

Model Experiment System for Ski Motion Using an Automatic Skiing Robot

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Yoneyama, Takeshi メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00034777

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



自律滑走ロボットを用いた スキー動作のモデル実験システム

課題番号 13650274

平成 13 年度～平成 15 年度科学研究費補助金（基盤研究（C）（2））研究成果報告書

平成 16 年 4 月

研究代表者
金沢大学工学部 米山 猛



金沢大学附属図書館



0400-05004-8

はしがき

本研究は、人間と同様な関節機構と動作特性を持つロボットを用いて、人間のスキー運動のモデル実験を行うシステムを構築したものである。人間の動作機構と同じ動作機構を両脚に有するロボットを製作し、各関節動作の組合せと動作波形を変化させて、それぞれの動作パターンとターン運動との関係について明らかにした。

研究組織

研究代表者 : 米山 猛 (金沢大学工学部人間・機械工学科)

研究分担者 : 香川 博之 (金沢大学工学部人間・機械工学科)

交付決定額 (配分額)

(金額単位:千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 13 年度	1,700	0	1,700
平成 14 年度	1,200	0	1,200
平成 15 年度	500	0	500
総計	3,400	0	3,400

研究発表

(1) 学会誌等

Sports Engineering などに投稿予定

(2) 口頭発表

- T.Yoneyama,H.Kagawa and N.Funahashi, Study on the effective turn motion using a ski robot, The Engineering of Sport 4, 463-469, 2002 年 9 月
- T.Yoneyama, H.Kagawa and N.Scott, Ski robot system for the study of effective turn motions, The Engineering of Sport 5, 頁未定, 2004 年 9 月発表予定
- N.Scott, T.Yoneyama and H.Kagawa, Measurement of Joint Motion and Acting Forces on a Top Athlete Skiing, The Engineering of Sport5, 頁未定, 2004 年 9 月発表予定

研究成果による工業所有権の出願・取得状況

- スキーロボットの構成, 米山猛, 金沢大学, 特許, 特願2004-12423, 出願日平成16年1月20日
- スキーロボットおよびその制御方法, 米山猛, 金沢大学, 特許, 特願2004-69821, 出願日 平成16年3月11日

1. 本研究の目的

本研究の目的は、人間と同様な関節機構と動作特性を持つロボットを用いて、人間のスキー運動のモデル実験を行うシステムを構築することである。スキーダンを行なう人間の基本動作は股関節の内外転、回旋および屈曲・伸展、そして膝関節の屈曲・伸展である。これら人間の動作機構と同じ動作機構を両脚に有するロボットを製作し、このロボットを用いて滑走実験を行う。各動作の組合せと動作波形を変化させて、それぞれの動作パターンとターン運動との関係について明らかにする。この実験を通じてロボットを用いたモデル実験によって、人間動作の分析・解明ができるることを明らかにする。

2. 人間の動作と同じ動作ができるスキーロボットの製作

股関節の内転外転動作、回旋動作と上下運動（股関節と膝関節の屈曲・伸展）の三つの動作を両脚で独立して行えるスキーロボットを製作した。これらを駆動するモータはすべてマイコンプログラムにより駆動される。脚とスキー板との間に3分力センサを取り付け、ターン中の作用力を検出する。スキーロボットの概略図を図1に、外観を図2に示す。高さは約500mm、質量は約3kgである。

