

15.4を利用したIP通信／プロトコルの留意点と
15.4g、6LoWPAN、Wi-SUN、ECHONET Liteの実践

株式会社スカイリー・ネットワークス
梅田 英和

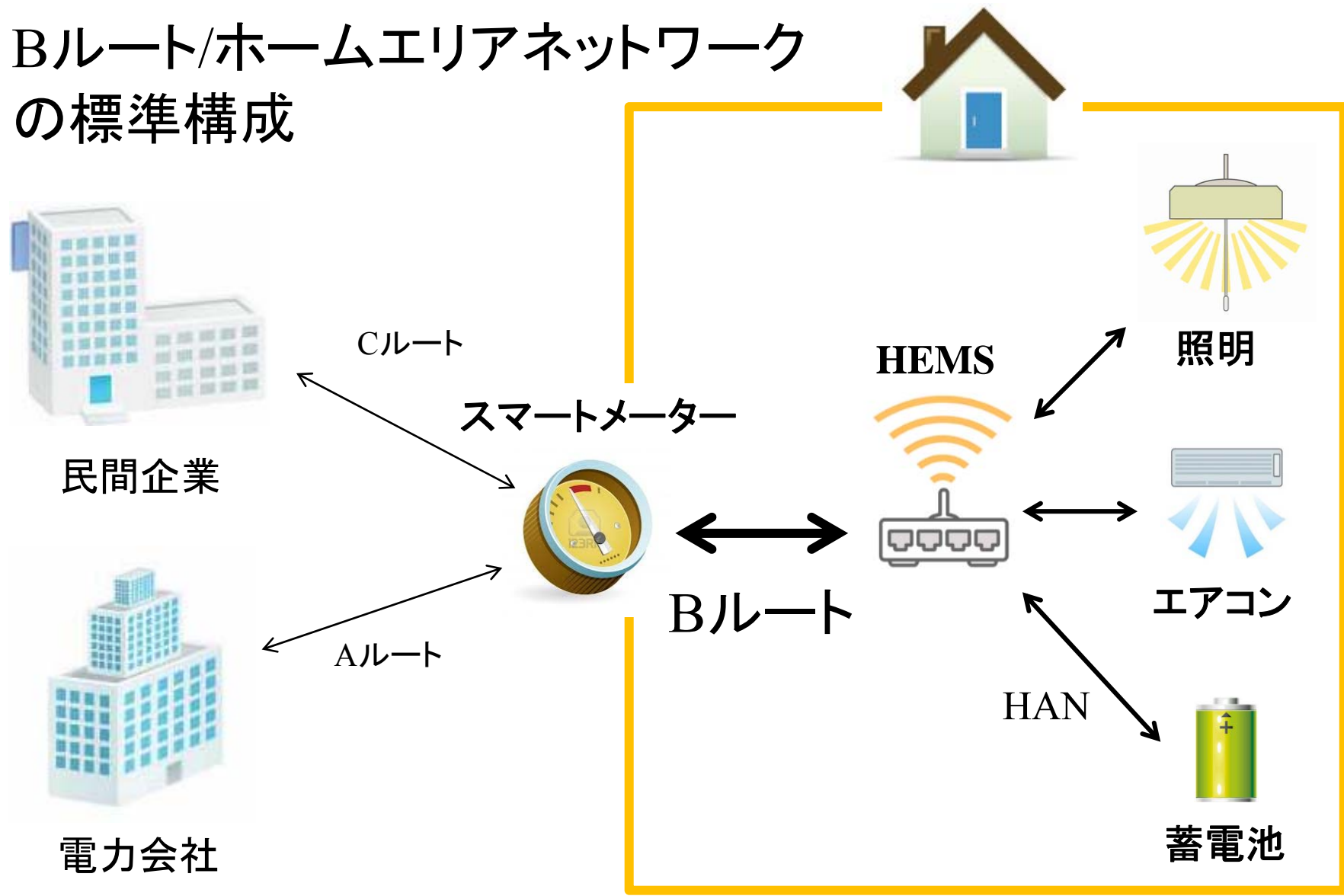
アジェンダ

- Bルート/HANと15.4 A/B/C方式
- 15.4におけるIP通信プロトコルの標準構成と6LoWPANの基本的な仕組み
- 「Wi-SUN Profile for ECHONET Lite」と「920IP」
- BルートにおけるECHONTE Lite通信の実践例

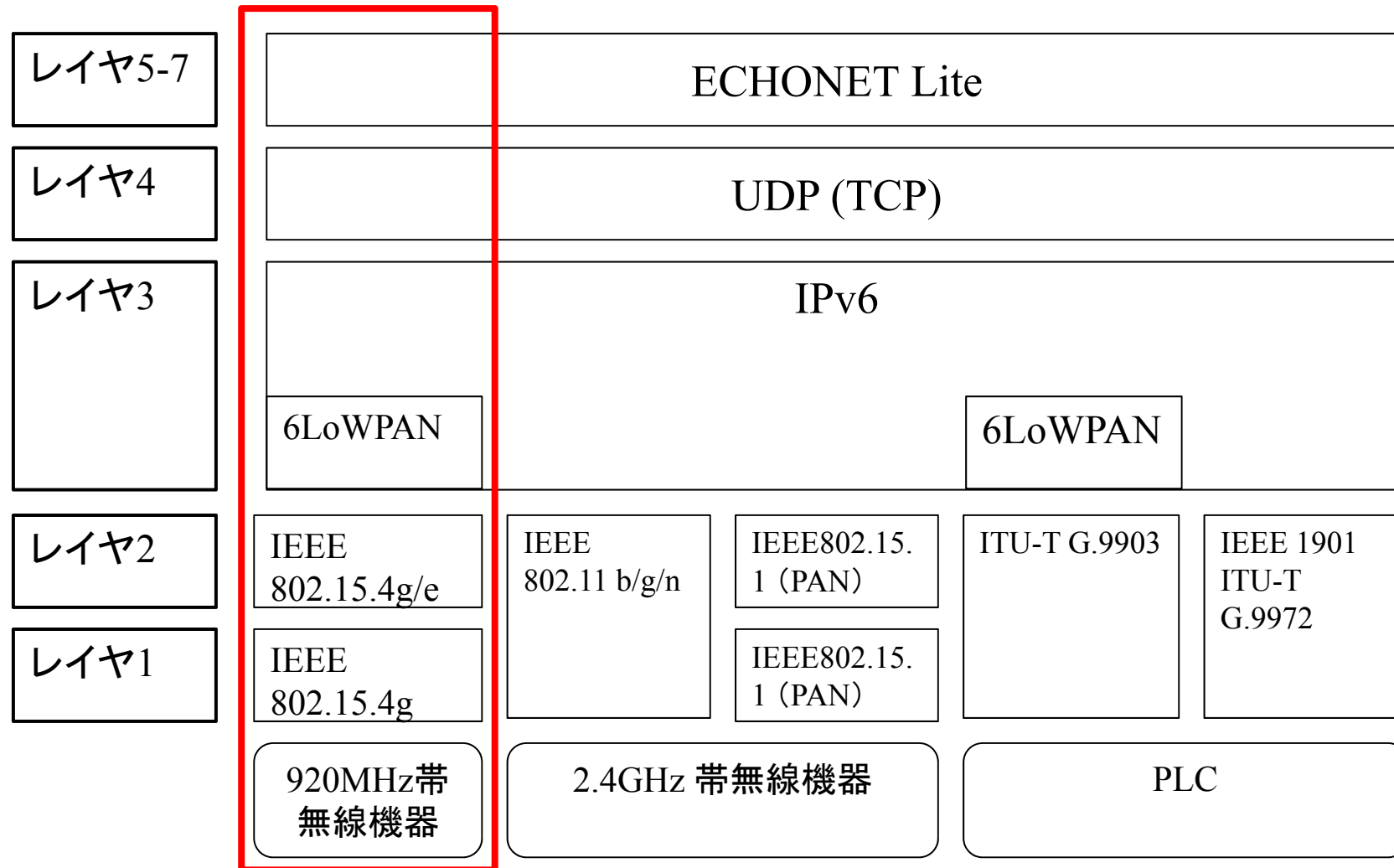
アジェンダ

- Bルート/HANと15.4 A/B/C方式
- 15.4におけるIP通信プロトコルの標準構成と6LoWPANの基本的な仕組み
- 「Wi-SUN Profile for ECHONET Lite」と「920IP」
- BルートにおけるECHONTE Lite通信の実践例

