

令和7年度 第 1 期

日本大学大学院工学研究科
博 士 前 期 課 程

入 学 試 験 問 題
(専 門 科 目)

電気電子工学専攻

受験番号 _____ 氏 名 _____

4科目（電磁気学，電気回路，電子回路，数学）のうちから3科目選択して解答すること

注 意

1. 問題の内容についての質問には応じません。
2. 問題枚数は各科目1枚です。
3. 関数電卓（電池式・ソーラー式）の使用を認めます。ただし，電子辞書機能，プログラム機能の無いものとします。

試験日 令和6年10月5日

令和7年度

日本大学大学院工学研究科博士前期課程入学試験問題

試験科目（電磁気学）

受験番号 _____

専攻 _____

氏名 _____

図1のような直交する巻き線コイル（図2は右側から見た断面図）に、位相差 $\pi/2$ の交流電流が加えられており、図3のような磁束密度を発生している。その中を回転する一巻コイルがある。次の各問いに答えなさい。

- (1) 時間 $t = 0, 5, 10, 15, 20$ [ms]での縦横それぞれの巻き線コイルが作る磁束密度を合成した合成磁束密度を図3中の断面図に太い矢印として、追記しなさい。

- (2) 図3のグラフから角周波数 ω を求めなさい。

グラフより $T = 20$ [ms],

$$\text{よって、}\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{20 \times 10^{-3}} = 100\pi \text{ [rad/s]}$$

- (3) 一巻コイル（一辺が l [m]の正方形）を図2の状態（横の巻き線コイルよりも $\pi/4$ 遅れた状態）で固定した時に一巻コイルを鎖交する磁束鎖交数 φ の式を求め、波形を実線で図4に書きなさい。

$$B(t) = B_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) = B_m \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right), N=1, S=l^2$$

$$\varphi(t) = NB(t)S = B_m l^2 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ [Wb]}$$

- (4) 上記状態で一巻コイルに誘導される起電力 e の式を求め、図4に波形を点線で追記しなさい。

$$e = -\frac{d\varphi}{dt} = -100\pi B_m l^2 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ [V]}$$

- (5) 上記状態で一巻コイルの抵抗を R [Ω]とし、一巻コイルに誘導される電流 I が最大となる大きさを求め、方向を図2に図示しなさい。

最大となるのは $t = 7.5$ [ms]つまり $\omega t = \frac{3\pi}{4}$. このとき $\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) = \pi$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{100\pi B_m l^2}{R} \text{ [A]}$$

- (6) 上記状態で合成磁束密度と一巻コイルに流れる電流 I によって一巻コイルが受ける力 F を求め、その方向を図2に図示しなさい。

ローレンツ力の式より $f = IB \sin\theta$ ここで $\theta = \frac{\pi}{2}$ より、代入すると

$$F = fl = \frac{100\pi B_m^2 l^3}{R} \text{ [N]}$$

- (7) 一巻コイルの固定を外して、自由に回転できるようにしたとき、その回転速度はどのようなのか、200字程度で説明しなさい。一巻コイルの回転周波数が巻き線コイルによる合成磁束密度の周波数よりも遅い場合、同じ場合、早い場合の3つで考える良い。

一巻コイルと巻き線コイルによる回転磁束密度との周波数差で誘導電力が発生するため、遅い場合は、回転磁束密度と同じ方向に電磁力が働き、早く回る。周波数が近くなると誘導起電力が小さくなるため、加速が弱まる。したがって、回転磁束密度の周波数に近づく。同じ場合は、トルクがゼロになる。一方、外力により、一巻コイルの回転数の方が早くなると誘導起電力の方向が逆になり、発電する。(183字)

