



Cyber Photonic Platform Consortium

## Program Manual (JP)



# Manual for Topology Description Generator based on Functional Block based Disaggregation Model (TDG based on FBD model)

V.1.0 2020/2/27

Please download the latest version on <https://unit.aist.go.jp/esprit/cppc/>

Contact: [cppc-secretariat-ml@aist.go.jp](mailto:cppc-secretariat-ml@aist.go.jp)

※TDG の使用方法に関する問い合わせは受け付けておりませんのでご了承ください



CPPC および AIST は、Topology Description Generator に関して、著作権その他の権利の侵害がないことおよび瑕疵のないことを保証するものではなく、何らの責任を負わないものとする。

TDG は Apache License Version 2.0 (<http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>) に基づいてライセンスされるものとする。

© 2020 CPPC

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, by any means whatsoever, without the prior written permission of CPPC.

# 1. はじめに

Topology Description Generator ver.1.0（産業技術総合研究所、登録番号 2020PRO-2467、以降、TDG と呼ぶ）は、文科省地域産学官連携科学技術振興事業費補助金＜イノベーションシステム整備事業＞ 先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」においてダイナミック光パスネットワークテストベッドのトポロジデータ生成用プログラムとして開発された DOPN testbed topology data generator program ver. 1.0 ソフトウェアプログラム（産業技術総合研究所、登録番号 H30PRO-2232）を、Functional Block based Disaggregation Model（以降、FBD モデル）に適用可能なように整備・拡張したものである。図 1 に、システム全体像および本 TDG の該当箇所を示す。

