

生理指標を用いた都市景観によるストレス変化に関する研究

計画マネジメント皆川研究室
草柳 満

はじめに...

現代はストレス社会

ストレスによって人々の生活の質が低下

ストレスに関する健康被害
が多く報告されている

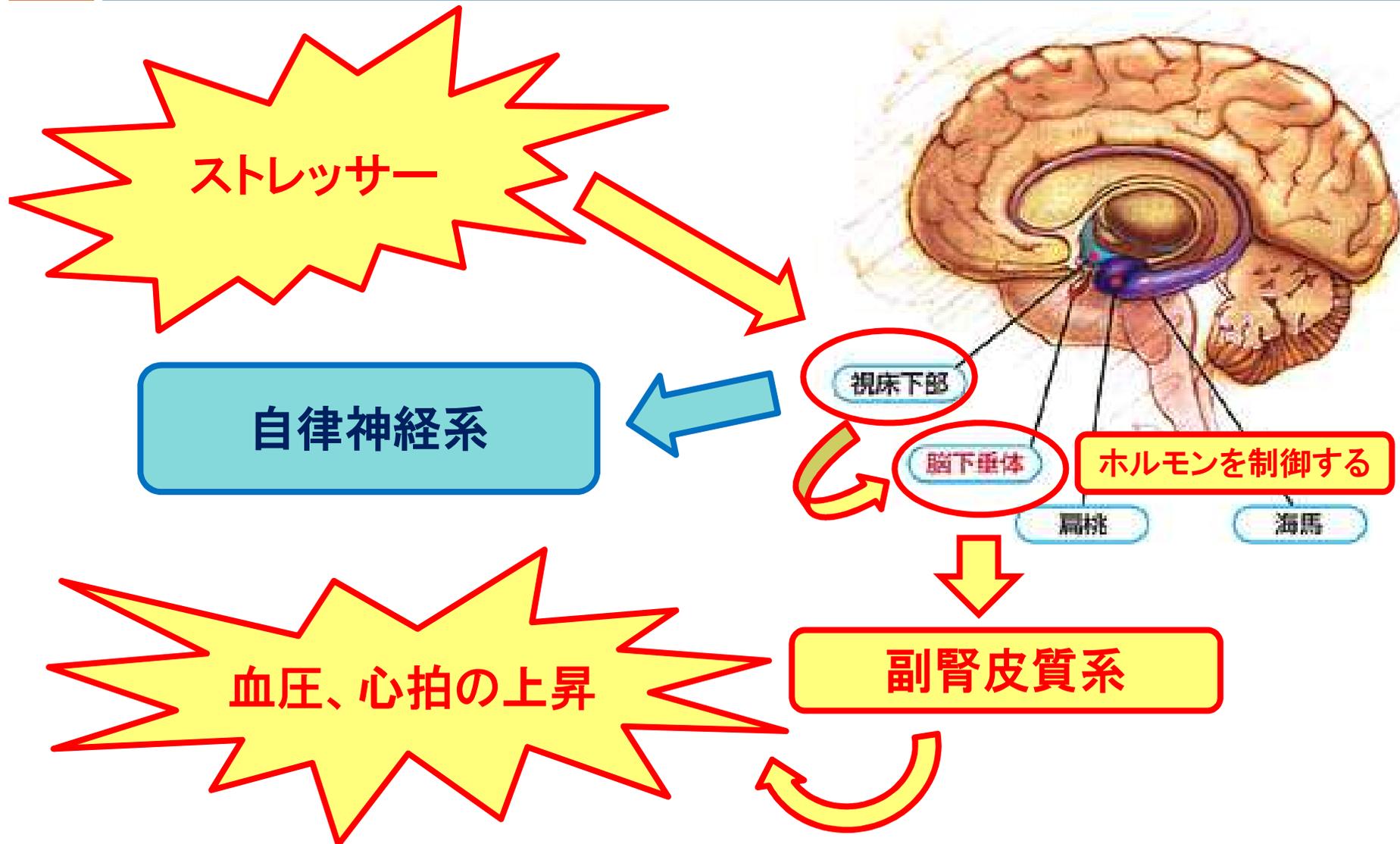
ストレスの定量化を
目的とした実験を行う

都市環境の観点からどのように
ストレスを低減できるか検討



低ストレス社会の実現に貢献する

ストレス状態について



自律神経

- 人体の約60兆個の細胞をコントロールしている神経
- 心臓や消化器官などの内臓や血管、内分泌腺などは自分の意志とは無関係で、必要に応じて自動的にこの自律神経によって調節
- **交感神経**と**副交感神経**で成立

交感神経
血管を収縮させる

緊張

興奮

過度の
ストレス

ガン、胃潰瘍、
十二指腸潰瘍、
潰瘍性大腸炎、
痔、リウマチ、白内障、
痛風、糖尿病、口内炎、
動脈硬化

唾液アミラーゼ

交感神経系の亢進に伴い、分泌は増大する

基礎分泌は午前に低く、夕方にかけて上昇

ストレス負荷中、直後にピーク

試験、スピーチ、暗算、運動などのストレスにより上昇

口腔内の唾液腺で
構成される物質



NIPRO社製
唾液アミラーゼモニター

利便性

- ・測定器の持ち運び、測定方法が容易
- ・低コストでの測定が可能
- ・血液採取に比べて痛み、恐怖による誤差は少ない

- ◆ 環境の温度変化を大きくさせない(20℃～30℃)
- ◆ 唾液は舌の下で採取する
- ◆ 食事をすると、消化によって値が高くなる
- ◆ 飲み物を飲んだり、うがいの直後は唾液が薄くなる
- ◆ 日内変動時間(正午過ぎ～17時は安定)

アミラーゼ測定マニュアル

測定の2時間前からの食事は禁止

測定の前に口内洗浄を行う

口内洗浄後に、5分以上座って安静にする

実験室の温度は25℃、湿度は55%前後に保つ

測定は正午過ぎから17時を目安に行う

測定時の様子を詳細に記録する

脳波

脳の神経細胞(群)の電気活動を
体外に導出し記録したもの

δ (デルタ)波

0.5Hz－4Hz

深い睡眠時に発生

θ (シータ)波

4Hz－8Hz

浅い睡眠時に発生

α (アルファ)波

8Hz－13Hz

安静や適度な覚醒状態

リラックス

β (ベータ)波

14Hz－30Hz

覚醒, 緊張状態

ストレス



NeuroSky社製MINDSET

ヘッドフォン型の脳波測定器

- ・装着が負担にならない
- ・開眼時でも使用可能
- ・使用方法、操作が容易



リアルタイムでパソコンにデータを出力

実験内容

- ◆ 我々人間が生活する中でよく見聞きする都市の動画と音を利用
 - それらを視聴することによる人体のストレス変化を生理指標を用いて評価し、その変化を観察し考察した。
- ◆ 場所は学校内の教室を借りて室内で実行した。
- ◆ 被験者は同研究室の先生、学生を対象に実行した。
- ◆ 実験室の状態は唾液アミラーゼの測定マニュアルに従って温度、湿度を調整した。
- ◆ 被験者にもマニュアル通りに行動してもらった。

