



IETFにおけるM2M/IoTに関する 標準化動向



坂根 昌一
シスコシステムズ

Internet Week 2011, 30-Nov-2011

S4: ひろがるインターネット ～Machine to Machine/Internet of Thingsの動向～

Agenda

- M2M通信の背景
- IETFの動向



Agenda

- M2M通信の背景
- IETFの動向



M2Mアプリケーションやネットワークの多様化



**Improve
Productivity**



**Predictive
Maintenance**



**Enhanced
Safety &
Security**



**Data Center
Energy
Saving**



Healthcare



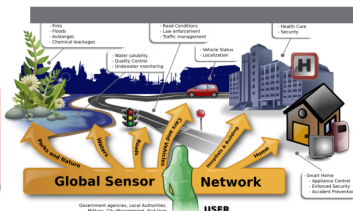
**Improve Food
and H²O**



**High-Confidence
Transport and
Asset Tracking**



**Intelligent
Buildings**



**Smart
Community**



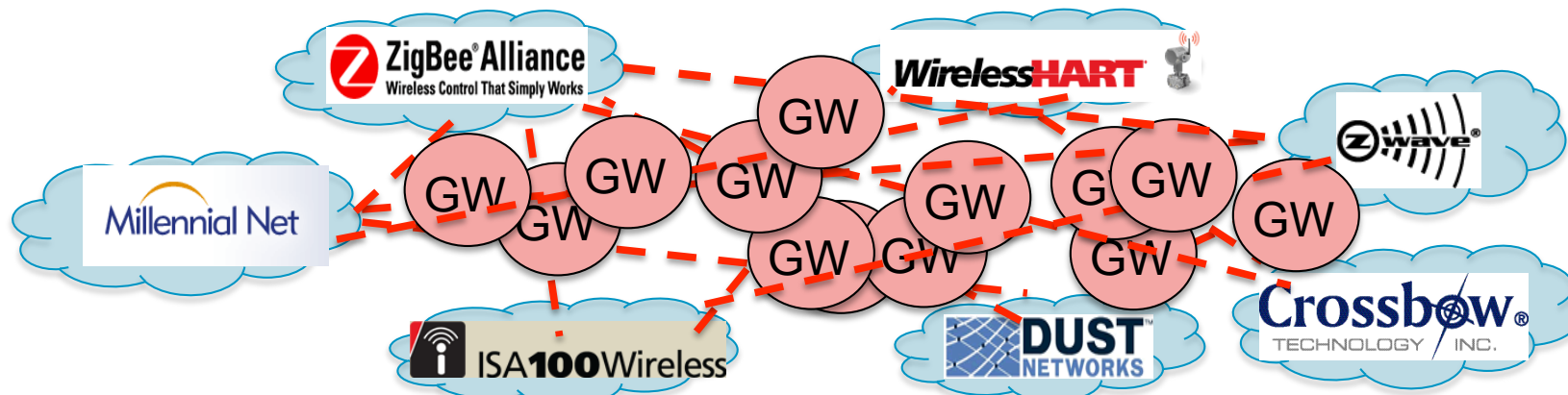
Smart House



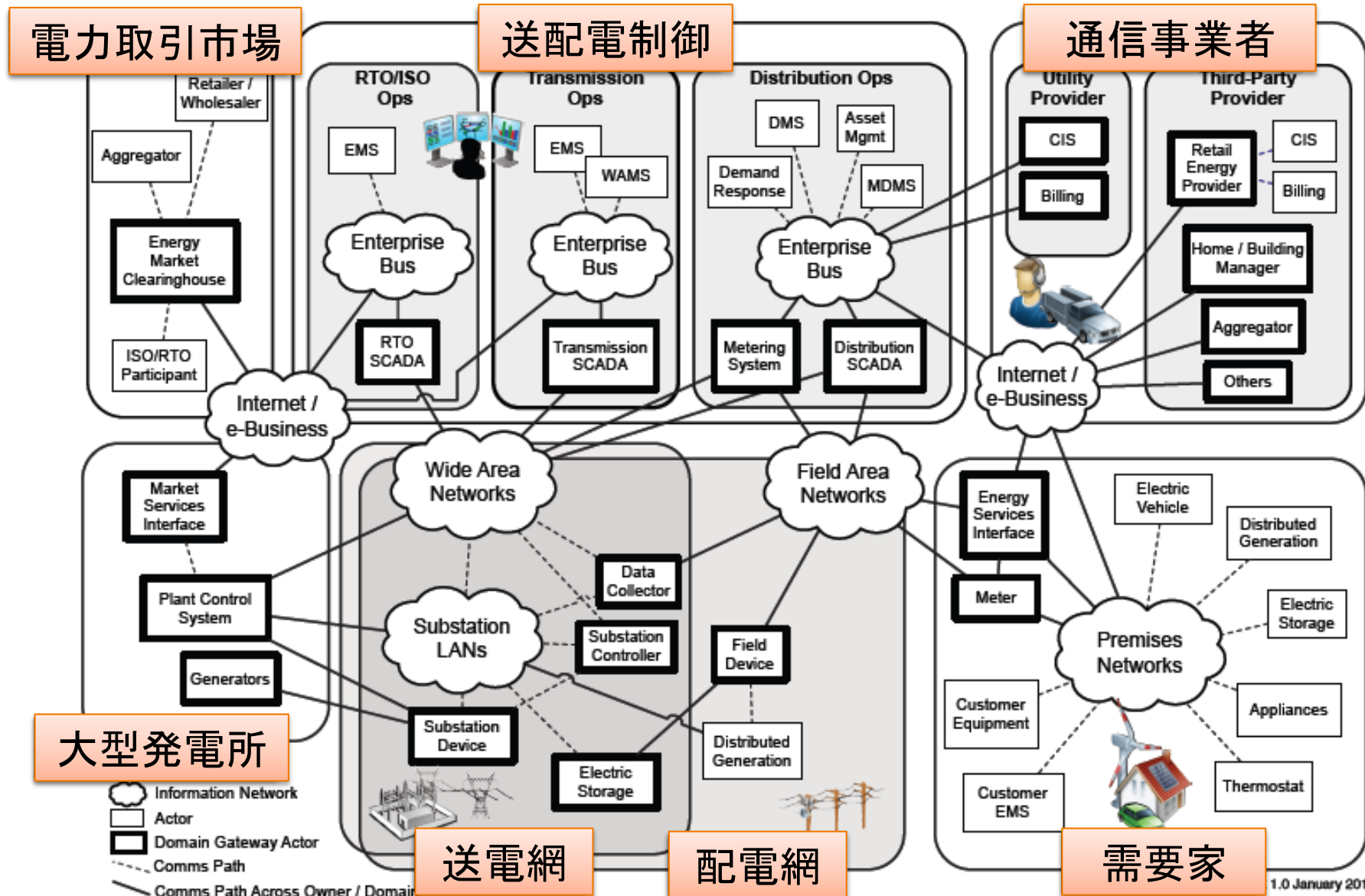
Smart Grid

センサー網の多様性と非相互接続性

- Zigbee, Z-Wave, Xmesh, SmartMesh, MeshScape, ...
 - 互換性のないプロトコル
 - 下位から上位層まで1つのスタック
 - 閉鎖的なアーキテクチャ
- GWの乱立
 - 開発・導入・メンテナンスコストの増大
 - スケーラビリティの欠如
 - 一貫した経路制御が不可能
 - センシング情報の共有化が困難
 - 本質的に複雑なアーキテクチャになり普及が困難



