

令和 6 年度

第 1 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受	験	番	号
印	字	あ	り

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 解答は、マークシートの間番号に対応した解答欄にマークしてください。

例えば、問1の

(1)

 と表示のある問に対して(イ)と解答する場合は、下の例のように問1の(1)の

イ

 をマークします。

なお、マークは各小問につき一つだけです。二つ以上マークした場合には、採点されません。

(マークシートへの解答記入例)

問 1									
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)					
<table border="1"><tr><td>●</td></tr></table>	●	<table border="1"><tr><td>イ</td></tr></table>	イ	<table border="1"><tr><td>イ</td></tr></table>	イ	<table border="1"><tr><td>イ</td></tr></table>	イ	<table border="1"><tr><td>イ</td></tr></table>	イ
●									
イ									
イ									
イ									
イ									
<table border="1"><tr><td>ロ</td></tr></table>	ロ	<table border="1"><tr><td>●</td></tr></table>	●	<table border="1"><tr><td>ロ</td></tr></table>	ロ	<table border="1"><tr><td>ロ</td></tr></table>	ロ	<table border="1"><tr><td>ロ</td></tr></table>	ロ
ロ									
●									
ロ									
ロ									
ロ									
<table border="1"><tr><td>ハ</td></tr></table>	ハ	<table border="1"><tr><td>ハ</td></tr></table>	ハ	<table border="1"><tr><td>●</td></tr></table>	●	<table border="1"><tr><td>ハ</td></tr></table>	ハ	<table border="1"><tr><td>ハ</td></tr></table>	ハ
ハ									
ハ									
●									
ハ									
ハ									
<table border="1"><tr><td>ニ</td></tr></table>	ニ	<table border="1"><tr><td>ニ</td></tr></table>	ニ	<table border="1"><tr><td>ニ</td></tr></table>	ニ	<table border="1"><tr><td>●</td></tr></table>	●	<table border="1"><tr><td>ニ</td></tr></table>	ニ
ニ									
ニ									
ニ									
●									
ニ									
<table border="1"><tr><td>ホ</td></tr></table>	ホ	<table border="1"><tr><td>ホ</td></tr></table>	ホ	<table border="1"><tr><td>ホ</td></tr></table>	ホ	<table border="1"><tr><td>ホ</td></tr></table>	ホ	<table border="1"><tr><td>●</td></tr></table>	●
ホ									
ホ									
ホ									
ホ									
●									
<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ	<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ	<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ	<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ	<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ
ヘ									
ヘ									
ヘ									
ヘ									
ヘ									
<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト	<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト	<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト	<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト	<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト
ト									
ト									
ト									
ト									
ト									
<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ	<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ	<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ	<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ	<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ
チ									
チ									
チ									
チ									
チ									

問					
(1)	(2)	(3)			
<table border="1"><tr><td>イ</td></tr></table>	イ	<table border="1"><tr><td>イ</td></tr></table>	イ	<table border="1"><tr><td>イ</td></tr></table>	イ
イ					
イ					
イ					
<table border="1"><tr><td>ロ</td></tr></table>	ロ	<table border="1"><tr><td>ロ</td></tr></table>	ロ	<table border="1"><tr><td>ロ</td></tr></table>	ロ
ロ					
ロ					
ロ					
<table border="1"><tr><td>ハ</td></tr></table>	ハ	<table border="1"><tr><td>ハ</td></tr></table>	ハ	<table border="1"><tr><td>ハ</td></tr></table>	ハ
ハ					
ハ					
ハ					
<table border="1"><tr><td>ニ</td></tr></table>	ニ	<table border="1"><tr><td>ニ</td></tr></table>	ニ	<table border="1"><tr><td>ニ</td></tr></table>	ニ
ニ					
ニ					
ニ					
<table border="1"><tr><td>ホ</td></tr></table>	ホ	<table border="1"><tr><td>ホ</td></tr></table>	ホ	<table border="1"><tr><td>ホ</td></tr></table>	ホ
ホ					
ホ					
ホ					
<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ	<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ	<table border="1"><tr><td>ヘ</td></tr></table>	ヘ
ヘ					
ヘ					
ヘ					
<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト	<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト	<table border="1"><tr><td>ト</td></tr></table>	ト
ト					
ト					
ト					
<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ	<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ	<table border="1"><tr><td>チ</td></tr></table>	チ
チ					
チ					
チ					

