

低・高覚醒状態におけるパフォーマンスに及ぼす 速度見越しの情報量と時間要因の影響 — 速度見越しを含む的当て課題を主課題として —

井 籠 敬*・山 本 裕 二
中 込 四 郎・工 藤 敏 巳**

Effects of amount of information and time factor in speed anticipation on performance in low and high arousal state: throwing ball at target on performing speed anticipation as Main Task

Takashi INO, Yuji YAMAMOTO
Shiro NAKAGOMI and Toshimi KUDO

This paper reports on the effects of amount of information (distance of stimulus presentation) and time factor (speed of stimulus presentation) on performance in low and high arousal state.

Subjects were 20 male undergraduate students, were randomly assigned to low stress group (N=10) and high stress group (N=10). A dual task method was employed, and Main Task was required throwing tennis balls at target while simultaneously performing the speed anticipation. Peripheral Task was required discriminating the light located in visual periphery. The performance scores were throwing score and absolute timing error.

A stress \times distance \times speed ($2 \times 2 \times 2$) factorial design was to investigate differences in arousal state. A significant stress \times speed interaction indicated that high stress group was worst performance in the low speed condition on both scores. On absolute timing error, distance main effect indicated that the performance in long condition was better than in short condition. The results were discussed from the difference of attentional style between low and high arousal state; active distraction and passive distraction.

覚醒水準とパフォーマンスの間には逆U字関係がみられ、それぞれの課題遂行には至適覚醒水準が存在すると言われている。これはYerkes-Dodson's Lawあるいは逆U字仮説として知られ⁶⁾、様々な覚醒水準の操作により、逆U字関係を検証する実験が行われてきた^{2) 3) 4)}。その結果、至適覚醒水準を左右する要因として、1) ストレッサーに対する個人差、2) 課題の難易度、3) 課題に対する習熟度などが挙げられてきた。

課題の難易度が至適覚醒水準に及ぼす影響は、課題が単純で容易であるほど至適覚醒水準は高い

ところがあり、複雑で困難になるほど低くなると言われている。そして、課題の難易度はその課題の持つ情報量、即ち課題遂行に必要な手がかりの数で表わせるとされている。したがって、逆U字仮説の説明理論の1つとして利用されるEasterbrookのcue-utilization theory¹⁾によれば、課題が複雑で課題遂行のための手がかりが多い場合は、注意の幅を広くすることが必要となり、そのような注意の状態は低覚醒水準によってもたらされることになる。逆に、単純な課題では課題遂行に必要な手がかりの数が少ないので、注意の幅が狭くなった状態、即ち高覚醒状態で高いパフォーマンスを示すということが推論される。

* 現 金沢大学教養部

** 筑波大学大学院修士課程体育研究科

実際の運動場面において要求される課題は、継続的な刺激提示に対する連続的な反応である場合が多い。したがって、運動場面における課題の複雑さは、刺激の数だけではなく、刺激提示における時間要因によっても影響されることが考えられる。しかしながら、従来の研究では、提示刺激の数に関心が向けられることが多く、時間的な要因については、ほとんど触れられていない。そこで、至適覚醒水準と課題の難易度を考える場合には、提示される刺激の数だけではなく、時間要因についても検討を加えていく必要があると考えられる。

山本ら(1985)²⁾は、逆U字仮説に対して attentional narrowing現象からの説明を試みている。その中で低覚醒状態と高覚醒状態でのパフォーマンス低下の原因を、それぞれ能動的注意散漫(active distraction)と受動的注意散漫(passive distraction)によるものとし、その機序を区別した。能動的注意散漫とは、低覚醒状態で複数の課題遂行が並行して要求される時、学習者が主体的に主課題以外の手がかりにも注意を向ける状態である。この能動的注意散漫によって学習者は、主課題遂行に必要な手がかりへの注意が減少し、パフォーマンスは低下するとした。一方、高覚醒状態での受動的注意散漫とは、注意の幅が狭くなり、その注意の方向が外的な要因によって動かされるようになり、それによって主課題遂行に必要な手がかりを利用できず、その結果パフォーマンスが低下すると考えた。

このような低・高覚醒状態における学習者の注意様式の違いから課題の難易度としての提示刺激の数と時間要因がパフォーマンスに及ぼす影響について説明できるものと考えられる。

