

障害者の生活に応じて構築可能な支援機器、システムのモジュール化に関する開発研究

- 重度障害者のニーズ調査とそれに対応可能な環境制御装置の開発 -

Research and Development Concerning Systematizing Support Apparatus which can be Built in Accordance with a Life of a Disabled Person

- Investigation of Needs for a Severely Disabled Person and Development of the Environment Control System which Supply a Demand for them -

船坂誠市 北山一郎 大森清博 杉本義巳
FUNASKA Seiichi, KITAYAMA Ichiro, OMORI Kiyohiro, SUGIMOTO Yoshimi

キーワード:

環境制御装置、コミュニケーション、セキュリティ、家電制御、デジタル家電、ワイヤレス

Keywords:

Environment control system, Communication, Security, Household electric appliances control, Digital appliances control, Wireless control.

Abstract:

In this research, according to a life of a disabled person, new ECS which can build a system is developed combining various commercial products (home electronics, welfare apparatus, input switch, etc.), and it aims at offering low cost ECS system which has a necessary minimum function by this.

In the current fiscal year, the subject which should investigate and be conquered by a severely handicapped person's everyday life was extracted. Consequently, the most important thing is to operate a lot of things free by one's own ability. Especially, we find out that four machines, that is a telephone, an interphone, a door lock, and home electronics, are important for them.

四肢麻痺を伴う重度障害者の生活を支援する福祉機器として環境制御装置（ECS: Environment Control System）や意志伝達装置が開発され障害者の生活の質（Quality Of Life）の向上に貢献している。けれども、これらの機器は専用装置であるため非常に高価であり、広く障害者が利用できる状況にないことが課題として挙げられている。

本研究では、障害者の生活に応じて様々な市販製品（家電製品、福祉機器、入力スイッチ等）を組み合わせてシステムを構築可能な ECS を開発し、これにより必要最小限の機能を有する簡易型 ECS を安価に提供することを目標としている。

今年度は、はじめに重度障害者の日常生活におけるニーズを調査し、克服すべき課題を抽出した。その結果、電話、インターホン、玄関錠、家電製品の4点について自分の力で自在に操作したいというニーズの高いことが分かってきた。この内から電話、家電製品を自在に制御可能な ECS の開発を実施した。開発したシステムは、福祉電話の操作を1個の押しボタンスイッチで可能にした簡易型 ECS と、超小型パソコンをベースにした万能型 ECS の2点である。後者は、本研究が目標とする“市販製品等（モジュール）”を組み合わせてシステムを構築可能な ECS のコアモジュールとして位置づけられるものである。

1 はじめに

2 重度障害者のニーズ

頸随損傷等によって四肢麻痺になった重度障害者は、外部とのコミュニケーションが困難な状況にある。四肢麻痺の障害者が一人で生活するには、電話(遠方とのコミュニケーション)、インターホン(来客とのコミュニケーション)、玄関錠(防犯と接客)および、テレビ等の各種家電製品を自在に操作できるようにするための手段が必要である。

2.1 コミュニケーション

重度障害者の多くは外出が困難なため、他人と接する機会が少なくなる傾向にある。この問題を克服するには、手を使わずに電話をかけることや、インターホンの応対を可能にする手段が必要である。図1はリモコンで操作できる電話であり、ECSと組み合わせることにより呼気スイッチ等の重度障害者用入力スイッチを使って電話をかけることが可能となる。



図1 リモコンで操作できる電話
Fig.1 Remote control telephone

2.2 セキュリティ

重度障害者は日中一人で家にいるケースが多い。その場合に問題になるのが玄関の施開錠である。玄関の施開錠を管理できないと安心して生活できないのは言うまでもないが、来客があった場合に中から鍵を開ける手段がなければ介護ヘルパーを招き入れることもできない。それゆえ、現状では関係者全員に合鍵を渡すか、もしくは常に開錠した状態で生活しているケースがほとんどである。物騒な事件が増加している昨今これは早急に解決すべき課題である。

図2は接点制御で施開錠できる玄関であり、ECSと組み合わせることにより押しボタンスイッチ等を使って玄関の施開錠が可能となる。但し、あくまで接点制御なのでケーブルを敷設する必要がある。



