



# DXを加速する将来ネットワークの実現と テストベッド利用、標準化の推進について

令和2年 3月10日

国立研究開発法人情報通信研究機構  
総合テストベッド研究開発推進センター  
原井 洋明

- **研究開発段階から先端技術の標準化に取り組む重要性**
- **光・ネットワーク分野のディスアグリゲーションおよびオープンソースのコミュニティ**
- **テストベッド環境と利用状況、標準化・実装への貢献状況**
- **今後のテストベッドの活用方策**
- **標準化部門の取組、標準化人材確保に向けた今後の方策等**

# 研究開発段階から先端技術の標準化に取り組む重要性

- **市場獲得・取りこぼし回避**
  - 自身の技術の適用先を切り拓くため
  - 他者の利益を考える御人好しはいない
  - 先行者利益。標準に準拠した類似の開発が既にあると、後発が一般に浸透するのは困難または長時間を要する
- **宣伝・普及**
  - 研究コミュニティのみならず、異なるコミュニティに自身の開発物の存在を知らせる
  - 異なるコミュニティにおける発明の価値を知ることができる
  - 長い標準化活動期間 (論文だと1発、標準は年3回程度)

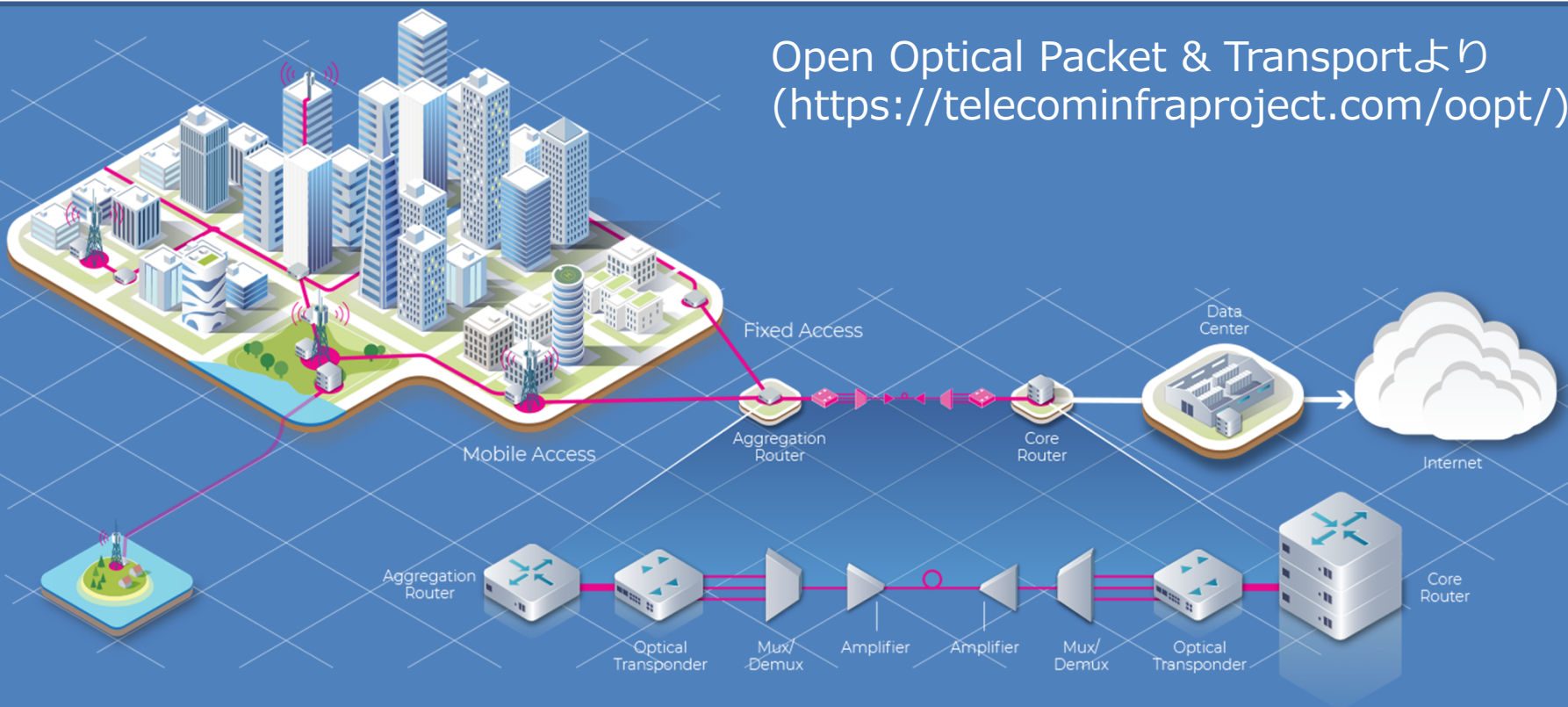
- **要件・枠組の明確化**
  - **いろいろありうる開発物の要件を明確にする**
- **最近は、標準化に留まらず、より実務的なオープンコミュニティの活動が顕著**
- **仕様を明確にすることが他者に使われる第一歩**
  - **標準であることは一つのお墨付**
- **多くの人・コミュニティに揉まれた実績は強い**

# 光・ネットワーク分野のディスアグリゲーションおよびオープンソースのコミュニティ

# NICT OOLS (Open Optical Line System)

- 標準化をまたず、必要に応じてコミュニティでI/F仕様策定する動きが早い
- 光伝送システム伝達部や制御管理のオープン化
- ITU-Tや OIF に対し
  - OpenROADM MSA
  - TIP (Telecom Infra Project) などがある
- ミッションが標準化策定から、プロダクト開発そのものへ

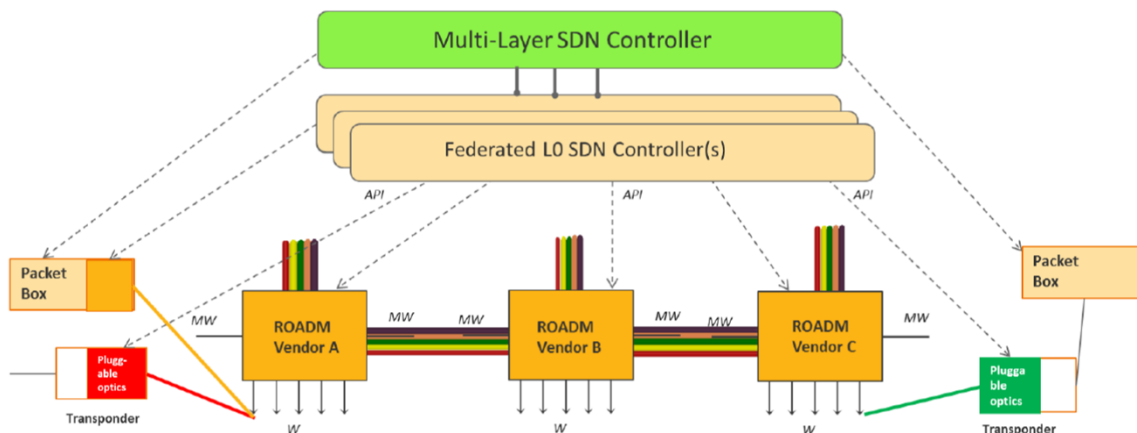
Open Optical Packet & Transportより  
(<https://telecominfraproject.com/oopt/>)



- 光伝送装置(ROADM)や光トランスポンダ、着脱型光部品などの相互接続仕様、YANGデータモデル仕様を規定
- 光伝送装置のディスアグリゲーション、マルチソース化、ベンダー非依存化、相互接続などを狙い、仕様公開
- 複数メーカーの伝送装置を相互接続し、従来のベンダアイランドから脱却を図る

<http://openroadm.org/>

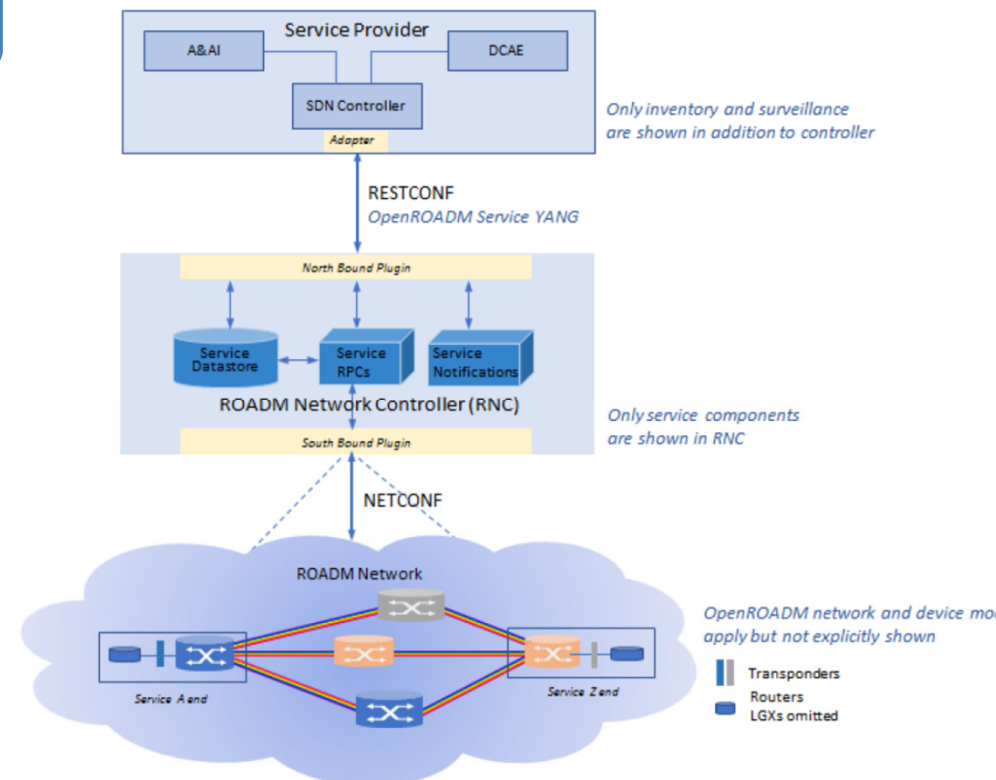
Open ROADM v2 General Whitepaper (2018)



## Open ROADM

AT&T が推進し、Ciena、Fujitsu、Nokia、SK Telecom、Orange S.A.、Rostelecom、Cisco、KDDI、NTT Electronics、等25組織 (2020.3.4 web)

OpenROADM v2 Service Model Whitepaper (2018)



ROADM = Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer



- 光伝送装置やモバイル基地局などを対象としたプロダクト開発プロジェクト
- アクセスからコアと領域も多岐

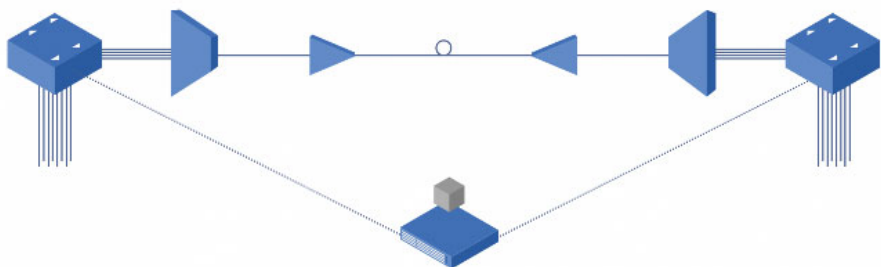
Project Groups	Access Projects	Transport Projects	Core & Services Projects
Startups	All RAN Initiatives	Millimeter Wave Networks	Edge Application Developer
Labs	CrowdCell	Non-Terrestrial Connectivity Solutions	End to End Network Slicing
PlugFest	OpenCellular	Open Optical & Packet Transport	Open Core Network
Graduated Projects	OpenRAN		
	OpenRAN 5G NR		
	vRAN Fronthaul	Wireless Backhaul	
	Wi-Fi		