低覚醒状態での学習者は、主課題以外の課題遂行に必要な刺激に注意が向けられることにより、主課題の提示刺激の数が少ない場合には、相対的に主課題遂行のための手がかり利用への妨害の程度が高くなり、その結果、主課題のパフォーマンスの低下が予想される。また、低覚醒状態では、能動的注意散漫が生じることから、学習者が注意の方向をコントロールしており、時間要因によって影響を受けることは少ないことが予想される。一方、高覚醒状態では、学習者が主体的に注意の方向をコントロールできないため、刺激提示の時間が長いほど、主課題以外の刺激に注意が向けられる可能性が高く、その間の提示刺激の数が少な

い場合には、主課題遂行に利用できる手がかりが、さらに限定されてくることが予想される。即ち、高覚醒状態においては主課題の刺激数とともに、刺激提示の時間要因にも影響を受けることが考えられるのである。

本研究では、速度見越しを含む当てを主課題とした dual task 場面を設定し、見越し刺激の提示時間と提示距離が低・高覚醒状態におけるパフォーマンスに及ぼす影響を検討するものである。このことは、逆U字仮説に対する注意理論からの説明の有効性を確かめることにもなる。

方 法

1. 被験者

男子大学生20名を無作為に2群に分け、以下のような覚醒水準の操作に基づき、Low Stress群と High Stress群を設定した²⁾。

Low Stress 群 : positive feedback +
psychological assurance

High Stress 群 : negative feedback +
evaluative audience +
VTR

2. 課題及び装置

(1) Main Task (主課題)

速度見越しを含む当て課題である。Ssは投球機から投射されたテニスボールをキャッチし、投射と同時に的当ての標的となる正面の同心円中心に向かって点滅移動を始めるランプの速さを見越し、標的にランプが達したと判断したと同時にボールが標的に当たるように投球することが要求された。見越しランプ及び標的板はSs正面5mのところ設置され、標的板の同心円は中心より半径5cm, 15cm, 25cm, 35cm, 45cmによって構成されている。

速度見越しに用いられたランプ刺激の提示距離は60cm(12個提示)と85cm(18個提示)とした。ランプ刺激の移動速度は23.35cm/secと12.66cm/secの2速度とした。提示距離ならびに速度は、Ssの実験に対する慣れや学習を防ぐために無作為に操作された。

本課題で測定する従属変数は、見越し課題においては見越しランプが標的に到達する標準時間からの絶対誤差時間 (absolute timing error) とした。的当て課題の得点 (throwing scores) は、中

心円に当たった場合を5点とし、以下4, 3, 2, 1点となっており、的から外れた場合は0点とした。なお、absolute timing errorについては、KRは与えなかった。

(2) Peripheral Task (周辺課題) 及び Irrelevant Task (無関係課題)

上述のMain Taskの他に、以下のような2つの課題遂行が要求された。これらによってdual task 場面が設定された。これらの課題は、低・高覚醒状態における学習者の注意様式の違いを生じさせるための実験条件として本研究では位置づけられる。

Peripheral TaskはMain Taskの遂行中に提示される光刺激の位置弁別課題である。的当ての標的とSsを結ぶ線より左右20°ずつの方向で、見越しランプの延長線上との交点にパネルを1台ずつ設置した。このパネルには、それぞれ時計の文字板の位置(中心角30°)に12個のランプが埋められていた。Ssは、計24個の周辺ランプのうち1個が点灯(提示時間 200msec)するのに対し、その位置をできるだけ速く言語反応することを求められた(例えば、「5時、右」)。なお、周辺ランプは見越しランプが点滅移動している間に無作為に提示された。

Irrelevant Taskとしては、Main Task遂行中に、電子音による音楽刺激をヘッドホーンにより65dBで提示した。この課題は実験終了後、提示された刺激の内容について記憶再生を求めるものである。なお、課題説明の教示において、テスト試行終了後に聴覚刺激に関する質問が行われることをSsには知らせなかった。

Main Taskの見越し刺激提示の距離(ランプ提示の数)及び時間要因から、Fig. 1に示すような4つの実験条件が設定されることになる。これらの

4条件が、各群(Low, High群)のSsに対して、無作為に9試行ずつ提示された。

結 果

結果の分析にあたっては、Main Taskである見越し刺激の提示の距離(Long, Short)と提示の速さ(High Speed, Low Speed)の2条件について、Low Stress群とHigh Stress群との比較を3要因計画(2×2×2)として行った。

Table 1は、Low Stress群とHigh Stress群における的当て得点の平均値と標準偏差について、見越し刺激の提示の距離と速さとの比較の上から示したものである。3要因分散分析の結果、Table 2に示すように、ストレス操作と提示の速さとの間に有意な交互作用が認められた($F(1,72) = 4.19, p < .05$)。この結果を図示したものがFig. 2である。

