



総務省

研究開発プロジェクトの成果報告 (ネットワーク分野)

平成30年3月14日
総務省国際戦略局

(1) 光ネットワーク技術

(1) 光ネットワーク技術の研究開発



「フォトリックネットワークに関する研究開発」(情報通信研究機構)

成果の活用

オールジャパン体制による研究開発

研究開発

総務省

超高速光伝送システム技術の研究開発 (H21)
超高速光エッジノード技術の研究開発 (H22,H23)
毎秒100ギガビットの光伝送・交換技術

超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発 (H24-H26)
毎秒400ギガビットの光伝送・交換技術

巨大データ流通を支える次世代光ネットワーク技術の研究開発 (H27-H29)
毎秒1テラビットの光伝送・交換技術

新たな社会インフラを担う革新的光ネットワーク技術の研究開発(H30-H33)
毎秒5テラビット級光伝送用信号処理技術
+
・マルチコアファイバ技術
・高効率光アクセス技術



成果展開

100G光伝送・交換の製品開発・市場展開 (各国の海底ケーブルへの導入)

日本製チップは世界トップシェア (H24年度では国際シェア50%以上)

100G光伝送用チップ

海底ケーブルへの導入事例

400G光伝送・交換の製品開発・市場展開 (データセンタ間ネットワークへの導入)

400G光伝送用チップ

消費電力(ビットあたり)

項目	既存装置	新規導入装置
消費電力(ビットあたり)	1.0	0.25 (75%削減)

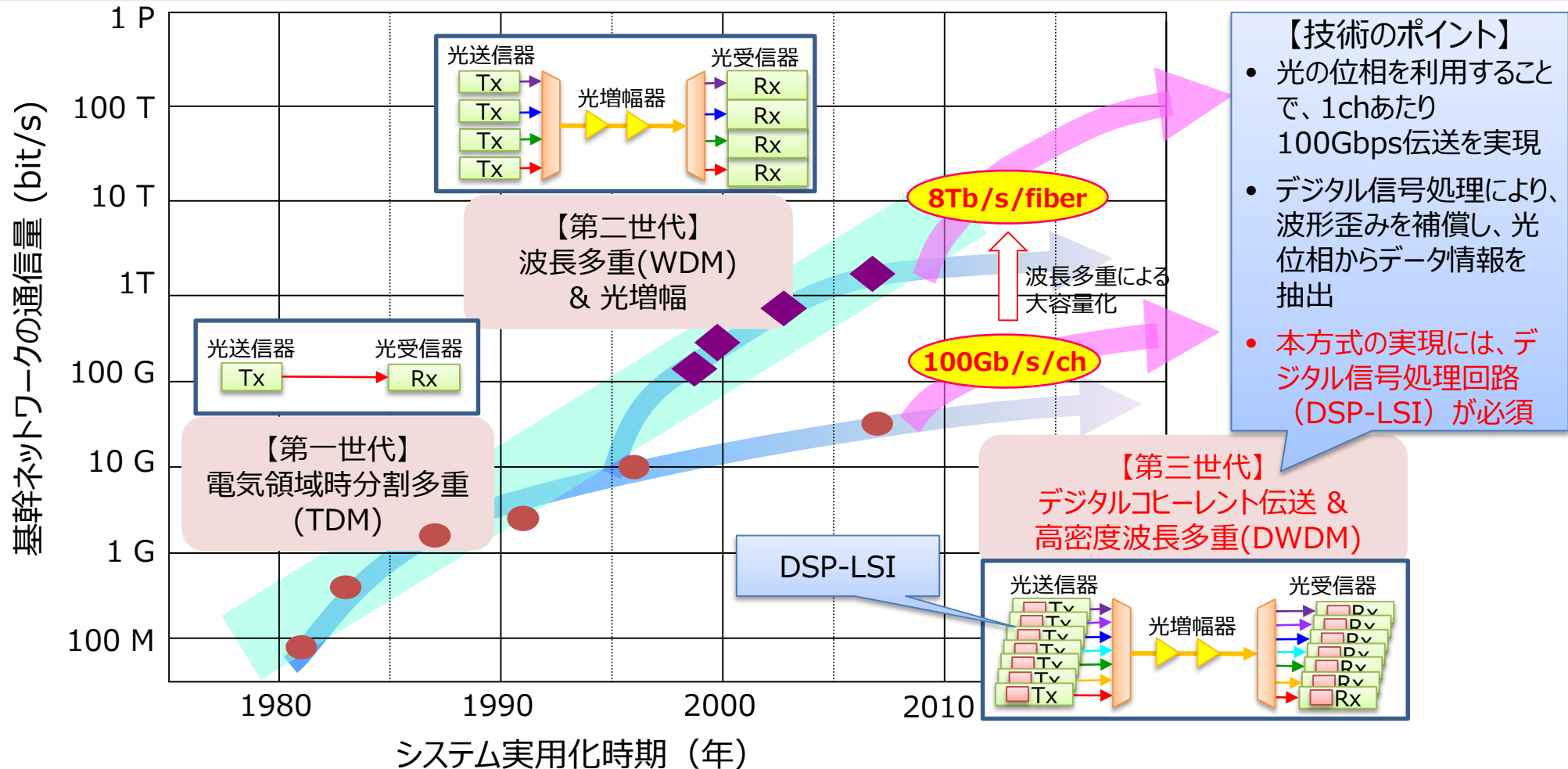
占有スペース(ビットあたり)

