

資 料

中高年齢者における 20m シャトルランテストと 6 分間歩行テストのテスト特性：
テストを有効利用するための提案**Test characteristics of 20-m shuttle run test and 6-minute walk test in middle-aged and elderly people: Suggestion for effective use of these tests**鈴木 宏哉¹⁾・高橋 信二¹⁾Koya SUZUKI¹⁾ and Shinji TAKAHASHI¹⁾**Abstract**

Purpose: To suggest effective use of 20-m shuttle run test (20-m Shuttle Run) and 6-minute walk test (6-min Walk) based on evidences of relations between age and each test, relations between both tests, and relations of each test and other physical fitness tests in middle-aged and elderly people. **Methods:** The subjects were 40 women aged 39-76. All subjects belonged to an exercise class. Survey items included grip strength, sit-up, sit & reach, side step, standing long jump, 20-m Shuttle Run, 6-min Walk, standing on one leg with eyes opened, and 10-m hurdle walk (except for under 65 years old). Participation in each test was left to the judgment of the individual. **Results:** Moderate negative correlations were observed between age and 20-m Shuttle Run ($r = -0.533$), age and 6-min Walk ($r = -0.496$) among all subjects. Thus, it was suggested that 20-m Shuttle Run and 6-min Walk could be expansively applied to the subjects of over 50 years and 39 to 64 years, respectively. However, refusers of 20-m Shuttle Run test were more than 6-min Walk test. The 20-m Shuttle Run was not highly correlated with the 6-min Walk ($r = 0.355$). Nonlinear relationships were also not observed among these tests. These results revealed that it was difficult to equate these tests. Although a moderate association was observed between 20-m Shuttle Run and standing long jump ($r = 0.359$), and 20-m Shuttle Run and 10-m hurdle walk ($r = -0.586$) among elderly people. These results suggested that these tests measured different physical concepts. **Conclusion:** We need to select these tests based on understanding the test characteristics.

Key words : cardiorespiratory fitness, Japan Fitness Test, test equating, validity

[Received March 7, 2008 ; Accepted August 29, 2008]

1. はじめに

文部科学省新体力テスト（2000）には全身持久力を測定する項目として、20m シャトルランテスト（以下、20m シャトルラン）、持久走・急歩（男子：1500m、女子：1000m）、6分間歩行テスト（以下、6分間歩行）がある。65歳以上の対象者は6分間歩行を実施し、20歳以上65歳未満の対象者は20m シャトルラン（又は急歩）を実施することになっている。中高年齢者の運動教室などにおいて、体力の変化を確認するために教室開始前、教室終了後に新体力テストを用いることがある。新体力テストには大標本から求められた標準値があり、同年代の体力標準値との比較が可能であるため広く用いられている。しかし、新体力テスト実施要項（2000）に従えば、64歳の対象者が65歳になると、全身持久力の測定のため

に、20m シャトルランではなく、6分間歩行を実施することになる。このとき、65歳の対象者の全身持久力は付属の評価表から評価することができるが、個人が継続して体力づくりに励んでいる場合、縦断的变化（体力づくりの成果）を確認することができなくなってしまう。実施要項に反して20m シャトルランを実施すれば体力総合評価ができなくなる。20m シャトルランと6分間歩行の成績を一元化（等化）することができればこの問題点は解決する。

20m シャトルランの妥当性を検討した論文では、8歳から47歳を対象者において全身持久力の生理的指標との高い相関が確認されている（Leger and Gadoury, 1989; Matsuzaka et al., 2004）。また、論文ではないが、青木ほか（2000）の報告によれば、6歳から64歳までの日本人において高い相関が確認されている。新体力テ

1) 東北学院大学 教養学部 Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University

ストにおける20mシャトルランでは、8.5 km/hの速度から測定を開始し、おおよそ1分ごとに0.5 km/h増加するプロトコルにより実施される。運動所要量・運動指針の策定検討会（2006）が示した健康づくりのための運動基準では、3メッツ強度以上の運動が推奨されている。例えば、ウォーキングで3メッツ強度に相当する速度は4.0 km/hといわれている（Ainsworth et al., 2000）。普段の生活において健康づくりのためにウォーキングを行っている対象者にとって、20mシャトルランは測定開始時点から2倍以上の速度による測定となる。したがって、一般の対象者では、測定時に指示される速度が普段の生活で現れる以上の速度であるため、呼吸循環機能の優劣以前に測定中のスピードについて行けず、呼吸循環機能に対する十分な生理的負荷がかかる前にテストを終了させなければならないケースが現れる可能性がある。また、64歳未満の対象者に対しては20mシャトルランの代替項目として急歩が用意されているが、室内施設を用いることが多い運動教室の現場ではトラックを周回するような方法は現実的ではない。一方、6分間歩行では60歳から87歳の対象者において高い妥当性が確認されている（Rikli and Jones, 1998）。しかし、実施要項によれば、「普段歩く速さで6分間歩く（文部科学省, 2000, p.127）」ことになっており、比較的若い成人を対象とした場合には、6分間の歩行動作で呼吸循環機能に対する十分な生理的負荷をかけることができないかもしれない。

