高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションのためのレシピおよび提示メディアの構造化

Structuring Recipes and Media Applicable to a Cooking Navigation System for People with Cognitive Dysfunctions

宮脇 健三郎[†], 佐野 睦夫[†], 米村 俊一^{††},
大出道子^{†††}, 松岡 美保子^{†††}

Kenzaburo Miyawaki[†], Mutsuo Sano[†], Syunichi Yonemura^{††}, Michiko Ode^{†††} and Mihoko Matsuoka^{†††}

Abstract A brain injury can cause many cognitive dysfunctions, including aphasia, memory disorder, attention deficit, and so on. Although cooking training programs are popular as a rehabilitation method for people with cognitive dysfunctions, it is difficult to have such individuals perform cooking alone. Ordinary recipes (such as those found in books or TV programs) and existing cooking support systems are not designed with cognitive dysfunctions in mind and require too much capability in terms of comprehension and memory. We have developed a multimedia cooking navigation system that can effectively support individuals with cognitive dysfunctions. The system integrates and displays recipes available in different media, and users can easily choose which media they receive and therefore better understand the cooking procedures. We tested the system by using it in the rehabilitation of a patient, with encouraging results: the patient became more positive about cooking and her feeling of independence was increased.

キーワード：高次脳機能障害，調理ナビゲーション，リハビリテーション

1. ま え が き

頭部外傷などにより脳に損傷を受けると、言語や記憶などの認知能力に障害が生じる場合がある。このような障害は高次脳機能障害と呼ばれ、様々な症状により日常生活を困難なものにしてしまう。障害を負った人々は突発的に身体機能や認知能力を奪われ、今までできていたことができなくなった自分に苛立ったり、自信を喪失して消極的になったりすることが多い。

このような高次脳機能障害者に対し、調理行動を通じて

心身機能の回復を図るリハビリテーションが行われている。調理は自立した生活を営む上で最も基本的な行動で、多数の調理器具、食材、調味料を使用し、「切る」「炒める」等多岐に渡る動作から構成される複雑なタスクであることから、リハビリテーションの題材に適している¹⁾。さらに、近年、脳機能の活性化を促す作用があることも報告されている²⁾³⁾。

しかし、高次脳機能障害の原因となっている脳の物理的損傷は、医学的な再建が容易ではなく、反復学習をしても短期間で機能回復して自力で調理を遂行することは難しい。そのため、従来のリハビリテーションでは他者の補助や指導のもとに調理を完遂することが主目的となっていたが、その場合には、高次脳機能障害者の自信回復や、自立促進にはつながりにくいという課題があった。したがって、脳機能の活性化を指向するリハビリテーションを行いつつも、環境の調整等の工夫により、人の手を借りずに調理作業を完遂させられるよう、障害の特性に合わせて適応的に支援する必要がある。そのような工夫により、高次脳機能障害者が、独力で調理を行えたという達成感を得て、前向きな態度を形成し、日常でも調理を行おうとする意欲を持って、自立した生活と持続的なリハビリテーションが可能になると期待できる。

2010年3月1日受付，2010年5月17日再受付，2010年6月11日採録

[†]大阪工業大学 情報科学部

(〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1, 072-866-5186)

^{††}NTT サイバーソリューション研究所

(〒239-0847 神奈川県横浜須賀市光の丘 1-1, 046-859-2265)

^{†††}大阪府立障がい者自立センター

(〒558-0001 大阪府大阪市住吉区大領 3 丁目 2-36, 06-6692-2971)

[†]Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

(1-79-1, Kitayama, Hirakata-City, Osaka, 573-0196, Japan)

^{††}NTT Cyber Solutions Laboratory

(1-1, Hikari-no-Oka, Yokosuka-City, Kanagawa, 239-0847, Japan)

^{†††}Osaka Prefectural Self-Reliance Center for Persons with Disabilities

(3-2-36, Dairyou, Sumiyoshiku, Osaka-City, Osaka, 558-0001, Japan)

本稿では、以上のような考えに基づき、高次脳機能障害者の心身特性に応じて調理行動を支援するための調理ナビゲーションシステムと、システム実現のための、レシピおよび提示メディアの構造化方式を提案する。

高次脳機能障害は、脳の損傷部位に応じて、言語の理解に支障をきたす失語症や、記憶障害、注意障害、タスクのプランニングができず、物事を順序立てて正しく実行できない遂行機能障害などを発症する。情報技術による高次脳機能障害者の支援に関しては、すでに専用のタスク支援システムが市販されており⁴⁾⁵⁾、スケジューラや仕事の手順案内等の多彩な機能を有するものの、使用するメディアはテキストと静止画、音声为主体で、調理のような複雑な動作が要求されるタスクを支援するにはその機能が不足している。例えば、失語症のように言語機能が低下すると、テキストや音声の理解が困難なこともありえるため、映像による動作の教示が必要になるというように、高次脳機能障害者がレシピの内容を認知できるメディアは、その障害の特性や程度によって異なるため、映像・音声・テキスト等の複数メディアを統合しておくことが重要である。さらに、各メディアを通じて獲得した情報を適切に理解してもらうためには、障害者の記憶や注意の範囲等に配慮するような、調理レシピの構造化が不可欠である。

日本工業規格(JIS)によれば、テキストや静止画のような、時間の経過によって内容の変化しないメディアは静的メディア、映像・音声のように変化するものは、動的メディアと呼ばれ、これらのメディアを複数組合せて同時に提示することをマルチメディアと定義している⁷⁾。本研究の目的達成のためには、高次脳機能障害の状態に対応した構造を持つ、マルチメディア調理レシピが要求される。

しかしながら、高次脳機能障害者のためのマルチメディア調理レシピや、調理を支援するシステムに関する研究例は見当たらない。従来の研究^{8)~11)}で開発されたシステムの有効性は、健常な認知能力を持つユーザに対してしか検証されておらず、レシピも、高次脳機能障害者のために適した構造とはなっていない。これに対し、本研究では、調理レシピを高次脳機能障害者の心身特性に配慮した認知負担の小さい構造に変換し、また、静的・動的メディアを効果的に組合せることで障害者の知覚・認知特性にも配慮する。そして、このような構造変換された調理レシピを用いることで、高次脳機能障害者のための調理ナビゲーションシステムを実現する。