項目	既存装置	新規導入装置
占有スペース(ビットあたり)	1.0	0.2 (80%削減)

400G光トランシーバによる効果

超高速光伝送技術の発展

- ✓ 光ファイバーを用いた超高速通信は30年間で約100万倍の技術革新を実現してきた。
- ✓ 現在は第三世代の「デジタルコヒーレント方式」が主流となっているが、わが国はこれまで培ってきた高い技術力によって国際的な技術競争をリードしている。

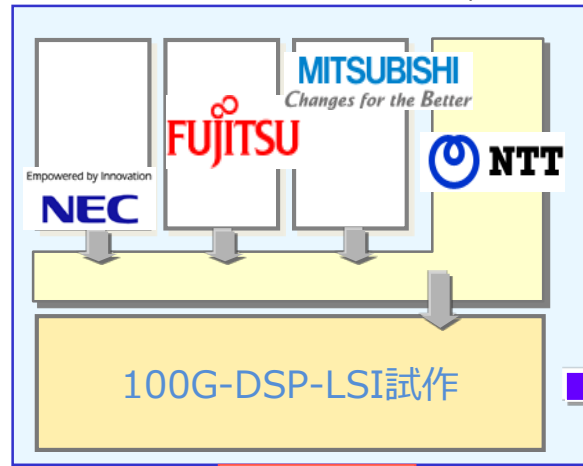


100 G bps光伝送方式研究開発の推進

- ✓ デジタルコヒーレント世代の100 G bps光伝送方式研究開発では、複数の日本企業がOpen Innovationの発想のもとでパートナーシップを組み、協調領域として各社の優位技術を統合した。
- ✓ その結果、世界に先駆けてキーデバイス（100G-DSP-LSI）の実用化に成功し、技術/ビジネス両面における熾烈な国際競争を優位に展開している。

総務省委託研究

- 「超高速光伝送システム技術の研究開発」(2009年度)
- 「超高速光エッジノードの研究開発」(2010, 2011年度)



デジタルコヒーレント光伝送技術の確立

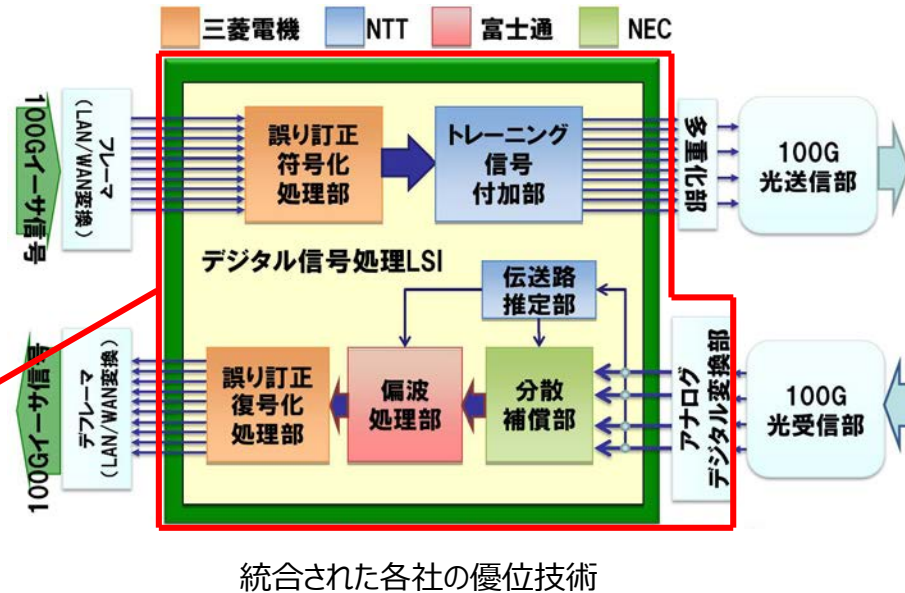
グローバルマーケット (社会実装)



