

宇宙のサイズ

藤田 丈久

目次

1. はじめに
2. 物のサイズ
3. ビッグバン模型
4. 新しい重力理論
5. 宇宙のシナリオ
6. まとめ

1. はじめに

宇宙論：

- 場の理論が基礎
- 素粒子の運動力学

- 量子電磁力学 (日常世界の記述)
- 強い相互作用 (原子力を記述)
- 弱い相互作用 (β 崩壊)
- 重力 (星や銀河の形成)

はじめに

宇宙の大きさは？

- 100億光年？
- もっと大きい？
- 限りがない？

● ビッグバン模型だと → 140億光年くらい

● その先には？ → 物質はないのか？

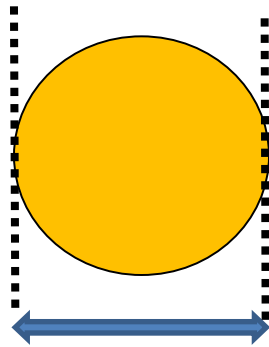
● **答**

宇宙は無限に広がっている

宇宙には無限個の銀河がある

2. 物のサイズ の測り方

1 テニスボールのサイズ



6.7 c m

- 物差しで測れる

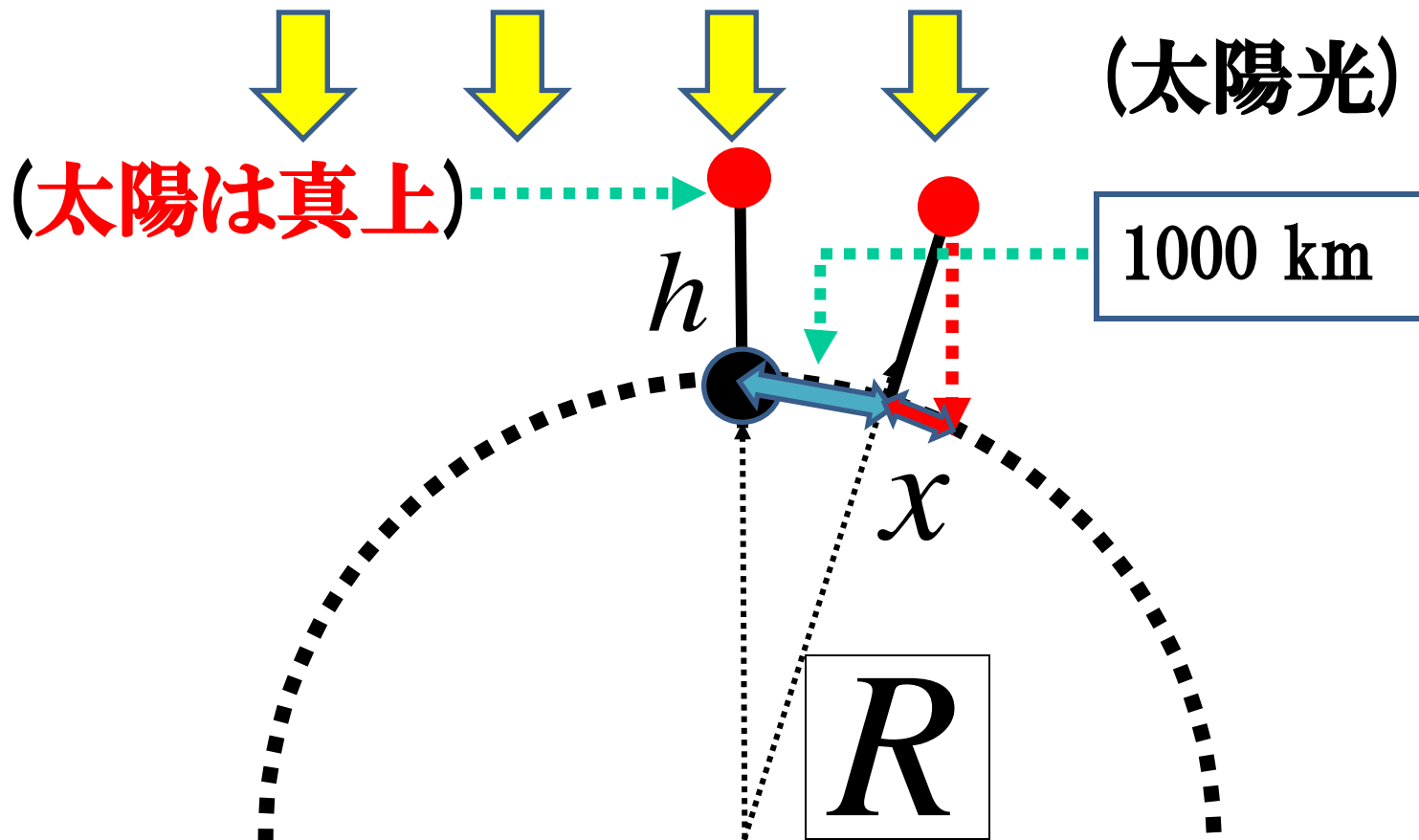
