

第40回 物理教育研究集会

「光の性質の学習素材と しての気象光学現象」

大阪市立科学館、中之島科学研究所

長谷川 能三

気象光学現象

「気象光学現象」とは

- 虹のように空に見える現象
- 空中の水滴(球形)・氷晶(六角柱)によって現われる
- あまり知られていない・見られていないが、いろいろな種類がある

気象光学現象

「虹」



气象光学现象

「虹」



気象光学現象

「虹」

- 太陽の光が水滴にあたって見える
- 対日点(太陽と反対の方向・高度)
を中心に、半径約42度の円弧
- 通常の虹 (主虹) の外側に、
半径約51度の副虹が見える

気象光学現象

「環天頂(かんてんちょう)アーク」



気象光学現象

「環天頂(かんてんちょう)アーク」



気象光学現象

「環天頂(かんてんちょう)アーク」



気象光学現象

「環天頂(かんてんちょう)アーク」

- 太陽高度が低い(32度以下)の時
- 巻層雲(上層の薄雲)が出ている
- 逆さまの虹のように見える
- 天頂を中心とした円弧の一部
- 弧の外側(太陽に近い側)が赤
- 通常の虹よりも、虹色の幅が広い

気象光学現象

「環水平（かんすいへい）アーク」



気象光学現象

「環水平（かんすいへい）アーク」



気象光学現象

- 「環水平（かんすいへい）アーク」
- 太陽高度が高い(58度以下)の時
 - 巻層雲（上層の薄雲）が出ている
 - 高度一定の幅の広い虹色の帯
 - やや下に凸に見える
 - 上側（太陽に近い側）が赤
 - 「彩雲」と間違っって紹介されることも

