

OITDA規格

# TP

Technical Paper

TP（技術資料）

## 光ファイバ通信用ダイナミックモジュールの 動作温度条件における，ケース温度（ $T_c$ ）及び 雰囲気温度（ $T_a$ ）議論

(Discussion on case temperature ( $T_c$ ) and ambient temperature ( $T_a$ )  
when specifying the operating conditions of dynamic modules for  
telecom use)

OITDA/TP 24/DM : 2016

第 1 版

公表 2016 年 3 月

取纏部会

ファイバオプティクス標準化部会 ダイナミックモジュール専門部会

**OITDA**

発行：一般財団法人光産業技術振興協会

Optoelectronics Industry and Technology Development Association (JAPAN)

## 目 次

	ページ
序文.....	1
1 適用範囲.....	1
2 はじめに.....	1
3 ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) による動作温度規定の得失 .....	2
4 まとめ.....	2
附属書 A (参考) 各社の具体的な実施状況及び意見 .....	3
参考文献.....	6
解説.....	7

## まえがき

近年、柔軟な光パス制御を特徴とするメッシュ形光ネットワークを実現するに当たり、ダイナミック波長分散補償器、波長ブロッカ、波長選択スイッチなどのダイナミックモジュールの重要性が高まっている。

温度条件は部品の特性仕様を規定する上で重要な条件である。ダイナミックモジュールは内部で温度制御する必要があるため、光受動部品と違って一般的にケース温度 ( $T_c$ ) と雰囲気温度 ( $T_a$ ) とが異なる。このため、動作温度条件を決めることは容易ではない。

ダイナミックモジュール専門部会で、動作温度湿度条件に関するアンケート調査を実施し、それに基づいて議論し、動作温度条件の推奨条件を決定した。最終的にケース温度 ( $T_c$ ) だけを規定することで合意が得られた。議論の中で、ケース温度 ( $T_c$ ) に加えて雰囲気温度 ( $T_a$ ) も規定するのが望ましいという提案もあったが、各装置サプライヤー及び部品サプライヤーで考え方が異なっており、統一見解を得るまでに至らず、見送られた。雰囲気温度 ( $T_a$ ) 記載の有用性は、動作温度条件を議論するときに折にふれて取り上げられる話題であるため、代表的な意見をまとめることは有益だと考える。

この TP では、ダイナミックモジュールの温度規定方法において、ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) で動作温度条件を規定することの得失意見を示し、推奨動作温度条件においてケース温度 ( $T_c$ ) だけを採用している背景を明らかにする。

この技術資料 (TP) の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。一般財団法人光産業技術振興協会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

この技術資料は、一般財団法人光産業技術振興協会の標準に関する TP (技術資料) である。TP (技術資料) は、規格になる前段階、標準化の技術的資料、規格を補足する などのために公表するものである。

この技術資料に関して、ご意見・情報がありましたら、下記連絡先にお寄せください。

連絡先：一般財団法人光産業技術振興協会標準化室

e-mail : opt-st@oitda.or.jp



# 光ファイバ通信用ダイナミックモジュールの 動作環境条件における、ケース温度 ( $T_c$ ) 及び 雰囲気温度 ( $T_a$ ) 議論

Discussion on case temperature ( $T_c$ ) and ambient temperature ( $T_a$ ) when specifying the operating conditions of dynamic modules for telecom use

## 序文

この技術資料 (TP) は、一般財団法人光産業技術振興協会のファイバオプティクス標準化部会ダイナミックモジュール専門部会で担当した IEC 62343-1, DYNAMIC MODULES Part 1: Performance standards - General conditions を議論したときに出された、動作温度条件規定方法に関する意見及び議論についてまとめたものである。

## 1 適用範囲

この技術資料では、ダイナミックモジュールの動作温度規定方法において、ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) による温度規定の得失意見を示し、推奨温度条件においてケース温度 ( $T_c$ ) だけを採用している背景を解説する。

