

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 9 月 24 日現在

機関番号：33702

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2014

課題番号：22700742

研究課題名(和文) 視覚情報を用いたとろみ評価方法の構築に関する研究

研究課題名(英文) Study for the Evaluation of Thickener Solutions by the Visual Information

研究代表者

櫛 彩見(岩田彩見)(ICHIKI, AYAMI)

岐阜女子大学・公立大学の部局等・准教授

研究者番号：40434493

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では物性測定に加えて、視覚情報から画像処理にてとろみを数値化する方法を考案した。目安に用いられる市販の食品において、粘度と画像処理を比較した結果、高い相関が得られ、本研究の有効性を確認した。さらにとろみ調整食品を画像処理にて評価した結果、多くが目安とする食品と異なる結果となった。物性測定だけでなく、視覚情報である画像処理を評価に加えることで、とろみの伝達に最適な食品の選定の可能性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In this study, I devised a method to digitize thickener solutions by image processing from visual information. In the foods used for an index (model food), I compared the viscosity with the image processing. As a result, high correlation was provided, and I confirmed the effectiveness. Moreover, I evaluated the thickener solutions by the image processing, much solutions was different from the model food. In giving the image processing to an evaluation as well as the physical properties, I confirmed that the choice of the food which is most suitable for the transmission is possible.

研究分野：画像処理

キーワード：嚥下食 物性測定 とろみ調整 画像処理

## 1. 研究開始当初の背景

75 歳以上の高齢者のうち約 60%に何らかの摂食・嚥下障害があるといわれている<sup>[1]</sup>。液体を飲み込む際に誤って気管内に入った場合、健常者は咳をすることで気管内から液体を出すことができる。しかし高齢者にとってそれは困難なため、高齢者の死因である誤嚥性肺炎を引き起こすきっかけとなっている。このような要介護者の対応が重要となる高齢化社会において、嚥下困難者に欠かせないものとしてとろみ調整食品がある。しかし要介護者の求めるとろみ具合に調整するのは難しく、利用者の負担となっており、負担を軽減するためにはとろみの確かな伝達が重要となる。そのためメーカーは、利用者にとろみを伝達するために、身近な食品を用いて表現しているが、多くのメーカーがとろみ調整食品が開発、販売されている中、目安として示す食品は様々で、メーカーごと、とろみ調整食品ごとに異なっており、利用者がわかりにくい現状となっている。

これまでに目安とする食品の適切さについて検討する研究が行われている。船見らは(2009)、とろみ調整食品の力学測定の方法について検討を行っている<sup>[2]</sup>。高橋ら(2002)はとろみ調整食品の主原料の違いについて研究しており、硬さなどの特徴や使い易さを比較している<sup>[3]</sup>。藤崎(2007)はとろみを伝える目安として様々な食品に着目し、硬さと凝集性の 2 次元マッピングの結果から 10 段階のとろみを表す食品を選定した<sup>[4]</sup>。しかし、いずれの研究においても、硬さや粘性などの物性測定と官能検査の比較にとどまっており、利用者がとろみを判断する際に大きな情報源となる「視覚」を考慮していない。視覚を考慮した研究では、岩崎ら(2011)がとろみ調整食品と目安に用いられる市販食品を力学的特性だけでなく、非経口による感覚評価により比較している<sup>[5]</sup>。視覚による比較として、容器を傾けたときの流れ具合や液切れの様子から評価をしているが、被験者による感覚評価のため客観的評価ではなく、状況の再現が不可能である。

## 2. 研究の目的

とろみを調製する際、利用者は触覚と視覚で確認を行っている。触覚は、とろみ調整食品を添加して攪拌時のスプーンの抵抗感を示し、重さの感覚からとろみの強弱を判断している。視覚では、攪拌時の液面の変化や、スプーンから流し落とした際の形状から判断が可能である。岩崎らの研究においても、非経口による感覚評価の方法として、「①容器を傾けたときの流れやすさ、②攪拌したときの抵抗感、③液切れの状態」の 3 項目を挙げている<sup>[5]</sup>。

