

平成24年度研究開発成果概要書

革新的光ファイバ技術の研究開発 (146ア0501)

課題ア マルチコア光ファイバの設計方法および製造方法に関する研究
副題 低損失・低クロストーク・量産可能なマルチコア光ファイバの研究

(1) 研究開発の目的

今後の光通信トラフィック需要の増大、および、光通信におけるエネルギー消費の低減に対応することを目指し、低損失・低クロストーク・量産可能なマルチコア光ファイバを実証する。

(2) 研究開発期間

平成22年度から平成24年度 (3年間)

(3) 委託先

住友電気工業株式会社

(4) 研究開発予算 (百万円単位切上げ)

平成22年度	42 (契約金額)
平成23年度	40 (〃)
平成24年度	38 (〃)

(5) 研究開発課題と担当

課題ア：マルチコア光ファイバの設計方法および製造方法に関する研究
住友電気工業株式会社が単独で担当

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	14	3
	外国出願	17	9
外部発表	研究論文	3	1
	その他研究発表	19	10
	プレスリリース	0	0
	展示会	5	2
	標準化提案	0	0

具体的な成果

- (1) 特性最終目標のクロストーク ≤ -30 dB、伝送損失 ≤ 0.17 dB/km を実証。
- (2) 量産性最終目標の ≥ 80 km 相当の大型母材を実証。
- (3) クロストーク簡易測定法など量産・実用化に向けた検討に着手。

(7) 研究開発イメージ図

別紙-1 成果概要書イメージ図を参照

「革新的光ファイバ技術に関する研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

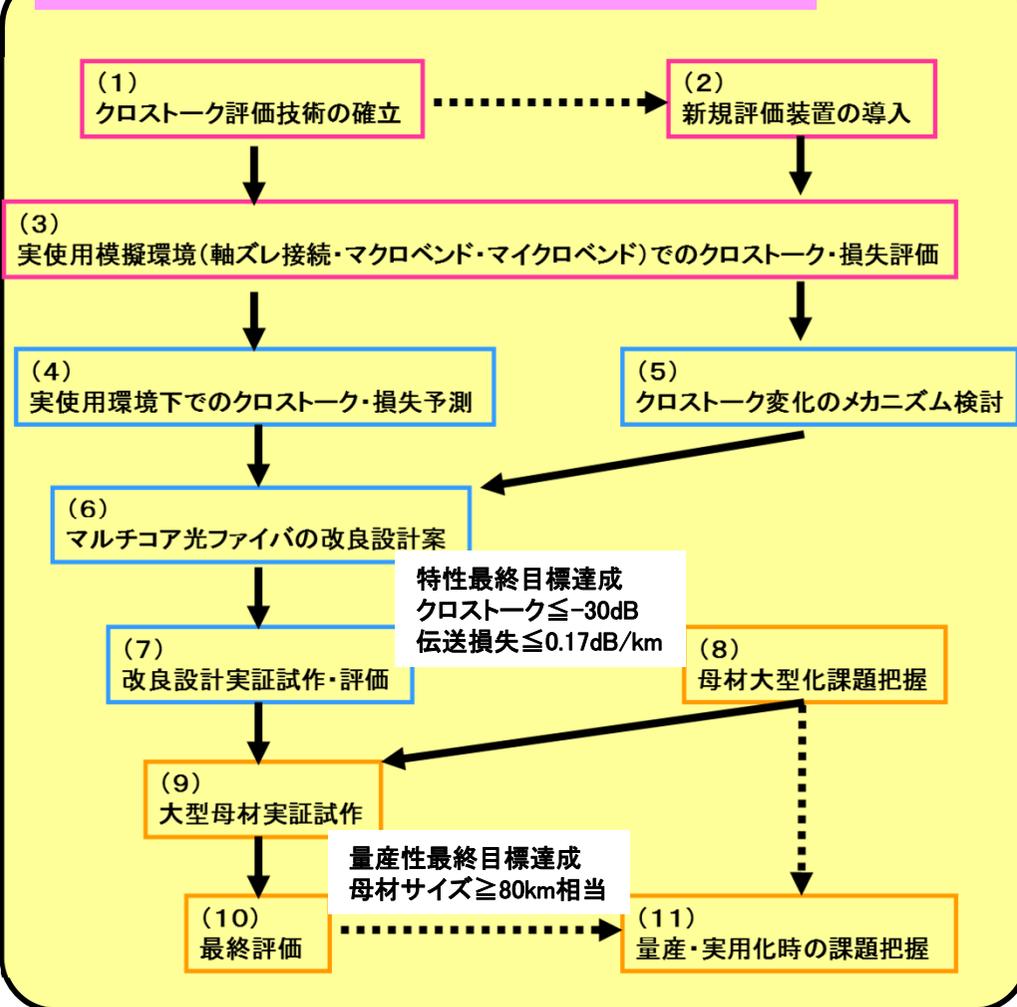
- ◆実施機関 住友電気工業株式会社(幹事者)
- ◆研究開発期間 平成22年度から平成24年度(3年間)
- ◆研究開発費 総額118百万円

