飲酒による認知機能の低下と表情制御能力の変化

非会員 米 村 恵 一 (豊橋技術科学大学)

正 員 杉 浦 彰 彦 (豊橋技術科学大学)

Decrease of cognitive function and Change of facial expression control ability in drinking

Keiichi Yonemura, Non-member, Akihiko Sugiura, Member (Toyohashi University of Technology)

Recently, because aging is progressing in our country, cerebral disease is becoming a serious problem. Therefore, viewing this problem objectively, we can say support of aging and dementia patients is a very useful research theme. In this time, we examine the drinking condition as one noticing point in a case of carrying out the rank evaluation of dementia. Because it is generally known the condition like dementia by alcohol, dementia is deeply involved with alcohol.

In this time's experiment, we examined the condition like dementia by alcohol. We carried out the experiment to observe an internal condition (cognitive ability) and an external condition (expression control ability) for the first stage and second stage in drinking level. First, by assessment of cognitive ability, though decline of cognitive ability by drinking occurs whole brain, it is shown to influence to left-brain in first step. Next, by assessment of expression control ability, we showed AU influenced by drinking in expression's output level. By these 2 experiments, we found out the concrete symptom of the condition like dementia by alcohol. In future, we examine the relationship between the condition like dementia by alcohol and dementia, and then we proceed advancing of rank evaluation of dementia.

キーワード：高齢化，痴呆，認知能力，飲酒，アクションユニット

Keywords: aging, dementia, cognitive ability, drinking, action unit

1. はじめに

近年，我国においても高齢化が進む中で，痴呆は大きな社会問題になっており，今後を見据える上でも高齢者・痴呆患者支援は非常に有用な研究テーマである．我々はこれまでに，合成顔画像を用いて痴呆の程度評価を試みた⁽¹⁾．しかし，痴呆の程度評価の困難さを改めて知ることとなった．

今回は，痴呆の程度評価を行う上でのひとつの着目点として飲酒状態について検討する．アルコールによる痴呆様状態は一般的に知られており，痴呆とアルコールとの関係は深い⁽²⁾⁽³⁾．

表1⁽⁴⁾は，飲酒時におけるアルコール血中濃度(%)と酩酊度の関係を示したものである．第1期，第2期の症状は，その多くが痴呆の症状である情緒障害に近い．第3期は，構音・言語障害，視覚・聴覚失認といった症状が弱く出ている状態である．また，記憶・判断障害も現れ始める．さらに，第4期の運動機能麻痺は，失調症と類似していると考えられる．このように，飲酒時の症状と痴呆の症状の中には非常に類似したものが少なくないため，飲酒状態を評価することの有用性は高い．

実験では，飲酒状態における認知能力の低下と表情制御能力の変化を測定する．認知能力は内部状態，表情制御は外部状態を見ることになる．これまで，飲酒すると痴呆状態になると曖昧にいわれてはきたが，ここでは具体的な能力低下，変化を検討する．

2. 方 法

飲酒状態を評価するためにアルコール(日本酒：アルコール度数13)を用いる．また，痴呆症の状態に近くするにはある程度の飲酒量が必要である．しかし，表1にもあるように飲みすぎて血中濃度が高くなると危険が伴うため，第3期，第4期といった危険な状態に達するまで飲酒することは避けた．ここで，一般的にいわれる“酒に強い・弱い”ということから同量を飲酒しても症状の出方には個体差があるが，この個体差を変数として扱うことは非常に困難なため，実験結果のみを評価する．

次の式⁽⁵⁾により理論上は被験者のアルコール血中濃度を同じにする．

アルコールの比重が0.8であることと，吸収されたアルコールが人体中の水分(体重の約3分の2)によって薄め

表 1 アルコール血中濃度と酩酊度
Blood-alcohol-content (BAC) and intoxication level.

心地よい酩酊感のあるのは、第 1 期から第 2 期までの血中濃度 0.07%あたりまでである

	血中濃度 (%)	症状
1 期	0.05 ~ 0.10	ほろ酔、抑制除去、不安、緊張の減少、陽気、顔面紅潮、反応時間遅延
2 期	0.10 ~ 0.15	多弁、感覚軽度鈍磨、手指のふるえ、大胆、感情不安定
3 期	0.15 ~ 0.25	衝動性、眠気、平衡感覚麻痺、感覚鈍磨、複視、言語不明瞭、理解・判断力障害
4 期	0.25 ~ 0.35	運動機能麻痺、顔面蒼白、悪心、嘔吐、昏睡
5 期	0.35 ~ 0.50	昏睡、感覚麻痺、呼吸麻痺、死

