

平成 11 年度

新エネルギー・産業技術総合開発機構研究受託成果報告書

新規産業支援型国際標準開発事業

情報家電機器間の相互接続性確保のための標準化

平成 12 年 3 月

NEDOBIS

T98060

(財) 日 本 規 格 協 会
(社) 日本電子機械工業会

NEDO 図書・資料室



010015195-0

開発項目「情報家電機器間の相互接続性確保のための標準化」

要旨

デジタル化の流れを背景に、家庭内のネットワークが昨今注目されているのは衆目の一致するところである。ホームネットワークとして規格標準化された IEEE1394-1995 は Fire Wire とか i.Link といった名称でも呼ばれているが、特にこの数年でその規格に準拠した製品が誕生している。デジタルビデオカメラから始まった流れはパソコン、デジタルカメラ、デジタル VCR やデジタルプリンタへと新しい製品群が生まれてきている。IEEE1394-1995 のインターフェースに準拠したデジタル TV や STB の計画も発表されている。その一方で DAVIC は活動をクロージングしたり、本研究開発に直接関係あった高速対応と長距離化を検討していた P1394b も昨年 10 月をもって会議はクロージングされた。すなわち具体的なアプリケーションを議論する状況になり、ホームネットワークというものの離陸が開始されたといっているような状態になっている。2000 年冬季 CES (Consumer Electronics Show) では、多くのメーカーから IEEE1394 のインターフェースを備えた機器の発表がありホームネットワークがそれほど遠くない将来に実現されることを予測するものであった。本研究開発で進めている国際標準化はそのホームネットワークのバックボーンを形成するのに重要な規格化であり、早急に国際標準化対応が必要である。本研究開発も 2 年目に入り今年度は、昨年度の成果を基に次の項目を実施した。

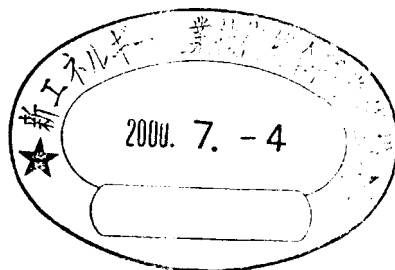
- ①広帯域 POF の試作 (量産化対応)・評価
- ②家庭用小型コネクタの試作・評価
- ③トランシーバの試作・評価
- ④国際標準化戦略の検討

その結果、①②③については目標としている標準化の対象 (伝送帯域: S400 以上、伝送距離: 100 m) に必要な諸データが得られたので、次年度は国際規格として納得性のある規格が設定出来るように、これらのデータの妥当性・信頼性などの実証試験を行う予定である。

④については、提案する規格の内容を詰めながら、IEC/TC100 (マルチメディア) をはじめ関連する IEC の TC 活動を調査した。次年度の早い時期に提案先を特定し、海外の関連機関、関係者に本研究開発の標準化概要を紹介するなどの国際提案活動を始めることにしている。

重要語

IEEE1394-1995、1394TA、HAVi、CES、ホームネットワーク、POF (Plastic Optical Fiber)、広帯域 POF、送受信装置 (トランシーバー)、コア径、650nm、発・受光間隔、伝送帯域 S400 以上、伝送距離 100m



Summary

Nobody doesn't doubt that there are some remarkable topics regarding Home Network in the background of the stream of consumer products' digitalization. IEEE standardized the IEEE1394-1995 at 1995 which are called Fire Wire or i.Link too, and some products were on the market in the recent several years, which are adopted with those specifications. There are line-up of Digital Camcorder as the first product, Personal Computer, Digital Camera, Digital VCR, Digital Printer and so on. There also has a plan of Digital TV or STB, which has the interface of IEEE1394-1995. On the other hand, the activity of DAVIC was closed and the meeting of P1394b was the final meeting at October last year, which was strongly related to our activities at the higher bit rate and the longer length. That is the reason why the stage was shifted to discuss the applications concretely. The start of the launch of Home Network was begun. At winter CES 2000, in the booth of 1394TA it seemed Home Network would be realized soon, some prototype were appealed by many companies, which has the interface of IEEE1394-1995. The standardization of our committee's objectives which has big influence to the backbone of Home Network, would be applied to the international standard body rapidly.

As the second stage of our committee, those items were researched and developed.

- ①mass-productive trial and evaluation for wide band POF
- ②trial manufacture and evaluation of small connector for home use
- ③trial manufacture and evaluation of optical transceiver module
- ④making the direction of the strategy for the international standardization

As the result of our activities, we could get the suitable evaluations regarding ①, ② and ③ in order to overcome the level of the international standardization (transmission speed; S400 or more, transmission length; up to 100m). At the final stage (fiscal year 2000), we have a plan to evaluate the actual examination of those data's validity, reliability and etc. to fix the satisfactory specifications.

Regarding ④, we would recognize the contents of the proposal specification and investigate the activities of IEC/TC100(multi-Media) and other related TCs. At the earlier stage of the final year, we would fix the TC to be proposed and start the proposing activity to introduce the specifications to the overseas key persons and organizations related.

Keywords

Home Network, IEEE1394-1995, 1394TA, Fire Wire, i.Link, HAVi, DVB, S400, 100m, POF, Graded Index, Multi-layer, Transceiver, Core diameter, 650nm, Pitch, IEC, TC100

目 次

1. まえがき	1
1.1 国際標準化の動向	1
1.2 必要性和位置づけ	1
1.3 達成目標	2
1.4 研究成果	2
2. 要約表	3
3. 業務実施計画	5
3.1 研究開発の目的	5
3.2 実施計画の細目	5
3.3 研究場所	6
3.4 研究開発期間	6
3.5 実施計画日程	7
4. 研究体制	8
4.1 研究組織	8
4.2 研究者名	8
4.3 業務管理者	8
5. 技術委員会	9
5.1 委員会	9
5.2 ワーキンググループ(WG)	10
6. 研究開発実施項目、結果及び考察	11
6.1 国際標準化戦略 WG	11
6.1.1 動向概要	11
6.1.2 調査内容	12
6.1.3 方針とまとめ	44

6.2 POF 最適化 WG	45
6.2.1 評価対象とした POF	45
6.2.2 開口数 (NA)	45
6.2.3 曲げ損失	48
6.2.4 接続損失特性	53
6.2.5 評価結果及び今後の予定	60
6.3 リンク WG	60
6.3.1 家庭内での一般調査	61
6.3.2 トランシーバーの測定結果	73
6.3.3 評価結果及び今後の予定	99
6.4 接続インターフェース WG	99
6.4.1 光コネクタの試作	100
6.4.2 特性の評価結果	103
6.4.3 評価結果及び今後の予定	109
7. 結論	110
7.1 得られた成果	110
7.2 今後の課題	110
7.3 国際標準化へのアプローチ	110
8. あとがき	111
9. 参考文献	112
10. 付録	113

1. まえがき

本研究は平成 10 年から 3 ヶ年計画で進められてきたものであり、今年度は 2 年目に位置し、昨年度の成果を基に情報家電用小型コネクタおよびトランシーバーの第 1 次試作を行い標準化に適したパラメーターであるかどうかの評価を行った。一方、2000 年冬季 CES (Consumer Electronics Show) では、1394TA が主催したブースにも見られるようにホームネットワークがそれほど遠くない将来に実現されることを予測するものであり、多くのメーカーから IEEE1394 のインターフェースを備えた機器の発表も見られた。本プロジェクトで進めている国際標準化はそのホームネットワークのバックボーンを形成するのに重要な規格化であり、具体的な動きが出てきているので国際標準化に向けた取り組みを早急に加速することが必要である。

1.1 国際標準化の動向

ホームネットワークとして 1995 年に規格標準化された IEEE1394-1995 は Fire Wire や i. Link といった名称でも呼ばれているが、特にこの数年でその規格に準拠した製品が誕生している。デジタルビデオカメラから始まった流れはパソコン、デジタルカメラ、デジタル VCR やデジタルプリンタへと新しい製品群が生まれてきている。IEEE1394-1995 のインターフェースに準拠したデジタル TV や STB (Set Top Box) の計画も発表されている。その一方で DAVIC は活動を中止、中断、終了したり、我々の活動に直接関係あった高速対応と長距離化を検討していた P1394b も昨年 10 月をもって会議は中止、中断、終了された。すなわち具体的なアプリケーションを議論する状況になり、ホームネットワークというものの離陸が開始されたといっているような状態になっている。例えば、HAVi や DVB 等の動きが活発になっていることもうなずける。また、我々は有線を前提にしているが、BlueTooth に代表されるように無線のシステムも具体的に動き出している。本プロジェクトで目標としている S400 程度の帯域に対しては無線システムではかなりの困難が予想され S100 のレベルでもまだ 10 年程度の期間を要すると想像されるが、早急に国際標準化を目指していくに越したことはない。

1.2 必要性和位置づけ

光通信の利点は EMI (Electro Magnetic Interference) が生じないことであり、商用の電力線と併設されても問題がない。しかし、光電気変換 (O/E) とその逆の電気光変換 (E/O) を付加的に必要とするために採算がとれないであろうと今まで問題にされなかった。最近になって、デジタル高速通信の必要性が盛んに取りざたされると、実際に導入を検討していく上で、EMI 対策費がかなりのウェイトを占めることが問題視されるようになってきている。実際に製品化されている PMMA (Poly Methyl MethAcrylate) の POF について考えてみると、まず、材料の単位重量あたりの価格はガラスに比べて 30 分の 1 以下であり、材料コストを気にせずに大口径のファイバーを製作できることである。具体的にはコア径 980 μ m、クラッド外形で 1mm となっている。ガラスで 1mm の径にすると棒になってしまうが、プラスチックでは柔軟性に富み、曲げや引っ張りによる破断も起こりにくい。このコアの大口径化によって、接続点での光軸調整精度が大幅に緩和されることになり、コネクタやトランシーバー、すべての面に渡って採算の見通しが明確になる。POF は、情報家電機器でも気軽に扱えるファイバーである。

そのような背景もあり、POF そのものが、ガラスファイバーに比べて使い易いことや安全性やコストの面からも今後のホームネットワークの候補として脚光を浴びるようになっている。ホームネットワークに課せられた伝送帯域としてどのくらいが適当かといった議論を待たなくてはならないが、少なくともすでに規格標準化されている S400 のレベルを超えることは必要不可欠であろう。距離についても 100m までを考慮する必要がある。

その上に最近では、IEEE1394 対応の商品がかなりの勢いで市場にで回ってきており、ホームネットワークの標準化を進めておくことが急務になっている。住宅関連の業者もホームネットワークに対する配線・施工を前向きな姿勢で検討しており、他の業種にも具現的な影響が及び出している。

広帯域 POF を使用した伝送方式を国際標準化していくことは、将来のホームネットワークの根幹になるところで、非常に重要といえる。FTTH (Fiber To The Home) と言われて久しいが、ホームネットワークは FITH (Fiber In The Home) を提唱することであり、これを充実させていきたい。さらに FITH から FFTH (Fiber From The Home) へ結び付けていくことになれば、IT 社会に対しての大きな貢献になると信じている。

1.3 達成目標

伝送帯域と伝送距離が分かり易い目標になる。本研究開発においてはそれぞれ、

(1) 伝送帯域は S400 以上

(2) 伝送距離は 100m までを考慮する

という達成目標を掲げることとしている。

広帯域 POF のコア径、ファイバー径は大筋で決めることができたが、量産化に対しては製造技術上、原材料から製造時の温度・湿度に代表されるような環境条件等を決定していくことが今後の課題となるであろう。それらが好ましい値であるかという検証もある程度必要であるかもしれない。今回、小型コネクタの一次試作を行ったが、この試作品が情報家電用として十分耐え得るものであるか、今回の評価項目以外でも検討していく余地があると思う。トランシーバーとして発光、受光間隔（ピッチ）を決めて試作したが、コネクタと相俟って好ましいものに仕上がっているかといったことの検証も必要になろう。これについても随時行なっていきたい。ホームネットワークシステムとして広帯域 POF、コネクタそれにトランシーバーがうまく仕上がっているのかも別の意味でのパラメータになる。

それらを集大成して、国際規格案として提案していくことが大きな目標となる。

1.4 研究成果

今年度の小型コネクタの試作は現時点での範囲に限っていえば、情報家電用の POF 用コネクタとして好ましいものができたといえるのではないかと思う。発光、受光間隔を定めてトランシーバーの試作を行ったが、一番狭いピッチでも (1) 伝送帯域は S400 以上 (2) 伝送距離は 100m までを考慮するという達成目標に対して十分な結果が出たように思う。今年度の成果をもとに来年度の最終年度に国際標準として十分耐え得る規格案が設定できるよう邁進したい。

新規産業支援型国際標準開発（継続）『情報家電機器間の相互接続性確保のための標準化』要約表

委託先名：（社）日本電子機械工業会

1. 研究開発の目的

家電は従来のスタンドアロン型機器からネットワークを介して他の機器と接続され情報の交換を行う情報家電へと発展を遂げつつある。しかし、それには、情報・通信・家電を融合したシームレスなネットワークの構築が不可欠であり、家電機器、情報機器の相互接続を可能とするインターフェースの標準化により家電・情報機器の高度利用分野における新規産業創出を目指すものである。具体的な開発概要としては、マルチメディア対応ホームネットワークを実現するため、低コストで作業性の良い広帯域プラスチック光ファイバー（Plastic Optical Fiber、以下 POF）を開発し、これの検証と共に、伝送速度 500Mbps（注）以上に対応する広帯域 POF インターフェースの国際標準化提案を行うものである。

（注）次世代のデジタルインターフェースとして有望な IEEE1394 では、S400（400Mbps）クラスに相当する。

但し、コーディングの関係で光信号の伝送速度は 500Mbps となる。以下、IEEE に準じて S 表記とする。

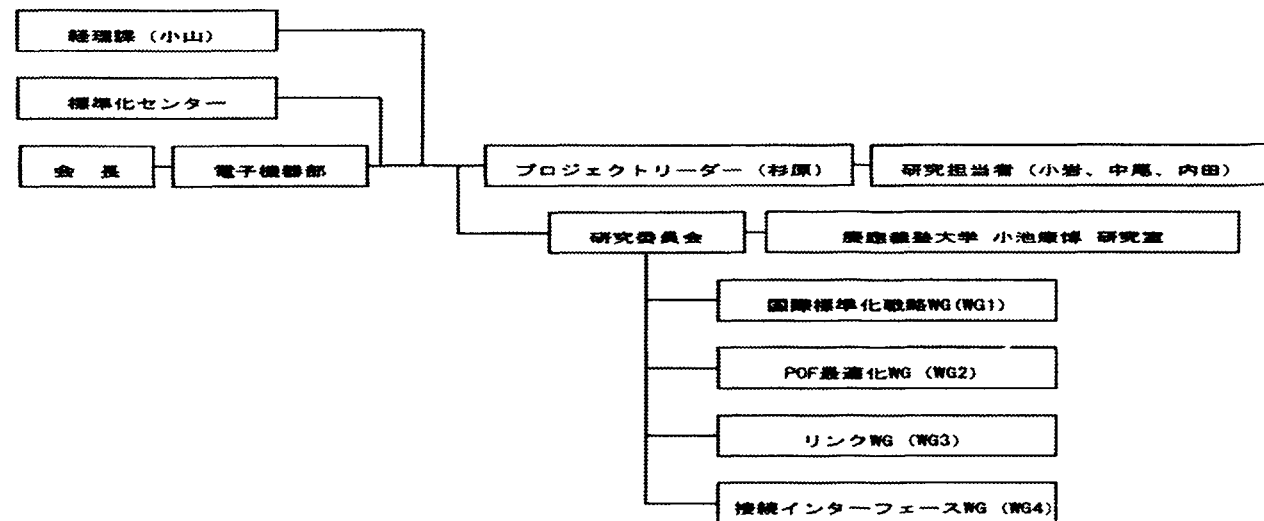
2. 研究開発のスケジュール

実施項目	H10 年度 Key item	H11 年度 Key item	H12 年度 Key item
①国際標準化戦略 ②POF 最適化 ③リンク ④接続インターフェース	①中長期の国際標準化 動向調査・方針の明確化 ②広帯域 POF の最適化 ③トランシーバーの仕様の調査 、リンク一般に関する調査 ④情報家電用の接続装置 の調査・検討	①国際標準化戦略の策定 ②広帯域 POF の試作、 量産化対応 ③トランシーバーの試作・評価、 リンク一般に関する 調査 ④コネクタの試作・評価	①国際標準化機関へ提案 ②広帯域 POF の量産化、 試作、仕様の標準化 ③トランシーバーの試作・評価、 仕様の標準化 ④コネクタの試作・評価、 仕様の標準化

実施項目の説明

- ①国際標準化戦略：IEEE1394POF インターフェースをはじめとする中長期の国際標準化の動向を明らかにすると共に IEC/TC100, 86, 76（予定提案先例）に国際標準化提案を行う。
- ②POF 最適化：本研究開発で提案する国際標準案に適合する広帯域 POF を開発し、その最適化を行う。また、量産化にも対応する。
- ③リンク：広帯域 POF に適したトランシーバーの試作・評価を行い、仕様を決め標準化に持っていく。また、情報家電機器間の相互接続のため、光のリンクが導入される初めてのケースになるのでリンクの一般的な条件の調査・検討を引き続き行う。
- ④接続インターフェース：情報家電用の光コネクタの調査・検討を行い要求仕様をまとめ、それに基づいて試作・評価を行い、その結果を踏まえて仕様をまとめて標準化する。

3. 研究開発体制



4. 本年度（平成 11 年度）の具体的な取り組み 《別添資料参照》

昨年度の成果を踏まえ、実際に GI-POF、トランシーバー、コネクタを試作した。

また、それらの整合性を国際標準化戦略と鑑み各 WG と横断的な検討を行いながら、測定結果に基づいた評価を本委員会に諮り、活動の方向付けを行った。

実施項目	平成11年						平成12年					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
①国際標準化戦略の策定				提案	内容	検討		協力	体制	構築		
②広帯域POFの試作、 量産化対応					試作				評価			
③トランシーバーの試作・評価					評価	項目	検討		評価			
④コネクタの試作・評価						試作			評価			

5. 来年度（最終年度：平成 12 年度）の取り組み

- ①国際標準化戦略：最終的に仕様をまとめ国際標準化機関に標準化提案を行う。
- ②POF 最適化：量産化試作を行い、トランシーバーの評価結果、コネクタの評価結果を総合的に判断して広帯域 POF の仕様を標準化する。
- ③リンク：一次試作の評価結果を踏まえて二次試作を行い評価検討する。コネクタの評価結果、POF の仕様に基づいてトランシーバーとしての仕様を確定する。情報家電機器に光トランシーバーが導入されることに対するリンクの一般調査は引き続き行う。
- ④接続インターフェース：一次試作の評価結果を踏まえて二次試作を行い評価検討し、トランシーバーの評価結果、POF の仕様に基づいてコネクタとしての仕様を確定する。情報家電用の光コネクタとしての調査も併せて行う。

実施項目	平成12年						平成13年					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
①国際標準化戦略					検討			規格	提案			
②POF最適化					試作			評価	検討			
③リンク					試作			評価	検討			
④接続インターフェース					試作			評価	検討			

6. 国際標準化への展開

(1) 国際規格の現状

IEEE1394 で高速化長距離化を議論していた P1394b はクロージングに入り新規提案は受け入れられない状況になっている。なお、P1394b では二芯のピッチ 10mm の PN 型コネクタと、発光素子に LED を用いたトランシーバーが S200 以下用として提案されている。

IEC/TC100 は現在、日本とオランダが議長国となっているものの、TC100 は過渡期であり、日本の力が及びやすかった 100a と 100c は組織改変で無くなる予定である。

(2) 本研究開発における国際規格の内容

家電・情報機器に適したホームネットワークを実現するために、広帯域 POF インターフェースの国際標準化を目指すものである。具体的には S400 以上の速度で、伝送距離は 100m までを考慮する。その成果を IEC/TC100、86, 76（予定提案先例）に提案すべく活動を行う。

(3) 国際標準化へのアプローチ

①IEC/TC100 の北京会議

平成 11 年 11 月 10 日の AGS で本活動のプレゼンテーションを行った。その時点での内容を一先ずの方針とした。IEC 対応の規格グループに POF の認識ができたことは成果である。

②今後の課題

- 「仕様案の作成」及び「提案先技術委員会の検討・選択」と並行して「国内外の根回し活動」を行う。
- 国際標準化提案に向けスピードアップを図るため、国際標準化活動経験のある者のサポートも受けられるような体制作りを行う。

3. 業務実施計画

3.1 研究開発の目的

これまで家電はスタンドアロン型機器として開発されてきたが、次世紀情報化社会に向けて、情報・通信・家電を融合したシームレスなネットワーク構築が課題となっている。本研究開発は家電機器・情報機器の相互接続を実現するため、低コストで作業性の良い広帯域プラスチック光ファイバー（Plastic Optical Fiber、以下 POF）を用いた IEEE1394 に準拠した長距離リンクの国際標準化に向けた研究開発を行うことを目的とする。具体的には、マルチメディアを家庭に普及させるのに必要な伝送速度 500Mbps 以上の POF インターフェースを開発し、これの検証を通じて IEEE1394 に関連した POF に関する国際標準案を作成するものである。

3.2 実施計画の細目

① 広帯域 POF の試作

平成 10 年度にまとめた POF の最適化を基に、広帯域 POF の試作を積極的に行い標準化のための具体的なパラメーターとして本年度、コア径とクラッド径（ファイバー外径）を規定するので、これに見合った形の量産化を考慮して試作を行う。

また、今までジャケットについてはほとんど考慮していなかったが、実用のためにはジャケット径についても規定していく必要がある。ファイバー径とジャケット径との関係であるが、使用する場合のしなやかさも考慮して検討を進める。

② コネクタの試作

検討した要求仕様に基づき、POF のコア径を配慮しつつ発光・受光部間のピッチを規定し、外注により第一次の試作を行う。

平成 10 年度報告書でまとめたコネクタに係る各項目に関して、データ採取を行い測定評価する。特に今まで、産業用のコネクタでは挿抜回数についてほとんど議論されたことがないので、その点も検討内容とする。

③ トランシーバーの試作

発光・受光部間のピッチを規定してトランシーバーを外注で試作し、測定評価を行う。

第一次試作は、発光・受光部間のピッチを今年度前半に規定する値で行う。

平成 10 年度は送信（発光）回路と、受信（受光）回路を個別に作成したが、今回は同一ピッチになるように試作する必要がある。特にクロストークの問題はシステム全体に大きく影響を与えるので、シールドリングをいかに効果的に実用的に達成していくかが大きな意味を持っている。評価項目についても再検討の後、決定を行う。

家庭内でのトランシーバーの使用に関する一般調査は平成 10 年度から継続して行う。

④ 国際標準化戦略の策定

「IEEE1394」をはじめとする関連機関の動向調査と標準化へ向けての条件調査を継続的に行う

と共に提案先の選定、また、海外光ファイバー関連団体企業を訪問することによる本事業のアピール活動を行う。今年度2月に国際標準化戦略の第一次方針を策定する。

3.3 研究場所

① (社)日本電子機械工業会

〒100-0005 東京都千代田区丸の内 3-2-2 東京商工会議所ビル 5F

TEL: (03)3213-1075、 FAX: (03)5252-7671

② 小池康博 研究室 (※「金型コネクター」使用場所)

〒223-0061 横浜市港北区日吉 3-14-1

慶應義塾大学理工学部物理情報工学科

TEL: (045)563-1141、 FAX: (045)562-7625

③ (財)神奈川科学技術アカデミー 小池「光超伝送」プロジェクト室

〒236-0004 横浜市金沢区福浦 1-1-1

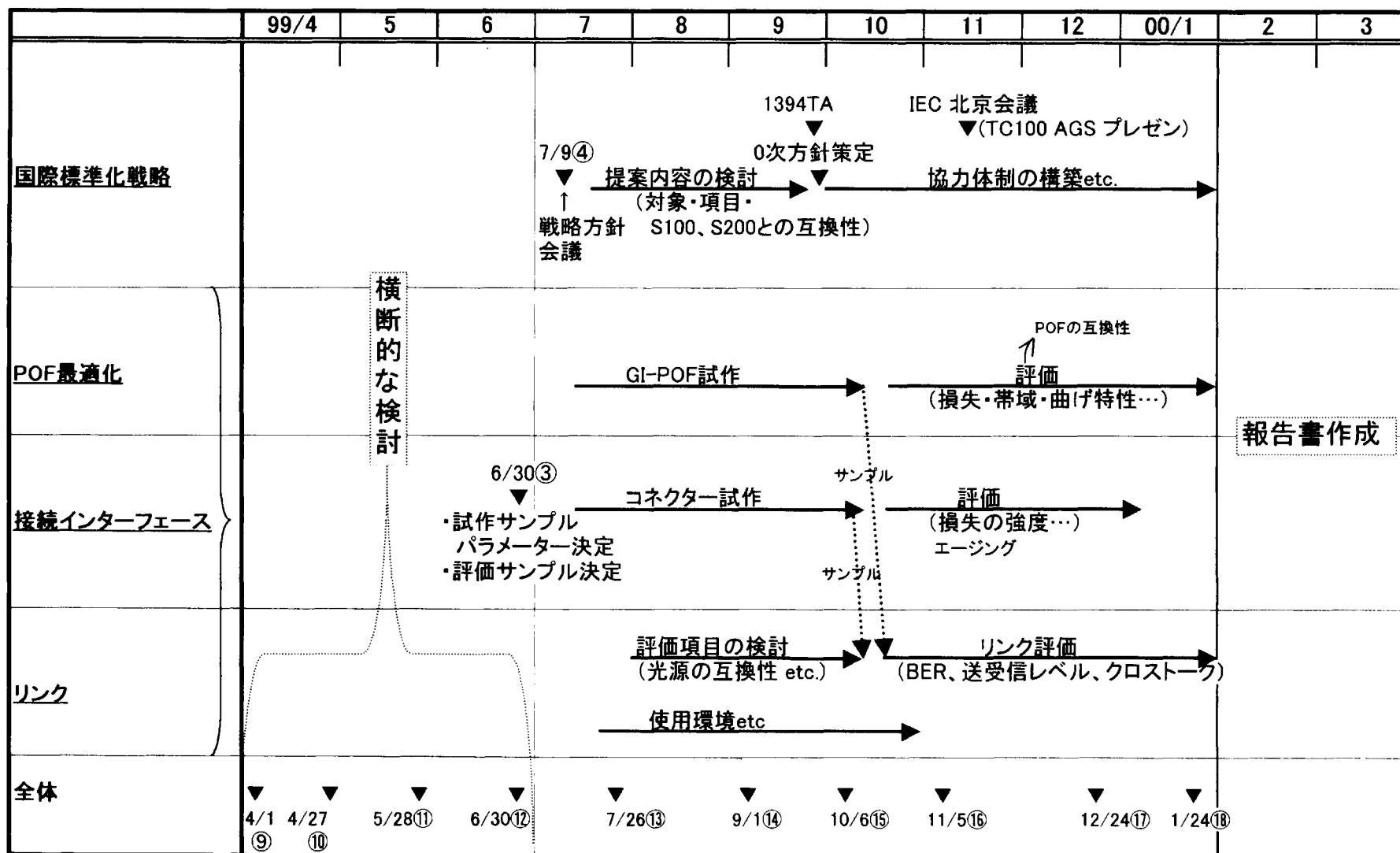
横浜金沢ハイテクセンター テクノコア 4F

TEL: (045)785-3730、 FAX: (045)785-3667

3.4 研究開発期間

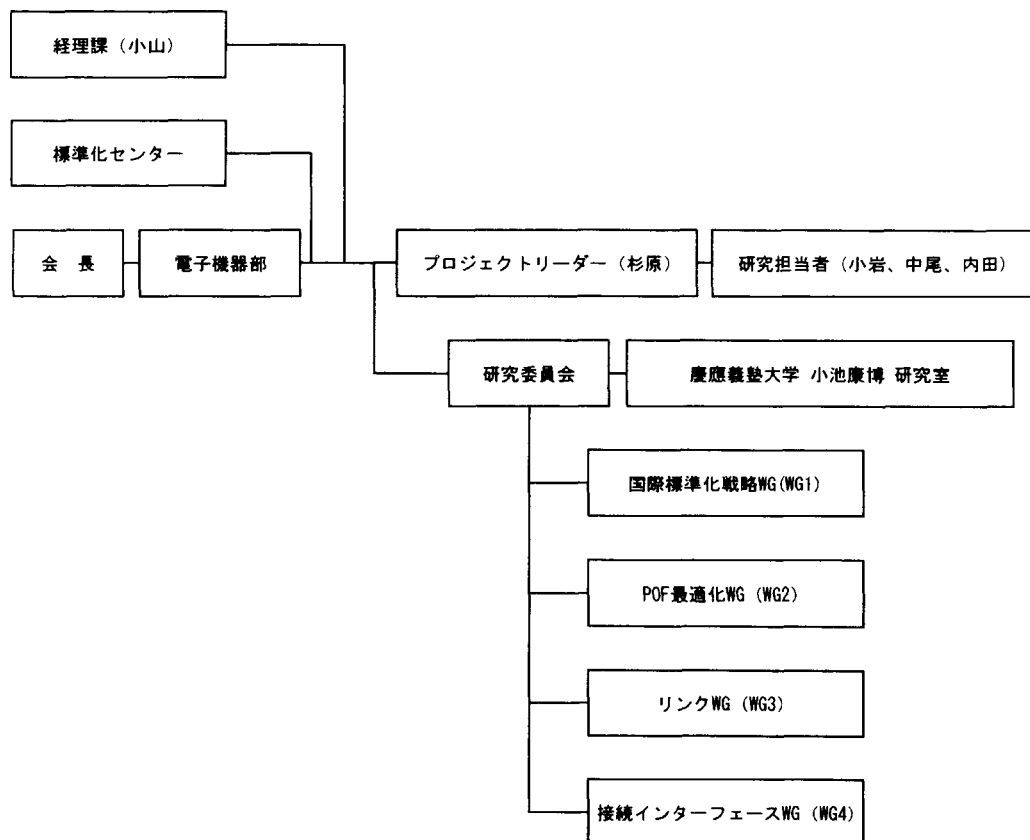
平成 11 年 4 月 1 日から平成 12 年 3 月 31 日まで

※下表は当初の実施経過に実施経過を加筆したものである



4. 研究体制

4.1 研究組織



4.2 研究者名

研究者氏名	所属及び役職		研究担当番号	研究員区分
杉原 義得	社団法人日本電子機械工業会	専務理事付担当部長	① ② ③ ④ ⑤	主任研究員
小岩 忠夫	社団法人日本電子機械工業会	標準化センター所長	① ② ③ ④ ⑤	副主任研究員
中尾 浩治	社団法人日本電子機械工業会	情報家電課長代理	① ② ③ ④ ⑤	副主任研究員
内田 光則	社団法人日本電子機械工業会	産業機器課係長	① ② ③ ④ ⑤	研究員

4.3 業務管理者

杉原 義得 (社)日本電子機械工業会 専務理事付担当部長
 電話番号： 03-3213-1075

5. 技術委員会

5.1 委員会

研究課題の明確化、研究実証事業の企画立案及びワーキンググループ(WG)の運営・調整を行う。

種別	No	氏名	大学・会社名	所属・役職
委員長	1	小池 康博	慶應義塾大学	理工学部 教授
副委員長	2	鹿田 實	日本電気株式会社	C&Cメディア研究所 光ネットワークG 部長
副委員長	3	森倉 晋	松下電器産業株式会社	マルチメディア開発センター通信グループ チームリーダー
副委員長	4	渡邊 健治	ソニー株式会社	IN研究所 研究企画室 課長
委員	5	稲垣 良男	株式会社東芝	日野デジタルメディア工場 コンピュータ&ネットワーク開発センター 開発第五部 開発第四担当
委員	6	片山 立	三洋電機株式会社	ハイパーメディア研究所 ヒューマンアーキテクチャ研究部 部長
委員	7	大川 喜教	日立電線株式会社	技術開発本部 技術部 技師
委員	8	島田 昭	株式会社日立製作所	日立研究所 画像デバイス研究部 主任研究員
委員	9	高木 信一	タイコエレクトロニクスアンプ株式会社	技術推進統括部長
委員	10	本多 秀雄	日本ビクター株式会社	渉外部 技術担当部長
委員	11	松本 博	三菱電機株式会社	開発本部開発業務部企画グループ 専任
委員	12	幸 秀樹	シャープ株式会社	電子部品事業本部 電子部品研究所 第2開発部 係長
委員	13	宮地 明弘	日本モレックス株式会社	産業機器事業部 副事業部長
委員	14	中島 善康	株式会社富士通研究所	PCメディア研究部
委員	15	北沢 等	新光電気工業株式会社	生産技術統轄部 システム機器開発部 部長
オブザーバー	16	豊島 厚二	通商産業省	機械情報産業局 電気機器課 兼新映像産業室 課長補佐
オブザーバー	17	佐野 修	通商産業省	機械情報産業局 電子機器課 調査員
オブザーバー	18	荻山 久雄	新エネルギー・産業技術総合開発機構	基盤技術研究開発室 室長
オブザーバー	19	山村 修蔵	財団法人日本規格協会	技術部長
オブザーバー	20	一柳 政裕	社団法人日本事務機械工業会	業務第2部長
オブザーバー	21	鈴木 晴久	社団法人日本電子工業振興協会	情報産業部 担当部長
事務局	22	杉原 義得	社団法人日本電子機械工業会	専務理事付担当部長
事務局	23	小岩 忠夫	社団法人日本電子機械工業会	標準化センター所長
事務局	24	中尾 浩治	社団法人日本電子機械工業会	情報家電課長代理
事務局	25	内田 光則	社団法人日本電子機械工業会	産業機器課 係長

※7 番の大川喜教委員は平成 11 年 11 月 1 日に同社 服部昭夫委員から交代した。

※20 番の一柳政裕オブザーバーは平成 11 年 11 月 1 日に同工業会 三浦敏オブザーバーから交代した。

5.2 ワーキンググループ(WG)

委員会の下にワーキンググループ(WG)を設置し、WGは委員会で細分化された研究テーマに則り研究活動を行い、その研究成果を委員会に報告する。

WG	会社名	所属・役職	参加者
国際標準化戦略	日本電気株式会社	C&Cメディア研究所 光ネットワークTG 部長	鹿田 實
	松下電器産業株式会社	マルチメディア開発センター 通信グループ チームリーダー	森倉 晋
	ソニー株式会社	IN研究所 研究企画室 課長	渡邊 健治
	三洋電機株式会社	ハイパーメディア研究所 ヒューマンアーキテクチャ研究部 部長	片山 立
	三洋電機株式会社	ハイパーメディア研究所 ヒューマンアーキテクチャ研究部 アーキテクチャ研究室	松田 治郎
	株式会社日立製作所	日立研究所 画像デバイス研究部 主任研究員	島田 昭
	日本ビクター株式会社	渉外部 技術担当部長	本多 秀雄
	三菱電機株式会社	開発本部 開発業務部企画グループ 専任	松本 博
	株式会社富士通研究所	PCメディア研究部	中島 善康
	株式会社東芝	日野デジタルメディア工場 コンピュータ&ネットワーク開発センター 開発第五部 開発第四担当	稲垣 良男
P	慶應義塾大学	理工学部 教授	小池 康博
WG1	日本電気株式会社	C&Cメディア研究所 光ネットワークTG 部長	鹿田 實
	松下電器産業株式会社	マルチメディア開発センター 通信グループ チームリーダー	森倉 晋
	ソニー株式会社	IT研究所 研究企画室 課長	渡邊 健治
	慶應義塾大学	理工学部 物理情報工学科 助手	石橋 崇明
	ソニー株式会社	IN研究所 研究企画室 課長	渡邊 健治
WG2	日本電気株式会社	C&Cメディア研究所 光ネットワークTG 部長	鹿田 實
	松下電器産業株式会社	マルチメディア開発センター 通信グループ チームリーダー	森倉 晋
	株式会社東芝	日野デジタルメディア工場 コンピュータ&ネットワーク開発センター 開発第五部 開発第四担当	稲垣 良男
	日立電線株式会社	高砂工場 技術開発本部 技術部	大川 喜教
	シャープ株式会社	電子部品事業本部 電子部品研究所 第2開発部 係長	幸 秀樹
	株式会社富士通研究所	PCメディア研究部	中島 善康
	新光電気工業株式会社	生産技術統轄部 システム機器開発部 部長	北沢 等
	松下電器産業株式会社	マルチメディア開発センター 通信グループ チームリーダー	森倉 晋
WG3	日本電気株式会社	C&Cメディア研究所 光ネットワークTG 部長	鹿田 實
	ソニー株式会社	IN研究所 研究企画室 課長	渡邊 健治
	タイコエレクトロニクスアンプ株式会社	技術推進統括 部長	高木 信一
	タイコエレクトロニクスアンプ株式会社	VAO本部 光技術部 部長	林 武弘
	日本モレックス株式会社	産業機器事業部 副事業部長	宮地 明弘
	株式会社富士通研究所	PCメディア研究部	中島 善康
	日本ビクター株式会社	技術開発本部通信ネットワーク開発センター 第3グループ	小野寺 克也
WG4	松下電器産業株式会社	マルチメディア開発センター 通信グループ チームリーダー	森倉 晋
接続	日本電気株式会社	C&Cメディア研究所 光ネットワークTG 部長	鹿田 實
	ソニー株式会社	IN研究所 研究企画室 課長	渡邊 健治
	タイコエレクトロニクスアンプ株式会社	技術推進統括 部長	高木 信一
	タイコエレクトロニクスアンプ株式会社	VAO本部 光技術部 部長	林 武弘
WG4	日本モレックス株式会社	産業機器事業部 副事業部長	宮地 明弘
	株式会社富士通研究所	PCメディア研究部	中島 善康
WG4	日本ビクター株式会社	技術開発本部通信ネットワーク開発センター 第3グループ	小野寺 克也

★網掛は主査

※リンク WG の大川喜教委員は平成 11 年 11 月 1 日に同社 服部昭夫委員から交代した。

6. 研究開発実施項目、結果及び考察

平成 10 年度に続いて 2 年目の本研究開発の状況について報告する。昨年度の研究開発成果に基づいて引き続き継続して研究したものや、それらを踏まえて次の新たな研究をしたものがある。

標準化に対する取り組みは具体的にどういう形で標準化に持っていくか検討を行った。当初平成 12 年の 2 月までに国際標準化戦略第 1 次方針策定を行う予定であったが、マルチメディアシステムとして提案していくのか、それとも個別に例えばコネクタだけを提案していくのか結論がまだ出ていない。それと、提案先として一番有望な IEC の内の TC100 が来年度中に解体再編が行われるという外的要因もある。広帯域 POF の動向であるが、量産化を睨んだ形でコア径、ファイバー径等を決めるところまでこぎつけることができたが、POF メーカーは量産試作のレベルで戸惑っているようではなかなかタイムリーの安定したファイバーができてこないのが実情のようである。POF 用の光コネクタについては発光・受光部間の間隔（ピッチ）を 3 段階に決めてその中で一番間隔の狭いものを試作した。トランシーバーについては昨年度の発光・受光部の評価結果をもとに試作コネクタのレセプタクルに合った形でモジュールを試作した。伝送システムとしても評価するような結果が出ているので、標準化に対して期待が持てる。また、家庭内に光リンクを導入する際の一般調査については昨年度に引き続いてもっと掘り下げて検討した。また、標準化を行っている機関・団体については昨年度に引き続き調査を行った。

以下にそれぞれの WG ごとに報告を個別に記す。

6.1 国際標準化戦略 WG (5P 3.2 実施計画の細目 ④国際標準化戦略の策定に該当)

6.1.1 動向概要

平成 11 年度は、インターネットの高速化に向けた取り組み、デジタル放送に向けた技術開発の進展、無線技術の進展が特に目立つ 1 年であった。インターネットに関しては、いよいよ家庭や SOHO への高速インターネット導入の動きが顕著になり、従来から言われていた FTTH に代わって、ADSL、ケーブルモデム、無線方式が経済的に 100kbps～1Mbps のデータ伝送をなせる物として評判が定まってきた。宅内でも、高速化に対応したネットワークとして、Bluetooth、Home PNA、Home RF 等の実用化が話題を呼ぶ状況になってきた。これらは、実現の容易さやコストの安さで、十分に消費者の期待に応える物であり、現状レベルのインターネットを対象とすれば便利な物となろう。しかし、既に現在のインターネットでも問題になり始めていると推測するが、映像情報、特に動画情報のサービスにおいて、現在の方式では画質、伝送速度とも十分とはいえず、21 世紀の情報化社会がこの程度のレベルのシステムで満足できるとは思えない。

IEEE1394 は動画やデータを快適に伝送できるホーム/SOHO ネットワークの規格であり、今年はこの分野の動きも活発であった。先ず、平成 7 年に制定された IEEE1394-1995 規格に対して、P1394a と P1394b 委員会での拡張仕様の審議が進められた。P1394a は IEEE1394-1995 規格のあいまいさの修正や、Arbitration の高効率化を図ることなどを主な目的として仕様が制定された。P1394a に準拠する半導体製品は既に 10 社以上からアナウンスがされており、普及が始まっている。また P1394b は高速化と長距離化を主眼にした規定で、800Mbps 以上の高速化や、100m に至る長距離化

の議論が集結した。

1394 の可能性に関しては、雑誌等でも詳しく取り上げられたり、国内外の展示会でも、1394 関連の展示が多数見られるようになってきた。また、PC 製品や AV 製品に 1394 端子が実装されることが当然の様になってきた。PC について言えば、平成 12 年度には 1000 万台に実装される状況との推測も出るようになってきた。21 世紀の初頭には、衛星デジタル放送、地上波デジタル放送、W-CDMA の実用化が始まり、情報と映像が全てデジタル的に統合される状況が揃うわけで、IEEE1394 が映像、音楽、データの配信を含めた新しい情報流通の基盤となる状況が見えてきた 1 年であったと言える。

昨年度話題となった 5C 方式の著作権保護チップやパテントプールの問題も片が付き、今年度は 1394 技術の開発が静かに急進展した年でもある。

本節では、以上のような状況の中で、IEEE1394 関連の標準化委員会や学会の動向を調査した結果を報告する。これらの調査結果が、今後の方針策定の一助となることを期待する。

6.1.2 調査内容

(1) 標準化機関の動向

1) 1394b

IEEE1394 の現在の規格は 1995 年に制定された物で、IEEE1394-1995 と言われている。この規格が制定された以降、改良を加えるべく、4 つのグループが組織された。それらのグループは、1394a (方式の効率化等)、1394b (リンクの高速化、長距離化)、1394.1 (ブリッジ開発)、1394TA (API の促進と規格の普及) であり、相互に関連を持ちながら、次期の規格制定作業を進めて来た。

IEEE1394-1995 では、リンクは 400Mb/s (S400) ままで 4.5m の 6 芯 STP 一種類のみであった。IEEE1394 リンクの規格を審議している機関は上述の 1394b であるが、このリンクを一層高速化、長距離化すべく検討が進められて来た。新規格に向けた活動のポイントは、100m レベルの長距離伝送と 800Mb/s、1.6Gb/s の高速伝送をいかなる方式で実現するかということである。以下、簡単に 99 年度の活動の概要をまとめる。

a) 1394b の審議動向

1394b での距離制限を克服する仕様の標準化が 1997 年から P1394b において進められて来た。P1394b 仕様は 50m 以上の長距離化と同時に S800 以上の高速化を課題として審議が行われ、1999 年 10 月のフランスでの会合を最後に公開審議を終了している。現在は BRC (Ballot Review Committee) を発足させ、IEEE での承認を目指して編集作業を行っている。P1394b では、DS Link と異なる高速長距離伝送に適した全二重方式が採用され、伝送路としては表 6.1.2-1 に示される媒体が各伝送速度、伝送距離に対して規格化された。この P1394b で規格化されたポートは従来の DS ポートと区別するために Beta ポートと呼ばれている。

表 6.1.2-1 p1394b で採用された伝送路

伝送媒体	最大 伝送距離	コネクタ	速度領域					
			S100	S200	S400	S800	S1600	S3200
UTP cat.5	100m	RJ-45	○	-	-	-	-	-
POF	50m	PN	○	○	-	-	-	-
H-PCF	100m	PN	○	○	-	-	-	-
GI50-MMF	100m	LC	-	-	○	○	○	-
STP	4.5m	Bilingual/ Beta only	-	-	○	○	○	-

p1394b の委員会は 10 月クローズされるまでほぼ毎月開催された。WG への参加者は 20~40 名であり、主な参加企業は Compaq、Zayante、Intel、Sony、HP、Microsoft、Molex、旭硝子、NEC 等である。

各会合でのトピックス的な事項を列举すると以下の通りである。

- 99 年 3 月 Phenix : Beta 専用コネクタの使用を採択
UTP5 の Cross over 問題審議
- 99 年 4 月 Milpitas : Bilingual コネクタの使用を採択
Phy/Link インターフェース使用の変更採択
- 99 年 6 月 Houston : Beta/Bilingual、Boss/Border 機能等の議論
- 99 年 7 月 New York : 新規 proposal の受付終了
Beta/Bilingual、Boss/Border 機能等の議論
- 99 年 8 月 Portland : Beta/Bilingual コネクタの議論ほぼまとまる
- 99 年 10 月 Rennes : 委員会としての議論打ち切り
(France)

10 月の Rennes での会合を最後に公開審議を終了し、現在は BRC (Ballot Review Committee) での編集作業が進められている。Boss/Border 機能、Loop healing 機能など技術的に未熟な部分もあり、委員会の終了は時期尚早の感も有るが、BRC での細部の詰めの後 IEEE での承認の段階となる。

b) 今後の方向性

1394b に関しては、公開審議が終了し、後は規格書を待つのみとなった。関係メーカーは、LSI やモジュール開発を急ピッチで進めている物と思われる。しかし、最近、無線系の 1394 対応の動きや、UTP-cat.6 での可能性の進展など、新しい技術の動きが既に出始めており、より使い易いリンク技術の開発に向けた動きは今後とも続く物と思われる。本プロジェクトで開発中の G-POF

系リンクについても、早期に外部に示して行くことが重要である。

2) ATM-Forum

ATM (Asynchronous Transfer Mode : 非同期転送モード) は、一通信方式で、世界各国の電気通信事業者が中心となって通信関係の国際標準を作成する ITU-T (国際電気通信連合) の場で生み出された技術である。ATM は、文字、静止画、音声、動画などのマルチメディアサービスを混在させ、しかも低速から高速までフレキシブルなネットワークを構成できるため、高速広帯域通信網 (B-ISDN) 構築の基本方式となっている。このようは背景をもとに、ATM 関連の仕様作成と ATM の普及促進を行う民間非営利団体として、ATM-Forum は 1991 年に米国において設立された。

a) ATM-Forum の発足と構成

ATM-Forum は、1991 年 10 月、Adaptive 社、Cisco System 社、Northern Telecom 社、U. S. Sprint 社の 4 社が発起団体として、ATM 相互運用性のため、仕様の迅速な完成および産業界の協力促進を通じて、ATM 製品とサービスの展開を加速することを目的に設立された。ATM-Forum は、正会員、聴講会員、ユーザー会員に別れ、現在 600 以上の会員が参加し、活動を行っている。

b) ATM-Forum の全体運営構成

ATM-Forum の組織は、事務局 (世界事務局(カリフォルニア)、ヨーロッパ事務局(パリ)、アジア太平洋事務局(東京))、委員会、技術分科会 (物理レイヤ、シグナリング、プライベート NNI、ネットワーク管理、トラフィック管理、キャリア間広帯域インターフェース、サービス&アプリケーション、LAN エミュレーション、テストイング) で構成され、理事会を中心に運営されている。全体の運営は、

- ①マルチベンダ対応の ATM ネットワーキング技術の仕様化を世界で一元的に進めること
- ②ATM 技術とその利用サービスをエンドユーザーに認識してもらい、サービス提供のビジネスチャンスを高めること