このように、利用者がとろみを確認するには触覚と視覚が重要であるが、これまでの研

究では、とろみの評価は物性測定にとどまっているのが多く、また視覚を取り入れた評価でも被験者による主観的評価のため、客観的評価ができる方法の提案が必要である。

そこで本研究では、とろみの評価としてこれまでに用いられてきた物性測定以外に、人がとろみを確認する際に多くの情報を得る「視覚」に着目し、とろみを客観的に判断でき、かつ再現性のある撮影システムを構築することを目的とした。目安とする食品を用いて撮影システムの有効性を明らかにし、とろみ調整食品と目安とする食品を比較することで、視覚においてとろみの伝達に適した食品であるかを確認した。そして本提案により、とろみ調整食品の明確な伝達が可能であるかについて検討した。

## 3. 研究の方法

### (1) 撮影システムの構築

視覚情報からとろみを客観的に評価するため、また再現性を持たせるために、カメラを用いた撮影システムを構築した。利用者がとろみを視覚で確認する方法は、平面に流した際の広がり方と、スプーン等から垂らしたときの形状と考へ、広がる様子と垂れる様子を撮影できるシステムを考案した。

広がる様子の撮影には、河村ら(2014)のリング法を参考にした<sup>[6]</sup>。内径 30mm、高さ 15mm、厚さ 2.5mm のガラス製リングとガラス板を用意し、リングの中に試料を充填後、上方向に取り除いた際の広がる変化を撮影することとした。ただし、広がる様子を撮影する際に手の映り込みにより、リングを取り除いた直後から撮影することができない。そこでガラス板の下から撮影し、手が映り込まないように背景板を設置することで、リングを外した直後の様子から撮影できるようにした(図 1)。



図 1. 広がる様子の撮影システム

垂れる様子は、ガラス製ビーカー 20ml に試料 15ml 入れたものを金具と蝶番で固定し、常に同じ速度でビーカーを傾けることができるようにモーターを用いたシステムを構築した(図 2)。また垂れる変化は一瞬であるため、形状を鮮明に撮影するために高速度カメラ(1 秒間 240 フレーム)を用いた。

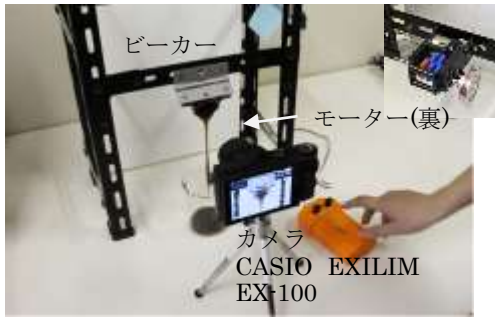


図 2. 垂れる様子の撮影システム

(2) 試料の調製方法

とろみ調整食品の調製方法は岩崎らの方法に従った<sup>5)</sup>。200ml ビーカーに20℃の蒸留水 100ml をメスシリンダーで計測して入れ、画像処理ができるように事前に食用色素・黒を 0.1g 溶かした。そしてとろみ調整食品を添加し、ガラス棒で 60 回/分、2 分間攪拌後、20℃のインキュベータ（三菱電機エンジニアリング株式会社クールインキュベータ CN-25C）にて1時間静置したものを使用した。

市販の食品は、200ml ビーカーに食品 100ml を入れ、20℃のインキュベータにて1時間静置したものを使用した。岩崎らは市販の食品も 60 回/分、2 分間攪拌しているが、通常の一般家庭で市販の食品を使用する場合は攪拌しないため、本研究では攪拌なしとした。

(3) 画像処理方法

広がる様子では、試料を充填した後、リングを上方向に取り除き、直後から 1 分間、1 秒 30 フレームで撮影したものを画像処理の対象とした。撮影した動画を画像処理プログラムで読み込み、2 値化して試料部分を検出し、その面積 (pixel) を計測した (図 3)。