Bルート/ホームエリアネットワークの標準構成



HEMSにおける公知な標準メディアプロトコルスタックの基本図 (スマートメータBルート)



「HEMS-スマートメーター(Bルート) 運用ガイドライン」より

3方式の定義(TTC JJ-300.10)

方式	特徴	関連団体
方式A	<ul style="list-style-type: none"> ■ WiSUN Profile for ECHONET Lite ■ IPv6/6LoWPAN 	WiSUN Alliance
方式B	<ul style="list-style-type: none"> ■ 920IP (ZigBee IP) ■ IPv6/6LoWPAN ■ RPLによるマルチホップ通信 	ZigBee Alliance
方式C	<ul style="list-style-type: none"> ■ Non-IP ■ MAC層の上にECHONET Lite 	WiSUN Alliance

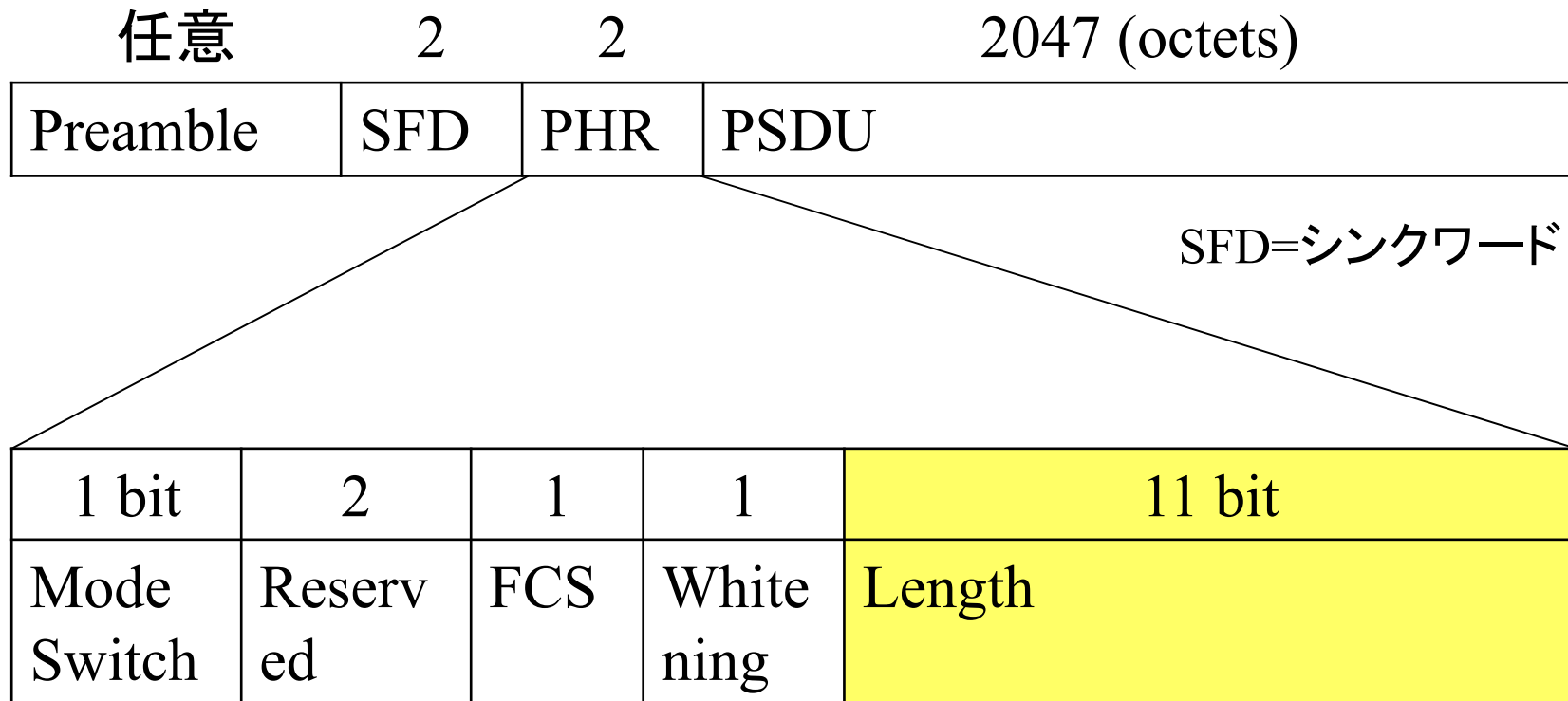
15.4上のIP通信プロトコルの標準構成

ECHONET Lite	
トラnsポート層 (UDP)	
IPv6層	経路制御
6LowPAN	
MAC層 (802.15.4/e)	
物理層 (802.15.4g)	
プロセッサ + 無線IC	

アジェンダ

- Bルート/HANと15.4 A/B/C方式
- 15.4におけるIP通信プロトコルの標準構成と6LoWPANの基本的な仕組み
- 「Wi-SUN Profile for ECHONET Lite」と「920IP」
- BルートにおけるECHONTE Lite通信の実践例

IEEE 802.15.4gフレーム形式



IEEE 802.15.4gの特徴

PSDUが大きい

(物理層で一度に運べるデータ長=PSDU)

IEEE 802.15.4 では・・・127バイト(250K bps)

IEEE 802.15.4g では・・・2047バイト(100K bps)

