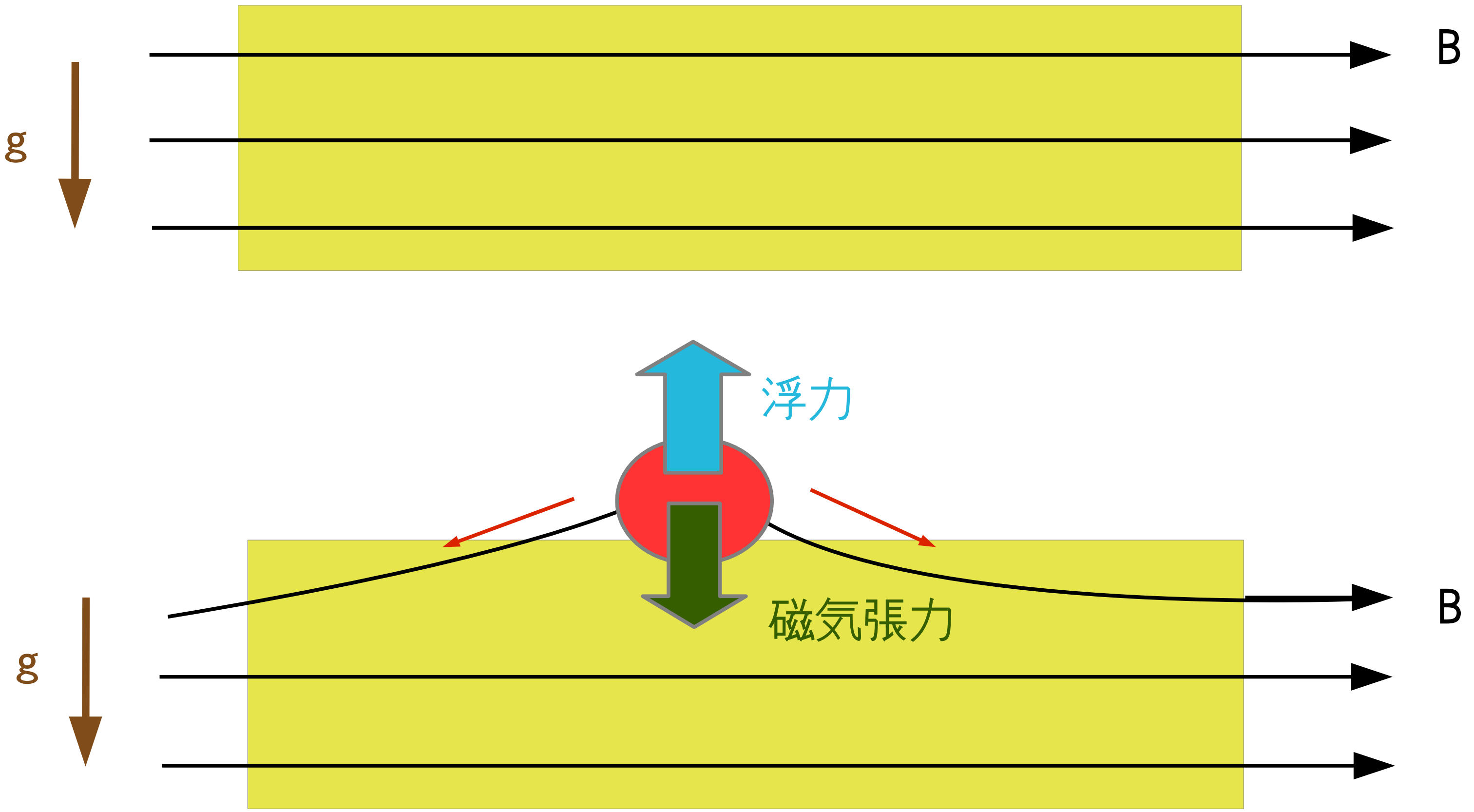
物理課題名：

パーカー不安定

栗原理（茨城大学），彭之翰（千葉大），
石黒直行（名古屋大），福島肇（京大），
工藤祐己（千葉大），藤木和城（東北大），
宿谷大志（名古屋），
犬塚慎之介（早稲田大学）

パーカー不安定性とは？

磁場に貫かれた重力成層した電離ガスの場合、摂動が入った時、ガスが磁力線と共に持ち上げられて、ガスは曲げられた磁力線に沿って流れ落ちたため、持ち上げられたガスの圧力が減少し、浮力が生じた。
浮力は磁気張力より大きい時、ガスはさらに上昇し、不安定性が発生した



課題設定(Initial Condition)

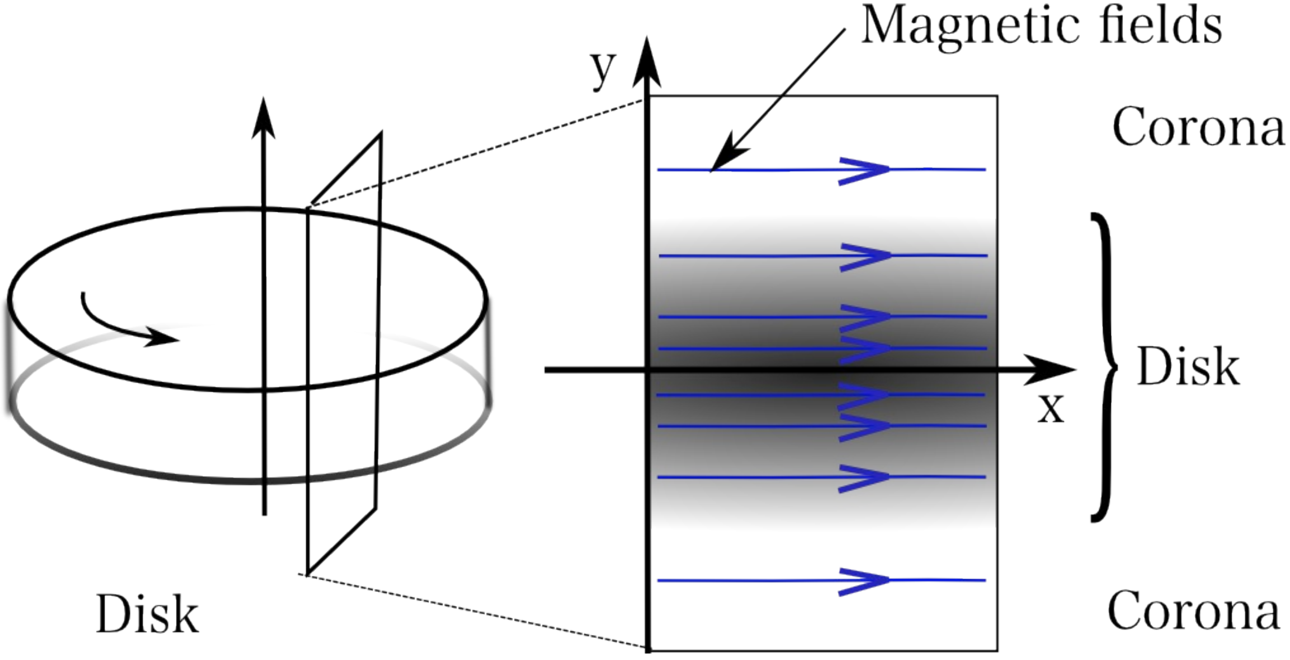
- 局所2(3)次元計算
(HLLD+MP5)
圧力に制限
β<0.01にならない
- 境界条件
x：周期境界、
y：初期値代入
- 初期は静水圧平衡

