

注 意 事 項

- 1 試験開始時刻 14時20分
- 2 試験種別終了時刻

試験科目	科目数	終了時刻
「電気通信システム」のみ	1科目	15時40分
「専門的能力」のみ	1科目	16時00分
「専門的能力」及び「電気通信システム」	2科目	17時20分

- 3 試験種別と試験科目別の問題(解答)数及び試験問題ページ

試験種別	試験科目	申請した専門分野	問題(解答)数					試験問題ページ
			第1問	第2問	第3問	第4問	第5問	
線路主任技術者	専門的能力	通信線路	8	8	8	8	8	線1~線15
		通信土木	8	8	8	8	8	線16~線27
		水底線路	8	8	8	8	8	線28~線41
	電気通信システム	専門分野にかかわらず共通	問1から問20まで			20		線42~線46

- 4 受験番号等の記入とマークの仕方

- (1) マークシート(解答用紙)にあなたの受験番号、生年月日及び氏名をそれぞれ該当枠に記入してください。
- (2) 受験番号及び生年月日に該当する箇所を、それぞれマークしてください。
- (3) 生年月日の欄は、年号をマークし、生年月日に1けたの数字がある場合、十の位のけたの「0」もマークしてください。

[記入例] 受験番号 01CF941234

生年月日 昭和50年3月1日

受 験 番 号									
0	1	C	F	9	4	1	2	3	4
●	○	A	A	0	0	0	0	0	0
○	●	B	B	1	1	●	1	1	1
○	2	●	C	2	2	2	●	2	2
○	3	○	D	3	3	3	3	●	3
○	4	○	E	4	●	4	4	4	●
○	5	○	●	5	5	5	5	5	5
○	6	○	G	6	6	6	6	6	6
○	7	○	H	7	7	7	7	7	7
○	8	○	○	8	8	8	8	8	8
○	9	○	●	9	9	9	9	9	9

生 年 月 日									
年 号		5	0	3	0	1			
平成 昭和 大正	○	●	○	○	○				
	○	1	1	1	1	1	○		
	○	2	○	2	2	2	○		
	○	3	○	3	○	3	○		
	○	4	○	4	○	4	○		
	○	5	○	5	○	5	○		
	○	6	○	6	○	6	○		
	○	7	○	7	○	7	○		
	○	8	○	8	○	8	○		
	○	9	○	9	○	9	○		

- 5 答案作成上の注意

- (1) マークシート(解答用紙)は1枚で、2科目の解答ができます。  
「専門的能力」は薄紫色(左欄)、「電気通信システム」は青色(右欄)です。
- (2) 解答は試験科目の解答欄の正解として選んだ番号マーク枠を、黒の鉛筆(HB又はB)で濃く塗りつぶしてください。  
ボールペン、万年筆などでマークした場合は、採点されませんので、使用しないでください。  
一つの問いに対する解答は一つだけです。二つ以上マークした場合、その問いについては採点されません。  
マークを訂正する場合は、プラスチック消しゴムで完全に消してください。
- (3) 免除科目がある場合は、その科目欄は記入しないでください。
- (4) 受験種別欄は、あなたが受験申請した線路主任技術者(『線路』と略記)を で囲んでください。
- (5) 専門的能力欄は、『通信線路・通信土木・水底線路』のうち、あなたが受験申請した専門的能力を で囲んでください。

- 6 合格点及び問題に対する配点

- (1) 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。
- (2) 各問題の配点は、設問文の末尾に記載してあります。

- 7 登録商標などに関する事項

- (1) 試験問題に記載されている会社名又は製品名などは、それぞれ、各社の商標または登録商標です。
- (2) 試験問題では、® 及び ™ を明記していません。
- (3) 試験問題の文中及び図中などで使用しているデータは、すべて架空のものです。

マークシート(解答用紙)は、絶対に折り曲げたり、汚したりしないでください。

次ページ以降は試験問題です。試験開始の合図があるまで、開かないでください。

受 験 番 号									
(控 え)									

(今後の問い合わせなどに必要になります。)

試験種別	試験科目	専門分野
線路主任技術者	専門的能力	通信線路

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、一様線路における伝送特性について述べたものである。□内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