られたときの濃度を考慮すると、アルコールの最高血中濃度 (%) は (1) 式のようになる。

$$\begin{aligned} \text{血中濃度 (\%)} &= \text{飲酒量 (ml)} \times \frac{\text{アルコール度数}}{100} \\ &\times 0.8 \times \frac{3}{2 \times \text{体重 (kg)}} \times \frac{100}{1000} \end{aligned} \tag{1}$$

また、1 時間で体重 1kg あたり 0.15g のアルコールが代謝される点⁽⁵⁾も考慮し被験者の飲酒量を定めた。

さらに、アルコールによる人体への影響は体調に大きく左右されるため、実験にあたり被験者には

- ・ 実験前日はよく眠り睡眠不足をさける
- ・ 実験 3 時間前から飲食の禁止
- ・ 実験日、前日は極端な飲食はしない

という 3 点を守ってもらった。

〈2・1〉 認知能力測定と遅延見本合わせ課題 飲酒状態にある被験者の認知能力を測定する実験では、視覚による遅延見本合わせ課題 (Delayed Matching-to-Sample, 以下 DMTS) を用いる。この課題は、ヒトを含めた動物の知的能力を調べるために使われる一般的な方法である。まず、被験者に見本として視覚刺激をひとつ呈示する。その後、一定の遅延期間が経過してから、見本として呈示した刺激と、そうでない刺激を同時に呈示したとき、見本と同じ刺激を選択すれば正解とし、そのとき、刺激画像選択までの反応時間と正答・誤答を記録する。

視覚や聴覚の情報をもとにして認知される基本的なカテゴリーとして、言語、図形、人の顔および表情があげられる。そして、カテゴリーごとに脳内で処理される部位が異なっていることが知られている。

このことより、DMTS では刺激として呈示するカテゴリーを変えることで、左右半球障害を区別できる。例えば、言語刺激による呈示において成績が悪い場合は、言語的記憶障害であるため左側頭葉に障害があると考えることができる。また、図形刺激呈示による成績から図形的記憶障害の有無が測定でき、右側頭葉の障害の可能性を調べることができる。さらに遅延時間を大きくすることにより、前頭葉が正常かどうかを見ることができる (時間的記憶障害)。聴覚刺激と視覚刺激を用いる異種感覚間マッチングにおいては、頭頂葉の障害を検出可能である。単純に DMTS を正常に行えない場合は、側頭葉の両側性の障害 (記憶障害) か後頭葉 (後頭連合野) 損傷による視覚的認知障害である可

(a) front view (b) side view

図 1 顔の 3 次元形状モデル
3-d shape model of face.

図 2 整合した顔の形状モデル
Adjusted facial shape model.

能性が高い。このように、DMTS を用いて脳のさまざまな損傷部位を調べることが可能となる⁽⁶⁾。

〈2・2〉 表情制御能力と FaceTool 飲酒状態にある被験者の表情制御能力を測定する実験では、表情の解析に情報処理振興事業協会により開発された FaceTool⁽⁷⁾を用いる。

FaceTool では、顔の 3 次元モデルを用いて、デジタルカメラ等で撮影した顔画像をもとに平均顔の作成や表情の合成を行う。この 3 次元形状モデル^{(8) (9)}は、顔の一般的な形状を表現するために標準的な顔を頂点と線で近似し作成されている。図 1 がそのモデルである。このモデルの、それぞれの 3 角形パッチ (約 600 個) に対し顔の表面を定義して、正面像の濃淡情報を投影することで対象となる人物

図 4 課題における画面例
Screen on task.

図 3 表情合成顔の例
Example of expression synthesis face.

に対する顔の 3 次元モデル (surface model) が構成される。この様子を図 2 に示す。

構成された顔の 3 次元モデルにおいて表情を合成する際にはアクションユニット (AU) を操作する。AU は Ekman らが開発した Facial Action Coding System (FACS) ⁽¹⁰⁾ における表情コントロールのための基本ユニットであり、各 AU にモデルの変形規則が定められている。FaceTool における AU の値の範囲は 1 から 100 までである。図 3 は無表情の顔 (左) とそれをもとに AU の値を操作して作成した嫌悪の顔 (右) の例である。

3. 実 験

実験は 2 日間行った。最初の日は飲酒をしながら認知課題と表情写真撮影を行い、次の日は最初の日と同じことを飲酒せずに行っている。被験者は 20 代の健康な成人男子 4 人である。