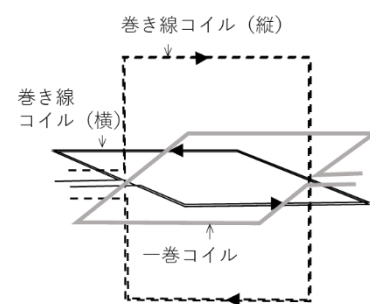


図1 直交する巻き線（実線と点線）と一巻コイル（灰色）

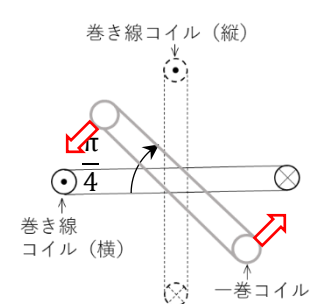


図2 右側から見た図

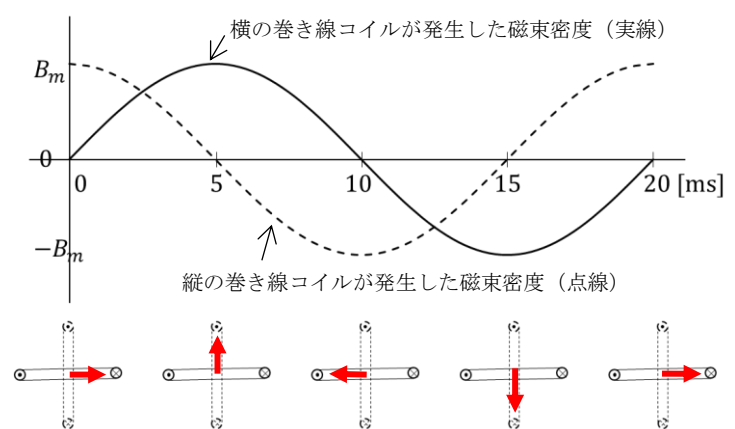


図3 巻き線コイルが発生する磁束密度の時間変化と巻き線コイルの断面図

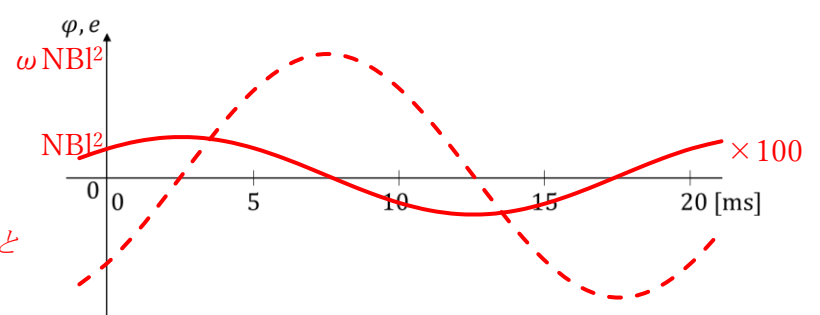


図4 一巻コイルを鎖交する磁束鎖交数 φ と誘導起電力 e の時間変化

令和7年度

日本大学大学院工学研究科博士前期課程入学試験問題

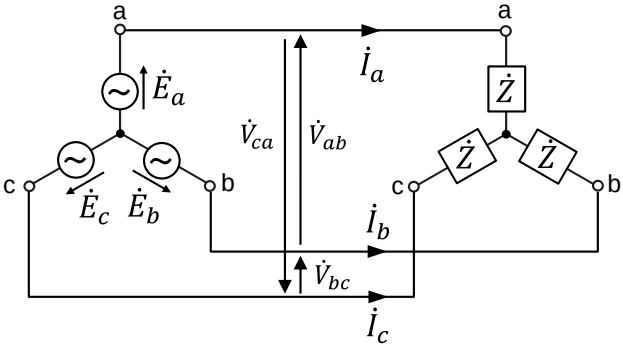
試験科目（電気回路）

受験番号

専攻

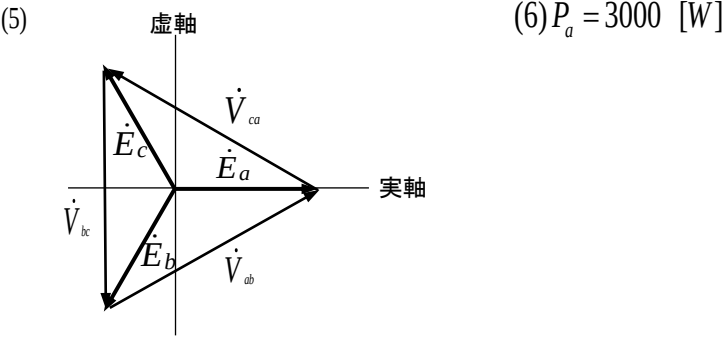
氏名

- 問題1 右図の対称三相交流回路において、 $\dot{E}_a = 200[V]$, $\dot{Z} = 10 + j10\sqrt{3} [\Omega]$ として、以下の設問に答えよ。
- (1) 相電圧 $\dot{E}_b$, $\dot{E}_c$ を記しなさい。ただし、位相は電圧 $\dot{E}_a$ を基準として、 $\dot{E}_b$, $\dot{E}_c$ の順に遅れている。
 - (2) インピーダンス $\dot{Z} [\Omega]$ を極座標形式で示せ。
 - (3) 線間電圧 $\dot{V}_{ab}$, $\dot{V}_{bc}$, $\dot{V}_{ca}$ を求めよ。
 - (4) 線電流 $\dot{I}_a$, $\dot{I}_b$, $\dot{I}_c$ を求めよ。
 - (5) 相電圧 $\dot{E}_a$, $\dot{E}_b$, $\dot{E}_c$ および線間電圧 $\dot{V}_{ab}$, $\dot{V}_{bc}$, $\dot{V}_{ca}$ のベクトル図を図示せよ。
 - (6) 三相負荷全体の有効電力 P_a を求めよ。

