

ライトフィールドカメラの研究 —光線情報からの画像再構成—

2015/02/09

コンピュータ理工学部
ネットワークメディア学科
蚊野研究室

144902

中島 類

研究背景

- 通常のカメラの機能
 - フォーカス
 - 被写体にピントを合わせ, くっきりと映す
 - 画角
 - ズームの拡大縮小
 - 被写界深度
 - 画像の中のピントの合った位置の範囲

研究背景

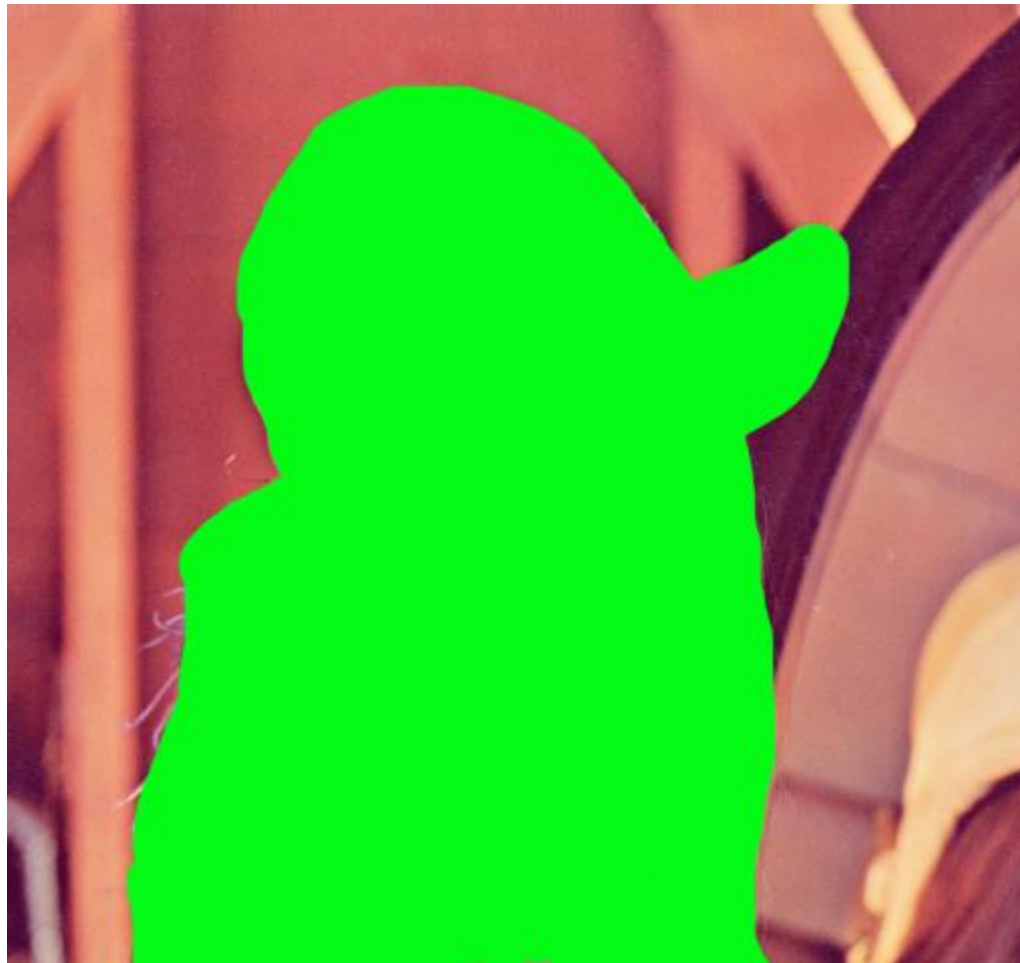


PANCAKES by hedvigs
<https://www.flickr.com/photos/hedvigs/12591822985>
License
<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

研究背景



研究背景



研究背景

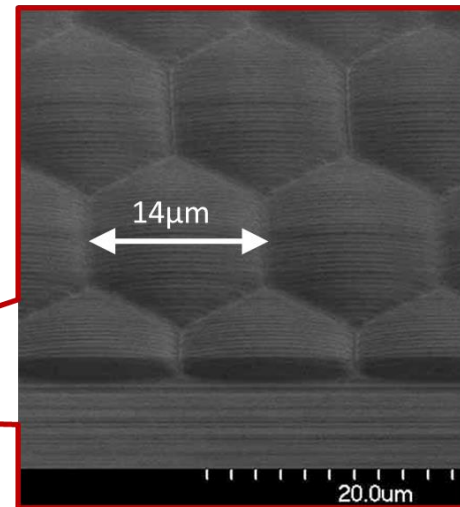
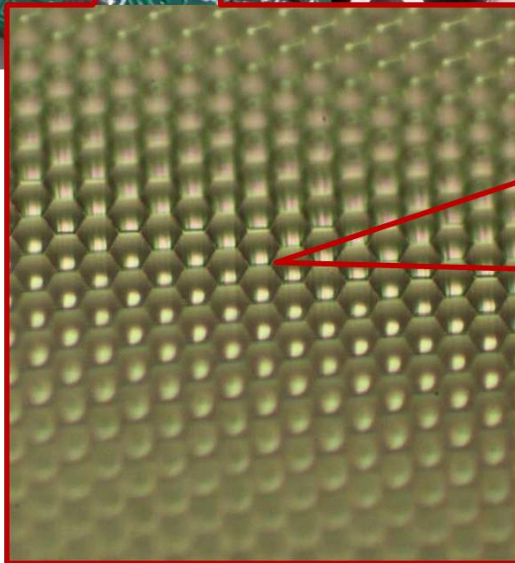
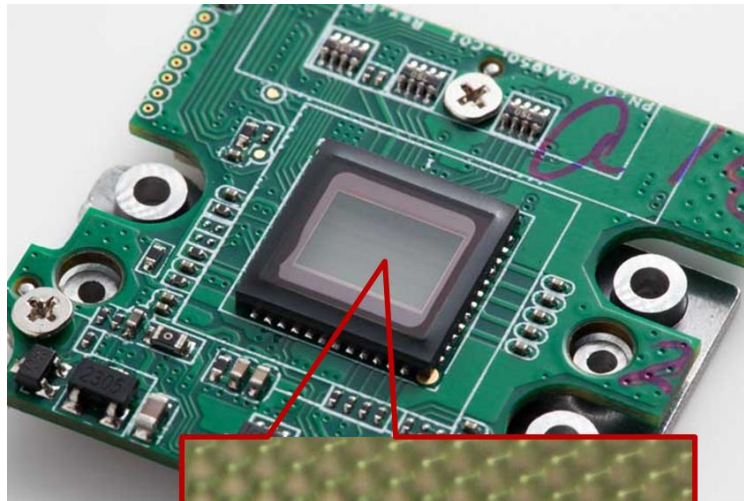


研究概要

- 問題点
 - 撮影現象の再現ではない
 - 必ずしも自然な画像にならない
- 本研究
 - ライトフィールドカメラから得られる光線情報を処理
 - 通常のカメラの機能をシミュレート
 - リフォーカス
 - 画角制御
 - 被写界深度制御