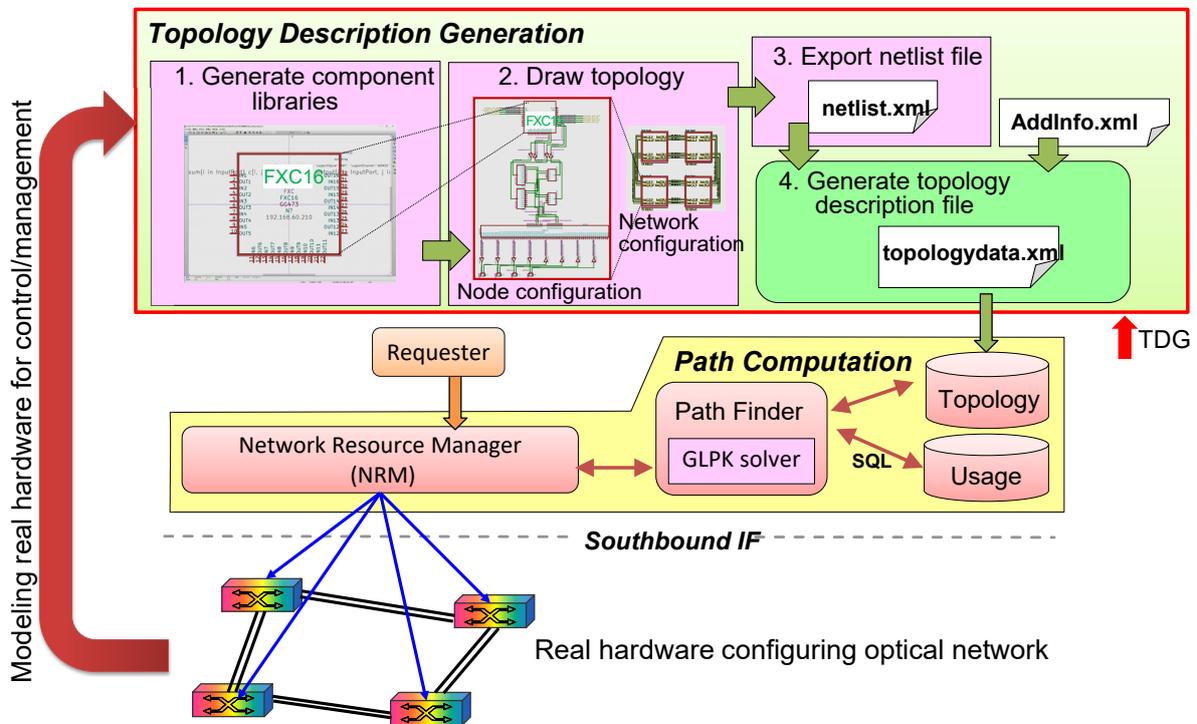


図 1：ディスアグリゲートされた光ネットワークシステムの全体像と本 TDG の該当箇所

## 2. プログラムの概要

### 2.1. ファイルリスト

本 TDG は、光ネットワークの詳細構成を描画し、それを **Topology Description** として出力するものである。全体構成を図 2 に示す。描画には、オープンソースソフトウェアの KiCAD ソフトウェアを使用する。TDG は、光ネットワークを構築する基本的な部品を含んだ KiCAD ライブラリ (KiCADLibrary ディレクトリ内の 3 つの .lib ファイル) と、光ネットワークがサポートする光通信チャネルを記述したテキストファイル (src ディレクトリ内の 3 つの .xml ファイル)、さらに、KiCAD が出力する netlist ファイルと光通信チャネルを記述したテキストファイルとを統合し、読みやすくリファクタリングする Python プログラム (src ディレクトリ内の 1 つの .py ファイル) から構成される。さらに、サンプルトポロジを描画した KiCAD プロジェクトファイル (SampleTopology ディレクトリ内) を含む。

```

¥---TDG
+---doc
|   CPP-TPDG_manual.v.1.pdf
|   LICENSE-2.0.txt
|
+---KiCADLibrary
|   OptNetModel100GHz.v1.lib
|   OptNetModel12.5GHz.v1.lib
|   OptNetModel50GHz.v1.lib
|
+---SampleTopology
| +---OptNetSampleModel100GHz
| |   Dnode1.sch      OptNetSampleModel100GHz.kicad_pcb
| |   Dnode2.sch      OptNetSampleModel100GHz.pro
| |   Dnode3.sch      OptNetSampleModel100GHz.sch
| |   Dnode4.sch      sym-lib-table
| |   OptNetSampleModel100GHz.pdf
| |   OptNetSampleModel100GHz.xml
| |   OptNetSampleModel100GHz_tpl.xml
| |
| +---OptNetSampleModel12.5GHz
| |   Dnode1.sch      OptNetSampleModel12.5GHz.kicad_pcb
| |   Dnode2.sch      OptNetSampleModel12.5GHz.pro
| |   Dnode3.sch      OptNetSampleModel12.5GHz.sch
| |   Dnode4.sch      sym-lib-table
| |   OptNetSampleModel12.5GHz.pdf
| |   OptNetSampleModel12.xml
| |   OptNetSampleModel12_tpl.xml
| |
| ¥---OptNetSampleModel50GHz
| |   Dnode1.sch      OptNetSampleModel50GHz.kicad_pcb
| |   Dnode2.sch      OptNetSampleModel50GHz.pro
| |   Dnode3.sch      OptNetSampleModel50GHz.sch
| |   Dnode4.sch      sym-lib-table
| |   OptNetSampleModel50GHz.pdf
| |   OptNetSampleModel50GHz.xml
| |   OptNetSampleModel50GHz_tpl.xml
| |
| ¥---src
|   AdditionalInfoFLEX386.xml
|   AdditionalInfoWDM32.xml
|   AdditionalInfoWDM96.xml
|   xml2topology2.py
  
```

図 2 : TDG のディレクトリ構成とファイル一覧

なお、オープンソースの KiCAD<sup>1</sup>ソフトウェアおよび Python3<sup>2</sup>は、TDG に含まれないため、別途導入しておく必要がある。動作確認は python3.6 および KiCAD5.1.2 で行っている。

