２０２４年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０２４年７月１６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***．また，***式，記号，図を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．

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．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　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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（先ず正誤を回答し，訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容の３点を明確に答えて下さい．）（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（１－１）　層流での平板強制対流熱伝達における温度場を解くためのエネルギー方程式は２階の非線形偏微分方程式であり，変数変換することで３階の線形常微分方程式に変換できる．

（１－２）　熱流束一様な壁面を有する円管内強制対流熱伝達では，管軸方向に流体温度は変化し続ける．従って温度場が十分発達することはない．

（１－３）　加熱された鉛直平板上自然対流によって平板上に速度境界層と温度境界層が形成される．これら境界層の厚さの比はプラントル数によって決まり，プラントル数が１より小さい場合には温度境界層厚さの方が速度境界層厚さよりも大きくなる．

問２　乱流強制対流熱伝達について以下の質問に答えなさい．但し，式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（２－１）　ある流路形状での非圧縮性流体の場合の乱流強制対流熱伝達を考える．次元解析を行った結果出てくる本現象に関係する無次元数を挙げなさい．

（２－２）　ある位置，ある時刻での瞬時速度を時間平均速度成分と変動速度成分に分解して表す．この場合，２つの変動速度成分（３次元では３成分あるうちの２つ）の積の時間平均値がゼロになるのはどのような場合か説明しなさい．但し「乱流」なので変動速度成分は常にゼロではない．

（２－３）　レイノルズ応力とは何かを説明しなさい．

（２－４）　乱流境界層における速度境界層厚さの流れ方向変化を表す式を，平板強制対流（層流）の境界層方程式を積分した運動量積分式を用いて導ける．この際，壁面近傍で実験結果と合わない 1/7 乗法則（速度分布）を用いたのに得られる結果が実験結果を良く再現する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，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）
　（３－１）混合平均温度，（３－２）プロフィル法，（３－３）ベナールのセル

以上３問．

２０２３年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０２３年７月１８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***．また，***式，記号，図を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．

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．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　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も答えなさい. 誤りは複数箇所あるかもしれません. 式，記号，図を用いてはいけません. 言葉で説明しなさい.（先ず正誤を回答し，訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容の３点を明確に答えて下さい.）（***式，記号，図を書いたら加点なし.***）

（１－１）ヌセルト数の物理的意味は，流動する流体の熱伝導による熱流量と静止流体中の熱伝達による熱流量の比である.

（１－２）加熱された鉛直平板の自然対流によって平板上に速度境界層と温度境界層が形成される. これら２つの境界層厚さの大小関係（どちらが厚いか）はプラントル数によって決まる.

（１－３）乱流境界層における速度境界層厚さを表す式を，平板強制対流境界層の運動量積分式を用いて導くことができる. しかし，層流の運動量方程式を用いていること，また，壁面近傍で実験結果と合わない 1/7 乗法則（速度分布）を用いていることから，得られる結果は実験結果と合わない.

問２　水平方向に長い密閉空間での自然対流に関する以下の各設問に答えなさい. 但し，式，記号，図を書いてはいけません. 言葉で説明しなさい.（***式，記号，図を書いたら加点なし.***）

（２－１）この密閉空間内の流体層が不安定になるのは高温壁と低温壁を上面と下面にどのように配置した場合かを，その理由とともに説明しなさい.

（２－２）この密閉空間内の流体層が不安定な場合に発生する特徴的な流れ構造の名称とその流れ構造について説明しなさい.

（２－３）上記（２－２）の状態から上面と下面の温度を変化させずに空間の高さ（上面と下面間の距離）をゆっくりと小さくしていった. この時の流れの様子の変化を，その理由とともに説明しなさい. ただし，高さが変化しても密閉空間内の平均圧力は一定に保たれていると仮定してよい.

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

（３－１）流れ関数，（３－２）次元解析，（３－３）温度助走区間

以上３問.

２０２２年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０２２年７月１９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.*** また，***式，記号，図を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします.