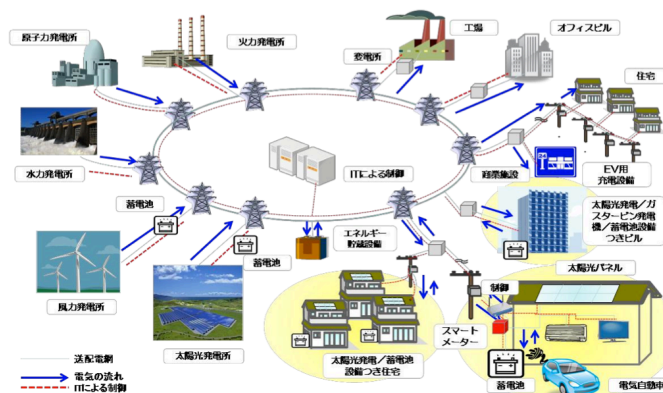
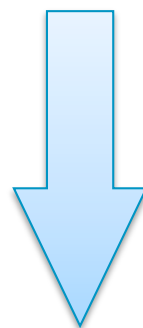
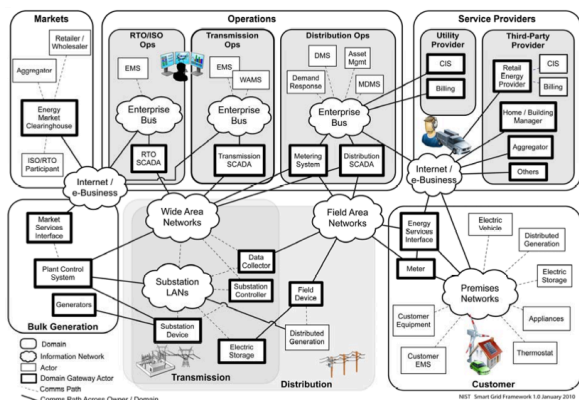
スマートグリッドを構成する様々なシステム(米国)



NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0, NIST, Jan 2010

スマートグリッドの通信システムの要求事項

- 異なる伝送メディア・リンク技術の相互接続の必要性



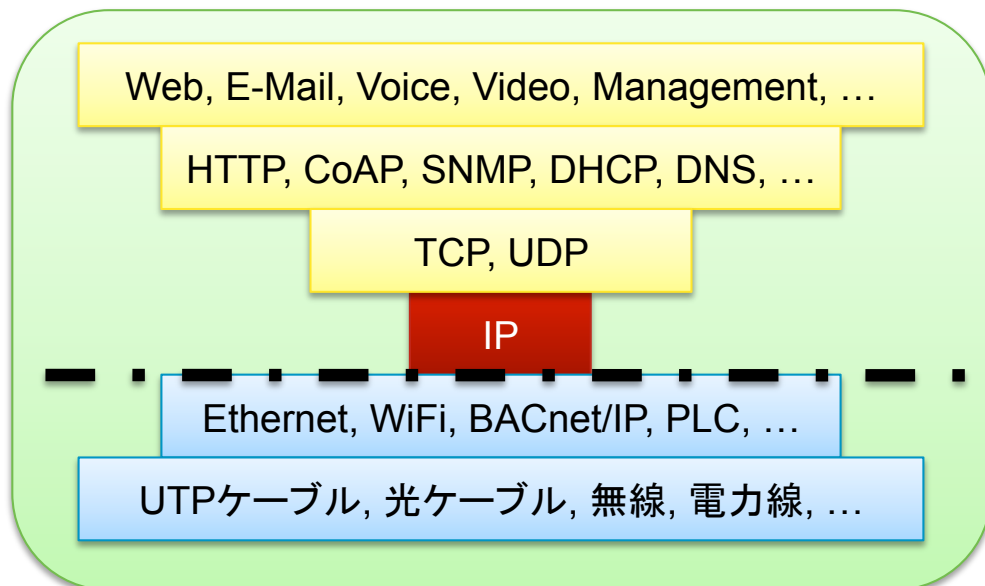
スマートグリッド通信システムの要求事項

- リンク技術に依存しないアドレス体系
- リンク技術に依存しないメッセージ配送技術
- リンク技術に依存しないセキュリティ技術
- 多様な伝送メディア・リンク技術の相互接続性

The role of standards in the Smart Grid: an IETF view, Fred Baker

IP技術の通信スタック構造

IP技術の通信スタック(概念図)



✓データリンク技術と完全に分離

各層に...

