

# ビッグバン宇宙論・微分方程式を解くプログラム

情報ゼミ生(3年生) レポート発表

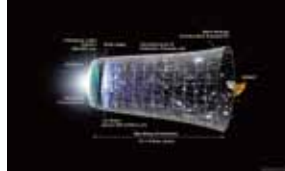
## ビッグバン宇宙論 柴田洋和

### ビッグバン宇宙論とは

- 宇宙の始まりや宇宙膨張を説明するモデルとして広く受け入れられているもの
- 1948年にジョージ・ガモフが唱えたのが始まり
- 宇宙は高温高圧の一点(火の玉宇宙)から膨張して現在の宇宙になったとする理論
- ビッグバンが起こったのは約(137.2±1.2)億年前

### ビッグバン宇宙論の証拠1

- 1929年にエドウィン・ハッブルが遠い距離にある銀河は近くにある銀河よりも速く遠ざかっていることを発見し宇宙は膨張していることが明らかになった



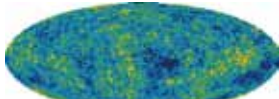
http://map.gsfc.nasa.gov/media/060915/index.html

### ビッグバン宇宙論の証拠2

- ビッグバンモデルで宇宙の元素の存在量は約70%が水素、約27%がヘリウム4と計算され、観測されている宇宙の元素の構成比がほぼ一致している。
- 1964年に宇宙マイクロ放射が発見された。これは火の玉宇宙論で仮定されていた黒体放射とほぼ同じだったので宇宙のはじまりが高温である証拠となった。

### ビッグバン宇宙論の証拠3

- 宇宙マイクロ背景放射とは宇宙のあらゆる方向から観測できるマイクロ波のこと



WMAP衛星が観測した宇宙マイクロ背景放射  
http://map.gsfc.nasa.gov/media/080997/index.html

### 宇宙の加速膨張

- 1998年に遠くの銀河で起こった超新星爆発を観測することで宇宙が加速膨張していることがわかった
- 2011年10月にアダム・リース、ブライアン・シュミット、ソール・パールマッターの三氏が「宇宙の加速的な膨張を発見した」ことでノーベル物理学賞を受賞した



http://sankei.jp.msn.com/world/photos/111004/erp11100420350006-p1.htm

### 現在の宇宙論の問題

- 暗黒物質  
宇宙にある物質の中で光を発していないもの、光を反射しないもので光学的に観測できないもの。宇宙の22%の質量を占めている。その正体は不明
- 暗黒エネルギー  
宇宙が加速膨張するためには斥力が必要であり、これが暗黒エネルギーである。宇宙の74%を占めている。その正体は不明
- 星や天体などを含め正体がわかっているのは4%ほどである

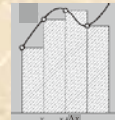
## 微分方程式を解くプログラムの作成 中野由登

### 微分方程式とは？

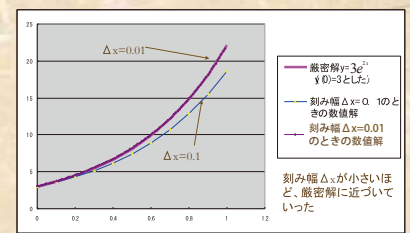
- 微分(演算)が含まれている方程式のこと  
例: 加速度の定義  $\frac{dv}{dt} = a \rightarrow$  角解:  $a = f(v,t)$   
例: 運動方程式の定義  $m \frac{dx}{dt} = F$
- このように、自然界における物の動きは、微分方程式となる。微分方程式が解ければ、あらゆる運動のシミュレートが可能になる
- 微分方程式  $\frac{dy}{dx} = f(x,y)$  を  $y = \int f(x,y) dx = \sum f(x,y) \Delta x$  と変形することで、積分計算になる

### オイラー法

- 微分方程式を解くもっとも簡単なプログラミング方法
- 区分求積法で  $\int f(x,y) \Delta x$  を求める
- 区分求積法は、積分区間をいくつかの小区間に分割して、短冊状の長方形の和として面積を表す方法である



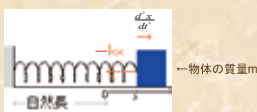
### オイラー法での計算例



$\frac{dy}{dx} = 2y$  をオイラー法で解いた結果のグラフ

### 2階微分方程式を解く

- ニュートンの運動方程式は  $m \frac{d^2x}{dt^2} = -F$  という形である
- ばねの単振動を求める式 ( $m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$ ) を解いた



### ばねの単振動をオイラー法で解いた

- $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$  を速さ  $v$  と距離  $x$  についての微分方程式について分解
- これにより、

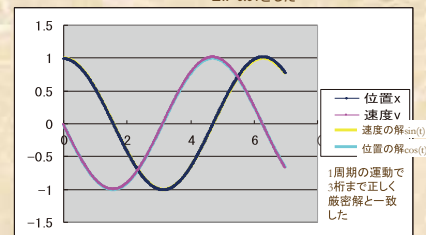
$$v = v_0 + \int (-\frac{k}{m}x) dt$$

$$x = x_0 + \int v dt$$

ということがわかる

### 2階微分方程式の計算例

初期状態として  $x(t=0)=1, v(t=0)=0$ , 刻み幅  $\Delta x=0.01$  とした



2階微分方程式  $\frac{d^2x}{dt^2} = -kx$  をオイラー法で解いた結果のグラフ ( $m=1, k=1$  とした)