図2 接点で施開錠できる電気錠
Fig.2 Point-of-contact control electric lock

2.3 家電制御

最近の家電製品はほぼ例外なくリモコンで操作できるが、リモコンを握れない四肢麻痺の重度障害者には操作できない。この問題を克服するには、手を使わずにテレビのチャンネルを替えたりエアコンを点けたりする手段が必要である。図3はリモコン操作可能な代表的な家電製品であるが、ECSを使えばチン(顎)スイッチ等で自在に操作可能である。但し、家電の高機能化により1台のリモコンに100個近いボタンが付いている昨今では、従来のアナログ式ECSで対応するのは困難になっている。



図3 リモコンで操作できる家電製品
Fig.3 Remote control electric appliances

2.4 デジタル家電のサポート

近年、デジタル家電の急速な普及により、重度障害者の周りでもデジタルハイビジョン（液晶・プラズマ方式）、ハードディスク内蔵DVDレコーダー等が当たり前に使われるようになってきている。そこで問題になるのが、手を使わずどうやってこれらの多機能製品を操作できるようにするかである。しかも、分厚い説明書と格闘できる健常者とは異なり、重度障害者の多くは自分で説明書を読む事さえできない。すなわち、直感的に操作できるようにしなければ、折角のデジタル家電も宝の持ち腐れに終わってしまう。

図4はデジタルハイビジョンであるが、一日中、部屋にいることの多い重度障害者のためにこそ、たくさんの番組を選択して視聴できるデジタルハイビジョンが真価を発揮する。同様に、自分でテープ交換できない重度障害者にとって、何百時間も録画可能なハードディスク内蔵DVDレコーダーはずっと待ち望んでいたいわば夢のような家電ともいえる。



図4 最新デジタル家電のサポート

Fig.4 Support of digital appliances

3 近未来の理想的な環境制御装置

そもそも ECS とは、四肢麻痺を伴う重度障害者が、家電製品を自分の意志で自在に操作可能にするために開発された福祉機器であり、既に 20 年近くの歴史がある。ところが、従来の ECS には 専用装置であるため非常に高価、 年々高度化するユーザーズに追従できない、 障害者の多様な生活スタイルに対応させるのが難しい等の問題があるために、広く普及するには至っていない。

すなわち、近未来の理想的な環境制御装置とは上記課題を克服できるようなものを意味する。

3.1 低価格

ECS を広く普及させるためには、他の家電同様、低価格化が何より重要である。福祉機器の世界では、これまで問題別に専用装置を開発するアプローチが一般的だったが、この方法を取る限り装置の低価格化は困難である。この課題を克服するには、市販の

汎用製品を活用して ECS の機能を実現することが望ましい。具体的には、既に一般家庭に広く浸透しているパソコンをベースにして、ECS の機能をソフトウェア的に実装するのが現実的である。

3.2 実用性

一昔前の ECS では、テレビの ON/OFF やチャンネル切替え、エアコンの ON/OFF 程度が可能なら、重度障害者の生活をそれなりに便利にすることができた。けれども、部屋の中に家電が溢れている現在では、デジタル地上波 / デジタル BS / デジタル CS 放送の視聴は勿論、番組の録画予約、エアコンの温度設定、玄関 / 雨戸シャッター / カーテンの開閉など、それこそ身の回りにある全ての家電を自在に制御したいという要望が当たり前になってきている。この要望を叶えるには、各メーカーから販売されている各種家電を広くサポートすると共に、家電の機能を漏れなく操作できる ECS が理想である。

3.3 柔軟性

障害者が高齢者である場合、もともと家電への依存度が低いのでテレビと電話くらいが操作できれば事足りるケースが多い。これに対し、若い障害者、特に事故等で障害を持ったケースでは、それまで便利な家電に囲まれて生活していた分だけ元の生活を取り戻したいという欲求が強い。この欲求に応えるには、障害者の要求レベルに応じて対象家電を自由に取捨選択できる ECS が理想である。

3.4 ワイヤレス化

現在、ほとんどの家電はリモコンで操作可能だが、電動ベッドや玄関錠など機器の性格上どうしても有線で制御せざるを得ない製品もある。これに対し、障害者用の入力スイッチやナースコール等の緊急呼出装置については現時点で無線化可能である。入力スイッチがケーブルで接続されていると、車椅子などの移動体からの利用が困難である。全ての障害者がワイヤレス化を必要とするわけではないが、ワイヤレス化という選択肢があれば ECS の恩恵に与れる障害者が増えるのは確実である。

3.5 簡便な操作

家電が高機能化するにしたがって覚えねばならないことが増加し、その煩わしさゆえに折角の機能を使わず仕舞いになるケースが多い。ECS についても同じことが言える。苦勞してあらゆる家電製品をサポートしても、操作が難しければ結局は使われない機能を増やすだけである。この課題を克服するには、