✓アドレス体系

✓メッセージ配送機能

✓セキュリティ機能

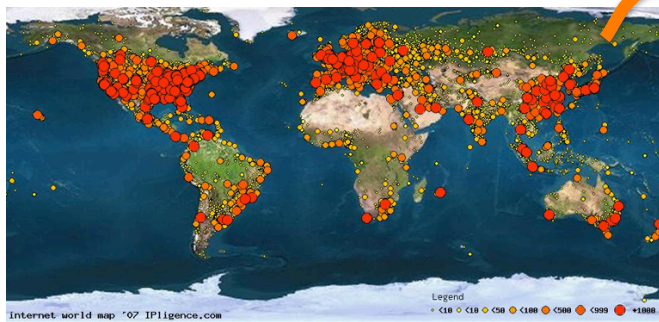
✓選択可能な暗号技術

IP技術の通信スタック構造

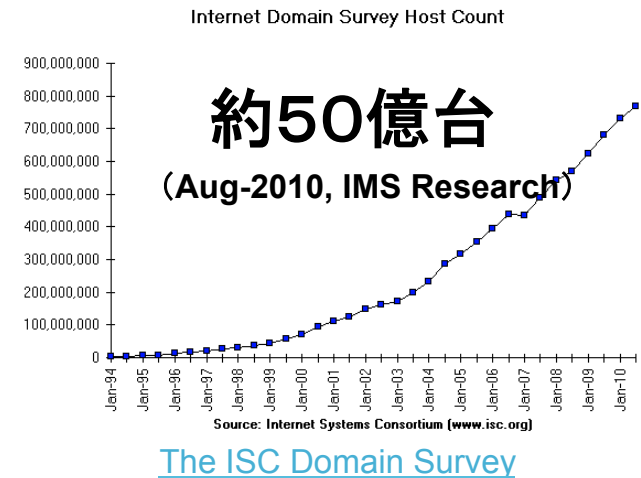
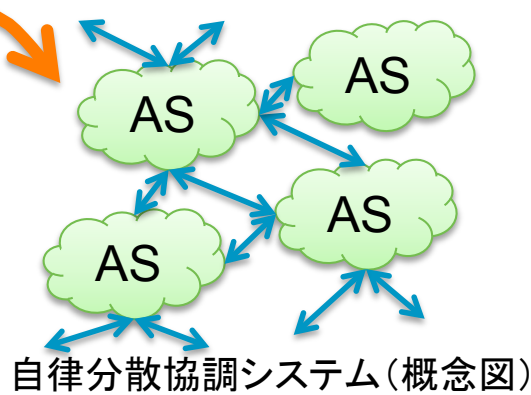
- リンク技術に依存しないアドレス体系
- リンク技術に依存しないメッセージ配送技術
- リンク技術に依存しないセキュリティ技術

柔軟性と拡張性に優れたIP技術

222ヶ国, 54459 ASs
(May 2011, [World Autonomous System Number Statistics](#))



[Internet World Map 2007](#)

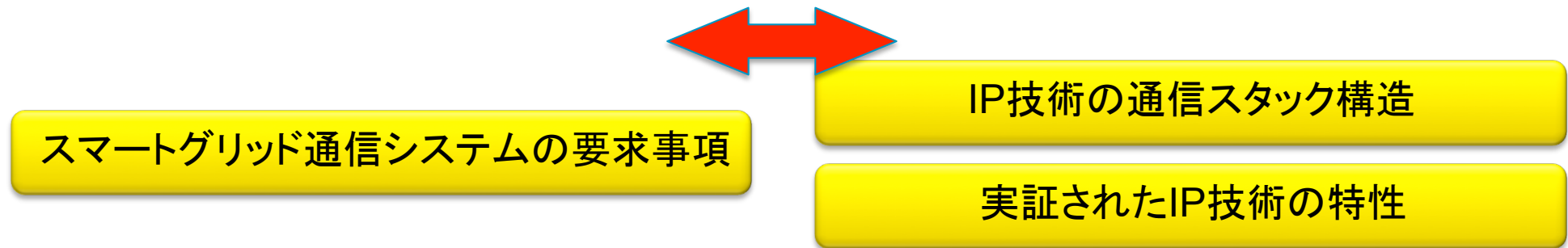


[The ISC Domain Survey](#)

実証されたIP技術の特性

- 多様な伝送メディア・リンク技術が相互に接続。
- 地球規模のスケールで実運用されている。
- 自律分散システムであり障害に強い。

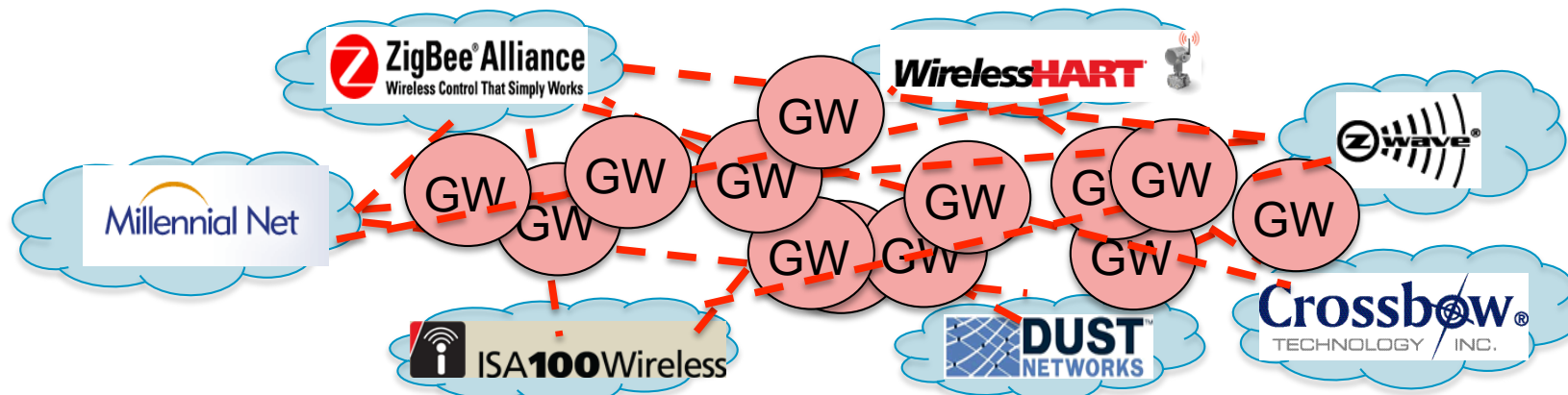
スマートグリッドの通信システムの要求事項と IP技術の親和性



- リンク技術に依存しないアドレス体系
 - リンク技術に依存しないメッセージ配送技術
 - リンク技術に依存しないセキュリティ技術
-
- 多様な伝送メディア・リンク技術が相互に接続。
 - 地球規模のスケールで実運用されている。
 - 自律分散システムであり障害に強い。