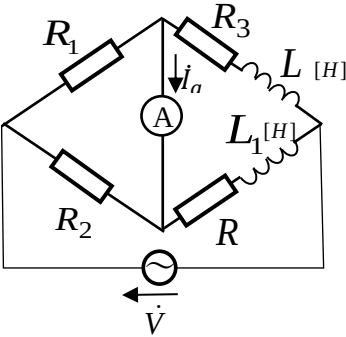


正答例

- (1) $\dot{E}_b = 200e^{-j\frac{2}{3}\pi} [V]$, $\dot{E}_c = 200e^{-j\frac{4}{3}\pi} [V]$
- (2) $\dot{Z} = 20e^{j\frac{\pi}{3}} [\Omega]$
- (3) $\dot{V}_{ab} = 200\sqrt{3}e^{j\frac{\pi}{6}} [V]$, $\dot{V}_{bc} = 200\sqrt{3}e^{-j\frac{\pi}{2}} [V]$, $\dot{V}_{ca} = 200\sqrt{3}e^{j\frac{5\pi}{6}} [V]$
- (4) $\dot{I}_a = 10e^{-j\frac{\pi}{3}} [A]$, $\dot{I}_b = 10e^{-j\pi} [A]$, $\dot{I}_c = 10e^{j\frac{\pi}{3}} [A]$



- 問題2
- 右図のブリッジ回路において
- (1) 電流計に流れる電流 $\dot{I}_a$ が0になるときの条件を求めよ。
 - (2) 求めた条件より、 R_1, R_2, R_3 から R を求める式を導出せよ。
 - (3) 求めた条件より、 R_1, R_2, L_1 より L を求める式を導出せよ。



正答例

- (1)
 $R_1(R + j\omega L_1) = R_2(R_3 + j\omega L)$
- (2)
 $R = \frac{R_2 R_3}{R_1}$
- (3)
 $L = \frac{R_1}{R_2} L_1$

令和7年度
日本大学大学院工学研究科博士前期課程入学試験問題
試験科目（ 電子回路 ）

受験番号 _____ 専攻 _____ 氏名 _____

- 問1 図1の増幅回路について、次の各設問に答えよ。
- (1) 図2は図1のトランジスタの静特性を示している。この図から h_{fe} と h_{ie} を求めよ。単位がある場合は単位も記すこと。

