

# 携帯電話用極細同軸ケーブルアセンブリの高速伝送特性と次世代極細高速伝送ケーブル

電子電装開発センター 松川 隆 司<sup>1</sup>・伊藤 雅 子<sup>1</sup>・東 維 成<sup>1</sup>  
電子材料事業部 篠原 知 幸<sup>2</sup>  
フジクラタイランドLtd. 中 川 靖

## Development of the Micro Coaxial Cable Assemble for High-speed Transmission in Cellular Phone

T . Matsukawa , M . Ito , K . Higashi , T . Shinohara & Y . Nakagawa

近年、携帯電話に代表される電子機器の小型・軽量化、多機能化は急速に進展している。技術傾向として、配線材にも小型化と高速伝送化が必要不可欠となってきた。そこで当社では高速伝送に対応した極細同軸ケーブルを開発し、製品化を行った。本報では携帯電話用ケーブルとしての極細同軸ケーブルの高速伝送特性と、次世代に向けたさらなる高速伝送用配線材を紹介する。

In recent years, the cellular phone and the other mobile electric devices have been miniaturized rapidly.

As a technical tendency, internal wiring materials also have to miniaturize and have high-speed-transmission characteristic. Thus, we developed a micro coaxial cable of the high-speed transmission characteristic and produced.

In this paper, we report the high-speed transmission characteristic of micro coaxial cable for cellular phones and further wiring material for high-speed transmission towards the next generation.

### 1. ま え が き

医療機器、一部の高性能ノートパソコン等の特殊用途に使用されていた極細同軸ケーブルのアセンブリ品が、近年携帯電話の内部配線材料として脚光を浴びている。同軸ケーブルが持つ安定した伝送特性と、細径で柔軟な構造からくるアセンブリ形状の自由度の高さが、高機能・高性能化が進む携帯電話のニーズにマッチしたためである。さらに、液晶パネルの高解像度化に伴ってデータ伝送速度が高速化する中、配線材料も高周波特性とノイズ対策が必要になりつつある。極細同軸ケーブルは他の配線材料に比べ、これらの要求に対して有利な配線材料である。

当社では、市場の要求を満足させるため極細同軸ケーブルとそのアセンブリ品の開発を行い、既に大量生産を手がけている。本報では市場に供給している極細同軸ケーブルの特性を紹介するとともに、今後必要になることが予想されるさらなる伝送速度の高速化に対応した極細ケーブルを紹介する。

### 2. 携帯電話配線材の技術動向

#### 2.1 携帯電話用配線材

日本では折りたたみ式の携帯電話が一般的であり、さらに海外市場でも急速に折りたたみ式が普及しつつある。折りたたみ式の電話機は本体とディスプレイ部を可動式のヒンジで接続するため、接続用の配線材としては屈曲性のあるFlexible Printed Circuit (FPC) が広く使用されている。当社も携帯電話市場にFPCを供給している。

#### 2.2 高速伝送の必要性

急速に普及しつつある第3世代携帯電話では、ディスプレイが高解像度化・多色表示化する傾向にある(図1)。現在はQVGA対応の液晶パネルが主流であるが、上位クラスではHVGA, SVGAに対応したもので開発が進められている。高解像度の液晶パネルで動画の再生を行うために駆動信号は数百Mbpsの転送レートに達するため、伝送する信号の高周波化に伴い配線材にもノイズ対策が必要となっている。

折りたたみ部分の稼働部は筐体による完全なシールドが難しいため、ノイズ対策からシールド付きFPCが採用されている(図2)。極細同軸ケーブルは完全な同軸構造となっているため、シールドFPCと同等かそれ以上のシールド特性を有する。

