



【運動分析システム比較検討会2002】  
(併設) 動作分析装置展示会

Japanese | [English](#)

臨床歩行分析研究会では、活動の一環として、リハビリテーション・産業分野・スポーツ・エンターテインメント関連等に使われる「運動分析システム」の特性や計測精度をユーザーの立場から客観的、平等に調べ公表する「運動分析システム比較検討会」を実施しています。

▶[運動分析システム比較検討会2002のおしらせ](#)

▶[性能検査プロトコル](#)

▶[参加企業一覧 \(参加システム\)](#)

▶[基本的精度・処理時間検定結果](#) **NEW**

▶[スポーツ分野総評](#) **NEW**



▶[エンターテインメント分野総評](#) **NEW**



[Back](#)

[戻る](#)



【運動分析システム比較検討会2002】  
(併設) 動作分析装置展示会

Japanese | [English](#)

運動分析システム比較検討会では、最新の身体運動分析システムを一堂に集めて、皆様の前で、各システムの実計測、基本的な精度検定、処理時間検定等によって比較を行います。また、リハビリテーション・産業分野・スポーツ・エンターテインメント分野での使用を想定した性能評価も行います。さらに、VICON、エキスパートビジョンリアルタイムシステム、コーエーネットなど多数の機器が、現場での使用状態に近い形で展示されており、ご希望により参加者による機器操作も可能です。



前回のシステム比較検討会の様子（神奈川県総合リハビリテーションセンターにて）

●前回、前々回については下記を参照してください。

<http://www.ne.jp/asahi/gait/analysis/comparison99/comp99j.html>

1) 期間 2002年7月27～29日の3日間

2002年7月27日（土） 2:00PM～6:00PM 【スポーツ】

28日（日） 10:00AM～6:00PM 【基本性能】

29日（月） 10:00AM～3:30PM 【エンターテインメント】・

## 【結果発表】

### 2) 場 所

[日本工学院専門学校](#) (蒲田) 体育館

〒144-8655 東京都大田区西蒲田5-23-22

[日本工学院専門学校](#) 医療学部 理学療法学科

TEL 03-3732-1569 (直) …当日の連絡先  
FAX 03-3732-1446 …当日の連絡先

アクセス：JR京浜東北線蒲田駅徒歩約5分

※詳細は、[日本工学院専門学校](#)のホームページを参照下さい。



会場 日本工学院専門学校



### 3) 事前の問い合わせ

[江原義弘](#) [NAH04120@nifty.ne.jp](mailto:NAH04120@nifty.ne.jp)

### 4) 参加費

**無料です。(会員外でも参加できます)**

会員外の方の参加も可能ですので、近隣にご興味をお持ちの方がいらっしゃれば是非お誘い合わせの上、多数の方々のご参加をお待ちしております。



### 5) 実行委員

#### ●委員長

江原義弘 (帝京大学)

#### ●委員 (敬称略順不同)

藤井範久 (筑波大学)  
宮崎信次 (東京医科歯科大学)  
持丸正明 (産業総合研究所)  
鈴木三夫 (日本工学院専門学校)  
中村真理 (信原病院)  
富樫時子 (合資会社イグニス)  
植木隆文 (東京工科大学)  
井上剛伸 (国立リハビリテーションセンター)  
尾形慎哉 (シバタ医理科)  
蛭谷勝司 (製品評価技術基盤機構)  
徳田良英 (日本工学院専門学校)

●アドバイザー

山本澄子 (国際医療福祉大学)  
田中 繁 (国際医療福祉大学)  
藤本浩志 (早稲田大学)

---

Back

[戻る](#)

# 運動分析システム比較検討会 2002 プロトコル Comparison Meeting of Motion Analysis Systems 2002 Protocol

運動分析システム比較検討会2002 プロトコル

Japanese | [English](#)

- [基本性能ならびにリハビリ分野・産業分野](#)
- [スポーツ分野](#)
- [エンターテイメント分野](#)

## 【基本性能ならびにリハビリ分野・産業分野】

### 1. 目的

動作分析システムの対象として最も多く利用されているのが、リハビリテーション分野での歩行動作の分析である。ここでは、歩行動作を計測対象として各種精度検定を行うことで、システムの基本性能の比較検討を行うことを目的とする。

### 2. カメラと設置方法

被験者の動作範囲を含めて7m×7mの範囲内に設置するのであれば台数設置方法とも自由。

### 3. 被験者

被験者は1名とする。委員会が手配する。

### 4. マーカー取付け

参加企業が行う。

### 5. マーカー間の距離の検定

図2のような棒をもった被験者が図1の路面を図3のように歩きます。棒の両端につけたマーカー間の距離を歩行分析システムにて計測し、実際の値と比較して精度を検定します。

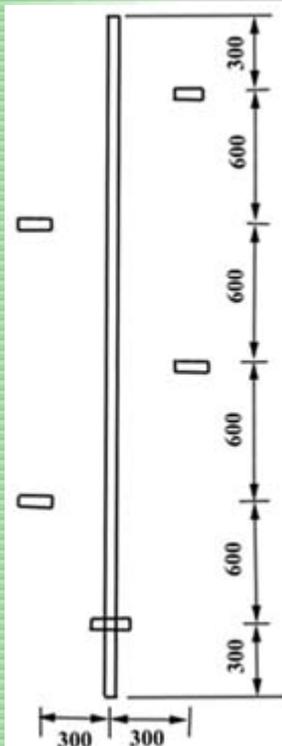


図 1

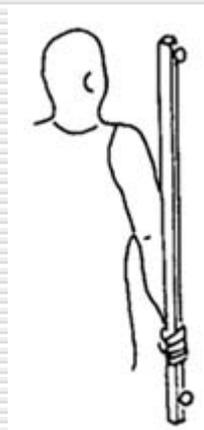


図 2

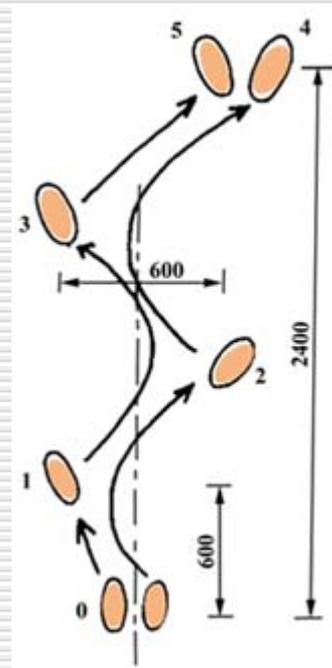


図 3

### 6. 角度精度の検定

ほぼ同様に角度の精度を検定します。(L型定規使用)

### 7. 推定位置精度の検定

棒に2つの3角形の板を付け、3角形の頂点につけたマーカー位置から棒の両端の位置A、Dを推定計算して精度を検定します。(図4)

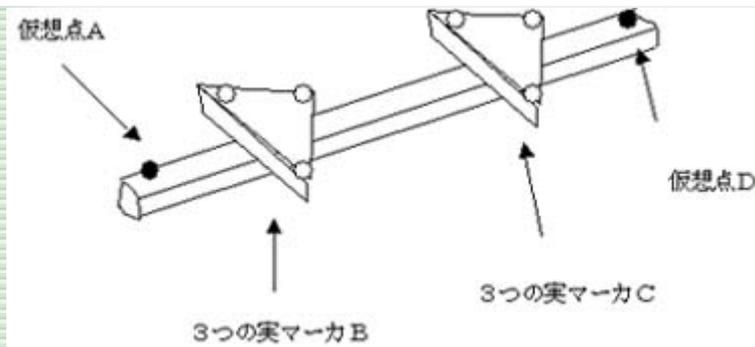


図 4

## 8. 処理時間の検定

被験者に10ポイントのマーカをつけ、歩行計測します。結果が表示されるまでの処理時間を検定します。

### 【スポーツ分野】

#### 1. 目的

高速で高度なスポーツ選手の身体能力を定量的に評価することは、パフォーマンスの向上、障害の予防、リハビリテーション効果の評価に非常に有用である。スポーツに関する動作計測・解析は古くから行われているが、いまだに未知なことも多く、機器の精度向上とともに、常に進歩している。スポーツ分野におけるシステム比較では、現状の技術で、様々なスポーツの動作解析の需要にどのように対応可能か評価していきたい。

