

スケルトンスライダーの動体視力に関する研究

井上 将憲 荒井 龍弥 鈴木 省三 関岡 康雄

キーワード：スケルトン，動体視力，静止視力，スポーツビジュアル

A study on the dynamic vision of skeleton sliders

Masanori Inoue Tatsuya Arai Shozo Suzuki Yasuo Sekioka

Abstract

Visual functions, especially dynamic vision, are most important factors in athletic performances. This study aimed at clarifying the effect of visual functions in skeleton event on its athletic performance. Subjects used were 12 male skeleton riders, who were grouped into (1) high level one (6 men) who participated in the international skeleton meet in 2003 and (2) low level one (6 men) who participated in the Japan Skeleton Championship in the same year. To measure the static vision (SVA), the subjects were asked to recognize the cut in the Landolt circle in a visual testing instrument, and for the dynamic vision (KVA) they were required to recognize as soon as possible the cut in the Landolt circle which was moving toward from 50m afar to the nearest 2m at the speed of 30km/hr. Each value of the static and dynamic visions and also the ratio of SVA/KVA were related to their athletic performance. It was concluded that high performance group showed higher level of visual function in the items measured.

Key words : skeleton, dynamic vision, static vision, performance

1. はじめに

冬季の競技種目を大別すると、①スケート競技、②スキー競技、③ソリ競技に分類される。冬季の競技種目は、他の競技種目に比べ、身体能力のみで勝敗が決まる競技は少なく、技術や道具で勝敗が決定する種目が多くみうけられる。

スピードスケート競技では、1998年長野オリンピック大会の前シーズンより突如として国際競技会に登場したスラップスケートは、それをを用いるスケーターたちの驚異的な記録更新により、長距離種目では有利であることが立証された。また、長野オリンピック大会の2ヶ月前に行われた、ワールドカップカルガリー大会、男女 500m

において、スラップスケートにより多くの世界記録が更新された。

また、スキージャンプ競技においては長野オリンピック大会時に金メダルを量産したジャンパーのV字飛行の技術分析が行われている。

ソリ競技を代表するボブスレーも、ソルトレイクオリンピック大会において20位の日本チームと、金メダルを獲得したドイツチームとでは、ソリの性能そのものに大きな差が生じている。

このように、冬季オリンピック競技を始めとした冬季競技は、技術と道具によって勝敗が大きく左右され、その開発も毎年進化を続けている。

我が国でも技術・道具の発達と開発が行われているが、世界と比較するとその進化は決して速いとはいえない。特にソリ競技を代表するボブスレー競技を例にとると、札幌オリンピック大会の12位をソルトレイクオリンピック大会まで上回ることができていない。これまでのボブスレー競技の先行研究では、1980年代に鈴木らが、心拍数・血液性状などの運動生理学的研究を行い、1990年代には佐藤・鈴木らがコントロールテスト・身体測定などを用い、より速いスタートタイムを獲得することを主眼においた研究が行われた。その他にも、ボブスレースライダーのフィジカル面や滑走技術に関するバイオメカニクス的研究はこれまでに多く行われてきたが、2003年ソルトレイクオリンピック大会は1998年長野オリンピック大会の順位を大きく下回る結果となった。

しかし同じソリ競技の中で、ソルトレイクオリンピック大会でスケルトン競技が8位入賞を果たした。

スケルトンとは、「骨格」あるいは「骨組み」を意味する言葉であり、その形がソリとしての必要最小限度のもの、つまりランナーと呼ばれる滑走部と、シャーシーと呼ばれる車台部のみをきわめてシンプルな骨組みだけであることから由来している。

スケルトン競技は、2002年ソルトレイクで開催された第19回冬季オリンピック競技大会に、公式種目として加えられた。このスケルトン競技は、1884年スイスのサンモリッツ大会で生まれたソリ競技であり、これまで第2回(1928年)と第5回(1948年)のサンモリッツにおいて開催された冬季オリンピック競技大会の公式競技(男子のみ)として実施されたが、第6回大会以降オリンピックから大会の公式競技から除外されていたソリ競技種目である。

