

## B-3-5

# 宇宙光通信の実証と展望

## － (7) 宇宙環境を想定した光アンプの設計 －

- Demonstrations and future prospects of space laser communications -
- (7) Design of optical amplifiers for space environments -

○小山善貞<sup>\*1</sup>   莊司洋三<sup>\*1</sup>   高山佳久<sup>\*1</sup>   豊嶋守生<sup>\*1</sup>   國森裕生<sup>\*1</sup>  
Yoshisada Koyama   Youzou Shoji   Yoshihisa Takayama   Morio Toyoshima   Hiroo Kunimori

<sup>\*1</sup> 情報通信研究機構 新世代ネットワーク研究センター 宇宙通信ネットワークグループ  
Space Communications Group, New Generation Wireless Communication Research Center, NICT

# 発表内容

1. 研究の背景
2. 研究計画
3. 予備評価
4. 設計結果
5. まとめ

# 1. 研究の背景

- NICTでは低軌道周回衛星—光地上局間の宇宙光通信実験を成功裏に実施している。
- 上記実験に並行して、将来の宇宙光通信に必要な基礎技術研究開発の一環として以下の研究を実施している。
  - 光受信機
  - 可搬型光地上局
  - 宇宙用光アンプ
- 本講演では宇宙用光アンプ研究の概要について述べる

## 2. 研究計画

### □ FY19

- 環境条件等の設計条件、目標性能の設定
- 光学部品の予備評価

### □ FY20

- 高出力光ファイバアンプ(OHPA)の設計・試作
- 低雑音光ファイバアンプ(OLNA)の設計・試作

### □ FY21

- 高出力光ファイバアンプ(OHPA)の試験・評価
- 低雑音光ファイバアンプ(OLNA)の試験・評価
- 設計の見直し

# 3. 予備評価

# 環境条件・目標性能

## □ 想定する宇宙環境条件

想定環境	条件
動作温度範囲	-10°C~+55°C
保存温度範囲	-30°C~+70°C
ランダム振動	20Grms
衝撃	1000Gsrs
放射線	1kGy

## □ 光アンプの目標性能

項目		Unit	OHPA	OLNA
波長	$\lambda$	nm	1540 ~ 1560	1560
入力レベル	Pin	dBm	0 ± 1	≤-43
出力レベル	Pout	dBm	≥ + 33	≥+3
NF	NF	dB	≤ 7	≤5.5
偏光	—	—	Linear	N/A
出力制御	—	—	ACC, ALC	ACC, ALC
消費電力	W	Watt	≤ 65	≤ 20

# 3. 予備評価 光学部品の予備評価

- 光アンプの構成部品を選択
- 宇宙環境への耐性を予備評価

➤ 温度環境  
通工品の認定評価データから耐性有りと判断

➤ 振動環境  
X線による透視解析及び内部目視により耐性有りと判断

➤ 放射線環境  
既知のデータが無い部品は評価試験を実施。

Device	Functions	OHPA	OLNA
Hybrid Isolator Module	ISO, WDM		X
Isolator Module	ISO		X
Fiber Coupler	Branching	X	X
980nm/Sig. WDM Coupler	WDM	X	X
980/1550nm WDM/ISO Hybrid	ISO, WDM	X	
PM-FW WDM	WDM	X	
980nm MM LD Module	Pump Source	X	
980nm LD Module	Pump Source	X	X
Pin PD	Monitor	X	X
EDF (HE980)	Amplification	X	X
DC YDF	Amplification	X	

# 3. 予備評価 放射線試験

## □ 試験条件

	Condition A	Condition B
Radiation Source	Co60, Gamma ray	
Dose rate	100kGray/H	10kGy/H
Total dose	10kGy	1kGy
Number of samples	2 each	

## □ 放射線試験結果

Device	Condition A		Condition B	
	#1	#2	#3	#4
<b>Passive Device</b>	<b>Loss increase after irradiation (dB)</b>			
Hybrid Isolator Module	0.25	0.34	0.07	0.10
Isolator Module	0.08	0.08	0.10	0.12
Fiber Coupler	0.12	0.24	0.03	0.03
980nm/Sig. WDM Coupler	0.16	0.11	0.04	0.03
980/1550nm - @1550nm WDM/ISO Hybrid @980nm	0.83 6.63	0.97 7.17	0.35 1.96	0.22 1.87
PM-FW WDM- @1550nm @1480nm	-0.04 0.04	0.02 0.06	0.26 0.05	0.02 0.11
<b>Active Device</b>	<b>Output variation after irradiation (mW)</b>			
980nm MM LD Module @Iop=2.5A (1W typ.)	-5 (-0.5%)	-11 (-1.1%)	-16 (-1.6%)	0 (0%)
980nm LD Module @Iop=2.5A (250mW typ.)	-1 (-0.4%)	12 (+4.6%)	+4 (+1.7%)	+21 (+9.3%)

