

RFID を用いたインテリジェント冷蔵庫システムの構想 —システム構成とデータベース設計—

金野 紋子[†] 増永 良文[‡]

[†]お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科博士前期課程 数理・情報科学専攻

[‡]お茶の水女子大学 理学部情報科学科

〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†] ayako@db.is.ocha.ac.jp, [‡] masunaga@is.ocha.ac.jp

あらまし 近年、ユビキタス社会を実現するに当たり、政府は、我々の最も身近な家電製品とコンピュータ技術および情報通信ネットワーク技術が融合する情報家電の市場化を戦略的に推進し、家電メーカーは精力的に開発と普及に向けて取り組んでいる。本稿では、そうした情報家電開発の動向を調査、さらに、ユビキタス社会を支える注目技術 RFID と電子上皿天びんを合体したデバイスを創造し、加えてデータベース技術を駆使することにより、ユーザの様々な要求に対して冷蔵庫が応えるインテリジェント冷蔵庫システムの構想を述べ、そのシステム設計を UML で描く。

キーワード 情報家電, RFID, 電子天秤, i-冷蔵庫, データベース, UML

An Idea on an Intelligent Refrigerator System using RFID —System Configuration and Database Design—

Ayako KONNO[†] Yoshifumi MASUNAGA[‡]

[†] Graduate Division of Mathematics and Computer Science (Master's Program), Ochanomizu University

[‡] Department of Information Science, Faculty of Science, Ochanomizu University

2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

E-mail: [†] ayako@db.is.ocha.ac.jp, [‡] masunaga@is.ocha.ac.jp

Abstract Recently, in order to realize a ubiquitous society, the government has tactically worked on spreading of the information appliance which is the integration of our most familiar home appliances and the technology of computing and networking. Also, white goods maker has aggressively worked on its development and its popularization. In this paper, we first survey the trend of information appliance development in Japan. Then, we describe an idea on an intelligent refrigerator system, which has abilities to satisfy a variety of user requirements, by creating a special device which is composed of hot RFID technology and an electronic even balance as well as database technology. A system design is shown using UML.

Keyword Information Appliance, RFID, Electronic Balance, i-Refrigerator, Database, UML

1. はじめに

現在、冷蔵庫、洗濯機、電子レンジ、エアコンなど多くの家電製品が生活の中に溶け込み、それぞれの家事支援機能が生活を豊かにしてきた(図 1[1])。また、ネットワーク技術の進展に伴い、情報家電として家庭内の機器を情報化することで、家事労働の軽減、安心などメリットを提供する情報家電への期待が高まっている。

情報家電は、インターネット家電、ネットワーク家電、デジタル家電、IT 家電などと様々な

用語で呼ばれる。情報家電を普及するために大別すると2つの課題がある。ホームネットワーク環境の構築、ユーザの要求に応えるサービスの開発。ホームネットワーク環境の構築において大手メーカーで様々な検討されている(次章、情報家電の動向で詳述)。しかし、ユーザの操作性や利便性を重視したサービスにおいては、まだ十分に確立されていない。例えば、食材の在庫や賞味期限を管理するためには、食品を冷蔵庫に格納する際、食品名や賞味期限、格納日な

どの食品データをデータベースに格納する必要がある。しかし、そのデータの取得法はユーザに手作業での入力を強いらなければならないため、ユーザへの負担が大きい。また、サービスにおいても食材管理、レシピ配信という限定したサービスに留まっている。その上重さの取得方法においては未だ十分に確立されていない。

そこで、本稿では、ユーザの利便性を考慮したサービスとして食品のもつ様々な属性をデータベース化し、データマイニングにより様々な問い合せに応えることを可能とし、さらに、ユーザの入力負担を軽減するために、RFIDリーダと電子皿天びんを合体したデバイスを用い、ユーザの操作性を考慮したインテリジェント冷蔵庫（i-冷蔵庫）システムを提案し、その構想を述べる。