実験で用いる動画

- ◆横浜市内の公園を対象に撮影
- ◆景観工学的に分類



動画1 人工、高評価



動画2 自然、高評価



動画3 混在、高評価



動画4 人工、低評価



動画5 自然、低評価



動画6 混在、低評価

視聴中は



ビデオアイウェアディスプレイを着用
→周囲が与える視覚的な影響を考慮

実験で用いる音源

- ◆「公園の風景」(子供の声)
- ◆「すずめ」(鳥のさえずり)
- ◆「大きい交差点」(交通音)
- ◆「川」(川のせせらぎ)

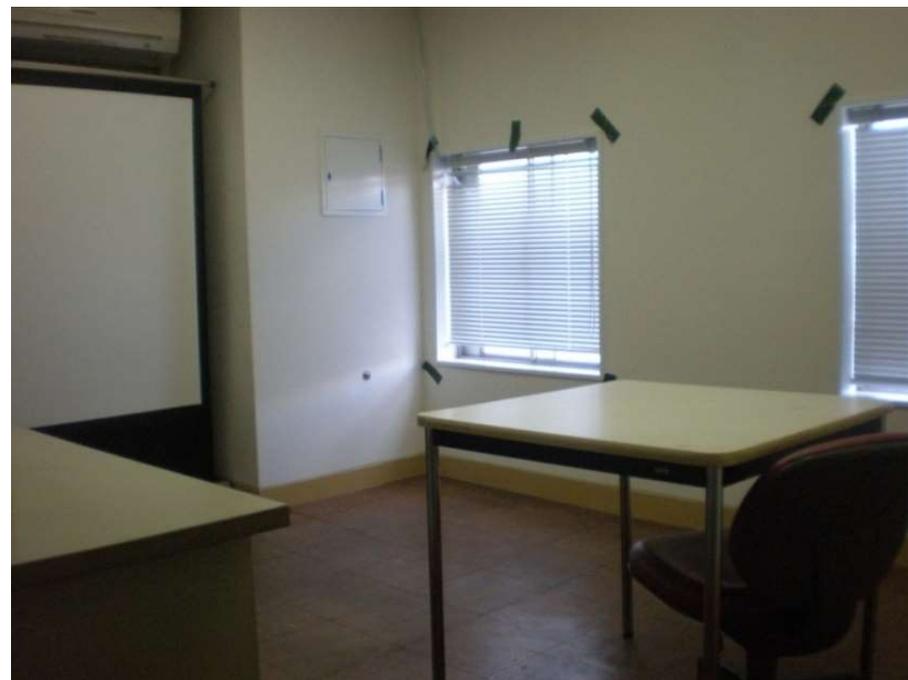
CD「新効果音大全集」に収録



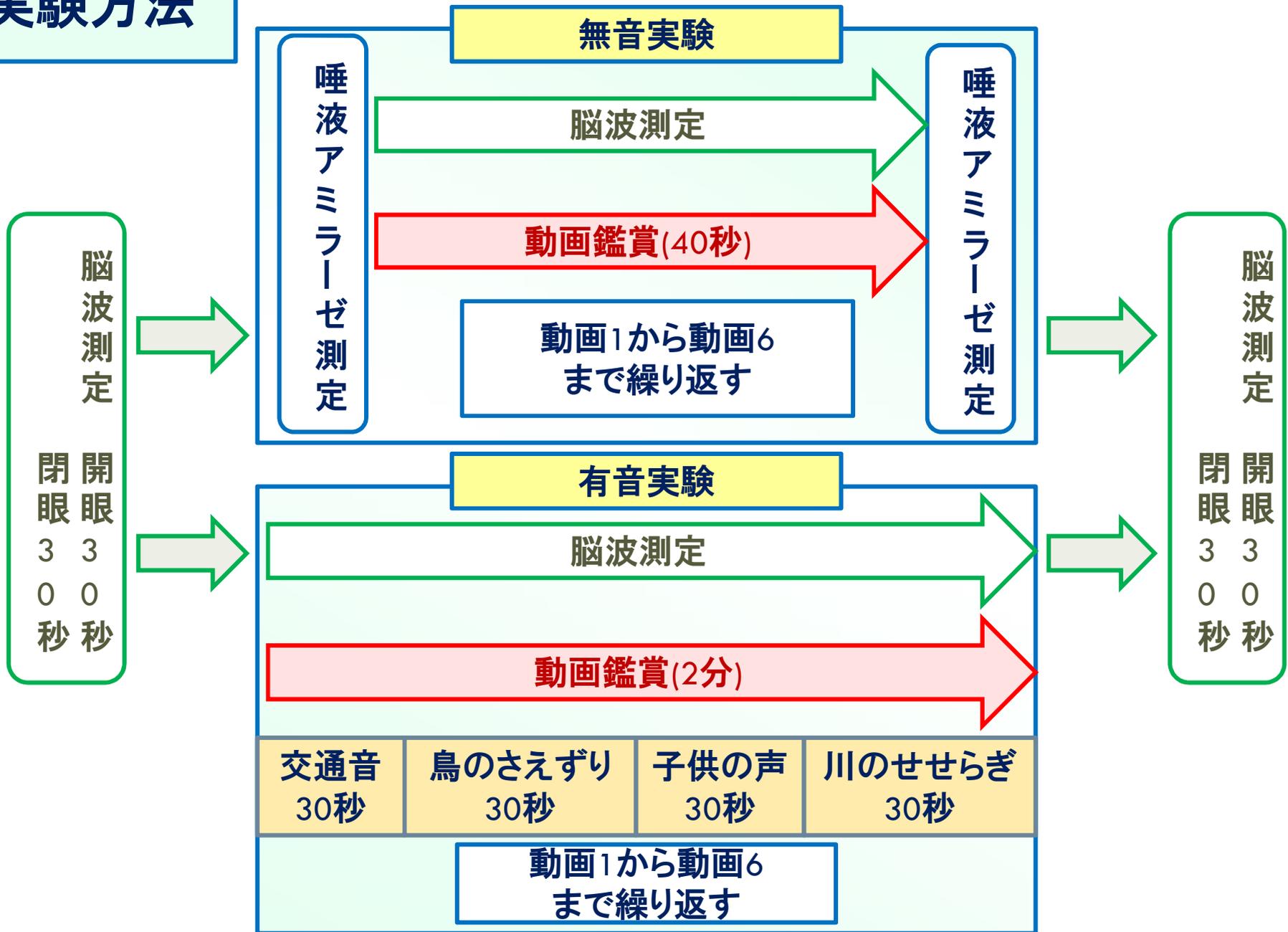
パソコンにインストール

実験中はパソコンから音を再生した

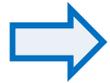
実験室の様子



実験方法



唾液アミラーゼの結果算出



- ◆アミラーゼ値が減少した被験者の割合で評価
- ◆各動画を割合の高いものから順位付け

脳波の結果算出



- ◆ α 波と β 波を周波数別に抽出
- ◆ α 波と β 波の合計を100%としそれぞれの割合を算出
- ◆無音、有音それぞれの実験で脳波の割合の平均値を求める
- ◆平均値を基準に各動画を順位付け