一様線路は、理想化された線路として、材質、寸法の等しい往復2導体が均一な媒質中に存在し、その導体間隔が□(ア)方向に対して一定で、かつ、伝送される信号の波長に比較して極めて□(イ)線路であるとされている。

この線路の往復導体の単位長当たりの抵抗をR、インダクタンスをL、往復導体間の単位長当たりの漏れコンダクタンスをG、静電容量をCとすると、これらR、L、G、Cは、線路の一次定数といわれる。

これら一次定数から導かれる減衰定数、位相定数、伝搬定数、特性インピーダンス $Z_0$ は、二次定数と総称され、伝搬定数と特性インピーダンス $Z_0$ は、以下の式で表すことができる。

$$\alpha = \sqrt{\frac{R}{L} + \frac{G}{C}} = \square \text{ (ウ)}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \square \text{ (エ)}$$

ただし、jは虚数記号を、 $\omega$ は伝送波の角周波数を、 $\theta$ は特性インピーダンスの偏角をそれぞれ表し、eは自然対数の底とする。

<(ア)~(エ)の解答群>

長さ 等しい 速い 直径

太さ 遅い 小さい 大きい

$$\sqrt{(R - j\omega L)(G - j\omega C)} \quad \sqrt{(L - j\omega R)(C - j\omega G)}$$

$$\sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad \sqrt{(L + j\omega R)(C + j\omega G)}$$

$$\sqrt{\frac{R - j\omega L}{G - j\omega C}} \quad \sqrt{\frac{C - j\omega G}{L - j\omega R}}$$

$$\sqrt{\frac{G + j\omega C}{R + j\omega L}} \quad \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

(2) 次の文章は伝送線路の電氣的諸特性などについて述べたものである。  内の(オ)～(ク)に適したものを下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。 (3点×4=12点)

( ) 一様線路の電氣的諸定数の特性、性質などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

一般に、抵抗、インダクタンス、静電容量が1点に集中している素子で構成されている回路は、集中定数回路といわれ、これに対して伝送線路のように電氣的特性が一点に集中せず分布している回路は分布定数回路といわれる。一様線路は分布定数回路の一つと見なせる。

位相速度は、単一周波数における波が伝搬する速度をいい、ある周波数範囲の集合体(群)である波の場合は、一般に、群速度といわれる。

伝搬定数は波の減衰の程度を表し、単位はNp(ネーパ)を用い、位相速度は位相角の変位を示す量で、単位はrad(ラジアン)を用いる。

特性インピーダンスは、無限長の線路の入力インピーダンスと見なすことができ、異なる特性の線路と接続されたとき、あるいは線路が他の機器と接続されるときに、伝送特性の整合を考える上で重要な要素である。

( ) 線路における無ひずみ伝送条件について述べた次のA～Cの文章は、  (カ) 。

A 無ひずみ伝送の条件は、伝送に用いる周波数帯域内において、位相定数が周波数に対して一定であり、かつ、インピーダンスが周波数に比例することである。

B 減衰ひずみを最小とする条件は、減衰量を最小とすることであり、この条件は、無ひずみ条件と等価である。

C 実際の伝送路では、理想的な無ひずみ条件が存在しないため、減衰量を軽減する対策として適当な間隔ごとに装荷コイルを用いてインダクタンスを挿入する方式がある。一般に、装荷コイルは、音声帯域の減衰軽減には有効であるが、広帯域を使う信号伝送や多重伝送には逆効果となることがある。

〈(カ)の解答群〉

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

- ( ) 導体系の高周波領域における電氣的諸特性について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (キ)  である。

〈(キ)の解答群〉

導体系では、周波数が高くなるに従って抵抗及び内部インダクタンスに変化が生ずる。これは、導体内部における電流分布が周波数が高くなるにつれて各部の電流が互いに作用を及ぼしあうことで電流分布が変化した結果であり、一般に、電氣的特性として抵抗は増加し内部インダクタンスは緩やかに減少する。