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. 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　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も答えなさい. 誤りは複数箇所あるかもしれません. 式，記号，図を用いてはいけません. 言葉で説明しなさい. （先ず正誤を回答し，訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容の３点を明確に答えて下さい. ）（***式，記号，図を書いたら加点なし.***）

（１－１）管内流の熱伝達実験で等熱流束壁を実現するには，できるだけ薄い金属箔を熱伝導率の高い管壁の外面に貼り，その金属箔を直接通電加熱する．薄い金属箔を使うのは箔面内熱伝導による熱流束分布を抑えるためである．

（１－２）等温壁を有する直円管内強制対流熱伝達では，管軸方向の無限遠で流体温度と壁温が一致し，流体温度半径方向分布は一様となる．この状態となる位置を温度場が十分発達した領域と呼ぶ．

（１－３）層流の水平平板上境界層流れにおいて熱伝達は流体の温度変化を引き起こし，その結果密度を含む物性値の変化を誘起する．しかし，連続の式に密度は入っておらず，また，運動量方程式とエネルギー方程式の微分の内側にも密度は入っていないので密度変化の基礎式への影響は小さい．

問２　積分法（プロフィル法）による鉛直加熱平板の自然対流熱伝達の解析に関する以下の各設問に答えなさい．但し，式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（２－１）積分法では積分を用いて積分式を導出する．どの式をどの方向に（積分範囲として）どこからどこまで積分して積分式を導くのかを説明しなさい．

（２－２）積分法では速度分布と温度分布の関数形を仮定して与える．どのような関数形で与えるのか，また，何故その関数形を用いるのか（その関数形の妥当性の根拠）について説明しなさい．

（２－３）積分法では速度スケールと境界層厚さを平板前縁からの距離のべき関数で与えて，解（速度分布，温度分布）を求める．べき関数を仮定した後の解を求める手順を説明しなさい．

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

（３－１）臨界レイノルズ数，（３－２）不安定成層，（３－３）見かけの応力であるレイノルズ応力

以上３問．

２０２０，２０２１年度伝熱学Ⅱ（村田）は試験を行わず小テストの結果で評価した．

２０１９年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０１９年７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***．また，***式，記号，図を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．

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．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　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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（先ず正誤を回答し，訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容の３点を明確に答えて下さ

い．）（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（１－１） 層流での平板強制対流熱伝達における温度場を解くためのエネルギー方程式は２階の非線形偏微分方程式であり，変数変換することで３階の線形常微分方程式に変換できる．

（１－２） 熱流束一様な壁面を有する円管内強制対流熱伝達では，管軸方向に流体温度は変化し続ける．従って温度場が十分発達することはない．

（１－３） 乱流境界層における速度境界層厚さの流れ方向変化を表す式を，平板強制対流（層流）の境界層方程式を積分した運動量積分式を用いて導くことは出来る．しかし，層流の式を用いていること，また，壁面近傍で実験結果と合わない 1/7 乗法則（速度分布）を用いることから，得られる結果は実際の様子を表せないものとなる．

問２　乱流強制対流熱伝達について以下の質問に答えなさい．但し，式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（２－５） ある流路形状での非圧縮性流体の場合の乱流強制対流熱伝達を考える．次元解析を行った結果出てくる本現象に関係する無次元数を挙げなさい．

（２－６） ある位置，ある時刻での瞬時速度を時間平均速度成分と変動速度成分に分解して表す．この場合，２つの変動速度成分（３次元では３成分あるうちの２つ）の積の時間平均値がゼロになるのはどのような場合か説明しなさい．但し「乱流」なので変動速度成分は常にゼロではない．

（２－７） レイノルズ応力とは何かを説明しなさい．

（２－８） レイノルズ応力はなぜ「みかけの応力」と呼ばれるのか，その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，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（３－１）混合平均温度，（３－２）ベナールのセル，（３－３）コルバーンのアナロジー

以上３問．

平成３０年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０１８年７月１７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．***また，***式，記号，図を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．
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．問題文中への解答は採点対象としません．（全３問．）