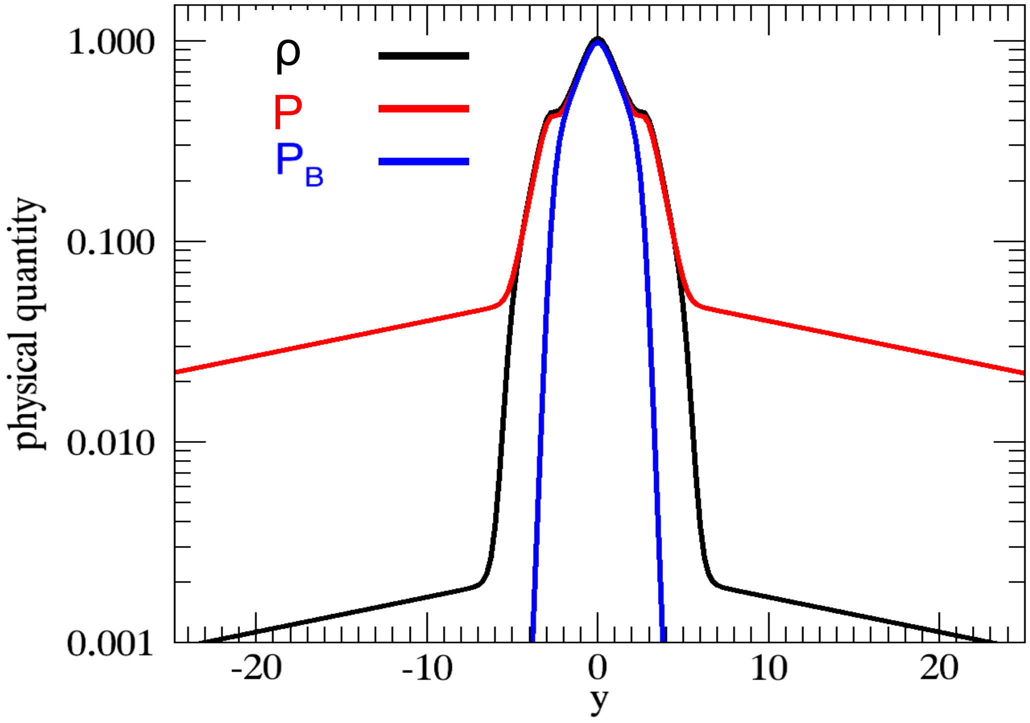
$$\frac{d}{dy}\left[(1+\alpha)\rho c_s^2/\gamma\right] = -\rho g$$

