

2011年3月

日本疲労学会誌

第6巻●第2号

- 日本疲労学会からのお知らせ
- 「オミックス解析と数理モデルについての概要」
田島世貴・他
- 「慢性疲労症候群患者血液のメタボローム解析」
片岡洋祐・他
- 「ヒト血清プロテオームプロファイリングによる疾患関連因子探索システムの技術開発」
三池浩一郎・他
- 「音声感情認識技術STを使ったストレスへの応用」
光吉俊二・他
- 「連續的疲労負荷過程における血液中で発現する生理的疲労関連遺伝子の検討」
原田暢善・他
- 「末梢血RNAに現れる疲労」
中村誠二・他
- 「慢性的な疲労に対する心拍変動解析手順と診断決定木」
小泉淳一
- 「トラックの長距離運転による慢性過労とその防止対策」
酒井一博
- 「過労運転の防止と安全・健康対策の提案」
作本貞子
- 「職業運転者の過労および健康障害による事故防止の取り組み」
小田切優子・他
- 「本邦における線維筋痛症の実態と問題点」
松本美富士
- 「抑肝散は慢性的複合ストレスラットの初期自發行動量増加を抑制する」
小川登紀子・他

Japanese Society of Fatigue Science

日本疲労学会

日本疲労学会事務局

〒105-8461 東京都港区西新橋3-25-8

東京慈恵会医科大学 微生物学講座第1内

E-mail: hirougakkai@jikei.ac.jp FAX:03-3434-1629

音声感情認識技術 ST を使ったストレスへの応用

光吉俊二¹、徳野慎一²、田中靖人³

¹株式会社 AGI

²防衛医科大学校防衛医学講座

³三城光学研究所

◎要旨

筆者は情動やストレスの定量計測に応えるべく、1999年より研究開発を進めてきた。最初に感情・情動の総数を調べ、生理実験における情動と生体物質の関係から導き出した感情モデルを構築した。そして、fMRI や人の主観（本人・第三者）をベースに感情音声を分析し、音声からリアルタイムに感情を色と度合いで可視化する技術を構築した。これを ST (Sensibility Technology) とした。ここでは、ST の感情計測手段の構造と脳情動活動との比較結果、ストレスの検出の近況報告を基に「音声と情動とストレス」について説明する。

◎はじめに

東北地方太平洋沖地震後、精神的・肉体的疲労やストレスに起因する不安障害・うつ病などの精神的障害、それらが原因となる自殺などが増加する可能性は高い。震災以前の自殺状況においても「遺族・保険のために事故とされるケース」を含めるとその実態は発表数を超えるであろう。そこで、手軽にストレスや情動変化を定量計測できる手段が望まれてきた。そこで、音声感情認識技術 ST を使い簡単にストレスや心の状態が計測できるかどうかを調べた。

◎感情と情動、そしてストレス

感情を研究テーマにする場合、「感情とは何か？」が最大の課題となる。研究初期心理学者の協力を得ようとしたが、明確な答えを出せなかつた。有名な古典的感情起源説が旨く感情における心理学研究の限界を表象する。それを「感情起源の矛盾問題」と筆者は認識している。簡単に説明すると、感情を巡る主張の相違を物語る有名な歴史論争として、James & Lange 説¹⁾、神経系からくるとする Cannon & Bard 説²⁾、周囲の環境で人は自分の感情ですら勘違いするとした感情 2 要因説の Schachter & Singer 説³⁾がある。この三説において心理学的には未だに統一の見解としての解決はされていない。そこで、感情と情動、

そしてストレスを筆者は以下のように定義した。

2.1. 感情と情動の定義

筆者は Joseph LeDoux⁴⁾ や Antonio R Damasio⁵⁾などの著名な脳科学者の見解を採用することにした。感情は主観によるもので、主観判断的な気分（雰囲気・ムード）とした。情動は生理反応によるものとした。一般的な感情は、脳神経や生理、身体反応としての情動（バイオフィードバックも包含した）を周囲の環境や認知影響をうけて主観的に感じるものとした。

2.2. ストレスの定義

ストレスの定義は曖昧で、うつ病と同じように定義しにくい、そこで、工学的な語源をもつストレスを「外部からの精神的・肉体的の圧力に対する人間の精神的・肉体的対抗力（応力）の限界までの状態」とした。

