

# 湯川博士と基礎物理学

2008年6月13日(金)

於: Panasonic国際交流ホール  
基礎物理学研究所 九後 太一



- 2005年 世界物理年

世界中で様々な記念行事

- 2006－2007年

湯川-朝永生誕百年記念年

「記念展」

国立科学博物館（4万1千人／43日間）

筑波大、京大、阪大、

広島大、(九大)、宮崎大、北大、

新潟大、金沢大



# 20世紀：物理学の世紀

- 1900年 プランク量子仮説
- 1905年 アインシュタインの3論文  
特殊相対論、光電効果、ブラウン運動
- 1915年 一般相対論
- 1925年 量子力学
- 1935年 湯川中間子論
- ○ ○ ○ ○

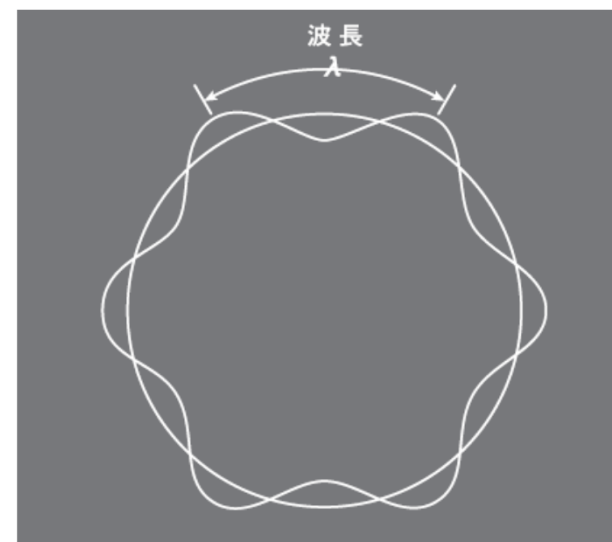
# 量子力学 — ミクロ世界の力学



1925  
ハイゼンベルクの行列力学



1926  
シュレーディンガーの波動力学



波として伝播(存在)し、粒子として現象する



- 量子力学 → 原子・分子(化学)