このように20mシャトルランには65歳代以上の高齢者に対する測定の問題、6分間歩行には若い成人に対する測定の問題がある。したがって、20mシャトルランの適用範囲を高齢者層に拡張させる、あるいは6分間歩行の適用範囲をより若年層に拡張させることが可能であれば、上述した測定の問題点を気にすることなく、より広範囲にわたって縦断的变化を確認することが可能となる。そして適用範囲の境目にあたる対象者については、6分間歩行の成績から20mシャトルランの成績（又はその逆）を推定することができれば、縦断的变化を確認することができるし、既存のテストや過去の体力統計をそのまま活用することもできる。また、他の体力テスト項目と合算して体力総合評価を行うことも可能となる。

そこで、20mシャトルランと6分間歩行から測定される全身持久力評価の等化と両テストが対象にできる年齢幅の同定を念頭におき、本研究では、年齢と各テストの関連性、両テスト間の関連性、両テストと他のテストとの関連性について検討し、両テストをどのように利用すべきかについて提案することを目的とした。

2. 方法

2.1. 対象者

対象者は地域コミュニティクラブ（運動系サークルと文化系サークルを開講）の運動教室に週1回又は2回参加する39～76歳の43名（男性3名：65.7±8.1歳、女性40名：64.0±6.4歳）であった。しかし、男性の対象者が極端に少なかったことから、男性は分析対象から除外した。

研究を実施するにあたり、対象者及び対象者の所属するクラブの代表者に対して実験内容を文章と口頭で説明し、研究参加への同意を得た。また、本研究は東亜大学生命倫理委員会の承認（通知番号第N0403）を得た。

2.2. 測定項目

測定項目は文部科学省新体力テスト（20～64歳対象、65～79歳対象）に含まれる、握力、上体起こし、長座位前屈、反復横とび、20mシャトルラン、立ち幅とび、開眼片足立ち、6分間歩行、10m障害物歩行（65歳未満の対象者を除く）であった。すべての測定は新体力テスト実施要項（文部科学省, 2000）に準拠して実施された。6分間歩行については1辺が10mの正方形で40m周回路を作成して行った。なお、各測定項目における実施の判断は本人の意思に任せた。10m障害物歩行は、測定実施の不徹底があり、65歳未満の対象者のうち1名を除くすべての対象者が測定を実施しなかったため、65歳未満のデータは分析から除外した。

2.3. 統計解析

文中の値は平均値±標準偏差で示した。年齢と20mシャトルラン及び6分間歩行の関連性については相関分析と、年齢区分を60歳未満、60歳以上65歳未満、65歳以上70歳未満、70歳以上の4区分にした一要因分散分析を用いて検討した。多重比較検定にはTukeyのHSD法を用いた。本研究では、20mシャトルランと6分間歩行の両テスト項目を用いて加齢に伴う成績の低下を評価できるか否かを判断する基準として、相関係数と分散分析を用いた。それぞれの相関分析は全標本を用いた分析に加え、65歳未満、65歳以上に分類して分析を行った。

妥当性の概念あるいは分類は歴史的に変化が激しく、現在も議論が収束していない。このことは各々の研究者

が定義する妥当性の分類の相違から読み取ることができる (AERA et al., 1999; Chapelle, 1999; Messick, 1996)。本論文では妥当性の議論には一切触れず, AERA et al. (1999) によって紹介されている妥当性の分類のうち, 「他変数との関連に基づく証拠 (Evidence based on relations to other variables)」のひとつである, 「テストと基準の関連性 (Test-criterion relationships)」に該当する検討を行った。テストと基準の関連性とは, ある適切な基準に対するテスト成績の関連性であり, 今回の場合, 年齢に相当する。全身持久力の生理的指標である最大酸素摂取量は 20 歳代以降, 加齢とともにほぼ直線的に低下することが知られている (山地, 2001)。したがって, 20m シャトルランと 6 分間歩行が全身持久力を評価できる指標であるならば, 直線的な低下を示し, 負の相関が認められるはずである。同様に各年齢区分においても加齢とともに有意な低下を示すはずである。しかしながら, 本来, 妥当性はありなしを議論する概念ではなく, どの程度高いか (あるいは低いか) を議論する概念であり, 統計量がある値になったときに妥当であると判断するものではない (Messick, 1996)。したがって, 本論文においても妥当性のありなしの判定を目的とした統計量の算出はせず, 20m シャトルランと 6 分間歩行のテスト特性を相対的に比較するためのひとつの統計的基準として, 相関係数と分散分析の結果を取り扱った。

20m シャトルランと 6 分間歩行の関連性については相関分析と散布図を用いて検討した。相関分析は全標本を用いた分析に加え, 65 歳未満, 65 歳以上に分類して分析を行った。20m シャトルラン及び 6 分間歩行と他の体力テスト項目との関連性は相関分析を用いて検討した。それぞれの相関分析は年齢による関連性の相違を検

討するために, 65 歳未満と 65 歳以上に分類して分析を行った。

本研究において相関係数の大小を表現する際には, 出村 (2007) を参考に絶対値が 0.4 以上の時に中程度以上の関連があると表現した。なお, すべての統計解析には SPSS 15.0 J for Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL) を用い, 統計的有意水準は 5% 未満に設定した。

3. 結果

3.1. 対象者の身体的特性

表 1 は対象者の身体的特性を表している。全国平均値 (文部科学省, 2007) と比較すると, 握力と長座体前屈を除き, ほとんどの年齢区分において体力測定値が全国平均値を上回る値を示した。表中の欠損数は当該測定を何らかの理由により辞退した者の人数を表している。文部科学省新体力テスト (65 - 79 歳対象) に含まれていない反復横とび, 20m シャトルラン, 立ち幅とびにおいて辞退者が多い傾向にあった。また, 6 分間歩行では, 対象者の 5% にあたる 2 名 (65 歳未満 1 名, 65 歳以上 1 名) が測定を辞退し, 20m シャトルランでは, 対象者の 22.5% にあたる 9 名 (65 歳未満 3 名, 65 歳以上 6 名) が辞退した。