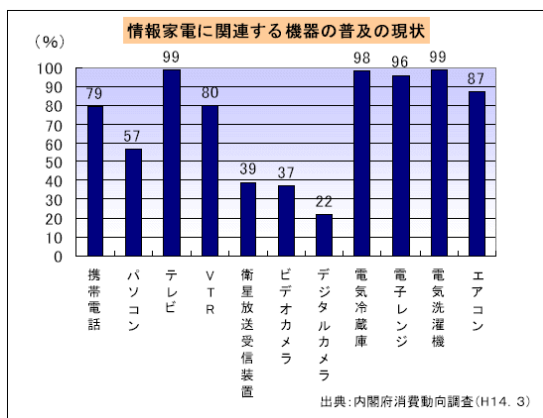


図 1：情報家電に関連する機器の普及の現状

2. 情報家電開発の動向

経済産業省商務情報制作局は情報家電の市場化を戦略的に推進するため、「e-Life イニシアティブ（基本戦略報告書）」を2003年4月に発表した。これは2007年までに全ての世帯に複数の情報家電を普及させ、生活様式に変革を起こそうという目的の他、情報家電がもたらす製品やサービスの具体的なイメージを提起し、日本のIT企業の国際競争力の回復・強化を実現させることを目的としている。しかし、メーカー企業に競争力をつけてもらうための戦略ではあるが、実際にはユーザ中心に戦略を進めないと、使えない情報家電を作っても仕方がない。少子高齢化が進んでいるのだから、お年寄りでも使える情報家電でなくては普及も進まないと言及している[1]。

国土交通省における取組みとして、2003年12月経済産業省、国土交通省の連携の下、都市

基盤整備公団の協力により、「情報家電コンソーシアム(NTTコミュニケーションズ(株)、富士通(株)、日本電気(株)、松下電工(株)、(株)NHKアイテック、(株)東京放送、(財)バッテリービングなどで構成)」が「晴海アイランドトリトンスクエア」の都市基盤整備公団賃貸住宅などの11戸において、2001年12月から2002年1月末まで実施した住宅内デジタルネットワークの実証実験を実施した[2]。

IPA(情報家電相互接続安全技術等開発事業)は、2003年3月コミュニティサーバを利用した情報家電アプリケーション共通基盤の開発/実証事業として、情報弱者が使いやすい情報家電の操作環境を提供し、大容量コンテンツを簡易に扱うことができる環境を提供するため、次世代情報流通プラットフォームを開発、実証する。その際、利用者の立場からのアプローチとして、情報家電の統一的操作環境を開発、提供することにより、情報弱者の利用障害を取り除き、家庭内の情報化を進めるモデルを確立する[3]。

野村総合研究所では、注目技術としてデジタル情報家電のコンテンツ視聴技術を取り上げ、さらに、企業向けサービスの提案として、eラーニングやIPカメラで撮影した映像といったエンタープライズコンテンツに対する適用を検討している[4]。

富士通は、「ユビキタスネットワーク社会」を実現するために、二つのカテゴリとして、トレーサビリティ分野と情報オフィス家電分野を柱にしている。トレーサビリティ分野に欠かせないRFID技術と情報家電を組み合わせることによって、冷蔵庫と連携した食品管理、レシピ推薦、自動注文、賞味期限表示や薬品への装着による誤服用防止のように、様々な可能性を秘めていると述べている[5]。

最後に、注目すべきは、既に商品化している東芝のインターネット家電に対する取組みである。「フェミニティ」というブランドで、冷蔵庫、洗濯乾燥機、エアコン、オープンレンジとこれらを一括操作する「ホーム端末」、 「ホームゲートウェイ」を発売している。操作メニューは洗濯機、冷蔵庫などの製品ごとにあるのではなく「手伝ってくれる」(家事の手伝い)、「助けてくれる」(メンテナンス、サポート)、「楽しませてくれる」(エンターテインメント、コミュニケーション)、「知らせてくれる」(セキュリティなど)といった目的機能別になっており、冷蔵庫に関連する機能としては、食材・ペット

ボトル在庫管理／賞味期限管理などの食材管理、オーブンレンジと連動した機能のレシピ配信がある。賞味期限及び分量の入力方法は、タッチパネルによりユーザが画像や文字に触れながら、食品データを入力していく。分量は、少、中、多の3つから選択できるが、ユーザの主観によって異なるので食品の分量データとして不十分と感じられる[6, 7]。

3. RFID を用いた i-冷蔵庫システムの構 想

3.1. システム構築の目的

家庭で毎日使われる冷蔵庫は、家族など複数の人間によって出し入れされるため、冷蔵庫の扉を開けないと何が入っているのか正確に知ることができない。冷蔵庫の中身を確認せず買い物に行き、何が冷蔵庫に残っていたか悩んだことはないだろうか。冷蔵庫の残り物でどんなおかずができるか悩んだことはないだろうか。

