

平成25年度「光トランスパレント伝送技術(λリーチ)に関する研究開発」

課題Ⅰ「波長／サブ波長適応制御技術に関する研究」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

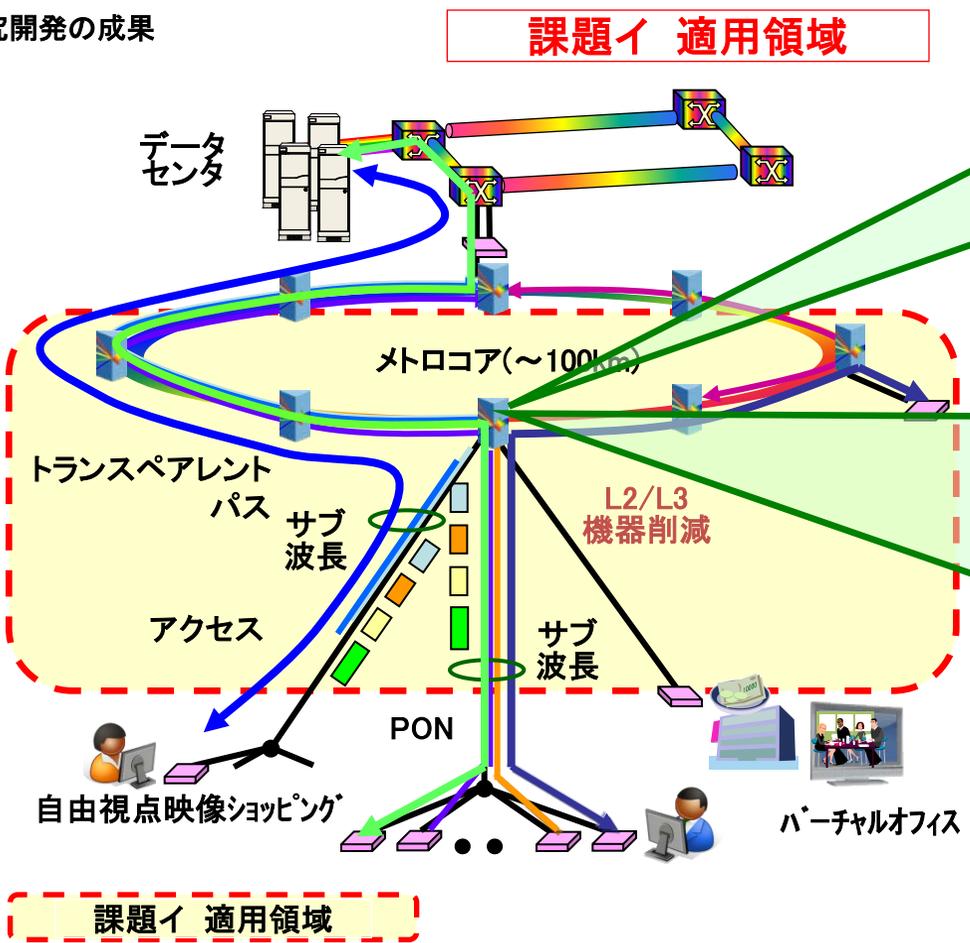
1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 三菱電機株式会社(代表研究者)、日本電気株式会社
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額883百万円(平成25年度 175百万円)

2. 研究開発の目標

バースト信号を含むアクセス網のユーザトラフィックを効率的に收容し、オール光で伝送できるトランスパレント領域(帯域x伝送エリア)をアクセス-メトロコア網全体で10~100倍に拡大し、100Gbpsを超える容量の情報をユーザへ直接伝送可能とする技術の研究開発を行い、3dBに迫る受信Q値の向上と2025年に消費電力25%削減を可能とする技術を確立する。

3. 研究開発の成果

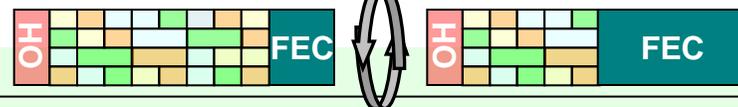


課題Ⅰ-1: バースト適応收容技術

トランスパレント領域 4Pb/s x kmと2025年の消費電力削減25%を実現する

課題Ⅰ-1-1: 可変粒度バースト信号收容技術 (三菱電機)