スケルトン競技は、全長1メートルほどのスケルトンに加速をつけて推進させ、頭部を前方にして腹這いの姿勢でソリに飛び乗り、氷上10cmの高さを重心移動によりソリを操作し、最適な滑走ラインをとりながら速さを競うものである。競技中の最大速度は、約時速130kmまで達するハイスピードな競技である。

スポーツの競技場面において、視覚から得られる情報は膨大で、全情報量の80%を占めるといわれているほどである。このことから、視機能は極めて重要な機能であるといえる。視機能は、静止視力で評価されるのが一般的であるが、動体視力、視野、色覚、光覚、両眼視、輻輳、瞳孔および眼球運動など、様々な評価方法も視機能の諸側面を測定しているものといえる。特に、周囲の状況がめまぐるしく変化し、見えるものがほとんど動いている状態にあるスポーツの場面では、静止視力による評価よりも、他の視機能による評価の方が、競技における競技成績と関連づけて重要であると指摘されている。

スポーツに関係する視機能をスポーツビジョンと呼び、視機能と競技者の競技成績とを関連づけた研究が1970年代半ばから報告されている。アメリカでは1976年に、optometrist(検眼師)の集まりであるAmerican Optometric Association(以下、AOAとする)にスポーツビジョン研究部門が設立され、1984年にはNational Academy of Sports Visionが設立されて、各種のスポーツ団体と協同し、スポーツプレーヤーの視機能に関する検査や研究が行われてきた。

AOA Sports Vision Sectionが発表したデータによると、運動視機能評価の各項目にわたって、高い能力が要求されている競技として、野球(打撃)、テニス、スキー、フットボール、ラケットボール、カーレース、サッカー等があると報告されている。また、わが国においても1986年に「スポーツビジョン研究会」が設立され、石垣は、よい視力が必要なスポーツとして、スキー、スケート、自転車競技のように、スピードの出るスポーツを挙げているなど、視機能とスポーツ競技の競技成績との関係が明らかにされている。

以上のような先行研究から、時速130km程度の速度を伴うスケルトン競技も視機能が関与していると考えられるが、種々の視機能測定値とスケルトン競技に関する関係は明らかにされていない。そこで本研究は、スケルトン競技における視機能の競技成績への関与の有無について検討することを目的とし、スケルトン競技能力の向上の為に視機能に対するトレーニングの重要性について考察した。

II. 方法

本研究の実験として、スケルトンスライダーの競技力と視機能との関連を明らかにするために、日本スポーツビジョン協会が提唱する視力検査を実施した。

また被験者を、スケルトン競技においてオリンピック出場経験者およびワールドカップ等の2003年国際大会参加経験を持つ上位群と、2003年日本選手権出場経験を持つ下位群とに分類し、更に検討を進めることとした。

1. 被験者

本実験の被験者は、スケルトン競技を専門とする男子スライダー12名とした。

本実験に先立って、本研究の意図および内容を説明し、被験者として参加することを依頼した。その結果、全員から研究協力の承諾が得られた。

被験者の年齢、身長、体重、競技成績、視力矯正の有無および競技年数を表1に示した。

2. 視機能の測定方法および装置

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。

1) SVA

被験者は、一定の照度に保たれた部屋で、測定器（興和社製動体視力 AS-4C）の接眼部に両眼を位置させて、中をのぞき込む。測定器の内部には、ランドルト環が円形の白地に黒で表示されている。ランドルト環の表示方向は上下左右4方向とし、ランダムに表示した。被験者が、測定器内部に映し出されたランドルト環の切れ目を識別できるかできないかを基準に、右眼、左眼および両眼の測定を行った。

2) KVA

測定器は、SVAと同じ測定器を使用した。被験者は、一定の照度に保たれた部屋で、測定器の接眼部に両眼を位置させて、中をのぞき込む。光学上設定された遠方50mから近方2mまで、30km/hのスピードで近づいてくるランドルト環の切れ目の方向が識別できた瞬間に手元のスイッチを押す。ランドルト環が停止すると同時に暗転する。ランドルト環は30mの距離で視力1.0に相当し、識別できた最小の視標から視力が算出される。以上の測定

