

コミュニティにおける情報共有のための
高齢者の嚥下障害特性に関する研究

2019年3月

倉本 尚美

コミュニティにおける情報共有のための
高齢者の嚙下障害特性に関する研究

倉本 尚美

グローバル教育院
エンパワーメント情報学プログラム
筑波大学

2019年3月

目次

第1章 序論	1
1.1 はじめに	1
1.2 施設利用者や在宅療養者の嚥下障害対応の課題	2
1.3 目的	3
1.4 論文構成	3
1.5 定義	4
1.5.1 嚥下障害特性	4
1.5.2 コミュニティ	5
1.5.3 定量評価	5
第2章 コミュニティにおける情報共有	7
2.1 入院からコミュニティでの療養へ	7
2.1.1 コミュニティにおける嚥下障害特性の共有	9
2.2 嚥下障害特性の情報共有	10
2.2.1 アセスメントシートによる情報共有	10
2.2.2 嚥下障害特性の定量的・定性的評価	12
第3章 嚥下動態と嚥下障害	15
3.1 コミュニティにおける嚥下障害と肺炎の発症頻度	15
3.2 嚥下動態	16
3.2.1 5期モデル	16
3.2.2 プロセスモデル	18

3.3	嚥下障害	20
3.3.1	嚥下障害の原因疾患	20
3.4	嚥下機能の評価と課題	25
3.4.1	嚥下機能の評価	25
3.4.2	定量化の必要性	28
第4章	嚥下時間と頸部装着型嚥下モニター	29
4.1	嚥下音と嚥下時間に関する既存研究	29
4.2	頸部装着型嚥下モニター	32
第5章	高齢者施設における嚥下障害特性の確認状況	37
5.1	研究目的	37
5.2	既存研究	38
5.3	研究方法	38
5.4	調査結果	39
5.5	考察	50
第6章	頸部装着型嚥下モニターの機能評価	53
6.1	基礎性能評価実験	53
6.1.1	研究目的	53
6.1.2	既存研究	53
6.1.3	実験概要	54
6.1.4	実験結果	54
6.1.5	考察	55
6.2	粘性による嚥下時間変化と主観的飲み込みやすさ	55
6.2.1	研究目的	55
6.2.2	実験概要	56
6.2.3	実験結果（実験対象者属性）	57
6.2.4	粘性による嚥下時間の変化	59

6.2.5	加齢による主観的飲み込みやすさの変化	60
6.2.6	嚥下時間と主観的飲み込みやすさの関係	62
6.2.7	考察	64
第7章	嚥下時の姿勢計測	65
7.1	嚥下時の姿勢	65
7.2	既存研究と課題	67
7.3	IMUを基盤とした頸部角度計測システム (IMU)	67
7.4	IMUを基盤とした姿勢計測に関する基礎性能評価	70
7.4.1	基礎性能評価実験1	70
7.4.2	基礎性能評価実験2	71
7.5	臨床応用実験	78
7.5.1	実験概要	78
7.5.2	実験結果	79
7.5.3	考察	81
7.6	7章まとめ	81
第8章	まとめ	83

目次

3.1	2017年度 死亡原因	16
3.2	嚥下反射の主要箇所	17
3.3	嚥下障害の原疾患	22
3.4	神経系の系統分類	23
3.5	神経の系統分類による嚥下障害の複数障害	23
4.1	頸部装着型嚥下モニター（装着の様子）	32
4.2	頸部装着型嚥下モニター（構成）	33
4.3	嚥下音の構成	34
4.4	頸部の LED 表示	34
4.5	嚥下モニターのディスプレイ部	34
6.1	水とトマトジュースの嚥下時間比較	54
6.2	VAS スコア	58
6.3	VAS スコア記入例	58
6.4	粘性別の嚥下時間（水・茶）	59
6.5	年生別 VAS スコア（水・茶）	61
6.6	VAS スコアの比較（水・茶）	61
6.7	嚥下時間と主観的飲み込みやすさ（水）	63
6.8	嚥下時間と主観的飲み込みやすさ（茶）	63
7.1	リクライニング位の例	66
7.2	頸部角度	67
7.3	IMU による頸部角度計測	69
7.4	IMU システムの概略	69
7.5	モーションキャプチャー装着位置	71
7.6	実験結果	72
7.7	VF 画像より計測した咽頭角度 (Θ_1)	74

7.8	嚙下モニター装着角度 (Θ_4)	76
7.9	嚙下モニター装着角度のずれ (Θ_5)	76
7.10	頸部角度の変化	80
7.11	平均頸部角度の変化	80

表目次

2.1	地域の医療・介護・福祉サービス提供者の例	8
2.2	摂食嚙下アセスメントシート	11
2.3	アセスメントシートの項目	13
3.1	咀嚼に影響する内的・外的因子	19
3.2	錐体外路症状	24
3.3	嚙下機能評価方法 (1)	26
3.4	嚙下機能評価方法 (2)	27
4.1	嚙下時間の定義	30
4.2	既存研究による嚙下時間の推定	31
5.1	施設と職員の概要	40
5.2	平均食事介助時間と介助人数	41
5.3	食事介助の講習受講人数 (%)	42
5.4	食事介助の講義受講と食事介助に対する不安感	43
5.5	入居者確認頻度 (%)	43
5.6	入居者一般状況の確認頻度 (n(%))	45
5.7	食事介助前の確認頻度 (n(%))	46
5.8	食事介助中の確認頻度 (n(%))	47
5.9	食事介助中の確認頻度 (つづき) (n(%))	48
5.10	食事介助後の確認頻度 (n(%))	49

6.1	試料の粘性と温度	57
6.2	実験対象者の属性	58
6.3	粘性別の嚥下時間 (ばらつき)	59
7.1	3軸ジャイロスコープと加速度センサーの基本性能 (MPU-6050)	68
7.2	IMU 計測エラー (RMS: Root-Mean-Square error)	68
7.3	対象者属性	73
7.4	静止時の咽頭角度・IMU 角度	74
7.5	嚥下時の咽頭角度・IMU 角度	75
7.6	静止時の推定エラーと θ_5 の差	77
7.7	嚥下時の推定エラーと θ_3 の差	77
7.8	実験対象者の属性	79

第1章 序論

1.1 はじめに

食べるという行為は、人間が生きるために栄養やエネルギーを充足することだけを目的とした行動ではない。食物の調理方法や味付け、一緒に食事をする相手、そして食事をする場所などを含めた社会的行為の1つであり、生活の楽しみとなっている。

食べる（嚥下）機能は、生まれながらに備わっている自然な能力として、その能力を失うことを考えることはあまりない。しかし、加齢や疾患によって食物を上手く飲み込むことができなくなる「嚥下障害」を発症し、それにより肺炎を併発する場合も少なくない。

現在、多くの医療介護職者が嚥下障害に対する評価や介入、またケアを実施している。その内容は診断、嚥下機能評価、リハビリテーション、栄養、食事内容、口腔衛生など多岐にわたり、チームアプローチによる対応が重要視されてきている [1, 2, 3]。しかしながら、高齢者施設や自宅で療養中の嚥下障害者の場合では、その対応に課題が多いのが現状である。

市村 [4] は、嚥下機能が同程度の場合であっても、施設利用者と在宅療養者では提供される食形態が異なり、施設利用者の方が咀嚼の必要性が低い食形態を提供されていたと報告している。また、嚥下機能評価の結果と、施設や在宅で提供されている食事摂取方法が一致していないという報告もある [5]。これらが示唆する課題として、在宅や施設では日々変化する嚥下機能を容易に評価することが困難なこと、そのため高齢者の嚥下機能変化に合わせ、食形態やケアを随時変更することが難しい現状がうかがえる。

1.2 施設利用者や在宅療養者の嚥下障害対応の課題

嚥下障害を有する高齢者は誤嚥により肺炎を発症しやすく、入退院を繰り返す場合も少なくない。以前は、病院から高齢者施設や在宅医療に移る際に、栄養状態の改善や取扱いやすさより経腸栄養法（胃瘻）を選択する場合も多かった [6, 7]。しかし、2000年代からは嚥下障害者の QOL(Quality of Life) を重視するようになり [6]、残存機能に合わせた食事ケアの提供や、終末期であっても最後まで味を楽しむ工夫などが考察されるようになってきた。

脳血管疾患発症後に嚥下障害を呈した患者に対する研究では [7]、嚥下機能評価方法の1つである VE(Videoendoscopy) 検査により、胃瘻利用中の嚥下障害患者のうち約 83%が食物形態や姿勢調整により誤嚥予防が可能と報告された。しかしながら、この VE 検査や嚥下機能検査でゴールドスタンダードと考えられている VF(Videofluoroscopy) 検査を実施できる医療機関は少ない。特に地域の診療所では VF 実施率は 10%以下であり、嚥下障害に対応した病院外来は 15%程度であるため [8]、高齢者施設や在宅で療養中の嚥下障害者が嚥下機能の評価や診断を受けることは容易ではない。また、VE や VF の評価方法はスタンダードな基準が定まっておらず、その評価内容も “少ない・多い” といった定性的評価で行うものが主流である。そのため、評価が評価者の主観的感覚に影響を受けやすく、そして結果を読む取る者の感覚により機能障害の重症度が左右される可能性がある。これにより、評価者と評価を読み取る者の間で理解が統一しにくい場合がある。VE や VF 以外に嚥下機能評価を目的とした簡易なスクリーニング評価もいくつか存在するが、評価者の技術や経験が必要となるため、嚥下機能評価結果の一貫性が欠如していることも否めない。現状として、アクセシビリティが高く、技術や経験に左右されずに定量的評価の可能な検査方法は開発されていない。

また、嚥下障害者にケアを提供する際に必要となる情報は、食事形態、姿勢、そして味の好みや食事環境、口腔衛生など多用である。ケア提供者は、これら「嚥下障害特性」を包括的に理解した上で対応する必要があり、また日々の心身状況の変化に合わせて柔軟にケア内容を変更しなければならない。しかし、家族を含

めた多くの地域の医療福祉関係者やサービス事業者の間で、動的に変化する嚥下障害特性の情報を共有することは容易ではなく、ここに嚥下障害特性を共有する上での課題がある。

現状では高齢者施設や在宅で療養中の嚥下障害者に対し、技術や経験に左右されない簡易な嚥下機能の定量測定方法の欠如と、測定結果を含めた嚥下障害特性の情報を包括的に共有するシステムが構築されていないことが課題である。嚥下機能の定量的測定が容易となれば、計測数値の比較や経時的変化の検証ができ、嚥下機能変化に対して柔軟なケアが提供可能となる。また、数値によるコミュニケーションが可能となり、関係者間の情報共有を簡易にできると推察され、包括的共有システムを構築する上で有益であると考ええる。

1.3 目的

本論文は、頸部装着型嚥下モニターによる定量評価について、嚥下障害の重要な評価項目である嚥下時間と頸部角度に着目し、基礎性能実験と臨床応用実験によりその有用性を検証することを目的とした。

1.4 論文構成

本論文の構成は次の通りである。

第2章では、施設や在宅療養中の嚥下障害者特性に関する情報共有の現状と課題について、摂食嚥下アセスメントシートを例に考察する。

第3章では、嚥下動態と嚥下障害に関する基本的情報を取り上げた後、嚥下機能評価方法の特徴と課題について述べる。

第4章では、嚥下音による嚥下時間に関する既存研究と頸部装着型嚥下モニターの基本的特性について説明する。

第5章では、高齢者施設にて食事介助を提供している職員に向けて実施した実態調査結果より、食事介助を行う職員の属性や食事介助の現状に加えて、職種や

性別また食事介助に関する講義受講経験により入居者の嚥下障害特性に対する確認頻度に差があることを明示する。

第6章では、嚥下モニターの基礎性能評価実験と臨床応用実験の結果を示す。基礎性能評価実験では、液体粘性により生じる嚥下時間の変化を嚥下モニターが適切に計測できることを明示する。また、高齢者と若年者に対して実施した臨床応用実験の結果より、液体粘性変化と主観的飲み込みやすさの加齢変化について考察する。

第7章では、誤嚥予防に重要である嚥下時姿勢に着目し、姿勢角度を自動計測可能とした頸部角度計測システム(IMU)について、そのシステム説明と基礎性能評価実験と臨床応用実験の結果を示し、臨床においてIMUによる姿勢計測の有用性を考察する。

最後に、本研究を通して考察した頸部装着型嚥下モニターによる嚥下時間と姿勢に関する定量的評価の可能性についてまとめ、コミュニティにおける嚥下障害特性の情報共有について今後の展望を述べる。

1.5 定義

本研究におけるいくつかの定義を次に示す。

1.5.1 嚥下障害特性

嚥下障害を有する高齢者に対し食事介助やケアを実施する際、嚥下機能の評価だけではなく様々な嚥下障害に関わる特性を理解することが必要となる。その中には、食事介助に直接的に関係する食物形態(食物の硬さや大きさ、飲料粘性など)、食事時の姿勢、味の好み、一口量などの食事情報から、ケアを実施する者(家族や医療介護職員)の技術や能力、調理対応能力なども大きな影響を持ち、嚥下障害者の誤嚥予防に重要な情報となる。ここでは、これら嚥下障害者ケア時に必要とされる情報を「嚥下障害特性」と定義する。

嚥下障害特性の情報提供者は専門医療職だけではなく、常時ケアを実施している者からの動的情報が重要となることに注意が必要である。そのため、それぞれが治療やケアを通して得た情報を効率よく共有することが課題となる。

1.5.2 コミュニティ

地域医療における情報共有を考える上で、共有する範囲を定義する必要がある。例えば、介護保険は市区町村主体の公的社会保険であり、その対応地理的範囲は居住地の市区町村内に定められる。一方、医師の訪問診療に関して、地理的範囲の定めはなく、緊急時に対応できる地理的距離をそれぞれの診療所が決められているのが現状である。

学術的に、コミュニティの範囲定義は多岐にわたり、長く検討されてきた用語である。本論文におけるコミュニティは、金子（2011）が定義した「地域性」と「地理的条件」を合わせた考え方に近い[9]。「地域性」では社会成員が日常生活を営み、企業や団体などが活動するための空間をもつ集落社会を示し、「地理的条件」では自治体管轄面積や地理的形状特徴を含む。本論文におけるコミュニティは、医療介護事業者が対象者（高齢嚥下障害者）に医療・福祉サービスを提供可能な移動範囲と、公的資源を得る上で自治体管轄面積を含む範囲と定義する

1.5.3 定量評価

「定量的」とは、数値自体に意味がある（物理量）場合を示し、本来は質的データであるが便宜上カテゴリー化して量的に表現したものは除いている。つまり、性別など数値の大きさに意味をなさない名義尺度や、優良可など大小の順序関係はあるが数値差には意味がないものは定量的なデータとはみなさない[10]。

定量評価に関し、工学的観点と医学の臨床実践的観点による養護の捉え方は同義ではないと考えられる。工学的観点では、計測したい現象がデバイス等により適切に数値化できているかに重点をおく。一方、臨床実践的な観点においては、計

測数値により疾患罹患可能性や罹患リスクを予測できるか否かに焦点がおかれやすいため、評価する対象物や現象によって評価結果が異なる。

本論文において、嚙下モニターの実験に関する定量評価は工学的観点に沿い、嚙下モニターによって嚙下音と姿勢が適切に計測できているか、各実験結果を通して検証する。

第2章 コミュニティにおける情報共有

2.1 入院からコミュニティでの療養へ

現在の医療機能分化に伴い、在宅医療と高齢者施設はコミュニティで疾患持ちながら生活する高齢者に対して大きな役割を担っている。

在宅医療とは、end of lifeにある患者の尊厳や生活の質を重視するための一医療形態であり、地域を病棟と捉え24時間365日の安心を提供することを目的とする[11]。厚生労働省の調査によると、最後まで在宅療養を希望、または必要時の入院を視野に入れて在宅療養を希望と答えた人を合わせると、その希望者は半数を超え(63.3%)ている[12]。また、高齢者施設において包括的に福祉サービスを活用する生活形態を希望する場合も多く、2016年度の介護保健施設利用者数は施設定員に対して約9割となっている[13]。

2002年度の診療報酬改訂により、原則として一般病床では医療保険診療の期日が180日と定められた。この日数を超える患者は、治療ではなく介護が優先されると想定され、規定期日以降は慢性期患者として対応されるようになった。その後、2005年の医療制度改革大綱を受けて、2006年度には第5次医療法改革が実施されたことで、療養病床の再編に伴う病床の縮小や廃止、DPC(Diagnosis & Procedure Combination)システム導入による医療費の包括評価と平均在院日数の短縮化などが実施された。同年、一定の要件を満たした「在宅療養支援診療所」が創設され、コミュニティでの訪問診療の中心を担うことになる。在宅療養支援診療所が法的に整備される以前も訪問診療は行われていたが、緊急時に患者や家族の要請で一時的に医師が訪問するものが主であった。一方、在宅療養支援診療所を標榜する

表 2.1: 地域の医療・介護・福祉サービス提供者の例

医療	介護（自宅）	介護（施設）	社会福祉
訪問診療（医師）	介護支援専門員 （ケアマネジャー）	通所介護	保健師
訪問歯科（歯科医師）	訪問介護	通所リハ	社会福祉士
訪問看護（看護師）	訪問入浴	短期入所	ケースワーカー
訪問薬剤（薬剤師）	福祉用具レンタル		
訪問リハ			
医療機器レンタル			

診療所は、24時間365日の患者対応や定期的な往診が求められる。2015年段階で在宅療養支援診療所の数は14600件を超えているが、地域差が大きいのが現状である[14]。

その後の流れとして、高齢者が自宅や施設で療養する場合、医療処置関連を訪問医や1992年の老人保健法改正で誕生した訪問看護師が担い、また介護ケアサービス関連は2000年より施行された公的介護保険が提供する介護保険サービスを組み合わせるといった現在の地域療養システムが構築されてきた。近年ではさらに、団塊の世代が75歳以上となる2025年を目処とし、地域で医療、介護、予防などを包括的に提供できるシステム形成を目指す「地域包括ケアシステム」の構築が政府により推進されている。このシステムでは、コミュニティに存在する多くの医療福祉従事者が協働することによるサービス提供が理想とされる（図2.1にコミュニティにおける主な医療・介護、福祉サービスやサービスの担い手を示す）。

コミュニティで多様なサービスを利用しながら在宅療養をする場合、家族や高齢者自身が自ら必要なサービスを選択・調整する事は容易ではない。そのため、介護保険利用者に限っては、介護支援専門員（ケアマネジャー）が高齢者や家族のニーズを踏まえたケアサービスプランニングとサービス調整業務を担っている。ケアマネジャーは地域の医療や介護サービスを把握し、契約締結や、継続的なスケジュールとサービス内容調整を担っている。介護保険ではケアマネジャーが介護保険全体を把握することが前提となるため、サービス利用者（高齢者）やその家

族が直接的に医療福祉事業者に連絡を取らずに、ケアマネジャーが連絡調整をすることを推奨している。しかし、常時30人程度の高齢者を担当しているケアマネジャーが、十分にサービス提供者間で情報共有を担う事は現実的に容易ではなく、最低限での施設間情報連携に留まる傾向があると指摘されている [15]。

また、コミュニティで療養中の患者に関して共有すべき情報も、広範囲かつ専門的になっている。緊急時の臨時往診を行っていた時代では一時的な医療処置が主であったが、現在は緩和ケアに必要な麻薬投薬や、酸素吸入、気管切開患者の対応などを例として処置が高度化、長期化している。実際、透析や吸引の医療処置が必要、または筋ジストロフィーやパーキンソン病等の難病を有する患者（医療区分2）は在宅診療利用者中の約30%を占め、24時間持続点滴や中心静脈栄養、人工呼吸器使用、気管切開（発熱あり）等の患者（医療区分3）を合わせると約半数となる [14]。この現状から、今日の在宅医療の行為内容は家族間でも「連携」を要するほどに高度化していると言われている [16]。しかし、関係者間における連携促進を目的とした情報共有システムの構築は不十分である。

2.1.1 コミュニティにおける嚥下障害特性の共有

コミュニティで療養する高齢者のうち、嚥下障害を有するものは多く、様々な医療福祉従事者がケアに関わっている。医療や栄養面では、医師、看護師、歯科医師に加え、言語聴覚士、栄養士、薬剤師との協働が重要である。加えて、対象者が時系列的にどのように変化してるのかなどの動的な“生活情報”は、診断や治療方針の決定、そして医療の質向上に重要な意味をもたらし得る [11]。そのため、高齢者の日常生活を支える家族や上記表 2.1 で示した訪問介護職者、ケアマネジャー、また通所施設スタッフからの情報も嚥下障害特性を理解する上で重要となる。

一方で、嚥下障害特性の理解に必要とされる情報は多岐にわたるため、全ての情報を関係者間で共有することは現実的ではない。そのため、日常的なケアを提供する際に必要十分な情報を選択する必要がある、その目的で頻繁に活用されるツールが「アセスメントシート」である。

アセスメントに関して中村 [17] は、いかに支援に焦点化した情報認識過程を展開できるか、また収集した情報を処理して、利用者を含めた関係者や他の専門職者たちと共通理解できる情報として整理できるかが重要と述べている。アセスメントシートにより嚥下障害特性の情報を共有する場合には、アセスメントシート記入内容を元に記入した者と受け取った者（読む者）の間で、結果的に出来る限りにおいて統一した理解が可能になることが理想である。そこで、他の専門職者たちや家族と共通理解を得る上では、正確性を重視したチェックリストやスケールなど客観的理解が促進できる方法と、主観的な文章表現などを上手く組み合わせる必要がある [17]。嚥下障害特性の定量的評価は評価者の主観性が反映されにくい特徴から、その評価が一定になるという強みをもつことで、客観的な情報の共有に役立つと想定される。

次に、嚥下障害特性に関して実践されている共有アセスメントシートを例に、その中で取り上げられている嚥下障害特性を列挙し、その評価方法を定量的情報と定性的情報に区別した上で嚥下特性に関する定量的評価の現状について考察する。

2.2 嚥下障害特性の情報共有

2.2.1 アセスメントシートによる情報共有

日々変化する高齢者の嚥下機能や心身状態を関係者間で共有することを目的とし、病院や摂食嚥下障害に関心を持つ団体によるアセスメントシート活用の試みがある。以下に、インターネット上で公開されているアセスメントシートを5種類取り上げた（表2.2）。アセスメントシートの利用対象者は表内の下線で示している。

5種類のアセスメントシートのうち、対象者が入院中の嚥下障害特性に関して、在宅や施設に移動する機会に情報を共有することを目的とするものが2種類あり、また在宅医療における連携を目的と明示しているものは1種類だった。対象高齢者が入院中の嚥下機能や食事状況を伝達し、帰宅後の在宅療養に活用することは

