２０２４年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０２５年１月２１日実施）
解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答には加点しません***.

次頁からの設問全てに***式，記号，図を用いずに***答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい．問題文中への解答・記載は採点対象としません．（全３問．）

問１　非定常熱伝導問題に関する以下の問に言葉で答えなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（１－１）集中熱容量法を用いた非定常熱伝導問題ではある無次元数の大小によって物体内温度分布を無視する．その無次元数名を答えよ．次に，球状物体でのその無次元数の定義を示し，その値がどのような場合に物体内温度分布を無視できるのかを説明しなさい.

（１－２）集中熱容量法は０次元非定常熱伝導問題とも呼ばれる．この時の時定数の定義とその物理的な意味を説明しなさい.

（１－３）２次元非定常熱伝導問題では有限差分法による数値解法が用いられる．先ず一般的な有限差分法について説明しなさい.

（１－４）２次元非定常熱伝導問題の有限差分法による数値解法について以下の用語を全て用いて説明しなさい．「初期条件」，「陽解法」，「陰解法」，「連立一次方程式」（指定用語には下線を付すこと．）

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，***どの部分***が***なぜ***誤っているのか，どの部分を***どのように訂正すれば良いのか***を言葉で答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．（***式，記号，図を書いたら加点なし．訂正箇所と訂正内容の対応が不明確な解答には加点なし．***）

（２－１）熱伝導の基礎方程式をカーテシアン座標系から円筒座標系へ変換するには各微分演算子においてカーテシアン座標での３つの座標変数を円筒座標での３つの座標変数に置き換えればよい.

（２－２）物性値一定，両端温度が一様の仮定の下では，棒状物体内の熱流量は断面積が変化しても長手（軸）方向位置によらず一定値となる.

（２－３）フィン設置によって伝熱面積を大きくすることで熱抵抗を小さくし，熱流量を大きくすることができる．伝熱面積を２倍にすればフィン側の熱抵抗は 1/2 になる.

（２－４）層流から乱流に遷移する時のレイノルズ数は円管内流れと平板境界層で同程度の値となり，これを臨界レイノルズ数と呼ぶ.

問３　以下の語句についてそれぞれ言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）
（３－１）流れの助走区間，（３－２）温度境界層，（３－３）接触熱抵抗，（３－４）境界層方程式

以上３問.

２０２３年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０２４年１月２３日実施）
解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答には加点しません***.

次頁からの設問全てに***式，記号，図を用いずに***答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい．問題文中への解答・記載は採点対象としません．（全３問．）

問１　両端で異なる温度（軸方向座標が大きい端で温度がより低いとする）が規定されている丸棒の軸方向温度分布について考える．丸棒の表面から周囲への熱の逃げはなく，丸棒の断面内温度は一様であり，棒材の熱伝導率は一様であり，さらに内部発熱は無いとする．この時，定常１次元の熱伝導問題となる．以下の問に言葉で答えなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（１－１）丸棒の断面積が軸方向に変化しない場合，丸棒内を軸方向に流れる熱流量は何を用いてどのように表せるか（算出できるか）を理由とともに説明しなさい．

（１－２）丸棒の断面積を軸方向に変化させた場合，軸方向に変化しない量（保存される量）は何であるかを理由とともに説明しなさい．

（１－３）丸棒の半径が軸方向座標の正方向に線形に増加する（軸方向座標とともに太くなる形状の）場合，軸方向の温度分布はどのような分布形状になるかを理由とともに説明しなさい．

（１－４）丸棒の断面積変化だけで複数の変曲点のある温度分布を作ることはできるか？「できる」または「できない」を理由とともに解答しなさい．

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，***どの部分***が***なぜ***誤っているのか，どの部分を***どのように訂正すれば良いのか***を言葉で答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．（***式，記号，図を書いたら加点なし．訂正箇所と訂正内容の対応が不明確な解答には加点なし．***）

（２－１）熱の移動には３つの形態があり，それらは，熱伝導，対流（熱伝達），放射である．熱伝導と対流（熱伝達）は流体での熱移動である．

（２－２）異なる材料かつ異なる厚さからなる複数枚の積層平板での熱伝導問題では，定常状態になると各平板内を通過する熱流束は等しいので，各平板内での温度勾配も等しくなる．