## 2 はじめに

近年、メトロ系では ROADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexing) システムに代表されるフレキシブルなネットワーク構築が着々と進んでいる。一方で、東日本大震災の経験から柔軟なルート設定を可能とする災害に強いネットワークの必要性が再認識されている。このような状況のもとで、光パス接続状態を動的に制御可能とする、ダイナミック波長分散補償器、波長ブロック、波長選択スイッチなどのダイナミックモジュールの重要性が高まっている。

通信用光部品、モジュールの動作環境条件は、製品性能を決定するために重要な設計考慮事項である。ダイナミックモジュールでは、内部に電気回路を有し、また、内部の液晶などのデバイスを温度制御する必要があるため、一般的に発熱がある。このため、動作環境条件の一つである温度条件について、光受動部品と違い、一般的にケース温度 ( $T_c$ ) と雰囲気温度 ( $T_a$ ) とが同一ではなく、動作温度条件を決めることは容易ではない。

## 3 ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) による動作温度規定の得失

ダイナミックモジュール専門部会のモジュール動作温度規定の議論では、ケース温度 ( $T_c$ ) だけを規定すれば十分であるという意見及び、ケース温度 ( $T_c$ ) に加えて、モジュールの雰囲気温度 ( $T_a$ ) も規定しておくことに有用性があるという2つの意見が存在した。

それぞれの主張のよりどころになった、ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) による温度規定の得失

を**表 1**に示す。具体的な意見例を**附属書 A**に記す。

**表 1—ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) による温度規定の得失**

	利点	欠点
ケース温度 ( $T_c$ ) 規定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風速条件などの外部条件によらず、容易にモジュールの動作温度条件を規定できる。</li> <li>・部品サプライヤーと装置サプライヤーとがそれぞれモジュール動作温度を測定できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モジュール種類により測定点の定義が必要である。</li> </ul>
雰囲気温度 ( $T_a$ ) 規定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風速条件と装置内のモジュール運用条件とを照らし合わせるにより、書類上でモジュールの搭載可否を判断可能である。</li> <li>・恒温槽内に複数のモジュールを設置して同時に試験をするなど、部品サプライヤーでの試験が簡便で容易に行える利点がある。ただし、モジュールのケース温度 (<math>T_c</math>) と恒温槽温度 [ 雰囲気温度 (<math>T_a</math>) ] との相関を取る必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風速など他の条件でモジュールの温度状態が変わってしまい、雰囲気温度 (<math>T_a</math>) だけで一意に規定できない。</li> <li>・汎用使用するのが難しい。</li> </ul>

IEC への動作環境推奨条件の規格提案として、ケース温度 ( $T_c$ ) を規定することに対して異論はなかった。一意的にモジュールの動作状況が決まり、規定としてふさわしいからである。ケース温度 ( $T_c$ ) を測るモジュール上の位置 (規定点) を決めておく必要がある。一方、モジュールの雰囲気温度 ( $T_a$ ) を記載することはその利点はあるものの、他の条件の影響をうけ汎用使用が難しいという欠点があり、規格に加える合意が得られなかった。最終的に、ダイナミックモジュールの推奨動作温度条件として、動作温度範囲 (Operating temperature range) がケース温度で  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  とする規定する案を IEC 日本提案 (IEC 62343-1) とした。

#### 4 まとめ

ダイナミックモジュールの動作温度条件規定においてケース温度 ( $T_c$ ) だけを採用している背景を示した。ケース温度 ( $T_c$ ) に加えて雰囲気温度 ( $T_a$ ) の記載については意見の一致をみななかったが、その得失及び具体的な意見例を記載した。雰囲気温度 ( $T_a$ ) 記載の有用性は、動作温度条件を議論するとき折にふれて取り上げられる話題であるため、この TP により業界内で認識が深まることを期待する。

## 附属書 A (参考) 各社の具体的な実施状況及び意見

モジュールの温度規定に関して、ダイナミックモジュール専門部会に所属する装置サプライヤー及び部品サプライヤーからの主要な運用例及び意見例を下記に紹介する。各装置サプライヤー及び部品サプライヤーで考え方が異なっている。各メンバーの意見であり、ダイナミックモジュール部会の統一見解ではないことに留意願いたい。

