

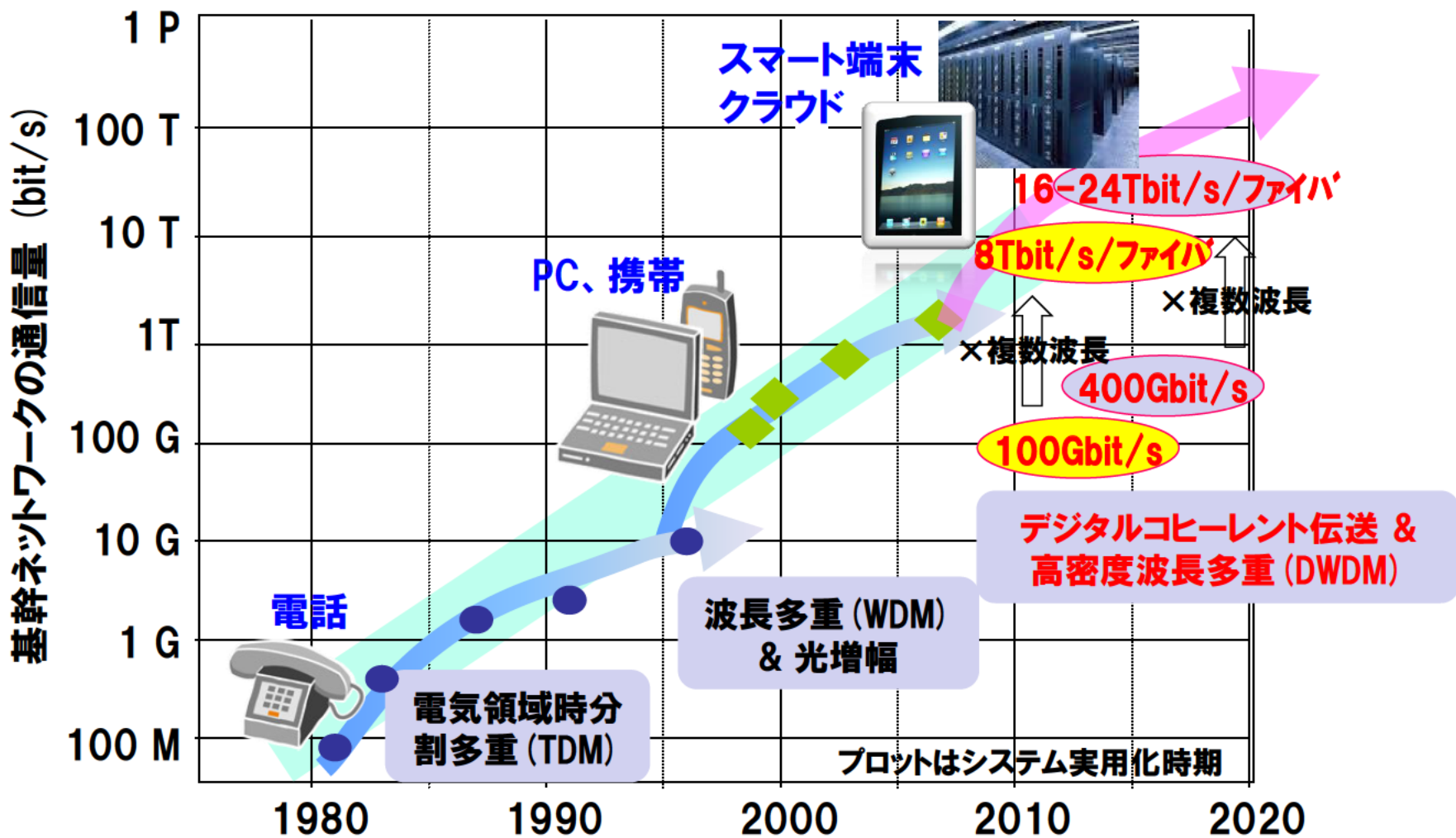
**超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発
課題II. 基幹ネットワーク高速大容量化・低消費電力化技術**

平成27年10月7日

**代表研究機関・研究者
日本電信電話株式会社
富澤 将人**

**日本電気株式会社
富士通株式会社**

急増する通信量を支える高速光ネットワーク技術： 100G/400G



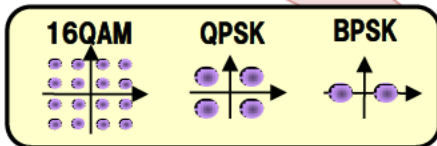
8Tbit/s: 4K動画(50Mbit/s)を16万本、2層DVD(8.5GB)を120本分を1秒で、送受信可能
16-24Tbit/s: その2-3倍