（２－３）熱通過問題では固体壁を通しての２種類の流動する流体間での熱移動を取り扱う．この際に熱伝導率の高くかつ厚い固体壁内での温度変化は流体内での温度変化に対して無視できる．

（２－４）フィン効率とは理想的なフィンの放熱量に対する実際のフィンの放熱量の割合を表すものであり，フィンの高さ（長さ）とフィン材の熱伝導率が大きくなるほどフィン効率も単調に増加する．

問３　以下の語句についてそれぞれ言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（３－１）速度境界層，（３－２）繰り返し法，（３－３）集中熱容量法，（３－４）連続の式

以上３問．

２０２２年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０２３年１月２４日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答には加点しません．***

次頁からの設問全てに***式，記号，図を用いずに***答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい．（全３問．）

問１　拡大伝熱面（フィン）に関する以下の問に言葉で答えなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（１－１）アルミ壁を通しての高温水と低温空気の間での熱通過問題ではどの部分の熱抵抗が支配的となるのかを理由とともに説明しなさい．

（１－２）フィンを設置することで熱抵抗を低減できる理由を説明しなさい.
（１－３）フィン内の温度分布を１次元定常問題として扱うために必要な仮定について説明しなさい．さらに，フィン内の１次元温度分布を求めるための基礎式（微分方程式）の導出方法を説明しなさい.
（１－４）フィン効率は０から１の間の値をとる．フィン効率を高める方法のうち熱通過量の増加に有効な方法についてのみ説明しなさい.

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，***どの部分***が***なぜ***誤っているのか，どの部分を***どのように訂正すれば良いのか***を言葉で答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．（***式，記号，図を書いたら加点なし．訂正箇所と訂正内容の対応が不明確な解答には加点なし.***）
（２－１）熱の移動には３つの形態があり，それらは，熱伝導，対流（熱伝達），放射である．熱伝導は固体での熱移動である．また，放射は電磁波による熱移動であり，真空中だけで起きる.
（２－２）熱伝導の基礎方程式におけるラプラス項（ラプラシアンの項）の役割は温度分布をより平らで滑らかな分布にすることである．従って２次元定常問題では温度分布は平面分布となる.
（２－３）カーテシアン座標系から円筒座標系へ熱伝導の基礎式を変換するには演算子の変換が必要である．各微分演算子において両座標系に共通な軸方向座標を除くカーテシアン座標での２つの座標変数を円筒座標での２つの座標変数に置き換えたものが座標変換後の基礎方程式となる.
（２－４）集中熱容量法を適用して物体の時間的温度変化を調べる場合，その系の時定数によって温度変化の速さ（遅さ）が決まる．時定数は，物体の質量と比熱に比例し，熱伝導率と体積に反比例する.

問３　以下の語句についてそれぞれ言葉で説明しなさい.（***式，記号，図を書いたら加点なし.***）
（３－１）陽解法と陰解法，（３－２）接触熱抵抗，（３－３）流れの助走区間，（３－４）温度境界層

以上３問.

２０２１年度伝熱学Ⅰ（村田）試験問題（２０２２年１月２５日実施）
　解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答は採点しません.***問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと.

次頁からの設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい．（全３問．）

問１　非定常熱伝導問題に関する以下の問に言葉で答えなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）
（１－１）集中熱容量法を用いた非定常熱伝導問題ではある無次元数の大小によって物体内温度分布を無視する．その無次元数名を答えよ．次に，球状物体でのその無次元数の定義を示し，その値がどのような場合に物体内温度分布を無視できるのかを説明しなさい.
（１－２）０次元非定常熱伝導問題，１次元非定常熱伝導問題とはそれぞれどのような状況かを説明しなさい．（基礎式を説明するのではなく，どのような問題設定かを説明しなさい．）

（１－３）２次元非定常熱伝導問題では有限差分法による数値解法が用いられる．先ず一般的な有限差分法について説明しなさい．
（１－４）２次元非定常熱伝導問題の有限差分法による数値解法について以下の用語を全て用いて説明しなさい．「初期条件」，「陽解法」，「陰解法」，「連立一次方程式」（指定用語には下線を付すこと．）

