

## 資 料

## スポーツビジョンの測定・評価における現状と課題

## Present conditions and problems on measurement and evaluation of sports vision

河村 剛光<sup>1)</sup>・吉儀 宏<sup>1)</sup>Yoshimitsu KOHMURA<sup>1</sup>, Hiroshi YOSHIGI<sup>1</sup>

## Abstract

The purposes of this study were to examine the distribution of measurements of sports vision, and the effects of passing on the measurements in athletes. And, effects of different moving speed and size of target on Dynamic Visual Acuity (DVA) and Kinetic Visual Acuity (KVA) were investigated. Static Visual Acuity (SVA), DVA, KVA, Depth Perception, Contrast Sensitivity, Ocular Motor Skill (OMS), Visual Reaction Time, Eye/Hand coordination, and reaction time were measured. As a results, it was obtained that: 1) DVA was distributed toward to the highest values. 2) There were significant differences in pre- to post 4 or 8 weeks in E/H and OMS. 3) The correlation was not observed between KVA and reaction time, and SVA and DVA by using small target (SVA 0.1). Measuring and evaluating the sports vision in athletes, it would need to consider the obtained results.

**Key words** : sports vision, athlete, dynamic visual acuity, kinetic visual acuity, measurement and evaluation

## 1. 緒言

すでに、多くの研究によってスポーツにおける視機能の重要性が指摘されている<sup>7)13)14)16)17)24)</sup>。現在までに、球技系種目<sup>13) 18) 19)</sup>だけでなく、陸上競技や剣道などのスポーツ選手<sup>20) 23) 25)</sup>においても視機能と競技力の関係が調査され、スポーツ選手は非スポーツ選手より、また、競技力の高い選手は低い選手より視機能が優れていると報告されている。

スポーツ選手の視機能に関する研究は「Sports Vision」と呼ばれ、1970年代にアメリカで始まった。我が国でも1988年にスポーツビジョン研究会が発足することで盛んに研究が行われるようになった。研究会はアメリカで用いられていた様々な視機能測定項目を基にスポーツ選手の測定を行い、競技力との関わり等から項目の取舍選択をすることで我が国独自の測定方法を開発している<sup>1) 3) 15) 17)</sup>。現在では、いわゆる視力である静止視力 (Static Visual Acuity : 以下 SVA と略記する)

をはじめとして、前後方向動体視力 (Kinetic Visual Acuity:以下 KVA と略記する)、横方向動体視力 (Dynamic Visual Acuity : 以下 DVA と略記する)、深視力 (Depth Perception : 以下 DP と略記する)、コントラスト感度 (Contrast sensitivity : 以下 CS と略記する)、眼球運動 (Ocular Motor Skill : 以下 OMS と略記する)、瞬間視 (Visual Reaction Time : 以下 VRT と略記する)、眼と手の協応運動 (Eye/Hand Coordination : 以下 E/H と略記する) の8項目の測定が行われ、スポーツ選手の視機能の評価がなされている。各測定値の評価は、トップレベルのスポーツ選手 (大学生, 社会人, プロ) 約300名のデータを基に、平均値を含めた中間位の30%が「3」、その上の20%が「4」、最上位15%が「5」、逆に下位に向かって20%が「2」、最下位15%が「1」として5段階評価で行われる<sup>15) 17)</sup>。また、8項目をそれぞれ5段階評価し、その合計点 (40点満点) で視機能の総合評価が行われている。総合評価では、上位1/3 (29点以上) がA評価, 中間位1/3 (22~28点) がB評価,

1) 順天堂大学スポーツ健康科学部 School of Health and Sports Science, Juntendo University

下位 1 / 3 (21 点以下) が C 評価とされている。真下ら<sup>16)</sup> は、この評価方法を用いて、スポーツ選手の視覚能力について調査している。スポーツ選手を競技力で A (レギュラー選手)、B (準レギュラー選手)、C (控え選手) ランクに分け、測定値を比較したところ、A ランクの選手は B、C ランクの選手より総合評価が有意に優れており、項目別でも特に SVA、DVA や DP など A ランクの選手が優れていたことを報告している。

