

シンチレータキュー検査

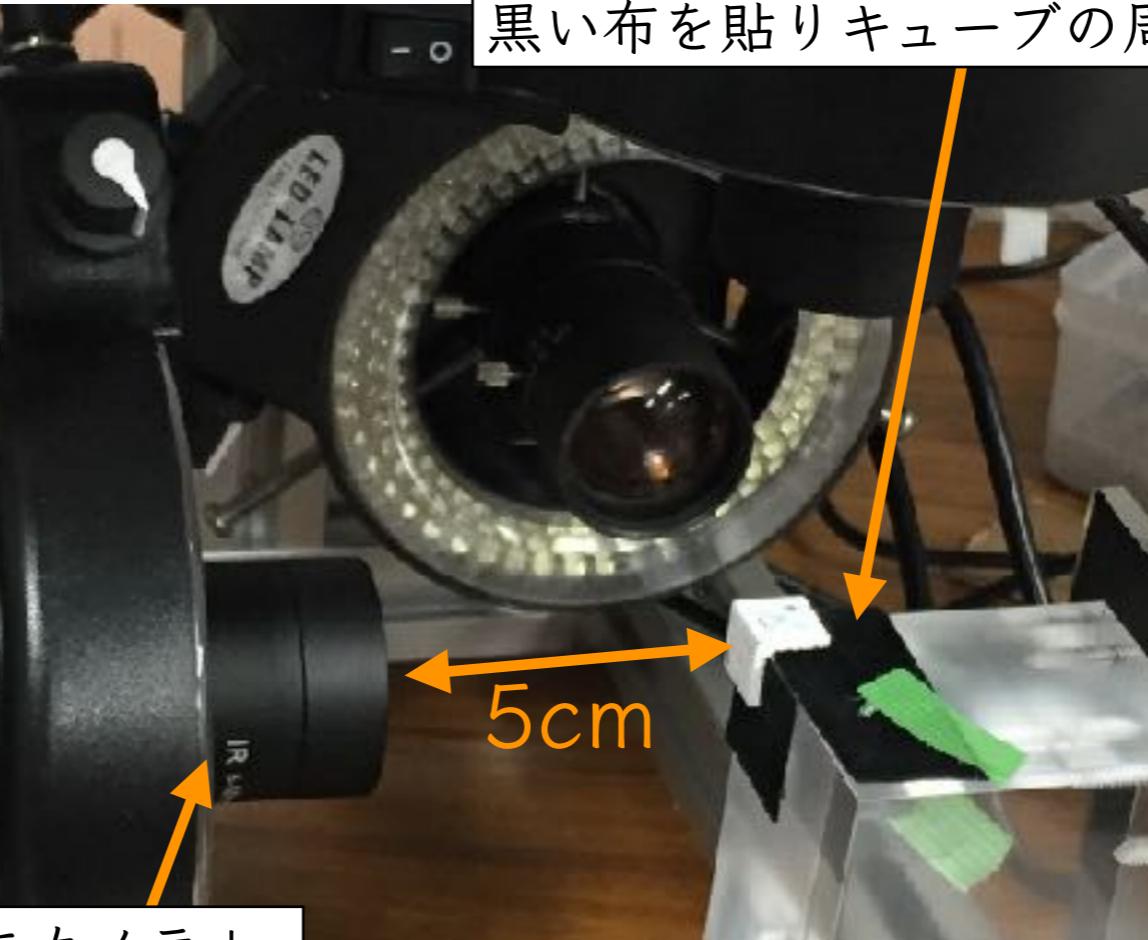
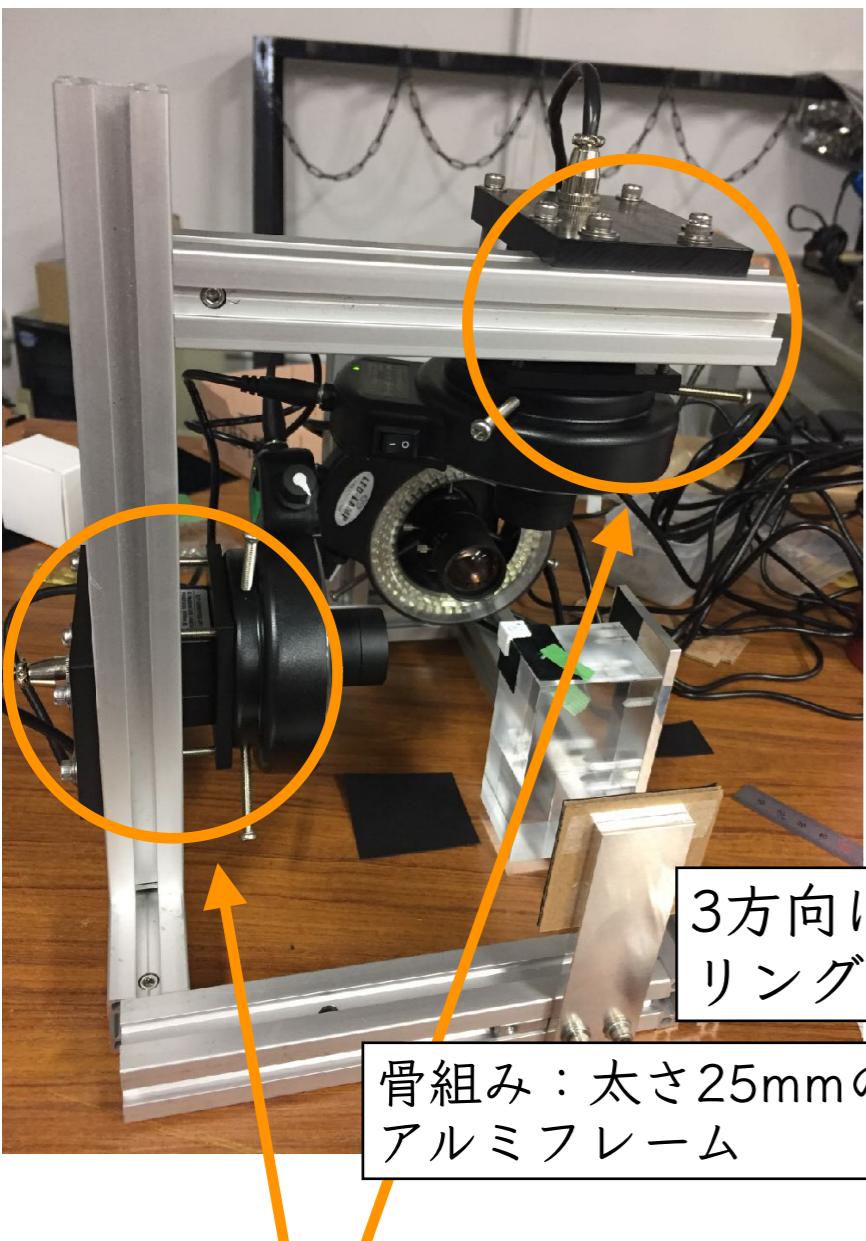
進捗報告

2020.8.25 京都大学 谷真央
木河さん、小川さん、松原さん

内容

- カメラの配置、全体図
- キューブ検査、選別の流れ
- 回転円盤
 - 半径
 - 回転速度
- キューブ台座
 - 背景の黒をどう作るか
- カメラごと、台座ごとのキューブの見え方の違い
- キューブ検査本番

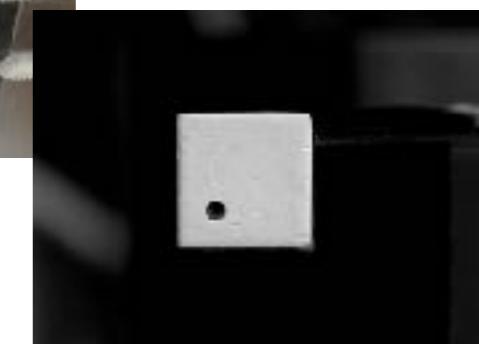
以前の撮影システム



リアコンバータ

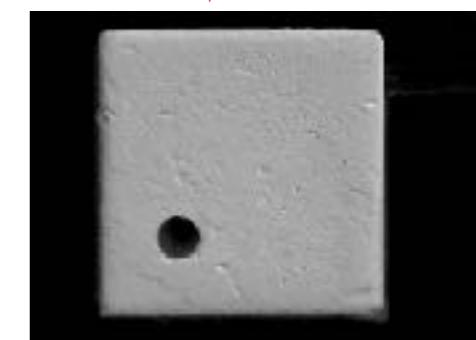


X2 TV EXTENDER JAPAN



使用前

約2倍の分解能



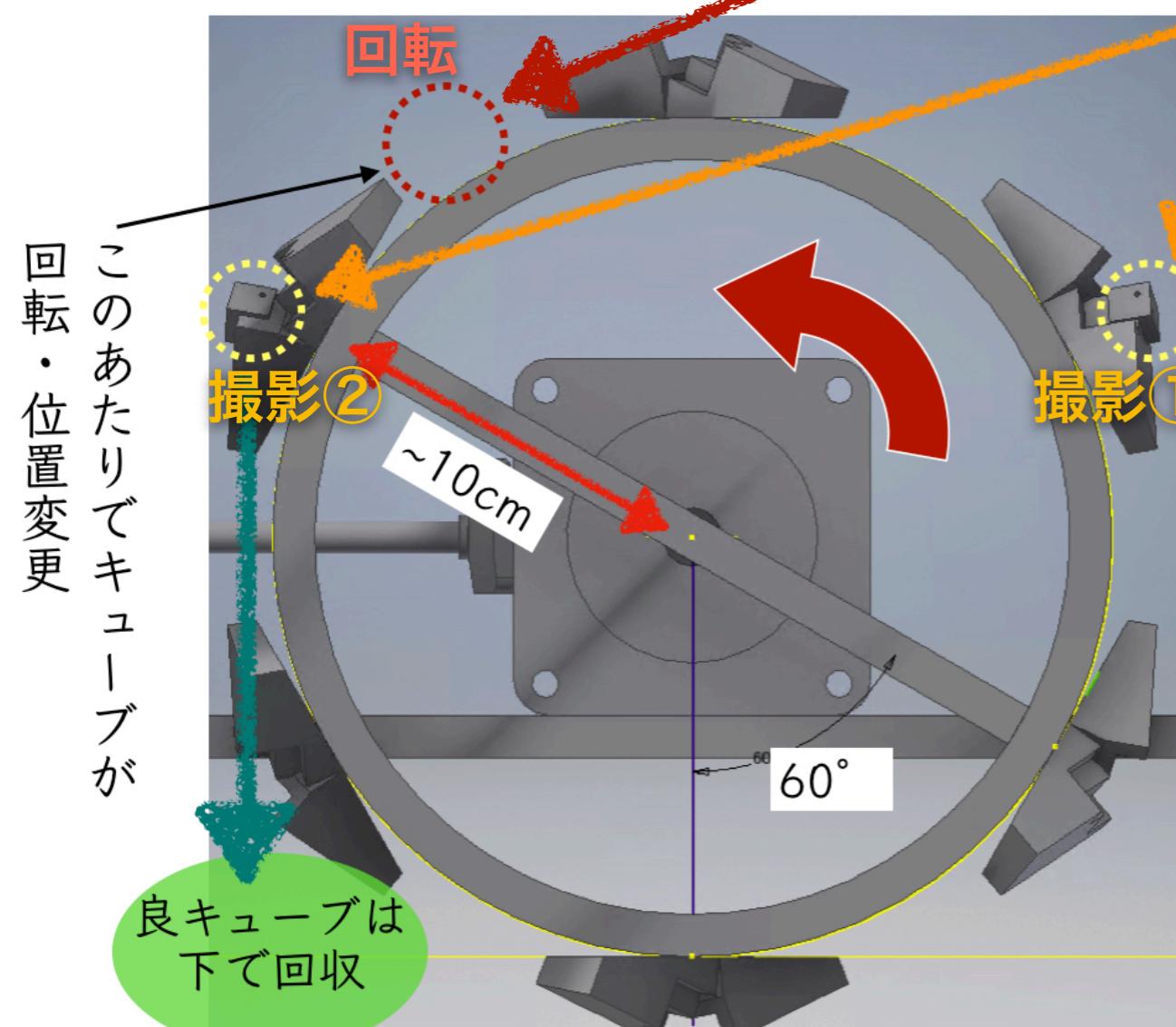
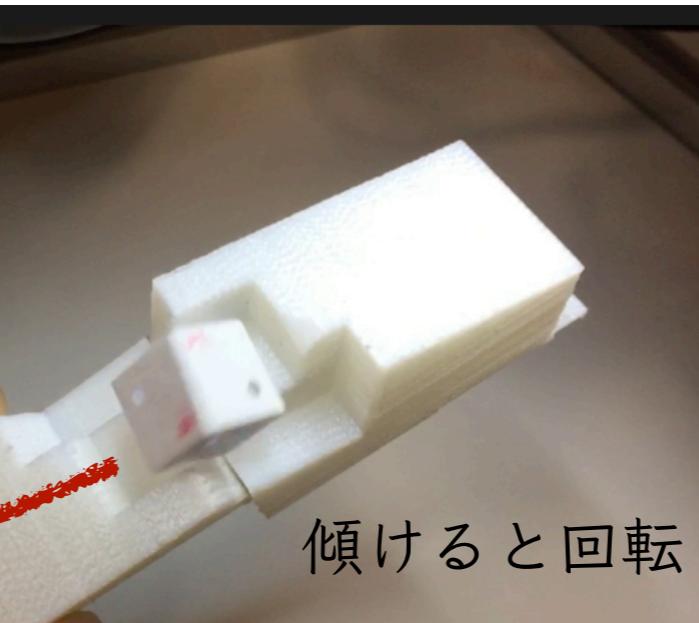
使用後

1 pixel ~ 15 μm

- 3方向からの三面同時撮影
- 焦点距離5cmでの撮影
- 各カメラはリング状のLED、拡大レンズ（右図）を装備
- 手でキューブを回転し、残りの三面の撮影



回転のようす



撮影 (2箇所)

