

人間情報学会

Academy of Human Informatics



第14回人間情報学会ポスター発表集

2013年4月17日

東京大学山上会館

第 14 回人間情報学会 ポスター発表集 目次

1. <学生部門最優秀賞>操作者周辺に固定したコマンド空間を用いた家電操作手法の構築
今村勇也、永易武、浅野秀胤、武田泰幸、梅田和昇 P1
2. プレストケーキ型ファンデーションの割れ防止と低硬度化と紫外線防御効果をもたらす
複合粉体の開発
鈴木高広、野村享平、吉田隆嘉、梅田智広 P3
3. 暑熱環境暴露中に頸部冷却が喚起する情動反応とその注意機能に及ぼす影響
片桐祥雅、坊垣友美 P7
4. 精油吸引による注意機能の特異的変容に関する一考察
片桐祥雅、坊垣友美、宇佐美 真 P9
5. 柚子タッチによる寒冷疼痛刺激に対する無痛状態の出現と神経生理学的考察
坊垣友美、片桐祥雅、宇佐美 真 P11
6. 音響分析によるプロソディ障害の特徴抽出法の検討
今井絵美子、片桐祥雅、関啓子、川又敏男 P13

操作者周辺に固定したコマンド空間を用いた 家電操作手法の構築

今村勇也¹ 永易武¹ 浅野秀胤² 武田泰幸¹ 梅田和昇³

あらまし 本論文では、操作者周辺に家電操作のコマンドを関連付けたコマンド空間を固定することで、位置、姿勢、向きに依らず、手振りのみで家電の操作が可能なシステムを提案している。

キーワード ジェスチャインタフェース インテリジェントルーム 視体積交差法 主成分分析 家電操作

1.はじめに

近年、ジェスチャにより機器の操作が行えるジェスチャインタフェースが注目されており、多くの研究成果が報告されている⁽¹⁾⁽²⁾。ジェスチャは、通常、人間同士が意思の疎通を行う際に用いる伝達様式であり、ユーザの動作が拘束されず、自然な状態で入力できるという利点がある。

また、それらを利用し部屋全体を知能ロボット化する研究も行われている⁽³⁾⁽⁴⁾。入江らは、部屋の中に複数台のカメラを設置し、操作者のジェスチャを検知することで家電機器の操作を行うインテリジェントルームを構築している⁽⁵⁾。このシステムは、特殊な道具を用いず、室内のどこからでもジェスチャで機器の操作が可能なシステムである。しかし、手振りから始まる複数のジェスチャを用いているため、操作までのステップが多く、即時的な操作が難しい。また、浅野らは、部屋の特定の空間に家電操作のコマンドを関連付け、その空間で手振りを行うことで任意の操作を行うシステムを構築している⁽⁶⁾。このシステムは手振りのみで操作が可能であるが、操作コマンドを関連付けした位置でしか操作が行えず利便性に欠ける。

本論文では、従来のインテリジェントルームを基に、操作者を基準とした座標系上に家電操作のコマンドを関連付けたコマンド空間を設置することで位置や姿勢、向きに依らず、手振りのみで家電機器の操作が可能なシステムを提案する(図1参照)。

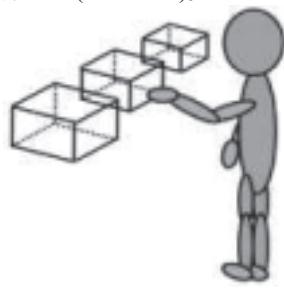


図1 提案手法
Fig. 1 Proposed method

2.操作者の三次元形状の取得

操作者を基準とした座標系を設定するための前処理として視体積交差法⁽⁷⁾を用いて操作者の三次元形状を取得する。

予め取得しておいた背景画像と入力された画像から背景差分画像を取得する。背景差分画像では操作者の領域がシルエットとして取得される。部屋に設置した4台のカメラにより、複数枚の背景差分画像を取得する。

取得した背景差分画像に対して視体積交差法の1つであるSpace Carving Method (SCM)⁽⁷⁾⁽⁸⁾を用いることで操作者の三次元形状が取得できる。取得した操作者の三次元形状の例を図2に示す。

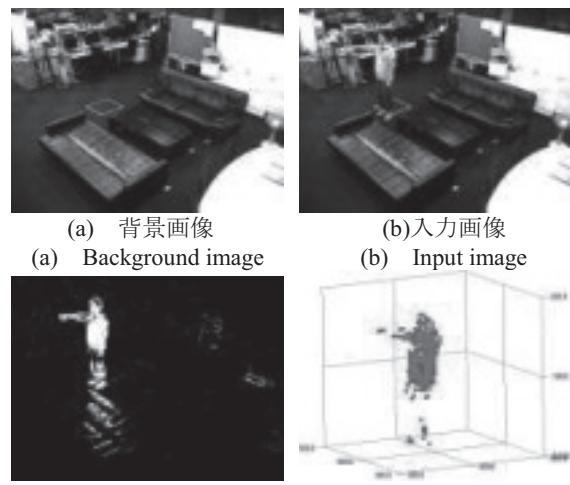


図2 SCMにより取得した操作者の三次元形状
Fig. 2 Shape of operator obtained using SCM

3.操作者を基準とした座標系の設定

取得した操作者の三次元形状に対して主成分分析を行い、その結果を基に操作者を基準とした座標系を設定する⁽⁹⁾。

視体積交差法を用いて取得した操作者の三次元形状に対して主成分分析を行うと、第一主成分が身長方向、第二主成分が肩幅方向、第三主成分が前後方向に対応し、それぞれをZ軸、X軸、Y軸として座標軸を定義する。この関係は、操作者の向きや姿勢によって変化しない。また、主成分分析を行う際に手振り位置から一定距離の点群のみを用いることで、計測領域内に操

¹ 中央大学大学院理工学研究科 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

² パイオニア株式会社 〒212-0031 神奈川県川崎市幸区新小倉 1-1

³ 中央大学理工学部 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

作者以外の人物がいる場合でも操作者の形状のみに対して座標軸の設定を行う。さらに、座標軸の設定に不要な手振りを行う腕の領域を除去する。

操作者の姿勢に依らずZ軸の端点が頭頂部だと考えられるので、設定したZ軸上の2つの端点のうち手振り位置に近い方を頭頂部として検出し、座標軸の原点として設定する。また、操作者の手振りは体の前方でのみ行われると仮定し、Z軸は頭頂部の方向を正の方向と定義することで、座標系を右手座標系としてX軸、Y軸の方向も定義できる(図3参照)。

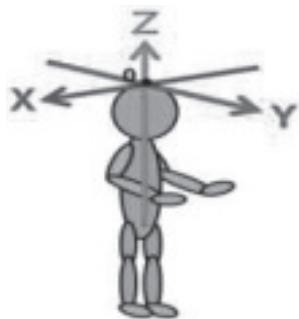


図3 操作者を基準とした座標系

Fig. 3 Local coordinate system of an operator

4. 実験

提案手法の評価実験を行う。図4に示すように操作者の前方に6個のコマンド空間を配置し、各コマンド空間で20回ずつ手振りを行うことで認識率を調べた。いずれかのコマンド空間で手振りが検出された場合のデータのみを用いている。また、本システムの操作経験がある人物1名を被験者とした。

表1に実験結果を示す。認識率の平均は、立位では100[%]、座位では85[%]、仰臥位では92[%]となった。立位では誤選択が無くコマンド空間の選択が行われているが、座位と仰臥位では立位に比べ認識率が低下している。これは、座位では脚部が胴体部分よりも前に突き出るため、また、仰臥位では体の影や反射などで色が変わったソファー部分も操作者形状として取得してしまい設定した座標軸が傾いてしまうためである。それぞれ、主成分分析に用いる操作者形状を限定すること、反射に強い背景差分手法を用いることで改善が可能であると考えられる。

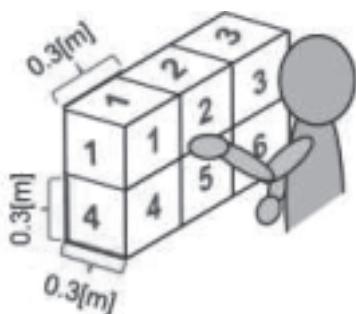


図4 コマンド空間の配置

Fig. 4 Arrangement of command spaces

表1 各コマンド空間の認識率[%]

Table 1 Recognition rate of command spaces[%]

Box	Standing	Sitting	Supine
1	100	85	90
2	100	85	90
3	100	75	90
4	100	85	95
5	100	95	100
6	100	85	90
AVE.	100	85	92

5. むすび

本論文では、操作者周辺に固定したコマンド空間を用いた新たな家電操作手法を提案した。提案手法では、コマンド空間は操作者から見て同じ位置に固定される。そのため操作者は、位置や姿勢、向きに依らず、手振りのみで家電機器の操作が可能である。また、手振り位置から一定距離の点群のみに主成分分析を行うことで、部屋の内部に操作者以外の人物がいたとしても家電機器の操作を可能としている。

今後の展望としては、主成分分析に用いる操作者形状を限定することや、背景差分手法を改良し、座位と仰臥位での座標軸の設定精度の向上を行なうことが挙げられる。

文 献

- [1] 益満健, 小林哲則, “部分隠れマルコフモデルとそのジェスチャの認識への応用”, 情報処理学会論文誌(Vol.41, No.11), pp. 3060-3069, 2000.
- [2] 小荒健吾, 西川敦, 信戸健太郎, 石井薰, 安井陽一, 宮崎文夫, “動きの変化に着目した動作パターンの1次元符号化に基づく身振り認識”, 情報処理学会論文誌(Vol.44, No.2), pp. 446-477, 2003.
- [3] 森武俊, 佐藤知正, “ロボティックルーム1・2・3の開発”, 電子情報通信学会誌(Vol.91, No.5), pp. 402-410, 2008.
- [4] 橋本秀紀, 新妻実保子, 佐々木毅, “空間知能化：インテリジェントスペース”, 日本ロボット学会誌(Vol.23, No.6), pp. 674-677, 2005.
- [5] 入江耕太, 若村直弘, 梅田和昇, “ジェスチャ認識に基づくインテリジェントルームの構築”, 日本機械学会論文集C編(Vol.73, No.725), pp. 258-265, 2007.
- [6] 浅野秀胤, 織茂達也, 永易武, 寺林賢司, 太田陸, 梅田和昇, “小さな手振り検出を用いた家電操作システムの構築”, 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集(Vol.2011, No.9-9), 2011.
- [7] ウ小軍, 和田俊和, 東海彰吾, 松山隆司, “平面間透視投影を用いた並列視体積交差法”, 情報処理学会論文誌(Vol.42, No.SIG-6(CVIM2)), pp. 33-43, 2001.
- [8] G.Cheng, and T.Knade, “A Real Time System for Robust 3D Voxel Reconstruction of Human Motions” Proc. of CVPR, pp. 714-720, 2000.
- [9] 武田泰幸, 浅野秀胤, 今村勇也, 寺林賢司, 梅田和昇, “操作者の姿勢を考慮した3次元ジェスチャ認識”, 動的画像処理実用化ワークショップ DIA2013 講演論文集, pp. 57-61, 2013.

