

工業用無線技術のいま・これから

2013年2月21日(木)

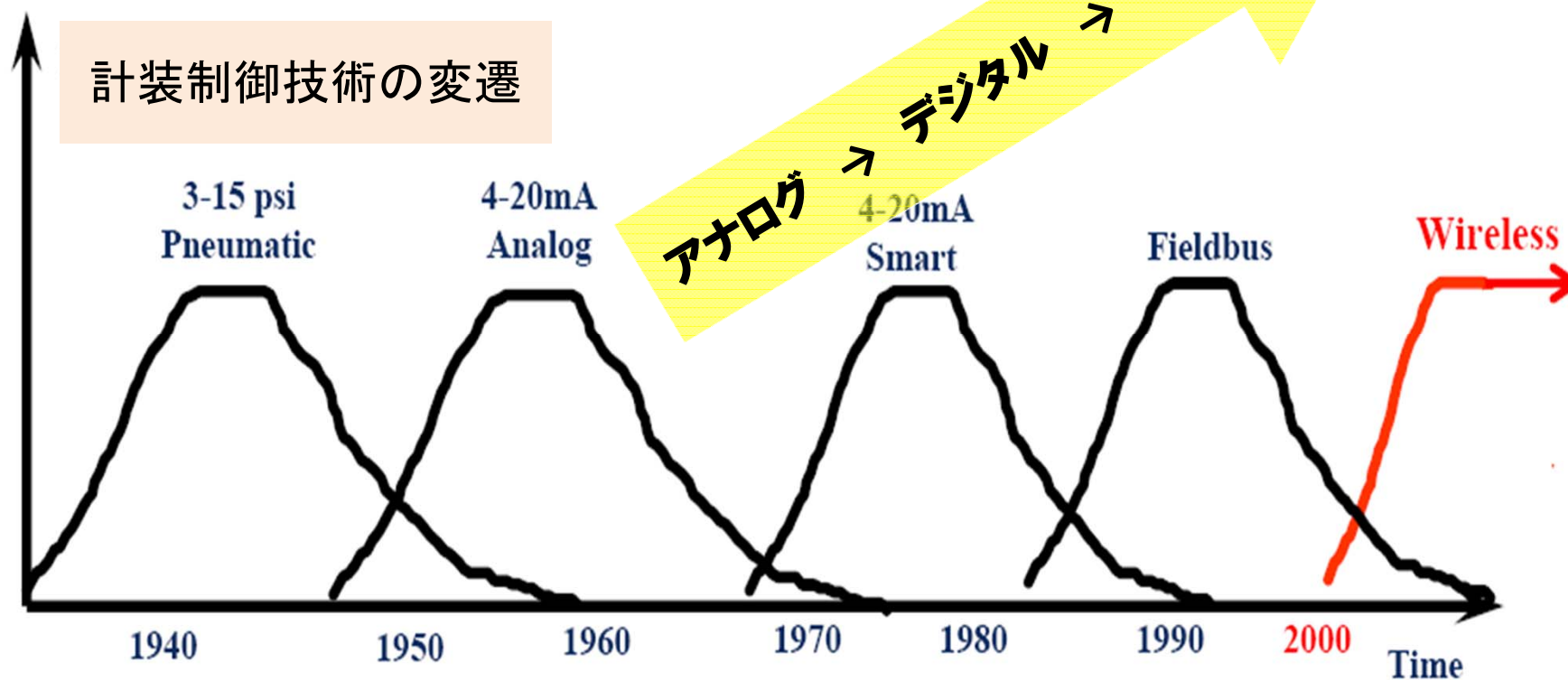
ISA100WCI 日本支部 支部長 長谷川 敏

本日のお話し

工業用無線技術のいま・これから



計装制御技術の変遷



無線計装への期待



Arkema plant in Crosby, Texas



Yokogawa: 差圧伝送器



Gastronics: SO2 ガス検知器



Honeywell: デジタル I/O



Honeywell: 温度伝送器



Honeywell: バックボーンルータ
Nivis: ゲートウェイ

本日のポイント

- なぜ無線？
 - 配線コストの削減による監視の強化
⇒ 安心・安全操業、環境保全、市場競争力
- いま：
 - 無線計装は既に実用段階にきている
- これから：
 - 有線・無線計装の統合と制御応用

アジェンダ

1. なぜ無線？
2. 無線技術の基礎
3. 無線ネットワークの技術的要求事項
4. 工業用無線技術の標準化動向
5. 適用アプリケーション
6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
8. 無線通信の信頼性技術
9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

なぜ無線？



無線の特長

信号配線不要

電源配線不要

今まで測定できなかった 場所が測定可能

配線困難な場所

配線コストが見合わない

既設の設備のインテリ化

一時的な設置

電源なし環境

期待される効果

現場の少人化

安全性の向上

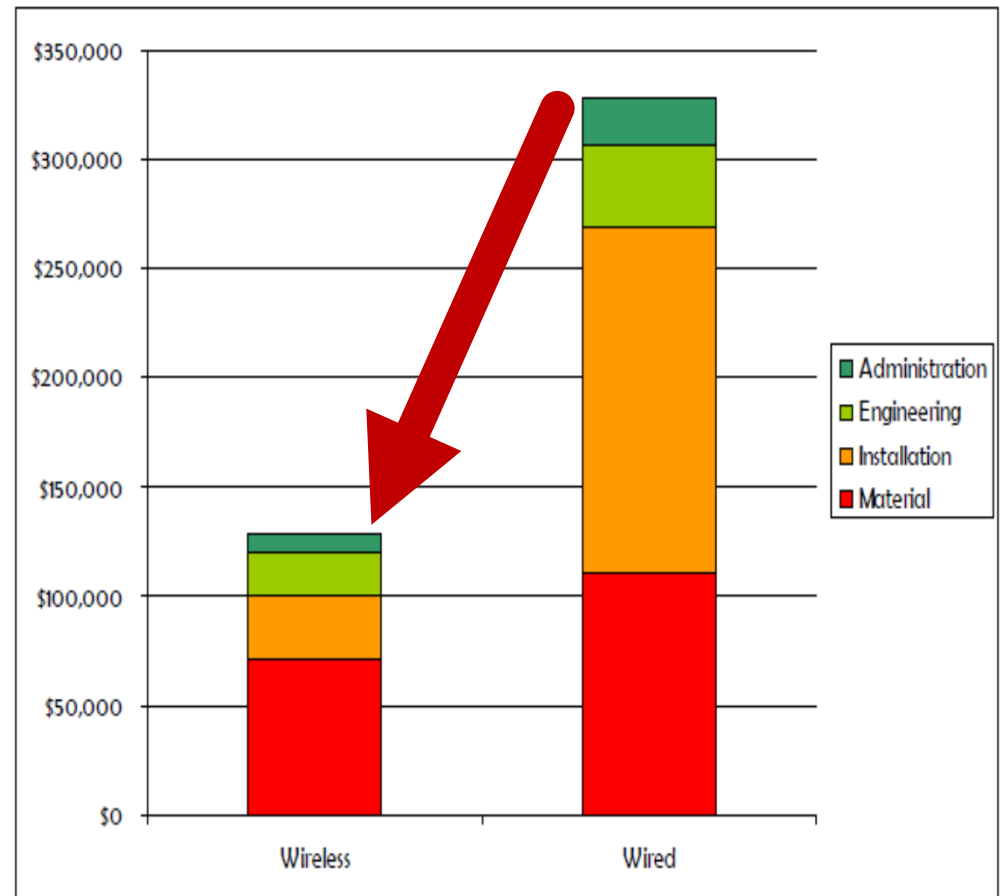
生産効率の改善

設備保全費の削減

工事コストの削減

無線計装の導入効果

- **初期導入コストの削減**
 - ケーブル配線コストの削減
 - ケーブル配線経路設計
 - コンデット配管
 - ケーブル引き込み
 - ジャンクションボックス
 - マーシャリングボード
 - 工事期間の短縮
- **運転コストの削減**
 - 監視範囲の拡大
 - 移動体設備への設置
 - 現場作業の削減
 - 現場巡回点検、監視
- **安全・安定操業**
 - 監視の強化
 - 設備の状態監視
 - 環境監視



プラントライフサイクルコストの削減

プラント・ライフサイクルコストの削減

エンジニアリング

市場競争力強化

計装工事コスト低減

工事コスト削減

- ・配線材料、端子盤
- ・配線工事、チェック
- ・現場作業支援

- ・配線不要
- ・工事時の通信インフラ
- ・モバイル端末

プラント運転・操業

地球環境の保全

環境監視の強化

安定操業と環境保全

- ・エネルギー効率化
- ・定期診断コスト低減
- ・安全管理

- ・機器診断
- ・ガスセンサ
- ・漏洩監視
- ・侵入検知
- ・環境モニタリング

設備保全・保守

安心・安全操業

設備診断の強化

設備延命

- ・設備診断(CBM)
- ・事故未然防止

- ・保全センサ
- ・回転機器、ポンプ、コンプレッサ
- ・傾向監視
- ・テンポラリセンサ

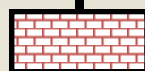
無線技術
への期待

工場内の無線ネットワーク

中央制御室

制御システム

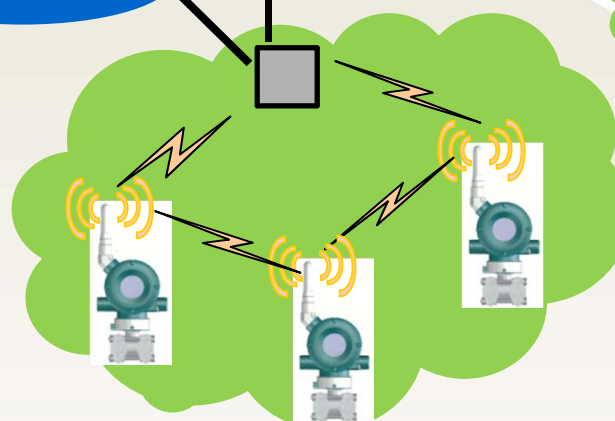
機器管理システム



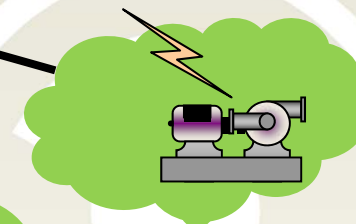
無線基幹ネットワーク



IT 無線ネットワーク



無線センサーネットワーク

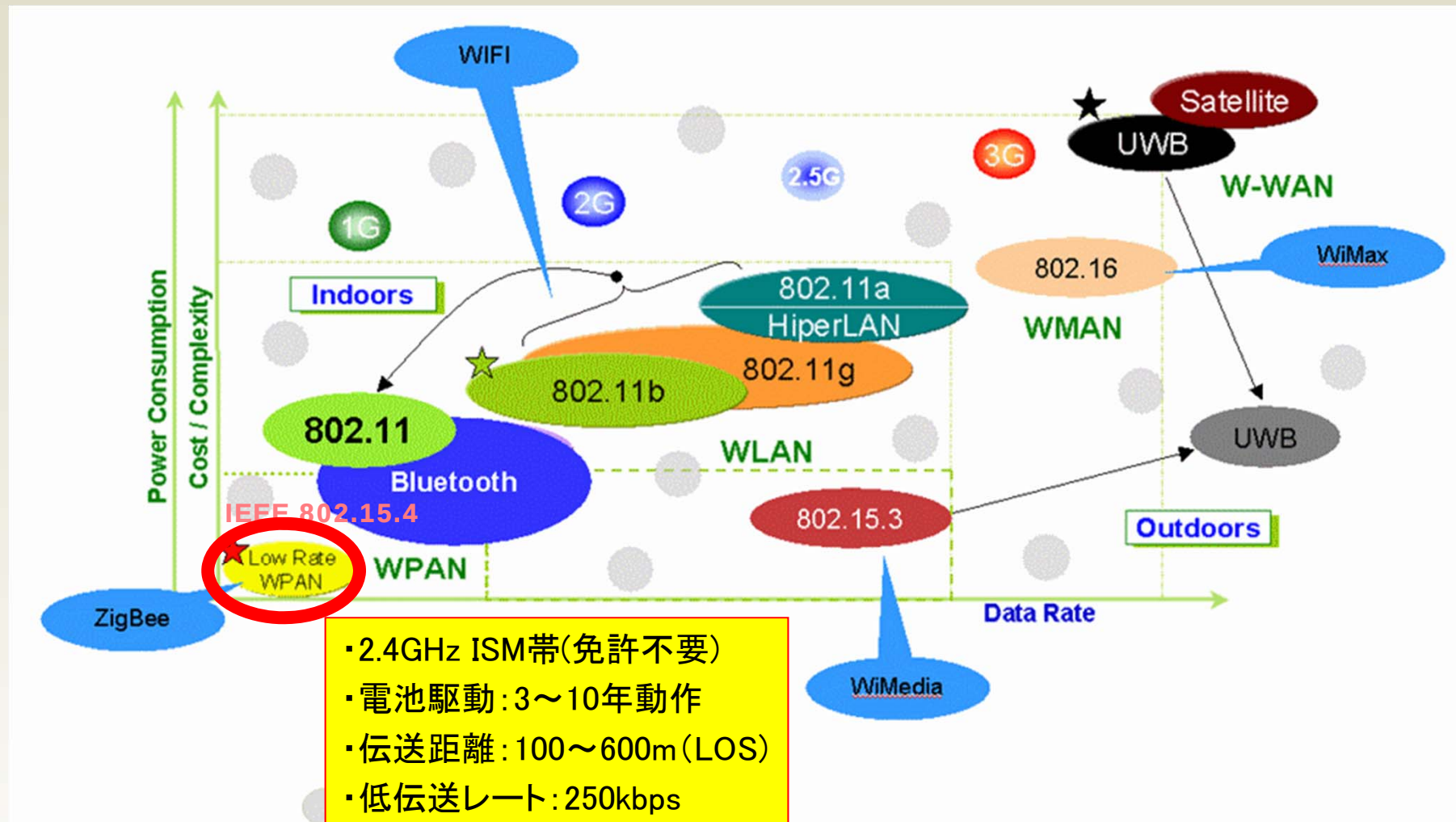


- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

無線周波数

Designation	Abbreviation	Frequencies	Free-space Wavelengths
Very Low Frequency	VLF	9 kHz - 30 kHz	33 km - 10 km
Low Frequency	LF	30 kHz - 300 kHz	10 km - 1 km
Medium Frequency	MF	300 kHz - 3 MHz	1 km - 100 m
High Frequency	HF	3 MHz - 30 MHz	100 m - 10 m
Very High Frequency	VHF	30 MHz - 300 MHz	10 m - 1 m
Ultra High Frequency	UHF	300 MHz - 3 GHz	1 m - 100 mm
Super High Frequency	SHF	3 GHz - 30 GHz	100 mm - 10 mm
Extremely High Frequency	EHF	30 GHz - 300 GHz	10 mm - 1 mm

