



オーブンプロトコルとビル管理 ～KNXnet/IP解説と事例紹介～

一般社団法人日本KNX協会
相原 直樹

www.knx.org

内容

1. BMSの動向とオープンプロトコル
2. KNXシステムの概要
3. KNXnet/IP概説
4. オープンプロトコル環境の統合BMS
5. KNXとBACnet
6. KNXnet/IPを使ったBMS事例紹介
7. 新しい技術

オーブンプロトコルとビル管理

BMSの動向とオーブンプロトコル

ビル管理市場の拡大と変容

省エネ規制の強化、ビル管理市場の拡大のきざし

- 日本の改正省エネ法
- 欧州のEPBD指令、BACSへのエコデザイン指令適用
- 米連邦ビルのLEED認証義務化

新しい技術のトレンド

- IoTによる高度な連携、コネクテッドビルディングの実現
- クラウド連携、AIによる新たな付加価値の創造
- システム間連携による高度な制御

ビル・ホームオートメーションへの新たなプレイヤー参入

- IT系企業の参入に伴うエコ・システムの拡大



オープンプロトコルのメリット

- ・ 膨大な数の既設物件
- ・ マルチベンダー環境で安く、良いものが手に入る
- ・ 特定メーカーの縛りのない、持続的システムが構築可能
- ・ 適材適所で、製品が選択可能



オープンプロトコルのデメリット

- ・ 全てを一社に任せられない不安
- ・ インターワーキング問題の責任所在？
- ・ 実際の所、マルチベンダー製品はあるのか？
- ・ マルチベンダーに対応できるインテグレータはいるのか？



KNXの特徴と動向

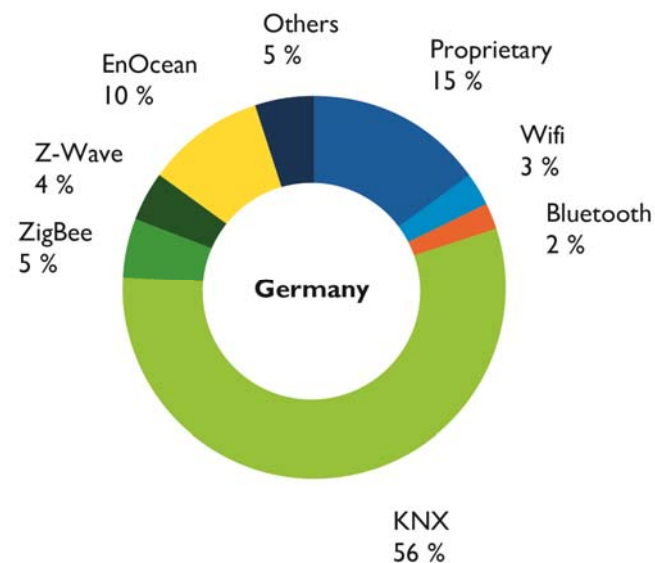
- ・ 400を越すベンダーと7000種を越す製品の存在
- ・ あらゆるソリューションに対応、特に照明に強み
- ・ 異ベンダー間製品でもほぼ完璧な相互接続性
- ・ インテグレータを育成するトレーニング制度の存在
- ・ ビル用管理プロトコルとしてKNXnet/IP(KNXのIP版)がISOの規格採用に向け審議中

オーブンプロトコルとビル管理

KNXシステムの概要

KNXシステム

- 欧州由来のオートメーション規格
1990年EIBとして制定、1999年に欧州統一規格となる。さらに2006年にISO規格として採用。
- 高い市場シェア
欧州を中心にスマートホーム、ライトコマーシャル市場で高いシェアを持つ。
- KNXシステムの規模
3層アーキテクチャにより50,000以上のデバイスを含むシステムまで対応。
- 通信メディア
ツイストペア(TP)、パワーライン(PLC)、無線(サブギガ)、IPに対応。



KNXシステムの特徴

- 認定デバイス同士の相互接続性はほぼ100%
- トレーニングを受けた認定インストーラが多数(7万人以上)存在
- 450+のベンダーより7,000品種を超える多種多様なデバイス
- 4種類のメディアで、物件状況に応じた構成が可能
- BACnet、LonWorks、Modbus、OPC、DALI、EnOcean他各種ゲートウェイが豊富に存在、外部システムとの連携が容易
- 欧州を中心にスマートホーム、ライトコマーシャル、ビル等へ圧倒的シェアの実績あり
- IoT対応、セキュリティ強化、デマンドレスポンスへの対応等、新しい技術に対応し、進化を続けている

抜群のデバイス間相互接続性

唯一無二のエンジニアリングツールETS

- 特定のメーカーに異存しない、エンジニアリングツール
- 共通サーバで統一管理される全メーカー、全デバイスのデータベース
- デバイスの開発から設備設計、コミッショニング、障害時の診断やトラブルシューティング等、あらゆる場面で使用される唯一のツール

