

付録：システム操作手順書

(2003/12/03 現在)

学籍番号 201312

氏名 野村 崇

目次

1. 撮影	1
1-1. 計測空間の設定	1
1-2. コントロールオブジェクトの設置	2
1-3. カメラの設置	3
1-4. コントロールオブジェクトの撮影	4
1-5. 静止立位の撮影	5
1-6. 動作の撮影	5
2. 撮影した画像の取り込み	6
2-1. 動画の取り込み	6
2-2. 静止画像への分解	6
2-3. フォルダへの保存	7
3. 空間座標の算出	8
3-1. 計測情報の入力	8
3-2. カメラキャリブレーション	13
3-3. 画像の同期	16
3-4. マーカーのトラッキング	20
3-5. 空間座標算出	23
4. フィルタリング～関節角度等算出～グラフ化	24

1. 撮影

1-1. 計測空間の設定

撮影対象となる空間の位置・広さと方向(どちらを前とするか)を決める。なお、撮影する場所として望ましい条件は以下のようなものである。

- 1) カメラと計測空間との距離を充分にとれる広さがあること。少なくともカメラの視野内に計測空間が収まらなければならない。また、視野の端はレンズ歪みの影響が強くなるので、ある程度余裕を持って計測空間を視野内に収めるようにしたい。
- 2) 明るいこと。家庭用ビデオカメラの性能では、明るいところでないとシャッター速度が遅くなって被写体ぶれを起こし、画像が流れてしまう。特に、蛍光灯の下での屋内撮影時に光量不足になりやすい。
- 3) 床面が水平であること。コントロールオブジェクト(後述)が水平に設置できないような状況では正しい計測ができない。

1-2. コントロールオブジェクトの設置

コントロールオブジェクトは図 1 のような3本のアームを持つ物体である。

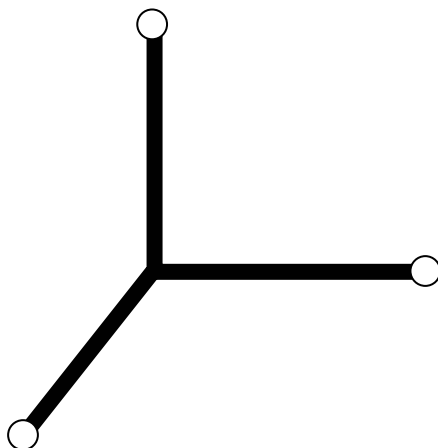


図 1 コントロールオブジェクト

アームは互いに直交し、全て同じ長さである。後述するが、カメラの高さをコントロールオブジェクトの高さに合わせるため、計測空間の高さの約半分、立位の人体を撮影するのであれば 1m 程度の高さのものを用意する。コントロールオブジェクトという既に形状・大きさ・位置が分かっている物体を撮影することで、その画像から空間中におけるカメラの位置や撮影した画像の歪みなどを検出できる。