最初に課題と撮影を行い、それらの終了後に飲酒する。飲酒から一定時間経過した後に再び課題と撮影、続いて二度目の飲酒、さらに一定時間経過後、最後の課題と撮影を行う。最初の課題と撮影時は全く酒が入っていない状態である。2 回目の課題と撮影時はアルコール血中濃度が 0.05% (第 1 期) になるように各被験者で飲酒量を調節してある。同様に 3 回目の課題と撮影時にはアルコール血中濃度が 0.10% (第 2 期) になる。

課題における DMTS の制約として見本の提示時間、遅延時間をそれぞれ 1 秒と設定した。遅延時間中の注視は求めている。一度の課題で言語、図形、人の顔の試行をそれぞれ約 40 回行い、正答率と反応時間を記録する。

図 4 は課題における画面例である。言語のカテゴリーでは、見本として画像、選択時に単語を選ばせるという方式で言葉の認知を行う。また、選択時に選んでもらう単語は「ひらがな」で表示している。図形のカテゴリーでは、幾何学的でシンプルなものを用いた。人の顔のカテゴリーでは、女性の顔を用いた。見本画像は 8 個の刺激画像の中からランダムに選ばれ、選択画像は毎回位置をランダムに変えて提示した。

表情写真撮影では、無表情、喜び、嫌悪、悲しみの4種類の顔画像をデジタルカメラで撮影した。撮影の際は、被験者の無表情の顔をもとに FaceTool で作成した表情をそれぞれ提示し、「この顔と同じ顔をしてください」といって表情を作ってもらった。驚き、恐怖、嫌悪、怒り、喜び、悲しみの6つの表情は基本6表情と呼ばれるが、今回用いる FaceTool では、AU の操作によりまぶたを持ち上げる際に目の補間が正確でないため、この操作と関係がある表情（驚き、恐怖、怒り）は評価対象から外してある。

4. 認知能力測定結果

表2は、各被験者の課題における正解率と反応時間を実験1日目と2日目とに分けてまとめたものである。各カテゴリーに分けて示した。なお2日目には飲酒は行わないため、表中の第1期、第2期とある項目でも飲酒してはいない。対照実験として項目をそろえているにすぎない。

図5は、表2の内容をグラフ化したもので、飲酒なしから第1期、第2期と進むにつれて正解率と反応時間が変化していく様子を示している。

これらの表、グラフより被験者A、Dにおいて第1期から正解率に対して飲酒の影響を受けていることが分かる。これに加え、第2期に入ると被験者Cも影響を受ける。反応時間については被験者A、C、Dの3人において第2期で著しく影響を受ける。被験者Bの結果においては正解率、反応時間ともに若干の影響を受けてはいるがその程度は小さく、この結果だけを見た場合酒に対して強いことが伺える。

次に課題間の飲酒の有無における差について見てみると、前述の結果より酒に強いと考えることが出来る被験者Bでは課題間の正解率にほとんど差は無い。他の3人では、まず顔認知試行の正解率が低下しているのが分かる。したがって、飲酒の影響は脳全体に及ぶといえる⁽¹⁾。次に図形認知と言語認知を見ると被験者Aでは正解率の低下の度合いに図形と言語との差はない。しかし、CとDを見ると言語認知試行における正解率の低下が図形を上回る。これより、飲酒による機能低下は脳全体に発生するが、初期においては左脳優位に働くことが導かれる。

5. 表情制御能力測定結果

ここでは、飲酒無し、第1期、第2期のそれぞれにおいて表情制御能力がどのように変化していくかを検討する。各被験者は1回の撮影で無表情と3つの表情（喜び、嫌悪、悲しみ）の4枚の顔画像を撮ることになるが、そのときの無表情の顔を FaceTool を用いて変化させる。具体的には、無表情の顔画像を AU を操作することによって同じ段階の3つの表情顔に近似させる。

図6は同じ撮影における無表情顔（左）、喜び（中央）、無表情顔の AU を操作して喜びに近似させた顔（右）である。合成に違和感が無いことが分かる。また、各近似画像は変化させた AU 値をパラメータとして持つことになる。例えば図6の場合には表3のようなパラメータを持つ。

表2 各被験者の課題の正解率と反応時間
Correct order and response time of task on each subject.