## 2.2. ロジカルストラクチャ

FBD モデルでは、WSS や光カプラなどの光コンポーネント単位でモデル化がされている。光コンポーネントの内部接続機能を、整数線形計画法の手法を用いて、機械可読な GNU MathProg Modeling Language<sup>3</sup>で表現し、モデルの中に組み込んでいる点が特徴である。光コンポーネントの光入出力ポート間の光ファイバ接続情報を付与することで、光ノードや光ネットワーク全体の詳細情報を構築することができる。また、光コンポーネント間の光ファイバ接続情報と、数式で表現された光コンポーネントの内部接続機能とを組み合わせることで、光ノードや光ネットワーク全体の切替機能の解析や、光パスの経路計算を行うことができる。

TDG では、光コンポーネントのモデルを KiCAD Library として実装している。KiCAD Library は、サポートするチャンネルテーブル (50GHz グリッド、100GHz グリッド、FlexGrid) ごとに分かれている。KiCAD で、所望のチャンネルテーブルをサポートする Library をインポートし、所望のノード構成やネットワーク構成となるように光コンポーネントを配置し、光コンポーネントの光入出力ポート間の光ファイバ接続を描画することで、所望の光ネットワークトポロジを描画し、そのトポロジ記述 (XML ファイル) を出力することができる。なお、本 TDG にはトポロジ記述ファイルの解析のためのプログラムは含まれないが、今後、解析ツール等の公開も予定している。

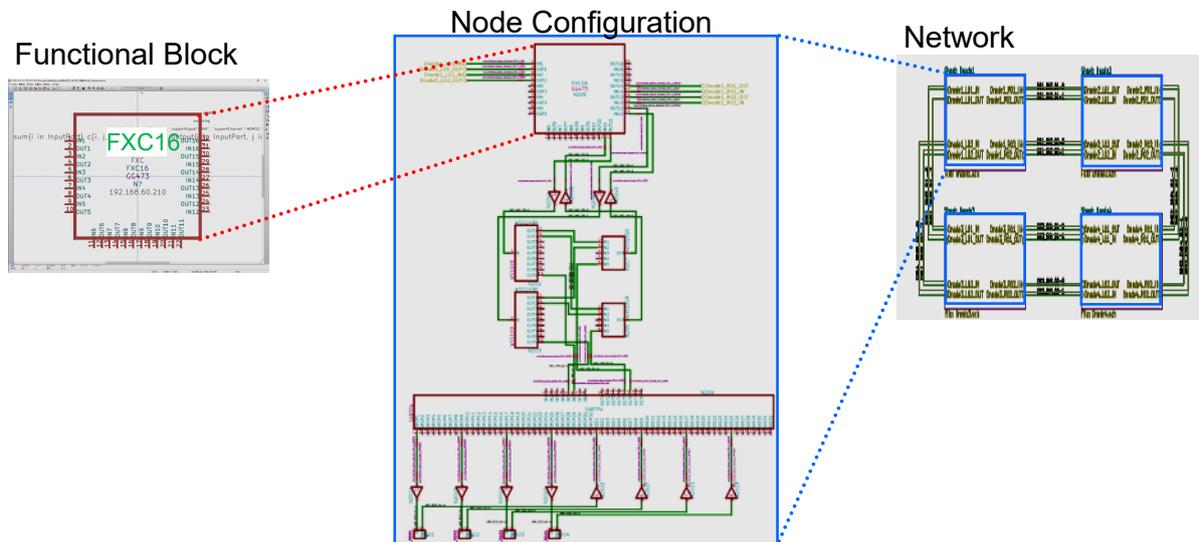


図3：TDGにおけるトポロジ描画の階層構造。  
ライブラリに含まれる光コンポーネント (Functional Block) を最小構成単位とする。

<sup>1</sup> <http://kicad-pcb.org/download/windows/>

<sup>2</sup> <https://www.python.org/downloads/>

<sup>3</sup> <https://www.gnu.org/software/glpk/>

## 3. 使い方

---

サンプルトポロジを用いた簡易な使用方法については、Topology Description Generator Quick Start Guide を参照のこと。