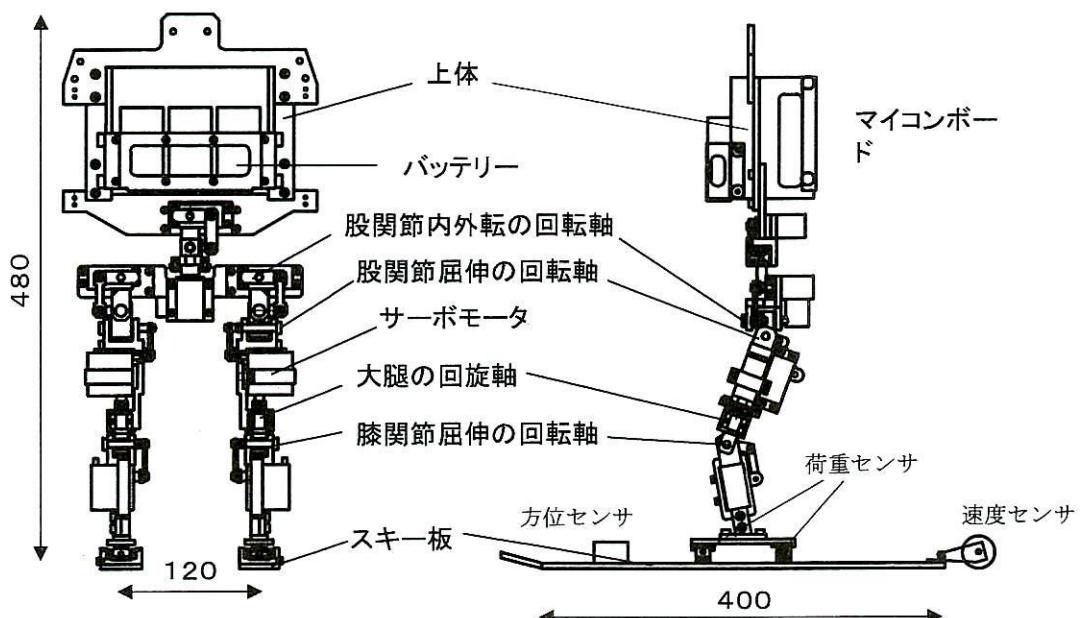


図1 スキーロボットの構造

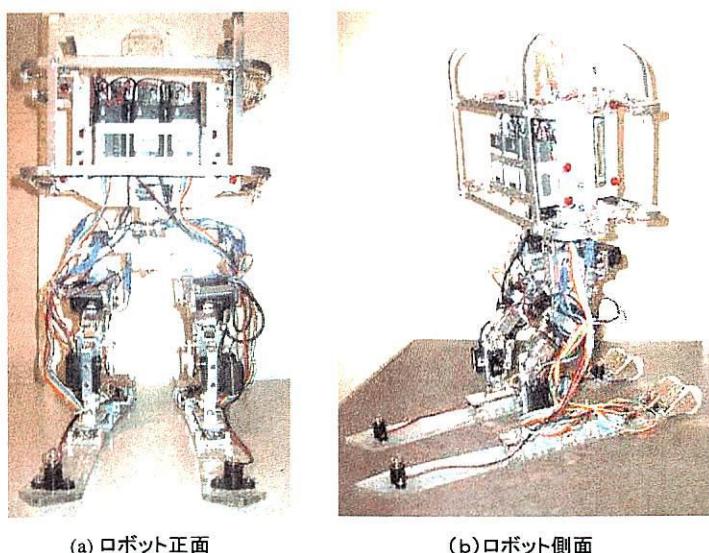


図2 スキーロボット外観

ロボットの足には図3のように前部と後部に荷重を検出するロードセルが足とスキー板との間に挿入してある。スキーの後部には、図4のように速度センサがついている。これはホイールとエンコーダからなっており、滑走時にホイールが回転してパルス信号を発生する。単位時間あたりのパルス数をカウントすれば滑走速度を求めることができる。

