

# 課題 01

1218103 望月 雄友

## C 課題

X 線と物質の相互作用は，以下の式となる．

$$\frac{dy}{dx} = -\mu y \quad (1)$$

ただし，光子数を初期の光子数で割ったものを強度  $y$ ，物質の深さを  $x$ ，質量密度係数と密度の積を  $\mu$  とした．

この方程式をルンゲクッタ法を用いて，波長 0.1 [nm], 0.03 [nm] の X 線が Al, Pb に入射した時の深さ  $x$  と強度  $y$  を以下のグラフに表した．この時，波長が 0.1 [nm] の時の Al, Pb を Al(0.1), Pb(0.1) と表し，波長が 0.03 [nm] の時の Al, Pb を Al(0.03), Pb(0.03) と表した．

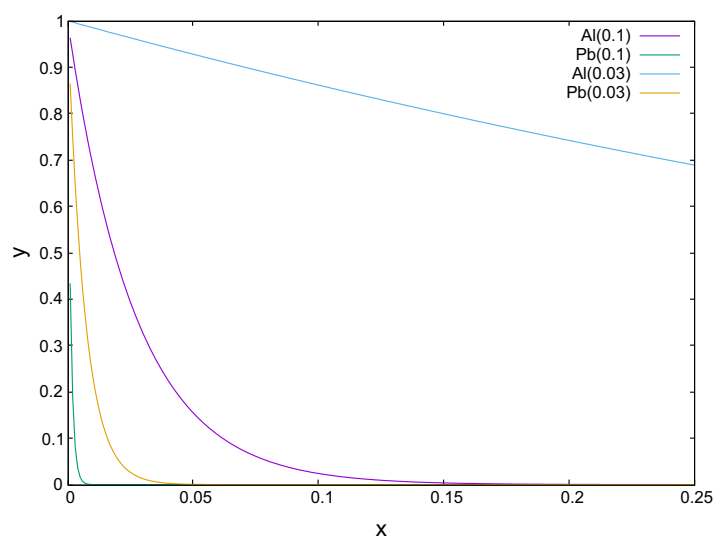


図 1 Al, Pb の強度減少

図 1 より，波長や物質に依らず，X 線の強度は減少していることが分かる．また，波長が短い，つまり X 線のエネルギーが大きい方が小さい時と比べ，ゆっくり減少していることが分かる．そして Al と Pb を比べると，Al の方がゆっくり減少していることがわかった．よって，原子量が大きい方が X 線の吸収率が高いことが分かった．

## B 課題

C 課題で計算したプログラムの結果の強度  $y$  が  $1/100$  にするための深さ  $x$  を計算した．有効数字 3 桁で表すと，Al(0.1) は，0.124 [cm], Pb(0.1) は，0.00550 [cm] ,Al(0.03) は，3.09 [cm],Pb(0.03) は，0.0317 [cm] となった．

## A 課題

真空のエネルギーを考慮しない場合，宇宙の膨張は以下の式となる．

$$\frac{da}{dt} = \pm H_0 \sqrt{\frac{\Omega_0}{a} - (\Omega_0 - 1)} \quad (2)$$

現在の時間を  $t=0$  として，それより過去の時間を負の時間で表す． $\Omega_0 = 0.5, 1, 2$  の時の宇宙の始まりから現在までの膨張のグラフは以下となった．

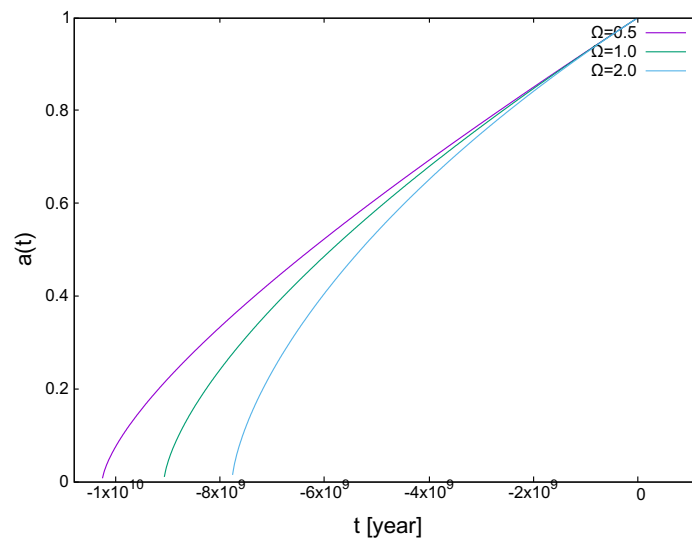


図 2 宇宙始まりから現在まで

図 2 から，現在の宇宙の年齢は， $\Omega_0 = 0.5$  の時は， $1.0 \times 10^{10}$  歳， $\Omega_0 = 1$  の時は， $9.0 \times 10^9$  歳， $\Omega_0 = 2$  の時は， $7.8 \times 10^9$  歳であることが分かった．

## S 課題

真空のエネルギー  $\Omega_\Lambda$  を導入し，宇宙が平坦であるとするとき，

$$\frac{da}{dt} = \pm H_0 \sqrt{\frac{\Omega_0}{a} + \Omega_\Lambda a^2} \quad (3)$$

$$\Omega_0 + \Omega_\Lambda = 1 \quad (4)$$

となる．ここで  $\Omega_\Lambda = 0.74, \Omega_0 = 0.26$  とした時の宇宙の様子をグラフにする．ルンゲクッタ法を使い，誕生から今までのデータ点と，未来までのデータ点を出力し，それらを同時にプロットすると，以下のグラフとなった．

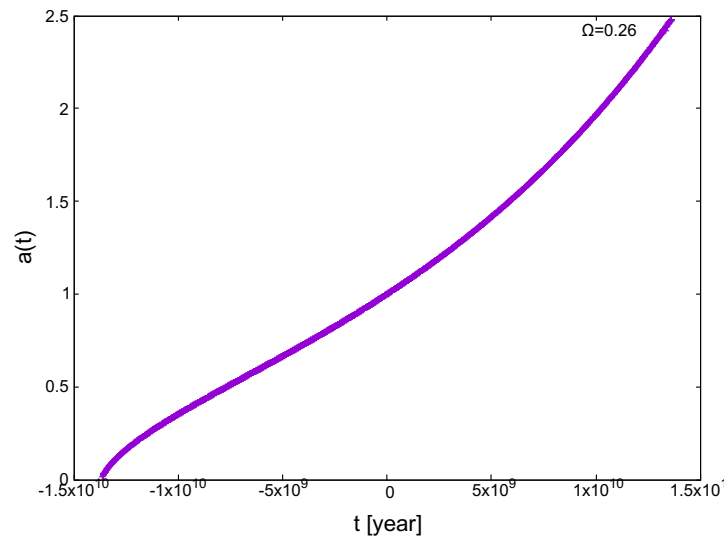


図 3 宇宙始まりから未来

図 3 より，現在の宇宙の年齢は， $1.36 \times 10^{10}$  歳=136 億歳となった．また，現在の時刻を変曲点として，未来は加速膨張するだろうと予測できた．