一方で、スポーツ選手の視機能の測定・評価に関して石垣<sup>3)</sup> は、測定項目の取捨選択、方法の改善、評価基準の見直しなどにより、さらにより測定・評価法を求めるのも今後の課題として残されていると述べている。また、視機能の能力が高い選手間での比較をする時には、従来の測定方法では同等の評価になる場合も多く、視標の大きさや移動速度を変えたり、あるいは評価基準値を変えたりすることで能力に応じた検査方法を開発する必要があると考えられている<sup>17)</sup>。しかし、現段階ではスポーツビジョン研究会が定めた測定・評価方法の現状や問題点に関する報告はほとんど認められず、測定・評価方法の改善や能力に応じた検査方法を開発するための調査・研究を行っていく必要があるだろう。

そこで本研究では、スポーツ選手の視機能の測定・評価法を改善していくための資料とすることを目的として、現在行われている 5 段階評価における測定値の分布状況と、再現性調査の一手段として、ある一定期間経過した時の測定値の差異について検討することとした。また、現在用いられている動体視力測定器では、簡便に視標の大きさや移動速度を変更することが可能であるため、それらの測定値について検討を加え、新たな測定方法開発に関する資料を得ることとする。

## 2. 方法

### 2.1. 実験計画及び被験者

#### 2.1.1. 実験1

大学スポーツ選手 193 名について、SVA、KVA、DVA、DP、E/H の測定を行った。なお、項目によって被験者数が異なる。動体視力の測定はスポーツビジョン研究会が定めているとおり、KVA は視標が時速 30km で移動する方法、DVA は視標が 40rpm から減速する方法<sup>15) 17)</sup> を用いた。また、球技系種目を専門とする選手と非球技系種目を専門とする選手の測定値を比較した。

#### 2.1.2. 実験2

大学スポーツ選手 18 名について、4 週間後 (8 名) に測定を行う群と 8 週間後 (10 名) に測定を行う群に分け、1 回目と 2 回目の測定値比較を行った。測定項目は SVA、KVA、DVA、DP、CS、OMS、VRT、E/H であった。

#### 2.1.3. 実験3

現在用いられている動体視力測定器では、簡便に視標の移動速度や視標の大きさを変えることができる。DVA 測定では視標が小さくなることで静止視力の影響を受ける可能性がある。また、KVA では、その測定方法から反応時間との関係が予測されるため、これらの測定を行い、考察を加えた。DVA の測定は 32 名、KVA と単純反応時間の測定は 45 名の大学野球選手を対象として行った。

## 2.2. 視機能の測定方法及び装置

視機能の測定は、視力の矯正を行っている被験者は競技中に使用している眼鏡およびコンタクトレンズを使用して行った。また、すべての測定は一定の照度に保たれた部屋において、両眼にて行った。

SVA の測定は、興和社製動体視力計 AS-4D の SVA モードで行った (最高値 : 1.6)。

DVA は興和社製 HI-10 を用いて測定した。DVA の測定は、半円型のスクリーンを左から右、あるいは右から左に水平に移動するランドルト環 (以下ラ環と略記する) の切れ目を識別するものである。ラ環の回転速度は 40.0rpm から徐々に減速していく。被験者はラ環の切れ目を識別した瞬間にスイッチを押し、ラ環がスクリーン中央に提示されるまでに切れ目の方向を答える。その回答が正しければ、スイッチを押し時の回転速度が DVA の記録となる。また、実験 3 では上記の方法に加えて 49.5rpm から減速する方法と、視標となるラ環が通常の大きさ (SVA : 0.025 相当) より小さい場合 (SVA : 0.1 相当) の測定を行った。本研究での DVA 測定はすべて視標が左から右に移動する場合のみ行った。なお、視標を 40rpm から減速させた時を DVA40、49.5rpm から減速させた時を DVA49.5、49.5rpm から減速させ視標を小さくした時を DVA 小と略記する。