- Facebookが当初から推進し、通信事業者、製造事業者、SI事業者、スタートアップ等500超の組織から構成
- Vodafone, Facebook, Intel, Telefonica, DT, BTがボードを形成
- NTTコム、富士通などが参画
- KDDIが2020年春にTIP Community Labの東京都内設立を表明

<https://telecominfraproject.com/>

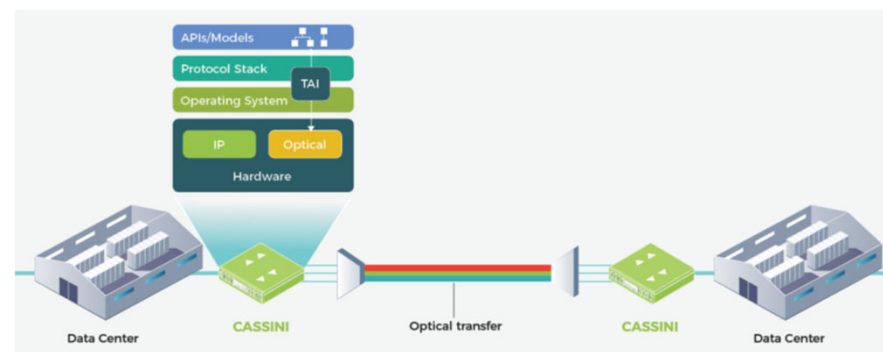
### Voyagerプロジェクト

- パケット交換とDWDMを統合するオープンシステム開発
- S/WとH/Wを分離しそれを規定
- SDN制御200 Gbps 16QAM、100Gbps QPSK光伝送
- SDN制御光リアルタイム観測と自動変調変更
- 10Gbps ~800 Gbps (4x 200Gbps)まで対応



### Cassini

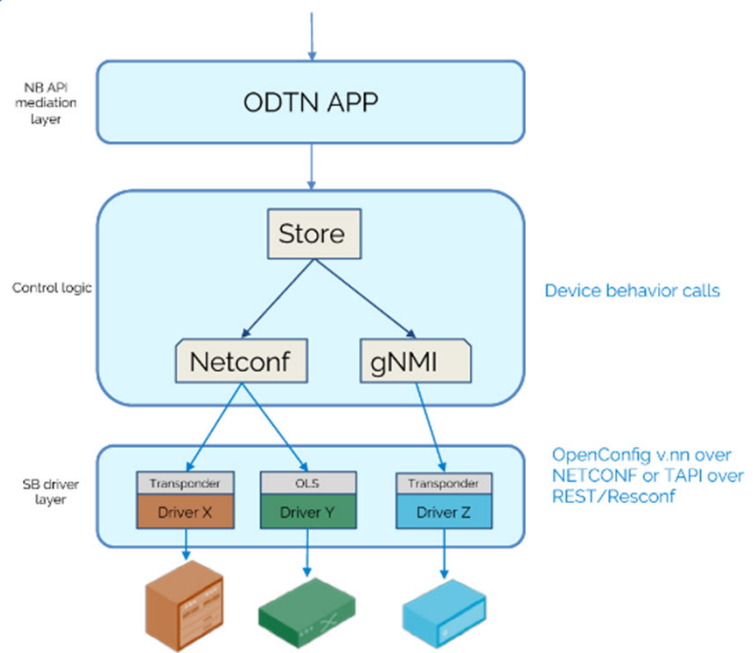
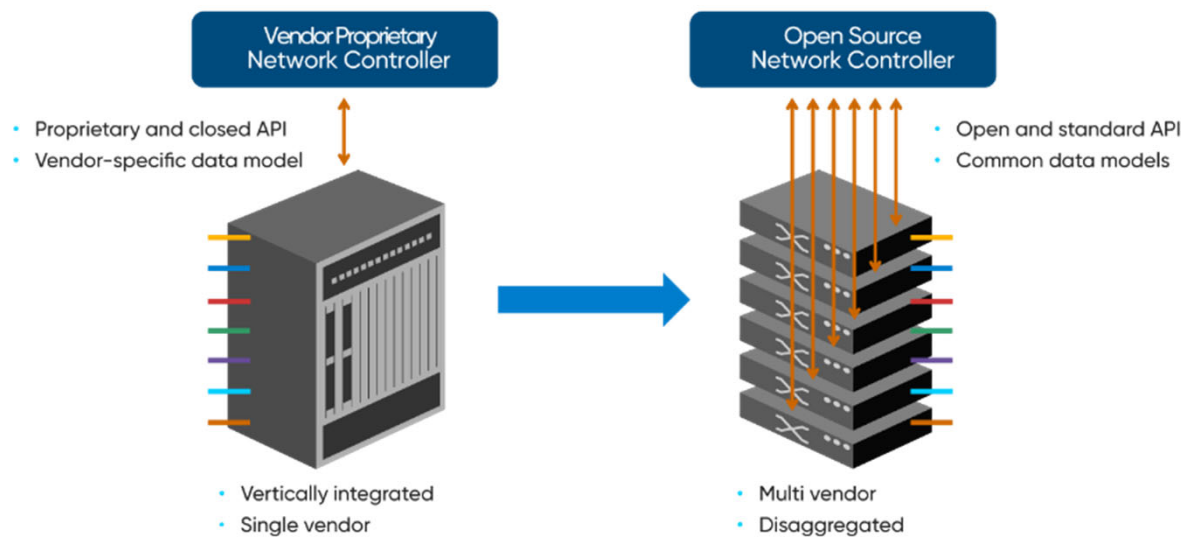
- 3.2Tbps スイッチ
- 16 x 100Gbps QSFP28
- 複数ベンダ 100/200Gbps ACO/DCO コヒーレントDSPトランシーバを統合



- Disaggregate光装置、オープンで共通な標準、OSSを用いてデータセンターインタコネクトを構築
- ネットワークの成長にあわせ、そのときベストな部品から装置を構築し、ベンダーロックイン回避
- オープンなネットワークをエンドツーエンド制御
  - 1ベンダーのOLSに複数社のトラポン
  - ONF開発のONOSコントローラ
- 標準APIを効果的に利用
  - TAPI, OpenConfig



<https://www.opennetworking.org/>

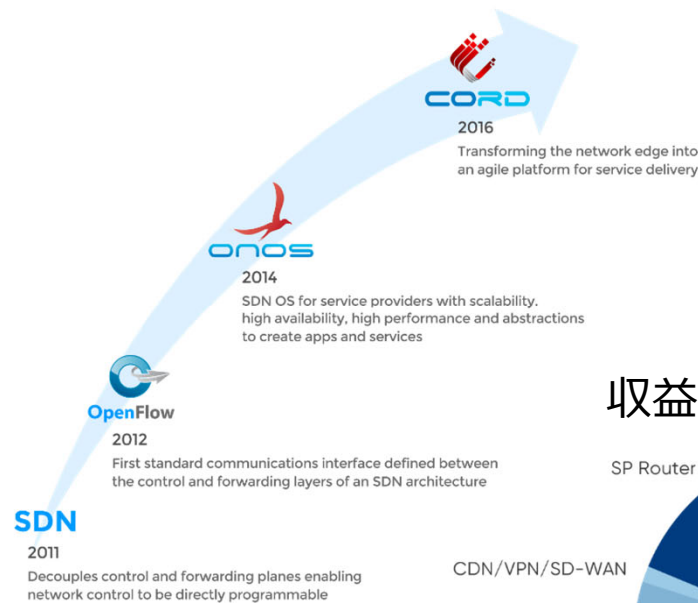
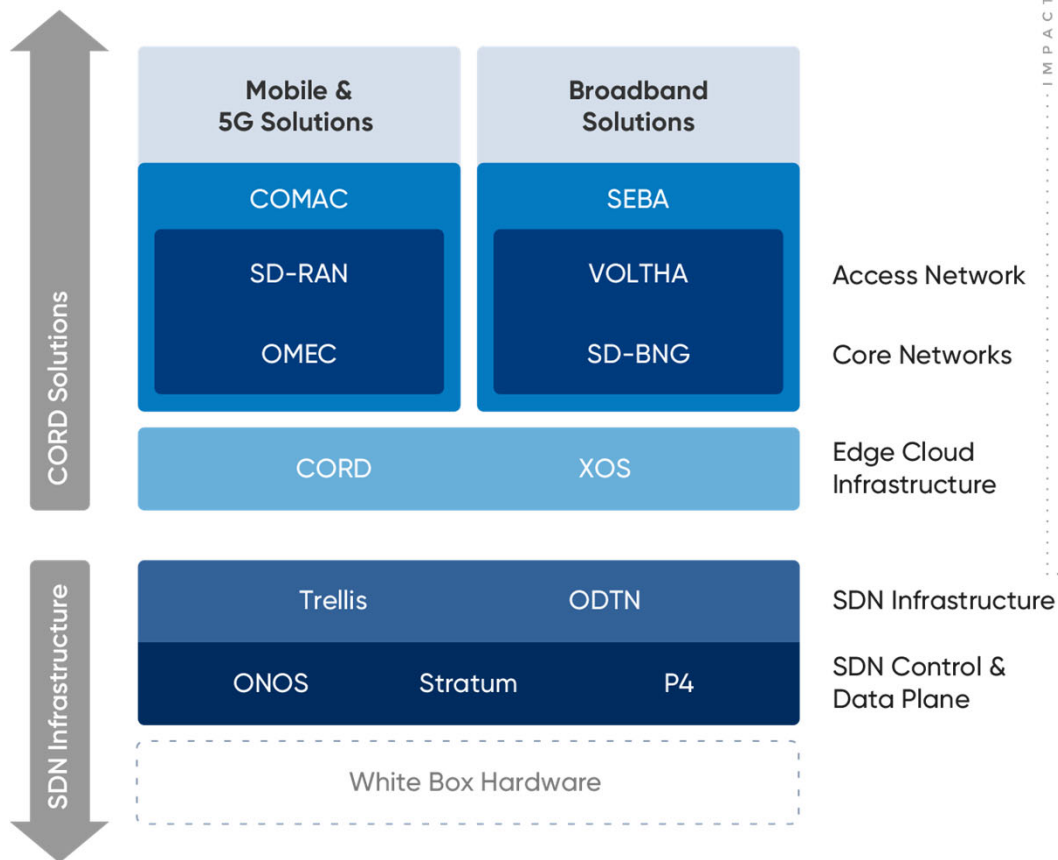


- SDN: OpenFlow, ONOS, CORD等 広く使われる枠組の開発と標準化
- 通信事業を変革するために、ネットワークのディアグリゲーション、装置のホワイトボックス化、オープンソースとSDN標準に大きく関わる
- <コア、アクセス><エッジ、クラウド><モバイル、ブロードバンド>多岐にわたる領域のオープン化

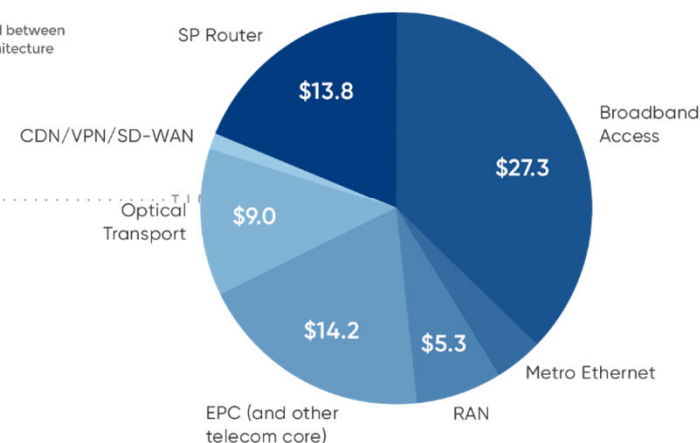
Linux Foundation, O-RAN, TIP等とリエゾン

ボード: Deutsche Telekom, AT&T, China Unicom, Comcast, Edge Core Networks, NTT Communications, Google, Turk Telekom, Stanford University, ONF