3.2. 年齢と 20m シャトルラン及び 6 分間歩行の関係

図 1 は年齢区分と 6 分間歩行成績の関係を表している。有意ではないものの年齢が増加するにつれて 6 分間

表 1. 対象者の身体的特性

項目	平均値±標準偏差				欠損数	
	60歳未満 (n = 7)	60歳以上65歳未満 (n = 13)	65歳以上70歳未満 (n = 14)	70歳以上 (n = 6)	65歳未満	65歳以上
年齢(歳)	53.6±6.8	63.1±1.3	66.4±1.3	72.3±2.3	0	0
身長(cm)	158.3±4.3	152.9±2.6	153.3±6.3	154.7±4.1	0	0
体重(kg)	55.1±7.1	51.0±4.7	53.5±6.6	54.0±5.4	0	1
握力(kg)	25.8±2.8(28.3)	24.1±4.0(25.8)	23.7±2.4(24.3)	23.0±3.1(22.1)	0	0
上体起こし(回)	13.4±3.7(13.6)	12.0±6.3(9.7)	8.7±5.0(7.6)	10.7±6.0(5.9)	1	1
長座体前屈(cm)	40.3±5.9(43.0)	39.4±4.2(41.1)	41.9±5.3(40.3)	33.2±8.6(37.7)	1	1
反復横とび(回)	41.8±7.4(38.7)	39.7±2.8(33.2)	36.0±5.0	35.8±3.9	4	5
20mシャトルラン(回)	21.2±6.6(21.4)	15.5±2.7(14.5)	9.5±2.2	9.3±5.5	3	6
立ち幅とび(cm)	134.6±16.5(146.1)	137.5±24.3(127.9)	115.8±23.5	98.3±17.0	3	4
開眼片立ち(秒)	115.3±12.5	100.8±29.9	86.7±33.9(75.6)	95.5±43.8(48.1)	0	1
10m障害物歩行(秒)	—	—	5.41±0.84(7.15)	6.33±0.96(8.08)	—	1
6分間歩行(m)	685.7±47.2	655.4±54.8	638.1±37.3(570.0)	634.5±41.2(521.2)	1	1

注 1) 括弧内の値は全国平均値を示しており (文部科学省, 2007), 60 歳未満, 60 歳以上 65 歳未満, 65 歳以上 70 歳未満, 70 歳以上の数値は, 年齢の平均値を考慮して, それぞれ 50 - 54 歳, 60 - 64 歳, 65 - 69 歳, 70 - 75 歳の全国平均値を用いた。

注 2) 「—」は測定値なしを意味する。

注 3) 欠損数は何らかの理由による当該測定の辞退者を意味する。

歩行成績が低下する傾向が認められた。一要因分散分析に先立ち、等分散性の検定を行った結果、 $F(3,34) = 0.718$ ($p = 0.548$) となった。一要因分散分析の結果、主効果の有意性は認められなかった ($F(3,34) = 1.969$, $p = 0.137$)。図2は年齢区分と20m シャトルラン成績の関係を表している。6分間歩行と同様に年齢が増加するにつれて成績が低下する傾向が認められた。等分散性の検定を行った結果、 $F(3,27) = 1.979$ ($p = 0.141$) となり、一要因分散分析の結果、主効果の有意性が認められ ($F(3,27) = 3.697$, $p < 0.05$)、60歳未満と65歳以上70歳未満の間のみ統計的有意差が確認された ($p < 0.05$)。

図3及び図4は年齢と20m シャトルラン及び6分間歩行の相関関係を65歳未満と65歳以上のデータに分類

して算出した結果を示している。全データを用いた年齢と20m シャトルランの相関係数が -0.533 ($p < 0.05$)、年齢と6分間歩行の相関係数が -0.496 ($p < 0.05$)であり、両テスト項目が年齢と中程度に関連があることが確認された。データを65歳未満と65歳以上に分類した場合には、65歳未満のデータの値が20m シャトルランで -0.369 ($p = 0.145$)、6分間歩行で -0.384 ($p = 0.104$)、65歳以上のデータの値が20m シャトルランで -0.480 ($p = 0.097$)、6分間歩行で -0.356 ($p = 0.147$)であったが、いずれの相関係数も有意な関連を示す値ではなかったものの、両テスト項目とも65歳未満と65歳以上の相関係数の値に大きな違いは認められなかった。

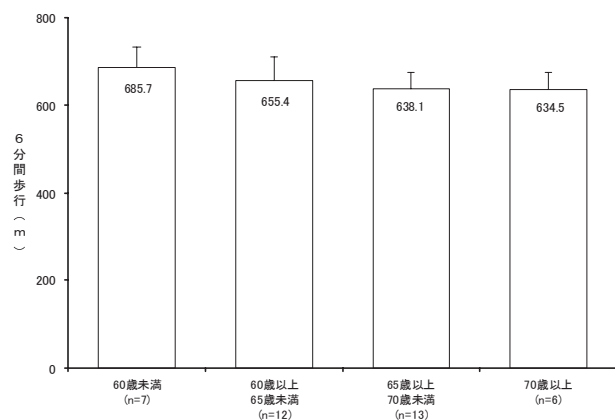


図1. 年齢区分と6分間歩行成績の関係
注) 一要因分散分析の結果、主効果の有意性は確認されなかった ($F(3,34) = 1.969$, $p = 0.137$)。