を主眼に行われている。

上記①に対応するのは技術委員会で、世界唯一の ATM 技術仕様化団体形式をとり、ATM の仕様が複数生じて混乱が起きるのを防いでいる。

上記②は、地域の市場のあり方に定着したアプローチが必要なことから、地域対応の活動体制をとっている。また、ATM-Forum は地域ごとの関連団体、プロジェクトなどと政策的、技術的な整合をとる必要があるため、地域活動委員会を設置し、各地域の事務局がそこでの活動を支援している。さらに、活動の結果を国内あるいは国際標準化に反映することもあるため、アメリカにおける T1 委員会(アメリカ規格協会(ANSI)の下にある広域網の標準化組織)、ヨーロッパの ETSI (ヨーロッパ電気通信標準化協会) などと相互協力関係が結ばれている。

c) 日本における取り組み

日本においては、1993 年 11 月に ATM 日本委員会 (設立当時 : ATM-Forum 日本委員会) が組織され、ATM の技術的な取り組みと普及活動を行うとともに、ATM-Forum の支援・協力を行ってきた。

しかし、本委員会は、1999年9月にベンダー各社が協力してATM技術を啓蒙する時期は終わり、今後は各ベンダーが独立してビジネスを展開できると判断し、約6年の活動に幕を下した。

d) 最近の動向

インターネットの標準プロトコルであるIP(Internet Protocol)が、企業ネットワークでも中心的なプロトコルとして認知されるに従い、ATMの関心が薄れつつある。そのため、ATM-Forumは、IPとATMの親和性を向上させる目的で、AIC(ATM Internet Collaboration)ワーキング・グループを1999年4月に発足させ、最大64kバイトまで拡張出来るセル・フォーマット「FAST」(Framed ATM over SONET Transport)など、各種技術の開発を進めている。また、IP関連技術の標準化団体であるIETF(Internet Engineering Task Force)とも協力関係を持ち、IPのQoS(サービス品質)技術である「Diff-serv」(Differentiated Services)とATMのQoSとの間のマッピング方法などの検討を進めている。

また、POFを伝送媒体としたATMの規格は、1997年4月に155Mbpsの規格が採択(“155 Mbps Plastic Optical Fiber and Hard Polymer Clad Fiber PMD Specification”, AF-PHY-POF155-0079.000, May 1997)された以後、物理層に関して、Fiber Jackコネクタを追加する等の補遺(“155 Mbps Plastic Optical Fiber and Hard Polymer Clad Fiber PMD Specification Version 1.1”, AF-PHY-0079.001)が審議されていたが、1999年1月に正式な規格として登録された。

また、宅内外のネットワークを議論するRBB(Residential Broadband)ワーキング・グループでは、家庭内ネットワークの配線媒体として、UTP(Unshield Twisted Pair)とPOFを採用し、規格(“Residential Broadband Architectural Framework”, AF-RBB-0099.000)としている。POF用のコネクタには、PN(F07)コネクタとFiber Jackコネクタが規定されているが、これらの物理層については、1998年時点では審議中であったもの(“Residential Broadband Physical Interfaces Specification”, AF-RBB-PHY-0101.000)が、1999年1月に正式な規格として登録された。

3) VESA、DAVIC

VESAの中のHome Network分科会について継続報告する。基本的な対応としては昨年度と同様に、デジタルホームネットワークのバックボーンとしてIEEE1394の長距離化の仕様すなわちP1394bに則った形で検討を進めている。その中で具体的に次の3点を提案している。

- ・複数のデジタルビデオ信号(DVフォーマット、MPEG-IIなど)を同時に伝送する場合の信号形態についての提案
- ・複数の異なる信号(ビデオ信号、インターネットのような非同期信号など)を伝送する場合の信号形態についての提案
- ・複数の異なるネットワーク(IEEE1394、イーサネットなど)のセグメンテーション(区分方法)についての提案

その他ホームネットワーク分科会以外で、ディスプレイ関連の識別データやデータチャンネルを標準化したり、具体的なケーブルやコネクタをどうするかといったディスプレイの物理的な接続インターフェースを標準化している。詳細については、ホームページ<http://www.vesa.org/>

を参照されたい。

一方、DAVIC は平成 6 年の設立後、5 カ年の活動で昨年終結した。今までの活動の主なものをあげると以下ようになる。

- ・ システムのリファレンスモデルとシナリオについて
- ・ サービスプロバイダーのシステムアーキテクチャーとインターフェースについて
- ・ アーキテクチャー管理とプロトコルについて
- ・ 中位から高位レイヤーのプロトコルについて
- ・ 下位レイヤーのプロトコルと物理的なインターフェースについて
- ・ 基本的なセキュリティツールについて
- ・ 適合性と相互接続性について

等が挙げられる。なお、ホームページはまだ健在で詳細については <http://www.davic.org/> を参照されたい。

(2) 学会、コンソーシアム、展示会

1) POF コンソーシアム

POF コンソーシアムは、慶應義塾大学 理工学部 小池康博教授が中心となり、POF のわが国における研究開発とその応用について先駆的役割をはたすことを目的に 1994 年 2 月に設立された。POF コンソーシアムは、POF に関する研究会ならびに全体会議に加えて、1994 年の国際会議 POF'94 を皮切りに年 1 回のプラスチック光ファイバーに関する国際会議を開催している。1998 年度の会員は、電線メーカー、POF メーカー、家電メーカー、コンピューターメーカーなど 67 企業と 5 研究機関。活動の一環として、ATM-Forum などの POF を伝送媒体とした規格化への働きかけ、出版活動（「プラスチック光ファイバー」共立出版、1997 年刊）も行っている。1999 年度は、5 回の POF コンソーシアムと 1 回の国際会議を開催している。

平成 11 年度の活動

● 5 月 15 日

第 28 回 POF コンソーシアム

「国際標準化戦略ワーキンググループ」 日本電気 鹿田寛

「POF 最適化ワーキンググループ」 慶應義塾大学 小池康博

「接続 I/F ワーキンググループ」 松下電器産業 森倉晋

「プラスチック光ファイバーの試験評価法標準化委員会」 三菱レイヨン 高橋聡

● 7 月 14 日～7 月 16 日

MOC '99 & International POF Conference '99

● 10 月 15 日

第 29 回 POF コンソーシアム

「ITS の現状と松下の取り組み」 松下通信工業 小野春秋

● 12 月 10 日

第 30 回 POF コンソーシアム

「未来ネットワークの実現にむけて」 NTT 未来ねつと研究所 河内正夫

「次世代インターネットの展望」 慶應義塾大学 松下温

● 2 月 25 日

第 31 回 POF コンソーシアム

「Activity of Fiber Optics in Australia」 University of New South Wales Prof. Chu

2) International POF Conference 99

本年度の International POF Conference は 7 月 14 日から 16 日まで、千葉県の幕張メッセで MOC との共催で開催された。参加者は約 500 名で、招待講演が 22 件、一般講演が 27 件、ポストデッドラインが 6 件の合計 55 件である。併設されたポスターセッションでは 14 件の発表が行われ、各テーマとも活発な議論が行われた。

以下では、本委員会の活動と深く関連する内容を POF、POF 用デバイス（コネクタを含む）、POF 用光リンク、及び POF をベースとするネットワークに分類して報告する。

POF

a) Transmission Test Result of Perfluorinated GI-POF using Commercially Available Transceivers (PB6/Asahi Glass)

市販のギガビットイーサネット用光トランシーバーを利用して、フッ素ドープファイバーの伝送特性を評価。発光素子は 850nm 帯の VCSEL で、フッ素ドープファイバーのコア径は 83、99、147、221 μm とした。コア径の大きさに依存して伝送特性が劣化し、例えばコア径を 147 μm とすれば 99 μm の場合に比べて約 2dB のパワーペナルティが発生した。また、コア径 109 μm のファイバーを利用して 1.25Gbps $\times$ 100m 伝送の実験を行い、周囲温度 25 $\sim$ 50 $^{\circ}\text{C}$ の範囲で安定的に動作することを確認した。

b) Performances of Perfluorinated GI-POF (PD2/Asahi Glass)

フッ素ドープ POF の特性の詳細に関する報告。70 $^{\circ}\text{C}$ で 1000 時間のエージングテストを行い、帯域、損失及びコアのプロファイルがほとんど変化しないことを確認した。また、シングルモードファイバーを利用して、伝搬光の強度及び遅延時間特性を測定し、それぞれ入射光の位置に強く依存することを確認した。

c) Propagating Mode Attenuation and Coupling Characteristics of Graded-Index POF
(PD5/Keio University)

GI-POF の伝送帯域は、launch condition と mode dependent attenuation によりほぼ決定され、mode coupling の影響は小さいことを理論と実験の両面から実証。

POF 用デバイス (コネクタを含む)

a) Wavelength Division Multiplexing Plastic Optical Fiber LAN (PB8/ALPS Electric)

POF を対象とする波長多重システム用光フィルターに関する報告。試作した 4 チャンネル用光フィルター (460nm、510nm、560nm、660nm) のチャンネル間クロストークは 10dB 程度。

b) VCSELs for Low Cost POF based Data Links (PC5/Hewlett Packard)

POF 用 VCSEL に関する試作の報告。発振波長は 670nm であり、発光面積が $8\mu\text{m}$ の場合のしきい値電流は 1.6mA、発光パワーは 0.27mW (@4mA) である。

c) New Small Connector for POF (PF4/Molex and Sony)

IEEE1394 インタフェースを有する PC やデジタルカメラを対象に開発された POF 用小型光コネクタ。フェルール間のピッチは 5mm であり、外形寸法は $11.3 \times 7.85 \times 30.8\text{mm}$ である。挿入損失の平均値は 1.36dB であり、要求性能 2.0dB を満足した。

d) Optical Connector for High Performance Plastic Optical Fiber (PG5/AMP)

SI-POF (NA=0.32, 15m) と GI-POF (NA=0.17, 15m) をサンプルとする光コネクタの接続損失に関する実験の報告。コア径を基準として X-Y 面で 15% と Z 面で 20%、及び傾きで 1% の軸ずれがある場合、前者の総接続損失は 1.51dB になるのに対して、後者の総接続損失は僅か 0.73dB である。またコア径が大きい程、トレランス特性は改善される。

e) Fabrication of T-Coupler using Mesh-Type Half-Mirror for POF (PH2/YAZAKI)

車載ネットワークへの適用を想定して、SI-POF を利用した T 型カップラーを試作。T 型カップラーは、光軸に対して 45 度の傾きで挿入したメッシュ型のハーフミラーを基本構成要素とする。ハーフミラー内の透過領域のサイズは 35 または $42\mu\text{m}$ で、反射領域のサイズを変えることにより、任意の分岐比率を実現することができる。ハーフミラーと POF の間に gel を入れた構成では、透過損と反射損はそれぞれ 4dB と 5dB 程度であり、過剰損は 1.5dB であった。

f) Polymer Star Couplers for Optical Backplane Interconnects fabricated by LIGA Technique (PH13/Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH)

LIGA 技術 (German acronym for the main process steps lithograph, electroforming, replication) を適用して、POF 用 4×4 スターカップラーを 300 個試作。過剰損は、ほぼ 3dB 以下であった。

g) Bi-directional Optical Coupler for plastic Optical Fibers (PH14/Hitachi)

デジタル AV 機器や PC への適用を想定して、1 芯双方向用の非対称型の光カップラーを試作。送信部と受信部を接続する POF は、クラッド径 $1000\mu\text{m}$ で NA=0.3 の SI-POF であり、これを非対称型光カップラーを介してクラッド径 $750\mu\text{m}$ で NA=0.3 の SI-POF と、クラッド径 200

μm の H-PCF に同時に接続した。500Mbps の NRZ 信号を 25m 伝送し、良好な結果が得られた。

h) High-Speed Performance of Red Vertical Cavity Lasers for Plastic Optical Fiber
(PJ4/Mitel)

POF 用 VCSEL の基本特性に関する報告。発光面積は $14\sim 26\mu\text{m}$ で、直列抵抗は 75Ω 、発振波長は 670nm で、しきい値電流は 6mA 、CW 変調時の最高動作温度は 40°C である。また、周波数帯域は $1.2\sim 2.1\text{GHz}$ であった。

i) Study of Visible Light Source for High Speed POF Transmission (PPD2/Matsushita)

POF 用発光素子の諸特性に関する報告。通常の LD の場合、波長の温度依存性は $0.2\text{nm}/^\circ\text{C}$ であり、また -20dB 以上の反射戻り光があると符号誤り率特性にフロアー現象が生じる。一方、RC-LED の場合、波長の温度依存特性は $0.07\text{nm}/^\circ\text{C}$ であり、 -10dB の反射戻り光がある状態でも符号誤り率特性にフロアー現象が発生せず、極めて安定に動作する。

j) InGaAlP-Based Red VCSELs for High-Speed POF Optical Data Links (PPD4/Toshiba)

POF 用 VCSEL の基本特性に関する報告。発光面積は $15\mu\text{m}$ で、直列抵抗は 140Ω 、発振波長は 666nm で、しきい値電流は 3.8mA 、CW 変調時の最高動作温度は 53°C である。 1.2Gbps NRZ 信号で変調し、良好なアイパターンが得られている。

POF 用光リンク

a) Squeezing more bandwidth into high NA POF (PA3/University of North London)

Mode scrambler を利用することにより、POF の広帯域化が可能となることを理論と実験の両面から検討。本技術を適用すれば、高 NA の SI 型 POF でも ATM standard をクリアすることができる。具体的には、 50m 長の高 NA の SI 型 POF の場合、帯域を 170MHz 程度にすることができる。但し、 $2\sim 3\text{dB}$ の損失増加を伴う。

b) Record 2.5Gbit/s 550m GI POF Transmission Experiments at 840 and 1310nm Wavelength (PB7/Eindhoven University of Technology)

フッ素ドープ POF (コア径 $170\mu\text{m}$) を利用した $2.5\text{Gbps}\times 550\text{m}$ 伝送実験の報告。 850nm 帯の実験では、送信部は VCSEL と電気的な波形等化回路、受信部は受光面積 $230\mu\text{m}$ の APD と増幅回路から成る。 1310nm 帯の実験では、帯域 5GHz の DFB-LD と受光面積 $80\mu\text{m}$ の APD を用いた。 550m 伝送後の分散によるパワーペナルティは、前者が 4.4dB で後者は 4.5dB であった。このような特性を実現することができた要因は、光源の励起方法とスペクトル特性であると考えられる。

c) Transmission Characteristics of 500Mbps Optical Link using 650nm RC-LED and POF
(PC3/Matsushita)

650nm 帯 Resonant Cavity LED と POF を利用した 500Mbps 光リンクの詳細特性に関する報告。

LED の出射 NA を 0.32、POF のコア径を $700\mu\text{m}$ 、POF の NA を 0.3 とする場合、POF への入射パワーは -4.8dBm となり、50m 伝送後に 5.2dB のパワーマージンを確保することが出来た。

d) Transceivers for In-Car Optical Buses (PG2/Siemence AG)

欧州で活動が盛んな車載バス (MOST) を対象とする POF 用光トランシーバーの仕様及び性能に関する報告。主な仕様としては、伝送速度が 100Mbps 以上で、伝送距離は 50m 以上、動作温度は $-45\sim 80^\circ\text{C}$ である。波長 650nm と 510nm で動作する 2 種類の LED を開発し、ピーキング技術を適用することにより、それぞれ 100Mbps で良好なアイパターンを得ることが出来た。POF の損失特性の関係により、前者で 108m を、また後者では 155m を伝送することが可能である。

e) A Miniaturized Transceiver using Simplex POF for IEEE1394 (PG3/Sony)

POF を用いた 1 芯双方向用小型光トランシーバーに関する報告。外形寸法は $10\times 12\times 36\text{mm}$ であり、IEEE1394/S100 の信号を 70m 伝送することが出来る。光学的なプリズムを利用することにより、LD からの出射光の 99% を POF に結合し、POF からの出力光の 63% を PD に結合する。最小受光レベルは -14.4dBm である。

f) 7Gb/s Data Rate Transmission using InGaAs VCSEL at $\lambda = 950\text{nm}$ and Perfluorinated GI POF (PG4/University of Ulm and Asahi Glass)

動作波長 950nm の VCSEL とフッ素ドーブ POF (コア径 $155\mu\text{m}$) を利用した $7\text{Gbps}\times 80\text{m}$ 伝送特性の報告。VCSEL の発光面積は $4\mu\text{m}$ であり、しきい値電流は 1.3mA 、発光パワーは 10mW ($I = 4.5\text{mA}$)、スペクトルのサイドモード抑圧比は 30dB 以上である。受光素子は InGaAs pin-PD で、その受光面積は $16\times 16\mu\text{m}$ である。 7Gbps で変調時の最小受光レベルは -10.2dBm であり、 80m 伝送時には 0.5dB のパワーペナルティーを観測した。

g) Optical Data Communication using Substrate Removed 850nm RCLEDs and Small Core Plastic Optical Fiber (PJ/Univ. of Gent)

850nm 帯で動作する 8×8 の RC-LED アレイと、コア径 $63\mu\text{m}$ の POF アレイを利用した平行伝送の結合特性に関する報告。RC-LED の発光面積が $50\mu\text{m}$ の場合、POF からの出力パワーは $30\mu\text{W}$ ($I = 2.3\text{mA}$) であった。

POF をベースとするネットワーク

a) Evaluation of POF WDM Video Transmission System of Long Wavelength Band Region (PB5/NTT-AT)

フッ素ドーブ POF を対象とする波長多重伝送システムに関する報告。波長は $1.2\mu\text{m}\sim 1.6\mu\text{m}$ 帯の 8 波長で、波長間隔は 20nm 以上である。波長間隔を広くすることにより、LD の温度制御を不用にすることができる。また、POF のコア径は $150\mu\text{m}$ で、NA は 0.2 である。導波路を利用して 4 波長の多重伝送を行い、 500Mbps 及び 1Gbps のデジタル信号を 100m 以上伝送で

きることを確認した。ただし、video monitoring システムを構築するためには、光合・分波部におけるクロストークを 36.9dB 以上にすることが必要である。

b) Application Windows for Step Index and Graded Index Polymer Optical Fibers

(PB3/Deutsche Telekom AG)

GI-POF をベースとする将来のシステムは、マルチモードの石英ファイバーを利用したシステムより廉価になると予想されるが、そのためには GI-POF のコア径としては $500\mu\text{m}$ 以上が条件となる。

c) Demonstration of Home Networking using POF for Fast Ethernet and IEEE1394

(PD4/Asahi Chemical)

SI-POF を利用したイーサネット (100Mbps) と IEEE1394 (S200) の動作デモに関する報告。発光素子は LED である。イーサネットと IEEE1394 間を接続する IP ルーターなどが今後重要になると考えられる。また、UTP-5 と SI-POF の雑音耐性を評価し、POF の優位性を確認した。

d) Digital Home Network with POF (PE5/Mitsubishi Rayon)

IEEE1394/S400 を対象とするマルチレイヤー型広帯域 POF の基本特性及びホームネットワークへの適用に関する報告。既存の SI-POF との上位互換性を考慮して、マルチレイヤー型 POF のコア径は $700\mu\text{m}$ とした。伝送帯域は 500MHz (@50m) であり、曲げ損失は 1inch の 10 回巻きで 0.5dB 以下である。マルチレイヤー型 POF を市販の PHY LSI (NEC) 及び開発中の LED ベースのトランシーバー (松下電器) と組み合わせることにより、ホームネットワークの通信インフラを構築することが可能である。

e) Implementation of POF cable repeater for long haul IEEE1394 (PF13/Sony)

POF を対象とする IEEE1394/S100 対応の物理層 LSI に関する報告。伝送路符号には 4B/5B を採用し、半導体レーザーと SI-POF を利用して 1394/S100 を 100m 伝送することができる。

3) European Conference on Optical Communications (ECOC)'99

ECOC'99 は、9 月の 26 日より 30 日まで、南仏はニースの Acropolis Convention Center にて開催され、場所が良いこと、昨今の WDM 技術に対する関心の高まりから、参加者が非常に多かった。1997、1996 年と 2 年間に渡って、慶應大学小池教授が ECOC の招待講演者に選ばれていたが、平成 11 年度は、POF に関する招待講演として、慶應大学、オランダ Eindhoven 工科大学のグループが選ばれ、“Status of GIPOF Systems and Related Technologies”なるタイトルで、Eindhoven 工科大学の Khoe 教授が代表して講演した。本講演は、広く可視光域から近赤外光域に渡って 30dB/km にまで低損失化を達成した全フッ素化 POF を用いての WDM 伝送実験についての報告であった。講演直前に、650nm、850nm、1300nm の 3 波長による $2.5\text{Gb/s} \times 3 = 7.5\text{Gb/s}$ 、200m の伝送に成功し、そのデーターを示していた。石英系光ファイバーを用い、狭波長帯域に数十波長を多重化する WDM 技術の競争が世界的に繰り広げられている中で、この全フッ素化 POF が、可視広域か

ら近赤外光域に渡っての広波長帯 WDM を容易に実現しうることを報告している。さらに、大口径 (200 ミクロン) の石英系光ファイバーの開発が進められていることに関しても講演の最後に触れていた。一方、POF に関する報告としては、Lucent Technologies より一件、慶應大学からのポスターセッション一件がなされた。Lucent 社からの発表は、“Demonstration of 500nm-wide Transmission Window at Multi-Gbit/s Data Rates in Low-Loss Plastic Optical Fiber” なるタイトルで、やはり、全フッ素化 POF によるギガビットオーダーの伝送実験に関する報告であった。830nm、940nm 帯の VCSEL、並びに 1300nm 帯の通信用半導体レーザーを用い、それぞれ、7～11Gb/s、100m の伝送に成功したことを報告している。このように、ECOC での POF の発表は、全フッ素化 POF の広波長域 WDM を目指したものが目立っていた。これらの報告に対して聴衆からの質問事項は、POF の信頼性を危惧するものが目立った。一方で、慶應大学からの発表は、“Which Is Serious Factor to the Bandwidth of GI POF: Mode Dependent Attenuation or Mode Coupling?” と題した PMMA 系 GI 型 POF の伝送帯域を理論解析に関するものであった。

ECOC'98 に引き続き、本年度の ECOC'99 においても、POF に対する関心は相当高く、口頭発表会場に大勢の聴衆が集まったのみでなく、目立たないポスターセッション会場であったにもかかわらず非常に多くの聴衆が集まり、質疑応答がなされた。ECOC、OFC の国際会議では、幹線系を主体とした超高速、長距離伝送技術に関心を有する参加者が非常に多く、その結果として超高速 WDM の講演、デモ、展示のにぎわいが毎年顕著であると言える。これに対して POF は、応用範囲が大きく異なるため、口頭発表内容が石英系と同様の WDM に絡んだものである場合には、極めてインパクトが大きい様に見受けられた。一方で、GI 型 POF、全フッ素化 GI 型 POF がそれぞれ市場に登場するのはいつになるのかについての質問が多く、GI 型 POF への要望が高まっていることを感じさせられた。

4) CES2000

期 間：2000-1-5～1-8

訪問先：1/5 13:00～16:00 Centura 社 (Redwoodshore, CA)

1/6PM～1/8 Winter CES (LasVegas, NV)

a) 全体印象

世の中の動きの早さを目の当たりにして、我々の活動にもアクセルを踏み込む必要性を痛感した。直接この委員会に関係する CES においては、1394TA のブースをはじめ最先端のものが数多く展示されており、商談・直近商品の展示という CES の性格も変わってきている感じが感じられた。伝送スピードについても S800 の表現が 1394TA から出されたのは驚きであった。

かつての個々の機器展示から、ネットワーク関連に完全に移行している姿が感じられた。マイクロソフト、サン、インテルなどがネットワークの中の黒子に徹し、生活シーンのプレゼンテーションを大々的に行っていた。従来からのフィリップスや日本の家電メーカー (松下、三洋、シャープ、ソニー、東芝、JVC) に対抗して、今までのマルチメディアから一歩踏み込み、IT ネットワーク関連技術で何とかホームに攻め込もうという熱意が見えた。一方、ホームネットのアプリケーションの観点からはまだ具体的な応用がこれだと言うアプリケーションに苦労している感

はある。



図 6.1.2-1 マイクロソフトの1ブース

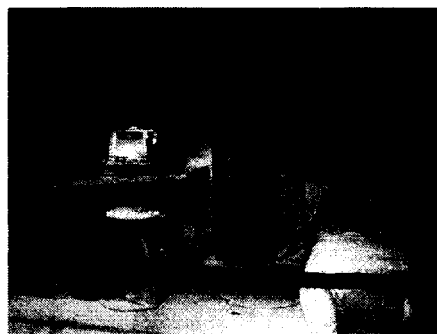


図 6.1.2-2 松下電器の1ブース

現地企業とのミーティングにおいてもネットワーク化の分野が注目されており、なおかつ非常なスピードで進んでいるのがよくわかった。CES の前に訪問した Centura 社では、モバイルでリアルタイムにサーバーにアクセスする S/W を開発している。携帯ツールがネットワークにつながる時代の予兆として、個々の機器にチップを埋め込んでネットワーク対応させようという動きもあり、現状ではまだまだビジネスレベルであるとはいえコンシューマーレベルとしても注目しておく必要性を感じた。

デジタル受信の世界でもホームサーバー的な受信形態が実際に商談として市場に入ってきており、これもまたホームネットワークの一部になり得る展示が華々しく行われていた。HDTV-PC (by HP) や Internet STB も目立った。一方で、TIVO や Replay などのコンテンツを対象にしたサービスやそのインフラ技術が目立っていた。特に音楽関係の配信サービスとその機器が会場で大いにデモンストレーションしていた。

今回の調査を通じてネットワーク構築の環境は、この様にものすごいスピードで進んでいるものの、ホームネットワークと言いながらそのアプリについての議論が足りない状況は米国においてもしかり、との印象も強く持ちさらなる努力が必要であり有効であると感じた。

b) 調査結果概要

①1394 関連

・1394TA

高速化、長距離化の技術的方向性をアピールするデモと、アプリケーションの品揃えを充実した展示を行い、着実な発展を見せていた。ずばり我々のターゲットに近い S400/100m の伝送デモが行われていた。旭ガラスが GI-COF (フッ素系の POF: 商品名 LUCINA) を出品。アクリル系の POF で高速化目指す EIAJ の POF 委員会にとっては脅威を与えるものと思われる。もともとの COF は、通信系をターゲットとしている POF でシリカをも凌駕する性能をねらうもので、アクリルではない全フッ素化されたポリマーであり今後 200~500m で Gbps オーダーを狙う模様。今回はあくまでも展示デモであり、コネクタも通信系で使われている SC コネクタを流用していた。値段も表現されており、両端にコネクタを付けた状態で 100m で 50 ドルねらいとのことで民生用

にも成り得る範囲にきたと言える。我々の視野の中には入れておく必要性を感じた。このケーブルを用いて、動画像のストリームを 100m 伝送しており、長距離化の面でもリードしている。

Zayante 社から 1394.B の状況を聴取した。1394.b は終了。POF についての標準は、S100、S200 で 50m を規定。マルチモードグラスファイバー (50 μ m) で S400、S800、S1600、S3200 に関して規定 (Zayante)。ハードポリマクラッドファイバーで 100m を規定。ほとんど POF に近い。

NEC により、S400 の RF 伝送がデモされていた。現在すでに利用されている 2.4GHz 帯では数メガbps 止まりとなるので、RF 周波数を上げて帯域幅を稼ぐ手法がとられ、60GHz にトライした結果を展示していた。NEC 研究所のデバイスを使用し、30~50m の伝送を狙っており、通常住宅の 1 枚の壁を貫通しても 15~20m 伝送できるものが検討されている。



図 6.1.2-3 60GHz ワイヤレス伝送デモ



図 6.1.2-4 NEC のタームボーイ

NEC のタームボーイの商品展開：最新のものでは 1 万円の商品も出てきており、より身近なものとなってきている。これは LED を使用することでコストダウンをはかっている。

家庭用情報コンセント：やはり NEC が壁に直接埋め込むタイプを提案していた。

・ HAVI

新たに加盟した 15 社の発表と、CES での初デモを実施してアピールした。しかしながら、会場が離れた点と、1394TA パビリオンでのハードウェア/機器を中心とした展示に比べて、HAVI 特有のアプリというものが見えにくかったのか、いささか熱気には欠けた。



図 6.1.2-5 HAVI の発表会場

②関連情報

・電源線搬送関連

エシエロン (Echelon) 社：シスコ社との共同開発であるホームゲートウェイを用い、ISDN を通して英国のモデルハウス内の照明のオンオフやドアの開閉を制御するデモがあった。会場のデモでは実際には電源線を使わずにツイストペアを用いたものであった。日本のエコネット (ECHONET) 同様、こうした制御系のネットワークと我々の POF がどう融合していくのかも非常に重要である。制御系とは別に、電源線応用で高速伝送のテーマがあり 1~6Mbps を実験レベルでは実現しているとの紹介があった。こうしたものと POF との融合・競合はさらに大きな課題である。

エニキア (ENIKIA) 社：PLC (電源線搬送) を持ちいたストリーム伝送例として、2 台の PC を繋いだ対戦ゲームのデモを実施。同一ラインでのドライヤのオンオフでも中断されないロバスト性をアピール。方式は周波数変調とのこと。電源線の場合流入雑音対策が問題となり、日本のインフラ環境におけるノイズレベルの高さをどう克服していくかがポイントとなるが今回も大変興味深い状況にあった。年内にチップ化 (\$20/チップ) したいとの状況説明もあり、直近の対象であることが実感できた。

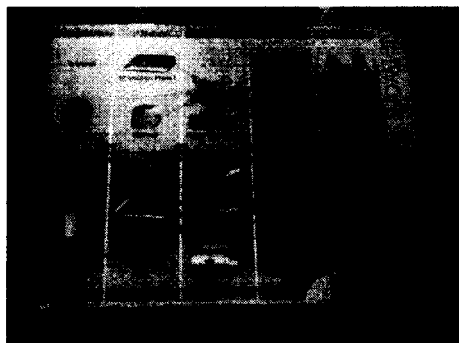


図 6.1.2-6 エニキア社ブース概観パネル

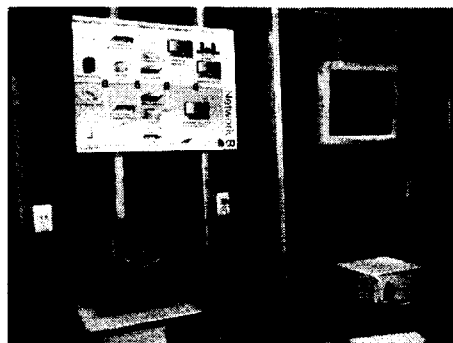


図 6.1.2-7 同左デモ実施風景

・要素部品として光源の問題

光源として LED が一般化してくる傾向にあることの対極で、より高密度化のためのレーザーの問題がある。今回ゼニス社から DVD 対抗商品としての HD ビデオディスクシステムがデモされていた。これは同じ 12cm ディスクを使った HD フルスペックレベルのビデオディスクシステムであり全くの新フォーマットなので今後の展開が注目される場所であるが CES アワードを取っていた。405nm のブルーレーザーを使っており 18GB の容量を持つ。今後我々のプロジェクトでも、高密度化という面では関係してくるのかもしれない。

・通信関連

ブルートゥース (Bluetooth) に関しては個別のブースはなかったが、インテル社のブースで PC と PDA をワイヤレスで接続し、通常の使い勝手と何も変わらない環境を構築しているというデモをやっていた。



図 6.1.2-8 インテル社ブースデモ (1)

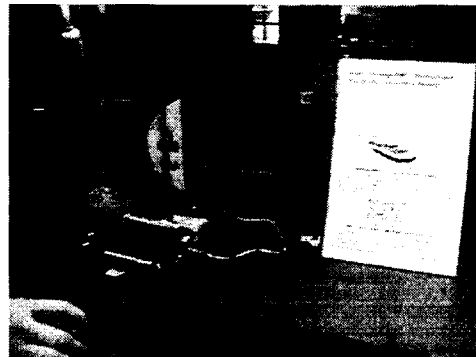


図 6.1.2-9 同左 (2)

携帯電話としては、ノキア、エリクソンのみが出展。Internet との接続がメイン。団体としては、WAP を用いた S/W ベンダーが個別のアプリを宣伝していたが大きな取り扱いではない。有線では、ADSL Forum が大々的に宣伝（インフラ、速度、コストをアピール）していた。

・ ITS 関連

CES がコンシューマということから、ホームと共に車をターゲットにしたシステムも印象深い。基本的には、車載のオーディオ・ビジュアルやマルチメディア（ゲーム等）のシステム展示が中心であるが、ネットワーク関係では、IDB (ITS Data Bus) Forum が活動紹介と共に、無線（5GHz?）でのデータ伝送に関してデモ、GPS、GIS などの展示があった。



図 6.1.2-10 ボンネット上においたレシーバー

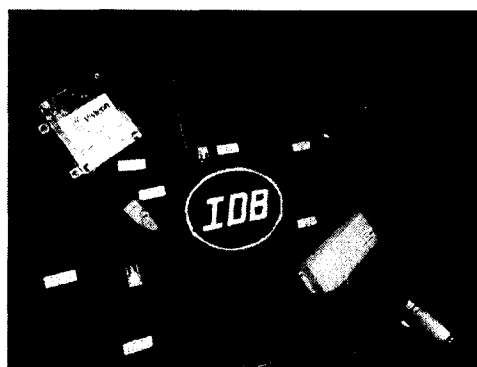


図 6.1.2-11 IDB での端末や機器類

③ 個別情報補足

1394TA

面会者：ZAYANTE/Roger Westberg ; VP, Sales, Collin Whitby-Strevens ; Director, Product Marketing

1394TA のブースの中央には、Softacoustik 社および Zayante 社のホーム・シアター関連機器が設置された。このほかの展示は、セイコーエプソンのプリンター、富士通や VST 社のハード・ディスク装置、NEC やソニーのパソコン、ソニーや松下電器産業の CD-RW 装置、NEC の無線技術、Apple 社やソニー、松下などの DV 編集技術などである。



図 6.1.2-12 1394TA ブース(1)

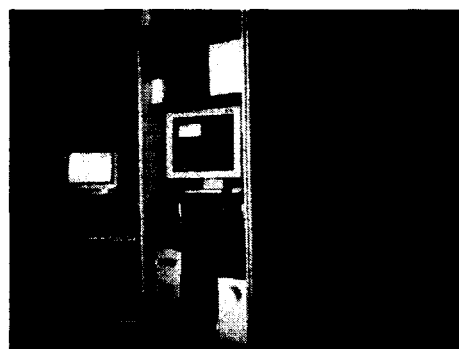


図 6.1.2-13 1394TA ブース(2) シアターデモ

- ・旭硝子：COF（商標 Cytop Optical Fiber；フッ素系のプラスチック）のケーブル展示。100m：\$50
- ・シアター：CD、MD、PC、DVD、DV カメラ、デジタルスピーカー、HDTV、STB (Teralogic) などの接続デモ。システムの販売は、2000 年の夏から始まり、Xmas にピークとなる予想。
- ・5C コピープロテクション標準は、コピーに対しても万全とのこと。
- ・S400、S800 での 100m はグラスファイバー。S1600、S3200 についてはまだ規定されていない (NEC)。

エシエロン (CES：シスコ社ブース内)

面会者：Mike R. Tennefoss；VP. Product Mktg & Customer Services

・ホームゲートウェイ

WAN (DSL/CABLE/電話線) からの情報を家庭内 LAN (電話線/電灯線/ワイヤレス) などに変換する。ゲートウェイの中には、家庭内のリソースを完全に制御するソフト (ペアレンタルコントロールのようなソフトも含んでいる) を搭載。ドアの開閉、モニタリングなどをする。ルーター、パワーライン (PL) トランシーバー、ネットワークマネジメントスタック、インターネットコネクティビティなどの機能を持っている。

日本については、99 年に日本の法規制が改正され、PL トランシーバーが使えるようになってきているとのこと。

電源線搬送の高速版 (1~6Mbps) を開発済みとのことであるが、6Mbps になると常時保証が必要な家電品には向かないのではと考えている。

会場では、PC の画面からドアの開閉。ランプのオンオフをデモしていた。ランプのスイッチはインテリジェントランプの中にある。ただし今回のデモは Twisted Pair (78kbps) を使用。また、BBC のインテリジェントハウス (ロンドン) と接続するデモでは、監視カメラ (カメラとビデオサーバーは同軸で接続、ビデオサーバーが ISDN に接続) の映像を見ながら、会場での PC 画面上でヒーター、ライティングやブラインドのモーターなどを動作させることが出来ていた。エシエロンのネットワークはゲートウェイを通じて一方で ISDN に接続され、一方で各種のセンサーが接続されている。

ワールプール (Whirlpool) 社 (LCD を持つ冷蔵庫のデモ)

ワイヤレスでゲートウェイに接続している。レシピをダウンロード。またオープンの制御（操作）を画面上の GUI を通じて行うことができる。冷蔵庫としてのネットワーク活用は、将来的には商品のバーコードなどの入力などができるようにしたいとのこと。

ティーボ (TiVo) 社

面会者：John Arledge ; Director, Business development

ハードディスク装置を利用したデジタル録画装置(HDD 録画装置)の録画サービスでパーソナルTVを手掛ける。将来的に、擬似的なビデオ・オン・デマンド(VOD)や、電子商取引サービスなどを手がけていく意向。Replay 社と違ってサービスを売り物にし、H/Wをやらないことを強調していた。

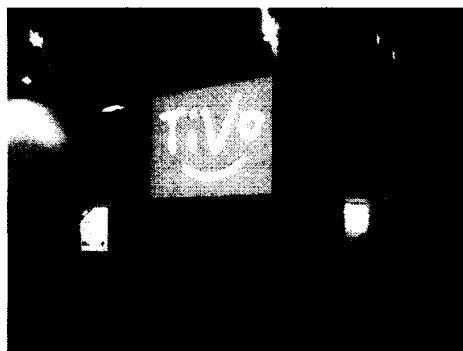


図 6.1.2-14 ティーボ社ブース

HAVI

IEEE1394 で機器間を接続することを前提にしたミドルウェア「HAVi」の普及促進団体である「HAVi 推進協会」の追加企業 15 社の発表があった。この 15 社は、次の通り。

<Digital Harmony Technology、ケンウッド、LG 電子、Loewe、三菱電機、パイオニア、三星、三洋電機、セイコーエプソン、Sun Microsystems, Inc.、Tao グループ、QNX Software Systems、Wind River Systems、Vivid Logic、安川情報システム>

家庭内ネットワークのデモを CES では初めて実演した。それと同時に、共同ライセンス・プログラムが始まったことを明らかにした。



図 6.1.2-15 HAVI のデモシステムパネル

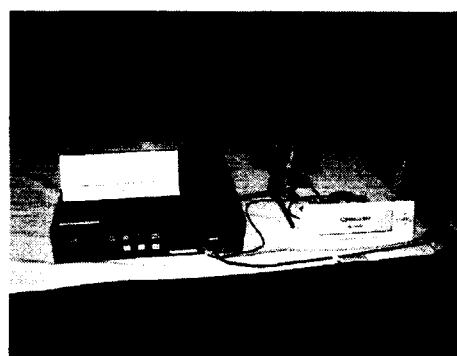


図 6.1.2-16 DVC を用いた伝送デモ

エニキア (ENIKIA) 社

面会者：Jim Reeber ; Director, Corporate Informations

PLC を用いたストリーム伝送の実演。オーディオ、コンピューターを接続し、対戦ゲームを離れた2台で実施。1~2Mbpsの伝送レート。同一パワーラインに接続したドライヤーをオンしても映像に支障なし。現在は、トランシーバーは実証モデルにつき、ラックマウントのコンソール並のボックス。今年末までにチップ化を目指す。(\$20/チップ)

CES 展示会補足 *

- ・セッションとして以下があり。

Executive Forum、E-Commerce、Emerging Technologies、Lifestyle Technology、Mobile Electronics & Wireless Communications、Dataquest Predicts Consumer Technology、Specialty Audio、Workstyle Technology、Retail Management、Habitech Institute、Digital Hollywood

- ・キーノートセッション：Microsoft、SUN、Real-Networks、CEA、3com

- ・テーマパビリオンとして以下があり。

1394TA、Antenna、Digital Hollywood、Digital Imaging、Digital Radio、DSL、E-Commerce、Emerging Technology、Home Security、Intelligent Data Bus (IDB)、Intelligent Transportation Systems (ITS)、IrDA、MP3、Speech Technology、Timepiece、USB、Digital Living Room

④ センチュラ (Centura) 社 (1/5 13:00-16:00) 訪問

面会者：Joe Falcone ; CTO & SVP、Richard Lucien ; CFO & VP、Aaron Byers ; Regional Sales Manager of Asia Pacific、Daigoro Toyama ; Senior S/W Engineer

センチュラ社概要

インフォメーションアプライアンスというカテゴリーのS/Wを開発している。(PDA、ハンドヘルド、携帯電話機など)。紹介されたS/Wは、企業の中だけのデータベースを情報端末までに広げていき、データを常時、最新情報に更新していくものである。端末接続サーバーを通してデータをやり取りでき、一種のNCといえるものである。

デモとしては、無線で結んだWinCEマシンとPC(データベースサーバーと端末接続サーバーを兼ねている)で、安全にデータを交換する。

ネットワークルーター、プリンター、ポケットベル、ロボット、駐車メーター、ガソリンポンプ、自動販売機など組み込み型OSを含んだ製品なら全て端末になる可能性があるとしている。

特長の一つにクライアント、サーバーの両方からデータ管理できることがある。データベースの標準ODBCに準拠しており、スケーラブル、高セキュリティ性を保持し、どんな端末でも対応していくとのこと。ソフトの大きさはWinCE上でクライアントで120KB、サーバーは15MB。

将来的には、家電製品やSTBとの組み合わせでレシピや番組などのデータの更新をできるだろう。具体的な応用としては、教育システムへの応用、医療システムの家庭用端末への応用、ショ

ッピング、コンテンツ配信などが予想され、ヘルスケアアプリケーションも可能性があるだろうとのことであった。

5) Optical Fiber Communication Conference 2000

a) 概要

光通信分野における世界最大のイベント Optical Fiber Communication Conference 2000 (OFC2000)が、米国東海岸のボルチモア・コンベンションセンターで3月5日～10日の6日間開催された(図 6.1.2-17)。

OFC2000 は、光通信に関連する最先端の技術発表を行う Conference と、ビジネス的な商談を主な目的とする Exhibition で構成され、期間中 15000 名を超える参加者が会場を埋め尽くした。インターネットの爆発的な普及に代表される通信需要の急激な増加に伴い、特に米国では光通信に関連する技術者が不足しており、「求む、光通信技術者」といった内容の大手企業の横断幕が、会場に面した道路に掲載されており、象徴的な出来事であった。また、Conference で発表された論文の量・質及び質疑討論、Exhibition 会場での商談なども活発であり、いずれの面を見ても米国を中心とする光通信産業が活況を呈している様子が伺えた。

また、参加者の増加に伴い運営面での工夫も随所に見られ、例えば Conference ではセッション毎に参加者数を予測して当日の会場を変更したり、発表後の質疑討論では質問の内容を発表者自身が反復した後、コメントを返すという方式が採用されていた。特に、後者の“反復方式”は、セッションへの参加者全員、及び発表者自身に質問の内容を周知させるという点で有用な方式であった。

以下に参加した Conference と 見聞した Exhibition の内容を報告する。



図 6.1.2-17 会場風景

b) Conference

Conference は、ショートコース、ワークショップ、テクニカルセッション、ポスターセッション等で構成され、テクニカルセッションにおける発表は招待講演 48 件、一般講演 248 件の合計 296 件である。主要なテーマは、本年度も石英系ファイバーをベースとする波長多重伝送 (Wavelength Division Multiplex; 以下 WDM) であり、デバイスからシステム及びネットワークに関連する要素技術や応用技術の発表が相次いだ。

また、Conference では女性の活躍も目立っており、技術発表は言うに及ばず、いくつかのセッションでは座長を務めており、米国における光通信技術者の広がり的一端を垣間見た。

毎年注目を集める Post Dead Line では、WDM 技術を利用した 3.2Tbps 光伝送技術の報告が行われ (PD23/Lusent Tech, PD24/NEC&Sumitomo&Oki)、約 800 名を収容する会場は立ち見ができる程の盛況であった。Post Dead Line では WDM 技術を含めて 44 件もの発表が行われ、4 つの平行セッションが同時に開催されたにも係わらず、発表時間は僅か 10 分という驚くべき短さであった。また、2 時間弱の Post Dead Line に集まった聴衆は 3000 名を超え、通路はセッション間を移動する参加者で溢れかえっていた。なお、発表 44 件の内、実に 16 件 (全体の 36%) が 2 つ以上の機関による共同研究であり、最先端分野への取り組みに関する今後の方向性を示しているものと思われる。以下では、システムとデバイスに分類して、代表的な発表例の概要を報告する。

システムに関するエポックとしては上述の 3.2Tb/s 伝送が挙げられ、まず「3.28-Tb/s (82X40Gb/s) transmission over 3X100km nonzero-dispersion fiber using dual C- and L-band hybrid Raman/Erbium-doped inline amplifiers (PD23/Lusent Tech)」では、C-band (1530.7nm-1561.8nm) と L-band (1570.42nm-1604.88nm) に 0.8nm 間隔で 40Gb/s のデジタル信号をそれぞれ 40 チャンネルと 42 チャンネル多重し、ラマン増幅を利用して 300km 伝送している。変調器は Mach-Zehnder 型外部変調器であり、ファイバーは分散特性の傾きを緩やかにした新規のファイバーである。受信部では、帯域 0.6nm のバンドパスフィルタを挿入することにより雑音特性を改善し、すべてのチャンネルで 10^{-10} 以下の符号誤り率を達成している。また、「3.2Tb/s-1,500 WDM transmission experiment using 64nm hybrid repeater amplifiers (PD24/NEC & Sumitomo&Oki)」では、1.55 μ m band (1529.0nm-1560.6nm) と 1.58 μ m band (1570.4nm-1602.0nm) に 0.4nm 間隔で 20Gb/s のデジタル信号をそれぞれ 80 チャンネル多重し、EDFA とファイバークレーティンフィルタ及びファブリペローエタロンフィルタから成る hybrid repeater amplifiers を利用して 1,500km 伝送している。送信波長の偏波面をインターリーブ化することにより、隣接チャンネル間のクロストークによる劣化が抑圧できることに着目し、偏波保持の Arrayed Wave Guide を新規に開発して、各チャンネルで 30dB 以上の高 SNR を達成している。伝送後の符号誤り率は 10^{-9} 以下である。

デバイスとしては、WDM 伝送への適用を目的とした広帯域 TDFA と波長可変の VCSEL が挙げられる。まず、「High gain and low noise TDFA and 1500nm band employing novel high concentration doping technique (PD4/NTT)」では、高濃度のドーピング技術を適用することにより、一つのポンプ光源で S-band (1480nm-1530nm) に適した光増幅器 (TDFA) を開発している。ドーピング量を 6000ppm としたファイバー長 6.6m と 10m の TDF を従属接続した場合、増幅度は 30dB 以上であり、雑音指

数は約 5dB、出力パワーは+15dBm である。この TDFA を用いて、415GHz 間隔で 10Gb/s のデジタル信号を 8 チャンネル多重し、分散シフトファイバーで 120km 伝送した場合、すべてのチャンネルで 10^{-10} 以下の符号誤り率を達成している。また、「C-band tunable 6mW vertical-cavity surface-emitting laser (PD13/CoreTek)」では、VCSEL の表面から 980nm のポンプ光を注入することにより 1550nm 帯で 6mW 以上の出力パワーを取り出すことが出来、加えて表面への印加電圧を可変にすることにより、1520nm～1570nm の範囲で任意の波長を制御することができる。この波長帯におけるサイドモード抑圧比は 54dB 以上であり、外部変調器との組み合わせで 2.5Gb/s のデジタル信号を 500km 以上、直接変調では 120km の伝送を達成している。

