

「第3回サイエンスカフェ」レポート

（講演内容にQ&Aを加え、
修正・加筆して報告します）

ビッグバン宇宙論の謎と科学の本質(2)

—宇宙のファインチューニング(微調整)と人間原理—

最先端宇宙論では、人間の生存に必要な条件が奇跡的に
ファインチューニング(微調整) されていることを説明する
ために 多宇宙論に基づく人間原理 が提唱されていること
を示します。さらに、多宇宙論に基づく人間原理が 宗教に近い
と批判されていることを示して、科学の本質に迫り、様々な科学
理論を 見極める ことの大切さを示します。

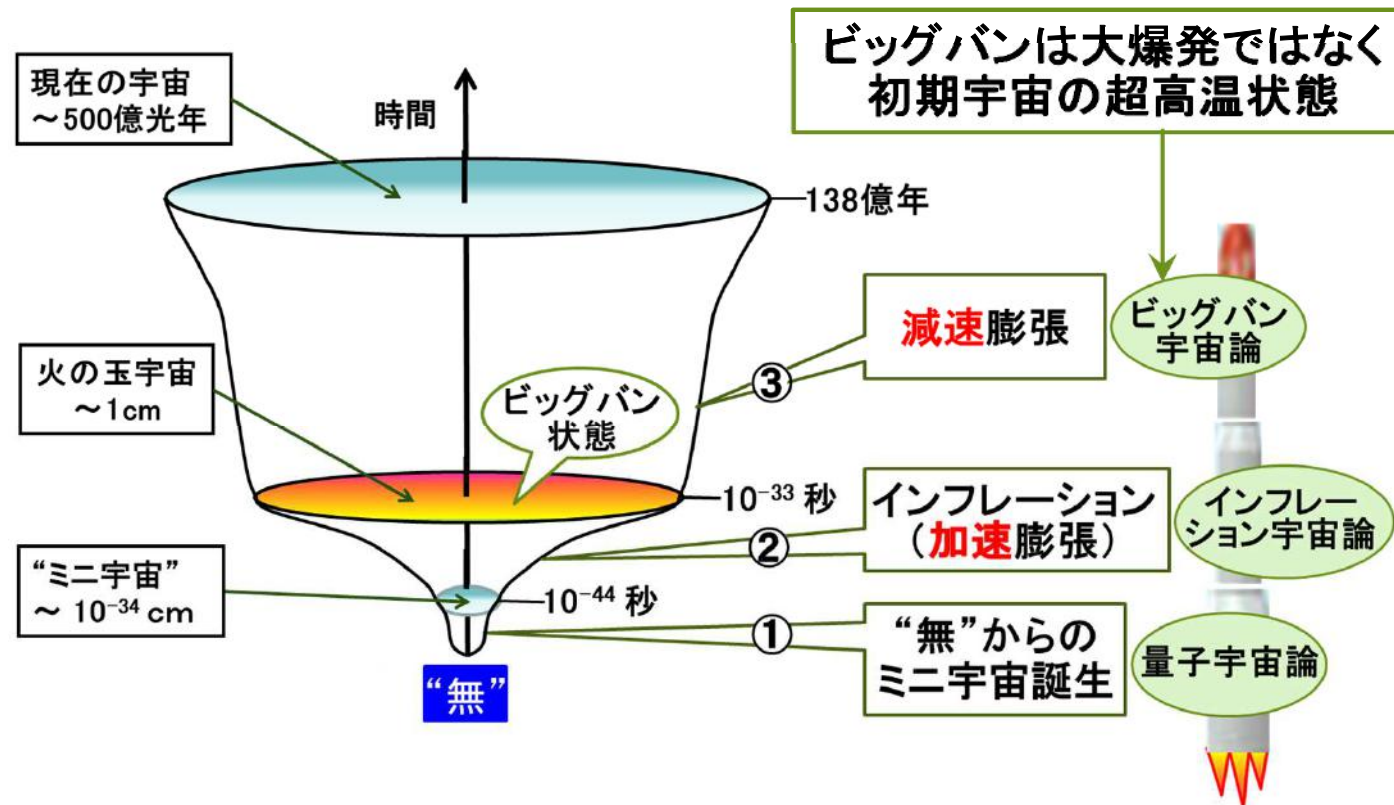
- 1 最先端宇宙論の未解決問題(謎) (前回の復習)
 - 2 宇宙のファインチューニング(微調整)と人間原理
 - 3 人間原理への批判と科学の本質(世界観)
- 【結論】—「見極め主義」の大切さ