2.3. 今までの音声感情認識・ストレス検知技術の歴史

2000 年頃から一時期、数社のイスラエル製「嘘発見ソフト・感情認識ソフト・ストレス検知ソフト」や、コールセンターシステムの音声感情認識システムなどが存在した。しかし、それらが感情を認識しているという根拠は乏しく、有意性は確

認できなかった。このような技術が感情というテーマにおいて「何を感情とするのか」が明確でないまま、感情を認識したとしているため検証ができないからである。そのため、こうした技術の殆どが日本国内において姿を消していった。ここでは 1999 年より大学・研究所・企業における音声と感情、精神状態、ストレスの研究に採用されてきた ST について説明する。

3. 感情・情動の調査

筆者は心理学的パラドクスに捕らわれることなく、感情の構造を説明できるようにするために、つぎのような手法で感情研究の調査をすることにした。(A) 感情は言語表現として幾つ存在するのかを調査する (B) 生理反応と情動の関係を医学研究論文から探る (C) 上記二つの調査から、情動と生理の関係 B を基本として感情全体の構造を可視化する。以下は、筆者の博士論文⁶⁾からの抜粋である。

3.1. 感情を表す言葉の数と属性

この研究を進めるにあたって、「感情とは何か」が最大のテーマとなる。そこで、2 年かけて筆者は感情の数と属性を調査することにした。心理学辞典・広辞苑・日本語大辞典・Oxford English Dictionary 臨床精神分析学辞典から、筆者が「感情的な表現」と思われる単語や表現を 4,500 語程度取り出し、例えば「怒り」「激怒」「憤慨」といった言葉は「怒り」というように纏めていった。その結果 223 のジャンルに振り分けることができた。続いて、感情の属性について脳科学の論文を調査した。

3.2. 情動と生理の関係

主に情動と生理反応の関係研究を調査し、縦軸を生体物質、横軸を心的作用と身体作用にわけて、関係するマトリックスを以下の表に纏めた。

—表 1 参照—

○は合成 / 分泌、○×は分泌して抑制、○は促進、CRH ○は CRH 合成・分泌促進、前○は前頭葉皮質で促進、全○は脳全体で促進、前 × は前頭葉皮質で抑制、低○は低下したら促進、

× は抑制、○恒常は分泌により恒常性を維持、CRH × は、CRH 合成・分泌抑制、○×で制御、△は調整、NK はナチュラルキラー細胞、活性は免疫機能の活性、機能は免疫機能、日周はバイオリズム、?、- は調査文献に記載なしを示す。表を見てわかるように - が多く、心と情動と生体物質の関係では不明な部分が多い。CCK 系統と 5-HT、GABA、DA は複雑にお互い影響しあって情動に作用するようである。また、性ホルモンは闘争と深く結びついているようである。これらの分泌物や物質は脳神経活動に制御され、大脳辺縁系と情動と記憶は密接に連携している。この関係から少なくとも人間の心的作用や身体的作用に深く生理反応が関わることが分かった。また、前述の LeDoux や Damasio だけでなく国立精神・神経センター神経研究所の湯浅茂樹教授なども「食欲、性欲のような本能的行動とともに快・不快、喜怒哀楽のような情動として表出されるような心の働きには、主に大脳辺縁系 (limbic system) と呼ばれる、大脳の中でも系統発生的に古い領域が関与し、この辺縁系は解剖学的には側脳室周辺に位置して間脳を取り囲むように配置した海馬と扁桃体が主要な構成要素で、これに帯状回、梨状葉のような大脳皮質が加わる」と述べている。よって、一部の心理学研究において「無意識」とされる情動では、神経や脳の活動は直接本人が知覚できないが、恐怖や不快といった情動の構造的な神経回路が存在するとする説明で矛盾しないと判断できた。では、人は何故「無意識もしくは、知覚できない情動の回路反応を少なくとも 223 以上のジャンルの 4,500 語以上の言語表現にできるのか」が問題になる。それは、本人が無意識もしくは、知覚できない情動メカニズムの反応の結果を血圧、心臓活動、体温などの変化、ホルモン分泌や中脳、運動神経などの身体反応から、イライラ反応や竦み反応、弛緩反応といった嫌悪や恐怖・緊張や不安・安心や開放などの行動反応や、その行動結果、周辺の状況の変化などを学習経験し、言語表現するからであろう。これは、脳の記憶学習メカニズムとして記憶中枢の海馬と情動中枢の辺縁系の関係が前述の湯浅先生も指摘するように密接に連携していることからも伺える。そして、長