コントロールオブジェクトは撮影空間の中央床面に設置する。この時アームは一本が前、一本が右、一本が上を向くようにする。

1-3. カメラの設置

カメラを図 2 のように設置する。

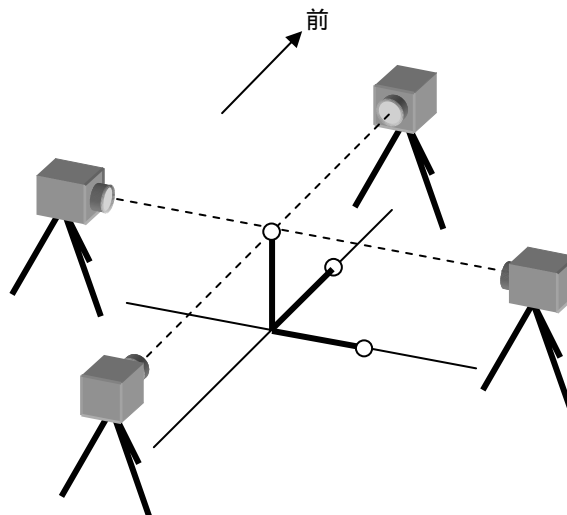


図 2 カメラ設置方法

- (1) カメラは前後方向，左右方向にそれぞれ最低 1 台必要である．空間座標の算出アルゴリズム上，前後に 2 台のみ，あるいは左右に 2 台のみといった構成では，空間座標の計測精度が著しく低下する．前と右に 1 台ずつといった構成は可能である．
- (2) カメラレンズの中心の高さはコントロールオブジェクトの高さと同一にする（アームの先端にマーカールが取り付けられている場合は，マーカールの中心に合わせる）．
- (3) カメラレンズの中心がコントロールオブジェクトのアームの延長線上に位置する．
- (4) カメラは上下・左右に傾けない．

正しくセッティングできていれば、カメラに写る画像は図3のようになる。すなわち、コントロールオブジェクトの手前(あるいは奥)に伸びるアームと上に伸びるアームが一直線上に並び、上のアームの先端と反対側のカメラのレンズは重なって見えているはずである。反対側のカメラが無ければ同じ高さの目印を置くとよい。なお、カメラによっては正しく設置してもコントロールオブジェクトが画像の中心にこない場合があるが、これは気にしなくてもよい。

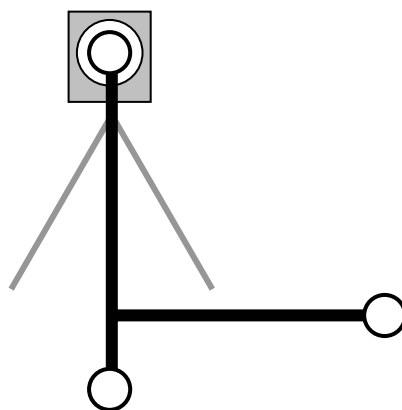


図3 正しく設置されたときのカメラ映像(右から見た場合)

カメラのセッティングを効率よく正確に行うためには、エレベーター付きの三脚が有用である。高さの微調整を行う際、エレベーターを使えば脚の長さや開き具合を変えずに済むので、位置や傾きがずれてしまう心配がない。また、なるべく重量のあるしっかりした三脚のほうが、カメラを操作する際に動いてしまう危険性が少ない。

カメラを設置したら、画角等を調整し、計測空間全体が写るようにする。また撮影の妨げになるような機能(自動ズームなど)が働いていないことを確認する。

1-4. コントロールオブジェクトの撮影

各カメラからコントロールオブジェクトを撮影する。動かない被写体なので、撮影はわずかな時間でよい。

コントロールオブジェクトの撮影以降は、カメラを動かしたり、ズームを変更したりしてはならない。

1-5. 静止立位の撮影

関節角度を計算する上で基準となる、静止立位の映像を撮影する。静止立位といっても撮影中わずかに動く可能性があるため、各カメラの画像間の同期を取れるように時計やメトロノーム、あるいは点滅する発光体等を写しこんで撮影すると良い。

1-6. 動作の撮影

目的とする動作を撮影する。本システムは出力データを「Walk-graph」で処理する都合上、以下のマーカーを体表面につける必要がある。

- (1) 肩峰
- (2) 上後腸骨棘 (P S I S)
- (3) 股関節
- (4) 膝関節
- (5) 足関節
- (6) 踵
- (7) 中足趾節間関節 (M T P)