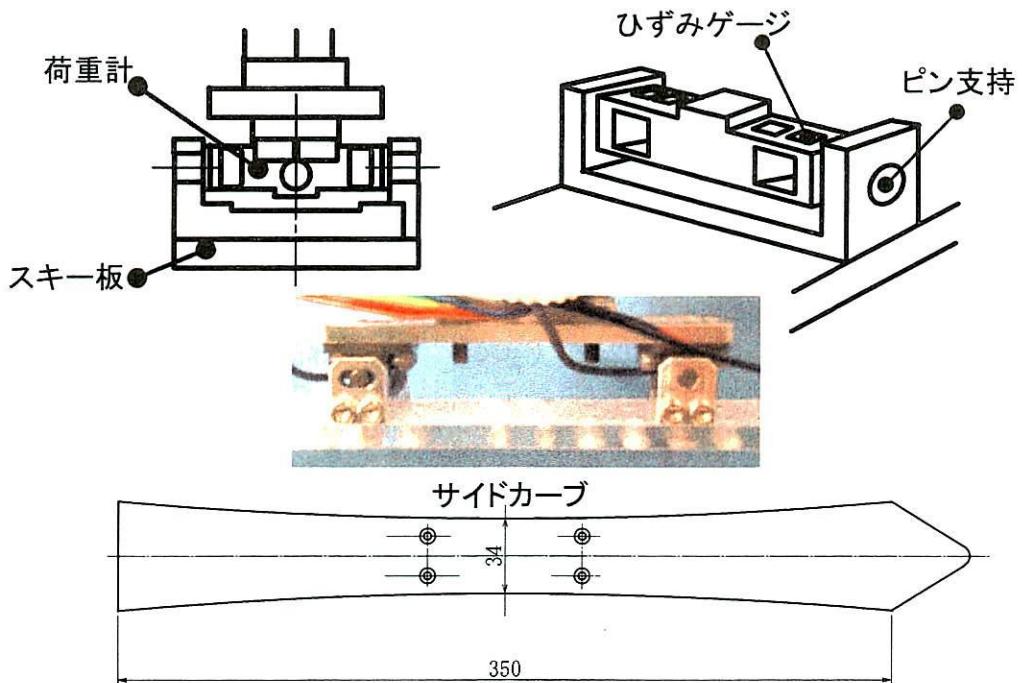


図3 スキー板とロードセル

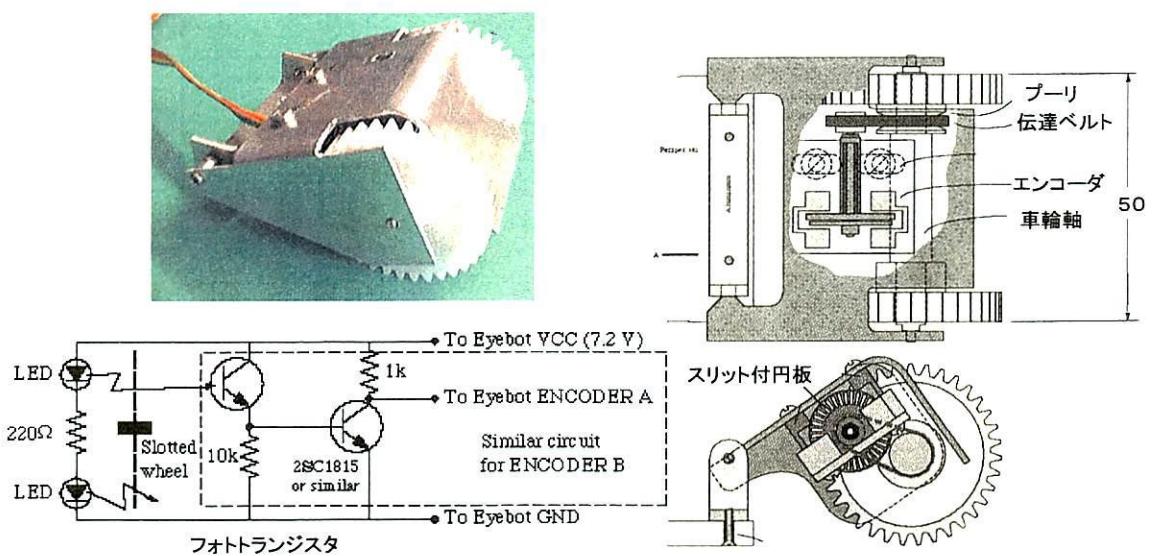


図4 速度計

スキー ロボットの制御システムを図5に示す。モータに信号を送る頭脳の役割をするのが、マイコンボードで、西オーストラリア大学のブラウンル教授らが開発した Eyebot というマイコン

ポートを使っている。これは、モトローラ社の 32bit マイクロコントローラ (CPU) にロボット制御に必要な A/D 変換チップやモータコントローラ、赤外線センサ入力チップ、さらにカメラ入力端子などセンサからの入力やモータをコントロールするユニットをまとめてボードに配置し、液晶画面と操作ボタンのユニットを構成したものである。RoBIOS というオペレーションシステムを採用し、それらの関数を用いることで C 言語によって簡単に制御することができる。ユーザはプログラムをパソコン等で作り、そのプログラムを Eyebot にダウンロードして実行する。Eyebot はプログラムの開始時に、キー板についていたランプを点灯させ、プログラムの指示にしたがってロボットに取り付けられた 10 個のサーボモータを駆動する信号を発する。

速度センサや荷重センサのデータは、Eyebot に接続された AVR というマイクロコントローラを用いたデータ収集・処理・転送ボード（これを AVR ボードと呼ぶ）でデータ収集・処理してから Eyebot に送り込んでいる。荷重については、ロードセルのひずみゲージからのアナログ信号を増幅する回路を通して AVR ボードで A/D 変換する。速度計から送られるパルス信号も AVR ボードでカウントしてから Eyebot に送っている。

