

**【問1】**

アニメーション作成時に1フレーム目で0.0, 最後のフレームで1.0になる変数clockを使って動きのある物体の位置を計算する式を考える. フレーム数が6の場合, 各フレームにおけるclock値は表1.1のようになる.

表1.1

フレーム	1	2	3	4	5	6
clock値	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0

たとえば, x軸上を-3~+7まで等速で移動する物体のx座標値を求める式は, 次式(1.1)のようになる.

$$x = \text{clock} \times 10 - 3 \quad (1.1)$$

ある物体が3次元空間内の点(-2, 5, 4)から別の点(6, -7, 8)まで等速で直線移動するものとする. このとき(a)~(c)の問いに最も適するものを解答群から選び, 記号で答えよ. ただし, 座標系は右手座標系で定義されているものとする.

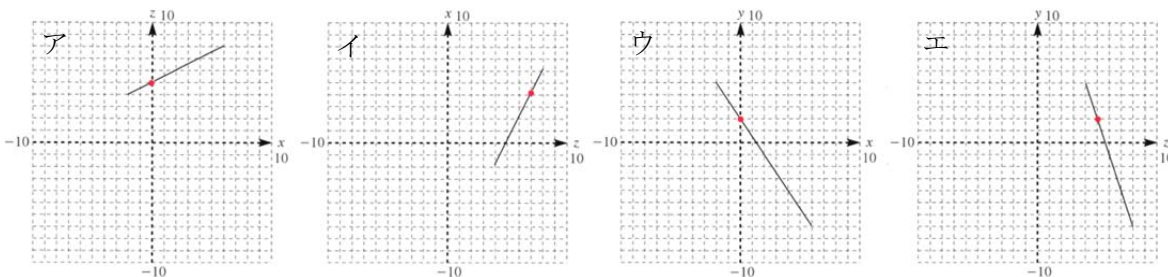
(a) この物体のy座標を変数clockを使って求める式として, 適するものはどれか.

【解答群】

- ア.  $\text{clock} \times 8 - 2$     イ.  $\text{clock} \times 12 + 4$     ウ.  $\text{clock} \times (-12) + 5$     エ.  $\text{clock} \times 12 - 7$

(b) clock値が0.25のときの物体の位置(赤い点)を示す図として, 正しくないものはどれか. なお, 解答群の図中の黒い細線は, clock値の変化に伴い物体の動く軌跡を示している.

【解答群】



(c) フレーム数が9の場合, 6フレーム目のxの値として, 適するものはどれか.

【解答群】

- ア. 6    イ. 4    ウ. 3.33    エ. 3

(d) 物体がx軸を中心にx軸の正の向きから見て時計まわりに点(0, 3, 0)から点(0, -3, 0)まで等速で回転する. この物体のz座標値を変数clockを使って求める式として, 最も適するものを解答群から選び, 記号で答えよ.

【解答群】

- ア.  $z = -3 \times \cos(\text{clock} \times \pi)$     イ.  $z = -3 \times \sin(\text{clock} \times \pi)$     ウ.  $z = -3 \times \cos(\text{clock} \div \pi)$     エ.  $z = -3 \times \sin(\text{clock} \div \pi)$

**【問2】**

以下は, アニメーションに関する問題である. 3つの物体が同時に動き出すものとして, (a)~(d)の問いに最も適するものを解答群から選び, 記号で答えよ.

ある3次元空間にトーラス・立方体・正人面体の3個の物体が図2.1に示すように配置されており, 各物体は, つぎのような動きをする. なお, 物体が互いに接触や貫通しても動きには影響はないものとする. 座標系は軸が鉛直上向きの右手系とする.

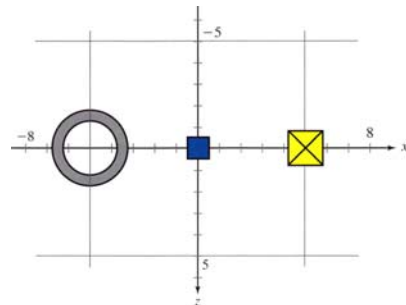


図2.1 各物体の配置(平面図)

トーラス: 物体中心の初期位置の座標(-5, 0, 0)

中心がx軸上を1フレームごとに正方向へ0.5移動する. 同時に, 物体中心を通り, z軸と平行な軸を回転軸とし, z軸の正の方向からみて反時計まわりに1フレームごとに18°ずつ回転する.