- 【Q & A1】 宇宙の年齢を138億年と決めた方法は？
- 【Q & A2】 宇宙の年齢が138億年なのに宇宙の大きさが約500億光年とされている理由は？
- 【Q & A3】 宇宙誕生の初期に光の速度または時間が変動したと仮定する理論は？
- 【Q & A4】 インフレーションによる「宇宙の蒸発」とは？
- 【Q & A5】 多宇宙が異なる物理法則を持つとされる理由は？
- 【Q & A6】 暗黒エネルギー以外のファインチューニングは？
- 【Q & A7】 「多宇宙論に基づく人間原理」が宗教的と批判されていることをどう考えるか？
- 【Q & A8】 宇宙の将来予測に関する神学者の見解は？

本文中に【Q】を、21ページ以降に【Q】と【A】を記載

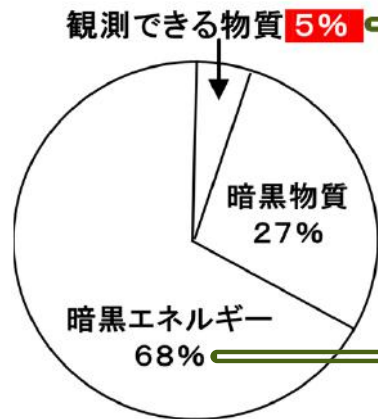
§ 1 最先端宇宙論の未解決問題(謎) (前回の復習)

現在の標準的な宇宙論は **三段ロケット風** です。



- ① **量子宇宙論** : “無”から“ミニ宇宙”が誕生した(直径 $\sim 10^{-34}$ cm)。
- ② **インフレーション理論** : “ミニ宇宙”がインフレーション(加速膨張)して火の玉宇宙・ビッグバン(超高温)状態になった(直径 ~ 1 cm)。
- ③ **ビッグバン理論** : 火の玉宇宙がゆっくりと、しかも減速しながら膨張を続け、138億年かけて現在の宇宙(大きさ ~ 500 億光年)が作られた。

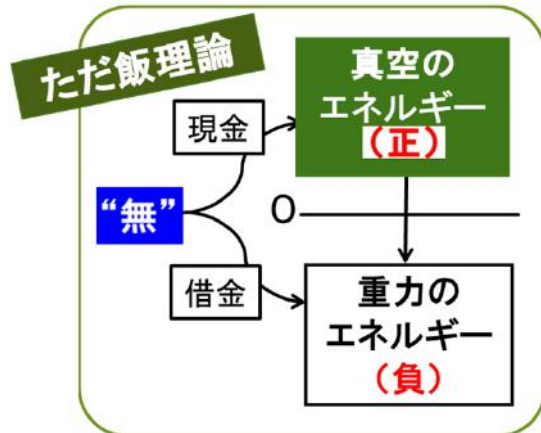
最先端宇宙論は、次のような5つの未解決問題(謎)を抱えています。



宇宙の全物質の95%が正体不明の暗黒物質と暗黒エネルギー

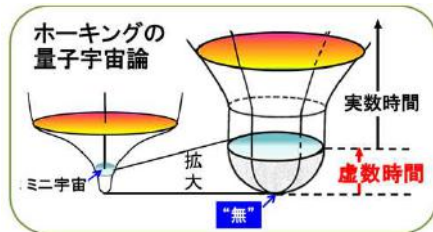
暗黒エネルギーの観測値が素粒子論による理論的計算値より120桁も小さい。

物理学史上最悪の「理論と観測」の不一致

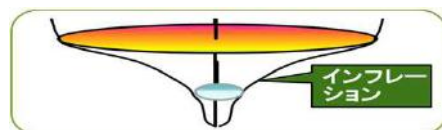


“無”から真空のエネルギーを取り出したと仮定するただ飯理論は理論・実験で証明不可能

“無”では既存の物理法則が成り立たない。



“無”からの宇宙誕生理論(量子宇宙論)は夢物語



宇宙をインフレーションさせるメカニズムが不明

【Q&A1】 どのような方法で宇宙の年齢を138億年と決めたのですか？

【Q&A2】 最先端宇宙論では宇宙の年齢は138億年とされているのに、なぜ宇宙の大きさは138億光年より大きい約500億光年とされているのですか？

【Q&A3】 宇宙の誕生期には光の速度または時間の変動したと仮定する理論があるようですが、どのようなものですか？

答は21-24ページ

§ 2 宇宙のファインチューニング(微調整)と人間原理

仮に、「物理学史上最悪の『理論と観測』の不一致」が存在しないで、

暗黒エネルギーの観測値が素粒子論による計算値と一致し
今の値より120桁大きかったら、宇宙はものすごい勢いで
インフレーションして **一瞬のうちに“蒸発”** してしまいます。