物のサイズの測り方

2 地球の半径 紀元前にギリシア人が測定

- 夏至の正午 { アレキサンドリア：影ができる
千キロ真南の都市：影ができない

- 人の身長(h), その影(X)

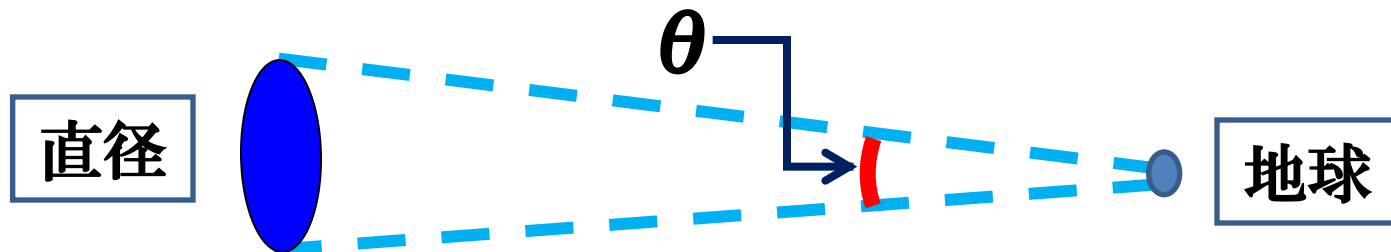
- 165 cm の人で約 26 cm



- 地球の半径： $R \cong 1000h / x$
- 古代ギリシア人は地球が球だと知っていた

物のサイズの測り方

3 アンドロメダ銀河の直径



- 銀河の距離：星の絶対等級を測定（脈動変光星）
- 距離の測定から → 銀河の直径：約10万光年
- 遠くの銀河の距離：
 - 変光星やハッブルの法則
 - 様々な方法で測定

余談：銀河の衝突

● アンドロメダ銀河と天の川銀河の衝突

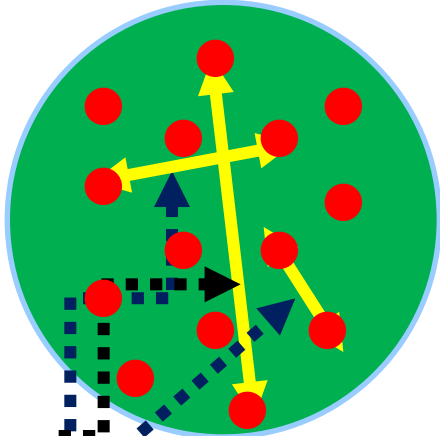


● 互いに近づいている (速度は約 120 km/s)

