

LESによる Kelvin-Helmholtz 波の解析

*黒木 祐樹、中西 幹郎 (防衛大地球海洋)、藤吉 康志 (北大・低温研)、藤原 忠誠 (北大・院・環境科学)

1. はじめに

Kelvin-Helmholtz(KH)波は自然界でしばしば観測され、晴天乱気流の要因の1つと考えられるため、航空機の安全運航に大きな影響を及ぼす。北大のドップラーライダーでは、様々な高度に発生する上向きあるいは下向きのKH波を検出している。本研究は、いくつかの異なるシア状況をラージ・エディ・シミュレーション(LES)により数値実験し、KH波の成長過程およびそのエネルギーの変化を調べることを目的とする。

2. 数値モデルの概要

Nakanishi(2000)のドライバーシミュレーションのLESを用い、境界条件は上下端を free-slip、側面を周期条件とした。計算領域は 5.0km×5.0km×1.2km、格子間隔 Δ は 10m とした。時間間隔を 0.214 秒、21600 ステップの積分を行った。

3. 実験方法

Klassen et al. (1984)と同様の実験を1、風向を変化させてシアを与えた場合の実験を2、3として実施した。下記の表に初期値を示す。

Case1	Case2	Case3
$u=\Delta u \cdot \tanh\{(z-z_i)/h\}$		$u=\Delta u \cdot \tanh\{(z-z_i)/h\}+\Delta u$
$v=0$	$v=\{(\Delta u)^2-u^2\}^{1/2}$	$v=\{(2\Delta u)^2-u^2\}^{1/2}$
$\Delta d=180^\circ$	$\Delta d=180^\circ$	$\Delta d=90^\circ$
$\Delta u=2.4[m/s], p_0=10^5[Pa], h=50[m], z_i=600[m], Ri_{min}=0.07,$		
$T=T_0+\Delta T\{(z-z_i)/h\}, T_0=271[K], \Delta T = -0.265[K]$		

h はシアの厚さの半分、z_i はシアの中心の高さ、Δd は上下端の風向差である。

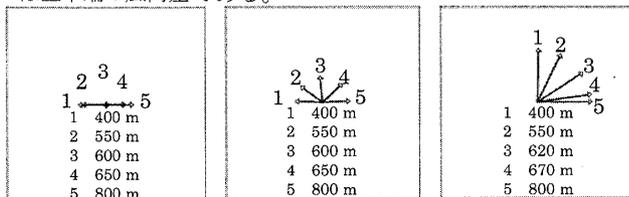


図1. 初期値のホドグラフ

4. 実験結果

図2は、シア生成項が最大となる時の温位の鉛直断面図である。KH波特有の渦が見られる。

図3の計算領域全体のエネルギーの変化をみると、Case1の場合は、シア生成項の時間変化が正規分布の

ようになるのに対して、Case2とCase3の場合は、ピークを過ぎたあとの傾きがピークまでの傾きより緩やかになっている。これは、Case2と3はv成分があるために、シアによる乱流の生成がuやw成分へとエネルギーを分配して $\overline{u'w'}$ が維持される、あるいは何らかの原因でシアが維持される可能性が考えられる。

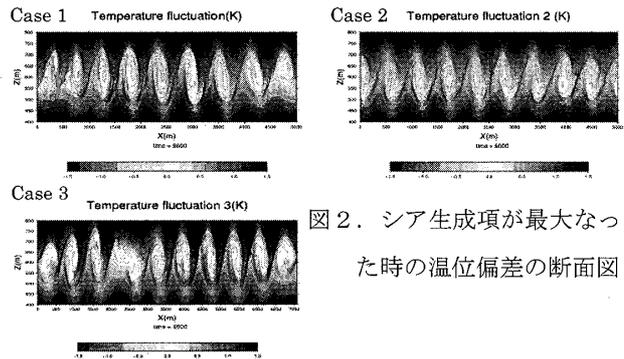


図2. シア生成項が最大となった時の温位偏差の断面図

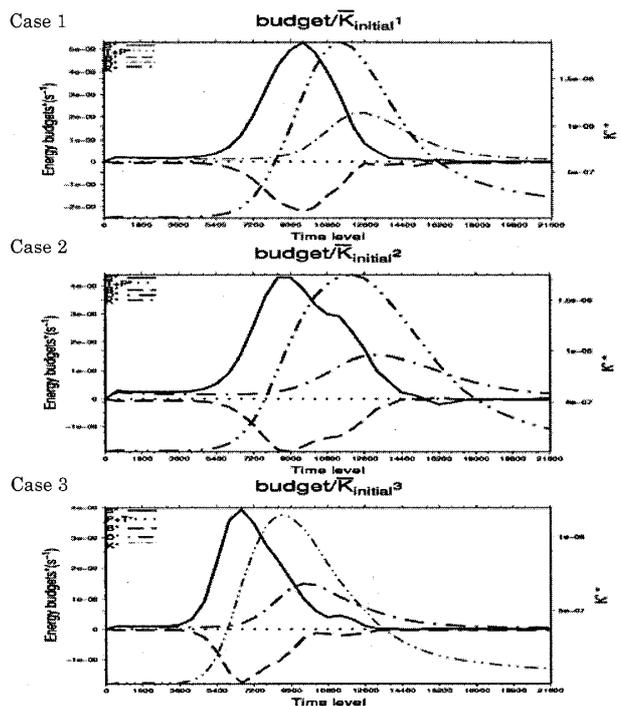


図3. エネルギーの変化

- S*シア生成項
- T+P*乱流+圧力輸送項
- B*浮力生成項
- D*散逸項
- K*乱流の運動エネルギー

5. 今後の課題

速度のv成分のシアによる効果をよりはっきりとさせるための解析を行うことでu成分のみのシアとu,v成分のシアによるKH波の違いを調べる予定である。