神奈川工科大学

ヒューマンメディア研究センター

研究報告

第 18 号

2022 年度

研究推進機構

目次

・混合音環境からの画像処理技術と連動した音源抽出・識別方法と評価法に関する研究
情報工学科　田中博

・嗅覚ディスプレイ設計への連続体力学を分子レベルから検討する
情報メディア学科　服部元史，坂内祐一，瀬田陽平

・マルチモーダル情報に基づく多感覚知覚機能評価と非言語コミュニケーション支援技術の開発と実証
－感覚、認知機能の測定と評価、感覚機能の詳細分析のための分析法の改良－
管理栄養学科　澤井明香

混合音環境からの画像処理技術と連動した音源抽出・識別方法と評価法に関する研究

情報工学科　　田中　博

１．研究の目的

日常の生活空間の中で複数の音が混在しているが、従来は主として特定の音の識別・検知のために雑音除去・音声強調の観点から主に研究されてきた。例えば、複数の人の声の分離による音声認識、環境音からの希少動物の鳴き声の検出などである。しかし、生活環境には多様な音が存在し、雑音としていた音が検出対象になる場合なども考えられる。多様な音が存在する中で、(1)内在しているそれぞれの音を個別に抽出（雑音除去・音声強調）・識別すること(2)内在する複数の音を一括して検出・識別することを研究の目的としている。

２．研究の必要性及び従来の研究

生活モニタ、見守りなどは、他のセンサなどでも適用可能ではある。しかし、カメラを使用する場合は、カメラという監視性の高い機器の利用による心理的な抵抗感とプライバシーの確保が問題となる。加速度センサを用いた場合は、身体への装着が必要であり利用への抵抗が大きいと考えられる。一方、Youtube など動画作成が盛んになっているが、偶発的に混入した雑音を取り除く技術、電車の中や雑踏での音声案内を高精度に音声認識する技術が求められていると考えられる。従来の雑音除去法は特定の周波数成分を除去する方法が基本であり、複数の人の声から特定の人の声を抽出することは難しかった。また、複数のマイクセンサを使用した MUSIC 法などの音の分離技術を適用する方法が考えられるが、この方法では複数のマイクセンサが必須であること、また各マイク間の設置位置は精密な設定が必要であり、通常の生活空間での利用は難しい。本研究では日常の生活空間での利用を前提として、マイクセンサは一つ、という制約条件を設定する。本研究のアプローチは、進展の著しい画像処理技術と深層学習による手法を適用し、雑音除去・音声強調技術、混合音の音源識別による音環境の推定技術として高度化することである。

３．期待される効果

深層学習の技術は特に画像処理分野から大きな発展があり、現在も多くの成果が得られている。それらを積極的に取り込むことによって（音の情報を画像情報に変換して）、音の信号処理技術として大きな効果が得られるものと考えられる。特にマイクを一つという条件を前提としており、利用の制約が極めて小さい。これらのことから、今回研究開発する手法は一般家庭や電車内など、日常の生活空間の中で容易に適用可能であり、技術確立できたときの広い応用と普及が期待できる。

４．研究の経過及び結果・評価

2020 年度から同学科宮崎研究室と共同で進めている。2022 年度は、音源識別精度を確保するための雑音除去・音声強調と複数の音源が混在する音環境の推定の観点から、以下の検討を行った。

(1)画像処理技術を適用した雑音除去・音声強調手法

2021 年度に引き続き、ネットワークモデルの一つである UNet モデルを用いた雑音除去・音声強調手法を検討し、下記の問題に適用し高性能化を目指して十分な効果を確認した。

(A)電車内の雑音除去

雑音除去後の画像を音声に戻し、その音声に対して広く使用されている音声認識ソフトを適用して文字出力を行った。その結果、人の耳では雑音環境下でも音声の認識が可能である一方、音声認識ソフトでは、雑音除去前後で認識の性能が大きく変わることを確認した。

(B)講義動画に混入した雑音除去

上記(A)と同一のアーキテクチャで、講義動画中の犬・猫、乳児の雑音除去を行った。MOS 評価として 30 人近い被験者のアンケート調査を行い、その高い除去性能を確認した。

