的な感想です。

森ビル 今後のBAS構成の基本的な考え方

- マルチベンダーオープンシステムを今後も踏襲する
- メーカー系とSI系を融合して性能と自由度の向上を目指す
- 元受けのサブコンにはBAS専任者を設け、SI業務を担当させる

参考：虎ノ門一丁目計画 BAS構成図



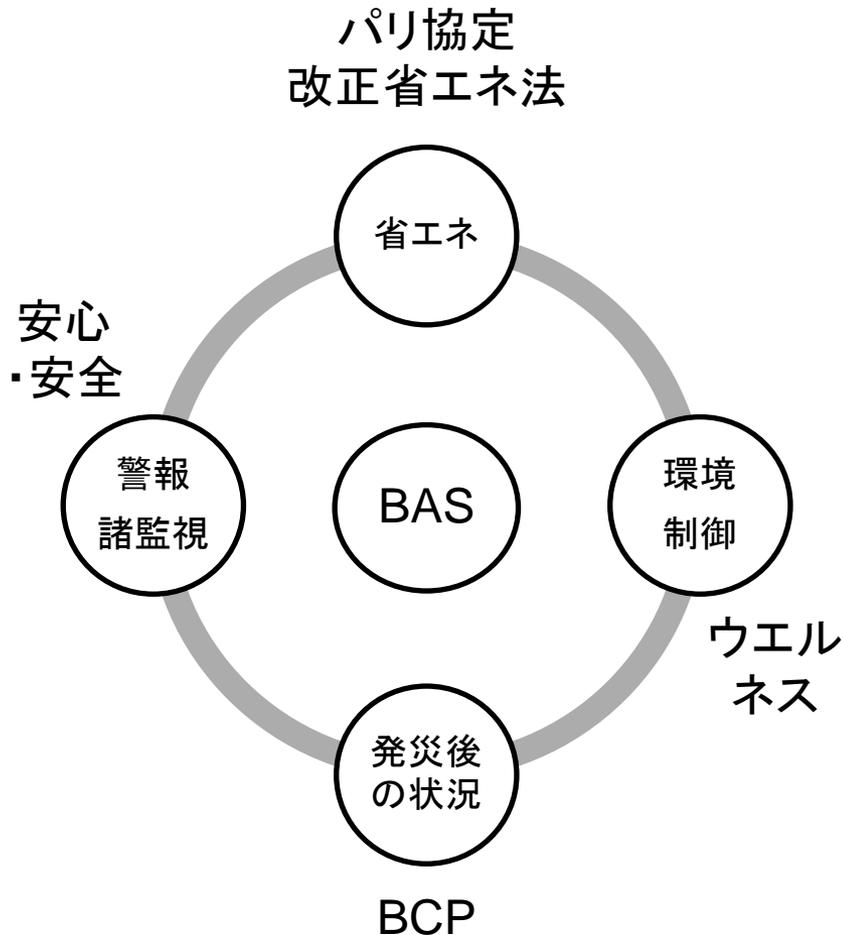
日立産業用サーバー (OS : Windows Server2016)
SCADA : Web Access (ネットワーク・コーポレーション)

AAEON : 産業用組み込みPC
(OS : Windows 10 IoT Enterprise)
エンジニアリング : V-net

アズビル (savic-net G5 ジェネラルコントローラー)

- バルブ : アズビル
- INV : 安川電機
- I/Oユニット : 渡辺電機
- VAV CONT : アズビル、クリフ etc.

BAS機能と社会情勢



BSA機能 期待する進化

省エネ = 最適化制御

AIの活用 ディープラーニングの採用
システム連携 (照明・会議室予約etc.)