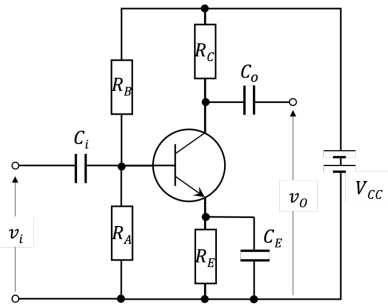


図1

解答

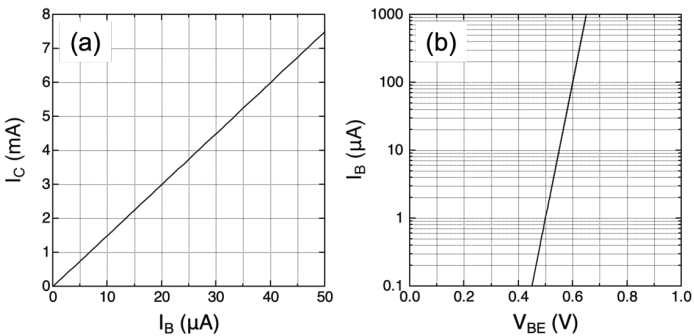


図2

- (3) $R_A = 10\text{ k}\Omega, R_B = 50\text{ k}\Omega, R_C = 4.7\text{ k}\Omega, R_E = 1\text{ k}\Omega$ のとき、
入力抵抗 R_i および出力抵抗 R_o を求めよ。単位も記すこと。

解答： $R_i =$ _____ $R_o =$ _____

(4) この回路の交流成分の電圧増幅度 A_v および電流増幅度 A_i はいくらか。

解答： $A_v =$ _____ $A_i =$ _____

- 問2 問2 図3の理想 OP アンプを用いた回路について、次の各設問に答えよ。
ただし $R_1 = R_3, R_2 = R_4$ とする。

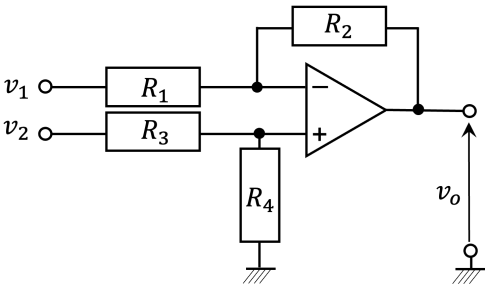


図3

- (1) この回路の出力 v_o を図中の変数を使って表せ。ただし $R_1 = R_3, R_2 = R_4$ とする。

解答： $v_o =$ _____

(2) $R_1 = 1\text{ k}\Omega, R_2 = 10\text{ k}\Omega$ のとき、この回路の差動電圧利得 A_d はいくらか。

解答： $A_d =$ _____

- (3) この回路の同相分除去比 $CMRR$ は 10^{-4} である。このとき同相電圧利得 A_c はいくらか。

解答： $A_c =$ _____

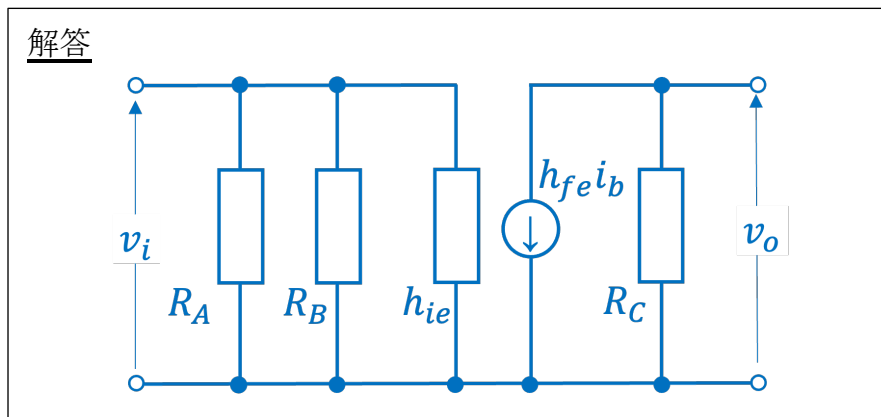
解答例

問1 図1の増幅回路について、次の各設問に答えよ。

- (1) 図2は図1のトランジスタの静特性を示している。この図から h_{fe} と h_{ie} を求めよ。単位がある場合は単位も記すこと。

解答: $h_{fe} = 150$ $h_{ie} = 1.01 \text{ [k}\Omega\text{]}$

- (2) 図1の増幅回路の h 定数交流等価回路を掛け。



- (3) $R_A = 10 \text{ k}\Omega$, $R_B = 50 \text{ k}\Omega$, $R_C = 4.7 \text{ k}\Omega$, $R_E = 1 \text{ k}\Omega$ のとき、入力抵抗 R_i および出力抵抗 R_o を求めよ。単位も記すこと。