## ONF Projects



## 収益730億ドルを生む



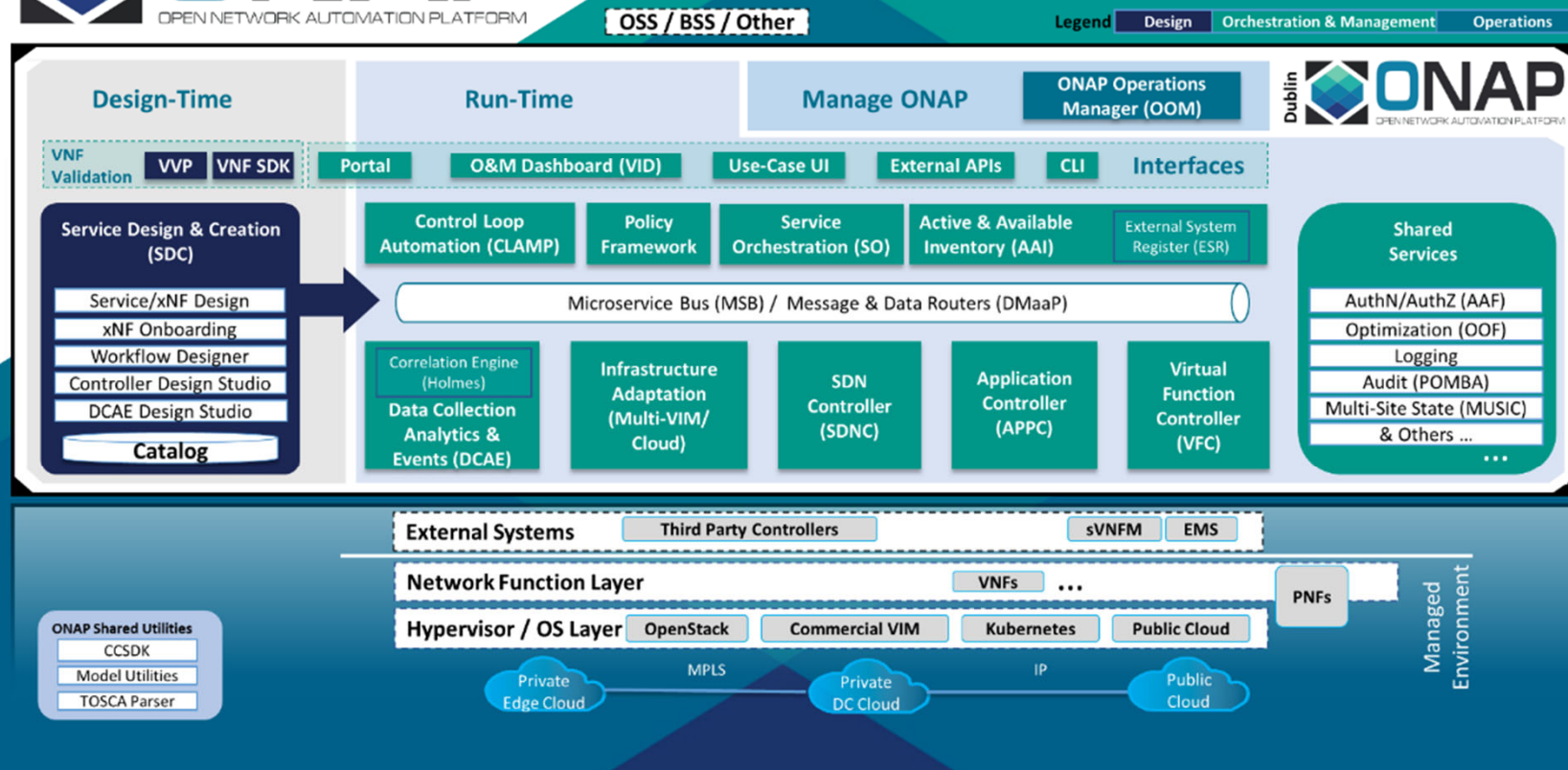
- オープンソース実装による仮想ネットワーク構築・運用プラットフォームとして業界標準
- 物理網・論理網機能の実時間性、ポリシー駆動なオーケストレーションと自動化の総合プラットフォームを提供
- ソフトウェア、ネットワーク、IT、クラウドに関する事業者や開発者が、新しいサービスを迅速に自動化し、ライフサイクル管理を支援する
- オープンスタンダード準拠のネットワーク自動化アーキテクチャを策定し、プラットフォーム実装を共有しエコシステムを実践する

<https://www.onap.org>

100 を超える  
ネットワーク事業者  
クラウド事業者  
テクノロジープロバイダ



ONAP Architecture  
Version 4.0.10  
Date: May 16th, 2019

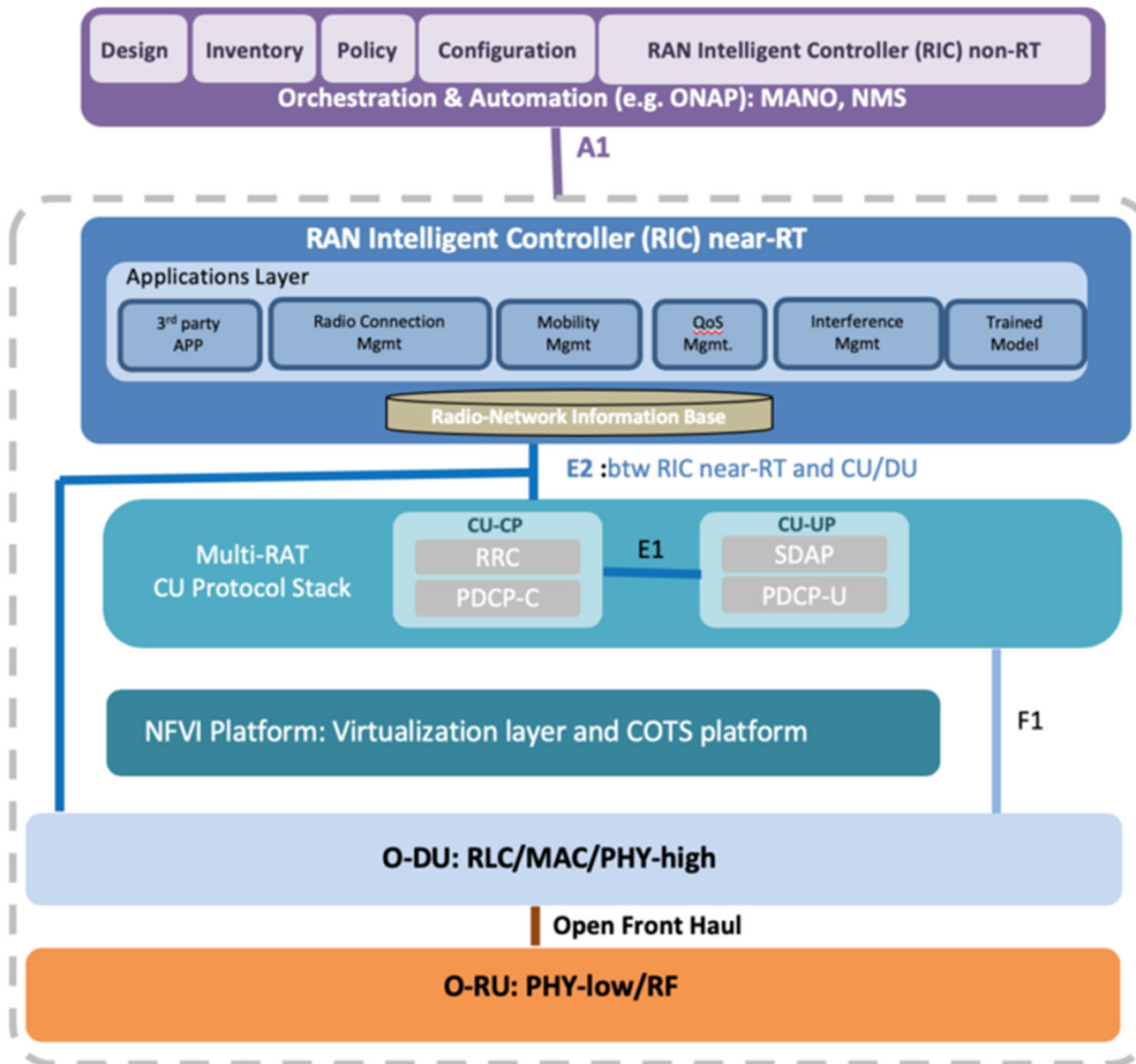


- オペレーションに関するフォーラム標準化団体
- 850社以上
- Frameworkxと呼ぶデジタルサービスの実現に必要な参照モデルにおいて、標準的なプロセス・情報・機能・インタフェースを規定
  - 現在 Release 18.5。ブロックチェーン、AI、5G、オープンデジタルエコシステムの実装に対する実用ガイドを提供
- Catalysts (カタリスト) フォーラム会員により構成されるPoCプロジェクト。
  - 産業界の挑戦的重要課題、主要課題のベストプラクティスや標準に係る革新ソリューションをデモ。
  - サービス事業者2社以上で作成したシナリオを4社以上のソフトウェアベンダが具現化、動態

- 無線アクセスネットワークのオープン化
- オープンでインテリジェントなRAN構築に向かった仕様策定
- AI技術を用いた無線制御などオープンなハードウェア上に仮想化されたRAN構築
- RAN仮想化のためのクラウドアーキテクチャと展開シナリオの構築

<https://www.o-ran.org/>

- NTT DoCoMoなど5社で設立
- 23 通信事業者 (NTT Docomo、KDDI、ソフトバンクなど)
- 全体で140組織

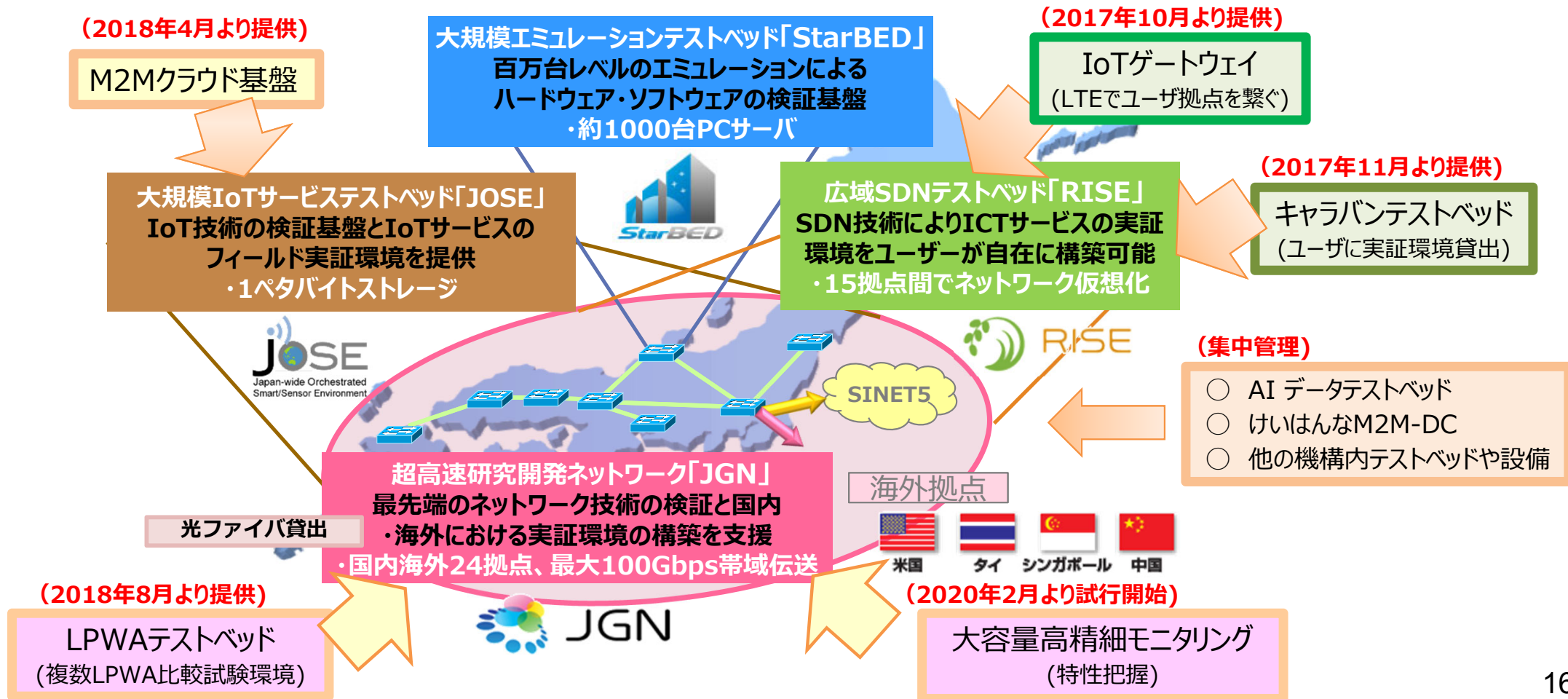


# テストベッド環境と利用状況、 標準化、OSS実装へのかかわり

## ○第四期中長期計画（概略）

機構内外におけるICT関連研究開発成果の技術実証及び社会実証を推進するためのテストベッドを構築し、その利活用を促進することにより、広範なオープンイノベーションを創発する。この実現のため、以下を実施。

