

近赤外分光法による打楽器演奏時の脳活動計測

草山太一¹⁾、田中真一²⁾、草山聡子³⁾、浅野和仁⁴⁾

1) 帝京大学文学部心理学科

2) 日本パチカ連盟

3) 東京都立多摩総合医療センター精神科

4) 昭和大学保健医療学部作業療法学科

要 約

NIRS を用いて、楽器を演奏している際の前頭葉のヘモグロビン増減変化を計測した。ミュージシャンと素人、それぞれ1人ずつを対象に、音楽を聴いている条件、音楽に合わせて楽器を演奏する条件、楽器を演奏する条件で比較した。その結果、素人では楽器を演奏すると酸化ヘモグロビン量は増加し、特に音楽に合わせて楽器を演奏する条件でもっとも増えた。一方、ミュージシャンでは、どの条件でも特に変化は認められなかった。またミュージシャンが、パチカとジャンベという2つの異なった打楽器を演奏する際、脳活動にどのような変化が認められるかを目的に計測したところ、楽譜通りに演奏する条件で、ジャンベのほうが酸化ヘモグロビンの増加変化が強く認められた。自由に演奏する条件ではほとんど差異は認められなかったことを考えると、熟達化や定まった規則的な行動を予測することが前頭葉の機能に影響することが考えられる。

Key Words : 近赤外分光法 (NIRS)、前頭前野、打楽器演奏

緒 言

近赤外線分光法 (near-infrared spectroscopy : NIRS) は大脳皮質の活動と連動したヘモグロビンの凝集率を測定する方法である。脳のある特定の部位で神経活動が生じると、その部位の周辺にある血管が拡張し、エネルギー源となる酸素やグルコースを含む動脈血を供給する調整機能が働く。血液中で酸素を運搬するヘモグロビンは、酸素と結びついている状態 (酸化ヘモグロビン) と、酸素を組織に渡して酸素が結びついていない状態 (還元ヘモグロビン) に分けられる。神経活動に伴って、その脳部位の周辺領域では、血液量や血流量が増加し、脳血管中の酸化状態 (酸化ヘモグロビン濃度と還元ヘモグロビン濃度の比率) が変化すると考えられている¹⁾。つま

り、ある脳部位の神経活動は、計測された部位の血流量の酸化状態の変化を元に読み取っているのである。NIRS 装置は、周波数変調をかけた近赤外光を頭部表面に照射する。ヘモグロビンが近赤外光を吸収することから、近赤外光の吸収量の変化をもとに大脳表面付近の血中に含まれる酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの濃度変化を多点 (複数チャンネル) で同時に計測し、血液量の変化の分布や脳の代謝および循環状態を二次元トポグラフィ画像として可視化する装置である。

fMRI や PET など他の方法と比較して、NIRS を用いた脳機能の測定は、非侵襲性、即時計測、計測装置のサイズや簡便性などにおいて有用な点が認められている²⁾。プローブを頭皮に接触させるだけで、拘束性が低いため、乳幼児や障害を持つ人への適応な

ど NIRS の特徴を生かした臨床への応用も期待されている³⁾。

本実験では、NIRS の特徴である拘束性が低い点に注目して、楽器を演奏する際の前頭葉の活動計測を試みた。草山・浅野は、NIRS を用いて、音楽を聴くことや、音楽なしで単独で楽器を演奏するよりも、音楽に合わせて楽器を演奏するときに前頭葉の血流量が増加傾向にあることを示している⁴⁾。前頭葉、特に前頭前野は何か運動を起こそうというプランを持ったときに活性化すると考えられ、判断、プランニングの役割を持つことが考えられている⁵⁾。前額にプローブを装着することは、頭部の他の場所と比較して、簡便であるという点もあり、NIRS 研究では比較的計測しやすい脳部位と考えられている。本研究では、プロのミュージシャンに協力を依頼し、先行研究の追試および楽器の熟練度や楽器の種類によって脳活動の変化に違いがあるか否かを調べた。

実験 1

音楽に合わせて楽器を演奏する。これは単に音を聴くよりも、また自分一人で自由に楽器を演奏するよりも複雑な認知能力が要求される。楽器に合わせて身体運動することから生み出された音を自己モニターするだけでなく（演奏した音楽を自分で聴いて確認するのみならず）、外的刺激である音楽に注意を向け、楽曲のリズムに合わせて、自己の身体運動を調整するという複雑な処理が求められるからである。先行研究⁴⁾では、音楽を聴くことや、音楽なしで単独で楽器を演奏するよりも、音楽に合わせて楽器を演奏するときに前頭葉の強い活性化が認められることが示されているが、この実験の参加者は全て楽器演奏の経験のない素人であった。そこで、プロのミュージシャンに協力を依頼し、楽器演奏の経験が脳の活性化にどのような影響を及ぼすのか計測を行なった。