(C)複数の人物の音声からの特定人物の音声の抽出（音声強調）

さらに同一アーキテクチャで 2 人中から 1 名の音声の抽出は極めて良好な結果を得た。人数を増やしていき、5 人まで混在した音声でも多少の性能劣化はあったものの、十分聞き取れる音声として抽出できることを確認した。学習データを工夫することにより、更なる性能の向上が期待できる。

以上のことから、雑音対象を限定してその学習モデルを作成することとで、同一のアーキテクチャで十分実用に耐えられる雑音除去・音声強調性能を得ることを確認した。

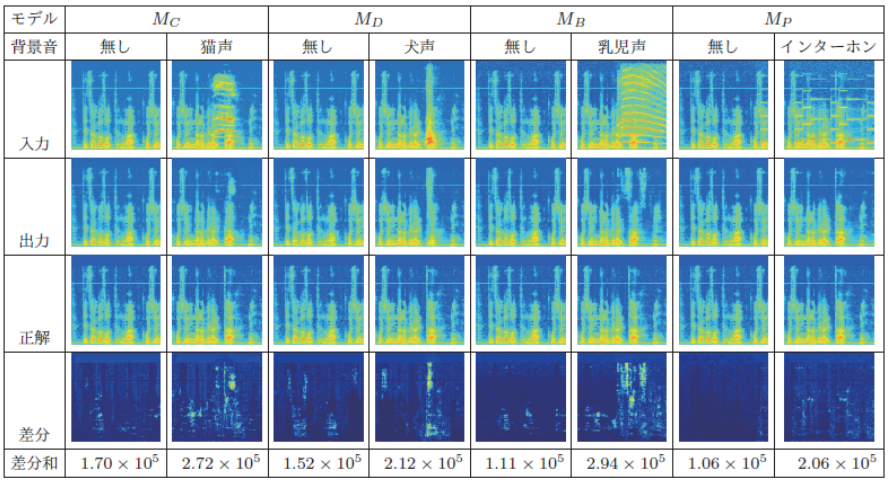

図 1　雑音除去効果とその評価の例（上記(B)の結果の一例）

(2)転移学習技術を用いた音環境の推定

2022 年度においては、STFT による変換画像を用いて 4 つの家電とそれらの混合音からなる 14 クラスの音環境の識別を行い、高い識別精度（92.4%）を確認した。この成果は、画像

電子学会誌 2023 年第 52 巻、2 号に掲載予定である。深層学習においては、学習データを取得、確保することの負荷が大きい。STFT 変換時のパラメータ、画像として切り出す際の複数の方法によってデータ拡張を行い、その効果を確認した。また、学習データ取得の環境を変え（研究室およびＲ科モデルルーム）、同一家電による発生音を取得し、それを用いて環境の相違による識別性能の変化を調べた。その結果、20%程度識別精度が劣化することが分かった。環境の変化に対して精度が確保できる手法の検討が課題として残った。

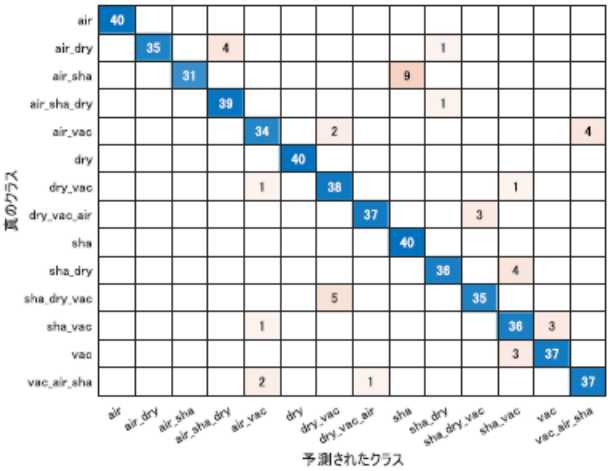

図２　音の画像による識別結果の一例

なお、ヒューマンメディア研究センタのテーマとして、上記の研究と並行して手話認識に関する研究を行っている。

(3) 手話認識

(A) マルチモーダル情報による手話動作識別

従来から研究を進めてきた手話動作におけるカメラ画像に OpenPose を適用して得られる節点座標データ（2 次元データ）に加えて、加速度センサによる手話動作データ（3 次元）を動作識別に使用した。2 つのデータをマルチモーダル情報として識別器の出力である尤度情報に基づいた両者の結果の最適組み合わせ手法を提案し、識別精度の向上が可能であることを確認した。この成果は、画像電子学会誌 2023 年第 52 巻、2 号に掲載予定である。