原子核・素粒子

物性

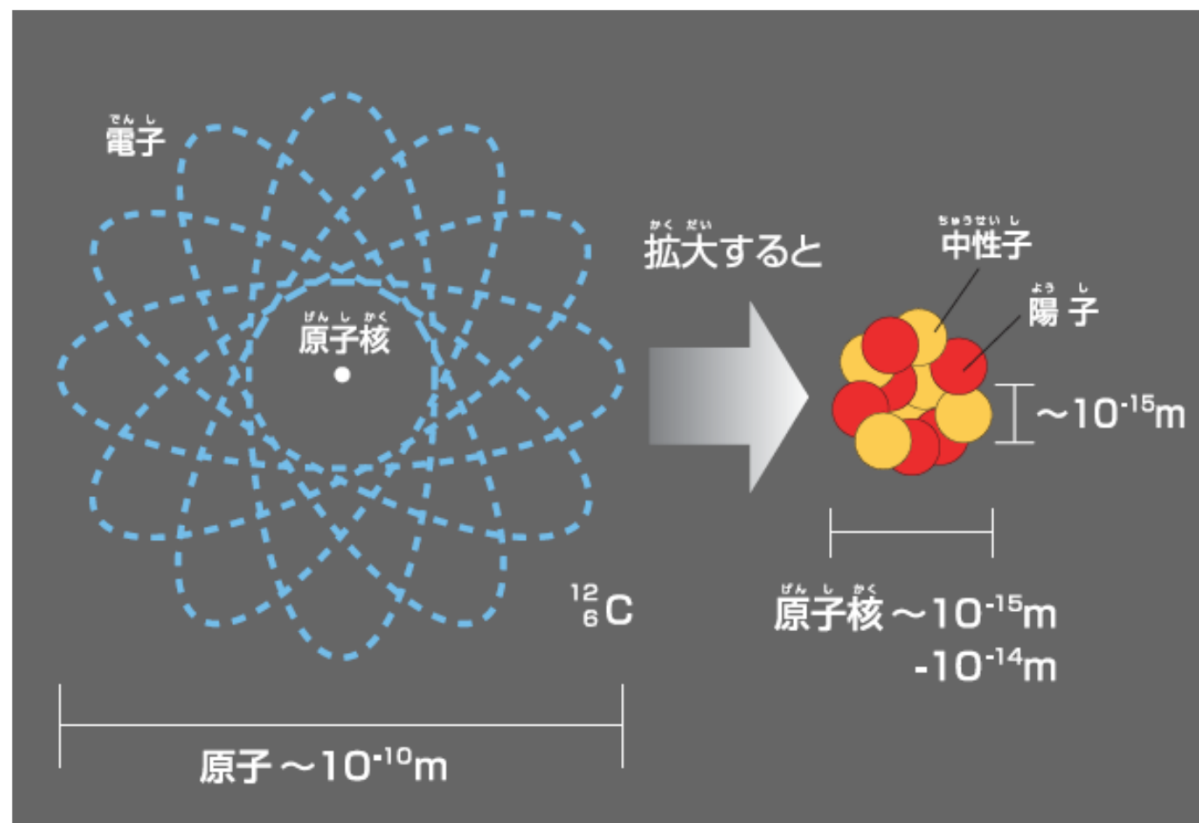
宇宙、天体

- 統計力学 非線形・非平衡 生命現象

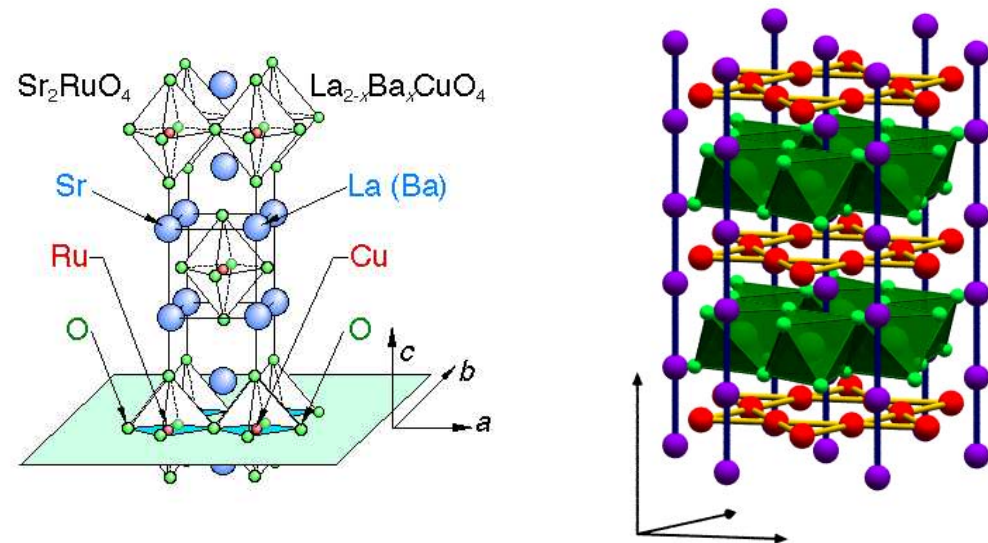