方法

1. 実験参加者

基礎疾患を有していない右利きの健常な成人男性 1 名（39歳）と女性 1 名（29歳）を対象とした。男性の実験参加者はプロのパークッションニストであった。また女性の実験参加者は吹奏楽の経験はあった

ものの、打楽器に関しては未経験であった。実験の趣旨を説明し、将来的にデータを公表する可能性があることなど、十分なインフォームドコンセントを得て協力を依頼した。

2. 装置

音楽の提示はノート型パソコン（Apple、MacBook）の音楽再生ソフト（Apple、itunes 7.5）を用いて、スピーカー（Apple、Apple Pro Speakers）を介して行った。左右の2つのスピーカーは実験参加者の前方脇にそれぞれ50cmの距離に設置し、音が問題なく聴こえることを確認した。

音楽に合わせてリズムを演奏するための楽器としてアフリカの民族打楽器のパチカを使用した。パチカは、2つのプラスチックで成型された空洞のボールを布紐で結んだマラカスのような楽器で、中に小石が入っている。紐を人差し指と中指の間に挟んだ状態でシェイクすると、手の甲側にあるボールが前後に振られ、人差し指と中指の間にあるボールにあたり、2拍3連の独特なリズムを奏でることができる。そして右手と左手で異なった演奏技を組み合わせることによって何通りものフレーズを刻むことができる。実験参加者はパチカを両手で持ち、提示された音楽に合わせてリズムを刻むように指示された。

脳内のヘモグロビンの変化を測定する装置としては、NIRS の多チャンネル同時計測装置（日立メディコ、ETG4000）を用いた。プローブは実験参加者の前額に装着して、脳の前頭前野付近の計測を行った。この装置の近赤外線波長は695nm と830nm の2波長で、3×11に配置された発光部と受光部のプローブ使用で52チャンネルの領域を測定した。それぞれのプローブ間の距離は3cmで、実験参加者の額から両耳の上部までがプローブで覆われた。

3. 刺激

草山・浅野⁴⁾が使用した音刺激と同じ、ララバイブスの「スローサンセット」という楽曲を用いた。この曲はアンビエント系のジャンルに属する、歌唱のない楽器だけの演奏であり、楽曲の再生時間は2分1秒であった。

4. 手続き

基本的な刺激提示および手続きは、草山・浅野の先行研究¹⁾に準じた。実験参加者の前額にNIRSのプロローブを装着し、全てのチャンネルにおいて正常に近赤外線を受光できることを確認してから、次の3条件における酸化ヘモグロビンおよび還元ヘモグロビンの変化量を測定した。初めに実験参加者が音楽を聴いている際の計測をおこなった(第1条件)。リラックスした姿勢で椅子に座り、音楽に耳を傾けるように指示した。音楽提示の終了後、15秒間のインターバルを挟み、次の条件に移った。第2条件では、さきほどと同じ曲をもう一度、繰り返して提示し、実験参加者には音楽に合わせてパチカを演奏するように指示した。また、音楽をよく聴き、できるだけ楽曲のリズムと同期するように教示した。実験参加者2人のパチカの演奏技術には当然、違いがある。このため、ミュージシャンには音楽に合わせた演奏をするように説明し、パチカの素人はハングシェイクというパチカの基本スタイルでリズムを刻むように教示を受けた。音楽に合わせてパチカを演奏する条件が終了した後、また15秒間のインターバルを経て、第3条件では、被検者には音楽を提示せず、パチカを2分間演奏することが求められた。草山・浅野の先行研究¹⁾では、この3つの条件で1回ずつしか計測しなかったが、それぞれの条件を実施する順序の影響を考慮し、続けて2回繰り返した。2回目の計測は、1回目とは違った条件の順序で実施した。

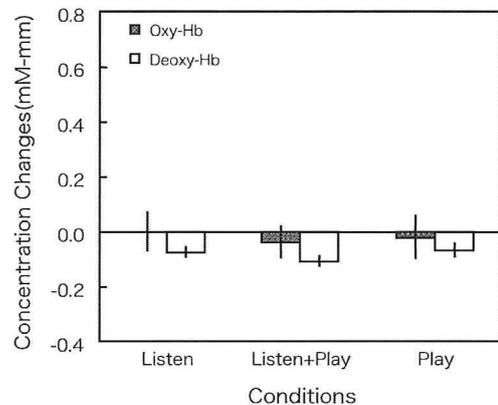
計測で得られるデータについて、NIRS装置の時間分解能はよく、0.1秒ごとに前頭に装着された全52チャンネルの数値データを得ることができた。膨大なデータ量で、局所的な脳部位の活性状況など、詳細な分析も可能である。しかし、本実験の分析にあたっては、実験参加者間の分析になるため、特定の脳部位に注目することなく、プロローブを装着した部位全体の活性レベルを調べることにした。チャンネル全部を平均化し、条件間での酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの相対変化を比較することで、ミュージシャンと素人の違いを検討した。