KVA の測定は SVA と同じ AS-4D を使用し、KVA モードで行った (最高値 : 1.6)。KVA モードでは、遠方 50 m から時速 30km の速度で眼前 2 m までラ環が拡大しながら直進してくるよう設定されている。被験者はその切れ目が識別できた瞬間にスイッチを押すこととし、ス

イッチを押すと同時にラ環は停止し、同時にライトが消される。ラ環は 30 m の距離で視力 1.0 に相当し、識別できた時の距離から視力値が算出される。また、KVA の絶対値だけでなく、SVA に対する KVA の割合から評価することも可能である。実験 3 では視標の移動速度が時速 60km (AS-4D における最高速度) の場合の測定も行った。なお、時速 30km での KVA を KVA30、SVA に対する KVA30 の割合を KVA30%、時速 60km での KVA を KVA60、SVA に対する KVA60 の割合を KVA60% と略記する。

DP の測定は興和社製電動式深視力計 AS-7JS1 を用いて行った。測定器内に 3 本の棒があり、そのうち両側の 2 本は固定されている。中央の棒は秒速 50mm で前後に移動している。被験者はこれら 3 本の棒が横一直線上に並んだと感じた時にスイッチを押して中央の棒を停止させる。3 回の測定を行い、両側の棒と中央の棒の位置のずれ (mm) を平均して測定値とする。

CS の測定に用いた Vistech 社製 Vision Contrast Test System は、パネル上に周波数とコントラストの異なる 45 の視標があり、縞模様を方向を識別させるものである。空間周波数 18cycle/degree のパターンを利用し、どの程度のコントラストまで縞模様を識別できるか、8 段階で評価する。

OMS 及び VRT の測定は石垣<sup>6) 17)</sup>が開発したコンピュータソフトを利用した。OMS 測定では、コンピュータの画面上に直径 5mm の緑色のドットが 1 つ出現し、0.5 秒で消え、直ちに他の場所に出現するが、平均して 5 回に 1 回の割合で緑色の代わりに黄色のドットが現れる。次々に現れるドットに正確に視線があわせられれば、色の変化が識別できる。ドット出現回数 250 回 (色の変化 50 回) のうち、色の変化が認識できた割合で評価する。

VRT 測定では、コンピュータの画面上に 6 桁の数字が 0.1 秒間表示される。この測定を 3 回繰り返し、計 18 個の数字のうち、いくつの数字を読みとることができたかで評価する。

E/H の測定は興和社製 AS-24 を用いて行った。測定器のパネル上には 120 個の直径約 3 cm の赤く点灯するライトが配置されている。ライトは点灯中に指で押すと消灯するタッチセンサーになっている。被験者がランダムに点灯するライトを押すと、直ちに別の場所でライトが点灯する。また、点灯後 0.90 秒後にライトは自動的に消灯し、その後 0.41 秒後に別の場所で点灯する。この作業を繰り返し、120 個全てのライトが点灯し終わるまでの所要時間が測定値となる。

### 2. 3. 単純反応時間の測定方法及び装置

竹井機器工業社製反応時間測定器を用い、光刺激に対する手指の単純反応時間を計測した。被験者は赤色の光を知覚した瞬間に、右手の人差し指で反応スイッチを押すこととした。3 回の練習後、10 回の測定を行い、最大値と最小値を除いた 8 回の平均値を測定値とした。

### 2. 4. 統計処理

各測定値の平均値、標準偏差を算出した。異なる群間比較には対応のない t 検定を、測定日の異なる 2 回の測定値間では対応のある t 検定を用いた。また、2 変数間の相関係数は Pearson の積率相関係数を用いた。なお、本研究における統計的有意水準は 5% とした。

## 3. 結果

### 3. 1. 測定値の分布状況

本実験における SVA、KVA、DVA、DP、E/H の平均値、標準偏差等を表 1 に示した。スポーツビジョン研究会による各測定項目の 5 段階評価の基準値を表 2 に、5 段階評価における SVA、KVA、DVA、DP、E/H の度数分布を図 1 ~ 5 に示した。各図には、5 段階評価において期待される人数 (5, 1 : 被験者数の 15%, 2, 4 : 20%, 3 :

