

# 技術紹介

## 11 パッケージ長さの非常に短い光ファイバカブラの開発

### Development of Extra Short Package Fiber Couplers

武田 光善 Teruyoshi Takeda 光デバイス推進部 技術グループ  
佐々木 弘之 Hiroyuki Sasaki 光デバイス推進部 技術グループ エキスパート

キーワード： 光ファイバカブラ、融着延伸

Keywords : Fiber optic coupler, fused taper

#### 要旨

融着延伸型の光ファイバカブラは市場に投入されて久しく、数々の市場要求に対応してきた光製品のひとつです。ブロードバンド通信が普及されるに従って、光ファイバカブラに対する低価格要求も一段と厳しくなっていますが、同時に装置に対する実装性の良い小型化要求も強くなっております。航空電子では長年光ファイバカブラの開発、生産を行ってききましたが、今回この新しい市場要求に答えるべく、新たに従来までの短尺光ファイバカブラよりも更に短いパッケージ長さの光ファイバカブラの開発を行いました。その結果、パッケージ長さが従来までの約半分となり非常に短い短尺光ファイバカブラが実現され、性能も大変良好なものとなりました。

#### SUMMARY

It has passed a long time since the fused taper type optical coupler was introduced to the market and it is one of our optical products responding to a variety of market needs. Along with the diffusion of broadband communications, severe price down requirement has been imposed on the optical fiber coupler and, at the same time, there is increasing demand for smaller and easy-to-mount coupler. JAE has been engaged in development and production of the optical fiber coupler for a long time. Responding to the new market demand, we have developed the extra short package fiber coupler, which is far shorter in length than conventional short package type. We realized the coupler with half in length compared to the conventional one and its performance proved to be very good.

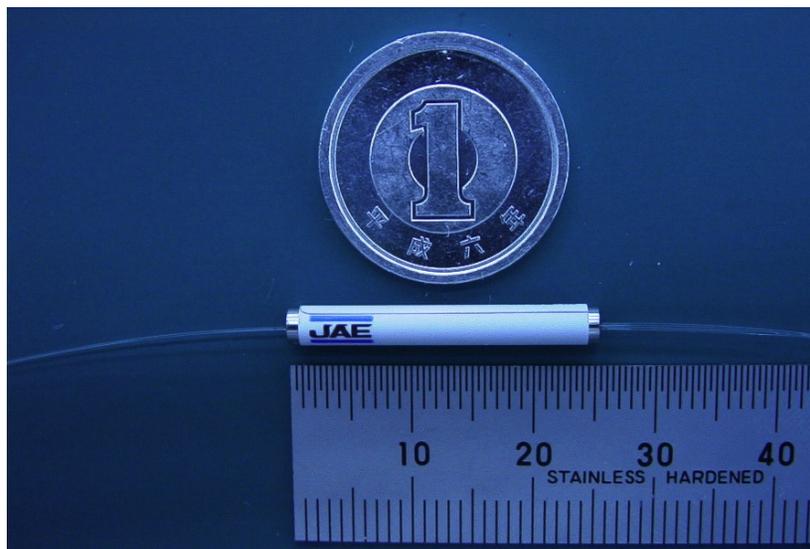


写真1 短尺光ファイバカブラの外観

# 1 まえがき

当社の光ファイバカブラを小誌にはじめて発表したのは1988年でした<sup>1)</sup>。それ以来何度か小誌に新技術を発表してきました<sup>2) 3) 4) 5)</sup>。これらの発表を通してみると、当社の光ファイバカブラに関する製品コンセプトは、“実装性に優れた高機能の製品を提供する”ことにあります。

このようなコンセプトの基に既に開発してきた光ファイバカブラは、以下の製品（詳細は図1参照）となります。

- (1) 複数のカブラを有機的につなげてひとつのパッケージに実装した複合カブラ<sup>4)</sup>
- (2) 複数のカブラを従来までの大きさに高密度に実装した高集積カブラ<sup>5)</sup>