プレストケーキ型ファンデーションの割れ防止と低硬度化と 紫外線防御効果をもたらす複合粉体の開発

鈴木高広¹ 野村享平¹ 吉田隆嘉² 梅田智広³

肌の老化に対する紫外線の影響が明らかになるにつれ、ファンデーションにも高い紫外線防御機能が求められている。紫外線防御機能に加え、プレストケーキ型ファンデーションのソフトな使用感と割れ防止効果を併せ持つ新規複合原料開発を行った結果、いくつかの重要な知見が得られた。

ファンデーション アクリル処理 粉体ケーキ 紫外線吸収剤 フェノール性水酸基 落下強度 結合油剤

1.はじめに

ファンデーションは顔の肌全面に塗布し、くすみやシミなどの色調の欠点や皺や毛穴や肌のたるみなどの陰影を補正し、肌の外観や印象を改善するための粉体化粧品である。肌の欠点は、皮膚の弾性組織の劣化や色素の沈着など、皮膚組織の生理学的な加齢現象がもたらす。これらの加齢現象の進行には紫外線の影響が大きいことが明らかにされており、化粧品の紫外線防御機能への消費者の関心も高まりつつある¹。

過去四半世紀の間に、国内では工場の排煙や自動車の排ガスの浄化規制等により空気中の浮遊微粒子密度が徐々に低下し空気が清澄化してきたため、都市部の紫外線強度が約10%上昇したことを国内日射量の経年変化のデータが示す²。日常的に浴びる紫外線量が増し、化粧品により紫外線から肌を護る効果に対する消費者の関心も高まっている。

ファンデーションに配合される紫外線防御剤は、酸化チタンや酸化亜鉛などの無機ナノ粒子が汎用されてきたが^{3,4}、近年のナノリスクへの関心⁵の高まりとともに、化粧品へのナノ粒子の使用を控える動向が顕著となり、有機紫外線吸収剤の利用が広がっている⁶。

化粧品に配合される有機紫外線吸収剤は、もともと露天で常に直射日光を浴びる植物が紫外線から身を護るために備えたと考えられているポリフェノール類を抽出および加工した成分が主流である。だが、これらの紫外線吸収剤には、内分泌かく乱物質（環境ホルモン）と構造が類似したものもあり⁵、ナノリスクと同様に未知のリスクが顕在する。そこで、これらの紫外線防御剤を安全に使用するために、体質顔料とよばれる雲母やセリサイトや合成マイカやタルクなどのファンデーションの主成分と複合化する方法も検討されている。また、紫外線吸収剤と体質顔料を複合化するだけではなく、複合化により新たな化粧機能や嗜好性を高める使用感の効果を開拓することが期待されている。

このような観点から著者らは、アクリル酸アルキル・ジメチコンコポリマーで被覆した体質顔料⁷に特定の有機紫外線吸収剤を配合すると製品の耐衝撃強度を高め、ソフトで割れにくいケーキを製品化できることを見出し、ヒット商品を市場に送り出した⁸。しかし、化粧品メーカーの処方技術の経験則に基づく配合手法を応用した成功事例であり、製品の物性効果の詳しいメカニズムは不明なままであった。

このような現況を背景として、有機紫外線吸収剤とアクリル酸アルキル・ジメチコン処理粉体の複合化と機能発現のメカニズムを解明することを試みたので、その結果を報告する。

2.方法

2.1. 複合粉体の調製

ファンデーションの体質顔料の主成分として用いられる雲母（ヤマグチマイカ, Y-1800）、タルク（同, EX-10）、合成マイカ（トピー工業, PDM-9WA）、セリサイト（三信鉱工, FSE-100）の4種類を複合粉体の基板として用いた。実験に使用した4種類の粉体の走査型電子顕微鏡観察画像を図1に示す。いずれも薄片板状の形状をもつが結晶の化学組成、粒子径、厚さ、粒度分布等の物性がそれぞれ異なるため、用途に応じて使い分けられている。

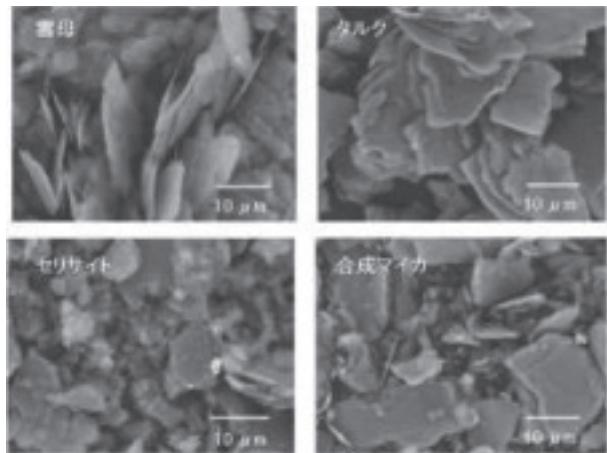


図1 複合化に用いた基板粉体の電子顕微鏡画像

1 近畿大学生物理工学部

2 東京理科大学

3 奈良女子大学

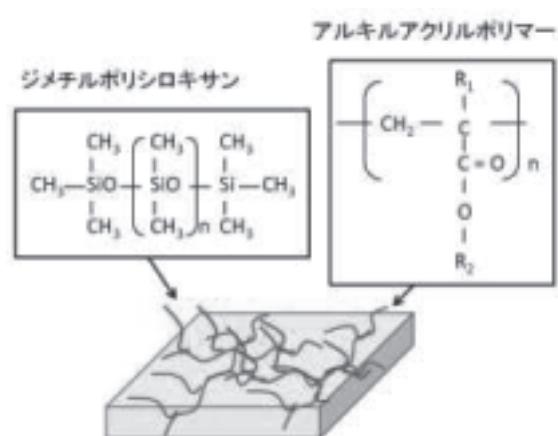


図2 アクリル酸アルキルジメチコン処理粉体の概要

表1 複合粉体の作成に使用した配合成分

成分	品名	品種
基板	Y-1800	雲母
	EX-10	タルク
	FSE-100	セリサイト
	PDM-9WA	合成マイカ
ASC10-Y-1800	アクリルジメチコン 10%被覆雲母	
ASC10-EX-10	アクリルジメチコン 10%被覆タルク	
ASC10-FSE-100	アクリルジメチコン 10%被覆セリサイト	
ASC10-PDM-9WA	アクリルジメチコン 10%被覆合成マイカ	
主油剤	SH200c 10cs	ジメチルポリシロキサン
添加剤	DBP	2,4-ジヒドロキシベンゾフェノン
	HBD	4-ヒドロキシ安息香酸ドデシル
	MCX	4-メトキシケイ皮酸2-エチルヘキシル
	OL0	オリーブオイル

紫外線吸収剤や油剤との複合化による耐衝撃性粉体の試作には、各種表面処理条件を比較したこれまでの知見に基づき、アクリル酸アルキルとジメチルポリシロキサンのコポリマーで被覆した表面処理粉体（大東化成工業、ASC10%処理品）を選択し使用した。図2にASC処理粉体の表面構造の概要図を示した。

複合粉体の調製に用いた配合成分を表1に示す。基板粉体10gを秤量し、これに主油剤としてジメチルポリシロキサン（信越シリコーン SH200c 10cs）を0.7gと、添加剤を0.3g、希釈用のアルコールを2g加えた後、乳鉢と乳棒で十分に摩碎することで均一に混合した。次に、80°Cに設定した乾燥器でアルコールを揮発除去し、油剤を粉体に固着させたのち篩で解砕し複合粉体とした。

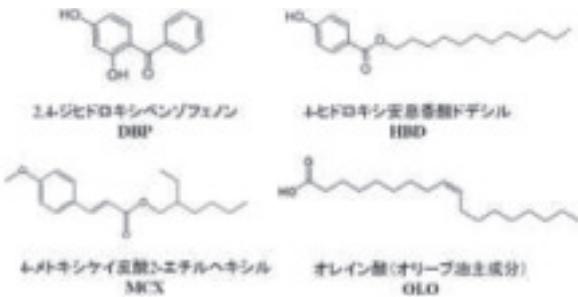


図3 複合化に用いた紫外線防御剤と比較用添加剤

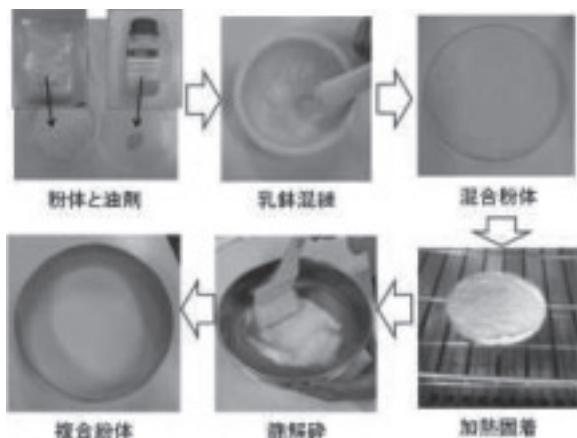


図4 紫外線防御剤複合粉体の調製方法

添加剤は、化粧品の紫外線吸収剤として汎用される2,4-ジヒドロキシベンゾフェノン(DBP)、4-ヒドロキシ安息香酸ドデシル(HBD)、4-メトキシケイ皮酸2-エチルヘキシル(MCX)、および、比較のためにオリーブオイル(OL0)の4種類を用いた。図3に実験に使用した補助油剤の分子構造を示す。オリーブオイルは主成分のオレイン酸の構造を示した。

