

脳波からみたテニスサーブ時の 興奮と競技水準との関係

笹 原 英 夫
大 岩 雅 子

Variations of brain activity level during tennis serve

Hideo SASAHARA and Masako OHIWA

Abstract

The purpose of this study is to observe the relationships between aspects of brain wave and skill levels during the second service motions on tennis.

Three inter collegiate players were grouped as the skilled subjects, four regional college tournament players were grouped as the intermediated subjects and three loser at qualify in the regional college tournament players were grouped as the unskilled subjects were participated in this study. Brain wave during open or close eye at sitting position, fatigue test for simple numeric calculation, imaging for service motion, to sing a song and to talk about their lovers were recorded as the basic pre-tests in a experimental room. The second serve were done in following conditions: (1) Only second service activities, (2) On the situation in the opponent's match point, (3) With the penalty physical

exercise if they lose their points or more penalty physical exercise if their serve are fault.

By using Fast Fourier Transform (FFT), Power spectrum were calculated to get the activity levels of brain.

Higher voltage of brain wave were observed in the situation of singing a song and talking about their lovers than other situations in pre-test. However individual scattering were existed in two subjects. It suggests the difficulty of making the situation for mental tension.

Lower voltage of beta wave were recorded by skilled subjects in all of their conditions. It shows that they keep mental equilibrium. Voltage of intermediated subjects were increased with severe conditions. It means that they get frightened in the important match. Higher voltage were always recorded by unskilled subjects. It suggests that they did not pay any attention to the aspect of game but their own motions.

Key words; Tennis Serve, Brain Wave and FFT

は じ め に

競技中の脳の活動水準が低いと「集中力を欠く」状態と表現され、極めて高い場合には「緊張しすぎ」もしくは「あがり」と表現されることはよく知られている。このような精神状態の測定には皮膚電気反射や心拍数が指標としてしばしば用いられる。しかしながら、皮膚電気反射は基抵抗値に個人差が著しく絶対的な指標となりにくいことに加えて、音刺激に反応するために音を発するスポーツの場面には適さない。また、心拍数は筋群の活動に伴い上昇するため安静時以外の精神状態を捉えることは難しい。

そこで本研究では携帯脳波計を用い、テニスサーブ時の脳の活動水準が場面設定と競技水準によりどのように異なるかを明らかにすることを目的とした。

方 法

1. 被検者

被検者は大学テニス部員男子8名、女子2名の計10名、年齢は18～21歳

である。競技水準の定義としてはインカレ（全日本学生テニス選手権）本選出場者を上級者，中国四国学生テニス選手権本選出場者を中級者，中国四国学生テニス選手権予選敗退者を初級者とした。競技水準別の内訳は上級者3名，中級者4名，初級者3名であった。

2. 脳波

全ての測定に先立ち，被検者には実験の主旨を説明し，その際に生じる精神的緊張に関する理解を得た上で，参加の同意を得た。更に，各被検者共に精神的・肉体的に異常がないことを確認した後，Psychic Lab Inc. 製 IBVA（写真1）を用い実験室ならびにテニスコートにおいて脳波を測定した。



写真1 脳波測定システム

3. 実験室における測定

被検者の大脳活動水準を予め把握するために以下の状況を設定し、脳波を測定した。

- (1) 開眼安静起座位
- (2) 閉眼安静起座位
- (3) 疲労試験（単純な数値計算）
- (4) イメージトレーニング（閉眼でテニスのセカンドサーブをイメージする）
- (5) その場で見せられた歌詞カード5曲の中から1曲を選び歌う。
- (6) 好意を持つ異性について語る。

この中で(1)～(4)は大脳の基本的活動水準を確認するためのものであり、(5)、(6)は緊張をつくり出すための設定である。8名は設問後5秒後に発言のない状態で制止した。すなわちこれは躊躇している状態の脳波である。2名は即答したため、発声した状態の記録である。

4. テニスコートにおける測定

以下の場面設定におけるセカンドサーブの脳波を測定した。なお、データのサンプリングは被検者が打球位置に静止した時点よりインパクトまでとした。

- (1) アドバンテージコートよりセカンドサーブを行う。
- (2) セットカウント0-1, ゲームカウント4-5, ポイント30-40, すなわち対戦相手のマッチポイントの状況を仮想し、セカンドサーブを行う。
- (3) 上記と同様の設定で、もしポイントを取られた場合は8面のテニスコートの外縁5周のランニング、サーブを失敗した場合は同10周のランニングを課すと告げてセカンドサーブを行わせた。この場合、失敗した試行後に実際には罰則を課さないことは云うまでもない。

