

暗算における積極的休息が暗算作業量に及ぼす影響について

和 泉 光 保

The Effect of Active Rest on the Working Speed of Mental Arithmetic

Mitsuyasu IZUMI

The purpose of this study was to investigate the effects of active rest on the speed at which mental arithmetic can be performed. A mental arithmetic board similar to the Uchida-Kraepelin psychodiagnostic test was used for this study.

Three groups were compared to determine the effect on working speed. () Group 1 was the passive rest group. After performing an initial mental addition (pre-test), the participants in this group took 5 minutes rest whereby they closed their eyes and remained quiet and immediately after, they did the mental addition (post-test). () Group 2 was the active rest group. After performing an initial mental addition (pre-test), the participants in this group performed tapped with the right hands for three minutes and immediately after they did the mental addition (post-test). () Group 3 was active rest plus passive rest group. After performing an initial mental addition (pre-test), the participants in this group performed tapped with the right hands for three minutes. After that, they took 2 minutes' rest and immediately after, they did the mental addition (post-test).

The result showed that the rest effects to perform mental addition was the highest in group 3, followed by group 1 and finally group 2.

This result of the rest effects was investigated to determine the interaction between learning effects and mental fatigue.

Key Words : active rest, passive rest, mental fatigue, learning effects.

積極的休息、消極的休息、精神疲労、学習効果

はじめに

高度に機械化及びIT化された現代では、人間自身の筋肉的エネルギーを、極度に使う仕事は減少し、殆どの仕事は従来の概念に従うと軽作業に属するものとなってきている。その代わりに、神経や頭脳を使い精神的苦痛やストレスを伴う仕事が圧倒的に多くなっ

た。また、仮に身体を使うにしても全身ではなく、手足や目などの局所を極度に使用する仕事が増加してきている。即ち、現代の産業界における疲労は身体的な疲労であるよりも、より多く精神的な疲労である。このため産業界では精神作業における効果的な休息方法を求めている。その1つとして積極的休息(active rest)の研究がある。

受付 平成 19 年 11 月 6 日 , 受理 平成 19 年 11 月 27 日

近畿福祉大学 (Kinki Welfare University) 〒 679-2217 兵庫県神崎郡福崎町高岡 1966-5

積極的休息とは、疲労の回復には休息が必要であるが、安静にして休む消極的休息よりも、これまでの作業に使用しなかった部位を活動させることにより、疲労をより促進的に解消しようとする方法である。積極的休息に関する研究は、I. M. SECHENOVEの研究(1903)に始まり、今日まで幾多の研究が重ねられてきた。特に、スポーツ関係においてその研究が進められていて、“体育とスポーツ”(1957)、“体育の科学”(1974)新体育(1975)が特集をしている。又、個人でおこなった研究にはA. B. コーガン(1963)¹⁾、朝比奈(1975)²⁾、B. B. ローゼンブラット(1958)³⁾、猪飼⁴⁾⁵⁾、児島(1975)⁶⁾、正木⁷⁾⁸⁾、松井(1935)⁹⁾、長田(1975)¹⁰⁾、横堀(1963)¹¹⁾らの報告があり、その殆どが積極的休息の有効性を認めて体操やランニング、軽スポーツなどの身体的運動を勧めている。

しかし、上記のように積極的休息をスポーツや生産現場に利用した**応用的研究**とは異なって、谷嶋、長田(1979)²⁾は過去の**実験的研究**を総括してその概要を示している。その結果、有意差検定を経た研究に積極的休息の効果なしというのが多く、実験的に必ずしも積極的休息の有効性を検証しえたとは言えないとしている。また、精神作業に関する研究が少ないことを指摘している。

松田・藤田・渡辺(1973)¹³⁾は、自転車エルゴメーターによる、12分から16分でオールアウトにいたる運動を行わせ、その前後の1桁の加算作業の成績がどのように変化するか調べた。その結果、運動負荷を加えないコントロール条件下では、プリテストとポストテストの計算成績に有意な差は存在しないが、運動負荷条件下においては、ポストテストの成績がプリテストの成績より有意に上昇することを見出した。彼等は、計算作業成績に覚醒水準が大きく関与していることが考えられるとしている。