環境制御 = 環境センシング

センサー分散化、無線化、低廉化
iPhone個人のヘルスデータ取得

BCP = 発災後の建物状況把握と制御

建物ダメージと残りリソースの見える化
災害時の電力デマンドレスポンス

警報監視 = 不具合検知

機能停止前に不具合を検知する
セキュリティーと連動した制御

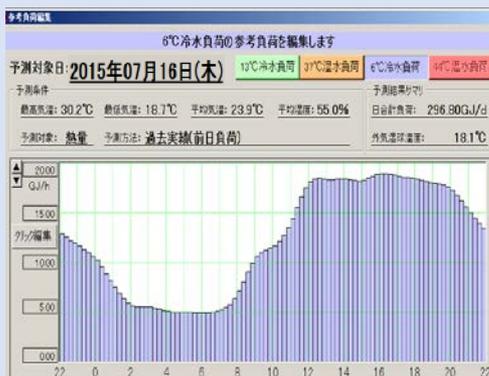
虎ノ門ヒルズ 熱源最適運転システム（ルールベースAI）紹介

概要：インバーター・ターボ＋蓄熱層の熱源システムにおいて、インバーター・ターボの低負荷時にCOPが高い特性を生かし、100%運転蓄熱せず予測した負荷を処理できるCOP最高効率の運転を行う。

