

- **低コスト化可能な安定化制御なしで高安定な光周波数基準発生装置の開発に成功**
- **平成16年2月13日**

独立行政法人通信総合研究所(CRL、理事長:飯田尚志)は、新しい構成の光周波数^{*注}基準発生装置を開発し、超高密度波長多重システムで利用可能な10GHz間隔の基準光120本(光コム)を一括発生させることに成功しました。

今回開発した光周波数基準発生装置は光単側波帯変調器を利用したもので、従来技術に比べ、簡単な構成で安定した出力が得られることが特徴です。この成果はこれまでの多波長光源はシステムが複雑で高コストという常識を覆すものです。

*注:光の周波数のこと。波長と物理的には同義。

<背景>

光通信の分野では大容量化を目指して、多数の光源を利用した波長多重伝送技術に関する研究が精力的に進められています。超高密度波長多重システムでは隣り合う光源の光周波数間隔が狭く、わずかな光周波数のずれが伝送特性の劣化につながります。これに対応するためには、各光源の光周波数確度の向上が不可欠です。これまでに、光周波数確度の高い多波長光源としては、ファイバリングを用いたモードロックレーザ、ファブリペロー光変調器を用いたコム発生器などが提案されています。これらの光源では各成分で位相関係と光周波数間隔が高い確度で一定となりますが、光が周回する部分の長さの高精度な安定化が必要で、システムが複雑になり低コスト化が困難という問題がありました。

<本研究成果の概要>

CRLでは光周回部分の長さの安定化が不要な基準光源として、光単側波帯変調器を用いたファイバループの開発を進めてきました。

光単側波帯変調器は光周波数をシフトする機能を持ちます。光がグループ内を周回するごとに異なる光周波数成分が順次発生するというものです。従来の基準光源では各成分の位相状態が変動すると、出力光スペクトルも不安定になるという欠点があり、この安定化が重要な課題でしたが、今回開発した基準光源では、位相の安定化が不要です。10GHzの周波数間隔で120本の基準光の発生を安定化制御なしで実現しました。この成果はこれまでのファイバループを用いた多波長光源の常識を覆すものであり、大幅な低コストでの多波長光源の実現を可能にするものです。

<今後の展開>

今回、開発した光周波数基準発生装置はCRLのライセンス供与を受けて株式会社アルネアラボラトリより販売が開始される予定です。今後、さらにコンパクトかつ安価な基準光源を目指して、小型化・高性能化を目指してまいります。

なお、関連研究を3月22日から25日まで東京工業大学大岡山キャンパスで開催される電子情報通信学会総合大会にて発表する予定です。

<連絡先>

基礎先端部門光情報技術グループ

川西 哲也

Tel 042-327-7490

Fax 042-327-7938

多波長光源は波長多重伝送システム用光源や計測用基準光源として期待され、様々なタイプのもものが提案されています。多数のレーザーダイオードを集積化したものや、ファイバの非線形を利用したスーパーコンティニウム光源、ファイバリングを用いたモードロックレーザ、ファブリペロー光変調器を用いたコム発生器などが挙げられます。

集積化半導体レーザでは各波長成分の位相関係は不定で、波長確度は各レーザユニットの安定度に依存しており、波長間隔精度向上には波長ロックなどを用いる必要があります。モードロックレーザ、ファブリペロー光変調器では各波長成分で位相関係は確定しており、また、波長間隔も高い確度で一定ですが、光路長の安定化が必要であり、システムが複雑になるという問題があります。スーパーコンティニウム光源においても、元になる光を発生させるのにモードロックレーザを用いる必要があります、この部分の安定化が重要です。一方、多波長光源を光周波数基準として用いる場合、位相関係の確定は必須ではありません。我々のグループでは位相関係は不定であるものの、波長間隔の確度が極めて高く、複雑な安定化制御が不要な光単側波帯(SSB)変調器を用いた光コム発生装置の開発を進めています(図1,2参照)。