安静

α 波 8-13Hz

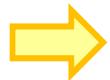
緊張

β 波 14-30Hz

100%

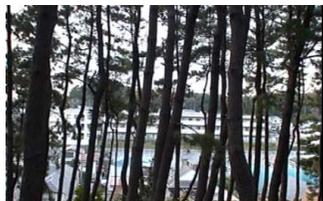
α 波の割合が高いと
リラックスしている状態

環境音の結果算出



- ◆脳波と同様に平均値を基準に各環境音を順位付け
- ◆有音実験での平均値を基準とする

唾液アミラーゼ結果



動画5 1位
自然、低評価



動画3 2位
混在、高評価



動画1 3位
人工、高評価



動画2 4位
自然、高評価

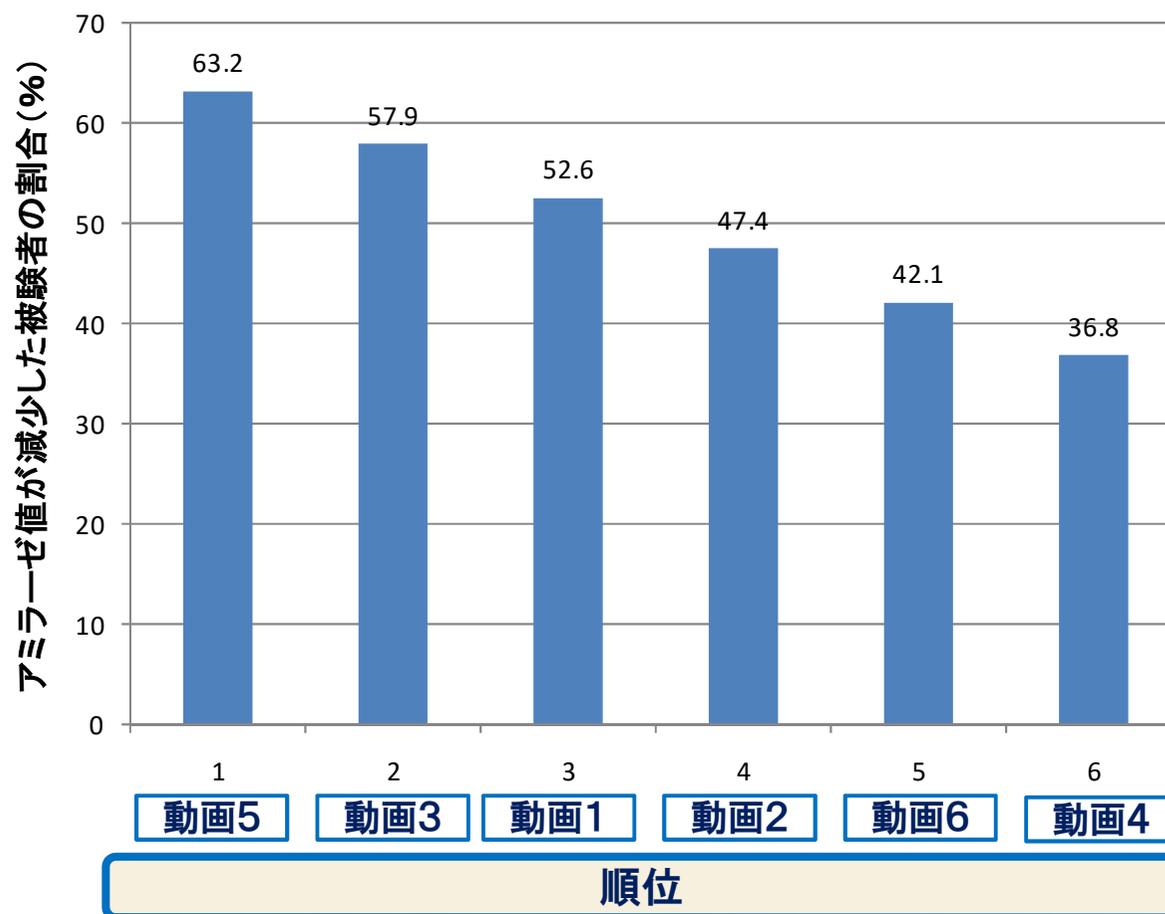


動画6 5位
混在、低評価



動画4 6位
人工、低評価

順位	動画No,	アミラーゼ値が減少した被験者の割合(%)
1	5 自然, 低評価	63.2
2	3 混在, 高評価	57.9
3	1 人工, 高評価	52.6
4	2 自然, 高評価	47.4
5	6 混在, 低評価	42.1
6	4 人工, 低評価	36.8



脳波結果

無音実験

- α 波平均:79%
- β 波平均:21%

α 波平均以上
 α 波平均以下



動画6 1位
混在、低評価



動画5 2位
自然、低評価



動画4 3位
人工、低評価



動画2 4位
自然、高評価



動画1 5位
人工、高評価



動画3 6位
混在、高評価

順位		1	2	3	4	5	6
		動画6	動画5	動画4	動画2	動画1	動画3
		混在, 低評価	自然, 低評価	人工, 低評価	自然, 高評価	人工, 高評価	混在, 高評価
被験者1	α 波	91.9%	88.9%	85.7%	81.6%	45.8%	79.9%
	β 波	8.1%	11.1%	14.3%	18.4%	54.2%	20.1%
被験者2	α 波	87.2%	83.6%	79.2%	57.6%	74.9%	72.4%
	β 波	12.8%	16.4%	20.8%	42.4%	25.1%	27.6%
被験者3	α 波	89.0%	81.3%	88.0%	91.2%	87.2%	78.0%
	β 波	11.0%	18.7%	12.0%	8.8%	12.8%	22.0%
被験者4	α 波	62.9%	89.0%	77.9%	72.3%	87.4%	80.3%
	β 波	37.1%	11.0%	22.1%	27.7%	12.6%	19.7%
被験者5	α 波	75.3%	70.8%	76.8%	83.0%	76.6%	69.2%
	β 波	24.7%	29.2%	23.2%	17.0%	23.4%	30.8%
被験者6	α 波	72.0%	59.5%	81.6%	59.2%	67.3%	68.8%
	β 波	28.0%	40.5%	18.4%	40.8%	32.7%	31.2%
被験者7	α 波	84.0%	80.5%	55.6%	53.6%	74.4%	59.4%
	β 波	16.0%	19.5%	44.4%	46.4%	25.6%	40.6%
被験者8	α 波	93.6%	87.0%	90.7%	88.6%	92.9%	91.7%
	β 波	6.4%	13.0%	9.3%	11.4%	7.1%	8.3%
被験者9	α 波	59.9%	41.2%	57.7%	49.6%	64.6%	44.9%
	β 波	40.1%	58.8%	42.3%	50.4%	35.4%	55.1%
被験者10	α 波	93.9%	93.6%	87.2%	87.6%	85.8%	85.5%
	β 波	6.1%	6.4%	12.8%	12.4%	14.2%	14.5%
被験者11	α 波	88.8%	87.4%	92.8%	83.2%	79.5%	80.2%
	β 波	11.2%	12.6%	7.2%	16.8%	20.5%	19.8%
被験者12	α 波	74.4%	92.9%	80.1%	83.7%	88.1%	84.7%
	β 波	25.6%	7.1%	19.9%	16.3%	11.9%	15.3%
被験者13	α 波	84.9%	21.1%	66.4%	71.9%	68.4%	77.4%
	β 波	15.1%	78.9%	33.6%	28.1%	31.6%	22.6%
被験者14	α 波	75.5%	77.1%	73.7%	75.9%	76.1%	69.1%
	β 波	24.5%	22.9%	26.3%	24.1%	23.9%	30.9%
被験者15	α 波	43.0%	54.1%	63.0%	52.8%	62.8%	47.6%
	β 波	57.0%	45.9%	37.0%	47.2%	37.2%	52.4%
被験者16	α 波	80.2%	78.1%	74.2%	71.9%	54.9%	78.7%
	β 波	19.8%	21.9%	25.8%	28.1%	45.1%	21.3%
α 波79%(平均)以上の数		9	9	8	7	6	6
α 波85%以上の数		6	6	5	3	5	2
α 波90%以上の数		3	2	2	1	1	1