我々は、高次脳機能障害者が調理を行う際に起こりうる問題点を抽出し、それらを解決できるようシステムコンセプトを立案した。そして、それに基づいて調理レシピの構造化方式の提案および、調理ナビゲーションシステムの設計を行い、ある高次脳機能障害者を被験者として、そのリハビリテーションに適用した。結果として、我々のシステムは概ね期待通りに利用されて、効果的な調理支援が実現でき、被験者はシステム利用以前よりも積極的に調理に対

して取組めるようになった。

本論文は以下のように構成される。第2章で、高次脳機能障害者が、一般的レシピや既存システムを用いて調理する際に起こり得る問題点を説明し、第3章では、それらの問題点に対して、我々が提案する調理ナビゲーションシステムのコンセプトと、システムで用いるマルチメディア調理レシピの構造について述べる。そして、第4章で提案システムを用いたりハビリテーションの観察結果を、第5章で考察を示し、最後にまとめと今後の課題を述べる。

2. 高次脳機能障害者と調理

高次脳機能障害者が調理を行う上で、大きく二つの問題点がある。一つは一般的なレシピの扱いにくさという、外部環境の問題である。もう一つは、認知機能の低下という障害に起因する問題である。高次脳機能障害者の調理に対して有効な支援を行うには、これらの問題点を解消する必要がある。

ここで、以降の議論を進めやすくするため、次のように用語を整理する。

(1) 調理

ある手順にしたがって食材を加工する作業。

(2) 料理

調理の結果生成される成果物。

(3) レシピ

調理手順に関する記述。

(4) 調理操作

食材に対して行う、切る、混ぜる、煮るといった種々の操作¹²⁾。

(5) 調理リソース

調理操作では、多数の調理器具・機器、食材、調味料を用いる。これら、調理操作に必要とされるものを一括して調理リソースと呼ぶこととする。

2.1 レシピが持つ課題

レシピは様々なメディアで記述されているが、必ずしも使いやすいものばかりではない。一般に用いられているレシピ記述メディアは以下の2種である。

(1) 静止画像・テキストのように、時間が経過しても内容が変化しない、静的メディア。

(例) 料理本等の印刷物、WEB ページ。

(2) 映像のように、時間の経過とともに内容が変化する動的メディア。(例) テレビの料理番組。

(1) は簡潔に調理手順を説明しており、調理の流れを一覧することが可能である。しかし、テキストや静止画像では、各調理操作の連続的な動きを見せられない。その上、各手順で要求される調理リソースに関する情報や、その使用方法は、常識的な知識として暗黙のうちに省略されている場合が多く、加熱のタイミング等もテキストでは説明しづらいため、調理の常識的な知識がなければ、レシピを具体的な行動に翻訳できない。

一方 (2) は連続的な動きを見せることができ、調理者は見たままを再現すればよく、静的メディアの欠点を補完してはいるものの、一覧性がなく、調理全体の流れを把握することが難しい。また、放っておけばシーンが先に進んでしまうため、重要な箇所を意識して記憶するか、適切に停止・再生・巻き戻しを制御する必要がある。

このように、一般的なレシピは初心者にとって簡単なものではなく、認知機能が低下した高次脳機能障害者にとっては、さらにその理解が困難なことが容易に予想できる。

2.2 調理を困難にする機能障害

高次脳機能障害者が調理を遂行するには、前述した、一般的レシピに内在する課題に加えて、様々な機能障害が問題となる。調理を完遂させるためには、

- (1) レシピをもとに各手順の内容を理解し、行動計画を立案する。
- (2) 手順で要求される調理リソースを調達する。
- (3) 手順内容に基づいて調理リソースを適切に使用し、調理の進行を管理する。

といった過程を経る必要があるが、高次脳機能障害では多様な障害のために、上記各プロセスの遂行が困難になる。高次脳機能障害に含まれる主な障害を次に挙げる¹³⁾。高次脳機能障害者の調理を支援するにはこれらを補完するような配慮が必要である。

(a) 記憶障害

記憶には様々な種類がある¹⁴⁾が、調理においては、短期記憶や作業記憶に関する機能が必須である。これらの機能が損なわれた場合、調理をどこまで進めたか、現在何をしているのかを失念してしまう可能性がある。また、意味記憶や手続き記憶も重要である。これらの能力に障害が発生すると、記憶に基づく調理操作の再現が困難になる。

(b) 注意障害

注意障害を発症すると、思考や行為を成立させるために、ある刺激に対して注意を向け続ける持続的注意や、多くの刺激の中から必要な刺激を選択し、それに集中する選択的注意、複数の刺激に対して同時に注意を配る、配分的注意といった機能に障害が生じる¹⁴⁾。そのため、作業が長続きしなかったり、失敗が増えたりする。

(c) 遂行機能障害

遂行機能は日常の問題を計画的・合理的に解決するための能力である¹⁴⁾。この機能に障害が生じると、タスクのプランニングやゴール設定が難しくなる。結果として、決断力が低下し、何をしたら良いか決められなくなることがある。

(d) 失語症

失語症では、言語の表出（話す、書く）と受容（聴く、読む）に関する働きが阻害される¹⁴⁾。言語の受容機能に障害が生じると、テキストや音声の読解が困難になり、一般的なレシピ、特に静的メディアによるものでは調理手順の内容を十分に理解できなくなる可能性が高い。

(e) 失行症

運動器官に問題がないのに行為に失敗する現象である¹⁴⁾。道具や物品の使用方法を間違えたり、熟練しているはずの運動行為が拙劣化したりする。

(f) 聴覚失認

音は聞こえるが、その内容がわからなくなる障害である¹⁴⁾。会話は理解できないが、文字に置き換えると理解できることがある。

(g) 視覚失認

視覚刺激を適切に処理できず、対象物の形態はとらえていても、それが何であるかということがわからなかったり、自分が書いた文字が読めなかったりする。物体、画像、色彩、文字、相貌、といった特定の対象に限って障害が発生することもある¹⁴⁾。