以上のマーカーを左右計 14 個付ける。また、動作を撮影する際には静止立位時と同様、画像間の同期をとれるようなものを写しこんでおく。

なお、トレッドミル上での動作を計測する場合、トレッドミルの速度を計測するため、ベルト面にテープ等で印をつけておくと良い(図 4)。

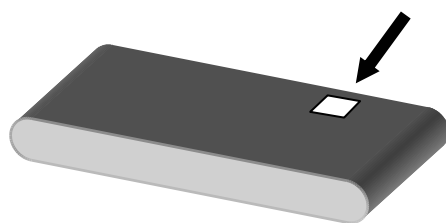


図 4 トレッドミルに印をつけた状態

2. 撮影した画像の取り込み

2-1. 動画の取り込み

撮影した画像をパソコンに取り込む。最近の家庭用ビデオカメラはデジタルビデオカメラが多く、特別な機器を用意しなくても直接パソコンに画像を取り込むことができる。8ミリビデオ等を用いた場合は、パソコンにビデオキャプチャーボード等が必要となる。いずれにせよ、画像の取り込みについては既存のソフトウェアが多数存在するのでこれを利用する(ビデオカメラに付属していることも多い)。画像を取り込んだ時点で、画像はパソコン上の動画ファイルになる。

2-2. 静止画像への分解

続いて、動画ファイルを1コマ毎の静止画像ファイルに分解する。これについても既存の各種ソフトウェアを利用できるが、この時以下のようにファイル名をつける。

(例)

0001.jpg	1枚目:コントロールオブジェクトを撮影した画像
0002.jpg	2枚目:静止立位を撮影した画像
0003.jpg	3枚目以降:動作を撮影した画像
0004.jpg	
:	
:	

ファイル名は任意だが、名前順に並べたとき、必ず1枚目にコントロールオブジェクトの画像が、2枚目に静止立位時の画像がくるようにする。

2-3. フォルダへの保存

静止画像ファイルは、図5のようにフォルダを作って保存する。

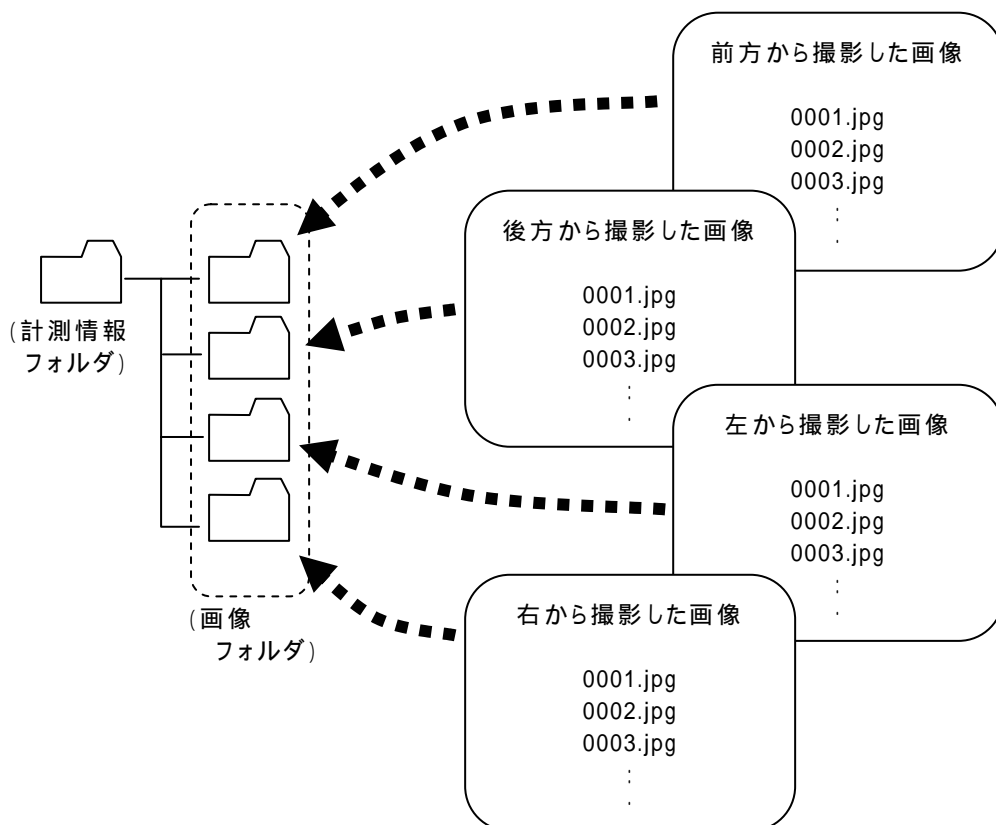


図5 画像ファイルの保存例

各カメラ毎にフォルダを作り、そこに画像ファイルを全て入れておく。フォルダはカメラの台数に応じて作ればよく、必ずしも4つ必要ではない。またフォルダ名は全て任意である。