総務省プロジェクト

「超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」

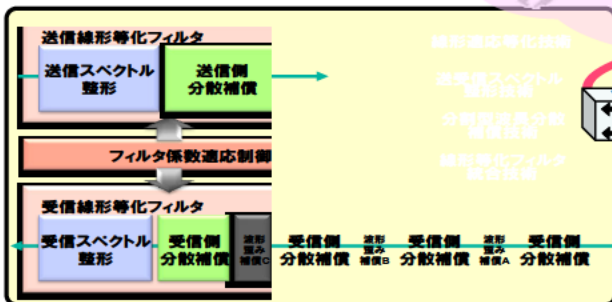
■本研究開発では1波長あたり**400Gbps級**の容量を有する将来の超大容量光伝送システムを**低消費電力**で実現することを目標とする。

課題 (a) 適応変復調伝送技術



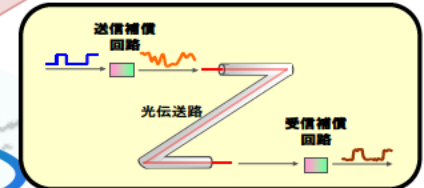
伝送路特性推定による適応的な変復調方式の選択により、**従来の2倍の伝送効率**を実現

課題 (b) 線形適応等化技術



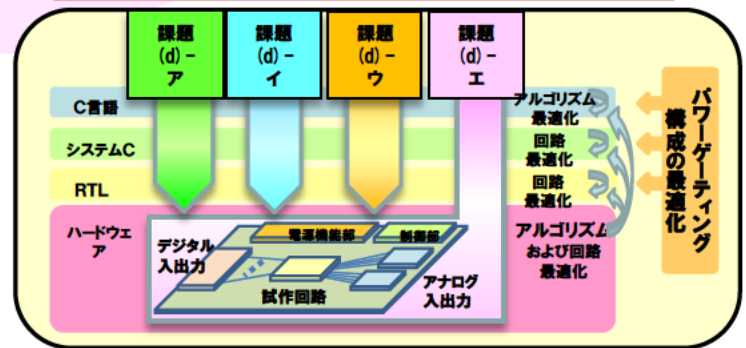
送信/受信端等化、周波数/時間領域等化を用いた線形等化により、**従来の2倍の伝送距離**を実現