なお、上記以外の症状として感情や欲求のコントロールが困難になる社会的行動障害¹⁴⁾も主要症状として挙げられているが、現状の提案手法で対処することは難しいため、今後の課題としたい。

2.3 既存システムが持つ問題点

調理を支援するシステムに関しては従来より様々なシステムの研究・開発が行われている。しかしながら、これらの既存システムでは前節で述べた、様々な認知機能の障害に対処するのは困難である。

一般に普及しているシステムとして、携帯型ゲーム機 NINTENDO DS の調理支援ソフトがあるが、それらが提供するレシピは高次脳機能障害者の心身特性に配慮されてはいない。

例えば、「健康応援レシピ 1000 DS 献立全集」¹⁵⁾では「材料 X を切って t 分ゆでる。ざるに上げて水気をきり、材料 Y を切る。」というように、複数の調理操作が 1 手順としてまとめて提示されるため、作業がどこまで進んだのかを把握しづらく、調理者の混乱を招く恐れがある。遂行機能障害を持つ高次脳機能障害者の場合は、タスクを分割し単純化することが重要とされており¹⁶⁾、このような点からも、レシピの構造に問題がある。

「世界のごはん しゃべる! DS お料理ナビ」¹⁷⁾は、レシピの記述メディアに、テキスト、静止画、映像、音声を使用しているが、映像による解説は手順の一部にとどまっている。しかも、映像解説は、調理者が明示的に要求しない限り提示されないため、記憶障害の場合は映像を提示するという操作自体が想起されない可能性がある。

一方、高次脳機能障害者に対する作業支援については、多数の研究事例があるものの、調理分野に適用可能な例は見られない。中山らは高次脳機能障害者の日常生活支援を目的として PDA 上で動作するソフトウェアを開発し、市販している⁴⁾⁵⁾。このソフトウェアはタスクの手順をユーザ自らが入力できるため、作業を細分化し、リスト表示できるが、テキスト、静止画、音声による提示が主体であり、調理動作の再現には不十分と考えられる。佐々木らは、USB カ

メラにより高次脳機能障害者の作業を見守り、作業誤りを検出してガイダンスを提示するシステムを提案している¹⁸⁾が、支援対象がブロックの組立て作業であるため、要求される動作は単純で種類も限定されている。また、このシステムも、テキスト、静止画によって情報を提示している。

3. 高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションのデザイン

前章では、高次脳機能障害者が一般的なレシピや、既存の支援システムを用いて、調理を完遂させようとする際に起こり得る問題点を述べた。本稿で対象とした高次脳機能障害を持つ被験者の場合は、一般的な調理本のレシピによる調理時にこれらの問題点が顕在化し、独力での調理には至らなかった。既存の支援システムでも、提示するレシピが高次脳機能障害者の利用を考慮した構造になっていない限り、同様の結果になる可能性がある。

本章では、これまでに説明した問題点を解消できるように、ナビゲーションシステムのデザインを進める。

3.1 システムの目標

本研究の目標は、高次脳機能障害者が独力で調理を完遂できるように支援する調理ナビゲーションシステムの実現である。この目標は、山内によって提唱された Quality of Life の構成要因¹⁹⁾を基礎としている。すなわち、

- (1) 身体的健康 (健康を維持増進すること)
- (2) 生活動作 (排泄、整容、摂食など身辺処理の他、移動、買い物、旅行、娯楽などを含む)
- (3) 精神生活 (尊厳、自尊心、個人的信条・価値観、社会的価値観など)
- (4) 社会生活 (家族・地域・社会との関係、コミュニケーションなど)

の4要因の向上である。上記(1)(2)と調理行動の関係は明白である。さらに、独力での調理完遂体験は(3)(4)に対しても貢献できると考えている。家事労働の中でも重要な地位を占める調理という仕事を行えるということは、自信と、精神的な満足感を生み、社会参加を促すと期待できる。

以上の考えに基づき、我々は、高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションシステムが達成すべき目標を次のようにまとめた。

目標(1) 高次脳機能障害者が独力で調理を完遂できるように支援する。

目標(2) 高次脳機能障害者が、システムを利用し、人手に頼らず調理を成功させることで、その自己効力感(必要な行動を効果的に遂行できる可能性の認知²⁰⁾)を高める。

目標(3) 自己効力感の高揚を通じて、社会参加を促し、自立した生活への足がかりを築く。

3.2 システムの基本コンセプト

第2章で述べた問題点を解消し、前述した目標を達成するため、我々は、高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションシステムの基本コンセプトを以下のように定めた。

コンセプト(1) 曖昧性が排除されたレシピの提供

一般的なレシピには、調理リソースに関する記述や、常識的知識が省略されていることがある。それらを補完し、具体的記述にする。

コンセプト(2) 手順の分割

一つの手順に複数の調理操作が含まれ、多数の食材の加工に関して記述されている場合は、それらを分割し、調理者が一段階ずつ確認しながら調理を進められるようにする。

コンセプト(3) 静的・動的メディアを組合せたレシピ提示

2.2節で説明したように、高次脳機能障害者が調理の手順を理解しやすいようにするには、症状に対応した適切な構造を持つ調理レシピを、静的・動的メディアを組合せて提示する必要がある。また、提示にあたっては、動的メディアの再生は、手順の開始時に自動的に開始し、意識的に要求するという余計な手間は省く。

コンセプト(4) 調理手順の一覧表示と調理の進行状況の可視化

レシピの手順を一覧表示し、現在、実施中の手順はどこなのかを明示する。これにより、高次脳機能障害者が調理の進行を完全に把握する必要がなく、記憶に対する負荷を軽減する。

次節以降で、上記のコンセプトに示した、レシピの構造変換、および、静的・動的メディアの組合せ方式と、その具体的な提示・制御方法を具備したプロトタイプシステムについて述べる。