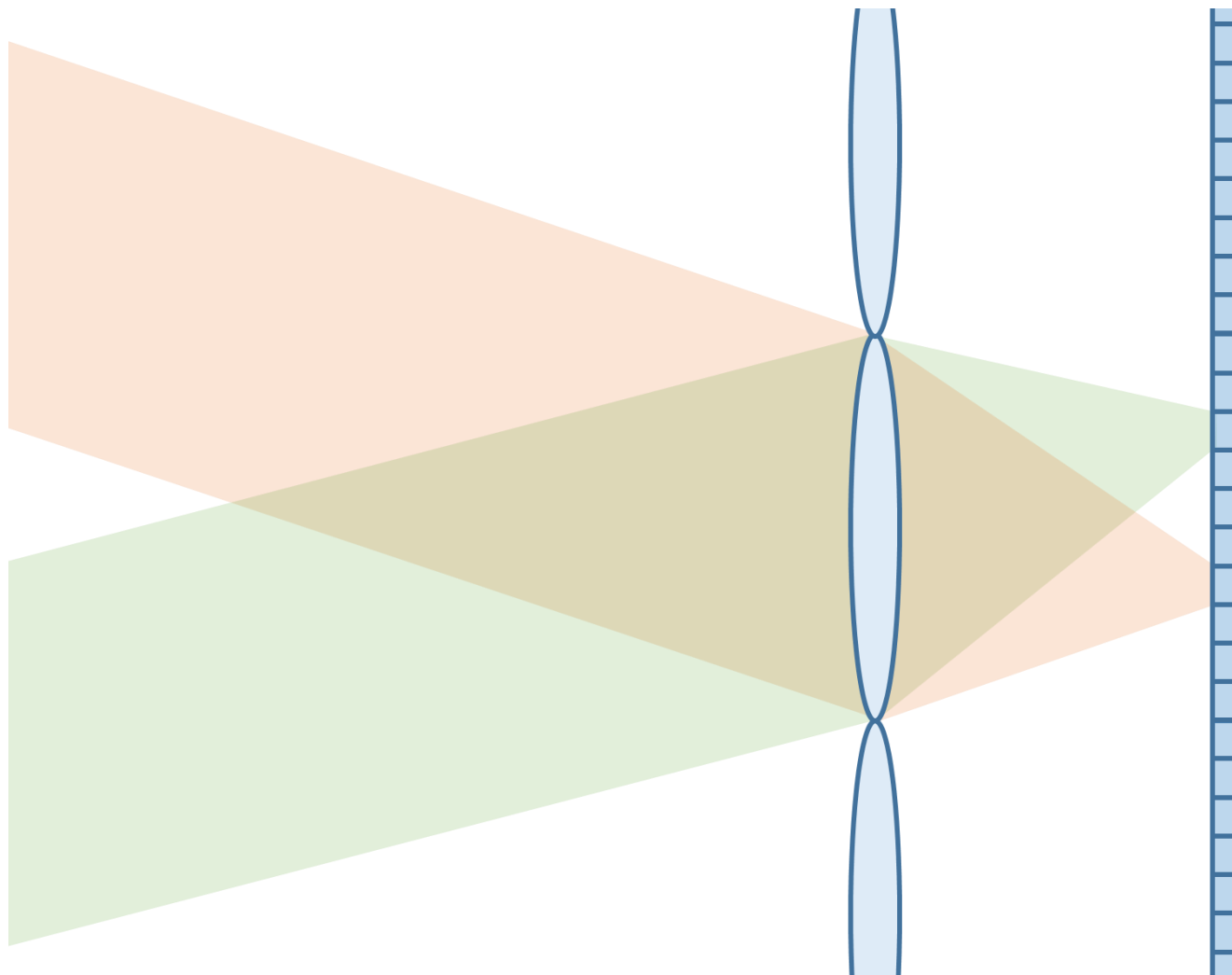
ライトフィールドカメラ の原理

ライトフィールドカメラの原理



写真：豊通エレクトロニクス ヴァン・パートナーズ
(日経エレクトロニクス 2012 年 8 月 20 日号掲載)