Conference の全体を通じて、POF に関連する発表はフッ素ドープファイバーを利用した高速光伝送実験の発表 (ThR2/旭硝子) があった。発表では、850nmVCSEL を発光素子とする市販のギガビットイーサネット用光トランシーバーを用いた場合、フッ素ドープファイバーのコア径は 150 μm 以下が適切であること、及びこれらの光トランシーバーやファイバーを利用して 100m 長の 100MbpsLAN を構築し良好に動作したこと等が報告された。Exhibition での動作展示を含めて、フッ素ドープファイバーの確実な進展の様子が伺えた。

c) Exhibition

Exhibition では、世界各国より 400 社を超える出展があり、デバイス・システム・計測及びネットワークなど、多岐に渡る展示が行われていた。主な展示としては、40Gbps の動作展示 (Alcatel/フランス)、1.5 μm 帯の全域に渡って負の分散係数を有する新規ファイバーを利用した 2.5GbpsX300km 伝送の動作展示 (Corning/米国)、50GHz 以上の帯域を有するフォトダイオードの静止展示 (NTT) 等が挙げられる。

POF に関連する展示としては、フッ素ドープファイバーを利用した IEEE1394/S200 または S400 の動作展示 (旭硝子、三星電子/韓国)、PMMA 系ファイバーを利用した波長多重による画像伝送 (アルプス電気)、光コネクタ及び光リンクなどのパネル及び静止展示 (POF コンソーシアム、Agilent Technology/米国)、発光素子のパネル及び静止展示 (浜松ホトニクス、Mitel Semiconductor/Sweden) 等が挙げられる (図 6.1.2-18～図 6.1.2-21)。本委員会からは、本年度試作した情報家電用小型コネクタのサンプルを提供し、POF コンソーシアムのブースに始めて展示し、来場者の注目を集めた (図 6.1.2-22)。POF 関連の出展の中で、特に目立ったのは三星電子 (韓国) の展示であり、民生分野への適用を想定した斬新なデザインの IEEE1394 対応メタル/光変換器の動作デモや、ノート型パソコンに内蔵した電気/光変換器を利用した高速デジタル画像伝送のデモを行っていた。



図 6. 1. 2-18 IEEE1394/S200 の動作展示



図 6. 1. 2-19 IEEE1394/S400 の動作展示



図 6.1.2-20 波長多重による画像伝送

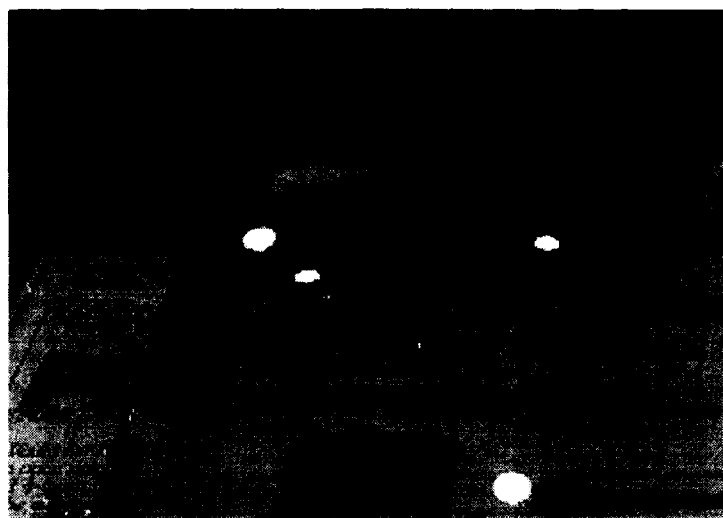


図 6.1.2-21 光コネクタ等の静止展示

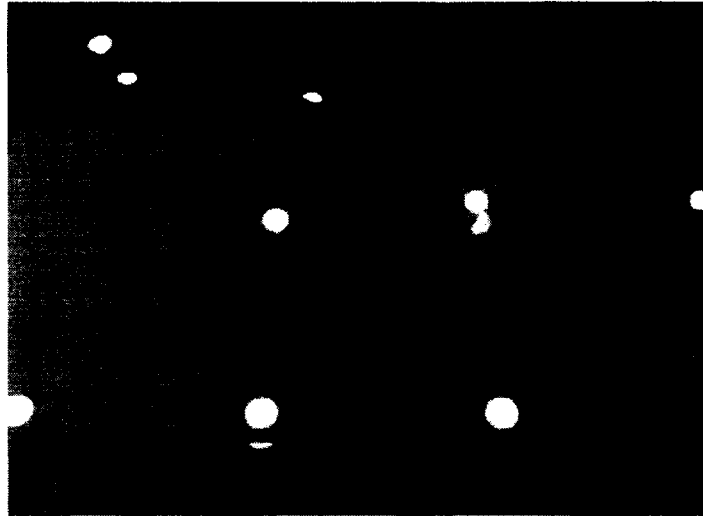


図 6. 1. 2-22 情報家電用小型光コネクタの静止展示

以上報告したように、今、光通信業界は石英系ファイバーをベースとする幹線系 WDM 技術の開発と実用化が花盛りである。今後は、幹線系 WDM 技術に加えて、加入者系やビル内配線など比較的短距離で、より低コスト性が求められる通信分野も重要になると考えられる。このような分野は、本委員会が取り組んでいる POF 及び POF をベースとする伝送技術が最も得意とする分野であり、石英系ファイバーとの共存を図りつつ、POF に関連する技術及び実用化が進展することを期待したい。

なお、来年度の OFC は通常の米国西海岸に戻り、2001 年 3 月 10 日～15 日の期間、サンフランシスコで開催される予定である。

(3) その他、関連機関動向等

1) ARIB

ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) では、スタジオ設備開発部会－スタジオ系分科会－光インターフェース作業班において IEEE1394 の放送応用が検討され、報告書にまとめられようとしている。報告書における IEEE1394 の放送応用の内容について簡単に記す。

放送への応用を考える場合、放送系インターフェースとの親和性が重要となる。現状、放送系インターフェースと IEEE1394 インターフェースが合致し、そのまま使用できるインターフェースは MPEG-TS であり、このインターフェースを用いた応用が考えられる。以下に検討された応用システムを紹介する。

① オンエア監視

受信系 (STB: Set Top Box, IRD: Integrated Receiver Decoder) と同録系 (DVHS 或いは Server) を接続する系統で利用。

② 放送同録システム

放送送出系におけるオンエア監視として位置付けられ、複数の MPEG source 系を複数の同録系 (DVHS 或いは Server) に接続する系統で利用。

③ 番組制作系への応用

番組制作系において編集端末とサーバー間を IEEE1394 を用いて接続し、編集端末で編集し、サーバーに蓄積するシステムに利用。

④ 信号分配システム

将来展望としての応用であるが、MPEG ソース系を信号源として、複数の同録系等の分配に利用。

上記の応用はいずれも室内での利用であり、今後 IEEE1394 の長距離化 (100m 以上) が可能となれば応用範囲は広がるとしている。

2) Home PNA

a) 概要

HomePNA (Home Phoneline Networkg Alliance) とは電話線を使ったホームネットワーキング普及促進を目指す業界団体であり、1998 年 6 月に米国のコンピューター、LSI チップ、ネットワーキング分野の主力企業 11 社により設立された。

参加企業は AT&T、コンパック、ヒューレットパッカード、アイビーエム、インテル等の約 115 社であり、宅内電話線を用いた家庭内のパーソナルコンピューター (PC) 間でのファイル共有、周辺機器 (スキャナー、プリンター、データバックアップ装置、ビデオカメラ、ケーブルモデム等) の共有、さらには、コンピューター同士をつないでのゲームなどを利用シーンとして想定している。また、1999 年 12 月に 10Mbps の高速伝送技術に対応した、HomePNA 2.0 仕様がリリースされた。

b) 技術内容

基本技術に米 Tut Systems Inc. が開発した伝送速度 1Mbps のデータ伝送技術「HomeRun」を採用している。この HomeRun で使用する周波数帯域は、5.5MHz~9.5MHz で、電話の 20Hz~3.4kHz や ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) の 25kHz~1.1MHz に比べて高い周波数帯域を使用するため、既存の電話サービスや ADSL サービスに影響を与えることなく、同じ信号線 (電話線) を用いて 1Mbps のデータ通信が可能となる。

符号化方式としては雑音の多い高周波帯域での利用環境に対応するため、波形間の時間間隔を 1 つのシンボルとして、この間隔に応じて 5 ビットのデータを割り当てる、耐雑音性に優れた独自方式を新たに開発している。

伝走路上のプロトコルとしては Ethernet と同じ IEEE802.3 CSMA/CD を採用しており、最大 25 ノードを接続することができ、ノード間距離は 150m を保証している。

c) HomePNA 2.0 仕様の特長

HomePNA 2.0 仕様の主な特長は、従来 1Mbps であった伝送速度を高速化し、10Mbps への対応し

たことである。10Mbps での伝送技術を取り入れた結果、従来の 1Mbps 仕様と比べて、リアルタイムマルチプレーヤーゲームなどの高速伝送を要求するアプリケーションの実現、インターネットからのグラフィックイメージなどの巨大なファイルの軽快なダウンロード、プリンターなどの同時共有などが可能となった。

また 10Mbps 伝送技術を背景に、家庭内で複数 PC から同時にインターネットアクセスが可能になり、インターネットをベースとするホームネットワーキングへの対応がよりスムーズになった。

HomePNA 2.0 は、米 Lucent Technology と米 Broadcom 傘下の Epigram 社の技術がベースになっており、既存の 1Mbps の HomePNA 1.0 との互換性の維持および共存が可能である。

d) 今後の動向

HomePNA は、現行仕様 Ver. 2.0 で伝送速度を 1Mbps から 10Mbps に高速化した。HomePNA2.0 対応製品として、米 3Com の HomeConnect Network Phoneline、米 Intel の AnyPoint Phoneline Home Network 10 Mbps PCI Card、米 Broadcom のチップセット「iLine10」などが最近リリースされるようになってきており、本格普及に向けた動きが進むものと思われる。

3) HomeRF、Bluetooth

小規模高速ネットワークを実現するために、無線を使うネットワークが急速に注目されている。特に低コストで高速伝送を実現するために、いわゆる国際的に免許不要の ISM (Industrial Scientific Medical) バンド (2.4GHz 帯) を用いる無線伝送技術の開発と標準化が進んでいる。代表的な 2 つの標準化グループである HomeRF、Bluetooth の活動状況を紹介する。

① HomeRF

HomeRF Working Group は 1998 年 3 月に米国で設立された。設立メンバーは、米コンパックコンピュータ、米インテル、米ヒューレットパカード、米マイクロソフト、米アイビーエム、米エリクソン・エンタープライズ・ネットワーク、米モトローラ、米フィリップス・コンシューマ・コミュニケーション、米プロキシム、英シンビオニクスである。その規格である SWAP (Shared Wireless Access Protocol) は 1998 年 12 月に Ver. 1.0、1999 年 10 月に Ver. 1.2 までバージョンが進んでいる。参加および賛同の企業は、昨年の 70 社ほどから、94 社に増加している。2000 年 1 月の CES 展示会でも 1 ブースを設けていた。無線仕様としては、無線 LAN と欧州のデジタルコードレス電話である DECT を組み合わせた仕様 (図 6.1.2-23 参照) になっており、分野としては家庭の中で様々な機器でデータと音声を通信できるような応用を想定している。より詳しくは、昨年度の報告書を参照されたい。データの変調方式は耐干渉性のある周波数ホッピング方式のスペクトラム拡散技術 (FH-SS) である。しかしながら、次に紹介する Bluetooth よりも遠距離の 50m 利用を想定しているため、低価格化しにくいと予想され、当初想定されたほど勢力の拡大に結びついていない。逆に、Bluetooth との差別化を図るために、より高速な伝送速度に向けて仕様を検討中のようなのである。現時点では、1.6Mbps の伝送速度である。

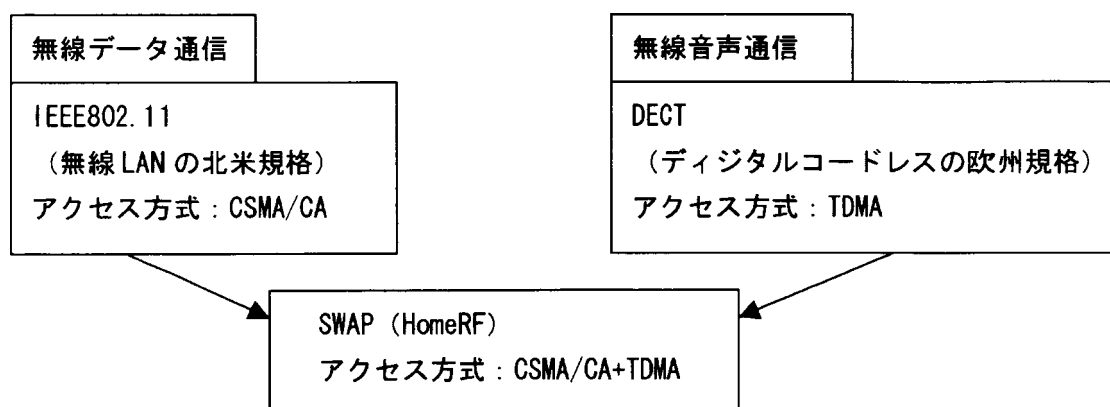


図 6.1.2-23 SWAP の基本概念

② Bluetooth

Bluetoothは、次世代携帯電話機とその他の機器（PC、プリンター、デジタルカメラ、PDA、ゲーム機など）をつないでの近距離のデータ通信を無線で行うことを目的として開発されている。従って携帯電話機関連の有力メーカーであるエリクソン（スウェーデン）、ノキア（フィンランド）に IBM（米）、インテル（米）、東芝の3社を加えた5社が中心となり開発がプロモートされ、結成後2年も経たない現在、1400社を超える賛同という無線インターフェースとしては圧倒的な標準化グループを形成するに至っている。その理由は、次世代携帯電話機という圧倒的な数量を見込める個人用ネットワークの中心機器を念頭においており、市場規模という観点から、色々なアプリケーションで膨大な需要が見込めるからと思われる。最近では、PCや周辺機器だけでなく、AV機器やメモリーカード、自動車搭載機器、自動販売機、POS端末をも視野に入れた応用も想定されている。数量とアプリケーションがうまく廻る好循環で応用エリアが広がろうとしている。

技術的には、HomeRFと同様、周波数ホッピングを用いた変調方式であるが、小電力でホッピング数を高くとる方式（1600回/秒）である。電波の届く範囲に応じて3クラスを規定しているが実際には近距離が中心になると予想されている。最大データ伝送速度は1Mbpsであるが、実効的には非対称伝送時に下り方向が721kbps、上り方法が57.6kbpsであり、対称伝送時には432.6kbpsである。非同期伝送をしながら、64kbpsの音声チャンネルを最大3チャンネルを確保できる。また、マスタスレーブ方式のピコネットと呼ばれるサブネット構成の分散ネットワーク管理なども出来、従来は想定されていなかった簡易型のホームネットワークも想定されるようになってきた。大きな電力を必要としないので、H/Wの低価格化を実現することも普及するのに有利である。2001年にチップ単価は\$5の実現を目標としている。

表 6.1.2-1 に、同じ ISM バンドを用いた無線 LAN の規格である IEEE802.11 を含めて、HomeRF、Bluetooth の主たる仕様を掲載する。この周波数帯は、電子レンジ等も使用するなど非常に混みあう周波数帯であり、このように様々な方式が存在することで混信に対する対策などの課題も多く、お互いの標準化グループでの連携・協調も模索されている。

表 6.1.2-1 ISM バンド (2.4GHz 帯) における代表的標準化規格の主要仕様

方式名	HomeRF (SWAP)	Bluetooth	IEEE802.11
利用周波数帯域	2.4GHz 帯		
最大データ伝送速度	0.8Mbps、1.6Mbps	1Mbps (非対称双方向伝送 : 723.2kbps/57.6kbps、 対称双方向伝送 : 433.9kbps)	2Mbps 11Mbps (IEEE802.11b)
変調方式	FH-SS (周波数ホッピング方式 のスペクトラム拡散、ホ ッピング数 : 50 回/秒)	FH-SS (周波数ホッピング方式 のスペクトラム拡散、ホ ッピング数 : 1600 回/秒)	DS-SS (直接スペクトラム 拡散) FH-SS
音楽専用チャネル	あり	あり (CVSD または対数 PCM 符号化)	なし
モジュールの価格	目標 \$25	目標 \$5	不明
最大伝送可能距離	50m	10m (1mW、0dBm)、 100m (100mW、+20dBm)	100m 30m (802.11b)
最大消費電力 or 電流	未公開	データ伝送時 30mA 待機時 0.3mA	最大 1W 程度
一次変調方式	4FSK (1.6Mbps) 2FSK (0.8Mbps)	GFSK	BPSK/QPSK および GFSK
アクセス制御 方式	データ部 : CSMA/CA 音声部 : TDMA (DECT 準拠)	なし	CSMA/CA
セキュリティ	標準 (暗号化) 24bit network ID 56bit 暗号 (オプション)	標準 (認証、暗号化)	オプション

FH-SS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

DS-SS (Direct Sequence Spread Spectrum)

GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)

BPSK (Binary Phase Shift Keying), QPSK (Quadri-Phase Shift Keying)

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance)

TDMA (Time Division Multiple Access)

参考文献 : 日経エレクトロニクス 1999.12.13 (No.759) p139-163

: <http://www.homerf.org>

4) MMAC

昨年度の調査報告では MMAC (Multimedia Mobile Access Communication System) の組織概要及び開発目標に関して報告した。本年度は昨年からの差分として主に開発の進捗と今年度のトピックに関して調査した。開発進捗として今年度活発となってきた無線ホームリンクの Wireless1394 を、トピックとして MMAC メンバー会社の COMMUNET'99 出展に関して報告する。

a) 開発進捗

MMAC はマルチメディアをいつでも、どこでも（オフィス、家庭、屋外など）扱え、更に光ファイバー網とのシームレス接続を可能とする超高速且つ高品質な移動体通信システムを目指して 1996 年に開始しサービス開始は 2002 年頃を目標としている。開発システムとしては次の 4 種類が進行している。各グループの今年度の作業内容を表 6. 1. 2-2 示す。

表 6. 1. 2-2 平成 11 年度作業内容

開発システム	作業内容
高速無線アクセス（屋外、屋内） SHF 帯等(3～60GHz)の電波を利用した最大 30Mbps の伝送が可能な移動体通信システム。高度携帯 TV 電話が実現可能	詳細仕様作成 実験用機器の製作を含む実証実験の検討
超高速無線 LAN（屋内） ミリ波帯(30～300GHz)の電波を利用した最大 156Mbps の伝送が可能な無線 LAN。高精細画像での TV 会議が実現可能。	詳細仕様作成 実証実験の検討
5GHz 帯移動アクセス（屋外、屋内） 5GHz 帯の電波を利用した ATM 系の無線アクセスシステム及びイーサネット系の無線 LAN。最大 20～25Mbps のマルチメディア情報伝送が実現可能。	標準規格案作成 詳細仕様作成
無線ホームリンク（屋内） SHF 帯等(3～60GHz)の電波を利用した最大 100Mbps の伝送が可能な無線ホームリンク。パソコン、AV 機器等の間でのマルチメディア情報伝送が実現可能。	基本仕様及び詳細仕様の作成 フィジビリティ実験

昨年度のトピックとして無線ホームリンク特別部会が Wireless1394 用の 3 つの作業班を新設したことを取り上げ新設の目的は郵政省が電気通信審議会に諮問中の 5GHz 帯の周波数割り当てに Wireless1394 のシステムを加えること、Wireless1394 を早期開発し日本発の国際標準にすることにあることを報告したが、1999 年 9 月には電気通信審議会答申が決定し(法制化 2000 年 3 月頃?)、MMAC では 2000 年を目処に標準規格案策定中であり、併せて実証実験を計画している。また電気通信審議会では 60GHz に関する審議も開始している(法制化 2000 年 9 月頃?)。図 6. 1. 2-24 に 5GHz Wireless1394 のイメージを示す。各部屋内及び壁越しで(但し 60GHz では壁越しは不可)機器同士が無線接続され DV などのデータのやり取りが可能となる。また部屋と部屋の間は従来の 1394 ケーブルまたは光ファイバーで結び各部屋には無線に変換するためのブリッジを設置している。表 6. 1. 2-3 には Wireless1394 の緒元を示す。

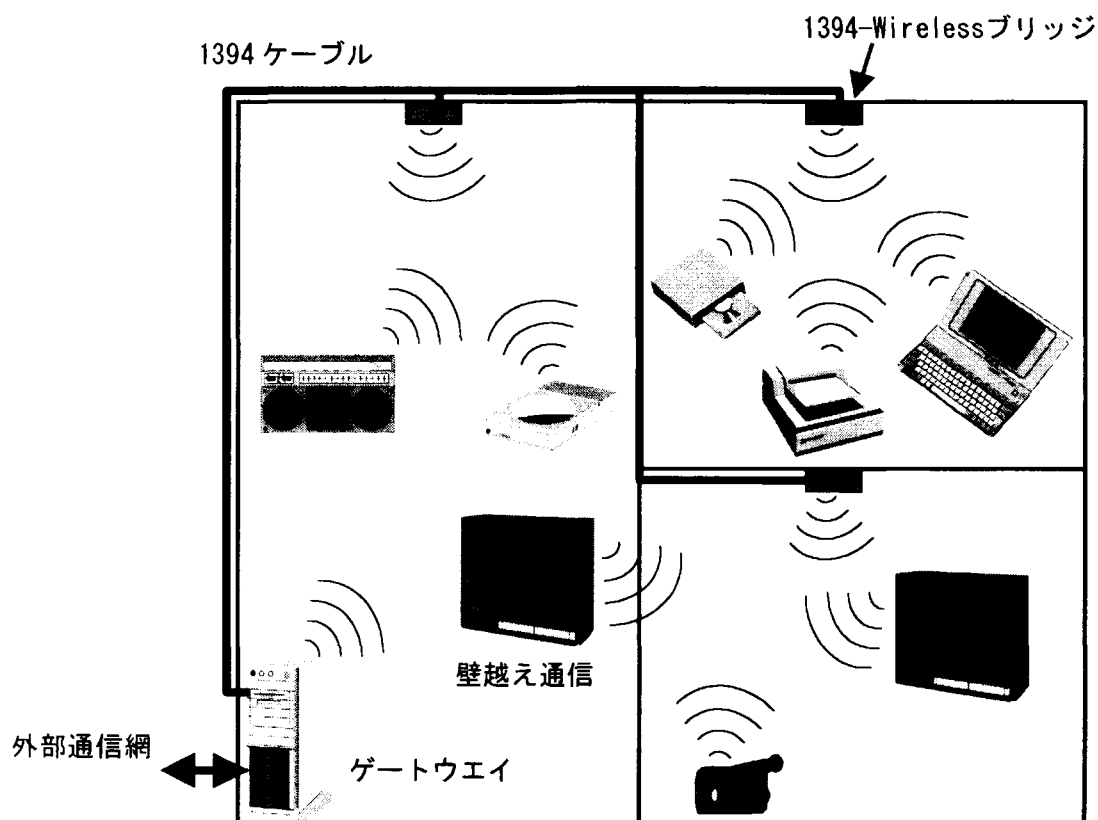


図 6.1.2-24 5GHz Wireless1394 イメージ

表 6.1.2-3 Wireless1394 の緒元

伝送速度 (目標)	13-40 (60) Mbps (20Mbps までは必須)
変調方式 (候補)	QPSK-OFDM、16QAM-OFDM、64QAM-OFDM
誤り制御 (候補)	畳み込み符号 拘束長 7 符号化率 1/2、3/4、(7/8)
サブキャリア数	52
OFDM シンボル長 (候補)	$3.6 \mu s$ 、 $4.0 \mu s$
ガードインターバル (候補)	$0.4 \mu s$ 、 $0.8 \mu s$
占有帯域幅	16.2MHz
周波数チャンネル配置	5.17GHz、5.19GHz、5.21GHz、5.23GHz
送信電力	10dBm/MHz

b) トピック

MMAC メンバーである郵政省通信総合研究所横須賀無線通信研究センターと日本電信電話株NTT アクセスサービスシステム研究所は1999年9月14日～16日に開催されたCOMMUNET'99に無線LANに関する出展を行った。

・郵政省通信総合研究所横須賀無線通信研究センター

- a) システム名称：超高速無線インターネットアクセスシステム
- b) 周波数：60GHz 帯
- c) 伝送速度：64Mbit/s (片方向あたり)

複数のユーザーが同時に使用できる本格的無線 LAN としては世界最高速であり、双方向あわせて 128Mbit/s の無線通信速度を達成している。本実験システムの主要構成を図 6.1.2-25 に示す。要素は、3 台の無線ユーザー局と、これらの通信を統合管理する 1 台のアクセスポイント局である。アクセスポイント局は有線の高速バックボーンネットワーク（インターネット）と接続される。アクセスポイント局とユーザー局の各無線送受信機は、平面アンテナと MMIC を採用して小型化に成功している。無線アクセスプロトコルには、前装置と同じく同研究所で開発した RS-ISMA を基本方式として採用し、マルチメディア通信に必要な QoS の保証を可能としている。さらに、同じ情報（例えば映像）を特定の複数ユーザーに配信するマルチキャスト機能と、アプリケーションの特性に応じた情報送信制御機能を持つ。これらの性能及び機能により、インターネットで一般的に利用されている電子メール・ファイル転送に加えて、音声・映像等のマルチメディア通信も、無線であることを意識せずに、有線環境と同様の品質で実現することができる。本システムは現状屋内でのサービスであるが今後屋外へと発展される。

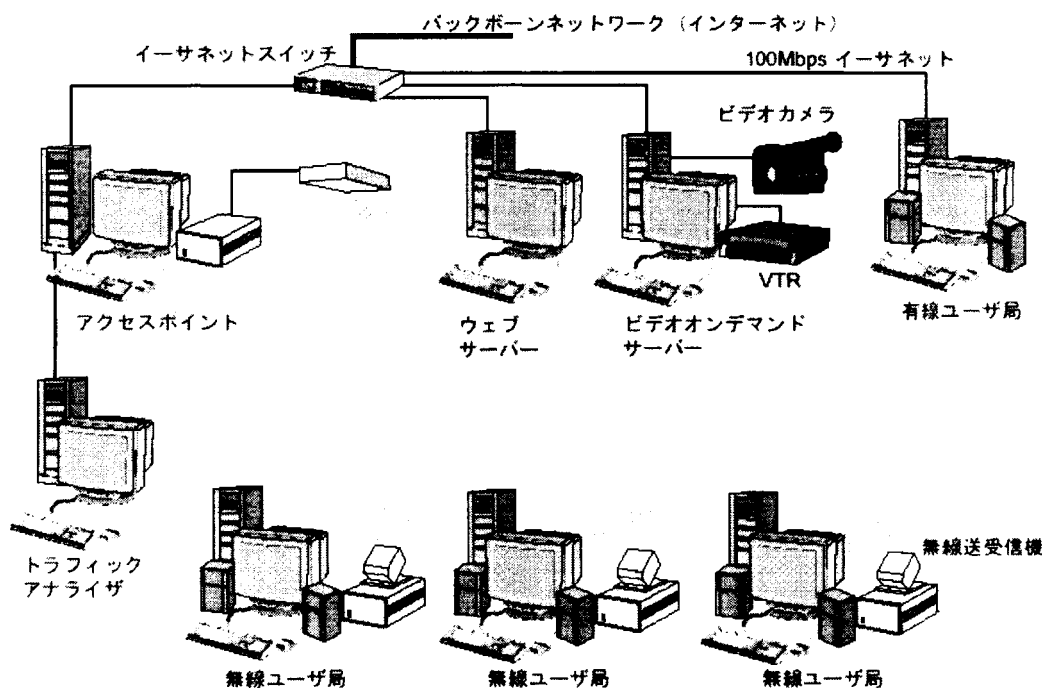


図 6.1.2-25 実験システム構成

- ・ 日本電信電話(株)NTT アクセスサービスシステム研究所
 - a) システム名称：5GHz 帯イーサネット無線 LAN
 - b) 周波数：5GHz 帯
 - c) 伝送速度：20Mbps（無線区間）

伝送方式として多重波干渉環境下でも、最大 36Mbps 以上の高速アクセスが可能な OFDM（直交周波数多重）を用いている。OFDM 方式は、NTT と Lucent Technologies 社により、IEEE.802 委員会に提案され、5GHz 帯イーサネット無線 LAN の標準規格に採用される。

c) 最後に

ケーブルがないということは家庭内でのネットワーク構築の容易さの面で非常に効果大きい。今後ワイヤレス化の要求は更に高まると考えられる。また一方高速転送の要求に対応しあるメーカーは試作レベルではあるが 60GHz を使用して 400Mbps 転送を実現している。MMAC にも 2001 年のサービスに向け開発の加速が期待される。

(4) 北京会議

POF-IF 分科会活動最終ターゲットとしての標準化ねらいの一環として、年度開催である IEC:TC100 国際会議へのアプローチを試みたので報告する。

1) 北京における開催と結果

平成 11 年 11 月 10 日 北京開催の IEC/TC100 国際会議の AGS Advisory Group on Strategy におけるプレゼンを同会議の日本メンバーに依頼した。

位置づけは TC100 そのものの運営・戦略を審議する AGS において、TC100 の組織改編をにらんだ今後の活動テーマとしてホームネットワークを扱うべきとの主張の背景で、そのツールの 1 つとして POF があり、さらにその現状のプレゼンを依頼した。結果として、開催国の中国からは日本の POF の状況、位置づけの質問などがあり関心を集め、なおかつこの分野での日本のイニシアチブの高さを示すことが出来た。

また米国からも同様のホームネットワーク提言があり、この方向への示唆が正しいことが裏付けられた形となったことも特筆すべきであろう。

2) 現状

ホームネットワークを構築しこれを広めるためには標準化が絶対に必要であり、かつてのアプローチではインフラは提案したがアプリがみえなかった。それはアナログのため肝心の伝送スピードが明確に出来なかったのも 1 つの要因と解釈する事も出来る。

それに対して今回のプロジェクトはデジタル伝送に限定しており、伝送スピードも今後の主流と見なされる S400=500Mbps を前提とし、なおかつ伝送距離も 50~100m を目指しており、性能的には十分にホームネットワークの基幹となり得るものを備えている。さらに POF の特徴であるハンドリングの良さを最大限に活かしたシステムが提案出来る。

開発状況としては、

- ・ POF そのものの最適化へのアプローチと
- ・ ユーザーに一番近い部品であるコネクタ仕様の明確化

などの基本的方針がまとまりようやくそれぞれの試作に取りかかっているところである。

3) 経緯

標準化活動の狙いとして各種の検討がなされた経緯の中でも、そもそも、どの TC に標準化提案するのが良いかが議論された。

標準化の切り口としても、

- ・素材=POF そのもの
- ・部品=コネクター
- ・システム=アプリケーション

などが考えられる。

しかし現状ではどれかに絞り込む事は困難である。特に IEC については組織のあり方について論議が行われる中、このプロジェクトからの提案先として有力な IEC/TC100 の組織改革が審議されている。2000 年 1 月 1 日より当面一番関係の深い TC100 傘下の SC100C が解散となり新しい体制へと移管が決定していた。

4) 今後の対応

今回はそうした状況下で、新しい TA (Technical Area) そのものについて示唆する 1 石を投じた形になっており、今後の我々の対応がより重要になった。国際規格提案における仲間づくりの努力も引き続き重要なテーマである。

6.1.3 方針とまとめ

現状では P1394b は 99 年 10 月のフランスでの会議をもって終結し、提案先としては望ましくない。そのため、平成 11 年度の国際標準化に関する活動は、主に IEC のどの TC に提案するかを検討に終始した。候補となる TC は、TC76 (レーザー関係)、TC86 (ファイバー関係)、TC100 (マルチメディア関係) 等である。これらの TC への活動対応として、以下の案が出た。

- 1) マルチメディア向け POF インターフェースとして TC100 に出す。(最も正攻法だが労が多い)
- 2) TC86 に出し、TC100 に技術レポートを出す。(間接的で、効果が小さいのでは?)
- 3) EIAJ のガイドラインとして定め、標準化センターの力を借りて数年以内に IEC 基準とする。
(労が少ないが時間が掛かる。効果も疑問。)

この中で、基本方針として TC100 を目指すべきとの意見にまとまった。TC100 は現在組織改編中であり、実際にどの WG に提案するかも現状では決められないが、国外パートナーの選択、働きかけや規格内容の明確化を今後進める予定である。来年度の課題としては以下の項目が挙げられるが、最終年度でもあり、課題の解決に注力する予定である。

- 1) 技術課題のクリアと仕様案の作成
- 2) 標準化実行 WG の組織作り
- 3) 業界のコンセンサス (1394TA 等)
- 4) 賛同国への働きかけ (欧米数カ国)
- 5) IEC 国内委員会、国際委員会への根回し

6.2 POF 最適化 WG (5P 3.2 実施計画の細目 ①広帯域 POF の試作に該当)

6.2.1 評価対象とした POF

本委員会が目標とする伝送速度 500Mbps 以上、伝送距離 100m までの条件を満たす POF として、昨年度、POF 最適化 WG では、GI 型 POF に着目し、その帯域特性を初め、耐熱性、励振方法などの検討を行ってきた。特に、国際標準化の議論を進める上で重要となる、コア径、開口数に関して、ファイバーの伝送特性と極めて深い関わりがあり、その特性の十分な評価が必要であった。特に本年度は、広帯域特性の点から、本委員会において GI 型 POF を初め、低開口数 SI 型 POF、および、マルチレイヤー型 POF の 3 種類のファイバーを評価対象とした。特に GI 型 POF について、コア径、開口数などのファイバーパラメーターを決定するために、伝搬モード特性、接続損失特性に関する評価を行った。なお、マルチレイヤー型 POF については、本年度はメーカーにご提供いただけた実験データのみによる評価となった。

マルチレイヤー型 POF と GI 型 POF の特性の比較を、これまでに得られているデータをもとに表 6.2.1-1、図 6.2.1-1～2 に示す。

表 6.2.1-1 対象とした POF の諸元

構造	コア/クラッド径	伝送損失	伝送帯域	開口数
低開口数 SI 型	980/1000 μm	約 150dB/km	約 200MHz 50m	0.3
マルチレイヤー型	700/750 μm	159 dB/km	380MHz 50m	0.27
GI 型	500/750 μm	140 dB/km	1.1 GHz 100m	0.25～0.3

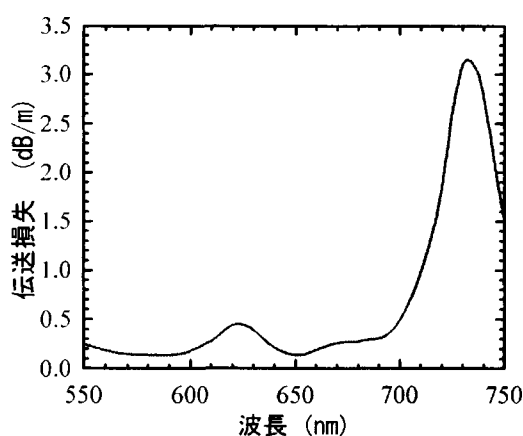


図 6.2.1-1 GI 型 POF の伝送損失スペクトル

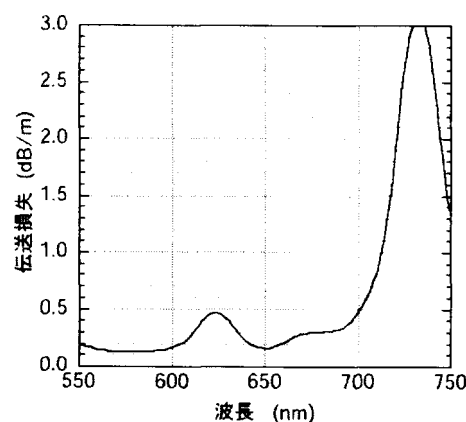


図 6.2.1-2 マルチレイヤー型 POF の伝送損失スペクトル

6.2.2 開口数 (NA)

(1) 定義

開口数とは光ファイバーに入射する光のうち伝搬可能である入射角を表す数値である。光ファイバーにおいては、最大受光角 $2\theta_{\text{max}}$ の半分の正弦をとったものを開口数と定義している。SI 型 POF における開口数 NA は式(6.2.2-1)

$$\text{NA} = \sin\theta_{\text{max}} \quad (6.2.2-1)$$

と示される。SI 型 POF では、光はコア-クラッド界面において全反射を繰り返し伝搬するが、その際、全反射条件を満たす最大角 $\theta_{\max}$ 以下の角度で入射した光のみが伝搬され、 $\theta_{\max}$ 以上の角度で入射した光は界面における反射でクラッド部へ屈折して漏れるため伝搬されない。これより、SI 型 POF の受光可能な範囲を示す最大受光角は $2\theta_{\max}$ となる。また、光ファイバーから光が出射する時の出射角は全反射の繰り返しにより光強度が減衰するため、 $2\theta_{\max}$ 以下の範囲となる。

界面における全反射はスネルの法則に従い、これより最大受光角を求めると、 $\theta_{\max}$ と開口数 NA との関係は式(6.2.2-2)で表される。

$$NA = \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_{\text{core}}^2 - n_{\text{clad}}^2} \quad (6.2.2-2)$$

これは屈折率差が大きいほど最大受光角が大きくなる、すなわち入射角が大きい光まで全反射され伝搬されることになる。これより、POF の屈折率差を大きく設計することにより受光能力の高い POF の作製が可能となる。

また高開口数化により、曲げ損失特性が向上されることが一般的に知られている。しかしながら実際に POF において高開口数化を実現するには、SI 型 POF の場合、クラッド材料の選択、GI 型 POF の場合には、高屈折率差形成のための低分子化合物添加によるTg 低下が懸念される。この耐熱性に関して検討した結果は平成 10 年度の活動報告書にて報告したので本稿では省略する。

GI 型 POF の開口数は、コア部の屈折率が一定である SI 型に比べ、コア部の屈折率が徐々に変化するため、複雑である。コア端面上で NA が一定となる SI 型に対し、GI 型の NA は、コア端面上の位置依存の関数となっているためである。幾何光学の理論によれば、コアの位置 r に入射した光は、その点の局所開口数 $NA(r)$ の範囲内にある時だけ、導波モードとして伝搬する。この局所開口数は次のように定義する。GI 型 POF の屈折率分布形状は、一般に次のべき乗則関係式(6.2.2-3)で表される。

$$\begin{cases} n(r) = n_1 \left[1 - 2\Delta \left(\frac{r}{a} \right)^g \right]^{1/2} & (0 \leq r \leq a) \\ n_1 (1 - 2\Delta)^{1/2} \cong n_1 (1 - \Delta) = n_2 & (r \geq a) \end{cases} \quad (6.2.2-3)$$

ここで r はファイバー軸上からの半径距離、 a はコア半径、 n_1 はコア軸上の屈折率、 n_2 はクラッドの屈折率である。そして g は無次元のパラメーターで屈折率分布形を定義する。また Δ は式(6.2.2-4)で与えられる。

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \cong \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (6.2.2-4)$$

この時、局所開口数 $NA(r)$ は、下式で与えられる。

$$NA(r) = \begin{cases} [n^2(r) - n_2^2]^{1/2} \cong NA(0) \sqrt{1 - (r/a)^g} & (r \leq a) \\ 0 & (r > a) \end{cases} \quad (6.2.2-5)$$

ここで $NA(0)$ はファイバー軸上の開口数であり、次式で定義する。

$$NA(0) = [n^2(0) - n_2^2]^{1/2} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \cong n_1 \sqrt{2\Delta} \quad (6.2.2-6)$$

式(6.2.2-5)から明らかなように、 r がファイバー軸からコア-クラッド界面に向かって大きくなるとともに、GI 型 POF の NA も $NA(0)$ からゼロに減少する。このように GI 型 POF の開口数はコア端面の位置に依存するが、一般には簡単に、SI 型と同様に軸上開口数で定義する。

実際には、ファイバーの屈折率分布を測定し、コア中心部の屈折率とクラッド部の屈折率から式(6.2.2-6)を用いて計算された軸上開口数を利用する。または、Far field pattern (FFP) の測定から NA を決定する方法もある。FFP とは、光ファイバーの出射後の光パワー分布を出射端から十分離れた点でみたもので、FFP がピーク値の 10% になる部分の広がり角 2θ の $1/2$ の正弦をとったもの ($\sin\theta$) をそのファイバーの開口数として定義している。

(2) 測定法と結果

Far field pattern 測定においては平成 10 年度に購入した POF 相互接続性評価装置を用いた。その測定概略図を図 6.2.2-1 に示す。測定には 5m のサンプルファイバーを用いた。白色光源よりファイバーの開口数以上の広がり角で光を入射させ、出射端面は受光レンズ中心表面に合わせて固定する。出射端面設置後、光量を調整し、出射イメージを測定する。これらのデータより解析ソフトで画像処理し、出射光の FFP (出射角度に対する強度) を測定した。その際 FFP 光学レンズ系により、出射光をプリズムにより変換し、全出射光を各出射角度別に分解する。測定においてはファイバー中心を原点とした X-Y 平面の内、任意の 1 軸上を選択し、その線上の点より出射する光を各出射角度に分解し、積算する。これより得られた FFP より、出射角度 θ_0 すなわち、出射端に垂直に出射する光強度を規格化し 1 とした時、それに対し、規格化強度が 0.1 となる正負方向の出射角度を求めた。この正負間の角度が最大出射角 $2\theta_{max}$ となりこの値の $1/2$ の正弦を取ったものを開口数の実測値とした。

FFP 光学系は、 f - θ レンズ系、フィールドレンズ系、リレーレンズ系により構成されている。 f - θ レンズ系は、FFP 光学系の核の部分である。 f - θ レンズ焦点上の照度分布は、光源の角度強度分布に比例する。光源の FFP そのものが焦点上にできている。FFP 光学系によって結像された像は発光点を中心とした、半球面上のスクリーンに投影された放射角度分布と相似となり、機械走査方式を二次的に行ったことと等価となる。

以上の方法により測定した GI 型 POF の FFP データーを図 6.2.2-2 に示す。角度の広がりから開口数を計算したところ、約 0.3 となり、IEEE 1394. a において S100、S200 対応として標準化された SI 型 POF の開口数とほぼ同等となっている。

現在 GI 型 POF は開口数が約 0.3 となるべく設計されている。

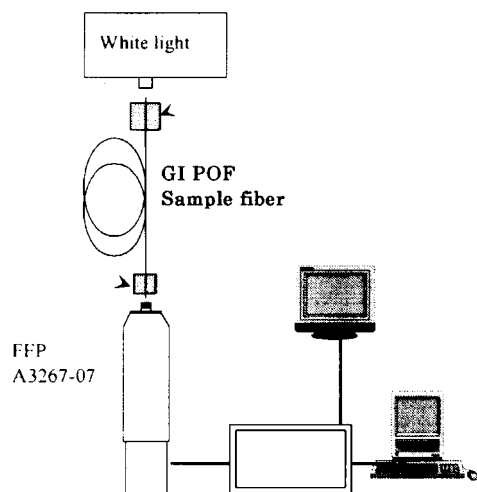


図 6.2.2-1 POF の開口数測定系概略図

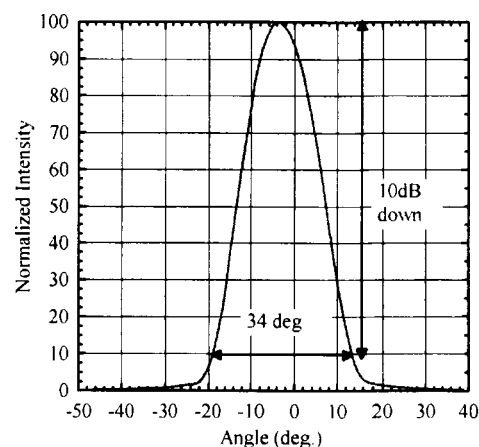


図 6.2.2-2 GI 型 POF の FFP 測定結果

6.2.3 曲げ損失

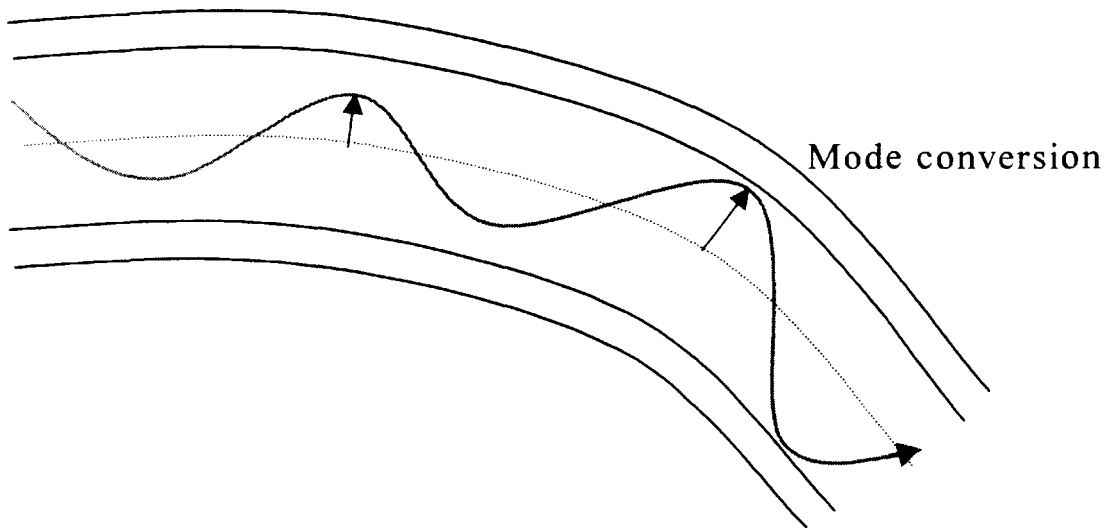
(1) 測定方法

一般的に光ファイバーを曲げた際には、図 6.2.3-1(a)に示されるように GI 型 POF 中を伝搬するモードが曲げによる影響を受け、低次モード高次モード間におけるエネルギー遷移等によりモード変換が起これと考えられる。また図 6.2.3-1(b)に示されるように、コア-クラッド界面付近を伝搬する、いわゆる高次モードは曲げによりクラッド部にしみ出し、エネルギーが放射されるために損失となる。これを曲げ損失と言う。

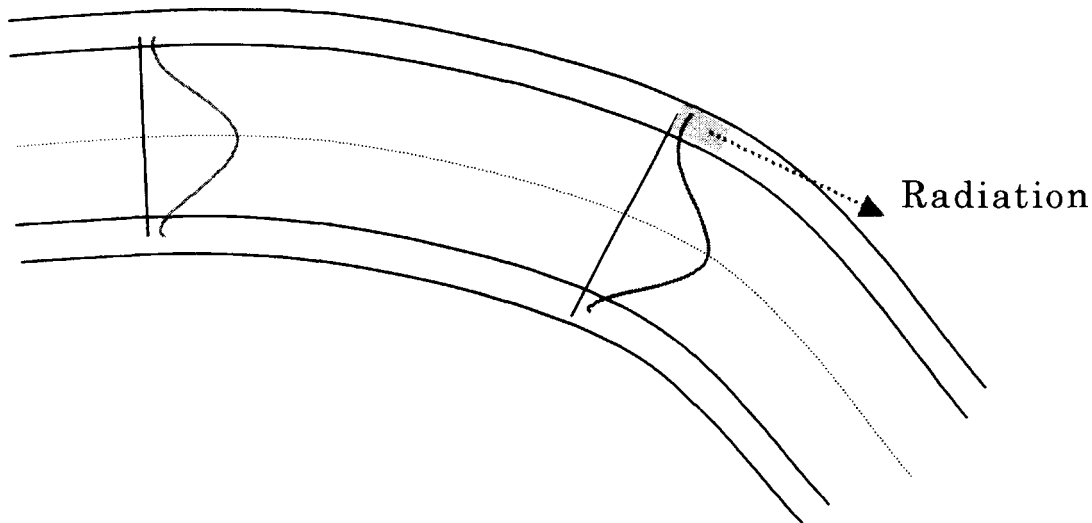
そこで、GI 型 POF の曲げ損失特性に関する検討を行うために、様々な GI 型 POF を作製し、GI 型 POF の開口数、屈折率分布と曲げ損失特性の関係に関して検討を行った。

これまで一般に、石英系光ファイバーに対する検討から、光の閉じこめ効果が大きい光ファイバー、すなわち開口数が高い光ファイバーは曲げ損失が低いことが明らかにされてきている。本年度は、GI 型 POF の曲げ損失について詳細な検討をおこなった。まず、様々な曲率における GI 型 POF の 90° 曲げを 1 回行い、曲げ損失値を測定した。一般的に曲率半径が大きいほどクラッドへのエネルギー放射が大きく、曲げ損失値は大きくなると考えられる。