無線計装の無線とは、どんな無線技術？



電波の性質と無線伝送の基礎

■ 電波と周波数の関係

- 周波数が高くなると、伝搬距離は短くなる

■ 電波と距離の関係

- 距離が2倍になると信号は、1/4に減衰

■ 送信機の性能要件

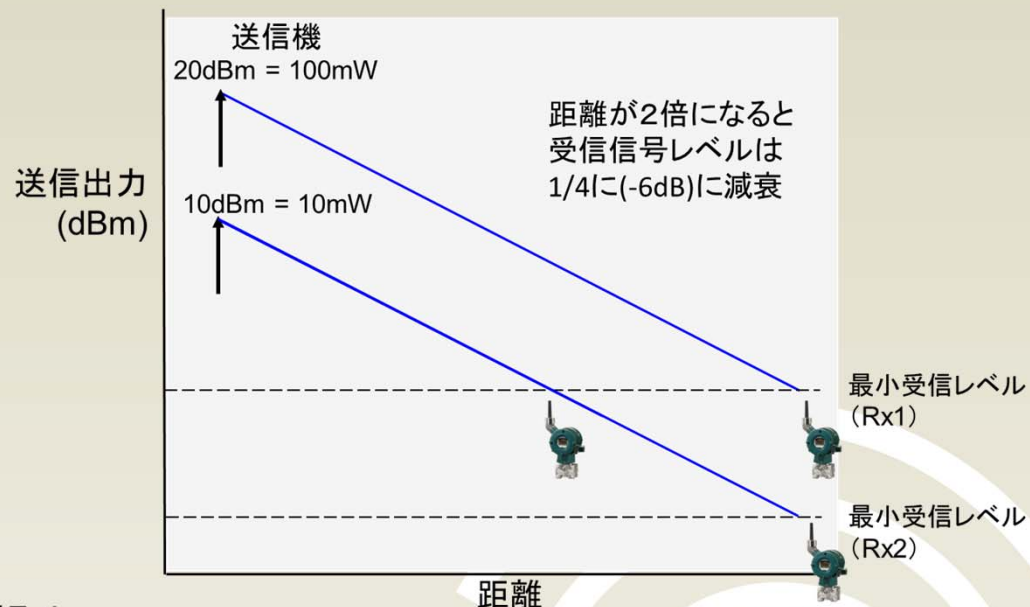
- 送信電力、アンテナ利得、ケーブル損失

■ 無線信号強度の伝搬損失

- ノイズ、他の無線システムとの干渉
- 障害物(反射、回折、吸収)

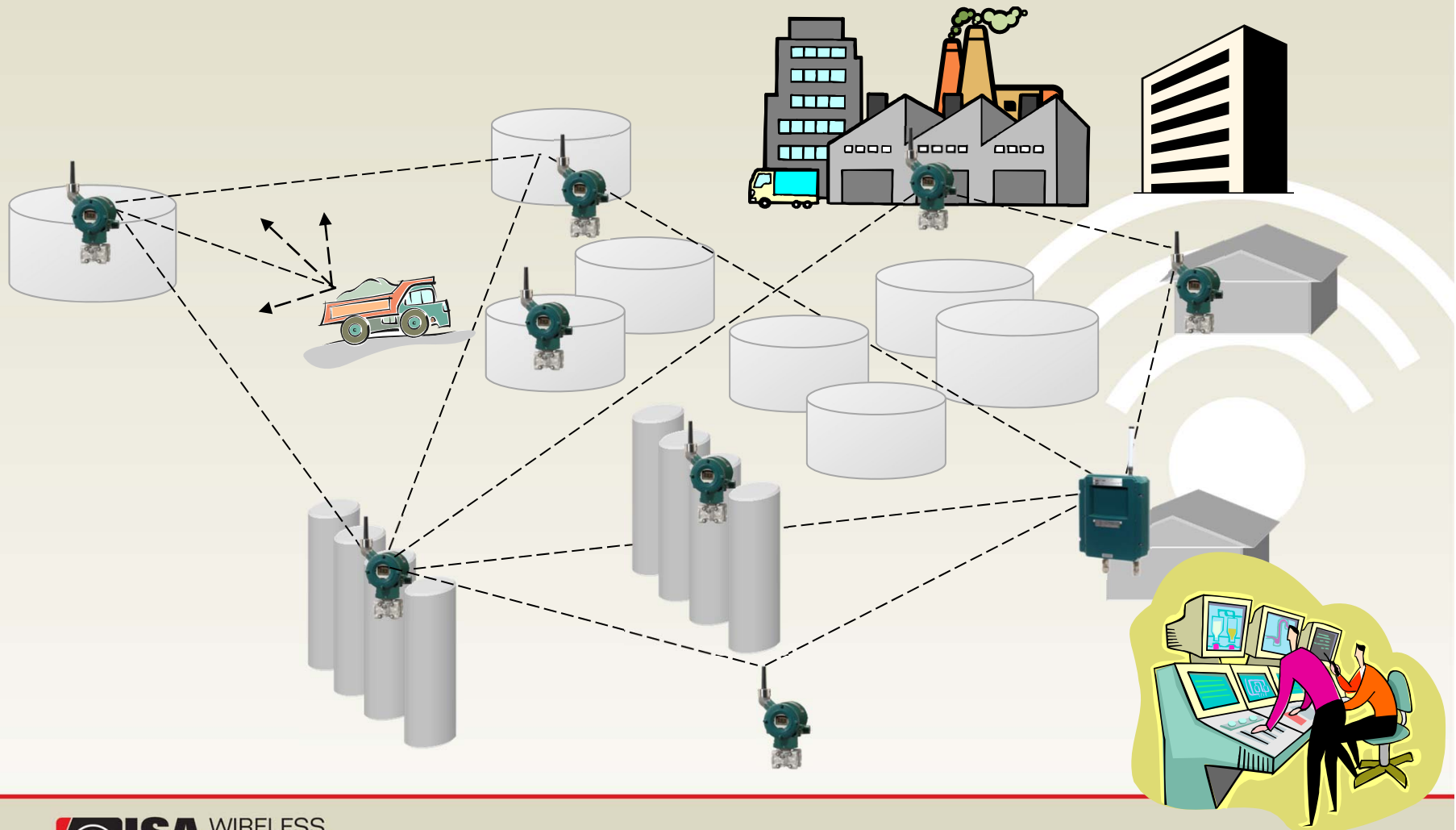
■ 受信器の性能要件

- 受信感度、アンテナ利得、ケーブル損失



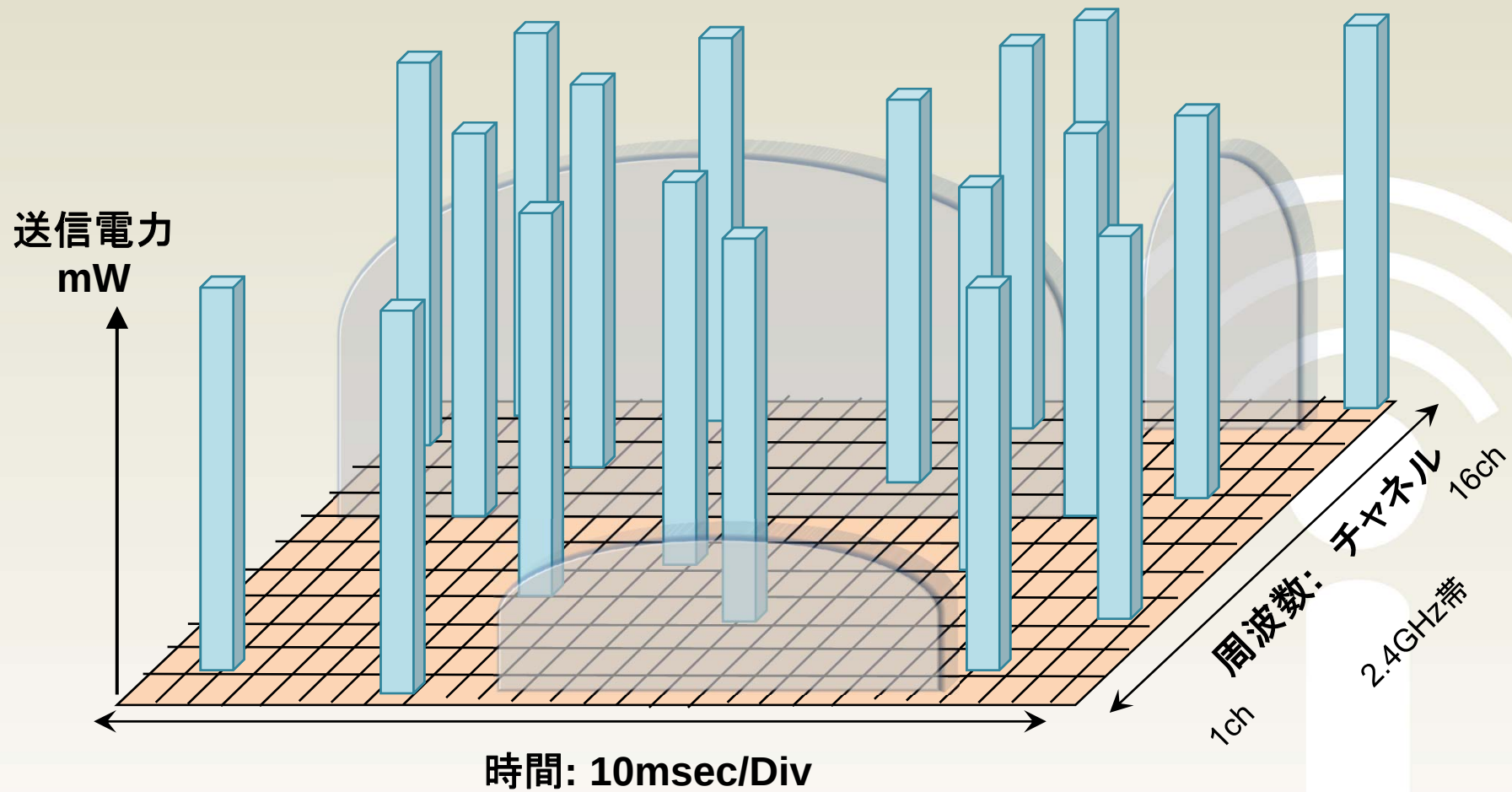
メッシュ・ネットワーク

障害物の回避：経路冗長化技術



チャンネル・ホッピング

干渉の回避: 通信周波数(Ch)変更技術



- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

無線センシングの技術要件：ユーザーの声

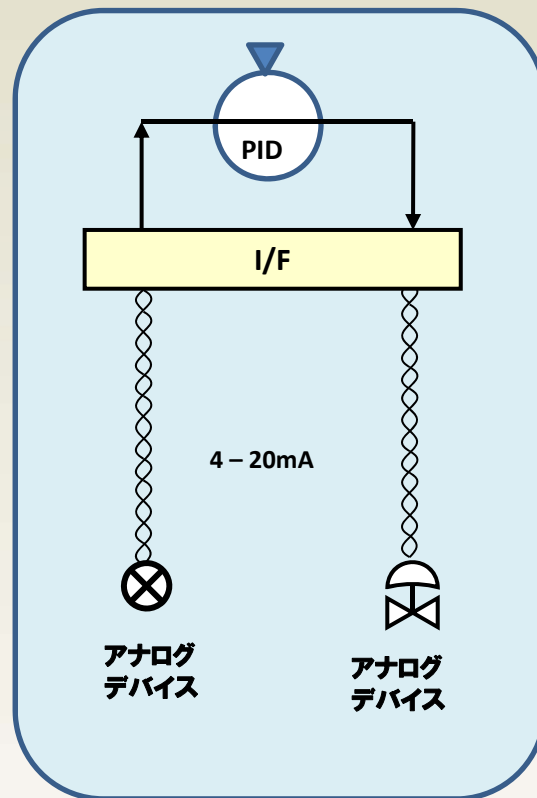


無線センシングに関するユーザー要求

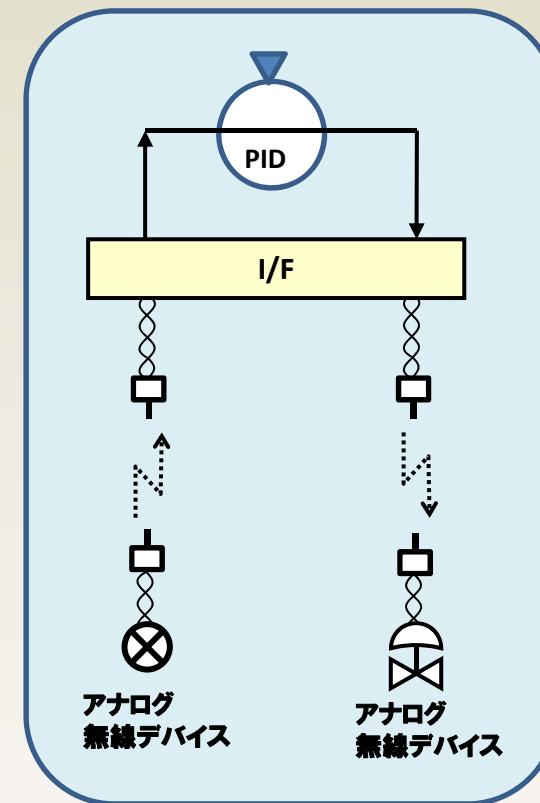
セキュリティ	強固な暗号化技術
通信の信頼性	24時間365日稼動；高信頼性
電力管理	電池の長寿命化と交換時期の予測
オープン	複数のサプライヤーからの機器購入
マルチスピード	更新周期の早い機器と、遅い機器の混在
多機能	1つの無線ネットワークで複数のアプリケーション
拡張性	無線フィールド機器の数、地理的、更新周期の拡張性
グローバル	世界各国で適用可能な技術
QOS(通信品質管理)	通信遅延の管理と低通信エラー率
マルチプロトコル	既設有線計装との統合のための投資最小化
コントロール対応	無線適用範囲の拡大