ライトフィールドカメラの原理

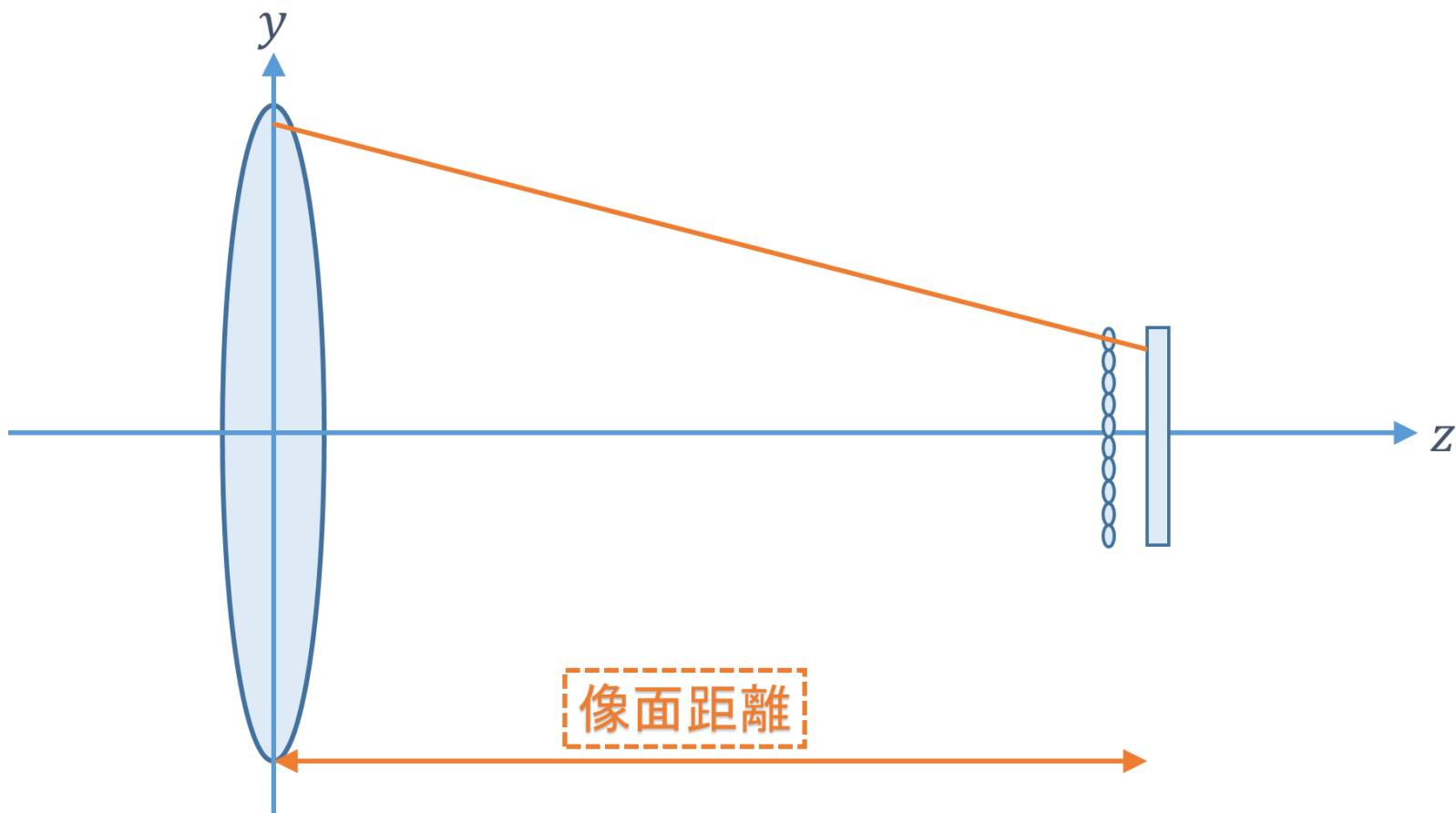


撮影現象のシミュレート

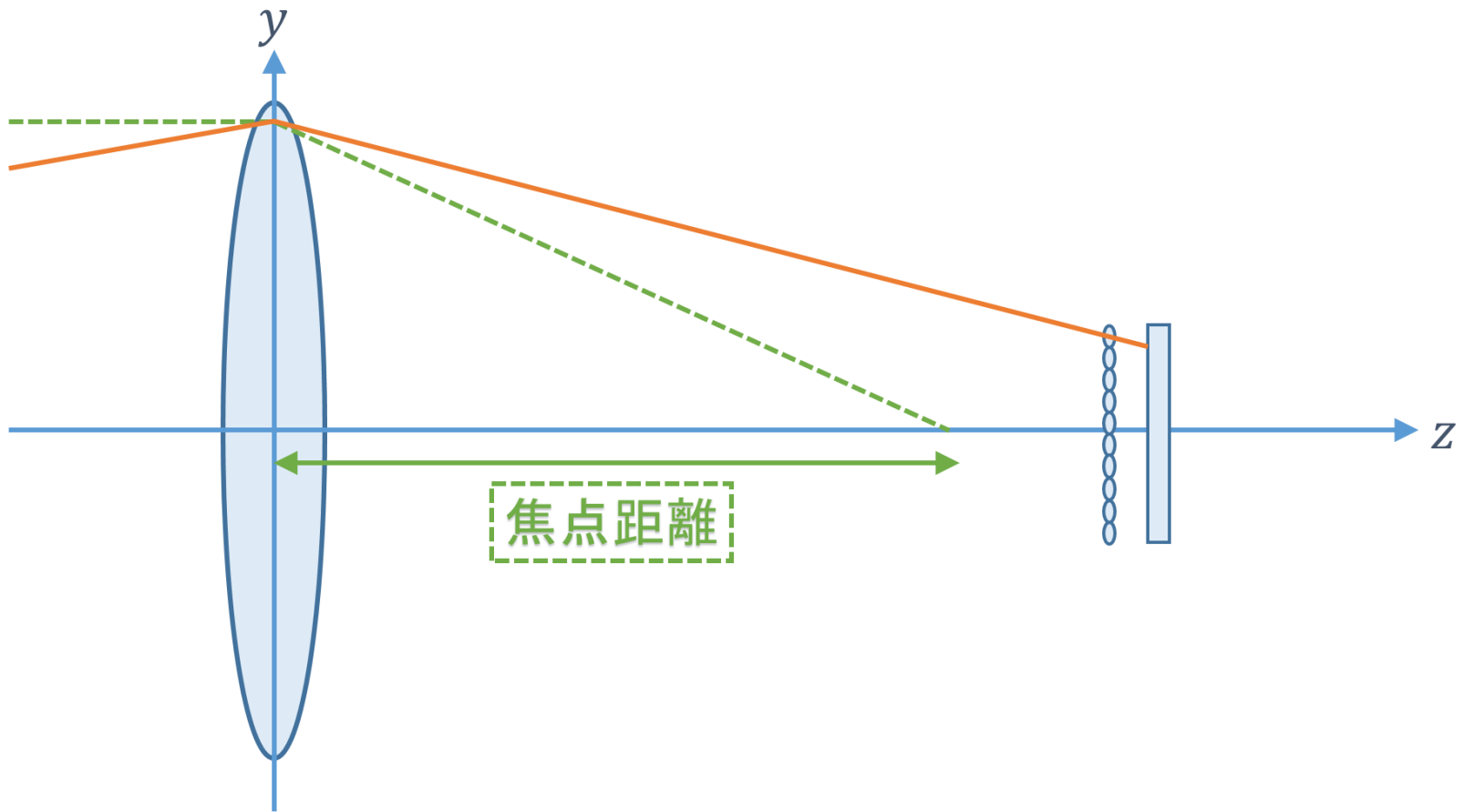
シミュレートの手順

1. 主レンズに入射する光線を計算
 - i. 像面距離（主レンズから像までの距離）, 光線上の位置を主レンズ方向に移動
 - ii. 主レンズの焦点距離で外界側へ屈折
2. 新しいレンズと撮像素子を設定
3. レンズによる屈折, 撮像素子への入射を計算
4. 撮像素子の光線が当たった位置に色情報を配分