- 機構が提供する**テストベッドを融合**  
(IoT実証を含め、技術実証と**社会実証**の一体的推進が可能なテストベッド)
- **テストベッド利活用の活性化**
- **テストベッド基盤技術の確立**
- 機構内外との連携推進（海外（**アジア**）**連携**、**実証ニーズの把握**、**機構内サービス提供**など）

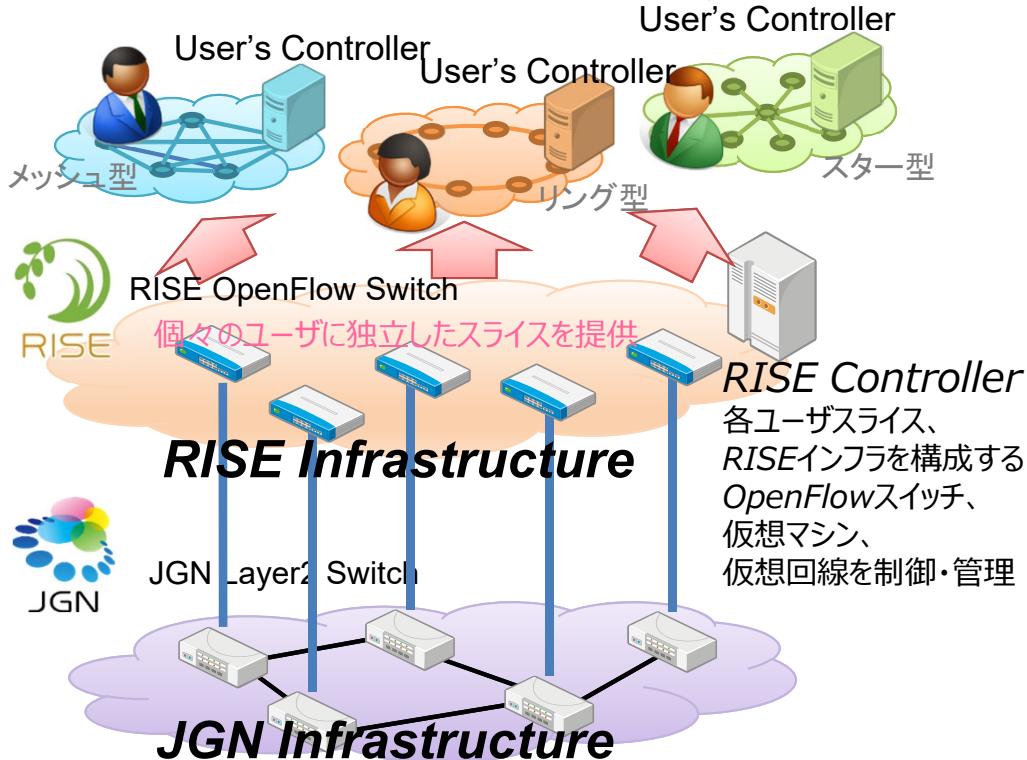




- ◆ ユーザスライスのマルチテナント化 (2012~)
  - ◆ 50ユーザ以上が同時実験可
- ◆ さまざまな**Open Source Software**を導入
  - ◆ オークストレータ Trema ベース
  - ◆ VM管理 libvirt, ハイパバイザ KVM
  - ◆ スイッチ 一部にLagopus
  - ◆ Ryu, OpenDayLight 等をSDNコントローラ利用可

## RISEシステム概要

ユーザは各自のスライス上で自由に経路を制御



SDNコントローラ、アルゴリズムの研究開発ほか、医療情報の秘密分散、耐災害ネットワーク、高度画像分散処理等の実用化に向けた研究開発、SDN実験基盤の国際間連携などの利活用事例

テストベッドの円滑な利用促進を図る観点から、運用面で以下の利用手続処理を実施し、**利活用を活性化**。

- ① 機構内にテストベッドや施設等を**集中的に管理する体制を整備**
- ② テストベッド等の利活用を円滑に進めるためのテストベッド等に係る**利用条件の整備や手続きを検討**
- ③ 広く**周知広報を実施**

活性化:スマートIoT推進フォーラムテストベッド分科会と連携

## <2016-2018年度までの利用状況>

- 利用プロジェクト件数 (一般/NICT)  
 (今中長期の総利用プロジェクト件数 (含む終了プロジェクト))



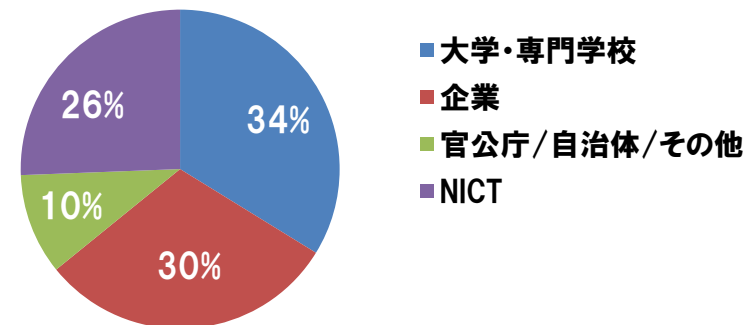
<2019年11月末で累計238件 2019年度158件>

- 参加研究機関数 (延べ)  
 (上記203件の参加研究機関数)



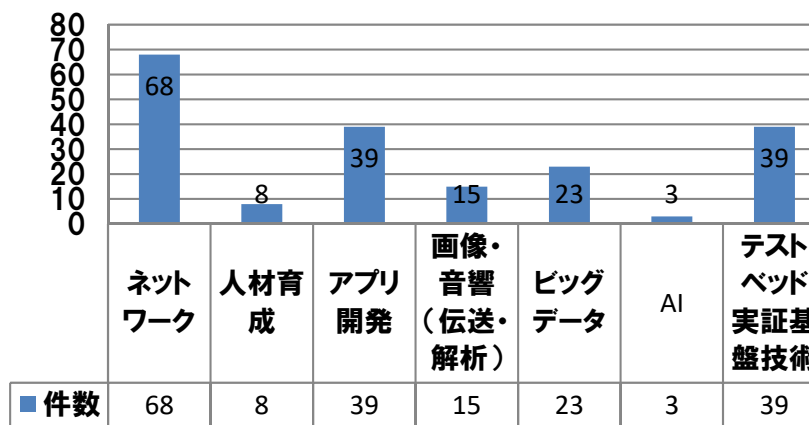
## 利用機関の割合

(2018年度の利用プロジェクトの利用機関割合)



## 利用分野別件数

(2018年度の利用プロジェクトの利用分野 (重複を含む))



# 最近のテストベッド実証を経た社会実装例

## NICT 異常・予兆検知サービスの商品化に貢献

### 商品化

- 研究実施機関 株式会社インサイトテクノロジー
- 研究テーマ 次期Performance Insightストレステスト調査プロジェクト
- 研究概要 新規開発サービスのアーキテクチャ検証や性能評価にStarBEDを活用。  
時系列データから周期性などそれまでのふるまいをリアルタイムに学習し、「NOT いつも」を見つけ通知する**異常・予兆検知サービス「LuIna」**を開発。(商品化：株式会社アイ・アイ・エム)

StarBED利用規模  
物理ノード100台  
仮想ノード1000台

StarBEDを用いた  
アーキテクチャ検証と性能評価



数万時系列を  
対象にした  
リアルタイム処理  
量盤の  
アーキテクチャ  
検証と  
性能評価

データの蓄積とリアルタイム分析

数万台規模のWiFi APの  
運用等に利用



平日の波形、休日の波形をデータから学習。「いつも」と「not いつも」をデータから見分ける

「not いつも」を検知し、オカシカ少年検知(※)の削減と、サイレント故障の発見(※大量の誤検知を含むアラート)

## NICT 無線モジュールの製品化に貢献

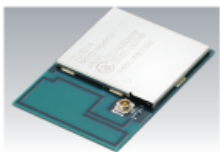
### 商品化

- 研究実施機関 沖電気工業(株)、NICT
- 研究テーマ 無線センサーネットワークの信頼性向上技術
- 研究概要 JOSEを活用した無線モジュールの通信の信頼性および省電力性能機能検証

#### 製品化実績

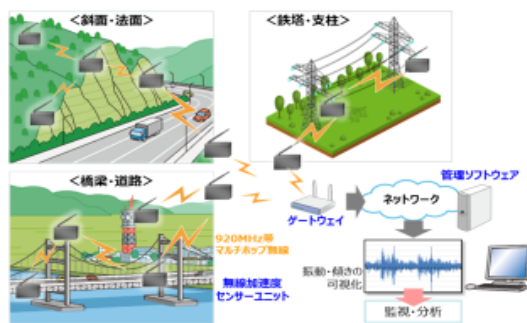
無線モジュールは2017年から販売を開始  
2020年までに20万台の販売を計画  
(「SmartHop® SR無線モジュール」全体)

本製品を用いてインフラ構造物の健全度を遠隔監視する「無線加速度センサーシステム」を販売  
インフラ事業者様の構造物、設備の健全度モニタリング実証実験で多く採用(高速道路事業者様、鉄道事業者様、電力会社様、建設会社様、小売店舗様、RAIMS、等)



「SmartHop SR無線モジュール」  
▲無線モジュール「SmartHop® J」

#### ▼920MHzマルチホップ無線対応の「無線加速度センサーシステム」

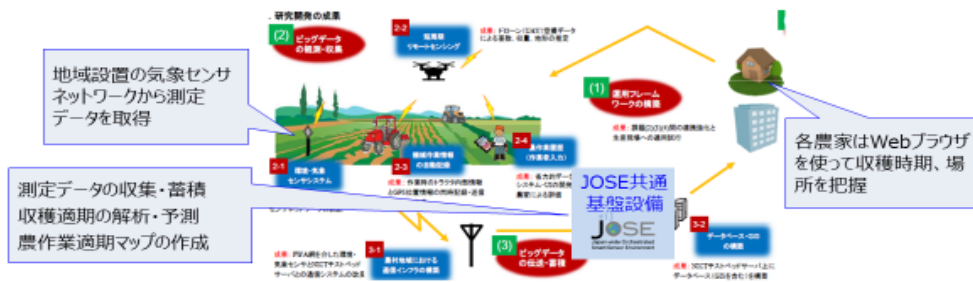


## NICT 農業への実用化事例

### 実運用

- 研究実施機関 北海道大学、(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター、北海道立総合研究機構、芽室町農業協同組合、(株)オーレンス
- 研究テーマ 農業におけるG空間ビッグデータ収集・分析・活用による高度営農支援プラットフォームの構築
- 研究概要 とうもろこしの収穫時期を見極めるため、地域に設置された気象センサネットワークからの測定データを日々データベースに蓄積し、ほ場毎の最適な収穫時期を推定・提示する「**スイートコーン収穫適期情報システム**」を開発

