

伝熱学Ⅱレポート課題③ (第5章 自然(自由)対流熱伝達)

コース名() 学籍番号() 氏名()

注意) 課題①の「解答の注意事項」, これまでの採点基準を再確認してから解答すること。

Question (解答は日本語で構いません。) Answer the following questions without using symbols, equations, and figures (graphs).

- "In natural convection over a vertical flat plate, thickness of velocity boundary layer is larger than that of temperature boundary layer." This description is correct. Explain why in detail.
- Which physical property most affects the thickness difference between velocity and temperature boundary layers of the natural convection explained in (a)? Answer with reasons. (Name one physical property and explain the reason.)
- "In forced convection over a flat plate, the Prandtl number decides the thickness difference between velocity and temperature boundary layers." This description is incorrect. Explain why not in detail.
- When the temperature difference between wall and fluid is large, the Boussinesq approximation cannot be applied. Why not? How should you treat the case with the large temperature difference between wall and fluid?

【解答例】【10点満点】

説明不足の解答は, 2点部分は半分だけ加点, 1点部分は加点なし.

誤字, 意味の分からない表現, (正解に加えての) 軽微な誤った表現・答が2つで1点減点. 加点部分の誤字や重大な誤りは1つで1点減点.

加点対象の表現が別の設問部分に書いてあっても加点なし.

導出過程がない解答や答えのみの解答は加点なし (結論だけでは加点なし).

記号, 式, 図が書いてあればその設問は0点.

- 自然対流では浮力が流れの駆動力であり, その浮力は流体の温度変化による密度変化によって生じるので, 温度の変化領域である温度境界層に浮力が作用し【1点】, そして温度境界層の外側の (温度変化していない) 流体を粘性力によって引きずるので, 速度境界層の方が温度境界層よりも厚くなる. 【2点】(理由の説明に)

注1) 説明不足や誤った説明の答案が多かった. (他の設問も同様.)

- 自然対流での温度境界層と速度境界層の厚さの差は動粘度 (粘性係数) によって最も影響を受ける. 設問(a)にあるように自然対流では, 温度変化領域への浮力が流れを駆動し, 温度境界層の外側の流体を粘性力によって引きずることで速度境界層の方が (温度境界層より) 厚くなる. 従って温度境界層と速度境界層の厚さの差は (粘性力を支配する物性値である) 動粘度 (粘性係数) の大小によって変化する. 動粘度が高い程, 両境界層厚さの差は大きくなる. 【2点】(支配物性値名とその理由に)

注2) 物性値名として「粘性」は1点減点.

注3) プラントル数という解答でも理由の説明がプラントル数1未満まで含めて (速度境界層厚さが温度境界層厚さよりも薄くならないことまで) 正しければ満点まで加点. 但し, プラントル数の説明が強制対流に対するものである場合は0点. 複数の物性値を回答したら0点. 物性値名には加点なし.

- 強制対流での温度境界層と速度境界層の厚さの差はプラントル数ではなく, 動粘度と温度伝導率によって決定されるので誤りである. 強制対流では速度境界層厚さは動粘度, 温度境界層厚さは温度伝導率によって支配され, その結果として速度境界層と温度境界層の厚さとその差が決まる. 【1点】プラントル数は動粘度と温度伝導率の比であるので, プラントル数の値だけでは速度・温度境界層厚さやその差の絶対的な値は決まらない. 【1点】(理由の説明に各1点)

注4) (強制対流で) プラントル数の大小と速度境界層と温度境界層の厚さの比の (相対的な) 関係は議論できるが, 厚さ自体 (や差) の絶対的な値の議論は出来ないことを説明する必要あり. 自然対流と強制対流で速度・温度境界層厚さの比に対するプラントル数の効果は異なることに注意.

- 壁面と流体の間の温度差が大きいと, 流体内の温度変化が大きくなり, 基礎式の浮力項以外にも密度 (物性値) 変化の影響を考慮する必要があるが生じるのでブシネ近似を適用することが出来なくなる. 【2点】(理由の説明に) この状況を扱うには (微小検査体積での質量, 運動量, エネルギーのつり合いによる) 基礎式の導出において密度 (物性値) 変化の影響を考慮する必要がある. 【1点】(ブシネ近似を使わない扱い方の説明に)

注5) 後半は「(温度変化による) 密度変化を考慮して式の導出を行う必要がある」ことを説明する必要あり.

注6) 記号, 式, 図を書かないで説明すること.

注7) 他人 (採点者) が読めるように書くこと. 正しい日本語で書くこと. (特に今回は意味の分からない文章がいつもより多数あり.) きれいにスキャンすること. 幅方向に余白を残して解答を記載すること. 氏名にふりがなをふること.

注8) 言葉で詳しい説明をすること. 何が大切か (何を説明すべきか) を考えて解答すること. (理由を質問されたら理由を解答する.) ぶっきらぼうに単語を並べないこと.

注9) 類似答案は提出しないこと.