結 果

プロの演奏家と素人で、NIRSの測定結果には大き

な違いが認められた。図1に実験参加者ごとの各条件におけるNIRSの測定結果を示す。ミュージシャンでは、それぞれの条件間で酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの増減変化についてほとんど違いが認められなかった。むしろ若干ではあるが、基準とすべき測定前のベースラインと比較して、酸化ヘモグロビンは減少傾向にあった。一方、パチカ演奏の素人では、パチカを演奏する条件で、酸化ヘモグロビンの増加と還元ヘモグロビンの減少が認められた。そして、この大きな増加変化は、音楽に合わせて楽器を演奏するときにもっとも強く認められた。

a) musician



b) non-musician

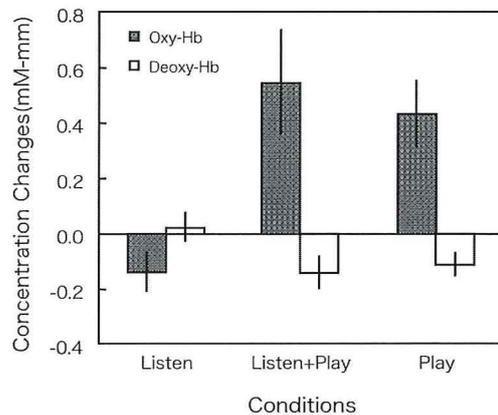


図1. 実験参加者ごとの各条件におけるNIRSの結果

相対的な酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの増減変化の平均値と標準偏差を示す。

続いて、条件間で大きな違いが認められたことから、図2に打楽器演奏の素人の各条件における酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの時間的変化について示す。それぞれの条件は提示順序を入れ替えて2回の計測を繰り返したが、その影響がほとんど認

められなかったことから、このグラフでは1回目の計測結果を示す。最初に音楽を聴く条件に注目すると、酸化ヘモグロビンよりも還元ヘモグロビンのほうが増えていて、計測した部位での脳血流量の低下が認められた。一方、このような還元ヘモグロビンのほうが増加傾向にあることは、楽器を演奏する次の2つの条件では認められなかった。パチカを演奏する条件では、酸化ヘモグロビンの増加変化が強く認められた。音楽に合わせて演奏する条件では、時間の経過とともに徐々に酸化ヘモグロビンの凝集率は高まっていた。またパチカだけを演奏する条件では、音楽と合わせて演奏する条件よりは増加していないが、開始直後から酸化ヘモグロビンの変化は増加傾向にあり、高い酸化ヘモグロビンの凝集率は課題遂行中、ずっと維持されていた。

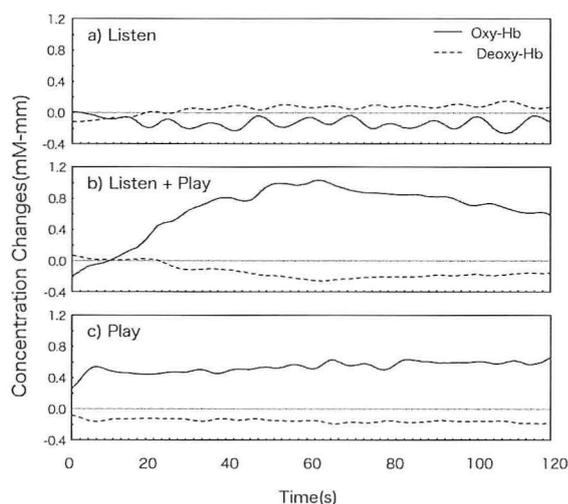


図2. 打楽器演奏の素人の各条件における酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの時間的变化

実験 2

打楽器演奏について経験者と未経験者では、前頭葉のヘモグロビンの増減変化に影響を及ぼす可能性があることを実験1で示すことができた。一概に打楽器といっても、それぞれの民族に多様な楽器が存在し、その演奏方法も、打ったり、こすったり、振ったりと、様々である。パーカッションが打楽器全般を意味するように、パーカッショニストはギタリストやピアニストと違って、複数の打楽器を扱わなくてはならない。このため、楽器の種類によって脳活動に違いがあるか否かを調べることを目的に、実