表 2.2: 摂食嚥下アセスメントシート

	名称	作成者	目的
1	摂食・嚥下連絡票 [18]	京滋 摂食・嚥下を考える会	摂食・嚥下障害患者さんが他の医療、介護福祉施設や在宅に移動されるにあたり、円滑な情報伝達により、安全に食事がとれる
	摂食嚥下外来・診療 情報連絡票 [19]	いわてリハビリテーション センター	ホームページ上では詳細説明なし
	退院調整共有情報 [20]	福島県	福島県中地域において摂食嚥下障害を有する患者が退院する際に、在宅において必要な支援を受けられるようにするため、退院時カンファレンス等において <u>病院とケアマネジャー</u> が情報を共有するため、また在宅サービスに入る <u>専門職</u> が情報を共有するための「 <u>連携ツール</u> 」
	摂食嚥下連絡票 [21]	東京都福祉保健局	食形態や食べ方に配慮の必要な方が病院から退院した後に、安全、安心な食事ができるよう、入院中の食事について情報共有するための資料。 <u>病院と他の病院、施設、ケアマネジャー</u> 間での連絡票
	NST・嚥下連絡票 (神奈川 Ver. 3.0) [22]	神奈川県摂食嚥下リハビリ テーション研究会	ホームページ上では詳細説明なし

重要な試みである。一方、退院後の嚥下機能検査・評価の必要性やそのタイミング、またコミュニティ内で継続して共有を進める具体的方法について示されているものはなかった。但し書きとして、適宜変更の必要性が記載されていたアセスメントシートは2種類存在した。

2.2.2 嚥下障害特性の定量的・定性的評価

それぞれのアセスメントシートで共有されている項目を定性情報と定量情報に区別し、一覧としてまとめたものを表2.3に示す。

アセスメント項目をみると、定性情報が多くを占めており、特に認知、食事状況および嚥下機能検査に関しては定性情報に分類される割合が高かった（嚥下機能検査の詳細は第3章を参照）。一方で、バイタルサインや栄養状態に関する項目の多くは定量情報と分類された。高齢者の嚥下機能を評価する嚥下機能検査は定性的評価が主流であり、また具体的な食事介助で考慮すべき食事状態についても定性的評価が大半を占めていた。これより、嚥下特性共有のアセスメントシート上での情報は、記載者による嚥下機能評価のばらつきや結果の共通理解に課題があるのではないかと推測される。

それぞれの高齢者に対するより深い理解と個別性を重要視したケア提供においては、定性情報が役立つ場合が多いことを考えると、定性情報は決して不必要な情報ではない。しかしながら、嚥下機能検査の結果は、それにより食事介助方法や食形態が変更され、誤嚥や肺炎発症に多大な影響を与えるため、出来る限り関係者間で一貫した理解が必要となる。そのため、この点においては定量評価の情報が重要となる。食事介助時において、主観性を排除した定量的な嚥下機能検査が容易に実施できれば、日常的に嚥下機能の変化を容易に把握することが出来る。また、その評価を元に高齢者の姿勢・頸部角度やむせの回数、とろみ剤の使用量調整などの変更に関して柔軟に対応可能となることが想定される。

表 2.3: アセスメントシートの項目

カテゴリー	定量情報	定性情報
患者情報	年齢	性別
栄養状態	身長 体重 必要エネルギー量 摂取エネルギー量 必要水分量 摂取水分量	
疾患・身体状況		原因疾患 医療処置 肺炎既往有無 構音障害 薬物療法
口腔	吸引回数	衛生状態 義歯の有無・本数 発声の有無 湿性嚙声の有無 痰の有無
バイタルサイン	体温 呼吸数 酸素飽和度 脈拍	
認知		認知機能 意識障害 意思表示 食への意欲
食事状況	姿勢・頸部角度 むせの回数 食事時間	摂取方法 食事の場所 口腔内残留の有無・量 流涎の有無・量 介助量 摂取方法
食形態	とろみ剤の使用量	とろみの形態 食形態
嚥下機能検査		VF VE 反復嚥下テスト 改訂水飲みテスト フードテスト PA スケール 藤島スケール

第3章 嚥下動態と嚥下障害

3.1 コミュニティにおける嚥下障害と肺炎の発症頻度

2009年に実施された高齢者施設居住者を対象にした質問紙調査 (n=1337) では [23]、100床あたりの嚥下障害発症率は、老人ホーム (nursing home; n=440) で 23.7、介護保険施設 (n=275) で 15.6、療養型病院 (n=204) で 19.2、そしてリハビリテーション病院 (n=217) で 15.4であった。2011年に報告された同様の調査 [24] では、医療療養型病床 (n=545) で 58.7%、介護保険療養型病床 (n=57) で 73.7%、老人保健施設 (n=226) で 45.3%、また特別養護老人ホーム (n=124) で 59.7%の居住者が嚥下障害を有することが示された。

また、自宅に住む高齢者に対する秋田県内の調査 (n=1313) では [25]、13.8%の高齢者に嚥下障害があると報告されている。そして、訪問看護を利用中の高齢者に対する三重県での質問紙調査 (n=169) [26] では、嚥下障害の症状が見られる利用者は 16.6%であり、年齢が上昇するにつれて嚥下障害の割合が増加する傾向がみられていた。加えて、肺炎を起こしたことがある利用者は嚥下障害の症状がみられた者のうち半数を占めていた。

誤嚥が要因になり発症する肺炎を「誤嚥性肺炎」といい、2017年度より厚生労働省の統計では「肺炎」と「誤嚥性肺炎」に項目が分離され、誤嚥性肺炎の死亡者は第7位 (約 36000人) となっている [27]。統計上では老衰が第4位となっているものの、老衰の中には嚥下機能低下により肺炎を起こす場合が多くみられる。このような場合、死亡原因を老衰か肺炎を決めることは難しく、老衰で死亡した高齢者の中にも誤嚥性肺炎を発症していたケースが含まれているのではないかと推測される。また、コミュニティに住む高齢者 (n=439) の誤嚥性肺炎発症率は 60.1%と

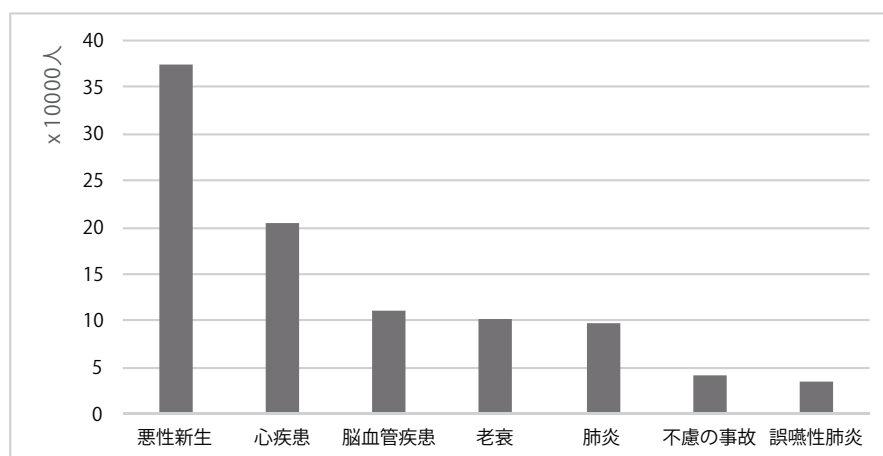


図 3.1: 2017 年度 死亡原因

の報告もあり [28]、誤嚥性肺炎を発症する可能性が高い高齢者がコミュニティに多く存在していることがわかる。

3.2 嚥下動態

摂食嚥下の過程は、液体嚥下プロセスを主に考慮した 5 期モデルと固体の咀嚼嚥下を考慮したプロセスモデルにより説明されることが多い。ここでは、それぞれのモデルについて簡単に説明する。

3.2.1 5 期モデル

摂食嚥下の過程は、主に口腔期 (Oral Stage)、咽頭期 (Pharyngeal Stage)、食道期 (Esophageal Stage) の 3 期に分類され解明されてきたが [29]、このモデルでは食物認知の観点が含まれておらず [30]、近年では認知期 (Pre-Oral Preparatory Stage) と口腔準備期 (Oral Preparatory Stage) を加えた 5 期モデルにより説明される [31]。

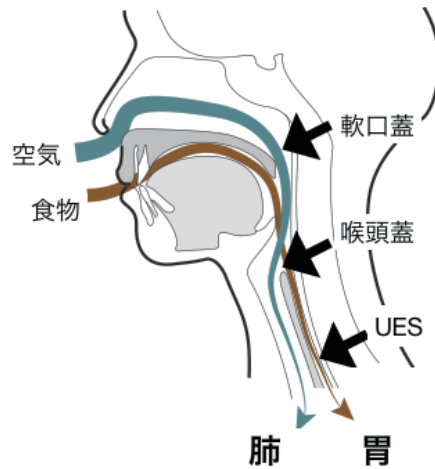


図 3.2: 嚥下反射の主要箇所

認知期 (Pre-Oral Preparatory Stage)

先行期とも呼ばれ、視覚や嗅覚情報から食べ物を認識し、口へと運ぶ動作までを含む。認知症患者や高次脳機能障害患者では、食べ物が認知できない、食塊の硬さや性状を想像できない、嚥下機能に合わせた1口量がわからない等の問題が生じる。

口腔準備期 (Oral Preparatory Stage)

食塊を咀嚼して唾液と混ぜることで食塊形成をし、口腔から咽頭への移送を進める準備を行う時期である。主な病態は、開口不良、口唇閉鎖不良などの摂取困難、噛めない、粉碎できないなどの咀嚼困難、食塊形成が上手くできない食塊形成困難などがあげられる。

口腔期 (Oral Stage)

口腔準備期で形成された食塊が、舌の随意運動で咽頭へ送り込まれる過程である。主な病態は、舌運動の低下により食塊の送り込みが上手くできない、食塊を口腔内に貯めることができずに早期に咽頭に入ってしまう早期咽頭流入などがある。

咽頭期 (Pharyngeal Stage)

口腔から流れ混んできた食塊を咽頭から食道へ移動する過程であり、食塊が咽頭に達すると嚥下反射が惹起される。この時期は多数の神経反射が起きるため、反射遅延等により誤嚥の危険性が高い時期である。特に重要なメカニズムは、食塊が鼻咽腔への逆流を防ぐ軟口蓋閉鎖や、咽頭と気管の分岐部にある喉頭蓋が反転することで分岐部が閉鎖され、食塊が気管へ流入しないように働く喉頭蓋反転などがある。食塊が食道入口部へ達すると、閉鎖していた食道入口部では、上部食道括約筋 (UES) が開大しすることで開き (UES 開大) 食道へ通過する (図 3.2)。

嚥下障害がこの時期にみられると、食塊の鼻腔内流入や、食塊が気管へ流入する誤嚥、UES 開大までに時間がかかり嚥下時間が延長する、または食塊が一部残留するなどの問題が生じる。

食道期 (Esophageal Stage)

咽頭を通過した食塊が食道へ送られる過程で、食道の蠕動運動が起きる。このプロセスでは重力や腹腔内圧が関与しており、主な病態としては、食塊が食道へ逆流する胃食道逆流や、食塊が食道内に停滞する食道停滞、また食塊が食道から咽頭へ逆流する食道咽頭逆流などが挙げられる。

3.2.2 プロセスモデル

上記の5期モデルは、主に側面 X 線造影検査を用いて液体嚥下を分析する方法により発展し [29]、各ステージの終了後に次のステージに進む形で説明されている。しかし、実際の食事は液体だけではなく固形物を含めた多用な形態の食物を咀嚼し、口腔内に食塊を残しながら複数回嚥下を繰り返している。そこで、このような咀嚼と嚥下の動態を説明するため Palmer によりプロセスモデルが提唱された [32]。プロセスモデルでは、食塊を口腔に取り込み、その後咀嚼嚥下する仮定を 1)stage I transport, 2)oral processing, 3)stage II transport, 4)swallow の4つのブ

表 3.1: 咀嚼に影響する内的・外的因子

	影響因子	帰結
内的因子	臼歯の喪失 咬合摂食の減少、義歯の使用 年齢、性別	臼歯の喪失 咬合摂食の減少、義歯の使用 影響は個人差が大きい
外的因子	食物の硬さ 食品の乾燥	咀嚼回数の増加 咀嚼時間と食塊集積時間の延長 咀嚼時間の増加 唾液の必要性の増加

ロセスに分類している。

Stage I Transport

食塊が口腔内に入った後に、舌で臼歯部まで運ぶプロセスであり、食物の大きさや性状により Stage I Transport の頻度は変化する。

Oral Processing (咀嚼)

食物が咀嚼されて唾液と混ざり、嚥下しやすいように柔らかくし、食塊を形成する過程である。ここでは、内的因子と外的因子により嚥下が影響される(表 3.1) [30]。

咀嚼では、下顎が上下に大きく動き、下顎の動きに合わせて舌が前後と上下に動く。その他、咬筋、側頭筋、内側翼突筋による閉口、両側の外側翼突筋収縮による前方移動、片側の外側翼突筋収縮による回転などに代表されるように、複雑な筋の動きが関係している。

Stage II Transport

咀嚼された食塊が、舌中央部に集められてから後方へ送り込まれる。送り込まれた食塊は咽頭や喉頭蓋谷に集まり (bolus aggregation)[30]、上咽頭収縮筋や中咽頭収縮筋の収縮により舌骨及び喉頭が最大挙上位置へ移動する。

Swallowing

咽頭期とも呼ばれ、咽頭に入った食塊を食道へ送り込む時期である。

3.3 嚥下障害

嚥下障害は医学的疾患名ではなく、摂食嚥下が困難となる臨床的な特徴や兆候を示している [33]。例えば、Groher と Puntil-Sheltman[33] は辞書的定義として、「嚥下に必要な筋群の生理的变化」とし、食塊の口腔から胃への運搬遅延と食塊が誤った方向へ運搬されることの2点をその顕著な特徴として挙げている。また、植田は口腔・咽頭・喉頭・食道に基質的病変を伴う解剖学的問題と神経筋疾患による生理的学問題に起因される病態としている [34]。ただし、生理的变化や器質的病変が伴った場合でも、必ずしも嚥下障害を呈するわけではなく、それらの要因と嚥下障害はいつも直接関係しているとは限らない [33]。そのため診断においては、原因疾患にとらわれすぎず、嚥下プロセスの中でどの部分がどのように障害されているかを見極めることが重要となる [35]。障害部分を明確にすることで、適切な治療やケア、リハビリテーションなどを実施し、経口摂取能力の回復と誤嚥による気道感染防止が治療の目標となる [36]。

3.3.1 嚥下障害の原因疾患

嚥下障害は様々な要因によって引き起こされるが、ここでは(1)加齢、(2)脳血管疾患、(3)神経筋疾患、(4)薬剤性嚥下障害、そして(5)その他の要因、の5つを

取り上げる。

(1) 加齢

嚥下機能は加齢により低下する傾向があるが、個人差が大きい上に高齢になると嚥下機能に影響を与える疾患を有する機会が多いため、加齢のみで生じる嚥下機能変化を考察することは容易ではない [29]。主に、咽喉頭の解剖学的変化、末梢および中枢の神経機能低下、および嚥下関連筋の機能変化が要因とされる [37]。Grederick et al の研究では [38]、年齢が上昇するにつれ嚥下反射や食塊喉頭侵入などの症状が出やすくなる傾向がみられている。そのほか、嚥下時間の延長もみられるが、加齢による嚥下時間延長の詳細は第 4 章で取り上げる。

(2) 脳血管疾患

脳血管疾患は平成 29 年度の日本人死因第 3 位であり、全体の約 8.2 % を占め [27]、特に高齢者で頻発する疾患である。また、1995 ~ 2015 年の間で VF 検査を実施した病院の報告 (n=3429、平均年齢 64.2 歳) によると [34]、嚥下障害の原疾患で最多は脳血管疾患 (38%) となっており (図 3.3)、嚥下障害を発症する大きな要因と考えられている。

脳血管疾患は脳血管障害または脳卒中とも呼ばれ、虚血性と出血性の両疾患を含む。これは、虚血または出血によって脳の循環が急激に障害されることにより意識障害や神経系の症状をきたす病態である。脳の損傷部位によって嚥下反射や神経を損傷した場合に嚥下障害の症状が表れる。脳血管疾患の場合は病変部位の位置が症状に大きく関与しており、球麻痺と仮性球麻痺に分類される [39]。延髄の嚥下中枢が損傷されて生じる球麻痺では、運動麻痺により構音障害や嚥下関連筋の萎縮がみられやすい。また、上位運動ニューロンの両側性損傷で起こる仮性球麻痺では、嚥下関連筋の協調運動や筋力の低下、感覚低下が代表的な症状である。

脳血管疾患発症後の急性期では、約 40% の患者が誤嚥を呈する [40] とされ、特に急性期には注意が必要である。

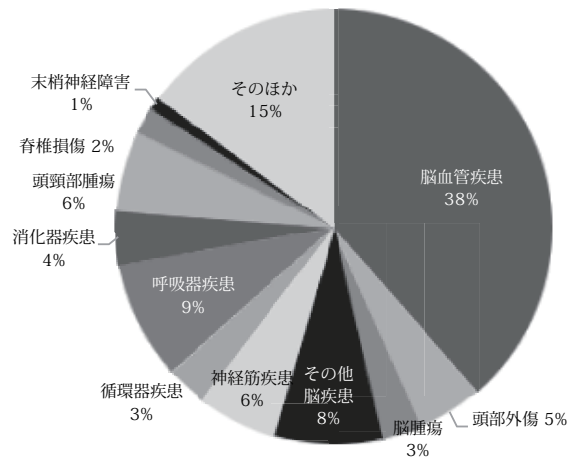


図 3.3: 嚥下障害の原疾患

(3) 神経筋疾患

嚥下運動には 30 種類以上の神経系が関係しているため、神経筋疾患に罹患した場合に嚥下障害の症状を呈するが多い。神経系の系統分類によって症状は異なり（図 3.4）、これら系統に対して単独または複合的な障害を有する（図 3.5）[41]。

代表的な疾患としては、パーキンソン病、筋萎縮性側索硬化症（ALS）、多発性硬化症、重症筋無力症、多発性筋炎などの全身性リウマチ性疾患などがあげられる。特に、パーキンソン病は病状の進行により嚥下障害をひきおこしやすく [42]、死因として肺炎が高率でみられている [43]。また、パーキンソン病の治療薬であるレボドパ（ドパミン前駆物質）による副作用には、嘔気や食欲不振、便秘などの消化器症状があり、薬効が強すぎるとジスキネジア（不随意運動）が起きるなど、嚥下障害に関わる症状が出現する可能性もあるためドパミン過剰症状には注意が必要となる。

(4) 薬剤による嚥下障害

嚥下障害の多くは加齢や疾患に起因するが、治療で扱う薬物によって二次的に嚥下障害を呈する場合も多い。上記に示したように、パーキンソン病に処方され



図 3.4: 神経系の系統分類

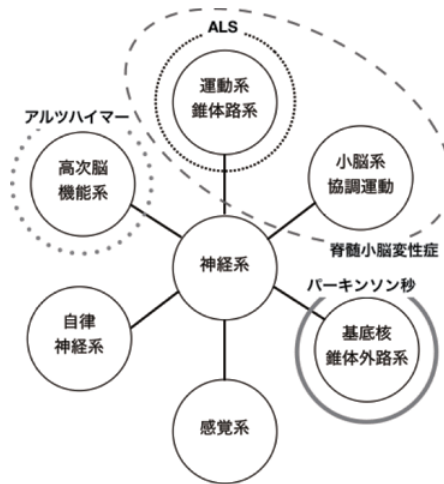


図 3.5: 神経の系統分類による嚥下障害の複数障害

表 3.2: 錐体外路症状

錐体外路症状	発症時期	症状
ジストニア	7日以内	体幹近位部をゆっくりねじる、舌突出
パーキンソニズム	2, 3週間以内	無動、固縮、振戦
アカシジア	4週間以内	静座不能
遅発性ジスキネジア	1年以上	口腔領域の不随意運動

るレボドパ以外にも嚥下機能に影響を与える薬剤が存在する。

主に嚥下機能を低下させる主な薬剤は、1) ドパミン拮抗薬 (抗精神薬、制吐薬) 2) 筋弛緩作用を持つ薬 (睡眠薬 (抗不安薬)、筋弛緩薬、抗てんかん薬)、3) そのほか (鎮咳薬 (中枢性)) がある [44]。

ドパミン過剰伝達であると考えられている統合失調症の治療には、現在ドパミン拮抗薬である非定型抗精神病薬が第一選択になっている [44]。以前は、定型精神病薬が使用されており、長期的に服用してきた患者の錐体外路症状が問題となっていた (表 7.8)。

特に、遅発性ジスキネジアは長期に渡って患者の嚥下機能に影響を与え、口腔領域 (舌, 口唇, 下顎) に不随意運動が生じることで嚥下が困難となる [45]。また、非定型抗精神病薬でも短期利用でも嚥下障害が出現する可能性と投与停止後の嚥下障害遅延の報告がある [46]。

また、現在広く使われているベンゾジアゼピン系の睡眠薬や抗不安薬は、鎮静・睡眠作用に加えて筋弛緩作用が生じる場合があり、特に高齢者の場合は食事時の傾眠や嚥下関連筋の弛緩による嚥下困難に注意が必要である。

そのほか制吐薬は、嘔吐反射抑制に関係するドパミン受容体を遮断する働きがあるが、嘔吐や嘔気を抑制すると同時に嚥下や咳嗽反射も低下させる。また、延髄の咳中枢に作用し咳反射を抑制する作用がある中枢性鎮咳薬は、嚥下時の咳反射も同時に抑制する効果があるため、誤嚥性肺炎のリスクが高くなる。この他に、多くの薬剤の副作用として食欲減退や口腔内乾燥を生じる。

(5) そのほか

そのほか嚥下障害の要因として、口腔や咽頭領域の主要な外科的処置による器質的変化がある [44]。また、認知症による食物認知や食具の取扱に対する障害、義歯なども嚥下に関与する。

3.4 嚥下機能の評価と課題

3.4.1 嚥下機能の評価

現在、臨床において活用されている嚥下機能評価方法を表 3.3、表 3.4 に示す。通常、これら評価方法を単独で使用するのではなく、いくつかを組み合わせる診断を行う場合が多い。

表 3.3: 嚥下機能評価方法 (1)

	評価内容	検査方法	技術の必要性	定量的評価	利点	欠点
医療機器	嚥下造影検査 (VF)[47][2]	患者の嚥下機能に合わせた造影剤の液体や固体を嚥下	あり 医師による診断 VF検査技術 画像評価技術	嚥下時間 舌骨挙上時間 など一部は定量評価可能	嚥下関連器官の動きを直接確認できる 誤嚥や残留の有無の確認ができる 録画することで詳細分析可能	被爆(微量) 非日常的環境 造影剤による味の変化 造影剤アレルギー 試料の誤嚥 比較的大きな病院に設置 2次元画像
	嚥下内視鏡検査 (VE)[2]	患者の状態にあわせて液体や固体を嚥下	あり 医師による診断 内視鏡操作 画像評価技術	なし	VFと同様の利点に加え、持ち運びが可能 3次元カラー画像	内視鏡挿入による鼻出血 局部麻酔アレルギー反応 試料の誤嚥 嚥下の瞬間を確認できない(ホワイトアウト) 咽頭期は確認不可
質問紙	聖隷式嚥下質問紙 [48]	2~3年の様子について自己記入、または介護者による記入	なし	なし	簡便、嚥下障害に対する特異度 90.1%	客観性が低い 回答者の認知能力に依存 本人が回答できない場合、代理の者が返答しにくい 質問がある
	Eating Assessment Tool-10 (EAT-10) [49]	自己記入方式	なし	なし	簡便 誤嚥に対する感度 75.8%	客観性が低い 回答者の認知能力に依存
	臨床的重症度分類 (DSS) [50]	医療従事者が判定	医療従事者が実施する場面が多い	なし	簡便 分類ごとの訓練方法や対処方法も示されている	判定者の技術による回答の差