● 約 **30 億年後**には衝突する

● これは **銀河の融合** である

4 宇宙の大きさ



d は銀河

$$V \cong Hd$$

V : 天体が遠ざかる速度
(赤方偏移で測定)
 d : 天体(銀河)との距離
 H : ハッブル定数

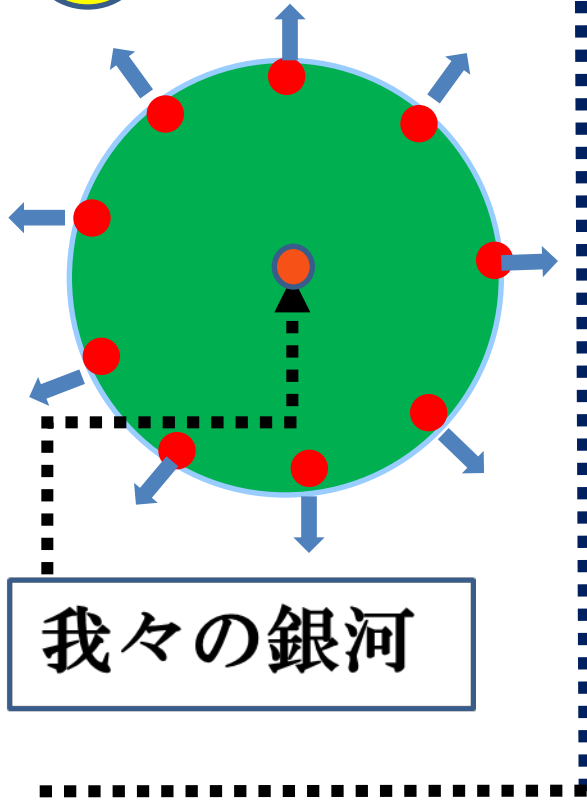
● 宇宙の大きさ 135 億光年

➡ 信頼できない !

● 宇宙の力学方程式 を解いて決めるべき

膨張の減速

4 宇宙の大きさ



$$V \cong Hd$$

V：遠い程、昔の速度

(星の光が届く時間)

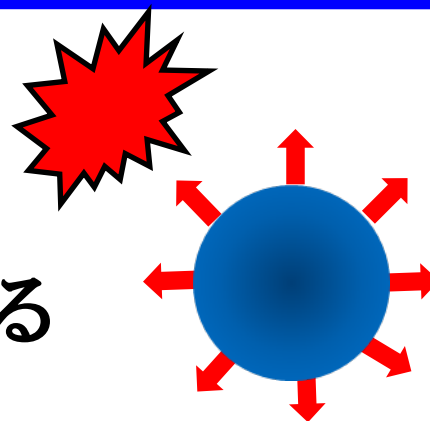
爆発直後が最大の速度！

その後は遅くなっている！

重力ポテンシャルによるブレーキ

3. ビッグバン模型

- ある時：この宇宙は爆発した
- 現在：この宇宙が膨張している
- ビッグバン模型：点から創生された？



しかし ↓

点から物質は生成されない！

- 物質生成の「元の物質」が存在しない！

4. 新しい重力理論

重力： 質量のある物質間に働く引力

- 新しい重力理論
 - 量子場の理論である
 - 常に引力 で力は $\frac{1}{r}$ の形
 - 重力 Zeeman ポテンシャル
- この重力Zeemanポテンシャルの形は $\frac{1}{r^2}$
- これは250 年ぶりの新発見

新しい重力理論

- 理論の予言：
水星の近日点・うるう秒・
GPS衛星の観測値と全て一致
- 重力：スカラー場の相互作用
- Graviton (重力子) は存在しない！
- 一般相対論は必要ない！
- ブラックホールは存在しない！


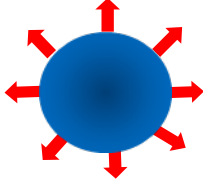
5. 宇宙のシナリオ（無限の過去から未来へ）

- (1) 我々の宇宙は 150 億年程前に爆発 した
- (2) この宇宙は将来、 全ての銀河が融合 する
- (3) 最終的には再び 爆発 を起す
- (4) 我々の宇宙は 爆発・膨張・収縮の繰り返し

宇宙のシナリオ

- 宇宙は無限の過去から存在した
- 構成粒子が安定 (陽子、電子)
- 宇宙論は東洋思想に近い
(天地創造ではない！)