#### 2. 動作計測の設定

- カメラと設置方法：

被験者の動作範囲を含めて7m×7mの範囲内に設置するのであれば台数設置方法とも自由。高速な計測（200Hz以上）ができること。2D、3Dともに可。

- 被験者：

被験者は1名とする。各参加企業が手配する。

- マーカー取付け：

参加企業が行う。マーカー数、取付け場所、取付け方法（取付けジグの使用等）は自由。

- 動作：

基本的には一人で行うスポーツ動作（テニス・ピッチング動作・バッティング動作・ゴルフ動作など）を対象とする。「動作」とはこの場合実際のピッチングなどを行うのではなく模擬的にその動作を行う振りをするという意味である。床を振動させたり騒音を出す動作は許可しない。動作範囲内（7m×7m）で可能な動作ならば、その他のスポーツの動作でも許可する。ただし、その場合、事前に実行委員の許可を得る必要がある。

- 測定時間（計測時間）：

運動の測定時間は、測定対象となるスポーツ動作を、十分に測定できるように設定する（目安2～5秒）。

- 解析・視覚化：

計測後、解析結果を元に、何を解析できるのか説明していただきます。その際、可視化された結果も合わせて提示する。

- その他：

計測、解析上で必要な設定は、事前に行っても良い。ただし、その旨は、明示すること。

#### 3. 処理時間の計測

(1) 計測に要する時間

(2) 解析・視覚化に要する時間

#### 4. 比較検討（実行委員によるコメント）

精度検定とは異なり、数値データの比較を行うことはできない。そこで、実行委員が、事前準備、測定、解析・視覚化までの流れについて総合的にコメントする。コメントする際のポイントは、以下の5点である。

- 1) マーカーの数、取付け方法、事前のデータ入力など
- 2) 隠れ点等の処理について
- 3) 動作計測システムと解析・視覚化処理との連携について
- 4) 処理時間について
- 5) 解析・視覚化の内容について

## 【エンターテインメント分野】

### 1. 目的

近年、自動動作分析装置は、臨床歩行分析のみならずエンターテインメントの分野にも利用されるようになってきている。特にテレビゲーム業界は、リアリティのあるゲームキャラクターの動作を表示することを目的として、自動動作分析装置の導入を進めている。

そこで、エンターテインメント分野における自動動作分析装置の比較・検討として、動作の計測からグラフィックス表示までの機能を、総合的に評価する。

### 2. 動作計測の設定

- カメラ台数と設置方法：  
被験者の動作範囲を含めて7m×7mの範囲内に設置するのであれば台数設置方法とも自由。ただし3D計測が可能なこと。
- 被験者：  
2名の同時計測が原則だが、1名計測でもエントリーできる。  
なお被験者は、参加企業が手配する。
- マーカー取付け：  
参加企業が行う。マーカー数、取付け場所、取付け方法（取付け用治具の使用等）は自由。
- 動作：  
ラジオ体操（第一）。2名の被験者の間隔は1.5mとし、1名は他の被験者の斜め後方に位置する。音楽は実行委員会で用意。測定対象とする動作は、別途検討。
- 測定時間（計測時間）：  
サンプリング周波数は原則として50Hzあるいは60Hzとし、10秒間のデータを採取する。
- 被験者名や身体部分長など、事前に入力できる項目については、事前に作成・入力して良いものとする。

### 3. 処理時間の計測

- 1) 計測終了時点でストップウォッチをスタートし、データがディスクに記録され、動作がCG表示されるまでの時間（表示開始時点）を計測する（スティックピクチャ表示でも可）。
- 2) VTRを使用するシステムについては計測終了後、VTRを巻戻し、再生を始めてからの所用時間を計測する。

### 4. 比較検討（実行委員によるコメント）

精度検定とは異なり、数値データの比較を行うことはできない。そこで、実行委員が、事前準備、測定、CG表示までの流れについて総合的にコメントする。コメントする際のポイントは、

- 1) マーカーの数、取付け方法、事前のデータ入力など
- 2) 隠れ点等の処理について
- 3) 動作計測システムとCGシステムとの連携について
- 4) 処理時間について
- 5) CGのリアリティさについて



[戻る](#)

## 参加企業のシステム概要

Japanese | [English Version](#)

参加システム：（※システム名をクリックすると性能一覧表が表示されます）

システム名	製造元	販売代理店
<a href="#">VICON</a>	<a href="#">Vicon Motion Systems Ltd.</a>	<a href="#">株式会社 ナックイメー ジテクノロジー</a>
<a href="#">フレームディアス2</a>	<a href="#">株式会社 ディケイエイチ</a>	
<a href="#">ビジュアライズ</a>	<a href="#">PhoeniX Technologies Incorporated, Canada</a>	<a href="#">株式会社コーエーネット ト</a>
<a href="#">PhaseSpace</a>	<a href="#">PhaseSpace Inc.</a>	<a href="#">日本バイナリー株式会 社</a>
<a href="#">Peak Motus</a>	<a href="#">Peak Performance Technologies, Inc.</a>	<a href="#">ヘンリージャパン (株)</a>
<a href="#">EAGLE DIGITAL SYSTEM - REAL-TIME MOTION CAPTURE SYSTEM</a>	<a href="#">Motion Analysis Co., USA</a>	<a href="#">酒井医療株式会社</a>
<a href="#">ProReflex</a>	<a href="#">Qualisys Medical AB</a>	<a href="#">株式会社モンテシステ ム</a>
<a href="#">Biomechanics Force Plate</a>	<a href="#">Advanced Mechanical Technology, Inc.</a>	<a href="#">兼松メディカルシステ ム株式会社</a>
<a href="#">アルモ(R-Motion)</a>	<a href="#">(株) ジースポート</a>	
<a href="#">3SPACE FASTRAK</a>	<a href="#">POLHEMUS Inc.</a>	<a href="#">日商エレクトロニクス 株式会社</a>
<a href="#">アクトイメージャ2Dd</a>	<a href="#">Acty Co., Ltd</a>	



[戻る](#)

## 基本的精度・処理時間検定結果

7月27, 28, 29の3日間東京の日本工学院専門学校にて開催されました運動システム比較検討会2002について報告いたします。基本的精度・処理時間検定、スポーツ分析部門、エンターテインメント応用部門の3部門で比較検討が行われましたが、ここでは基本的精度・処理時間検定結果について報告します。

### 1. カメラと設置方法：

被験者の動作範囲を含めて7m×7mの範囲内に設置するのであればカメラ台数設置方法とも自由としました。



2. 図2のような棒をもった被験者が図1の路面を図3のように歩きました。棒の両端につけたマーカーク間の距離を歩行分析システムにて計測し、実際の値と比較して精度を検定しました。結果を表1に示します。Ave. Absは誤差の絶対値の平均値。Max. Err+は最大値－真値。Max. Err-は最小値－真値。（表2、表3も同様）

