

無線従事者 一陸特 3号



一陸特 大特集

第一級陸上特殊無線技士 出題傾向表
令和3年6月期 第一級陸上特殊無線技士 模範解答

別冊グラビア アンテナ探訪記

国立天文台 野辺山

野辺山宇宙電波観測所

第一級陸上特殊無線技士

令和3年6月期

無線工学・法規 問題解答集

国家試験出題傾向分析表

別解 試験問題の眺望

特別掲載

モールス通信 実践講座 第2回

一陸特 写真で理解する試験問題とアンテナ

無線従事者 第3号

目次

電波と受験の世界 掲示板	1
グラビアの解説	
野辺山宇宙電波観測所と観測設備	3
令和3年6月期 第一級陸上特殊無線技士 法規・工学 解答集	
午前 (A) 問題	
法規	11
無線工学	23
午後 (B) 問題	
法規	37
無線工学	49
国家試験出題傾向分析表	
法規	63
無線工学	69
別解 無線工学の眺望	79
モールス通信 実践講座 第2回 符号を打ってみよう	84
一陸特 写真で理解する 試験問題とアンテナ (最新問題対応)	93
編集者のページ	109

別冊グラビア

アンテナ探訪記

国立天文台野辺山

野辺山宇宙電波観測所



無線従事者第4号 予定記事

令和3年10月期 一陸特問題と解答

モールス通信実践講座 第3回

新連載

やさしく読み解く英語解説

発行令和3年12月20日(予定)

定価1650円(税込 予定)



グラビアの解説



野辺山宇宙電波観測所と観測設備

野辺山宇宙電波観測所の見学時間

見学可能日

年末年始休業(12月29日～1月3日)を除き毎日。見学所要時間：約1時間

見学時間

午前8時30分～午後5時(通常時)、午前8時30分～午後6時(7月20日～8月31日)

※見学コースのみ見学が可能であり、見学コース以外への立ち入りはできない点に注意。

※見学時は電波を発射する携帯電話や無線LAN関係機器、アマチュア無線機などの使用が制限される。

アクセス

自動車

中央自動車道 須玉インターから約30km

中央自動車道 長坂インターから約20km、小淵沢インターから約30km

上信越自動車道 佐久インターから約50km

中部横断自動車道 佐久南インターから約45km

電車

JR小海線野辺山駅下車 徒歩40分

重要

感染症対策の状況によって見学の可否が変化する場合がありますので、国立天文台野辺山宇宙電波観測所のホームページ(<https://www.nro.nao.ac.jp/>)をご確認ください。

