

# 冬季オリンピック(1992)・仏・アルペールビル・スラローム選手の 「滑降速度と滑降方法」について, 選手による違い, 下

佐橋稔雄 古田拓 (愛知スポーツ物理学研究所)

## Analysis of descent velocity and pattern of slalom skiers in Winter Olympic Games in Albertville, France, 1992 (2)

Toshio SAHASHI, Taku FURUTA (Laboratory of Aichi Sports Physics)

抄録 競技スキーを解析する目的は, 金メダルを得た選手がどのような滑降をしているかを知りたい事である. その為に, 我々は, 冬季オリンピック(1992)・仏・アルペールビル・スラロームを解析した. 順位の早いスキーから遅いスキー迄の9人の選手について, スキー滑降の状態を調べた. 選手のスキー滑降解析から, 早いスキーが, 又は遅いスキーが存在する理由が理解された. そして, 金メダルを得た選手のスキー滑降も理解出来た.



# 冬季オリンピック(1992)・仏・アルペールビル・スラローム選手の 「滑降速度と滑降方法」について、選手による違い、下

佐橋稔雄 古田拓 (愛知スポーツ物理学研究所)

## Analysis of descent velocity and pattern of slalom skiers in Winter Olympic Games in Albertville, France, 1992 (2)

Toshio SAHASHI, Taku FURUTA (Laboratory of Aichi Sports Physics)

**Abstract:** The purpose of analyzing competitive skiing is to elucidate the features of the skiing descent of a gold-medalist skier. To this end, we analyzed the descent of nine slalom skiers who ranked from high to low during skiing runs in the Albertville Winter Olympic Games (1992). From the analysis results, we indentified the reason why fast and slow descents can occur and the features of the skiing descent of the gold-medalist skier.  
**Keywords:** ski, turning descent, ski descent, Winter Olympic Games, Alvertville, slalom

### 1. 序文

競技スキーを解析する目的は、金メダルの選手がどのような滑降をしているかを知りたい事である。これは相対的な問題であり、下位の選手を知り、上位の選手を知る事が、金メダルを知る事に通じると思われる。そこで、冬季オリンピック(1992)・仏・アルペールビルで行われた競技、「アルペン・スキー男子の1回目の回転(スラローム)」のNHKテレビをビデオに録画した。ビデオには、27人の選手が録画されており、全選手を解析した。その中で、選手のスキーが最も早いスキーから、最も遅いスキーまでの9人を選び、更に詳しく解析した。具体的には、下位のスキーがどんな理由で下位であるのか、上位のスキーがどんな理由で上位であるのか。それらが理解できれば、金メダルを得た理由を知る事が出来るであろう。この論文は、これらを明らかにする事である。

図1~図12と表1~表6は、[冬季オリンピック(1992)・仏・アルペールビル・スラローム選手の「滑降速度と滑降方法」について、選手による違い、上]に含まれる。

図13にフォグデ、図14にヤッケ、図15にキムラ、図16にバルナ、図17にベルガント、図18にキングの各選手の簡略全体図を示す。

### 2. スキー滑降の解析

#### 2.1. ズレ・ターンのズレ角

ズレ角を表す為に、短スキーの5個を図19(a)に表す。これは、キング選手のSkiNoの、9~13に対応している。図5(a)を用いて、左右のスキーの中心 $ClCr$ と、2つの間の中心 $B$ を、図19(a)に描く。○と◎を通る曲線を描く。図5(b)のように接線を定義する。 $B_1B_2B_3$ を通る曲線において、 $B_2$ の接線を $B_1B_3$ を通る直線とする。この定義を用いて、図19(b)のように、中央のスキー軌跡の中心を通る3本の接線( $\theta_R \theta \theta_L$ )を描く。3つの接線がほぼ同じとすれば、 $\theta_R \approx \theta \approx \theta_L$ となる。図19(c)のように、スキーの長さ方向( $\delta_R \delta_L$ )を描く。図19(d)のように、スキーのズレ角 $\theta$ は、絶対値を使って、 $|\theta - \delta_R|$ と $|\theta - \delta_L|$ で表される。選手の滑降図を解析して、ズレ角の値を求め、その一部を表7に示す。それらの分布をグラフにして図