一方、谷嶋、長田(1979)²⁾はスポーツ鍛練者と非鍛練者、およびそれぞれを男子、女子に分け、内田クレペリン精神作業を実施し、積極的の休息として踏み台昇降運動を課している。その結果、鍛練者(男)で3.8%($P<.05$)の唯一の有意な休憩効果率の低下を示したが、その他では多少下降する傾向にあったが、有意差は認められず、加算作業における積極的の休息の有効性を検証できなかったとしている。同じく、精神作業として内田クレペリン精神作業を用いたものとして佐田(2000)⁴⁾の報告がある。本実験では積極的の休息として、「非利き手」による不規則パターン描写を用いている。その結果をポストテストの休憩効果率や正答数、誤数について積極的の休息群と消極的の休息群について統

計的検定を行いその差を見ているが、いずれも有意の差が見られなかった。しかし、積極的休息群で誤数の数が減少しているという可能性を示唆している。

これら過去の積極的休息の効果についての研究を総括すると、身体的疲労については積極的休息の効果を認める研究が多い。また、その生理学的説明については、従来のactive recoveryやクール・ダウンにおいては、従来の解釈を適応している(Alpert, 1969)¹⁵⁾。つまり、比較的激しい強度の運動を行うと、エネルギー源である筋のグリコーゲンが減少し、その無気的中間代謝産物である乳酸が筋中に増加し、これが血液に出てくる。このような激しい運動後は安静を保つより軽度或いは中程度の運動を行う方が、運動後に酸化されるか肝臓でグリコーゲンに再合成される血中乳酸の除去が促進されるとしている。この理由は、軽度あるいは中程度の運動を行うことにより、血液循環が促進され、活動筋から肝臓などへの乳酸の移送が円滑になると考えられているからである(高岡、1997¹⁶⁾; 八田、1993¹⁷⁾)。

一方、精神的疲労における積極的の休息に関する理論研究ではその効果が明確でないか、或いは統計的に有意の差がない研究が多い。これは精神的疲労の回復過程では身体的疲労とは異なった回復メカニズムが働いているとも考えられる。

そのメカニズムとして主観的疲労回復感にあるとする報告がある。谷嶋・長田(1979)²⁾やHarrison(1960)⁸⁾は、被験者の多くが、積極的休息によって新鮮な感覚で後期作業に臨めたことを訴えており、この被験者の主観的疲労回復感にその効果を認めている。また、松田・藤田・渡辺(1973)³⁾、佐田・三谷(1998)⁹⁾、Sada(1998)¹⁰⁾らは、積極的休息により精神活動の覚醒水準が上昇して、誤数の減少や作業量の上昇があがったと説明している。

しかし、精神疲労についてはより中枢神経の問題であり、大脳皮質の神経細胞における疲労回復過程を看過することはできないものと考ええる。

積極的休息法を提唱したSechenovも、この現象を説明するためには、中枢神経の疲労を問題にしないてはならないとしている。Mateeff, D. (1958)⁷¹は積極的休息のメカニズムを次のように述べている。“積極的な休息によって、これまで働いてきた大脳皮質領域と細胞に休みが与えられる。その領域及び細胞は、いわゆる防衛抑制の状態に陥り、この抑制によって細胞は休息することが可能である。ある中枢が積極的に休息しているとき、他の中枢を働かせると、大脳皮質の領域及び細胞の回復に効果がある。他の中枢の活動が、負