ボーレートは半分、PSDUは15倍

6LowPAN

IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networksの略

「Low Powerな無線でIPv6を使うためのいろいろなテクニック」

Low Power = いろいろ足りてないというニュアンス

6LowPANの前提条件

1. 「Low Powerな無線」であること
2. 「IPv6」であること

「Low Power」=データレートが低速で、PSDUが小さいという暗黙の前提がある

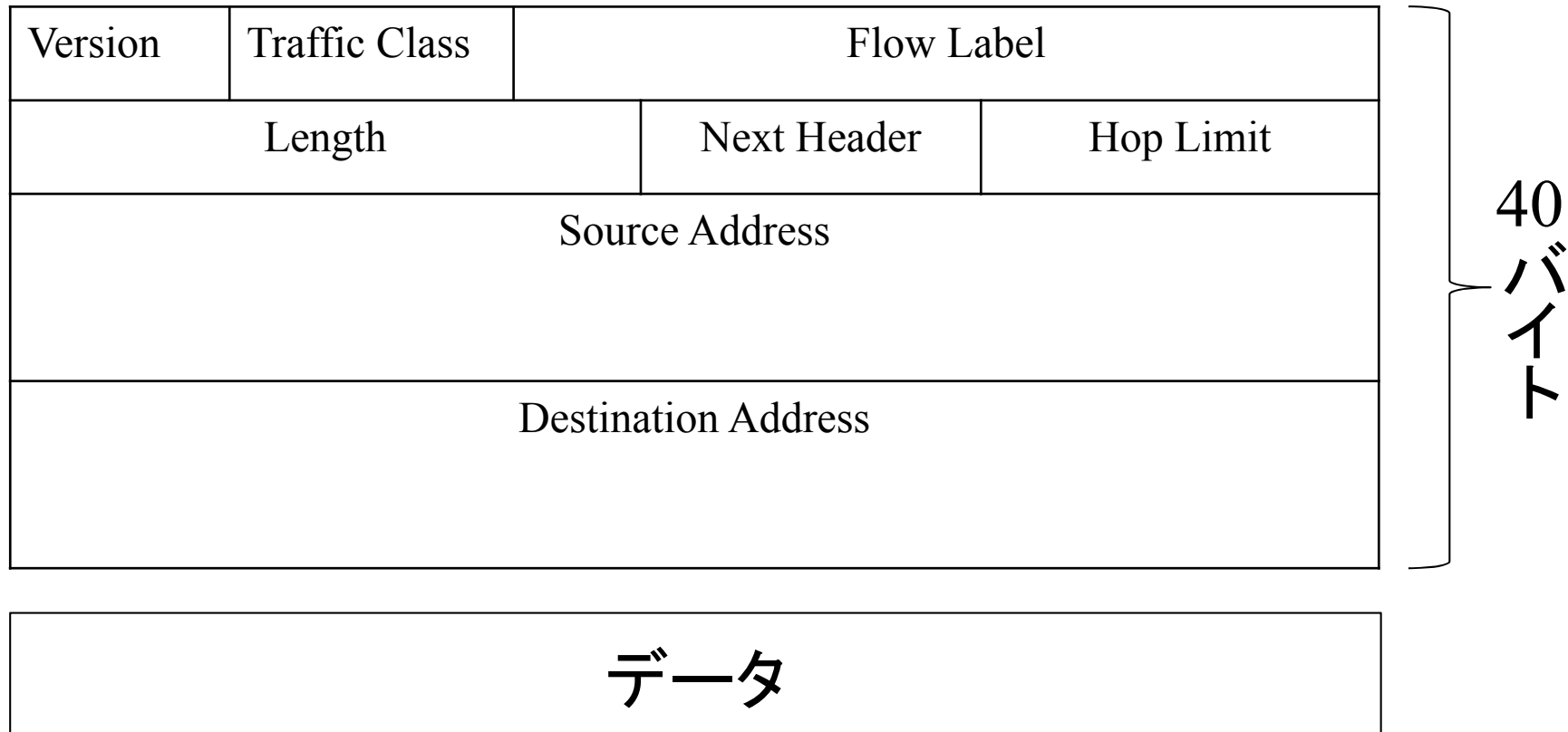
6LowPANが提供する主な機能2つ

1. ヘッダ圧縮
2. フラグメンテーション

IPv6ヘッダ

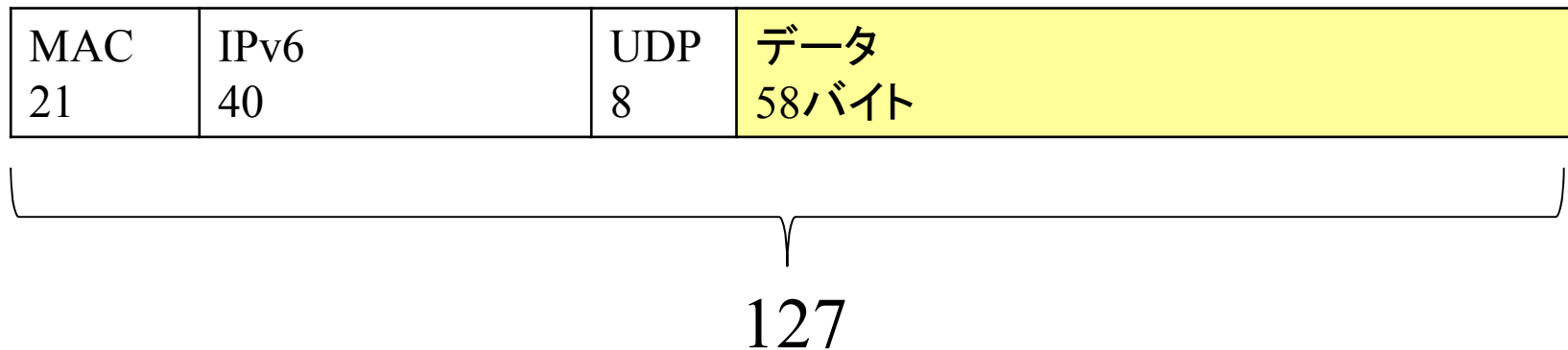
0

31

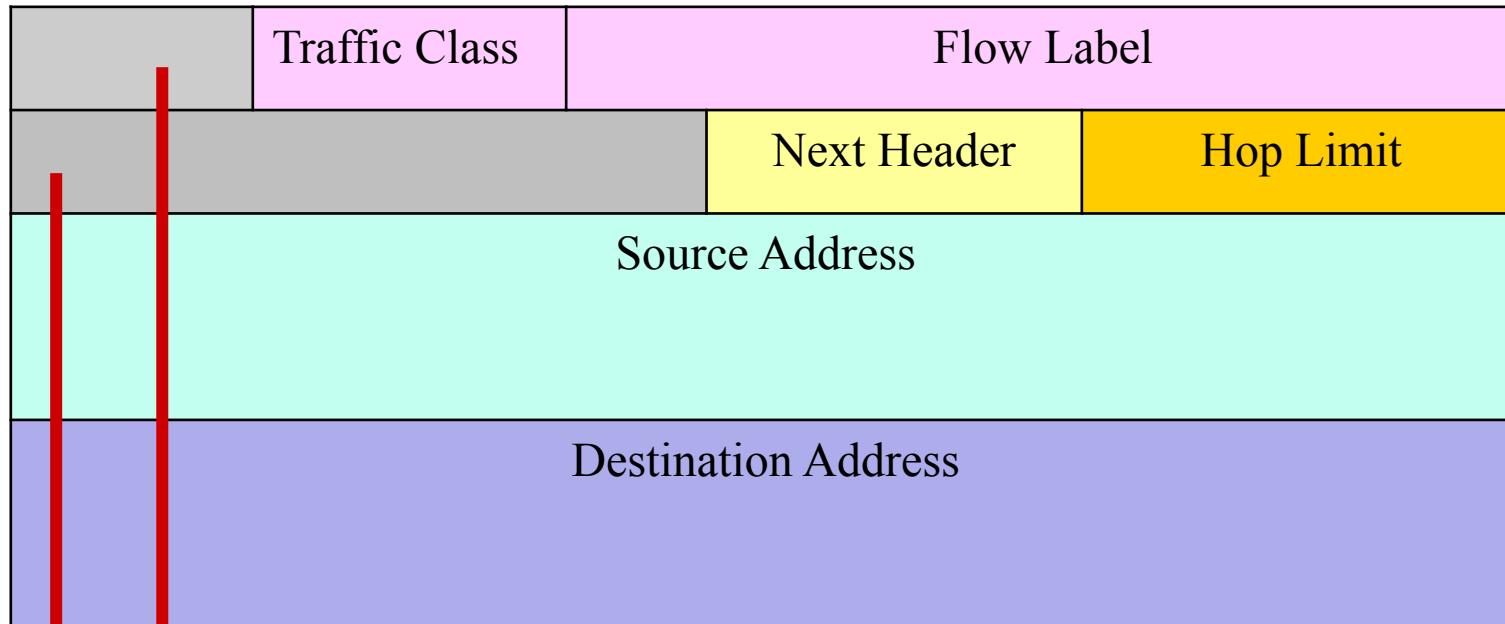


UDPを例にとると

IEEE 802.15.4は1フレーム最大127バイトなので、58バイトしかデータが入らない



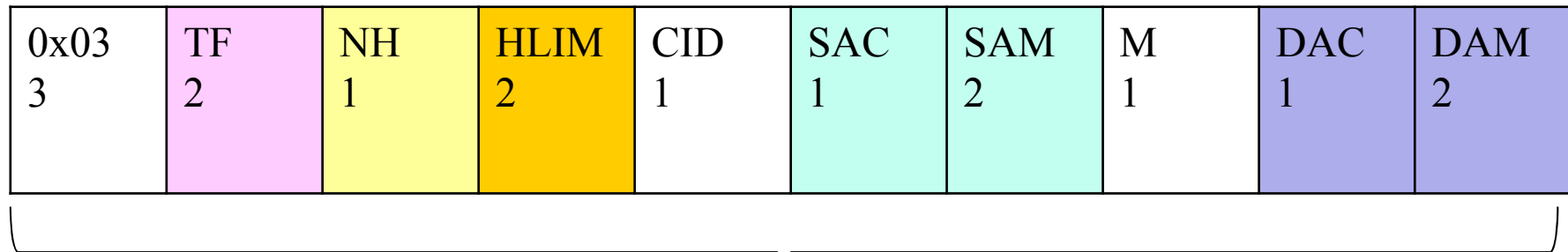
IPv6ヘッダの圧縮



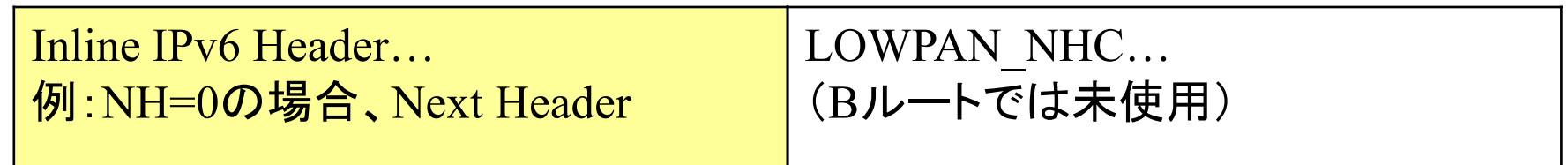
Versionは固定値なので省略

LengthはPSDU長から逆算できるので省略

40バイトが3バイト(程度)に圧縮される
 ⇒必ずというわけではありません
 ⇒ポイントはIPアドレスの省略



2バイト(LOWPAN_IPHC base Encoding)