ごく近くに平行に並んでいる2本の導体に電流が流れたとき、それぞれの電流が同一方向であると電流が外側に押しやられ、反対方向であると内側に引き合うことで2本の導体の電流密度が変化する現象が生ずる。この現象は高周波において顕著となり、一般に、近接効果といわれる。

高周波では、導体系の抵抗だけでなく、周囲の金属体中に誘起する渦電流によって電力損失を生ずることがあり、主なものにカッド損などがある。

漏れコンダクタンスは、心線間の絶縁物を通して流れる電流の割合を示し、漏れコンダクタンスが小さいほど漏えいする電流が大きく、一般的な平衡対ケーブルでは、周波数が高くなると急激に小さくなる。

- ( ) 雑音の種類と特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (ク)  である。

〈(ク)の解答群〉

基本雑音とは、増幅器で発生する雑音で、導体中の自由電子の熱的じょう乱運動による熱雑音である。信号伝送を行っているときに発生し、信号レベルの高いところで影響が大きく、S/N比は信号電力に反比例となる。

準漏話雑音とは、多重通話路において非直線ひずみを有する部分で発生した結合波が逐次累積されることにより生ずる了解性漏話の一つである。伝送系内部の雑音で、信号伝送を行っていないときにおいても発生する。

多重漏話雑音とは、誘導回線が多数ある場合に、同時に漏れてくる各回線からの漏話が同程度のものであるとき、互いに干渉することにより生ずる了解性の雑音であり、バブル雑音ともいわれる。

誘導雑音とは、外部からの誘導により通信路に侵入する雑音である。送電線による誘導雑音には、送電線の電圧成分を誘導源とする静電誘導により生ずるものと、送電線の電流成分を誘導源とする電磁誘導により生ずるものがある。

- (1) 次の文章は、光通信の変調方式などについて述べたものである。□内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

半導体レーザのしきい値付近にバイアス電流を設定し、それにパルス信号を重畳して変調する方法は、□(ア)方式といわれる。

□(ア)方式では、バイアス電流を“0”(ゼロ)にすると、レーザが発振するまでに時間がかかり、立ち上がり応答特性が悪くなるため、一般にはレーザ発振のしきい値付近にバイアス電流を設定する。ただし、バイアス電流がしきい値を超えると重畳する入力パルスがない状態でもわずかに発振するため消光比が悪くなるという欠点があり、また変調速度が速くなると次第に変調が困難となってくる。したがって、数[Gbit/s]程度以上の場合は、□(イ)方式が用いられる。

□(イ)方式の利点は、半導体レーザを直接変調するとき生ずるレーザのスペクトル幅や発振周波数及び出力が不安定になる問題を解決できることである。

1心の光ファイバに波長の異なる複数の信号を同時に多重化する技術は、一般に、WDMといわれ、1.55μm帯でWDM伝送を行う場合、□(ウ)光ファイバを用いると、信号光間の光周波数混合により発生する4光波混合光がクロストークとなって伝送特性を劣化させる。この問題を解決するため、適度な□(エ)を持たせるように開発されたものが、ノンゼロ□(ウ)光ファイバといわれる。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

位相変調	直接強度変調	PMD	マルチモード
振幅変調	高周波重畳変調	外部変調	光ソリトン伝送
分散シフト	シングルモード	損失	コヒーレント伝送
周波数変調	ラマン増幅	偏心率	波長分散値

(2) 次の文章は、光ファイバの特性などについて述べたものである。  内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。 (3点×4=12点)

( ) 光ファイバのパラメータなどについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (オ) である。

<(オ)の解答群>

比屈折率差は、コアとクラッドの屈折率の差を表すパラメータで、これが大きい程、コアとクラッドの境界面において全反射を起こす臨界角が小さくなりコア内に光を閉じこめやすくなる。

コアとクラッドの境界面において全反射するという事は、クラッドには光の電磁界成分が存在しないことを意味するが、実際の光ファイバでは境界面を越えると直ちに電磁界成分がゼロになるわけではなく、境界面である値をもった電磁界が境界面から離れるに従って指数関数的に小さくなっていく。