これらの優れた実装性を持つ光ファイバカブラを踏まえてパッケージ長さの非常に短い光ファイバカブラを開発しました。

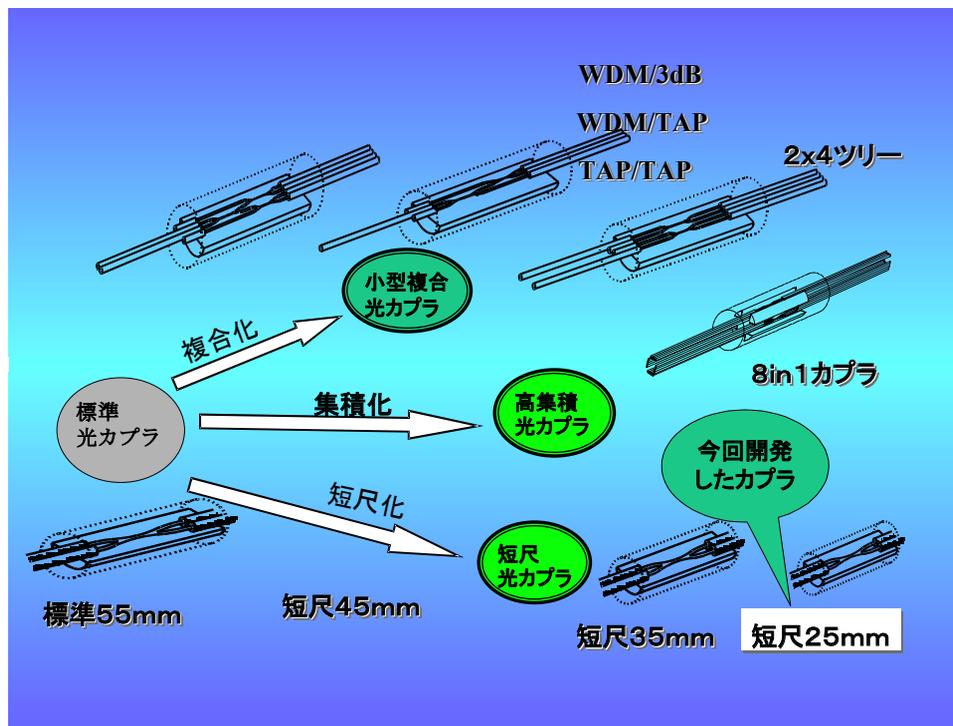


図1 J A E 光ファイバカブラの製品展開

## 2 開発コンセプト

融着延伸型の光ファイバカブラは、他の光デバイスと比較するとパッケージの体積は小さいが長さが長いという短所があります。他の光デバイスがこれまでに小型化が実現されてくるにつれて、光ファイバカブラのパッケージの長さも短くしたいという要求も近年特にクローズアップされてきています。

当社が既に保有している技術として、2つの光ファイバカブラをつないで1つのパッケージに収納した複合光ファイバカブラがあります<sup>4)</sup>。単に2つの光ファイバカブラをつないで実現した場合には、通常の長さのカブラを用いるとそのパッケージ長さは約100mmになってしまいますが、航空電子の複合光ファイバカブラは、約60mmで実現しています。これは1つ1つの光ファイバカブラの長さに換算すると約30mmの長さのパッケージを持つ光ファイバカブラに相当します。すなわち当社の複合光ファイバカブラを実現してきた技術を使えば、約30mmの長さの光ファイバカブラが既に実現できていたこととなります。

今回開発した短尺光ファイバカブラは、この保有している短尺化技術を更に改良してこれまでより更に短尺な光ファイバカブラを開発することです。

さらに航空電子の光ファイバカブラの特徴は、光ファイバカブラのパッケージ部分（通常は金属管部分）の両端に施されている封止用接着剤がこの金属部分の内部にあることです。一般的な光ファイバカブラによく見られるのは、この封止用接着剤は金属管の外に出ています。従って光ファイバカブラの最も長い部分の長さ（実装を制約する部分の長さ）は、一般的な光ファイバカブラと比較して航空電子の光ファイバカブラよりも長くなります。この封止用接着剤を含んでパッケージの長さが、約25mmとなる光ファイバカブラを目標として開発を行いました。このパッケージ長さが実現できれば、（ $\phi 125 \mu\text{m}$ 光ファイバを用いた光ファイバカブラとしては）最も短い光ファイバカブラが実現されることとなります。