以上の設定は精神的緊張、いわゆる「プレッシャー」が次第にかかるようにした設定である。

実験室、テニスコート共に全ての測定において被検者は事前に実験の内容

を知ることができないようにした。

5. データ処理

IBVA を Macintosh にシリアル接続し生データを得る (図1)。Fast Fourier Transform (以下, FFT)により Power Spectrum を計算し大脳

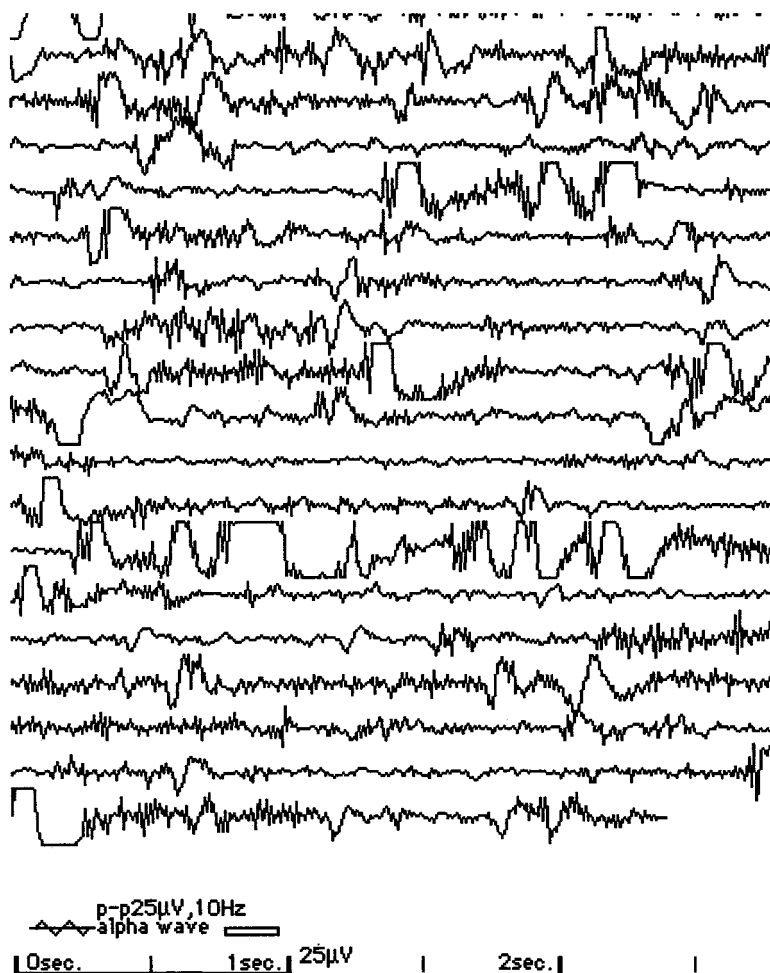
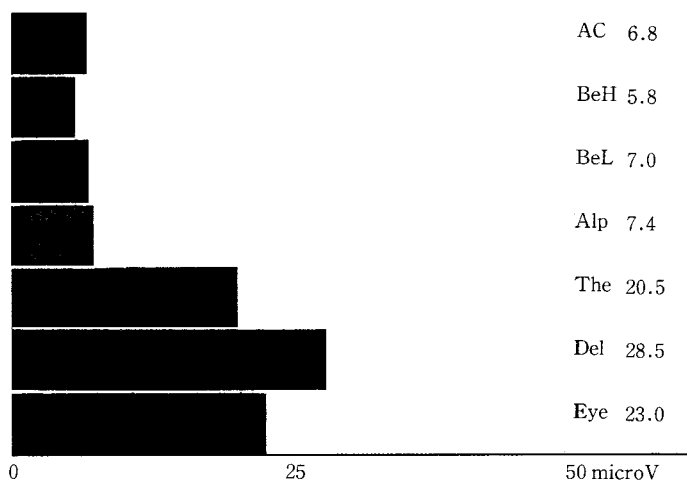


図-1 サンプルングされた脳波の生データ



図ー2 脳波のパワースペクトラム

の活動水準を計算する (図2)。時系列 FFT を観察しデータのトレンドを検討する (図3)。

結果ならびに考察

図ー4(a)~(c)に上級者, 中級者, 初級者の各状況下における FFT の平均値を示す。どの被検者も閉眼起座位ならびに閉眼におけるイメージトレーニングで低い電位を示している。これは Eye Movement が少なくなるためで過去の報告と一致する。また, 安静時, 疲労試験に比べて歌を歌うならびに好きな異性の名前を言う状況では活動電位が高くなる。実験室における全ての状況下では大筋群を動員するような身体活動はしていないためこれら2者の場合, 精神的緊張が脳波に表れたものと考えられる。また, 各被検者群間の相違はテニスの水準の違いではなく個体差であると考えられる。すなわち筆者の観察によると歌を歌うならびに好きな異性の名前を言う状況では著しい緊張, 戸惑い, 照れが観察される被検者が多い中で, 極めて平静を保ち続けた被検者が2名いた。このことから全ての被検者

