

平成 22 年 4 月 23 日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2007 ~ 2009

課題番号：19200051

研究課題名 (和文) 誤嚥症状判定用溶液の作成による嚥下困難者の食の QOL 向上

研究課題名 (英文) Improvement of QOL in meals of persons with difficulty in deglutition by preparation of solutions for judging aspiration symptoms

研究代表者

西成 勝好 (NISHINARI KATSUYOSHI)

大阪市立大学・大学院生活科学研究科・特任教授

研究者番号：10254426

研究成果の概要 (和文)：多糖類の低分子化により口腔内ずり速度 $10\sim 50\text{s}^{-1}$ 程度において同じ粘度を示すが流動特性の異なる嚥下造影用試料を大量に調製する方法を確立し、嚥下造影検査を実施した。食塊量、食塊粘度と誤嚥の危険性について数値シミュレーションにより、嚥下造影検査の結果を裏付ける結果を得た。多様な嚥下障害の症状の診断に対応できる検査食を開発し、市販トロミ食品を分析し、検査食と実際の食品を関連付け、体系的診断システムの確立の基礎を築くことができた。

研究成果の概要 (英文)：Polysaccharide solutions with the same viscosity at shear rates $10\sim 50\text{s}^{-1}$ and with different shear thinning behaviours have been prepared and X-ray videofluorography was carried out. Numerical simulations on the risk of aspiration as a function of bolus quantity and bolus viscosity were performed and supported the videofluorographic observation. Solutions for monitoring aspiration with different symptoms were developed, commercially available thickened liquid foods were analyzed, and the relation between newly developed liquid foods and commercial foods was examined, and thus the basis of a systematic method of monitoring aspiration was established.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	20,700,000	6,210,000	26,910,000
2008年度	7,200,000	2,160,000	9,360,000
2009年度	6,500,000	1,950,000	8,450,000
年度			
年度			
総計	34,400,000	10,320,000	44,720,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：多糖類・粘度・ずり速度依存性・嚥下障害・実験モデル・

嚥下ロボット・食塊・咽喉の変形と移動

1. 研究開始当初の背景

高齢者の死因の第一位を占める誤嚥性肺炎は深刻な社会問題となっているにもかかわらず、その原因が明確にはわかっていない。水やお茶などをそのまま飲ませるのではなく、とろみ剤などを加えて粘度の高い液体にすれば誤嚥が防げることが経験的に知られているが、どの程度の粘度にすれば良いのか不明であるため、嗜好性の悪い飲食物が供され、高齢者の QOL 低下の要因となっている。

2. 研究の目的

「(1)嚥下過程における食塊のレオロジー挙動解明」と、それに基づいた「(2)嚥下困難度判定食品の開発」を目指すものである。我が国では、高齢者の直接死因の第一位は肺炎(年間約9万人)であり、その90%以上は「誤嚥性肺炎」(食物や飲料が、食道ではなく気管に入り、同時に入る雑菌が引き起こす肺炎)であるとされている。誤嚥性肺炎による入院費用は概算で1300億円と見積もられているが、本研究計画遂行による「嚥下困難度判定食品の開発」により、医療費削減にも繋がると期待される。ほとんどの患者は長期的に誤嚥対策食を摂取する必要があるが、とろみ剤の添加により画一的な食感となるため、食の選択幅が限られているのが現状である。本判定用食品により、各人に対して、「安全でおいしい食を簡便に調べること」が可能になるため、「食のQOL」を向上させる根本的な手法としても期待できる。

3. 研究の方法

剛直性の異なる一連の多糖類について、分子量が異なる試料を作成し、それぞれ単独及び混合時の物性、粘度のずり速度依存性を制御するための基礎的知見を得る。健常者次いで嚥下困難者を対象とし、レオロジー特性が異なる代表的な3サンプルを選択して、VF(ビデオフルオログラフイー)により嚥下過程における食塊の流動挙動(変形の時分割測定)を実測する。VFにおける食塊の変形挙動と、実測

した溶液の力学物性を併せて、嚥下過程のコンピュータシミュレーションをおこなう。現在の嚥下補助剤の評価基準となっている「硬さ」および一回転数での粘度と、比較検討するために市販各種流動食品に対して定常ずり粘度測定を行い、テクスチャー表現について合意形成をめざす。

