

工学博士大越孝敬君の「コヒーレント光ファイバ通信に関する

研究」に対する授賞審査要旨

大越孝敬君は、マイクロ波および光波工学の広範な研究領域で、国際的に知られた数多くのすぐれた業績を挙げ、来た。本推薦は、それらのうちで特に、同君が一九七九年に世界に先がけて提唱し、自らの創意で多くの技術的障害を解決してその実現可能性を明示し、今日の研究の世界的潮流を創出したことで知られている「コヒーレント光ファイバ通信」の研究を対象とするものである。

今日、光ファイバ通信で広く実用されている変調・復調方式は、強度変調・直接検波方式である。この方式は、いわば「雑音搬送波通信」であり、電波通信の歴史にたとえればマルコニー時代の通信方式に相当する。したがってシステムが簡便・安価である反面、理論限界（ショット雑音限界）よりはるかに低い受信感度しか実現できない欠点を持つ。また多くの信号を同時に伝送する「周波数多重方式」を用いることができない。これに対し電波通信では、一九三〇年代以来、電磁波の位相情報まで利用するコヒーレント変復調方式と、信号の周波数スペクトルを変換するヘテロダイン受信方式を用いる「コヒーレント／ヘテロダイン方式」によって、高い受信感度と周波数選択度を実現してきた。

しかし、半導体レーザを用いる光ファイバ通信では、電波の場合と異なり、発振源の周波数が通常数 100 MHz 以

上も容易に変動する。そのスペクトル線幅も通常 100 MHz 以上に及ぶ。更にまた、光ファイバ内の偏波状態はきわめて不安定である。これらの理由で、コヒーレント/ヘテロダイン光ファイバ通信（以下、慣例に従って「コヒーレント光ファイバ通信」と呼ぶ）は、安定性の点で事実上不可能と考えられ、一九七〇年代を通して可能性の議論さえ行われたことがなかった。

このような情勢のなかで大越君は、技術の遠い将来まで考えれば上記の困難は必ず解決されるべきもの、との考えに至り、一九七八年からコヒーレント光ファイバ通信の可能性を追求した。まず予備的解析を行い、コヒーレント化によって大幅な受信感度の改善（10〜20 dB）とそれに伴う中継器間隔の延長（100 km 以上に及ぶ）、狭周波数間隔 FDM（周波数多重）とそれによる超広帯域通信網の実現、など、革命的な性能向上が期待できることを主張した（一九七九年）。次に特殊な半導体レーザー用周波数自動制御方式を開発して、周波数ゆらぎをまず 5 MHz/hour まで（一九八〇年）、更に 1 MHz/s 程度まで（一九八一年）安定化することに成功した。又そのスペクトル線幅については、当初その高分解能測定法が存在しなかったため、まずレーザーのスペクトル分布の新しい測定法（「遅延自己ヘテロダイン法」と呼ばれ、今日世界中の通信研究所で用いられている）を発明・開発した（一九八〇年）。次にそれを用いて光フィードバックによる線幅狭窄化手法を研究し、その理論を確立し、実験的にも線幅を 100 kHz 程度まで狭め得ることを示した（一九八二年）。また光ファイバ内の偏波保持の為に絶対単一偏波ファイバの概念を提唱し（一九七九年）、偏波ゆらぎの問題が十分に解決可能であることを示した。更にそれらの成果にもとづき、コヒーレント光ファイバ通信システムの世界最初の伝送特性測定を報告した（一九八一年）。

大越君は、これら初期の成果を一九八〇年以降毎年の国際会議に報告した他、国内および先進諸国の有力通信研究所において数多くの講演を行い、光通信のコヒーレント化をはばむ困難は解決可能であり、将来へ向けてコヒーレント化の研究を推進すべきことを説いた。その結果、コヒーレント光ファイバ通信の研究は全世界で次第に活発化し、世界の光通信研究の最大のトピックにまで発展してきた。これまでに全世界から一〇〇件以上に及ぶシステム実験、また日・米・英から既に九件の現場実験が報告されており、実用回線への採用も間近い。一九九〇年には 364 km の無中継伝送実験、および最近発展が著しい光ファイバ増幅器を光中継器として用いた 2200 km の伝送実験も報告されている。これらはいずれもコヒーレント方式の卓越性を示す記録であり、いまや二二世紀には電波通信と同じく光通信においても、コヒーレント方式が主流になると考えられている。

同君は、上記の初期の研究の後も精力的な研究をつづけ、その成果を約一〇〇篇の英文論文に発表した。それらの中には、ヘテロダイン受信感度のはじめの厳密な解析（一九八二年）、偏波保持の為の非軸対称光ファイバ構造の提案（一九八二年）、偏波ダイバーシティ受信機の発明（一九八三年）、二種類の偏波制御デバイスの発明（一九八五年）、位相・偏波二重ダイバーシティ光受信機の発明（一九八七年）、二段階位相ダイバーシティ方式の発明（一九八九年）など、今日でも世界中の専門家によって広く引用される独創的な論文が多数含まれている。

なお大越君は、これまでに一四篇の専門書を著作しているが、それらのうち本研究に直接関係するものに「Coherent Optical Fiber Communications」(Kluwer/KTK、一九八八年)、「コヒーレント光通信工学」(オーム社、一九八九年)があり、また一部が関係するものは「Optical Fibers」(Academic Press、一九八二年)、「光ファイ

