

4 屈折の話の補足

4.1 屈折率の補足

同じ物体中でも、屈折率は光の色（波長）によってわずかに異なることは既に説明した。波長 $5.893 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光に対する屈折率を表 1 に示してある。

表 1 真空に対する物質の屈折率

物質	空気	水	セダ油	石英ガラス	ダイヤモンド	ゲルマニウム
屈折率	1.000292	1.3334	1.516	1.4589	2.4202	4.093

これまでに登場した「光の屈折率」は、主に「空気に対する物質の屈折率」だった。本来は、「真空に対する物質の屈折率」を屈折率として採用しなければならない*¹。しかし、「空気に対する物質の屈折率」は「真空に対する物質の屈折率」とほとんど同じ値なので、両者の区別にあまり神経質になる必要はない。なお、真空中の屈折率は（あえて書くと）1 である。ふつう、「真空に対する物質の屈折率」は 1 より大きい。

4.2 光の全反射

光がガラスの中から空気に入射するときに入射角を大きくしていくと、光は境界面ですべて反射し空気中に出なくなる。これを「全反射」という。全反射がちょうど起きはじめるとき、屈折角は 90° になり、このときの入射角のことを臨界角りんかいかくという。全反射を利用したものには光ファイバーなどがある。

全反射の図

*¹ 「真空に対する物質の屈折率」のことを絶対屈折率ともいう。

光の屈折とその関連

4 屈折の話の補足

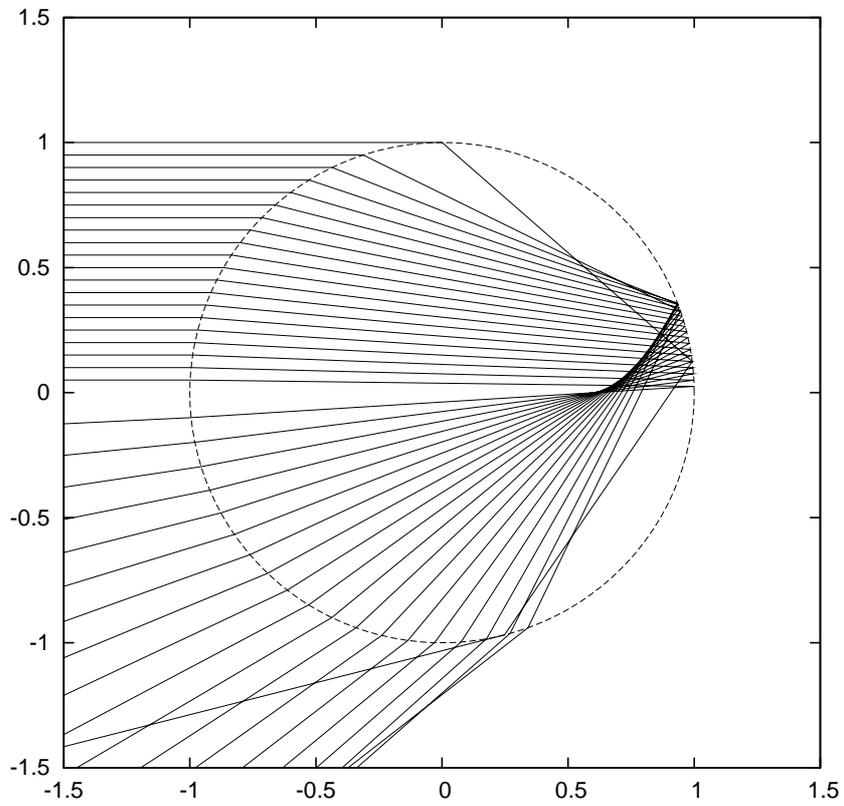
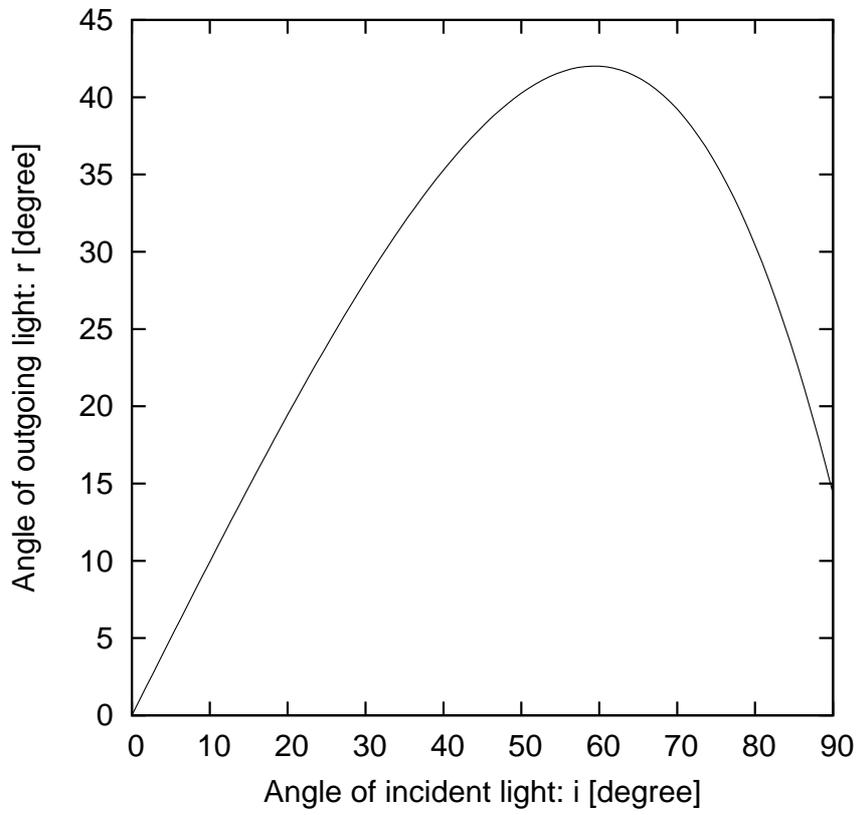
具体例 4.1 光ファイバー