アナログ信号伝送による無線計装

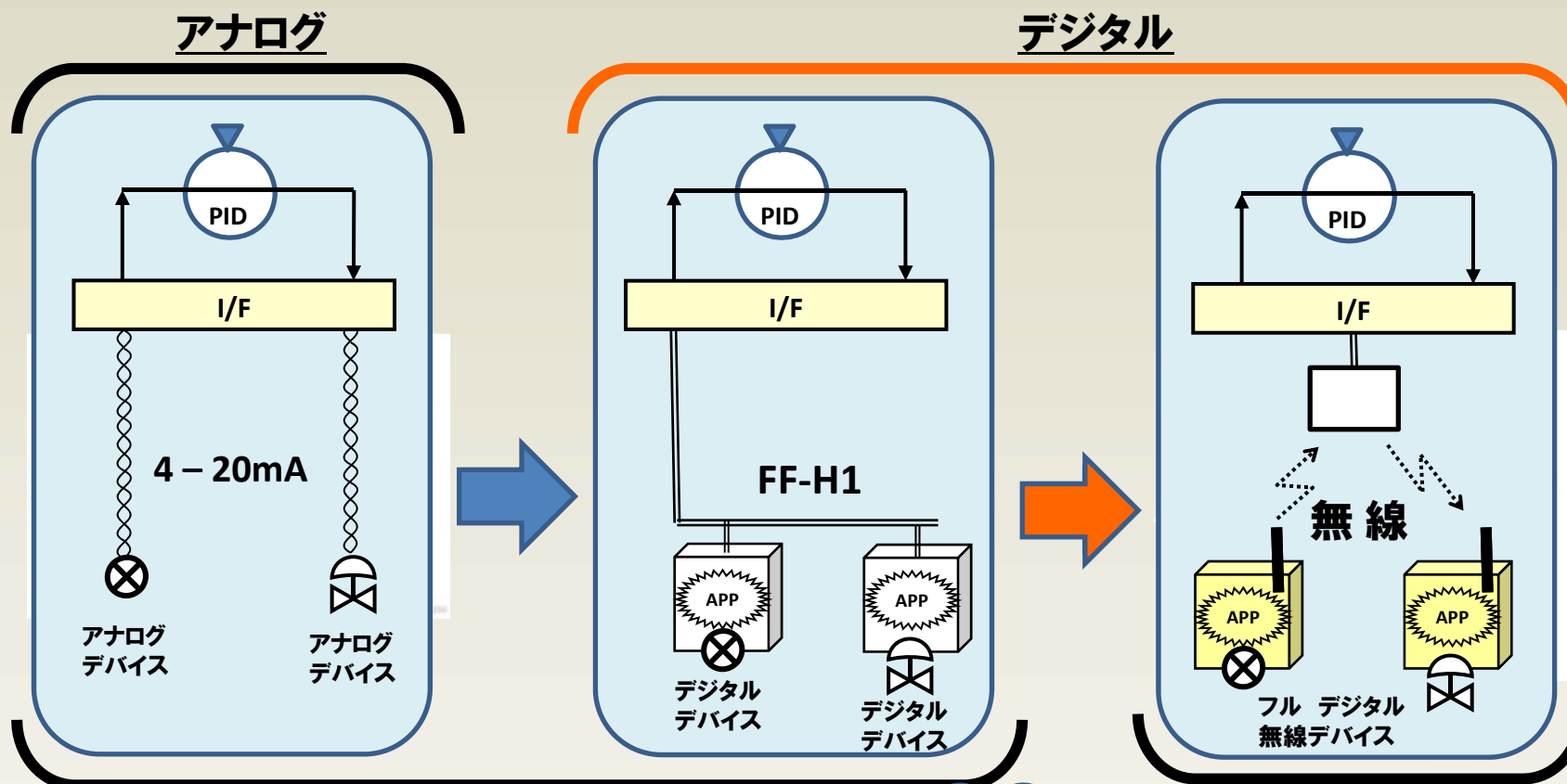
アナログ 4-20mA



アナログ 無線伝送



無線とデジタル技術による新しいソリューション



プロセス値(PV)

技術発展

- 高速・高精度
- 新たなセンシング応用
- 自己診断
- 自律動作
- 状態基準保全(CBM)

- 遠隔操業
- 測定精度の最大化
- 新しい現場アプリケーション
- 革新的な新しいセンサ
- マルチメディアによる監視
- インテリジェント・データ

- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. **工業用無線技術の標準化動向**
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

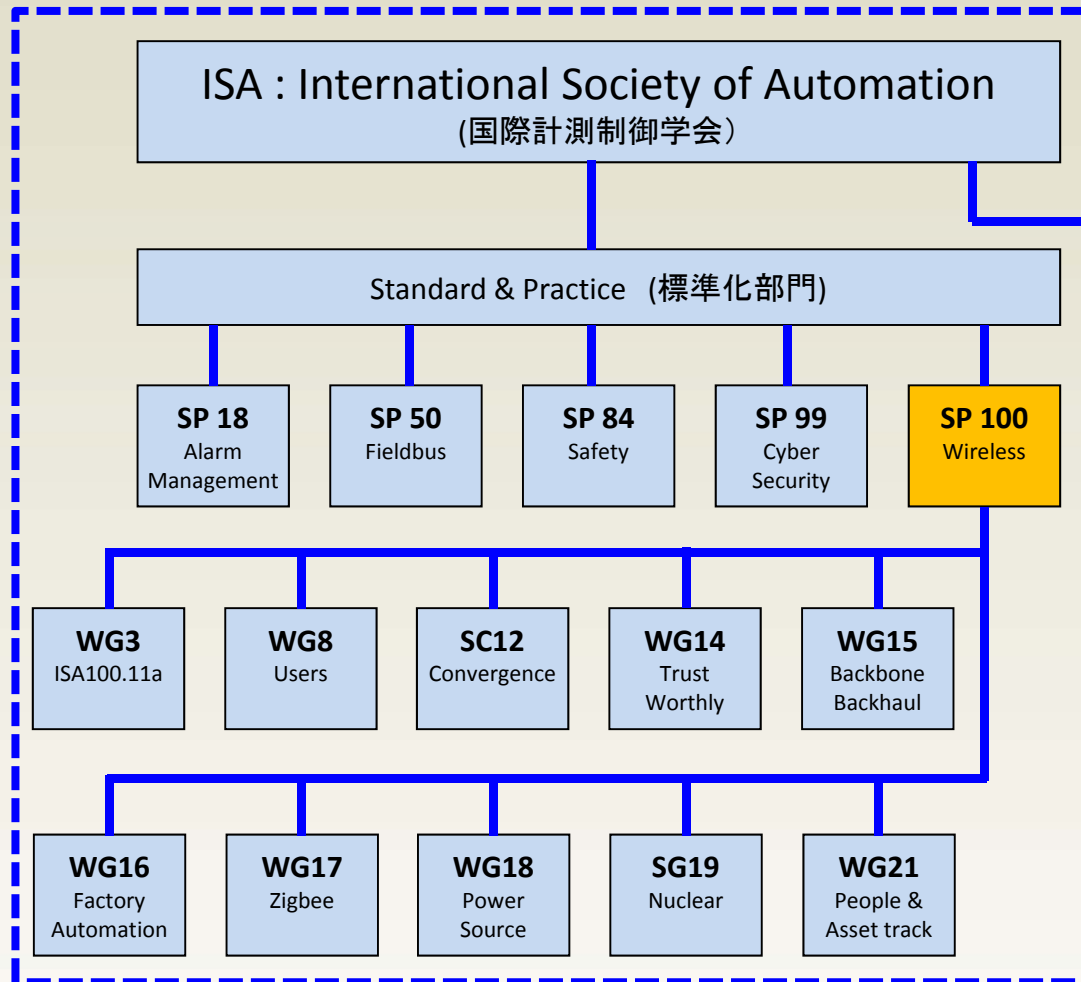
4. 工業用無線技術の標準化動向

◆標準化の意義

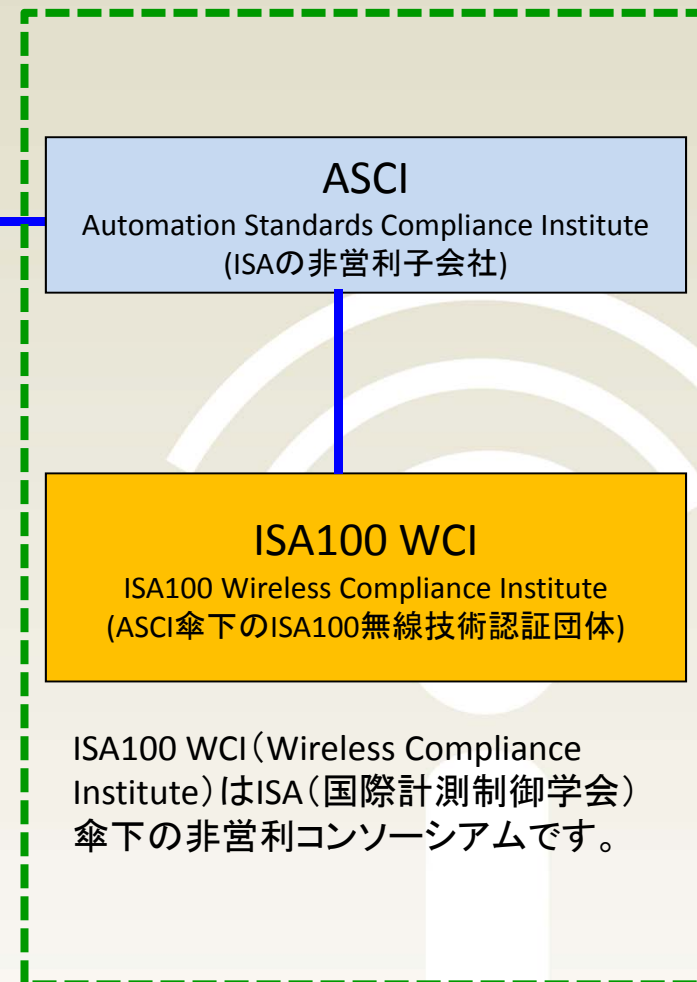
- 相互接続性の確保
 - 端末とネットワーク接続
 - ネットワーク機器間の接続
 - 異なるベンダから調達した装置間の接続、装置の共通化
- 先端技術の共有
 - 最新の技術を共有
 - 同一技術基盤上での競争による技術の展開
- 規模の経済性
 - 世界規模の市場を対象とした開発による機器単価の軽減
 - 市場規模の増大による開発コストの確保

ISA標準化組織とISA100WCIの関係

標準化

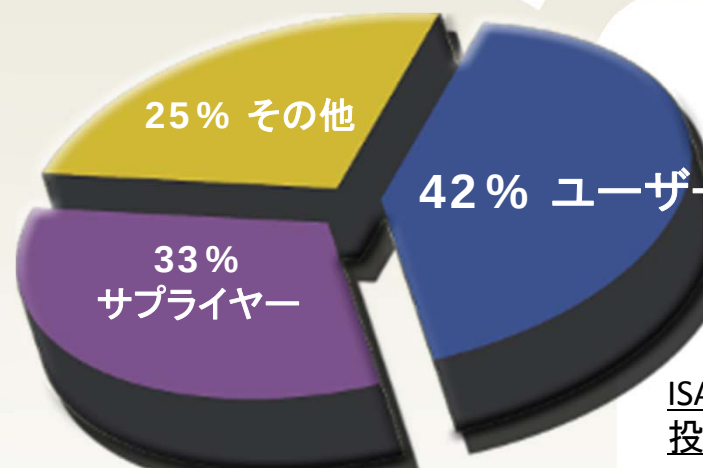


実装技術開発・普及・認証



ISA100委員会

- 2005年にISAの標準化委員会のひとつとして設置
- 組織構成
 - 250の企業から、400名以上が委員に登録
 - 世界各国の各方面の専門家が参加
 - 無線機器、ネットワーク機器、フィールド機器、制御システムベンダー、他
 - 合意形成型の標準化審議プロセス
 - ユーザー、メーカ、その他の委員の適正な構成比率