光伝送装置
(主に日本企業)

100G
DSP-LSI

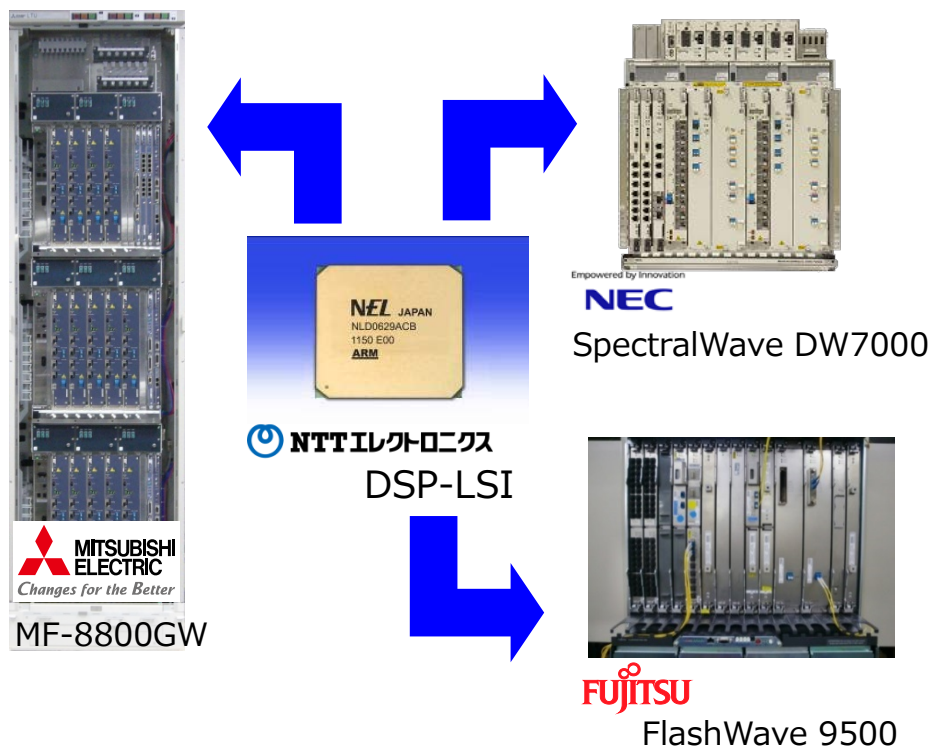
国際標準化
ITU-T
etc.



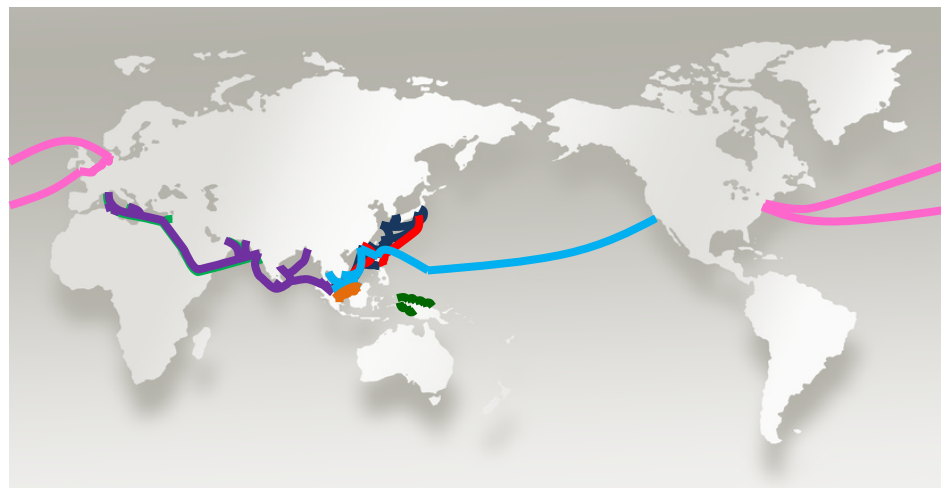
官民あわせた短期集中投資によって実現

社会実装に向けた取組と成果

- ✓関係各社によって製品化された光伝送装置は、2013年度より国内外の陸上/海底100G商用サービスに多数導入されてきた。
- ✓その結果、総務省委託研究の成果を活用したDSP-LSIはグローバル市場へ展開され、世界のトップシェアを獲得した。
- ✓光伝送装置とDSP-LSIを合わせた売上は、5年間で約2,800億円を達成している。



