トップコンディションを準備する

西嶋　尚彦，中野　貴博

1. はじめに

選手（競技者）は目指す大会でベスト記録を出したり，最良のパフォーマンスを成就することを目的として，競技に要求される心身の状態（コンディション）を最高の状態（トップコンディション）になるように準備している．これをコンディションのピーキングといい，準備する過程をコンディショニングという．コンディショニングでは，出場する大会や試合の日時に照準を合わせてトップコンディションを準備し，選手自らがコンディションを確認し，目標とする状態に近づくようにコントロールしている．

心身のコンディションは実施されるトレーニングの影響を受けて，毎日変動している．また，トレーニングの実施に伴い競技に基礎的，専門的に要求される体力・運動能力は発達している．トレーニングの実施に伴うコンディションの系列的変動や体力・運動能力発達の確認は，グラフ観察による視認的方法を用いたり，グループ研究法による推測統計学的方法を用いてなされてきた．しかしながら，トレーニングに伴うコンディションの系列的変動は個別性が大きいことから，大庭ら（1998）や西嶋ら（2000）が試みたように，選手のコンディション変動の分析には単一事例研究法のフレームワークと統計解析方法が適用され，個々の選手についてのコンディション変動情報が得られることが望ましいと考えられる．

競技に要求されるトップコンディションを準備する過程では，コントロールテストをはじめ，体重，体温，質問紙テストによる自覚的体調，情緒などの簡易に実施できる項目を用いて，コンディションは毎日測定され，選手の時系列なコンディション変動データが得られる．コンディションの個体内変動はトレーニング内容や量などの影響を受けて変動するために，競技水準が高くなるほど個別性が強くなるのが特徴である．このために，個々の選手についてコンディション変動を説明する主要な少数項目を見つけ出すことができれば，コンディショニングを実施している選手をはじめ，監督，コーチなどのスタッフに有益な情報をフィードバックすることとなり，選手自らがコンディションを容易にコントロールすることができる．

本研究では，単一事例研究法の立場から，トレーニングシーズンの推移に伴って変動する選手のコンディション変動因子を統計的に分析し，選手個人に有用なコンディション項目を発見することを目的とした．

2. 方法

2.1 対象者

200 m 個人メドレーを専門種目とする大学生女子競泳選手1名．測定開始時の年齢は22歳，身長は166.0 cm，体重は54.0 kg，BMI は19.6であった．最高競技成績は，表1に示されるように，本研究期間における最終目標であった平成10（1998）年の学生選手権で優勝し，記録は2分19秒38で，自己ベストを達成した．

2.2 トレーニング期間

測定期間は24週間にわたる167日間であった．トレーニング期分けはコンディショニングプログラムの計画単位であり，トレーニング内容の変化を伴うために，トレーニング期分けをコンディション変動の介入

表1　測定期間中の競技成績

大会	記録	水路	順位
短水路選手権	*2′ 15″ 86	短水路	5位
日本選手権	2′ 23″ 77	長水路	予選落ち
国公立大会	2′ 23″ 78	長水路	2位
学生選手権	*2′ 19″ 38	長水路	優勝

*は自己ベスト，競技種目：女子200m個人メドレー

にしじま　たかひこ
筑波大学 体育科学系
なかの　たかひろ
筑波大学 大学院体育科学研究科
〒305-8574 つくば市天王台 1-1-1

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

要因であると仮定し，以下のように出場する大会までの期間によって区分された6期間に設定した．

① 短水路選手権までの期間：3月23日～4月5日
② 日本選手権準備期：4月6日～5月24日
③ 日本選手権までの期間：5月25日～6月14日
④ 国公立大会及び学生選手権準備期：6月15日～7月5日
⑤ 国公立大会までの期間：7月6日～8月9日
⑥ 学生選手権までの期間：8月10日～9月5日