### 3.1. KICAD LIBRARY への参照パスを追加する

KiCAD を立ち上げ、「設定」→「シンボルライブラリを設定」をクリック。「プロジェクト固有のライブラリ」に、KiCADLibrary フォルダ内の OptNetModel50GHz.v1.lib / OptNetModel100GHz.v1.lib / OptNetModel12.5GHz.v1.lib のうち、使用するライブラリを追加する。（注：TDG v.1.0 では、一つのネットワークでサポートするチャンネルテーブルは 1 種類を想定している。そのため、複数のライブラリを同一ネットワークで同時に使用することはできない。使用したい場合には、src フォルダ内の AdditionalInfo{WDM32, WDM96, FLEX386}.xml ファイルに修正が必要となる。）また、ライブラリ内のコンポーネントやライブラリは、KiCAD の「シンボルエディター」を用いて、適宜、変更追加が可能である。

### 3.2. ネットワークトポロジを描画する

KiCAD のレイアウトエディタを起動し、所望のネットワークトポロジを描画する。双方向でペアとなるファイバリンクには、「ネットラベルを配置」の機能を用いて、以下のフォーマットに従って名前をつける。なお、LINKNAME はリンクペアごとにシート内でユニークな名前を入力すること。

ペアとなるファイバリンクの一方：        {"name": "LINKNAME-0"}

ペアとなるファイバリンクの他方：        {"name": "LINKNAME-1"}

描画が終わったら、「回路図シンボルをアノテーション」を用いて、光コンポーネントにユニークなリファレンスをつける。このとき、ナンバーリングについては「シート番号 X100 以降の最初の空き番号」を選択すると良い。次に、「電気トリカルルールチェック」を行い、エラーが出ないことを確認する。エラーが出た場合には、修正を行う。

### 3.3. TOPOLOGY DESCRIPTION を出力する

「ネットリストを生成」をクリックし、開いた窓の「プラグインの追加」をクリック。「タイトル:」欄には適宜、任意の名前 (TPDwithFBD など) を入力する。「ネットリスト コマンド:」の欄に下記を入力。なお、**PATH** は本プログラムをインストールしたディレクトリ位置を入力すること。また、**AdditionalInfoXXX.xml** は、トポロジの描画に使用したライブラリが OptNetModel50GHz.v1.lib ならば AdditionalInfoWDM96.xml、OptNetModel100GHz.v1.lib ならば AdditionalInfoWDM32、OptNetModel12.5GHz.v1.lib ならば AdditionalInfoFLEX386.xml を入力すること。

ネットリスト コマンド:

```
python "PATH\src\xml2topology2.py" -a "PATH\src\AdditionalInfoXXX.xml" -I "%I" "%O"
```

「OK」をクリックすると、ネットリストの小窓の上部に並んだタブに、追加したタイトルが現れる。そのタブを選択してから「ネットリストを生成」をクリックする。保存先ディレクトリと保存ファイル名を指定すると、指定されたファイル名で内部表現を XML ファイルに吐き出し、さらに、その名前の末尾に\_tpl を追加したファイル名で topology description が出力される。なお、2 度目以降は、プラグインの追加操作は不要。

なお、上記プラグイン呼び出し時に、KiCAD ソフトウェアに同梱される古いバージョンの Python が呼び出されてエラーが起きることがある。この場合は、KiCAD ソフトウェアの bin フォルダ内へ、python3 以上のバージョンの python.exe, pythonw.exe, python3.dll, python36.dll, vcruntime140.dll をコピーすることで適切に動作することがある。

## 4. ライブラリ

### 4.1. ライブラリ一覧

TDG に同梱されるライブラリとその内容の一覧を表 1、表 2、表 3 に示す。

表 1 : OptNetModel50GHz.v1.lib に含まれるコンポーネント

WSS / FXC / TPA	AWG / Divider / Coupler	EDFA / ATT	TERMINAL
WSS1X9_50GHz	DEMUX_50GHz	EDFA8array_50GHz	TPND_50GHz
WSS9X1_50GHz	MUX_50GHz	ATT5DB_50GHz	
FXC32_50GHz	CPL9X1_50GHz		
MCS8X8_2array_50GHz	DIV1X9_50GHz		