1 電子材料開発部

2 第一技術部

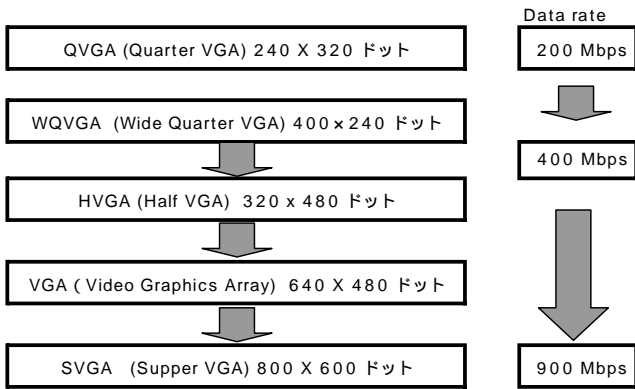


図1 携帯電話用液晶パネルの高解像度化  
Fig. 1. The tendency of LCD panel for mobile phone.

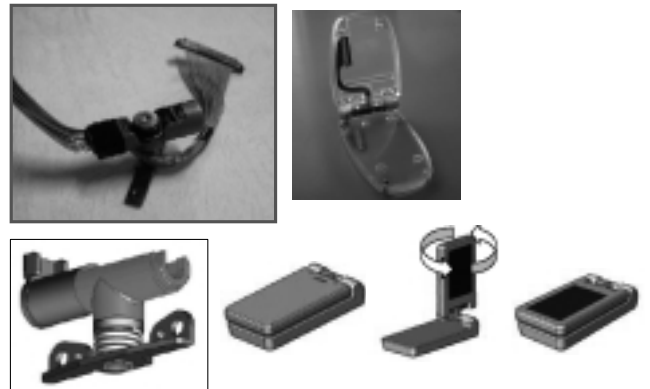


図3 携帯電話に使用される極細同軸ケーブル端末加工品  
Fig. 3. Micro coaxial cable assembly for cellular phones.

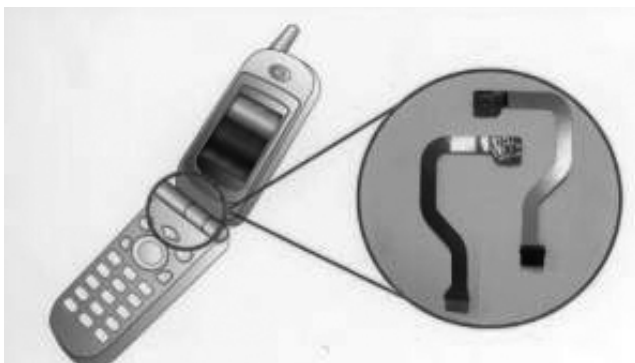


図2 携帯電話にて用いられるFPC  
Fig. 2. FPC for cellular phones.

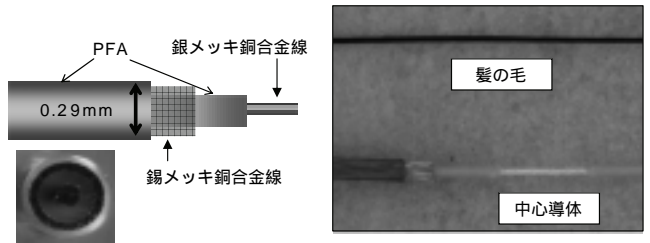


図4 極細同軸ケーブルの構造  
Fig. 4. The structure of micro coaxial cable.

### 2.3 携帯電話デザインの高機能化

携帯電話のデザインは商品差別化の重要な要素であり、折りたたみや回転などのヒンジ部の複雑な機構を持つものが増える傾向にある。携帯電話の小型化、軽量化の傾向に対して、可動部にあたるヒンジ部もさらなる小型化が必要となる。しかしシールドFPCは屈曲性を確保するために必要な曲げ半径を確保する必要があり、コンパクト化をはかりにくい。また、FPCはひねり方向に自由度がないため、折りたたみと回転が組み合わされた機構には対応できない。このような携帯電話デザインの高機能化に対応するため、屈曲性と曲げの自由度に富む極細同軸ケーブルを採用する必要が発生している(図3)。