目標とする大会として，日本選手権を第1目標に設定し，続いて最重要な大会として学生選手権を最終目標に設定した．

2.3 観察項目

専門的にスポーツトレーニングを実施している選手の心身のコンディションについては菅野ら（1996），大庭ら（1998），西嶋ら（2000）の定義に準拠し，西嶋ら（1996）が使用した記録用紙である「コンディションのQCシート」で用いられている項目に基づいて測定項目を選択し，対象者が容易に使用できるように改良を加えた．また，和久ら（1996）の提案項目の中から，起床時脈拍，起床時体温，練習終了後体重，トレーニング内容に関する項目を付加した．食事に関する項目は，朝食，昼食，夕食における栄養バランスと食事量に関する満足度（食事満足）を選定した．基本的生活習慣に関する項目を8項目，練習に関する項目を13項目，体調に関する項目を3項目用意した．

対象者によって最終的に選択された項目の中から，基本的生活習慣に関する項目では就寝時刻，睡眠時間，朝食満足，昼食満足，夕食満足，練習に関する項目では総練習時間，総泳距離，練習後の体重，練習の自覚的強度，練習時の意欲，練習時の達成感，練習時の自覚的体調，練習後の自覚的疲労，体調に関する項目では起床時体温，起床時脈拍，自覚的な心身の状態の計16項目を分析に用いた．総練習時間は一日の練習時間の合計，総泳距離は一日の練習で泳いだ距離の合計，練習後体重は一日の最後の練習後の体重とした．

時間に関する項目は24時間表記で記録した．体重は小数点以下第1位まで，総泳距離はメートル単位で記入した．脈拍，体温は実測値を記入した．それ以外の項目は標本データの正規性を確保するために5件法尺度を用いた．記録用紙は測定期間中は対象者が所有し，期間終了後に複写を入手した．

2.4 QCリストの作成

B4横置き用紙1枚に1週間分を記入できるように記録用紙を作成した．記録欄の列には，左から観察項目，目標(値)，月曜日から日曜日までの計9列を配置し，行には上からタイトル行に続いて，スポーツライフ管理項目を並べた．観察項目は以下のような領域に分けて配列した．

トレーニング領域
・コントロールテスト項目
・トレーニング活動項目

ライフスタイル領域
・睡眠，休養項目
・食事項目

コンディション領域
・体調項目
・意見，感想，反省項目

競技に専念している選手から長期間にわたり毎日のコンディションデータを収集するに当たり，西嶋ら(2000）の方法に準拠して，以下の諸点に留意して実験を行った．

① 対象者の自己管理を促すものであること．
② 個人のフィードバックデータとして有用なものとなること．
③ 対象者に対して負担にならない程度の作業量および作業内容であること．

したがって，コンディション項目は対象者が選定し，対象者が有用な形式の記録用紙を作成した．

2.5 統計解析

競泳選手のコンディション変動にマルチファクター（多因子）モデル（津田，1994）を適用し，複数のコンディション項目の系列的変動の背後に潜む変動因子を抽出するために，Pテクニックの探索的因子分析を実施した．最尤法を用いて固有値1.0以上の因子を抽出した．

多因子モデルとは多変量間の相関関係に基づき，各変量のもつ変動の背後に現実には観測できない因子と呼ばれる潜在変量を仮定し，各観測変量をできるかぎり少数の因子の線形1次結合によって表すことを考えたモデルである．因子モデルの基本形は，

$$X_{ti}=\mu_i+\sum\beta_{ik}F_{tk}+\varepsilon_{ti}$$
$$(k=1,2,\cdots,p,\ t=1,2,\cdots,T,\ i=1,2,\cdots,N)$$

で表すことができる．ここで，βはF_{tk}に対する関係の度合を示す共通因子負荷量である．この基本形では，因子の種類として，すべての変量に共通に影響を与える共通因子F_{tk}と個々の変量に固有に影響を与える固有因子ε_{ti}の2種類が含まれている．本研究では，対