以上の4種類の異なる補助油剤を添加剤として、4種類の基板粉体を用いてASC処理の有無による効果を比較するために、合計32種類の試験用複合粉体を調製し実験に用いた。複合粉体の調製方法の概要を図4に示した。

2.2. 分析方法

2.2.1. 硬度

複合処理した粉体2gを秤量し、円形タブレット型枠に充填しハンドプレス(HR-1型)でプレス成型し粉体ケーキを作成した。このプレストケーキに図5のように硬度計(WR-107E型)を押し当てて硬度値を測定した。硬度計の指示値を硬度値として用いた。また、市販品の中味を解したバルク粉体を用いて、同様にプレストケーキを作成し、硬度を測定した。

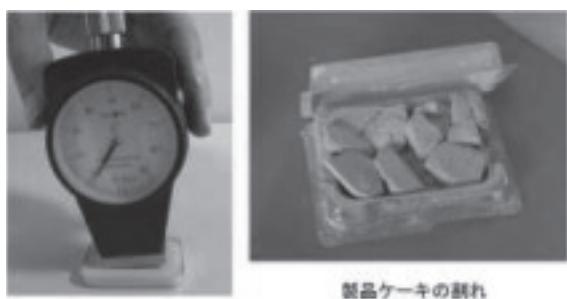


図5 ファンデーションの硬度の測定方法と割れ現象

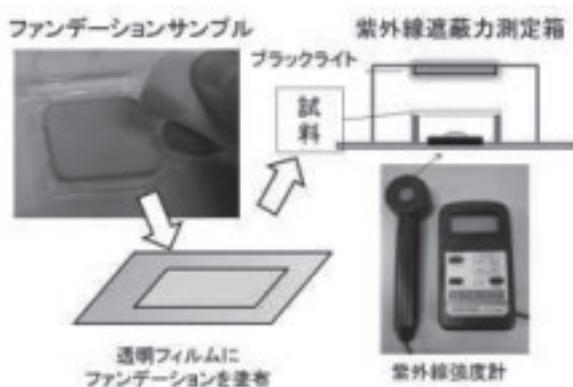


図6 ファンデーションの紫外線遮蔽力の試験方法

2.2.2. 耐落下強度

プレスト成型したケーキサンプルを 30 cm の高さから繰り返し落とし、何回目で割れたかを記録し落下耐性強度とした。1000 回目まで割れない場合は、そこで落下試験を終了した。この落下耐性回数が多いほど、製品を工場から店頭への搬送する途中や積み下ろしの作業、消費者がバッグに入れて持ち歩くときの衝撃や、化粧中に不意に手から滑り落としたときの衝撃で発生する中味の粉体ケーキの割れ事故（図5右）を防ぐことができる。

2.2.3. 紫外線遮蔽率

複合処理した粉体と市販のファンデーションの紫外線遮蔽率の測定は、以下のように行った。はじめに透明なフィルム面の一定面積に一定量の粉体を塗布し試験用サンプルとした。塗布量は、精密天秤で計量しながら調整した。そして、図6に示すように紫外線光源としてブラックライトを用いて、試料台の下に紫外線強度計（UV LIGHT METER UV-340）を置き、試料を透過した紫外線の強度を測定し遮蔽率を求めた。粉体サンプルを塗布しないフィルムの透過率に対する比率を計算し紫外線遮蔽率とした。

3. 結果と考察

3.1. 複合化によるケーキの落下強度

雲母、タルク、合成マイカ、セリサイトの4種類の未処理の粉体と、ASC 処理した各粉体を基板として結合油剤の効果を比較した。基板粉体に対しジメチコンを主油剤として 7 % の重量比で配合し、補助油剤を 3 % 添加した複合粉体を成型したケーキの落下試験を行い、ケーキが崩壊するまでの平均落下回数を求めた。その結果、未処理粉体を基板に用いた場合は、いずれの補助油剤を配合した場合でも落下回数が 10 回目までにすべてのケーキが崩壊した。また、ASC 処理粉体を基板とした場合でも、補助油剤を配合せずに主油剤のジメチコンのみで固めたケーキは、やはり 1 回の落下で崩壊した。

これに対し、ASC 処理粉体と補助油剤を組み合わせると落下耐性が顕著に向上了し、10 回の落下でもケーキが崩壊せずに形状を維持した。図7は、ASC 処理粉体と補助油剤を複合化した粉体の落下試験結果を示す。これらの結果は、基板粉体の表面に被覆した ASC 層が、ジメチコン単独添加では衝撃吸収性の粉体間組織を形成せず、補助油剤の添加によって粉体間に耐衝撃性の結合組織を形成したことを示唆する。

4種類の補助油剤の効果を比較すると、もっとも落下耐性が向上した添加剤は MCX であった。次に、HBD が落下耐性を高める効果が高いことが分かった。一方、DBP は OLO と同様に落下耐性強度を高める効果は弱いことが分かった。すなわち、耐落下強度を高める添加剤は、オキシベンゼン環構造の側鎖に C 原子数が 10 個以上連なったドデシル基やエチルヘキシル基をもっており、1 本鎖よりも分岐鎖の方が落下耐性強度を高める効果が高いことが示唆された。

一方、C 原子が 17 個連なり屈曲した鎖をもつ OLO は落下耐性をもたらす効果が弱い。したがって、補助油剤はアルキル側鎖の作用とともに、分子内の極性基の構造が粉体間の結合に関与し、落下耐性をもたらすことが示唆される。

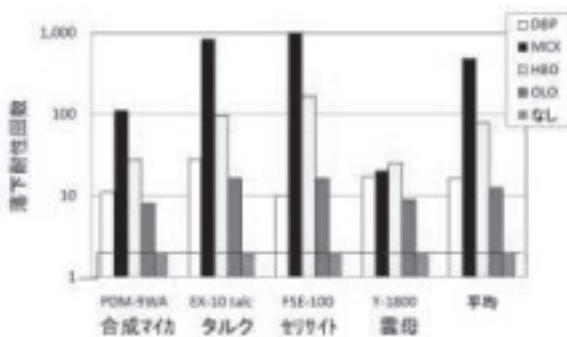


図7 複合粉体のプレストケーキの落下耐性回数

一方、DBP の結果はオキシベンゼン環構造だけでは落下耐性があまり向上しないことを示す。以上の結果をまとめると、MCX や HBD のように長めのアルキル鎖をもつフェノール性水酸基をもつ油剤が、ASC ポリマーと相互作用することで粉体間に耐衝撃性をもたらす結合組織を形成すると考察される。すなわち、平面状の薄片分子であるベンゼン環が ASC ポリマー内に侵入すると硬度と結合力を与えるとともに、アルキル側鎖が隣接する粉体表層の ASC ポリマーとネットワーク構造を形成することで、粉体間にクッショング効果のある結合組織を形成し、落下耐性をもたらすと推定される。したがって、MCX のように分岐したアルキル側鎖を伸ばす方が、粉体間に三次元的なネットワーク構造を形成するのに適すると結論付けられる。

3.2. 複合化による硬度と紫外線遮蔽度

ケーキ硬度と紫外線遮蔽度の結果を図 8 に示す。プレストケーキファンデーションはソフトな使用感が好まれるため、ケーキの硬度を低く抑えたまま落下強度を高める物性が求められる。図 7 で高い落下耐性強度を示したタルクとセリサイトを比較すると、基板に ASC 処理タルクを用いると、油剤に MCX と HBD のいずれを用いた場合でも、ASC 処理セリサイトよりも硬度が 3 割程度高くなることが分かった。したがって、ASC 処理セリサイトを基板とした複合粉体は、成型ケーキの高い落下耐性強度とソフトな使用感を同時に付与する効果が、もっとも優れていることが明らかとなった。

一方、もっとも高い紫外線遮蔽度を与えた補助油剤は DBP であった。また、MCX 複合粉体を用いた場合は二番目に高く、HBD の 2 倍程の効果をもたらすことが分かった。油剤による紫外線遮蔽力は、分子内の共役二重結合構造の長さと存在量に依存するため、補助油剤の分子構造に依存した差異であると理解できる。

以上の結果、ASC 処理粉体と MCX を複合化することで、硬度を低く抑えたまま落下耐性を強める効果を付与できるが、紫外線の吸収力は分子内に二つのベンゼン環を保有する DBP が高いことが明らかとなった。

MCX のようにフェノール性水酸基をもつ油剤は、高分子の可塑化機能があることが知られており、ポリマーとの組合せにより低硬度でも落下衝撃耐性を付与することが知られている⁸。だが、DBP の結果が示すように、ASC ポリマーへの浸潤効果のみでは落下衝撃耐性の効果をもたらすことができないことが明らかとなった。すなわち、落下耐性強度を高めるためには、粉体間に網目状の結合組織の形成が必要なため MCX が適するが、MCX のアルキル側鎖と ASC ポリマーが形成する結合組織層は、紫外線遮蔽力にはあまり寄与しないことが新たな知見として明らかとなった。