(B) 単語動作識別から手話認識へ

これまでの単語単位の動作から手話短文として認識するためのアーキテクチャを検討した。各単語へのセグメンテーション、セグメンテーションした動作データに対する単語学習モデル（LSTM モデル）を適用、そして、手話の言語構造を考慮することによる誤り訂正という一連のシーケンスを明らかにした。セグメンテーション方法として、短文データの中から各単語動作のデータとの類似部分（Dynamic Timing Warp の適用）を切り取る手法を新たに提案し、提案手法の妥当性の見通しを得た。なお、2022 年度は手話データとして、22 単語、計 3630 サンプル、短文データとして 8 種、計 480 サンプルのデータ（座標データ、加

速度データ）を取得した。

５．今後の計画

(1)画像処理技術を適用した雑音除去・音声強調手法

前年度の結果からユーザごとの雑音、場所ごとの雑音に特化した雑音除去モデルの作成方法とその評価を継続する。さらにこれまでの成果を踏まえ、ユーザ所有のスマートフォンによる雑音取得→サーバ送信→サーバ内での雑音除去→ユーザへの除去データ送信というプラットフォーム構築の可能性を模索する。

(2)転移学習技術を用いた音環境の推定

今年度は環境の相違による識別精度劣化を最小限にとどめる方法を検討する。同一音源でも壁からの反射の影響など、環境によって音のデータに変化が生じるためと考えられる。

2022 年度までは音データの STFT によるスペクトログラム画像への変換と転移学習を適用してきた。画像データとして RBG の 3 要素あることを利用して、STFT 以外の変換を適用しカラー画像として多くの情報を含めることで、識別精度の向上を目指す。

(3)手話認識

(3-1) 手話文動作の認識

手話文動作を各単語に分割するセグメンテーション法の高精度化を検討する。セグメンテーション後のデータに対してこれまで明らかにしてきた単語動作識別法を適用するとともに、手話の言語構造を利用した識別に対する誤り訂正方法を検討し技術確立を狙う。

(3-2)手話単語動作復習ツールの開発

獲得リソース依存ではあるが、これまでに確立してきた手話単語動作の識別手法を手話学習復習ツールの開発に適用する。学習者が覚えた手話単語動作をカメラ前で行うと、その結果を判定、学習者にフィードバックするものである。

６．研究成果の発表

発表論文の一部を示す。

(1)J.Lin, S.Sano, T.Watanabe, Y.Kawakita, T.Miyazaki, and H.Tanaka, “Proposal and experimental results of a method for removing mixed voice using U-Net”, 27th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC 2022), C2-1, pp.101-102, 2022.

(2)T.Wakao, T.Sato, W.Odagiri, Y.Kawakita, H.Nishimura, H.Tanaka, and J.Mitugi, “Application of synchronized backscatter sensors to sign language motion”, Journal of Signal Processing, Vol.26, No.4, pp.119-122, July, 2022.

(3)T.Wakao, Y.Kawakita, H.Nishimura, H.Tanaka, and J.Mitsugi,“Application of multimodal methods to sign language motion classification and its effectiveness evaluation”, NCSP’23, RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2023, 1PM1-2-1, pp.269-272, 2023.

(4)渡邉大河, リン ケン, 佐野将太, 田中博, 宮崎剛,“オンライン配信時の特定背景音除去のためのスペクトログラム画像を用いた深層学習の検討”, IPSJ SIG Technical Report, Vol.2022-AVM-119 No.20, pp.1-6, 2022.
(5)佐野 将太, 橋爪 裕貴, 長谷川 啓介, 川喜田 佑介, 宮崎 剛, 田中 博, “スペクトログラム画像を用いた室内音の識別手法とデータ拡張による精度向上の検討”, 画像電子学会研究会予稿, 22-03-17, pp.93-98, 2023.
(6) 栗原 泰晴, 黒尾 陽太, 川喜田 佑介, 西村 広光, 田中 博, 三次 仁, “短文手話動作の認識のためのセグメンテーションと識別精度の検討”, 第85回情報処理学会全国大会, 5ZD-02, pp.4-29～30, 2023. 学生奨励賞