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

象者のコンディション変動に関する T 日間の情報を N 個の変量によって測定できた時，ある時点 t でのコンディション変動に関する変量 i によって測定された値 X_{ti} が，変量 i の平均 μ_i とすべての変量に共通な p 個の共通因子 $F_{tk}(k=1,2,\cdots,p)$ と，変量 i に固有な因子 ε_{ti} の線形1次結合で表されると仮定したモデルである．

コンディションの下位層領域としてライフスタイルを仮定し，練習（トレーニング），食生活，睡眠の基本的生活習慣に関する項目と，自覚的疲労や自覚的体調などのコンディションに関する項目を観察したことから，抽出された変動因子間に相関があることが想定される．この理由から，探索的因子分析によって抽出された因子に斜交プロマックス回転（柳井ほか，1995）を施し，因子パターン行列および因子相関行列を得た（西嶋ほか，2000）．因子パターン行列における因子負荷量が0.4以上の変数に言及して各因子を解釈した．

探索的因子分析によって得られたコンディションの変動因子構造に基づいて，構造方程式モデリング（共分散構造分析）による検証的因子分析を実施した．また，コンディション変動因子間の相関関係を手掛かりとし，多重指標モデルによる変動因子間の因果関係モデルを検証した．モデルの適合度指標にはGFI，AGFI，CFI，NFI，RMSEA，カイ2乗値（狩野，1997；山本・小野寺，1999）を使用した．

3. 結果と考察

3.1 変動因子の構造

表2は，Pテクニックによる探索的因子分析の回転後の因子パターン行列を示している．16項目の全分散の54%を説明する5因子が抽出された．0.4以上の負荷量を示した項目に言及して，第1因子から順に，練習意欲と自覚的体調の変動に関する因子，食事満足の変動に関する因子，練習量の変動に関する因子，自覚的疲労の変動に関する因子，体重の変動に関する因子と解釈された．因子間相関では，練習意欲と自覚的体調の変動と体重変動が最も高く0.62であった．続いて，食事満足の変動と体重変動が0.58，練習意欲と自覚的体調の変動と食事満足が0.50と，中等度に高い値を示した．

図1は検証的因子分析の標準解を示している．モデル適合度指標のGFIは0.974，AGFIは0.958，CFIは0.936と0.9以上，NFIは0.899と0.9に近く，RMSEAは0.094と0.1未満であり，起床時体温を除く15項目を用いて練習量変動，自覚的疲労変動，

表2　コンディション変動因子の探索的因子構造（回転後の因子パターン行列）

項目	F1 練習意欲 体調	F2 食生活	F3 練習量	F4 疲労	F5 体重	共通性
自覚的練習達成感	1.19	−0.09	0.00	−0.10	−0.25	1.50
自覚的練習意欲	0.62	−0.04	0.04	−0.06	0.35	0.52
自覚的体調	0.50	0.21	−0.01	0.38	0.02	0.44
朝食満足	−0.04	0.88	−0.16	−0.21	−0.15	0.87
昼食満足	0.06	0.75	−0.06	−0.01	−0.24	0.63
夕食満足	−0.04	0.51	0.29	0.09	−0.16	0.38
心身の状態	0.33	0.35	0.03	0.29	0.20	0.36
総練習時間	−0.10	−0.07	0.93	0.11	0.11	0.91
総泳距離	0.11	−0.09	0.71	−0.15	−0.10	0.56
自覚的疲労	0.11	−0.24	−0.10	0.76	−0.10	0.67
自覚的練習強度	0.16	0.22	0.35	−0.40	0.05	0.35
起床時体温	0.07	−0.09	−0.09	−0.38	0.26	0.23
最終練習後体重	−0.21	0.12	0.04	0.29	−0.65	0.56
就寝時刻	0.06	−0.34	0.04	0.21	−0.43	0.35
起床時脈拍	0.05	−0.11	−0.04	−0.13	0.33	0.14
睡眠時間	−0.11	−0.17	0.06	−0.02	0.30	0.13
因子寄与	2.29	2.07	1.63	1.36	1.24	8.60
因子寄与率(%)	14.34	12.96	10.18	8.47	7.78	53.74
因子間相関						
F2: 食生活	0.50					
F3: 練習量	0.23	0.18				
F4: 疲労	0.24	0.17	−0.12			
F5: 体重	0.62	0.58	0.25	0.29		

