

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 1日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500192

研究課題名（和文） 高齢者や障害者の料理行動を支援するナビゲーション方式及びリハビリ効果に関する研究

研究課題名（英文） A study of navigation method supporting cooking activities of elderly / disabled people and its rehabilitation effects

研究代表者

佐野 睦夫（SANO MUTSUO）

大阪工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：30351464

研究成果の概要（和文）：本研究では、生活の中で最も基本となる料理行動に着目し、認知障害者に対する料理行動リハビリテーションを支援する4つの基本技術：1）認知障害の程度に応じたレシピ変換による料理遂行支援、2）注意障害を改善するための並行料理支援、3）グループ調理による社会スキル向上支援、4）遠隔料理リハビリテーション支援を提案し、自己効力感の向上を確認するとともに、自立に向けた生活行動リハビリテーション基盤を確立した。

研究成果の概要（英文）：We focus on cooking activities which are the most fundamental of everyday life and proposed four basic technologies of supporting cooking rehabilitation for cognitive disabilities, i.e., 1) recipe transformation according to the grade of disables, 2) support technology for cooking in parallel, 3) group cooking support for improving social skills, 4) remote cooking rehabilitation. Throughout rehabilitation experiments, it was confirmed that their self-efficacy of cognitive disabilities can be improved. So we have established the foundation of living activities rehabilitation towards their self-reliance.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：情報システム，認知科学，マルチモーダルインタフェース，脳神経疾患，リハビリテーション

## 1. 研究開始当初の背景

料理行動は、生活・健康・環境・家族とのコミュニケーションの要である。料理行動は、家庭生活の中で、記憶力・計画力・注意分割力の脳機能の活性化を同時に満たしてくれる数少ない生活行動である。しかし、加齢とともに認知機能が低下し、料理行動に支障が発生する。また、脳の血管障害や事故などに

より脳機能の一部が損傷した高次脳機能障害の患者も多い。記憶・注意・行動に障害を残すと、これらの能力を用いる料理行動ができなくなる。この場合、脳の損傷を補う代替手段や、リハビリテーションを通して、これらの能力の回復を行うことが必要となる。このように、認知機能の支障や障害の程度に応じて自宅で容易にできる料理行動を促進す

るための支援システムの実現が望まれている。

## 2. 研究の目的

本研究は、認知機能の支障や障害の程度に応じて料理行動を支援するシステム構成法を追求するとともに、本システムを適用したリハビリテーション効果を検証することを目的とする。研究対象とする主な認知障害の種類は、記憶障害・注意障害・遂行機能障害・失語症・社会行動障害であり、軽度認知障害者の認知障害の種類を含んでおり、認知障害者に対するリハビリテーションの研究を進める上で、高次脳機能障害に対する研究成果は、軽度認知障害の認知リハビリテーションに活用できると判断した。以降、本研究で扱う認知障害者としては、高次脳機能障害者とする。

## 3. 研究の方法

本研究で取り組んだ料理リハビリテーションプログラムの流れを図1に示す。1)話し合いの中で、献立を行い、つくる料理を決定し、買い物を行う。2)レシピに基づき調理を行う。3)調理が完成したら、リハビリ担当者も含めてコミュニケーションをしながら食事をする。4)買い物や調理行動を含めてリハビリ担当者とリハビリテーションの振り返りを行う。1)から4)のステージを繰り返すことにより、料理リハビリテーションを進めていくが、料理リハビリテーション支援システムなしにはプログラムを進めていくことは困難である。買い物のステージでは、設定された予算の中で、レシピに書かれた食材を購入する必要があり、一定の認知能力が試される。調理のステージでは、克服すべき障害の種類に応じて、プログラム自体を調整し、適用すべき支援システムも、それに合わせて選択的適応を図る。