Table 1. Mean and standard deviation of throwing scores

| | | Low Stress | | High Stress | |
|------------|-----|------------|-------|-------------|-------|
| | | Long | Short | Long | Short |
| High Speed | M | 29.90 | 29.20 | 30.20 | 30.10 |
| | S D | 2.42 | 3.16 | 4.73 | 2.38 |
| Low Speed | M | 30.70 | 29.00 | 27.50 | 26.80 |
| | S D | 3.40 | 3.16 | 3.54 | 5.33 |

Table 2. Analysis of variance for throwing scores

| Variables | S S | d f | M S | F-ratio |
|--------------|---------|-----|-------|---------|
| Strees (A) | 22.02 | 1 | 22.02 | 1.70 |
| Distance (B) | 12.74 | 1 | 12.74 | 0.98 |
| Speed (C) | 36.45 | 1 | 36.45 | 2.81 |
| A x B | 3.23 | 1 | 3.23 | 0.25 |
| A x C | 54.45 | 1 | 54.45 | 4.19* |
| B x C | 3.23 | 1 | 3.23 | 0.25 |
| A x B x C | 0.22 | 1 | 0.22 | 0.02 |
| Error | 935.20 | 72 | 12.99 | |
| Total | 1067.54 | 79 | | |

* p < .05

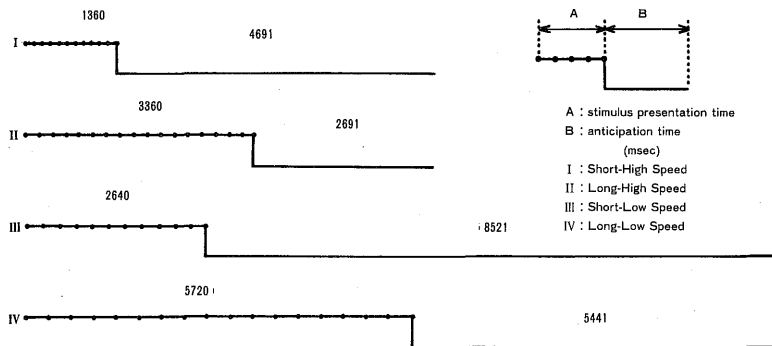


Fig 1. Experimental condition

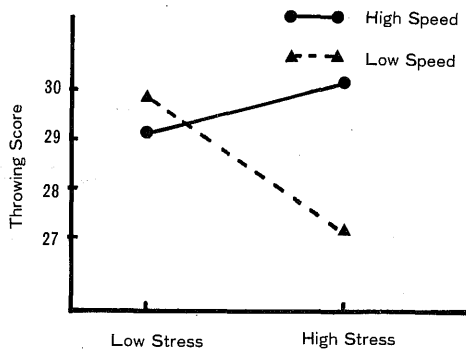


Fig. 2. Mean throwing scores as a function of stress and speed

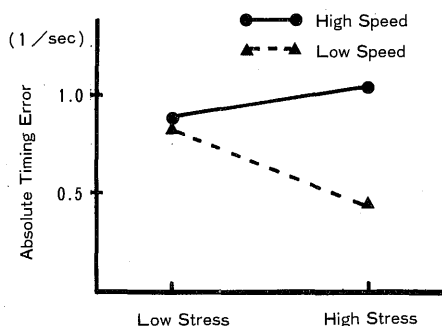


Fig. 3. Mean absolute timing errors as a function of stress and speed

Table 3は、Low Stress群とHigh Stress群における見越しの絶対誤差時間の平均値と標準偏差について、見越し刺激の提示の距離と速さとの比較の上から示したものである。3要因分散分析の結果、Table 4に示すように、提示の距離の主効果($F(1, 72) = 8.79, p < .01$)、提示の速さの主効果($F(1, 72) = 15.40, p < .01$)、ストレス操作と速さとの交互作用($F(1, 72) = 7.33, p < .01$)がそれぞれ有意であった。これらの結果を図示したものがFig. 3である。ただし、見越しの絶対誤差時間については逆数で表わしてある。

考 察

見越し刺激の提示距離が課題遂行に必要な情報量の差異を規定するとし、また見越し刺激の提示の速さを学習者の課題遂行に及ぼす時間要因と考えることによって、覚醒と注意のnarrowing現象との関連について、さらに検討を試みることになる。ここでは便宜的に注意の様式が能動的注意散慢であると考えられる低覚醒状態 (Low Stress群) と受動的注意散慢であると考えられる高覚醒状態