3.3 レシピの構造変換と記述メディアの組合せ方

本研究では、静的・動的メディアを調理手順ごとに分割し、同時に提示する。静的メディア(テキストおよび静止画像)は、調理手順の一覧性を確保し、高次脳機能障害者が必要な情報のみを素早く取り出すために使用する。そして、動的メディア(映像および音声)は調理操作を直接的に教示し、詳細な手の動かし方や器具の扱い方、および動作のタイミングを明示するために使用する。これにより、高次脳機能障害者がレシピのテキストの行間を読む手間を省き、静的メディアだけでは教示しきれなかった、調理に関する常識的かつ暗黙のうちに省略されている知識がなくても、調理を完遂できるようにする。

手順ごとに分割された両方のメディアは、見比べやすいように同期させて提示する。つまり、静的メディアによって表示されている手順一覧においては、現在実行中の手順が一体どこなのか明確にわかるようにしておき、当該手順の実施中には、動的メディアによる教示が、繰り返し再生される。あわせて、各手順で使用する調理リソース情報を手順の説明から分離して漏れなく提示し、高次脳機能障害者が、準備すべき器具や食材に関する情報を手順の説明文から抽出したり、記憶したりするための負荷も軽減する。分割された手順間は前後に自由に移動でき、現在の手順から次の手順に移動すると同時に、その手順の実施方法が動的メディアで再生される。高次脳機能障害者にとって

図 1 一般的なレシピの例
An example of a standard recipe.

図 2 参照解決と手順分割がなされたレシピの例
An example of a compiled recipe.

は、静的メディアによる記述をつぶさに読解する必要はなく、必要な調理リソースに関する情報だけを取得し、後は動的メディアが示すとおり動作を再現すればよい。

なお、本研究ではレシピの分割は、切碎、混合といった調理操作単位を基本とする。

一般的なレシピでは、図 1 に示すように、複数の操作が一手順に含まれていることが多い。図 1 の b. 作り方の手順 1 はレシピ上では一手順ではあるが、実際は

(1) 卵を溶く。

(2) 卵に味付けの調味料を加える。

という二つの作業から構成されている。このような事例は多数存在し、しかも、どの程度の作業が一手順に含まれるのかは、レシピによってまちまちである。

また、手順 1 に「味付けの調味料を加え」という一文があるが、これは、レシピ冒頭に列挙された材料のうち、調味料の部分を参照している。このように調理に必要な情報が分散して配置されていると、作業記憶に関する能力が低下している高次脳機能障害者に対して負担が大きかったり、注意障害を持っている場合は注意が分散して、混乱したりする可能性がある。本研究では、以上のようなレシピ文における参照を全て解決し、図 2 に示すような手順に分割したレシピを使用する。手順 1 は、卵を溶く操作と味付けのための操作に分割され、味付けの操作はさらに個別の調味料を添加する操作へと展開し、最終的に図 2 の手順 1 ~ 6 に分割される。このように、情報の提示を調理操作単位に一貫させて、分散配置された情報を各手順に埋め込むこと

図 3 プロトタイプシステムの画面
A screen shot of the proto-type system.

表 1 表示用モニタの性能
Monitor spec.

サイズ	17 型
解像度	1280 × 1024 (SXGA)
表示領域	337.9 × 270.4 (mm)
外形寸法	(W × H × D) 372 × 369 × 151 (mm)

で、ユーザの記憶能力への負担が軽減され、かつ、現在実行している手順のみに注意を向けるだけでよくなる。

なお、今回は実装上の負荷を軽減するため、以上のような手順分割は手動で行った。

3.4 プロトタイプシステム

図 3 に調理ナビゲーションシステムのプロトタイプの画面構成を示す。

プロトタイプシステムでは、静的メディアにテキストのみを使用している。これは、高次脳機能障害者の場合は、一度に大量の情報を処理し切れない場合があり、あまり多くの情報が画面上に提示されていると、注意が分散し、かえって混乱する可能性があるためである。

画面左に映像提示部、右側に手順一覧表示部を配し、現在実行中の手順については、テキストの背景色を変化させて注視すべき部分を明示し、映像提示部では、映像レシピのうちテキストに対応した部分を繰り返し再生する。そして、各手順のテキスト下部にその手順で使用する調理リソースのリストを提示する。

図 4 に開発した調理ナビゲーションシステムをキッチンに設置した様子を示す。表示用モニタには、BENQ 社製 FP72E を使用した。モニタの性能を表 1 に示す。

モニタ、動画表示領域、フォントのサイズは、被験者を交えた予備実験を行い、作業場所と視認性の確保を考慮して決定した。

システムの操作には、ゲーム機のコントローラを用いる。

図 4 調理ナビゲーションシステムを設置したキッチン
The kitchen with the system.

使用するボタンは二つだけで、レシピの手順を先に進める、戻すという最低限の操作だけにし、利用者の記憶に負担をかけないようにした。また、ユーザがボタンを押した結果、映像提示部に示されている手順が進んだり、戻ったりしたことを認識しやすいよう、ボタン操作に合わせて効果音を鳴らすとともに、合成音声によって「次に進めるよ」「前に戻るよ」とシステムに発話させた。画面横の熊型ロボットは、ユーザがシステムに対して、親しみを持てるように設置したもので、発話時の演出として画面を指し示すジェスチャを行わせた。

4. 調理ナビゲーションシステムを用いたフィールド検証

前章までに述べた高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションシステムを、実際のリハビリテーション現場で利用し、その有効性を検証した。本リハビリテーションプログラムは4日間にわたって実施され、システムを用いて6回の調理が行われた。

4.1 被験者

被験者は39歳の女性である。図5に頭部MRI画像を示す。くも膜下出血のため、左大脳半球(図5の点線枠内)が広範囲に萎縮しており、左右、特に左側の著しい脳室拡大が見られる。症状に関しては、失語症に加えて、記憶、注意、遂行機能等、知的能力全般に渡って障害が発生しており、次のような特徴を有していた。

- 特徴(1) 言語理解に関しては聴覚より視覚情報の方が理解しやすい。
- 特徴(2) あいまいな場面の読取りや物事をすばやく処理することは不得手。
- 特徴(3) 構成力や遂行機能面が弱く、解決までの筋道を見つけ出すことが苦手。
- 特徴(4) 注意対象をテンポ良く切り替えることが苦手。
- 特徴(5) 複数ある指示を覚えておきながら作業すると一つの課題に没頭しやすい。

図 5 被験者の頭部 MRI 画像
MRI Images of the Patient.