嗅覚ディスプレイ設計への連続体力学を分子レベルから検討する

研究者名：服部 元史 ， 坂内 祐一，瀬田 陽平(情報メディア学科)

１．研究の目的

香りを提示するVR装置として、Figure 1 のような機構による嗅覚ディスプレイを、例えば Figure 2 のように、筆者達は開発して来ている。香りタンク(Aroma liquid tank)の中に充填した香り液体を、香り飛沫(Aroma spray)として滴下させ、空気ながれ(Air flow)によって輸送させながら 香り気体(Aroma gas)へと気化させて、ユーザーの鼻元へ香り(Scent)として提示している。この嗅覚ディスプレイを改良するべく、液体 liquid -> 飛沫 Spray -> 気体 Gas の相転移を探求することを、本研究の目的としている。

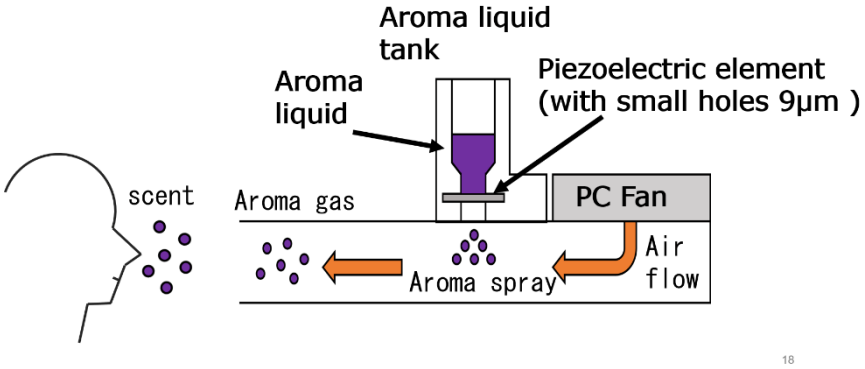

Figure 1： The mechanism of Olfactory Displays

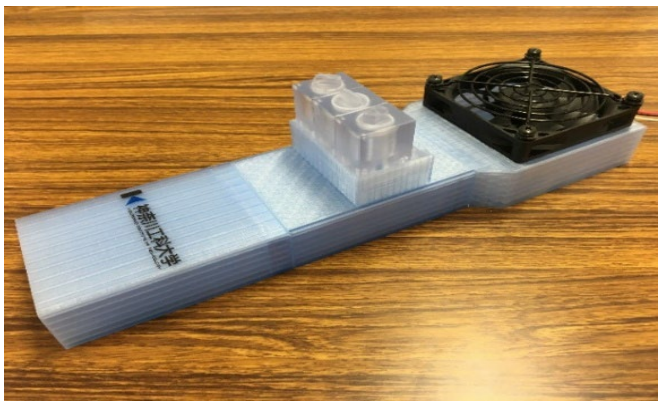

Figure 2 ： An example of Olfactory Displays

２．研究の必要性および従来の研究

Figures 1,2 のような嗅覚ディスプレイを設計するために、筆者達は、香り気体を空気ながれが 輸送する現象を、「連続体としての流体力学」に基づき 粒子法で数値計算（ Moving Particle Simulation ）して来た。しかしながら この数値計算には、香り液体が 香り飛沫へと 細かく領域分割される過程を省略していたり、香り飛沫が 香り気体へ気化する過程を省略したりしたりするため、物理現象へ更に近い数値計算へ改良できる余地を残している。そこで、「連続体としての流体力学」を分子レベルの力学から見直すことを 本研究で試みている。

３．期待される効果

3-A

香りタンク内に充填された香り液体が 香りタンク底にあけた直径９μｍ（ マイクロ メートル ） の小さな孔から 平素に滴下され無い理由は、「香り液体を成す分子達と 香りタンク底を成す 分子達との間に働く引力の分子間力」が 重力よりも大きいためである。電圧を印加し香りタンク底を振動させた時間帯だけ、「香り液体を成す分子達と 香りタンク底を成す 分子達との間に働く引力の分子間力」に 重力が打ち勝って、香り飛沫として細かく領域分割されて 滴下される。

3-B

上記 3-A のように得られる 香り飛沫が 空気流れに輸送されるうちに 香り気体へと気化する現象は、飛沫から気体への相転移である。相転移を説明するためには、分子レベルの力学が必要である。