1バイト

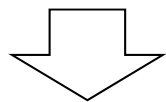
IPv6アドレスの生成

EUI-48 (イーサネットなど)

12	34	56	78	AB	CD
----	----	----	----	----	----

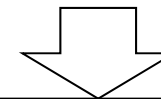
EUI-64 (IEEE 802.15.4など)

12	34	56	FF	FE	78	AB	CD
----	----	----	----	----	----	----	----



先頭から7bit目を反転=インターフェイスID

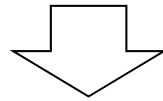
10	34	56	FF	FE	78	AB	CD
----	----	----	----	----	----	----	----



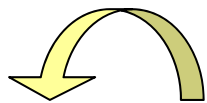
FE80:0000:0000:0000:1034:56FF:FE78:ABCD

6LowPAN圧縮の秘訣

IPv6アドレスが一番スペースを消費している



MAC層アドレスから導出できる性質を利用してアドレス全体を省略

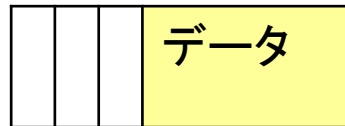


MAC層のヘッダにIPアドレスが格納されていると考える

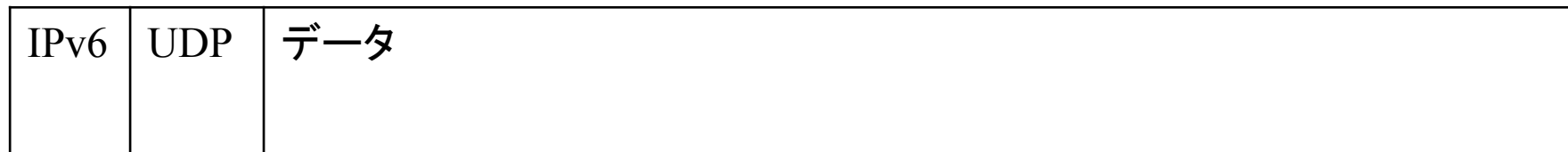
MAC 21	6lowpan/ IPv6 3バイト		
-----------	--------------------------	--	--

ただ、40バイトを3バイトに圧縮しても焼け石に水のような・・・

データ領域58バイトが95バイトに増えたけれど



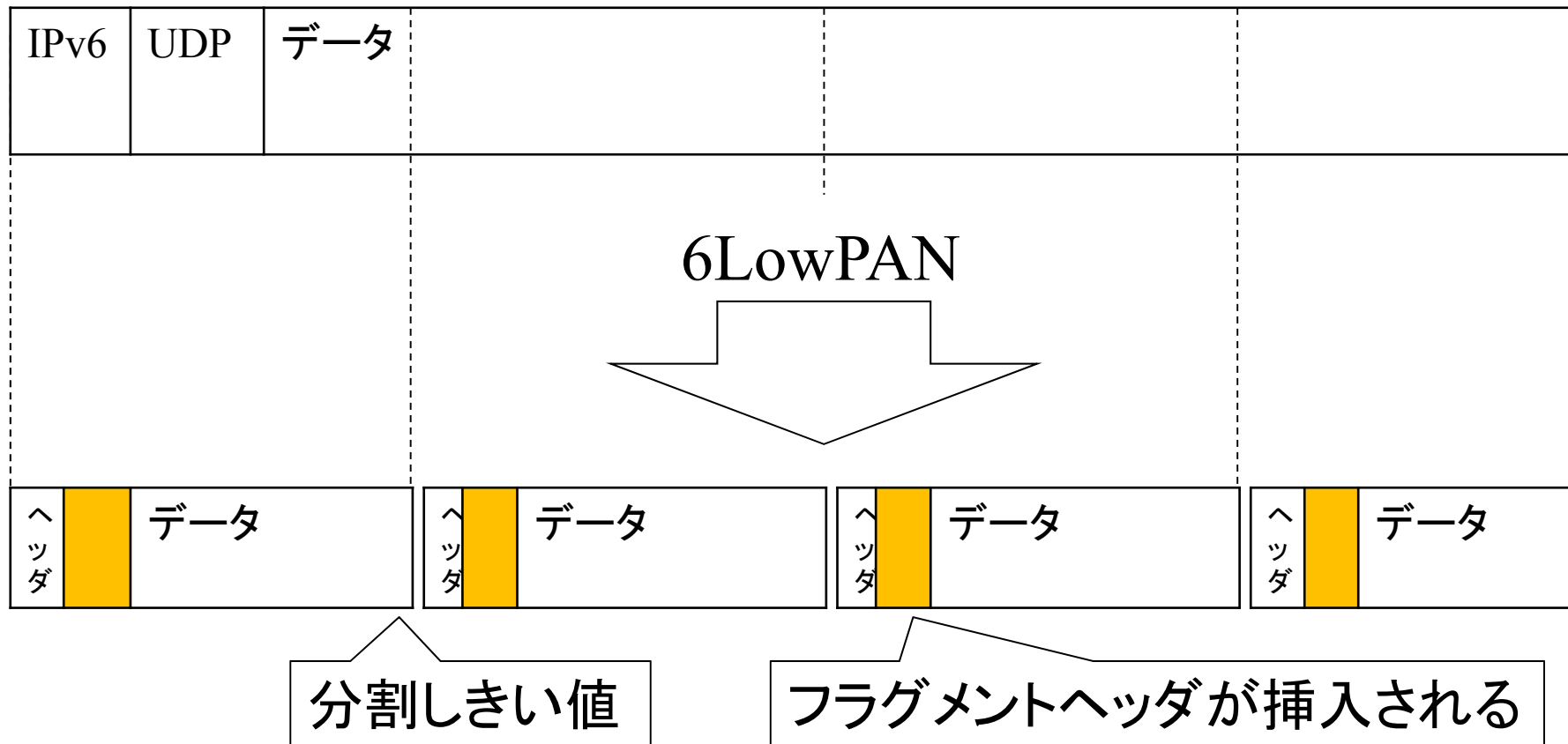
IP=1280bytes



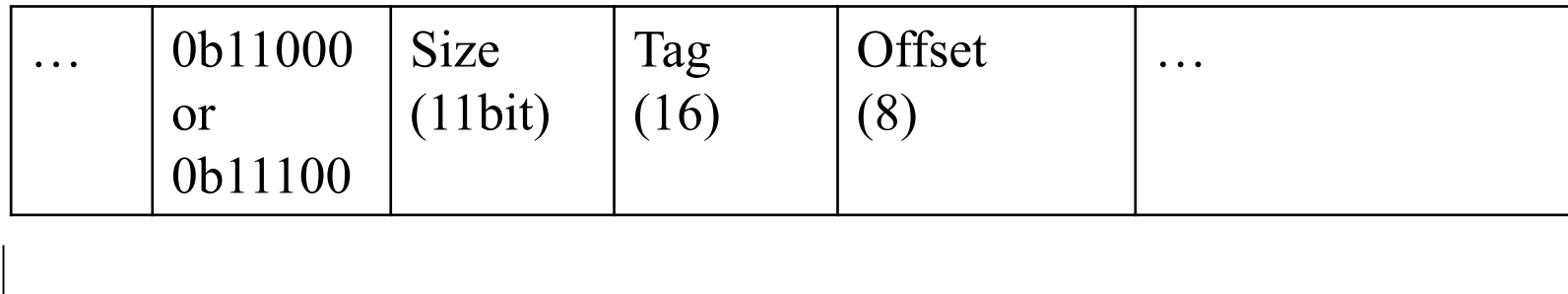
そこでフラグメントの出番

IPv6パケットの分割

1280バイト



フラグメントヘッダ



PSDU

Size…フラグメントされる前のIPパケット長

Tag…各フラグメンテーションを区別

Offset…何バイト目か

UDPデータ512バイトを送信する場合の例

圧縮前のIPH + UDPH + Data長

1	...	0b11000	Size=560	Tag=0x672E	...	
2	...	0b11100	Size=560	Tag=0x672E	Offset=0x1F ...	
3	...	0b11100	Size=560	Tag=0x672E	Offset=0x39	最終フラグメント のデータ長= 104

