

濃度成層した中を上昇する熱プルームの数値計算

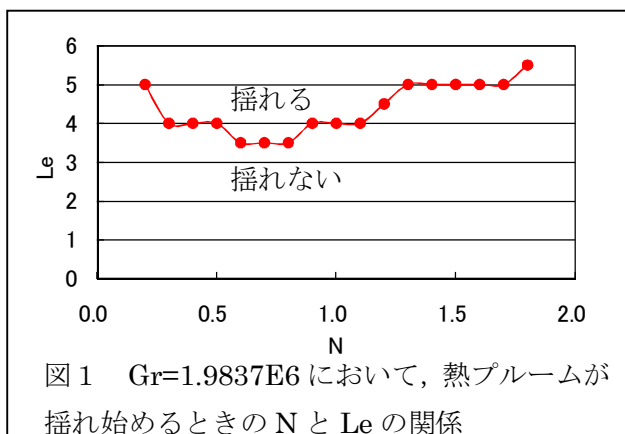
工学部 バイオ・応用化学科 黒江和也・坂本浩晃・平野博之・岡本直孝
機械システム工学科 桑木賢也

Keywords: 環境, 伝熱, 拡散, 流動

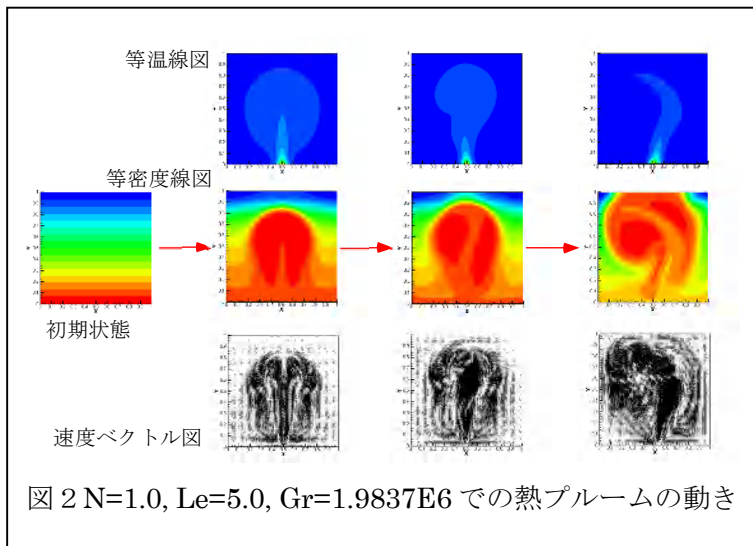
1. 現象の特徴と研究目的 エネルギーの移動と物質の移動を伴う流動現象は二重拡散現象とよばれ, 各種工業化学プロセスの装置の中のみならず, 海水と淡水の共存する川と海との合流付近の生態系, 火山灰の噴煙と降灰など, 様々な分野において研究対象となり得る. 本研究は, こうした環境問題の解明を念頭に置き, 濃度成層した密度安定系において, 底面中央を加熱されて生じる熱プルームが上昇してゆく様子を数値解析したものである.

2. 計算方法 流体は非圧縮性のニュートン流体とし, 連続の式, 運動方程式 (ナビア・ストークス方程式), エネルギー方程式, 拡散方程式を有限差分近似にて離散化し, HSMAC法にて流れ場と圧力場を求め, これをもとに温度場と濃度場を計算した. 計算は2次元で行い, 正方形領域を解析対象とし, 底面中央付近を加熱した.

3. 計算結果 グラスホフ数(Gr), ルイス数(Le), 浮力比 (濃度浮力/温度浮力: N) をいくつか変えて数値解析した結果, 下方に



存在する高温高濃度の流体が熱プルームにより上昇し, やがて周りの流体により冷やされて下降に転じるという, 二重拡散特有の結果が得られた. 図1は, Gr=1.9837E6のとき, 熱プルームが揺れ始める (左右対称を保たずに濃度分布が消滅しはじめる) NとLeの関係である. このうち, Gr=1.9837E6, Le=5.0, N=1.0のときの, 熱プルームが穏やかに揺れる様子を図2に示した.



4. 応用の可能性 二重拡散

問題は, 各種の工業化学装置や, 自然あるいは環境の諸問題と関係が深い. 特にこの種の問題の数値計算は, ごみ焼却場から高温・高濃度な状態で排出される, 有害な物質を含んだ気体が周囲にどのように拡散してゆくのかなど, 実際に実験を行うのが困難な場合が多数ある. このような場合は, 数値解析的手法は問題解決のための有効な手段の1つとなり得る.

謝辞: 本研究は文部科学省 私立大学学術研究高度化推進事業 社会連携研究推進事業 (H18-22) 「地域社会とのコラボレーションによるQOL向上の一体的アプローチ」による研究助成を受けて行われた. 記して謝意を表す.