

音楽聴取時の自律神経活動の複数被験者同時測定

白水 重憲¹⁾、飛岡 健²⁾、菅野 久信³⁾

要旨 音楽の自律神経に与える影響を、多数の被験者を対象に、系統的に調査する第一歩として、大学生の集団が日常生活の中の身近な音楽である『歌謡曲』を一斉に聴取した時の自律神経活動、副交感神経活動と交感神経活動を同時測定した。音楽は人の心の構えを取り除き、人を無防備にして影響を与える事ができる事が客観的に確認された。一方、音楽の人への影響の与え方も様々であり、多くの人の副交感神経活動を大きくしたり、交感神経活動を小さくしたりしてメンタルストレスを解除する効果を持つ曲もあれば、一部の人々には大きなメンタルストレス解除効果を示す一方、別の人々にはメンタルストレスを与える曲もある事が判った。

キーワード：音楽、自律神経活動、大学生

1. はじめに

音楽が人の自律神経活動に大きな影響を及ぼすことは遙かな昔から知られており、音楽療法やミュージックセラピーという言葉は広く使用されるようになって久しい。しかしながら、一口に音楽といっても様々な種類があり、また、同じ“音楽”であっても自律神経活動に及ぼす影響は個人により大きく違い、更には、一人の個人が同じ曲を聴いても、その取り巻く環境・状況の相違により異なる可能性がある。しかしながら、音楽が自律神経に及ぼす影響を、詳細かつ組織的に検討した例は少ない。これまでは、自律神経活動を手軽に測定する方法が無かった為である。同時に、同一場所で、複数の被験者の自律神経活動の測定を行う事はできなかった^{1, 2)}。

我々の開発したウェアラブルな超小型心電・加速度測定装置 (M-BIT) は、手軽な自律神経活動の測定を可能にし、一時に多数の被験者の測定を行う事ができるようになった^{1, 2)}。本研究では、日常生活の中の身近な音楽である“歌謡曲”の与える影響を系統的に調査する事を目的に、大学生の集団に、種々の歌謡曲を聴取させた時の自律神経活動、副交感神経活動 (Sympathetic Nervous System' s

Activity, SNS)、交感神経活動 (Para-sympathetic Nervous System' s Activity, PSNS) を同時測定した。

2. 測定と解析

2-1 被験者

被験者は講義の一環として本研究に参加した都内の大学の体育学部3年生で、彼等の多くは、関東大学連盟2部リーグに属するサッカーチームや3部リーグのラグビーチームの主力メンバーであった。彼らは健康で、講義にもクラブの練習にも参加していた。平均年齢は20歳であった。

2-2 M-BIT

M-BITの詳細に関しては既に報告した^{1, 2)}。スタンダードアロンで心電・加速度を測定し、測定後にパソコンに転送する機能を大きさ40x39x8mm、重量14gの中に詰め込んだウェアラブル測定装置であった。ECGと加速度のサンプリング周波数は128Hzであった。2つの電極を使用して被験者の胸部に貼り付ける形で装着した。

2-3 歌謡曲

聴取させた歌謡曲は大別して2つの群、A群) 知らない歌手・知らない曲と、B群) 好きな歌手・好きな曲に分ける事を意図した。

事前にアンケートを行い、昔の女性歌手、天地真理、松田聖子、松任谷由美 (新井由美)、中森明菜

1) NPO法人セルフケア総合研究所

2) (株) 人間と科学の研究所

3) 産業医科大学名誉教授

受付日：2014年2月26日

採択日：2014年x月x日

表1 知らない歌手・知らない曲 (A群)

歌手	曲	心に浮かんだ事
天地真理	ひとりじゃないの	なんかおっとりする。良かった。しんみり、良い曲。癒された。すごい。おちつく。涙に涙る。ゆかい。気持ちが落着く。良い感じ。
	小さな恋	時代を感じる。良かった。しんみり。あまり好きでない。まあまあ良い。しっくりこない。おちつく。切ない気分になった。ゆかい。気持ちが落着く。良い歌。
松田聖子	蒼いフォトグラフ	可愛い。良かった。ワクワク。歌うまい。良い曲。まあまあ好き。嬉しい。思い出がよみがえる。楽しい。気持ちが落着く。嬉しい。空が思い浮かんだ。
	Canary	やっぱり可愛い。ワクワク。メロディーが好き。歌うますぎ。良い曲。好き。嬉しい。落着いた。楽しい。気持ちが落着く。嬉しい。
中森明茶	飾りじゃないのよ涙は	いい。しんみり。懐かし。良い曲。歌い。良かった。力強い。気持ちが落着く。テンションが上がる。
	ミ・アモーレ	良い感じ。カントリー。カントリーリズム。力強い。気持ちが落着く。テンションが上がる。
桜田淳子	サンタモニカの風	良い。しんみり。良い曲。
	黄色いリボン	可愛い。良い。うきうき。良い曲。好き。
	十七の夏	可愛い。良い。かなしい。わからない。サザエさん?
河合奈保子	スマイル・フォー・ミー	笑いが溢れる。良い。元気が出る。はらはら。笑顔になれた。わからない。
	大きな森の小さなお家	わからない。良い。かわいらしく良かった。しんみり。わからない。