8の倍数

6LowPANとPSDU

IEEE 802.15.4では・・・127バイト

IEEE 802.15.4gでは・・・最大2047バイト

6LowPANの前提である

「Low Power Wireless = PSDUが小さい」

がIEEE 802.15.4g SUN PHYでは成り立っていない

920MHz帯無線機器に、6LoWPANが必須というわけではない

=圧縮、分割する必要があるほどPSDUが小さい場合に活躍

ただし

- 小さいフレームでフラグメントするか
 - 大きいフレームで一括送信するか
- 慎重に考慮する必要あり

結論:

小さいフレームでフラグメント化した方が扱い易い

大きすぎるPSDUは

- 送信・再送コストが高い
1bitのerrorで2047バイトの再送
FECが必要? FCSは4 octets? etc...
- 帯域を長時間専有してしまう
100Kbpsで2047バイト = 160msec弱

一方、小さすぎるPSDUは分割数が増える

⇒WiSUN ECHONET ProfileではPSDU=255バイト以下

ルーティング機能

RPL (RFC6550) プロアクティブ型

IPv6 Routing Protocol for Low-Power and
Lossy Networks

「Low Power」な無線にはいろいろ工夫が必要
という前提

RPLの特徴

テーブルドリブン型

テーブル更新のメッセージ交換を少なく収める工夫がある

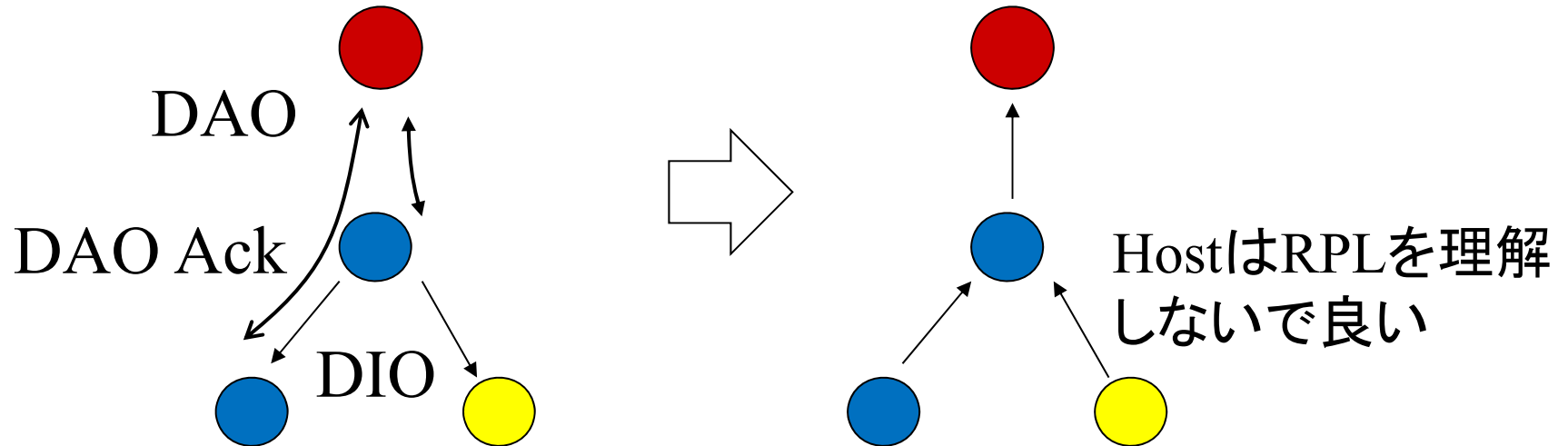
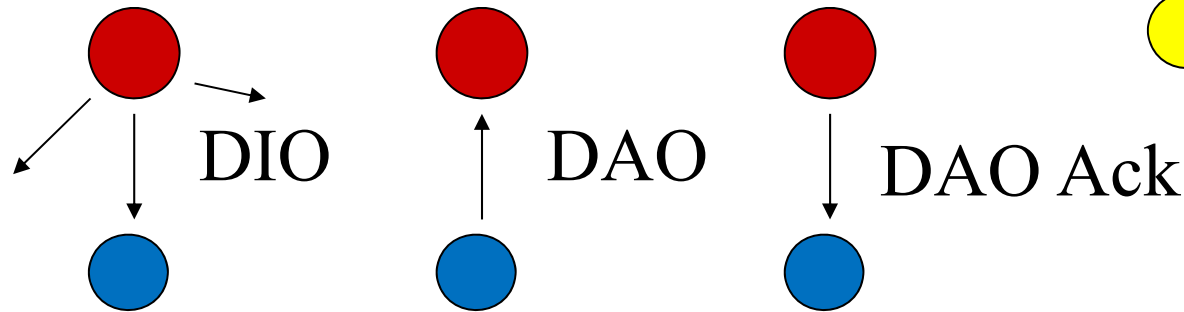
擬似ツリーネットワーク