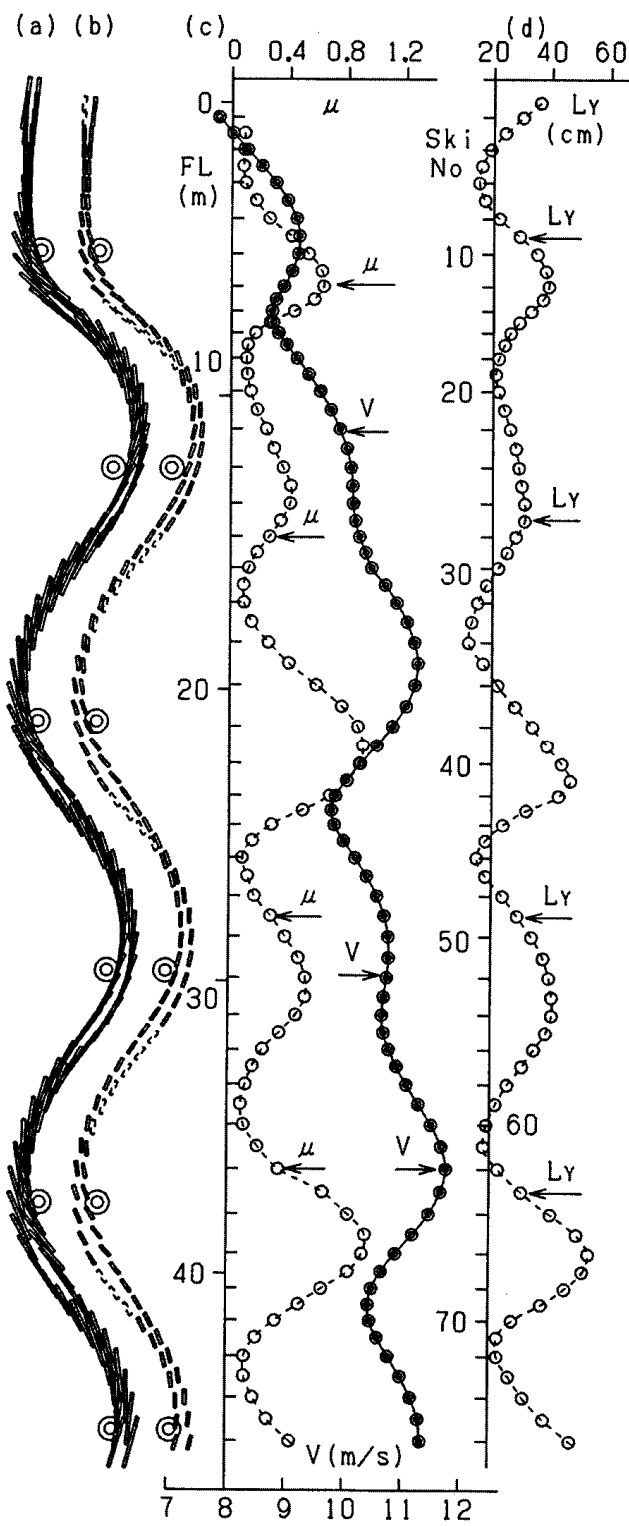


図13 フォグデ選手の簡略全体図。(a)180cm スキー。(b)短スキー。点線スキーは浮きスキー。(c)滑降方向の速度 $V$ と運動摩擦係数 $\mu$ 。(d)2つのスキーの横幅 $LY$ 。