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，***どの部分***が***なぜ***誤っているのか，どの部分を***どのように訂正すれば良いのか***を言葉で答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．（***式，記号，図を書いたら加点なし．訂正箇所と訂正内容の対応が不明確な解答には加点なし．***）
（２－１）熱の移動には３つの形態があり，それらは，熱伝導，対流（熱伝達），放射である．どの形態も物質を媒体として熱が移動する．
（２－２）異なる材料かつ異なる厚さからなる３枚の積層平板での熱伝導問題では，定常状態になると各平板内を通過する熱流束は等しいので，各平板内での温度勾配も等しくなる．
（２－３）熱伝達率の値が流体の流れ具合によって変わるのは物性値の影響である．また，熱伝達率の値は場合によっては温度差によっても変化するが，これも温度変化による物性値変化の影響である．
（２－４）フィン効率とは理想的なフィンの放熱量に対する実際のフィンの放熱量の割合を表すものであり，フィンの高さ（長さ）が大きくなるほどフィン効率も単調に増加する．

問３　以下の語句についてそれぞれ言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）
（３－１）速度境界層，（３－２）熱通過率，（３－３）臨界レイノルズ数，（３－４）連続の式

以上３問．

２０２０年度伝熱学Ｉ（村田）では試験を行わず，毎回の小テストで評価した．

２０１９年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０２０年１月２８日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答は採点しません．***問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと．

次頁からの設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい．（全３問．）

問１　熱伝導問題に関する以下の問に言葉で答えなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）
（１－１）３次元非定常の熱伝導の基礎方程式を導く方法について説明しなさい．
（１－２）０次元熱伝導問題とはどのような問題設定になるのかを説明しなさい．（具体的にどのような状況が０次元問題で，なぜそれは０次元なのかを説明しなさい．）
（１－３）内部発熱のない２次元定常熱伝導問題の基礎方程式はラプラスの方程式と呼ばれる．この式の解である２次元定常温度分布形状をラプラスの演算子（ラプラシアン）の性質と関連付けて説明しなさい．
（１－４）２次元非定常熱伝導問題の有限差分法による数値解法には陽解法と陰解法がある．こ

の場合の陰解法とはどのような方法で，どのような利点があるのかについて説明しなさい.

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，***どの部分***が***なぜ***誤っているのか，どの部分を***どのように訂正すれば良いのか***を言葉で答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．（***式，記号，図を書いたら加点なし．訂正箇所と訂正内容の対応が不明確な解答には加点なし.***）

（２－１）カーテシアン座標系から円筒座標系へ熱伝導の基礎式を変換するには演算子の変換が必要である．各微分演算子においてカーテシアン座標での３つの座標変数を円筒座標での３つの座標変数に置き換えたものが座標変換後の基礎方程式となる.

（２－２）熱通過問題では固体壁を通しての２種類の流動する流体間での熱移動を取り扱う．この際に固体壁内での温度変化に対して流体内での温度変化を無視できるのはヌセルト数が十分小さい場合である.

（２－３）熱伝達率の値が流体の種類によって変わるのは物性値の影響である．また，熱伝達率の値は場合によっては温度差によっても変化するが，これも温度変化による物性値変化の影響である.

（２－４）フィン効率とはフィンの敷設による放熱量（熱流量）の増大度合いを表すものであり，フィンによって伝熱面積が増えるほどフィン効率も高くなる.

問３　以下の語句についてそれぞれ言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし.***）
（３－１）繰り返し法，（３－２）流れの助走区間，（３－３）温度境界層，（３－４）ニュートン流体

以上３問.

平成３０(2018)年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１９年１月２２日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答は採点しません.***問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと.

設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい．（全３問．）

問１　非定常熱伝導問題に関する以下の問に言葉で答えなさい．（***式や記号を書いたら加点なし．***）

（１－１）集中熱容量法を用いた非定常熱伝導問題ではある無次元数の大小によって物体内温度分布を無視する．その無次元数名を答えよ．次に，球状物体でのその無次元数の定義を示し，その値がどのような場合に物体内温度分布を無視できるのかを説明しなさい.