ツリーは定義上、親が1つだが、RPLは複数持てる=DODAG

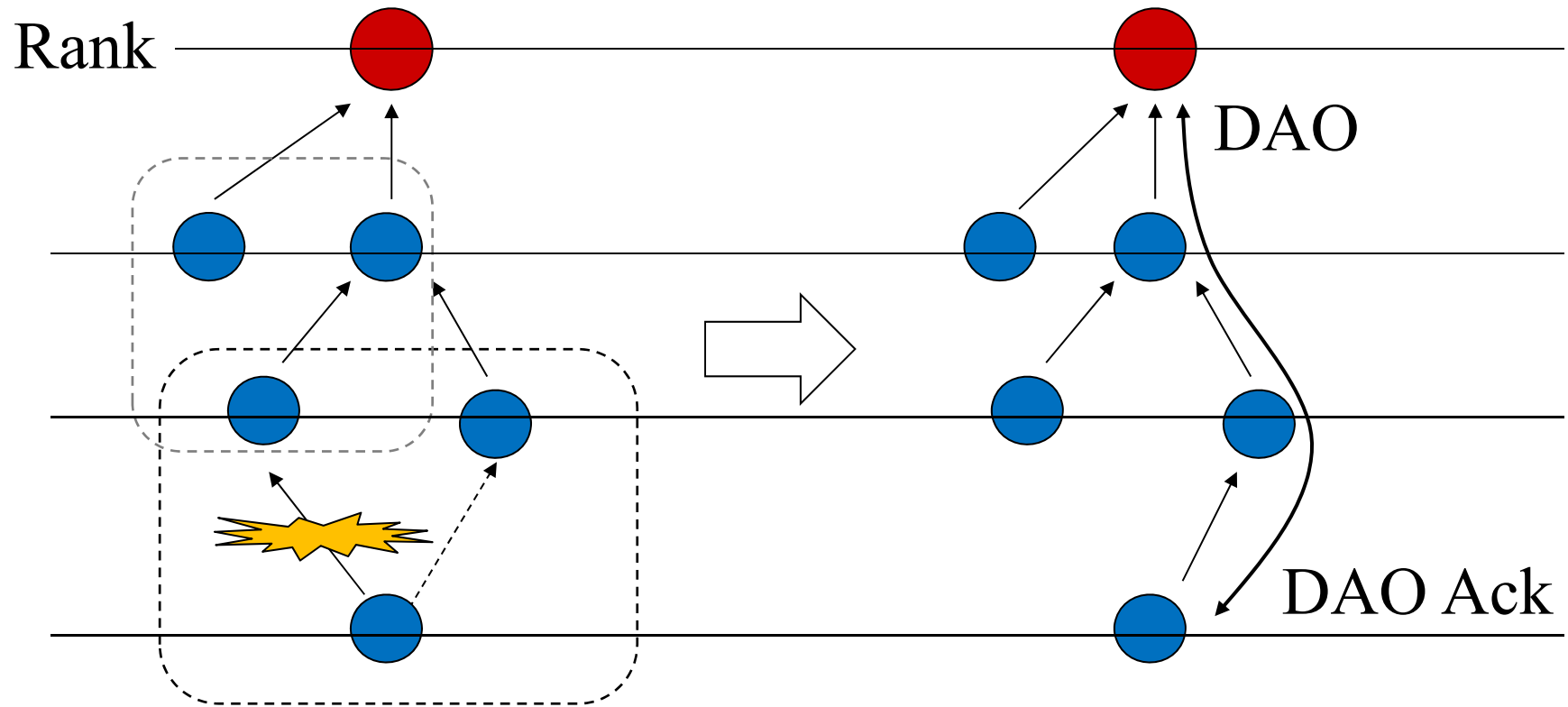
上りと下りで制御が異なる非対称式

RPLのネットワーク形成

- Border Router
- Router
- Host



経路の再構築



920IP、ZigBee NAN、Wi-SUN FAN、スマートメーターA
ルートなど軒並みRPLを採用(予定も含む)

→ルータはネットワーク規模が増えても消費メモリの
増加が緩やか

→多量のデバイスから1箇所にデータを集約するコン
セントレータ型に適している

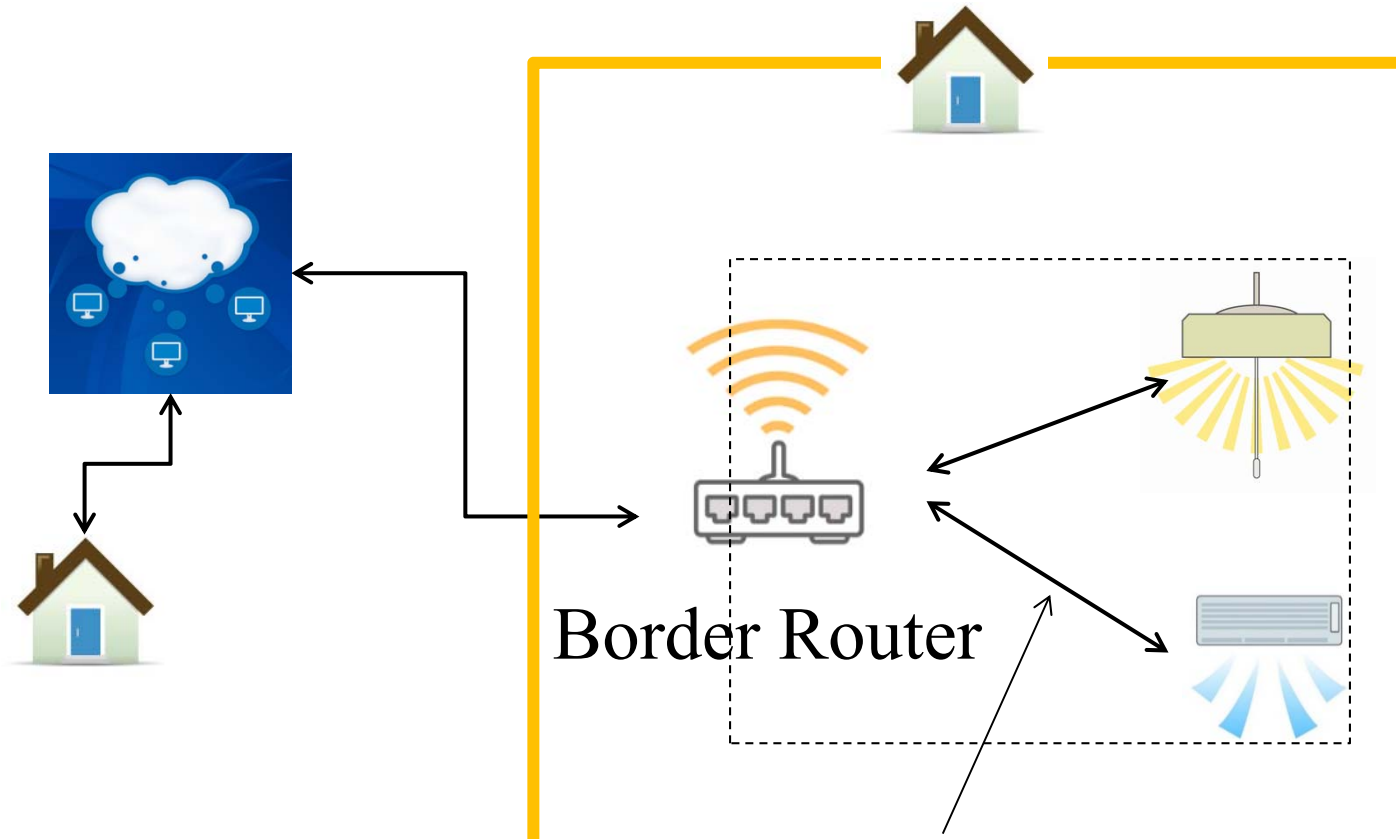
アジェンダ

- Bルート/HANと15.4 A/B/C方式
- 15.4におけるIP通信プロトコルの標準構成と6LoWPANの基本的な仕組み
- 「Wi-SUN Profile for ECHONET Lite」と「920IP」
- BルートにおけるECHONTE Lite通信の実践例