### 3 実現するための技術

以下に今回開発した短尺光ファイバカプラを実現するために開発した技術の概要を述べます。

融着延伸型の光ファイバカプラのパッケージが長くなる原因は、その製造方法に起因するものであり、光ファイバの長手方向に光ファイバを加熱延伸させて製造されるためです。従って短尺化を実現するためには、新たな技術開発によって延伸部分をできるだけ短くすることが必要となります。

但し延伸部分をただ単に短くすると光学性能が劣化し易くなります。具体的には例えば挿入損失波長依存性（以下単に波長依存性という）や挿入損失偏光依存性（以下 PDL という）が大きくなり易くなります。この課題を解決するための手段と技術を以下の表 1 に整理します。

これらの技術を用いて従来までの光ファイバカプラのパッケージ長さよりも大幅に短い光ファイバカプラを実現することができました。この実現した光ファイバカプラのパッケージ長さは、従来までの一般的な光ファイバカプラのパッケージ長さ（およそ 50 mm 前後）に対して、およそ半分（約 25 mm）の長さで実現することができました。

表 1 開発課題と解決するための技術

| 開発課題  | 解決手段                   | 基本となる<br>現有技術 | 解決するための技術  |
|---|------------------------|---------------|------------|
| 延伸長が短くなると光学的な結合長も短くなるため、光学性能が劣化し易くなる。これを防ぐことが課題 | 延伸長を短くしても光学的な結合長を短くしない | 複合カプラの延伸技術    | 延伸条件の最適化   |
|   |                        |               | 加熱領域を小さくする |
|   |                        |               | 加熱温度を高くする  |

## 4 試作結果

今回開発した短尺光ファイバカプラの試作、評価結果を以下の表 2 に紹介します。  
今回試作した光ファイバカプラは、14dB カプラとしました。

表 2 試作結果

| サンプル<br>No. | 挿入損失 [dB]     |               | PDL[dB]       |               | 波長依存性 [dB]         |               | パッケージ長さ<br>[mm] |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------|
|             | 測定波長 : 1550nm |               | 測定波長 : 1550nm |               | 測定波長 : 1550 ± 25nm |               |                 |
|             | ポート1→<br>ポート2 | ポート1→<br>ポート3 | ポート1→<br>ポート2 | ポート1→<br>ポート3 | ポート1→<br>ポート2      | ポート1→<br>ポート3 |                 |
| 規格          | 0.4 ± 0.2     | 13 ± 1        | 0.15          | 0.2           | 0.25               | 0.5           | 25              |
| 1           | 0.34          | 13.40         | 0.06          | 0.11          | 0.10               | 0.20          | 25              |
| 2           | 0.44          | 13.27         | 0.03          | 0.08          | 0.11               | 0.03          | 25              |
| 3           | 0.53          | 13.17         | 0.03          | 0.11          | 0.11               | 0.14          | 25              |
| 4           | 0.35          | 13.67         | 0.04          | 0.15          | 0.10               | 0.05          | 25              |
| 5           | 0.47          | 13.56         | 0.06          | 0.09          | 0.10               | 0.16          | 25              |
| 6           | 0.45          | 13.73         | 0.07          | 0.12          | 0.07               | 0.05          | 25              |
| 7           | 0.39          | 13.55         | 0.04          | 0.14          | 0.11               | 0.14          | 25              |
| 8           | 0.39          | 13.42         | 0.07          | 0.11          | 0.12               | 0.13          | 25              |
| 9           | 0.47          | 13.08         | 0.04          | 0.08          | 0.04               | 0.24          | 25              |
| 10          | 0.39          | 13.38         | 0.04          | 0.06          | 0.06               | 0.36          | 25              |
| 11          | 0.46          | 13.46         | 0.07          | 0.08          | 0.10               | 0.04          | 25              |
| 12          | 0.39          | 13.48         | 0.04          | 0.11          | 0.11               | 0.14          | 25              |
| 13          | 0.42          | 13.84         | 0.07          | 0.09          | 0.05               | 0.10          | 25              |
| 平均          | 0.43          | 13.43         | 0.05          | 0.11          | 0.10               | 0.13          |                 |
| 標準偏差        | 0.059         | 0.208         | 0.015         | 0.023         | 0.024              | 0.066         |                 |