験参加者の得意なパチカとジャンベという2つの楽器を用いて計測を行なった。またそれぞれの楽器を自由に演奏する条件と、楽譜を参照して決められたフレーズを演奏する条件での比較検討を行なった。

方法

1. 実験参加者

実験1と同じミュージシャン1名を対象とした。実験参加者は、パチカ、ジャンベともに約20年間の演奏キャリアがあった。実験の趣旨を説明し、将来的にデータを公表する可能性があることなど、十分なインフォームドコンセントを得て協力を依頼した。

2. 装置

脳内のヘモグロビンの変化を測定する装置としては、NIRSの多チャンネル同時計測装置(日立メディコ、ETG4000)を用いた。プローブは実験参加者の前額に装着して、脳の前頭前野付近の計測を行った。この装置の近赤外線波長は695nmと830nmの2波長で、3×11に配置された発光部と受光部のプローブ使用で52チャンネルの領域を測定した。それぞれのプローブ間の距離は3cmで、実験参加者の額から両耳の上部までがプローブで覆われた。

実験参加者が演奏する楽器として、パチカとジャンベの2つのアフリカの民族打楽器を使用した。ジャンベは、特に西アフリカ一帯で伝統的に演奏されている深胴の片面太鼓である。胴は木をくりぬいて作られており、鼓面には山羊の皮が主に使われている。叩く位置と叩く手の形により、数種の異なる音を出し分けることが可能であり、この点がパチカと異なっていた。

3. 刺激

パチカとジャンベで同じフレーズを演奏するために、表1のような楽譜を予め作成し、これを参照して演奏を行なった。

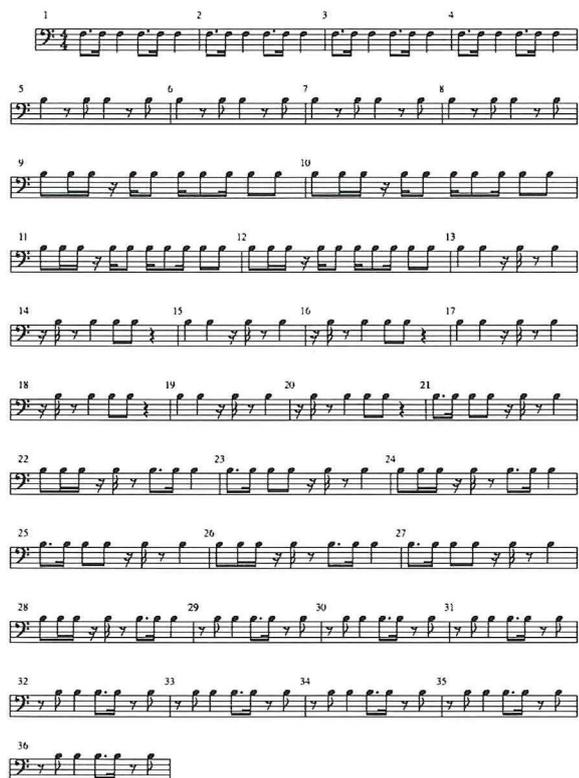


表 1. 演奏で使した楽譜

4. 手続き

次の2条件における酸化ヘモグロビンおよび還元ヘモグロビンの変化量を測定した。最初の条件では、実験参加者はパチカとジャンベを一定の時間、自由に演奏した。楽器を演奏する際、頭や身体全体が動いてしまうことが予備計測で確認できたことから、楽器を演奏する時と同じような動きをベースラインとして計測した。被検者には、「楽器を手にはしていませんが、できるだけ楽器を演奏するようなイメージで身体を動かしてください」と教示した。ベースラインの計測後、パチカとジャンベをそれぞれ3分間づつ自由に演奏することを2回繰り返して行なった。それぞれの楽器の演奏の間には30秒間のインターバルを設け、この間に楽器の入れ替え作業を行なった。

また2番目の条件では、パチカとジャンベで同じフレーズを演奏するように指示した。図1に示した楽譜を参照して決められたフレーズを演奏するように指示を受け、それぞれの楽器で演奏することを交互に2回ずつ繰り返した（つまり1回の計測でパチカ2回、ジャンベ2回）。楽器を演奏する順序の影響を考慮して、パチカを先に演奏する場合とジャンベを先に演奏する場合で別々に計測を行なった。それ

ぞれの演奏のインターバルについては、特別に固定せず、楽器の入れ替え作業が終わり、実験参加者が次の楽器を演奏できる準備が整ったと判断してから、次の演奏に移った。

データの解析の方法について、本実験では0.5秒ごとに全部で52チャンネルの数値データを得ることができた。同一人物を対象とした計測であるため、それぞれの脳部位に対応したチャンネルごとの分析も可能であったが、まずはチャンネル全体を平均化し、1秒間ごとの酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの相対変化を調べることで、それぞれの楽器を演奏する際の脳血流の変化を調べることにした。