特徴(6) 緊張や自信のなさを感じやすい。

特徴(7) 右半身に軽度の麻痺。

調理に関しては、発症以前は経験がなく、家族の調理を見たことがあった程度である。発症後から、我々のシステムを用いるまでには「肉じゃが」「オープンによる揚げないとんかつ」「とりささみ梅しそ巻き」「餃子」「中華スープ」の5品目で調理訓練を行っている。調理時間は最長でも1時間程度である。いずれも一般的な調理本から抜粋した静止画像とテキストから構成される紙のレシピで、3.3章で述べたような構造変換はされていない。例えば、「揚げないとんかつ」では「豚肉は8mmの厚さに切り、両面に塩、こしょうをして耐熱皿に並べ、30秒ほど加熱する。」というように、レシピ上の一手順に複数の調理操作が存在していた。この紙レシピによる訓練では、被験者はレシピを確認しながら調理をしようとしても、手順に関する補足説明を加えなければ進めることができず、また、テキストの読み間違いなども発生し、訓練担当者が常に助けたり、指示を与えたりすることが前提になっており、独力での達成は困難で、自信のある様子は見られなかった。

4.2 実験用システムの構成

情報システムを用いた調理訓練は、被験者にとって初めての体験である。したがって、被験者が画面に提示された情報をどの程度認知し、処理できるかどうかは不明であったため、リハビリテーションプログラムを前半・後半に分け、前半2日間では、3.4節で述べたプロトタイプシステム(図3)を用いて、メニューも食材数の少ない比較的簡単なものを選択し、後半では、静的メディアに画像情報を加えた拡張型システムを用いて、複雑なメニューを調理してもらうという方針を立てた。

後半の訓練で用いる拡張型システムの画面構成を図6、図7に示す。この拡張型システムは、各調理手順の完成状態の静止画像をテキストの横に配置して、タスクのサブゴー

図 6 拡張型システム 1
The enhanced system 1.

図 7 拡張型システム 2
The enhanced system 2.

ルを視覚的に明示し、かつ、調理リソース情報を静止画像と大きめのフォントで提示している。サブゴール画像は各調理手順の見出しとして機能し、料理の流れの理解を助けて、ユーザのプランニングを支援する。これと調理リソース画像を合わせることで、手順数や使用する調理リソース数の多い複雑なメニューであっても調理できるように意図している。以上の拡張によって、言語的な障害による影響をプロトタイプよりも軽減させることが期待できるが、反面、画像の増加により被験者の注意が分散される危険性も含んでいる。調理の種類によっては、サブゴール画像による見出しの利用によって先々の手順の内容を手軽に予想し、調理効率を高められる可能性があるが、同時に多くの画像を同時に提示するということは、被験者に対し必要以上の注意配分を強いるため、混乱を招くおそれがある。そこで、後半の訓練をさらに 2 分割し、すべてのサブゴール画像を提示する、拡張型システム 1 (図 6) と、現在の手順以外のサブゴール画像をマスクすることで、ユーザの注意を誘導する、拡張型システム 2 (図 7) を順に適用することとした。

4.3 実験方法

表 2 に訓練メニューを示す。被験者に対しては特別な指

表 2 訓練用メニュー
Rehabilitation program.

日程	品目	手順数	食材	調味料	システム構成
1 日目	(a) 卵焼き	11	2	5	プロトタイプ (図 3)
	(b) しし唐のナムル	5	3	2	
2 日目	(c) ねぎと塩昆布の崩し豆腐	5	3	0	
	(d) たたききゅうり	6	2	4	
3 日目	(e) じゃがいもとタコのキムチ炒め	19	5	4	拡張型 1 (図 6)
4 日目	(f) 牛肉とねぎのオイスターソース焼きそば	18	4	5	拡張型 2 (図 7)

示を与えず、ただシステムが提示するレシピを参照してこれらの品目の調理を進めてもらった。1 日で 2 品目調理する場合は、同時並行ではなく、1 品目ごとに完成させた。また、表中の食材数については、加熱調理に使用する水やサラダ油といった熱伝導媒体も含めている。

なお、4.1 節で述べたように、本被験者は調理経験が浅いため、これらの訓練メニューは全て初めて調理するものである。卵焼きのみ、家族が調理する場面を見たことがあった。

実験にあたっては本研究の目的、趣旨および内容を伝え、承諾を得た上でシステムを使用してもらい、訓練の様子をビデオに撮影し分析した。高次脳機能障害者の症状は多様であり、同様の障害、症状を持つ被験者を多数集めることは困難である。一方、一人の被験者に対して長時間に渡って多くの実験を繰り返し実施することは、心身に対する負担を考慮すると倫理的に問題がある。したがって、今回は統計処理を前提とした実験統制は行わず、撮影されたビデオ映像をもとに、3.2 節で述べた基本コンセプトがどのように機能したかを確認し、ついで、訓練後の被験者からのインタビュー結果も加えて、3.1 節で我々が立てた目標が達成できたかどうかについて考察することとした。

4.4 実験結果

調理品目 (a)~(f) の結果を以下に示す。

(1) a. 卵焼き

このメニューでは、コンセプト (3) に基づいて提示していた動的メディアレシピが、特に、最初の卵を溶く手順と、加熱工程での油を温める手順において利用された。卵を溶く手順では、被験者が映像レシピを頻繁に確認し、教示されている動作を丁寧に参照しながら卵をかきまぜる様子が、そして、油を温める手順では、音声情報をもとにした、適切な順序での動作の遂行が観察できた。

この油を温める手順は、卵焼き用の鍋を十分に加熱してから、油を注いで鍋になじませるという作業であるが、提示される映像レシピは、元になったビデオコンテンツの都合上、鍋を加熱するシーンが省略され、直ちに鍋に油が注がれるシーンから開始しており、音声によって「十分に鍋を熱し、油を入れる」と、動作の順序に関する説明がなされている。被験者はこの音声を理解し、冷えた鍋にすぐに