表1

物質	興奮	ストレス	不安	嫌悪	闘争	恐怖	うつ	快不快	安定	陶酔	期待	心拍	体温	血圧	周期	免疫
CRH	覚醒	○ACTH○	○	○			○			○	○			○	○	○
神経ペプチド	沈静	○CRH○	○×	NA×												○
コルチゾール		○														○
バジプレシン		○恒常性			○	○									○	○
ACTH		○					○×									○
CCK-4	前○			○○強				○○強	○							×
CCK-8	全○前									○					○	
メラトニン		○×														
オピオイドペプチド	沈静		NA×				NA×									
βエンドルフィン		CRH×														○
アセコルリン		CRH○					○									○
ノルアドレナリン	○	CRH○△	○	○			○	○								○
アドレナリン		CRH○△	○				○	J○								○
ドーバミン	○	CRH○					○			低○						記憶
セロトニン		CRH○	○×					低○	○	○						
アンジオテシン		CRH○														
ガラニン		CRH○	×													
ソマスタチン		CRH×														
α-MSH		CRH×														×
GABA		CRH×	NA×													
ベンジジアゼビン		×	○													
ジアゼパム			NA×													
エタノール			NA×													
エンケファミン																
βカルボリーン				○○												
イソブレナリン					○											
ヨヒンビン						○										
フェンフルミン						○										
乳酸ナトリウム						○										
CO2						○強										
カフェイン		覚醒		○												
ガラニン				×	?											
オキシトシン	×		×	×	?											
FMRFアミド						×										○?
テストロステ							×									○強
アンドロゲン								×								○
エストロゲン									×							
プロゲステロン										×						
コチコイド											○					
																母性行動

期的に作用する環境影響が気分といった性質の抽象的な主観状態を形成していることは、認知心理学での一般論からも伺える。よって、感情は生理反応としての「無意識」な情動と、周囲の環境や認知影響をうける「主観的」な気分（雰囲気・ムード）に振り分けることが妥当であると考えた。そして、こうしたバイオフィードバックや認知影響を考慮しても脳や神経活動による情動が感情の主要素（起源と断言しない）であるとした。

3.3. 感情モデル（機能メカニズム）の推定

脳と生体物質から構成される情動のメカニズムと感情の関係を分かりやすく把握するためにモデルによる可視化を試みた。バイオフィードバックや認知影響もモデル化では考慮した。モデル化は事前調査の表1を基本とし、①脳神経生理反応を情動エリア（彩色域）、②そこから情動をどのような表現で形容するかの形容詞気分評価エリア（白色域）、③情動や気分からどのように反応し行動するか、認知影響などから逆に気分がどのようにフィードバック形成され、それが情動のどの順番で影響を受けるのかを表現する認知行動化エリア（緑色域）の3色域にわけて色による可視化を実施した。モデルに使用された感情言語表現は事前調査の223ジャンルから引用し殆どを包含した。基本となる軸は生体物質の量や反応状態、影響度合いから対角線上に配置することで関係を明確にさせた。その結果、快と不快を起源とする情動連鎖経路が同心円状にレイヤとして存在することになった。生命体と物体の限界圈にあるウイルスやバクテリアでも自己増殖と生存による種の保存が基本条件である。そこで、危険回避のため強い信号が不快を形成し、細胞分裂から出産までのエネルギー消費と物理的苦痛を超える快楽が生殖作業に与えられている事実から、快と不快が増殖と生存に起因すると解釈した。また、中心の快不快から外側に向かうほど外的要素（認知やフィードバック）が増えるため、不確実性が高まることは十分に考えられ、新しい生体物質と情動の関係が発見されるたびに修正更新されるものである。以下にその感情（情動↔気分）モデルを示す。

