

## 論文の内容の要旨

論文題目 単一モード光ファイバ中におけるスーパーコンティニウム光発生に関する研究

氏名 森 邦彦

デジタルコヒーレントの時代を迎え、(1) 波長多重に使用される膨大な数の光キャリアの需要、(2) 光キャリアに対する低雑音性かつ高コヒーレンス性への要求、および(3) 光キャリアの高精度な光周波数管理への要求に対する基盤技術の研究開発が急務となっている。スーパーコンティニウム (SC) 光発生現象は単一で大量の光キャリアを発生可能な光源手段である。1994 年に盛岡らは単一モード光ファイバを用いて、ピーク強度数  $W$  の種光パルスで効率よく繰返し周波数 GHz 以上の SC 光を発生し、これが光通信用波長帯における伝送に使用可能な品質であることを実験的に示し、通信用 SC 光源という新しい研究領域を拓いた。しかし、以下の課題が未解決であった。すなわち、(1) 広帯域かつ平坦・平滑な SC 光スペクトルの発生原理が未解明、(2) 単一モード光ファイバを用いた SC 光源の定量的な設計方法が未確立、および (3) SC 光発生における雑音メカニズムが未解明であったため、優れた雑音特性を実現するための設計指針が未確立であった。

本研究ではこれらの課題を解決するため、シミュレーションおよび実験を通して網羅的な調査を実施し、以下の結果を得た。すなわち、(1) 広帯域かつ平坦・平滑な SC 光スペクトルの発生条件をシミュレーション解析によって明らかにした。さらに、盛岡らが報告した SC 光スペクトルが分散減少・凸型分散ファイバによって発生されることを示し、このファイバ中における SC 光の発生機構を明らかにした。(2) SC 光発生に関与する種パルス光と SC ファイバのパラメータの相互関係を、伝搬方程式から導出した規格化パラメータを用いて明らかにし、SC 光の特性はこの規格化パラメータによって一意に決定されるという重要な性質、スケーリング則を発見した。上記規格化パラメータを活用して、分散減少・凸型分散ファイバおよび分散一定・正常分散ファイバを用いた SC 光源の定量的な設計指針を確立した。(3) SC 光の雑音特性を理論的・実験的に調査し雑音発生メカニズムを明らかにした。これに基づき、SC 光を用いた低雑音光パルスの発生のための設計指針の原則を示し、波長多重伝送への応用時における SC 光源の一般的な設計指針を明らかにした。さらに、種光源への注入同期および縦モード間の雑音光の抑圧による SC 光源の雑音特性の改善方法を提案し、その有効性を実証した。(4) 分散一定・正常分散ファイバ中の SC 光発生において2段階の自己位相変調過程が起きることを発見し、波長多重用光源として好適な SC 光発生の条件は、第1の自己位相変調の影響をほとんど受けることなく第2の自己位相変調過程によって発生する条件であることを明らかにした。(5) SC 光の以下の諸特性について改善方法を検討しその有効性を確認した。すなわち、(a) マルチキャリア光発生に関わる SC 光のコヒーレンスの特性とその劣化機構について調査した。さらに、コヒーレンスが改善方法を提案し、その有効性を確認した。(b) SC 光のスペクトル密度またはマルチキャリア SC 光に含まれる個々の光キャリア強度を増大させるための方法を検討した。(c) マルチキャリア SC 光に含まれる各キャリアの光周波数を安定化するための方法を実験的に検討しその有効性を確認した。(d) 分散減少・凸型分散ファイバを用いた SC 光発生における、種光パルスのパラメータの最適化によるスペクトルピークの抑圧方法を提案し、その有効性を確認した。(6) SC 光の超大容量光通信および超広帯域・高分解能光計測への応用展開を実験的に検討した。光通信については、スペクトルスライス方式および光マルチキャリア方式の両方式への有効性を実験的に確認した。光計測については、超広帯域光フィルタおよび単一モードファイバの光学的特性の評価への有効性を確認した。