2. 研究開発の目標

- ・今後十年単位での光通信トラフィック増に対処するインフラとして、実使用環境下でコア間クロストークを低減し(-30dB以下)、標準的な光ファイバと同等以下の伝送損失を有し(0.17dB/km以下)、量産可能な(母材サイズ80km相当以上)マルチコア光ファイバを実証する。(最終目標)

3. 研究開発の成果

①最終目標達成までのマイルストーン



②今までの主要成果

マイルストーン(1)

マルチコア光ファイバクロストーク確率分布の高速評価方法・極低クロストーク評価方法を確立。
【世界初、特許出願済】

マイルストーン(3)、(4)

マルチコア光ファイバの・マクロベンド・マイクロベンド特性評価、それに基づく理論検討からケーブル実使用環境下でのクロストークを予測。
【評価ファイバは目標値-30dB以下に対して20dB以上良好】

マイルストーン(6)、(7)

実効断面積 A_{eff} 拡大による伝送性能向上を狙った改良設計を行い、特性最終目標達成(クロストーク $\leq -30\text{dB}$ 、伝送損失 $\leq 0.17\text{dB/km}$)と、 $80 \rightarrow \geq 120 \mu\text{m}^2$ の A_{eff} 拡大を併せて実証。
【設計は特許出願済み、実証結果は国際学会ECOCで招待講演】

マイルストーン(9)

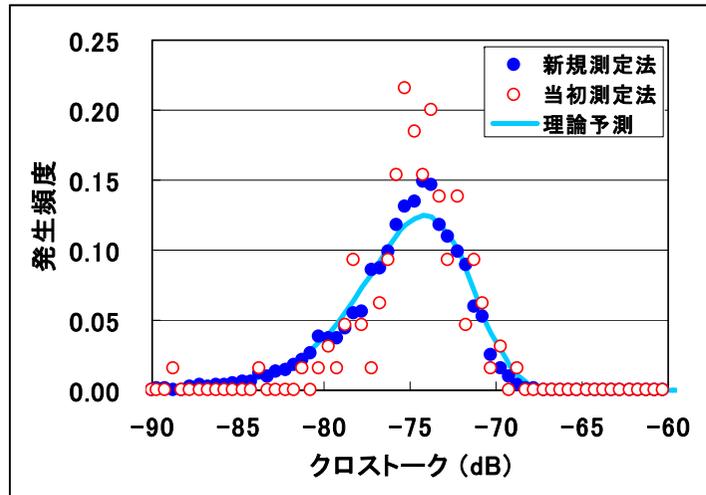
ファイバ長100km相当の大型母材を製造し、量産性最終目標達成。

マイルストーン(11)

量産・実用化を想定し、クロストークの簡易測定法を検討し、全コアのクロストーク一括測定(個別コア調心なし)を実証。
また、クロストークが伝送性能に与える影響を理論的に解明。
【電子情報通信学会OCS論文賞受賞】