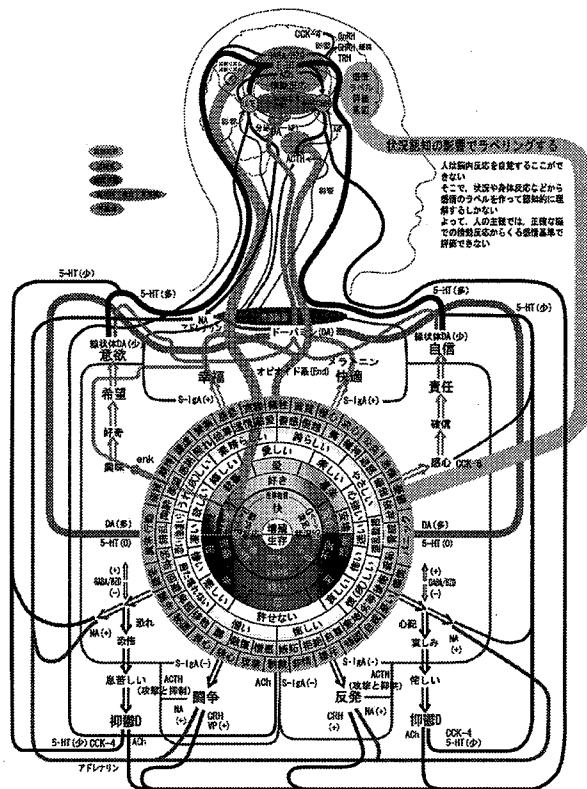


図1 感情モデル

3.3.1. 情動の色彩による直感的把握

前述の感情モデルは情動を緑（平静・安定・安心）・赤（強い主張や攻撃、怒り）・青（悲しみ・落ち込み）・黄色（喜び・快・樂）・オレンジ色（興奮・驚き）でカテゴリ化している。これは、色彩学における温度を色で表現する手法を参考に5色に纏めたものである。

3.3.2. 感情モデルの使い方

筆者は前述の感情モデルで一般に言われる感情をA：認知影響を受けやすい気分（ムードや気持ち）とB：生理反応としての情動に分け、同心円の階層と色による直感把握を可能にするため可視化した。モデルは感情の起源を表現するものではなく、情動のメカニズムと行動までの関係を表現している。外周にある認知・行動化エリアから中心へ解析することで精神状態を分析し、逆に中心部分から外周へ解析することで、精神的な行動の予測と比較による診断を可能にさせる目的を持つ。

4. 音声感情認識 ST

筆者は最も簡便に人の感情を計測する手法を調査した。調査により生まれつき耳の不自由な人が顔の表情や文字情報のみから感情を理解することが比較的困難であることがわかった。また、日本人は感情を抑制する傾向が強く、とくに態度や表情に出にくいという文化的環境があることもわかった。そこで、音声から感情を識別する手段をテーマに研究した。従来では確率モデルを使った言語認識辞書での音声認識による感情認識(HMM)の研究は多くある。しかし「馬鹿やろう」という言語でも「親しみ」のある言い方と「威嚇」する言い方で感情状態は正反対になる。そのため既存の言語を対象とした音声認識で使われる手法では感情認識は困難である。よって、言語依存の無い音声感情認識を作ることにした。最初に前述の感情モデルの色彩表現(緑・赤・青・黄色・オレンジ色)を利用し、言語依存や言語影響をできるだけ排除した状態で音声から人の主観で符号化された音声を収集した。収集された音声試料を使ってシステムがリアルタイムで自動的に人の主観と同じように感情を区分化(色:属性、量:10段階の度合い)できるソフトを作った。これを音声感情分析手段(ST)とした。また、脳の情動活動や生理反応との比較も行った。

4.1. 情動発話の構造

脳の情動活動がどのように音声発話に影響するかを調査した。ここでは、「①扁桃体での情動に関わる情報の処理結果は、まず自律神経機能とホルモン分泌の中核である視床下部へ伝えられ、自律神経反応を引き起こして心臓の拍動が早くなり胃腸の動きも変化する。②恐怖を引き起こすような刺激を受けたときは、同時に扁桃体から中脳へ情報が伝達され、すぐみ上がるといった行動が引き起こされる。③更に、扁桃体からは、大脳の帯状回や海馬のような大脳辺縁系へ刺激が伝わり、長期的な記憶にも大きな影響を及ぼす」⁷⁾という一般論と、耳鼻科の声帯障害と反回神経の関係における反回神経麻痺症状による声帯障害の原因的一般論つまり「④神経損傷つまり交通事故、あるいは手術の後、声帯に行く途中の迷走神経、ま