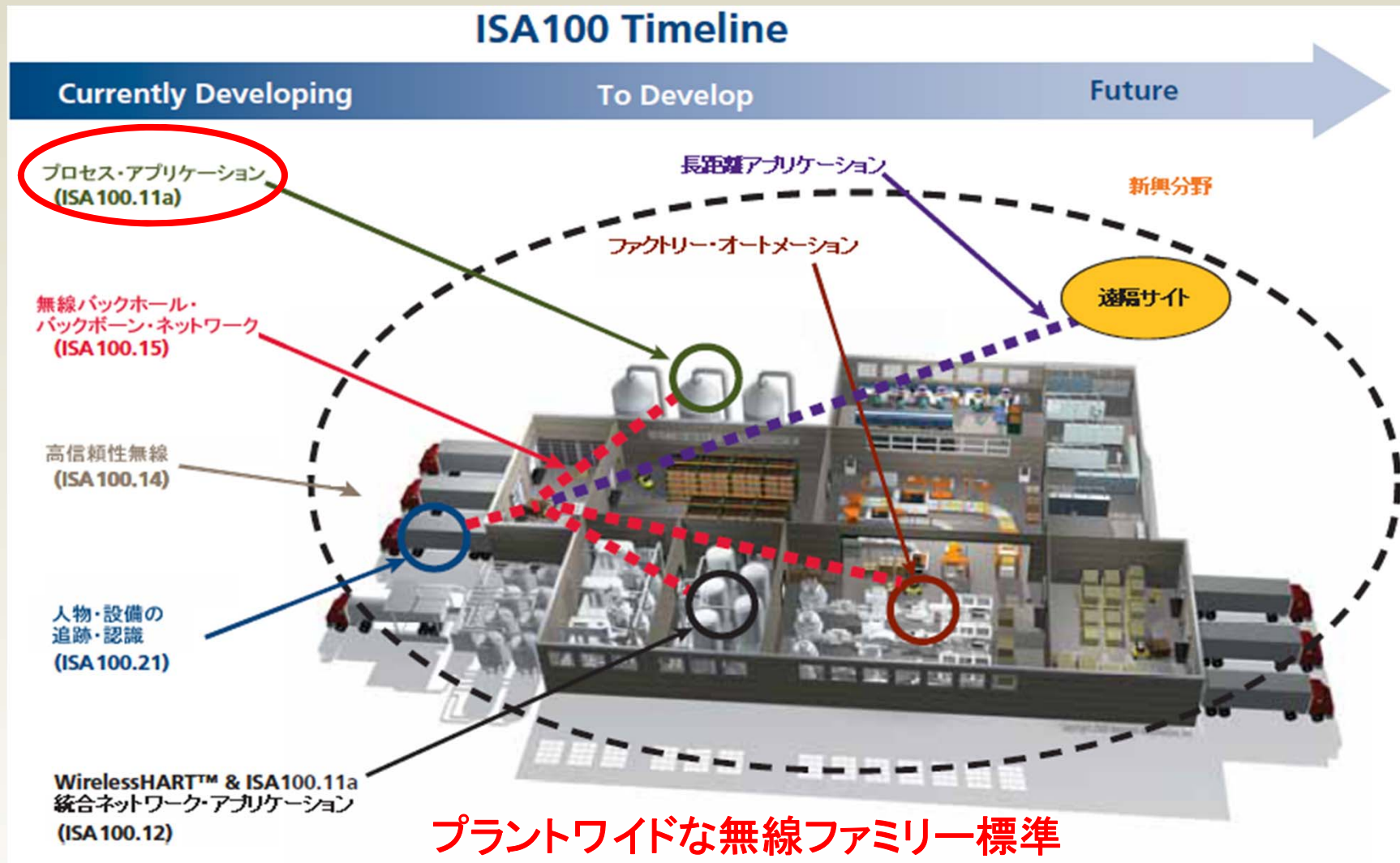


ISA100委員会
投票権比率

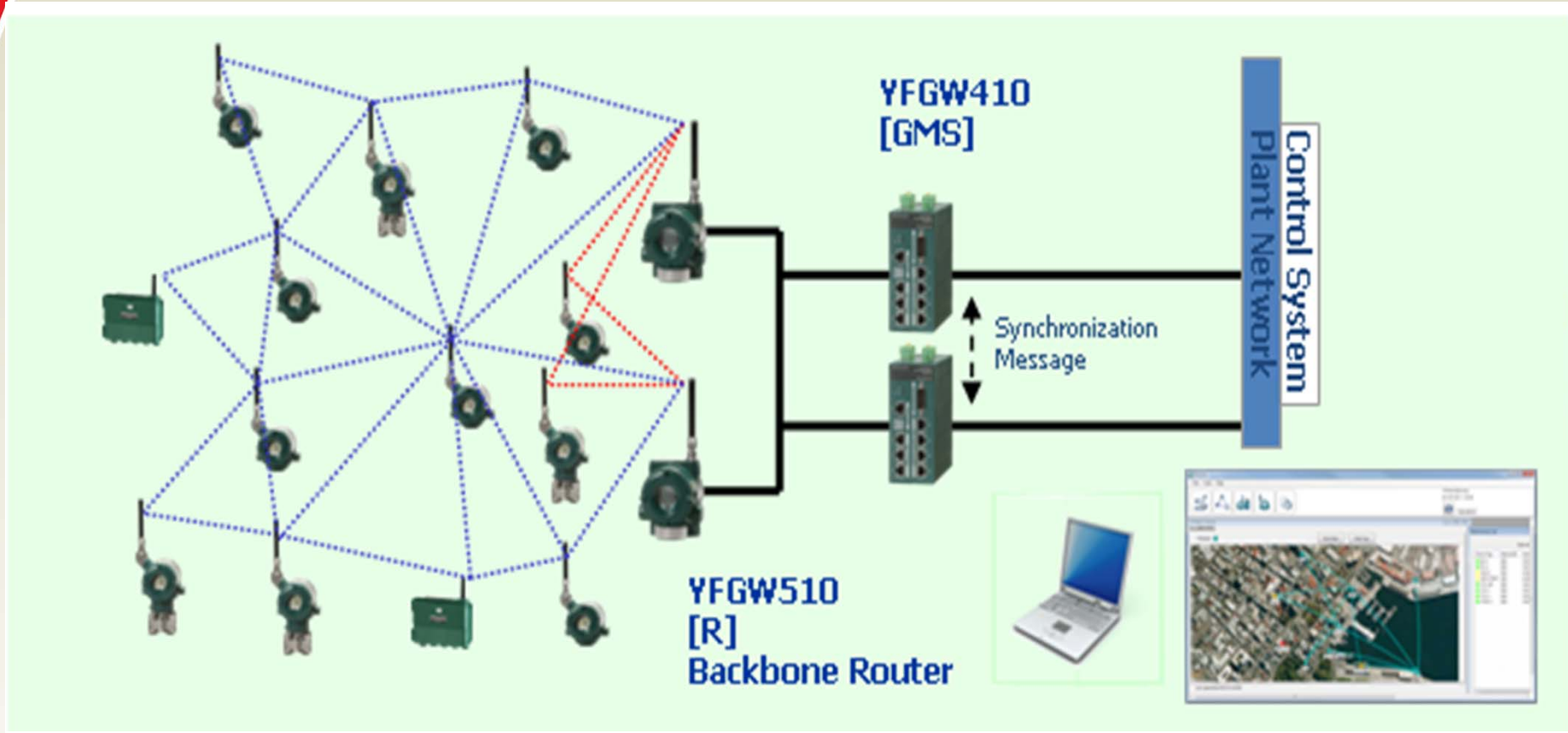
ISA100 支援企業



ISA100ファミリー



ISA100.11a 無線ネットワーク



なぜISA100.11a?



1. ISA100は工業用の無線技術を**体系的**に扱っているファミリー規格
2. モニタリングからコントロールまでの**幅広い用途に適用可能**
3. 高い**セキュリティ機能** (暗号化、認証による盗聴、改ざん、成りすまし防止)
4. **信頼性の高い無線ネットワーク**(メッシュ、経路二重化、Chホッピング)
5. IPアドレッシング (**将来性と拡張性**のあるIPv6対応)
6. バックボーンルーティングによる**拡張性と柔軟性**を備えた無線ネットワーク
7. 非中継機能による**低コスト機器**の提供(バッテリー長寿命化)
8. **マルチプロトコル対応** (FF, HART, Profibus, Modbus, OPC, etc)
9. WCIによる**相互運用性の保証**:マルチベンダー環境の実現

- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

適用アプリケーション



石油アップストリーム

- 井戸元監視
- パイプライン圧力・流量
- バルブモニタリング
- ポンプステーション遠隔監視

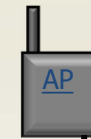
石油ダウンストリーム

- タンクレベル モニタリング
- 温度プロファイル モニタリング
- 機器の状態監視
- プラントセキュリティ、侵入監視
- ガス漏洩検知

Sensor Network



Wireless Backhaul



Mobile

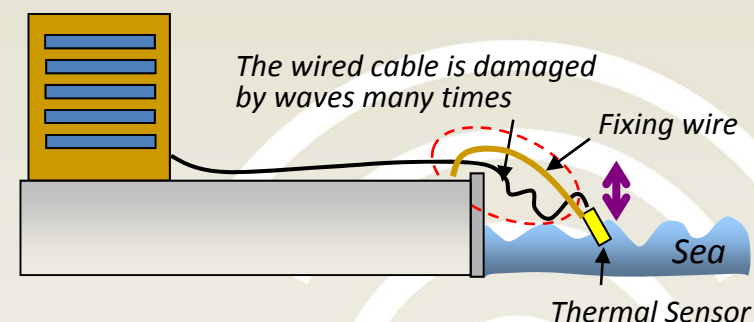


導入事例1

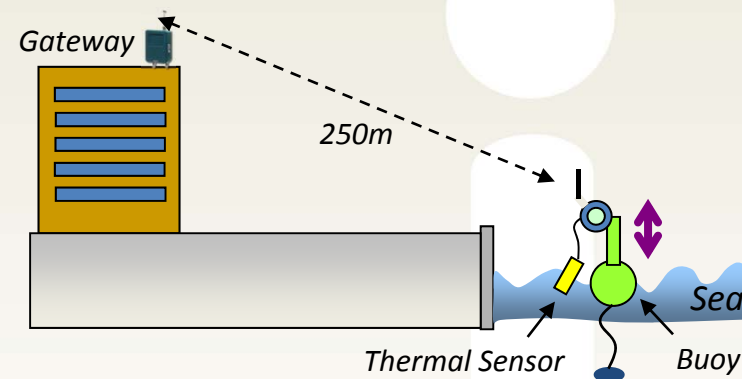
海水面の温度監視

- これまでの問題点
 - 有線の温度センサによる測定では、波によりケーブルが岸壁と擦れて損傷し、交換頻度が高かった。
- 解決手法
 - 無線センサを海上のブイに設置し、無線による岸壁との干渉がない状態で温度測定を実現
- 無線機器導入による効果
 - ケーブル保守・交換費用の削減
 - 低コストでの環境監視の強化

Existing System



Wireless Solution



導入事例2

地下埋設高電圧ケーブル接続部の温度監視

- これまでの問題点

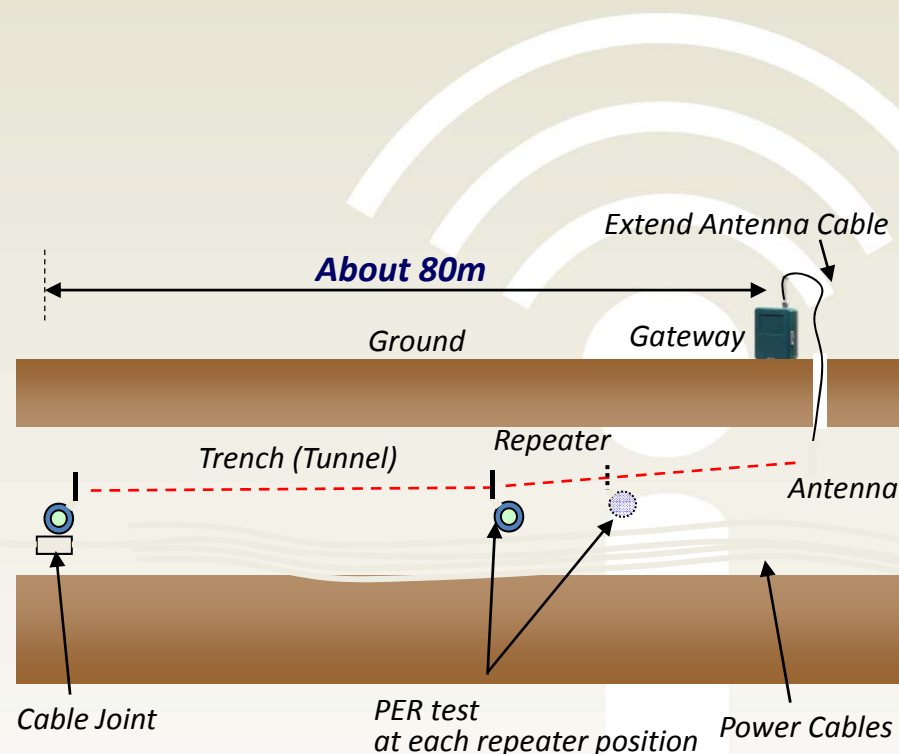
- 大電力を扱う高電圧ケーブルは電氣的ノイズが非常に大きい
- 地下埋設のため、有線機器の設置コストが高い
- 安全上の課題を抱えつつも、ケーブル接続部の温度監視ができていなかった。