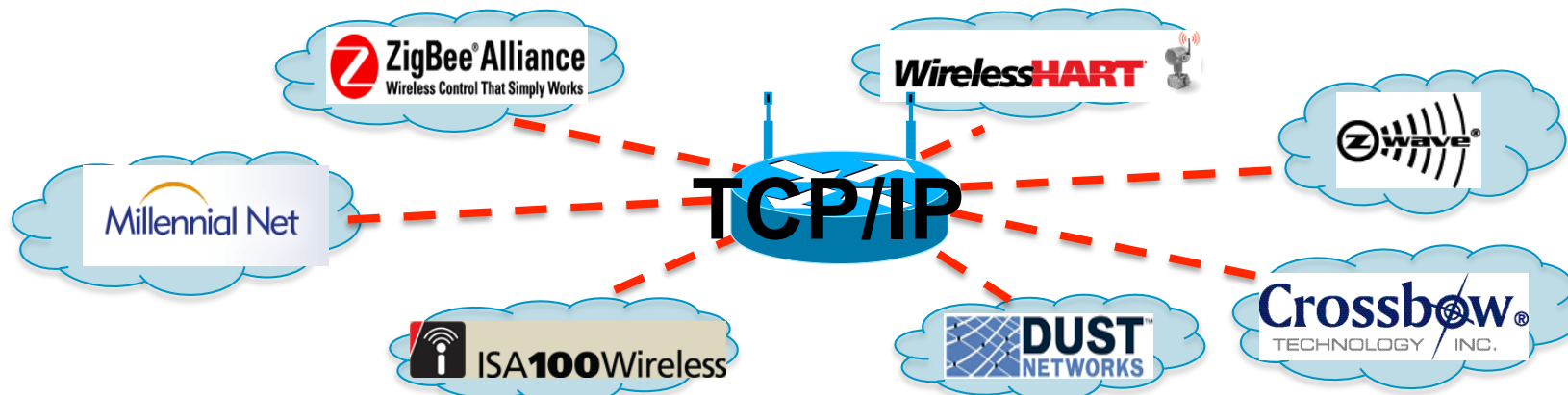
センサー網の多様性と非相互接続性

- Zigbee, Z-Wave, Xmesh, SmartMesh, MeshScape, ...
 - 互換性のないプロトコル
 - 下位から上位層まで1つのスタック
 - 閉鎖的なアーキテクチャ
- GWの乱立
 - 開発・導入・メンテナンスコストの増大
 - スケーラビリティの欠如
 - 一貫した経路制御が不可能
 - センシング情報の共有化が困難
 - 本質的に複雑なアーキテクチャになり普及が困難



センサー網の多様性と非相互接続性

- Zigbee, Z-Wave, Xmesh, SmartMesh, MeshScape, ...
 - 互換性のないプロトコル
 - 下位から上位層まで1つのスタック
 - 閉鎖的なアーキテクチャ
- GWの乱立
 - 開発・導入・メンテナンスコストの増大
 - スケーラビリティの欠如
 - 一貫した経路制御が不可能
 - センシング情報の共有化が困難
 - 本質的に複雑なアーキテクチャになり普及が困難



Agenda

- 背景
- IETFの動向



IP技術の策定過程と相互接続性



- IETF

- TCP/IP技術全般の標準化を行う組織。
- 策定した技術はRFCとして発行され、誰でも自由に参照できる。
- 会社や国の代表としてではなく原則として個人で参加する。
- 8エリア、124WG

- 仕様は全てオープン

- 全ての議論や文書が公開されている。
- 誰でも自由に議論に参加でき文書を発行できる。

- 動作実績のある仕様と相互接続性が最も重要

- “We reject kings, presidents and voting. We believe in **rough consensus and running code**”,
Dave Clark (1992)

FANにおけるIP技術の4つの課題

■ 動作条件の厳しい機器の存在

- 省電力
- 物理的サイズ (5mm~)
- 低CPU性能 (8 or 16-bit, 低クロック 8~16MHz)
- 少ないメモリ (~128 KB)
- スリープモード

これらの特徴を持つ機器をIETFでは “**Smart Object**” と呼んでいる

■ 通信条件の厳しいネットワークの存在

- 多数のノード (~数千ノード)
- 低通信帯域 (~250kbps)
- 高パケット損失性
- 技術者が直接メンテナンスできない環境

これらの特徴を持つネットワークをIETFでは
“**LLN**” (Low power and Lossy Network)

低消費電力 & 高パケット損失ネットワーク
と呼んでいる

Challenge Areas

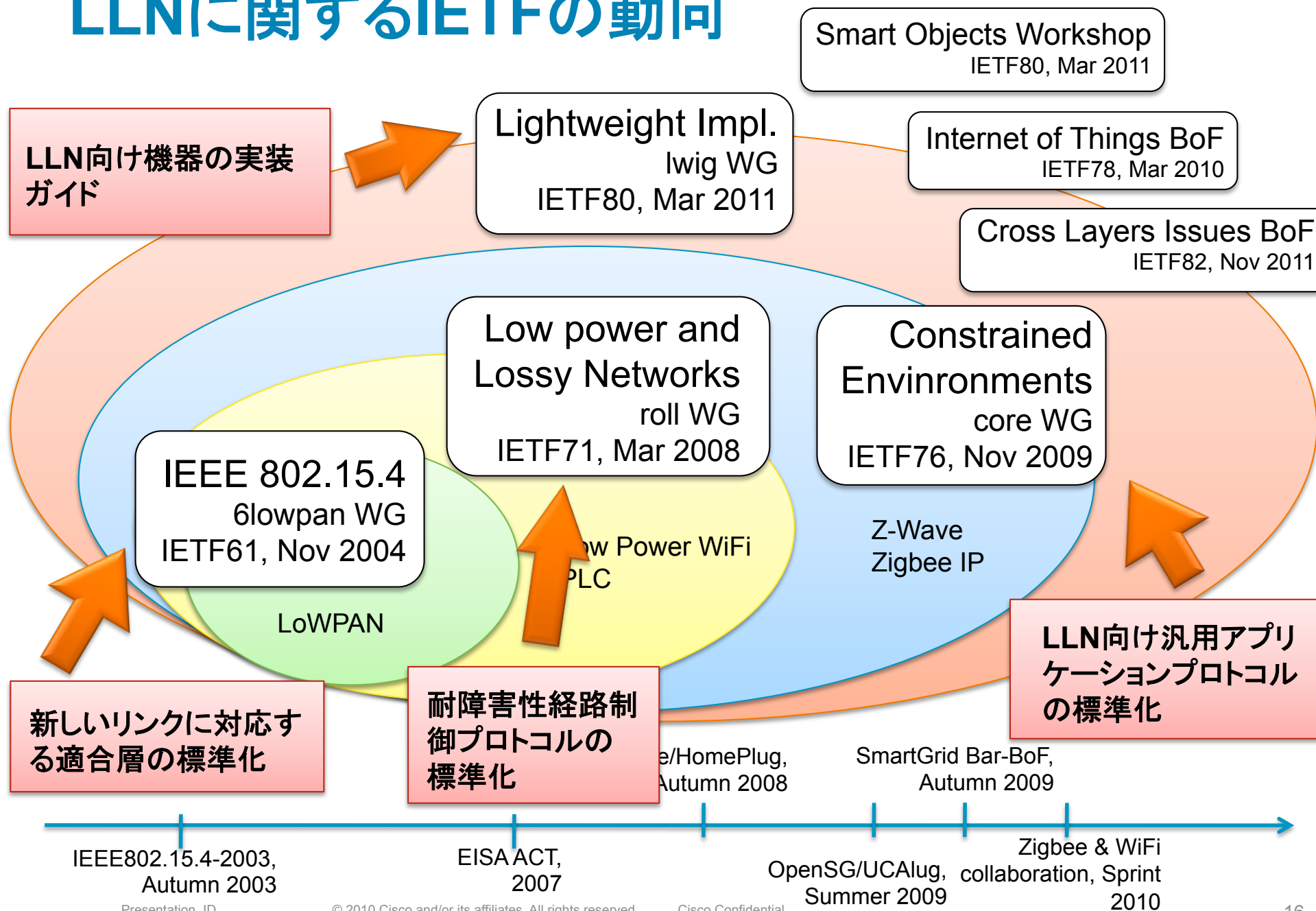
新しいリンクに対応する適合層の標準化

耐障害性経路制御
プロトコルの標準化

LLN向け汎用アプリケーション
プロトコルの標準化

LLN向け機器の実装ガイド

LLNに関するIETFの動向



What is 6lowpan WG?

- IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks
 - Co-chairs:
 - Carsten Borman (Bremen Univ.)
 - Geoff Mulligan (consultant)
- Mission
 - 802.15.4-basedネットワークに対する、IPv6 Adaptation Layerの策定とIPv6仕様の拡張
- RFCs and Significant Documents
 - RFC 4919: Problem Statement, and Goals
 - RFC 4944: Transmission of IPv6 Packets
 - RFC 6282: Compression Format
 - 6lowpan Neighbor Discovery
 - General Header Compression

Challenge Areas

新しいリンクに対応する適合層の標準化

耐障害性経路制御
プロトコルの標準化

LLN向け汎用アプリケーション
プロトコルの標準化

LLN向け機器の実装ガイド

What are 6lowpan protocols ?

- 802.15.4ベースのL2リンクとTCP/IP技術のギャップを埋める。
 - 当初は、802.15.4-2006が対象だった。
 - 現在は、IEEE P1901.2や IEEE 802.15.4k等への応用も検討されている。

- What's new ?

- IPv6 Header compression

不必要なフィールドを削除

ヘッダーチェーン Chained header by a dispatch field.

リンクヘッダから取れる情報 e.g. EUI-64

ネットワークの設定から読み取れるもの e.g. prefix, version

- Fragmentation and Reassembly

- ND Optimization

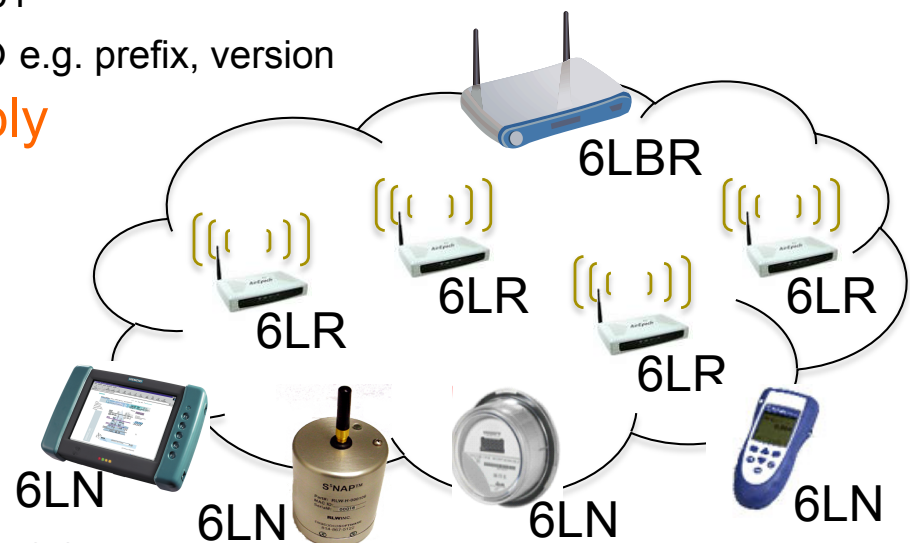
multicast packet の抑制

L2網の情報の伝達

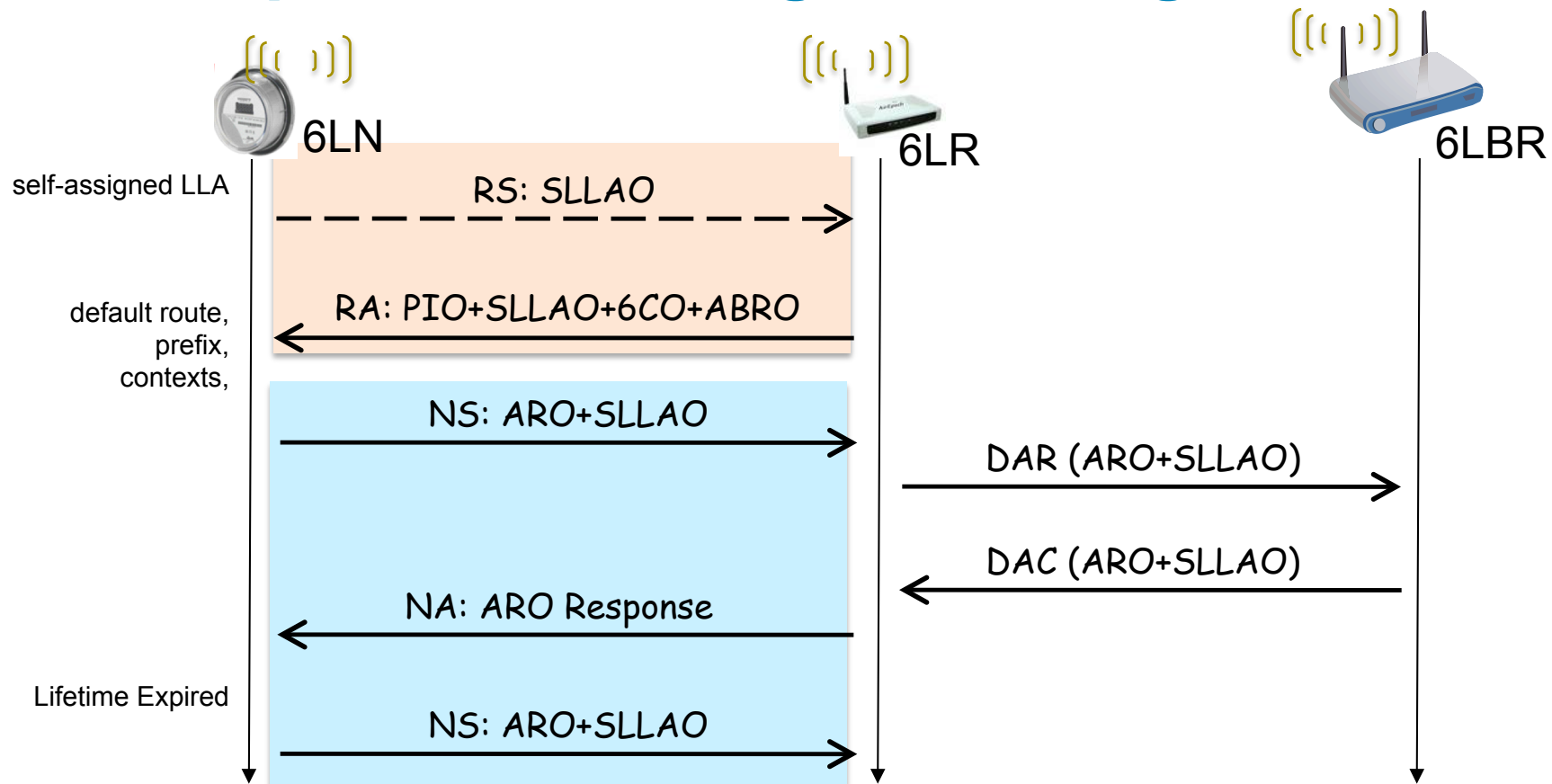
border routerのアドレス

header compressのための情報

IEEE802.15.4	IPv6
➢ 127B frame size.	➢ 40B Header (Min.)
➢ Data Rate: 20~250Kbps	➢ 1280B MTU.
➢ Maximize battery life.	➢ ND in multicast.



6lowpan ND Message Exchange



- 3つのIPv6 ND optionと、2つのICMPv6 typeを定義
- 6LRから、6lowpan context (6CO), Authoritative Border Router (ABRO)を通知。
- 6LRから、Address Registration (ARO)を使用した6LBRへの登録とDADの実施。
- DA Request/Confirmationを使用した、6LBRでのDADの実施。

What is roll WG?

- Routing Over Low power and Lossy networks

- Co-chairs:

- JP Vasseur (Cisco)

- David Culler (UCB)