そこで、我々は、下記のような家庭を標準的と捉えて、i-冷蔵庫システムを構築することを考える：

- (a) (共働きの) 夫婦と子供(小・中学生)二人の構成。
- (b) 家人は情報家電に興味がある。従って、i-冷蔵庫に食品を出し入れする場合に、多少の入出力作業が生じてもそれをいとわない。
- (c) 調理した料理のレシピや献立を i-冷蔵庫データベースに格納することをいとわない。
- (d) また、ホームネットワークを構築して種々の i-家電を接続して総合的なサービスを受けけることに興味がある。
- (e) 屋外 (= 出先) からの i-冷蔵庫への、あるいは i-冷蔵庫からのアクセスに期待している。

3.2. i-冷蔵庫システムが提供するサービスの分類

i-冷蔵庫システムが提供するサービスを技術により分類する。

(1) ネットワーク技術による分類

- ① ホームネットワーク
タッチパネル式ホーム端末を利用
- ② 広域ネットワーク
携帯電話または PDA を利用

(2) システム統合技術による分類

- ① i-冷蔵庫のみ

- ② i-冷蔵庫と他の i-家電(他の i-冷蔵庫を含む)

他の家電も i-冷蔵庫と同様に DB を持つインテリジェントな家電であると仮定

(3) 情報発信型による分類

- ① Pull 型(受動的)
- ② Push 型(能動的)

これらの分類をそれぞれ軸とし、サービスの分類を3次元で描いた(図2)。

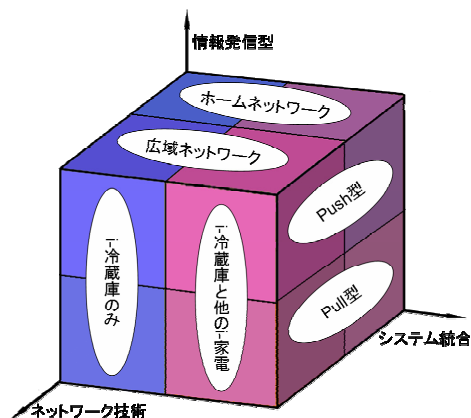


図2: i-冷蔵庫システムが提供するサービスの分類

次に、8通りに分類したサービスの具体例を示す。

- ① ホームネットワーク ∧ i-冷蔵庫のみ ∧ Pull 型
 - ✧ 屋内ユーザが i-冷蔵庫の在庫食品、過去に買った食品履歴を問合せると、その結果を表示するサービス。
 - ✧ 屋内ユーザが i-冷蔵庫の在庫食品で何ができるか問合せると、可能なレシピを表示するサービス。
- ② ホームネットワーク ∧ i-冷蔵庫のみ ∧ Push 型
 - ✧ 屋内ユーザに i-冷蔵庫が賞味期限が近い食品を通知するサービス。
 - ✧ 屋内ユーザに i-冷蔵庫が不足した常備食品を通知するサービス。
 - ✧ 屋内ユーザに i-冷蔵庫がおすすめのレシピを配信するサービス。
- ③ ホームネットワーク ∧ i-冷蔵庫と他の i-家電 ∧ Pull 型
 - ✧ i-冷蔵庫が i-ワインセラーと連携することにより、レシピに合うワインが在庫しているか否かを i-ワインセラーが

答えるサービス。

④ ホームネットワーク ∧ i-冷蔵庫と他の i-家電 ∧ Push 型

☆ 屋内ユーザに i-冷蔵庫がおすすめのレシピを配信する際、それに合うワインが i-ワインセラーに在庫していないと通知するサービス。

⑤ 広域ネットワーク ∧ i-冷蔵庫のみ ∧ Pull 型

☆ 屋外ユーザが i-冷蔵庫の在庫食品、過去に買った食品履歴を問合せると、その結果を表示するサービス。

☆ 屋外ユーザが作りたい料理を指定して在庫食品の有無、あるいは不足を問い合わせると、その結果を通知するサービス。

⑥ 広域ネットワーク ∧ i-冷蔵庫のみ ∧ Push 型

☆ 屋外ユーザに i-冷蔵庫が賞味期限に近い食品を、例えばメールに配信するサービス。

☆ 屋外ユーザに i-冷蔵庫が不足した常備食品を、例えばメールに配信するサービス。

☆ 屋外ユーザに i-冷蔵庫がおすすめのレシピを、例えばメールに配信するサービス。

⑦ 広域ネットワーク ∧ 冷蔵庫と他の i-家電 ∧ Pull 型

☆ 屋外ユーザが i-冷蔵庫にレシピを示して、合うワインが連携している i-ワインセラーに在庫しているか問い合わせた場合、その結果を通知するサービス。しかし、ユーザはその通知に基づきワインを購入して帰宅することができる。