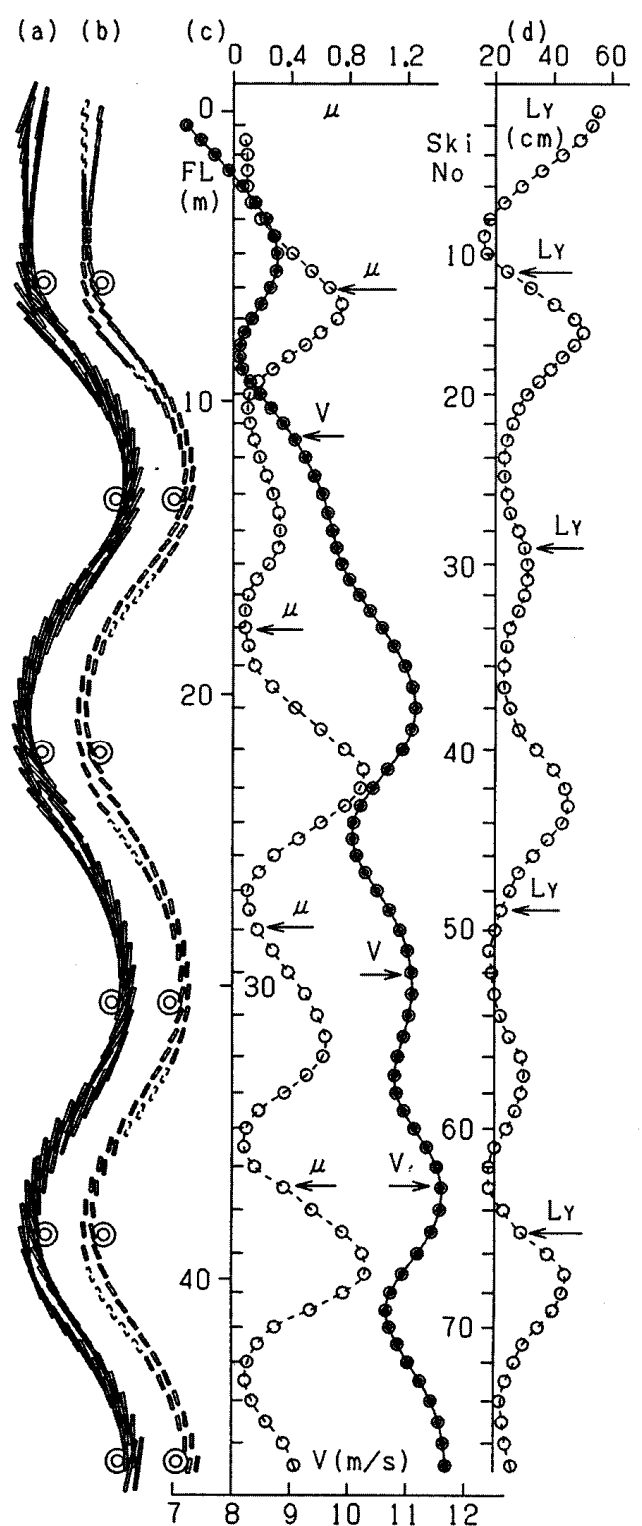


図14 ヤッケ選手の簡略全体図。(a)~(d)は図13に同じ。

短スキーで表すと、ポール1に近いスキーから、ポール6に近いスキー迄の範囲である。

20に示す。岡部選手のズレ角、2(度, deg)の軌跡は左スキー○で6個、右スキー◎で15個、合計21個(3重丸)である。ズレ角2は、 $0 < \text{ズレ角} \leq 2$ 度、を意味する。