- Mission

- LLNとSmart Objects向けの経路制御に関する課題の解決

- “Low power and Lossy networks (LLNs) are typically composed of many embedded devices with limited power, memory, and processing resources interconnected by a variety of links, such as IEEE 802.15.4, Low Power WiFi.”

- RFCs and Significant Documents

- RFC 5548: Requirement for Urban

- RFC 5673: Requirement for Industrial

- RFC 5826: Requirement for Home Automation

- RFC 5867: Requirement for Building Automation

- RFC 6206: The Trickle Algorithm

- **RPL Specifications**

- Security Framework

Challenge Areas

新しいリンクに対応する適合層の標準化

**耐障害性経路制御
プロトコルの標準化**

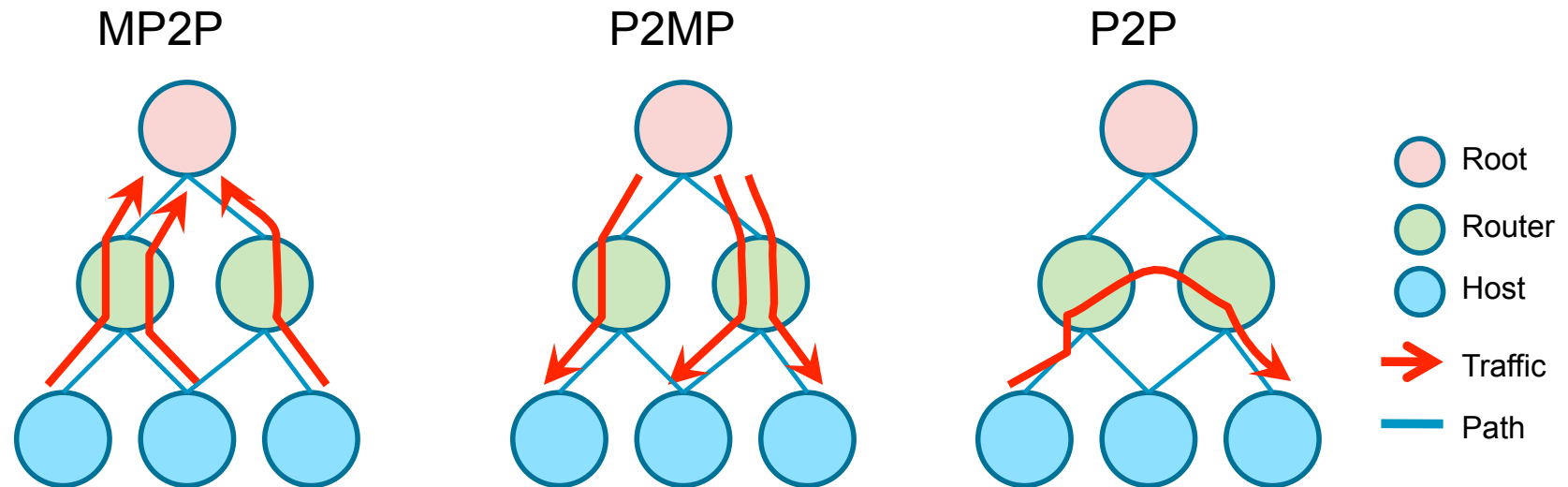
LLN向け汎用アプリケーションプロトコルの標準化

LLN向け機器の実装ガイド

What is RPL ?

- 多様なLLN向けアプリケーションの要求に対応
 - Urban, Industrial, Home Automation, Building Automation.
 - MP2P, P2MP and P2P
- 物理的に同じリンク上に複数のDODAGを構築可能
 - 異なるのアプリケーションの要求に応じた最適なパスを構築できる。
- Metric-based next-hop selection
 - DODAGを構築する複数のメトリックを指定可能。
 - メトリック: node state, energy, hop-count, throughput, link reliability
- LLN向けのパス構築機構
 - *Trickle* : DAGの状態に応じて制御パケット送出を変化
 - 経路表を持たない様なノードでもパケット転送が可能
 - Storing / Non-Storing, RPL routing header
 - 2つのパス再構築機構
 - 全体を再構築する機構: e.g. DODAGのメトリックが変わった場合等
 - 部分的に修復する機構: e.g. リンクの状態が変化した場合等

Forwarding path by RPL



- ICMPv6 type (155): RPL Control Message
- 9つのICMPv6 codeを定義
- 基本 codeは以下の4つ
 - DIS/DIO messages for MP2P
 - DAO/DAO-ACK messages for P2MP

DIS: DODAG Information Solicitation
DIO: DODAG Information Object
DAO: Destination Advertisement Object
DAO-ACK: DAO Acknowledgement

What is “core” WG ?