- 解決手法

- 高電圧ケーブル埋設用のトンネル内に温度センサを設置し、トンネル内で無線通信を実施

- 無線機器導入による効果

- 低コストでの高電圧ケーブル接続部の温度監視を実現
- 安全性の向上に寄与



導入事例3

プラント内圧力・温度ゲージのリプレイス

- これまでの問題点

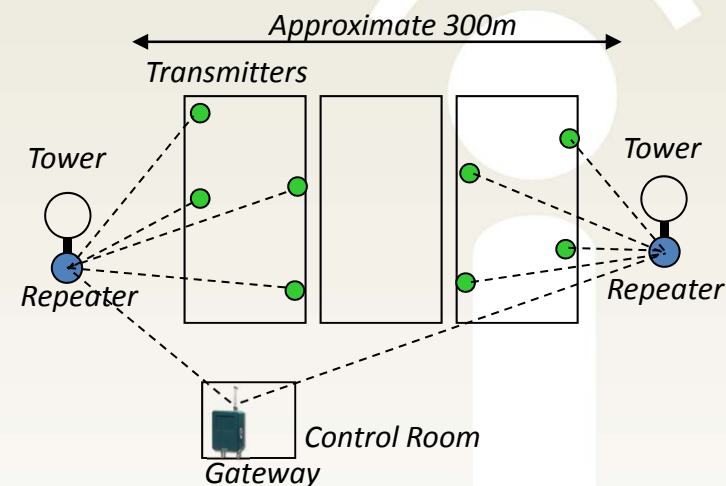
- 圧力・温度ゲージでの監視のため、プロセス値を伝送する手段がなく巡回監視が必要となり、人件費や危険場所での労働安全の確保が問題となっていた。

- 解決手法

- 無線センサを設置し制御室から直接プロセス値を監視。

- 無線機器導入による効果

- ワイヤリングコストをかけることなく、プロセス値の伝送を実現。
- 監視精度の向上
- 現場巡回作業者の安全性向上



導入事例4

回転体の温度監視

- これまでの問題点

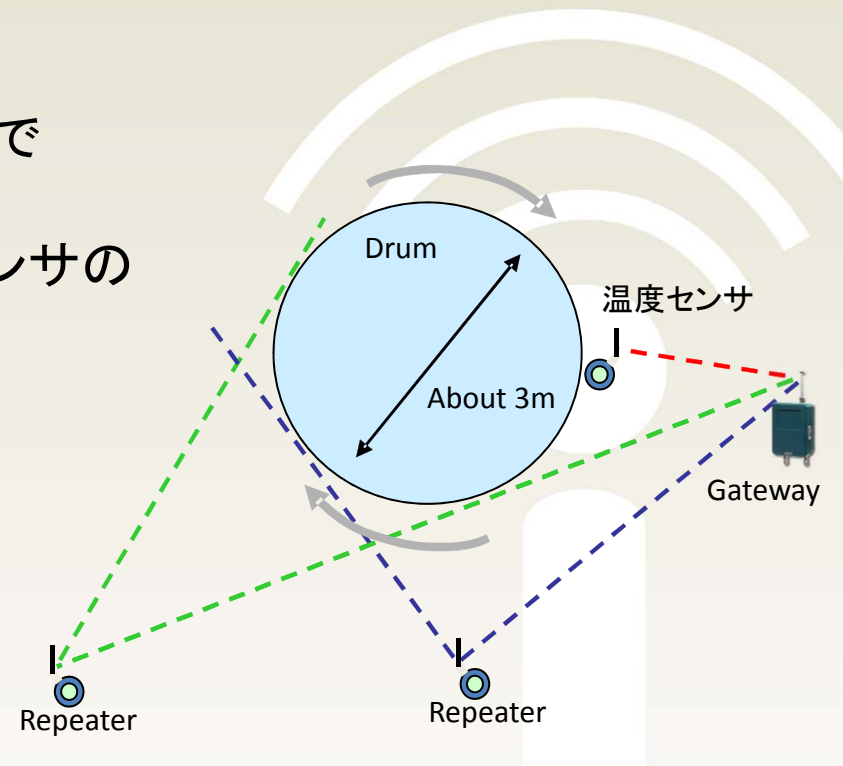
- 回転体のため、有線センサでの測定が不可能
- 温度ゲージでの測定のため、プロセス値の伝送が不可能

- 解決手法

- 回転体の温度監視を無線センサで行い、プロセス値の伝送を実現。
- リピーターの設置により、温度センサの位置を問わず監視を実現

- 無線機器導入による効果

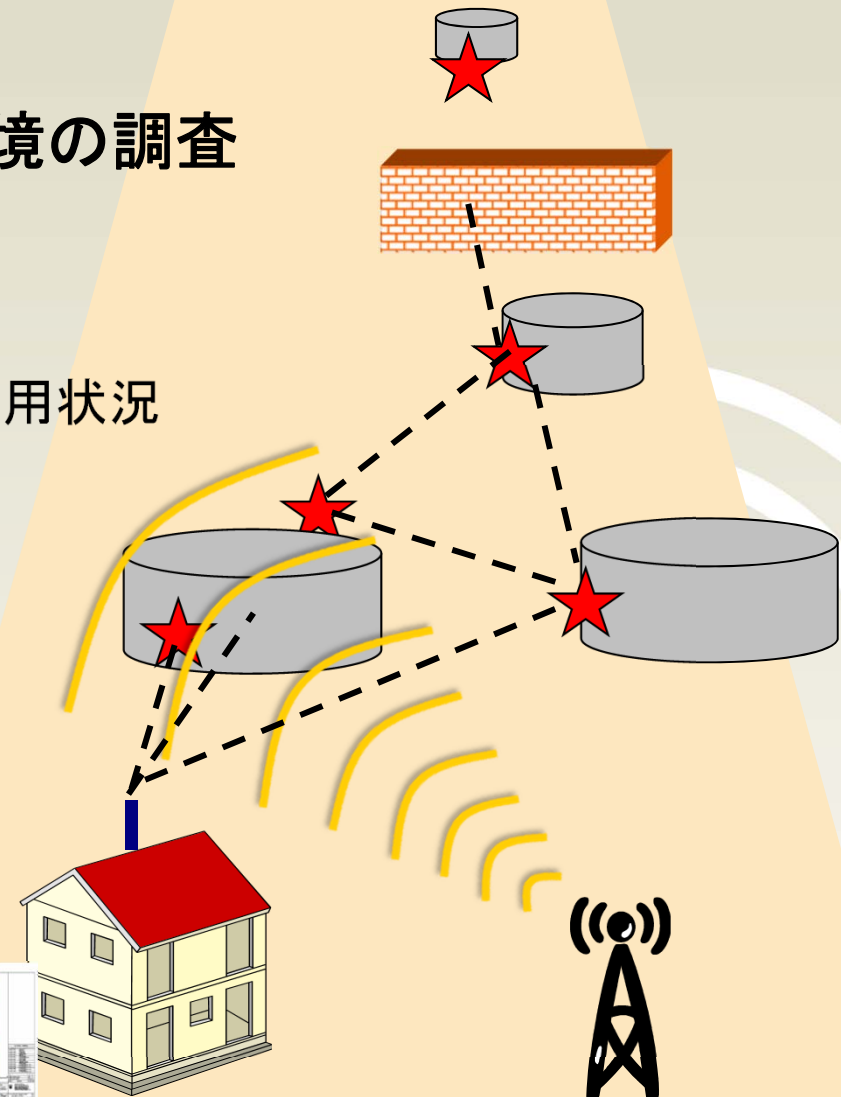
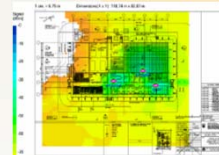
- これまで有線機器では測定できなかった回転体での測定が可能となった。
- 監視精度の向上に寄与



- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. **無線計装システムの導入とエンジニアリング**
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

サイトサーベイ

- **目的**
 - 無線フィールド機器の設置環境の調査
 - 信号減衰レベルの測定
 - 妨害波信号レベル測定
 - 障害物の有無の確認
 - WiFiなど他の無線システムの使用状況
 - 将来的な拡張性検討
- **要求事項**
 - 測定・調査実施時間の短縮
 - 電波伝播に関する知識
 - 作業手順書の整備
 - 調査報告書の作成
 - 調査結果の再現性
 - 調査・解析ツール



ネットワーク設計(サイトプランニング)

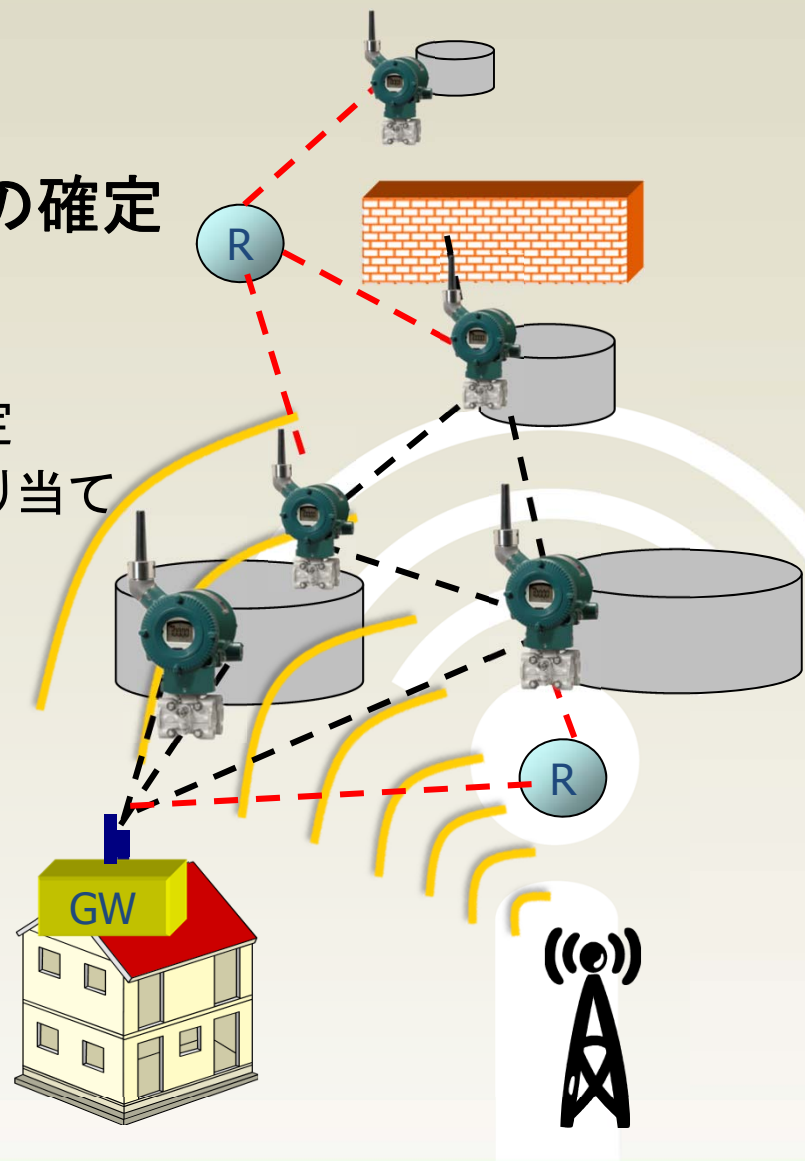
- **目的**

- 無線フィールド機器の設置位置の確定

- 無線センサー
 - アクセスポイント/Gateway
 - リピーターの要否と設置位置の確定
 - 使用する周波数帯(チャンネル)の割り当て

- **要求事項**

- 電波伝播に関する知識
 - 作業手順書の整備
 - 調査・解析ツール
 - 安定した通信品質の確保
 - 増設、改造などの変更への配慮



プロビジョニング、コンフィグレーション

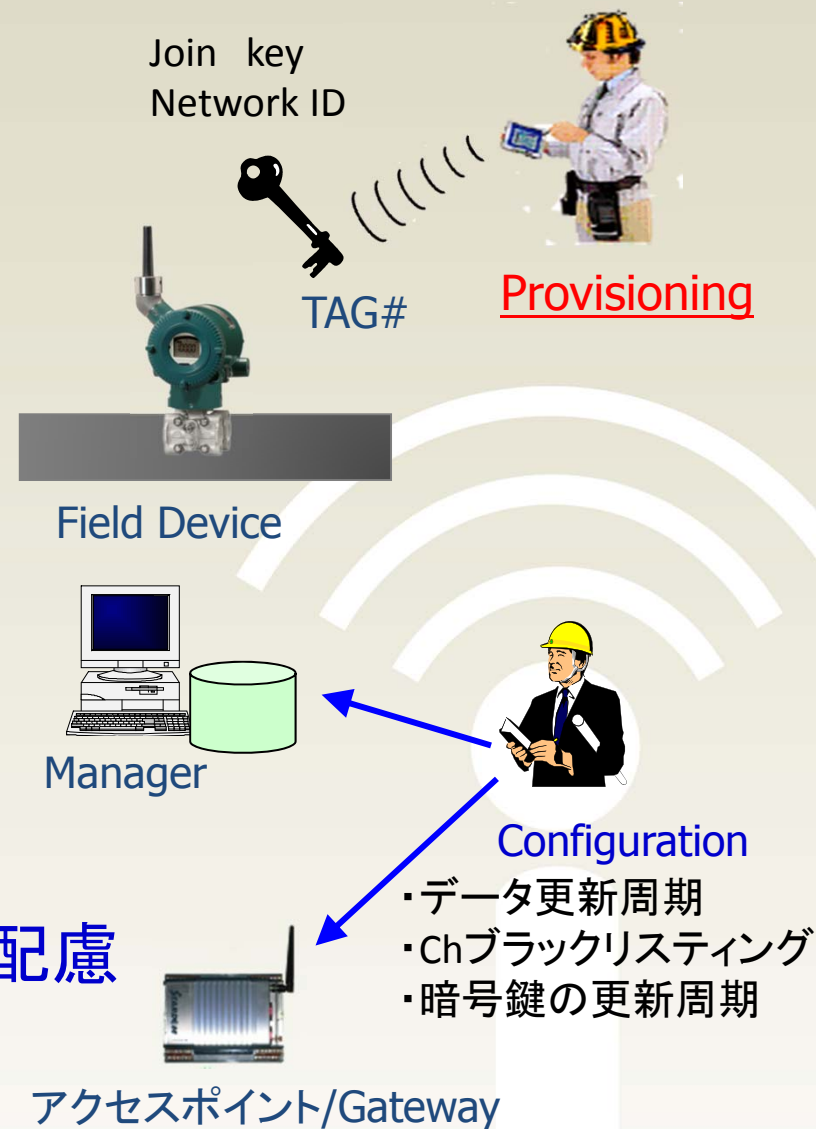
- **目的**

- 無線機器の設定

- 無線センサー
 - アクセスポイント/Gateway
 - Network Manager
 - Security Manager

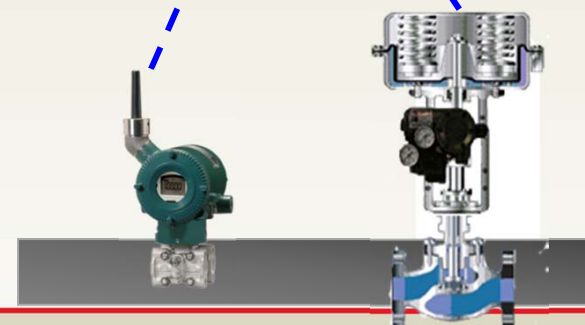
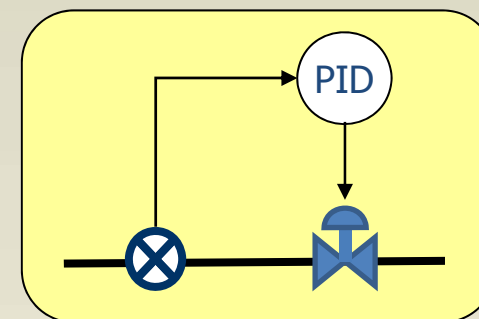
- **要求事項**