なお、このシステムでは各カメラ毎の画像を納めたフォルダを「画像フォルダ」、各画像フォルダを納めた上位のフォルダを「計測情報フォルダ」と呼ぶ。

3. 空間座標の算出

3-1. 計測情報の入力

ここからは、本システムの空間座標算出ソフトウェアを使用して作業を進める。

1) Toybox.xls を開く。

セキュリティ設定によってはマクロに関する警告が出るので、マクロを有効にして開く。

2) メニューから作業を選択する。

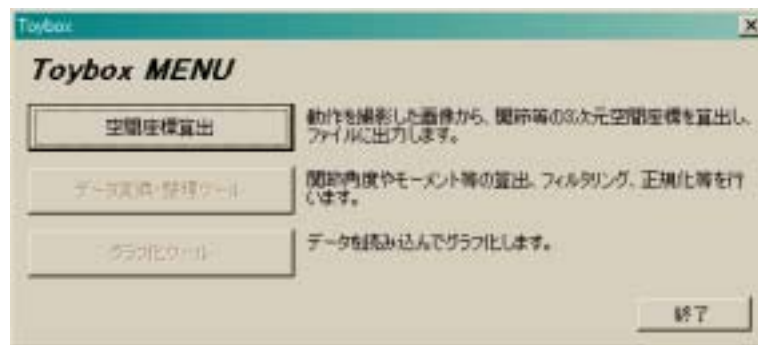


図 6 初期メニュー

「空間座標算出」を選択する。

(他の機能については今後開発予定)

3) 計測情報フォルダを選択する。



図 7 計測情報フォルダ選択画面

作業対象となる計測情報フォルダ(前述)を選択する。

4) 空間座標算出メニューから「計測情報の入力」を選択する。

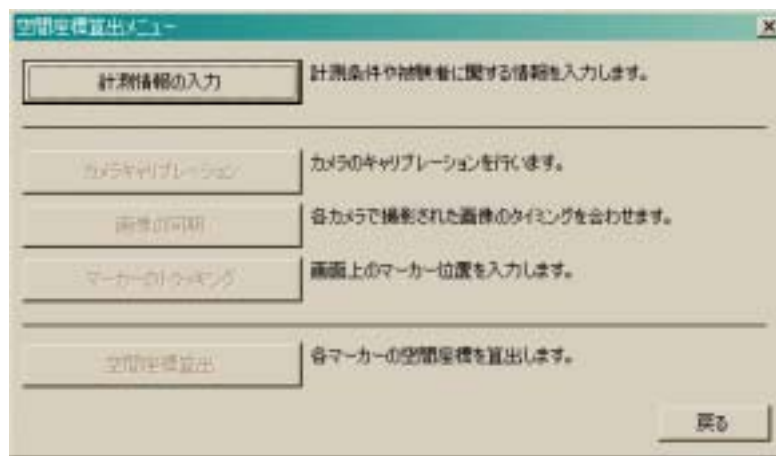


図 8 空間座標算出メニュー(初期状態)

空間座標算出までの作業がメニューとして表示される。作業の進捗にあわせて押すことのできるボタンは変化する。最初は「計測情報の入力」以外選択できないので、これを選択する。

5) 計測情報を入力する.

計測に関する様々な情報を入力する. 基本情報, 被験者情報, マーカー情報の3ページがある. これらの項目のほとんどは将来「DIFFフォーマット」に対応するために設けた項目であり, 現時点で入力する必要がある項目は一部である. 以下, 入力必須項目についてのみ説明する.

<「基本情報」ページ>

図 9 「基本情報」ページ

(1) ID(全ページ共通)

計測情報毎につける識別名称である. 内容は任意だが, 英数字 6文字以内で入力する.

