

機関番号：13401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500517

研究課題名（和文） 冬季野外活動（スノースポーツ）におけるターンモデルの開発

研究課題名（英文） Turn models for Snow Sports

研究代表者

清水 史郎 (Shimizu Shiro)

福井大学・教育地域科学部・教授

研究者番号：30020134

研究成果の概要（和文）：

2本スキーモデル、3本スキーモデル、4本スキーモデルを開発した。2本スキーモデル（ブルークテレマークスキー）では、前の1本スキーに対して後ろの1本スキーが船における舵の役割を担い、3本スキーモデルでは、前の2本スキーに対して後ろの1本スキーが船における舵の役割を担い、また4本スキーでも、前の2本スキーに対して、後ろの2本スキーが船における舵の役割を担い、それぞれ連続ターンした。スキーのターンの方向は、スキーの本数にかかわらず、船と舵の旋回方向と一致していた。

研究成果の概要（英文）：Turn models for Snow Sports

We have developed a two-ski model, a three-ski model and a four-ski model. In the case of the performance of the two-ski model and the three-ski model a sequential turn could be achieved by making the rear ski work like a steer of a ship. For the four-ski model, even if the rudder angle was given to the two front-end skis or the two back-end skis, a continuous turn could still be achieved. Moreover, the direction of the turns of the four-ski model corresponded to the direction of the steer of a ship.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：体育学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、身体教育学

キーワード：冬季野外活動、スノースポーツ、ターンモデル

1. 研究開始当初の背景

冬季、雪に覆われた我が国のすばらしい自然の中で、自然体験活動としてのスノースポーツを行なうことは、学校体育や生涯スポー

ツのみならず社会的にも望まれている。スノースポーツ（スキー、スノーボード、テレマークスキーなど）の運動特性は、斜面を左右にターンしながら滑り降りるところにあり、

その際には重力が外力として働く。しかし、重力を利用して不安定な雪の上でバランスをとりながら、どのように身体および用具（スキー）を制御しているのかは、詳細に分かっていない。そこで本研究では、スノースポーツのターン・メカニズムを明らかにし、ターンモデル（ロボット）を作製することにより、学習者に分かりやすく、スノースポーツの技術習得を可能とする教材を開発する。

国内外においてスキーやスノーボードのターンモデルがいくつか開発された。しかし、これらで全てのスキーやスノーボードのターンモデルが明らかになった訳ではない。例えば、テレマークスキー（踵を持ち上げてターン）、スノーバイク（自転車にスキーが付いたようなもの）、スノースカウト（前後2枚の板にハンドルやフレームが付いたもの）、スノートライク（雪上三輪車）などの新しいスノースポーツに関しては、いまだ研究が行われていない。

2. 研究の目的

そこで本研究では、これまでのスキーロボットとスノーボードロボットの研究成果を踏まえ、スノースポーツの種類ではなく、発想を転換してスノースポーツで使用する滑走用具（スキー）の本数から、新たにスノースポーツを以下の4つに分類する。

- 1 本スキー（スノーボード、チェアスキーなど）
- 2 本スキー（アルペンスキー、テレマークスキー、スノースカウトなど）
- 3 本スキー（スノー三輪車など）
- 4 本スキー（自動車のような4輪に近いスノースポーツなど）

このようにスノースポーツのターンモデルを、4類型（1本スキー、2本スキー、3本スキー、4本スキー）に分類することにより、現在行なわれているスノースポーツと今後、生まれてくるスノースポーツも含めて共通のターン原理を導き出す。

3. 研究の方法

研究方法としては、身体動作を単純な機構（リンクモデル）としてとらえ、それらの単一（時には複合）動作により、スノースポーツに近似した連続ターンができれば、その動作が、それぞれのターンモデルの重要な動作要素であると考えられる。

