

2023年度 授業シラバスの詳細内容

○基本情報			
科目名	送配電工学 (Transmission and Distribution Engineering)		
ナンバリングコード	J31501	大分類 / 難易度 科目分野	機械電気工学科 専門科目 / 応用レベル 電力
単位数	2	配当学年 / 開講期	3年 / 前期
必修・選択区分	選択 ※入学年度及び所属学科コースで異なる場合がありますので、学生便覧で必ず確認してください。		
授業コード	J150101	クラス名	-
担当教員名	林 秀原		
履修上の注意、履修条件	講義開始時間を確実に守ること。 情報電子・電気工学コース選択必修です。 電気主任技術者免状の関連科目です。		
教科書	電力工学(改訂版)、江間 敏/甲斐 隆章 共著、コロナ社、(2017/4発売)、みんなが欲しかった! 試験三種 電力の教科書&問題集 第2版、TAC出版開発グループ 編著、TAC出版、(2020/11発売)		
参考文献及び指定図書	送配電(新訂版) 前川 幸一郎/荒井 聡明(共著)、東京電機大学出版局、(1987/03発売)		
関連科目	電気回路論及演習、高電圧工学、電気法規		

○基本情報		
授業の目的	<p>本講義の目的は、学生が送配電工学に関する基本的な知識を習得し、送電・配電システムの設計・運用・保守における技術的な理解を深めることです。具体的には、以下の目的を持って授業を進めます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・配電方式と送電方式の違いを理解し、それぞれの特性を把握すること。</li> <li>・配電線路計算と配電線保護の基本的な手法と重要性を理解すること。</li> <li>・中性点接地の問題とその対策について学ぶこと。</li> <li>・送配電線路の建設と保守に関する実務的な知識を獲得すること。</li> <li>・地中送配電のメリットと課題を理解し、現実的な応用を考えること。</li> <li>・送電システムの運用において電力円線図、故障計算、保護継電方式などの基本的な技術を学ぶこと。</li> </ul>	
授業の概要	<p>本講義は「配電方式、配電線路計算、配電線保護、中性点接地、配電線路の建設・保守、地中送配電、送電システム運用(電力円線図、故障計算、保護継電方式)、電力設備を取り囲む環境の変化と将来展望」に関する内容を扱います。送配電工学は電力を効率的に送電・配電するための技術を研究する学問分野であり、エネルギー供給の安定性と信頼性を確保するために不可欠な要素です。本講義では、送電と配電の基本的な方式と計画、電力線路の設計と保護、中性点接地の問題、送電システムの運用と保守、地中送配電の利点と課題、そして将来の展望について詳細に学びます。</p>	
授業の運営方法	(1) 授業の形式	「講義形式」
	(2) 複数担当の場合の方式	「該当しない」
	(3) アクティブ・ラーニング	「該当なし」
地域志向科目	該当しない	
実務経験のある教員による授業科目	該当なし	

○成績評価の指標		○成績評価基準(合計100点)		
到達目標の観点	到達目標	テスト (期末試験・中間確)	提出物 (レポート・作品等)	無形成果 (発表・その他)
【関心・意欲・態度】	電力の安定供給を理論的に理解しようとする意欲があり、講義内容に関心を持っている。レポートの提出期限を守る。		20点	
【知識・理解】	電力の安定供給に必要な理論を理解し、知識を習得する。	60点	20点	
【技能・表現・コミュニケーション】	周囲の仲間と相談しあって問題解決することができる。			
【思考・判断・創造】	計算式を覚えるのではなく、本質的に理解することによって自ら考えて答えを導き出す力を身につける。			

○成績評価の補足(具体的な評価方法および期末試験・レポート等の学習成果・課題のフィードバック方法)	
<p>受講態度が極めて悪い場合のみ減点することがあります。</p> <p>レポートは提出と内容により評価を行う。 但し以下に該当する場合は再提出を指示する。再提出しない場合は、大幅な減点とする。 指定用紙サイズ(A4)でない、判読不能、内容不備、破損・汚れ。 定期試験で100点満点を目指す。また、答えだけでなく、途中式や考え方を必ず明記すること。 上記内容を踏まえ評価を行う。 課題のフィードバックは、次回以降の授業中に行います。</p>	

○その他	
<p>【履修上の注意、履修条件】 関数電卓を毎回持参すること。講義は教科書を中心に進めますので、予習・復習を必ず行うこと。また、講義に関係ない物(スマホ等)はカバンにしまい、講義に集中すること。講義内容についての質問はいつでも受け付けています。分からないまままで終わらせず、担当教員や友人に質問したり、図書館で以下の参考文献を使用し、学習時間を十分に確保してください。全出席を目指してください。緊急時を除き、予め講義を欠席または遅刻する場合は担当教員に必ず相談すること。遅刻者は講義終了時に出席したことを申し出ること。申し出ない場合、欠席扱いとなる。また遅刻によりレポートの提出ができない、講義情報の欠落などは自身で責任を負うこと。</p>	

