



動作制御における視覚的フィードバックの利用過程 ： 視覚的フィードバック遅延法による検討

玉田, 朋枝

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1995-03-31

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲1358

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1001358>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・（本籍）	たま だ とも え 玉 田 朋 枝	（熊本県）
博士の専攻分野の名称	博 士（学 術）	
学 位 記 番 号	博い第233号	
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当	
学位授与の日付	平成7年3月31日	
学 位 論 文 題 目	動作制御における視覚的フィードバックの利用過程 ー視覚的フィードバック遅延法による検討ー	
審 査 委 員	主査 教授 森 清 善 行	
	教授 森 匡 史	教授 松 嶋 隆 二
	教授 関 一	教授 蜂 屋 良 彦

論 文 内 容 の 要 旨

習熟した随意運動を伴う動作の一つの特徴は絶えず変化する状況に応じて調整がなされるという点にある。このような動作の制御過程には各種感覚器から収集された情報のフィードバックが関与していることはいうまでもない。しかしこのような動作制御における感覚フィードバックの問題は、その重要性が深く認識されているにも拘わらず、その利用過程に関する実証的な研究は極めて少なく、動作心理学のなかでももっとも遅れている研究分野の一つであった。

本論文は動作制御における視覚的フィードバックに焦点をあて、その利用過程を明らかにしようとしたものである。

第1章「動作制御システムにおける感覚フィードバックの役割」においては、その諸研究を概観し、本論文における研究の方向を明示した。まず、動作制御システムに関する3つの理論、すなわちモータープログラム説、クローズドループ説、スキーマ説の内容を検討し、速い動作にも遅い動作にも対応できるスキーマ説が理論的枠組みとして、一般性をもつものであることを指摘している。スキーマ説の枠組みでは、動作制御システムにおける感覚フィードバックの利用過程はそのシステムにおいて機能するモータープログラムとの関係によって理解するのが妥当であると述べている。本研究では、この理論的枠組みに沿って、時系列特性の異なる2種の動作、すなわち継時的動作（第3章）と離散的動作（第4章）について検討し、感覚フィードバックの利用過程を明らかにしようとした。

第2章「視覚的フィードバックの利用過程に関する実験的手法」においては、第1章にかかげた目的を遂行するための実験的手法を吟味している。この研究分野で用いられている手法には大きく分けて2種があり、その一つは視覚的フィードバックを遮断する方法で、他には視覚的フィードバックに空間的歪みを加える変換視法と時間的歪みを加えるフィードバック遅延法がある。この2種の方法の問題点を先行研究のデータに基づいて検討した。視覚的フィードバック遮断法は視覚的フィードバックの利用過程を検討する場合、もっとも多く採用されてきた手法であるが、複雑な動作系列での視覚

的フィードバックの最小処理時間の決定には問題があること、さらにこの手法の背景には伝統的なクロズドループ説が仮定されていることなどの理由により、本研究には適した手法とはいえないと指摘している。遅延法は視覚的フィードバックの遅延がパフォーマンスに与える効果を検討することで、所与の動作系列の制御システムにおける視覚的フィードバックの利用過程を推察するという方法であるが、この方法は大掛かりな装置が必要であったために、その後二十数年にわたり、この研究法は全く採用されなかった。本研究では新しく開発された装置を用い、その方法の有用性をデータに基づいて詳しく吟味した結果、本研究の目的にはこの方法がもっとも相応しい手法であるという結論に達した。