立方体: 物体中心の初期位置の座標(0, 0, 0)

x軸を回転軸とし, x軸の正の方向から見て1フレームごとに反時計まわりに45°ずつ回転する. なお, 立方体の各面には異なる色が塗られている.

正八面体：物体中心の初期位置の座標(5, 0, 0)

y軸を中心に、y軸の正の方向から見て時計まわりに10フレームで1周する。

(a) 正八面体がy軸をまわる角度は1フレームで何ラジアンか

【解答群】

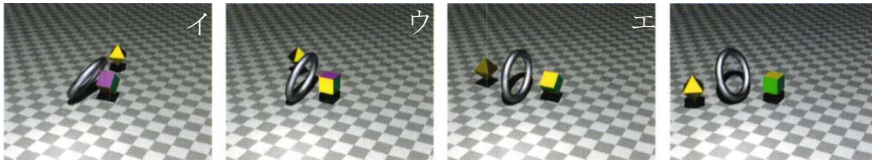
ア.  $0.1\pi$ ラジアン    イ.  $0.2\pi$ ラジアン    ウ.  $2\pi$ ラジアン    エ.  $36\pi$ ラジアン

(b) トーラスの中心と正八面体の中心が一致するのは、初期状態を0フレームとすると何フレーム目か。

【解答群】

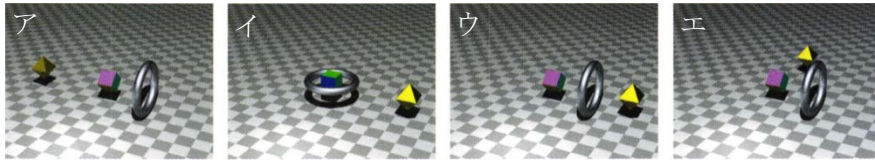
ア. 5    イ. 10    ウ. 12    エ. 20

(c) 5フレーム目の画像はどれか。ただし、初期状態を0フレームとする。



(d)

(e) 10fpsで再生したときの1.5秒後の画像はどれか。



【問3】

以下は、縦横に配置された正方形群に対し、時間 $t$ に従って回転・スケーリングを行うアニメーションの問題である。

図3.1のように縦横5×5個、計25個の正方形を配置する。正方形の大きさは各辺 $1/\sqrt{2}$ 、各正方形の中心と中心の間隔は $x, y$ 方向にそれぞれ1とする。すなわち中央の正方形の中心の座標は(0, 0)、右上端、左下端の正方形の中心の座標はそれぞれ(2, 2), (-2, -2)である。

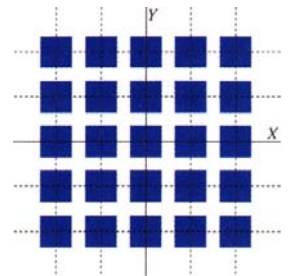


図3.1

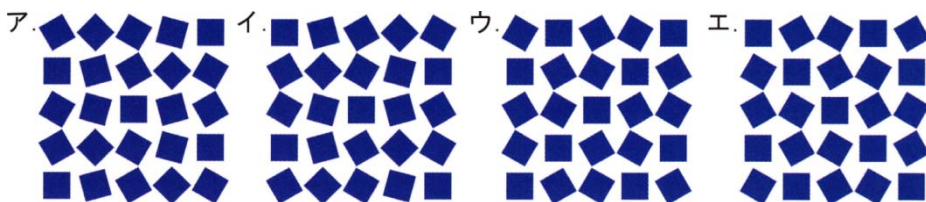
それぞれの正方形に対し、時間推移に従って回転させる。それぞれの正方形の回転量 $\theta$ を $\theta=(ax+by)t$ とし、回転の中心はそれぞれの正方形の中心で $\theta$ の単位は度とする。 $t$ は時間、 $x, y$ はそれぞれ正方形の中心座標の $x, y$ 成分である。たとえば $0 \leq t \leq 4$ の範囲で $a=15, b=0$ として連続的に動かすと図3.2のようになる。これは、左から順に $t=0, 1, 2, 3, 4$ のときの各正方形を表している。回転の方向は反時計まわりを正とする。