油を注ぐのではなく、まず、鍋を充分に加熱し、次いで油を注ぐというように正しい順序で動作を実行したのである。さらに、このとき、手を鍋の上にかざして温度を確認しつつ、映像・音声を視聴するという、二つの行動を同時に行っているところも見られた。また、この手順では使用する油の分量をテキスト・映像レシピともに明言していなかったため、周囲に助言を求めるかと思われた。しかしながら、映像レシピにおいて、余分な油をキッチンペーパーで吸収することによって、油の分量を調節するシーンが示されると、被験者は映像の通りに動作を実行し、油を適量に調節できたのである。

以上のような行動は、動的メディアによるレシピ提示の有効性を示唆している。4.1節で述べたように、本被験者はシステム利用以前の構造化されていない紙のレシピを用いた訓練では、レシピに書かれた手順を見ても一人で主体的に実行することができなかったが、上記の行動において、システムによって提示された映像・音声レシピの教示する通りの行動を、単独で遂行できている。この結果から、コンセプト(3)の効果が伺える。

最終的には卵焼きを無事焼き上げることができた。

(2) b. しし唐のナムル

しし唐や長ねぎの下ごしらえが終了した後、コントローラのボタンを押し間違え、前の手順に戻ってしまったが「あっ、間違えた」とつぶやき、すぐに操作誤りに気づいた。周囲の指摘を必要とせず気づいたことから、音声合成や効果音によるシステムの動作の明示的な通知、あるいは、コンセプト(4)に基づく実行中の調理手順の強調表示が、きっかけとなった可能性がある。その後は、15秒程度の時間でレシピを進め、正しい手順が表示されている状態にシステムを復旧させた。

調味段階では、しし唐に塩をかけるところを誤って長ネギにかけてしまったものの、音声で塩をしし唐に振りかける説明がなされると、誤りに気づいて訂正できた。4.1節で述べたように、システム利用以前の訓練では紙レシピの読違え等による誤り発生時には、周囲の指摘を受けることでそれに気づき、訂正をしていたが、本メニューでは音声レシピの教示によって、自ら誤りに気づき訂正できた。これらの比較から、コンセプト(3)が、誤りを気づかせることに対しても有効である可能性が示唆された。

(3) c. ねぎと塩昆布の崩し豆腐

本メニューは、ねぎ、塩昆布を刻み、豆腐と和えるという単純な調理であるが、昆布を入れる手順では、どの程度入れたらいいかを周囲に質問した。この料理において塩昆布は調味料の役割も兼ね、調理者の好みで量を加減する必要がある、分量が指示されていないため、慎重になってしまったようである。好みで分量を加減する、という指示を明確に記述すべきであった。自分の好みで調味するように助言を与えると、食材同士を和える段階で、映像を見ながら自分の判断で塩昆布を追加し、料理を仕上げた。

(4) d. たたききゅうり

最初に、食材の下ごしらえできゅうりをすりこ木で叩き潰す必要があった。半身麻痺の影響によって実行しにくいようであったが、自力で行えた。

調味料を加えると、あえてモニタの近くに食材の入ったボウルを持って行き、映像を見ながらきゅうりと調味料を混ぜ合わせて仕上げ、コンセプト(3)に基づく諸機能を頼りにしている様子が伺えた。

(5) e. ジャがいもとタコのキムチ炒め

この訓練では、図6の拡張型システム1を使用した。ジャがいもの下ごしらえではいもを落しながらも、丁寧に皮をむき、映像を確認しながらスライスした。その後の加熱作業では、ねぎの炒め具合を気にして周囲を確認する等の慎重さが見られたが、無事に調理を完成させた。

拡張型システムで導入した変更点については、調理リソース画像に対しては、被験者本人から「どういう器具を使うかを知るために(調理リソース画像は)あった方がよい。」との感想を得ており、概ね成功であった。しかし、タスクのサブゴール画像に対しては、被験者が映像を見ながら調理を進めた場合に、ボタンを押してシステムの状態を先に進めることを失念してしまい、システムが提示している映像レシピと、被験者が認識している調理の進行にずれが生じるケースが見られ、本被験者の場合は、サブゴール画像を全て提示したのでは負担が大きすぎたようであった。

(6) f. 牛肉とねぎのオイスターソース焼きそば

この訓練では、図7の拡張型システム2を適用した。被験者は、訓練開始後ただちに調理を開始せず、システムを操作してコンセプト(4)に基づいて表示しておいた、調理手順の一覧を閲覧し、必要な調理リソースを確認後、調味料等を前もって準備しはじめた。システム利用以前の訓練では、手順を進めるたびに周囲の指示や助言を受けて作業を実施する、という進行が常であったが、そのような状況と比較すると、本メニューでは、システムを利用して主体的かつ段取りよく調理を進めている様子を確認することができ、コンセプト(4)の有効性が示唆された。

また、中華麺に味付けする手順では、実際に味付けをしたかどうかを思い出すために、映像レシピから流れる「しょう油小さじ2杯」「酒小さじ2杯」の音声に同期して画面を指差しながら念入りに確認しており、音声情報を適切に利用していた。

仕上げる加熱では、映像を確認しながら、ねぎや麺をフライパンにスムーズに追加し、麺の炒め具合が良いいかどうかも自分で判断して、料理を完成させた。

4.5 実験のまとめと被験者による主観評価

各メニューの観察結果からは、マルチメディアレシピが、被験者に活用されていたことが分かる。4.1節で述べたように、本被験者は、システム導入以前のリハビリテーションでは、書籍のレシピから抜粋したレシピを用いて訓練を行っていたが、調理遂行全般に渡って次に何をすればよい

表 3 被験者の自己評価
Self evaluation of the patient.