結 果

それぞれの条件で、データの信頼性を高めることを目的に、演奏は2回ずつ繰り返す手続きを取ったが、全ての計測において1回目と2回目の演奏ではNIRSの測定結果に違いが認められた。このため、以下の結果はそれぞれの楽器演奏の1回目のみをデータ分析の対象とした。

図3に、パチカとジャンベを自由に演奏した条件での初回の演奏時における酸化ヘモグロビンの変化を示す。パチカとジャンベではほとんど違いが認められなかった。全チャンネルおよび時間的な経過を平均したデータではこれら2つの楽器を演奏するときの前頭葉の活動の差異を見いだすことができなかった。

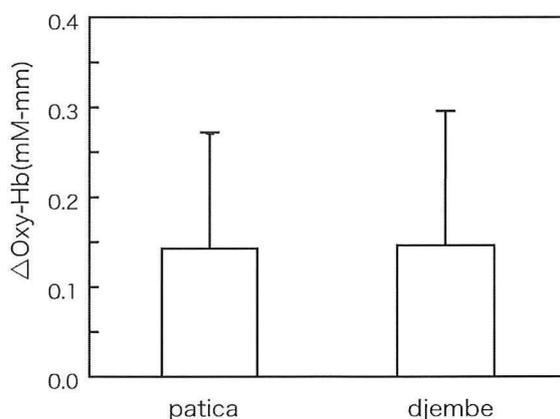
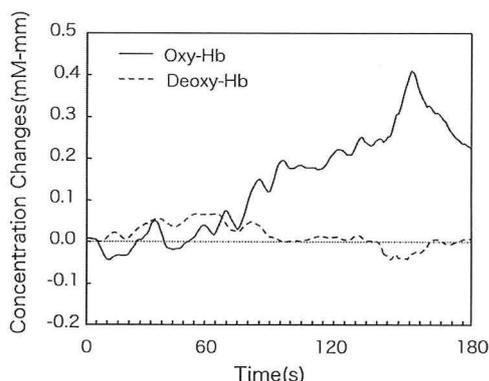


図3. パチカとジャンベを自由に演奏したときの酸化ヘモグロビンの平均増加量

さらに詳細な分析をするため、図4にそれぞれの楽器を自由に演奏している条件の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの増加変化を時間軸で表した結果を示す。2つの楽器とも、演奏を始めてから80秒が経過したあたりから、酸化ヘモグロビンが増加していることが分かる。また酸化ヘモグロビンの増加に伴って、還元ヘモグロビンが減少していることが示された。

a) patuca



b) djembe

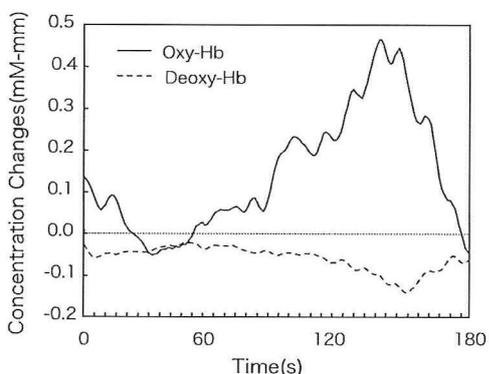


図4. 打楽器を自由に演奏したときのNIRSの測定結果
上はパチカ、下はジャンベの結果を示す。

続いて、図5に楽譜を参照してそれぞれの打楽器を演奏した際の酸化ヘモグロビンの全52のチャンネルの平均データを示す。自由に演奏する条件と同じく、楽譜を参照して演奏する条件でも、1回目と2回目の演奏ではNIRSの測定結果に大きな違いが認められた。2回目のほうが酸化ヘモグロビンの変化は大きく、また繰り返すことで演奏にミスが生じることもあったことから、それぞれの楽器演奏の1回目のみをデータ分析の対象とした。ただし、提示順序の効果を考慮し、この条件では、ジャンベからパ

チカを演奏する場合と、パチカからジャンベを演奏する場合とを合わせた結果を示している。楽譜を参照して演奏している条件では、ジャンベのほうが酸化ヘモグロビンの増加変化が強く認められた。