の誘導をもたらし、本来の作業によって疲労困憊した細胞の抑制過程を深め、その回復を早め一層効果的にするのに大いに預かって力がある。'また、小野(1974)²²⁾は'...感覚器や神経系に於ける疲労は、本質的には興奮と抑制という二方向の働きによって調節されている生理現象の一部にすぎないのであって、警告反応あるいは安全装置的な働きだと考えることもできる。したがって主として使われている部位や経路さえ変えてやれば、相反性神経支配の存在などから知られるように、それまで抑制されてきた部位に積極的に興奮を呼び起こさせる原動力となるとおもわれるのである。'と述べて、積極的休息の中枢神経のメカニズムに言及している。

しかし、積極的休息に関する神経生理学的研究は少ない。唯一、黒田(1993)²³⁾が自記式指エルゴメーターを用い、その際の脳波を測定して、積極的休息の研究に脳波を指標とすることが有効であることを示唆した研究があるのみである。

そこで、本研究では精神作業として暗算作業を用い、積極的休息としてタッピングを課し、積極的休息の効果を検討した。本実験では、これまでの研究では見られなかった積極的休息と消極的休息の組み合わせも行い、その効果を見ている。

実 験

1. 目 的

本研究の目的は暗算作業において積極的休息(active rest; 以下ARと略す)がその作業量にどのような影響を与えるのか検討するとともに、ARと消極的休息(passive rest; 以下PRと略す)の組み合わせも行うことにより、ARが暗算作業量に及ぼすメカニズムを解明しようとした。

2. 方 法

被験者; 被験者は大学生及び大学院生30名(男性15名、女性15名)であった。年齢の範囲は37歳から18歳で、平均は22.5歳であった。

暗算課題; 精神作業としてFig. 1に示す暗算用ボードを作成した。被験者は各行毎、暗算で隣どうしの数字を加算してその一桁と次ぎの数を加算し、更にその一桁と次ぎの数を加算する。同様な方法で加算作業を連続して行い最終の答えの1桁を発声してもらおう。これを10回行う。なお、暗算用ボードは困難度がほぼ同様に数字配列の異なる4種類を用意した。その1例をFig. 1に示す。

積極的休息; 積極的休息の負荷として精神作業とは異なるタッピング(竹井機器工業製)を用いた。被験者

| 暗 算 用 ボ ー ド | | | | | | | | | | 答 え |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------|
| 3 | 5 | 8 | 7 | 6 | 9 | 3 | 6 | 7 | 4 | <input type="text"/> |
| 5 | 3 | 9 | 8 | 3 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | <input type="text"/> |
| 6 | 9 | 4 | 6 | 8 | 5 | 4 | 7 | 8 | 6 | <input type="text"/> |
| 5 | 7 | 3 | 9 | 6 | 3 | 8 | 6 | 7 | 8 | <input type="text"/> |
| 5 | 6 | 4 | 7 | 6 | 5 | 3 | 8 | 4 | 9 | <input type="text"/> |

Fig. 1 : 暗算用ボード

には全員右手でタッピングを行わせた。

実施要領; 被験者は各群の男女比、年齢がほぼ等しくなるように3群にランダムに分けた。

- () 1群はPR群で休息前テスト(pre-test; 以下Pre-Tと略す)で暗算終了後5分間、閉眼で安静に休息する。その後ただちに休息後テスト(post-test; 以下Pos-Tと略す)の暗算を実施する。
- () 2群はAR群でPre-T後、3分間タッピングを実施し、ただちにPos-Tを実施する。
- () 3群は(AR+PR)群でPre-T後、3分間のタッピングを行った後、2分間、閉眼で安静に休息する。その後ただちにPos-Tを行う。

なお、本実験においては、Pre-Tには暗算用ボード()を用い、Pos-Tには暗算用ボード()を用いた。実験者は、あらかじめ用意された用紙に1行の回答時間を記入すると同時に正答が誤答かをチェックする。また、テープレコーダーを用意して、開始と同時に録音し実験終了後チェックに用いる。また、タッピングを実施した場合には実験終了後にタッピング数を記入する。

3. 結 果

各群のPre-TとPos-Tの1行平均回答時間と標準偏差と誤数及び平均休息効果[Pre-T]-[Pos-T]をTable 1.に示す。なお、平均回答時間についてはFigure. 2に図示した。