この構成は光パケットシステムのための可変ディレイとしても用いることが可能なものです。光SSB変調器を持つファイバープからなり、光がループ内を巡回するごとに変調器で順次、波長がシフトし、光コムが生成されます。光SSB変調器では入力光成分は抑圧され、波長がシフトした成分のみが出力されるので、同一波長成分の巡回による発振は起こりません。これにより、光路長の安定化は必須ではなく、簡単な構成で安定動作が可能というのが大きな特長です。各波長成分間の位相関係は光路長の変動に伴って緩やかに変化しますが、波長間隔は変調器に供給する電気信号の周波数の確度によってきまるので、極めて正確な相対波長精度を持った多波長光源が実現できます。

図3に開発したコム発生装置の出力光スペクトルを示します。入力光は波長1550nm、強度1mWで、光SSB変調器に供給した電気信号の周波数は10GHzです。フッ化物EDFを用いた光アンプをループ内に設けて光SSB変調器での波長変換に伴う光損失を補償しています。図3に示しますように、波長間隔は10GHzに対応して0.08nmで、120回以上の周回に成功し、約10nmの範囲にわたってコム発生が確認できました。

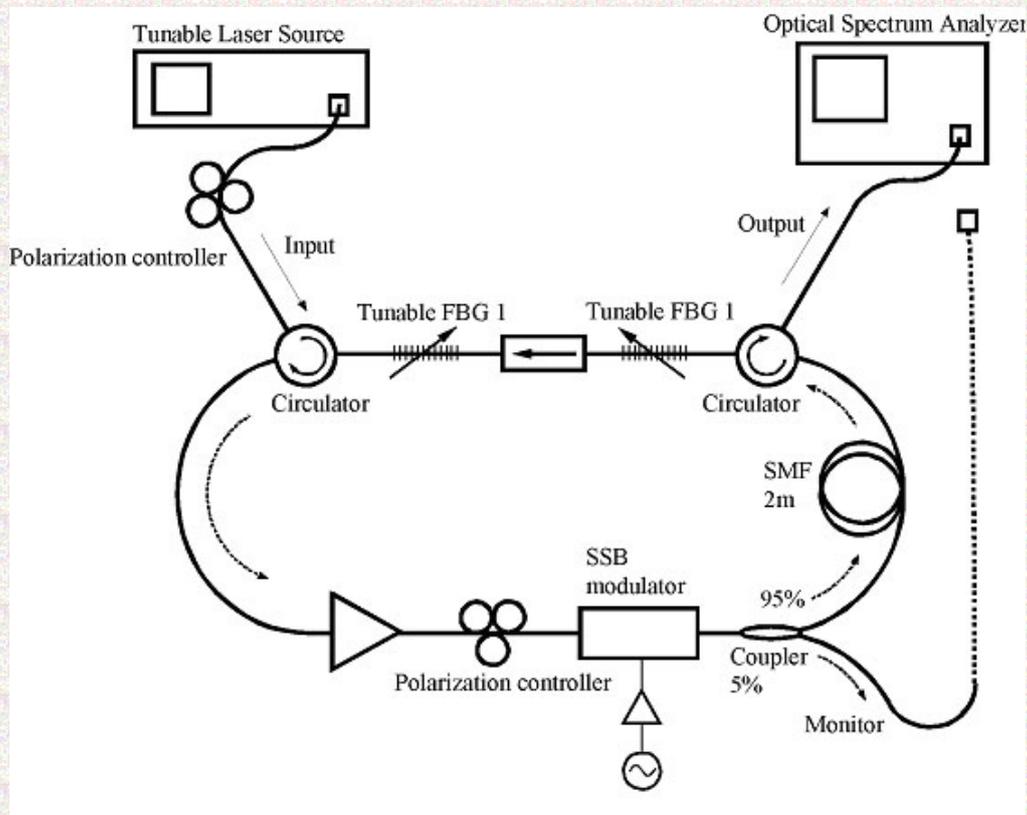