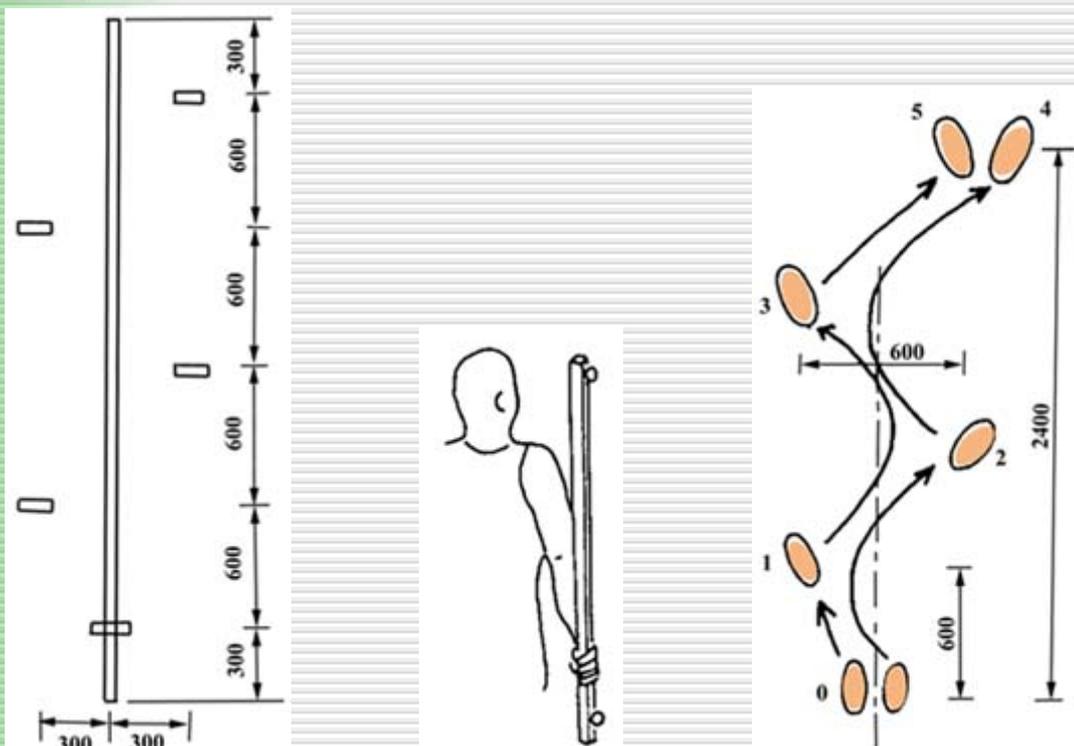


表 1 2点間の距離の計測精度（単位はmm）

SYSTEM	真値	平均値	標準偏差	Ave.Abs	Max.Err+	Max.Err-
Frame-DIAS II	900.0	896.61	3.81	3.59	1.87	-12.54
VICON	899.5	899.92	0.24	0.42	1.04	-0.23
Visualeyez 注)	899.0	890.31	1.54	8.69	-6.34	-16.54
PhaseSpace	899.0	929.79	58.69	42.49	137.47	-24.34
Peak Motus Real Time	900.5	905.18	1.02	4.68	7.90	0.11
Peak Motus Video	900.5	897.40	3.11	3.54	3.62	-9.84
EAGLE DIGITAL SYSTEM	902.0	899.23	0.36	2.77	-1.74	-3.65
ProReflex	899.0	901.32	0.75	2.32	4.21	0.71

- 真値はけがき線により示されたマーカ一点を、最小目盛0.5mmの鋼尺で測定したものである。
- 測定値の誤差には、マーカ設置における誤差も含まれる。

注) マーカ側のオペレーションミスによりアクティブマーカの時分割周波数を低く設定し過ぎたために、本来の性能が発揮できていない可能性がある。

3. L型定規に3点が90度をなすように3つのマーカをつけ、このL型定規を持った被験者が先ほどと同じように歩きました。3点のマーカより角度を計算し誤差を検定しました。結果を表2に示します。

表 2 角度精度結果（単位は度）

SYSTEM	真値	平均値	標準偏差	Ave.Abs	Max.Err+	Max.Err-
Frame-DIAS II	90	90.65	0.48	0.68	1.90	-0.44
VICON	90	89.86	0.15	0.16	0.18	-0.57
Visualeyez	90	90.24	0.48	0.41	2.05	-1.57
PhaseSpace	90	87.87	9.26	6.44	11.62	-23.05
Peak Motus Real Time	90	89.48	0.40	0.56	0.92	-1.97
Peak Motus Video	90	89.73	0.67	0.58	2.13	-2.36
EAGLE DIGITAL SYSTEM	90	90.52	0.13	0.52	0.85	0.18
ProReflex	90	89.68	0.24	0.33	0.22	-1.18

- 真値は市販のL型定規をもって90°とした。
- 測定値の誤差には、マーカ設置における誤差も含まれる。

4. 棒に2つの3角形の板を付け、3角形の頂点につけたマーカ位置から棒の両端の位置A, Dを推定計算して精度を検定しました。（図4）

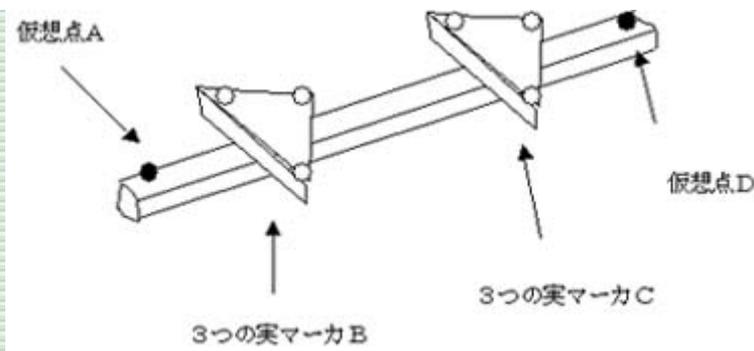


図 4

これには、5つのシステムが参加しました。他のシステムは仮想点を推定するソフトが整備されていませんでした。結果を表3に示します。

表3 仮想点の距離計測精度（単位はmm）

SYSTEM	真値	平均値	標準偏差	Ave.Abs	Max.Err+	Max.Err-
VICON	899.5	900.00	0.15	0.50	1.09	0.12
Visualeyez 注)	899.0	888.89	3.28	10.11	-0.84	-26.10
Peak Motus Real Time	900.0	901.83	1.00	1.83	4.90	-0.33
Peak Motus Video	900.0	899.30	2.06	1.68	5.02	-8.57
EAGLE DIGITAL SYSTEM	900.0	899.23	0.35	0.77	0.28	-1.68

- Peak Motusの2機種については企業が用意した検定棒を用いた。
- 真値はけがき線により示されたマーカー点を、最小目盛0.5mmの鋼尺で測定したものである。
- 測定値の誤差には、マーカー設置における誤差も含まれる。

注) メーカー側のオペレーションミスによりアクティブマーカーの時分割周波数を低く設定し過ぎたために、本来の性能が発揮できていない可能性がある。

5. 被験者に10ポイントのマーカーをつけ、歩行計測しました。被験者がカメラの前を通り抜けて計測のストップスイッチが押されてから結果がパソコンのモニター上にアニメーション風に表示されるまでの処理時間を検定しました。事前にキーボードから入力しておける情報についてはあらかじめ入力しておいても良いものとなりました。結果を表4に示します。

表4 処理時間

SYSTEM	測定時間	備考
Frame-DIAS II	33分02秒	手動
VICON	1.94秒	自動
Visualeyez	0秒	自動
PhaseSpace	0秒	自動、注)
Peak Motus Real Time	5.78秒	自動
Peak Motus Video	15分55秒	手動
EAGLE DIGITAL SYSTEM	0秒	自動
ProReflex	42秒	自動
注) ハードウェアの不都合により右半身のみ計測		

## 6. 各システムの方式・製造元

詳細は研究会ホームページを参照してください。概略を表5にまとめました。また各システムの製造元企業名・取り扱い代理店名なども研究会ホームページをご参照ください。ここでは割愛しました。

表5 各システムの方式概略

SYSTEM	マーカ	ケーブル	記録	マーカ一認識
Frame-DIAS II	反射型	—	H/D	手動
VICON	反射型	—	H/D	自動
Visualeyez	LED	無線	H/D	自動
PhaseSpace	LED	有線	H/D	自動
Peak Motus Real Time	反射型	—	H/D	自動
Peak Motus Video	反射型	—	VTR	手動
EAGLE DIGITAL SYSTEM	反射型	—	H/D	自動
ProReflex	反射型	—	H/D	自動

## 7. 講評

本システム比較検討会はユーザーの立場から各システムを公平に比較検定するもので各システム開発企業・代理店にとっては非常にづらい会です。にもかかわらずこのようにたくさんのシステムの参加を得て非常に嬉しく思いますし、勇気ある参加企業に敬意を表したいと思います。本会も4回目になり最近では海外からも注目されていますし、ここに参加すること自体が技術力のある企業である証明ではないかと主催者側では考えています。