をランドルト環の方向が正解であったものだけを5回記録し、5回の平均を測定値として採用した。

3. 実験期間および場所

実験は、平成14年9月上旬、長野ボブスレー・リュージュ連盟事務所内の会議室を実験室として、視力に関する測定を行った。

4. 統計処理

測定した視機能項目について、平均値および標準偏差を算出し、上位群、下位群との比較には対応のないt-testを用いた。なお、統計的有意水準は5%未満とした。

III. 結果および考察

1. 視機能測定項目

1) SVAと競技成績について

前後方向動体視力測定器を用いた、被験者12名におけるSVA測定値を表2に示した。左右両眼の平均値ならびに標準偏差は、右眼 0.9 ± 0.3 、左眼 0.8 ± 0.3 および両眼 1.0 ± 0.3 であった。

また、競技力上位群と下位群にわけてみると、上位群の平均値および標準偏差は右眼 1.0 ± 0.3 、左眼 1.0 ± 0.3

表1 被験者の特性

競技力上位群 (2003年国際大会出場者)

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (Kg)	競技力	矯正の有無	競技年数
a	30	186.0	90.0	2003アメリカス'カッフ'出場	無	1
b	38	173.0	77.0	ソルトレイク五輪8位	無	10
c	25	173.0	82.0	ソルトレイク五輪14位	無	5
d	38	178.0	78.0	2003アメリカス'カッフ'出場	無	6
e	22	169.0	86.0	2003世界ジュニア選手権6位	無	4
f	27	165.0	71.0	2003アメリカス'カッフ'出場	コンタクト	5
平均	30.0	174.0	80.7			5.2
標準偏差	6.7	7.3	6.8			2.9

競技力下位群 (2003年日本選手権出場者)

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (Kg)	競技力	矯正の有無	競技年数
g	23	170.0	63.0	2003日本選手権出場	コンタクト	4
h	26	165.0	67.0	2003日本選手権出場	メガネ	4
i	19	166.0	63.0	2003日本選手権出場	コンタクト	1
j	31	150.0	50.0	2003日本選手権出場	メガネ	1
k	26	170.0	65.0	2003日本選手権出場	無	5
l	28	160.0	63.0	2003日本選手権出場	無	2
平均	25.5	163.5	61.8			2.8
標準偏差	4.1	7.6	6.0			1.7

および両眼 1.2 ± 0.3 に対して、下位群の平均値および標準偏差は右眼 0.8 ± 0.3 、左眼 0.7 ± 0.1 および両眼 0.8 ± 0.2 であった (表 3)。競技力上位群と下位群とを比較すると、両群の間に右眼と両眼に差はみられなかったが、下位群に比べ上位群の左眼が有意 ($p < 0.05$) に高いことがみとめられた (図 1)。

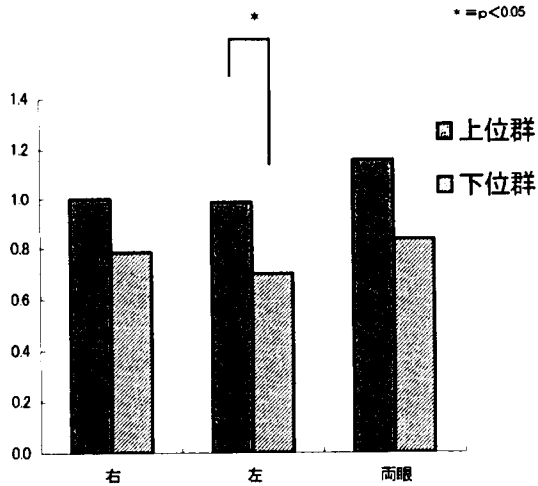


図 1 上位群と下位群の静止視力の平均

スポーツビジョンの評価基準という点からみてみると、わが国のスポーツビジョン研究会では SVA による静止視力の評価基準は 5 段階の相対評価で、5: 1.6 以上、4: ~ 1.3 、3: ~ 1.0 、2: ~ 0.7 、1: 0.7 未満としている。この基準と本結果の平均値を比較すると、競技力上位群の右眼、左眼、両眼ともに「3」であるのに対し、競技力下位群は右眼、左眼、両眼ともに評価「2」であることから、相対評価においても競技力上位群の方が下位群に比べて SVA が高いというよりも、下位群の SVA が低い評価であったことが窺われた。AOA は様々なスポーツ競技における視機能の重要性について最も重要度の高い