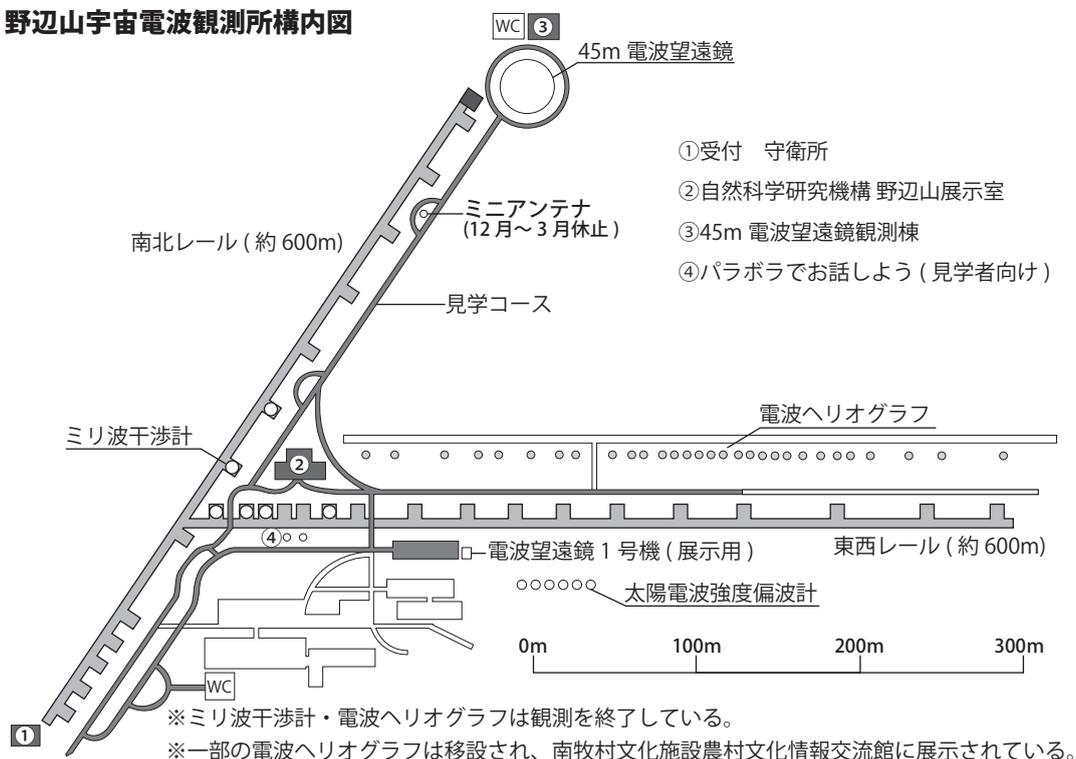
また、長野県の感染症対策総合サイトもご確認ください。サイトは下記アドレス。

<https://www.pref.nagano.lg.jp/hoken-shippei/kenko/kenko/kansensho/joho/corona.html>

南牧村役場／南牧村農村交流館【ベジタボール・ウィズ】についても、感染症対策の状況によって休館している場合がありますので、ホームページでご確認ください。

南牧村農村交流館【ベジタボール・ウィズ】 <http://www.star-nobeyama.com/index.html>

野辺山宇宙電波観測所構内図



南牧村農村文化情報交流館【ベジタボール・ウィズ】の紹介

【営業時間】 8：30～17：00

【駐車場】 普通車 30 台、大型可

【最寄駅】 JR 野辺山駅

【休館日】 5～9 月無休
 10～4 月：毎週月曜日
 ※(祝祭日の場合は翌日)

【料金】 入場無料 (下記アトラクションは有料)

●グローブシアター：大人 350 円／小人 200 円 ※20 人以上団体割引あり

※プラネタリウム：3D 映像で野辺山の星空や星座の見方を解説

●MAP-S：大人 400 円／小人 200 円

※野辺山高原上空を飛行するフライトシミュレーター、子供たちに人気のコンテンツ

ショップ 食堂・お土産販売店あり



駐車場には移設された電波ヘリオグラフが並んでおり、近くで見学することができる。野辺山宇宙電波観測所の隣に位置するので、訪れてみてはいかがでしょうか。



図 駐車場に移設された電波ヘリオグラフ



令和3年6月期

第一級陸上特殊無線技士

法規・工学模範解答集

法規・無線工学午前（A）問題

法規・無線工学午後（B）問題

第一級陸上特殊無線技士

国家試験出題傾向分析表

別解 試験問題の眺望

令和3年6月期一陸特問題〔9〕

新問シンボルレートとビットレート解説

法規 令和3年6月期 A問題

[1] 電波法に規定する用語の定義を述べた次の記述のうち、電波法（第2条）の規定に照らし、この規定に定めるところに適合するものはどれか。下の1から4までのうちから一つ選べ。

- 1 「無線従事者」とは、無線設備の操作又はその監督を行う者であつて、総務大臣の免許を受けたものをいう。
- 2 「無線局」とは、無線設備及び無線設備の管理を行う者の総体をいう。ただし、受信のみを目的とするものを含まない。
- 3 「無線設備」とは、無線電信、無線電話その他電波を送るための通信設備をいう。
- 4 「電波」とは、500万メガヘルツ以下の周波数の電磁波をいう。

解答・解説

正答は1である。下記に示した参照条文と比較すると、適合している選択肢は1となる。

電波法

第二条 この法律及びこの法律に基づく命令の規定の解釈に関しては、次の定義に従うものとする。

- 一 「電波」とは、**三百万メガヘルツ以下の周波数の電磁波**をいう。
- 二 「無線電信」とは、電波を利用して、**符号を送り、又は受けるための通信設備**をいう。
- 三 「無線電話」とは、電波を利用して、**音声その他の音響を送り、又は受けるための通信設備**をいう。
- 四 「無線設備」とは、**無線電信、無線電話その他電波を送り、又は受けるための電氣的設備**をいう。
- 五 「無線局」とは、**無線設備及び無線設備の操作を行う者の総体**をいう。但し、受信のみを目的とするものを含まない。
- 六 「無線従事者」とは、**無線設備の操作又はその監督を行う者**であつて、総務大臣の免許を受けたものをいう。