バ」(オーム社、一九八三年)がある。これらは国内外の専門家の必携書とされ、本分野の進歩に多大の貢献を果たした。

同君は、これまでに多くの学術賞を受賞しているが、本研究に直接関連する受賞としては、電子情報通信学会から業績賞二回、著述賞二回を、米国電気電子学会(IEEE)から「コヒーレント光ファイバ通信研究への指導的・先駆的貢献」に対して同学会の最高位の業績賞とされているリープマン記念賞(一九八九年)を、また藤原科学財団から藤原賞(一九九一年)を受けている。

一、主要著書

英文著書(単名著書および少数(一名)の共著者による共著書): 四篇

T. Okoshi: Three-Dimensional Imaging Techniques, Academic Press, 1976

T. Okoshi: Optical Fibers, Academic Press, 1982

T. Okoshi: Planar Circuits, Springer Verlag, 1985

T. Okoshi, K. Kikuchi: Coherent Optical Fiber Communications, KTK/Kluwer, 1988

英文著書(三名以上の共著者による共著書): 六篇(省略)

和文著書(単名著書および二名までの共著者による共著書): 下記を含め一四篇

大越孝敬 三次元画像工学 産業図書 一九七二年

大越孝敬・三好日六 平面回路 オーム社 一九七五年

大越孝敬 基礎電子工学 電気学会 一九七六年

- 大越孝敬 ホログラフィ 電子情報通信学会 一九七七年
 大越孝敬・岡本勝就・保立和夫 光ファイバの基礎 オーム社 一九七七年
 大越孝敬 光エレクトロニクス 電子情報通信学会 一九八二年
 大越孝敬・岡本勝就・保立和夫 光ファイバ オーム社 一九八三年
 大越孝敬・菊池和朗 コヒーレント光通信工学 オーム社 一九八九年
 大越孝敬 三次元画像工学 朝倉書店 一九九一年
 和文著書（三名以上の共著者による共著書）：三〇篇（省略）

一、主要発表論文

英文学会誌論文：下記を含む一〇九篇

- T. Okoshi : An improved design theory of a magnetron-injection gun, IEEE Trans. on ED, Vol. ED-11, No. 7, pp. 349 - 356, July 1964
 T. Okoshi : Optimum design and depth resolution of lens-sheet and projection-type three-dimensional displays, Applied Optics, Vol. 10, No. 10, pp. 2284 - 2291, October 1971
 T. Okoshi, E. Chiu, S. Matsuki : The tilted electric field soft-landing collector and its application to a traveling-wave tube, IEEE Trans. on ED, Vol. ED-19, No. 1, pp. 104 - 110, January 1972
 T. Okoshi, T. Miyoshi : The planar circuit—an approach to microwave integrated circuitry, IEEE Trans. on MTT, Vol. MTT-20, No. 4, pp. 245 - 252, April 1972
 T. Okoshi, K. Oshima : Three-dimensional imaging from a unidirectional hologram, Applied Optics, Vol. 15, No. 4, pp. 1023 - 1024, April 1976

- K. Okamoto, T. Okoshi : Computer-aided synthesis of the optimum refractive-index profile for a multi-mode fiber, *IEEE Trans. on MTT*, Vol. MTT-25, No. 3, pp. 213–221, March 1977
- T. Okoshi, K. Kikuchi : Frequency-stabilization of semiconductor lasers for heterodyne-type optical communication system, *Electronics Letters*, Vol. 18, No. 5, pp. 179–181, Feb. 28, 1980
- T. Okoshi : Three-dimensional displays (Invited), *Proc. IEEE*, Vol. 68, No. 5, pp. 548–564, May 1980
- T. Okoshi, T. Imai, K. Itoh : Computer-oriented synthesis of optimum circuit pattern of 3-dB hybrid, *IEEE Trans. on MTT*, Vol. MTT-29, No. 3, pp. 194–202, March 1981
- T. Okoshi, K. Emura et al. : Computation of bit-error rate of various heterodyne and coherent-type optical communication schemes, *Jour. of Optical Communications*, Vol. 2, No. 2, pp. 89–96, Sept. 1981
- K. Kikuchi, T. Okoshi, J. Kitano : Measurement of bit-error rate of heterodyne-type optical communication system, *IEEE Jour. of QE*, Vol. QE-17, No. 12, pp. 69–70, Dec. 1981
- T. Okoshi : Heterodyne and coherent optical fiber communications (Invited), *IEEE Trans. on MTT*, Vol. MTT-30, pp. 1138–1149, Aug. 1982
- T. Okoshi, K. Oyama et al. : Side-tunnel fiber : an approach to polarization-maintaining optical waveguiding scheme, *Electronics Letters*, Vol. 18, No. 19, pp. 824–826, Sept. 16, 1982
- T. Okoshi : A planar chart equivalent to Poincaré sphere for expressing state-of-polarization of light, *IEEE/OSA Journal of LT*, Vol. LT-4, No. 9, pp. 1367–1372, Sept. 1986
- T. Okoshi, Y. H. Cheng : Four-port homodyne receiver for optical fibre communications comparing phase and polarization diversities, *Electronics Letters*, Vol. 23, No. 8, pp. 377–378, April 9, 1987
- T. Okoshi, S. Yamashita : Double-stage phase-diversity (DPSD) coherent optical receiver : Analysis and

experimental confirmation of the principle, IEEE/OSA Jour. of LT, Vol. 8, No. 3, pp. 376–384, March 1990

S. Yamashita, T. Okoshi : Double-stage phase diversity (DSPD) scheme for coherent optical fiber communications, Electronics and Communications in Japan, Vol. 74, No. 8, pp. 50–61, August 1991