測定方法については、まず、5m のサンプルファイバーを端面処理後、入射端を白色光源に、出射端をパワーメーターに接続した。またサンプルファイバーが短いため、存在する過剰モードを減衰させる目的で、モードスクランブラーを入射端から 20cm 程度の位置に設置した。モードスクランブラーは、20mm 曲げ径となるようなマンドレル 2 本に対して POF を八の字状に 5~6 回巻き付け、クラッドモード、過剰高次モードを取り除けるように設計した。曲げ前の出射光強度と、任意の曲率における 90° 曲げを 1 回行い、変化した 650nm における出射光強度を測定し、その強度差を曲げ損失値とした。本検討における曲率半径は 50、45、40、35、30、25、20、15、10mm と設定した。1 回曲げ損失測定法の概略図を図 6.2.3-2 に示す。



(a)



(b)

図 6.2.3-1 GI 型 POF 中のモードの伝搬と曲げによる光損失

続いて GI 型 POF の、10 回曲げ損失測定法による測定を行った。この方法では、サンプルファイバー長、曲げ回数、曲率半径をすべて同一条件とするものである。

本測定は、1m 四方の各頂点に曲率半径が 25mm となるような直径 50mm のロッドがついた専用測定装置を用いた。この曲げ損失測定は、1995 年に ATM Forum、IEEE1394. a における POF の標準化活動の際に POF の曲げ損失評価方法として規定されたものと同じ条件である。13m のサンプルファイバーを端面処理後、入射端を白色光源に、出射端をパワーメーターに接続した。このファイバーを曲率半径 25mm において 90° 曲げを連続的に 10 回行い、曲げ前後の 650nm における出射強度差を測定し、曲げ損失値とした。10 回曲げ損失測定法の概略図を図 6.2.3-3 に示す。

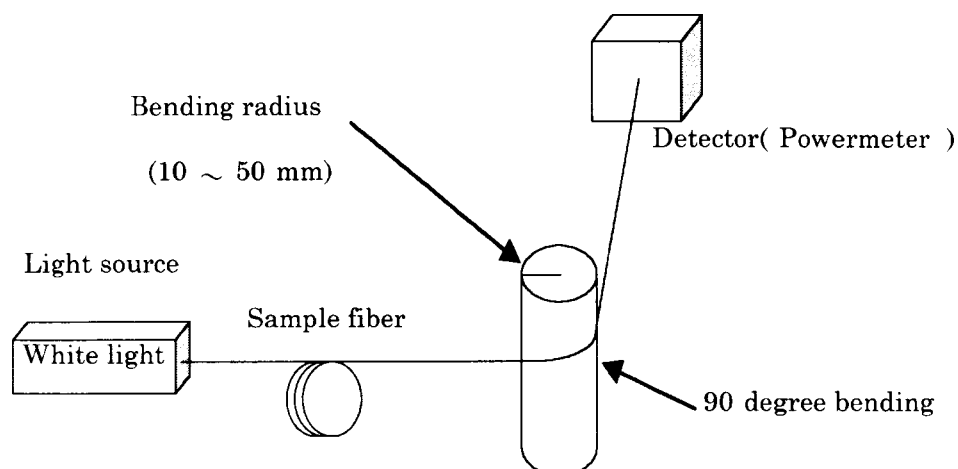


図 6. 2. 3-2 POF の一回曲げ損失測定系

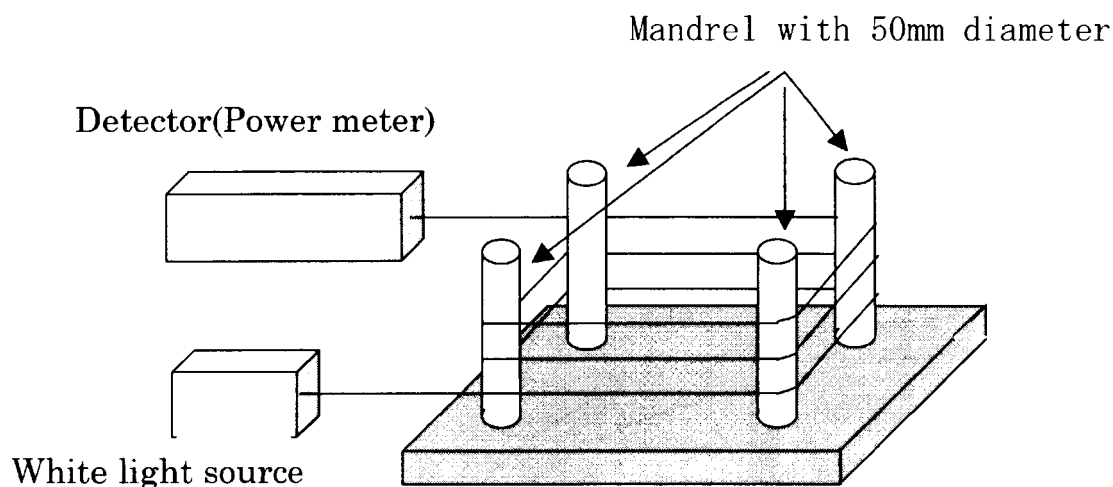


図 6. 2. 3-3 POF の十回曲げ損失測定系

(2) 曲げ損失特性結果

1) GI 型 POF 屈折率分布依存性

屈折率分布のみの影響を考察するために、ファイバー径、開口数が非常に類似した3種類のGI型POFを選択し、一回曲げ損失測定を行った。そのファイバーパラメーターを表6.2.3-1に、また曲げ損失測定結果を、g乗近似法による屈折率分布近似結果と併せて図6.2.3-4に示す。

表 6. 2. 3-1 Composition of PMMA-P3FMA copolymer cladding GI POF

Sample	Fiber diameter	Δn	NA	Exponent g
(a)	750 μ m	0.0213	0.252	3.4
(b)		0.0207	0.248	4.3
(c)		0.0212	0.251	5.2

この3種のGI型POFにおいては屈折率差が約0.021、開口数が0.250と同様であるため、図6.2.3-4より、この曲げ損失特性の差は、屈折率分布形状に起因すると考えられる。一般に石英

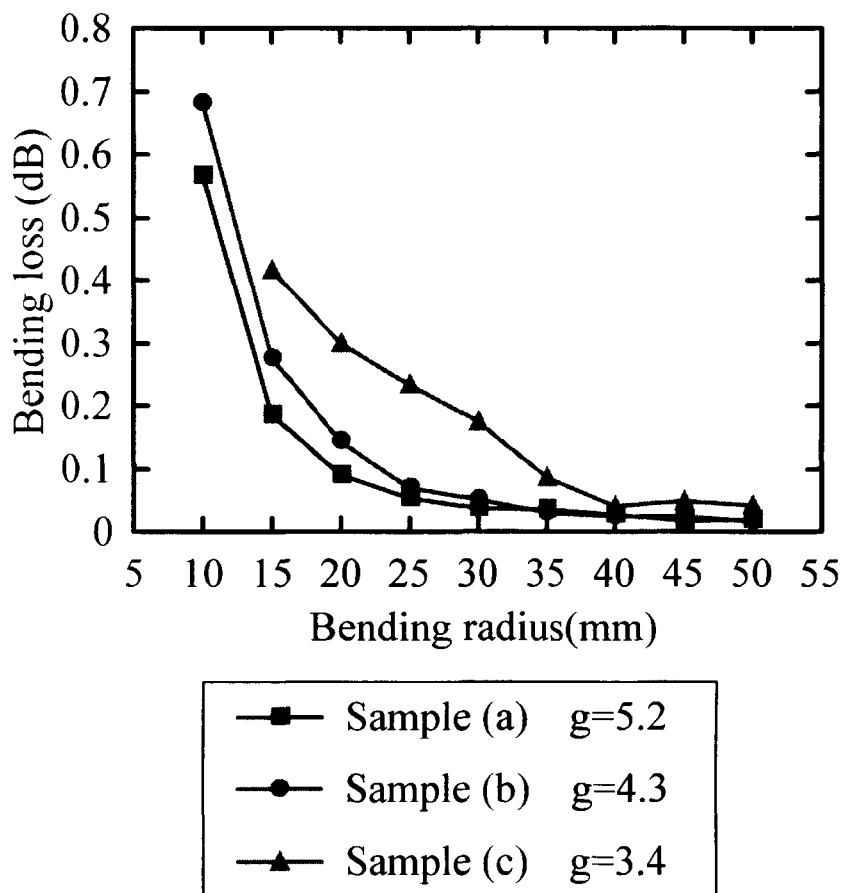


図 6.2.3-4 GI 型 POF の屈折率分布と一回曲げ損失の関係

系ファイバーに関しては同一コア径、同一開口数を有する SI 型ファイバーは GI 型ファイバーに比較して曲げ損失が小さいことが知られているが、今回用いた GI 型 POF のコア径は、SI 型 POF のコア径 980 μ m よりも小さい 500 μ m である。開口数は SI 型 POF の 0.3 よりも若干小さい値であるが、コア径が小さいことで、SI 型 POF の曲げ損失特性に近い値とすることが可能であることがわかった。

2) GI 型 POF コア径依存性

曲げ損失特性において、GI 型 POF の径の違いに関する検討を行った。一般的にコア径の大きい GI 型 POF の方が、曲げ損失値が大きくなると考えられている。そこで、GI 型プリフォームの熱延伸速度を変化させることにより、屈折率分布、開口数は等しく、径の異なる GI 型 POF を作製した。この径の異なる 2 種の GI 型 POF の曲げ損失測定を行うことにより、GI 型 POF 径の曲げ損失特性に与える影響を検討した。

本検討において作製した GI 型 POF の組成は表 6.2.3-1 の Sample (b) であり、作製した GI 型 POF

径を 600 μm 、750 μm とし、これらの GI 型 POF に関して 1 回曲げ測定を行った。その結果を図 6. 2. 3-5 に示す。

図 6. 2. 3-5 に示される 1 回曲げ損失測定の結果より、ファイバー径 600 μm 、750 μm における曲げ損失値の値にはあまり顕著な違いは見られていない。一般的にはファイバー径が大きい、すなわちコア径が大きい程、曲げ損失値が大きくなるとされるが図 6. 2. 3-5 に示す結果となった。

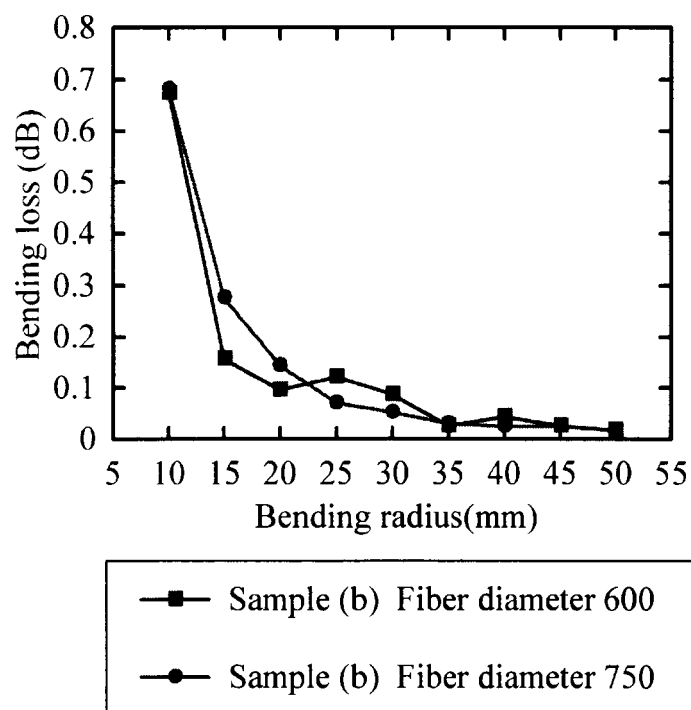


図 6. 2. 3-5 GI 型 POF の一回曲げ損失のファイバー径依存性

現在の曲げ損失特性の基準は ATM Forum 及び IEEE1394. a、S100、S200 の標準化の際に採用されたスペックであり、その内容は「曲率半径 25mm ϕ 90° 連続 10 回曲げによる損失上昇が 0. 5dB 以内」となっている。そこでこの基準をクリアするために必要な屈折率差、開口数の指針を得る目的で、基準に沿った方法で GI 型 POF の曲げ損失測定を行った。実際に作製した GI 型 POF の 10 回曲げ測定を行い、GI 型 POF に求められる開口数との相関を調べた。10 回曲げ損失測定の結果を図 6. 2. 3-6 に示す。図 6. 2. 3-6 より、測定を行った GI 型 POF の曲げ損失上昇値は全て 0. 5dB 以内であり、ATM Forum の曲げ損失の基準「曲率半径 25mm ϕ 90° 連続 10 回曲げによる損失上昇が 0. 5dB 以内」をクリアしている。

しかし、本研究における 10 回曲げ測定法においては、光源として白色光源を用いている。この白色光源の出射光角度は広く、光源からの光は 3 層コア GI 型 POF に高開口数で入射している。しかし前節での検討により、高開口数入射条件においては高次モードが多く励振されるため、曲げ損失特性が低下することが明らかとなっている。そのため、この 10 回曲げ測定法を用いた曲げ損失値測定においても高次モードが多く存在するため、多少曲げ損失値が大きくなっていると考えられる。しかし、この様な厳しい伝送条件下においても ATM Forum の基準をクリアしていること

から、実際に作製された LD あるいは RC-LED トランシーバーを光源として用いた際にも、十分に曲げ損失が低減されることが考えられる。

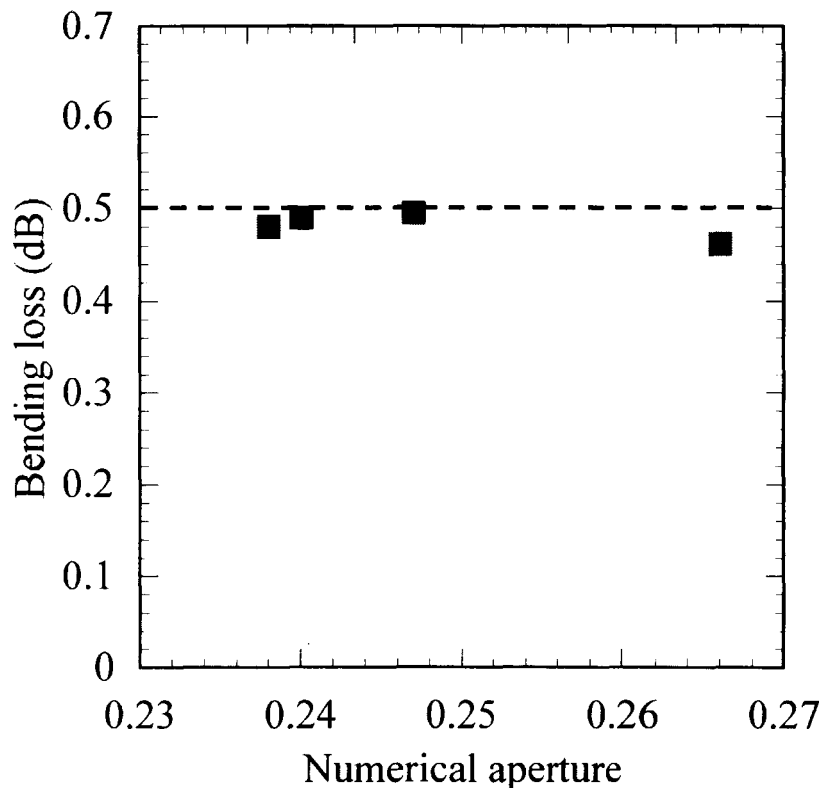


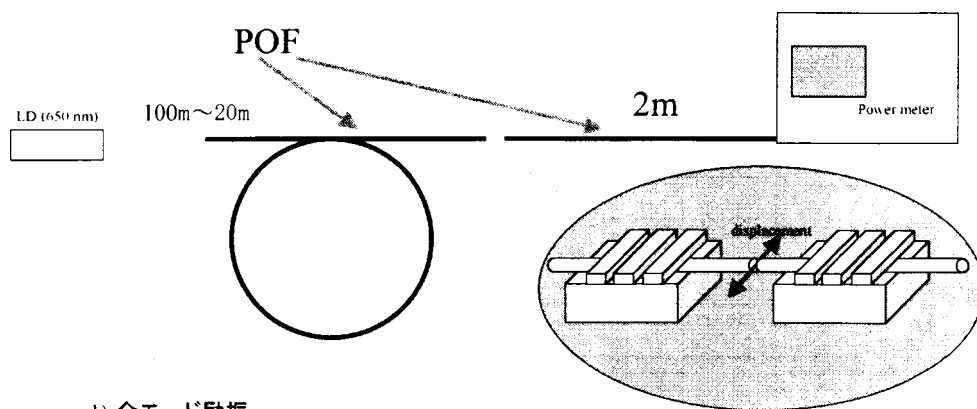
図 6.2.3-6 GI 型 POF の開口数と十回曲げ損失との関係

6.2.4 接続損失特性

本年度は、接続インターフェース WG にて試作するコネクタの挿入損失特性に対してファイバーパラメーターが及ぼす影響を明らかにするべく、GI 型 POF のファイバー間接続損失特性評価を行った。ファイバー間の接続損失については、ファイバー同士の軸ずれ、ファイバー間に生じる空隙、ファイバー光軸の角度ずれ等により生じる。POF 最適化 WG においては、試作したクラッド径 750 μm 、コア径 500 μm の GI 型 POF を中心として、コア径、開口数、励振方法などが接続損失に与える影響を定量的に評価検討した。

(1) コア径依存性

本検討において用いた実験系を図 6.2.4.1 に示す。光源には、652nm に発光中心波長を有する半導体レーザーを用い、次章に示す様々な励振法によりファイバー 20m $\sim$ 100m に入射、2m のファイバーに V 溝ファイバーホルダーの付いた X、Y、Z 軸マイクロポジショナーを用いて光軸あわせして接続し、2m ファイバーからの出射光強度をパワーメーターにて測定した。

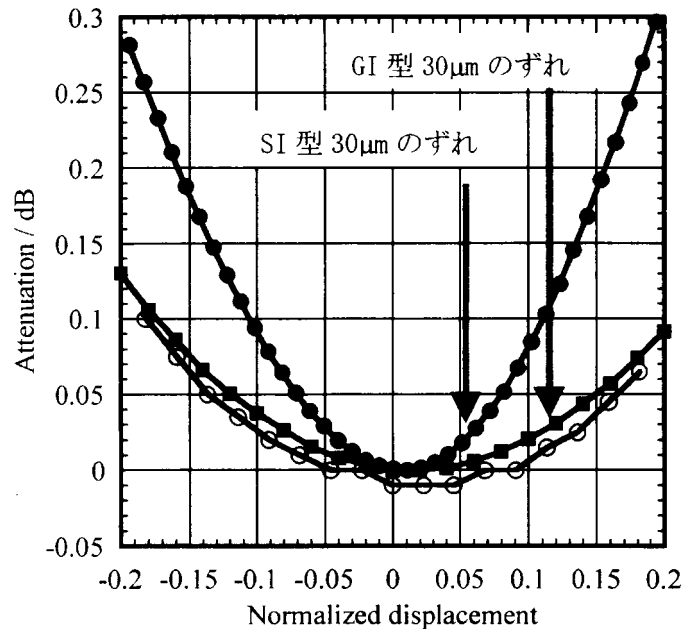


- 1) 全モード励振
- 2) 低次モード選択励振

図 6. 2. 4-1 POF 接続損失測定系

マイクロポジショナーは、電動ステッピングモーターにて、0.2 ミクロン精度で微小距離の移動が可能であり、コンピューター制御により、ファイバーの軸ずれ時、および空隙を生じた際のファイバーからの出射光強度の変化を測定し、接続損失とした。

図 6. 2. 4-2 に接続損失特性のコア径依存性を示す。用いた GI 型 POF はコア径/クラッド径比が 440/600 (ミクロン/ミクロン) 及び 500/750 (ミクロン/ミクロン) の 2 種類である。図の横軸に示した値は軸ずれ量、及び空隙をコア半径で除した規格化ずれ量である。励振方法への依存性は次節に述べるがここでは、レンズにより集光し、入射開口数 0.2 で励振した場合についてのみ示した。図に示すように、同じ規格化ずれ量に対して、接続損失の大きさはほぼ等しい値を示すことがわかった。図 6. 2-4-2 には比較のために、コア径/クラッド径比が 980/1000 (ミクロン/ミクロン)、開口数 0.3 の SI 型 POF に関する接続損失特性についても併せて示した。SI 型 POF については、同じ規格化軸ずれ量の場合の接続損失は GI 型 POF のそれより大きく、軸ずれ量を 30 ミクロンに対しては、GI 型 POF が 0.03dB 程度であるのに対し、SI 型 POF はコア径が 980 ミクロンと大口径であるにも関わらず同等の接続損失を生じてしまうことがわかる。これは、軸ずれによる接続損失に対して多大な影響を及ぼすと考えられる、出射ニアフィールドパターン(NFP)が、ファイバー構造に依存して異なることによるものと考えられる。GI 型 POF、SI 型 POF それぞれにつ



■: GI 型 POF コア径 500 μ m ○: GI 型 POF コア径 440 μ m ●: 低開口数 SI 型 POF

図 6.2.4-2 POF 間軸ずれと接続損失の関係

いてレンズにより励振した際の出射 NFP を図 6.2.4-3 に示す。SI 型 POF の場合には、NFP の強度分布はファイバーコア全体にわたって均一であるのに対して、GI 型 POF は、その強度分布がコア中心で最も大きくなる放物線状となっている。実際に GI 型 POF の出射 NFP は屈折率分布形状に相似な形状となることが理論的にも明らかにされている。従って、SI 型 POF 同士が、軸ずれが生じて接続された場合には重なり合わないコア領域の面積に比例した光の損失を生じることになる一方、

GI 型 POF は、若干の軸ずれが生じた場合にも、コア-クラッド界面近傍からの出射光強度が小さいため、光の損失が小さくなる。このことから、GI 型 POF はコア径を 500 ミクロンとした場合にも、コネクタの設計はコア径 980 ミクロンの場合と同程度の公差が許容されることが明らかとなった。

一方、空隙に対しての損失特性に関しても、同じ規格化ずれ量に対して GI 型 POF の損失は SI 型 POF のそれよりも小さいことがわかる。これは、ファイバーの開口数、ファイバー中でのモードカップリングの影響と考えられる。GI 型 POF においては、モードカップリングが小さいため、入射開口数 0.2 という条件で入射された光がほぼ同じ 0.2 という出射開口数で出射するものと考えられる。一方、SI 型 POF の場合には入射開口数が 0.2 であっても出射開口数はモードカップリングにより変化し、出射側ではファイバー開口数に近い大きな値へと変化すると考えられる。実際に GI 型、SI 型 POF に対して低開口数で入射した際の出射開口数のファイバー長依存性を測定した結果を図 6.2.4-4 に示す。ここでは、開口数 0.5 の SI 型 POF を用いている。SI 型 POF では伝搬長が長くなるにつれて、出射開口数が増加している傾向が見られるが、GI 型 POF の場合には入射開口数に近いほぼ一定の値となっている。出射開口数は、ファイバーから出射する光の角度広がりを表し、値が大きいほど大きな角度広がりを有しながら出射する。従ってファイバー間接

続時に、空隙がある場合には、出射光の角度広がり大きい SI 型 POF の場合に接続損失値が大きくなる傾向が見られている。

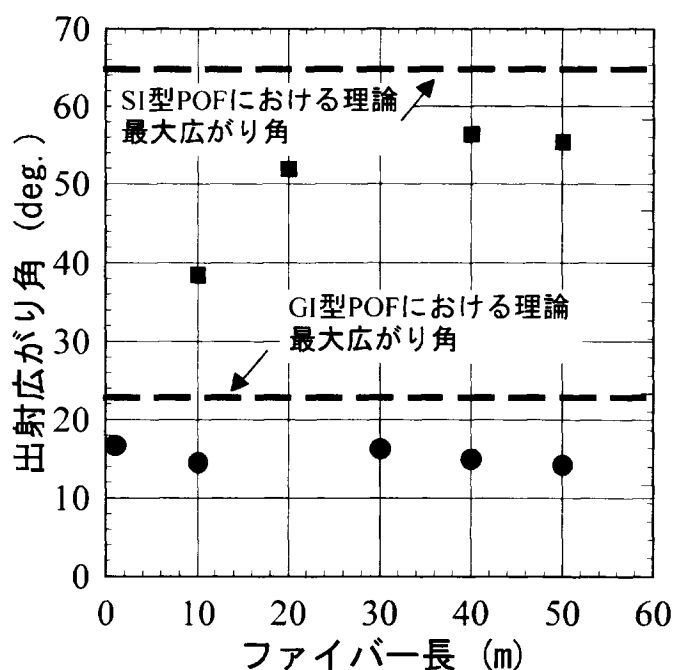


図 6.2.4-4 GI 型 POF と SI 型 POF の出射角広がりファイバー長依存性

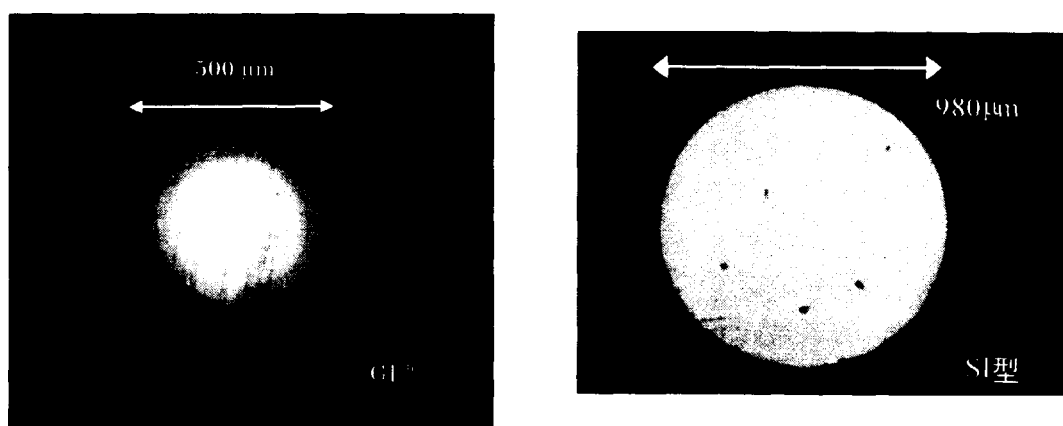


図 6.2.4-3 GI 型 POF と SI 型 POF のニアフィールドパターンの違い

(2) 励振条件依存性

GI 型 POF の場合には励振条件により出射端の強度パターン(NFP)が大きく異なることが昨年明らかになった。この NFP はファイバー間の接続損失に多大な影響を与えられとされる。そこで、GI 型 POF の接続損失の励振条件依存性について検討を行った。光源は 652nm の LD を用い、励振条件は以下に示す 3 通りについて検討した。

- 1) 非球面レンズによりファイバーのコア中心に集光する。この場合のスポット径は約 10 ミクロン程度、入射 NA は 0.1 程度 (トランシーバーの励振状態を想定)

- 2) レーザーからの入射光を 2 枚の対物レンズをタンデム接続した専用励振器を用いて入射開口数 0.4 で励振した。 (全モード均一励振を想定)
- 3) レーザーからの入射光を 2 枚の対物レンズをタンデム接続した専用励振器を用いて入射開口数 0.2 で励振した。 (低次モード選択励振を想定)

非球面レンズを用いて集光した際のスボットの NFP、FFP について測定した結果を図 6.2.4-5 に示す。本結果から 1) に示したスボットサイズ並びに入射開口数を求めた。

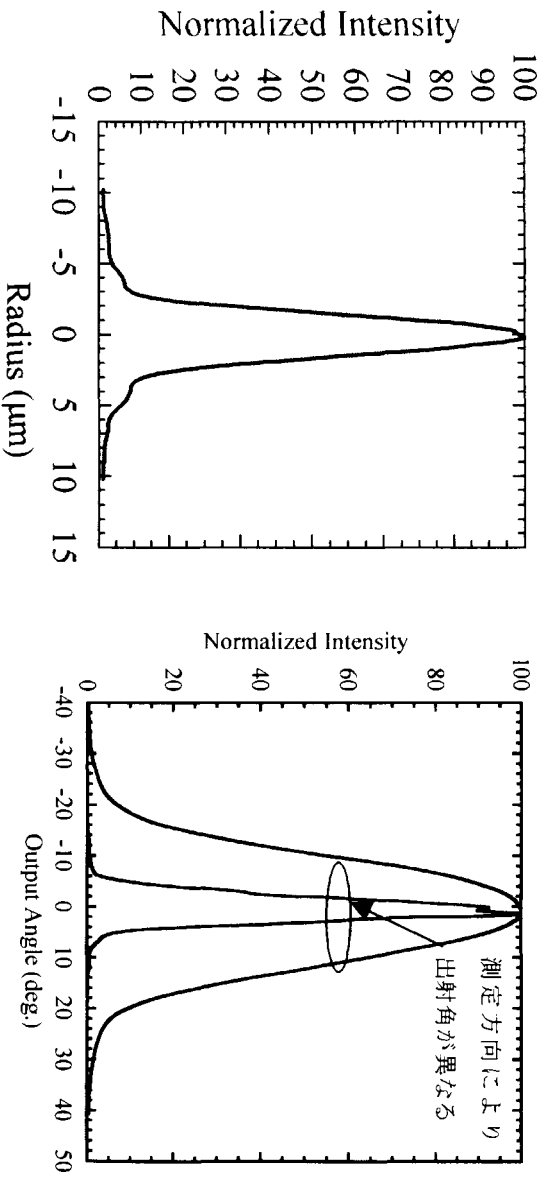
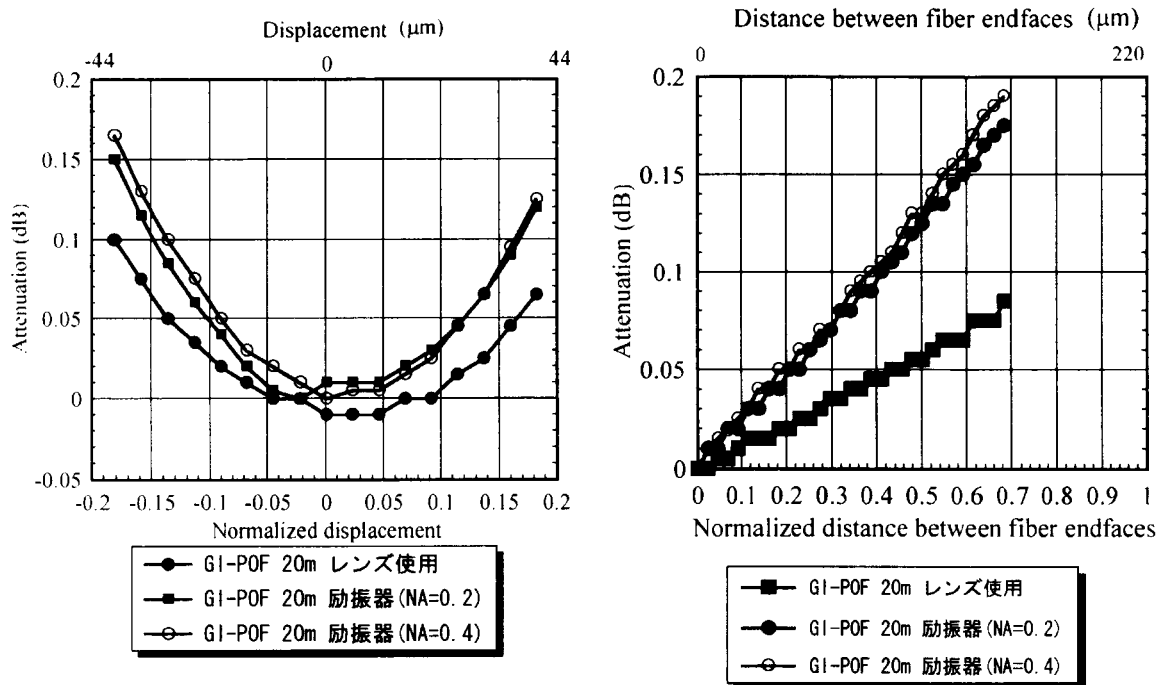


図 6.2.4-5 レンズ焦点位置でのニアフィールドパターン及びファールフィールドパターン

G1 型 POF は、コア径 440 ミクロン、開口数 0.3 のものを用い、励振点から 20m の位置で 2m の G1 型 POF と接続し、軸ずれ、空隙に対する接続損失特性を測定した。その結果を図 6.2.4-6 および図 6.2.4-7 に示す。低次モードのみを選択的に励振した場合、及び全モードを均一に励振した場合には、接続損失特性が異なることが分かる。全モード励振は、ワーストケースではあり、様々な条件で設計されたトランジミッターに接続した際に、本条件を上回る接続損失が生じるとは考えにくいと思われる。これに対して、レンズを用いて集光して励振した場合には、低次モード選択励振、及び全モード均一励振の場合の中間の接続損失結果となっており、接続損失を評価する上では最も実際の使用に近い励振条件では無いかと考えられる。さらに、レンズの倍率を変え、入射開口数を変えて、接続損失の励振条件依存性を明らかにする必要があると思われる。

一方、開口数 0.3 の SI 型 POF についても同様に、低次モードのみの励振と、全モード均一励振の場合の接続損失特性を評価したが、顕著な違いは見られなかった。これは、前節でも述べたように、SI 型 POF の出射 NFP は励振条件に依存しないことによると考えられる。SI 型 POF からの出射角度分布は、励振条件に依存し、低次モードのみの励振時には、出射角広がり小さくなる。従って、空隙による接続損失特性が励振条件に依存する結果となっておりと考えられる。



軸ずれに対する損失

空隙に対する損失

図 6.2.4-6 GI 型 POF の接続損失の励振条件依存性

(3) ファイバー長依存性

GI 型 POF の出射 NFP は励振条件に依存するだけでなく、伝搬長にも依存する。励振時の強度ハターンに対して、ファイバー伝搬中に各モード間でのパワーの再分配が行われることにより、GI 型ファイバー固有の（一般には屈折率分布形状の相似形といわれている）強度分布へと遷移するためである（固有モード展開と呼ばれ、モードカップリングとは異なる）。図 6.2.4-7 に、GI 型 POF の接続損失のファイバー長依存性を示す。ファイバー長が短い場合には、軸ずれに対して接続損失が大きく、ファイバー長が長くなるにつれて、減少していることが分かる。このファイバー長依存性は、GI 型 POF のモード番号と出射位置との関係による。先にも述べたように GI 型のファイバーでは低次モードがコア中心部にその電界分布を有するのに対し、高次モードとなるにつれて電界分布はコアクラッド界面にシフトする。ファイバー長が長い場合には、モード依存性損失により高次モードが減衰し、結果としてよりファイバーのニアフィールド強度分布はコア中心部にのみ集約された形状となることが予想される。従って、ファイバーの軸ずれが接続損失に与える影響が小さくなる。

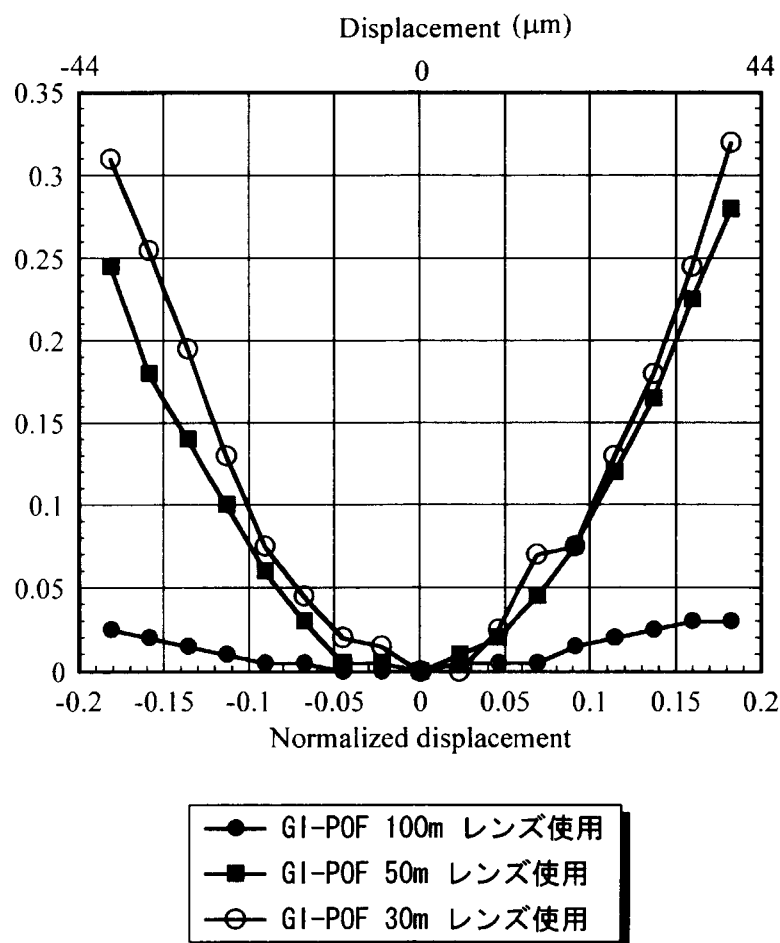


図 6.2.4-7 GI 型 POF の軸ずれに対する接続損失のファイバー長依存性

従来、石英系マルチモード光ファイバーにおいてその伝送特性を評価する際には、「定常モード状態」を如何に形成しその状態で測定するかが重要であった。定常モード状態となった際には、損失の大きい高次モードのエネルギーの減衰に対して、モードカップリングにより低次モードから高次モードへエネルギーが遷移するため、高次モード、低次モードの強度の均衡が保たれ、ニアフィールド強度分布はファイバー長に依存せず同一の形状となる。すなわち、定常モード状態が形成された後にファイバーの接続損失を測定できれば、励振条件、およびファイバー長に依存せず、一定の接続損失となる。この定常モード状態を形成するには、モードスクランブラーは有効であろう。しかしながら、POF において定常モード状態を形成することは現実に即した評価方法ではないと考えられる。それは、POF の伝送損失が石英系のそれに比べて非常に大きいため、石英系では定常モード状態に達するような長距離での伝送が可能であるのに対し、POF は定常モード状態に達する以前の極めて短距離での伝送が主体となると考えられるからである。この結果から、ファイバーの接続損失のワーストケースを明らかにすることが極めて重要であることが分かる。

6.2.5 評価結果及び今後の予定

本年度の検討の結果から、GI 型 POF は IEEE1394、S400 に対応する伝送帯域を十分に有している上に、500 ミクロンのコア径でありながら、コア径 980 ミクロンを有している従来の SI 型 POF とほぼ同等の接続損失となることが明らかとなった。

本年度、POF 最適化 WG にて以下の点を検討した。

- ① 開口数と曲げ損失の関係
- ② コア径、屈折率分布、励振条件とファイバー間接続損失との関係に
- ③ コネクタ設計、トランシーバ設計に必要となるコア径、開口数の最適化

を検討してきた。今後、これらの基礎的データをもとに、さらにリンク WG、接続インターフェース WG とより密接な討議を行い、標準化へ向けての POF 最適化ならびに、量産化へ向けての活動を行う予定である。

6.3 リンク WG (5P 3.2 実施計画の細目 ③トランシーバの試作に該当)

昨年度は発光・受光部分を個別に試作して測定・評価を行った。その結果、S400 対応での伝送動作の確認ができた。それを踏まえて今年度はトランシーバとしての評価を行うためにトランシーバモジュールを試作した。発光・受光間のピッチをどうするかということが大きな問題であったが、少なくとも SFF (Small Form Factor) 協議会の提案しているコネクタの外形サイズを 0.535inch (約 13.5mm) 以下にしておくことも小型化に対する配慮であると考えた。しかも、既存の PN コネクタも考慮して 10.0mm、7.5mm、5.0mm の 3 段階で定めた。10.0mm については PN コネクタがあるので、試作には 7.5mm と 5.0mm を試作の対象とした。7.5mm のトランシーバには 2 社が 5.0mm のトランシーバについては 4 社が対応した。このピッチは発光・受光部の光そのものの他に送信回路と受信回路の電氣的なものも含めてクロストークが大きな問題になってくる可能性があり、仕様の中で大変重要な項目である。昨年度、暫定試作として 1 社に先行試作をお願いしていたが、伝送システムとして符号誤り率に対してこのクロストークが影響していたが、今回の一次試作でどのような結果がでるか大変興味深い。

広帯域 POF についても今までずっと検討対象していた POF は GI-POF であったが、この章の概要でもお話したように、量産化を睨んだ形でコア径、ファイバー径等を決めるところまでこぎつけることができたが、POF メーカーは量産試作のレベルで戸惑っているようでなかなかタイムリーの安定したファイバーができてこないのが実情のようであり、ある POF メーカーが広帯域対応の POF として量産化を前提に試作しているマルチレイヤータイプの POF についても検討対象を広げることとした。ファイバー外径は両者とも同じであるが、コア径が GI-POF に対して 4 割程度も大きいので、発光部との接続については後者が有利であるが、逆に受光部との接続については前者が有利という要因があることも考慮しておく必要があるようである。

また、家庭内での一般調査については引き続き掘り下げて調査を行った。具体的には IEC、UL、電気用品取締法についてまとめた。特に電気用品取締法については諸外国に渡って調査した。以下に具体的な調査結果と試作測定結果を記す。

6.3.1 家庭内での一般調査

(1) 昨年度からの経過

昨年度は一般調査と言うことで光トランシーバー及び POF が情報家電分野で使われた場合に問題となることと関連する規格や法律に関して検討を行い詳細調査が必要な項目のピックアップを行った。

本年度は昨年選別した規格や法律の内容に突っ込んで調査を進めた。昨年ピックアップした IEC、UL などの関連する規格から重要と思われる規格に関して全体の内容を把握し次回参照するときに、関連項目を直ぐ探せるよう目次と内容がわかるリストを作成した。またレーザーの安全基準に関しては重要なため関連規格中で別項目とし、安全基準レベルなどの数値を昨年より更に具体化した。

(2) レーザー、LED 光の安全性に関する国際規格

1) はじめに

レーザーの安全基準を定めた国際規格としては、IEC が定めた IEC 60825-1 がある。この規格は IEC TC76 の WG が策定したもので、最初の版は 1993 年に制定された (IEC825-1 1.0 版)。その後紆余曲折を経ながら 1998 年には改版が為されたが (1.1 版)、現在でも補充を含めた作業が続けられている。

825-1 規格の、従来規格と比べた最も大きな変更点は、LED をレーザーと同じ規格で分類していることである。これによって、従来規定の無かった LED の安全基準が明確に規定されることになった。また、レーザー装置に対する安全基準も、従来に較べてかなり厳しいものに変更された。以下、簡単に、安全基準の概要を述べる。

2) レーザーのクラス分け

(a) 測定条件

a) 光源から 100mm の距離から、光源の視角 α を測定する。

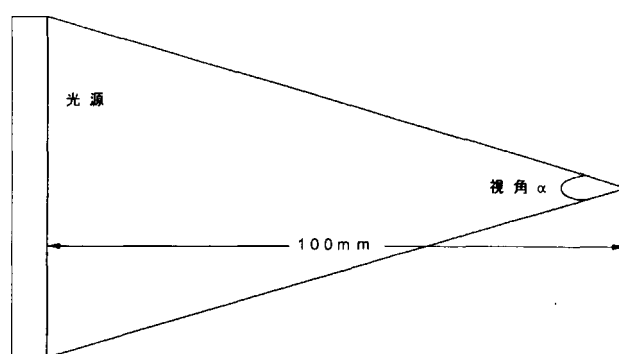


図 6.3.1-1 光源の視角 α の測定

b) 測定に用いられる開口のサイズと光源からの距離

コリメートされていない光に対するそれぞれの波長域における測定条件を表 6.3.1-1 に示す。

400～1400nm の場合は視角 α によって測定条件が異なるが、それ以外の波長では視角によらず、測定条件は同一である。

表 6.3.1-1 測定に用いられる開口と光源からの距離

波長域	測定条件		
400～1400nm	視角 $\alpha \leq 1.5[\text{mrad}]$	開口の直径	50mm ϕ
		光源からの距離	100mm
	視角 $1.5 < \alpha < 100[\text{mrad}]$	開口の直径	7mm ϕ
		光源から距離	r [mm] ※
302.5～400nm、 1400～4000nm	開口の直径		50mm ϕ
	光源からの距離		100mm

$$\text{※ } r = 100 \sqrt{\frac{\alpha + 0.46[\text{mrad}]}{100[\text{mrad}]}} \quad [\text{mm}]$$

ただし、視角が 5mrad 未満のコリメートされた光に対しては光源からの距離 2m の位置に 50mm ϕ の開口を置いて開口内に入るパワーを測定する。

c) 放出持続時間

400～700nm のクラス 2、3A のレーザーに対しては 0.25s。400nm 以下のレーザーと構造上長期にわたってのぞき込んで使用する 400nm よりも長い波長域のレーザーに対しては 30000s。

上記以外の場合で、400nm よりも長い波長域のレーザーに対しては 100s

(b) クラス分け

レーザーは以下のようなクラスに分けられる。

- クラス 1 : 本質的に安全なものとし、どのような条件下でも MPE¹レベルを超えることがあってはならない。製造者の判断で、その旨を明記したラベルを装置に付けるか、その旨をパンフレット等に明記しなければならない。
- クラス 2 : 可視光(波長範囲 400～700nm)を放出し、CW 又はパルスモードで作動する低出力のものとする。また、その旨を明記したラベルを装置に付けなければならない。
※目のまばたきの反射作用を含む嫌悪反応によって目に対する保護ができる。
- クラス 3A : 裸眼で直視しても安全である。400～700nm のレーザー光に対しては、目のまばたきの反射作用を含む嫌悪反応によって目に対する保護ができる。それ以外の波長域のレーザー光においても、クラス 1 のレーザー光を直視した場合と同程度の障害しか受けない。ただし、光学的手段を用いてビーム内を観察することは危険である。また、その旨を明記したラベルを装置に付けなければならない。
- クラス 3B : レーザー光のビーム内観察を行うと眼に障害を受ける。散乱光は安全である。レーザー装置には、シャッター・減衰板が必要である。また、その旨を明記したラベル・レーザー光出射開口を示すラベルを装置に付けなければならない。
- クラス 4 : 散乱光でさえも眼に障害を引き起こす。さらに、皮膚に対する障害を引き起こす

¹ MPE : Maximum Permissible Exposure、最大許容露光量

ばかりか、火災の原因となりうる。このレーザーの取り扱いには極度の注意を要する。レーザー装置には、シャッター・減衰板が必要である。また、その旨を明記したラベル・レーザー光出射開口を示すラベルを装置に付けなければならない。

レーザーのクラス分けは以下の表 6.3.1-2～6.3.1-5 に従う。

表 6.3.1-2 クラス 1 AEL²レベル

波長域[nm]	放出持続時間 t[s]		
	$1 \times 10^{-3} \sim 3$	$10 \sim 10^3$	$10^4 \sim 3 \times 10^4$
400～550	$7 \times 10^{-4} t^{0.75} C_6$ [J]	$3.9 \times 10^{-3} C_6$ [J]	$3.9 \times 10^{-7} C_6$ [W]
550～700		$7 \times 10^{-4} t^{0.75} C_6$ [J] ($t < T_2$)	$3.9 \times 10^{-7} C_3 C_6$ [W]
		$3.9 \times 10^{-3} C_3 C_6$ [J] ($t > T_2$)	
700～1050	$7 \times 10^{-4} t^{0.75} C_4 C_6$ [J]		$1.2 \times 10^{-4} C_4 C_6$ [W]
1050～1400	$3.5 \times 10^{-3} t^{0.75} C_6 C_7$ [J]		$6 \times 10^{-4} C_6 C_7$ [W]
1400～1500	$4.4 \times 10^{-3} t^{0.25}$ [J]	10^{-2} [W]	
1500～1800	8×10^{-3} [J]		

表 6.3.1-3 クラス 2 AEL レベル

波長域[nm]	$t < 0.25$	$t \geq 0.25$
400～700	$7 \times 10^{-4} t^{0.75} C_6$ [J]	$C_6 \times 10^{-3}$ [W]

表 6.3.1-4 クラス 3A AEL レベル

波長域[nm]	放出持続時間 t[s]		
	$0.25 \sim 3$	$10 \sim 10^3$	$10^3 \sim 3 \times 10^4$
400～700	$5 \times 10^{-3} C_6$ [W]		
700～1050	$3.5 \times 10^{-3} t^{0.75} C_4 C_6$ [J]		$6 \times 10^{-4} C_4 C_6$ [W]
1050～1400	$1.8 \times 10^{-2} t^{0.75} C_6 C_7$ [J]		$3 \times 10^{-3} C_6 C_7$ [W]
1400～1500	$2.2 \times 10^{-2} t^{0.25}$ [J]	5×10^{-2} [W]	
1500～1800	4×10^{-2} [J]		

² AEL : Accessible Emission Limits 、被ばく放出限界

表 6.3.1-5 クラス 3B AEL レベル

波長域 [nm]	放出持続時間 t [s]	
	$<10^{-9}$	$10^{-9} \sim 0.25$
400～700	3×10^7 [W]	0.03 [J] ($t < 0.06$) 0.5 [W] ($t \geq 0.06$)
700～1050	$3 \times 10^7 C_4$ [W]	$0.03 C_4$ [J] ($t < 0.06 C_4$) 0.5 [W] ($t \geq 0.06 C_4$)
1050～1400	1.5×10^8 [W]	0.15 [J]
1400～10 ⁶	1.25×10^8 [W]	0.125 [J]
0.5 [W]		

ただし、

$$T_2 = 10 \times 10^{0.02(\lambda-550)}, C_3 = 10^{0.015(\lambda-550)}$$

$$C_4 = \begin{cases} 10^{0.002(\lambda-700)} & (700 < \lambda < 1050) \\ 5 & (1050 < \lambda < 1400) \end{cases}$$

$$C_6 = \begin{cases} 1 & (\alpha \leq \alpha_{\min}) \\ \alpha / \alpha_{\min} & (\alpha_{\min} < \alpha \leq 100 [\text{mrad}]) \\ 100 [\text{mrad}] / \alpha_{\min} & (100 [\text{mrad}] < \alpha) \end{cases}$$

$$\alpha_{\min} = \begin{cases} 1.5 & (t < 0.7s) \\ 2t^{\frac{3}{4}} [\text{mrad}] (0.7s \leq t < 10s), C_7 = \begin{cases} 1 & (1050 \leq \lambda < 1150) \\ 10^{0.018(\lambda-1150)} & (1150 \leq \lambda < 1200) \\ 8 & (1200 \leq \lambda < 1400) \end{cases} & (10s \leq t) \end{cases}$$

(c) 繰り返しパルスレーザ・変調レーザによる露光に対する AEL の決定

波長 400～10⁶nm の繰り返しパルスレーザ・変調レーザに対する AEL レベルは以下の内で最も厳しいものを用いて決定される。

- ・パルス列内のどの単一パルスからの露光も、単一パルスに対する AEL を超えてはならない。
- ・パルス持続時間 T のパルス列の平均パワーは、パルス持続時間 T の単一パルスに対する表 2 ～5 のそれぞれの AEL を超えてはならない。
- ・パルス列内のどの単一パルスからの露光も、単一パルスに対する AEL_{train} を超えてはならない。

$$AEL_{train} = AEL_{single} \times C_5$$

ただし、 AEL_{single} : 単一パルスに対する AEL、 $C_5 = N^{-1/4}$ 、

N: 露光中に予期されるパルスの数

3) IEC 825-1 CDC によるクラス分けの一例

今、波長が 650、850、1300、1550nm の 4 種のレーザー装置を考える。これらが、長期にわたってのぞき込んで使用されないクラス 1 レーザーの場合、放出持続時間は 100s で AEL レベルはそれぞれ以下ようになる。

波長[nm]	AEL レベル[dBm]
650	: -6.549
850	: -3.549
1300	: 9.472
1550	: 10

それぞれの波長に対する測定条件は以下ようになる。

波長[nm]	光源からの距離、開口のサイズ
650~1300	: 32.34mm、7mmφ
1550	: 100mm、50mmφ

ここで、光源からの光が以下の式(ランバート分布)に従って放射しているとする^[4]。

$$dP = \frac{n+1}{2\pi} P_i \cos^n \theta d\Omega$$

dP : 立体角 $d\Omega$ 中に放出されるパワー

P_i : 光源の端面出力

θ : 放射角

n : 指向半値角を θ_H とすると

n は $\cos^n \theta_H = 0.5$ を満たす

この式を用いて光源の出力を求めた結果を従来の規格(JIS C6802³⁾)と比較して表 6.3.1-6 に示す。ただし、光源を発光直径 150μm 以下、放射角 10° の半導体レーザーと仮定した。1550nm と 1300nm の AEL レベルを比較すると、発光直径が 1mmφ の場合 1550nm よりも 1300nm の方が安全基準が緩和されている。これは、発光直径が 150μm 以上のときには波長域 400~1400nm の安全基準が緩和されるため、主に LED を想定した基準になっていると考えられる。

表 6.3.1-6 従来の規格(JIS C6802³⁾)との比較(レーザー放射角 10° と仮定)

波長[nm]		Class 1[dBm]	Class 2[dBm]	Class 3A[dBm]	Class 3B[dBm]
650	IEC 825-1 CDC	-5.3	1.2	8.2	28.2
	JIS C6802	16.2	25.3	32.3	52.3
850	IEC 825-1 CDC	-2.3		4.7	28.2
	JIS C6802	19.1		28.8	52.3
1300	IEC 825-1 CDC	10.7		17.8	28.2
	JIS C6802	23.1		32.9	52.3
1550	IEC 825-1 CDC	11.2		18.2	28.2
	JIS C6802	30.4		37.4	46.4

※表中の値は、光源の出力パワー

表 6.3.1-6 から、今回の改訂によってレーザー装置の安全基準が、従来の規格と比べて厳しく

³⁾ JIS C6802 : 国内の規格, IEC 825 に準拠

なっていることが分かる。特に、650、850nm といった短波長帯においては安全基準が大幅に厳しくなっており、DVD 用のレーザーや POF (PMMA) 用のトランシーバーや IrDA 等の製品に対してはかなりの影響があると予想される。

4) まとめ

レーザー装置の安全基準である IEC 825-1 に関して、規格の調査を行った。その結果、以下の事が分かった。

- ・ IEC 825-1 は LED とレーザーを同じ規格で分類し、かなり厳しいものとなる
- ・ レーザー装置に関する安全基準も、従来より厳しいものに変更される
- ・ 安全基準は特に短波長帯において大幅に厳しくなっており IrDA 等の近々赤外領域を用いる製品に対しては大きな影響がある

(3) 関連規格 (IEC、UL、NEC)

IEC、UL、NEC の中から関連項目に関して規格書を入手し詳細の調査を行った。関連する項目に関して記述されている章、節またはページとそこに記述されている概要及び光トランシーバー、POF、コネクタとの関連性について表 6.3.1-7 に纏めた。

1) IEC

IEC335 Safety of household and similar electrical appliances.