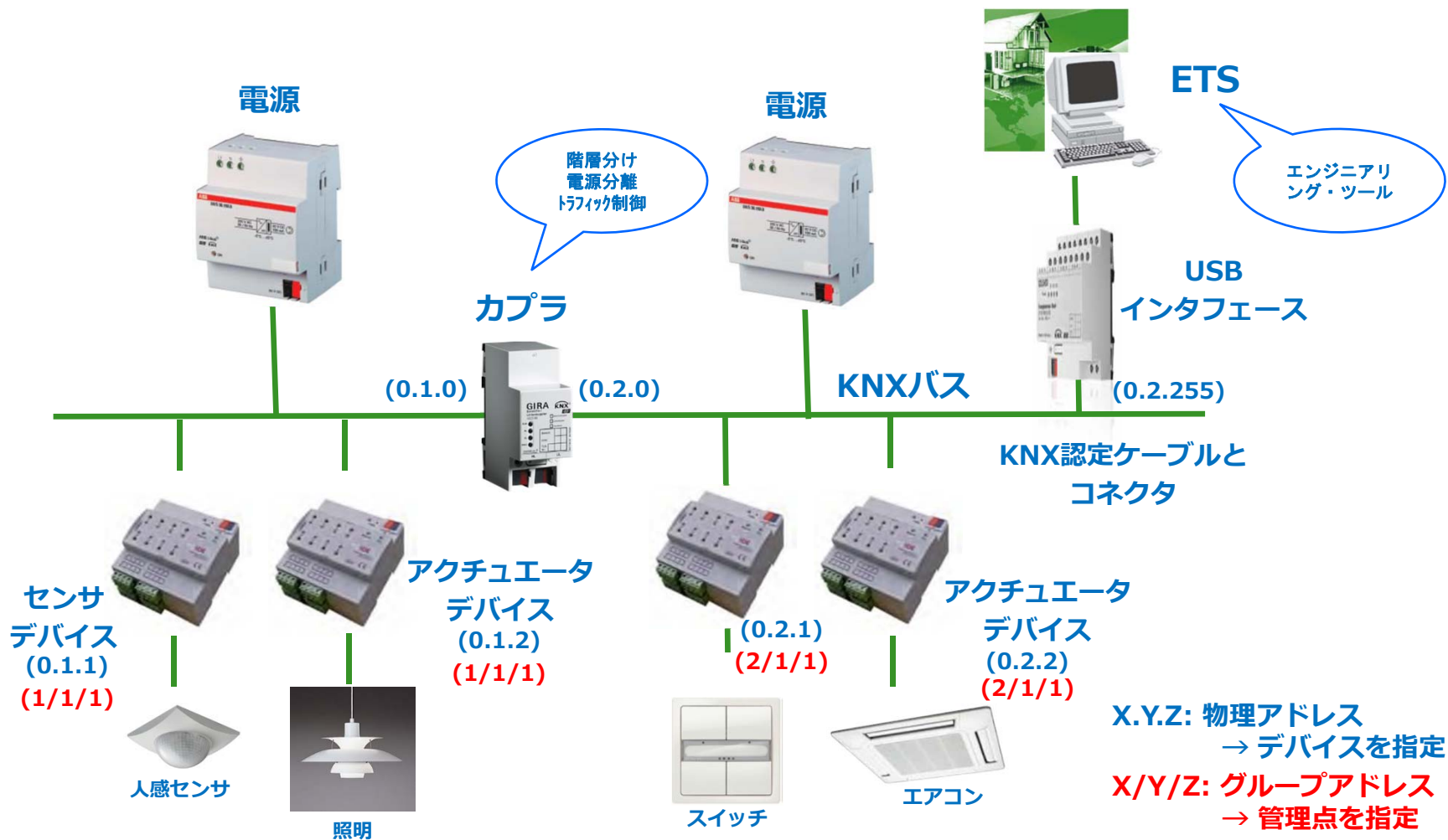
データの厳密な型定義

- データの厳密な型定義 (DPT)による齟齬の回避
- ETSによるバインディング時、自動型チェック

DPT(データポイント型)の例：1ビット

ID	名前	エンコーディング
1.001	DPT_Switch	0/1=オン/オフ
1.002	DPT_Bool	0/1=偽/真
1.003	DPT_Enable	0/1=無効/有効
1.004	DPT_Ramp	0/1=ランプ 無/有
1.005	DPT_Alarm	0/1=アラーム無/有
1.006	DPT_BinaryValue	0/1=低/高
...

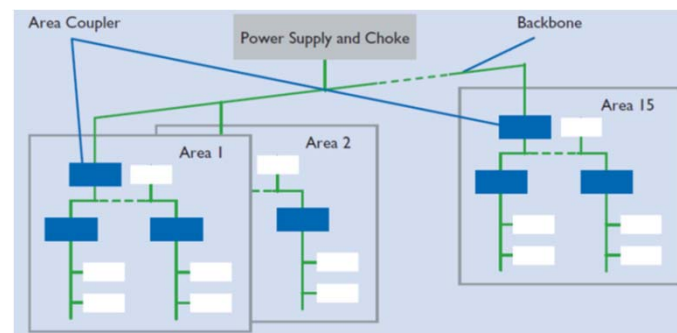
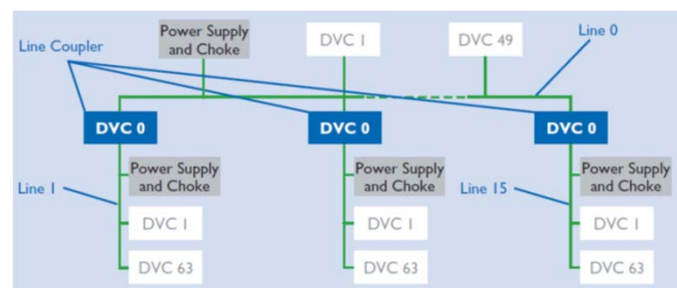
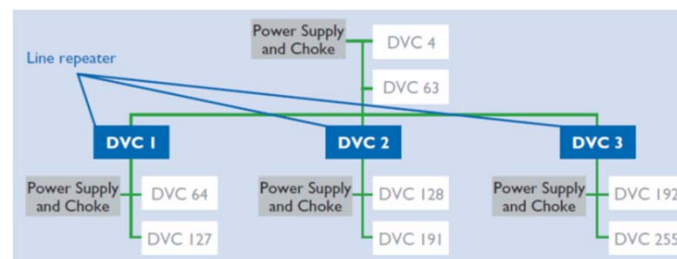
KNXシステムの基本構成



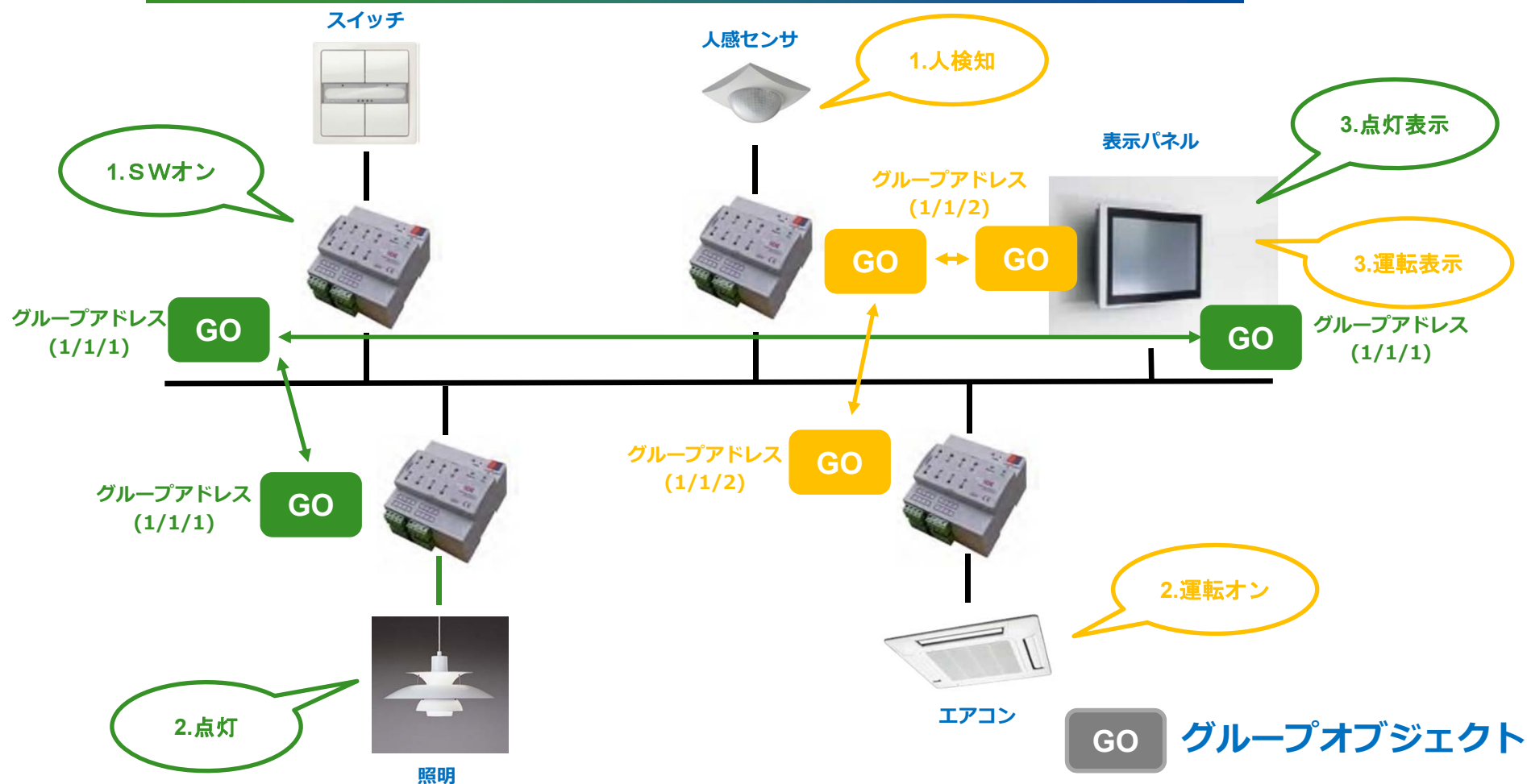
KNXトポロジーツィストペア

ライン、エリアによる3層構造

- **ライン**
 - 最大255デバイス
 - 電源、リピータ
 - フリー・トポロジー
- **エリア**
 - 最大15ライン
 - ラインカプラで結合
- **システム**
 - 最大15エリア
 - バックボーンカプラで結合
- **物理アドレス**
 デバイスを識別するために使用
 (Area.Line.Device 3桁構成)
 例 : 2.3.20