Table 3. Mean and standard deviation of absolute timing errors

| | | Low Stress | | High Stress | |
|------------|-----|------------|---------|-------------|---------|
| | | Long | Short | Long | Short |
| High Speed | M | 871.99 | 1352.75 | 746.62 | 1164.94 |
| | S D | 581.92 | 851.96 | 378.04 | 485.56 |
| Low Speed | M | 1098.16 | 1531.11 | 1738.57 | 2378.58 |
| | S D | 543.17 | 851.96 | 695.16 | 1302.58 |

Table 4. Analysis of variance for absolute timing errors

| Variables | S S | d f | M S | F - ratio |
|----------------|-------------|-----|------------|-----------|
| Stress (A) | 1724910.00 | 1 | 1724910.00 | 3.12 |
| Distance (B) | 4861280.00 | 1 | 4861280.00 | 8.79** |
| Speed (C) | 8516050.00 | 1 | 8516050.00 | 15.40** |
| A x B | 25904.00 | 1 | 25904.00 | 0.05 |
| A x C | 4054530.00 | 1 | 4054530.00 | 7.39** |
| B x C | 37552.00 | 1 | 37552.00 | 0.07 |
| A x B x C | 91136.00 | 1 | 91136.00 | 0.16 |
| Error | 39817700.00 | 72 | 553023.00 | |
| Total | 59129000.00 | 79 | | |

** $p < .01$

(High Stress群) とに区別して考察を進めていくことにする。

まず、Fig. 2, 3に示すように、ストレス操作と提示の速さとの間に、的当て課題、見越し課題ともに有意な交互作用が認められるが、低覚醒状態では、両課題に提示の速さに関する条件間でかなり近似した値が認められた。このことより、低覚醒状態では、見越し刺激の提示の速さによる違いが、的当て及び見越し課題のパフォーマンスに影響を及ぼさなかったことがわかる。また、見越し課題において見越し刺激の提示距離に有意な主効果が認められたことは、提示距離が長い方が見越しは正確になり、短い方が見越しの絶対誤差時間が大きくなることを示している。これらの結果を課題遂行に必要な情報量と時間要因の2要因から考えるならば、低覚醒状態の見越し課題におけるパフォーマンスは情報量にのみ影響を受け、時間要因の影響は受けないことが考えられる。また、的当て課題については見越し課題の情報量、時間要因いずれの影響も受けていないことが示される。そこで、低覚醒状態における注意様式を能動的注意散慢とする山本らの報告に従うならば、以下のような考察が可能となる。即ち、低覚醒状態での能動的注意散慢とは、学習者の注意の幅が広く、その方向は学習者の意図によって主体的にコント

ロールされた状態である。本実験のSsは、Main Taskである的当て課題と見越し課題以外にもPeripheral Taskとしての周辺ランプの弁別反応課題が要求されていた。そして低覚醒状態では、Peripheral Taskに対してかなり正確に反応しているが、Main Taskのパフォーマンスは低いことが山本らの報告で既に明らかにされている。このことから、低覚醒状態では見越しに必要な刺激とともに、Peripheral Task遂行に必要な刺激にも積極的に注意が向けられていると考えた。そして、Main Taskのパフォーマンスの低下は、このようなPeripheral Taskの情報にも注意が向けられたことによって、Main Task遂行に必要な情報の取り入れに対して妨害的に働いたものと考えた。

そこで上述のような観点から、見越し課題におけるLow Stress群の刺激提示の距離(数)による条件間(Long, Short)での差異を注意のnarrowing現象から説明することができる。本実験でのPeripheral Task遂行に必要な情報量は一定であることから、Main Taskに対する情報量が減少した場合(Short条件)、そこでのパフォーマンスは、Long条件よりも周辺への注意の拡散によってもたらされる妨害的な影響が相対的に大きくなることが予想される。

次に、高覚醒状態について検討してみることにする。Fig. 2, 3に示したように、ストレス操作と提示の速さとの間に、的当て課題、見越し課題ともに有意な交互作用が認められ、特に高覚醒状態において見越し刺激の提示の速さが遅い場合に低いパフォーマンスを示した。また、見越し刺激の提示距離にも有意な主効果が認められたことは、課題遂行のための見越し刺激の提示距離が短い場合はパフォーマンスが低下することを示している。これらの結果から、高覚醒状態での見越し課題におけるパフォーマンスは、課題遂行のための情報量とともに、課題遂行に及ぼす時間要因の影響も受けていることがわかる。また、的当て課題については、課題遂行に及ぼす時間要因にのみ影響を受けているようである。

高覚醒状態は学習者の注意の幅が狭く、その方向は学習者自身の意図によってコントロールされず、外的な要因によって動かされている受動的注意散漫の状態であると考えられる。