統一された操作性と直感的なユーザインターフェースの提供が必要である。

3.6 様々な障害への対応

前述の通り、ECS には頸随損傷等によって四肢麻痺になった重度障害者のために開発された経緯があるが、この装置の恩恵を受けるのは必ずしも重度障害者だけではない。例えば、全盲の方も四肢麻痺の障害者同様、身の回りの家電操作が困難である。全盲者の場合、視覚に訴えるタイプのユーザインターフェースは使い物にならない。少なくとも音声ガイド等によって利用者を誘導するよう設計されたユーザインターフェースが必須となる。

4 環境制御装置の開発

本研究では、“2 節の重度障害者のニーズ”と“3 節の近未来の理想的な環境制御装置”に鑑み、障害者宅に実際に設置して実運用できるレベルの ECS（試作機）を開発した。以下、本研究で取り組んだ課題について順を追って説明する。

4.1 低価格化の方策

市販のパソコン上に ECS の機能をソフトウェア的に実装すれば製品価格を抑えることが可能である。問題はどのようなパソコンを利用するかにある。デスクトップ型は設置場所が制約されるため望ましくない。対してノート型は設置場所の制約が少ない反面、安定して設置するのが難しい。

検討の結果、本研究では非常にコンパクトで、しかもタッチパネルでも操作可能な超小型パソコン（図 5）上に ECS の機能をソフトウェアによって実装した。このパソコンの重量はわずか 500g であり、デュアルロックと呼ばれる強力マジックテープでフレキシブルアームに固定する等、様々な設置形態が

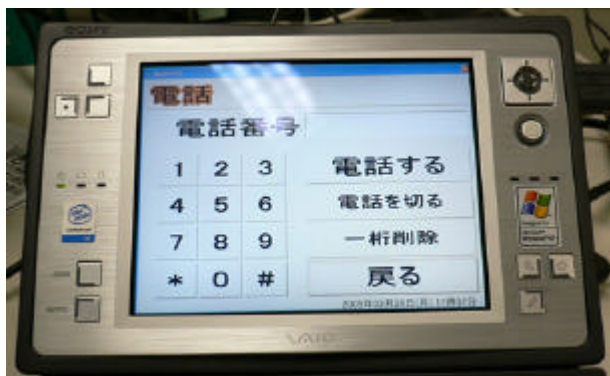


図 5 超小型パソコンを利用した ECS

Fig.5 ECS using micro personal computer

可能である。ちなみに、この超小型パソコンのサイズは縦 10cm × 横 17cm であり、正に厚手の手帳といった感じである。

4.2 実用性への取組み

今回開発した ECS では、テレビ / 各種オーディオ機器 / リモコン電話 / エアコン / 照明 / 電動ベッドといったほとんどの家電を、重度障害者自身が自分の意志で操作することを可能にした。更に、デジタルハイビジョン / ハードディスク内蔵 DVD レコーダー等のデジタル家電にも対応しており、何百もある番組の中から障害者が自分の趣味にあったものを選択して視聴することを可能としている。



図 6 各種デジタル家電への対応

Fig.6 Correspondence to digital appliances

また、頸随損傷によって四肢麻痺になった方は皮膚感覚が麻痺しているために外気温が分からず、ちょっとした油断をすると風邪を引いてしまうリスクを抱えて生活している。この問題を解決するために、当該 ECS ではエアコンの操作を“温度を上げる”、“温度を下げる”、“運転切替”といった相対指定（多くのリモコンはこの方式）ではなく、“26”、“30”、“暖房運転”、“冷房運転”といった具合に絶対指定できるようにし、“今日は雪が降っているからエアコンの設定温度を 30 にしよう”といった操作が的確に行えるようにしている。

4.3 柔軟性への取組み

四肢麻痺の障害者は一日の大半をベッドの上で過ごすことが多い。周りに話し相手がいる場合は良いが、そうでない場合にどうやって有意義に時間を過ごすかは重要な問題である。



図7 ベッド上での余暇の過ごし方
Fig.7 How to pass the leisure in a bed

この問題については、これまで“音楽を聴きたい方にはCDプレイヤーを”、“色々なアーティストの曲を聞きたい方にはCDチェンジャーを”といった具合にECSで制御できる家電のレパートリーを増やすことに注力してきたが、CS放送の普及によって状況が変わりつつある。具体的には、多チャンネル時代の到来により音楽専用/落語専用/BGM専用等のチャンネルが登場し、障害者の多様な要求に対応できるようになった。今回開発したECSでは、スカイパーフェクTV対応110度CSチューナーをサポートすることにより、この変化に追従している。