## 2023年度 授業シラバスの詳細内容

○授業計画	科目名 担当教員	送配電工学 (Transmission and Distribution Engineering) 林 秀原	授業コード	J150101
<b>学修内容</b>				
<b>1. 序論</b>				
本講義の内容、目標について説明します。各種発電所で発電された電力が需要場所に送られる過程のうち、配電が含む範囲等を説明するとともに、配電技術の発達について説明します。また、学んでいくために必要な知識の再確認を行います。				
予習	教科書 1編 配電を読む。			約2時間
復習	当日の講義内容を再学習。			約2時間
<b>2. 配電方式、配電線路の計画</b>				
配電線路は場所によって呼び名が異なり、その構成にも数種類のものがあります。この講義ではその分類や構成について説明します。また、需要場所で必要とされる電圧、電力等に応じて異なる電気方式についても説明します。 実際に使用される最大需要電力と設備容量との比をあらわす需要率、その他に不当率や負荷率等を説明し、それに関連した演習を行います。また、需要場所の手前に必ず接地される配電用変圧器の接地や容量の選定について説明します。				
予習	教科書 配電方式と配電線路の計画を読んで概要を学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>3. 配電線路の電圧降下、電線量、電力損失</b>				
配電線は抵抗RとインダクタンスLが直列接続された交流回路として考えなければなりません。交流回路では電圧や電流に位相差があるため、それらの関係をベクトル図として描きながら、電圧降下がどのような式であらわされるかを説明します。 ある条件下において、配電線路に使用する電線の量は電気方式によって異なります。同様に、電力損失も異なります。この講義では、単相2線式、単相3線式及び三相3線式について電線の量、電力損失を比較し、各電気方式について考えます。				
予習	教科書 配電線路の電圧降下、電線量、電力損失を読んで学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>4. 配電線路の力率改善、単相3線式とバランス</b>				
配電線路の力率は一般的に非常に悪いため、電力会社は電力以外に無効電力も供給しなければならないので、それだけ容量の大きな機器を設備しなければならない。本講義では力率を改善させるために用いられる進相用コンデンサとその容量計算について説明します。 単相3線式は電線の量において、他の方式より非常に優れています(第5回目の講義内容)。しかしながら、負荷のバランスがとりにくいことや中性線が切れた場合には非常な不平衡が生じる等の問題点があります。本講義では、その解決策として				
予習	教科書 配電線路の力率改善、単相3線式とバランスを読んで学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>5. 区分開閉器、保護継電器、避雷器、接地工事</b>				
高圧配電線路では、線路を局部的に作業したり、火災とかその他の事故が発生したときに線路を部分的に止めたり、系統の切換などを行うために、線路の必要な箇所に区分開閉器が設けられています。本講義では、区分開閉器をはじめ、保護継電器や避雷器等の保護装置について説明します。 人身安全、設備安全を図るために配電線及び機器は電気設備技術基準の解釈で定められた値以下の接地抵抗値を保持しなければなりません。本講義では4種類ある接地工事の内容を説明するとともに、それぞれが施される箇所についても説				
予習	教科書 区分開閉器、保護継電器、避雷器、設置工事を読んで学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>6. 柱上変圧器の2次側接地、支持物の建設</b>				
柱上変圧器を高圧や超高圧の線路につなぐ場合、その低圧側の回路は様々な危険を防ぐために必ず変圧器二次側を接地しなければなりません。この講義ではその二次側接地線をどのようにつなげればいいのかを説明します。また、どのような接地工事が必要であるかも説明します。 配電線路を支持する木柱、鉄柱等の支持物は、人畜への安全性、安定した電力供給等のために非常に重要です。支持物の設計を行うには、支持物に加わる荷重、風圧荷重、電線の張力による荷重等の荷重条件を明確にしておく必要があります。				
予習	教科書 柱上変圧器の2次側接地、支持物の建設を読んで学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>7. 電線とその他の工作物、配電線路の保守</b>				
電線には様々な種類のものがあり、使用される場所、条件等に大きく依存します。特に電線の太さは電圧降下、電力損失、許容電流、機械的な強さ等を考えて決める必要があります。本講義では、電線の種類について説明します。また、がいし等のその他工作物についても説明します。 送配電線路のほとんどは屋外に設置されるため、厳しい条件下にさらされています。木柱は腐るし、絶縁被覆はいたんでくため、定期的な点検が必要です。本講義では、線路や柱上機器についてどんな箇所をどのように点検するのかを説明しま				
予習	教科書 電線とその他の工作物、配電線路の保守を読んで学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>8. 配電電圧と各種電気方式</b>				
配電方式には様々なものがあるが、それは需要場所での必要な電圧値等によって最適な配電方式が決められます。本講義では、主に使用されている配電方式を電圧値との関連も含め説明するとともに、アメリカ、ヨーロッパとの違いについても説明します。				
予習	教科書 配電電圧と各種電機方式を読んで学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間