正解と思われるものの記号の枠内を、マークシートに印刷されているマーク記入例に従い、濃く塗りつぶす方法で示してください。

6. 問6と問7は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50$ Hz 670 kV・A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: I [A] 抵抗 R [Ω] 面積は S [m²])

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

A問題(配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問1 次の文章は, 同期機の特性曲線に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図1は同期発電機のV曲線である。V曲線は, 発電機, 電動機のいずれにおいても, 同期機の端子電圧を定格に保ちながら出力(電動機の場合は軸出力, 発電機の場合は有効電力)をパラメータとして一定にし, 横軸の (1) を変化させることで得られる。ただし, 発電機の場合では, 一般的に縦軸には皮相電力をとり, 点線①の右側の領域は遅相運転の領域となる。

図1において, 点aは発電機の電機子端子を (2) になる (1) での運転に相当する。太線の曲線②は (3) としての運転に相当する。また, 曲線③は, 有効電力を定格運転時の値としたときの曲線である。

図2は同期発電機の可能出力曲線であり, 図に示すように一般的にAB, BC, CDの3種類の曲線で構成される。そのうちの曲線 (4) が, 図1のV曲線の点線dcに対応する。ここで点線dcを含む点線④は (1) が定格値のときの直線である。また, 図1の点bは図2の点 (5) に相当する。

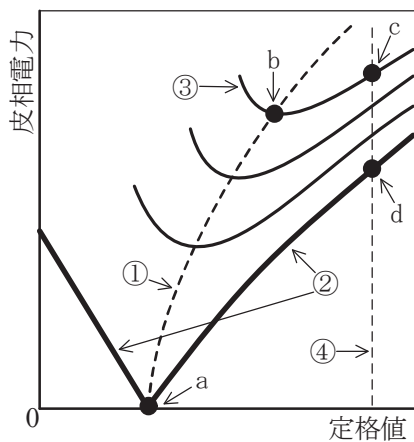


図1 同期発電機のV曲線

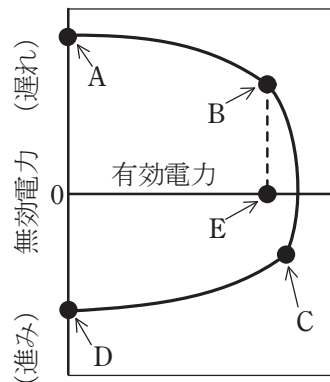


図2 同期発電機の可能出力曲線

[問 1 の解答群]

(イ) AB

(ロ) BC

(ハ) CD

(ニ) B

(ホ) E

(ヘ) C

(ト) 電機子電流

(チ) 界磁電流

(リ) 誘導発電機

(ヌ) 負荷電流

(ル) 同期調相機

(ヲ) 発電電動機

(リ) 短絡した場合に短絡容量

(カ) 開放した場合に定格電圧

(コ) 短絡した場合に定格電流

問2 次の文章は、避雷器に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

避雷器は、雷又は回路の開閉などに起因するサージ電圧が電力機器に侵入することを防ぐため、線路と大地間に接続する装置である。避雷器の有する動作責務としては、過電圧の (1) がある値を超えたとき、放電により過電圧を制限して電力機器の絶縁を保護し、かつ、 (2) を短時間のうちに遮断して、系統を元の状態に復帰させることである。

避雷器の放電中、その両端子間に発生する電圧を (3) といい、その値は保護する機器や設備の耐電圧レベルよりも低くなければならない。また、避雷器の保護性能及び復帰性能を表現するために用いる放電電流の規定値を (4) という。

現在使用されているギャップレス避雷器の多くは、優れた非直線の電圧－電流特性を有する (5) 素子を用いた避雷器であり、動作時の (3) をできるだけ低くし、かつ、常時運転電圧の印加に対して長期間の使用に耐えるようにしている。また、高抵抗・高耐圧化した (5) 素子を適用することにより素子の直列数の低減が可能となり、ガス絶縁開閉装置(GIS)用、送電用、配電用などの避雷器の小形化に大きく寄与している。

〔問 2 の解答群〕

- | | | |
|------------|------------|-----------|
| (イ) 公称放電電流 | (ロ) 炭化ケイ素 | (ハ) アーク電圧 |
| (ニ) 平均値 | (ホ) 放電開始電圧 | (ヘ) 実効値 |
| (ト) 波高値 | (チ) 連続放電電流 | (リ) 漏れ電流 |
| (ヌ) 交流 | (ル) 制限電圧 | (ヲ) シリコン |
| (ワ) 続流 | (カ) 定格通電電流 | (ヰ) 酸化亜鉛 |

