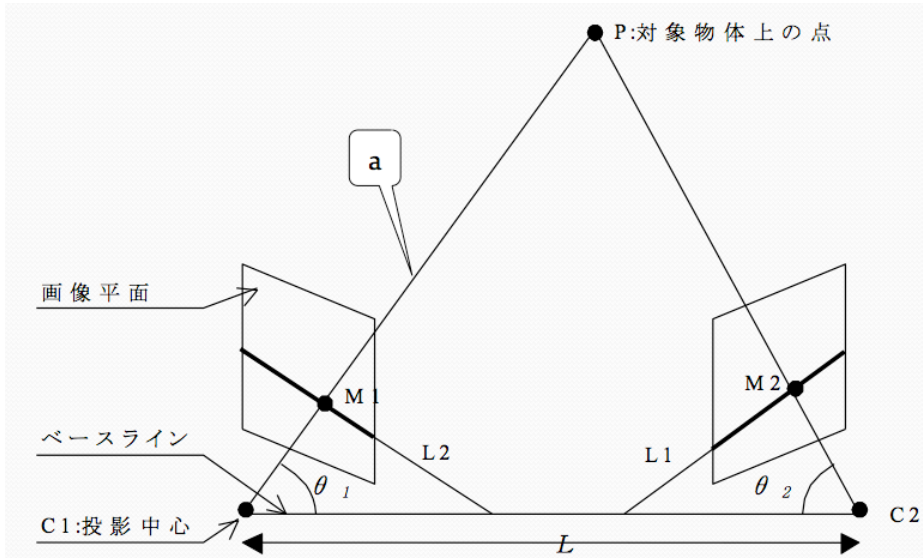


学籍番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

1. 2台のカメラの関係を表した以下の図と文について，選択肢から用語を選び，下線部（ア）～（オ）に埋めよ。



- カメラ C1 の画像上の像 M1 が，カメラ C2 の画像上のどこに対応するのかについて考える．像 M1 には，対象物体上の点 P だけでなく，図中 **a** の (ア) 視線 上の全ての点に対応する．これは，像 M1 の画像上の位置だけからは，対象物体までの距離（奥行き）がわからないからである．
- 線 **a** 上に並べた点群をカメラ C2 で撮影すると，その点群はカメラ C2 の画像平面上で直線 L1 の上に並ぶ．つまり，カメラ C1 で観測した像 M1 に対応する点の像は，カメラ C2 上では直線 L1 上のどこかにあることになる．この直線 L1 を (イ) エピポーラ線 と呼ぶ．
- 対象物体上の点 P が 3次元空間中の様々な位置に動くと，点 P，投影中心 C1, C2 の3点によって張られる平面は，ベースライン（基線）を軸として回転する．この平面を (ウ) エピポーラ面 と呼ぶ．直線 L1 と L2 は，(ウ) と画像平面との交線なので，(ウ) が定まると L1 と L2 も定まる．つまり，L1 が決まるとそれに対応する L2 も決まるため，L1 と L2 上の点を対応付けていくことでステレオ計測を行うことが出来る．
- 上の図で，点 P の位置が様々に変化するとき，各画像平面上の (イ) の位置も変化する．上の図のように画像平面がベースラインと並行でないとき，全ての (イ) は (エ) 放射状 となる．全ての (イ) が交わる点を (オ) エピポール という．
- (オ) は，一方のカメラからもう一方のカメラの投影中心を観測したときの方位となる．例えば，L2 の (オ) はカメラ C2 の投影中心がカメラ C1 の画像平面上に写る点である．

用語の選択肢

基線長 法線 視線 接線

エピポール エピポーラ線 エピポーラ面

対応点 ステレオ 回転面 並行 放射状 平行線状 円環状

2. 以下の空欄のうち  に適切な語を埋め, \_\_\_\_\_ からは適切な語を選べ.

- カメラにより 3次元空間を撮影する場合を考える. このとき, カメラに近い物体はより大きく, 遠くの物体は小さく写るという効果が発生する. このような変換を **(a)透視変換** と呼ぶ.
- **(a)**についてより詳しく見てみると, 物体の見かけの大きさは, 物体までの距離に 比例・反比例 することが分かる. つまり, 奥行き値を  $Z$  とすると, カメラの撮影は, 物体の座標値に対し奥行き値  $Z$  を加算・を減算・で乗算・で除算 する働きがある.
- 上記のような奥行きの効果や, 座標系の平行移動を可能とするために, 座標値を表すベクトルの末尾にさらに 1 を追加したような座標の表現方法を **(b)同次座標** 表現と呼ぶ. これを用いると, 世界座標中に設置した任意のピンホールカメラについて, 世界座標と画像座標の関係はいつでも **(c) 3行 4列** の行列で表すことが出来る. これを **(d)カメラパラメータ** と呼ぶ.
- **(d)**にはカメラの画角を表す値である **(e) 焦点距離** や, 世界座標系におけるカメラの位置・姿勢の情報などが含まれている. **(e)**のようなカメラそのものに関するパラメータを 内部・外部 パラメータと呼び, これはカメラの位置や姿勢が変わっても変化しない. またそれに対し, カメラの位置や姿勢そのものを表すパラメータを 内部・外部 パラメータと呼ぶ.
- カメラが世界座標に対してどのような角度や位置に固定されているか, またレンズや撮像素子の大きさなどの様々な定数がどのような値であるかを, 直接計測して得ることは簡単ではない. そこで, 世界座標系中の位置 (3次元座標) が分かっている点が, 画像上のどの位置 (2次元座標) に写っているのかを調べることで **(d)** を求める. これを **(f)キャリブレーション** といい, 世界座標と画像座標の組が **(g) 6** 点以上あれば求めることが出来る.

選択肢    2    3    4    5    6    7    8    キャリブレーション    ジャスティフィケーション  
 同時座標    同次座標    一次変換    透視変換    極座標変換    カメラパラメータ  
 モデルビュー行列    絞り値    焦点距離

- 以下の問に答えよ. ただし, この2つの座標系の関係を表す **(d)** 行列が

$$h \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 3 & 2 \\ 1 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix}$$

で表されているとする.

- 世界座標の原点(0,0,0)は, 入力画像上のどの点に写るか. 座標を答えよ.  
 代入すると, 右辺の値は (3,2,1) なので (3,2) に写る.
- 世界座標の座標(0, 0, 1), (1, 1, 1) は, それぞれ入力画像上のどの点に写るか. 座標を答えよ.  
 (0,0,1)を代入すると, 右辺は(4,5,1)なので (4,5) に写る.  
 (1,1,1)を代入すると, 右辺は (10,11,-1) なので (-10, -11) に写る.