### 2.4 新しい伝送路

急激な伝送データ増加と、内部の配線本数の増加に伴い、ノイズも増大する傾向にある。ノイズ対策は筐体デザインの自由度の阻害要因となるだけでなく、システム全体の信頼性にも影響を与えている。これまで述べてきたように高機能・高性能が進む携帯電話用として、高速伝送に向き、省スペース配線が可能で、かつ屈曲特性に優れた配線材料としては、極細同軸ケーブルが約40心から50心のハーネスとして使用されている。

今後の小型化要求に対応するためには、さらなるケーブルの細径化や、シリアル伝送による配線本数の減少が求められている。シリアル伝送によるさらなる高速伝送を実現するためには、SN比の改善を狙った差動伝送方式の採用も見込まれる。

表1 極細同軸ケーブル(AWG42)構造  
Table 1. The structure of micro coaxial cable(AWG42)

項目	構造・材質	
中心導体	材質	銀メッキ銅合金線
	構成	7/0.025mm
	外径	0.075mm
絶縁体	材質	フッ素系樹脂(PFA)
	比誘電率	2.15
	外径	0.165mm
外部導体	材質	錫メッキ銅合金線
	構成	0.03mm 横巻き
	外径	0.225mm
シース	材質	フッ素系樹脂(PFA)
	比誘電率	2.15
	外径	0.29mm

## 3. 極細同軸ケーブルの概要

### 3.1 極細同軸ケーブルの構造

当社で開発した極細同軸ケーブル(図4)は、AWG#42相当の中心導体(導体径25μm7本撚り)に、横巻きシールドを外部導体とした同軸構造を持つ。日本人の髪の毛の太さは約80μmから120μmと言われており、髪の毛よりはるかに細い導体を使用している。またケーブル外径は0.29mmで、シャープペンシルの心より細い。このような極細の導体を製造するためには、高精度でワイヤテンションを制御する必要があるが、当社では光ファイバ製造で培った数々の技術を応用し、製品を供給している。

絶縁体と外被覆には、フッ素系樹脂を採用している。フッ素系樹脂は誘電率が低く(表1)、高周波の伝送に適

している。ノートパソコン等にて使用される極細同軸ケーブルは、薄いPETテープを巻きつける構造が一般的であるが、ケーブル自身の柔軟性の向上をはかるため、外被覆にも樹脂を採用している。薄い樹脂皮膜を成形するためには特殊な押出成型機が必要となる。当社では管理された環境で導体製造、絶縁、シールド、被覆を一貫生産することにより、高い品質と市場競争力を確保している。

3.2 極細同軸ケーブルの電気特性

表2に極細同軸ケーブルの一般的な電気特性を示す。

3.3 極細同軸ケーブルの屈曲特性

一般的な携帯電話の耐屈曲要求は約10万回から20万回である。20万回は毎日50回開閉を繰り返したとしても10

年分の寿命に相当する。図5に20万回の屈曲試験前と試験後の減衰量の比較を示す。特性に変化は見られず、十分な耐久性があると考えられる。

3.4 極細同軸ケーブルアセンブリ

当社では携帯電話のヒンジ部に使用する部材として必要なアセンブリ品を提供している。一般的な中心導体AWG#42同軸線での束ね径は40心で2.5mmの細さとなるため、省スペース配線に適している(図6)。

0.3mm, 0.4mmピッチに配列されたフラットケーブル加工(表3)をはじめ、端末部の口出し加工技術、コネクタや基板へのはんだ付け結線技術、複雑な束ね部ハーネス加工技術を独自開発し、様々なアセンブリ形状に対応できる。当社では、短期間に大量生産が必要な携帯電話市場のニーズに対応するため、海外工場でケーブル製造と端末加工の一貫生産を行う量産体制を整えており、端末加工品として月産数百万Pcsの生産能力を有している。

表2 極細同軸ケーブル(AWG42)電気特性  
Table 2. Electrical property of micro coaxial cable(AWG42)