表2 好きな歌手・好きな曲 (B群)

歌手	曲	心に浮かんだ事
澤水翔太	Starlight	良かった。最高です。うまい。初めてきて良いと思った。いい。歌がうまい。めっちゃいい歌。好きなってスアキだけど強敵。彼女を思い出す。いい。風。
ユブクロ	赤い糸	まあまあ。ボロボロ。うまい。良かった。心にぐっときた。歌詞が良い。元気の思い出の歌。あられた歌を思い出す。好き。しんみり。水。器。便しさ。
ソナーポケット	好きだよ	良かった。運気がよみがえる。ちゃらい。良かった。うまい。良い歌。この歌のように愛されたい。あんまり好きじゃない。学校。好き。
ゆず	栄光の架け橋	いいね。元気が出る。試合前にはかせない。いい。高校最後の試合を思い出した。頑張ろうと思った。感動した。アスリートの勇の歌。元気が出る。なつかしい。サヨナラバス。未来。
時代おくれ	河島英五	いいね。時代流れ。好き。しびれ。感動した。しびれ。しびれ。昔。しびれ。
木村弓	いつも何度でも	いいね。眠くなるので守歌に良い。悪い。不思議な気分。胸がぽつとした。ジブリが見たくなった。なつかしい。おちつく。ジブリ。風。

を知っているか、知っている曲、好きな曲があるかを質問した。この結果、松任谷由実を知っているものが多いので除外し、桜田淳子、河合奈保子を追加して5名の歌手の10曲をA群とした。表1に聴取時に記させた心に浮かんだ事と共に示した。

また、同じアンケートの中で、好きな歌手・曲、悲しい思い出に結びついた歌手・曲及び嫌いな歌手・曲を質問し、悲しい思い出に結びついた曲として挙げられた歌手・曲をB群とした。表2に聴取時に記させた心に浮かんだ事と共に示した。

2-4 測定

本測定は10:30から始まる2時限目の講義の際に行った。まず、学生達にM-BITを装着し、測定を開始した後、解析の便の為に、区切りの良い時間から各曲をスタートさせた。表1と表2の群を分けて、別の日に実施した。

2-5 解析

世界中で広範に使用されている頑健なリアルタイムQRSピーク抽出アルゴリズム1, 2)をベースにした方法で、心電図波形上でR波の時間位置を求め、RR間隔時系列データを得た。RR間隔データの分布挙動に着目する事により真のRR間隔データとアーティファクトを分別し、アーティファクトは全て棄却した。その後、RR間隔信号を周波数4Hzでリサンプリングして等間隔時系列とした。

各歌手・曲が始まった後の30秒後から256秒間の等間隔リサンプルRR間隔のSPWV (Smoothed Pseudo Wigner-Ville)法を使用して時間周波数解析を行い、時間周波数MAPを得た。定法に従い、低周波(LF)領域を0.04Hz~0.15Hz、高周波領域(HF)を0.15Hz~0.40Hzとし、時間周波数MAPより、LF、HFをそれぞれの領域の絶対値の周波数軸にそっての総和の時間に軸に亙っての平均として求め、HFを副交感神経活動(PSNS)、LF/HFを交感神経活動(SNS)とした。また、この256秒間の等間隔リサンプルRR間隔の平均値と標準偏差としてRR間隔変動を求めた。

A群の曲は長さが短いものが多いので、30秒+256秒の測定に必要な最低限の時間を得るには2曲が必要である場合が多かった。一方、B群の場合は長く一曲で十分のものが多かった。場合によっては2回繰り返したものもあった。

A群、B群とも被験者毎に各歌手の曲視聴時の副交感神経活動、交感神経活動、RR間隔平均及びRR間隔変動を求め、更に、そのA群或いはB群での平均値を求めてそれぞれの群での基準値とした。

3. 結果

3-1 知らない歌手の知らない曲を聴いた場合

測定に参加したのは12名であったが、全歌手の曲に対するデータが使用可能だったのは、女子学生1名を含む10名のみであった。学生達が感情を体で表現する事はあまりなく、静かに視聴していた。