KNXの動作 - データ同期の仕組み



グループアドレスによる同報通信で制御を実施

KNXの通信一ツイストペア(TP)

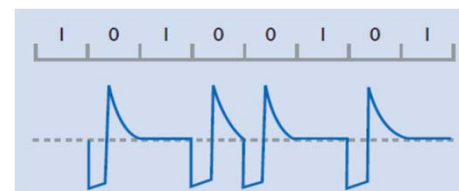
最も一般的に使用されているメディア

- 電源

データと電源は重畳されており、電源ユニットが30Vdcを供給する。

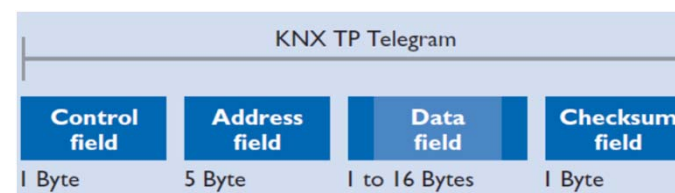
- 通信速度と波形

9,600bit/sの非同期、平衡伝送通信



- テレグラム構成

制御、アドレス、データ及び
チェックサムフィールドより構成

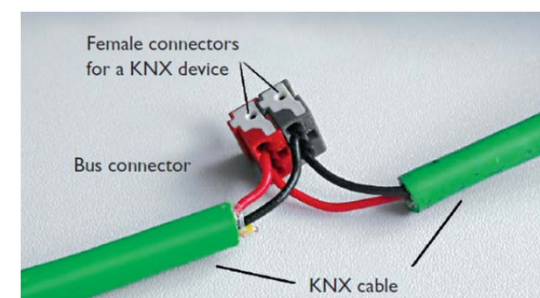


- バスアクセス方法

CSMA/CAによるランダムアクセス、
優先制御等で通信効率化(約50telegram/s)。

- バスへの接続

専用コネクタを使用。バスに影響することなくデバイスの脱着可能。



オーブンプロトコルとビル管理

KNXnet/IP概説

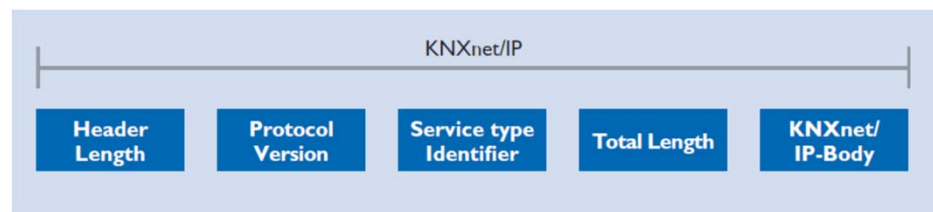
KNXnet/IPの基本

■ プロトコル

- UDPを使用して、トンネリング又はルーティングによる通信を行う。
- トンネリングは主にローカルデバイスのプログラミング等に使用。
- ルーティングはKNXシステム間のテレグラム交換に使用。

■ テレグラム構成

各制御フィールドとデータ本体より構成。基本はUDPフレームにTPのフレームをエンカプシュレート。



■ KNXnet/IP トンネリング

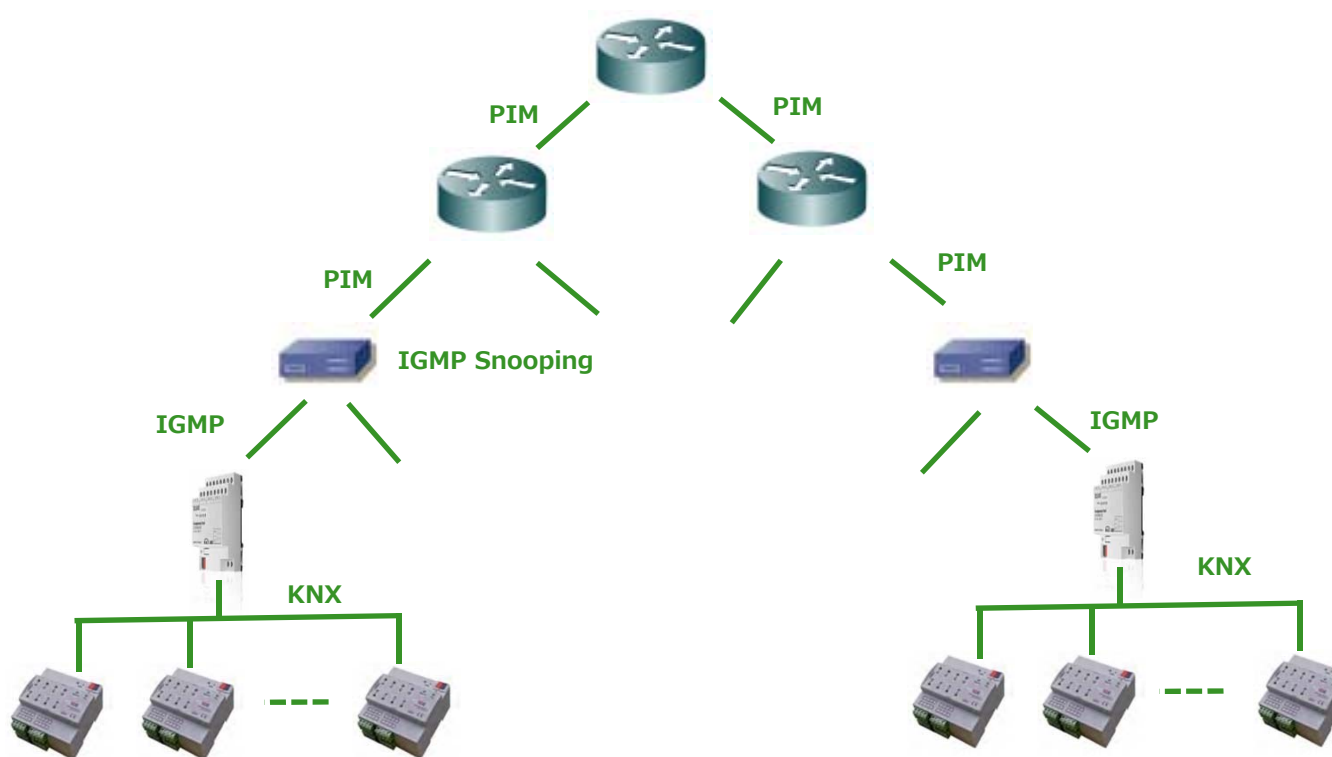
コネクション型でIP通信を行う場合に使用。デバイスにアプリをダウンロードするなど、物理アドレスを使用した通信等に適用。