たはさらに枝分かれした反回神経の断裂などによる障害。⑤神経圧迫では反回神経は経路が長く、心臓の近くまで降りて、また上がっていく神経なので、心臓および近くの大動脈の拡大(心拍上昇など)でも圧迫を受けたり、その他 悪性腫瘍や全身麻酔で気管内挿管をした後などの圧迫によって神経が途中で圧迫を受けた場合の障害。⑥急性感染や薬物(向精神薬なども)神経の疾患(情動障害なども)などによる障害 ⑦その他原因不明のもの『突発性(特発性)反回神経麻痺(急激な神経変化なども)』といわれるもの。④⑤⑥なしに突然起り、自然に治癒していくものもある。」⁸⁾が重要である。

この「脳と神経の情動メカニズム①②③」と「神経と声帯障害の関係④⑤⑥⑦」の2つの一般論から筆者は「声帯は脳の情動活動の影響を受けた反回神経活動による心拍の変化や神経状態の影響を受ける」と想定した。その関係を以下に示す。

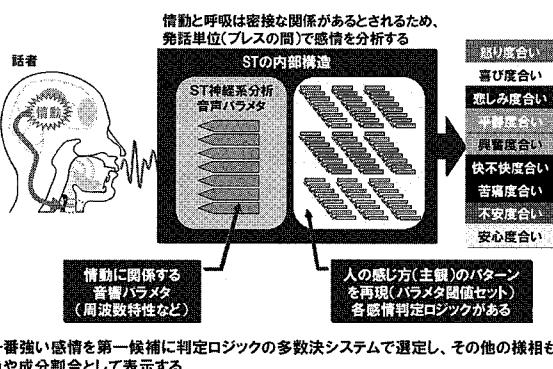


図2 音声と脳情動活動の関係想定

STはこの音声と情動の関係を基礎として、「少なくとも脳の情動活動は音声に出てくる」「それは、声帯へ接続される回路によって身体や脳での情動活動の様相が伝達される」という論理をたて、音声の主観評価結果や脳機能活動の情報とSTの比較によってシステムは構築され、精度の検証確認がされた。

4.2. 音声から感情を計測する手段

前述の脳の情動活動と発話の構造的関係から、情動に関係する音響パラメタ(韻律などの音響要素)と人の主観再現ロジック(人の主観と同じように音響パラメタの特徴から感情を判定するため

のパラメタ閾値のセット)による構造を持つSTを作った。

以下がその構造図になる。

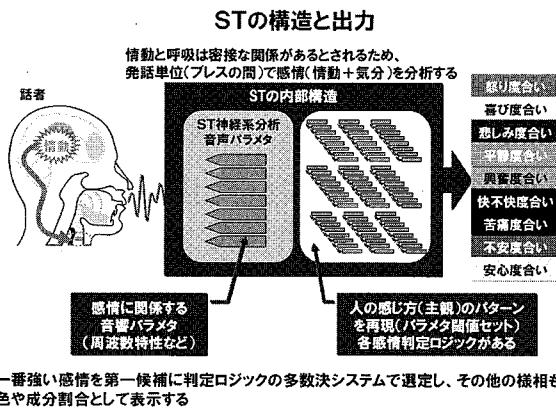


図3 STの構造

この手段により、音響パラメタと主観再現ロジックの二つの判断手段を得られたため、生理的情動反応や神経障害を音響パラメタで比較し、長期的な気分や心因性のうつ状態などを主観再現ロジックで比較することが可能になった。

4.3. 人の主観の再現実験

前述のSTが人の音声の情動特徴を分析し、主観再現ロジックが感情評価した結果が、きちんと人の主観と一致するかを検証した。

そのための試験用の78名の主観評価済みの音声サンプル（学習用に未使用）を試料とし、評価者の感情主観評価と同じようにSTが感情を評価したかどうかを確認した。結果を以下に示す。