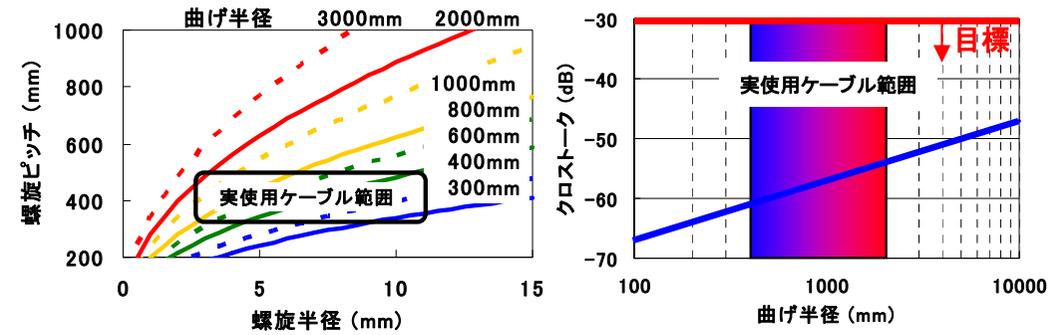
「革新的光ファイバ技術に関する研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

マイルストーン(1) クロストーク確率分布の高速評価方法を確立



- ・クロストークが確率分布を持つことを実証。
- ・測定時間を数時間から10秒に短縮。
- ・短時間測定による変動要因排除で、測定精度も向上。

マイルストーン(4) ケーブル実使用環境下でクロストークを予測

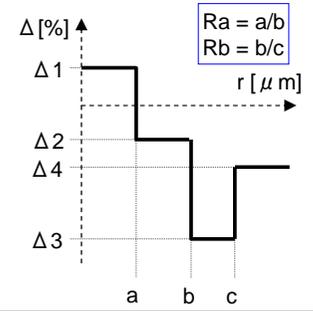
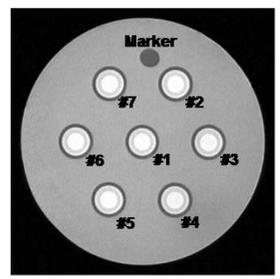


- ・日本国内で主流のテープスロット型ケーブル内のファイバ曲げ半径は400~2000mm程度。
- ・“トレンチ有”マルチコア光ファイバのクロストーク曲げ半径依存性から上記範囲では80kmクロストークは-50dB以下と予測(目標-30dB以下)。

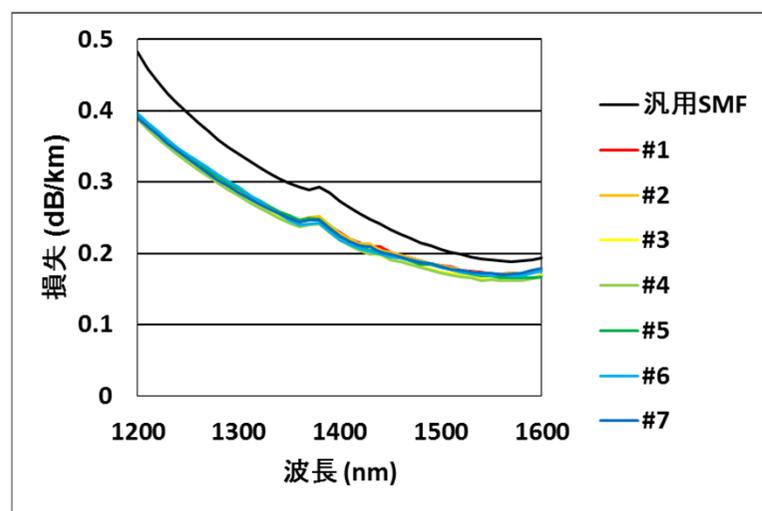
マイルストーン(6) 特性最終目標達成+ A_{eff} 拡大改良設計

クロストーク ≤ -30 dB
 損失 ≤ 0.17 dB/km
 $A_{eff} \geq 120 \mu m^2$ を
 満たす改良設計。

$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$
0.06%	-0.20%	-0.75%	-0.20%
a	Ra	Rb	コア間隔
$12.8 \mu m$	0.60	0.819	$52 \mu m$