脳波結果

有音実験

- α波平均:74%
- β波平均:26%

α波平均以上
α波平均以下



動画2 1位
自然、高評価



動画6 2位
混在、低評価



動画4 3位
人工、低評価



動画3 4位
混在、高評価



動画5 5位
自然、低評価



動画1 6位
人工、高評価

順位		1	2	3	4	5	6
		動画2	動画6	動画4	動画3	動画5	動画1
		自然, 高評価	混在, 低評価	人工, 低評価	混在, 高評価	自然, 低評価	人工, 高評価
被験者1	α波	59.9%	78.8%	76.3%	68.4%	78.0%	56.7%
	β波	40.1%	21.2%	23.7%	31.6%	22.0%	43.3%
被験者2	α波	78.7%	55.2%	62.6%	67.7%	60.5%	70.2%
	β波	21.3%	44.8%	37.4%	32.3%	39.5%	29.8%
被験者3	α波	78.6%	77.8%	76.0%	75.4%	70.0%	82.4%
	β波	21.4%	22.2%	24.0%	24.6%	30.0%	17.6%
被験者4	α波	69.8%	43.4%	56.8%	70.4%	41.0%	63.7%
	β波	30.2%	56.6%	43.2%	29.6%	59.0%	36.3%
被験者5	α波	78.8%	67.6%	80.5%	85.8%	76.7%	75.6%
	β波	21.2%	32.4%	19.5%	14.2%	23.3%	24.4%
被験者6	α波	56.5%	64.0%	70.1%	59.3%	65.7%	42.7%
	β波	43.5%	36.0%	29.9%	40.7%	34.3%	57.3%
被験者7	α波	63.4%	57.0%	68.1%	65.4%	67.4%	69.1%
	β波	36.6%	43.0%	31.9%	34.6%	32.6%	30.9%
被験者8	α波	86.4%	92.4%	87.6%	85.6%	81.6%	78.1%
	β波	13.6%	7.6%	12.4%	14.4%	18.4%	21.9%
被験者9	α波	64.6%	59.1%	64.3%	71.4%	60.4%	66.7%
	β波	35.4%	40.9%	35.7%	28.6%	39.6%	33.3%
被験者10	α波	91.1%	86.7%	90.4%	83.6%	89.5%	82.4%
	β波	8.9%	13.3%	9.6%	16.4%	10.5%	17.6%
被験者11	α波	86.1%	91.7%	89.8%	76.9%	90.8%	80.8%
	β波	13.9%	8.3%	10.2%	23.1%	9.2%	19.2%
被験者12	α波	83.0%	86.7%	89.0%	88.4%	88.6%	86.9%
	β波	17.0%	13.3%	11.0%	11.6%	11.4%	13.1%
被験者13	α波	75.5%	82.3%	75.3%	75.6%	80.6%	73.6%
	β波	24.5%	17.7%	24.7%	24.4%	19.4%	26.4%
被験者14	α波	80.4%	75.4%	71.1%	80.7%	72.4%	74.3%
	β波	19.6%	24.6%	28.9%	19.3%	27.6%	25.7%
被験者15	α波	76.5%	84.8%	83.5%	78.9%	80.0%	76.4%
	β波	23.5%	15.2%	16.5%	21.1%	20.0%	23.6%
被験者16	α波	62.6%	61.3%	49.6%	53.3%	52.6%	58.2%
	β波	37.4%	38.7%	50.4%	46.7%	47.4%	41.8%
α波74%(平均)以上の数		10	9	9	9	8	8
α波85%以上の数		3	4	4	3	3	1
α波90%以上の数		1	2	1	0	1	0

無音実験

■α波平均:79%
■β波平均:21%

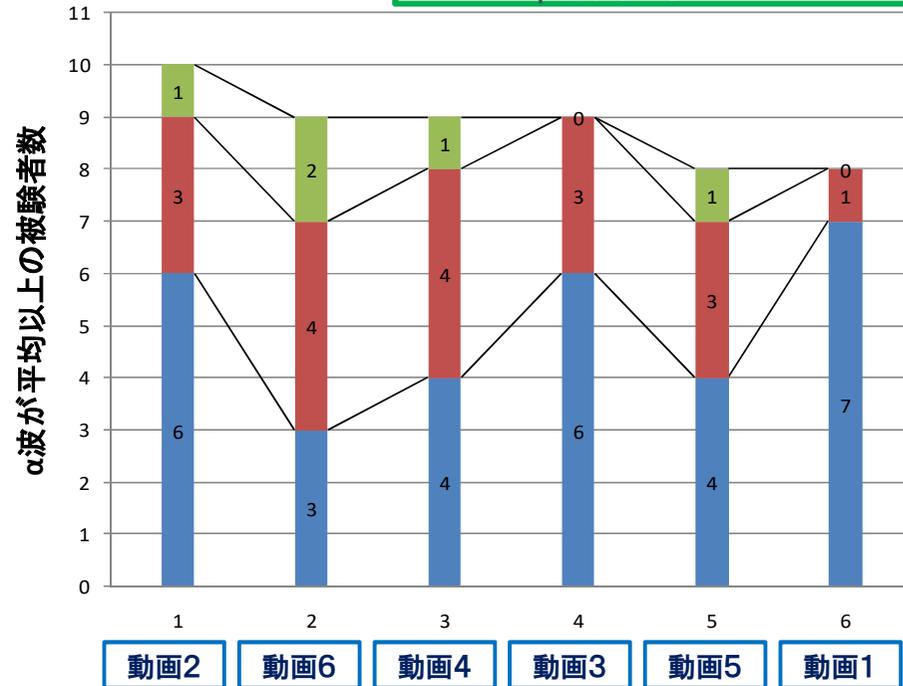
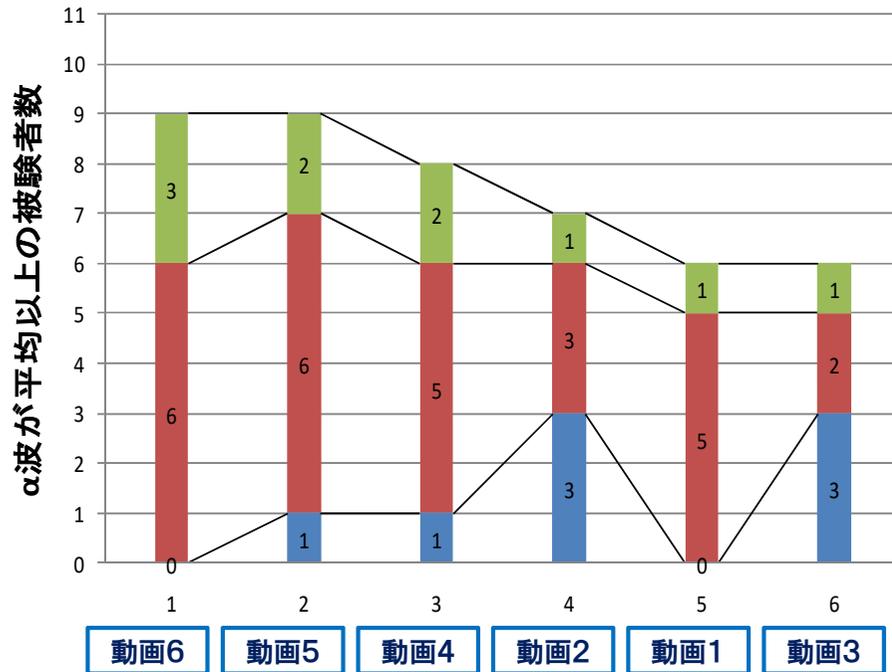
α波の割合が90-100%の人数