光伝送装置への展開（製品化）



海底100G商用サービスへの適用例
（各社による競争）

(2) ネットワーク基盤技術

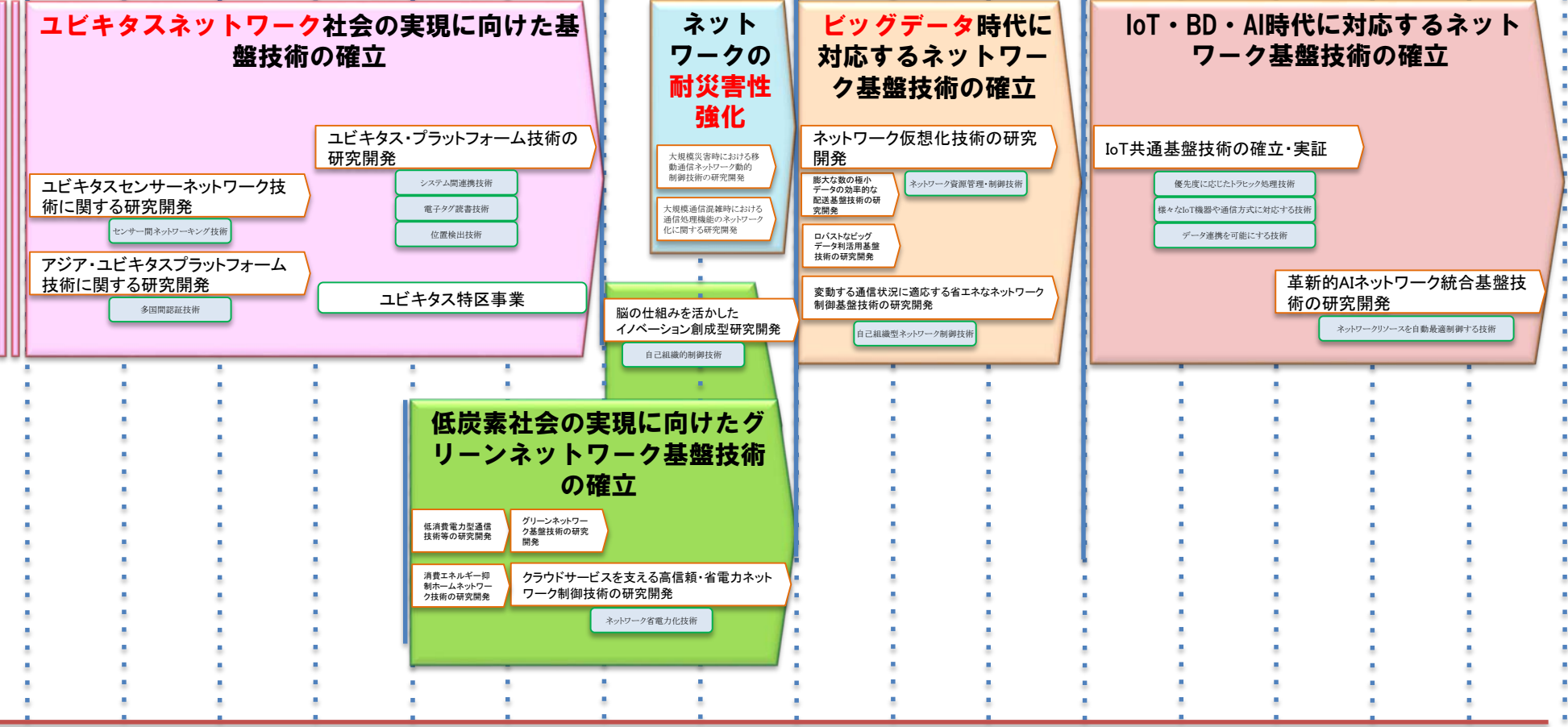
(2) ネットワーク基盤技術の研究開発

年度	平成17年度 (2005年度)	平成18年度 (2006年度)	平成19年度 (2007年度)	平成20年度 (2008年度)	平成21年度 (2009年度)	平成22年度 (2010年度)	平成23年度 (2011年度)	平成24年度 (2012年度)	平成25年度 (2013年度)	平成26年度 (2014年度)	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)
----	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

政府／総務省政策



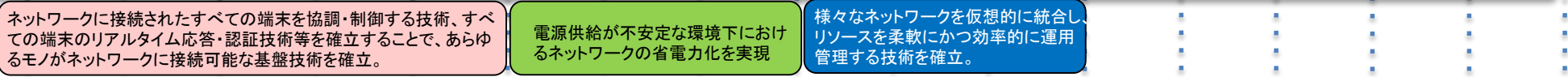
研究開発



標準化

標準化 (ITU、IEEE、OIF、W3C等)