具体的には、本研究ではすでに開発した1本スキーに加え、2本スキーではテレマークスキー（ブルークテレマークモデルとパラレルテレマークモデル）のターンモデルを開発

する。

3本スキーでは、3本スキー、3輪車と4輪車トプリフトモデルのターンモデルをそれぞれ開発する。

4本スキーでは4本スキーと4輪車のターンモデルを開発する。

4. 研究成果

(1) 2本スキー

2本スキーについては、テレマークスキーのブルークとパラレルのターンモデルについて開発を行った。

図1のブルークテレマークモデルは、両股関節の内旋と股関節の屈曲と伸展を複合したモデルである。このモデルでは、足関節と膝関節は固定し、蝶番を足底側とスキー側に取り付けた。使用したスキーはサイドカットがないストレートスキーであった。両股関節を内旋してブルーク姿勢をとり、このブルーク姿勢から、左股関節の屈曲と右股関節の伸展あるいは右股関節の屈曲と左股関節の伸展を行えば、ブルーク姿勢を保ったまま、股関節を伸展した側がヒールフリーになりヒールフリー側のスキーは後方に位置してスキーに前後差が生じた。また左右の股関節の屈曲と伸展を切り替えることにより、連続ブルークテレマークターンを再現することができた。

（清水史郎・長谷川健二（2009）テレマークスキーロボットの開発—股関節の屈曲と伸展および股関節の内旋によるブルークターンモデル。スキー研究. 6(1):9-14.）



図1 ブルークテレマークモデル

図2のように、パラレルテレマークモデルは、膝関節の屈曲と伸展によるテレマークパラレルターン・モデルである。足関節は固定し、蝶番を足底側とスキーの表面側に取り付けた。そして、直立姿勢から、左膝関節の屈曲と右膝関節の伸展あるいは右膝関節の屈曲と左膝関節の伸展により、両スキーがパラレルを保ったまま、膝関節を屈曲した側にヒールフリーが生じ、膝関節を屈曲した側のス

キーが後方に移動して左右のスキーに前後差が生じた。さらに膝関節を屈曲した側にモデルとスキーの系全体が傾き、スキーは平行のまま両スキーのターン内エッジが角付けされた。ここで有効サイドカーブが生じるスキーを用いると、テレマーカーが行っているようなテレマーク姿勢で平行によるテレマークターンを再現することができた。



図2 平行テレマークモデル

(清水史郎・長谷川健二・野尻奈央子 (2010) テレマークスキーロボットの開発－膝関節の屈曲と伸展による平行ターン・モデル－. スキー研究. 7(1):17-22.)

2本スキーについては、プルークではターン外スキーは船に、内スキーが舵の役割を果たしてターンしていると考えられる。また平行では、スキーの前部が船に後部が舵の役割を果たしてターンが行われていると考えられた。

(2) 3本スキー

図3のように、3本スキーによる連続ターンができる3本スキーモデルを開発し、斜面上を滑らせた。3本スキーモデルでは、前方の両スキーと後方の1本スキーに迎え角(舵角)を与えるとターンした。3本スキーモデルのターン方向は、船の舵を切った回頭する方向と一致していた。

また図4のような3輪車モデルを開発した。前側の2輪に対して、後輪に右側に舵角を与えて斜面上を転がすと右旋回した。これは船において右転舵により船首が右に回頭するのと同様であった。つまり3輪車モデルの後輪を右側に舵角をとれば右旋回し左側に舵角をとれば左旋回するのと同様であった。



図3 3本スキーモデル



図4 3輪車モデル

さらに図5のように、4輪車をプルーク状態から片側の前輪を持ち上げ、プルークトップリフト状態で斜面を転がすと、必ず前輪を持ち上げた方向に旋回することが確認された。このことはスキーでプルーク状態を保ってトップリフトをすると必ずトップリフトをした側にターンすることと類似していた。

これらは、トップリフトをした側の後輪が船における舵の役割を果たし、旋回したと考えられる。

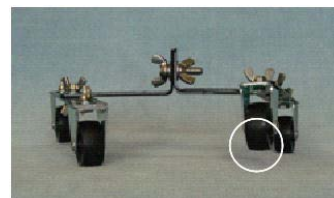


図5 4輪車トップリフトモデル

(清水史郎・長谷川健二・野尻奈央子 (2010) 3本スキーモデル, 3輪車モデルと4輪車プルークトップリフトの類似性. 日本スキー学会誌. 20(1):125-132.)

