

(空想科学) 独善的 “量子もつれ” 宇宙像

井上憲一

1. 自然には、多様な対称性があり、夫々に対応した保存則（保存量）がある

甲南大の教養講座「現代生活と物理学」（半期、15回）の非常勤講師をして、かれこれ5年が経ちますが、全回通じて、“**ネターの定理**（対称性には保存量が伴う）”を基本理念に解説を試みています。

自然界は対称性に溢れ、それに対応した保存則があり、幾何学的／物理的な保存量が存在します。

対称性と保存則

「ネターの定理」対称性があれば、保存量がある。

例) 回転対称：回転しても形は不変
→半径は変化しない（一定）

マリー・ミー・ノード
ドイツ 数学者
1882-1935

	自由度	対称性	⇒	保存量
古典力学	時間	t 発展対称性	⇒	E エネルギー
	3次元空間	x 並進対称性	⇒	p 運動量
		θ 回転対称性	⇒	L 角運動量
素粒子	離散変換 ↓ 宇宙の本性?	P 座標反転	⇒	パリティ
		C 電荷共役	⇒	電荷
		T 時間反転	⇒	粒子・反粒子

[動画] 自然界の対称性

<https://youtu.be/X6HobTJ2jnk>

[動画] ネターの定理の解説

<https://youtu.be/V-1Oahw7-Zg>

2. 保存則は、宇宙初期の「量子もつれ」に起源をもつ?

「ネターの定理」（時空対称性⇔保存則）の根源は何か？と考えると、**保存則とは、とどのつまり「時空で離れた2事象がゼロサムゲーム運動すること」**。時空の中でどの様に離れているかが「対称性」と、換言できると気づきました。離れた時空で**瞬時に**運動する現象は、量子力学では「**量子もつれ**」（**エンタングルメント**：初めからそうなっている）という現象です。下の図の量子位相は、運動する対称性の自由度と保存量の積、即ち「作用」に対応し、係数 $1/\hbar$ から不確定性原理も導かれます。

波動関数 ψ の住む時空間

$$\psi_{(x,y,z,t)} \propto e^{-i(px - Et + J\theta/2\pi)/\hbar}$$

対称性：並進 時間 回転 where $J = L + S$

※ $s=1/2$ なら2回転で元に戻る
⇨ Fermi-Dirac統計を導く

《イメージ》

保存則 ⇒ 2つの事象の（瞬時）運動



対称自由度の存在（に気づく）

不確定性原理

$\Delta p \cdot \Delta x \geq \hbar/2$

時間
位置

$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$

エネルギー
速度 or 運動量

もし、宇宙創成時（ここではインフレーション完了後）に、宇宙全体が全結合「量子もつれ」状態にあったとすれば、宇宙の時空構造に内蔵していた色々な対称性に対応する保存則は、「当然あってあたりまえの現象」という理屈に帰着するわけです。

場の理論では、時空各点の波動関数は、共振周波数が不定の調和振動子の集合として（第二）量子化され扱われますから、古典的には、連成振り子や複数メトロームの共振みたいなイメージとなります。

[動画] 連成振り子（≡もつれ） <https://youtu.be/pYre4MAW-3M>

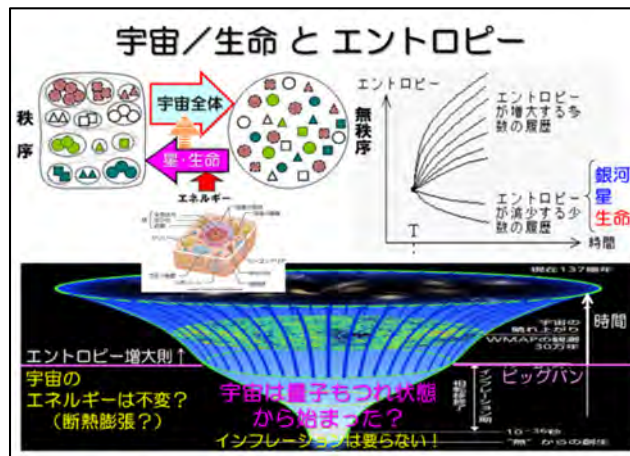
[動画] ニュートリノ振動 <https://youtu.be/2R1PqT1yGYQ?t=357> ←物質状態のもつれの例