4. 研究成果

多糖類の低分子化により口腔内ずり速度 $10\sim 50\text{s}^{-1}$ において同じ粘度を示すが流動特性の異なる嚥下造影用試料を大量に調製する方法を確立した。30名の患者に対して嚥下造影検査を行った。検査食のX線ビデオの画像から食塊の3次元的輪郭を時系列的に取りだし、食塊内部の流動を解析した。その結果、嚥下時のずり速度によって咽頭部の残留量や誤嚥量は異なっており、本検査食によって食品による嚥下困難度判定の可能性が示された。患者のX線ビデオからは、健常者と異なり一度の嚥下動作で検査食が嚥下されず、喉頭蓋近傍の管腔部に一部食塊が残留する様子が観察された。検査食の残留食塊はとろみがあるため喉頭蓋近傍で留まり、次の嚥下動作で喉頭蓋の周りに沿って正常に流れた。しかし、食塊量が多い、あるいは粘度が低い場合には、次の嚥下動作が始まる前に食塊が静止状態を保つことができず、喉頭蓋の内に沿って流れてしまい、喉頭に入り込む誤嚥の危険を予測できた。数値シミュレーション解析からは食塊量が増えると誤嚥の危険が高くなること、食塊粘度が低いと食塊がより広い範囲に広がり誤嚥の危険性が高くなることなど、X線ビデオの結果を裏付ける結果が得られた。更に多様な嚥下障害の症状の診断に対応できる検査食の開発、また、検査食と実際の食品との関連付け、体系的診断システムの確立の基礎を築くことができた。また、嚥下補助食品の飲み込みやすさの評価をするにあたり、市販食品に提示されているとろみ表現に適した一般食品の検討を行った。一般食品(液状)のテクスチャー特性、定常ずり粘度測定、動的粘弾性の測定を行った。市販

されている代表的な嚥下補助食品を2%および3%添加した試料について、とろみ表現に多く用いられている「はちみつ」および「ヨーグルト」との比較を行い、その適格性について評価を行い、両者ともかなりあいまいなまま使われていることが分かり、製造者、病院・施設での介護者、被介護者の間でのテクスチャー用語の合意形成が必要であることが確認された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 30 件)

- ① Y. Nitta, R. Takahashi, K. Nishinari, Viscoelasticity and Phase Separation of Aqueous Na-Type Gellan Solution, *Biomacromolecules*, 査読有, **11**, 2010, pp.187-191
- ② K. Nishinari, Texture and Rheology in Food and Health, *Food Science & Technology Research*, 査読有, **15**, 2009, pp.99-106
- ③ 齋藤真由、道脇幸博、齋藤浩人、戸田貞子、畑江敬子、高橋浩二、寒天を基材とした咀嚼能率検査食の開発、*日本口腔科学会雑誌*, **58**, 2009, pp.43-49
- ④ K. Nishinari, Some Thoughts on The Definition of a Gel, *Progress in Colloid & Polymer Science*, 査読有, **136**, 2009, pp.87-94
- ⑤ H. Zhang, K. Nishinari, Characterization of the conformation and comparison of shear and extensional properties of curdlan in DMSO, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **23**, 2009, pp. 1570-1578
- ⑥ X. Li, Y. Fang, S. Al-Assaf, G. O. Phillips, K. Nishinari, H. Zhang, Rheological study of gum arabic solutions: Interpretation based on molecular self-association, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **23**, 2009, pp. 2394-2402
- ⑦ H. Mizunuma, M. Sonomura, K. Shimokasa, H. Ogoshi, S. Nakamura, N. Tayama, Numerical modeling and simulation on the swallowing of jelly, *Journal of Texture Studies*, 査読有, **40**, 2009, pp. 406-426
- 7' 高橋 亮, 平島 円, 谷田 陽子, 西成 勝好, アガロペクチン水溶液の熱的・レオロジー的特性、*日本食品科学工学会誌*、査読有, **56**, 2009, pp. 591-599
- ⑧ 道脇幸博、安藤亮一、高齢者の嚥下障害に対してどのように対応すればよいでしょうか。腎と透析、**66**, 2009, pp.455-458
- ⑨ M. Morimoto, H. Mizunuma, M. Sonomura, K. Kohyama, H. Ogoshi, Mechanical Modeling of Foods Including Fracture and Simulation of Food Compression, XVth International Congress of Rheology 80th Annual Meeting, Eds. A. Co, L. G. Leal, R. Colby, A. J. Giacomini, American Institute of Physics, 査読有, 2008, pp.1268-1270.
- ⑩ T. Funami, Y. Kataoka, S. Noda, M. Hiroe, S. Ishihara, I. Asai, R. Takahashi, N. Inouchi, and K. Nishinari, Functions of fenugreek gum with various molecular weights on the gelatinization and retrogradation behaviors of corn starch—2: Characterizations of starch and investigations of corn starch/fenugreek gum composite system at a relatively low starch concentration; 5 w/v%, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **22**, 2008, pp.777-787
- ⑪ S. Kawai, Y. Nitta and K. Nishinari, Model study for large deformation of physical polymeric gels, *Journal of Chemical Physics*, 査読有, **128**, 2008, 134903
- ⑫ W. Yin, H. Zhang, L. Huang, K. Nishinari, Effects of the lyotropic series salts on the gelation of konjac glucomannan in aqueous solutions, *Carbohydrate Polymers*, 査読有, **74**, 2008, pp.68-78
- ⑬ T. Funami, S. Noda, M. Nakauma, S. Ishihara, R. Takahashi, S. Al-Assaf, S. Ikeda, K. Nishinari, G. O. Phillips, Molecular structures of gellan gum imaged with atomic force microscopy (AFM) in relation to the rheological behavior in aqueous systems in the presence of sodium chloride, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **23**, 2008, pp.548-554
- ⑭ T. Funami, S. Noda, M. Nakauma, S. Ishihara, R. Takahashi, S. Al-Assaf, S. Ikeda, K. Nishinari, G. O. Phillips, Molecular Structures of Gellan Gum

