

一般相対論と量子論に基づく宇宙の誕生と進化の描像

・膨張宇宙の発見(1929)

ハッブルの法則： $v = H_0 r$

遠くの銀河ほど速く遠ざかる

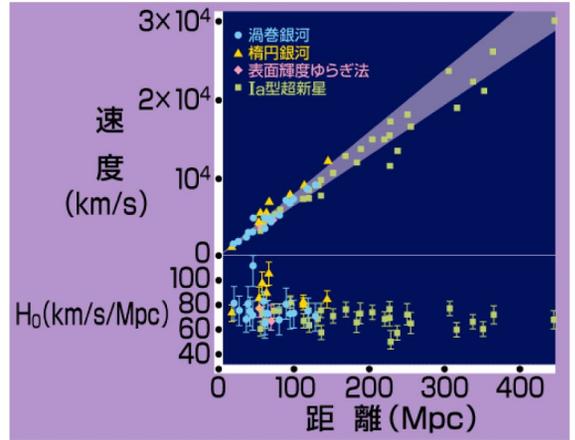


エドウィン・ハッブル

出所 [http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/edwin\\_hubble.html](http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/edwin_hubble.html)

ハッブル定数： $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$

1Mpc(1メガ・パーセク=300万光年) 当り秒速70km



・一般相対論(1915)

$$G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

時空の曲がり具合(曲率)  
=  $G$ (重力定数)  
× 物質のエネルギー密度

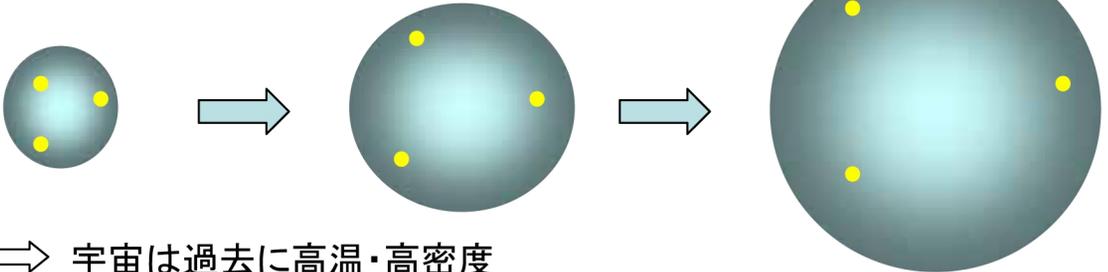


アルバート・アインシュタイン

出所 [http://simple.m.wikipedia.org/wiki/File:Albert\\_Einstein\\_\(Nobel\).png](http://simple.m.wikipedia.org/wiki/File:Albert_Einstein_(Nobel).png)

⇒ 宇宙は膨張する=空間が大きくなる

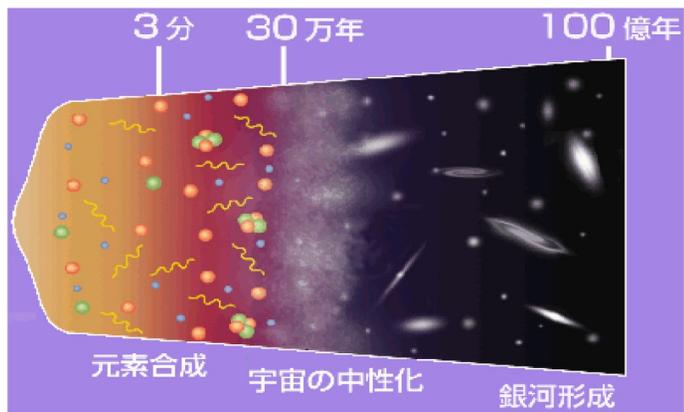
風船宇宙モデル(風船の表面が宇宙)