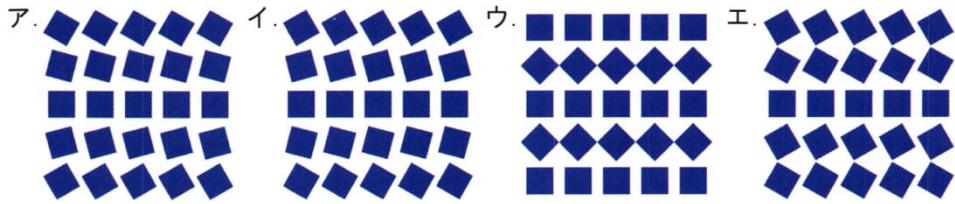
図3.2

$a, b$ および $t$ が下記の(a)~(b)のときそれぞれ最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

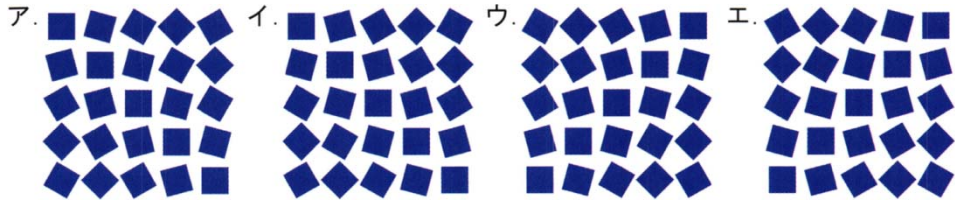
(a)  $a=15, b=30, t=1$



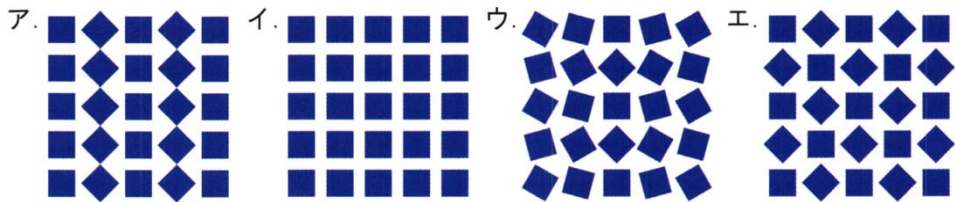
(b)  $a=0, b=30, t=3$



(c)  $a=15, b=15, t=1$



(d)  $a=-1, b=3, t=45$



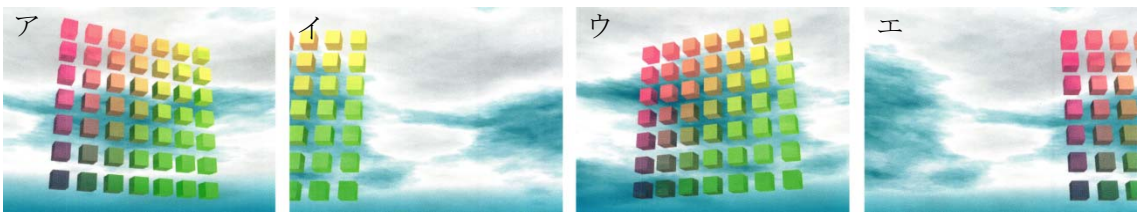
**【問4】**

図4.1は、同じサイズ、同じ姿勢の立方体49個を3次元空間内に配置し、CGで描画したものである。3次元CGアニメーションにおいて、図4.1のシーンから、カメラの位置、向き、または画角(視野角)を、(a)~(d)のように変化させたときに得られるシーンとして、最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