問１　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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容を区別して明確に答えて下さい．）（***式，記号，図を書いたら加点なし．***）

（１－１） ヌセルト数の物理的意味は，流動する流体の熱伝導による熱流量と静止流体中の熱伝達による熱流量の比であるので，流体が流れていない場合にはヌセルト数は１となる．

（１－２） 実験で等熱流束壁を実現するには，できるだけ薄い金属箔を熱伝導率の高い管壁の外面に貼り，それを直接通電加熱する．薄い金属箔を使うのは箔内熱伝導による熱

流束分布を抑えるためである.

（１－３）　鉛直加熱平板の自然対流熱伝達を積分法（プロフィル法）で解析する場合には，基礎式を平板平行方向に積分し，速度分布を平板からの距離の３次関数，温度分布を２次関数でそれぞれ近似して積分式に代入し，速度スケールと境界層厚さを平板前縁から距離のべき関数で近似することで速度分布，温度分布を求める．この場合プラントル数は常に１より大きいので速度境界層厚さの方が温度境界層厚さよりも厚くなる.

問２　自然対流に関する以下の質問に答えなさい．但し，式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（***式，記号，図を書いたら加点なし.***）

（２－１）水平平板で流れが不安定になりやすいのはどのような加熱，冷却形態か，またそれはなぜかを説明しなさい.

（２－２）ベナールのセルについて説明しなさい.

（２－３）ブシネ近似が使えない状況について考えます．その場合，基礎式はどのように変わるのかを理由とともに説明しなさい．但し，基礎式や各項自体を書いてはいけません．言葉で説明しなさい.

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

（３－１）次元解析，（３－２）温度助走区間，（３－３）レイノルズ応力

以上３問.

平成２９年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０１７年７月１８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.***また，***式，記号，図を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします.
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（問１のみ裏面も使用可）.（全３問.）

問１　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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式，記号，図を用いてはいけません．言葉で説明しなさい．（訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容を明確に答えて下さい.）

（１－１）　円管内強制対流熱伝達の実験で等温壁を実現するには，できるだけ熱伝導率の低い材質の管の外側から電気ヒータで一様に通電加熱すればよい.

（１－２）　加熱鉛直平板の自然対流熱伝達を積分法（プロフィル法）で解析する場合には，基礎式を積分し，速度分布を平板前縁からの距離の２次関数，温度分布を３次関数でそれぞれ近似して積分式に代入し，速度スケールと境界層厚さも平板前縁から距離のべき関数で近似することで速度分布，温度分布を求めることができる.

（１－３）　乱流の変動速度成分による運動量輸送を表すレイノルズ応力は見かけの応力と呼ばれる．こう呼ばれる理由は，観測する空間座標系の取り方によってレイノルズ応力の値が変わり，観測する空間座標系によってはこのレイノルズ応力が現れないためである.

問２　コルバーンのアナロジーについて，以下の各設問に答えなさい．但し，式，記号，図を用

いてはいけません．言葉で説明しなさい．

（２－９） コルバーンのアナロジーとは何か（どの様な量の間の関係か，どのような仮定が用いられているのか，どのようにして導かれるのか）を説明しなさい．

（２－１０） コルバーンのアナロジーはどのような場合に利用されるのか説明しなさい．また，コルバーンのアナロジーの利用価値はどのような点にあるのか説明しなさい．

（２－１１） 平板上の乱流に対しコルバーンのアナロジーを利用して算出した値と直接実験で計測した値ではどちらがより正確（真の値に近い）かを理由とともに答えなさい．（議論の前提条件を明確に記述すること．）

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

（３－１）臨界レイノルズ数，（３－２）グラスホフ数，（３－３）不安定成層

以上３問．

平成２８年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０１６年７月１９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***．また，***式を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．

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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．（訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容を明確に答えて下さい．）