無線工学 令和3年06月期 A問題

〔1〕 次の記述は、マイクロ波 (SHF) 帯を利用する通信回線又は装置の一般的な特徴について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | | | |
|---|-----------|----|----|
| (1) 周波数が高くなるほど、□Aが大きくなり、大容量の通信回線を安定に維持することが難しくなる。 | A | B | C |
| (2) 低い周波数帯よりも使用する周波数帯域幅が□Bとれるため、多重回線の多重度を大きくすることができる。 | 1 フレネルゾーン | 広く | 低く |
| (3) 周波数が□Cなるほど、アンテナが小型になり、また、大きなアンテナ利得を得ることが容易である。 | 2 フレネルゾーン | 狭く | 高く |
| | 3 雨による減衰 | 狭く | 低く |
| | 4 雨による減衰 | 広く | 高く |

解答・解説

正答は4である。空欄はそれぞれ A：雨による減衰、B：広く、C：高く、となる。空欄を埋めた設問の記述は以下の通り。

- (1) 周波数が高くなるほど、雨による減衰が大きくなり、大容量の通信回線を安定に維持することが難しくなる。
- (2) 低い周波数帯よりも使用する周波数帯域幅が広くとれるため、多重回線の多重度を大きくすることができる。
- (3) 周波数が高くなるほど、アンテナが小型になり、また、大きなアンテナ利得を得ることが容易である。

〔2〕 次の記述は、直交周波数分割多重 (OFDM) 伝送方式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | | | |
|---|--------|-----|------|
| (1) OFDM 伝送方式では、高速の伝送データを複数の□Aなデータ列に分割し、複数のサブキャリアを用いて並列伝送を行う。 | A | B | C |
| (2) また、ガードインターバルを挿入することにより、マルチパスの遅延時間がガードインターバル長の□Bであれば、遅延波の干渉を効率よく回避できる。 | 1 より高速 | 範囲内 | CDMA |
| (3) OFDM は、一般的に 3.9 世代移動通信システムと呼ばれる携帯電話の通信規格である□Cの下り回線などで利用されている。 | 2 より高速 | 範囲外 | LTE |
| | 3 低速 | 範囲内 | LTE |
| | 4 低速 | 範囲外 | CDMA |

解答・解説

正答は3である。空欄はそれぞれ A：低速、B：範囲内、C：LTE、となる。空欄を埋めた設問の記述は以下の通り。

- (1) OFDM 伝送方式では、高速の伝送データを複数の低速なデータ列に分割し、複数のサブキャリアを用いて並列伝送を行う。
- (2) また、ガードインターバルを挿入することにより、マルチパスの遅延時間がガードインターバル長の範囲内であれば、遅延波の干渉を効率よく回避できる。
- (3) OFDM は、一般的に 3.9 世代移動通信システムと呼ばれる携帯電話の通信規格である LTE の下り回線などで利用されている。

国家試験 出題傾向分析表 法規

	平成28年		平成29年		平成30年		平成31年		令和元年		令和2年		令和3年	
	2月	6月	10月	2月	6月									
電波法	A: B: A: B: A: B:													
電波法の目的及び電波法に定める定義				1					1					法 1 法 2
電波法に規定する定義		1				1							1	法 2
電波法に規定する用語の定義			1					1		1				法 2
無線局の開設														
無線局を開設しようとする際に総務大臣の免許を受ける必要のない無線局		1												法 4
総務大臣の免許を受けることを要しない総務省令で定める無線局			2											法 6
無線局の開設	1													法 4 法 110
無線局の開設						1								法 4 法 76 法 110
無線局の免許を与えないことができる者			1				1							法 5
固定局の免許を受けようとする者が申請書に記載しなければならない事項	1													法 6
基地局の免許の申請書受理したときに審査しなければならない事項		1				2					1			法 7
無線局の予備免許の際に総務大臣から指定される事項				1										法 8
固定局の予備免許中における工事落成の期限の延長、工事設計の変更等					2		1			1				法 8 法 9
予備免許及び申請による周波数等の変更				1					2					法 8 法 19
予備免許を受けた者が行う工事設計の変更			1										2	法 9
予備免許を受けた者が工事落成の届け出をしない場合に受ける処分			2											法 11
落成後の検査		2											2	法 10
免許の有効期間			2											法 13 法 7
免許の有効期間及び再免許の申請の期間				2										法 13 法 7 手 17
免許の有効期間及び再免許の申請の期間										2		2		法 13 法 7 手 18
電波行政														
無線局に関する情報の提供														法 25
電波利用状況の調査等														法 26の2
無線局の免許人が収める電波利用料		11	10						9					法 103の2
無線局の変更														
申請による周波数等の変更		2									1			法 19
固定局の免許後の変更														法 17
固定局の免許後の変更手続	2			2										法 17
無線局の免許後の変更手続								2						法 17
無線設備の変更の工事をする際に必要な手続													2	法 17
無線設備の変更の工事の許可を受けた免許人がしなければならないこと													1	法 18