成果展開



ネットワーク仮想化技術の研究開発

背景

- センサーやスマートフォン等から集まる多種多量なデータ(ビッグデータ)の増大に伴い、多様化したネットワークに流れるトラフィックが一層増大しダイナミックに変化することで、ネットワークの制御能力に限界を迎えることが懸念されている。このため、**ネットワークを統合管理、制御可能とする新たなプラットフォーム**としてネットワーク仮想化技術(SDN)が求められている。

研究開発概要

以下の基盤技術を開発

- ① ネットワークを統合制御可能とするプラットフォーム技術
- ② ネットワーク運用管理の一元化・高信頼化技術
- ③ ネットワーク仮想化を、光や無線、レイヤの異なるパケット等、様々なネットワークに拡充する技術

公衆網に導入できる機能や性能を有する技術を確立することで、国際標準及び市場支配力の獲得を目指す。

研究開発期間: H25年度 ~ H27年度
 研究開発費: H25年12.7億円、H26年7.0億円、H27年5.5億円
 計25.2億円
 実施研究機関: 日本電気(株)、日本電信電話(株)、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ(株)、富士通(株)、(株)日立製作所

従来: 動的な拡張が不可能

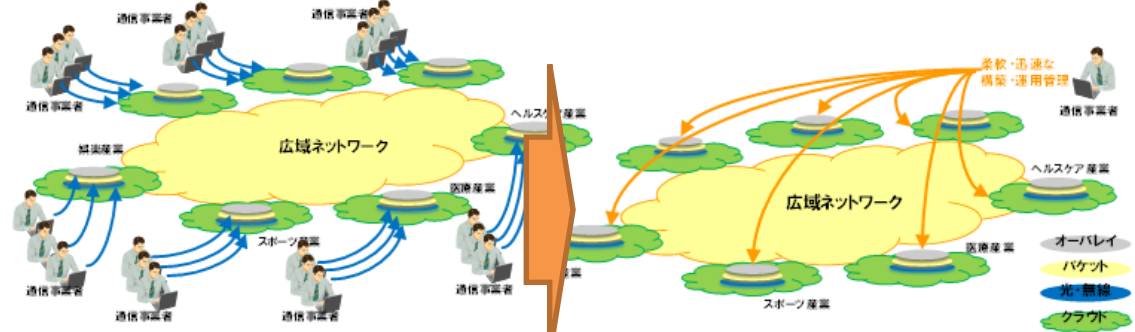


ネットワークが固定的に構築・設計されており、多様化したサービス(トラフィック特性がダイナミックに変化)に対応できない。

本研究開発: 動的な拡張が可能



ネットワークを抽象化し、物理的な制約に依存することなく、多様化したサービスの差異を吸収して柔軟にネットワークを制御。



ネットワーク毎、かつレイヤ毎に独立した管理を行っているため、非効率

マルチレイヤ・マルチネットワークの統合管理による効率化、構築・運用の柔軟・迅速化

ネットワーク仮想化技術の研究開発

主な成果

- ネットワークを統合制御可能とするプラットフォーム技術、ネットワーク運用管理の一元化・高信頼化技術、ネットワーク仮想化を光、パケット、無線、マルチレイヤ等のネットワークに拡充する技術について基盤技術を確立。
- 研究開発成果のうち、**SDN 共通制御プラットフォームソフトウェア (ODENOS)**、ODENOSにおいて光ネットワーク及びパケットネットワークを扱えるようにするための**ドライバソフトウェア**、**高機能・高性能SDNスイッチソフトウェア (Lagopus)**を**オープンソースソフトウェアとして公開**。
- Lagopusの搭載製品が平成26年度に販売開始されたほか、研究開発成果を反映したシステムが国内のインフラ関連企業、通信事業者等250システム以上に搭載。
- SDN技術を通信事業者のネットワークに適用するための指針や基本的な考え方を**ガイドラインとしてまとめ、公開 (H28.3)**。



開発成果の一部をオープンソースとして公開
<http://www.o3project.org/ja/index.html>

新着情報

2016年01月28日 O3プロジェクト2016年の目標を発表しました。たくさんのお声かけをいただき、誠にありがとうございます。今年もがんばります。

2016年01月19日 総務省主催のSDN勉強会に参加しました。SDNの普及を促す活動を行いました。

2016年02月15日 O3プロジェクト2016 (3/23開催) の告知Webページを立ち上げました。

2016年01月12日 1/14より、SDN Japan 2016を開催します。

2015年11月18日 第11回、第12回、第13回SDN勉強会を開催しました。

O3プロジェクトって何？

データセンターだけでなく、産業用のネットワークへの導入が進んでいる (SDN) を、通信事業者やインフラ事業者が活用できるネットワークインフラの構築を目的とした研究開発を行っています。