結果は、2つの感情を区分化する主観再現ロ

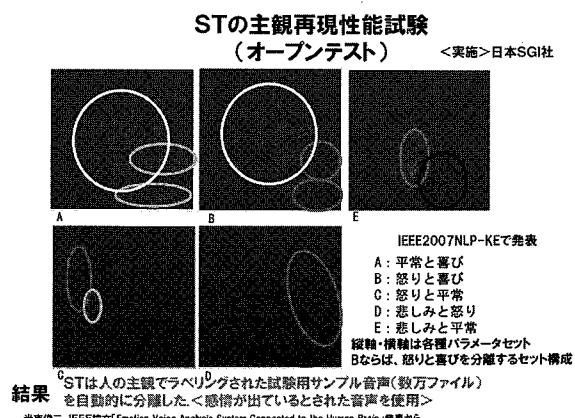


図4 STによる主観の再現結果

ジックの試験において人の主観評価と近似すると評価していい。しかし、ごく一部分に重なりが見受けられるが、試料が複数名の主観評価である以上、STと完全に一致することは困難である。

4.4. 発話本人とST、第三者主観との比較検証

STが本人主観と一致するかを試験した。

基準評価：発話者本人が自分の音声を発話直後に聞きその感情状態を評価した結果を基準とする。

実験手法：基準音声を被験者に聞かせ。発話単位でシャッフルされた音声を直感的に主観評価させ、基準音声評価との一致率を確認する。

被験者：a 発話者本人（時間経過後の再評価）26名 b 同じ日本人の第三者6名、c 別の日本語を知らない外国人の第三者6名、d 音声から感情を計測するSTの判定結果

結果：aが73% bが60% cが55% dが70%となった。

結果としては、aとdが拮抗しているので、STは発話者の主観評価と同等程度を示しているが、基準評価と発話者の時間経過後の評価で30%近い不一致があるため、主観だけの比較実験では感情認識率のような考察が困難になる。理由としては、日本人の発話特性はイントネーションの起伏が少なく、フラットであり、発話単位で区分化された音声がランダムに提示される音声試料では本人でも主観評価がしにくい状況があった。

4.5. STと脳情動活動

STによる人の主観の再現の性能評価では、基準が人の主観である以上、複雑な認知影響や時間経過による主観の変化、日本人のフラットな発話特徴などの障害が多く、70%を超える性能評価が不可能であることが判明した。そこで、情動の原点である生理反応との比較が必要になってきた。以下に脳の情動活動との比較実験の結果を示す。

4.5.1. 脳情動通信研究

実験に使われた脳機能の計測手段は3TのfMRI（シーメンス社）を使った。その装置の提供と実験作業の共同研究は独立行政法人 情報通

信研究機構（NICT）の理事長ファンドによる3年計画であった。

4.5.2. 脳情動計測手段

周知のようにMRIは稼動に130デシベルクラスの騒音があり、ガントリー内のノイズレス音声取得が不可能である。そこで、作業用の防塵マスクの口当てを使い密閉率を上げ、本体をファイバープラスティック（FRP）で自作したマスクを作った。比重の重いシリコンを口当てに充填させ比重比によるノイズカットで騒音問題を解決した。つぎに密閉マスクによる窒息を防ぎ、狭い空間での音のこもりを防ぐため、太い防音シリコンホースを自作し、マスクと接続してエアコンプレッサによる新鮮な空気循環とマスク形状の工夫による空気対流を逆利用した音のこもりや反響を防止させることに成功し、きれいなMRI音声収録ができた。実験は発話者をMRIに頭部を固定し、情動を喚起させるためのディレクター1名と会話相手を用意した。発話者は全員で6名になり、会話相手は発話者の近親者で発話者の情動を発動させるためのエピソードを良く知る人物を選定した。会話はすべて録音され、脳活動と同時に心拍・瞬き・体温・血圧・眼球運動も計測されたが脳活動以外では有意差が無かったのでここでは脳活動とSTの比較結果を説明する。

4.5.3. 脳情動活動との比較結果

実験：上述の手段を講じてSTがネガティブ情動を確認できた時間の会話中脳活動と確認できなかつた時間の脳活動の差を比較した。（t検定にて、両側棄却域0.1%修正なし）当時、ポジティブな情動の脳研究成果が極めて少ないため、ネガティブ情動の脳活動に焦点を絞った。被験者は6名で行った。