■ KNXnet/IP ルーティング

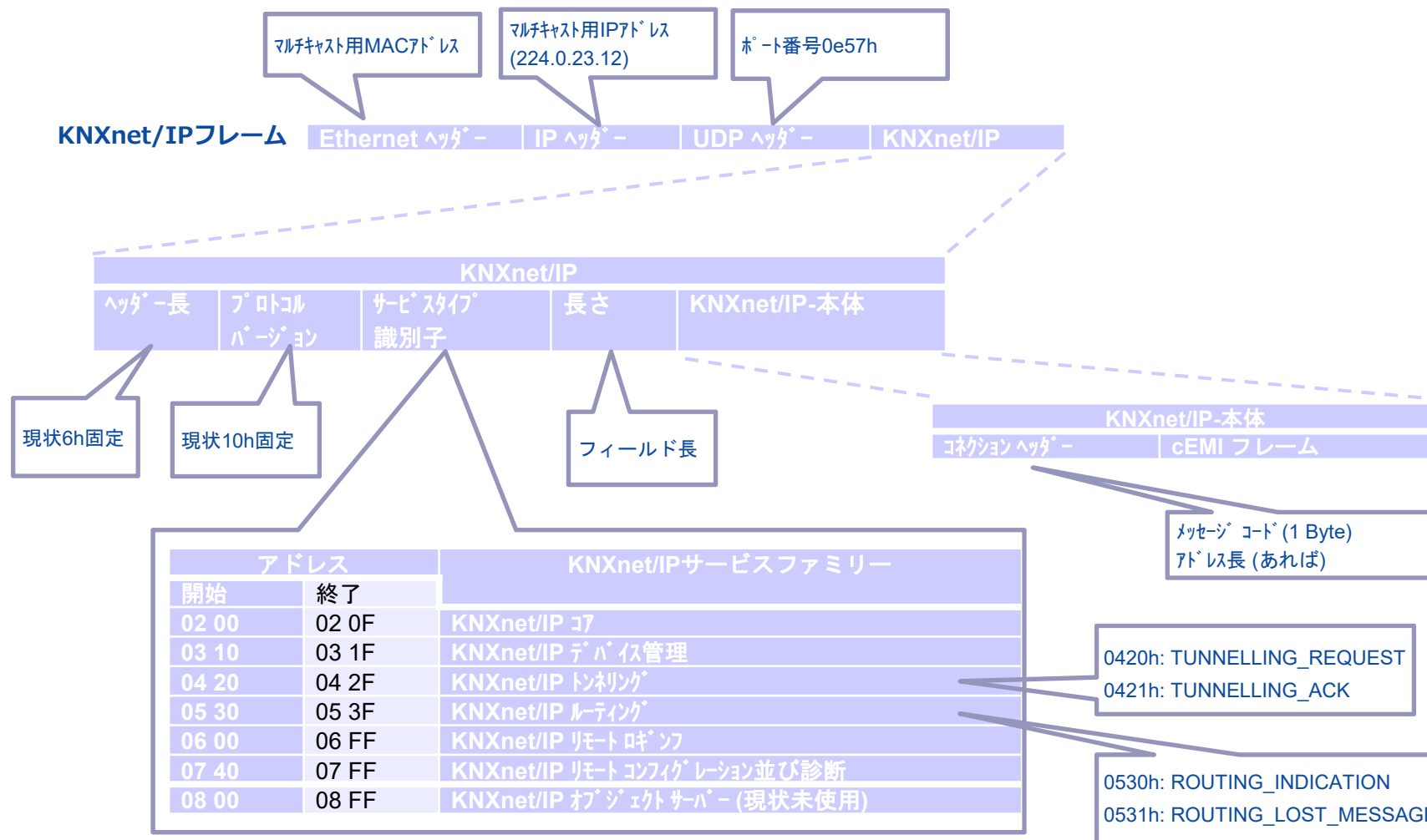
コネクションレス型でIP通信を行う場合に使用。グループ通信で使用され、フィルタテーブルを有するカプラによりルーティングされる。

KNXnet/IPの同報通信

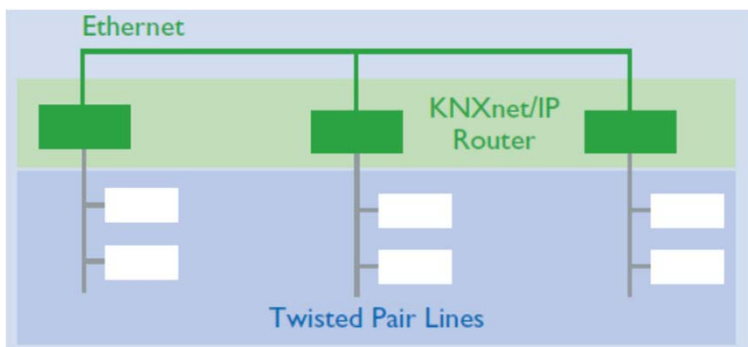
IPマルチキャストで実現、KNXnet/IP用に専用アドレス224.0.23.12を予約



