

複屈折、あなたはどっち派？

複屈折について初めて勉強されたとき、法線速度面や光線速度面で混乱した経験はありませんか？数式をたどることはできても、どうもわかった気にならなかった方も多いと思います。一方、本によってはこれらの面を使わずに屈折率面（屈折率楕円体ではありません）を使って記述しているものがあります。

このように複屈折の説明には2つの方法があるようです。法線速度面を使う方法は実空間で複屈折を考えています<sup>1)</sup>。これは図1のように方向による位相速度の違いを考慮したホイヘンスの原理に基づいています。一方、屈折率面を使う方法では波数ベクトル空間すなわちフーリエ空間を考えます<sup>2)</sup>。屈折率面は方向による位相速度の逆数を空間にプロット

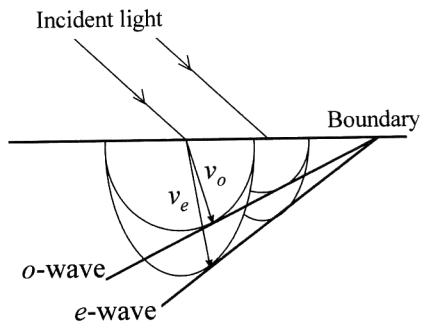


図1 一軸結晶の法線速度面と複屈折。法線速度面（半円と半楕円）は常光線および異常光線の位相ベクトルを表す。この曲面を使ってホイヘンスの原理を適用する。屈折波面は包絡線に垂直な方向に進む。

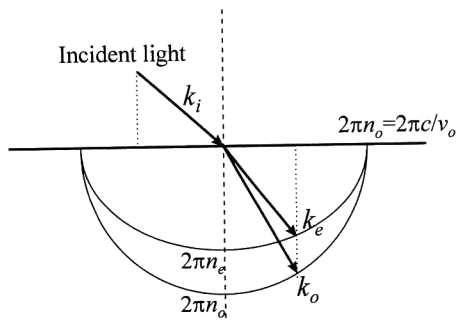


図2 屈折率面（波数ベクトル空間）と複屈折。屈折率面（半円と半楕円）は常光線および異常光線の波数ベクトル（位相速度の逆数）を表す。屈折しても波数ベクトルの境界面の成分は変わらない。屈折波面は波数ベクトルの方向に進む。

した図2のような曲面です。

光屋さんの書く本は、Principles of Optics (光学の原理)を見習ってか、ほとんど法線速度面と光線速度面を使った説明がなされています。一方、電気屋さんが書いた光学の本は屈折率面での説明が多く、量子エレクトロニクスの本のほとんどはこのスタイルです。結晶中の電子の振る舞いを考えるときに使うブリルアン・ゾーンやX線回折でのエバルト球に慣れた方には屈折率面の方がわかりやすいようです。

われわれに関心のあるのは「どちらのほうが使いやすいか？」です。両者の得失については鶴田先生の「応用光学II」に詳しく書かれています<sup>3)</sup>。法線速度面を使う方法は実空間なので理解しやすいのですが、境界での屈折角を求めるには手続きが面倒です。一方、屈折率面は実空間でないので取っつきは悪いのですが、屈折角は簡単に求めることができます。

ところで高校か中学でスネルの法則を習ったとき、どんな説明だったか覚えていますか？これにも2つの方法があったと思います。ホイヘンスの原理を使って包絡線の方法と、速度が屈折率に反比例し境界で位相が連続であることから屈折角を求める方法です。当時は等方性媒質における屈折の問題でしたが、これを複屈折媒質に拡張すると、2つの方法はまさに法線速度面および屈折率面を使う方法になります。中学高校での2つの説明方法が高度な専門書まで引きずっているとは、なんだか愉快になります。

この記事に関してのご意見は下記のメールアドレスまでお寄せください。umeda@cc.tuat.ac.jpまたはkikuta@measure.mecha.osakafu-u.ac.jp

文 献

- 1) M. Born and E. Wolf: *Principles of Optics* (Pergamon Press, Oxford, 1986) Chap. XIV.
- 2) A. Yariv and P. Yeh: *Optical Waves in Crystals* (John Wiley & Sons, New York, 1984) Chap. 4.
- 3) 鶴田匡夫：応用光学II (培風館, 1990) 第5章.