

1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : 高精度光周波数・位相同期制御の研究開発
- ◆個別課題名 : 課題A 高精度周波数・位相同期制御技術
- ◆副題 : 周波数利用効率の向上・高速リストラクションを揃って可能とする高コヒーレンシ光源技術
- ◆実施機関 : 三菱電機株式会社、国立大学法人大分大学
- ◆研究開発期間 : 平成26年度～平成29年度 (4年間)
- ◆研究開発予算 : 総額183百万円 (平成28年度45百万円)

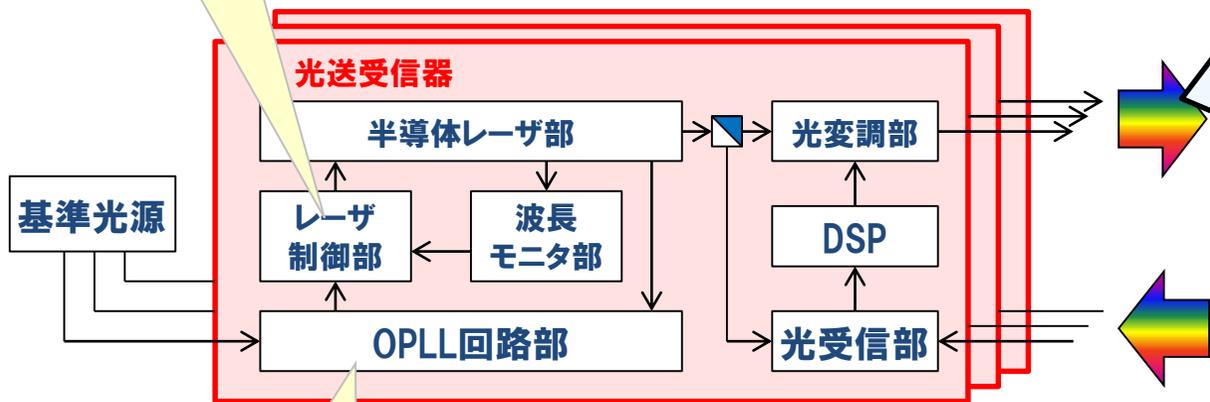
2. 研究開発の目標

・Nyquist Filteringを用いたマルチキャリア光パスネットワークにおいてネットワーク機能性を高めつつスケーラビリティ(パス容量、伝達距離)を向上させるために、周波数利用効率の向上、高速リストラクションを揃って可能とする高精度光周波数・位相同期制御技術の研究開発を行う。

課題A-1 高精度光周波数制御技術の研究開発 (三菱電機)

- ◆ 高精度光周波数安定化制御方式 → **高安定化**
- ◆ スペクトル線幅狭窄方式 → **狭線幅化**
- ◆ 高速光周波数スイッチング制御方式 → **高速周波数切替**

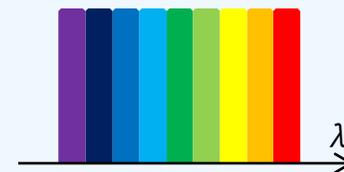
課題A



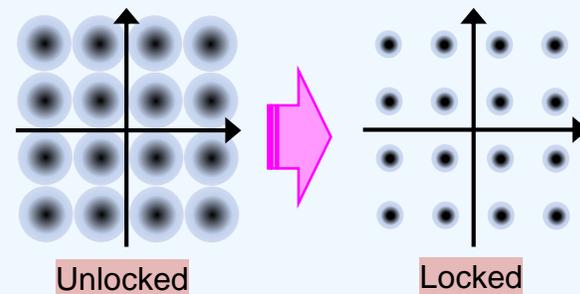
課題A-2 位相同期制御技術の研究開発 (大分大学)

- ◆ Digital Optical Phase Locked Loop 回路方式
- ◆ 外部基準光源を用いたスペクトル線幅狭窄・高精度安定化

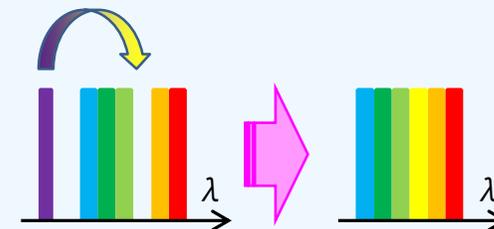
高安定化 ⇒ 稠密配置 (パス容量増大)



狭線幅化 ⇒ SN比向上 (伝送距離延伸)



高速周波数切替 ⇒ 高速リストラクション



3. 研究開発の成果

課題A-1 高精度光周波数制御技術の研究開発 光周波数制御の三位一体動作

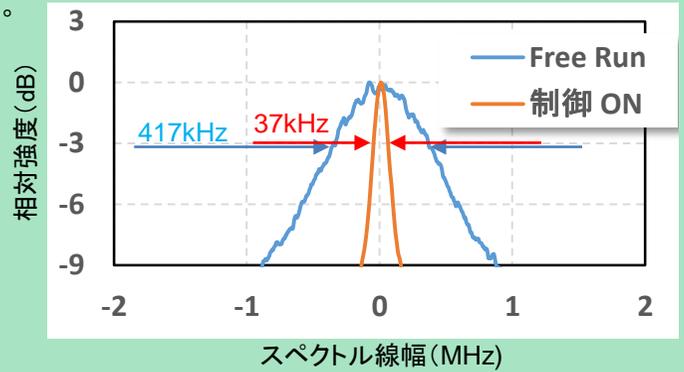
平成27年度までに開発した、高精度光周波数安定化制御、スペクトル線幅狭窄制御、高速周波数スイッチング制御の3つの制御を1つのハードウェアで実現する光源装置のプロトタイプを作製した。
作製した光源装置のプロトタイプを用い、波長安定度100MHz以下、スペクトル線幅100kHz以下、波長切換速度100ms以下を確認し、光周波数制御の三位一体動作を確認した。