問3 次の文章は、誘導電動機のベクトル制御に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

(1) において、界磁磁束軸と電機子電流の磁束軸との間の角度は電気角で 90° であり、界磁磁束と電機子電流によりトルクを発生し、さらに、界磁電流を一定にすればトルクは電機子電流に比例する。この考え方にに基づき、誘導電動機のトルクなどを制御する方式をベクトル制御と呼んでいる。

誘導電動機の (2) を、磁束を発生する励磁電流成分とトルクを発生するトルク電流成分とに分解し、それぞれの電流成分をベクトルとして独立に制御する。

ベクトル制御は直接型ベクトル制御と間接型ベクトル制御に大別される。このうち直接型ベクトル制御は、磁束を検出して制御する方式である。二次磁束指令値 ϕ_2^* とトルク電流指令値 i_q^* に応じて励磁電流ベクトルとトルク電流ベクトルを制御することにより電動機を (1) のように扱うことができる。

一方、間接型ベクトル制御は磁束を検出することなしに制御する方法であり、磁束センサを必要とせずベクトル制御できる。

一つの方式として二次磁束指令値 ϕ_2^* から (3) 指令値を求めて制御する方式がある。電動機の二次抵抗を r_2 、二次インダクタンスを L_2 、相互インダクタンスを M とした場合、 (3) 指令値を ω_s^* とし、次のように表される。

$$\omega_s^* = \frac{r_2}{L_2} M \frac{i_q^*}{\phi_2^*}$$

この式中の $\frac{r_2}{L_2}$ の逆数である $\frac{L_2}{r_2} = T_2$ は、電動機の二次回路の (4) と呼ばれる。この方式は r_2 、 L_2 、 M を制御演算に用いているが、それらのうち (5) の温度変化の影響が最も大きい。

[問3の解答群]

- | | | |
|----------------|-------------|---------------|
| (イ) 共振周波数 | (ロ) 一次電流 | (ハ) 二次電流 |
| (ニ) V/f 一定制御 | (ホ) 滑り角周波数 | (ヘ) 他励直流機 |
| (ト) 時定数 | (チ) 一次角周波数 | (リ) 特性インピーダンス |
| (ヌ) 二次インダクタンス | (ル) 二次抵抗 | (ヲ) 空隙磁束 |
| (ワ) 同期機 | (カ) 回転子角周波数 | (ヨ) 相互インダクタンス |

問4 次の文章は、光源の全光束の求め方に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

配光は、光源が放射する光束を、 (1) の空間分布として表したものである。鉛直配光が水平角 φ に依存しない場合は、配光は鉛直角 θ の関数 $I(\theta)$ として表される。このとき、この光源の全光束 Φ は次式によって表される。

$$\Phi = \text{(2)} \dots\dots\dots \text{①}$$

実在の光源では複雑な配光を有するものが多いので、全光束 Φ は実測した $I(\theta)$ を数値積分することで求める。その方法の一つとして、以下に示す (3) と呼ばれる図を用いる方法がある。

(3) の左側には、光源の光中心を中心とした半径 r の半円を描き、その内側に配光 $I(\theta)$ (曲線 abc) を描く。また、半円上において、 θ に対応する点を P としている。

さらに、図の右側には、直交座標 xy をとっている。 x 軸(縦軸)において、座標の原点 O は、左側の半円上の $\theta = 0$ の点 N に対応している。同様に、 x 軸上の点 P' は半円上の点 P に対応している。 x 軸において、原点 O から点 P' までの長さ(点 P における球帽の高さ)が x である。 y 軸(横軸)には、 θ に対応する $I(\theta)$ をプロットしている。すなわち、図の左側の配光曲線 abc が、図の右側の曲線 ABC に対応している。

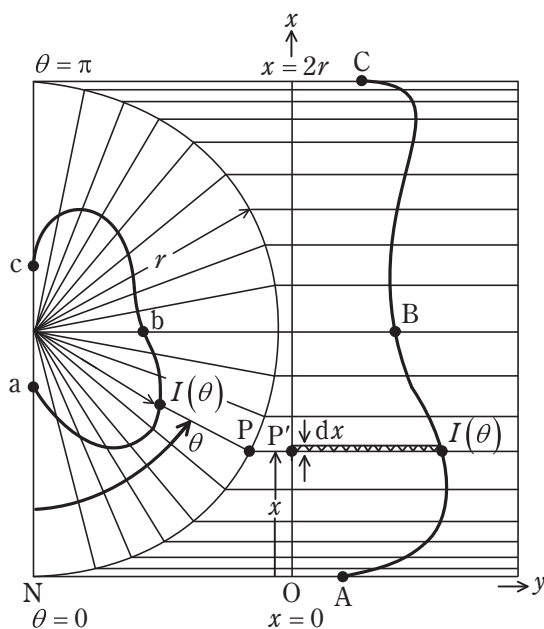


図 (3)