（１－２）１次元非定常熱伝導問題とはどのような状況かを説明しなさい．（基礎式を説明するのではなく，どのような問題設定かを説明しなさい．）

（１－３）２次元非定常熱伝導問題では有限差分法による数値解法が用いられる．先ず一般的な有限差分法について説明しなさい.

（１－４）２次元非定常熱伝導問題の有限差分法による数値解法について以下の用語を全て用いて説明しなさい．「陽解法」，「陰解法」，「連立一次方程式」（指定用語には下線を付すこと．）

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，***どの部分***が

なぜ誤っているのか，***どのように訂正すれば良いのか***を言葉で答えなさい．（***式や記号を書いたら加点なし．***）

（２－１）熱の移動には３つの形態があり，それらは，熱伝導，対流（熱伝達），放射である．このなかで放射は赤外線による熱の移動であるので真空中でも起こる．

（２－２）物性値一定，周囲断熱，両端温度が一様の仮定の下では，棒状物体内の熱流量は断面積が変化しても長手（軸）方向によらず一定値となる．

（２－３）フィン設置によって伝熱面積を大きくすることで熱抵抗を小さくし，熱流量を大きくすることができる．伝熱面積を２倍にすればフィン側の熱抵抗は 1/2 になる．

（２－４）層流から乱流に遷移する時のレイノルズ数は円管内流れと平板境界層で同程度の値となり，これを臨界レイノルズ数と呼ぶ．

問３　以下の語句についてそれぞれ言葉で説明しなさい．（***式や記号を書いたら加点なし．***）

（３－１）速度境界層，（３－２）熱通過率，（３－３）接触熱抵抗，（３－４）連続の式

以上３問．

平成２９年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１８年１月２３日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答は採点しません．***問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと．

以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい．（全３問．）

問１　以下の問に式を使わずに答えなさい．（***式を書いたら加点なし．***）

（１－１）フーリエの法則について説明しなさい．

（１－２）熱伝導の基礎方程式を導く過程でテイラー展開がどのように使われるかを説明しなさい．テイラー展開自体を説明する必要はありません．

（１－３）熱伝導の基礎方程式が，$\dfrac{\partial T}{\partial \tau} = a\dfrac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ 式(1)（T: 温度[K], x: 座標[m], τ: 時間[s], a: 温度伝導率[m^2/s]）と書けるのはどのような場合か説明しなさい．

（１－４）式(1)は微分方程式として線形か非線形かを理由とともに答えなさい．（***理由が間違っている場合は加点なし．***）

問２　高温の水（液体）と低温の空気（気体）の間で熱輸送（熱交換）を行うことを考える．水と空気は混合しないように両者の間は金属の薄い板で隔てられている．水と空気の流速，流れの向きは定まっているものとする．このとき以下の各設問に答えなさい．但し，数値や式で答えるのではなく，言葉で説明しなさい．（***記号による項や式を用いたら加点なし．***）

（２－１）一般的に空気側の熱抵抗が最も大きくなる．その理由を説明しなさい．

（２－２）空気側の熱抵抗低減のために空気側にフィンを設置する．フィンの設置による伝熱性能向上について以下の用語を全て用いて説明しなさい．「伝熱面積」，「フィン根元温度」，「フィン効率」（指定用語には下線を付すこと．）

（２－３）フィン効率を高くする方法を列挙し，その理由とともに説明しなさい．

（２－４）フィン効率の向上が水－空気間の交換熱流量増加につながるかどうかを理由とともに説明しなさい．

問３　以下の語句についてそれぞれ説明しなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明

しなさい.（***記号による項や式を書いたら加点なし.***）
（３－１）有限差分方程式,（３－２）臨界レイノルズ数,（３－３）集中熱容量法,
（３－４）流れの助走区間

以上３問.

平成２８年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１７年１月３１日実施）

解答の評価基準は***内容, 分量, 平易さ***です. ***キーワード（単語）だけの解答は採点しません.***
問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと.