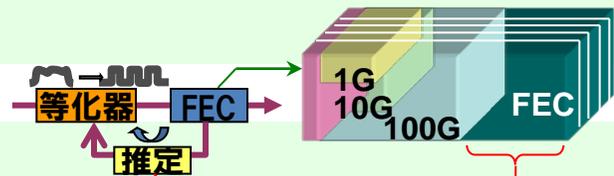
課題Ⅰ-1-2: 可変適応收容技術 (三菱電機)



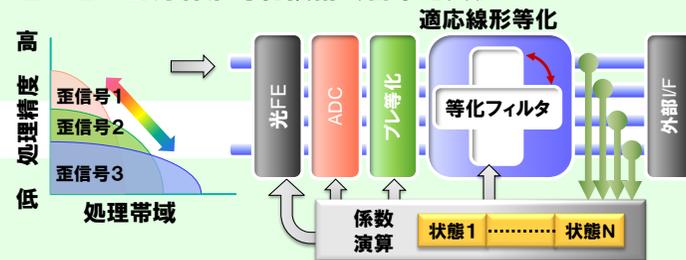
課題Ⅰ-2: 誤り訂正/線形適応等化技術

トランスパレント領域4Pb/s x km と3dBに迫る受信Q値向上を図る

課題Ⅰ-2-1: 誤り訂正適応等化技術 (三菱電機)



課題Ⅰ-2-2: 適応線形等化技術 (日本電気)



平成25年度「光トランスパレント伝送技術(λリーチ)に関する研究開発」

課題イ「波長／サブ波長適応制御技術に関する研究」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

課題イ-1 パースト適応収容技術

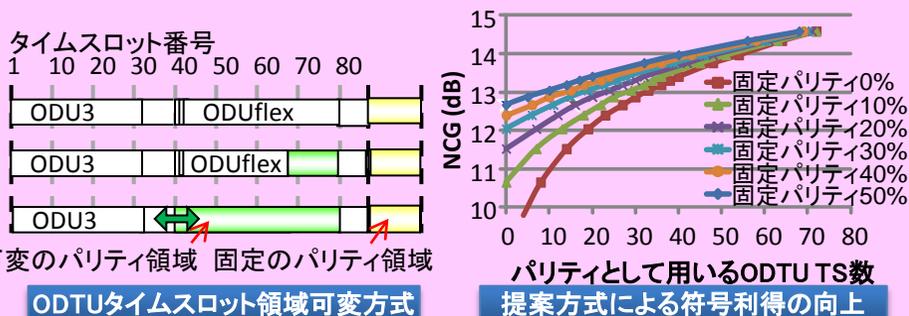
研究開発成果

イ-1-1 可変粒度パースト信号収容技術

粒度の異なる多様な信号を効率的に収容するOTN転送フレーム構造可変方式として選定したODTUタイムスロット領域可変方式に対し、基本方式回路の設計を完了した。

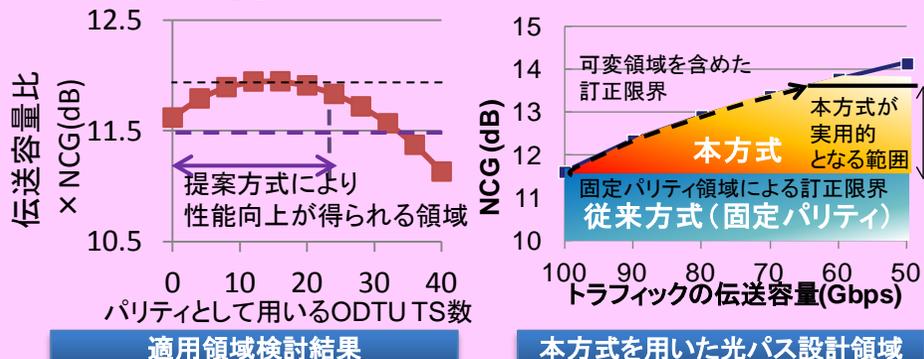
① タイムスロット可変範囲検討

パリティ領域として実装すべきODTUタイムスロット数を求めるため、可変のパリティ領域として用いるペイロード領域サイズ、および固定パリティ領域のサイズと得られる符号利得の関係性について検討した。



