



OpenFog リファレンス・アーキテクチャ 解説（詳細編）

- Communication -

2017年7月

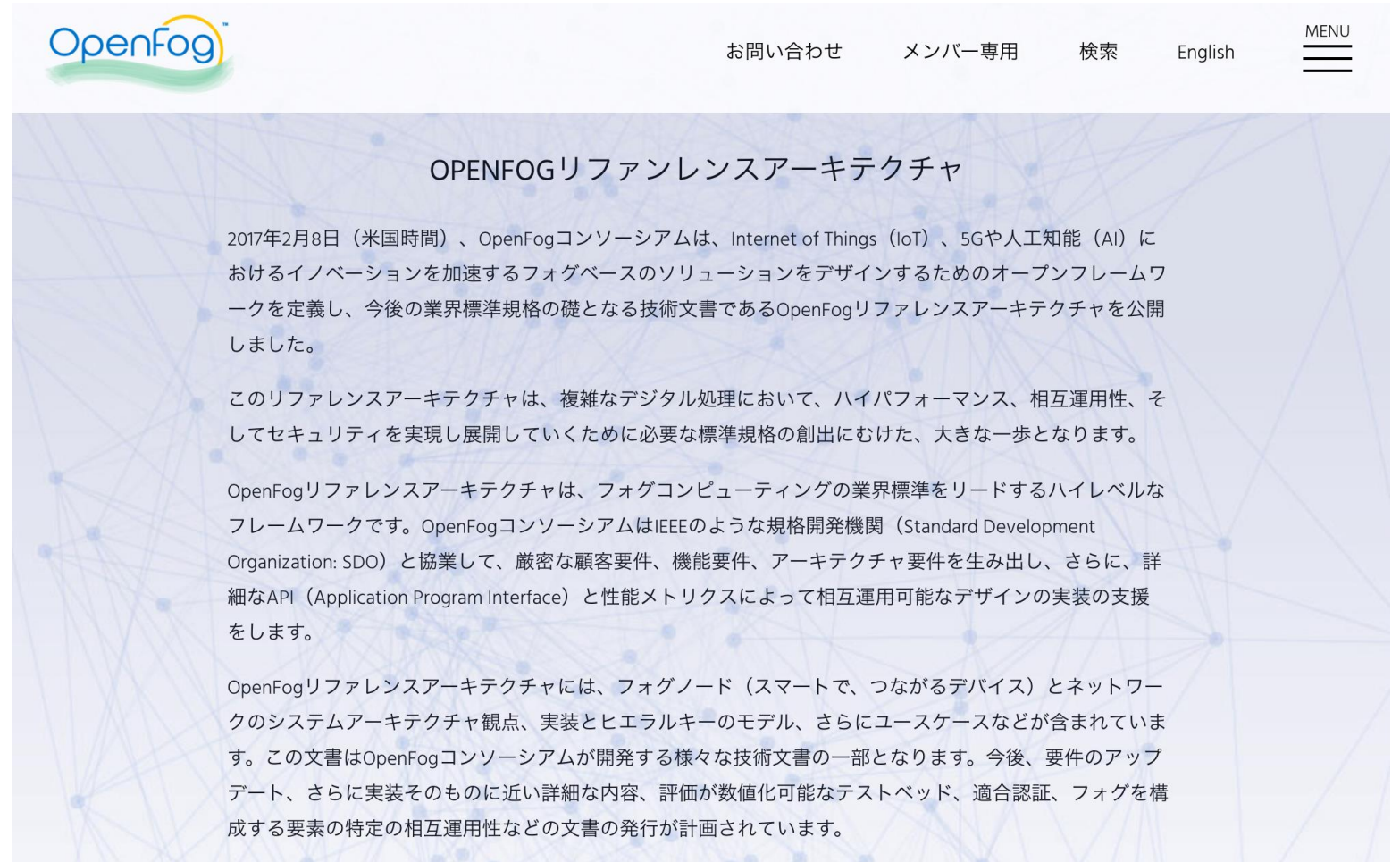
OpenFogコンソーシアム 日本地区委員会

吉田 大我（NTTコミュニケーションズ株式会社）



OpenFog リファレンス・アーキテクチャ

- 2017/02/08
OpenFog リファレンス・
アーキテクチャ リリース
- 下記からダウンロード可能
<https://openfog.jp/ra/>



The screenshot shows the OpenFog website with the following content:

