

平成 23 年度

第 3 種
電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

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（又はB）のしん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. マークシートには氏名、生年月日、試験地及び受験番号を記入し、受験番号のマーク欄にはマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

（受験番号記入例：0141B01234Lの場合）

受 験 番 号										
数 字				記号	数 字				記号	
0	1	4	1	B	0	1	2	3	4	L
●					●	○	○	○	○	A
○	●	○	●	●	○	●	○	○	○	B
○	○	○	○		○	○	●	○	○	C
○	○	○	○		○	○	○	●	○	K
○	○	●	○		○	○	○	○	●	L
○	○		○		○	○	○	○	○	M
○	○		○		○	○	○	○	○	N
○					○	○	○	○	○	
○					○	○	○	○	○	
○					○	○	○	○	○	

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. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ**選び**マークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

(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。

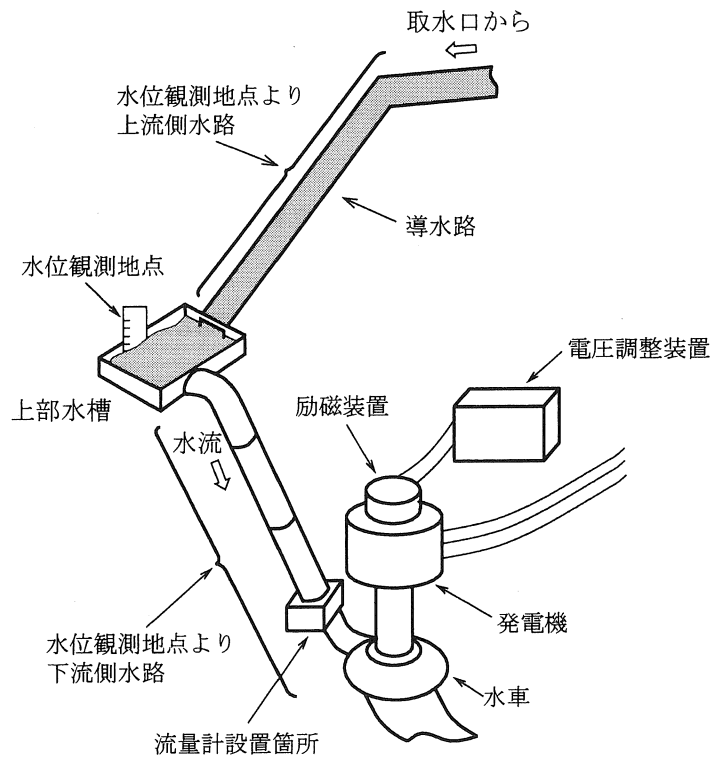
A問題（配点は1問題当たり5点）

問1 図のような水路式水力発電所において、有効電力出力が定格状態から突然低下した。出力低下の原因箇所を見定めるために、出力低下後に安定した当該発電所の状態を確認すると、出力低下前と比較して、以下のような状態となっていた。

- ・水車上流側の上部水槽で水位が上昇した。
- ・水車流量が低下した。
- ・水車発電機の回転数は定格回転数である。
- ・発電機無効電力は零(0)のまま変化していない。
- ・発電機電圧はほとんど変化していない。
- ・励磁電圧が低下した。
- ・保護リレーは動作していない。

出力低下の原因が発生した箇所の想定として、次の(1)～(5)のうちから最も適切なものを一つ選べ。

- (1) 水位観測地点(上部水槽)より上流側水路
- (2) 水車を含む水位観測地点(上部水槽)より下流側水路
- (3) 電圧調整装置
- (4) 励磁装置
- (5) 発電機



問2 火力発電所のボイラ設備の説明として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) ドラムとは、水分と飽和蒸気を分離するほか、蒸発管への送水などをする装置である。
- (2) 過熱器とは、ドラムなどで発生した飽和蒸気を乾燥した蒸気にするものである。
- (3) 再熱器とは、熱効率の向上のため、一度高圧タービンで仕事をした蒸気をボイラに戻して加熱するためのものである。
- (4) 節炭器とは、ボイラで発生した蒸気を利用して、ボイラ給水を加熱し、熱回収することによって、ボイラ全体の効率を高めるためのものである。
- (5) 空気予熱器とは、火炉に吹き込む燃焼用空気を、煙道を通る燃焼ガスによって加熱し、ボイラ効率を高めるための熱交換器である。