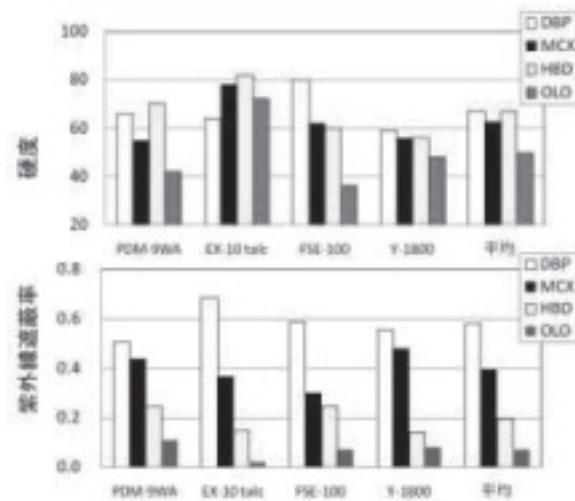


図 8 複合粉体ケーキの硬度と紫外線防御効果

4. むすび

本研究は、商品開発現場のノウハウに基づいた粉体化粧品の物性制御技術のメカニズムを詳細に解明することにより、新たな処方開発に役立てることを目的に行われた。その結果、プレストケーキ型ファンデーションの開発において、紫外線防御効果とともにソフトな使用感を与えるための効果的な処方設計技術を明確化することに成功した。

本研究で明確となった粉体間結合層の分子設計技術は、化粧品の嗜好性や使用感を高めるための製剤化技術の発展を促し、より快適な人々の社会生活や安心安全な暮らしの構築に役立つと期待される。

文 献

- [1] 鈴木高広, 化粧品の最近の市場動向と技術傾向, 化学装置, 54(7), 22-29, 2012.
- [2] 池鯉鮒悟, 国内の日射量について, 太陽エネルギー学会誌, 38(5), 49-54, 2012.
- [3] 菅原智, 猪俣幸雄, 無機粉体の分散性制御技術とサンスクリーン製剤への応用, Fragrance J., 32(4), 72-80, 2004.
- [4] 坂井章人, 化粧用酸化チタンの開発動向, Fragrance J., 31(4), 81-91, 2003.
- [5] 鈴木高広, 化粧品におけるナノ粒子剤の役割と安全性に関する現状, 粉体工学会誌, 47(12), 830-838, 2010.
- [6] 三浦由将, 化粧用途における紫外線防御剤の最適選定/配合の評価法, Cosmetic Stage, 1(6), 20-27, 2007.
- [7] 特開 2007-197545
- [8] 特開 2008-120813

暑熱環境暴露中に頸部冷却が喚起する情動反応と その注意機能に及ぼす影響

片桐祥雅¹, 坊垣友美²

あらまし 2次元気分尺度検査から暑熱環境暴露に対して覚醒及び鎮静の二つの情動反応が存在することが判明し、脳波および自律神経活動からもそれが支持された。頸部冷却作用にもこの二つの違いが現れ、温熱に対する快不快にかかわらず注意機能は覚醒に対しては上がり、鎮静に対しては下がった。二つの情動反応は中枢の典型的な二つのストレス反応に起因することが示唆された。

キーワード 暑熱 注意機能 標準注意検査 頸部冷却 選択的脳冷却

1.はじめに

一般に暑熱環境に暴露されると注意機能をはじめとする脳機能が低下する[1]。このため、頭頸部を冷却することで脳機能の低下を防止することは注意機能を維持するのに有効であると考えられていた[2]。しかし、持続的注意機能検査 (continuous performance test, CPT) による我々の評価では、環境温度が上がっても注意機能は必ずしも低下するとは限らず、注意に係る複雑な高次脳機能の存在が示唆されている。そこで本研究では、暑熱環境暴露による注意機能の多様性の存在を明らかにすることを目的とした。

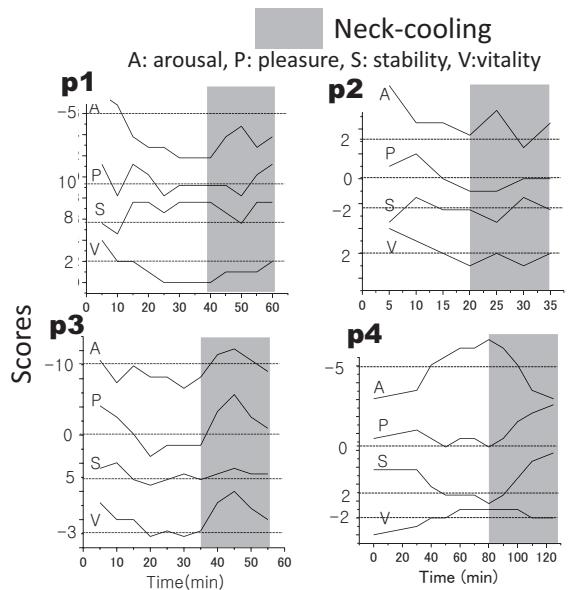
2.結果

暑熱環境暴露（35度、80%）および頸部冷却に対する2次元気分尺度による感情状態を測定した結果、温度に対する快不快感覚は被験者全員が暑熱環境暴露下で不快、頸部冷却で快を示す一方、覚醒度については暑熱環境下で上がり頸部冷却で下がるタイプ（積極的反応）と、逆に暑熱環境下で下がり、頸部冷却で上がるタイプ（消極的反応）の二つのタイプが存在することが判明した。図1に、これら二つのタイプ（p1～3は消極的反応、p4は積極的反応）の典型例を示す。さらに独立変数である覚醒度と快適度から気分を2次元マップ化したものを図2に示す。消極的反応を示すタイプでは気分が眠気の方向に変移する傾向にあるのに対し、積極的反応を示すタイプでは嫌悪(aversion)の方向に気分が変位した。暑熱環境暴露中に頸部冷却を行ったところ、消極的反応を示すタイプでは安堵(relief)の方向に気分が変移する傾向を示したのに対し、積極的反応を示すタイプでは眠気を伴った安堵の方向に気分が推移することが明らかとなった。

暑熱環境に対して消極的応答を示す2被験者(P1及びP3)を選抜し、暑熱環境下での頸部冷却の有無による注意機能の変化の詳細をSTROOP試験[3]により調べた。履歴の影響の有無を判定するため、オン／オフの順序を入れ替えたクロスタスクデザインを採用した。

Stroop試験による注意機能評価の結果を図3に示す。頸部冷却をOnからOffにする手順(#1)では、いずれの被験者も頸部冷却により注意機能(Step4)が頸部冷却により保持され、冷却停止後に低下することを示してい

図1 暑熱環境暴露下での頸部冷却に対する2次元気



分尺度の被験者毎の推移

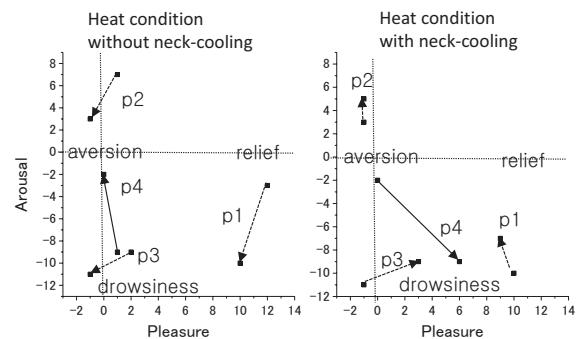


図2 暑熱環境下での気分推移の2次元マップ

る。但し単純な反応課題 (step1,3) に対しては、オフ状態で達成時間が短縮されている。一方、頸部冷却をOffからOnにする手順(#2)では、頸部冷却による注意機能の顕著な回復は認められなかったが、単純な反応課題の達成時間は短縮される傾向にあった。履歴効果については、長時間での頸部冷却による影響が若干認められた。即ち、事前に頸部を十分冷却している場合(#1)のほうが事前冷却なし(#2)にくらべ単純反応時課題(step1,3)の達成時間が頸部冷却装置のオン／オフに

¹ 独立行政法人情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター 565-0871 大阪府吹田市山田丘1-4

² 愛知医科大学看護学部 愛知県長久手市岩作雁又 1-1

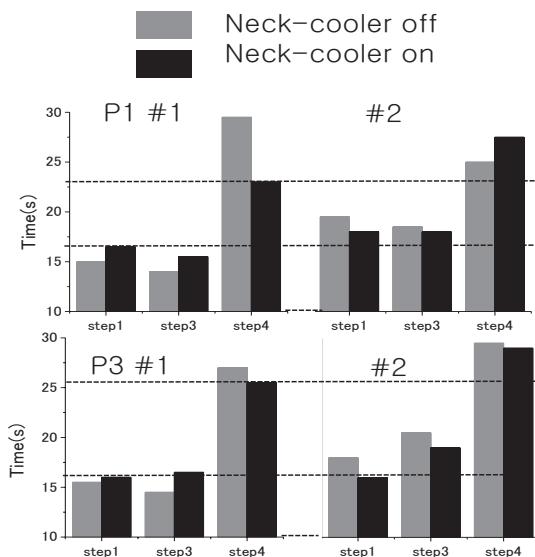


図3 暑熱環境暴露下での頸部冷却が注意機能に及ぼす影響(被験者は暑熱刺激に対し消極的反応を示す)

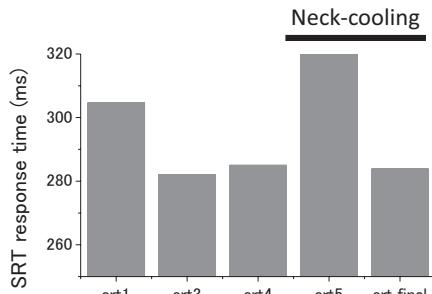


図4 暑熱環境暴露下での頸部冷却が注意機能に及ぼす影響(被験者は暑熱刺激に対して積極的反応を示す)

関わらず達成時間が短縮された。なお、注意課題(step4)では履歴効果は認められなかった。

一方、暑熱環境に対して積極的応答を示した被験者(p4)に対して注意機能の詳細も調べた。持続的注意検査(単純反応時間課題SRT)により注意機能の検査を実施した結果(図4)、注意機能は暑熱環境下で上がり(SRT反応時間は短縮)、頸部冷却直後に注意機能の大幅な劣化(SRT反応時間の増大)が認められた。