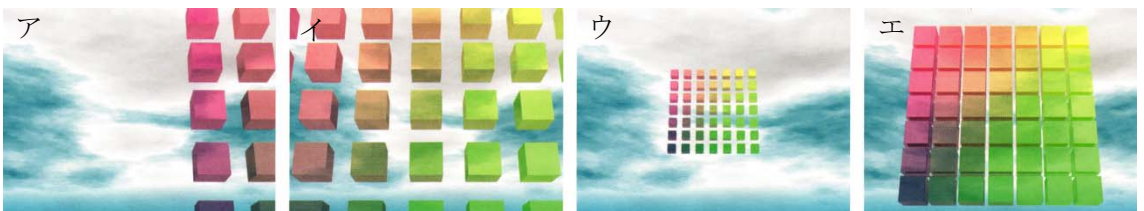


図 4.1

(a) カメラを左方向にトラック(平行移動)する。



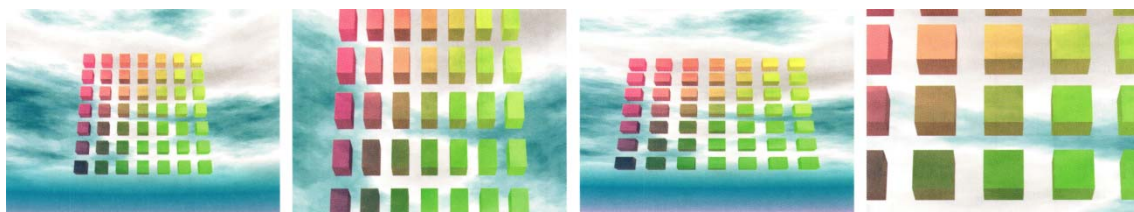
(b) カメラをドリーイン(前方に平行移動)する。



(c) カメラを右方向にパン(回転)する。



(d) カメラをズームイン(画角を小さく)する.



**【問5】**

以下は、アニメーションに関する問題である。(a)~(d)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

図5.1は観覧車を模式的に示したものを、正面から眺めた画像である。この観覧車が回転するアニメーションを制作する。



図 5.1

(a) 1フレームごとに5°ずつ回転する設定で、毎秒12フレームの速度で再生すると、観覧車が1回転するのに必要な時間は何か。

【解答群】

- ア. 5秒      イ. 6秒      ウ. 12秒      エ. 30秒      オ. 36秒

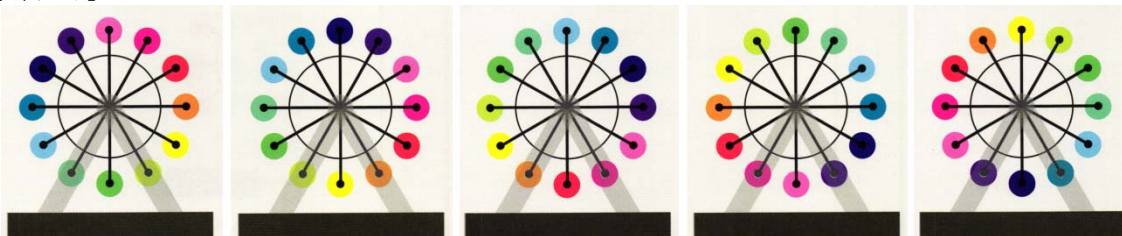
(b) 毎秒10フレームの再生速度で1フレームごとの回転角度、を何度に設定すればよいか。10秒で1回転させるためには、

【解答群】

- ア. 1.2°      イ. 2.4°      ウ. 3.0°      エ. 3.6°      オ. 6.0°

(c) 観覧車が正面から見て時計まわり方向に、12秒で1回転する。図5.1の状態から8秒後の画はどれか。

【解答群】



(d) 観覧車が正面から見て時計まわり方向に、1フレームごとに6°ずつ回転する設定を行った。図5.1を1フレーム目の状態とすれば図5.2は何フレーム目の画像になるか。

【解答群】

- ア. 8      イ. 12      ウ. 16      エ. 21      オ. 24



図 5.2

**【問6】**

以下は、CGアニメーション手法に関する問題である。[      ]に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

(a) 高速に動いている物体をカメラで撮影すると、露光時間の問題でぶれが生じる。この効果を出すために、図6.1のように物体の動きにともなうぶれのある映像をつくる手法を[      ]とよぶ。

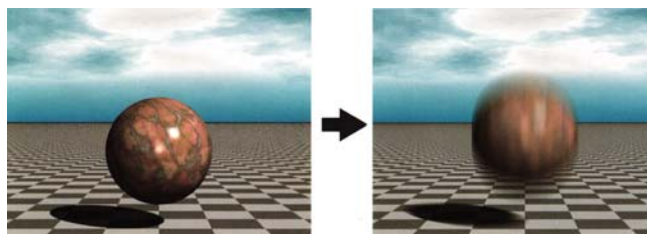


図 6.1

【解答群】

- ア. パスアニメーション      イ. コマ撮り      ウ. モーションブラー      エ. キーフレームアニメーション

- (b) CGアニメーションでは、多関節物体を階層構造で表現することが多い。図6.2のように関節で結合された腕のモデルに動きをつける場合、ひじの関節を回転させると末端方向の前腕と手が追従して回転し、手首の関節を回転させると手のみが追従して回転する。このように各関節の角度を直接指定して動きをつける手法を[ ]とよぶ。