表 3.4: 嚥下機能評価方法 (2)

	評価内容	検査方法	技術の必要性	定量的評価	利点	欠点
スクリーニング	水飲みテスト (窪田の方法) ^[2]	常温の水 30ml を通常通り嚥下し、判定	医療従事者が実施する機会が多い	なし	簡便	テスト時の誤嚥 検査者の指示に対応できる場合のみ施行可
	改定水飲みテスト (MWST) ^[51]	1 嚥下なし 2 嚥下あり、呼吸切迫 3 嚥下あり、呼吸良好、むせる(湿性嘔声) 4 嚥下あり、呼吸良好、むせなし 5 4 に加え反復嚥下が2回/30秒以上	医療従事者が実施する機会が多い	なし	簡便 誤嚥に関して 感度 70% 特異度 88% ^[1]	テスト時の誤嚥 検査者の指示に対応できる場合のみ施行可
	反復唾液嚥下テスト (RSST) ^[52, 53]	検査者は患者の舌骨および喉頭隆起に第2指と第2指を置き喉頭隆起が指を十分に乗り越えた場合を2回とする。3 回来満で嚥下障害と判定	あり 喉頭の解剖学的知識	あり (嚥下回数) ただし、嚥下回数のカウントミスが生じるの可能性あり	簡便 誤嚥に対する感度 0.98 特異度 0.66	検査者の指示に対応できる場合のみ施行可 口腔内の乾燥や喉頭隆起の確認しやすさ (触知しやすさ) に左右される
その他	頸部聴診法 ^[2]	患者の状態により、空嚥下または液体が固体の嚥下をしてもらい、判定者が診断	あり 主に医師、言語聴覚士による	なし	アクセシビリティが良い 通常の生活下で嚥下機能を確認できる	検査者の技術や経験が必要

医療機器（VF，VE）や頸部聴診法を含む多くの嚥下機能評価は医療従事者の知識や技術に頼る部分が大きく、一方で簡便な質問用紙の場合は、回答者や代弁者の認知能力に左右されやすい。また、スクリーニング検査は医療従事者が監視のもとで誤嚥危険性に注意を払いながら行う必要性があり、かつテストを受ける高齢者が検査者の指示に対応できる認知能力が不可欠となる。

3.4.2 定量化の必要性

現時点で定量的評価が可能な検査は、嚥下造影検査（VF検査）および反復唾液嚥下テスト（RSST）である。しかし、VF検査は設置病院数が限られており、また定量評価を得るためには評価者が録画した撮影画像を元に嚥下時間や関連器官が成す角度などを計測する必要があるため手間が生じる。さらにVFやVEの検査時に問題がない場合でも、実際の食事場面では誤嚥が生じるといった検査と実際の摂食状態が異なる場合もある [54]。

一方、RSSTは医療従事者であっても喉頭隆起運動の確認が難しい場合があり、触診で検出率が81%程度と報告されている [55]。

以上より現在の嚥下機能評価においては、医療従事者による定性的評価が中心であることにより検査者の技術や経験により評価が安定しないこと、また医療従事者の監視が必要であるため検査を実施する場所や機会が限られている、という課題がある。

これらの課題をふまえ、技術や知識に関係なく簡便に嚥下機能の定量評価が求められる。嚥下特性のなかでも主要な要因である嚥下時間と姿勢に着目し、コミュニティでも簡易に嚥下評価が可能なデバイスの開発が必要であると考えられる。次章では嚥下時間の特徴と嚥下モニターの基本特性について説明する。

第4章 嚥下時間と頸部装着型嚥下モニター

嚥下音の定量評価を目指し、コミュニティに居住する高齢者に対して簡便に計測可能なデバイスとして、スマートフォンを活用した頸部装着型嚥下モニター（嚥下モニター）の開発を進めている。本章では嚥下時間や嚥下音に関する既存研究を紹介した上で、嚥下モニターの基本特性を説明する。

4.1 嚥下音と嚥下時間に関する既存研究

臨床現場において、これまでも嚥下音の特徴を基にして嚥下障害の診断や嚥下機能評価がなされてきた。例えば、嚥下時に発生する嚥下音や呼吸音を聴取する頸部聴診法は、非侵襲的であり聴診器のみで簡便に行えるため临床上で広く活用されている。嚥下時に音が発声するタイミングは、食道入口部通過時、舌根部通過時、喉頭蓋通過時に最も多いという報告がある [56]。また、音響分析で聴取される嚥下音に特徴的な「クリック音」発生のタイミングは、最初は喉頭挙上と喉頭蓋反転が終了し、食塊先端が食道入口部に達するとき、また最後は食塊の後端が食道入口部を通過するときという報告もある [57]。これら既存研究による報告がある一方で、嚥下音発生の生理的根拠は十分に解明されておらず [58]、また頸部聴診法における規格化された評価方法は存在しないため、評価が主観的になりやすい [59]、評価者の経験や技術で左右されるといった課題がある。

頸部聴診法による重要評価項目の1つとして、1回の嚥下音の長さ（嚥下時間）がある。長い嚥下時間が聴取された場合、頸部聴診法では舌送り込み障害や咽頭収縮減弱、喉頭挙上障害、食道入口部の弛緩障害などの可能性を疑う [60]。

表 4.1: 嚥下時間の定義

日本語	英語表記	時間の定義
口腔通過時間	Oran Transit Time (OTT)	舌の送り込み運動開始から食塊の先端が下顎骨下縁と舌根の交差する点に達するまで
咽頭期誘発遅延時間	Pharyngeal Deal Time (PDT)	食塊の先端が下顎下縁と舌根が交差する点に達した時点から喉頭挙上を開始されるまで
咽頭通過時間	Pharyngeal Transit Time (PTT)	咽頭期の誘発 (梨状陥凹底部に達して) から食塊の最後尾が食道入口部を通過するまで
喉頭通過時間	Laryngeal Elevation Delay Time (LEDT)	造影剤の先端が梨状陥凹底部に到達してから、喉頭挙上が最大位に達するまでの時間

既存の嚥下時間に関する研究では、試料の嚥下にかかる時間をVF画像などから計測し、計測した嚥下時間と年齢や嚥下障害の有無との関係性を分析する研究が進められている。複雑な嚥下プロセスを定量的に分析するため、嚥下時間に関していくつかの定義が存在する。主要なものとして、口腔通過時間 (OTT: oral transit time)、咽頭期誘発遅延時間 (PDT: pharyngeal delay time) また咽頭通過時間 (PTT: pharyngeal transit time)[61]、そして喉頭挙上遅延時間 (LEDT: laryngeal elevation delay time) などがある [62] (表 4.1)。

上記の定義に関連する研究結果は表 4.2 の通りである。

表 4.2: 既存研究による嚥下時間の推定

参考文献	実験参加者	嚥下試料	結果
Terre, 2007 [63]	外傷性脳損傷患者 (Traumatic Brain Injury) 10名	水 5ml	PTT: 平均 0.72 秒 (範囲: 0.34-1.50) OTT: 平均 3.80 秒 (範囲: 0.8-15)
Miyaji, 2012 [64]	脳梗塞患者 (brain infarction) 1) 仮性球麻痺群 27名 2) 球麻痺群 6名 3) 1) と 2) 混合群 10名 健康成人 15名	薄いとろみ水 10 ml	LEDT: 計測時間 0.20 ~ 0.97 秒健康成人と 比較し、1), 3) の各群で時間延長 PDT: 計測時間 -0.43 ~ 0.70 秒
進, 1995 [62]	中枢性疾患で 嚥下困難を主訴とする者 11名 嚥下健康群 10名	水 15ml	PTT: 健康群 0.550±0.126 秒 障害群 0.667±0.173 秒 LEDT: 健康群 0.243±0.054 秒 障害群 0.412±0.142 秒 障害群で有意に LEDT 延長
兵頭, 2009 [37]	健康高齢者 63名	水 10ml	PTT, LEDT: PTT (r=0.48), LEDT (r=0.27) 年齢が上がるにつれ 上昇傾向 (相関) がみられた (平均時間の記載なし)
Cook, 1994 [65]	健康高齢者 21名 健康成人 9名	水 5ml 水 10ml	oral region, pharyngeal region: oral transit time and pharyngeal transit time ともに年齢により延長
Kim, 2005 [66]	健康高齢者 健康成人 各 20名	水 5ml 薄いとろみ水 10ml	PDT 5ml: 健康成人 平均 -0.10±0.05 秒 健康高齢者 平均 0.17±0.05 秒 PDT 10ml: 健康成人 平均 -0.10 ±0.05 秒 健康高齢者 平均 0.19 ±0.05 秒

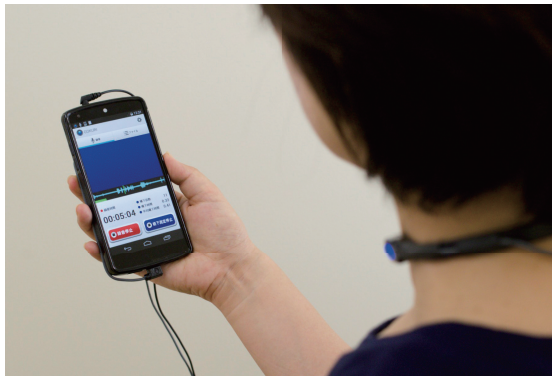


図 4.1: 頸部装着型嚥下モニター（装着の様子）

既存研究では、嚥下の試料量が 5ml から 15ml と幅があるため、単純に研究結果を比較することは困難であるが、健常者との比較実験において高齢者や嚥下障害者では嚥下時間が延長する傾向がみられている [64, 62, 37, 66]。

4.2 頸部装着型嚥下モニター

頸部装着型嚥下モニター（嚥下モニター：図 4.1）は、マイクロフォンとアンプ部、信号処理と出力の制御を行うスマートフォンで構成されている（図 4.2）。マイクロフォンは、頸部装着用のエレクトレットコンデンサ型咽頭マイクロフォンを使用して咽頭内の嚥下音を計測する。計測した音データに基づきスマートフォンにて信号処理を行い、分析結果をディスプレイ上に情報提示する。頸部に装着したマイクロフォンは 11.025kHz のサンプリング周波数で音データを取得する。入力感度は -663[dB] で、入力した音をアンプ部で 200 倍に増幅する。信号処理と出力制御を行うスマートフォンは、SAMSUNG 製の GALAXY NEXUS である。

頸部の輪状軟骨周辺で音を採取した際は、嚥下音以外の音（発話、咳、その他のノイズ、外部環境音など）も取得するが、振幅特徴や周波数領域の特徴により嚥下音とそれ以外を識別し、リアルタイムで嚥下音を分析する（頸部装着型嚥下モニターの詳細は [67] 参照）。食塊が通過する際の嚥下音の自動識別は Morinire から [68] が提案している嚥下音のモデルに基づき、音響波形の時系列特徴量と周波



図 4.2: 頸部装着型嚥下モニター（構成）

数特徴の双方を用いて分析している。ここで嚥下音は大きく3音（音：舌骨が拳上し喉頭蓋が閉鎖する音，音：食塊の通過音，音：喉頭蓋が開く音）で構成されるとし、この特徴的な3音を波形より分析することでリアルタイムに嚥下音の判定を行っている。図 4.3 は VF 画像による職階移動時の嚥下動態と嚥下音による波形を示している。これより、嚥下時に発生する特徴的な音を嚥下モニターが取得していることが明示される。この一連の嚥下音が発生する時間を、1回の嚥下にかかった時間（嚥下時間）と定義する。

嚥下音の識別結果は、頸部の LED（図 4.4）とスマートフォンディスプレイ上に色で示し、正常嚥下時は緑、静止時は青、その他（咳、声など）は赤で表示する。頸部 LED 表示は、食事介助者が対象者の頸部や口元から視線をなるべく離す事無く嚥下状況を確認できるよう配慮している。スマートフォンディスプレイ（図 4.5）上には、嚥下音識別結果のほかに嚥下回数、嚥下時間、平均嚥下時間とその分散が自動表示される。また、記録した嚥下の音声ファイルはデータベースが構築され、計測後にオフラインで再確認や解析に活用できる。

嚥下モニターは、スマートフォンと咽頭マイクのみで構成されているため運搬が容易であり、病院以外の高齢者自宅や施設でも簡単に計測が可能である。そのため、高齢者の通常生活下で、日常に近い状態で嚥下機能の計測ができる。また、装着や操作に特別な技術は必要なく、介護者や本人でも計測ができる。加えて、自動

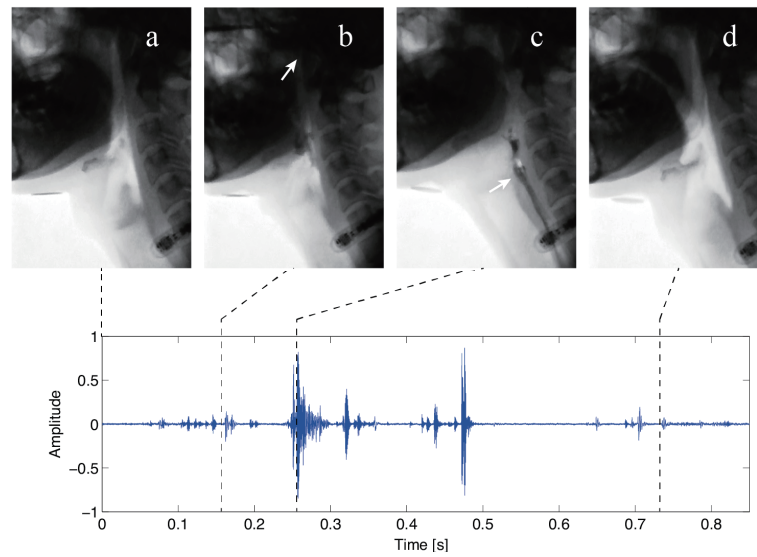


図 4.3: 嚥下音の構成



図 4.4: 頸部の LED 表示



図 4.5: 嚥下モニターのディスプレイ部

的に嚙下を識別するため Non-Command 嚙下で嚙下音の計測や記録が可能である。

第5章 高齢者施設における嚥下障害 特性の確認状況

高齢者施設の入居者は、脳血管疾患など嚥下障害を発症しやすい疾病を有する場合が多い。そのため、入居者に提供される食事は栄養やエネルギーの充足だけでなく、経口摂取を通じた嚥下機能の悪化防止やリハビリテーションとして重要な役割も担っている。さらに、入居者の摂食嚥下能力に適した食事の提供や介助は、誤嚥性肺炎の予防にもつながる。そのため、毎日の食事介助では、施設利用者の嚥下特性の変化を敏感にとらえ、対応することが求められている。しかしながら、食事介助を担う職員の資格や経験は多様であり、食事介助の技術や知識によって、利用者の嚥下特性確認に相違がある可能性が考えられる。

5.1 研究目的

ここでは、高齢者施設で日常的に食事介助に携わる職員に質問紙調査を実施し、以下の3点を研究目的とした。

研究目的 1. 食事介助を実施している職員の属性を調査し、食事介助に携わる職員の特徴を理解する。

研究目的 2. 食事介助に要する時間や対応人数、そして食事介助に対する不安感を調査する。

研究目的 3. 食事介助の講義受験経験や職種及び性別から、職員によって嚥下障害

特性に関する入居者確認頻度に差があるか考察する。

また、上記3点に加えて、嚥下機能の定量的評価が可能なデバイスがあれば使用を希望するか質問をした。

5.2 既存研究

職種による食事介助の相違を検討した研究は少ない。水分出納に関して、介護保険施設に勤務する看護職、介護職、管理栄養士間での脱水予防の水分摂取支援の相違を調査した研究では[69]、入居者の食事状況や健康状態の観察において看護師と介護職に差がみられ、管理栄養士は他職種から情報収集による把握が多いという特徴がみられた。また、脱水に関するアセスメント項目についても職種による相違がみられており、他職種と共有すべきと考えられる項目はそれぞれの職種により違いがみられていた。

5.3 研究方法

茨城県の1保険医療圏内にある介護保険施設（介護老人福祉施設・介護老人保健施設）のうち内諾を得られた18施設で質問紙調査を実施した。調査対象者は該当施設に勤務し食事介助の経験がある職員とし、年齢や勤務年数、勤務形態、職種は問わなかった。調査期間中（2014年10月から2015年3月）施設内に回収箱を設置し、各自で投函してもらい期間終了後に回収した。本調査は筑波大学医の倫理委員会承認後に実施した（承認番号：H24-904）。

調査表は2種類作成し（別表：調査票1、調査票2）、調査票1は施設管理者に施設概要を記載してもらった。また、調査票2は施設管理者より調査対象の職員に配布された。調査票2では、職員属性、食事介助の現状、食事介助者による入居者の確認有無、食事介助に関する講習の受講経験などを質問した。職種に関しては、医療・福祉資格において複数免許を持つ職員が存在するため、看護師・准

看護師の免許を持つ職員を「看護職員」とし、看護職員以外で介護福祉士やヘルパーなどの介護資格を有する場合は「介護職員」に分類した。また、社会福祉士や栄養士等の福祉・栄養関連の免許を持つ職員は「その他資格職員」とし、医療・介護・福祉関連の免許を持たない職員を「無資格職員」として分類した。

食事介助の現状は、食事介助の担当入居者数や入居者1人あたりの平均食事介助時間、食事介助中にひやりとした経験や食事介助に対する不安の有無を質問した。また、食事介助担当職員による、入居者の嚥下障害特性、特に摂食嚥下行動に関する確認頻度を明らかにするため、入居者の通常時（一般状況）、食事介助前、食事介助中、食事介助後のそれぞれにおいて確認すべき入居者の心身状況を項目化し、各項目について「よくしている」「ときどきしている」「あまりしていない」「まったくしていない」の4段階で回答してもらった。分析では、便宜上「ときどきしている」と「あまりしていない」を統合し3段階評価とした。各項目は、高齢者の摂食嚥下障害に精通した看護師と共に先行文献[[3, 2, 70]を参考とし、高齢者施設で日常的に実施している項目を取り上げた。確認項目数は、一般状況11項目、食事介助前20項目、食事介助中15項目、食事介助後7項目である。

加えて、職員属性による食事介助前後での入居者確認頻度の相違を検討した。食事介助は、職員の食事介助経験年数や施設内の摂食嚥下障害者数等も関係すると考えられるが、本研究においては職員の知識や技術、性別に着目し、食事介助に関する講義受講経験、職種、看護職員と介護職員、介護職員の性別の観点で分析を行った。

統計分析には全て χ^2 検定を使用し有意水準を5%に設定した。統計分析はSTATA ver.13 (Stata Corporation, TX, USA)を使用した。

5.4 調査結果

調査期間中に695通の調査票を配布し、493通が返却された（回収率70.9%）。

施設と回答者の概要を表5.1に示す。18施設のうち14施設が介護老人福祉施設であり、平均 67.3 ± 18.8 人の入居者が居住していた。入居者数は介護老人福祉施

表 5.1: 施設と職員の概要

介護保健施設		全体 (n=18)	介護老人 福祉施設 (n=14)	介護老人 保健施設 (n=4)		
施設利用者数 $\pm SD$		67.3 \pm 18.8	59.4 \pm 11.7	95 \pm 10.0		
	最小	50	50	80		
	最大	100	82	100		
利用者平均年齢 $\pm SD$		86.0 \pm 1.2	486.4 \pm 0.9	84.7 \pm 1.4		
PEG 利用者数 $\pm SD$		4.1 \pm 2.4	4.0 \pm 2.7	4.5 \pm 1.9		
職員属性		全体 (n=493)	介護職 (n=55)	介護職 (n=388)	その他 資格 (n=14)	無資格 (n=22)
女性、n(%) ¹		344(70.9)	53(96.4)	264(68.2)	9(64.3)	12(54.6)
年齢、n(%) ²	10代	3(0.6)	0(0.0)	2(0.5)	0(0.0)	1(4.6)
	20代	104(21.5)	1(1.8)	94(24.4)	2(14.3)	7(31.8)
	30代	164(33.9)	13(23.6)	134(34.7)	8(57.1)	7(31.8)
	40代	114(23.6)	12(21.8)	95(24.4)	2(14.3)	5(22.7)
	50代	74(15.3)	21(38.2)	47(12.1)	2(14.3)	2(9.1)
	60代以上	25(5.2)	8(14.6)	15(3.9)	0(0.0)	0(0.0)
勤務形態、n(%) ³	常勤	389(80.2)	34(61.8)	317(82.1)	13(92.9)	20(90.9)
	非常勤など	96(19.8)	21(38.2)	69(17.9)	1(7.1)	2(9.1)
食事介助年数、mean $\pm SD$ ⁴		8.1 \pm 6.2	15.1 \pm 10.3	7.4 \pm 4.8	7.4 \pm 6.8	5.2 \pm 4.9
	5年以下	28(6.0)	11(22.5)	135(35.9)	7(58.3)	15(71.4)
	30年以上	7(1.4)	7(14.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)

欠損値：1. n=8(1.6%), 2. n=16(3.2%), 3. n=8(1.6%), 4. n=28(5.7%)

設（59.4 \pm 11.7人）と比較して介護老人保健施設（95.0 \pm 10人）の方が多かった。平成27年度の調査[13]では、介護保険施設の全国平均居住者数は、介護老人福祉施設で68.6人、介護老人保健施設で87.9人であり、対象施設の入居者数は介護老人福祉施設ではやや少なく、介護老人保健施設ではやや多かったが、全国平均と大差はなかった。入居者平均年齢は86.0 \pm 1.2歳で、介護老人福祉施設の入居者（86.4 \pm 0.9歳）は介護老人保健施設の入居者（84.7 \pm 1.4歳）よりもやや高齢であった。胃瘻利用者数は両施設ともに4人程度であった。

回答者の約70.9%が女性であり、職員のほとんどが何らかの資格を有していた。そのうち、介護職が78.9%（388名）と多数を占め、医療や介護関連の資格を有していない職員は4.2%（22名）であった。回答者の57.5%は30～40歳であるが、看護職員は他職種と比べてやや年齢が高い傾向がみられていた。平均食事介助経験年数は8.1 \pm 6.2年であり、30年以上の経験を持つ回答者は看護職員のみで、最