光源装置のプロトタイプ

課題A-1 高精度光周波数制御技術の研究開発 光周波数制御の三位一体動作時のスペクトル線幅狭窄

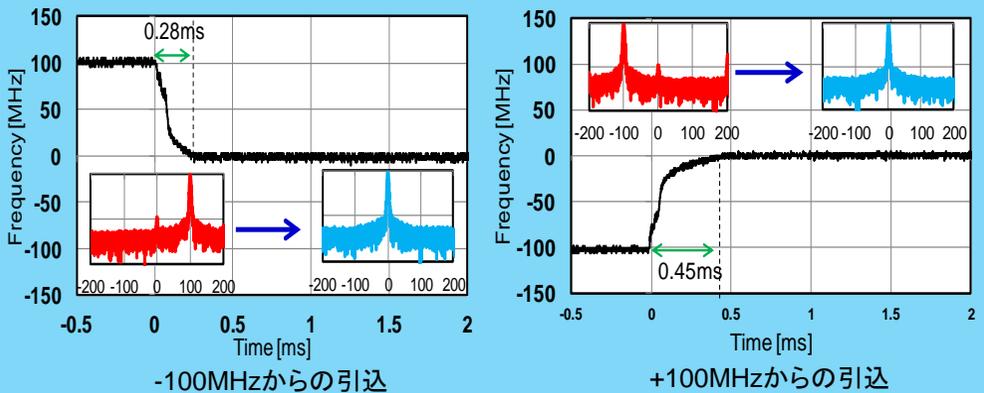
光周波数制御の三位一体動作を実現した光源装置において、スペクトル線幅狭窄化制御の動作を確認した。FreeRun時に417kHzのスペクトル線幅が制御をOnすることで37kHzに狭窄化されることを確認し、三位一体制御でも所望の性能が得られることを確認した。



三位一体制御時のスペクトル線幅狭窄制御効果

課題A-2 位相同期制御技術の研究開発 高速光周波数スイッチング制御方式

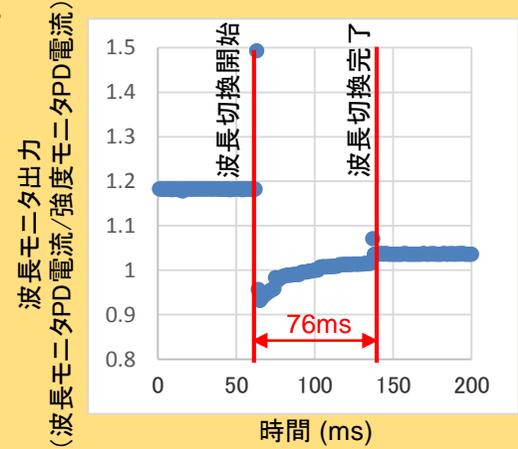
離調範囲±100MHzからのヘテロダイン自動周波数引込に成功した。引込時間7.5ms、引込帯域3MHz、位相雑音2.2degreeを達成した。



Heterodyne OPLLの自動化

課題A-1,A-2連携 外部基準光へのロックからの光周波数スイッチング

課題A-1で試作した光源装置と課題A-2で試作したOPLLボードを連携させて光周波数スイッチング実験を実施。76msでの波長切換を確認し、目標である波長切換速度100ms以下を達成した。



波長周波数スイッチング時の波長モニタ出力

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	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 報道	展示会	標準化提案
光周波数・位相制御光 中継伝送技術に関する 研究開発 課題A	4 (1)	3 (2)	1 (1)	35 (11)	0 (0)	5 (2)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 課題内連携実験

- ・課題A-1で試作した光源装置のプロトタイプと課題A-2で試作したDigital OPLLボードを組み合わせた状態で波長切替実験を行った。
- ・実験は基準光 λ_1 にロックしている状態から、光源装置のマイコンの出力するDigital OPLLの動作要求を一旦切り波長ロックを解除、光源装置として λ_2 でLDが発光する動作パラメータに駆動条件を変更、光源装置のマイコンが再度Digital OPLLの動作要求発出、Digital OPLLが λ_2 にロックする、という波長切替に必要となる一連の動作を行った。
- ・実験の結果76msでの波長切替を確認し、目標である波長切替速度100ms以下を達成した。

(2) 国内外学会発表

- 2016/5/19 “エタロンの多重干渉を用いたビームスキャンデバイスの検討” レーザ・量子エレクトロニクス研究会
- 2016/7/6 “Signal Light Carrier Automatic Phase-Lock Operation to Optical Frequency Grid Comb” OECC2016
- 2016/7/6 “Fast Wavelength Switching of DFB LD” OECC2016
- 2016/8/26 “背面波長モニタを搭載した Micro-ITLA向け 二出力波長チューナブルLDモジュール” レーザ・量子エレクトロニクス研究会
- 2016/11/10 “マイクロコンピュータ制御自動引き込みヘテロダイン位相同期ならびにQPSKホモダイン検波の実証”
電子情報通信学会光通信システム研究会

5. 今後の研究開発計画

研究開発の最終年度であり、課題A-課題B間で連携し各課題で試作したプロト品を持ち寄り光信号の伝送実験を行う。
各者が開発した方式の妥当性を確認すると共に、伝送能力向上を確認してゆく。
また、プロジェクトを通して得られた成果を国内外に研究論文、特許、研究発表を通してアピールしてゆく。