### A.1 装置サプライヤーA

装置運用環境条件として **Telcordia GR-63-CORE** が広く用いられ、装置の温度条件を装置周囲の雰囲気温度 ( $T_a$ ) で規定している。装置サプライヤーは、該当装置の雰囲気温度及びそれに影響を受ける装置の内部温度において、モジュールが正常に動作するかどうかの判定が必要となる。

特定タイプ（発熱するモジュールで、ヒートシンクが実装済）のモジュールを光ファイバ通信装置に搭載する検討を行う場合、装置内部の熱設計にヒートシンクがあることを考慮し、モジュールの環境条件に関する設計検討を行う必要がある。装置の設計検討段階、又は既存装置に新規メーカーのモジュールを搭載する場面では、モジュールの雰囲気温度 ( $T_a$ ) の情報が有用となる。環境条件 [モジュールの雰囲気温度 ( $T_a$ )、風速条件など] と装置運用条件とを照らしあわせることにより、モジュール現品を装置に搭載して設計検証評価を実施することなく、書類上にて適用可否の見積もりが可能である。したがって、部品サプライヤーが想定した、このモジュールの使用環境条件を明確にする目的で、雰囲気温度 ( $T_a$ ) が記載されることが望ましい。

雰囲気温度 ( $T_a$ ) 表示を追加する場合の課題としては、雰囲気温度 ( $T_a$ ) だけでなく、次の条件を同時に設定することが必要になる。

- ・ モジュールの設置方向など
- ・ 風向き、風速など

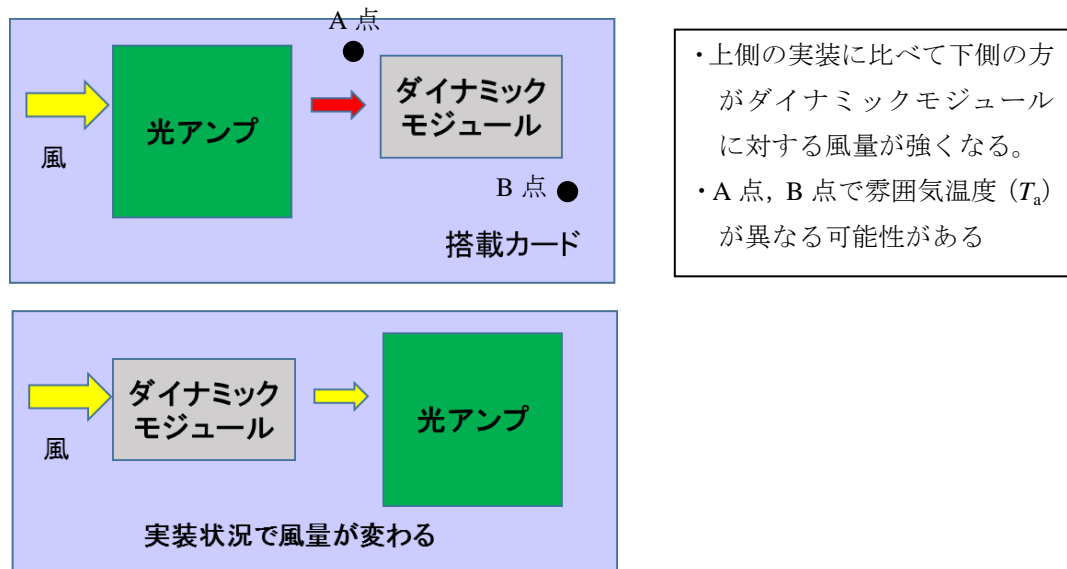
一方、モジュールを搭載後の装置検査において性能未達がある場合に、雰囲気温度 ( $T_a$ ) ではなく、ケース温度 ( $T_c$ ) を用いて適合／不適合を判断することになる。

### A.2 装置サプライヤーB

部品サプライヤーと装置サプライヤーとがそれぞれモジュール動作温度を測定できる点で、規定点を決めてケース温度 ( $T_c$ ) を規定するのが望ましい方法である。通常、規定点は温度が最高となる部位で規定する。