別解 試験問題の眺望

今回は、令和3年6月期一陸特問題〔9〕に出題された、シンボルレートとビットレートに関する問題に注目します。
この問題は別解としてではなく、新問の解説となります。

一陸特 R03年06月 無線工学 A09 B09 シンボルレートとビットレートの関係

令和3年6月期 午前 (A) 問題

〔9〕 次の記述は、QPSK 等のデジタル変調方式におけるシンボルレートとビットレートとの原理的な関係について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、シンボルレートは、1秒間に伝送するシンボル数(単位は〔sps〕)を表す。

- (1) QPSK(4PSK) では、シンボルレートが 5.0〔Msps〕 のとき、ビットレートは、□A〔Mbps〕である。
- (2) 64QAM では、ビットレートが 48.0〔Mbps〕 のとき、シンボルレートは、□B〔Msps〕である。

A B

- | | | |
|---|------|-----|
| 1 | 10.0 | 8.0 |
| 2 | 10.0 | 6.0 |
| 3 | 2.5 | 6.0 |
| 4 | 2.5 | 9.0 |
| 5 | 5.0 | 8.0 |

令和3年6月期 午前 (B) 問題

〔9〕 次の記述は、BPSK 等のデジタル変調方式におけるシンボルレートとビットレートとの原理的な関係について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、シンボルレートは、1秒間に伝送するシンボル数(単位は〔sps〕)を表す。

- (1) BPSK(2PSK) では、シンボルレートが 5.0〔Msps〕 のとき、ビットレートは、□A〔Mbps〕である。
- (2) 16QAM では、ビットレートが 32.0〔Mbps〕 のとき、シンボルレートは、□B〔Msps〕である。

A B

- | | | |
|---|------|-----|
| 1 | 5.0 | 8.0 |
| 2 | 5.0 | 2.0 |
| 3 | 2.5 | 4.0 |
| 4 | 10.0 | 4.0 |
| 5 | 10.0 | 8.0 |

図 1 に代表例として QPSK の信号点配置図 (シンボルマップ、あるいはコンスタレーションとも呼ばれる) を示します。

デジタル変調では 1 や 0 といったデジタル信号で搬送波を変調します。変調の方式はさまざまで、

- ASK 搬送波の振幅を 1/0 に応じて変化させるもの
- FSK 搬送波の周波数を 1/0 に応じて変化させるもの
- PSK 搬送波の位相を 1/0 に応じて変化させるもの

などがあります。

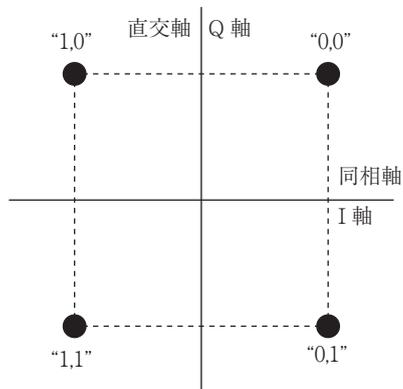


図 1 QPSK の信号点配置図

これらの方式では 1 回の変調操作で 1 ビット (1 あるいは 0) しか送ることができません。

- ・ 振幅が大きいか・小さいか。
- ・ 周波数が f_1 か f_2 か
- ・ 位相が切り替わったか

より多くの情報 (デジタルデータ) を伝送するには物凄いスピードでこの操作を行うこととなりますが、高速になればなるほど他の問題が発生します (帯域が広くなりすぎる、変化が早すぎて受信時に誤りやすくなる、など)。

