

大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーに関する研究

The study of unforced errors in college male tennis players

2016年11月

16N9002 柴原 健太郎

Kentaro SHIBAHARA

目次

第1章 緒言	
1. 1. 本研究の背景とその課題	1
1. 1. 1. テニス研究の背景	
1. 1. 2. ヒューマンエラー研究の背景	
1. 1. 3. 競技スポーツにおけるエラー研究の背景	
1. 1. 4. テニスでのエラーについて	
1. 1. 5. テニスでの UE 研究について	
1. 2. 本研究の目的	5
第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態	
2. 1. 目的	6
2. 2. 方法	7
2. 2. 1. 調査対象者	
2. 2. 2. 分析方法	
2. 2. 3. 倫理的配慮	
2. 3. 結果	11
2. 3. 1. ゲーム分析の結果	
2. 3. 2. ラリー中の UE の詳細	
2. 3. 3. 取得ゲームおよび失ゲーム時の UE の詳細	
2. 3. 4. 3 打目の UE の詳細	
2. 3. 5. 5 打目の UE の詳細	
2. 4. 考察	27
2. 5. 要約	30
第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係	
3. 1. 目的	31
3. 2. 方法	34
3. 2. 1. 質問紙の作成	
3. 2. 2. 調査対象者	
3. 2. 3. 分析方法	
3. 2. 4. 倫理的配慮	
3. 3. 結果	37
3. 3. 1. UE についての探索的因子分析の結果	
3. 3. 2. 2 因子間の因果関係モデルの検討	

3. 3. 3.	技能レベルによる2因子間の因果関係モデルの比較	
3. 3. 4.	各因子得点と各項目の平均得点	
3. 3. 5.	UEの発生原因と技能レベルの関係	
3. 4.	考察	45
3. 5.	要約	48
第4章	テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響	
4. 1.	目的	49
4. 2.	方法	51
4. 2. 1.	被験者	
4. 2. 2.	実施期間・場所（環境）	
4. 2. 3.	実験手続き	
4. 2. 4.	測定指標	
4. 2. 5.	心理的指標	
4. 2. 6.	分析方法	
4. 2. 7.	倫理的配慮	
4. 3.	結果	56
4. 3. 1.	全身選択反応時間	
4. 3. 2.	主課題の正確性	
4. 3. 3.	主課題の難易度と集中度	
4. 4.	考察	61
4. 5.	要約	63
第5章	総括	64
引用文献		67
謝辞		73

第1章 緒言

1. 1. 本研究の背景とその課題

1. 1. 1. テニス研究の背景

テニスは、長方形のコート中央にあるネットを挟んで双方のプレーヤーが相対し、ノーバウンドまたはワンバウンドのボールを、ラケットを使用して互いに打ち合い、相手に失策を与えポイントを取り合い、勝敗を競う競技である。テニスの試合では、ポイントの積み重ねがゲーム、ゲームの積み重ねがセットとなり、セットの積み重ねにより勝敗が決まる^{1) 2)}。そのため、試合を勝ち抜くためには、1ポイント1ポイントの積み重ねが重要となる。さらに、テニスはラリーという形態によってのみ得点が推移していく³⁾。テニスやバドミントン、卓球のようなラケット競技でのラリーは、イン・プレイからデッドになるまでの双方の連続的な打ち合い⁴⁾と定義されている。テニスにおけるラリーは、用具の進化や科学的なトレーニングにより⁵⁾、1ポイント間的高速化が進み³⁾、大部分のポイントはサービス、リターン、もしくはその後の1, 2本先のラリーまで(6打目以内)にポイントの約62—79%が決している^{6) 7)}。これらの結果を踏まえて、Schönborn⁷⁾は、ラリー数の増加と共にポイントが決まりにくくなるため、ポイントの初めが大変重要であると述べている。つまり、試合で勝利するためには、ラリーの初期段階(6打目以内)におけるポイント取得が非常に重要になる³⁾。

テニスでのポイントの決定は、ウィナー(エース)かエラーの2種類に大別される。テニスでは、対戦相手のウィナーによる失点よりも自らのエラーによる失点が多く^{8) 9)}、どのようなレベルの試合であっても約65—79%が自らのエラーによる失点^{10) 11) 12)}であることが報告されている。そのため、エラーによる失点を如何に減らすかが重要であると考えられている。

1. 1. 2. ヒューマンエラー研究の背景

人が引き起こすエラーについては、人間工学や認知心理学の分野でヒューマンエラー研究として扱われている。ヒューマンエラー研究では医療事故や交通事故、原子力事故、航空機事故など、人命に関わるため事故の発生を防止するために数多くの研究が行われてきている。

ヒューマンエラーとは、小松原¹³⁾によると、「すべきことが決まっている」ときに「すべきことをしない」、あるいは「すべきでないことをする」と定義され、計画された一連の心理的活動または身体的活動が意図した結果を達成することが出来なかった場合を意味している¹⁴⁾。Norman¹⁵⁾は、多くの事例からヒューマンエラーを「ミステイク」と「スリッ プ」の2つに分類している。「ミステイク」とは計画通りに行動されているが、計画自体が不適切なために生じるエラーを指している。すなわち、計画段階で不適切な選択をしてしまったり、状況を誤認したり、必要な事項を考えなかった時に起こるエラーである。一方、「スリッ プ」とは、実行時に意図していない行為を行った時に生じるエラーを指している。すなわち、あまり意識せずに自動的に行った行為が、気が付くと別のことを行っていたり、わき道に入っていたりするようなエラーであり、日常起こる多くのエラーはスリッ プであると考えられる¹⁶⁾。この分類をもとに Reason¹⁴⁾は、ヒューマンエラーを「計画時の失敗」と「実行時の失敗」に分け、期待した結果が得られないのは、計画どおりに行動できないのか、あるいは計画自体が不完全であったかによって決まると述べている。「計画時の失敗」とは目的を設定し、目的達成のための方法を決めなかったか、あるいは計画自体が間違っていたことによる失敗のことで、「実行時の失敗」とは行動の選択間違いや技能の不足などによる失敗のことである。このように、同じようなエラーであってもエラーによって発生原因が異なるため、ヒューマンエラーを防止するためには、エラーが発生する背景要因を知ることが重要である¹³⁾。

1. 1. 3. 競技スポーツにおけるエラー研究の背景

競技スポーツにおいても、重要な試合でのエラーが勝敗を分けることがある^{17) 18)}。それだけに、エラーの発生状況や発生原因、そしてエラーの防止策を明らかにすることは必要である。これまで競技スポーツにおけるエラー研究は、野球^{19) 20)}やサッカー^{21) 22)}、バレーボール^{18) 23)}、バスケットボール²⁴⁾、バドミントン²⁵⁾、剣道¹⁷⁾などで行われている。エラーが発生する原因について、西條ほか¹⁹⁾や松村²⁰⁾は、野球やソフトボールでの守備におけるエラーの発生原因について、質問紙やスコアブックをもとに調査を行っている。その結果、同点などの拮抗するゲームの中盤以降で、ランナーがいるというような考えざるをえない場面では、守備でのエラーが発生しやすいことを報告している。これは考えながらのプレーを行うと、意識の中心で当面の課題解決に意識が向けられるため、動作は意識の周縁部に追いやられ、自動化されたプレーを行ってしまうことが原因¹⁹⁾と考えられ

ている。つまり、考えながらのプレーは、自動化されたプレーを表出しやすく、環境が安定している場面では問題はないが、無意識的で環境が変化(イレギュラーバンウンドなど)すると、エラーを発生させる機縁となる。そのため、無意識的なプレーを行うことは、裏返すと注意をしていないということであり、その結果、取り違いや思い違いといった錯誤により「スリップ」によるエラーの発生¹³⁾に繋がりやすくなる。また、本郷²⁵⁾は、バドミントンの試合におけるエラーの発生原因について質問紙を用いて調査を行っている。この研究では、Reason¹⁴⁾のエラーの分類での「計画時の失敗」という、試合前の計画や戦術の立案がエラーの発生に関連しているのかについて検討されている。その結果、試合前に計画や戦術の立案をしていない選手は、「考えないで打った」や「作戦を立てなかった」といった、計画自体が目的に対して不適切であったことから起きる「ミステイク」によるエラーが多いことを報告している。さらに、田村ほか²¹⁾は、サッカーでのパスミスについて Schmidt²⁶⁾が提唱する情報処理モデルや、中川²⁷⁾の提唱する状況判断モデルに着目し、情報処理過程のどの段階でエラーが発生したかについて調査を行っている。その結果、パスミスの主な原因について、準熟練者ではプレーヤーの検出や位置関係の把握をするといった刺激同定段階におけるエラーが多く、熟練者では、パスの正確性やタイミングといった実行段階における処理のエラーが多いことを明らかにしている。つまり、技能レベルの違いによって、エラーの発生原因が異なっていることを示している。

1. 1. 4. テニスでのエラーについて

テニスは、オープンスキル系の競技であり、時々刻々と変化する状況の中で、対戦相手やボールの動きに対応しなければならない。その中で対戦相手にいかに多くのエラーをさせるかといった相手との駆け引きが重要となる^{28) 29)}。

テニスでのエラーは、フォースドエラーとアンフォースドエラー(以下: UE)の2つのエラーに分類することができる¹¹⁾。フォースドエラーは、対戦相手の攻撃的なショットが原因で引き起こされるエラーであり、準備をする時間的な余裕がない状況でのミスのことである^{11) 30)}。一方、UEは、主導権を握っているプレーヤーが引き起こすエラーであり、ショットの選択肢や攻撃的に打つことができる時間的に余裕がある状況でのミスのことである^{11) 30)}。Djurovic *et al.*³¹⁾や Filipčič *et al.*³²⁾, Katić *et al.*³³⁾は、試合での統計データ Match Statistics を用いてグランドスラムの大会の結果を分析したところ、勝った試合では相手選手よりも UE の発生が少ないことを報告している。つまり、UE は勝敗を決定する重要な項

目の1つであり、テニスの試合で勝利するためには、UEの発生を少なくすることが重要である^{9) 11) 34) 35)}。

1. 1. 5. テニスでのUE研究について

これまで試合の勝敗とUEの関係に焦点を当てた研究は、大学女子テニス選手³⁶⁾を対象とした研究がある。この研究では、大学女子テニス選手を対象にUEがどのような状況や原因で発生するかを検討し、失点の半数以上(約55%)がUEであったことや、フォアサイドのディフェンスゾーン付近でのストロークによるUEが、特に失ゲーム時に多いことを報告している。平田ほか³⁶⁾は、UEの発生状況を明らかにすることで、自己のプレーの欠点や弱点、それらに対する対応策を考えさせることができるため、選手自身や指導者にとって有益な情報になると述べている。しかし、テニスでのUEの発生状況や発生原因、そして防止策についての研究は数少なく、検討が必要な課題であると考えられる。

1. 2. 本研究の目的

本博士論文では、大学男子テニス選手を対象に、UE の発生原因やそのメカニズムについて検討することを目的とした。まず、第2章では、実際の試合からゲーム分析手法を用いてUE を数量的に分析し、UE の発生や発生状況について検討した。次に、第3章では、質問紙調査法を用いてUE の発生原因とその因果関係について検討した。そして、第4章では、実験的研究としてUE を誘発させている「考えながらのプレー」に着目し、プレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響について検討を行った。最後に、第5章では、第1章から第4章で明らかとなった、UE の発生状況や発生原因、発生のメカニズムについて総括し、今後の課題を述べた。

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

2. 1. 目的

試合の中から客観的な指標を分析する手法の1つにゲーム分析がある。ゲーム分析は、研究目的に応じて分析する項目を定め、試合でのチームやプレーヤーのパフォーマンスを記録し、その記録結果を特定の観点から数量的に処理する手法である³⁷⁾。ゲーム分析を行うことによって、試合での戦術の分析や練習法の立案に貢献できるため、テニスでのゲーム分析を行った研究^{1) 3) 31) 36) 38) 39) 40) 41)}は数多く見受けられる。近年では、ゲーム分析の結果から、大部分のポイントはサービス、リターン、もしくはその後の1, 2本先のラリーまで(6打目以内)に決しているため⁶⁾、試合で勝利するためには、ラリーの6打目以内におけるポイント取得が非常に重要³⁾なことが明らかとなっている。しかし、UEについてゲーム分析を行った研究では、1試合で発生するUEの数^{28) 29) 31) 36)}や勝敗や取得ゲームでのUEの比較³⁶⁾、ショット内容^{28) 29) 36)}に焦点が当てられており、ラリー中のどこで発生したUEなのかを詳細に分析したものはない。そのため、ラリー中のUEがどのような状況で発生しているのかを明らかにすることは、UEを回避するための練習法を立案する上で、選手や指導者にとって有益な情報を提供することができるのではないかと考えられる。

そこで第2章では、実際の試合からゲーム分析手法を用いて、技能レベルの異なる大学男子テニス選手と Association of Tennis Professionals (以下: ATP) ツアーの下部大会であるフューチャーズに出場する男子テニス選手を対象に、①技能レベル別にみたUEの発生頻度、②ラリー中のUEの発生状況について検討することを目的とした。

2. 2. 方法

2. 2. 1. 調査対象者

調査対象者は、関東大学テニス連盟に加盟する大学男子テニス選手（以下：大学生群，大学ランキング2—15位）とフューチャーズの大会に出場する男子テニス選手（以下：フューチャーズ群，ATP ランキング315—1439位）の各8名であった。対象とした試合は、201X年5月に行われた関東学生テニス選手権大会と201X年3月に行われた亜細亜大学国際オープンテニス（Asia Univ. Futures Tournament）のシングルス準々決勝から決勝戦までの各7試合であった。なお、試合はすべて3セットマッチで行われた。

2. 2. 2. 分析方法

ゲーム分析には、ビデオカメラ（SONY社製，HDR-SR12）を用いて、テニスコートの後方からテニスコートの全景が撮れる場所に設置し録画したものを使用した。表2-1はゲーム分析に用いた分析項目の詳細である。本調査の分析項目とその詳細は、ラリー中のUEの発生状況を明らかにするために、失点した際のショット、サイド、ポジションとポイントが決定するまでに要したラリー回数とした。なお、サイドは、ネットに直面した際の右側をフォアサイド、左側をバックサイドとした。また、ポジションは、ベースラインより後方をディフェンスゾーン、ベースラインからサービスラインまでをオフェンスゾーン、サービスラインからネットまでをフィニッシュゾーンとした。

ゲーム分析にはゲーム分析用ソフトSports Code（Sportstec社製）を使用し、指導者2名（指導者A：指導歴3年，指導者B：指導歴3年）が映像をみて記録し、ゲーム分析の結果が指導者間で異なる場合には、3人目の指導者（指導者C：指導歴14年）に最終的な判断を行わせた。表2-2はラリー数について示したものである。本調査では、サーブを打った局面を1打目とし、リターンを2打目，3打目以降に関しても同様に定義され、ポイントが決まった局面を終点とした。

本調査では、2群間の差を検討するために χ^2 検定を行い、有意差がみられた場合には項目間の差を明らかにするために残差分析を行った。なお、統計処理についてはIBM SPSS Statistics 22.0 for Windowsを用い、有意水準は5%未満とした。

2. 2. 3. 倫理的配慮

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中の アンフォースドエラーの実態

本調査で用いた映像は、大会の主催者である亜細亜大学、関東学生テニス連盟と出場した選手に「本調査への参加は自由意志であり、不参加による不利益はなく、個人の特定はされない」ことを口頭にて説明し、本調査への参加の承諾を得た上で撮影を行った。

表 2-1. ゲーム分析の詳細について

主な分析項目	分析内容
失点	ウィナー, フォースドエラー, アンフォースドエラー
ラリー	ラリー回数
ショット内容	ストローク (フォア, バック), ボレー, スマッシュ, サービス
サイド	フォアサイド, バックサイド
ポジション	ディフェンスゾーン, オフェンスゾーン, フィニッシュゾーン

表 2-2. 本調査におけるラリー数について

ラリー数	ポイント決定内容		失点者
1 打目	ダブルフォルト		サービス側
2 打目	サービスエース	リターンエラー	レシーブ側
3 打目	リターンエース	サービス側エラー	サービス側
4 打目	サービス側エース	レシーブ側エラー	レシーブ側

※ 5 打目以降に関しても同様に定義

2. 3. 結果

2. 3. 1. ゲーム分析の結果

表 2-3 は、対象とした各 7 試合の総セット、ゲーム、ポイント、ラリー数を示したもので、() 内は各 7 試合の平均セット、1 セットの平均ゲーム、1 ゲームの平均ポイント、1 ポイントの平均ラリー数を示している。

図 2-1 は、対象とした各 7 試合のポイントの内訳を示したものである。UE による失点は大学生群で 33.6%、フューチャーズ群で 24.8%であった。 χ^2 検定の結果 ($\chi^2(2)=30.34, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、大学生はフューチャーズ群に比べ UE ($p<.01$) が有意に多く、ウィナー ($p<.01$) が有意に少なかった。

2. 3. 2. ラリー中の UE の詳細

図 2-2 は、対象とした各 7 試合のラリーと UE の内訳を示したものである。横軸は、ラリーの回数、縦軸の上側がサーバー側、下側がレシーバー側の失点率を示している。サーバー側の UE による失点率は大学生群で 58.0%、フューチャーズ群で 55.6%であった。レシーバー側の UE による失点率は大学生群で 42.0%、フューチャーズ群で 44.4%であった。それぞれの群でラリーの何打目での UE が多いかについて検討するために χ^2 検定を行った。大学生群での χ^2 検定の結果 ($\chi^2(13)=213.76, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、1 打目 ($p<.01$)、2 打目 ($p<.05$)、3 打目 ($p<.01$)、4 打目 ($p<.01$)、5 打目 ($p<.01$)、6 打目 ($p<.01$) がその他の打数に比べ有意に多かった。フューチャーズ群での χ^2 検定の結果 ($\chi^2(13)=98.50, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、1 打目 ($p<.01$)、2 打目 ($p<.01$)、3 打目 ($p<.01$)、4 打目 ($p<.01$)、5 打目 ($p<.01$)、6 打目 ($p<.05$) がその他の打数に比べ有意に多かった。いずれの群も、ラリーの 6 打目以内での UE の発生が多かった。

2. 3. 3. 取得ゲームおよび失ゲーム時の UE の詳細

図 2-3 は、対象とした各 7 試合の取得ゲームでのポイントの内訳を示したものである。UE による失点率は大学生群で 33.2%、フューチャーズ群で 23.6%であった。2 群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(2)=22.95, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、大学生群はフューチャーズ群に比べ UE ($p<.01$) が多く、ウィナー ($p<.01$) が有意に少な