日程	メニュー	システム構成	気分	意欲	理解	インタビューのまとめ
1 日目	(a)(b)	プロトタイプ (図 3)	5	4	2	家でもやってみようと思った。 音声少し早い。
2 日目	(c)(d)		5	5	2	簡単で美味しかった。 家でもできそうな気がする。
3 日目	(e)	拡張型 1 (図 6)	5	4	2	じゃがいもをどの程度きれいにむけばよいかわからなかった。
4 日目	(f)	拡張型 2 (図 7)	5	5	4	とても良かった。家にあったら使いたい。

のかを指示しなければならない状態であった。しかし、本システム使用時の訓練では、システムが提示する情報をもとに独力で問題を解決しようとする姿勢が見られ、混乱した状況以外では周囲への助言を求めることもなく、すべての調理を問題なく仕上げた。このようなシステム導入前後の状況比較からは、本システムの支援によって、被験者が単独で調理を遂行できるようになったことが推測される。

表 3 に被験者本人から聞き取った訓練に対する自己評価およびインタビューのまとめを示す。自己評価の聞き取りは、担当のケースワーカーによって行われた。表中の気分、意欲および理解の項目は以下のような 5 段階評価で、5 が最良の評価である。

気分 1. 全く楽しくなかった～5. とても楽しかった

意欲 1. とても疲れた～5. まだまだできそう

理解 1. 全くわからない～5. よくわかった

表 3 の「気分」「意欲」については、一貫して高い評価をつけており、調理に対する積極性の高さが確認できる。さらに、自宅でも調理をしたくなったという発言からは、自立への強い意向を伺うことができ、システム導入以前の受身の状態と比較して、前向きな態度の形成が感じられる、良好な自己評価を得ることができた。

訓練メニューは、リハビリテーションが進むにつれて食材・調味料数が増加し、手順も複雑になっていったにもかかわらず、最終日に「理解」の項目に対して高い評価をつけている。これは、訓練メニューをすべてやり遂げたという経験によって自信がついたと見ることもできる。また、メニュー (e)(f) の観察結果の比較も考慮すると、本被験者の場合は、レシピ、調理リソース、タスクサブゴール、といった情報を静・動的メディアによって提示する際は拡張型システム 2 (図 7) で示したような注意の誘導が有効であるという可能性も示唆されている。

一方、インタビュー結果からは、音声メディアの再生速度や、じゃがいもの下ごしらえにおけるタスクサブゴールの提示方法に対し、若干の課題があったこともわかる。食材の下ごしらえをどの程度丁寧に行うかの判断は、誰に料理を振舞うかといった周囲の状況にも関係するため、一概に

説明することは困難である。本被験者の場合は、リハビリテーションの一環であるということ意識してか、じゃがいもの下ごしらえを丁寧に行い、結果として映像レシピで示されたじゃがいもとはほぼ同じ状態にまで至っており、調理上の問題はなかったと考えられる。

音声については訓練初日での感想であり、最終的にはシステムの再生速度に慣れたようであるが、今後、個人適応可能な再生速度の制御等について検討したい。

5. 考 察

本章では、3.1 節で挙げた本システムの目標がどの程度達成されたかを、観察結果と被験者からのインタビューをもとに考察する。

5.1 目標 (1) 独力での調理完遂の支援

前章で述べたリハビリテーションの観察結果の通り、我々が設計したシステムは期待通りに利用され、本被験者は、深刻な失敗をすることなくすべての料理を仕上げた。完成した料理は味についても全く問題なく、リハビリテーションプログラムを無事終了できた。特に、メニュー (e) や (f) は調理に 1 時間以上を要したが、高い意欲を見せており、集中して調理に取り組んでいた様子が伺えた。システム導入以前の訓練では、調理のみに連続して 1 時間以上取り組むことはなく、しかも周囲からの指示を全般的に必要とした。このような、短時間の調理でも受身の状態であったシステム導入以前の訓練を考慮すれば、本システムは、被験者の独力での調理完遂に対し貢献できたと考えられる。

5.2 目標 (2) 自己効力感の向上

メニュー (e) 「じゃがいもとタコのキムチ炒め」は、完成までに 85 分と、全メニュー中で最も時間がかかったが、自己効力感の向上を示す典型的な事例が観察された。本メニューにおいて、被験者は、じゃがいもの皮むきと芽取りを、約 30 分かけて非常に丁寧に行っていた。片腕が不自由な状態であり、じゃがいもを落とすこともあったため、我々は、被験者に対し半身麻痺患者用のまな板の使用を勧めた。しかし、被験者は「(普通のまな板で) やれそう。」と提案を断り、通常の調理器具だけで上手に下ごしらえした。全体を通して非常に長時間の調理であったにもかかわらず、終了後も「さほど疲れていない」と、高い意欲を保持しており、自信のある様子を見る事ができた。このような事例や、表 3 のインタビュー結果を総合すると、被験者本人の「自分は調理ができる」という自己効力感が向上していると考えられる。

5.3 目標 (3) 自立

自立という側面からは、被験者が自宅で家族に対し、自分に料理をさせてくれるよう、初めて提案したことが非常に大きな成果であった。2 日目の訓練終了後「ねぎと塩昆布の崩し豆腐」の作り方を記憶しており、自宅で自分自身の手で完成させることができたのである。本被験者は、障害を負って以来、なかなか家事を担当させてもらえなかつ

たが、このように同居している家族に対して自己主張できたことは、極めて重要な変化であり、自己効力感の向上を通じて自立を促すという、本研究の期待通りの成果が得られたといえる。

6. む す び

本稿では、高次脳機能障害者の独力での調理を支援するため、高次脳機能障害者の心身特性に配慮し、静・動的メディアを組合せて適切に構造化されたマルチメディア調理レシピと、それを用いた高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションシステムを提案した。提案システムを実際に高次脳機能障害を持つ被験者のリハビリテーションに適用した結果、被験者は、高い意欲を持って、なるべく他者に依存せずに調理を遂行できるようになり、システム適用前よりも自己効力感が高まっている様子を観察できた。また、家庭内でも、できる範囲で調理の分担を自ら進んで引き受けるようになるなど、自立に向かった非常に良い傾向を見ることができた。以上の結果から、本システムによって、我々が掲げた目標がほぼ達成できたことを確認した。

現在、我々は新たな被験者のリハビリテーションにもシステムを適用しているところである。今後も症例研究を進めて事例を蓄積し、様々なタイプの高次脳機能障害者に対応できるようにシステムを改善して行く予定である。