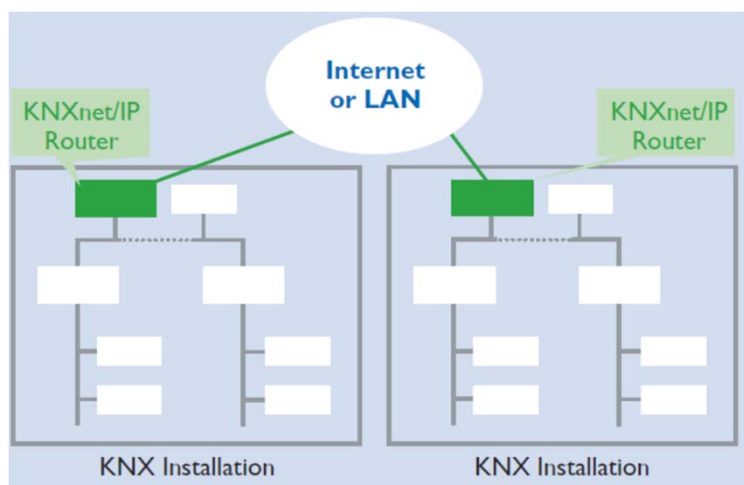
KNXnet/IPフレーム構成



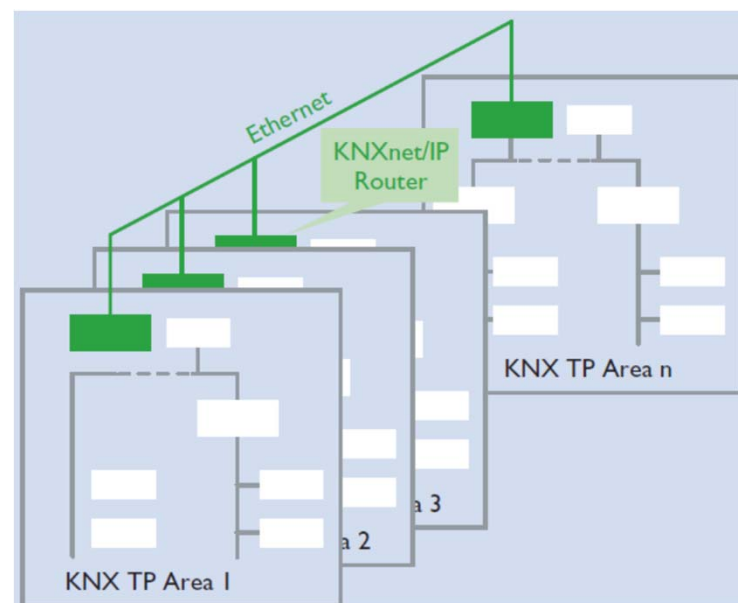
KNXnet/IPのトポロジー



KNXnet/IP ルータによるTPライン結合



異地点KNXシステムの結合

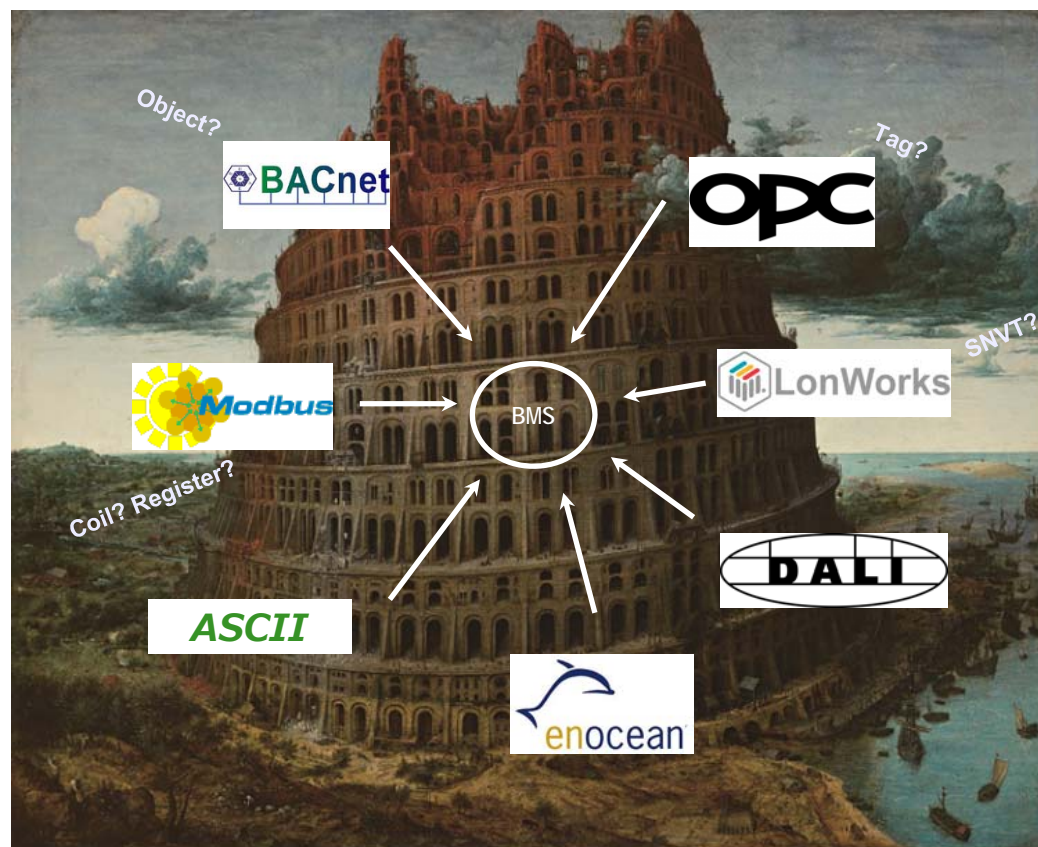


KNXnet/IP ルータによるTPエリア結合

オーブンプロトコルとビル管理

オーブンプロトコル環境の統合BMS

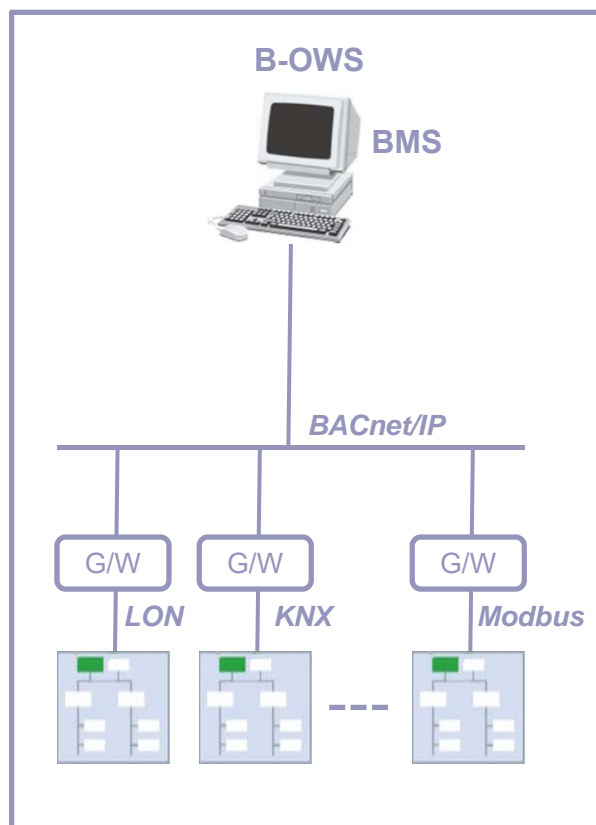
マルチプロトコルの課題



異なるプロトコルをいかにまとめるか？

統合BMSの形態(1)

上位プロトコルで統合



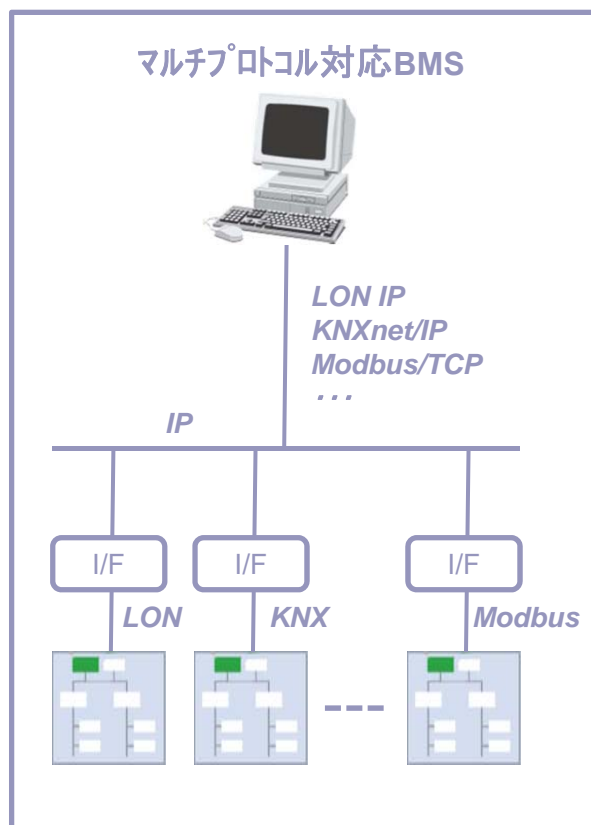
BACnetによる統合例

特徴

- ・ プロトコル毎にG/Wを用意
- ・ GW毎にマッピングを設定
- ・ 幅広いBMS製品が採用可能
- ・ 多様なプロトコルが使用可能

統合BMSの形態(2)

マルチプロトコルのまま統合



IPによる統合例

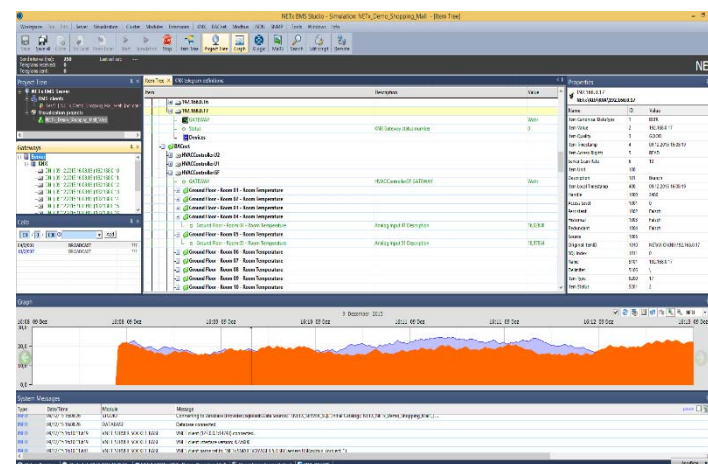
特徴

- ・ IPへインターフェース変換 (I/F)が必要な場合がある
- ・ I/Fでマッピング設定は不要
- ・ BMSの選択肢は限定的
- ・ 使用可能なプロトコルも限定的
- ・ BMS側構築:
 - LON: XIF/LNSファイル
 - KNX: ETSプロジェクトファイル
 - BACnet: EDEファイル