3-C

上記 3-A や 3-B を解明するために、分子レベルの力学から検討する事を通じて、連続体力学に基づく粒子法 Moving Particle Simulation の 確かさ・不確かさ を物理学から考察できる。

４．研究の経過および結果・評価

（ 局所平衡を仮定する ）非平衡統計力学では、下記の理論が とりあえずの仮説となっている事を、本研究の拠り所とする。

香りの成分を成す分子達の個数を N で表す。1 番目の分子，2 番目の分子，・・・，N 番目の分子のような 分子の順番を表す変数を i や j とする。$i =$ 1，2，3，・・・，N である。i 番目の分子の位置を $q_i(t) = (q_{iX}(t),\ q_{iY}(t), q_{iZ}(t))$ で表し、 i 番目の分子の運動量を $p_i(t) = (p_{iX}(t),\ p_{iY}(t), p_{iZ}(t))$ で表す。

N 個の分子達の運動を 位相空間 Phase Space で考察するために、N 個の分子達の位置ベクトルを $q[N] = (q_1, q_2, \cdots, q_N)$ で表し、N 個の分子達の運動量ベクトルを $p[N] = (p_1, p_2, \cdots, p_N)$ で表す。

分子間力を産み出すポテンシャルを $U(\cdot)$ で表し、N 個の分子達の Hamiltoniann を

$$H(q[N], p[N]) = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{2m} \langle p_i, p_i \rangle + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N} \sum_{i \neq j} U(q_i - q_j)$$

で表すと、N 個の分子達への Newton 力学 運動方程式(Hamilton 力学系)は

$$\begin{cases} \dfrac{dq_i(\tau)}{d\tau} = \dfrac{\partial H}{\partial p_i}(q[N](\tau), p[N](\tau)) \\ \dfrac{dp_i(\tau)}{d\tau} = (-1)\dfrac{\partial H}{\partial q_i}(q[N](\tau), p[N](\tau)) \end{cases}$$

となる。

Dirac のデルタ関数 $\delta(\cdot)$を導入し、1 個の分子の質量を m で表し、$\epsilon^3 = \frac{1}{N}$ とする。N個の分子達による 質量密度の場 field を

$$\mathrm{Rho}[N](t,x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} m\ \delta(x - \epsilon\, q_i(t/\epsilon))$$

で表し、N個の分子達による運動量の場 field を

$$\mathrm{Mmt}[N](t,x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} p_i(t/\epsilon)\ \delta(x - \epsilon\, q_i(t/\epsilon))$$

で表し、N個の分子達によるエネルギーの場 field を

$$\mathrm{Eng}[N](t,x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} e_i(t/\epsilon)\ \delta(x - \epsilon\, q_i(t/\epsilon))$$

で表す。ただし

$$e_i(t) = \frac{1}{2m} \langle p_i(t), p_i(t) \rangle + \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} U\left(q_i(t) - q_j(t)\right)$$

である。

分子の個数 N を大きくして行く極限を考えれば、任意の小さな領域 ω において連続体としての質量密度の場 field へ

$$\lim_{N \to \infty} \int_{x \in \omega} \mathrm{Rho}[N](t,x)\, dx = \int_{x \in \omega} \rho(t,x)\, dx$$

のように収束し、連続体としての運動量密度の場 field へ

$$\lim_{N \to \infty} \int_{x \in \omega} \mathrm{Mmt}[N](t,x)\, dx = \int_{x \in \omega} \rho(t,x)\, v(t,x)\, dx$$

のように収束し、連続体としての運動量密度の場 field へ

$$\lim_{N \to \infty} \int_{x \in \omega} \mathrm{Eng}[N](t,x)\, dx = \int_{x \in \omega} e(t,x)\, dx$$

のように収束している。

任意の微小な領域 ω に含まれる 分子達による micro レベルの力学を 小領域 ω の上で平均化すれば、連続体力学における 質量密度 $\rho(t,x)$ や 運動量密度 $\rho(t,x)\, v(t,x)$ や エネルギー密度 $e(t,x)$ が得られており、これら連続体力学における 質量密度 $\rho(t,x)$ や 運動量密度 $\rho(t,x)\, v(t,x)$ や エネルギー密度 $e(t,x)$ に対する 保存則の方程式が、N 個の