表 1 実験 1 の測定結果

	SVA	KVA	DVA	DP	E/H
unit			rpm	mm	sec
N	192	193	193	192	112
M	1.13	0.72	36.94	15.46	83.39
SD	0.34	0.31	1.99	13.76	6.01
MAX	1.6	1.42	39.40	1.3	71
MIN	0.3	0.10	24.30	80.0	99

表 2 スポーツビジョンの評価基準

unit	evaluation				
	5	4	3	2	1
SVA	~1.6	~1.3	~1.0	~0.7	under 0.7
KVA	~1.1	~0.9	~0.6	~0.4	under 0.4
DVA rpm	~38	~37	~35	~33	under 33
DP mm	under 5	under 10	under 14	under 25	25~
E/H sec	under 73	under 80	under 84	under 88	88~

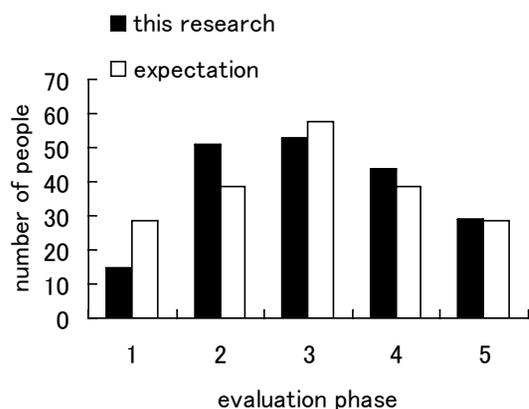


図1 SVAの分布

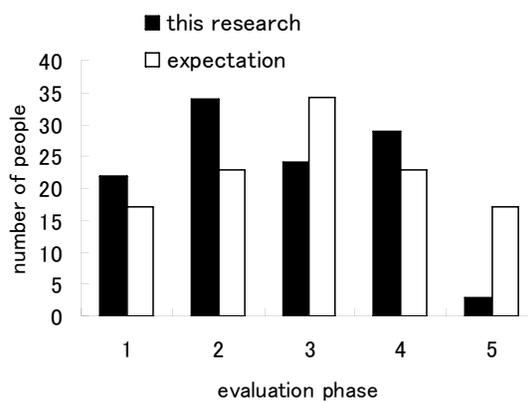


図5 E/Hの分布

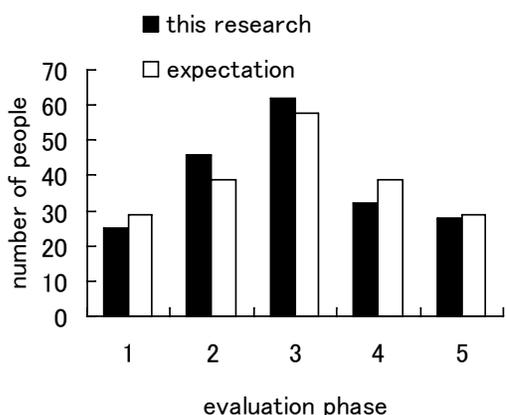


図2 KVAの分布

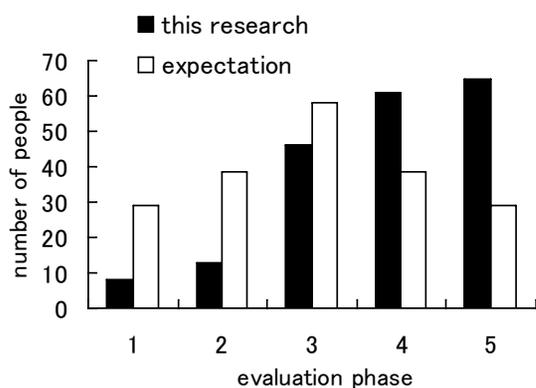


図3 DVAの分布

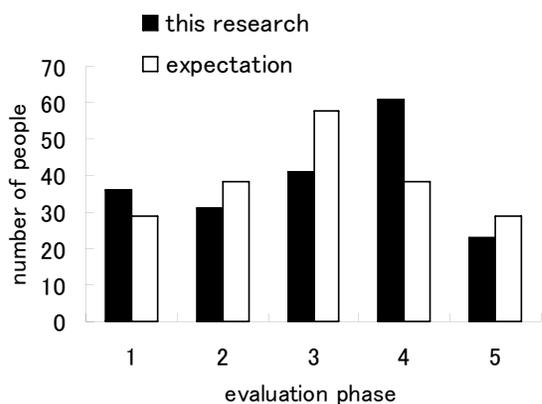


図4 DPの分布

表3 球技系種目と非球技系種目選手の測定値比較

	SVA	KVA	DVA	DP	E/H
unit			rpm	mm	sec
ball game players	N 93	94	94	93	74
	M 1.12	0.71	37.26	14.17	82.36
	SD 0.34	0.30	1.43	12.57	5.63
non-ball game players	N 107	107	107	107	38
	M 1.13	0.73	36.52	16.90	85.39
	SD 0.34	0.32	2.47	14.69	6.23
t-value	0.088	0.399	2.652 **	1.414	2.488 *

\*p<0.05 \*\*<0.01

30%) を付け加えた。

また、実験1の被験者を球技系種目と非球技系種目の選手に分けて測定値を比較したところ、球技系種目の選手は非球技系種目の選手よりDVAとE/Hの能力が有意に高かった(DVA:  $p < 0.01$ , E/H:  $p < 0.05$ ) (表3)。