表 5.2: 平均食事介助時間と介助人数

		全体 (n=456)	看護職 (n=47)	介護職 (n=374)	その他 資格 (n=13)	無資格 (n=22)	χ^2 検定
平均食事介助時間	(1人あたり) ¹ , n(%)						p<0.05
	15分以下	63(13.8)	12(25.5)	42(11.2)	1(7.7)	8(36.4)	
	15分~30分	313(68.6)	25(53.2)	270(72.2)	9(69.2)	9(40.9)	
	30分~45分	64(14.0)	6(12.8)	50(13.4)	3(23.1)	5(22.7)	
	45分~60分	13(2.9)	4(8.5)	9(2.4)	0(0.0)	0(0.0)	
	60分以上	1(0.2)	0(0.0)	1(0.3)	0(0.0)	0(0.0)	
	そのほか	2(0.4)	0(0.0)	2(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	
食事介助人数, n(%)	ユニット型	全体 (n=280)	看護職 (n=25)	介護職 (n=231)	その他 資格 (n=8)	無資格 (n=16)	n.s
	1人	110(39.3)	8 (32.0)	89 (38.5)	5(62.5)	8(50.0)	
	2人	115(41.1)	12(48.0)	94(40.7)	3(37.5)	6(37.5)	
	3人	32(11.4)	3 (12.0)	28 (12.1)	0(0.0)	1 (6.3)	
	4人	11(3.9)	1(4.0)	9 (3.9)	0(0.0)	1(6.3)	
	5人	7(2.5)	0(0.0)	7(3.0)	0(0.0)	0(0.0)	
	6人以上	5(1.8)	1(4.0)	4(1.7)	0(0.0)	0(0.0)	
	従来型	全体 (n=280)	看護職 (n=30)	看護職 (n=30)	その他 資格 (n=4)	無資格 (n=10)	n.s.
	1人	67(30.0)	16(53.3)	45 (25.1)	2(50.0)	4(40.0)	
	2人	106(47.5)	9 (30.0)	92 (51.4)	2(50.0)	3(30.0)	
	3人	34(15.3)	3 (10.0)	29 (16.2)	0(0.0)	2(20.0)	
	4人	4(1.8)	1 (3.3)	2 (1.1)	0(0.0)	1(10.0)	
	5人	4(1.8)	0(0.0)	4(2.2)	0(0.0)	0(0.0)	
	6人以上	8(3.6)	1(3.3)	7(3.9)	0(0.0)	0(0.0)	

欠損値 1. n=23(4.8)

短1ヶ月、最長で38.5年と経験年数は幅があった。

入居者1人あたりの食事介助時間(表5.2)は、15分から30分が最多で(68.6%)、約96%の回答者が45分以内で介助を終了していた。食事介助人数は、ユニット型と従来型ともに2名を担当する場合が多く、約90%の回答者が入居者3人以内の介助で、4人以上の食事介助を行う回答者は少なかった。ユニット型と従来型の人員配置は共に介護士や看護師1人あたり利用者3名であるが、ユニット型で担当する利用者数が少ない傾向がある[71]。しかし、本調査では両方に大差はみられなかった。

食事介助に関する講義の受講経験では(表5.3)、高齢者施設に就職する前に講義

表 5.3: 食事介助の講習受講人数 (%)

食事介助に関する講習受講	就職前	就職後	緊急対応 ¹	吸引の講習 ¹
全体 (n=464), n(%)	254(54.7)	180(38.7)	144(45.6)	249(53.4)
看護職 (n=55)	29(52.7)	21(38.2)	17(30.9)	42(76.4)
介護職 (n=388)	210(54.1)	144(37.1)	116(29.9)	195(50.3)
その他資格 (n=14)	11(78.6)	9(64.3)	7(50.0)	5(35.7)
無資格 (n=22)	4(18.2)	6(27.3)	4(18.2)	7(31.8)
χ^2 検定 ²	p<0.05	n.s.	n.s.	P<0.01

1. 就職前または就職後および両方で講習を受けた職員 (n=316) のうち緊急対応の講習を受けた者を示す

2. 職業間で検定

受講経験がある回答者は約 55 % であり、講習受講経験者の 78.6% はその他資格職員であり、無資格職員は受講経験割合が 18.2% となっていた。一方、就職後の食事介助に関する講習受講経験者の割合は 40 % 以下にとどまり、就職前と比べ受講割合が低かった。就職前と同様、その他資格職員の受講経験割合が最多の 64.3% であり、看護職員と介護職員の割合はそれぞれ 38.2%, 37.1% であり、就職後も無資格職員で受講経験割合が最も低かった (27.3%)。就職前後に食事介助の講習を受講した回答者のうち、窒息や誤嚥などの緊急対応に関する講習を受講した者の割合は約半数だった。吸引の講習受講は 53.4% で、職種別では看護職員の受講は 76.4% とその割合が高く、ついで介護職員の 50.3% となっていた。

回答者の 71.2% が食事介助中にひやりとした経験があると回答していた。また、74.4% の回答者が不安を持ちながら食事介助を行っていた。就職前後の講習受講と食事介助に対する不安感の関係性では (表 5.4)、就職前後ともに講習受講者で不安を感じる割合が高かった。

次に、入居者の嚥下障害特性に関して一般状況と食事介助前・食事介助中・食事介助後のタイミングにおける回答者の入居者確認頻度を調査した (表 5.5)。回答者の 80 % 以上が「よく確認している」と回答した項目を「確認頻度が高い項目」とし、60%以上 80%未満を「確認頻度がやや高い項目」、60%未満を「確認頻度が低い項目」として分類した。また、回答者が「よく確認している」と答えた割合が最も高い項目と最も低い項目を示した。一般状況では 11 項目中 2 項目 (18.2%) が

表 5.4: 食事介助の講義受講と食事介助に対する不安感

	食事介助に対する不安	
	なし	あり
就職前の講義受講経験 (n=452), n(%)	なし 64(31.2) あり 53(21.5)	141(68.8) 194(78.5)
就職後の講義受講経験 (n=451), n(%)	なし 86(31.4) あり 28(15.8)	188(68.6) 149(84.2)

表 5.5: 入居者確認頻度 (%)

	項目数	確認頻度			確認頻度	
		高い	やや高い	低い	最も高い項目	最も低い項目
利用者一般状況, n(%)	11	2(18.2)	3(27.3)	6(54.6)	飲み込み (90.6%)	年齢 (25.1%)
食事前の状況, n(%)	8	3(37.5)	0(0.0)	5(62.5)	覚醒 (91.5%)	活動量 (15.7%)
食事中の状況, n(%)	14	9(64.3)	4(28.6)	1(7.1)	覚醒 (97.3%)	流涎 (58.7%)
食事後の状況, n(%)	7	2(28.6)	3(42.9)	2(28.6)	口腔内残渣 (97.3%)	逆流 (43.6%)

「確認頻度が高い」に分類された。「よく確認している」と答えた割合が最多の項目は飲み込みの90.6%で、最小の項目は年齢であり回答者の25%程度だった。食事介助前では、8項目中3項目で確認頻度が高く(37.5%)、覚醒状態は91.5%であるのに対して、活動量は15.7%だった。食事介助中は14項目中9項目(64.3%)と最も確認頻度が高い項目が多かった。覚醒状態は約97%の回答者がよく確認していると回答した。食事介助中は、流涎が最も「よく確認している」と答えた割合が低かったが、それでも58.7%と半数以上の回答者が確認できていた。食事後の介助では、7項目中2項目(28.6%)で確認頻度が高く、口腔内残渣は97.3%とよく確認されていたが、流涎の確認は43.6%だった。

就職前か就職後または両方で食事介助に関する講義を受講した回答者(講義受講経験者)と、一度も受講経験がない回答者(講義受講未経験者)の間で嚥下障害特性の確認頻度を比較した(表5.6~表5.10)。入居者の一般状況では確認頻度に有意差のある項目はなく、食事介助前3項目(夜間の咳、夜間の睡眠、体調)、食事介助中1項目(水分のむせ)、食事介助後5項目(呼吸、痰絡み、食物の詰まり、口腔内残渣、体調)で確認頻度に有意差がみられた。このうち、夜間の咳と夜間

の睡眠以外は、講義受講経験者が講義受講未経験者に比べて確認頻度が高かった。

次に、介護士、看護師、その他の資格、無資格の職種間における嚥下障害特性の確認頻度差を検討したが、全ての項目で有意差はみられなかった。そこで、主に食事介助を担う看護職と介護職の回答者で確認頻度の比較検討を行った(表5.6～表5.10)。回答した看護職員55人中の52名が女性であったため、性別の影響が懸念されることから女性職員のみで分析した。その結果、一般状況3項目(疾患名、誤嚥性肺炎既往、感染症)、食事介助前1項目(夜間の咳)、食事介助中2項目(覚醒、食欲)、食事介助後1項目(逆流)で有意差がみられ、全項目で看護職員が介護職員より確認頻度が高かった。

最後に、回答者の性別による嚥下障害特性の確認頻度差を検討した(表5.6～表5.10)。全4職種のうち男女比率が比較的均整が取れており回答者数も多い介護職員を取り上げ、同じ専門職種内でも性別で確認頻度が異なるか検討した。その結果、入居者一般状況3項目(食品の好み、食事量、感染症)、食事介助前1項目(覚醒)、食事介助中9項目(指示への反応、食欲、姿勢、介助量、固形のむせ、水分のむせ、口腔内残渣、食べにくさ、食べこぼし)、食事介助後6項目(痰がらみ、食事時間の延長、逆流、食物の詰まり、口腔内残渣、体調・気分)で有意に確認頻度差がみられ、これら全項目で女性介護職員が男性介護職員よりも確認頻度が高かった。

また、嚥下機能の定量的評価が可能なデバイスがあれば使用を希望するか質問をしたところ、44.0%の回答者が使用したいと回答した。41.2%はどちらとも言えないと答え、理由としては利用者の負担増加に対する懸念などが多かった。

表 5.6: 入居者一般状況の確認頻度 (n(%))

	講義受講 (n=453)		χ^2	看護師・介護士 (n=317)		χ^2	介護職性別 (n=388)		χ^2
	あり	なし		看護師	介護士		男性	女性	
1 年齢	83(26.4) 209(66.6) 22(7.0)	32(23.2) 93(67.4) 13(9.4)	n.s.	18(40.0) 24(53.3) 3(6.7)	59(23.5) 179(71.3) 13(5.2)	n.s.	26(21.3) 81(66.4) 15(12.3)	59(23.5) 179(71.3) 13(5.2)	n.s.
2 疾患名	136(42.6) 174(54.6) 9(2.8)	52(37.4) 83(59.7) 4(2.9)	n.s.	28(62.2) 17(37.8) 0(0.0)	96(37.5) 156(60.9) 4(1.6)	p<0.01	45(36.6) 72(58.5) 6(4.9)	96(37.5) 156(60.9) 4(1.6)	n.s.
3 飲み込み	294(91.3) 27(8.4) 1(0.3)	126(90.0) 14(10.0) 0(0.0)	n.s.	246(93.2) 4(8.7) 0(0.0)	18(6.8) 4(8.7) 0(0.0)	n.s.	107(87.0) 15(12.3) 1(0.8)	246(93.2) 18(6.8) 0(0.0)	n.s.
4 好み	93(29.3) 215(67.6) 10(3.1)	33(23.4) 100(70.9) 8(5.7)	n.s.	14(30.4) 32(69.6) 0(0.0)	76(29.7) 175(68.4) 5(2.0)	n.s.	27(21.8) 86(69.4) 11(8.9)	76(29.7) 175(68.4) 5(2.0)	p<0.01
5 食形態	259(80.4) 59(18.3) 4(1.2)	97(71.3) 37(27.2) 2(1.5)	n.s.	388(80.9) 9(19.2) 0(0.0)	210(81.7) 45(17.5) 2(0.8)	n.s.	89(71.8) 33(26.6) 2(1.6)	210(81.7) 45(17.5) 2(0.8)	n.s.
6 誤嚥性肺炎	166(52.2) 142(44.7) 10(3.1)	63(46.0) 67(48.9) 7(5.1)	n.s.	30(66.7) 15(33.3) 0(0.0)	119(46.7) 129(50.6) 7(2.8)	p<0.05	63(50.8) 54(43.6) 7(5.7)	119(46.7) 129(50.6) 7(2.8)	n.s.
7 食事量	230(71.9) 88(27.5) 2(0.6)	99(70.2) 41(29.1) 1(0.7)	n.s.	39(83.0) 8(17.0) 0(0.0)	189(73.0) 70(27.0) 0(0.0)	n.s.	79(63.7) 43(34.7) 2(1.6)	189(73.0) 70(27.0) 0(0.0)	p<0.05
8 体重変化	96(30.0) 217(67.8) 7(2.2)	43(30.5) 95(67.4) 3(2.1)	n.s.	21(45.7) 25(54.4) 0(0.0)	75(28.9) 182(70.0) 3(1.2)	n.s.	31(25.0) 89(71.8) 4(3.2)	75(28.9) 182(70.0) 3(1.2)	n.s.
9 感染症	113(35.8) 188(59.5) 15(4.8)	50(35.7) 79(56.4) 11(7.9)	n.s.	24(52.2) 21(45.7) 1(2.2)	84(33.2) 163(64.4) 6(2.4)	p<0.05	41(33.1) 68(54.8) 15(12.1)	84(33.2) 163(64.4) 6(2.4)	p<0.01
10 要介護度	102(31.9) 200(62.5) 18(5.6)	36(25.7) 94(67.1) 10(7.1)	n.s.	17(36.2) 26(55.3) 4(8.5)	74(28.9) 170(66.4) 12(4.7)	n.s.	38(30.7) 76(61.3) 10(8.1)	74(28.9) 170(66.4) 12(4.7)	n.s.
11 認知機能	181(56.7) 133(41.7) 5(1.6)	70(50.0) 66(47.1) 4(2.9)	n.s.	32(68.1) 14(29.8) 1(2.1)	133(52.2) 119(46.7) 3(1.2)	n.s.	62(50.0) 58(46.8) 4(3.2)	133(52.2) 119(46.7) 3(1.2)	n.s.

n は総数。各項目に欠損値があるため、回答者数は各項目で異なる。看護師・介護士、介護士（性別）も同様

表 5.7: 食事介助前の確認頻度 (n(%))

	講義受講 (n=453)		χ^2	看護師・介護士 (n=317)		χ^2	介護職性別 (n=388)		χ^2	
	あり	なし		看護師	介護士		男性	女性		
1 口腔内の汚れ	よくしている	99(30.6)	45(33.3)	n.s.	22(45.8)	85(33.1)	n.s.	31(25.4)	85(33.1)	n.s.
	ときどきしている	212(65.4)	78(57.8)		25(52.1)	63(63.4)		81(66.4)	63(63.4)	
	全くしていない	13(4.0)	12(8.9)		1(2.1)	9(3.5)		10(8.2)	9(3.5)	
2 義歯装着	よくしている	276(84.9)	111(78.7)	n.s.	40(83.3)	220(83.3)	n.s.	101(82.1)	220(83.3)	n.s.
	ときどきしている	47(14.5)	27(19.2)		8(16.7)	41(15.5)		20(16.3)	41(15.5)	
	全くしていない	2(0.6)	3(2.1)		0(0.0)	3(1.1)		2(1.6)	3(1.1)	
3 夜間の咳	よくしている	70(22.1)	41(30.8)	p<0.01	23(50.0)	58(23.2)	p<0.01	24(19.7)	58(23.2)	n.s.
	ときどきしている	226(71.3)	75(56.4)		21(45.7)	174(69.6)		85(69.7)	174(69.6)	
	全くしていない	21(6.6)	17(8)		2(4.4)	18(7.2)		13(10.7)	18(7.2)	
4 排便	よくしている	141(43.8)	76(53.9)	n.s.	28(58.3)	113(43.3)	n.s.	55(45.1)	113(43.3)	n.s.
	ときどきしている	173(53.7)	61(43.3)		20(41.7)	144(55.2)		60(49.2)	144(55.2)	
	全くしていない	8(2.5)	4(2.8)		0(0.0)	4(1.5)		7(5.7)	4(1.5)	
5 活動量	よくしている	40(12.5)	28(20.4)	n.s.	13(27.7)	40(15.7)	n.s.	15(12.2)	40(15.7)	n.s.
	ときどきしている	246(77.1)	96(70.1)		33(70.2)	194(76.1)		90(73.2)	194(76.1)	
	全くしていない	33(10.3)	13(9.5)		1(2.1)	21(8.2)		18(14.6)	21(8.2)	
6 夜間の睡眠	よくしている	125(39.2)	61(45.2)	p<0.05	24(52.2)	102(40.2)	n.s.	47(38.5)	102(40.2)	n.s.
	ときどきしている	185(58.0)	65(48.2)		21(45.7)	142(55.9)		69(56.6)	142(55.9)	
	全くしていない	9(2.8)	9(6.7)		1(2.2)	10(3.9)		6(4.9)	10(3.9)	
7 体調	よくしている	279(86.1)	106(75.7)	p<0.05	45(91.8)	222(84.4)	n.s.	99(84.4)	222(84.4)	n.s.
	ときどきしている	43(13.3)	34(24.3)		4(8.2)	41(15.6)		22(17.9)	41(15.6)	
	全くしていない	2(0.6)	0(0.0)		0(0.0)	0(0.0)		2(1.6)	0(0.0)	
8 覚醒	よくしている	300(92.6)	125(88.7)	n.s.	46(95.8)	251(94.7)	n.s.	102(82.9)	251(94.7)	p<0.01
	ときどきしている	23(7.1)	16(11.4)		2(4.2)	14(5.3)		20(16.3)	14(5.3)	
	全くしていない	1(0.3)	0(0.0)		0(0.0)	0(0.0)		1(10.8)	0(0.0)	

表 5.8: 食事介助中の確認頻度 (n(%))

	講義受講 (n=453)	看護師・介護士 (n=317)		χ^2	介護職性別 (n=388)		χ^2			
		あり	なし		看護師	介護士		男性	女性	
1 覚醒	よくしている ときどきしている 全くしていない	316(97.8) 6(1.9) 1(0.3)	137(95.8) 6(4.2) 0(0.0)	n.s.	47(97.9) 0(0.0) 1(2.1)	258(97.4) 7(2.6) 0(0.0)	p<0.05	121(97.6) 3(2.4) 0(0.0)	258(97.4) 7(2.6) 0(0.0)	n.s.
2 意思の表出	よくしている ときどきしている 全くしていない	272(84.5) 47(14.6) 3(0.9)	109(77.3) 29(20.6) 3(2.1)	n.s.	44(91.7) 3(6.3) 1(2.1)	216(82.8) 42(16.1) 3(1.2)	n.s.	95(76.6) 29(23.4) 0(0.0)	216(82.8) 45(17.2) 0(0.0)	n.s.
3 指示への反応	よくしている ときどきしている 全くしていない	278(86.3) 38(11.8) 6(1.9)	116(81.7) 24(16.9) 2(1.4)	n.s.	43(91.5) 3(6.4) 1(2.1)	230(87.5) 31(11.8) 2(0.8)	n.s.	94(75.8) 30(24.2) 0(0.0)	230(87.5) 33(12.6) 0(0.0)	p<0.01
4 食欲	よくしている ときどきしている 全くしていない	266(82.4) 54(16.7) 3(0.9)	107(74.8) 32(22.4) 4(2.8)	n.s.	40(83.3) 6(12.5) 2(4.2)	219(82.6) 45(16.9) 1(0.4)	p<0.05	90(72.6) 34(27.4) 0(0.0)	219(82.6) 46(17.4) 0(0.0)	p<0.05
5 流涎	よくしている ときどきしている 全くしていない	196(61.1) 91(28.4) 31(9.7)	38(27.3) 24(17.3) 3(2.2)	n.s.	36(75.0) 7(14.6) 4(8.3)	152(59.1) 74(28.8) 30(11.7)	n.s.	64(52.0) 56(45.5) 3(2.4)	152(59.1) 104(40.5) 1(0.4)	n.s.
6 姿勢	よくしている ときどきしている 全くしていない	296(91.4) 28(8.6) 0(0.0)	124(86.7) 19(13.3) 0(0.0)	n.s.	44(89.8) 5(10.2) 0(0.0)	244(92.1) 21(7.9) 0(0.0)	n.s.	106(85.5) 18(14.5) 0(0.0)	244(92.1) 21(7.9) 0(0.0)	p<0.05
7 介助量	よくしている ときどきしている 全くしていない	249(77.3) 73(22.7) 0(0.0)	112(78.9) 30(21.1) 0(0.0)	n.s.	38(79.2) 10(20.8) 0(0.0)	214(81.7) 48(18.3) 0(0.0)	n.s.	86(69.4) 38(30.6) 0(0.0)	214(81.7) 48(18.3) 0(0.0)	p<0.01
8 むせ(固形物)	よくしている ときどきしている 全くしていない	299(92.3) 25(7.7) 1(0.2)	130(90.9) 12(8.4) 1(0.7)	n.s.	46(93.9) 3(6.1) 0(0.0)	249(94.0) 16(6.0) 0(0.0)	n.s.	108(87.1) 15(12.1) 1(0.8)	249(94.0) 16(6.0) 0(0.0)	p<0.05
9 むせ(水分)	よくしている ときどきしている 全くしていない	306(94.4) 18(5.6) 0(0.0)	123(86.6) 18(12.7) 1(0.7)	p<0.01	45(91.8) 4(8.2) 0(0.0)	248(93.9) 16(6.1) 0(0.0)	n.s.	108(87.1) 15(12.1) 1(0.8)	248(93.9) 16(6.1) 0(0.0)	p<0.05

表 5.9: 食事介助中の確認頻度 (つづき) (n(%))

		講義受講 (n=453)		χ^2	看護師・介護士 (n=317)		χ^2	介護職性別 (n=388)		χ^2	
		あり	なし		看護師	介護士		男性	女性		
10	口腔内残渣	よくしている ときどきしている 全くしていない	272(84.0) 52(16.1) 0(0.0)	123(86.6) 19(13.4) 0(0.0)	n.s.	42(85.7) 7(14.3) 0(0.0)	235(89.0) 29(11.0) 0(0.0)	n.s.	94(76.4) 29(23.6) 0(0.0)	235(89.0) 29(11.0) 0(0.0)	p<0.01
11	食べ難さ	よくしている ときどきしている 全くしていない	229(70.9) 93(28.8) 1(0.3)	94(66.7) 46(32.6) 1(0.7)	n.s.	36(75.0) 12(25.0) 0(0.0)	188(72.0) 73(28.0) 0(0.0)	n.s.	73(58.9) 49(39.5) 2(1.6)	188(72.0) 73(28.0) 0(0.0)	p<0.01
12	食べこぼし	よくしている ときどきしている 全くしていない	236(73.1) 87(26.9) 0(0.0)	99(70.7) 41(29.3) 0(0.0)	n.s.	35(71.4) 14(25.4) 0(0.0)	197(75.2) 65(24.8) 0(0.0)	n.s.	80(64.5) 44(35.5) 0(0.0)	197(75.2) 65(24.8) 0(0.0)	p<0.05
13	首の前傾	よくしている ときどきしている 全くしていない	244(76.0) 76(23.7) 1(0.3)	100(70.4) 41(28.9) 1(0.7)	n.s.	37(77.1) 11(22.9) 0(0.0)	198(75.3) 65(24.7) 0(0.0)	n.s.	84(68.3) 38(30.9) 1(0.8)	198(75.3) 65(24.7) 0(0.0)	n.s.
14	食事ペース	よくしている ときどきしている 全くしていない	204(63.8) 115(35.9) 1(0.3)	87(60.8) 55(38.5) 1(0.7)	n.s.	37(77.1) 11(22.3) 0(0.0)	171(65.0) 91(34.6) 1(0.4)	n.s.	64(52.5) 57(46.7) 1(0.8)	171(65.0) 91(34.6) 1(0.4)	n.s.