⑧ 広域ネットワーク ∧ 冷蔵庫と他の i-家電 ∧ Push 型

☆ 屋外ユーザに i-冷蔵庫がおすすめのレシピを配信する際、それに合うワインが i-ワインセラーに在庫していないと通知するサービス。ユーザはその通知に基づきワインを購入して帰宅することができる。

3.3. i-冷蔵庫システムの構築技術

- ① 食品の入庫・出庫管理技術
- ② 食品データ管理技術
- ③ 異種データ統合技術
- ④ ネットワーク技術

⑤ 情報表示・発信技術

以下、本稿では①、②を第4章、第5章で詳述する。

4. 食品の入庫・出庫管理

4.1. RFID リーダ付電子上皿天びんとタッチパネルの利用

4.1.1. RFID 技術の動向

国内の RFID ハードのみの市場規模予測は、2007年度で約640億円と見込まれている[8]。現在、国内では13.56MHz帯や2.45GHz帯などでRFIDの利用が認められているが、比較的長距離での通信が可能となるUHF(950MHz)帯の開放が求められている。総務省では、UHF帯での電子タグシステム(RFID)の利用を認める総務省では関係省令の改正などを速やかに行なう予定としており、UHF帯RFIDの利用が国内でも可能となる。総務省の報告書「ユビキタスネットワーク技術の将来展望に関する調査研究」からRFIDが社会に受け入れられる時期は、2007年と予測[9]されている。

将来は、スーパーの商品1個ずつにRFIDが付き、出口のゲートの無線ですべての情報を検知して清算を行ったり、RFIDに書き込まれた情報から、消費者に物品が手交された後も食品名や賞味期限などのデータを取得したりことが可能になると予測される[5]。

しかし、RFIDがありとあらゆるアイテムにRFIDが装備され、コード情報が標準化されるようになると、その適用領域は生産・流通の効率化といった領域だけに留まらず、消費者の手に渡った後の様々な応用サービスに発展する。すると、プライバシーへの対応が必須となる[5]。個人情報利用・管理に関する方針・責任を明確に示し、消費者からプライバシー問題で信頼を得ることが、最大の普及要因となる。経済産業省、総務省からRFIDのプライバシー保護に関するガイドライン[10]が示された。

4.1.2. RFID リーダと電子上皿天びんとの合体

本稿では、消費者の手に渡った後、食品1個ずつにRFIDタグを付け、食品を冷蔵庫に入れする時に、RFIDタグに書き込まれている固有のID(UID)をRFIDリーダーで読み込むことにより、どの食品かを特定する。また、食品データの重要なデータの一つである重さデータを取得するために、電子上皿天びんを用いる。この

2つのデバイスを合体させることにより、ユーザの入出力負担を軽減する。

4.1.3. タグ付ビニール袋

食品を冷蔵庫に出し入れする場合、食品はタグ付きビニール袋に入れて行う。冷蔵庫に入れる食品は、風袋があろうとなかろうと、必ずそのビニール袋に入れて冷蔵庫にしまうこととする。このことにより、タグ付き袋内の食品が一食品であることが容易にわかる。その上、ユーザにとっても食品に直接タグを貼るよりも抵抗がない上、冷蔵庫の中も整理されて、より使いやすくなると考えた。注意しなければならないのは、出し入れする際、袋は中身の食品を使い切るまで捨ててはならないことである。

4.1.4. タッチパネル

食品を識別するためのUIDはタグ付ビニール袋で取得できる。重さは電子上皿天びんで取得できる。しかし、食品名、数量、賞味期限、在庫日、ユーザ名、風袋、メモ、などのデータはユーザが入力しないとイケない。そこで、少しでもユーザの負担を軽減するためにタッチパネルを用いる。この際、なるべく文字を入力させることのないよう、例えば食品名を入力する場合、まず食品カテゴリ名を選択させて、カテゴリ別食品アイコンを表示し、そこから該当する食品を選択させるようにする。その方法はタッチパネルのアイコンに触れさずか、音声認識を用いる。