表1、3の見方ですが、真値は主催者側が鋼尺で測定した値です。鋼尺の目盛りは0.5mmで、これを使って目測で計りますから真値自体に±0.25mm程度のあいまいさがあります。これは頭に入れておいてください。表2についてはL型定規に沿って3つのマーカを取り付けたので角度の真値は90度とみなしています。「平均値」は各システムが計測した結果ですから、一般的にはこれが真値に近いほど正確なシステムです。しかし、真値より小さなデータと真値より大きなデータを程良く出力するようなシステムでは、平均値がたまたま真値に近い値になってしまう場合があります。例えば歩行路の出発点側では値が大きく出て、終点側では小さく出るようなシステムでは、平均を取れば真値に近い値になりますが、個々のデータが真値に近いわけではありません。このような場合には平均値≒真値になったとしても正確なシステムとは言えません。正確なシステムでは平均値≒真値となりますが、平均値≒真値だからといって正確なシステムとは言えません。このような誤解をしないためには「標準偏差」をみます。これはデータのバラツキに相当します。平均値≒真値であって、しかも標準偏差が小さなシステムは正確なシステムです。

データは雑音処理（ローパスフィルター処理）が施されていないデータです。通常の運動計測では一般的にデータにはローパスフィルターを施しますから、もしこれを施せば標準偏差の値は表よりも小さい値になる可能性があります。

Max. Err+は個々のデータの最大値から真値を引いた値です。MaxErr-は個々のデータの最小値から真値を引いた値です。したがって各システムについてMax. Err+とMaxErr-のうちの絶対値の大きい方の値は、各システムの最大誤差を示しています。したがってこの値を見るのがもっともシビアな評価になります。Ave. Absはデータの誤差の絶対値を平均したものです。したがって感覚的な全体的な正確性評価とマッチしています。もし各システムの正確性をひとつのパラメータで評価したい場合はこの値を見ることをお勧めします。

さて、マーカ-は各企業の担当者が目測で検定棒に貼り付けたものです。したがって取り付け方が悪ければ誤差も大きくなります。純粹にカメラの計測精度を検定するという見地からは一度正確にマーカ-を貼り付けたら全社とも同じ検定棒を用いるのが良いのかも知れませんが、現実には各社使うマーカ-がまちまちなので、各社が自社のマーカ-を慎重に取り付けるという方法で基準の「真値」としていません。ただし現実の使用法を考えますと、マーキングをした皮膚の上に目測でマーカ-を取り付けるのですから、現実の使用法を反映した検定法ともみなせません。

もしみなさんがシステム比較検討会に出展していないシステムの購入を検討されている場合には、上記と同じ手順で実際に精度検定されることを勧めます。(検定用のソフトは研究会から頒布します) 企業のカタログの値は上記と同じ手順を踏んでいない可能性が非常に高いです。結果が得られたら、この表の値と比較してください。検討中のシステムが世界のどの程度のレベルなのかはわかるでしょう。世界最高の性能は1mの棒の長さを計測するのに0.5mmの誤差と考えて良いでしょう。真値そのものに±0.25mmほどのあいまいさがあり、かつマーカ-を目測で取り付けるという不確実性があることを考えると、現在の当研究会の力量では0.5mmの誤差を検定できるのが限界でしょう。すなわち仮に0.1mmと0.4mmの誤差をもつふたつのシステムがあったとして、前者が後者の4倍の精度をもつとは判断できないわけです。とはいえ、現に4回のシステム比較検討会を開催してみて、このような簡便な方式でも0.5mmまでであれば精度検定ができるという自信もできました。今回は(Ave. Absの) もっとも良い値が距離誤差で約0.5mm、角度が約0.2度なので、とりあえずこれを努力目標の水準と考えるのが良いのではないかと思います。

処理時間については今回3つのシステムがリアルタイム処理を実現しました。反射型のマーカ-システムでもリアルタイム処理が実用化されました。システムの性能は確実に向上していると言えます。リアルタイム処理は数年前は贅沢機能とみなされていたように思うのですが、現実実用になってみるとその便利さは想像以上です。高級機種では採用が増加するでしょう。 システム比較実行委員会



[戻る](#)

## スポーツ分野

今回、スポーツ動作を対象とし、200Hz以上の高速カメラをテストしました。光学式のカメラシステムは、全身に多数のマーカーを貼付し、スポーツ動作を計測、スティック表示までを基本的に行っていただきました。ビデオ式のカメラシステムは、光学式に比べると測定点のディジタイズに時間を必要とします。そこで今回は、テスト時間に収まる範囲のスポーツ動作を測定していただきました。時間、場所の制約もあり、当初はディジタイズに時間がかかると予想されました。しかし、実際には、実用的な時間内にディジタイズが完了しました。現行のシステムは、セッティング、計測、視覚化までに時間を必要としないことが明らかとなりました。



最初の注目点は、洗練されたソフトウェアです。Eagle Digital Systemは、カメラ位置、ボリューム空間、カメラの視覚範囲等のわかりやすい視覚化、完全なリアルタイムでのスティック表示、関節角度のグラフ表示等の実現がなされ印象的でした。VICONは、豊富なソフトウェア、リアルタイム計測、隠れ点に対する処理等が用意され、動作計測におけるユーザの労力軽減が期待できます。スポーツ動作の計測では、パフォーマンスを向上させるために、対象者に結果を見せながら、指導を行うことも必要となります。その場合、Eagle Digital SystemやVICONに代表されるリアルタイムシステムは非常に有用です。

次の注目点は、システムの可搬性です。スポーツ動作が対象の場合、様々な場所で、様々な動作を計測する必要があります。可搬性に関しては、ProReflexがラップトップパソコンとカメラだけからなるコンパクトなシステムを提示してくださいました。特別なデータ収集装置（コントローラ）を必要とせず、高速カメラの接続が可能であり、セッティングもケーブル接続で即座に計測、計測データも特殊な処理が施されていない生データの取得が簡単です。ソフトウェアの面では、それほど際立った特長はないのですが、今では、汎用ソフトウェア、ユーザ固有のソフトウェアも豊富になりましたので、ProReflexのような手軽さも有効と考えます。

最後の注目点は、無拘束計測です。試合中の動作やマーカを被験者に取り付けることが不可能な場合は、ビデオ式のカメラシステムが有効となります。ビデオ式カメラシステムでは、キャリブレーションからデータ計測・編集までの過程に手作業が不可欠です。十分な精度を維持しつつ作業量を軽減するためには、充実したソフトウェアが求められます。今回、参加していただいたFrame-DIAS IIとPeak Motusは、デジタルサイズを補助するツールが充実していて、精度検定のテスト結果からも十分に実用であることがわかりました。Frame-DIAS IIは、日本国内で開発されたソフトウェアです。価格がリーズナブルで、ユーザ要への対応の早さが期待できます。Peak Motusは、研究分野での使用実績があり、高機能な解析ツールも用意されています。

以上より、何を計測し、何を解析するかにより、選ぶシステムが異なってきます。あとは、各システムのユーザの利用例等を参考にさせていただきたいと考えます。限られた時間での短いデモンストレーションでした。しかし、実際にスポーツ動作を計測し、視覚化するのにどの程度時間を要するものなのか、確認することができました。実際にデモで行った内容は、動画として編集いたしましたので、ダウンロードしてご覧ください。

システム名	ビデオ式システム		光学式システム		
	<a href="#">Frame-DIAS II</a>	<a href="#">Peak Motus</a>	<a href="#">Vicon 612</a>	<a href="#">Eagle Digital System</a>	<a href="#">ProReflex</a>
デモで用いたカメラ台数	1250Hz 3台	1000Hz 2台 (+フォースプレート1枚)	250Hz 9台	200Hz 8台	240Hz 7台
計測対象 (※全社、反射マーカ使用)	右腕 (3点: 肩, 肘, 手首)	右足 (4点: 爪先, 踵, 踝, 膝)	全身 (37点) + ゴルフクラブ (4点)	全身 (頭部を除く) + ゴルフクラブ + テニスラケット	全身 (22点)
対象運動	投球動作	片足ジャンプ	ゴルフスウィング	テニスとゴルフスウィング	投球動作
データ編集	1マーカ位置の自動抽出機能を使用。識別が困難なときには手動。	マーカ位置の自動抽出機能を使用。識別が困難なときには手動。	計測後、マーカの名前付けとスティック・ピクチャまでを自動で行った。	完全リアルタイムで、マーカの名前付けとスティック・ピクチャまでを行った。	計測後、マーカの名前付けを計測者が手動で行った。
デモ内容	コンピュータ内に取り込んだ映像を自社製ソフトウェア	ビデオ映像とフォースプレート信号を同期計測した。	250Hzでゴルフ・スウィングを計測。スティック・ピ	テニスとゴルフのスウィング動作を、リアルタイムで	計測後、編集済みデータをC3D形式に出力し、