表 5.10: 食事介助後の確認頻度 (n(%))

		講義受講 (n=453)		χ^2	看護師・介護士 (n=317)		χ^2	介護職性別 (n=388)		χ^2
		あり	なし		看護師	介護士		男性	女性	
1	呼吸	240(75.0)	88(62.4)	p<0.05	34(72.3)	169(64.0)	n.s.	65(53.3)	169(64.0)	n.s.
	ときどきしている	79(24.7)	52(36.9)		11(23.4)	90(34.1)		51(41.8)	90(34.1)	
	全くしていない	1(0.3)	1(0.7)		2(4.3)	5(1.9)		6(4.9)	5(1.9)	
2	疲がらみ	257(79.8)	102(71.8)	p<0.05	41(82.0)	213(80.7)	n.s.	84(68.3)	213(80.7)	p<0.05
	ときどきしている	63(19.6)	35(24.7)		8(16.0)	48(18.2)		36(29.3)	48(18.2)	
	全くしていない	2(0.6)	5(3.5)		1(2.0)	3(1.1)		3(2.4)	3(1.1)	
3	食事時間の延長	143(44.6)	61(42.7)	n.s.	30(61.2)	121(46.0)	n.s.	39(31.7)	121(46.0)	p<0.05
	ときどきしている	174(54.2)	81(56.6)		19(38.8)	140(53.2)		83(67.5)	140(53.2)	
	全くしていない	4(1.3)	1(0.7)		0(0.0)	2(0.8)		1(0.8)	2(0.8)	
4	逆流	143(45.0)	59(42.1)	n.s.	30(61.2)	110(42.6)	p<0.05	47(38.2)	110(42.6)	p<0.05
	ときどきしている	164(51.6)	70(50.0)		17(34.7)	142(55.0)		65(52.9)	142(55.0)	
	全くしていない	22(4.8)	11(7.9)		2(4.1)	6(2.3)		11(8.9)	6(2.3)	
5	食物の詰まり	276(85.5)	106(74.6)	p<0.05	39(79.6)	225(84.9)	n.s.	95(77.2)	225(84.9)	p<0.05
	ときどきしている	45(13.9)	35(24.6)		10(20.4)	40(15.1)		26(21.1)	40(15.1)	
	全くしていない	2(0.6)	1(0.7)		0(0.0)	0(0.0)		2(1.6)	0(0.0)	
6	口腔内残渣	285(88.0)	110(76.9)	p<0.01	42(84.0)	232(87.2)	n.s.	100(81.3)	232(87.2)	p<0.05
	ときどきしている	38(14.8)	31(21.7)		8(16.0)	34(12.8)		20(16.3)	34(12.8)	
	全くしていない	3(0.6)	2(1.4)		0(0.0)	0(0.0)		3(2.4)	0(0.0)	
7	体調・気分	240(75.0)	88(62.4)	p<0.05	39(79.6)	190(72.8)	n.s.	75(61.0)	190(72.8)	p<0.05
	ときどきしている	79(24.7)	52(36.9)		10(20.4)	71(27.2)		46(37.4)	71(27.2)	
	全くしていない	1(0.3)	1(0.7)		0(0.0)	0(0.0)		2(1.6)	0(0.0)	

5.5 考察

調査結果より、食事介助に携わる職員の多くは女性で、職種では介護職が大半を占めていた。無資格者は全体の4.5%と少なく、食事介助経験年数には幅がみられていた。一人あたりの食事介助時間は15分から30分が最多で、かつ一度に対応する食事人数は1～2人が多く、一度の食事介助では15分から60分以内に終了していると考えられる。

職員の精神的負担については、多くの職員が食事介助中にひやりとした経験があり、また不安を持ちながら食事介助をしていた。加えて、講義受講者で不安感をもつ可能性が高いことがわかった。これは、講義受講を通して誤嚥や窒息などの危険性がより明確になり、また職員が講義で得た知識や技術を適切に実践できているか不安になるためと考察される。食事介助に対する適度な不安感は、ヒヤリハットの観点から必ずしもマイナスではないが、過度の不安は職員のストレスとなりうる。介護職員の食事介助に対する態度の形成は、食事介助中の予測できない出来事とつらい体験が大きな役割を担っているとされ、このような体験が安全意識を強め、命を守る職業的倫理観と入居者の食べる意味の間でジレンマを生じるとされる[72]。安全性を優先した食事提供や不安を持ちながらの食事介助は、職員と入居者双方にとって不利益な状態であり、食事介助を担う職員に対し十分な心理的サポートや技術支援を行うことで、より安全な食事介助を進める必要がある。

介助のタイミングによる嚥下障害特性の入居者確認頻度について、一般状況は食事介助前・食事介助中・食事介助後に比べて多くの項目で確認頻度が低い傾向がみられた。これは、職員が日常的に接する入居者について把握していることや、施設入所中の高齢者の多くが身体面での状態が安定しているため、常時確認する必要がない可能性が考えられる。実際、変化が生じやすい飲み込みの状況はよく確認されていた。

食事介助前、食事介助中ともに覚醒状態はよく確認されており、入居者の意識状態の重要性は十分理解されていた。一方、食事前に日中活動量を「必ず確認す

る」と回答した人の割合は一般状況・食事介助前・食事介助中・食事介助後の確認項目の中で一番低かった。日中活動量を十分把握せず食事量が適切でない場合、低栄養状態やサルコペニアをひきおこす可能性も否定できず、摂食嚥下障害が悪化する場合も考えられるため [73]、入居者の日中活動量の把握も職員の重要な役割と考えられる。ただし、調査票では「活動量」と質問しことにより、回答者は定量評価の有無と理解し「必ず確認する」と回答せず、回答割合が低くなった可能性がある。

食事介助中は、全項目で確認頻度が高い傾向がみられ、食事介助に携わる職員は、入居者の食事中は十分注意を払いながら介助を行っている様子が示された。一方、食事介助後は入居者の確認頻度がやや低い傾向がみられていた。

職種別で嚥下障害特性に関する入居者確認頻度を看護職員と介護職員で比較すると、疾患名、誤嚥性肺炎既往、感染症など医療ケア関連項目で看護師の確認頻度が高かった。これらは、看護師が業務として確認する内容と重なるため、日常的に確認している場合も多く、頻度が高くなったと推察される。

性別による確認頻度は、食事介助中と食事介助後の多数項目で女性介護職員が男性介護職員より確認頻度が高かった。特に、食事介助前の覚醒や、食事介助中における入居者の反応、姿勢、むせは誤嚥性肺炎や窒息に関係するため、頻度の差が生じた要因について検証が必要である。しかし、考えられる要因として、女性は子育てや家族介護に関わる機会が男性より多い傾向にあり、これらの体験から食事介助時に注意するポイントを体得している可能性が考えられる。

講義受講経験の有無で嚥下障害特性の入居者確認頻度を比較した結果、講義受講者に比べ講義未受講者で、食事介助後の確認頻度が低い傾向がみられた。食事介助に関する講義では、食事介助で確認するポイントや注意点を具体的に説明するケースが多い。そのため、講義受講経験者は、講義受講未経験者に比べ提示項目に対し確認頻度が高かったと考えられる。また、今回の調査から就職前より就職後の講義受講割合が低いことが明らかとなった。また、無資格職員は他職種と比較して講義経験が少ないことが明示された。

上記の通り、本調査により職種、性別、講義受講有無によって、入居者の嚥下

障害特性に関する確認頻度に差が生じていることが明示された。現在、食事介助は無資格職員を含め、異なる専門知識や技術を持つ職員が実施しており、それぞれの専門職が食事ケアで求められる役割が存在し [74]、その専門職によって嚥下特性確認に差が生じる可能性は高い。一方で、食事介助に携わる職員全員が利用者の基本的な嚥下特性に対して共通理解がなければ、一貫した食事介助が実施できず、誤嚥や肺炎などのリスクが高まる。

本調査においては、高齢者施設内での入居者の嚥下障害特性共有方法や職員の役割分担についての調査は行っていない。今後、職員間で生じた確認頻度の差に関して、より詳細な分析が必要である。

また、アンケート調査では約半数の職員が嚥下機能を定量的に測定できる機器を希望していることが分かった。また、利用者に負担がなければ使用したいと答えた職員も多くみられていた。本調査では講習受講経験や職種、性別によって嚥下障害特性に関する確認頻度が異なっていることが明示されたことを受け、知識や技術を問わずに簡易に定量測定可能なデバイスの開発が必要であると考察される。

第6章 頸部装着型嚥下モニターの機能評価

本章では、頸部装着型嚥下モニター（嚥下モニター）の定量評価の有用性を検証するため、基礎性能評価実験と臨床応用実験を実施した。

6.1 基礎性能評価実験

6.1.1 研究目的

嚥下機能計測機器の基礎的性能を確認するため、水と水より粘性の高いトマトジュースを嚥下する際にかかる時間（嚥下時間）の違いを、嚥下モニターにより適切に計測可能か実験結果より検討した。

6.1.2 既存研究

粘性をつけていない試料（とろみなし）に対しては、既存研究（[37, 65, 66]）で加齢による嚥下時間延長がみられていた。

粘性変化による嚥下時間延長に関する既存研究では、試料の粘度に関する詳細が記載されておらず、かつ実験に使用した試料の量も異なるため、単純に結果比較は困難である。例えば、口腔通過時間（舌中央部から咽頭に達するまで）をゼリー、粥、とろみ付き水で比較した実験では、ゼリーと粥に比べてとろみ付き水で有意に通過時間が早く [75]、また、水は口腔から咽頭に至る送り込み流入速度が早かった。また、水とゼリーを用いた比較実験では、水の嚥下がゼリーの嚥下に

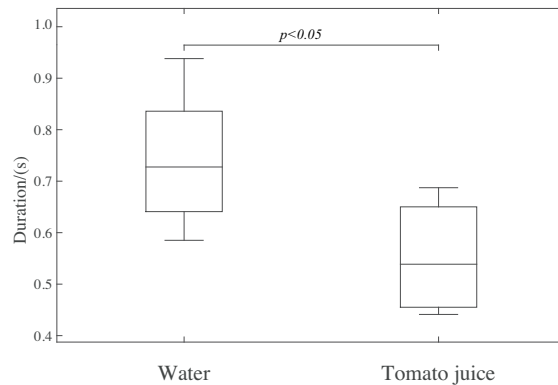


図 6.1: 水とトマトジュースの嚥下時間比較

比べて座位、リクライニング位ともに嚥下時間（食塊先端が梨状陥凹底部から喉頭挙上最大位までの時間）が有意に延長していた [76]。一方で、Robbins et al の実験 [77] では水 2ml と "semisolid boluses (半固形の食塊)" 2-cm³ とし、Nikhil の研究 [78] では 20ml の水とハチミツ状のとりみ水を使用しているが、具体的な粘度を計測していない。これらの研究では、粘性が高くなることによる嚥下時間が延長しており、山口の研究とは結果が異なっていたが、すべての研究において粘性の有無によって嚥下時間が変化していた。

6.1.3 実験概要

実験では、嚥下機能障害を認めない 6 名の健常成人 (男性 3 名、平均年齢 29.3 歳) が好みの座位を取り、頸椎 C4 レベルに頸部装着型嚥下モニターを経皮的に装着した状態で試料を嚥下した。試料は通常の水（とりみなし）とトマトジュース各 15ml とし、対象者自らスプーンで嚥下してもらい嚥下モニターにより自動的に嚥下時間を計測した。

6.1.4 実験結果

実験結果を図 6.1 に示す。

水とトマトジュースの平均嚥下時間には有意差があり (t 検定, $p < 0.05$)、トマトジュースの方が水より嚥下に要する時間は短縮していた。また、水の嚥下時間では、被験者間の分散が大きく (ANOVA, $p < 0.05$)、トマトジュースではこの傾向は認められなかった。

6.1.5 考察

水に対してトマトジュースの平均嚥下時間が短く、被験者間で嚥下時間のばらつきが少ない要因は、粘性の高い飲料は比較的まとまった塊で嚥下されるが、水は散らばりやすく、嚥下試料の全てが咽頭を通過するまでに時間が長くかかる傾向があるためと考えられる。

既存研究では、とろみ付き水による嚥下時間の変化について一貫した結果はみられておらず、比較検討は困難である。しかし、すべての既存研究と同様に本実験においても、とろみの有無による嚥下時間の変化が計測できた。これより、飲料の粘性の違いが嚥下時間に反映されることを明示できた。

6.2 粘性による嚥下時間変化と主観的飲み込みやすさ

基礎性能評価実験では、嚥下モニターにより粘性による嚥下時間変化が計測できることが明示された。次に、臨床応用実験として、粘性の違いによる嚥下時間の変化と加齢の影響を検証した。加えて、質問紙調査により、加齢による主観的飲み込みやすさの感覚変化を調査し、嚥下時間との関係について考察した。本研究においては味覚の影響も考察している。

6.2.1 研究目的

研究目的は以下の通りである。

研究目的 1. 粘性を変化させた飲料を嚥下した場合、嚥下時間が嚥下モニターに

より適切に計測できるか

トマトジュースと水を試料とした基礎性能評価実験より、嚥下モニターにより粘性変化を嚥下時間として反映できることを示した。より臨床的な実験として、4種類の粘性に調整した水と茶を試料とし、粘性変化・味と嚥下時間の関係性について考察した。

研究目的2. 加齢により飲料の粘性変化に対する感覚（主観的飲み込みやすさ）が変化するか

コミュニティで居住する高齢者に対して嚥下機能検査の実施が容易ではない現状では、高齢者の「飲み込みにくい」「飲み込みやすい」という主観的感覚（主観的飲み込みやすさ）により液体粘性や食事形態を変更させる場合が散見される。第3章で述べた通り、加齢によって嚥下機能が低下することは知られているが（[37, 38]）、飲み込みの際の飲み込みやすさに関する感覚も低下する可能性が考えられる。ここでは、若年者群と高齢者群の比較検討により、嚥下時の主観的飲み込みやすさが加齢により変化する可能性があるか考察した。

研究目的3. 粘性変化による嚥下時間と主観的飲み込みやすさの関係性

嚥下時間と主観的飲み込みやすさの関係性より、嚥下時間が主観的飲み込みやすさを反映している可能性があるか考察した。

6.2.2 実験概要

茨城県の介護老人保健施設1施設に居住し、嚥下障害を認めず、実験参加にあたり心身の状態や意思疎通に問題がない高齢者を医師である施設管理者により選出してもらった。そのうち、参加同意を得られた高齢者に対して実験を実施した。また、同県内の大学で嚥下機能に問題のない成人を対照群とした。

実験参加者は各自で好みの座位を取り、脊椎C4レベルに嚥下モニターを経皮的に装着した。次に、粘性の異なる8種類の試料各5mlをシリンジで計測し、スプーンを使用して各実験参加者のタイミングで嚥下してもらい、嚥下時間を自動で計

表 6.1: 試料の粘性と温度

	試料	粘度 (dPa/s)	温度
水	とろみなし	n.a.	22.9
	ドレッシング状	3.0	23.5
	とんかつソース状	10.0	23.2
	ケチャップ状	18.0	23.8
茶	とろみなし	n.a.	23.0
	ドレッシング状	3.0	23.8
	とんかつソース状	9.0	23.8
	ケチャップ状	19.0	23.7

測した。被験者は各試料を3回ずつ嚥下し、平均嚥下時間を「個人の嚥下時間」とした。また、個人の嚥下時間を用いて、高齢者群と若年者群における平均嚥下時間を算出し「グループ平均嚥下時間」とした。

試料は味覚の影響も考察するため水と緑茶(茶)を準備し、室温で実験に利用した。試料は温度差が生じないように注意して保管した。粘性はとろみ調整剤(日清オイリオ社製とろみアップHP)を用い、とろみなし、フレンチドレッシング状(ドレッシング状)、とんかつソース状(ソース状)、ケチャップ状の4種類に調整した。粘性計測はブルックフィールド社製回転式粘度計DV2T(リオン株式会社、東京)を用いた(表6.1)。各試料嚥下後、実験参加者にアンケート調査にてVisual Analog scale (VAS)により主観的飲み込みやすさを聞いた(図6.2)。VASは100mmの目盛がない横線で、最小点「飲み込みやすい」から最大点「飲み込みにくい」と記載されている。実験参加者は各試料嚥下後に、飲み込みやすさをVAS上に線で示してもらい(図6.3)、最小点からの距離を測定した。本実験は各施設代表者の承諾を得て実施した。

6.2.3 実験結果(実験対象者属性)

表7.8に実験対象者の属性を示す。



図 6.2: VAS スコア



図 6.3: VAS スコア記入例

表 6.2: 実験対象者の属性

属性	高齢者群 (n=8)	若年者群 (n=15)
男性、n(%)	6 (10.8)	12 (82.4)
平均年齢 ±SD	85.0±10.8	26.0±2.9
要介護度		
要介護 1	2 (25.0)	-
要介護 2	2 (25.0)	-
要介護 3	2 (25.0)	-
要介護 4	2 (25.0)	-
長谷川式スケール平均 ±SD	19.9±7.5	-
最小	9	-
最大	28	-

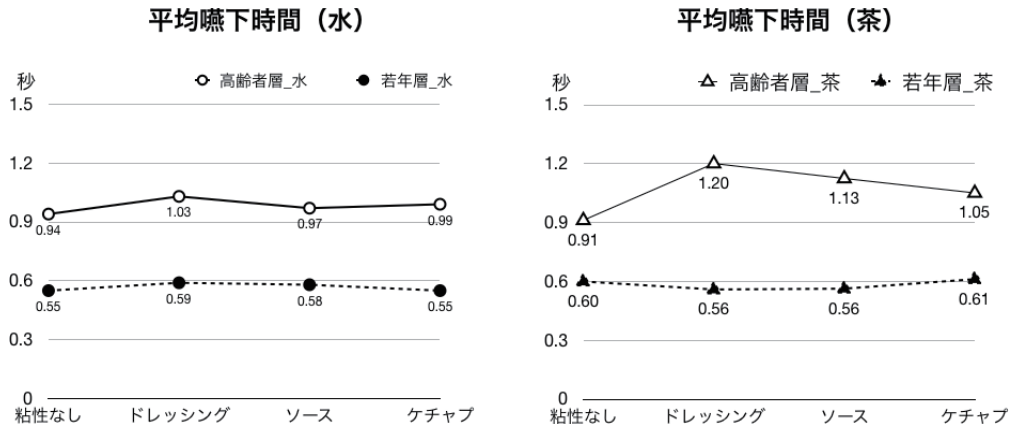


図 6.4: 粘性別の嚥下時間 (水・茶)

表 6.3: 粘性別の嚥下時間 (ばらつき)

	粘性なし	SD	ドレッシング	SD	ソース	SD	ケチャップ	SD
高齢者 (水)	0.94	0.24	1.03	0.36	0.97	0.28	0.99	0.37
高齢者 (茶)	0.91	0.39	1.20	0.42	1.13	0.52	1.05	0.43
若年者 (水)	0.55	0.12	0.59	0.18	0.58	0.15	0.55	0.14
若年者 (茶)	0.60	0.13	0.56	0.13	0.56	0.15	0.61	0.13

高齢者群 (n=8) は、年齢が 60~93 才 (平均 85.0 ± 10.8 才) で要介護度 4 が 4 名であり、要介護 5 の該当者はいなかった。長谷川式簡易知能評価スケールの平均は $19.9 (SD \pm 7.0)$ であった。若年者群 (n=15) は、平均年齢が 26.0 ± 2.8 才、男性が 12 名 (82.4%) であった。

6.2.4 粘性による嚥下時間の変化

高齢者群、若年者群におけるグループ平均嚥下時間の変化を図に示す (図 6.4)。各被験者の個人嚥下時間は、若年者群の多くが水・茶ともに 0.25~1 秒以内に嚥下を終了していた。一方、高齢者群では 0.5~2.5 秒内と嚥下に長く時間を要していた。高齢者群の個人嚥下時間をみると、特に嚥下時間に差があった実験参加者では、水嚥下の最長嚥下時間 (ソース状) と最短嚥下時間 (ドレッシング状) で 0.71 秒、茶では最長嚥下時間 (ドレッシング状) と最短嚥下時間 (とろみなし) に

0.99 秒の嚥下時間差がみられていた。

水、茶ともにグループ間の平均嚥下時間では、高齢者群と若年者群の平均嚥下時間に有意で差が認められ (t 検定: $p < 0.05$)、若年者群と比べて高齢者群に嚥下時間の延長がみられた。若年者群は味、粘度に関わらず嚥下時間に大きな差はみられなかった。一方、高齢者群においては粘性による変化がみられており、特に茶の場合で粘性が高い試料は粘性がない試料に比べて嚥下時間の延長がみられていた。また、各群における嚥下時間のばらつき(分散)をみると(表 6.3)、高齢者では嚥下時間のばらつきが大きくなっていた。

粘性をつけていない試料(とろみなし)に対して、加齢により嚥下時間延長がみられており、これは既存研究([37, 65, 66])と同様の結果であった。粘性変化による嚥下時間延長に関しては、既存研究で結果に一貫性がないため比較は難しいが、今回の実験結果より、複数の粘性に調整した試料に対して嚥下時間の変化が嚥下モニターにより計測できた。

嚥下時間のばらつきに関し、若年者群に比較して高齢者群でばらつきが大きく、同じ試料においても嚥下時間による個人差が大きいことが分かった。また、高齢者群では水と茶で平均嚥下時間が異なる事から、若年者群より高齢者群で味の影響が強いと考えられる。

被験者抽出においては、高齢者施設担当の医師が嚥下状態に比較的問題がないと判断していた対象を選出していた。しかしながら、嚥下時間やそのばらつきには個人差が存在しており、嚥下状態の把握に嚥下時間による定量的な情報が役立つ可能性が示唆された

6.2.5 加齢による主観的飲み込みやすさの変化

次に、嚥下中の主観的飲み込みやすさに関して、各粘性に対する VAS スコアの比較と(図 6.5)とグループ別の VAS スコア(図 6.6)を示す。

高齢者群と若年者群間での VAS 値は、水(ソース状)のみ統計的に有意な差が認められ (t 検定: $p < 0.05$)、その他の粘性では有意な差はみられなかった。VAS 値