# 原子核・素粒子



ハイゼンベルク  
原子核構造論  
1932

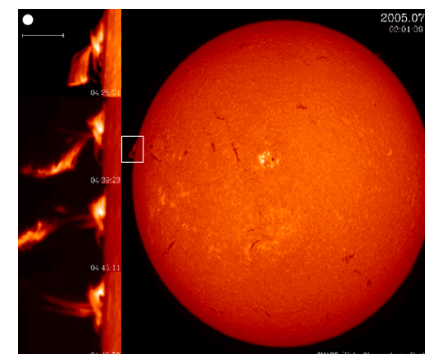
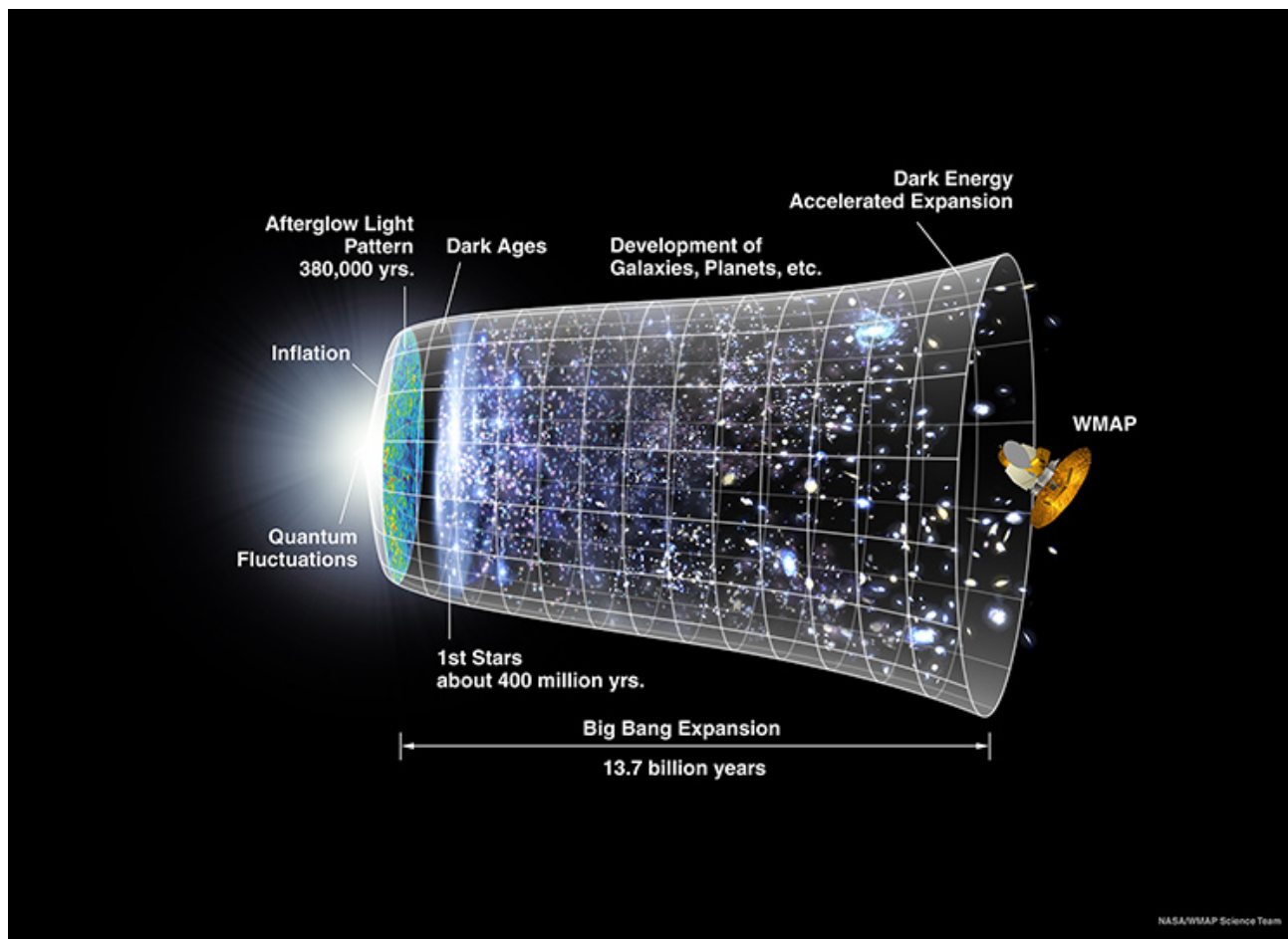