モジュールの動作温度の上限は、内部の部品（特に発熱部品、正確には半導体部品のジャンクション温度）の EOL (End of Life) を維持できる許容温度で決まる。許容温度を決める内部の部品は、発熱量が最も大きく、最大温度となる。許容温度を決める内部部品の近傍のケース温度が最高温度となり、その内部部品温度との相関性が強いことから、モジュールのケース温度 ( $T_c$ ) を、モジュールの表面温度が最高温度となる場所で規定するのが普通である。ただし、モジュール内部に複数の半導体部品が存在し、許容温度が他に比べ高い半導体部品が存在する場合がある。その場合には、例外的に、最高温度の部分ではなく、許容温度上最も厳しい部品の近傍で温度を規定しモジュール全体の許容温度条件を満たすように設計する。

光モジュールの動作温度条件を雰囲気温度 ( $T_a$ ) で規定する場合、単純に雰囲気温度だけでは規定できないという大きな問題が存在する。そのため、雰囲気温度 ( $T_a$ ) による規定方法を採用するにあたっては、上記ケース温度 ( $T_c$ ) の様に部品サプライヤーと装置サプライヤーとがそれぞれモジュール動作温度を容易に測定できるか否かが重要なポイントになる。同じ雰囲気温度 ( $T_a$ ) でも風速に応じてモジュールケース温度 ( $T_c$ ) 及びモジュール内部部品の温度が変わってしまうので、風速など他の条件に応じて許容される雰囲気温度 ( $T_a$ ) が異なることになる。図 A.1 のようにダイナミックモジュールは他の光部品 (図 A.1 では光アンプ) と同一のカードに搭載されるので、モジュールの搭載状況に応じて風量は変わってしまう。更に、風向きなども複雑に変化するため、実際の立体的な3次元の温度分布は複雑になる。モジュールからどの程度離れているところで測るかで雰囲気温度 ( $T_a$ ) が変わってしまう。従って雰囲気温度 ( $T_a$ ) で規定するためには、実際に則した個々の実装形態をまず規定し、その上で風量及び測定するポイントに対して規定する必要がある、扱いが非常に煩雑になる。この様に、いろいろなケースで個別設計することで、雰囲気温度 ( $T_a$ ) 規定を採用するは純技術的に可能ではあるが、実際には風速などの付帯条件付き雰囲気温度規定になるため、ケース温度 ( $T_c$ ) 規定の様に汎用を使用するのは難しい。



図A.1—カードへの搭載状態での雰囲気温度 ( $T_a$ ) の変化

### A.3 部品サプライヤーC

ダイナミックモジュールは、内部に発熱する制御基板が含まれるため、また、モジュール内部の部品を温度制御する場合があるため、温度が一意に決まるケース温度 ( $T_c$ ) を動作温度条件として性能規定する必要があると考える。ケース温度 ( $T_c$ ) の測定位置は指定する必要がある。モジュールの放熱過程は雰囲気温度以外に周囲の風向き及び風速も関係するため、雰囲気温度 ( $T_a$ ) で性能を規定することができない。

モジュール発熱量はモジュール種類毎に異なるため、これらを同一カードに搭載した場合、ケース温度 ( $T_c$ ) で規定される動作温度条件がモジュール製品種類毎に異なる可能性がある。ケース温度 ( $T_c$ ) で規定される動作温度条件は、顧客である装置サプライヤーとモジュール製品毎に調整が必要な項目と認識しているが、動作温度条件として実際には一様なケース温度 ( $T_c$ ) を指定される場合がある。モジュール開発の場合、設計仕様を適切に設定するため、ケース温度 ( $T_c$ ) 条件決定のための使用環境の雰囲気温度 ( $T_a$ )