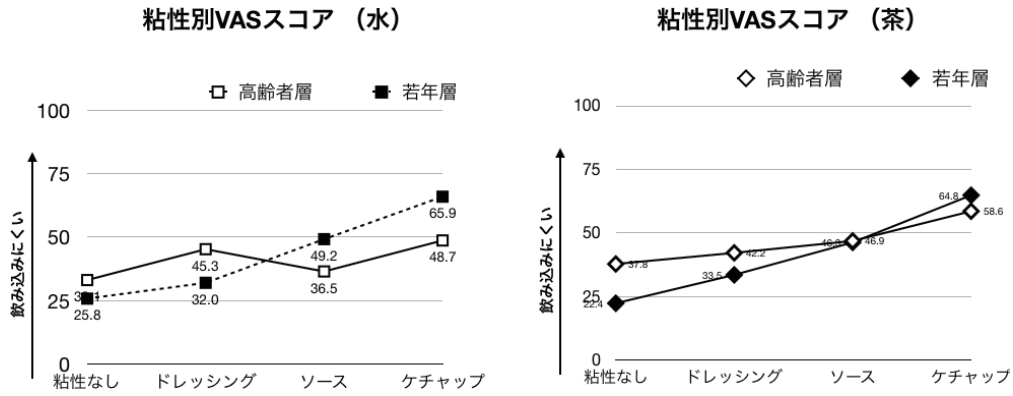


図 6.5: 年生別 VAS スコア（水・茶）

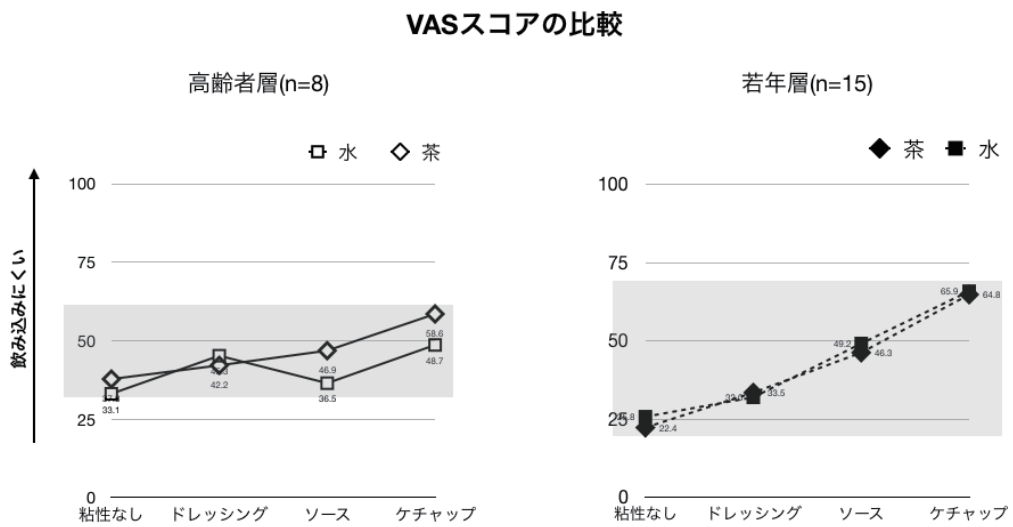


図 6.6: VAS スコアの比較（水・茶）

をみると、若年者群では水と茶ともに粘性が高くなるにつれて飲み込みにくいと感じる傾向がみられていた。一方、高齢者群においては、水の嚥下に関してはドレッシング状とケチャップ状でVASスコアが上昇する傾向がみられており、茶の嚥下では若年者群と同様に粘性上昇に従いVASスコアも上昇する傾向がみられていた。VASスコア値の変化幅をみると、若年者群は水において粘性なしからケチャップ状で約40のVASスコア値上昇がみられ、茶では約42の上昇がみられていた。一方、高齢者では、水でVASスコア値が約12の幅でスコアが上下しており、茶ではVASスコア値が21程度の上昇にとどまっていた。

考察

咽頭や喉頭知覚の低下は、高齢者における摂食嚥下障害の要因のひとつとして挙げられる。これに付随して、嚥下時の飲み込みやすい、飲み込みにくい、といった感覚も加齢により低下する可能性が実験結果より示唆された。これより、高齢者が伝える主観的な飲み込みやすさは、実際の嚥下機能より軽度になる可能性があるため、飲料の粘性や食塊変更を高齢者の主観性に頼ることは危険性があると考察される。

6.2.6 嚥下時間と主観的飲み込みやすさの関係

嚥下時間と主観的飲み込みやすさについて、下記の図を図6.7、6.8に示す。

嚥下時間とVAS値の関係性をみると、若年者群では水と茶ともに試料の粘度変化に対して嚥下時間の変化は少ないが、主観的飲み込みやすさを示すVAS値は増加しており、この2つの変化に対する関連性は認められなかった。一方の高齢者群は、水での嚥下時間とVAS値の増減が類似する傾向がみられたが、茶ではその関係性がみられなかった。

高齢者群では、水の嚥下において嚥下時間と主観的飲み込みやすさ（VASスコア値）で相関がみられていたが、茶の嚥下では関係性がみられなかった。そのため、茶の場合では、とろみ剤による味や食感の変化が飲み込み感覚に影響を及ぼ

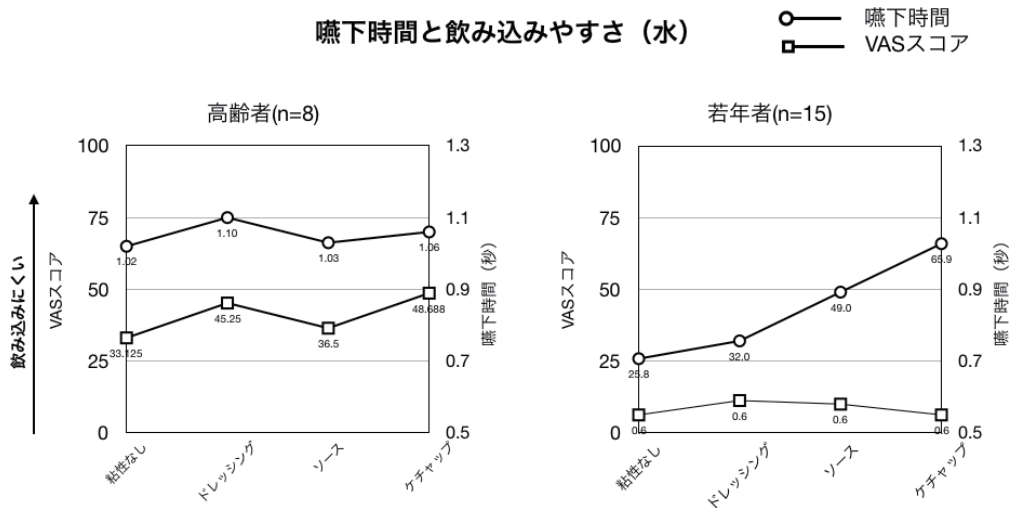


図 6.7: 嚥下時間と主観的飲み込みやすさ (水)

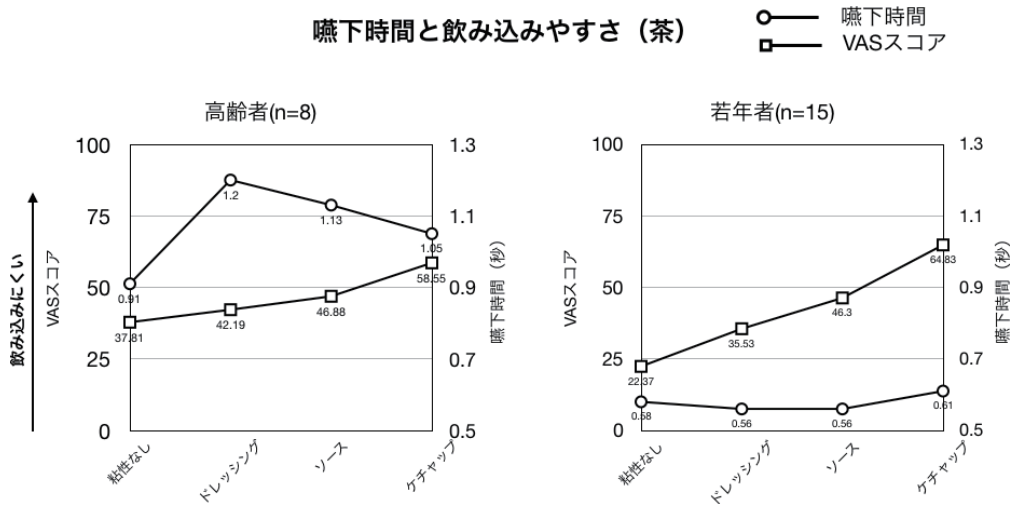


図 6.8: 嚥下時間と主観的飲み込みやすさ (茶)

したと推察される。

嚥下時間と主観的飲み込みやすさに相関関係が認められる場合、例えば意思疎通が難しい高齢者に対して粘度変更に伴う飲み込みやすさ・飲み込みにくさを確認する一指標として嚥下時間を参考とできる可能性がある。また、嚥下時間と主観的飲み込みやすさに相関関係が認められない場合、嚥下機能が低下しているが飲み込み難さを自覚していない可能性も考えられ、誤嚥リスクが高い状況と推察される。飲み込みやすさは味だけでなく、個人の食感の嗜好やとろみ剤による味の変化など多様な要因も関係するため、さらに分析が必要と考える。

6.2.7 考察

本章において、嚥下モニターにより加齢と粘性変化における嚥下時間の変化を適切に計測可能なことが示唆された。また、加齢によって飲み込みに関わる知覚が低下している可能性が示唆された。高齢者では主観的な飲み込みやすさを参考に食形態の変更を行う場合もあるが、被介護者の主観的な意見に加えて、客観的な嚥下機能としての嚥下時間も活用することで、より誤嚥しにくい食形態の選択方法となり得る可能性がある。

高齢者群で嚥下時間に個人差が大きいこと、また水では嚥下時間と主観的飲み込みやすさに関連があることが示唆された。嚥下時間より嚥下機能評価を行う場合、既存研究等を参考にして極端に嚥下時間が延長していないか、また各高齢者個人の嚥下時間を日常的かつ経時的に把握した上で、嚥下時間に変化が生じていないかをみることで、嚥下機能の変化や誤嚥の徴候を早期発見に役立つと考える。

第7章 嚥下時の姿勢計測

7.1 嚥下時の姿勢

高齢者の嚥下機能低下に対し、日常的に実施できる代償方法として体幹・頸部角度調整が広く活用されている。

高齢者の中には前方（腹側）に突出するべき脊柱が後方に突出してしまい、背中が丸まった状態に変形している脊柱後弯症を患う人も多く、その中でも特に加齢によって椎間板が変性する老人性円背がよく知られている。また、脳卒中後などで四肢に麻痺が生じたことにより頭部や体幹が安定せず、姿勢維持が難しい場合も散見される。加えて、加齢により頸部伸展位になる傾向もみられる。

座位姿勢の不良は嚥下に悪影響を及ぼすと考えられ、例えば円背の場合は頸椎が通常より前傾しやすく、顔面が下を向きやすい。そのため、円背傾向のある高齢者は顔を上げようと努力するために頭頸部が突き出した姿勢となる。結果として、下顎が後方に引かれて下顎の運動が制限されると共に、送り込み困難などの問題が生じやすくなる [79]。

摂食時の姿勢調整はいくつか方法が存在するが、主に体幹全体を調整し頸部角度調整のために行うリクライニング位調整と頸部に着目した頭頸部姿勢調整が臨床で活用されている。

リクライニング位による角度調整 [80] では対象者の嚥下機能に合わせて車椅子のバックサポート（背もたれ）部やベッドギャッジアップ機能により角度を変更し、臨床的に水平面からみて背部を 30 度、45 度、60 度などに調整するが多い（表 7.1）。

主に、重力により口腔内移送が容易になる、気道が食道に対して上方に位置す



図 7.1: リクライニング位の例

る解剖学的な位置関係を利用して物理的に喉頭への食塊流入を減らす、などの利点があると考えられている [80, 81]。効果的なリクライニング位を決める上では、食塊が通過する咽頭と水平線の角度を個人の嚥下状態に合わせて確定する必要がある。しかしながら、臨床では咽頭が目視で確認できないため、ベッドや車椅子のバックサポートの角度をリクライニング位として調整している。ここでの課題は、自宅や施設で角度を再現することは容易ではないため再現性が低い点あげられる。リクライニング位は頻繁に用いられる方法であるが、適用方法を誤ると誤嚥の危険性が增大させる場合もあるとの指摘もあり、角度調整には注意が必要である。既存研究では、リクライニング位による姿勢調整は誤嚥リスクを低減させるという報告 [82] がある一方で、座位と比較して液体嚥下の時間が延長し、誤嚥リスクが高まる可能性も示されており [76]、個人の嚥下機能に合わせて適切に活用することが重要となる。

嚥下時姿勢調整において、リクライニング位のみで対応した場合には頭頸部が伸展する傾向にあるため、頭部角度調整を組み合わせる場合が多い。頭部角度調整に関しては、その名称や定義がまだ確立されておらず、chin-down 肢位または chin-tuck 肢位、日本語では顎引きや頸部前屈など呼称が使用されているが、日米で実施された言語聴覚士を対象としたアンケート調査では名称が統一されていないことに加え、頭頸部の位置にもばらつきがあったことが報告されている [83]。主な屈曲位置として、上位頸椎（頭部）屈曲と下位頸椎（頸部）屈曲に分類されている（図 7.2 [84]）。

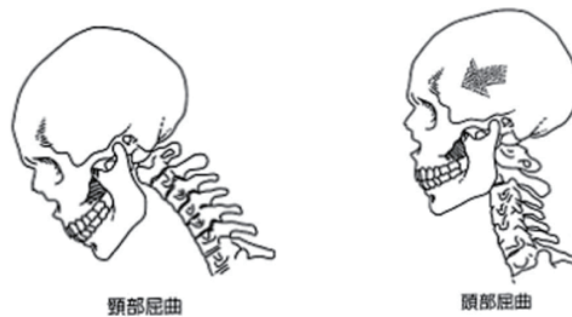


図 7.2: 頸部角度

7.2 既存研究と課題

既存研究では、リクライニング位調整を実施することで、誤嚥リスクの低減 [85] や喉頭入口部の形態的变化による気管流入リスク低減、舌骨と喉頭距離の縮小 [86] などが報告されている。一方で、誤嚥リスク低減に対する影響は大きくない [87] との報告もあり評価は統一されておらず、患者の嚥下機能に合わせた対応が必要である。また、頭頸部の姿勢調整は枕やタオルにより調整されることが多く、ベッドなどによる体幹角度調整に影響が生じる可能性や、頭頸部角度再現が難しいといった課題がある。

7.3 IMU を基盤とした頸部角度計測システム (IMU)

嚥下時の角度計測が困難な自宅や施設においても、計測用機器や技術が必要なく、介護者により容易に一貫した角度調整できることを目的に、頸部装着型モニターで嚥下音測定の際に頸部角度を同時計測し、結果がリアルタイムで表示されるシステム (IMU-based neck orientation detection system: IMU) を搭載した。前述したように、頸部角度と頭頸部角度の調整が必要とされるが、IMU 搭載場所の特徴上、頸部角度計測に焦点を当てて開発を進めた。

嚥下モニターに追加された Inertial Measurement Unit-based neck orientation detection system (以下、IMU) は 3 軸ジャイロスコープと 3 軸加速度センサー

units	Gyro Full Scale Range (°/sec)	Gyro Sensitivity (LSB/°/sec)	Gyro Rate Noise (dps/ Hz)	accelerometer Full Scale Range (g)	accelerometer Sensitivity (LSB/g)
MPU-6050	±1000	32.8	0.005	±4	8192

表 7.1: 3 軸ジャイロスコープと加速度センサーの基本性能 (MPU-6050)

Euler parameter	MARG Algorithm
RMS(pitch), static	0.581°
RMS(pitch), dynamic	0.625°
RMS(roll), static	0.502°
RMS(roll), dynamic	0.668°
RMS(heading), static	1.073°
RMS(heading), dynamic	1.110°

表 7.2: IMU 計測エラー (RMS: Root-Mean-Square error)

(MPU-6050; InvenSense, Inc., USA) (7.1)、3 軸デジタルコンパス (HMC5883; Honeywell International Inc, USA) で構成されている。

センサーフュージョンのアルゴリズムは Madgwick et al を参考にしており、当該アルゴリズム (MRG Algorithm) によって IMU が計測した姿勢角度と、モーションキャプチャーが計測した姿勢角度と比較した場合、そのエラーは最大で 1.1° 程度であったと報告されている (表 7.2) [88]。

センサーフュージョンとプロセッシングにはマイクロコントローラー (DSPIC33F J128GP202; Microchip Technology Inc., USA) を使用し、かつキャリブレーション結果に関しては Electrically Erasable Programmable Read-only Memory (EEPROM) を組み込んだ。IMU は嚙下モニターの咽頭マイクロフォンのネックバンド後部に追加搭載され、嚙下音と頸部角度結果を同時に計測・保存する (図 7.3)。図 7.4 に IMU システムの概略を示す。

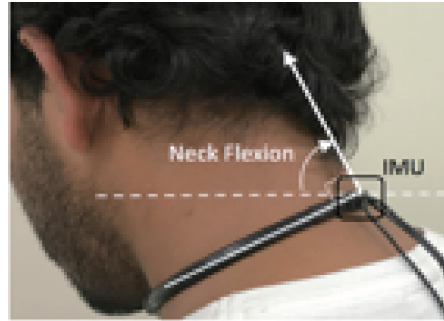


図 7.3: IMU による頸部角度計測

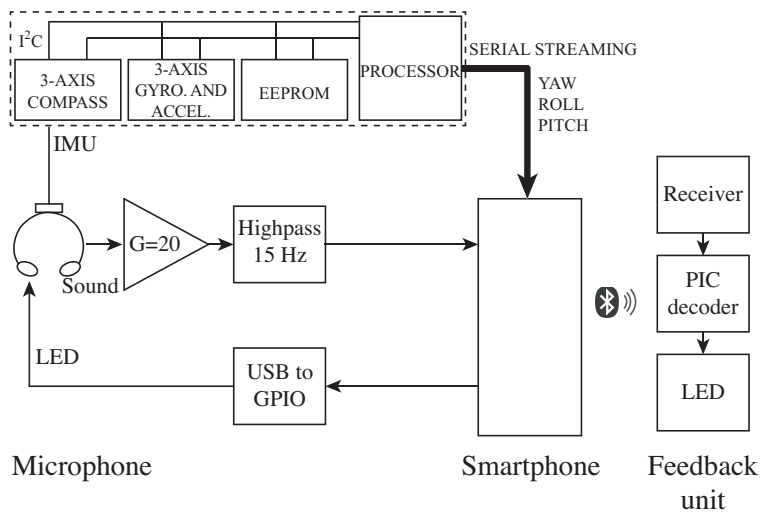


図 7.4: IMU システムの概略

7.4 IMUを基盤とした姿勢計測に関する基礎性能評価

当該システムの臨床活用化にむけ、ここでは下記3つの研究目的に関し実験と分析を行った。

基礎性能評価実験1. IMUの基礎的性能の検討

IMUとモーションキャプチャーで計測された頸部角度を比較し、IMUが適切に頸部角度を計測できているか検討する

基礎性能評価実験2. IMU計測角度と咽頭角度の差に関する検討

IMU測定角度とVF画像から計測した咽頭角度を比較し、IMUが咽頭角度を計測可能か検討する。

臨床応用実験. 加齢による嚥下時頸部角度の特徴

高齢者層と若年者層で嚥下前・中・後の頸部角度変化を比較し、高齢者の嚥下時頸部角度変化の特徴を検討する。

7.4.1 基礎性能評価実験1

実験概要

嚥下モニターに追加搭載されたIMUにより正確に嚥下時の頸部角度が計測されているかを考察するため、モーションキャプチャー(Mocap)とIMUで得られた頸部推定角度を比較検討した。MocapはMotive(OptiTrack社、東京)を利用した。

被験者(n=1; 30代女性)は端座位の状態でMocapのマーカを頸椎C4レベル周囲、また頭部と胸部に装着し、その約1cm下に嚥下モニターを装着した(図7.5)。その後、被験者に自らスプーン(5ml)でコップより水をすくって5回飲んでもらい、頸部角度を自動計測した。

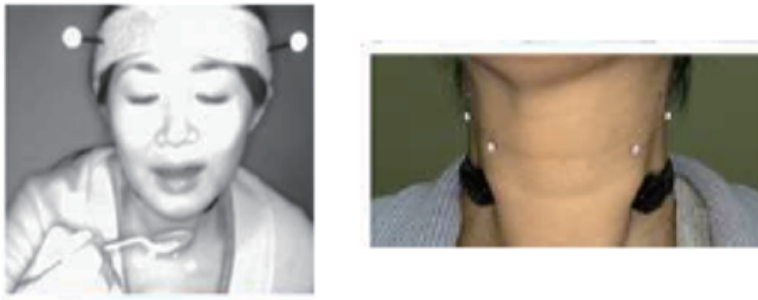


図 7.5: モーションキャプチャー装着位置

実験結果と考察

IMU と Mocap の両方で得られた嚥下時頸部の角度変化を図に示す（図 7.6）。

IMU、Mocap が測定した頸部角度変化に類似性がみられた。Mocap にくらべ IMU の頸部角度はやや角度が大きい傾向があり、1 分間の平均で 14.6 ± 1.3 度の差が生じていた。全体的な角度の差は 10.8 度から 18.8 度程度であった。

7.4.2 基礎性能評価実験 2

基礎性能評価実験 1 では、IMU、Mocap が測定した頸部角度変化に類似性がみられた。次に、臨床でより重要となる咽頭角度に着目し、IMU 計測角度と VF 画像より計測した咽頭角度の差を考察した。

実験概要

高齢者（高齢者群）、健常成人（若年者群）各 5 名ずつ（表 7.3）を対象とした。高齢者群は、筑波大学附属病院に入院している高齢者のうち、脳卒中後遺症として嚥下機能障害の疑いがある患者を対象とした。ただし、安全面を考慮して意識レベルが JSCI-3 以上であり、車椅子やベッド上で座位保持が可能、かつ自己の唾液嚥下に問題がない患者を医師が抽出し、嚥下機能検査ならびに嚥下造影は医師が実施した。なお、本研究は医の倫理委員会で審査後に、実験参加に承諾を得ら

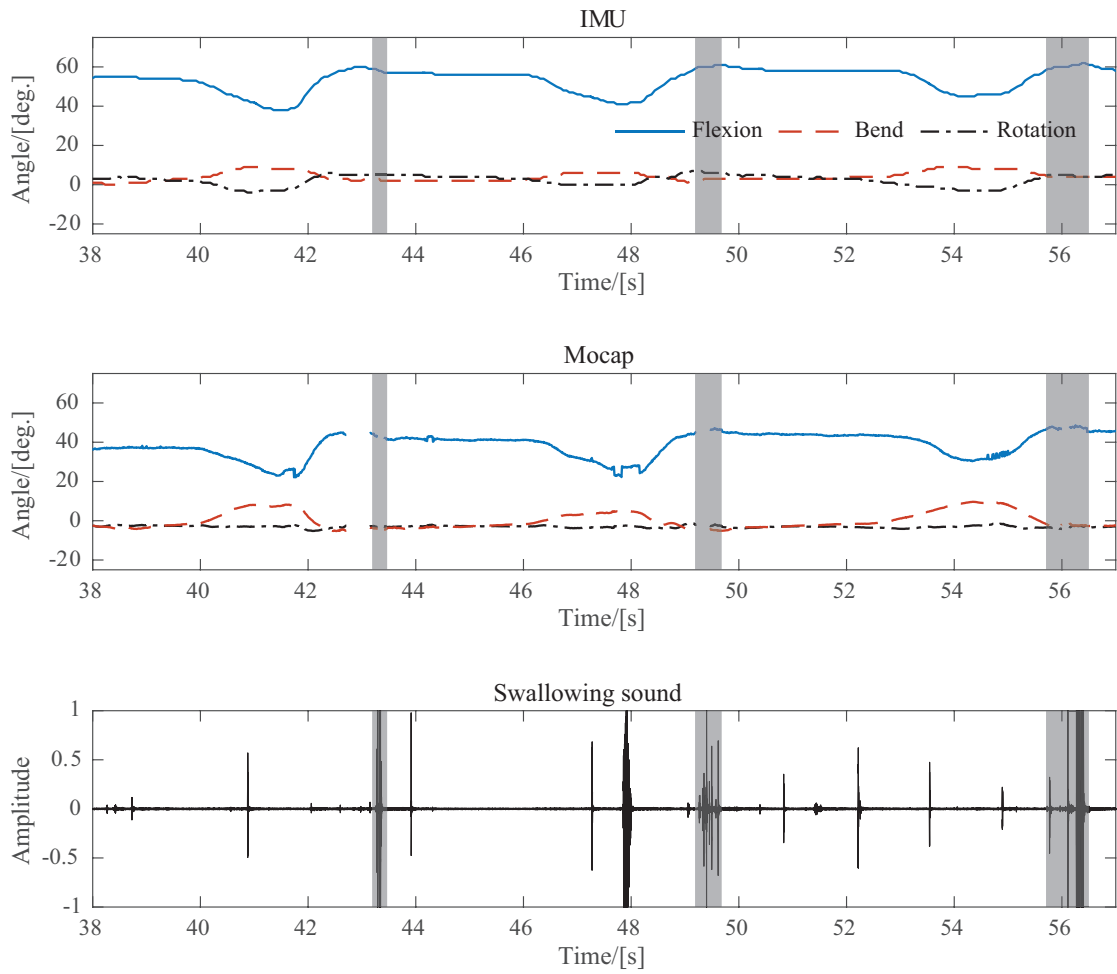


図 7.6: 実験結果

れた患者を対象者として実施した（倫理審査番号: H24-050）。また、嚥下機能障害のない成人（若年者群）に対して同実験を行った。

表 7.3: 対象者属性

属性	高齢者群 (n=5)	若年者群 (n=5)
男性、n(%)	1 (20.0%)	3 (60.0%)
平均年齢 \pm SD	64.8 \pm 13.94	32.2 \pm 6.2
脳出血	3 (60.0%)	-
脳梗塞	2 (40.0%)	-