OpenFog お問い合わせ メンバー専用 検索 English MENU

OPENFOG リファンレンスアーキテクチャ

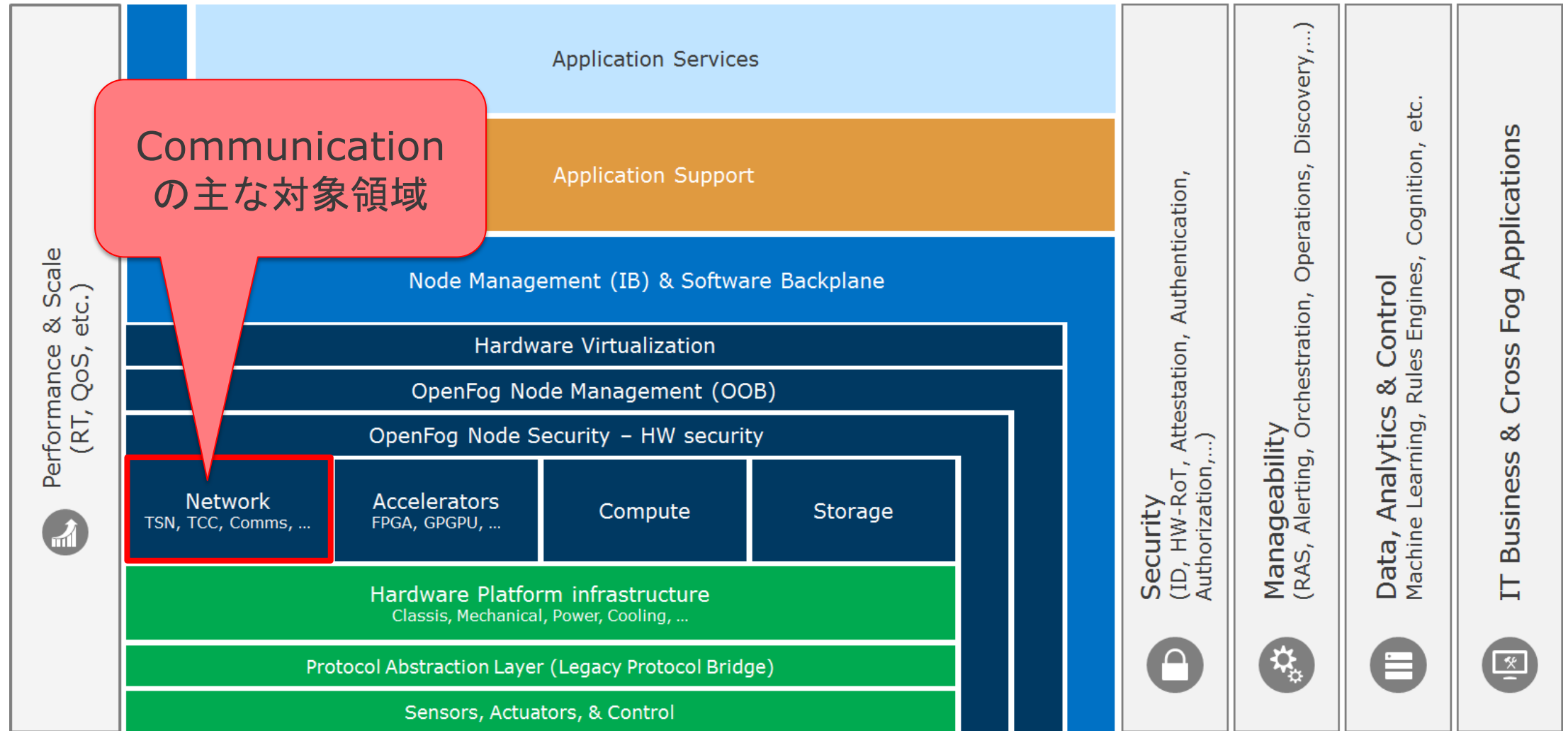
2017年2月8日（米国時間）、OpenFogコンソーシアムは、Internet of Things (IoT)、5Gや人工知能 (AI) におけるイノベーションを加速するフォグベースのソリューションをデザインするためのオープンフレームワークを定義し、今後の業界標準規格の礎となる技術文書であるOpenFogリファレンスアーキテクチャを公開しました。