α波の割合が85-90%の人数

α波の割合が平均-85%の人数

有音実験

■α波平均:74%
■β波平均:26%

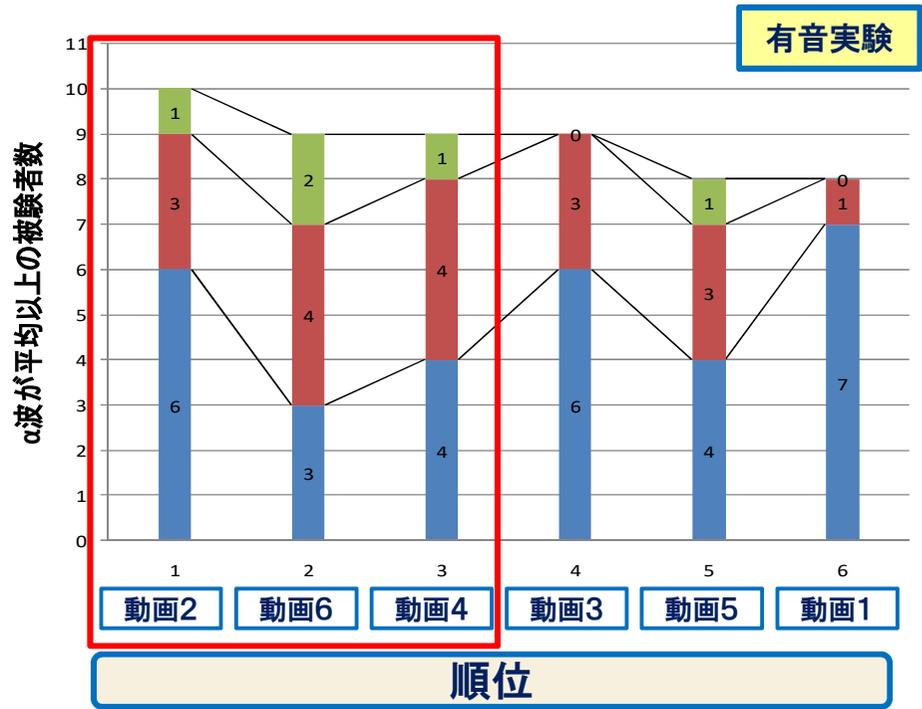
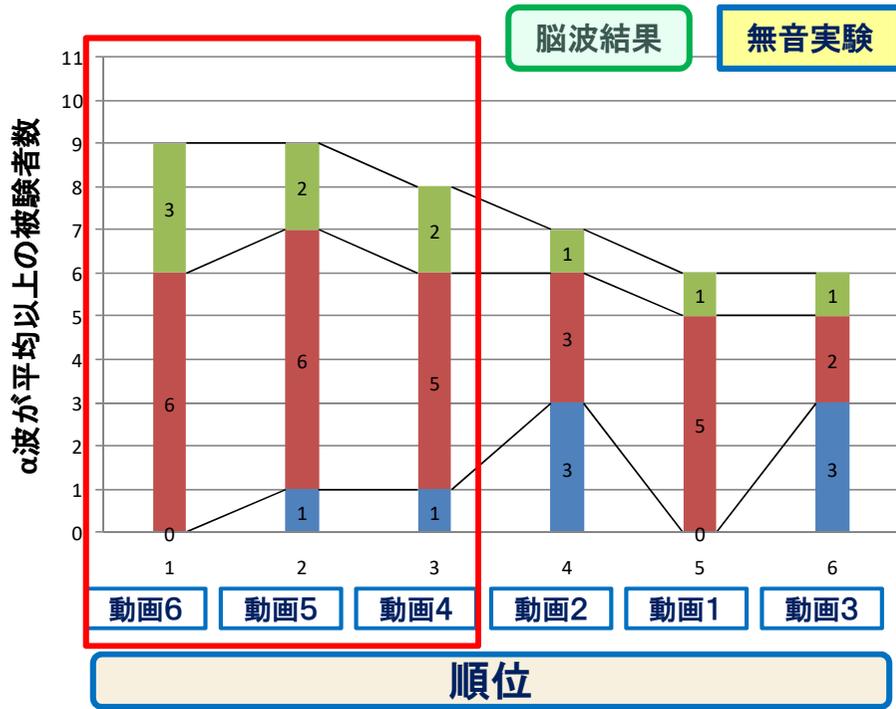