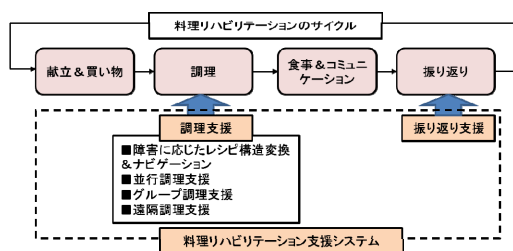


図1 料理リハビリテーションの流れ

図2にプログラムの種類とその目的を示す。基本プログラムは、認知障害において観察される基本的な障害（記憶障害・注意障害・失語症・遂行機能障害など）に対するリハビリテーションであり、障害の種類や程度に応じてレシピの変換を行い、提示メディアの構造化を行うことで円滑なナビゲーション

ンを行うことにより、単一種目の調理を完成させることを目指すものである。応用プログラムは、単一種目の調理が慣れてきた患者に対して、複数の調理を並行的に行う作業付加を加え、注意障害に対して重点的にリハビリテーションを行うプログラム（並行調理リハビリテーション）と、グループでの協調行動の目標を与え、社会行動障害に対して重点的にリハビリテーションを行うプログラム（グループ調理リハビリテーション）から構成される。それぞれ、並行調理支援・グループ調理支援システムがサポートを行う。発展プログラムは、在宅での持続的なリハビリテーションを目指し、リハビリ担当者が側に居なくても調理を進めることを目標としたプログラム（遠隔調理リハビリテーション）であり、自立心を醸成させるとともに遠隔での支援環境を構築することを狙いとしている。食事のステージでは、どのプログラムにおいても、リハビリ担当者も交えて、コミュニケーションを取りながら、苦労して作った料理を楽しく食べる。このように、自分が一生懸命に作ったものが、その場に居る人の中で味わえる醍醐味は、他のリハビリテーションにはないものである。コミュニケーションを取りながらの楽しい食事は、エピソード記憶への働きかけが期待できる。

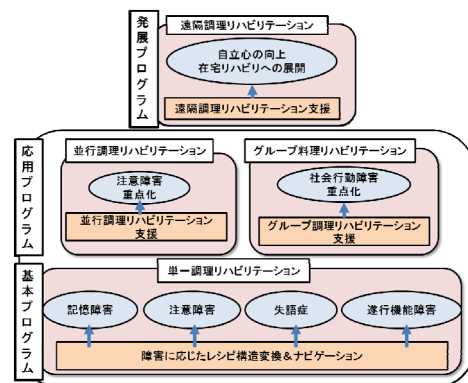


図2 料理リハビリテーションプログラムの種類

食事の最中もしくは食後の振り返りのステージは、リハビリテーションにとって最も重要なものである。うまくできたところや、できなかったところ、危険な場面などを、構造化されたレシピや映像を振り返り、コミュニケーションをとりながら、共有画面にチェックをつける。次の挑戦への課題を明確にし、患者とリハビリ担当者との間で、問題意識の共有を図ることを狙いとしている。次に挑戦するレシピもこの段階で決定する。次に克服すべき課題を記す。本プログラムでは、リハビリセンターで作った料理を、自宅で家族の協力のもとで作成する試みを行なう。家庭生活における精神的自立を目指すものであり、家

族の理解と協力を促し、患者の回復を感じてもらおうことを狙いとしている。現段階では、支援システムを自宅で活用することはできないが、障害のレベルに応じ構造化された紙レシピを用いる。

以下、提案方式を、料理支援システムと料理リハビリテーション方式に関する技術、支援システムを支えるコア技術の順に示す。

(1) 料理ナビゲーション支援システムとリハビリテーション方式

① 障害に応じたレシピ構造変換とナビゲーションと料理リハビリテーション

認知障害者向け調理ナビゲーションシステムとして、「曖昧性が排除されたレシピの提供」、「手順の分割」、「静・動的メディアを組合せたレシピ提示」、「調理手順の一覧表示と調理の進行状況の可視化」の4つの基本コンセプトに基づきデザインを行った。