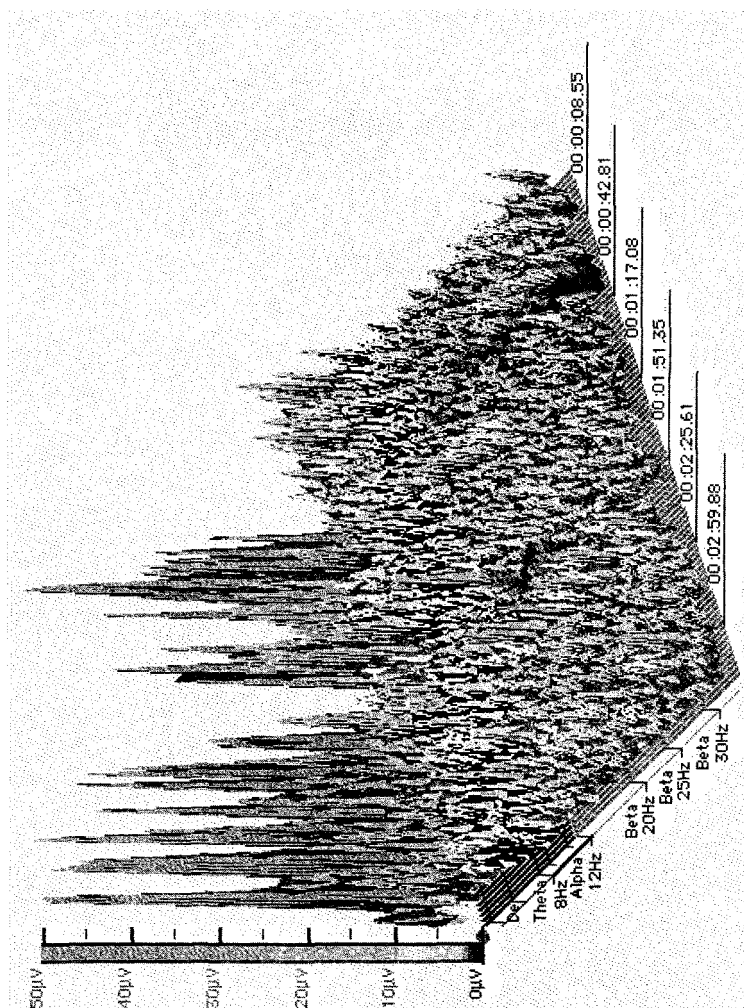
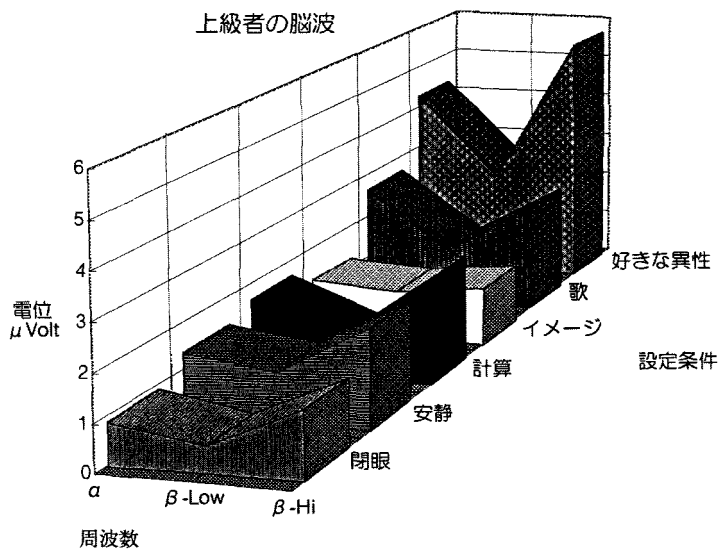
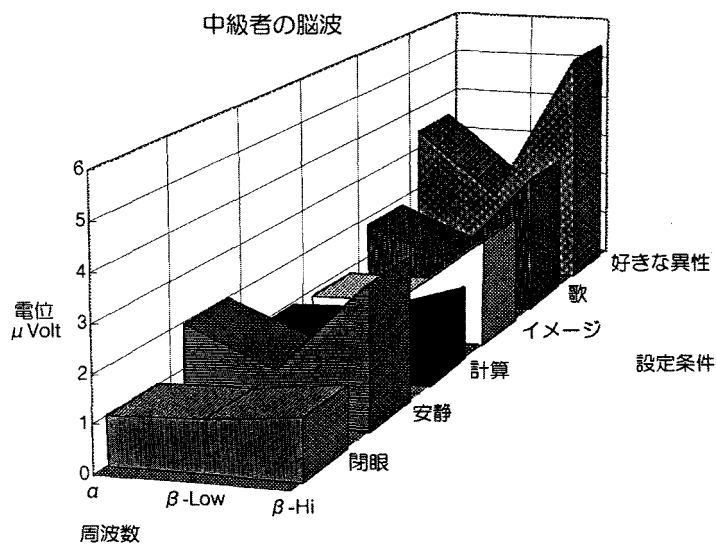