図8 要求に応じたサポート
Fig.8 Support corresponding to the demand

このように障害者のニーズは高度化の一途を辿っているが、一方では“テレビはあまり見ないので電話さえ架けられればいい”といった障害者等がいるのもまた事実である。このような事例は主に高齢の方に多い。当該ECSでは、メニューから不要な機能を簡単にはずせるようにすることで、こういったニーズにも柔軟に対応できるようにしている。

4.4 ワイヤレス化への取組み

重度障害者の生活スタイルは極めて多様である。ベッドに寝たきりの方もあれば、ほとんどの時間を車椅子で過ごす方もある。様々な生活形態に合わせてECSを運用可能にするには、入力スイッチの問題が重要である。具体的にはこういうことである。障害者がベッドに寝たままならECSと入力スイッチの間は単純にケーブルで接続すれば十分である。ところが、チン(顎)スイッチで電動車椅子を操縦し室内を移動しながら生活している方にこの方式は適用できない。

幸い無線技術の進歩によってケーブルを無線で代替する装置(図9)が開発されており、入力スイッチとECSの間を省電力無線により情報の送受信することが可能である。当該ECSでは、この装置(WISP2000:ヘッドセット、ステレオトランスミッター、レシーバの3点で構成される)を利用することで、車椅子に取り付けたチン(顎)スイッチWISP2000ECSという経路でECSの無線操作を可能にしている。



図9 入力スイッチのワイヤレス化
Fig.9 Input switch using wireless system

ところで、今回開発したECSはインターネットで言うところのWebサーバとして実装してあるので、上記のような特別な装置を使わなくても携帯電話から遠隔操作可能である(図10)。携帯電話を操作するくらいなら家電のリモコンの方が余程簡単なのではと思われがちだが現実はそのようではない。車椅子で生活している重度障害者では、携帯電話を膝の上に置き(口に咥えた)箸やかろうじて動く指先でつくように操作しているケースが多い。携帯電話1つで、電話/メール/家電操作できることはそれらの方々にとっては非常に有用である。ちなみに、携帯による家電操作は、隣の部屋は勿論、隣の街からでも可能である。

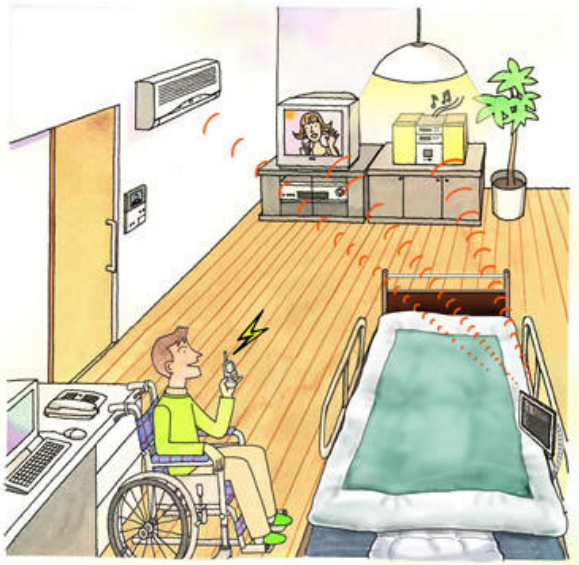


図 10 携帯電話による遠隔操作
Fig.10 Remote control by the cellular phone

4.5 簡便な操作への取組み

家電操作の問題の一つにリモコンのボタンの多さと統一性の欠如がある。続々と追加される新機能の操作ボタンを限られた面積に効率的に配置するために、ボタンを小さくする、1個のボタンに複数の機能を持たせる、使用頻度の低いボタンを蓋で隠す、といった工夫が行われているが、メーカー、機種によって一貫性がないために、非常に使いにくいものとなっている。説明書を見ながら操作できない重度障害者にとっては尚更である。

今回開発したECSでは、リモコンの機能を操作局面ごとに分割し、画面に一度に表示するボタンの数を必要最小限に抑えることでこの問題を対策した。図11はテレビの操作メニューであり20個のボタン