[動画] 7メトロームの同期 <https://youtu.be/RsHv4qLAQzs?t=4> ←付和雷同？（笑）

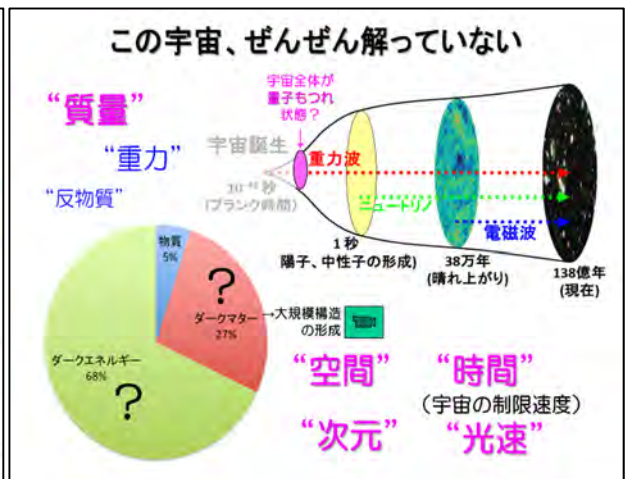
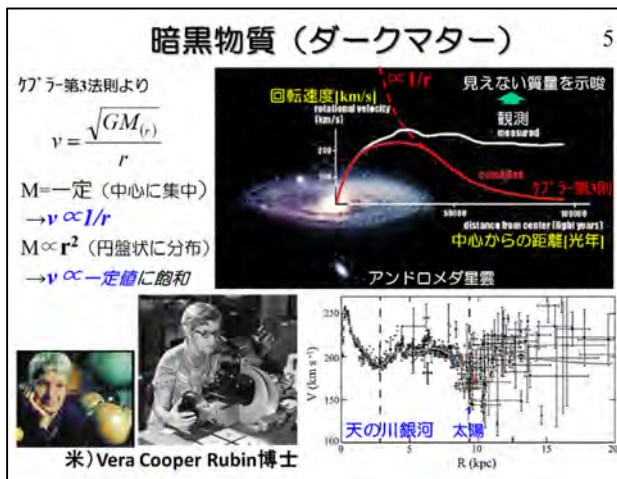
[動画] 100メトロームの同期 <https://youtu.be/suxu1bmPm2g?t=5> 注) 社用ネットではブロックされます

上記動画を視聴されると、インフレーション完了後の、宇宙全体の量子もつれ状態は、あたかもメトロームが同期共振した様子に似ていると実感されると思います。その状態では、宇宙の各部分は、保存量に対して独立ではなく、一部が変化すると、（不確定性が許す範囲内で）他の部分がそれを相殺するように瞬時に連動して変化するという、いわゆる保存則が成り立つ仕掛けになっているのです。それこそが、宇宙の構造から当然のこととして決まっている摂理なのかもしれません。