気象光学現象

「幻日（げんじつ）」



気象光学現象

「幻日（げんじつ）」



気象光学現象

「幻日（げんじつ）」



気象光学現象

「幻日（げんじつ）」

- 太陽高度が比較的低い時
 - 太陽の両側（もしくは片側）の約22度離れたところ
 - 虹のかけらのように見える
もしくは明るいスポット
- 幻の太陽：幻日

気象光学現象

「内暈（うちかさ・ないうん）」



気象光学現象

「内暈（うちかさ・ないうん）」



気象光学現象

「内暈（うちかさ・ないうん）」

・「月が"かさ"をかぶると雨が...」

かさ：×傘 暈

・太陽や月を中心に半径22度の円

・内側がやや赤色、外側がやや青色

気象光学現象

「タンジェントアーク」



気象光学現象

「タンジェントアーク」



気象光学現象

「タンジェントアーク」



気象光学現象

「タンジェントアーク」



気象光学現象

「タンジェントアーク」



気象光学現象

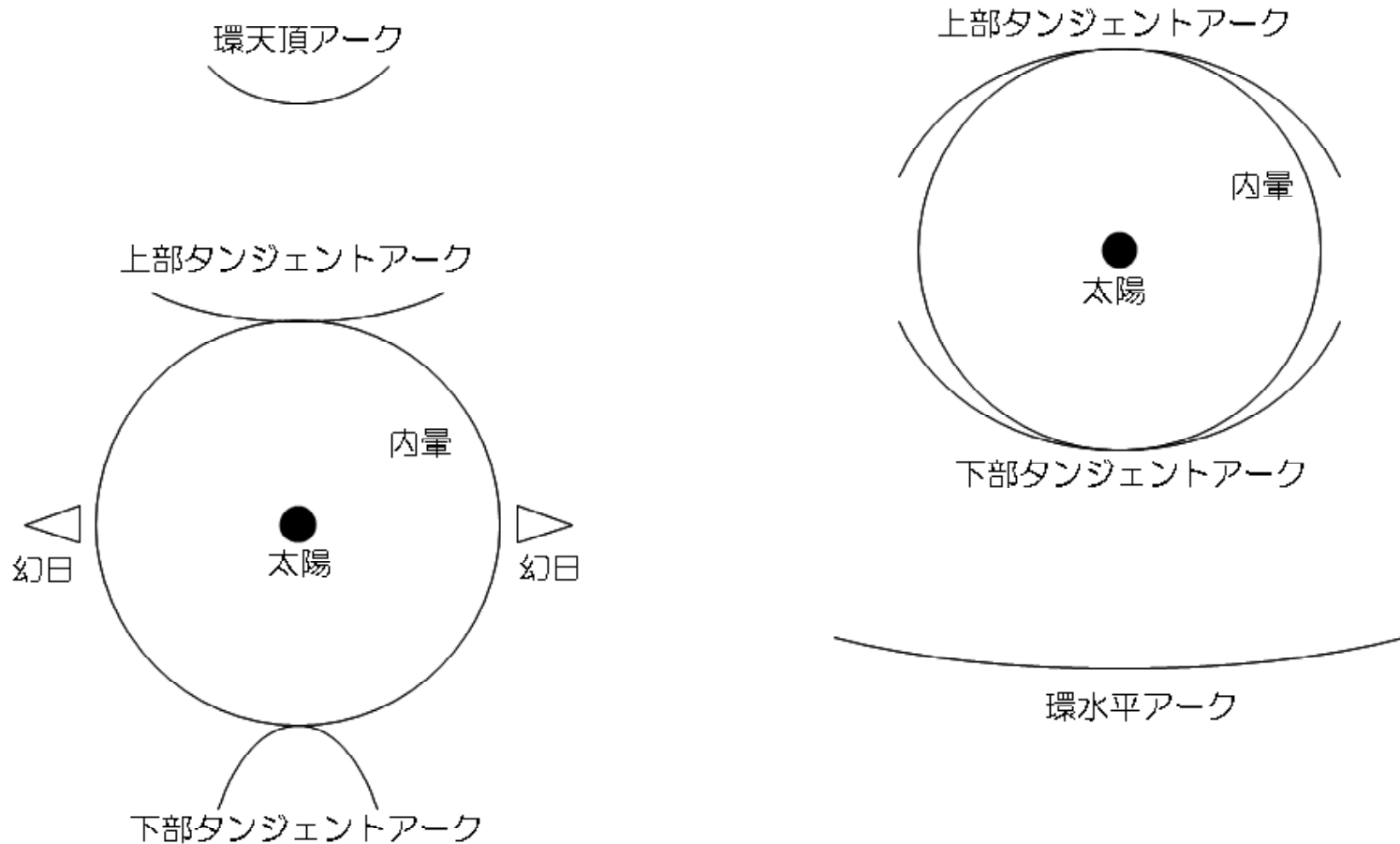
「タンジェントアーク」

- 暈の上下から逆向きに反った形
- 暈の上下の部分が明るく色鮮やか
- 太陽高度が高いとき暈が楕円形？

太陽の高度によって見え方が違う

気象光学現象

氷晶による主な気象光学現象



気象光学現象

「光環（こうかん）」



気象光学現象

「光環（こうかん）」



気象光学現象

「光環（こうかん）」



気象光学現象

「光環（こうかん）」

- ・ 満月の前を薄雲が通過

月のまわりに小さな色の輪

- ・ 太陽のまわりにも出現

但し、まぶしくて見づらい

- ・ 半径数度の比較的小さな色の環
- ・ 花粉によって現われることもある

気象光学現象

「光環（こうかん）」



気象光学現象

「彩雲（さいうん）」



気象光学現象

「彩雲（さいうん）」



気象光学現象

「彩雲（さいうん）」



気象光学現象

「彩雲（さいうん）」

- 太陽の近くの雲が色づいて見える
- 特に形は決まっていらないが、概ね雲の外形に沿った形で色づく
- 雲が蒸発していくような場合に、みるみる色や形が変化していく