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

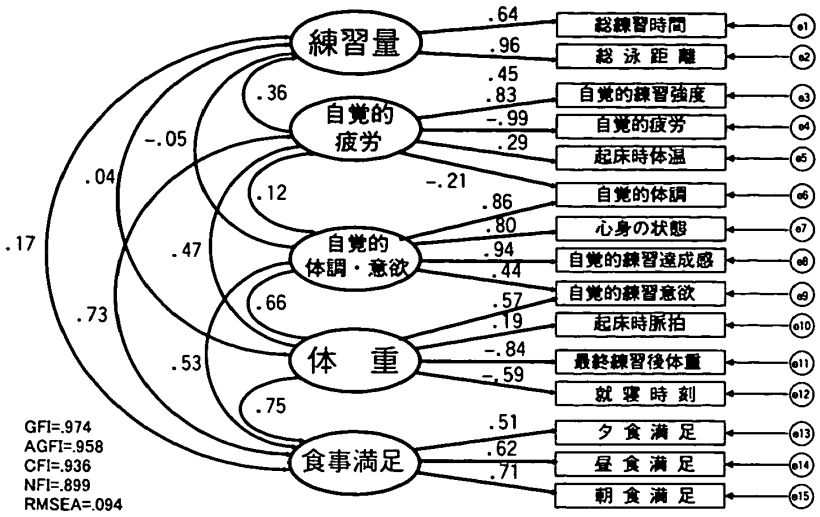

図1　コンディション変動の検証的因子構造

表3　トレーニング期間別主要コンディション項目の平均値と標準偏差

項目(単位)	全体	短水路選手権	準備期1	日本選手権	準備期2	国公立大会	学生選手権
練習後体重(kg)	54.6±0.8	54.5±0.4	55.4±0.4	55.0±0.3	54.6±0.4	54.0±0.4	53.7±0.4
自覚的体調(1-5)	3.6±0.9	4.1±1.0	3.3±0.8	3.5±0.8	2.7±0.8	3.8±0.8	4.3±0.61
自覚的疲労(1-5)	3.3±1.0	3.9±0.9	3.6±0.6	4.0±0.7	2.8±0.8	2.4±0.9	3.4±0.9
総泳距離(m)	6290±2973	5827±3164	6322±2905	4126±2236	6571±2942	8100±3052	5784±2046

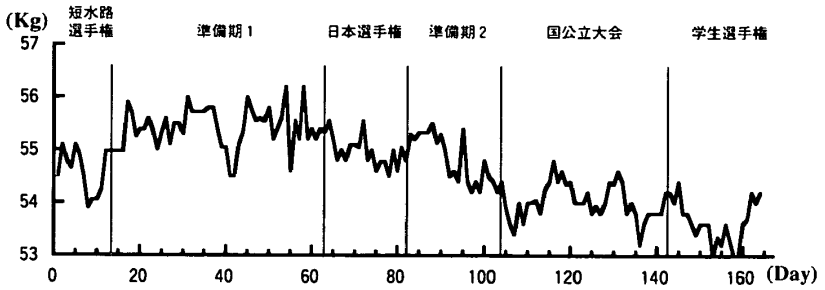

図2　最終練習後体重の変動

練習意欲と自覚的体調変動，体重変動，食事満足変動の5つの一次因子（潜在変数）から構成される検証的因子モデルは，良好な適合度を示した．睡眠時間は探索的因子分析の結果では共通性が最も小さく，また，検証的因子分析では不適解となったために，削除した．