(2) フレームレート

撮影した画像が, 1秒間に何コマあるかを入力する. 一般的な家庭用ビデオカメラであれば 30コマないし 60コマである.

(3) 画像フォルダ

画像フォルダ名(前述)を方向毎に指定する. カメラを設置しなかった方向については「(なし)」でよい.

<「被験者情報」ページ>

図 10 「被験者情報」ページ

(1) 体重

kg 単位で入力する。モーメント等を算出する際に必要となる。

< 「マーカー情報」ページ >



図 11 「マーカー情報」ページ

(1) 使用マーカー

基本的には全てのマーカーについてチェックを入れておく。トレッドミル上の動作を計測した場合は「トレッドミル」にもチェックを入れる。

さらに各マーカーについて、マーカー中心から見た実際の関節の相対位置を cm 単位で入力する。図の例では、左肩峰に取り付けたマーカー中心から見て右へ 5 cm、前へ 0 cm、上へ - 5 cm (= 下へ 5 cm) のところに実際の肩峰がある、ということを示している。値はマーカーの取付け方やマーカーの大きさによって異なる。

必須項目を全て入力したら「保存して終了」を押して入力を終わる。

< 付随機能 >

(1) 「他の計測情報から内容をコピー」

同じ条件で何度も計測を行った場合、それぞれについて同じ計測情報を入力するのは面倒である。そのような場合、「他の計測情報から内容をコピー」ボタンを押して、コピー元となる計測情報フォルダを選択すると、そこから計測情報がコピーされる(ただし画像フォルダ情報はコピーしない)。

3-2. カメラキャリブレーション

- 1) 空間座標算出メニューから「カメラキャリブレーション」を選択する。

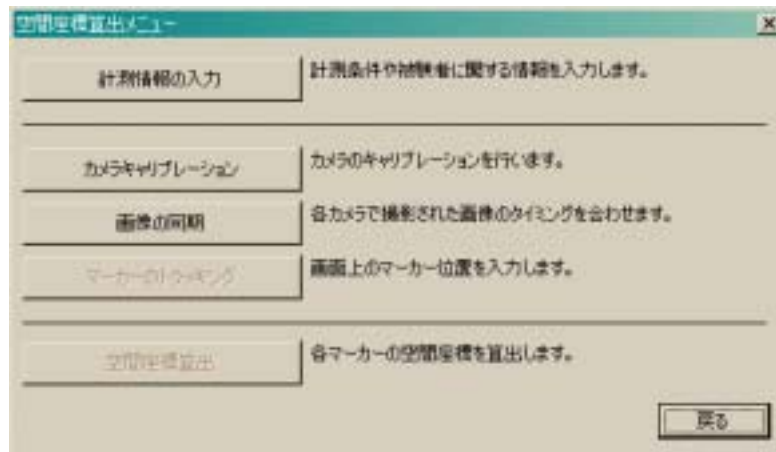


図 12 空間座標算出メニュー（計測情報の入力を完了した状態）

計測情報の入力を終わると、「カメラキャリブレーション」と「画像の同期」の2つが選択可能になる。どちらから作業を進めても問題はないが、本書ではとりあえず前者から説明する。メニューから「カメラキャリブレーション」を選択する。

2) コントロールオブジェクトのマーカ位置を入力する.



図 13 カメラキャリブレーション画面

(1) コントロールオブジェクトの大きさの入力

コントロールオブジェクトの1辺の大きさを、左下の入力欄に cm 単位で入力する。

(2) カメラの選択

左上隅の「カメラ切替」で作業対象のカメラを選択する。どのカメラから順に作業しても良い。

(3) マーカーの選択

画面左にあるリストの「前」「右」「上」から任意のマーカを選択する。

(4) マーカー位置の入力

選択したマーカの位置を画像上でクリックする。クリックした場所にマーカ枠が表示され、同時に画面左のリストに入力済みを表す「OK」が表示される。位置を間違えた場合は、正しい位置をクリックし直せばそこにマーカ枠が移動する。