及び風速の目安が技術文書に示されていると参考になる。

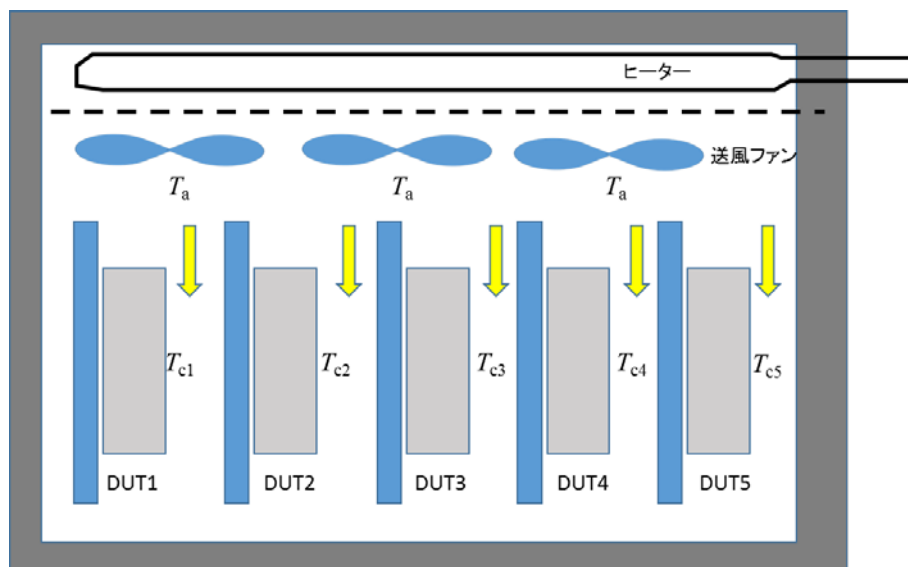
また、製品検査及び動作信頼性試験の場合、ケース温度 ( $T_c$ ) と恒温槽温度 [雰囲気温度 ( $T_a$ )] との相関を取った上で、雰囲気温度 ( $T_a$ ) で実運用することは一般的である。

#### A.4 部品サプライヤーD

温度規定はケース温度 ( $T_c$ ) である必要があるが、雰囲気温度 ( $T_a$ ) による規定にもメリットがある。雰囲気温度 ( $T_a$ ) が良い理由としては、ケース温度 ( $T_c$ ) はモジュール製品毎により測定点の定義する必要があるなど煩雑な面があるが、雰囲気温度 ( $T_a$ ) は環境試験器温度 (内部温度均一の条件) で定義できるのでモジュール製品毎に依存がなく利便性が高いメリットがある。

#### A.5 部品サプライヤーE

雰囲気温度 ( $T_a$ ) が記載されていると、部品サプライヤー側での検査方法が簡便で容易に行える利点がある。ダイナミックモジュールの部品サプライヤー側での検査方法として、温度特性を含んだ性能試験が想定される。この場合、**図 A.2** のように、検査モジュールは複数台を同時に温度制御し、一台ずつ測定を実施していく方法が考えられる。ケース温度 ( $T_c$ ) は各モジュールの発熱量に依存するため、個々の発熱量のばらつきにより  $T_{c1} \neq T_{c2} \neq T_{c3} \neq T_{c4} \neq T_{c5}$  となる場合がある。このため、DUT1 (供試品 Device under test, DUT) の検査でケース温度 ( $T_{c1}$ ) を設定するために雰囲気温度 ( $T_a$ ) を設定し、次に DUT2 の検査に移るときに再度雰囲気温度 ( $T_a$ ) の設定が必要になるため、ケース温度 ( $T_c$ ) の安定化に時間を必要とする。