製品紹介 - マルチプロトコル対応BMS (1)

マルチプロトコル対応BMS

- ソフトウェアベースのBMS
- BACnet, KNX, Modbus, OPC等を收容
- 管理用Workspaceで統合表示
- グラフィカル設定による連動制御



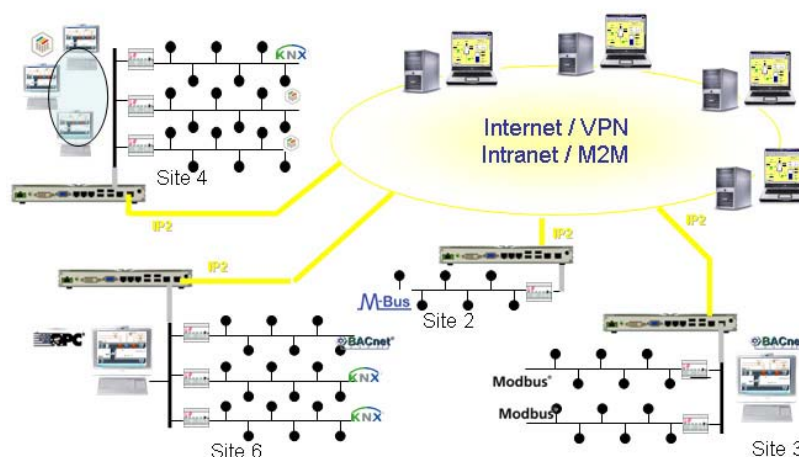
各種可視化ツールにより遠隔表示

- Webベース表示
- PC上の専用アプリによる表示

製品紹介 - マルチプロトコル対応BMS (2)

マルチプロトコル対応BMS

- ハードウェアベースのBMS
- LonWorks, KNX, BACnet, Modbus, M-bus等を収容
- LNS, ETS, EDE, CSV等のDBを読み込み構成可能



監視ソフトによる多地点集中監管理

オーブンプロトコルとビル管理

BACnetとKNX

KNX to BACnet - マッピング

ASHRAE135 Annex H.3でマッピングを規定

規定内容

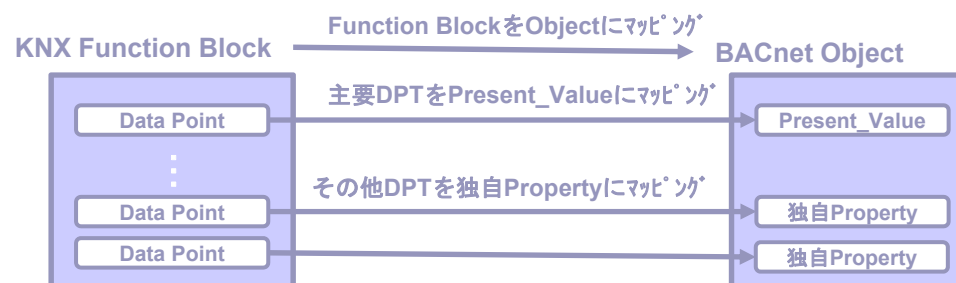
- KNXからBACnetへのマッピングを規定
- KNXのDatapointからAI/AO/AV/BI/BO/BV objectへのマッピングと、Dimming Actuator(KNXのFunction Block)からAVへのマッピング、のみ規定済

基本的対応関係

KNX ⇒ BACnet

1. Device ⇒ Device
2. Functional Block ⇒ Object
3. Datapoint ⇒ Property
4. Service : 対応関係なし(KNXのオンライン通信はR/Wのみ)

注. Function BlockはKNXにおいて機能毎のまとまったDatapointを定義するもの。





KNXとBACnet - マッピング

Device Objectへのマッピング詳細(主要プロパティ)

BACnet	KNX
Object_Identifier	Domain Address(6b)+KNX個別アドレス(16b)
Object_Name	Project-Installation_ID::Individual_Address
Object_Type	Device = 8
System_Status	LoadStateMachine, RunStateMachine変数により変換
Vendor_Name	“Manufacturer name(manufacturer code)”
Vendor_Identifier	ASHRAE Vendor ID又は'74'
Model_Name	登録Model name
Firmware_Revision	”EIB::DeviceObject:PID_FIRMWARE_REVISION”
Application_Software_Revision	”EIB::DeviceObject:PID_PROGRAM_VERSION”
その他	BACnet規定による(§12.11)

注. 実際のKNX-BACnetゲートウェイ市販製品では、必ずしも上記の通り実装されていません。



KNXとBACnet - マッピング

Binary/Analog Objectへのマッピング詳細(主要プロパティ)

BACnet	KNX
Object_Identifier	Unique No for each instance of object(6b)::個別アドレス(16b)
Object_Name	Project-Installation_ID::Individual_Address#Functional_Block_ID-Instance
Object_Type	AI/AO/AV/BI/BO/BV = 0/1/2/3/4/5
Present_Value	Analog=PID_ANALOG_PRESENT/SET.Value, Binary=PID_BOOLEAN_PRESENT/SET.Value
Description	Group address ("x/y/z")
Status_Flags	対応するKNX propertyに従い設定
Event_State	NORMAL固定
Reliability	Datapoint Quality Codeに従い設定
Out_Of_Service	Deviceアクセス不可又はR/W不可の時TRUE、その他はFALSE
Units	DPT typeとBACnetEngineeringUnitsの対応定義表に従い設定
Min_Pres_Value	DPT毎の規定値
Max_Pres_Value	DPT毎の規定値
COV_Increment	1.0
Profile_Name	"74-EIB_FunctionalBlock名"
Priority	規定せず
Relinquish_Default	Present_Valueと同値
Polarity	Normal固定

注. 実際のKNX-BACnetゲートウェイ市販製品では、必ずしも上記の通り実装されていません。

KNXとBACnet - マッピング

DPT type – BACnetEngineeringUnits対応定義表(抜粋)