以上の作業を全てのカメラ、全てのマーカについて行ったら、「保存し

て終了」を押して入力を終わる。

< 付随機能 >

(1) 「クリックで次のポイントへ」

ここにチェックを入れた場合、マーカー位置をクリックすると、自動的に次のマーカーが選択される(前 右 上 前…の順)。

(2) 「マーカー枠の大きさ」

マーカー位置をクリックした場所に表示される、マーカー枠の大きさを変更することができる。

(3) 「画像の拡大 / 縮小」

このボタンを押すごとに、画像の表示倍率が切り替わる。拡大中はマウスの右ボタンで画像をドラッグすることにより、画像を動かすことができる。

(4) 「マークの取消」

選択中のマーカーについて、位置の入力を取り消す。まだ位置を入力していないマーカーについては何も起こらない。

(5) 「他のキャリブレーション情報をコピー」

同じ撮影条件で計測を行った場合、カメラキャリブレーション画像も同一である。そのような場合、「他のキャリブレーション情報をコピー」ボタンを押して、コピー元となる計測情報フォルダを選択すると、そこからマーカー位置やコントロールオブジェクトのサイズの情報がコピーされる。

3-3. 画像の同期

- 1) 空間座標算出メニューから「画像の同期」を選択する。

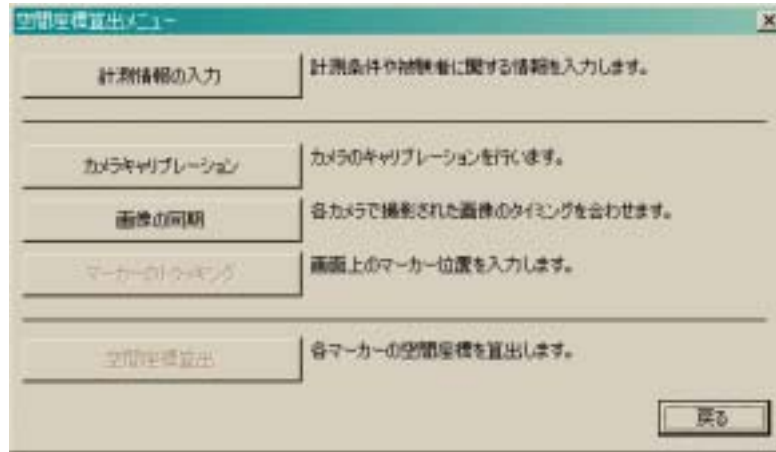


図 14 空間座標算出メニュー(計測情報の入力を完了した状態)

メニューから「画像の同期」を選択する。

2) トラッキング作業対象の最初の1コマ目を選択する.



図 15 最初の1コマを選択する画面

各カメラの画像が表示される。画像の下にあるスクロールバーを動かすと、画像を順送りあるいは逆戻しすることができる。

多くの場合、計測対象となる動作の前後には余分な画像が入っている。そうした部分についてトラッキング作業(後述)をする必要はないので、**図 16**のように必要な部分だけを選択する。