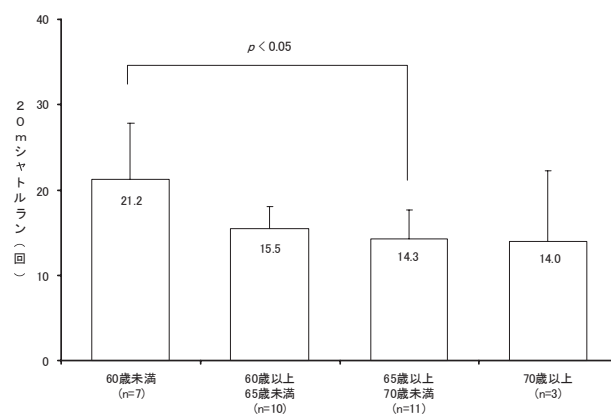


図2. 年齢区分と20m シャトルラン成績の関係
注) 一要因分散分析の結果、主効果が有意となり ($F(3,27) = 3.697$, $p < 0.05$)、多重比較の結果60歳未満と65歳以上70歳未満の間に有意差が確認された ($p < 0.05$)。

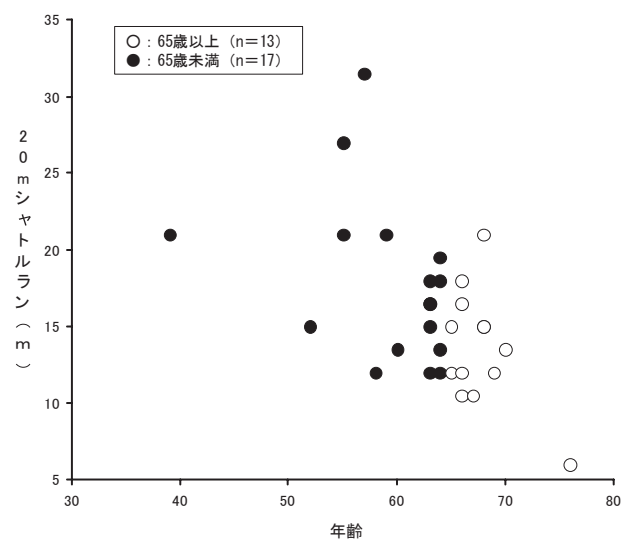


図3. 年齢と20m シャトルラン成績の相関関係
注) 全データ: $r = -0.533$ ($p < 0.05$)、65歳未満データ: $r = -0.369$ ($p = 0.145$)、65歳以上データ: $r = -0.480$ ($p = 0.097$)。

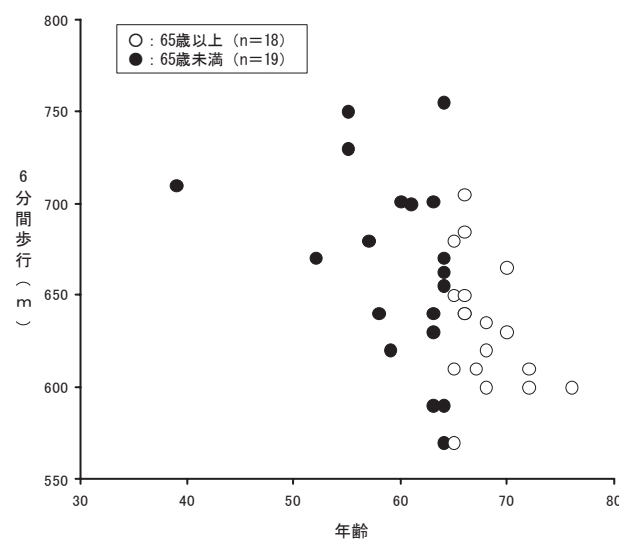


図4. 年齢と6分間歩行成績の相関関係
注) 全データ: $r = -0.496$ ($p < 0.05$)、65歳未満データ: $r = -0.384$ ($p = 0.104$)、65歳以上データ: $r = -0.356$ ($p = 0.147$)。

3.3. 20m シャトルランと 6 分間歩行の関係

図5の散布図は20m シャトルランと6分間歩行の相関関係を示している。散布図を見ると、一方のテスト成績が高い者は他方のテスト成績も高い傾向にあったが、一貫した線形（直線・曲線）関係は認められなかった。また、全データを用いた相関係数の値は0.355 ($p = 0.059$)であり、テスト項目間に強い関連は認められなかった。データを65歳未満と65歳以上に分類した場合には、65歳未満のデータの値が0.307 ($p = 0.248$)、65歳以上のデータの値が0.164 ($p = 0.592$)であり、65歳以上のデータよりも65歳未満のデータにおいて高い値を示したが、いずれの相関係数も強い関連性を示す値ではなかった。