課題 (c) 適応誤り訂正・適応非線形信号補償技術



誤り訂正と連携した非線形補償信号処理により、**従来の2倍の伝送距離**を実現

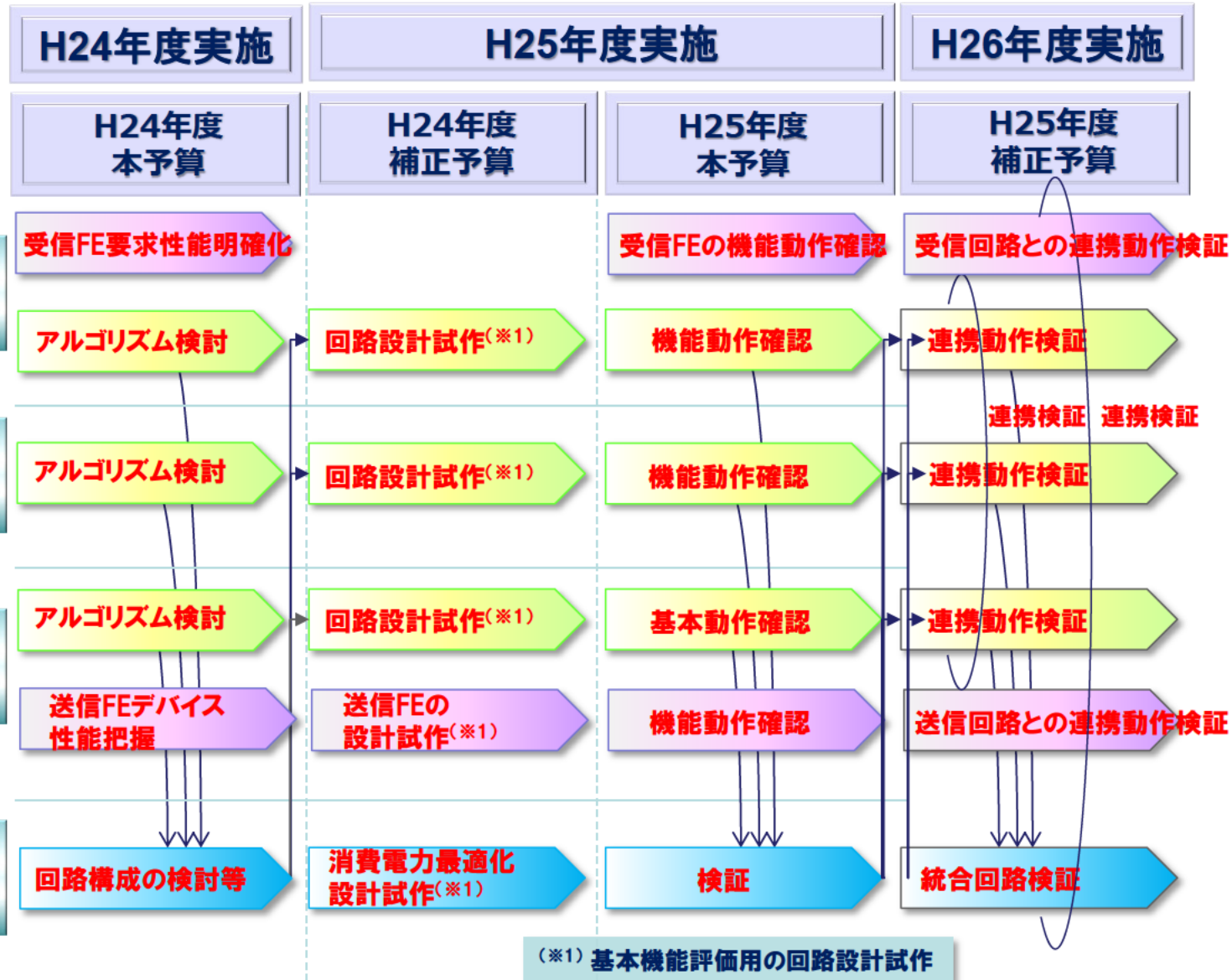
課題 (d) 低消費電力信号処理回路技術



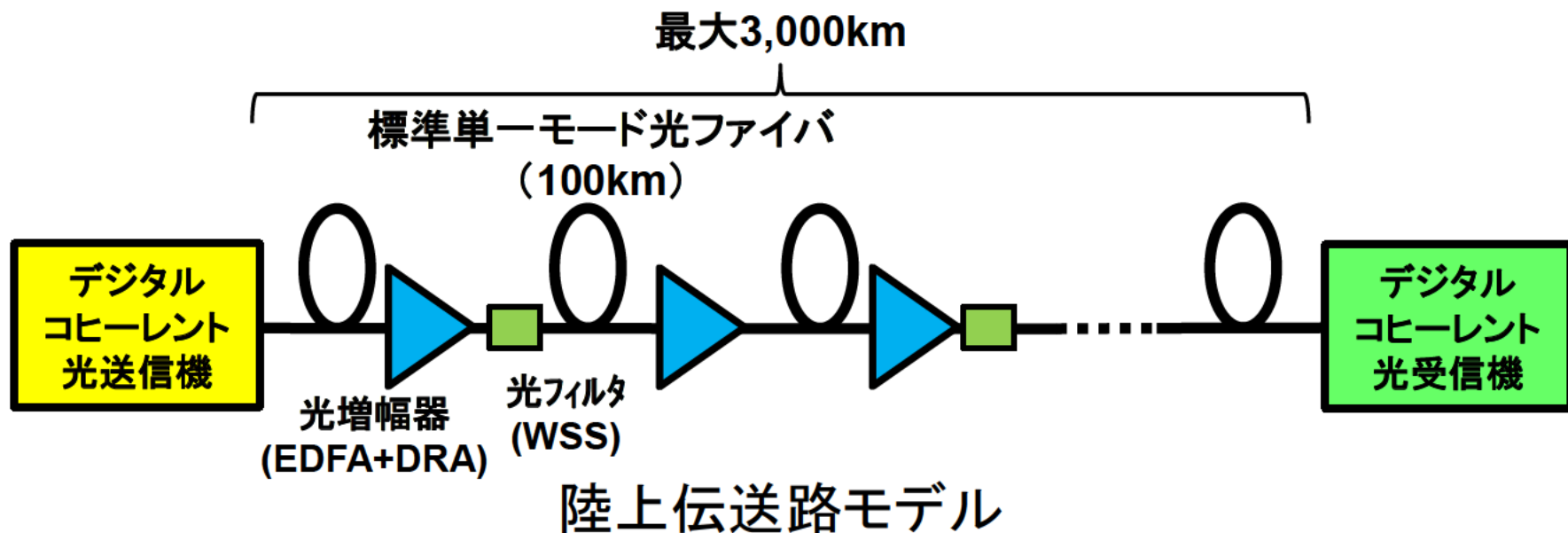