表3に、各被験者の5人の歌手の曲の中での副交感神経活動の指標の平均値、最大値と最小値、それぞれの平均値のからの増加率を歌手名と共に示した。最大値の増加率の大きい順に並べた。平均値は620.3msec2から2341.msec2に亙り分布した。

表3 知らない歌手・知らない曲 (A群) 副交感神経活動の変化

被験者	平均値	副交感神経活動の指標 (msec ²)					
		最大を示した場合			最小を示した場合		
		歌手	最大値	増加率 (%)	歌手	最小値	増加率 (%)
3	629.5	河合奈保子	1468.5	133.3	桜田淳子	349.4	-44.5
8	698.7	河合奈保子	1295.1	85.4	松田聖子	407.1	-41.7
4	864.1	中森明菜	1544.3	78.7	松田聖子	283.2	-67.2
10	1431.6	天地真理	2485.1	73.6	中森明菜	873.5	-39.0
1	1412.2	天地真理	2312.5	63.8	河合奈保子	948.9	-32.8
5	2161.9	中森明菜	3499.6	61.9	天地真理	1115.4	-48.4
9	620.3	天地真理	965.8	55.7	河合奈保子	201.5	-67.5
7	2161.1	天地真理	3037.2	40.5	桜田淳子	1380.7	-36.1
6	2341.1	桜田淳子	3049.9	30.3	松田聖子	1813.6	-22.5
2	1490.6	中森明菜	1935.0	29.8	河合奈保子	1137.2	-23.7

表4 知らない歌手・知らない曲 (A群) 交感神経活動の変化

被験者	平均値	交感神経活動の指標 (n.u.)					
		最大を示した場合			最小を示した場合		
		歌手	最大値	増加率 (%)	歌手	最小値	増加率 (%)
10	5.4	中森明菜	7.3	35.7	松田聖子	2.3	-57.2
1	4.4	桜田淳子	6.6	49.3	天地真理	1.9	-57.0
7	3.3	河合奈保子	6.3	89.8	中森明菜	1.6	-51.8
6	5.4	天地真理	8.7	62.3	松田聖子	2.7	-49.6
8	9.4	桜田淳子	13.7	45.4	中森明菜	5.0	-46.9
2	5.7	河合奈保子	11.6	102.8	桜田淳子	3.1	-45.8
3	7.4	中森明菜	10.7	45.0	松田聖子	4.4	-40.4
5	9.9	河合奈保子	16.1	62.3	桜田淳子	6.1	-38.5
9	13.3	桜田淳子	19.2	44.6	天地真理	8.8	-33.7
4	6.5	桜田淳子	8.4	30.0	松田聖子	5.0	-22.6

最大値は965.8 msec²から3499.6 msec²に亘り、増加率は29.8%から133.3%に亘った。最大値を示す事が最多だった歌手は天地真理であり4名で最大値を示した。一方、河合奈保子で最大値を示したのは2名のみであったが、増加率は大きく両者とも80%以上であり、増加率の1位と2位であった。

最小値は201.5 msec²から1813.6 msec²に亘り、増加率は-67.5%から-22.5%に亘った。最小値を示す事が最多だった歌手は、松田聖子と河合奈保子で、それぞれ、3名が最小値を示した。増加率が最小を示したのは河合奈保子であり、-67.5%であった。

表4に、各被験者の5人の歌手の曲の中での交感神経活動の指標の平均値、最大値と最小値、それぞれの平均値のからの増加率を歌手名と共に示した。メンタルストレス解除の観点からは、交感神経活動の指標の値は小さい方が良いとされるので、最小値の増加率の大きい順に並べた。平均値は3.3から13.3に亘り分布した。

最小値は1.6から8.8に亘り、増加率は-57.2%から-22.6%に亘った。最小値を示す事が最多だった歌手は、松田聖子で4名で最小値を示した。増加率が最小を示したのも松田聖子であり、-57.2%であった。

最大値は6.3から19.2に亘り、増加率は29.8%から133.3%に亘った。最大値を示す事が最多だった歌手は桜田淳子であり4名で最大値を示した。一方、増加率の1位と2位を示したのは河合奈保子で、102.8%と89.8%であった。

3-2 好きな歌手の好きな曲を聴いた場合

学生達は比較的強く感情を上半身で表現していた。この為に、電極の接触が悪くなり、データが使えなくなる場合が発生した。測定に参加したのは10名であったが、データが使用できたのは6名であった。