以上の通り今回開発した短尺光ファイバカプラのパッケージの長さは、ほぼ半分の長さで実現ができました。更に既に述べたように一般には延伸長を短くすると波長依存性、PDL が劣化することが考えられますが、以上の通り従来までの光ファイバカプラ同様に非常に良好な性能が得られています。これらをグラフで整理した結果を図 2 から図 4 に示します。

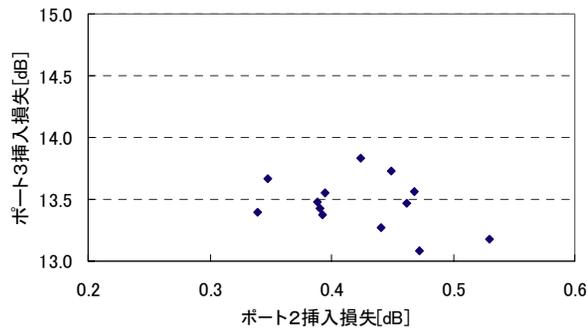


図2 挿入損失分布

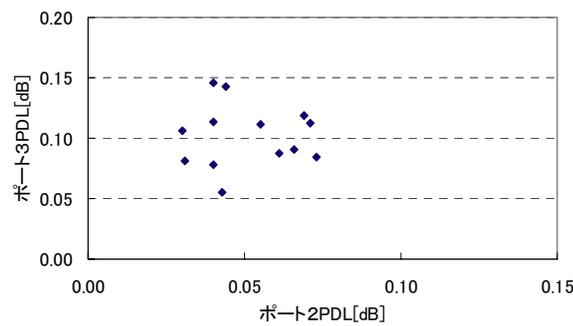


図3 PDL 分布

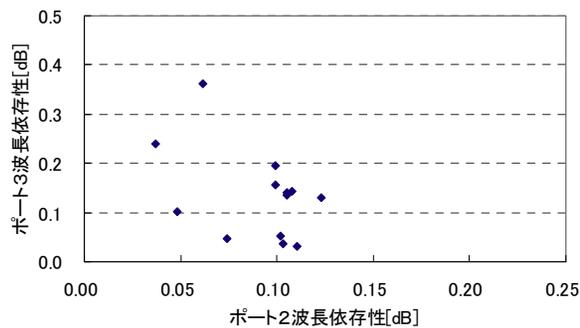


図4 波長依存性分布

グラフは、それぞれの光学性能について、X軸にポート2の性能をとりY軸にポート3の性能をとってあります。また各軸の最大値は一般的として設定した仕様を取りました。従ってこのグラフは、各光学性能のポート間での分布をあらわしております。

図3からPDLは、ポート3側がポート2側よりも大きめになり、同様に図4から波長依存性もポート3側が、ポート2側よりも大きめになっています。これはポート3が、分岐比95：5%の5%側のポートであるため、挿入損失の変動としてはポート2よりも大きく現れるためです。

## 5 むすび

以上述べてきたとおり、パッケージ長さが従来と比較して約半分と非常に短い光ファイバケーブルを開発し、良好な性能が実現されている事を確認しました。この短尺光ファイバケーブルは、お客様において小さなスペースで実装可能な光ファイバケーブルであり、充分満足頂けるものと考えております。

今後も“実装性に優れた高機能製品を提供する”ための、新たな光ファイバケーブルの開発を実施していきたいと考えております。

### [参考文献]

- 1) 佐久間一浩他：“シングルモード光ファイバケーブル,” 航空電子技報, No.11, p.21-26 (1988)
- 2) 岡憲臣他：“光ファイバケーブル製造装置「MARK-Ⅲ」,” 航空電子技報, No.13, p.80-84 (1990)
- 3) 佐々木弘之：“融着延伸型光ファイバケーブルの信頼度,” 航空電子技報, No.21, p.3-10 (1998)
- 4) 武田光善他：“小型複合光ファイバケーブルの開発,” 航空電子技報, No.24, p.31-35 (2001)
- 5) 武田光善他：“実装性に優れた小型ファイバケーブルの開発,” 航空電子技報, No.26 p.115-219 (2003)