表 2 各視機能の測定値

被験者	SVA			KVA			KVA/SVA 比		
	右	左	両眼	右	左	両眼	右	左	両眼
a	1.4	1.4	1.6	1.3	1.2	1.3	91.4%	87.1%	81.3%
b	1.1	0.9	0.9	0.5	0.7	0.9	43.6%	77.8%	97.8%
c	0.9	0.6	0.8	0.7	0.5	0.7	75.6%	76.7%	90.0%
d	1.1	1.1	1.4	0.9	0.7	0.8	80.0%	63.6%	60.0%
e	0.6	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	86.7%	48.0%	54.0%
f	0.9	0.9	1.2	0.3	0.6	0.7	37.8%	66.7%	56.7%
g	1.1	0.8	0.9	0.8	0.5	0.7	69.1%	57.5%	80.0%
h	0.5	0.8	1.1	0.2	0.3	0.3	32.0%	42.5%	27.3%
i	0.8	0.4	0.7	0.4	0.3	0.4	50.0%	65.0%	60.0%
j	1.2	0.7	0.8	0.5	0.4	0.4	38.3%	54.3%	50.0%
k	0.5	0.8	1.0	0.2	0.3	0.3	44.0%	32.5%	28.0%
l	0.6	0.7	0.5	0.2	0.2	0.3	26.7%	31.4%	64.0%
平均	0.9	0.8	1.0	0.5	0.5	0.6	56.3%	58.6%	62.4%
標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	22.8%	17.7%	22.1%

表 3 上位群と下位群の SVA

<競技力上位群> (2003年 国際大会出場者)

被験者	SVA		
	右	左	両眼
a	1.4	1.4	1.6
b	1.1	0.9	0.9
c	0.9	0.6	0.8
d	1.1	1.1	1.4
e	0.6	1.0	1.0
f	0.9	0.9	1.2
平均	1.0	1.0	1.2
標準偏差	0.3	0.3	0.3

<競技力下位群> (2003年 日本選手権出場者)

被験者	SVA		
	右	左	両眼
g	1.1	0.8	0.9
h	0.5	0.8	1.1
i	0.8	0.4	0.7
j	1.2	0.7	0.8
k	0.5	0.8	1.0
l	0.6	0.7	0.5
平均	0.8	0.7	0.8
標準偏差	0.3	0.1	0.2

設定 5 から、最も低い設定 1 まで 5 段階に設定し、ハイスピードを伴うカーレースならびにスキー競技において 5 に評定し、静止視力は最重要であるとしている。このことから、ハイスピード競技であるスケルトン競技においても、競技成績に静止視力が関係することが考えられる。

2) KVA と競技成績

前後方向動体視力測定器を用いた、被験者 12 名にお

ける KVA 測定値を表 2 に示した。左右両眼の平均値ならびに標準偏差は、右眼 0.5 ± 0.3 、左眼 0.5 ± 0.3 および両眼 0.6 ± 0.3 であった。

また、競技力上位群と下位群に分けてみると、上位群の平均および標準偏差は右眼 0.7 ± 0.3 、左眼 0.7 ± 0.3 および両眼 0.8 ± 0.3 に対して、下位群の平均値および標準偏差は右眼 0.4 ± 0.2 、左眼 0.3 ± 0.1 および両眼 0.4 ± 0.1 であった(表 4)。競技力上位群と下位群とを比較すると、両群の間に右眼には有意な差がみられなかったが、下位群にくらべ上位群の方が左眼 ($p < 0.05$) および両眼 ($p < 0.01$) において有意に高いことがみとめられた(図 2)。

