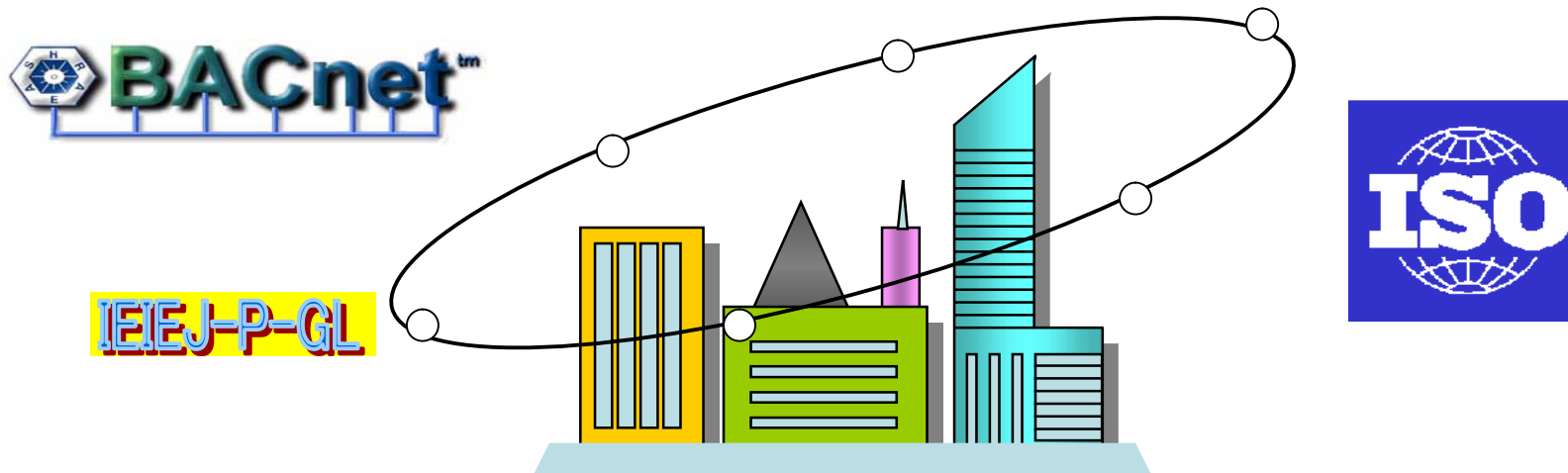


ファシリティ・ネットワーキングシンポジウム

ビルディングオートメーション・ネットワーク現状と将来

State of the art of BACS network application in Japan

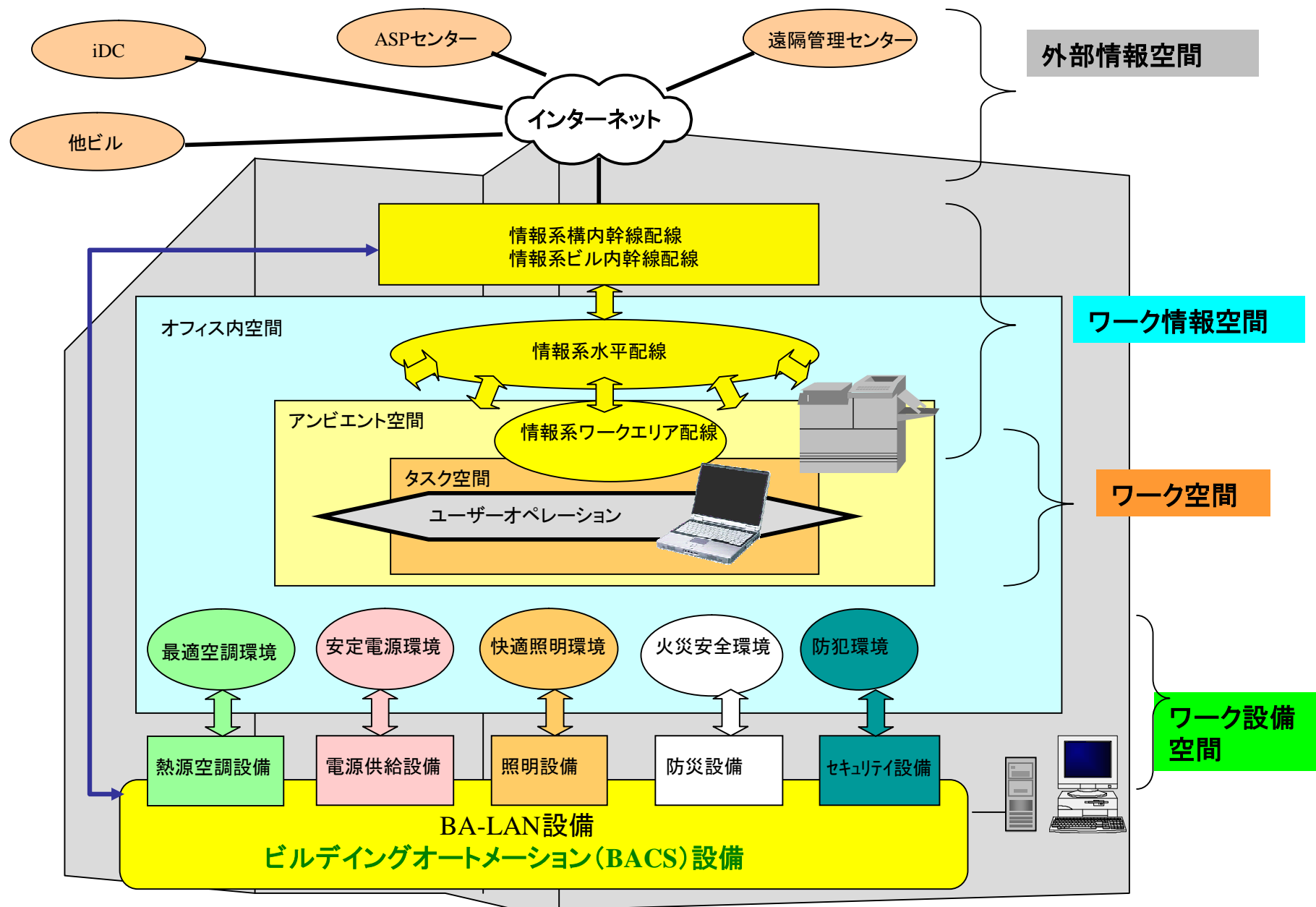
(オープン化マルチベンダー環境をBACnetを中心に実現する)
(BACnet makes a BACS open to many vendors to communicate each others)



November 27th, 2006

電設学会BAS標準インターフェース仕様委員会
委員長 豊田武二(協立機電工業(株))

次世代オフィス空間イメージとビルディングオートメーション設備



次世代オフィス空間とワーク設備空間の内容

表1 次世代オフィス空間の構成内容

空間名	構成内容
ワーク空間	ユーザオペレーション、タスク空間、アンビエント空間
ワーク設備空間	最適空調環境、安定電源環境、快適照明環境、火災安全環境、防犯環境
ワーク情報空間	ワークエリア配線、水平配線、ビル内幹線配線、構内幹線配線
外部情報空間	インターネット、iDC、ASPセンター、遠隔管理センター

表2 ワーク設備空間インフラ設備

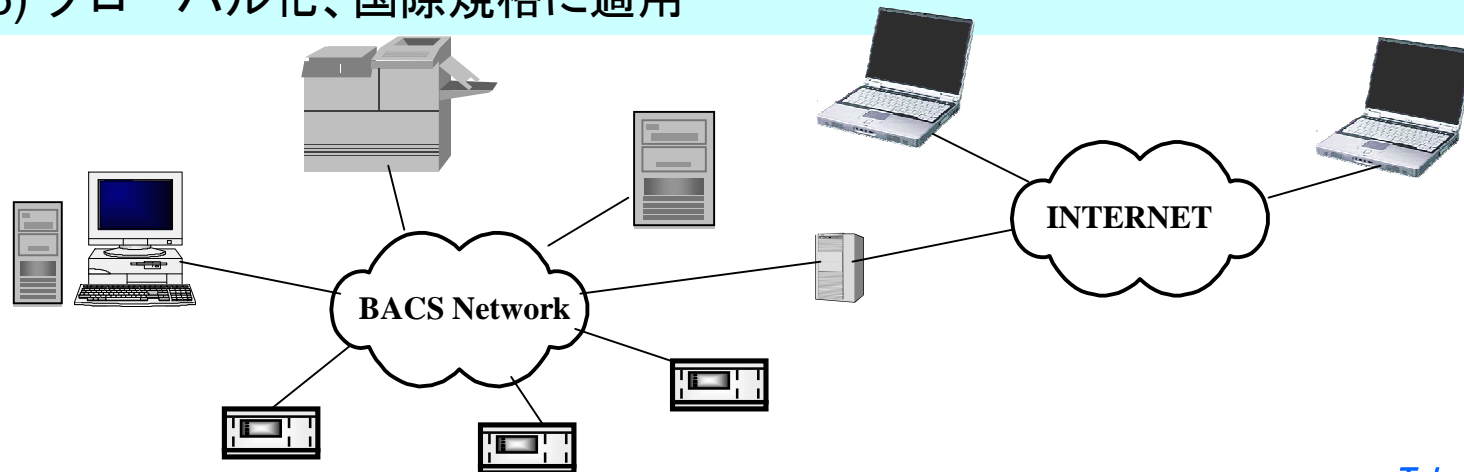
設備環境	インフラ設備	次世代向け対応策
最適空調環境	熱源空調設備	タスク空間とアンビエント空間にフレキシブルかつパーソナルに対応、省エネとCO2削減、快適性と知的生産性向上、ストック時代への対応
安定電源環境	電源供給設備	良質の電気を高信頼度に安定供給、ワークプレースの移動、変更に対応可能な追従、情報系に電磁誘導を与えない、負荷余裕が常にあり端末追加に対応できる。
快適照明環境	照明設備	タスク空間とアンビエント空間にフレキシブルでパーソナルに対応、省エネとCO2削減、パーソナル領域制御、個別分配照明、オープンネットワーク化
火災安全環境	防災設備	規制緩和による諸防災策、早期感知、早期消火、信頼性、オフィスの変化に対応、防災と防火管理に一体化、ネットワーク化
防犯環境	セキュリティ設備	確実に効率良い個人認証、防犯と連動するアクセスコントロール、安心して運用しやすく高信頼性、オフィスの変化に対応、ネットワーク化