表5に、各被験者の6人の歌手の曲の中での副交感

表5 好きな歌手・好きな曲 (B群) 副交感神経活動の変化

被験者	平均値	副交感神経活動の指標 (msec ²)					
		最大を示した場合			最小を示した場合		
		歌手	最大値	増加率 (%)	歌手	最小値	増加率 (%)
3	906.0	コブクロ	2312.3	155.2	木村弓	65.2	-92.8
10	406.0	清水翔太	1023.3	152.1	河島英五	142.5	-64.9
1	2349.9	清水翔太	4280.4	82.2	木村弓	1530.2	-34.9
6	2089.7	木村弓	3147.3	50.6	ゆず	1041.2	-50.2
11	11064.4	木村弓	16011.5	44.7	ゆず	4865.2	-56.0
4	1623.8	ゆず	2122.1	30.7	コブクロ	1233.0	-24.1

表6 好きな歌手・好きな曲 (B群) 交感神経活動の変化

被験者	平均値	交感神経活動の指標 (n.u.)					
		最大を示した場合			最小を示した場合		
		歌手	最大値	増加率 (%)	歌手	最小値	増加率 (%)
11	4.9	ゆず	9.6	97.9	木村弓	0.4	-91.8
3	4.9	ソナーポケット	11.7	137.2	河島英五	1.8	-63.5
4	5.7	ソナーポケット	10.7	88.8	河島英五	2.6	-54.1
1	3.9	木村弓	6.5	66.7	清水翔太	2.2	-43.6
10	9.3	ゆず	12.7	36.8	清水翔太	5.9	-36.4
6	8.3	コブクロ	10.7	28.4	木村弓	6.6	-20.8

神経活動の指標の平均値、最大値と最小値、それぞれの平均値のからの増加率を歌手名と共に示した。被験者番号は、表3及び表4と共通である。最大値の増加率の大きい順に並べた。平均値は406.0msec²から11064.4msec²に亘り分布した。

最大値は1023.3 msec²から16011.5 msec²に亘り、増加率は30.7%から155.2%に亘った。最大値を示したのは清水翔太と木村弓が各2名、コブクロとゆずが各1名であった。増加率の最大はコブクロで155.2%、2位と3位は清水翔太の152.1%と82.2%であった。

最小値は65.2 msec²から4865.2 msec²に亘り、増加率は-92.8%から-24.1%に亘った。

表6に、各被験者の6人の歌手の曲の中での交感神経活動の指標の平均値、最大値と最小値、それぞれの平均値のからの増加率を歌手名と共に示した。平均値は3.9から9.3に亘り分布した。

最小値は0.4から6.6に亘り、増加率は-91.8%から-20.8%に亘った。

最大値は6.5から12.7に亘り、増加率は28.4%から137.2%に亘った。

4. 考察

4-1 知らない歌手の知らない曲を聴いた場合

河合奈保子は、副交感神経活動の増加率の1位と2位とが存在する一方、副交感神経活動の最小が3名、交感神経活動の最大が3名であり、そのうちの1名はこれら2つのメンタルストレスが増加した兆候を兼ね備えていた。中森明菜は副交感神経活動最大が3名、交感神経活動最小が2名であり、副交感神経活動最小は1名、交感神経活動最大2名であった。これらの歌手は、人により顕著にメンタルストレス低減を示す場合と顕著にメンタルストレス増加を示す場合があるものと考えられた。

天地真理は、副交感神経活動最大が4名であり、そのうち2名は交感神経最小を兼ねていた。副交感神経最小、交感神経最大はそれぞれ1名であ

った。比較的幅広く大きなメンタルストレス低減効果があったものと考えられた。一方、桜田淳子は副交感神経活動最大が1名、交感神経活動最小が1名であり、副交感神経活動最小が2名、交感神経活動最大が4名であった。比較的幅広くメンタルストレスを与える効果があったものと考えられる。

松田聖子は、副交感神経活動最大が存在せず、交感神経活動最小が4名であり、交感神経活動最大も存在せず、副交感神経活動最小は3名だった。人によってメンタルストレス低減或いは増加に作用するがそのレベルはそれほど大きくないものと考えられた。

4-2 好きな歌手の好きな曲を聴いた場合

使用できたデータ数は6と少なかった。上半身、特に腕の動きは、電極の状態を悪化させまた、体の動きのアーチファクトによりデータの品質を低下させる。意図的に運動の測定を行う時以外は、今後、上半身の動きは抑制させるべきである。

表5に示された被験者3と被験者10の副交感神経活動の指標の値は小さ過ぎるので、精査する必要がある。表7に、被験者3の6人の歌手のRR感覚、副交感神経活動の指標、交感神経活動の指標及びRR間隔変動を時間順に示した。4番目から6番目の歌手にか