Imaged with Atomic Force Microscopy in Relation to the Rheological Behavior in Aqueous Systems in the Presence or Absence of Various Cations, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 査読有, **56**, 2008, pp.8609–8618

⑮ K.Nishinari, F. Hayakawa, C-F Xia, L. Huang, J-F. Meullenet, J-M.Sieffermann, Comparative study of texture terms: English, French, Japanese, and Chinese, *Journal of Texture Studies*, 査読有, **39**, 2008, pp.530–568

⑯ M.Nakauma, T.Funami, S.Noda, S.Ishihara, S.Al-Assaf, K.Nishinari, G.O. Phillips, Comparison of sugar beet pectin, soybean soluble polysaccharide, and gum arabic as food emulsifiers. 1. Effect of concentration, pH, and salts on the emulsifying properties, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **22**, 2008, pp.1254-1267

⑰ N.Singh, N.Isono, S.Srichuwong, T.Noda, K.Nishinari, Structural, thermal and viscoelastic properties of potato starches, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **22**, 2008, pp.979-988

⑱ T.Funami, S.Noda, M.Hiroe, I.Asai, S.Ikeda, K.Nishinari, Functions of iota-carrageenan on the gelatinization and retrogradation behaviors of corn starch in the presence or absence of various salts *Food Hydrocolloids*, 査読有, **22**, 2008, pp.1273-1282

⑲ T.Funami, M.Nakauma, S.Noda, S.Ishihara, I.Asai, N.Inouchi, K.Nishinari, Effects of some anionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch: Soybean-soluble polysaccharide and gum arabic, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **22**, 2008, pp.1528-1540

⑳ T.Funami, Y.Kataoka, S.Noda, M.Hiroe, S.Ishihara, I.Asai, R.Takahashi, K.Nishinari, Functions of fenugreek gum with various molecular weights on the gelatinization and retrogradation behaviors of corn starch-1: Characterizations of fenugreek gum and investigations of corn starch/fenugreek gum composite system at a relatively high starch concentration;

15 w/v%, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **22**, 2008, pp.763–776

㉑ T.Funami, Y.Kataoka, S.Noda, M.Hiroe, S.Ishihara, I.Asai, R.Takahashi, N.Inouchi, K.Nishinari, Functions of fenugreek gum with various molecular weights on the gelatinization and retrogradation behaviors of corn starch-2: Characterizations of starch and investigations of corn starch/fenugreek gum composite system at a relatively low starch concentration; 5 w/v%, *Food Hydrocolloids*, 査読有, **22**, 2008, pp.777–787

㉒ Y.Sumii, H. Miura, Y. Michiwaki, S. Nagaosa, M.Nagaya, Colonization of dental plaque by respiratory pathogens in dependent elderly, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 査読有, **44**, 2007, pp.119-124

㉓ 小林宏、道脇幸博、嚙下ロボット、老年医学、**45**、2007、pp.1323-1329

㉔ N.Singh, Y.Nakaura, N.Inouchi, K.Nishinari, Fine structure, thermal and viscoelastic properties of starches separated from indica rice cultivars, *Starch/Staerke*, 査読有, **59**, 2007, pp.10-20