以下の設問全てに答えなさい. 解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可).（全３問.）

問１　以下の問に式を使わずに答えなさい.（式を書いたら加点なし.）
（１－１）フーリエの法則について説明しなさい.
（１－２）熱伝導の基礎方程式を導く過程でテイラー展開がどのように使われるかを説明しなさい. テイラー展開自体を説明する必要はありません.
（１－３）熱伝導の基礎方程式が, $\frac{\partial^2 T}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r}=0$ 式(1)（T: 温度[K], r: 座標[m] ）と書けるのはどのような場合か説明しなさい.
（１－４）式(1)は微分方程式として線形か非線形かを理由とともに答えなさい.（理由が間違っている場合は加点なし.）

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい. 誤っている場合には, ***どの部分***が***なぜ***誤っているのか, ***どのように訂正すれば良いのか***言葉で答えなさい.（記号による項や式を用いたら加点なし.）
（２－１）熱の移動には３つの形態があり, それらは, 熱伝導, 対流（熱伝達), 放射である. どの形態も移動熱量（熱流量）は温度差または温度勾配に比例する.
（２－２）異なる材料かつ異なる厚さからなる３枚の積層平板での熱伝導問題では, 定常状態になると各平板内を通過する熱流束は等しいので, 各平板内での温度勾配も等しくなる.
（２－３）カーテシアン座標系から球座標（極座標）系へ熱伝導の基礎方程式を座標変換することができる. しかし, カーテシアン座標系でどの様な物体形状でも表現できるので, 熱伝導現象を扱う上で座標変換する利点は何もない.
（２－４）平板に沿う層流境界層での連続の式, 運動量方程式, エネルギー方程式をみると, 温度場は速度場に影響を与えるが, 速度場は温度場に影響を与えないことが分かる.

問３　以下の語句についてそれぞれ説明しなさい. 但し, 式を書いてはいけません. 言葉で説明しなさい.（記号による項や式を書いたら加点なし.）
（３－１）速度境界層,（３－２）繰り返し法,（３－３）集中熱容量法,（３－４）十分に発達した領域

以上３問.

平成２７年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１６年１月２６日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）だけの解答は採点しません***．問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと．

以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）．（全３問．）

問１　熱伝導の基礎方程式（式(1)）について以下の問に式を使わずに答えなさい．（式を書いたら加点なし．）

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) \qquad (1)$$

（１－１）式(1)に使われている全ての記号の意味と単位を説明しなさい．（但しｄは説明不要．）
（１－２）式(1)に含まれる仮定について説明しなさい．
（１－３）式(1)はどのような考え方で導かれるかを以下の用語を全て用いて説明しなさい．
「微小（体積）要素」，「フーリエの法則」，「テイラー（級数）展開」，「内部エネルギー」
（１－４）式(1)は微分方程式として線形か非線形かを理由とともに答えなさい．（理由が間違っている場合は加点なし．）

問２　高温の液体と低温の気体の間で熱輸送（熱交換）を行うことを考える．液体と気体は混合しないように両者の間は金属の板で隔てられている．液体と気体の種類，流速，流れの向きは定まっているものとする．液体と気体の温度はそれぞれ温度センサーで計測をする．このとき以下の各設問に答えなさい．但し，数値や式で答えるのではなく，言葉で説明しなさい．（記号による項や式を用いたら加点なし．）
（２－１）温度計測がより正確であるためには温度センサー測温部はどのような仕様（形状，材質等）であるべきかを以下の用語を全て用いて説明しなさい．「ビオー数」，「集中熱容量法」，「時定数」
（２－２）一般的に気体側の熱抵抗が最も大きくなり，その熱抵抗低減のために気体側にフィンを設置する．フィンの設置による伝熱性能向上について以下の用語を全て用いて説明しなさい．
「伝熱面積」，「フィン先端部での温度低下」，「フィン効率」
（２－３）フィン効率を高くする方法を列挙し，その理由とともに説明しなさい．
（２－４）フィン効率の向上が液体－気体間での交換熱流量増加につながるかどうかを理由とともに説明しなさい．

問３　以下の語句についてそれぞれ説明しなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．（記号による項や式を書いたら加点なし．）
（３－１）熱伝達率，（３－２）有限差分方程式，（３－３）速度境界層，（３－４）臨界レイノルズ数

以上３問．

平成２６年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１５年１月２７日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）や式だけの解答は採点しません***．問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと．
以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）．（全３問．）

問１　熱伝導の基礎方程式（式(1)）について以下の問に式を使わずに答えなさい.（式を書いたら加点なし.）

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) \qquad (1)$$

（１－１）式(1)中の a の名称と単位を答えなさい.