表 2 : OptNetModel100GHz.v1.lib に含まれるコンポーネント

WSS / FXC / TPA	AWG / Divider / Coupler	EDFA / ATT	TERMINAL
WSS1X9_100GHz	DEMUX_100GHz	EDFA8array_100GHz	TPND_100GHz
WSS9X1_100GHz	MUX_100GHz	ATT5DB_100GHz	
FXC32_100GHz	CPL9X1_100GHz		
MCS8X8_2array_100GHz	DIV1X9_100GHz		

表 3 : OptNetModel12.5GHz.v1.lib に含まれるコンポーネント

WSS / FXC / TPA	AWG / Divider / Coupler	EDFA / ATT	TERMINAL
WSS1X9_F	CPL9X1_F	EDFA8array_F	TPND_F
WSS9X1_F	DIV1X9_F	ATT5DB_F	
FXC32_F			
MCS8X8_2array_F			

## 4.2. フィールド情報一覧

各ライブラリに含まれるコンポーネントのフィールド情報を表4に示す。

表4：コンポーネントの共通フィールド情報

フィールド名	値の例	用途
リファレンス	N, P	インスタンスの参照番号のプリフィクス
定数	FXC32_F	ライブラリ内でのデバイス名
フットプリント		使用しない（回路図エディタとしての基本情報なので削除できない）
データシート		
GLPK	<pre>set AvailableConnection := {i in InputPort, j in Channels, k in OutputPort, l in Channels : j = l}; s.t. input{j in Channels, k in OutputPort}: sum{i in InputPort} c[i, j, k, j] &lt;= 1; s.t. output{i in InputPort, j in Channels}: sum{k in OutputPort} c[i, j, k, j] &lt;= 1; s.t. wavelength{i in InputPort, k in OutputPort, j in Channels : j+1 in Channels}: c[i, j, k, j] = c[i, j+1, k, j+1];</pre>	コンポーネントの入出力ポート間の接続切り替え機能を整数線形計画法で記述したもの。GNU MathProg Modeling Languageのフォーマットで記述している。
GLPKtype	switching	光切り替え機能を表していることを示す。将来的には、leveling 機能など複数の機能を識別するために使用する予定。
GLPKchannelTableId	WDM32	コンポーネントがサポートする波長チャンネルテーブルを示す。
pinAttribute	<pre>{"pinAttribute":{"pin":"*","supportSignal":"ANY","supportChannel":"FLEX386"}}</pre>	各ポートがサポートするシグナルやチャンネルテーブルを記述する。（将来、ポートごとに異なるシグナルやチャンネルテーブルをサポート可能なようにする予定。）
Model	FXC32_F	同様の機能を持つ複数種のデバイスで処理を振り分ける際に参照
Type	WSS, AWG	BlueBox の処理ルーチンの振り分け時に参照
Controller	192.168.60.1	当該デバイスの制御を担当する BlueBox の IP アドレス。Passive デバイスと制御対象デバイスとの識別にも使用。
Socket	55000	BlueBox と当該デバイスとの制御通信に使用するソケット通信のポート番号
LocalConfig		インスタンスごとの固有の値を JSON のフォーマットで記述する。BlueBox が参照するデバイスのシリアル番号やデバイスごとの初期設定情報などを書き込むことができる。

## 5. チャネルテーブル

同梱の AdditionalInfoWDM32.xml, AdditionalInfoWDM96.xml, AdditioinalInfoFLEX386.xml で規定される波長チャネルテーブルを、表5～7に示す。

表5：AdditionalInfoWDM32.xml で規定される 100GHz グリッドのチャネルテーブル

Channel Number	Center Frequency (THz)	Channel Number	Center Frequency (THz)
1	195.5	17	193.9
2	195.4	18	193.8
3	195.3	19	193.7
4	195.2	20	193.6
5	195.1	21	193.5
6	195.0	22	193.4
7	194.9	23	193.3
8	194.8	24	193.2
9	194.7	25	193.1
10	194.6	26	193.0
11	194.5	27	192.9
12	194.4	28	192.8
13	194.3	29	192.7
14	194.2	30	192.6
15	194.1	31	192.5
16	194.0	32	192.4