このリファレンスアーキテクチャは、複雑なデジタル処理において、ハイパフォーマンス、相互運用性、そしてセキュリティを実現し展開していくために必要な標準規格の創出にむけた、大きな一歩となります。

OpenFogリファレンスアーキテクチャは、フォグコンピューティングの業界標準をリードするハイレベルなフレームワークです。OpenFogコンソーシアムはIEEEのような規格開発機関（Standard Development Organization: SDO）と協業して、厳密な顧客要件、機能要件、アーキテクチャ要件を生み出し、さらに、詳細なAPI（Application Program Interface）と性能メトリクスによって相互運用可能なデザインの実装の支援をします。

OpenFogリファレンスアーキテクチャには、フォグノード（スマートで、つながるデバイス）とネットワークのシステムアーキテクチャ観点、実装とヒエラルキーのモデル、さらにユースケースなどが含まれています。この文書はOpenFogコンソーシアムが開発する様々な技術文書の一部となります。今後、要件のアップデート、さらに実装そのものに近い詳細な内容、評価が数値化可能なテストベッド、適合認証、フォグを構成する要素の特定の相互運用性などの文書の発行が計画されています。

OpenFog リファレンス・アーキテクチャ

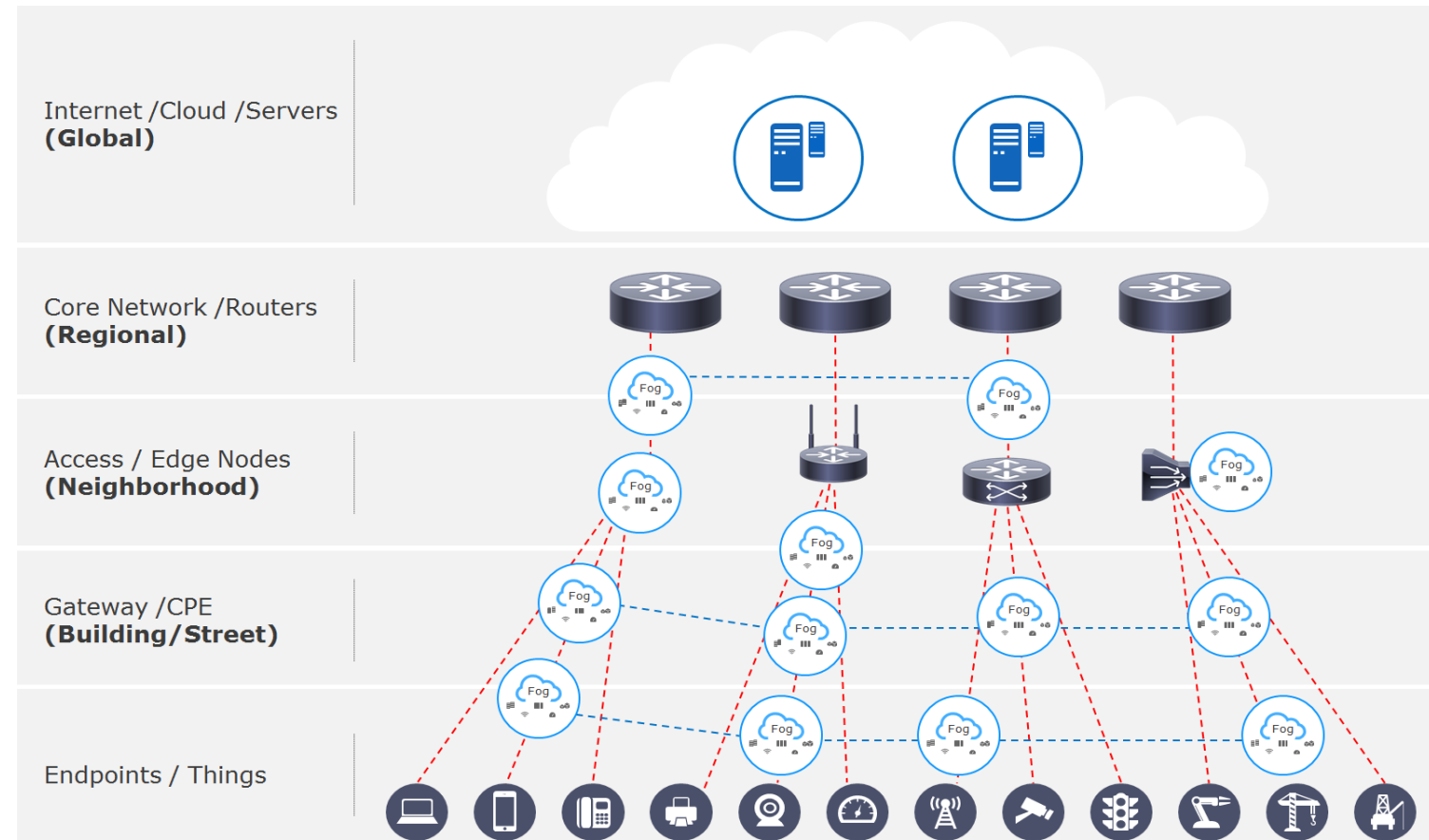


フォグノード

- 負荷分散、耐障害性、クラウドとの通信の最小化の観点から、フォグノード間はメッシュネットワークで接続
 - east to west
 - north to south
- RAS(信頼性、可用性、サービスビリティ)のため、フォグノードは他のノードを発見・信用し、他ノード上のサービスを利用できる



スマートシティにおけるフォグノードの例



フォグノードのためのネットワーク

- 要求条件

- 拡張性 (scalability)
- 可用性 (availability)
- 適応性 (flexibility)
- QoS (優先制御、到達保証)
 - 安定した基盤とするため、最下層(Node view)で対処されるべき

注：

本RAはフォグノードの場所に依らずNW要件は同一と仮定している。
テストベッド等を通し、今後見直される予定である。

- 通信方式

- どの通信方式を選ぶべきかは、目的やフォグノードの設置場所による
- 有線接続
 - 例：工場内ネットワーク
- 無線接続
 - 例：人の居場所の収集分析
- 低遅延な相互接続
 - 例：フォグノード間の内部通信

有線接続の例

- イーサネット
 - メタル回線
 - ～100メートル
 - ～1Gbps
 - シングルモード光ファイバ
 - 長距離の通信が可能