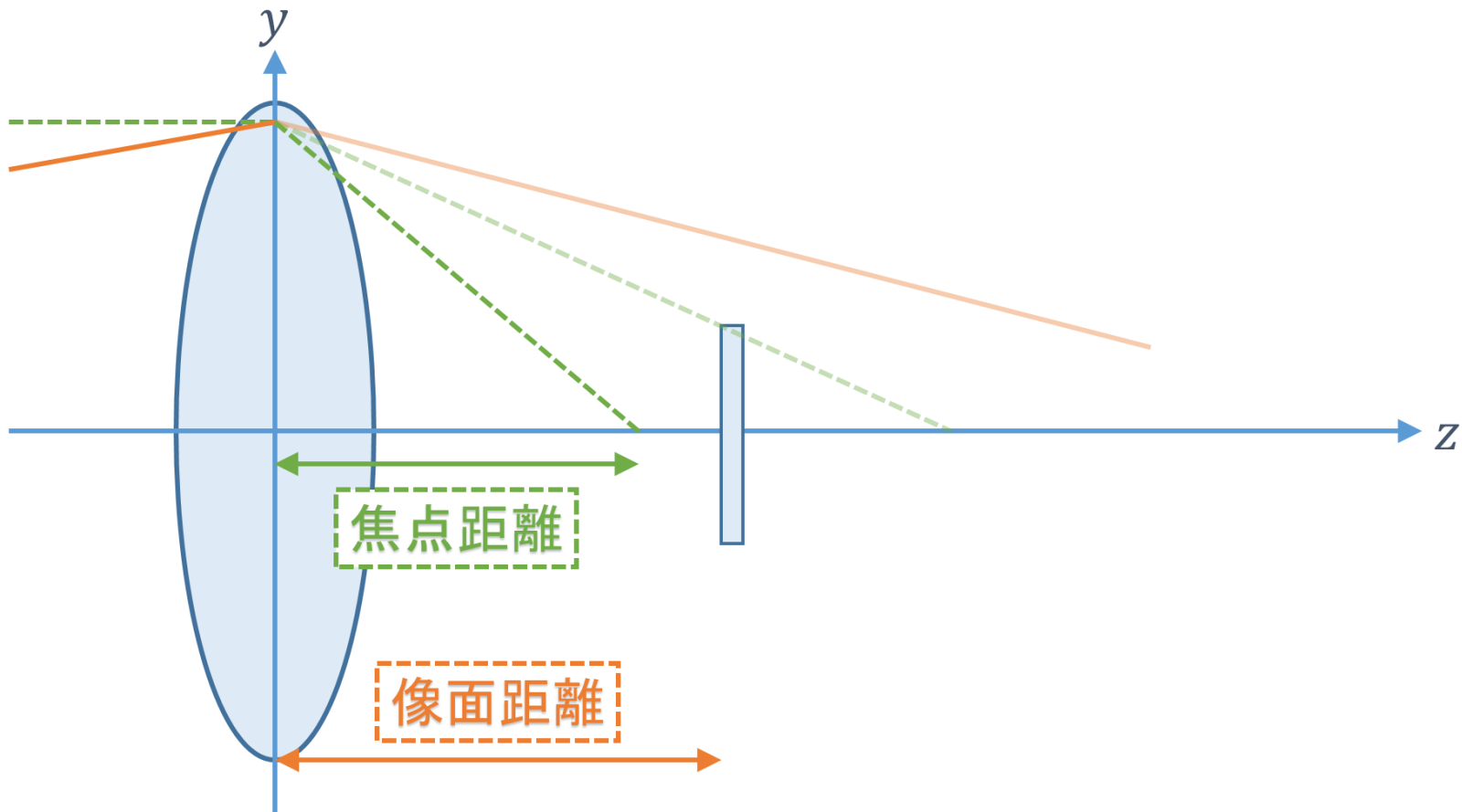
1.i. 主レンズ方向へ移動



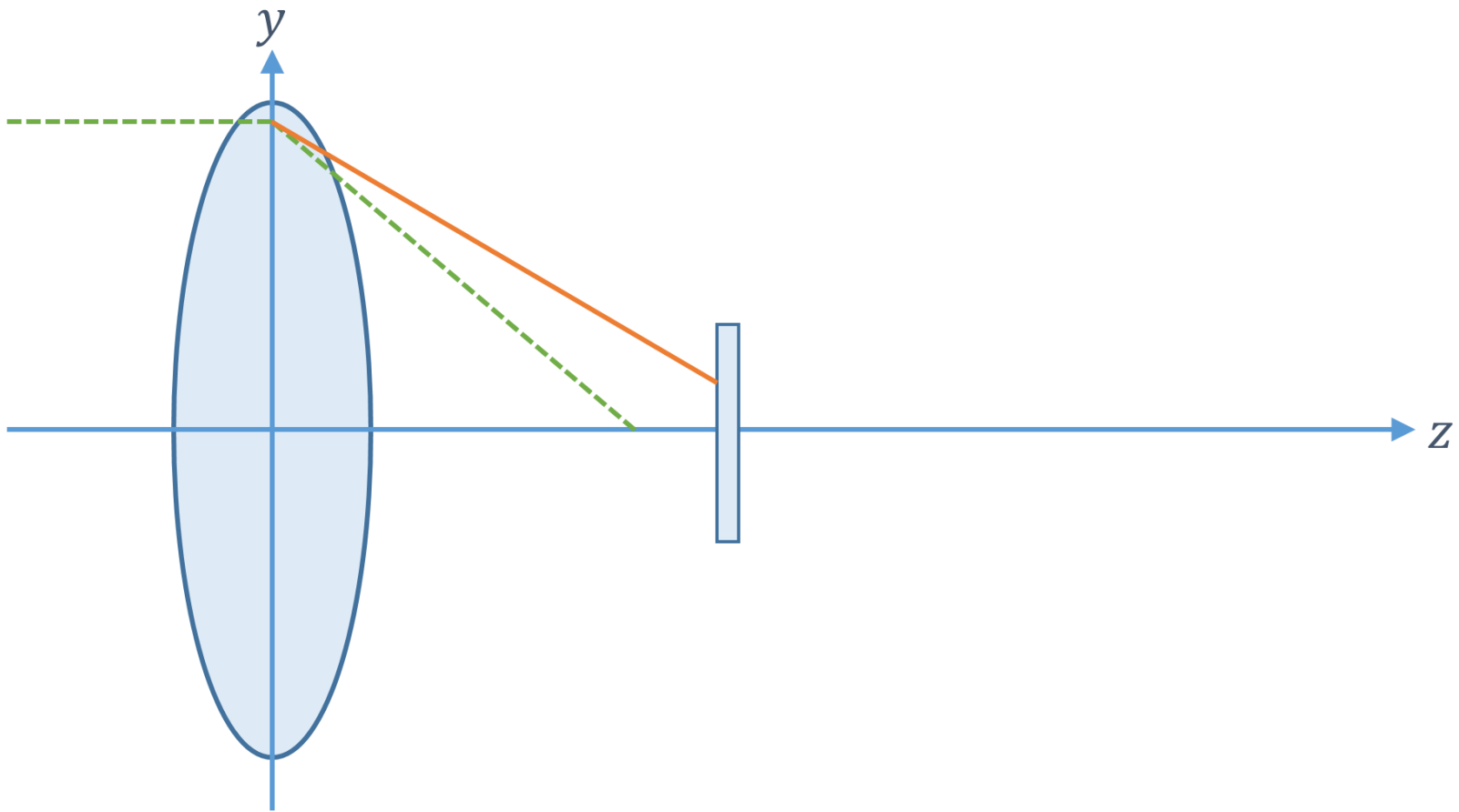
1.ii. 外界側へ屈折



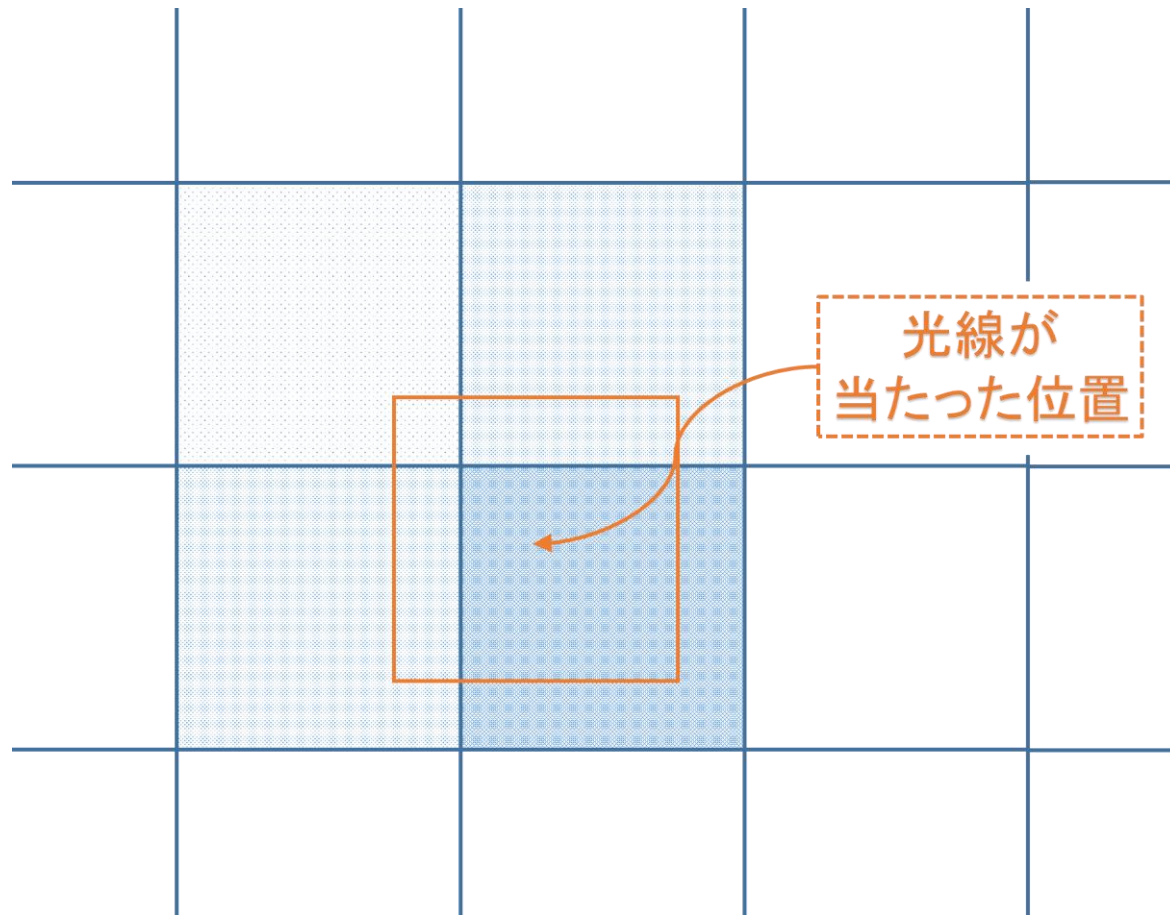
2. 新しいレンズと撮像面



3. 屈折と入射

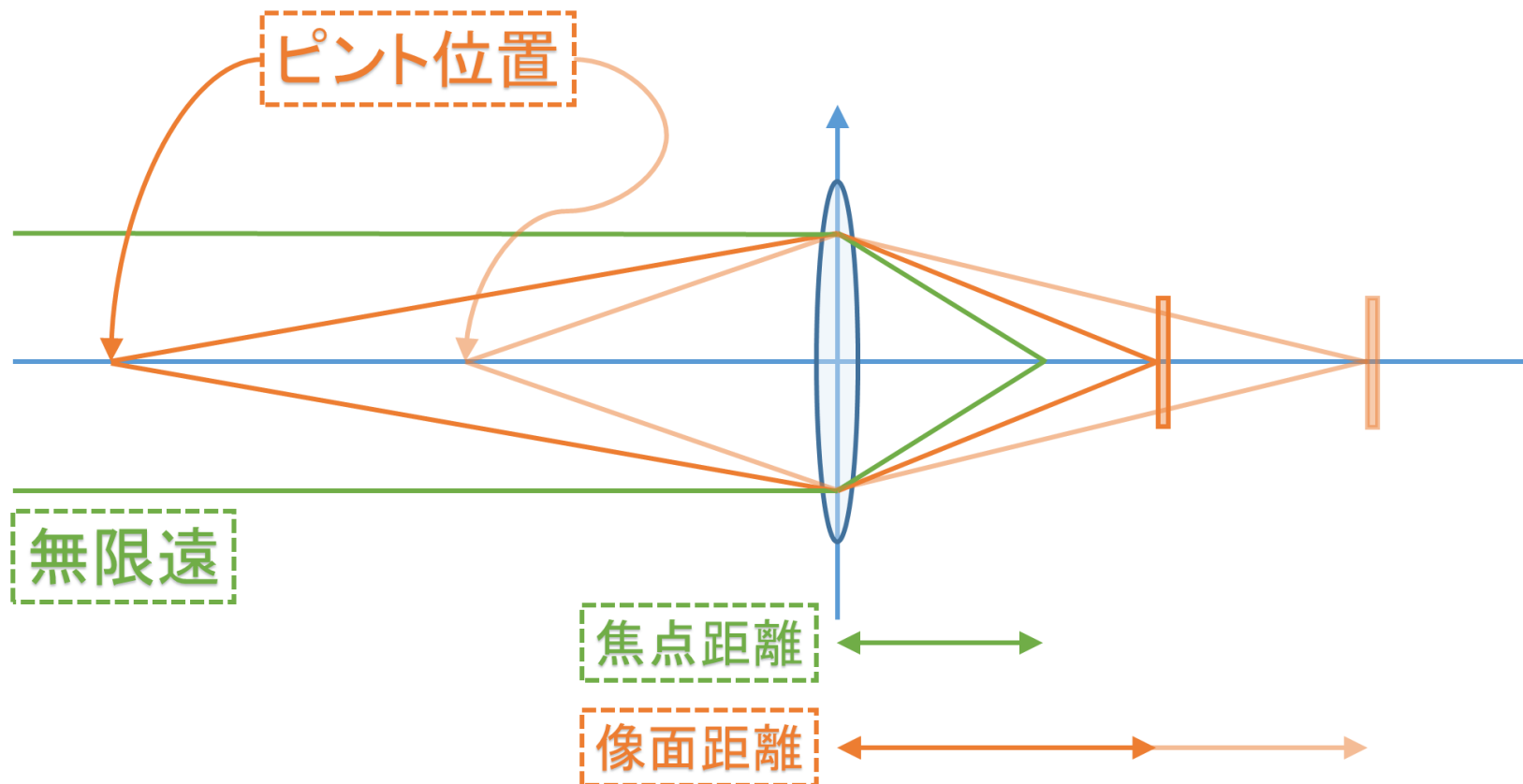


4. 色情報配分

