

U02c 超光速の光！によるタイムマシンは可能か？

松田卓也 (神戸大理)

ここ10年ほどの間に、さまざまなグループが量子トンネル効果、導波管、異常分散現象その他で真空中の光速度 c より速く走る光子を観測したと主張している。例えばアメリカの Chao たちは特殊なフィルターを用いた光子トンネル効果で、 $1.7c$ の速度を持つ光子を観測した (1993)。ここで c は真空中の光速と度である。ドイツの Nimtz は一部が狭くなった導波管にマイクロ波を送り $4c$ を達成した (1993)。Wang たちは異常分散現象を利用して $-c/310$ という負の群速度を達成した (2000)。この場合、波束のピークが入るより前に出てくるのである。もし光子を用いた情報伝達の速度が c を越えると、タイムマシンができることを示すことができる。従来、媒質中における波の位相速度と群速度は c より大きくてもよいことは知られていた。しかし波に先端がある場合、その先端速度は c を越えないことがゾンマーフェルトとブルリアンにより数学的に証明されていた (1914)。これらの矛盾を本論文では解決する。本論文では特に一部が狭くなって、波が伝播できない領域 (減衰領域) をもつ導波管の場合に関して、波動方程式を MATLAB を用いて数値的に解くことにより、波の位相速度はたしかに無限大になるが、それはいわば見かけの現象であり、情報伝達速度はつねに c より小さいことを示す。具体的にはマクスウェル方程式を単純化したスカラーの波動方程式を1次元の場合について解く。その結果、波の先端の速度は決して c を越えないことが示された。波の先端が到達した後では、位相速度は確かに無限大になっている。つまり超光速現象は見かけの現象であり、これを用いてタイムマシンができるわけではない。また位相速度、群速度ともに超光速になる X 波についても解説し、先行波との関係についても議論する。