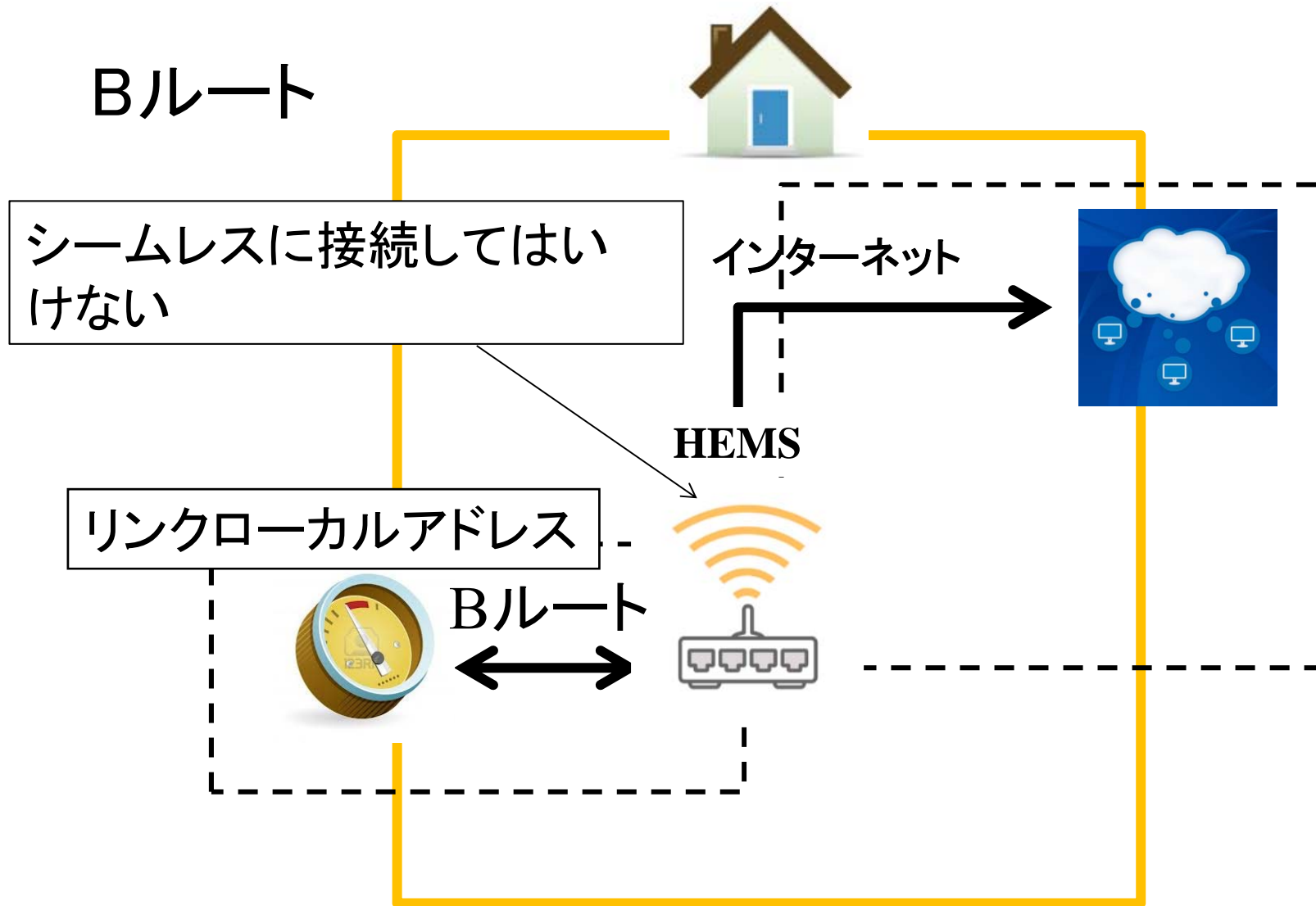
Wi-SUNと920IP

	Wi-SUN (ECHONET Lite profile)	920IP
PSDU	255バイト以下 (6LowPAN利用)	255バイト以下 (6LowPAN利用)
IPv6アドレス	リンクローカル	グローバルアドレスを利用可能
マルチホップ	N/A 拡張予定あり	RPLによる経路制御
Neighbor Discovery	IPv6 NDP (NS/NAもoption)	6LowPAN-ND Context圧縮利用
認証とセキュ リティ	PANA AES-128-CCM*暗号化	PANA (Relay) AES-128-CCM*暗号化
スリープ可能 デバイス	N/A	Sleepy Host

920IPによるインターネットへの接続

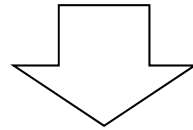


RAによるプレフィクスの配布(グローバルアドレス)
IPv6トンネリングによる拡張ヘッダの処理



920IP

ホームエアリアネットワークの通信プロトコルとして
広く採用されても不思議ではないが…



若干、オーバースペック?

⇒開発が難しい

⇒ファームウェアが大きい=モジュールコスト高

⇒相互接続検証が煩雑

⇒マルチホップは必要？(リピータではダメですか)

アジェンダ

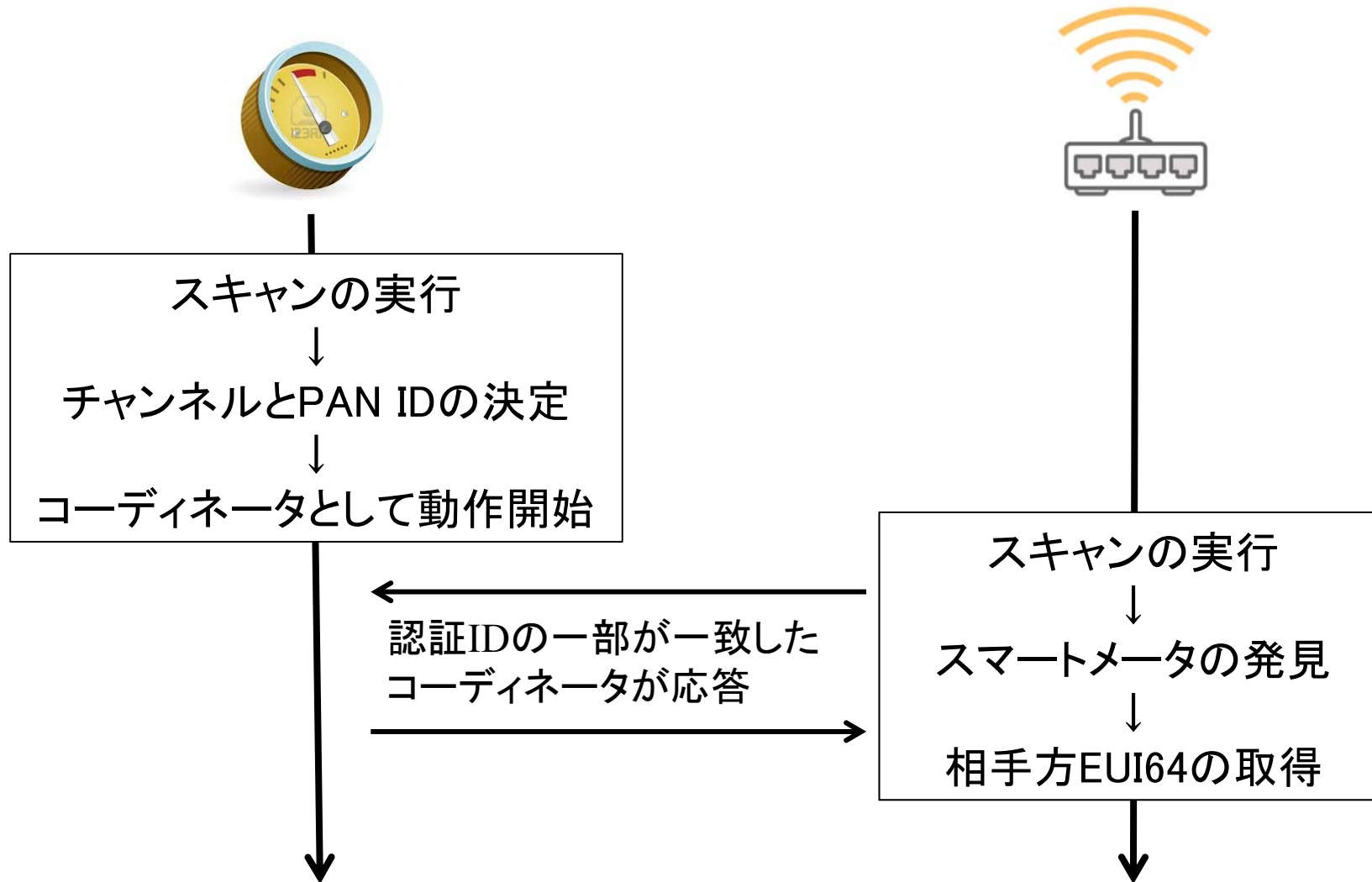
- Bルート/HANと15.4 A/B/C方式
- 15.4におけるIP通信プロトコルの標準構成と6LoWPANの基本的な仕組み
- 「Wi-SUN Profile for ECHONET Lite」と「920IP」
- BルートにおけるECHONTE Lite通信の実践例