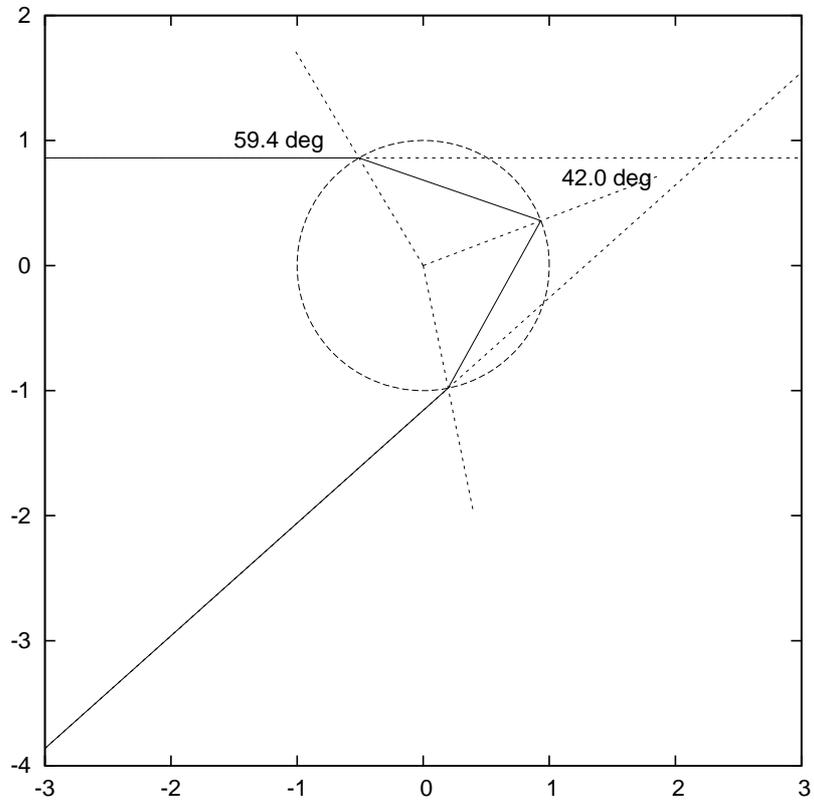
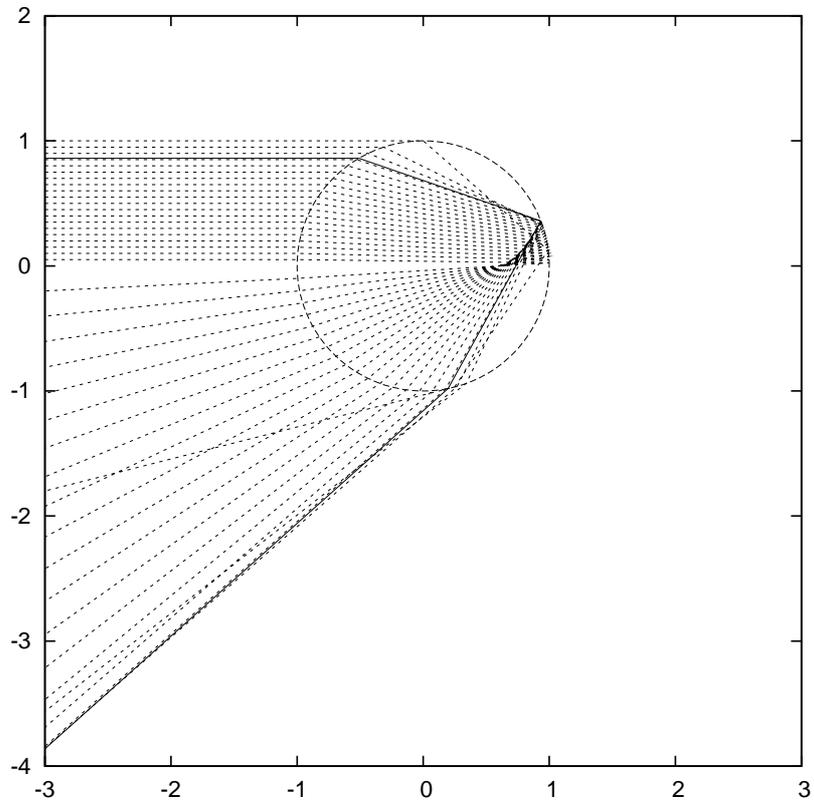


