

OPC Day Japan 2020



産業界の相互運用基盤 OPC UA 技術概要

～ つなげる・伝える・安全に～

2020年12月10日

日本OPC協議会 技術部会

中谷 謙志(ルネサス)



日本OPC協議会
技術部会

Agenda

- ▶ はじめに
- ▶ つなげる
- ▶ 伝える
- ▶ 安全に
- ▶ 相互運用性の確認
- ▶ 最後に

OPCの歴史

第一世代（OPC Classic）

OPC: OLE for Process Control

OLE: Object Linking and Embedding

標準化： De facto standard

Platform： Windows

相互接続

（一部階層）

第二世代（OPC UA）

OPC: Open Platform Communications

UA： Unified Architecture

標準化： 国際標準規格（IEC62541）

Platform： 非依存

Data modeling 考慮（情報モデル）

Security： 考慮（Security by design）

相互運用

OPC の理念 を実現する 3 + 1 のコンセプト

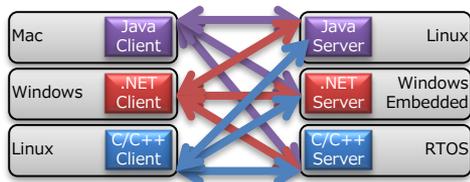
Utilized
活用する

情報を価値に変える



Connected
つなげる

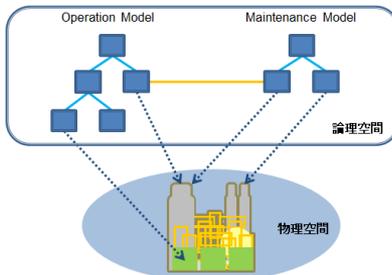
データを確実（堅牢性、
信頼性）に伝送する



プラットフォーム非依存

Communicated
伝える

情報を正確（表現、解釈）
に伝達する



情報モデル

Secured
安全に

データ/情報の完全性及び、
機密性を保証する



予め設計されたセキュリティ

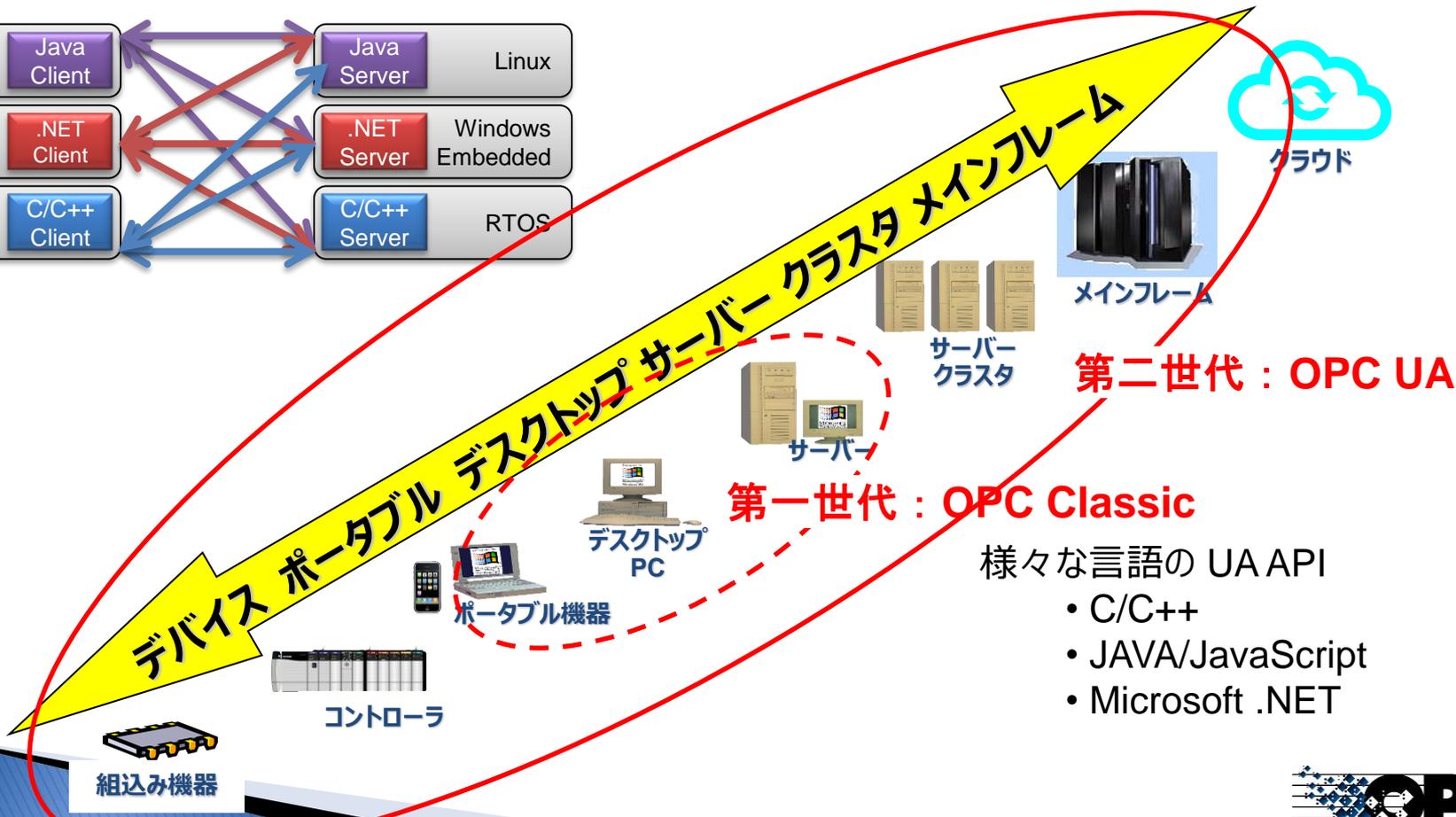
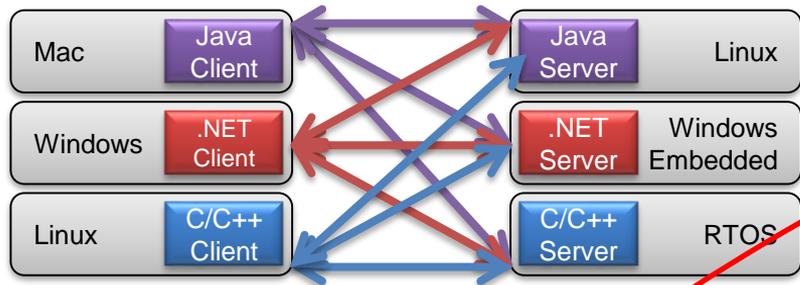
- ・ 認証・認可
- ・ 暗号化
- ・ 署名
- ・ 可用性
- ・ 監査証跡

