Kitchen Knife Safety Education Supporter: 包丁調理における児童の安全教育システム

齊藤 志保　　野嶋 琢也

概要：保護者が安心して児童に包丁調理に対する安全教育を行うための教育システム Kitchen Knife Safety education Supporter を提案する．提案システムは児童が食材に応じた安全な切り方,食材の置き方，支え方を習得することを設計指針とし，ユーザの動作に対して包丁型デバイスと食材型デバイスから触覚・視覚・聴覚のフィードバックを行うことでバーチャルに包丁調理を体験させる．本稿では手始めに押し出し切りを教示するシステムのプロトタイプを作成した．運用実験から，包丁調理教育の最初のステップとしての有効性が示唆された．提案システムでの教育を通して保護者の安全教育に対する負担を軽減し，家庭での親子調理を促進することを目指す．

Kitchen Knife Safety Education Supporter: Safety Education System of the Child in the Kitchen Knife Cooking

SHIHO SAITO　TAKUYA NOJIMA

Abstract: "Kitchen Knife Safety education Supporter" is a safety education system for children how to use the cooking knives. Cooking is important for children to learn about what they eat. In addition, that is also important for daily communication between children and their parents. However, cooking knives are dangerous to be used by small children. That makes their parents to keep them away from kitchen. The proposed system is designed to teach children how to use cooking knives safely. That will contribute not only improving their cooking skill, but also improving the communication among them. The system consists of a cooking knife shaped device and a virtual food stuff device. User can get haptic,visual and acoustic feed back from this system. In this paper, an prototype system was developed to teach a basic cutting method "Extrusion cutting". An preliminary exam shows that this system is feasible to be used as a cooking education system.

1. はじめに

人間が生きる上で，食事は必要不可欠である．健康的な食事をするにあたって，食について知り，自ら食事を選択するための食育が重要である．1942 年には食育を推進するための食育基本法が制定された[1]．これについて調理経験が児童の食育を促すという報告がある[2,3]．児童の家庭での調理行動の最も重要な要因に，児童が調理，特に包丁を用いた調理に興味を持つことが挙げられる[10,11]．特に，児童の年齢が低いほど調理意向は高い[11]．

一方で，小学校低学年や中学年の幼い児童に包丁調理をさせる保護者は少ない[11]．家庭で児童と共に調理をしない保護者は調理をしない理由として，調理に時間をかけたくないと答えている[11]. 包丁調理は, 指を切断するなど，怪我の危険を伴うことから，調理初心者の幼い児童に対しては保護者が児童の調理行動を常に監視する必要があり，調理中の保護者に安全教育の負担がかかり調理に時間がかかる．さらに，この調理行動を見守るという行為は指を切らないか，不安な気持ちになり問題なく切る動作が成功し安心するという繰り返しのため指導する側の保護者は大変に「気疲れ」する[14]．故に，幼い児童に包丁を用いた調理をしたいという意向があったとしても，保護者から包丁の調理を許されない．そしてそのうちに児童が成長し，包丁調理を許される年齢になった頃には，児童から自主的に調理したいと思う気持ちが消失してしまうのではないかと推定される．

すなわち，児童が包丁調理において自立的に安全行動を取れるようになれば，保護者の安全教育に対する負担が軽減され，家庭での親子調理が促進されると期待される．

本研究では，児童が安全かつ体感的に包丁で切る調理における危険行動を学習可能なシステム Kitchen Knife Safety Education Supporter を提案する．本システムにより，児童が食材に応じた安全な切り方,支え方を習得し，保護者の安全教育に対する負担を軽減することを目指す．

2. 関連研究

児童の教育において，物理的に触れることのできる物体と情報技術を融合した Mixed Reality(MR)を活用する研究がされている．[12,13]．Learning from Mixed-Reality Games[12]では, 地震を学習するための MR システムを作成し，物理的な物体の観察とフラットスクリーンを通した観察を比較し，MR 学習システムが学習効果と学習の楽しさ

電気通信大学
The University of Electro-Communications

に効果があることを示した．また，Activity Pad は児童や教師が一般に利用する紙と実物体を情報技術により拡張することでインタラクティブな学習を提供するシステムである[13]．調理においても，MR の技術を用いた支援システムが幾つか存在する[16,17]．shadow cooking では，ユーザの調理状況に応じて，レシピや細かな操作をプロジェクションするシステムを提案している[16]．また，森らは調理者の手の動きと食材に行われた加工動作の認識を可能とするシステムを提案した[17]．