### 3.2. ある一定期間経過した時の測定値の差異

4週間後または8週間後に測定を行い、1回目と2回目の測定値を比較した(表4)。4週間後に測定を行った群ではDVA, OMS, E/Hに、8週間後に測定を行った群ではOMSとE/Hに有意差が認められた。8週間後に測定を行った群のE/Hは1%水準で、それ以外の項目はすべて5%水準で有意であった。

### 3.3. KVAと単純反応時間の関係

KVA30, KVA30%, KVA60, KVA60%, KVA30からKVA60を差し引いたものと単純反応時間との相関係数を表5に

表4 1回目と2回目の測定値比較

interval	unit	SVA	KVA	DVA	DP	CS	OMS	VRT	E/H	
				rpm	mm		%	number	sec	
4 weeks N:8	first	M	1.15	0.88	34.60	20.08	5.63	61.75	13.75	86.13
		SD	0.33	0.38	3.67	10.85	1.80	9.24	3.11	5.86
	second	M	1.13	0.84	36.76	17.54	6.38	72.00	14.25	81.50
		SD	0.37	0.34	1.75	13.00	0.70	7.42	2.17	3.81
	t-value	0.277	0.533	2.558 *	0.380	1.528	2.969 *	0.882	2.991 *	
8 weeks N:10	first	M	1.01	0.62	34.56	35.27	5.60	74.80	14.40	88.70
		SD	0.34	0.28	4.30	23.61	1.28	9.97	2.87	7.17
	second	M	1.03	0.59	36.35	19.06	5.60	80.20	14.60	82.50
		SD	0.28	0.25	2.18	12.82	0.92	5.69	2.84	5.68
	t-value	0.514	0.471	1.720	1.948	0.000	2.419 *	0.218	3.832 **	

\*p<0.05 \*\*p<0.01

示したが、有意な相関関係は認められなかった。

### 3. 4. 視標が小さい時の DVA と SVA の関係

視標を小さくした時の DVA と SVA の相関係数を算出したが、有意な相関関係は認められなかった (r = 0.218)。また、DVA40, DVA49.5, DVA 小の平均値と標準偏差は、それぞれ 37.22 (± 1.26) rpm, 45.06 (± 2.75) rpm, 38.43 (± 4.67) rpm であった。

