

令和 8 年度

第 2 種
電力

(第 2 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)
●	○	○	○	○
○	●	○	○	○
○	○	●	○	○
○	○	○	●	○
○	○	○	○	●
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

問		
(1)	(2)	(3)
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○
○	○	○

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])

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3点, 計15点)

問1 次の文章は、火力発電所からのCO₂排出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。

火力発電設備の熱効率を適正に維持することは、燃料消費量を低減し、CO₂排出量の抑制につながるため、大変重要である。例えば、汽力発電のボイラを運転するときには、 (1) を監視する必要がある。これは、 (1) が大きくなると排ガス損失が増加するためである。また、復水器の (2) が下がると、蒸気タービンの熱落差が小さくなって熱効率が低下するため、適正な (2) に維持する必要がある。

超々臨界圧 (3) が採用されていない石炭火力発電を段階的に廃止していくことも、CO₂排出量の削減につながる。

CO₂回収・貯留技術は、排出されたCO₂を分離回収したのち圧縮して、地下 (4) の岩層に圧入して閉じ込めることで、大気中へのCO₂排出を抑えるものである。さらに、回収したCO₂を有効活用することも含めた取り組みは (5) と呼ばれている。

〔問1の解答群〕

- | | | |
|----------------|--------------|--------------------|
| (イ) 過剰空気率 | (ロ) 出口給水流量 | (ハ) タービン |
| (ニ) ホットウェルレベル | (ホ) 約10～30 m | (ヘ) ドラムレベル |
| (ト) 炉内圧力 | (チ) ボイラ | (リ) 真空度 |
| (ヌ) 約100～300 m | (ル) MACC | (ヲ) 約1 000～3 000 m |
| (リ) IGCC | (カ) CCUS | (ヨ) 発電機 |

問 2 次の文章は、変電所の調相設備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。

電力用コンデンサ(並列コンデンサ)は遅相分の無効電力を (1) ために使用される。中容量以上の電力用コンデンサの保護としては、設備内の短絡、地絡事故時には (2) リレーや地絡過電圧リレーにて故障を検出する電気式リレーが適用されている。また、コンデンサ内部素子故障は、電圧や電流の検出の変化がわずかであるため、各相のコンデンサを前段と後段の直列接続に分け、それぞれの (3) の分担電圧の差を検出することにより、素子故障まで高感度に検出する (4) 方式の電気式リレーが多く適用されている。

分路リアクトルは進相分の無効電力を (1) ために使用される。分路リアクトルの保護としては、その構造が (5) に類似しており、 (5) の保護方式に準じた電気式、機械式リレーが適用されている。

〔問 2 の解答群〕

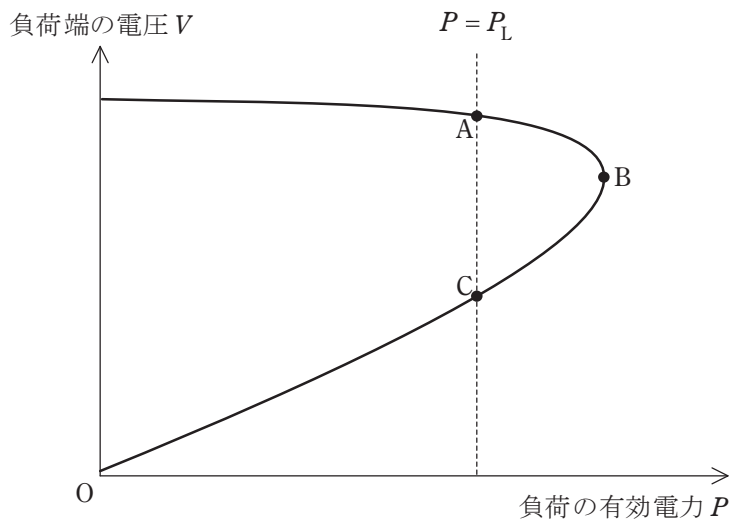
- | | | |
|-----------|-----------|--------------|
| (イ) 距離 | (ロ) 同期調相機 | (ハ) 一定に保つ |
| (ニ) 供給する | (ホ) 励磁コイル | (ヘ) オープンデルタ |
| (ト) 消費する | (チ) 放電コイル | (リ) 電圧平衡 |
| (ヌ) 空芯コイル | (ル) 欠相 | (ヲ) 過電流 |
| (リ) 変圧器 | (カ) 電圧調整器 | (ヨ) リアクタンス平衡 |