始めに、群間の等質性を見るため、各群のPre-Tの結果について1要因分散分析をおこなった。その結果、有意差はなく($F(2,27)=0.043, ns$) 群構成は等質であったことを示している。次にTable 1.の平均休息効果を見ると、3群が最も大きく、次いで1群、2群となっている。この平均休息効果に有意の差があるのかどうかを見るため、各個人のPre-TとPos-Tとの差を算出し、各3群の1要因分散分析を行ったところ、その差に有意傾向が見られた($F(2,27)=2.53, p<.098$)。LSD検定を用

Table 1. Mean and standard deviation of time of answer per one line in mental arithmetic, number of error, effect of rest ([Pre-T]-[Pos-T]) .

| | Group 1 (PR) | | Group 2 (AR) | | Group 3 (AR + PR) | |
|---------------------|--------------|-------|--------------|-------|-------------------|-------|
| | Pre-T | Pos-T | Pre-T | Pos-T | Pre-T | Pos-T |
| Mean time of answer | 12.74 | 11.01 | 13.29 | 12.63 | 13.15 | 10.82 |
| Standard Deviation | 4.10 | 3.67 | 3.66 | 3.76 | 4.58 | 3.57 |
| Number of Error | 5 | 5 | 10 | 6 | 9 | 8 |
| Effect of Rest | 1.73 | | 0.66 | | 2.33 | |

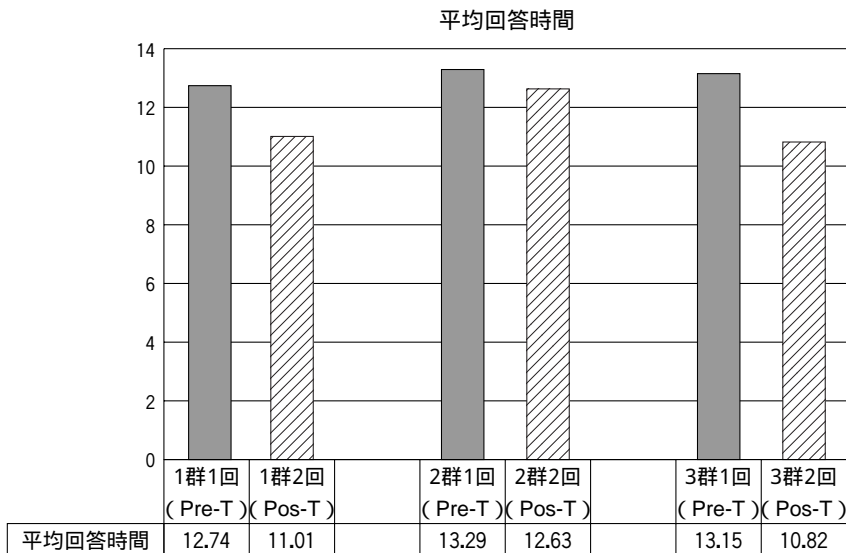


Figure 2. Mean time of answer per one line in mental arithmetic.

いた多重比較の結果、2群と1群($p<.05$)、2群と3群($p<.05$)に有意の差が見られた。

先行研究において、ARより覚醒度が高まり、誤数の減少が見られたという報告があるので、本実験においても、誤数をカウントしている。その結果を、Table 1. に示している。

実 験

1. 目 的

本実験のような暗算作業において、Pos-Tの平均回答時間に影響する要因として、学習効果及び精神疲労の相互作用要因とARの要因が考えられる。特に、このような単純な課題では学習効果の要因が大きいのと考えられる。そのため実験 Ⅰではその学習効果を検討した。