ビルディングオートメーション(BACS)とは

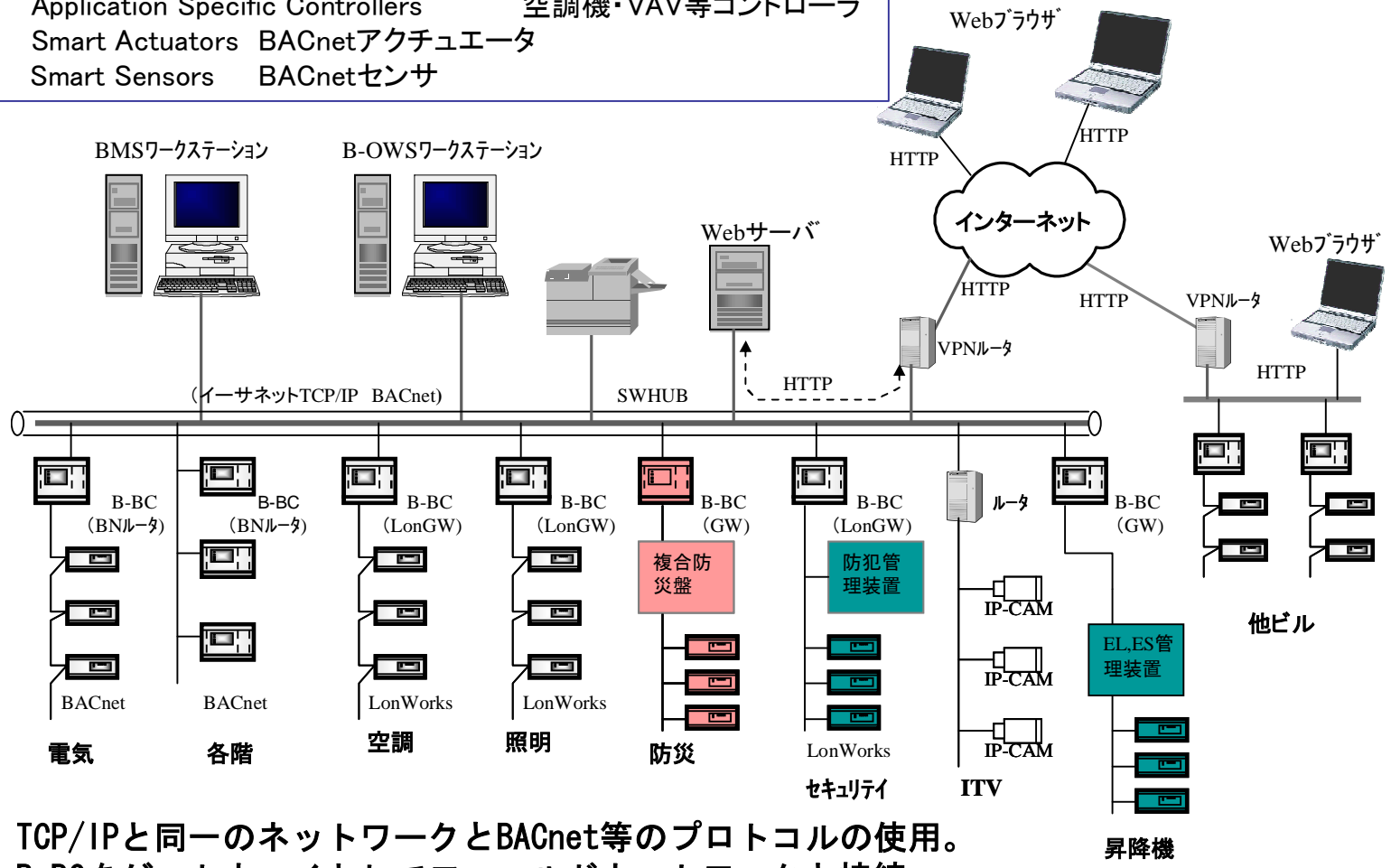
ワーク設備空間の設備を統合的に効率よく運転管理する設備。
ISO16484-3にてBuilding Automation and Control system
(BACS:ビル自動管理制御システム)と定義された。
BACSはこの監視、制御、保安、保守等の高度なインフラ設備化。

BACSの動向

- (1) BEMSとしての機能、省エネツール、COP3の目標達成の一助
- (2) 汎用のオープンなPC環境の活用(ソフト環境も含む)
- (3) ネットワークのオープン化。(TCP/IP環境の全面的活用)
- (4) 自律分散技術導入による信頼性向上
- (5) オープンプロトコルとマルチベンダー化(エンドユーザメリット)
- (6) グローバル化、国際規格に適用



B-OWS	Workstations	監視操作卓(パソコン等)
B-BC	Building Controllers	建物・設備区分コントローラ
B-AAC	Advanced Application Controllers	熱源等高機能コントローラ
B-ASC	Application Specific Controllers	空調機・VAV等コントローラ
B-SA	Smart Actuators	BACnetアクチュエータ
B-SS	Smart Sensors	BACnetセンサ



1. TCP/IPと同一のネットワークとBACnet等のプロトコルの使用。
2. B-BCをゲートウェイとしてフィールドネットワークと接続。
3. B-BCをゲートウェイとして使用しポイントツーポイント通信、LonWorksのLonTalk、直接入出力を扱う直接インターフェースや専用の手順のシリアル通信に対応する。
4. VPNとインターネットを通じて遠隔のビルのTCP/IPネットワークに接続する。

ビル監視・制御システム(BACS)の構成例

BACS構成端末の内容

B-OWS:「BACnet システムの中のオペレーターインターフェース」とBACnet 2004にて定義されている。すなわちシステムの管理者が、ビル設備機器の監視・発停操作、制御・監視用パラメータの設定等を行う装置。IEIE-P-0003:2000ではHIMと称しているデバイスに含まれる。**BACnet Operator Workstation**の略

B-BC:「一般的な目的で、種々のビルオートメーション機能と制御機能を実行することができるフィールドプログラマブルデバイスである」とBACnet 2004にて定義されている。配下のある範囲のビル設備機器に対し自律して、監視・計測・制御・設定等を実行する機能及び配下のビル設備機器に関する運転・稼動・障害に関する情報をネットワークに送出する一般的装置。IEIE-P-0003:2000ではIcontと称しているデバイスに含まれる。**BACnet Building Controller**の略

B-AAC: B-BCと比較して限定されたリソースのコントロールデバイスで特定のアプリケーション向けにある程度のプログラマブル性をサポートする」とBACnet 2004にて定義されている。配下の特定のビル設備機器に対し自律して、監視・計測・制御・設定等を実行する機能及び配下のこれら設備機器に関する運転・稼動・障害に関する情報をネットワークに送出する制御装置。IEIE-P-0003:2000ではIcontと称しているデバイスに含まれる。**BACnet Advanced Application Controller**の略