「曖昧性の排除」では、一般的なレシピは、包丁やまな板など常識的な調理リソースは省略されるが、変換レシピでは、それらを具体的に記述する。失語症では、テキストの意味や概念が理解できない場合が多く、実物の画像そのものを提示する。「手順の分割」では、一般的なレシピは、複数の操作が一手順に含まれている場合が多く、変換レシピでは、一つの操作ごとに指示を分割する。さらに、一般的なレシピでは、「味付けの調味料を加え」というように、材料の部分を参照しており、調理に必要な情報が分散しており、作業記憶に関する能力が低下している障害者に対しては負担が大きく、注意障害を持っている場合には注意が分散して混乱してしまう。変換レシピでは、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により、記憶負荷を低減させ、現在実行している手順のみに注意を向けるだけでよい。「静・動的メディアを組合せたレシピ提示」では、分割された1つの手順ごとに、動的な映像メディアと静的なテキストメディアを同期させて提示し、当該手順の実施中は、映像メディアを繰り返し再生する。また、手順間の移動も自由に行え、テキストメディア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映像メディアが示すとおり動作を再現するだけでよい。さらに、調理手順の一覧表示を行い、全体の作業量を把握するとともに、現在実行中の調理の進行位置を強調表示することにより集中して調理を行える。

② 並行調理支援システムと料理リハビリテーション

複数品目の同時並行調理は単一品目の調理よりも、現実の生活に即した行動であるが、認知障害者が、同時並行調理を完遂するためには、単一品目を調理する場合と較べて、新たな課題が生じる。本研究では、それらの課題を解消するべく、開発済みの認知障害者向け調理ナビゲーションを拡張した。例えば、記憶の中でも、現在、見たり聴いたりしている事象を一時的に保持する、作業記憶の機能が低下すると、並行して行っているタスクの状態を記憶できず、作業を遂行することが困難になる可能性がある。また、注意においては、ある刺激に注意を向けつつも、必要に応じて、より重要な刺激に向けて注意を切り替える、注意の転換性や、複数の刺激に同時に注意を配る、配分的注意、といった注意機能が低下した場合に同時並行的なタスク遂行が難しくなる。以上、認知障害者の同時並行調理を完遂させるためには、作業記憶の負担を軽減するため、調理状態の一時的な記憶や並行して進行する調理状況の記憶を外化すると共に、調理プロセスのサブタスクごとのアウェアネスの制御を支援することが必要である。提案方式では、以下の3つの機能を設けた。

- ・料理品目ごとにグルーピングされた全調理ステップの可視化

- ・調理ステータスの明示

- ・背景色の切換による注意誘導

③ グループ調理支援システムと料理リハビリテーション

認知障害者が社会復帰を円滑に進めていくには、社会行動障害を克服していく必要がある。本リハビリテーションでは、社会スキル向上を目指したグループ調理支援システムを活用する。本システムは、協力行動発現支援プロセスと、協力行動評価プロセスから構成される。協力行動発現支援では、調理手順共有ボードを介して、まず、役割分担を行う。次いで協調して調理作業を実行し、必要に応じて役割分担変更を行いながら、与えられた調理タスクを協調して完了させることを目指す。協力行動評価支援では、図3に示すように、全体のレビューを行い、レビューボードの担当ステップ欄に、相手に助けてもらった印（感謝マーク）、自分のよかったところの印、ひやりとしたところの印をつける。リハビリ担当者も加わり、参加者が協力行動に気づかない場合は、指摘する。本プロセスは、社会スキル獲得の自信を深めるために極めて重要である。

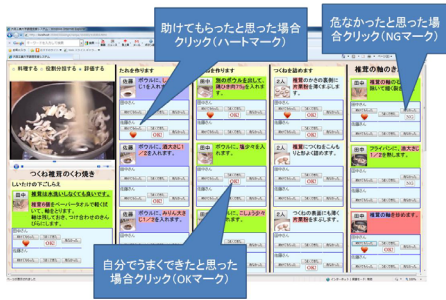


図3 レビューボード画面

#### ④ 遠隔調理支援システムと料理リハビリテーション

現システムでは、リハビリ担当者が障害者の側に付き添って、行動をチェックしており、「困ったとき障害者が自力で解決せずにリハビリ担当者に頼ってしまう」や「リハビリ担当者は、側にいると頼られた場合、ついつい手助けをしてしまう」という問題点がある。自立心をさらに醸成するためには、障害者がリハビリ担当者に依存しない環境づくりが必要である。上記課題を解決するために、下記に示すような調理リハビリテーション環境が必要であると考え。

