

クラウチングスタートにおける メディシンボール投げトレーニングの有効性

泉水 朝宏・丸山 瀬奈・有光 琢磨

要旨

本研究は、スターティングブロックを用いたスタート姿勢による前方方向への重心移動に着目しメディシンボール投げトレーニングの有効性を検討することを目的とした。大学女子陸上競技選手4名を対象とし、30m走およびメディシンボール投げを実施し、2次元DLT法を用いて動作分析を実施した。その結果、30m走およびメディシンボール投げの記録において、身体重心速度および身体重心移動距離に有意な差は認められなかった。しかし、身体傾斜角度の変位について負の傾向が見られたことから、メディシンボールが高重量に感じてしまい動作に影響を与えた可能性が示唆された。今後、メディシンボールの重量を変更して比較検討を行う必要がある。

キーワード：陸上競技，クラウチングスタート，メディシンボール投げ

1. はじめに

陸上競技の短距離走（100m～400m）およびハードル走（男子110mH, 女子100mH, 400mH）では、中学生以上がクラウチングスタートでの出発とスターティングブロックの使用が義務づけられている。選手はスターティングブロックの距離・角度を各自に合った位置に設定し、静止した状態からスターターの号砲とともにブロックを強く蹴り出し、第1歩目、第2歩目、…、徐々に加速していく。このように静止したクラウチング姿勢から疾走速度を高めるためには、下肢の大きな力発揮を必要とする。そのため、下肢のStretch-Shortening Cycle（以下、SSC）を利用した爆発的な力発揮能力を高めることが重要とされている¹⁴⁾。この

SSC能力を高めるトレーニングの1つとして、メディシンボール投げ（Medicine Ball Throw）が提唱されている⁹⁾。メディシンボール投げは、1～5kgなど任意の重さのボールを用いて、前方・後方・上方など様々な方向へ、しゃがみ込んだ状態から地面を踏み込み、全身を一気に伸び上がらせながらメディシンボールを投げることで、股関節や足関節周辺の筋群を爆発的に収縮させる筋力・パワーを鍛えることができるとして、現場に用いられているトレーニング方法である。

短距離走の加速局面では、スタートから上体を前方へ大きく傾け、地面反力の方向を前方へと傾ける前傾姿勢が必要であると報告されている^{6,8)}。Lockie et al.⁹⁾は、地面に大きな

水平力を加えるために前傾姿勢の位置調整が効果的であると述べている。さらに酒井ら¹⁰⁾は、大学男子陸上競技短距離選手を対象として疾走能力とメディシンボール投げ能力の関係を検討し、両者の間に有意な正相関が認められることを示唆した。この正相関は、0-5m 区間を除く加速局面 (30m 以前) でも、最大疾走区間 (30m 以降) でも見られることを示している。以上のことから、短距離選手において、疾走能力とメディシンボール投げの投擲能力に高い関係性があることを示すものであるが、クラウチングスタートとメディシンボール投げの関係を検討したものは多くない。

そこで本研究の目的は、スターティングブロックを用いたスタート姿勢の前方方向への重心移動に着目しメディシンボール投げを用いたトレーニングの有効性を検討することとした。

2. 対象および方法

2-1. 被験者

対象は、大学陸上競技部に所属する女子選手 4 名 (年齢 21.0±1.0 歳, 身長 159.2±5.5cm, 体重 53.5±5.5kg) とした。被験者 4 名の専門種目は短距離 3 名, ハードル 1 名であった。被験者には、事前に研究の内容や目的、測定への参加・不参加は自由意志であること、参加意思の撤回ができることを十分に説明し、了承を得たうえで行った。本研究は、八戸学院大学倫理委員会の承認 (No. 22-07) を得たうえで行われた。

2-2. 撮影方法

試技には、全天候型陸上競技場の直線走路を用いて行った。被験者に十分なウォーミングアップを行わせた後、測定試技として、スターティングブロックを用いた 30m 走およびメディシンボール投げをそれぞれ 2 回の試技を実施した。メディシンボールの重量は 3kg, 前方方向への投擲とし、予備動作 (スイング動作)