幾何光学による現象

「環天頂(かんてんちょう)アーク」

- 六角板状の氷の結晶

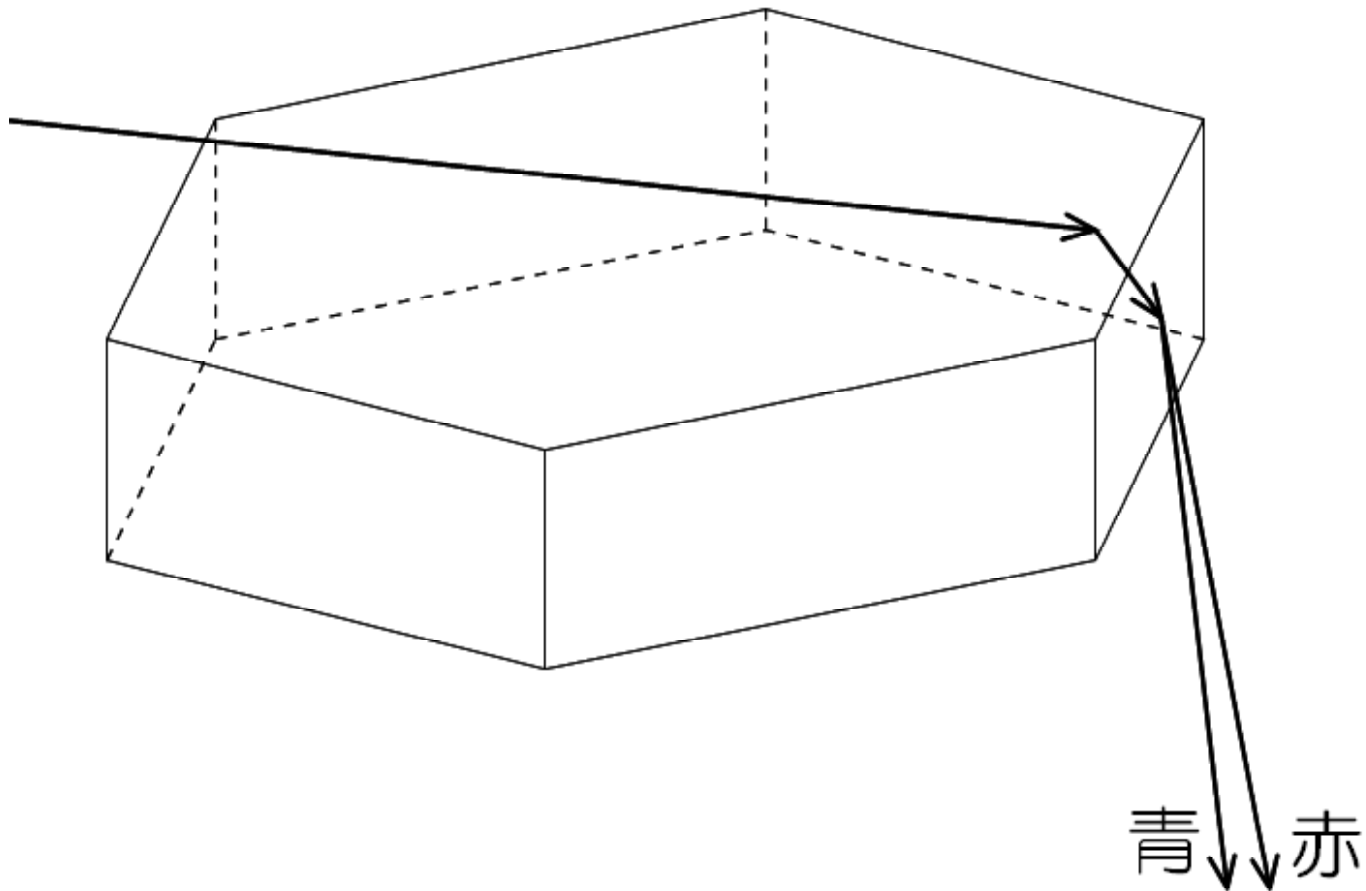
六角形の面が水平になりやすい

- 上面から入った光が側面から出る
- 90度の角がプリズムの役目

氷の屈折率が1.414より小さい
全反射にならない

幾何光学による現象

「環天頂(かんてんちょう)アーク」



幾何光学による現象