この図において、 x 軸上の微小幅を dx とすると、曲線 ABC と x 軸とで囲まれる面の面積 S は次式で与えられる。

$$S = \int_0^{2r} I(\theta) dx \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

ここで、 x は r と θ を使って、

$$x = r(1 - \cos\theta) \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

と表すことができるので、これを使うと、②式は次式のようなになる。

$$S = \boxed{(4)} \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

さらに、①式と④式とを比較することで次式を求めることができる。

$$\Phi = \boxed{(5)} \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

すなわち、面積 S を求めることによって、光源の全光束 Φ を求めることができる。

[問 4 の解答群]

$$(イ) \ 2r \int_0^{\pi} I(\theta) \cos\theta d\theta \qquad (ロ) \ 2\pi \int_0^{\pi} I(\theta) \cos\theta d\theta \qquad (ハ) \ 2\pi \int_0^{\pi} I(\theta) \sin\theta d\theta$$

$$(ニ) \ \frac{\pi}{r} S \qquad (ホ) \ \frac{2\pi}{r} S \qquad (ヘ) \ \frac{\pi}{2r} S$$

(ト) ルーソー図 (チ) 色度図 (リ) 等光度図

(ヌ) 輝度 (ル) 光度 (ヲ) 光束発散度

$$(ヰ) \ \pi \int_0^{\pi} I(\theta) d\theta \qquad (カ) \ r \int_0^{\pi} I(\theta) \sin\theta d\theta \qquad (コ) \ 2r \int_0^{\pi} I(\theta) d\theta$$

B問題(配点は1問題当たり計20点)

問5 次の文章は、トランジスタのスイッチングに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図1はトランジスタのコレクタ・エミッタ間電圧 v_{CE} とコレクタ電流 i_C のスイッチング期間中の軌跡の模式図である。外側の実線が安全動作領域(SOA)を示す。トランジスタの動作点の軌跡が SOA の内側にあることが望ましい。動作点が点 a から点 b に移行するとき、軌跡 (1) を通るとトランジスタの損失は非常に小さい。この軌跡を求めるためには移行期間中の v_{CE} と i_C の (2) を測定する必要がある。線分 cd の部分は (3) や二次降伏による制限である。

図2は、コンデンサC、抵抗R及びダイオードDからなる (4) がトランジスタに並列接続されている。Cはターンオフするときの v_{CE} の上昇を (5) する働きがあり、SOA 内でのトランジスタの動作の確保、スイッチング損失の低減、 (6) の抑制に役立つ。Rはオン期間にCの (7) を制限する働きがある。

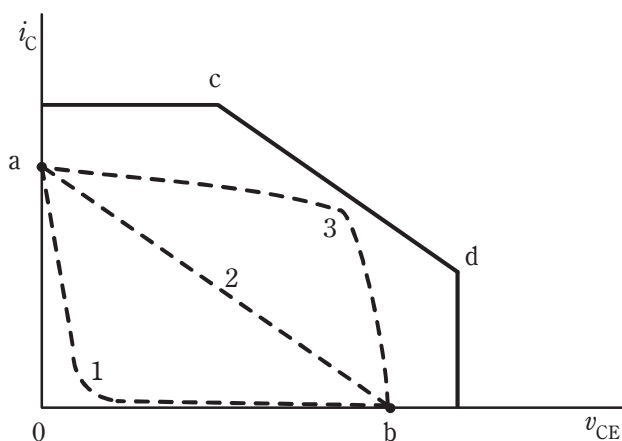


図1:スイッチング期間中の軌跡の模式図

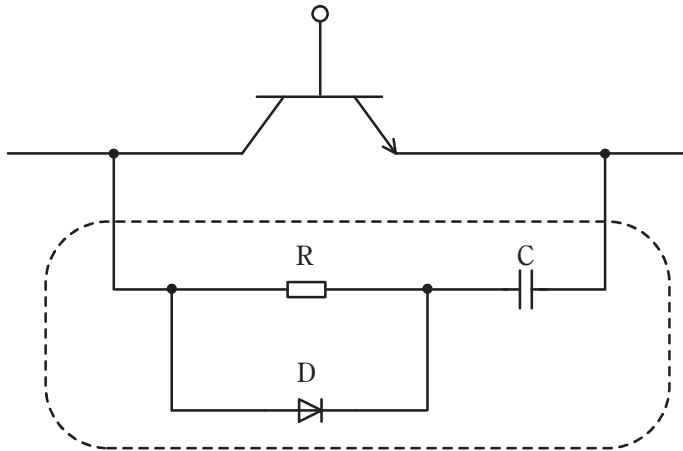


図 2 : (4)