項目	試験方法	性能
導体抵抗	JIS C3102	Max. 7.5 /m
絶縁抵抗	D.C 250V 1min.	Min. 100M /km
耐電圧	A.C 250V 1min.	No break down
特性インピーダンス	TDR	Nom. 45
減衰量	-	Nom. 8.0dB/m(at 1GHz)

4. 伝 送 特 性

4.1 極細同軸ケーブルの高速伝送特性

伝送特性は伝送速度と伝送距離に影響される。長さの異

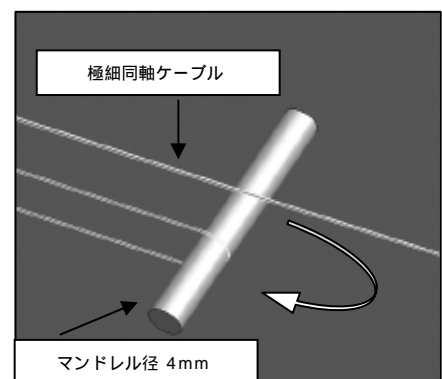
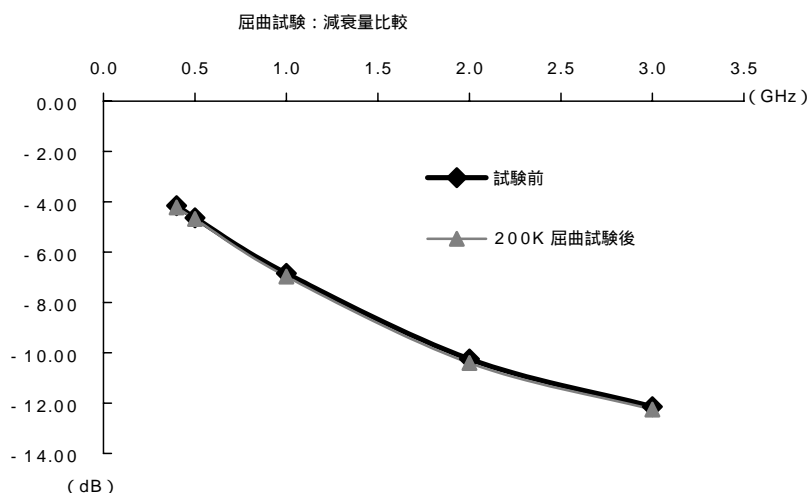


図5 極細同軸ケーブル(AWG42)耐屈曲特性  
Fig. 5. Bending performance of micro coaxial cable(AWG42)

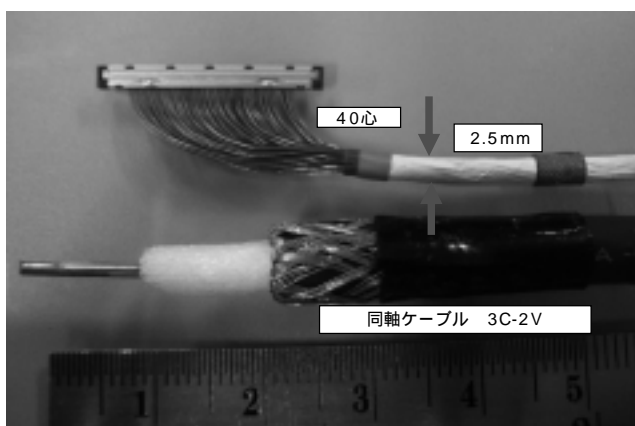


図6 極細同軸ケーブル端末加工品(AWG42 40心)  
Fig. 6. The size of micro coaxial cable assembly(AWG42 40 wires)

表3 加工ピッチと使用ケーブル外径  
Table 3. Available cable alignment pitch and cable diameter.