被験者 A：1 日目（飲酒あり）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	100	100	93.7	1141	1057	1098
第 1 期	94.5	92.5	87.5	1173	928	997
第 2 期	92.5	96.8	93.7	1960	1594	1499
被験者 A：2 日目（飲酒なし）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	100	100	97.5	1177	1142	1220
第 1 期	100	100	100	1215	1047	909
第 2 期	97.5	100	90.0	1027	967	829
被験者 B：1 日目（飲酒あり）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	94.7	95.0	92.5	1411	1120	1136
第 1 期	92.5	100	100	1264	1134	1231
第 2 期	88.5	92.5	97.5	1519	1133	1171
被験者 B：2 日目（飲酒なし）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	97.5	100	100	1434	1176	1238
第 1 期	92.5	100	97.5	1215	1155	1289
第 2 期	90.0	95.0	97.5	1357	1047	1078
被験者 C：1 日目（飲酒あり）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	100	100	100	1447	1175	1294
第 1 期	100	100	100	1507	1065	1106
第 2 期	93.5	97.5	92.5	2241	1846	2048
被験者 C：2 日目（飲酒なし）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	100	100	100	1546	1199	1166
第 1 期	100	100	100	1341	1237	1070
第 2 期	100	100	100	1390	1277	1082
被験者 D：1 日目（飲酒あり）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	94.1	100	97.5	1516	1181	1248
第 1 期	91.8	95.0	95.0	1340	1076	1451
第 2 期	86.1	95.0	92.5	2034	1663	1751
被験者 D：2 日目（飲酒なし）						
	正解率 (%)			反応時間 (ms)		
	顔	図形	言語	顔	図形	言語
飲酒なし	97.5	100	100	1483	1074	1070
第 1 期	100	100	100	1475	1245	1156
第 2 期	97.5	100	100	1189	1060	1064

このパラメータは、同じ表情であってもある被験者では変化する AU が別の被験者では変化しないといった個体差が生じる。さらに同じ被験者であっても日が異なると変化する AU が異なることもある。しかし、ある表情についてのある AU の変化が全ての被験者において2日間ともに発生した場合、その AU はその表情の形成に必須な AU であ

図 5 各被験者における正解率と反応時間の推移
Change of correct percentage and response time on each subject.

図 6 AU による近似
Closing by AU.

表 3 近似画像が持つパラメータ
Closing image has parameter.

AU number	内容	値
1	眉の内側を上げる	20
2	眉の外側を上げる	20
6	頬を持ち上げる	40
12	唇両端を引き上げる	20

るといえる。そこで各表情に必須な AU のみを抽出し評価する。

表 4 は、前述の各表情に必須な AU について、各状態の無表情顔からの AU 値の変化量を被験者ごとにまとめたものである。表情名の下の数値は AU number で、今回の結果より得られた、表情を形成するのに必須な AU である。さらに下の数値は AU 値の変化量で、値が大きいほど変化が大きいことを示している。

次に、表 4 において 1 日目と 2 日目の結果との差を取ることで、飲酒の有無による AU 値の変化量の違いを見ることができる。さらに、その差において飲酒無しの状態での変化量を基準に調整（オフセット調整）することで第 1 期、第 2 期での飲酒による（純粋な）AU 値の変化量を抽出することができる。表 5 にその結果を示す。正方向に大きいほど AU の変化が大きいことを示す。これより、飲酒により表情が強まるのは笑顔における AU6（頬を持ち上げる）、悲しみにおける AU9（鼻にしわを寄せる）ということがわかる。逆に表情が弱まるのは、悲しみにおける AU42（薄目）となる。さらに嫌悪では、表情の形成に関わる AU の制御機能は全体的に低下することを表から読みとることができる。

6. ま と め

今回の実験では、痴呆の程度評価への一つの方向として、アルコールによる痴呆様状態を評価した。酩酊度、第 1 期と第 2 期を対象に内部状態（認知能力）と外部状態（表情制御能力）を見る実験を行った。

まず認知能力の測定により、飲酒による認知機能低下は脳全体に発生するが、初期においては左脳優位に働くことが導かれた。次に表情制御能力の測定により、飲酒によって表情の強弱に影響を受ける AU を示した。これら 2 つの実験により、アルコールによる痴呆様状態の具体的な症状を見出した。