発光ダイオードの場合、放射角が非常に広いため、光ファイバと光源の結合効率、光ファイバの開口数が小さいほど高くすることができる。

光ファイバ内における光強度分布は、一般に、ガウス分布をとるといわれており、光強度(光パワー)が最大値の  $\frac{1}{e^2}$  (eは自然対数の底)となる範囲の直径はモードフィールド径といわれ、シングルモード光ファイバではコア径に代わる主要なパラメータとして利用されている。

( ) 光ファイバの製造について述べた次のA~Cの文章は、  (カ) 。

- A 石英系光ファイバのコアとクラッドの間に所定の屈折率差を持たせるため、コアにゲルマニウムを添加してコアの屈折率を大きくする方法、クラッドにフッ素を添加してクラッドの屈折率を小さくする方法などがある。
- B 大型プリフォームの製造に適したVAD法では、最初に多孔質プリフォームを作製し、これを透明ガラス化する工程で塩素系ガスで加熱処理することにより、放射損失の要因となる水酸イオンを十分に除去している。
- C プリフォームを加熱溶融して線引きする工程では、一般に、線引きされた光ファイバに紫外線を照射して、塗布されている樹脂を即座に硬化させ、光ファイバ表面を被覆する方法が採られている。

<(カ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

- ( ) 光ファイバの特性について述べた次の文章のうち、正しいものは、(キ) である。

〈(キ)の解答群〉

モード分散は、複数の伝搬モード間の群速度の差によって生ずる分散であり、真空中の光の速度を  $C$ 、光ファイバの屈折率を  $n$  及び光軸を光線が横切る角度を  $\theta$  とすると、ステップインデックス形光ファイバにおける群速度  $V_{gl}$  は、

$$V_{gl} = \left[ \frac{C}{n} \right] \cos \theta \quad \text{と表せる。}$$

波長分散は、材料分散と構造分散の和として与えられ、コアからクラッドへの光のしみ出しが波長により異なることに起因する分散は材料分散、光ファイバの屈折率が波長により異なることに起因する分散は構造分散といわれる。

分散シフト光ファイバは、屈折率差や屈折率分布を調節することで構造分散を変化させることにより分散値を補正したマルチモード光ファイバをいう。

散乱損失とは、光ファイバの不完全性及び基本構造に起因する光エネルギーの損失をいう。レイリー散乱損失は、波長の4乗に比例し、波長が長くなるに従って損失は急激に増大する。

- ( ) 光ファイバの分散の種類と特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、(ク) である。

〈(ク)の解答群〉

グレーデッドインデックス形光ファイバは、コア内の屈折率を連続的に変化させたものであり、コアの中心付近での光の伝搬速度は、クラッド付近の伝搬速度と比較して遅くなる特徴がある。

光ファイバにおけるコアとクラッドの屈折率差が小さい場合、境界面での全反射現象は、光の一部がクラッド部分へしみ出すようにして発生している。このしみ出しの割合は、光の波長が短いほど大きく、波長が長いほど小さい。

偏波モード分散は、光ファイバのコア形状が製造上などの理由により、わずかに楕円化している場合に、二つの直交偏波モード成分間に伝搬時間差を生じ、パルス波形の広がりが発生する現象である。

光通信に用いられている一般的な光源は、完全な単一波長でなく、ある幅を持った波長特性を持っている。このような波長に幅のある光が光ファイバに入射すると、光の伝搬速度が波長によって異なるために到達時間に差が発生し、パルス波形に広がりが生ずる。

- (1) 次の文章は、アクセス系におけるメタリック平衡対ケーブルについて述べたものである。  
 [ ] 内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、[ ] 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

アクセス系メタリック平衡対ケーブルにおいて、平衡対構成方法は、一般に、心線収容効率、漏話特性などを考慮して4本の心線を正方形の四角に配列し、共通の軸回りに一括して撚り合わせた [ (ア) ] が用いられている。また、ケーブル外被は、心線を電氣的・機械的に保護するためのものであり、アルミニウムのテープの片面に特殊なプラスチックフィルムを接着し、ポリエチレンを被覆した [ (イ) ] シースが広く使用されている。

