

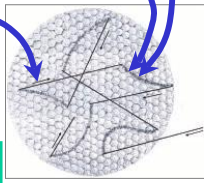
## 両眼固視微動を用いた 立体エッジ画像生成法

## 背景

- \* 人間の眼球は 物に視線を固定している間も（無意識に）連続的に運動している。  
⇒ **Fixational Eye Movements** (固視微動)
- \* 固視微動を止めると物が見えなくなる。  
⇒ † 固視微動は視覚認識の初段階において重要？

## 固視微動の種類

- \* **tremor**: 高周波の振動 (約90Hz)  
振幅: 中心窩の錐体の直径程度 (約 $2\mu\text{m}$ )
  - \* **drift**: 小さな滑らかな動き  
移動距離: 光受容体約10本分 (約 $20\mu\text{m}$ )
  - \* **microsaccade**: 最も大きな運動  
移動距離:  
光受容体数十～数百本分  
(約 $100\mu\text{m}$ ～)
- 単眼: 左右眼球で独立 (全方向)  
† 両眼: 左右同時に発生 (水平方向)

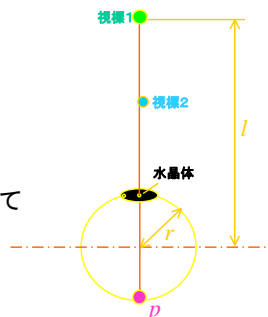


( Ralf Engbert, Reinhold Kliegl ) Susana Martinez-Conde, Stephen L. Macknik, David H. Hubel.  
The role of fixational eye movements in visual perception. Nature Neuroscience, vol5, March 2004

## 固視微動の役割

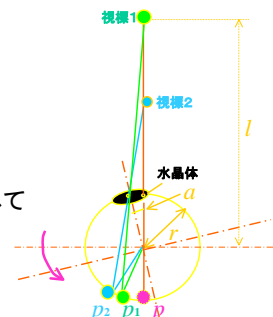
- \* 超解像 tremor と drift ?
  - \* 輪郭抽出 マイクロサッケード ( microsaccade )  
眼球の振動により得られるエッジ画像の特徴は？  
エッジ幅には視標の奥行き情報が含まれる。
1. 両眼が同時に水平振動
  2. それぞれの眼球の画像を  
時間微分により縦方向エッジ画像を生成
  3. 対応のエッジを検出し、立体エッジ画像を構築

- \* 眼球  
回転すると  
異なる距離の視標は  
異なる投射角の変化として  
網膜にあらわれる。

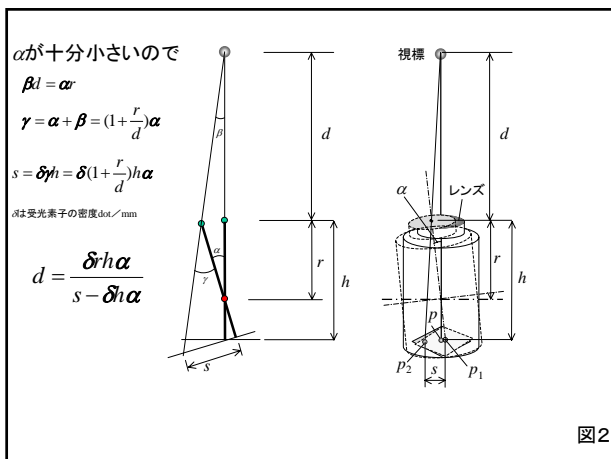
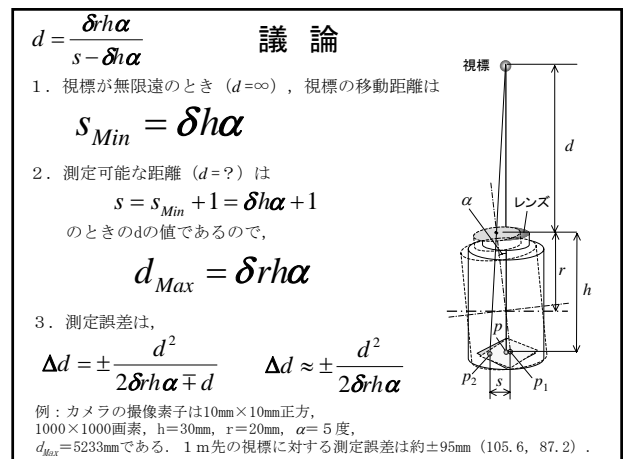
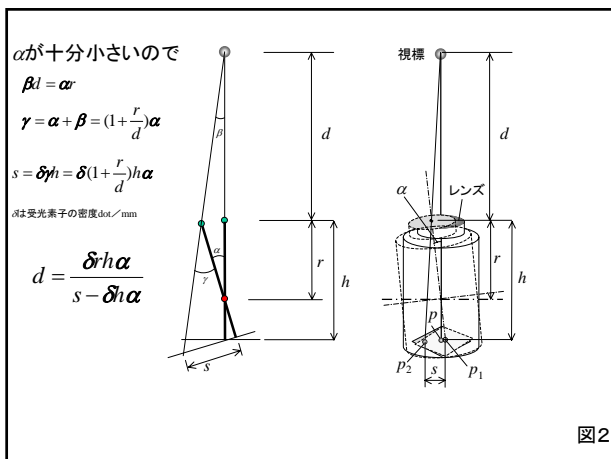
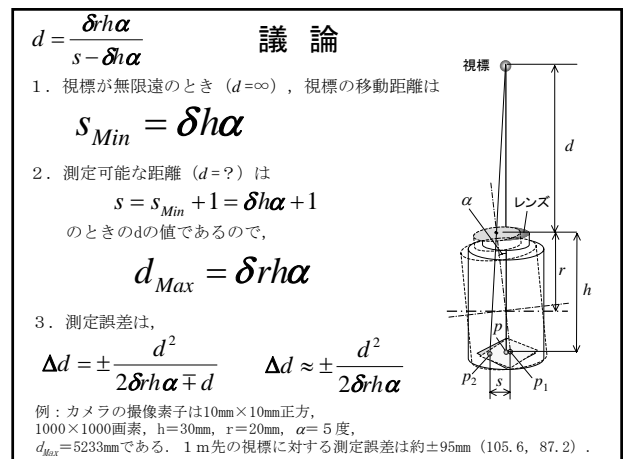
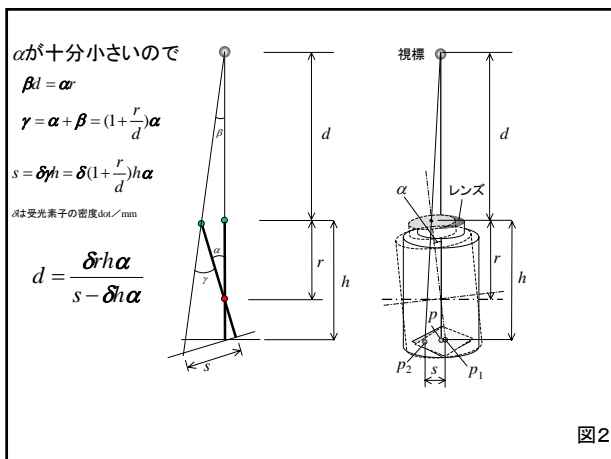
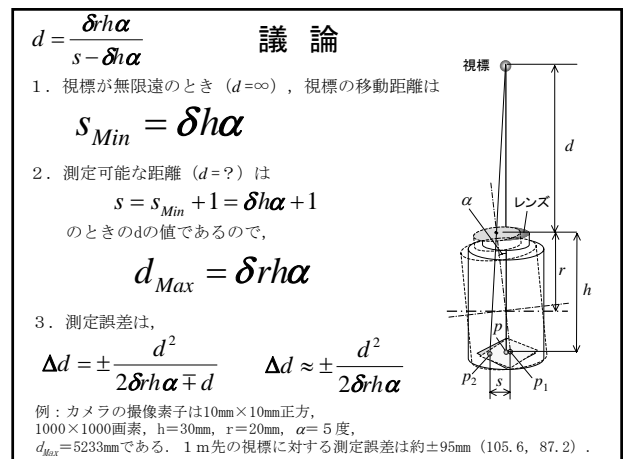
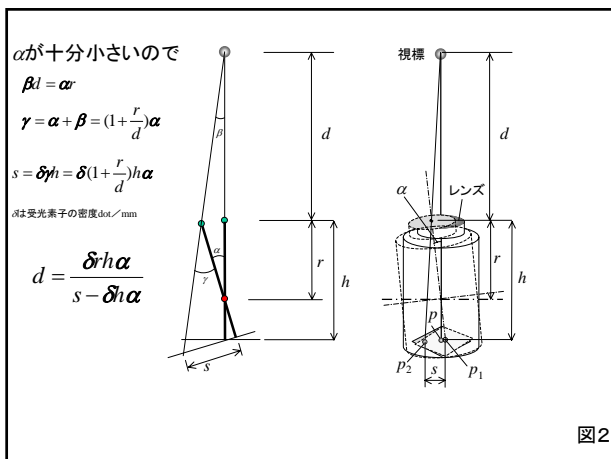
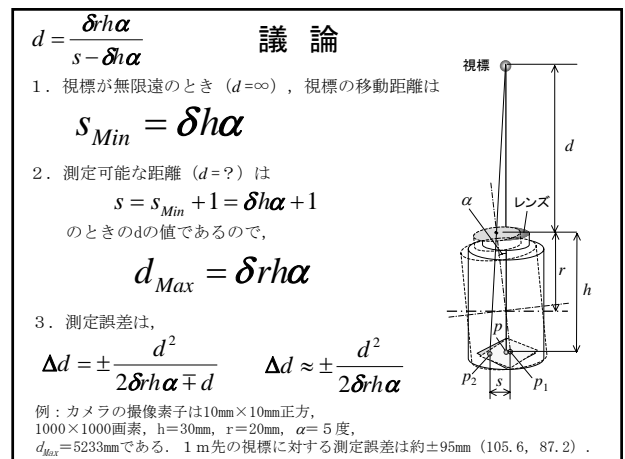
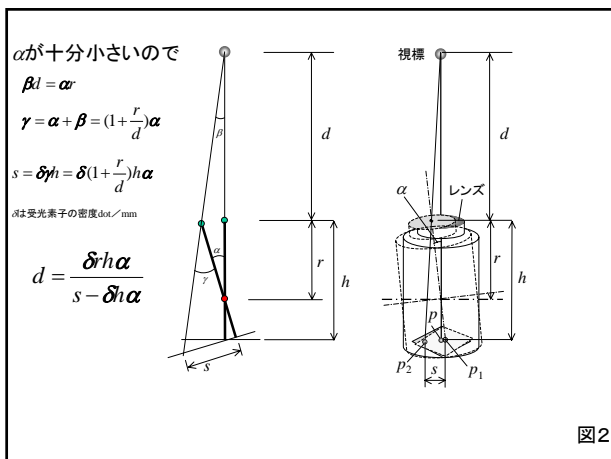
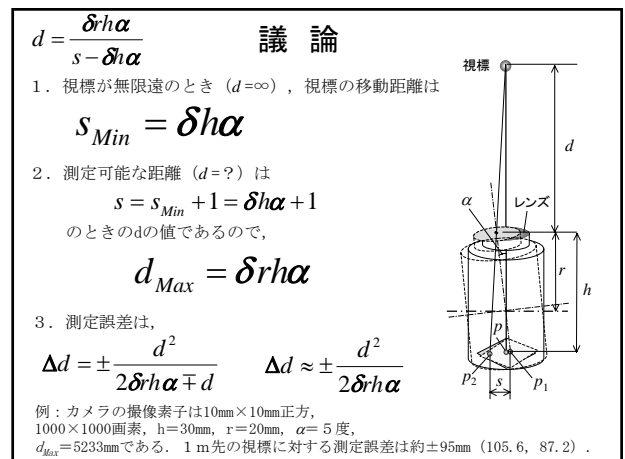
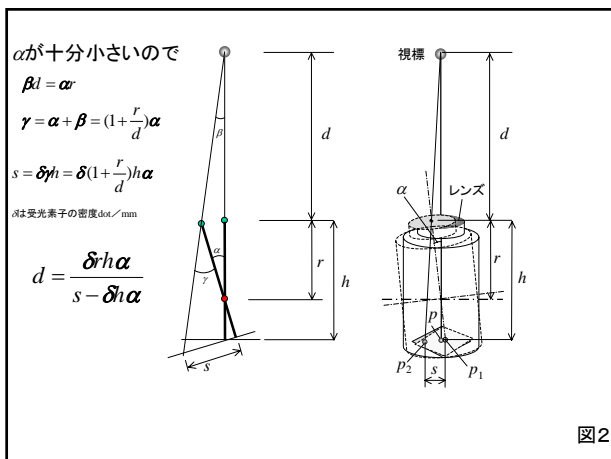
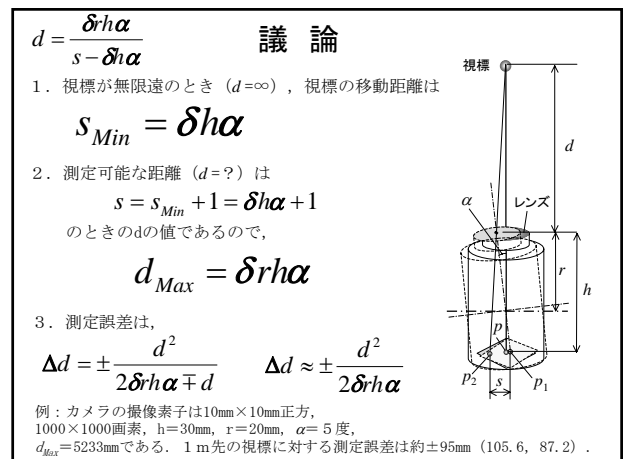
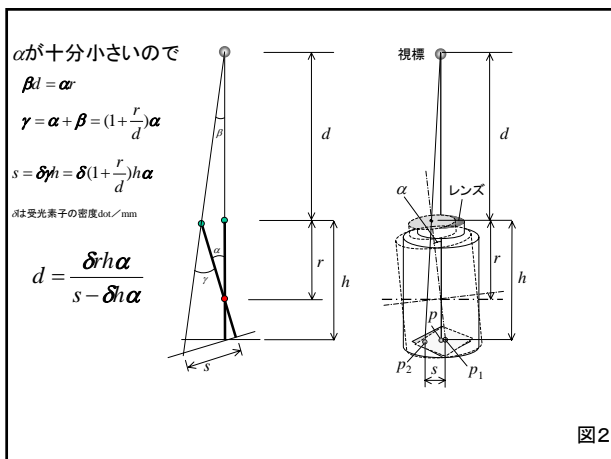
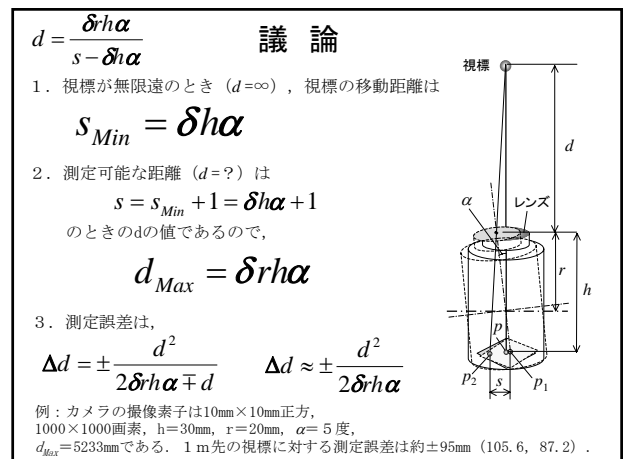
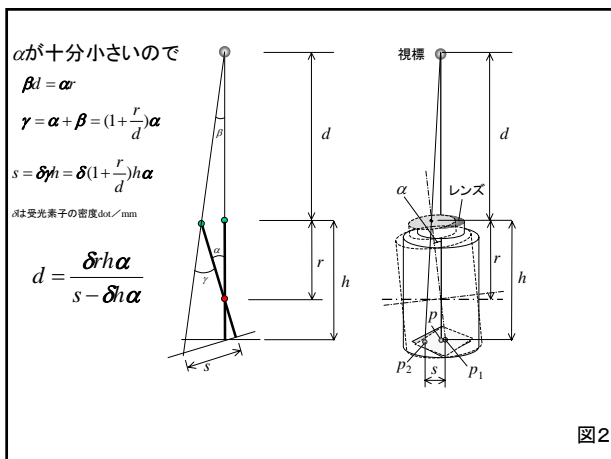
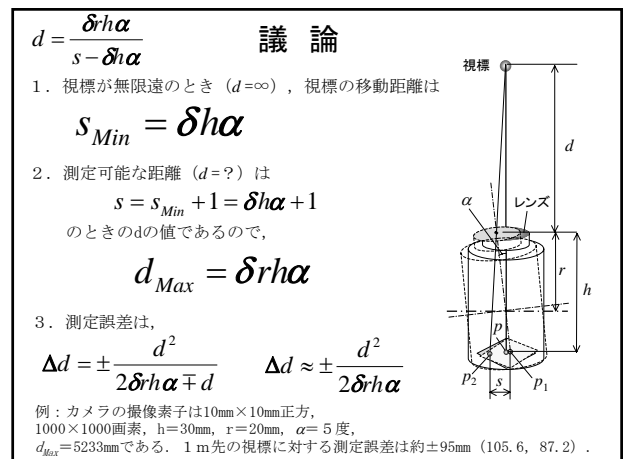
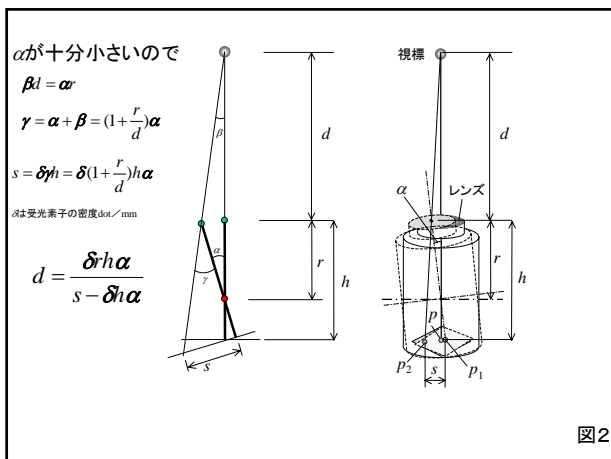
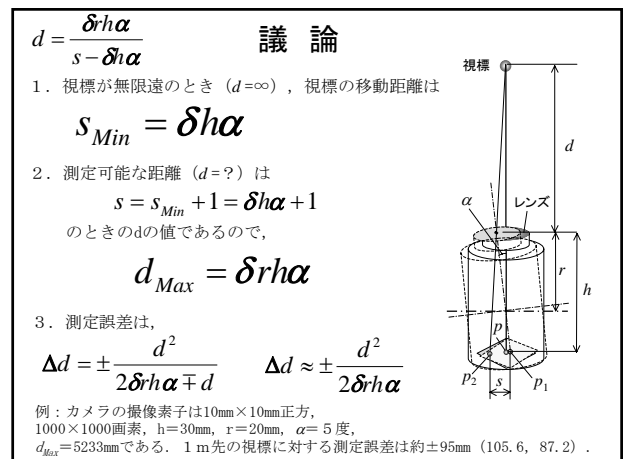
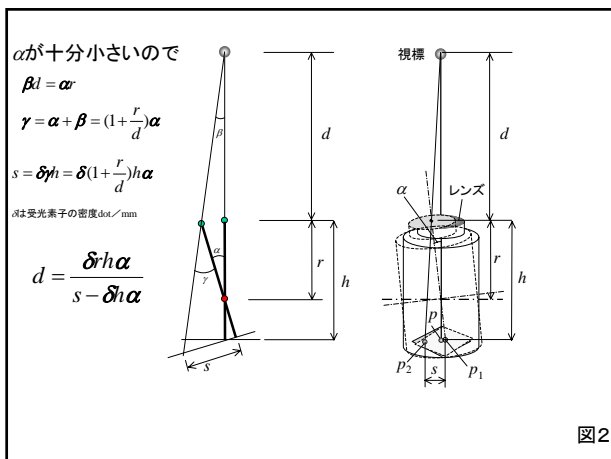
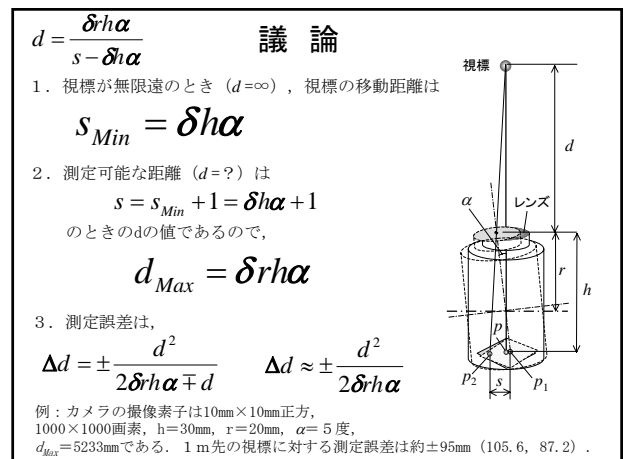
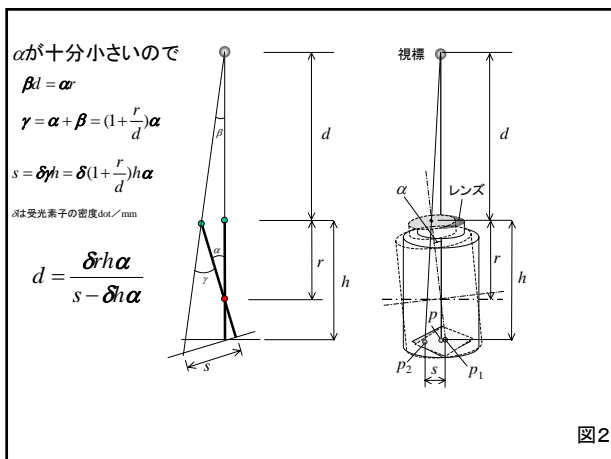
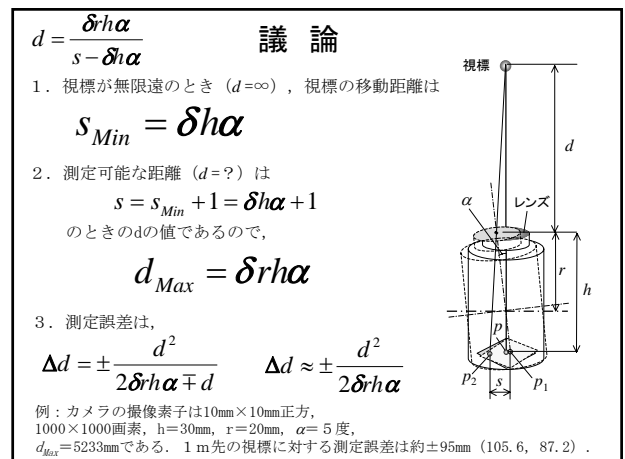
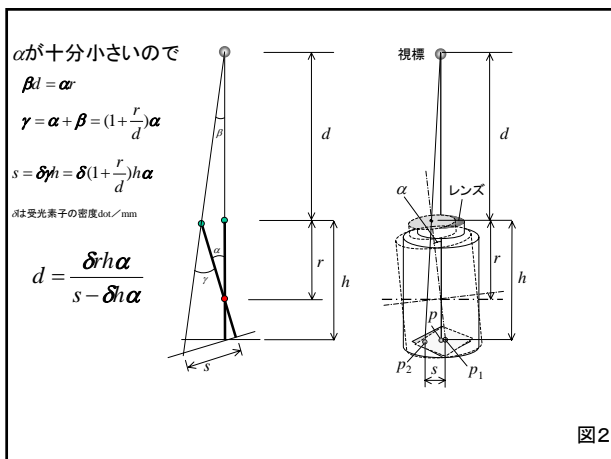
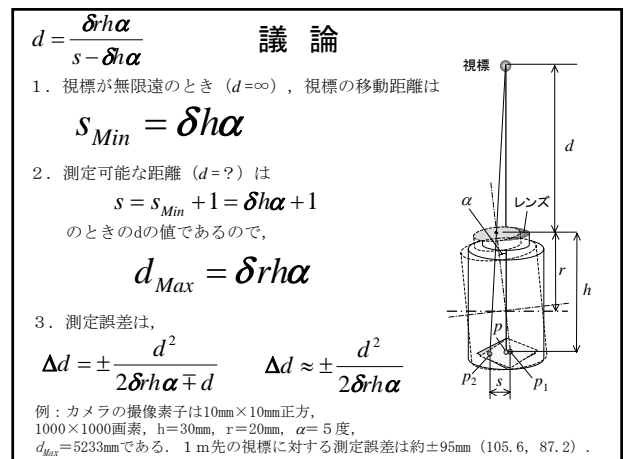
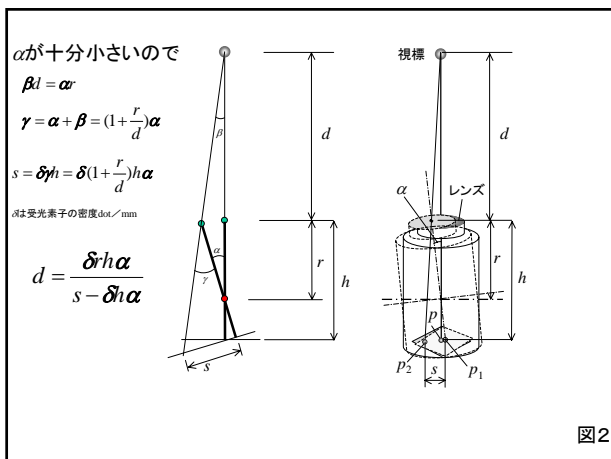
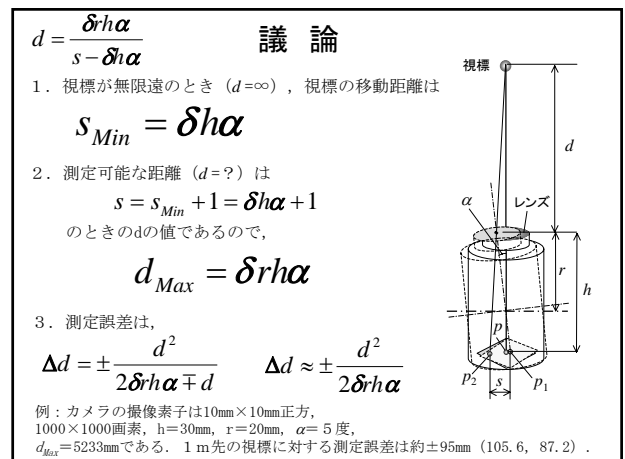
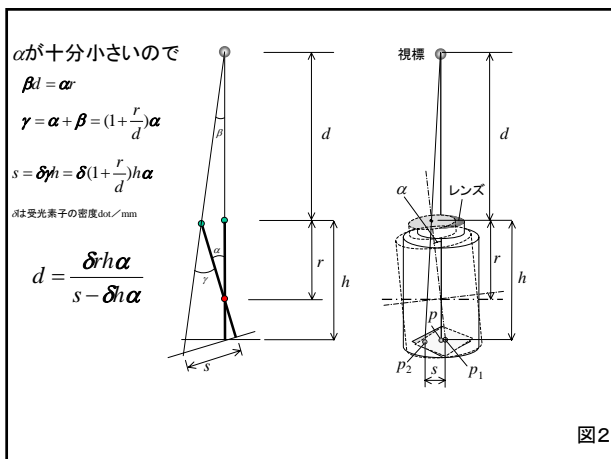
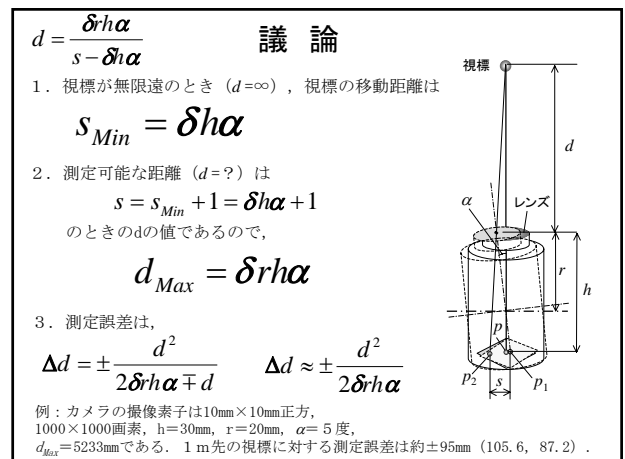
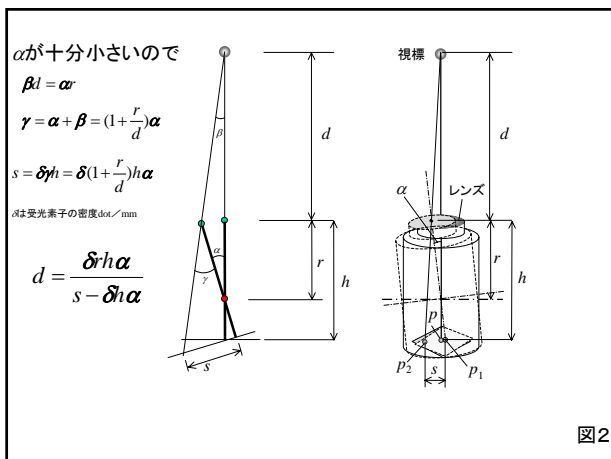
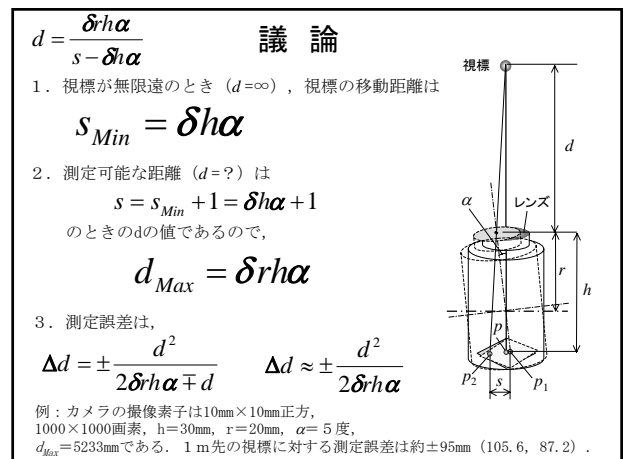
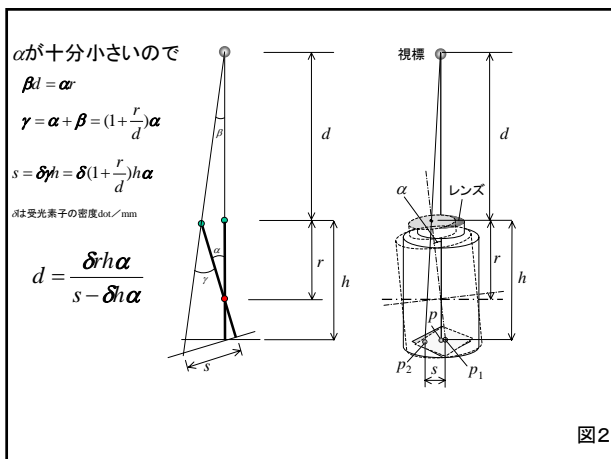
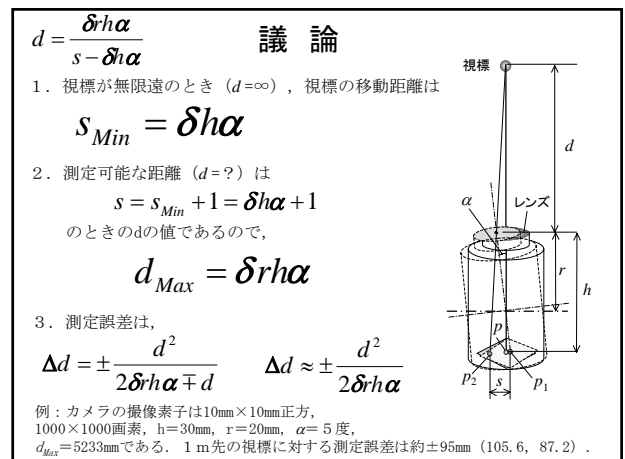
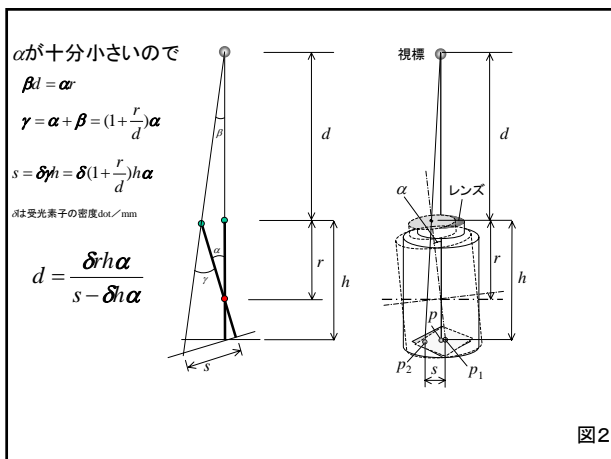
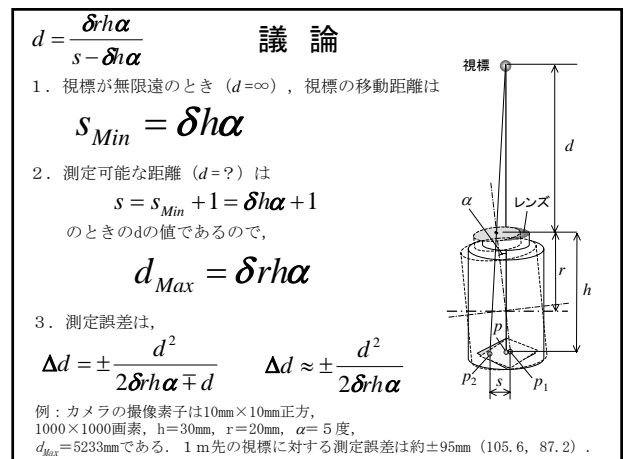
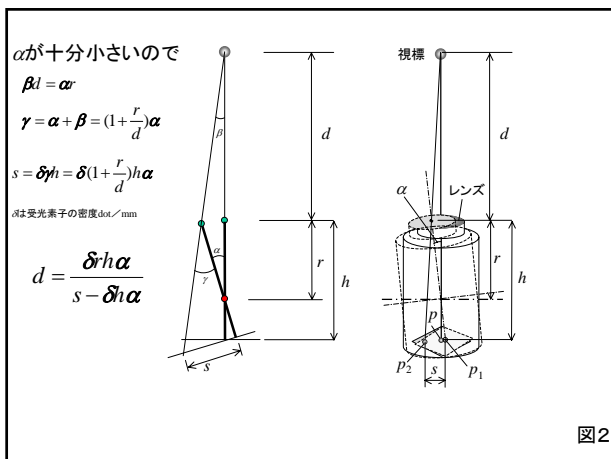
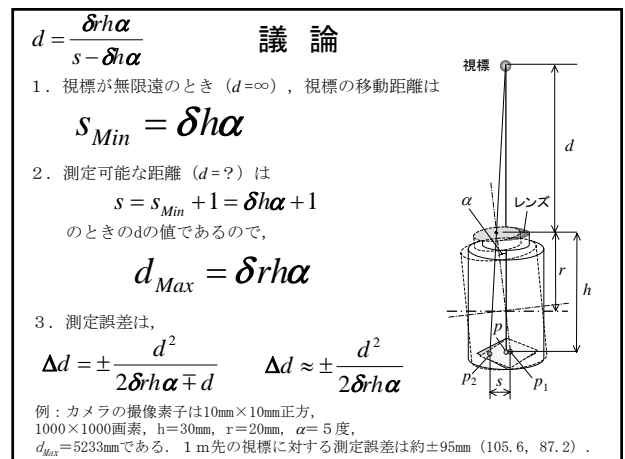
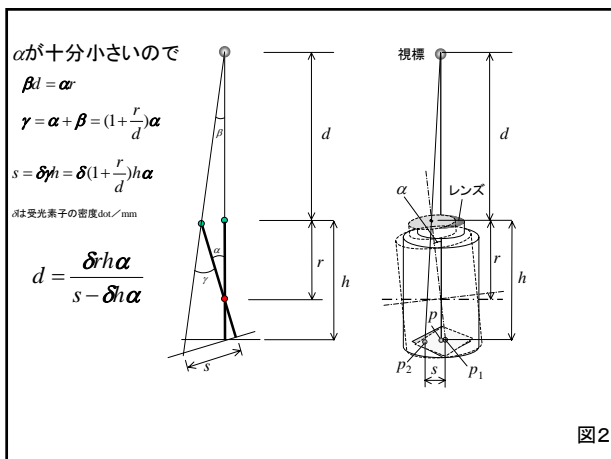
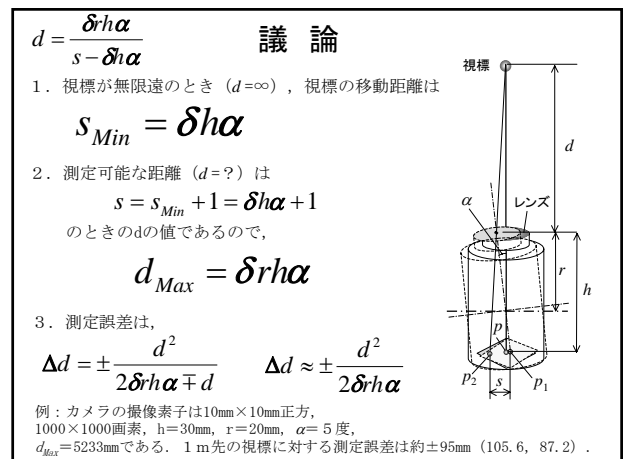
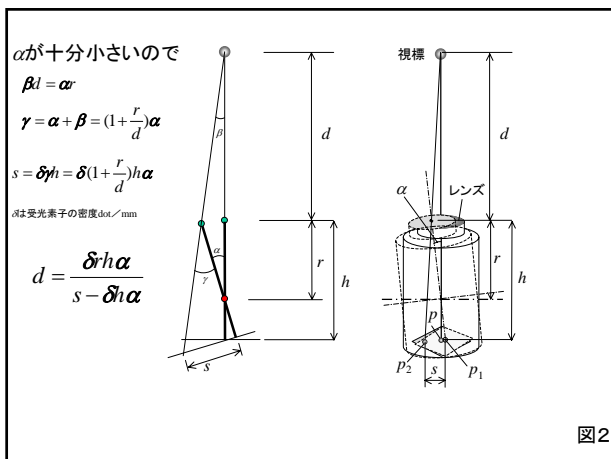
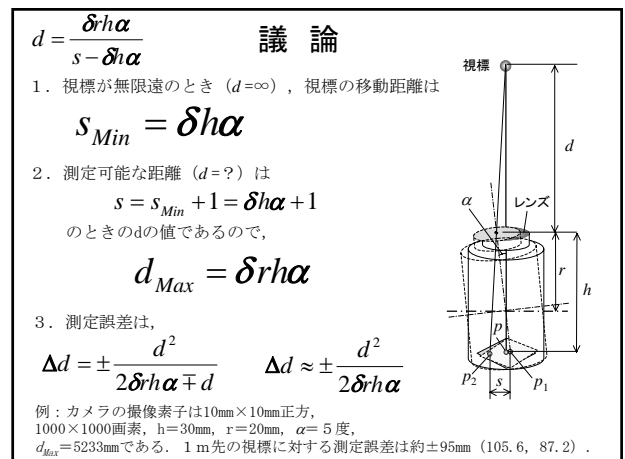
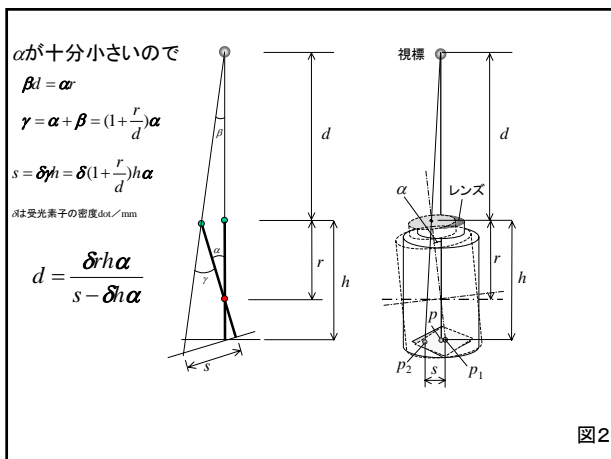
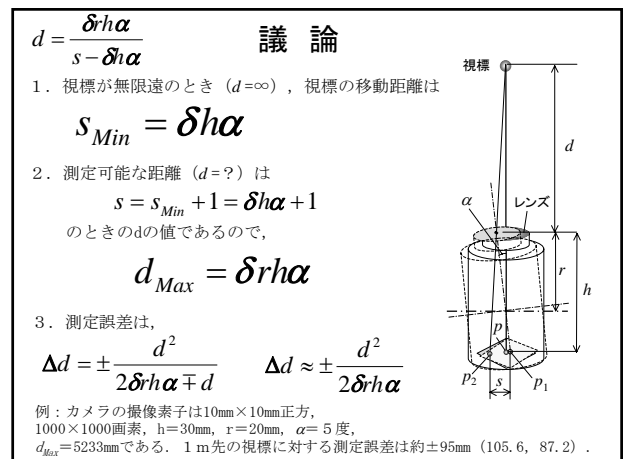
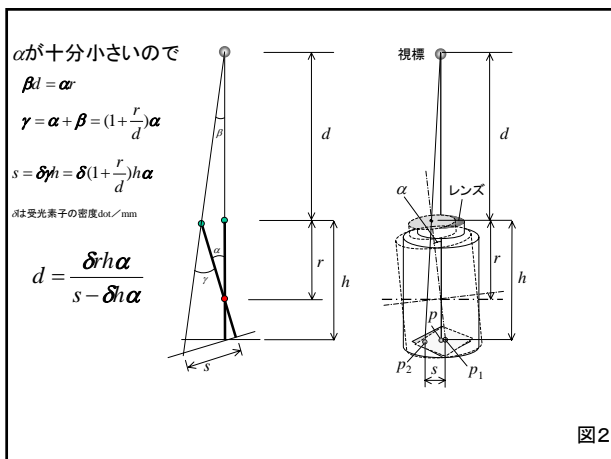
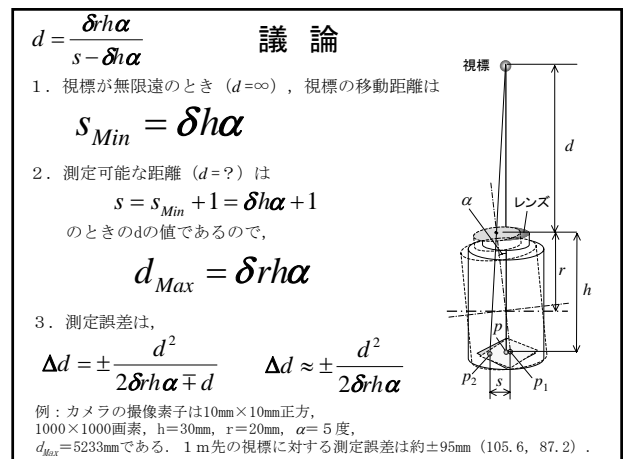
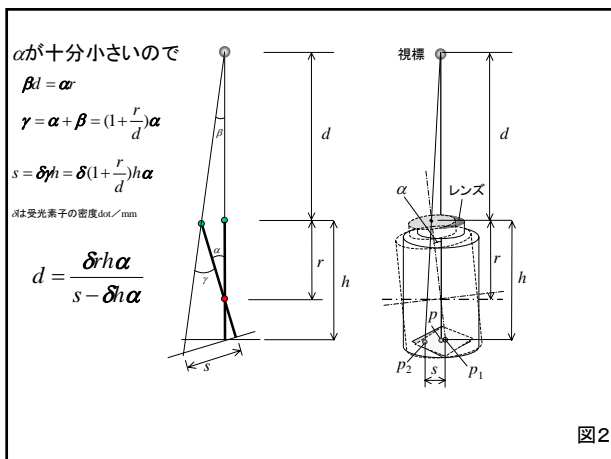
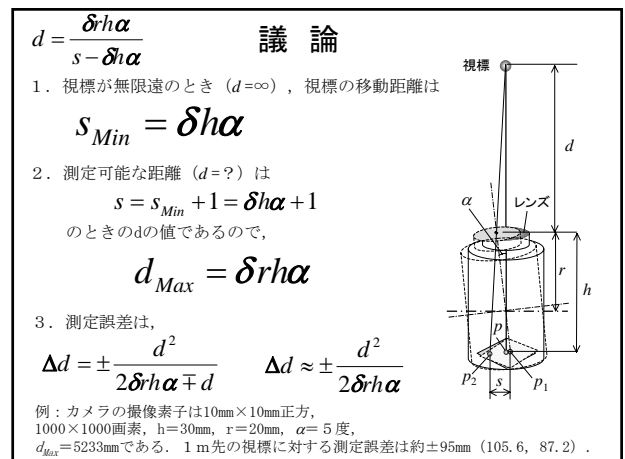
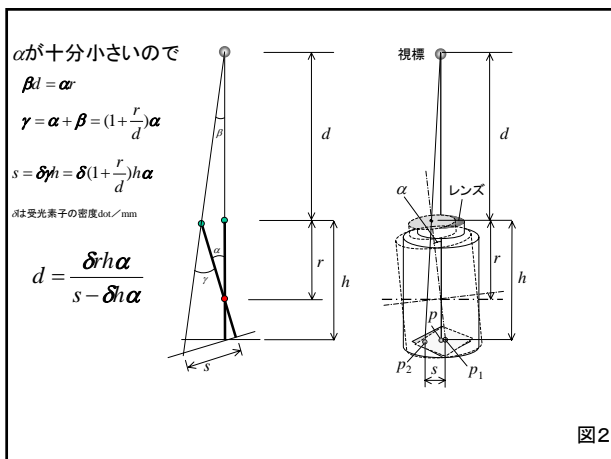
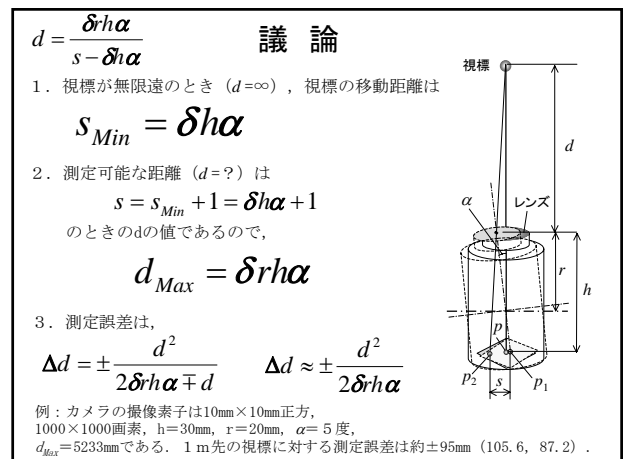
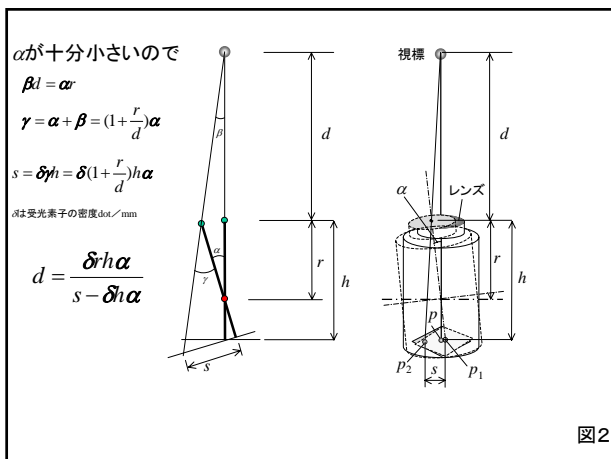
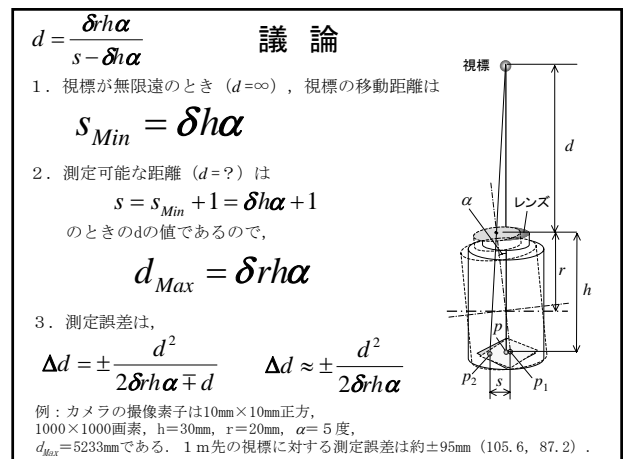
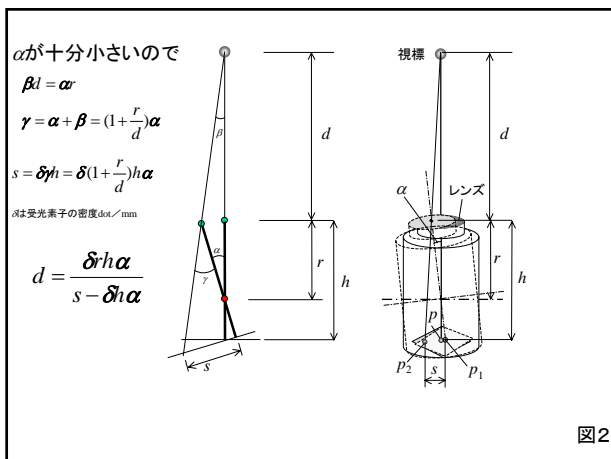
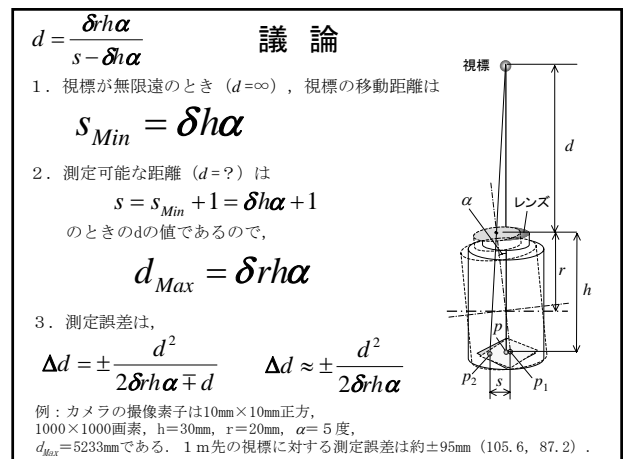
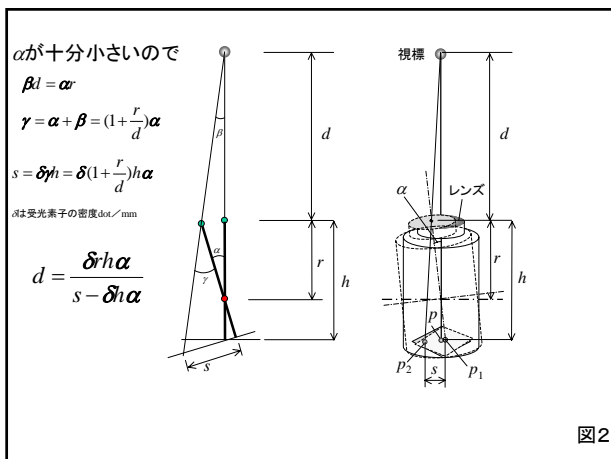
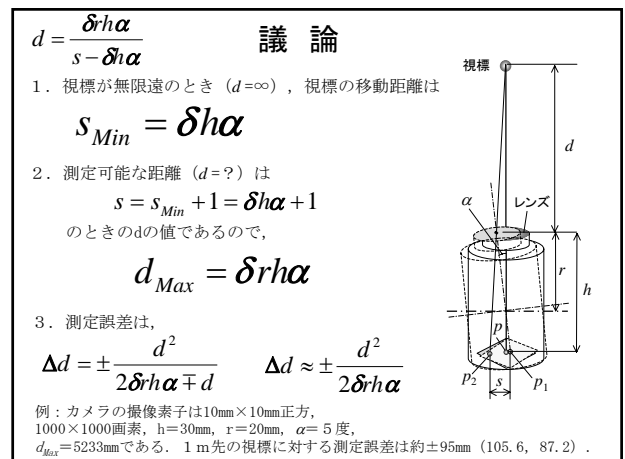
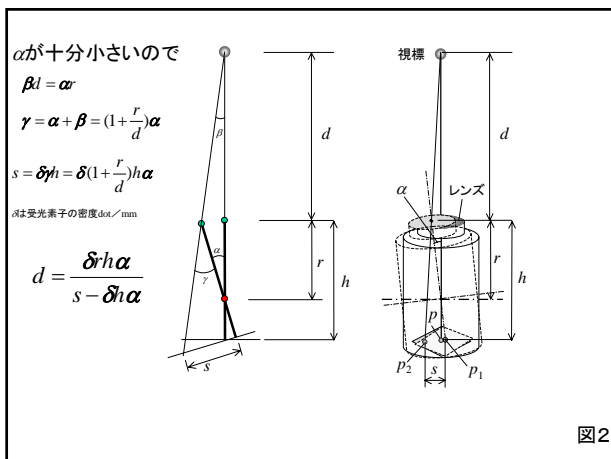
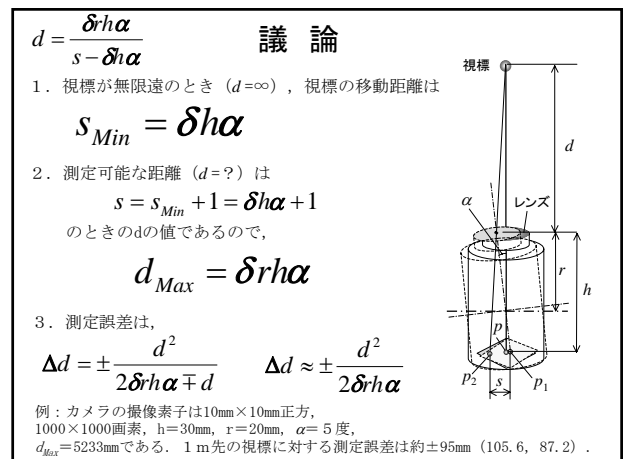
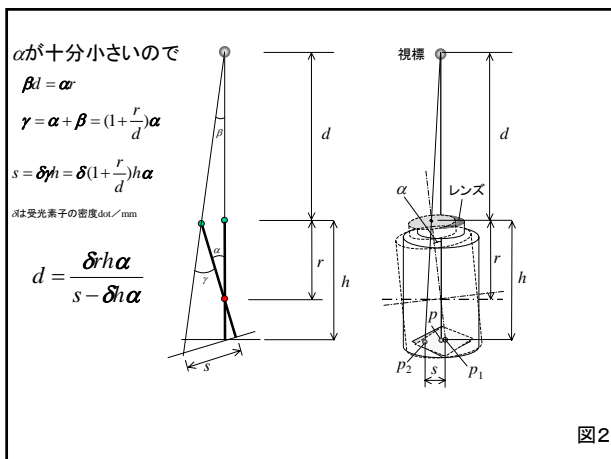
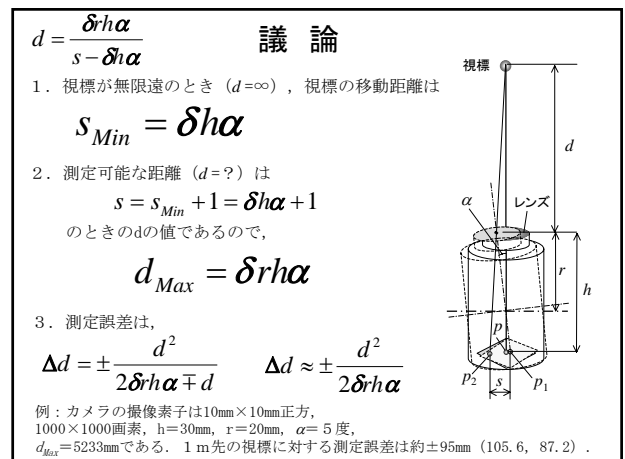
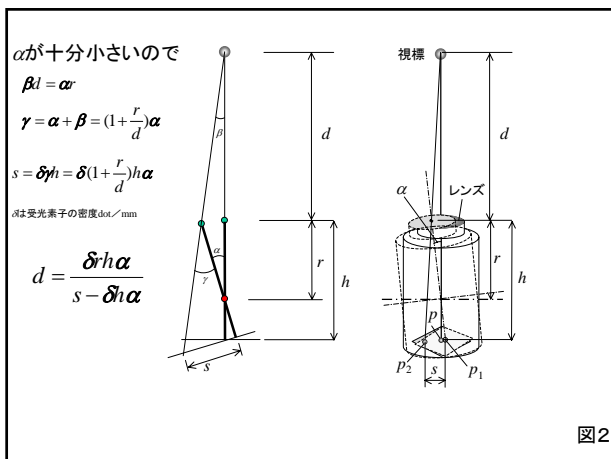
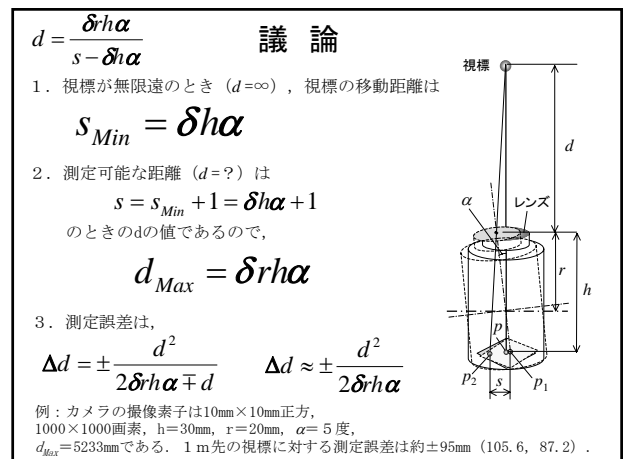
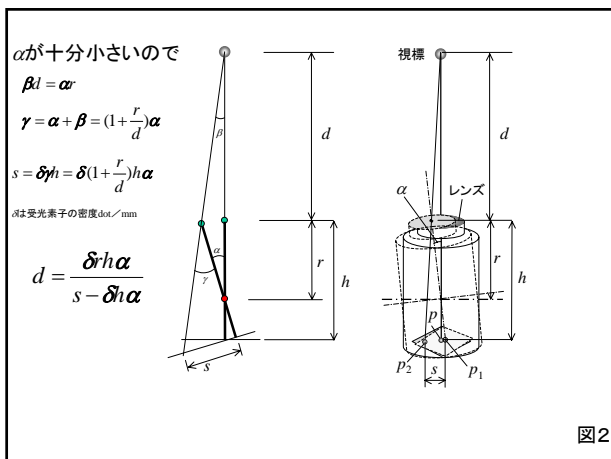
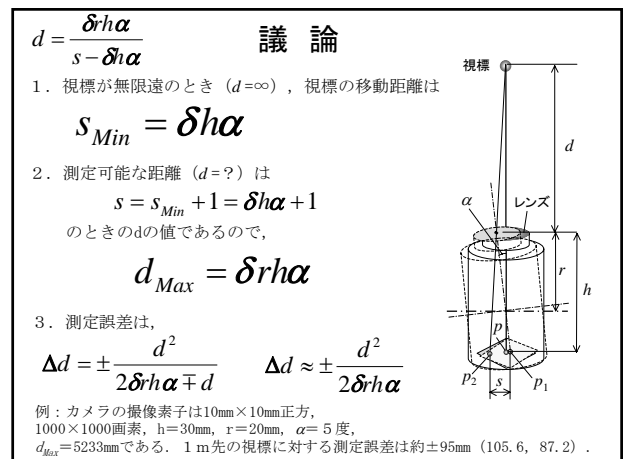
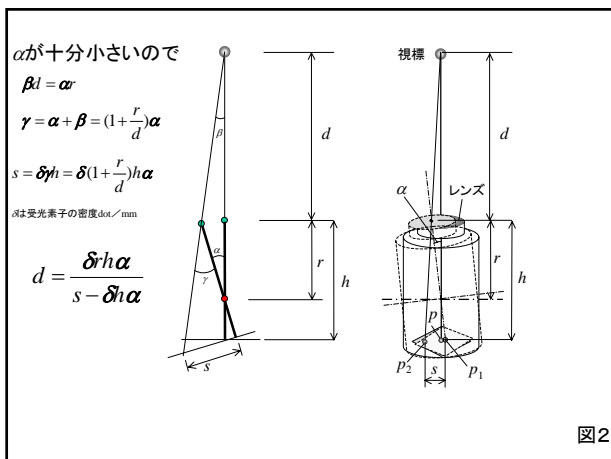
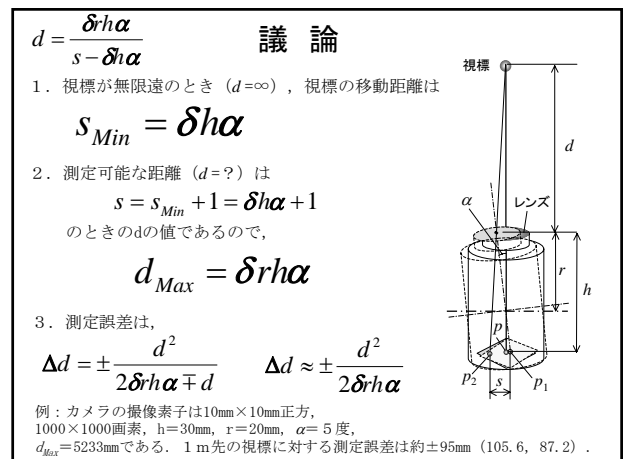
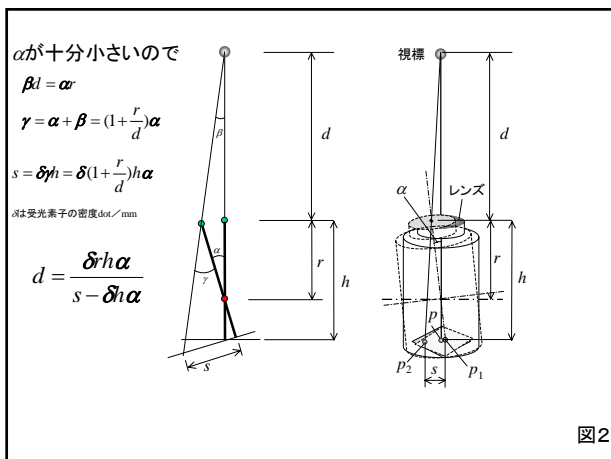
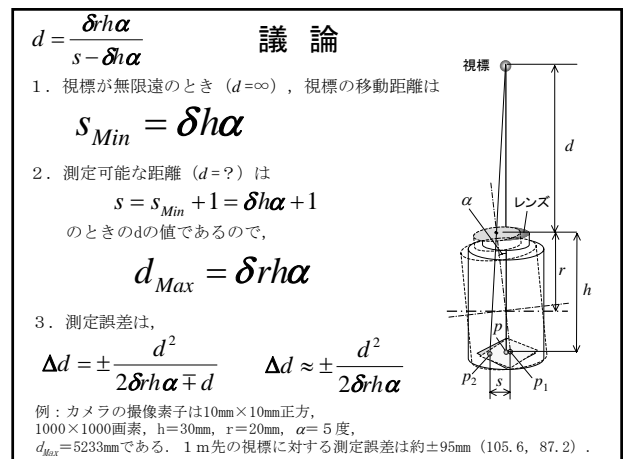
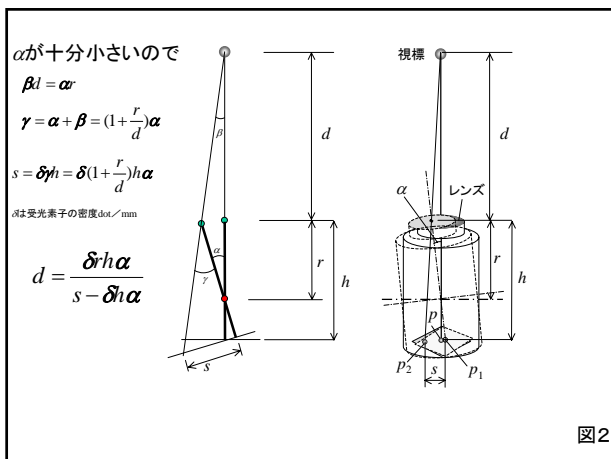
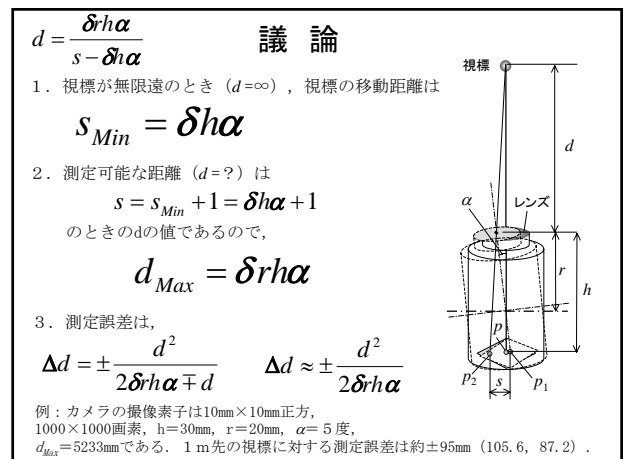
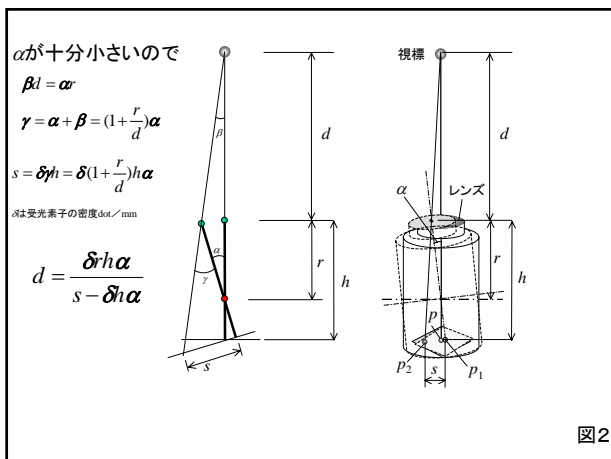
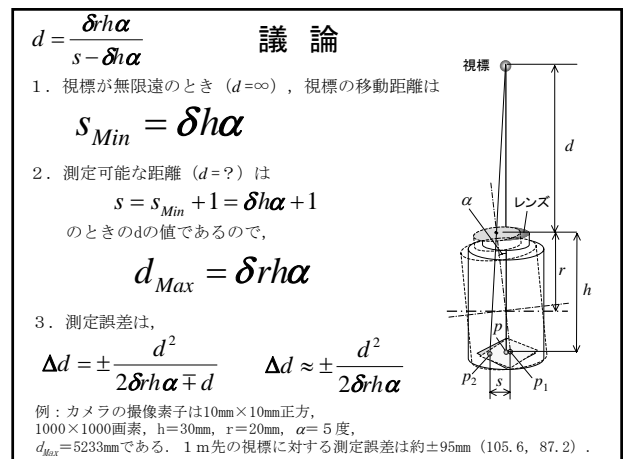
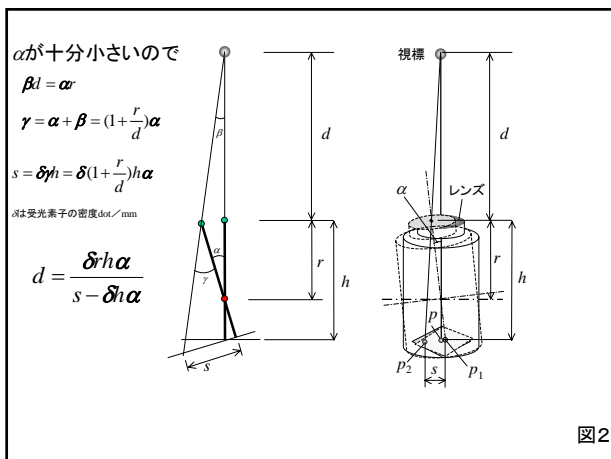
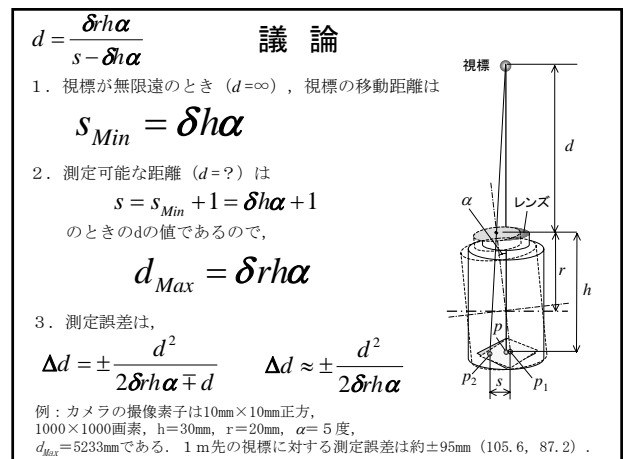
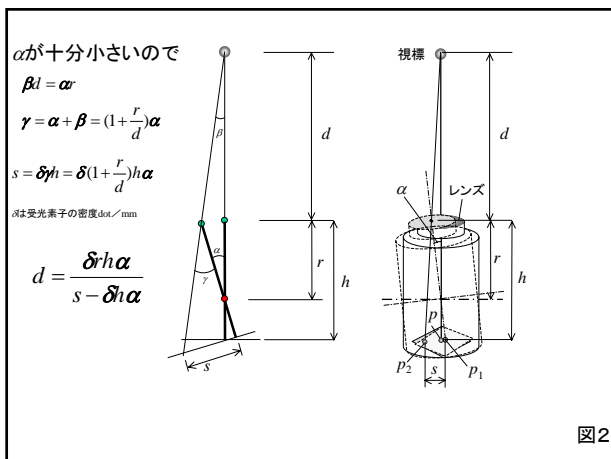
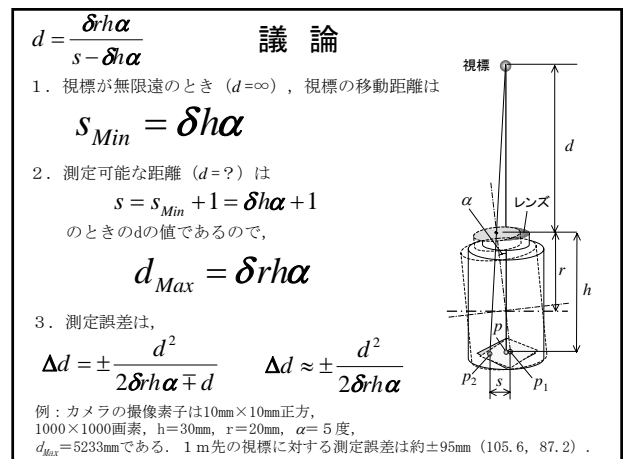
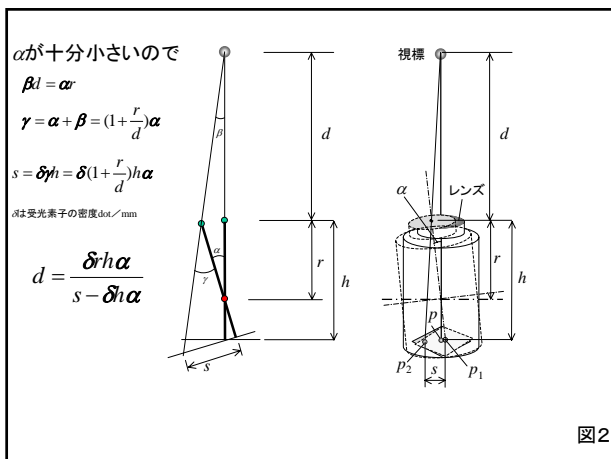
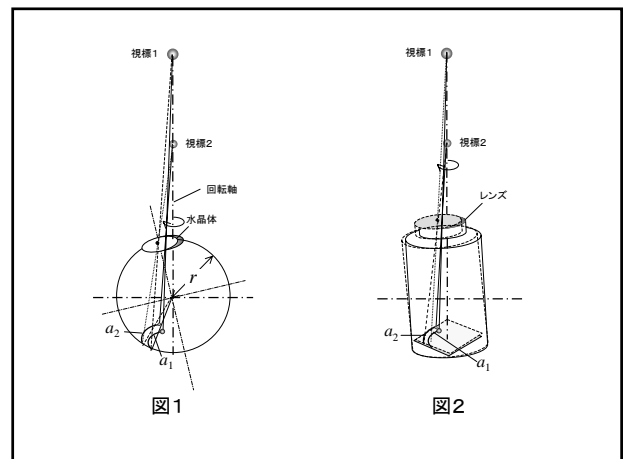
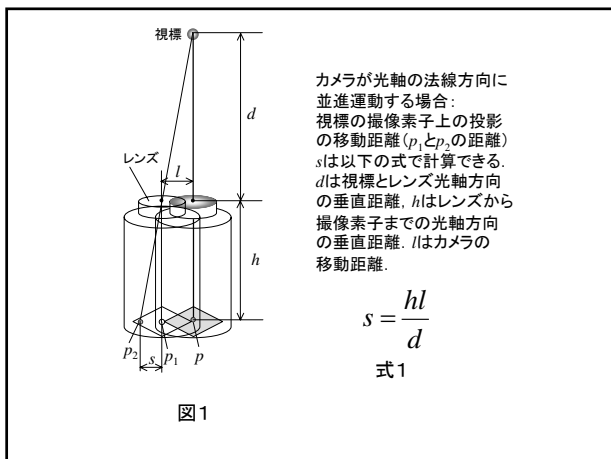
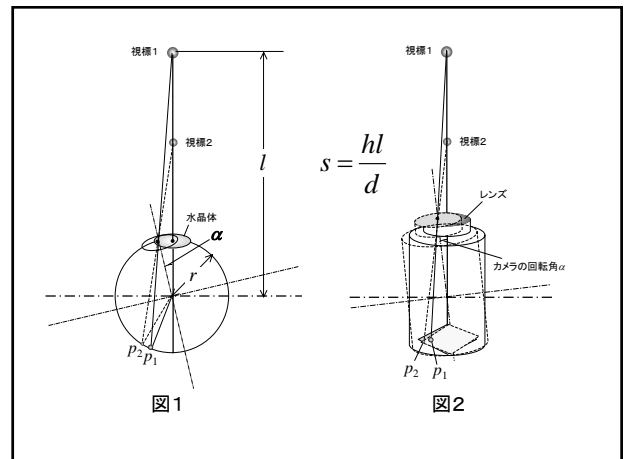
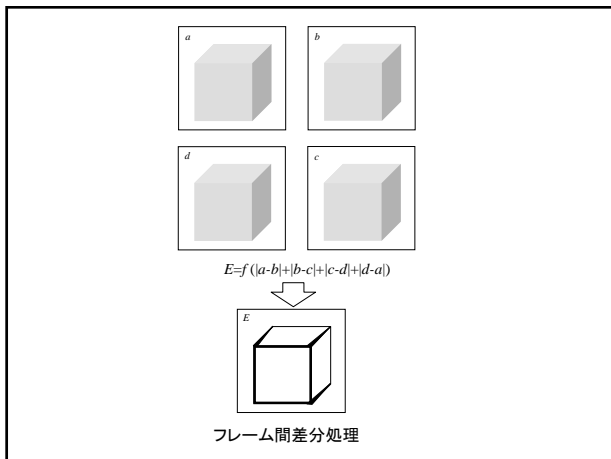


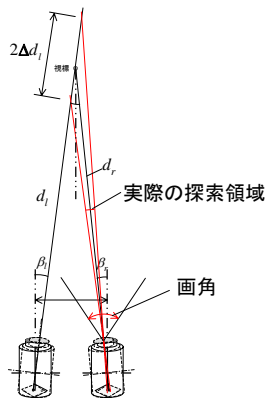
山本高棉, 工藤博章, 大西昇.  
固視微動に示唆を得たビジョンシステムによる奥行き方向の位置合せ. 電子情報通信学会論文誌. Vol.J85-D- II No.5, 2002.

- \* 眼球  
回転すると  
異なる距離の視標は  
異なる投射角の変化として  
網膜にあらわれる。



山本高棉, 工藤博章, 大西昇.  
固視微動に示唆を得たビジョンシステムによる奥行き方向の位置合せ. 電子情報通信学会論文誌. Vol.J85-D- II No.5, 2002.





### 3次元エッジ画像の構築法

\* 両眼マイクロサッケードを利用

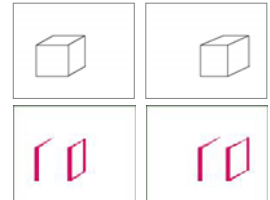
1. 2台(または複数台)のカメラ

2. 水平振動  
⇒ 縦エッジ画像

3. エッジの奥行き情報と  
位置関係  
⇒ 各画像中の  
対応点や対応線

画像が照合しやすくなる。

※イメージ図



### システムの構成

I. 単眼2自由度カメラ視軸の微小振動

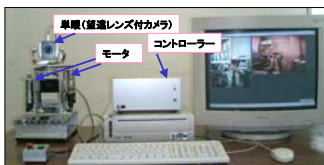
⇒ モーター制御

II. エッジ画像生成

⇒ 時間微分, 2値化処理

III. 3次元エッジ画像構築

⇒ カメラを平行移動させて2箇所から...



### エッジ画像の生成

両眼距離300mm

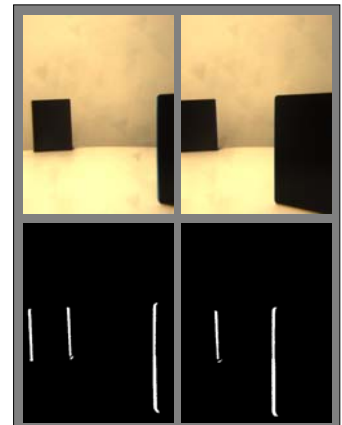
$h=10\text{mm}$

$r=75\text{mm}$

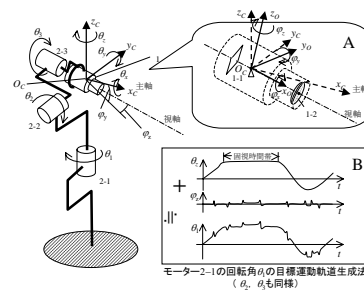
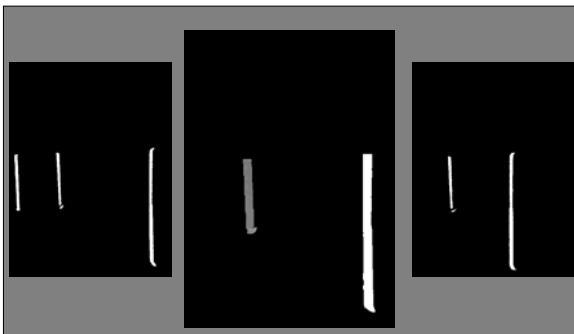
$\delta=80\text{pixel/mm}$

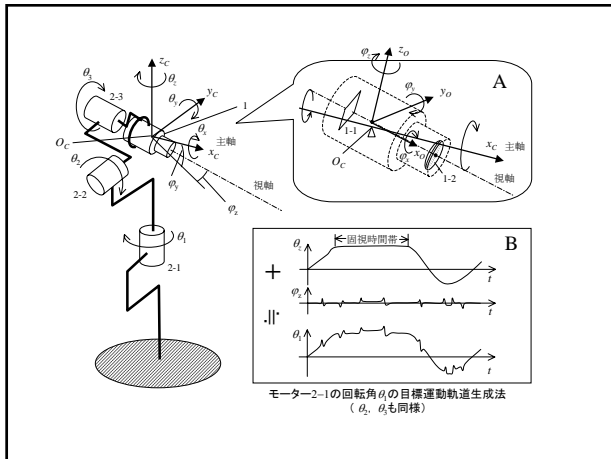
微小水平振動  
振幅:  $0.46^\circ$

	左物体 (奥)	右物体 (手前)
距離	115cm	15cm
エッジ幅	7pix	10pix



### 3次元エッジ画像の生成





## まとめ

- \* 固視微動の役割について検討
  - \* カメラの微小振動により距離情報を持つエッジ画像を構築
  - \* 両眼立体エッジ画像の構築法を提案
- 今後の研究
- \* 提案手法の改良(3次元エッジ画像生成法など)
  - \* 固視微動と他の生理的眼球運動を統合的に実現