（１－１） ヌセルト数の物理的意味は，流動する流体の熱伝達による熱流量と静止流体中の熱伝導による熱流量の比であるので，流体が流れていない場合にはヌセルト数はゼロとなる．

（１－２） 熱流束一様な壁を有する円管内強制対流熱伝達では，管軸方向に流体温度は変化し続ける．従って温度場が十分発達することはない．

（１－３） 加熱された鉛直平板上自然対流ではプラントル数は常に１より大きいので，速度境界層厚さの方が温度境界層厚さよりも大きくなる．

問２　積分法（プロフィル法）による鉛直加熱平板の自然対流熱伝達の解析に関する以下の各設問に答えなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．

（２－１）積分法では積分を用いて積分式を導出する．どの式をどの方向に（積分範囲として）どこからどこまで積分して積分式を導くのかを説明しなさい．

（２－２）積分法では境界層内の速度分布と温度分布の関数形を仮定して与える．どのような関数形で与えるのか，また，何故その関数形を用いるのか（その関数形の妥当性の根拠）について説明しなさい．

（２－３）積分法では速度スケールと境界層厚さを平板前縁からの距離のべき関数で与えて，解（速度分布，温度分布）を求める．べき関数を仮定した後の解を求める手順を説明しなさい．

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．言葉で説明しなさい．

（３－１）混合平均温度，（３－２）ベナールのセル，（３－３）見かけの応力であるレイノルズ応力

以上３問.

平成２７年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題用紙（２０１５年７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）だけの解答は採点しません***．また，***式を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．
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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．（訂正する場合には，訂正箇所，訂正理由，訂正内容を明確に答えて下さい.）

（１－１）　コルバーンのアナロジーでは流体摩擦と熱伝達の間の関係を用いて例えば熱伝達率から摩擦係数を算出することができる．一般に熱伝達率の計測の方が摩擦係数の計測よりも容易であるので，このアナロジー関係を利用する価値がある．

（１－２）　加熱された鉛直平板上自然対流によって平板上に速度境界層と温度境界層が形成される．これら境界層の厚さの比はプラントル数によって決まり，プラントル数が１より小さい場合には温度境界層厚さの方が速度境界層厚さよりも大きくなる．

（１－３）　乱流の変動速度成分による運動量輸送を表すレイノルズ応力は見かけの応力と呼ばれる．こう呼ばれる理由は，座標系の取り方によってレイノルズ応力の値が変わり，座標系によってはこのレイノルズ応力が現れないためである．

問２　水平方向に長い密閉空間での自然対流に関する以下の各設問に答えなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．

（２－１）この密閉空間内の流体層が不安定になるのは高温壁と低温壁を上面と下面にどのように配置した場合かを，その理由とともに説明しなさい．

（２－２）この密閉空間内の流体層が不安定な場合に発生する特徴的な流れ構造の名称とその流れ構造について説明しなさい．

（２－３）この密閉空間内の流体層が安定な場合にヌセルト数はいくつになるかを，その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．

（３－１）温度助走区間，（３－２）対数平均温度差，（３－３）プロフィル法

以上３問.

平成２６年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題（２０１４年７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***．また，***式を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．
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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．

（１－１）　実験で等熱流束壁を実現するには，できるだけ薄い金属箔を熱伝導率の高い管壁の外面に貼り，それを直接通電加熱する．薄い金属箔を使うのは箔面内熱伝導による熱流束分布を抑えるためである．

（１－２）　等温壁を有する直円管内強制対流熱伝達では，管軸方向の無限遠で流体温度と壁温が一致し，流体温度半径方向分布は一様となる．この状態となる位置を温度場が十分発達した領域と呼ぶ．

（１－３）　層流の平板強制対流境界層において熱伝達は流体の温度変化を引き起こし，その結果密度を含む物性値の変化を誘起する．しかし，密度変化だけに着目すると各基礎式（連続の式，運動量方程式，エネルギー方程式）の微分の内側に密度は入っていないので密度変化の影響は小さい．

問２　乱流強制対流熱伝達について，以下の各設問に答えなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．