そのようなことは起きていないので、
理論計算が誤っていると考えられます。

ところが、素粒子論は大成功を収めており、
間違っているとは考えられません。

それゆえ、未知のプロセスによって、**暗黒エネルギー**が
120桁の精度で**偶然**、**奇跡的**に微調整(ファインチューニング)された
と考えざるを得ないのです。

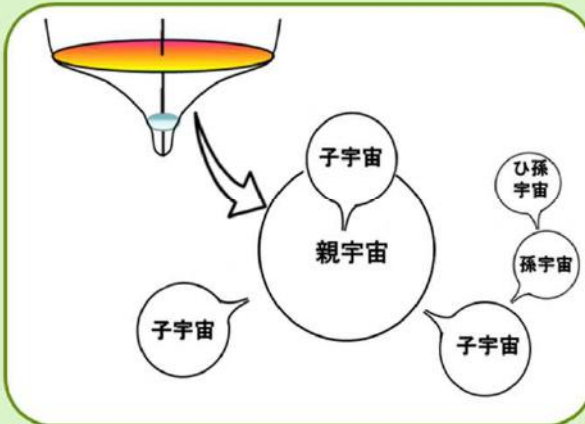
これは、**偶然**と**奇跡**
を退ける科学の基準
から外れています。

これに対する唯一の解決方法として
多宇宙論に基づく人間原理
が提唱されています。

「多宇宙論に基づく人間原理」とは？

佐藤勝彦（インフレーション理論の提唱者）が、多宇宙論を提唱しました。

多宇宙論



インフレーション最中の宇宙の表面で新たなインフレーションが起きて子宇宙、孫宇宙…が生まれ、その後切り離され、

我々の宇宙とは異なる多くの「他の宇宙」が無数に誕生した可能性がある。

それぞれの宇宙が様々な異なる物理法則を持つかもしれない。

このような推論に基づいて、人間原理が提唱されたのです。

人間原理

★ 無数の宇宙の中には、人間が生まれるのに必要な条件を満たしている宇宙が存在しても不思議ではない。ちょうど、下手な鉄砲も数撃ちゃ当たるように。

★ そのような宇宙でたまたま生まれた人間が宇宙を認識する。一方、微調整されていない宇宙は、人間が生まれないので認識されない。

★ したがって、宇宙は人間が生まれるように微調整（ファインチューニング）されているように見える。

【人間原理の要点】

宇宙物理学者のポール・デイヴィスは、人間原理を批判しながらも受け入れ、次のように述べています。

たまたま人間が生まれる条件を満たす宇宙で生まれた

「わたしたちは巨大な **宇宙福引**の当選者で、それが **我々の宇宙は計画された** のであろうという **錯覚の原因** となったのであろう。…

本当は **偶然の結果で幸運** だったにすぎないのに」

ポール・デイヴィス、『幸運な宇宙』、吉田 三知世(訳)、日経BP社、267ページ

つまり、

人間原理によれば、**偶然と幸運**が人間を生み出したことになるのです。

【Q&A4】 6ページに記されている、「インフレーションによって宇宙が『蒸発』する」とはどういう意味ですか？

【Q&A5】 7ページに記されているように、「多宇宙が異なる物理法則を持つかもしれない」と佐藤勝彦が考えた理由は何ですか？

【Q&A6】 宇宙のファインチューニングには、「暗黒エネルギー120桁の微調整」以外にどのようなものがありますか？

答は25-26ページ

§3 人間原理への批判と科学の本質(世界観)

「多宇宙論に基づく人間原理」は次のように批判されています。

多宇宙論

他の宇宙が存在することを観測、通信、訪問などによって確認できない。もし確認されたら、それはこの宇宙と「時間と空間」でつながっているなのでこの宇宙に属する。

多宇宙論は、存在を確認できない“他宇宙”を扱うので検証不可能。

科学の基準から外れている。

人間原理

「私たちの今住んでいる宇宙は無数に存在する宇宙の中でも、私たちの存在を偶然許すような宇宙、ということになります。言うなれば、私たちの存在がこの宇宙を選択したのです。ある意味で創造の主は私たち自身なのだとすることもできるのです」

