

損失測定の不確定性 - 改定版



2016 年 12 月 01 日

Seymour Goldstein

フルーク・ネットワークス “ケーブリング・クロニクル” ブログより抜粋

<https://jp.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles/loss-measurement-uncertainty-revisited>

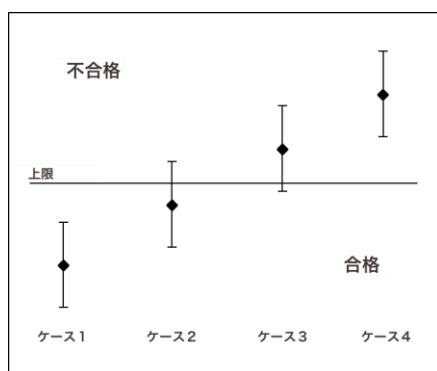
はじめに

光損失測定セット（OLTS）を使用して損失測定を行い、その結果、合格になった場合、マージンが示されますが、その場合、どの程度のマージンが許容されるのだろうか、ということについて考えたことはおありでしょうか。

測定距離が短い場合は、通常、損失バジェットが小さいため、測定の不確実性が問題になってきます。すべての損失測定については、特にリミット値に対してテストを行う場合ですが、マージンが小さな場合、予測される損失測定の不確実性が重要になります。

減衰を測定する場合は、既知の損失値とその不確実性を用いて、一定のリミット値と比較することが推奨されるやり方です。損失値（不確実性を考慮した）とテスト・リミット値の差がマージンと呼ばれ、テスターによって結果が示されます。しかし、測定結果の合格マージンが小さい場合は、測定の不確実性が影響してきます。

図 1 には、テスト・リミットに対する相関が異なる測定値の4つの事例を示しています。各テスト事例のひし形は測定値、ひし形の上下の幅は不確実性（エラーバーとも呼ばれます）を示しています。



- ケース 1 — 測定値と不確実性が仕様のリミット値に適合しています
- ケース 2 — 測定値は適合していますが、不確実性が適合していません
- ケース 3 — 測定値が適合していませんが、不確実性は適合している可能性があります（低確率）
- ケース 4 — 測定値および不確実性が適合していません

図 1: テスト・リミット値に対する適合性を示すエラー・バーの 4 件の測定事例

測定値がリミット値に近い場合、結果は「不明瞭」になります。現実には、エラー・バーは図 2 に示されるような釣鐘状の曲線となります。釣鐘曲線は確率分布のグラフです。曲線の最上部が測定値です。

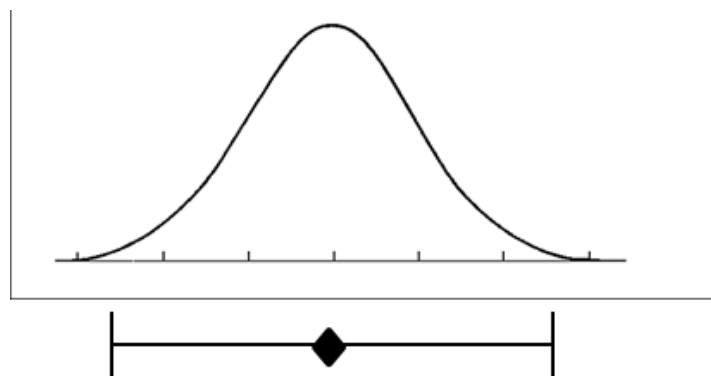


図 2: 測定値の不確実性の分布

以下の 2 つの別のグラフを見ていきましょう。図 3 に示される測定値は、不確実性がテスト・リミット値から「少しだけはみ出している」ことが分かります。この場合、不適合の確率は低く、おそらく 5 % 未満です。