- 実施時間の短時間化
 - 作業手順書の整備
 - 調査・解析ツール
 - 増設、改造などの変更への配慮



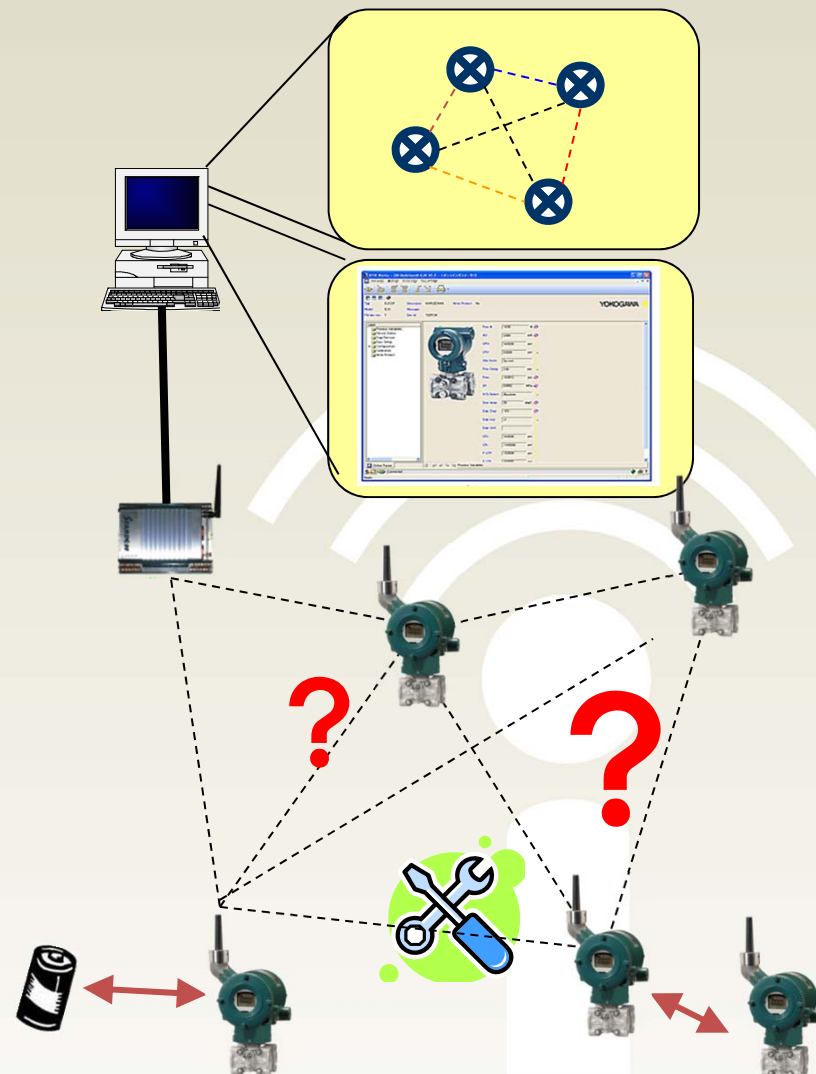
コミッショニング

- **目的**
 - 設置・動作状態の検証
 - 無線センサー
 - アクセスポイント/Gateway
 - 設定内容の確認・調整
- **要求事項**
 - 実施時間の短時間化
 - 無線通信・ネットワークの知識
 - 作業手順書の整備
 - 調査・解析ツール
 - 報告書作成能力



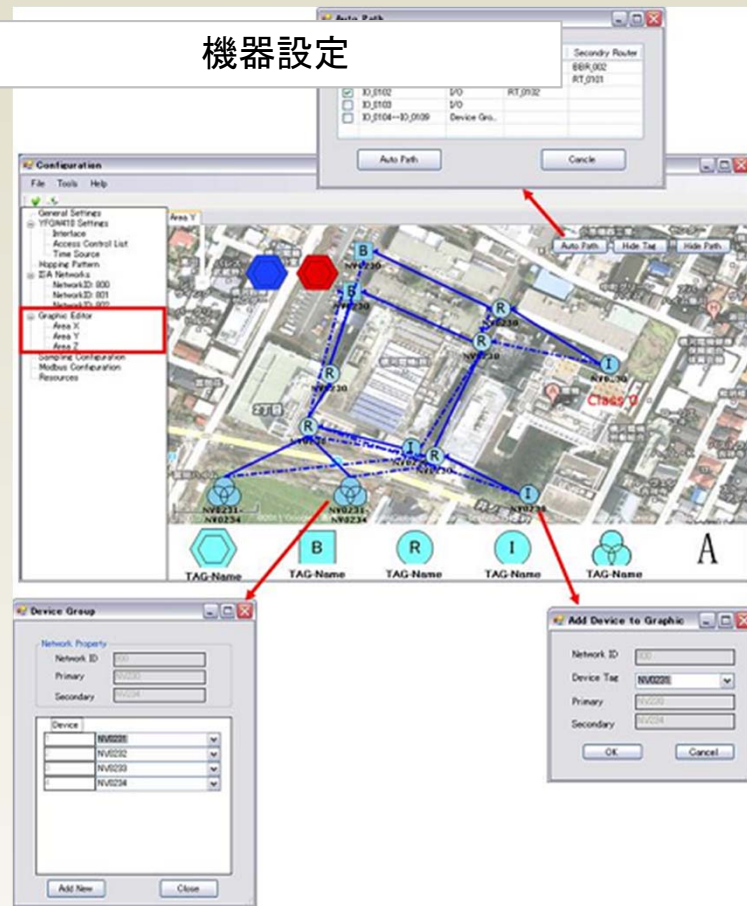
メンテナンス、トラブルシューティング

- **目的**
 - 無線フィールド機器の状態監視
 - バッテリー交換の要否(バッテリー電圧)
 - ネットワークの状態監視
 - 受信強度(RSSI)、通信品質(LQI)
 - パケットエラー率
- **要求事項**
 - 機器、ネットワーク監視ツール
 - 機器診断ツール
 - トラブルシューティング
 - ツール、ベンダーサポート
 - 交換作業の容易性

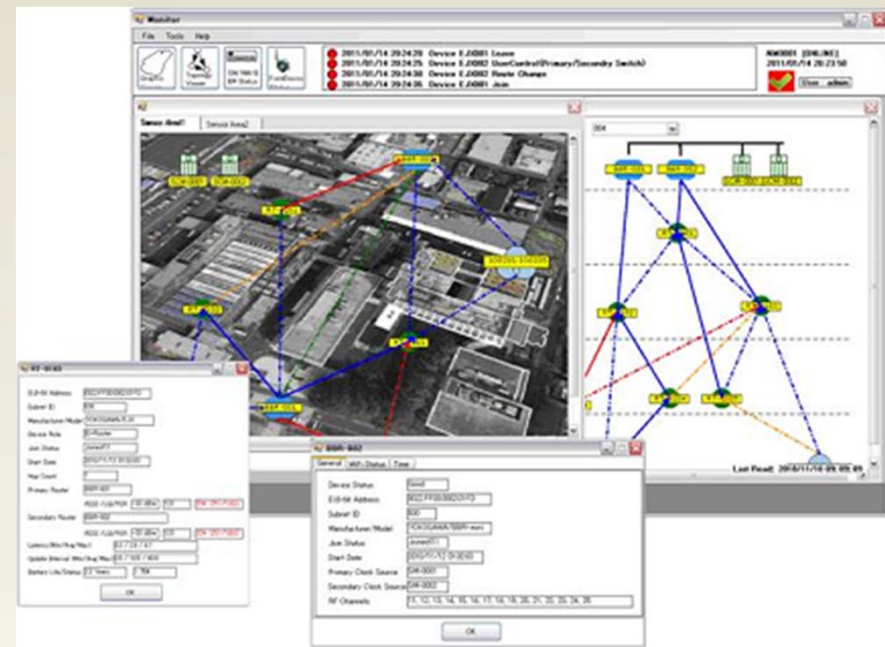


パフォーマンス監視

機器設定



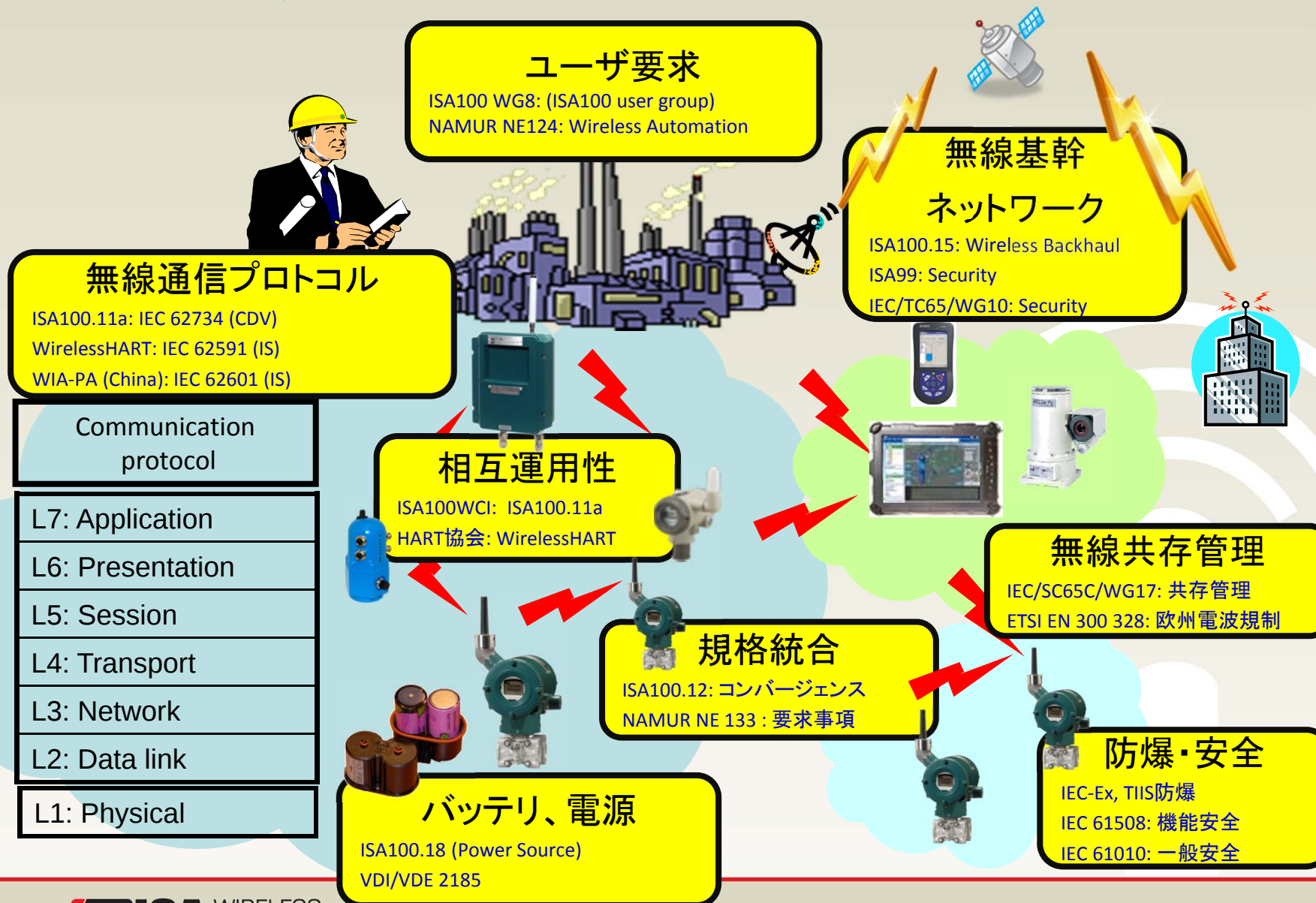
運用及びメンテナンス



バッテリー電圧、データ欠損、通信強度、
その他、ネットワーク管理情報の監視が可能

- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. **無線計装の最新動向(課題とその解決)**
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザ様へのお願い