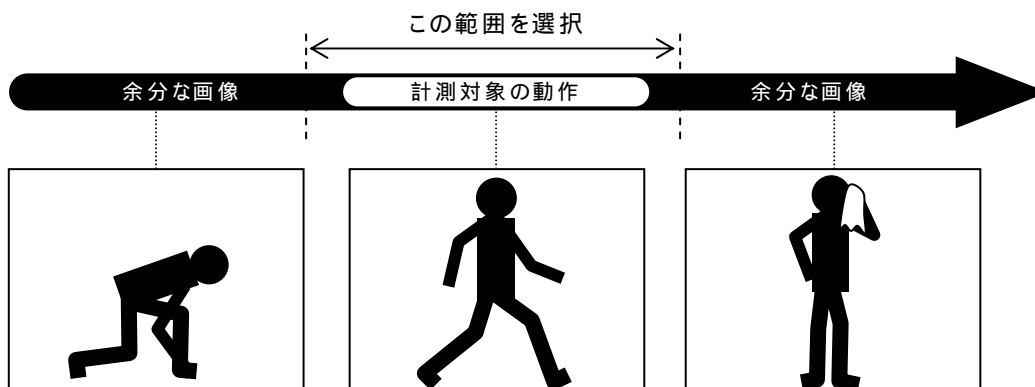


図 16 必要な画像と余分な画像

まず、必要な範囲の最初の1コマを指定する。このとき、必ずしも計測対象動作の最初の1コマ(例えば、歩行分析なら最初のヒールコンタクトの瞬間)である必要は無い。図 16 で示したように、それよりも少し前の時点の画像を選択して構わない。

重要なのは、全てのカメラについて同じ瞬間の画像を選択することである。1 コマでもタイミングがずれていると、正しい計測結果を得ることができない。撮影時に時計や点滅するライトなどを写しこんであれば、それを手がかりにタイミングを合わせることができる(そうでない場合はヒールコンタクトの瞬間等に合わせるしかない)。

全てのカメラについて、1コマ目の画像を選択したら「次へ」を押す。

< 付随機能 >

(1) 「画像の拡大 / 縮小」

このボタンを押すごとに、画像の表示倍率が切り替わる。拡大中はマウスの右ボタンで画像をドラッグすることにより、画像を動かすことができる。

3) 各カメラの最後の1コマ目を選択する。



図 17 最後の1コマを選択する画面

画面中央にあるスクロールバーを動かして、必要な範囲の最後の1コマを選択する。この時、計測対象動作の最後の1コマ(最後のヒールコンタクト時など)ではなく、それより数コマ後の画像を選ぶようにする。計測対象動作のちょうど最後で切ってしまうと、速度や加速度等の計算に狂いが生じる可能性がある。

完了したら「保存して終了」を押す。

3-4. マーカーのトラッキング

- 1) 空間座標算出メニューから「マーカーのトラッキング」を選択する。

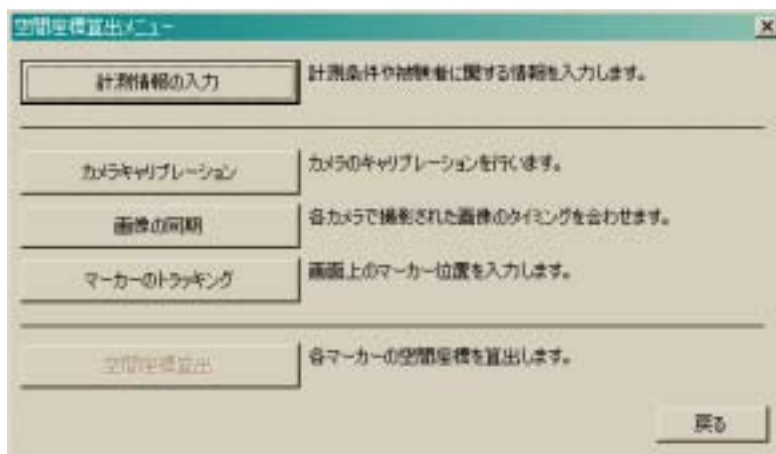


図 18 空間座標算出メニュー画面
(キャリブレーションと画像の同期を完了した状態)

「カメラキャリブレーション」と「画像の同期」の両方を完了すると、「マーカーのトラッキング」が選択可能になるので、これを選択する。

2) 各マーカー位置を入力する。



図 19 マーカーのトラッキング画面

(1) カメラの選択

左上隅の「カメラ切替」で作業対象のカメラを選択する。どのカメラから順に作業しても良い。

(2) マーカーの選択

画面左にあるリストから任意のマーカーを選択する。

(3) マーカー位置の入力

選択したマーカーの位置を画像上でクリックする。クリックした場所にマーカー枠が表示され、同時に画面左のリストに入力済みを表す「OK」が表示される。位置を間違えた場合は、正しい位置をクリックし直せばそこにマーカー枠が移動する。