② 適用領域検討

誤り訂正性能および伝送容量の観点で検討を行うことで本方式の適用領域を見定めた。得られた適用領域パラメータにより、OTN転送フレーム構造可変方式の仕様制定を完了した。



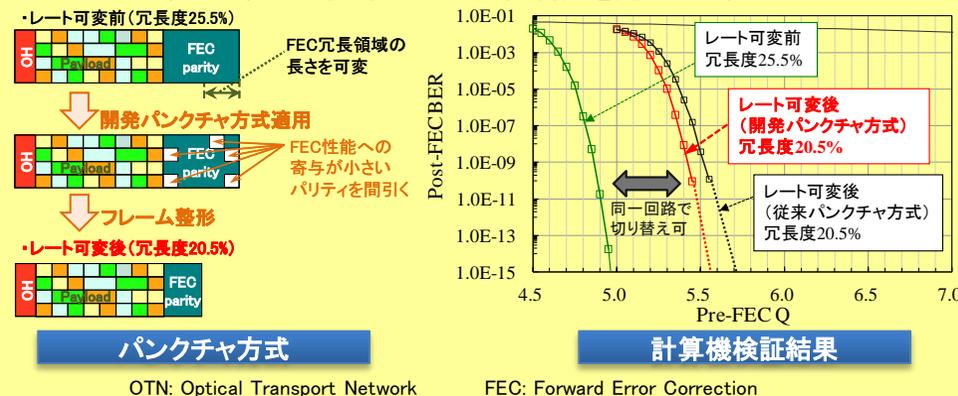
OTN: Optical Transport Network, GMP: Generic Mapping Procedure, ODTU: Optical channel Data Tributary Unit, ODU: Optical-channel Data Unit, TS: Time slot

イ-1-2 可変適応収容技術

適応的に可変するOTN転送フレームの可変パリティ領域に適した誤り訂正符号の構成として選定したパンクチャ方式と行分割方式に対し、実現可能な回路方式の仕様を策定した。

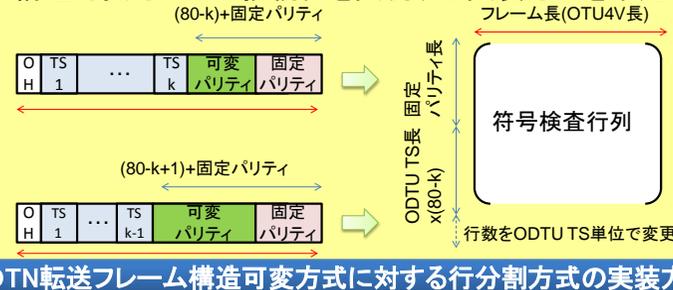
① パンクチャ方式仕様制定

パンクチャ方式の課題である同じ冗長度の符号と比べて性能が低くなる短所に対して、間引くパリティビットの相対的な位置関係に着目し、パンクチャによる他のビットへの影響を符号語全体に分散することで、FEC性能劣化の小さい方式の基本方式設計と回路方式の仕様制定を完了した。



② 行分割方式の実装

誤り訂正の検査行列においては行数がパリティ長に相当するので、行分割方式において行数をODTU TS単位で変更することにより、課題イ-1-1のOTN転送フレーム構造可変方式との接続性を実現する実装方式を策定した。



平成25年度「光トランスペアレント伝送技術(λリーチ)に関する研究開発」 課題Ⅰ「波長／サブ波長適応制御技術に関する研究」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