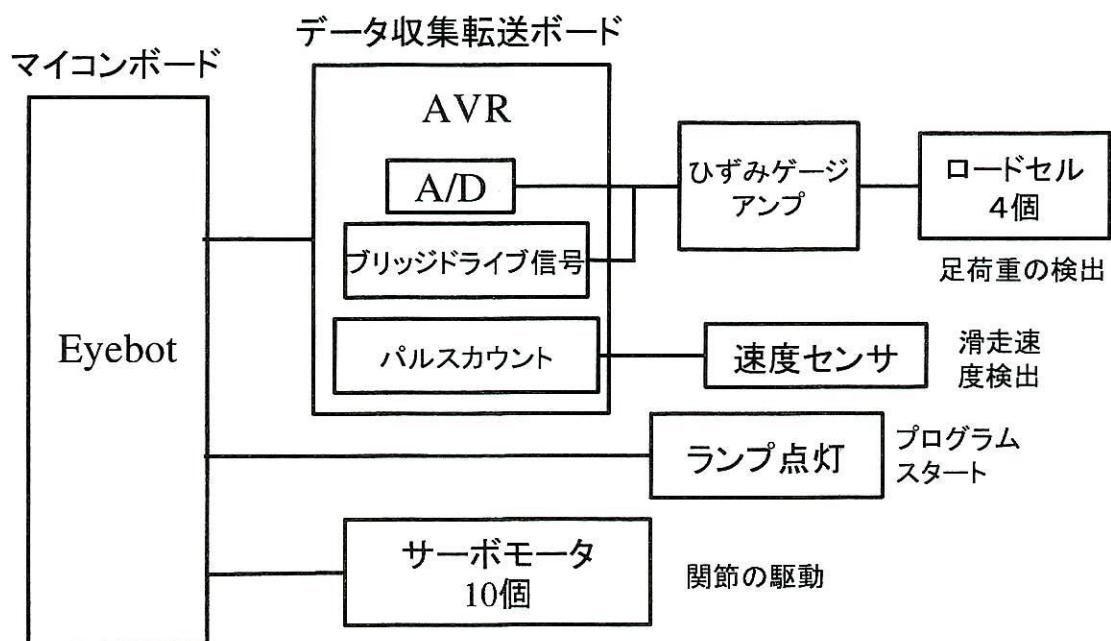


図5 スキーロボットの制御システム

スキーロボットによるモデル実験を行うため、図6のような滑走台を製作した。滑走面として、人工芝を採用し、斜度 15 度～20 度、滑走距離 10m とした。

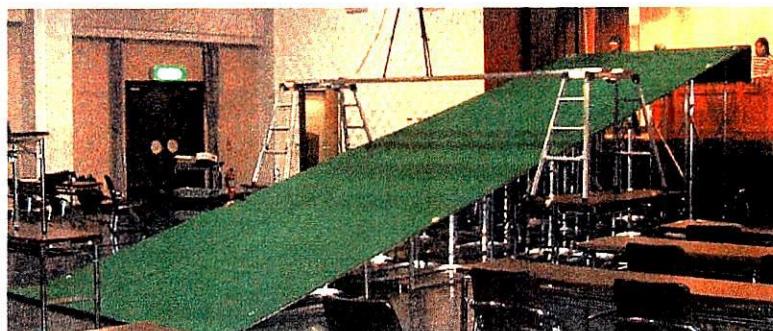


図6 スキーロボット滑走台

3. ロボット実験に関する基礎条件

スキーロボットの滑走台上での滑走に関する諸条件について調べた。

(1) 摩擦係数

スキーロボットを直滑降させて速度増加を計測し、滑走面（人工芝）との摩擦係数を求めたところ、約 0.26 であった。

(2) スキー板のサイドカーブの影響

ロボットに同じ動作を与え、スキー板のサイドカーブ半径を変化させたときのターン半径の違いを図 7 に示す。サイドカーブ半径が小さいほどターン半径が小さくなることが確認された。