図-3 脳波の時系列FFT

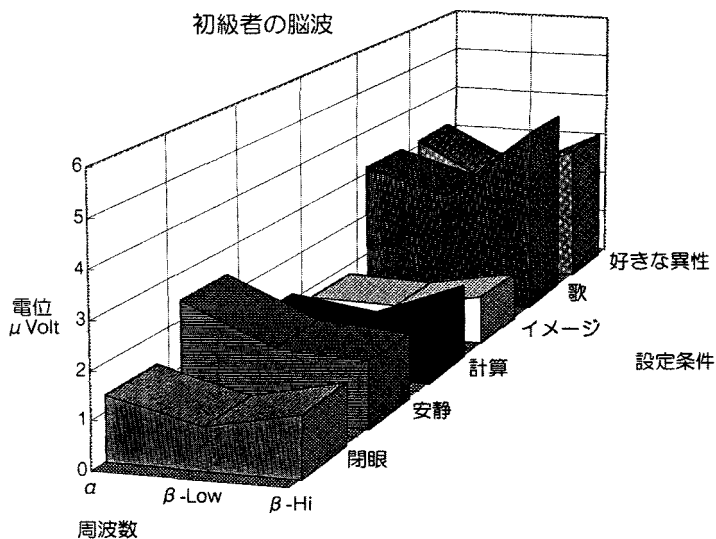


(a)



(b)

図-4 (a)~(b) 種々の条件下における脳波



(c)

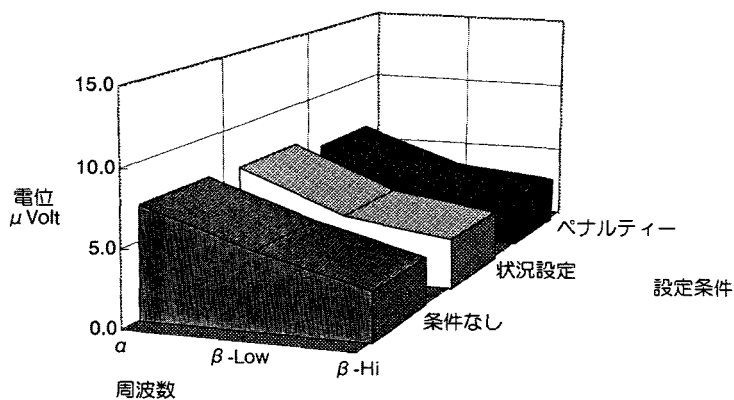
図4-(c) 種々の条件下における脳波

が精神的緊張を示す状況設定を新たに作成することが今後の課題として残された。

サーブ中の FFT 平均値を図-5(a)~(c)に示す。覚醒時の大脳活動水準を表す β -Low 波と β -Hi 波に着目すると、上級者は全ての場面において低い水準を示した。この事はどのような状況でも同じようにプレーできるのであることを示している。トップにいるスポーツ選手が大舞台で平常心を保ち最高のプレーをすることはしばしば目にするが、本研究における上級者群のデータにもその裏付けが表れている。