3. 宇宙は初期「量子もつれ」後、大局的にはエントロピー増大則に従って膨張するも

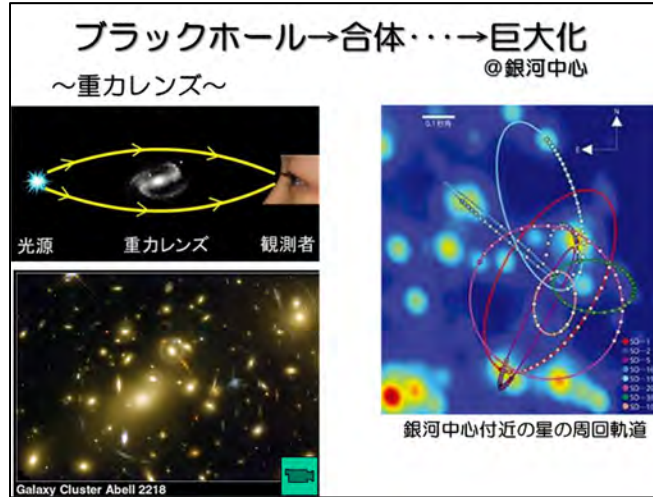


我々が住む宇宙時空は、断熱膨張的に、時間対称性に対応するエネルギーが保存され、膨張に伴ってエントロピーは増大し、それが時の一方向流れになっていることは、観測で確かめられた事実です。



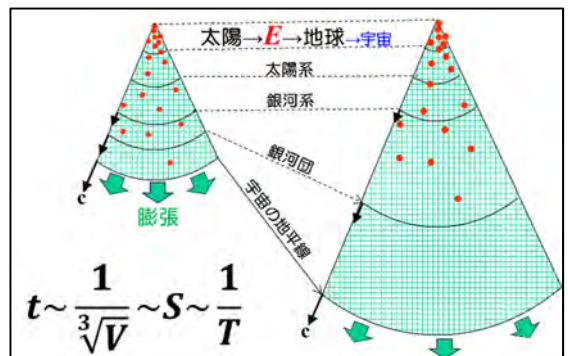
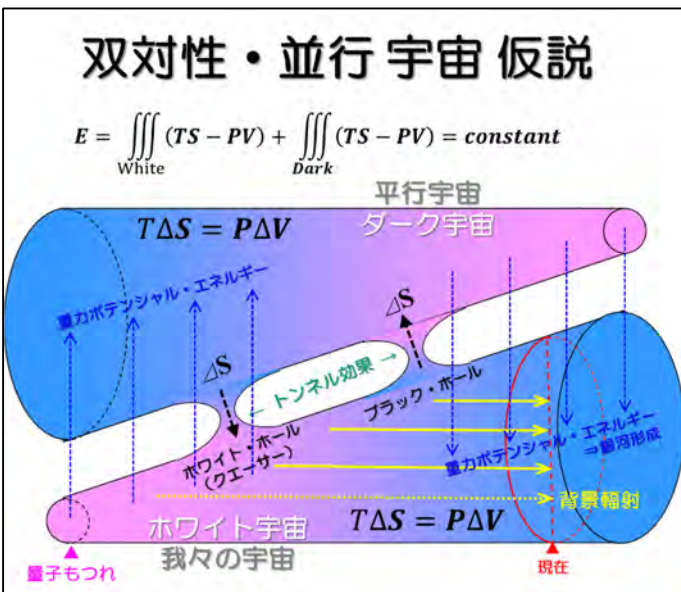
しかし、それだけでは済みません。近年は、見えないダークマターの存在が種となって、宇宙の大規模構造が生まれ、やがて銀河や星が形成されるといった、エントロピーが減少する事象もありますし、宇宙膨張を加速させるダークエネルギーも存在し、エネルギーは必ずしも保存されていない様子です。

また、ブラックホールも単に星の終末という存在ではなく、複数のそれが合体を繰り返し成長して、やがて巨大化して銀河の中心部に鎮座している姿も明らかになってきています。



4. エントロピー保存則のためには、収縮する平行宇宙（時空）との双対・対称性が必要

我々は、宇宙のエントロピー（状態数の対数）は、確率的に増大するものと思込んでいますが、我々の宇宙空間に重力（時空歪）だけを生じさせる、知覚されないダークマターが住んでいる並行宇宙の存在を示唆し、もしそのダーク宇宙が収縮しつつあり、我々の膨張するホワイト宇宙と、量子もつれ状態にあるなら、ゼロサムゲーム連動で、エントロピーが保存することもあり得ます。我々のホワイト宇宙の初期が、もし量子もつれ状態なら、状態は唯一なので、エントロピーゼロと状態と見なせます。2つの宇宙の、各時空が相互に双対性の対称性を持ち、重力だけで結合することで、エントロピーのゼロサムゲーム連動をした宇宙の全体像というのは考えられないでしょうか。