問3 汽力発電所の復水器に関する一般的説明として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 汽力発電所で最も大きな損失は、復水器の冷却水に持ち去られる熱量である。
- (2) 復水器の冷却水の温度が低くなるほど、復水器の真空度は高くなる。
- (3) 汽力発電所では一般的に表面復水器が多く用いられている。
- (4) 復水器の真空度を高くすると、発電所の熱効率が低下する。
- (5) 復水器の補機として、復水器内の空気を排出する装置がある。

問4 ウラン 235 を 3 [%] 含む原子燃料が 1 [kg] ある。この原子燃料に含まれるウラン 235 がすべて核分裂したとき、ウラン 235 の核分裂により発生するエネルギー [J] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、ウラン 235 が核分裂したときには、0.09 [%] の質量欠損が生じるものとする。

- (1) 2.43×10^{12}
- (2) 8.10×10^{13}
- (3) 4.44×10^{14}
- (4) 2.43×10^{15}
- (5) 8.10×10^{16}

問5 太陽光発電は、を用いて、光のもつエネルギーを電気に変換している。エネルギー変換時には、のようにを出さない。

すなわち、による発電では、数千万年から数億年間の太陽エネルギーの照射や、地殻における変化等で優れた燃焼特性になった燃料を電気エネルギーに変換しているが、太陽光発電では変換効率は低いものの、光を電気エネルギーへ瞬時に変換しており長年にわたるの積み重ねにより生じた資源を消費しない。そのため環境への影響は小さい。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、最も適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	半導体	化石燃料	排気ガス	環境変化
(2)	半導体	原子燃料	放射線	大気の大気対流
(3)	半導体	化石燃料	放射線	大気の大気対流
(4)	タービン	化石燃料	廃熱	大気の大気対流
(5)	タービン	原子燃料	排気ガス	環境変化

問6 架空送配電線路の誘導障害に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 誘導障害には、静電誘導障害と電磁誘導障害とがある。前者は電力線と通信線や作業者などとの間の静電容量を介しての結合に起因し、後者は主として電力線側の電流経路と通信線や他の構造物との間の相互インダクタンスを介しての結合に起因する。
- (2) 平常時の三相3線式送配電線路では、ねん架が十分に行われ、かつ、各電力線と通信線路や作業者などとの距離がほぼ等しければ、誘導障害はほとんど問題にならない。しかし、電力線のねん架が十分でも、一線地絡故障を生じた場合には、通信線や作業者などに静電誘導電圧や電磁誘導電圧が生じて障害の原因となることがある。
- (3) 電力系統の中性点接地抵抗を高くすること及び故障電流を迅速に遮断することは、ともに電磁誘導障害防止策として有効な方策である。
- (4) 電力線と通信線の上に導電率の大きい地線を布設することは、電磁誘導障害対策として有効であるが、静電誘導障害に対してはその効果を期待することはできない。
- (5) 通信線の同軸ケーブル化や光ファイバ化は、静電誘導障害に対しても電磁誘導障害に対しても有効な対策である。

問7 次の文章は、送配電線路での過電圧に関する記述である。

送配電系統の運転中には、様々な原因で、公称電圧ごとに定められている最高電圧を超える異常電圧が現れる。このような異常電圧は過電圧と呼ばれる。

過電圧は、その発生原因により、外部過電圧と内部過電圧に大別される。

外部過電圧は主に自然雷に起因し、直撃雷、誘導雷、逆フラッシオーバに伴う過電圧などがある。このうち一般の配電線路で発生頻度が最も多いのは に伴う過電圧である。

内部過電圧の代表的なものとしては、遮断器や断路器の動作に伴って発生する 過電圧や、 時の健全相に現れる過電圧、さらにはフェランチ現象による過電圧などがある。

また、過電圧の波形的特徴から、外部過電圧や、内部過電圧のうちの 過電圧は 過電圧、 やフェランチ現象に伴うものなどは 過電圧と分類されることもある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	誘導雷	開 閉	一線地絡	サージ性	短時間交流
(2)	直撃雷	アーク 間欠地絡	一線地絡	サージ性	短時間交流
(3)	直撃雷	開 閉	三相短絡	短時間交流	サージ性
(4)	誘導雷	アーク 間欠地絡	混 触	短時間交流	サージ性
(5)	逆フラッシ オーバ	開 閉	混 触	短時間交流	サージ性