# 物性



- 金属、半導体、超伝導、磁性体  
電子（電荷とスピン）が物性を支配  
エレクトロニクス、フォトンクス、スピントロニクス
- 液晶、ガラス、

# 宇宙·天体







# 基礎物理学の奨励

- 「基礎の分からんことをやるのが基礎物理学や」
- 天体核物理、生物物理、プラズマ物理を奨励

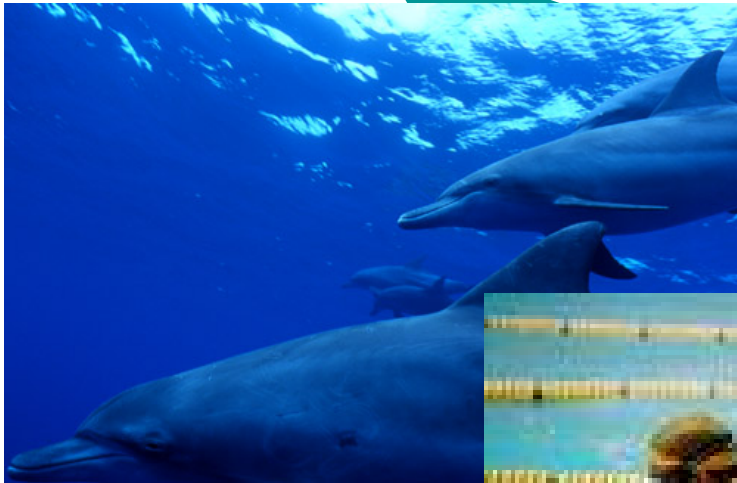
特に宇宙は

林忠四郎、佐藤文隆、佐藤勝彦、他を輩出、  
世界の学界をリード

# 非線形・非平衡 生命現象

レイノルズ数

$$\text{Re} = \frac{\rho LU}{\eta} \sim \frac{\text{inertial force}}{\text{viscous force}}$$



