

特殊相対性理論への誘い

Q1. 電車危機一髪

秒速 24 万 km で進む電車が，全長 40 万 km のトンネルに入る．この電車には電車内の時計で計って 1 秒後に爆発する爆弾が仕掛けられているが，その爆弾は電車がトンネルを抜けた瞬間に解除されるようになっている．電車は果たして無事にトンネルを抜けられるか？

A1. 無事に抜けられる．

Q2. $E = mc^2$

机に置いた 1 円玉が持つエネルギーは？

A2. 90 兆ジュール（東京ドーム大のお風呂が沸かせる．）

Q3. 浦島効果

双子の兄弟である地上君とロケット君．2 人の 20 歳の誕生日にロケット君は，地上から見て光速の $24/25$ 倍の速度のロケットで，地上を旅立った．ロケット君は，ロケット君の時計で考えて 7 年間飛び，地点 A に到着後，向きを変えて同じ速度で地上に帰った．ロケット君が地上に到着したとき，ロケット君は $20 + 7 \times 2 = 34$ 歳だが，地上君は何歳か？

A3. 70 歳．

Q4. 相対性理論と幾何学

そもそも、物理学の1分野である相対性理論が非ユークリッド幾何と何の関係があるのか？

- A4. 相対性理論とは、幾何学としてのミンコフスキー空間論を物理的に解釈したもの。ミンコフスキー空間では私たちの直感に反するようなこと（≡非ユークリッド的なこと）が数多く起こり、例えば2点 A , B の最短線が線分 AB になるとは限らない。

Q5. 2つの幾何の架け橋

ユークリッド幾何とミンコフスキー幾何にはどんな関係があるのか？

- A5. 「座標変換による不変量」を考えると2つの幾何は類似した形で述べることができ、さらにそれらは虚数によって繋がる。

いきなり Q&A が並んでいて「何だこれは!？」と思った人もいるかもしれませんが、上記の Q&A に興味を持った人は、まずスライドの方を見てみてください。スライドは実際の講義で使用したものであり、上記の問いと解答の概要は掴んでもらえるように作ったつもりです。ただし、あくまで口頭による説明を想定した作ったスライドであるので、それだけでは理解しにくい部分も多いと思います（特に光時計を用いた時間の遅れの説明はスライドではほとんど説明できていないので、講義録の2.5節を参照してください）。

スライドの説明を見て、より詳しく知りたい部分が見つかった人は、講義録の方に目を通してみてください。講義録は読んで理解してもらうことが目的なので、ボリュームはありますがその分詳しく書いています。実際、第3節までは数式さえ飛ばして読めば意欲的な中学1年生なら理解できるように書いたつもりです。ここで、講義録の本文において中学数学以上の知識は仮定していない（高校数学で登場する概念は講義録内で説明しています）ので、こちらも意欲的な中学2年生なら数式を含めて理解できると思います（ただし第4節は数式が少し複雑ですので中学生であれば流れが理解できれば十分です）。

また、講義録の付録には特殊相対性理論に関する数学的補遺を載せました。ローレンツ変換の導出や $E = mc^2$ の出自、ミンコフスキー空間の数学的構造などが気になる人はそちらを読んでみてください。2点 A , B の最短線が線分 AB になるとは限らないこと（逆三角不等式）の証明もそちらに載せています。

それでは、めくるめく特殊相対性理論の世界をどうぞお楽しみください。