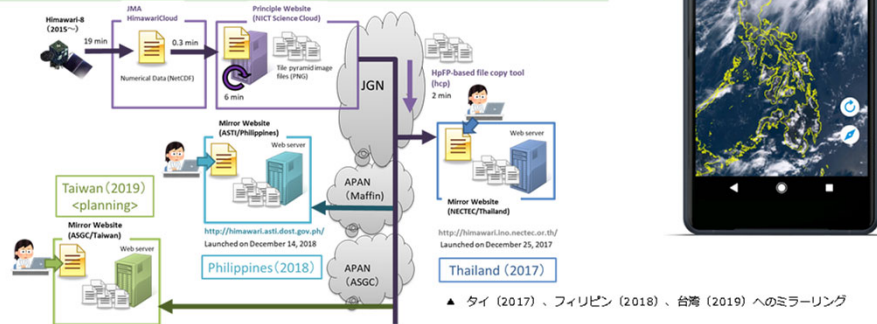
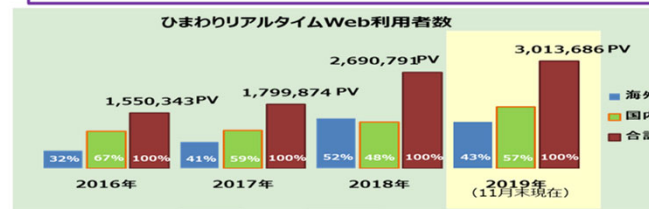
収穫時期を迎えた畑を地図上にマッピングするWebインターフェースも備え、農業現場で試験利用現在、利用農家を拡大して運用中



## JGN利用事例 ひまわりリアルタイムWeb 東南アジア諸国展開

- 気象庁から転送されたひまわりデータをNICTで加工しリアルタイム可視化
- Webミラーサイトを、タイ(2017)、フィリピン(2018)、台湾(2019)へ展開、災害対策に
- 2018年海外アクセスが半数超え、2019年300万ページビュー

### 実運用



▲ タイ (2017)、フィリピン (2018)、台湾 (2019) へのミラーリング

# 総合テストベッドの主な標準化事例①

JGNを利用したITU-T IPTV標準規格のコンテンツ流通実験  
国際標準化を実施しこの標準に基づくサービスを実用化



研究テーマ

ITU IPTV IPv6 グローバル テストベッド構築プロジェクト (I3GTプロジェクト)

研究実施機関

北海道テレビ放送 (株) / 沖電気工業 (株) / 慶應義塾大学 / (株) アステム

研究の概要

ITUを起点にして南アフリカ、フィリピンなど世界各国への配信経路を結び、札幌の仮想サーバから各国への配信実験を行う。またITUのIPTV標準に準拠した仮想サーバ構築及び実運用を想定した各種実験を長期にわたり実施することでサーバリソースの有効活用のノウハウを得る。

NICT総合テストベッドを  
活用した研究成果

ITU IPTV標準の普及を目指し、グローバルコンテンツ流通実験を実施するため、JGNを活用してグローバルテストベッドを構築

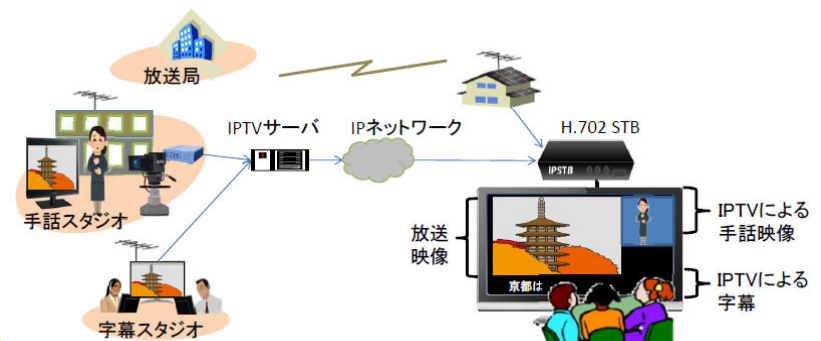
成果展開：



IPTVアクセシビリティプロファイル H.702  
普及に向けたH.702の適合性試験文書  
事例紹介の文書作成

- 国際通信連合の通信標準 (ITU-T) の中に、IPTVの標準勧告があり、日本からの提案がベースとなっている。
- 現在、この標準を世界に広めるためのテストベッドがあり、各国で導入に向けた実験を進めている。JGNのテストベッド上に配信プラットフォームを設置している。
- IPTVによって、放送・VODコンテンツと、障害者向け字幕などの配信を、別々に行う実験システムに関心が集まり、国際標準化 (国内標準化も) を実施。
- この標準に基づくサービスは、2019年以降実用化されている。
- 今後も、JGN上のIPTVテストベッドはIPTVのみならずH.702の普及の基盤として使用を継続予定。

ITU-T H.702実システムに向けた実証実験：



ITU-T H.702の実用化：

ITU-T H.702 対応のSTB

聴覚障害者用情報受信装置「アイドラゴン」の最新シリーズ「アイドラゴン4」



<http://www.astem-co.co.jp/eye-dragon/>

目で聴くテレビ



[https://medekiku.jp/medekiku\\_tv/](https://medekiku.jp/medekiku_tv/)

## 総合テストベッドの主な標準化事例②

研究テーマ

自律型モビリティシステム（自動走行技術、自動制御技術等）の開発・実証

研究実施機関

日本電信電話（株）

研究の概要

安全・安心な生活、多様な経済活動の生産性確保等を図るため、様々なセンサ情報等も活用し、ICT基盤技術と連携して、高信頼・高精度な自動走行を実現する自律型モビリティシステムを開発することが重要である。  
このためには、ダイナミックマップ配信など、大量のデータを通信によって送受信する必要があり、広域分散処理及び低遅延処理などの特長を持つエッジコンピューティング技術の活用により、自律型モビリティシステムの要求条件を効果的に実現する

### NICT総合テストベッドを 活用した研究成果

成果目標であるNW負荷50%減を実現する、自律型モビリティを構成するアプリケーションが必要とするエッジコンピューティング基盤のサイジングと構成を規定する手法を確立した

成果目標

従来方式

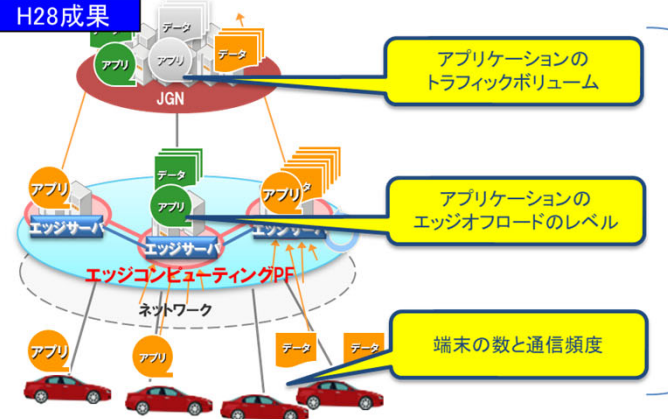
自動走行車両等が外界を認知するための大量の情報配信を行うことから、計算処理と通信処理に関わる負荷分散が縦横だが、従来のクラウドでは負荷が一極集中してしまい処理が難しかった



成果目標

クラウドに存在する大規模なマスターデータの自律型モビリティへの配信処理をエッジコンピューティング基盤へ分散配置し、NWにかかる負荷を50%以下とする

H28成果



ネットワークにおける適切なエッジコンピューティング基盤のサイズと構成を規定



ETSIの標準化活動  
に貢献

# 総合テストベッドの主な標準化事例③

研究テーマ

東京QKDネットワーク

QKD: Quantum Key Distribution 量子鍵配送

研究実施機関

情報通信研究機構／日本電信電話株式会社／日本電気株式会社／株式会社東芝／三菱電機株式会社

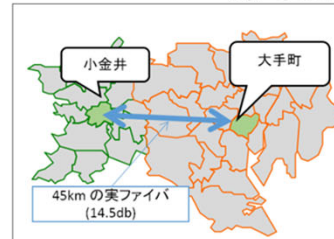
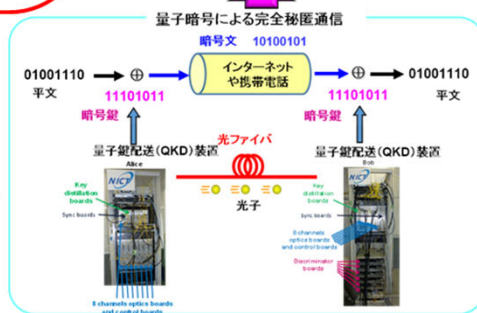
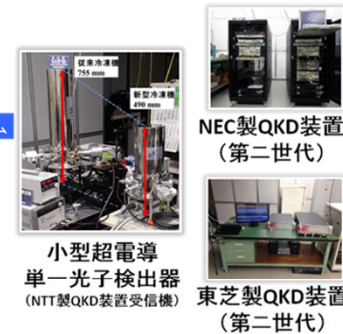
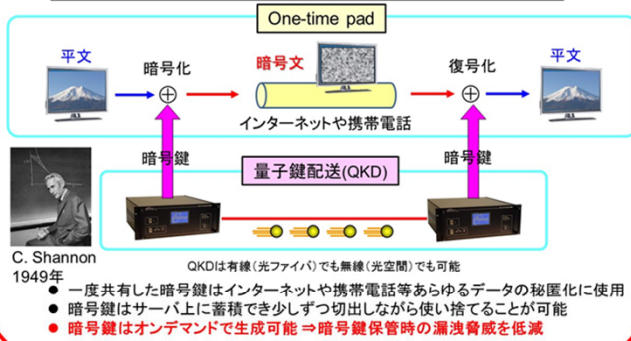
研究の概要

量子鍵配送(QKD)ネットワークをJGN上に構築し、高性能化を図ったQKD装置の長期安定動作の検証を進めることによりシステムの信頼性向上につなげる。これまでJGNを利用しNICT委託研究にて構築したテストベッドを更に拡充構成、相互接続による鍵リレー等の高度な機能の実証、ノードの安全性向上対策とその検証を実施。QKDシステムの高度化、実用化を目的として運用面でも安全に鍵配送を行うプラットフォームの構築・改善を進め、その安定動作検証、信頼性向上を実証。

## NICT総合テストベッドを活用した研究成果

量子鍵配送システムで何が出来るのか？

「One-time pad」と「量子鍵配送(QKD)」を組み合わせることで将来現れるどんな技術でも解読できない暗号技術を実現



使用しているJGN-X  
ダークファイバ

ETSIおよびITU-T  
の標準化活動  
に貢献

# 総合テストベッドの主な標準化事例④

研究テーマ

高効率かつセキュアなIoTデータ収集・配信ネットワーク制御技術の確立

研究実施機関

日本電気株式会社、東京大学、早稲田大学

※総務省ICT重点技術の研究開発プロジェクト「高効率かつセキュアなIoTデータ収集・配信ネットワーク制御技術の確立」では「日本電信電話株式会社」も参画

研究の概要

- 各種公共インフラにセンサーの配備・データ収集・分析によりインフラ運用の効率化を実現する取組が数多く実施。
- 今後はクラウドだけでなくIoTゲートウェイのように分散したリソースを活用することが想定されるが、環境変化に対して限りのある資源を最適に分配し、各サービスを最適に実行することが課題。
- 本研究開発では、IoT機器から発生する膨大なデータ量の削減によるネットワークの費用対効果の向上、IoTサービスのリアルタイム性の高い制御の実現に取り組む。この実現に向け、エッジ・クラウドへのアプリケーション配備する技術、エッジにおける自律的に制御する技術、種類毎に異なる重要度を有するIoTトラフィックを分類・制御する技術、多数のアプリケーションが多数のセンサデータに効率的にアクセスするためのネットワーク技術の確立を行う。