をできるだけ少なくし、約 1 秒静止した状態から投擲した。投擲飛距離の測定は、スタートラインから落下地点までの直線距離を計測した。被験者の左側方に固定したハイスピードカメラ (FDR-AX60, SONY, シャッター速度 1/1000 秒, 撮影速度 120fps) を用いて撮影した。30m 走ではスタートから 10m 区間を、メディシンボール投げでは投擲動作全体を撮影した。

2-3. 分析方法

30m 走およびメディシンボール投げをそれぞれ 2 回実施した試技から、記録の良い試技を分析試技とした。撮影した映像を PC に取り込み、動作解析ソフト (Frame-DIAS VI, Q's fix) を用いて、身体各部位 (23 点) をデジタイズし、2 次元 DLT 法を用いて身体各部位の座標値を算出し実長換算化し、Butter worth digital filter によって遮断周波数 6Hz で平滑化した¹¹⁾。得られた座標値を阿江 (1996) の身体部分慣性係数¹²⁾を用いて身体重心の座標値を求めた。なお本研究では、メディシンボール投げ時のメディシンボール重量はないものとして座標値の算出をした。

2-4. 動作の局面分け

本研究では、スタート時の後足踵がスターティングブロックから離れてから 1 歩目が接地するまでを Step 1, 1 歩目の接地から 2 歩目の接地までを Step 2 とした (図 1)。またメディシンボール投げは、後方へのスイング動作から約 1 秒停止した状態から前方へ投擲するまでの一連の動作 (Throw) とした (図 2)。

2-5. 算出項目

- 1) 身体重心速度 (m/s) [m] : 各局面の身体重心の変位を時間微分により求めた
- 2) 身体重心移動距離 [m] : 各局面の身体重心位置の進行方向における移動距離 (図 3)
- 3) 体幹傾斜角度変位 [deg] : 各局面の股関節

中心から胸骨上縁と水平面 (x 軸) とのなす角度 (図4)