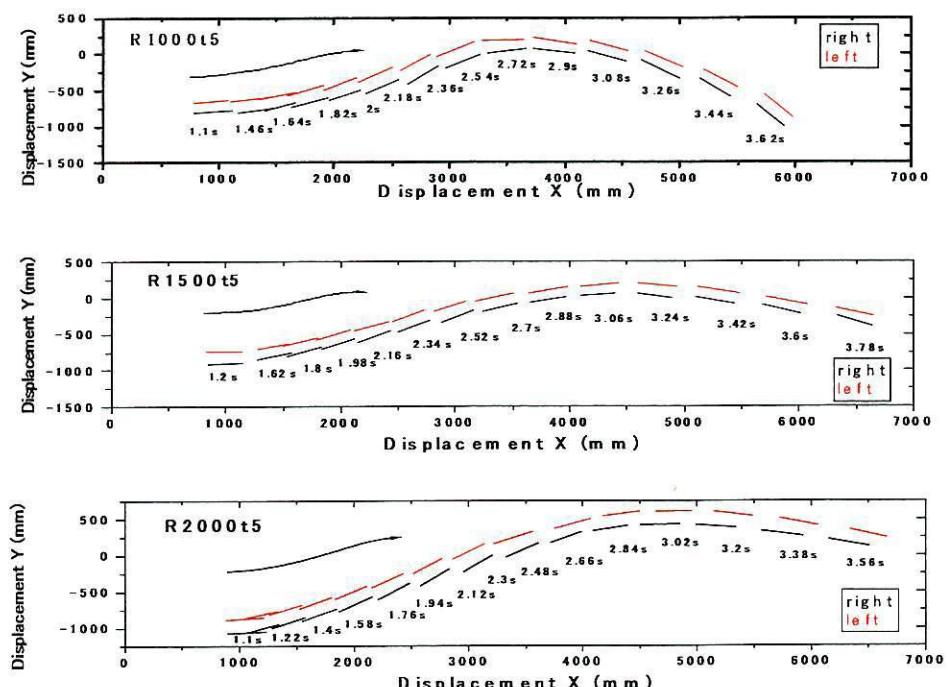


図 7 サイドカーブ半径がターン半径に与える影響

(3) 脚位置の影響

ロボットの脚をスキー板上で前後にずらした場合の直滑降速度の違いを図 8 に示す。脚位置を板の後方にずらした方が速度が増加していることがわかる。

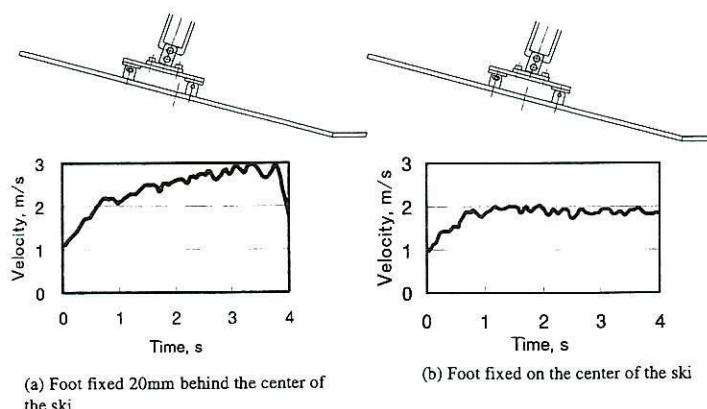


図 8 脚位置が滑走速度に与える影響

4. トップスキーヤーの動作と作用力の測定

元オリンピックスキーヤー(平沢岳氏)のターン動作と作用力についての測定を行った。関節動作の測定に市販のシェーピングテープを用い、荷重の測定として、ビンディングプレート内に自作のロードセルを組み込んで測定を行った。測定装置を取り付けた状況と滑走の様子を図9に示す。