課題Ⅰ-2 誤り訂正/線形適応等化技術

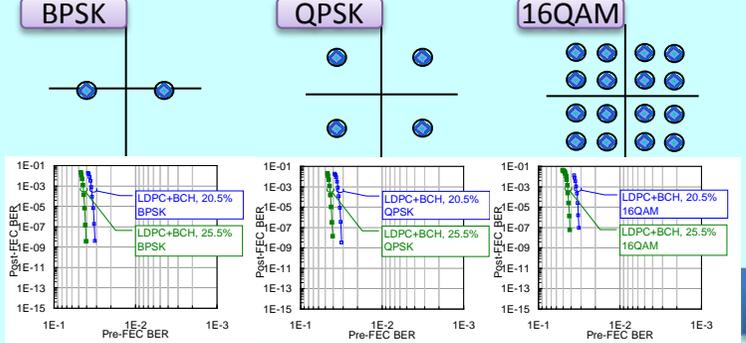
研究開発成果

Ⅰ-2-1 誤り訂正適応等化技術

軟判定誤り訂正符号化／復号化技術および誤り訂正復号部と連携したターボMAP等化技術に関して、その基本方式設計を完了した。また、実証に向けての部分試作を開始するための実現可能な回路方式の仕様を策定した。

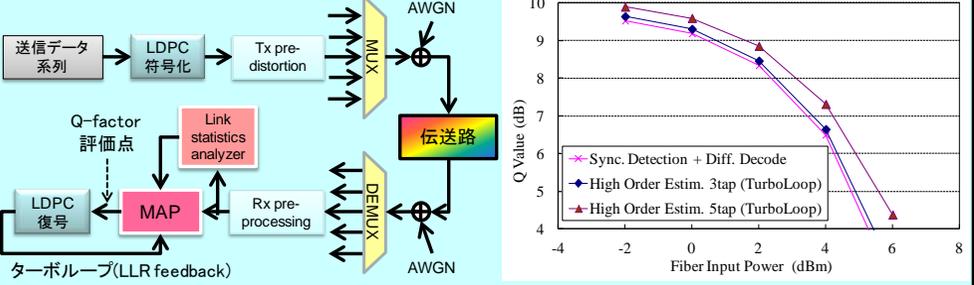
①軟判定誤り訂正技術

課題ア及び課題Ⅰ-2との親和性を考慮した軟判定誤り訂正の計算機性能検証を行い、BPSK/QPSK/16QAMの復号後BER特性がほぼ同等であることを確認した。



②ターボMAP等化技術

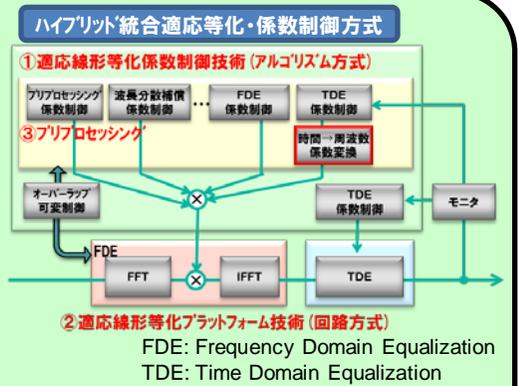
移動窓を用いたMAP推定方式および分数間隔タップによる統計的系列推定方式を開発し、伝送シミュレーションにより、約0.7dBの受信Q値改善効果が得られることを確認した。



LDPC: Low-Density Parity-Check NCG: Net Coding Gain MAP: Maximum A posteriori Probability)

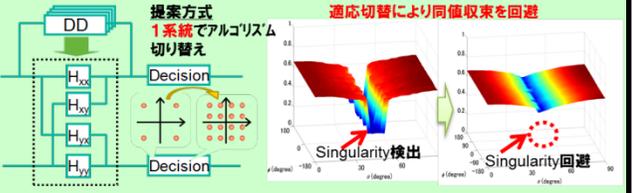
Ⅰ-2-2 適応線形等化技術

適応線形等化技術について、①アルゴリズム方式、②回路方式、および③プリプロセッシング方式に分けて検討を行い、それらを統合的に動作させた際に、最も性能が高い方式としてハイブリッド統合適応等化・係数制御方式を選定し、仕様策定を完了した。