クジラ  
 $10^8 >$



人間  
 $\sim 10^5$



くらげ  
 $\sim 10^2$

プランクトン  
 $\sim 10^{-2}$



バクテリア  
 $> 10^{-5}$



# 自然界の4つの力＝相互作用

■ 強い相互作用



Yukawa

■ 電磁相互作用

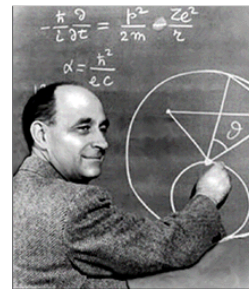


Faraday



Maxwell

■ 弱い相互作用

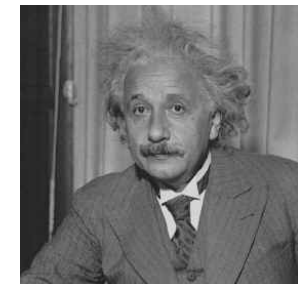


Fermi

■ 重力相互作用

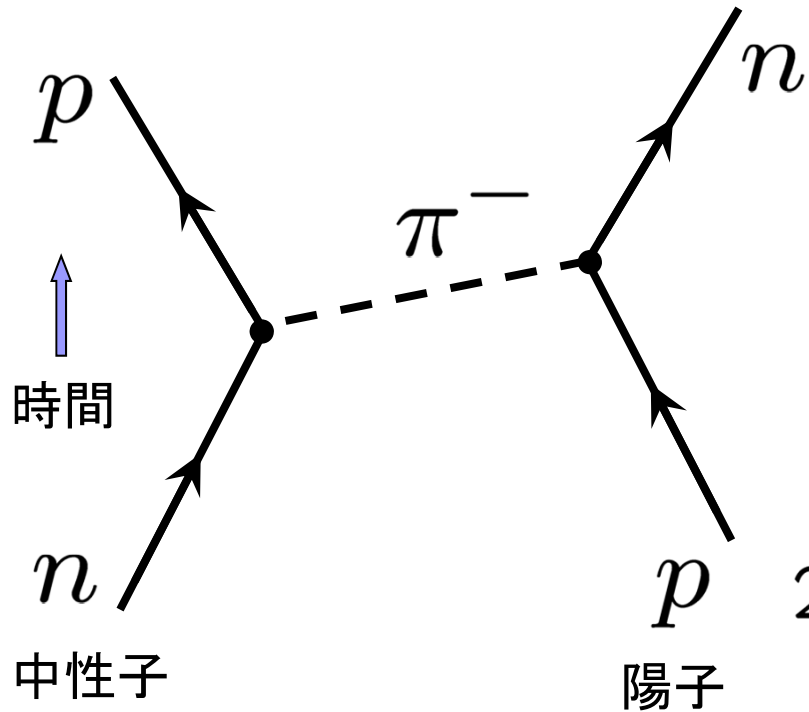


Newton



Einstein

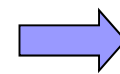
# 湯川 中間子論



$$2 \times 10^{-13} \text{cm} \rightarrow m \sim 200m_e$$

$$\left\{ \Delta - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \lambda^2 \right\} U = 0,$$

$$\lambda = mc/\hbar$$



$$U = \frac{e^{-\lambda r}}{r}$$

湯川ポテンシャル



# 強運の湯川1

- 1907. 1. 23 誕生
- 1926 京都大学理学部入学
- 32 湯川スミと結婚
- 35 中間子論 発表
- 40 学士院恩賜賞
- 43 文化勲章
- 49 ノーベル賞受賞
- 1925 ハイゼンベルク量子力学
- 26 シュレーディンガーの波動力学
- 32 大発見の年  
中性子、重水素、陽電子、  
ハイゼンベルクの原子核理論
- 34 フェルミの ベータ崩壊の理論
- 37 ミュー粒子の発見
- 47  $\pi$ 中間子の発見

# 1949年 ノーベル賞受賞



戦後の窮乏のあけくれの中に疲れることのみ多い毎日を送っていましたが「1949年ノーベル物理学賞日本の湯川教授に」との新聞報道は同じく科学研究に携わる私共に衝撃的感動を与えました。その夕の帰途にみた時計塔の灯は吉田山を背景にくっきり浮かび上がって見えました。ひとり科学者のみでなく日本国民全体は自信喪失の首を初めて伸ばし、世界をかいまみる気持ちを味わったのでした。(岡本道雄 元総長、基礎研創立25周年挨拶)

# 素粒子論の始まり

- 新しい実体 ( $\pi$ 中間子) の導入
- **場の量子論** を電磁気学に限定されない普遍的な方法として用い、
- 「**力 = 場 = 粒子**」のパラダイムを確立