セキュリティ

Agenda

- ▶ はじめに
- ▶ つなげる
- ▶ 伝える
- ▶ 安全に
- ▶ 相互運用性の確認
- ▶ 最後に

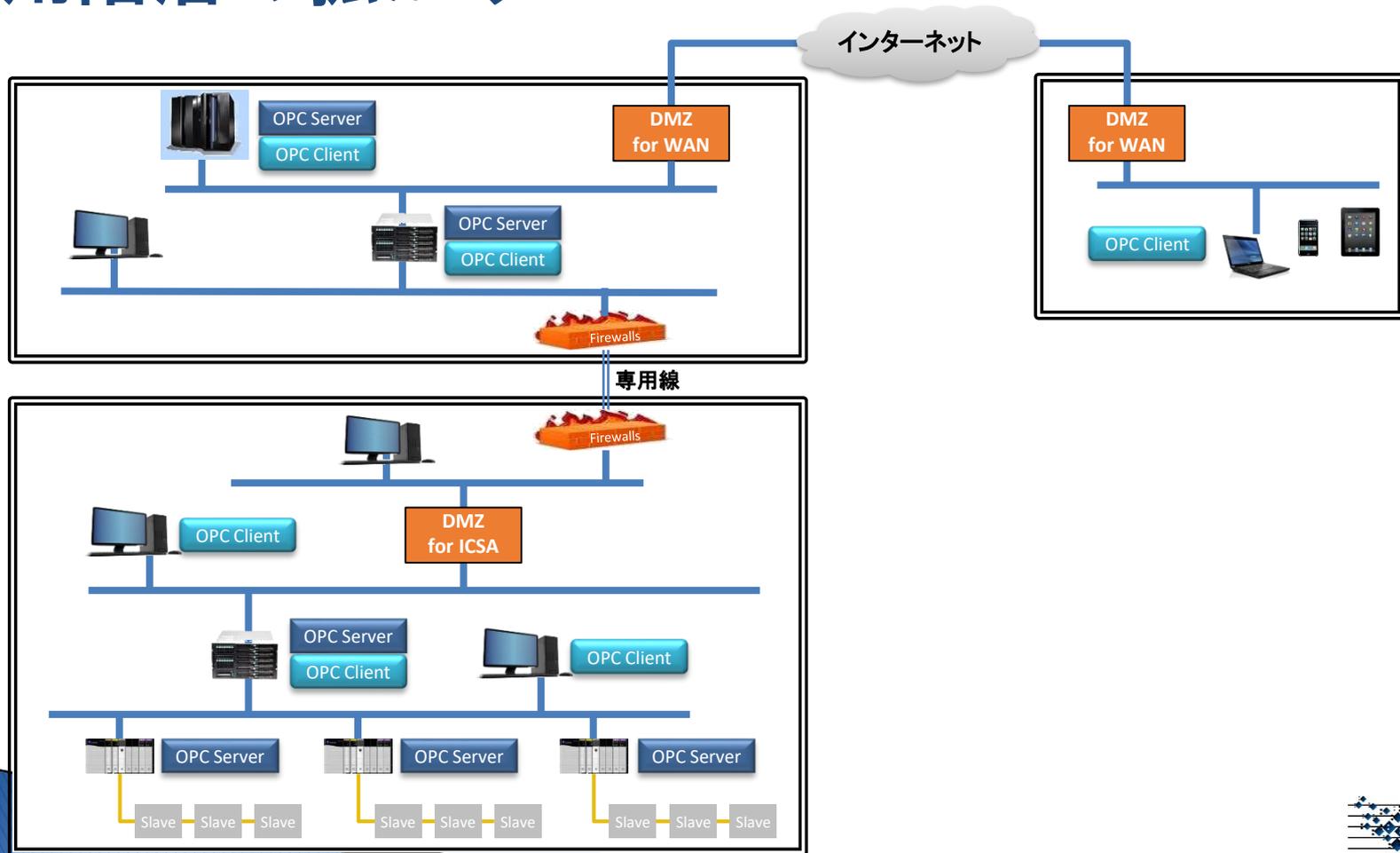
「つなげる」 : プラットフォーム非依存によるスケーラビリティ



様々な言語の UA API

- C/C++
- JAVA/JavaScript
- Microsoft .NET

使用階層の拡がり



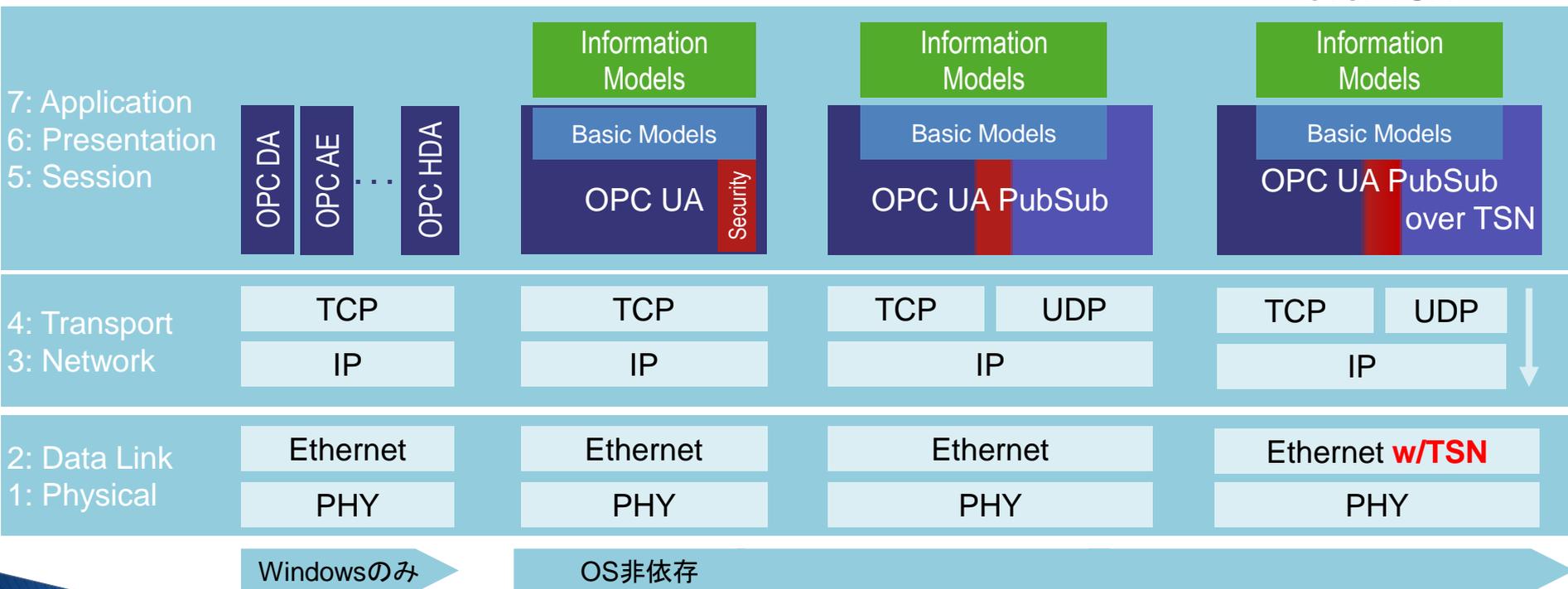
OPCの進化 : OSI参照モデルによる階層表現

OPC Classic

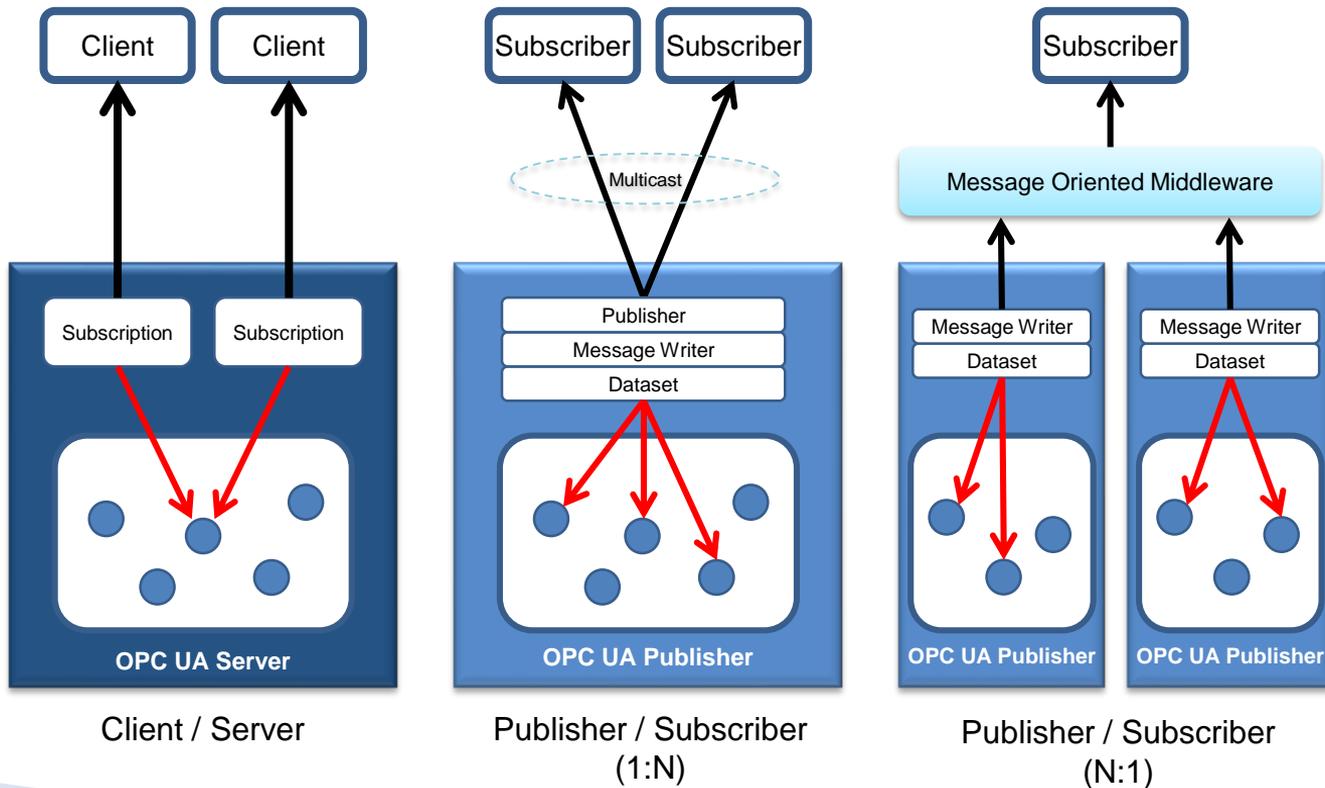
OPC UA

OPC UA PubSub

OPC UA PubSub
over TSN



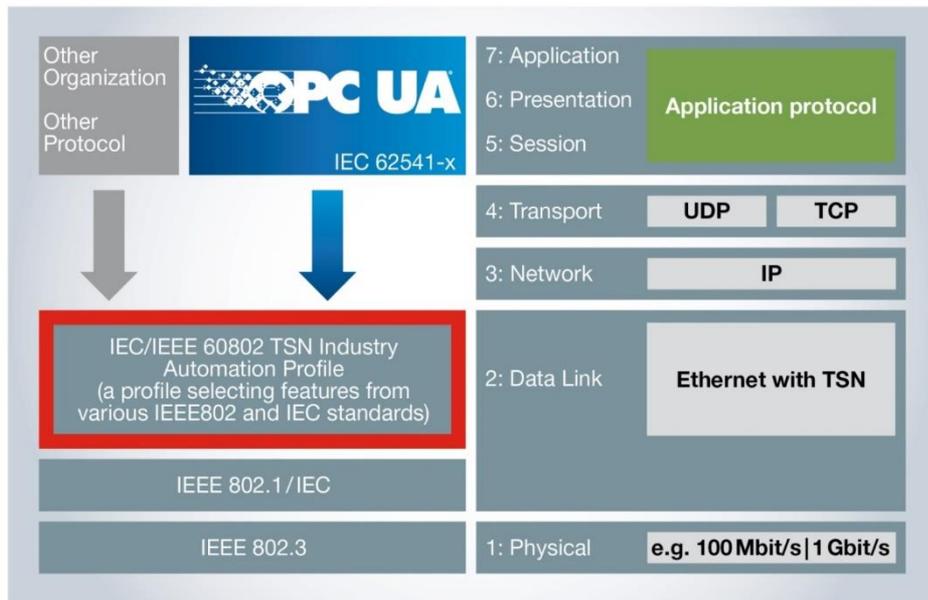
通信モデルの特徴



TSN: IEC、IEEEとのコラボレーション

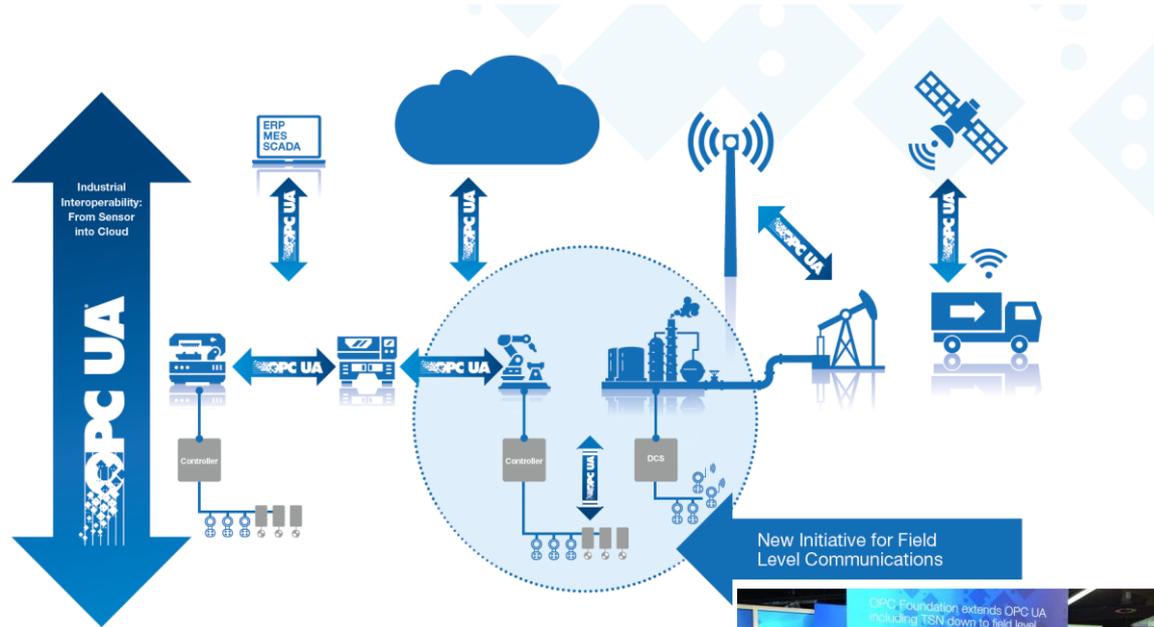
Goal of IEC/IEEE 60802

- Converged TSN network: different protocols can share the same TSN network infrastructure
- Use of common HW components