解答: $R_i = 0.90 \text{ [k}\Omega\text{]}$ $R_o = 4.7 \text{ [k}\Omega\text{]}$

- (4) この回路の交流成分の電圧増幅度 A_v および電流増幅度 A_i はいくらか。

解答: $A_v = -698.02$ $A_i = 133.78$

問2 図3の理想 OP アンプを用いた回路について、次の各設問に答えよ。ただし $R_1 = R_3$, $R_2 = R_4$ とする。

- (1) この回路の出力 v_o を図中の変数を使って表せ。

解答: $v_o = -\frac{R_2}{R_1}(v_1 - v_2)$

- (2) $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ のとき、この回路の差動電圧利得 A_d はいくらか。

解答: $A_d = 10$

- (3) この回路の同相分除去比 $CMRR$ は 10^{-4} である。このとき同相電圧利得 A_c はいくらか。

解答: $A_c = 10^5$

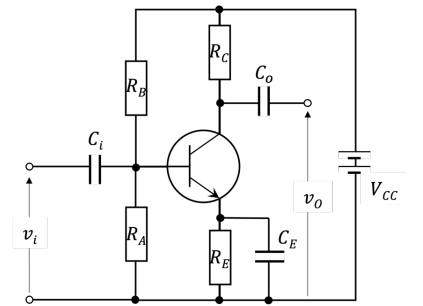


図1

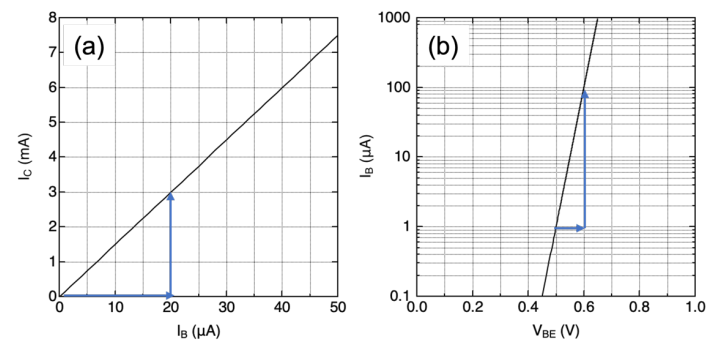


図2

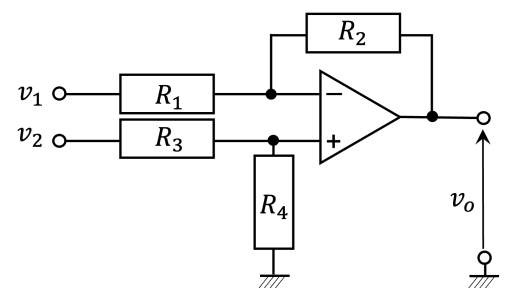


図3

令和7年度

日本大学大学院工学研究科博士前期課程入学試験問題

試験科目（ 数学 ）

受験番号 _____

専攻 _____

氏名 _____

1. 2階線形同次微分方程式 $y'' + y' - 12y = 0 \cdots \textcircled{1}$ について、次の問いに答えなさい。(1) $y = e^{\lambda x}$ (λ : 定数) で与えるとき、 y の1回微分、2回微分である y' 、 y'' をそれぞれ求めなさい。(2) (1)で得られた y' と y'' を用いて微分方程式 $\textcircled{1}$ の一般解を求めなさい。(3) $y(0) = 0$, $y'(0) = 3$ を満足する特殊解を求めなさい。

【解答例】：線形微分方程式に関する問題

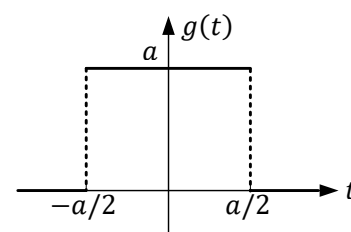
(1) $y' = \lambda e^{\lambda x}$, $y'' = \lambda^2 e^{\lambda x}$

(2) $y'' + y' - 12y = \lambda^2 e^{\lambda x} + \lambda e^{\lambda x} - 12e^{\lambda x} = (\lambda^2 + \lambda - 12)e^{\lambda x} = (\lambda + 4)(\lambda - 3)e^{\lambda x} = 0$ が成り立つのは、
 $(\lambda + 4)(\lambda - 3) = 0$ のとき。