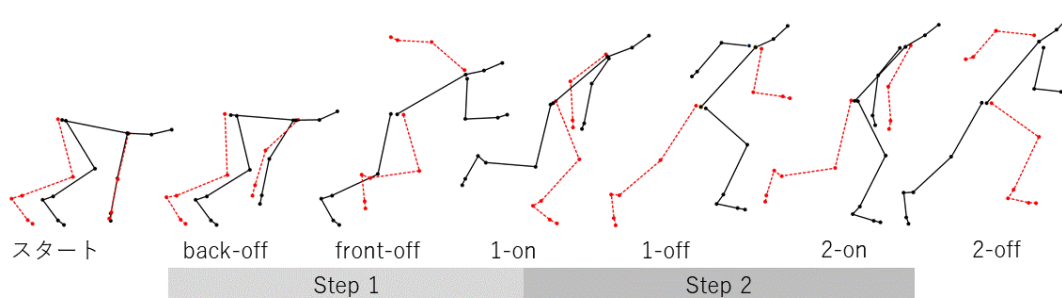


図 1 30m 走の定義

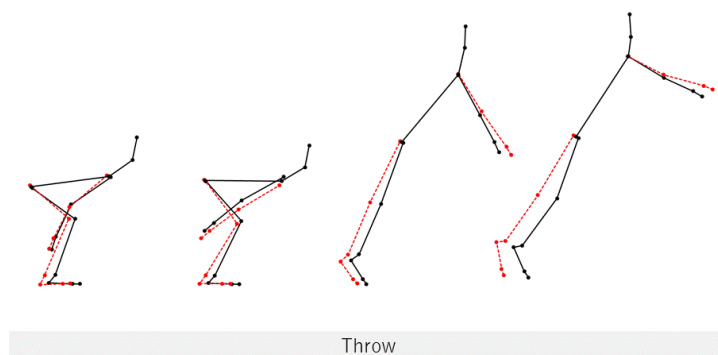


図 2 メディシンボール投げの定義

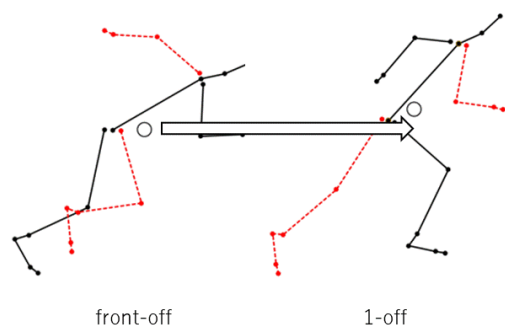


図 3 身体重心移動距離

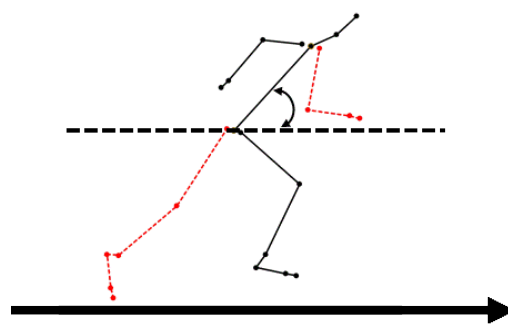


図 4 体幹傾斜角度

2-6. 統計処理

各分析項目と重心速度との関係を検討するため、Pearson の積率相関係数を用いて相関分析を行った。統計処理は Microsoft Excel (Microsoft) で行った。なお、有意水準は 5% とし、10%未満を有意傾向とした。

3. 結果

表 1 は 30m 走およびメディシンボール投げにおける結果と各局面の算出項目の最大値、最小値および平均値を示している。表 2 は 30m 走およびメディシンボール投げと各局面の算出項目との関係を示している。30m 走の記録と step 1 の身体重心速度との間において有意な正の相関関係、メディシンボール投げ体幹

傾斜角度において負の有意傾向が認められた。またメディシンボール投げの記録においては、全項目において有意・有意傾向は認められなかった。step 1 局面では、身体重心速度とメディシンボール投げ体幹傾斜角度において負の相関関係が認められ、身体重心移動距離および体幹角度では全項目において相関関係は認

められなかった。step 2 局面では、メディシンボール投げ重心速度において負の相関関係、メディシンボール投げ体幹角度において負の有意傾向が認められ、その他の項目では相関関係は認められなかった。Throw 局面では、メディシンボール投げ身体重心速度と体幹角度の間において負の相関関係が認められた。

表 1 30m 走およびメディシンボール投げの結果(表内 ; Trunk)

	Mean	S.D.	Max	Min
30m (秒)	4.66 ± 0.11		4.49	4.77
MBT (m)	9.06 ± 0.86		10.00	8.15
step 1				
speed (m/s)	3.02 ± 0.11		3.11	2.86
dis (m)	0.77 ± 0.06		0.83	0.68
trunk (deg)	36.84 ± 2.51		39.97	33.82
step 2				
speed (m/s)	3.90 ± 0.06		3.99	3.82
dis (m)	0.86 ± 0.10		0.99	0.74
trunk (deg)	44.24 ± 1.80		46.47	41.46
throw				
speed (m/s)	2.63 ± 0.17		2.86	2.47
dis (m)	0.45 ± 0.08		0.58	0.39
trunk (deg)	49.82 ± 6.16		56.51	42.40

speed : 身体重心速度、dis : 身体重心移動距離

trunk : 体幹傾斜角度

表 2 各項目間の相関係数 r

		step 1				step 2			MBT		
		MBT	speed	dis	trunk	speed	dis	trunk	speed	dis	trunk
record	30m	-0.316	0.992 **	0.452	-0.310	-0.629	0.795	-0.831	0.800	0.387	-0.906 *
	MBT		-0.341	0.499	-0.187	0.686	-0.070	-0.091	-0.167	-0.747	-0.033
step 1	speed			0.499	-0.190	-0.569	0.853	-0.764	0.862	0.481	-0.921 *
	dis				0.181	0.402	0.823	-0.388	0.767	0.104	-0.786
step 2	trunk					0.568	0.216	0.742	0.261	0.660	0.150
	speed						-0.066	0.573	-0.111	-0.205	0.248
MBT	dis							-0.493	0.995 **	0.554	-0.932 *
	trunk								-0.453	0.190	0.772
MBT	speed									0.633	-0.907 *
	dis										-0.295

speed : 身体重心速度、dis : 身体重心移動距離、trunk : 体幹傾斜角度

* : p<0.1 ** : p<0.05

4. 考察

本研究では、スターティングブロックを用いたスタート姿勢の前方方向への重心移動に

着目しメディシンボール投げを用いたトレーニングの有効性を検討することであった。

30m 走の結果を見ると、各局面の身体重心

速度では Step 1 との間で有意な相関が見られた。身体重心移動距離では Step 1 と Step 2 となるにつれて移動距離が大きくなる傾向を示したが、有意差は認められなかった。体幹傾斜角度ではメディシンボール投げとの間において負の有意な傾向を示したことから、上体角度が大きくなり過ぎると 30m 走にはマイナス要素となることが示唆された。