## 湯川の宿題

強い相互作用の本質的な起源は？  
全ての相互作用の統一的理解は？

→ 絶望的な闘いの末  
40年後 **標準模型** の確立  
**ゲージ原理** 相互作用の起源



# くりこみ理論 量子電気力学QED

1943年 超多時間理論

1948年 くりこみ理論完成

→ 場の理論の無限大の困難を解決



1965 ノーベル賞



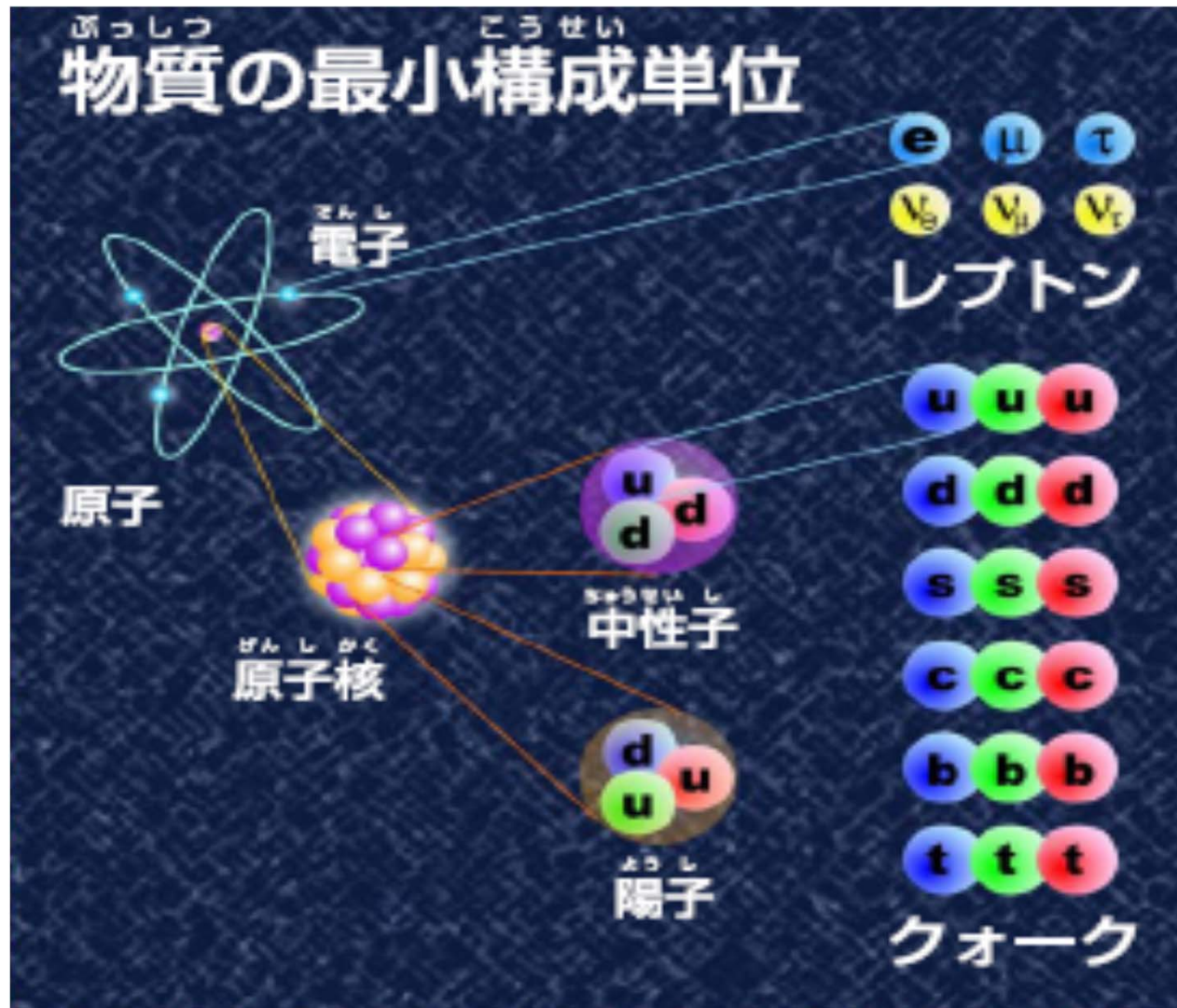