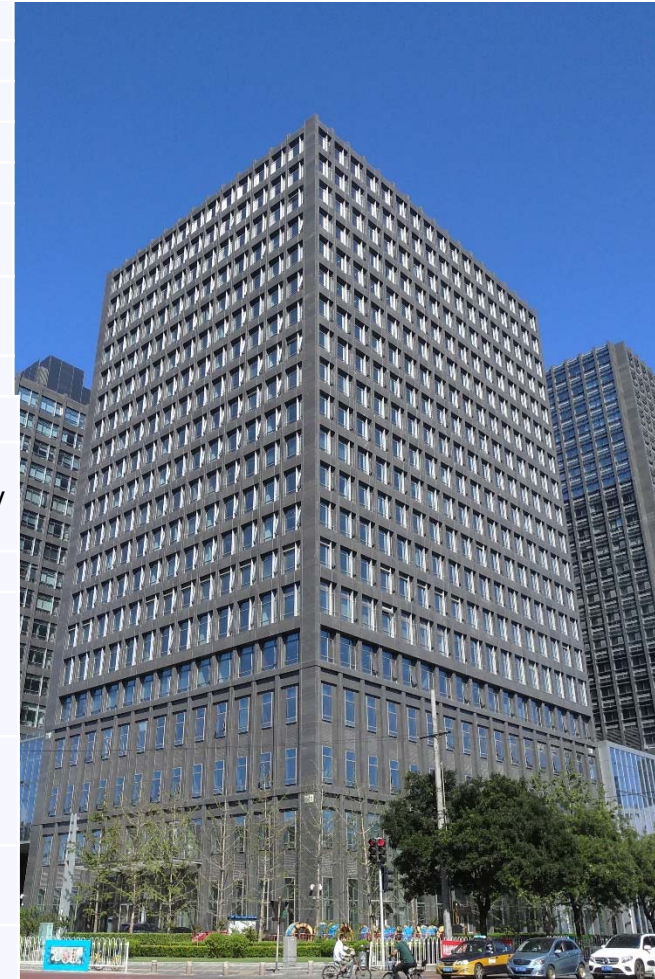
ID	Name	Range	Units	BACnetEngineeringUnits
5.001	DPT_Scaling	0...100	%	(98) percent
5.003	DPT_Angle	0...360	°	(90) degrees-angular
5.010	DPT_Value_1_Ucount	0...255	counter pulses	
6.010	DPT_Value_1_Count		counter value	
7.001	DPT_Value_2_Ucount		counter pulses (16-bit unsigned value)	
8.001	DPT_Value_2_Count		counter pulses	
9.001	DPT_Value_Temp	-273...+670760	C	(62) degrees-Celsius
9.002	DPT_Value_Tempd	-670760...+670760	K	(63) degrees-Kelvin
9.003	DPT_Value_Tempa	-670760...+670760	K/h	(181) degrees-Kelvin-per-hour
9.004	DPT_Value_Lux	0...670760	Lux	(37) luxes
9.005	DPT_Value_Wsp	0...670760	m/s	(74) meters-per-second
9.006	DPT_Value_Pres	0...670760	Pa	(53) pascals
9.010	DPT_Value_Time1	-670760...+670760	s	(73) seconds
9.011	DPT_Value_Time2	-670760...+670760	ms	(159) milliseconds
9.020	DPT_Value_Volt	-670760...+670760	mV	(124) millivolts
9.021	DPT_Value_Curr	-670760...+670760	mA	(2) milliamperes
12.001	DPT_Value_4_Ucount	0...4294967295	counter pulses	
13.001	DPT_Value_4_Count	-2147483648... +2147483647	counter value	

オーブンプロトコルとビル管理

KNXnet/IPを使ったBMS事例紹介

1. 北京の中国銀行間市場取引者協会 (NAFMII) 本社ビル

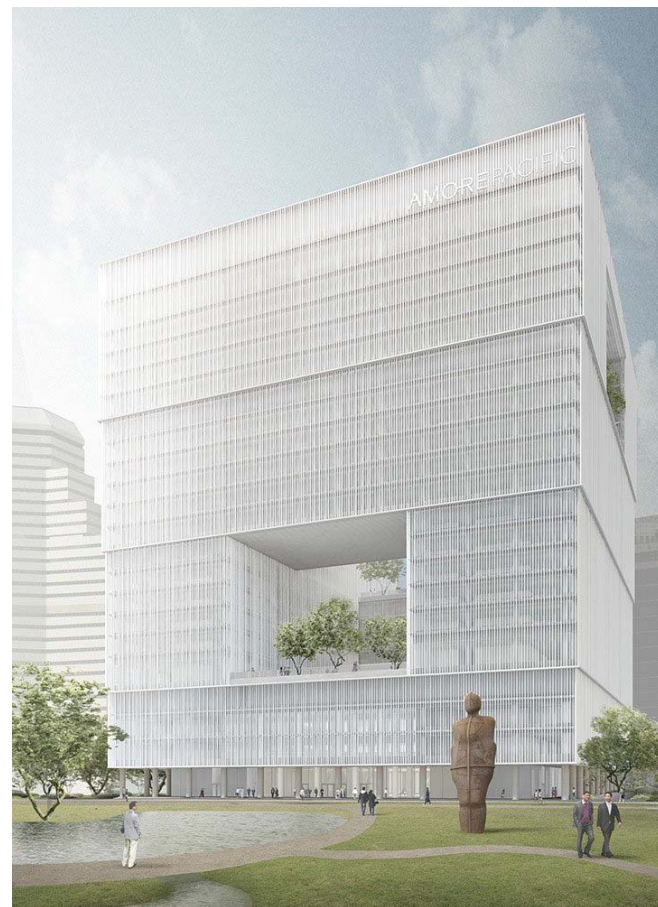
Project category	Commercial
Project type	New project
Year of completion	2017
Size of project (m ²)	5,000+
KNX devices used	1,000+
KNX brands	MDT technologies, Shanghai Kanontec Electronic Technology
KNX Transmission media	Twisted pair, IP
Project cost(€)	80,000+
Applications used	
Lighting:	Switching , Dimming , Light Scenes , Timed Control , Automatic Occupancy Detection , Constant Light Control
HVAC:	Automatic Occupancy Detection
Blind and Shutter Control:	Individual Control , Group & Central Control , Preset Positioning , Sun Tracing (interaction with HVAC / lighting)
Operation and Visualisation:	Switches / Push Buttons , Web Servers , Touch Panels & Display Panels
Automation and Remote Access:	Timed Functions , Logical Functions , System Supervision
Energy Management/ Smart Metering:	Current Detection



2. 韓国アモーレパシフィック本社ビル

韓国内第1位の化粧品メーカー本社ビル

Project category	Commercial
Project type	New project
Year of completion	2018
Size of project (m ²)	5,000+
Number of KNX devices used	1,000+
KNX brands	Somfy, Weinzierl Engineering, Wago Kontakttechnik, NETxAutomation Software
KNX Transmission media	Twisted pair / IP
Project cost(€)	80,000+
Applications used	
Blind and Shutter Control:	Individual Control , Group & Central Control , Preset Positioning , Automatic Programs , Sun Tracing (interaction with HVAC / lighting)
Security and Safety:	Smoke/Fire Detection
Operation and Visualisation:	Switches / Push Buttons , PC Visualisation



3. ニューデリーのHyatt Andaz Aerocityホテル

Project category	Commercial
Project type	New project
Year of completion	2017
Size of project (m ²)	5,000+
KNX devices used	1,000+
KNX brands	ABB Stotz-Kontakt, NETxAutomation Software
KNX Transmission media	Twisted pair, IP
Project cost(€)	80,000+



Applications used

Lighting:	Switching , Dimming , Light Scenes , Timed Control , Automatic Occupancy Detection
Heating, Ventilation & Air conditioning (HVAC):	Central & Automatic Control , Timed Operation Modes , Automatic Occupancy Detection , Weather Dependent Control , Individual Room Control / Zone Control , Valve Drive Control / Fan Coil Control
Blind and Shutter Control:	Individual Control , Group & Central Control , Preset Positioning , Automatic Programs
Operation and Visualisation:	Switches / Push Buttons , PC Visualisation , Web Servers , Tablets and smart phones
Automation and Remote Access:	Timed Functions , Logical Functions , System Supervision , Internet Access , Remote Programming