酒井ら¹⁰⁾はメディシンボール投げと疾走能力について検討した結果、メディシンボール投げ投擲能力と加速区間および最大疾走区間において有意な相関があったと報告している。しかし、加速区間の 0-5m においては相関関係が認められなかったことも同時に報告している。この区間は本研究における Step 1 および Step 2 とほぼ同等の区間になり、先行研究と同様の結果になったと考えられる。図 5 は、各局面の身体重心速度の変化を示したものである。被験者ごとに各局面で要した時間を 100%として規格化し、平均値を算出した。ほぼ静止状態から動作を開始する Step 1 および Throw の 2 局面において、60-80%にかけて一気に加速するという類似した動態を示している。Baumann¹³⁾は、短距離走のスタートにおいて、良いスタートは水平方向への力発揮によって特徴づけられるとしている。また篠原ら¹⁴⁾は、スターティングブロックを用いた場合と用いなかった場合のクラウチングスタートを比較した結果、身体重心の水平速度においてブロック使用時は前足がスターティングブロックから離れたブロッククリアランス時（本研究の“front-off”）に有意な差が認められ、1 歩目および 2 歩目の離地時には認められなかったことを報告している。また力積成分においても、水平成分が大きく、鉛直成分が小さかったことも報告している。このことから、短時間でスターティングブロックへ水平方向の力発揮することで、身体重心を水平方向へ加速することが可能になると考えられる。しかし、本研究では各局面の身

体重心速度間において、有意な関係は認められなかった。これは本研究の 30m 走とメディシンボール投げの比較局面が、限りなく短時間であり動作量が小さいことが影響していると考えられる。また本研究では被験者数が 4 名と少ないことから、得られた結果の信頼性が十分とは言い難いため、今後は被験者数を増やしての検証が必要であるといえる。

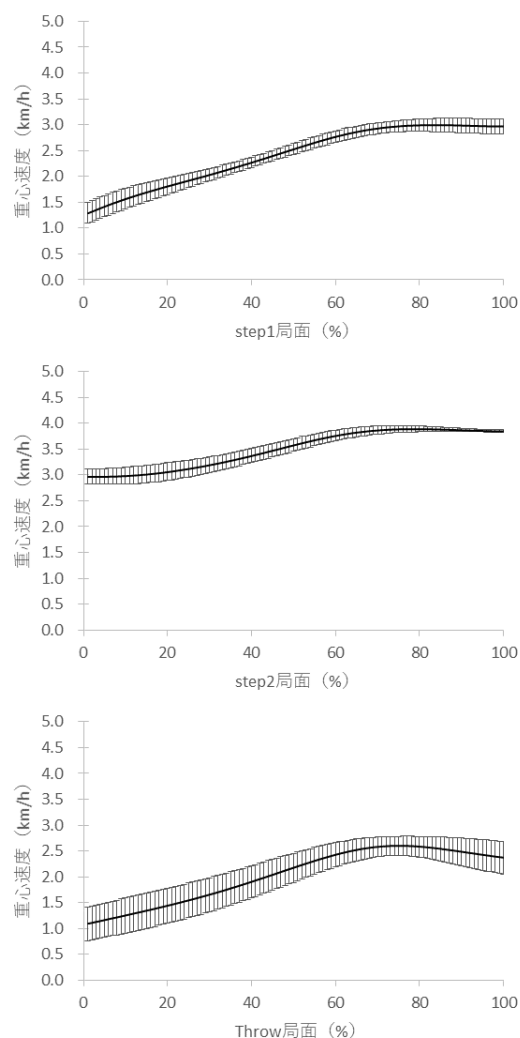


図 5 動作中の身体重心速度の変化

図 6 は、各局面の 100%規格化した身体傾斜角度の変位を示している。Step 1 および Throw 局面において、40-60%にかけて体幹が一気に起き上がるような傾向がみられた。