問3 次の文章は、電圧安定性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。

電圧安定性は負荷の様相に大きく依存する。電圧に対する負荷特性は、定電力特性、定電流特性、定インピーダンス特性の三つに分類される。定電力特性の負荷の代表例として挙げられるのは (1) である。負荷全体に対する定電力負荷の割合が (2) 場合、電圧維持が厳しくなる。

電圧安定性を表す特性として、負荷の有効電力 P と負荷端の電圧 V の関係を表した P - V 曲線が一般に用いられ、その形からノーズカーブともいわれる。下の図において、誘導性の負荷が定電力特性 ($P=P_L$ で一定) である場合、安定な運用点は (3) である。

負荷の有効電力が増加すると電圧安定性が低下するおそれがあることから、負荷端に (4) を投入することで、 P - V 曲線の潮流限界点が図の (5) 方向に移動し、電圧の安定性を向上できる。



〔問3の解答群〕

- | | | |
|--------------|---------------|---------|
| (イ) 蛍光灯 | (ロ) 分路リアクトル | (ハ) C |
| (ニ) 制動抵抗 | (ホ) 電熱体 | (ヘ) 小さい |
| (ト) 大きい | (チ) インバータエアコン | (リ) 右上 |
| (ヌ) 電力用コンデンサ | (ル) B | (フ) ゼロの |
| (ワ) 右下 | (カ) 左上 | (ヱ) A |

問 4 次の文章は、地中配電線路の高圧ケーブル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。

地中配電線路の高圧ケーブルは、近年 (1) が主に使用されており、絶縁体の材料には (2) が用いられている。

(1) の主な劣化要因としては (3) と (4) に大別することができる。

(3) は絶縁体内の異物、ボイドや突起が内在することによる局所的な高電界部での放電や、開閉サージ等によって樹枝状の絶縁劣化が進展する現象である。

一方、 (4) は外傷箇所をはじめ、ケーブル接続部やシースを透過した水分の存在と電界の共存状態において発生する絶縁劣化現象で、絶縁体中に樹枝状に進展し、絶縁破壊に至るものが散見される。 (4) の対策として、現状では三層同時押し出し方式の (5) タイプが普及したこと等により、大幅に絶縁破壊事象が減少した。

〔問 4 の解答群〕

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| (イ) 孔食 | (ロ) 水トリー | (ハ) E-E |
| (ニ) E-T | (ホ) ポリ塩化ビニル | (ヘ) 電気トリー |
| (ト) CVQ ケーブル | (チ) 化学トリー | (リ) T-T |
| (ヌ) 架橋ポリエチレン | (ル) CVT ケーブル | (ヲ) 異種金属腐食 |
| (リ) 応力腐食 | (カ) ブチルゴム | (ヨ) BN ケーブル |

B問題(配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問5 次の文章は, 水力発電所の設計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。

水力発電所の新設計画を検討する際には, 土木設備を含めた設備全体でのコスト低減を図ることが求められる。その一例として, 負荷遮断時の (1) を低く抑えることによって, (2) の肉厚を薄くする場合がある。

フランシス水車などの (3) 水車を用いる発電所で, この検討を具体化する場合には, ガイドベーン閉鎖時間を10～20秒程度に意図的に長くしなければならず, 負荷遮断時の水車・発電機の速度上昇は避けられない。この際, 発電機のはずみ車効果(GD^2)は (4) とし, 負荷遮断時の回転速度を (5) 又はそれに近い速度まで許容する設計を採用することが一般的である。これにより, 水車・発電機の強度を高める必要はあるが, 土木設備も含めた水力発電所全体でコスト低減を図ることができる。

[問5の解答群]

- | | | |
|----------|-----------|------------|
| (イ) 系統要求 | (ロ) 水圧鉄管 | (ハ) 無拘束速度 |
| (ニ) 衝動 | (ホ) 速度変動率 | (ヘ) ヘッドタンク |
| (ト) 臨界速度 | (チ) 水車要求 | (リ) 半衝動 |
| (ヌ) 水圧上昇 | (ル) 反動 | (ヲ) 制水門 |
| (ワ) 定格速度 | (カ) 発電機固有 | (ヱ) 電圧変動率 |