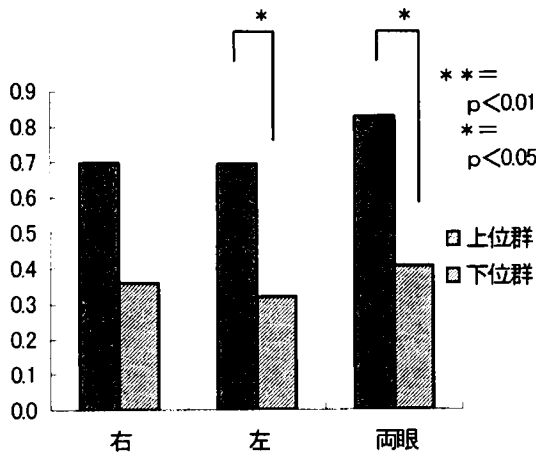


図 2 上位群と下位群の動体視力の平均

表 4 上位群と下位群の KVA

<競技力上位群> (2003年 国際大会出場者)

被験者	KVA		
	右	左	両眼
a	1.3	1.2	1.3
b	0.5	0.7	0.9
c	0.7	0.5	0.7
d	0.9	0.7	0.8
e	0.5	0.5	0.5
f	0.3	0.6	0.7
平均	0.7	0.7	0.8
標準偏差	0.3	0.3	0.3

<競技力下位群> (2003年 日本選手権出場者)

被験者	KVA		
	右	左	両眼
g	0.8	0.5	0.7
h	0.2	0.3	0.3
i	0.4	0.3	0.4
j	0.5	0.4	0.4
k	0.2	0.3	0.3
l	0.2	0.2	0.3
平均	0.4	0.3	0.4
標準偏差	0.2	0.1	0.1

スポーツビジョンの評価基準という点からみてみると、わが国のスポーツビジョン研究会では KVA 評価基準は 5 段階の相対評価で、5 : 1.1 以上, 4 : ~0.9, 3 : ~0.6, 2 : ~0.4, 1 : 0.4 未満としている。

また、この基準と本実験結果の平均値を比較すると、競技力上位群の右眼、左眼、両眼ともに評価「3」であるのに対し、競技力下位群は右眼と左眼は評価「2」、左眼は評価「1」であった。したがって、スポーツ評価という面において、下位群の KVA が低いことが特徴であった。

AOA ではカーレース、野球 (打撃)、フットボール (クォーターバック)、ホッケー (キーパー)、ラケットボール、テニスならびにスキー競技において、動体視力は最重要であるとしている。このことから、ハイスピード競技であるスケルトン競技においても、高い動体視力が競技成績に影響することが予測され、上位群においては標準的な動体視力であったが、下位群においては低く、比率等からの評価をみても、競技成績に動体視力が必要であると考えられる。

3) KVA/SVA 比と競技成績について

被験者 12 名における、SVA に対する KVA の割合を表 2 に示した。左右両眼の平均値ならびに標準偏差は、右眼 $56.3 \pm 22.8\%$ 、左眼 $58.6 \pm 17.7\%$ および両眼 $62.4 \pm 22.1\%$ であった。

また、競技力上位群と下位群に分けてみると、上位群の平均および標準偏差は、右眼 $69.2 \pm 22.8\%$ 、左眼 $70.0 \pm 13.7\%$ および両眼 $73.3 \pm 18.8\%$ に対して、下位群の平均値および標準偏差は右眼 $43.3 \pm 15.1\%$ 、左眼 $47.2 \pm 13.9\%$ および両眼 $51.5 \pm 20.9\%$ であった(表 5)。競技力上位群と下位群との比較をみると、両群の間に右眼と両眼には有意な差がみられなかったが、下位群にくらべ上位群の方が左眼 ($p < 0.05$) において有意に高いことが認められた(図 3)。