(家庭用及び類似用途の電気機器の安全)

Part1: General requirements

部位に関しては記述が光トランシーバー部分に関係するものは T、POF に関係するものは P、コネクタに関係するものは C を記入している。

表 6.3.1-7 各物理メディアの関連性

節	項目	概要及び関連事項	部位
1	Scope	家庭用及び類似用途の電気機器の電氣的事故、機械的事故、熱的事故、放射事故などからの保護に関する (家庭で標準的な使われ方をするように設計されていないものは範囲外)。家の中や家の周りの人間全てが遭遇する機器によってもたらされる共通の危険を取り扱う。(監督者のない状況での幼い子供または虚弱な人間が使用すること、幼い子供が機器で遊ぶことは範囲外)。	
2	Definitions	感電に対する保護分類: クラス 0、クラス 0I、クラス I、クラス II、クラス III は重要。後の章で本定義が必要となる。	T
3	General Requirement	機器の構造は通常の使用において不注意な使い方をした場合でも人間や周りの物に危険をもたらしさないような機能を持つことが必要。	
6	Classification	機器は感電に対する保護に関してクラス 0、クラス 0I、クラス I、クラス II、クラス III のいずれかに属しなければならない。有害な水の侵入に対する適正な度合いの保護	T、P、C

		(IEC529 で規定) が必要	
7	Marking and instructions	定格電圧などの表示。入力範囲などの指示。表示位置など.	C、P
8	Protection against access to live parts	充電部（通常動作している機器の通電状態の部品、あらゆる部分）にへの接触に対する保護。光トランシーバー部分は通常装置に内蔵されるため関連性は低いと考える。参考程度。	T
10	Power input and Current	定格電圧と通常動作温度における機器の電力入力に対する偏差規定。機器に定格電流が表示されている場合の定格電流に対する偏差規定。	T
11	Heating	機器とこれを取り囲んでいるものは通常の使用時に温度が異常高温になってはならない。(59) 加熱機器は通常の動作環境 (1.15×定格電力入力) で動作させる。	T
13	Leakage current and electric strength at operating temperature	動作温度での機器の漏れ電流及び電氣的強度。適合性試験は 13.2 項、13.3 項に従う。漏れ電流測定は付録 G の回路を使用。	T
15	Moisture resistance	湿気に対する保護の等級。適合性試験は 15.1.2 項を考慮しながら 15.1.1 項の規定に従う。本試験の後 16.3 項の電気強度試験に合格しなければならない。対象は IPX0 のみ他は IEC 529 で規定。	T、P、C
16	Leakage current and electric strength	適合性試験は 16.2 項、16.3 項に従う。	T
18	Endurance	耐久性に関する基準と試験は第 2 部で規定。第 2 部に関しては現在資料なし。来年度調査事項。	T、P、C
19	Abnormal operation	異常動作時の不注意な操作などによる火災、安全性を損なう機械的損傷、感電の危険を排除できる仕組み。電子回路においては、障害状態が感電、火災事故、機械的な事故、または危険な動作不良の点で機器を危険な状態にすることが無い様に設計され、使用されるようになっているか。適合性試験項目に関して、 ・加熱機器を組み込んでいる機器：19.2 項、19.3 項 ・温度制限の制御装置を備えている機器：19.4 項、19.5 項 ・電動機器が組み込まれた機器：19.7－19.10 項 ・電子回路が組み込まれた機器：19.11－19.12 項 を参照。これらは何が組み込まれているかにより必要に応じて実施する。	T
21	Mechanical Strength	機器の機械的強度。手荒な取り扱いに絶えうる構造。適合試験は IEC68-2-63 のばね式衝撃試験装置を用いて行う。試験後 8.1 項、15.1 項、29.1 項との適合性が失われないこと。	T、P、C *1
22	Construction	機器の各構成部分に関して安全のための適合性チェック。参考程度	P、C
24	Component	構成部品が関連 IEC 規格で規定する安全基準に適合していること。適合試験は目視及び 24.1.1－24.1.5 項。その他 IEC730 など関連規格あり。	T *2

25	Supply connection and external flexible cord	基本的に電源接続用コードに関する記述であるがコネクタ及びPOF部分に参照可能と考える。 ・差込口の開口部の構造：25.13 項 ・コードを機器に挿入したときのたわみ（動作中の移動などによる）に対する保護：25.14 項。 ・挿入時のコードまたは機器内部の損傷：25.15 項。適合試験のための引っ張り力などの規定あり。	P、C
27	Provision for earthing	接地に関する規定。絶縁障害時に充電部となることがあるクラス 0I 機器、クラス I 機器の接触可能金属部分は機器内の接地線、または機器差込口の接地接触子に永久かつ確実に接続されていること。適合性チェックは目視。	T
29	Creepage distances, clearances and distance through insulation	沿面距離、クリアランス及び絶縁距離に関する規定。通電部品と他の基礎絶縁が施された金属部分との間隔など。	T
30	Resistance to heat, fire, and tracking	非金属で作製された外部部品の耐熱性、非金属で作製された部品の耐引火性及び耐延焼性。適合性試験項目は付録 H の選択と順序に従いボール圧力試験、燃焼試験（付録 J）、グローワイヤ試験（付録 K）を実施する。	T、P、C
31	Resistance to rusting	錆が発生した場合に機器が本規格に適合できなくなるような鉄製部品は、錆から適切に保護されていないなければならない。試験項目は第 2 部にて規定（来年度調査）	T、P、C
32	Radiation, toxicity and similar hazards	有害な放射、毒性を示すまたは類似の事故。試験項目は第 2 部にて規定（来年度調査）	T、P、C *3

*1：衝撃により LD/LED とファイバー面で光軸のずれなどが発生しない構造が必要。

*2：内部の構成部品選択は製造メーカーに依存するが、予め危険トランシーバー部に使用すると危険と予想される部品に関しては注意を促す必要がある。

*3：POF 外皮、コネクタ部分が材質として毒性がないかなどで関連すると考え取り上げた。

2) UL

UL 規格に関しては UL817、UL1581、UL1685 に関して規格書に目を通した。UL817 は、コネクタがついたケーブルの仕様、試験項目であり POF に適用ものは無く、UL1581 は電気ケーブルのケーブルそのものの仕様、試験項目に関する記載で、全般的に（電氣的仕様を除いて）POF ケーブルに参考にできる。UL1685 は光ファイバーの試験方法に関して書かれており流用できる内容と考えている。

- ・ UL1685 Standard for Vertical-Tray Fire-Propagation and Smoke-Release Test for Electrical and Optical-Fiber Cable

テスト選択として UL Vertical-Tray flame exposure と FT4/IEEE 1202 type of flame exposure とがあり、その他にオプションが用意されている。以下は試験種類と記述される節を示している。

表 6.3.1-8 試験種類と記述される節

試験種類	節
UL Vertical-Tray flame exposure	4-11
FT4/IEEE 1202 type of flame exposure	12-19
Option	20-25

次に UL Vertical-Tray flame exposure の概要を示す。

表 6.3.1-9 UL Vertical-Tray flame exposure の概要

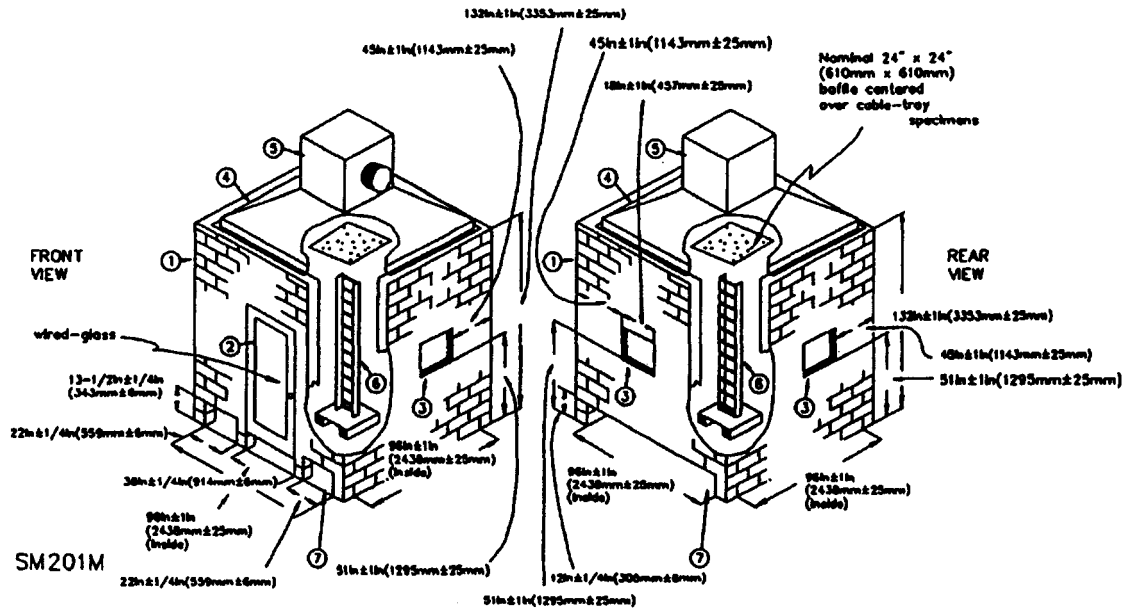
項目	概要
適用	Vertical-Tray fire テストにおいて着火源へのケーブルの暴露に対して電気系ケーブルと光ファイバーケーブルのダメージを受けた部位の高さ及び放出した煙の値を決めている。 a) ケーブルダメージの高さ：ケーブルトレイの底から 8 フィート (244cm) 以下。 b) 放出された煙の総量：95 m ³ 以下。 c) 単位時間に放出された煙のピーク：0.25 m ³ /s 以下。
測定機器	a) 着火装置 b) 採取用フード及び排出管 c) 速度測定装置 d) 煙測定装置 e) データ収集システム 5 節に詳細説明あり。
測定環境	図 6.3.1-2 参照

次に FT4/IEEE 1202 type of flame exposure の概要を示す。

表 6.3.1-10 FT4/IEEE 1202 type of flame exposure の概要

項目	概要
適用	Vertical-Tray fire テストにおいて着火源へのケーブルの暴露に対して電気系ケーブルと光ファイバーケーブルのダメージを受けた部位の高さ及び放出した煙の値を決めている。 a) ケーブルダメージの高さ：バーナー面の下端から 4 フィート以下。 b) 放出された煙の総量：150 m ³ 以下。 c) 単位時間に放出された煙のピーク：0.40 m ³ /s 以下。
測定機器	a) 着火装置 b) 採取用フード及び排出管 c) 速度測定装置 d) 煙測定装置 e) データ収集システム 13 節に詳細説明あり。
測定環境	図 6.3.1-3 参照

UL Vertical-Tray flame exposure のテスト環境



- 1 – Enclosure constructed of concrete blocks laid up with mortar. The blocks are to be nominally 8 in high by 16 in long by 8 in thick (203 mm x 408 mm x 152 mm).
- 2 – Steel-framed wired-glass door for access and observation. The overall size of the door is to be nominally 36 in wide by 84 in high (0.9 m x 2.1 m).
- 3 – Square steel-framed wired-glass observation window(s) nominally 18 in (457 mm) on a side.
- 4 – Truncated-pyramid stainless-steel hood. Each side is to be sloped 40°.
- 5 – Collection box with exhaust duct centered in one side. The box is to be a cube with each face a 36-in (914-mm) square.
- 6 – Cable tray mounted vertically in the center of the enclosure. The tray base (stand) is optional and is not to be higher than 6 in (152 mm).
- 7 – Air-intake openings.

CABLE TRAY – Nominally 12 in wide by 3 in deep by 96 in long (305 mm x 76 mm x 244 cm) with steel rungs nominally $1 \pm 1/4$ in wide (25 ± 6 mm) and spaced 9 in (229 mm) on centers.

BURNER – 10-in-wide (254-mm) ribbon-type burner with an air/gas venturi mixer.

TRAY BASE – Optional. 6 in (152 mm) maximum height.

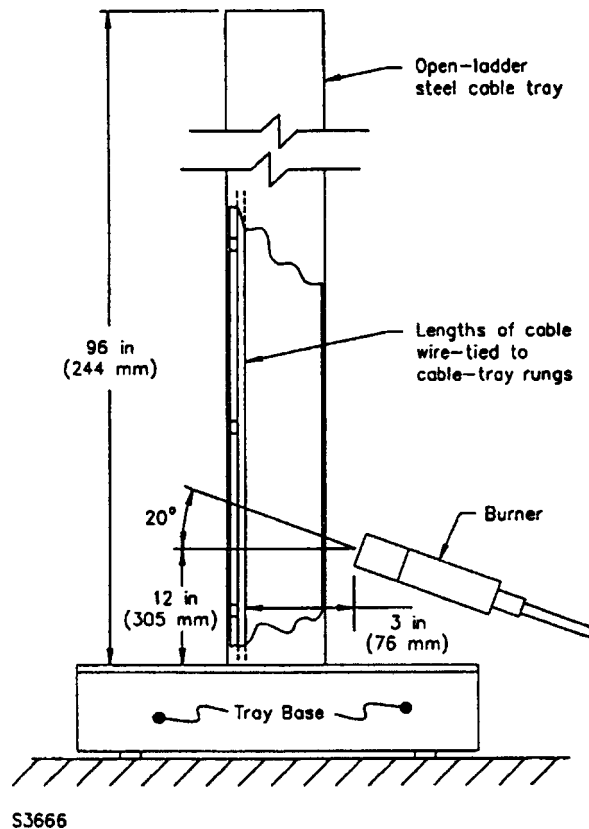


図 6.3.1-3 FT4/IEEE 1202 type of flame exposure のテスト環境

3) NEC

NEC (National Electrical Code) は NFPA (National Fire Protection Association) が発行している米国における電気製品の安全基準である。表 6.3.1-11 は NEC の章及びそのページ (ページ数に関しては参考とする本により異なる場合ある。本調査で使用了資料は日本規格協会より NFPA70 の書名で購入)、各章の概要を纏めた。本表 6.3.1-7 からわかるように電気が適用された機器から建物にいたるまで全般に関して記述されている。

表 6.3.1-11 NEC 全体構成

章	項目/ページ	対象物
1	General/19-34	一般取り付け。装置備え付け
2	Wiring and Protection/35-104	分電盤、コンセント、過電流
3	Wiring Methods and Materials/105-210	各種ケーブルに対する設置及びケーブル材質
4	Equipment for General Use/211-308	エアコン、ヒータ、冷蔵庫など家庭設備
5	Special Occupancies/309-432	一般住宅以外、ガスタンド、映画館、ビル、移動型家屋などの建物
6	Special Equipment/433-500	クレーン、X線装置、オフィス用家具など
7	Special Condition/501-532	火災警報機器、光ファイバ記述あり
8	Communication System/533-560	通信機器、ラジオ、TV、放送機器
9	Tables/561-618	表、付録、インデックス

本年度の調査では NEC 各章の詳細調査まではまだ至っていない。インデックスからは光トランシーバーのキーワードは見当たらなかったことから光トランシーバーそのものの記述は無いと予想している。ただし 4 章の Equipment for General Use には一般家庭電気設備に関して書かれており、光トランシーバーが内蔵された家庭用機器としては参照できると考えている。光ファイバーに関してはキーワードとして引くことができた。表 6.3.1-8 には光ファイバーケーブル及びケーブルを敷設するための配管に係る記述の概要を示す。

今後 2、3、4 章の詳細調査を進め、光トランシーバー、POF、コネクタに関して参考となるページを明確にする。

表 6.3.1-12 光ファイバー及び配管

Article #		内容
770	Optical Fiber Cables and Raceway	光ファイバーは通信、制御信号などの信号伝送用を対象とする。家庭向きのタイプとして OFNG、OFCG、OFN、OFC があり、ビル内などでの使用向きとして OFNP、OFCP、OFNR、OFCR など。それぞれに関して火災時の延焼防止の規定などがある。関連規格としては UL1581、UL1666 など。配管に関しては本規格の 3 章 Wiring Methods and Materials (項目番号 300 番の並び) に詳細が規定されている。

(4) 関連法規

以下の法規に関して内容調査を行った。これらはみな粗悪な製品により消費者が不利益を被ることを防止するたのものである。光トランシーバー部分は通常製品の中に組み込まれるためこれらの法規は製造業者に対して課されることになる。標準化の作業においては直接には関係ないが標準化するものが法律をクリアしやすい作りになっていることを意識しておくことは重要と考える。

表 6.3.1-13 関連法規

法規	概要
電気通信事業法	(来年度調査事項)
有線電気通信法	有線電気通信設備の設置及び使用を規律し、有線電気通信に関する秩序を確立することによって公共の福祉の増進に寄与することを目的とする法律。有線電気通信設備の技術基準（電線の種類、屋内配線と屋内強電流電線との近接、交差の場合の措置、絶縁抵抗、保安装置等）、及び設置の届け出が定められており、「有線電気通信設備令」が関係する。
電気事業法	電気の利用者の利益を保護し、電気事業の健全な発達を図るとともに、電気工作物の工事、維持及び運用を規制することによって、公共の安全を確保し、あわせて公害の防止を図ることを目的とする法律である。 「内線規定」及び「電気設備に関する技術基準を定める省令」で高周波電流漏洩防止基準、小勢力回路の配線基準、リモコン配線基準、低圧屋内配線と弱電流電線等との近接または交差時の施工基準等が規定されている。
電気用品取締り法	電気用品の製造、販売等を規制することにより、粗悪な電気用品による危険及び障害の発生を防止することを目的とする法律である。 光トランシーバーが組み込まれた機器は電気用品であるため必ず適用を受ける構造または使用方法その他の使用状況からみて特に危険又は障害の発生する多い電気用品であって政令で定められているものを「甲種電気用品」といい、甲種電気用品以外の電気用品を乙種電気用品と言う。 甲種電気用品の製造の事業を行おうとする者は通産大臣登録を受けなければならない。乙種電気用品の製造の事業を行う者は、事業開始の30日以内に届け出が必要で、製造する乙種電気用品が省令で定める技術上の基準に適合するようにしなければならない。対象となる具体的な電気用品は「電気用品取締り法施工令」に定められている。製造品の甲種・乙種の判定等は日本電気用品試験所にて行われている。

6.3.2 トランシーバーの測定結果

昨年度は主に受発光素子の性能について測定・評価し、S400 トランシーバーへの適用可能性を探った。その結果、現行の光素子は、本委員会が目標としているトランシーバーの部品として使える可能性のあることが明らかになった。

本年度は、リンク WG に参加している委員のうち4社でそれぞれ独自にトランシーバーを試作し、その特性を測定・評価した。

(1) 測定項目

試作品の特性は、表 6.3.2-1 に示す項目の測定結果によって評価した。これらの項目は、トランシーバーの性能および標準化のための基本仕様を策定する上で特に重要な基本項目である。また、これらの特性は回路設計の工夫で性能を向上させることができるものと、回路の工夫だけでは性能向上が困難なものに分けられる。その見極めが、将来 POF トランシーバー専用部品を開発するかどうかの判断基準にもなると考える。

以下、各測定項目について概説する。

1) 送信光出力

一般に、長距離伝送のためには大出力が要求される。しかし、人の眼に対する安全性（アイセーフティ）および光源に用いたデバイスの特性の両面から出力制限を受ける。

ここでは、PMMA 系 POF で目標の 50m および 100m 伝送をするには光出力をどこまで上げればよいか、また、その出力が机上検討のように達成可能か否かについて評価する。

2) 光出力波形

光出力波形が所定の形状からはずれると伝送特性に影響を与え、長距離伝送ができない。送信光出力を大きくしたときに、良好な波形形状が得られるか否かを調べる。特に、DVD 用 LD を発光素子として用いた場合は、その動作電流が大きく、高速変調が難しくなる傾向があるので十分な評価が必要である。

3) 最小受信光入力

長距離伝送のためには高感度化が不可欠である。試作トランシーバーで現実的な感度を測定し、50m、100m 伝送の可否を検討する。また、この結果を踏まえて、光出力の仕様を決定する。

4) 最大受信光入力

短距離接続時に、受信器が飽和するかどうかを確認しておく必要がある。飽和が起これば短距離ではデータ伝送ができないことになる。

5) 送受信部間クロストーク

トランシーバーは、情報家電機器のインターフェース用であるから、当然、小型であることが要求される。小型化によって 1 つのトランシーバー内で送信部と受信部が近接し、そこで起こる送受信間のクロストークが心配されている。クロストークが大きい場合は、SN 比が低下し受信感度が劣化する。各試作トランシーバーの実力値を評価し、小型化による弊害を確認する。

表 6.3.2-1 トランシーバー測定項目 (注1)

No.	項 目	測 定 条 件 等
1	送信光出力	伝送符号：擬似ランダム信号 ($2^{15}-1$) [マーク率50%] ※オプションとして (1010---連続信号) (注2)
2	光出力波形 (アイダイヤグラム)	伝送符号：NRZ、擬似ランダム信号 ($2^{15}-1$) ※オプションとして ($2^{23}-1$) ファイバ長：2 m、50 m、100 m (注3)
3	最小受信光入力 【符号誤り率 (BER) 特性から、 $BER = 10^{-12}$ となる光入力を求める。】	伝送符号：NRZ、擬似ランダム信号 ($2^{15}-1$) ※オプションとして ($2^{23}-1$) 光送信部：非動作
4	最大受信光入力 【符号誤り率 (BER) 特性から、 $BER = 10^{-12}$ となる光入力を求める。】	伝送符号：NRZ、擬似ランダム信号 ($2^{15}-1$) ※オプションとして ($2^{23}-1$) 光送信部：非動作
5	送受信部間クロストーク	光送信部を 500 Mb/s にて動作させた状態で、 上記 No. 3、No. 4 を測定する。 受信感度の劣化量をクロストークとする。 クロストークは、位相条件を考慮する。(注4)

(注1) 各項目に共通の条件は次の通りである。

- ・ 周囲温度：室温とする。
- ・ 伝送速度：500 Mb/s
- ・ 光ファイバー長：2 m（なお、可能であれば光出力波形（アイダイグラム）について
ては50m、100mの測定も行う）

(注2) 「オプティシ」とは可能な範囲で対応するという意味である（必須条件ではない）。

(注3) 光出力波形（アイダイグラム）の測定

ファイバー50m（100m）伝送後のアイダイグラムを観察する場合、送信光出力は50m（100m）伝送が可能ないように調整する。なお、受光部（O/E変換器）における信号振幅が小さすぎて測定不能の可能性あり。

(注4) 光送信部に入力する信号の位相を数種類変更して測定を行う。

(2) 測定対象

表6.3.2-2に送受光間ピッチとPOFの各パラメータの組合わせを示す。9種類の組合わせの中から、POFの帯域およびトランシーバーの小型化を考慮した結果、a、b、d、eが測定の対象となった。

トランシーバーの試作をした4社の測定対象は、A社はaおよびbを、B社はaを、C社はdおよびeを、D社はdである。

ここで、送受光間ピッチとは光送信ポートと光受信ポートの物理的間隔をいう。ピッチ5mmの測定は、接続インターフェースWGが試作した光コネクタを利用することとし、測定に先立ってトランシーバー試作各社に配付された。ピッチ7.5mmについては、たとえばJIS C 5977で規定されているF08形コネクタなどを利用して測定することとした。ピッチ5mmと7.5mmの2種類を測定することでピッチの大小によるクロストークの変化を評価し、トランシーバーの小型化による性能への影響をみる。

表 6.3.2-2 各社のトランシーバー測定対象

送受光間ピッチ コア/クラッド径	5.0mm	7.5mm	10.0mm
	a	b	c
500/750 μ m	d	e	f
700/750 μ m	g	h	i
980/1000 μ m			

(3) 測定系

図6.3.2-1から6.3.2-4に、表6.3.2-1の各測定項目に対応した測定系ブロック図を示す。ただし、これらのブロック図は参考例であり、実際の測定にあたっては各社の工夫によって最良と考えられる方法を採用した。

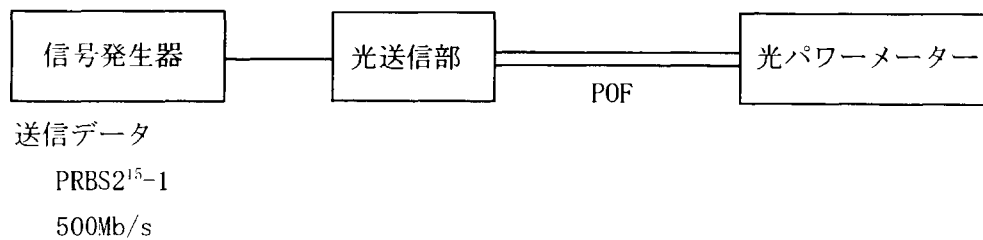


図 6.3.2-1 送信光出力測定

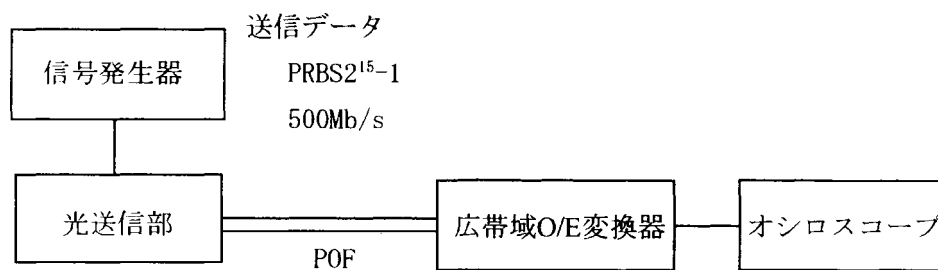


図 6.3.2-2 光出力波形測定

図 6.3.2-2 において、O/E 変換器とオシロスコープの間に低域通過フィルタを入れて波形観測をしやすい方法が一般的に用いられている。

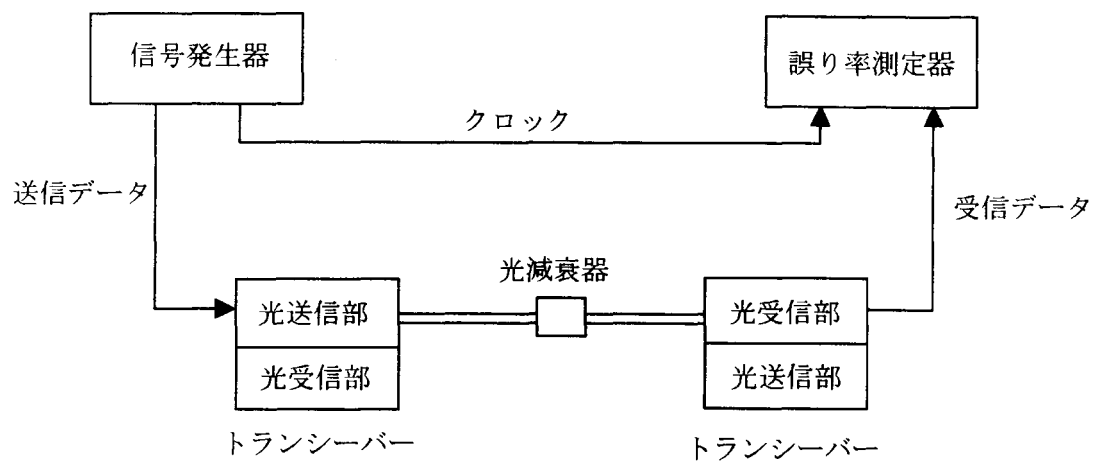


図 6.3.2-3 最小・最大受信光入力測定

クロストーク測定では、位相条件を考慮することでクロストーク変化量も合わせて測定する。位相は、図 6.3-2-4 の同軸コア C の途中に遅延素子を入れることで変えることができる。また、同軸コア C の長さを変えることでも位相遅れ（あるいは進み）を作ることができる。たとえば、0.4m 長くすると、2ns の遅延となり 180 度位相が変わる。

(4) トランシーバー測定結果

1) A 社測定結果

A 社では送受信部間ピッチ 5.0mm および 7.5mm の 2 種類のトランシーバーを試作し、測定した。回路はいずれも同一で、基板レイアウトのみ異なる。使用した POF は、本委員会からトランシーバー測定用として支給されたグレーデッドツイックス (GI) 形で、その公称コア/クラッド径は GI-500/750 μm である。開口数 NA を実測したところ約 0.19 であった。ファイバー長は 2、50、100m の 3 種である。

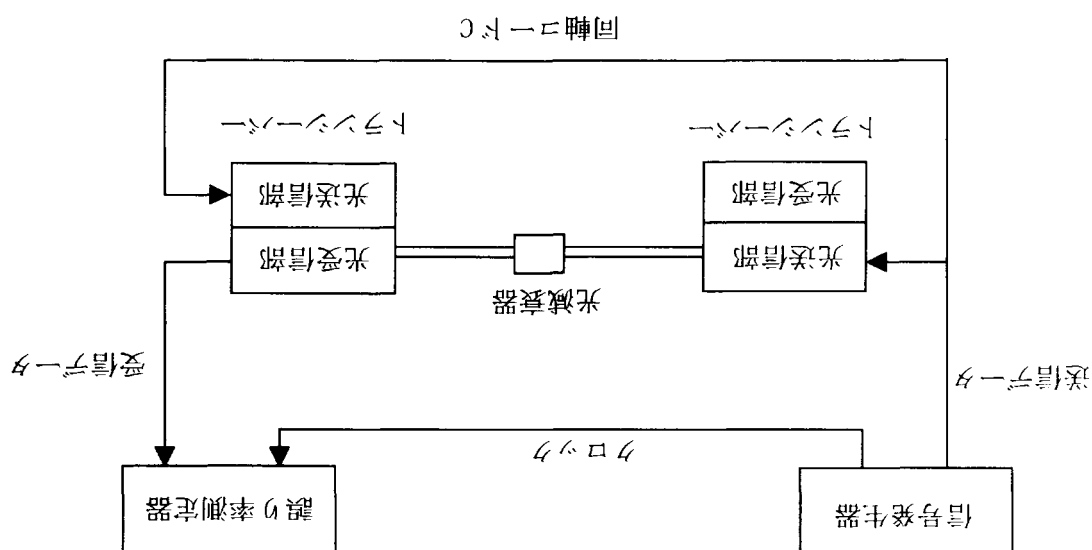
試作トランシーバーの構成部品は、以下のとおりである。

送信部

- ・光源 ----- DVD 用 LD
- ・ LD ファイバー ----- 600Mbps 用 LD ファイバー IC (APC 内蔵)
- 受信部
- ・ 受光素子 ----- シリコン PIN-PD + トランスインピーダンス形アンプ
- レシーバー ----- 600Mbps 用 リミットアンプ
- プリント配線板
- ・ W 13.4mm × L 22.4mm 4 層基板

上記構成によるトランシーバーの測定結果を以下に述べる。

図 6.3-2-4 送受信部間クロストーク測定



a) 送信光出力

使用した LD ドライバーは、外付け回路定数によって LD バイアス電流、LD 変調電流を任意に設定することが可能である。LD と POF の間にはレンズを設置し光学的結合を高めた。

ここでは、100m 伝送という目的を考慮した結果、500Mbps、PRBS $2^{15}-1$ 信号伝送時に $-4 \sim -2$ dBm の範囲内の光出力となるように調整した。このとき最も注意を要したことは、レセプタクル部での接続損失である。GI-500/750 は SI-980/1000 と比べると、最適な光学的結合をとることが難しいためである（コア径が細くなっただけでなく、NA も小さくなったため）。

調整時には長さ 2m の POF を用い、光出力波形を観察しながらアイパターンが開くようにした上で所定の光出力が得られるようにした。PRBS 信号で光出力を調整した後、信号パターンを「10」に切替えて光出力の変動が十分小さいこと、すなわちパターン依存性のないことを確認した。

b) 光出力波形

光出力波形を図 6.3.2-5 ～ 図 6.3.2-7 に示す。また、それぞれの波形に対応する諸条件を表 6.3.2-3 に示す。伝送符号は PRBS $2^{15}-1$ で、測定時には O/E 変換後に低域通過フィルター (531 Mbps ファイバーチャネルトランシーバー測定用) を用いた。ファイバー長 100m 伝送後の光出力波形については、信号光の減衰が大きく観測不能であった。

図 6.3.2-5 で示した 2m 伝送時のアイパターンはもちろんのこと、図 6.3.2-6、図 6.3.2-7 で示した 50m 伝送時のアイパターンも十分開いており、今回提供された GI-POF が S400 用として使用できる帯域を有していることが確認できた。

表 6.3.2-3 光出力波形の測定条件

条件 \ 図番	6.3.2-A1	6.3.2-A2	6.3.2-A3
ファイバー長 (m)	2	50	50
送受信間ピッチ (mm)	5.0	5.0	7.5
光出力 (dBm)	-3.0	-11.4	-10.2
消光比 (dB)	7.0	7.0	7.5



图 6.3.2-5 光出力波形 (2m 伝送後)

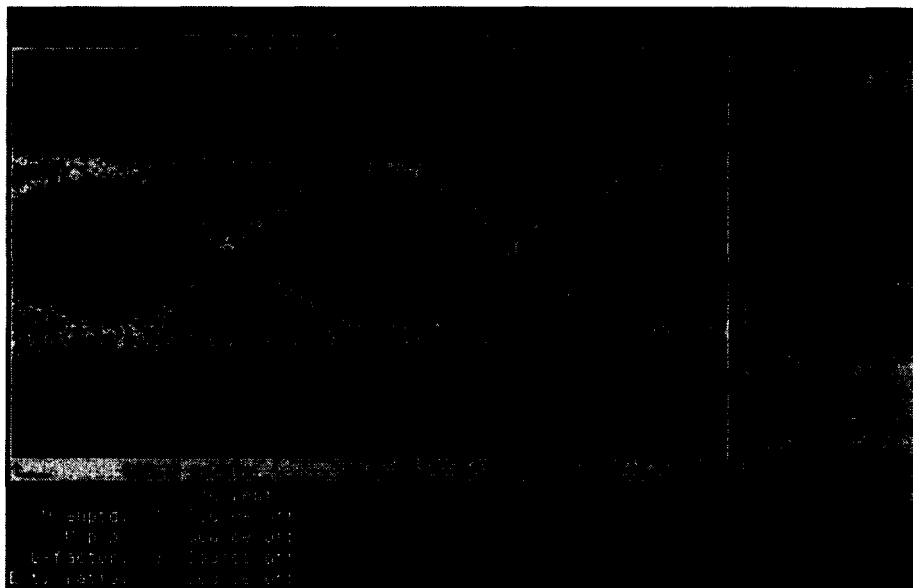


图 6.3.2-6 光出力波形 (50m 伝送後)



図 6.3.2-7 光出力波形 (50m 伝送後)

c) 最小・最大光入力および送受信部間クロストーク

図 6.3.2-8 に可変形光アッテネーターを用いて測定した符号誤り率を示す。被測定トランシーバーの送受信間ピッチは 5.0mm である。

図中 (a) は、光送信部が非動作状態にあるときの符号誤り率である。このときの受信感度は -20.0dBm ($BER=10^{-12}$) であった。(b) は光送信部を 500Mbps で動作させたときの符号誤り率で、便宜上この状態を位相 0 とした。(c)、(d) はそれぞれ位相を 90 度、180 度変化させたときの符号誤り率である。

この結果、送受信部間クロストークは、位相 0 のとき 1.7dB、位相 90 度のとき 0.8dB、位相 180 度のとき 0.6dB であった。

図 6.3.2-9 に送受信間ピッチが 7.5mm の場合の結果を示す。結果はピッチ 5.0mm と同様であり、ピッチを広げたことによるクロストークの低減効果は特に見出せなかった。

最大光入力特性 (受光部の飽和) については、測定に耐えられるハイパワーの光源がなく、今回は測定不能となった。

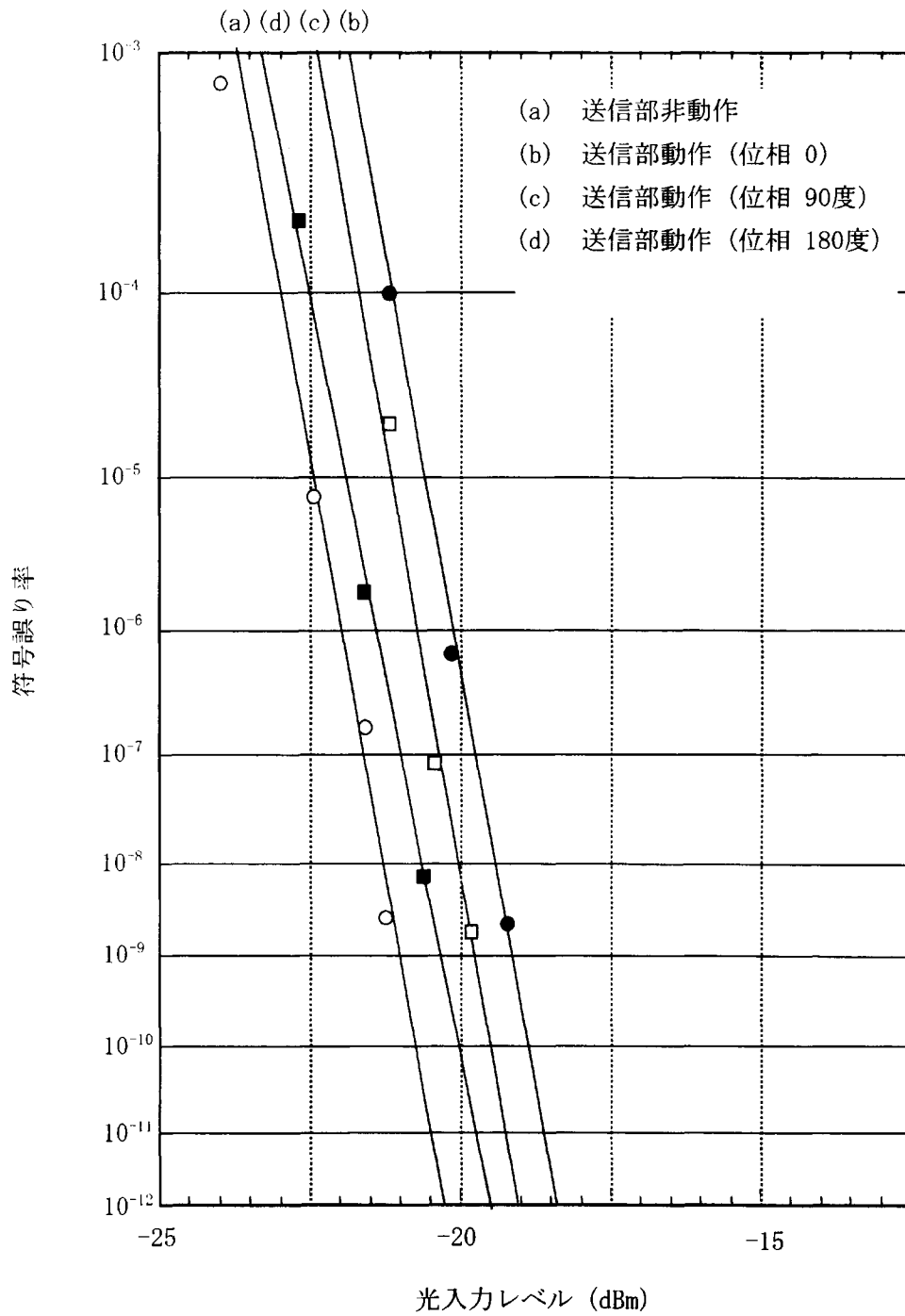


図 6.3.2-8 受信感度とクロストーク (ピッチ 5.0mm)