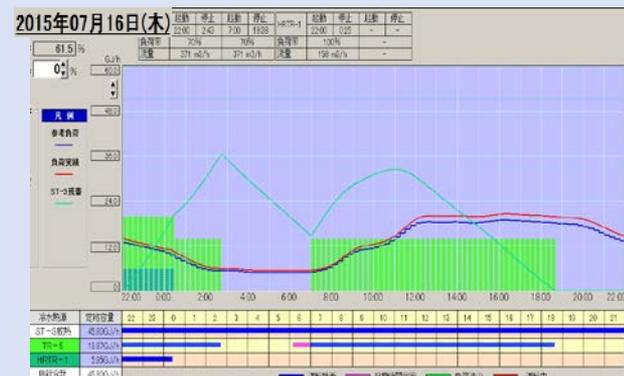
STEP 1 翌日の**気象予報**を入力



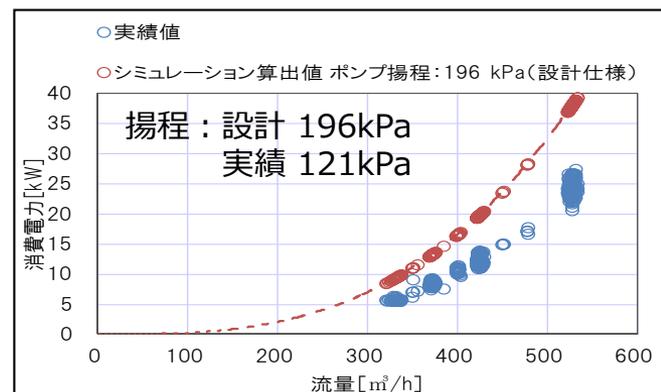
STEP 2 翌日の**負荷を予測**



STEP 3 事前**シミュレーション**で導出した**最適な運転スケジュール**

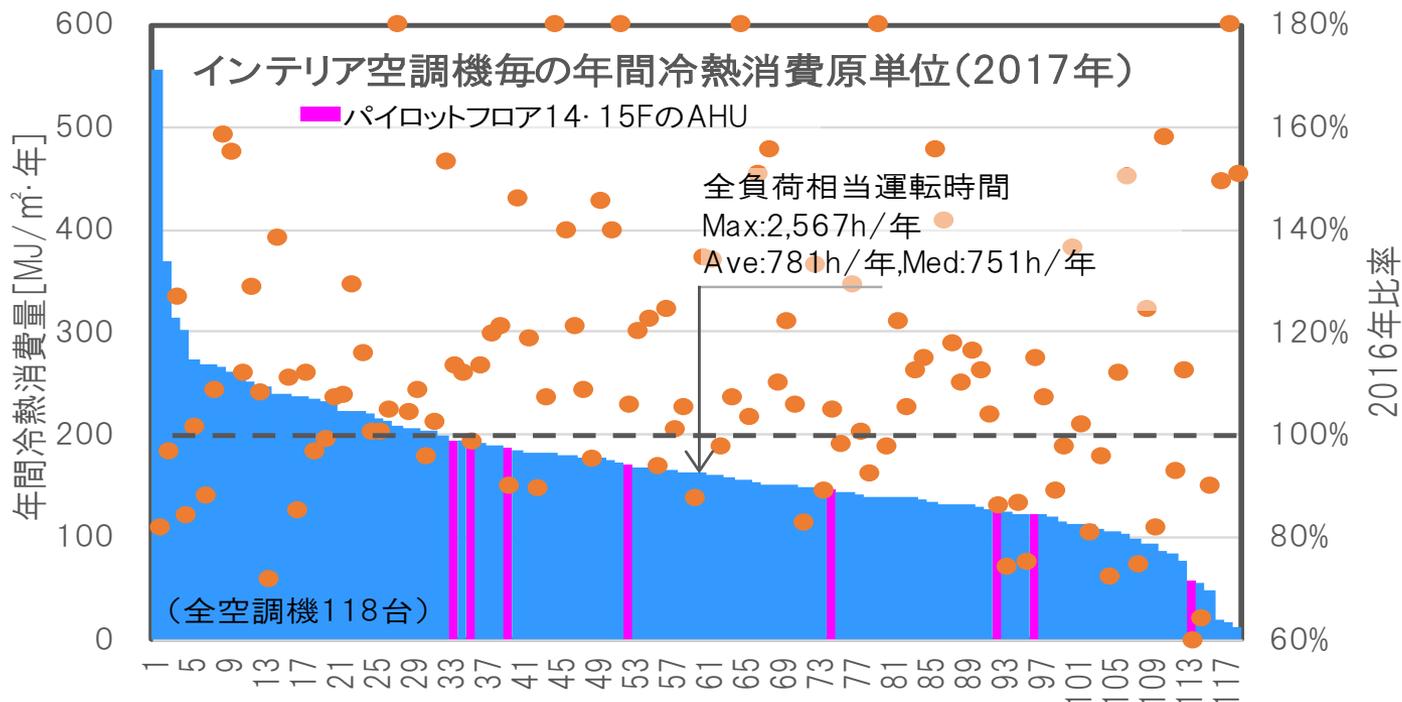


- 効果
- ・年間熱源エネルギー削減量 約 5 %
- 課題
- ・シミュレーションモデルのチューニングは必須事項（右図参照）
 - ・シミュレーションの前提条件が実態と合わない事象が発生する



虎ノ門ヒルズ 基準階空調機の関連データ

- ・基準階の空調機ごとの年間負荷特性分布 (全118台)
- ・空調機ごとの年間負荷比率 (2017年÷2016年)



- 負荷特性と比率共にばらつきが大きい
- 要因分析に必要なデータは何か
- 分析して最適制御を導出できるか

多量で多用なデータを“目的”の影響因子を深層分析するために
ディープラーニングを活用できないか

- **第三次ブームを迎えたAI（ディープラーニング）をBASで活用したい**
 - ・ 熱源など一次側の最適制御は、専門家がルールと知識を記述するルールベースAIの活用で実用化されつつある
 - ・ 大規模ビルの二次側の空調制御は大量なデータを人が分析して最適化するのには困難で、ディープラーニングAIを活用して最適制御のモデル化ができないか
- **空調設備特有のモデル化の問題点**
 - ・ 空調制御の目的関数は時定数が大きく、その間に影響因子も変化し続ける
 - ・ ビルは比較的適応性がある。（室内環境など許容誤差がひろい）
- **AIと制御の両方を理解する技術者がいない**
 - ・ データーサイエンティストや制御プログラマーが協同すればシステム構築可能か
 - ・ モデル化に必要な良質なデーターとは何か（現在のBASデーターで十分か）
- **発注と検収の難しさ**
 - ・ 発注図書としての表現方法が明確化されていない今、適正な競争ができるか
 - ・ 発注図書で効果差分をどの様に表現して、どの様に確認していつ検収するか

第一部

- 過去14年間で、総計21棟(180万㎡)をマルチベンダ・オープンシステム (Lon Works) を建設してきた
- Lon Worksで構築したビルはデファクト・スタンダードの便益を活用して Lonデバイスをマルチベンダーで更新している
- 世界的な市場傾向から今後の新築ビルはBACnetを採用
- Lon Worksは改修・更新で使い続ける
- 今後のマルチベンダー・オープンBASの基本構成を紹介

第二部

- BASを取り巻く社会情勢を分析してBASに期待する進化を整理した
- 喫緊の課題はAI活用と考え、ルールベースAIの実装と課題を紹介した
- BASにおけるディープラーニングAIの必要性を説明し、導入に向けた発注者の思いを整理した