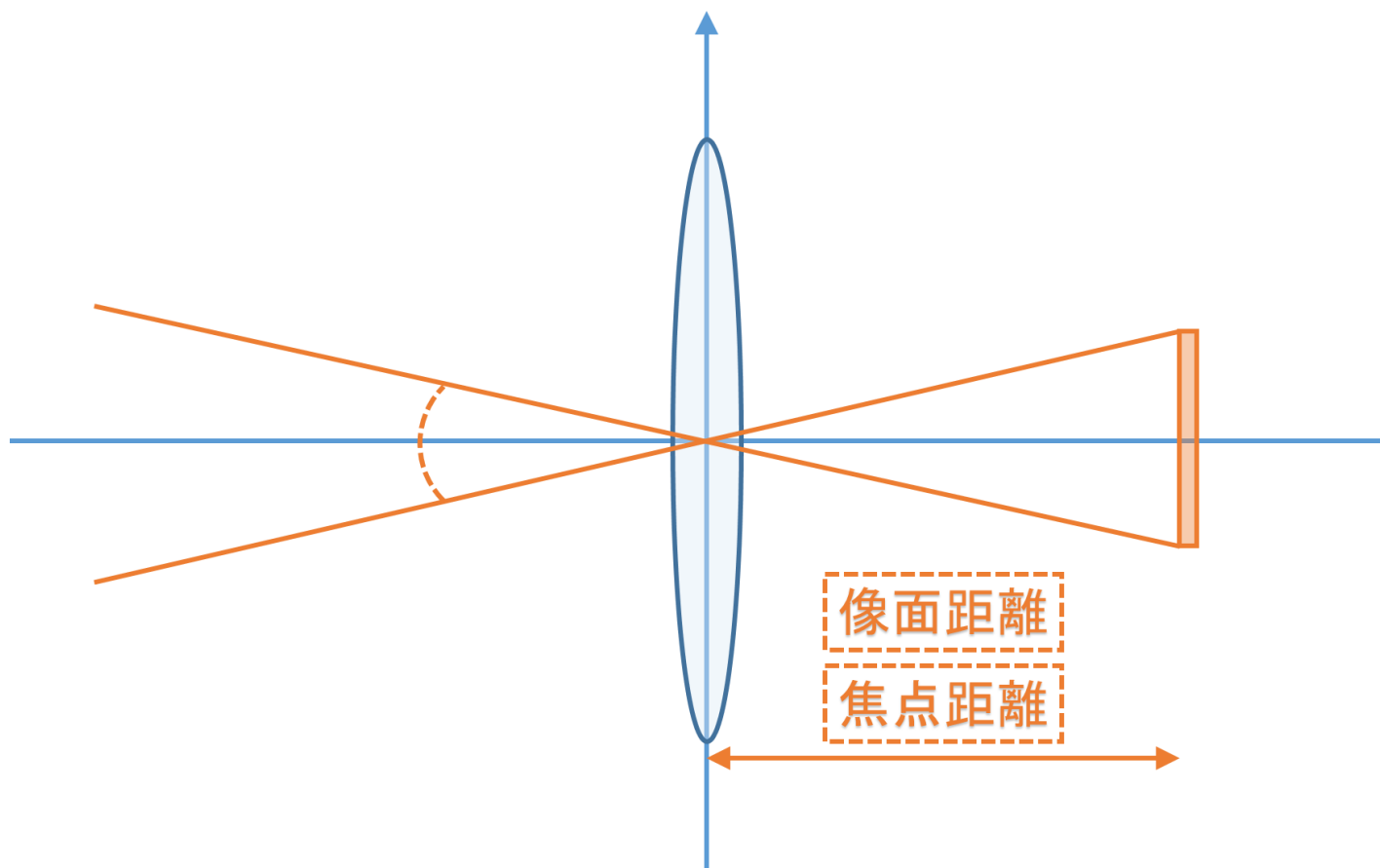


カメラの機能のシミュレート

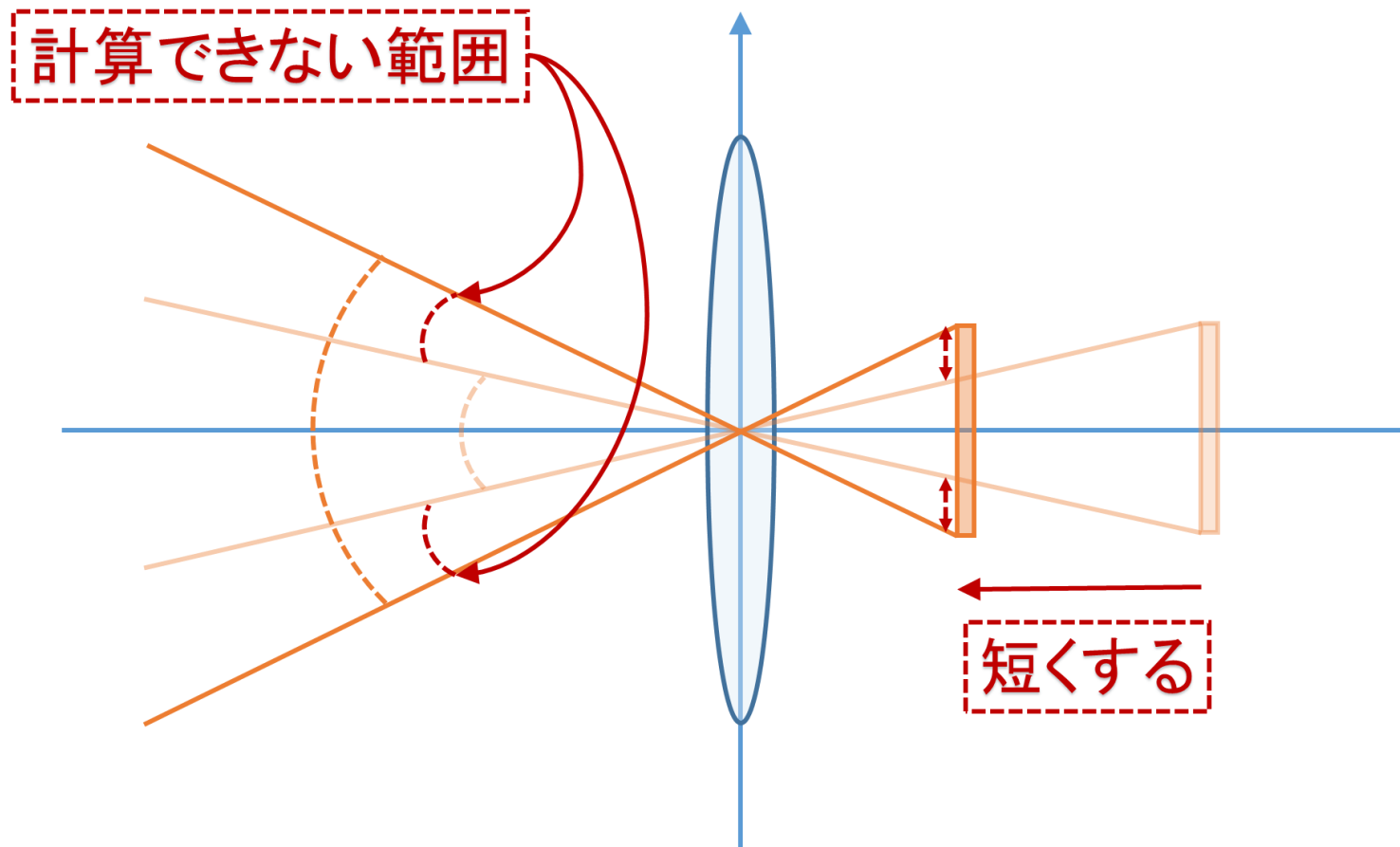
像面距離



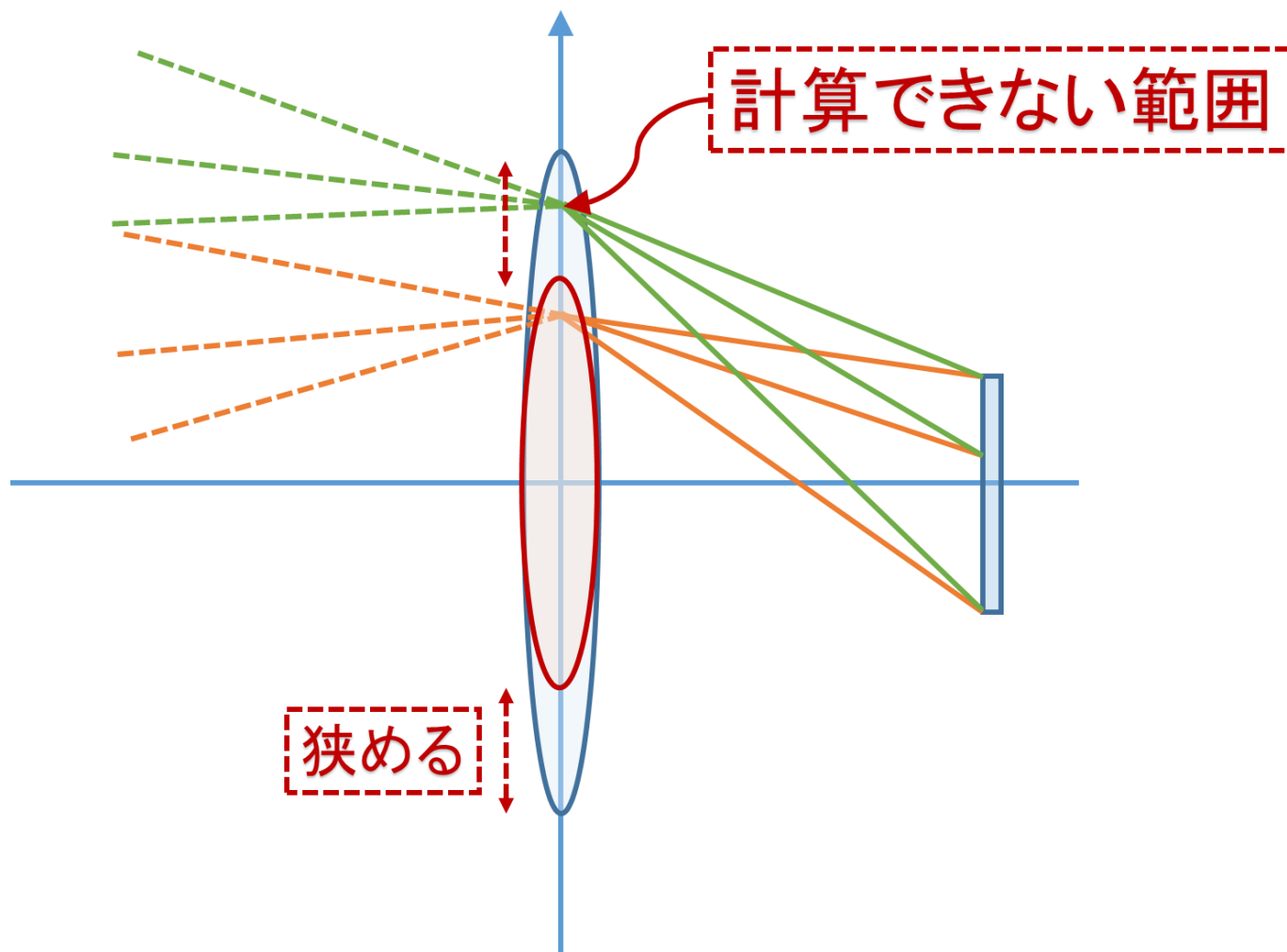
焦点距離



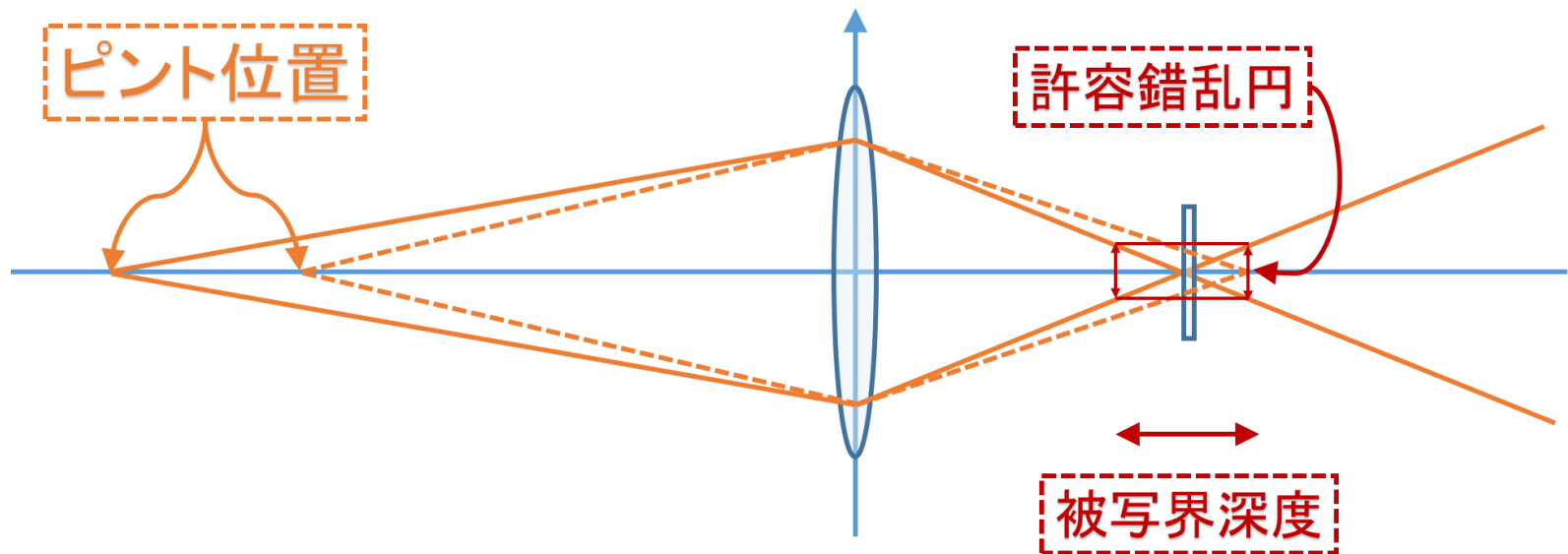
焦点距離



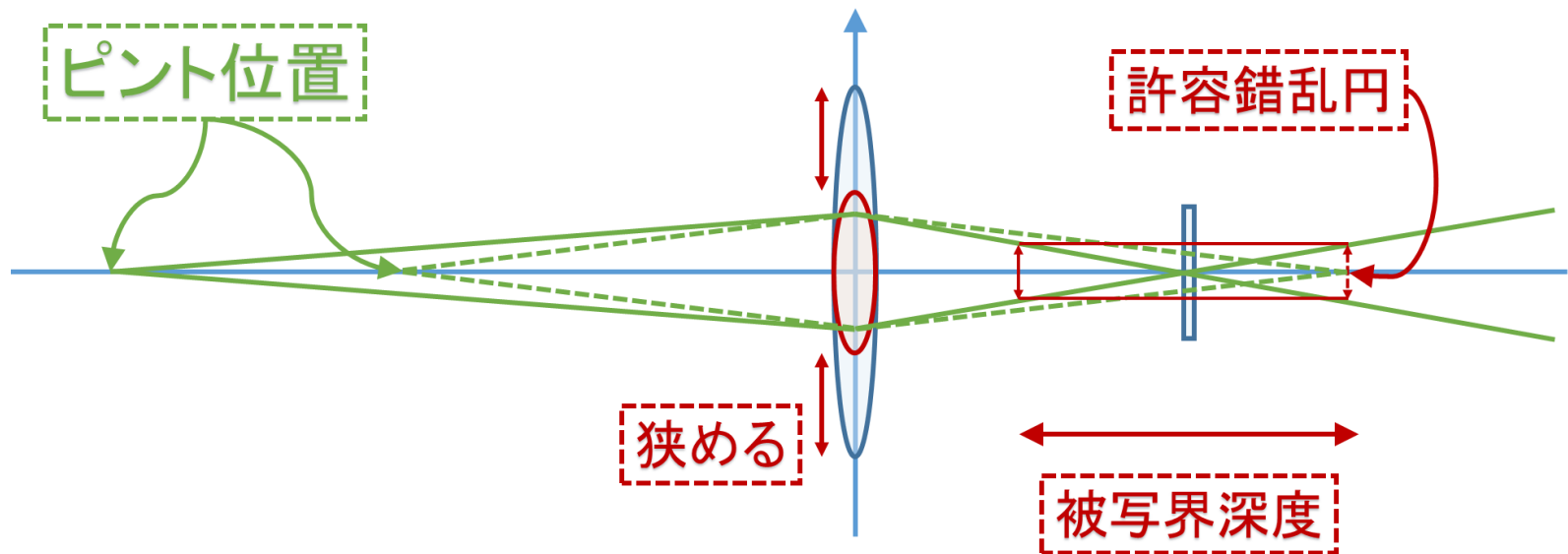
レンズ口径



レンズ口径



レンズ口径



デモ

本研究では光線情報から, 撮影現象を再現し, 画像再構成を行うプログラムを作成した.

スペック	値
焦点距離	8.24mm
レンズ口径	10.12mm
撮像素子	4.6mm x 4.6mm
画素数	3280 x 3280
マイクロレンズ	330 x 190 個

まとめ

- ライトフィールドカメラから得られる光線情報を光線追跡で操作することで, 撮影現象のシミュレートが可能
- 光線の量が撮影時に決定しまうので, 光線追跡のみでは限界がある

結果：像面距離



結果：像面距離



結果：焦点距離



結果：レンズ口径

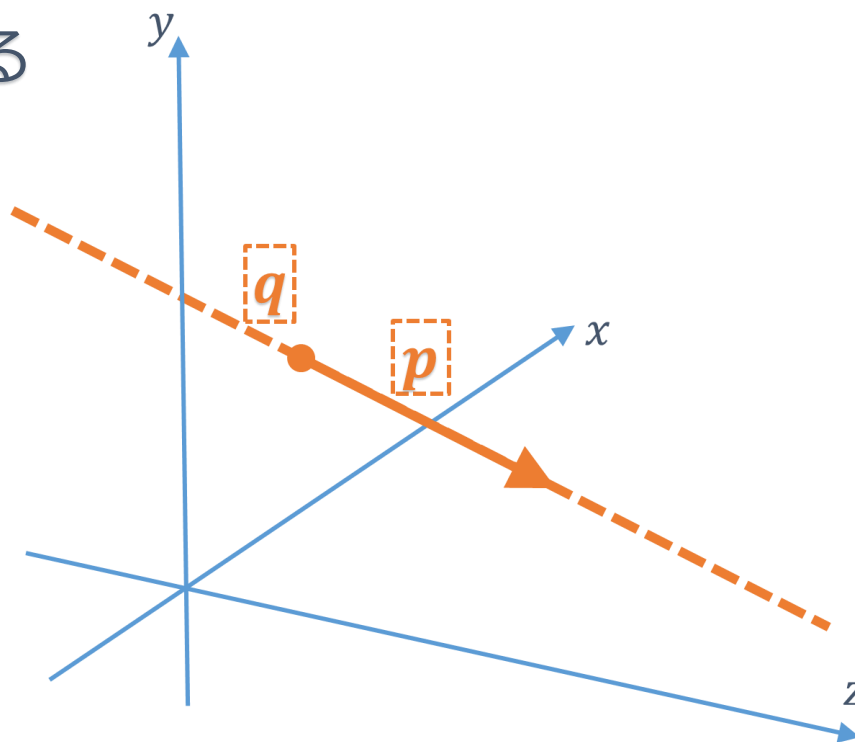


光線追跡

光線の表現

光線は一本の線
一点と方向ベクトルで表せる

$$\begin{pmatrix} q \\ p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_q & y_q & z_q \\ x_p & y_p & z_p \end{pmatrix}$$