「環水平（かんすいへい）アーク」

- 六角板状の氷の結晶

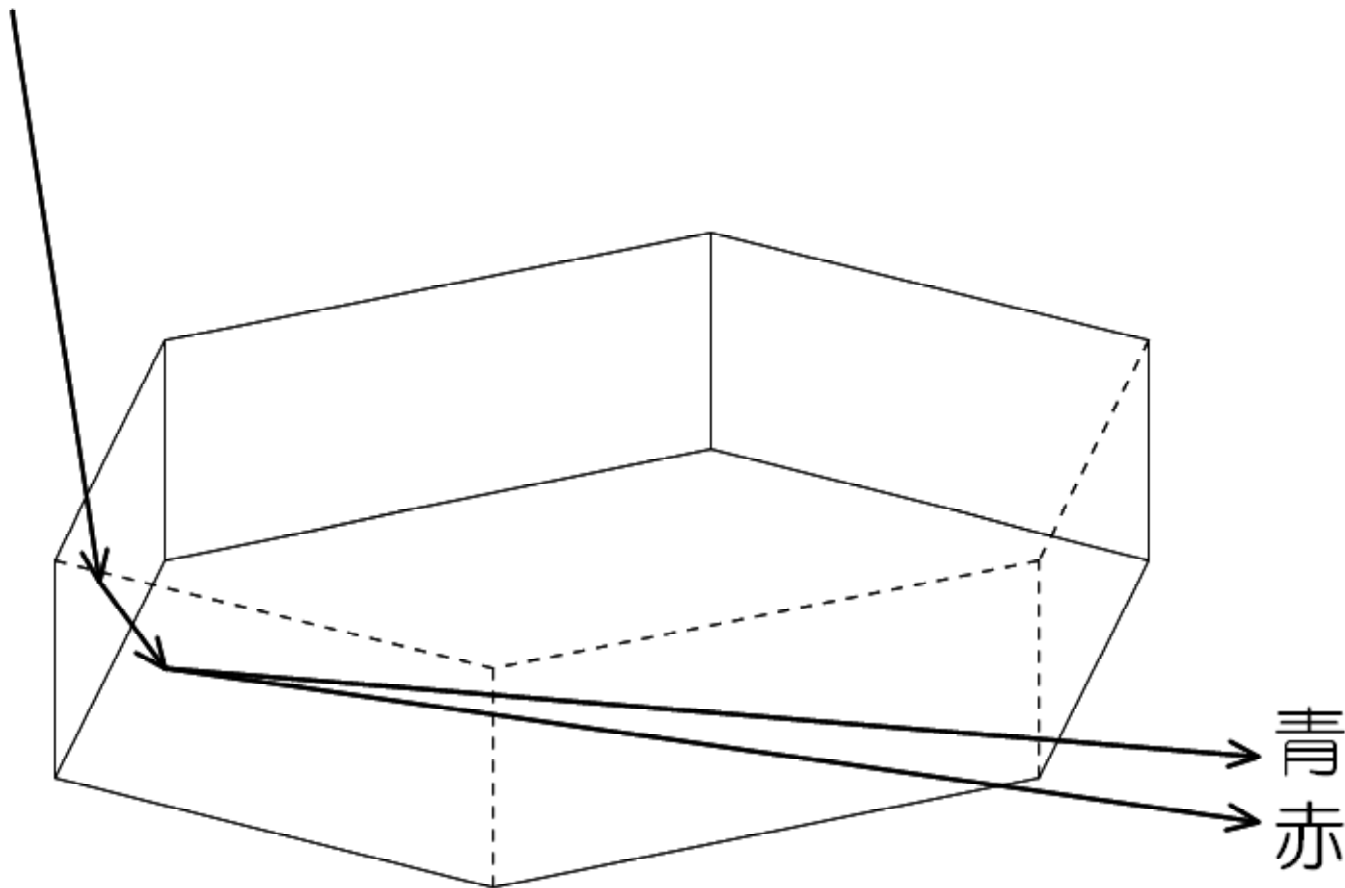
六角形の面が水平になりやすい

- 側面から入った光が下面から出る
- 90度の角がプリズムの役目

氷の屈折率が1.414より小さい
全反射にならない

幾何光学による現象

「環水平（かんすいへい）アーク」



幾何光学による現象