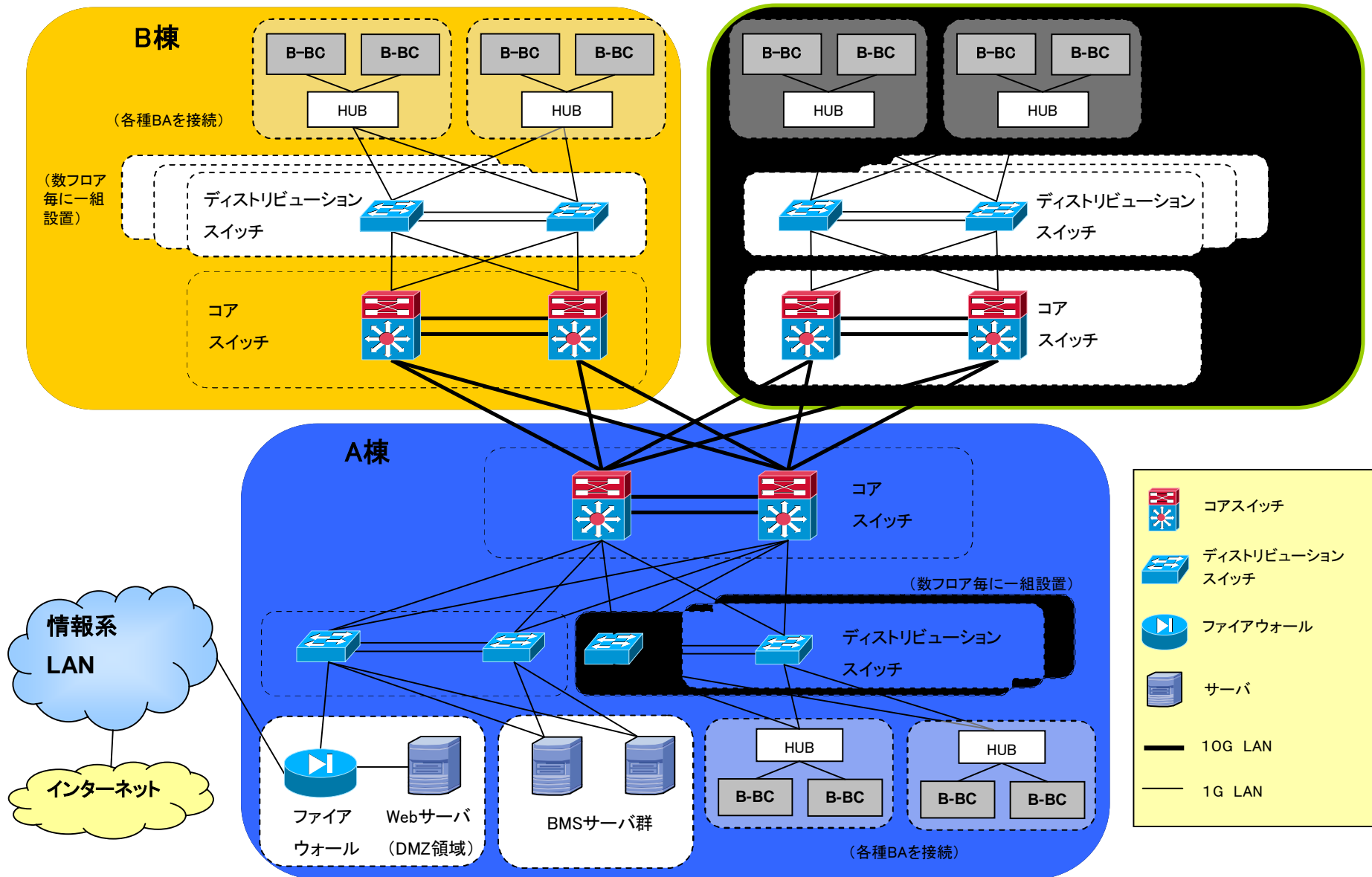
B-ASC:「B-AACと比較して限定されたリソースのコントローラーである。特定のアプリケーション向けで、限定されたプログラマブル性をサポートする」とBACnet 2004にて定義されている。すなわち配下の熱源、VAV等の特定のビル設備機器に対し限られた監視・計測・制御・設定等を実行する機能及び配下のこれら特定の設備機器に関する限られた運転・稼動・障害に関する情報をネットワークに送出する専用制御装置。IEIE-P-0003:2000ではIcontと称しているデバイスに含まれる。**BACnet Application Specific Controller**の略

B-SA:「特定のアプリケーション向けに限定されたリソースを持っている単純なコントロールデバイスである」とBACnet 2004にて定義されている。すなわち特定のアプリケーション用の単純な制御装置。単純な制御装置を持ったインテリジェントモーターバルブ、インテリジェントモーターダンパなどがある。

BACnet Smart Actuatorの略

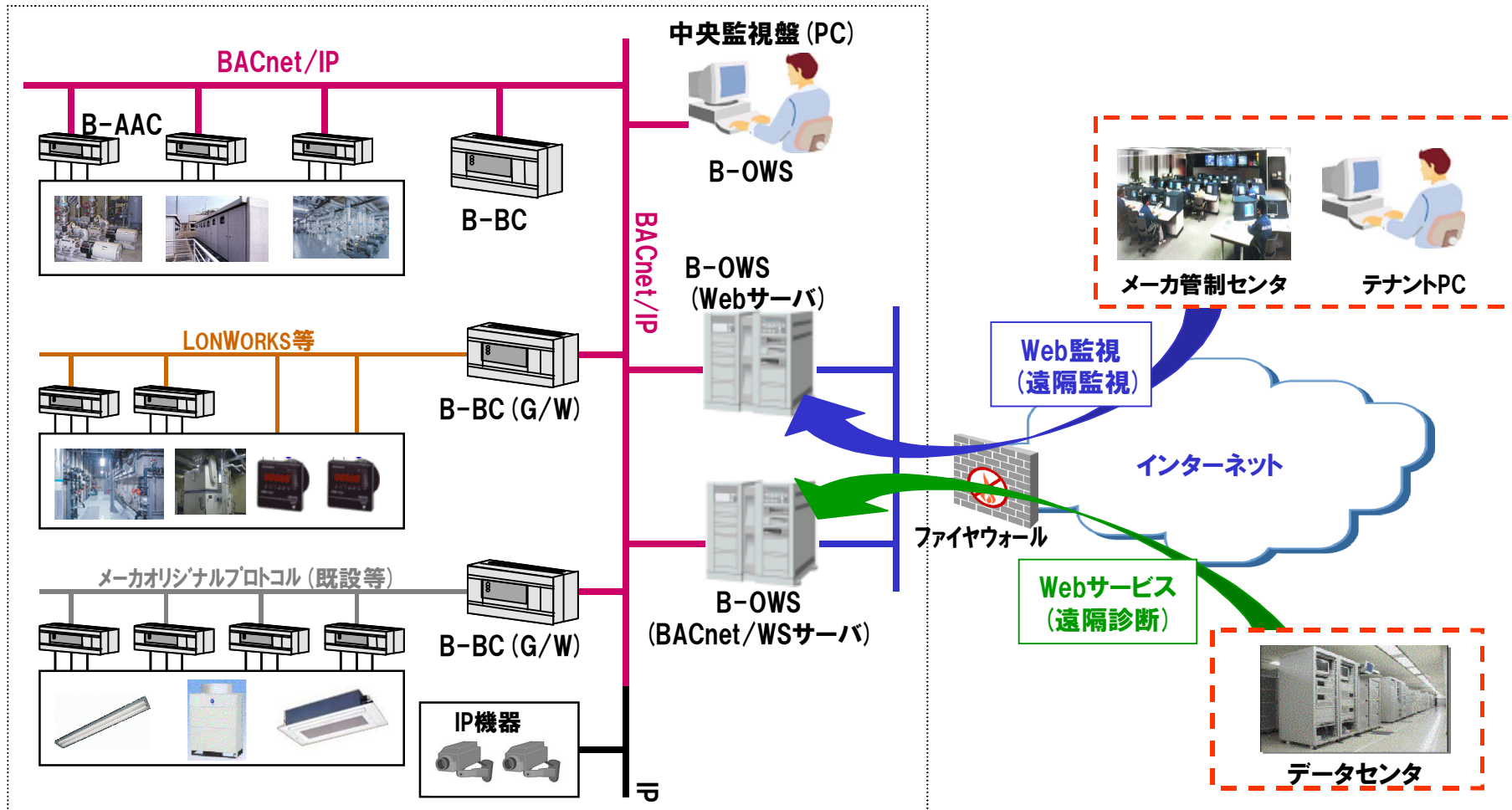
B-SS:「非常に限定されたリソースを持っている単純なセンサデバイスである」とBACnet 2004にて定義されている。すなわち単純な制御機能を持ったセンシング装置である。インテリジェント温度センサ、インテリジェント湿度センサがある。**BACnet Smart Sensor**の略