かった。

図2-4は、対象とした各7試合の失ゲームでのポイントの内訳を示したものである。UEによる失点率は大学生群で37.0%、フューチャーズ群で32.3%であった。2群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(2)=1.60, n.s.$)、有意な差はみられなかった。

図2-5は、対象とした各7試合の取得ゲーム時のラリーとUEの内訳を示したものである。サーバー側の失点率は大学生群で43.6%、フューチャーズ群で46.6%であり、レシーバー側の失点率は大学生群で56.4%、フューチャーズ群で53.4%であった。それぞれの群でラリーの何打目でのUEが多いかについて検討するために χ^2 検定を行った。大学生群での χ^2 検定の結果 ($\chi^2(13)=92.95, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、2打目 ($p<.01$)、3打目 ($p<.01$)、4打目 ($p<.01$)、6打目 ($p<.01$) が有意に多かった。フューチャーズ群での χ^2 検定の結果 ($\chi^2(13)=48.83, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、1打目 ($p<.01$)、2打目 ($p<.01$)、3打目 ($p<.01$)、4打目 ($p<.01$)、5打目 ($p<.05$)、6打目 ($p<.01$)、8打目 ($p<.05$) が有意に多かった。いずれの群も、ラリーの6打目以内のUEの発生が多くみられた。

図2-6は、対象とした各7試合の失ゲーム時のラリーとUEの内訳を示したものである。横軸は、ラリーの回数、縦軸の上側がサーバー側、下側がレシーバー側の失点率を示している。サーバー側の失点率は大学生群で74.8%、フューチャーズ群で83.6%であり、レシーバー側の失点率は大学生群で25.2%、フューチャーズ群で16.4%であった。それぞれの群はラリーの何打目でUEが多いかについて検討するために χ^2 検定を行った。大学生群での χ^2 検定の結果 ($\chi^2(13)=155.48, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、1打目 ($p<.01$)、3打目 ($p<.01$)、4打目 ($p<.05$)、5打目 ($p<.01$) が有意に多かった。フューチャーズ群での χ^2 検定の結果 ($\chi^2(11)=61.56, p<.001$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、1打目 ($p<.01$)、3打目 ($p<.01$)、5打目 ($p<.05$) が有意に多かった。いずれの群とも、1打目、3打目、5打目のUEの発生が多かった。

2. 3. 4. 3打目のUEの詳細

図2-7は、対象とした各7試合の3打目のUEのショットでの内訳を示したものである。いずれの群ともフォアハンドストロークによるUEが多かった。2群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(2)=10.92, p<.01$)、有意な差がみられたため残差分析を行った。その結果、大学生群のボレー、スマッシュ ($p<.01$) が有意に少なかった。

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中の アンフォースドエラーの実態

図2-8は、対象とした各7試合の3打目のUEのサイドでの内訳を示したものである。いずれの群ともバックサイドによるUEが多かった。2群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(1)=1.34, n.s.$)、有意な差はみられなかった。

図2-9は、対象とした各7試合の3打目のUEのゾーンでの内訳を示したものである。いずれの群ともオフェンスゾーンでのUEが多かった。2群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(2)=7.97, p<.05$)、有意な差がみられたため残差分析を行ったところ、大学生群のフィニッシュゾーンでのUE ($p<.01$) が有意に少なかった。

2. 3. 5. 5打目のUEの詳細

図2-10は、対象とした各7試合の5打目のUEのショットでの内訳を示したものである。いずれの群ともフォアハンドストロークによるUEが多かった。2群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(2)=0.30, n.s.$)、有意な差はみられなかった。

図2-11は、対象とした各7試合の5打目のUEのサイドでの内訳を示したものである。いずれの群ともバックサイドによるUEが多かった。2群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(1)=0.01, n.s.$)、有意な差はみられなかった。

図2-12は、対象とした各7試合の5打目のUEのゾーンでの内訳を示したものである。いずれの群ともディフェンスゾーンでのUEが多かった。2群間で χ^2 検定を行った結果 ($\chi^2(2)=0.80, n.s.$)、有意な差はみられなかった。

表 2-3. 群別にみた7試合の総セット, ゲーム, ポイント, ラリー数

	セット数 (平均)	ゲーム数 (平均)	ポイント数 (平均)	ラリー数 (平均)
大学生群	18セット (2.6セット)	172ゲーム (9.6ゲーム)	1166ポイント (6.8ポイント)	7448ラリー (6.4ラリー)
フューチャーズ群	15セット (2.1セット)	151ゲーム (10.1ゲーム)	948ポイント (6.3ポイント)	5057ラリー (5.3ラリー)