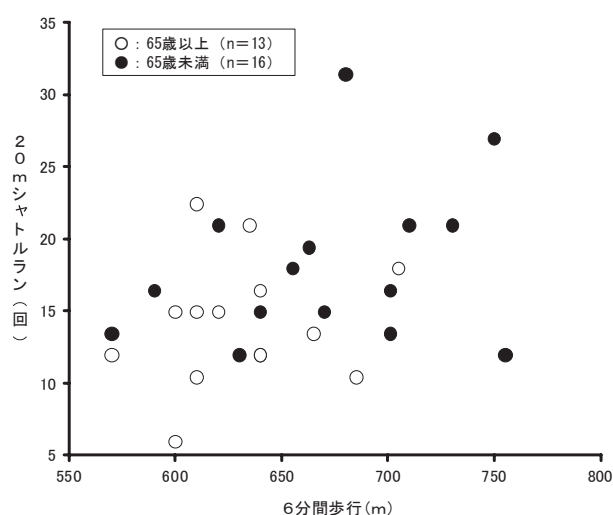


図5. 20m シャトルランと6分間歩行成績の相関関係
注) 全データ: $r = 0.355$ ($p = 0.059$), 65歳未満データ: $r = 0.307$ ($p = 0.248$), 65歳以上データ: $r = 0.164$ ($p = 0.592$)。

3.4. 20m シャトルラン及び6分間歩行と他の体力テスト項目の関係

表2は20m シャトルラン及び6分間歩行と他の体力テスト項目間の相関係数を65歳未満と65歳以上のデータに分類して算出した結果である。65歳未満のデータに着目すると、20m シャトルラン及び6分間歩行と他の体力テスト項目間の相関関係は類似した傾向を示し、反復横とび (20m シャトルラン: $r = 0.692$, $p < 0.05$, 6分間歩行: $r = 0.553$, $p < 0.05$) と握力 (20m シャトルラン: $r = 0.418$, $p = 0.095$, 6分間歩行: $r = 0.516$, $p < 0.05$) において両テストに共通して中程度以上の相関係数を示した。6分間歩行のみに中程度の関連を示した項目は、開眼片足立ちの0.405 ($p = 0.086$)であった。次に65歳以上のデータに着目すると、20m シャトルラン及び6分間歩行の両テストに共通して中程度の関連を示した項目は上体起こしだけであった (20m シャトルラン: $r = 0.388$, $p = 0.190$, 6分間歩行: $r = 0.411$, $p = 0.090$)。20m シャトルランのみに中程度以上の関連を示した項目は、立ち幅跳びの0.359 ($p = 0.278$)と10m障害物歩行の-0.586 ($p < 0.05$)であった。

4. 考察

4.1. 20m シャトルラン及び6分間歩行が対象とする年齢範囲

文部科学省新体力テストでは、全身持久力を評価するためのテスト項目として、20m シャトルラン (又は持久走・急歩) 及び6分間歩行が用意されている。新体力テストの実施要項によれば、20m シャトルランは6歳から64歳までが対象となっており、65歳からは6分間歩行が用いられる。文部省 (現在の文部科学省) は昭和39年から国民の体力の現状把握を主たる目的としてス

表2. 20m シャトルラン及び6分間歩行と他の体力テスト項目の相関関係

項目	20mシャトルラン		6分間歩行	
	65歳未満	65歳以上	65歳未満	65歳以上
握力	0.418(17)	0.050(14)	0.516*(19)	0.268(19)
上体起こし	-0.017(16)	0.388(13)	0.193(18)	0.411(18)
長座体前屈	-0.007(17)	0.070(13)	-0.040(18)	0.346(18)
反復横とび	0.692*(16)	0.294(13)	0.553*(15)	0.295(15)
立ち幅とび	0.112(16)	0.359(11)	-0.118(16)	0.103(15)
開眼片足立ち	0.154(17)	0.082(13)	0.405(19)	-0.259(18)
10m障害物歩行	-	-0.586*(14)	-	-0.223(19)

注) 値はピアソンの積率相関係数であり、カッコ内は標本数を示している。*: $p < 0.05$

ポーツテストを実施してきた。さらに昭和42年からは30歳から59歳を対象とした壮年体力テストが追加された。平成10年からは従来のテストを新体力テスト(仮称)に変更し、対象者を79歳まで拡張した。その際、高齢化の進展に伴って高齢者独自の健康づくり対策を講じる必要性があったことなどを理由に65歳以上と65歳未満とで一部異なるテスト項目を用意した。年齢ごとにテスト項目が異なることは、各年齢層の中だけで経年変化を確認するのであれば問題にならない。しかしコーホート研究のような縦断的研究の場合には比較が困難となる。6分間歩行(6-minute walk test)は、Rikli and Jones(1998)によって高齢者(60歳から87歳)における全身持久力のテスト項目として高い信頼性と妥当性が確認されており、シニアフィットネステスト(Rikli and Jones, 2001)のひとつとして広く利用されている。いずれの文献においても6分間歩行の実施対象者は60歳以上とされている。一方20mシャトルラン(20 m shuttle run test)は、開始速度や速度の漸増方法の違いによって複数の論文が紹介されている(山地, 2001)。文部科学省新体力テストの方法と同様な方法を用いて行われた研究では8歳から64歳を対象者において高い妥当性が確認されている(青木ほか, 2000; Leger and Gadoury, 1989; Matsuzaka et al., 2004)。

6分間歩行の成績について、Rikli and Jones(1999)は60歳から94歳までの5歳区分ごとに年齢集団の平均値を示し、年齢の増加に伴う直線的な成績の低下を報告している。したがって新体力テストにおいて65歳以上に対して実施される6分間歩行は、これまでの先行研究を考慮すると、65歳よりも若い年齢層に対して適用できると考えられた。本研究の結果では統計的な有意差は確認できなかったが、先行研究と同様な低下傾向が認められた(図1)。また、年齢との線形関係の程度を示す相関係数は、全データを用いた場合に有意な中程度の相関を示し、65歳未満と65歳以上に分類したデータを用いた場合でも、有意ではなかったが中程度の相関を示した(図4)。相関分析では年齢と6分間歩行の成績に負の相関が認められた。しかしながら、今回用いた年齢階級における平均値の差は有意ではなかった。表1に示した全国平均値との体力値比較の結果において、65歳以上の集団は60歳未満の集団よりも全国平均値との差が大きく、優れている傾向にあることから、今回分析に用いた対象者のように運動教室に主体的に参加する者は、高齢であるほど体力に自信のある者であると考えられるかもしれない。このことが平均値に有意な差が認められなかった原因であるかもしれない。以上のこと