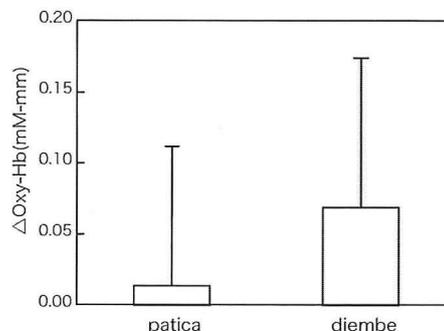
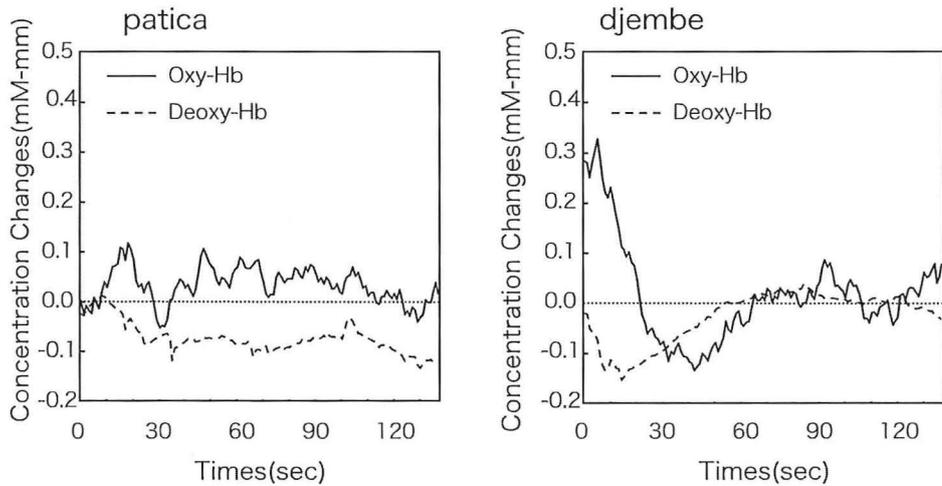


図5. パチカとジャンベを譜面通りに演奏したときの酸化ヘモグロビンの平均増加量

図6はそれぞれの楽器を楽譜通りに演奏している際の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの増加変化を時間軸で表した結果を示す。楽器を演奏する順序の影響を考慮して、パチカを先に演奏する場合とジャンベを先に演奏する場合のそれぞれで計測をおこなったため、個別に結果を示す。図3の自由に演奏した条件と比較すると、酸化ヘモグロビンの相対的変化傾向はかなり異なっていたことが分かる。図6aではジャンベが、図6bではパチカが一番始めに演奏した楽器になるが、演奏開始直後のほうが酸化ヘモグロビンは増加していた。これは図4で示した演奏途中から増加する傾向が認められた結果とは一致していない。また図6aのパチカのデータは、ジャンベの演奏後に続いて演奏した結果であるが、他のグラフと異なって、演奏中の酸化ヘモグロビンの変化は比較的安定しており、ほとんど変化は認められなかった。

a) djembe → patica



b) patica → djembe

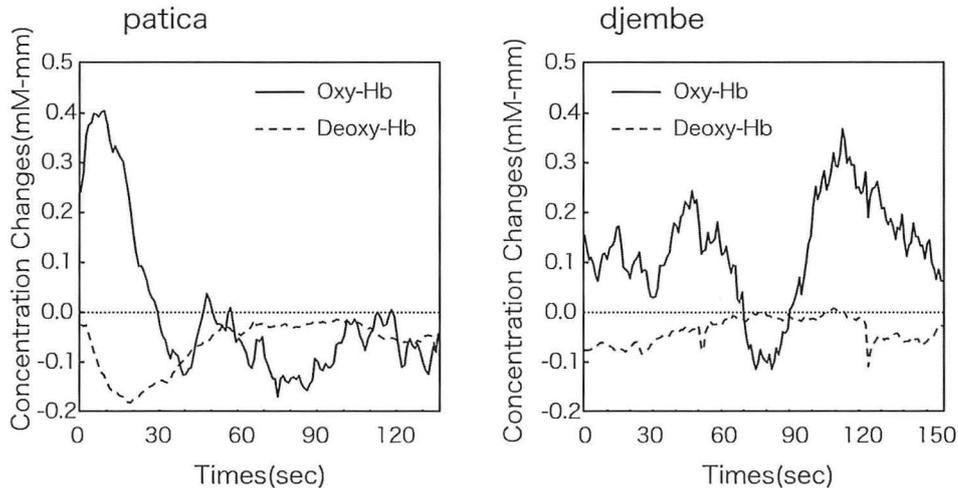


図6. 打楽器を譜面通りに演奏したときのNIRSの測定結果

aはジャンベからパチカを演奏した場合、bはパチカからジャンベを演奏した場合の結果を示す。

考 察

本実験では、打楽器演奏時の前頭前野の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの増減変化を計測することを試みた。全ての条件において酸化ヘモグロビンの増加に伴って、還元ヘモグロビンが減少する傾向が認められた。健常な成人を対象とした多くのNIRS測定では、活性化した脳の領域において、酸化ヘモグロビンの増加に伴った還元ヘモグロビンの減少が報告されている⁶⁾。本実験の結果でも、同様の傾向が認められた。部位の活性化に伴って血液中の酸素が過剰に消費され、その部位への酸素の供給が還元ヘ