宇宙のシナリオ

- **宇宙** : 爆発  ・ 膨張  ・ 収縮 ・ 爆発の **無限回の繰り返し**
- **爆発** : 光とニュートリノでエネルギーを失う
- **無限回の爆発・膨張** → **エネルギー損失が無限大である**
- **この宇宙の存在** と矛盾する！

宇宙のシナリオ

- 「他の宇宙」からの光 → この宇宙に到来

- 背景輻射のフォトン
- 無限個の宇宙の存在

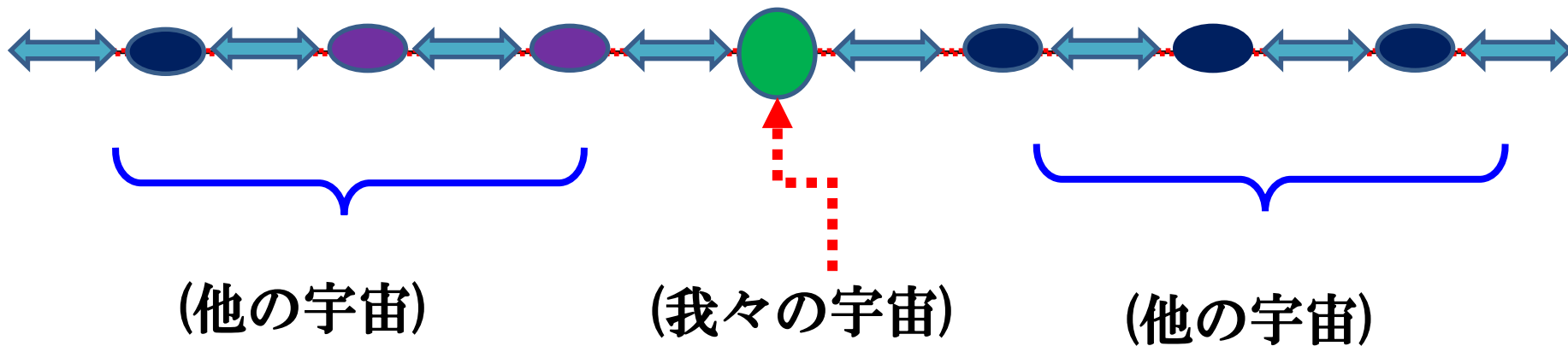
エネルギー損失の問題は解決された

- 無限個の宇宙からの引力 → ?