## 4. 考察

各視機能の測定値評価は、トップレベルのスポーツ選手 (大学生, 社会人, プロ) 約 300 名のデータを基に、平均値を含めた中間位の 30% が「3」、その上の 20% が「4」、最上位 15% が「5」、逆に下位に向かって 20% が「2」、最下位 15% が「1」として行われている<sup>15) 17)</sup>。本研究では大学スポーツ選手の SVA, KVA, DVA, DP, E/H を測定した。その結果、DVA においては、測定開始速度 40rpm 付近 (評価値 4, 5) に非常に多くの測定値が分布していた。つまり、視標が眼の前を数回通過するだけで切れ目の方向が識別できているといえる。加えて、球技系種目の選手の DVA は非球技系種目の選手より有意 (p < 0.01) に優れており、球技系種目の選手の DVA 測定において、その傾向は強いと考えられる。また、著者らが報告した DVA のトレーニングに関する研

究<sup>10) 11)</sup> では、測定開始速度を HI-10 の最高速度である 49.5rpm に設定して測定を実施したが、対象が DVA の優れているとされる野球選手であったこともあり、本研究と同様に多くの被験者は視標が眼の前を数回通過するだけで切れ目の方向が識別できていた。そのため、DVA40 や DVA49.5 を用いて視機能改善トレーニングの効果判定を行う場合や DVA の優れたスポーツ選手の測定・評価などを行う場合は注意すべきであろう。また、49.5rpm 以上で測定を開始する方法などについても検討していく必要があるかもしれない。

欧米において DVA の統一的な測定方法はなく、研究者によって異なっている<sup>4)</sup>。大きく二つに分類すると、視標をある特定の速度で移動させた場合にどの程度小さな対象まで識別することができるか測定する方法<sup>2)</sup> とある特定のサイズの視標を移動させた場合にどの速度まで識別することができるか測定する方法<sup>21)</sup> である。我が国では、SVA の良し悪しに影響されないように、視力値で 0.025 に相当するラ環を用い、速度をパラメータとして DVA の測定が行われている<sup>9) 17)</sup>。本研究の実験 3 では測定開始速度を 49.5rpm に設定し、視標を小さくして DVA の測定を行ったが、SVA との相関関係は認められなかった。DVA 測定において SVA の影響を受けやすいのは視標の速度が遅い時だけであるという見解<sup>5)</sup> もあり、スポーツ活動のために SVA の能力がある程度確保されているスポーツ選手の場合、SVA との関わりは考慮しなくても良いのではないだろうか。また、Ishigaki ら<sup>8)</sup> は、

表5 KVAと反応時間の相関係数

	KVA30	KVA30%	KVA60	KVA60%	KVA30-KVA60
reaction time	-0.271	-0.207	-0.154	-0.042	-0.245

N:45

視角が 42', 28', 14', 8' となる視標を用いて、スポーツ選手と非スポーツ選手の DVA を測定した結果、視角が 14', 8' という小さな視標を用いた時のみ、両者の識別可能な速度に有意な差が認められたことを報告している。そのため、スポーツ選手における DVA の測定方法の一つとして視標の大きさなどを検討していくことが必要となるかもしれない。なお、視標を小さくした時の平均値は測定開始速度と大きな差が認められ、標準偏差も DVA40 や DVA49.5 と比較して大きくなることが確認できた。

測定値の再現性調査の一手段として、4 週間後または 8 週間後に測定を行い、最初の測定値との差異を検討した結果、4 週間後に測定を行った群、8 週間後に測定を行った群ともに OMS, E/H において 2 回目の測定の方が有意に高かった。その要因としては、測定に対する慣れや、被験者が現役のスポーツ選手であることから、普段の練習による影響等が考えられる。本研究では原因を特定することはできないが、スポーツ選手において、定期的な測定での能力評価やトレーニング効果の判定を行う時に、これらの項目を利用する場合は測定値が変化することを十分に考慮しなければならない。また、スポーツビジョンの測定項目は測定回数、測定前の練習回数などによって測定値が影響を受ける可能性も十分に考えられ、測定精度を高めるために検討すべき課題の一つとなるかもしれない。