(3) 4本スキー

図6のような連続ターンができる4本スキーモデルを開発した。4本スキーモデルにおいて、前方の両スキーと後方の両スキーを逆位相にすると、横ずれの少ない連続ターンが生じた。またターンの様子は、自動車の4輪操舵の旋回(内輪差が生じない)に類似していた。また4本スキーモデルのように有効サイドカーブの曲線が途切れていても、前後の2本のスキー(線分)を通る曲線に近似したターンが観察された。4本スキーモデルに

において、前方の両スキーに舵角を与えても、後方の両スキーに舵角を与えても、連続の横ずれターンが可能であった。そして4本スキーのターン旋回方向は、船の舵を切った際の旋回方向と一致していた。

(清水史郎・長谷川健二(2009) 4本スキーモデルと4輪車モデルの類似性. 日本スキー学会誌. 19(1):79-84.)



図6 4本スキーモデル

図7のような4輪モデルを開発した。前輪を左側回転させ(ハンドルを切り)、同時に後輪を逆位相になるように右側に回転させて舵角を与えた。4輪車モデルの旋回は前輪が通ったところを後輪が通過しており、内輪差が生じていない。これは、カービングスキー(凹状スキー)の左側のエッジを角付け、あるいは凸状スキーの右側のエッジを角付けると、左側にカービングターンが生じ、スキーの前部、中央部、後部が同じ軌道上を通過することと類似していた。



図7 4輪車モデル

以上のように、スキーの本数には関係なく、全てのターンモデルにおいてスキーのターン方向は、船が舵を切った際の旋回(回頭)方向と一致していた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

- ① 清水史郎・長谷川健二・野尻奈央子(2010) テレマークスキーロボットの開発-膝関節の屈曲と伸展によるパラレルターン・モデル。査読有り, スキー研究.

7(1):17-22.

- ② 清水史郎・長谷川健二・野尻奈央子(2010) 3本スキーモデル, 3輪車モデルと4輪車プルークトップリフトの類似性. 査読無し, 日本スキー学会誌. 20(1):125-132.
- ③ 清水史郎・長谷川健二(2009) 4本スキーモデルと4輪車モデルの類似性. 査読無し, 日本スキー学会誌. 19(1):79-84.
- ④ 清水史郎・長谷川健二(2009) テレマークスキーロボットの開発-股関節の屈曲と伸展および股関節の内旋によるプルークターンモデル. 査読有り, スキー研究. 6(1):9-14.

[学会発表] (計3件)

- ① 清水史郎・土岐仁・長谷川健二・野尻奈央(2011) 受動型横ずれターンモデルの開発-股関節の外転・内転と股関節の内旋による複合モデル。日本スキー学会第21回大会. 34-35.
2011年2月12日、新潟県
- ② 清水史郎・長谷川健二・野尻奈央(2010) 3本スキーモデルと3輪車モデルの類似性. 日本スキー学会 第20回大会.
30-31.
2010年3月28日、北海道
- ③ 清水史郎・長谷川健二(2009) 4本スキーのターンと自動車の旋回. 日本スキー学会 第19回大会. 26-27.
2009年3月30日、福島県

[その他]

ホームページ等

<http://edu00.f-edu.u-fukui.ac.jp/~shimizu/top1.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

清水 史郎 (Shimizu Shiro)
福井大学・教育地域科学・教授
研究者番号: 30020134