一方で本研究のテーマである包丁調理の学習支援についての研究もなされている[6,7,8,9]. 鈴木らは児童の包丁技能の習得，作業効率と安全性の向上を目指し，児童に最適なサイズと重さの実包丁を製作した．この包丁を利用することで，児童が包丁に加える力を最小化し，安全性向上につなげる狙いである [6,7]．また，太田らは熟練者と非熟練者リンゴの皮むき動作を圧力センサや映像から分析することで学習支援システム構築のためのモデルを提案した[8]．鈴木らはプロジェクタによる CG 投影と音声指示により調理初心者を対象に包丁による切込み位置や包丁の扱い方を映像で提示することで安全調理を支援するための情報重畳システムを提案した[9]．しかし，MR の研究は児童への教育における学習効果や楽しさを向上させる点で優れているが，既存のテキスト教材やレシピの拡張を対象としており，安全調理の研究は，ある程度安全な包丁の利用が可能なことが前提であるため初心者児童に利用させるにはハードルが高いという問題があった．そこで本研究では，実包丁の利用を許可されていない児童を対象とし，MR を用いた包丁調理学習支援のためのシステムを提案する．

3. Kitchen Knife Safety Education Supporter (K2SE)

本研究では，先に述べた通り小学校低学年以下の児童に安全な包丁操作を教育することを目的としている．

この目的に対し，児童に包丁を持たせる教育の手法は，第 1 章で述べた通り本研究の課題としているところであるため解決方法とは言えない．本稿では児童に実際の包丁を持たせずに安全教育を行う方法として Kitchen Knife Safety educator(K2SE)を提案する．K2SE は，実際に物を切断することはできないがユーザに包丁で切った感覚を提示する包丁型デバイスと食材が切れたかを視覚的に確認できる食材型デバイスからなる．K2SE の比較対象として、一般的な安全教育の手法の,指導者が児童の目の前で実際に切りながら口頭で切る方法を説明する手法(以降「口頭教示法」とする)と家庭科のテキストを用いて，座学で学習させる手法(以降「座学教示法」とする)とがある．

3.1 解決方法の選定

まず児童に伝えたい動作を伝えられるかという観点で 3 つの手法を評価する．座学教示法は正しい安全行動について述べられている反面，動的な教示が難しいこと，インタラクティブではないことから，包丁操作を知らない児童が想像し学習するには難易度が高い[12]．口頭教示法は動的な教示が可能かつ，実際に動作を見て学ぶことができるため，児童にとって動作を想像しやすいと言える．一方で，提供している情報が視覚情報のみであり，さらに指導者によって教え方にばらつきが出るという特徴がある．K2SE は，これらの課題に対し，ユーザが実際に実物体に触ることができるデバイスにすることで，視覚教示と触覚教示を行う．

次に児童が楽しみ積極的に学習を行うという観点で 3 つの手法を評価する．楽しさの指標としてインタラクティブ性を考える．座学教示法は紙媒体による教示であるため，相互性は低いと言える．一方，口頭教示法は児童の疑問に対して，視点の変更や指導者が切る速度を変えることで，インタラクティブに教示が可能である．K2SE は，児童の切る動作に応じてユーザに切れた・切れないという感覚フィードバックと視覚・聴覚的なフィードバックによりユーザに感覚的に自身の切る動作の正誤を確認させるインタラクティブ性がある．上記 2 点の評価から，児童に対して安全に切る動作を教育するうえでは， K2SE が適していると期待される．

3.2 設計指針の選定

上記を踏まえて，安全教育ツールとしての K2S の設計指針を決定する．過去の研究[14]調理各種調理動画観察より我々は下記の 3 点の教示を設計指針とする．

1. 包丁に対して必要十分な力をかける切り方
2. 食材を支持する手の位置
3. 食材の安定な置き方

上記 1 について，児童が包丁を用いた調理をする際，包丁を通して食材に加える力は，成人の力よりも大きくなっている[4]．ここから，児童は包丁に対して余分な力をかけていると推察される．人間は発揮できる力以上の力を出力しようとすると，力の方向や速度を正確にコントロールできなくなる．特に身体の小さな児童がコントロール出来る力は成人の力に比べて小さい．包丁操作に関しては，力のコントロールが出来ていないと，誤って指を切るなどの危険が伴う．包丁操作者が小さな力で食材を切るには，圧し下げ切りと比較して，押し出し切りは筋活動が約 40%低くなるという報告がある[5]．したがって，児童が押し出し切りを学習し理解する事で，自身がコントロール出来る範囲の小さな力で包丁を扱う事が出来るようになり，児童が安全に調理を出来るようになる．