NICT総合テストベッドを活用した研究成果

NEC

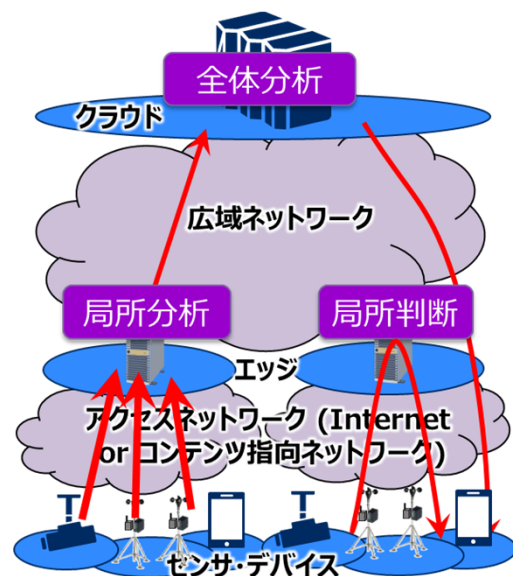
ア) IoTデータ分析処理に伴うネットワークトラフィックの削減技術

様々な物理制約の元、与えられた性能要件を満たす、クラウド・エッジ上でのアプリ配置を短時間で決定し、他サービスに影響を与えないよう配備する技術

NEC

イ) IoTゲートウェイのデータ収集制御技術

センサーからのデータ量の変化やネットワーク状況の変化に対し、重要度に応じたIoTゲートウェイ上でのリソース割当を動的かつ自律的に行う技術



東大

ウ) IoTトラフィックのモデル化に基づくアイソレーション技術

新規IoTトラフィックに対し種別・重要度を自律的に判別することで、他トラフィックに影響を与えずかつ重要度に応じた転送のためのQoS機能を動的設定する技術

早大

オ) 公共センサーデータを応用活用したネットワーク最適化技術

多数のアプリケーションが、同時に多種多様なセンサデータに効率的にアクセスするためのネットワーク技術



ITU-Tの標準化活動に貢献

# 今後のテストベッドの活用方策（実装主義の標準化への貢献など）



## Co-Design

コミュニティの  
底上げ

- ・ 共通基盤を用いた  
連携体制の構築  
⇒ 新時代エコシステム  
確立  
⇒ 国プロ実践
- ・ 新技術・OSSの取込み

最先端ネット  
研究開発

- ・ チャンピオン  
ファクトの獲得
- ・ 産業界による  
技術実証

オープン化  
標準化

- ・ オープンな環境  
をユーザへ提供
- ・ 標準化参照  
モデルの構築

推進課題	内容	効果
テストベッドを共通基盤とするコミュニティ型研究開発の促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 組織間連携による設計・開発・実験の推進</li> <li>・ 新技術を国内エコシステムで評価する体制構築</li> <li>・ プロジェクト・コミュニティ形成の支援, 人材育成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1組織で解決できないギャップ埋め</li> <li>・ 開発速度の向上</li> <li>・ エコシステム形成</li> <li>・ コミュニティの底上げ</li> <li>・ 人材交流・育成・循環</li> <li>・ リクルーティング</li> </ul>
連携体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同業連携、通信事業・製造事業・OTTの連携</li> <li>・ 国プロの実践</li> <li>・ ショールーム化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ シナジー促進</li> <li>・ OSSの取込・改善・共有</li> <li>・ エコシステムの確立</li> <li>・ 新規参画者誘導</li> </ul>
相互接続実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機能接続性検証</li> <li>・ クラウドブロック構築</li> <li>・ 柔軟なネットワークアクセス環境提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ システム完成度向上</li> <li>・ 人材交流・育成・循環</li> <li>・ 成果の魅せる化</li> </ul>
標準化・OSS化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 参照モデル・ソフトウェアの作成</li> <li>・ OSSまたはコミュニティ内限定参照として共有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複数者による標準策定技術の検証</li> <li>・ 開発技術の蓄積と再利用</li> <li>・ 作業過程における自身の検証手段</li> <li>・ 作業過程における標準化参加者支持増と, 参加者以外の裾野拡大</li> </ul>

- 過去できていたインターネットでの運用検証は、今や無理
- 同時並行する先端サービスユーザ群を対象に検証できる



## 人材と技術の育成

- ・ シナジー促進
- ・ コミュニティの底上げ
- ・ 人材交流・育成・循環
- ・ 技術利用・進化・他展開

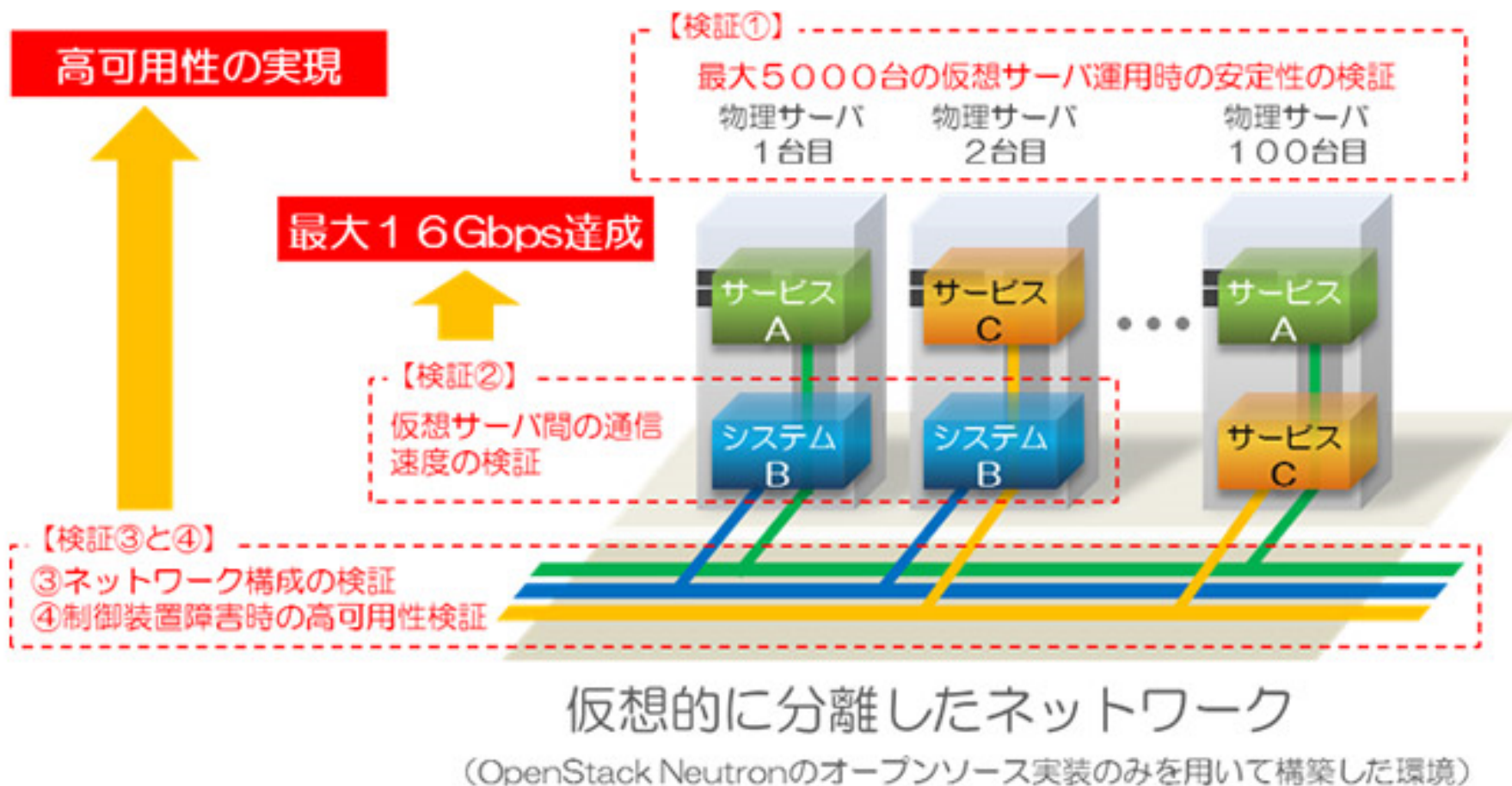


- 産々連携や産学連携で検証した技術を、
  - 国内二次利用者・若手に共有
  - OSS、標準化コミュニティ(TMF、ONAP等)に還元
- プラットフォームのOSS化
  - OSSを元に利益を産む高信頼プラットフォーム形成
  - オープンとクローズ (フリーとライセンス?)
- 標準化で議論する参照モデルを構築するユーザが、テストベッドを利用する仕組みづくり

- 国プロで検証するシステム上に、別ユーザを載せる
  - 本物に近い動くユーザ開発物を載せてシステム検証
    - マルチテナント環境
  - 「別ユーザ」は新しいシステム技術を先取り
  - 攻撃を許しセキュリティも検証する
- 異なるコミュニティのOSSを接続して新たな知を産む

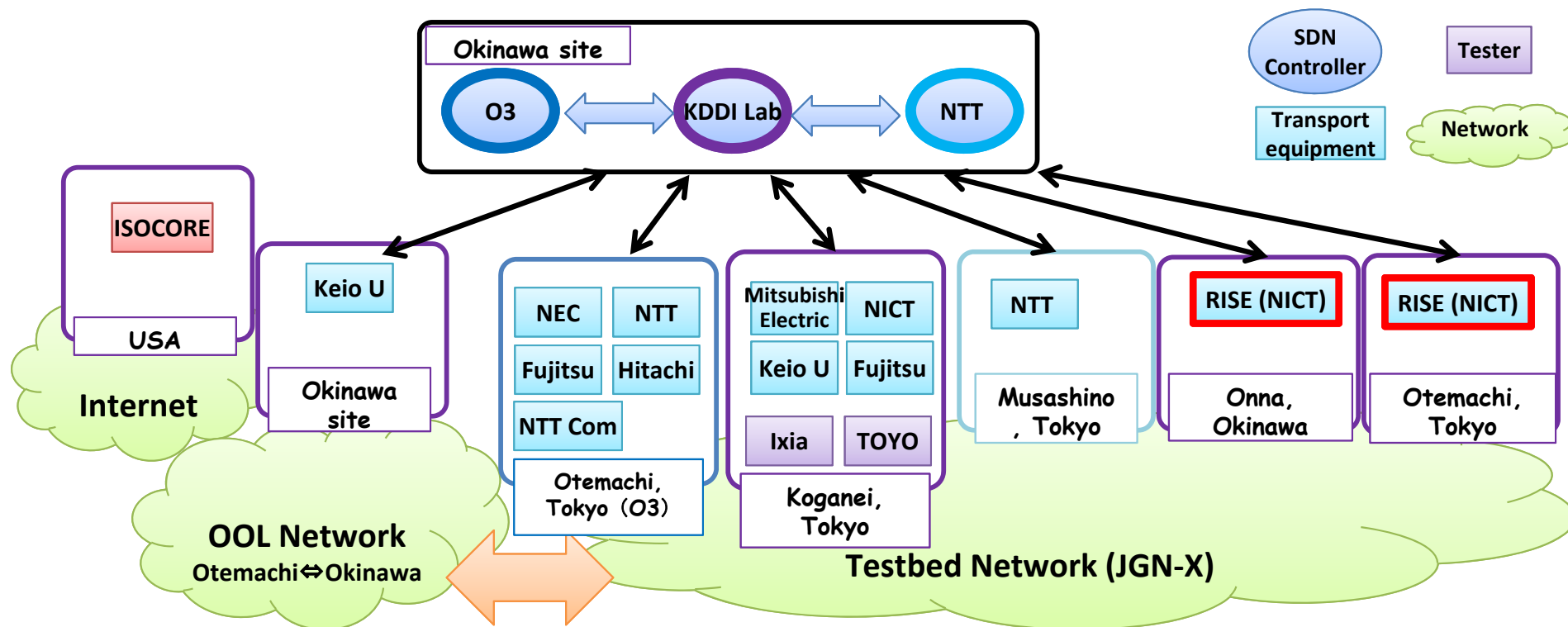
# StarBEDにおける OSS検証事例

100台の物理サーバを用いた大規模なクラウド環境の実証実験を実施。複数の仮想サーバ間で最大16Gbpsの通信速度（従来の6倍）を達成。通信速度の向上と高可用性機能の実現により、一つのクラウド上で複数の仮想ネットワークを構築し、「OpenStack Neutron」の機能を商用導入できる水準までの改良に成功。修正内容をオープンコミュニティに還元。  
 (https://www.nttdocomo.co.jp/info/news\_release/2014/11/04\_00.html)