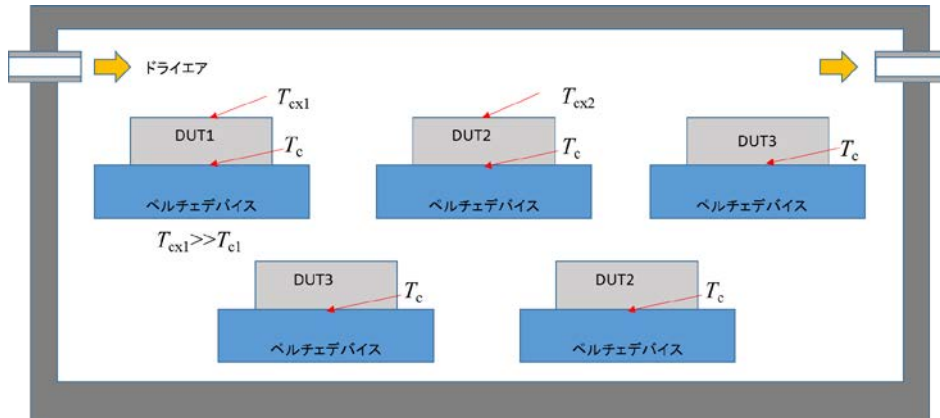


**図A.2—恒温槽内での検査でケース温度 ( $T_c$ ) を制御する方法**

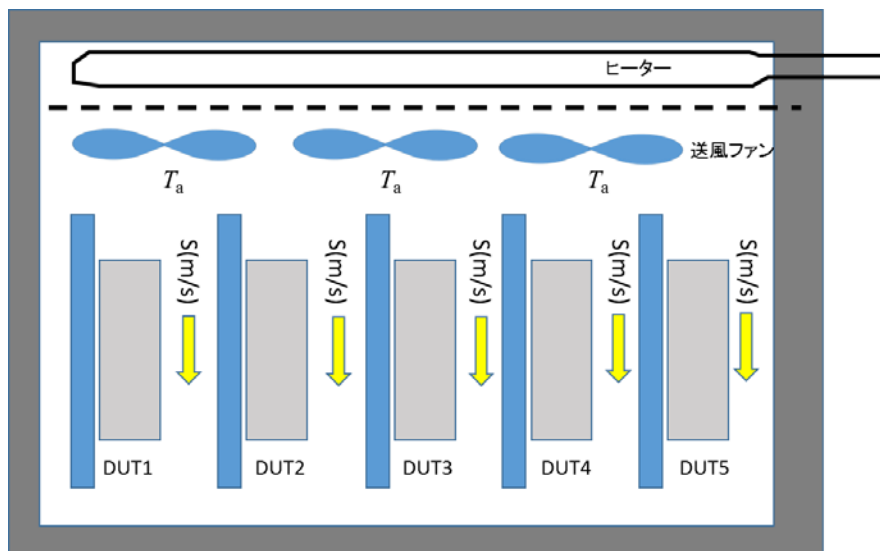
**図 A.3** のようにペルチェデバイスを使って温度制御を行う場合は、各モジュールのケース温度を精度よく制御できる。この場合、低温側の検査では結露防止のために、ドライエア置換雰囲気での検査が必要になる。この検査方法では、ケース温度 ( $T_c$ ) 設定部ペルチェデバイス接触面と他の面とで大きな温度差が生じる可能性があり、内部の光学アライメントに歪みが生じることが懸念され、採用には十分な考慮が必要である。

検査温度が雰囲気温度 ( $T_a$ ) で規定される場合は、**図 A.4** のように恒温槽内の温度プロファイル、及び

風速条件の均一化をはかることにより、迅速で安定した検査が可能となる。各モジュールでケース温度 ( $T_c$ ) 温度は異なるが、雰囲気温度 ( $T_a$ ) 規定であればケース温度 ( $T_c$ ) の個体差は不問となる。実際の使用条件とも近いため、製品の検査方法として最も合理的と考える。



図A.3—ペルチェデバイスを使ってケース温度 ( $T_c$ ) を制御する方法



図A.4—恒温槽内での検査で雰囲気温度 ( $T_a$ ) を制御する方法

#### A.6 部品サプライヤーF

顧客である装置サプライヤーの要望に従って動作温度条件としてケース温度 ( $T_c$ )、雰囲気温度 ( $T_a$ ) を使用するかを決めており、ケース温度 ( $T_c$ )、雰囲気温度 ( $T_a$ ) を使用するかについて明確な希望はない。ケース温度 ( $T_c$ ) で動作温度を規定する場合は、ケースの測温箇所も規定している。雰囲気温度 ( $T_a$ ) で動作温度を規定する場合は、風量の規定も同時に行っている。

参考文献 IEC 62343-1, Dynamic Modules – Performance standards – Operating conditions

Telcordia GR-63-CORE, NEBS Requirements: Physical Protection

OITDA/TP 16/DM 通信用ダイナミックモジュールの動作環境条件に関する調査

# 光ファイバ通信用ダイナミックモジュールの動作環境条件 における、ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) 議論

## 解 説

この解説は、本体及び附属書に記載した事柄、並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、技術資料 (TP) の一部ではない。