結果：脳計測中のST解析では、会話成分中、興奮と平静成分が最も多く見られた。fMRI脳解析では、まずブロックデザインによって、会話成分が抽出された。

その結果、ブロードマン4野と6野（被験者TO, p<0.001)、46野（被験者TN, p<0.001)の賦活がみられた。BA46野はいわゆるブロードマ

ン言語野である。

会話時と非会話時の差では、左前頭前野（DLPFC、ブロードマン45、47野）及び前頭葉基底部（ブロードマン10野）に賦活がみられた（被験者TO、SM）。SMでは、扁桃体においても活動がみられた。ST解析では、興奮時と平静時の差の活動が、左角回（ブロードマン39野、ウェルニッケ野）にみられた⁹⁾。

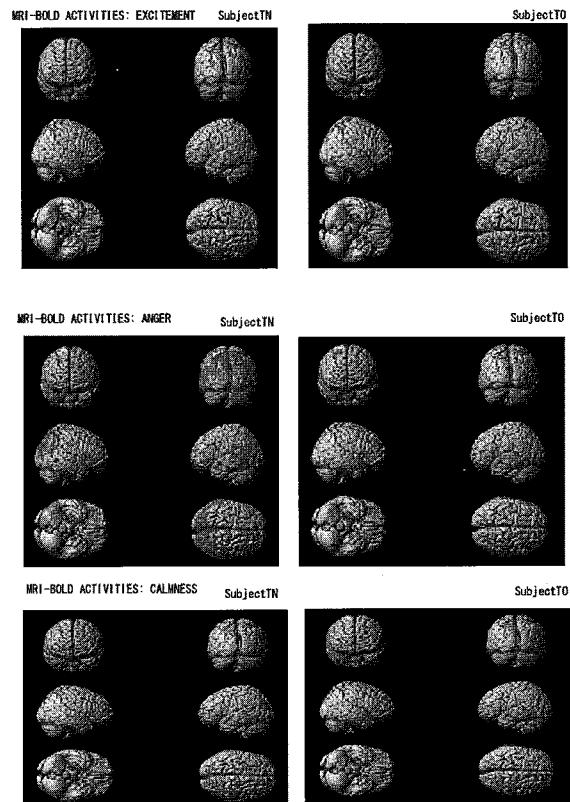


図5 脳情動活動の確認

5. STとストレス

うつ状態、不安障害などは主に精神的・肉体的なストレスが関係することは良く知られている。そこで、STの感情変化状態からストレス検知の優位性が確認できるかを防衛医科大学校と共同で検証した。

5.1. 音声とストレスの比較

上述の定義で精神的・肉体的ストレスを最大限に付加される職業として自衛隊海外派遣部隊を設定し、防衛医科大学校の協力を得て、STとストレスの比較検証を実施した。ストレスの強弱は現地の滞在期間により設定した。その結果、長期滞

在群は短期滞在群と比較して喜びの成分が減少し、悲しみの成分が増加する傾向が見られた。また、怒りと平穏の成分に変化は見られなかった。このことから、STの感情変化状態からストレス検知の可能性が示唆された¹⁰⁾。

6. 音声によるストレスの計測についての考察

現在、東京大学との共同研究¹¹⁾にて快不快の根源的な情動と 6 感情を対象とした大規模な主観評価による主観再現ロジック構築とテストを行っているが、結果はやはり、2.4と同じで発話者本人の主観評価限界である 70～80% を超える確認は出来ない。これは、人の主観の限界である以上当然であるが、ST の構造が「怒り・喜び・悲しみ・興奮・平穏」から「快不快・苦痛・不安・安心」に対象が追加されたにしても強制（ロバスト）であるといえる。一方、騒音問題の解決が困難な fMRI ガントリー内での音声取得に成功し、脳の情動反応と ST の一致を調べた結果、少なくとも興奮反応は確実に脳計測をすることが可能で、個別の情動反応（怒りなど）も、被験者とその強度に応じて脳機能マッピングすることが可能になった。また、防衛医科大学校との共同研究による ST とストレス反応音声の比較において ST の感情変化状態からのストレス検知の可能性が示唆され、更なる大規模な検証と精度向上のための音声試料収集が始まった。このことにより、人の主観比較においてロバストな ST を使用し音声から精神の重要な要素となる感情の変化を分析することで、発話者本人の精神状態を日常的に推定し、長期間の感情頻度の偏りなどを検出した場合、病態の早期発見から医師による精神分析や診断の補助的役割を担う可能性を示した。