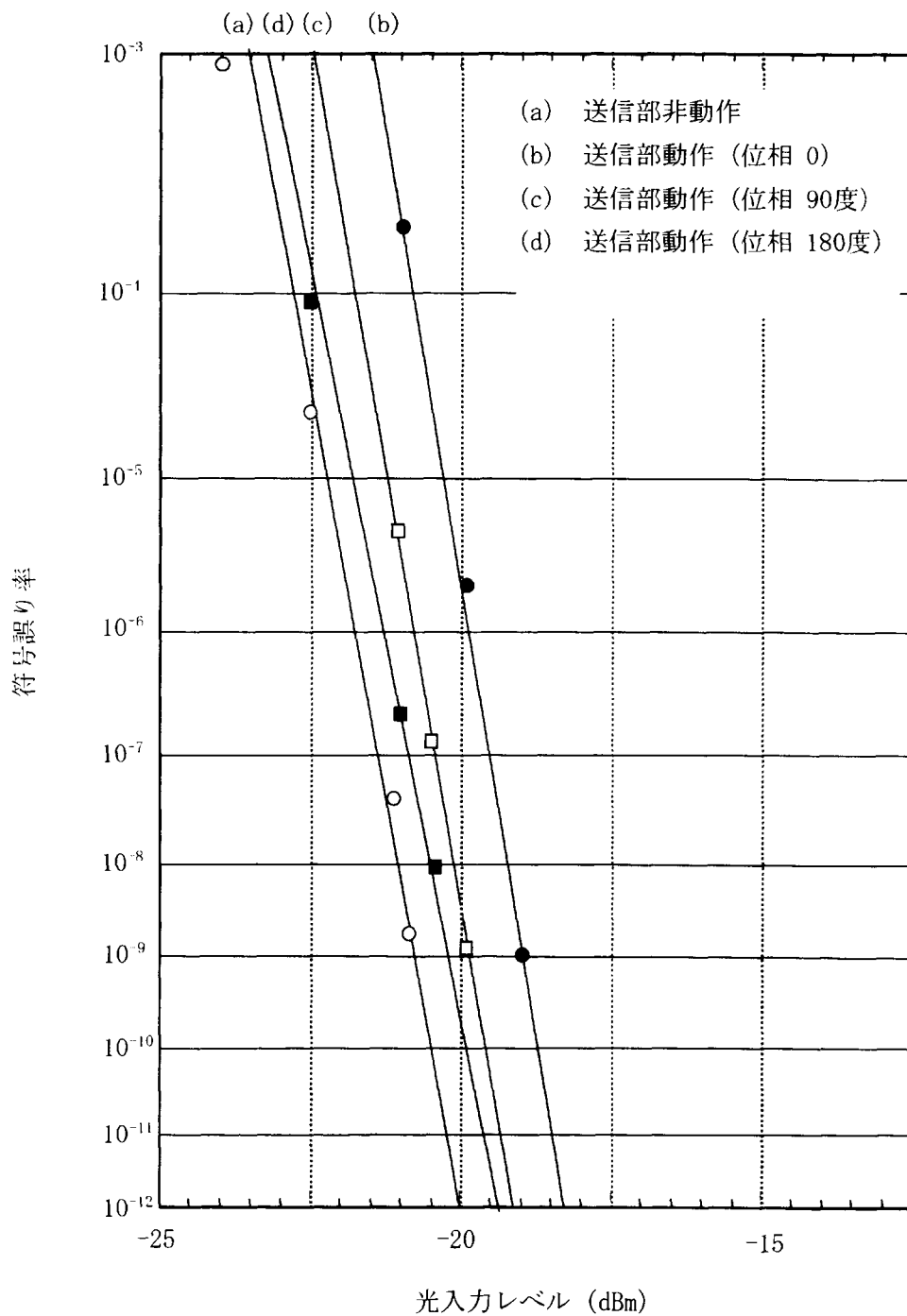


図 6.3.2-9 受信感度とクロストーク (ピッチ 7.5mm)

d) 受信出力波形

受信出力波形を図 6.3.2-10 ～ 図 6.3.2-12 に示す。いずれも送受信間ピッチ 5.0mm のトランシーバー出力で、送信部を非動作状態にして波形観測した。

図 6.3.2-10 は、送受信間を 50m-POF で接続したときの受信波形で、伝送符号は PRBS2¹⁵-1、ビットエラーフリーである。

図 6.3.2-11 は、送受信間を 100m-POF で接続したときの受信波形で、伝送符号は PRBS2¹⁵-1、ビットエラーフリーである。

図 6.3.2-12 は、送受信間を 100m-POF で接続したときの受信波形で、伝送符号は PRBS2²³-1、ビットエラーフリーである。

以上のとおり、50m においても 100m においても良好な受信波形であることが確認できた。

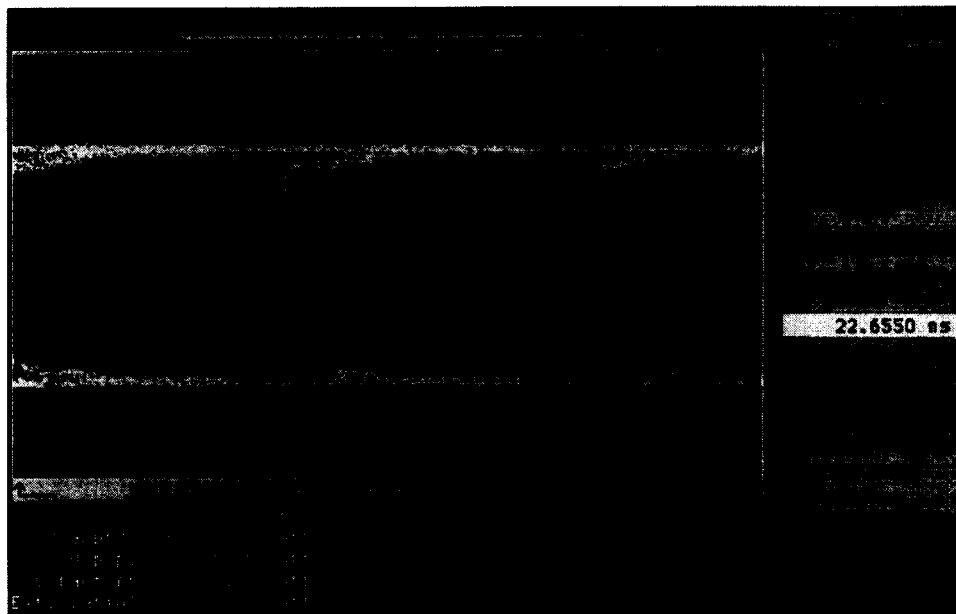


図 6.3.2-10 受信出力波形 (50m 伝送、PRBS2¹⁵-1)

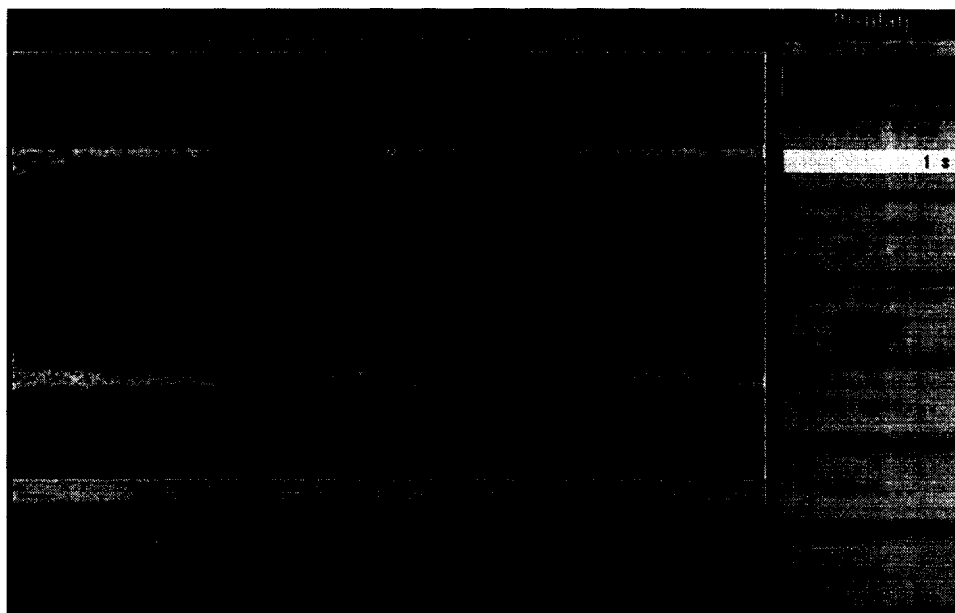


図 6.3.2-11 受信出力波形 (100m 伝送、PRBS2¹⁵-1)

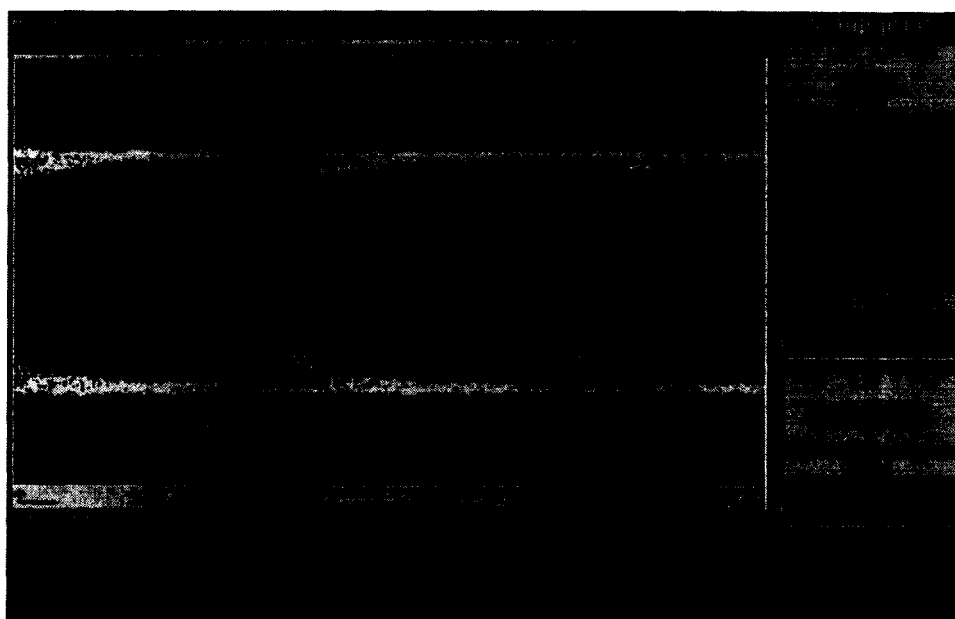


図 6.3.2-12 受信出力波形 (100m 伝送、PRBS2²³-1)

e) まとめ

その結果、目標であるデータ転送速度 S400 で 100m の伝送が実現できた。ただし、トランシーバー内のクロストークは 1.5dB 以上あり、実用のためには改良またはその劣化分を見込んだパワーロスバジェットの設定が必要と考える。

レセプタクル部における光学的結合については、従来型の SI-980/1000 の場合は各構成部品の精度にほとんど依存せず容易に結合させることができた。しかし、GI-500/750 では部品精度が結

合効率に与える影響は大きいようであり、信頼度の高い結合を得るためにも、今後何らかの最適化手段が必要と考える。

2) B 社測定結果

a) 被測定トランシーバーの構成

発光・受光素子とその制御デバイスを一体化した光トランシーバーを試作した。

以下にその構成を示す。

① 発光部

PMMA 系 POF を伝送路とする光トランシーバーの光源には、伝送損失窓の中心 $\lambda = 650\text{nm}$ に近い発振波長を持ち、なおかつ既報の温度変化に伴う波長シフトを抑制するために閾値電流が小さいものを用いるのが良い。今回使用した光源は、CAN にパッケージングされたインデックスガイド構造の LD である。その特性は、中心発振波長：650～655nm(at25℃)、閾値電流：30mA(typ)、波長温度依存性：0.17nm/℃(ケース温度 0～60℃)である(いずれもカタログ値)。

CAN パッケージによって物理的に制限される LD と POF の位置関係、LD の放射角度、POF のコア径および NA 等を考慮し、LD と POF との光学的結合はボールレンズを介している。

② 受光部

受光素子には、500Mbps を実現する高速応答性の確保と、大きなコア径を持つ POF との良好な光学的結合を実現することが求められる。受光面サイズを視点とした場合、前記 2 者はトレードオフの関係にあることから、両者の特性をバランスさせて受光面積を決定した。使用した受光素子は、Si-PIN-PD(PD)である。また、外来ノイズを低減し、受信感度を向上させるため、トランスインピーダンス形プリアンプ(TIA)を PD と共に CAN パッケージ内に実装した。

発光部と同じ理由により、PD も POF とレンズを介して結合した。

③ 回路構成

図 6.3.2-13 に回路構成を示す。

送信部は、LD と LD 駆動回路および APC(Automatic Power Control)回路で構成し、受光部は、PD と TIA および 2R (Reshaping, Regenerating) 機能回路で構成した。

また、送信部・受信部とも 市販 IC を使用し、電源系を簡略化するため、+5V 単一電源とした。

④ 光送受信部ポートの物理的間隔と外観

POF コネクターは、接続インターフェース WG が試作したものを用いた。本コネクターの送受光間ピッチは 5mm である。電子部品は 13×24mm の回路基板上に両面実装し、ピン配置は SFF (Small Form Factor) に準拠した。LD および PD を含むトランシーバーの外形サイズは、約 14(D)×46(L)×11(H)mm である。

試作したトランシーバーの電氣的・光学的仕様を表 6.3.2-4 に示す。

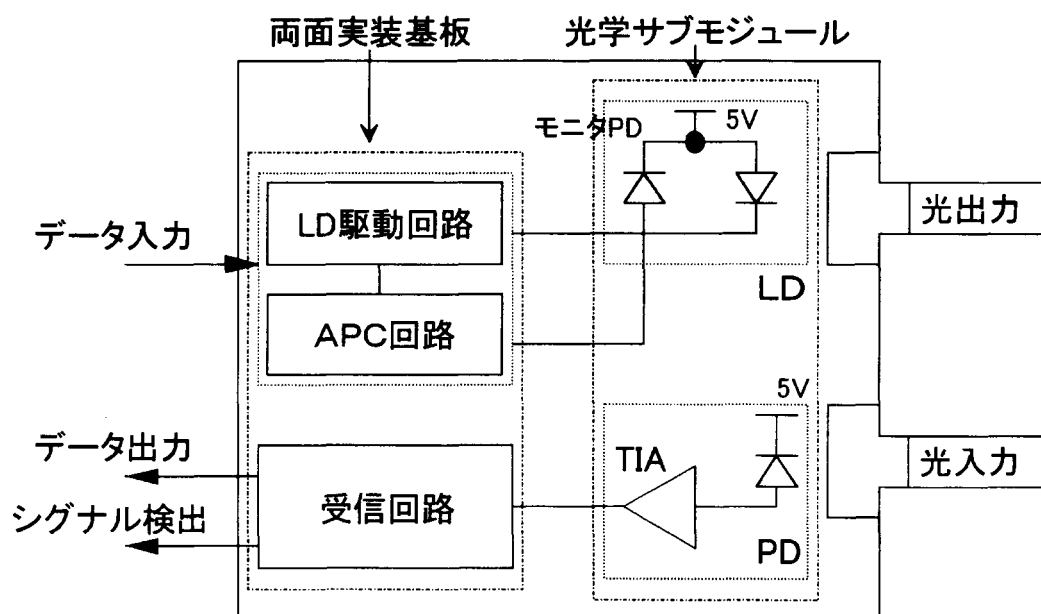


図 6.3.2-13 光トランシーバー構成図

表 6.3.2-4 電氣的・光学的仕様

項目		記号	標準値	備考
動作電源電圧		Vcc-Vee	5V	
電源電流		Icc	190mA	
LD	発振開始電流	Ith	31mA	サンプル平均
	動作電流	Iop	39mA	Po=5mW、サンプル平均
	動作電圧	Vop	2.2V	Po=5mW
	発振波長	λ_p	652nm	Po=5mW、サンプル平均
PD	受光感度	S	5V/mW	Pin=-20dBm

条件 Tc=25℃、Vcc=5V、Vee=0V

b) 測定結果

試作した光トランシーバーの評価測定結果を以下に示す。

測定には、伝送路として POF 最適化 WG より提供されたコア/クラッド径 = $\phi 0.5 / \phi 0.75\text{mm}$ の PMMA 系 GI-POF を使用した。

① 送信光出力

疑似ランダム信号 ($2^{15}-1$) および連続信号 (1010---) を伝送符号とした場合の送信部最大光出力を測定した。本測定では、POF を介さずにトランシーバーの光出力を直接光パワーメーターに入力した。

測定の結果、疑似ランダム信号および連続信号ともに、光出力約 1.9dBm まで安定動作していることを確認した。

② 光波形出力

トランシーバーの光出力パワーを -1.10dBm (消光比 $=10.8\text{dB}$) に固定し、光出力波形を測定した。

まず、ファイバー長 2m と 50m での光波形を O/E 変換したアイダイアグラムを図 6.3.2-14、図 6.3.2-15 に示す。

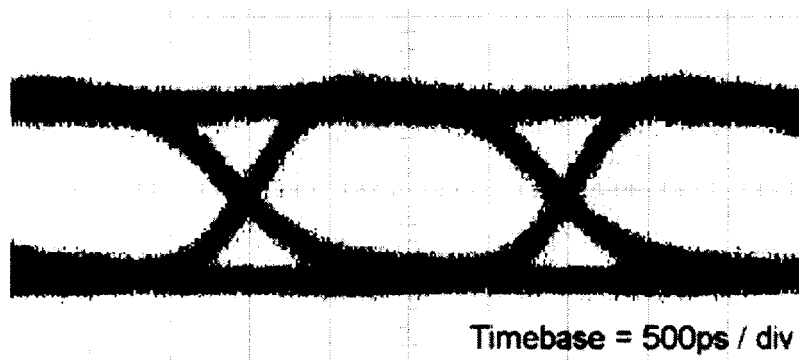


図 6.3.2-14 光出力波形 (POF 長 $=2\text{m}$)

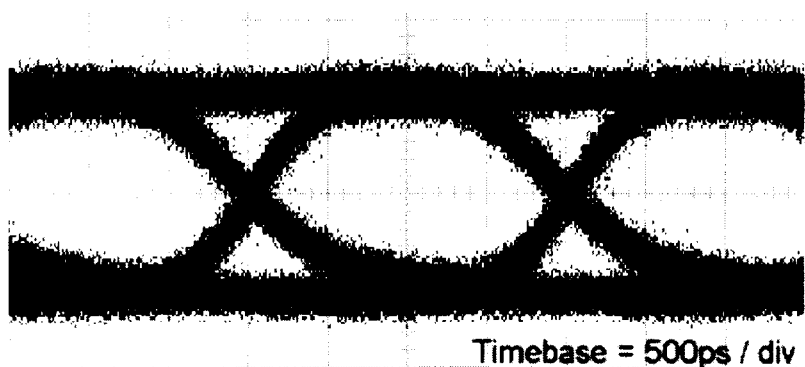


図 6.3.2-15 光出力波形 (POF 長 $=50\text{m}$)

次に、ファイバー長 2m 、 50m と 100m の受信部 2R 回路での出力波形を図 6.3.2-16、図 6.3.2-17、図 6.3.2-18 に示す。

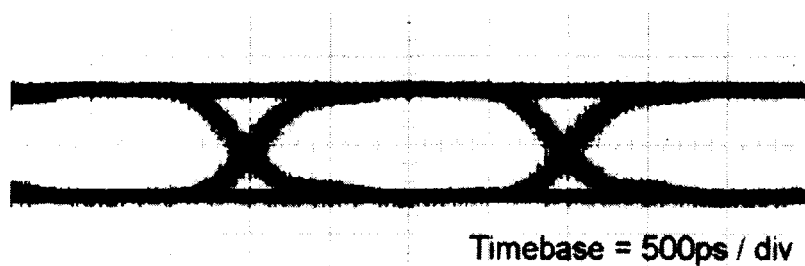


図 6.3.2-16 受信部出力信号波形 (POF 長 $=2\text{m}$)

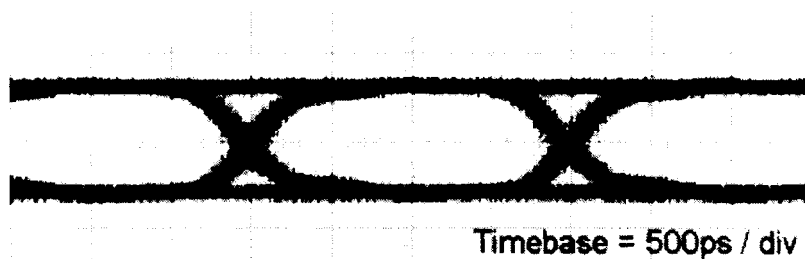


図 6.3.2-17 受信部出力信号波形 (POF 長=50m)

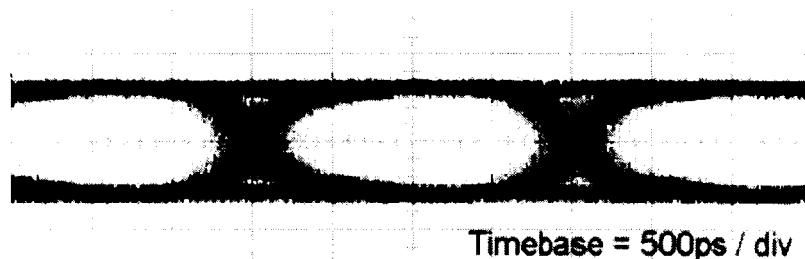


図 6.3.2-18 受信部出力信号波形 (POF 長=100m)

図 6.3.2-14～図 6.3.2-18 の出力波形のアイは綺麗に開いている。なお、各ファイバー長における符号誤り率(BER)の測定結果はいずれも $BER \leq 10^{-12}$ を満足した。

③ 最小受信光入力

受信部へ入力する疑似ランダム光信号レベルの変化に対する BER の計測結果を図 6.3.2-19 に示す。光入力レベルは受信部へ入力する POF 端面での光出力であり、BER は受信部の 2R 回路出力をモニターしたものである。

図 6.3.2-19 より、クロストークを考慮しない場合、 $BER \leq 10^{-12}$ を満足する受信部の最小受光入力は、 -25.61dBm である。クロストークを考慮した場合は⑤で述べる。

④ 最大受信光入力

本トランシーバーはホームネットワーク用として家庭内で使用されることから、人体への安全性を配慮すれば IEC 規格 60825-1 のクラス 2 に相当する上限光パワーは波長 650nm において $1\text{mW}(0\text{dBm})$ (平成 10 年度成果報告書、表 6.3.1-5) である。したがって、ここで測定する最大受信光入力も 0dBm を上限とした。測定は、POF を介して受信部に疑似ランダム光信号を入力し、受信部の 2R 回路出力によって BER をモニターした。

受信部への光入力レベルが 0dBm である時、 $BER \leq 10^{-12}$ であることを確認した。

⑤ クロストーク

光送信部が非動作状態の受信感度に対し、送信部を 500Mbps で動作させた場合の受信感度の劣化量をクロストークと定義した。

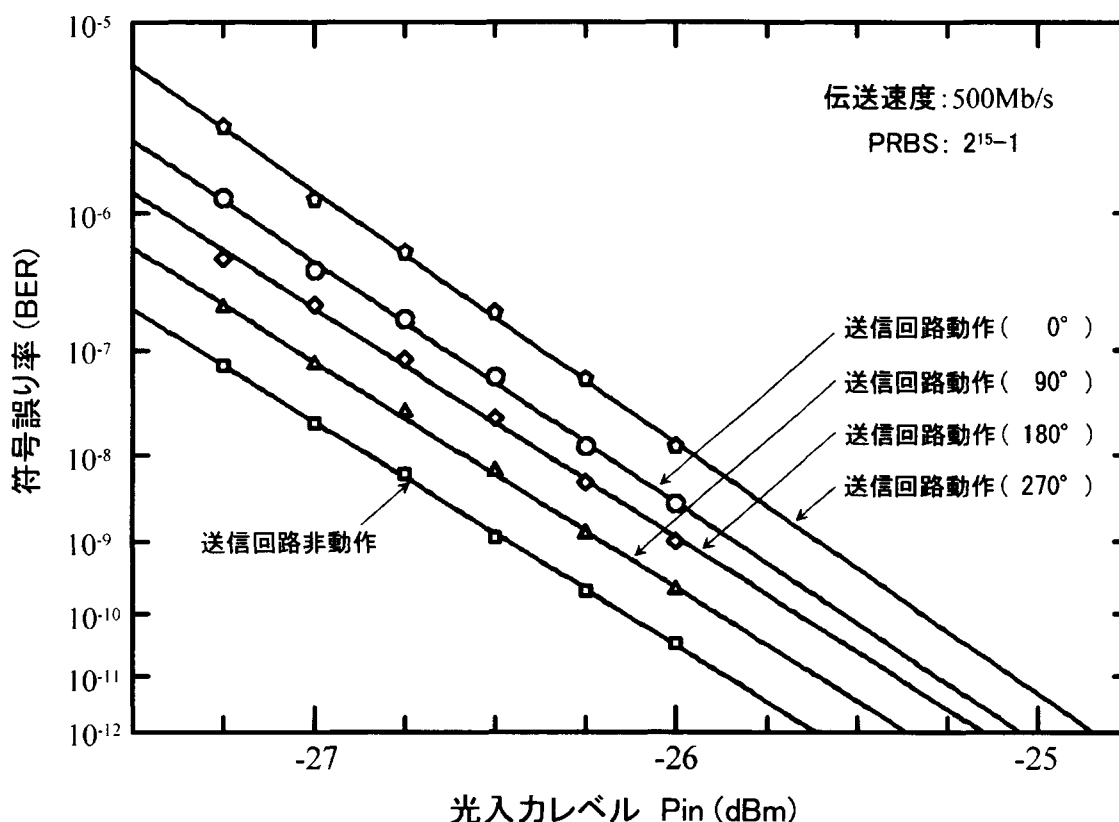


図 6.3.2-19 送受信回路間クロストーク (受信感度特性)

送信部を動作させた被測定用(受信)と、送信用の2台のトランシーバーをPOFで接続し、同期をとった2台のパルスパターンジェネレーター(PPG)からそれぞれの送信部に信号を入力した。被測定トランシーバーの受信出力信号に対し、本トランシーバーの送信入力用PPGのディレイを変えることで送信、受信部間に位相差を生じさせた。なお、両者の位相差は、受信部側を基準としている。図6.3.2-19よりクロストークは、送信信号と受信信号の位相差によって異なり、影響度は90, 180, 0, 270°の順で多くなる結果であった。ここでは、測定時の受信側トランシーバーの出力パワーを-1.10dBmとした。

それぞれの最小受信光入力、送信部非動作状態が-25.61dBmである。送信部動作状態の位相差0°で-25.05dBm、位相差90°で-25.37dBm、位相差180°で-25.15dBm、位相差270°で-24.84dBmである。従って最小受信光入力のクロストークは0.77dB程度であると見積られる。

図6.3.2-20は、受信部への光入力パワーを-26.50dBmで一定とし、送信、受信部間の位相差の変化に対するBERをより詳細に測定した結果である。図6.3.2-19では、1周期を単純に4分割した測定結果であり、必ずしもBERの最悪点を示すものではない。本トランシーバーにおけるクロストークの全体像は、図6.3.2-20によって把握することができる。

一方、最大受信光入力レベル0dBmでは、送信部が非動作、動作状態のいずれも $BER \leq 10^{-12}$ を確保していることを確認した。

以上の評価測定結果を表6.3.2-5に示す。

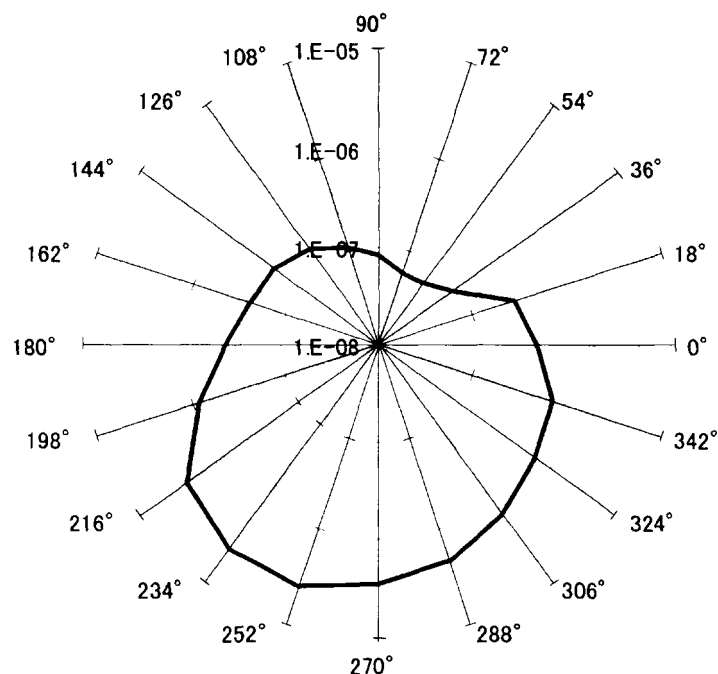


図 6.3.2-20 送信・受信部間の位相差の変化に対する BER 特性

表 6.3.2-5 測定結果

No.	項 目	測定条件	測定結果
1	送信光出力	伝送符号：擬似ランダム信号($2^{15}-1$)	1.89dBm
		伝送符号：1010---連続信号	1.90dBm
2	光波形出力 (アイダイアグラム)	伝送符号：NRZ、擬似ランダム信号($2^{15}-1$) ファイバー長：2m、50m、100m	図 6.3.2-14、図 6.3.2-15 参照
3	最小受信光入力 *1	擬似ランダム信号($2^{15}-1$) 光送信部：非動作	-25.61dBm
4	最大受信光入力 *1	擬似ランダム信号($2^{15}-1$) 光送信部：非動作	0dBm
5	送受信部間クロストーク *1	最小受信光入力 擬似ランダム信号($2^{15}-1$) 光送信部：500Mbps	-24.84dBm
		最大受信光入力 擬似ランダム信号($2^{15}-1$) 光送信部：500Mbps	0dBm

*1 符号誤り率(BER)特性から、 $BER=10^{-12}$ となる光入力を求めた。測定温度は室温とした。

c) まとめ

試作したトランシーバーとコア／クラッド径=φ0.5/φ0.75mmのPMMA系GI-POFによって、伝送速度500Mbps、伝送距離100mでの動作を確認した。

本トランシーバーは、人体への安全性に基づき前記のごとく決定した光パワー上限：0dBmで良好な動作をすることも確認できた。また最小受信光入力、送信部動作によるクロストークを考慮しても約-24.5dBmを確保できることを明らかにした。今回測定に用いたトランシーバーの送信光出力は-1.10dBmであったので、これらから算出される試作トランシーバーのパワーバジェット

は、約-23.4dBmであると推定される。

3) C社の測定結果

クロストークの測定・評価用として、今回新たに試作した光トランシーバーのブロック図を図6.3.2-21に示す。

光トランシーバーは、発光素子を駆動し電気信号を光信号に変換してPOF中に送出する光送信部(Transmitter)と、受信した光信号を受光素子で電気信号に変換し、増幅後元の電気信号を再生する光受信部(Receiver)から成る。具体的には、光送信部は入力バッファ、エンファシス回路、駆動回路、発光素子から成り、発光素子には低消費電力駆動が可能で波長の温度安定性に優れた共鳴型発光ダイオード(Resonant Cavity Light Emitting Diode:以下RC-LED)を採用した。実験においては、エンファシス回路でRC-LEDの周波数特性を補正し、500Mbps NRZ信号の変調を実現した。光受信部は受光素子とプリアンプ、メインアンプ及び出力バッファから成り、受光素子には受光面積 $800\mu\text{m}^2$ のシリコンピンフォトダイオードを採用した。電源電圧は、光送信部・光受信部ともに+5V単一電源であり、ファイバーはコア径 $700\mu\text{m}$ のマルチレイヤー型POFである。なお、今回の実験では、発光素子と受光素子の間隔(以下ピッチ)が双方向伝送時のクロストーク特性に与える影響を調べるため、ピッチが5mmと7.5mmの2種類の光トランシーバーを試作した。

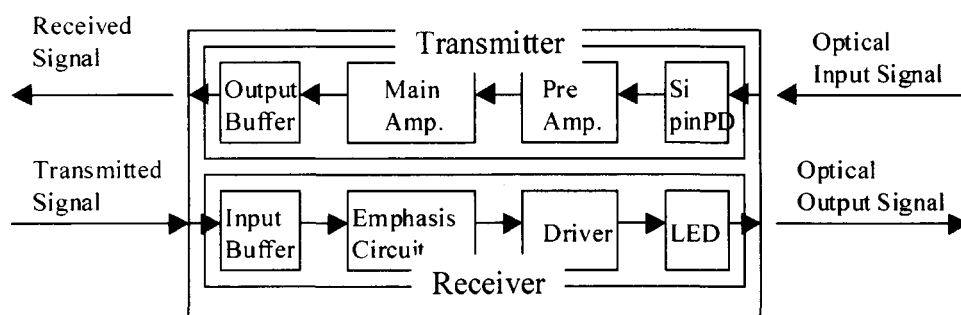


図 6.3.2-21 光トランシーバーのブロック図

500Mbps/PN15 段の NRZ 信号で変調時のアイパターンを図 6.3.2-22 に示す。2m 長のマルチレイヤー型 POF から出射された送信光出力は-4.1dBm であり、波形の立ち上がりとしち下がり時間はそれぞれ 1.1ns、1.5ns であった。

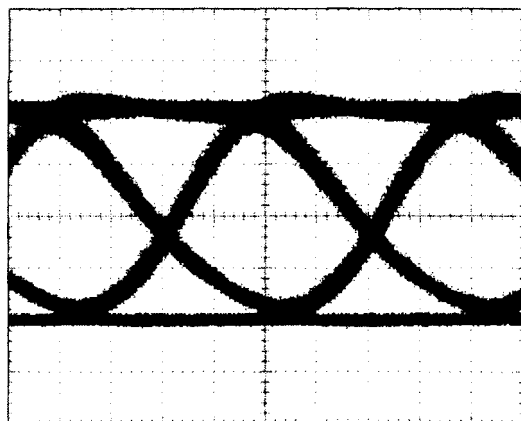


図 6.3.2-22 アイパターン (H:500ps/div., V:arbitrary)

次に、発光素子と受光素子のピッチを 5mm とした場合における、符号誤り率特性 (Bit Error Rate: 以下 BER) とクロストーク特性の測定系と結果を図 6.3.2-23、図 6.3.2-24 に示す。2つの光送信部 (TX1、TX2) に入力する NRZ 信号の位相は Phase Shift で連続的に変化させ、クロストークによる影響が最大になる条件で BER 特性を測定した。図 6.3.2-24 に示すように、BER=10E-12 となる最小受光レベルは、クロストークの影響が無い場合とある場合でそれぞれ -19.8dBm と -19.4dBm であり、クロストークによる最小受光レベルの劣化は 0.4dB であった。

同様に、発光素子と受光素子のピッチを 7.5mm とした場合、クロストークによる最小受光レベルの劣化は 0.5dB であり、今回の実験では発光素子と受光素子のピッチがクロストーク特性に与える影響を十分評価するには至らなかった。

また、LED より出力されるパワーを直接光受信部に入力した場合でも、伝送誤りは発生せず、最大受光レベルは -4.1dBm 以上であると言える。

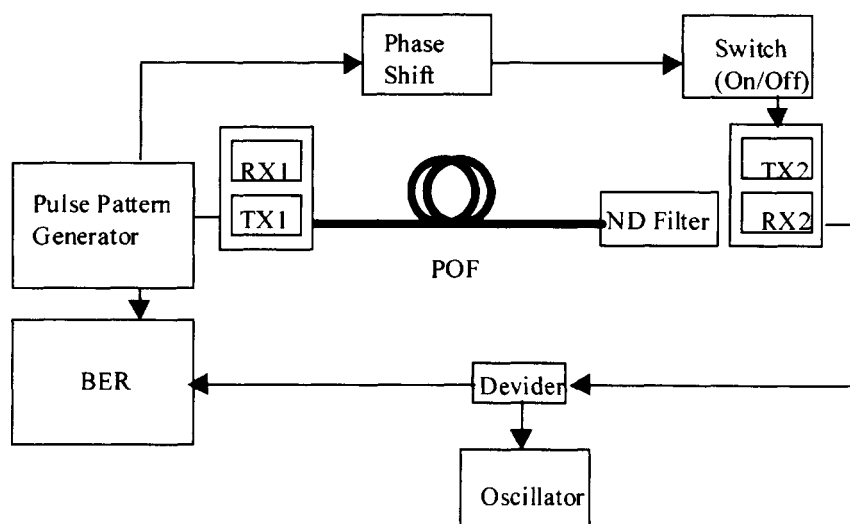


図 6.3.2-23 クロストーク特性の評価系

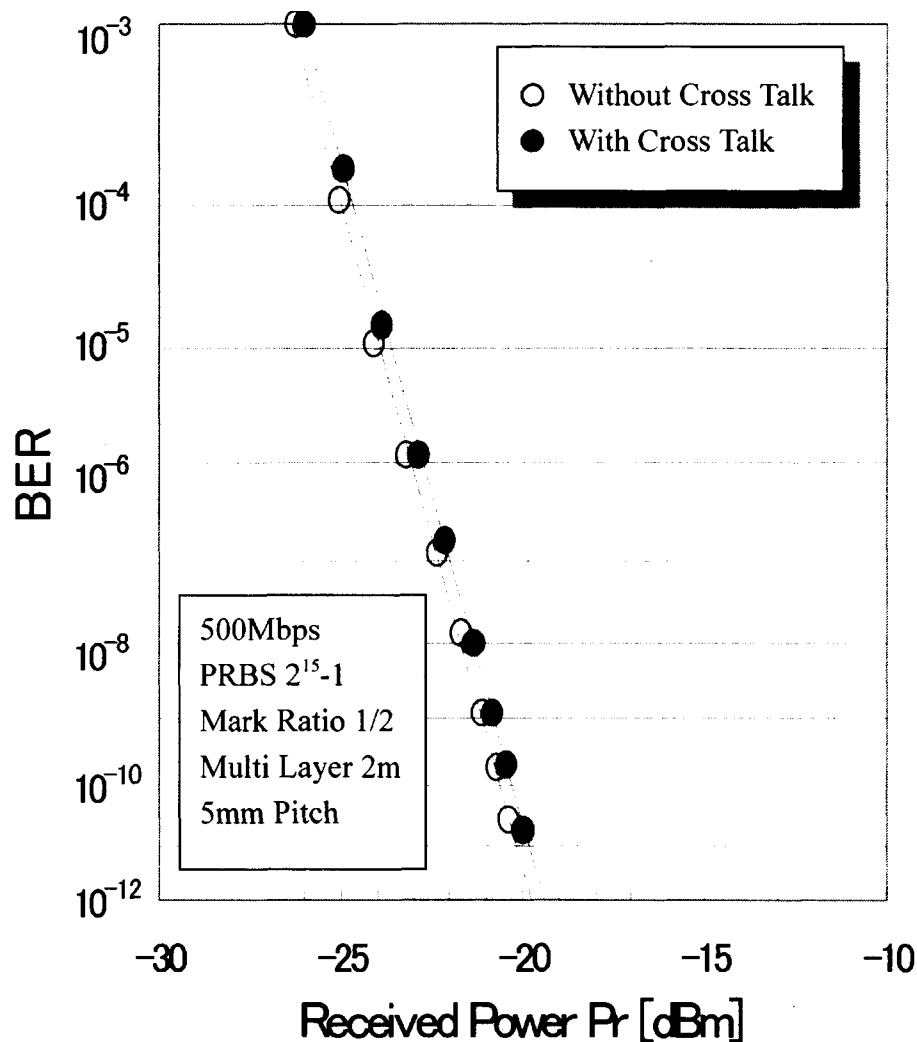


図 6.3.2-24 BER 特性

4) D 社の測定結果

今回試作したトランシーバーと評価基板を図 6.3.2-25 に、また、トランシーバーの内部構成と入出力信号図を図 6.3.2-26 に示す。トランシーバーは送受光間ピッチ 5mm のコネクタを有し、発光素子を内蔵した光送信部と、受光素子ならびに受信用 IC を内蔵した光受信部とから構成される。発光素子は 660nm の波長を持つ赤色面発光レーザー (Vertical Cavity Surface Emitting Laser 以下 VCSEL と略記) を採用した。VCSEL は、DVD 用 LD のようなエッジエミッタータイプのレーザーとは異なり垂直に、かつ、広がり角の小さい円形のビーム光を放射するため、平面実装に向いたデバイスある。試作したトランシーバーの光送信部には VCSEL のみを搭載して樹脂封止し、それを評価基板に実装すると同時に、電源電圧 5V で動作する市販の LD ドライバー IC をその近くに配置した。光受信部は、内製の Si-pin-PD 受光素子と受信用 IC を組合せ樹脂封止して搭載した。受信用 IC は 3.3V 駆動のため、光送信部と光受信部の電源電圧が互いに異なり分離してあるが、GND は評価基板で共通とした。

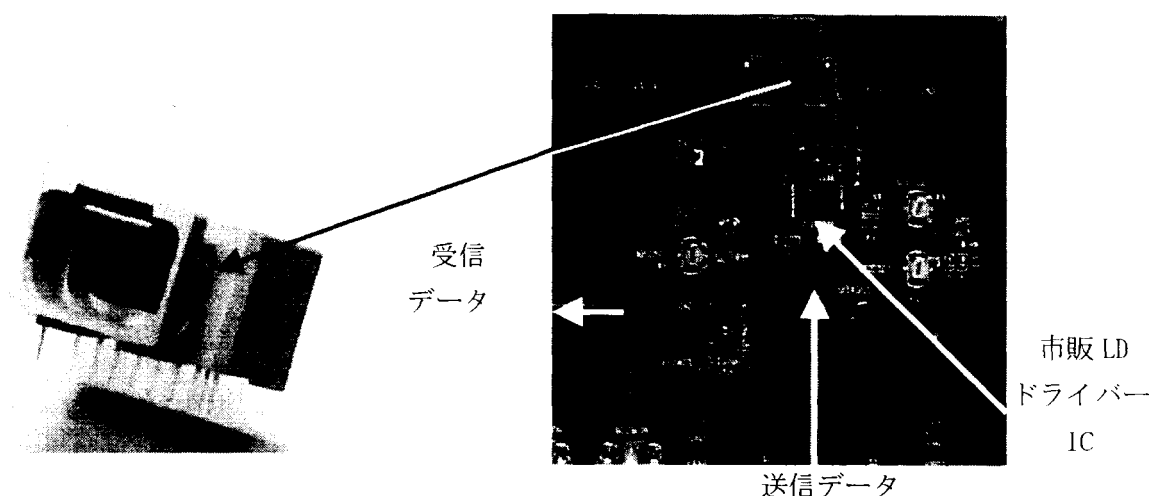


図 6.3.2-25 試作トランシーバーと評価基板

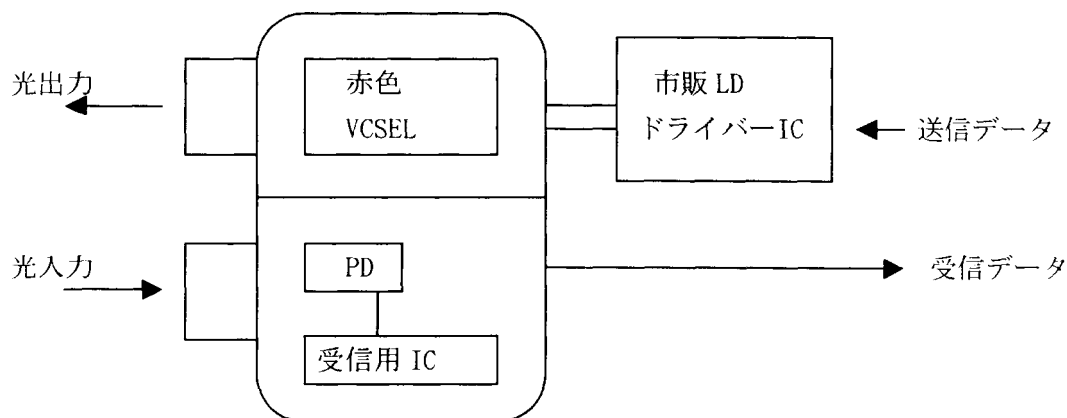


図 6.3.2-26 試作トランシーバーの内部構成と入出力信号図

図 6.3.2-27 は光送信平均出力および光出力波形の評価系ブロック図である。擬似乱数ビット・パターン発生器(以下パターン発生器と略記)は、500Mbps、PRBS2¹⁵-1 (マーク率 50%) の信号を出力するように設定した。評価に使用した光ファイバーはコア径 700 μm /クラッド径 750 μm であり、両端に送受光間ピッチ 5mm のコネクタを有する。ファイバー長は 2m を基本とし、光パワーメーターおよび O/E プロブに接続する場合に限り、送受光間ピッチ 5mm のアダプターと片側フェルールの 1m ファイバーを組合せて使用した。なお、光パワーの評価結果は、送受光間ピッチ 5mm のアダプターと 1m ファイバーの接続で発生するロスを求め、補正した。今回試作したトランシーバーの駆動は、光送信部に VCSEL のしきい値に相当する 5mA の直流バイアス電流を印加し、さらにパルス変調電流 4mA を重畳した。一般に高周波動作を得るためには変調電流は大きい方が有利であるが、VCSEL の動作電圧が高いため 5V 動作の IC で駆動可能な範囲で最大値に設定した。

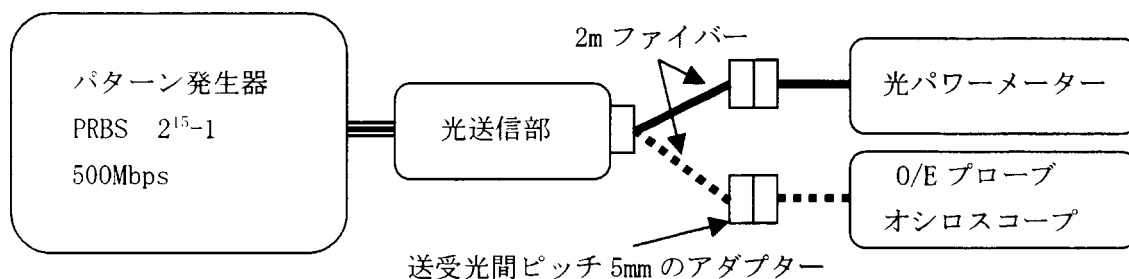


図 6.3.2-27 光送信出力および光出力波形の評価系ブロック図

図 6.3.2-28 から図 6.3.2-31 に最小受信光入力感度、最大受信光入力感度およびクロストーク評価系ブロック図を示す。最小受信光入力感度の評価には、光送信部 1 からの光出力と光受信部 2 との間に NEUTRAL DENSITY FILTERS (以下 ND フィルターと略記) による可変式光減衰器を挿入して伝送信号パワーを調節し、誤り率測定器に入力した受信データ出力がビット誤り率 (BER) = 10^{-12} となる時の光出力パワーを測定して決定した。一方、最大受信光入力感度は、光送信部 1 に搭載した VCSEL の特性の関係で最大出力が制限されるため、可変式 ND フィルターによる光減衰を行わないで直接光受信部に入力し、BER = 10^{-12} が通ることを確認した時の値をローワー・バウンドとして読み取った。

クロストーク評価は、パターン発生器 2 台を 500Mbps、PRBS $2^{15}-1$ で同一クロックに同期して動作・出力するように設定し、それぞれを光送信部 1 および 2 入力して実施した。この時、位相を 0 度から 315 度間を 45 度間隔でずらしながら、それぞれの条件下で最小受信光入力感度ならびに最大受信光入力感度への影響を評価した。