人間原理は、創造主の位置に人間を置いた宗教色を帯びた原理。

S..ホーキング、『ホーキング、宇宙と人間を語る』、佐藤勝彦(訳)、エクスナレッジ、17ページ

人間原理に対して科学者が抱いている見解から、科学の本質と世界観との関係を明らかにしましょう。

多くの科学者は、**自然主義** すなわち、

一切の存在と現象は自然自体が作り出しているので、すべての事柄を**超自然を排し**て科学の方法で説明すべきとする**無神論的**な思想

を信奉しています。

自然主義を信奉する**量子宇宙論**の提唱者・スティーブン・**ホーキング**は、

「マルチバース(注:多宇宙)の概念は、私たちのために宇宙を生み出した善意ある**創造主**の存在を必要とせず」に、
物理法則に微調整があることを説明できるのです」

『ホーキング、宇宙と人間を語る』,佐藤勝彦(訳),エクスナレッジ, 233-4ページ

と**無神論的**な見解を述べています。

つまり、宇宙が唯一ならファインチューニングは奇跡だが、多くの宇宙が存在すれば、**人間原理**によって**創造主なし**で暗黒エネルギーの微調整が説明できる。

と主張しているのです。

インフレーション宇宙論の提唱者・佐藤勝彦 も無神論的な見解を

「物理学者は、世界の始まりからすべてを物理学の法則に従って記述したいと考えている。「神」をなくする のが科学の役割 とも言えるからである」

佐藤勝彦、『宇宙論入門—誕生から未来へ』、岩波新書、40ページ

「私たち物理学者は、マルチバース(注:多宇宙)に安住することなく、その根源にある 究極の理論を求め続けるべきだ と思います」

佐藤勝彦、『宇宙は無数にあるのか』、集英社、202ページ

と述べています。

佐藤は、多宇宙論に基づく人間原理に安易に逃げこまないで、暗黒エネルギーの謎を解明する究極の理論をあくまでも探求すべきであると主張しているのです。

このように、ホーキングと佐藤は人間原理をめぐる対立しています。しかし、二人とも† 無神論的な自然主義を信奉し、多宇宙論を推進しています。

†ただし、ホーキングは神の存在を必ずしも否定していません。佐藤は神の存在を否定し、「『神』という概念も人類が生み出した…星が生まれなければ、神様も生まれません」と述べています(『宇宙は無数にあるのか』集英社新書 2013年 74ページ)。

人間原理は、科学の基準から外れているので検証できません。それゆえ、ホーキングと佐藤の対立は

人間原理を認める世界観と認めない**世界観の対立**

なのです。

無神論的な自然主義に立つ科学者も一枚岩ではなく、**世界観の対立に根ざした対立**が存在するのです。

では、**創造論**あるいは**ID論**を受け入れている科学者は人間原理をどのように考えているのでしょうか？

インテリジェント・デザイン論の略称。
知的存在が宇宙や生物をデザインしたと考える説。

彼らは、**宇宙は創造あるいはデザインされた**と確信しているので、**人間は偶然の結果存在している**と考える人間原理には反対です。

暗黒エネルギーの謎が解明できないことは、神または知的存在が暗黒エネルギーを微調整したことを示唆している。

と考えるか、または

**方法論的
自然主義**

科学者は、自分の**宗教的**、**哲学的な立場とは無関係**に、**超自然を排して**自然を探求すべきである。

に立脚して、**暗黒エネルギーの謎を解明すべきである**と考えます。

このように自然主義には二種類あるのです。

自然主義

科学(万能)主義
“無神論的自然主義”

自然自体が一切の存在と現象を作り出しているので、すべての事柄を超自然を排して科学の方法で説明すべきである。

方法論的自然主義

近代科学の基本理念

科学者は自分の**宗教的**、**哲学的な立場とは無関係**に、超自然を排して自然を探求すべきである。

- ◆一般的に用いられている自然主義は“**無神論的自然主義**”と呼ぶべきもので、いわゆる**科学万能主義**(第1回レポート16ページ参照)と同じです。
- ◆方法論的自然主義は、**近代科学の基本理念**です。科学的な研究をするための方法として超自然を退けます。