「幻日（げんじつ）」

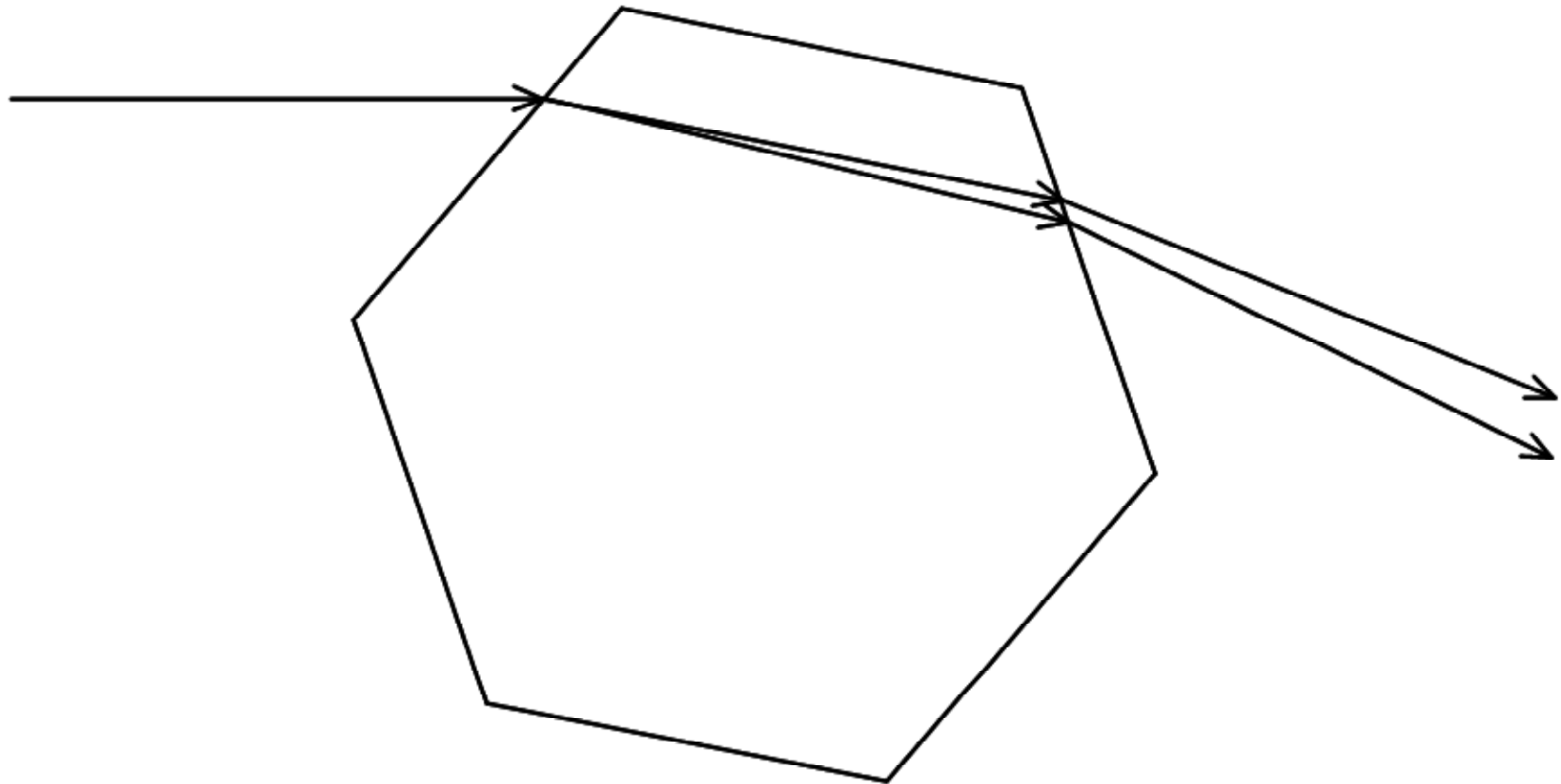
- 六角板状の氷の結晶

六角形の面が水平になりやすい
水平面内での向きは不定

- 側面から入った光が側面から出る
隣の側面からは出ない：全反射
- 最小偏角が22度（ここが明るい）

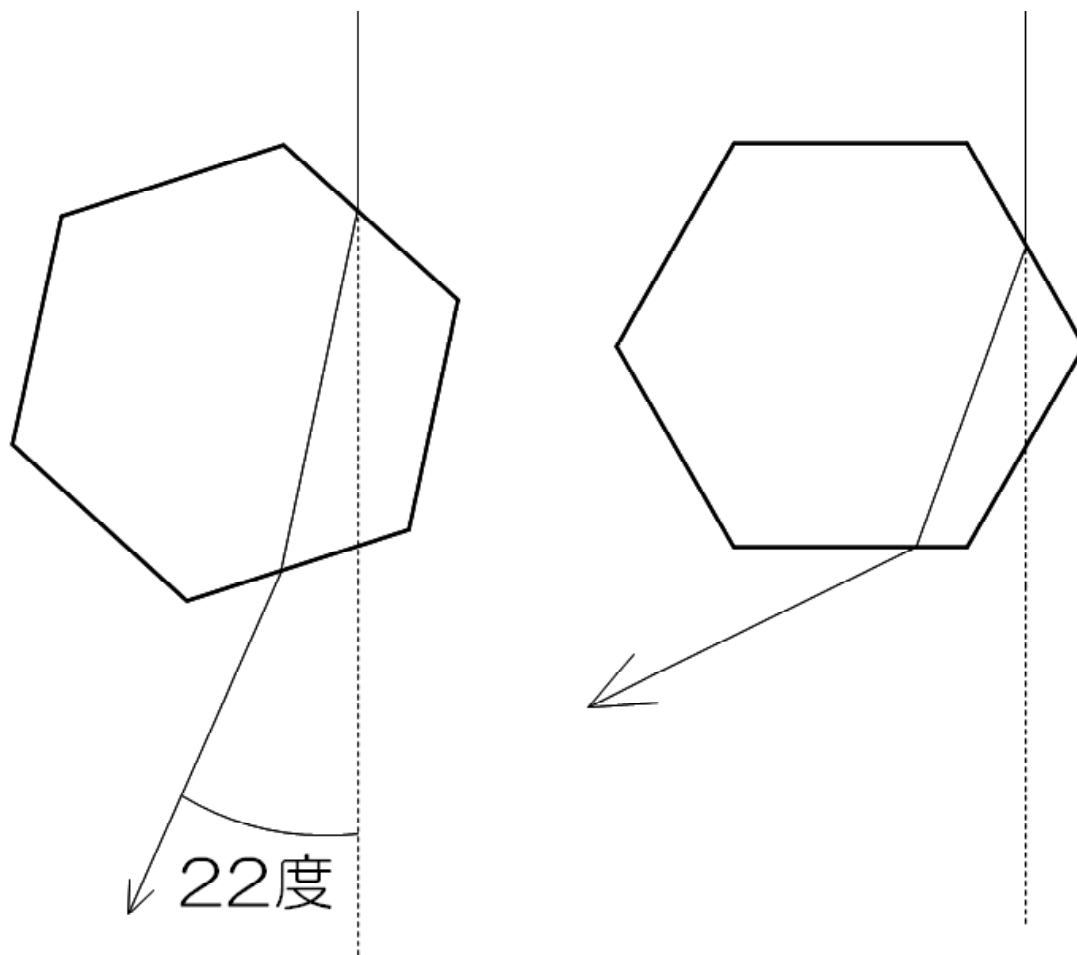
幾何光学による現象