脳波結果

無音実験

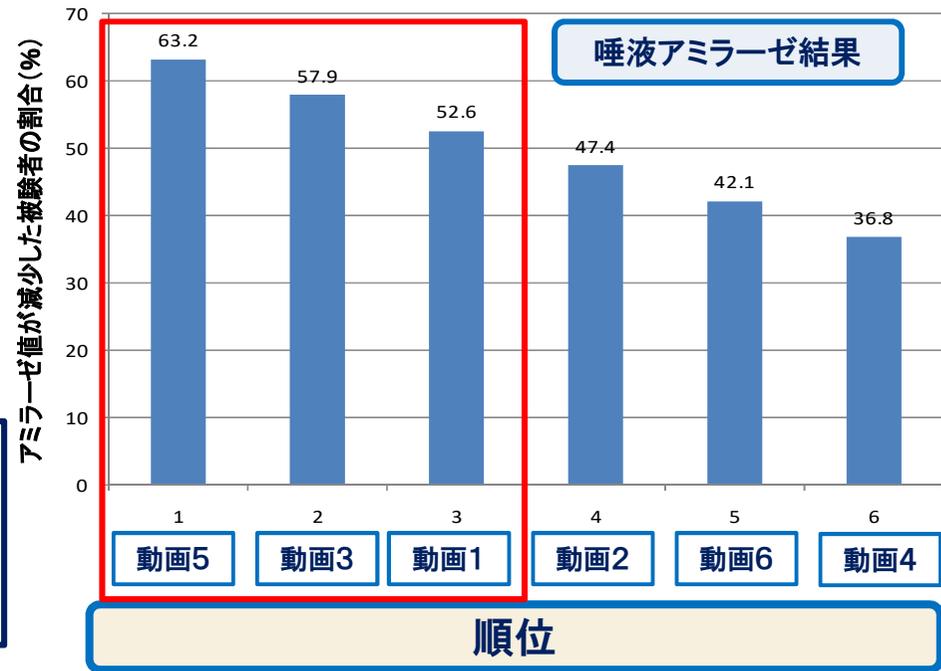
有音実験

- ◆無音実験と有音実験での脳波を比べると有音の時の方が、β波が上昇する傾向がある。
 - 視覚だけでなく聴覚も使うことによってより集中力が高まり、緊張した状態になった。
- ◆無音実験では景観評価の低い動画が上位となった。
 - 景観の良悪と生理指標による客観的な評価との関係性は見られなかった。
- ◆有音実験では景観評価が高い動画が比較的上位となった。
 - 環境音が高評価の景観と調和することにより癒し効果が高まった。