ズレ角の分布を求めた範囲は、図2(b)のような

## 2.2. 16度<ズレ角、の比率

図2(b)の範囲内で、ズレ角のスキー軌跡の個数を数える。表7の岡部選手の軌跡は、両足で140個である。16度以上のズレ角を数えると、38個とな

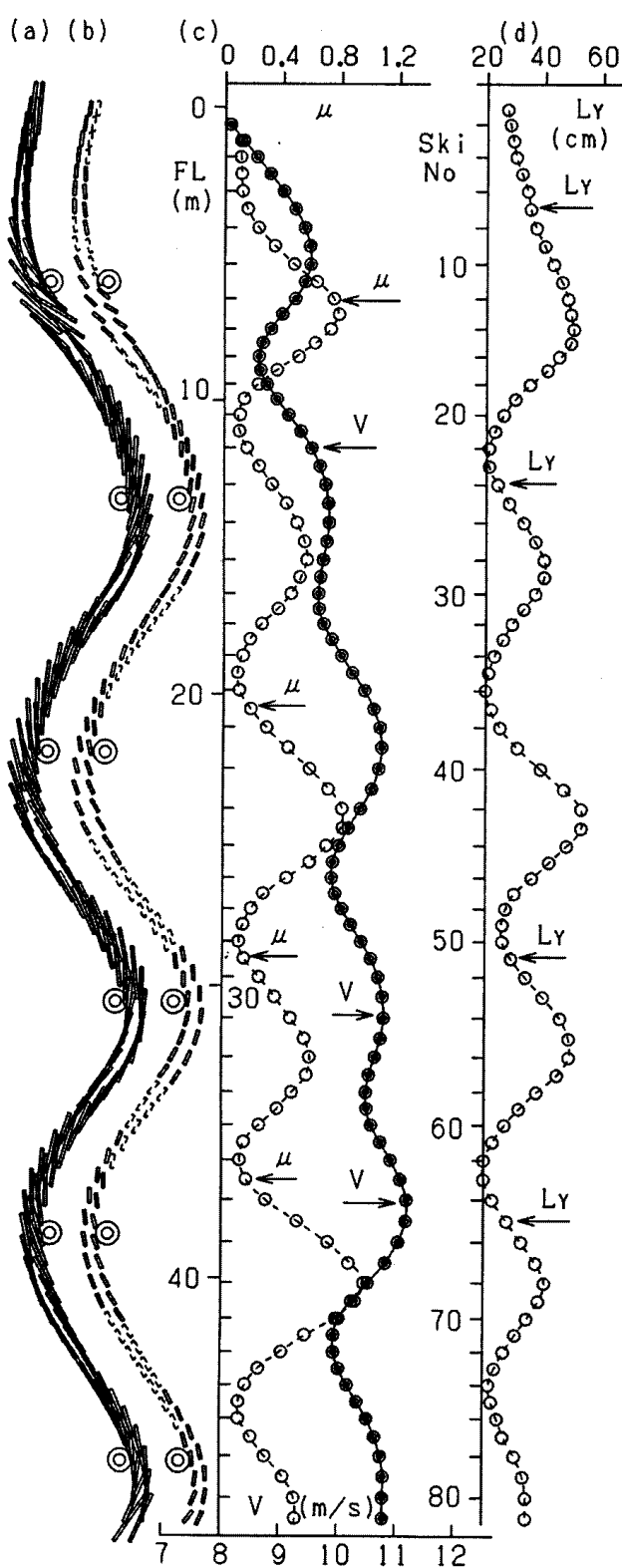


図15 キムラ選手の簡略全体図。  
(a)~(d)は図13に同じ。

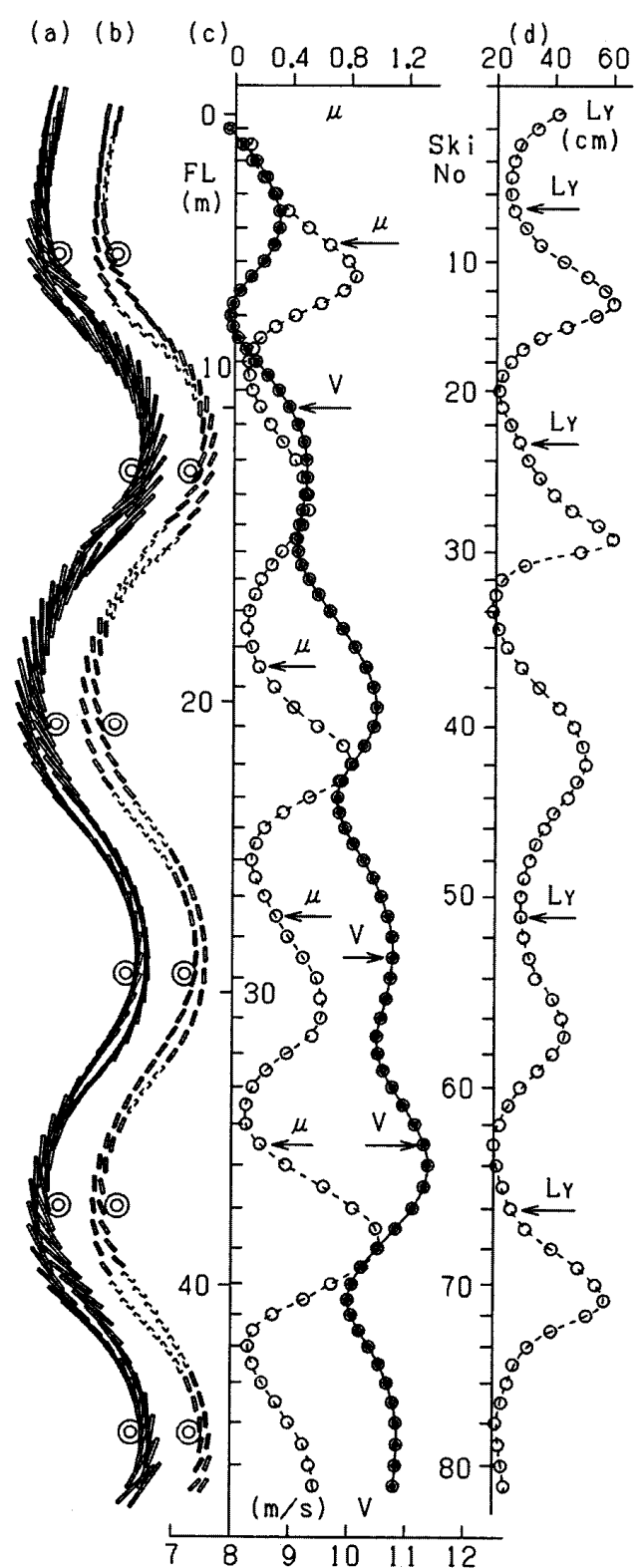


図16 パルナ選手の簡略全体図。  
(a)~(d)は図13に同じ。

り, 27%になる。ヤッケ選手(金メダル)では, 両足で134個, 16度以上が9個となり, 7%となる。9人の選手について「16度<ズレ角」の比率をグラフで示すと, 図21(a)となる。金メダルに近いグループでは, 大きなズレ角は少ない。金メダルから離れたグループでは, 大きなズレ角が多い。図