スマートメーターとHEMSの接続手順

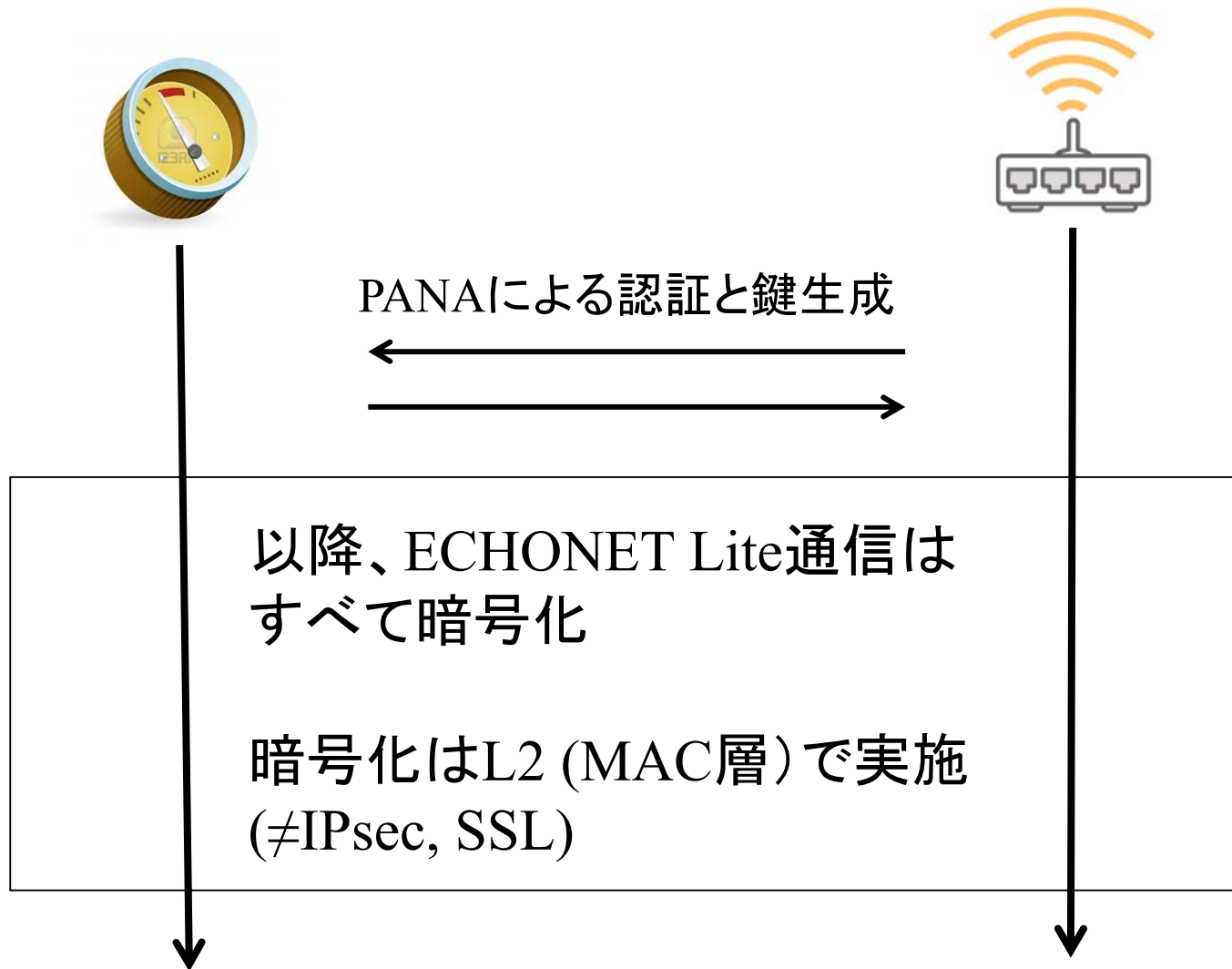
事前に以下の情報を、何らかの仕方で、設定する

- Bルート認証ID
16進数32桁
- パスワード
英数字12文字

スマートメーターとHEMSの接続手順



スマートメーターとHEMSの接続手順



IPv6アドレスは相手のEUI64から導出
⇒リンクローカルアドレスのみ

DHCP・・・使いません

DAD(アドレス多重検出)・・・実施の必要ありません

相手のEUI64はスキャンによって取得

ECHONET Liteの通信モデル

=「オブジェクト」の「プロパティ」を「読み書き」する



スマート電力量メーター
オブジェクト



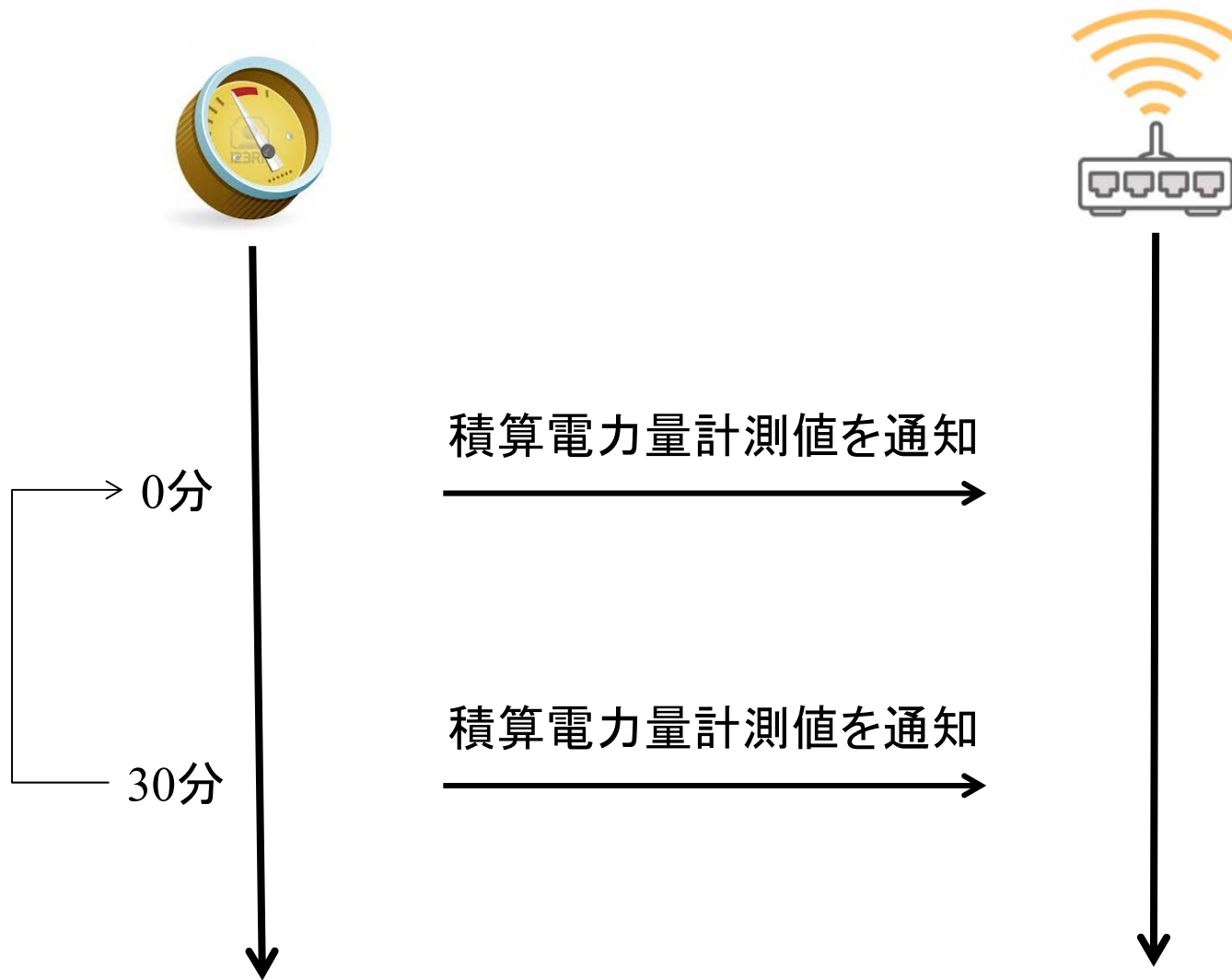
コントローラオブジェクト

サービスコード (ESV)	ECHONET Liteサービス内容
0x62	プロパティ値読み出し要求
0x72	プロパティ値読み出し応答
0x73	プロパティ値通知
	など

スマート電力量メータオブジェクト(抜粋)

プロパティ名	EPC	アクセス方法	
		GET	SET
係数	0xD3	○	—
積算電力量有効桁数	0xD7	◎	—
積算電力量計測値(正方向計測値)	0xE0	◎	—
積算電力量単位(正方向、逆方向計測値)	0xE1	◎	—
積算履歴収集日1	0xE5	◎	◎
	など		

検針値の通知



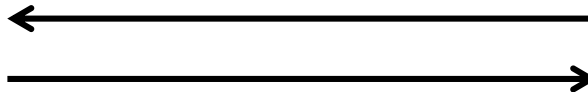
HEMSからの取得要求



積算履歴収集日設定を取得(GET)



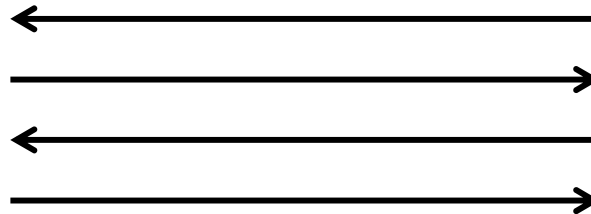
積算電力量計測値の履歴を取得(GET)



PANA再認証



セッションライフタイムが経過すると
PANA再認証が実行され、暗号鍵が
更新されます(目安:1日に1回)。



新しい暗号鍵によるECHONET Lite通信

ご清聴ありがとうございました。

株式会社スカイリー・ネットワークス

<http://www.skyley.com/>

info@skyley.com