	アにて編集、解析。解析結果は、自社製ソフトウェアで、ビデオ映像、スティック・ピクチャと同期して表示。	解析結果は、自社製ソフトウェアで、ビデオ映像、スティック・ピクチャ、フォースプレートとの出力と同期して表示した。	クチャ表示。視覚化、解析結果は、測定のほぼ直後に表示。	スティック表示した。解析結果は、各関節の回転角をベクトル計算により求め、リアルタイムで動作とともに表示。	Kaydara社製FILMBOXにてアニメーション化した。※デモ時には、コンピュータの不具合があり、FILMBOXでのアニメーションは後に確認。
デモの様子	<a href="#">dkh.mpg</a>	<a href="#">peak.mpg</a>	<a href="#">vicon.mpg</a>	<a href="#">motion.mpg</a>	<a href="#">proreflex.mpg</a>
所要時間	2秒間のデータを250Hzで計測。視覚や解析結果表示までを行うために25分程度。	1000Hzで3秒データを計測。ビデオデータをコンピュータに転送。データ編集と解析、レポート表示までを5分程度要した。全体では8分強。	スティック・ピクチャ表示までに、計測終了後、3秒程度。解析ソフトウェアにて即座に解析結果表示。	完全リアルタイムでのスティック表示。解析結果も、計測と同期。	計測終了後、自動でマーカ軌跡を算出。マーカの名前付けは手動。スティック・ピクチャ表示までに23秒。
実行委員コメント	ソフトウェアは、完全自社製品で、機能も豊富である。ビデオ・デジタルの補助ツールもユーザフレンドリである。国内産ソフトウェアのため、細かいユーザニーズにも、安価で早い対応が可能。	メーカーの異なるデジタルカメラを同期接続し利用可能。ソフトウェアの機能が豊富。ビデオ・システム以外にも光学式モーションキャプチャ・システムを自社で持ち、ビデオ・システム+光学式システムを完全同期のシステム	自社製視覚化&解析ソフトウェアとの連携も、迅速かつ、簡単に実現。自社製解析ツールで、即座に、データ解析、レポート作成可能。新機能で隠れ点処理も充実。ハードウェア、ソフトウェア・オプションが豊富。	完全リアルタイムでの視覚化と、解析を実現。ソフトウェアは、ユーザ・フレンドリでとても良い。ソフトウェアのオプションが豊富。カメラに使用している強い赤ライトが、少々気になったが、ライトの強さは、抑えることも可能。	システムセットは、ラップトップ使用も可能で可搬性がよい。マーカの自動名前付け機能の追加が待たれる。ソフトウェア・オプションは少ないが、オープン・アーキテクチャ採用で、ユーザ独自の機能追加可能。

		△セットとして構築可能			
参加企業アンケート	<a href="#">dkh.pdf</a>	<a href="#">peak.pdf</a>	<a href="#">vicon.pdf</a>	<a href="#">eagle.pdf</a>	<a href="#">qualisys.pdf</a>

 *Back*

[戻る](#)



【Comparison Meeting of Motion Analysis Systems】

[Japanese](#) | [English](#)

The Clinical Gait Analysis Forum of Japan has held two Comparison Meetings of Motion Analysis Systems to compare characteristics and measurement accuracy of motion analysis systems used in rehabilitation, industry, sports and entertainment. The comparison has been made in a fair and subjective standard from the standpoint of users and the results have been published.

[▶Comparison Meeting of Motion Analysis Systems  
2002 Information](#)



[▶Testing Protocol](#)



[▶Participating Systems](#)



[▶Result](#)



---

[Back](#)

[Back](#)



【Comparison Meeting of Motion Analysis Systems】

[Japanese](#) | English

In the coming comparison meeting, the newest motion analysis systems will be gathered in a same place and compared through real measurements in terms of basic measurement accuracy, processing time, etc. in the presence of participants. Evaluation of system performance in rehabilitation, industry, sports, entertainment fields will also be made. Many systems such as Vicon, Expert Vision, Echonet will be shown in a realistic manner so that the participants will be able to operate the systems by themselves.



Photographs taken in the previous comparison meeting  
(at the Kanagawa Rehabilitation Center)

●Results of previous two comparison meetings are available at the following site:

<http://www.ne.jp/asahi/gait/analysis/comparison99/comp99.html>

1) Date:

July 27th(Sun), 28th(Sat), 29th(mon), 2002.

2) Place:

Japan Technology College (kamata) Gymnasium

144-8655 5-23-22, Oota, Nishikamata, Tokyo, Japan  
Department of Physical Therapy, School of Health and Medicine,  
Japan Technology College

Phone: +81-3-3732-1569 (during the meeting date)  
FAX: +81-3-3732-1446 (during the meeting date)

Access: 5min walk from **JR keihin-hohoku line Kamata Station**

For details, see home page of  
[Japan Technology College](#)



Japan Technology College

3) Inquiry for information (pre-meeting) to Dr. Y. Ehara:  
[NAH04120@nifty.ne.jp](mailto:NAH04120@nifty.ne.jp)

4) Admission Free (Non-members can participate)

5) Organizing Committee

Chair : Dr. Y. Ehara

Member: K.Ebitani, N.Fujii, T.Inoue, S.Miyazaki, M.Mochimaru,  
M.Nakamura, S.Ogata, M.Suzuki, T.Togashi, Y.Tokuda

Adviser: H.Fujimoto, S.Tanaka, S.Yamamoto

.....



[back](#)

運動分析システム比較検討会 2002 プロトコル  
Comparison Meeting of  
Motion Analysis Systems 2002 Protocol

Comparison Meeting of Motion Analysis Systems Protocol

[Japanese](#) | English

This meeting will be held to evaluate 3D motion measurement systems. A 7m by 7m space will be allocated to each participating company to make demonstrations. There are three categories for the comparison.

Each company must attend category 1. She may also attend category 2 and 3. Each category has its own protocol. Committee of the Comparison Meeting will evaluate the achievement of the protocol for each attending company.

[1\)Basic specification comparison for rehabilitation or industry.](#)

[2\)Sports.](#)

[3\)Entertainment.](#)

.....  
**1) Basic specification comparison for rehabilitation or industry.**  
.....

- a) Purpose** Gait analysis in rehabilitation is the most common area in motion measurement. Purpose of this category is to compare accuracy of the system during walking.
- b) Camera and setting** Each company has to set the cameras inside the 7m by 7m space. It includes space for the subjects movements. There is no limitation to the number of cameras and the way of the camera setting.
- c) Subject** The committee will arrange a subject.
- d) Markers** Each company shall put its own markers.
- e) Task 1** The subject shown in Fig.2 walks the space (Fig.1) according to the walking sequence illustrated in Fig.3. Each company shall measure the 3D coordinates of the two markers and output them in ASCII format (DIFF format). The accuracy of the distance between the two markers will be evaluated by the committee.