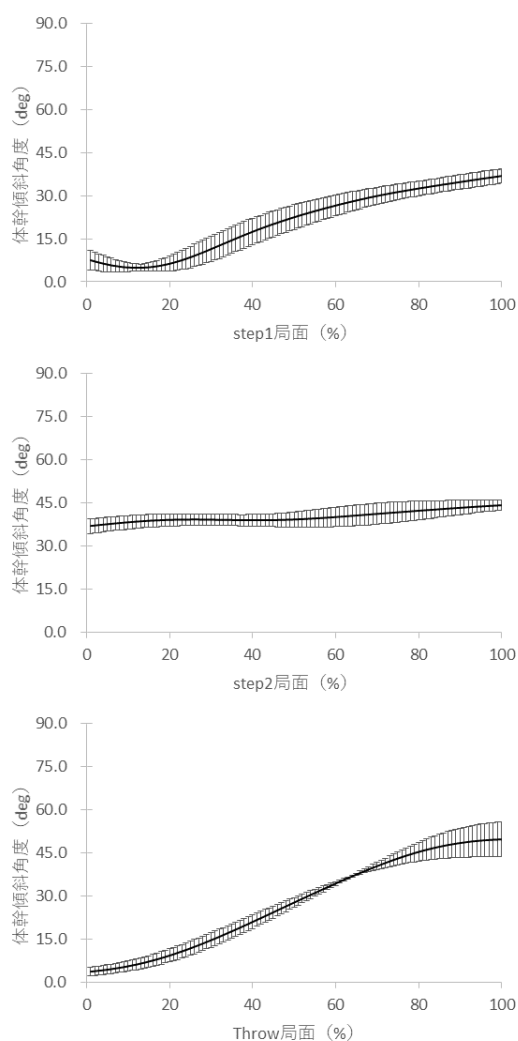


図 6 動作中の身体傾斜角度の変位

また図 7 は、動作中の各動作点の身体傾斜角度を示している。30m 走では Step 1 から Step 2 局面にかけて各動作点において、緩やかに上体を起こしていくが、Throw 局面では一気に上体を起こすことでメディシンボールを加速させていると考えられる。土江¹⁵⁾は、加速区間では前傾姿勢による地面に対する力発揮が疾走速度の獲得へ重要な要素であると報告している。スターティングブロックを用いたクラウチングスタートやメディシンボール投げの投擲動作は、体幹と下肢関節を屈曲させ、前傾姿勢から体幹や下肢関節を伸展させることで身体重心を前方方向へ移動させる。この体幹や下肢関節の力発揮動作は、加速区間で

の前傾姿勢を維持する姿勢と類似している。本研究では、メディシンボール投げの身体傾斜角度が 30m 走の記録、Step 1 の身体重心速度、Step 2 の身体重心移動距離、メディシンボール投げの記録において、負の傾向を示した。このことから Throw 局面の身体傾斜角度の変位が大きすぎることで、身体重心速度を抑制する要因になってしまっていたと考えられる。

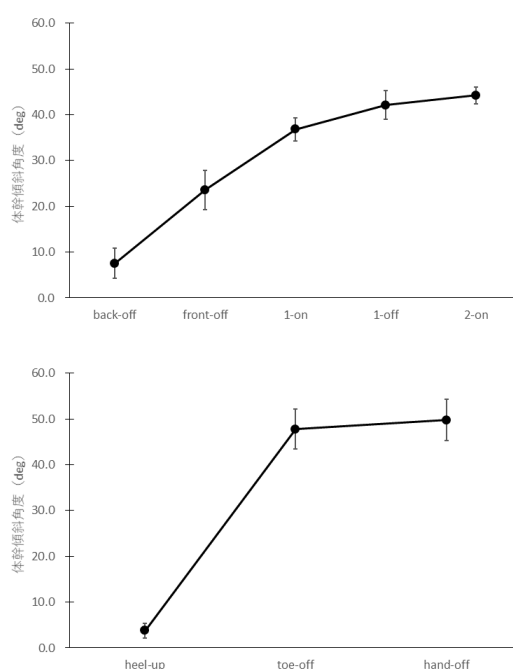


図 7 各動作点の身体傾斜角度

Dintiman et al.⁵⁾は、疾走速度の改善に有効なメディシンボールトレーニングとして、選手の体重の 1-2%と 5-6%の重量のメディシンボールを交互に用いることが有効であると報告している。本研究の被験者では、体重の平均値が $53.5 \pm 5.5\text{kg}$ であり、その 1-2%の重量は 1kg 前後、5-6%重量では 2.5 から 3kg 前後となる。本研究では、30m 走の結果や身体重心速度とメディシンボール投げの記録について有意な結果は認められなかった。測定時に 5-6%重量となる 3kg のメディシンボールを用いて測定を行ったため、高重量と感じてしまった可能