「幻日（げんじつ）」



幾何光学による現象

「幻日（げんじつ）」



幾何光学による現象

「内暈（うちかさ・ないうん）」

- 六角柱の氷の結晶

結晶の向きは不定

- 太陽のまわり全ての方向で、
太陽から22度のところが明るい
- 氷晶の向きの自由度が高い
虹色があまり鮮やかではない

幾何光学による現象

「タンジェントアーク」

- 鉛筆のように細長い六角柱の氷
 - 軸が水平
 - 軸まわりの回転の向きは不定
 - 水平面内で軸の向きは不定
- 太陽高度によって形状が変化

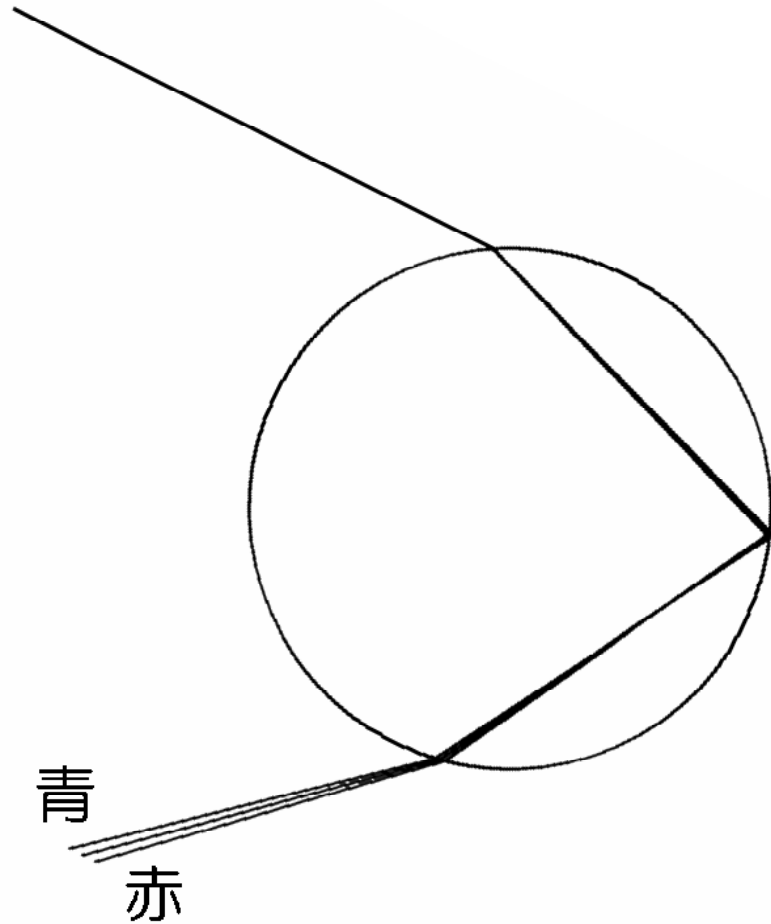
幾何光学による現象

「虹」

- 水滴に太陽の光があたって見える
- よくある説明図
 - 光は水滴全体に当たるのに...
 - 水滴の表面で反射した光は？
 - 一旦水滴の中に入った光は？
 - 水滴の中で2回反射した光は？