 - マルチモード光ファイバ
 - 広帯域
- 産業用センサ、デバイス接続
 - CAN^{*1} バス / フィールドバス
 - 下位層のアプリケーション／プロセスとの通信
- 産業オートメーション
 - TSN^{*2} / Deterministic Ethernet
 - 低レイテンシ、リアルタイム
 - 時刻同期 (IEEE1588)
 - 帯域保証 (クラスによるQoS)

無線接続について

- センサ-フォグノード間の通信に向くのはもちろん、フォグノード間、フォグ-クラウド間でも利用される
- 以下の要素に応じて、適切な接続方式を選択する
 - フォグノードの階層および機能、配置場所 ※特に、車向けなどでは移動性が重要
 - 必要な通信範囲、スループット、転送速度
 - フォームファクタ（アンテナ、モジュール、無線機をサポート有無）
 - 消費電力、電力源
 - 高速通信では、電力源が重要となる
 - 低速で良い場合は、充電電池や環境発電も候補となる
 - 設置環境
 - ノイズ環境、金属面の反射など、性能面に影響する
 - 安全性(セキュア)、信頼性
 - 周波数帯域
 - ライセンスされている周波数帯か否かでコストが異なる

通信範囲による無線接続の分類

- **Wireless WAN**
 - Wireless MAN(Metropolitan Area Networks)を含む
 - 広域の通信
- **Wireless LAN**
 - 昨今ではWi-Fiと同義
 - ビルやキャンパス規模での通信に最適
 - AP数や密度にもよるが、スタジアムやプラントでの利用も可能
- **Wireless PAN**
 - ウェアラブルデバイスやホームマネジメントなど、短距離の通信
 - 低消費電力、低コスト
- **超近距離通信**
 - Near Field Communication(NFC)

無線接続 (1/2)

- Wireless WAN
 - 3G, 4G LTE, 5G
 - 高速 (5Gでは10Gbps～)
 - 高コスト、高消費電力
 - Fog NodeのNorthbound通信に利用可能
 - LPWA*² (NB-IoT*¹/LoRa/Sigfox)
 - 長距離通信可能、低コスト、低消費電力
 - 低速
 - 農業などのアプリケーションが有望
- Wireless LAN
 - Wi-Fi
 - 多岐にわたる用途に合わせた規格 (IEEE 802.11a, b, g, n, and ac)
 - 11acでは、より高速な通信(6.9Gbps)が可能
 - 策定中の規格
 - 11ax : 11acよりさらに高速な通信
 - 11ah : IoT向け (低電力、長距離)
 - 11p : 車-車間／路車間通信向け
 - Li-Fi(光による空間通信)も将来の期待