3. 考察および展望

これまで暑熱環境下では、熱産生による体温(脳温)上昇を抑制するために行動を抑制するように疲労・倦怠感を脳が発現すると考えられていた。暑熱刺激に対して消極的反応を示す被験者がこれに該当する。熱刺激で不快感は増大するものの、定量的な注意検査では反応時間が全般的に長くなり注意機能が低下することがこの結果を裏付けている。

しかし、本研究で暑熱刺激に対して積極的反応を示す場合があることが初めて明らかとなり、注意機能を支える脳活動は単純に環境温度に依存しないことが判明した。この積極的反応は暑熱刺激により覚醒度が向上すると同時に注意機能も向上するものであり、従来考えられてきた反応とは全く逆の挙動を示すものであ

る。注意機能検査でも暑熱環境下で成績が向上しており、覚醒度向上を裏付けている。このような暑熱環境に対する積極的反応の神経生理学的機構は今のところ明らかではない。しかし、暑熱環境での覚醒度向上は暑熱刺激を探査してそれから逃走するための行動調節に関わるものであり、暑熱による不快刺激が扁桃体を賦活したことで血流が視床・皮質に偏移することに起因すると考えられる。詳細な検討は今後の課題である。

4. 方法

第17回独立行政法人情報通信研究機構生体情報研究倫理委員会の承認の下、ボランティアを募り応募した男女計8名を対象とした。被験者全員から書面おおび口頭でインフォームドコンセントを得て被験者試験を実施した。

頸部冷却の効果を検証するため、簡易暑熱環境に30分以上暴露させた後頸部冷却装置を作動させた。この間、2次元気分尺度により感情状態を10分毎に記録した。被験者の心理状態の評価には、8項目の質問項目から快適度(pleasure)、覚醒度(arousal)、活性度(vitality)、及び安定度(stability)の4つの指標から時々刻々変化する気分を簡便に評価できる2次元気分尺度(Two Dimensional Mood Scale, TDMS)[4]を採用した。

暑熱環境下で頸部冷却が高次脳機能に及ぼす効果を明らかにするため、持続性注意検査(Continuous Performance Test, CPT)及びSTROOPカラーワード試験を採用した。CPTは単純反応課題(SRT)と選択課題(AX)を対象とした。また、STROOP試験は、単色漢字読み(Step1)、色-漢字一致読み(Step3)、色-漢字不一致読み(漢字の色を答える)(Step4)を対象とした。

暑熱環境を提供する手段として、ヒトから外部への熱放射・水分放射を遮断することにより簡易的に暑熱環境(被服気候)をつくる方法を採用した。若干の個人差はあるものの、被服気候は安定な高温(35~37°C)・高湿度(~80%)を提供した。

頸部冷却には、頸動脈が皮膚近傍を通る頸部に電子冷却素子を設置することで効率よく深部を冷却する装置[5]を採用した。

本研究の一部は文部科学省科学技術補助金および新エネルギー開発機構・省エネルギー革新技術開発事業の支援を受け実施した。

文 献

- [1] M. Starter and J. P. Bruno, "Cortical cholinergic inputs mediating arousal attentional processing and dreaming: different afferent regulation of the basal forebrain by telencephalic and brainstem afferents," *Neuroscience*, 95, pp. 933-952, 2000.
- [2] C. J. Tyler, P. Wild, and C. Sunderland, "Practical neck cooling and time-trial running performance in a hot environment," *Eur J Appl Physiol* 110, pp. 1063-1074, 2010.
- [3] AR. Jensen and WD Jr Rohwer, "The Stroop color-word test: a review," *Acta Psychol.* 25(1), pp. 36-93, 1966.
- [4] 坂入洋右, 德田英次, 川原正人, 谷木龍男, 征矢英明, "心理的覚醒度・快適度を測定する2次元気分尺度の開発," 筑波大学体育系紀要 Bull. Inst. Health & Sport Sci. Univ. Tsukuba 26, pp. 27-36, 2003.
- [5] 川久保佐記, 川原靖弘, 板生清, "ウェアラブル個別冷房システムの開発と節電効果," 化学工学, Vol. 76, No. 9, pp. 532-535, 2012.

精油吸引による注意機能の特異的変容に関する一考察

片桐祥雅¹, 2 坊垣友美², 宇佐美眞³

あらまし 精油の嗅覚刺激やタッチあるいはマッサージによる触覚刺激は感覚のみならず認知機能を大きく変容させる。持続的注意検査の反応時間の統計的解析から、この変容は認知-行動サイクルの速い経路が嗅覚刺激により阻害され前頭前皮質を経由する遅い経路が選択されることに起因することが示唆された。

キーワード 嗅覚 触覚刺激 アロマセラピー タッチセラピー 精油 注意機能 脳機能モデル

1. はじめに

人間が目的行動をとる上で重要な役割を果たしている注意機能は前頭前皮質の主要な機能のひとつであるとされ、機能的核磁気共鳴画像法(fMRI)を用いた研究[1]から眼窓野、右帯状回、小脳など皮質から深部神経核に至る様々な部位が機能遂行に関わることが明らかにされている。この注意機能は様々な原因で上昇／低下する。心因性ストレスは低下を誘導する典型である。この心因性ストレスに関連し、植物から抽出される芳香性油脂（精油）もまた中枢神経に作用し注意機能を変調する[2]と考えられるが、科学的根拠を提示する研究報告は少ない。

本研究では、精油を用いて嗅覚及び触覚刺激による注意機能の変容を持続的注意検査により定量的に調べるとともに、脳波及び前頭部脳血流測定により注意機能を変容させる脳機能ネットワークモデルを検討した。

2. 方法

2.1. 被験者

健常な男女15名（年齢18～26歳）を対象に、愛知医科大学倫理委員会及び情報通信研究機構第17回生体情報研究倫理委員会の承認を経て被験者試験を実施した。被験者には事前に口頭及び書面によりインフォームドコンセントを得た。

2.2. 手続き及び計測・解析方法

被験者試には、国際10-20法に準拠した脳波キャップおよび前額部に1チャンネルの赤外線血流センサ(Hemoencephalogram, HEG)[3-4]を予め装着させ、初期状態、精油吸引後および精油タッチ後の3回に渡り注意機能検査を受検させた。注意機能検査として持続的注意検査(Continuous Performance Test, CPT)の中の単純反応課題(SRT)及びAX課題を採用し、SRT, AXの順に休息を入れずに実施した。精油を浸透させた脱脂綿を鼻腔近傍に配置し、鼻呼吸により精油を吸引させた。吸引時間は3分とした。キャリアオイルに精油を分散させたものを掌に塗布し被験者の手掌に軽く添え、精油タッチを行った。施術時間は5分とした。

SRT及びAX課題ではそれぞれ試行数は80及び400であり、SRTでは全数(PCディスプレイ上に⑦が提示された時にできるだけ早く反応ボタン(スペースキー)

を押す)、AX課題では40がターゲット(③の提示に続き⑦が提示された時のみできるだけ早く反応ボタンを押す)である。について評価される反応時間を統計処理し、平均及び頻度スペクトル(ヒストグラム)を算出した。脳波計測では、深部脳活動と相関があるとされる[5-7]後頭部脳波の α_2 帯域に着目した。脳波電極O₁及びO₂に生じる自発脳波(乳頭骨電極A₁及びA₂を基準とし512Hzでサンプリング)から α_2 帯域(10.0～13.0Hz)を抽出し、脳波強度の時系列データ(32SPS)を算出した。

3. 結果

種々の精油(lavender(ラベンダー), arvensis(ハッカ), ginger(生姜), Citrus Junos(柚子), chamomile(カモミール), bergamot(ベルガモット))を用いて注意検査を行い、SRTとAXの二つの課題をセットで行う課題遂行において、両者の平均反応時間の相関を調べた(図1)。その結果、SRT反応時間が長い領域ではAX反応時間もSRT反応時間に相関して増大する傾向にあるものの、SRT反応時間が短い領域ではAX反応時間は増大する反相関の傾向を示すことが明らかとなった。一方、非ターゲット刺激に反応する誤答数とセットで遂行したSRT平均反応時間との相関を調べた結果、SRT反応時間が極度に小さいか大きいときに誤答が多く発生することが明らかとなった(図2)。

次に、匂いに対する嗜好性に偏りが少ない柚子を対象に、精油吸引及び精油タッチがSRT試験へ及ぼす影響を詳細に検討した。その結果、アロマセラピーによりSRT反応時間が大幅に延伸した。反応時間のヒストグラムは二つの独立成分の存在を示唆するものであった(図3)。反応時間の大幅な延伸は、反応が長い方の分布の頻度が高まるとともに短い反応の頻度が低下することにより生じることが明らかとなった。