表7 被験者3の自律神経活動の挙動

RR間隔 (秒)	副交感神経活動の指標 (msec ²)	交感神経活動の指標 (n.u.)	RR間隔変動 (秒)
1.047	1047	9.5	0.104
1.315	2312.3	2.1	0.086
1.225	1764.5	11.7	0.171
1.271	179.3	2.7	0.078
1.288	67.9	1.8	0.017
1.278	65.2	1.8	0.015

表8 被験者10の自律神経活動の挙動

RR間隔 (秒)	副交感神経活動の指標 (msec ²)	交感神経活動の指標 (n.u.)	RR間隔変動 (秒)
0.735	1023.3	5.9	0.061
0.723	436.1	6.4	0.040
0.748	372.6	8	0.048
0.692	246.1	12.7	0.061
0.721	142.5	12.3	0.043
0.734	215.3	10.4	0.042

けて、副交感神経活動の指標と交感神経活動の指標が小さくなり、RR間隔変動そのものが小さくなっている。これは、対応する時間帯、この被験者は、中枢神経を多く使い、自律神経活動そのものが低下していた可能性を示唆する。多分、他の知的作業を行っていたものと考えられる。表5と表6の議論で、この被験者の結果は除外して検討する必要がある。

表8に被験者10に関する同様の挙動を示す。副交感神経活動と交感神経活動は妥当な変化の挙動を示している。この被験者は、この日はRR間隔変動が小さく、副交感神経活動の指標が小さい状態であった事が判る。表3の値と比べるといつもこのようにRR間隔変動と副交感神経活動の指標が小さい訳ではない。特別な事情があったものと考えられる。

5人の被験者の結果を考察すると、そのうちの2人は清水翔太で副交感神経活動が最大になり、交感神経が活動が最小になっている。また、別の2人では、木村弓で同様に、副交感神経活動が最大になり、交感神経が活動が最小になっている。これが、好きな曲を聴いた場合の反応なのかも知れない。

結果を得る事ができた被験者数が少なかったので、折角示唆に富むアンケート結果を得ながら十分に考察する事ができなかった。しかしながら、ゆずの曲に関するアンケートの大半は、ファイティングスピリットを高めるのに良い曲という事を示している。そうすると、交感神経が最大を示したり（2名）、副交感神経活動が最小を示したり（2名、1名共通）することは妥当であると考えられる。また、失恋の思い出に結び強く曲を聴いた場合に、交感神経活動が大きくなるのも妥当である。このように考えると、やはり、音楽を聴かせた場合の自律神経活動の測定には、心に浮かぶ事のアンケートは必須であるという事になる。

知らない曲或いは新しい始めての曲、思い出に結びついていない曲の方が、単純に音楽の効果が得られるのかも知れない。

5. 結論

講義という拘束感、緊張感のある中で聴かされた昔の知らない歌手の知らない曲でも学生達の自律神経活動に大きな影響を与える事が判った。人の自律神経活動に影響を与えようとする他の方法に比較して、音楽は人の心の構えを取り除き、人を無防備にして影響を与える事ができる事が客観的に確認された。

一方、音楽の人への影響の与え方も様々であり、多くの人の副交感神経活動を大きくしたり、交感神経活動を小さくしたりしてメンタルストレスを解除する効果を持つ曲もあれば、一部の人々には大きなメンタルストレス解除効果を示す一方、別の人々にはメンタルストレスを与える曲もある事が判った。

今後、このような研究をより多くの被験者、より多くの音楽に関して行えば、日常生活の中でのストレスを与えるような環境、満員電車、混雑した駅や地下街、スーパーマーケットやファーストフードのレジ待ちの行列等で、人々のストレスを低減させる為に相応しい音楽を見出す事等、人間集団が関与する社会機構の円滑な運営の為に効率的に音楽を活用する事ができるようになるものと考えられる。

今後の測定を成功させる上で心すべき幾つかのポイントも得る事ができた。

参考文献

- [1] Shirouzu S., Shirouzu E., Fujitani S. et.al. : Four Years Old Children's Sleep: What can we obtain by using wearable measuring devices at their home?. 2014 Health Innovations and Point-of-Care Technologies Conference, 189-192, 2014.
- [2] Shirouzu S., Shirouzu E., Seno Y. et.al. : Four Years Old Children's Physical Activity: Can we confirm the difference of physical activity due to the difference of educational program?. 2014 Health Innovations and Point-of-Care Technologies Conference, 129-132, 2014.