■ Constrained RESTful Environment

- Co-chairs:
 - Carste Borman (Bremen Univ)
 - Cullen Jennings (Cisco)

■ Mission

- M2M向けのアプリケーションプロトコルの策定

■ RFCs and Significant Documents

- **CoAP Specifications**
 - core, block, observe, Link Format
- HTTP Mapping
- Group communication framework

Challenge Areas

新しいリンクに対応する適合層の標準化

耐障害性経路制御プロトコルの標準化

LLN向け汎用アプリケーションプロトコルの標準化

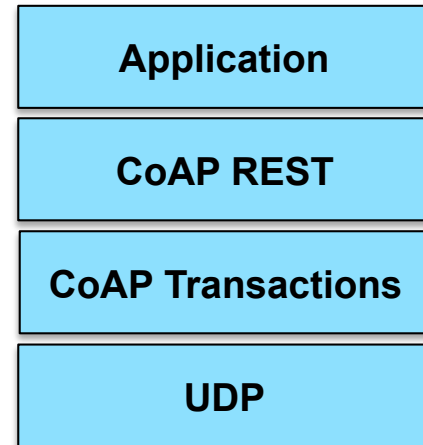
LLN向け機器の実装ガイド

What is CoAP ?

- Specialized for M2M applications
 - RESTful protocol
 - Simple small header < 10B
 - Stateless single message exchange
 - Asynchronous transaction support
 - Observation mode (a.k.a. publication/subscriber)
 - Caching
 - UDP binding with reliability, and multicast
 - Retransmission
 - Block-wise transfer

- Strictly specification of a HTTP proxy
 - Internet media type support.
 - HTTP compatible response code.

Protocol stack image
of a LLN device

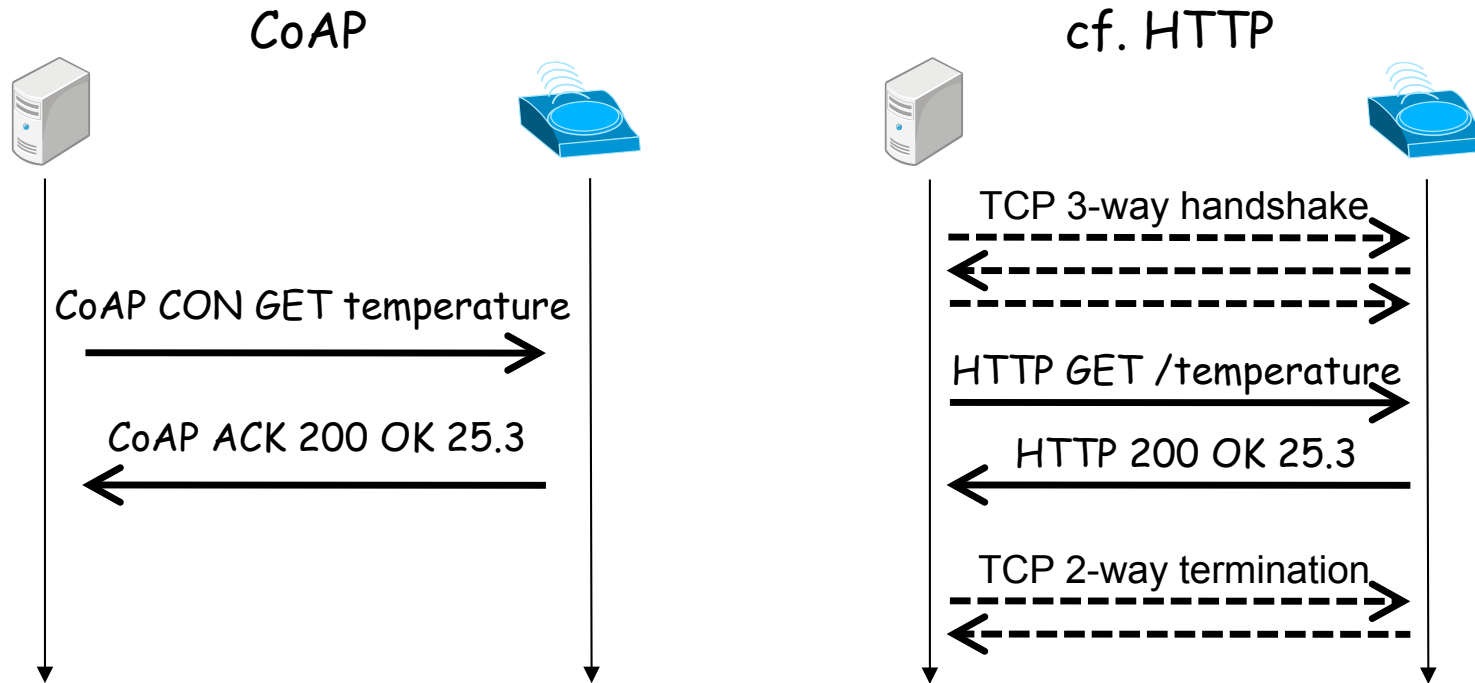


Transaction	Operations
CON	receiver is requested to make a response
ACK	response to CON
NON	receiver is not requested any action
RST	reset the receiver's state, typically used in the asynchronous mode.

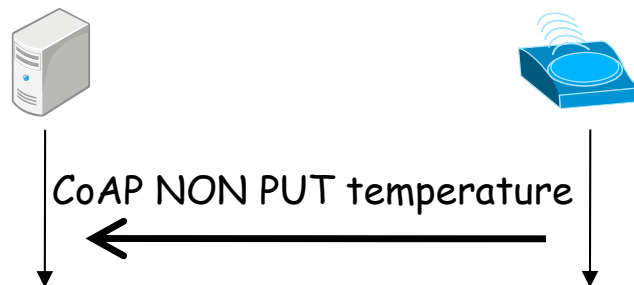
method	operation
GET	to get a resource, no change.
POST	to create a resource.
PUT	to update a resource.
DELETE	to delete a resource.

CoAP message exchanges

- Confirmable message



- Non-confirmable message



What is Iwig WG ?

■ Lightweight Implementation Guidance

- Co-chairs:
 - Zhen Cao (China Mobile)
 - Robert Cragie (consultant)