4.2. RFID リーダ付電子上皿天びんとタッチパネルの操作方法

4.2.1. 単位別入出力方法

分量が必要になるのは、レシピの材料の分量と冷蔵庫の在庫食品の分量を比較するとき、買い物を要請するときである。本稿では、数量をタッチパネルにより得られる、図4に出てくる重量以外の量や商品の量を示すものとし、分量を重量と数量両方を包括するものとして用いる。

食品は通常、パックや袋に包まれていたり、瓶や缶に入っていたり、タッパーや皿の上に乗っていたり、様々な形で冷蔵庫に入れる。そこで、食品はタグ付ビニール袋に入れて冷蔵庫に入れるとしたが、何をもって一食品とするのかという問題が発生する。袋に入っている玉ねぎを一食品とするのか、その中の個々の玉ねぎを一食品とするのか、単位が問題となる。そこで、例えば、図3のようなレシピの材料を見て

みると、数量は様々な単位がつけられている。

従って、同じきのこでも、生しいたけの単位は“個”，しめじの単位は“パック”であることから、生しいたけは個数を表すデータが必要で、しめじはパック数を表すデータが必要なことがわかる。

ユーザの負担も考慮し、生しいたけがパックに数個入っている場合、パックから取り出して、1個ずつをタグ付ビニール袋に入れることは手間だと考え、1パックをタグ付ビニール袋に入れる。もし、そのパックに3個入っているなら、3個と入力できるように、個数データも保持できるようにする。

きのこクリームスパゲティ

材料・2人分

スパゲッティ……………180g
 スパゲッティをゆでる塩……………適宜
 生しいたけ……………6〜8個
 しめじ……………1パック
 玉ねぎ……………1/4個
 バター……………大さじ2
 生クリーム……………1/2カップ
 塩……………小さじ1/2
 粗びき黒こしょう……………少々

図3: レシピの材料サンプル

#	あざり	あざり水巻缶	あざりもき身	いしか	えび	オクラ	カルデージーズ
	かほちや	グリーンピース・さや	蟹脚	白身魚の刺身	たこ	チョコレート	とろけるチーズ
水	きんかめ	肉	にんじん	醤油	ピーナッツ	水菜	
	にんじん	ねぎ	グリーンアスパラ	ローゼージ	きゅうり	卵の子	だれにん
	セロリ	うど	エリンギ	鶏ささ身	オクラ	かに風味かまぼこ	
個	卵	玉ねぎ	ピーマン	トマト	ゆでたけのこ	なす	ミニトマト
カップ、大さじ、小さじ	ほうろく	アックツオリーブ	グリーン・オリーブ	レモン	みょうが		
	生クリーム	バター	パプリカ	プレーンヨーグルト	マヨネーズ	いんげん	レモン汁
束	クレンジ	小松菜	せり	にら	ほうれん草	みつ菜	
束	いわし	いわし	えび	さんま			
粒	きんかめ	鶏皮	鶏皮	鶏皮			
粒	いしか	やまいか	鶏皮				
切れ	甘だい・切り身	白身魚	アンチポ				
片、かけ	にんにく	しょうが					
粒	オリーブ	ピーナッツ					
丁	水揚げ鱈	鶏皮					
パック	しめじ	貝殻1茶					
玉	砂でうどん						
缶	瓶立水巻缶						
粒	増え子						
粒	プロックリー						
中	うな茶のかほちや						

図4: レシピに記載される単位別食品分類

従って、分量を入出力する手段は、以下の通りとする。

(1) 分量の入力方法

- ① 電子上皿天びんによる入力
重量(g)が自動的に入力される
- ② タッチパネルによる入力

①の重さ以外の図4に示す単位とスーパーに売られている一商品の単位で数量を入力

(2) 食品の分量の表示方法

- ① 重さを表示
- ② タッチパネルで入力した数量を表示
買い物を要請するとき商品単位での

数量

料理をするときレシピに出てくる単位での数量

- ③ 重量をもとに、レシピに記載される単位に変換した数量を表示することも可能とする

食品の分量の表示方法③の変換を行うためには、食品1個当たりの重さを表記した変換テーブルが必要である。

さらに、パックや袋などのほとんど重さのない風袋は別として、ボウルや皿、タッパー等の風袋に入れ替えた風袋内の食品は風袋の重さを差し引かなければならない。そうした場合、予め風袋の重さを格納する風袋テーブルを作成し対応する必要がある。