分子達への Newton 力学 運動方程式(Hamilton 力学系)から導出されている。

従って、粒子法 Moving Particle Simulation における粒子達一つ一つを、上記の小さな領域 ω と考えれば、香り成分が完全に気化されて香り気体となっている状況では、粒子法 Moving Particle Simulation による 連続体としての数値計算が、分子レベルから見ても正当性を有している。

５．今後の計画

上記 ４．のように、香り成分が完全に気化されて 香り気体に成っている状況だけでなく、香り液体から 香り飛沫に 領域分割される状況や 香り飛沫の状況に対して、分子レベルの力学から考察することで、連続体としての流体力学シミュレーションへ 分子レベル力学の技法を組み合わせて行く。

香り液体から 香り飛沫に 領域分割される状況では、香り液体を成す分子と 香りタンク底を成す分子との間に働く分子間力を考慮に加えて 流体力学シミュレーション数値計算して行く。

６．研究成果の発表

[1] ″ Design of Air Flow Channel for the Droplet Spray Type Olfactory Display ″
Yohei Seta, Mitsunori Makino, Yuichi Bannai, Motofumi Hattori
Proceedings of The 16th International Workshop on Informatics (IWIN (2022)

[2] ″ The Meaning of Moving Particle Simulation for Gas Flow in Olfactory Display″
Motofumi Hattori, Yohei Seta, Yuichi Bannai
Abstract of The 15th World Congress on Computational Mechanics (WCCM 2022)

[3] 「 流体挙動を考慮した圧電素子型嗅覚ディスプレイ流路構造の提案 」
瀬田陽平, 牧野光則, 坂内, 祐一, 服部元史
日本バーチャルリアリティ学会 研究報告 第 28 回 香り・味と生体情報研究会 SIG-SBR 2022-2 (2022)

[4] 「 液滴噴霧型嗅覚ディスプレイにおける流路内格子の整流効果の比較 」
瀬田陽平, 森直澄, 牧野光則, 坂内祐一, 服部元史
情報処理学会 第 84 回 全国大会 2F-05 (2022)

[5] 「 嗅覚ディスプレイとその応用」, 坂内祐一
香料 No. 293, pp.37-43, 日本香料協会, ISSN0368-6558 (2022)

マルチモーダル情報に基づく多感覚知覚機能評価と
非言語コミュニケーション支援技術の開発と実証
－感覚、認知機能の測定と評価、感覚機能の詳細分析のための分析法の改良－

研究者名：　研究代表者：管理栄養学科・准教授　澤井明香

１．研究の目的

本研究は、感染症や生活習慣病、認知症の予防のために、日常生活の中におけるわずかな変化を評価して、早期に対応する技術の開発やその社会への実装を目的する。具体的には、健常者の体調不良日や運動時等と健常安静時の味覚の比較から、調味者の健康状態に基づく味覚感覚が喫食者に食事を与える際の影響の検討や、高齢者を対象として知覚機能検査と運転シミュレータを用いた認知機能検査結果との関連性を調べ、運転継続の判断や医療機関受診の動機になる情報を得たり、感覚刺激を行うことによる事故防止を目指す。

２．研究の必要性及び従来の研究

コロナ感染などが懸念される体調不良時や運動等の疲労時でも、調理や食事の家族や顧客への提供は、しばしば生きるうえで不可欠な要素であるため、体調不良時や十分な休養を取らずに行われやすい。感染症予防や拡散防止には体調不良にいち早く気づき、対策をとることが重要であるが、さらに感染症でない場合でも体調不良時では、味覚などの感覚が日常と違うことが予想され、喫食者の負の影響への対策も重要と考えられる。しかしながら、既存の研究では、慢性的な病者の調査が優先され、健常者日常生活での体調や状況の変化による味覚などの影響に関する情報は乏しい。

また、他方では高齢化社会において認知症や高齢ドライバーの爆発的な増加は、交通事故や介護の原因として社会問題になっているため、未然に防ぐ為の手立てが必要である。現在の運転免許の更新は３年ごとであるが、老化の進行は個人差が強いため、日常生活の中で自身や家族の変化にいち早く気づいて、対策を取ることも重要であるが、加齢の影響を知る手段は認知機能検査や身体能力検査などに限られ、従来の方法の他に、感覚機能も新たに調べる必要があると考えられるが、従来法では限られる。