唾液アミラーゼ結果 **脳波結果**

◆自然要素(混在も含める)がある動画の方がα波の出現率がよく、順位も上位だった。



環境音結果

	鳥のさえずり	子供の声	川のせせらぎ	交通音
α 波74%(平均)以上の数	54	53	50	49
順位	1	2	3	4



動画1
人工、高評価



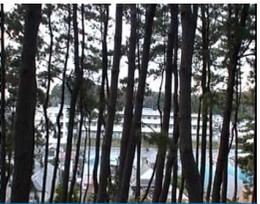
動画2
自然、高評価



動画3
混在、高評価



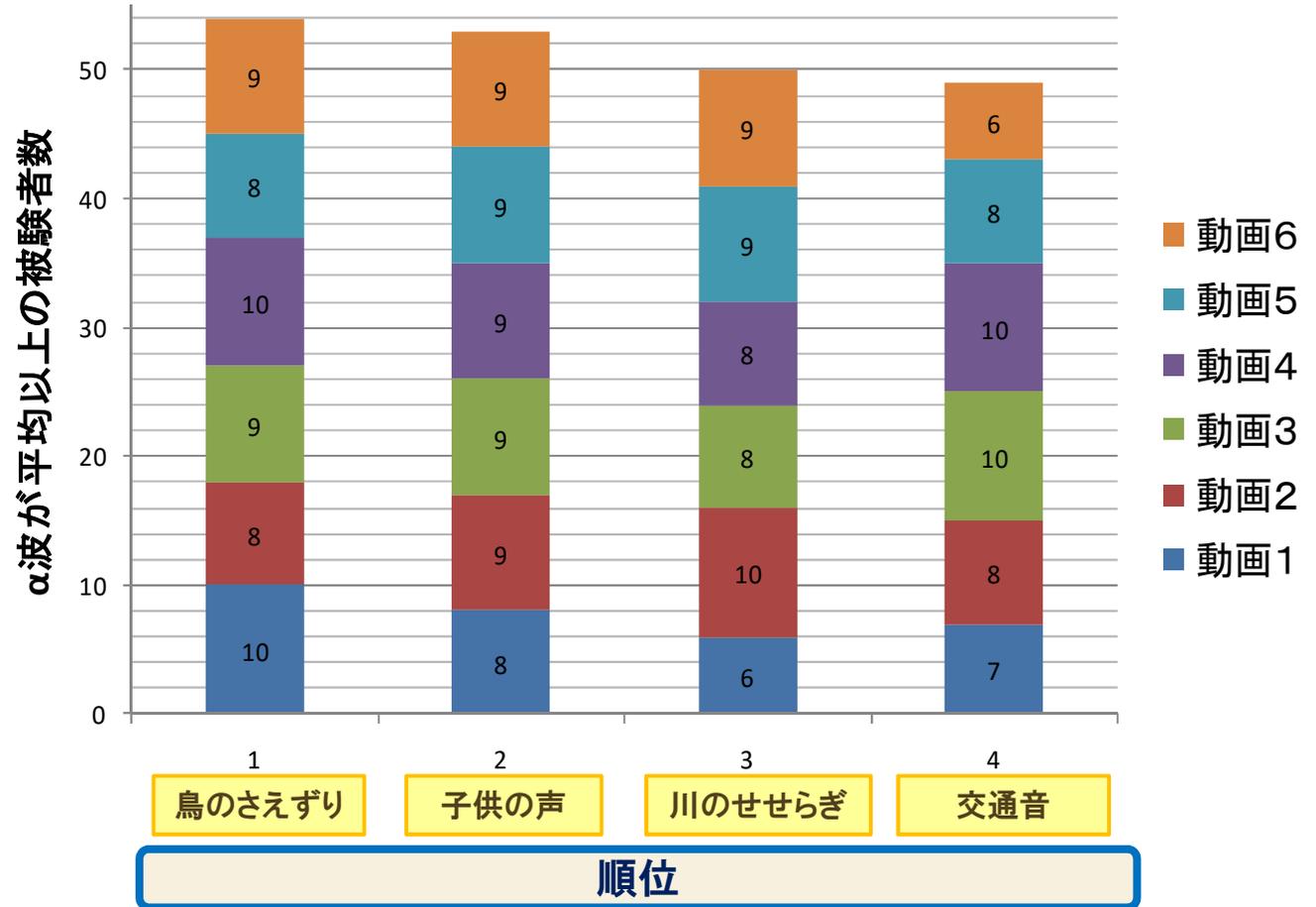
動画4
人工、低評価



動画5
自然、低評価



動画6
混在、低評価



◆「川のせせらぎ」の順位が低かった。

➢鑑賞した動画に水辺の環境が少なく、川のせせらぎ音が動画に調和しなかったのが原因である。

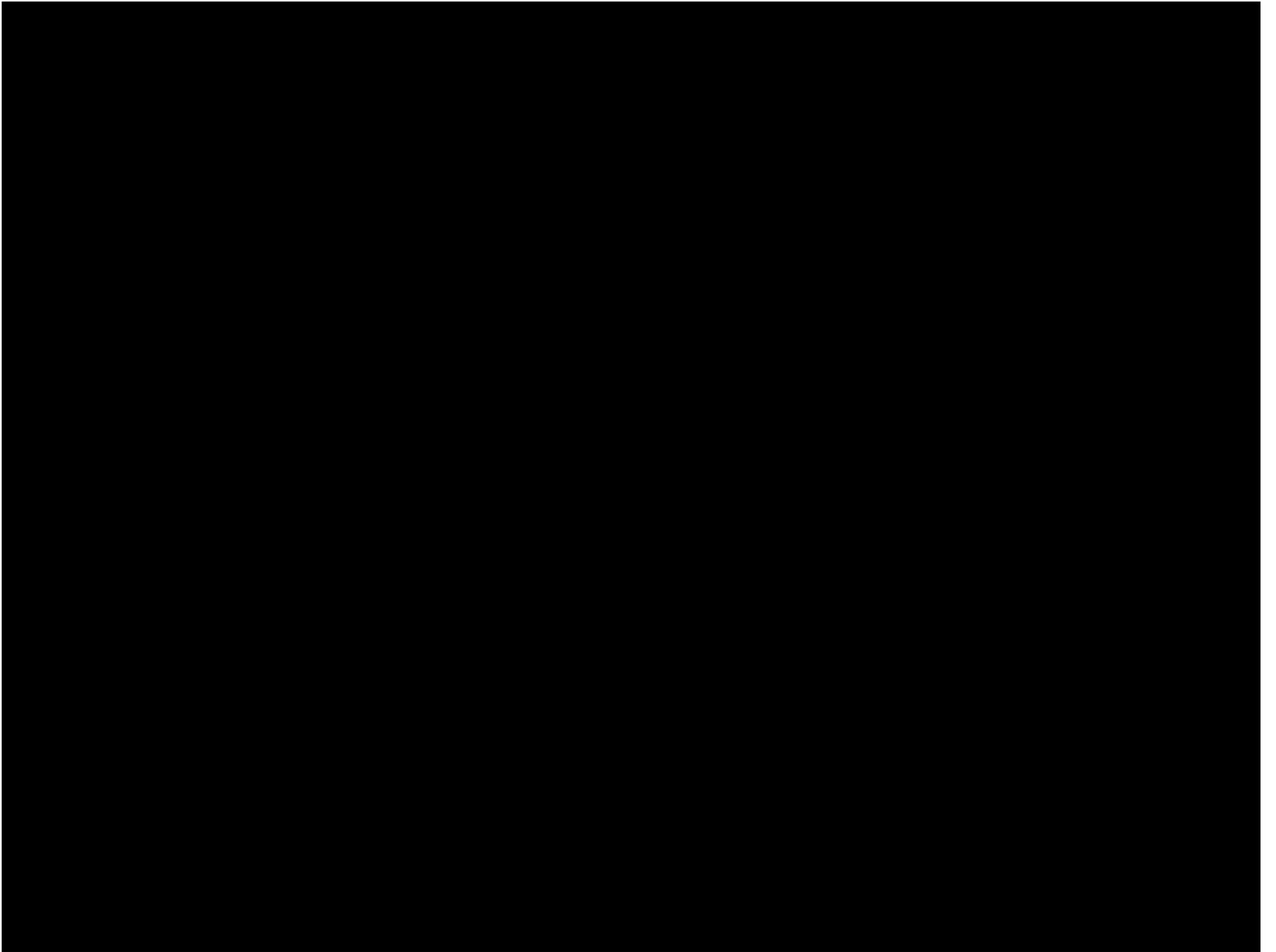
◆「鳥のさえずり」、「子供の声」は日常から耳にする音源であるし、どの環境にも調和するので「交通音」に比べて α 波が上昇し、リラックスできる人が増えた。

おわりに

- ◆ **本報告では二つの実験を通して生理指標によりストレスの定量化を試みた**
 - ▶ 動画や音源の変化による人体のストレス変化を観察し考察することができた
- ◆ **生理指標は個人によってデータにばらつきがある**
 - ▶ 個人差をどのように抑えるかが最も重要であると感じた

参考文献

- ◆ 小杉正太郎:ストレス心理学、川島書店
- ◆ 奥谷巖, 高瀬辰夫:脳波を用いた地域の基本的景観と音の相互作用評価、電学論C、124巻9号、2004年、p1704
- ◆ 山口昌樹、花輪尚子、吉田博:唾液アミラーゼ式交感神経モニターの基礎的性能、生体医工学、45(2)、2007、p161-168
- ◆ 井沢修平、城月健太郎、菅谷渚、小川奈美子、鈴木勝彦、野村忍:唾液を用いたストレス評価、日本補完代替医療学会誌 第4巻 第3号 2007/10;91-101
- ◆ 柴崎浩:脳波の合理的な判読法、臨床脳波、1974、p304-313



脳波結果

無音実験

α波の実際の値

α波値が1位の動画

α波値が2位の動画



動画4 1位
人工、低評価



動画5 2位
自然、低評価



動画6 3位
混在、低評価



動画3 4位
混在、高評価



動画2 5位
自然、高評価



動画1 6位
人工、高評価

動画順位		1	2	3	4	5	6
		動画4	動画5	動画6	動画3	動画2	動画1
		人工, 低評価	自然, 低評価	混在, 低評価	混在, 高評価	自然, 高評価	人工, 高評価
被験者1	α波	46.98	22.72	36.51	9.06	13.08	6.04
	順位	1	3	2	5	4	6
被験者2	α波	15.89	5.53	20.37	5.13	2.95	3.27
	順位	2	3	1	4	6	5
被験者3	α波	29.03	3.36	10.38	10.95	11.24	9.14
	順位	1	6	4	3	2	5
被験者4	α波	6.05	8.55	11.21	5.54	10.67	20.26
	順位	5	4	2	6	3	1
被験者5	α波	21.56	24.43	5.13	49.39	5.57	3.49
	順位	3	2	5	1	4	6
被験者6	α波	3.31	1.57	2.46	1.74	2.38	2.50
	順位	1	6	3	5	4	2
被験者7	α波	8.65	10.31	18.51	2.03	3.92	13.42
	順位	4	3	1	6	5	2
被験者8	α波	15.99	29.39	14.36	8.85	9.72	13.22
	順位	2	1	3	6	5	4
被験者9	α波	26.60	22.02	21.70	18.71	20.17	19.40
	順位	1	2	3	6	4	5
被験者10	α波	3.99	10.41	8.33	4.36	5.51	5.34
	順位	6	1	2	5	3	4
被験者11	α波	13.09	4.40	7.92	3.13	3.95	3.64
	順位	1	3	2	6	4	5
被験者12	α波	3.90	12.86	2.95	8.58	6.78	10.13
	順位	5	1	6	3	4	2
被験者13	α波	2.03	1.29	8.76	2.30	5.05	2.91
	順位	5	6	1	4	2	3
被験者14	α波	3.57	4.03	2.78	3.80	6.20	3.78
	順位	5	2	6	3	1	4
被験者15	α波	3.39	3.17	1.72	8.08	5.72	4.65
	順位	4	5	6	1	2	3
被験者16	α波	60.34	77.87	48.45	41.05	61.78	6.17
	順位	3	1	4	5	2	6
1位の数		5	4	3	2	1	1
2位の数		2	3	4	0	4	3
動画順位		1	2	3	4	5	6