$$\alpha = \frac{B^2/8\pi}{P} \quad (=\beta^{-1})$$

x方向(方位角)磁場

- 物理モデル
一様重力(自己重力無視)
磁気拡散無視



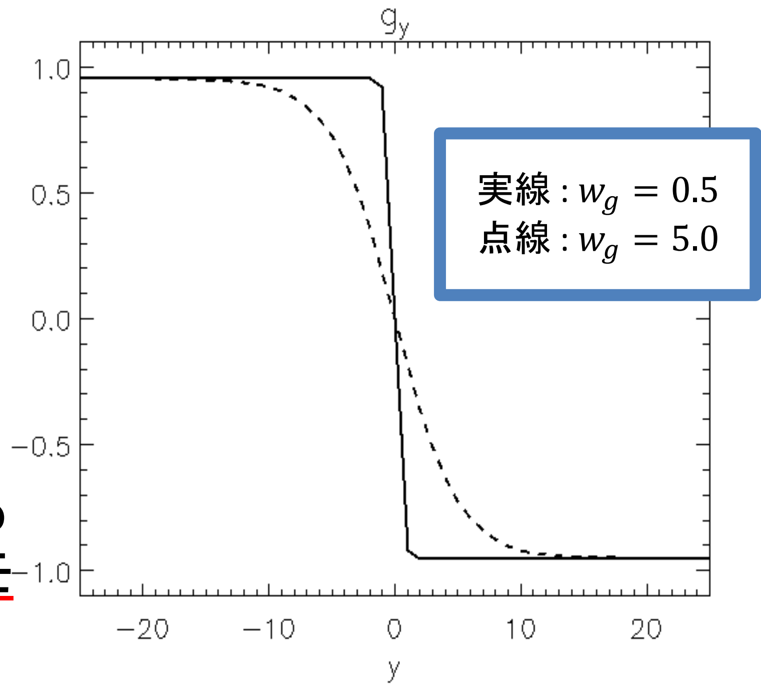


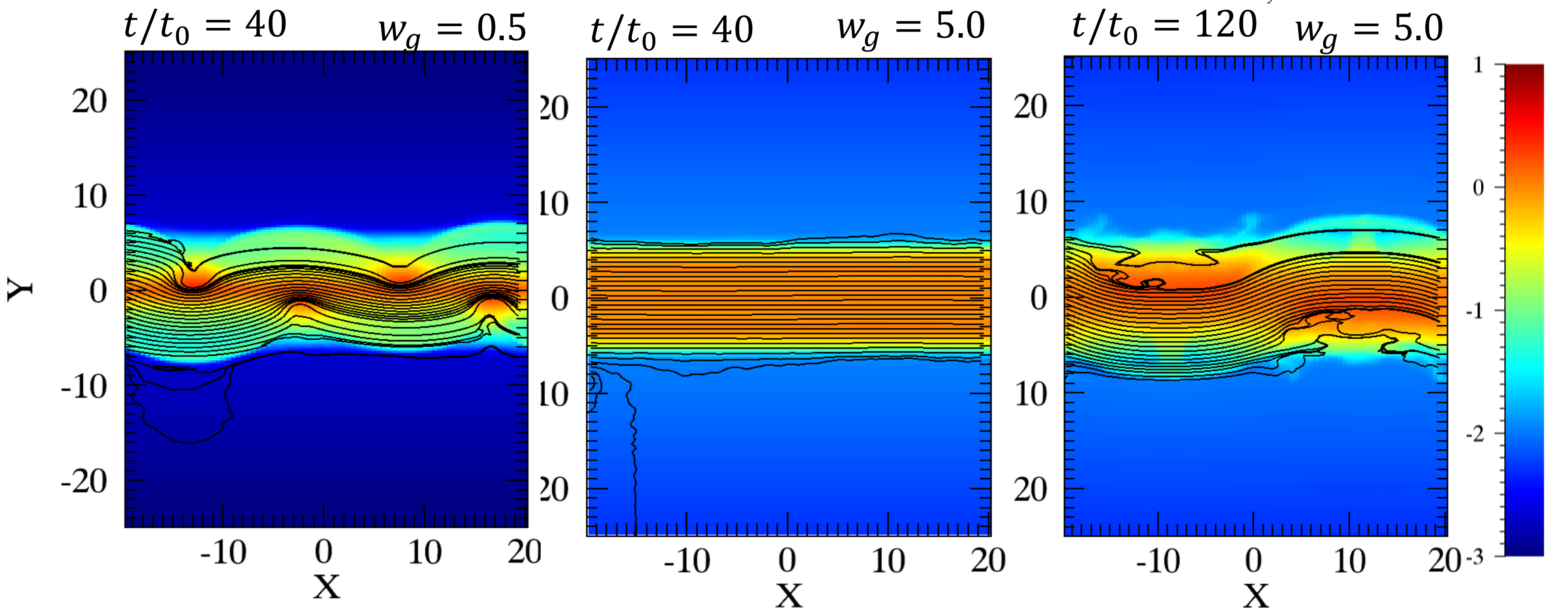
重力の遷移幅

md_parker では重力は

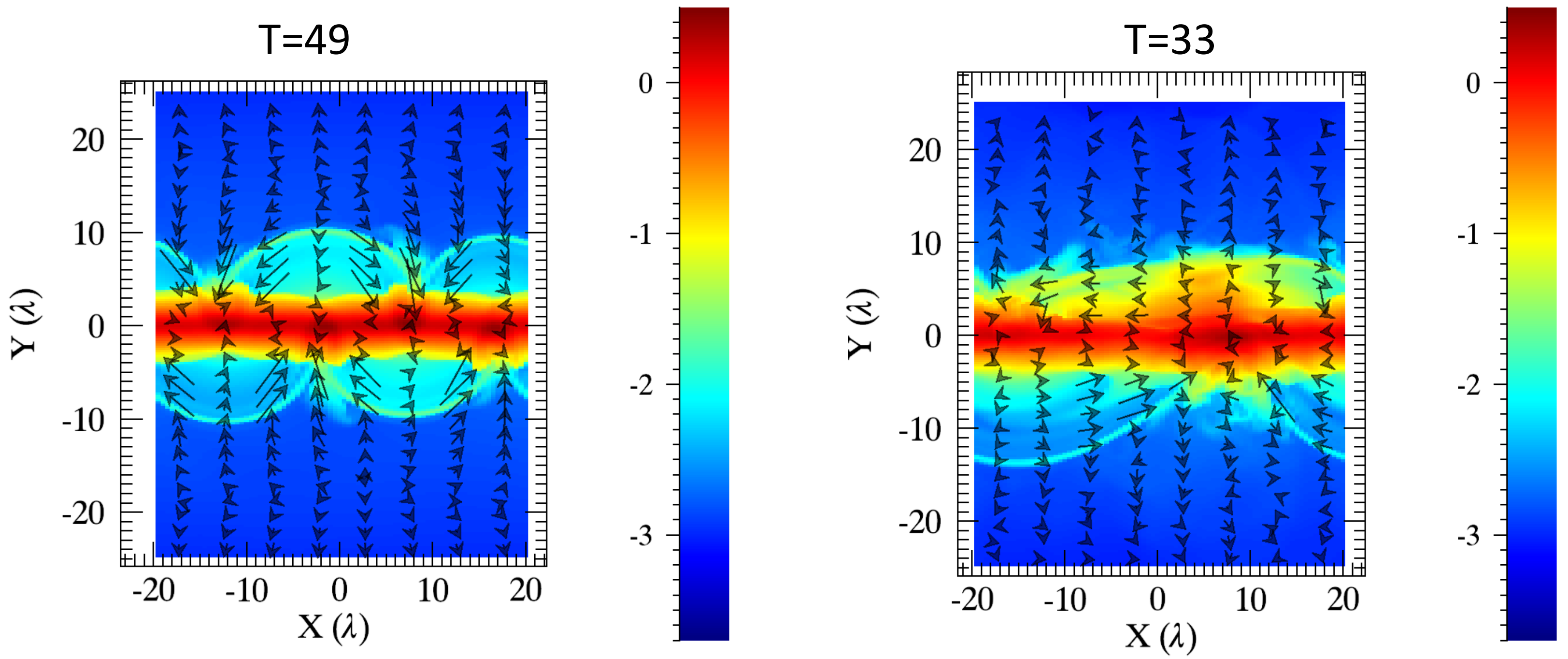
$$g_y = -g_0 \tanh\left(\frac{y}{w_g}\right)$$