第3章「書字動作の制御における視覚的フィードバックの利用過程」においては、先に考察した視覚的フィードバック遅延法を用いて、書字動作制御の実証的解明を目指した。その実験的研究に先立って、タイピング動作などの制御システムに関する諸研究を詳細に検討した。そこでは、これらの動作は開始される前に予め階層的に体制化されたプログラムにしたがって遂行されていること、また動作の単位がタイピング動作では打鍵であることを確認している。書字動作のモータープログラムについては、動作の後方部分が前方部分の実行と同時並行的にプログラムされている可能性があることも確認された。しかし、書字動作の反応の単位は何か、またどの程度までが開始前に予めプログラムされているのかということについては、これまでの諸研究の結果からは明確な結論が得られないと指摘している。こうしたモータープログラムに関する問題は、動作系列にどのようにフィードバックが関わりうるかという側面から吟味することで理解が可能になると論じている。もし反応の単位がストロークであれば、視覚的フィードバックが遅延した場合には、ストロークにエラーが発生し、単位が文字であれば、エラーも文字単位に現れ、さらに単語の後方部分が予めプログラムされていないとすれば、動作は途中で一時停滞したり、また後方部分にエラーが発生するだろうと予想し、視覚的フィードバックの遅延が書字動作に及ぼす効果を実験的に検討した。まず視覚的フィードバック遅延条件下で起こる書字エラーの出現位置についての検討が行われた。この実験では英単語を書くことを課題とした。その結果、遅延が100msを越えると被験者のパフォーマンスは影響を受けることが確認された。また同じ型のストロークを繰り返す箇所においてストロークの追加エラーが発生することも確認された。次の実験では、書字方略を規制し、8水準の遅延時間条件によって実験が行われた。その結果、視覚的フィードバックに遅延のある条件では、(1)筆跡が拡大し、動作時間が延長する。(2)とくにストロークの繰り返しが必要な箇所に余分なストロークが追加されるという書字エラーが観察された。これらの結果は、書字動作系列のなかに、ストローク選択に関わる系列プログラムとストロークの実行に関わる軌道生成プログラムに対応したフィードバックループが並行して機能していることを示唆するものであると説明している。

第4章「エイミング動作における視覚的フィードバックの利用過程」では、まずエイミング動作における視覚的フィードバックの効果に関する問題点を整理した。次いで、エイミング動作が実行されている位相において視覚的フィードバックがどのように利用され、どのように動作が調整されているかを遅延法を用いて実験的に検討した。その結果は次の3点に要約できる。(1)動作距離の長短にかかわらず、パフォーマンスは視覚的フィードバックの遅延の影響を受ける。(2)視覚的フィードバックによる動作の調整にはいくらかの限界がある。(3)動作時間が長くなるにつれ、遅延の増加に伴う動作時間の増加はわずかながら大きくなる。以上の結果から、離散的なエイミング動作では軌道生成プログ

ラムへのフィードバックグループの働きが推定されると論じている。

第5章「結論」では、以上の実験結果をふまえ、動作のプログラム特性と視覚的フィードバックの利用過程との関係から注目すべき結論を導き出すにいたった。すなわち、動作が系列プログラムと軌道生成プログラムからなる場合、通常は視覚的フィードバックは上位にある系列プログラムの実行経過のモニタリングのために利用されていると結論づけるのである。

論文審査の結果の要旨

本論文は次の点において高く評価される。

1. 書字動作のなかで視覚的フィードバックは、系列プログラミングのレベルと、個々のストロークの実行レベルにかかわる軌道生成プログラミングのレベルにおいて、並行して機能していることを本論文は実証した。このような“複数のフィードバックループ”の発想は動作プランに関する過去の理論の中にも見いだすことができるが、実際にこれらのフィードバックが並行して働いていることを行動のレベルで確認したことはたいへん意義深いことである。従来からの研究方法によれば、フィードバック情報が動作の結果に及ぼす効果については実証できたが、フィードバック情報が動作の経過して行くなかで、どのように利用されているかについては明らかにすることができなかった。本論文は新しいアプローチによってこの点を見事に実証したのである。本論文が示唆した説明によって、動作制御の理論に新たな展開が期待される。

2. 継時的動作と離散的動作におけるフィードバックの利用過程を遅延法を用いて比較検討した研究はユニークなもので、その学問的価値は非常に高い。継時的動作には産出順序に関するプログラム（系列プログラム）と軌道生成プログラムが含まれ、視覚的フィードバックは通常はより上位の系列プログラムの実行をモニタリングするために利用されており、離散的動作では軌道生成プログラムが主要な役割を果たすという新しい知見を得ている。この事実は動作の階層構造と協調過程の解明に重要な手掛かりを与えるものと評価できる。

3. 本論文の第2章では二つの実験方法の緻密な検討を行っているが、この観点からの研究論文は皆無であり、その成果は動作心理学の今後の研究動向に大きな影響を与えるであろう。

本研究が動作制御システムのさらなる解明を目指すためには、系列プログラムと軌道生成プログラムの階層構造をより一層明確にする必要がある。

以上の審査結果に鑑み、本審査委員会は論文提出者玉田朋枝が博士（学術）の学位を授与されるにたる資格を有するものと判定した。