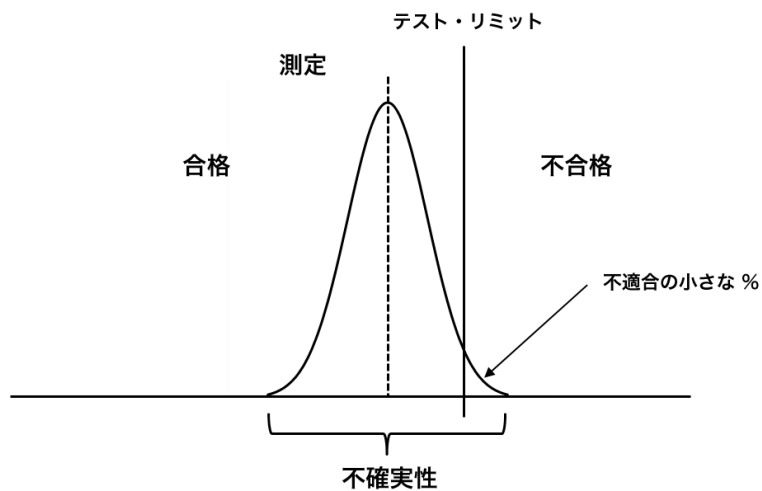


図 3: 不適合の確率 (低)

図 4 では、測定値がテスト・リミット値に非常に近いことが分かります。この場合、適合 (合格) の確率 50 %、不適合 (不合格) の確率 50 % です。つまり、不合格 (合格) の可能性は 50/50 です。

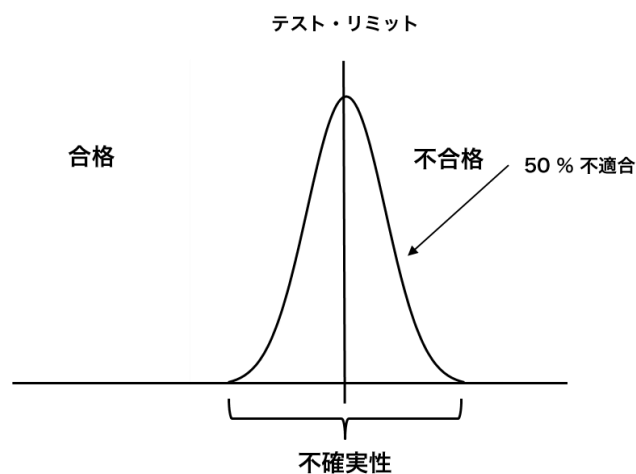


図 4: 不適合の確率 (50 %)

2つの国際規格、ISO/IEC14763-3 および IEC61280-4-1 (改訂中) は、測定の不確実性についてのガイドラインを提供しています。敷設されたケーブルの長さ、損失、およびテスト方法に基づいて、不確実性の値を明確に示しています。これらのガイドラインを使用することで、敷設されたケーブルが適切に機能することを確認できます。たとえば、表 1 は、IEC61280-4-1 第 3 版のマルチモード・ケーブル敷設の減衰で提案されている表です。また、表 1 には、マルチモード・ケーブルの敷設について ISO/IEC 14763-3 で定義されているチャンネル・テスト方法の不確実性も記載されています。(国際規格では、小数点にピリオドではなくカンマが使用されます)。

表 1:異なるテスト方法での減衰測定の不確実性

距離 (km)	減衰 (dB)	IEC61280-4-1 MM-1 コード	IEC61280-4-1 MM-2 コード	IEC61280-4-1 MM-3 コード	ISO/IEC 14763-3 MM チャンネル
0,1	0,1	0,25	0,28	0,31	0,17
0,2	1,3	0,25	0,29	0,31	0,18
0,3	2,6	0,34	0,36	0,38	0,31
0,35	3,3	0,41	0,43	0,44	0,40
0,5	4,3	0,51	0,52	0,53	0,50
0,5	5,3	0,66	0,66	0,66	0,66
0,5	6,3	0,82	0,82	0,82	0,83
0,5	7,3	0,99	0,98	0,98	1,00
0,5	8,3	1,15	1,15	1,14	1,16
0,5	9,3	1,32	1,32	1,31	1,33

このように、測定に対する不確実性には注意が必要です。測定結果のマージンは、減衰量の測定値をテスト・リミット値と比較して計算されます。仮にマージンが小さい場合は、合格結果の受け入れを決定する際に測定の不確実性を考慮する必要があります。前述の国際規格は、決定に必要なガイダンスを提供します。

フルーク・ネットワークス
株式会社 テクトロニクス&フルーク フルーク社

〒108-6106
東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 6F
TEL 03-4577-3972 FAX 03-6714-3118
Web サイト: <https://jp.flukenetworks.com>
©2022 Fluke Networks Inc. All rights reserved.
Printed in Japan 11/2022 7001594C