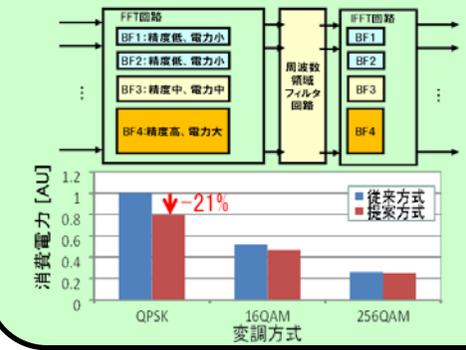
①適応線形等化係数制御技術(アルゴリズム方式)

高処理効率のxQAM用歪補償・分離回路を提案・実証を行い、性能劣化なく回路規模を半減するアルゴリズム方式を選定した。



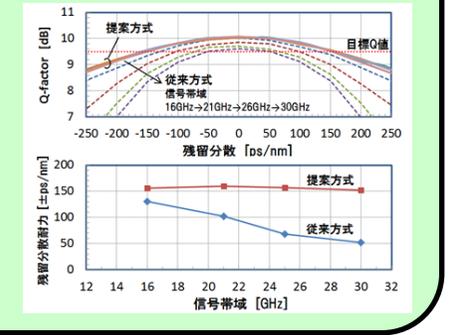
②適応線形等化プラットフォーム技術(回路方式)

複数の波形歪みを単一回路で信号処理する、マルチモード回路方式により、オーバーラップ量制御により約28%、マルチパタフライ回路構成の採用により約21%の電力削減が期待できることを確認した。



③適応線形等化プリプロセッシング技術

環境変動や条件変動に起因するフロントエンドデバイス特性の不安定さを動的に補償するプリプロセッシング技術についてFDEで一括補償する方式を選定し仕様策定を完了した。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
光トランスペアレント伝送技術に関する研究開発課題イ	30 (13)	11 (5)	2 (1)	47 (18)	7 (2)	8 (6)	0 (0)

5. 研究成果発表会等の開催について

(1) 学会発表・表彰

- OECC2013において、「A Study of Rate-Adaptive Forward Error Correction in OTU Framing」など3件を研究成果として発表。
- 電子情報通信学会2013ソサイエティ大会において、「変調方式に応じた適応制御による周波数領域フィルタの低電力化」など5件を研究成果として発表。
- ECOC2013において、「Fully-Blind Cycle Slip Compensation with Time-Interleaved Polarisation Coding in Two Dimensional Phase Domain」を発表。
- OFC2014において「Spectrally-efficient Dual Phase-Conjugate Twin Waves with Orthogonally Multiplexed Quadrature Pulse-shaped Signals」など2件。
- 電子情報通信学会2014総合大会において、「周波数領域等化適応制御による信号帯域最適化手法」「光通信システムにおける空間結合符号」など4件を研究成果として発表

(2) 展示会

- ITU Kaleidoscope conference 2013 Showcase (2013/4/22)にて「World's Best Error-correction Technology for Optical Communication Systems」
- CLEO-PR&OECC/PS 2013にて「R&D of optical transmission technology for transparent metro/access network」
- CEATEC JAPAN 2013にて「世界最高、光通信システム用 誤り訂正技術」
- フットニックネットワークシンポジウム2014にて「光トランスペアレント伝送技術の研究開発(λリーチ)」

6. 今後の研究開発計画

- ・課題イ-1-1 可変粒度バースト信号收容技術 H25年度までの研究成果で得られたOTN転送フレーム構造可変方式アルゴリズムおよびパラメータをもとに、検証システムの試作を実施し、課題イ全体で連携して妥当性の検証を行う。
- ・課題イ-1-2 可変適応收容技術 H25年度までに見出したアルゴリズムおよび基本方式をベースに、可変適応收容技術に関する最終目標である評価システム試作および妥当性検証に向けて、詳細な方式設計を進める。
- ・課題イ-2-1 誤り訂正適応等化技術 H25年度までに見出したアルゴリズムに基づき、本方式が動作する検証システムを試作し、最終目標である妥当性検証に向けて、詳細な方式設計を進める。
- ・課題イ-2-2 適応線形等化技術 H25年度までに策定した適応線形補償を行う処理アルゴリズム方式、回路方式、およびプリプロセッシング方式の仕様に基づき、リアルタイム動作を考慮した統合システム検証系を構築し方式の妥当性を確認する。