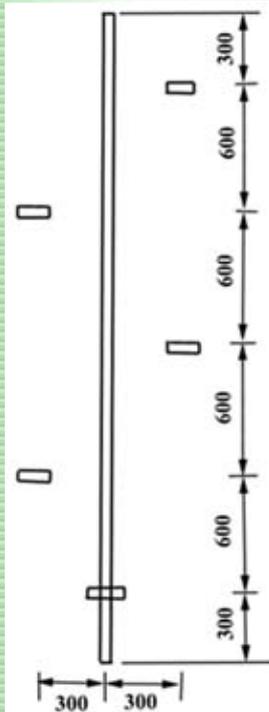


Fig.1

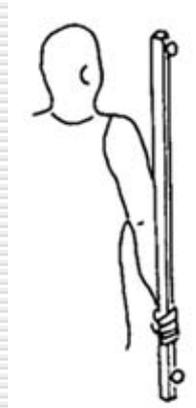


Fig.2

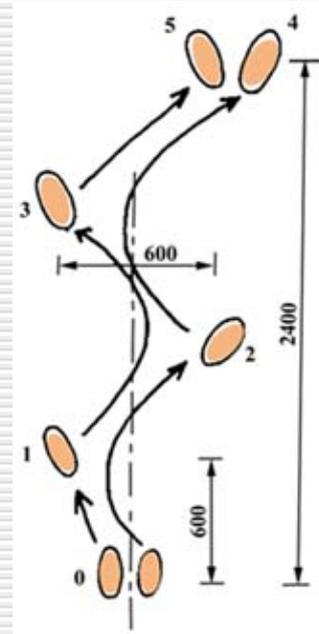


Fig.3

**f) Task 2**

Put three markers on L-shaped device and measure the 3D coordinates of the three markers and output them in ASCII format (DIFF format). The subject, walking space and sequence of the steps are the same as in Task 1. The accuracy of the angle will be evaluated by the committee.

**g) Task 3**

Put two sets of three real markers as illustrated in Fig.4. The subject, walking space and sequence of the steps are the same as in Task 1. Calculate virtual point A with the three real markers B, and calculate virtual point D with the three real markers C, and output the 3D coordinates of A and D in ASCII format (DIFF format). The accuracy of the distance between A and D will be evaluated by the committee.

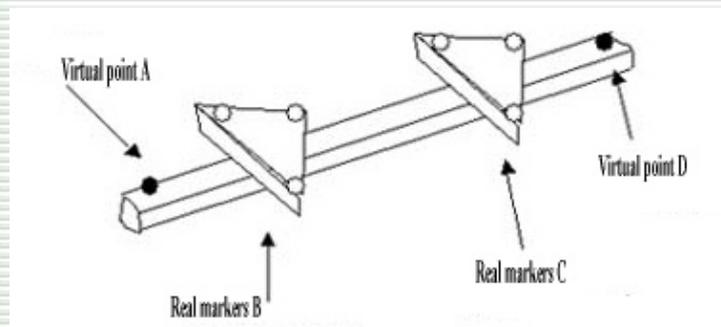


Fig.4

**h) Task 4**

Put ten markers on the subject and measure his walking. Display the results as a stick diagram on the computer monitor. The processing time will be evaluated by the committee.

## 2) Sports.

---

- a) Purpose** The purpose of this category is to evaluate whether the system can be used in Sport analysis.
- b) Camera and setting** Each attending company has to set the cameras within 7m by 7m space. It includes the space for the subject's movements. There is no limitation to the number of cameras and the way of the camera setting. Frequency of measurement shall be higher than 200Hz. Measurement may be either 2D or 3D.
- c) Subject** Each company has to arrange a subject.
- d) Markers** Each company shall put her own markers to the subject. There is no restriction to the numbers, shape, the place and method of placement of the markers.
- e) Motion** Each company can select one of sports motion like tennis, golf swing, pitching, and hitting. The motion must be done within the 7m by 7m space.
- f) Measurement time** Measurement time will depend on the motion.
- g) Analysis** After all process is finished, make a brief presentation on the analysis contents. In the presentation, visible data will be required.
- h) Others** Attending company may set the measuring systems in advance with a clear statement of this fact.
- i) Time for analysis** Time to collect data, analyze, and make report will be evaluated.
- j) Evaluation** It is impossible to evaluate the numeric value like accuracy. So the committee will evaluate of the following aspects:
- \*Easiness of the marker setting and other pre-settings
  - \*Way to handle hidden markers
  - \*User friendliness of the measurement, analysis, and reporting
  - \*Whole processing time
  - \*Contents of report and results

---

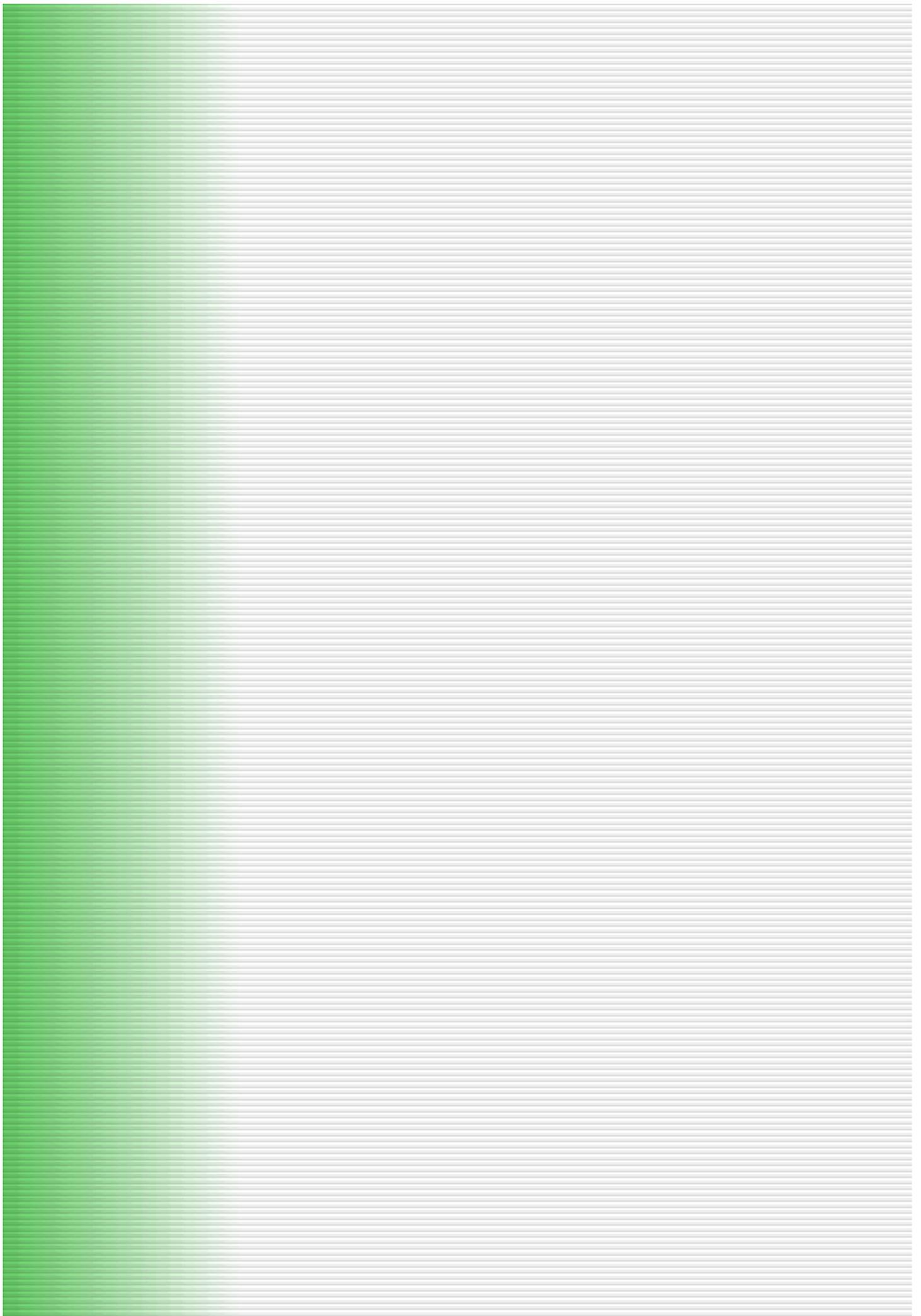
## 3) Entertainment.