架空ケーブルには、ケーブルと鋼より線が一体となったSS形ケーブルが、施工面において優れていることから広く使用されている。しかし、SS形ケーブルでは、断面形状がひょうたん形であることから強風による揚力によってケーブルが上下し、振動を繰り返す [ (ウ) ] が発生する場合がある。[ (ウ) ] の防止対策としては、ケーブル架渉時に、捻回ねんを入れる方法がある。また、鳥獣害などの対策用としては、一般に、波付ステンレス [ (イ) ] テープで補強・保護された [ (エ) ] ケーブルが用いられている。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

アルペス	P E C	スラック	ラミネート
星形カッド	電磁誘導	層	F R
D Mカッド	ポリ塩化ビニル	スタルペス	H S
P E F	クリーピング	ダンシング	対



(2) 次の文章は、光ファイバの接続損失などについて述べたものである。□内の(オ)～(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×4=12点)

( ) 光ファイバの接続損失の要因などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、□(オ)である。

〈(オ)の解答群〉

国内で使用されている光コネクタの一つとしてSCコネクタがある。SCコネクタはFCコネクタから発展したものであり、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバのいずれにも使用できる無調心タイプのコネクタである。

融着接続しようとする同種類の光ファイバの端面が平滑に切断されていたとしても、接続箇所で両方の光ファイバが一直線にならず角度を持っている場合には、損失を生ずる。マルチモード光ファイバと比較して開口数が小さいシングルモード光ファイバでは、軸の曲がり角が同じ場合、この損失値は小さくなる。

光ファイバ接続の場合、接続しようとする両方の光ファイバの間に間げきがあると、この間げきによる損失が生ずる。PC(Physical Contact)形コネクタでは、フェルール及び光ファイバの端面に丸みをつけて必ず物理的に接触させるなどの工夫が施されている。

融着接続しようとする同種類の光ファイバの端面が平滑に切断されていても、コアとコアが一致せず軸ずれがある場合、光パワーの通路が合っていないので、その箇所での損失となる。コア径の小さいシングルモード光ファイバの場合は、特に、軸合わせを精密に行う必要がある。

( ) 光ファイバのコネクタ接続の特徴について述べた次のA～Cの文章は、□(カ)。

A 光ファイバケーブルを用いた建物内の配線や、着脱可能な分界点を必要とする光ファイバコードの接続には、着脱自在な光コネクタが用いられる。光コネクタをあらかじめ光ファイバケーブルに装着しておくことにより、短時間に接続が可能となる。

B 単心用の光コネクタは、フェルールを内蔵したプラグ及びスリーブを内蔵したアダプタで構成され、一つのアダプタに両側からプラグが差し込まれ接続が完成する。コネクタ接続時の損失の原因は、軸ずれ、間げきなどがあるが、軸ずれの寸法と間げきの寸法が同じ場合、間げきの方が軸ずれよりも接続損失が大きい。

C SCコネクタは単心用光コネクタの一つであり、ハウジングはプラスチック製で、着脱が簡単なプッシュオン形となっている。フェルールの端面の研磨は、PC研磨のほかに反射を低減したアドバンスドPC研磨、斜めPC研磨などが実用化されている。

〈(カ)の解答群〉

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

- ( ) 光ファイバの機械的強度の特性などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、(キ) である。

〈(キ)の解答群〉

光ファイバ製造時に、光ファイバに張力を加えて、光ファイバの傷などによる弱い部分を除去し光ファイバの強度を保証するための試験はスクリーニング試験といわれる。一般に、陸上で布設される光ファイバのスクリーニング試験条件は、伸びひずみ量 10 ~ 15 [%] である。

光ファイバは、表面への傷を保護するために光ファイバ表面に一次被覆がコーティングされている。一次被覆により、光ファイバの可とう性が向上しハンドリングも容易になるが、一次被覆が厚すぎると、曲げ、引張り及び温度伸縮により吸収損失が発生する原因となる。

長さが一定の光ファイバの両端を固定し、一定速度で端を引っ張ると光ファイバの伸びひずみが大きくなり破断する。一般に、光ファイバの破断応力と累積破断確率の関係を示す動的疲労特性は、ワイブル分布になる。