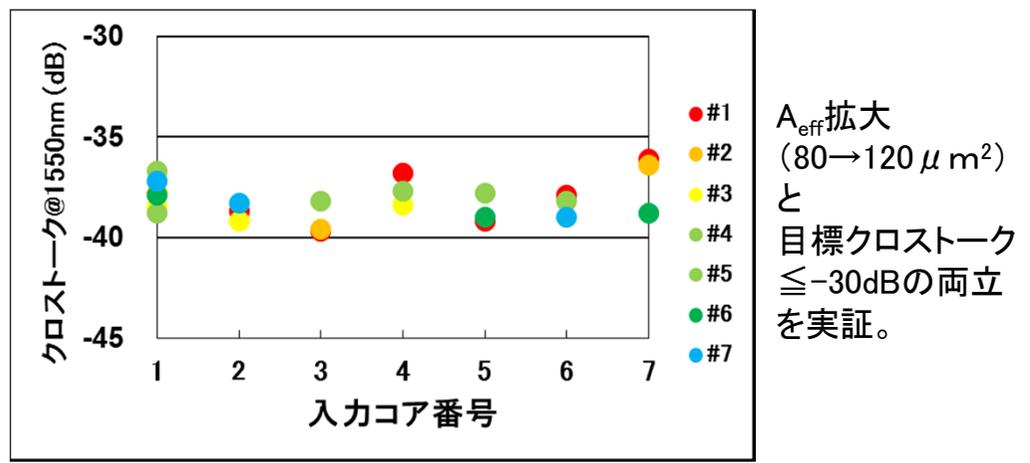
マイルストーン(7) 改良設計実証試作(損失目標達成)



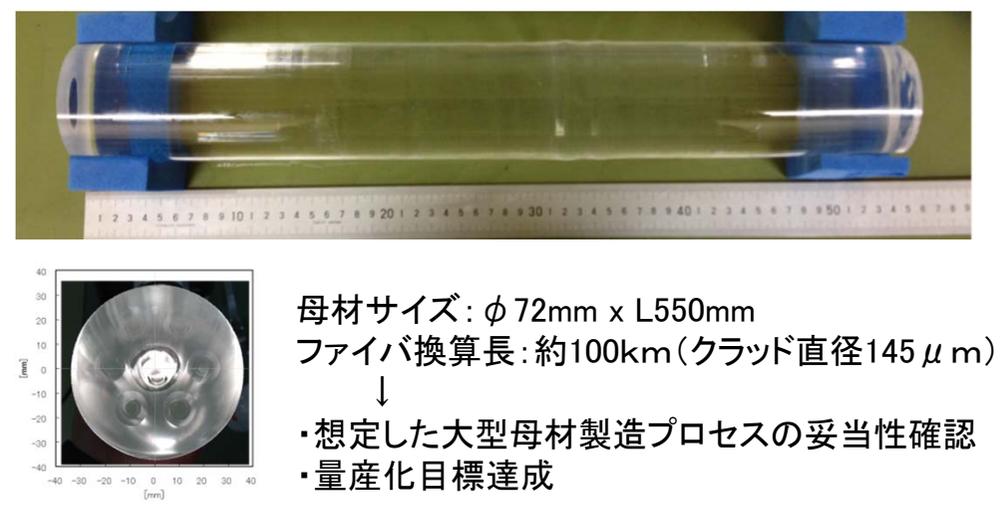
単一コアの汎用シングルモードファイバ(SMF)を下回る損失目標 ≤ 0.17 dB/kmを実証。

「革新的光ファイバ技術に関する研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

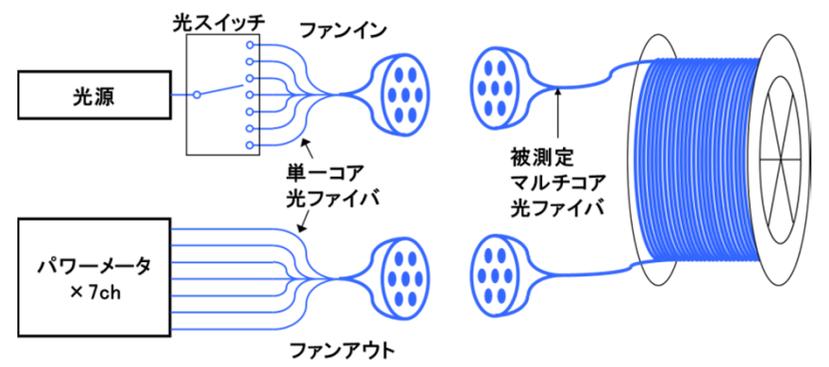
マイルストーン(7) 改良設計実証試作(クロストーク目標達成)