（２－１２）ある流路形状での非圧縮性流体の場合の乱流強制対流熱伝達を考える．次元解析を行った結果出てくる本現象に関係する無次元数を挙げなさい．

（２－１３）ある位置，ある時刻での瞬時速度を時間平均速度成分と変動速度成分に分解して表す．この場合，２つの変動速度成分（３次元では３成分あるうちの２つ）の積の時間平均値がゼロになるのはどのような場合か説明しなさい．

（２－１４）　レイノルズ応力とは何か説明しなさい．

（２－１５）　レイノルズ応力はなぜ「みかけの応力」と呼ばれるのか，その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．言葉で説明しなさい．

（３－１）臨界レイノルズ数，（３－２）グラスホフ数，（３－３）コルバーンのアナロジー

以上３問．

平成２５年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題（２０１３年７月１６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．***また，***式を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします．
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も答えなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．

（１－１）層流での平板強制対流熱伝達における温度場を解くためのエネルギー方程式は２階の非線形偏微分方程式であり，変数変換することで３階の線形常微分方程式に変換できる．

（１－２）次元解析を用いると強制対流熱伝達は３つの無次元数間の関係式で表されることがわかり，その３つの無次元数がヌセルト数，レイノルズ数，プラントル数でなければな

らないことが次元解析によって示される.
（１－３）強制対流においてプラントル数は速度境界層厚さを決定する無次元数であり，物性値でもある.

問２　コルバーンのアナロジーについて，以下の各設問に答えなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい.
（２－１）コルバーンのアナロジーとは何か（どの様な量の間の関係か）説明しなさい.
（２－２）コルバーンのアナロジーはどのような場合に利用されるのか説明しなさい．また，コルバーンのアナロジーの利用価値はどのような点にあるのか説明しなさい.
（２－３）コルバーンのアナロジーが成り立たなくなる状況はどのような場合か，成り立たなくなる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.
（３－１）対数平均温度差，（３－２）みかけの応力であるレイノルズ応力，（３－３）ベナールのセル

以上３問.

平成２４年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題（２０１２年７月１７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***．また，***式を用いた解答は***加点対象とせず，***減点対象***とします.
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　以下の各文章に誤りがあればそれを訂正しなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい.
（１－１）層流での平板強制対流熱伝達における境界層（運動量）方程式とエネルギー方程式はともに非線形微分方程式であるので解析的に解くのは難しい.
（１－２）熱流束一様な壁を有する円管内強制対流熱伝達では，管軸方向に流体温度は変化し続ける．従って温度場が十分発達することはない.
（１－３）乱流境界層における速度境界層厚さの流れ方向変化を表す式を，平板強制対流（層流）の境界層方程式を積分した運動量積分式を用いて導くことが出来る．しかし，層流の式を用いていること，また，壁面近傍で実験結果と合わない 1/7 乗法則（速度分布）を用いることから，得られる結果は実際の様子を表せないものとなる.

問２　加熱鉛直平板の自然対流熱伝達に関する以下の質問に答えなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい.
（２－１）境界層（運動量）方程式中の浮力項は $g\beta(T-T_\infty)$ と表されます．各記号の定義（名前と単位）を示しなさい．また，どのようにして浮力項がこの形になるかを説明しなさい.
（２－２）この時，速度場と温度場はお互いに影響し合いますか？理由とともに答えなさい.
（２－３）自然対流での浮力の強さを表す無次元数の名前をひとつ挙げなさい．また，その無次元数の物理的意味を説明しなさい.