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中の アンフォースドエラーの実態

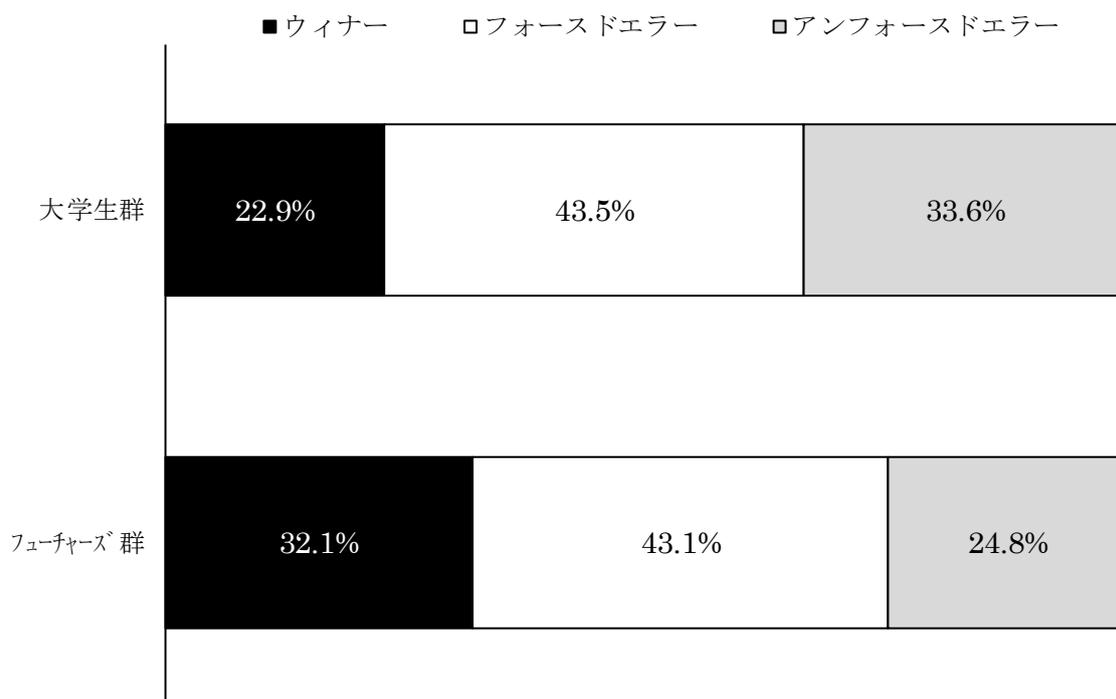


図 2-1. 群別に見たポイントの内訳

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

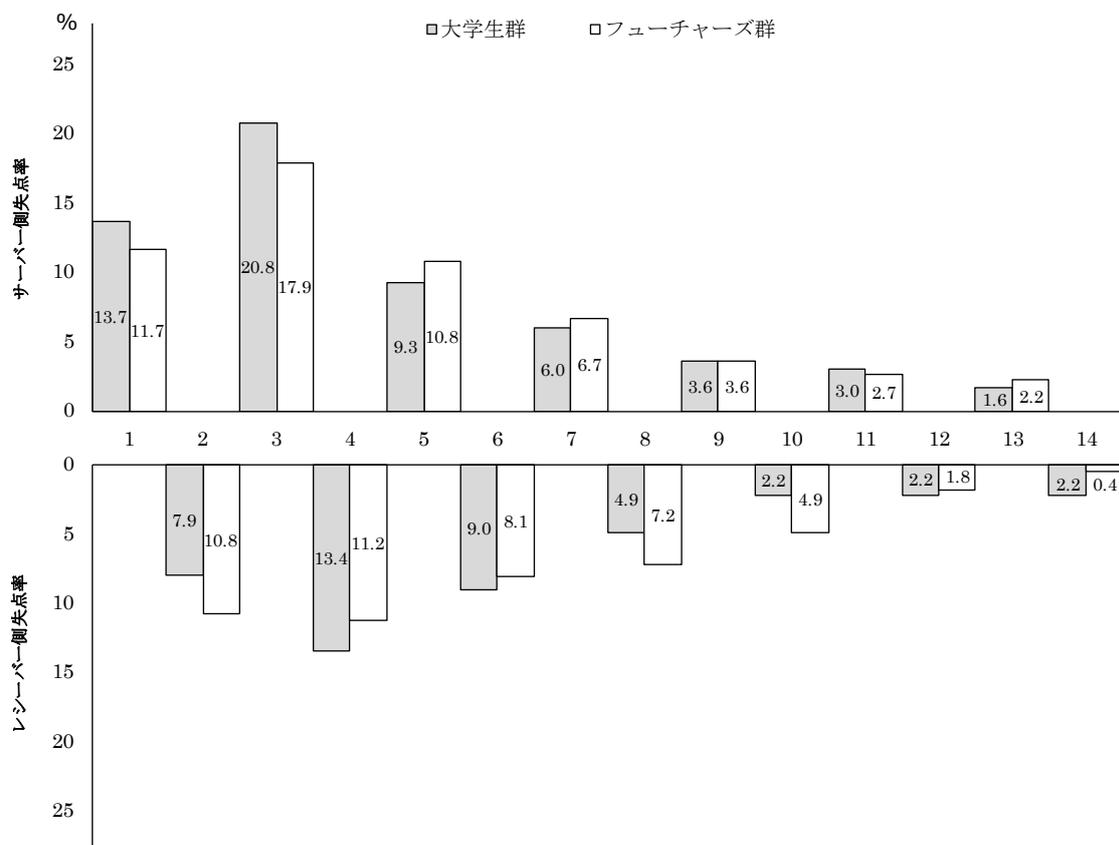


図 2-2. 群別にみたラリーと UE の内訳

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

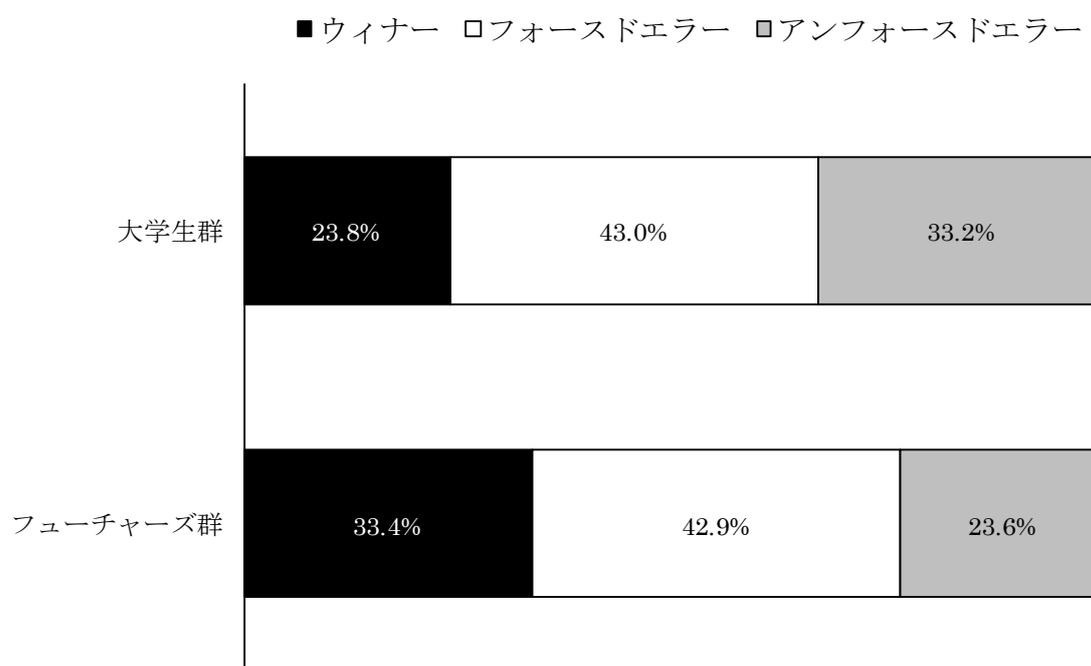


図 2-3. 群別にみた取得ゲーム時の UE の内訳

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

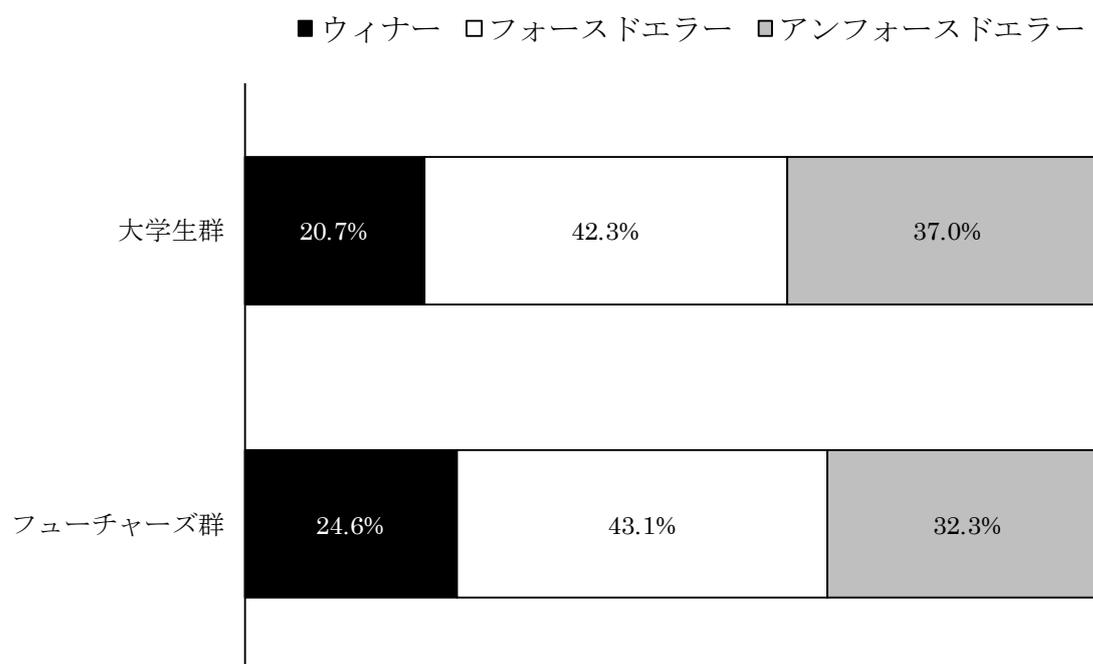


図 2-4. 群別にみた失ゲーム時の UE の内訳

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

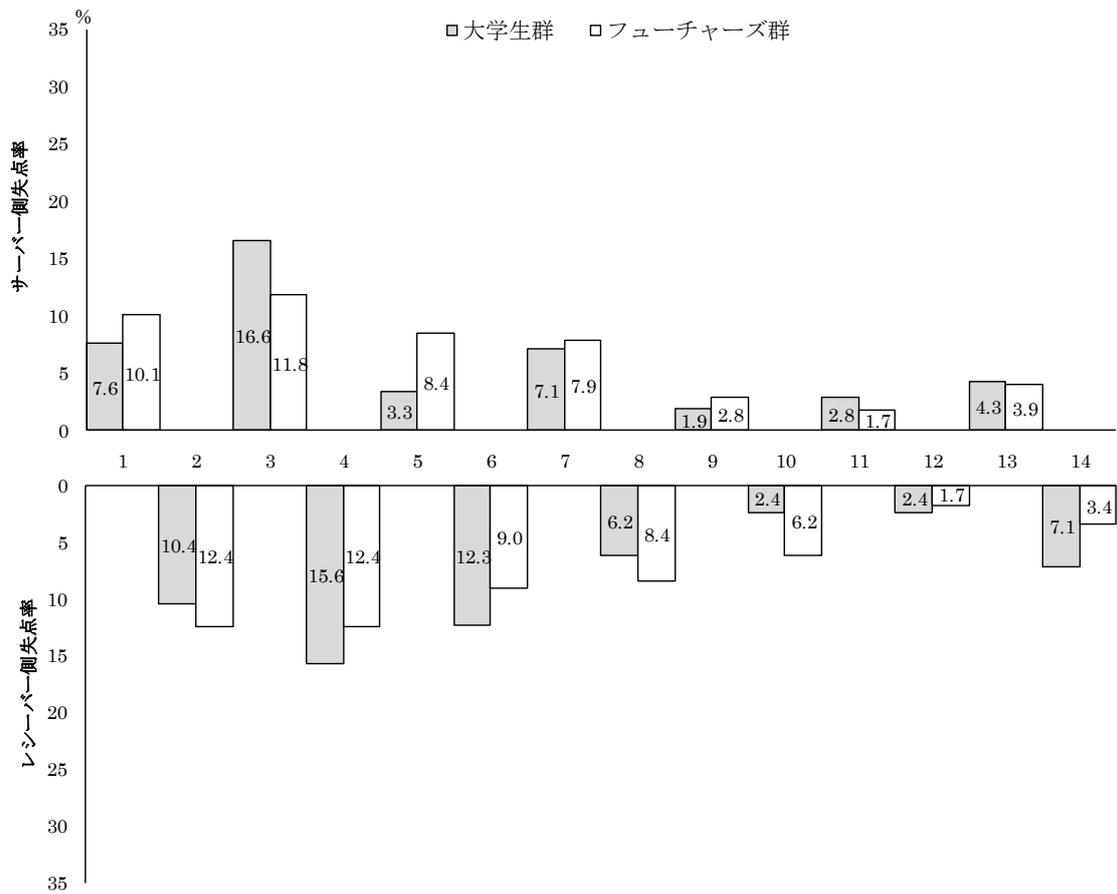


図 2-5. 群別にみた取得ゲーム時のラリーと UE の内訳

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中の アンフォースドエラーの実態

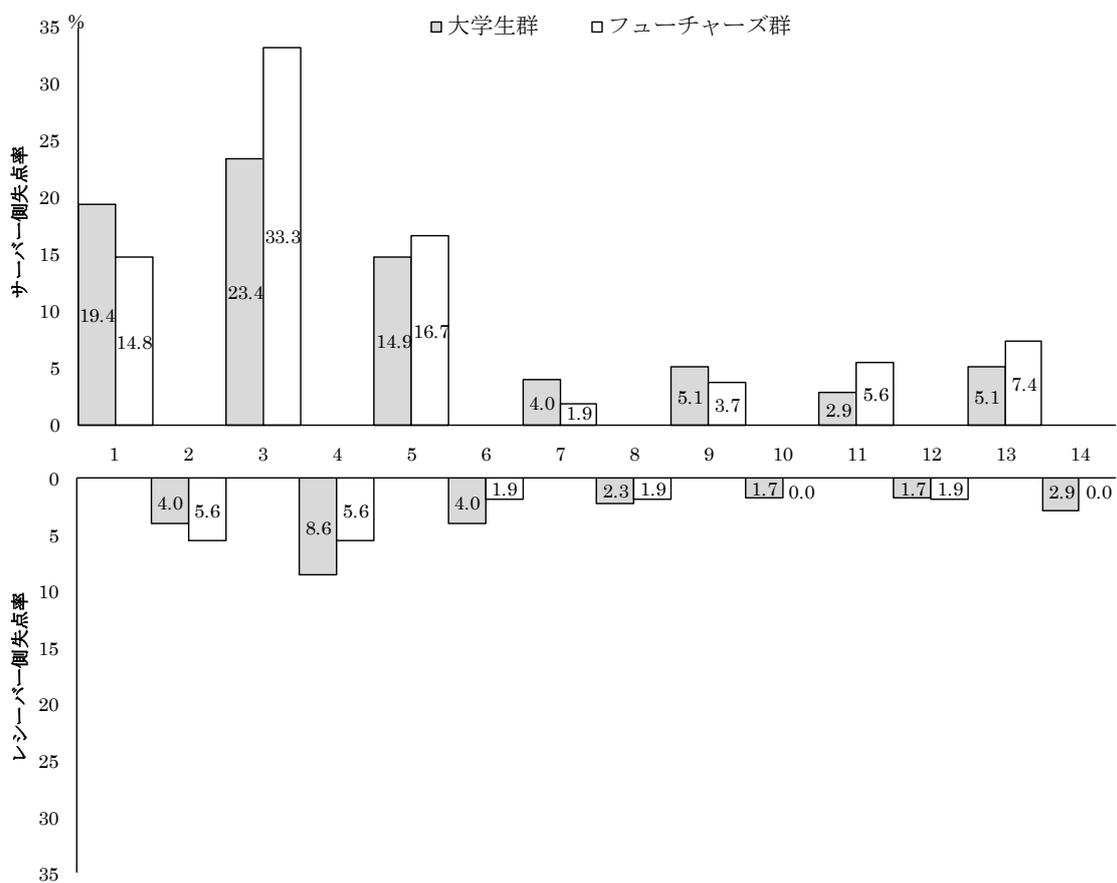


図 2-6. 群別にみた失ゲーム時のラリーと UE の内訳

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

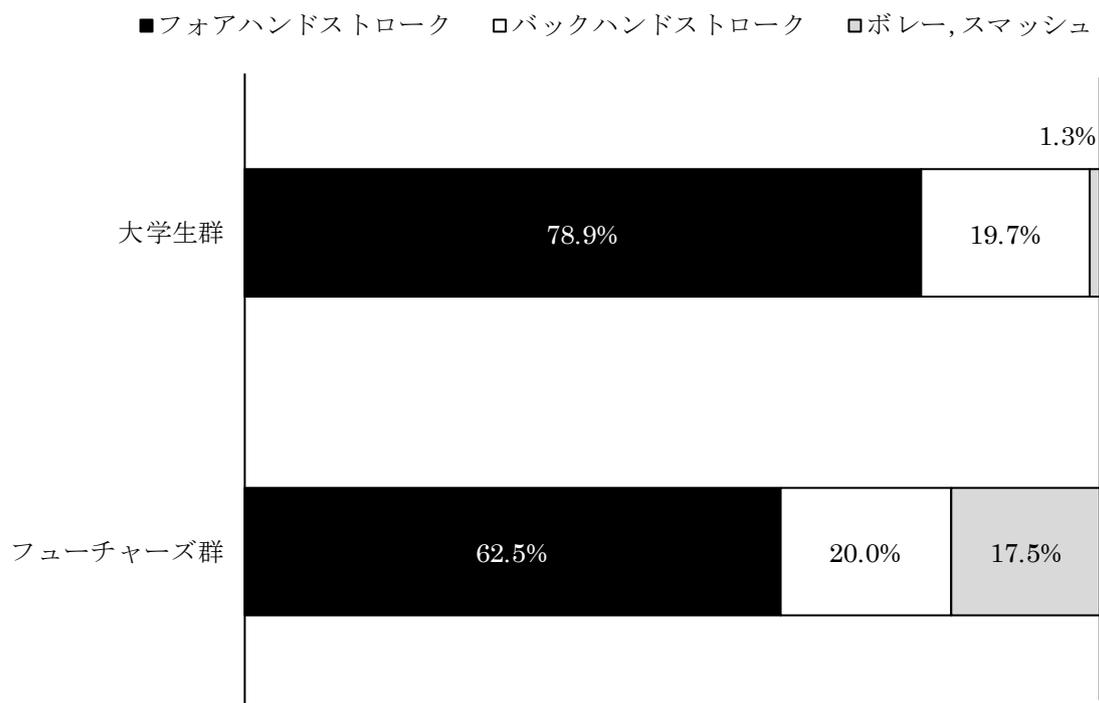


図 2-7. 群別にみた 3 打目の UE の内訳 (ショット)

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

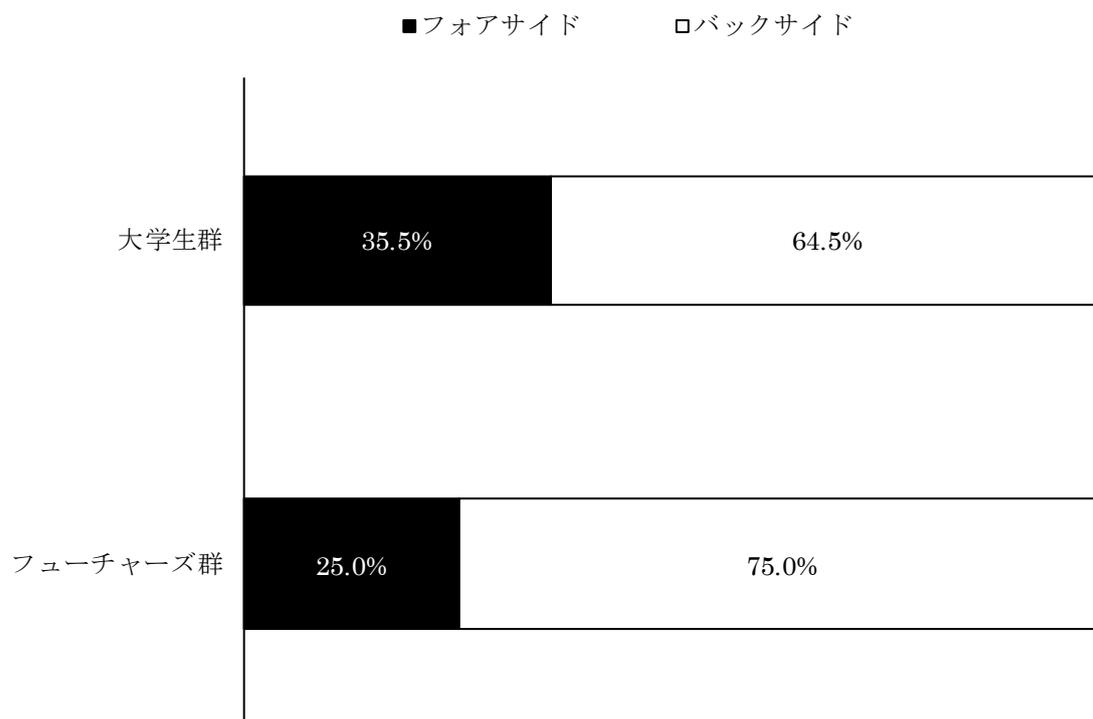


図 2-8. 群別にみた 3 打目の UE の内訳 (サイド)

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

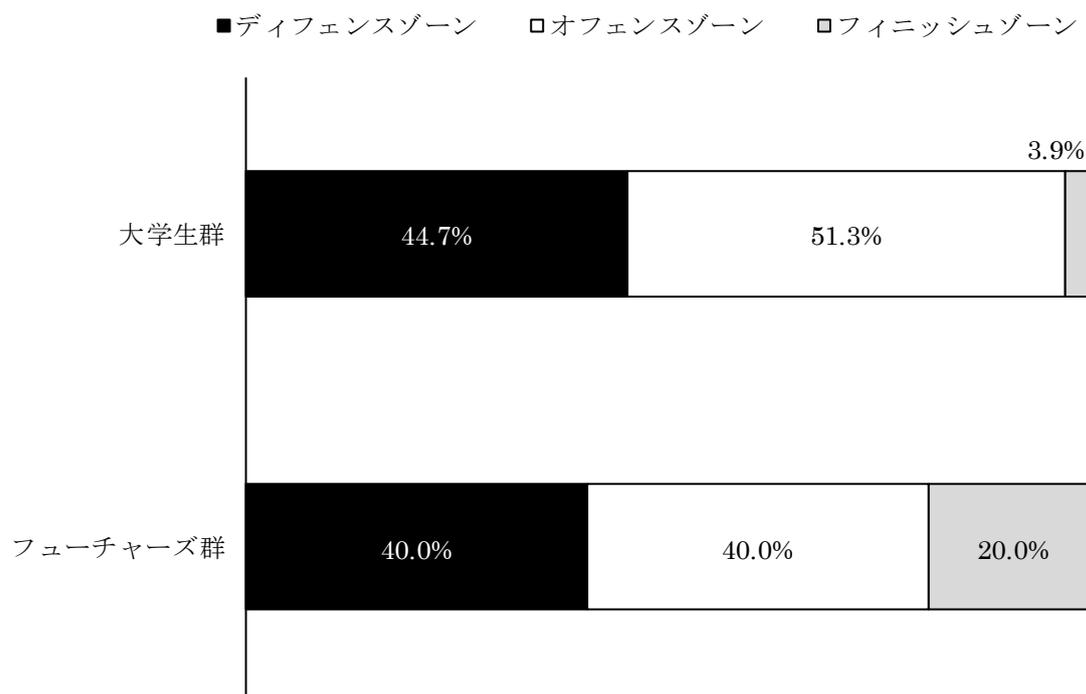


図 2-9. 群別にみた 3 打目の UE の内訳 (ポジション)

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中の
アンフォースドエラーの実態

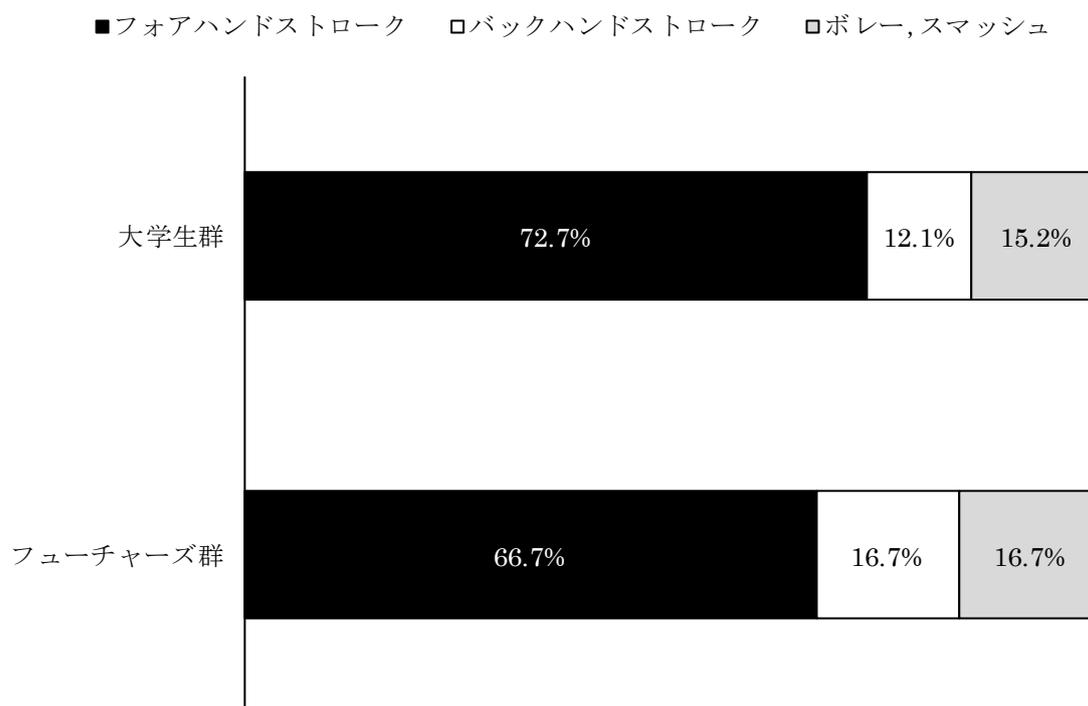


図 2-10. 群別にみた 5 打目の UE の内訳 (ショット)

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

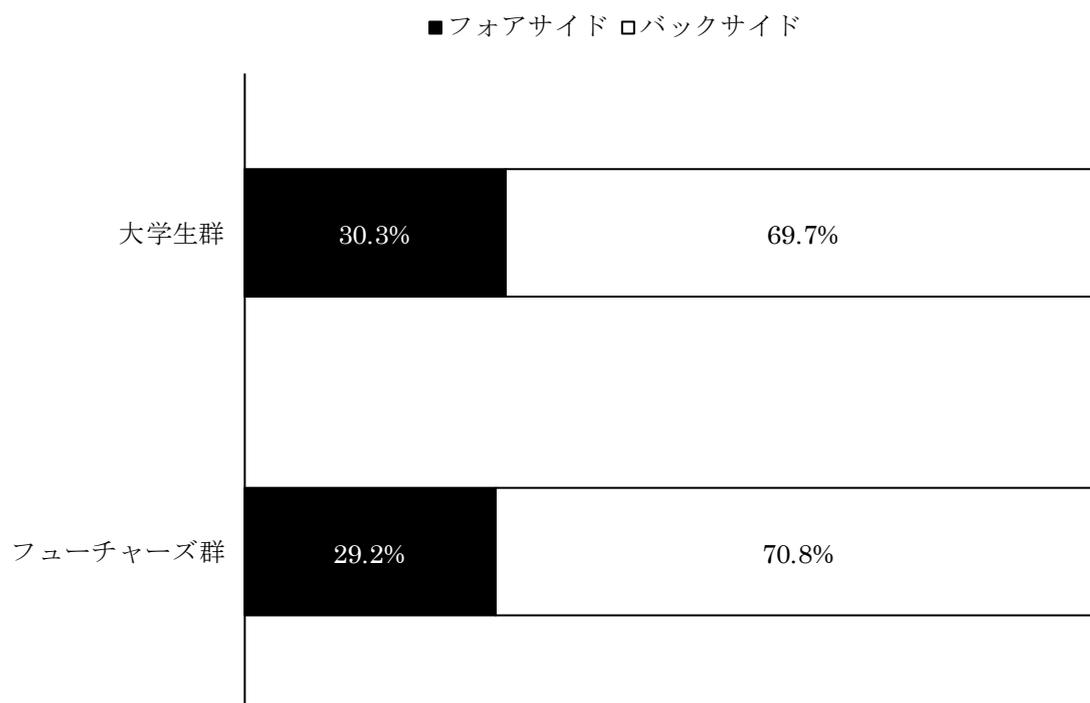


図 2-11. 群別に見た 5 打目の UE の内訳 (サイド)

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

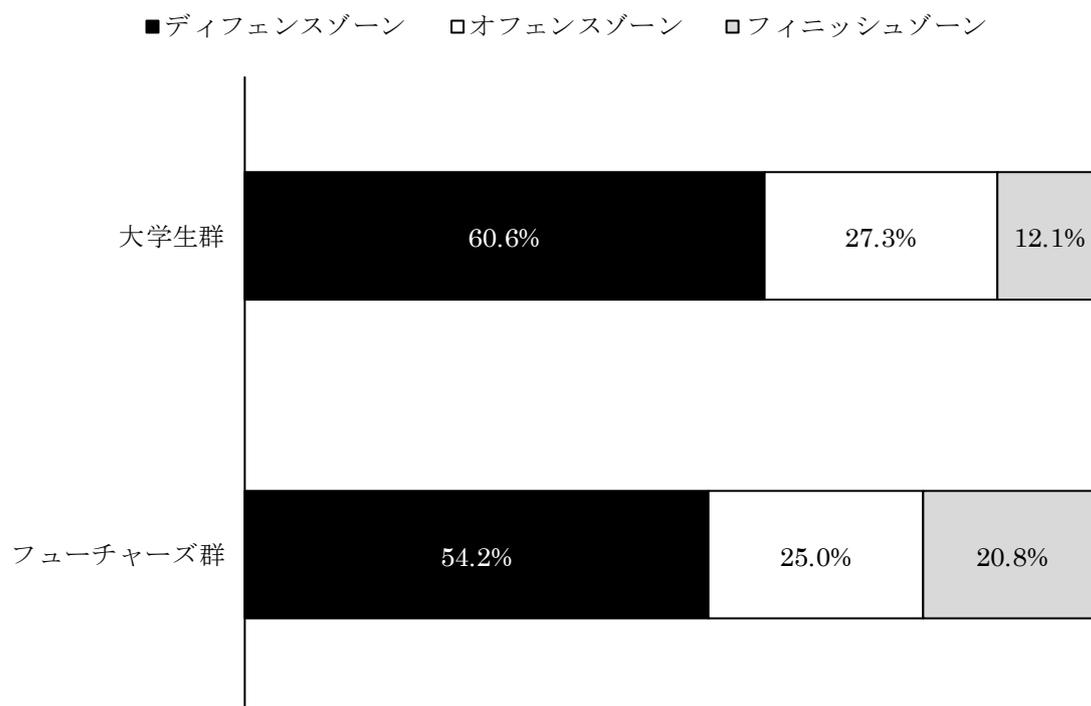


図 2-12. 群別にみた 5 打目の UE の内訳 (ポジション)

2. 4. 考察

第2章では、実際の試合についてゲーム分析手法を用いて、大学男子テニス選手と ATP ツアーの下部大会であるフューチャーズに出場する男子テニス選手を対象に、①技能レベル別にみた UE の発生頻度について、②ラリー中の UE の発生状況について検討を行った。

分析対象とした試合の1セットの平均ゲーム数は、大学生群で9.6ゲーム、フューチャーズ群で10.1ゲームであった。これは、スコアが6-3もしくは6-4というスコアになることを意味しており、相手のサービスゲームをブレイクすることがセットの中で1度あった場合に現れるスコアである⁴⁾。また、1ゲームの平均ポイント数は、大学生群で6.8ポイント、フューチャーズ群で6.3ポイントであり、ゲーム取得をする前のポイントが40-30であったことを意味している。以上の結果から分析対象とした試合は、菊池ほか³⁸⁾ や高橋⁴⁾ が指摘しているように、実力が拮抗している選手同士の試合であったと考えられる。さらに1ポイントの平均ラリー数は、大学生群で6.4回、フューチャーズ群で5.3回であった。これらの結果は、ポイントの62—79%は6打目以内に決するという Schönborn⁷⁾ の報告と同様の結果であった。つまり、大学生群やフューチャーズ群も大部分のポイントはサービスやリターン、もしくはその後1、2本先のラリーでポイントが決するということであり⁶⁾、大学生やフューチャーズの選手もトッププロの選手と同様に少ないショットチャンスから攻撃の組み立て⁷⁾ を行う必要があると考えられる。

ポイントの内訳をみると大学生群ではフューチャーズ群に比べ UE の割合が有意に多く、ウィナーの割合が有意に少ない結果であった。この結果からフューチャーズ群は大学生群に比べ、UE の発生が少ないだけでなく、ウィナーによるポイントが多いということが明らかとなった。つまり、フューチャーズ群は、サービスやストロークといった各ショットの技術の向上やオープンコートを作り、スペースを生み出すことや、タイミングをずらし相手から時間を奪うといったラリーの組み立てやゲーム展開の巧みさ⁵⁾ によって、ウィナーによる得点を多く取得しているものと考えられる。そのため、大学生群は単に UE の発生を少なくするだけではなく、ウィナーを取るための攻撃的なショットを打つことや、オープンコートを作るためのラリーの組み立てなど戦略的なショットを打つことが要求される。

ラリー中の UE の発生状況をみると、いずれの群も、ラリーの6打目以内での UE の発生が有意に多かった。つまり、平均ラリー数と同様に大部分の UE はサービスやリターン、もし

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中のアンフォースドエラーの実態

くはその後の1, 2本先のラリーの中で発生しており, 早い展開での攻撃の組み立てを行いながらUEを減少させる必要性がある. 特にサーバー側のUEはサービスゲームのブレイクに繋がるため勝敗に影響を及ぼしているものと考えられる.