悪キューブは2度目の撮影点ではじく

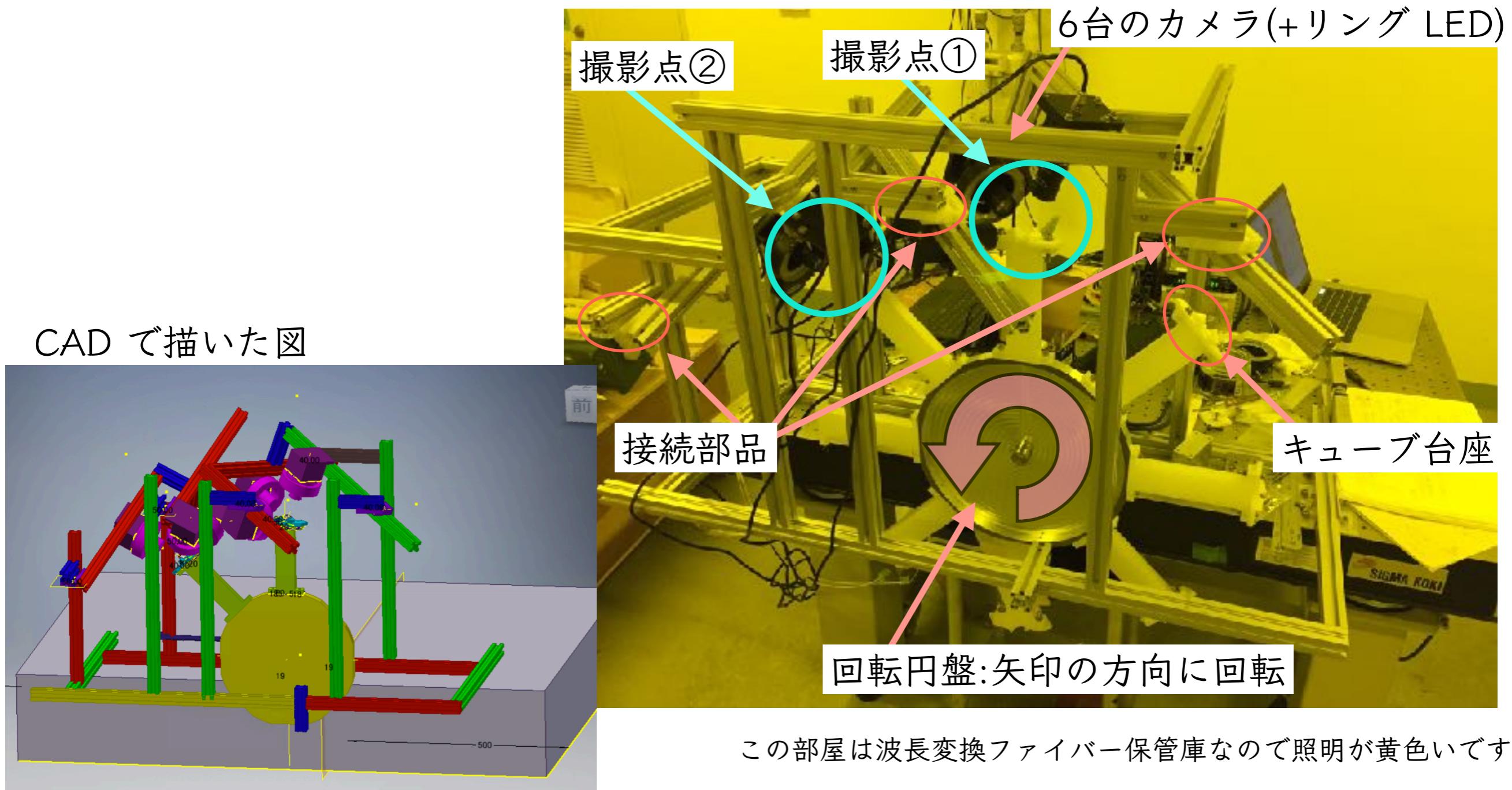
良キューブはそのまま下へ落下
→後で箱に詰める

課題：微妙な角度でのカメラの固定方法を考える必要あり

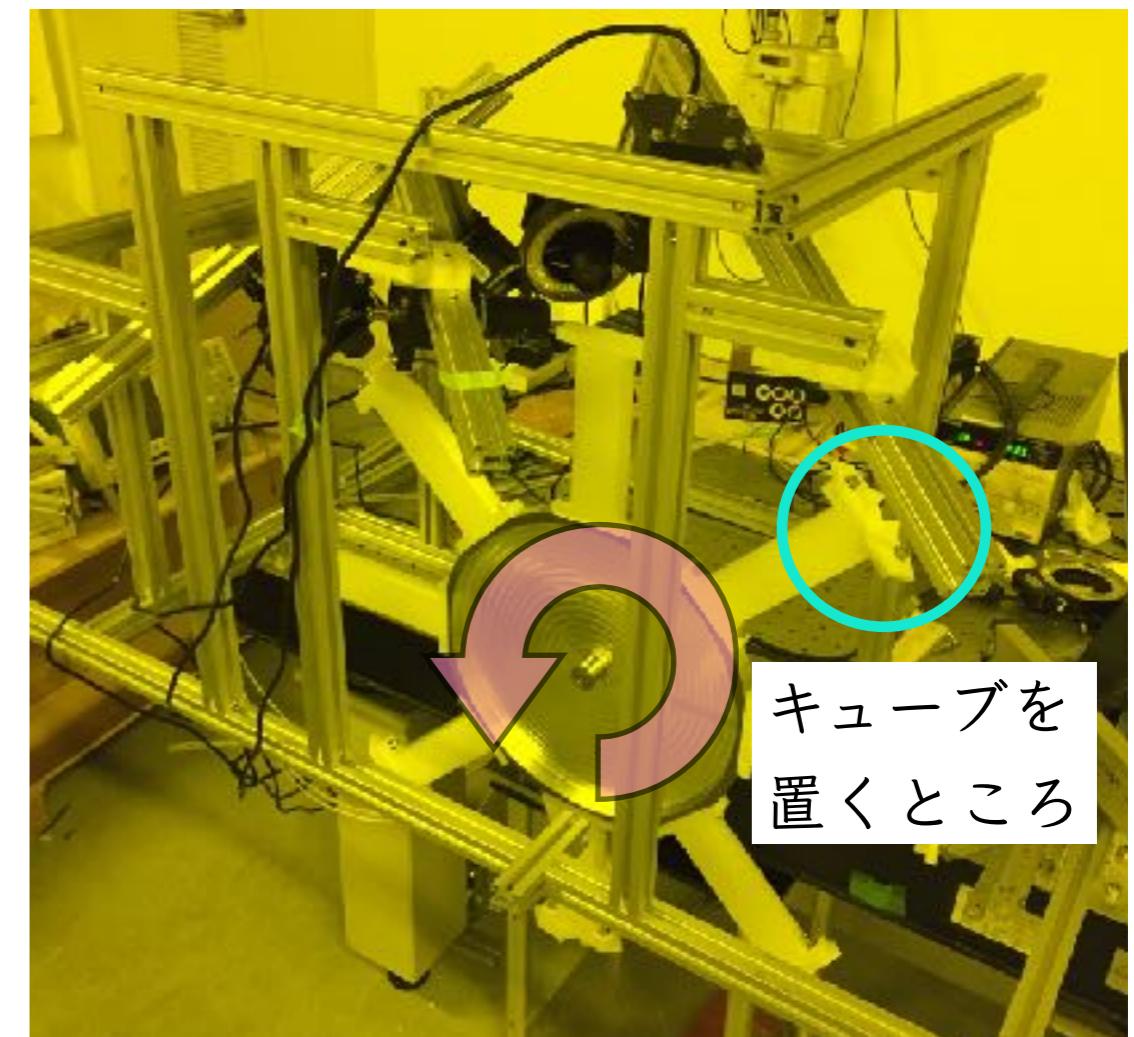
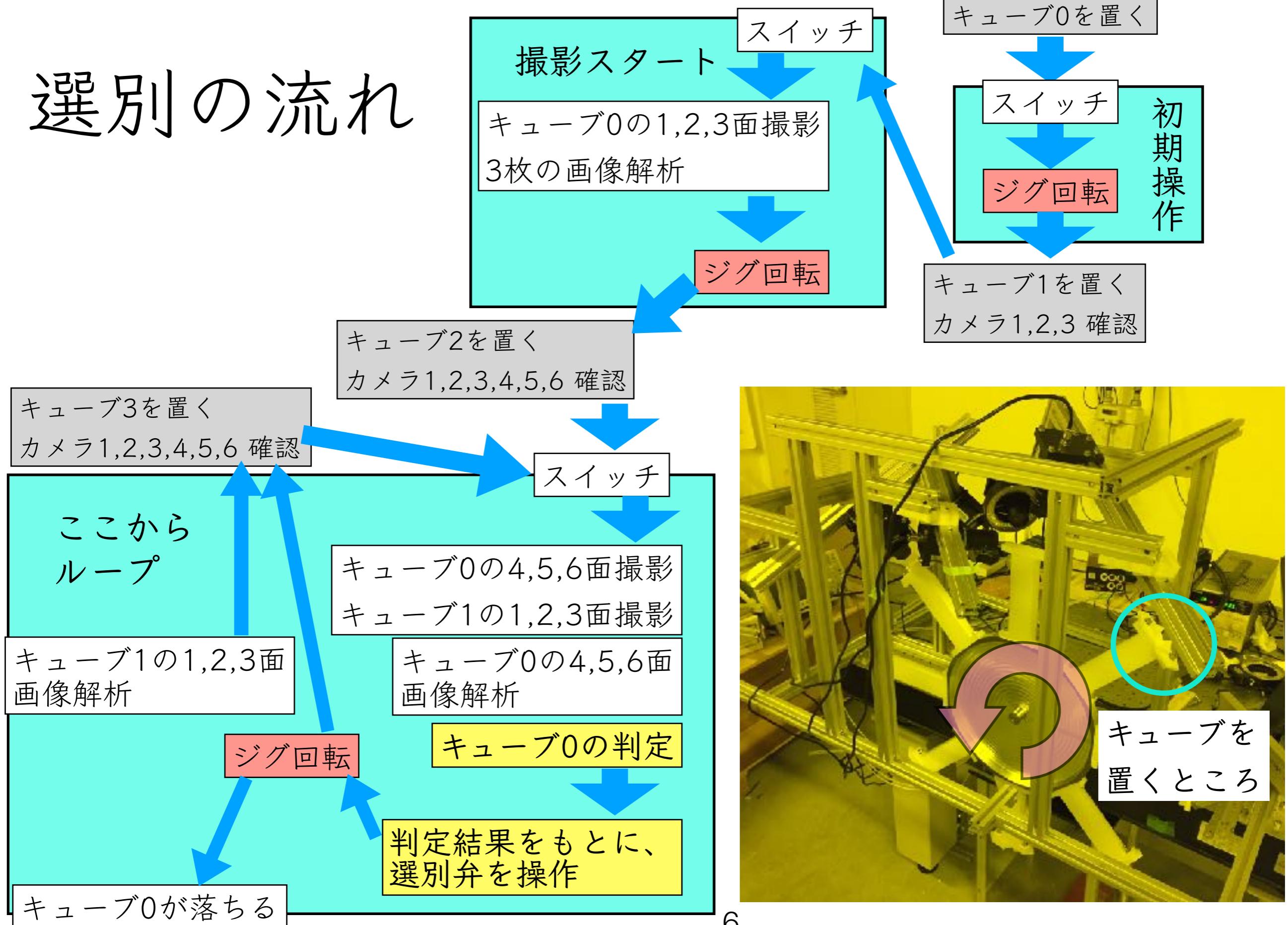
手元の PC 操作で、
回転→静止→撮影→
回転→静止→撮影…
を行いたい

カメラの配置、現在の検査システム

- 八角形の回転ジグを製作

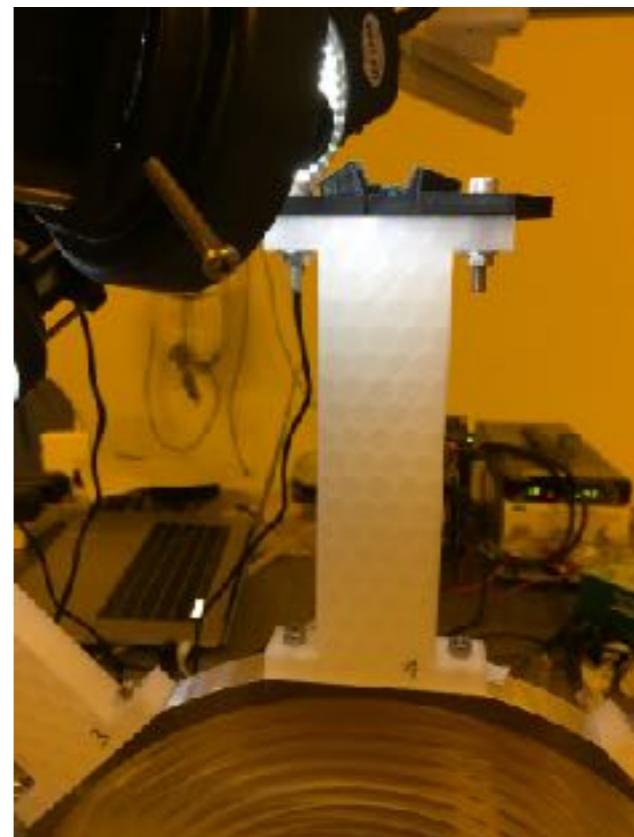


選別の流れ



回転円盤

- 半径
 - CAD 上での半径の値を勘違いしており、小さい半径の円盤を発注していた。
→正しい半径になるように追加の部品を作成した。
 - 急遽、アルミでスズノ技研さんに製作を依頼したが、重く円盤の慣性モーメントが大きくなり、扱いづらい。
 - 同様の形状のものを 3Dプリンタで作った。

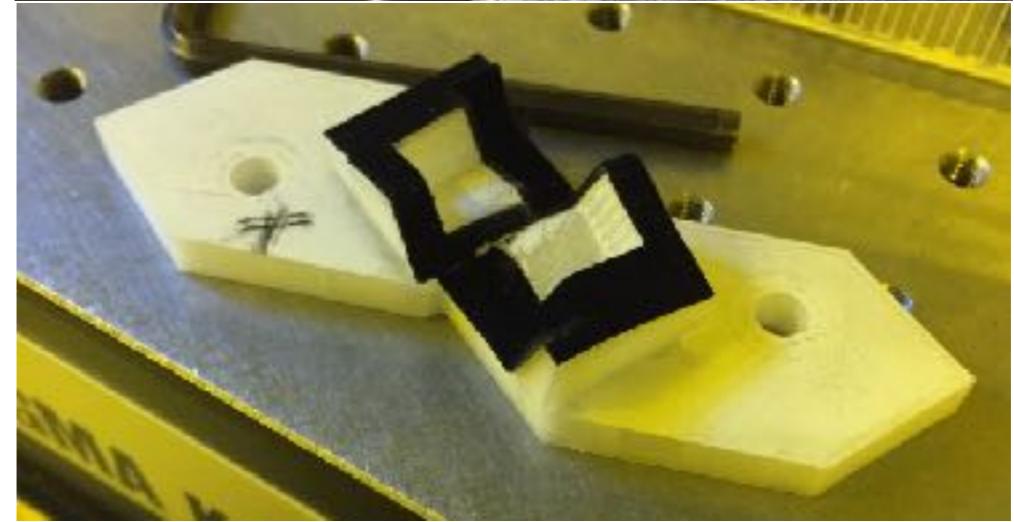
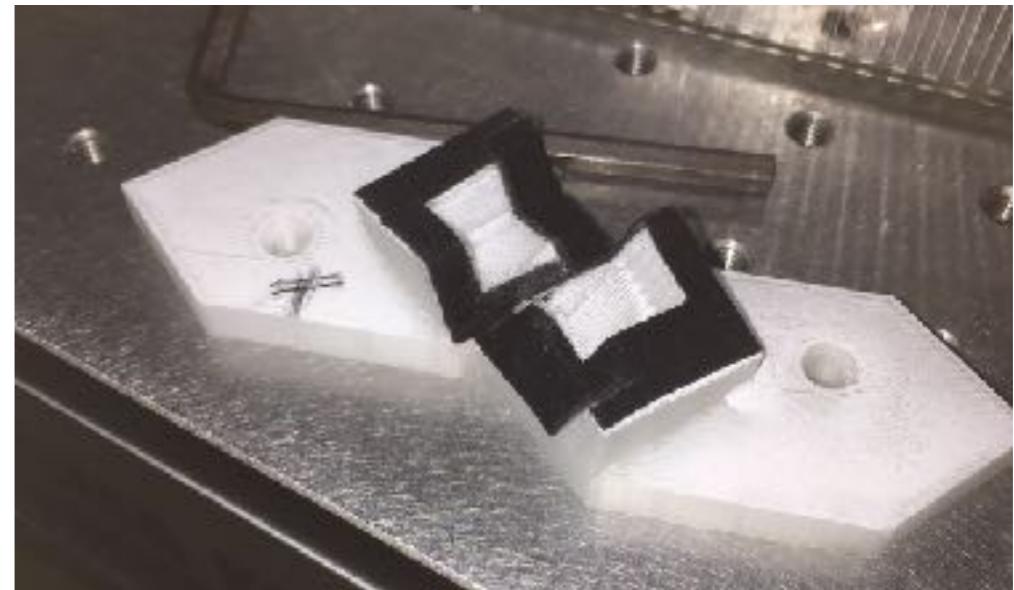


回転円盤

- 回転速度
 - 回転が不安定にならないか、停止が滑らかか
 - キューブがうまく転がるか
 - 大量検査のためになるべく短時間で
- 以上の条件を満たすよう、回転速度の最適化を行った。
- 現在の回転の様子：

キューブ台座：背景を黒くする

- 以前は東京技研さんでもらったほとんど反射のない布を貼った。
- 今回もそうするつもりだったが、形状が細かく複雑で、貼るのが困難
- 少しづれてしまうと下地の白が見えてしまう
- はみ出で貼るとキューブが台座にフィットしない