光ファイバの欠陥の成長要因として、応力、水、温度などが考えられる。石英系光ファイバは、空気中と比較して、水中では、「破断時間 - 負荷応力特性」が低下する。これは、微視的には水により光ファイバを構成する  $\text{GeCl}_4$  結合が破断されるためである。

- ( ) 光ファイバの損失測定方法について述べた次の文章のうち、正しいものは、(ク) である。

〈(ク)の解答群〉

伝送損失を測定する方法として、光ファイバを伝搬する光の入出力パワーを直接測定する透過法と光ファイバ中のマイクロベンディングロスを測定する後方散乱光法がある。このうち、透過法には挿入損失法とカットバック法がある。

挿入損失法は、被測定光ファイバに、実際に入射した光パワーと出射した光パワーの差を測定する方法である。被測定光ファイバを入射端から 1 ~ 2 (m) で切断し、その切断点の光パワーを測定する。後方散乱光法と比較して、伝送損失をより正確に測定できる。

カットバック法は、被測定光ファイバの入射端側を切断できない場合に用いられる。入射側の励起用光ファイバの光出力を入射光パワーとみなす方法であり、厳密には、励起用光ファイバと被測定光ファイバの接続損失を含んだ値を測定する。

後方散乱光法は、本来、光ファイバ損失の長手方向の均質性を測定する方法であり、伝送損失、接続損失、光ファイバの長さなどを測定できる。

- (1) 次の文章は、電気通信設備におけるメタリックケーブルのガス保守などについて述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(2点×4=8点)

一般に、ガス連続供給方式は、乾燥空気を約 □(ア) (kPa)の一定圧力で、地下メタリックケーブル内に連続的に供給するものであり、ケーブル外被及び接続点に損傷が生じた場合でも、水や湿気がケーブル内に侵入することを防止している。また、ガス連続供給方式を用いたガス圧遠隔監視システムでは、ケーブル接続点に取り付けられた □(イ) は、検出したガス圧力値を電気信号に変換し、設備センタなどの監視装置にデータを送出している。また、ガス保守区間と非ガス保守区間の境界には、ガス □(ウ) 付きケーブルが使用され、ガス保守区間からガスが漏れいしない構成となっている。

一方、一般に、地下配線ケーブルは、小対であるためガスの流動抵抗が大きく、また、配線工法上、多くの分岐があるためガス保守が困難である。このため、地下配線用として、ケーブル内に □(エ) を主成分とする防水混和物を充てんしたCCP-JFケーブルが用いられ、ケーブル外被が損傷しても、浸水部分が広がらないよう工夫がなされている。

〈(ア)～(エ)の解答群〉			
32	64	128	分岐装置
圧力発信器	ケブラー	バルブ	ポリブテン
整流器	カーボンブラック	流量計	警報装置
隔壁	シリコン		

(2) 次の文章は、通信線路の監視技術などについて述べたものである。  内の(オ)～(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×4=12点)

( ) OTDRによる光パルス試験について述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

OTDRから光ファイバに入射された光パルスは、後方散乱光やフレネル反射光として反射点までの距離に比例した時間を経過した後に入射点に戻ってくる。OTDRの光ファイバの屈折率設定を誤ると、実際の光ファイバ長に対してOTDRの表示距離に誤差が生ずる。

OTDRによる測定において、フレネル反射光が戻ってくることにより、測定器の電気系(増幅回路)に飽和状態が起こった場合、このフレネル反射光が生じた地点よりも遠方から戻ってくる微弱な後方散乱光が正常に検知できなくなる。このフレネル反射光を取り除く機能は、マスクといわれる。

OTDRによる測定において、入射端に戻ってくる後方散乱光には雑音成分が含まれているため、被測定光ファイバの特性を示す信号成分を取り出すには、3回以上繰り返し測定を行い、そのデータの最大値と最小値の二つの値の中間値を採用する。これは、平均化処理といわれる。

OTDRから光ファイバに光を入射したときの測定波形において、後方散乱係数の異なる光ファイバを接続したとき、ケーブル接続点での波形の段差が上向きに現れたり、下向きに現れたりする場合がある。この波形の段差は、接続損失と接続点前後の光ファイバのレイリー後方散乱光レベル差とが合成されたものである。