[問 5 の解答群]

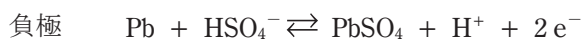
- | | | |
|--------------|-----------|----------|
| (イ) 1 | (ロ) 2 | (ハ) 3 |
| (ニ) 放電電流 | (ホ) 最小値 | (ヘ) 環流回路 |
| (ト) 瞬時値 | (チ) 最大値 | (リ) オン電流 |
| (ヌ) 緩やかに | (ル) サージ電圧 | (ヲ) 温度上昇 |
| (ワ) スイッチング周期 | (カ) 急峻に | (ヨ) オン電圧 |
| (タ) 充電電流 | (レ) スナバ回路 | |

問 6 及び問 7 は選択問題であり、問 6 又は問 7 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 6 次の文章は、鉛蓄電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

鉛蓄電池は 100 年以上の歴史を持ち、自動車用、産業用の非常用電源装置、電動フォークリフト等の様々な用途があり、充放電の電極反応は以下の式で表される。



全反応は、二酸化鉛と鉛が硫酸と反応して硫酸鉛と水になる反応であり、放電反応で正極の二酸化鉛は (2) される。公称電圧は 2 V であり、ニッケル－水素化物電池などの他の水溶液電解質を用いる電池と比較して (3) い。また、放電すると電解質は (4) くなる。鉛蓄電池の構成材料のモル質量をそれぞれ Pb は 207.2 g/mol, H_2SO_4 は 98.1 g/mol, PbO_2 は 239.2 g/mol, 硫酸濃度 38 % とすると、質量あたりの理論容量は (5) A・h/kg である。公称電圧 12 V, 20 時間率容量 12.0 A・h, 重量 3.9 kg の集合電池の重量エネルギー密度は (6) W・h/kg である。なお、ファラデー定数は 26.80 A・h/mol とせよ。

〔問6の解答群〕

(イ) 1.86

(ロ) 2

(ハ) 3

(ニ) 3.08

(ホ) 4

(ヘ) 36.9

(ト) 41.7

(チ) 55.7

(リ) 83.4

(ス) 高

(ル) 低

(フ) 活性化

(ワ) 酸化

(カ) 還元

(ヨ) 変わらな

(ク) 薄

(レ) 濃

問 6 及び問 7 は選択問題であり、問 6 又は問 7 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 7 次の文章は、PC 周辺の無線ネットワークに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

携帯型の PC では、無線技術を利用したネットワーク通信が多く用いられている。

無線 LAN としては、OSI 参照モデルの (1) とデータリンク層の一部を定義した IEEE 802.11 関連規格に対応した各種機器が普及しており、ネットワーク上の無線アクセスポイントなどとして用いられている。

無線 LAN の使用周波数としては、 (2) 付近と 5GHz 付近などが使われている。周波数が (3) 方が、電波の到達距離で有利となるが伝送速度は小さくなる。

(2) 付近は水分子のマイクロ波加熱に適切な周波数で、 (4) として通信以外にも利用できる周波数帯域となっており、無線 LAN の利用には注意を要する場合がある。

(5) 機器は、無線 LAN と同じ (2) 付近を利用するが、周波数チャンネルを決められたパターンに従って高速に切り替える (6) 方式により無線 LAN との共存を実現している。

〔問 7 の解答群〕

- | | | |
|---------------|--------------|------------|
| (イ) マルチパス | (ロ) IEEE1394 | (ハ) 0.4GHz |
| (ニ) 1.9GHz | (ホ) 2.4GHz | (ヘ) 高い |
| (ト) Bluetooth | (チ) AM バンド | (リ) セッション層 |
| (ヌ) トランスポート層 | (ル) ISM バンド | (ヲ) 低い |
| (リ) USB | (カ) 周波数ホッピング | (ヨ) 物理層 |
| (タ) 直接拡散 | (レ) HF バンド | |