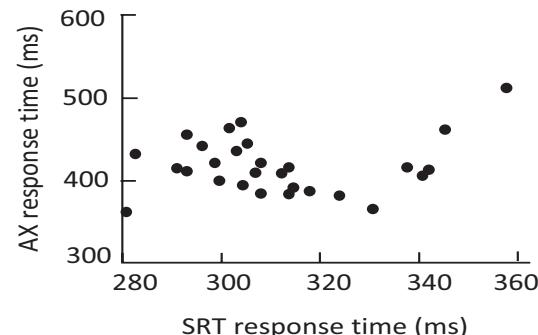


図1 SRT課題反応時間とAX課題反応時間との相関。

¹ 独立行政法人情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘1-4

² 愛知医科大学看護学部 〒480-1195 愛知県長久手市岩作雁又1-1

³ 神戸大学大学院保健学研究科 〒654-0142 保健学研究科 神戸市須磨区友が丘7-10-2

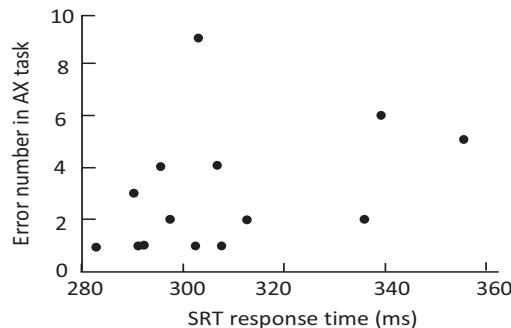


図 2 SRT-AX 課題遂行における AX 課題の誤り数の SRT 反応時間依存性。

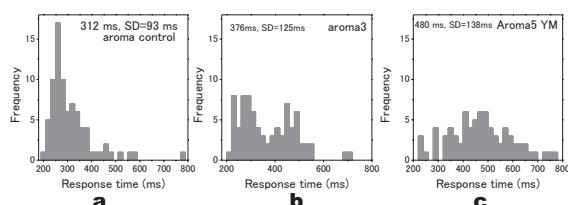


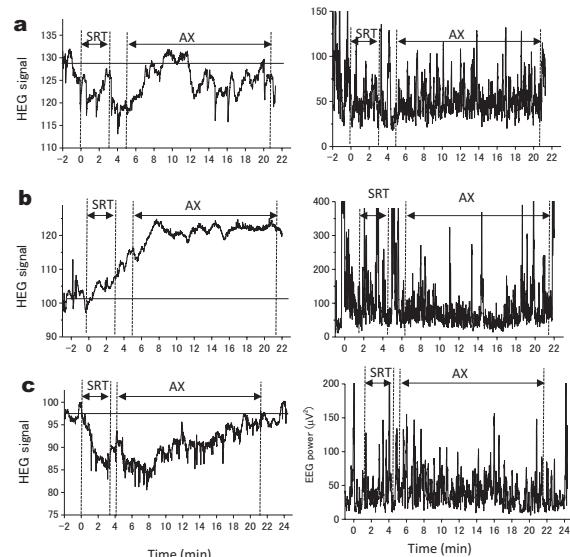
図 3 精油吸引および精油タッチによる SRT 反応時間ヒストグラムの変容。 (a) baseline (b)アロマ(柚子)吸引 (c)アロマ(柚子)タッチ

次に、SRT 及び AX 課題遂行時の脳機能計測を行った結果を図 4 に示す。SRT, AX ともに反応時間を短縮する被験者は前頭部血流がやや低い一方、後頭部脳波 α_2 強度はやや高くなっている。これに対し、SRT 反応時間が極度に遅くなる被験者では前頭部血流が高く、後頭部 α_2 強度も小さくなっている。一方、AX 反応時間が極度に短くなる被験者では脳波には特別な特徴を見いだせなかつたものの前頭部血流の顕著な低下が認められた。

4. 考察とまとめ

持続的注意検査における SRT 課題では視覚刺激に対して運動系を起動して行動を產生する単純なシステムにより遂行される一方、AX 課題では排他的抑制を行うシステムにより遂行されると考えられる。このような行動は、階層構造を有する知覚運動サイクル [8] を基盤とする脳機能ネットワークモデルで説明可能である。即ち、SRT 課題遂行時に起動される運動セットは皮質下の 1 次感覚野と運動前皮質の連絡により高速反応を可能とする一方、AX 課題遂行ではこの高速反応を抑制しつつ判断を行うため SRT よりも大幅に反応時間が長くなると考えている。また、このような二つの経路は脳血流の偏移により拮抗する：即ち、視床（外側）—感覚・運動系に血流が偏移するとき SRT 反応時間は短く、逆（視床内側—帯状回・前頭前皮質）への偏移で長くなると推察している。このような深部脳の血流偏移仮説は、AX 課題の誤答率が SRT 反応時間の短縮とともに上昇する結果とも整合する。即ち視床への血流偏移は運動機能を上昇させる一方で判断機能を低下させるものと考えられる。

精油の吸引により持続的注意検査の変容が生じる原因を知覚運動サイクルに基づく脳機能ネットワークモデルで説明する。図 4 精油(柚子)吸引後の注意機能検査 (SRT 及び AX 課題) 遂行中の脳活動。a: SRT 及び AX 反応時間が速



くなる被験者 b: SRT 反応時間が極度に延伸する被験者 c: AX 反応時間が極度に短縮する被験者

る。デルに帰着させると、図 3 の試験ではアロマセラピーは視床血流を低下させたことを意味する。一方、精油吸引により SRT 反応時間を短縮させる一方 AX 反応時間を延伸させる被験者の存在も確認している。これは、精油吸引が視床血流を上昇させる場合もあることを示唆する。このように精油吸引による注意機能の変容が被験者毎に異なることから、精油が複雑に高次脳に作用していること考える必要がある。その作用機序の詳細を明らかにすることが今後の課題である。

本研究の一部は文部科学省科学技術補助金および新エネルギー開発機構・省エネルギー革新技術開発事業の支援を受け実施した。

文 献

- [1] M. G. Tana, et.al., "Exploring Cortical Attentional System by Using fMRI during a Continuous Performance Test," Computational Intelligence and Neuroscience Volume 2010, Article ID 329213, doi:10.1155/2010/329213.
- [2] X. Duan et.al., "Heart rate variability in autonomic function and localization of cerebral activity during inhalation of perfumed fragrances," J. Int'l. Soc. Life Info. Sci. 24(2), pp. 383-395, 2006
- [3] R. Coben et. al., "Neurofeedback for autistic spectrum disorder: a review," Appl. Psychophysiol. Biofeedback 35, pp. 83-105, 2010.
- [4] H. Toomim, W. Mize, P.C. Kwong, M. Toomim, R. Marsh, G.P. Kozlowski, M. Kimball, and A. Rémond, "Intentional increase of cerebral blood oxygenation using hemoencephalography (HEG): an efficient brain exercise therapy," J. Neurotherapy, 8(3), pp. 5-21, 2004.
- [5] N. Sadato, et. al, "Neural networks for generation and suppression of alpha rhythm: a PET study," NeuroReport 9, pp. 893-897, 1998.
- [6] M. Schreckenberger, et. al., "The thalamus as the generator and modulator of EEG alpha rhythm: a combined PET/EEG study with lorazepam challenge in humans," NeuroImage 22, pp. 637-644, 2004.
- [7] N. Oishi, et. al, "Neural correlates of regional EEG power change," NeuroImage 36, pp. 1301-1312, 2007.
- [8] M.A. Arbib, "Schemas for the temporal organization of behavior," Hum. Neurobiology 4, pp. 63-72, 1985.

柚子タッチによる寒冷疼痛刺激に対する無痛状態の出現と 神経生理学的考察

坊垣 友美¹ 片桐 祥雅² 宇佐美 真³

あらまし 疼痛は患者の QOL を下げる要因として大きな問題となっているが、投薬の禁忌条件などから薬物に頼らない補完代替療法の確立が求められている。慢性疼痛を想定し主に C 纖維を刺激する寒冷誘発刺激に対して柚子精油のタッピングを行った結果、無痛状態が出現することが明らかになった。この状態で前頭部皮質血流が低下し、後頭部脳波 α_2 帯域強度が増大していることから、無痛状態の出現に深部脳活動が関与していることが示唆された。

キーワード アロマ 柚子 タッチ 慢性疼痛 疼痛制御 脳波 脳血流

1. はじめに

痛みの発現には、神経機構の他に感情、認知、感覚的構成要素を含む複雑なプロセス [1] が関与する。この結果、癌疼痛を典型とする難治性慢性疼痛が出現する。このような癌性疼痛に対して通常医療ではオピオイドを中心とする薬理学的治療が適用されているが、持続的効果の限界、副作用が問題となっている。このため、近年、非薬理学的医療として西洋医学を補完・代替する医療 (complementary and alternative medicine; CAM) が多くの国で導入されるようになった [2-3]。典型的 CAM の一つは、感覚受容器を介して芳香性揮発性有機化合物の精油を用いた芳香療法、いわゆるアロマセラピーである。単純な吸引のほかマッサージを併用する手技がある。このようなアロマセラピーをがん患者に対して施術した結果、不安やうつといった気分障害を改善し [4]、また疼痛緩和に効果があることが報告されている [5-8]。

我々はタッチを併用する精油の疼痛緩和作用の神経科学的な根拠を明らかにすることを目的に研究を進めてきた。その過程で、日本で伝統的に使われている柚子が特異的に無痛状態を誘導する作用を有することを経験的に認めるに至った。本研究では、柚子精油を用いたタッチを対象に、寒冷疼痛刺激に対する主観的疼痛評価と脳活動との関係の詳細を実験的に調べ、疼痛緩和作用を発現する神経機構について考察した。

2. 方法

2.1. 被験者

愛知医科大学倫理委員会の承認の下ボランティアを募り、応募した健康な 20~24 歳の男女 13 人に對し書面および口頭でインフォームドコンセントを得た。その後、既往歴・現病歴および当日の体調を考慮して被験者（男 3、女 7）を選別した。

2.2. 実験デザイン

疼痛発現の要因として、侵襲性疼痛に係る末梢神經 A δ 線維の刺激と慢性疼痛に係る C 線の維刺激がある。本実験では、がん疼痛を想定して疼痛刺激時間を比較的長く持続できる寒冷昇圧試験 (CPT:Cold pressor test) を採用した。寒冷疼痛に関する受容体 (TRPA1) [9] の

温度依存性を考慮し、水温を 10~11°C の範囲に設定することで C 纖維を刺激するようにした。浸水時間は 5 分とした。この刺激時間は従来の熱や電気刺激による疼痛試験よりも大幅に長く、慢性疼痛を十分に再現できると考えられた。使用する精油は蒸留抽出した柚子精油とし、キャリアとして採用したセサミオイル（日本産）に 5% 混合して実験用アロマオイルを調合した。タッチ（マッサージ）は左手指から肘関節までを行う手技を採用した。

2.3. プロトコル及び解析

施術しない状態で CPT を行った後、精油を含まないキャリアオイルのみのタッチおよび精油を含むタッチの各々について CPT を行った。一方の手を施術しつつ 5 分経過後に他方を冷水に暴露させた。暴露中も施術を継続させた。