問8 受変電設備や送配電設備に設置されるリアクトルに関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

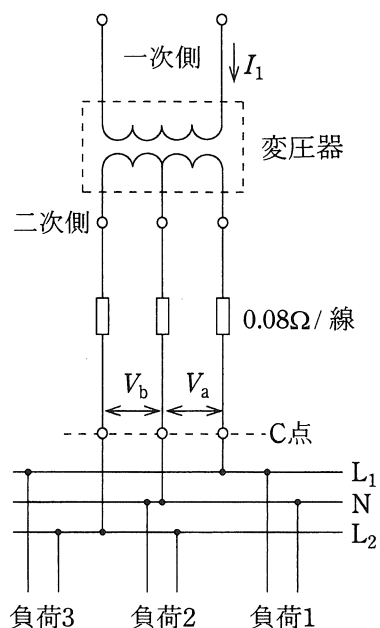
- (1) 分路リアクトルは、電力系統から遅れ無効電力を吸収し、系統の電圧調整を行うために設置される。母線や変圧器の二次側・三次側に接続し、負荷変動に応じて投入したり切り離したりして使用される。
- (2) 限流リアクトルは、系統故障時の故障電流を抑制するために用いられる。保護すべき機器と直列に接続する。
- (3) 電力用コンデンサに用いられる直列リアクトルは、コンデンサ回路投入時の突入電流を抑制し、コンデンサによる高調波障害の拡大を防ぐことで、電圧波形のひずみを改善するために設ける。コンデンサと直列に接続し、回路に並列に設置する。
- (4) 消弧リアクトルは、三相電力系統において送電線路にアーク地絡を生じた場合、進相電流を補償し、アークを消滅させ、送電を継続するために用いられる。三相変圧器の中性点と大地間に接続する。
- (5) 補償リアクトル接地方式は、66kV から 154kV の架空送電線において、対地静電容量によって発生する地絡故障時の充電電流による通信機器への影響を抑制するために用いられる。中性点接地抵抗器と直列に補償リアクトルを接続する。

問9 一次電圧 6400 [V]，二次電圧 210 [V] /105 [V] の柱上変圧器がある。

図のような単相 3 線式配電線路において三つの無誘導負荷が接続されている。

負荷 1 の電流は 50 [A]，負荷 2 の電流は 60 [A]，負荷 3 の電流は 40 [A] である。 L_1 と N 間の電圧 V_a [V]， L_2 と N 間の電圧 V_b [V]，及び変圧器の一次電流 I_1 [A] の値の組合せとして，正しいものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし，変圧器から低圧負荷までの電線 1 線当たりの抵抗を 0.08 [Ω] とし，変圧器の励磁電流，インピーダンス，低圧配電線のリアクタンス，及び C 点から負荷側線路のインピーダンスは考えないものとする。



	V_a [V]	V_b [V]	I_1 [A]
(1)	98.6	96.2	3.12
(2)	97.0	97.8	3.28
(3)	97.0	97.8	2.95
(4)	96.2	98.6	3.12
(5)	98.6	96.2	3.28

問10 次の文章は、発電機所用避雷器に関する記述である。

避雷器はその特性要素の 特性により、過電圧サージに伴う電流のみを大地に放電させ、サージ電流に続いて交流電流が大地に放電するのを阻止する作用を備えている。このため、避雷器は電力系統を地絡状態に陥れることなく過電圧の波高値をある抑制された電圧値に低減することができる。この抑制された電圧を避雷器の という。一般に発電機所用避雷器で処理の対象となる過電圧サージは、雷過電圧と である。避雷器で保護される機器の絶縁は、当該避雷器の に耐えればよいこととなり、機器の絶縁強度設計のほか発電機所構内の などをも経済的、合理的に決定することができる。このような考え方を という。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	非直線抵抗	制限電圧	開閉過電圧	機器配置	絶縁協調
(2)	非直線抵抗	回復電圧	短時間交流過電圧	機器寿命	保護協調
(3)	大容量抵抗	制限電圧	開閉過電圧	機器配置	保護協調
(4)	大容量抵抗	再起電圧	短時間交流過電圧	機器寿命	絶縁協調
(5)	無誘導抵抗	制限電圧	開閉過電圧	機器配置	絶縁協調