オーブンプロトコルとビル管理

新しい技術

新しい技術 - セキュリティ

KNX Data Security

アプリケーション層のフレームを暗号化する。

トランスポート層とアプリケーション層の間に新規にセキュアアプリケーション層を新たに設け、

- ・ CCM暗号方式による暗号化
- ・ リプレイ攻撃に対するシーケンス番号付与等を行う。

KNXnet/IP Secure

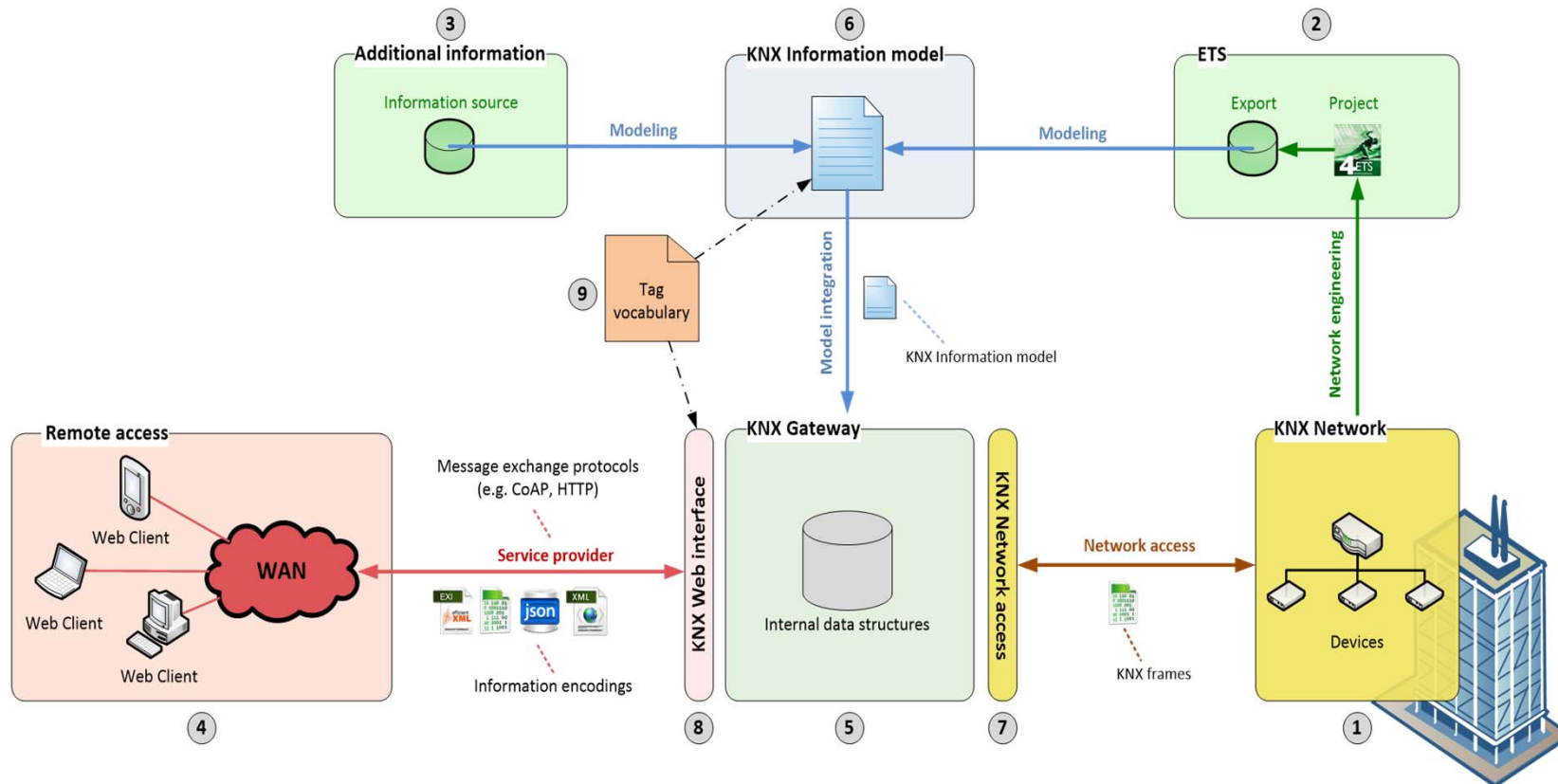
通信フレーム全体を暗号化。KNXnet/IPのみに適用。

既存フレームは新たにSECURE_WRAPPERフレームにencapsulate.

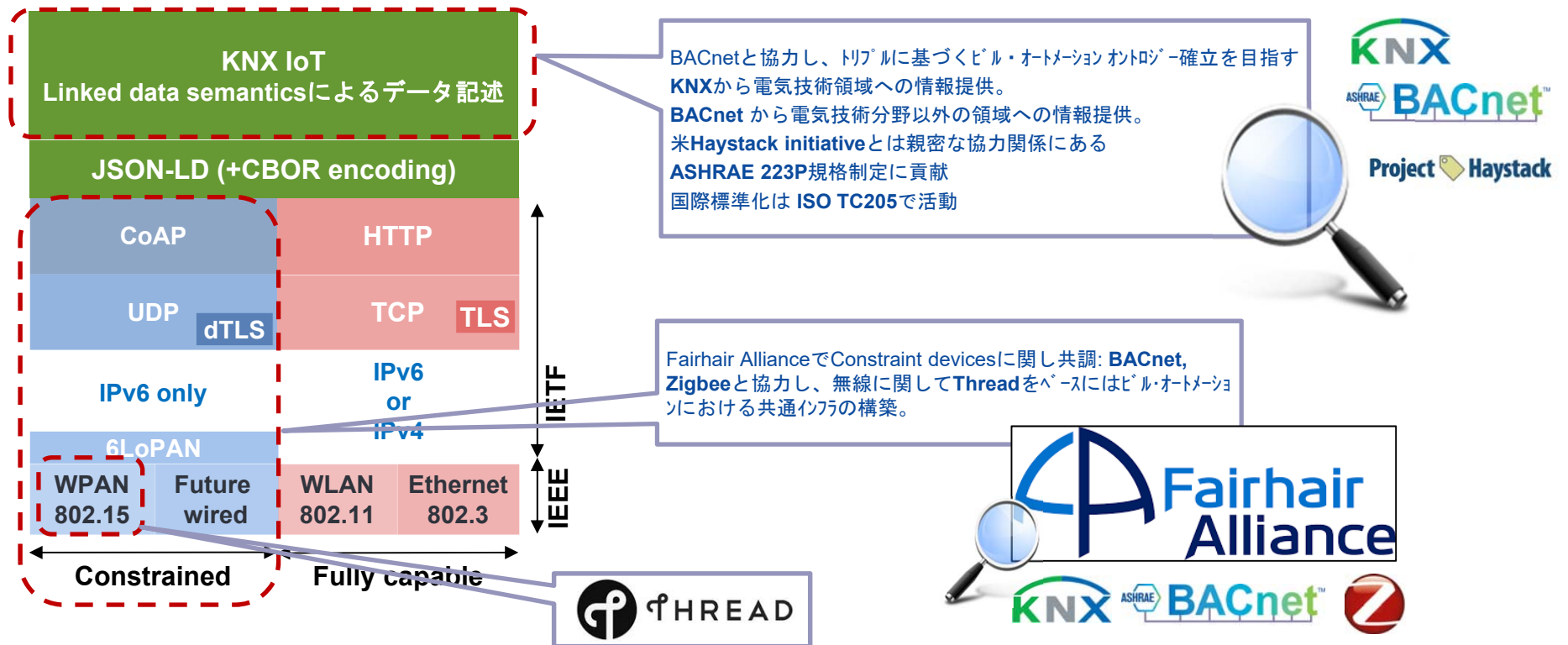
- ・ CCM暗号方式による暗号化
- ・ リプレイ攻撃に対する共有タイマ通知(マルチキャスト)
- ・ リプレイ攻撃に対するシーケンス番号付与(ユニキャスト)等を行う
-

新しい技術 - IoT

コンセプト



新しい技術 - 他団体との協調関係





ご清聴ありがとう
ございました

www.knx.org