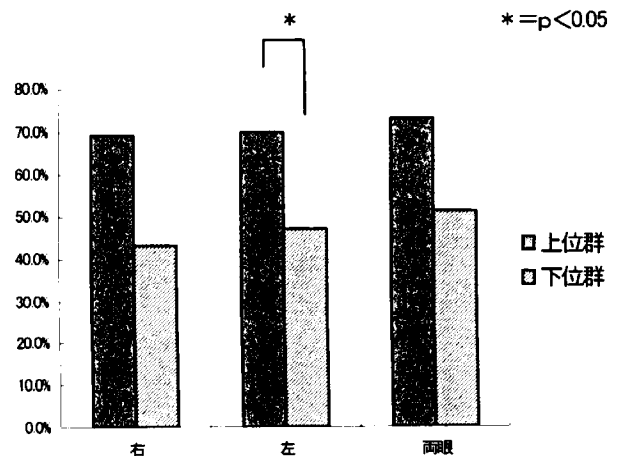


図 3 上位群と下位群の静止視力に対する動体視力の割合平均

表5 上位群と下位群のSVAに対するKVAの割合

(KVA/SVA)
 <競技力上位群>(2003年 国際大会出場者)

被験者	KVA/SVA比		
	右	左	両眼
a	91.4%	87.1%	81.3%
b	43.6%	77.8%	97.8%
c	75.6%	76.7%	90.0%
d	80.0%	63.6%	60.0%
e	86.7%	48.0%	54.0%
f	37.8%	66.7%	56.7%
平均	69.2%	70.0%	73.3%
標準偏差	22.8%	13.7%	18.8%

<競技力下位群>(2003年 日本選手権出場者)

被験者	KVA/SVA比		
	右	左	両眼
g	69.1%	57.5%	80.0%
h	32.0%	42.5%	27.3%
i	50.0%	65.0%	60.0%
j	38.3%	54.3%	50.0%
l	44.0%	32.5%	28.0%
k	26.7%	31.4%	64.0%
平均	43.3%	47.2%	51.5%
標準偏差	15.1%	13.9%	20.9%

静止視力に対する動体視力の割合については、真下が一般人では約60.0%で、スポーツ競技者(球技スポーツ)は70.0%から90.0%以上と、この割合が高くなるほど競技成績が高いことを報告している。本被験群全体の値は、一般人とほぼ同じ値を示しているが、上位群においては高い値を示しており、下位群においては低い値を示している。中でも、上位群においては、ソルトレイクオリンピック大会に出場したbとcの両眼のKVA/SVA比は、それぞれ97.8%と90.0%と非常に高い値を示していた。速いスピードの中で活動をするパイロットや、白バイ隊などもこの値が高いことは知られているが、時速130kmを越すスピードの中で行われるスケルトン競技にとって、高い競技成績を発揮できる要因であると考えられる。

SVAおよびKVAの絶対値は、上位群ならびに下位群ともに決して高い値ではないが、SVAに対するKVAの比率に関して上位群が70%ということは、上位群のKVAは、SVAに対して高いことが推察される。同時に競技力の高さや視機能の関連が窺える。佐渡らや石垣が、KVAによる動体視力は静止視力と高い相関関係にあると報告していることから、スケルトン競技者のSVAを高めることによってKVAがより高くなると考えられる。したがって、現段階ではコーチングの一手段として、競技時において視力を矯正し、SVAの高い状態で競技を行うことが、競技成績を上げる要因として重要であると考えられる。

IV. まとめ

視機能とスケルトンスライダーにおける関連を検討した結果、SVA、KVAならびにSVA/KVA比において、競技力上位群の方が高い視機能を持っていた。特にSVA/KVA比においてはすぐれた結果であった。

今回の実験において、競技力上位群が下位群に比べ静止視力の平均値が高かったため、動体視力の平均値が高かったという結果であった。しかしながら、スケルトンスライダーの視機能に関する研究を、オリンピック選手2名を含む、国際大会参加経験を持つ選手において研究できたことは、今後のスケルトンスライダーの競技成績を向上させる一要因として大きな一歩と考えられる。

V. 今後の課題

スケルトン競技を含むソリ競技の競技成績の要素は、スタートタイム、滑走技術、ソリの性能、滑走本数、競技年数などももちろん関与しているが、今回の研究は、今まで研究されていなかった分野における新たな一歩であると考えられる。今回の研究では、基礎的な研究として、競技力を上位群と下位群に分け、その実態について検討した。今後は更に、この研究を実践のコーチングに生かすために、上位群の中での比較や、静止視力の平均値をほぼ同じ値にして比較をしたり、視力の矯正をしていないスライダーに実際に矯正をして、滑走タイムや、主観的な感覚に影響を及ぼすかなど、新たな研究課題が見つけられたと考えられる。また、今回は測定を行わなかった項目として、球技などでは非常に重要である視野なども交えて、比較検討していくことも重要であると考えられる。さらに深視力を用いた検討、また静止視力を矯正させた中での競技成績との関連性など、様々な方向性が示された。