モグロビンの減少に関わると考えられている⁷⁾。このように酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの変化が他の研究報告と同じような傾向が認められたことは、NIRS計測に問題がなかったことを示唆する。

音楽を聴く条件、音楽に合わせて楽器演奏をする条件、楽器のみを演奏する条件で、比較検討したところ、打楽器演奏の未経験者では、音楽に合わせて楽器演奏をする条件でもっとも高い酸化ヘモグロビンの増加変化が認められ、この結果は先行研究¹⁾と一致した。音楽を聴いているだけの条件では、酸化ヘモグロビンよりも還元ヘモグロビンの割合のほうが多く、このパチカ演奏が未経験の実験参加者はリラ

ックスしていたことが推測される。ほとんど初めて触る楽器に戸惑いながらも演奏した条件では、自分の演奏を逐一モニターし、誤った動作をしないか確認するような反応が生じ、このような行動の予測と自己行動のモニターが、酸化ヘモグロビンの増加変化に結びついたと考えられる。一方、同じ手続きで計測したミュージシャンでは、ほとんど変化が認められなかった。計測後のインタビューで、このミュージシャンは普段、楽器を演奏する際、できるだけ難しく考えず、音楽の「グルーブ」を感じることを心がけていると述べていた。グルーブとは音楽用語で、リズムやテンポ、シンコペーションなどリズム体に関する概念であり、演奏時の「ノリ」を表現する言葉である。本実験の結果を一般的な事実として成立させるためには、少なくとも実験参加者数を増やす、計測を重ねるなど、さらなるデータ数の追加が必要になるが、ミュージシャンと素人では脳の活性に違いがある可能性が示唆される。実際、fMRIを用いた計測で、プロのピアニストと素人に、両手の指でタップをする課題を行っているときの脳血流の変化を測定した Jäncke らは、プロのピアニストのほうが、指を動かしていないときと比較して、素人よりもターゲットとした脳部位の血流量の増加が認められなかったことを報告している⁸⁾。指をタップする運動は、ピアノで鍵盤を叩く運動と非常によく似ている。つまり、タップする運動の熟練者であるピアニストと、そうでない素人での比較を試みたのである。指をタップすれば、一次運動野と補足運動野の脳血流の相対的な増加変化が認められるが、この変化はピアニストで極めて少ないことが示された。経験を積み重ねた結果、その行動と対応した脳の働きは、ほとんど無駄なく効率的に処理できるようになるため、熟達者のほうが計測で認められた活性された脳部位の割合が小さくなったと考えられる。この先行研究⁸⁾と同じようなことが、今回に計測した前頭葉の血流量の変化にも影響すると仮定すれば、ミュージシャンと素人による違いと結論できる。専門家と素人による行動の熟達レベルの違いが、それぞれの脳活性に影響するならば、これを脳機能イメージング法で正確に可視化することで、臨床場面への応用も期待できる。

同一人物がパチカとジャンベという2つの楽器を用いて、それぞれの楽器を演奏することによる脳活動の違いについて調べたところ、自由に演奏したときには特に大きな違いが認められなかったが、楽譜を参照して演奏する条件ではジャンベのほうが酸化ヘモグロビンの増加変化は強く認められた。また自由に演奏する条件では、しばらく演奏を続けると徐々に酸化ヘモグロビンの増加変化は大きくなっていったが、楽譜を参照する条件では反対に演奏開始時のほうが強く認められた。

自由に演奏する条件と楽譜を参照して演奏する条件で、酸化ヘモグロビンが増加するタイミングが異なったことについては、それぞれの条件を遂行する上で必要な認知的処理に違いがあったことが考えられる。リズム楽器といえども、同じ動作(演奏)を何回も繰り返していれば良い訳ではない。いま行動している(演奏している)よりも一歩先の未来の行動(つまり、続く演奏に必要な運動の予期)がスムーズに実行されていなければ、演奏はうまく成り立たない。演奏すること自体、脳レベルでは様々な複雑な処理がおこなわれているに違いない。今回の実験で、条件間で異なることは、この次の演奏のための準備(すなわち、次にどんなフレーズを演奏するかを考えること)を、楽譜に注意して、それを忠実に再現するように努力するか?(楽譜参照の条件)、それとも、今の演奏につながられるようなフレーズを過去の演奏体験から記憶情報として想起するか?(自由演奏の条件)という点である。結果を振り返ってみて、おそらく楽譜参照の条件で、1回目の楽器演奏で、演奏が開始された直後の酸化ヘモグロビンの反応が上がった理由は、楽譜を参照して次の演奏を予測するための認知的負荷が強くかかったことが挙げられる。本実験の実験参加者はプロ活動をしているミュージシャンであり、おそらく1回の楽譜参照でだいたいの演奏内容をイメージすることができたために、同じフレーズを別の楽器で演奏する2回目では、例え楽器の種類が違って1回目ほど楽譜参照にかかる認知的負荷は軽減され、それほど酸化ヘモグロビンは増加しなかったといえる。自由に演奏する条件では、決められた時間でどのような演奏展開を繰り返せばよいか?について演奏途中で考