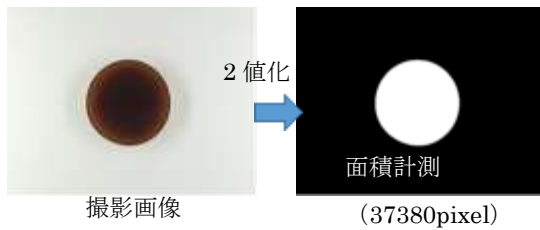


図 3. 広がる様子の画像処理

垂れる様子では、モーターを用いて傾けたときに流れ出る様子を 1 秒 240 フレームの高速カメラで撮影した動画を静止画に分解する。このときとろみの強弱によって垂れる角度が異なるため、カメラと試料との距離が変わるが、ビーカーにマークをつけてその幅で正規化することで対応した。分解した静止画のうち、ビーカーのマークで切り抜き、画像サイズを横方向 125pixel で正規化した際に試料の縦方向が 85pixel になる画像を選出した。そして下から 20pixel のところの試料の幅を求め、垂れる様子の特徴を示す値とした (図 4)。

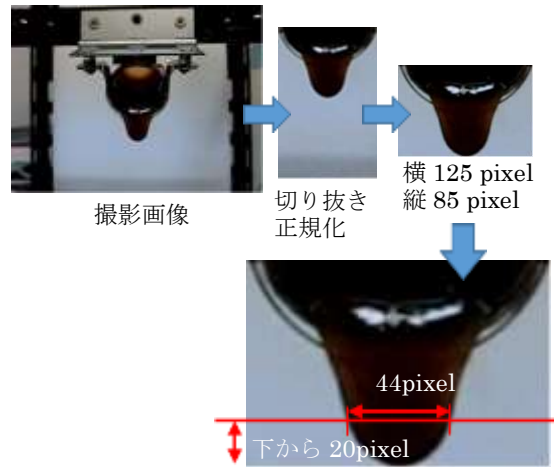


図 4. 垂れる様子の画像処理

(4) 比較実験

① 撮影システムの有効性の確認

考案した広がる様子、垂れる様子の撮影システムで計測した値が、とろみの強弱を示すのに有効であるかを確認する実験を行った。試料には、とろみの目安に用いられる市販の食品 6 種類を用いて (図 5)、広がる様子および垂れる様子を撮影した。そしてそれぞれの粘度との相関を調べることで、各撮影システムで計測したとろみの数値の有効性を確認した。



ハーシーチョコレートシロップ (リードオフジャパン(株))、中濃ソース (カゴメ(株))、とんかつソース (カゴメ(株))、トマトケチャップ (カゴメ(株))、お好みソース (オタフクソース(株))、ポタージュスープ (スジャータめいらくグループ)

図 5. 市販の食品

② とろみ調整食品が示す目安の確認

とろみ調整食品のうち、ポタージュスープ状ととんかつソース状を目安としているとろみ調整食品を選出し、撮影システムにより市販の食品との比較実験を行った。実験に用いたとろみ調整食品について図 6 に、調製濃度について表 1、表 2 に示す。



ポタージュースープ状



とんかつソース状

図 6. とろみ調整食品

表 1. とろみ調整食品の調製 (ポタージュースープ状)

商品名	メーカー	主原料	添加濃度 蒸留水 100ml
トロミクリア	ヘルシーフード	キサンタンガム	1.3g
つるりんこ Quickly	クリニコ	キサンタンガム	1.5g
トロメリン Hi	三和化学研究所	グアーガム	1.0g
トロメリン Ex	三和化学研究所	キサンタンガム	0.75g

表 2. とろみ調整食品の調製 (とんかつソース状)

商品名	メーカー	主原料	添加濃度 蒸留水 100ml
トロミアップ パーフェクト	日清オイリオ	キサンタンガム	2.0g
新スルーキング I	キッセイ	キサンタンガム	1.1g
ネオハイ トロミール III	フードケア	キサンタンガム	1.2g
トロミアップ エース	ヘルシー フード	グアーガム	2.0g

#### 4. 研究成果

##### (1) 撮影システムの有効性の確認

##### ① 広がる様子

広がる様子の画像例を図 6 に、面積変化を図 7 に示す。広がる様子の計測結果のうち、リングを取り除いて試料が安定する 10 秒後 (300 フレーム目) の面積(pixel)を用いて、粘度測定との相関を求めた (表 3)。