各食品につき、数量データをユーザが入力すると述べた。しかし、数量が一目でわからない場合はどうするか。その場合の解決方法として“約”という概念を用いる。ユーザが数量を入力または選択する場合に、“約ボタン”を設け、曖昧な数値だったら“約ボタン”を押し、明確な数値だったらボタンは押さないとする。このことにより、数量を表示する出力時、数値に“約”や“くらい”という言葉をつけ、ユーザは曖昧であることを認識することができる。

4.2.2. 操作方法

ユーザが購入後の食品の状態から冷蔵庫に入れるまでのフローチャートを図5に示す。

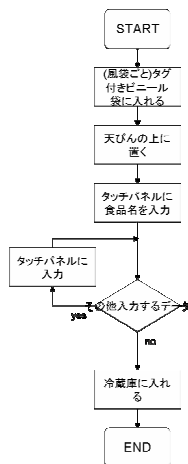


図5：新規格納するときのフローチャート

ユーザが冷蔵庫から食品を取り出す時から、使い切るまたは、再度冷蔵庫に入れるときまでのフローチャートを図6に示す。

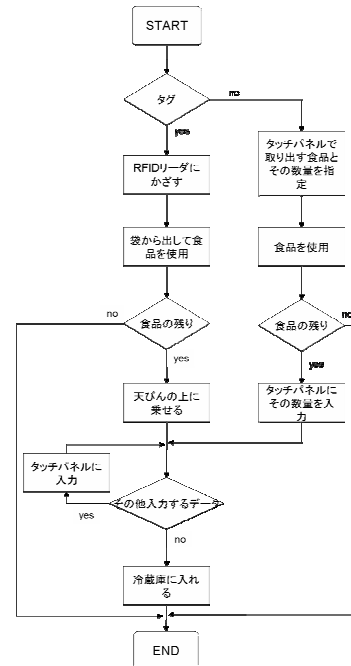


図6：取り出して再格納/使い切の場合のフローチャート

5. 食品データ管理

5.1. UMLを用いたデータベース設計

詳細なデータベース設計を行うためにUML(Unified Modeling Language)を用い、目的別にダイアグラムを作成する。データベース設計を行うための手順として、まず、ユースケース図、アクティビティ図を作成し構築するシステムを概念モデルで定義する。その後、システムの論理設計に移る[11]。

5.2. ユースケース図

図7は冷蔵庫システムのユースケース図である。棒人間はアクタでシステムと相互作用する人またはシステムを示し、楕円はユースケースと呼ばれ、システムが実行するアクションを示す。ユースケース図はアクタとユースケースとの関係を示すダイアグラムである。

5.3. アクティビティ図

ユースケースをさらに詳述したものがアクティビティ図である。図7中の冷蔵庫DBの更新ユースケースのアクティビティ図が図8の冷蔵庫DBの更新アクティビティ図で、冷蔵庫付近のユーザが食品を冷蔵庫に入れる際、システムが冷蔵庫DBを更新するフローを示す。冷蔵庫DBへの問合せユースケースのアクティビティ図が図9の冷蔵庫DBへの問合せアクティビティ図で、エンドユーザが問合せを行ってから、i-冷蔵庫からの応答を受け取るまでのPull型の