表6：AdditionalInfoWDM96.xml で規定される 50GHz グリッドのチャネルテーブル

Channel Number	Center Frequency (THz)	Channel Number	Center Frequency (THz)
1	191.35	49	193.75
2	191.4	50	193.8
3	191.45	51	193.85
4	191.5	52	193.9
5	191.55	53	193.95
6	191.6	54	194
7	191.65	55	194.05
8	191.7	56	194.1
9	191.75	57	194.15
10	191.8	58	194.2
11	191.85	59	194.25
12	191.9	60	194.3
13	191.95	61	194.35
14	192	62	194.4
15	192.05	63	194.45
16	192.1	64	194.5

17	192.15	65	194.55
18	192.2	66	194.6
19	192.25	67	194.65
20	192.3	68	194.7
21	192.35	69	194.75
22	192.4	70	194.8
23	192.45	71	194.85
24	192.5	72	194.9
25	192.55	73	194.95
26	192.6	74	195
27	192.65	75	195.05
28	192.7	76	195.1
29	192.75	77	195.15
30	192.8	78	195.2
31	192.85	79	195.25
32	192.9	80	195.3
33	192.95	81	195.35
34	193	82	195.4
35	193.05	83	195.45
36	193.1	84	195.5
37	193.15	85	195.55
38	193.2	86	195.6
39	193.25	87	195.65
40	193.3	88	195.7
41	193.35	89	195.75
42	193.4	90	195.8
43	193.45	91	195.85
44	193.5	92	195.9
45	193.55	93	195.95
46	193.6	94	196
47	193.65	95	196.05
48	193.7	96	196.1

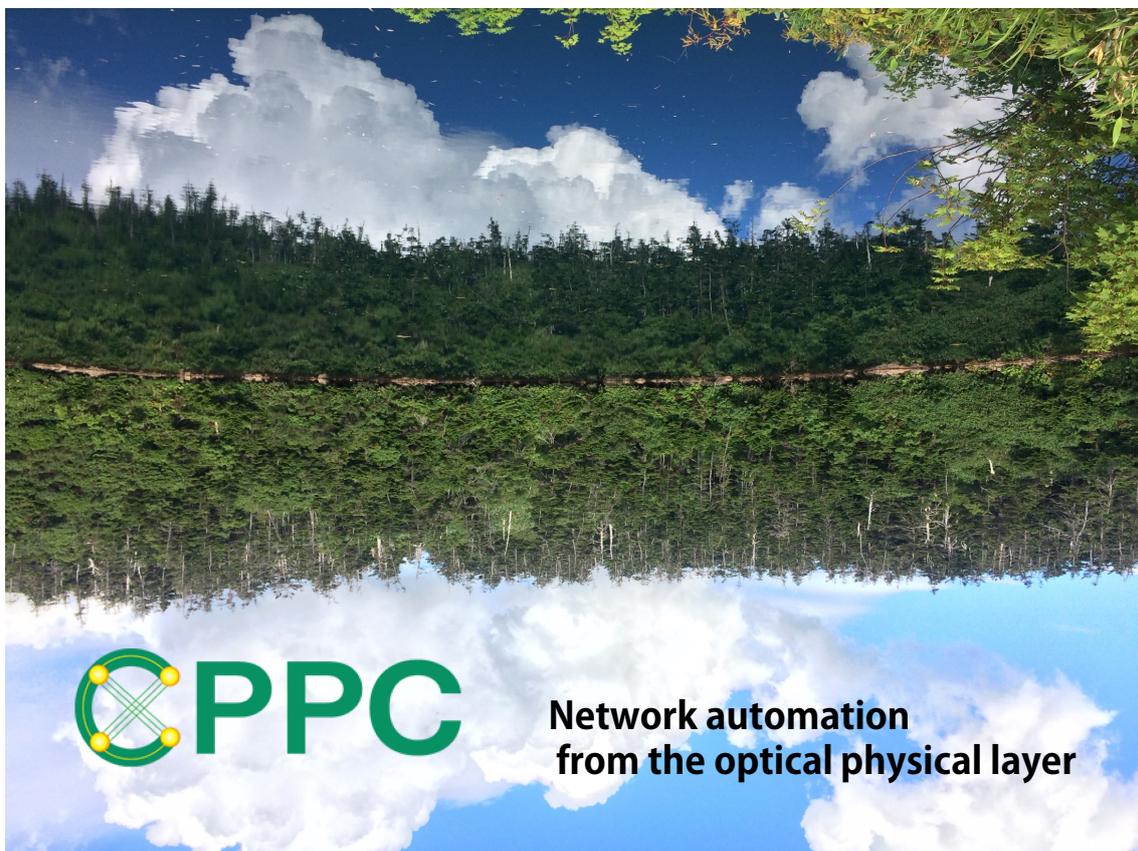
表7 : AdditionalInfoFREX386.xml で規定されるフレキシブルグリッドのチャンネルテーブル