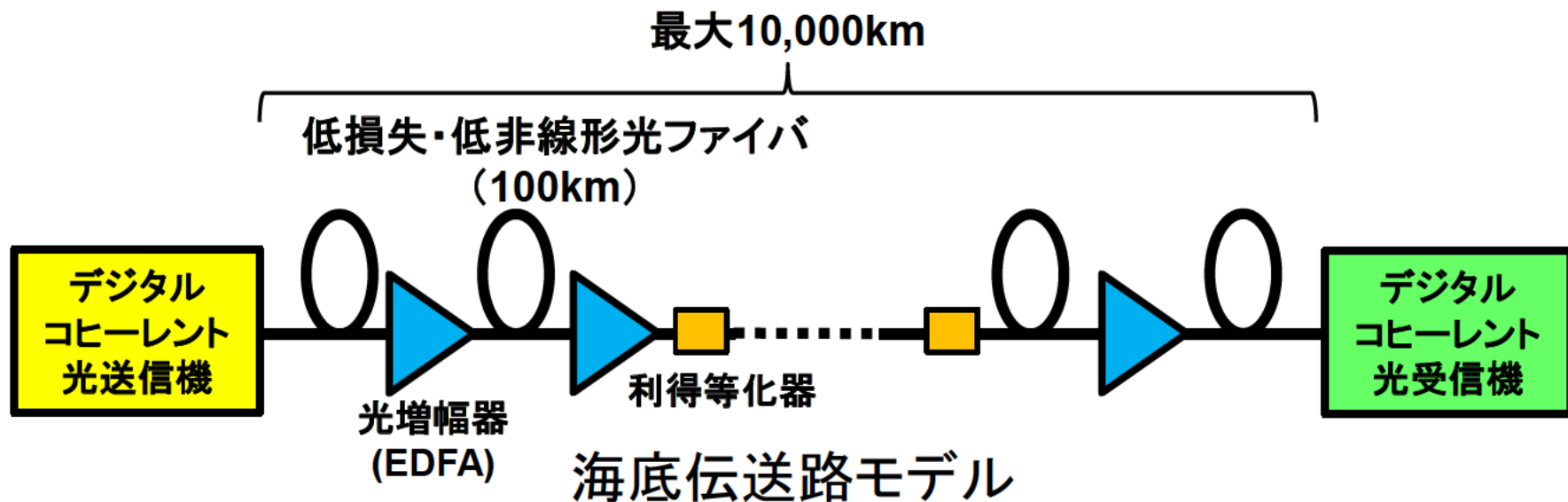
消費電力を意識した信号処理回路構成技術により、**ネットワーク消費電力の従来比1/2以下**を実現

■研究開発推進は、提案各社の尖った技術を連携して統合する開発手法 “**Open Innovation方式**”を適用することで早期に上記目標を実現し、光ネットワーク技術分野における我が国の国際競争力強化に寄与する。