（１－２）式(1)は微分方程式として線形か非線形かを理由とともに答えなさい.（理由が間違っている場合は加点なし.）

（１－３）式(1)の右辺の項は温度分布の時間変化に対してどのように寄与するか（どのような影響を及ぼすか）を説明しなさい.（ヒント：どのような温度分布を時間的にどのように変化させる効果があるのかを理由とともに説明すれば良い.）

問２　高温の液体と低温の気体の間で熱輸送（熱交換）を行うことを考える．液体と気体は混合しないように両者の間は固体の板で隔てられており，両者とも流れている．このとき以下の各設問に答えなさい．但し，数値や式で答えるのではなく，言葉で説明しなさい.（記号による項や式を用いたら加点なし.）

（２－１）この場合，熱抵抗の要因としてどのようなものがあるか説明しなさい.

（２－２）一般的に液体側と気体側でどちら側の熱抵抗が大きくなるか？また，それは何故か？

（２－３）液体と気体の種類，温度，流速，流れの向きが決まっている場合に，液体と気体間での交換熱流量を大きくするにはどうしたら良いかを理由とともに説明しなさい.

問３　以下の語句についてそれぞれ説明しなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい.（記号による項や式を書いたら加点なし.）

（３－１）熱通過率，（３－２）熱伝導率，（３－３）接触熱抵抗，（３－４）流れの助走区間

以上３問.

平成２５年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１４年１月２１日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）や式だけの解答は採点しません***．問題文に出てくる記号以外の記号は使わないこと.

以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）.（全３問.）

問１　以下の問に式を使わずに答えなさい.（式を書いたら加点なし.）

（１－１）フーリエの法則について説明しなさい.

（１－２）熱伝導の基礎方程式が，$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$（$T$: 温度[K]，$x$，$y$: 座標[m]）と書けるのはどのような場合か説明しなさい.

（１－３）熱伝導の基礎方程式を座標変換する利点について具体例(円筒座標や球座標への変換)を挙げて説明しなさい.

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，どの部分がなぜ誤っているのか，どのように訂正すれば良いのか言葉で答えなさい.（記号による項や式を用いたら加点なし.）

（２－１）熱の移動には３つの形態があり，それらは，熱伝導，対流（熱伝達），放射である．どの形態も熱を伝える媒体が必要なので真空中では熱の移動は起こらない.

（２－２）異なる材料からなる３枚の積層平板での熱伝導問題では，定常状態になると各平板内を通過する熱流束は等しいので，各平板内での温度勾配も等しくなる．
（２－３）集中熱容量法を適用できるのはビオー数が十分に大きい場合である．空気流の測温センサによる温度計測では球状センサ部でのビオー数は，熱伝達率，空気の熱伝導率，センサ部半径によって定義される．
（２－４）平板に沿う層流境界層での運動量方程式（境界層方程式）とエネルギー方程式をみると，温度場は速度場に影響を与えるが，速度場は温度場に影響を与えないことが分かる．

問３　以下のそれぞれの２つの語句について違いを明確に説明しなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．（記号による項や式を書いたら加点なし．）
（３－１）熱通過率と全熱抵抗，（３－２）流れの助走区間と十分に発達した領域，
（３－３）ニュートンの粘性法則とニュートンの冷却の式

以上３問．

平成２４年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１３年１月２２日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）や式だけの解答は採点しません．***解答に用いた（自分で導入した）***記号は全て意味と単位を明確に定義***して下さい．
以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）．（全３問．）