日本スケルトンチームが更なる飛躍を遂げていくためのトレーニングの一環として、ビジュアル・視機能という新たな分野をコーチングに役立てることが重要である。

VI. 参考文献

- Burg, A. (1966) Visual acuity as measured by dynamic and static tests. A comparative evaluation. *J. Appl. Psychol.* 50 : 460-466
- 石垣尚男 (1992) スポーツと眼, 第1版. 大修館書店: 東京. pp1-40
- 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) : 1105-1119
- 石原 忍 (1990) 視力. *小眼科学*, 21版. 金原出版株式会社: 東京. pp3-124
- 亀岡寛治 (1998) 97/98 ワールドカップ前半戦 500m のレース分析およびスラップスケート対策. 平成9年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告.

No. II 競技種目別競技力向上に関する研究-第 21 報- : 355-361

真下一策 (1997) 動体視力. 体力科学. 46 : 321-326

真下一策・石垣尚男・遠藤文夫 (1994) トッププレー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

中西 仁 (1997) <講座: 目の健康管理 (9)> スポーツビジョンと Quality of visual Life. 52 (1) : 57-59

佐渡一成・金井 淳・吉儀 宏・中島宣行・澤木啓祐 (1997) 体育学部所属大学生の KVA (Kinetic Visual Acuity). 第 51 回日本臨床眼科学会発表資料

佐藤 佑 (1991) APAS によるローラーボブスレースタート時のプッシュ技術の分析. 平成 3 年度 財団法人日本体育協会スポーツ医・科学研究報告集 : 154-158

佐藤 佑 (1991) ボブスレー競技選手の体力と競技力の国際比較. 平成 3 年度 財団法人 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告集 : 158-162

佐藤 佑 (1991) 6-Item Fitness Test からみた米国ボブスレー選手の体力特性. 平成 3 年度 財団法人 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告集. pp162-165

佐藤 佑 (1999) スケルトン競技 2000WC 長野大会のラップタイムの分析. 平成 11 年度 財団法人 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告集. pp115-121

佐藤 佑・鈴木省三 (1998) ボブスレーにおける「技」と「力」. 体育の科学. 48 (7) : 546-552

スポーツ・ビジョン研究会編著 (1991) スポーツ・ビジョン, 第 1 版. ブックハウスHD : 東京. pp34-35

スポーツビジョン研究会 (1997) スポーツビジョン スポーツのための視覚学, 第 1 版. ナップ: 東京. pp73-74

鈴木省三 (1988) 最新スポーツ大事典. 大修館書店 : 東京. pp504-505

鈴木省三・佐藤 佑 (1986) ボブスレー競技滑走中および滑走前後における心拍数, 血漿カテコールアミン, 白血球数の変動. 仙台大学紀要. 18 : 39-46

高橋幸一・野々宮徹 (1997) 雪と氷のスポーツ百科. 大修館書店 : 東京. pp187-190

所 敬 (1984) 視機能とその検査. 最新眼科学, 第 1 版 : 27-83

上野純子・正木健雄・太田恵美子 (1992) 大学運動部選手の視機能について-裸眼視力・屈折状態・立体視機能-. 日本体育大学紀要. 22 (1) : 31-37

渡部和彦 (1988) 一流選手におけるスキージャンプ技術分析 : ジャンプ動作スキルにおけるタイミング優先理論. 平成 9 年度 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告. No. II 競技種目別競技力向上に関する研究-第 21 報- : 315-319

Winograd, s. (1942) The Relation of Timing and vision To Baseball Performance. Res. Quart. 13 : 481-493

山田久恒 (1986) ボールを追う-動体視力について-. 体育学研究. 36 (2) : 92-98