- ・リハビリ担当者は別の部屋からカメラで遠隔監視を行い、適宜相互にコミュニケーションできるようにする。
- ・障害者は、リハビリテーション中、自力で問題解決ができないときにのみ問い合わせをする。リハビリ担当者は、行動が危険であると感じたときや手順として大きな問題があると判断したときには、遠隔で指示を出すことができる。

遠隔調理リハビリテーション環境の要件として、「情報取得の完備性」、「指示のリアルタイム性」、「安心感が持てるコミュニケーション環境」を設定し、遠隔リハビリテーション環境を構成させた。映像伝送は Skype を用いた。

#### (2) 料理リハビリテーションを支援するためのコア技術

料理ナビゲーションを支援するための要素技術として、調理動作および調理器具の認識方式を示す。

##### ① 調理動作認識方式

加速度センサを腕に装着し、加速度センサ波形(x,y,z 軸)に対して、ウェーブレット変換を行い、時間軸とスケール軸の2次元の濃淡画像(ウェーブレット画像、濃淡はウェーブレット係数)を算出する。算出された x,y,z の各軸に対するウェーブレット画像に対して、大津の方法により2値化し、連結成分解析を行い、連結成分の縦・横軸の長さを特徴量とした。識別方法は、k-NN法を採用し、識別系を構成した。

##### ② 調理器具認識方式

背景差分処理と手領域の除去処理を行う。調理台上の物体を検出し、SURF(Speeded Up Robust Features)を用いて、リアルタイムに検出された物体の特定認識を行う手法を提案した。調理空間では、照明条件が一定ではなく影も発生し、人間の手の動作などによりオクルージョンが頻繁に発生するなど認識環境としてはきびしいものがある。提案方式では、まず、フリッカーやごま塩ノイズモデルに対応した背景差分処理を行う。同時に、器具の把持部のようなオクルージョン発生が予想される不安定領域を取り除いた物体モデルを想定し、物体領域抽出を行う。次に、抽出された領域に対して、特徴記述を行う。従来の特徴記述方式として Haar-Like 特徴記述方式があるが、SIFT(Scale-Invariant Feature Transform)特徴記述方式に比べて回転に弱いといった点がある。一方、SIFT 特徴記述方式は処理コストが大きく、高速に特徴抽出が可能な SURF 特徴方式の方が有利である。このように、回転にロバストでよりリアルタイムに物体認識を行うことができる SURF 特徴記述方式を採用した。具体的には、キーポイントを中心に、20s×20s の正方領域を 4×4 のグリッドに領域分割し、分割した領域から Haar-like (サイズ 2s×2s) を計算することにより輝度勾配を求め、計 64 次元の特徴ベクトルとして表現した。識別方式は、k-NN法を採用し認識系を構成させた。加速度センサのサンプリング周波数は 250Hz とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 料理ナビゲーション支援システムとリハビリテーション方式の検証結果

##### ① 障害に応じたレシピ構造変換とナビゲーションと料理リハビリテーションの検証結果

提案システムを、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。実験参加者は 39 歳の女性で、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いた。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。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ずともなく、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。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、料理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、家事を担当させてもらえなかったが、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。

#### ② 並行調理支援システムと料理リハビリテーションの検証結果

本リハビリテーションは、自立センターにおける支援システムを用いた調理、自宅での調理ともに8回、1日に1回、延べ16日間にわたって実施した。実験参加者は成人女性である。両側前頭葉、側頭葉の脳挫傷により、高次脳機能障害と診断された。症状としては、注意を向ける範囲が限定される傾向にあることが特徴である。ただし、この女性は、自分に対する自信が持てない状態に陥っていたため、前半の8日間は単品の調理、あるいは、監督者の指示のもとでの2品目調理を行い、調理作業に慣れた上で、後半8日間（リハビリセンターと自宅両方）で、複数レシピに対して、同時並行調理支援システムを用いた。