4.3 前回の続き

具体例 4.2 虹の原理（分散の例）







4.4 屈折率の角度による表現

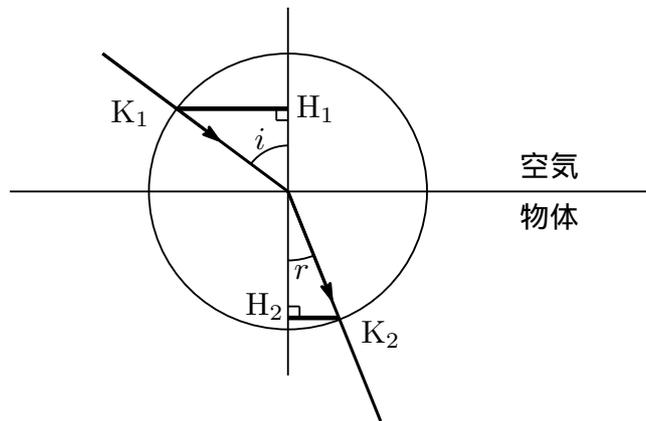
モチベーション(これから何がしたいのか)

屈折率そのものは で定義されていた

しかし、入射と反射の度合は で表している

そこで、 を で表す方法を考えよう

屈折率の定義の図



とくに、半径 1 の円において、角度 i および半径の長さと、 K_1H_1 の長さの関係はどうなっているだろうか。

計算例

30°

45°

60°

計算例

0°

90°

このように、角度 i が決まると K_1H_1 の長さも決まる。逆に、 K_1H_1 の長さをはかれば角度 i も分かる。一般の角度 i についての K_1H_1 の長さは表 2 のようになっている。