無線計装の最新標準化動向



国際標準化活動における課題と取組み

- 課題

- ① 異なる無線プロトコルの統合

- ・工業用無線センサーネットワーク: ISA100.11a, WiHART, WIA-PA

- ② 電波資源の共存管理

- ・IT無線技術と工業用無線技術の共存管理

- 同じ通信メディア(2.4GHz帯)の電波資源の共存管理: 周波数、時間、空間等

- ③ 有線計装と無線計装の統合

- ・既設の4-20mA/ HART/FF/ProfiBus機器と無線計装機器の統一管理

- 課題解決の取組み

- ① 規格統合化 (コンバージェンス): Heathrow team: ベンダーアドホックチーム

- ② ISA100/ WG15: 無線基幹ネットワーク(セキュリティ、QoS管理)

- ISA100/ WG20: 無線ネットワーク管理(周波数、時間管理)

- IEC/TC65C/ WG17: 無線共存性管理(IT無線と工業無線の共存管理)

- ③ FF協会 : FF-ROM プロジェクト ROM: Remote Operation Management

- FDT グループ: FDT Annex ISA100.11a仕様追加

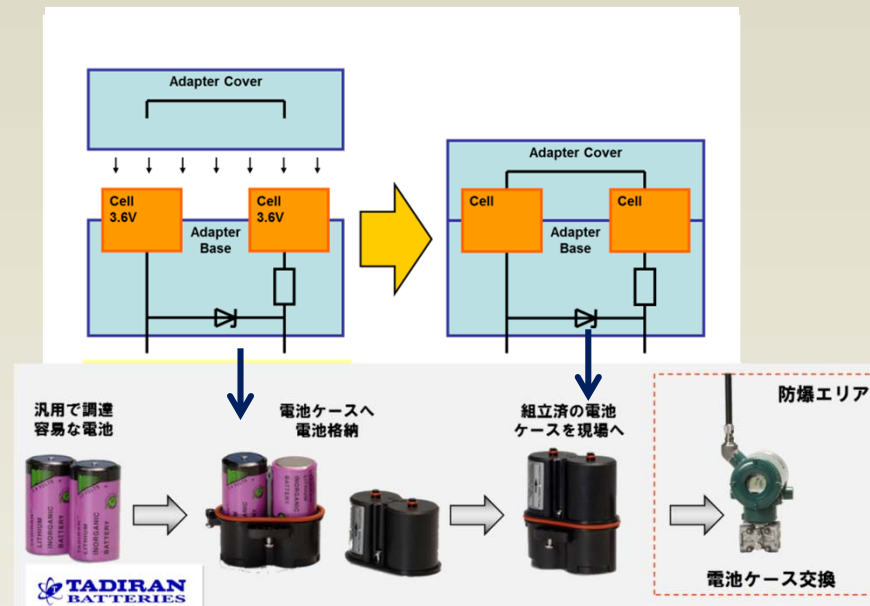
フィールドバス協会 F-ROMプロジェクト



有線・無線計装のデジタル・インテグレーション

無線計装機器開発上の課題と解決策

- 電源 ⇒ 高速更新周期
 - バッテリ寿命
 - 低消費電力設計
 - 長寿命バッテリー
 - エネルギー回生技術
 - 危険場所での交換
- 通信距離 ⇒ 監視範囲拡大
 - 長距離化(受信感度／高利得アンテナ)
 - リモートアンテナ: アンテナ設置位置
- 拡張性 ⇒ 一桁大きい数のセンサー
 - バックボーンネットワーク
- 信頼性 ⇒ 制御応用へ
 - 無線インフラの二重化、 DuoCast



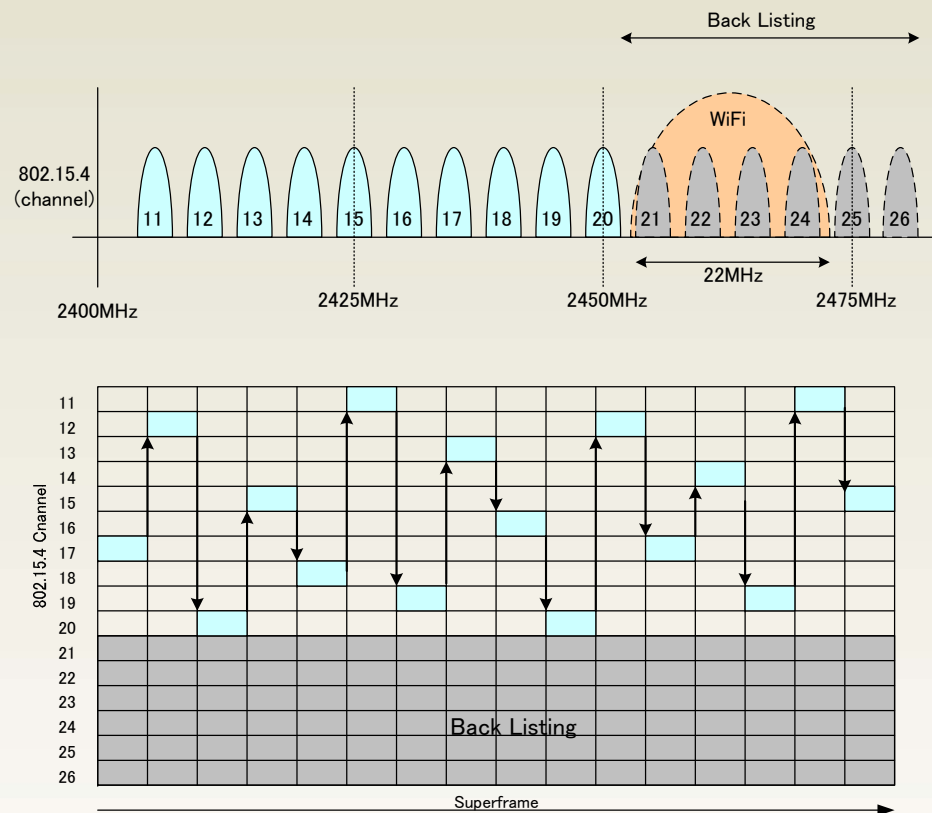
計測展OSAKA 2012: ISA100.11a機器展示



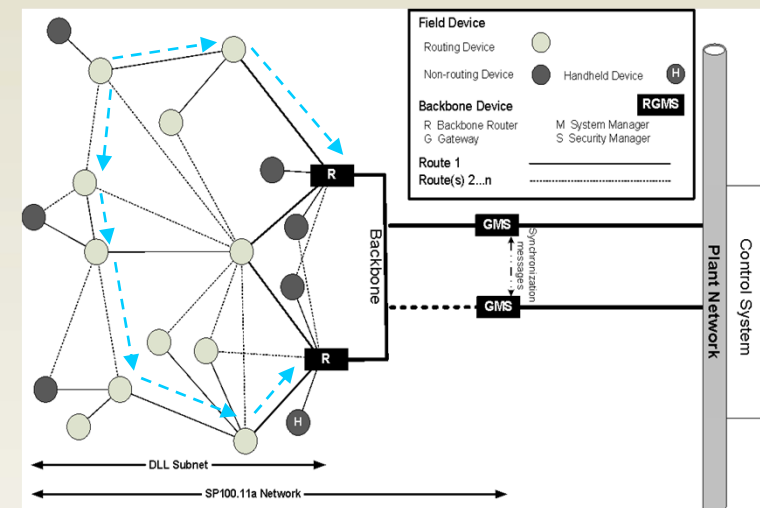
- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. **無線通信の信頼性技術**
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザー様へのお願い