加工ピッチ	ケーブル	ケーブル外径
0.25mm	AWG #46	0.24 mm
	AWG #42	0.29 mm
0.3mm	AWG #46	0.24 mm
	AWG #42	0.29 mm
	AWG #42	0.325 mm
0.4mm	AWG #46	0.24 mm
	AWG #42	0.29 mm
	AWG #42	0.325 mm
0.5mm	AWG #46	0.24 mm
	AWG #42	0.29 mm
	AWG #42	0.325 mm

なる極細同軸ケーブルの高速伝送特性を図7に示す。

1. AWG#42, ケーブル長0.5mにおいては, 伝送速度3Gbpsでもジッタが0.1UI程度であり, 良好な伝送特性が得られている。
2. 長さが1mになると, 伝送速度3Gbps程度で, ジッタが0.25UIに達している。アイパターンの崩れも大きい。ため, ケーブル単品での限界点と考える。

測定結果より, ケーブル長500mm程度までであれば AWG42ケーブル単体では伝送速度3Gbpsまで良好な伝送特性が得られる。

#### 4.2 極細同軸ケーブル端末加工品の高速伝送特性

極細同軸ケーブルを使用するためには, 端末加工が必要となる。端末加工として市販の極細同軸用コネクタを用いた高速伝送特性を図8に示す。測定結果より下記のことが

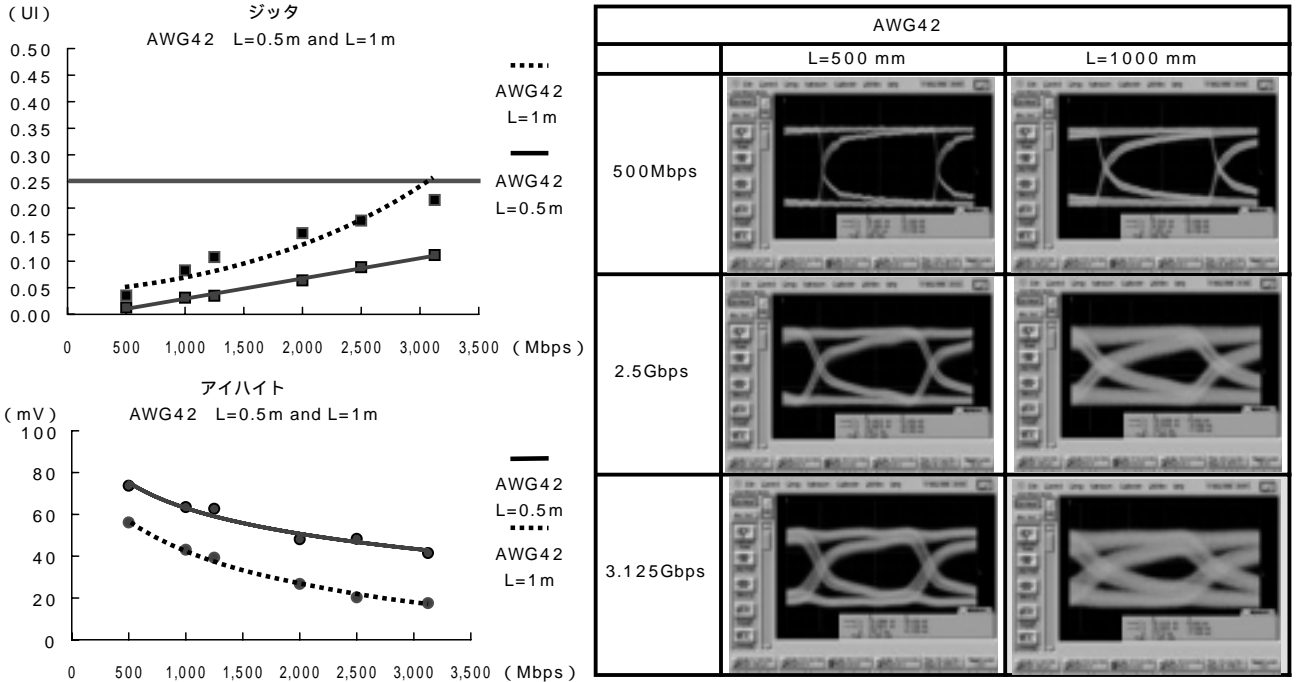
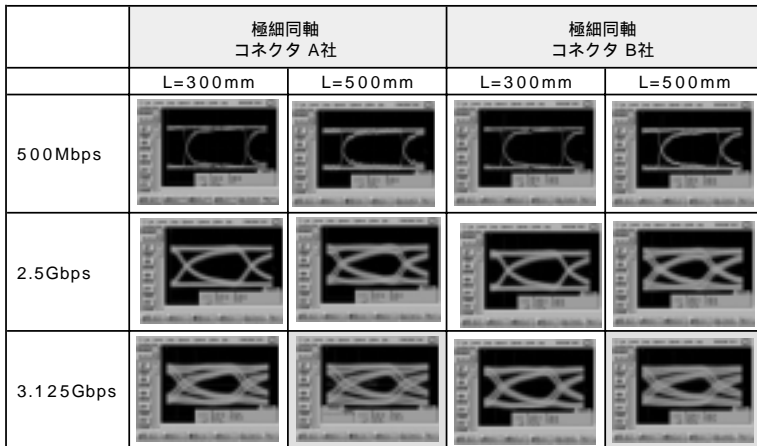