したがって、創造論あるいはID論を信奉していても、方法論的自然主義に立って「暗黒エネルギーの謎を解明すべきである」と考える科学者が存在するのです。

では、暗黒エネルギーの謎は解明できるのでしょうか？

佐藤勝彦は、2010年に次のように述べました。

「現時点で暗黒エネルギーの正体は「まったく謎」としか言えません。でも私は、暗黒エネルギーという謎こそが、新しい物理学の扉を開く鍵になると思っています。物理学が飛躍的に進歩する際には、こうした大きな謎が必要なんですね」

佐藤勝彦、『相対性理論から100年でわかったこと』、PHPサイエンスワールド(2010年)、231ページ

19世紀の最後の年、すなわち1900年に高名な物理学者のケルビン卿は、19世紀に発展した物理学を誇らしげに回顧して語りました。

「物理学は原理的にはすべての問題を解決した。今や地平線上に小さな二つの雲を残して後は晴れ渡った大空に例えることができる。この雲もすぐに消えてしまい、物理学がすべてを解明するだろう」

ところが、20世紀に入ると、二つの小さな雲は消えるどころか暗雲となって嵐をよび、相対論と量子力学とを生み出し、20世紀に科学と技術を飛躍的に発展させる原動力となりました。

はたして、暗黒エネルギーの謎から新しい物理学が生まれるのでしょうか？

【結論】－「見極め主義」の大切さ

主な結論は次のとおりです。

最先端宇宙論は宇宙の起源のシナリオを描いたが、5つの**深刻な謎**を抱えているので、**宇宙の起源を解明できたとは言えない**。

特に、暗黒エネルギーの謎に対する唯一の解決策とされている**「多宇宙論に基づく人間原理」が宗教色を帯びている**と批判されている。

検証不可能な「多宇宙論に基づく人間原理」をめぐり、**世界観の対立**に根ざした論争が行われている。

暗黒エネルギーの謎を解明する研究から新しい物理学が生まれると期待する科学者がいる。

はたして暗黒エネルギーの謎は解明されるのでしょうか？

このサイエンスカフェでは、今後も **様々な世界観** に基づく最先端理論の **実態を見極めつつ真理を探究する** ことを目指します。
このような考え方を私は **見極め主義** と呼んでいます。

見極め主義に近い立場をとっているのが、宇宙物理学者のポール・デイヴィス(8ページ参照)です。

デイヴィスは

「私が導いた結論に対して強く反対する同僚も多いと思う。私は **彼らの意見も尊重する**。これは「宇宙に対するただ一人の私見であり、他に多くの見解があるであろう」

P. デイヴィス、『神と新しい物理学』、戸田 盛和(訳)、岩波書店、viページ

と述べて、自分とは **異なる意見を尊重する** 大切さを強調しています。

彼は特定の宗教を信じていませんが、宗教に敬意を表して、

「奇妙に思われるかもしれないが、私の意見では、**科学** は **宗教** よりも神に達する確かな道を提供してくれる」

(同上書同ページ)

つまり、

科学が明らかにする **自然の奥深さ**を知ることによって神に近づくことができる

と唱えているのです。

さらにデイヴィスは、

世界には **眼に見えるもの以上の存在がある** という信念が、私にこの本を書かせた動機である」(同上書同ページ)

と記しているように、自然の奥深さを伝えるために啓蒙書を多数出版しています。

**今後もこのサイエンスカフェでは、
自然の奥深さを見極め主義に立って探求します。**

【Q&A7】「多宇宙論に基づく人間原理」が宗教色を帯びていると批判されていることについてどのように考えますか？

【Q&A8】現代宇宙論では、やがてすべての星が消滅するという将来予測がされているようですが、これについて神学者はどのような見解を抱いていますか？

答は27-28ページ

【第4回の予定】

科学は万能か？
—量子力学をめぐる論争と量子コンピュータの誕生

量子力学は、20世紀の物理学・化学と技術を刷新した重要な理論ですが、その原理をめぐる

世界観の対立に根ざした論争が今も続いています。この論争によって量子力学が進歩するとともに、量子コンピュータが生まれたことを説明して、**科学の本質**を探ります。