㉕ 早川文代、井奥加奈、阿久澤さゆり、米田千恵、風見由香利、西成勝好、中村好宏、馬場康維、神山かおる、性別・年齢別・地域別にみた日本語テクスチャー用語の認知状況、*日本食品科学工学会誌*、査読有, **54**, 2007, pp.488-502

㉖ S.Kawai, Y.Nitta and K.Nishinari, Large deformation analysis of gellan gels, *Journal of Applied Physics*, 査読有, **102**, 2007, 043507

㉗ B-S.Kim, M.Yoshimura, Y.Sone and K.Nishinari, Influence of xyloglucan on the enzymatic degradation of soy protein isolate, 査読有, *Journal of Human Life Science*, **6**, 2007, pp.23-30

㉘ 平島 円, 高橋 亮, 西成 勝好, 澱粉の離水に及ぼす呈味物質の影響, *日本調理科学会誌*, 査読有, **40**, 2007, pp.249-256

㉙ 吉村美紀、桑野 稔子、西成勝好、寒天ゲルの物性に対するコラーゲンペプチド添加の影響, *日本調理科学会誌*, 査読有, **40**, 2007, pp.156-165

〔学会発表〕(計 24 件)

- ① 西成勝好、食品のテクスチャーと咀嚼
第 32 回日本バイオレオロジー学会シンポジウム、招待講演、2009. 6. 5 群馬県桐生市
- ② 神山かおる、野内義之、佐々木朋子、船見孝博、西成勝好、2バイトテクスチャー試験における試験速度条件の検討、第57回レオロジー討論会 2009. 10. 7 山口県宇部市
- ③ 石原清香、中馬誠、船見孝博、西成勝好、神山かおる、やわらかいゲル摂食時の表面筋電位測定とゲルの力学特性との関連について、第57回レオロジー討論会 2009. 10. 7 山口県宇部市
- ④ 坂雄太、吉村美紀、西成勝好、コンニャクグルコマンナン寒天混合ゲルの力学特性と咀嚼性について、第57回レオロジー討論会 2009. 10. 7 山口県宇部市
- ⑤ 岩崎裕子、高橋智子、西成勝好、大越ひろ、トロミ調整食品を添加した飲料の特性について、第57回レオロジー討論会 2009. 10. 7山口県宇部市
- ⑥ 高橋智子、金娟延、岩崎裕子、大越ひろ、芋類を添加した食肉加工品の物性、咀嚼筋活動、および食べやすさ、第57回レオロジー討論会 2009. 10. 7 山口県宇部市
- ⑦ 道脇幸博、嚥下ロボット製作を通じて嚥下運動を再考するー舌と喉頭蓋についてー、第 15 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会、2009. 8. 28-29、名古屋市
- ⑧ 横山寛礼、水沼博、道脇幸博、下笠賢二、介護用回転式電動歯ブラシの開発研究、第 15 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会、2009. 8. 28-29、名古屋市
- ⑨ 西澤直子、宮本加奈子、丹藤とも子、江藤美佳、増子はるみ、園田格、道脇幸博、嚥下パスの運用と効果 (1) ー脳卒中急性期患者への適応ー、第 15 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会、2009. 8. 28-29、名古屋市
- ⑩ 江藤美佳、道脇幸博、園田格、西澤直子、丹藤とも子、宮本加奈子、増子はるみ、嚥下パスの運用と効果 (2) ー脳卒中急性期患者に対する効果ー、第 15 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会、2009. 8. 28-29、名古屋市
- ⑪ 上間加奈子、岡元弥生、道脇幸博、嚥下パスと味付きマッサージ棒が嚥下機能の回復に有効であった脳幹出血患者の一例、第 15 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学