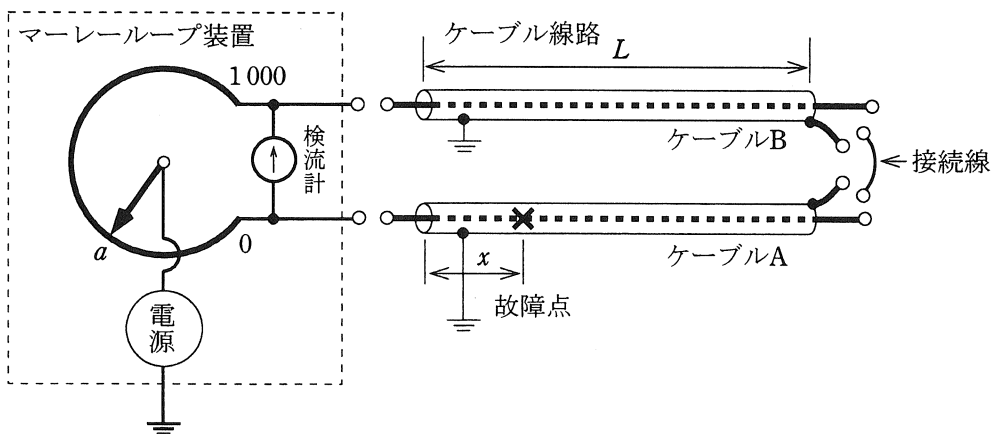
問11 次の文章は、マーレーループ法に関する記述である。

マーレーループ法はケーブル線路の故障点位置を標定するための方法である。この基本原理は ブリッジに基づいている。図に示すように、ケーブル A の一箇所においてその導体と遮へい層の間に地絡故障を生じているとする。この場合に故障点の位置標定を行うためには、マーレーループ装置を接続する箇所の逆側端部において、絶縁破壊を起こしたケーブル A と、これに並行する絶縁破壊を起こしていないケーブル B の どうしを接続して、ブリッジの平衡条件を求める。ケーブル線路長を L 、マーレーループ装置を接続した端部側から故障点までの距離を x 、ブリッジの全目盛を 1000、ブリッジが平衡したときのケーブル A に接続されたブリッジ端子までの目盛の読みを a としたときに、故障点までの距離 x は で示される。

なお、この原理上、故障点の地絡抵抗が ことがよい位置標定精度を得るうえで必要である。

ただし、ケーブル A、B は同一仕様、かつ、同一長とし、また、マーレーループ装置とケーブルの接続線、及びケーブルどうしの接続線のインピーダンスは無視するものとする。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(選択肢は右側に記載)

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	シェーリング	導 体	$2L - \frac{aL}{500}$	十分高い
(2)	ホイトストーン	導 体	$\frac{aL}{500}$	十分低い
(3)	ホイトストーン	遮へい層	$\frac{aL}{500}$	十分低い
(4)	シェーリング	遮へい層	$2L - \frac{aL}{500}$	十分高い
(5)	ホイトストーン	導 体	$\frac{aL}{500}$	十分高い

問12 次の文章は、スポットネットワーク方式に関する記述である。

スポットネットワーク方式は、ビルなどの需要家が密集している大都市の供給方式で、一つの需要家に 回線で供給されるのが一般的である。

機器の構成は、特別高圧配電線から断路器、 及びネットワークプロテクタを通じて、ネットワーク母線に並列に接続されている。

また、ネットワークプロテクタは、 ，プロテクタ遮断器、電力方向継電器で構成されている。

スポットネットワーク方式は、供給信頼度の高い方式であり、 の単一故障時でも無停電で電力を供給することができる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	1	ネットワーク変圧器	断路器	特別高圧配電線
(2)	3	ネットワーク変圧器	プロテクタヒューズ	ネットワーク母線
(3)	3	遮断器	プロテクタヒューズ	ネットワーク母線
(4)	1	遮断器	断路器	ネットワーク母線
(5)	3	ネットワーク変圧器	プロテクタヒューズ	特別高圧配電線

問13 配電線路の電圧調整に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 配電線のこう長が長くて負荷の端子電圧が低くなる場合、配電線路に昇圧器を設置することは電圧調整に効果がある。
- (2) 電力用コンデンサを配電線路に設置して、力率を改善することは電圧調整に効果がある。
- (3) 変電所では、負荷時電圧調整器・負荷時タップ切換変圧器等を設置することにより電圧を調整している。
- (4) 配電線の電圧降下が大きい場合は、電線を太い電線に張り替えたり、隣接する配電線との開閉器操作により、配電系統を変更することは電圧調整に効果がある。
- (5) 低圧配電線における電圧調整に関して、柱上変圧器のタップ位置を変更することは効果があるが、柱上変圧器の設置地点を変更することは効果がない。