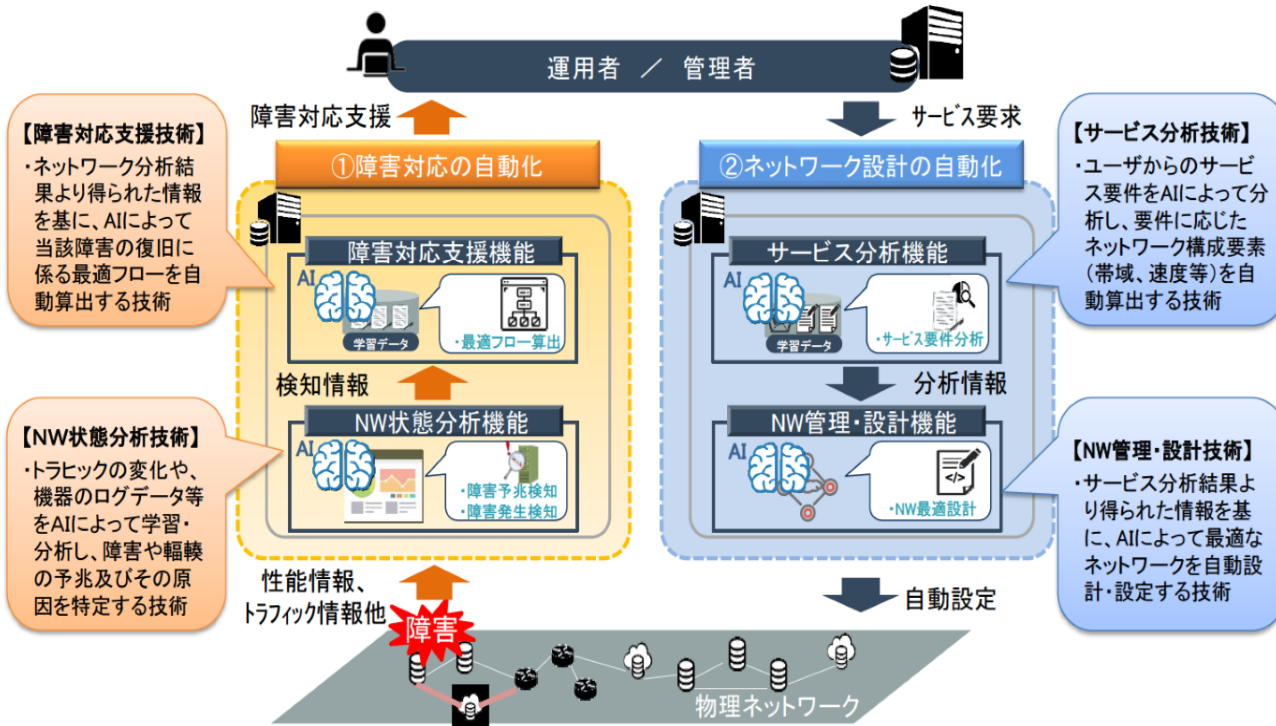
株式会社NTTドコモ、日本電気株式会社、日本仮想化技術株式会社、NTTアドバンステクノロジー株式会社、北陸先端科学技術大学院大学、東京大学、デル株式会社、NICTとで実施

- 全通信技術や管理手法など、アーキテクチャの異なる複数のネットワークドメインからなる全国規模の光トランスポートネットワークを構築し、SDN (Software Defined Networking) 技術を用いて、これらネットワークドメインをまたがるシームレスな通信フローを動的に生成する相互接続実験に成功した
- それぞれのドメインのSDNコントローラが連携した
- OSS公開された Lagopus、ODENOS を含めた検証を実施



○ AIを活用したネットワークの運用自動化の実現に向けて、具体的に以下の技術を確立する。

- ① 障害対応の自動化技術(ネットワーク状態分析技術、障害対応支援技術)
  - トラフィック変化やログデータ等から障害や輻輳等の予兆・原因を特定し、当該障害等の復旧手順を自動算出する技術
- ② ネットワーク設計の自動化技術(サービス分析技術、ネットワーク管理・設計技術)
  - ユーザから求められるサービス要件を分析し、要件に最適なネットワークを自動で設計・設定する技術



本プロジェクトは、NICTのテストベッドを用いて  
関連技術を検証予定

サービス/論理NWデザイン、障害検知/復旧、NWサービス資源制御の要求条件と、機械学習のユースケースを提案 (2018/11)。  
Y.Supplement55に反映 (2019/06)

FG ML5G-I-109: “Requirements and use cases of AI/ML for end-to-end network operation automation”

エンドツーエンド運用業務プロセスAI化を  
スコープとしたアーキテクチャをITU-T  
SG13に2件提案し、ドラフトとして承認。

SG13-C738: “Proposal to initiate a new Recommendation draft : Architecture framework of AI-based network automation for resource adaptation and failure recovery in IMT 2020 and beyond” (2019/10)

AIを用いた障害検知/復旧および資源最適化により、NWの運用自動化を実現するAIアーキテクチャを提案。Y.ML-IMT2020-RAFR 勧告草案作業中。

SG13-C739: “Proposal to initiate a new Recommendation draft “Architecture framework of user-oriented service provisioning with AI-based generation of network requirements, configuration and provisioning workflow in IMT 2020 and beyond” (2019/10)

AIを用いてNW要求/設定およびワークフローの各計画を生成するためのAIアーキテクチャを提案。Y.ML-IMT2020-serv-prov 勧告草案作業中。



**標準化部門の取組、  
標準化人材の確保に向けた今後の方策、  
等**

# NICTにおける標準化の位置づけ

国立研究開発法人 情報通信研究機構 中長期目標（平成30年9月）において、

機構の研究開発成果を最大化するためには、研究開発業務の成果を実用化や標準化、社会実装等に導くための取組が不可欠であることから、（中略）標準化活動の推進（中略）に取り組むこと。

とされている。

## NICTにおける標準化に関する基本方針

NICT標準化ポリシー（平成24年7月制定）

<http://www.nict.go.jp/std/lde9n2000000aov9-att/4otfsk00000fzn3d.pdf>

### 基本的な考え方

NICTのミッションは、研究開発を推進し、その成果を広く社会へと還元すること。標準化はこのための有効な手段。

### 標準化の対象

1. 技術的な規格のみではなく、広く社会で共通認識すべき新たな概念までをも含む。
2. シーズ・オリエンテッドな標準化に加え、ニーズ・オリエンテッドな標準化に対応。

### 計画的・戦略的な標準化の推進

1. 研究開発の初期段階から標準化を研究開発の一環として一体的に推進
2. 関係機関との連携、適切な標準化活動の場の選定、知的財産との関連付け
3. 標準化に必要な試験・調査検討、標準化提案、標準化会議における議長、ラポータ等への積極的な取組み、標準化会議への参画
4. 適時、適切な標準化活動の評価、計画への反映

### 標準化活動の促進

1. 国内外の標準化機関等との連携関係の構築、国際会議の日本招致・開催協力
2. 標準化に関する人材育成の推進

# NICTと標準化機関との関係

## 国際標準化機関

- ITU-R セクターメンバー（テラヘルツ、耐災害通信、移動衛星通信）
- ITU-T セクターメンバー（RoF、将来網、セキュリティ、量子鍵配送）
- APT アフィリエイトメンバー（RoF、鉄道無線、テラヘルツ、衛星通信）
- ETSI アソシエイトメンバー（量子鍵配送）
- 3GPP（5G（無線アクセス方式、ネットワークアーキテクチャ））
- IEC（電磁適合性、RoF）
- IEEE（5G、テラヘルツ、製造現場での無線利用）
- ISO（ウィンドプロファイラ）
- ISO/IEC JTC1（セキュリティ）
- IETF（IoT、将来網、セキュリティ）
- CCSDS（宇宙データシステム諮問委員会）（光衛星通信）

## 国内標準化機関

- ARIB 連携・協力の推進に関する協定を締結して活動に参加。
- TTC 特別委員等として活動に参加。

# 標準化推進室による標準化活動への支援

## 標準化活動への支援、助言等

- ・標準化エキスパートによる助言、支援
- ・寄書作成、会議対応
- ・標準化機関窓口業務(会費支払等)
- ・標準化機関との連携
- ・関連の展示会への出展

## 標準化活動に関する調査の実施

- ・国際標準化動向調査
- ・機構内ファクトデータ調査

## 国際標準化会議の開催支援

- ・国際標準化会議等の日本開催支援

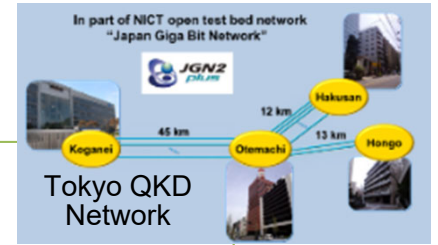
## 人材育成

- ・標準化セミナーの開催
- ・国際標準化会議への参加
- ・表彰への推薦

# 機構の標準化への取り組みの例(1)

## 量子鍵配送(QKD) ITU-T SG13での勧告策定

背景: NICTは、企業・大学が共同で実証テストベッド「Tokyo QKD Network」を2010年から運用するなど、QKDの研究開発を推進。



2008年ETSIにIndustrial Standards Group-QKDが設置され、QKDデバイスの標準化を検討。NICT研究所からも参加してきたが、ネットワーク系の標準化活動に至っていなかった。

標準化の場を変える発想は出なかった

2018年7月ITU-T SG13(将来網)会合に、韓国(KT)からQKDフレームワークの作業項目(WI)提案があり合意。標準化推進室から研究所に情報提供。

研究所と標準化推進室で、WIを分析。機構から QKDフレームワーク勧告案を2018年9月会合に提案。以降、研究所が技術的内容を検討し、標準化推進室でITU寄書の形にとりまとめて入力する形で、ITUで標準化活動。

2018年9月SG17(セキュリティ)会合で韓国(SKテレコム)提案でQKDの検討開始。NICTも2019年1月会合からSG17にも対応することに。

標準化推進室からエディタを出しSG会合・ラポータ会合に出張。会合でのテレコンの実施と日本から参加可能な時間での開催をITU事務局に談判し、研究所からも会合にリモート参加。

会合出席の負担は大。Y.3800合意までに、  
・SG17会合3回、  
・ラポータ会合3回、  
・非公式テレコン多数回。

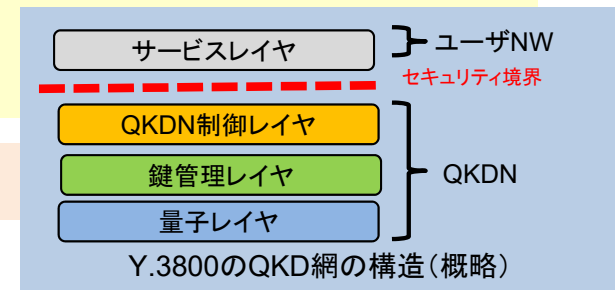
2019年5月ラポータ会合を日本招致(NICTで開催)。

研究所からも出席。標準化推進室でエディタとして議長を務めるとともに、開催ロジを支援。

勧告化を急ぎたい中韓と勧告策定に後ろ向きな欧米が対立。NICTは適切な勧告策定のため尽力。

- ・関係者及びSG議長等要職者への相談・根回し。
- ・妥協案の提示と説得。

2019年10月Y.3800(QKDをサポートするネットワークの概要)承認。



現在は、SG13で6件、SG17で4件の勧告案を検討中

# 機構の標準化への取り組みの例(2)

## ウィンドプロファイラレーダ(WPR) ISOでの国際規格策定

背景: WPRは、電波の送受信により風向風速や乱流強度、降雨強度の高度分布を測定する観測機器。

NICTは、気象庁や製造業者等と連携して次世代WPRの研究開発を推進。

WPRのユーザは各国の気象機関であり、従来国際標準化は必要と考えられていなかった。

2017年11月ISOでドイツ提案のWPRの作業項目が登録(ISO/TC146/SC5/WG8)。ドイツ提案では、日本で開発したシステムが除外されており、そのまま国際規格となると気象庁も日本のシステムを調達できないことに。