ISA100.11aの信頼性技術

- チャンネルホッピングによる干渉回避
- チャンネル・ブラックリストによるWiFiとの共存

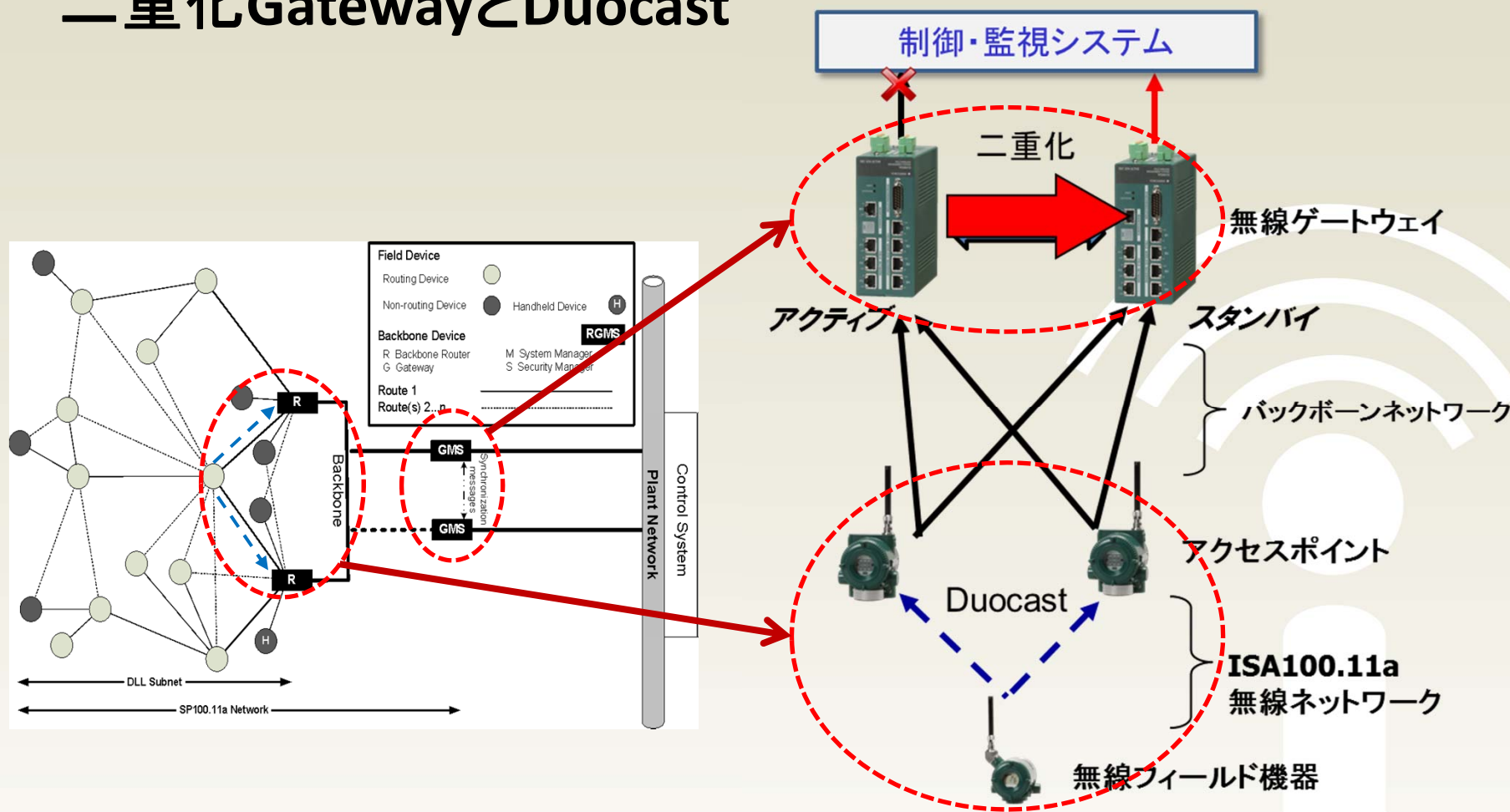


- メッシュネットワークによる経路冗長化



ISA100.11aの信頼性技術

二重化GatewayとDuocast



ISA100.11aのセキュリティ

■ AES128 暗号

128 bitの暗号鍵

■ メッシュネットワーク

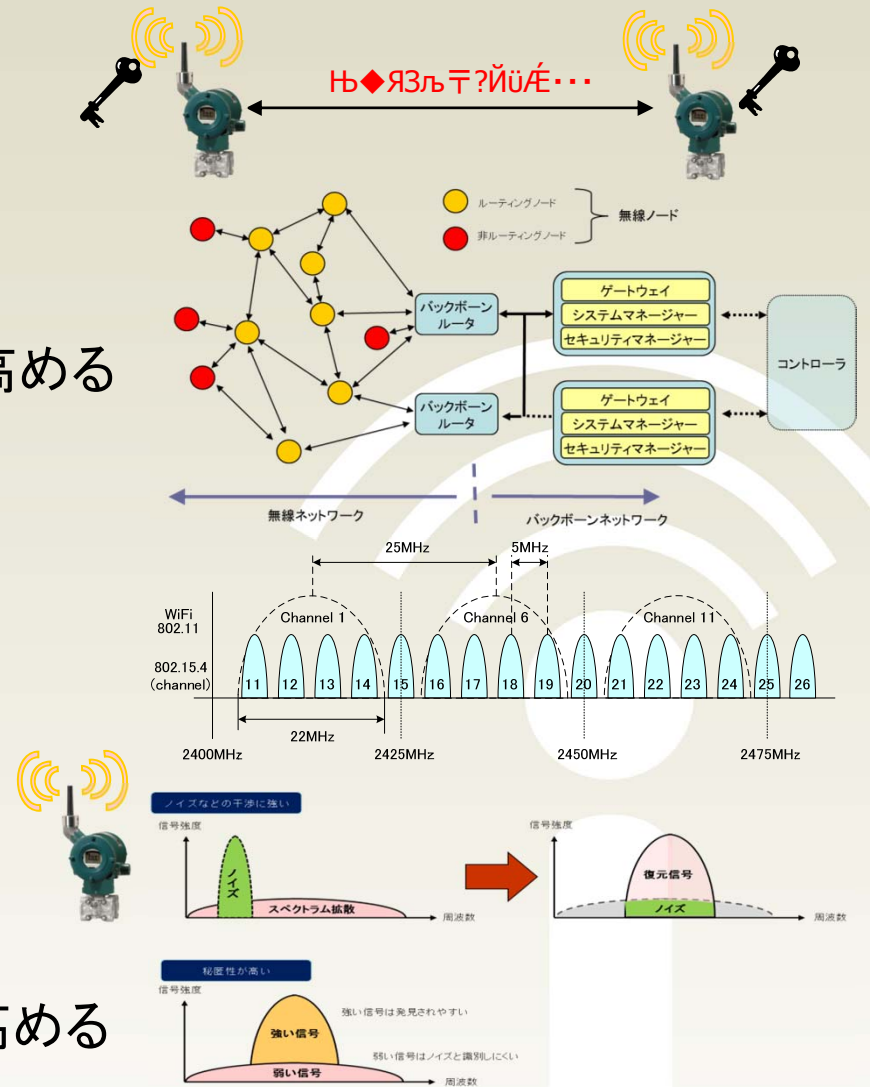
経路の冗長化による信頼性を高める

■ チャンネルホッピング

通信チャンネルの移動させ
干渉回避と秘匿性を高める

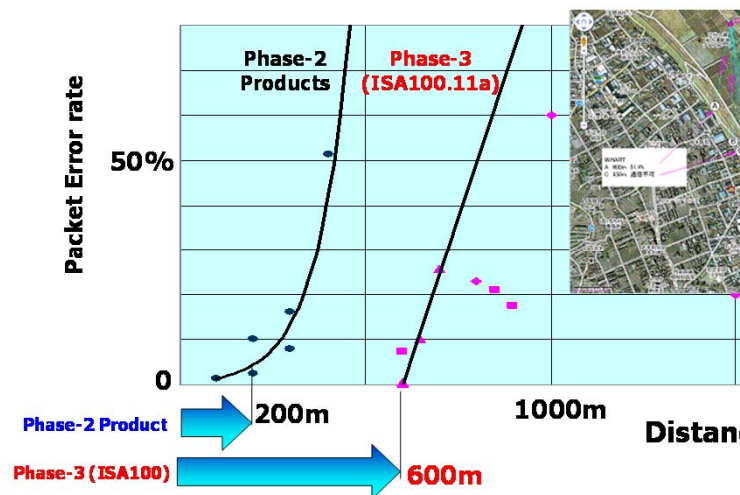
■ スペクトラム拡散変調

ノイズへの堅牢性と秘匿性を高める



無線通信の信頼性技術

Evaluation result of Communication Distance



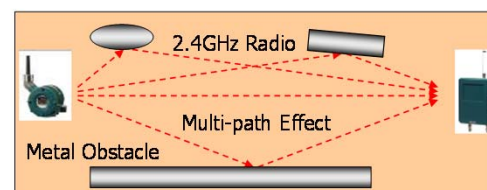
長距離伝送
→ 高受信感度

Yokogawa Electric Corporation
2011>

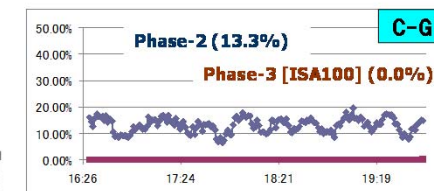
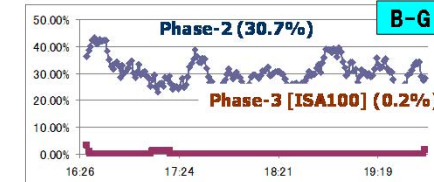
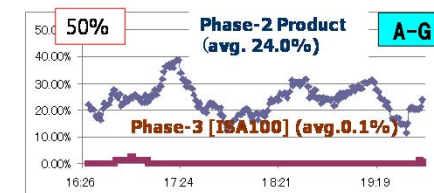
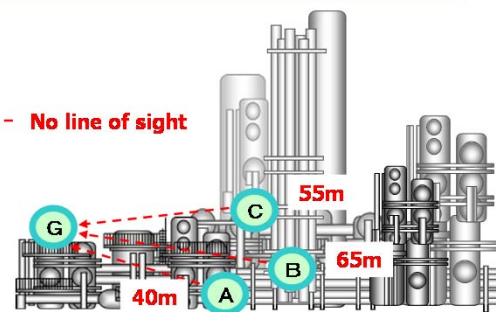
- 13 -

Evaluation results of the Multi Path Environment in the plant

Stable in Pipe Jungle



← No line of sight



障害物: パイプジャングル
→ 高性能受信フィルタ

Yokogawa Electric Corporation
2011>

- 15 -

YOKOGAWA

- 
1. なぜ無線？
 2. 無線技術の基礎
 3. 無線ネットワークの技術的要求事項
 4. 工業用無線技術の標準化動向
 5. 適用アプリケーション
 6. 無線計装システムの導入とエンジニアリング
 7. 無線計装の最新動向（課題とその解決）
 8. 無線通信の信頼性技術
 9. ISA100WCIの取り組みとユーザー様へのお願い

ISA100 Wireless Compliance Institute

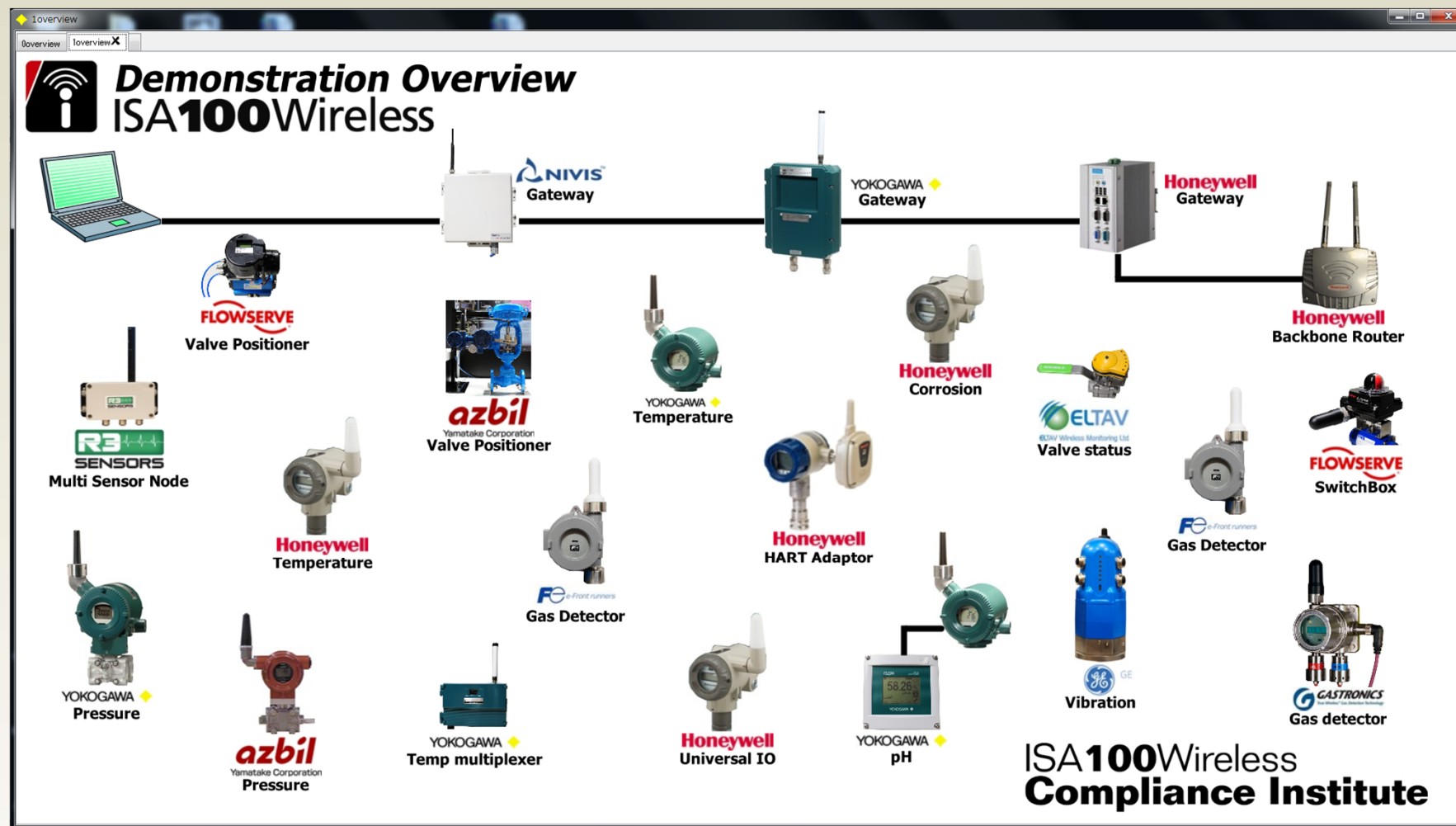
- **ISA100WCIとは？**
ISA100工業用無線を導入するユーザーや製品開発するベンダーを支援するための非営利組織であり、以下のサービスを提供します。
 - 技術的支援とツールの提供
 - 相互運用性確保のための規格適合試験の実施と認証作業
 - 市場認知度向上を目的とした普及、教育活動を実施
- **ISA100WCIは、ISA100無線技術の実装と導入に必要な時間、コスト、リスクの低減をミッションとして上記支援活動を行っています。**



ISA100WCI 加盟企業



マルチベンダー環境の実現: 相互運用性



ユーザーと連携したフィールドテスト

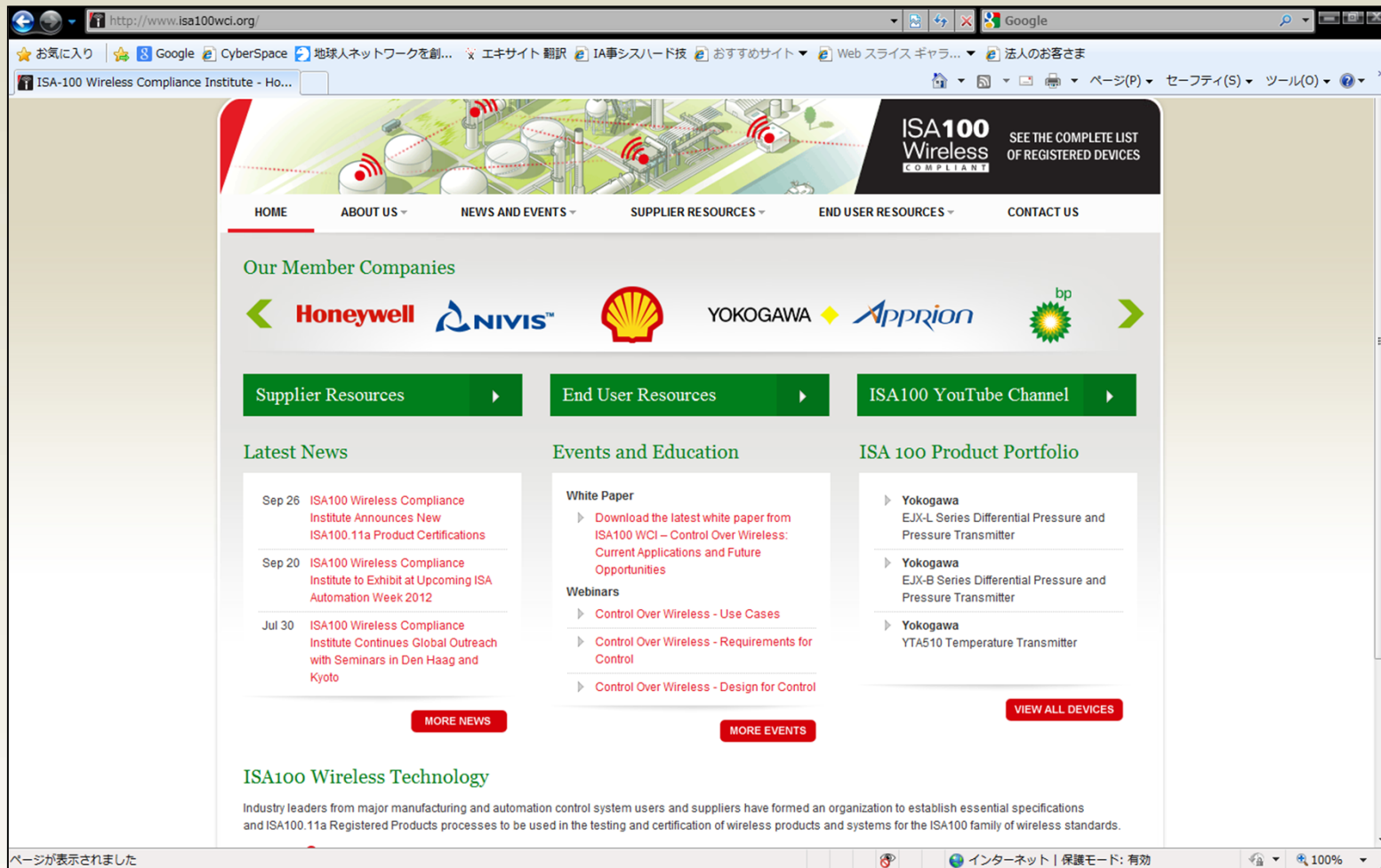


ユーザー様へのお願い

- **まずは、最新の無線技術をご体感ください**
 - どこまで使える技術なのかをユーザー様ご自身で実体験
 - ユーザー様サイトの課題解決の検討材料として
- **意見交換会にご協力ください**
 - 工業用無線に関するユーザー様とベンダーの意見交換
 - ユーザー様の無線への期待や要件を製品開発にフィードバック
- **講演会／学習会等の機会にお声掛けください**
 - コンビナート地区／学会／個別企業
 - ユーザー様に最新技術動向を紹介

どうぞお気軽にISA100WCI 日本支部までお問合せください。

<http://www.isa100wci.org/>



ご清聴ありがとうございました。



ISA100.11a – A framework for innovation

本資料で使用されている会社名、商品名等は、各社の登録商標または商標です。