日々の生活の中で、わずかな体調変化に気づき対策すること、特に感染や疾病に弱い立場である高齢者の健康管理に努めることは、人に優しい社会の構築に重要である。しかしながら、自覚がしづらいのも特徴としてあげられ、これらの観点より、日頃の体調管理を心がけ、体調変化に早く気づき対処することが重要であり、これに関して感覚を評価する方法は、従来の研究では情報が乏しい。

３．期待される効果

本研究により、体調や加齢に伴い変化する五感（特に味覚や嗅覚）の変化を、日常的に捉え、より詳しく把握できることが期待できるとともに、体調や軽度認知症を悪化させないための味覚・嗅覚刺激を用いた感覚機能回復方法の開発に結び付けることができると考える。

４．研究の経過及び結果・評価

本年度は、特注（低濃度閾）の食塩味覚検査紙にて、健常約 50 名の環境や体調不良時の味覚調査をおこない、この結果を学会に発表した。またこれに先立ち上記特注の食塩味覚検査紙の精度と親子の味覚調査への応用に関してまとめた論文が英文誌に掲載された。

運転シュミレーターを用いて、運転能力と味覚･嗅覚･認知機能・触覚（痛覚を含む）・身体機能の比較を、今年度は高齢ドライバー50 名で実施した。現在、このうちの 28 名程度の検査結果をまとめたため、2023 年度は残る 22 名程度の解析を進め、2023 年度に学会発表、その後は論文報告を目指している。

1） 低濃度閾食塩味覚検査の精度と親子の味覚調査への応用

味覚異常のスクリーニングに用いられる市販品について、企業に依頼して低濃度閾を作成して頂き、当検査紙を用いて、10 歳児とその両親の味覚調査を行った結果、これまで味覚検査が難しかった健常児の味覚閾値を調査することができ、さらに検査時に持参して頂いた尿から検出したナトリウム排泄量との関係より、家庭での食塩摂取量と子どもの食塩味覚に有意正相関がみられ、親子間の味覚よりも関係性が強いことが示唆された。味覚は遺伝や食習慣の影響が考えられ、適切な食塩摂取習慣が味覚形成に及ぼすことを当検査紙使用の調査で示すことができた（学術論文 1)。

2）低濃度閾食塩味覚検査を用いた日常生活における味覚変化について

食塩味覚は、病者検出用の高濃度閾の検査紙の販売に限られ、健常者の情報が少ない。食塩は様々な食品に含む為、無意識な過剰摂取や、発汗時は塩分需要の上昇に伴う味覚の低下が推察され、本人は勿論、調理者の体調で喫食者に多く供給されことも想像される。1）で用いた精度検証済の特注の低濃度閾味覚検査紙を用いて、健常者の食塩味覚の安定に影響を及ぼす身近な要因を検討した。説明を受けた健常被験者は、自宅で味覚検査を行い 5 か月以内に結果を回収した。食塩味覚検査紙は、東洋濾紙製の特注品（0.1～0.5 mg/cm^2)、支給した体温計にて体温を検温し、食塩摂取量の違いが味覚に及ぼす影響を除外する為に、尿中食塩検査紙（栄研化学製）を支給した。検査条件は①安静（初回と翌日)、②鼻つまみ時　③歌唱後　④氷冷水飲用時⑤活動（足踏み 5 分）時⑥体調不良時　⑦体調不良が峠を越した時　⑧回復時とした。回収率は 64%(51/80 名)で、①～⑤は 51 名全員の回答があり、②と⑤は食塩味覚が有意に低下した（$p<0.05$)。

⑥～⑧は 44/51 名の回答であった。⑥の体温は 37.7 度(安静時 36.4 度)で、味覚(mg/cm^2)は 0.45 であり、安静値（0.18）の約 2.5 倍有意に鈍化した（$p<0.0001$)。⑦の体温は 36.9 度、味覚は 0.47 で約 2.6 倍の有意に鈍化、⑧は 36.5 度で味覚は 0.29 で約 1.6 倍有意に鈍化した。食塩味覚に影響を及ぼす日常因子は様々存在し、発熱時での顕著な味覚低下が、恐らく当検査紙にて初めて客観評価した。また体調の快復を感じ平熱の場合でも味覚の快復は遅れるため調味時は留意が必要である。