えるようになり、これが演奏の後半の示された酸化ヘモグロビンの増大変化を説明できる。

本実験のデータ解析では、実験参加者数、刺激提示の順序、また計測を繰り返し実施するなどいくつかの問題があった。このため、結果の分析においては個別データを提示し、統計的検定も行わなかった。NIRSによる計測では、皮膚や骨を透過するような高い生体透過性と血液中の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンで光吸収特性が異なるという特性を活かして、乱反射して戻ってきた近赤外光の成分からヘモグロビンの濃度変化を推定している。このため、得られるデータはヘモグロビンの絶対値ではなく、あくまでも相対的な濃度変化となる⁹⁾。得られたデータが絶対値でないことから、被験者内要因として比較検討に努めたが、リハビリテーションへの応用も視野に今後もデータ数を増やした検討が必要と考える。

文 献

- 1) 小泉英明. (1997) 活動する脳を見る-高次脳機能の視覚化-.現代科学. 27-33.
- 2) Hamaoka T, Iwane H, Shimomitsu T, Katsumura T, Murase N, Nishino S. (1996) Noninvasive measures of oxidative metabolism on working human muscle by near-infrared spectroscopy. *Journal of Applied Physiology*. 81:1410-1417.
- 3) 呉田陽一. (2009) 近赤外線分光法 (NIRS) を使った機能的ニューロ・イメージング研究: その利点と制約. 昭和大学保健医療学雑誌. 6:1-8.
- 4) 草山太一・浅野和仁. (2009) 近赤外分光法による音楽に合わせた楽器演奏時の脳機能測定. 昭和大学保健医療学雑誌. 6:57-63.
- 5) Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR. (1999) Aging, fitness and neurocognitive function. *Nature* 400:418-419.
- 6) Hock C, Müller-Spahn F, Schuh-Hofer S, Hofmann M, Dirnagl U, Villringer A. (1995) Age dependency of changes in cerebral hemoglobin oxygenation during brain activation: a near-infrared spectroscopy study. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 15:1103-1108.
- 7) Fox PT, Raichle ME. (1986) Focal physiological uncoupling of cerebral blood flow and oxidative metabolism during somatosensory stimulation in human subjects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 83:1140-1144.
- 8) Jäncke L, Shahb NJ, Peterse M. (2000) Cortical activations in primary and secondary motor areas for complex bimanual movements in professional pianists. *Cognitive Brain Research*. 10:177-183.
- 9) 山下優一・牧 敦・山本 剛・小泉英明. (2000) 光による無侵襲脳機能画像化技術—「光トポグラフィ」—. *分光研究* 49:275-286.

Brain activity related with playing an African percussion instrument by near-infrared spectroscopy.

Taichi KUSAYAMA¹⁾, Shinichi TANAKA²⁾, Satoko KUSAYAMA³⁾, Kazuhito ASANO⁴⁾

- 1) Teikyo University, Faculty of Liberal Arts, Department of Psychology,
- 2) Japan Patica Association,
- 3) Tokyo Metropolitan Tama Medical Center, Department of Psychiatry,
- 4) Showa University, School of Nursing and Rehabilitation Sciences, Department of Occupational Therapy

Abstract

The hemoglobin increase and decrease change of the bilateral prefrontal cortex when playing a musical instrument named "patica" was measured by using NIRS. It compared it for a percussionist and a non-musician control subject on the condition to listen to music, the condition to play a musical instrument to the music, and the condition to play a musical instrument. As a result, it increases, and the amount of oxyhemoglobin has increased most in the condition to play a musical instrument especially according to music when it plays a musical instrument in the non-musician. On the other hand, the change was not especially admitted in the musician as for any condition. When the brain activity was measured with two different percussion instruments named "patica" and "djembe", the increase change in oxyhemoglobin was strongly admitted as for djembe" on the condition of playing according to the score.

Key Words: near-infrared spectroscopy (NIRS), prefrontal cortex, percussion