今回の実験では、実験参加者が、リハビリテーションを重ねるごとに、自信や自己効力感において、手応えを感じている様子が観察された。今回の実験に協力した被験者も、同時並行調理実施前の単一品目での訓練においては、「もっと凝った料理や、もう一品作りたい気分になるが、いざ、同時進行させるとなると不安を感じる。」と、料理への意欲を示したものの、同時並行調理を独力で完遂できるかどうかという不安、およびそこから来る躊躇を示していた。しかしながら、同時並行調理ナビゲーションシステムを用いたところ、作業パフォーマンス面では、4段階評価で、全て4「間違いなくできた」となり良好な評価が得られた。また、この評価を裏付けるように、実験中のビデオ映像から、目の作業と、同時並行して実施している加熱作業の進行具合等の両方に、注意を配分できていることが確認できた。特に最終回のリハビリテーションでは、2品合わせた調理工程数が、それまでの20工程前後に比べ31工程と非常に複雑なメニューであったが、自力で調理できた。精神面での評価でも、「最初のころより自信が持てたと思った」「火の元の管理等大分しっかりしてきたと感じる」と、自信の獲得を示唆するコメントが多数見られ、最終的には、「料理が楽しく、自信がついた。」という、自己効力感と意欲の向上が見られるに至った。以上の点から、本シ

テムによる支援の有効性が示唆された。

#### ③ グループ調理支援システムと料理リハビリテーションの検証結果

実験参加者Aは60歳代の男性で、身体的な障害はないが、意欲向上の点で難がある。記憶力、注意力が低下しており、調理経験は全くない。実験参加者Bは40歳代の男性で、下肢麻痺で車椅子を利用している。記憶力、注意力が低下している。若干の調理経験を有する。この2人のペアでの2回に渡る検証結果を示す。2人は、リハビリ開始前は、廊下ですれ違って挨拶をしない状態であった。社会スキル向上の評価は、KISS18に基づくアンケートと、ビデオ映像による共同注視回数により実施した。1回目と2回目を比較すると、アンケート評価では、平均2.8から3.8へ向上し、共同注視回数も64回から91回に向上し、双方とも約40%の向上があった。一定の社会スキル向上効果があると推測される。

#### ④ 遠隔調理支援システムと料理リハビリテーションの検証結果

提案するプログラムおよび支援システムの有効性を検証するために、料理未経験の30代男性の認知障害者に対して、実証実験を行った。記憶障害を有するが、遠隔でのリハビリテーションを行っても、問題がない程度の障害と判断し実施した。リハビリテーションセンターにおいて、1カ月に渡り、実験を行った。第1回目、第2回目、第4回目は、支援システムを用いて遠隔調理リハビリテーションを実施した。第3回目は、比較のため、従来のリハビリ担当者が側にいる調理リハビリテーションを実施した。調理リハビリテーションにおいては、包丁や火を使う作業には危険も伴う。さらに、通常、ある調味料がないなど咄嗟の対応が求められるケースがある。このような危険性や緊急性が求められるリハビリ環境の中で、どの遠隔リハビリも安心して遂行することができた。実験参加者からは、リハビリ担当者が側に居る環境よりも、「遠隔環境の方が集中してできた」という感想を得ており、遠隔環境で安心してリハビリテーションが行えたことを裏付けている。また、リハビリ担当者からは、「一定の距離があつていい」というコメントも得ており、本リハビリテーションの有効性が確認できた。

#### (2) 料理リハビリテーションを支援するためのコア技術の検証結果

調理動作認識方式と調理器具認識方式の検証結果を順に示す。

##### ① 調理動作認識方式の検証結果

提案方式の有効性を確認するために、加速度のデータは、各動作ごとに100件収集し、そのうち30件を学習用データとして、残り70件を未知データとした。表1に実験結果を示す。

表1 各動作の認識率 (%)

振る	切る	混ぜる	平均値
84.2	100.0	92.8	92.3

表中の認識率は K-NN による認識の正解数を、未知データ数で割ったものである。表1は X 軸加速度のウェーブレット変換結果のみを用いた場合の結果を示しているが、平均 92% と良好な結果が得られた。