Schwinger



Feynman



# 素粒子の複合模型



$$\pi^+ = u\bar{d}$$

$$\pi^- = d\bar{u}$$

坂田、ゲルマン、南部

# 標準模型 自然界の基本的な場

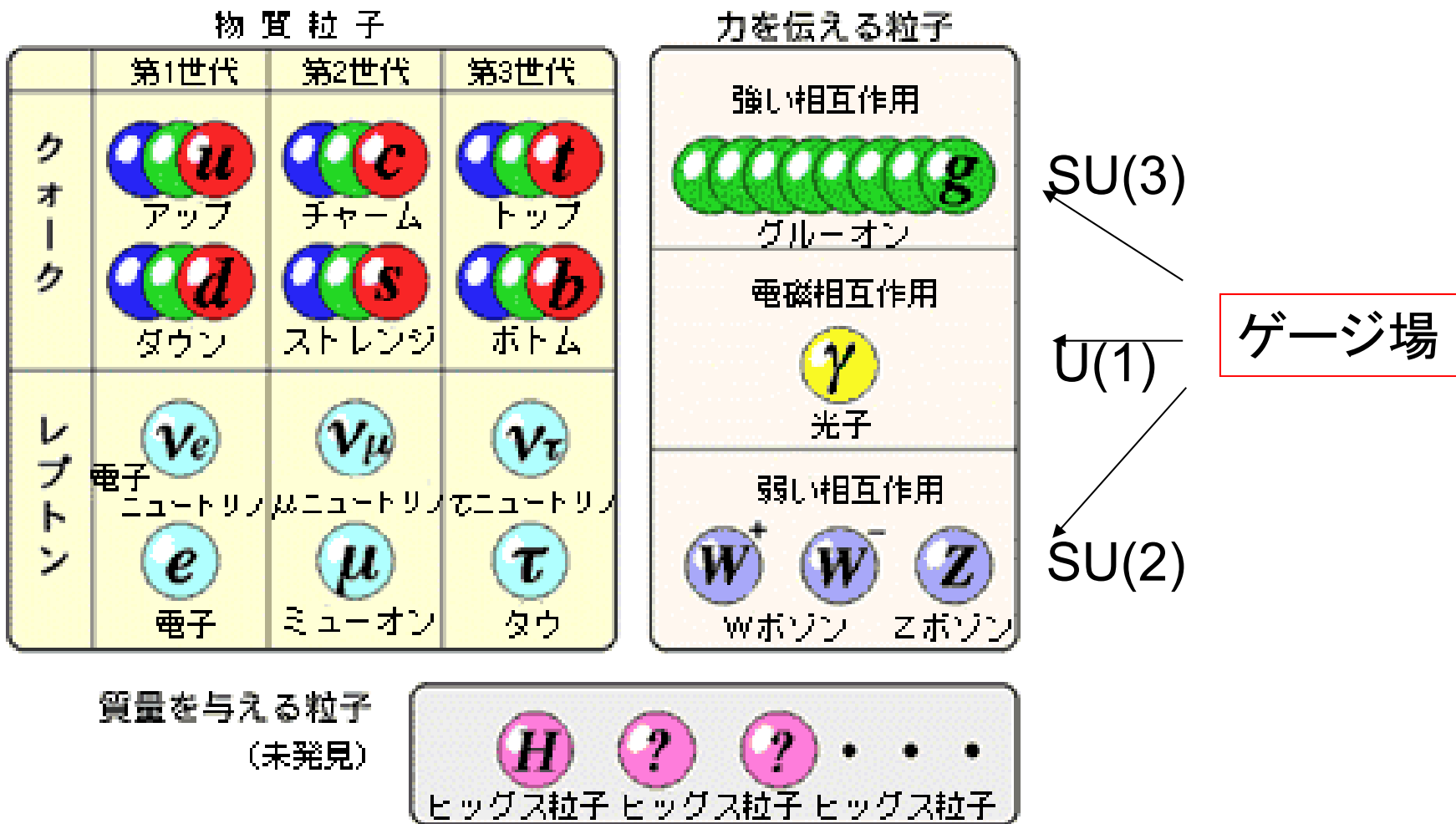
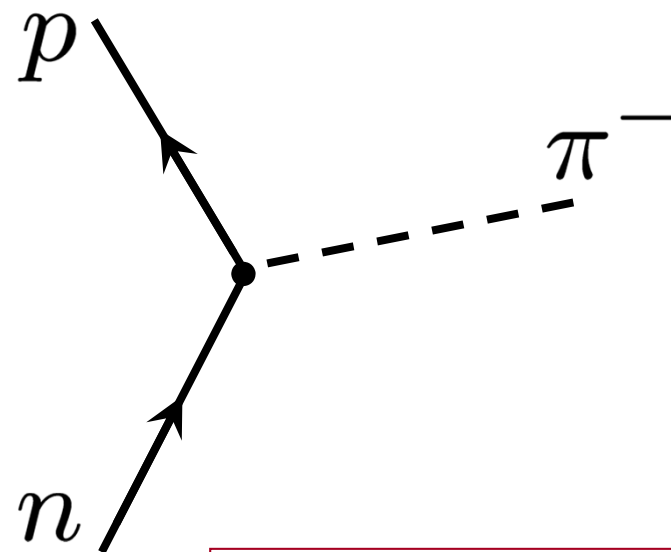
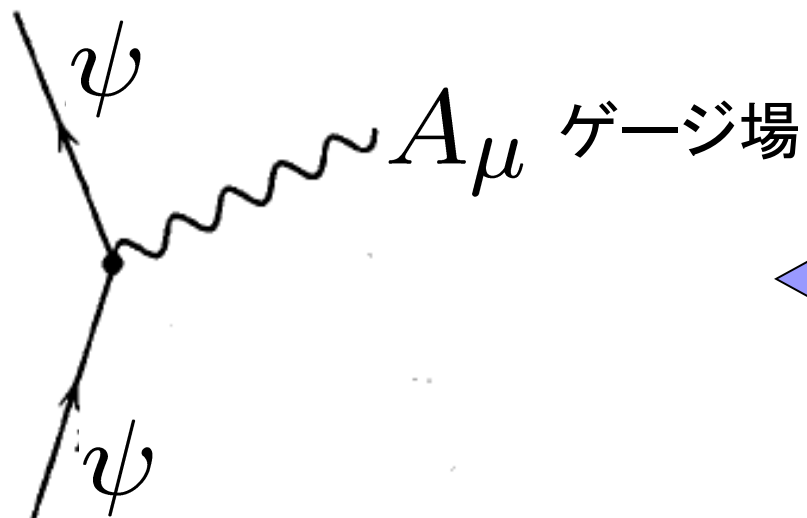