脳波結果

無音実験

α波の割合

α波の割合が1位の動画

α波の割合が2位の動画



動画6 1位
混在、低評価



動画5 2位
自然、低評価



動画4 3位
人工、低評価



動画1 4位
人工、高評価



動画2 5位
自然、高評価

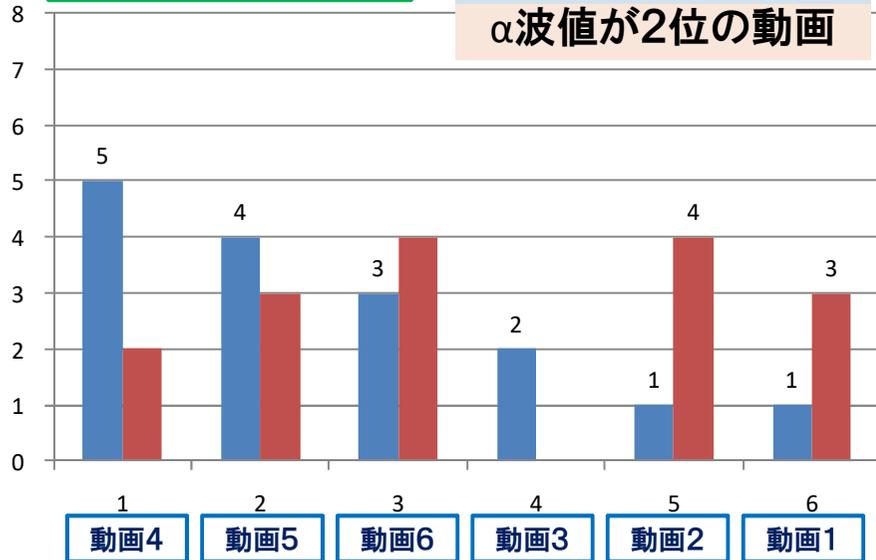


動画3 6位
混在、高評価

動画順位		1	2	3	4	5	6
		動画6	動画5	動画4	動画1	動画2	動画3
		混在, 低評価	自然, 低評価	人工, 低評価	人工, 高評価	自然, 高評価	混在, 高評価
被験者1	α波 順位	92% 1	89% 2	86% 3	46% 6	82% 4	80% 5
被験者2	α波 順位	87% 1	84% 2	79% 3	75% 4	58% 6	72% 5
被験者3	α波 順位	89% 2	81% 5	88% 3	87% 4	91% 1	78% 6
被験者4	α波 順位	63% 6	89% 1	78% 4	87% 2	72% 5	80% 3
被験者5	α波 順位	75% 3	71% 4	77% 2	77% 2	83% 1	69% 5
被験者6	α波 順位	72% 2	59% 5	82% 1	67% 4	59% 5	69% 3
被験者7	α波 順位	84% 1	80% 2	56% 5	74% 3	54% 6	59% 4
被験者8	α波 順位	94% 1	87% 6	91% 4	93% 2	89% 5	92% 3
被験者9	α波 順位	60% 2	41% 6	58% 3	65% 1	50% 4	45% 5
被験者10	α波 順位	94% 1	94% 1	87% 3	86% 4	88% 2	85% 5
被験者11	α波 順位	89% 2	87% 3	93% 1	79% 6	83% 4	80% 5
被験者12	α波 順位	74% 6	93% 1	80% 5	88% 2	84% 4	85% 3
被験者13	α波 順位	85% 1	21% 6	66% 5	68% 4	72% 3	77% 2
被験者14	α波 順位	76% 2	77% 1	74% 3	76% 2	76% 2	69% 4
被験者15	α波 順位	43% 5	54% 2	63% 1	63% 1	53% 3	48% 4
被験者16	α波 順位	80% 1	78% 3	74% 4	55% 6	72% 5	79% 2
1位の数		7	4	3	2	2	0
2位の数		5	4	1	5	2	2
動画順位		1	2	3	4	5	6

α波の実際の値

α波値が1位の動画
α波値が2位の動画



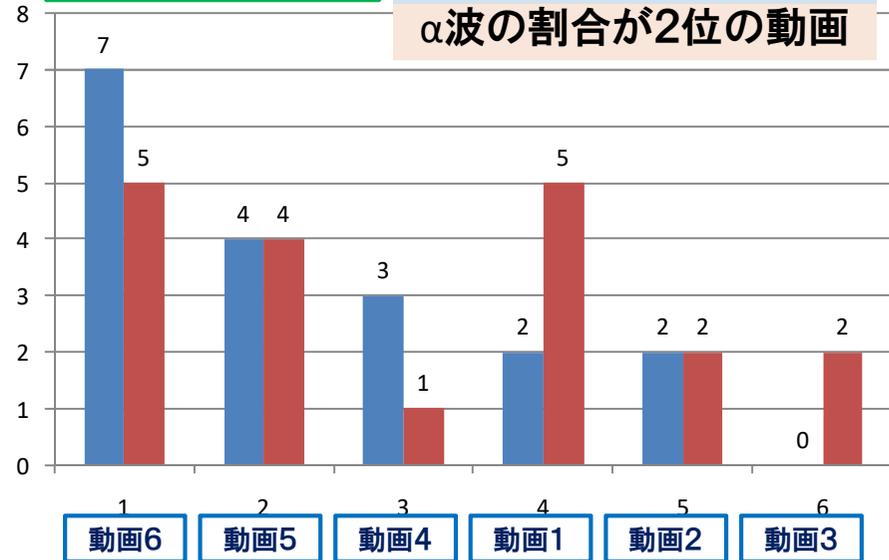
順位



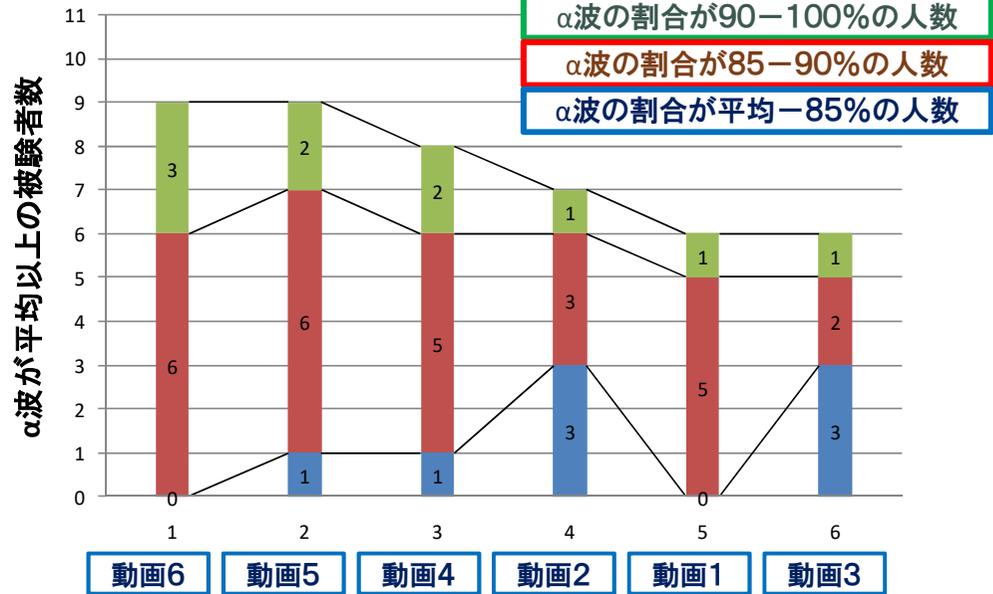
◆全てのグラフにおいて景観評価の低い動画が上位となった。
➤景観の良悪と生理指標による客観的な評価との関係性は見られなかった

α波の割合

α波の割合が1位の動画
α波の割合が2位の動画



順位



順位