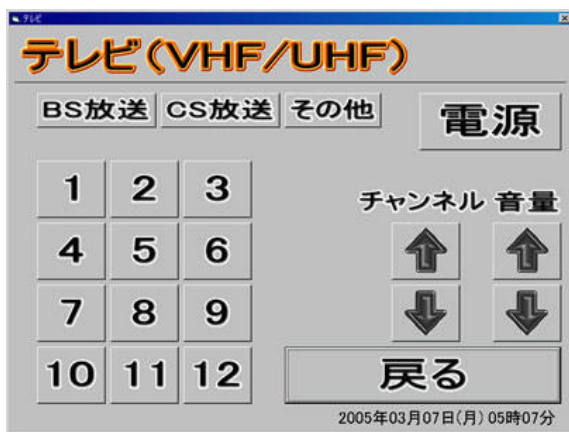


図 11 テレビの操作メニュー(ボタン方式)
Fig.11 Operation menu of television

があるが、画面に一度に表示されるボタンの数としてはこれが最高である。

テレビ等と比べると電動ベッドはシンプルであり、たった6個のボタンで操作できる(図12)。



図 12 ベッドの操作メニュー(ボタン方式)
Fig.12 Operation menu of electric bed

一方、障害者向けのユーザインターフェースとしてGUI(Graphical User Interface)方式を採用することについては問題も多い。四肢麻痺を伴う重度障害者の多くは、手足を動かさないと同時に自由に姿勢を変える事ができない。すなわち、選択箇所を示すポインタが画面をあちこち移動すると、それを追いかけるのが困難なケースがある。この問題に対し、当該ECSではボタン方式とリスト(一覧表)方式の2つを切替えられるようにしている。図13はリスト方式による電動ベッド操作メニューである。多少貧相な印象を否めないが、選択箇所を示すポイントが一方(上から下へ)にしか移動しないので、重度障害者へのアンケートではリスト方式を指示する意見が多かった。このことから分かる通り、GUI方式は実は多くの障害者にとって使いにくい。

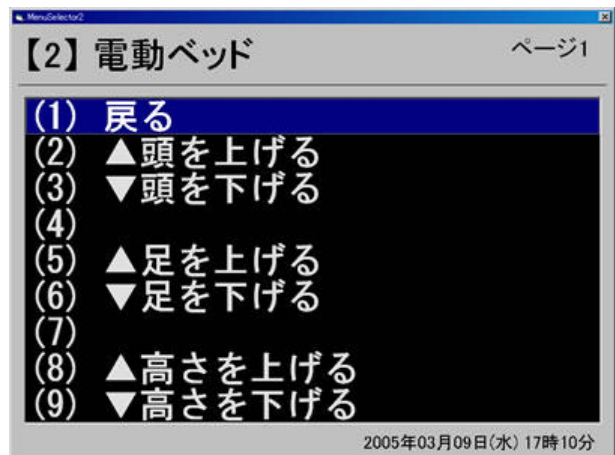


図 13 ベッドの操作メニュー(リスト方式)
Fig.13 Operation menu of electric bed

4.6 様々な障害への対応

ECS の目的は障害者の身の回りにある家電製品を制御することであるが、実のところ本当に重要なのは入力スイッチ(入力モジュール)への対応である。そもそも ECS の最大ユーザは手足を動かさない重度障害者である。ユーザは、ECS を利用する際に自分に最適な入力スイッチを選定する必要があるが、どんな入力スイッチを使うかは障害者の程度によって全く異なるため、いかなる入力スイッチにも対応できることが ECS の機能として重要である。今回開発した ECS は市販のパソコンをベースにしているため、USB スイッチインターフェースと呼ばれる装置を介して各種入力スイッチをパソコンの USB ポートに入力することにより、あらゆる入力スイッチへの対応を可能とした。



図 14 各種入力スイッチへの対応

Fig.14 Correspondence to various switches

更に、ワイヤレス化への取組みで述べたとおり、当該 ECS はインターネットで言うところの Web サーバとして実装してあるので、パソコン上の Web ブラウザや携帯電話の i モードを入力スイッチとして使用することが可能である。驚くべきことに、重度障害者の中にはノートパソコンを逆さまに固定し、口に咥えた菜箸でパソコンのキーボードを叩くという使い方をしている方が少なくないため、ノートパソコンを ECS の入力スイッチとして使う一見馬鹿げたように見えるアプローチには正当な背景がある。携帯電話は車椅子のような移動体から ECS を操作する場合の入力スイッチとなる。手足を全く動かさない方はチン(顎)スイッチしかないが、ある程度指先を動かせる方にとっては携帯電話が設置・調整不要で導入しやすい入力スイッチとなる。