図 6.2

**【解答群】**

- ア. リップシンク                      イ. フォワードキネマティクス  
ウ. 筋肉変形アニメーション        エ. インバースキネマティクス

- (c) 「歩く」や「走る」などの基本的なプログラムを作成し、フレームごとにキャラクタそれぞれの動きを適切に生成することで、動物や魚などの大群で動く物体を制御する手法を[ ]アニメーションとよぶ。特定のリーダーを設定しそれについてまわったり、衝突回避や拡散などのパラメータを設定することで、よりリアルな群集を再現できる。

**【解答群】**

- ア. ドリー                      イ. パーティクル                      ウ. メタボール                      エ. フロック

- (d) 人間の自然な動きを再現するために、図6.3のように演者の実際の動きを測定し、そのデータを収集することを[ ]とよぶ。映画や格闘ゲームのキャラクタの動きに用いられるなど、幅広く応用されている。

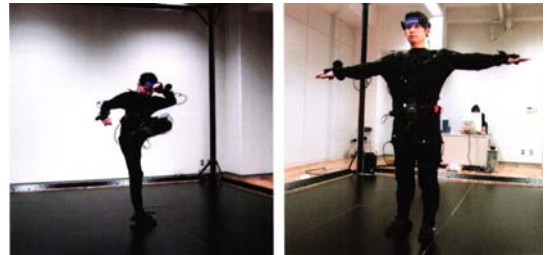


図 6.3

**【解答群】**

- ア. ドリーイン                      イ. モーションキャプチャ  
ウ. メッシュオブジェクト        エ. クロマキー処理

### 【解答1】

(a) ウ (b) イ (c) エ (d) イ

- (a) それぞれの変数clockに0と1を代入して2点のy座標と一致した式が正解です。  
(b) 3次元空間も座標軸を2つにして平面で考えればやさしくなります。図ごとに座標軸が異なっている点に注意します。clock値が0.25ということは全体の長さの4分の1で始点側に近くなります。イは終点側に近いので正しくありません。  
(c) xの移動距離が8なので1フレームで1ずつ移動しています。6フレームロでは5移動します。移動が0の1コマロから数えることに注意します。設問(b)の図から読み取ることもできます。  
(d) 始点と終点は原点(x軸)をはさんでy軸上で対称位置にあり、180度( $\pi$ )だけ回転していることがわかります。横方向の座標(z値)を求めるには回転半径 $\times \sin(\text{角度} \times \text{円周率})$ の式を使います。

### 【解答2】

(a) イ (b) エ (c) ウ (d) ア

- (a) 10フレームで1周( $2\pi$ ラジアン)するので、1フレームあたりの角度は $2\pi \div 10$ ラジアン= $0.2\pi$ ラジアンとなります。CGでは角度の単位に弧度法(ラジアン)が使われることが多いので両者を変換できるよう慣れておく必要があります。180°= $\pi$ ラジアンですから、 $0.2\pi$ ラジアンは36°になります。  
(b) トーラスはx軸上のみを移動し、正八面体はy軸を中心に回転運動をしています。両者が一致するのは正八面体がx軸上に位置した場合に限られるのでフレーム数は5の倍数のときになります。5フレームでは正八面体はトーラスの最初の位置にありますが、トーラスは移動しているので一致しません。10フレームで正八面体は1周しますが、トーラスは1フレームで0.5移動するので、その中心は原点にあり一致しません。20フレームはトーラスのx座標が5になり、2周した正八面体と一致します。それぞれのフレームにおけるトーラスと正八面体の中心座標をまとめると、右表のようになります。

フレーム	トーラス	正八面体
0	(-5, 0, 0)	(5, 0, 0)
5	(-2.5, 0, 0)	(-5, 0, 0)
10	(0, 0, 0)	(5, 0, 0)
12	(1, 0, 0)	(1.545, 0, -4.755)
20	(5, 0, 0)	(5, 0, 0)

