

# いのちと自然の摂理③ ～ 用語解説 & トピック ～

## 「万物の数式」を示す標準理論

右の式は現在における「万物の数式」に最も近い数式で、標準化されているものです。私達には理解不能ですが、シンプルに集約されているのがわかります。

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & \bar{\psi}_i \partial \psi && \text{基本素粒子} \\ & -g_1 \bar{\psi} B \psi - \frac{1}{4} B^{\mu\nu} B_{\mu\nu} && \text{電磁気力} \\ & -g_2 \bar{\psi} W \psi - \frac{1}{4} W^{\mu\nu} W_{\mu\nu} && \text{弱い核力} \\ & -g_3 \bar{\psi} G \psi - \frac{1}{4} G^{\mu\nu} G_{\mu\nu} && \text{強い核力} \\ & + \bar{\psi}_i \gamma_{ij} \psi_j \phi + h.c. && \text{ヒッグス粒子} \\ & + |D_\mu \phi|^2 - V(\phi) \end{aligned}$$

## 自発的対称性の破れ（南部理論）

量子物理学に大きな一石を投じた南部理論をごく簡単に解説すると… 尖った鉛筆を立てようとしても、一瞬だけ立つが、次の瞬間

鉛筆自ら倒れる。回転対称性は理論上成立するが、実際は空間を動き回るヒッグス粒子によって質量バランスが不安定になり、一瞬で破れてしまう。これが自発的対称性の破れです。

## 10次元の世界が私達に見えないわけ

原子の粒の「一兆分の1」の そのまた「一兆分の1」という途方もない超マイクロな視点に立った時、初めて10次元の世界が見えてきます。紙を二つ折り、四つ折り、八つ折りという具合にコンパクトに折りたたんでいくと、見える面はどんどん小さくなって限られていきます。それと同じように私達には折りたたんだ僅かな一面しか見えていないわけです。それが4次元（空間3D+時間=4D）です。超マイクロな視点をもって、折りたたまれた紙を全面に広げた時に見えるのが10次元の世界です。この世は10次元（あるいはそれ以上の可能性）からできているのです。

## ビッグバン

想像を絶する広大な宇宙が粒子一点から始まる現象は、10次元の世界。多次元の宇宙空間には、無数の並行宇宙が存在しています。その宇宙の数は、10の500乗個はあると言われていています。今もどこかで宇宙が消滅し、新たに生まれ10の500乗個分が存在しています。また、重力の墓場と言われてきたブラックホールと宇宙の始まりとされるビッグバンは、物理学上

は、同じ数式で表されます。始まりは終わり、終わりは始まり…永遠に続くのでしょうか。謎が新たな謎をよびそうです。

### 真空とはクォークが存在する空間

真空とは「何もない空間」と長い間思われてきました。しかし、クォークのペアが存在することが近年の研究でわかってきました。

### 紙と鉛筆で創造する量子物理学

既成のプログラムで動くコンピュータでは、新たな理論や数式は構築できません。量子物理学者は紙と鉛筆と頭脳で勝負しています。

### 物理学における美しさ

物理学における美しさとは、数式の対称性を示します。数式はどこから見ても対称的で、合理的な美しさを持ち合わせていることが重要です。美しくない数式は、理論がどこかで破綻している、或いは矛盾しているということです。ちなみに「万物の式」に必要とされる対称性は、回転対称性、並進対称性、ゲージ対称性、カイラル対称性、非可変対称性の5つです。ごく大ざっぱに言うと、回転対称性は回転しても対称である対称性、並進対称性はスライドしても対称である対称性、ゲージ対称性は並進変換や回転変換しても数式（ゲージ＝物差し）が不変な対称性、カイラル対称性は右巻きと左巻きの対称性、非可変対称性とは、コーヒーにミルクを混ぜることはできても逆に混ぜたものを分離することは難しいように「逆方向に進むことはない対称性」です。相対性理論は、並進対称性以降の対称性を持ち合わせていないため、素粒子の数式をこの理論と結びつけることができませんでした。ブラックホールやビッグバンの説明がつかなかったのもこのためです。そしてアインシュタイン以降、量子物理学者たちは万物の数式を追究する過程で、次々と新しい対称性を発見していったのです。

### オッペンハイマーと日本

原爆の父 ロバート・オッペンハイマーにとって、日本という国は特別な存在だったのでしよう。ブラックホールの研究者から原爆開発者への転身を余儀なくされた彼は、「科学者(物理

学者)は罪を知った」と述べています。その一方で、戦後多くの日本人物理学者と数学者をアメリカに招いて研究の場を与えていました。終戦時、朝永がオッペンハイマーにあてた一通の手紙を読んだ時、彼は驚きを禁じ得ませんでした。戦時中、情報統制され孤立した状況の日本において最先端の研究が行われていたとは… オッペンハイマーはプリンストン高等学術研究所長となり、湯川秀樹を1948年の夏に、翌年には朝永振一郎を客員教授として招きました。そして彼らの業績を紹介する文を発表したり、学会誌への論文掲載の便宜を図りました。両氏の研究は一躍世界中の注目を浴びることとなり、ノーベル物理学賞受賞に至ったのです。この受賞で敗戦国(日本)は大いに沸き、国民は勇気づけられました。また、若き日の南部陽一郎の論文を読み、いち早く評価して南部を招いたのもオッペンハイマーです。

## M理論

M理論とは、現在知られている5つの超弦理論を統合するとされる、11次元(空間次元が10個、時間次元が1個)の仮説理論です。現時点ではM理論は超弦理論より更に未完成で現実の物理法則に合致するものも得られていないため、最終的に物理理論として成立するか不明瞭です。

## ホーキング博士 「つねに好奇心を持ち続けていよう 決して…」

博士は21歳の時に筋萎縮性側索硬化症という病気にかかりました。それは突然訪れて、瞬く間に進行しました。その時彼は大学の博士課程に進んでいましたが、いつまで生きながらえることができるかわからぬのに研究をしても無駄ではないかと、自暴自棄に陥ることもありました。しかし、後に配偶者となる女性ジェーンに励まされて研究生生活を続けることができました。そして、70歳の誕生日を祝ってくれたケンブリッジの仲間たちにメッセージを贈りました。「つねに好奇心を持ち続けていよう、決してあきらめてはならない。そして自分の足元を見るのではなく、頭を持ち上げて星空を見つめよう」…この言葉には、きっと博士の生き様と熱い想いがこめられているのでしょう。

参考資料： Wikipedia 各項目      ホーキング70歳のメッセージ