(a)測定装置



(b) 滑走中の測定

図9 スキーヤーの動作と作用力の測定

トップスキーヤーの動作には、屈曲・伸展動作と回旋動作の組み合わせに特徴があった。ロングターンにおける右足の動作を図10に示す。

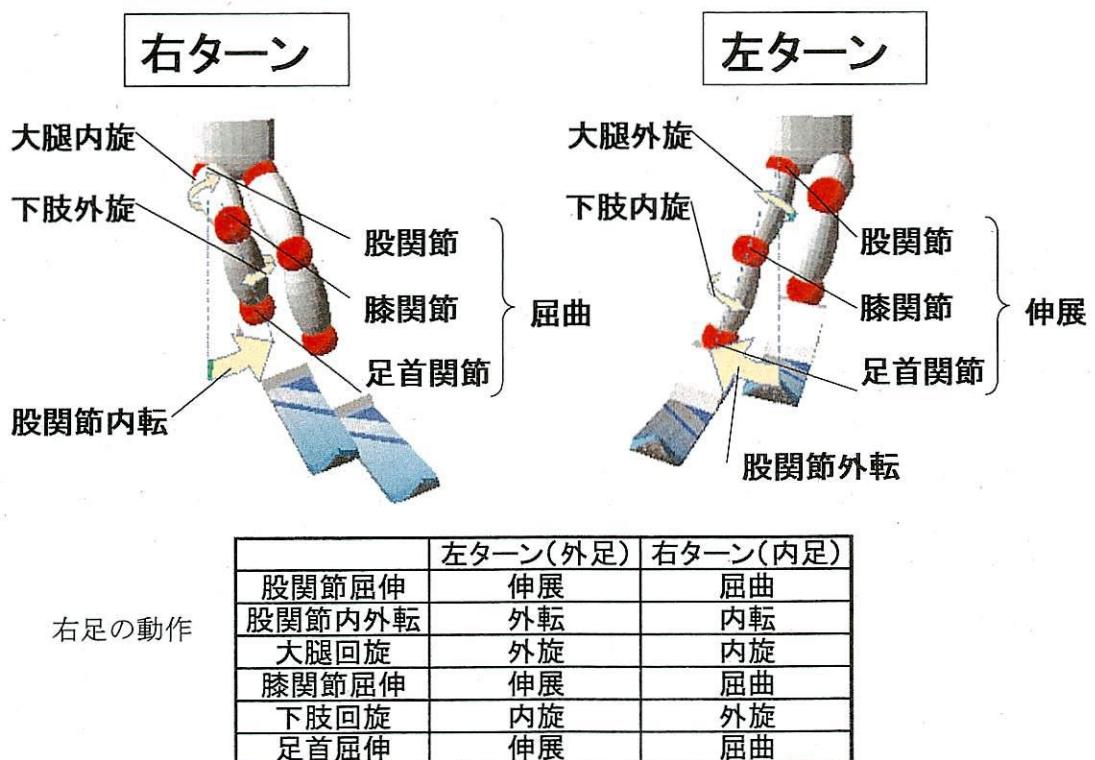


図10 トップスキーヤーのロングターン時の動作

5. 基本動作パターンとロボットのターン

典型的な動作パターンとロボットのターンとの関係について調べた。ターンを行う動作には、図11に示すように3要素ある。

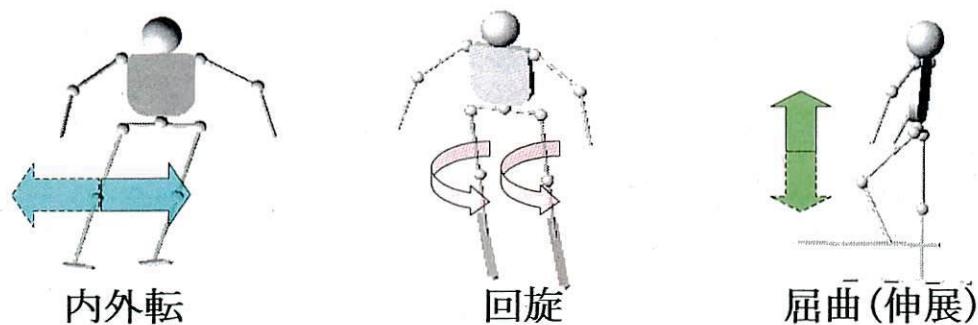


図11 ターン動作の3要素

内外転動作によるターンについて、動作波形、作用荷重、ターン軌跡、滑走速度の測定結果を図12に示す。関節角度の反転とともにターン方向の反転が起こっていることがわかる。左右の足荷重が反転する時点はターン方向の切り替えし時点よりも遅れており、ターン前半では、谷側にある内足側により大きな荷重がはたらいていることがわかる。