- 宇宙は安定か？

宇宙のシナリオ

- **宇宙の安定性** : 簡単のため1次元で考える

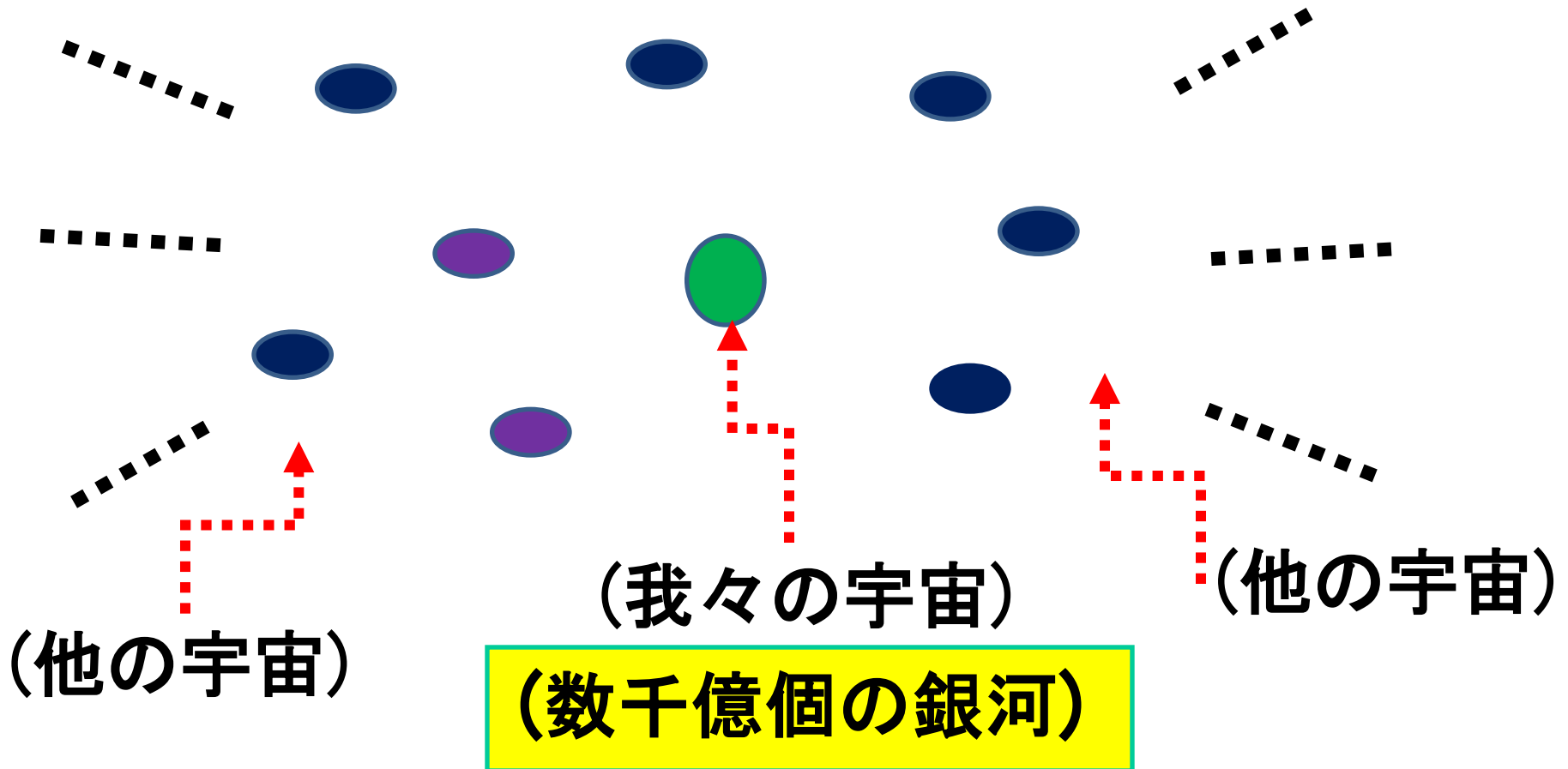


左宇宙の引力 と 右宇宙の引力 が釣り合う

我々の宇宙は安定

宇宙のサイズ

- 宇宙のサイズ → 無限大であった！



6. まとめ

- 全宇宙の大きさは無限大！
- 恐らく地球の様な星は無限個ある！
- 宇宙は無限に遠い過去から悠久にあり無限の未来にも永遠にあり続ける存在
- 科学は西洋思想から発展したが宇宙論は東洋思想に近い描像

この講演の参考文献

- 「Symmetry and Its Breaking in Quantum Field Theory」, by T. Fujita
(Nova Science Publishers, 2011, 2nd edition)
- 「Fundamental Problems in Quantum Field Theory」, by T. Fujita and N. Kanda
(Bentham Publishers, 2013)
- 「アインシュタインへの伝言」(ネットで閲覧可)

付録

- Einstein 方程式
- 付加ポテンシャル
- 詳しい解説用のページ

付録. Einstein 方程式

- Einstein 方程式： 一般相対論の方程式

$$R^{\mu\nu} - \frac{1}{2}g^{\mu\nu}R = 8\pi G_0 T^{\mu\nu}$$
 である。

G_0 は定数. $R^{\mu\nu}$ は Ricci テンソル. 左辺は計量テンソル $g^{\mu\nu}(x)$ で全て書かれている. この計量テンソルが方程式の未知関数.

- エネルギー・運動量テンソル： $T^{\mu\nu}$ は物質のエネルギー・運動量テンソル.