2）高齢ドライバーと味覚など感覚機能の関係性について

以下、解析を終えた 28 名の結果をまとめたものである。男性高齢者 28 名(平均 75.0 歳)を対象として、認知機能（改訂長谷川式簡易知能評価スケール、日本版 MoCA-J）と運動機能（握力、片足立、最大歩幅)、濾紙ディスク法により味覚(塩・甘・酸・苦)、辛味と前腕皮膚の定量分析により痛覚、運転能力検査（単純反応、選択反応、ハンドル操作、注意配分・複数作業、前方反応、後方反応、時間認識力、記憶力、空間把握力）を行った。運転技術の成績は、認知機能(長谷川式)の得点と有意な正相関、前腕皮膚の最小電流値閾値と有意な負相関を示した。つまり、運転技術の成績が低い者は、認知機能が低く、皮膚からの電流の感受も鈍いことがわかった。

しかし、現状では運転技術は、痛覚の一種である舌の辛味感覚とは無相関のため、原因を探るために辛味感覚と皮膚電流を比較すると無相関であった。我々の過去の研究で、若年者は辛味感覚と皮膚痛覚に有意な正相関が確認されており、高齢者では舌と皮膚の痛覚が乖離することがわかった。

そこで辛味の検知閾値が 1μm 未満(11 名)と以上(17 名)の 2 群に分けると、1μm 以上の辛味に鈍感な群は、運転技術の総合点や、反応速度(走行時のブレーキのみ、ハンドル操作とブレーキ)が有意に低値を示し($p<0.05$)、その他にも多くの詳細項目で低下傾向を示した($p<0.1$)。このように痛覚や辛味感覚は運転技術と関係性が生じることが示唆された。

他方、味覚では、塩味について 2 群比較を行うと、鈍い群(14 名)はバック走行のペダル操作の正確さが低下傾向にあった($p=0.08$)。苦味も 2 群比較にて、鈍い群(19 名)は走行時の空間認知や記憶に有意低下がみられた。酸味の 2 群比較では、鈍い群(15 名)では、反応速度に有意低下がみられたが、正確さは逆に鈍い群で有意に高値を示した。甘味は違いが観察されなかった。味覚も運転技術との関係性があると推察されるが、現状では群間の人数に偏りがあり、正確な解析は難しいため、今後は未解析分も継続して解析することで、詳細な情報が得られると考えている。

５．今後の計画

2023 年度は調査を終了した運転シュミレーターの成績と感覚機能と認知機能の未解析分 22 名の解析を進め、得られた成果に対して学会発表を行い、さらに学術論文にま

とめて投稿する。また、嗅覚に関しては引き続き装置の精度を向上させる。2024 年度は 2022 年度と同じ被験者に再検査を行うことで、運転能力や味覚・嗅覚等の関係性について経年比較を行う予定である。

[学術論文]

1. Asuka Sawai et al., Relationship between Measurement Salt Taste Threshold and Salt Intake in Japanese Primary School Students, Parents and High School Students Using Test Papers of Low Concentration Taste Threshold .Progress in Nutrition, 24(2) 1-9 2022 年 2022.

[学会発表]

1. Asuka Sawai, Hitoshi Fujii, Nobuyasu Kaneko, Yoshinobu Tomita, Masato Ohno, Moe Takenaka, Rumiko Nishio, Kimio Shibata, Mayu Fujisawa. Effects of childhood school lunch intake on skipping breakfast as adults
22nd IUNS-ICN 2022 年 12 月.
2. 最上真菜, 澤井明香.朝食欠食が課題回答時の男女の脳血流に及ぼす影響の検討
第 44 回日本臨床栄養学会総会 2022 年 10 月.
3. 関水映里菜, 澤井明香, 最上真菜, 朽久保修. 低濃度閾食塩味覚検査紙を用いた体調不良時等の食塩味覚の測定と味覚の安定性の検討.第 44 回日本臨床栄養学会総会 2022 年 10 月 8 日
4. 澤井明香.朝食欠食が課題回答時の男女の自律神経に及ぼす影響の検討, 第 76 回日本栄養・食糧学会大会 2022 年 6 月.