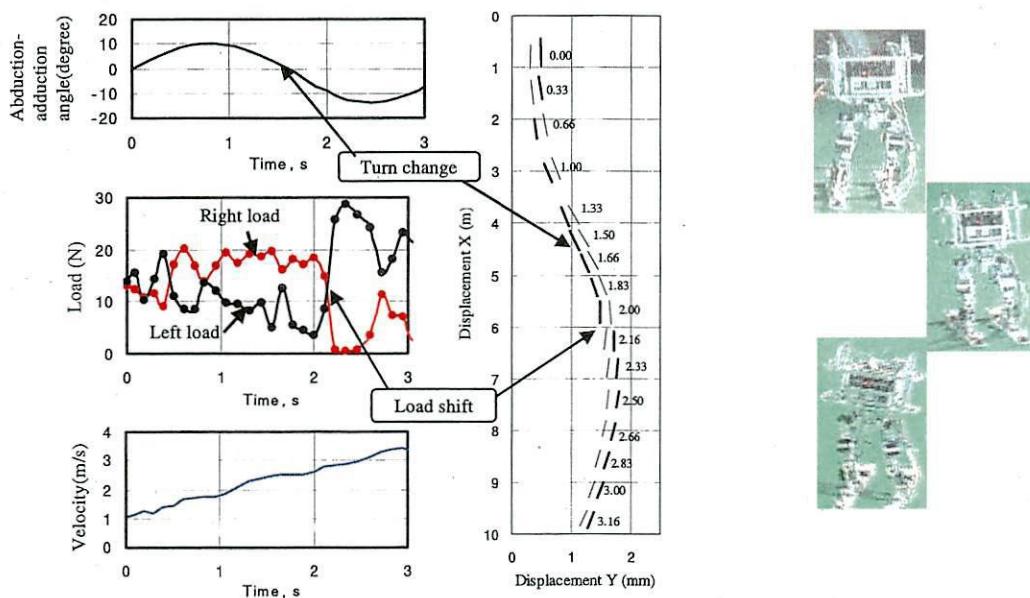


図12 内外転動作によるターン

屈曲伸展動作によるターンの結果を図13に示す。関節角の反転とターン反転とのタイミングは一致している。荷重は比較的左右で差が小さく、屈曲差による動作がより重心移動の効果が大きいためではないかと考えられる。