探索的因子分析と検証的因子分析の結果から，15項目で測定される毎日のコンディション変動は，自覚的体調，自覚的疲労，体重，食事満足，練習量の5つの変動因子領域から構成されていることが推察された．

3.2　主要項目の変動

食生活領域を除く4つの変動因子領域から，因子負荷量と内容的妥性に言及して，最終練習後の体重，自覚的体調，自覚的疲労，総泳距離の4項目を選択し，トレーニングシーズンにわたる変動をグラフに示した．また，各項目のトレーニング期間ごとの平均値と標準偏差は表3に示されている．

図2は最終練習後の体重の変動を示している．選手の主体的なコンディション管理では，体重のコントロール（ウェイトコントロール）が基本である．対象者は40日目あたりから体重が減少しはじめ，第1目標の日本選手権までの上半期よりも学生選手権までの下半期の方が体重が減少し，自己ベストを記録した学生選手権に向けてコンディションが向上したことが窺える．身長166 cm，体重53 kg，BMI 19.2がトップコンディションを生み出す形態的条件であった．

図3は自覚的体調の変動を示している．5件法評定で3.6を平均として変動している．準備期1から日本選手権までに比較して，準備期2から国公立大会，学生選手権にかけての下半期に自覚的体調が連続的に向上していることが窺える．自覚的体調が5件法尺度の