そこで 1 回の変調操作で 2 ビット送れるようにしたらどうでしょうか。速度は同じでデータ 2 倍のお買い得。

「1 回の変調操作で "00" あるいは "01"、"10"、"11" などの 4 種類の 2 ビット情報が送り出せる。」

2 ビットは 4 種類の値を持てるのでそのように何かを変化させる必要があります。どんな変調操作にしましょうか。

- 振幅が 4 段階変化する
- 周波数を f_1 から f_4 の 4 つの周波数に切り替える
- 位相切り替えパターンを 4 つにする

図 1 に再注目しましょう。これは QPSK と呼ばれる位相を切り替える変調方式ですが、右上のタイミングで位相を切り替えたときが "00" を意味し、左下のタイミングで位相を切り替えたときは "11" を意味します (※1)。

設問に登場するシンボルレートとは図 1 に示すような "00" や "11" を意味する・・・文字通りシンボルの切り替え速度を指します。題意のようにシンボルレートが 5.0 [Msps] (メガシンボルパーセカントの意味) ということならば 1 秒間に 5 メガ回のシンボル切り替え (操作) が行われています (※2)。

モールス通信 実践講座

第2回 符号を打ってみよう



吉村 和昭

第2回のテーマは「符号を打ってみよう」です。最もシンプルな電鍵である「縦振り電鍵」を使用して、モールス符号を打ってみましょう。

電鍵（キー）は、縦振り電鍵以外にも半自動電鍵（バグキー）、自動電鍵（エレキー）、複式電鍵（往復電鍵）などがあります。最近のアマチュア無線機器にはエレキー（電子回路で自動発生する短点及び長点をモールス符号になるようにパドルで操作するもの）の機能が内蔵されていますので、写真1のようなパドルだけ用意すれば正確なモールス符号を送出できます。

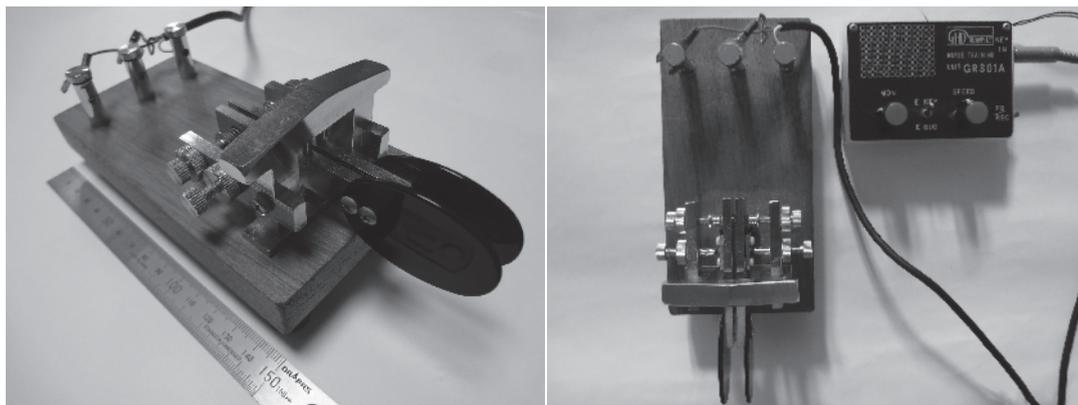


写真1 パドル

エレキーを使用すれば、比較的短時間の練習で短点と長点の比率が正確に1:3になっているきれいな信号を送出できるようになります。一方、縦振り電鍵を使用して短点と長点の比率が正確に1:3の信号を打てるようになるには多くの練習時間がかかりますが、今回は、敢えて「縦振り電鍵」を扱うことにします。

試験問題の実際

一陸特

写真で理解する

試験問題とアンテナ



パラボラアンテナ

パラボラアンテナは、開口面アンテナの一種であり、図 1 で示すように回転放物面の反射鏡と、回転放物面の焦点におかれた一次放射器で構成されている。一次放射器には電磁ホーンや反射器付きダイポールアンテナなどが用いられる。

このアンテナは、波長の短いマイクロ波の送受信アンテナとして最も多く用いられている。

パラボラアンテナの特性

・指向性

パラボラアンテナ指向性はペンシルビームであり、半値幅 θ は近似的に次式で表される。

$$\theta \cong 70 \frac{\lambda}{D} \quad \lambda: \text{波長}$$

また、一次放射器から発射された電波は、反射鏡で反射されて平面波となって放射される。

・利得

パラボラアンテナの利得は、絶対利得で表されることが多く、電波の波長を λ [m]、開口部の面積を S [m²]、開口効率を η としたとき、利得 G は次式で表される。