### 1 資料作成の経緯

ダイナミックモジュール専門部会では、実際の商取引条件を調査して、ダイナミックモジュールの推奨動作条件を決定した。詳細は OITDA/TP 16/DM:2013 に記載されている。さらに、それをもとにダイナミックモジュールの動作環境条件として、IEC に提案し、IEC 62343-1, Dynamic Modules – Performance standards – Operating conditions として発行した。

その議論の中で一部会委員より、ケース温度 ( $T_c$ ) に加えて雰囲気温度 ( $T_a$ ) を記載することは有用であるとの提案があり、各装置サプライヤー／部品サプライヤーに意見を求めた。その結果、雰囲気温度 ( $T_a$ ) の記載の有用性について、各装置サプライヤー及び部品サプライヤーの考え方が異なり、統一的な見解は得られなかった。折にふれて雰囲気温度 ( $T_a$ ) の記載の議論があるため、今後の議論の効率化に貢献する と考え、今回 TP に整理した。

### 2 TP 作成・検討メンバー

この技術資料の作成・検討メンバーを次に示す。

氏名	所属
井 藤 幹 隆	日本電信電話株式会社 (2015年3月まで)
田 澤 英 久	住友電気工業株式会社
友 藤 博 朗	富士通株式会社
中 谷 晋	株式会社フジクラ

### 3 原案作成委員会の構成表

この TP（技術資料）は、次に示す原案作成部会において、2014 年 7 月から検討を開始し、2015 年度末までに原案を取纏め、審議した。

#### ファイバオプティクス標準化部会 ダイナミックモジュール専門部会 構成表

(2014 年 7 月～2015 年度)

	氏名	所属
(議長)	井 藤 幹 隆	日本電信電話株式会社 (2015 年 3 月まで)
	坂 卷 陽 平	日本電信電話株式会社 (2015 年 4 月から)
(メンバー)	上 原 昇	santec 株式会社
	来見田 淳 也	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	小 向 哲 郎	日本電信電話株式会社
	佐 藤 功 紀	古河電気工業株式会社
	田 澤 英 久	住友電気工業株式会社
	友 藤 博 朗	富士通株式会社
	中 田 武 志	日本電気株式会社
	中 谷 晋	株式会社フジクラ
	長谷川 清 智	三菱電機株式会社
	伴 直 人	一般財団法人日本規格協会 (2015 年 1 月から)
	美 野 真 司	NTT エレクトロニクス株式会社
	宮 内 彰	IEC/TC 86 委員
	山 口 修 司	キーサイト・テクノロジー合同会社
(オブザーバー)	吉 田 均	一般財団法人日本規格協会 (2014 年 11 月まで)
	磯 野 秀 樹	富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社
	渋谷 隆	NEC スペーステクノロジー株式会社
	高 橋 聡	経済産業省
	増 田 岳 夫	一般財団法人光産業技術振興協会
	吉 田 淳 一	千歳科学技術大学
(事務局)	中 野 博 行	一般財団法人光産業技術振興協会
	綿 貫 恒 夫	一般財団法人光産業技術振興協会

(解説執筆者 友 藤 博 朗)

禁無断転載

この OITDA 規格の TP (技術資料) は、一般財団法人光産業技術振興協会  
ファイバオプティクス標準化部会 ダイナミックモジュール専門部会で審  
議・取纏めたものである。

この資料についてのご意見又はご質問は、下記にご連絡ください。

TP (技術資料) :

光ファイバ通信用ダイナミックモジュールの動作環境条件におけ  
る、ケース温度 ( $T_c$ ) 及び雰囲気温度 ( $T_a$ ) 議論  
(Discussion on case temperature ( $T_c$ ) and ambient temperature  
( $T_a$ ) when specifying the operating conditions of dynamic  
modules for telecom use)

TP 番号 : OITDA/TP 24/DM : 2016 第 1 版

第 1 版 公表日 : 2016 年 3 月 17 日

発行者 : 一般財団法人光産業技術振興協会  
住所 : 〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10  
住友江戸川橋駅前ビル 7F  
電話 : 03-5225-6431 FAX : 03-5225-6435  
e-mail : opt-st@oitda.or.jp (標準化室)