7. おわりに

ST は、コールセンターや自動車研究などで使われている。また、予防医療の分野においても、企業内の産業医診断のシステム化も数社で検討されている。予防医療では携帯電話の大手キャリアも強い関心を頂き、日常的な音声計測の実現も身近になってきた。そうなると、強力でロバストなデータによる精緻で安定した情動分析手法や傾向

を知ることができるであろう。ただし、感情の変化でストレスの有意性は見えたとしても、その原因（心因性・神経性・身体性）などの区分化は主観ベースでは困難である。そこで、医師による介入実験で、音響パラメタと神経・生理反応の関係を導出し、神経性・身体性の症状・病態の特定が可能になれば、「心のレントゲン」としての簡便で日常的な定量計測の可能性が見えてくる。また、心因性においては、主観再現ロジックによる感情分析が可能と想定できるため、認知行動療法との連携に大きな期待を持つ。

◎謝辞

本研究は筆者が博士論文と株式会社 AGI での研究成果を纏めたものである。徳島大学任福継教授には博士後期課程において終始ご指導を戴いた。また、国立国会図書館長（前 NICT）の長尾真先生には、3 年間の脳情動計測の機会を与えて戴いた。また、東京大学の山田一郎教授には共同研究の機会を戴き、音声収集主観評価に多大な貢献を戴いた。また、米国 MIT 終身名誉教授のシャイン先生には、心理学指導および Stanford 大学での客員科学者としての研究の機会を戴き情動の理解を深めた。日本疲労学会の倉恒弘彦先生には本研究の医療分野における初めての発表の機会を戴いた。ここに深謝の意を表します。

本研究の一部は独立行政法人情報通信研究機構（NICT）理事長ファンドおよび防衛省防衛医学推進研究費によった。

◎用語説明

発話単位：

連続した呼吸内で発声される発話を 1 発話単位として、ブレスとブレスの間の発話をさす。

嘘発見ソフト（技術）：

ポリグラフなど生理情報や音声情報から嘘を見抜くとされる技術であるが、科学根拠はなく、一般論とは異なり多くの先進国では音声個人特定（声紋）技術同様に法的証拠能力はない。

HMM：

隠れマルコフモデルの略称で、音声認識技術の主流の音声認識辞書に使われる確率モデルの手法。

◎文献

2011 : 1185-1194.

- 1) W. James. What is an emotion? *Mind*. 9.1890:188–205.
- 2) P. Bard. On emotional experience after decortication with some remarks on theoretical views. *Psychological Review*. 41. 1934:309–329.
- 3) S. Schachter. The interaction of cognitive and physiological determinants. *Advances in Experimental Social Psychology*. 1. 1964:49–79.
- 4) J. LeDoux. *The Emotional Brain: The mysterious Underpinnings of Emotional Life*. Simon and Schuster. 1996.
- 5) A. R. Damasio. *Looking for Spinoza. Joy, Sorrow, and the Feeling Brain*. 2003.
- 6) 光吉俊二. 音声感情認識及び情動の脳生理信号分析システムに関する研究 德島大学大学院工学研究科情報システム工学専攻 博士論文 2006.
- 7) 国立精神・神経センター神経研究所 湯浅茂樹教授 HP
<http://www.brain-mind.jp/newsletter/04/story.html>
- 8) 篠原内科外科耳鼻科 耳鼻科医長 砂山恵子 HP
<http://homepage1.nifty.com/jibiaka50/seitaimahi.htm>
- 9) S. Mitsuyoshi, Y. Tanaka, F. Monma. et al. Identifying neural components of emotion during free conversation in the active MR environment Defense Science Research Conference and Expo (DSR 2011). 投稿済み.
- 10) S. Tokuno, G. Tsumatori, S. Shono. et al. Usage of Emotion Recognition in Military Health Care Detecting Emotional Change under Stress. Defense Science Research Conference and Expo (DSR 2011). 投稿済み.
- 11) 酒造正樹, 山本泰史, 志村誠, ほか. 情動・感情判別のための自然発話音声データベースの構築. 情報処理学会論文誌. 52 (3).