「トレッドミル」マーカーについて

このマーカーは、トレッドミルの速度を測定するためのものである。トレッドミルのベルト面に印(テープ等)があれば、これをクリックする。印が画面に見えていない時、あるいは見えていても歩行する平面上にないとき(ローラーに巻き込まれる瞬間など)は何もクリックしなくて良い。トレッドミルに印をつけていなかった場合は、ベル

ト面と同じ速度で動くマーカー，例えばヒールコンタクトからヒールオフするまでの踵のマーカーをクリックする．

(4) 次画面への移動

カーソルキーの「」で次の瞬間の画面に移る．あるいは画面左のスクロールバー(ファイル名表示の下にある)を動かすことでも移動できる．

以上の作業を基本的に全てのカメラ，全ての画像，全てのマーカーについて行う．ただし，計測データをとる必要の無い画面があれば，それについては飛ばして構わない．

マーカーの空間座標を算出するためには，常に最低2方向の直交するカメラ(右と前，左と後など)からの画像について入力が必要である．もし，ある瞬間において右から見えなかったマーカーがあれば，左からは見えていなければならない．運悪くどちらからも見えなかった場合は，目見当てで推測した位置をクリックするしかない．

完了したら，「保存して終了」を押して入力を終わる．

< 付随機能 >

(1) 「自動的に次画面へ」

ここにチェックを入れた場合，マーカー位置をクリックすると，自動的に次の瞬間の画面に切り替わる．

(2) 「マーカー枠の大きさ」

マーカー位置をクリックした場所に表示される，マーカー枠の大きさを変えることができる．

(3) 「画像の拡大 / 縮小」

このボタンを押すごとに，画像の表示倍率が切り替わる．拡大中はマウスの右ボタンで画像をドラッグすることにより，画像を動かすことができる．

(4) 「マークの取消」

選択中のマーカーについて，位置の入力を取り消す．まだ位置を入力していないマーカーについては何も起こらない．

3-5. 空間座標算出

- 1) 空間座標算出メニューから「空間座標算出」を選択する.

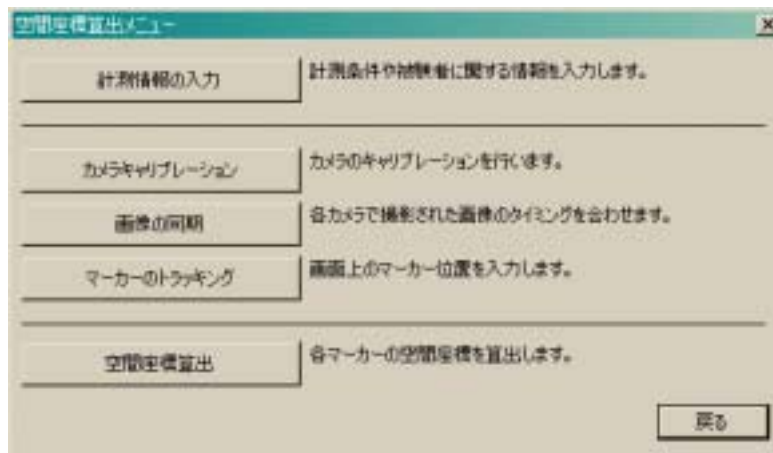


図 20 空間座標算出メニュー
(マーカ-のトラッキングを完了した状態)

ここまでの作業を全て完了したら、「空間座標算出」を選択する。

- 2) 「計算開始」を押す.



図 21 空間座標計算開始の確認画面

計算を開始してよければ、「計算開始」ボタンを押す。

- 3) 出力されたファイルを保存する.

空間座標の算出結果が Excel ファイルとして出力されるので、このファイルを任意の名前で保存する。

4. フィルタリング～関節角度等算出～グラフ化

前項で作成したファイルは、直接 Walk-graph に読み込むことができるファイル形式になっている。Walk-graph の起動画面で「読み込み元ファイル」にこのファイル名を入力すれば、後はフィルタリングからグラフ化までをほぼ自動的に行うことができる。以降の操作については、Walk-graph の操作手順書を参照されたい。