ラリーの発生状況について取得ゲーム時と失ゲーム時に分類したところ, 取得ゲーム時では大学生群のUEが有意に多かったのに対し, 失ゲームでは2群間に有意な差はみられなかった. つまり, 失ゲーム時には, フューチャーズ群もUEが増加することを意味している. ラリー中のUEの発生状況をみると, 取得ゲーム時では, いずれの群もラリーの6打目以内でのUEが有意に多いことが明らかとなった. 一方, 失ゲーム時では, いずれの群も1打目, 3打目, 5打目でのUEが有意に多く, サーバー側のUEが試合での勝敗に影響を及ぼすことが示唆された. 次に, 1打目を除く(サービスのダブルフォルトによる失点のみであるため)3打目と5打目のラリー別のUEの特徴をみると, 3打目は, いずれの群もサービスを打ちバックサイドに浅く返球されてきたボールを回り込み, フォアハンドストロークで打った際に生じたUEであると考えられる. 3打目のショットは, サービスを打ち, 相手がリターンをしたボールに対して返球するショットである. サービスを打った直後は, ラリー中の動作とは異なり体勢が崩れやすく, すばやくグリップチェンジをし, 相手が打ち返すボールに備えなければならない. そのため, ラリー中のショットに比べ動作が不安定になりやすいと考えられる. このような不安定な状態では, エラーが発生しやすくなるため, 事前にどのようなプレーを行うかの計画を立てることが重要であると考えられる. つまり, 3打目のUEは, Reason¹⁴⁾のいう「計画時の失敗」ではないかと推察される.

これに対して5打目は, バックサイドのベースライン付近に返球されたボールを回り込み, フォアハンドストロークで打った際に生じたUEであると考えられる. テニスでは, ラリー数の増加と共にサービスの優位性が弱まり, ポイントは決まりにくくなる^{3) 7)}ため, ディフェンスゾーンでのUEが増加したのではないかと考えられる. また, 5打目は3打目に比べ安定した状態でラリーを行うことができるため, 自動化されたプレーを行いやすい. しかし, 熟練者にみられる自動化されたプレーは, ちょっとした環境の変化に対応できずエラーが発生しやすい¹⁹⁾ことが報告されている. そのため, 5打目のUEは変化をつけたラリーに対応できなくなったことで発生したUEであると考えられる. つまり, 5打目のUEは, Reason¹⁴⁾のいう「実行時の失敗」ではないかと推察される.

以上の結果から, 本章では, 技能レベルでのUEの発生状況に差はみられなかった. しかし, UEの発生頻度が異なるということは, 状況判断や予測の間違い, さらにはタイミング

第2章 大学男子テニス選手におけるラリー中の アンフォースドエラーの実態

のズレといったUEを引き起こす発生原因に違いがあるのではないかと考えられる。

2. 5. 要約

第2章では、実際の試合からゲーム分析手法を用いて、大学男子テニス選手と ATP ツアーの下部大会であるフューチャーズに出場する男子テニス選手を対象に、UE の発生頻度とそれらがどのようなゲーム状況で UE が発生しているかについて検討することを目的とした。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 大学生群の UE による失点は 33.6%で、フューチャーズ群に比べ UE の割合が有意に多く、ウィナーの割合が有意に少なかった。
- 2) ラリー分析の結果、いずれの群ともラリーの 6 打目以内で UE が有意に多く、特に、失ゲームでは 1 打目、3 打目、5 打目での UE が有意に多く発生していた。
- 3) 3 打目と 5 打目の UE の特徴（取得ゲームと失ゲームを含む）は、いずれの群もバックサイドに返球されてきたボールに対して、フォアハンドストロークを打った際に発生した UE であった。

以上の結果から、技能レベルでの UE の発生状況に差はみられなかった。しかし、技能レベルによって UE の発生頻度が異なっていることから、状況判断や予測の間違い、プレー時のタイミングのズレといった UE を引き起こす発生原因に違いがあるのではないかと考えられた。

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係⁴⁴⁾

3. 1. 目的

第2章でみたように、UEは技能レベルが低いと多く発生していた。そこでは技能レベルによって状況判断や予測、そしてプレーの的確さが異なることが、UEの発生へと繋がっているものと考えられる。田村ほか²¹⁾は大学男子サッカー選手を対象にSchmidt²⁶⁾の情報処理モデルや中川²⁷⁾の状況判断モデルを基に、情報処理過程のどの段階でエラーが発生しているのかについて検討している。図3-1は田村ほか²¹⁾の提唱する情報処理モデルである。この情報処理モデルでは、様々な情報の検出・認知・予測を行う刺激同定段階、反応の選択と反応のプログラミングを行う反応選択段階、出力としてのプレーを行う実行段階の3段階に分類している。テニスの場面に置き換えると、相手のプレーから様々な情報を抽出し、ボールの球種や、コースなどの予測を行う刺激同定段階を経て、飛来してくるボールに対して攻守の選択をし、どのコースにどのように打つのかについてプレーを選択する反応選択段階、そして、プレーを行う実行段階に分類が可能である。このように、エラーの発生は情報処理モデルを用いて分析することで、「いつ、どこで、どのような」エラーが発生したかという時間軸、すなわち因果関係を明らかにすることができ、エラー防止のための手立てが明確になる⁴⁵⁾。この情報処理モデルは、Reason¹⁴⁾のいう「計画時の失敗」が刺激同定段階に当たり、「実行時の失敗」が反応選択と実行段階に対応していると考えられる。

テニスのUEに関する先行研究を概観すると、ゲーム分析や統計データ Match Statistics を用いてのUEの本数を数量的にみた研究が多く^{31) 32) 33) 29) 36)}、どのような情報の処理過程を経てUEが発生したかについては、平田ほか³⁶⁾の研究以外に見受けられない。オープンスキル系の競技であるテニスでは、時速200km前後で飛来するボールのコースや球種の予測など、通常の反応時間では対応できない場面が数多く存在し、情報の処理過程での予測の素早さ、的確さが要求される^{46) 47) 48) 49) 50) 51)}。それだけに、どのような情報の処理

本章は「柴原健太郎・玉城耕二・平田大輔・園部 豊・森井大治・西條修光(2015) 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係. 日本体育大学スポーツ科学研究, 4:10-18.」に一部修正を加え、まとめ直したものである。

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

過程を経てUEが発生したのかについて明らかにすることは重要である。平田ほか²⁹⁾はテニスの試合場面にみられるUEの発生原因とその構造を明らかにするために、大学女子テニス選手を対象に半構造化インタビューを用いて質的分析を行っている。その結果、大学女子テニス選手では、ゲーム状況を認知・予測するという刺激同定段階でUEが多く発生していると報告している。しかし、プレースタイルを考えてみると、性差に基づく体力の差異がプレースタイルに大きな影響を及ぼす⁵²⁾ことが報告されており、女子ではストロークを主体としたベースラインプレーヤー^{53) 54)}、男子では状況に応じて様々なプレーを行うオールラウンドプレーヤー^{43) 55)}が多い。そのため、男子選手と女子選手ではUEの発生原因が異なっているのではないかと考えられる。また、これまでテニスでのUEと関わりの深い予測や状況判断と技能レベルの関係については、技能レベルの高い選手の方が低い選手より予測や状況判断が早く、的確なことが報告されている^{46) 47) 48) 49) 50) 51)}。これらの報告から、技能レベルによってUEの発生原因が異なっていることが予想される。

そこで本章では、大学男子テニス選手を対象に質問紙調査によってUEの発生原因と、その因果関係について明らかにし、それらが技能レベルによって異なるのかを検討することを目的とした。

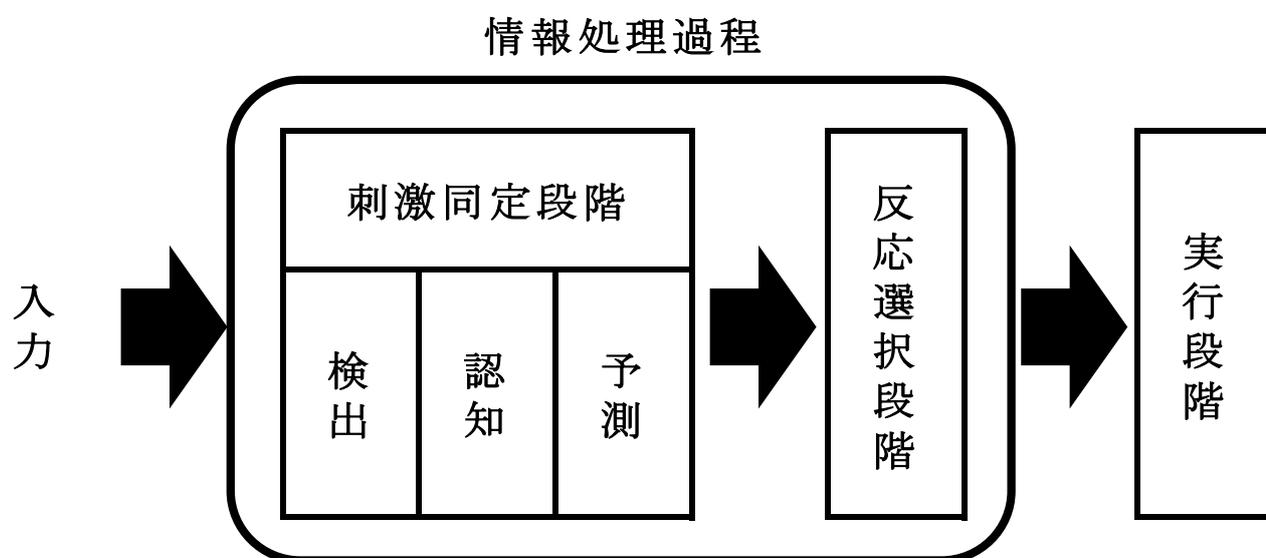


図 3-1. 田村ほか²¹⁾ が提唱する情報処理モデル

3. 2. 方法

3. 2. 1. 質問紙の作成

UE の発生原因を明らかにするために質問紙の作成を行った。質問項目は、大学男子テニス選手3名とKJ法の手法の一つであるブレインストーミング⁵⁶⁾によって収集を試みた。ブレインストーミングとは、解決すべきテーマを明記し、テーブルを囲んで数名ないし十数名の関係者が討論する方法のことである⁵⁶⁾。ブレインストーミングでは、Schmidt²⁶⁾や田村ほか²¹⁾の提唱する情報処理モデルを基に、「試合でのUEの発生とその原因」のテーマで座談会を行った。さらに、平田ほか²⁹⁾の大学女子テニス選手を対象にした試合でのUEについて、半構造化インタビューで抽出された項目も参考にした。半構造化インタビューとは、大まかな方向性を決めたインタビューガイドに従って質問が行われ、対話の流れに合わせて質問を変化させることができ、柔軟にその意見を聞き取ることが可能となる質的調査法のことである⁵⁷⁾。これらの項目をスポーツ心理学の授業担当教員1名と検討し、30項目を選定した。質問紙は、テニス競技経験年数（以下：経験年数）、競技戦績などのフェイスシートとUEの発生原因についての質問項目からなっている。UEの発生原因についての質問項目は、これまで出場した試合でのUEを思い出して、ほとんどそうではない（0—10%）、ときたまそうである（25%）、ときどきそうである（50%）、しばしばそうである（75%）、いつもそうである（90—100%）の5件法で回答を行わせた。なお、5件法の回答方法については、心理的競技能力診断検査（Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes ; DIPCA3）⁵⁸⁾を参考にした。（ ）内の%は、発生頻度の目安となるよう表示したものである。

3. 2. 2. 調査対象者

調査対象者は関東大学テニス連盟と関西大学テニス連盟の1—3部リーグに所属する男子テニス部員である。調査期間は201X年6月から201X+1年7月で、郵送調査法にて行った。回収された質問紙は321名（18校、回収率64%）で、回答に不備のない303名（有効回答率94%）を分析対象とした。表3-1は、技能レベル別の対象者数、平均経験年数を示したものである。なお、関東地区と関西地区では予選方法が異なっており、技能レベルを等質にするために表3-1のような分類を行った。

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

3. 2. 3. 分析方法

UE の発生原因はどのような因子から成り立っているのかについて探るために、主因子法・Promax 回転による探索的因子分析を、因子間の相関係数は Pearson の相関係数、内的整合性は Cronbach の α 係数の算出を行った。また、抽出された因子について因果関係を明らかにするために構造方程式モデリングによるパス解析^{59) 60)}を行った。モデルの適合度指標には Goodness of Fit Index (以下: GFI), Adjusted Goodness of Fit Index (以下: AGFI), Root Mean Square Error of Approximation (以下: RMSEA) を用いた^{59) 60)}。さらに、技能レベルによって因果関係が異なるのかについて検討するために構造方程式モデリングによる多母集団の同時分析^{59) 60)}と、抽出された因子ごとに発生原因が異なるのかについて検討するために対応なしの一要因分散分析を行った。一要因の分散分析について、主効果がみられた場合には Tukey の HSD 検定による多重比較を行った。なお、統計処理は IBM SPSS Statistics 22.0 および Amos 22.0 for Windows を用いて、いずれも有意水準を 5% 未満とした。

3. 2. 4. 倫理的配慮

本調査に際して、「調査への参加は自由意志であり、不参加による不利益はなく、無記名回答のため個人の特定はされない」ことを依頼文に添えて行った。

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの
発生原因とその因果関係

表 3-1. 技能レベル別の対象者数, 平均経験年数について

	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	競技戦績
下位群	135	7.9	2.8	関東1次予選, 関西予選
中位群	118	10.1	2.4	関東2次予選, 地区本戦
上位群	50	11.8	1.8	全日本学生予選, 本戦

3. 3. 結果

3. 3. 1. UE についての探索的因子分析の結果

UE の質問紙 30 項目の平均値、標準偏差の算出を行ったが、いずれの項目とも天井効果およびフロア効果はみられなかった。次に 30 項目をもとに主因子法・Promax 回転による探索的因子分析を行った。初期の固有値が 1.00 以上、各因子を構成する各項目の因子負荷量が.350 以上で、他の因子の負荷量が.300 未満の項目を採用し、解釈可能な因子を構成することを条件として分析を繰り返した。その結果、2 因子 18 項目が抽出された。なお、回転前の 2 因子 18 項目の累積寄与率は 33.04%であった。

探索的因子分析の結果を表 3-2 に示した。第 1 因子は 9 項目で構成されており「A1 ボールに注意を向けられなかった」「A2 ポジションが前なのにストロークのように打ってしまった」「A3 こっちに来るとは思わなかった」「A5 予測を間違った」などのゲーム状況を認知、予測することの失念、取り違い、思い込み、思い違いに関わる項目^{13) 14)}が高い負荷量を示していたため、「錯誤」因子 ($\alpha=.735$) と命名した。第 2 因子も 9 項目で構成されており「B1 攻め急いだ」「B2 狙いすぎた」「B7 迷ってしまった」などの反応選択段階でのプレーの選択間違いや迷い、「B4 足が間に合わなかった」「B6 打点が遅れた」「B8 構えが遅すぎた」などのタイミングの遅れやラケット面のズレ⁶¹⁾といった項目が高い負荷量を示していたため、「不適切なプレー」因子 ($\alpha=.728$) と命名した。

3. 3. 2. 2 因子間の因果関係モデルの検討

抽出された 2 つの因子について因果関係を明らかにするために構造方程式モデリングによるパス解析^{59) 60)}を行った。本調査では、「錯誤」から「不適切なプレー」への因果関係モデルが適切であると仮定し分析を行った。図 3-2 は 2 因子間の因果関係モデルの結果である。「錯誤」因子から「不適切なプレー」因子への因果関係モデルの適合度指数は、GFI=.918、AGFI=.896、RMSEA=.052 であった。GFI ならびに AGFI は 1 に近いほどモデルの説明率が高く良いモデルであると判断され、RMSEA は .05 以下であれば適合度が高いと判断される^{59) 60)}。本調査では、RMSEA の適合度が基準値よりも僅かに高い結果であったが、概ね良いと判断される値であった。