最後に、本研究にご協力いただいた、被験者様に深く感謝する。また、日頃から熱心に議論および実験協力をいただく大阪府立障がい者自立センターの小山智美氏、廣畑史子氏、大槻奈穂氏および辻野琢也氏に謝意を表する。なお、本研究の一部は、文部科学省研究費補助金（基盤 C 21500192）の支援を受けた。

【文 献】

- 1) 小倉郁子, 早川裕子, 三村将, 穴水幸子, 藤森秀子, 前野豊, 三村将, 穴水幸子: “高次脳機能障害を持つ患者に対する調理訓練の経験”, 認知リハビリテーション, **2007**, pp. 40-45 (2007)
- 2) 山下満智子, 川島 隆太, 岩田 一樹, 保手浜勝, 太尾小千津, 高倉美香: “調理による脳の活性化 (第一報)”, 日本食生活学誌, **18**, 2, pp.134-139 (2007)
- 3) 山下満智子, 川島 隆太, 岩田 一樹, 保手浜勝, 太尾小千津, 高倉美香: “調理による脳の活性化 (第二報)”, 日本食生活学誌, **17**, 2, pp.125-129 (2006)
- 4) 明電ソフトウェア株式会社, “高次脳機能障害者のリハビリ・生活・就労支援ソフト「メモリアシスト」”, <http://talkassist.meidensoftware.co.jp/ma/index.html>
- 5) 中山剛, 中井徹志, 横田恒一, 外山滋, 加藤誠志, 岡谷和典, 上田典之, 植松浩: “高次脳機能障害者の日常生活支援を目的とした PDA 用ソフトウェアの開発”, 信学技報 (WIT), 福祉情報工学, 103(746), pp.13-18 (2004)
- 6) 成田健一, 下仲順子, 中里克治, 河合千恵子, 佐藤真一, 長田由紀子: “特性的自己効力感尺度の検討—生涯発達の利用の可能性を探る—”, 教育心理学研究, 第 43 巻, 3 号, pp. 306-314 (1995)
- 7) 日本工業標準調査会: “人間工学—マルチメディアを用いるユーザインタフェースのソフトウェア—第 1 部: 設計原則及び枠組み”, JISZ8531-1, <http://www.jisc.go.jp/>
- 8) 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 近間正樹, 上田博唯: “動作同期型調理ナビゲーションのための実世界対応型調理タスクモデル”, 画電学誌, **36**, 3, pp.252-263 (2007)
- 9) 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 西口敏司, 池田克夫: “動作同期型調理ナビゲーションのためのユーザ適応型調理タスクモデル”, 情処学論, **50**, 4, 1299-1310 (Apr. 2009)
- 10) 浜田玲子, 宮澤寛, 鈴木幸敏, 岡部淳, 佐藤真一, 坂井修一, 椎尾一

郎: “コンピュータ強化キッチンによるインタラクティブ調理支援”, 第 13 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2005), pp.49-52 (2005)

- 11) 福田司, 中内靖, 野口勝則, 松原隆: “自律移動ロボットとタッチパネルを利用した調理作業支援システム”, 機学論 (C 編), **72**, 716, pp.201-208 (2006)
- 12) 和田淑子, 大越ひろ: “健康・調理の科学 - おいしさから健康へ”, 建帛社 (2004)
- 13) 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部, 国立障害者リハビリテーションセンター: “高次脳機能障害診断基準”, http://www.rehab.go.jp/ri/brain_fukyu/handankizyun.html
- 14) 鈴木孝治, 早川裕子, 種村留美, 種村純: “高次脳機能障害マエストロシリーズ (3) リハビリテーション評価”, pp.48-49, pp.55-57, pp.101-103, pp.130, 医歯薬出版株式会社 (2006)
- 15) 任天堂: “健康応援レシピ 1000 DS 献立全集”, <http://www.nintendo.co.jp/ds/aoij/index.html>
- 16) 山島重, 早川裕子, 博野信次, 三村将, 先崎章: “高次脳機能障害マエストロシリーズ (1) 基礎知識のエッセンス”, pp.30, 医歯薬出版株式会社 (2007)
- 17) 任天堂: “世界のごはん シャベる! DS お料理ナビ”, <http://www.nintendo.co.jp/ds/cnvj/index.html>
- 18) 佐々木祐介, 佐藤孝幸, 磯辺友佳里, 廣富哲也: “USB カメラを用いた高次脳機能障害者のための作業支援システム”, 信学技報, **107**, 436, WIT2007-55, pp. 1-6 (2008)
- 19) 山内繁: “参加支援工学”, BME, **12**, 8, 1-8 (1998)
- 20) 浜田玲子, 井手一郎, 坂井修一, 田中英彦: “料理テキスト教材における調理手順の構造化”, 信学論 D-II, **85**, 1, pp.79-89 (2002)

みやわきけんじろう

宮脇健三郎 2008 年, 大阪工業大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士 (情報学)。現在, 同大学情報科学部助手。ユビキタス調理支援などコンテキストウェアサービスの研究に従事。

さの むつお

佐野 睦夫 1983 年, 京大大学院修士課程修了。同年, 電電公社 (現 NTT) 電気通信研究所入所。2002 年, 大阪工業大学情報科学部教授, 現在に至る。ロボットビジョン, ロボットコミュニケーション, 料理メディアの研究等に従事。

よねむら しゅんいち

米村 俊一 1985 年, 新潟大学大学院工学研究科修了。同年 NTT 入社。現在, NTT サイバーソリューション研究所主任研究員。情報通信システムにおける HCI およびアクセシビリティの研究, 人間工学の標準化に従事。博士 (学術)。

おおで みちこ

大出 道子 1994 年, 大阪医療秘書福祉専門学校卒業, 介護福祉士資格取得。同年, 大阪府立砂川厚生福祉センター。2005 年, 大阪府立身体障害者福祉センター。2007 年, 大阪府立障がい者自立センター, 現在に至る。

まつおか みほこ

松岡美保子 2002 年, 自治医科大学卒。同年大阪府立病院。2005 年, 大阪府立身体障害者福祉センター附属病院。2007 年, 大阪府立障がい者自立センター兼大阪府立急性期・総合医療センターリハビリテーション科にて診療, 現在に至る。