付録. 重力Zeeman ポテンシャル

- 重力理論：付加ポテンシャルの物理

新しい重力ポテンシャルは

$$V(r) = -\frac{GmM}{r} + \frac{1}{2mc^2} \left(\frac{GmM}{r} \right)^2$$

Newton 方程式は

$$m\ddot{r} = -\frac{GmM}{r^2} + \frac{\ell^2}{mr^3} + \frac{G^2M^2m}{c^2r^3}$$


付録. 新しい重力理論の予告

観測値と予言値の比較

	水星	GPS	地球公転
観測値	8.0×10^{-8}	4.5×10^{-10}	0.63 ± 0.02 秒
新重力理論	4.8×10^{-8}	3.4×10^{-10}	0.621 秒
一般相対論	3.3×10^{-8}	0.10×10^{-10}	0.031 秒

付録. 一般相対論の問題点

一般相対論  重力理論ではない！

- 一般相対論は時空の計量に対する方程式
- 計量の変化：物理的な意味が不明！
- 物質の計量は可能  空間の計量は不可能

物理屋はわかった振りをしてきた！

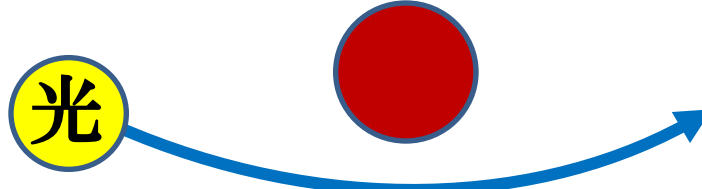
付録. 一般相対論の問題点

- 一般相対論は重力理論ではない！

これは 計量テンソル $g_{\mu\nu}$ を決める方程式

- 光は直進する： 

一般相対論

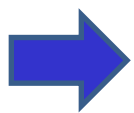
- 光は強重力場で曲がる？ 

光は空間にくっ付いて走る？

➡ 意味不明！

付録. 一般相対論の問題点

- 銀河も空間にくっ付いて膨張？



何のことかわからない！

- 一般相対論は独創的だが科学ではない！

付録. 一般相対論の問題点

チョムスキーの言語学

- 文法は正しいが 文章としては無意味な例文

(例文) **Colorless green ideas sleep furiously.**

(訳) (無色の緑のアイデアが激しく眠る)

- 物理学でも同様な事が起こっている

一般相対論 → { 数学としては正しい!
物理としては無意味!

付録. 新しい重力理論

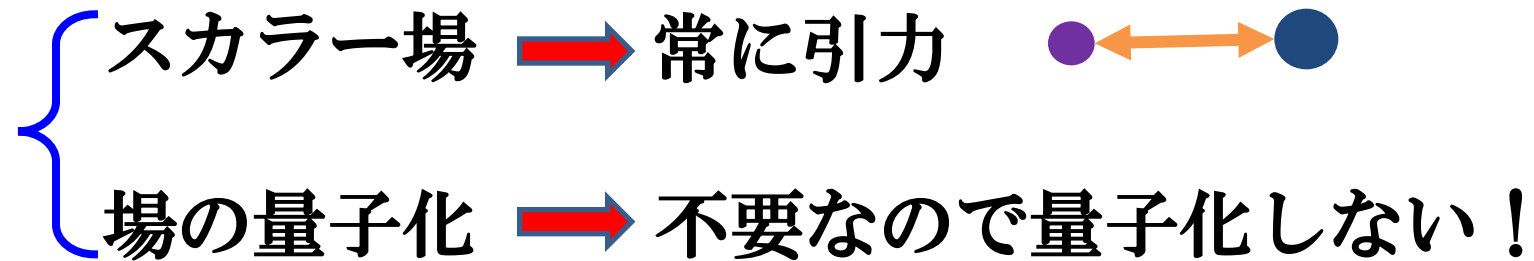
新しい重力理論が完成 (量子場の理論)

- 一般相対論は間違い → 観測とあわない！

ブラックホールは幻想 → 中性子星は存在する
- 何故、新しい重力理論の発見が遅れたか？
 - 繰り込み理論の理解不足
- 繰り込み理論 → 無限大の処理の処方箋

付録. 新しい重力理論

新しい重力はスカラー場の相互作用



- 理論の予言：

水星の近日点、うるう秒
GPS衛星の観測値を再現

- 新しい重力理論は観測量を全て再現