から、今回の結果からだけでは6分間歩行が65歳未満の年齢層に対しても、加齢に伴う成績の変化を評価するテストとして適用できるとはいえない。

20mシャトルランは65歳代以上の対象者に対する適用可能性はこれまでに検討されていない。しかしながら、65歳以上の対象者に対して実施された今回の結果では、年齢区分に対する主効果が有意となり(図2)、年齢との相関も中程度であった(図3)。山地(2001, p.182)の報告では、一般人女性において最大酸素摂取量と年齢の相関係数は-0.699である。また、青木ほか(2000)の報告では、20mシャトルランと最大酸素摂取量の相関係数は0.77である。したがって、20mシャトルランと年齢との相関は $-0.699 \times 0.77 = -0.54$ であると大まかに推定することができる。20mシャトルランが65歳以上の対象者に対して、65歳未満の対象者と同じように適用できるならば、65歳未満のデータを用いた年齢との線形関係を維持した状態で65歳以上のデータが推移するはずである。65歳以上のデータを含めた今回の相関分析では、相関係数が-0.533と前述した-0.54に限りなく近く、図3の散布図を確認しても、線形関係から逸脱する傾向は見られなかった。一方で、テストを実施する上で問題となるのは、対象者がテストを辞退することである。今回の測定では2割以上の対象者が測定を辞退した。したがって、テスト実施の可能な対象者に限定して、20mシャトルランが65歳未満の対象者だけでなく、65歳以上の年齢層に対しても適用できる可能性が示唆された。

4.2. 20m シャトルラン成績と6分間歩行成績の等化

同じ体力要素を評価する場合、すべての年齢に対して共通のテストを実施することは、集団としての経年変化やトレーニングなどによる個人内の経年変化を確認するために必要とされる。しかし測定の安全性や実施の困難度(運動様式や運動強度)を考慮すると、年齢に応じて異なるテストを用いざるを得ないことがある。この問題を解消するためには異なるテスト同士を等化する、言い換えると、一方のテスト成績から他方のテスト成績を推定するための回帰式を作成する必要がある。新体力テストにおいては、6分間歩行の成績から20mシャトルランの成績を推定することができれば、65歳以前の成績と65歳以降の成績を比較することが可能となる。

等化(回帰式の作成)の前提条件として両テストの高い相関関係が必要となる。しかしながら、6分間歩行と

20m シャトルランの間の相関係数は0.355であった。一次の回帰式を作成したとしても、回帰式の決定係数（説明率）は $0.355^2 = 0.126$ （12.6%）となり、一次の回帰式を用いて一方のテスト成績から他方のテスト成績を推定することが困難であることが明らかとなった。このことは対象者を65歳未満と65歳以上に分けて検討した場合にも同様であった（図3）。

4.3. 20m シャトルラン及び6分間歩行と関連する他の体力要素

両テストがどのような体力テスト項目と関連があるのか、また年齢層によって関連性に違いがあるのかを検討することは各テストの特性や両テストの相違を理解する上で重要である。有意ではない値が一部含まれているものの、両テストに対して共通に中程度以上の関連を示した項目は、65歳未満の対象者で反復横とびと握力、65歳以上の対象者で上体起こしであった（表3）。20m シャトルランには180度の折り返し動作、6分間歩行には、今回の測定方法の場合、10mごとに90度の切り返し動作が含まれる。反復横とびには方向転換の素早さが要求され、握力は筋力を代表するテストであることから、方向転換に要求される筋力と素早さの要素が両テスト成績に関連したと考えられる。65歳以上の対象者において関連が認められた上体起こしは筋力・筋持久力の評価指標であり（文部科学省、2000）、上体起こし動作は大腿直筋や股関節屈筋の筋活動とも関連があるため（河合ほか、1998；小林ほか、1992）、下肢筋力と筋持久力の観点から歩行・走行運動である両テストと関連したと考えられる。

次に、一方のテストに対してのみ関連の認められる項目に着目すると、65歳以上の対象者では20mシャトルランのみに対して10m障害物歩行と立ち幅とびが中程度以上の関連を示した（表3）。10m障害物歩行は素早い歩行動作が要求され、立ち幅とびは下肢の筋パワーを評価する項目である。20mシャトルランでは走行での素早い折り返し動作が必要となる。したがって、65歳以上の対象者にとっては、素早い歩行動作や走行での折り返し動作に必要な能力が20mシャトルランの成績に影響を及ぼすと考えられるが、6分間歩行の成績にはこれらの能力が影響しないことが示唆された。65歳未満の対象者では6分間歩行のみに対して有意ではないものの中程度の関連を示した項目は開眼片足立ちのみであった（表3）。今回の65歳未満の対象者では開眼片足立ちの成績（平均値）は100秒を超えた。そのような長時間