21の縦軸には, 表6の縦軸と同じ順序に選手が並べられている。

### 2.3. 9人の選手による, 16度<ズレ角, の比較

図23は各選手の滑降図であり, 選手名は図上にある。左が早いスキーであり, 右が遅いスキーで

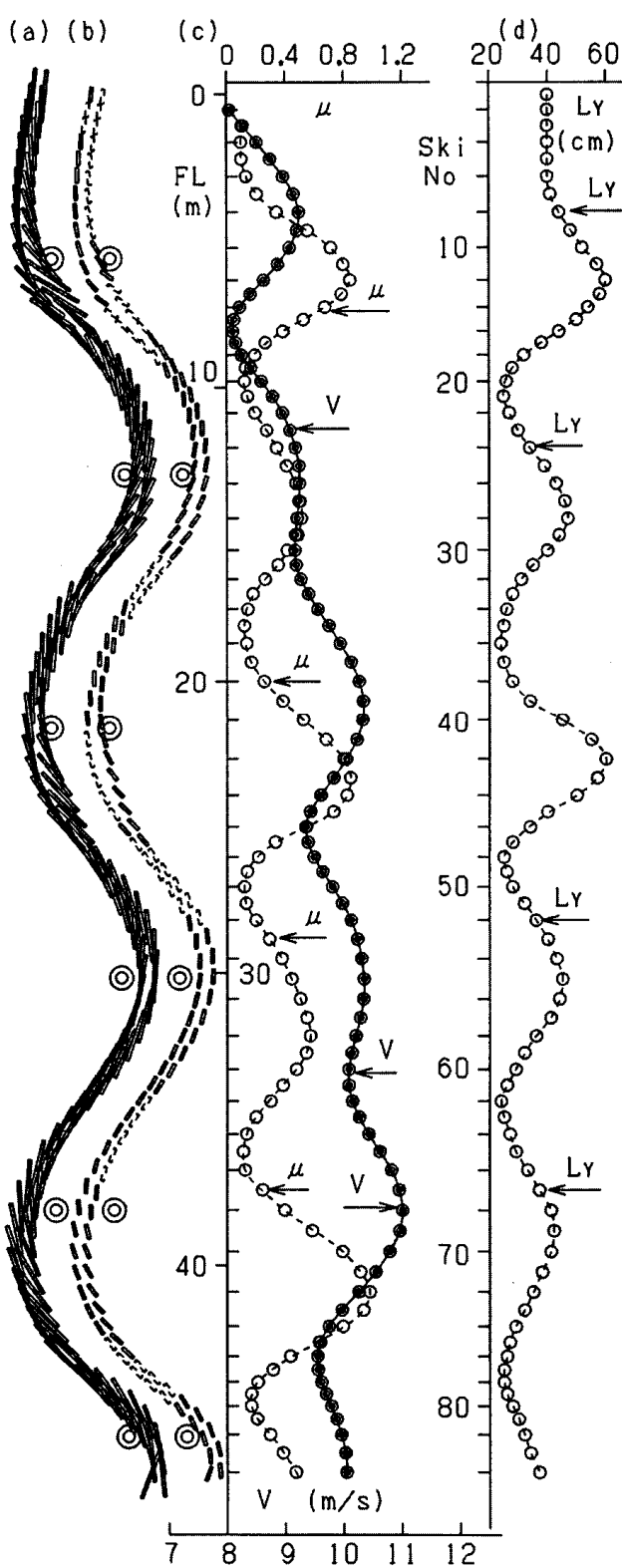


図17 ベルガント選手の簡略全体図。  
(a)~(d)は図13に同じ。

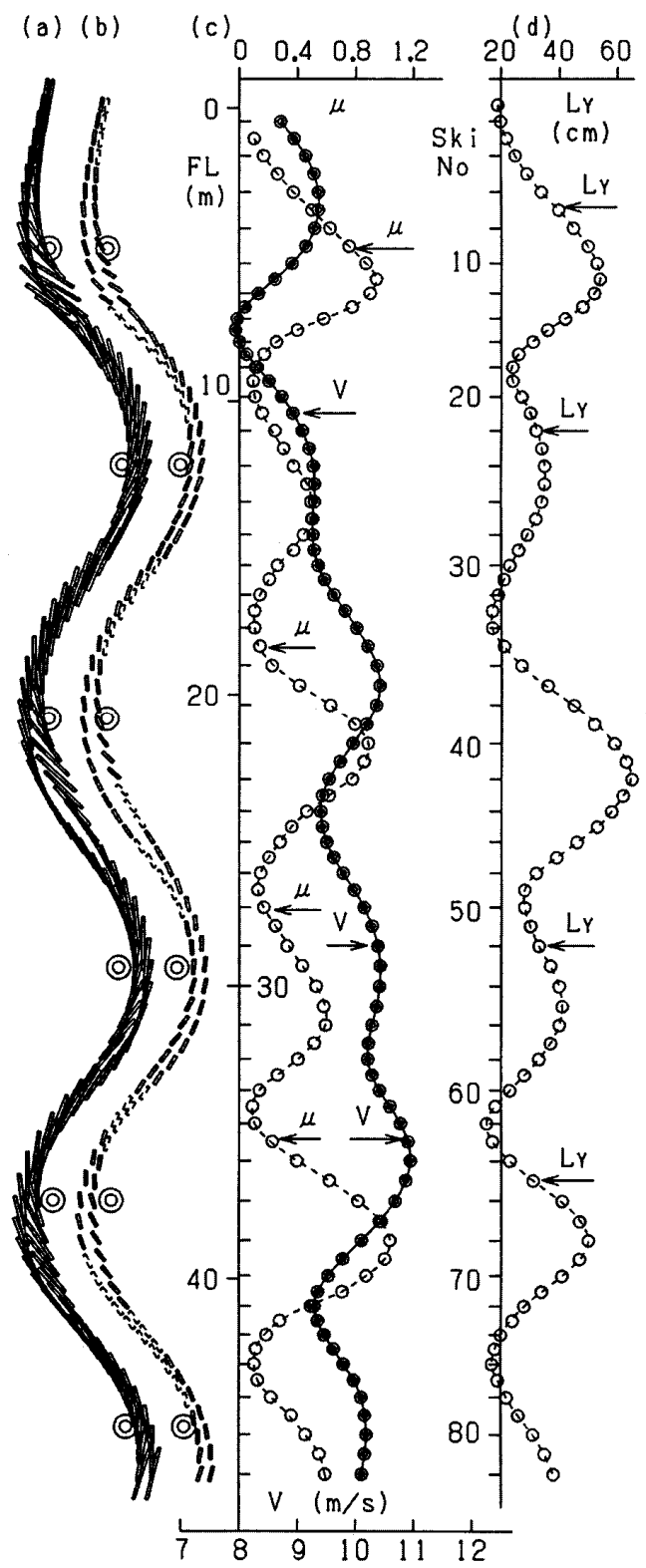


図18 キング選手の簡略全体図。  
(a)~(d)は図13に同じ。

ある。図は短スキーで表されている。実線のスキーは、 $0 \leq \text{ズレ角} \leq 16$ 度のスキーであり、点線のスキーは、 $16 < \text{ズレ角}$ のスキーである。

#### 2.4. 浮きスキーの比率

図6(c), (d)のように選手は、片足又は両足を雪

面から上げて滑降している事が観察される。これを浮きスキーと呼ぶ。図2(b)の範囲内で浮きスキーの個数を調べてみた。表8のように、9人の選手では、右スキーと左スキーとで、大きな違いはないようである。しかし、両スキーが揃って浮いているかどうかは、グループによって違いがあ