ISO/TC146/SC5/WG8対応の国内WGが設置され、NICTにも参加要請。

ドイツは、(特に途上国への)WPRの輸出を念頭に提案した模様。

それまで標準化活動をしたことがなかったリモートセンシング研究室から相談を受け、標準化推進室から説明・助言。

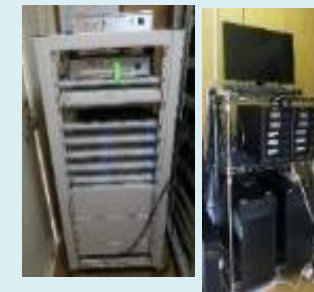
NICTも国内WGメンバになるとともに、ISO/TC146/SC5/WG8 にExpert(日本代表)として参加。2019年5月WG会合を日本招致(NICTで開催)。

NICTの主導により作成した文案がほぼ全てが反映され、2019年12月に作業原案が完成。

2020年11月までに国際規格原案(DIS)登録を目指す。



現業観測システムWINDAS用  
WPR



デジタル受信機

# 機構の標準化への取り組みの例(3)

## 将来網 ITU-T SG13での勧告策定

背景：既存のインターネットの欠点を克服する理想のネットワークを目指し、NICTが2006年に新世代ネットワークの研究開発を開始し、2008年に「新世代ネットワークビジョン」を発表。

2009年1月のITU-T SG13WP5会合に、様々な機関による将来網関連の研究をまとめる作業項目(WI)をNICTから提案。同会合に韓国(ETRI)から将来網のフォーカスグループ(FG)設置提案。両提案を受けて、同月SG13会合でFG設置合意。

NICTは、FGの第1回会合(2009年6月)から関連研究の調査結果をまとめて報告するとともに、全体ビジョンの議論に積極的に参加、提案。FGの検討結果を文書にまとめ、ITU-T SG13 に入力。

世界初の将来網に関する勧告である、ITU-T Y.3001「将来網：目的とデザインゴール」(2011年5月)の成立に貢献。

新世代ネットワークのプロトタイプとして、2009-2011年に仮想化ノード $\alpha$ 版、2011-2013年に仮想化ノード $\beta$ 版を、NICTのテストベッドJGN-X上に構築し、アプリケーション実証を本格化。

引き続き、Y.3033「将来網におけるデータ指向ネットワークの枠組」(2014年1月)、Y.3012「将来網のための仮想化の要求条件」(2014年4月)等、将来網のITU-T勧告の成立に、複数のNICT研究員がエディタやラポータとして貢献。

研究所と標準化推進室が協力し、2015年10月にハンガリーで開催されたITUテレコムに「将来ネットワークに向けたデータ指向ネットワーク技術」を出展し、NICTの研究成果と標準化活動をアピール。

海外でも将来網R&Dが急速に立ち上がってきたため、我が国はITUでイニシアティブをとることを目指した。  
NICTが新WI提案し、標準化を主導。



将来網ITU-T勧告(Y.3000-Y.3499)は、現在58件



ITUテレコム2015での展示

# 機構の標準化活動における課題

研究成果を標準に反映させるための人材・ノウハウ・予算の不足

## 人材・ノウハウ

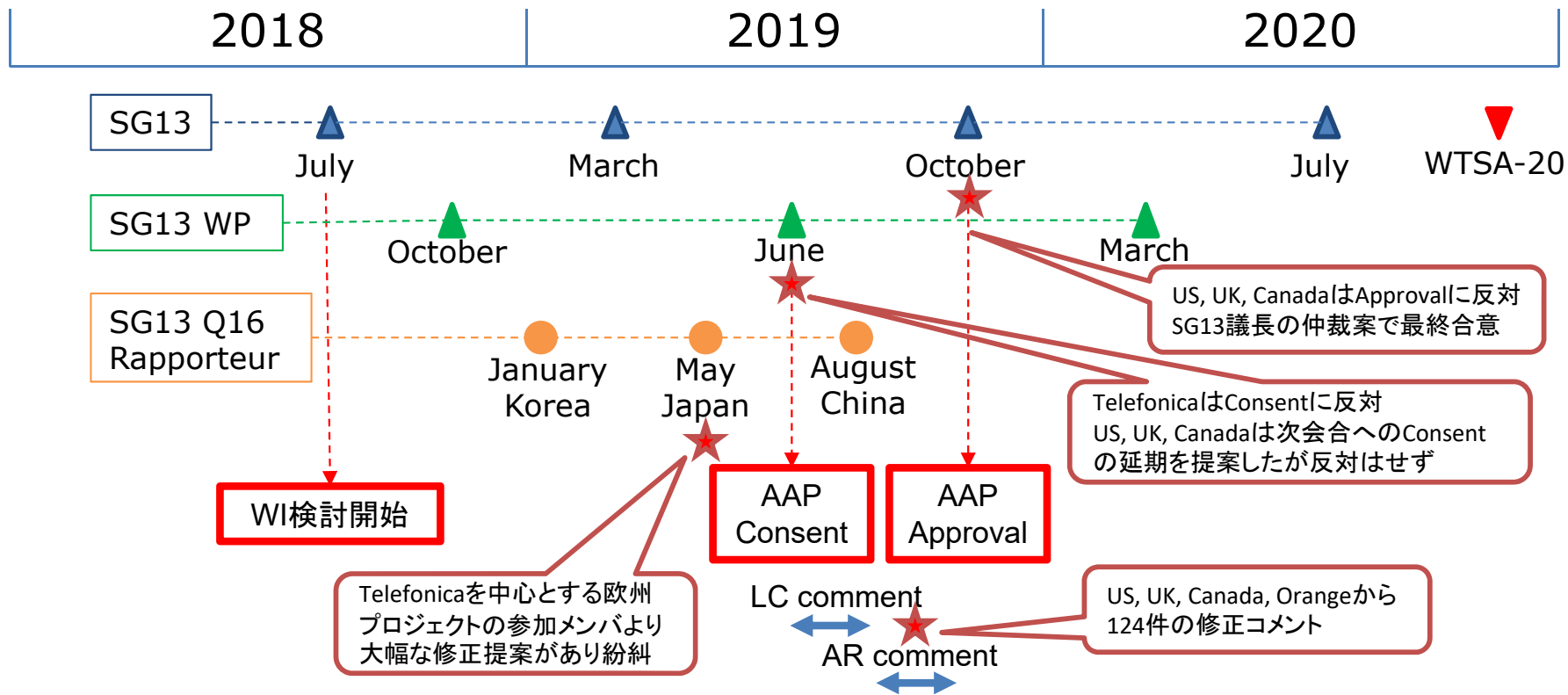
- 標準化会合へ出席の推奨・支援(OJT)
- 機構内での研修
  - 標準化の意味・重要性の解説
  - 標準化活動の方法の説明
  - 標準化活動の経験・ノウハウの共有
- 外部エキスパートの登用

## 予算

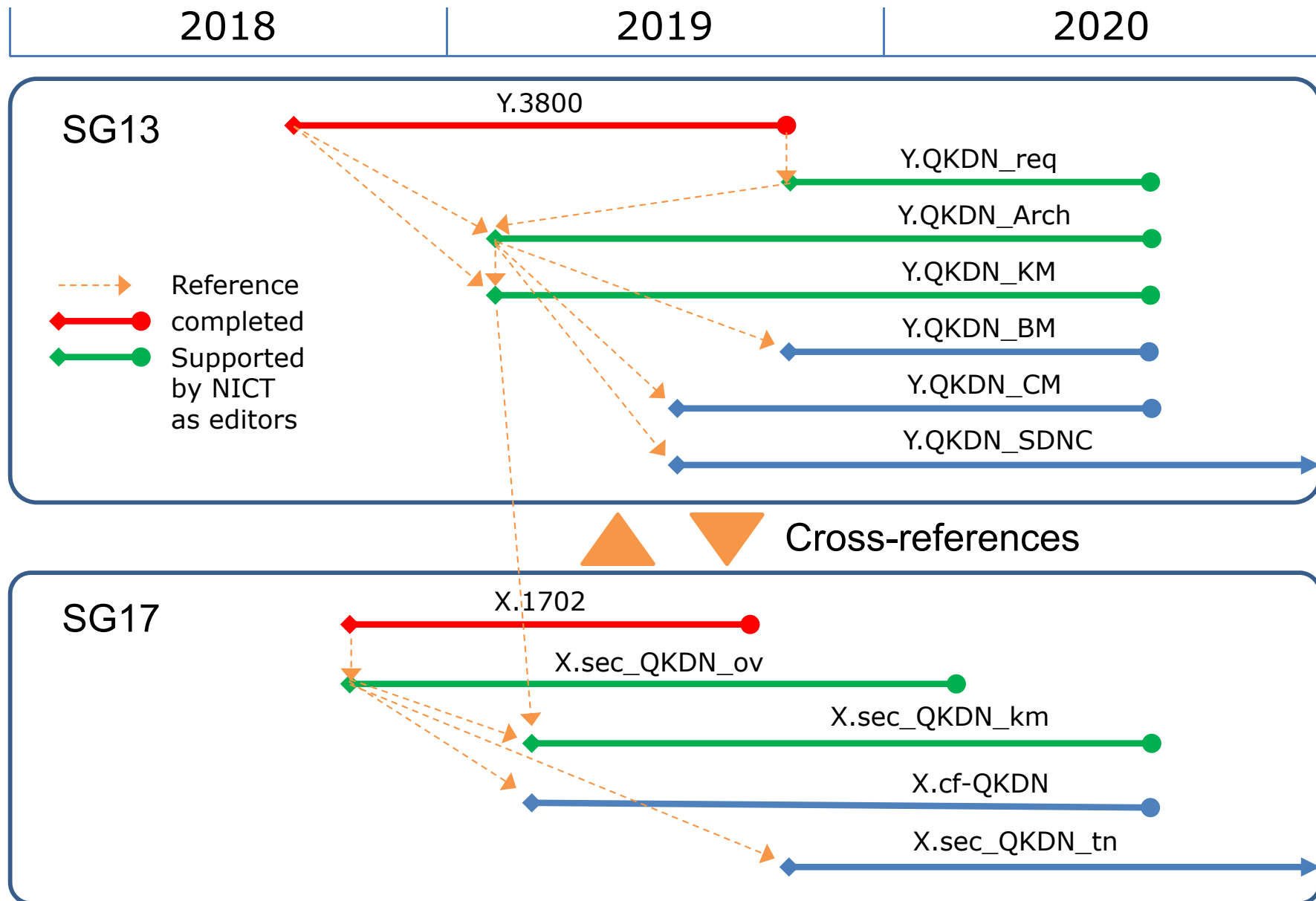
- 標準化推進室の予算に加え、研究費でも活動。  
人材の増強には不足。



# 【参考】 Y.3800 経緯



# 【参考】ITU-T QKD関連勧告



- **研究開発業務の成果を実用化のみならず標準化に導くための取組は、研究開発成果の最大化に不可欠**
- **研究開発段階からの標準化は適用先を広く切り拓く**
  - ◇ **研究者だけでの標準化は非効率でエキスパートとの連携が不可欠**
- **OSSの検証や拡張の場を提供するエコシステムハブが必要**
- **標準仕様策定にあたり、実装技術を用いた相互接続が重要**
- **テストベッドの利用は、OSS検証や標準仕様策定の過程で有効**