O3プロジェクトによるSDNの研究開発に関する、通信事業者、SDNネットワークにおいて、サービスプロバイダの需要に応じてネットワークを従来の網からSDNの網へ切り替える際に、構築・変更できるようになります。

● 複数のSDNネットワークを統合制御するプラットフォームや、そこで動くアプリケーションなど、産業用ネットワークの導入を促進するためにSDN化することを目指す研究開発プロジェクトは、世界にありません。

本研究所の一部は総務省の「ネットワーク仮想化技術の研究開発」による委託を受けて実施しています。O3プロジェクトでは、上記研究開発を世界中のコミュニティへ公開することによりさらなる成果の進化・発展を期待しています。

O3プロジェクト OSS公開情報

高機能・高性能SDNソフトウェア
Lagopus

SDN Orche
Lagopus

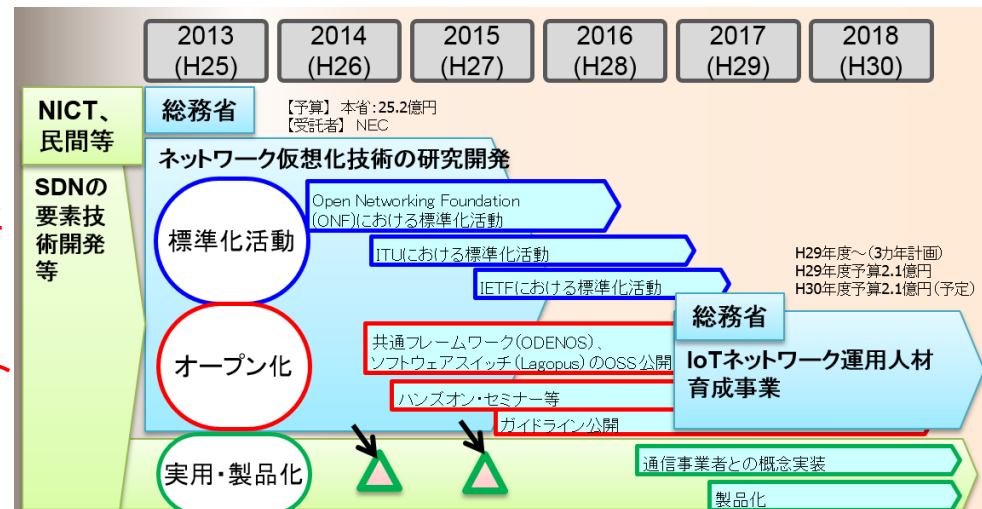
光コ
Lagopus

Lagopus搭載のネットワークスイッチ実装の様子

lagopus

今後の取組

- 技術自体の「標準化」、利用者拡大を目指す「オープン化」、市場貢献を目指す「実用化・商用化」の3項目に注力し、成果の社会実装拡大を目指す。
- 平成29年12月、NICT JGN-XのSDNテストベッド "RISE3.0" にLagopusを導入し、各種 ICT 技術の検証に活用中。
- 総務省がH29年度から実施している「IoTネットワーク運用人材育成事業」において、**演習・実習に用いるSDNインターネットエキステンジへ本研究成果を実装 (一般社団法人 AITAC)**。現在は、学生や社会人を対象とした人材育成の実証実験に活用中。



ネットワーク仮想化技術の研究開発

ODENOS、Lagopusの成果展開事例

- NEC及びNTTは、ODENOSやLagopusを導入したSDNソリューションを成果展開中。
 - ・本研究の成果を含むSDNソリューションは国内の企業、官公庁、テレコムキャリアで、250システム以上が稼働中
 - ・Lagopusは、IntelやCiscoの製品に実装されているほか、Lagopusを使ったSDNスイッチも製品化され、推定百数十台が出荷
- また、ODENOS、Lagopusはオープンソースソフトウェアとして公開中であり、研究開発後も着実に利用が拡大している。
 - ・ODENOSは、テキサス大研究プロジェクトや慶応大学とKDDI総研によるACTIONプロジェクトにおいて活用
 - ・Lagopusは、米国バージニア大のInternet2を始めとした国内外の学術機関での研究に活用