Q&A コーナー

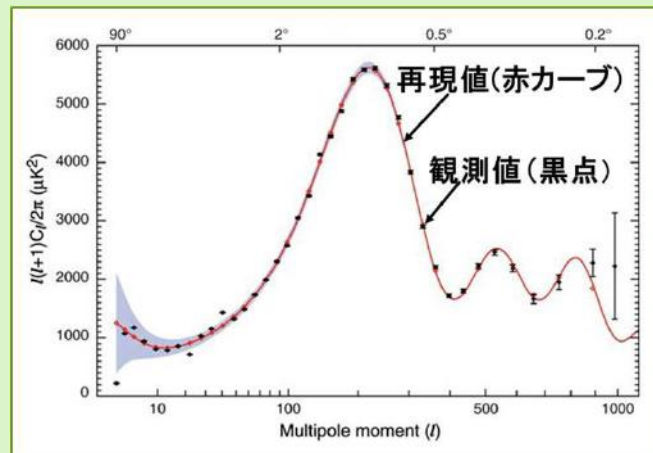
【Q&A1】 宇宙の年齢を138億年と決めた方法

<Q>

どのような方法で宇宙の年齢を138億年と決めたのですか？

<A>

ビッグバン宇宙論を支持する最大の証拠とされている**宇宙背景放射** (第2回レポート9ページ参照)のスペクトルが、わずか**10万分の1程度**のスケールで揺らいでいることが宇宙探査衛星で観測されました。そしてこの**揺らぎのスペクトル**を、「宇宙の年齢」を含む6個のパラメータを最適化するコンピュータ・フィッティングで再現することに成功しました。その結果、宇宙の年齢=138億年というパラメータが決定されたのです。また、他のパラメータが、**暗黒エネルギー**=68%、**暗黒物質**=27% (第2回レポート10ページ参照)と決められたのです。



宇宙背景放射の揺らぎ
スペクトルのコンピュータ・
フィッティング

【Q&A2】 宇宙の年齢が138億年なのに、宇宙の大きさが約500億光年とされている理由は？

<Q>

最先端宇宙論では、宇宙の年齢は138億年とされているのに、なぜ宇宙の大きさは138億光年より大きい約500億光年とされているのですか？

<A>

3ページの末尾に記した「宇宙の大きさ」は、正確には「**宇宙の地平線**」すなわち、それより遠い地点から来る光を我々の住む銀河からは観測できなくなる境界面までの距離を指します[†]。仮に宇宙が膨張していないとすると、「宇宙の地平線」までの距離は光が138億年かけて走った距離、すなわち138億光年になります。

ところが、宇宙が膨張しているので「宇宙の地平線」は宇宙が誕生して以来後退しているために、我々の銀河から「宇宙の地平線」までの距離は138億光年より大きくなります。その距離をアインシュタインの相対論（重力論）で計算するとおよそ500億光年になるのです。

（詳細は <http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~ishizaka/redshift.html> 参照）

[†] 通常の「地平線」は、地平面でそれより先が見えなくなる境界線です。

【Q & A3】 宇宙誕生の初期に光の速度または時間が変動したと仮定する理論とは？

<Q>

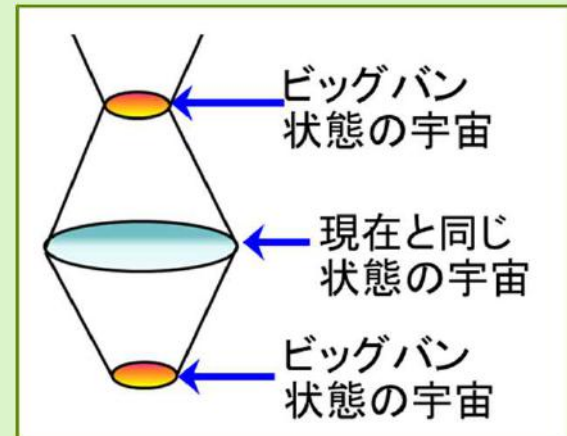
宇宙誕生の初期には光の速度または時間が変動したと仮定する理論があるようですが、どのようなものですか？

<A>

標準的でない宇宙論として、宇宙は誕生と消滅を永遠にくり返していると仮定する三つの理論を第2回レポートの21ページに紹介しました。ここでは、宇宙の創成期には光速または時間が今の値とは違っていたと仮定する理論を紹介します。

光速変動理論 マケイジョ (Joao Magueijo)

光の速度が変化する と真空のエネルギーと物質が置き換わるとする仮定を立て、宇宙はビッグバン状態からの膨張と収縮を永久に繰り返してきたと想定する[†]。



[†]J. マケイジョ、『光速より早い光』 青木 薫(訳)、NHK出版

時間変動理論 カルメリ (Morshe Calmeli)