対象者は、頸椎 C4 レベルに頸部装着型嚥下モニターを経皮的に装着し、VF 用椅子に座位の状態を試料を嚥下した。嚥下機能検査の姿勢については、静止時、嚥下時の座位、顎の角度等に対する指定はしなかった。通常の水（とろみ添付なし）を嚥下用試料とし、シリンジで 3 ml を計量した後に対象者の口腔前庭に注入し、検査者の合図により可能な限り 1 回で飲み込むように指示をした。本実験は通常診察の嚥下機能検査として行っているため、嚥下回数や全体の検査時間は医師の判断によるが、対象者は検査中に 5 回から 7 回程度の嚥下を行った。このうち、静止時 1 秒間と嚥下 1 回分（試料が舌根に到着してから UES 閉鎖まで）の角度を対象とした。

嚥下造影（VF）撮影には、多目的デジタル X 線透視撮影装置（MDX-8000A1、東芝メディカルシステムズ株式会社、栃木）を使用した。実験時の VF 動画は canon iVIS HF R31（画像サンプリングレート 30fps）により撮影し、64GB の SD カードに記録した。咽頭角度は、映像解析ソフト Dartfish 9 TeamPro（ダートフィッシュ・ジャパン、東京）のアナライザー機能により頸部角度を 0.04 秒ごとに VF 画像より計測を行った。

咽頭角度の定義は以下の通りである。

VF 画像により計測した咽頭角度 (Θ_1): 既存研究の下顎骨角度計測の定義を参考に [89]、頸部基軸を第 3 頸椎と第 5 頸椎を結ぶ直線とし、この直線と水平面がなす角度を咽頭角度 (Θ_1) として計測した（図 7.7）。

IMU により自動計測した頸部角度 (Θ_2): 図 7.3 の通りである。

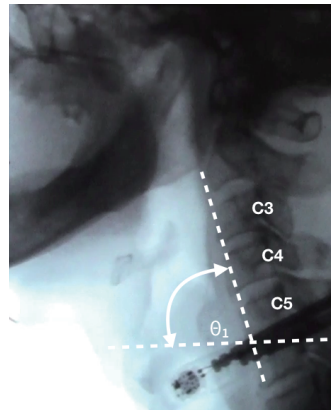


図 7.7: VF 画像より計測した咽頭角度 (θ_1)

推定エラー (θ_3): VF 画像から計測した咽頭角度 θ_1 と IMU 計測角度 θ_2 の差 θ_3 とする。 $\theta_3 = \theta_1 - \theta_2$ で計算した。

実験結果

高齢者群 (ID を e で示す) と若年者群 (ID を a で示す) のそれぞれについて、静止時と嚥下時の咽頭角度・IMU 角度、また咽頭角度と IMU 角度の差 (推定エラー: θ_3) を下図 (図 7.4, 7.5) に示す。

表 7.4: 静止時の咽頭角度・IMU 角度

ID	咽頭角度平均 (θ_1)	SD	IMU 平均角度 (θ_2)	SD	推定エラー平均 (θ_3)	SD
e1	76.52	0.84	61.17	0.72	15.35	0.76
e2	70.81	1.05	63.03	0.17	7.79	1.02
e3	92.36	0.19	83.38	0.20	8.98	0.07
e4	66.20	0.29	61.86	0.20	4.34	0.20
e5	68.57	0.30	63.96	0.14	4.61	0.39
a1	86.40	0.09	67.84	0.02	18.56	0.09
a2	72.70	0.19	66.69	0.12	6.01	0.17
a3	68.02	0.81	65.06	0.19	2.96	0.79
a4	63.59	0.28	60.33	0.10	3.26	0.32
a5	83.08	0.18	71.64	0.19	11.43	0.24

表 7.5: 嚙下時の咽頭角度・IMU 角度

ID	咽頭角度平均 (Θ_1)	SD	IMU 平均角度 (Θ_2)	SD	推定エラー平均 (Θ_3)	SD
e1	72.10	1.99	62.69	0.71	9.41	1.90
e2	67.42	0.44	64.17	1.01	3.24	1.23
e3	89.72	0.11	80.83	0.05	8.88	0.11
e4	65.33	0.44	61.85	0.16	3.48	0.37
e5	72.86	1.45	64.78	0.49	8.07	1.48
a1	71.10	1.13	58.27	0.43	12.83	0.75
a2	71.95	0.59	68.14	0.18	3.81	0.47
a3	82.71	2.39	69.07	0.18	13.63	2.45
a4	62.95	0.72	60.46	2.00	2.49	0.32
a5	84.94	1.05	73.77	0.18	11.17	1.22

静止時、嚙下時ともに咽頭角度はIMU 推定角度より常に大きく、静止時における推定エラー (Θ_3) の最小値は 2.96 度、最大値は 15.35 度であった。また、嚙下時の角度差における Θ_3 の最小値は 2.49 度、最大値は 12.83 度となっていた。各対象者の咽頭角度、IMU 角度ともに個人内のばらつきは少なかった。

IMU による頸部角度推定は、IMU ネックバンドと頸部が 90 度の角度をなすことを前提としている。そのため、嚙下モニターは装着時に頸部に対して水平に装着することが必要となる。しかし、実験で対象者に嚙下モニターを装着する際は厳格な角度確認はしておらず、嚙下モニターのネックバンドと頸部がなす角度が一定せずに推定エラーとなっている可能性がある。これを検証するため、実験中の被験者が装着している嚙下モニターと頸部がなす角度を VF 画像より計測し (Θ_4)、90 度からどの程度ずれが生じているかを調べ (Θ_5)、推定エラー値 (Θ_3) と嚙下モニターの装着位置のずれの値 (Θ_5) における差を考察した。嚙下モニター装着角度の定義にあたり、頸部は屈曲しており角度設定が困難なため、咽頭角度の定義に従い下記とした。

嚙下モニター装着角度 (Θ_4): 嚙下モニターのネックバンドと第 3 頸椎と第 5 頸椎を結ぶ直線が成す角度とする (図: 7.8)

嚙下モニター装着角度のずれ (Θ_5): 嚙下モニターのネックバンドと頸部が成す

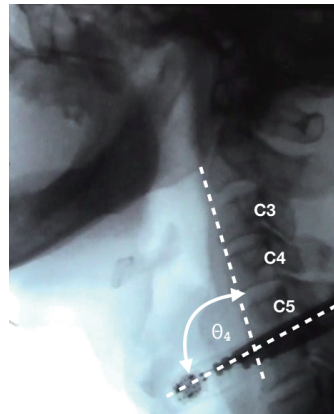


図 7.8: 嚙下モニター装着角度 (θ_4)

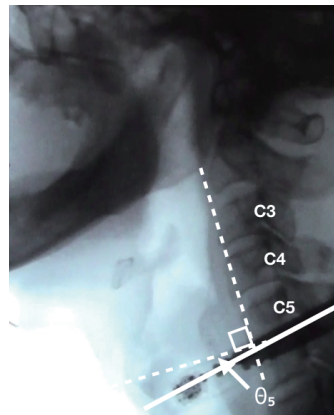


図 7.9: 嚙下モニター装着角度のずれ (θ_5)

角が90度とならず、どの程度ずれが生じているか測定。 $\theta_5=90-\theta_4$ で計算した(図: 7.9)。

結果を表 7.6, 7.7 に示す。静止時、嚙下時ともに頸椎とIMUがなす角度は90度以下となっており、0.9~16.7度の範囲で差が生じていた。推定エラー平均角度(θ_3)とIMU装置位置のずれ(θ_5)を比較すると、その差は最小-3.34度、最大は7.66度となっており、10度以下に収まっていた。

表 7.6: 静止時の推定エラーと Θ_5 の差

ID	推定エラー平均 (Θ_3)	頸椎と IMU の角度 (Θ_4)	IMU 装着位置 のずれ ($\Theta_5=90-\Theta_4$)	(Θ_3) と (Θ_5) のずれ
e1	15.35	73.3	16.7	-1.35
e2	7.79	87.5	2.5	5.29
e3	8.98	86.0	4.0	4.98
e4	4.34	86.4	3.6	0.74
e5	4.61	84.2	5.8	-1.19
a1	18.56	79.1	10.9	7.66
a2	6.01	87.6	2.4	3.61
a3	2.96	83.7	6.3	-3.34
a4	3.26	84.3	5.7	-2.44
a5	11.43	78.6	11.4	0.03

表 7.7: 嚙下時の推定エラーと Θ_3 の差

ID	推定エラー平均 (Θ_3)	頸椎と IMU の角度 (Θ_4)	IMU 装着位置 のずれ ($\Theta_5=90-\Theta_4$)	(Θ_3) と (Θ_5) のずれ
e1	9.41	78.7	11.3	-1.89
e2	3.24	88.6	1.4	1.84
e3	8.88	83.8	6.2	2.68
e4	3.48	89.1	0.9	2.58
e5	8.07	85.9	4.1	3.97
a1	12.83	79.6	10.4	2.43
a2	3.81	89.0	1.0	2.81
a3	13.63	83.4	6.6	7.03
a4	2.49	84.4	5.6	-3.11
a5	11.17	78.6	11.4	-0.23

考察

先行研究により IMU 自体における推定誤差は最大でも 1.3 度程度であり [88]、また推定エラー平均角度 (Θ_3) と IMU 装着位置のずれ (Θ_5) が差は 10 度以下に収まっていることを考えると、本実験において IMU 測定角度と咽頭角度に差が生じた主な要因は IMU 装着位置のずれによるものと推察される。本分析においては IMU 装着角度が頸椎と IMU で成す角度と定義されており、実際の装着位置と異なることや、手動計測であることから角度推定時にエラーが生じる事も考慮にいれるべきである。しかし、推定エラー平均角度 (Θ_3) と IMU 装着位置のずれ (Θ_5) の差は 10 度以下であったことを考えると、IMU 装着位置に注意することで IMU における咽頭角度の推定は可能であると推察される。

推定エラーを縮小する方法として、IMU 使用前にカリブレーションを実行する、または厳格に頸部と IMU 角度を確認することが考えられる。しかし、今回の実験のように厳密に装着位置を設定しない場合でも、推定エラーが 10 度以下となっていることを考えると、臨床活用の上では次の方法が有効と考える。第一に、可能な限り頸部に水平に嚥下モニターを装着し、多少のエラーを許容する方法である。第二に、装着時の頸部・IMU 角度を測定し、IMU 推定角度からその差分を足し引きする方法である。より厳格に角度調整を行いたい場合は、この方法が有用と考えられる。

7.5 臨床応用実験

次に、臨床的応用実験として高齢者層と若年者層で嚥下前・中・後の頸部角度変化を比較し、高齢者の嚥下時頸部角度変化の特徴を検討した。

7.5.1 実験概要

茨城県の介護老人保健施設 (n=1) に居住し、嚥下機能が正常であり、意識・認知レベルにおいて実験参加が可能と考えられる高齢者を、医師免許を持つ管理者

より選んでもらい（高齢者群：7名）、加えて嚥下機能が正常な成人（若年者群：15名）に対して実験を実施した。

対象者全員が各自で好みの座位を取り、頸椎 C4 レベルに嚥下モニターを経皮的に装着した。その後、シリンジで 10ml に計量した水（とろみなし）をスプーンに注ぎ、対象者自身で嚥下した。同実験を 3 回ずつ行い、その間に嚥下モニターで頸部角度を自動計測した。

7.5.2 実験結果

実験対象者の詳細は表 7.8 に示す。

表 7.8: 実験対象者の属性

属性	高齢者層 (n=7)	若年者層 (n=15)
男性、n(%)	2 (28.6)	12 (80.0)
平均年齢 $\pm SD$	83.8 \pm 10.7	25.4 \pm 2.9
要介護度 要介護 1	3(42.9)	
要介護度 2	3(42.9)	
要介護度 3	2(28.6)	
要介護度 4	2(28.6)	
長谷川式スケール平均 $\pm SD$	18.2 \pm 8.6	
最小	5	
最大	28	

高齢者層の対象者は男性が少なく、平均年齢は 83.8 \pm 10.7 歳であった。要介護度をみると要介護 1 から要介護 4 に分布していた。認知症スクリーニングテストである長谷川式認知症スケールの平均値は 18.2 \pm 8.6 であるが、点数は 5 から 28 まで幅があった。一方、若年者層は 80 % が男性で平均年齢は 25.4 \pm 2.9 歳であった。

高齢者層と若年者層の嚥下前、嚥下中、嚥下後の IMU 計測頸部角度を図に示す（図 7.10）。高齢者は若年者に比べて、嚥下前、嚥下中、嚥下後の角度に個人差が大きい傾向がみられた。また平均頸部角度をみると、高齢者層（60 度周辺）は若年者層（50 度周辺）に比べてやや上向きになっていることが分かった。

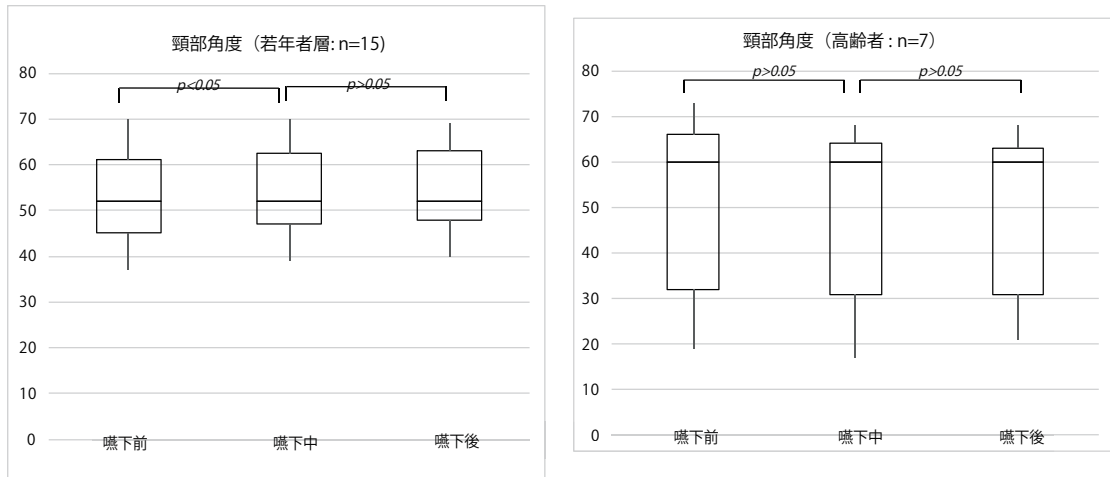


図 7.10: 頸部角度の変化

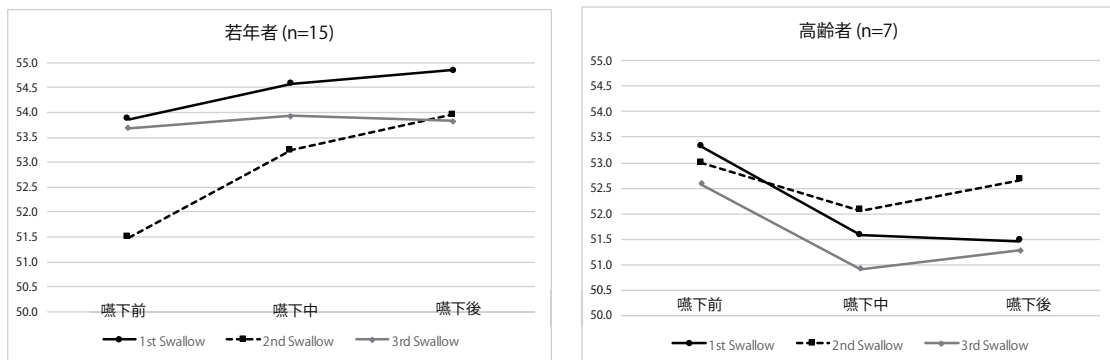


図 7.11: 平均頸部角度の変化

また、各嚥下時の平均角度を比較してみると(図 7.11)、若年者層は嚥下前から終了まで角度が継続して少しずつ上昇する傾向があった。一方、高齢者では嚥下時に一度角度が下がり(下を向き)、嚥下終了とともに嚥下前と同程度の角度に戻る傾向が見られていた。また、統計的に高齢者と若年者の平均嚥下角度はどのタイミングにおいても有意に違いがみられていた(t検定 $p < 0.05$)。しかし、嚥下前から嚥下後までの角度変化は小さく、嚥下前後の頸部角度変化は少ないことが示唆された。

7.5.3 考察

本実験は座位時、嚥下時ともに頸部(座位)角度を設定せずに、対象者各自の好みで座位を取ってもらったため、各対象者層の角度変化の比較は困難である。しかし、自然な状態におけるそれぞれの対象者の嚥下角度変化の傾向が確認された。実際の嚥下前、中、後の角度変化は少なく、若年者の平均角度変化で大きくとも2~3度程度であった。しかし、IMUを活用することで容易に詳細角度の変化を検出できることが示された。

7.6 7章まとめ

高齢者の嚥下機能は一定ではなく、その機能に合わせて適切な姿勢を合わせる必要がある。姿勢が統一出来るように本人だけでなく介助者にも周知することが大切である[90]。また、すべての患者の嚥下機能を向上させるような1つの姿勢はなく、高齢者それぞれの状態に応じて姿勢調整を考えなければならない。

一方で、在宅や施設においては、姿勢調整のために角度計測を行うことは困難であり、医師等の支持があったとしても厳密に角度調整を行うことは難しい。本実験の結果を踏まえ、嚥下モニターに搭載されたIMUにより咽頭角度に近い頸部角度が計測できる可能性があることから、より容易に角度調整が行えると考える。今後の展望として、嚥下時間と姿勢変化の関係性について検討する必要があると

考える。

第8章 まとめ

本論文は、頸部装着型嚥下モニターが測定した嚥下音と姿勢の有用性を基礎性能実験と臨床応用実験によって検証し、臨床活用における実装方法を検討することを目的とした。ここでは、本論文のまとめと今後の嚥下障害特性の情報共有にむけた考察を述べる。

第1章では、まずコミュニティにおける嚥下障害者に関わる対応の課題を述べ、本研究の目的を明らかにした。さらに、嚥下特性共有の必要性とその問題点について大まかに論じた。

第2章では、コミュニティの療養に関する近年の傾向と、嚥下特性共有の現状と課題について考察した。ここでは、アセスメントシートを例に、定量的機能評価の必要性を述べた。

第3章では、嚥下障害の発症率と嚥下障害に関する基本的情報に加え、現時点で嚥下機能評価が定性的評価に偏っていることを示した。

第4章では、開発した嚥下モニターの基本特性を説明し、嚥下音による嚥下時間計測のメカニズムについて記述した。

第5章では、高齢者施設において食事介助に関わる職員の属性と食事介助の実態を明らかにした。また、同時に嚥下特性に関して職員間で入居者確認に差があることを明示した。今回の調査では居住者の嚥下特性に対する確認頻度のみが対象であったが、確認に差が生じているということは、その確認内容にも差が生じている可能性は否めないと考える。

第6章では、嚥下モニターの臨床活用を視野に入れ、基礎機能実験と臨床応用実験の結果を考察した。基礎機能実験では、嚥下モニターにより水だけではなく、粘性が異なる液体に対しても嚥下時間が適切に計測できることが明示された。ま

た、臨床応用実験では、加齢による嚥下時間延長と主観的飲み込みやすさの変化を明らかにし、粘性変化において高齢者の嚥下感覚に頼る危険性を示唆した。

第7章では、嚥下モニターに搭載されたIMUを基盤とした嚥下時姿勢計測システムの臨床活用にむけた基礎性能評価実験と臨床応用実験の結果を考察した。実験結果より、実際の咽頭角度とIMU計測角度の差は小さく、適切に角度が計測できていることが明示された。IMUに角度調整がより容易に行えることで、角度調整の再現性が高まったと考える。

上記より、本研究では嚥下モニターにより嚥下時間と姿勢計測ともに定量計測ができる可能性を示唆できた。また嚥下音計測においては、一定の嚥下機能評価の可能性があると考える。例として、既存研究で水の嚥下時間がおおよそ0.2~1秒以内で終了すると想定されていることから、嚥下モニターで計測した嚥下時間がこれらの時間より極端に延長していないか評価することが可能である。嚥下時間については、頸部聴診法でも評価者が主観的に感じた時間を「長い」あるいは「短い」などの言葉で評価されてきた現状がある。しかし、主観評価は、障害の程度に関して把握ができており、また経験や技術を持つ医療職者に可能な評価方法である。これを定量評価として数値で表現し、またその嚥下音評価を数値で共有可能となれば、高齢者の嚥下時間を日常的に把握し、それらの経時的変化をみることで、嚥下機能変化や誤嚥の徴候の検出が可能となる。

加えて、咽頭角度に関しても、角度計測が容易となれば微妙な角度設定や一貫した姿勢角度を設定でき、誤嚥予防に貢献できると考えられる。

一方で、嚥下モニターは嚥下時間測定は可能であるが、単独での嚥下機能評価は十分とはいえない。今後は、嚥下時間が嚥下機能評価につながるよう、より疾患や障害特性に沿った分析が求められる。

また、臨床実験研究を通じた考察として、嚥下モニターの社会実装可能性があると考える。嚥下モニターは日常生活の中で、高齢者や介助者が装着や計測に対する負担が少なく測定ができるため、高齢者や介助者に与えるストレスはかなり小さい。また特筆すべき点として、嚥下モニターがスマートフォンで簡単に操作ができ、コミュニティの施設や在宅であっても容易に使用が可能なところである。

つまり、高齢者施設や在宅医療に携わる多様な医療福祉サービス事業者が、通常の業務の中で利用しやすい。この利用しやすさを利点とし、継続的に嚥下機能計測が実現できるのではないかと考える。

本研究は、定性的評価が多い嚥下機能評価の現状で、定量評価デバイスの臨床活用性を考察した点で、コミュニティに住む摂食嚥下障害者ケアの発展に寄与できる可能性を含んでいる。今後、より臨床に貢献するために、嚥下時間による嚥下機能の評価を検証する必要がある。また、嚥下時間と姿勢の関係性を考察することで、より安全な食形態の選択に役立つ可能性がある。

将来の展望としては、頸部装着型嚥下モニターで得られた情報に加え、高齢者の嚥下状態に合わせた食事形態、リハビリテーション、姿勢などの嚥下障害特性を網羅したシステム開発とその共有方法の考察が必要である。

参考文献

- [1] 戸田芙美, 馬場 尊, 柴田斉子, 尾関保則, 金森大輔, 田中貴志, 小野木啓子, 才藤栄一. 摂食嚥下障害患者に対する摂食機能療法回診の効果. *Jpn J Compr Rehabil Sci*, Vol. 6, , 2015.
- [2] 才藤栄一, 植田耕一郎. 摂食嚥下リハビリテーション 第3版. 医歯薬出版株式会社, 2016.
- [3] Micheal E. Groher and Micheal A. Crary. Groher & Crary の嚥下障害の臨床マネジメント 高橋 浩二監訳. 医歯薬出版株式会社, 2011.
- [4] 市村和大, 戸原玄. 摂食嚥下障害患者の高齢者施設と在宅での食形態の違い. *老年歯科医学*, Vol. 30, No. 3, pp. 332–336, 2015.
- [5] 服部史子. 在宅および施設入居摂食・嚥下障害者の栄養摂取方法と嚥下機能の乖離. *日摂食嚥下リハ会誌*, Vol. 12, pp. 101–108, 2008.
- [6] 中村享子. 本邦の高齢患者に対する胃瘻造設研究の動向に関する考察. *国際医療福祉大学学会誌*, Vol. 20, No. 1, pp. 62–68, feb 2015.
- [7] 原豪志, 安細敏弘, 戸原玄, 近藤和泉, 才藤栄一, 東口志, 早坂信哉, 植田耕一郎, 菊谷武, 水口俊介. 胃瘻療養中の脳血管障害患者に対する心身機能と摂食状況の調査. *老年歯科医学*, Vol. 29, No. 2, pp. 57–65, 2014.
- [8] 公益社団法人全国国民健康保険診療施設協議会. 平成 25 年度老人保健事業推進費等補助金 老人保健健康増進等事業摂食・嚥下機能の低下した高齢者に対する地域支援体制のあり方に関する調査研究事業 報告書. 2014.