2. 方 法

被験者、暗算課題、積極的休息法は実験 Ⅰと同様であるが、1群と3群に対して約1週間の間隔を置いて

1群にはAR+PR条件を課し、3群にはPR条件を課し同様な実験を行った。なお、第2回Pre-Tには暗算用ボード()を、Pos-Tには暗算用ボード()を用いた。

3. 結 果

両群の第1回目(実験 Ⅰの結果を使用)のPre-Tと第2回(実験 Ⅱ)のPre-Tの1行平均回答時間をTable 2及びFigure 3に示している。これを見ると1群では2.78秒、3群では2.68秒の平均回答時間の減少を見ている。これは、各群とも約20%の学習効果率を示していることになる。

1群(PR群)の1行平均休息効果は1.73秒で前述の学習効果より約10%の減少が見られる。この減少は精神疲労の要因によるものと考えられる。

2群(AR群)の1行平均休息効果は0.66秒でARの効果は逆に作用して精神疲労の要因を増加しているものと考えられる。ちなみに、Pre-Tの平均回答時間よりPos-Tの平均回答時間のほうが増加した人は10人中4名あ

Table 2. Learning Effects (1 回目と 2 回目の比較)

| | 1群1回(Pre-T) | 1群2回(Pre-T) | 3群1回(Pre-T) | 3群2回(Pre-T) |
|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 平均回答時間 | 12.74 | 9.96 | 13.15 | 10.74 |

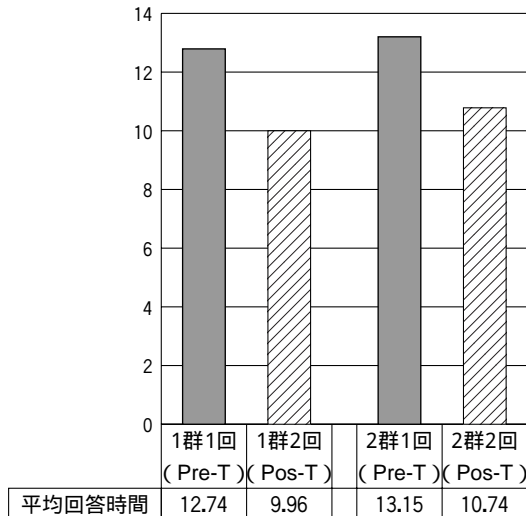


Figure 3. Mean time of answer per one line in mental arithmetic.

り、このような現象は他の群では見られなかった。

4. 総合考察

実験において、休息効果が最も高かったのは、3群でタッピングを行った後休息をとり、Pos-T実施したAR+PR群である。最も低かったのは2群のAR群であった。

2群(AR群)の実験の内省報告からも、疲労の原因となって主課題よりも、ARとして用いられている休息時のタッピングの方が疲れたと言う報告があり、主課題に対して負荷がかなり高かったことが窺われた。これは、主作業の性質に応じた積極的休息法としての適切な負荷量や方法があることを示しているものと考えられる。すなわち、主作業に対して、積極的休息が一定の負荷範囲ではそれを亢進させるが、限度を超えると逆に低下させる(Davey, 1973²⁴)；谷嶋・長田, 1979¹²)；佐田, 2000²⁵)ということも考えられる。

3群(AR+PR)の1行平均休息効果は2.33秒で3群の内最も大きく、実験において明らかになった学習効果率(20%)に最も近い数値を示し、疲労要因が減少していることを示している。三谷・村本・柳原(1993⁹⁶)はリラックスするためには、弛緩(relaxation)の正反対である緊張(tension)が必要条件であることを強調して

いる。リラックスを直接追求すると、かえってリラックスできないのである。例えば目が疲れて緊張している場合には、しかめ面を100%の強さで2分間して、むしろ更に緊張して見ることによって、その結果として顔の緊張が解消されるという仮説をたてている。その後、三谷(1998⁹⁷)はこの仮説を検証するための神経生理学的実験を行っている。本実験においても同じメカニズムが働いているものと考えられる。すなわち、タッピングを行うことにより、より緊張させ、その後休息することにより、より大きなリラックスを得て疲労を回復したものと考えられる。