の片足立ち状態では平衡性だけでなく筋持久力の要素が影響すると考えられる（文部科学省、2000）。したがって、開眼片足立ちとの関連から6分間歩行成績に平衡性の能力が影響すると考えるよりは、筋持久力の要素が影響すると考える方が妥当である。しかしながら、20mシャトルラン及び6分間歩行と他の体力テスト項目との関連性については、テスト項目間の相関係数だけに基づいて議論しており、相関係数の高さに関する生理学的機序を明らかにする場合には、各体力要素を評価する生理的指標との関連を検討しなければならない。したがって、ここまでの20mシャトルラン及び6分間歩行と他の体力テスト項目との関連性に関する議論は、ある側面からの考え得るひとつの仮説と考えるべきである。

一方で、20mシャトルラン及び6分間歩行によって測定される体力要素の観点から考えると、両テスト間の相関係数が低いということ（図5）と他の体力テスト項目との関連性が両テストで異なるということ（表2）は両テストが異なる体力要素を測定している、あるいは全身持久力以外の異なる体力要素を含む能力を測定している可能性を示唆する結果であると考えられる。これまでの先行研究（Leger and Gadoury, 1989; Matsuzaka et al., 2004; Rikli and Jones, 1998）から、特定の年齢集団に対して両テストが全身持久力を妥当に評価できるテストであることが示されている。したがって、本研究で得られた結果は、両テストが本研究で用いた年齢集団に対して全身持久力とは異なる体力要素を測定していることを示すと考えるよりは、両テストの測定方法の相違に起因して、全身持久力に加えて異なる体力要素を含む能力を測定していることを示唆すると考えられる。

4.4. 発展的解釈：テストを有効利用するための提案

テストには様々な属性について異なる特徴を持った対象者をできるだけ多く測定できることが望まれる。特に、ある集団に対するテスト実施によって得られたデータに欠損がある場合には、その欠損の特徴を把握した上でデータ解析の方針を検討しなければならない。ある特徴を持った対象者に限って欠損（テストの辞退）が現れる場合には、欠損したこと自体が検討対象となる。今回の測定においては、6分間歩行テストにおいて2人（全体の5%）、20mシャトルランテストにおいて9人（全体の22.5%）の辞退者が現れた。20mシャトルランの辞退者に注目すると、65歳以上の対象者において辞退者が多い傾向にあった。したがって、多くの異なる特徴を

有する対象者を測定するという観点からは、20m シャトルランよりも6分間歩行が望ましいと考えられる。

20m シャトルランの運動様式と生理的特性を考えると、20m シャトルランは方向転換や加速・減速を伴う運動様式であり、先行研究では(Takahashi et al, 2007), 20m シャトルランの走速度を再現したトレッドミル走行時よりも無酸素系のエネルギー供給が寄与しており、有酸素系のエネルギー供給だけでなく、無酸素系のエネルギー供給が強く影響するテストであると報告している。しかし、この論文で用いられている対象者は20代前後の成人男性であるし、60歳未満を対象とした6分間歩行と全身持久力の指標(最大酸素摂取量など)との関連性は確認されていない。次に、20m シャトルランの測定終了時間について、7回終了時点で約1分、15回終了時点で約2分、23回終了時点で約3分であることを考えると、今回の対象者では、最も平均値の高い60歳未満の集団であっても 21.2 ± 6.6 回であり、ほとんどが3分を下回っていたことが分かる。65歳以上においては2分に満たないで終了する対象者がほとんどであった。一方で、今回の結果では20m シャトルランにおいてのみ加齢に対する有意差が確認されており、加齢に対する変化をより明確に評価できているのは20m シャトルランであるということもできる。したがって、本研究においてどちらかのテストを積極的に支持する証拠を示すまでには至っておらず、今後さらに検討する必要がある。

4.5. 研究の限界

ここまでの議論には研究方法論上いくつかの限界がある。第一に、対象者の特徴に関する限界である。対象者全員が地域の運動サークルに参加する女性であったことである。今回の対象者は自らの意思で運動サークルに参加している集団であり、総じて運動に対する抵抗感が少なく、体力に自信のある集団であると考えられる。特に、70歳以上の対象者について全国平均と比較すると柔軟性を除くすべての体力要素で優れた値を示しており(表1)、年齢が高くなればなるほど、その傾向は顕著であると考えられる。今後は低体力集団や男性のデータを追加した検討が必要である。

第二に、生理的指標に関する限界である。本研究では20m シャトルラン及び6分間歩行のテスト特性を年齢との関連や他の体力テスト項目との相関関係から検討した。その際、過去の妥当性研究を根拠として、両テストが本研究で用いた対象者においても全身持久力を評価で

きるという前提をおき、他の体力テスト項目との関連性について議論した。本研究では6分間歩行が60歳未満、20m シャトルランが50歳以上の対象者に対して全身持久力を妥当に評価できるかについての直接的な証拠(生理的指標:最大酸素摂取量など)を取り扱わなかった。今後は本研究の結論を生理学的な知見から再検討する必要がある。

最後に、相関係数の有意性に関する限界である。一般に相関係数が0.4程度以上の値を示したときに中程度以上の関連があると表現される。統計的有意水準を5%に設定したとき、相関係数0.4(厳密には0.404)が有意となるための標本数は24である(南風原, 2002)。本研究では65歳以上と65歳未満の対象者に分けた場合、分析に用いる標本数が最大で20を上回ることにはない。また標本相関係数が0.4の場合、標本数が20のときの母相関係数の95%信頼区間は-0.05~0.72となり(石井, 2005)、無相関の可能性を含むことになる。しかし本研究では標本相関係数の絶対値を重視して結果の解釈を行った。したがって今回得られた相関係数の値に対する推測統計学的な信頼性は充分ではなく、今後標本数を増やすことで相関係数の値が変化することも考えられる。