<NECの成果展開事例>

東京駅「駅構内共通ネットワーク」の整備
東日本旅客鉄道（株）

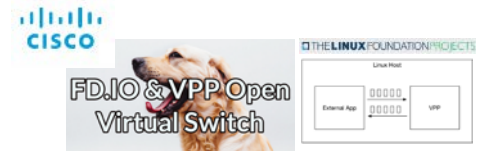


<NTTの成果展開事例>

- ・Lagopusを構成する部品である仮想ネットワークインターフェースドライバは、Intel、Ciscoの製品に実装されている

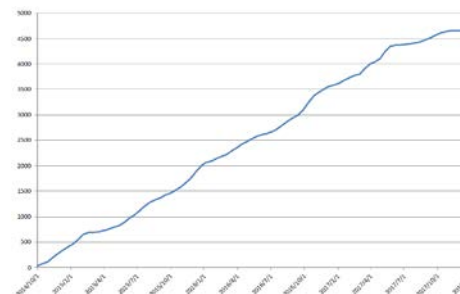


Intel DPDK (data plane development kit)
(ネットワーク処理に特化したアプリケーションを作成するためのソフトウェアライブラリ)



Cisco VPP (Vector Packet Processing)
(汎用 CPUのためのパケット転送処理高速化技術)

<OSSのダウンロード状況>



Lagopusのダウンロード推移

- ・研究開発後もGitHubにおいてOSSを公開中
- ・開発コミュニティを通じてメンテナンスを実施
- ・着実に利用が拡大している

平成30年1月時点での
推定総ダウンロード数
ODENOS : 約3,600
Lagopus : 約4,800

SDN広域基幹ネットワークの整備
西日本高速道路（株）

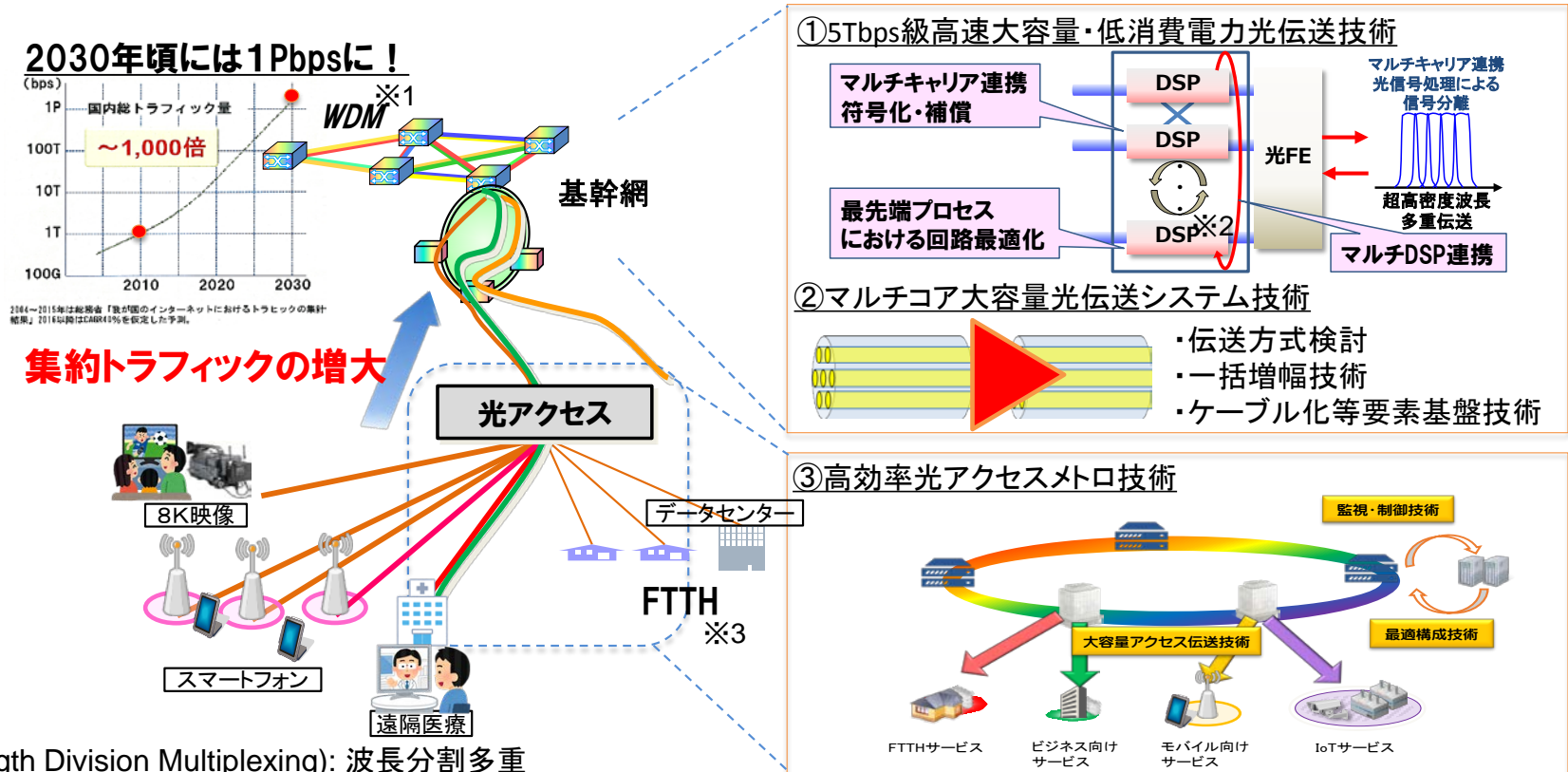


(参考) ネットワーク分野の新規プロジェクト

新たな社会インフラを担う革新的光ネットワーク技術の研究開発

- 2020年以降、8Kコンテンツのインターネット配信、遠隔医療等の普及により**通信需要が爆発的に増大**。(2030年には現在の100倍)
- 現行デジタルコヒーレントのみによる基幹網の強化だけでは将来の大容量化への対応が困難。
⇒ 基幹網からアクセス網まで総合的な大容量化・高効率化を実現する革新的光通信技術の開発が急務