3. 3. 3. 技能レベルによる 2 因子間の因果関係モデルの比較

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

次に、2つの因子間の因果関係が技能レベルによって異なっているのかについて検討するために、多母集団の同時分析を行った。図3-3はその結果である。多母集団同時解析では、非標準化解での解釈を併用することが一般的である⁶²⁾ことから、ここでは因果係数として非標準化解を示す。「錯誤→不適切なプレー」へは、「下位群」($\beta=.39, p<.01$)、「中位群」($\beta=.57, p<.001$)のパスが有意であったが、「上位群」($\beta=.10, n.s.$)では有意なパスはみられなかった。

3.3.4. 各因子得点と各項目の平均得点

表3-3は2因子の平均得点と標準偏差を示したもので、「錯誤」因子(2.6 ± 0.6)の得点よりも「不適切なプレー」因子(3.4 ± 0.6)の得点が高かった。表3-4は各項目の平均得点と標準偏差を示したものである。「錯誤」因子に関わる項目では、「A6 前のゲームを引きずっていた」(2.7 ± 1.3)、「A7 適当に打った」(2.7 ± 1.3)、「A5 予測を間違った」(2.7 ± 1.0)の得点が、「不適切なプレー」因子に関わる項目では、「B1 攻め急いだ」(3.7 ± 1.0)、「B2 狙いすぎた」(3.7 ± 1.1)、「B4 足が間に合わなかった」(3.4 ± 1.1)、「B5 ポイントを早く終わらせようとした」(3.4 ± 1.2)、「B6 打点が遅れた」(3.4 ± 1.1)の得点が高かった。いずれも「錯誤」因子に関わる項目よりも、「不適切なプレー」因子に関わる項目の得点が高かった。

3.3.5. UEの発生原因と技能レベルの関係

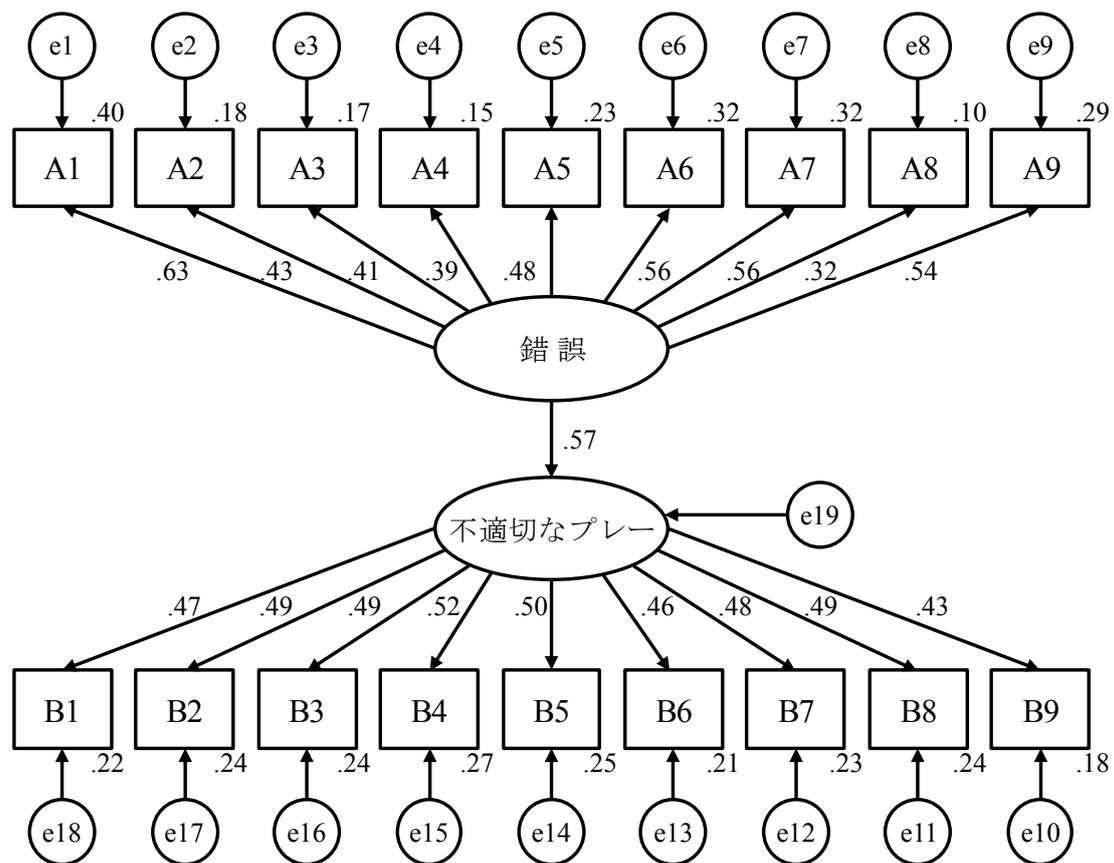
図3-4は抽出された2つの因子の平均得点について技能レベル別にみたものである。対応なしの一要因分散分析を行ったところ、「錯誤」因子($F(2)=3.52, p<.05$)と「不適切なプレー」因子($F(2)=5.33, p<.01$)で、いずれの因子とも主効果がみられた。そこで、主効果がみられた2因子について、多重比較を行ったところ、「錯誤」因子では上位群と下位群($p<.05$)で、「不適切なプレー」因子では下位群と中位群、上位群($p<.05$)で有意な差がみられ、技能レベルが上がるにつれて各因子の得点は低くなった。

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの
発生原因とその因果関係

表 3-2. UE についての因子分析の結果

項目	I	II
第 I 因子：錯誤 ($\alpha=.735$)		
A1 ボールに注意を向けられなかった	.660	.001
A2 ポジションが前なのにストロークのように打ってしまった	.537	-.085
A3 こっちに来るとは思わなかった	.516	-.144
A4 相手のポジションを変えなくなった	.476	-.078
A5 予測を間違った	.454	.078
A6 前のゲームを引きずっていた	.409	.206
A7 適当に打った	.409	.202
A8 余裕を持ちすぎている	.407	-.102
A9 考えないで打った	.404	.135
第 II 因子：不適切なプレー ($\alpha=.728$)		
B1 攻め急いだ	-.209	.620
B2 狙いすぎた	-.123	.577
B3 打てる体勢ではなかったが打ってしまった	-.079	.530
B4 足が間に合わなかった	-.004	.509
B5 ポイントを早く終わらせようとした	.021	.508
B6 打点が遅れた	.050	.425
B7 迷ってしまった	.138	.403
B8 構えが遅すぎた	.168	.368
B9 コースを変えなくなった	.081	.364
因子間相関	I	.420

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係



GFI=.918, AGFI=.896, RMSEA=.052

※全てのパスは有意である

図 3-2. 2 因子間の因果関係モデルの結果

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

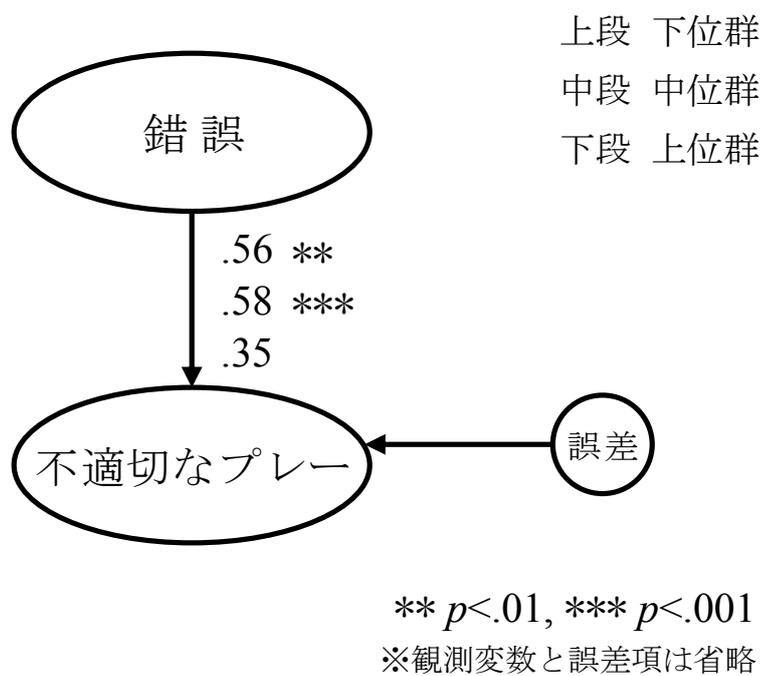


図 3-3. 技能レベルによる 2 因子間の因果関係モデルの比較

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの
発生原因とその因果関係

表 3-3. 2 因子の平均得点と標準偏差

因子	<i>M</i>	<i>SD</i>
錯誤	2.6	0.6
不適切なプレー	3.4	0.6

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの
発生原因とその因果関係

表 3-4. 各項目の平均得点と標準偏差

項目	<i>M</i>	<i>SD</i>
第 I 因子：錯誤		
A1 ボールに注意を向けられなかった	2.4	1.1
A2 ポジションが前なのにストロークのように打ってしまった	2.3	1.1
A3 こっちに来るとは思わなかった	2.4	1.0
A4 相手のポジションを変えたくなくなった	2.6	1.1
A5 予測を間違った	2.7	1.0
A6 前のゲームを引きずっていた	2.7	1.3
A7 適当に打った	2.7	1.3
A8 余裕を持ちすぎている	2.6	1.1
A9 考えないで打った	2.6	1.2
第 II 因子：不適切なプレー		
B1 攻め急いだ	3.7	1.0
B2 狙いすぎた	3.7	1.1
B3 打てる体勢ではなかったが打ってしまった	3.3	1.1
B4 足が間に合わなかった	3.4	1.1
B5 ポイントを早く終わらせようとした	3.4	1.2
B6 打点が遅れた	3.4	1.1
B7 迷ってしまった	3.2	1.1
B8 構えが遅すぎた	3.2	1.1
B9 コースを変えたくなくなった	3.2	1.1

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

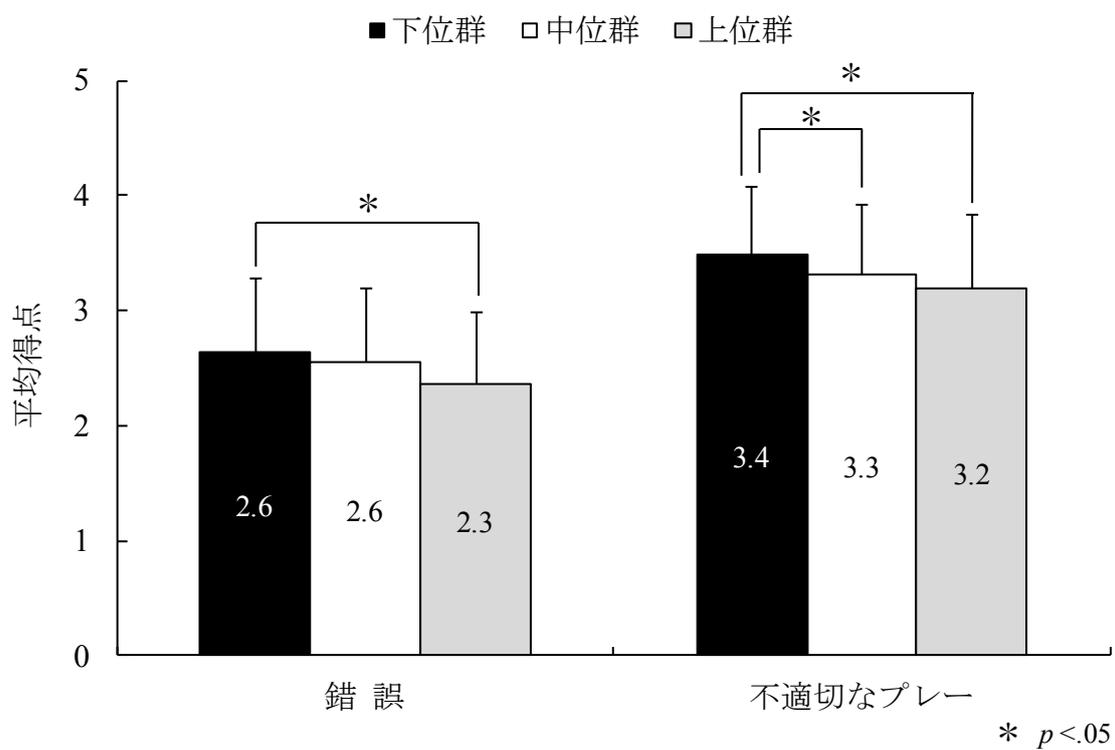


図 3-4. 技能レベル別にみた因子ごとの比較

3. 4. 考察

UEの発生原因に関する質問紙を作成し、探索的因子分析を行ったところ、「錯誤」と「不適切なプレー」の2因子が抽出された。本調査ではSchmidt²⁶⁾や田村ほか²¹⁾の情報処理モデルを基に質問紙を作成しているため、「刺激同定」「反応選択」「実行」の各段階に関わる3因子が抽出されると仮定し分析したが、支持した結果は得られなかった。第Ⅰ因子を構成している項目は、「A1 ボールに注意を向けられなかった」「A2 ポジションが前なのにストロークのように打ってしまった」「A5 予測を間違った」「A6 前のゲームを引きずっていた」などのゲーム状況を認知、予測することの失念、取り違い、思い込み、思い違い^{13) 14)}といった刺激同定段階に関わる項目であることから、「錯誤」因子と命名した。第Ⅱ因子を構成している項目は「B1 攻め急いだ」「B2 狙いすぎた」「B5 ポイントを早く終わらせようとした」などの、ポイントを早く決めたいなど焦りなどの心理的影響が原因となって起こる反応選択段階に関わる項目と、「B4 足が間に合わなかった」「B6 打点が遅れた」「B8 構えが遅すぎた」などの、実行時の微妙なタイミングの遅れやラケット面のズレ⁶¹⁾が原因となって起こる実行段階に関わる項目であることから、「不適切なプレー」因子と命名した。以上の結果から、UEの発生原因は3因子構造ではなく、2因子構造という結果から全体的な傾向としては支持の方向を示しているものと考えられる。

抽出された因子の因果関係を明らかにするために、構造方程式モデリングによるパス解析^{59) 60)}を行った。本調査では、Schmidt²⁶⁾や田村ほか²¹⁾の情報処理モデルを基にして質問紙を作成していることや、実際のテニスの競技での情報処理過程を踏まえると、双方向でなく、「錯誤」因子から「不適切なプレー」因子へという単方向の因果関係モデルが適切であると仮定し、解析を行った。その結果、GFI=.918, AGFI=.896, RMSEA=.052とモデルの適合度指標は概ね良いと判断される値^{59) 60)}で、「錯誤」因子から「不適切なプレー」因子への因果関係モデルはSchmidt²⁶⁾や田村ほか²¹⁾の情報処理モデルを支持する結果と考えられた。

2因子の平均得点をみたところ、「錯誤」因子の得点よりも「不適切なプレー」因子の得点が高かった。因子別に各項目をみると、「錯誤」因子では「A6 前のゲームを引きずっていた」「A5 予測を間違った」「A9 考えないで打った」が、「不適切なプレー」因子では「B1 攻め急いだ」「B2 狙いすぎた」「B4 足が間に合わなかった」「B7 迷ってしまった」の得点が高かった。

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

本結果と因果関係モデルの結果を踏まえると、大学男子選手の UE は考えながらのプレーや前のゲームやポイントでのミスショットを引きずったままの考え事、いわゆる「ぼんやり」した状態でプレーに臨んでいることや、予測や状況判断の思い込みや思い違いなどによることが多い。平田ほか³⁶⁾も前のゲームやポイントでの UE を引きずったプレーは、連続した UE に繋がりがやすく、注意が他の方向に向いてしまい素早い判断と決断力が鈍くなることを指摘している。このようなプレー中の考え事は、動作時に思考課題を課すと、状況の変化に対応できない無意識的な動作となることや、動作のコントロールが乱れることが指摘⁶³⁾されており、UE の発生原因として注目される。このゲーム状況への錯誤が原因となって、プレーの選択間違いや迷いに、そして技能の不足も重なり、不適切なプレーを引き起こし、UE の発生へと繋がっていることが考えられる。つまり、Reason¹⁴⁾ のいう計画段階での失敗が、実行段階での失敗を誘発し、UE の発生を引き起こしている。別の言葉でいえば、UE を減らすには、ゲームの構築に関する目的意識が重要なことになる²⁾
36) 64)。

次に、2つの因子間の因果関係が技能レベルによって異なっているのかについて、多母集団の同時分析^{59) 60)}を行ったところ、「錯誤」因子から「不適切なプレー」因子へは下位群と中位群で有意なパスがみられたが、上位群においては有意なパスがみられなかった。また、抽出された2つの因子と技能レベルの関係をみたところ、「錯誤」「不適切なプレー」の2因子とも下位群と上位群の平均得点で有意な差がみられ、技能レベルの低い群が高い群よりも得点が高かった。

状況判断や予測の情報処理過程について Lindsay & Norman⁶⁵⁾ や杉原⁶⁶⁾ は、概念駆動型とデータ駆動型という2つの型の情報処理があることを指摘している。概念駆動型とは、過去のテニス経験から得られたプレーの仕方や戦術などの知識を基にして手掛かりとなる外部情報、例えば相手のスイングやラケット面に注意を向けて予測するものである。一方、データ駆動型とは経験が余りない初心者によくみられるような、直接的に相手の体勢やボールの方向などの外部情報を基にして予測するものである。テニスでの予測については、技能レベルの高い選手は低い選手よりも予測のための手掛りを持ち、素早く、的確なことが報告されている^{46) 47) 48) 49) 50) 51)}。このような素早く、的確な予測は過去のテニス経験で得られた知識を基に、外部情報を照合し予測するという2つの型の相互作用によって成される⁶⁶⁾ものと考えられる。

これらの先行研究と多母集団の同時分析^{59) 60)}の結果を踏まえると、技能レベルが高い

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

上位群の選手は下位群に比べてテニスの経験年数が長く (11.8±1.8 年)、試合経験も豊富であり、プレーに関する知識を多く蓄積しているため、注目すべき手がかりを素早く、的確にみつけることができる^{48) 66)}。たとえ予測を間違ったとしても、素早い予測によりプレー修正のための時間的余裕が生まれ、巧みな技能でUEの発生を回避しているのではないかと考えられる。ところが、下位群の選手では、上位群に比べてテニスの経験年数が短く (7.9±2.8 年)、試合経験も不足しており、プレーに関する知識も少ないため、状況把握や予測を素早く、正確に行うことができない。たとえ正確な予測をしたとしても、プレーの選択間違いや迷いに、そして実行時の微妙なタイミングの遅れやラケット面のズレ⁶¹⁾といった技能の不足も重なり、UEの発生へと繋がっていることが考えられる。以上のような両群での情報処理過程の違いが、UEの因果関係やその発生に影響をもたらしているものと推察される。