OPC-F “Field Level Communications Initiative”

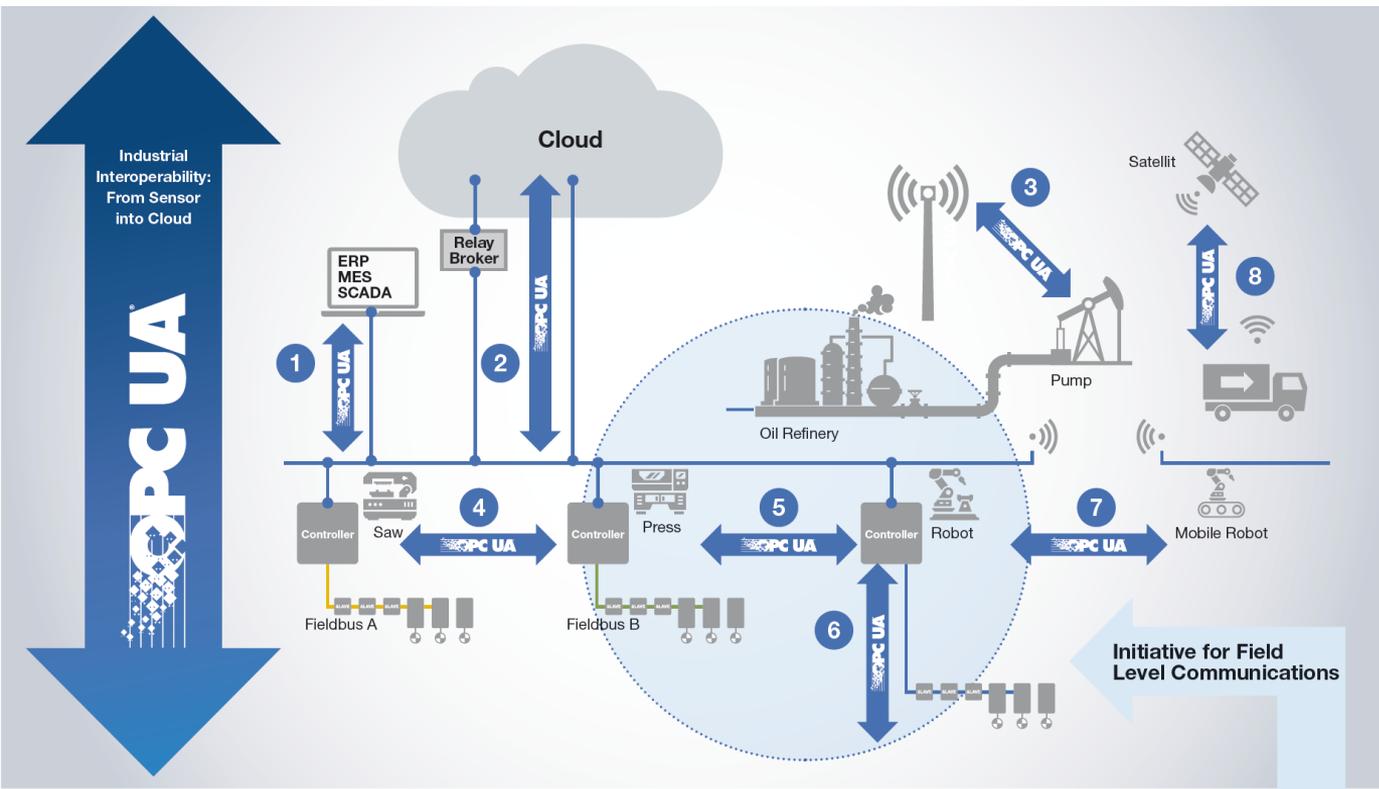
Extending OPC UA including TSN down to field level



OPCF Press Conference SPS 2018
Overcrowded!

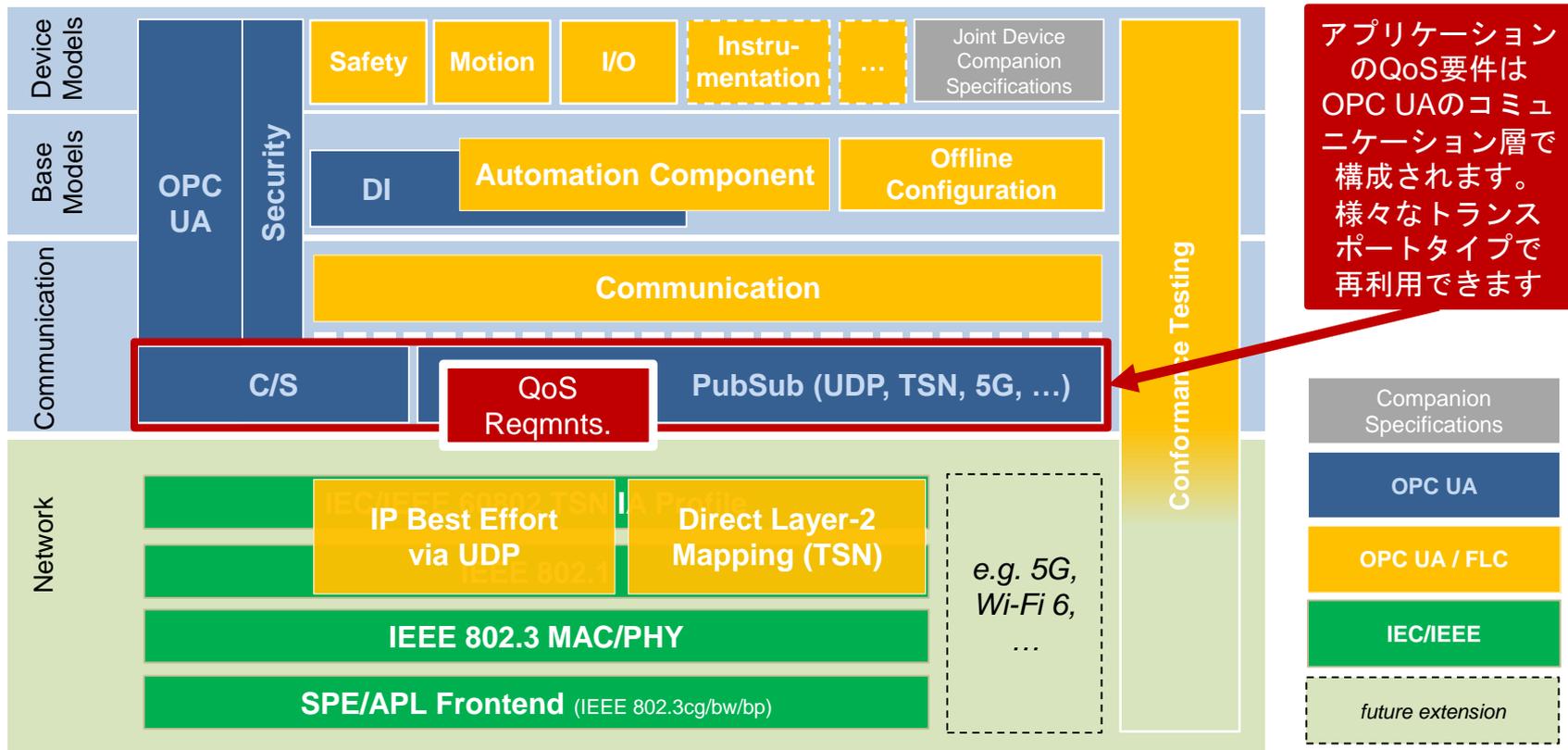


OPC アプリケーション例

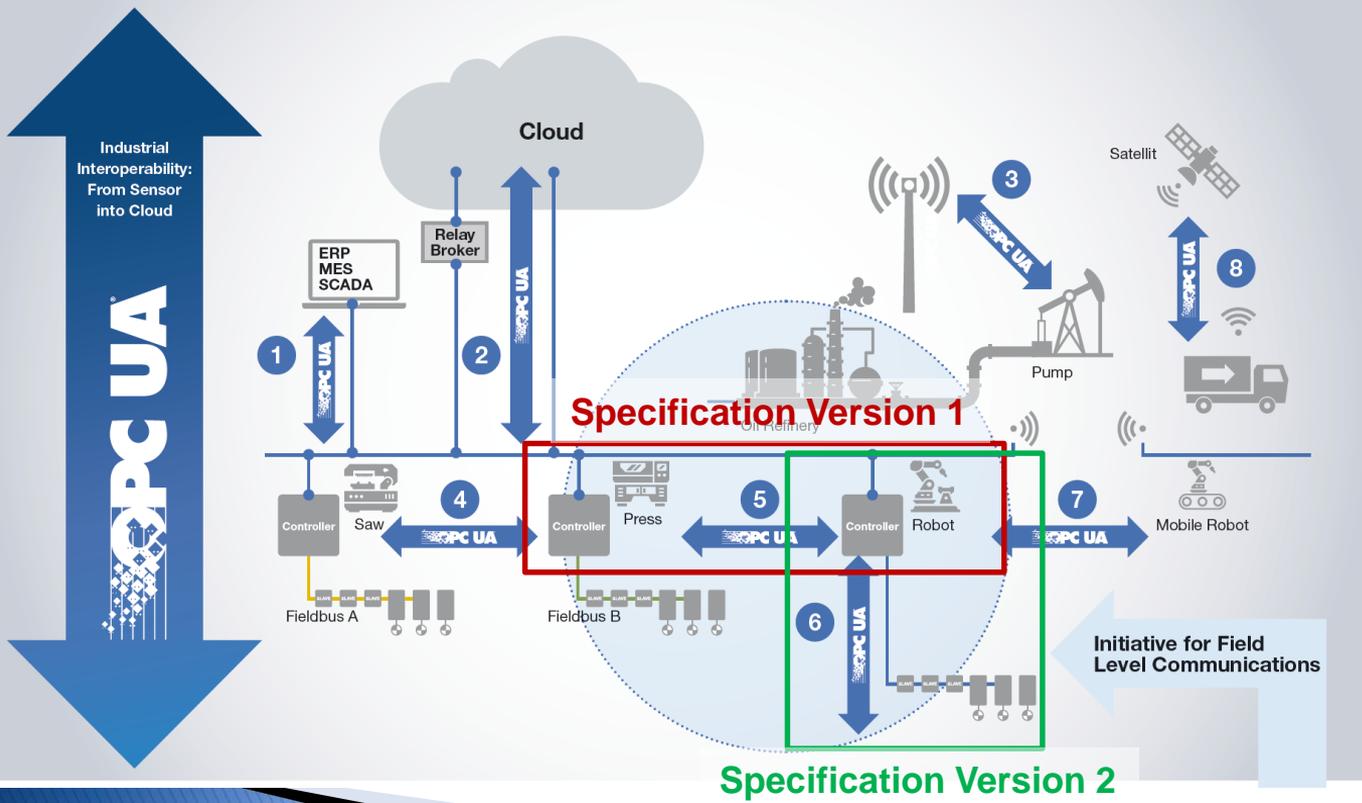


- 1 IT / OT Communication
- 2 Cloud Integration
- 3 Secure Remote Access
- 4 Local OT Communication
- 5 Controller to Controller **C2C**
- 6 Controller to Field Device **C2D**
- 7 Wireless Integration (5G)
- 8 Future Ready