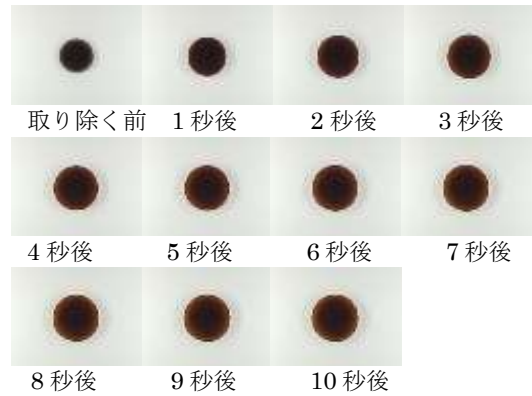


図 6. 広がる様子 (お好みソース)

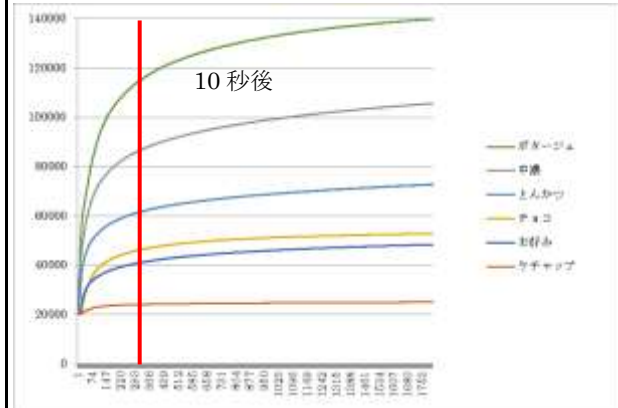


図 7. 広がる様子の面積変化

表 3. 粘度測定と広がる様子

食品	粘度 (Pa·s)	広がる様子 (pixel)
トマトケチャップ	29.40	24079
お好みソース	24.51	40785
チョコレートシロップ	22.22	45971
とんかつソース	9.85	61201
中濃ソース	4.49	85929
ポタージュースープ	1.58	113856

広がる様子では相関係数  $-0.95$  と高い相関が得られ、複数回測定しても結果が変わることはほぼ無く、これまでの研究でリング法が確立されていることもあり、実験結果に安定性が見られた。

##### ② 垂れる様子

市販の食品について、垂れる様子を撮影し、ビーカーのマークで  $125\text{pixel}$  に正規化し、試料の幅が  $85\text{pixel}$  になるよう選出した結果を図 8 に示す。粘度測定との相関を表 4 に示す。

垂れる様子においても相関係数  $0.92$  と高い相関が得られた。しかし値の差が  $1\text{pixel}$  や  $2\text{pixel}$  と小さく、測定条件によっては結果が前後する可能性があり、とろみの指標としては安定しないと考えられる。とんかつソース、チョコレートシロップの順にとろみが強いとなったが、粘度や広がる様子の数値の差が大きいのに対して、垂れる様子の数値の差がわずかであった。幅だけでなく形状におい

ても、差が確認できなかった。



図 8. 垂れる様子の選出画像

表 4. 粘度測定と垂れる様子

食品	粘度 (Pa·s)	垂れる様子 (pixel)
トマトケチャップ	29.40	50
お好みソース	24.51	44
チョコレートシロップ	22.22	43
とんかつソース	9.85	41
中濃ソース	4.49	31
ポタージュスープ	1.58	23

## (2) トロみ調整食品が示す目安の確認

### ① ポタージュスープ状

ポタージュスープ状について、広がる様子および垂れる様子の計測結果を表 5 に示す。ポタージュスープ状と表現しているが、市販の食品のポタージュスープと比較して広がる様子、垂れる様子ともに異なる数値であった。トロメリン Hi やトロメリン Ex は市販の食品と比較的近い値となったが、トロミクリアとつるりんこ Quickly はとんかつソースに近い数値であった。

表 5. ポタージュスープ状の計測結果

商品名	広がる様子 (pixel)	垂れる様子 (pixel)
トロミクリア	65421	46
つるりんこ Quickly	67167	39
トロメリン Hi	104550	32
トロメリン Ex	80202	34
ポタージュスープ	113856	23

### ② とんかつソース状

とんかつソース状の広がる様子および垂れる様子の計測結果を表 6 に示す。ポタージュスープ状と同様に市販の食品と異なる数値となった。新スルーキング I はとんかつソースよりトロみが弱く、それ以外はトロみが強いことを示す結果となった。