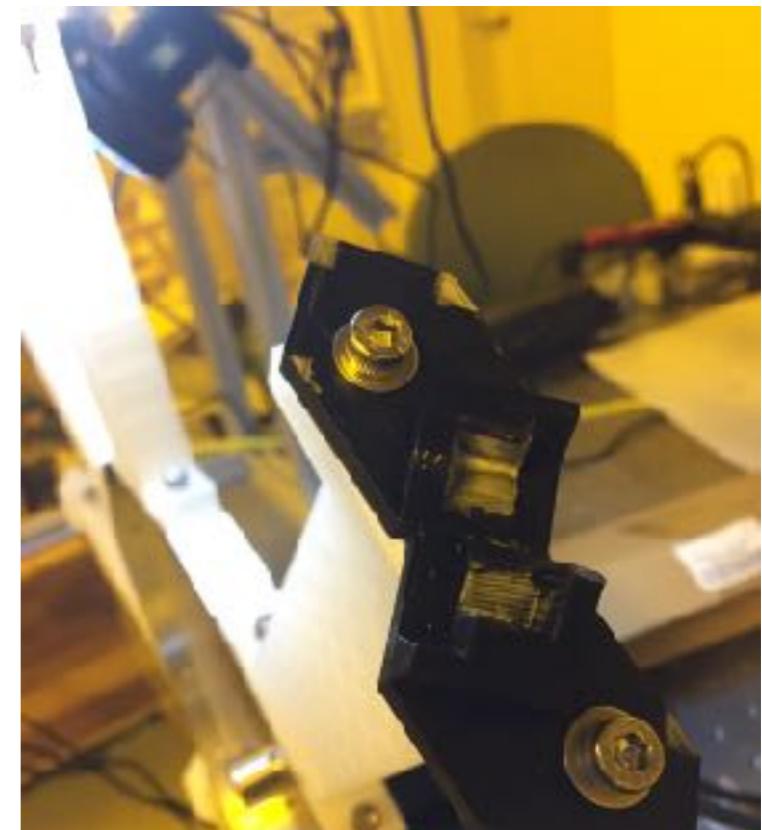
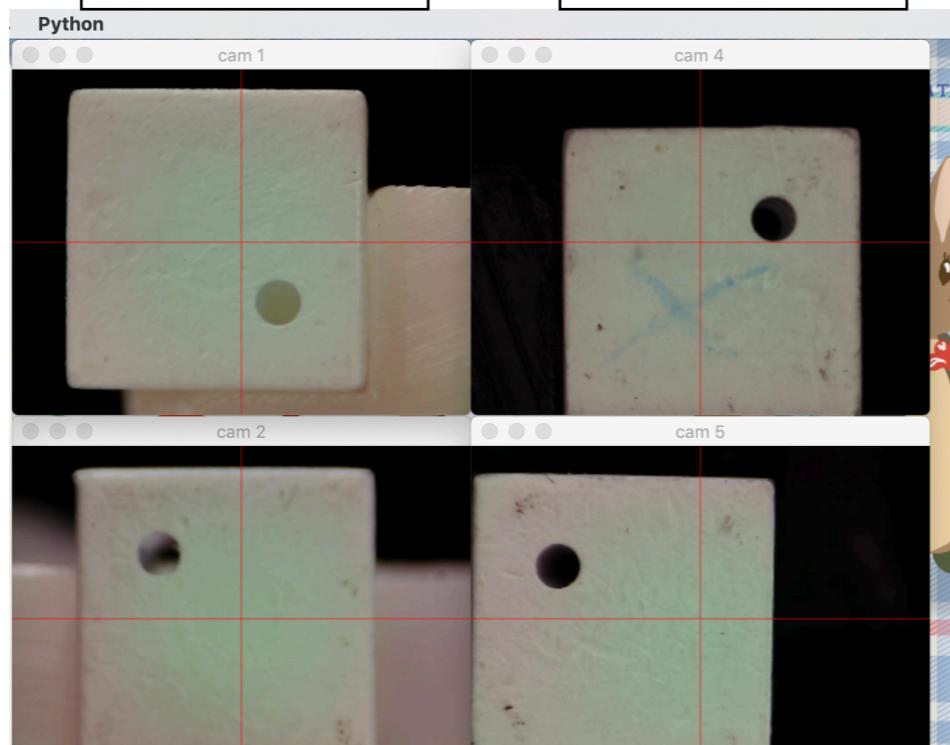


より簡単に黒くする

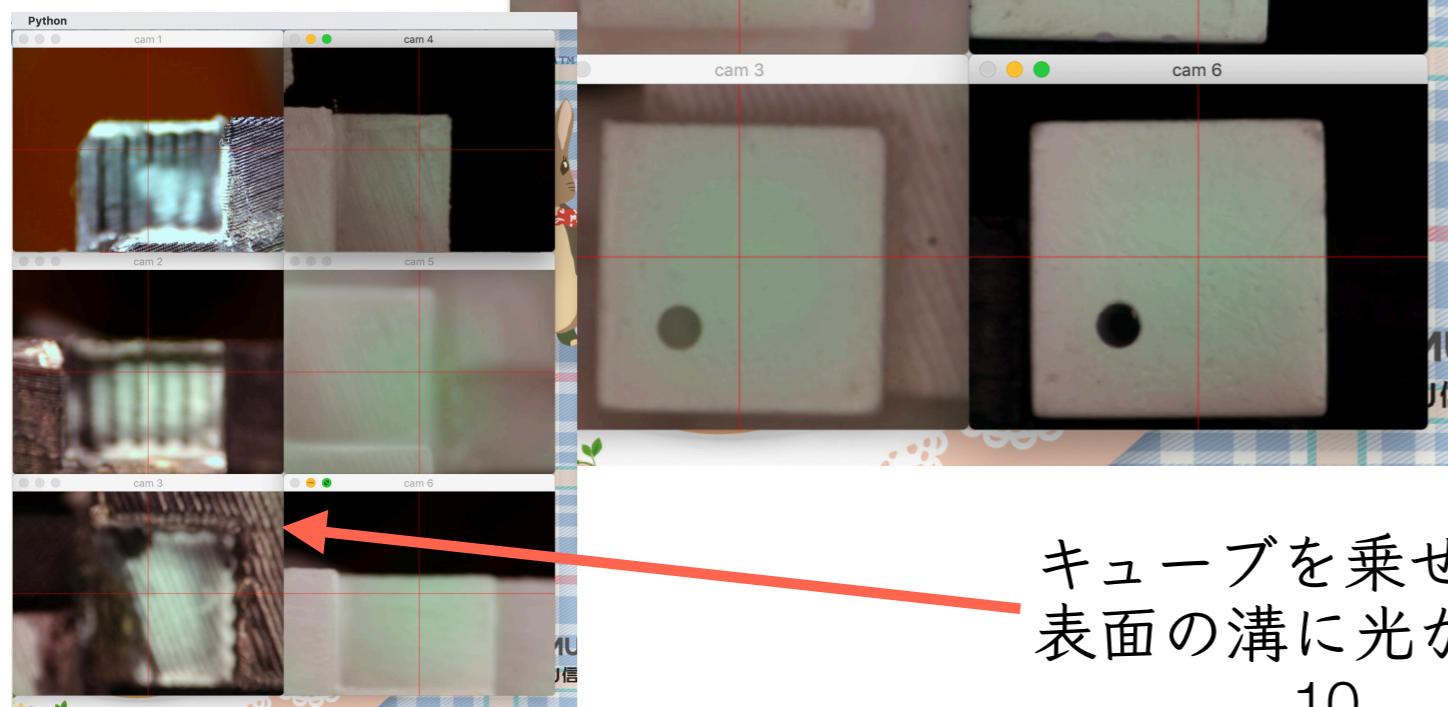
- 黒の 3D プリンタ素材
 - (つや消し黒の水性アクリルスプレー)
- これらが使えるか試してみた。

白プリント

黒プリント



黒プリント→台座部以外をマスキングして
テフロン処理(処理後は白く残る)→
余分な白い部分をマッキーで塗りつぶす

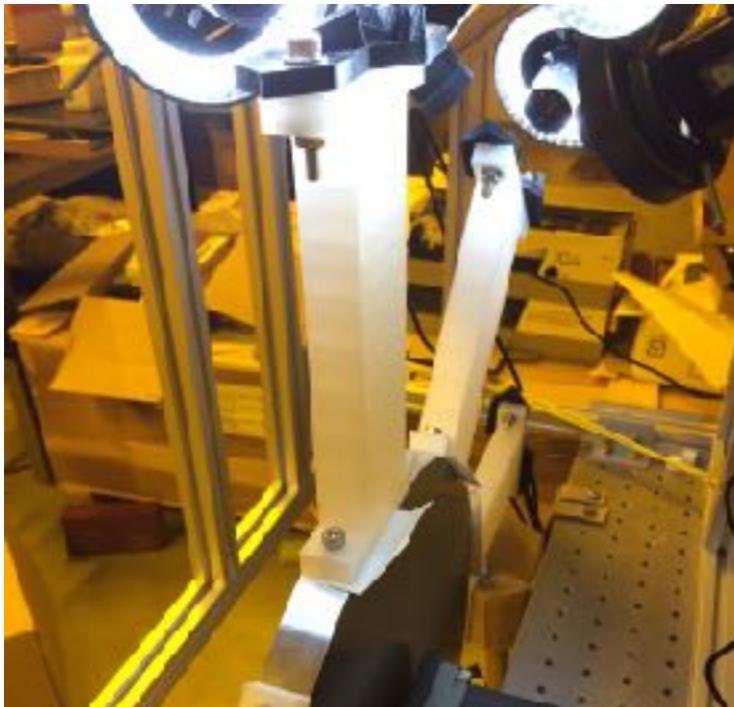


背景が黒のとき、三方向から光をあてると、
キューブの白と背景のコントラストにより、
黒の部分は詳細が写らなくなるらしい。

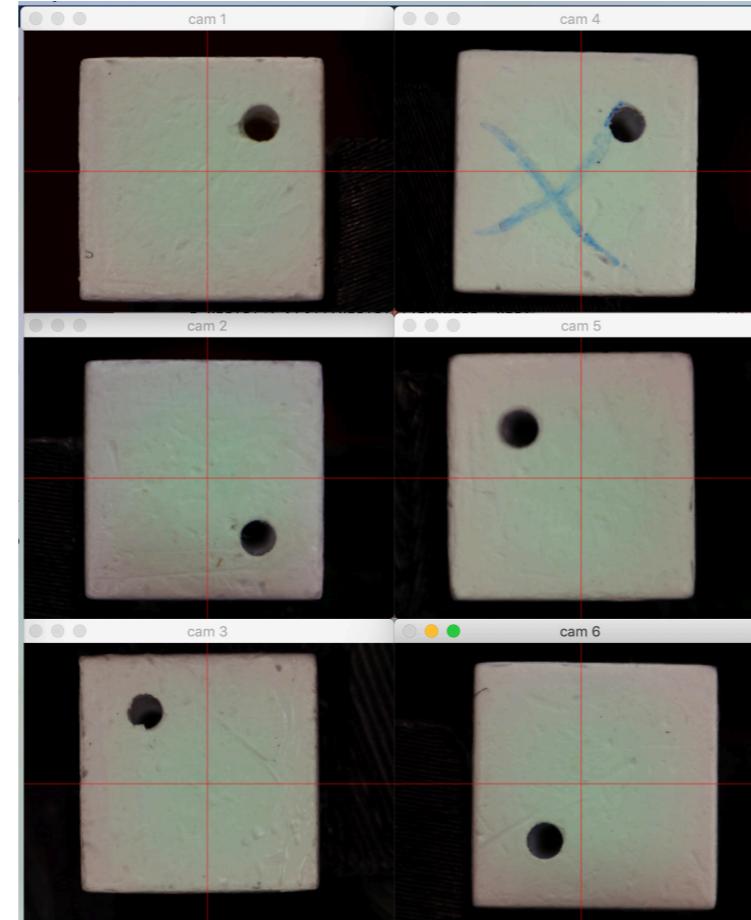
キューブを乗せずに撮影すると、
表面の溝に光が反射しているのが写る。

カメラ、台座の位置の微調整

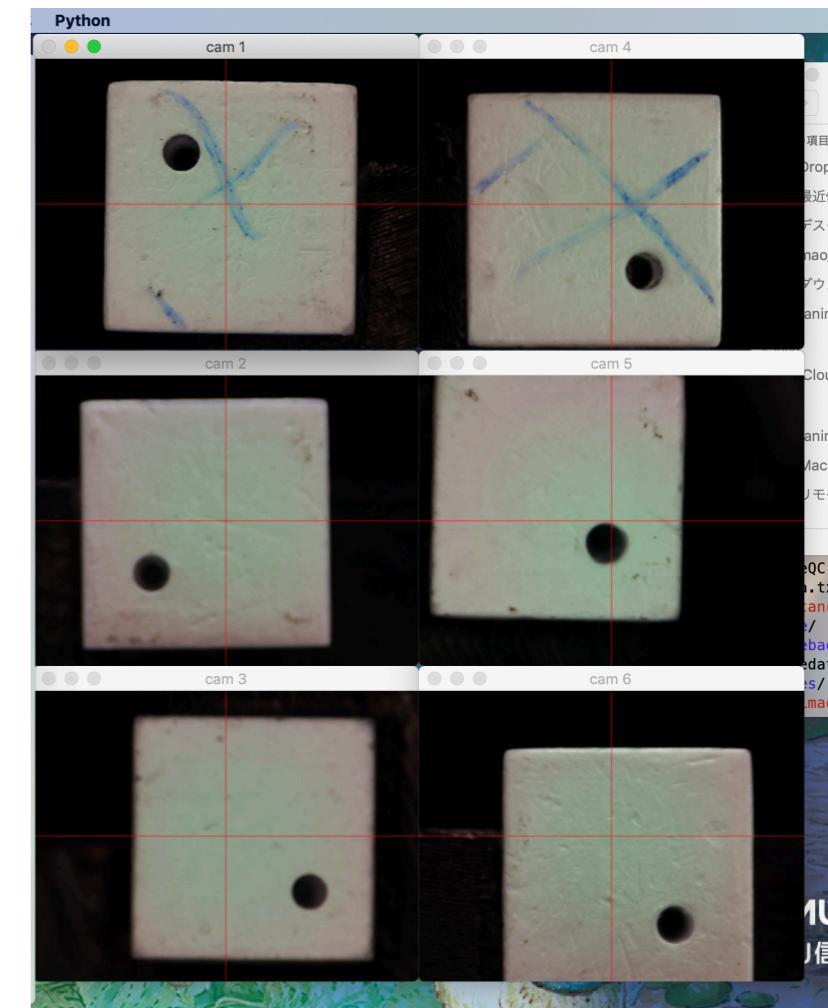
- CAD で描いた通りの位置にカメラを固定するも、キューブの正面を捉えてくれない。
→ 映像を見ながら、カメラの位置を微調整した。
- 微調整後も、台座によってはキューブの全体が映らない。
→ 映像を見ながら、台座の位置を微調整した。



部品と円盤の間に
紙をはさんだ



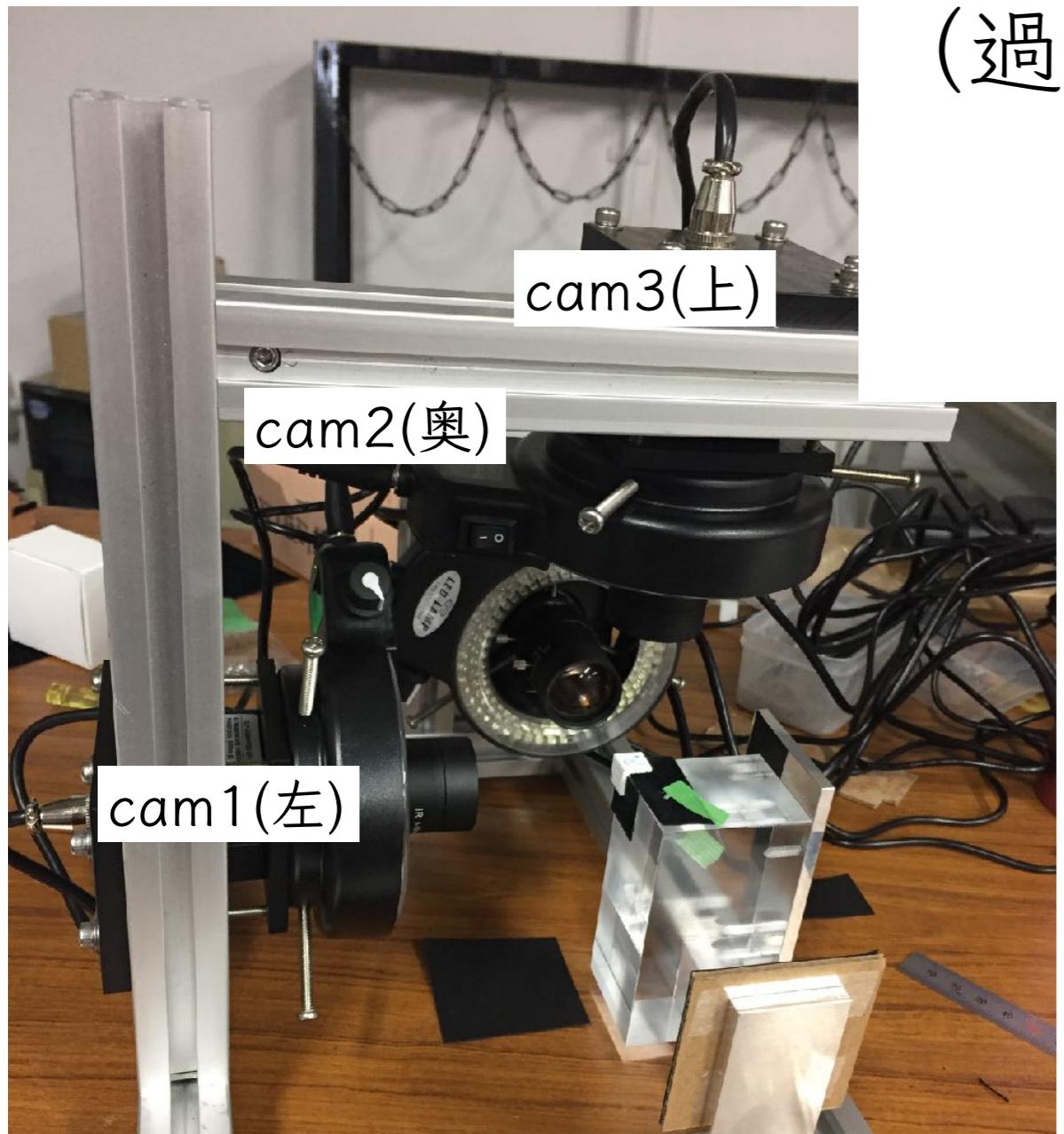
調整後のキューブの見え方



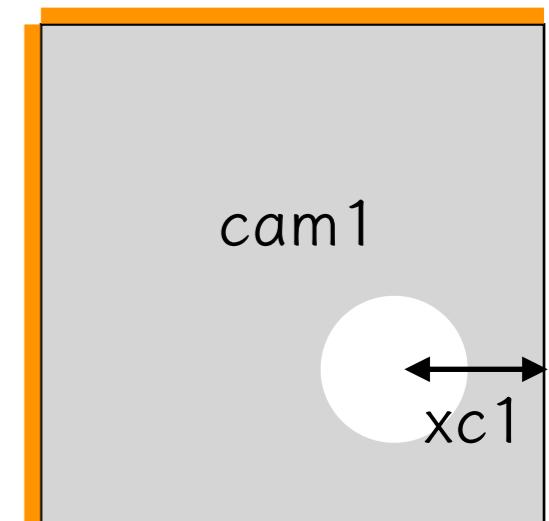
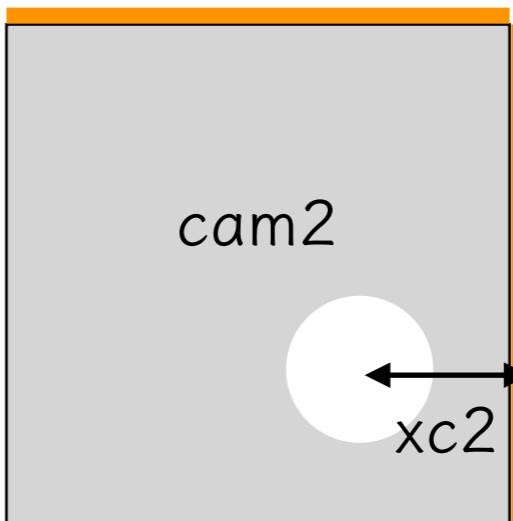
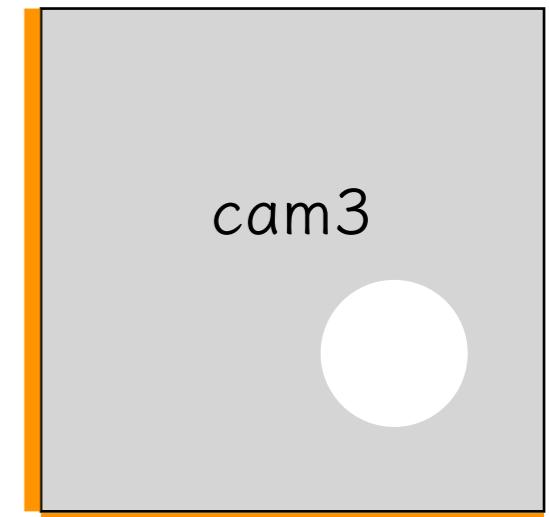
微調整する前の様子

カメラごと、台座ごとのキューブの見え方の違い

- 微調整後でも、カメラごとに多少見え方が異なる。
- 台座ごとによっても見え方が異なる。
→画像解析で対処（以前行った方法を流用する）。
- （ただし、同じカメラ、同じ台座では、円盤を回転させても同じ傾向の画像が撮れることは確認済み）



(過去スライド)
カメラ毎の
光の当たり方

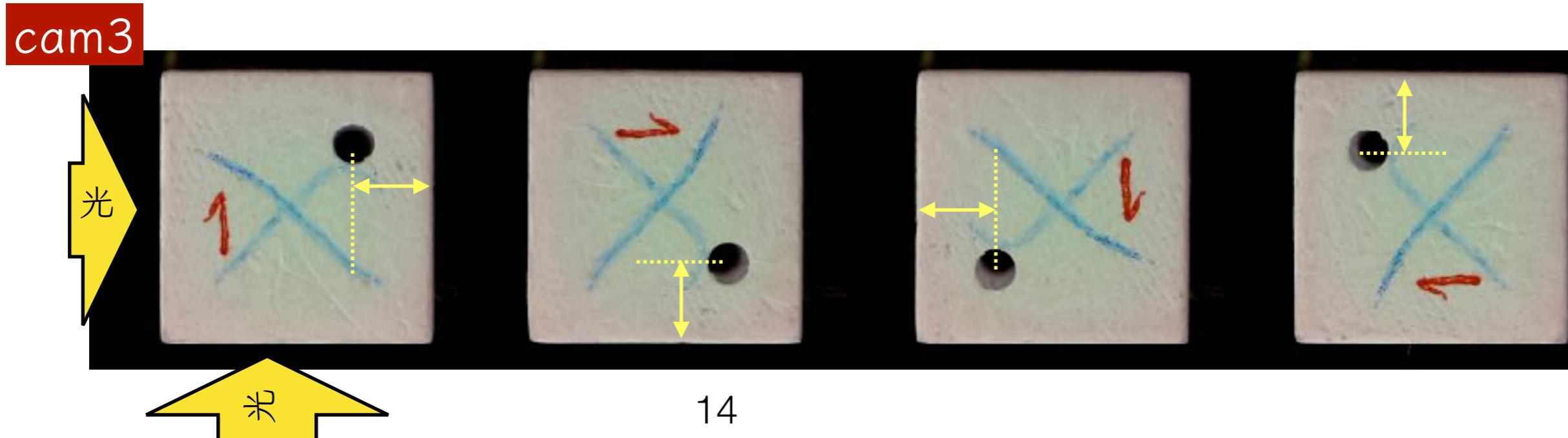
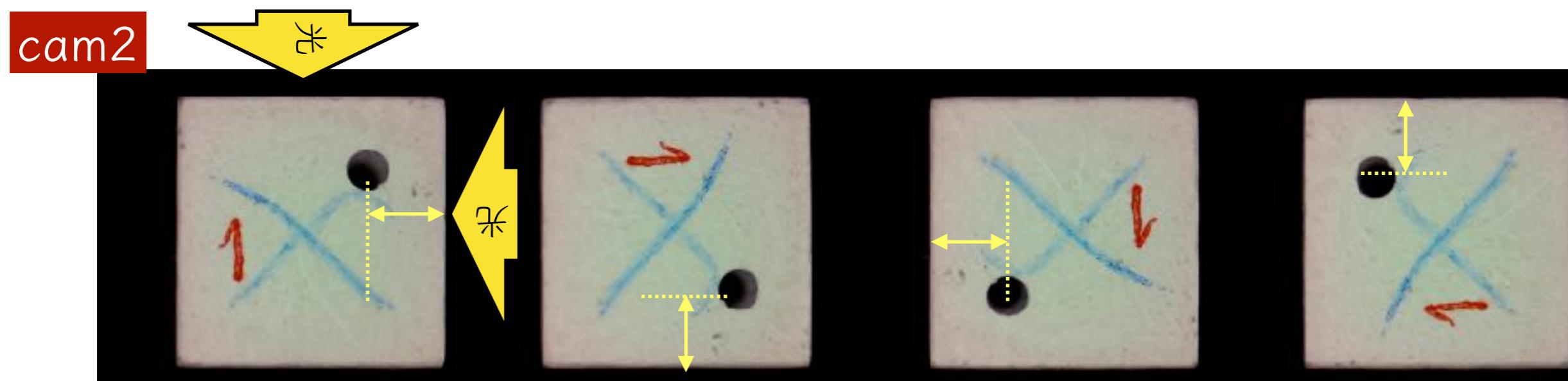
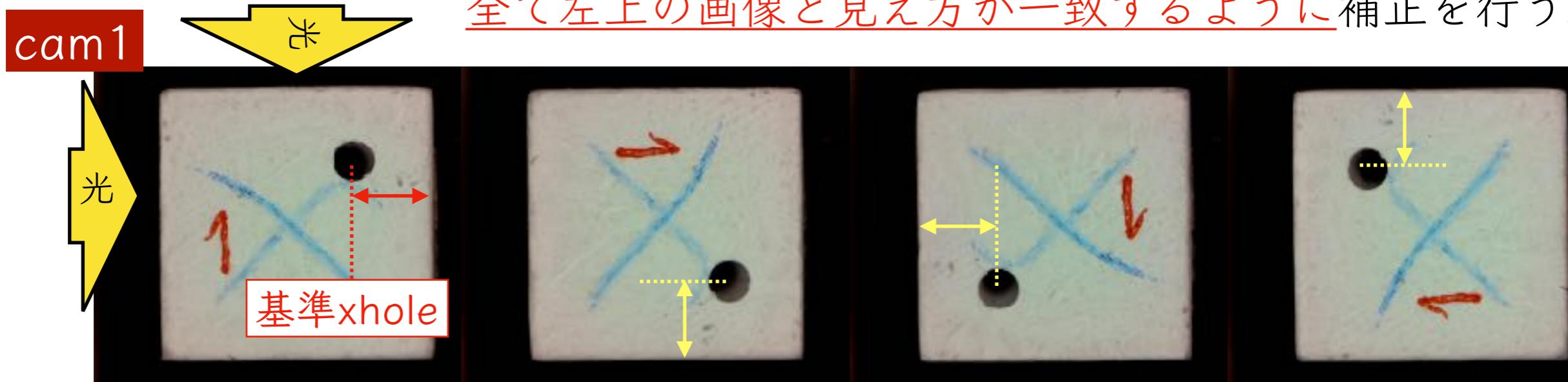


- オレンジの部分に、別方向からの光が当たる。
- 穴の辺からの位置が撮影状況によって変わってしまう
(本来は $xc1=xc2$ のはずなのに、 $xc2$ のほうが大きく見えててしまう)
- 同一の面をそれぞれのカメラで撮影、同一の辺長・穴位置について光の有無によって有意な違いがあるか確認。

(過去スライド)

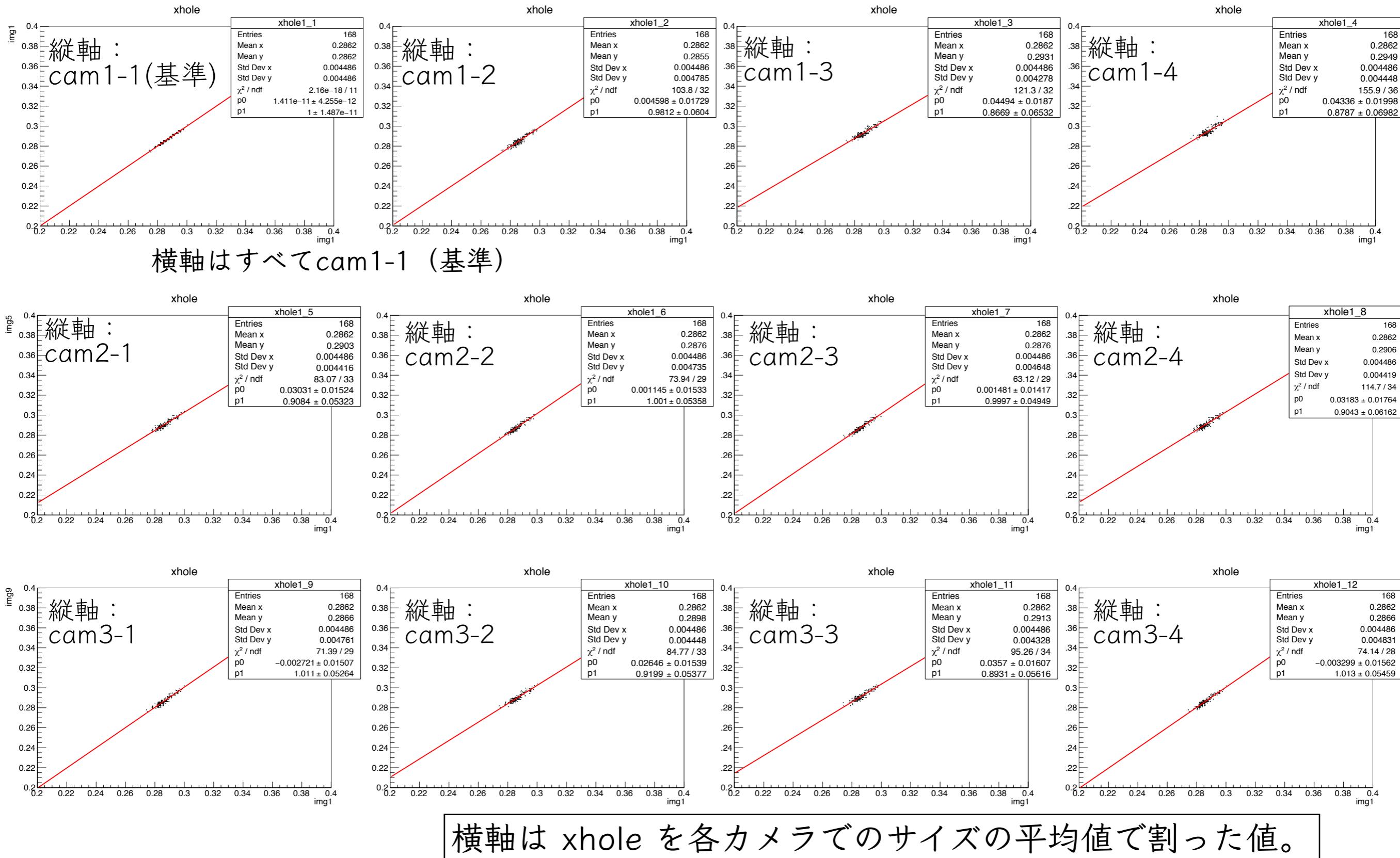
原因の異なる見え方の違いを一度に補正：12枚の写真に対し、

全て左上の画像と見え方が一致するように補正を行う。



(過去スライド)

- 穴の位置 x_{hole} について、基準となる $cam1$ での 1 つ目の写真とその他の写真で比較、1 次関数でフィッティング

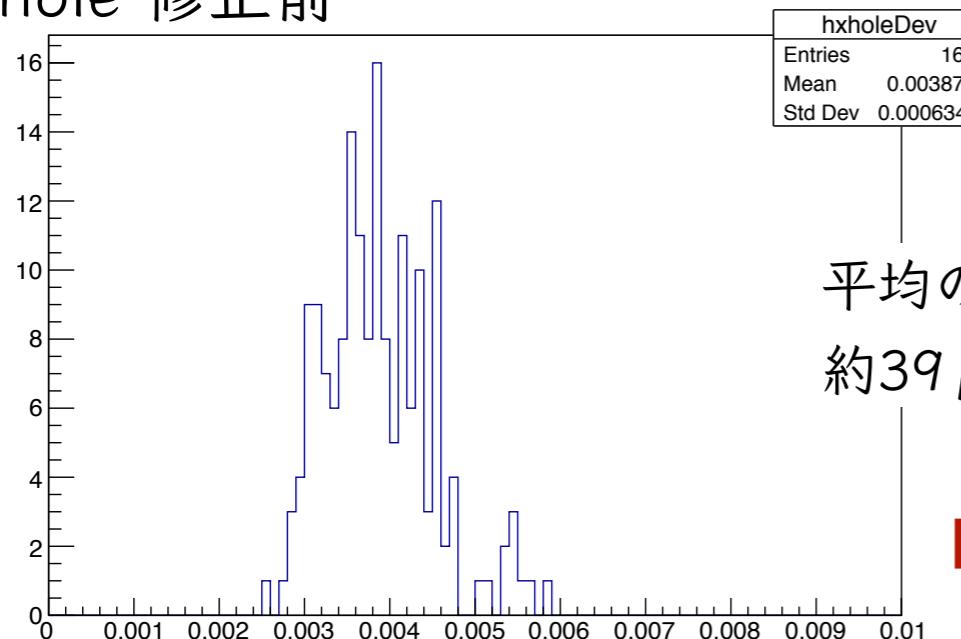


(過去スライド)

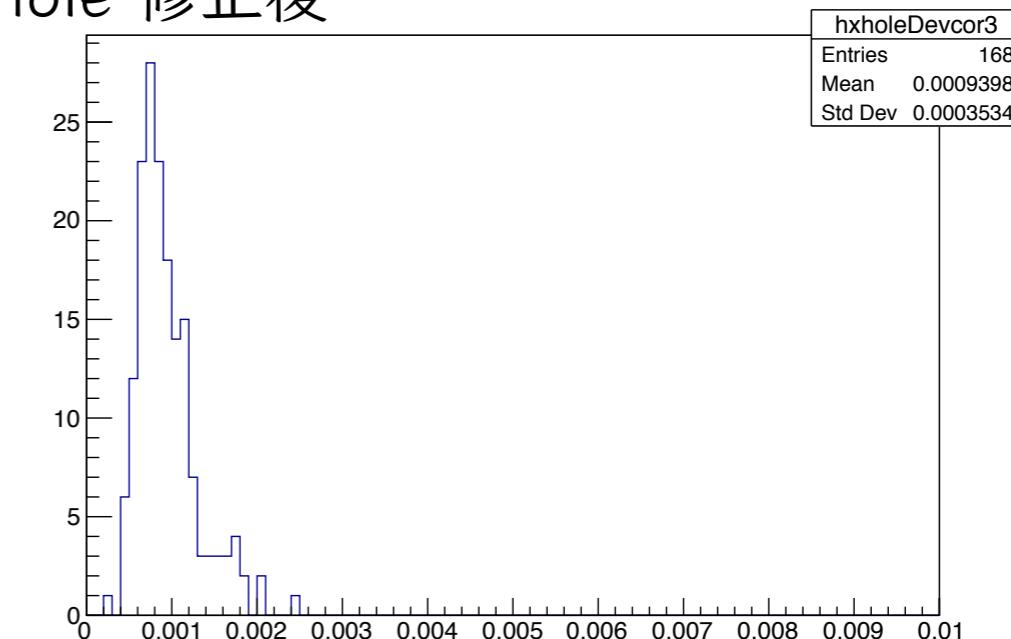
キューブの穴の見え方の“広がり”についての分布

- キューブの穴の見え方についても、Std Dev の分布（キューブ28個×6面）
- 解析コードを修正することにより改善。

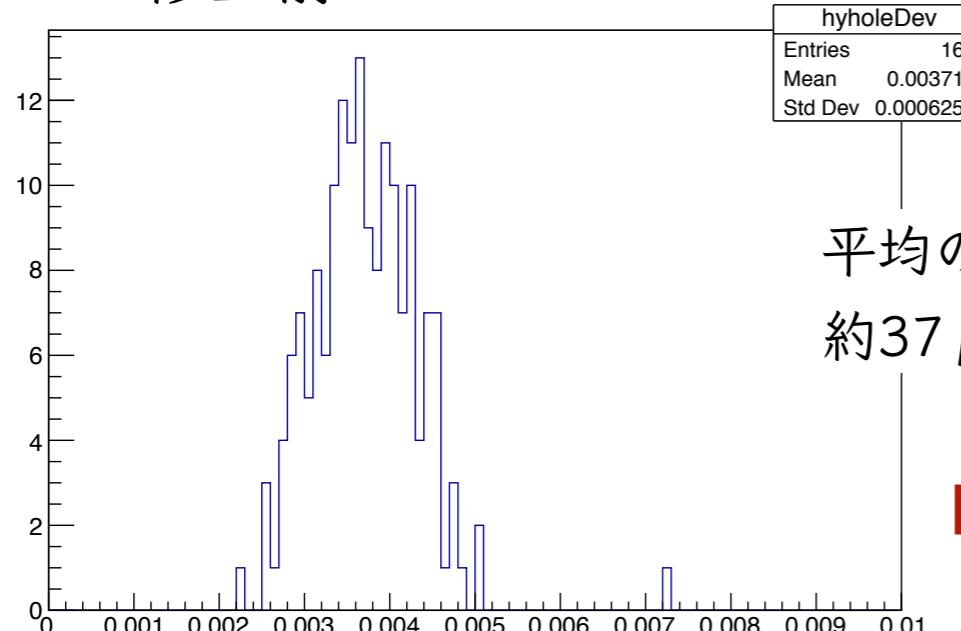
xhole 修正前 xhole_Std_Dev



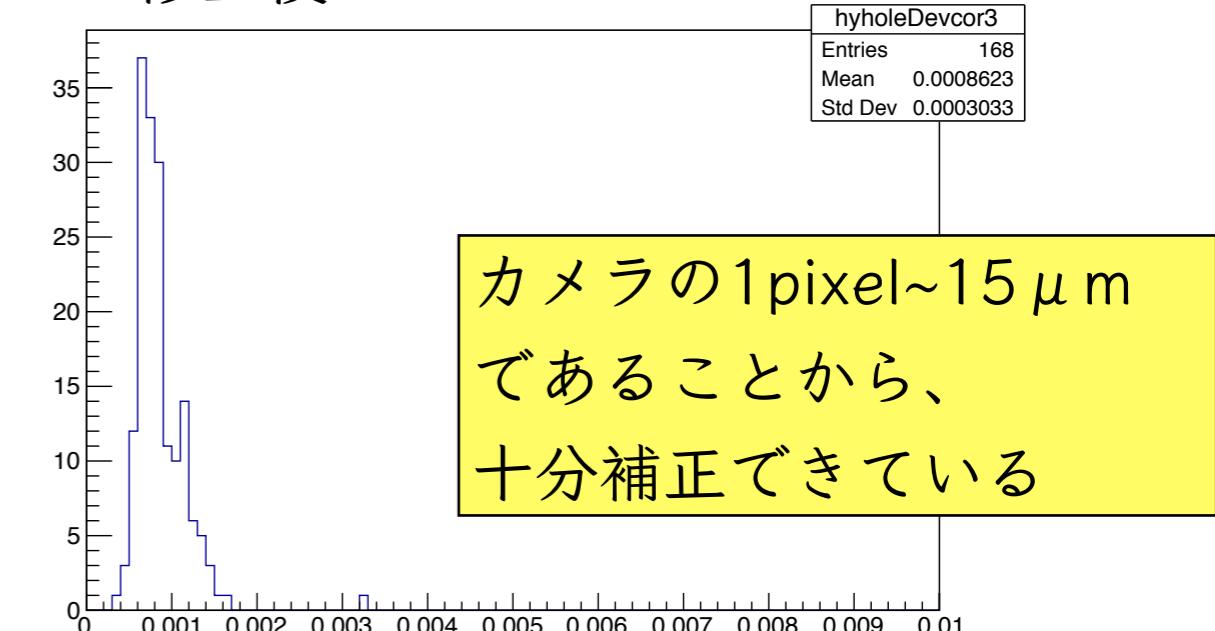
xhole 修正後 xhole_Std_Devcor3



yhole 修正前 yhole_Std_Dev



yhole 修正後 yhole_Std_Devcor3



平均の広がり：
約39 μm → 約9 μm

平均の広がり：
約37 μm → 約9 μm

カメラの1pixel~15μm
であることから、
十分補正できている

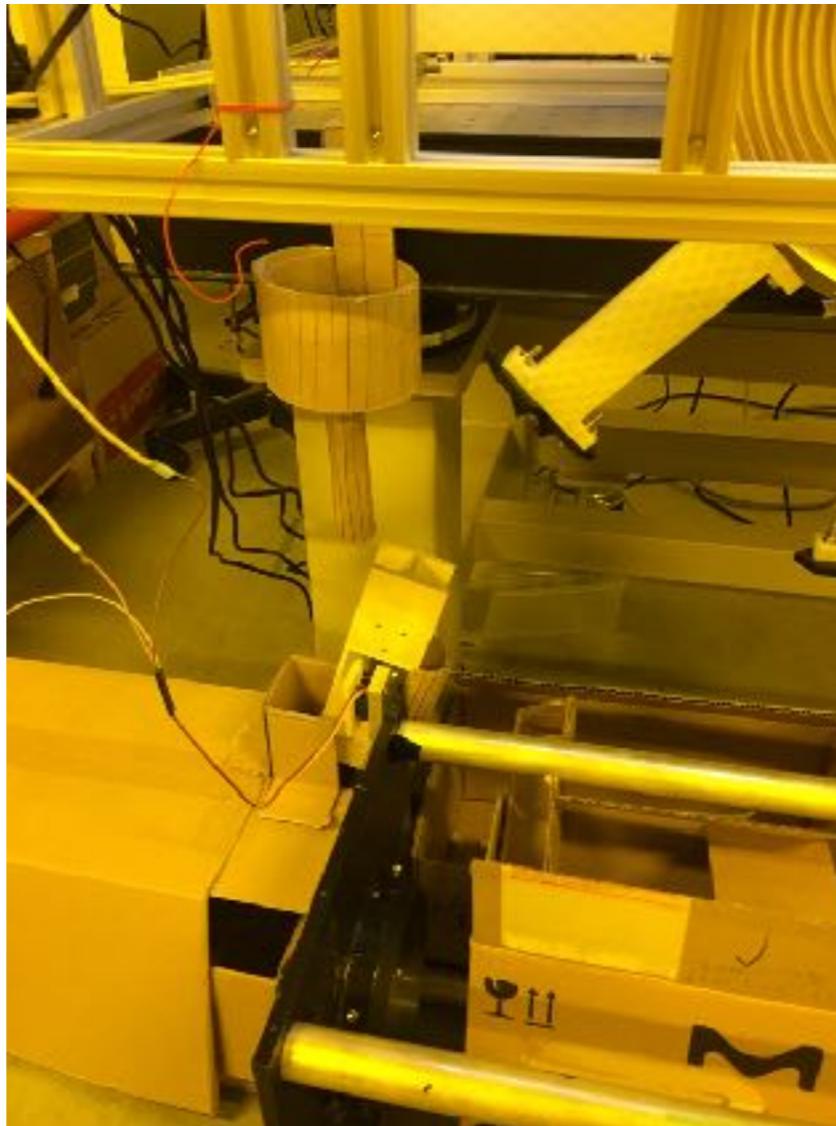
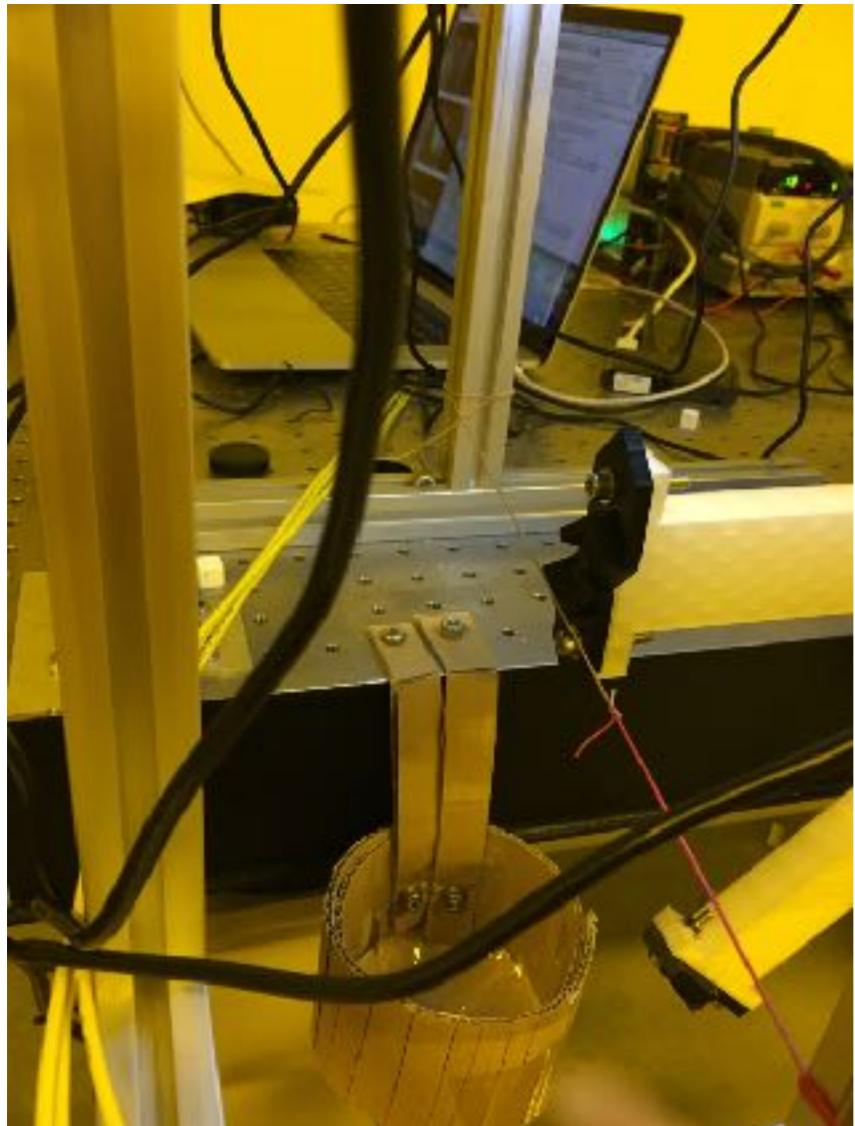
カメラごと、台座ごとのキューブの見え方の違い

- 今回は台座についても補正を行う。
- 必要な画像数：
 - 1つの面につき、4方向×6カメラ×8台座 = 192枚
 - キューブ1つで 192枚×6面 = 1152枚
 - 今回は16キューブを撮影： 1152枚×16 = 18432枚
 - これは約16時間に相当
- 補正のための画像は木河さん、小川さんの協力のもと取得中。
- 明日（26日）には完了見込み。

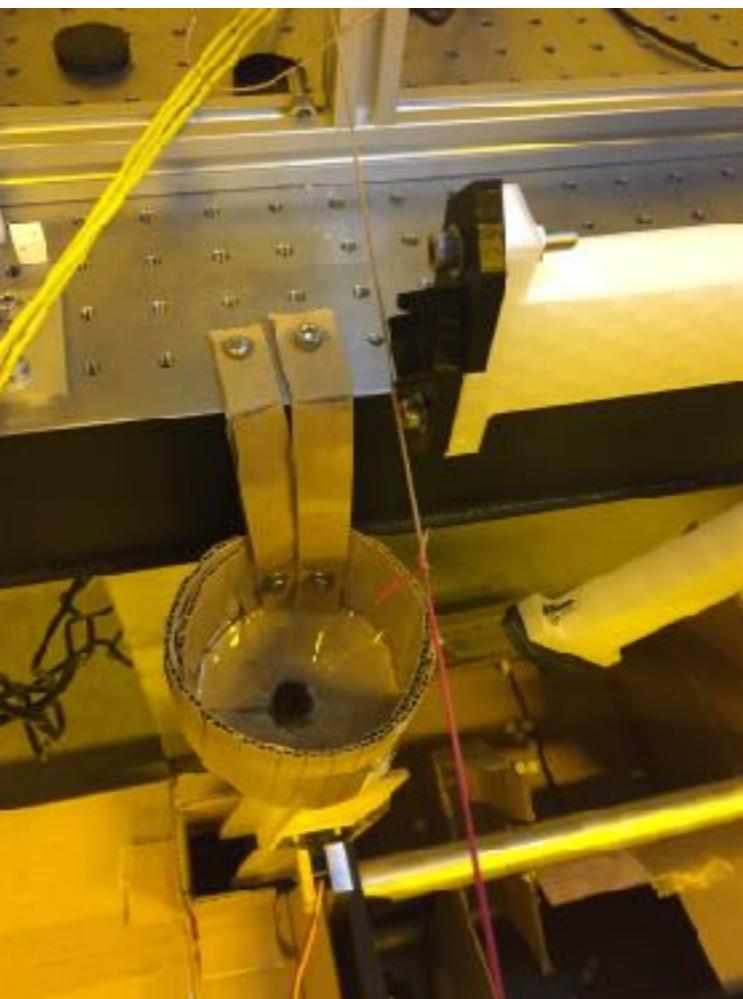
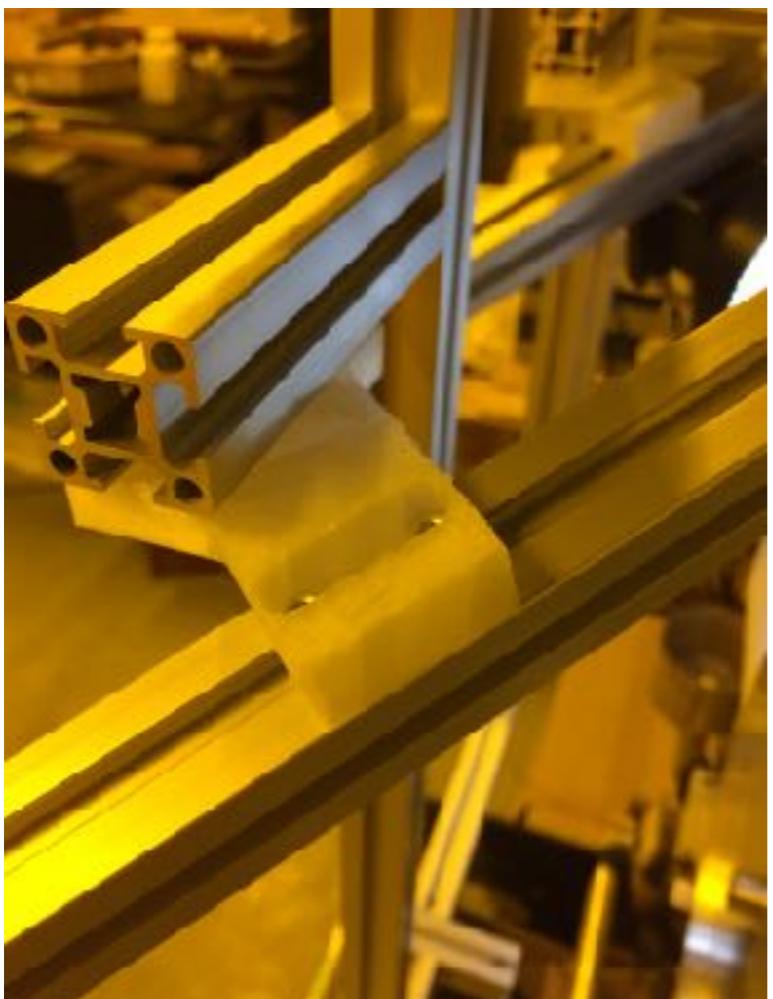
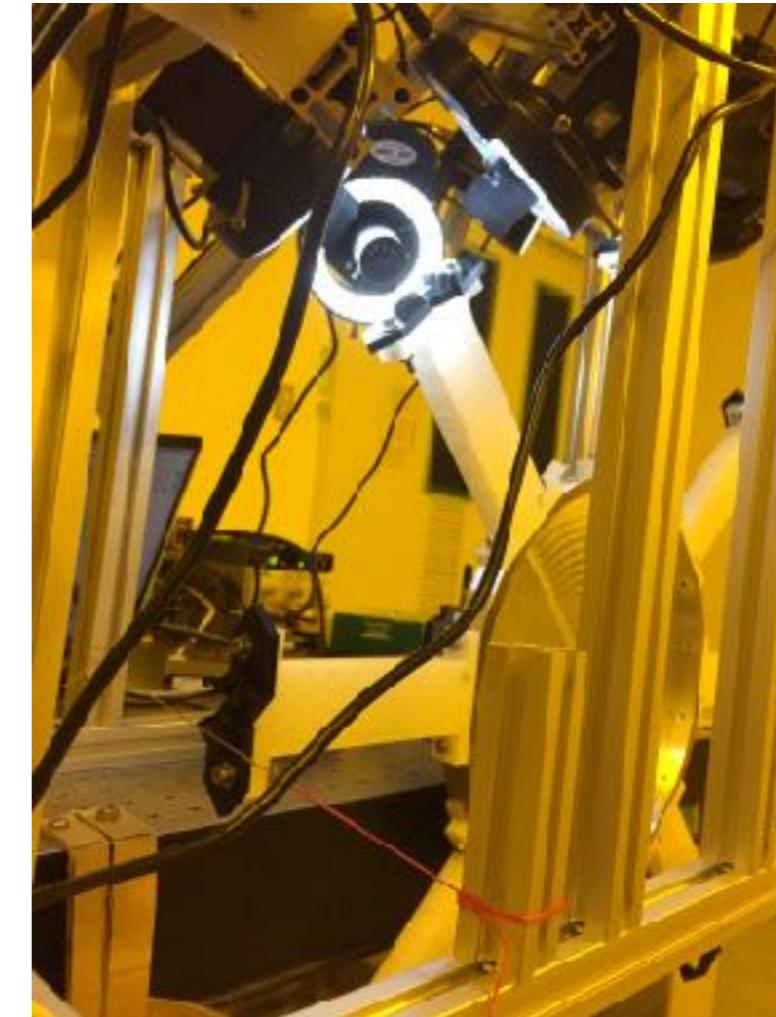
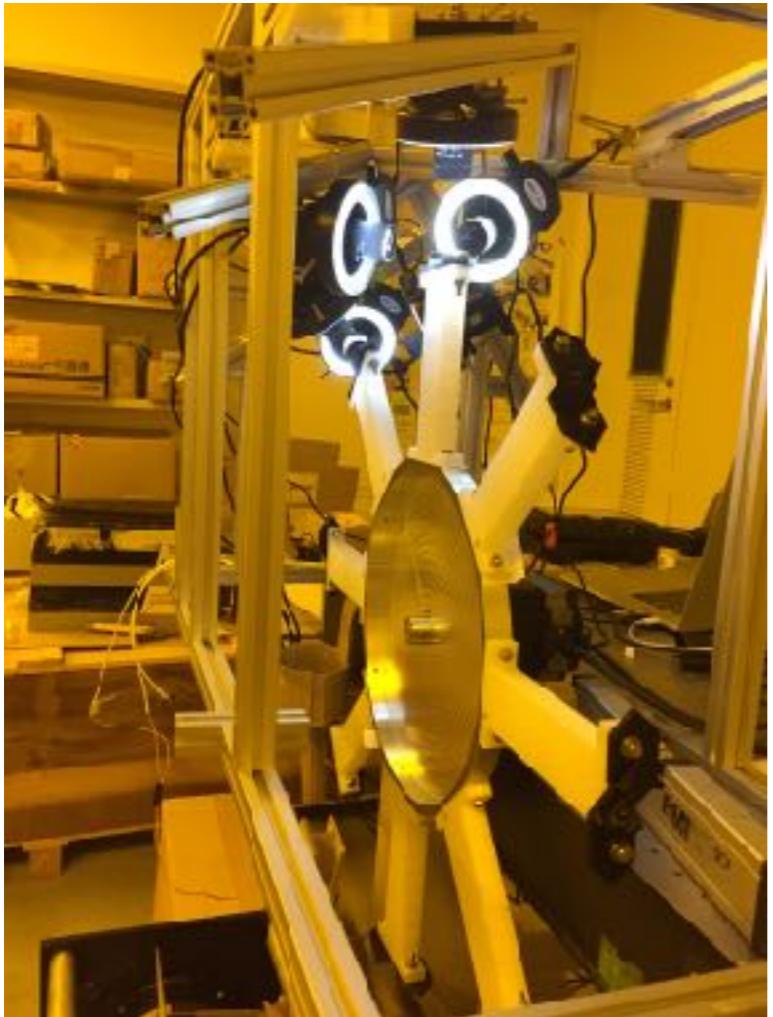
キューブ検査の本番

- ロシアから購入した未検査キューブ12000個の検査を行う。
 - good と判断されたキューブのみを用いて、松原さんの溶着案により、シートモジュールを製作する。
 - 横から実際にファイバーを入れ、スムーズに通るか検証する。
 - (easiroc モジュールがあれば LED の光などを測定)
- 補正が出来ていることを確認し、今週後半～来週で検査を行う
 - 1キューブ10秒だと約33時間
 - 1キューブ5秒 だと約17時間
- 3人でシフトを組む：2時間シフトを4回まわせば8時間/日

回転ジグギャラリー



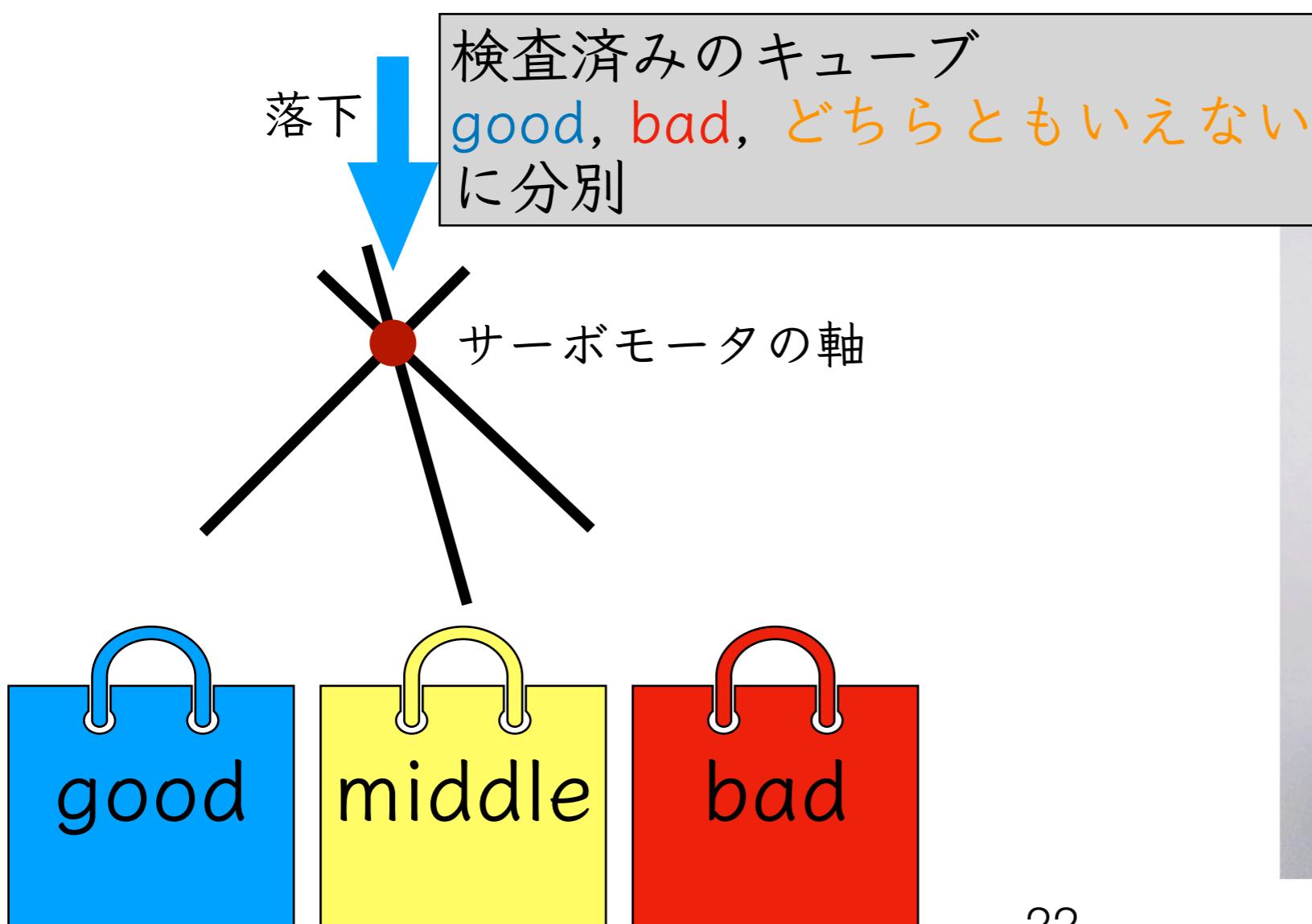
キューブが落下するところ；選別弁



back up

bad cube を排除する機構

- サーボモータ (Tower Pro SG92R)
 - 5V 駆動
 - $0^\circ \sim 180^\circ$ の任意の角度で固定可能
(ex. ロボットの腕、ラジコンの操作)



サーボモータの制御

- Arduino
 - シンプルな開発環境で動作するマイコンボード
 - 5V出力を用いて、サーボモータを制御
 - キューブ検査のためのステッピングモータも同時に制御可能
- pyserial から任意の角度を入力してサーボモータを動かす



The image shows an Arduino Uno microcontroller board. It has a blue PCB with various electronic components, including a central ATmega328P microcontroller, a USB port, and several pins labeled with digital and analog numbers. A small gold plate is attached to the board.

serial | Arduino 1.8.12

```
#include <string.h>
#include <Servo.h>

Servo cube;
void setup() {
  Serial.begin( 9600 );      // シリアル通信を初期化する。通信速度は9600bps
  cube.attach(6);
  pinMode(13, OUTPUT);
  digitalWrite(13, LOW);

  // Serial.println( "Hello Arduino!" ); // 最初に1回だけメッセージを表示する
}

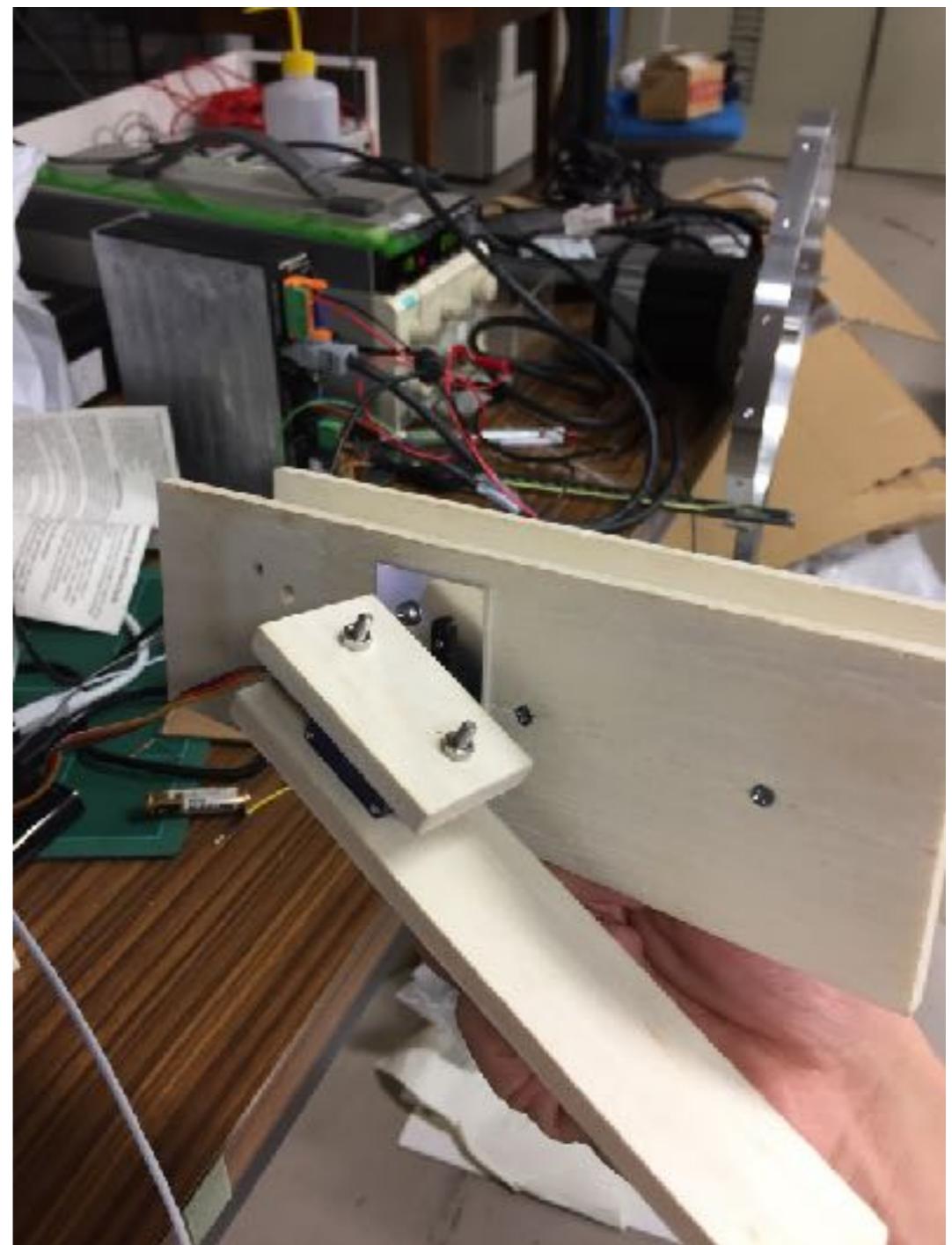
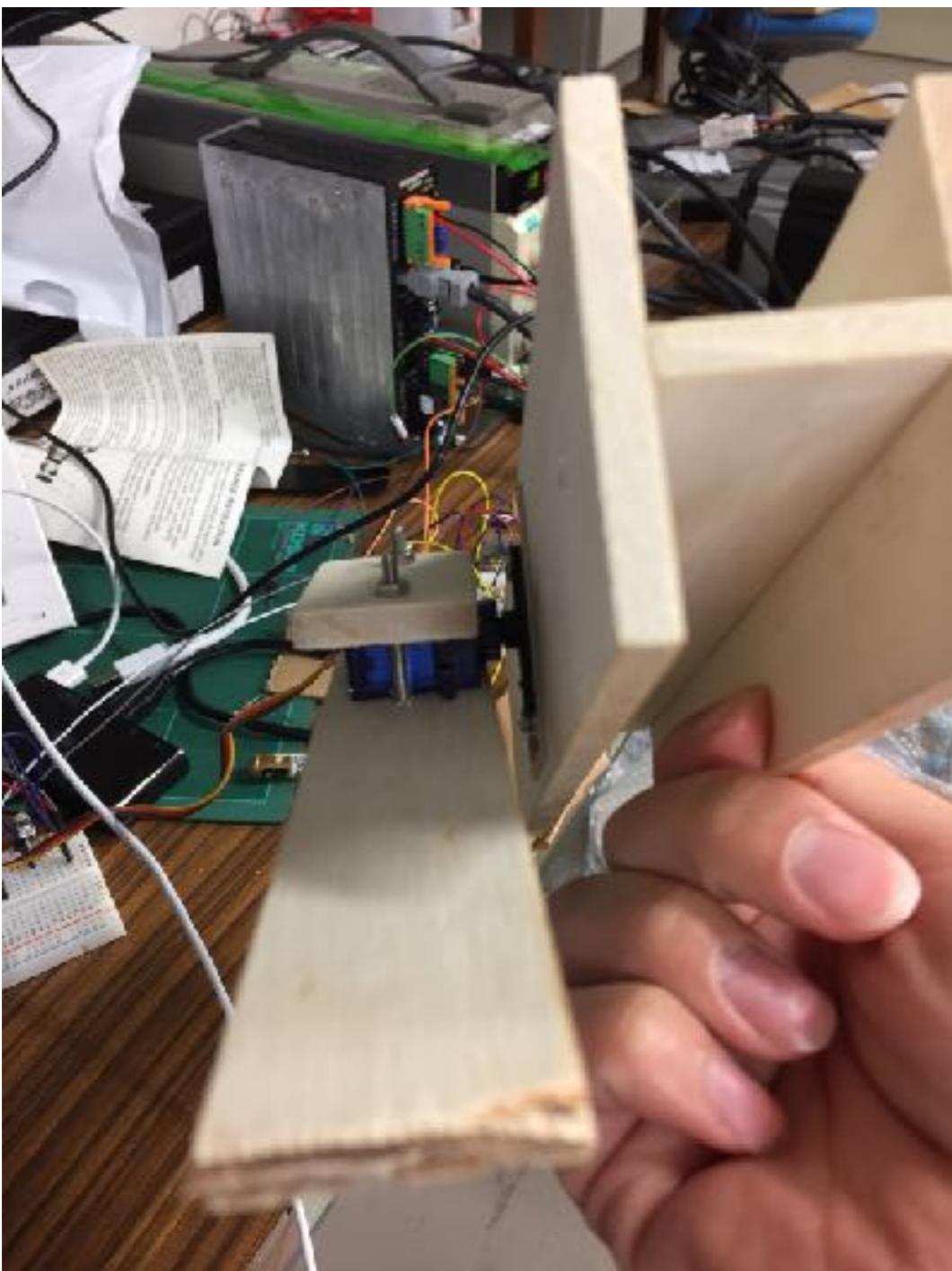
void loop(){
  String input;
  if (Serial.available() > 0){
    // シリアルポートより1文字読み込む
    input = Serial.readStringUntil('\n');
    int angle = input.toInt();
    // 受け取った文字を送信
    Serial.print(angle);
    Serial.write("\n");
    if(angle>=0&&angle<180){
      cube.write(angle);
      delay(500);
      digitalWrite(13, HIGH);
      delay(10);
      digitalWrite(13, LOW);
    }
    else if(angle == 200){
      digitalWrite(13, HIGH);
      delay(10);
      digitalWrite(13, LOW);
    }
  }
}
```

ボードへの書き込みが完了しました。

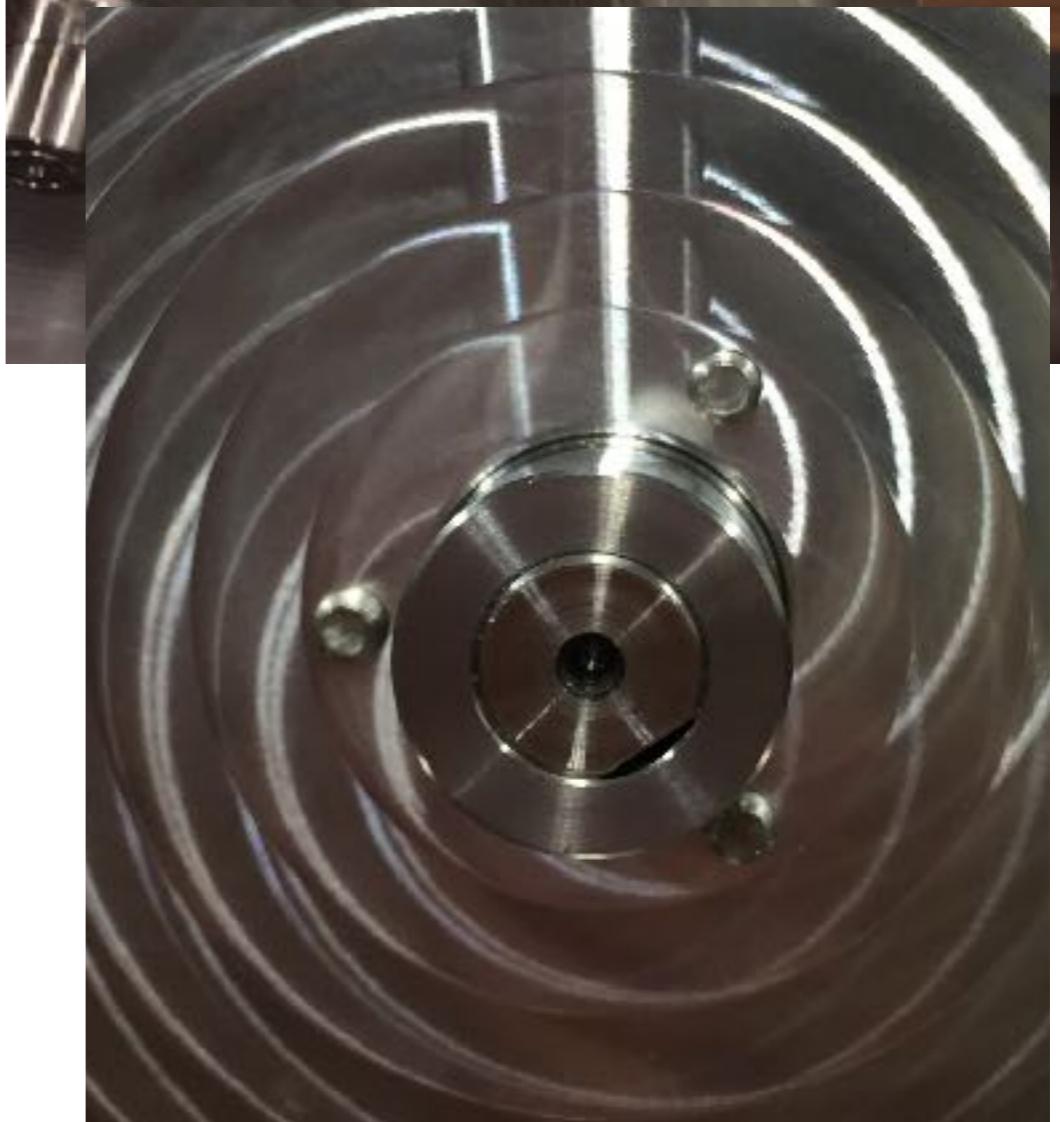
最大32256バイトのフラッシュメモリのうち、スケッチが5144バイト（15%）を使っています。
最大2048バイトのRAMのうち、グローバル変数が237バイト（11%）を使っています、ローカル変数で1811バイト使うことができます。

1 /dev/cu.usbmodem145201のArduino Uno

選別のための弁



回転ジグ



キューブを置くときの問題点

- キューブを置く際、壁に押し付けてしまうとキューブが台座にくっ付くことがある（アクリルキューブはくっ付かない）
- テフロンコーティングにより動きは滑らかになった。
- 置くとき、あまり強く押さなければ問題ないか？



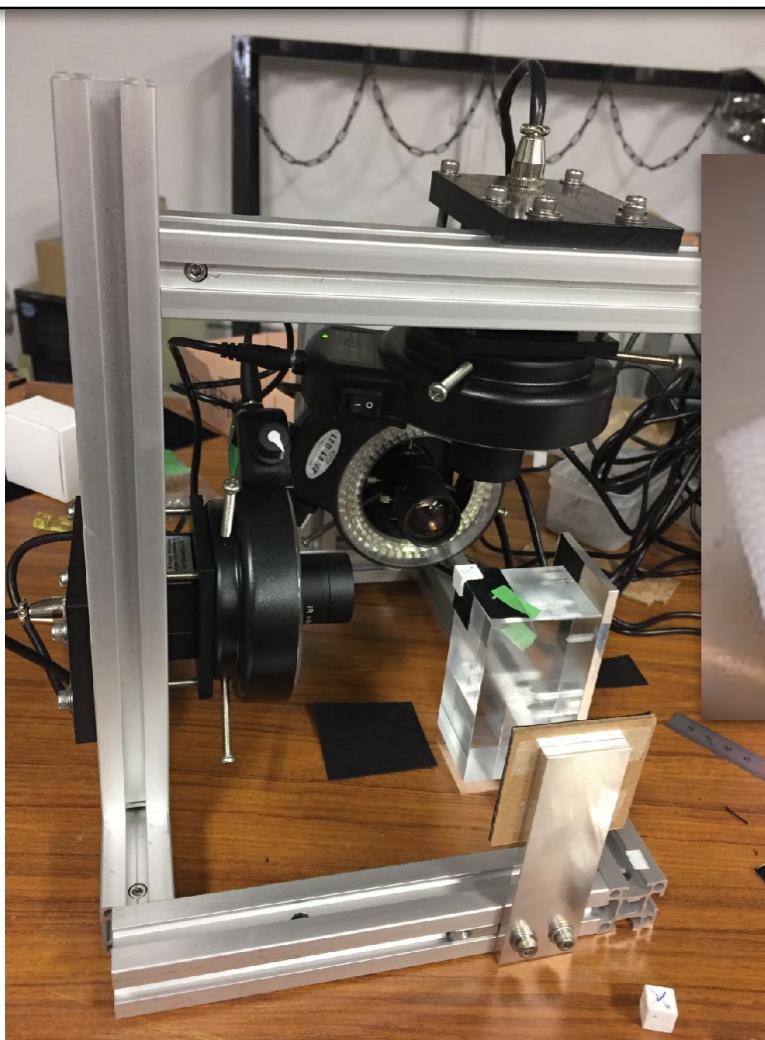
http://www.fcj.co.jp/documents/catalog/catalog_fc102.pdf

テフロン(フッ素樹脂)は摩擦係数が非常に小さい
スプレータイプのテフロンコーティング剤
常温で硬化
金属、プラスチック、木材、ゴムなどに使用可能



現行の撮影システムの問題点

- キューブを設置→撮影→回転→撮影→選別の繰り返し
- 問題点：
 - 確実に回転しないと6面撮影できない
 - 選別ミスの可能性
 - 各キューブにつき上記操作の繰り返し：時間がかかる



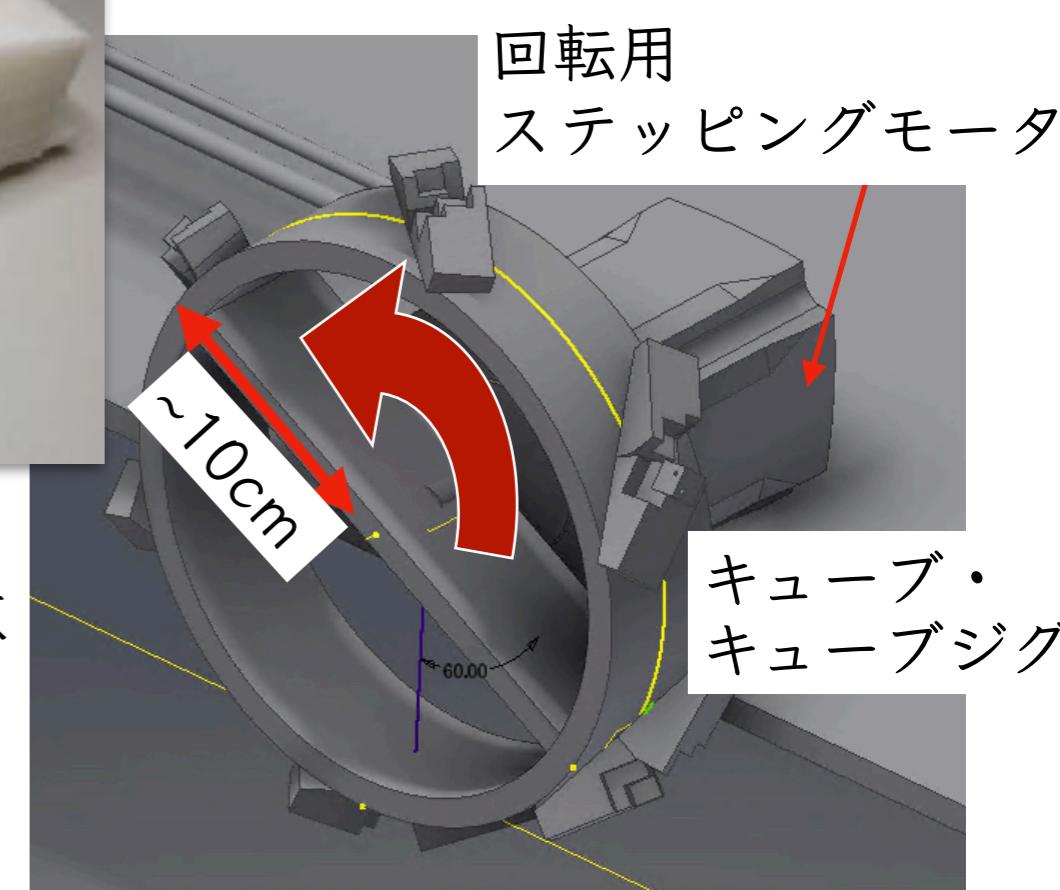
現行の撮影システム

新しい撮影システム

- 2つの台座が向かい合う形。
- カメラを更に3台用意 (合計6台)、残りの三面を別の場所で撮影。
- キューブを転がして向かい側に移動させれば残りの三面が現れる。

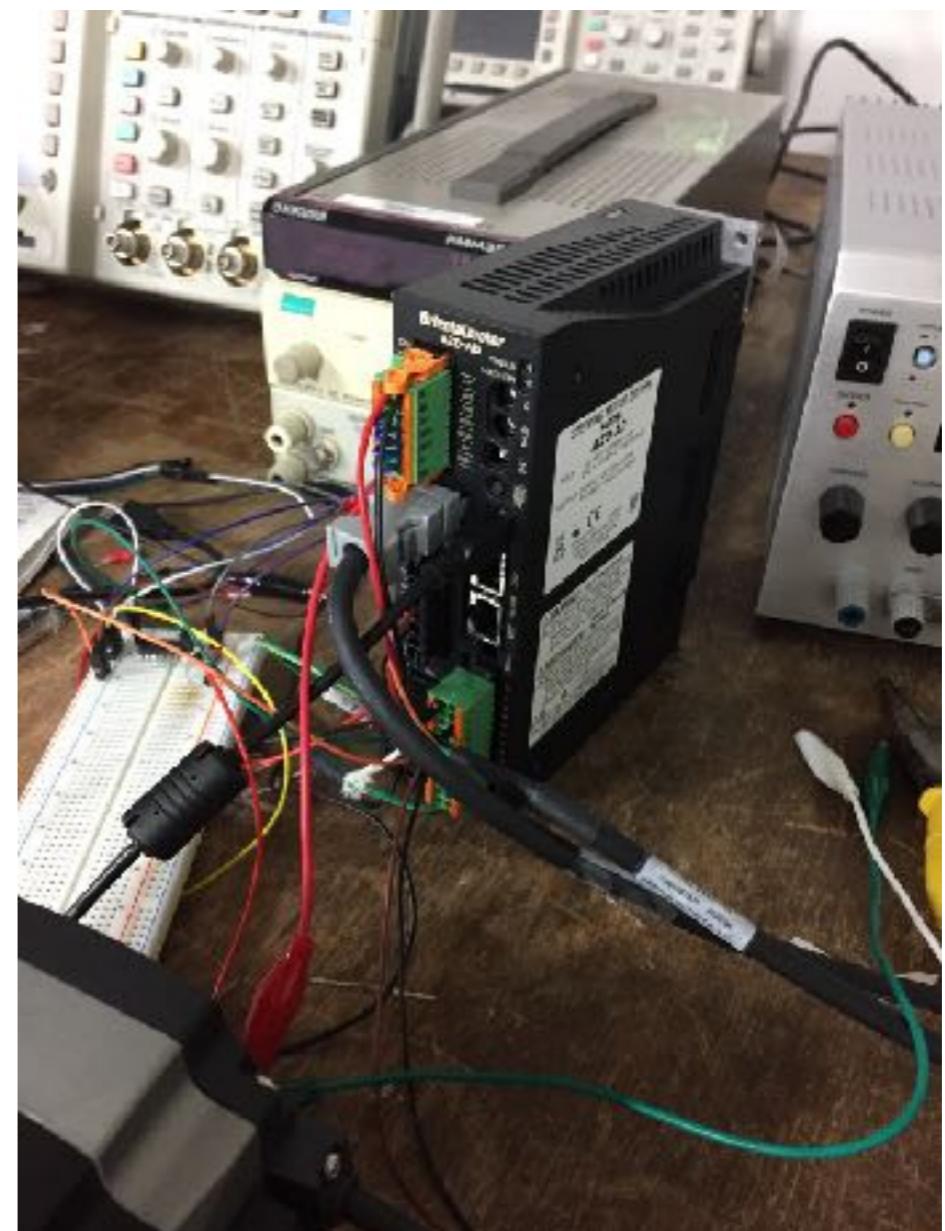
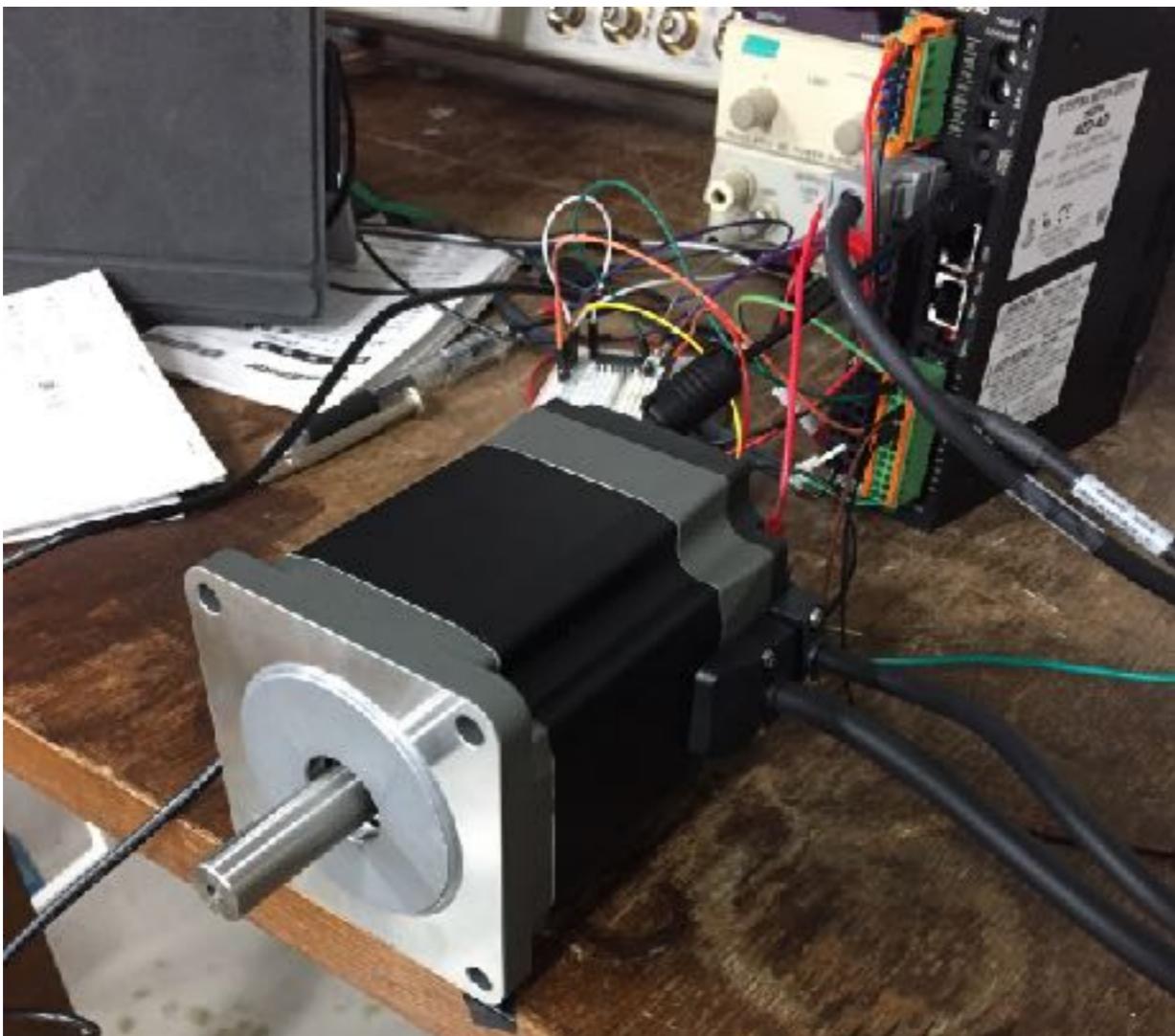


新しいキューブ台座を複数台用意して回転させる。台座を回転させることで、自然にキューブが向かいの台座に移る(次ページ)



ステッピングモータ

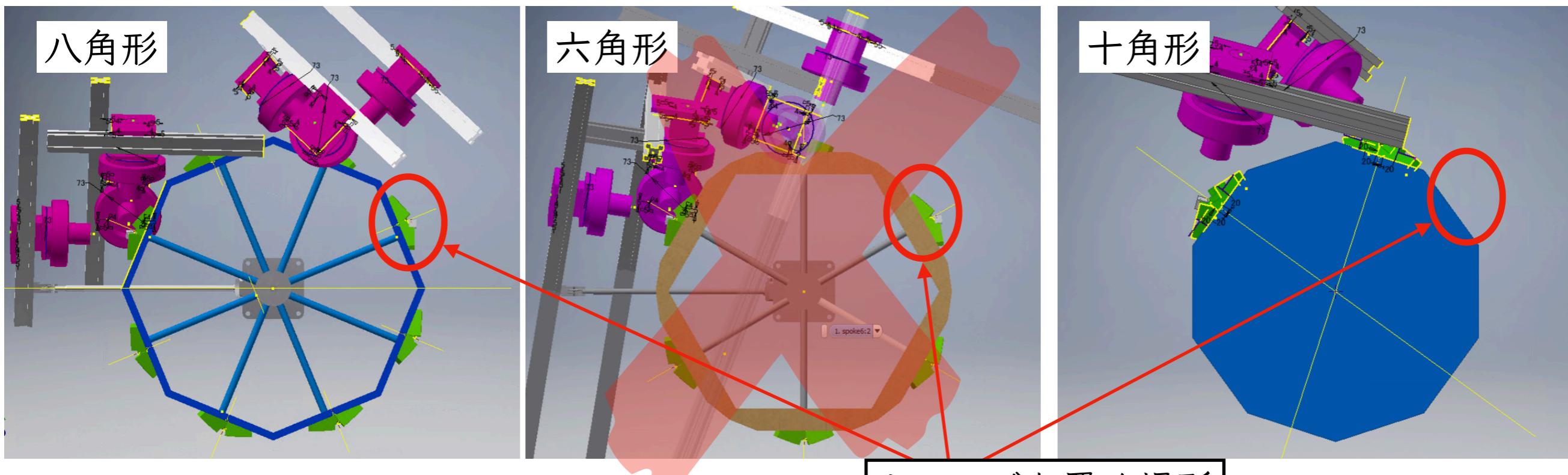
- 5相ステッピングモータ
(オリエンタルモータ)
[https://www.orientalmotor.co.jp/products/detail.action?
hinmei=AZM911AC%2BAZD-AD](https://www.orientalmotor.co.jp/products/detail.action?hinmei=AZM911AC%2BAZD-AD)
- Windows から専用ソフト MEXE02 で操作
- 電気信号でも動く
必要な信号：6~24V のパルス



回転ジグの製作状況

要求性能

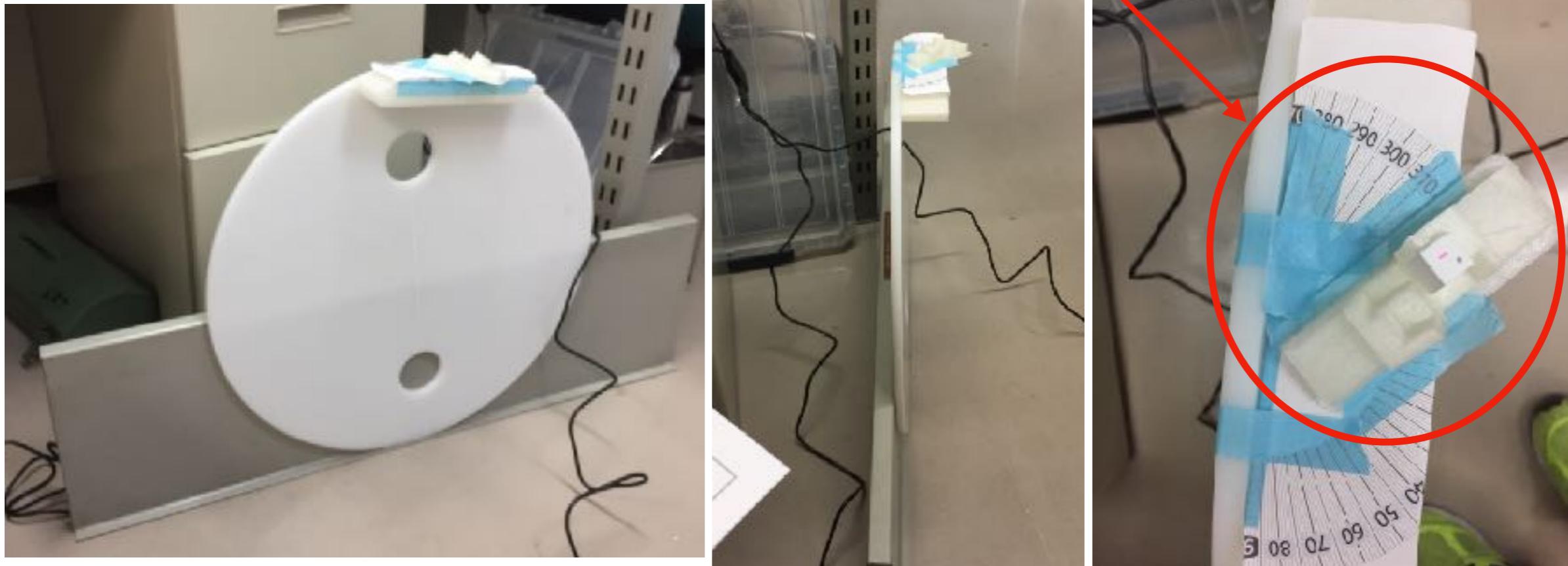
- 手でキューブを置く場所 + 撮影点2箇所
 - 撮影点2箇所でカメラ同士がぶつからない
 - 回転にあわせてキューブが転がる
-
- モータの基本ステップ角 0.36° / パルス、四角形、八角形、十角形、二十角形、… でないと組めない



キューブ台座の固定角度

- 大学の3Dプリンタでキューブ台座を試作
- 台座を20度、45度、50度で固定した場合のキューブの転がりの様子を調べた

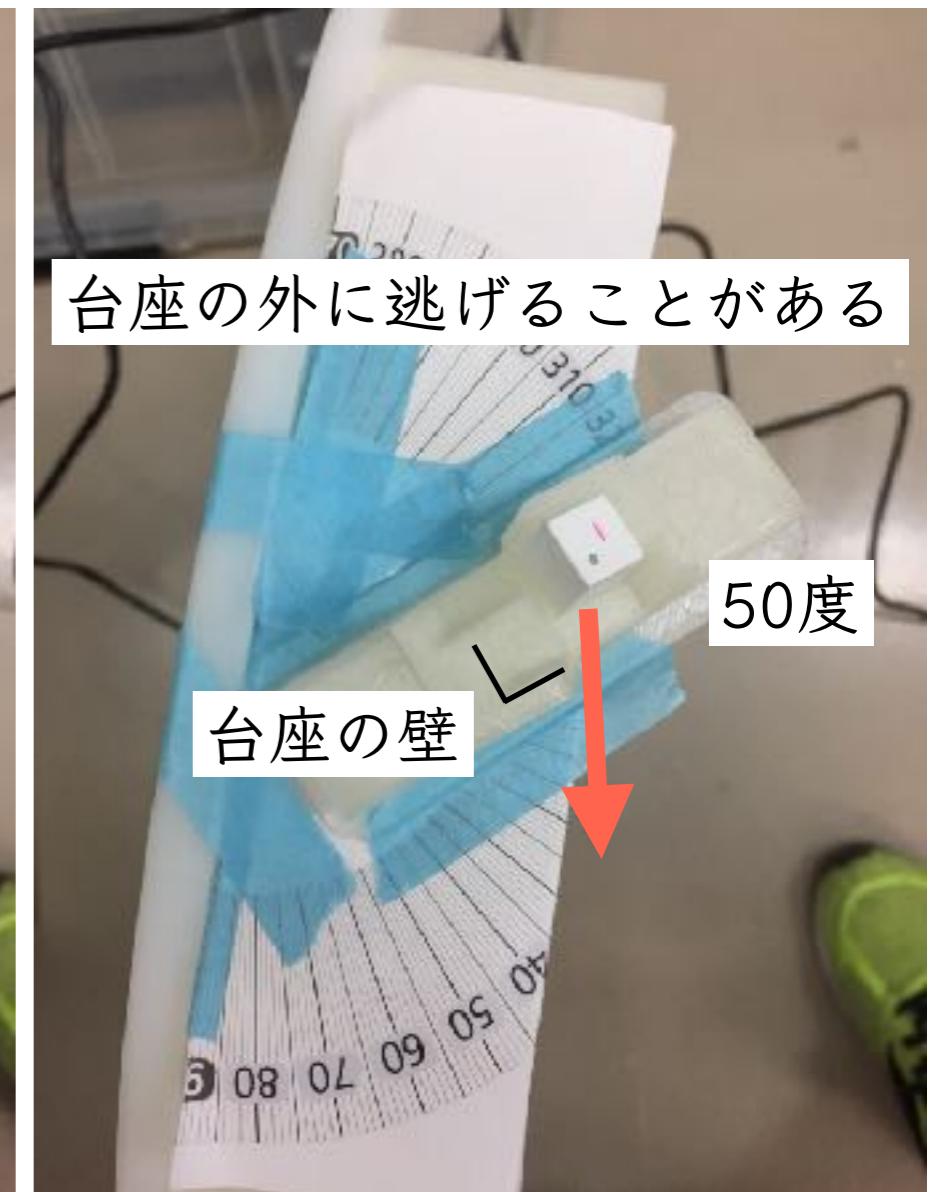
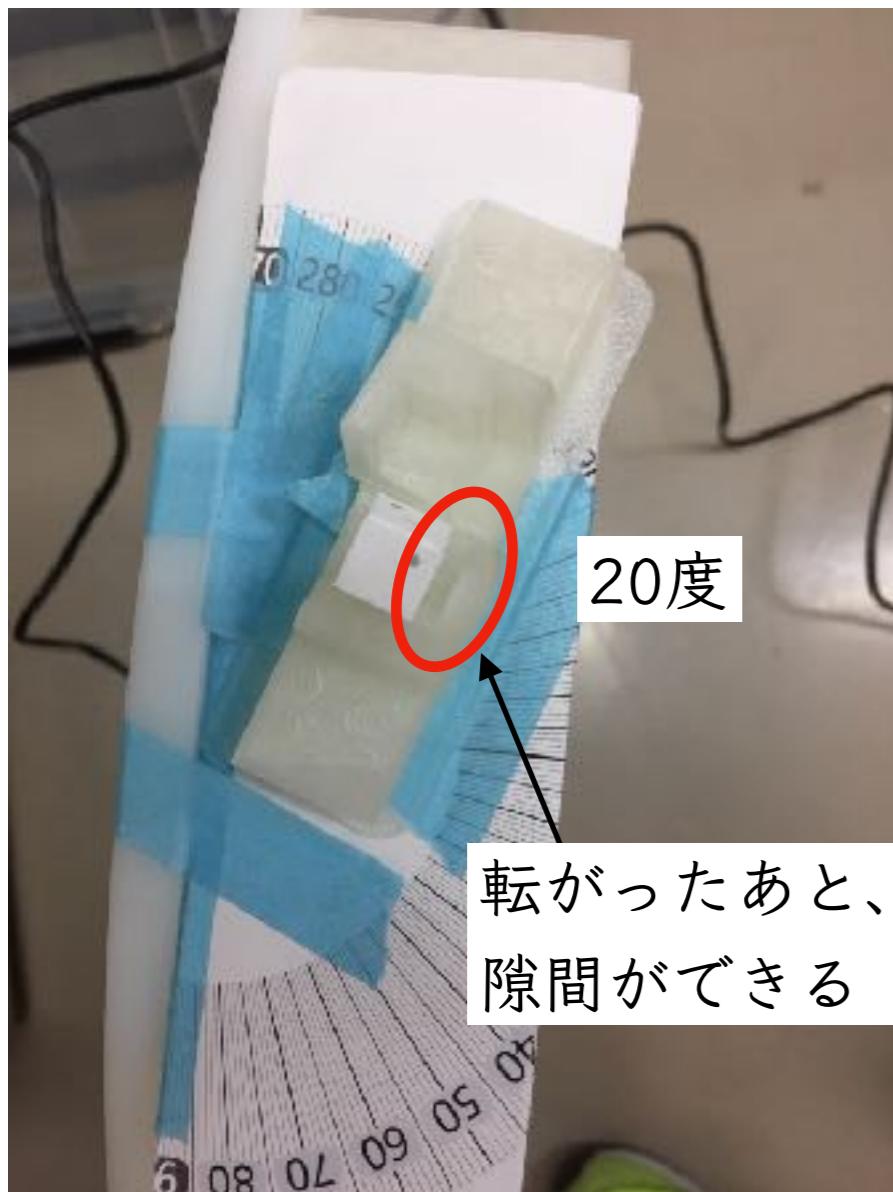
キューブ台座を、角度をつけて固定



角度ごとの特徴

<https://www.dropbox.com/s/ienlmje4zurl832/%E7%94%BB%E9%9D%A2%E5%88%8E%E9%8C%B2%202020-05-30%2014.47.01.moc?dl=0>

rienlmje4zurl832/%E7%94%BB%E9%9D%A2%E5%88%8E%E9%8C%B2%202020-05-30%2014.47.01.moc
?dl=0



暫定案

- ・ キューブ台座の角度45度で置くと、八角形でもカメラ同士ぶつからない。
- ・ 微妙な角度でカメラを固定する方法を考える。