$$G = \frac{4\pi S}{\lambda^2} \eta$$

※このとき、電波の波長 λ 、利得 G 、開口部の面積 S が判明している場合に、開口効率 η を算出するならば、

$$\eta = \frac{G\lambda^2}{4\pi S}$$

と式を変形して、算出することができる。

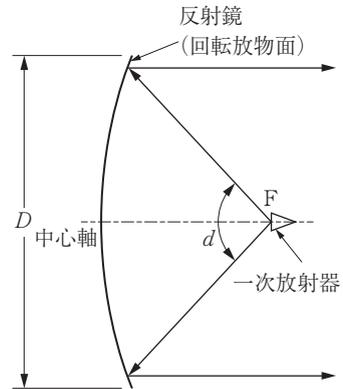
また、開口部の面積 S は開口直径を D [m] とすれば

$$S = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2$$

となるので、利得 G を開口直径 D で表せば次式のようにになる。

$$G = \frac{\pi^2 D^2}{\lambda^2} \eta$$

したがって、パラボラアンテナの利得 G は、直径の 2 乗に比例し、波長の 2 乗に反比例することがわかる。



D : 開口直径 d : 開口角
 F : 回転放物面の焦点

図 1 パラボラアンテナ

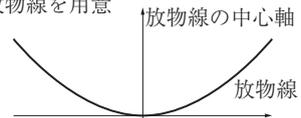


図 2 実際のパラボラアンテナ

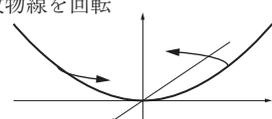
回転放物面とは何か

回転放物面は、下図に図示したように、放物線をその軸を中心に、180° 回転させてできる図形のことである。

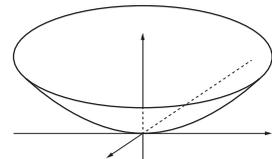
①放物線を用意



②放物線を回転



③回転した軌跡が回転放物面となる。



パラボラアンテナの開口効率の算出 令和3年02月期 A問題

[17] 15 [GHz] の周波数の電波で使用する回転放物面の開口面積が 1.0 [m²] で絶対利得が 43 [dB] のパラボラアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 52 [%] 2 56 [%] 3 60 [%] 4 64 [%] 5 68 [%]

解答と解説

パラボラアンテナの開口効率 η は次式で求めることができる。

$$\eta = \frac{G\lambda^2}{4\pi S}$$

また、題意より絶対利得 G は 43 [dB] とデシベルで与えられているため、真数に変換すると

$$43 \text{ [dB]} = 2 \times 10^4$$

となり、波長 λ は、周波数が 15 [GHz] であるので、

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{15 \times 10^9} = 0.02 = 2 \times 10^{-2} \text{ [m]}$$

となる。したがって、パラボラアンテナの開口効率 η は、数値を代入して

$$\eta = \frac{G\lambda^2}{4\pi S} = \frac{2 \times 10^4 \times (2 \times 10^{-2})^2}{4 \times 3.14 \times 1} = \frac{2 \times 4}{4 \times 3.14} = \frac{2}{3.14} \doteq 0.637 \doteq 64 \text{ [%]}$$

したがって、解答は 4 となる。

パラボラアンテナの開口効率の算出 令和3年02月期 B問題

[17] 21 [GHz] の周波数の電波で使用する回転放物面の開口面積が 0.5 [m²] で絶対利得が 43 [dB] のパラボラアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 69 [%] 2 65 [%] 3 61 [%] 4 57 [%] 5 53 [%]

解答と解説

先の問題と同じようにして、絶対利得 $G = 2 \times 10^4$ 、波長 $\lambda = 1/7 \times 10^{-1}$ [m] と算出できるので、パラボラアンテナの開口効率 η の式に代入して

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{2 \times 10^4 \times \left(\frac{1}{7} \times 10^{-1}\right)^2}{4 \times 3.14 \times 0.5} = \frac{2 \times 10^4 \times \frac{1}{49} \times 10^{-2}}{4 \times 3.14 \times 0.5} = \frac{200}{49 \times 2 \times 3.14} \\ &= \frac{200}{49} \times \frac{1}{2 \times 3.14} = \frac{100}{49 \times 3.14} = \frac{100}{153.86} \doteq 0.6499 \doteq 65 \text{ [%]} \end{aligned}$$

したがって、解答は 2 となる。

別冊グラビア アンテナ探訪記

国立天文台野辺山

野辺山宇宙電波観測所