問１　以下の問に式を使わずに答えなさい．（式を書いたら加点なし．）
（１－１）フーリエの法則について説明しなさい．
（１－２）熱伝導の基礎方程式を導く過程でテイラー展開がどのように使われるかを説明しなさい．テイラー展開自体を説明する必要はありません．
（１－３）熱伝導の基礎方程式が，$\dfrac{\partial T}{\partial \tau} = a\dfrac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ （T: 温度[K], x: 座標[m], τ: 時間[s], a: 温度伝導率[m^2/s] ）と書けるのはどのような場合か説明しなさい．

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，どの部分がなぜ誤っているのか，どのように訂正すれば良いのか言葉で答えなさい．（式を用いたら加点なし．）
（２－１）カーテシアン座標系から円筒座標系へ熱伝導の基礎方程式を座標変換することができる．しかし，座標変換をしなくてもカーテシアン座標系でどの様な物体形状の熱伝導現象でも表現できるので，座標変換する利点は何もない．
（２－２）フィン設置によって伝熱面積を大きくすることで熱抵抗を小さくし，熱流量を大きくすることができる．フィン設置で伝熱面積が２倍になれば熱流量も２倍となる．
（２－３）集中熱容量法を適用できるかどうかの判断はビオー数によって行う．水流と空気流の熱電対による温度計測では測温センサ部でのビオー数が流体の密度によって変化するので，密度の大きい水の場合にビオー数が大きくなる．
（２－４）平板に沿う層流境界層での運動量方程式（境界層方程式）は，微小要素への運動量の単位時間あたりの流入・流出による運動量変化が微小要素に作用する圧力と粘性力に釣り合うことから導かれる．

問３　以下のそれぞれの２つの語句について違いを明確に説明しなさい．但し，式を書いてはい

けません．言葉で説明しなさい．（式を書いたら加点なし．）
（３－１）熱伝導率と熱伝達率，（３－２）円管内流れのレイノルズ数と平板境界層流れのレイノルズ数，（３－３）速度境界層と温度境界層

以上３問．

平成２３年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１２年１月３１日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）や式だけの解答は採点しません．***解答に用いた（自分で導入した）***記号は全て意味と単位を明確に定義***して下さい．
以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）．（全３問．）

問１　以下の問に式を使わずに答えなさい．（式を書いたら加点なし．）
（１－１）フーリエの法則について説明しなさい．
（１－２）熱伝導の基礎方程式はどのような考え方で導かれるのかを説明しなさい．
（１－３）熱伝導の基礎方程式が，$\frac{d^2T}{dx^2}=0$（T: 温度[K], x: 座標[m]）と書けるのはどのような場合か説明しなさい．

問２　以下の各説明文が正しいか誤っているかを答えなさい．誤っている場合には，どの部分が誤っているのか，どのように訂正すれば良いのかも言葉で答えなさい．（式を用いたら加点なし．）
（２－１）物性値一定，周囲断熱の仮定の下では，どのような細長い物体でも，長手方向への温度分布は定常状態で直線分布となる．
（２－２）フィン設置によって伝熱面積を大きくすることで熱抵抗を小さくし，熱流量を大きくすることができる．一般的に液体と気体間での熱通過では熱抵抗の大きな液体側にフィンを設置する．
（２－３）集中熱容量法を適用できるかどうかの判断はビオー数によって行う．ビオー数が大きいときには物体内温度分布が小さく，集中熱容量法を適用できる．
（２－４）層流から乱流に遷移する時のレイノルズ数はどのような流れ場でもおよそ 2300 程度であり，これを臨界レイノルズ数と呼ぶ．

問３　以下のそれぞれの２つの語句について違いを明確に説明しなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．（式を書いたら加点なし．）
（３－１）熱伝導率と熱伝達率，（３－２）熱伝導の熱抵抗と接触熱抵抗，（３－３）流れの助走区間と十分に発達した領域

以上３問．

平成２２年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１１年２月４日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）や式だけの解答は採点しません．***解答に用いた（自分で導入した）***記号は全て意味と単位を明確に定義***して下さい．
以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）．（全３問．）

問１　熱伝導の基礎方程式（式(1)）について以下の問に式を使わずに答えなさい．（式を書いた

ら加点なし.）

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) \qquad (1)$$

（１－１）式(1)中の a の名称と単位を答えなさい.