CPT 実施中の痛み評価の推移を調べるために口頭による数値的評価スケール (numerical rating scale : NRS) (「0」を「痛みはない」～「10」を「耐えうる最強度の痛み」状態)を 30sec 毎に実施した。また、全試験期間を通じて国際標準 10-20 法に準拠した電極配置での自発測定を行うとともに近赤外分光法による前頭皮質血流(hemoencephalogram, HEG)の測定を行った。自発脳波から特に視床を含む深部脳活動と相關すると考えられている [10] 後頭部 α_2 帯 (10~12Hz) を抽出し、HEG 信号から得られる酸化 Hb 及び還元 Hb の比により推定される前頭部脳血流量と比較した。

3. 結果

図 1 に示すように一般に CPT における疼痛の数値評価 (NRS) は一端上昇した後低下する。タッチおよび精油タッチによらずこの傾向に変化はないものの、タッチ、アロマタッチの順に NRS が大幅に低下する傾向が得られた。このような疼痛評価の提示に対応する脳活動の推移の特徴を図 2 に示す。施術なしの状態 (baseline) での寒冷疼痛刺激では、後頭部脳波 α_2 強度は冷水暴露直後から抑制されるとともに前頭部脳血流は反対に増大した。一方、施術により脳波強度が増大するとともに脳血流は減少する傾向にあった。一方、緩和の効果が認められない被験者の存在も明らかになった。このような被験者では、図 3 に示すように、後頭部脳波 α_2 強度の低下と前頭部脳血流の増加が認められた。

¹ 愛知医科大学看護学部、〒480-1195 愛知県長久手市岩作雁又 1 番地 1

² NICT 脳情報通信融合研究センター、〒565-0871 大阪府吹田市山田岡 1-4

³ 神戸大学大学院保健学研究科、〒654-0142 神戸市須磨区友が丘 7-10-2

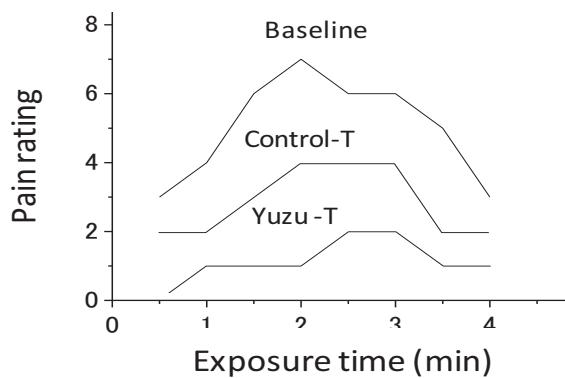
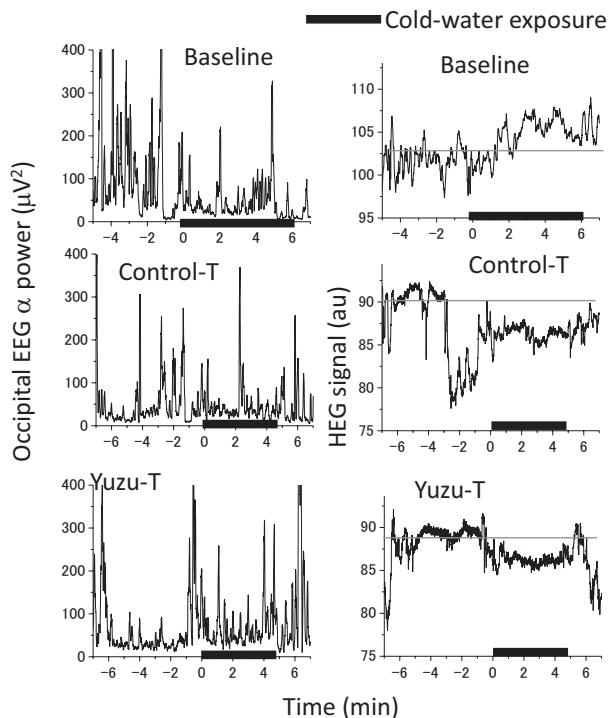
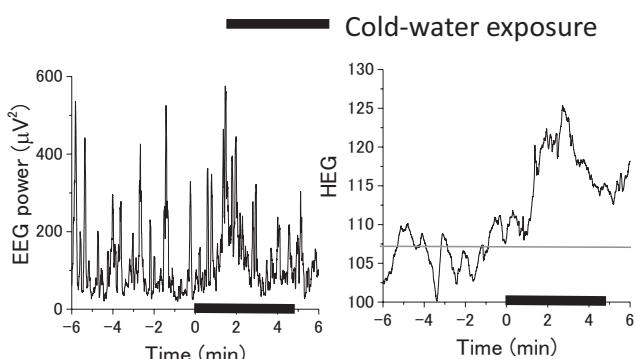


図1 寒冷疼痛刺激の主観評価に対する各施術の効果。

図2 寒冷疼痛刺激に対する後頭部 α_2 帯域強度および前頭部脳血流量の推移。図3 柚子タッチが効かない場合の寒冷疼痛刺激下での脳活動(後頭部脳波 α_2 強度と前頭部脳血流)の推移。

4. 考察およびまとめ

視床を活性化すれば慢性疼痛を緩和できることが示唆され、電極刺激による無痛(analgesia)状態誘導によりその仮説が実証されたている[11]。柚子タッチによる無痛状態出現の条件は、後頭部 α_2 強度の上昇と前頭部脳血流の低下、即ち活動の中心が皮質から脳深部への血流偏移を示唆するものであり、先行研究と整合する。一方、このような柚子タッチが全く効かない例も認められた。しかし、この場合には疼痛緩和の場合とは逆に深部脳血流低下が認められた。これらの結果は、アロマセラピーの作用を画一化することはできないものの、深部脳活動を制御する高次脳機能に帰着させることができることを示唆するものである。疼痛除痛は精油タッチによる疼痛除痛効果をもたらした深部脳活動賦活およびその個人差を詳細に検討する必要がある。

本研究の一部は文部科学省科学技術補助金および新エネルギー開発機構・省エネルギー革新技術開発事業の支援を受け実施した。

文献

- [1] Spoletilini I, Caltagirone C, Ceci M, et al: Management of pain in cancer patients with depression and cognitive deterioration. *Surg Oncol.* 2010 Sep;19(3):160-6.
- [2] Edzard Ernst M.D., Ph.D., Barrie R. Cassileth, Ph.D. "The prevalence of complementary/Alternative medicine in cancer A systematic review", *Cancer*, vol.83, no.4, pp.777-782,1998.
- [3] A. Molassiotis, P. Fernandez-Ortega, D. Pud, G. Ozden, J.A. Scott, et.al, "Use of Complementary and alternative medicine in cancer patients: a European survey." *Annals of Oncology*, 16, pp.655-663, 2005.
- [4] D. Fellowes., K. Barnes.. & S. Wilkinson, (2004). , "Aromatherapy and massage for symptom relief in patients with cancer." *Cochrane Database of Systematic Reviews*, J, CD002287. Retrieved August 22, 2006, from <http://www.cochrane.org/reviews/en/ab002287.html>
- [5] J. Corner, N. Cawley, S. Hildebrand, "An evaluation of the use of massage and essential oils on the wellbeing of cancer patients." *International Journal of Palliative Nursing.*, vol.1, no.2, pp.67-73, 1995.
- [6] Weinrich SP, Weinrich MC. "The effect of massage on pain in cancer patients." *Applied Nursing Research*, vol.3, no.4. pp.140-5, 1990.
- [7] L. Greathouse, A. Lomasney, B. Whiteman, "Foot massage: a nursing intervention to modify the distressing symptoms of pain and nausea in patients hospitalized with cancer.", *Cancer Nursing*, vol.23, no.3, pp.237-43, 2000.
- [8] K. Soden, K. Vincent, S. Craske, C. Lucas, A. S. Aahley "A randomized controlled trial of aromatherapy massage in a hospice setting." *Journal of palliative medicine*, vol.18, no.2, pp.87-92, 2004.
- [9] D. Uta, H. Furue, AE. Pickering, "TRPA1-expressing primary afferents synapse with a morphologically identified subclass of substantia gelatinosa neurons in the adult rat spinal cord.", *The European journal of neuroscience*, vol. 31, no. 11, pp. 1960-73, 2010.
- [10] N. Sadato, S. Nakamura, T. Oohashi, et al., "Neural networks for generation and suppression of alpha rhythm: a PET study," *NeuroReport* 9, pp. 893-897, 1998.
- [11] R.C. Kupers, J.M. Gybels, and A. Gjedde, "Positron emission tomography study of a chronic pain patient successfully treated with somatosensory thalamic stimulation," *Pain*, 87, pp. 295-302, 2000.