# 4. 設計結果 光アンプの構成

## 設計方針

- 使用部品の共通化
- 励起用LDの冗長化
- 構成の簡素化

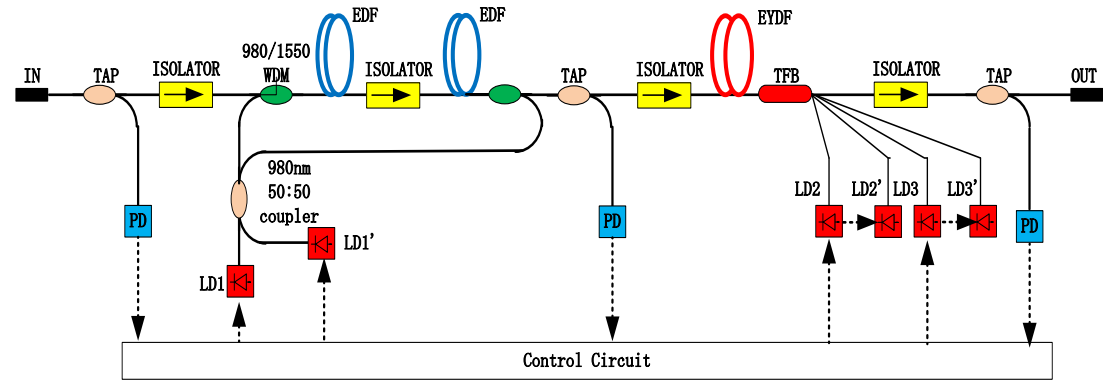
## OHPAの特徴

- Yb Co-dope DC-EDF
- 偏波保存
- 980nm励起

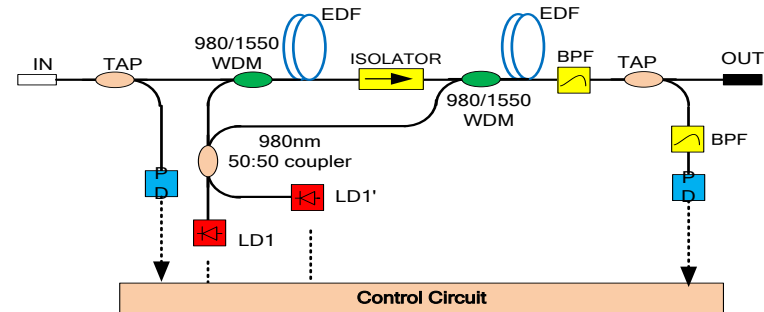
## OLNAの特徴

- 狭帯域フィルタ内臓
- 2段構成で高ゲイン

OHPAの構成



OLNAの構成





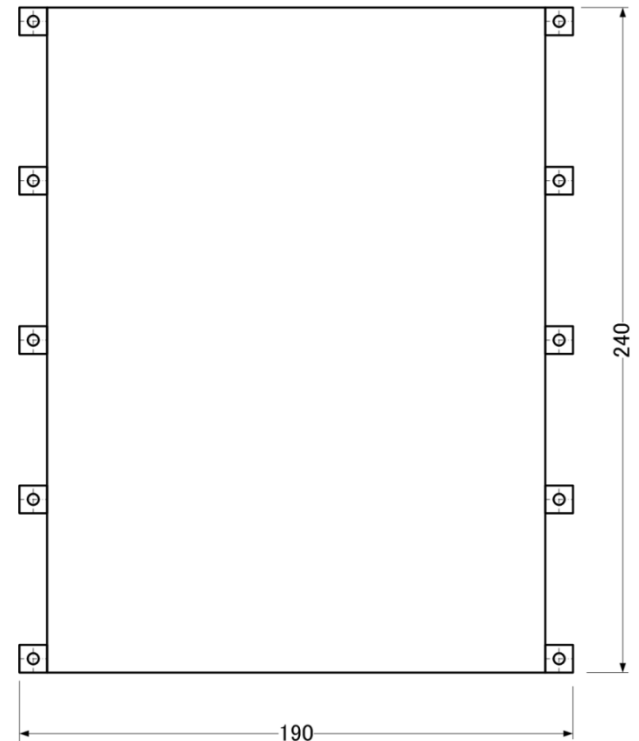
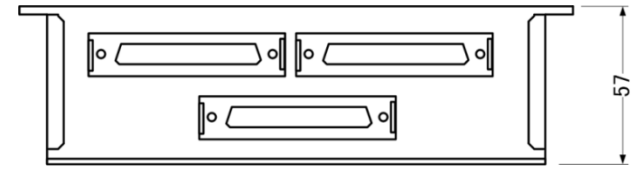
# 4. 設計結果 光アンプの実装設計

## □ 設計上の留意事項

- EDFに対する筐体の均一な放射線遮蔽効果
- 高発熱部品への伝熱経路確保
- 実装設計は可能な限りOLPAとOLNAで共通設計とする

## □ 寸法・重量

- OHPA :  
190x240x57 mm , 1.6 kg
- OLNA :  
190x240x31.5 mm , 1.2kg



OHPAの外観

## 5. まとめ

- 宇宙環境を想定した光アンプの設計に関し、
  - 想定する宇宙環境条件と目標性能を設定した。
  - 光アンプの構成に必要な光部品に対し予備評価を行なった。放射線環境に対する耐性を評価した。
  - 上記結果を取り込み高出力アンプ(OHPA)と低雑音アンプ(OLNA)の設計・試作を行った。
- 今後は試作した光アンプを用いて宇宙環境条件に対する試験を行い、上記設計の評価を実施する予定である。