技術概要 – FLC活動項目と依存関係



Roadmap for FLC Specifications

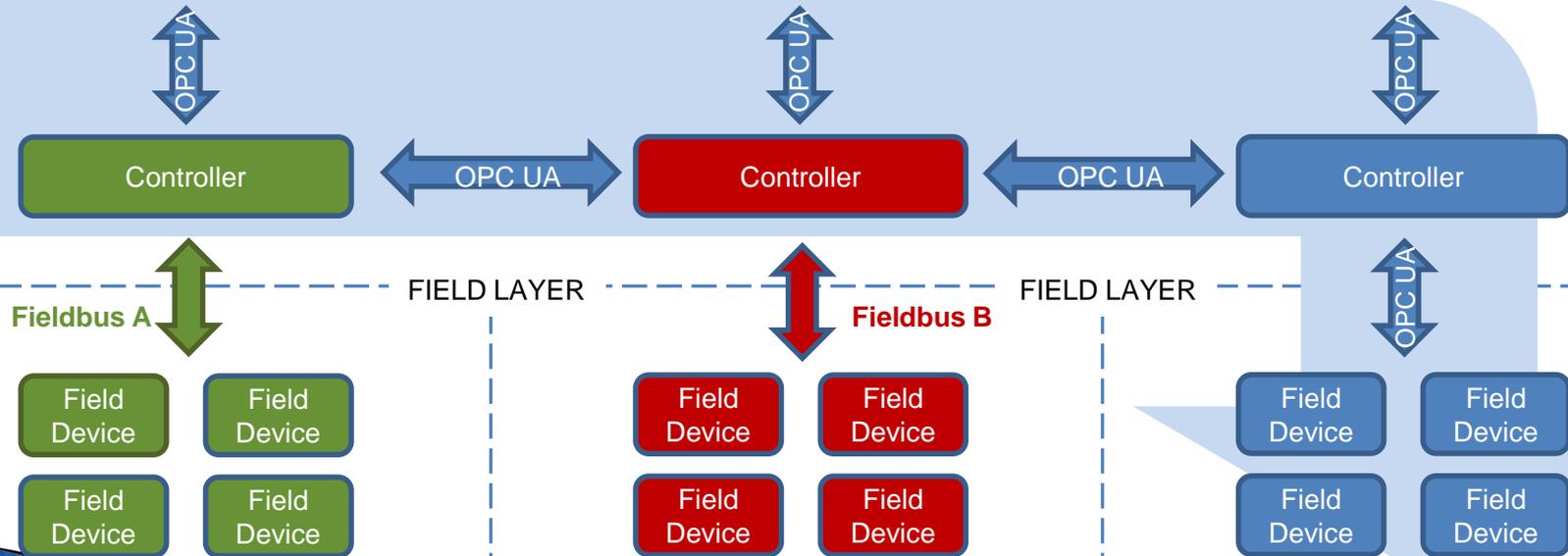


- 1 IT / OT Communication
- 2 Cloud Integration
- 3 Secure Remote Access
- 4 Local OT Communication
- 5 Controller to Controller
- 6 Controller to Field Device
- 7 Wireless Integration (5G)
- 8 Future Ready

Migration Path with OPC UA

OPC UA FLC incl. TSN supports the convergence of industrial communication for FA & PA & beyond

Industrial backbone network / Public cloud network

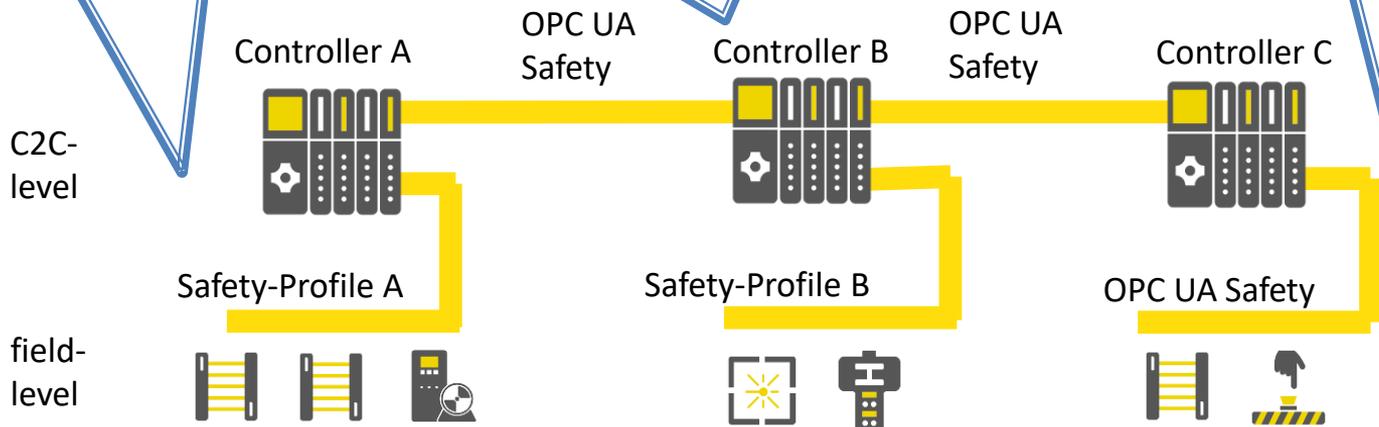


全てのレベルでの機能安全通信

既存のSafety対応のフィールド機器も、OPC UAアプリからOPC UA対応コントローラ経由で構成できる。

OPC UA対応のコントローラ同士がSafetyに通信できる。

OPC UA対応のコントローラとフィールド機器がSafetyに通信できる。

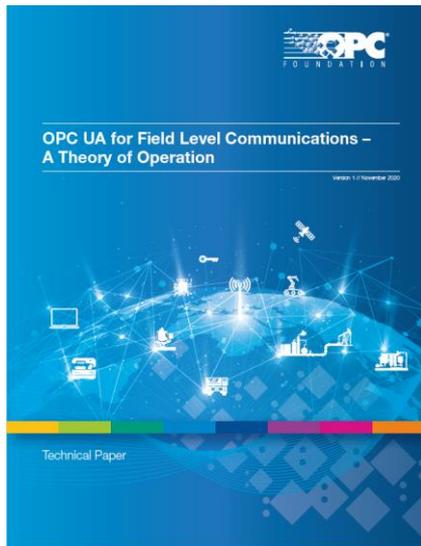


Goal 1: functional safety for communication between controllers (C2C)

Goal 2: standardized functional safety for communication on the fieldbus (C2D)

最新テクニカルペーパー、パンフレット

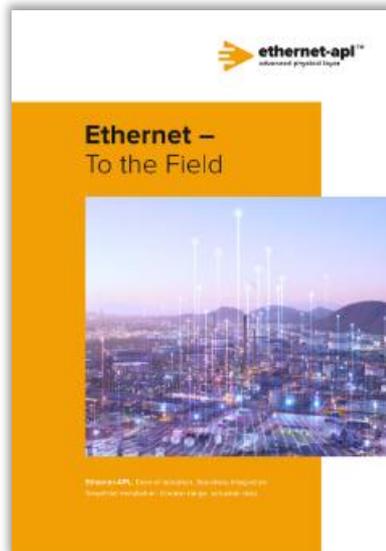
OPC UA for Field Level Communications Technical Paper



FLC Technical Paper

<https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2020/11/OPCF-FLC-Technical-Paper-C2C.pdf>

EthernetAPL (Advanced Physical Layer) Brochure



APL brochure:

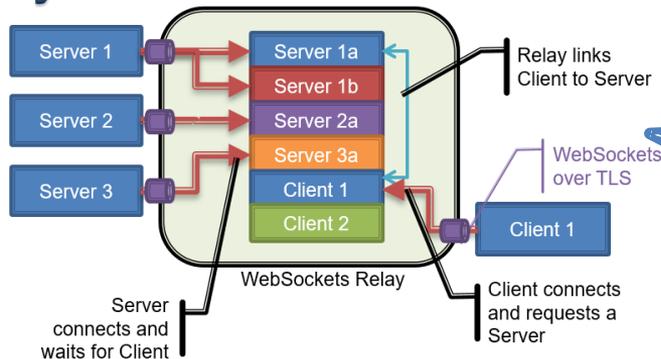
www.opcfoundation.org/apl

FLC News Release: OPC Foundation's Field Level Communications Initiative reaches significant milestone

<https://opcfoundation.org/news/press-releases/opc-foundations-field-level-communications-initiative-reaches-significant-milestone/>