第3章 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係

3. 5. 要約

第3章では、関東大学テニス連盟および関西大学テニス連盟に所属する大学の男子テニス選手303名を対象に、Schmidt²⁶⁾や田村ほか²¹⁾の情報処理モデルを基にして30項目からなる質問紙を作成し、UEの発生原因とその因果関係を検討することを目的とした。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 探索的因子分析の結果、「錯誤」因子と「不適切なプレー」因子の2因子がUEの発生原因として抽出された。
- 2) 2つの因子間の因果関係についてパス解析を行ったところ、「錯誤」因子から「不適切なプレー」因子へという因果関係モデルの適合度は概ね良いと判断される値であった。
- 3) 技能レベルでの2つの因子間の因果関係について多母集団の同時分析を行ったところ、下位群と中位群では「錯誤」から「不適切なプレー」因子へ有意なパスがみられたが、上位群ではみられなかった。
- 4) UEの発生について技能レベル別にみたところ、2因子とも上位群は下位群に比べてUEの得点は有意に低かった。

以上の結果、大学男子テニス選手のUEの発生原因には、情報処理モデルの刺激同定段階に関わる「錯誤」因子と、反応選択や実行段階に関わる「不適切なプレー」因子があり、「錯誤」から「不適切なプレー」へという情報処理過程で因果関係がみられ、技能レベルが上がるにつれて2因子の得点が減少することが明らかとなった。

第4章 テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響⁶⁷⁾

4. 1. 目的

第3章でみたように、大学男子テニス選手のUEの発生原因には、情報処理モデルの刺激同定段階に関わる「錯誤」因子と、反応選択や実行段階に関わる「不適切なプレー」因子があり、「錯誤」から「不適切なプレー」へという情報処理過程で因果関係がみられ、技能レベルによって2因子のUEの発生が異なっていた。そこでは、前のゲームやポイントを引きずったままの考え事や、予測や状況判断の思い込みや思い違いという思考に関する内容が多く、思考性の負荷がUEの発生へと繋がっているのではないかと考えられた。UEの発生原因として平田ほか³⁶⁾は、前のゲームやポイントでのUEを引きずったままゲームに臨むことで、注意が他の方向に向いてしまい素早い判断と決断力が鈍くなることを指摘している。考えながらのプレーによるエラーの発生は、他の競技においても報告されている。西條ほか¹⁹⁾や松村²⁰⁾は、野球やソフトボールでの守備におけるエラーの発生原因について質問紙やスコアブックを基に調査を行っている。その結果、同点などの拮抗するゲームでの中盤以降で、ランナーがいるといった、考えざるをえない場面では、守備でのエラーが発生しやすいことを報告している。また、本郷²⁵⁾は、バドミントンにおけるUEの発生原因について質問紙調査を行っている。その結果、試合での緊張や不安といった思考が生じると、不適切なプレーを起こしやすいことを報告している。これらの先行研究や第3章の結果からも、プレー中の思考がUEの発生に関係しているものとする。

思考がプレーや作業といった動作に及ぼす影響については、Brown⁶⁸⁾の二重課題法を基に、労働環境や運転動作場面を対象に数多く研究されている^{63) 69) 70) 71) 72) 73)}。それらの研究結果からは、点打動作や自動車のドライビングシミュレーター作業中の暗算や会話のような思考または認知活動が、動作の正確性を低下させることや⁶³⁾、反応時間を遅延させる^{70) 72) 73)}ことが明らかにされた。しかしながら、狩野⁶³⁾は、同様の結果が認められない研究⁶⁹⁾もあることを指摘している。その理由として二重課題遂行時の主課題に伴う副

本章は「柴原健太郎・玉城耕二・本郷由貴・園部 豊・西條修光（印刷中）テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響—全身選択反応時間と予測の正確性について—。テニスの科学。」に一部修正を加え、まとめ直したものである。

第4章 テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響

次課題が単なる雑念と課題解決を迫られる課題とでは主課題の成績が異なる結果になっており、副次課題での思考性の負荷の性質の検討が必要であると述べている。

この思考と動作の関係を裏付ける理論として、Kahneman⁷⁴⁾ は注意の容量説を提唱している。注意の容量説とは、活動を支える脳の情報処理能力には容量があり、活動の難易度によって注意の需要量が異なるというものである。そのため、易しい課題では注意の容量内で処理ができるため、主課題と副次課題といった複数の課題を並列処理することができる。しかし、難しい課題では注意の容量が限界を超えるため、主課題と副次課題のどちらか一方の活動の実行が困難になり、同時に処理することができず系列処理になる。

スポーツ場面での思考と動作の関係をみた Wulf⁷⁵⁾ や木塚ほか⁷⁶⁾ はサッカーのボールコントロールや野球のバントの技能が自動化している熟練者の二重課題遂行時の成績を検討したところ、相手の位置状況などを判断する副次課題を同時に行っても主課題の成績はあまり低下しないが、技能が自動化していない初心者や準熟練者では主課題の成績が低下することを報告しており、注意の容量説の妥当性を実験的に裏付けている。注意の容量説を援用してテニスでの UE の発生を説明すれば、課題の難易度によって容量への需要が異なり、限界容量内であればプレーをしながら的確な状況判断や予測ができる。ところが「考えながらのプレー」「前のゲームやポイントを引きずっていた」のように思考を伴う負荷が加わると、これら課題の総需要量が限界を超えてしまい、的確なプレーや状況判断、予測ができなくなる。つまり、注意の容量の限界がテニスでの UE 発生の原因となっているのではないかと考えられる。

そこで、第4章では、テニスの UE 発生の原因が、「考えながらプレー」のように思考性の強い負荷が加わると注意容量の限界となり、UE の発生へと繋がると仮定し、副次課題の違いが主課題に及ぼす影響について実験的に検討を行った。ここではテニスの実際の場面を想定して、主課題としてコースの予測をして、反応するという課題を設定し、副次課題として思考性の負荷の異なる課題を伴わせて、全身選択反応時間や予測の正確性に与える影響をみた。

4. 2. 方法

4. 2. 1. 被験者

被験者は、関東大学テニス連盟の3部に所属するA大学の男子テニス部員14名（関東地区1次予選出場者8名，関東地区2次予選出場者6名）で，競技経験年数は 9.4 ± 2.8 年であった．なお，本実験では副次課題の一つとして暗算を課しているため，珠算の検定資格を持っていないものを被験者とした．

4. 2. 2. 実施期間・場所（環境）

本実験は201X年7月下旬に，日本体育大学中央測定室内で室温を 24°C に設定し行った．なお，実験環境は防音室ではないが，被験者が聴覚刺激を明瞭に聞き取れる環境（約26-28dB）であった．

4. 2. 3. 実験手続き

呈示映像の作成 呈示映像のモデルは，関東大学テニス連盟の1部に所属するB大学の男子テニス部員3名（競技経験年数 10.7 ± 2.1 年）であった．なお，モデルはすべて右利きの選手であった．

撮影は，ベースラインの位置から1.5m後方にビデオカメラ（SONY社製，HDR-PJ970V）を設置し，30fpsで撮影を行った．撮影したショットの種類は，フォアハンドストローク，バックハンドストローク，回り込みのフォアハンドストロークの3ショットで，コースの種類はクロス，ストレート，センター，ショートクロスの4コースで計72種類（3ショット×4コース×2回×3名）であった．撮影した映像は編集用ソフト（Apple社製，iMovie10.0.5）を使用してランダムに1セット24試行になるように編集を行った．映像の呈示方法は，相手選手のショットからコースを予測し，反応するという，より実際のプレー場面に近いと考えられる反応時間測定法^{77) 78) 79)}を採用して行った．

実験課題 本実験で用いた二重課題法は，主課題と副次課題を同時に行うのではなく，副次課題を処理し，それを記憶保持させ，次いで主課題への反応を行い，その後に副次課題の処理結果を再生させるというもので，ワーキングメモリ研究でのN-back課題⁸⁰⁾を参考にして設定した．この方法としたのは，エラーの原因として想定している「考えながらのプレー」「前のゲームやポイントを引きずっていた」といった状況は，プレーと思考が同

第4章 テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響

時になされているのではなく、考えざるを得ない状況という思考を伴う負荷があり、その後並列処理をしながらプレーがなされていると考えたからである。実験では、主課題のみの統制条件、主課題と思考性の負荷の大きさが異なる副次課題を並行して行う追唱条件、計算条件の3条件とした。

主課題は、呈示された映像をみて相手選手が打つストロークに対して、コースを正確に予測し、反応するというコース予測課題であった。副次課題は、追唱と計算という思考性の負荷の大きさが異なる2つの課題であった。①追唱条件は、短期的な記憶の保持と再生のみを行うため、思考性の負荷が小さい課題^{71) 81)}と考えられる。この課題では、図4-1のようにブランク1で呈示された計算式を記憶、保持させ、保持をしたままでコースの予測反応をさせ、ブランク2の画面が呈示されている間に保持した計算式を再生させた。②計算課題は、課題に対して短期的な記憶の保持をしながらの計算処理と再生を行うため、追唱課題よりも思考性の負荷が大きい課題⁷¹⁾と考えられる。計算課題では、図4-1のようにブランク1で呈示された計算を処理し、解答を記憶し、保持をしたままでコースの予測と反応をさせ、ブランク2の画面が呈示されている間に解答を再生させた。なお、計算課題は先行研究^{82) 83)}を参考に、2桁+2桁=3桁かつ1の位が繰り上がらない問題(例: $74 + 53 = 127$ など)とした。なお、副次課題の音声データはPIP-Maker (4COLORS社製)で作成し、被験者の前方1.5mの位置に置いたスピーカー(アズマ社製: SP-618-DS)から呈示をした。

実験手順 実験手順は、実験参加者に実験の概要を説明した後、フェイスシートに記入を行わせた。その後、十分に練習を行わせて実験を実施した。なお、その際「実際の競技場面を想定し、できる限り素早く、正確に動いて下さい。」と教示を行った。実験は1日に3条件すべての試行を行ない、各条件の終了時には主課題の難易度と主課題の集中度をVisual Analogue Scale (以下: VAS)にて回答を行わせた。VASとは、100mmの直線に対し、左端の0%、右端の100%とし、当てはまる箇所にチェックをしてもらい、0%からチェックされた箇所の距離を測定し、その長さ(mm)を得点とする方法である。なお、実験順序については、3つの群に分け、被験者間でカウンターバランスをとった。

4. 2. 4. 測定指標

コース予測時の全身選択反応時間 図4-2は実験環境を示したものである。映像刺激に対する反応開始時間の測定装置を設定した。映像はプロジェクター(EPSON社製、

第4章 テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響

EH-TW510) を用いて壁面 (縦 2.5m×横 4m) に投影した。そして、被験者はラケットを持ち、膝を軽く曲げた姿勢で2枚のマットスイッチの上に片足ずつのせて立たせた。全身選択反応時間は、選択反応刺激システム (竹井機器工業社製) を用いて、刺激映像が呈示されると反応時間の計測が開始され、刺激映像に反応した際にどちらか一方の足がマットスイッチから離れた時点で停止されるように設定した。そのため、スプリットステップ等の予備動作は行わないこととした。

主課題 (コース予測) の正確性 映像刺激に対するコース予測の正確性をみるために、5つのターゲットエリア (左右、左右斜め前、後ろ) を設置した (図 4-2)。ターゲットエリアについては、ストレートおよびクロスならば左右に、ショートクロスなら左右斜め前に、センターなら後ろに足を動かすように指示をした。なお、正確性については、判断したコースが正しければ1、誤っていれば0とし、正答率を算出した。

4. 2. 5. 心理的指標

主課題 (コース予測) の難易度および集中度 各条件の終了後に、コース予測に対する難易度および集中度を測定する指標としてVASを使用して回答を被験者に行わせた。本実験では、100mmの直線に対し、左端の0mmを「易しいまたは全く集中できなかった」とし、右端の100mmを「難しいまたはかなり集中できた」として主課題の難易度および集中度の評価を行った。

4. 2. 6. 分析方法

思考性の負荷による影響を明らかにするために、各指標について一要因分散分析 (対応あり) を行い、主効果に有意な差がみられた場合には Bonferroni 法による多重比較を行った。なお、統計処理は IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows を用い、有意水準は5%未満とした。

4. 2. 7. 倫理的配慮

本実験は日本体育大学倫理審査委員会の審査を受けた (承認番号 第 014-H85 号)。被験者には、研究の趣旨と内容について説明し、研究への参加は自由意志であり、参加を拒否した場合でも不利益にならないことを口頭にて十分説明し、書面により実験参加の同意を得て行った。

第4章 テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響

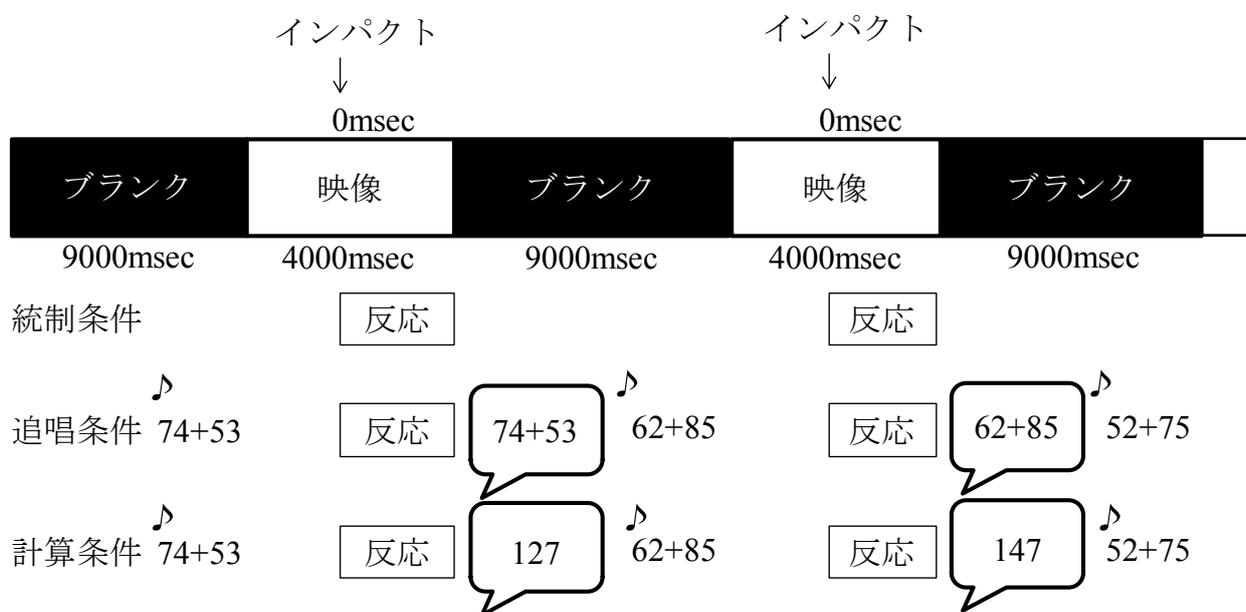


図 4-1. 映像呈示の流れ

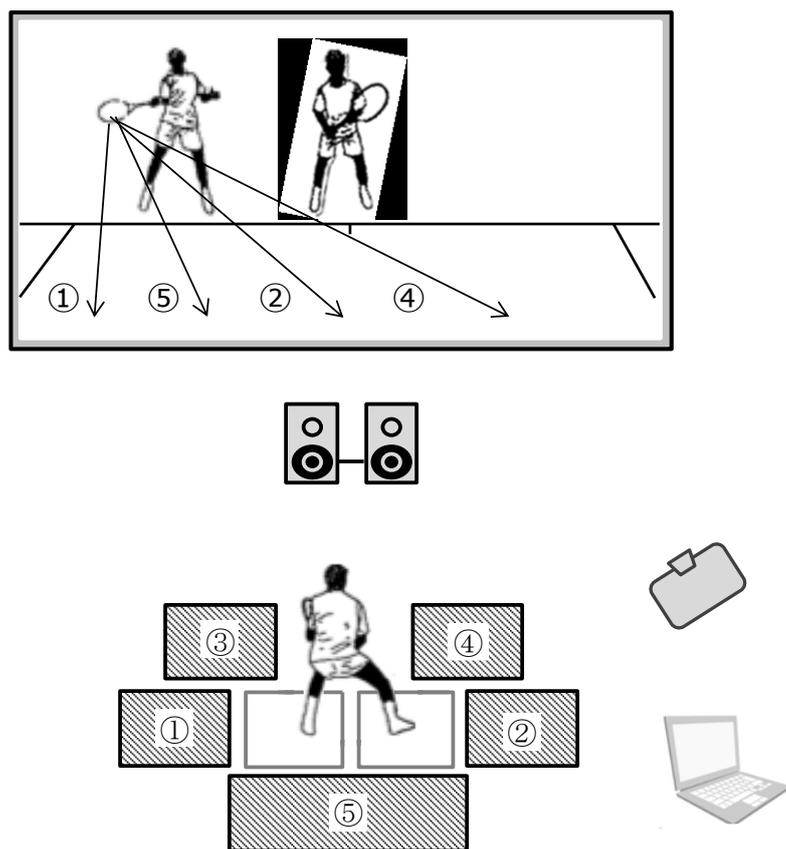


図 4-2. 実験環境

4. 3. 結果

4. 3. 1. 全身選択反応時間

図 4-3 は各条件における全身選択反応時間を示したものである。一要因分散分析（対応あり）の結果，各条件（ $F(2,26)=12.11$, $p<.001$ ）で有意な主効果がみられた。多重比較を行ったところ，統制条件と計算条件（ $p<.01$ ），追唱条件と計算条件（ $p<.01$ ）で有意な差がみられ，計算条件では他の条件に比べて反応時間が遅延した。

4. 3. 2. 主課題の正確性

図 4-4 は各条件における正確性の結果を示したものである。一要因分散分析（対応あり）の結果，各条件（ $F(2,26)=0.08$, $n.s.$ ）で有意な主効果はみられなかった。

4. 3. 3. 主課題の難易度と集中度

図 4-5 は主課題の難易度の結果を示したものである。一要因分散分析（対応あり）の結果，各条件（ $F(2,26)=34.32$, $p<.001$ ）で有意な主効果がみられた。多重比較を行ったところ，統制条件と追唱条件（ $p<.01$ ），統制条件と計算条件（ $p<.001$ ），追唱条件と計算条件（ $p<.01$ ）で有意な差がみられ，統制条件，追唱条件，計算条件の順で難易度が高まった。