ネットワーク構成

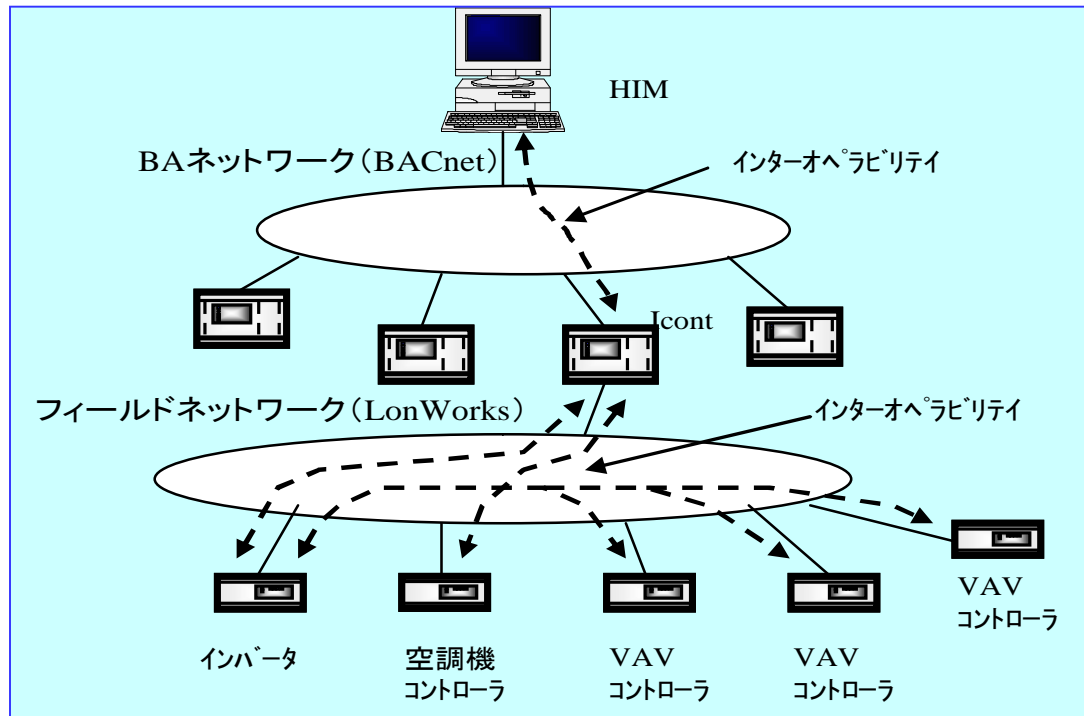


BACS のインターネット展開

ビル内の監視制御システム



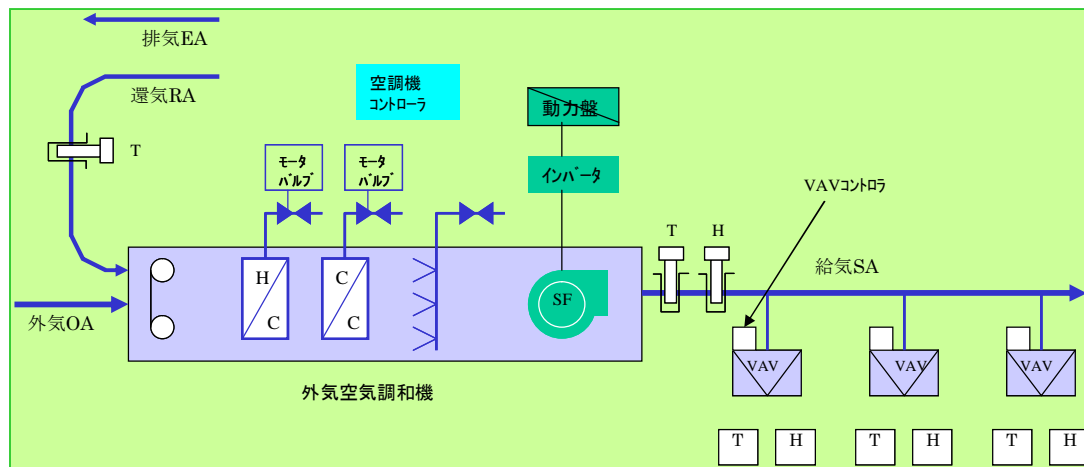
制御ネットワーク系統(空調機INV制御の例)



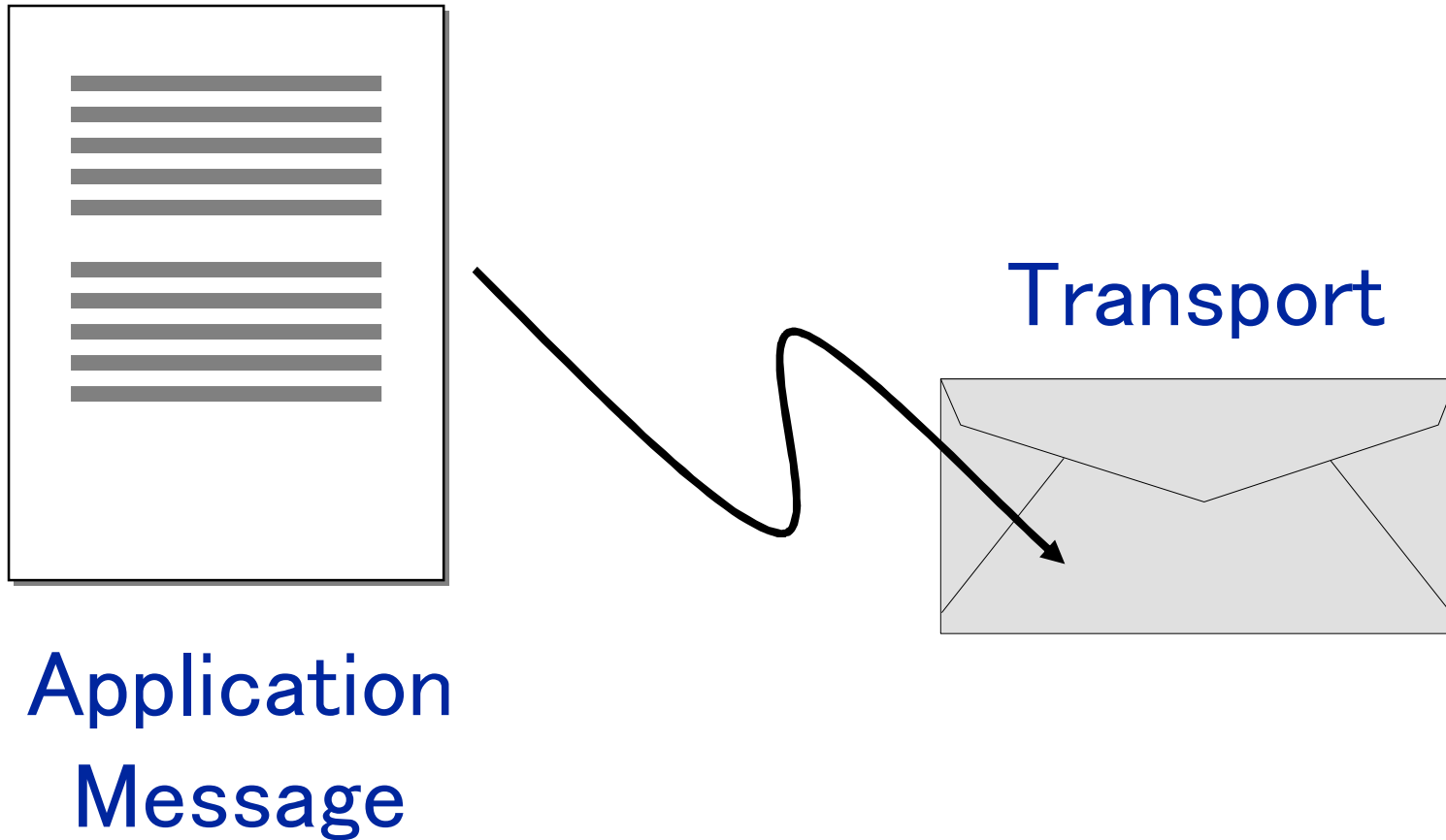
HIM-Icont 間		
TCP/IP BACnet		
オブジェクト	内容	サービス
BI	運転/停止、運転時間、故障	RP、通告
AI	A、V、F	RP、通告
AV	電力量	RP
BO	発/停、リセット	WP
AV	周波数設定	WP
MO	正転/逆転、回転スケール	WP

Icont
上位I/F: TCP/IP BACnet
下位I/F: FTT LonTalk、RS485、RS232C
BACnet/LON マッピング ローカルインテリジェントコントローラ

Icont -コントローラ間 (INV含む)
FTT (ツイストペア) LonTalk
イベント起動、ホーリング
SNVT (nvi、nvo)、CP (コンフィグプロパティ)