⇒ 宇宙は過去に高温・高密度

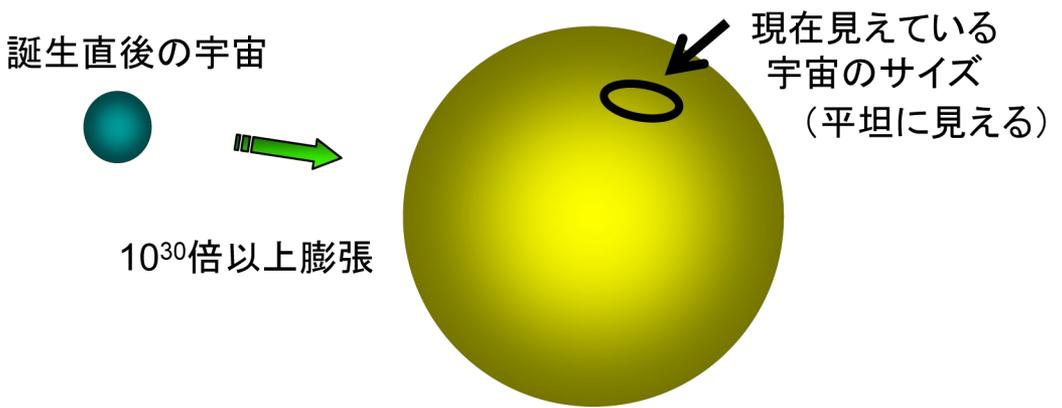
⇒ ビッグバン宇宙論

- ・始めは素粒子の熱いスープ
- ・最初の3分間で軽元素合成
- ・30万年経って宇宙の晴れ上がり
- ・10億年経って銀河形成



## • ビッグバン以前

インフレーション宇宙： 真空のエネルギーによる急激な膨張



インフレーション終了後に真空のエネルギーが物質と熱(光)に転化  
⇨ ビッグバン宇宙の誕生

## • インフレーション以前？

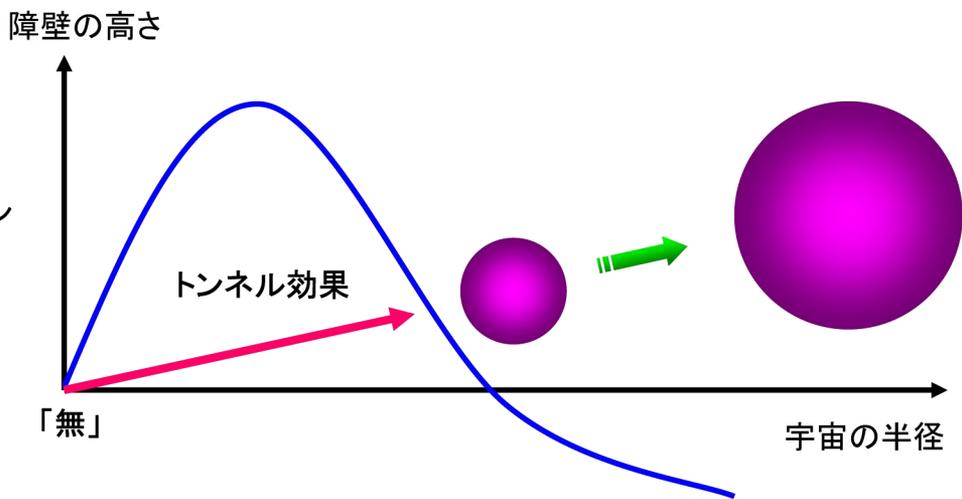
量子宇宙論： 量子トンネル現象によって「無」から宇宙が誕生



アレックス・ビレンキン  
出所 <http://thoughtcast.org/podcasts/vilenkin.jpg>



スティーブン・ホーキング  
出所 <http://www.kennislink.nl/publicaties/harige-zwarte-gaten>



## • ブレーン宇宙論

我々の宇宙は高次元空間の中にある3次元の膜である！

- 超弦理論・M理論から示唆される宇宙モデル
- 「無」からの宇宙誕生やインフレーションも自然に説明する可能性
- 近い将来の実験や観測によって検証される可能性あり

現在、最も注目され世界中で研究が進められている宇宙論