マイルストーン(9) 大型母材実証試作(量産性目標達成)

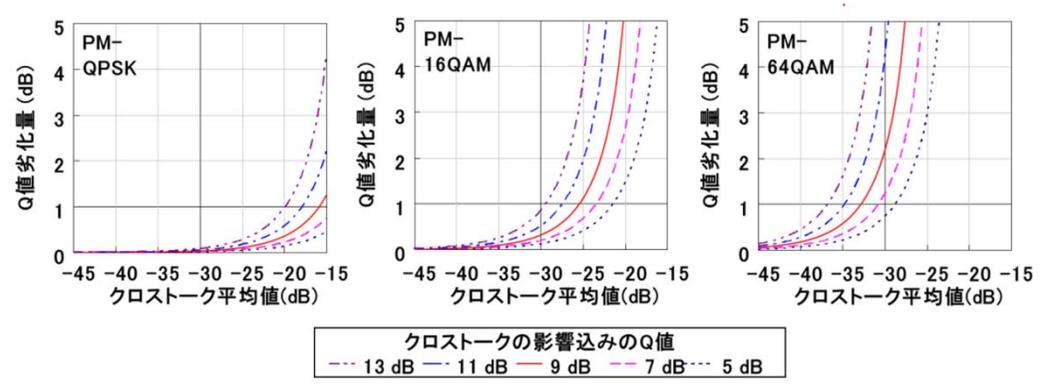


マイルストーン(11) クロストーク簡易測定法による一括測定



入射端はファンイン、出射側はファンアウトと全コア一括結合。
 光スイッチによる入射コア選択、7chパワーメータによる全コア一括測定。
 →クロストークの環境試験、敷設ケーブルオンサイト測定への活用も。

マイルストーン(11) クロストークの伝送性能への影響



クロストークを振幅・位相変調信号へのノイズ要因として定量検討。
 →多値変調伝送における多値度に応じた許容クロストークの明確化へ。

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

	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	展示会	標準化提案
革新的光ファイバ技術に関する研究開発	14 (3)	17 (9)	3 (1)	19 (10)	0 (0)	5 (2)	0 (0)

・国内出願の一例

特願2012-044633(2012年2月29日出願)

「マルチコア光ファイバ」

複数のコアにおける伝送容量がそれぞれ増大されたマルチコア光ファイバを提供する。

→前記マイルストーン(6)、(7)に対応。

・研究論文の一例

Optics Express, “Uncoupled multi-core fiber enhancing signal-to noise ratio” (2012年12月10日発行)

→前記マイルストーン(6)、(7)に対応。低クロストーク、低損失、大 A_{eff} の伝送性能向上への寄与にも言及。

・その他研究発表の一例

電子情報通信学会 OCS研究会(2012年8月30日発表)

「マルチコアファイバのクロストークのQ値への影響」

→前記マイルストーン(11)に対応。電子情報通信学会OCS論文賞受賞。

5. 今後の研究開発計画

将来に向けたマルチコア光ファイバの実用化を推進に関しては、本研究での成果を基盤とした以下のアプローチが考えられる。

(a)マルチコア光ファイバの量産化検討の継続。

→マイルストーン(9)、(10)、および、(11)の発展的継続。

(b)実使用環境におけるマルチコア光ファイバケーブルの性能実証。

→マイルストーン(4)のケーブル性能(クロストーク)予測の妥当性検証、マイルストーン(11)のクロストーク簡易測定法の活用。

(c)マルチコア光ファイバ性能とシステム性能の関係把握。

→マイルストーン(11)のクロストークのシステム性能への影響の実験的検証とそれによる理論体系の精緻化。

(d)上記(b)のケーブル性能、(c)のシステム性能の両面を考慮したマルチコア光ファイバの標準化。

→課題146連携委員会(i-FREE)における活動推進と、課題150との連携。