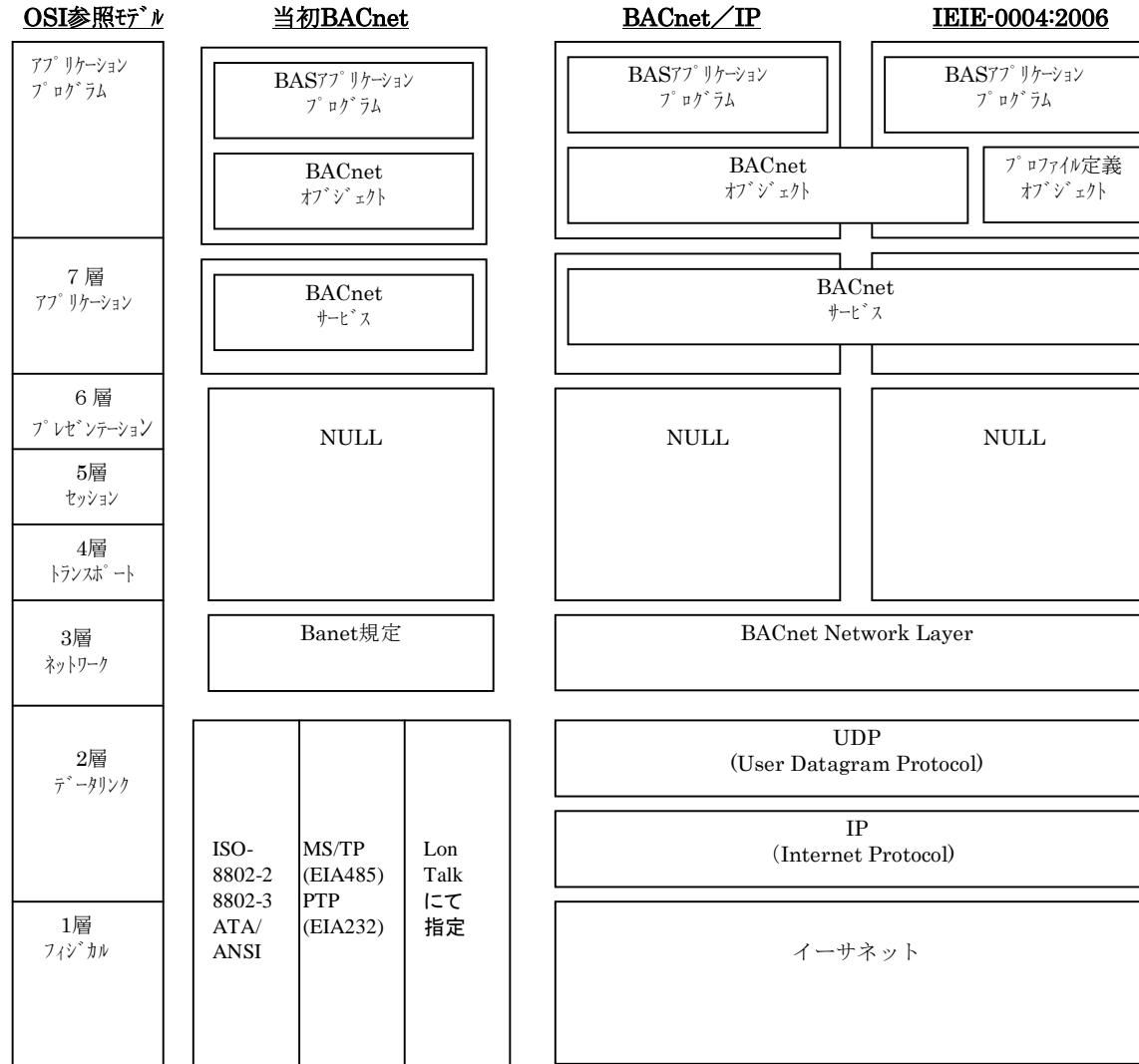


プロトコルは2種のメインパーツからなる。



Quoted from a copy of "2002-12-5-BACnet-Updt"

BACnetのプロトコルスタック



オープン化とオブジェクト、サービス、データユニット

相互通信情報のオブジェクト化: 誰でも読める

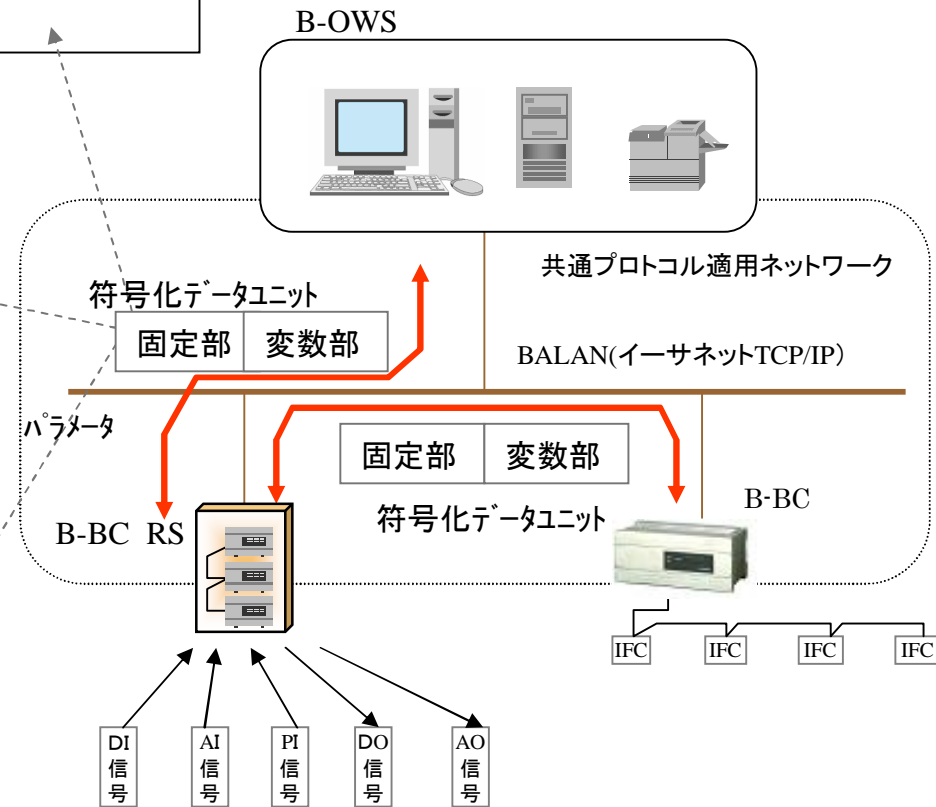
- ・どの装置も情報が読めるネットワークビジブル環境
- ・情報をハードに依存しない抽象モデル化(オブジェクト化)
- ・監視制御に必要な情報を「データ形」と「データ構造」を規格化
- ・オブジェクトは規定プロパティから構成

情報を扱うサービス: オブジェクトを目的あわせて操作

- ・アプリケーションから読出・書換の要求、アプリケーションへの変化・故障の通告等のオブジェクトへのアクセス
- ・宛先と途中経路を決める
- ・各装置の存在をネットワーク内で相互に認識
- ・要求/応答、返事付/無、個別/一斉、1回か分割を決める
- ・大事な命令データは優先送受信

データ内容を運ぶデータユニット(パケット): 効率良い通信

- ・データはISO標準符号化則で符号化される
- ・パケット通信でデータの送り固定部と変数部で構成
固定部は宛先、ルート、送り方、サービスパラメータと要求内容、変数部はデータ要素のタグと応答データなどの応答内容



装置間の必要な情報交換は、情報実体としてのデータ、データを管理するサービス、データを運ぶデータユニットの効率的な連携により実現

BACnetの基本目的と基本対応

1. 基本目的
2. 空調設備、熱源設備、他のビル設備システムを監視制御に使用されるコンピュータ装置に対するデータ通信サービスとプロトコルを規定
3. 通信される情報の抽象的でオブジェクト指向の表現を規定
4. ビル設備の監視と制御のアプリケーションと適用を容易にする。

基本対応

1. すべてのネットワーク装置は同格 (MS/TP は除く)
2. ネットワーク装置はネットワークにアクセス可能なオブジェクトと称するエンティティに集合体でモデル化、プロパティの組み合わせで特徴付けられる。
3. 特定のオブジェクトのプロパティを読み書きしたり、相互に受け入れ可能なプロトコルサービス実行する包括的で多くのサービスを規定。
4. ISOの階層化通信構成に準拠、メッセージを様々なネットワークや物理的メデを利用可能



BACnet™



BACnetの展開

1. 1995年にANSI/ASHRAE規格 135-1995としてパブリック
2. 2001年にANSI/ASHRAE規格 135-2001としてパブリック
3. 2003/11にISO 16484-5:2003(E)として国際規格化
4. 2004年にANSI/ASHRAE規格 135-2004としてパブリック
5. 2006/10にISO 16484-5:2003(E)にBACnet2004が置き換えられた。

BACnetのメリット

1. 異ベンダー提供装置間のインターオペラビリティの実現 (マルチベンダー環境)
2. オープン技術による選択性と拡張性の拡大
3. BACSの構築をエンドユーザにて実現可能な枠組みの提供
4. エンドユーザ利益の向上 (価格、利益の競争原理)

ANSI/ASHRAE Standard 135-2004
(Including ANSI/ASHRAE addenda listed in the History of Revisions)



BACnet

ビルディングオートメーション用
データ通信プロトコル

ASHRAE® STANDARD



A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks

Approved by the ASHRAE Standards Committee
October 5, 2003; by the ASHRAE Board of Directors
January 29, 2004; and by the American National
Standards Institute February 25, 2004. See "History of
Revisions" section for approval dates of addenda.

© 2004 American Society of Heating, Refrigerating
and Air-Conditioning Engineers, Inc.

ISSN 1041-2336



AMERICAN SOCIETY OF HEATING,
REFRIGERATING AND
AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.
1791 Tullie Circle, NE · Atlanta GA 30329-2305

2005年12月

社団法人電気設備学会
IEIEJ

BACnetの基本的性格

1. 同格化

ネットワークに接続されるBACnet装置は通信上同格

2. 抽象モデル化とBACnetオブジェクト化

ネットワークにアクセス可能なBACnetオブジェクト化。オブジェクトはオペレーションと動きを示す複数のプロパティにより構成。

6群23種のオブジェクトと130以上のプロパティを規定。

3. 応用サービスの標準化

応用プログラムは標準化されたサービスにより個々のオブジェクトのプロパティの読出しと書き込み要求、プロパティ値の変化時の通知、オブジェクトの生成と削除。6群43種のサービスを規定。

4. コンフォーマンスクラス

適合コンフォーマンスクラスを規定、各クラスごとにサポートするサービスとオブジェクトのプロパティの最小セットを規定。

5. OSIの階層化アーキテクチャーと経路制御

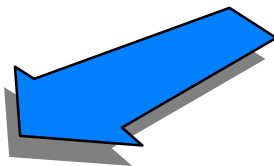
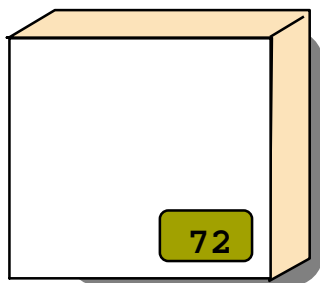
OSIの階層化アーキテクチャーに準拠、4層縮退構造(BACnet /IPでは5層)メッセージを様々なメディア、アクセス方法で交換可能。メディアの異なる複数のネットワークに対してメディアを意識せずに経路制御可能。