光線行列

- 光線上の位置の移動や, 屈折を 2×2 行列で表現

- 光線行列 $= T$

- 移動: $t =$ 移動距離

$$T = \begin{pmatrix} 1 & t \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

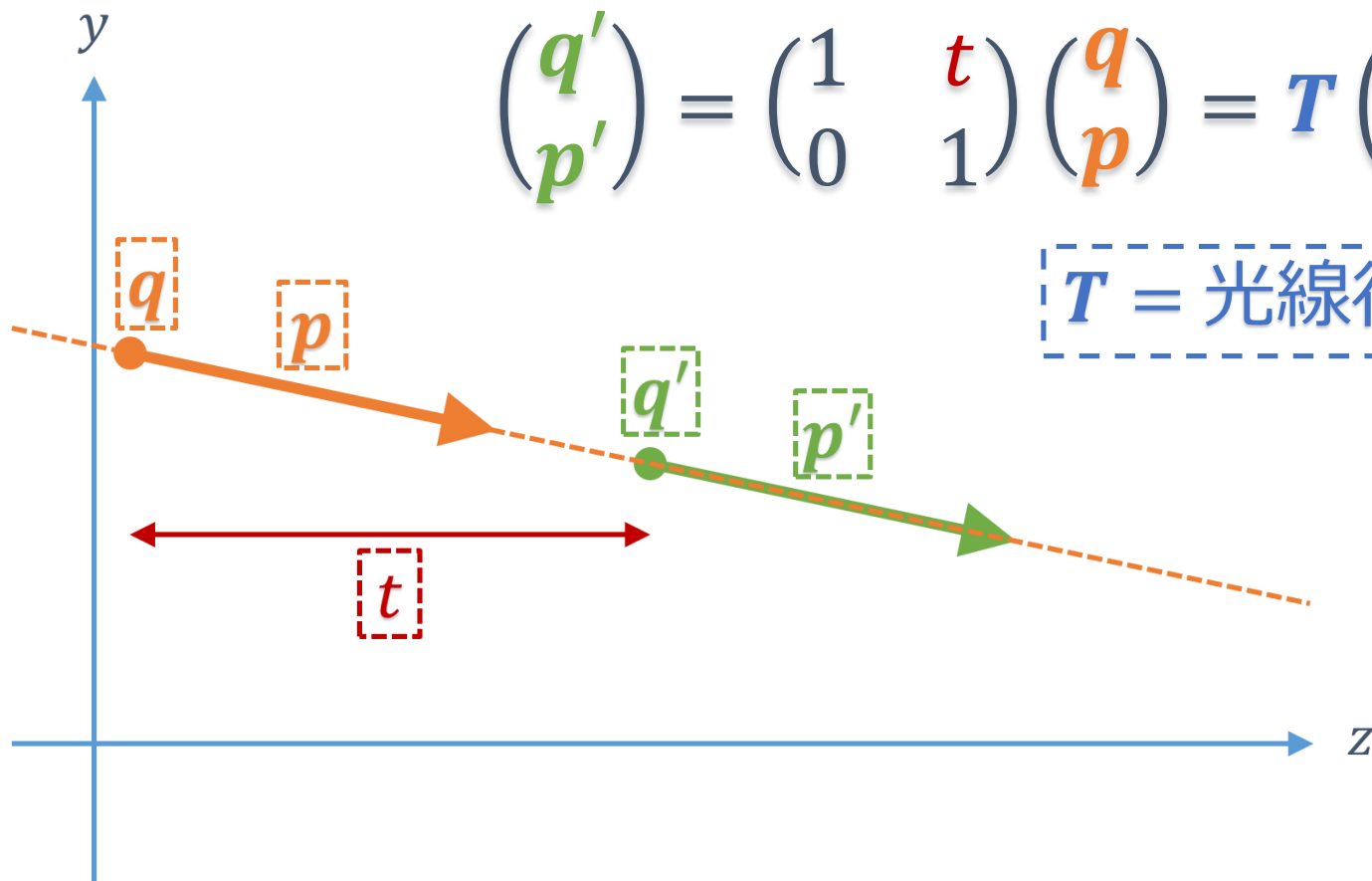
- 屈折: $f =$ レンズ焦点距離

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix}$$

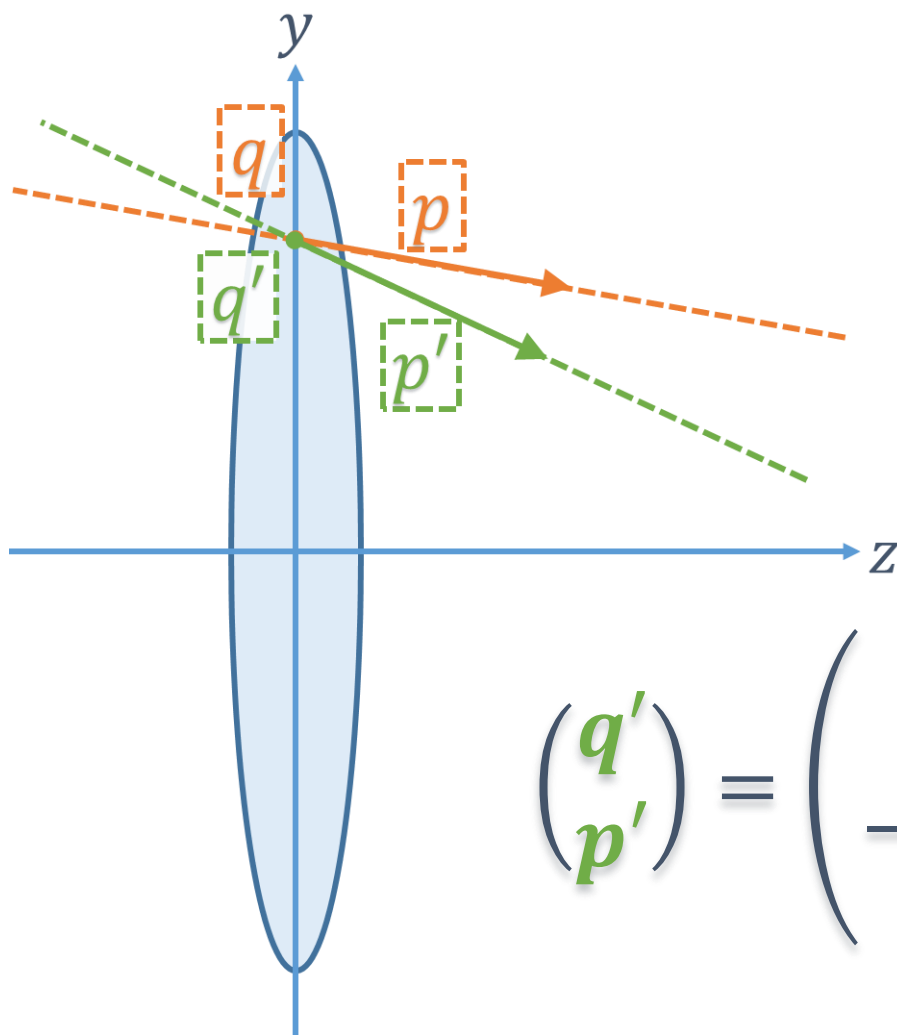
光線の位置の移動

$$\begin{pmatrix} q' \\ p' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & t \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q \\ p \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} q \\ p \end{pmatrix}$$

$T = \text{光線行列}$



光線の屈折



f = レンズ焦点距離

T = 光線行列

$$\begin{pmatrix} q' \\ p' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q \\ p \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} q \\ p \end{pmatrix}$$