このような注意様式から、時間要因に関する条件間(High Speed, Low Speed)での差異を説明

することができる。つまり、高覚醒状態では課題遂行に要する時間が長くなることによって、学習者の受動的注意散漫は促進され、妨害的な刺激に注意が向けられる時間が長くなることからパフォーマンスの低下を導くと考えられる。こうした影響は、本実験課題遂行中、常に提示され安定した情報源とも言える的当て課題のパフォーマンスにおいても同様にみられた。このことについても、課題遂行に要する時間が長くなることによって、的当て課題遂行に妨害的な刺激に注意が向けられる時間が長くなることによるものと考えられる。しかしながら、的当て課題は見越し課題と異なり、結果のフィードバックがある課題であることから、課題遂行に要する時間要因はこのフィードバック系に影響するものとも考えられる。

また、見越し刺激の提示距離が短い場合には、ほとんど注意が向けられないまま課題を遂行せねばならず、より不十分な情報しか取り入れられなかったためパフォーマンスは低下したと考えられる。これは、見越し刺激の提示数の主効果が有意に認められたことから示される。

学習者の課題遂行過程の時間要因に関するこれまでの討議に対して、本実験で用いた見越し課題の特性からくる限界について補足しなければならない。つまり、見越し課題は、見越しのための刺激提示局面と刺激の提示が全くない、いわゆる「見越し」している局面の2局面から成り立っている。そして、見越し刺激の提示開始地点と見越しのタイミング点との距離が一定であることから、見越し刺激の提示距離と提示の速さによって「見越し」している時間は規定されてくる。したがって、本実験では、見越し刺激の提示の速さが遅ければ「見越し」時間、即ち課題遂行に必要な刺激が全く提示されていない時間が長くなるのである。高覚醒状態で、課題遂行における時間要因の影響が大であったことは、このような2つの局面の時間要因が影響していると考えねばならない。高覚醒状態では課題遂行に必要な刺激以外の刺激にも受動的に注意が向けられるとするならば、「見越し」している時間、即ち課題遂行に必要な刺激が全く提示されていない局面の時間の方が、より活発に受動的注意散漫がなされるのかもしれない。しかしながら、見越し課題を実験課題とした今回の実験では先ほど述べた見越し課題の特性から、刺激提示中の時間によるものか、刺激が提示されていない時

間による影響なのかは明らかにならなかった。

以上、低覚醒状態では注意の方向を主体的にコントロールしているため、見越し刺激の提示距離、即ち課題遂行に必要な情報量にのみ影響を受けるようである。また、高覚醒状態では受動的に課題以外の刺激にも注意が向けられるため、課題遂行に必要な情報量とともに、見越し刺激の提示の速さ、即ち課題遂行に及ぼす時間要因にも影響を受けることが明らかになった。従来、至適覚醒水準を左右する一つの要因として課題に対する難易度が取り上げられ、主に課題の情報量に注目してきた。しかしながら、本研究結果より、学習者の課題遂行に及ぼす時間要因も加味した、いわゆる「学習の難易度」といった立場からも今後検討していく必要があると思われる。

注) 本研究で用いた資料は、先に報告した山本ら(1985)の研究のものであり、新たな観点から分析・検討が加えられた。覚醒水準の操作に関しては、3水準が設定されていた。Main Taskのパフォーマンスに関する逆U字現象の成立については、すでに報告しており、また、ここでは低・高覚醒状態での注意散漫の差を検討することから、Middle Stress群の結果については、分析の対象としなかつ

た。

参 考 文 献

- 1) Easterbrook, J.A., "The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior," *Psychological Review*, 66-3: 183-201, 1959.
- 2) Martens, R. and Landers, D.M., "Motor performance under stress: A test of the inverted-U hypothesis," *Journal of Personality and Social Psychology*, 16: 29-37, 1970.
- 3) Martens, R., "Anxiety and motor behavior: A review," *Journal of Motor Behavior*, 3-2: 151-179, 1971.
- 4) Sonstroem, R.J. and Bernardo, P., "Intraindividual pregame state anxiety and basketball performance: A re-examination of the inverted-U curve," *Journal of Sport Psychology*, 4: 235-245, 1982.
- 5) 山本裕二・中込四郎・井篁 敬・工藤敏巳
「逆U字仮説に対する注意の狭小化現象からの再検討」*体育学研究*, 30-2, 1985. 印刷中
- 6) Yerkes, R.M. and Dodson, J.D., "The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation," *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18: 459-482, 1908.