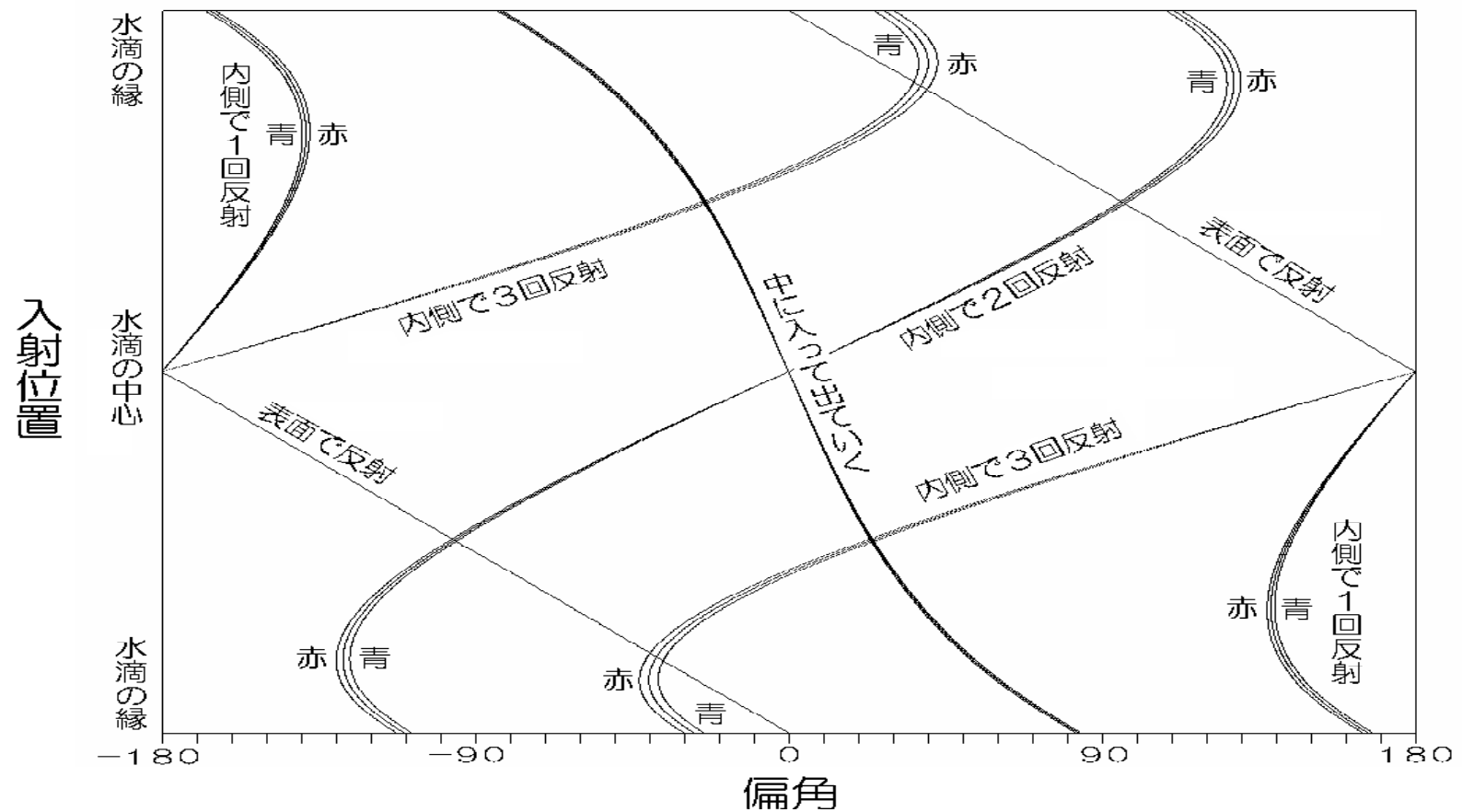
幾何光学による現象

「虹」



幾何光学による現象

「虹」



幾何光学による現象

「虹」

- 水滴の表面で反射した光
極値をもたない：虹にならない
- 一旦水滴の中に入った光
極値をもたない：虹にならない
- 水滴の内面で1回反射した光
虹として見える

幾何光学による現象

「虹」

- 水滴の内面で2回反射した光
副虹として見える
(色の順が逆、淡い、幅が広い)
- 水滴の内面で3回反射した光
3次の虹？
明らかかな観測例はない？

波動性による現象

「光環（こうかん）」

- 波長の数十倍の大きさの水滴
- 周囲を通った光が回折・干渉
- 水滴が球形：

月や太陽の周りに円形に現われる

波動性による現象

「花粉による光環」

- 水滴：サイズはある程度バラバラ
光環はあまり鮮やかではない
- 花粉：サイズがほぼ揃っている
色鮮やかな光環
何重もの色のリングが見える
薄雲がない晴天を背景に見える

波動性による現象

「彩雲（さいうん）」

- ・ 光環：波長の数十倍の水滴による
回折・干渉
ほぼ円形(同心円の色の環)
- ・ 彩雲：光環より小さな水滴による
回折・干渉
ほぼ雲の外形に沿った形

まとめ

幾何光学による現象

- ・ 環天頂アーク、環水平アーク

幾何光学 + 極値が明るくなる現象

- ・ 幻日、暈、タンジェントアーク等
- ・ 虹、副虹

波動性による現象

- ・ 光環、彩雲等

まとめ

気象光学現象

- ・ みためのきれいさ 光への興味
- ・ さまざまな現象
知っていれば見える機会の増加
光の多様な性質
- ・ その他にも、虹色 スペクトル、
偏光の向きによる変化もあり