誤数についてTable 1に示している。2群において、誤数の減少が見られるが、このような単純な暗算作業では偶然的要素と個人差によるものが大きいと考えられるため、ARによる覚醒度の上昇によるものと結論づけることは難しいと考えられる。

今後はARとしての負荷を変えて検討するとともに、これまであまり行われていないARの神経生理学的研究を行い精神作業におけるAR効果の検討を行いたい。

参考文献

- 1) A. B. コーガン：脳生理学の基礎．上．河村浩訳．岩波書店．269～75．1963．
- 2) 朝比奈一男：運動と休息．新体育45．350～53．1975．
- 3) B. B. ローゼンブラット：疲労の問題．体育とスポーツ．2、8～13、1958．
- 4) 猪飼道夫：積極的休息．新体育、45、5、22～25．1975
- 5) 猪飼道夫：体育生理学序説．体育の科学社．178～79、1961．
- 6) 猪飼道夫：体育生理学入門．体育の科学社．188～89、7973、8版．
- 7) 小島盛芳：スポーツ学習における積極的休息の原理と持久力育成の諸問題．中央大学90周年記念論文集抜刷．1975．
- 8) 正木健雄：スポーツの社会学．生活科学調査会編．医歯薬出版、116～29．1962．
- 9) 正木健雄：積極的休息．新体育、45、5、22～25．1975．
- 10) 松井三男他：ウォーミングアップの効果に関する研究．心理学研究、10、2、173～94．1935．

- 10) 長田一臣：積極的休息．新体育、45、5、18～21．1975．
- 11) 横堀栄：疲労の科学．雪華社、46～48．1963．
- 12) 谷嶋喜代志、長田一臣：積極的休息の再検討、スポーツ心理学研究 6、49～57．1979．
- 13) 松田生米夫、藤田信義、渡辺謙：身体運動が計算成績に及ぼす効果．体育学研究、18、135～143．1973．
- 14) 佐田吉隆：内田クレペリン精神検査を用いた精神面での積極的休息の効果．性格心理学研究、8、2、129～130．2000．
- 15) Alpert, J. S. The mechanism of the increased maximum work performance of small muscle groups resulting from "diverting work" with other muscle groups. Acta Physiologica Scandinavia, 77, 261～271. 1969.
- 16) 高岡邦夫：ウォームアップとクールダウン．保健の科学、39、516～520．1997．
- 17) 八田秀雄：運動中及び運動後における乳酸の代謝．Japanese Journal of Sports Sciences, 12, 767～772. 1993.
- 18) Harrison, A. B.: Effects of selected techniques on recovery from fatigue and impairment in athletes. The Research Quarterly., 31, 136～141. 1960.
- 19) 佐田吉隆・三谷恵一：朗読による心的アクティブレストが知覚・運動学習に及ぼす効果(2) - 回転板追跡課題による検討 - ．中国四国心理学会論文集、31、19．1998．
- 20) Sada, Y: Effect of active rest by oral reading on a mirror-drawing task. Perceptual and Motor Skills, 87, 635～642. 1998.
- 21) Mateeff, D: 筋肉疲労と全身疲労()．体育とスポーツ、2、1、28～34．1958．
- 22) 小野三嗣：疲労回復のための積極的休息法．体育の科学、24、8、505～508．1974．
- 23) 黒田稔：筋反復運動における積極的休息効果と脳波．日本体育大学紀要、23、55～59．1993．
- 24) Davey, C. P.: Physical exertion and mental Performance. Ergonomic 16, 595～599. 1973.
- 25) 佐田吉隆：朗読による精神面での積極的休息が知覚・運動学習に及ぼす効果．教育心理学研究、48、139～144．2000．
- 26) 三谷恵一、村本茂樹、柵原正文編著：リラクセーションのすすめ - その理論と実際 - 大学教育出版．1993．
- 27) 三谷恵一：リラクセーションにおける間歇的刺激作用の有効性．岡山大学文学部紀要、第30号、67～86．1998．