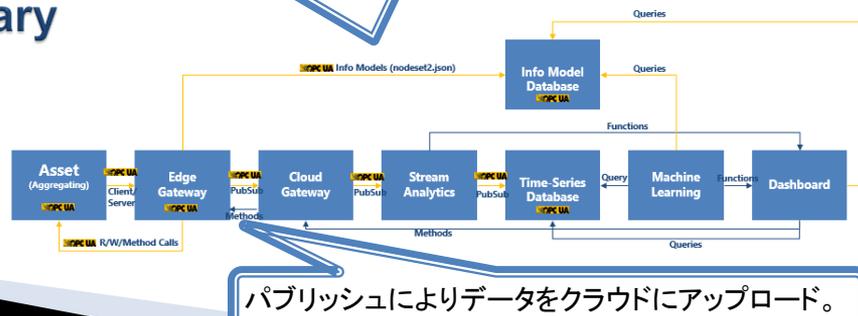
Cloud関連の動向

OPC UA via a Cloud Relay



クライアントとサーバーの接続を疎にして、リクエスト送信時にメッセージを送る。トランスポート層にWebSocketを使用。

UA for Cloud Library



情報モデルのメタ情報をクラウドにアップロード。

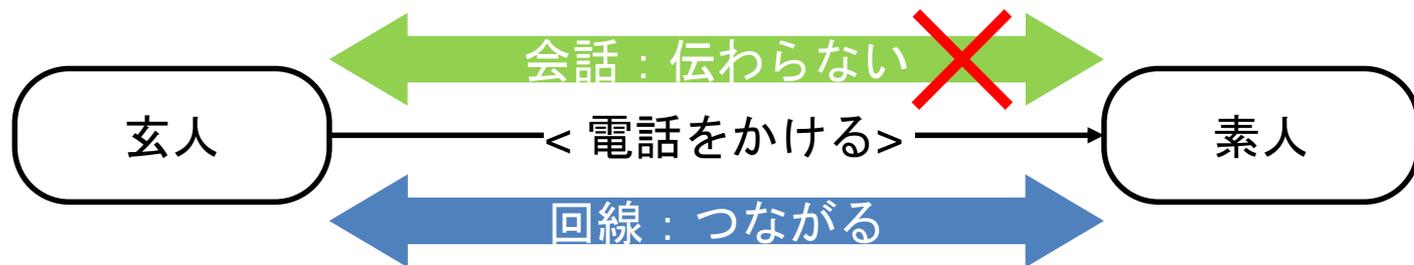
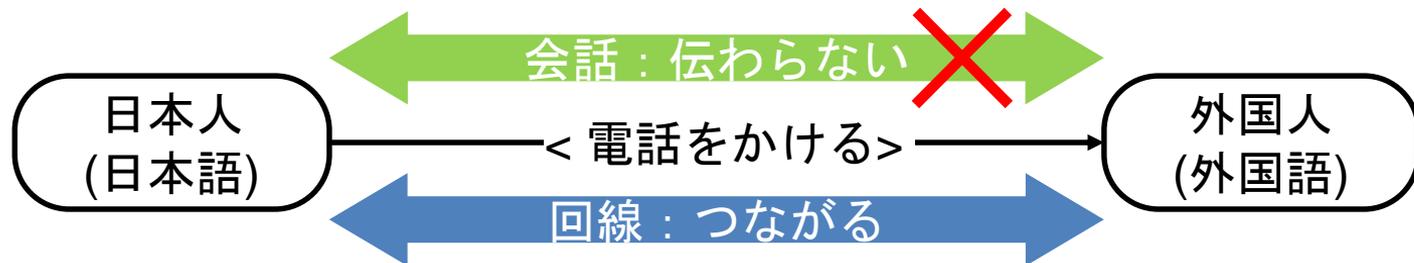
クラウド上のアプリが情報モデルを解釈。

パブリッシュによりデータをクラウドにアップロード。

Agenda

- ▶ はじめに
- ▶ つなげる
- ▶ 伝える
- ▶ 安全に
- ▶ 相互運用性の確認
- ▶ 最後に

つなげると伝える



Communication (伝える)

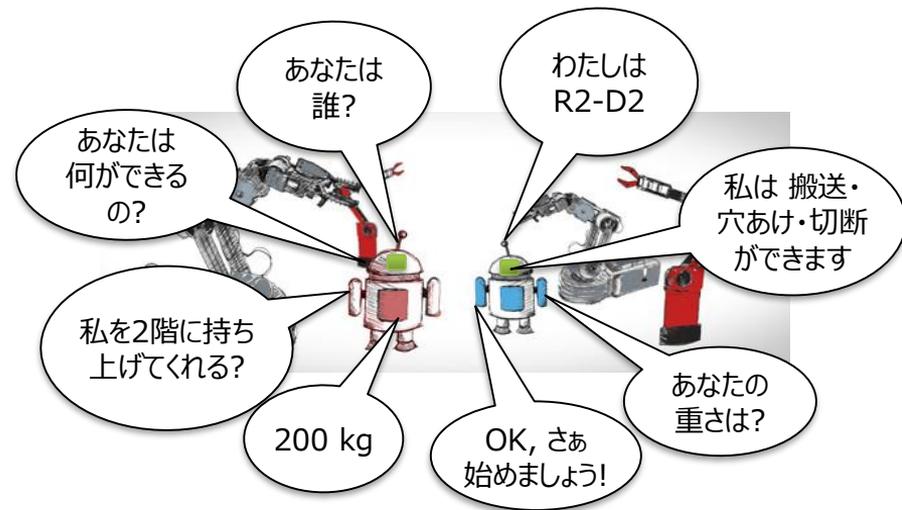
従来(Before): データが交換される

今後(After): 意味がわかる

DATA TABLE 5

| |
|--------------------------|
| WORD0 = 0x5128 |
| WORD1 = 1111000010101001 |
| WORD2 |
| WORD3 |
| ... |
| WORD255 |

- ドキュメント化に多大な労力
- ベンダ毎にパラメータが異なる
- 人間が理解するために努力している



情報モデル

- ▶ モデル定義基盤（Meta Model）の確立
- ▶ 基本モデル構成要素（Built-in Information Model）の定義
- ▶ 拡張モデルの拡充
 - 協調領域（Companion Information Model）
 - 競争領域（Vender Specific Extensions）





50を超える業界団体と“コラボレーション”が進んでいます。

設計
エンジニアリング

IT

業界分野

プロセス
オートメーション

フィールド
ネットワーク

エネルギー

ファクトリー
オートメーション

<AutomationML/>



ISA-95

PLCopen
for efficiency in automation



THE Open GROUP

DEXPI
Data Exchange in
the Process Industry



INDUSTRIE 4.0



MADE IN CHINA
中国制造
2025

コンソーシアム



IV Industrial Value Chain Initiative
Connected & Manufacturing

50を超える業界団体と“コラボレーション”が進んでいます。



energistics
Energy Standards

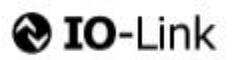


VDMA (17!)

ZVEI:
Die Elektroindustrie



EtherCAT
Technology Group



ETHERNET
POWERLINK
Standardization Group

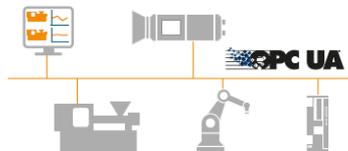


SERCOS
international



ドメイン特化の相互運用例

Industrie 4.0



3.0



Interoperability

Cross domain harmonized information models

- ▶ 産業界を横断した相互運用
- 産業界全体の標準コンパニオン仕様のOPC UA

Domain specific harmonized information models

- ▶ 産業界内の、ベンダーを横断した相互運用
- 産業界特化のコンパニオン仕様のOPC UA

Meshed communication network

- ▶ モデルの無い産業アクティビティ
- 個別ユースケースのOPC UA

Proprietary communication

- ▶ プロプライエタリなソリューション

Overview Companion Specifications

Device Models

Part 100: Devices

Analyzer Devices

AutoID

PA-DIM

PLCopen

FDT

FDI

Engineering

DEXPI

AutomationML

Misc

Tabacco

Commercial Kitchen
Equipment

Oil & Gas

MDIS

WitsML

ProdML

Communication

POWERLINK

IO-Link

PROFINET

SERCOS

CSP+ (CCLink)

IEC61850

UA for ISA 100

IEC61400-25

BACnet

UA for CIP Devices (Ethernet/IP, etc.)

Enterprise, Asset Management, Packaging

ISA95

PackML

MIMOSA CCOM

Asset Management Basics

IAAAS (Industrie 4.0)

Open-SCS

Weihenstephan Standards

(packaging and food processing machinery)

Generic

Part 200: Industrial Automation

Machinery

Machinery

CNC

MTConnect

Machine Vision

Plastic and Rubbery
Machinery (14 specs)