研究開発スケジュール



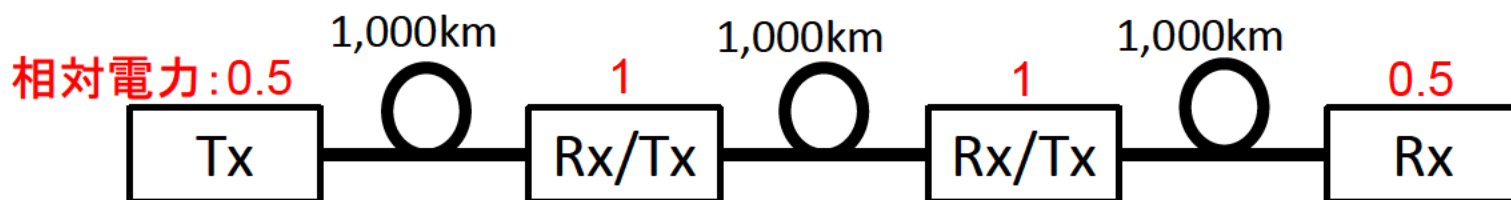
NICT施設による伝送実験系構成



ネットワークの消費電力削減モデル

400G対応DSPは100G-DSPの**1.4倍**の消費電力見積もり。但し、400G対応DSPは100Gモード(QPSK)では**3倍の伝送距離(陸上伝送路モデルで3,000km)**が可能になるので、NWとして従来の**1/2以下の消費電力の達成**が見込まれる。

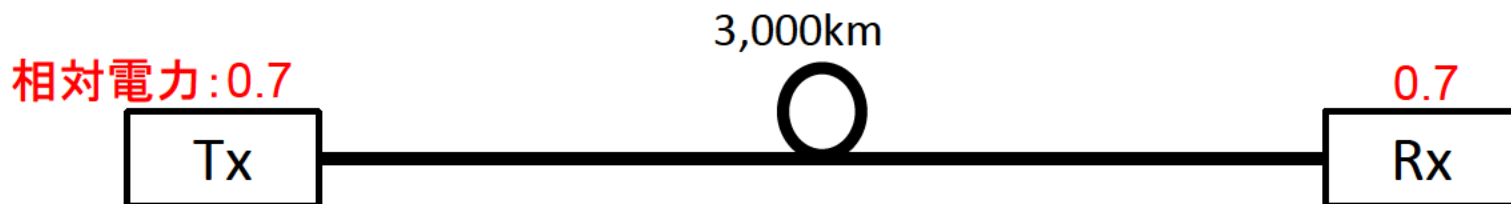
1) 従来モデル (100G-DSP、Tx/Rx相対電力: 1)



NW電力(相対値): $3 (= 0.5 + 1 + 1 + 0.5)$

※ 条件: 100G/ch、3,000km

2) 消費電力削減モデル (400G対応DSP、Tx/Rx相対電力: 1.4)