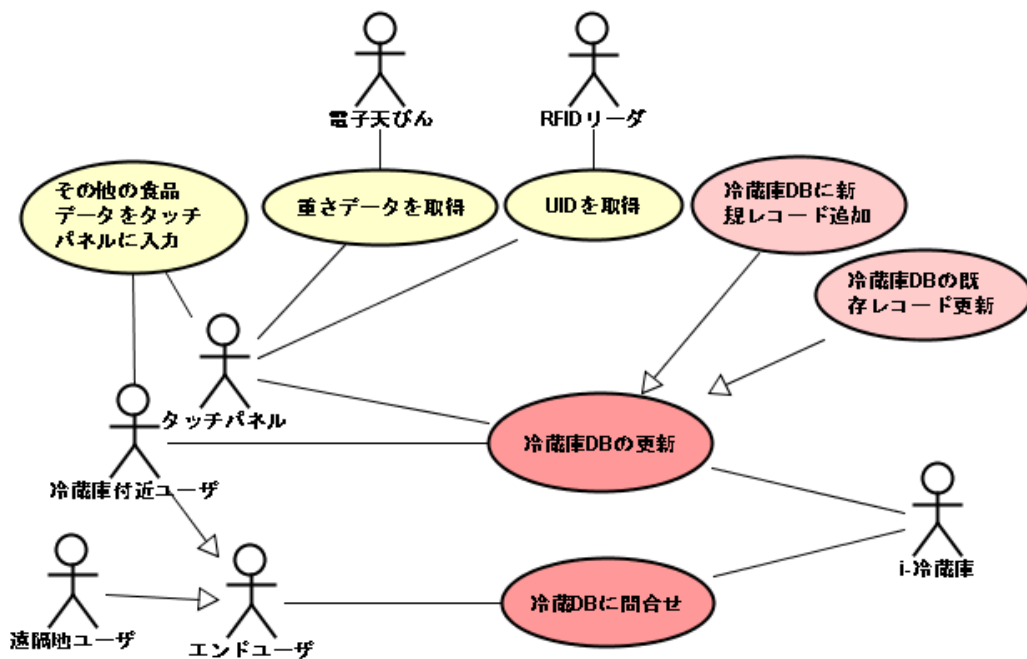


図 7: i-冷蔵庫システムユースケース図

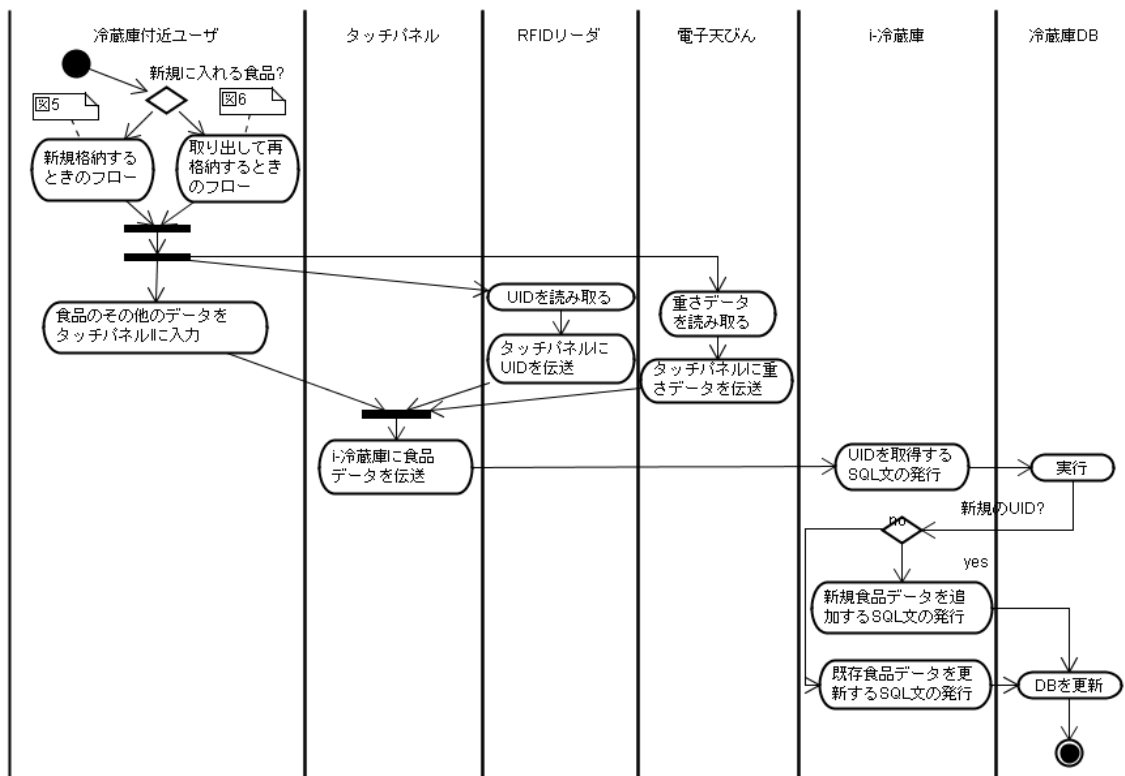


図 8: 冷蔵庫 DB の更新アクティビティ図

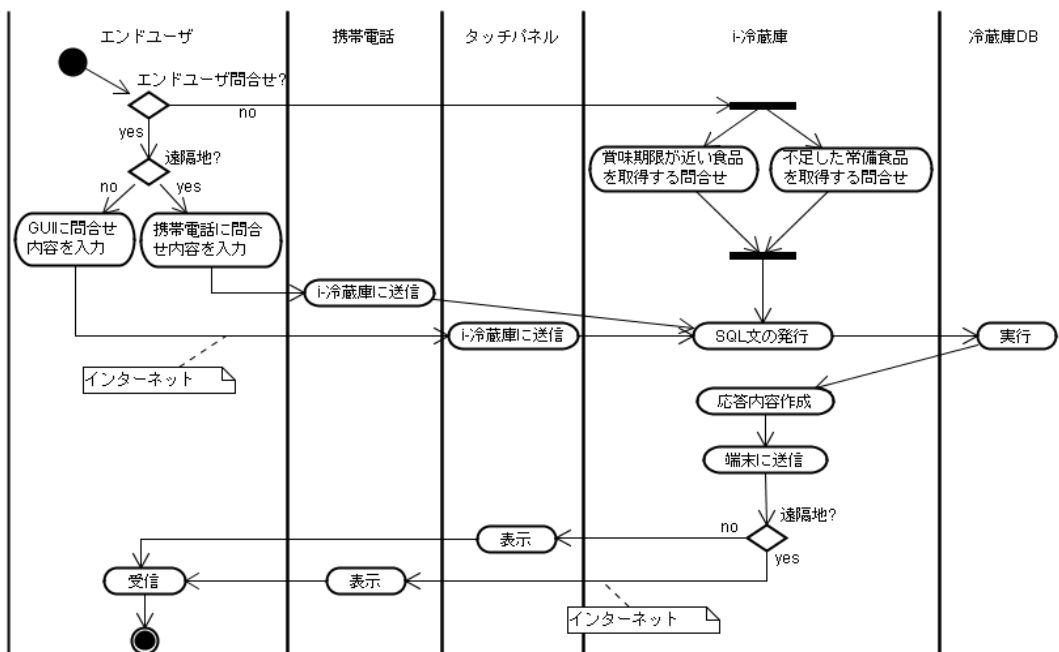


図 9: 冷蔵庫 DB への問合せアクティビティ図

フローと、i-冷蔵庫が賞味期限が近い食品や不足した常備食品を、毎日自動で問合せ文を発行し、ユーザに知らせるまでの Push 型フローを示す。

6. まとめと今後の課題

本稿では、情報家電開発の動向と、RFID と電子皿天びんを用いた i-冷蔵庫システムの構想を述べ、UML 図の概念モデルまでを記述した。今後は、論理設計を進め、クラス図、データベース図の設計を行った後、実装を行っていく。

文 献

- [1] 経済産業省商務情報制作局, “e-Life 戦略研究会報告所「e-Life イニシアティブ」”, April.2003.
- [2] 国土交通省住宅局住宅生産課, “情報家電実証実験のプロジェクトについて”, http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/07/071206_2_.html, Dec.2001.
- [3] 小室幸央, 廣津, 増田英明, コミュニティサーバを利用した情報家電アプリケーション共通基盤の開発/実証事業, 2003.
- [4] 一瀬寛英, “ネットワーク化するデジタル情報家電の動向”, 技術創発, vol.5, 2005
- [5] 中井昭, “ユビキタスネットワーク社会への富士通の取組み”, FUJITSU, vol.55, no.4, pp.268-274, July.2004.

- [6] 東芝ネットワーク家電, フェミニティ, <http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/>.
- [7] 一色正男, 河口俊郎, 平原茂利夫, ‘広がる東芝ネットワーク家電“フェミニティ”シリーズ’, 東芝レビュー, vol.60, no.4, pp.23-27, 2005.
- [8] 富士キメラ総研:2003 カード市場マーケティング揺籃<市場編>, pp.22-23, p53-57.
- [9] 総務省, ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利用活用に関する調査研究会; ネットワーク利用ワーキンググループ報告, Pp.47-48, July.2003.
- [10] 総務省, 経済産業省, 電子タグに関するプライバシー保護ガイドライン, Jun.2004.
- [11] Eric J.Naiburg, Robert A.Maksimchuk, UML for database design, Addison-Wesley, NJ, 2001.