音響分析によるプロソディ障害の特徴抽出法の検討

今井絵美子¹ 片桐祥雅² 関啓子¹ 川又敏男¹

あらまし プロソディの微妙な変化を検出する聴覚印象評価法は機器を用いた音響分析法に勝るとされるものの評価者間に生じるバラツキの問題は解決されていない。本研究では、音声データの非線形解析を含む詳細な確率統計論的解析手法を用い、人間が行う聴覚印象評価と同等にプロソディの特徴を抽出する手法の実現性について検討した。

キーワード プロソディ 音響分析 非線形解析

1.はじめに

音声言語に付随するプロソディ（韻律）は、意味や話者の意図・感情の伝達を担い、円滑なコミュニケーションを支える。このプロソディの評価の現行法には聴覚印象判定法と音声分析ソフトを用いた音響分析がある。聴覚印象評価は「麻痺性構音障害の検査法」（日本音声言語医学会作成）および「〈発語失行症〉話しことばの評価票」の基準に従い言語聴覚士により行われるのが通常である[1, 2]。音響分析では、抽出した音響パラメータより、声の基本周波数（F0）の区間平均の時間推移の分析、F0の変化率を表すピッチレンジの算出、音圧レベル、発話長の比較分析が主として行われる。

しかし、プロソディの評価法には未だ問題点が残る。音響分析はプロソディの多様な変化を評価しきれないことが指摘されており、依然、診断の基準は聴覚印象評価である[3]。一方、聴覚印象判定法では評価者により評価のバラツキが生じやすいという問題が解決されていない[4]。

本研究は、より有効な発話特徴の抽出法について検討することを目的として、単母音の音響学的評価でしばしば用いられる非線形解析を単語・句単位の音声に応用し、聴覚印象評価結果との照合を行った。

2.方法

プロソディ产生障害例（3名、男性、 62 ± 11 歳）の音声サンプルから、基本周波数（F0）および強度（dB）の時系列データを抽出してリターンマップを作成し、その特徴について検討した。同様に、健常被験者（1名、男性、24歳）が発話課題中に同一単語を產生した音声サンプルを用いて F0 成分のリターンマップを作成し、聴覚印象評価による特徴をもとに比較検討した。

3.結果

3.1. 基本周波数と強度のカオス性

プロソディ产生障害例（失調性構音障害1例）と健常例の同一フレーズ発話の F0 および強度のリターンマップを比較検討した結果、両者の差は F0 マップにおいて顕著であった（図1参照）。

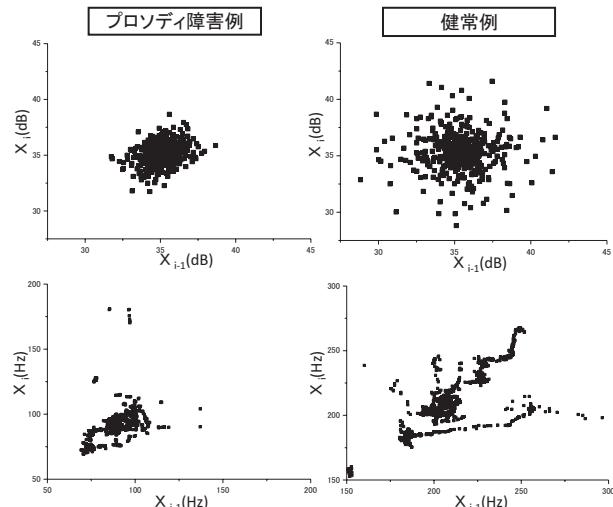


図1. プロソディ产生障害例と健常例との比較。
上段に声の強度(dB)、下段に F0(Hz)のリターンマップを示す。

3.2. 聴覚印象評価と基本周波数のカオス性

健常被験者（男性）が動詞產生課題遂行時に発した同一単語「たべる」6語のプロソディは、聴覚印象判定により良好(1語)、強い(1語)、速い(2語)、平坦(2語)と評価された。この6語のリターンマップを図2に示した。「速い」と判定された語の基本周波数のプロットは特定の部分に集中するのに比し、良好な発話では広範囲にプロットされ、カオス性が高い可能性が示唆された。

3.3. プロソディ产生障害例の特徴

聴覚印象判定で平坦なプロソディと判定された話者2例（いずれも男性）の F0 成分のリターンマップを図3に示した。1例はパーキンソン病、もう1例は脳血管障害による右半球損傷例であった。両者とも健常男性例よりもプロットされる周波数の範囲が広い特徴を示したが、その形状は異なった。パーキンソン病例では中央の集合体の周囲にプロットが散在した。右半球損傷例では円形の集合体から帶状に伸びるプロットが認められた。

¹神戸大学大学院 保健学研究科

〒654-0142 兵庫県神戸市須磨区友が丘 7-10-2

²独) 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-4

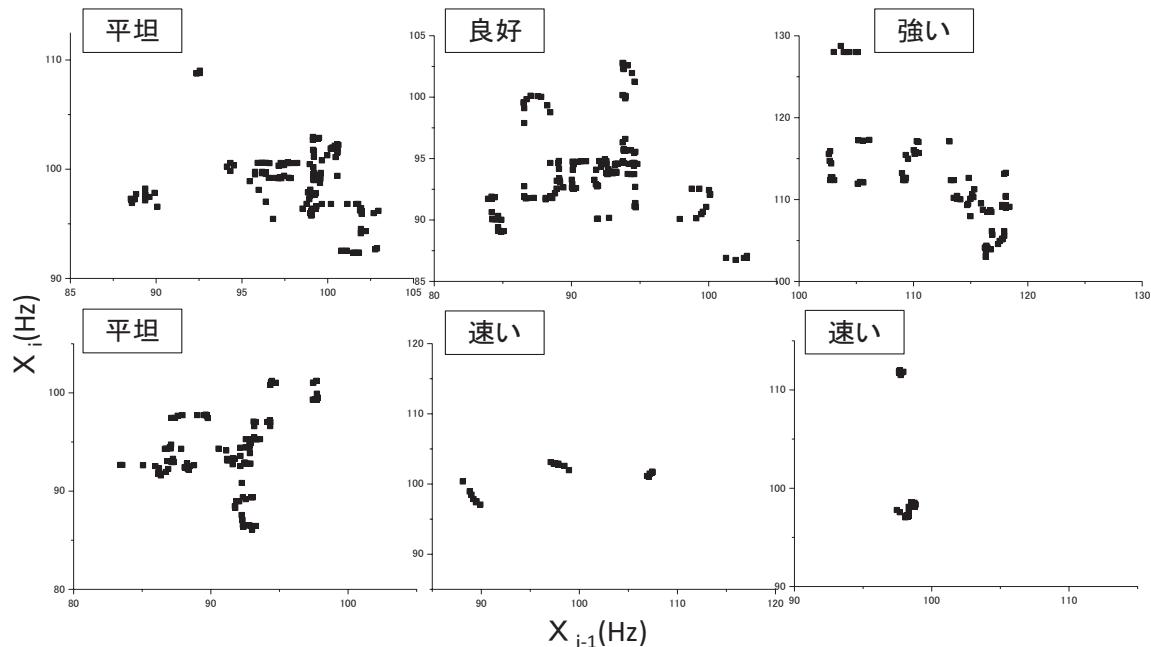


図2. 健常被験者の同一発語のF0リターンマップ。
プロソディの聴覚印象評価結果とともに示す。

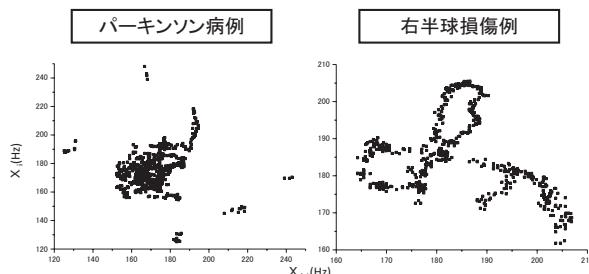


図3. プロソディが平坦になっている話者の発話の
F0リターンマップ。

4. 考察とまとめ

これまでの音声のカオス解析では声の強度を対象にする研究が多く、周波数を対象とした場合も発話から抽出した単音（母音）が対象とされてきた[5, 6]。本研究では、基本周波数と強度のリターンマップを比較することにより、強度よりも基本周波数に強いカオス性のあることが示唆された。さらに、単語・句単位での時系列データを用いて新規的な解析を行い、聴覚印象評価と併せて詳細に検討した結果、プロソディに異常が生じるとき、リターンマップ上ではプロットが集約する傾向にあることが示された。これは基本周波数の変動が少ないとや周波数変化が連続性に欠けていることを示唆していると考えられる。

また、プロソディの変化に乏しいと聴覚印象判定される3例の基本周波数リターンマップは共通して、健常例よりもプロットが広範囲に及んだ。広範囲に及ぶ原因は運動障害例と右半球損傷例とで異なる。失調性構音障害例（図1左）と運動低下性構音障害を呈する疾患の一つであるパーキンソン病変例（図3左）に認められた散在するプロットは、疾患有する話者の発話特徴である「声の翻転・震え」を示すものである可能

性が考えられる。これに比して、右半球損傷例（図3右）に認められた、連続性を有するものの円形のものと帶状のものとに二分化する構造は、その独特的な構造そのものがプロソディの平坦さを象徴するものである可能性も考えられる。

今回の検討はサンプルの少なさから詳細な傾向を特定するには至らないものの、従来の音響分析手法であるピッチレンジの算出では捉えきれない特徴を抽出することができた。本研究により、プロソディ産生を担う声帯の機能およびその基盤となる脳内メカニズムの解明に、音響パラメータの非線形解析が有用である可能性を示唆することができたと考えられる。

本研究の一部はJST-CRESTの支援を受け実施した。

文 献

- [1] 福迫陽子ら, 発語失行症の話しことばの特徴—伝導失語との比較, 音声言語医学 vol.22, pp.137-138, 1981.
- [2] 福迫陽子ら, 症性麻痺性構音障害患者の言語訓練後の話しことばの変化—聴覚印象による評価, 音声言語医学 vol.31, pp.209-217, 1990.
- [3] J.R. Duffy, "Motor Speech Disorders and the Diagnosis of Neurologic Disease: Still a Well-Kept Secret?", ASHA Leader, vol.13, pp.10-13, 2008.
- [4] 日本音声言語医学会言語委員会 運動障害性(麻痺性)構音障害小委員会, "「運動障害性(麻痺性)構音障害 dysarthria の検査法-第一次案」短縮版の作成," 音声言語医学 vol.21, pp.194-211, 1980.
- [5] Y. Zhang, et al, "Studying vocal fold vibrations in Parkinson's disease with a nonlinear model," Chaos vol.15, pp.33903, 2005.
- [6] 大聖一郎, 日本語母音声のカオス性解析とその特徴について, バイオメカニズム vol.16, pp.285-299, 2002.

第 14 回 人間情報学会ポスター発表集

平成 25 年 8 月 31 日発行

発行所 人間情報学会
〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 新有楽町ビル 247
Tel. 03-5252-7382 Fax. 03-5252-7386
E-mail: admin@npowin.org
URL: <http://www.ahi-soc.info/>

印刷所 新高速印刷株式会社