図7 極細同軸ケーブル (AWG42) アイパターン  
Fig. 7. Eye pattern of micro coaxial cable (AWG42)



Condition: Input 100mV, PRBS: 2<sup>23</sup>-1

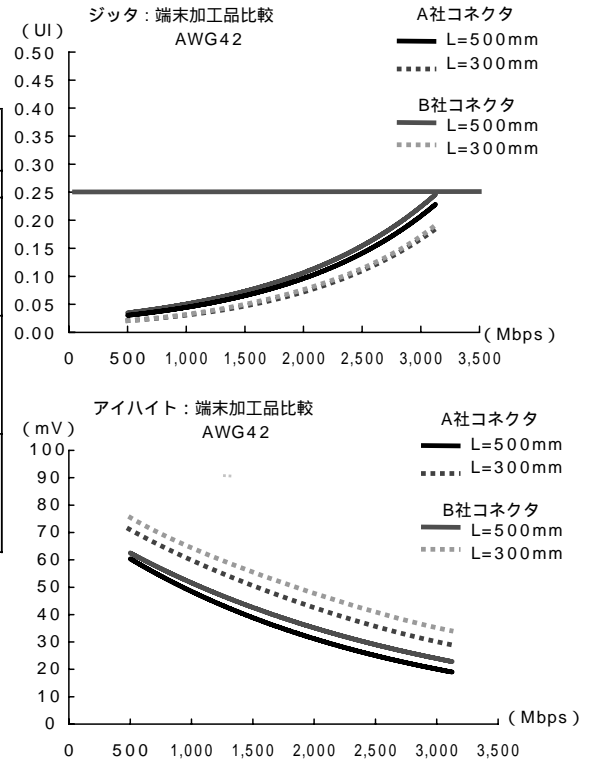


図8 端末加工品 (市販極細同軸用コネクタ使用) の高速伝送特性  
Fig. 8. Eye pattern of micro coaxial cable assembly with connector.

わかる .

1. ケーブル単品に比べ、端末加工品は同じ長さにおいて伝送特性が劣化する .
2. 市販の極細同軸用コネクタ間で構造に起因すると思われる影響により伝送特性に若干の違いがある . 高速伝送を行う際はコネクタの構造設計も重要なパラメータとなる . 図9にコネクタ嵌合部のインピーダンスを示す .
3. ケーブル長 300mm、伝送速度 3Gbps においても良好な伝送特性が得られたが、ケーブル長が 500mm になると、ジッタが 0.25UI に達している . アイパターンの崩れも大きいいため、端末加工品での限界点と考える . 現在、携帯電話において極細同軸品に使用される一般的

な伝送速度は 250MHz から 500MHz で、使用ケーブル長はおよそ 100mm 程度であり、市販されているコネクタを用いた極細同軸ケーブルアッセンブル品は携帯電話用途として十分な性能があると考えられる .