という関数で与えられている。この遷移幅を変更して重力の大きさを中心部分で少し弱くなるようにした結果、磁場は浮上するが、基本のモデルよりも成長が遅くなった。





擾乱の振幅を変化させたとき

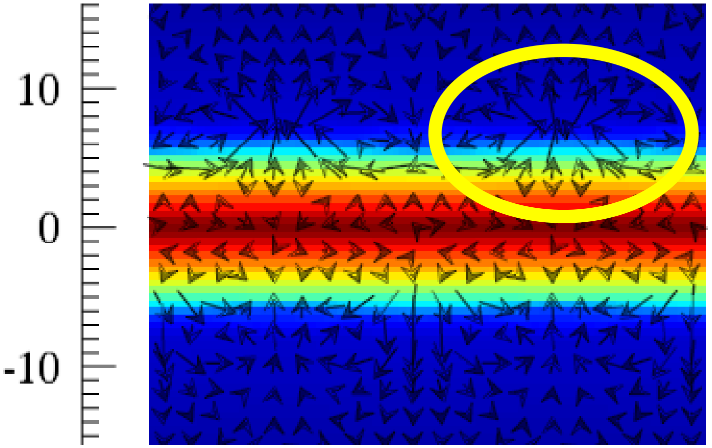


カラー:密度 矢印:速度　右図は左図に比べて100倍の初期振幅を入れた

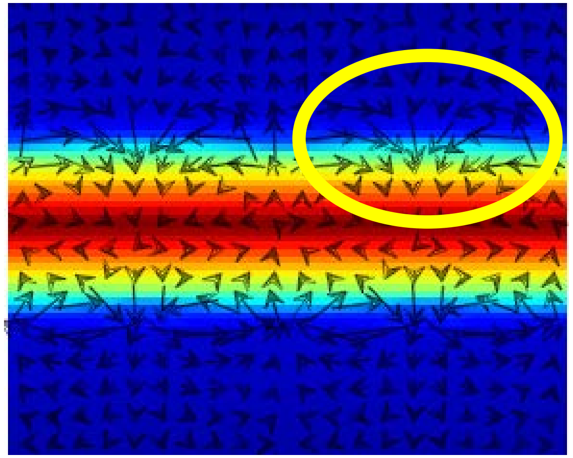
振幅の比	0.01	0.1	1	10	100
成長時間	71	59	49	37	33

α (β の逆数)