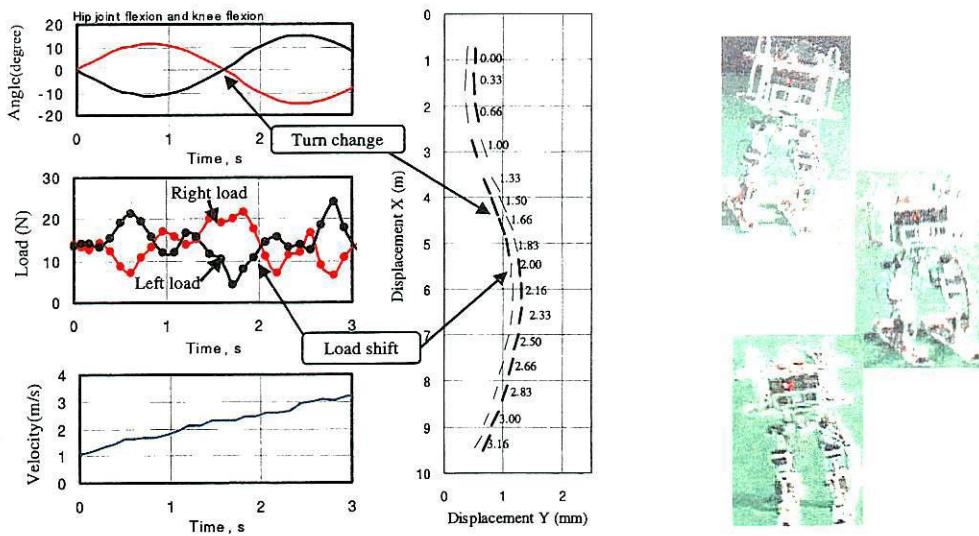


図 13 屈曲伸展動作によるターン

回旋動作によるターンの結果を図14に示す。ターン軌道の幅が小さく、十分にターンを起こすことが困難であった。

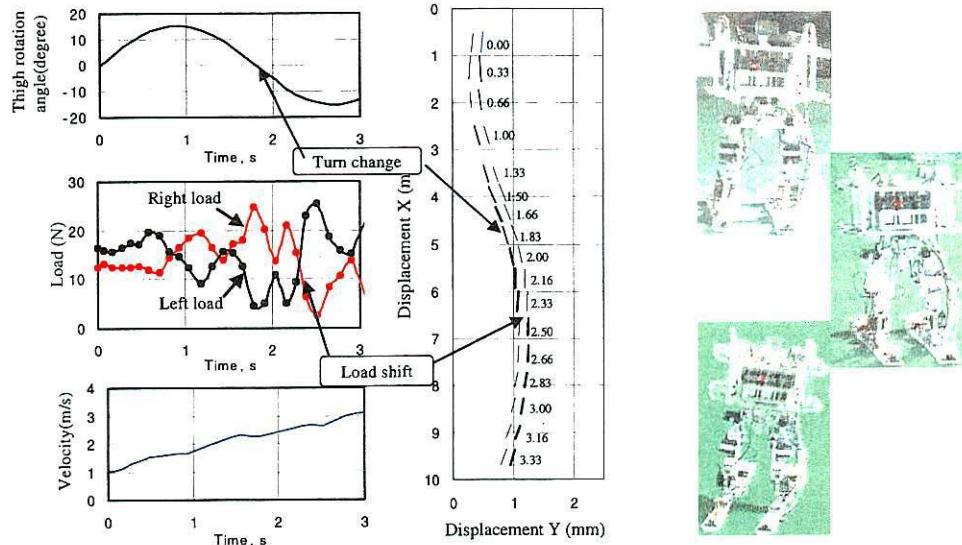


図 14 回旋動作によるターン

6. トップスキーヤーの動作を模擬した動作とターン

トップスキーヤーの動作測定結果をもとに、屈曲伸展動作と回旋動作を組み合わせた動作をロボットに行わせた結果を図15に示す。このターン動作が最もターンがシャープであった。

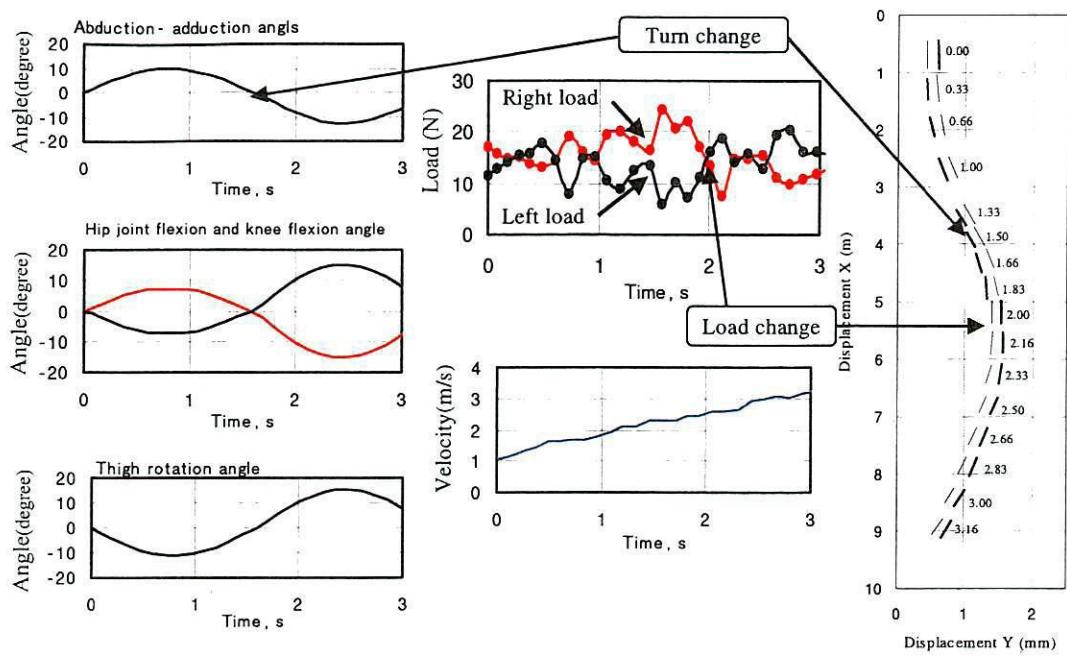


図 15 トップスキーヤーを模範とした動作によるターン

7. 結言

人間動作と同様な動作を行うロボットを製作して、動作パターンとターンとの関係について分析した。トップスキーヤーの動作を計測し、それを参考とした動作プログラムを作成して、ロボットに与えることにより、シャープなターン動作を行わせることができた。今後はさらにこのような動作が効果を持つしくみについて分析を進めたい。自律滑走システムのためのセンサとして、足首前後の荷重計、速度センサ、方位センサなどを製作してロボットに取り付けた。これらのセンサからの信号を用いて、目標の動作を確実に実行させるプログラムの開発をさらに進めたい。

以下に下記の国際会議で発表した論文を掲載する。

- ・ T.Yoneyama,H.Kagawa and N.Funahashi, Study on the effective turn motion using a ski robot, The Engineering of Sport 4, 463-469, 2002 年 9 月
- ・ T.Yoneyama, H.Kagawa and N.Scott, Ski robot system for the study of effective turn motions, The Engineering of Sport 5, 頁未定, 2004 年 9 月 発表予定
- ・ N. Scott, T. Yoneyama and H. Kagawa, Measurement of Joint Motion and Acting Forces on a Top Athlete Skiing, The Engineering of Sport5, 頁未定, 2004年9月 発表予定