5. 結論

本研究では、年齢と20m シャトルラン及び6分間歩行の関連性、両テスト間の関連性、両テストと他のテストとの関連性に基づいて両テストをどのように利用すべきかを提案することを目的とし、前述したような研究に用いた対象者及び研究方法論上の限界の範囲内において、次のことが明らかとなった。

- 1) テスト実施の可能な対象者に限定して、20m シャトルランが65歳未満の対象者だけでなく、65歳以上の年齢層に対しても適用できる可能性が示唆される。
- 2) 中高齢者において、線形(直線及び曲線)回帰式を用いて6分間歩行と20m シャトルランの成績を等化することは困難である。
- 3) 65歳以上の対象者では、素早い歩行動作や走行での折り返し動作に必要な能力が20m シャトルランの成績に影響を及ぼしている可能性があり、6分間歩行にはその影響があるとはいえない。
- 4) 20m シャトルラン及び6分間歩行では全身持久力に加えて異なる体力要素を含む能力を測定している可能性がある。

付記

本研究は平成19年度日本体育測定評価学会研究助成「20m シャトルランテストと6分間歩行テストを用いた全身持久力評価の一元化：文部科学省新体力テストの問題点とその解決策」による研究助成を受けて実施された。

文献

- Ainsworth B., Haskell W., Whitt M., Irwin M., Swartz A., Strath S., O'Brien W., Bassett D., Schmitz K., Emplainscourt P., Jacobs D., Leon A. (2000): Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32: S498-504.
- American Educational Research Association, American Psychological Association, and National Council on Measurement in Education (1999) Standards for educational and psychological testing. American Educational Research Association: Washington, DC.
- 青木純一郎, 内藤久士, 加賀谷淳子, 小林寛道, 高松薫, 出村慎一 (2000) 新スポーツテストの開発に関する研究. 1997-1999年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究B研究成果報告. (<http://seika.nii.ac.jp/>)
- Chapelle (1999) Validity in language assessment. *Annual Review of Applied Linguistics* 19: 254-272.
- 出村慎一 (2007) 健康・スポーツ科学のための研究方法. 杏林書院: 東京, p.224.
- 出村慎一, 中比呂志, 春日晃章, 松沢甚三郎 (1996) 女性高齢者における体力因子構造と基礎体力評価のための組テストの作成. *体育学研究* 41: 115-127.
- 南風原朝和 (2002) 心理統計学の基礎：統合的理解のために. 有斐閣: 東京, p.378.
- 石井秀宗 (2005) 統計分析のここが知りたい：保健・看護・心理・教育系研究のまとめ方. 文光堂: 東京, p.174.
- 河合辰夫, 山本昭広, 長谷川陽三, 竹島伸生, 田中喜代次 (1998) 高齢者の体幹屈曲能力の評価法に関する検討：負荷条件の異なる上体起こしでの筋活動量. *体力科学*: 767.
- 衣笠隆, 長崎浩, 伊東元, 橋詰謙, 古名丈人, 丸山仁司 (1994) 男性 (18~83歳) を対象とした運動能力の加齢変化の研究. *体力科学* 43: 343-351.
- 小林寛和, 宮下浩二, 浦辺幸夫, 川野哲英 (1992) スポーツ活動における腰痛発生パターンの分析 (第1報): 上体起こし運動における体幹のアライメント及び腹筋・股関節屈筋の筋活動について. *理学療法学* 19 Supplement: 362.
- Leger, L. and Gadoury, C. (1989) Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict $\dot{V}O_2\text{max}$ in adults. *Canadian journal of sport sciences* 14: 21-23.
- Matsuzaka, A., Takahashi, Y., Yamazoe, M. Kumakura, N., Ikeda, A., Wilk, B., and Bar-Or, O. (2004) Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatric Exercise Science* 16: 113-125.
- Messick, S. (1996) Validity and washback in language testing. *Language Testing* 13: 241-256.
- 文部科学省 (2000) 新体力テスト－有意義な活用のために－. ぎょうせい: 東京.
- 文部科学省 (2007) 平成18年度体力・運動能力調査報告書. 文部科学省: 東京.
- Rikli, R. and Jones, J. (1998) The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 6: 363-375.
- Rikli, R. and Jones, J. (1999) Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *Journal of Aging and Physical Activity* 7: 162-181.
- Rikli, R. and Jones, J. (2001) Senior fitness test manual. Human Kinetics: Champaign, IL.
- 鈴木宏哉, 奥本正, 江橋博, 安陪大二郎, 石井信輝, 櫛田芳美, 大森一伸, 岡村豊太郎 (2006) 健康・スポーツ科学における「はかる」ことの意義－測定評価・統計リテラシー教育のスズメ－. *総合人間科学* 6: 21-32.
- Takahashi, S., Chiba, T., Matsubara, S., Ishii, H., and Maeda, A. (2007) Expired gas kinetics during 20 m shuttle running test. *Human Performance Measurement* 4: 9-16.
- 運動所要量・運動指針の策定検討会 (2006)：健康づくりのための運動基準2006－身体活動・運動・体力報告書－. 厚生労働省.
- 山地啓司 (2001) 改訂最大酸素摂取量の科学. 杏林書院: 東京.