- [9] 金子勇. コミュニティの創造的探求：公共社会学の視点. 新曜社, 2011.
- [10] 田中豊, 脇本和昌. 多変量統計解析法. 現代数学社, 1997.
- [11] 川越正平. 在宅医療の現状と課題. 日本内科学会雑誌, Vol. 103, No. 12, pp. 3106–3117, 2014.
- [12] 厚生労働省. 平成 29 年度人生の最終段階における医療に関する意識調査報告書, 2017.
- [13] 厚生労働省. 平成 28 年介護サービス施設・事業所調査の概況. 2017.
- [14] 厚生労働省. 在宅医療の現状：在宅医療の提供体制. 2016.
- [15] 厚生労働省社会保障審議会(介護給付費分科会). 第 142 回社会保障審議会介護給付費分科会資料 参考資料 3, 2014.
- [16] 新田雅子. 在宅医療、この 10 年(2006 – 2015) 高齢者の自宅、地域および医療からの排除の側面に着目して . 保健医療社会学論集, Vol. 26, No. 1, pp. 19–24, 2015.
- [17] 中村佐織. ソーシャルワークアセスメント. 相川書房, 2004.
- [18] 京滋摂食・嚥下を考える会. 摂食・嚥下連絡表.
<http://keijienge.web.fc2.com/rennrakuhyo/rennrakuhyou-kyoto.pdf>.
- [19] いわてリハビリテーションセンター. 摂食嚥下外来・診療情報連絡票.
<http://www.irc.or.jp/pdf/sesyokuengegairairenrakuhyou.pdf>.
- [20] 福島県. 退院調整共有情報. <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/287789.pdf>.
- [21] 東京都福祉局. 摂食嚥下連絡票. <http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/minamitama/gyoumu/shika/taiinshien.files/sesshoku.pdf>.

-
- [22] 神奈川県摂食嚥下リハビリテーション研究会. Nst・嚥下連絡票（神奈川県 ver.3.0）. <http://kanagawaenge.web.fc2.com/ver.3.pdf>.
- [23] Michiko Sugiyama, Kento Takada, Manami Shinde, Nana Matsumoto, Kazumi Tanaka, Yumiko Kiriya, Etsuko Nishimoto, and Masafumi Kuzuya. National survey of the prevalence of swallowing difficulty and tube feeding use as well as implementation of swallowing evaluation in long-term care settings in japan. *Geriatr Gerontol Int.*, Vol. 14, No. 3, pp. 577–581, 2014.
- [24] 国立長寿医療研究センター. 摂食嚥下障害に係る調査研究事業報告書. 平成 23 年度老人保健事業推進費等補助金老人保健健康増進等事業. 2011.
- [25] Kei Kawashima, Yutaka Motohashi, and Ichiro Fujishima. Prevalence of dysphagia among community-dwelling elderly individuals as estimated using a questionnaire for dysphagia screening. *Dysphagia*, Vol. 19, No. 4, pp. 266–271, 2004.
- [26] 直江祐樹. 在宅患者における摂食嚥下障害に関する調査-訪問看護ステーション看護婦に対する質問調査. 日摂食嚥下リハ会誌, Vol. 4, No. 2, pp. 30–37, 2000.
- [27] 厚生労働省. 平成 29 年（2017）人口動態統計：第 6 表 性別にみた死因順位. 2017.
- [28] Shinji Teramoto, Yoshinosuke Fukuchi, Hidetada Sasaki, Koichi Sato, Kiyohisa Sekizawa, and Takeshi Matsuse. High incidence of aspiration pneumonia in community- and hospital-acquired pneumonia in hospitalized patients: a multicenter, prospective study in japan. *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 56, No. 3, pp. 577–579, 2008.
- [29] 大前由紀雄. 高齢者の嚥下障害の特徴. 音声言語医学, Vol. 54, No. 3, pp. 167–173, 2013.

- [30] 松尾浩一郎, Jeffrey B. Palmer. 摂食嚥下リハビリテーション 第3版、才藤栄一、植田 耕一郎 監修. 医歯薬出版株式会社, 2016.
- [31] Norman A. Leopold, , and Marion C. Kagel. Dysphagia—ingestion or deglutition?: A proposed paradigm. *Dysphagia*, Vol. 12, No. 4, pp. 202–206, Aug 1997.
- [32] Jeffrey B. Palmer, Nathan J. Rudin, Gustavo Lara, and Alfred W Crompton. Coordination of mastication and swallowing. *Dysphagia*, Vol. 7, No. 4, pp. 187–200, Dec 1992.
- [33] Micheal E. Groher and Micheal A. Crary. 1章 嚥下障害入門. 高橋浩二(編), Groher& Crary の嚥下障害の臨床マネジメント, pp. 2–21. 医歯薬出版株式会社, 2011.
- [34] 才藤栄一. 総論編 2章: 摂食嚥下リハビリテーション総論. 才藤栄一, 植田耕一郎(編), 摂食嚥下リハビリテーション 第3版, pp. 17–26. 医歯薬出版株式会社, 2016.
- [35] 湯本英二. 嚥下障害講習 診断と治療法 : 嚥下障害の診断 . 日本耳鼻咽喉科学会会報, Vol. 120, No. 9, pp. 1189–1193, 2017.
- [36] 兵頭政光. 嚥下障害の病態診断と治療. 日本耳鼻咽喉科学会会報, Vol. 115, No. 8, pp. 767–772, 2012.
- [37] 兵頭政光. 加齢に伴う嚥下機能の変化様式. 耳鼻咽喉科展望, Vol. 52, No. 5, pp. 282–288, 2009.
- [38] Mary G. Frederick, David J. Ott, Edward K. Grishaw, David W. Gelfand, and Michael Y. M. Chen. Functional abnormalities of the pharynx: a prospective analysis of radiographic abnormalities relative to age and symptoms. *American Journal of Roentgenology*, Vol. 166, No. 2, pp. 353–357, 1995.

- [39] 藤島一郎. 1章 総論：脳血管疾患の原因と嚥下障害の特徴. 藤島一郎（編），疾患別に診る 嚥下障害, pp. 2–11. 医歯薬出版株式会社, 2012.
- [40] Stephanie K. Daniels, Kevin Brailey, Daniel H. Priestly, Lisa R. Herrington, Leon A. Weisberg, and Anne L. Foundas. Aspiration in patients with acute stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 79, No. 1, pp. 14 – 19, 1998.
- [41] 山脇正永. 4章 総論：神経疾患における嚥下障害の特徴と理解. 藤島一郎（編），疾患別に診る 嚥下障害, pp. 170–175. 医歯薬出版株式会社, 2012.
- [42] Håkan Nilsson, Olle Ekberg, Rolf Olsson, and Bengt Hindfelt. Quantitative assessment of oral and pharyngeal function in parkinson's disease. *Dysphagia*, Vol. 11, No. 2, pp. 144–150, Mar 1996.
- [43] 望月秀樹. パーキンソン病の治療と病態. *臨床神経学*, Vol. 50, No. 9, pp. 623–627, sep 2010.
- [44] 深津ひかり. 特集 嚥下機能を低下・改善させる薬剤. *月刊 薬事*, Vol. 59, No. 9, pp. 42–51, 2017.
- [45] 須佐千明, 三串伸哉, 尾崎研一郎, 村田志乃, 鈴木瑠璃子, 高島真穂, 梅田慈子, 柴野荘一, 中根綾子, 植松宏. 長期間の抗精神病薬服用によって生じたオーラルジスキネジアの1例. *老年歯科医学*, Vol. 26, No. 2, pp. 91–95, sep 2011.
- [46] 杉下周平, 今井教仁, 藤原隆博, 佐々木礼香, 長谷川健吾, 石川絵美子, 古西隆之, 名和巖, 野崎園子, 松井利浩. 非定型抗精神病薬が嚥下機能に与える影響. *日本摂食嚥下リハビリテーション学会雑誌*, Vol. 18, No. 3, pp. 249–256, sep 2014.
- [47] 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会. 嚥下造影の検査法 (詳細版) 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会 2011 版案. *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌*, Vol. 15, No. 1, pp. 76–95, 2011.

- [48] 大熊るり. 摂食 嚥下障害スクリーニングのための質問紙の開発. 日摂食嚥下リハ会誌, Vol. 6, No. 1, pp. 3-8, 2002.
- [49] 若林秀隆, 栢下淳. 摂食嚥下障害スクリーニング質問紙 eat-10 の日本語版作成と信頼性・妥当性の検証. 静脈経腸栄養, Vol. 29, No. 3, pp. 871-876, 2014.
- [50] 西村和子, 加賀谷斉, 柴田斉子, 小野木啓子, 稲本陽子, 太田喜久夫, 三鬼達人, 田村茂, 才藤栄一. 嚥下内視鏡検査を用いない摂食嚥下障害臨床的重症度分類判定の正確性. *Jpn J Compr Rehabil Sci*, Vol. 6, pp. 124-128, 2015.
- [51] Haruka Tohara, Eiichi Saitoh, Keith A. Mays, Keith Kuhlemeier, and Jeffrey B. Palmer. Three tests for predicting aspiration without videofluorography. *Dysphagia*, Vol. 18, pp. 126-134, 2003.
- [52] 小口和代, 才藤栄一, 水野雅康, 馬場尊, 奥井美枝, 鈴木美保. 機能的えん下障害スクリーニングテスト「反復唾液えん下テスト」(the repetitive saliva swallowing test: Rsst) の検討 (1) 正常値の検討 : (1) 正常値の検討. リハビリテーション医学, Vol. 37, No. 6, pp. 375-382, 2000.
- [53] 小口和代, 才藤栄一, 馬場尊, 楠戸正子, 田中ともみ, 小野木啓子. 機能的えん下障害スクリーニングテスト「反復唾液えん下テスト」(the repetitive saliva swallowing test: Rsst) の検討 (2) 妥当性の検討 : (2) 妥当性の検討. リハビリテーション医学, Vol. 37, No. 6, pp. 383-388, 2000.
- [54] 聖隷嚥下チーム. 嚥下障害ポケットマニュアル 第3版. 医歯薬出版.
- [55] 池野雅裕, 熊倉勇美. 反復唾液嚥下テストにおける舌骨上筋群触診併用の有用性について 健常高齢者ならびに嚥下障害者における検討 . 日本摂食嚥下リハビリテーション学会雑誌, Vol. 16, No. 2, pp. 148-154, sep 2012.
- [56] 中山裕司, 高橋浩二, 宇山理紗, 平野薫, 深澤美樹, 南雲正男. 嚥下音の産生部位と音響特性の検討 : 健常成人を対象として. 昭和歯学会雑誌, Vol. 26, No. 2, jun 2006.

- [57] W. G. Selley, R. E. Ellis, F. C. Flack, C. R. Bayliss, B. Chir, and V. R. Pearce. The synchronization of respiration and swallow sounds with videofluoroscopy during swallowing. *Dysphagia*, Vol. 9, No. 3, pp. 162–167, 1994.
- [58] 大宿茂. 頸部聴診法. *老年歯科医学*, Vol. 28, No. 4, pp. 331–336, 2014.
- [59] 平野薫. 嚥下障害判定のための頸部聴診法の診断精度の検討. *口外誌*, Vol. 47, pp. 93–100, 2001.
- [60] 高橋浩二. 臨床編: 頸部聴診法. 才藤栄一, 植田耕一郎 (編), 摂食嚥下リハビリテーション 第3版, pp. 161–169. 医歯薬出版株式会社, 2016.
- [61] Jeri A. Logemann. 第4 摂食・嚥下障害とは. Logemann 摂食・嚥下障害、道 健一、道脇 幸博 監訳, pp. 63–102. 医歯薬出版株式会社, 2015.
- [62] 進武幹, 梅崎俊郎. 嚥下のメカニズムよりみた機能検査. *耳鼻咽喉科臨床*, Vol. 88, No. 5, pp. 553–559, may 1995.
- [63] R. Terr and F. Mearin. Videofluoroscopy quantification of laryngotracheal aspiration outcome in traumatic brain injury-related oropharyngeal dysphagia. *Rev Esp Enferm Dig*, Vol. 99, pp. 7–12, 2007.
- [64] Hideaki Miyaji, Toshiro Umezaki, Kazuo Adachi, Motohiro Sawatsubashi, Hideyuki Kiyohara, Takashi Inoguchi, Satoshi To, and Shizuo Komune. Videofluoroscopic assessment of pharyngeal stage delay reflects pathophysiology after brain infarction. *The Laryngoscope*, Vol. 122, , 2012.
- [65] I. J. Cook, M. D. Weltman, K. Wallace, D. W. Shaw, E. McKay, R. C. Smart, and S. P. Butler. Influence of aging on oral-pharyngeal bolus transit and clearance during swallowing: scintigraphic study. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, Vol. 266, No. 6, pp. G972–G977, 1994.

- [66] Youngsun Kim, Gary H. McCullough, and Carl W. Asp. Temporal measurements of pharyngeal swallowing in normal populations. *Dysphagia*, Vol. 20, pp. 290–296, 2005.
- [67] D. Jayatilake, T. Ueno, Y. Teramoto, K. Nakai, K. Hidaka, S. Ayuzawa, K. Eguchi, A. Matsumura, and K. Suzuki. Smartphone-based real-time assessment of swallowing ability from the swallowing sound. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, Vol. 3, pp. 1–10, 2015.
- [68] S. Morinire, M. Boiron, D. Alison, P. Makris, and P. Beutter. Origin of the sound components during pharyngeal swallowing in normal subjects. *Dysphagia*, Vol. 23, pp. 267–73, 09 2008.
- [69] 梶井文子. 介護保険施設の看護職・介護職・管理栄養士における要介護高齢者の脱水予防のための水分摂取に関する支援方法の課題. *老年看護学*, Vol. 17, No. 1, pp. 55–65, 2012.
- [70] Jeri A. Logemann. Logemann 摂食・嚥下障害、道 健一、道脇 幸博 監訳. 医歯薬出版株式会社, 2015.
- [71] 厚生労働省. 参考資料2 介護老人福祉施設(参考資料). 社会保障審議会 - 介護給付費分科会, 2017.
- [72] 小浦さい子, 杉澤秀博. 摂食・嚥下障害を伴う施設入居高齢者に対する介護職員の食事介助体験の心理過程: 特別養護老人ホームの場合. *老年学雑誌 = Journal of gerontological research*, Vol. 1, pp. 15–27, mar 2011.
- [73] 森隆志. サルコペニアの摂食嚥下障害. *日本静脈経腸栄養学会雑誌*, Vol. 31, No. 4, pp. 949–954, 2016.
- [74] 笹谷真由美, 松田千登勢, 長畑多代. 特別養護老人ホームにおいて認知症高齢者への食事ケアを協働することについての看護・介護職の認識. *老年看護学*, Vol. 17, No. 2, pp. 38–46, 2013.

- [75] 畑裕香, 清水隆雄, 藤岡誠二. 嚥下障害例における摂食時姿勢と食物形態の違いによる口腔通過時間の検討-安全性および患者の自立度アップを目指して-. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, Vol. 12, No. 2, pp. 118–123, 2008.
- [76] 山口優実, 梅崎俊郎, 宮地英彰, 安達一雄, 菊池良和, 片岡小宗 静男. 物性の違いとリクライニング位による嚥下動態の検討. 耳鼻と臨床, Vol. 56, No. 2, pp. S133–S137, 2010.
- [77] Joanne Robbins, John W. Hamilton, Gregory L. Lof, and Gail B. Kempster. Oropharyngeal swallowing in normal adults of different ages. *Gastroenterology*, Vol. 103, No. 3, pp. 823 – 829, 1992.
- [78] J. Nikhil, Rahul. Naidu, Gayathri. Krishnan, and R. Manjula. Oral and pharyngeal transit time as a factor of age, gender, and consistency of liquid bolus. *Journal of Laryngology and Voice*, Vol. 4, No. 2, pp. 45–52, 2014.
- [79] 公益財団法人テクノエイド協会. 福祉用具シリーズ vol.18: - 福祉用具プランナーが使う- 高齢者のための車椅子フィティングマニュアル.
- [80] Hitoshi Kagaya, Yoko Inamoto, Sumiko Okada, and Euucgu Saitoh. Body positions and functional training to reduce aspiration in patients with dysphagia. *Japan Medical Association Journal*, Vol. 54, No. 1, pp. 35–38, 2011.
- [81] 大黒大輔. 言語聴覚士のための摂食嚥下リハビリテーション q&a. リクライニング位の効果と実施のポイントは？
- [82] G Larnert and O Ekberg. Positioning improves the oral and pharyngeal swallowing function in children with cerebral palsy. *Acta Paediatrica*, Vol. 84, No. 6, pp. 689–693, 1995.
- [83] Sumiko Okada, Eiichi Saitoh, Jeffrey B. Palmer, Koichiro Matsuo, Michio Yokoyama, Ritsuko Shigeta, and Mikoto Baba. What is the chin-down pos-

- ture? a questionnaire survey of speech language pathologists in japan and the united states. *Dysphagia*, Vol. 22, No. 3, pp. 204–209, Jul 2007.
- [84] 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会. 訓練法のまとめ (改訂 2010) . 2010.
- [85] R. Terr and F. Mearin. Effectiveness of chin-down posture to prevent tracheal aspiration in dysphagia secondary to acquired brain injury. a videofluoroscopy study. *Neurogastroenterology & Motility*, Vol. 24, No. 5, pp. 414–419, 2012.
- [86] Margareta Bülow, Rolf Olsson, and Olle Ekberg. Videomanometric analysis of supraglottic swallow, effortful swallow, and chin tuck in patients with pharyngeal dysfunction. *Dysphagia*, Vol. 16, No. 3, pp. 190–195, 2001.
- [87] Jong Yun Ra, Jung Keun Hyun, Kyung Rok Ko, and Seong Jae Lee. Chin tuck for prevention of aspiration: Effectiveness and appropriate posture. *Dysphagia*, Vol. 29, No. 5, pp. 603–609, Oct 2014.
- [88] S. O. H. Madgwick, A. J. L. Harrison, and R. Vaidyanathan. Estimation of imu and marg orientation using a gradient descent algorithm. In *2011 IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*, pp. 1–7, June 2011.
- [89] 唐帆健浩. 顎引き頭位の嚥下機能に及ぼす影響. 日本気管食道科学会会報, Vol. 50, No. 3, pp. 396–409, 1999.
- [90] 三好まみ. DVD で学ぶ神経内科の摂食嚥下障害, 野園子 and 市原典子 編著. 医歯薬出版株式会社, 2014.

謝辞

医療や高齢者福祉に携わってきた私が、医学・工学融合分野で研究を進め、博士論文を執筆することになるとは夢にも思っていませんでした。分野横断における研究遂行は大変な作業でしたが、異分野理解の喜びと新たな好奇心を与えてくれました。この楽しさは筑波大学システム情報系の鈴木健嗣教授に出会わなければ得られないものでした。鈴木教授に心より感謝致します。また、本研究の遂行ならびに論文の作成にあたり、いつも暖かく、そして前向きに支え続けてくださった筑波大学医学医療系の日高紀久江教授に心から感謝致します。日高教授のご助言と励ましがなければ、研究と家庭を両立しながら研究を進めることはできませんでした。本当にありがとうございました。本研究をまとめるにあたり貴重なご意見をいただきました筑波大学システム情報系の葛岡英明教授、またアドバイザーとして有益なご助言をいただきました医学医療系の鶴嶋英夫准教授と羽田康司准教授に感謝の意を表します。大学学部時代より、困難に直面した際に親身に相談にのり、乗り越える力をくださる日本女子大学人間社会学部社会福祉学科の渡部律子教授に心から感謝いたします。高齢者施設の臨床実験実施にあたり多大なるご協力を頂きました岩本義輝医師と職員の皆様、そして実験に参加してくださった施設利用者の皆様に感謝いたします。食事介助実態調査にあたり、快く対応してくださった職員の皆様に感謝いたします。本研究を進めるにあたり有益なご助言をいただき、またコミュニティにおける嚥下障害者への支援の楽しさと難しさを教えてくださった市村歯科医院の市村和大先生に感謝いたします。嚥下モニターの開発に共に携わり、工学的知識を分かりやすく教えてくれた Dr. Dushyantha Jayatilake に感謝いたします。異分野の私を快く受け入れ、たくさんの刺激を与えてくださっ

た筑波大学システム情報工学研究科人工知能研究室の皆様にご心より感謝いたします。特に、大木美加研究員には公私共に相談に乗っていただき、また廣川暢一先生、Modar Hassan 研究員には多くの助言をいただきました。そして、いつも朗らかに対応して下さる事務補佐員の皆様にご感謝いたします。立ち寄るたびに励ましの言葉をいただいたエンパワーメント情報学事務局の皆様にご感謝いたします。

これまで私を支え、励まし、いつも笑い合える友人たちに感謝いたします。

最後になりましたが、私の希望と意志を尊重し、これまで支え続けてくれた両親にご心から感謝と敬意を表します。

そして、アメリカ大学院時代より共に困難を乗り越え、喜びを分かち合い、厳しくそして暖かく見守ってくれる夫の具国鎮と最愛の息子の永仁にご心から感謝とお礼を伝えたいと思います。いつも本当にありがとう。

2019年3月 倉本 尚美