Robotics

Weighing

Machine Tools

End-of-arm Tools

Powertrain

Pumps and Vacuum pumps

High Pressure Die Casting

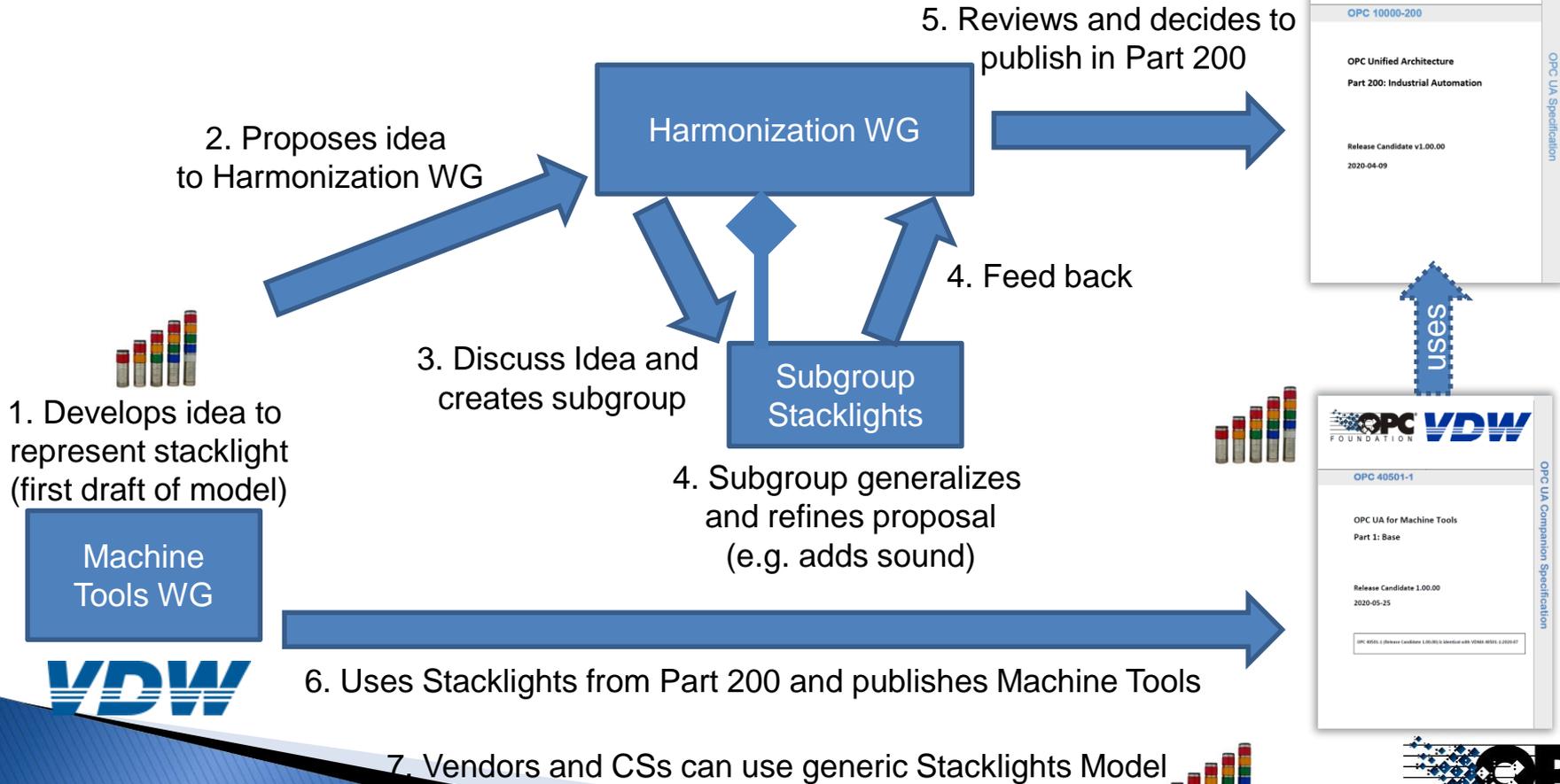
Surface Technology

Glas Industries

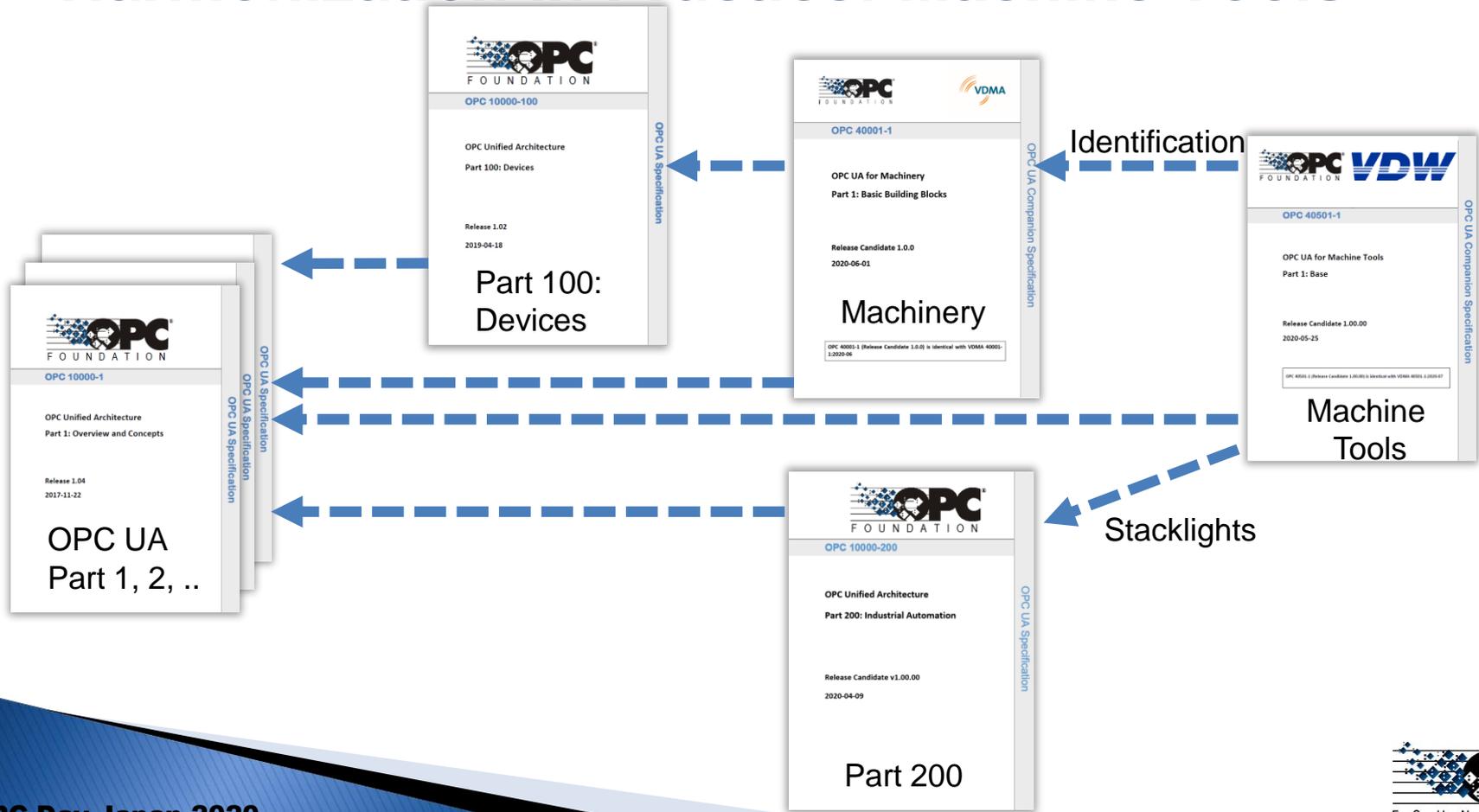
Woodworking Machinery



Harmonization in Practice: Machine Tools



Harmonization in Practice: Machine Tools



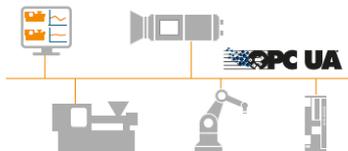
Harmonization WG 成果物

| 名称 | 成果物の種類 | 説明 |
|---------------------------------|----------|--|
| Information Model Best Practice | ホワイトペーパー | 情報モデルを設計する際の留意点を紹介。 今後も加筆を検討予定。 |
| Part200 Industrial Automation | 仕様書 | 各マシナリーが共通に定義するであろう構成要素の情報モデル部品集。 現在はつぎのみだが、今後も追加を検討予定。 <ul style="list-style-type: none">StacklightStatisticType |
| Part 22 Base Network Model | 仕様書 | 各仕様書が独自に定義するネットワークリポジトリを共通定義するための仕様。既存の仕様を変更せず、この仕様で定義したリポジトリを追加で参照する形式をとる。 現在はTSNのみだが、今後も追加を検討予定。 |

2020/09現在 リリースまたはリリース準備が整う予定のもの

将来: 産業間の相互運用

Industrie 4.0



Interoperability

Cross domain harmonized information models

- ▶ 産業界を横断した相互運用
- 産業界全体の標準コンパニオン仕様のOPC UA

Domain specific harmonized information models

- ▶ 産業界内の、ベンダーを横断した相互運用
- 産業界特価のコンパニオン仕様のOPC UA

Meshed communication network

- ▶ モデルの無い産業アクティビティ
- 個別ユースケースのOPC UA

Proprietary communication

- ▶ プロプライエタリなソリューション

3.0

Agenda

- ▶ はじめに
- ▶ つなげる
- ▶ 伝える
- ▶ 安全に
- ▶ 相互運用性の確認
- ▶ 最後に

セキュリティ機能 概要

▶ 認証と認可

アプリケーション認証

利用環境の妥当性

- Application Instance Certificate

ユーザ認証

利用者の妥当性

- Username & Password
- WS-Security Token
- X.509 V3

ユーザ認可

ユーザーまたはロールによるアクセス制御

- Access Level
- Write Mask
- Executable

▶ 完全性と機密性



メッセージ認証

FIC001.SV=50.00

暗号化

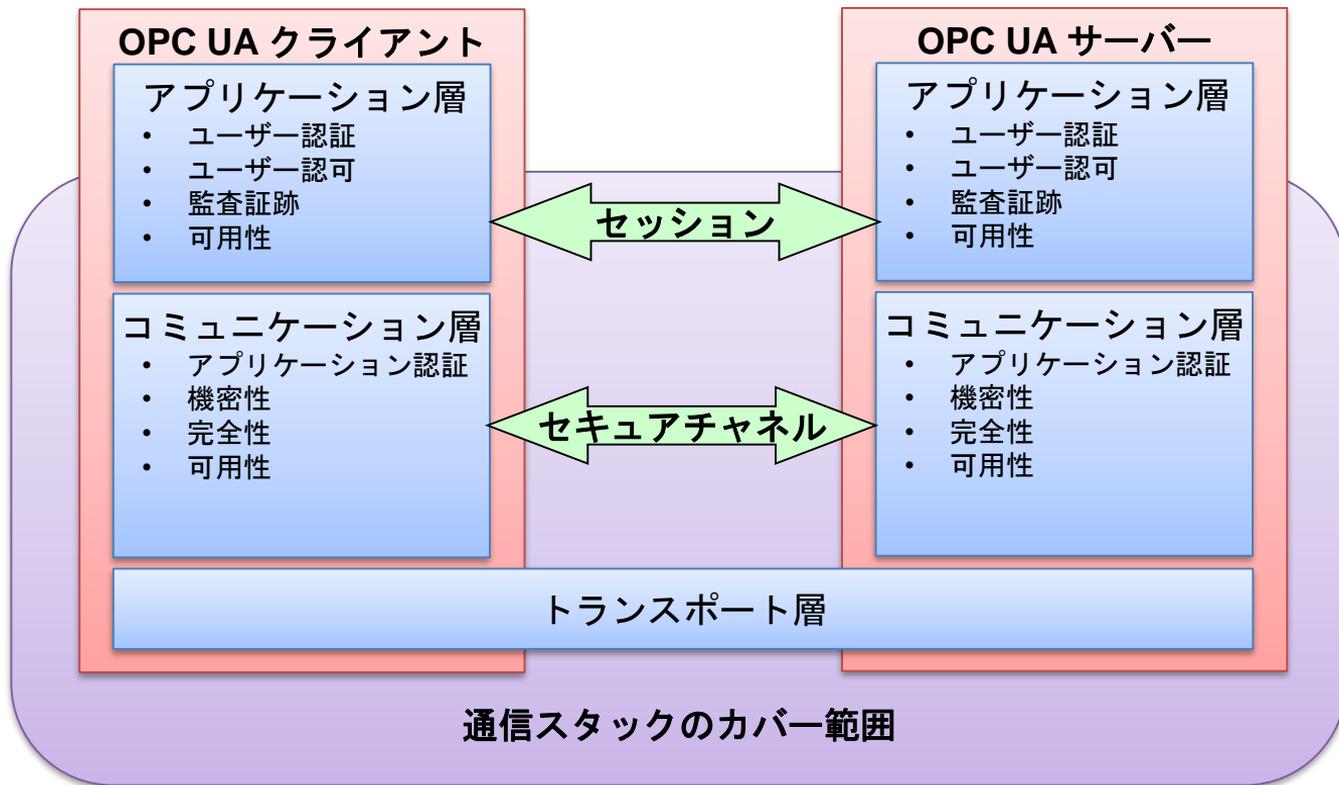
V=50.00

- セキュリティモード：
メッセージに対するセキュリティ処理の指定
None, Sign, SignAndEncrypt
- セキュリティポリシー
次の機構の指定
暗号化および署名のアルゴリズム
鍵導出関数のアルゴリズム