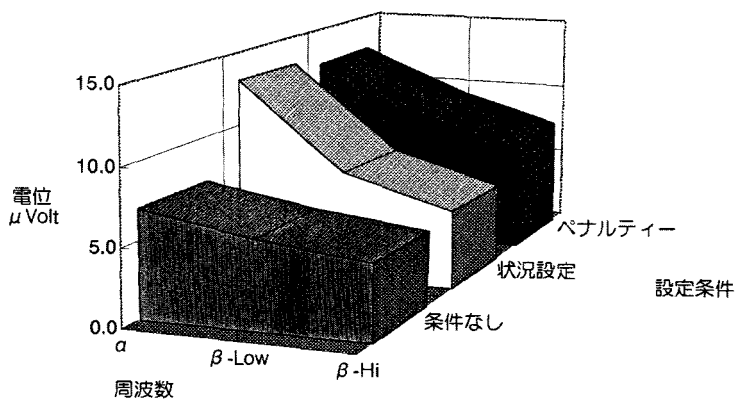
次に、中級者は場面設定が厳しくなると共に活動電位が高くなる傾向を示した。すなわち公式戦における緊迫した場面でのあがりによる自滅があるであろうことがデータによって示された。この事から中級者と上級者の差異は技術はともかく精神面にあると考えられる。したがって、中級者が

上級者の脳波



(a)

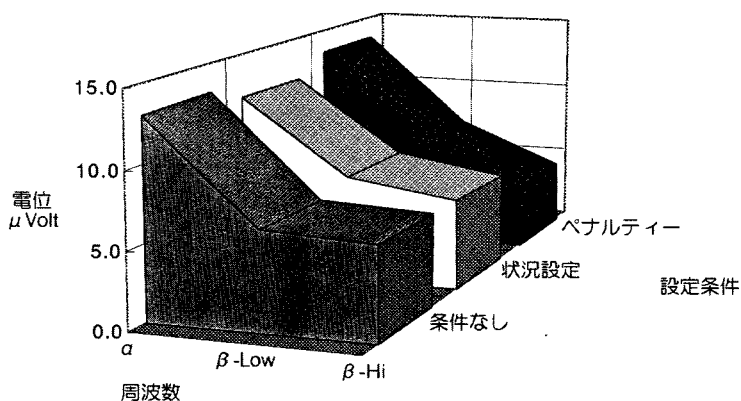
中級者の脳波



(b)

図-5 (a)~(b) 3種類の状況におけるテニス・サーブ中の脳波

初級者の脳波



(c)

図5-(c) 3種類の状況におけるテニス・サーブ中の脳波

メンタル・トレーニングを行うことにより常に「平常心」を保つことができるようになればその競技成績に大いなる飛躍が期待できよう。

また、初級者は常に高い活動電位を示した。これは初級者の技術水準が低いために条件設定よりもショットそのものをうまく打とうと緊張しているためであると考えられる。すなわち初級者はサービス動作のステレオタイプ化が完成しておらず常に動作そのものに気を使っていることが考えられる。これは過去の動作の再現性に関する研究とも一致し、初級者の重要な課題には動作の自動化があると考えられる。

さらに運動時は安静時に比べて脳電位が高くなった。とりわけ睡眠中に多く出現する α 波が安静時に比べて増加しており初級者ではこの傾向が著しい。この事に関する同様の実験もしくは裏付ける研究が報告されていないため断言はできないが、これは筋群に対するコマンドの反映と予想で

きる。つまり、開眼安静時における脳波は脳の覚醒水準と Eye Movement との反映であるが、運動時は筋群に対する指令が加わる。ここで α 波が随意運動の指令を反映していると仮定すると以下のことが考えられる。すなわち、上級者の動作は常に自動化されているため動作の開始コマンド以外は反射が大部分であり α 波の水準は低い。また、初級者は動作の全てのパートに対して開始ならびに調整のコマンドが発せられるため常に高い α 波を示す。さらには中級者は場面設定が厳しくなると精神的動揺により自動化された動作ができなくなり α 波が増加する。その結果正確な動作ができずにミスショットを放つことになる。

以上のことから α 波の水準が運動の随意性を示す可能性は示唆されたが、これはあくまでも仮定に基づくことであり、今後の研究課題となる。

ま と め

テニスサーブ時の脳波に関して β 波の増大は精神的緊張を反映するものと考えられる。上級者が常に低い活動電位を記録するのは、いわゆる「平常心」の状態を示しているものであり、中級者の厳しい状況になると共に増大する β 波はいわゆる「あがり」の状態を示している。したがって、中級者は精神的緊張を解決することにより、その競技成績が向上すると予想される。

また、睡眠中に多く出現する α 波が運動時においては随意運動に対するコマンドを反映する可能性が示唆された。しかしながら、この仮説を実証するためには更なる研究が必要となる。

参 考 文 献

- 麓 信義：運動の動機づけ，*Japanese Journal of Sport Science*, 7:209-213, 1988.
Moruzzi, G., et. al.: Brain stem reticular formation and activation of EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1:455-473, 1949.
Wood, C. G., et. al.: Effect of induced tension on performance and the inverted U function. *Journal of Personality and Social Psychology*, 5:501-510, 1965.