---

- a) Purpose** Motion measurement system has become common in entertainment fields. Especially, video game companies introduce the systems to create more realistic motions. So in this category, we evaluate the ability for entertainment use.
- b) Camera and setting** Each company has to set the cameras within 7m by 7m space. It includes the space for the subject's movements. There is no restriction to the number of cameras or setting method of cameras. Three-dimensional analysis is required.
- c) Subject** Two subjects should be preferable but you can try with a subject. All subjects will be measured at the same time. Each company has to arrange the subject(s).
- d) Markers** Each company will put its own markers to the subjects. There is no restriction to the number, shape, the place and method of placement of the markers.
- e) Motion** Subjects will try warming-up exercise with BGM. The BGM will be prepared by the committee. Distance between two subjects shall be set about 1.5 meters and one subject stands diagonally behind the other subject. Measure the motion.
- f) Measurement frequency and duration** Measurement frequency is 50 or 60 Hz and duration of measurement is about 10 seconds.
- g) Pre-setting** Each company can key-in items like subject name, segment length and so on before starting measurement.
- h) Processing time** Display the CG as soon as possible. The processing time will be evaluated by the committee.
- i) Evaluation** It is impossible to evaluate the numeric value like accuracy. So the committee will evaluate the following aspects:
- \*Easiness of the marker setting and other pre-settings
  - \*Method to handle hidden markers
  - \*User friendliness of the measurement, analysis, and reporting
  - \*Whole processing time
  - \*Reality of the CG motion
- 



[Back](#)



# Participating Systems

[Japanese Version](#) | [English Version](#)

---

(\*If you click a name of each system, you can see a list of characteristics.)

System	Manufacture	Sales Agent
<a href="#">VICON</a>	<a href="#">Vicon Motion Systems Ltd.</a>	<a href="#">nac Image Technology Inc.</a>
<a href="#">Frame – DIAS II</a>	<a href="#">DKH Co.</a>	
<a href="#">Visualeyez</a>	<a href="#">PhoeniX Technologies Incorporated</a> , Canada	<a href="#">KOEI NET Co., Ltd</a>
<a href="#">PhaseSpace</a>	<a href="#">PhaseSpace Inc.</a>	<a href="#">Nihon Binary Corp.</a>
<a href="#">Peak Motus</a>	<a href="#">Peak Performance Technologies, Inc.</a>	<a href="#">Henley Japan Corporation</a>
<a href="#">EAGLE DIGITAL SYSTEM - REAL-TIME MOTION CAPTURE SYSTEM</a>	<a href="#">Motion Analysis Co., USA</a>	<a href="#">Sakai Medical Co., Ltd.</a>
<a href="#">ProReflex</a>	<a href="#">Qualisys Medical AB</a>	<a href="#">Monte System Corp.</a>
<a href="#">Biomechanics Force Plate</a>	<a href="#">Advanced Mechanical Technology, Inc.</a>	<a href="#">Kanematsu Medical Systems Corp.</a>
<a href="#">R-Motion</a>	<a href="#">Gsport, Inc.</a>	
<a href="#">3SPACE FASTRAK</a>	<a href="#">POLHEMUS Inc.</a>	<a href="#">Nissho Electronics Corporation/!</a>
<a href="#">Act Imager 2Dd</a>	<a href="#">Acty Co., Ltd.</a>	



[Back](#)

# Results: Basic measurement accuracy, and processing time

---

The comparison meeting of motion analysis systems 2002 was held at Nippon Engineering College in Tokyo on July 27th - 29th. Comparison was made in three stages; 1) basic measurement accuracy, and processing time, 2) system performance in sports , and 3) system performance in entertainment fields. The results of obtained in 1) is reported here.

## 1. Cameras and their placement:

There was no restriction on the number and method of placement of cameras if the cameras were placed in the 7m x 7m space where a test subject was moving.



2. The subject walked on the walkway illustrated in Fig. 1, holding a bar shown in Fig. 2, as a manner shown in Fig. 3. The accuracy of the systems were tested by comparing the true value and measured value of the distance between the two markers attached at the both ends of the bar. The results are shown in Table 1.

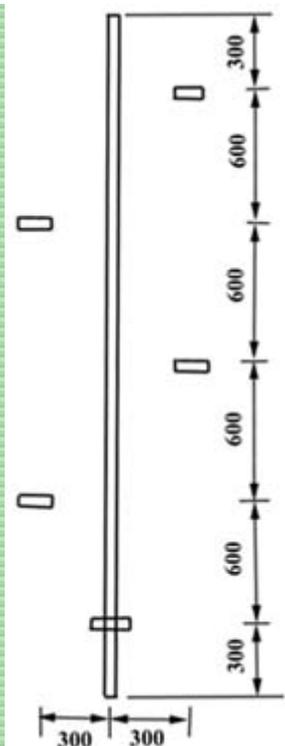


Fig. 1

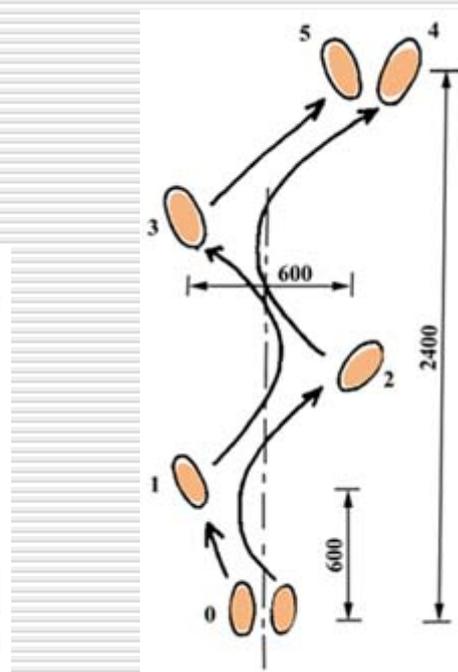
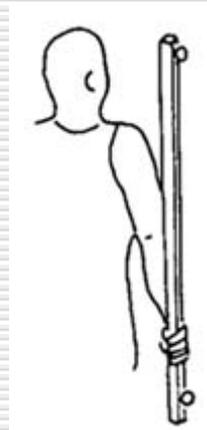


Fig. 2

Fig. 3

Ave.Abs is the mean of absolute error. Max.Err+ is maximum - true value. Max.Err- is minimum - true value. This notation is used in Table 2 and 3, too.

Table 1 Measurement accuracy of distance between two points (unit: mm)

SYSTEM	true value	mean	S.D.	Ave.Abs	Max.Err+	Max.Err-
Frame-DIAS II	900.0	896.61	3.81	3.59	1.87	-12.54
VICON	899.5	899.92	0.24	0.42	1.04	-0.23
Visualeyez **)	899.0	890.31	1.54	8.69	-6.34	-16.54
PhaseSpace	899.0	929.79	58.69	42.49	137.47	-24.34
Peak Motus Real Time	900.5	905.18	1.02	4.68	7.90	0.11
Peak Motus Video	900.5	897.40	3.11	3.54	3.62	-9.84
EAGLE DIGITAL SYSTEM	902.0	899.23	0.36	2.77	-1.74	-3.65
ProReflex	899.0	901.32	0.75	2.32	4.21	0.71

\*) True value was measured as the distance between the two points marked by a scriber on which the markers were placed with a steel scale having minimum division of 0.5mm.

\*) Measurement error includes the error of attachment of the markers on the scribed lines.

\*\*\*) There is a possibility that normal performance of the system is not reflected in this result since the time-sharing

frequency of active markers was set too low by the manufacture's operational mistake

3. Three markers were attached to a L-shaped scale. The subject walked as shown in Fig. 3 holding the scale. The results are shown in Table 2.