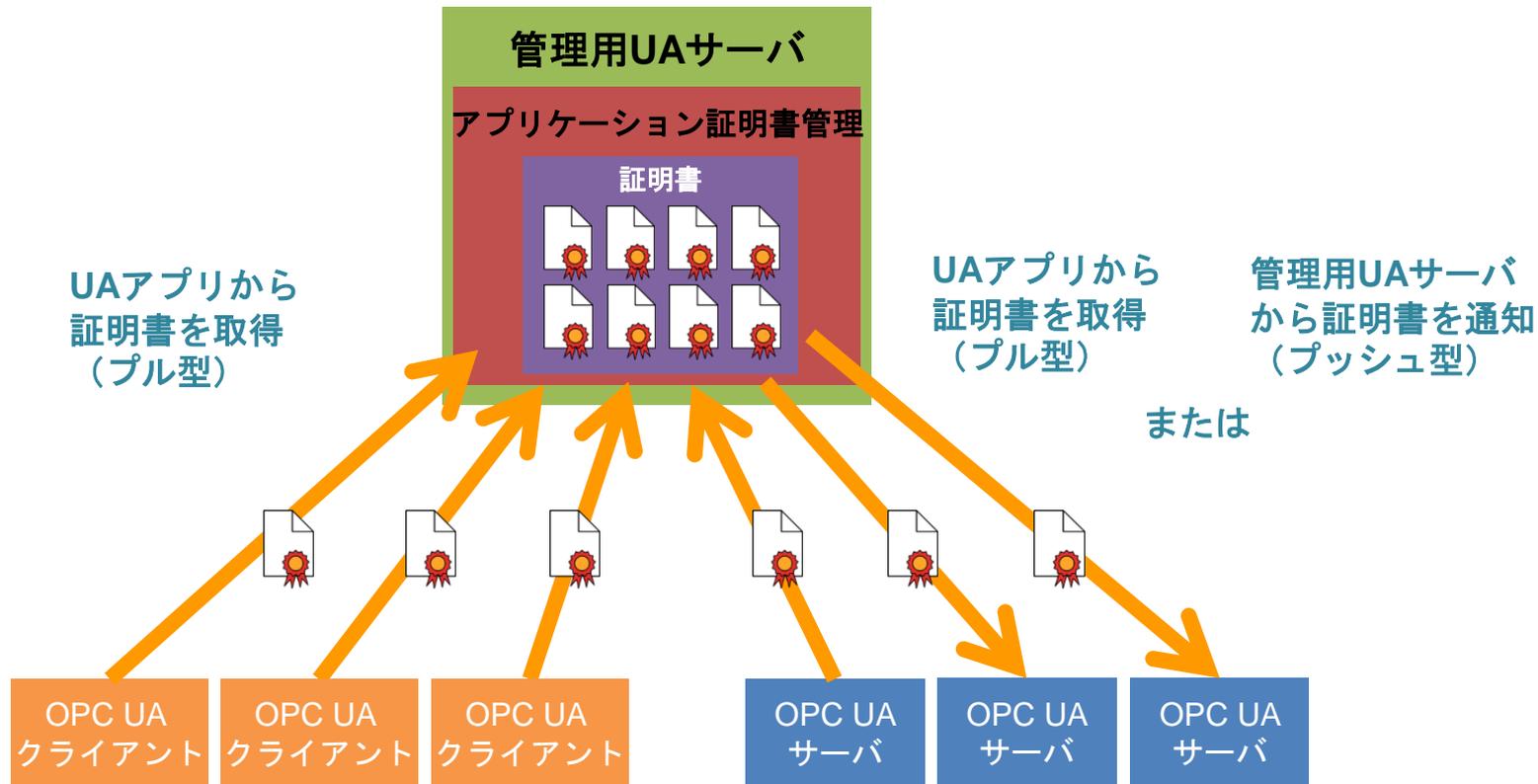
Security Policies

| | ~V1.03 | V1.04 | Next |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| None | ○ | ○ | ○ |
| Basic128Rsa15 | ○ | 非推奨 | 非推奨 |
| Basic256 | ○ | 非推奨 | 非推奨 |
| Basic256Sha256 | ○ | ○ | ○ |
| Aes128_Sha256_RsaOaep | — | ○ (追加) | ○ |
| Aes256_Sha256_RsaPss | — | ○ (追加) | ○ |
| PubSub-Aes128-CTR | — | ○ (追加) | ○ |
| PubSub-Aes256-CTR | — | ○ (追加) | ○ |
| ECC 6種 | — | — | ○ (追加) |

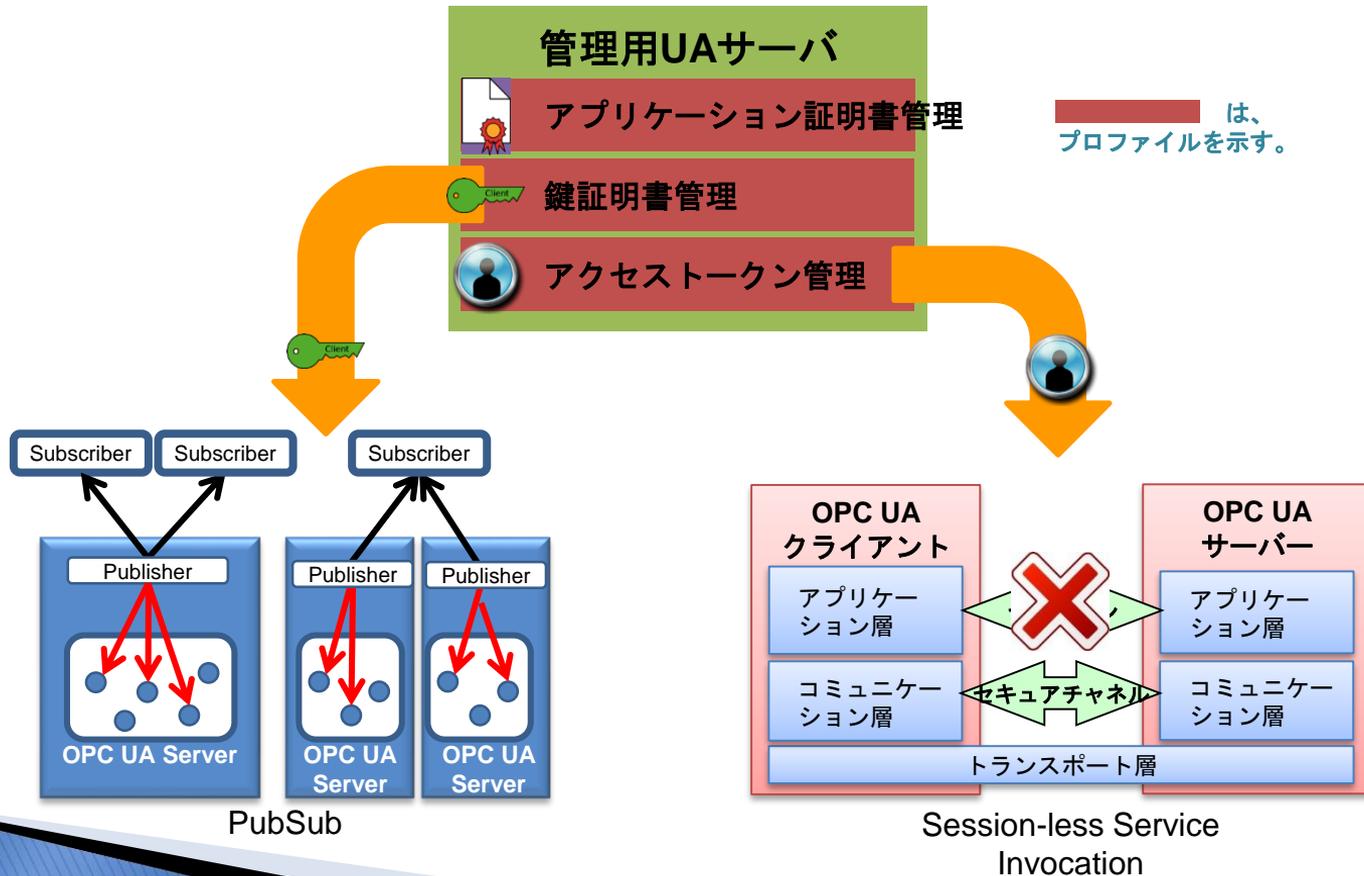
OPC UAのセキュリティアーキテクチャ



アプリケーション証明書の一括管理



新たな通信モデルとセキュリティ対応手段



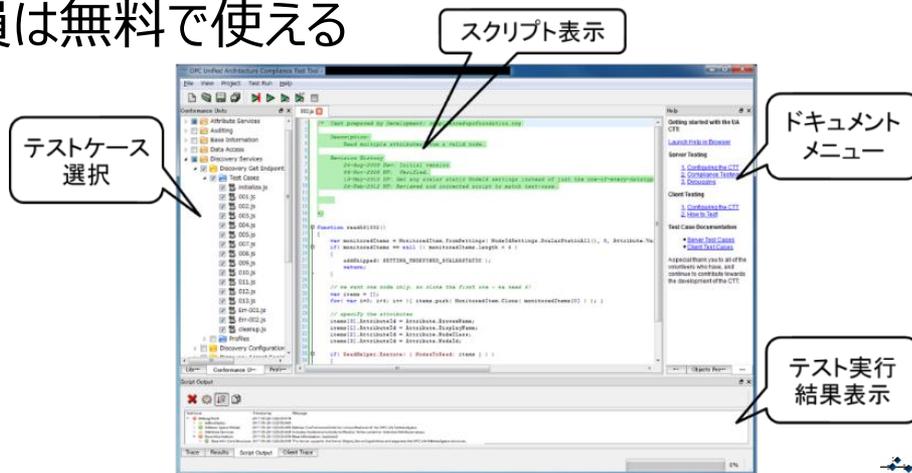
Agenda

- ▶ はじめに
- ▶ つなげる
- ▶ 伝える
- ▶ 安全に
- ▶ 相互運用性の確認
- ▶ 最後に

コンプライアンス①テストツール

自己認証型テストツールを提供しています

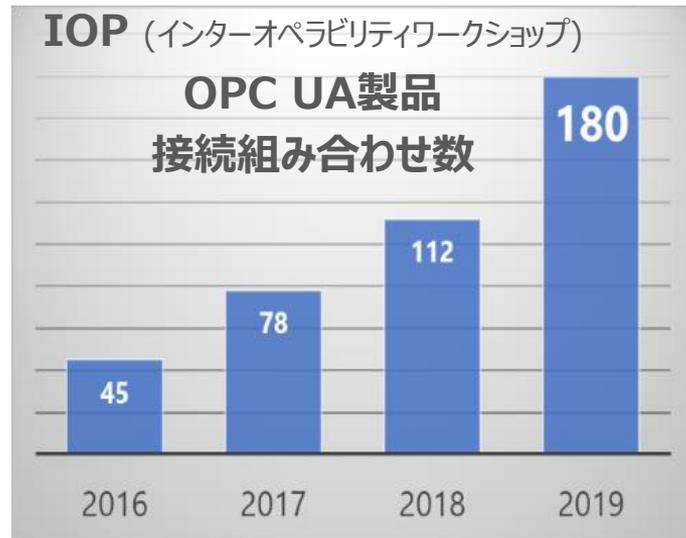
- ▶ Compliance Test Tool (CTT)
 - 規格適合テストを自動実行
 - テストレポートを生成
 - OPC-F Corporate会員は無料で使える