Ch. #	Cntr. Freq						
1	191.33125	98	192.5438	195	193.7563	292	194.9688
2	191.34375	99	192.5563	196	193.7688	293	194.9813
3	191.35625	100	192.5688	197	193.7813	294	194.9938
4	191.36875	101	192.5813	198	193.7938	295	195.0063
5	191.38125	102	192.5938	199	193.8063	296	195.0188
6	191.39375	103	192.6063	200	193.8188	297	195.0313
7	191.40625	104	192.6188	201	193.8313	298	195.0438
8	191.41875	105	192.6313	202	193.8438	299	195.0563
9	191.43125	106	192.6438	203	193.8563	300	195.0688

10	191.44375	107	192.6563	204	193.8688	301	195.0813
11	191.45625	108	192.6688	205	193.8813	302	195.0938
12	191.46875	109	192.6813	206	193.8938	303	195.1063
13	191.48125	110	192.6938	207	193.9063	304	195.1188
14	191.49375	111	192.7063	208	193.9188	305	195.1313
15	191.50625	112	192.7188	209	193.9313	306	195.1438
16	191.51875	113	192.7313	210	193.9438	307	195.1563
17	191.53125	114	192.7438	211	193.9563	308	195.1688
18	191.54375	115	192.7563	212	193.9688	309	195.1813
19	191.55625	116	192.7688	213	193.9813	310	195.1938
20	191.56875	117	192.7813	214	193.9938	311	195.2063
21	191.58125	118	192.7938	215	194.0063	312	195.2188
22	191.59375	119	192.8063	216	194.0188	313	195.2313
23	191.60625	120	192.8188	217	194.0313	314	195.2438
24	191.61875	121	192.8313	218	194.0438	315	195.2563
25	191.63125	122	192.8438	219	194.0563	316	195.2688
26	191.64375	123	192.8563	220	194.0688	317	195.2813
27	191.65625	124	192.8688	221	194.0813	318	195.2938
28	191.66875	125	192.8813	222	194.0938	319	195.3063
29	191.68125	126	192.8938	223	194.1063	320	195.3188
30	191.69375	127	192.9063	224	194.1188	321	195.3313
31	191.70625	128	192.9188	225	194.1313	322	195.3438
32	191.71875	129	192.9313	226	194.1438	323	195.3563
33	191.73125	130	192.9438	227	194.1563	324	195.3688
34	191.74375	131	192.9563	228	194.1688	325	195.3813
35	191.75625	132	192.9688	229	194.1813	326	195.3938
36	191.76875	133	192.9813	230	194.1938	327	195.4063
37	191.78125	134	192.9938	231	194.2063	328	195.4188
38	191.79375	135	193.0063	232	194.2188	329	195.4313
39	191.80625	136	193.0188	233	194.2313	330	195.4438
40	191.81875	137	193.0313	234	194.2438	331	195.4563
41	191.83125	138	193.0438	235	194.2563	332	195.4688
42	191.84375	139	193.0563	236	194.2688	333	195.4813
43	191.85625	140	193.0688	237	194.2813	334	195.4938
44	191.86875	141	193.0813	238	194.2938	335	195.5063
45	191.88125	142	193.0938	239	194.3063	336	195.5188
46	191.89375	143	193.1063	240	194.3188	337	195.5313
47	191.90625	144	193.1188	241	194.3313	338	195.5438
48	191.91875	145	193.1313	242	194.3438	339	195.5563
49	191.93125	146	193.1438	243	194.3563	340	195.5688
50	191.94375	147	193.1563	244	194.3688	341	195.5813
51	191.95625	148	193.1688	245	194.3813	342	195.5938
52	191.96875	149	193.1813	246	194.3938	343	195.6063
53	191.98125	150	193.1938	247	194.4063	344	195.6188
54	191.99375	151	193.2063	248	194.4188	345	195.6313
55	192.00625	152	193.2188	249	194.4313	346	195.6438