問6 次の文章は、電力貯蔵装置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。

太陽光発電や風力発電などの変動性再生可能エネルギーの普及拡大に応じて、近年では電力貯蔵装置の普及も進展している。電力貯蔵装置は、その原理から電気化学式、機械式、化学式、蓄熱式等に分類される。

電気化学式としては、高エネルギー密度で充放電効率が高いリチウムイオン電池が幅広く実用化されているが、希少資源を用いる点や (1) などの課題もある。リチウムイオン電池と比較すると、レドックスフロー電池はエネルギー密度がやや低い課題があるが、大容量化が比較的容易であり、 (2) などの利点がある。

機械式としては、圧縮空気エネルギー貯蔵(CAES)が挙げられる。再生可能エネルギーの余剰電力で空気を圧縮・貯蔵し、ピーク需要時に (3) を回して発電に用いることで、余剰電力のタイムシフトが可能となる。

化学式の一つである水素製造は、年間・季節間を通じた余剰電力のタイムシフトが比較的容易に実現できる利点がある。製造した水素を燃料電池(業務・産業用)を用いて再び電力へ変換する場合、総合での効率(電気分解による水素製造と、水素を用いた発電の両方を考慮した効率)は、廃熱利用を考慮しなければ (4) 程度になる。

変動性再生可能エネルギーの普及拡大により課題となる慣性力の確保や電圧維持のために、電力貯蔵装置の系統連系用インバータを系統の電圧と周波数に依存しない (5) 型へとする研究開発が国内外で進められている。

[問6の解答群]

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| (イ) 設置面積が小さい | (ロ) メモリー効果が大きい |
| (ハ) 30～40 % | (ニ) 充放電の繰り返しによる劣化が小さい |
| (ホ) 総合効率が低い | (ヘ) コンプレッサ |
| (ト) 風車 | (チ) 耐用年数が短い |
| (リ) SST | (ス) グリッドフォーミング |
| (ル) 50～60 % | (フ) タービン |
| (ワ) グリッドフォローイング | (カ) 80～90 % |
| (エ) 応動時間が長い | |

問 7 次の文章は、回線選択リレー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。

回線選択リレーは、1, 2 号線平衡回路である平行 2 回線送電線において、保護区間の (1) 事故では 1, 2 号線に等しい電流が流れるが、いずれかの回線で事故が発生すると 1, 2 号線を通る電流に不平衡が生じることを利用して事故を検出する送電線保護リレーである。連系された二つの変電所(端子)間の通信回線を必要とせず保護が可能のため、66～77 kV 送電線を主体として広く用いられている。

ただし、送電線の事故点が端子に近い場合、1, 2 号線の電流の大きさがほぼ等しくなり (2) するほか、同一地点の同相で事故が起こった場合に動作できない。

他に回線選択リレーの適用にあたっての留意事項には以下が挙げられる。

- ① 送電線 1 回線停止など、平行運用が解かれたときはリレーをロックする
- ② 不平衡分岐端子の発電機や負荷の影響
- ③ (3) 電流の影響
- ④ 適用端子数の制限

上述のような制約があるため、回線選択リレーを主保護に用いる場合は、 (4) などの後備保護と組み合わせて使用することが一般的である。

また、これらの留意点から回線選択リレーの適用が難しい系統には PCM 電流差動リレーを用いることが多い。PCM 電流差動リレーは、端子間の電流値を相互に伝送し、送電線に流入する全端子の電流和を演算したうえで、 (5) に基づき事故点の有無を判定する。そのため、通信回線を必要とするが、回線選択リレーで挙げた留意点に関する制約がなく、感度・信頼性も高い保護リレーである。ただし、PCM 電流差動リレーにおいても、通信回線が使用できない場合等に備えて後備保護を組み合わせて使用する。

〔問 7 の解答群〕

- | | | |
|-------------|---------------|---------------|
| (イ) 過電圧リレー | (ロ) 内部 | (ハ) オームの法則 |
| (ニ) 零相循環 | (ホ) 過負荷 | (ヘ) 転送遮断リレー |
| (ト) 事故除去が遅延 | (チ) 短絡 | (リ) 距離リレー |
| (ヌ) 高調波 | (ル) キルヒホッフの法則 | (ヲ) マクスウェルの法則 |
| (ワ) 外部 | (カ) 誤動作 | (ヱ) 雷撃 |