6. 追加と修正

新しいオブジェクト、サービスの追加と修正が規定内で可能。

BACnet の Objects

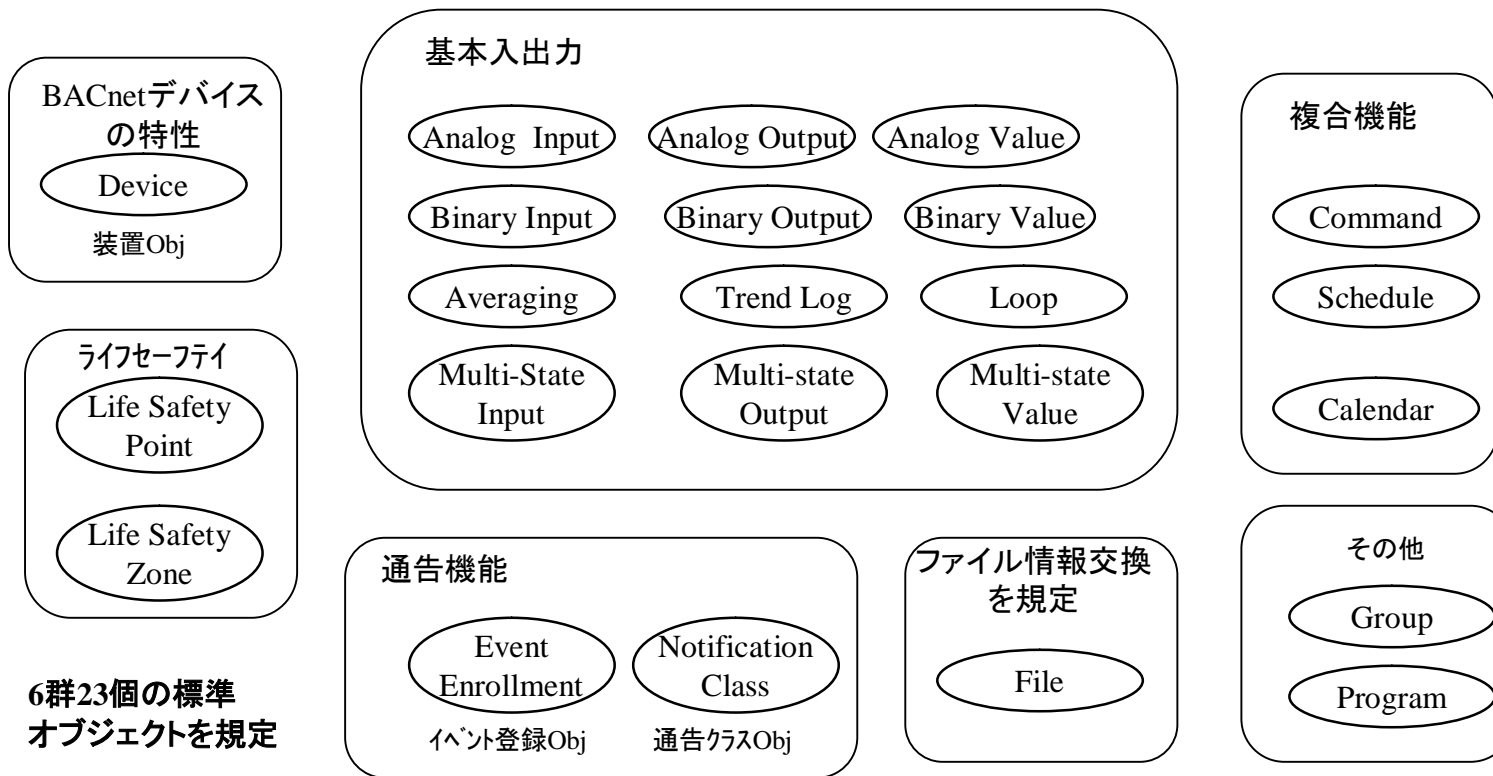
- オブジェクトは物理的な入出力およびソフトウェアのプロセスを示す。
- 各オブジェクトは一連のプロパティにより構成される。一連のプロパティはオブジェクトのオペレーションと動きを示す。



Object_Name	SPACE TEMP
Object_Typ	ANALOG INPUT
Present_Value	72.3
Status_Flags	Normal, Out-of-Service
High_Limit	78.0
Low_Limit	68.0

Quoted from a copy of “2002-12-5-BACnet-Updt”

BACnet 2004におけるオブジェクト



情報はすべて抽象的表現による機能的なBACnetオブジェクトとして処理される。BACnet装置に対してネットワーク上可視的であり23種のオブジェクトが標準化

- ネットワーク情報
- 設備管理情報
- 警報通信情報
- 固有機能情報

オブジェクトは識別子プロパティによりアクセス

オブジェクトはプロパティ群により構成
プロパティ配列はオブジェクトタイプ毎に標準化

情報としてのオブジェクトを運用通信するのはサービスとAPDU (応用プロトコルデータユニット)

アプリケーションプログラムがデータの送信、受信、生成、削除等の要求を行う。
これを実行するのがサービスとAPDU

BACnetにおけるオブジェクト事例(AHU吹出し温度)

プロパティ識別子	プロパティデータタイプ	プロパティデータ例	適合コード	備考
オブジェクト識別子	BACnetオブジェクト識別子	(Analog Input,Instance 1)	R	
オブジェクト名	文字列(CharacterString)	“3F-AHU-SA”	R	
オブジェクトタイプ	BACnetオブジェクトタイプ	ANALOG_INPUT	R	
現在値	実数(REAL)	23.1	R (1)	R(1):アウトオブサービスがTRUEの時書込み可能
記述	文字列(CharacterString)	“Supply Air Temperature”	O	
装置タイプ	文字列(CharacterString)	“100 OHM RTD”	O	
状態フラグ	BACnet状態フラグ	{FALSE, FALSE,FALSE}	R	
イベント状態	BACnetイベント状態	NORMAL	R	
信頼性	BACnet信頼性	NO_FAULT_DETECTED	O	
アウトオブサービス	ブール数(BOOLEAN)	FALSE	R	
更新インタバル	符号無し整数(Unsigned)	10	O	
単位	bacNET工学単位	DEGREE-CELSIUS	R	
最小値	実数(REAL)	-30.0	O	
最大値	実数(REAL)	100.0	O	
分解能	実数(REAL)	0.1	O	O(2):オブジェクトがCOV報告をサポートするとき要求される
COV増分	実数(REAL)	0.2	O (2)	
時間遅れ	符号無し整数(Unsigned)	10	O (3)	
通告クラス	符号無し整数(Unsigned)	3	O (3)	
上限	実数(REAL)	27.0	O (3)	O(3):オブジェクトがイントリジック報告をサポートする時要求される
下限	実数(REAL)	20.0	O (3)	
不感帯	実数(REAL)	1.0	O (3)	
リミットイネーブル	BACnetイネーブル	{TRUE,TRUE}	O (3)	
イベントイネーブル	BACnetイネーブル	{TRUE,FALSE,TRUE}	O (3)	
了承遷移	BACnet遷移ビット	{TRUE,TRUE,TRUE}	O (3)	
通告タイプ	BACnet通告タイプ	EVENT	O (3)	
イベントタイムスタンプ	BACnetARRAY[3]		O (3)	
プロファイル名称	文字列		O	

R: 必須で読み出し可能

W: 必須で書込み可能

O: オプション

BACnetのサービス

アラーム及びイベントサービス

Change of Value Reporting
Intrinsic reporting
Algorithmic Reporting
Alarm and Event Occurrence and Notification
AcknowledgeAlarm
ConfirmedCOVNotification
UnconfirmedCOVNotification
ConfirmedEventNotification
UnconfirmedEventNotification
GetAlarmSummary
GetEnrollmentSummary
GetEventInformationSummary
LifeSafetyOperation
SubscribeCOV
SubscribeCOVProperty

ファイルアクセスサービス

AtomicReadFile
AtomicWriteFile

オブジェクトアクセスサービス

AddListElement
RemoveListElement
CreateObject
DeleteObject
ReadProperty
ReadPropertyConditional
ReadPropertyMultiple
ReadRange
WriteProperty
Writeproperty
Multiple

仮想端末管理サービス

VT-Open
VT-Close
VT-Data

リモートデバイス管理サービス

DeviceCommunicationControl
ConfirmedPrivateTransfer
UnconfirmedPrivateTransfer
ReInitializeDevice
ConfirmedTextMassege
UnconfirmedTextMassege
TimeSynchrinization
UTC TimeSynchrinization
Who-Has and I-Have
Who-Is and I-Am