NW電力(相対値): $1.4 (= 0.7 + 0.7)$

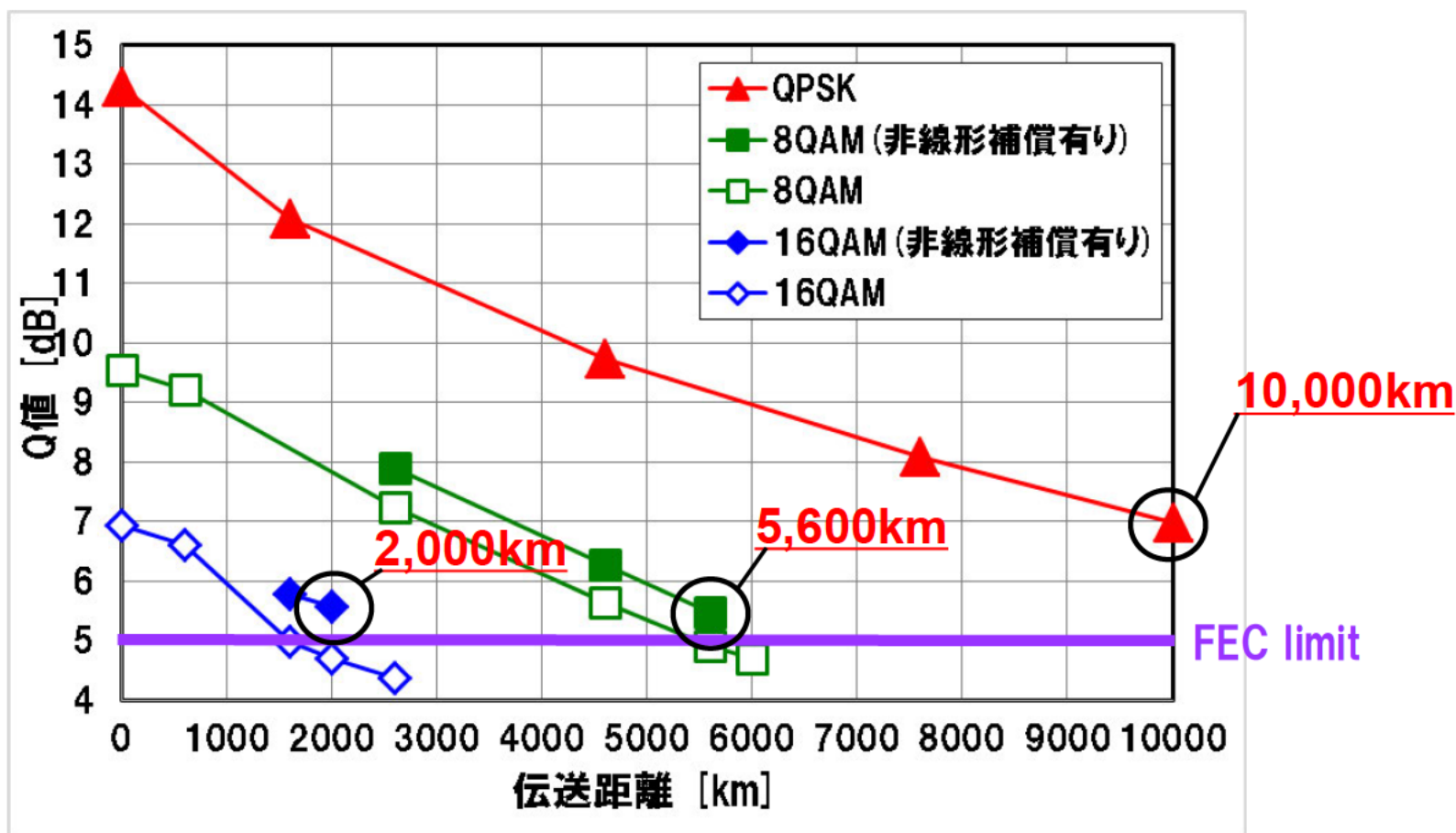
※ 条件: 100G/ch、3,000km

※ NWとして従来の1/2以下の消費電力を達成見込み

NICT施設による長距離・大容量伝送実験

- QPSK: 10,000km (12.4Tbps/fiber)
- 8QAM: 5,600km (18.5Tbps/fiber)
- 16QAM: 2,000km (24.8Tbps/fiber)