コンプライアンス②相互接続試験(IOP)

OPC製品を各ベンダーが持ち寄って、実際に接続試験を行ないます

- ▶ 年に1回 (日本、北米、欧州)
- ▶ Corporate会員のみ参加可能
- ▶ 結果は非公開。開発中の製品でも参加可能



コンプライアンス③ 認証テスト



▶ Without Certification

◦ 投資への不安

- ・ テストの精度が分からない
- ・ 相互運用性が担保できない
- ・ 信頼性が見積れない
- ・ 使用性が分からない

◦ 運用への不安

- ・ 予期しないシステム停止
- ・ 事故による人的傷害
- ・ 法的責任
- ・ 規制遵守



▶ With Certification

◦ 信頼できるOPCの技術

- ・ ISOに準拠した運営
- ・ 仕様に準拠
- ・ 安定した品質を確保
- ・ 予期した振る舞いを担保

◦ OPC認証の優位性

- ・ 相互運用性を担保
 - ・ 基準製品（5社）によるテスト
- ・ 実運用レベルの品質
 - ・ 連続稼働テスト（72時間）
 - ・ 負荷テスト（資源の枯渇）
 - ・ 耐障害性テスト（発生・復帰）



Agenda

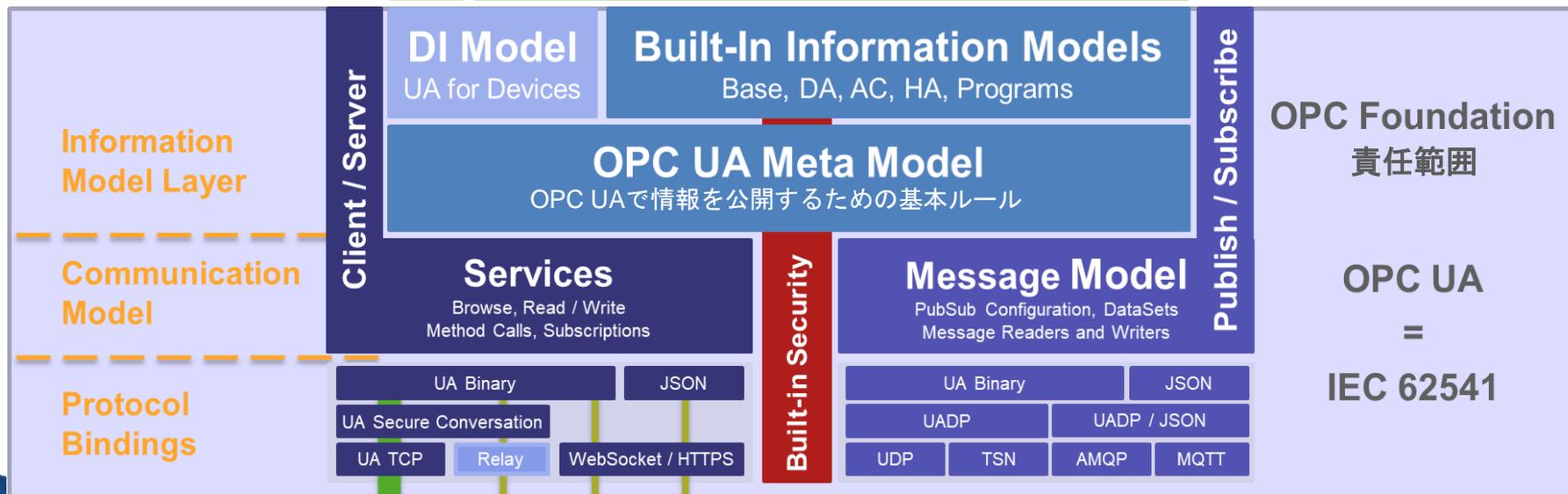
- ▶ はじめに
- ▶ つなげる
- ▶ 伝える
- ▶ 安全に
- ▶ 相互運用性の確認
- ▶ 最後に

OPC UA

Vendor Specific Extensions

Companion Information Models

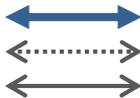
PLCopen, ADI, FDI, FDT, BACnet, MDIS, ISA95, AutomationML,
MTCconnect, AutoID, VDW, EUROMAP, Robotics, Vision Systems
IEC 61850/61400, Sercos, Powerlink, PROFINet and more coming

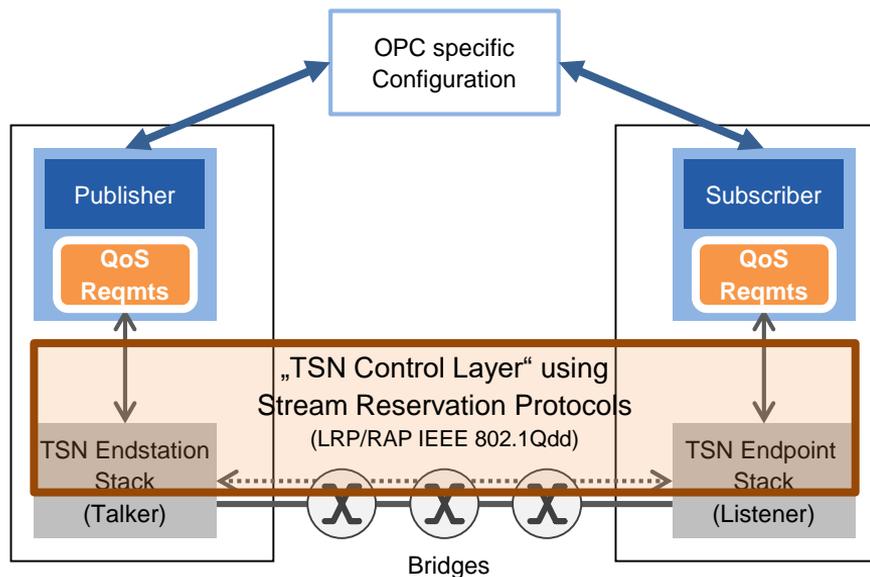


The 22 Parts of OPC UA v1.05

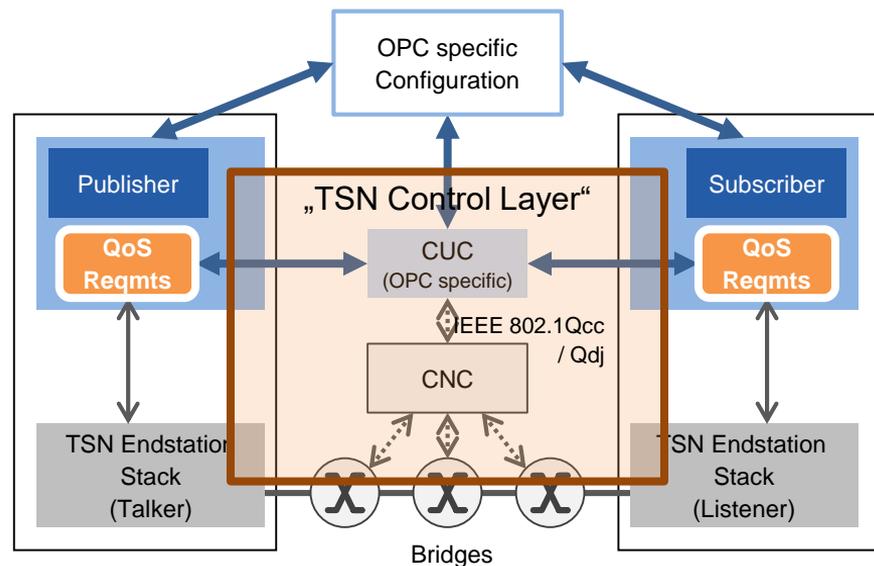
| | | |
|----------|--|---|
| 10000-1 | OPC UA Specification, Part 1: Overview and Concepts | |
| 10000-2 | OPC UA Specification, Part 2: Security | |
| 10000-3 | OPC UA Specification, Part 3: Address Space Model | |
| 10000-4 | OPC UA Specification, Part 4: Services | |
| 10000-5 | OPC UA Specification, Part 5: Information Model | |
| 10000-6 | OPC UA Specification, Part 6: Mappings | |
| 10000-7 | OPC UA Specification, Part7: Profiles | |
| 10000-8 | OPC UA Specification, Part 8: DataAccess | |
| 10000-9 | OPC UA Specification, Part 9: Alarms and Conditions | |
| 10000-10 | OPC UA Specification, Part 10: Programs | |
| 10000-11 | OPC UA Specification, Part 11: Historical Access | |
| 10000-12 | OPC UA Specification, Part 12: Discovery and Global Services | |
| 10000-13 | OPC UA Specification, Part 13: Aggregates | |
| 10000-14 | OPC UA Specification, Part 14: PubSub | Including MQTTv5 |
| 10000-15 | OPC UA Specification, Part 15: Safety | |
| 10000-16 | OPC UA Specification, Part 16: StateMachines | Annex B from Part 5 plus Amendment 2 (ChoiceStates and Guards) |
| 10000-17 | OPC UA Specification, Part 17: Alias Names | |
| 10000-18 | OPC UA Specification, Part 18: User Authorization | Annex F from Part 5 |
| 10000-19 | OPC UA Specification, Part 19: Dictionary References | Amendment 5 plus MultiStateDictionaryEntryDiscreteType from FCG |
| 10000-20 | OPC UA Specification, Part 20: File Transfer | Amendment 9 |
| 10000-21 | OPC UA Specification, Part 21: Device Provisioning | |
| 10000-22 | OPC UA Specification, Part 22: Base Network Model | |

OPC TSN Configuration will run with Fully Centralized and Distributed TSN Configuration Models

Configuration data flows:

 OPC specific (e.g. using Client Server Access)
 Network specific
 Device internal



Distributed Configuration
 → Prototyping in LNI Testbed (@Augsburg)



Fully Centralized Configuration
 → Prototyping in IIC Testbed (@Stuttgart / @Austin)

LRP: Link-local Registration Protocol (see IEEE 802.1CS)
 RAP: Resource Allocation Protocol: (see IEEE 802.1Qdd)

CNC: Centralized Network Configuration (see IEEE 802.1Qcc)
 CUC: Centralized User Configuration (see IEEE 802.1Qcc)

ありがとうございました。

日本OPC協議会

<https://jp.opcfoundation.org>