- ①**毎秒5テラビット級光伝送技術**(現行主流技術の50倍)、②**マルチコアファイバ光伝送技術**、③**高効率光アクセス技術**の研究開発を実施予定。
⇒ 最先端技術にいち早く取り組む事で、国際競争力強化。

【H30予定額: 9.5億円】



- ※1 WDM(Wavelength Division Multiplexing): 波長分割多重
 ※2 DSP(Digital Signal Processing): デジタル信号処理(回路)
 ※3 FTTH(Fiber to the Home): 光ファイバを個人宅まで引き込む光アクセス網構成

革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発

Society5.0時代における通信量の爆発的増加や多種多様なサービス要件に対応するため、AIによる要件理解等を行い、ネットワークリソースを自動最適制御する技術の研究開発を推進する。

【H30予定額: 5.4億円】

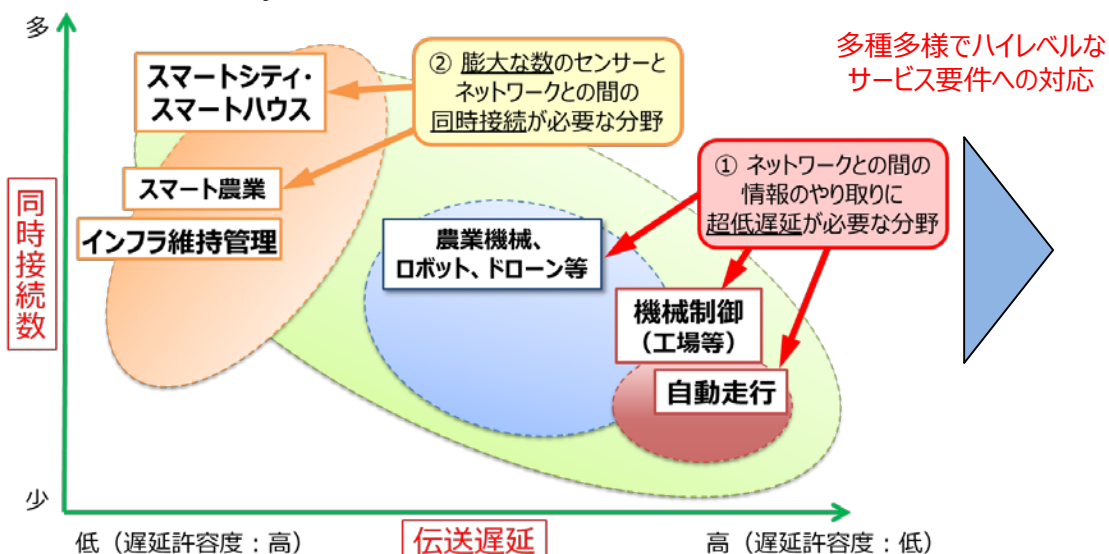
【これまでの取組・現状】

- 5GやIoT機器の急速な普及に伴い、通信量の爆発的な増加が見込まれるとともに、求められるサービス要件（超低遅延、同時多数接続等）は急速に多様化・高度化
- Society5.0の実現に向けて、革新的なネットワーク基盤の構築が急務

【目標・成果イメージ】

- AIによる要件理解等を行い、ネットワークリソースを自動最適制御する技術を確立
- これらの技術を確立することにより、Society5.0の実現や我が国の国際競争力の強化に寄与

Society 5.0時代の多種多様なサービス



AIによる要件理解等を行い、ネットワークリソースの自動最適制御を実現