アインシュタインの相対論を拡張して、宇宙が**膨張した**ときに**時間が現在よりも早く経過した**と想定した[†]。

- ◆ハートネット (John Hartenett) はこれを拡張して、「若い地球」創造説を裏付ける理論を作った^{††}。
- ◆しかし後にハートネットはこの説を否定し、ライル (Jason Risle) が唱えた「異方的動機規約」原理 (ACS) に基づいて「若い地球」創造説を唱道している。

[†] J. ハートネット、『光年の謎と新宇宙論』, 安井亨 (訳), バイブル・アンド・クリエーション、32ページ; ^{††} 同上書、67ページ、

【Q&A4】 インフレーションによる「宇宙の蒸発」とは？

<Q>

6ページに記されている、インフレーションによって宇宙が「蒸発する」とはどういう意味ですか？

<A>

もし、暗黒エネルギーが素粒子論による理論計算のとおり今より120桁大きかったら、宇宙は一瞬のうちにインフレーションして、銀河や太陽系のみならず原子や原子核も膨張して分解されます。その結果、無限に広い空間を素粒子だけがまばらに飛び交う「うつろな宇宙」になってしまいます。この状態を比喩的に「蒸発」と表現したのです。

【Q&A5】 多宇宙が異なる物理法則を持つ理由は？

<Q>

7ページに記されているように、「多宇宙が異なる物理法則を持つかもしれない」と佐藤勝彦が考えた理由は何ですか？

<A>

佐藤の多宇宙論とは関係のない「**超ひも理論**」では、宇宙の種類は10の500乗もあり、それぞれの宇宙で物理法則が異なっていると推測されていることによります。

【Q&A6】暗黒エネルギー以外のファインチューニングは？

<Q>

宇宙のファインチューニングには、「暗黒エネルギー120桁の微調整」以外にどのようなものがありますか？

<A>

宇宙論およびその根底にある素粒子論では

30以上もの物理定数がファインチューニングされている。

と指摘されています。一例を挙げれば、

中性子の質量が今の値に1000分の1の精度で微調整されていないと原子(したがって生物)が存在できない

のです。

このような「30以上もの物理定数のファインチューニング」は、

30以上のダイヤルをそれぞれに定められた値に一斉に微調整することに例えられています。



1970年代からこのようなファインチューニングが知られていたのも、これを説明するために人間原理が唱えられていました。

【Q&A7】「多宇宙論に基づく人間原理」が宗教的
と批判されていることをどう考えるか？

<Q>

「多宇宙論に基づく人間原理」が宗教色を帯びていると批判されていることについて、どのように考えますか？

<A>

ポール・デイヴィスは、

「良きにせよ、悪しきにせよ、以前は 宗教的な問いであったものに対して科学が真剣に、取り組むことができるほどに進歩したという事実は、現代の物理学が到達した深さの証明である」
『神と新しい物理学』、戸田 盛和(訳)、岩波書店、viページ

と述べています。私も、

科学を超えた宇宙の起源という問題にまで踏み込んで議論できるまで物理学が進歩したのは素晴らしいことである

と思います。しかし現状は、結論でも述べたように

実験や観測で確かめられない仮定や原理を導入しているので、とても宇宙の起源を解明できたとは言えない

ので、果たして人類は、このような現状を打開できるかどうかを興味津々のうちに見守り、**見極め**ていきたいと思います。

【Q & A8】 宇宙の将来予測に関する神学者の見解は？

<Q>

現代宇宙論では、やがてすべての星が消滅するという将来予測がされているようですが、これについて神学者はどのような見解を抱いていますか？

<A>

“科学的神学”の推進者であるポーキングホーンキングは次のように述べています。

やがて来る世界における「質料」(注:材料)は現在の宇宙の物質が変形したものであり、**宇宙の死を超えて神によって贖(あがない)だされたもの**なのである。そのようにして復活した宇宙は、創造主による無からの創造の二回目の試みではなく、**新しい創造による現在の世界の変形**なのである。このように神秘的でわくわくするようなことを信じている根拠は、キリストの復活という出来事にも基づいている。**キリストの復活**はそこから起こるといふ、希望にあふれた出来事として理解されているからである」J. ポーキングホーン、『科学時代の知と信』、岩波書店(199年),31ページ