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

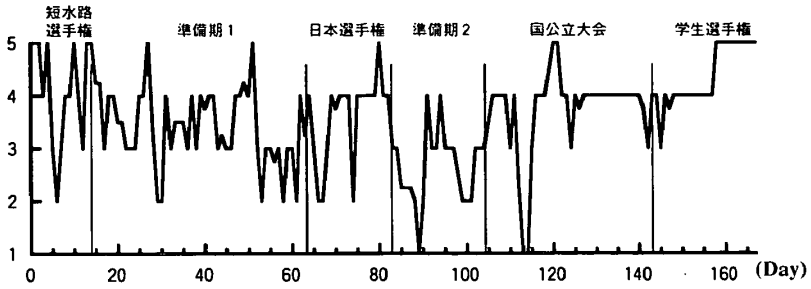

図3　自覚的体調の変動

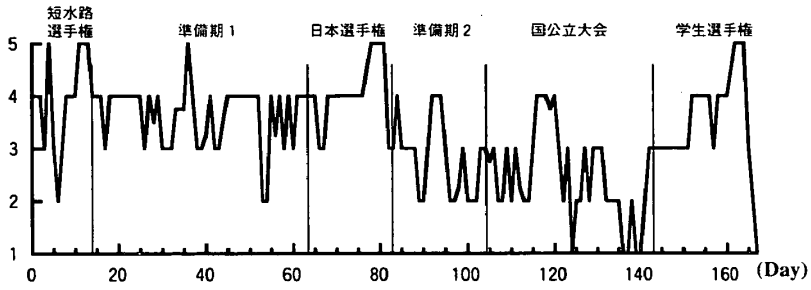

図4　自覚的疲労の変動

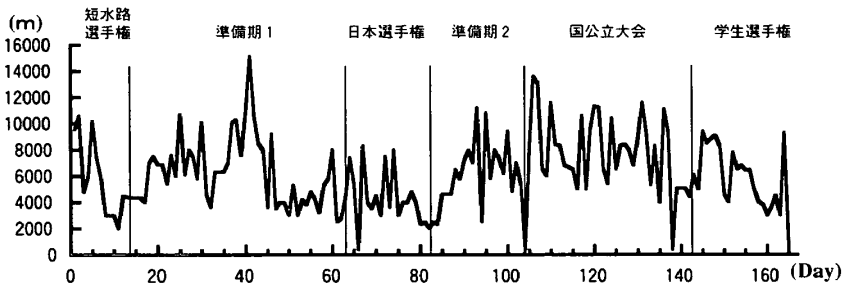

図5　総泳距離の変動

4を越えることがトップコンディションを生み出す条件であった．

図4は自覚的疲労の変動を示している．5件法評定で3.3を平均としてに変動している．1が疲労困憊，5が元気一杯を示す．第1目標の日本選手権期間では平均値が4.0で疲労は軽減されたものの，以降，国公立大会に向けて疲労状態に陥り，その後の学生選手権に向けて回復していったことが窺える．自覚的体調と同様に自覚的疲労を取り除き，5件法尺度で4程度になることがトップコンディションを生み出す条件であった．

図5は，練習量の指標である1日の練習における総泳距離の変動を示している．6,290 mを平均値として推移していた．一般的に，試合期間の前の準備期間で「泳ぎ込み」をし，試合期間では練習量を減少させることで，超回復状態を得る．準備期間1では平均値は6,322 mであり，その後の日本選手権期間では平均値が4,126 mであった．準備期2では平均値が6,571 mであり，その後の国公立大会期間では平均値が8,100 mとハードワークであった．練習量からみて国公立大会期間は試合期間ではなく，準備期間3であったことが理解できる．このような練習量過多により自覚的疲労状態が進行したことが推察される．最後の学生選手権期間では平均値が5,784 mと減少していた．これにより，自覚的疲労が回復し，自覚的体調が向上したことが推察される．

3.3　コンディション変動因子間の因果関係

図2から図5に示される主要なコンディション項目の変動を主体的にコントロールするために，これらの項目間に共通に関与する変動因子間の因果関係を検証した．図6は，主要なコンディション変動因子間の因果構造モデルを示している．モデル適合度指標のGFIは0.977，AGFIは0.921，CFIは0.985，NFIは0.966と0.9以上，RMSEAは0.065と0.1未満

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

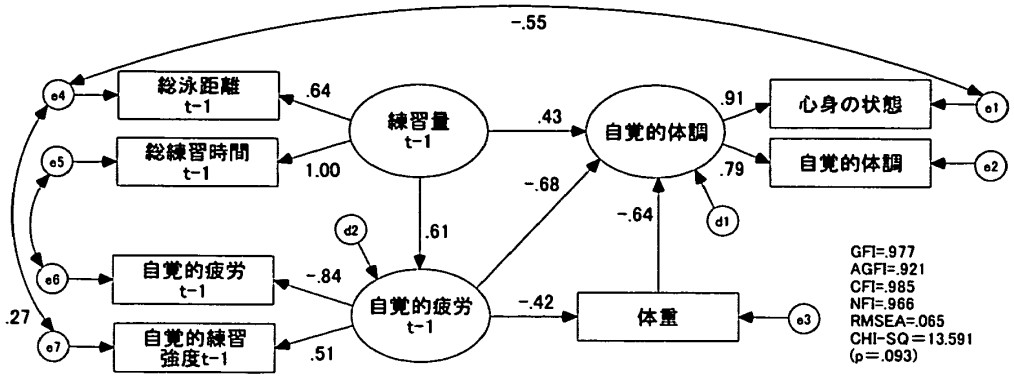

図6　コンディション変動因子間の因果関係

であり，自覚的体調に対する体重，前日の練習量，前日の自覚的疲労の影響の程度を示す因果構造モデルは，良好な適合度を示した．体重から自覚的体調へは−0.64と中等の高いパス係数を示した．前日の自覚的疲労から体重へのパス係数は−0.42，自覚的体調へは−0.68と中等に高い値であった．前日の練習量から自覚的体調へのパス係数は0.43，前日の自覚的疲労へは0.61と中等の高い値であった．パス係数はすべて統計的に有意であった（P<.05）．