ネットワークセキュリティサービス

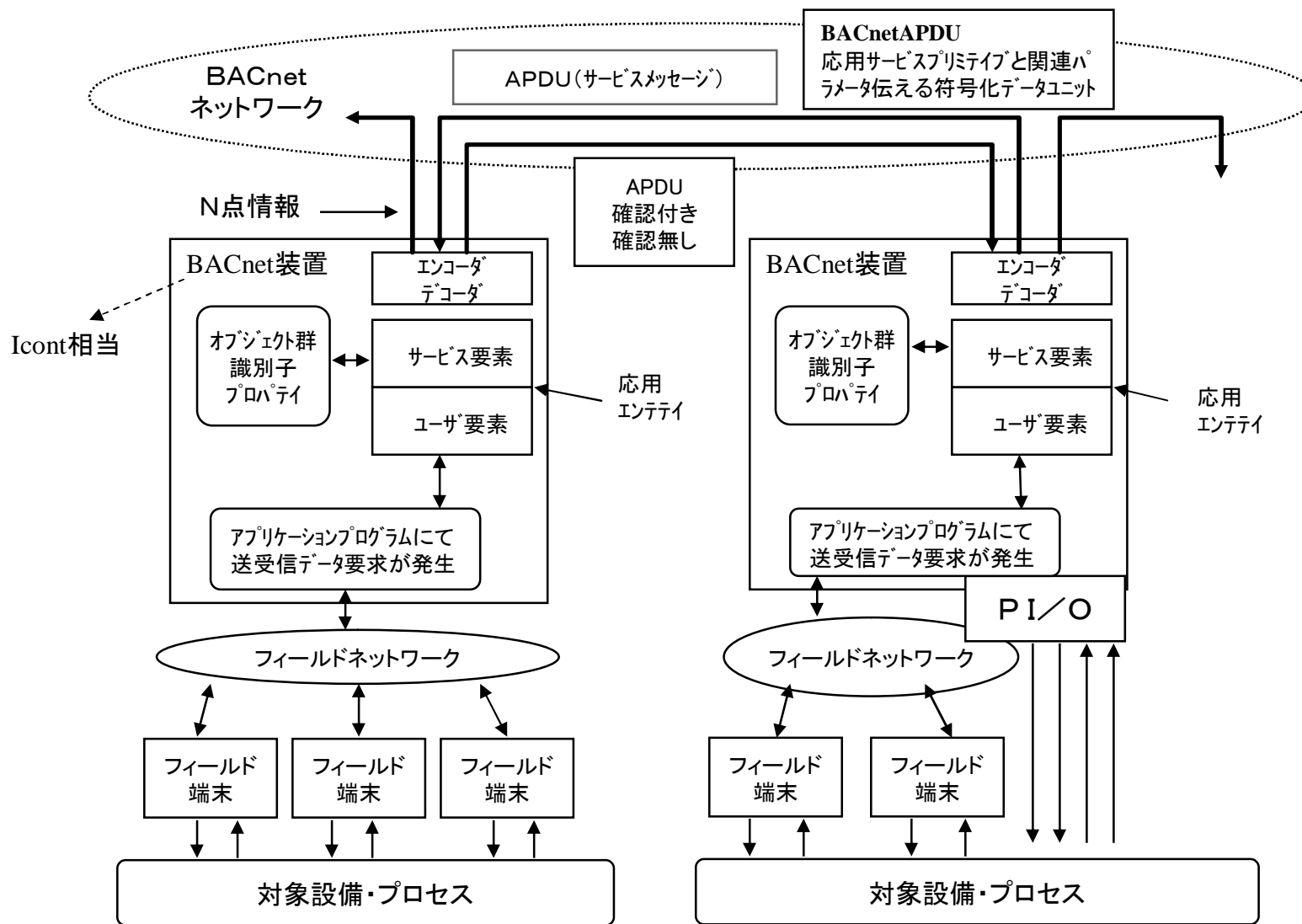
Authenticate
RequestKey

イベント通告優先順位

(追加審議中)

EventNotificationPriority

BACnet の概念図



国別ベンダーID取得数と我国のベンダーID取得企業 (227社) (2006/11現在)

USA	106
Japan	34
Germany	19
Canada	15
Australia	7
Korea	6
United Kingdom	6
China	3
Switzerland	5
Poland	3
France	2
Italy	2
Netherlands	2

South Africa	2
Sweden	2
Argentina	1
Austria	1
Belgium	1
Denmark	1
Finland	1
India	1
Ireland	1
Israel	1
Malaysia	1
Slovakia	1
Taiwan	1

ベンダーIDの用途
デバイスオブジェクトのベンダーIDプロパティにASHRAEより割りつけられたユニークなベンダーIDを登録しプロトコルに対する所有者の拡張を識別。I-Amサービスにてサービス要求するベンダーを識別する。
オブジェクトをプロファイル記述で拡張するとき拡張者を識別する。この場合のベンダーは公開と保持が登録された組織である事が必要。



ISO/TC205とWG3

ISO/TC205

WG1 屋内環境:一般原理

WG2 高エネルギー効率ビルデザイン

WG3 **ビルディング制御システムデザイン**

WG4 屋内環境:屋内空気質

WG5 屋内環境:熱環境

WG6 屋内環境:音響環境

WG7 屋内環境:視環境

WG3 主査 Steven Bushuby氏

Part1. 概要と用語(00.00)

Part2. ハードウェア(ISO化)
(FDIS投票実施済、承認 2004/8 でISO化)

Part3. 制御システム機能(ISO化)
(FDIS投票実施済、承認 2005/1 でISO化)

Part4. アプリケーション(00.00)

Part5. データ通信プロトコル(ISO化)
(FDIS投票実施済、承認 2003/11 でISO化)

Part6. データ通信適合試験(FDIS)
(FDIS投票実施済、承認 2005/11 でISO化)

Part7. プロジェクト運営(20.20)