今後は、このアルコールによる痴呆様状態と痴呆との関係を検討し、痴呆の程度評価の発展に取り組む。

（平成 13 年 6 月 4 日受付，同 14 年 3 月 8 日再受付）

文 献

(1) 米村恵一，杉浦彰彦，滝沢穂高，山本真司，原島博：“合成顔画像を用いた脳障害の程度評価”，映情学誌，54,6,pp.865-870,2000.
(2) 平井俊策．痴呆症の全て．永井書店，2000.
(3) 苗村育郎，菅原純哉，菱川泰夫，他：“痴呆の形成に及ぼすアルコール過飲の影響－危険因子群と MRI 画像の疫学的研究”，日本アルコール精神医学雑誌 2，pp.105-117,1995.
(4) 中村希明．酒飲みの心理学．講談社，1990.
(5) 佐藤信．酒を楽しむ本－推計学がわりだした実戦的飲酒法．講談社，1964.
(6) 二木宏明．脳と心理学．朝倉書店，1984.
(7) 情報処理振興事業協会．感性擬人化エージェントのための顔情報処理システム－表情と印象による顔合成システム操作マニュアル．1998.
(8) 赤松茂：“コンピュータによる顔の認識－サーベイ－”，信学論 (D-II)，Vol.J80-D-II,No.8,pp.2031-2046,1997.

表 4 各状態の無表情顔からの AU 値の変化量
Change volume of AU value.

被験者 A：1 日目（飲酒あり）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	60	0	40	20	30	40	40
第 1 期	100	20	60	20	20	20	40
第 2 期	100	0	0	0	40	40	20

被験者 A：2 日目（飲酒なし）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	60	20	0	0	20	60	20
第 1 期	40	0	60	20	20	40	20
第 2 期	60	0	80	20	20	40	30

被験者 B：1 日目（飲酒あり）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	80	30	100	0	0	20	40
第 1 期	80	20	100	60	20	60	30
第 2 期	60	10	60	60	10	30	30

被験者 B：2 日目（飲酒なし）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	60	10	70	0	10	20	30
第 1 期	40	20	80	0	10	20	40
第 2 期	40	0	60	40	20	40	20

被験者 C：1 日目（飲酒あり）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	0	0	10	0	30	0	30
第 1 期	60	20	60	40	0	60	0
第 2 期	60	20	40	0	10	40	10

被験者 C：2 日目（飲酒なし）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	40	20	60	20	10	60	10
第 1 期	20	10	80	0	0	60	20
第 2 期	60	10	40	40	0	60	0

被験者 D：1 日目（飲酒あり）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	100	60	60	100	10	40	20
第 1 期	100	40	20	0	20	0	60
第 2 期	80	40	0	20	20	40	10

被験者 D：2 日目（飲酒なし）

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	100	20	60	60	30	40	40
第 1 期	80	20	40	0	50	0	80
第 2 期	80	20	20	40	40	20	60

表 5 飲酒により影響を受けた AU 値の変化量
Change volume of AU value influenced by drinking.

被験者 A

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	0	0	0	0	0	0	0
第 1 期	60	40	-40	-20	-10	0	0
第 2 期	40	20	-120	-40	10	20	-30

被験者 B

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	0	0	0	0	0	0	0
第 1 期	20	-20	-10	60	20	40	-20
第 2 期	0	-10	-30	20	10	-10	0

被験者 C

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	0	0	0	0	0	0	0
第 1 期	80	30	10	60	-20	60	-40
第 2 期	40	30	30	-20	-10	40	-10

被験者 D

	喜び		嫌悪			悲しみ	
AU number	6	12	9	23	42	9	42
飲酒なし	0	0	0	0	0	0	0
第 1 期	20	-20	-20	-40	-10	0	0
第 2 期	0	-20	-20	-60	0	20	-30

米 村 恵 一（非会員） 1975 年 5 月 15 日生まれ、平成 12 年豊橋技術科学大学大学院工学研究科修士課程修了。現在 同大学大学院工学研究科博士後期課程在学中。顔画像処理、マルチメディア情報通信の応用に関する研究に従事。電子情報通信学会、映像情報メディア学会学生会員。

杉 浦 彰 彦（正員） 1965 年 10 月 16 日生まれ、平成 2 年東京農工大学大学院修士課程了。同年 豊田工業大学制御情報工学科 助手。現在 豊橋技術科学大学大学院工学研究科 助教授。マルチメディア情報通信、高能率符号化、画像応用、スペクトル拡散、CDMA、Bluetooth、携帯電話方式、ディジタル放送方式などの研究に従事。工博、電子情報通信学会、IEEE 会員。

(9) 崔昌石, 原島博, 武部幹: “顔の 3 次元モデルに基づく表情の記述と合成”, 信学論 (A), Vol.J73-A, No.7, pp.1270-1280, 1990.
(10) P.Ekman and W.V.Frisen. Facial Action Coding System. Consulting Psychologist Press, 1977.