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．言葉で説明しなさい．
（３－１）混合平均温度，（３－２）レイノルズ応力，（３－３）不安定成層

以上３問．

平成２３年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題（２０１１年７月１９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．また，式を用いた解答は加点対象とせず，減点対象とします．***
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　以下の各文章に誤りがあればそれを訂正しなさい．誤りは複数箇所あるかもしれません．
（１－１）ヌセルト数の物理的意味は，流動する流体の熱伝導による熱流量と静止流体中の熱伝達による熱流量の比であるので，流体が流れていない場合にはヌセルト数はゼロとなる．
（１－２）等温壁を有する管内強制対流熱伝達では，管軸方向の無限遠で流体温度と壁温が一致し，流体温度半径方向分布は一様となる．この状態となる位置を温度場が十分発達した領域と呼ぶ．
（１－３）加熱鉛直平板の自然対流熱伝達を積分法（プロフィル法）で解析する場合には，基礎式を積分し，速度分布を壁面からの距離の２次関数，温度分布を３次関数でそれぞれ近似して積分式に代入し，速度スケールと境界層厚さも平板前縁から距離のべき関数で近似することで速度分布，温度分布を求めることができる．

問２　自然対流に関する以下の質問に答えなさい．
（２－１）流れが不安定になりやすいのはどのような加熱，冷却形態か，またそれはなぜかを説明しなさい．
（２－２）ベナールのセルについて説明しなさい．
（２－３）ブシネ近似が使えない状況について考える．その場合，基礎式はどのように変わるのかを理由とともに説明しなさい．但し，基礎式や各項自体を書いてはいけません．言葉で説明しなさい．

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．
（３－１）レイノルズ応力，（３－２）グラスホフ数，（３－３）プラントル数

以上３問．

平成２２年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題（２０１０年７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．また，問（２－２）以外では式を用いた解答は加点対象とせず，減点対象とします．***
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　乱流輸送に関する，以下の各設問に答えなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で

説明しなさい.

（１－１）レイノルズ応力について説明しなさい.「見かけの応力」と呼ばれる理由についても説明しなさい.

（１－２）乱流輸送をモデル化する必要があるのはなぜか，またモデル化するとはどういうことか（乱流モデルとは何か）を説明しなさい.（但し，混合長理論・仮説について説明する必要はない．説明したら減点します.）

問２　自然対流に関する以下の質問に答えなさい.

（２－１）水平に置かれた平板の片面（上面または下面）を加熱または冷却する．この時，乱流遷移を起こしやすい形態を４つの場合（上面加熱，上面冷却，下面加熱，下面冷却）から選びなさい．また，その理由について説明しなさい.

（２－２）自然対流で乱流遷移が起こるかどうかを判定するのに用いる無次元数を定義とともに答えなさい.

（２－３）加熱鉛直平板の自然対流での運動量積分式は下式となる.

$$\frac{d}{dx}\int_0^{\delta} u^2 dy = -\nu\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)_{y=0} + g\beta\int_0^{\delta}(T-T_{\infty})dy \qquad (1)$$

この式について説明せよ（各記号の意味，各項の意味，式全体としての意味を説明しなさい）．但し，式の導出過程は説明する必要はない（説明したら減点します）.

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.

（３－１）混合平均温度，（３－２）ヌセルト数，（３－３）プラントル数

以上３問.

平成２１年度伝熱学Ⅱ（村田）試験問題（２００９年７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）や式だけの解答は採点しません.***
式を用いた解答は加点対象としません.
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）レイノルズ数，ヌセルト数，プラントル数について説明しなさい．但し，式を書いてはいけません.

（１－２）無次元数を用いることの利点を説明しなさい.

問２　運動量輸送と熱輸送のアナロジー（類似関係）として，コルバーンのアナロジーが有名である．このコルバーンのアナロジーについて，以下の各設問に答えなさい．但し，式を書いてはいけません．言葉で説明しなさい.

（２－１）コルバーンのアナロジーとは何か（どの様な量の間の関係か）説明しなさい.

（２－２）平板層流境界層の場合のコルバーンのアナロジーはどのようにして導かれるか簡単に説明しなさい.

（２－３）平板***乱流***境界層の場合にもコルバーンのアナロジーが実験結果と良く合うことが知られている．では，コルバーンのアナロジーが成り立たなくなる状況はどのような場合か，その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．

（３－１）自然対流，（３－２）レイノルズ応力

以上３問．