4.3 さらに高速伝送化への取り組み

今後ヒンジ部の小型化にて配線本数の減少が考えられ、その解決策として、高速なシリアル伝送が想定される .

今までの考察はケーブルの伝送特性だけに着目してきたが、高速シリアル伝送を行うためには SN 比を考慮する必要がある . 一般的に高速のシリアル転送には SN 比の改善を狙い差動伝送が用いられる . 当社では、今後のさらなる高速化に対応すべく、作動伝送用に極細シールドペア線 (Twinax) を開発している . 表4に極細 Twinax のケーブ

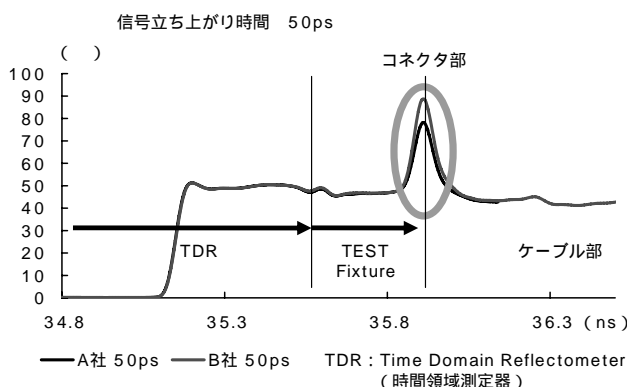


図9 端末加工インピーダンス特性  
Fig. 9. Impedance of micro coaxial cable assembly with connector.

表4 Twinax (AWG42) 構造  
Table 4. The structure of twinax cable.

項目	構造・材質	
中心導体	材質	銀メッキ銅合金線
	構成	7/0.025mm
	外径	0.075mm
絶縁体	材質	フッ素系樹脂 (PFA)
	比誘電率	2.15
	外径	0.165mm
外部導体	材質	錫メッキ銅合金線
	構成	0.03mm 編組
	外径	0.305mm x 0.47mm
シース	材質	フッ素系樹脂 (PFA)
	比誘電率	2.15
	外径	0.37mm x 0.54mm

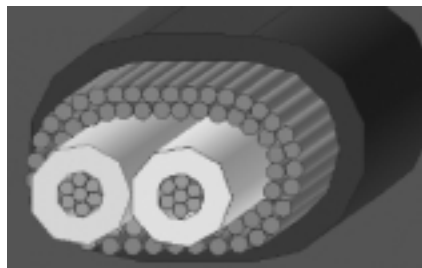


表5 Twinaxケーブル (AWG42) 電気特性  
Table 5. Electrical property of twinax cable (AWG42)

項目	試験方法	性能
導体抵抗	JIS C3102	Max. 7.5 /m
絶縁抵抗	D.C 250V 1min.	Min. 100M /km
耐電圧	A.C 250V 1min.	No break down
特性インピーダンス	TDR	Nom. 100 (Differential)
減衰量	-	Nom. 8.0dB/m( at 1GHz )