この因果構造モデルから，自覚的体調は前日の練習量，前日の自覚的疲労，体重から直接的に影響を受け，前日の練習量および前日の自覚的疲労から間接的に影響を受けていることが推察される．練習量，自覚的体調，自覚的疲労，体重の変動はコンディションのQCシートを用いてフィードバックされ，トップコンディションを準備するために主体的にコントロールされた．最終のトレーニング期間である学生選手権期間には，疲労からの超回復が達成され，適切な体重に減少し，自覚的疲労が軽減し，自覚的体調が向上し，その結果として，自己ベストが記録されたことが理解できる．

4．今後の課題

前日の練習量がコンディションに影響を及ぼしていることから，コンディションに関する多変量時系列データに動的因子分析法を適用して，ラグを考慮した少数の共通変動因子を抽出することが有用である可能性が考えられる．

厳密には，多変量時系列データには時系列データ特有の系列相関があるために一般的な因子分析法を適用することは望ましくない．時系列データに対する因子分析法としては，本研究で用いたCattell（1952）により提案されたPテクニックによる因子分析法が一般的であった．Pテクニックによる因子分析法は時期を観測対象とする多変量データに直接因子分析法を適用しているものであり，ラグ付き共分散を考慮できないという理論的欠点を持っていた（Anderson, 1963）．この問題を解決するためにに提案された方法がMolenaar（1985）による動的因子分析法である．時系列データへの因子分析法としては，この他にToyoda（1979）が提案している時系列因子分析法がある．これは，互いに関連のある多数の時系列の背後に，観測できない少数の時系列が存在するという観点から提案された（豊田，1998）．これらの解析方法を適用し，個々の選手のコンディション変動を測定する多変量時系列データに潜在する共通変動因子を検証することが，今後の課題となる．

参考文献

[1] Anderson, T. W (1963), The use of factor analysis in the statistical analysis of multiple time seriese, Psychometrika 28 : 1-25.

[2] Cattel, R. B. (1952), Factor analysis ; an intoroduction and maual for the psychologisit and social scientist, Harper, New : New York : pp. 102-112.

[3] 菅野淳，西嶋尚彦（1996），プロサッカー選手のシーズンを通したコンディショニング—Jリーグサテライト選手における実践—，トレーニング科学 8 : 43-50.

[4] 狩野裕（1997），グラフィカル多変量解析，現代数学者，京都．

[5] Molenaar, P. C. M. (1985), A dynamic factor model for the analysis of multivariate time series, Psychometrika 50 : 181-202.

[6] 西嶋尚彦（1996），部活動に活かす体力測定と運動処方，体育科教育 44 : 35-38.

[7] 西嶋尚彦，中野貴博，山田剛史（2000），単一事例研究法を用いた自覚的コンディション変動の統計的分析，体育学研究 45 : 619-630.

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

[8] 大庭恵一, 渋谷俊浩, 西嶋尚彦, 永井純, 和田典子 (1998), 女子長距離選手におけるコンディションの自己管理システムの開発, 陸上競技研究 35 : 36-44.
[9] Toyoda, H. (1997), Time series factor analysis model : Factors generated by autoregression and moving average process, Sociological teheory and methods 12 : 1-14.
[10] 豊田秀樹 (1998), 共分散構造分析 (応用編), 朝倉書店, 東京 : pp. 75-98.
[11] 津田博史 (1994), 株式の統計学, 朝倉書店, 東京 : pp. 89-160.
[12] 和久貴洋・河野一郎 (1996), コンディショニングに用いる指標, (編)黒田善雄, スポーツのためのセルフケア, 文光堂 : 東京, pp. 88-94.
[13] 山本嘉一郎, 小野寺孝義編著 (1999), Amosによる共分散構造分析と解析事例, ナカニシヤ出版, 東京 : pp. 83-96.
[14] 柳井晴夫, 繁桝算男, 前川眞一, 市川雅教 (1995), 因子分析 : その理論と方法, 朝倉書店, 東京 : pp. 107-111.

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 無断複写・複製・転載を禁ず.