- 術大会、2009. 8. 28-29、名古屋市
- ⑫ 水沼博、道脇幸博、D-4 MRI に基づく咽頭部の運動と食塊流動の解析、日本機械学会 2009 年度年次大会、2009. 9. 13-16、盛岡市
- ⑬ 道脇幸博、安藤亮一、増子はるみ、宮本加奈子、NST と褥瘡、緩和ケアのコラボレーションツールとしての嚥下パスの発展性、第 45 回日本赤十字医学会総会、2009. 10. 17-18、前橋市
- ⑭ 道脇幸博、安藤亮一、増子はるみ、宮本加奈子、NST のツールとしての嚥下パスの有効性、第 45 回日本赤十字医学会総会、2009. 10. 17-18、前橋市
- ⑮ 清水敬子、小野和泉、山根勇祐、稲吉礼子、佐々木理恵、楠さくら、道脇幸博、藤原等、岡田寛、宮本貴庸、尾林徹、重症挿管患者に対する口腔機能評価プログラムの作成、多摩地区虚血性心疾患研究会、2009. 5. 23、東京都
- ⑯ K. Nishinari, Gelation of Mixed Polysaccharide Dispersions, International Workshop on Food Dispersion Systems, 招待講演、2008.12.2, つくば市
- ⑰ 西成勝好、ー食品ハイドロコロイドの視点からー、第 8 回 IUFoST Japan 公開シンポジウム、食品科学工学の未来ーチェンジとチャレンジ、第 55 回日本食品科学工学会、招待講演、2008. 9. 6、京都市
- ⑱ K.Nishinari, Texture and Rheology in Food and Health, Food Technology Symposium, Japan-Brazil Memorial Symposium on Science and Technology 1908-2008, 100 Years of Japanese Immigration to Brazil, 2008.6.23, 招待講演、Sao Paulo, Brazil
- ⑲ K. Nishinari, K. S. Hossain, M. Takemasa, Y. Nitta, S. Tanaka, Y. Fang, Chain Release and Rheological Change of Polysaccharide Gels Immersed in Various Solvents, 9th Hydrocolloids International Conference,招待講演、2008.6.17, Singapore
- ⑳ 西成勝好、バイオレオロジーと食・健康、日本バイオレオロジー学会岡小天賞受賞講演、2008. 6. 5、東京都
- ㉑ 西成勝好、多糖類の物性と嚥下、日本応用糖質学会ワークショップ、招待講演、2008. 5. 23、静岡市
- ㉒ 西成勝好、天然・生体高分子のレオロジー的研究、日本レオロジー学会受賞講演、

2008. 5. 14、東京都

㉓ 菊地貴博、小林宏、道脇幸博、飲み込むメカニズム解明のための嚙下ロボットの開発、第25回日本ロボット学会学術講演会、2007. 9. 13、千葉市

㉔ 西成勝好、多糖類・タンパク質のゾル・ゲル状態のレオロジー特性、第1回栄養剤形状機能研究会、2007. 9. 1、東京都

〔図書〕(計7件)

① 西成勝好、梶原莞爾、長崎幸夫、金田勇 監修、シーエムシー出版、食品・化粧品・医療分野へのゲルの利用、2010、245

② M.J.Gidley, K.Nishinari, Elsevier, Chapt.2.2 Physico-chemistry of (1,3)-beta-Glucans, in “Chemistry, Biochemistry, and Biology of 1-3 Beta Glucans and Related Polysaccharides” A. Bacic, G.B.Fincher, B. A. Stone Eds. 2009, pp.47-118

③ K. Nishinari, M.Takemasa, K. Yamatoya and M.Shirakawa, Woodhead publishing limited, Xyloglucan, in “Handbook of hydrocolloids”, G.O.Phillips and P. Williams Ed., 2009, pp.535-566

④ K. Nishinari, H.Zhang and T.Funami, Woodhead publishing limited, in “Handbook of hydrocolloids”, G.O.Phillips and P. Williams Ed., 2009, pp.567-591

⑤ 道脇幸博、薬物障害、「口と歯の事典」、高戸毅、天笠光雄、葛西一貴、古郷幹彦、須佐美隆史、鈴木茂彦、谷口尚、新美成二編集、朝倉書店、2008、pp.109-112

⑥ 西成勝好監修、シーエムシー出版、食品ハイドロコロイドの開発と応用、2007、368

⑦ K. Nishinari, M. Takemasa, H. Zhang, R. Takahashi, Elsevier, Storage Plant Polysaccharides: Xyloglucans, Galactomannans, Glucomannans, in “Comprehensive Glycoscience”, Chapter 2.19, 2007, pp.613-652

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西成 勝好 (NISHINARI KATSUYOSHI)
大阪市立大学・大学院生活科学研究科・特任教授

研究者番号：10254426

(2) 研究分担者

道脇 幸博 (MICHIWAKI YUKIHIRO)
昭和大学・歯学部・非常勤講師
研究者番号：40157540

水沼 博 (MISUNUMA HIROSHI) :

首都大学東京・理工学研究科・教授
研究者番号：20117724

大越 ひろ (OGOSHI HIRO)

日本女子大学・家政学部・教授

研究者番号：80060698

(3) 連携研究者

なし