  
(c) 5フレームは正八面体が半周するのでx軸上にあり、3つの物体がx軸上に並びます。また、原点にある立方体は奇数フレームではx軸を中心に-45°回転しています。  
(d) 10fpsで1.5秒後は15フレームロになるので3つの物体は直線上に並びます。トーラスは10フレームで原点の位置なので、15フレームでは原点より右側にあります。正八面体のx座標は-5で立方体をはさみトーラスの反対側になります。

### 【解答3】

(a) ア (b) ウ (c) イ (d) エ

- (a)  $t=1$ なので、中央の横行にa、中央の縦列にわで与えた特徴がそのまま現れます。a=15であることからアとイが候補になります。左下から右上への対角方向が $a+b=45^\circ$ ずつの回転になるので、アであることがわかります。  
(b)  $a=0$ なので、縦方向だけの回転です。 $t=3$ であることからbで与えた値15の3倍の回転量、 $45^\circ$ ずつになります。  
(c) aとbの値が同じなので、中央の横行と縦列が同じ方向に同じ量ずつ回転します。また、左上から右下への対角列はaとbが相殺されるので変化しません。この条件で考えると、アとイが残りますが、アは回転方向が逆です。  
(d)  $t=45$ なので、すべての正方形の回転量は $45^\circ$ 刻みになります。あとはaとbの値と正方形の位置(x, y)から $45^\circ$ の奇数倍か偶数倍かを考えればわかります。

### 【解答4】

(a) エ (b) イ (c) ア (d) エ

- (a) カメラの水平方向への平行移動はトラックとよばれます。この問題の場合、カメラは左方向へ平行移動しますので、図4.1では画面左側に表示されていた赤い立方体が右寄りに移動しているエが正解となります。  
(b) カメラの前後方向への移動はドリーとよばれ、前方方向への移動はドリーイン、後方方向への移動はド

リーアウトとよばれて区別されます。この問題の場合、ドリーインするとカメラが中央の立方体に接近しますので、より少ない立方体がより大きく表示されているイが正解となります。

- (c) カメラ位置を保ちつつ、垂直軸まわりにカメラを回転させる操作はパンとよばれます。この問題の場合、カメラは時計まわり方向にパンしますので、注視点は画面右側に移動することになります。したがって、図4.1では画面右側に表示されていた立方体が画面中央寄りに移動しているアが正解となります。
- (d) カメラの画角の操作はズームとよばれ、画角を小さくするズームインと、画角を大きくするズームアウトに分けられます。画角を小さくすると、レンダリングされる空間の範囲が小さくなり、注視点に接近したような効果が得られます。逆に画角を大きくすると、より広い範囲がレンダリングされるため、注視点から遠ざかったような結果が得られます。この問題では、ズームインによって画角を小さくしていますので、立方体の形状を保ちつつより大きく表示されているエが正解となります。

#### 【解答5】

(a) イ (b) エ (c) エ (d) ウ

- (a) フレームごとに5°回転するので、1回転(360°)では72フレームになります。これを毎秒12フレームの速度で再生すると、 $72 \div 12 = 6$ となり、6秒です。
- (b) 毎秒10フレームで10秒で1回転させるために必要なフレーム数は、 $10 \times 10 = 100$ 、1回転(360°)を100で割ると1フレームあたりの回転角度は、3.6°になります。
- (c) 12秒中の8秒は、全体の3分の2にあたり、角度にすると240°回転です。どれか1つのゴンドラの色に着目し240°回転している画像を探します。時計まわりなので逆回転の画像と間違えないよう注意が必要です。
- (d) 図5.2と図5.1を比較すると、時計まわりに90°回転していることがわかります。1フレームごとに6°なので $90 \div 6 = 15$ 、1を加えて16フレームの画像となります。

#### 【解答6】

(a) ウ (b) イ (c) エ (4) イ

- (a) モーションブラーの効果を得るには、実際に一定の時間間隔で撮影した画像を準備し、それらの画像を相加平均させます。
- (b) フォワードキネマティクスは各関節の回転角度や曲げ角度を指定しますが、インバースキネマティクスでは、動作開始の位置と終了の位置から、各関節の角度を計算します。
- (c) 映画やセルアニメーションの世界では、群集シーンを撮影することはお金もかかり、手間のかかる作業です。そのような場面では、簡単に群集を制御するブロックアニメーションが非常に有効な手段となります。
- (d) モーションキャプチャでは各関節にセンサを取り付け、その3次元位置を計測することで、人間の自然な動きをデータ化します。