( ) 光ファイバケーブルの光損失試験について述べた次のA～Cの文章は、  (カ) 。

A 光パワーメータを使用した光損失試験では、切り分けを行わずに測定区間全体を通しての光損失測定を行った場合、各接続点の接続損失値や光ファイバ自体の損失値を、それぞれ個別に計測することはできない。

B 光損失試験において、光ファイバ自体の損失値の絶対値を正確に計測するため、あらかじめ光入射端の測定用光源における光パワーの出力レベルを補正しておく必要がある。

C シングルモード光ファイバケーブルの光損失測定では、測定光において複数の伝搬モードが存在するので、各光のパワー分布が変動しないように、入射条件を一定にするための励振器が用いられる。

〈(カ)の解答群〉

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

- ( ) 光ファイバの各種測定方法などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

一般に、光ファイバIDテストを使用した心線対照において、現用通信光の波長が1.55(μm)の場合は、心線対照光の波長として現用通信光よりも波長の短い1.31(μm)を適用する。

可視光のうち0.63(μm)程度の波長帯を使用した心線対照では、光ファイバIDテストを使用した方法と比較して、より長距離での心線対照が可能であるとともに、出力端からの出力光を目視で簡易に確認できる利点がある。

光ファイバひずみ分布測定器(B-OTDR)は、光ファイバの長さ方向に分布するひずみを測定するもので、ブリルアン散乱光の周波数分布がひずみ量に比例してシフトする現象を利用している。

波長分散測定値は、それぞれ個別に測定されたパルス法による構造分散測定値と位相法による材料分散測定値とを合計し、求められる。

- ( ) 光ファイバケーブルの監視及び保守などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (ク) である。

〈(ク)の解答群〉

非ガス保守方式に使用される光ファイバWBケーブルは、浸水時において、WBテープの吸水材が膨張し、光ファイバ心線に圧力が加わるため、光損失が増加する。一般に、光ファイバケーブル監視は、このWBテープの吸水材による光損失増加の有無を監視することにより行われる。

非ガス保守方式による接続クロージャへの浸水監視対策として、接続クロージャ内に圧力発信器を設置し、浸水による接続クロージャ内部の圧力変化を光ファイバ心線にて監視装置に転送し、監視する方式がある。

浸水状態を放置した場合の光ファイバ心線の破断確率は、乾燥状態と比較して最大で2倍となることから、浸水を適切に検知することが必要となる。浸水期間を短くすることにより破断確率の上昇を抑制することが可能である。

浸水期間が長くなるほど破断確率が高くなることから、光ファイバケーブルの浸水検知を実施する間隔は、一般に、許容破断確率以下とするための許容浸水期間及び浸水故障発見から修理完了までに必要な期間を考慮して決められる。

- (1) 次の文章は、アクセス系光ファイバケーブルの設備検討の概要について述べたものである。  
 [ ] 内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、  
 [ ] 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

アクセス系光ファイバケーブルの設備検討においては、経済的な配線設計を行うとともに、光サービス需要への即応や、サービス提供後の移転工事の回避、故障発生時の早期復旧などについて考慮した弾力的な設備構築が要求される。したがって、机上検討で把握できない設計条件については、**(ア)**により工事箇所における地形や既設設備の状態、建設時の作業性、安全性に影響を及ぼす周辺環境などについて事前に確認する必要がある。

確認項目として、地下線路区間では、管路の取付角度、ダクトの段差、マンホール内における光ファイバケーブルの**(イ)**などがあるが、これらによって、布設距離や布設方向が制限されることがあるため、十分な確認が必要である。

また、ユーザビルへのケーブル引き込みについては、引込み管の状況、ビル内配管・縦系ダクトの状況、成端キャビネットなどの取付場所の確認が必要である。さらに、ユーザビルのMDF室内などに光アクセス装置を取り付ける場合は、設置場所における**(ウ)**を満足することによる光アクセス装置故障の予防、電源の確保などにも注意を払う必要がある。

**(ア)**に基づく情報は必要により、**(エ)**に反映され、施工に当たっての留意事項が網羅されることで、円滑で安全な工事实施が推進される。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