上記 2 について，食材を支持する手が刃の進む先にあると指を切ってしまう危険性がある. 動画観察から食材を支持する手が刃の進む先にある要因は 2 点あった. 1 つめは，食材を支持する際に指先を用いて支持していること．これにより切っている者の死角位置で指先と包丁の刃との接触

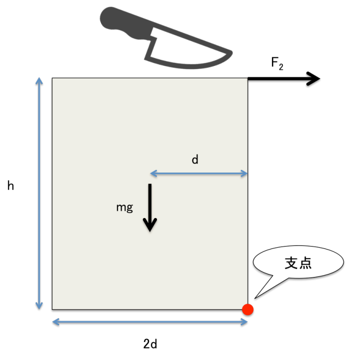

図 1 包丁操作時に食材の転倒関連する力

が発生していた．これは子供に調理を教育する際に「手は猫の手にして」と言うことと同値である[14] .さらに，食材の置き方が良くないために，手で支持可能な位置が小さくなり，結果刃先と指先の位置が近くなるという状況も観察された．

上記 3 について，食材が不安定な場合，切っている途中で食材が急激に動き怪我に繋がる．ここで，安定であるとは静的な釣り合い状態の食材に対して，包丁で切るなどの外力加えた際に静止状態が大きく変化しないことを言う[15]．剛体に対して力を加えると，滑りと転倒の 2 つの動きが想定される．垂直方向への押し出し切りを行った場合，滑りの動きは，切っている者から見て食材奥方向への力 F_1 が $F_1 > \mu N$ となる時に起こる．ここで μ は静止摩擦係数，N は垂直抗力である．滑りが発生しないようにするには，まな板面の摩擦係数の高い素材にする，もしくは，手で垂直方向に強く抑える必要がある．転倒の動きは，切っている者から見て，食材奥方向と包丁で力を加えた側に横方向で転倒する可能性がある．初めに食材奥方向への転倒について考察する．簡単のために切る物を底面の一辺が 2d で高さが h の直方体とする．食材奥方向への力 F_2 が $F_2>mgd/h$(m:物体の質量,g:重力加速度)となる時に転倒が起こる．調理中に m と g は変更できないが，d をより大きくする，もしくは，h をより小さくすることは食材の置き方によって可能である．すなわち，切っている者から見て，奥側方向をより長く，また，食材の高さをより低くすることで，食材は奥側方向に倒れにくくなる．次に，包丁で力を加えた側に横方向で転倒する状況について考察する．一般に食材の各面は均一ではない．底面の大きさが上面よりも小さくなるように食材を置き，底面部分よりも外側に垂直に力をかけると，包丁の刃のある側の底面を支点とし包丁側にモーメントがかかる．そのため，食材が転倒する可能性がある．これを防ぐために，より面積の大きな面を底面とする．また，包丁側と逆側にモーメントが発生するように，手で押さえる必要がある．このように，食材を安定させて切るためには，食材の形状に応じた切り方と食材の置き方，押さえる手の位置・支え方が重要である．

4. システム設計

本稿では，第 3.2 章で述べた 3 つの設計指針のうち手始めに 1 で述べた包丁に対して必要十分な力をかける切り方，すなわち押し出し切りを教示するシステムのプロトタイプを作成する．K2SE はユーザの動作をセンシングする食材型デバイスとユーザに切る感覚を提示する包丁型デバイスからなる．ユーザは食材型デバイスに提示されたラインに合わせて，包丁型デバイスを用いて切る動作を行う．ユーザの切った動作が正しい場合のみ，包丁型デバイスから，切った感覚が提示される．

4.1 食材型デバイス

食材型デバイスは，圧力センサ，Arduino,プロジェクタで構成される(図 3)．圧力センサは切るラインに 3 点設置する．各点の圧力ユーザが正しい包丁操作を行っているかを求め，ユーザの動作に応じた映像を提示する．圧力センサは包丁の刃先にかかっている力とその位置を得るために用いる．ユーザの包丁操作の正誤は Arduino を用いてシリアル通信で取得し PC に送信する．