ホワイト宇宙とダーク宇宙の間に、重力相互作用があれば、当然、そこにポテンシャルエネルギーが存在して、それがダークエネルギーであり、さらに、ホワイト宇宙は膨張しているが、ダーク宇宙は、逆に収縮しているとう対称性（双対性）があるとすれば、2つの宇宙全体では、エントロピーも保存量となるわけです。また、我々のホワイト宇宙へ、ダーク宇宙から重力相互作用を通じてエントロピーが流れ込んでいるために、膨張が生まれているという解釈も可能です。さらに、ホワイト宇宙は、エントロピーが増大方向なので、時間が正に流れ、ダーク宇宙は、エントロピーが減少しているので、時間は負に巻き戻っている、といった突飛な解釈もあり得ます。

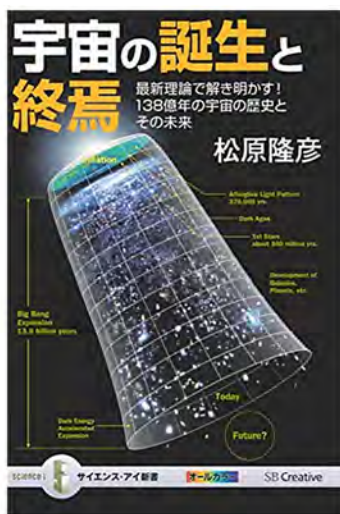
この宇宙像に、[ブラックホール](#)にも一役かかってもらうとすれば。ホワイト宇宙側にブラックホールを、ダーク宇宙側にホワイトホールを、両端を持ったワームホールを考えて、量子トンネル効果によって、エントロピーを還流する仕組みもあり得ます。ブラックホールは、その表面積に比例したエントロピーをもつとされていますが、それはもう一つの宇宙へのエントロピーの流出を意味しているのかもしれない。

各平行宇宙の初期の量子もつれによる保存則がずっとそのままというわけではなく、時空が大域と局所に分化（対称性の破れ）していき、大域のまま維持されるのがエネルギー、運動量、電荷などの保存則、局所化するのが素粒子の各種保存則として、現在の標準理論に漸近すると考えるのが自然です。

2つの平行宇宙、ホワイト宇宙とダーク宇宙は、重力ポテンシャルやワームホールを通じた、エントロピーやエネルギーの交換で結合した、連立した2宇宙方程式によって支配されるというモデルを考えることができます。この連立方程式が解けたと仮定して、その解は、宇宙モデルが今後どのような展開となるかは興味津々です。我々のホワイト宇宙は膨張しつつづけるのか？という疑問に対し、ダーク宇宙がいつかは完全量子もつれ状態に至った段階では、突然（？時間の概念が曖昧ですが）ホワイト宇宙は収縮し始め、ダーク宇宙の方は、今度は膨張に転じると考えることは容易です。その際の重力ポテンシャルがどのように働くかは、興味深いですね。また、その時、ホワイト宇宙で巨大化したブラックホールでエントロピーが吸い出されてホワイト宇宙はどう掻き乱され、ダーク宇宙へ流入するエントロピーはダーク宇宙にどんな効果をもたらすか？ご討論のほど、よろしくお願い致します。

結局、「[宇宙創生にインフレーションは必要ない、量子もつれで十分足る](#)」との主張なのである。

5. 参考図書・動画



【動画】この世界を支配する“もつれ”

<https://youtu.be/UXQPQVZOnc>

【動画】手のひらの物質に生まれる
ブラックホール

https://youtu.be/pAQfpC_1xSk