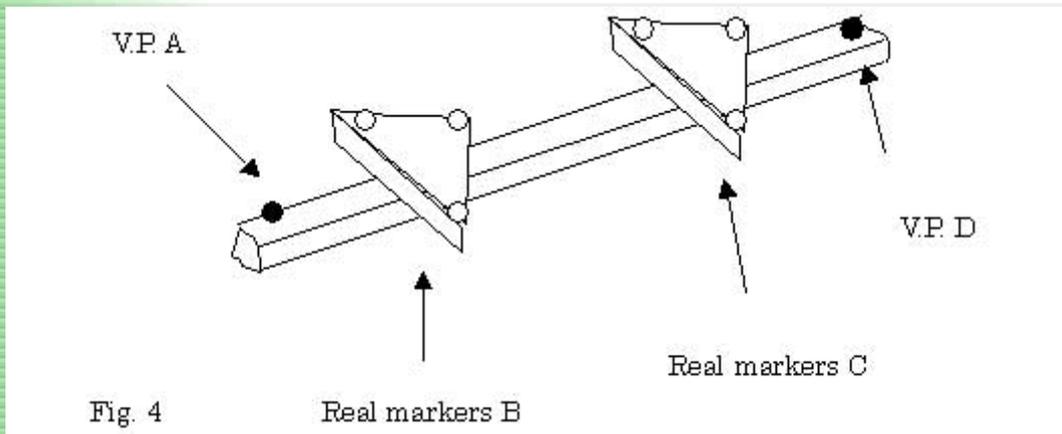
Table 2 Measurement accuracy of angle (unit: degree)

SYSTEM	true value	mean	S.D.	Ave.Abs	Max.Err+	Max.Err-
Frame-DIAS II	90	90.65	0.48	0.68	1.90	-0.44
VICON	90	89.86	0.15	0.16	0.18	-0.57
Visualeyez	90	90.24	0.48	0.41	2.05	-1.57
PhaseSpace	90	87.87	9.26	6.44	11.62	-23.05
Peak Motus Real Time	90	89.48	0.40	0.56	0.92	-1.97
Peak Motus Video	90	89.73	0.67	0.58	2.13	-2.36
EAGLE DIGITAL SYSTEM	90	90.52	0.13	0.52	0.85	0.18
ProReflex	90	89.68	0.24	0.33	0.22	-1.18

\*) True value was assumed to be 90degrees of a commercially available L-shaped scale.

\*) Measurement error includes the error of attachment of the markers on the scribed lines.

4. Two triangle plates were fixed to a bar. Two virtual terminal points A and D were estimated from the position of the markers attached to the triangle plates. Estimation accuracy was evaluated by calculating the distance between the virtual points (fig. 4).



Five systems were evaluated in this test. Other systems did not have software to calculate virtual points. Results are shown in Table 3.

Table 3 Measurement accuracy of virtual points (unit: mm)

SYSTEM	true value	mean	S.D.	Ave.Abs	Max.Err+	Max.Err-
VICON	899.5	900.00	0.15	0.50	1.09	0.12
Visualeyez **)	899.0	888.89	3.28	10.11	-0.84	-26.10
Peak Motus Real Time	900.0	901.83	1.00	1.83	4.90	-0.33
Peak Motus Video	900.0	899.30	2.06	1.68	5.02	-8.57
EAGLE DIGITAL SYSTEM	900.0	899.23	0.35	0.77	0.28	-1.68

\*) In the two Motus systems, testing bar prepared by the manufacture was used.

\*) True value was measured as the distance between the two points marked by a scriber

\*) Measurement error includes the error of attachment of the markers on the scribed lines.

\*\*) There is a possibility that normal performance of the system is not reflected in this result since the time-sharing frequency of active markers was set too low by the manufacture's operational mistake.

5. The subject walked with ten markers on the body. Time duration between the timing of stop-watch pressing after the subject walked through camera field and the timing when the result was displayed on a monitor as an animation like presentation was measured and was noted as processing time. Operators were allowed to input all information which could be input from the keyboard. The results are shown in Table 4.

Table 4 Processing time

SYSTEM	processing time	comment
Frame-DIAS II	33m02s	manual
VICON	1.94s	auto
Visualeyez	0s	auto
PhaseSpace	0s	auto、*)
Peak Motus Real Time	5.78s	auto
Peak Motus Video	15m55s	manual
EAGLE DIGITAL SYSTEM	0s	auto
ProReflex	42s	auto
*) Only right side of the body was measured because of hardware trouble.		

---

## 6. Outline of the systems

Outline of the systems compared are summarized in Table 5. For more details of the systems, manufacture, and sales representatives, CRICK HERE.

o

Table 5 Outline of systems

SYSTEM	MARKER	CABLE	RECORD	MARKER ID
Frame-DIAS II	reflective	—	H/D	manual
VICON	reflective	—	H/D	auto
Visualeyez	LED	wireless	H/D	auto
PhaseSpace	LED	wireless	H/D	auto
Peak Motus Real Time	reflective	—	H/D	auto
Peak Motus Video	reflective	—	VTR	manual
EAGLE DIGITAL SYSTEM	reflective	—	H/D	auto
ProReflex	reflective	—	H/D	auto

---

## 7. Comments

This system comparison meeting was held to compare various systems in a fair way from the user's view point, and was very rigorous for the manufactures/sales representatives. Still, so many companies participated the comparison meeting. The organizing committee could like to pay its respect to these companies. This meeting was the forth meeting, and is now attracting keen interests from overseas. The organizing committee think participation to this meeting itself may be the evidence that the company is technically sound.

With respect to Table 1 and 3, the true value is a value measured by the organizer with a steel scale. The minimum division was 0.5mm, and hence an error  $\pm 0.25\text{mm}$  was inevitable. Please take note of this fact. With respect to Table 2, the angle formed by three markers on the L-shaped scale were assumed to be 90 degrees and treated as "true value". "Mean" was measured with each system, and thus a system can be thought to be more accurate in general when the mean is closer to the true value. However, there may be a case where a system generates measured data larger than and smaller than the true value at random, and this incidentally resulted in mean close to the true value. For example, the system may have generated larger data in the first half of the walkway and smaller data in the second half. In such a case, the system cannot be considered accurate. An

accurate system generates mean closer to the true value, while closer mean does not necessarily mean an accurate system. In order to avoid such misinterpretation, S.D. is helpful. S.D. represents the randomness or variation of the data. A system that generates mean closer to the true value and a smaller S.D. is thought to be an accurate system.

Data is so-called raw data, that is, before any anti-noise processing (low-pass filtering). Since low-pass filtering is performed in usual motion analysis, the value of S.D. would become smaller than that shown in the Tables.

Max.Err+ is the value obtained by subtracting the true value from the maximum value of all data. Max.Err- is the value obtained by subtracting the true value from the minimum value of all data. Larger absolute value of either Max.Err+ or Max.Err- represents the maximum error of the system. Therefore, this value gives most severe evaluation of error. Ave.Abs is the mean of the absolute error of the data. Therefore, it matches an overall accuracy in a human sense. If one user may want to evaluate systems with one parameter, we would recommend this value.

Markers were attached to the testing bar by a company's staff. Thus, poor attachment would have resulted in worse error. From the view point of pure test of accuracy of camera systems, it would be preferable to use only one test bar once the markers are attached to it. However, each company used its own markers. Thus, we asked the companies to pay best attention in the attachment task, and used the measured "true value" mentioned above as a standard. In one sense, this approach would simulate actual measurement situations since markers are attached to marked points in real measurements.

If a user is planning to purchase a system from a company which did not participate the comparison meeting, we would recommend to make similar accuracy tests described above (software for accuracy tests can be obtained upon request to the Forum). It is highly possible that the catalog values of companies were not measured in the same process. Once the user gets the results, they may better be compared to the corresponding values in the Tables. One may get a rough idea where the tested system's level is in a global standard. The best performance in the world may be thought as an error of 0.5mm for a test bar of 1m. Considering the fact that the true value itself contains ambiguity of +/-0.25mm and the error of marker attachment, the power of this committee at this moment would be limited to detect the error of 0.5mm. That is to say, if one system has an error of 0.1mm and the other that of 0.4mm, it is not certain that the former has accuracy four times better than that of the latter. However, as we have accumulated our experience in four comparison meetings, and are now confident that accuracy test in the order of 0.5mm can be made with such simple methods. In this fourth meeting, the best result of distance and angle error in terms of Ave.Abs were roughly 0.5mm and 0.2degrees, respectively. These values may be regarded as the tentative target values.

With respect to processing time, three systems, which included one reflective marker system, accomplished real time processing. The performance of motion analysis systems seems to be progressing steadily. Real time processing was a sort of luxury a few years ago. But it is now achieved, and we found that it is highly convenient for users. It is anticipated that this feature is adopted in many high-end systems in the near future.



[Back](#)