図1 現在の素粒子像「標準模型」の世界

# ゲージ相互作用



ゲージ相互作用  
ゲージ原理から決まる

湯川相互作用




## 強運の湯川2

- 1953年基礎物理学研究所発足
  - 全国の若手研究者の熱意、朝永・坂田らの努力、鳥養利三郎総長の決断
  - 初の全国共同利用研究所
- 直後の国際理論物理学会議開催
  - 一般からの寄付1470万円
  - 60人の海外参加者（後にノーベル賞受賞15人）
  - Bardeen, Feynman, Yang, Anderson, Prigogine, ...
  - いち早く世界的認知



# 強運の湯川3

- 1946年 学術誌創刊  
Progress of Theoretical Physics  
(理論物理学の進歩)  
戦中・戦後の日本の研究成果を世界に発信
- 朝永博士のくりこみ理論の論文を掲載  
朝永博士のノーベル賞につながる  
Progress誌の高い評価、世界的認知

- 
- その1948年の春、もう一つ忘れ得ぬ事件が起った。
  - ペーテが日本から小さな小包を受け取った。中には新たに京都で発行され始めた物理学雑誌「理論物理学の進歩」の最初の二号が入っていた。それらは茶色っぽい粗末な紙に英文で印刷され、全部で六篇の短い論文が載っていた。第二号の最初の論文は「波動場の量子論の相対論的に不変な定式化について」と題された、東京文理科大学のS.トモナガによるものであった。.....
  - そこには、シュウインガーの理論の中心的アイデアが、...簡単且つ明瞭に述べてあった。.....戦争による破壊と混乱の真只中にあり、世界の他の場所から全く孤立していながらも、トモナガは日本において、.....新しい量子電気力学を独力で推し進め、その基礎を築いていた。
  - .....トモナガは、最初の本質的な一歩を踏み出していた。そして、1948年の春、東京の灰と瓦礫の中に坐りながら、あの感動的な小さな小包を私たちに送ってくれた。それは深淵からの声として私たちに届いたのであった。

F. J. ダイソン 自伝的回想 “Disturbing the Universe” より



# 強運の基礎物理学研究所？

- 尾池副学長：創立50周年式典(2003)祝辞
- 松本紘副学長：国際交流ホールお披露目祝辞  
お二人とも基礎研での挨拶後に総長にお成り
- 基礎物理学研究所はKing maker
- 次はノーベル賞受賞者！？