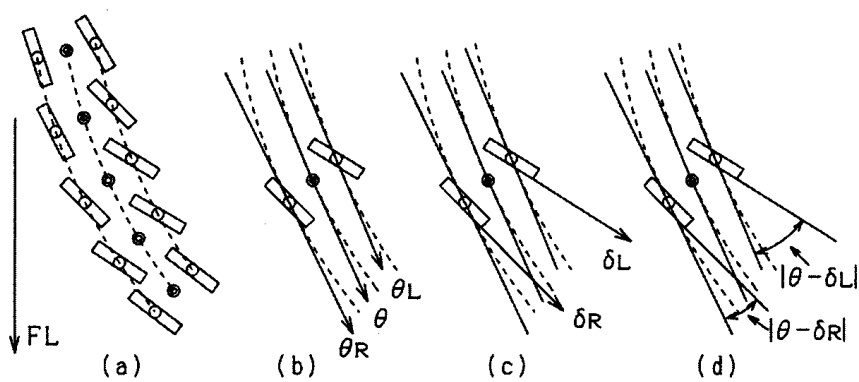


図19 ズレ角の定義。(a)スキー軌跡のスキー中心を結ぶ曲線(3本の点線)。(b)曲線に接する接線方向( $\theta_R$   $\theta_L$ )。(c)スキー長さ方向( $\delta_R$   $\delta_L$ )。(d)ズレ角  $|\theta - \delta_R|$ と $|\theta - \delta_L|$ 。

表7(a) 岡部選手のズレ角の個数と、(その%)

$0 \leq \text{ズレ角} \leq 8$ は60(43%)															$8 < \text{ズレ角} \leq 16$ は42(30%)					$16 < \text{ズレ角}$ は38(27%)				
ズレ角	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	合計							
右スキー	1	15	2	9	8	5	4	6	2	3	4	8	3				70							
左スキー	2	6	6	6	5	6	4	6	9	5	5	4	1	2	1	2	70							
合計	3	21	8	15	13	11	8	12	11	8	9	12	4	2	1	2	140							

表7(b) ヤッケ選手のズレ角の個数と、(その%)

$0 \leq \text{ズレ角} \leq 8$ は56(42%)															$8 < \text{ズレ角} \leq 16$ は69(51%)					$16 < \text{ズレ角}$ は9(7%)				
ズレ角	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	合計											
右スキー	1	4	9	10	7	18	8	5	5								67							
左スキー	2	5	4	4	10	16	11	5	1	5	3	1					67							
合計	3	9	13	14	17	34	19	10	6	5	3	1					134							

る。金メダルに近いグループでは、両スキーが揃って浮く事はない。図21(b)は、この事を示している。

図6(a)は、図10のオカベ選手のスキー番号(Ski No)39のスキー軌跡に対応している。図6(b)は、図12のトンバ選手のスキー番号45に対応している。図6(c)は、図12のトンバ選手のスキー番号41に対応している。図6(d)は、図15のキムラ選手のスキー番号47に対応している。

### 2.5. 9人の選手による、浮きスキーの比較

図24は各選手の滑降図であり、選手名は図上にある。左が早いスキーであり、右が遅いスキーである。図は短スキーで表されている。実線のスキーは、雪面にスキーが接しているスキーであり、点線のスキーは、雪面からスキーが浮き(離れ)上がっているスキーである。

### 2.6. 9人の選手による、スキー軌跡曲線の比較

9人の選手を3つに分け、各選手の軌跡曲線と、ヤッケ選手の軌跡曲線を比べてみた(図25)。ヤッケ選手は、2回のスラロームの1位、金メダルであり、実線で表した。図25(a)グループでは、ヤッケ選手の軌跡曲線の上(山側)又は下(谷側)を、他選手は滑降している。図25(b)と(c)グループでは、ほぼ全過程で、ヤッケ選手の軌跡曲線の下(谷側)を、他選手は滑降している。

### 2.7. ヤッケ選手と他選手との滑降図の比較

図22にヤッケ選手と他選手とを比べてみた。滑降図の上に選手名がある。選手名の上の番号は、1回目スラロームの順位である。スキー長はSL=180cmである。ヤッケ選手の滑降は6人の選手の内最も、スリムで、対称性のよい滑降である事が分る。