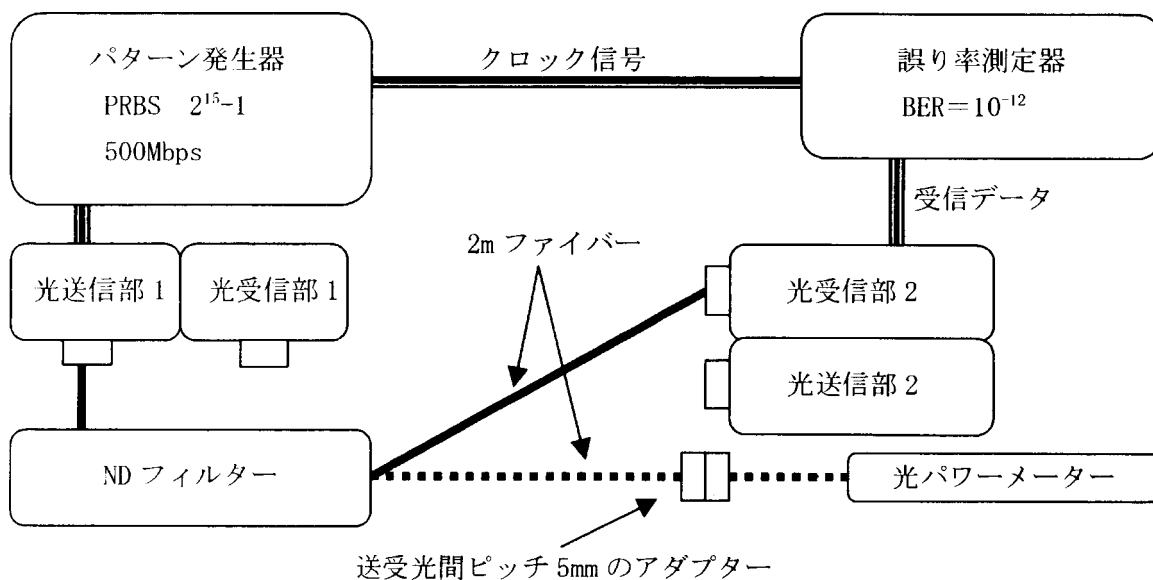


図 6.3.2-28 最小受信光入力感度評価系ブロック図

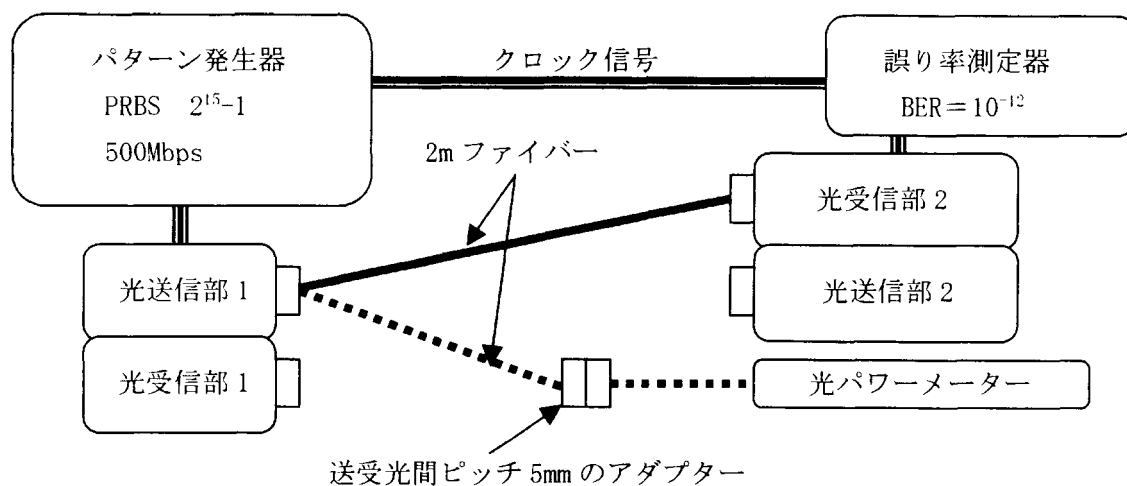


図 6.3.2-29 最大受信光入力感度評価系ブロック図

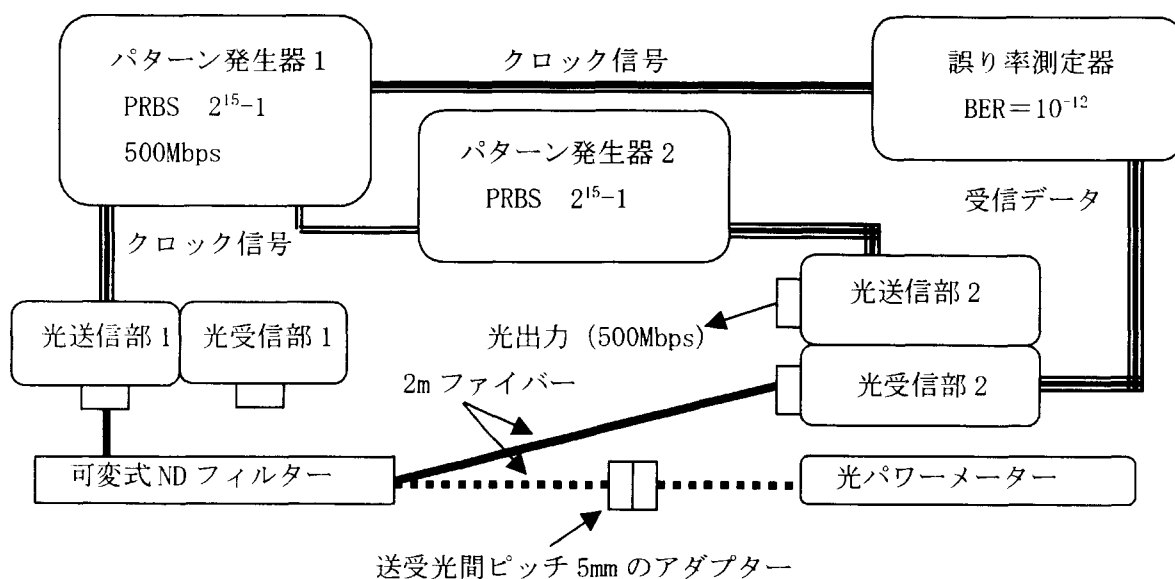


図 6.3.2-30 送受信部間クロストーク評価系（最小受信光入力感度）ブロック図

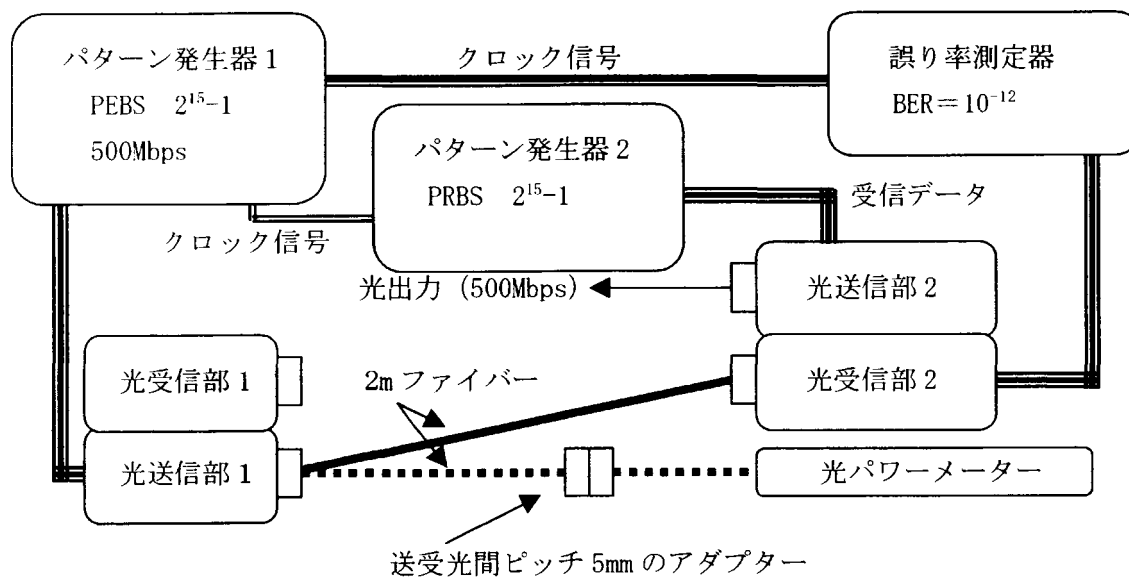


図 6. 3. 2-31 送受信部間クロストーク評価系（最大受信光入力感度）ブロック図

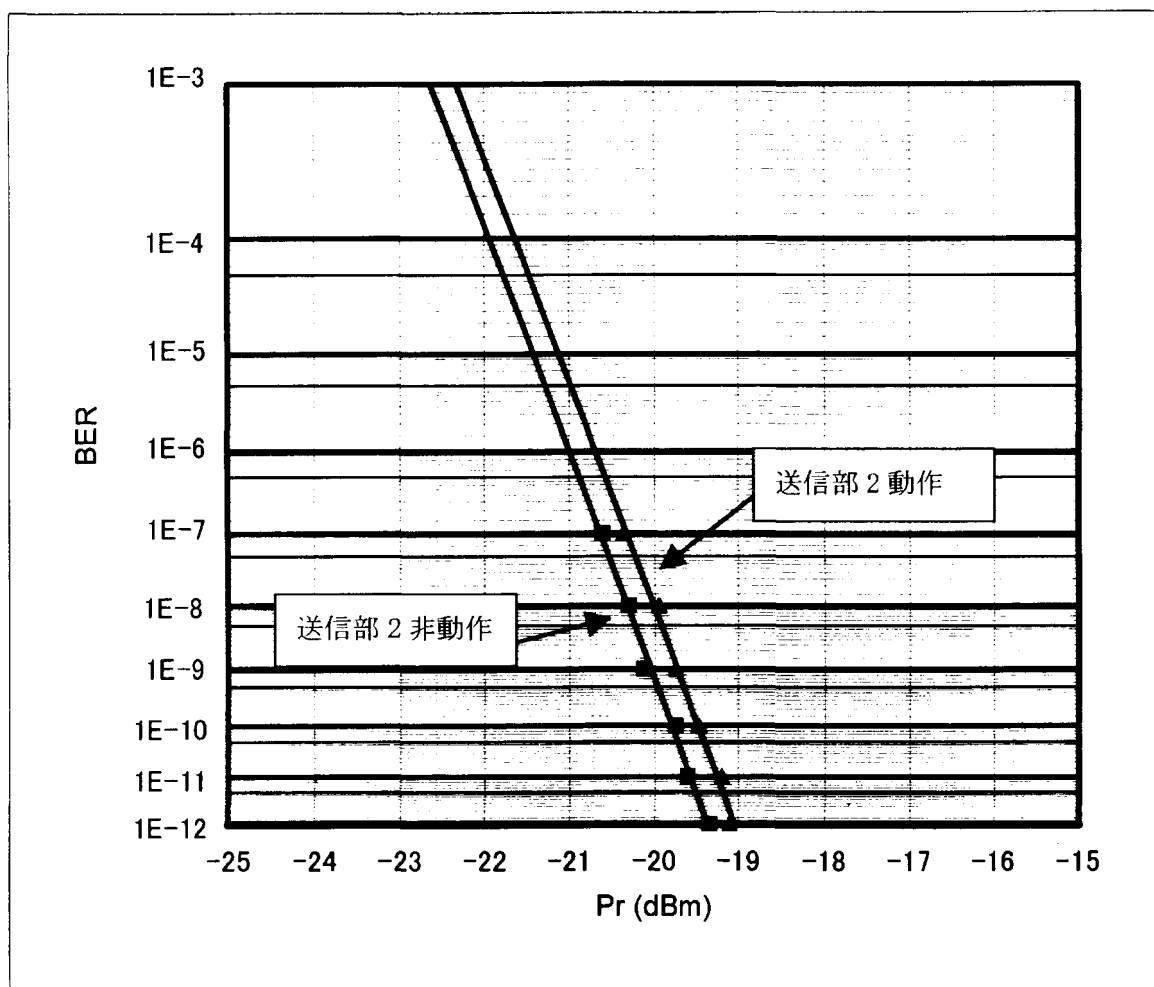
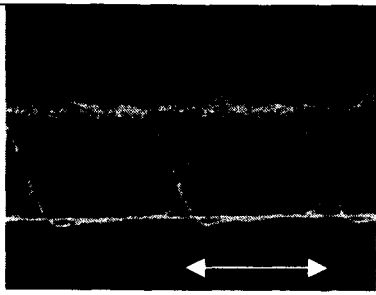


図 6. 3. 2-32 送受信部間クロストーク

以上のようにして得られた試作トランシーバーの評価結果を表 6. 3. 2-6 にまとめた。LD ドライバーを最大駆動条件に設定した時に得られた光送信出力は、-5. 53dBm であり、その時の光出力波形のアイは綺麗に開いていて、500Mbps の信号伝送時の BER は常に 10^{-12} 以下であった。次に、光送信部 1 と光受信部 2 を組合せ最小受信光入力感度を求めた結果、-19. 34dBm を得た。

表 6. 3. 2-6 トランシーバー評価結果

	評価項目	測定条件	測定結果 (2m ファイバー)
1	光送信出力	PRBS $2^{15}-1$ マーク率 50%	-5. 53dBm
2	光出力波形	PRBS $2^{15}-1$ マーク率 50%	 2ns
3	最小受信 光入力感度	PRBS $2^{15}-1$ BER = 10^{-12}	-19. 34dBm
4	最大受信 光入力感度	PRBS $2^{15}-1$ BER = 10^{-12}	> -5. 53dBm
5	送受信部間 クロストーク (最小受信 光入力感度)	PRBS $2^{15}-1$ BER = 10^{-12} 光送信部は 500Mbps で駆動 位相条件 0 度 位相条件 45 度 位相条件 90 度 位相条件 135 度 位相条件 180 度 位相条件 225 度 位相条件 270 度 位相条件 315 度	クロストーク劣化量 0. 22dB 0. 22dB 0. 20dB 0. 24dB 0. 19dB 0. 18dB 0. 24dB 0. 23dB
6	送受信部間 クロストーク (最大受信 光入力感度)	PRBS $2^{15}-1$ BER = 10^{-12} 光送信部は 500Mbps で駆動 位相条件 0 度 位相条件 45 度 位相条件 90 度 位相条件 135 度 位相条件 180 度 位相条件 225 度 位相条件 270 度 位相条件 315 度	クロストーク劣化量 0dB 0dB 0dB 0dB 0dB 0dB 0dB 0dB

次に、BER の入力パワー依存性と光送信部 2 を動作して送受信部間のクロストークの影響を調べた結果を図 6. 3. 2-32 に示す。BER の測定曲線は、クロストークのあるなしに拘わらず直線的に減衰していてフロアが現れる気配はなく、ランダム雑音が誤りの主要因であることが推定できる。

クロストークの効果は位相の影響も考慮するため、0 度から 315 度間を 45 度間隔で確認した。クロストーク・パワーペナルティは約 0.2dB であることが判った。

一方、最大受信光入力感度に対して、元々動作マージンに余裕があるため VCSEL の最大送信出力でのクロストーク劣化は観測できなかった。

以上の結果、5mm ピッチのトランシーバーは、実用上特別な問題はないといって良い。

6.3.3 評価結果及び今後の予定

一般調査に関しては、昨年に引き続き調査を行った。具体的には IEC、UL、電気用品取締法について多少突っ込んだ調査を行った。レーザー（発光素子）のアイセイフティの問題はあるが、この基準を守っていれば、光通信システムを一般家庭に持ち込んでもほとんど制約はないようである。接続インターフェース WG が主に検討していくであろう使い易さの問題は、一般家庭での使用を考えたときにはかなり重要な要因になる事が予想されるが、現実的に使い勝手によってそのシステムが普及していく上での大きな阻害要因とならないように、接続インターフェース WG と歩調を合わせて検討していく必要がある。これも国際標準化を具体的にどの様に対処していけばいいのか明確な方向付けによってトランシーバーの機能にも何らかの影響が出てくるかもしれない。

昨年は発光部、受光部を個別に測定評価したが、今年度はその結果を踏まえてトランシーバーモジュールとして試作して測定評価した。トランシーバーモジュールを試作するにあたって、一番大きな要因である発光・受光部間のピッチを 5.0mm、7.5mm の 2 種類について試作し、測定・評価した。その結果、クロストークによる最小受光レベルの劣化量は、DVD 用 LD の場合に 0.8～1.7dB、VCSEL の場合に 0.2dB、RC-LED の場合に 0.4dB であり、いずれの発光素子でも 2dB 以下になることが明らかになった。クロストークによる劣化配分については、発光・受光素子間のパワーのレベル差や POF の伝送損失及び分散の影響等を考慮して、今後検討する予定である。来年度は今回の結果を踏まえて、国際標準仕様を定めて確定できるような値を決定していく必要がある。なお、冒頭に引き合いに出した、SFF 協議会の値を満足するようなトランシーバーモジュールを作り上げるためには、発光・受光部間のピッチは 7.5mm では大きすぎることを付け加えておく。

6.4 接続インターフェース WG (5P 3.2 実施計画の細目 ②コネクタの試作に該当)

本年度は、昨年実施した POF 用光コネクタの調査・検討の結果を参考に、情報家電用として望ましい POF 用光コネクタ（プラグ、レセプタクル、及びアダプター）の 1 次試作を行い、基本特性の評価を行った。

試作する光コネクタの重要なパラメーターとしては、2 芯間のピッチが挙げられる。具体的には、ピッチとして 10mm、7.5mm、5mm の 3 種類を検討の対象とし、この内 10mm、7.5mm は既に POF 用の光コネクタが存在することから、本年度の 1 次試作としてはピッチは 5mm にすることとした。なお、2 芯のピッチを 5mm にすれば、石英系ファイバー用として開発されている Small Form Factor (略称 SFF) にほぼ匹敵する仕様の光コネクタとなる。

評価項目としては、光コネクタの基本特性である挿入力、抜去力及び挿入損失に加えて、実用化を図る上で重要となる耐震性、耐衝撃性、耐環境性等が挙げられるが、本年度は 1 次試作であるため、評価項目としては上記挿入力、抜去力及び挿入損失の 3 項目に留めた。この内、挿入

力と抜去力は、プラグとレセプタクルを組み合わせ、繰り返し 1000 回まで測定した。また、挿入損失特性はプラグとアダプター、及び POF を利用して測定した。POF としては、今回 GI 型 POF (コア径 500 μ m、クラッド径 750 μ m) とマルチレイヤ型 POF (同 700 μ m、同 750 μ m) の 2 種類を採用した。挿入損失特性を評価する場合、光源としては市販の LED を利用するものとし、ファイバー端面の処理方法としては、ホットプレート又は研磨のいずれかの方法から選択することとした。さらに、クラッドモードの影響を避けるため、LED と光パワーメーターの間に 20m 長の POF を 2 本用意し、それらの間に両端に 5mm ピッチのプラグを有する 1m の POF を挿入することとした。サンプル数は、GI 型 POF は 45 本、マルチレイヤ型 POF は 50 本である。

以下では、本年度試作した 5mm ピッチの POF 用光コネクターの主な仕様、特性の評価結果、及び今後の予定等について報告する。

6.4.1 光コネクターの試作

光コネクターとしてアダプター、レセプタクル、プラグを試作した。図 6.4.1-1 にアダプターの形状を、図 6.4.1-2 にレセプタクルの形状を、図 6.4.1-3 にプラグの形状を示す。試作した光コネクターの写真を図 6.4.1-4、図 6.4.1-5、図 6.4.1-6、にそれぞれ示す。2 芯コネクターのフェルールのピッチは 5mm で、フェルールの外径は 2.5mm であり、コネクターの全体の幅を 13.5mm として SFF (Small Form Factor) に適合する寸法とした。フェルールの内径としては 0.75mm のクラッド径のファイバーが使用出来る寸法を採用して、フェールールはプラグハウジングと一体構造でプラスチック射出成型によって一度に成型出来る構造とした。コネクターの結合はプッシュプル方式を採用して、プラグ部を押せば結合し、引けば離脱する。光ケーブルだけを引いた時には、プラグをアダプターから離脱させないメカニカルロック部を有する設計となっているが、今回の試作ではアダプターのメカニカルロック部に結合する凸部をプラグに設けずに、ケーブルを引いてもプラグ部がアダプターから離脱する構造とした。プラグとアダプターはプラグの側面に有した凸部がアダプター側面の開口部に結合して保持される。プラグの横方向と上下方向のこじり強度を向上するためにアダプター開口部の上下、横方向とこの開口部に接触するプラグの上下、横方向の寸法公差を小さくした。今回試作したメカニカルロック部を有しないプラグの初期挿入力は 0.83kgf で、初期抜去力は 0.85kgf であった。光ケーブルのプラグハウジングへの結合方法は、光ファイバーのジャケット径を 1.8mm に想定して、既存の光ファイバークランパーを利用して固定することとした。プラグハウジングに固定された金属製のクランパーの突起部が光ファイバーのジャケット部に喰い込むことによって光ファイバーはプラグハウジングに固定される。図 6.4.1-1 の A 寸法は 10.3mm または 10.6mm で、10.3mm のタイプはプラグの先端が突き当たる構造で、10.6mm のタイプはプラグの先端が接触しない構造である。

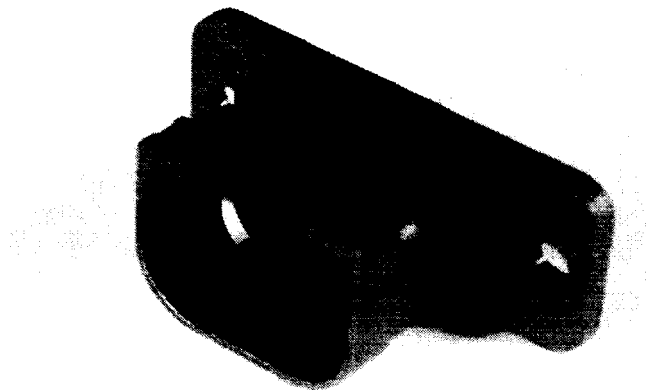


図 6. 4. 1-5 試作リセプタクルの写真

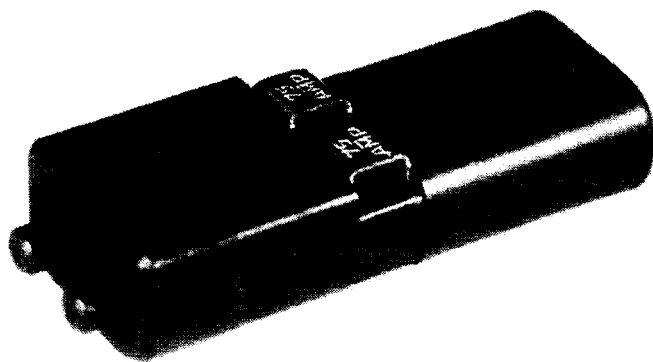


図 6. 4. 1-6 試作プラグの写真

6. 4. 2 特性の評価結果

(1) 挿入特性及び抜去特性

挿入特性と抜去特性に使用した試作プラグ試作レセプタクルの接続写真を図 6. 4. 2-1 に示す。
その結果を表 6. 4. 2-1 に示す。

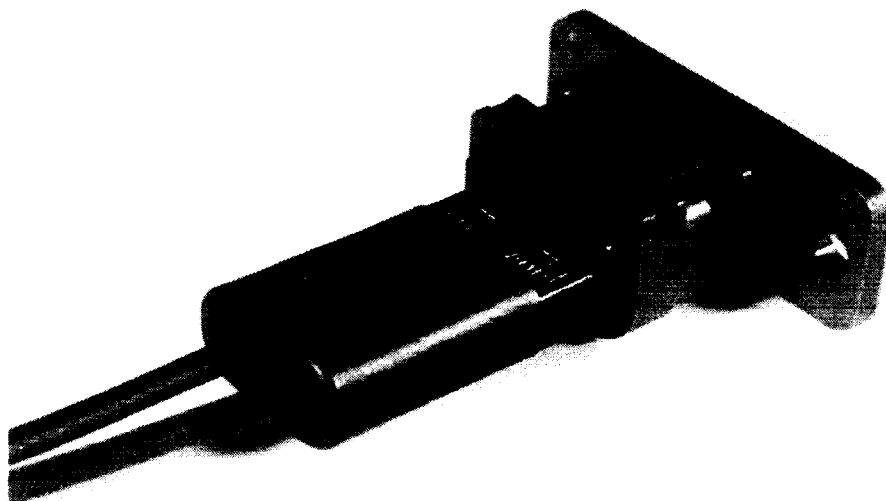


図 6. 4. 2-1 試作プラグ試作リセプタクルの接続

表 6. 4. 2-1 繰り返し挿入特性と抜去特性

	初回	100 回	200 回	300 回	400 回	500 回	750 回	1000 回
挿入力	0. 83	0. 82	0. 67	0. 62	0. 61	0. 60	0. 62	0. 60
抜去力	0. 85	0. 87	0. 74	0. 69	0. 69	0. 70	0. 71	0. 69

単位：kgf、サンプル数：5

表 6. 4. 2-1 はサンプル数 5 個の平均値を示す。挿入力、抜去力共に 10 回の繰り返しまでは低下して、その後一旦上昇する。100 回を過ぎると再び低下して安定する。挿抜 1000 回までの最大挿入力は 0. 9kgf で、最小挿入力は 0. 53kgf であり、最大抜去力は 0. 88kgf で、最小抜去力は 0. 63kgf であった。1000 回の挿抜回数ではプラグの側面凸部に多少の摩耗が発生するが、機能上何ら問題は発生していない。

(2) 損失特性

1) GI 型 POF の損失特性

試作した 5mm ピッチコネクタによる GI-POF の接続損失（挿入損失）を、図 6. 4. 2-2 の方法で測定した。この測定方法は、JIS C 5961（1993 年版）記載の挿入損失測定の方法 5 である。最新版（1997 年版）では IEC 1300-3-4 の翻訳版に改定されているためこの方法は記載されていないが、クラッドモードが除去でき測定の作業性が良いという理由で今回の測定ではこの方法を採用した。

光源に用いた LED は、980 μm （コア径）/1000 μm （クラッド径）SI 型 POF 用の ATM For μm 仕様のものであり、発光波長 660nm、NA=0. 2 である。被測定用サンプルケーブルアセンブリとしては、両端に 5mm ピッチコネクタを取り付けたファイバー長 1 メーターの 2 芯パッチコードを 45

本用意した。コネクタへのファイバーの固定は接着剤により行い、ファイバーの端面は粒度 3 μm のラッピングフィルムで研磨仕上げした。

アダプターは、スリーブ長の異なる 2 種類のものを用意し、ファイバー端面突き当てによる接続と、ファイバー端面にわずかな間隙（約 0.3mm）を保って接続する方法の 2 タイプについて挿入損失を測定した。

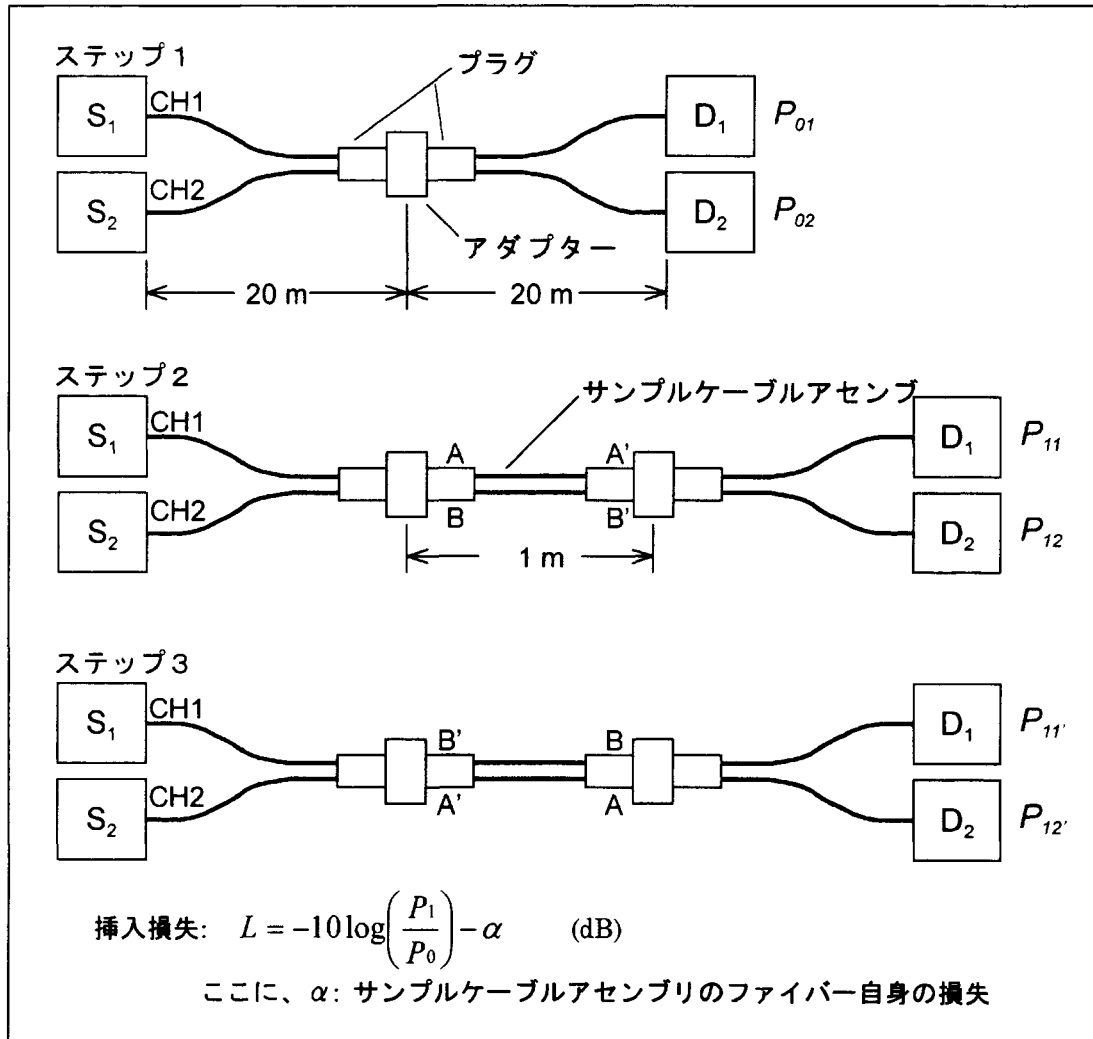


図 6. 4. 2-2 挿入損失の測定方法

表 6. 4. 2-2 および図 6. 4. 2-3 から図 6. 4. 2-6 に測定結果を示す。図 6. 4. 2-2 の測定法のステップ 2 とステップ 3 は、同じサンプルケーブルアセンブリについて光を逆方向から入射させた場合の測定である。単芯コネクタでは同一光源による逆方向からの測定であるので、ステップ 2 とステップ 3 の測定結果の平均値を挿入損失とするのが一般的であるが、ここではコネクタの構造上異なる光源による測定となり、しかも後述の理由により光源 S_1 、 S_2 の特性が大幅に異なることが判明したため、ステップ 2 とステップ 3 の測定結果を独立データとして取り扱った。

表 6. 4. 2-2 試作 5mm ピッチコネクタによる GI 型 POF の挿入損失 (単位 : dB)

アダプター/光源	図版	サンプル数	最大値	最小値	平均値	標準偏差
突き当て/ S_1	図 6. 4. 2-2	90	3.05	0.76	1.79	0.470
突き当て/ S_2	図 6. 4. 2-3	90	2.57	0.25	1.42	0.461
間隙 0.3/ S_1	図 6. 4. 2-4	90	2.4	1.17	1.74	0.253
間隙 0.3/ S_2	図 6. 4. 2-5	90	2.18	0.88	1.45	0.299

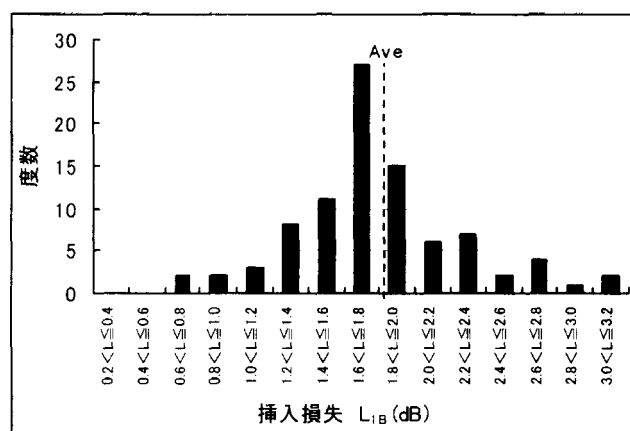


図 6. 4. 2-3 突き当て/光源 S_1 での挿入損失

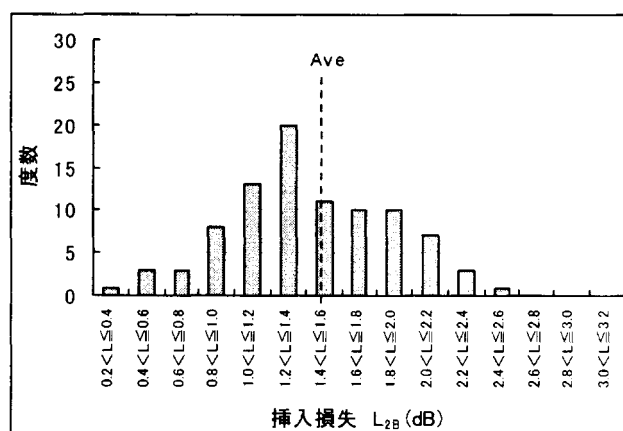


図 6. 4. 2-4 突き当て/光源 S_2 での挿入損失

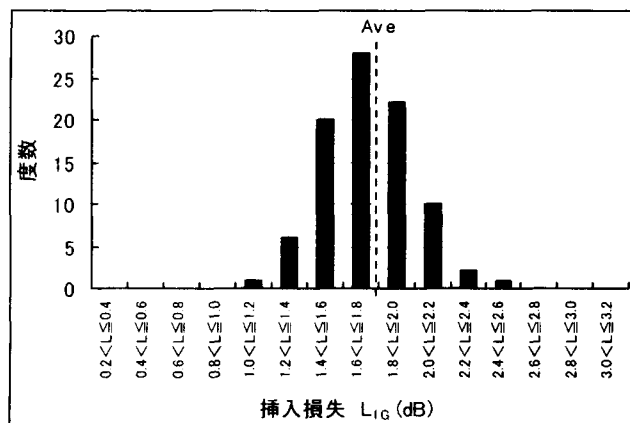


図 6. 4. 2-5 間隙 0.3/光源 S_1 での挿入損失

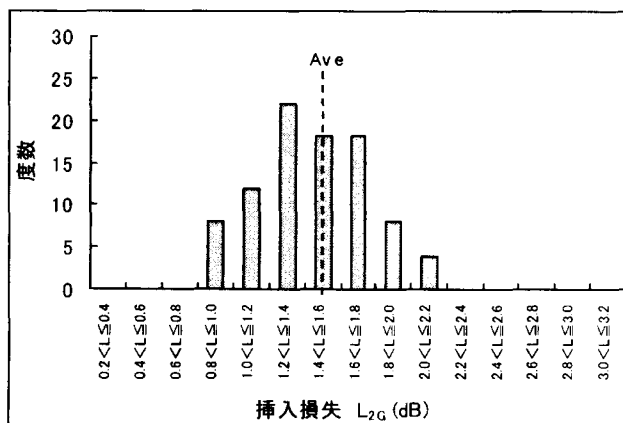


図 6. 4. 2-6 間隙 0.3/光源 S_2 での挿入損失

挿入損失の測定結果の考察

光源 S_1 と光源 S_2 では、挿入損失測の測定結果に明らかな優位差がある。突き当て接続の場合、挿入損失の標準偏差はほぼ等しいが、平均値は光源 S_1 では 1.79dB、光源 S_2 では 1.42dB と大幅に異なる。この原因は、光源の LED の出射パターンの差にあり、光源 S_1 では LED の発光部がそのパッケージングのレンズ中心から大きく（レンズ直径の 3 分の 1 近く）ずれているため、発光部エッジの高次モードの光が多くファイバーに入射したためと考えられる。測定系の光源側ファイバ

一の NFP を比較すると、図 6.4.2-7 に示すように光源 S_1 側の NFP のプロファイルにはガウス分布の丸みがない。CH1 側の測定では、測定点での入射光は定常状態からはほど遠い高次モードを多く含んだ光源となっている。

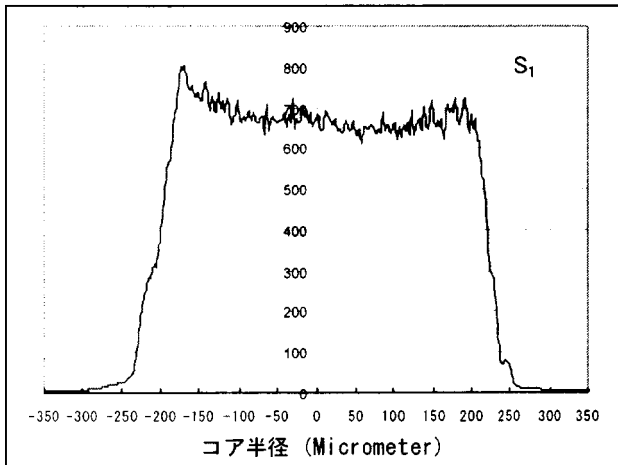


図 6.4.2-7 光源 S_1 側入射ファイバーの NFP

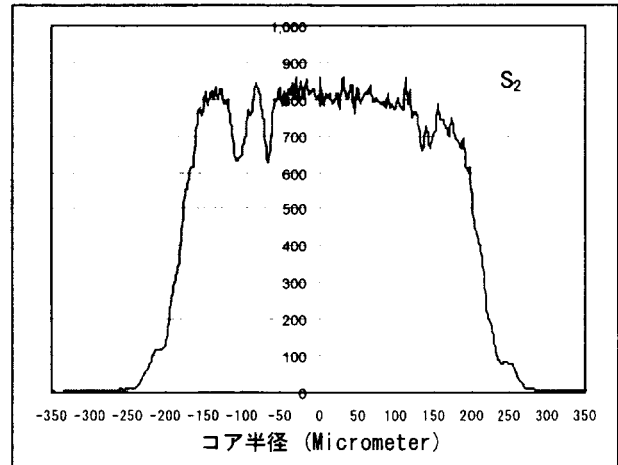


図 6.4.2-8 光源 S_2 側入射ファイバーの NFP

光源 S_2 側は S_1 側ほどではないが、高次モードを含んだ状態であると判断できる。光源が LED の場合、ファイバー長 20 メートル程度では GI-POF コア内のモード分布は定常状態に達していないということである。

アダプター寸法を変えることにより測定した、突き当て接続とある程度の間隙を持たせた接続の差異も明らかである。間隙を持たせて接続した場合は、軸ずれの影響が緩和され、間隙による損失分が相殺されて突き当て接続と同じ平均値となった。ただし、ばらつきは半分近くに改善されている。今回の試作コネクタでは、プラグのフェルール外径とアダプターのアライメント・スリーブ内径との差が 0.1mm 近くあるため、この寸法の公差を小さくして GI-POF の軸合わせ精度を向上させた場合は、低損失接続として突き当て接続方式に優位性がある。

今回の試作コネクタを用いて、 $NA=0.2$ の LED を光源とするシステムでコア径 500 ミクロンの GI-POF の接続点でのコネクタ挿入損失を 1.4dB 程度におさめることの可能性が確認できた。この値はコア径 980 ミクロンの SI-POF の場合の挿入損失とほぼ同じであり、GI-POF ではコア径が半分の 500 ミクロンになっても、これまでのコア径 980 ミクロンの SI-POF 用光コネクタと同様の寸法精度の光コネクタが使用できることになる。

2) マルチレイヤーGI-POF の接続試験

試作した光コネクタをマルチレイヤーGI-POF に組み付けて光コネクタの接続損失を測定した。使用したマルチレイヤーPOF のコア径は $700\mu\text{m}$ でクラッド径は $750\mu\text{m}$ であり、ジャケット径は 2.2mm である。使用した 20m のリファレンスケーブルは単芯で、成端は研磨方法で行われた。測定方法や光トランシーバーは前項と同様で、その結果を図 6.4.2-9 に示す。50 サンプルの接続損失の平均値は 1.49 dB、最大値は 2.38 dB、最小値は 1.03 dB、標準偏差は、0.29 dB であ

った。マルチレイヤー GI-P0F の伝送損失 0.16 dB/m を引いた値を接続損失とした。接続損失のバラツキが大きいので今後この原因を解明する。

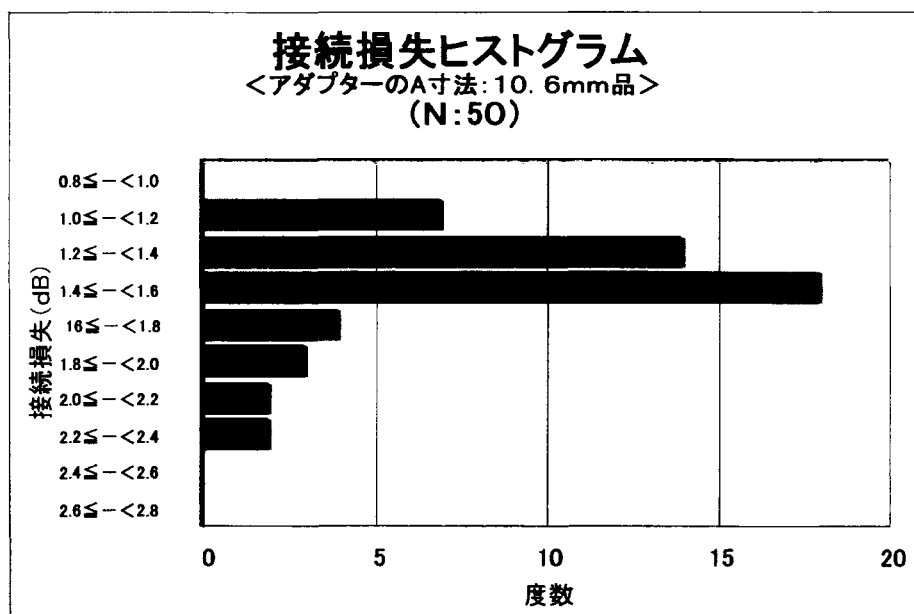


図 6.4.2-9 接続損失-1

参考までに同じコネクタ付き光ファイバーとアダプターを使用して、センサー側に 20m の光ファイバーを使用しないで、1m の測定サンプルをセンサーに直接接続して接続損失を測定した結果を図 6.4.2-10 に示す。50 サンプルの接続損失の平均値は 0.58dB、最大値は 0.71dB、最小値は 0.49dB 標準偏差は 0.047 であった。前方法と比較するために、同様にマルチレイヤー GI-P0F の伝送損失 0.16dB/m を引いた値を接続損失とした。1m の測定サンプルの両側に 20m の光ケーブルを使用して、測定した場合と比較して接続損失が小さく、バラツキも小さい。この理由として、接続後クラッド中の光がセンサーまで伝播した、コア中の高次モードの光が減衰していない等が考えられる。

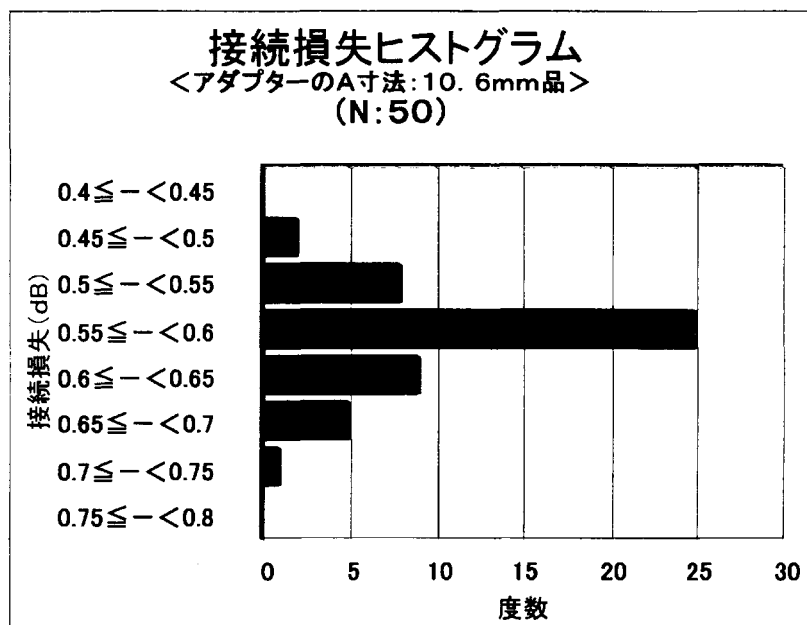


図 6.4.2-10 接続損失-2

6.4.3 評価結果及び今後の予定

本年度は、情報家電を対象とする小型（ピッチ 5mm）の POF 用光コネクタ（プラグ、レセプタクル、及びアダプター）の 1 次試作を行い、その基本特性を評価した。

光コネクタの機械的特性としては、プラグとレセプタクルを利用して挿入力と抜去力を測定し、評価した。サンプル数は 5 個で、測定回数は 1000 回である。その結果、挿入力と抜去力の初期値（平均値）はそれぞれ 0.83kgf と 0.85kgf であり、1000 回後には 0.60kgf と 0.69kgf になることが明らかになった。

また、光コネクタの光学的特性としては、プラグとアダプター及び 2 種類の POF を利用して損失特性を測定し、評価した。プラグに接続する POF を GI 型 POF（コア径 500 μ m、クラッド径 750 μ m）とした場合、損失値は LED の出射パターン（NFP）に依存し、1.79 または 1.42 dB であった。一方、プラグにマルチレイヤー型 POF（同 700 μ m、クラッド径 750 μ m）を接続した場合、損失の平均値は 1.49dB であった。これらの値は、IEEE1394 の S200 以下で利用されている SI 型 POF（コア径 980 μ m、クラッド径 1000 μ m）と PN 型光コネクタの組み合わせで実現されている実力値とほぼ同等であり、損失特性の仕様としては 2dB 以下が妥当になると考えられる。なお、今回採用した 2 種類の POF のコア径が SI 型の 50～70%であることを考えると、これらの POF から出射される光出力パワーは、光軸の中心付近に分布しているものと予想される。

したがって、本年度に 1 次試作した 5mm ピッチの光コネクタは、情報家電に適用するのにほぼ十分な基本特性を有していることが明らかになった。

来年度は、国際標準化を図る上で重要となる耐震性、耐衝撃性、耐環境性等の項目を評価すると共に、それらの結果を踏まえて光コネクタの 2 次試作と評価に取り組む予定である。

7. 結論

1999年度の活動により得られた成果、今後必要とされる課題、国際標準化へのアプローチの3項目についてそれぞれ記す。今年度は、3年計画による活動の中間年度であり、情報家電機器間相互接続(POFインターフェース)に関連する広帯域POF、コネクタ及びトランシーバそれぞれを試作と評価をほぼ終えることができた。今後はこれらの結果を踏まえて、具体的な標準仕様の策定を進めると共に、国際標準化を目指して必要な活動を展開していく。

7.1 得られた成果

- ①広帯域POFの試作・量産化対応;1Gbpsまで可能なPMMA系GI-POFを試作し、650nm信号光で伝送試験を行なうと共に、曲げ損失と接続損失を評価し、規格化のための基礎データを得た。マルチレイヤー型POFについては、メーカーから提供されたデータのみでの評価となった。
- ②コネクタの試作・評価;昨年度の議論から有力と考えられたピッチ5mmのPOF用コネクタを試作し、接続性及び挿抜性を評価し、規格化のための基礎データを得た。
- ③トランシーバの試作・評価;DVD用レーザー、面発光レーザー及びRC-LEDのそれぞれについて、伝送速度500Mbpsでクロストーク特性の評価を行い、規格化のための基礎データを得た。

7.2 今後の課題

1999年度の活動は何れも当初の計画をほぼ達成しているが、さらに研究を必要とする課題も残されている。具体的には、上記した今年度の成果を基にして、POFインターフェースのハード的基礎要素である広帯域POF、POF用コネクタ及びPOF用トランシーバそれぞれについて具体的に標準仕様を決定する必要がある。

7.3 国際標準化へのアプローチ

高速データ伝送を可能とするホームネットワークが情報家電の将来的発展に必要不可欠であるとの予測はますます確固としたものとなってきた。またそのホームネットワークには、日本がその技術において世界に先駆けている広帯域POFが最も有力なネットワークメディアであるとの認識も世界的に固まりつつある。このような情勢において、POFインターフェースを我が国から国際規格を提案することは、国際的に大きな貢献となるものであると確信する。そこで今後は、現状のホームネットワークに対する国際的標準化機関の取り組み方や考え方との整合性を考慮しつつ早急に具体的な標準仕様を決定し、2000年をめどにIECをはじめとする各国際標準化機関への提案を検討する。

8. あとがき

1999年度の活動では、昨年度の成果とその経験を踏まえてその目標をほぼ達成し、最終年度までに国際標準化への途をつけるめどを立てることができた。これは十分に満足 of いくものであると自負している。とはいふものの、具体的な標準仕様については未だその決定をなし得ておらず、残りの1年において一層の努力が求められる。

日本発のPOF技術をホームネットワークの核とすることは、情報家電産業における我が国の国際的優位性を確保する上で大きく貢献すると考えられる。従って、POFインターフェースの国際標準を我が国発で実現することは極めて大きな意義をもつことであり、本活動の位置付けはますますその重要性をおびているものと思われる。

9. 参考文献

6.1 参考文献及び出典

- [1] 日経エレクトロニクス 1999.12.13 (No. 759) p139-163
- [2] <http://www.homerf.org>

6.3 参考文献及び出典

- [1] IEC 825-1 Safety of laser products - Part 1 : Equipment classification, requirements and user's guide (93.11)

10. 付録

議事録

第9回議事録

技委-A04-09

平成11年4月15日

第9回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成11年4月1日(木) 14:00～17:00

場 所 EIAJ 新橋(第8東洋海事ビル 703 室)