56	192.01875	153	193.2313	250	194.4438	347	195.6563
57	192.03125	154	193.2438	251	194.4563	348	195.6688
58	192.04375	155	193.2563	252	194.4688	349	195.6813
59	192.05625	156	193.2688	253	194.4813	350	195.6938
60	192.06875	157	193.2813	254	194.4938	351	195.7063
61	192.08125	158	193.2938	255	194.5063	352	195.7188
62	192.09375	159	193.3063	256	194.5188	353	195.7313
63	192.10625	160	193.3188	257	194.5313	354	195.7438
64	192.11875	161	193.3313	258	194.5438	355	195.7563
65	192.13125	162	193.3438	259	194.5563	356	195.7688
66	192.14375	163	193.3563	260	194.5688	357	195.7813
67	192.15625	164	193.3688	261	194.5813	358	195.7938
68	192.16875	165	193.3813	262	194.5938	359	195.8063
69	192.18125	166	193.3938	263	194.6063	360	195.8188
70	192.19375	167	193.4063	264	194.6188	361	195.8313
71	192.20625	168	193.4188	265	194.6313	362	195.8438
72	192.21875	169	193.4313	266	194.6438	363	195.8563
73	192.23125	170	193.4438	267	194.6563	364	195.8688
74	192.24375	171	193.4563	268	194.6688	365	195.8813
75	192.25625	172	193.4688	269	194.6813	366	195.8938
76	192.26875	173	193.4813	270	194.6938	367	195.9063
77	192.28125	174	193.4938	271	194.7063	368	195.9188
78	192.29375	175	193.5063	272	194.7188	369	195.9313
79	192.30625	176	193.5188	273	194.7313	370	195.9438
80	192.31875	177	193.5313	274	194.7438	371	195.9563
81	192.33125	178	193.5438	275	194.7563	372	195.9688
82	192.34375	179	193.5563	276	194.7688	373	195.9813
83	192.35625	180	193.5688	277	194.7813	374	195.9938
84	192.36875	181	193.5813	278	194.7938	375	196.0063
85	192.38125	182	193.5938	279	194.8063	376	196.0188
86	192.39375	183	193.6063	280	194.8188	377	196.0313
87	192.40625	184	193.6188	281	194.8313	378	196.0438
88	192.41875	185	193.6313	282	194.8438	379	196.0563
89	192.43125	186	193.6438	283	194.8563	380	196.0688
90	192.44375	187	193.6563	284	194.8688	381	196.0813
91	192.45625	188	193.6688	285	194.8813	382	196.0938
92	192.46875	189	193.6813	286	194.8938	383	196.1063
93	192.48125	190	193.6938	287	194.9063	384	196.1188
94	192.49375	191	193.7063	288	194.9188	385	196.1313
95	192.50625	192	193.7188	289	194.9313	386	196.1438
96	192.51875	193	193.7313	290	194.9438		
97	192.53125	194	193.7438	291	194.9563		





## **ABOUT CPPC**

Cyber Photonic Platform Consortium (CPPC) has been established on 2018/4/1 as one of AIST consortia. The purpose of CPPC is to drive the automation of optical network layer leading new market creation, and to pursue sustainable development of future information communication industry. For more information about CPPC, please go to <https://unit.aist.go.jp/esprit/cppc/>

This manual and TDG were developed by AIST.