○授業計画	科目名 担当教員	送配電工学 (Transmission and Distribution Engineering) 林 秀原	授業コード	J150101
<b>学修内容</b>				
<b>9. 線路定数</b>				
電線の材料として銅やアルミが主に使用されており、それらには必ず抵抗が存在します。抵抗値は材料の種類だけでなく温度等によっても変化します。本講義では、抵抗や導電率の計算法について説明します。また温度等による抵抗値の変化を計算する方法について説明します。 三相送電線は鉄塔の上で3線の位置を正三角形に配置することはできないので、各線の自己インダクタンスは同一として、各線間の相互インダクタンスは異なるため各相の電圧降下に差が生じます。本講義では、各線のインダクタンスの平衡				
予習	教科書 線路定数を読んで概要を学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>10. T、π回路</b>				
送電線路の計算は、線路上に存在する抵抗、インダクタンス、静電容量を考慮して行います。しかし、それは短、中、長距離の3つに分けて近似回路が異なります。本講義では、その違いを説明するとともに、中距離送電線路の計算に用いられるT、π回路について詳細に説明します。				
予習	教科書 電気的特性(T回路、π回路)を読んで概要を学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習する。			約2時間
<b>11. 変圧器のインピーダンス、%インピーダンス</b>				
送配電線路に接続される機器のうち最も多いものの一つに変圧器があります。したがって、これについては徹底して理解する必要があります。本講義では、理想的な変圧器について説明するとともに、漏れ磁束、巻線抵抗等を考慮した変圧器についても説明します。 定格電流が流れた場合に生ずるインピーダンス降下が、回路の電圧に対して何%に当たるか、インピーダンス降下の割合でもってインピーダンスの大きさを表すやり方を%インピーダンスと言います。本講義では、%インピーダンスの定義や、変圧器				
予習	変圧器のインピーダンス、%インピーダンスを読んで概要を学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>12. 電力円線図</b>				
送受両端電圧の位相差 $\delta$ と送電電力Pとの関係は円線図で表されます。送電電力を円線図で表すことにより、発電所から送られる有効電力や無効電力の関係、負荷電力と調相容量の関係を図に見ることができます。本講義では、この円線図によって電力がどのように送られ、どのように無効電力の調整が行われているか説明します。				
予習	教科書 電力円線図を読んで概要を学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>13. 故障計算法、第3高調波および中性点接地方式、安定度</b>				
送配電系統は自然現象による災害を受けやすく、故障の発生確率が高く、異常が生じると系統内に異常な電圧、電流が発生し様々な問題が生じます。このため、種々の故障を想定し対策を行わなければなりません。本講義では、種々の短絡・故障計算法について説明します。 送電線の故障の中で一番多いのは1線の地絡です。その保護装置として消弧リアクトルがあります。これは送電線の中性点に適当なインダクタンス・コイルを挿入して、故障回線を遮断することなくそのまま送電を続けようとするものです。本講義				
予習	教科書 故障計算法、第3高調波および中性点接地方式、安定度を読んで概要を学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>14. 直流送電</b>				
例えば、海底線路を作る場合、ケーブル線路の静電容量の影響が極めて大きくなるため、海底線路を交流で作ることは不可能です。一方、直流線路では静電容量の影響がないため、充電電流は存在しません。本講義では、近年見直されてきた直流送電の利点、構成、制御等について説明します。				
予習	教科書 直流送電を読んで概要を学習する。			約2時間
復習	演習問題と復習問題を再学習し理解する。			約2時間
<b>15. 地中送配電</b>				
地中送配電の基本的な概念と設計原理に焦点を当てます。特に、地中ケーブル、接地方法、および絶縁体の選定に関する基本事項を詳細に解説します。また、地中送配電のメリットとデメリット、それに関連する現実世界の課題と解決策についても簡単に触れます。				
予習	地中送配電の基本概念についての事前調査する。			約2時間
復習	地中送配電システムにおける主要なコンポーネントとその役割。			約2時間
<b>16. 期末試験</b>				
講義内容の全てを範囲にした期末試験を行います。持ち込みは全て不可です。				
予習				
復習				