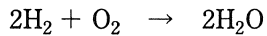
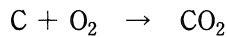
問14 電気絶縁材料に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 直射日光により、絶縁物の劣化が生じる場合がある。
- (2) 多くの絶縁材料は温度が高いほど、絶縁強度の低下や誘電損の増加が生じる。
- (3) 絶縁材料中の水分が少ないほど、絶縁強度は低くなる傾向がある。
- (4) 電界や熱が長時間加わることで、絶縁強度は低下する傾向がある。
- (5) 部分放電は、絶縁物劣化の一要因である。

B問題 (配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 定格出力 500 [MW], 定格出力時の発電端熱効率 40 [%] の汽力発電所がある。重油の発熱量は 44 000 [kJ/kg] で, 潜熱の影響は無視できるものとして, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし, 重油の化学成分を炭素 85 [%], 水素 15 [%], 水素の原子量を 1, 炭素の原子量を 12, 酸素の原子量を 16, 空気の酸素濃度を 21 [%] とし, 重油の燃焼反応は次のとおりである。



(a) 定格出力にて, 1 時間運転したときに消費する燃料重量 [t] の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10 (2) 16 (3) 24 (4) 41 (5) 102

(b) このとき使用する燃料を完全燃焼させるために必要な理論空気量[※] [m³] の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし, 1 [mol] の気体標準状態の体積は 22.4 [l] とする。

※理論空気量: 燃料を完全に燃焼するために必要な最小限の空気量 (標準状態における体積)

- (1) 5.28×10^4 (2) 1.89×10^5 (3) 2.48×10^5
(4) 1.18×10^6 (5) 1.59×10^6

問16 変電所に設置された一次電圧 66 [kV]，二次電圧 22 [kV]，容量 50 [MV・A] の三相変圧器に，22 [kV] の無負荷の線路が接続されている。その線路が，変電所から負荷側 500 [m] の地点で三相短絡を生じた。

三相変圧器の結線は，一次側と二次側が Y - Y 結線となっている。

ただし，一次側からみた変圧器の 1 相当りの抵抗は 0.018 [Ω]，リアクタンスは 8.73 [Ω]，故障が発生した線路の 1 線当たりのインピーダンスは (0.20 + j0.48) [Ω /km] とし，変圧器一次電圧側の線路インピーダンス及びその他の値は無視するものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 短絡電流 [kA] の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.83 (2) 1.30 (3) 1.42 (4) 4.00 (5) 10.5

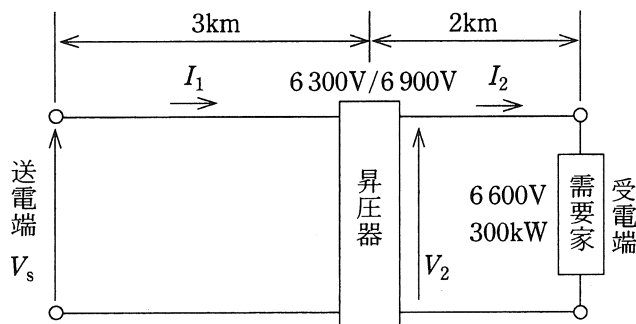
(b) 短絡前に，22 [kV] に保たれていた三相変圧器の母線の線間電圧は，三相短絡故障したとき，何 [kV] に低下するか。電圧 [kV] の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 2.72 (2) 4.71 (3) 10.1 (4) 14.2 (5) 17.3

問17 単相2線式配電線があり、この末端に300[kW]の需要家がある。

この配電線の途中、図に示す位置に6300[V]/6900[V]の昇圧器を設置して受電端電圧を6600[V]に保つとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、配電線の1線当たりの抵抗は1[Ω/km]、リアクタンスは1.5[Ω/km]とし、昇圧器のインピーダンスは無視するものとする。



(a) 末端の需要家が力率1の場合、受電端電圧を6600[V]に保つとき、昇圧器の二次側の電圧 V_2 [V]の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6691 (2) 6757 (3) 6784 (4) 6873 (5) 7055

(b) 末端の需要家が遅れ力率0.8の場合、受電端電圧を6600[V]に保つとき、送電端の電圧 V_s [V]の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6491 (2) 6519 (3) 6880 (4) 7016 (5) 7189