ウェーブレット変換に基づく動作識別方式は簡便な処理であるにもかかわらず、高い精度を得ることができた。しかしながら、動作時間に認識結果が依存する傾向も見られることから、HMM を用いて動作の継続時間に非依存な認識を試みた。特徴量としては 3 軸の加速度を用いるが、動作速度の個人差による影響を低減するために、加速度の最低値が 0、最大値が 1 となるように正規化してから利用した。同様に、各動作 30 件のデータから学習によって HMM を構築し、残り 70 件を未知データとして認識を行った。表 2 に実験結果を示す。平均 96.7% と良好な精度が得られた。

表2 各動作の HMM による認識率 (%)

振る	切る	混ぜる	平均値
100.0	94.3	95.7	96.7

## ② 調理器具認識方式の検証結果

代表的な調理器具のクラス（鍋、フライパン、包丁、フライ返し）に対して、4～5 種類のインスタンスの器具を用意し、提案方式に基づく認識実験を行った。未知の 200 フレームの画像に対して、調理台に置かれている状態では 94.9%、器具を前後に振ったときの状態では 85.0%、器具を任意に回転させたときの状態では 82.0% となった。Haar-like 特徴では、それぞれ、62.3%、55.3%、27.0% となり、提案方式の有効性を確認できた。処理時間については約 0.1 秒となり、準リアルタイムに認識することができた。

## (3) 研究成果の総括

### ① 料理リハビリテーション全体の総括

最後に、障害レベルが異なる認知障害者に対して、延べ 65 回の実験を行った。料理行動に基づく認知機能リハビリテーションを、このように障害のレベルに応じてシステムが支援をする中で実施している研究例は、国内外にもなく、すべての実験において自己効力感の向上が観察されたことは、研究成果として大きな意味がある。基本から発展プログラムまで系統的に認知機能リハビリテーションを捉え、実践していることも大きな特長である。

障害の種類や程度は、個人差が大きく、統

計的な判断は困難であり、聞きとりや日常ログから得られる事例をもとに丁寧に検証していく必要がある。今後、さらに実験を重ね、障害に応じた料理リハビリテーションの評価基準を作り上げていきたい。

### ② 支援システムを支えるコア技術の総括

調理動作および調理器具の認識系をリハビリテーションプログラムの中に組み込むには、100%に近い認識精度が必要であり、今後、高精度化を図り、見守り支援の実用化を進めていく。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① K.Miyawaki, M.Sano, S.Yonemura, M. Ode, Social Skills Training Support of Cognitive Dysfunctions by Cooperative Cooking Navigation System, Proceeding of IEEE International Symposium on Multimedia 2011(CEA2011), 査読有, CEA2011, 2011, 405 - 409, ISBN: 978-1-4577-2015-4
- ② 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 米村俊一, 大出道子, 松岡美保子, 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, 映像情報メディア学会誌, 査読有, Vol.64 No.12, 2010, 1863 - 1872, DOI: 10.3169/itej.64.1863

[学会発表] (計 18 件)

- ① 佐野睦夫, 高次脳機能障害者の自立に向けた料理リハビリテーション支援, 電子情報通信学会福祉情報工学(WIT)研究会, 2012.1.27, 名古屋工業大学
- ② 佐野睦夫, 協調型調理ナビゲーションシステムによる高次脳機能障害者の社会的スキル向上支援, 電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究会 (MVE 研究会), 2011.3.7, やすらぎ伊王島
- ③ 佐野睦夫, 高齢者や障害者向け料理行動支援システムのデザイン, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2009, 2009.12.11, 札幌コンベンションセンター

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

佐野 睦夫 (SANO MUTSUO)  
大阪工業大学・情報科学部・教授  
研究者番号: 30351464

### (2) 研究分担者 なし

### (3) 連携研究者

宮脇 健三郎 (MIYAWAKI KENZABURO)  
大阪工業大学・情報科学部・特任講師  
研究者番号: 30585005