出席者 委員長 : 小池(慶應大学)

副委員長: 鹿田(NEC)、森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)、

委 員 : 石樽(慶應大学)、稲垣(東芝)、小野寺(JVC)、島田(日立)、高木(日本 AMP)、
中島(富士通研)、服部(日立電線)、本多(JVC)、松田(三洋電機)、
松本(三菱電機)、宮地(モレックス)、名倉(シャープ)

オブザーバー: 春日(NEDO)、福田(JSA)

事務局 : 杉原・小岩・内田(EIAJ)

事務局支援: 佐藤(ワークランド)、兼平(シーメディア)

<配付資料>

技委-A04-09-01: 議事次第及び前回議事録

技委-A04-09-02: 報告書(仮検収版)

技委-A04-09-03: 次年度計画案

議 事

1 事務局メンバーの交代について

- ・金丸研究員から内田研究員へ交代。

内田 光則氏 : 日本電子機会工業会 電子機器部産業機器課 係長

2 99 年度初会合にあたってのあいさつ<小池委員長>

- ・ 98 年度の活動は十分な成果を得たと考えており、98 年度成果報告書も日本規格協会へ期日通り提出することができた。報告書は現在、日本規格協会でチェック中であり、誤字、脱字等を含め若干の修正を行い 99 年 5 月までに最終版を完成、日本規格協会へ提出する。
- ・ 本年度は、9 月に規格 1 次案策定を計画していることもあり、WG 間の情報交換を密にし活動し

ていきたい。

3 前回議事の確認＜事務局＞

- ・99年度予算は、申請約3,300万円に対し500万円ダウンの約2,800万円と決定した。
：金型コネクタ代は予定通りの600万円、測定データ代を600万円(1社=120万円)にやや縮小している。

4 98年度報告書について

- ・成果報告書に基づき各WG毎に報告を行った。

○全般

- ・「まえがき」を抜粋し、summaryを追加。
：内容を確認頂き、修正すべき個所があれば、佐藤氏へ連絡、修正頂く。
- ・本会の目的は、広帯域POFインターフェースの国際標準化提案を行うことであるが、具体的な提案先までは規定されていない。現在の計画は、IEEE P1394.Bへの提案を前提としているが、今後、別案についても調査を行う。
- ・P4に記載されている国際標準化戦略2次方針策定期日の標記を変更する。
：「2001年3月を目処に～」→「2000年末を目処に～」
- ・活動計画の業務内容を実務に則する様に修正する。
：P5に記載されている表3-1活動計画にある、中長期の国際標準化動向調査を2000年度末まで継続する。
- ・98年度成果報告書の取り扱いについて
本報告書は、本委員会参画メンバー以外へは公開しないのか？
→本会は、POFインターフェースの価値を世間へ知らしめることが目的であり、最終版を外部へ配布することは積極的に対応する。その際、EIAJが実費で配布する。
7月に日本で開催されるPOF関連国際会議で、本会の成果を発表したい＜小池委員長＞
→基本的に問題ないはず、詳細は別途検討。

○国際標準化戦略WG＜鹿田 主査＞

動向概要、及び調査内容について詳細報告。

- ・Apple社のライセンス料問題について
当初、IEEE1394の1ポートあたり1ドルを課金するとの話であったが、現在は1機器あたり25セント。その管理は特許管理機構を設け運用することとアナウンスされている。安価になったことと管理方法が示されたことで、解決の方向にむかいつつあると推測した。
- ・P1394.Bについて
S200-POF50m/HPCF100mまでの規格策定作業は98年2月で完了。
UTP5を用いるS100-100m伝送規格を審議中。
- ・その他
自動車内のバックボーン通信用としてPOFが注目され始めた。

ホームネットワークを無線で実現させる方式の提案が活発に行われており、情報伝送速度が100Mbpsを超える手法も登場。ウォッチを続ける。

○POF 最適化 WG<小池 主査>

具体的な POF 構造、最適化まで言及することは性急であると判断し今回の報告は、導入した設備で、所定の伝送帯域評価を行えることを確認した内容までにとどめた。

おもに伝送帯域特性について詳細報告。

- ・帯域測定用のサンプルとして、界面ゲル重合法による GI-POF を用いた。(g=1.9~5)
帯域の測定は、狭帯域光パルスを用い、POF 通過前後での受信波形の FFT データから POF の伝送帯域を算出する方式をとった。
本測定結果は理論値とほぼ一致しており、帯域測定技術を確立したと判断。
- ・励振モードが伝送帯域に及ぼす影響で、興味深い事実を確認した。
モードカップリングに係ることでもあり、99 年度の課題の一つとして解析を継続。

○リンク WG<渡邊 主査>

家庭内での一般調査、発光受光部分の測定結果について詳細報告。

- ・ホームネットワークを構築に必要とされる性能について検討した。
特に、法律で規制される内容について、今後注目して継続検討を行う。
- ・650nm 帯の光通信機器に関しては、測定項目、測定方法について確立されていないため、長波長用規格をベースに測定項目の洗い出しを行った。
本項目に関し、現状デバイスの実力を把握するため、5 社にて基本性能の測定を実施。
今後はトランシーバーとしての性能評価を計画している。

○接続インターフェース WG<森倉 主査>

コネクタの要求仕様ではなく、仕様決定のための必要項目、検討事項の洗い出しを行った。

- ・既存コネクタの性能を調査した結果、近年小型化がすすんでいることが顕著なことを認めた。
- ・情報家電用コネクタとしての特異性を重点に検討を進め、検討課題を抽出した。

5 99 年度活動計画について

再委託業務実施計画書に基づき説明。

- ・99 年 9 月に国際標準化方針 1 次案を策定することが中期的な最大の目標であり、各 WG の情報交換を密に推進していく。具体的には、ジョイント会合の開催。
- ・実施計画日程について
コネクタ関連の日程をより細分化し、
要求仕様策定 : 99/4~6 、 試作 : 99/7~9 と改める。
試作するコネクタは 1 種類に限定していない。
標準化関連も日程を追記し、
標準化のための条件検討 : 99/4~7 、 1 次案の策定 : 99/8~9 とする。

・予算について

要求額は受け入れられず、約2,800万円となった。測定データ代を縮小した。
四半期別発生予定額で決められた時期と実際の費用発生時期のずれは問題ない。

6 その他

・委員会メンバーの見直しについて<事務局>

前々から参画を希望する企業が数社あり、年度の始めにあたり構成メンバーを再検討したい。
→参画メンバーが増えると論点のぼやける懸念があり、極力現体制を維持することが望ましいとの判断のもと以下の通り対応することとなった。

材料メーカー：POFメーカーを主体として測定法標準化委員会で同様の趣旨に基づき活動中であり、本委員会に参画せずに、該委員会との交流を活発に行う。

コネクターメーカー：本会発足にあたり、P1394.Bで標準化に貢献した実績から2社に絞った。この判断を支持し、今回の新規参画は見送る。

アドバイザー：NTT 殿から参画頂いているが、該社へ、適任部門からの参画を再検討頂くことを申し入れる。

・報告書の修正について

報告書の修正は、修正箇所を明示のうえ、原則としてFAXで佐藤氏へ連絡すること。

7 次回会合について

開催日：4月27日(火)

13:00～15:00 リンク WG, 接続インターフェース WG WG のジョイント会合

15:00～16:00 国際標準化戦略 WG 会合

16:00～17:00 全体会合

以 上

第10回 議事録

技委-A04-10

平成11年5月10日

第10回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成11年4月27日(火) 16:00～17:00

場 所 経団連会館 8F 富士の間

出席者 委員長：小池(慶應大学)

副委員長：鹿田(NEC)、森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)、

委員：石博(慶應大学)、稲垣(東芝)、大川(日立電線)、杉田(日立)、高木(日本 AMP)、
中島(富士通研)、服部(日立電線)、本多(JVC)、松田(三洋電機)、
松本(三菱電機)、宮地(モレックス)

オブザーバー：福田(JSA)

事務局：杉原・内田(EIAJ)、

事務局支援：兼平(シーメディア)

〈配付資料〉

技委-A04-10-01：議事次第及び前回議事録

技委-A04-10-02：成果要約書案

技委-A04-10-03：再委託業務実施計画書

技委-A04-10-04：委員リスト(A3版)

技委-A04-10-05：メーリングリスト

技委-A04-10-06：Home Networking Markets, Technologies, and Vendors

技委-A04-10-07：成果報告書案仮検収結果

議 事

1. 前回議事録の確認

承認された。

2. 報告書の管理と配布

NEDOの予算分で製作した100冊は配布先をEIAJで管理する。それ以外の部数の管理はEIAJに一任する。〈JSA 福田オブザーバー〉

実費負担で頒布する。〈EIAJ 杉原研究員〉

3. セミナー時の本研究成果の取り扱い

EIAJ主催でセミナーを7月頃行いたい。〈EIAJ 杉原研究員〉

POFコンソーシアムでは、5月25日POFコンの全体会議でPOFコンのメンバーに報告書を配布、講演をしたい。〈小池委員長〉

→発表の届け出の用紙があるので、JSAに提出すること。〈JSA 福田オブザーバー〉

4. WG 活動報告

リンクWG〈ソニー 渡邊主査〉

前回製作したリンクの仕様書案を日立電線が発表した。議論はメールで行う。

接続 IF WG (松下電器 森倉主査)

仕様項目の洗い出しを行い、分類した。分類は必須項目と選択項目に分けた。

例えば、挿抜回数は選択仕様とした。次回以降必須項目の数値について議論する。

POF 最適化 WG (小池主査)

リンク WG、接続 IF WG と合同で行う。なぜなら、従来の SI-POF とカップリングの最適化条件が異なるから。

国際標準化戦略 WG (NEC 鹿田主査)

標準化のための複数の項目について議論した。

例えば、LD の温度特性、ファイバーとコネクタ等が商用化されていること、どこの委員会に何を提案するか等。

次回 JSA に標準化提案の手順について説明を願う。

5. 成果要約表及び報告書印刷について

渡邊副委員長が製作した要約書について修正点があれば、5 月 20 日までに渡邊副委員長までメールで連絡すること。

報告書の要旨に更に活動内容と結論を追加する。(担当：渡邊副委員長)

目次と P34 のタイトルを修正する。(担当：事務局)

実施計画の変更の経緯を追加する。(担当：シーメディア 兼平)

6.2 の計測に使用した装置名を記述する。(担当：小池委員長)

6.4.1 にコネクタを使用しないパーツの評価である事を追加する。

(実施計画の変更の経緯を追加すれば完了)

6.1.2 の追記 (担当：鹿田副委員長)

→以上を修正し、5 月 7 日までシーメディア兼平宛に FAX 及びメールで送信する。

6. その他

技委-A04-10-06 : Home Networking Markets, Technologies, and Vendors は委員だけの配布に止める。コピーは不可。(EIAJ 杉原研究員)

7. 次回

5 月 28 日 14:00 よりリンク、接続 IF、POF 最適化の合同 WG

16:00 より全体会議

第 11 回 議事録

技委-A04-11

平成 11 年 6 月 3 日

第 11 回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成 11 年 5 月 28 日(金) 16:10～17:30

場 所 航空会館 8F 802 会議室

出席者 委員長 : 小池(慶應大学)

副委員長: 鹿田(NEC)、森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)

委 員 : 石樽(慶應大学)、稲垣(東芝)、大川(日立電線)、島田(日立)、
高木(日本 AMP)、服部(日立電線)、本多(JVC)、片山(三洋電機)、
宮地(モレックス)

通産省: 平井

オブザーバー: 新谷(NEDO)、福田(JSA)

事務局 : 杉原・内田(EIAJ)、

事務局支援: 兼平(シーメディア)

<配付資料>

技委-A04-11-01: 議事次第及び前回議事録

技委-A04-11-02: 標準化関連資料

その他: 「10 年度成果報告書」「POF Conference 関連資料」

議 事

1) 前回議事の確認: 特に意見は無く、承認。

2) 新しい開発委員会の説明

平井氏(通産省)より、POF を用いたホームネットワークコンテンツ開発を目的とした開発委員会が発足予定であることが説明された。

3) WG 活動報告

リンク、接続 IF、POF 最適化 合同 WG の内容が報告された。

森倉主査(松下)より、リンクの提案仕様に関する意見交換を報告。温度範囲、光受信器の光入力レベル等に関して意見交換が行われた。今後もメールを利用して打ち合わせる。

リンク試作のピッチ間隔は SFF のサイズを考慮して決めるべきとの意見が出された。

小池主査(慶大)より、GI-POFは軸ずれに対する損失のトレランスが大きい実験結果の紹介があった。

また、コア系 500 μm 、クラッド系 750 μm が使い易さの点からも妥当と考えられることから、この値をファイバーメーカーに打診する。

森倉主査(松下)より、国際標準化提案をするためには、既存 S100 及び S200 との互換性も重要であり、今回のコア径は暫定値であるとの補足説明あり。

4)国際標準化提案

福田オブザーバー(JSA)より国際提案に関する IEC の組織、提案する場合の手順等の説明があった。〈技委-A04-11-02〉

また、本多委員(JVC)からもこれに関する補足説明があった。

提案するには、2、3ヶ国において expert を登録する必要がある、標準化されるまで、少なくとも2年間以上はかかるなどの説明があった。

標準化の手順等については詳細はつかめておらず、勉強する必要がある意が出された。

5)その他

本委員会で作成された報告書が各社に1部配布された。さらに部数が必要な場合はEIAJまで連絡。

6)次回日程

次回は6月30日(水) 13:00 から WG、15:00 から本委員会

第12回 議事録

技委-A04-12

平成11年7月12日

第12回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成11年6月30日(水) 15:20~17:00

場 所 EIAJ 新橋 704 会議室(第8 東洋海事ビル)

出席者 委員長 : 小池(慶應大学)

副委員長 : 鹿田(NEC)、森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)

委 員 : 石樽(慶應大学)、稲垣(東芝)、大川(日立電線)、小野寺(JVC)、
片山(三洋電機)、島田(日立)、瀬戸(モレックス)、服部(日立電線)、

林(日本 AMP)、本多(JVC)、松本(三菱電機)、宮地(モレックス)
オブザーバー：春日(NEDO)、福田(JSA)
事務局：杉原・内田(EIAJ)、
事務局支援：兼平(シーメディア)

<配付資料>

技委-A04-12-01：議事次第及び前回議事録

技委-A04-12-02：標準化関連資料(ISO/IEC 専門業務用指針)

議 事

1) 前回議事の確認：特に意見は無く、承認。

2) WG 活動報告

本委員会に先立って、当日(6/30)、13:00-15:20 に行われた。

リンク、接続 IF、POF 最適化 合同 WG の内容が報告された。

◆森倉主査(松下)より、国際標準化提案するために、本年度試作するサンプルのパラメータ、各社の役割分担などについて議論した結果について報告があった。

①本年度試作するサンプルのパラメータとして、広帯域 POF の(コア径/クラッド径)として($500\mu/750\mu$)、($700\mu/750\mu$)、($980\mu/1000\mu$) の 3 種類、コネクタの受発光素子のピッチ間隔として、5.0mm、7.5mm、10.0mm の 3 種類、合計 $3 \times 3 = 9$ 種類の組み合わせを検討した結果、まず(コア径/クラッド径)が($500\mu/750\mu$) の POF、及びピッチ 5.0mm のコネクタを本年度、試作することとした。

②(コア径/クラッド径)：($980\mu/1000\mu$) の POF、ピッチ：10.0mm のコネクタについては本年度の評価の対象外とする。残りの(($500\mu/750\mu$)、($700\mu/750\mu$)) $\times$ (5.0mm、7.5mm) の 4 種類についての評価、分担などについては、引き続きメーリングリストで関係メンバー間で検討する。

③ターゲット (S400, 100m など) をどこにおくかについては、次回以降検討する。

④S100, S200 などとの互換性についても、次回以降検討を継続する。

◆小池主査(慶大)より、広帯域 POF の各種類のファイバー (①GI 型 POF (PMMA 系)、②マルチレイヤー型 (三菱レーヨン)、③マルチコア型 (旭化成) など) の特性の同一環境での測定が重要であり、POF 委員会としてファイバーメーカーにサンプルのファイバーの提供を依頼し、POF

最適化 WG にて測定を実施したい旨の提案があった。これに関し、ファイバーメーカーも委員として参加している EIAJ の測定 WG に対し、EIAJ 事務局及び福田オブザーバーのルートで依頼することになった。POF の仕様などに関する具体的な依頼内容については、POF 最適化 WG が中心になってまとめる。

3) 国際標準化提案について

福田オブザーバー(JSA)より、配布資料 技委-A04-12-02: 標準化関連資料 ISO/IEC 専門業務用指針)に基づいて国際標準化に関する説明があり、ISO/IEC 関連では基本的に SI 単位系が使用されることなどの説明があった。

4) その他

①国際標準化に関する手順、ノウハウについて国際標準化に関する expert からご指導いただき、意見交換する MTG を、7/9 (金) 10:30-12:30 より EIAJ にて開催
(ソニー 渡邊良美氏、小池委員長、各主査、EIAJ 事務局、福田氏などが出席予定)

②杉原研究員から、平成 11 年度 21 世紀基盤整備枠「情報システム共通基盤整備」における住宅分野関連のプロジェクトにおいて 通産省から POF 関連で 2 億円弱の予算配布が決定した旨、報告があった。

事業のスキームとしては、IPA→EIAJ→主開発(主契約の企業+各社請け負い)または慶應大学の形態で再委託契約平成 11 年度中に事業が終了する必要がある。参加に興味のある企業に対し、本委員会終了後、詳細な説明会を実施する旨、アナウンスがあった。

③小池委員長から、7/14-16 に幕張で開催される International POF Conference '99 への積極的な参加依頼があった。

④渡邊主査より、9/30 に EIAJ が 1394 TA board メンバーを日本に招待して 1394TA の活動紹介をするセミナーにおいて、渡邊主査が、EIAJ POF 委員会の活動紹介をする旨の紹介があった。

5) 次回日程

次回は 7 月 26 日(月) 13:00 から WG、15:00 から本委員会

以 上

第 13 回 議事録

技委-A04-13
平成 11 年 7 月 30 日

第 13 回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成 11 年 7 月 26 日(月) 15:00～16:10
場 所 EIAJ 新橋 704 会議室(第 8 東洋海事ビル)
出席者 委員長 : 小池(慶應大学)
副委員長: 鹿田(NEC)、森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)
委 員 : 大川(日立電線)、小野寺(JVC)、片山(三洋電機)、島田(日立)、
瀬戸(モレックス)、高木(日本 AMP)、中島(富士通研)、服部(日立電線)、
本多(JVC)、松本(三菱電機)
オブザーバー: 春日(NEDO)、福田(JSA)
事務局 : 杉原・内田(EIAJ)、
事務局支援: 兼平(シーメディア)

<配付資料>

技委-A04-13-01: 議事次第及び前回議事録

技委-A04-13-02: スケジュール表

議 事

1. 前回議事の確認

次の誤記 2 点を訂正の上、承認された。

- ・ (2) - ③の S500 を S400 に訂正。
- ・ 合同 WG 議事録の予算金額の単位「万円」を「円」に訂正。

2. WG 活動報告 (森倉副委員長)

(1) 本委員会に先立って行われた「POF 最適化」「リンク」「接続 IF」合同 WG の内容を報告。

- ・ 各 WG の試作評価スケジュールについて詳細 (技委-A04-13-02) を確認。
- ・ リンクの試作評価を担当する委員が 3 社 (松下電器、東芝、日立電線) であり、より多くのデータを採取するという点からは参加企業を増やしたいという意見が出された。

この件に関し、新光電気工業がリンクの試作評価を希望している旨、合同 WG から本委員会に提案された。

→ 審議の結果、委員としての参加およびリンク WG への登録が承認された。

(2) IEC への標準化提案

- ・ 7 月 9 日に実施された国際標準化戦略 WG の活動結果をもとに、TC100 への提案が最有力となった。
- ・ まず、11 月の北京会議で POF インターフェース委員会の活動についてアナウンスする。
ただし、その内容については現状では未定であり早急に詰める必要あり。会議の 2 ヶ月前には IEC 本部に連絡の必要があるので、8 月末までにアナウンス内容の決定が必要。
- ・ TC100 の国内審議団体は EIAJ であり、標準化センターの意見もうかがい、必要であれば新 WG を設置することもある。

3. POF Conference 99 報告（小池委員長）

- ・ POF と MOC を合わせて 500 名弱の参加。
- ・ 同時開催のインターオプトは出展社が昨年比 17 社増加。

4. その他

- ・ IPA の新プロジェクト：慶應大と EIAJ で計画立案中である。
完成後、関係者へ通知する。

5. 次回日程

- ・ 国際標準化戦略 WG： 8/9, 10, 11, 12 で調整する。
- ・ 合同 WG： 9/1（水）13:00
- ・ 本委員会： 9/1（水）15:00

以 上

第 14 回 議事録

技委-A04-14

平成 11 年 9 月 28 日

第 14 回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成 11 年 9 月 1 日（水） 15:00～17:00

場 所 航空会館 504 会議室

出席者 委員長：小池（慶應大学）

副委員長：鹿田（NEC）、森倉（松下電器）、渡邊（ソニー）

委 員：石樽（慶大）、稲垣（東芝）、大川（日立電線）、片山（三洋電機）、

(3) 「リンク WG」(富士通研 中島委員)
・アイセーフライナーの問題を検討中。……シヤッター方式、電源断方式などの対応策の必

(2) 「POF 最適化 WG」からの報告(慶大 小池主査)
・予定表のとおり GI-POF の試作が進んでいる。
・まずは、500/750 μ m (コア径/クラッド径)であるが、700/750 μ m も考えている。

(1) 「接続 I/F」+「リンク」合同 WG の内容報告(松下 森倉主査)
・試作対象の 5mm ピッチコネクタの概要説明(モレックス 宮地委員)
φ2.5mm フェルール、プラグのバリエーションをレセプタクルのばね性で押し付ける構造。
レセプタクルは、ラッチ付と、フリップ・ロックの両用。繰り返し挿抜回数向上のため、耐久性を選んで試作。……日本モレックス
プラグは、金型が一型で互換性のあるプラグを試作。……日本 AMP
プラグのプラグ穴径は、JIS の 750 μ m POF の外径に合わせる。
・試作は、予定より 1 ヶ月遅れの 10 月末完成の予定。
・試作数量を決めるため、標準化提案に必要なデータ数を調べる
……(福田オプティカル担当)

3. WG 活動報告

2. 新メンバー紹介
新光電気工業(株) 北沢 委員の自己紹介。

1. 前回議事録の承認
特に何かあれば後日連絡ということで、前回の議事録を承認。

議 事

<配付資料>

技委-A04-14-01: 議事次第及び前回議事録

技委-A04-14-02: 99 年度 活動計画案

技委-A04-14-03: 国際標準化戦略 WG 資料

事務局支援: 兼平(シームメディア)

事務局: 杉原・内田(EIAJ)、

オプティカル: 春日(NEDO)、福田(JSA)

宮地(モレックス)

北沢(新光電気)、島田(日立)、瀬戸(モレックス)、高木(日本 AMP)、
中島(富士通研)、服部(日立電線)、本多(JVC)、松本(三菱電機)、

要性

- ・ホームユースとしての使いやすさの検討。……メールで委員の方の意見を聞く
- ・トランシーバー全体の大きさ（外形）は、今年度（第一次評価）の対象外とする。

(4)「国際標準化戦略WG」からの報告（NEC 鹿田主査）

- ・8月30日の勉強会で、EIAJ標準化センターからコメントをもらった。
→内容は技委-A04-14-03
- ・今年度の結果を踏まえて、来年度中に提案先を決める。
- ・来年度以降の活動のため、標準化チームが必要。
- ・国際標準化を前提としてEIAJ規格を作り、EIAJ標準化センターに国際規格化を任せる方法もある。
- ・この委員会で「ガイドライン」を完成し、IEC提案をEIAJにお願いする方法もある。
- ・POFインターフェース委員会に、新しいWGを置くかは後日検討。
- ・今年のIEC北京会議には出席しない。時期尚早と考える。

4. その他

IPAによる新規プロジェクト「IEEE1394対応情報家電機器のPOF・ホームネットワーク相互接続性支援ツールの開発と実証プロジェクト」（仮称）に関する報告があった。

広帯域光ファイバー（GI型POF、マルチレイヤー）を使用して1394対応情報家電機器を相互接続し、検証する方向で検討が行われている。

以 上

第15回 議事録

技委-A04-15

平成11年10月13日

第15回 POFインターフェース委員会 議事録

日 時 平成11年10月6日(水) 16:10～18:10

場 所 EIAJ新橋703会議室(第8東洋海事ビル)

出席者 委員長 : 小池(慶應大学)

副委員長 : 鹿田(NEC)、森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)

委 員 : 石樽(慶大)、稲垣(東芝)、大川(日立電線)、小野寺(JVC)、片山(三洋電機)、
北沢(新光電気)、島田(日立)、瀬戸(モレックス)、高木(日本AMP)、
中島(富士通研)、本多(JVC)、松本(三菱電機)、米倉(新光電気)、

宮地(モレックス)

オブザーバー：春日(NEDO)、福田(JSA)

事務局：内田(EIAJ)、

事務局支援：兼平(シーメディア)

<配付資料>

技委-A04-15-01：議事次第及び前回議事録

技委-A04-15-02：新規産業支援型国際標準開発(継続)『情報家電機器間の相互接続性
確保のための標準化』要約表

技委-A04-15-03：事業進捗状況報告書

技委-A04-15-04：国際標準化戦略WG資料

(参考資料)：ISO/IEC 専門業務用指針 第3部 国際規格の構成及び作成の規則

議 事

1. 前回の議事録の確認

- ・承認

2. WG 活動報告

(1) リンク WG (ソニー 渡邊主査)

- ・トランシーバーについて、仕様案を揉んだ。2001年2月までにまとめる。
- ・今年度の試作については外注仕様書を作成し、本日、試作を行う4社から、見積書を提出してもらった。
- ・家庭内リンクの条件については、スペックを調査中で、現在各種仕様書を集めている状況。

(2) POF 最適化 WG (慶大 小池主査)

- ・GI-POF、ファイバーメーカーより入手済み。10月上旬、一連の評価を行う。
- ・コア径は、GI-POFの場合500 μ m、外径750 μ m、マルチレイヤはコア径700 μ m、外径750 μ m。その他、GI-POFはコア径700 μ mのものも作成可能である。
- ・コネクタ試作のためのGI-POFをサンプル提供できる状況にある。

(3) 接続インターフェース WG (松下 森倉主査)

- ・コネクタは5mmピッチのものを今年度試作する。
- ・日程は、10月末までにGI-POFを入手し、インターフェースWGへ渡す。
11月、プラグ、レセプタブルを作製。11月末、リンクWGへ渡す。
- ・マルチレイヤタイプのPOFについても、同様な日程で進める。
- ・試験サンプル数について、福田(日本規格協会)調べたが、現在のところ特に規定するものは無い。

(4) 国際標準化戦略 WG (NEC 鹿田主査)

- ・中間方針をまとめた。資料【技委-A04-15-04】を参照。
- ・国際標準化に提案していくためには、一番は業界のコンセンサスを得ること。
既に規格がほぼ決まっている IEEE1394.b との関係はどうするか。
二番目は、技術的課題のクリアである。
- ・IEC の北京会議への提案については、具体的は方法はつめなければならないが、基本的には AGS(Advisory Group on Strategy)へ提案するという方向で検討する。

3. 平成 11 年度 第 1 回 新規産業支援型国際標準化開発事業研究連絡会議 報告

(ソニー 渡邊副委員長)

- ・要約表【技委-A04-15-02】を参照。
- ・9 月 20 日、渡邊副委員長が日本規格協会で説明した。
- ・昨年度末に提出した要約表と異なる部分で大きなものは、標準化方針策定の時期が平成 12 年度の 2 月に変更となっている点である。

4. その他

(1) 上期の事業進捗状況報告

- ・上期の経費精算のための調書と共に、上期分の事業進捗状況をまとめた報告書を日本規格協会宛に提出しなければならないが、その報告書【技委-A04-15-03】を本日(10 月 6 日)午前中に提出して来た。

(2) 知的所有権

- ・本活動において発生した知的所有権の帰属は、今まで出資もとの NEDO と EIAJ が半々で所有することになっていたが、法改正に伴い EIAJ に 100%帰属とすることにする。→ 承認。

(3) ISO/IEC 第 3 部資料

- ・国際標準化の参考にする。

(4) IEEE1394 セミナーテキスト 1 社 1 部配布

次回 : 11 月 5 日(金) 10:00~12:00 : WG、 13:00~15:00 : 本会議

以 上

第16回 議事録

技委-A04-16

平成11年12月24日

第16回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成11年11月5日(金) 13:00～15:00
場 所 EIAJ 602 会議室(第8 東洋海事ビル 6 階)
出席者 委員長 : 小池(慶應大学)
副委員長: 鹿田(NEC)、森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)
委 員 : 石樽(慶大)、稲垣(東芝)、大川(日立電線)、小野寺(JVC)、北沢(新光電気)、
島田(日立)、瀬戸(モレックス)、高木(日本AMP)、中島(富士通研)、
本多(JVC)
オブザーバー: 春日(NEDO)
事務局 : 杉原・内田(EIAJ)
事務局支援: 兼平(シームテック)

<配付資料>

技委-A04-16-01 : 議事次第及び前回議事録
技委-A04-16-02 : 電機情第99-331号 「北京会合 AGS 参加申請」
技委-A04-16-03 : 電標機第99-223号
「TC100 北京会議における POF インターフェースプレゼンテーションの件」
技委-A04-16-04 : 産業活力再生特別措置法(抄)
技委-A04-16-05 : 電機情第99-357号 「TC100 北京会議における POF インターフェース
委員会の活動状況等のご説明について(ご報告)」

議 事

1. 前回議事録の確認
 - ・ リンク WG 活動報告「トラジーパーについて、仕様案を採んだ。来年2月までに...」の「来
年」は「2001年」に修正。
 - ・ 他に修正がある場合は事務局へ報告する。

2. WG 活動報告

- (1) リンク WG (ソニー 渡邊主査)
 - ・ 4社で進めているリンク試作は11月末から12月初めに具体的測定に入る。
 - ・ リンクの要求事項調査は IEC 規格、UL 規格、電気用品取締法を進めている。

また国外の法律についての調査も必要と考えている。

(2) 接続インターフェース WG (松下 森倉主査)

- ・プラグ、レセプタクルの試作はファイバーとの結合までを 11 月末に終える予定。
- ・評価項目のすり合わせを行った。耐震性、耐衝撃性、耐環境などあるけども今年度の第 1 次試作では損失、挿入、挿抜に関して行う。損失特性に関係する端面処理方法はホットプレート又は研磨からの選択で各社に委ね、報告書にはどちらかを明記する。
- ・端面処理方法による特性への影響調査を POF 最適化 WG に依頼することを検討している。

(3) POF 最適化 WG (慶大 小池主査)

- ・短尺のファイバーは配布済み。11 月末までに GI の 2m、100m、とマルチレイヤを試作メーカーに配布予定。全体スケジュールとしてはほぼ予定通り。
- ・端面処理に関しては、研磨のみの場合、ホットプレート使用の場合の基礎特性データ取りの検討を行う。
- ・POF の単体での特性評価に関して GI はすでに慶應大学で測定している。
マルチレイヤは三菱レーヨンより森倉主査を窓口として入手する。
- ・今年度報告書では GI、マルチレイヤに言及（片寄りをなくす）する予定。

(4) 国際標準化戦略 WG (NEC 鹿田主査)

- ・TC100 北京会議への報告については今回は見送る。その代わり AGS のメンバーであるソニー橋本氏に POF の概要、POF インターフェース委員会の活動状況などの OHP を預け、紹介していただくことになった。（詳細は配布資料 技委-A04-16-02、技委 A04-16-03 を参照）
- ・理事より標準化に向け国内の根回しをもっと積極的に進めて欲しいとのコメントの紹介があった。
- ・AGS で紹介してもらうことは大きな成果である。AGS に出すことで TC100 の中に POF のネットワークを検討するグループが結成されることを期待する。今後提案を進めていく上でヨーロッパのメンバーとの協力関係作りが重要。（JVC 本多委員）
- ・今回の話を基に今後の戦略を考えていく。
SCI00 のタイミング（日程は不明）を外さないようにすることが重要。
北京会議後の対応の検討が必要（専任が必要？）。
TC100 は EIAJ でコントロール可能でありよいターゲットと言える。
一度、橋本氏に来ていただき話を聞いてみたい。
TC100 が混沌としている場合は TC86 か？

3. その他

- ・前回承認の産業活力再生特別措置法の特許権に関する説明。
- ・委謝金受領書の記入および返送について説明。
- ・次回 12 月 24 日 13:00 合同 WG、15:00 本委員会。

第17回 議事録

技委-A04-17

平成12年1月19日

第17回 POF インターフェース委員会 議事録

日 時 平成11年12月24日(水) 15:10～17:30
場 所 EIAJ 新橋 703 会議室 (第8 東洋海事ビル 7F)
出席者 委員長 : 小池(慶應大学)
副委員長 : 森倉(松下電器)、渡邊(ソニー)
委 員 : 石樽(慶大)、稲垣(東芝)、大川(日立電線)、小野寺(JVC)、北沢(新光電気)、
島田(日立)、瀬戸(モレックス)、高木(日本 AMP)、中島(富士通研)、
本多(JVC)、松田(三洋電機)、松本(三菱電機)
オブザーバー : 春日(NEDO)、福田(JSA)
事務局 : 杉原・内田(EIAJ)
編 集 : 佐藤(ワークランド)
事務局支援 : 兼平(シーメディア)

<配付資料>

技委-A04-17-01 : 議事次第及び前回議事録
技委-A04-17-02 : IEC 国際会議報告書 (TC100 AGS 北京会議)
技委-A04-17-03 : Information for TC100 Standardization Subjects from Japan
技委-A04-17-04 : Advantage of Polymer Optical Fiber(POF)
技委-A04-17-05 : IEC 100/AGS(Secretariat)45
技委-A04-17-06 : 情報家電委員会幹事会報告

(参考資料) :

- ・ ISO 記入例 (NEW WORK ITEM PROPOSAL)、
- ・ IEC/TC76/WG5 ミラノ会議報告 (レーザ安全性標準化委員会資料)、
- ・ (財) 光産業技術振興協会「議事要約」
- ・ 大学と科学シンポジウム「プラスチック光ファイバーでインターネットを家庭へ」

議 事

1. 前回の議事録の確認

下記2件の修正をする。

・ 2-(3)項目 4

「・・・言及 (片寄りをなくす) し、マルチコア／ステップは見送る」

→「・・・言及（片寄りをなくす）する予定。」

・2-(4)項目2

「・・・コメントがあった。」→「・・・コメントの紹介があった。」

2. WG 活動報告

(1) リンク WG （ソニー 渡邊主査）

- ・4社にて作製し評価した。若干のバラツキがあるが、報告書に間に合わせる。
- ・IC950 情報技術機器の安全性調査レポートを検討中。海外法規などの概要や、レーザーに関する調査を入れ、報告書に間に合わせる。

(2) 接続インターフェース WG （松下 森倉主査）

- ・5mm ピッチのプラグ、レセプタクルを AMP 社、MOLEX 社で試作した。それぞれ GI 用、マルチレイヤ用として試作。レセプタクルをリンク WG に配布済み。
- ・ファイバーの評価法を議論している。ファイバーにプラグがついた状態のものをコネクタメーカーで損失評価する。

(3) POF 最適化 WG （慶大 小池主査）

- ・GI、マルチレイヤを試作し、リンクメーカーに配布した。若干遅れ気味だが、ほぼ順調。
- ・GI の基本特性（光入出力特性）の評価中。マルチレイヤは入手できていない。
再度、ファイバーメーカーに要請する。(担当：EIAJ)

<評価分担>

	GI-POF	マルチレイヤ
・Fiber	慶應大学	ー（再要請）
・Fiber+ブラ	AMP/MOLEX	AMP/MOLEX
・Fiber+プラグ+トランシーバ	新光（5mm のみ評価） 日立（5、7.5mm	東芝（5mm） 松下（5、7.5mm）

(4) 国際標準化戦略WG （NEC 鹿田主査 欠席のため省略）

3. TC100 北京会議報告 （ビクター 本多委員）

- ・TC100AGS 会合にて、ソニー橋本氏から本委員会の活動についてご紹介頂いた。感謝したい。
今後の新技術の紹介として記録に残る。（技委-A04-17-02、05 参照）
- ・IEC 対応の規格グループに POF の認識ができたことは成果。
- ・TC100 の組織変更の情報あり。100a, c がなくなり、日本のパワーが削がれる。

<標準化戦略議論>

- ・ ISO でも検討中 (JTC 1-SC25-WG1 でホームネットワーク) だが、規格になってない。
JTC 1 の審議団体から EIAJ が下りている。JTC からのアプローチに要注意。
- ・ AGS (次回'00/5月)、TC100 (次回'00/10月) の予定をにらみ進める必要あり。
- ・ 委員会活動も残り 1 年強。積極的、具体的アプローチが必要。(事務局)
- ・ 規格自体の姿が見えないと、どの団体が良いかの議論できない。(規格協会)
- ・ 何を標準化するのかのコンセンサスが必要。(事務局)
- ・ 規格のターゲットをかん合のみ訴求してはどうか。
- ・ JIS にもいろいろあり。コネクタ部分の POF 版を作るという手もあり。(規格協会)
- ・ アプリでの規格化は難しい。物理層にもファイバー、トランシーバー、コネクタがある。
- ・ 物理層なら、TC100 となる。ファイバなら TC86。
- ・ 蘭の大学とのコネクションなど使える手は使いたい。
- ・ あとのフォローについて
: エキスパートがフォローする必要あり。 EIAJ がコントロールできるものかどうか。
- ・ TC86 が良いが、光産業協会のコントロール下。
- ・ 光産業協会とのパイプはあり。(規格協会)
- ・ 規格案をきちんと固める必要あり。(NEDO)
- ・ 欧州も POF に関して積極的でのんびりと出来ない。

→ 1 月に再度委員長、主査で議論する。TC100 の片岡氏、橋本氏の参加も検討する。

(アレンジ: 事務局)

4. 情報家電委員 幹事会報告 (ソニー 渡邊副委員長) 技委-A04-17-06 参照。

5. その他

(1) 報告書関連

- ・ スケジュール 3/20 JSA に必着 (ドラフト) 5/E 製本
- ・ 作製要領 昨年と同じ。
- ・ 次回までに、大枠の構成、目次案を作製。(WG 主査)

(2) 参考資料の件 (様式および POF 関連資料)

- ・ 光産業技術振興協会及び同協会内レーザー安全性標準化委員会で POF 関連の議事があったので参考までに配布・説明 (規格協会 福田オブザーバー)
- ・ ISO の NEW WORK ITEM PROPOSAL の記入例を参考までに配布・説明
(規格協会 福田オブザーバー)

(3) 海外調査の件

米国カリフォルニア企業訪問、ラスベガス CES ショー (1/5 発、1/10 帰国)

コンタクト企業：Echelon 社、Centura 社、TIVO 社

訪問者：本多委員、松本委員、杉原研究員

(4) 次回：1月24日(月) 13:00～15:00：合同WG、15:00～17:00：本会議

以上

第18回 議事録

技委-A04-18

平成12年2月3日

第18回 POF インターフェース委員会 議事録

日時 平成12年1月24日(月) 15:00～17:00

場所 EIAJ 新橋 703 会議室 (第8 東洋海事ビル7 階)

出席者 委員長：小池 (慶應大学)

副委員長：鹿田 (NEC)、森倉 (松下電器)、渡邊 (ソニー)

委員：石樽 (慶應大学)、稲垣 (東芝)、大川 (日立電線)、小野寺 (JVC)、
北沢 (新光電気)、島田 (日立)、瀬戸 (日本モレックス)、高木 (日本 AMP)、
中島 (富士通研)、本多 (JVC)、松田 (三洋電機)、松本 (三菱電機)

オブザーバー：福田 (JSA)、増田 (OITDA)

事務局：杉原・内田 (EIAJ)

事務局支援：兼平 (シーメディア)

<配布資料>

技委-A04-18-01：議事次第および前回議事録

技委-A04-18-02：外注仕様書(案)

技委-A04-18-03：目次案

技委-A04-18-04：米国 Winter CES 出張メモ

技委-A04-18-05：報告書作成要領

技委-A04-18-06：原稿執筆要領

技委-A04-18-07：国際標準化 WG の99 年度活動報告に関して (NEC)

1. 光産業技術振興協会 増田岳夫室長の紹介

国際化標準に関するアドバイスを要請し、今回出席頂いた。冒頭自己紹介あり。

2. 前回議事録の確認

原案のまま、承認された。

3. WG 活動報告

(1) 接続インターフェース WG (松下 森倉主査)

- ・外注仕様書案を議論し、期間等一部手直しの上、この内容に沿って進めることに決まった。
- ・測定項目は1次試作品の評価でもあり、最小限に抑えてある。
(挿入量、抜去力、接続損失、n=50)
- ・接続損失は光源をLED、20mのPOF2本の間に1mの評価用POFを入れることにより測定する。
- ・今後、GIとマルチレイヤPOFの基礎データを各機関より提出頂いた上、データ採取を進める。

(2) リンク WG (ソニー 渡邊主査) (内容は5.項に示す)

- ・目次案を元に議論し、接続インターフェースWGとPOF最適化WGも含め6章の分担とページ数を決めた。

(3) POF 最適化 WG (慶大 小池主査)

- ・今年度は、POFへの入射接続特性を報告したい。
- ・GI-POFは既にデータ採取済、マルチレイヤPOFの提供をEIAJとしてメーカーに依頼したが、不可との事であった。
従って、GI-POFと同様のデータは採取できないが、日化協に協力を要請しデータの提供を受けて載せたい。

(4) 国際標準化 WG (NEC 鹿田主査) (内容は5.項に示す)

- ・「国際標準化戦略WGの99年度の活動報告に関して(資料)」に沿って説明があり、項目ごとの執筆者が決められた。

(5) その他

- ・OFC2000のPOFコンソーシアムブースに、EIAJのサンプルを展示したいとの意見がWGより上がり、討議した。
結果は、出展の方向で取りまとめることになった。
(各社のコネクタ、トランシーバー、ファイバー等と一緒に展示)
- ・取りまとめは、接続インターフェースWG 森倉主査。
- ・問合せ窓口はEIAJ、対応は活動期間の3年間とする。

実際、POF は慶應、コネクタはコネクタメーカーが EIAJ をフォローする。

- ・企業色は出さず、標準化委員会の内容のパンフを配布する。

なお、討議の中で、以下の意見が出た。

- ・ EIAJ の成果を発信する良い機会である。
- ・ 標準化の前に展示してよいものか。見せたことにより、公知になる、先を越される等のデメリットをどう考えるか。
- ・ NEDO、規格協会、EIAJ の許可が必要である。
- ・ コネクタとしての展示は基本的に問題なし。

(コネクタメーカー、モレックス 瀬戸委員)

- ・ トランシーバーは各社の努力によるため、展示の対象にはならない。(ソニー 渡邊主査)

4. 海外調査報告 (三菱電機 松本委員)

- ・ 資料 (米国 Winter CES 出張メモ) に基づいて説明があった。
- ・ JVC 本多委員から、口頭報告があった。
 - a. 旭硝子のルキナ、S400 の RF 伝送、NEC のタームボーイと家庭情報コンセント、ゼニス of ブルーレーザーを使ったビデオディスク、パワーライン利用のネットワーク、マイクロソフトのネットワークへの傾斜等の紹介。
 - b. 標準化の視点では、S400・100m で新たな提案を具体的に至急行なう必要がある。

<国際化戦略議論>

- ・ 年度 3 年目、集約の年に入る。国際標準化の的を明確に絞った形で進めるため、今後の方向を議論して欲しい。(事務局)
- ・ 国際標準化 99 年度のレビュー：TC100 がターゲットであった。測定データが出た時点で見直したい。(NEC 鹿田主査)
- ・ 1394TA の活動とフッ素化 GI-POF の動き等を紹介。今後の方向付けの中で、報告書の中に盛り込んでいきたい。(慶大 小池主査)
- ・ 何をしようとしているか見えない。ISO をベースにまず何を提案するのか具体的にまとめてみてはどうか。(OITDA 増田室長)
- ・ IEC 規格にするには最低 3 年掛かるため、来年度末には具体的標準案が見える必要あり。

(JSA 福田オブザーバー)

- ・ コネクタ単体ではなく、POF を含んだ形でないと標準化が進まないとのスタンスでスタートしたはずである。
- ・ 家電ベースのスタートであったが、フッ素化ファイバ等の高ビットレートの通信もシステムがらみで視野に入れるべきか (慶大 小池主査)
- ・ 情報家電の中でのスタートであり、フッ素化ファイバーは違うのではないか。

(ソニー 渡邊主査)

- ・ TC100 のマルチメディアへの提案で良いのか。TC86 は通信主体で興味を示さぬ恐れあり。
IEC に MD コネクタと同じようなまとめ方で提案してはどうか。(OITDA 増田室長)
- ・ 国際標準化 WG が、OITDA 増田室長、JVC 本多委員の協力を得て、MD コネクタを参考に TC100 向け標準化案を作成する。

5. 報告書について

- ・ 今年度の特徴として、標準化へのアプローチを前年度に比較し、より詳しく盛り込んで欲しい。(事務局)
- ・ 原稿アップの目標：2月25日
- ・ 原稿執筆要領の7)項を修正：付けません→付けます
- ・ 報告書のページ数は今のところ150～160ページの見込み。(小池委員長)
- ・ 原則200～300ページとなっているが、それはあくまでガイドラインなので、中身がしっかりしていれば、報告書作成要領から多少ズレても構わない。(JSA 福田オブザーバー)

・ 報告書の構成と分担

4.1.3 内容構成	担当	ページ数
1) 要旨 (書き出し)	渡邊副委員長、小池委員長	1ページ
2) 目次	事務局	
3) 本文		
① 前書き	渡邊副委員長	
② 要約表	渡邊副委員長	
③ 業務実施計画	事務局、森倉副委員長	
④ 研究体制	事務局	
⑤ 技術委員会	事務局	
⑥ 研究開発実施結果及び考察		
6 研究開発実施項目、結果および考察	渡邊主査	
6.1 国際標準化動向と戦略		
6.1.1 動向概要	鹿田主査	
6.1.2 調査内容		
(1) 標準化機関		
1) 1394. b	鹿田主査	
2) ATM-Forum	島田委員	
3) Vesa、Davic	渡邊主査	
(2) 学会、コンソーシアム、展示会		
1) POFコンソーシアム	島田委員	
2) POF' 99	森倉主査	
3) ECOC' 99	石樽委員	
4) CES2000	松本委員、本多委員	
5) OFC2000	森倉主査	
(3) その他、関連機関動向等		
1) ARIB	稲垣委員	
2) Home PNA	片山委員	

3) Home RF、Bluetooth	松本委員	
4) MMAC	中島委員	
(4) 北京会議	本多委員	
6.1.3 方針まとめ	鹿田主査	
6.2 POF最適化WG	小池主査	10ページ
6.3 リンクWG リンクWGの概要	渡邊主査	1ページ
6.3.1 家庭内での一般調査	中島、鹿田、幸委員	10ページ
6.3.2 トランシーバの測定結果 概要	大川委員	5ページ
各社測定結果 5～6ページ×4社	大川、北沢、森倉、稲垣委員	20ページ
6.3.3. 評価結果ならびに今後の予定	渡邊主査	1ページ
6.4 接続インターフェースWG	森倉主査	
6.4.1 光コネクタの試作	宮地委員	
6.4.2 特性の評価結果	宮地委員、高木委員	
6.4.3 評価結果及び今後の予定	森倉主査	
⑦結論	小池委員長	
⑧あとがき	小池委員長	
⑨参考文献	各自	
4) 研究発表・講演、文献、特許等の状況	事務局	
5) 付録 (議事録)	事務局	
4.2 成果補足説明書	なし	
4.3 要約書	鹿田副委員長	

6. その他

・次回：3月2日（木） 13:00～15:00 合同WG、15:00～17:00 本会議

以 上