4.2 包丁型デバイス

包丁型デバイスは，サーボモータ，Arduino，ワイヤーで構成される(図 2)．食材型デバイスでのセンシング値に応じて，切った感覚を提示する．切った感覚は食材に接触する部分のワイヤーの張力を制御することで食材を切るときの反力を提示する．サーボモータの動作は Arduino を用いて制御する．今回食材型デバイスに付属している Arduino とサーボモータ用の Arduino は同一であり，圧力センサ値に応じてサーボモータの動作を決定する．事前に，ワイヤーをサーボモータに巻きつけておく．サーボモータをワイヤーが緩む方向に回転させることで，包丁の刃に相当する部分に出ているワイヤーの張力を緩める．

4.3 システム利用の流れ

システムの流れ図を図 4 に示す．

1. ステップ 1:食材表示

形状に合わせて，デバイス下部より食材映像と切る位置を示すラインをプロジェクションする(図 5).

2. ステップ 2:切る動作の判定

ユーザが切る動作をした際に，食材デバイスに設置し 3 点の圧力センサ値から刃先の圧力を取得しユーザが押し出し切りを行っているかどうかを判定する．切った動作の判定は，以下のようになる．初めに，図 6 の圧力センサ 1 のみに対して閾値以上の圧力がかかっているかどうかを判定する．圧力センサ 1 を認識後には図 6 の手前 2 つの圧力センサ 2，圧力センサ 3 の値も閾値以上の圧力に反応する．閾値以上の圧力を受け取ると Arduino から包丁型デバイスに動作指示を送信する．

3. ステップ 3:フィードバックの提示

上記ステップ 2 の判定に従い正しい押し出し切りを行っ

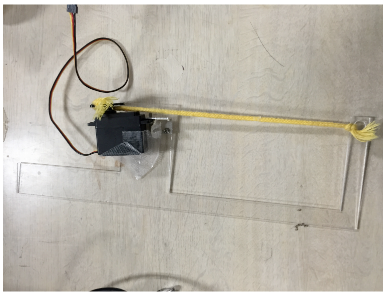

図 2 包丁型デバイス

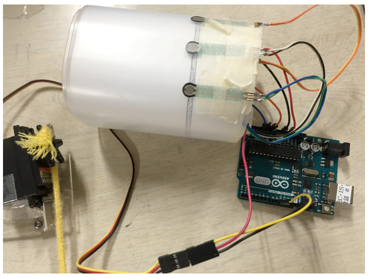

図 3 食材型デバイス

ている際には，包丁デバイスが動作指示を受け取り包丁デバイスからの切った感覚のフィードバックを得る(図 7). サーボモータが 180 度回転したことを検知した時点で切りきったと判定し，画面にきった後の食材の映像と，食材を切る音が提示される．上記ステップ 2 の判定で，正しい押し切りでないと判定された場合には，サーボモータが動作しないため，ユーザに上手く切れないという感覚を提示することができる．

ステップ 1~3 を繰り返すことでユーザは切った動作によって切った感覚のフィードバックを受けることができ，経験的に安全な包丁動作を学習する．

5. 運用実験

システムの動作確認とユーザが提案システムを用いて押し出し切り動作の習得が可能かを確かめるために運用実験を行った．運用実験の様子を図 8 に示す．

5.1 実験手法

実験には，押し出し切りを知らない 2 名(男女 1 名ずつ)を被験者とする．提案システムと 3.1 章で述べた口頭教示法のそれぞれで教示したのち，実際に包丁での調理を行ってもらった．実験の手順は下記の通りである．

手順1.被験者の前で押し出し切りを行い学習させる(3.1 節の口頭教示法)

手順2.実際の包丁を用いてりんごを一度切る

手順3.機器の扱い方のみを指示し，提案システムを用いて 15 秒間で被験者に何度か切る動作を行ってもらう (K2SE)