一方で、他の多くの項目では有意差は認められなかったが、今後は被験者数を増やすなどして、1 回目と 2 回目の測定値の相関係数を算出するなど、再現性をより詳細に調査する必要もある。スポーツビジョンの測定項目の中では、現段階で SVA, KVA について、吉儀ら<sup>25)</sup>によって 1 時間、半日、1 日、1 週間の期間を空けた時の測定値間に有意差がなく、相関係数も高いことが 79 名という大人数の被験者を対象に調査されているのみである。

KVA は前方から自分の方に向かって直線的に移動してくるラ環の切れ目が識別できた時にスイッチを押すという方法で測定される。そのため、眼からの刺激に対して素早く反応してスイッチを押す能力である光刺激に対する単純反応時間の能力との関連が予想される。本研究では通常の測定方法である視標が時速 30km で移動する場合だけでなく、AS-4D における最高視標移動速度である時速 60km で測定を行い、光刺激に対する手指の単純反応時間との関連を調査した。KVA の測定値自体との関連だけでなく、SVA に対する KVA の割合との関係も調査したが、単純反応時間との有意な相関関係は認められな

かった。つまり、同じ SVA の能力をもつ被験者の KVA の能力が大きく異なっていたとしても、それは単純にスイッチを押す動作が遅いという理由だけではないと考えられる。視標の移動速度が速くなれば、それだけ反応時間の影響が大きくなることが予想されたが、時速 60km で視標が移動する場合でも有意な相関関係は認められなかった。真下<sup>17)</sup>はラ環の切れ目の方向を識別してからスイッチを押すまでのタイムロスのため、視標の速度が速くなるほど測定誤差が大きくなる恐れを指摘しているが、自動車等の運転やスポーツを行う時の状況を想定して、より速い速度での KVA 測定が望ましいと考える研究者<sup>12)</sup>も多い。例えば、前田ら<sup>12)</sup>は、KVA のトレーニング研究を行い、トレーニング効果の判定視標や KVA の能力の高いスポーツ選手の測定に関して、現在の KVA の測定方法は、ラ環が低速で移動する方法しか開発されておらず、競技特性を加味してより特異的な方法で測定することが望ましいと述べている。今後、指標の移動速度が現行より速い場合の KVA がスポーツ選手などの測定に用いられていくことも予想できるが、少なくとも時速 60km 程度までであれば、単純反応時間の能力による影響は小さいと考えてよいだろう。

## 5. まとめ

本研究の結果から、スポーツ選手のスポーツビジョンの測定・評価において、

- 1) DVA は最高値付近に多くの測定値が分布する。
- 2) OMS 及び E/H は最初の測定値に比べて 4 週間後または 8 週間後の測定値が有意に高くなり、再現性が低くなる可能性がある。

といった問題点が明らかとなった。また、KVA と単純反応時間、視標が小さい時の DVA と SVA に相関関係が認められないことが明らかとなり、動体視力測定において視標の移動速度、大きさなどを検討していくことも可能であると考えられる。しかし、より良い視機能の測定方法開発のためには、本研究の結果だけでは不十分であり、現在の測定方法に関する問題点をさらに検討し、新しい測定方法による測定値と競技特性・競技力との関係を多くの被験者によって明らかにすることなどが今後の課題となるであろう。

## 文献

- 1) 阿南貴教, 前田明 (2001) スポーツビジョンの測定と評価. トレーニング科学, 12 (3) : 131-136.