表 6. とんかつソース状の計測結果

商品名	広がる様子 (pixel)	垂れる様子 (pixel)
トロミアップパーフェクト	43601	51
新スルーキング I	70983	38
ネオハイトロミール III	50198	50
トロミアップエース	43056	60
とんかつソース	61201	41

## (3) 考察

目安に用いられる市販の食品 6 種類について、広がる様子、垂れる様子から数値化し、粘度測定結果との相関関係を調べた結果、ともに高い相関となり、トロみの数値化として視覚が有効であることを確認した。しかしトロみを視覚で判定する方法としては、垂れる様子でも可能だがトロみが近いものは判定が難しく、広がる様子が適していることが明らかとなった。

トロみ調整食品のうち、ポタージュスープ状ととんかつソース状を目安として用いている食品を選出し、広がる様子および垂れる様子において市販の食品と比較した結果、市販の食品に比較的近い試料もあったが、多くは大きく異なる数値を示し、目安とする食品が適していないことが明らかとなった。

## (4) まとめ

トロみ調整食品において、利用者へトロみを正確に伝達するために「視覚」に着目し、客観的評価が可能で、かつ再現性のある撮影システムを構築した。

撮影システムは、利用者がトロみを確認する手段である広がる様子と垂れる様子とした。広がる様子はリングを取り除いてから 10 秒後の試料の面積を、垂れる様子では一定条件の画像での試料の幅を数値とし、視覚情報におけるトロみの数値化を行った。

比較実験より、視覚情報を用いたトロみ評価方法が有効であり、広がる様子がより適していることを確認した。またトロみ調整食品の示す目安とする食品の多くが、利用者にとろみを伝達するには適していないことが明らかとなった。

本研究では、市販の食品 6 種類、トロみ調整食品 8 種類を用いたが、それ以外にも目安に用いられる食品やトロみ調整食品、添加濃度はさまざまであり、今後はこれらも撮影システムを用いて検証する必要がある。そして市販の食品のデータを蓄積し、物性測定だけでなく視覚情報を加えた新しい指標を構築することで、トロみ調整食品の最も近い目安の選出が可能となる。これにより利用者の感覚に近い、正確なトロみの伝達が期待できる。

## [参考文献]

[1] 金谷節子「人は口から食べられる間は、

- 人間としての品位と尊厳を、持って生きられる」、日本味と匂学会誌, Vol.10, No.2, pp.197-206 (2003)
- [2] 船見孝博, 飛田昌男, 星正弘, 外山義雄, 佐藤信之, 金野正吉, 疋田久史, 伊藤章一, 義平邦周, 藤崎亨 「とろみ調整食品の力学測定法に関する検討 (Texture Profile Analysis の有用性について)」, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, Vol.13, No.1 (2009)
- [3] 高橋智子, 大越ひろ 「市販増粘剤を用いた飲料の飲み込み特性および力学的特性の特徴-市販増粘剤の使い易さも含めて-」, New Food Industry 2002, Vol.44, No.3, pp.33-41 (2002)
- [4] 藤崎亨 「市販とろみ調整食品(とろみ剤)のとろみ表現に適した食品の選択について-日本介護食品協議会の取り組み-」, 第13回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, pp.373-374 (2007)
- [5] 岩崎裕子, 高橋智子, 西成勝好, 大越ひろ 「市販とろみ調整食品調製時の指標となる食品の検討-物性評価と非経口型感覚評価を用いて-」, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌, Vol.15, No.1, pp.3-13 (2011)
- [6] 河村彩乃, 田丸省吾, 伊藤裕子, 増田邦子, 大越ひろ, 高橋智子, 「アミロース含有率の異なる米粥のガラスリング法を用いた力学的特性評価の有効性」, 栄養学雑誌, Vol.72, No.2, pp.67-75 (2014)

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計1件)

櫟彩見, 小林由実, 小川宣子, 画像処理によるとろみの比較に関する検討, 日本家政学会第65回大会, 平成25年5月19日, 昭和女子大学

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

櫟彩見 (ICHIKI AYAMI)

岐阜女子大学・公私立大学の部局等・准教授

研究者番号: 40434493

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし