

【論文】

## 運動学習における学習者によるKRの選択的利用の効果

筒井 清次郎 ・ 佐藤 裕一

愛知教育大学教育学部・刈谷市立朝日中学校

### 要約

本研究は、ゴルフパット課題の学習における、結果の知識（KR）の選択的利用の効果を検討した。参加者は、5m離れた位置に引かれた線にできるだけ近づけるようにプラスチック製のゴルフボールを打つことが要求された。ボールの転がりや停止位置が参加者から見えないようにスクリーンが置かれた。毎回KRが与えられる群、KRの選択的利用群、くびき群（ペアとなる選択的利用群参加者が要求した試行においてのみKRが与えられる）の3群が比較された。参加者は30試行を3日間行った。習得期3日目の3日後に行われた10試行からなる保持テストにおいて、KRの選択的利用群は、毎回KR群とくびき群両方よりも有意に優れていた。したがって、選択的KRは、KR頻度の少なさによるのではなく、参加者の要求に応じて提供されることによって有効であると結論づけられた。

### キーワード

ゴルフパッティング課題、KR頻度、体育

### I. 目的

体育・スポーツ科学におけるフィードバック情報とは、学習者自身が運動を遂行することによって生じる感覚情報のことであり、目標とする運動と遂行したパフォーマンスとの差についての情報を意味する。このフィードバック情報に基づいて、運動の遂行者は、次試行の運動を調整し、その結果、目標とする運動との誤差を減少させようとする。このことから、フィードバック情報は、運動学習を生起させる最も重要な要因の一つであり、運動の指導にとっても重要な意味を持っている。フィードバックには、情報機能、動機づけ機能、および、強化機能の3つの機能がある。情報機能とは、運動の結果についてのエラー情報を伝える機能であり、動機づけ機能とは、次に行おうとする運動に対する動機づけを高める機能であり、強化機能とは、正しい運動を繰り返し生起させる機能である。これら3つの機能は互いに重複して現れる。

このフィードバックは、運動の遂行に伴って必ず生起する内在的フィードバック（運動時の筋感覚情報など）と、人工的に付け加えることによって始めて利用できる付加的（外在的）フィードバック（結果の知識など）に分けられる。それらはさらに、運動の遂行中に生起する同時的フィードバックと、運動終了後に利用できる最終的フィードバックにそれぞれ分けられる。さらに、最終的フィードバックは、提供されるタイミングによって、

運動終了直後に利用される即時的フィードバックと、運動終了後時間が経ってから利用される遅延的フィードバックに分けられる。また、付加的フィードバックは、与えられる媒体によっても分類することもでき、言語的フィードバックとビデオや図などの非言語的フィードバックにも分けられる。

この付加的フィードバックの中でも、運動が終了した後で与えられる運動の成果や運動による環境の変化についての情報を結果の知識（Knowledge of result; KR）と言う。100m走のゴールタイム、新体操の得点、砲丸投げにおける砲丸の落下点などがKRの例である。一般的には、学習者が視覚情報等の内在的フィードバックによって誤差を評価できる時には、KRはそれほど有効ではないが、内在的フィードバックで誤差を評価できない時には、KRが有効である。

運動の指導において、学習者をできるだけ早く上達させるためには、できるだけ早く（即時的KR）、できるだけ頻繁に、できるだけ正確に、KRを与えることが直感的には良いように思われる。また、運動遂行中のできばえ（パフォーマンス）を重視していた頃の体育心理学の教科書（Singer, 1980）にはそのように書かれていたこともある。しかし、運動学習の成果が、学習中のパフォーマンスよりもむしろ、一定期間後にKRが除去された状況において内部に身につけたもの（学習）で評価されるよ

うになるにつれて、前述のようなKRの与え方が間違いであることが明らかになってきた。そのようなKRの与え方をすると、学習者は外部から与えられるKRに依存してしまい、結果的には学習が阻害される(ガイダンス仮説; Salmoni et al, 1984)。実際には、KRは運動直後に与えるのではなく、数秒遅らせてから与えた方が(遅延的KR; Swinnen et al., 1990)、毎回KRを与えるのではなく、試行の半分くらいはKRを与えない方が(KRの頻度; Winstein & Schmidt, 1990)、また、できるだけ正確に与えるのではなく、ある範囲内の誤差であれば誤差は伝えない方が(KRのバンド幅; Sherwood, 1988)、それぞれ学習者は上達することが明らかにされている。

そのKRのバンド幅に関して、Lee & Carnahan (1990)は、バンド幅群とくびき群(KR提供スケジュールはバンド幅群と同じであるが、パフォーマンスに基づいて提供されていない)を比較し、バンド幅群がくびき群よりも優れていることを報告し、KRの提供スケジュールよりも、パフォーマンスに基づいてKRを提供することが運動学習において重要であることを示唆している。

そこで、最近では、学習者が、パフォーマンスに基づき希望した時にのみKRを利用することができる、KRの選択的利用のパラダイムに関する研究も行われている(Jannele, Kim and Singer, 1995; 工藤, 1998)。

Jannele, Kim and Singer (1995)は、ボールの的当て課題の学習において、実験者がKR提供スケジュールを決定した2つの群(5試行毎のsummary KR群と2試行に1回KR提供群)、学習者がKRを選択的に利用した群とそのくびき群の4群を比較し、学習者によるKRの選択的利用が最も優れていることを示し、その重要性を示唆した。これに対し、工藤(1998)は、利き手による直線的前後運動の加速度パターンを再生させる課題の学習において、KRの利用頻度を50%に制限した場合、実験者がKR提供スケジュールを決定した群と学習者がKRを選択的に利用した群に差がみられなかったことから、学習者が決定するという要因ではなく、KRの提供頻度や割合が重要であると示唆した。

これらの結果が相反する原因として、用いられた課題におけるKRの必要度が考えられる。Jannele et al. (1995)の研究において、学習者は全試行の7%のみしかKRを要求しておらず、KRの必要度は非常に低かったと考えられる。しかし、工藤(1998)の研究においては、非日常的な課題が用いられたため、学習者は50%の制限を加える前には全試行KRを要求しており、KRの必要度は非常に高かったと考えられる。このように、これら2つの研究の課題におけるKRの必要度は、両極端であった。

したがって、先行研究のような両極端ではなく、KRの必要度が両先行研究の中間でありKR頻度としての有効性を明らかにしたWinstein & Schmidt (1990)を参考

に、総試行数の半分程度においてKRを必要とするようなスポーツ課題を用いて、学習者によるKRの選択的利用の効果を検討することが、運動指導において実践的な意味を持つと考えられる。このことは、体育授業における教員のアドバイスはいかにあるべきかについて知見を提供するものであり、体育教科の開発に大いに貢献するものと考えられる。そこで、総試行数の半分程度においてKRを必要とするようなスポーツ課題を用いて、学習者によるKRの選択的利用の有効性を検討することを本研究の目的とする。

## II. 方法

### 1. 課題

非利き手打席において、ゴルフのプラスチックボールをパッティングし、5m離れたラインにできるだけ近く止めることを課題とした。学習者の2m前方には衝立がおかれ、ボールの軌跡や停止位置を学習者から見えないようにした(Figure 1参照)。

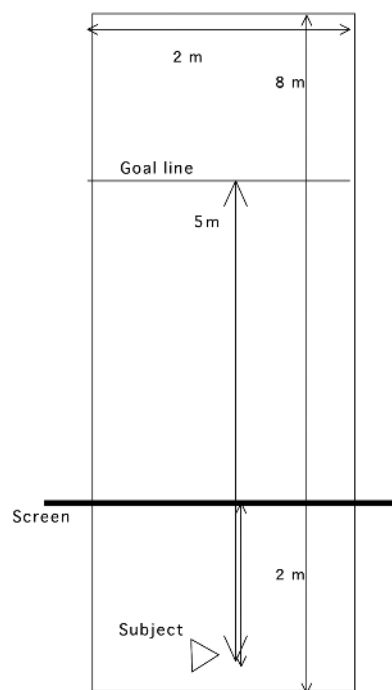


Figure 1. Layout

### 2. 対象

大学生45名を、以下の3群に、15名ずつ分けた。

- 1) 毎回KRを提供される群(以後、毎回群とする)
- 2) 選択的にKRを利用する群(以後、選択群とする)
- 3) くびき群(選択群と同じ試行でKRが提供される)

### 3. 実験手続き

習得試行の前に、KRを与えないプレテストを10試行行った。習得試行は、およそ90試行でパフォーマンス

の上達が見られなくなってきた予備実験の結果に基づき、3日間連続で30試行ずつとした。習得試行終了3日後に、KRを与えない保持テストを10試行行った。毎回群においては、全ての習得試行後にKRが与えられた。選択群においては、学習者が希望した試行においてのみKRが与えられた。くびき群においては、学習者の希望にかかわらず、ペアとなる選択群の学習者が希望した試行においてKRが与えられた。以後の分析において、各日の習得試行30試行は、10試行毎の3ブロックに分けて処理した。

### III. 結果

#### 1. プレテスト

プレテストにおける各群の平均誤差は、毎回群が94.57cm、選択群が90.27cm、くびき群が93.98cmであった。1要因の分散分析を行った結果、群の主効果は有意でなかった( $F(2, 42) < 1.0, p > .05$ )ので、各群を等質と見なした。

#### 2. 選択群のKR利用率

目的に記述したように、先行研究である Janelle et al. (1995)、工藤(1998)の両研究においては、被験者からのKR要求頻度が極端な点に問題があると思われる。そこで、本研究における実験課題は、予備実験に基づき選択群のKR要求頻度が全試行の40%~60%程度になることを期待して設定した。その結果、選択群のKR要求頻度は、Figure 2に示すように、いずれのブロックにおいても46%~59%の間であり、総試行数の半分程度においてKRを必要とするような困難度という、本研究の前提条件は満たされた。

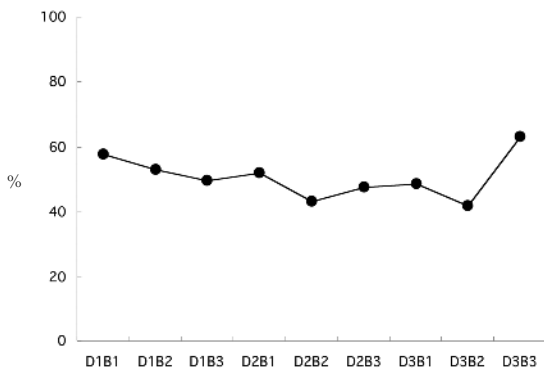


Figure 2. Ratio of KR which subjects of subject-controlled KR group received

#### 3. 習得試行

習得試行について、各群のブロックごとの平均絶対誤差を Figure 3 に示した。2要因が繰り返し要因となる3要因の分散分析を行った結果、群の主効果( $F(2, 42) = 7.941, p < .001$ )が有意で、多重比較を行った結果、選択群がくびき群よりも優れていた。また、ブロックの主効

果( $F(2, 84) = 47.918, p < .001$ )と練習日の主効果( $F(2, 84) = 32.559, p < .001$ )も有意で、ブロック数と練習日数の増加とともにパフォーマンスは向上した。群とブロックの交互作用( $F(4, 84) = 1.549, p > .05$ )、群と練習日の交互作用( $F(4, 84) < 1.0, p > .05$ )、練習日とブロックの交互作用( $F(4, 168) = 1.390, p > .05$ )は、いずれも有意ではなかった。

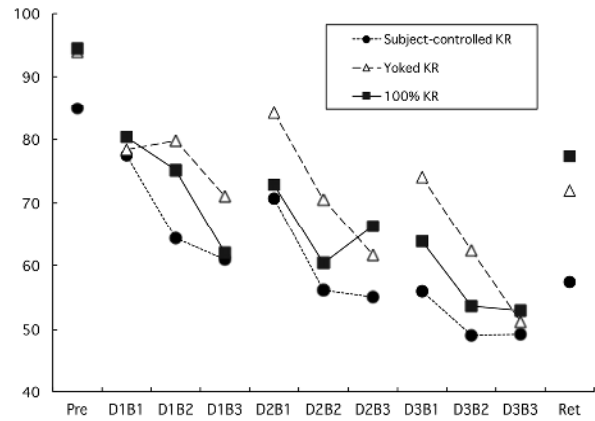


Figure 3. Absolute error in three groups

#### 4. 保持テスト

保持テストについて、1要因の分散分析を行った結果、群の主効果( $F(2, 42) = 6.734, p < .01$ )が有意で、多重比較を行った結果、選択群がくびき群と毎回群よりも優れていた。

### IV. 考察

#### 1. 選択的KR利用の効果について

総試行数の半分程度においてKRを必要とするようなゴルフのパッティング課題を用いた本研究の保持テストにおいて、選択的にKRを利用する群の誤差が、毎回KRを提供される群や、選択的にKRを利用する群と同じ試行でKRが提供されたくびき群に比べて小さく、有意に優れていた。このことから、学習者によるKRの選択的利用は、要求回数が少ないことによる効果ではなく、必要な時に与えられる効果こそが重要であることが示された。

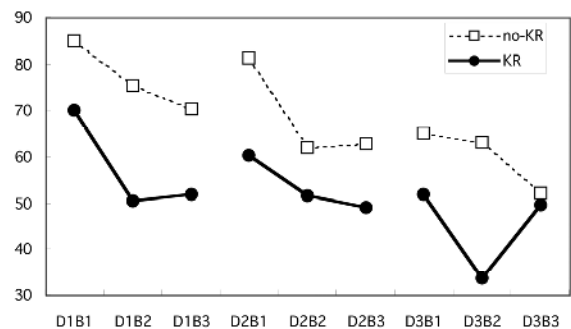


Figure 4 Absolute Errors in both KR trials and no-KR trials in Subject-controlled KR group

## 2. どのような結果の時に選択的KRを利用するか

次に、選択的にKRを利用する群は、どのような試行後に、KRを利用するのかについて検討してみた。そのために、選択的にKRを利用する群の習得試行を、試行後にKRを利用したKR試行と、試行後にKRを利用しなかったno-KR試行に分けて、その誤差をFigure 4に示した。KRを利用した試行数は、Figure 2にみられるように、常に50%前後であり、KR要求頻度に練習日やブロック数による特徴は見られなかった。3要因ともが繰り返し要因となる分散分析を行った結果、KRの有無の主効果( $F(1, 14) = 38.071, p < .001$ )に有意差がみられ、KR試行がno-KR試行よりも優れていた。また、練習日の主効果( $F(2, 13) = 12.030, p < .001$ )と、ブロックの主効果( $F(2, 13) = 13.067, p < .001$ )に有意差がみられ、ブロック数や練習日数の増加とともに成績が良くなることは確かめられたものの、KRの有無と練習日( $F(2, 13) < 1.0, p > .05$ )、KRの有無とブロック( $F(2, 13) = 1.298, p > .05$ )、練習日とブロック( $F(4, 11) < 1.0, p > .05$ )のいずれの交互作用も有意でなかった。選択群において、学習者がKRを要求した試行の方が、要求しなかった試行の成績よりも優れていたことは、学習者自身で納得しなかった試行ではKRを要求せず、納得いく運動を遂行できた時に、さらなる修正のための情報を求めて、KRを要求していると考えられる。このことから、体育指導において、学習者がある程度納得した運動を行えた時にこそ、教員はより上達するために修正点を提供するアドバイスを与えることが重要なのではないかとと思われる。

## 3. 今後の課題

今後の課題は、学習者自身が要求した時にのみKRを提供する本研究のデザインと、学習者が納得いく運動を遂行できたと思われる試行において他者がKRを提供するデザインを比較することによって、KRの選択的利用の有効性が、1) 必要時に有効なKRを得られた効果だけによるものか、2) 学習者がKR利用を自己決定したことによる効果も含まれているのかを検討することである。もしも、両デザインによる学習に差がみられなければ、1) 必要時に有効なKRを得られることのみが重要であることになる。もしも、両デザインによる学習に差が生じれば、必要時に有効なKRを得られた効果に、学習者がKR利用を自己決定した効果が加算されたことになる。

## V. 引用文献

Janelle, C.H., Kim, J., & Singer, R.N. (1995). Subject-controlled performance feedback and learning of a closed skill. *Perceptual and Motor Skills*, 81: 627-634.

工藤孝幾 (1998). 「結果の知識」の利用方略が運動学習に及ぼす効果, 福島大学教育学部論集教育・心理部門, 65: 1-14.

工藤孝幾 (2004). 運動学習のパラドックスと練習者の意図, 最新スポーツ心理学-その軌跡と展望-, 日本スポーツ心理学会編 (pp. 137-147), 東京: 大修館書店

Lavery, J.J. (1962). Retention of simple motor skills as a function of type of knowledge of results. *Canadian Journal of Psychology*, 16: 300-301.

Lee, T.D. & Carnahan, H. (1990). Bandwidth knowledge of results and motor learning: More than just a relative frequency effect. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65: 244-249.

Salmoni, A.W., Schmidt, R.A., & Walter, C.B. (1984). Knowledge of results and motor learning. *Psychological Bulletin*, 95: 355-386.

Schmidt, R.A., & Lee, T.D. (1999). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (3<sup>rd</sup> ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Sherwood, D.E. (1988). Effect of bandwidth knowledge of results on movement consistency. *Perceptual and Motor Skills*, 66: 535-542.

Singer, R.N. (1980) *Motor learning and performance* third edition Macmillan Publishing シンガー著 松田岩男監訳 (1986) *スポーツトレーニングの心理学* 大修館書店

Swinnen, S.P., Schmidt, R.A., Nicholson, D.E., & Shapiro, D.C. (1990). Information feedback for skill acquisition: Instantaneous knowledge of results degrades learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16: 706-716.

Winstein, C.J. & Schmidt, R.A. (1990). Reduced frequency of knowledge of result enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16: 677-691.

【連絡先 筒井清次郎 E-mail】

stsutsui@aeu.ac.jp

# Effects of Subject-controlled Knowledge of Result in Learning a Golf Putt Task

Seijiro Tsutsui and Yuichi Satoh

*Faculty of Education, Aichi University of Education, Asahi Junior High School*

This study examined the effect of subject-controlled knowledge of result (KR) in learning a golf putt task. Participants were required to stroke a plastic golf ball as close as possible to a line five meters away. A screen was positioned to prevent vision of the rolling ball and its final stop position. Three groups were compared: a 100% KR group, subject-controlled KR group and yoked KR group (which received the same proportion of KR as the subject-controlled group, but controlled by the experimenter, which was about 50% of the trials). Subjects in each of the three groups practiced 30 trials on each of three days. A 10-trial retention test, performed 3 days after 3rd day of practice, revealed that the subject-controlled KR group was significantly better than both the 100% KR and the yoked KR groups. Therefore we conclude that subject-controlled KR is effective not because KR was provided with less frequency but rather because KR was provided according to participants' request.

## **Keywords**

Golf putt task, Self-regulation, Frequency of KR, Physical education