- 2) Burg, A. (1966) Visual acuity as measured by dynamic and static tests. *Journal of applied psychology*, 50 (6): 460-466.
- 3) 石垣尚男 (1995) スポーツビジョンの測定と評価. *臨床スポーツ医学*, 12 (10): 1105-1112.
- 4) 石垣尚男 (2000) ヒトのDVA 動体視力特性. *現代体育研究所紀要*, 9: 61-67.
- 5) 石垣尚男 (2001) 動体視力. 宮村実晴 (編) *新運動生理学 (上巻)*. 真興交易: 東京, 62-69.
- 6) 石垣尚男, 枝川宏 (1995) 瞬間視における認知パターンと性差のトレーニング効果. *東海保健体育科学*, 17: 11-17.
- 7) 石垣尚男, 真下一策, 遠藤文夫 (1992) トップレベルのスポーツ選手の視覚機能と競技力の関係. *愛知工業大学研究報告*, 27: 43-47.
- 8) Ishigaki, H., Miyao, M. (1993) Differences in dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 77: 835-839.
- 9) Ishigaki, H., Miyao, M. (1994) A new dynamic visual acuity device - Aging and sex difference in dynamic visual acuity -. *Japanese Journal of industrial Health*. 36, 181-182.
- 10) 河村剛光, 吉儀宏 (2003) 大学野球選手における視機能改善トレーニングの効果. *体育測定評価研究*, 3: 20-26.
- 11) 河村剛光, 吉儀宏 (2004) *トレーニング科学*, 3: 237-243.
- 12) 前田明, 小森康加, 芝山秀太郎 (1999) 超速球を見るトレーニングが野球選手の動体視力とバントパフォーマンスに及ぼす効果. *トレーニング科学*, 11(1): 1-8.
- 13) 真下一策 (1995) 競技種目別スポーツビジョン. *臨床スポーツ医学*, 12(10): 1113-1119.
- 14) 真下一策, 石垣尚男, 遠藤文夫 (1994) トッププレイヤーのスポーツビジョン検査 - 一流選手は目がいいか? -. *臨床スポーツ医学*, 11(2): 198-203.
- 15) 真下一策, 石垣尚男, 遠藤文夫 (1994) 新しいスポーツビジョン検査項目と基準値. *臨床スポーツ医学*, 11(10): 1203-1207.
- 16) 真下一策, 石垣尚男, 遠藤文夫 (1998) スポーツにおける視覚能力. *臨床スポーツ医学会誌*, 6(4): 173.
- 17) 真下一策編 (2002) *スポーツビジョン - スポーツのための視覚学 -*, 第2版, ナップ, 東京.
- 18) 村上博巳, 足利善男, 千賀康利, 星野光信, 山本武司, 田中信雄, 堀清記 (2001) 大学野球選手のス  
ポーツビジョンに関する研究. *現代体育研究紀要*, 10: 19-30.
- 19) 村田厚生, 杉足昌樹 (2000) スポーツビジョンと野球の打撃能力の関係. *人間工学*, 36(4): 169-179.
- 20) 鍋山隆弘, 武藤健一郎, 有田祐二, 久保哲也, 香田郡秀, 佐藤成明 (2000) 剣道における視機能について (2) - 他のスポーツ競技選手との比較 -. *武道学研究*, 33(1): 40-47.
- 21) Rouse, M.W., Deland, R., Christian, R., and Hawley, J. (1988) Comparison study of dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *Journal of American Optometric Association*, 59(12): 946-950.
- 22) 佐渡一成, 金井淳, 吉儀宏, 中島宣行, 沢木啓祐 (2001) スポーツ健康科学部所属大学生の動体視力. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 9(3): 407-412.
- 23) 佐久間和彦, 青木和浩, 吉儀宏, 金子今朝秋, 片平誠人, 澤木啓祐 (1997) 陸上競技者の動体視力に関する研究. *陸上競技研究*, 30(3): 31-35.
- 24) Stine, C.D., Arterburn, M.R., and Stern, N.S. (1982) *Vision and Sports - A review of the literature -*, *Journal of American Optometric Association*, 53(8): 627-633.
- 25) 吉儀宏, 澤木啓祐, 倉島克佳 (1997) 大学陸上競技選手の動体視力 - 測定値の再現性と種目差, 競技力差 -. *日本体育学会第48回大会号*: 403.