海底伝送用特殊ファイバによる超長距離伝送に成功



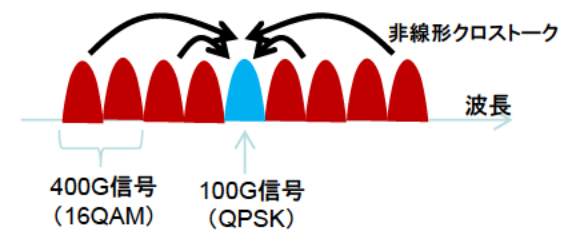
敷設ファイバによる400G/100G混在伝送

倍
発

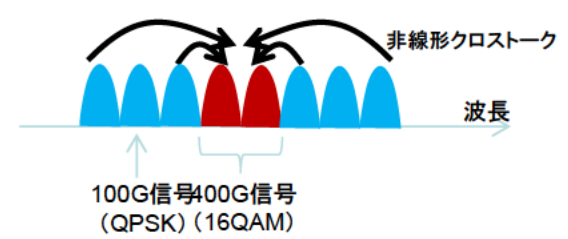
100G/400G混在波長多重伝送



(ケース1) 400G信号が既設100G信号に与える影響を評価

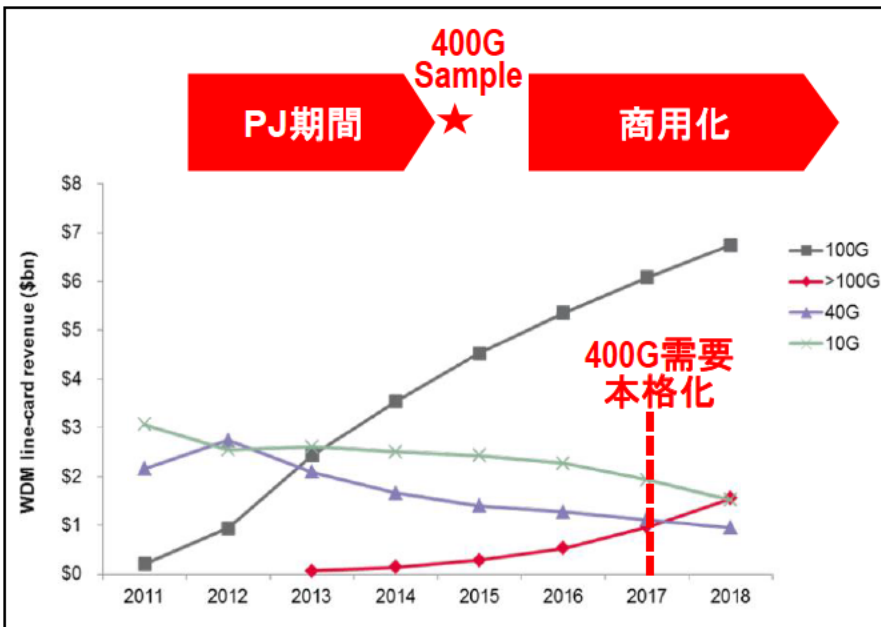


(ケース2) 既設100G信号が400G信号に与える影響を評価

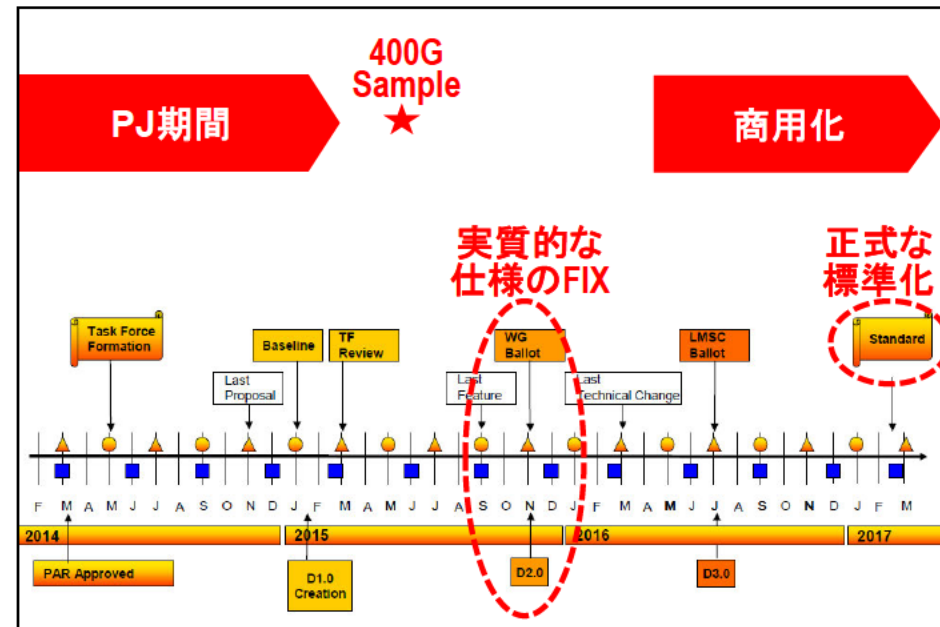


社会実装に向けて

2017年より本格化すると見込まれる100G超(400G)の需要をタイミングよく取り込み、**タイムリーな社会実装**を実現する。



100G超の市場予測 出展: ovum2013.10



400GEの標準化日程

まとめ

■ 本研究開発では1波長あたり**400Gbps級**の容量を有する将来の超大容量光伝送システムを低消費電力で実現するため、以下の技術を確立した。

- 課題 (a) 最大で従来の**2倍以上の伝送効率** (5.3bit/s/Hz) を実現する適応変復調技術 (BPSK/QPSK/8QAM/16QAM)
- 課題 (b) / (c) 従来の**2倍以上の伝送距離** ($3,000\text{km}$) を実現する線形適応等化技術と適応誤り訂正・適応非線形補償技術
- 課題 (d) ネットワークの**消費電力を従来の1/2以下**を実現する低消費電力信号処理回路技術

■ LSIに実装可能なアルゴリズムを用いた長距離・大容量伝送実験およびフィールドトライアルに成功した。

- ✓ 陸上伝送路モデルで伝送距離**3,000km**(QPSK)
- ✓ 海底用特殊ファイバでは最大伝送距離**10,000km**(QPSK)
- ✓ 敷設ファイバによる**400Gbps**(16QAM)/100Gbps混在伝送

■ 成果の**タイムリーな社会実装**に向けて積極的に取り組む。