*1 Narrow Band IoT

*2 Low-Power Wide Area Networks

無線通信 (2/2)

- Wireless PAN
 - Bluetooth
 - 近距離通信
 - 赤外線通信
 - 視認範囲での通信(IrDA)
 - ZigBee
 - 近距離、低速、低消費電力
 - Z-Wave
 - 主に家電制御向け
 - IEEE 802.15.4 (Low Rate WPAN)
 - 小型、低コスト、低消費電力
 - OSIモデルのレイヤ1&2についての規格
- 超近距離通信
 - NFC (Near Field Communication)
 - 小売り、農業、ヘルスケアにおける非接触通信
 - 資産管理や物理的アクセス制御
 - 多様なセンサとの接続に利用可能

ネットワーク管理とセキュリティ

- アウトバンド(OOB)管理

- リソース、セキュリティ、ヘルスチェック、環境変化への対応等を外部から管理
- 管理用の通信は、個別の管理用ネットワークやホストネットワークで行う
- セキュア、高信頼、安全な運用

- セキュリティ脅威の例

- DoS攻撃、侵入
- DNSスプーフィング
- ARPスプーフィング／ポイズニング
- バッファオーバーフロー

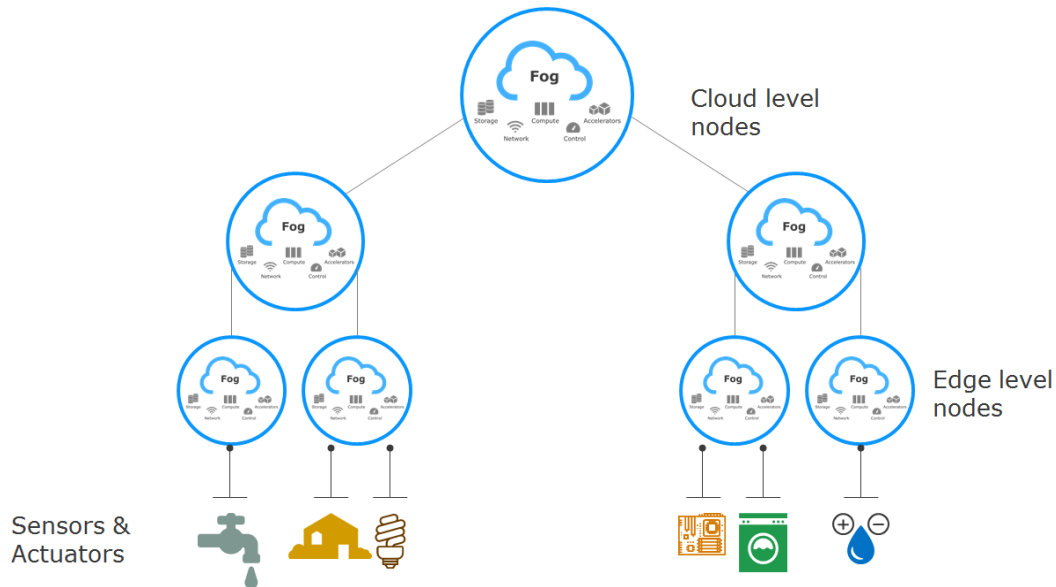


フォグノードは、攻撃を常に防御できるとは限らず、NWや隣接デバイスがこれらを保護できることが理想

- フォグノードを保護するデバイスの例

- ファイアウォールによる不正アクセス防御
- VPNによるセキュアなリモートアクセス
- 侵入防止システム (IPS)
- 振る舞いベースの異常検出

Communicationの検討事項



- **Fog to Fog**
- **Fog to cloud**
- **Fog to device**

- 有線・無線通信(WLAN, WWAN, WPAN...)
- プロトコル (3GPP, IEEE, IETF ...)
- セキュリティ (DoS, 侵入, 改ざん...)
- モビリティ、ローミング、無線資源
- 物理／論理ネットワークマネジメント
- QoS、時間、性能
- ノード発見、負荷分散のためのフレームワーク
- SDN
- サービス
 - 例：フォグ間のサービス要求

Node view

System view

Services view

MVIs – Data, Control and Management/Orchestration



www.OpenFogConsortium.org