(3) すなわち、 $\lambda = -4, 3$ のとき。よって、一般解は C_1, C_2 を任意定数として、 $y = C_1 e^{3x} + C_2 e^{-4x}$ で表される。(4) $y(0) = C_1 + C_2 = 0 \cdots \textcircled{2}$ 、 $y'(0) = 3C_1 - 4C_2 = 3 \cdots \textcircled{3}$ において、 $\textcircled{2}$ から得られる $C_2 = -C_1$ を $\textcircled{3}$ に代入して

$$7C_1 = 3 \text{ より、} C_1 = \frac{3}{7}, C_2 = -C_1 = -\frac{3}{7} \text{ が得られる。したがって、特殊解は次のように与えられる。}$$

$$y = \frac{3}{7} e^{3x} - \frac{3}{7} e^{-4x}$$

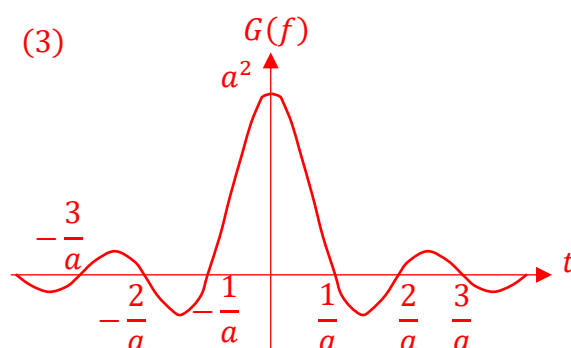
2. $g(t)$ のフーリエ変換が $G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-j2\pi f t} dt$ で定義されるとき、以下の問いに答えなさい。(1) $g(t)$ が右図で与えられるとき、 $g(t)$ を関数式で示しなさい (t の定義域との関係を示すこと)。(2) $g(t)$ のフーリエ変換 $G(f)$ を求めなさい。 (3) 周波数スペクトル密度 $G(f)$ の概略図を描きなさい。

【解答例】：フーリエ変換に関する問題

(1) $g(t) = \begin{cases} a & (-\frac{a}{2} < t < \frac{a}{2}) \\ 0 & (t < -\frac{a}{2}, \frac{a}{2} < t) \end{cases}$

(2) $G(f) = \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} a e^{-j2\pi f t} dt = a \left[-\frac{e^{-j2\pi f t}}{j2\pi f} \right]_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} = \frac{a}{\pi f} \cdot \frac{e^{j\pi f a} - e^{-j\pi f a}}{j2} = a^2 \frac{\sin \pi f a}{\pi f a}$

$$= a^2 \text{sinc}(\pi f a)$$

3. $\mathbf{a} = \mathbf{i} + \mathbf{j} - 2\mathbf{k}$, $\mathbf{b} = 2\mathbf{i} - \mathbf{j} + 5\mathbf{k}$ のとき、次の問いに答えなさい。(1) ベクトル $\mathbf{a}$ 、 $\mathbf{b}$ のなす角を θ とすると、 $\cos \theta$ を求めなさい。(2) $\mathbf{a}$ 、 $\mathbf{b}$ を2辺とする平行四辺形の面積 S を求めなさい。

【解答例】：ベクトルの内積・外積に関する問題

(1) $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = 1 \cdot 2 + 1 \cdot (-1) + (-2) \cdot 5 = 2 - 1 - 10 = -9$

$$|\mathbf{a}| = \sqrt{1^2 + 1^2 + (-2)^2} = \sqrt{6}, |\mathbf{b}| = \sqrt{2^2 + (-1)^2 + 5^2} = \sqrt{4 + 1 + 25} = \sqrt{30} \text{ より、}$$

$$\cos \theta = \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{|\mathbf{a}| |\mathbf{b}|} = \frac{-9}{\sqrt{6} \sqrt{30}} = \frac{-9}{6\sqrt{5}} = \frac{-3}{2\sqrt{5}} = -\frac{3\sqrt{5}}{10}$$

(2) $\mathbf{a} \times \mathbf{b} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ 1 & 1 & -2 \\ 2 & -1 & 5 \end{vmatrix} = 3\mathbf{i} - 9\mathbf{j} - 3\mathbf{k}$ より、 $S = |\mathbf{a} \times \mathbf{b}| = \sqrt{3^2 + (-9)^2 + (-3)^2} = \sqrt{9 + 81 + 9} = \sqrt{99} = 3\sqrt{11}$