性が考えられる。したがって、今後の検討課題として、1-2%重量となる 1kg でのメディシンボール投げ動作との比較検証を行っていく必要があるといえる。

5. まとめ

本研究は、スターティングブロックを用いたスタート姿勢の前方方向への重心移動に着目しメディシンボール投げを用いたトレーニングの有効性を検討した。30m 走とメディシンボール投げにおいて、有意な差を認めることができなかったが、Step 1 局面と Throw 局面の身体重心速度において類似した動態を示していることから、スターティングブロックの水平方向に対する力発揮はできている可能性が考えられる。しかし、メディシンボール投げにおいて身体傾斜角度の急激な上昇がみられることから、メディシンボールが高重量に感じてしまい水平方向への力発揮よりも、上体を起こす動作へ影響を与えてしまったことが考えられる。今後、メディシンボールの重量を変更しての比較検討が必要である。

6. 謝辞

本研究を実施するにあたり、ご協力いただきました学生の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

1. Armstrong DF. Power training : The key to athletic success. The Journal of Strength & Conditioning Research 15:7-11, 1993.
2. 冏子浩二. SSC 理論を応用したトレーニングの可能性 (特集実践的トレーニング科学に向けての提言). トレーニング科学 12 : 69-84, 2000.
3. 池端宏昭, 松枝千尋, 川上雅之. 爆発的パワー発揮のメカニズムを探る : RDJ 時の下腿三頭筋の筋腱複合体に着目して. 体力科学 57 (4) : 525, 2008.
4. 岩竹淳, 川原繁樹, 北田耕司, 冏子浩二. 伸長一短縮サイクル理論を応用したプライオメトリックスが疾走能力に与える効果一疾走能力と各種のジャンプ力および脚筋力との構造関係に着目して一. 財団法人上月 スポーツ・教育財団スポーツ研究助成事業報告書 6-19, 2009.
5. Dintiman G, Tellez T, Ward DW. Sports Speed:#1 Program for Athletes. Human Kinetics Publishers 111-112, 1997.
6. Kugler F, Janshen L. Body position determines propulsive forces in accelerated running. Journal of Biomechanics 43 (2) : 343-348, 2010
7. Mero A, Komi PV, Gregor R. Biomechanics of Sprint Running : A Review. Sports Medicine 13 (6) : 376-392, 1992
8. Morin JB, Edouard P, Samozino P. Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. Medicine and Science in Sports and Exercise 43 (9) : 1680-1688, 2001.
9. Lockie RG, Murphy AJ, Spinks CD. Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field sport athletics. The Journal of Strength & Conditioning Research 17 : 760-767, 2003
10. 酒井一樹, 吉本隆哉, 山本正嘉. 陸上競技短距離選手における疾走速度, ストライドおよびピッチと, メディシンボール投げ能力の関係,
11. Winter DA (著), 長野明紀, 吉岡伸輔 (訳). バイオメカニクスー人体運動の力学と制御ー, 65-76, 有限会社ラウンドフラット, 2011.
12. 阿江通良. 日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数, J Sports Sci, 15 (3) : 155-162, 1996.
13. Baumann W. Kinematic and dynamic characteristics of the sprint start. In :

Komi, P. V. (Ed.), *Biomechanics V-B*. University Park Press : Baltimore, MD : pp194—199, 1976.

14. 篠原康男, 前田正登. クラウチングスタートにおけるスターティングブロックの役割に関する研究, *スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス講演論文集*, 2013

執筆者紹介 (所属)

泉水 朝宏 八戸学院大学 健康医療学部 人間健康学科 助教

丸山 瀬奈 八戸学院大学 健康医療学部 人間健康学科

有光 琢磨 八戸学院大学 健康医療学部 人間健康学科 講師