■ Mission

- 組み込み機器向けのTCP/IPスタック実装ガイダンスの作成

■ Significant IDs

- Lightweight Implementation Guidance

Challenge Areas

新しいリンクに対応する適合層の標準化

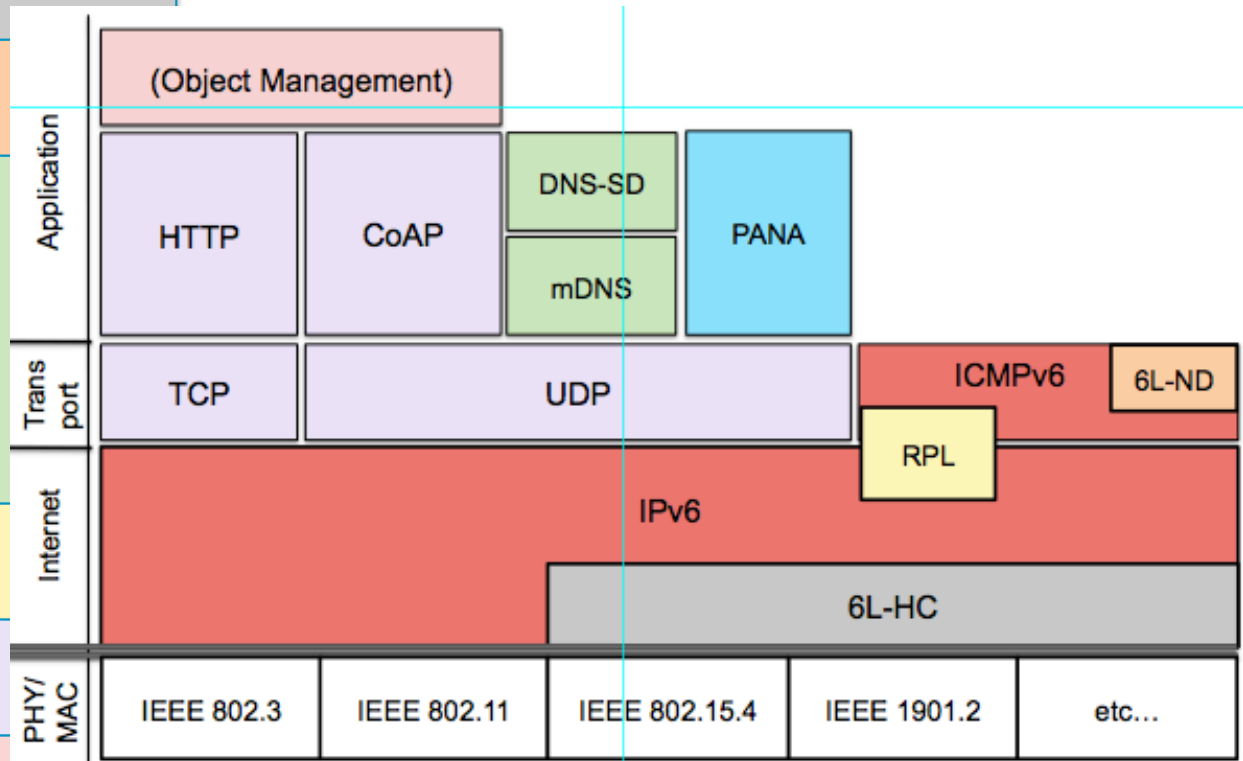
耐障害性経路制御プロトコルの標準化

LLN向け汎用アプリケーションプロトコルの標準化

LLN向け機器の実装ガイド

機能とプロトコルスタックの例

- Provisioning
 - Device/Service Name
 - Security Key
- ★ Media Adaptation
- ★ Registration
- Discovery
 - ★ IP Address/EUI-64
 - Service
 - ★ Resource
- ★ Routing
- ★ Application helper
- Management
 - Network/Device/Resource



プロトコルと機能は厳密には入り組んでいる。

モノへのIP技術普及推進活動 IPSO

- Alliance established in September, 2008
→ **57** members (Feb 2011)

- Mission

- ✓ Smart Object(モノ)へのIPの応用の推進活動
- ✓ 技術普及・教育活動やユースケースの紹介
- ✓ IETF等の他標準化組織の活動サポート
- ✓ 相互接続試験の主催

- Formal Liaison

IPv6 Forum

Zigbee Alliance



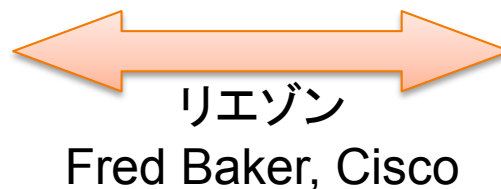
- On-Going Activities

- Interoperability Testing
- Tutorials, Webinars

<http://ipso-alliance.org/resource-library>

スマートグリッドのためのIP技術の選定

- SGIPの優先行動計画 PAP01 として文書化



- スマートグリッドのためのIPアーキテクチャとプロトコルセット

IP技術とその基本構成要素

アドレッシングの考慮点

パケット配送技術 (OSPF,ISS,BGP,DYMO,OLSR,RPL)

トランスポート技術 (TCP,UDP,SCTP,DCCP)

インフラ技術 (DNS,DHCP)

セキュリティの考察

IPv4/IPv6混在時の注意点

NATやFirewall導入の注意点

SGIP: Smart Grid Interoperability Panel

Internet Protocols for the Smart Grid

Network Working Group
Internet-Draft
Intended status: Informational
Expires: October 24, 2011

F. Baker
D. Meyer
Cisco Systems
April 22, 2011

Internet Protocols for the Smart Grid
draft-baker-ietf-core-15

Abstract

This note identifies the key infrastructure protocols of the Internet Protocol Suite for use in the Smart Grid. The target audience is those people seeking guidance on how to construct an appropriate Internet Protocol Suite profile for the Smart Grid. In practice, such a profile would consist of selecting what is needed for Smart Grid deployment from the picture presented here.

<https://datatracker.ietf.org/doc/draft-baker-ietf-core/>

その他の活動

- Internet of Things BoF
- Smart Objects Workshop
- Cross Layers Issues BoF
- 6Lowpan Hackers BoF

技術のまとめ

- 6lowpan WG

 - 6LoWPAN HC/ND**

 - IPv6/TCP/UDPヘッダの圧縮

 - IPv6近隣探索プロトコルの最適化

 - IPv6パケットの分割と再構成

- roll WG

 - RPL: LLNに最適な経路制御プロトコル**

 - 経路表を持たないノードでも動作可能

 - 電力使用状況をメトリックに使用可能

 - 自律分散的な経路再構築が可能

- core WG

 - CoAP: M2M通信に最適化した通信プロトコル**

 - メソッドの厳密な定義

 - バイナリメッセージ化

 - 非同期、ブロック転送、PUB/SUB

 - HTTPマッピングの定義

- Iwig WG

 - 相互接続に関する実装法の文書化**

RPL: IPv6 Routing Protocol for Low power and Lossy Networks
CoAP: Constrained Application Protocol

本日のまとめ

- M2Mネットワークは独自進化を遂げてきた。
- アプリケーションの多様化により、それらを統合運用する要求がある。
- そのためにTCP/IP技術の応用が検討・実施されている。

IETFにおいて、

- LLNに最適化したTCP/IP技術の標準化が進んでいる。
 - 6lowpan-hc: アダプテーション技術
 - 6lowpan-nd: IPv6 NDの最適化
 - RPL: LLN向け経路制御及びパケット転送技術
 - CoAP: M2M向け通信技術
- 標準化活動以外にも、M2Mの相互接続性を向上させるための議論が行われている。
 - 実装ガイダンスの作成
 - Workshop
 - 6LoHax




CISCO