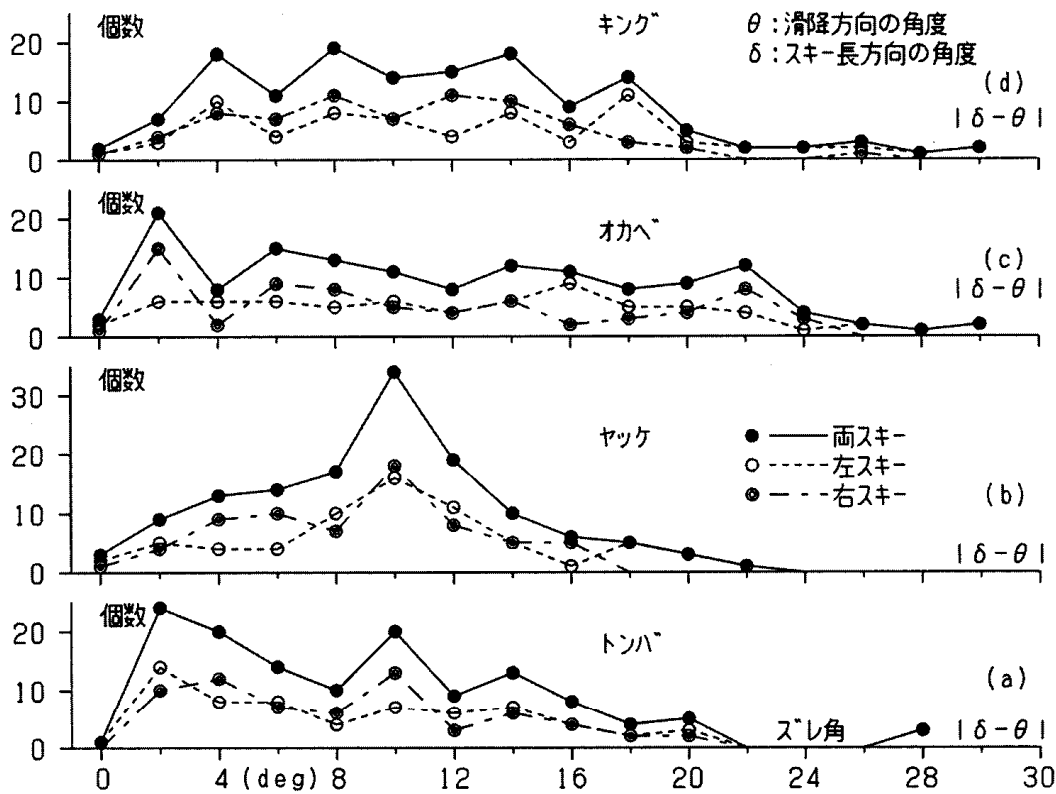


図20 (a)~(d)横軸はズレ角(0~30度),縦軸はズレ角の個数。

表8 浮きスキーの個数と,(その%)

	ジラル	トンパ	フオグデ	ヤッケ	キムラ	オカヘ	ハルナ	ハルカ	キンガ
右スキー	15(12)	9(7)	13(10)	11(8)	22(16)	24(17)	26(19)	18(13)	27(19)
左スキー	17(13)	9(7)	12(9)	8(6)	21(15)	20(14)	18(13)	21(15)	17(12)
合計	32(25)	18(14)	25(19)	19(14)	43(31)	44(31)	44(32)	39(27)	44(31)
両スキー	8(6)	0	0	0	24(17)	20(14)	30(22)	26(18)	10(7)
マ数	65	65	66	67	69	70	69	72	71
全スキー	130	130	132	134	138	140	138	144	142

## 2.8 ヤッケ選手の滑降図とスキー形態の詳細

図26はヤッケ選手の滑降図である。図26(a)~(g)は、岡部選手の図4と同じである。図27と図28はヤッケ選手のスキー形態を詳細に表している。図27と図28の各(a)~(f)は、岡部選手の図7と図8と同じである。

## 3. 討論

### 3.1. 斜面上の自由落下

スラロームが行われているスキー場は、ほぼ、標高差200m,斜面長600m,平均傾斜角20度のものである。この時、運動摩擦係数 $\mu$ が、 $\mu=0$ なら、スキー選手は $T_{SF}=19s$ でスタートからフィニッシュに達する。競技では、 $T_{SF}=52s$ のスキー選手

は2.7倍の時間を要している。これは、スキー選手は滑降の途中でブレーキを掛け、速度抑制をしている事を意味している。600m,20度,52sの選手の平均 $\mu$ は、 $\mu=0.316$ となる。

### 3.2. スキーの横幅 $L_y$

この研究で得られた簡略全体図によると、9人の全選手について、運動摩擦係数 $\mu$ とスキーの横幅 $L_y$ は、ほぼ連動して大きさを変えている。これは、摩擦抵抗の大部分が、横幅の変化から作られている事を意味している。しかし、9人の全選手に共通した現象だから、早いスキー遅いスキーの原因かどうかは分からない。

### 3.3. ズレ角