手順4.実際の包丁を用いてりんごを 1 度切る

1 名目の被験者は，手順の順序通りに実験を行い，もう一名の被験者は，手順 1 と手順 3 を入れ替えて実験を行った．実験終了後にインタビューを行った．

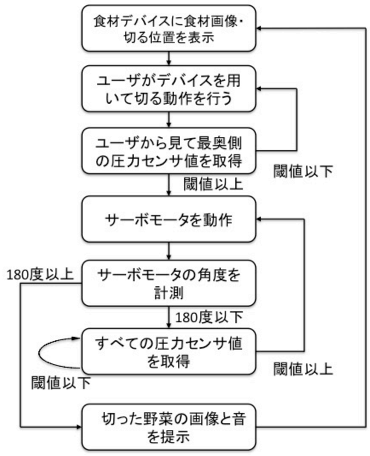

図 4 システムの流れ図

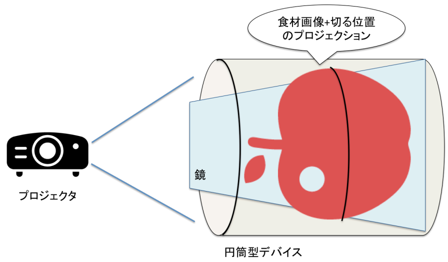

図 5 ステップ 1 ：食材型デバイス食材表示

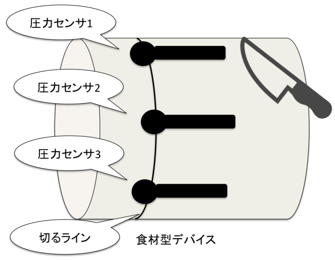

図 6 ステップ 2：食材型デバイス切る動作の判定

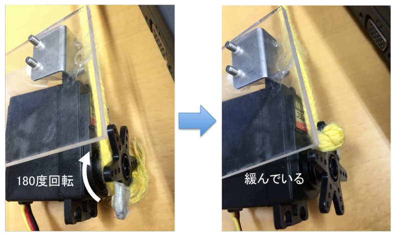

図 7 ステップ 3 ：包丁型デバイスフィードバックの提示

5.2 実験結果

上記実験の結果，両被験者共に押し出し切りの動作を正しく行うことが出来るようになった．また視覚教示と比較して，楽しく練習を行うことができたという意見を得ることができた．また，普段押し切りをしていなかったため押し切りをできるようになった嬉しさとの押し切りをすることで普段よりも食材を切りやすくなり，驚きを感じたという意見も得た．しかし，今回のシステムでは包丁の刃の当て方がわかるようになったが，包丁をはじめにスライドさせる動きや刃の角度がわからなかったという意見が得られた．また，うまく切ることができた時にもう少し，わかり

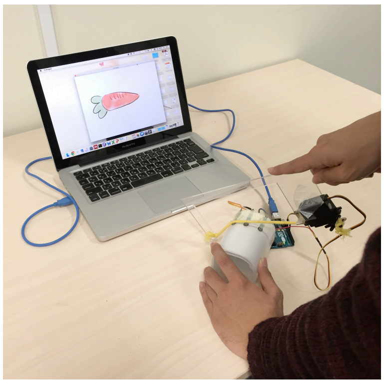

図 8 運用実験の様子

やすく褒めてもらえると嬉しいという意見があった．さらに，K2SE のみではりんごの硬さがイメージしづらかったという意見が得られた．

6. 議論と今後

今回は設計指針の一つである，正しい切り方である押し出し切りの学習の部分を実装した．今後，デプスカメラを用いた手指認識や食材型デバイスの位置認識を行うことで，食材の把持の仕方，食材を安定させて置く方法について教示可能にする予定である．

また，運用実験からもシステムを用いることで押し出し切りの動作を楽しんで学習出来ることがわかった．しかし，インタビュー結果のように，現存のシステムでは，刃のスライド動作や角度の教示が難しい．そこで，デプスカメラを用いて，包丁を持つ手の動きや傾きを取得し，それに応じたインタラクションを検討する必要がある．さらに，食材ごとの硬さ感などを正確に表現することは難しいため，指導動画によるコツの説明の後，実際に包丁を用いる前のステップとして，本システムを用いて練習をするという一連の流れにすることで学習効果が高くなるという知見を得た．今後は，システムに指導動画の提示を組み込むことを検討する．

本稿では，親が子供の包丁調理を容認するために，子供が事実上の安全行動をとることを対象にシステム設計を行った．しかし，先に述べた目的を達成するためには，事実上の安全以上に，親が子供に対して安全に調理をできると信頼できることが求められる．すなわち，今後主観的と客観的な両面から「安全性」を確立することも課題となる．