図 4-6 は主課題の集中度の結果を示したものである。一要因分散分析（対応あり）の結果，各条件（ $F(2,26)=3.26$, $n.s.$ ）で有意な主効果はみられなかった。

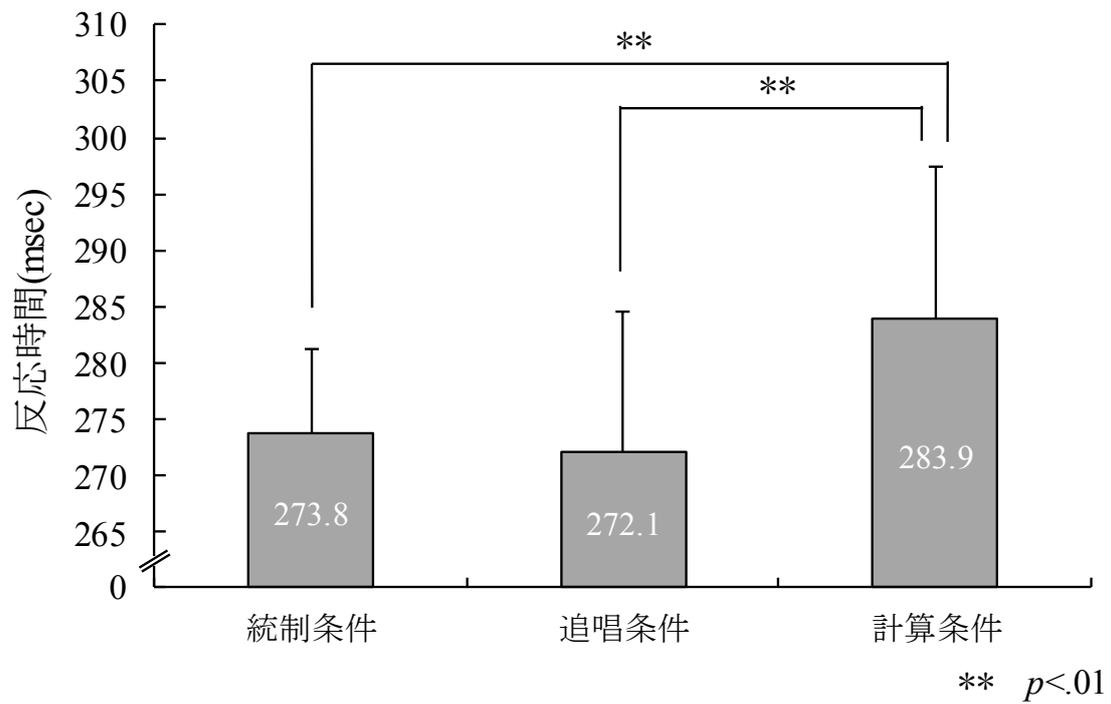


図 4-3. 各条件における全身反応選択時間

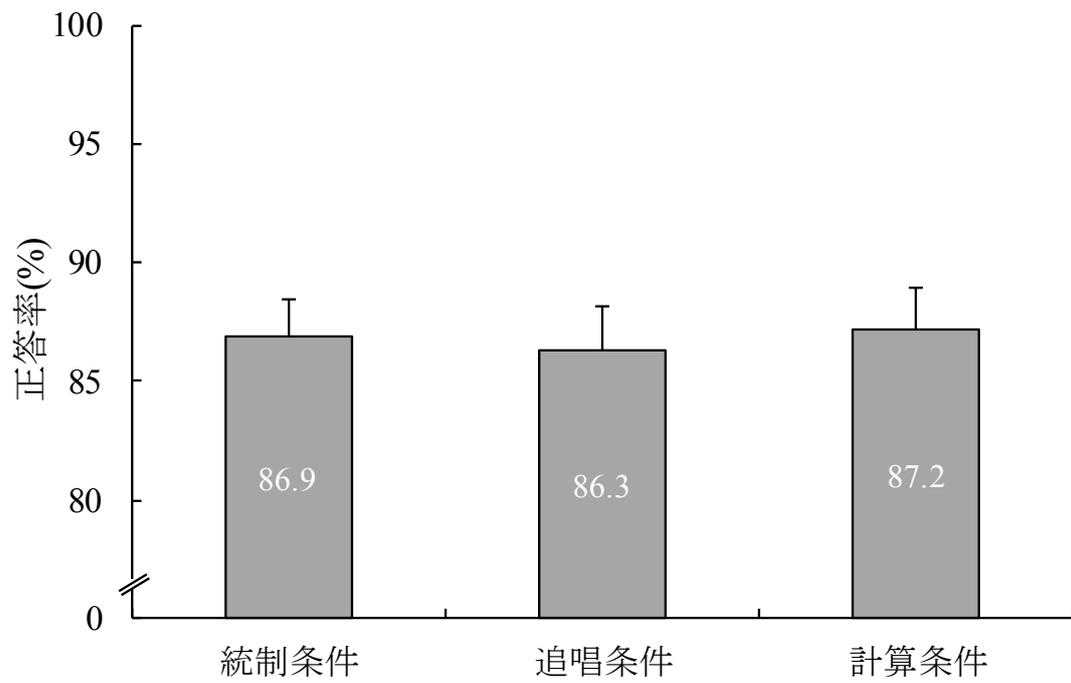


図 4-4. 各条件における主課題の正答率

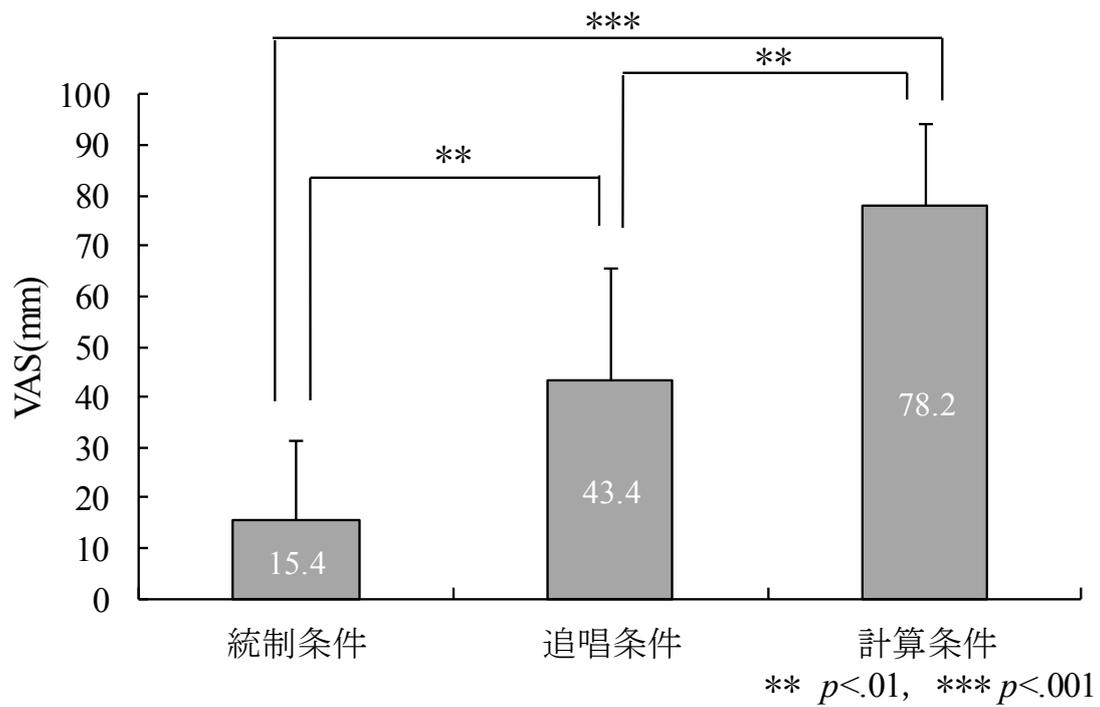


図 4-5. 各条件における主課題の難易度

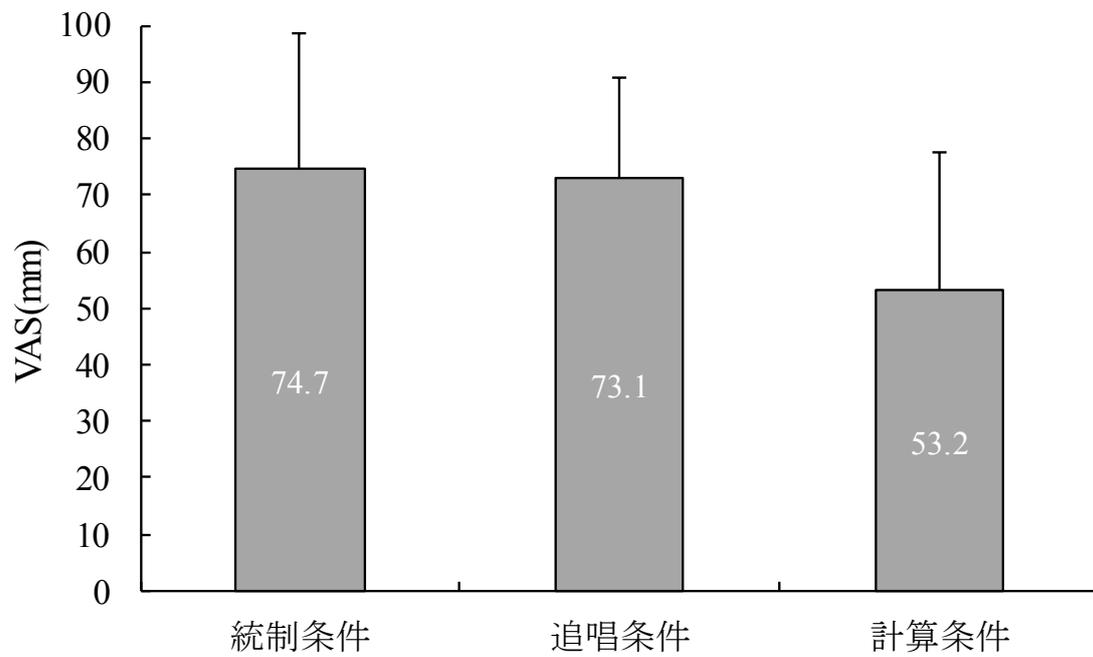


図 4-6. 各条件における主課題の集中度

4. 4. 考察

第4章では、テニスにおけるUEの発生原因と仮定される「考えながらのプレー」に着目し、主課題でコース予測、副次課題で思考性の負荷が異なる課題を併わせ、プレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響について検討した。その結果、①全身選択反応時間の計算条件では他の条件に比べ反応時間に有意な遅延がみられたが、統制条件と追唱条件に有意な変化がみられなかった。②主課題のコース予測の正答率では、条件間に有意な差はみられなかった。③主課題に対する難易度では、統制条件、追唱条件、計算条件の順に有意に高まったが、主課題に対する集中度では条件間に有意な差がみられなかった。

思考と動作の関係について平井ほか⁸⁴⁾は、「ラケットを振る」「ボールを投げる」といった単純な動作の反復よりも、「シャトルを打つ」「ボールを的に投げる」のような難易度が高い動作や多忙感の多い動作時に、音の弁別課題の正答率が低下すること、Wulf⁷⁵⁾や木塚ほか⁷⁶⁾はサッカーのボールコントロールや野球のバントの技能が自動化している熟練者の二重課題遂行時の成績を検討したところ、自動化を獲得している熟練者では、副次課題として相手の位置の判断が付加されても主課題の成績はほとんど低下しないが、副次課題の難易度が高くなると主課題の成績が低下することを報告している。さらに、全身選択反応時間についても、選択肢の数や課題の難易度が増すにつれて徐々に遅延する^{26) 85)}ことが報告されている。以上の報告から、主課題や副次課題の難易度によって主課題への影響が異なることが示唆される。これらの先行研究と本実験の結果を踏まえると、主課題を行いながら計算を処理するという難易度が高く、思考性の負荷が大きい課題は、注意の容量が限界量を超え、計算とコース予測の並行処理が困難となり、計算後にコース予測を行うという系列処理となり、全身選択反応時間に遅延が生じたのではないかと考えられる。一方、追唱条件では主課題に対する難易度は計算条件に比べ低く、全身選択反応時間の有意な遅延がみられなかったことから、注意の容量は限界量を超えておらず、追唱とコース予測を並列処理していたのではないかと考えられる。

主課題のコース予測の正答率や集中度では、統制条件、追唱条件、計算条件間で有意な差がみられなかったのは、実際のプレー場面でコース予測を誤ることは即失点に繋がるため、被験者は副次課題に注意の容量を奪われながらも、主課題であるコース予測の正答率を高めるために一定の集中度を維持していたのではないかと考えられる。つまり、計算条件では並列処理が困難となり、計算後にコース予測を行うという系列処理を行ったため、

第4章 テニスでのプレー中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響

反応時間に遅延が生じたが、プレーで必要とされる正確な予測を行うために集中度を保持し、予測の正確性を高めたために、3条件間で有意な差がみられなかったものと推察される。

ところで、第3章ではUEの発生原因として「考えながらのプレー」や「前のゲームやポイントを引かずっていた」といった項目が影響を及ぼしていることを報告し、検討のために本実験では聴覚情報の内容を一時的に保持し、再生を行う短期記憶課題⁸¹⁾である追唱条件がそれにあたると考えて実験を行ったが、結果は否定された。しかしながら、思考性の負荷が大きいか小さいかという難易度によって全身選択反応時間への影響が異なるという結果を踏まえると、試合での「考えながらのプレー」や「前のゲームやポイントを引かずっていた」は、そこで発生する思考が単なる雑念であったり、課題解決が迫られるものであったりと、ゲーム状況やポイントの重要度によって思考性の負荷が異なり、そのことがUEの発生に影響を及ぼしているのではないかと考えられる。

4. 5. 要約

第4章では、テニスの競技場面でUEの発生と関わりが深い「考えながら」のプレーに着目し、プレー中の思考が全身選択反応時間やコース予測の正確性といったパフォーマンスにどのような影響を及ぼすかについて、二重課題法を用いて検討した。被験者は、関東大学テニス連盟の3部に所属する大学男子テニス選手14名（競技経験年数 9.4 ± 2.8 年）であった。実験は、相手選手が打つストロークの映像を呈示し、コースを予測し反応をするというコース予測課題（主課題）下で、思考性の負荷の大きさが異なる追唱と計算作業の副次課題を行った。測定指標は全身選択反応時間、コース予測の正確性（正答率）、主課題の難易度と集中度であった。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 計算条件では全身選択反応時間が有意に遅延したが、統制条件と追唱条件では有意な差はみられなかった。
- 2) 追唱条件と計算条件では、主課題のみの統制条件よりも主課題に対する難易度が有意に上昇したが、コース予測の正答率や集中度では3条件間で有意な差はみられなかった。

以上の結果から、計算課題のような思考性の大きな負荷が加わると主課題に対する難易度が高まり、全身選択反応時間の遅延がみられた。しかし、主課題のみの統制条件や追唱課題のような思考性の小さな負荷では、全身選択反応時間に変化はみられず、思考性の負荷が大きいか小さいかという難易度によって全身選択反応時間への影響が異なっていると結論づけられた。

第5章 総括

本博士論文では、大学男子テニス選手を対象に、UE の発生状況や発生原因、発生メカニズムについて検討することを目的とした。

第2章では、UE の発生頻度とそれらがどのようなゲーム状況で発生しているかについて明らかにするために、技能レベルの異なる大学男子テニス選手とフューチャーズ選手各8名を対象に実際の試合からゲーム分析の手法を用いて、ラリー中のUEについて数量的に分析を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 大学生群のUEによる失点は33.6%で、フューチャーズ群に比べUEの割合が有意に多く、ウィナーの割合が有意に少なかった。
- 2) ラリー分析の結果、いずれの群ともラリーの6打目以内でUEが有意に多かった。特に、失ゲームでは1打目、3打目、5打目でのUEが有意に多かった。
- 3) 3打目と5打目のUEの特徴（取得ゲームと失ゲームを含む）は、いずれの群もバックサイドに返球されてきたボールに対して、フォアハンドストロークを打った際に発生したUEであった。

これらの結果から、UE の発生状況や特徴について技能レベルによる違いがみられないが、UE の発生頻度は技能レベルによって異なることが示された。また、いずれの群もラリーの6打目以内でのUEが多く、特に失ゲームでは、3打目と5打目でUEが多くなることが明らかとなった。

第3章では、技能レベルによってUEの発生頻度が異なるという第2章の結果を踏まえ、その原因と技能レベルの関係をみることを目的とした。UEの発生原因について情報処理モデルを基にして30項目からなる質問紙を作成し、関東大学テニス連盟および関西大学テニス連盟に所属する大学の男子テニス選手303名を対象に分析を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 探索的因子分析の結果、「錯誤」因子と「不適切なプレー」因子の2因子がUEの発生原因として抽出された。
- 2) 2因子間の因果関係についてパス解析を行ったところ、「錯誤」因子から「不適切なプレー」因子へという因果関係であり、モデルの適合度は概ね良いと判断される値であった。
- 3) 技能レベルでの2因子間の因果関係について多母集団の同時分析を行ったところ、下

位群と中位群では「錯誤」から「不適切なプレー」因子へ有意なパスがみられたが、上位群ではみられなかった。

- 4) UE の発生について技能レベル別にみたところ、2 因子とも上位群は下位群に比べて UE の得点は有意に低かった。

これらの結果から、大学男子テニス選手の UE の発生原因には、情報処理モデルの刺激同定段階に関わる「錯誤」因子と、反応選択や実行段階に関わる「不適切なプレー」因子があり、「錯誤」から「不適切なプレー」へという情報処理過程で因果関係がみられ、技能レベルが上がるにつれて 2 因子の得点が減少することが明らかとなった。

第 3 章の結果から、UE の原因として「考えながらのプレー」や「前のゲームやポイントを引きずっていた」といった、プレー中の思考が UE の発生に関係しているものと考えられた。そこで第 4 章では、UE の発生のメカニズムを明らかにするため、実験室環境で実際のプレー場面を想定し、「考えながらのプレー」がパフォーマンスに及ぼす影響について検討した。対象者は、関東大学テニス連盟の 3 部に所属する大学男子テニス選手 14 名であった。実験は、相手選手が打つストロークの映像を呈示し、コースを予測し反応をするというコース予測課題（主課題）下で、思考性の負荷が異なる追唱と計算条件の副次課題を行った。測定指標は全身選択反応時間、コース予測の正確性（正答率）、主課題の難易度と集中度であった。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 計算条件では全身選択反応時間が有意に遅延したが、統制条件と追唱条件では有意な差はみられなかった。
- 2) 追唱条件と計算条件では、主課題のみの統制条件よりも主課題に対する難易度が有意に上昇したが、コース予測の正答率や集中度では 3 条件間で有意な差はみられなかった。