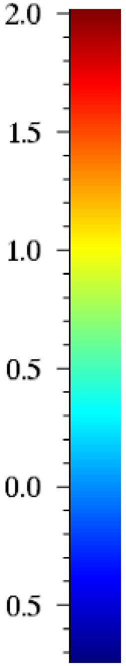
□低 α のとき　（磁場が弱いとき）・ $\alpha = 0.01$



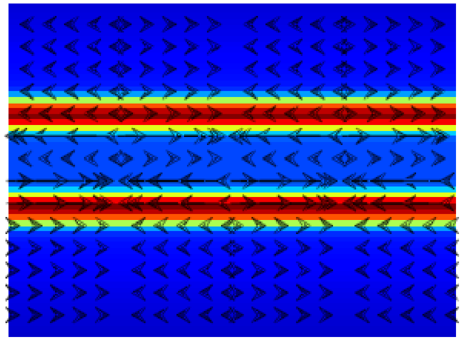
$t = 97$



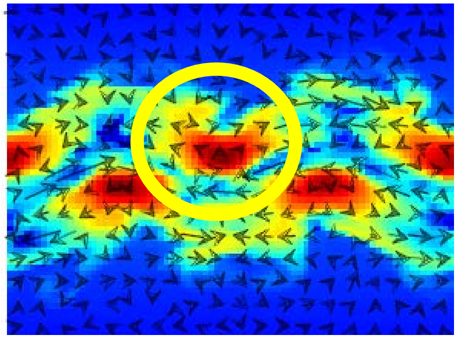
$t = 101$



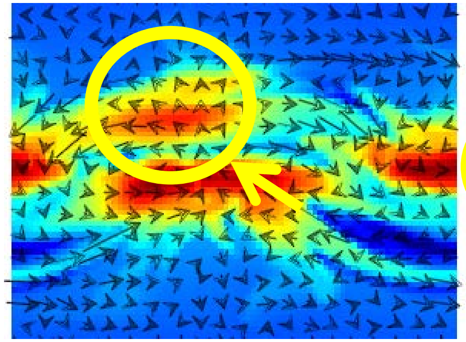
□高 α のとき　（磁場が強いとき）・ $\alpha = 100$



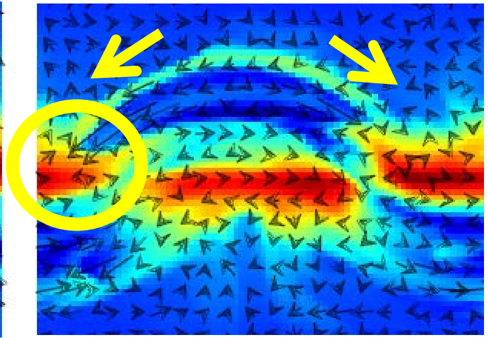
$t = 1$



$t = 44$



$t = 61$

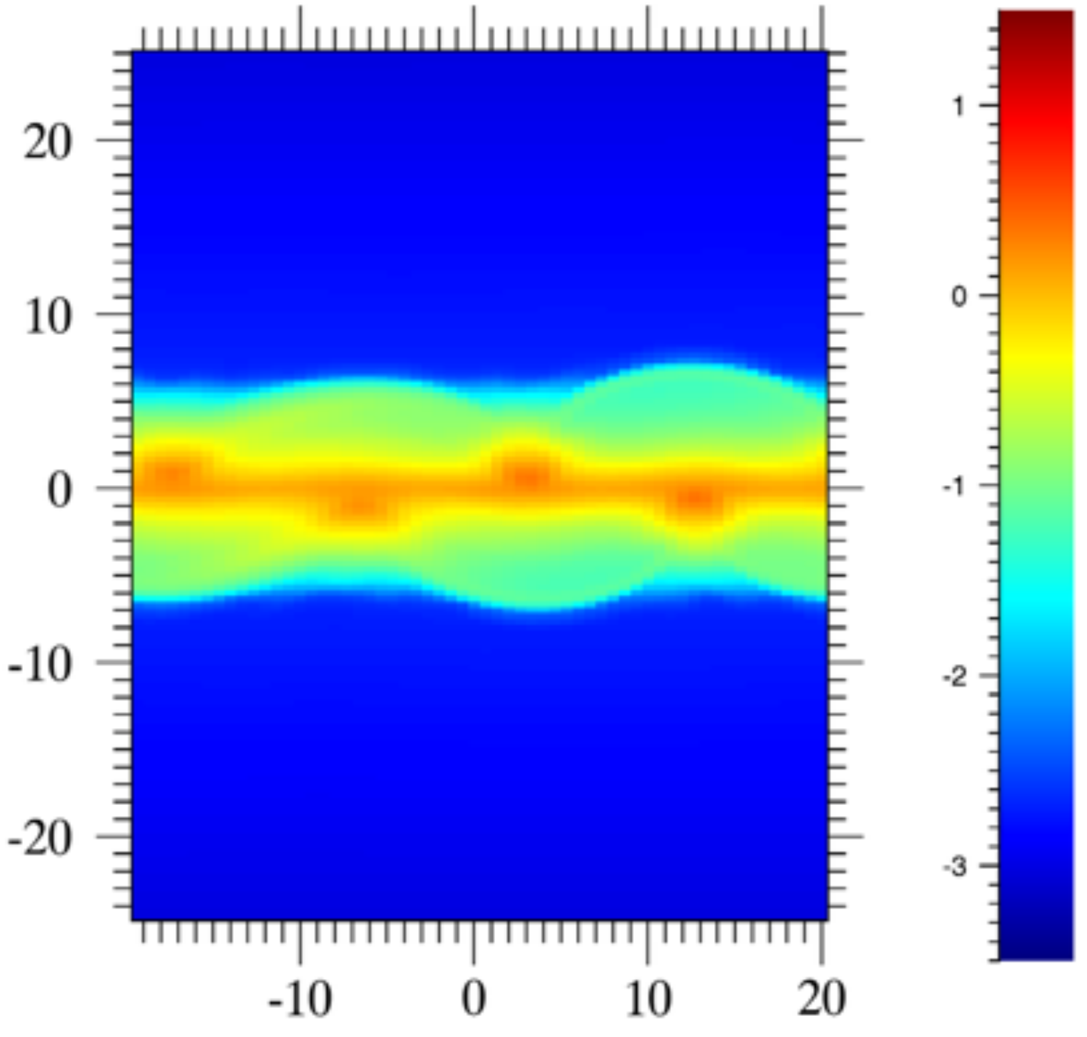


$t = 77$