（１－２）式(1)は微分方程式として線形か非線形かを理由とともに答えなさい.（理由が間違っている場合は加点なし.）

（１－３）通電加熱（ジュール発熱）を受ける金属板の温度変化を式(1)で調べることができるかできないかを理由とともに答えなさい.（理由が間違っている場合は加点なし.）

問２　高温の液体と低温の気体の間で熱輸送（熱交換）を行うことを考える. 液体と気体を混合させないように両者の間は固体の板で隔てられている. このとき以下の各設問に答えなさい. 但し，数値や式で答えるのではなく，言葉で説明しなさい.（式を用いたら加点なし.）

（２－１）この場合，熱抵抗の要因としてどのようなものがあるか説明しなさい.

（２－２）一般的に液体側と気体側でどちら側の熱抵抗が大きくなるか？また，それは何故か？

（２－３）一般的にフィンをつけるとしたら液体側と気体側どちらにつけるか？また，それは何故か？

（２－４）フィン効率が１にならない理由を説明しなさい.

問３　以下の語句についてそれぞれ説明しなさい. 但し，式を書いてはいけません. 言葉で説明して下さい.（式を書いたら加点なし.）

（３－１）フーリエの法則，（３－２）接触熱抵抗，（３－３）温度境界層，（３－４）連続の式

以上３問.

平成２１年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２０１０年２月１２日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です. ***キーワード（単語）や式だけの解答は採点しません***.
解答に用いた（自分で導入した）***記号は全て意味と単位を明確に定義***して下さい.
以下の設問全てに答えなさい. 解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）.（全３問.）

問１　熱伝導の基礎方程式について以下の問に式を使わずに答えなさい.（式を書いたら加点なし.）

（１－１）熱伝導の基礎方程式はどのような考え方で導かれるのかを説明しなさい.

（１－２）熱伝導の基礎方程式が，$\dfrac{d^2T}{dx^2} = 0$（T: 温度[K], x: 座標[m]）と書けるのはどのような場合か説明しなさい.

問２　高温の流体と低温の流体の間で熱輸送（熱交換）を行うことを考える. 流動する２つの流体を混合させないように両流体間は固体の板で分けられている. このとき以下の各設問に答えなさい. 但し，解答に記号・文字式を用いる場合には，使用した記号の意味と単位を全て定義しなさい.

（２－１）この場合，熱抵抗の要因としてどのようなものがあるか説明しなさい.

（２－２）流体の種類，温度，流速，流れの向きが決まっている場合に，両流体間での交換熱流量を大きくするにはどうしたらよいか説明しなさい.

問３　以下の語句についてそれぞれ説明しなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明して下さい．
（３－１）フィン効率，（３－２）ビオー数，（３－３）速度境界層，（３－４）連続の式

以上３問．

平成２０年度伝熱学Ｉ（村田）試験問題（２００９年１月３０日実施）

解答の評価基準は***内容，分量，平易さ***です．***キーワード（単語）や式だけの解答は採点しません***．
解答に用いた記号等は全て単位とともに定義して下さい．
以下の設問全てに答えなさい．解答は問題文下の余白にしなさい（裏面も使用可）．（全３問．）

問１　（１－１）フーリエの法則について説明しなさい．
（１－２）一次元かつ定常の場合の熱伝導の基礎方程式をエネルギー保存とテイラー展開を用いて導きなさい．（カーテシアン座標系の x 方向についてだけ考えればよい．）

問２　高温の伝熱面の周りに流体を流してその伝熱面を冷やすことを考える．以下の各設問に答えなさい．但し，数値や式で答えるのではなく，言葉で説明しなさい．

（２－１）この伝熱面をより冷やすためにはどのような方法が考えられるか．思いつく全ての方法を理由とともに説明しなさい．但し，拡大伝熱面（フィン）については除いてよい．
（２－２）拡大伝熱面（フィン）を用いることでも伝熱面からの放熱量を増やすことができる．この原理について説明しなさい．
（２－３）フィン効率について説明しなさい．

問３　以下の語句についてそれぞれ説明しなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明して下さい．
（３－１）熱伝導率と熱伝達率，（３－２）接触熱抵抗

以上３問．