WD:Working Draft

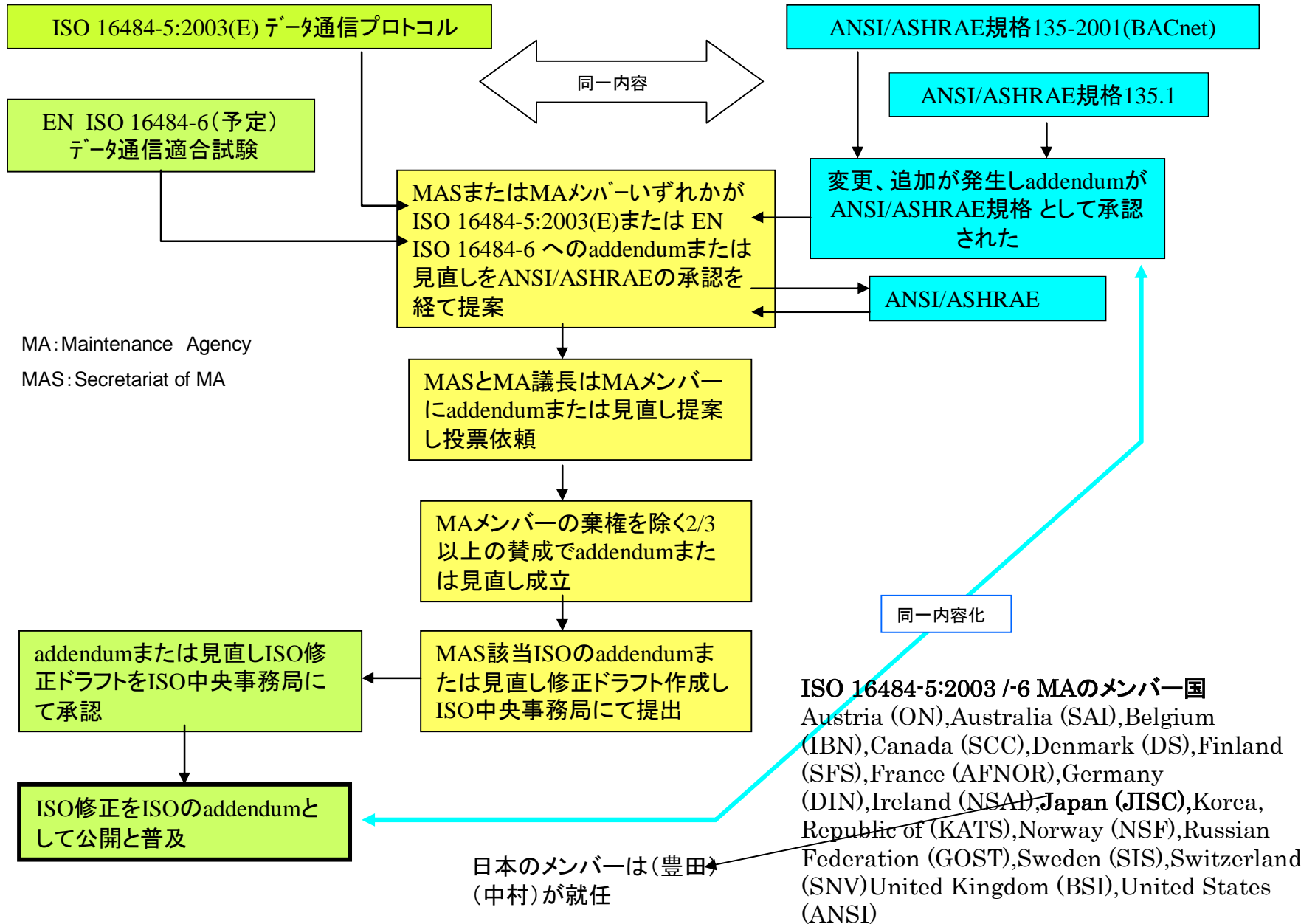
CD:Committee Draft

DIS:Draft of Inter National Standard

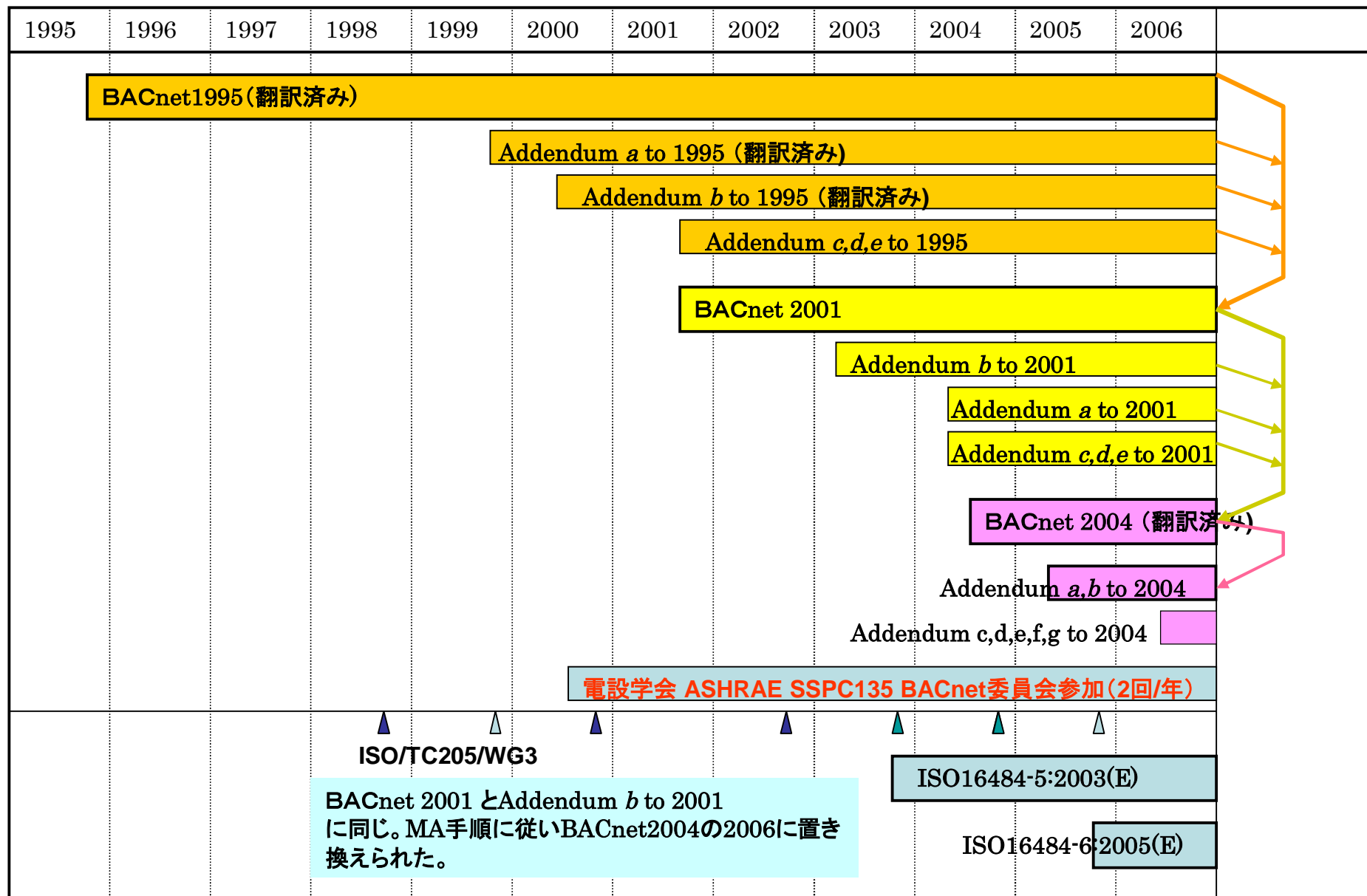
FDIS:Final Draft of Inter National Standard



EN ISO16484-5 BACnetとメンテナンス



BACnetとISO 16484-5の変遷



BACnet オープン化のユーザーメリット

BACnetによるオープン化BACSのユーザーメリットは次のとおりである。

- (1) BACnetの採用により、他のベンダーシステム等との接続のための打ち合わせや新たな通信上の取り決めが軽減される。
- (2) 接続の信頼性が情報交換が向上し一社に依存しないシステムの構築が期待される。マルチベンダーシステムが高信頼度で容易に構築できる。
- (3) 多くのベンダーのBACnet装置から対象設備に最適なベンダーを選択できるので適正な競争による価格低減と技術の向上や透明性を増すことになる。
- (4) 標準的に用意されたオブジェクトとサービスを利用して異なるベンダー装置間の連携制御を効果的に実行でき省エネルギーや安全性の向上に一層に寄与する。
- (5) 装置で採用しているオブジェクト、サービスの持つ情報を理解しやすい形式で表示したり蓄積することで効果的なBMSが構築できビル運営と管理に貢献する。
- (6) BACnetは情報をインターネットを通じて送れる仕組み(BACnet WS)になっている。ネットワークセキュリティに配慮しながら遠隔監視と操作が可能で複数ビル群管理システム、広域エネルギー管理システムが構築できる。
- (7) I-Amサービス、Who-Isサービス、UnconfirmedCOVNotificationサービス等により自律分散システムが構築できる。

BACnet の方向性(1)

アプリケーションの拡大

1. テンプレート的手法にてのアプリケーション指向のユーザI/F記述。
AO(アプリケーションオブジェクト)、AEO(アプリケーションエレメントオブジェクト)
2. 照明制御: LA-WGとNEMAと北米照明協会との協調高機能統合照明制御、2005年にパブリックレビューした
3. ユーティリティ制御: LCO(Lord Control Object)にのパラメータよりユーティリティ負荷を制御。2006年にANSI/ASHRAE規格化)
4. ライフセーフティ: アクセスコントロールと防災、照明、空調、ビル管理を統合し快適で安全な環境の構築。(構造化ビューオブジェクトによる)
5. オブジェクトのプロファイル記述による標準オブジェクトの特定用途への拡張
6. Native BACnet普及によるフィールドとDDCアプリケーションの拡大

複数ビル間統合BAの構築(Webサービスの活用)

1. SOAPとXMLを通してBACnet Webサービス(BACnet/WS)を確立(ANSI/ASHRAE化済み)
2. ポイントツーポイント通信にはBACnet HTTP
3. インターネット環境下のセキュアなネットワーク構築する(パブリックレビュー決定)
4. BACnet APDUのみを通過するインセキュアネットワークのセキュアトンネルの作成(同上)
5. インターネットを通じてBACnetファイヤーウォールとして機能するBBMD
6. 関連組織との協調: CABA(Continental Automated Building Association)、oBIX(Open Building Information Exchange)、OASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standard)

BACnet の方向性(2)

グローバル化

1. 念願のISO化達成 (IOS 16484-5:2003(E)、ISO16484-6:2006(E))
2. AHRAE主導のメンテナンス確立(MA手順)BACnet2004のISO置換)
3. PLCプロトコル(KONNEX)のBACnet MAPPINGのISO化
4. LonTalksプロトコルEN規格化(CNP)後のBACnet MAPPINGのISO化予定
5. SSPC135委員会へのリエイゾンの拡大:日本、ヨーロッパ、ロシア
6. BIGの拡大: BIG-NA、BIG-AustralAsia、BIG-EU、BIG-MiddleEast
7. 世界の82カ国に28000以上のシステムが納入され稼動中(BMA調査)

BACnet コンフォーマンステストの確立

1. BIBB(BACnet Interoperability Building Blocks)による装置間の Interoperabilityの確立(Annex K)
2. BACnet装置の通信パフォーマンス試験手法の確立(BACnet 135.1P)
3. BACnet Internatinal によるテストの実施と登録、テストプログラムの開発
4. BACnet 135.1PのISO化の実現(ISO16484-6:2006(E))

目的: BACnetでBAシステムを構築する際のマルチベンダー間でのインターオペラビリティの向上を図る。

① BACnet135-2004で規定していることに対する運用のガイド

BACnetの使用方法をガイドすることによってインターオペラビリティを向上させることを狙っている。主なものとしては、マルチベンダーシステムとして構築されることの多い大規模物件を想定して、BACnet/IPを推奨し、Notificationの単位時間の発行密度、Notificationの発行方法などをガイドしている。また、デバイスの参入、離脱のシーケンスの定義、デバイスの生存確認方法をBACnetの標準サービスであるWhoIs/I-Amサービスの使用方法等の定義によって実現方法をガイドしている。

② BACnet135-2004では規定されていないが、伝統的にわが国のBAシステムで実現してきた機能を実現するためのガイド

国毎のレギュレーションの違い、伝統的に実施してきた機能等でBACnetには規定されていない機能をBACnetの拡張規約に則って拡張定義し、インターオペラビリティを向上させている。例としては、電力ピークカット監視オブジェクト、電力ピークカット制御オブジェクト、自家発負荷制御オブジェクト、工学単位の拡張等がある。

③ BACnet135-2004とは直接関係しないが物件毎の工数を効率化するための手段の提供

マルチベンダー間でのエンジニアリング情報の相互交換のための手段をガイドした。