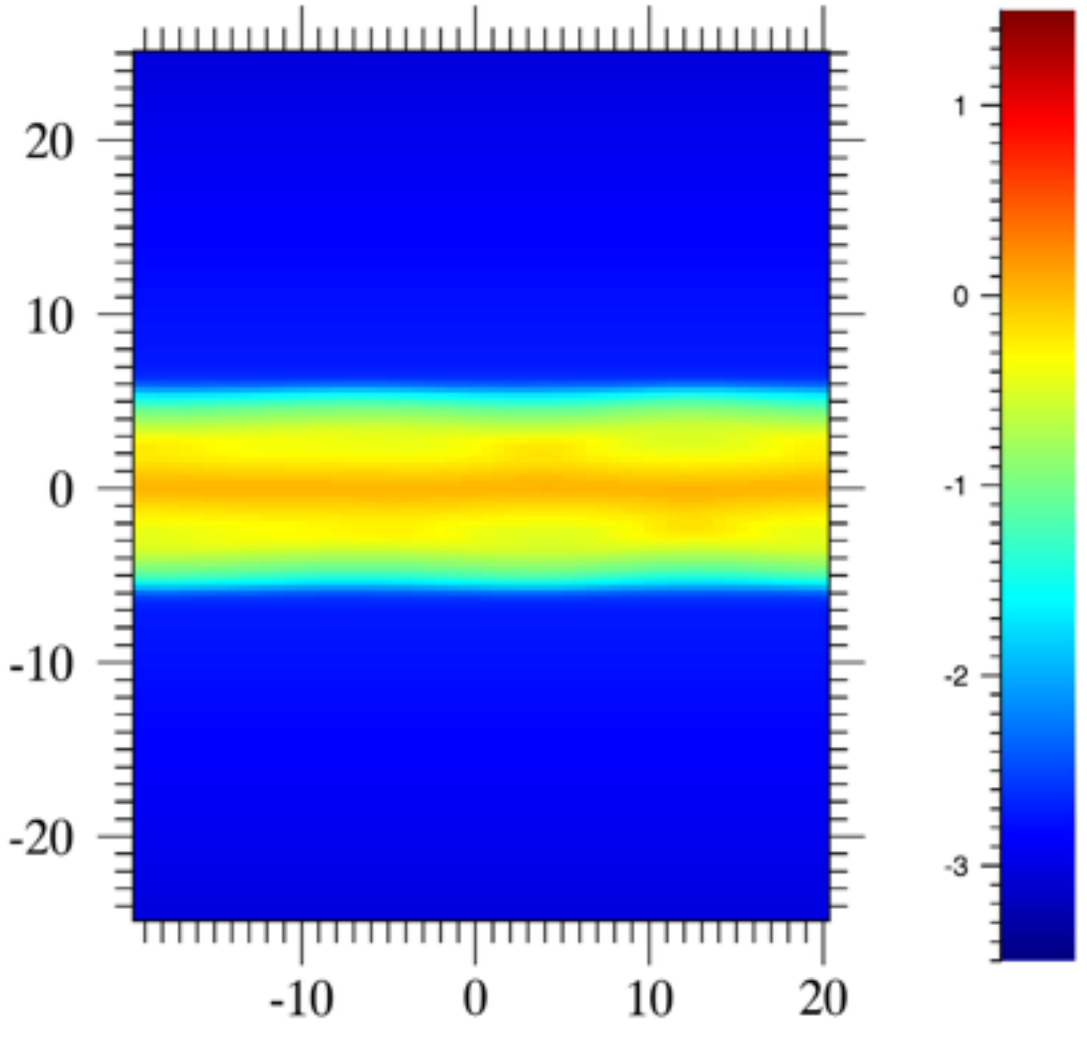
比熱比の異なる場合をみる

- 初期擾乱の大きさを乱数で与える
- 比熱比γの値を変化させる

γ=1.05

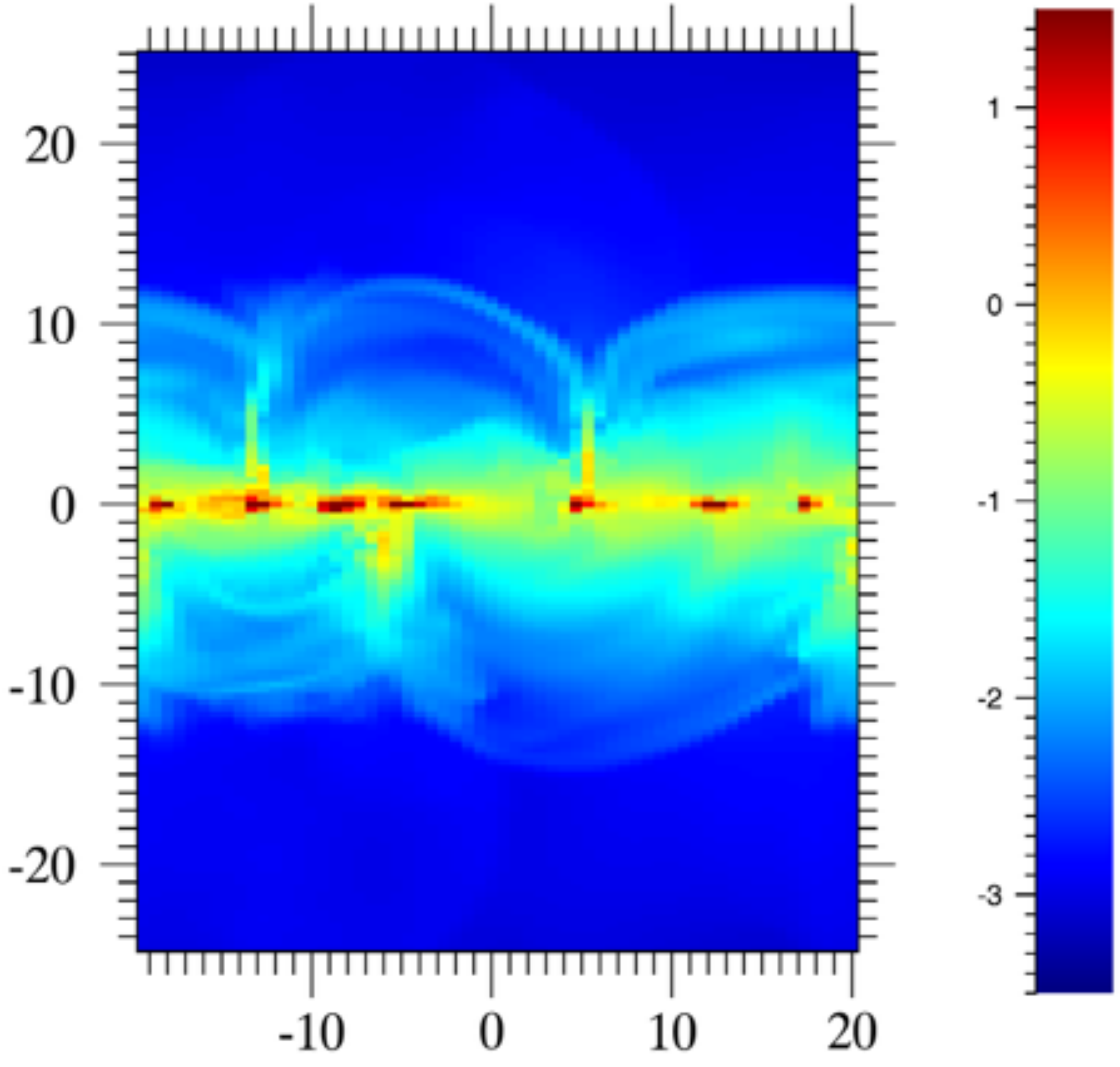


γ=1.001

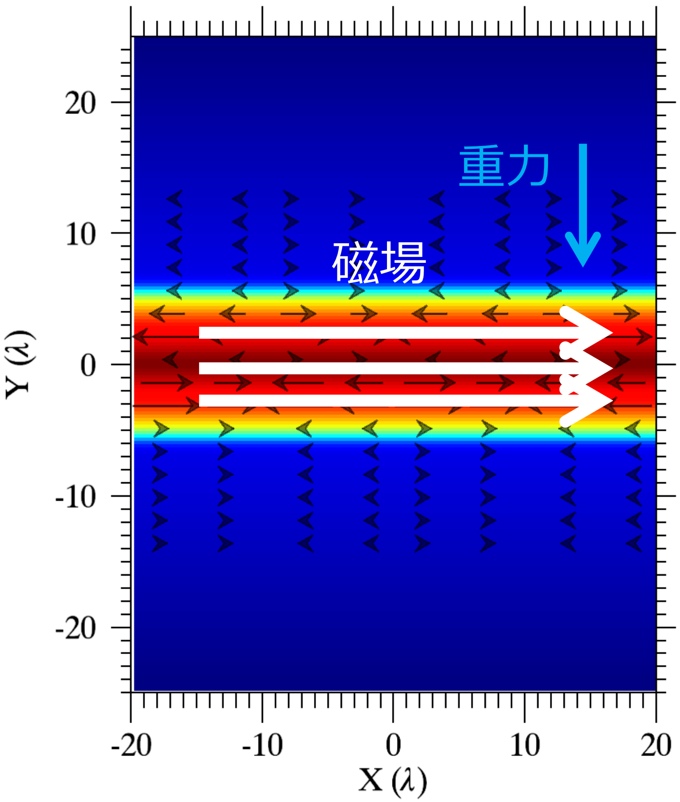


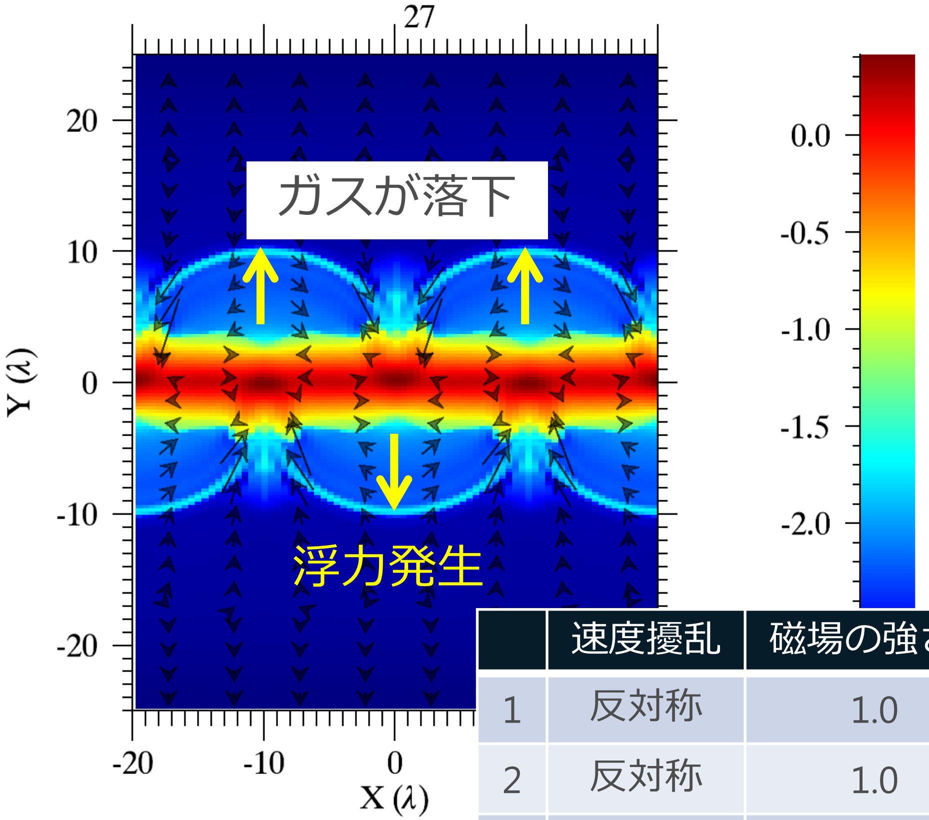
γの値が大きいほうが成長率は高くなる

γ =3/5



- 波長の短いモードが急成長する
- 中心領域の密度が極端におおきくなる

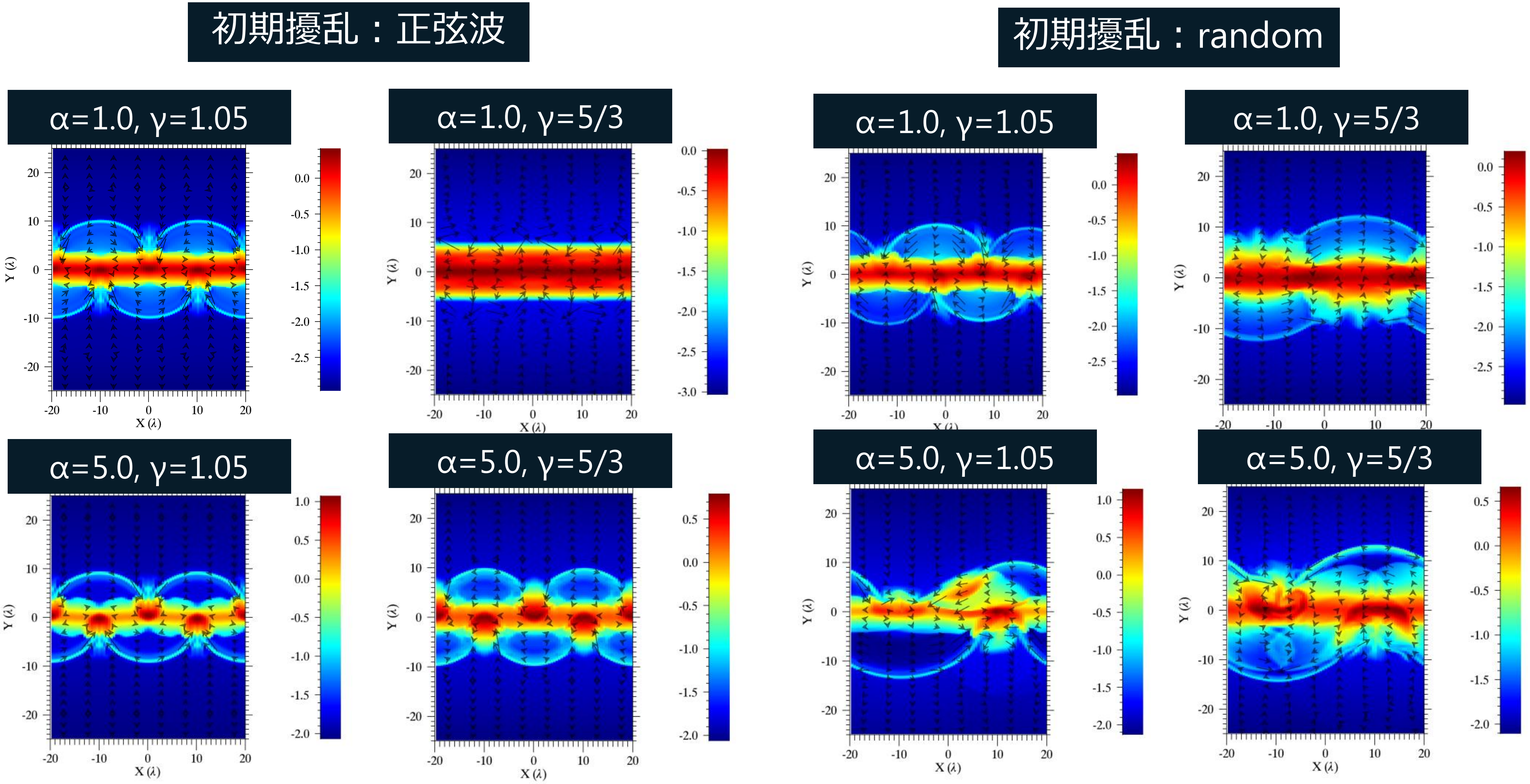


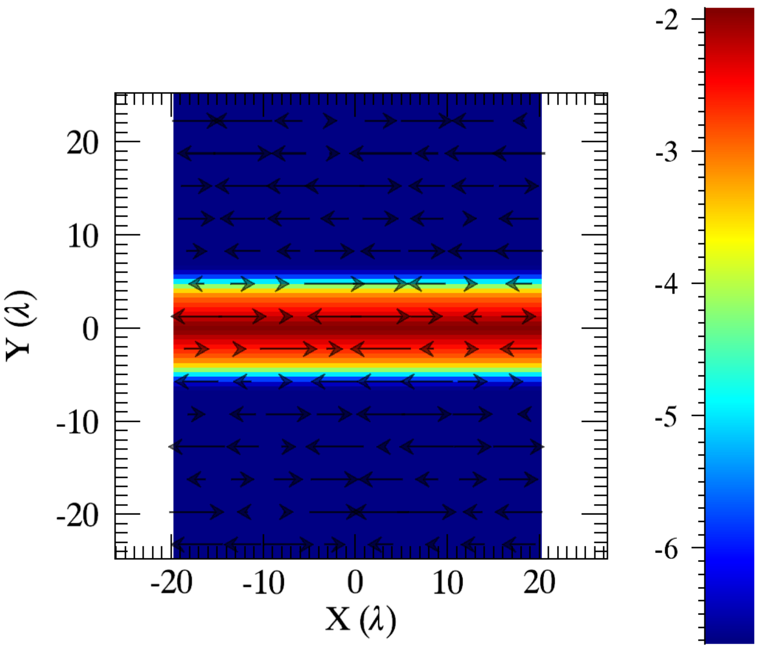