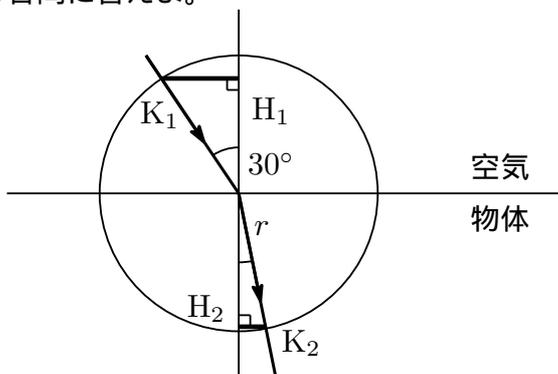
定義 4.1 半径 1 の円をとってきて、各 i に対して K_1H_1 を求めたでしょう。角度 i が決まると K_1H_1 の長さもただ 1 つに決まる。したがって、 K_1H_1 は i の関数となる。

$$\text{関数: } i \mapsto K_1H_1 \tag{4.4.1}$$

この i の関数のことを $\sin i$ と書き、 i のサイン（正弦）とよぶ。

4.5 計算練習

各物体の屈折率を水 $4/3$ 、ガラス $3/2$ 、ダイヤモンド $12/5$ 、ゲルマニウム 4 とする。次の各問に答えよ。



問題 4.1 光を各物体に入射角 30° で入射した。

1. K_2H_2 の長さを求めよ。
2. 角度 r を表を用いて答えよ。

解答 4.1

問題 4.2 ガラス、水の臨界角を求めよ。

解答 4.2

問題 4.3 空気からある液体に光が入射したとき、入射角が 60° 、屈折角が 30° であった。また、ある物体から空気に光が入射したとき、半径 R の円を用いた屈折角の定義の図において、 $K_1H_1 = 5\text{ cm}$, $K_2H_2 = 8\text{ cm}$ であった。液体・物体それぞれの屈折率を求めよ。

解答 4.3

問題 4.4 入射角 30° で直方体のガラスに入射した光がガラスの中を通過した後に進む角度 i を求めよ。ただし、光は入射した面に向かい合う平行な面から出てくるものとする。

解答 4.4

表 2 角度 i に対する K_1H_1 の長さ

入射角 [°]	K_1H_1 の長さ	入射角 [°]	K_1H_1 の長さ	入射角 [°]	K_1H_1 の長さ
1	0.017452	31	0.515038	61	0.874620
2	0.034899	32	0.529919	62	0.882948
3	0.052336	33	0.544639	63	0.891007
4	0.069756	34	0.559193	64	0.898794
5	0.087156	35	0.573576	65	0.906308
6	0.104528	36	0.587785	66	0.913545
7	0.121869	37	0.601815	67	0.920505
8	0.139173	38	0.615661	68	0.927184
9	0.156434	39	0.629320	69	0.933580
10	0.173648	40	0.642788	70	0.939693
11	0.190809	41	0.656059	71	0.945519
12	0.207912	42	0.669131	72	0.951057
13	0.224951	43	0.681998	73	0.956305
14	0.241922	44	0.694658	74	0.961262
15	0.258819	45	0.707107	75	0.965926
16	0.275637	46	0.719340	76	0.970296
17	0.292372	47	0.731354	77	0.974370
18	0.309017	48	0.743145	78	0.978148
19	0.325568	49	0.754710	79	0.981627
20	0.342020	50	0.766044	80	0.984808
21	0.358368	51	0.777146	81	0.987688
22	0.374607	52	0.788011	82	0.990268
23	0.390731	53	0.798636	83	0.992546
24	0.406737	54	0.809017	84	0.994522
25	0.422618	55	0.819152	85	0.996195
26	0.438371	56	0.829038	86	0.997564
27	0.453990	57	0.838671	87	0.998630
28	0.469472	58	0.848048	88	0.999391
29	0.484810	59	0.857167	89	0.999848
30	0.500000	60	0.866025	90	1.000000

光の屈折とその関連

4 屈折の話の補足

—MEMO—