これらの結果から、計算条件のように思考性の大きい負荷が加わると主課題に対する難易度が高まり、全身選択反応時間の遅延がみられる。しかし、追唱条件のように思考性の小さい、難易度の低い負荷では、全身選択反応時間に変化はみられなかったことから、思考性の負荷が大きい小さいかという難易度によって全身選択反応時間への影響が異なっていることが結論づけられた。

第 1 章から第 4 章を総括すると、本研究によって大学男子テニス選手の UE は技能レベルによって発生頻度が異なること、UE の発生原因については、「錯誤」と「不適切なプレー」があり、技能レベルによって因果関係が異なること、発生のメカニズムの 1 つとして、

思考性の負荷の大きさによって全身選択反応時間が異なることが明らかとなった。

最後に本研究から得られた結果をもとに、今後の課題を述べたい。

- 1) これまでテニスは確率のスポーツであり、相手よりも多くボールを返球することが重要であると考えられてきた。そのため、多くの指導現場では、ラリーを多く続けることが練習の中心であった。しかし、本研究の結果から UE は 6 打目までの、特に 3 打目や 5 打目で発生が多いことが明らかとなった。それ故、6 打目までに発生する UE を回避するための練習を行うことや練習方法を工夫する必要があると考えられる。
- 2) UE の発生原因には、因果関係があり、「錯誤」という計画段階の失敗が実行段階での「不適切なプレー」を誘発し、UE が引き起こされることが示唆された。これらは Reason¹⁴⁾ の計画段階の失敗が実行段階の失敗を誘発していることを支持する結果であったと考えられる。そのため、実際のゲームや実験的にゲームを設定し、計画時の失敗と実行時の失敗でどのような UE が発生しやすいかを明らかにしていくことが、UE 発生の防止策に繋がるのではないかと考えられる。

本博士論文は調査データや実験的研究を基にして研究をまとめたが、今後は 1)、2) の課題を検討するために、実践的研究や事例研究がさらに必要であることを付記しておく。

引用文献

- 1) 高橋仁大・前田 明・西菌秀嗣・倉田 博 (2006) テニスのゲームを取るために重要なカウント. 体育学研究, **51**(1) : 61-69.
- 2) 堀内昌一 (2012) テニス丸ごと一冊 戦略と戦術①. ベースボールマガジン社 : 東京, pp.1-46.
- 3) 今野和寿 (2007) 硬式テニス男子シングルの戦術に関する一考察—ラリー初期段階におけるポイント取得について—. 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科修士論文.
- 4) 櫻井榮七郎 編 (1998) 球技用語事典. 不昧堂出版 : 東京, p.733.
- 5) 宮地弘太郎 (2009) ラリーの主導権を握るショットに関する研究—世界トップ選手を対象として—. 関西国際大学研究紀要, **10** : 189-196.
- 6) Braden, V. & Bruns, W. (1998) *Tennis2000: Strokes, Strategy, and Psychology for a Lifetime*. Little Brown and Company : USA, pp.11-24.
- 7) Schönborn, R. (財)日本テニス協会 監訳 (2007) ショーンボーンのテニストレーニング BOOK. ベースボール・マガジン社 : 東京, pp.11-15.
- 8) Brody, H., Cross R., & Lindsey, C. (2002) *The physics and technology of tennis*. Racquet Tech Publishing : Solana Beach, pp.229-236.
- 9) Brody, H. (2006) Unforced errors and error reduction in tennis. *British Journal of Sports Medicine*, **40**(5) : 397-400.
- 10) Woods, R., Hocror, M., & Desmond, R. (1995) *Coaching tennis successfully*. Human Kinetics : Champaign, pp.109-124.
- 11) Coe, A. & Miley, D. (2001) Adjusting to different surfaces. In: Roetert, P. & Groppe, J. (Eds.), *World-class tennis technique*. Human Kinetics: Champaign, pp.41-59.
- 12) 澁谷隆良 (2010) 指導者のためのテニスの科学と応用. Book House HD : 東京, pp.61-88.
- 13) 小松原明哲 (2008) ヒューマンエラー 第2版. 丸善出版 : 東京, pp.113-122.
- 14) Reason, J. 著 十亀 洋 訳 (2014) ヒューマンエラー 完訳版. 海文堂 : 東京.
- 15) Norman, D. A. (1981) Categorization of action slips. *Psychological Review*, **88** : 1-15.
- 16) 中島義明 (2006) 情報処理心理学. サイエンス社 : 東京, pp.221-238.
- 17) 奥村基生 (2007) スポーツにおける失敗原因の熟練差. 筑波大学体育科学系紀要, **30** ; 113-115.

- 18) 氏原 隆 (2013) バレーボール競技におけるミスとパーソナリティの関係について—単純なミスの発生原因としてのパーソナリティ特性の検討—. *バレーボール研究*, **15**(1) : 42-48.
- 19) 西條修光・時本識資・李 賢珠・石垣 馨・高橋伸次・福田将史・財部重孝 (1986) ボールゲームにおけるヒューマンエラーの研究—発生原因について—. *スポーツ心理学研究*, **13**(1) : 84-86.
- 20) 松村拓人 (2013) 野球の内野手の守備におけるエラーの研究. 日本体育大学大学院体育科学研究科修士論文.
- 21) 田村 進・沖原 謙・坂手照憲・武田守弘 (1998) サッカープレーヤーの情報処理過程に注目したパスミスの研究. *広島体育学研究*, **24** : 21-29.
- 22) 遠山孝司・吉田重和・西原康行 (2013) スポーツにおいて選手に失敗を繰り返させない指導者の叱り言葉とは: 大学サッカー選手に対する言葉がけの検討. *日本教師学会誌*, **12** : 21-29.
- 23) 蔦宗浩二 (2007) ミスの分類. *Coaching & Playing Volleyball*, **48** : 2-4.
- 24) 中瀬雄三・佐藤 徹 (2012) ボールゲームにおける状況判断力の動感分析 : バスケットボールのパスミスについて. *北海道教育大学紀要 (教育科学編)*, **62**(2) : 1-12.
- 25) 本郷由貴 (2016) 大学バドミントン選手における試合でのアンフォースドエラーの原因とその因果関係. 日本体育大学大学院体育科学研究科修士論文.
- 26) Schmidt, R. A. 著 調枝孝治 監訳 (1994) *運動学習とパフォーマンス*. 大修館書店 : 東京, pp.15-44.
- 27) 中川 昭 (1984) ボールゲームにおける状況判断のための基本概念の検討. *体育学研究*, **28**(4) : 287-287.
- 28) 平田大輔 (2011) テニス競技におけるエラーに関する研究. *専修大学社会体育研究所報*, **58** : 21.
- 29) 平田大輔・柴原健太郎・佐藤周平・佐藤雅幸・西條修光 (2011) 大学女子テニス選手におけるエラーに関する研究. *日本コーチング学会第 22 回大会特別論文集* : 75-76.
- 30) Bollettieri, N. (2001) *Bollettieri's tennis handbook*. Human Kinetics: Champaign, pp.319-364.
- 31) Djurovic, N., Lozaovina, V., & Pavicic, L. (2009) Evaluation of tennis match date - new acquisition model. *Journal of Human Kinetics*, **21** : 15-21.
- 32) Filipčič, T., Filipčič, A., & Berendijaš, T. (2008) Comparison of game characteristics of male

- and female tennis players at Roland Garros 2005. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, **38**(3) : 21-28.
- 33) Katić, R., Milat, S., Zagorac, N., & Durović, N. (2011) Impact of game elements on tennis match outcome in Wimbledon and Roland Garros 2009. *Collegium antropologicum*, **35**(2) : 341-346.
- 34) Brody, H. (2004) Match statistics and their importance. *ITF Coaching & Sport Science Review*, **32** : 11-12.
- 35) Littleford, J. & Magrath, A. (2009) *Tennis strokes and tactics*. Firefly Books : New York, pp.150-171.
- 36) 平田大輔・佐藤周平・佐藤雅幸・西條修光 (2014) 大学女子テニス選手が試合でゲームを取得するためには—アンフォースドエラーからの検討—。テニスの科学, **22**: 1-10.
- 37) 中川 昭 (2011) ラグビーにおける記述的ゲームパフォーマンス分析を用いた研究。筑波大学体育科学系紀要, **34** : 1-16.
- 38) 菊池武道・秋田信也・中沢克江 (1992) テニスのゲーム分析について。千葉大学教養部研究報告 B, **25** : 249-257.
- 39) 山田幸雄・高橋仁大・徳田潤子 (1995) 女子テニスにおける打点, フットワーク, および配球からのゲーム分析。筑波大学運動学研究, **11** : 79-88.
- 40) 山田幸雄 (1996) 女子テニスプレーヤーの配球—勝ちセットと負けセットの違いについて—。筑波大学運動学研究, **12** : 1-6.
- 41) 高橋仁大 (1998) テニスのゲーム分析のための技術の分類についての一考察。鹿屋体育大学研究紀要, **20** : 11-17.
- 42) 谷澤英彦 (2009) 勝つためのテニス 75 の練習法 新版。マイコミ : 東京, pp.44-45.
- 43) 三橋大輔・森井大治・海野 孝 (2012) テニスプレーヤーにおけるフォアハンドストロークの技術, 戦術などの特徴に関する研究—競技レベルによる比較から—。スポーツ運動学研究, **25** : 29-43.
- 44) 柴原健太郎・玉城耕二・平田大輔・園部 豊・森井大治・西條修光 (2015) 大学男子テニス選手におけるアンフォースドエラーの発生原因とその因果関係。日本体育大学スポーツ科学研究, **4** : 10-18.
- 45) 田中雅人 (2004) 認知スキルの獲得—ボールゲームに必要なスキル—。豊田一成 (編著) 体育・スポーツのサイコロジー。アイオーエム : 東京, pp.134-159.

- 46) Goulet, C., Bard, C., & Fleury, M. (1989) Expertise differences in preparing to return a tennis serve: a visual information processing approach. *Journal of sport & exercise psychology*, **11** : 382-398.
- 47) 海野 孝・杉原 隆 (1989) テニスのネットプレーにおける予測に関するパターン認知の学習効果—反応の速さと正確さの向上について—. 体育学研究, **34(2)** : 117-132.
- 48) 平田大輔・松田治廣・西條修光 (1998) テニスにおける技の熟達に伴う認知能力の変容に関する研究. 東京体育学研究, **31** : 49-54.
- 49) 武田守弘・山西正記・大場 渉・坂手照憲 (2000) テニスのサーブコース・球種予測に関する研究—使用する頻度と予測正確性の関係—. 広島体育学研究, **26** : 31-38.
- 50) Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M., & Smeeton, N. J. (2002) Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **8(4)** : 259-270.
- 51) Shim, J., Chow, J. W., Carlton, L. G., & Chae, W.S. (2005) The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behavior*, **37** : 164-175.
- 52) 蝶間林利男 (1983) テニスのコーチングと男女差. 日本体育学会第 34 回大会号 : 51.
- 53) 中山厚生 (1992) テニスのプレースタイルに関する意識の研究—関西学生女子トーナメント・プレーヤーの意識の現状について—. 天理大学学報, **43(3)** : 39-64.
- 54) 田中伸明 (1998) プレースタイルからみたテニスプレイヤーの注意の集中. 慶應義塾大学体育研究所紀要, **37(1)** : 11-19.
- 55) 浜田吉治郎・中山厚生 (2002) テニスのシングルスにおけるプレー・スタイルに関する研究—関西学生男子プレーヤーの意識について—. 近畿大学健康スポーツ教育センター紀要, **3(1)** : 1-14.
- 56) 川喜田二郎 (1986) KJ 法—渾沌をして語らしめる—. 中央公論社 : 東京, pp.347-364.
- 57) 鈴木淳子 (2005) 調査的面接の技法 第 2 版. ナカニシヤ出版 : 京都.
- 58) 徳永幹雄・橋本公雄 (2000) 心理的競技能力診断検査用紙 (DIPCA. 3, 中学生～成人用). トーヨーフィジカル発行.
- 59) 豊田秀樹 (1998) 共分散構造分析【入門編】—構造方程式モデリング—. 朝倉書店 : 東京.
- 60) 狩野 裕・三浦麻子 (2002) AMOS EQS CALIS によるグラフィカル多変量解析—目で見る共分散構造分析—. 現代数学社 : 東京.

- 61) 尾崎幸謙 (2003) 標準解と非標準解. 豊田秀樹 (編著) 共分散構造分析【疑問編】—構造方程式モデリング—. 朝倉書店: 東京, pp.142-143.
- 62) 安則貴香・平田大輔・佐藤周平 (2010) 大学における一般教養体育が学習意欲と気分
に及ぼす影響—テニスとダンス履修者を対象に—. 専修大学体育研究紀要, **34**: 11-17.
- 63) 狩野広之 (1985) 不注意物語. 労働科学研究所: 東京, pp.23-28
- 64) 谷口勇美雄 (2014) いちばん勝てる! テニスサーブ革命. 日東書院: 東京, pp.173-204.
- 65) Lindsay, P.H. & Norman, D.A. 著 中溝幸夫・箱田裕司・近藤倫明 訳 (1979) 情報処理
心理学入門Ⅱ 注意と記憶. サイエンス社: 東京, pp.24-32.
- 66) 杉原 隆 (2008) 新版 運動指導の心理学. 大修館書店: 東京, pp.50-77.
- 67) 柴原健太郎・玉城耕二・本郷由貴・園部 豊・西條修光 (印刷中) テニスでのプレー
中の思考がパフォーマンスに及ぼす影響—全身選択反応時間と予測の正確性について
—. テニスの科学.
- 68) Brown, I. D. (1964) The measurement of perceptual load and reserve capacity. *Occupational
Medicine*, **14**(1): 44-49.
- 69) 西岡 昭・秋庭信夫 (1962) 思考と動作の干渉に関する研究 (第 1 報). 労働科学, **38**(3):
166-172.
- 70) 萩原 亨・徳永ロベルト (2005) メンタルワークロード評価法に基づく運転中の携帯
電話利用の影響に関する研究. 国際交通安全学会誌, **30**(3): 66-73.
- 71) 内田信行・浅野陽一・植田俊彦・飯星 明 (2005) 携帯電話会話時における運転者の
注意状態評価について. 国際交通安全学会誌, **30**(3): 57-65.
- 72) 森田和元・関根道昭・岡田竹雄 (2007) ブレーキ反応時間に及ぼす発話及び思考によ
る心理的負荷の影響. 自動車技術論文集, **38**(4): 203-208.
- 73) 高野暁秀・今関みさと・西口宏美・辛島光彦 (2014) 会話が視覚情報認知に与える影
響—自動車運転中のハンズフリー使用を想定した検討—. 東海大学紀要情報通信学部,
7(2): 37-43.
- 74) Kahneman, D. (1973) *Attention and effort*. Prentice Hall: New Jersey.
- 75) Wulf, G. 著: 福永哲夫監訳 (2010) 注意と運動学習—動きを変える意識の使い方—. 市
村出版, 東京: pp.1-25.
- 76) 木塚朝博・板谷 厚・岩見雅人・川村 卓 (2010) 高度なスポーツスキルを評価する
デュアルタスクの可能性. バイオメカニズム, **20**: 11-20.

- 77) 羽島真紀・関谷寛史・坂手照憲 (2000) テニスのサービスリターンの知覚トレーニングにおける予測手がかり教示の有無とトレーニング期間の効果. 広島体育学研究, **26** : 51-58.
- 78) 武田守弘・古田 久 (2004) テニスのサービスコース・球種予測における有効な手がかり—反応時間計測手法と空間的遮蔽手法を用いて—. 広島大学大学院教育学研究科紀要. 第二部, 文化教育開発関連領域, **53** : 327-334.
- 79) 三木ゆふ・武田守弘・関谷寛史 (2007) テニスのサービスリターンにおける知覚トレーニングの効果. 広島大学大学院総合科学紀要. I ,人間科学研究, **2** : 81-92.
- 80) 國見充展・松川順子 (2009) N-back 課題を用いた視覚的ワーキングメモリの保持と処理の加齢変化. 心理学研究, **80(2)** : 98-104.
- 81) 國見充展 (2007) ワーキングメモリ課題と短期記憶課題遂行能力の加齢変化. 人間社会環境研究, **13** : 203-210.
- 82) 橋田昌弘・山内秀一・呉 景龍・水原啓暁・根来 清・小笠原淳一・佐野裕一・北澤雅之・山根 智・真田泰三 (2001) functional magnetic resonance imaging (fMRI) による脳高次機能描出の試み—計算について—. 日本放射線技術学会雑誌, **57(6)** : 605-610.
- 83) 呉 景龍・水原啓暁・西川禎一 (2001) 人間の視聴覚情報の並列処理における反応時間特性. システム制御情報学会文誌, **14** : 18-25.
- 84) 平井敏幸・須田和也・西條修光 (1992) 「二重課題法」による精神的負荷に関する研究. 日本体育大学紀要, **22(1)** : 25-30.
- 85) 平田智秋 (2008) 運動測定分析. 日本スポーツ心理学会 (編) スポーツ心理学事典. 大修館書店 : 東京, pp.217-219.

謝 辞

本研究に対しご多忙にも関わらず、調査や実験にご理解ご協力していただきました関東大学テニス連盟、亜細亜大学国際オープン大会の運営スタッフ、各大学の監督、選手の皆様、誠にありがとうございました。

また、本研究に対し、貴重なご意見と多大なるご指導をいただいた、本学スポーツ心理学研究室の西條修光教授に心より感謝申し上げます。さらに、様々な部分で支えとなってくださった、本学スポーツ心理学研究室の高井秀明准教授、帝京平成大学の園部 豊講師、西南学院大学の續木智彦講師、国土舘大学の秋葉茂季助教、日本大学の深見将志助教、専修大学の平田大輔教授、本学運動方法(テニス・ソフトテニス)研究室の森井大治准教授、本学スポーツ心理学研究室の本郷由貴助教、本学大学院博士後期課程の玉城耕二氏、本学大学院博士後期課程の藤本太陽氏、本学大学院博士前期課程の松本沙羅氏、心より感謝申し上げます。

最後に、心の支えとなってくれた家族、大学院の仲間の皆様ありがとうございました。