図1:光SSB変調器を用いた光周波数基準発生装置の構成

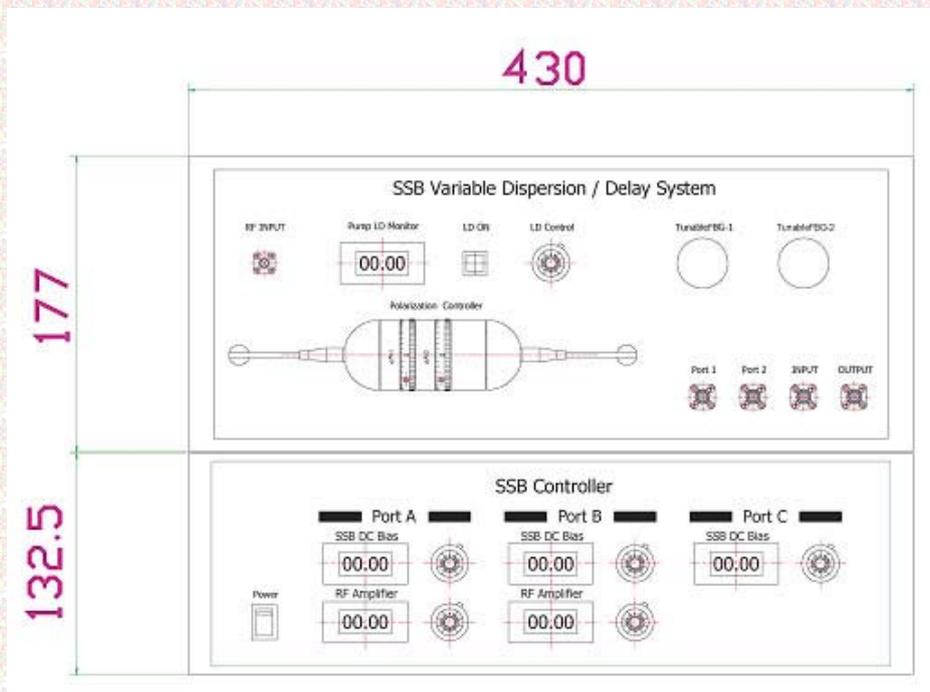


図2: 光周波数基準発生装置外観

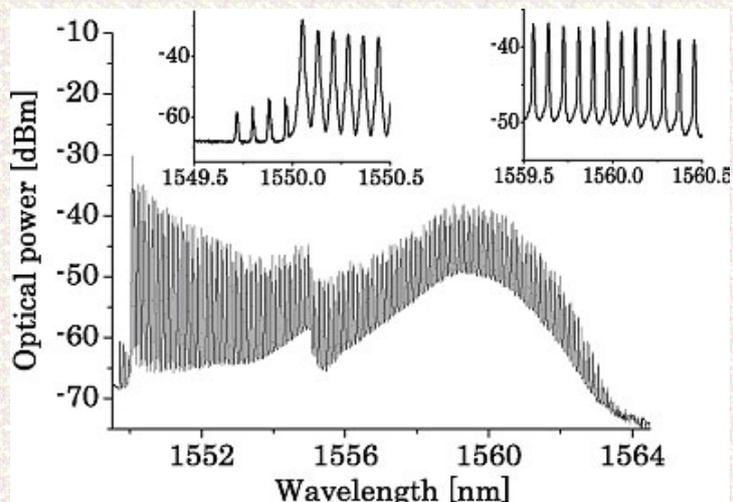


図3: 出力光スペクトル

<用語説明>

・光周波数

光の振動の回数のこと、波長で光を特徴づけるのと物理的には同義である。従来、波としての長さに着目して波長で光を区別することが多かったが、光通信の分野ではその利便性から周波数で表現することが多くなっている。

・光コム

同じ光周波数間隔を持つ多数の周波数成分からなる光のこと。横軸を周波数にとって光出力をグラフにすると櫛(コム)のように見えるためにこう呼ばれる。光周波数間隔が非常に精密なものが得られるので、これを基準に未知の光源の光周波数を測定することができる。これは、ものの長さを測るときにもの差しにある櫛状の目盛りを基準に長さを測るのと同様の手順である。

・光単側波帯(SSB)変調器

加える電気信号に応じて光周波数を変化させるデバイス。出力には入力光よりも光周波数が高い方のシフトした成分、または、低い方にシフトした成分が含まれる。シフト量は電気信号の周波数と一致する。