7. おわりに

本研究では，小学校低学年児童を対象に，包丁調理の安全教育システム，K2SE を提案した．安全に関わる包丁動作，食材の置き方，食材の把持位置の３点対象にユーザの動作をセンシングし，ユーザの行動に応じて，触覚，映像，音声によるフィードバックを行うことで，ユーザが安全かつ感覚的に学習を行うことを目指した．今回は手始めに押し出し切り動作を教示するシステムのプロトタイプを作成し，その効果を簡易的に検証した．その結果一定の効果は観察されたものの，今後の利用に際してはシステムの安定性向上，適切な運用手法の確立が必要であることが確認された．今後はこれらの点について改善に努める．

参考文献

1) 食育基本法,内閣府,(1942), http://www8.cao.go.jp/syokuiku/more/law/law.html
2) 洋子中西. (2008). 食育と調理- 子どもと調理のかかわり．日本調理科学会誌, 41, 275. http://doi.org/10.11402/cookeryscience1995.41.4_275
3) 鈴木洋子. (2004). 調理参加を主軸にした食育の推進 －家庭における幼児の調理参加状況からの検討－．教育実践総合センター研究紀要, 14, 21. Retrieved from http://near.nara-edu.ac.jp/handle/10105/33
4) SUZUKI, Y. (2000). Selection of the Handy Size and Weight of the Kitchen Knife for Elementary School Child. Japanese Journal of Sensory Evaluation, 4(2), 106–111. http://doi.org/10.9763/jjsse.4.106
5) ハス子富江. (1995). 調理操作．日本調理科学会誌, 28(1), 71. http://doi.org/10.11402/cookeryscience1995.28.1_71
6) 鈴木洋子. (2005). 小学校低学年からの調理実習―子ども用包丁の開発―．日本調理科学会誌, 38(5), 446. http://doi.org/10.11402/cookeryscience1995.38.5_446
7) SUZUKI, Y. (2000). Selection of the Handy Size and Weight of the Kitchen Knife for Elementary School Child. Japanese Journal of Sensory Evaluation, 4(2), 106–111. http://doi.org/10.9763/jjsse.4.106
8) Ota, S., Soga, M., Yamamoto, N., & Taki, H. (2010). Comparison of Experts' between Non-experts' Apple Peeling Skills and the Designing of Learning Support System. 2010 IEEE International Symposium on Multimedia, (Table I), 266–271. http://doi.org/10.1109/ISM.2010.46
9) 鈴木優，森岡俊介, & 上田博唯. (2012). 食材上に情報を重畳表示する調理支援システムの試作(調理支援,データ工学と食メディア). 電子情報通信学会技術研究報告. DE, データ工学, 112(75), 19 -24. Retrieved from http://ci.nii.ac.jp/naid/110009588367/
10) 東京ガス都市生活研究所. (2008). 都市生活レポート 親子料理の実態とその効果について~親子料理促進の鍵を探る~.
11) 東京ガス都市生活研究所. (2014). 都市生活レポート 親子料理の意識と実態 2014.
12) Koedinger, K. R., & Hudson, S. E. (2015). Learning from Mixed - Reality Games : Is Shaking a Tablet as E ffective as Physical O bservation ?, 1045–1054.
13) Pyykkönen, M., Riekki, J., Jurmu, M., & Milara, I. S. (2013). Activity Pad : Teaching Tool Combining Tangible Interaction and Affordance of Paper, 135–144.
14) 坂本廣子(1990)「坂本廣子の台所育児 -一歳から包丁を-」 一般社団法人農山漁村文化協会.
15) 伊東文人(1989)「構造安定論」p1-2 技法堂出版
16) AYAKA, S., & JUN, R. (2013). Shadow Cooking : 円滑な調理のための状況に応じた調理ナビゲーション. *電子情報通信学会技術研究報告. ASN, 知的環境とセンサネットワーク*, *113*(38), 89–192.
17) 森 直幸, 舩冨 卓哉, 山肩 洋子, 角所 考, & 美濃 導彦. (2008). 調理者の手の動きを時空間制約とした調理中の食材追跡(料理メディア研究会特別セッション). *電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎*, *107*(454), 45–50. Retrieved from http://ci.nii.ac.jp/naid/110006646768