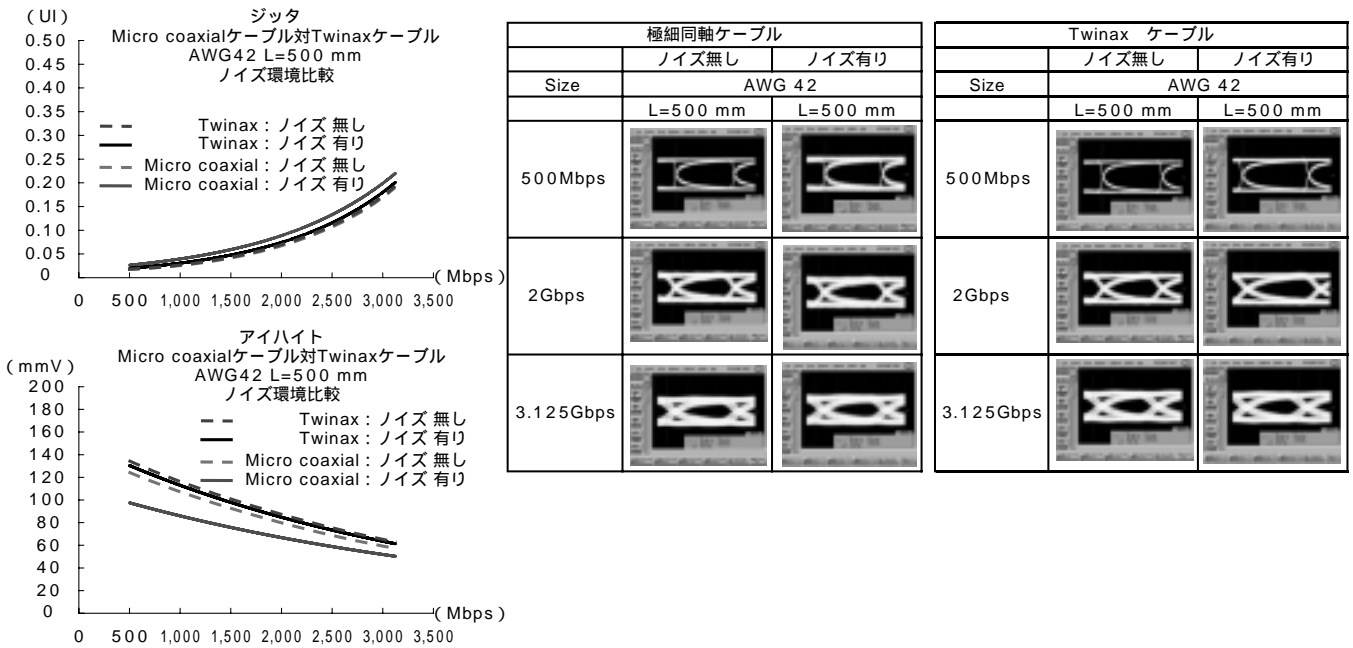


図10 ノイズ環境下における極細同軸ケーブルとTwinaxケーブルの伝送特性

Fig. 10. Comparison of a transmission characteristic under noise environment ( Micro coaxial cable and Twinax cable )

ル仕様を表5にその一般的な電気特性を示す。

ケーブルの高速伝送特性とノイズ環境下における特性 (図10) を示す。明らかにノイズ環境下においてはTwinaxケーブルの伝送特性は、極細同軸ケーブルより優れている。

#### 4.4 伝送特性のまとめ

現在、携帯電話に使用される極細同軸ケーブルの通信速度 (約500Mbps)、配線長 (約100mm) において、極細同軸ケーブル端末加工品の伝送特性は十分である。

しかし、今後携帯電話の小型化や複雑な配線を考慮すると、ケーブルの細径化やシリアル伝送化による配線本数の減少が想定される。これにより、高速化にともなうノイズ対策等で、ノイズ環境下に強い差動伝送方式と極細Twinaxケーブルを使用した端末加工品の採用が見込まれ

る。現在極細Twinax用のコネクタは開発途上でありアッセンブル品としての伝送特性、対ノイズ評価はできていない。今後コネクタを含むアッセンブル品の開発を進め、伝送特性の評価を進めてゆく。

## 5.むすび

今回当社で開発した極細同軸ケーブルおよびそのアッセンブル品は、高周波域の高速伝送を実現し、形状面において高い自由度を持ち省スペース配線の要求に十分応じることができる。また、今後増大するノイズ環境においては、極細Twinaxケーブル加工品が非常に有用なものになると思われる。