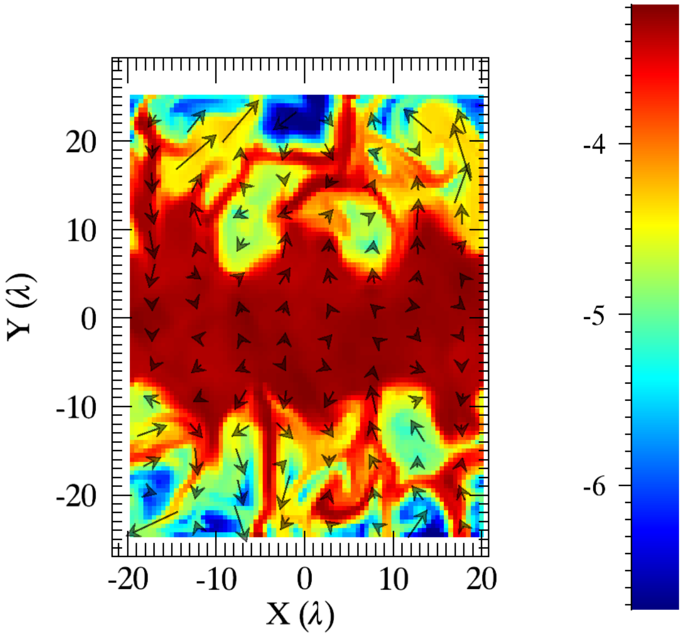
- 非線形段階の密度プロファイル
- 右の表の8モデルについて計算

	速度擾乱	磁場の強さα	比熱比γ
1	反対称	1.0	1.05
2	反対称	1.0	5/3
3	反対称	5.0	1.05
4	反対称	5.0	5/3
5	Random	1.0	1.05
6	Random	1.0	5/3
7	Random	5.0	1.05
8	Random	5.0	5/3

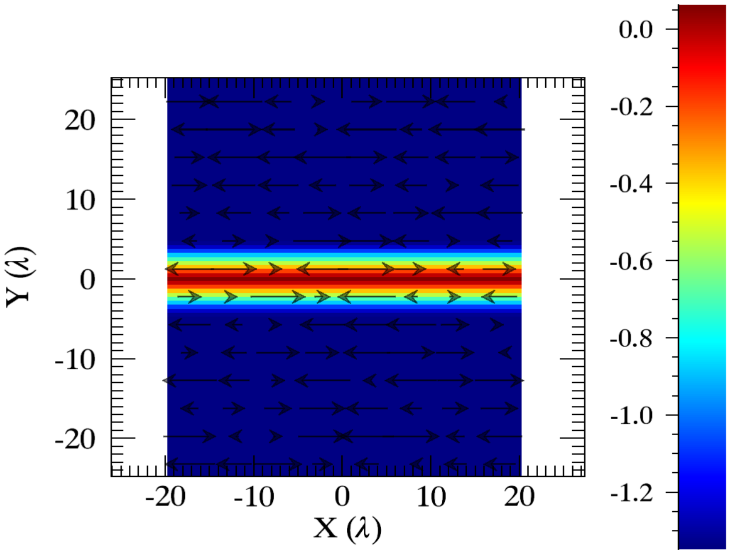
■ 非線形段階で最も成長した不安定性

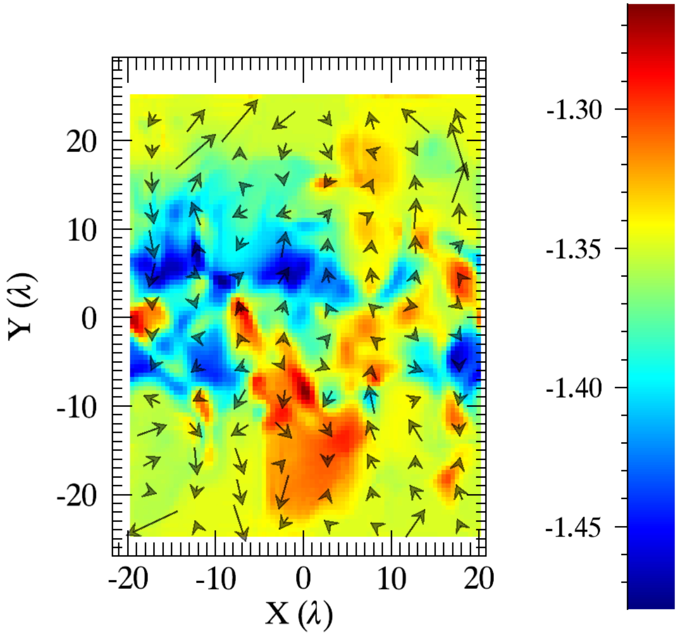



Y (λ)
X (λ)
20
10
0
-10
-20
-20
-10
0
10
20
-2
-3
-4
-5
-6


Y (λ)
X (λ)
20
10
0
-10
-20
-20
-10
0
10
20
-4
-5
-6

初期条件（圧力：上、密度：下）


Y (λ)
X (λ)
20
10
0
-10
-20
-20
-10
0
10
20
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1.0
-1.2


Y (λ)
X (λ)
20
10
0
-10
-20
-20
-10
0
10
20
-1.30
-1.35
-1.40
-1.45

3次元計算

まとめ（感想）

- IDLの演習もあったほうがよかった.
- IDLの可視化で時間がとられた．物理的な解析にもう少し時間をかけたかった.
- 自分でMHDコードを開発する実習もやりたかった.
- MHDコードの中身をもっと勉強したかった.
- バグ取りやマシンのトラブルが大変だったが,良い経験になった．もう少し計算したかった.