線路設計図	占用許可	心線切替え	建設年度
現場調査	運転保全	設備記録図	固定資産簿
需要予測	屈曲角度	温湿度条件	定期点検

(2) 次の文章は光ファイバケーブルの配線設計方法などについて述べたものである。  内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

(3点×4=12点)

( ) 光ファイバケーブルの配線ルート選定について述べた次のA~Cの文章は、  (オ) 。

- A ループ配線法を適用する場合、光ファイバケーブルの設備センタ引き出しについては、掘削工事による地下ケーブル切断事故などに対する信頼性確保の観点から、2方向に分散できるルートを選定することが望ましい。
- B 管路不足のルート区間については、既設管路の有効利用を図るため、可能な場合において既設メタリックケーブルを撤去、光ファイバケーブルへの統合などを図り、経済性の観点から、できるだけ増管工事を抑制することが望ましい。
- C 光ファイバケーブルの配線ルートは、一般に、最遠ユーザでも許容光損失値を満足するよう、光配線エリア内を最短距離で配線可能なルートを選定する。ただし、地形条件などにより最短の配線ルートを選定できない場合、許容光損失値を満足する必要はない。

〈(オ)の解答群〉

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

( ) 光アクセス設備の配線方法について述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

ループ無逓減配線法は、設備センタを中心として既設管路ルートが放射状に構築されている大都市ビジネスエリアに適した配線方法であり、設備の信頼性やサービス需要の変動にも適応性を有している。

スター逓減配線法は、ユーザが広い範囲に点在し、需要変動が小さく安定しているエリアに適した配線方法である。しかし、突発的な需要が発生した場合、スター無逓減配線法と比較して、心線の融通を図ることが難しい。

スター無逓減配線法は、既存管路ルートの制約などからループ化が困難な需要密度が高いエリアに適した配線法であり、設備センタから最遠端のユーザまで心線を逓減せずに配線する。

配線方式の適用に当たっては、配線エリア内の需要動向、需要密度、既存管路設備状況、保守性、信頼性、経済性などを総合的に勘案して決定する必要がある。

( ) 光ファイバケーブルの光損失設計について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A ループ配線法では、一般に、設備センタのケーブル引出し点から、時計回り方向と反時計回り方向のどちらからでもユーザへの配線ができる。したがって、ループ配線における光損失設計では、配線エリア上のユーザについて両方向とも許容光損失値を満足させる必要がある。
- B 光ファイバケーブルの施工結果に対する正常性を判定するために、光損失の実測値を評価する規格値は工事規格値といわれる。この工事規格値は、当該工事区間における光ファイバ自体の損失、接続損失の状況など、網の設備構成により決まる値である。
- C 設備センタからユーザまでの距離が短いなどのため、ユーザ側の伝送装置における受光レベルが高すぎる場合は、必要に応じて減衰器 (ATT) を挿入して適切なレベル範囲に調整する必要がある。一方、長距離伝送を必要とする場合には、高出力の発光パワーを有する伝送装置を適用することにより、許容光損失値を大きくする方法が採られる場合がある。

〈(キ)の解答群〉

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

( ) 中継光ファイバケーブル伝送路での光ファイバケーブルの損失設計において、以下の条件の場合、許容される光ファイバケーブルの最大中継伝送距離は (ク) (km) である。

(条 件)

- 許容光損失値は、伝送システムの送受光レベル差から規定される。
- 伝送路光損失(保守マージン含む。)は、許容光損失値を超えないこととする。
- 伝送システムの光出力レベル範囲は、 $-20 \sim -14$  (dBm) とする。
- 伝送システムの最低受光レベルは、 $-42$  (dBm) とする。
- 伝送路における光ファイバケーブルの損失(接続損失を含む。)は、 $0.6$  (dB / km) とする。
- 設備センタ内における損失は、両側の設備センタを合わせて、 $3$  (dB) とする。
- 保守マージンは、 $7$  (dB) とする。
- 上記以外の損失は、考慮しないものとする。

〈(ク)の解答群〉

10	20	30	40
----	----	----	----