ところで、ECS を視覚障害者、特に全盲の方に提供する場合は、現行のユーザインターフェースの抜本的な見直しが必要である。すなわち、目の見えない方に“いまどのようなメニューが画面に表示され、選択箇所を示すポインタがいまどこに居るのか”を伝える手段が必要である。“音声認識を使えばメニューなど不要では”と考える人もあるだろうが、音声認識技術には認識率や外界の音に反応して勝手に動いてしまう等の問題があるため、家電制御を目的とする ECS の入力スイッチとしては不相当である。

残念ながら今回開発した ECS では、まだ視覚障害者向けユーザインターフェースを実装できていない。しかし、視覚障害者団体、関連企業からの情報を基に検討した結果、十分実用的な視覚障害者向けユーザインターフェースを実装できる目処は立っている。



図 15 ゲームパッドへの対応

Fig.15 Correspondence to a game pad

図 15 はパソコンに接続して使用するゲームパッドであるが、この装置が持つ“誰でも指先の感覚だけで操作できる”という特長と音声ガイダンスを組み合わせれば、全盲の方でも ECS を使いこなすことが可能である。当該機能の実装は今後の課題である。

5 考察

本開発では、試作品とはいえ従来製品よりも低価格で実用性の高い ECS を実現できたと考えるが、この装置を広く普及させるためには様々な観点からのブラッシュアップが必要である。

5.1 家電操作メニューのカスタマイズ機能

当該 ECS で制御できる家電の数に上限はないが、未知の家電を制御するためにはメニューの追加や作り込みが必要となる。この作業にはそれなりの時間を要するので、この作業を軽減するためにメニューのカスタマイズ機能を強化する必要がある。

また、当該 ECS では設置業者がチューニングすることを想定しているが、ユーザである重度障害者自身が使い易いように自分でカスタマイズする機能を追加開発する必要がある。

5.2 リモコン信号のデータベース化

予め想定していたことではあるが、世の中に出回っている家電の種類は非常に多く、その組合せは天文学的な数になる。すなわち、障害者宅に ECS を設置するたびに家電のリモコン信号をサンプリングするのは時間の無駄である。これまで最高 24 品目の家電を制御できるようにした経験があるが、どんなに素早く作業しても動作検証まで含めると 1 日作業になってしまう。この問題を解決するには、可能な限り多くのリモコン信号をデータベース化し、ボタン一発で任意の家電に対応できるようにすることが必要である。

5.3 ユーザインターフェースの洗練

当該 ECS のユーザインターフェースは、初めて使う人が全く説明書を読まずに使えることを目標に設計してあるが、それでも用語という暑い壁がある。知っている人には当たり前の用語が、そうでない人には異国の言葉になるのだ。これは古くて新しい問題であると同時に簡単には解決できない課題である。

5.4 視覚障害者への対応

当該 ECS は現時点では視覚障害者に対応していない。ECS の利用者層を拡大し、装置を広く普及させるためにも早急に視覚障害者、特に全盲者が操作できるようなものに発展させる必要がある。但し、身体的障害者と視覚障害者の間には非常に大きなギャップが存在するので、実用的な視覚障害者向けユーザインターフェースのデザインが何よりも重要である。

5.5 最先端技術の活用

なお、電力線搬送通信 (PLC : Power Line Communication) と呼ばれる技術の使用が早ければ年内にも認められる方向にある。これは、どこの家にも必ず敷設されている電灯線を使って、家電同士をコミュニケーションさせる技術であり、これを使えば ECS から各種家電の状態を把握し、より発展的で効率的な制御が可能となる。この技術を本格的に利

用できるのは未だ先のことだが、対応を準備すべき時期に来ている。

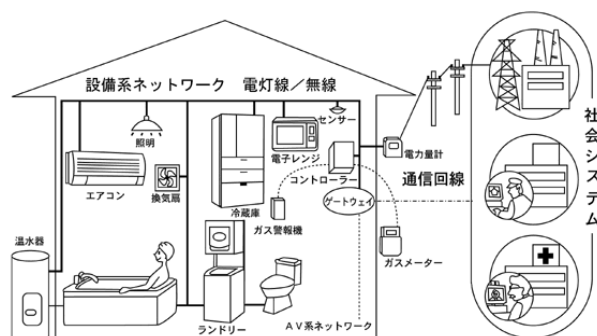


図 16 エコーネットへの対応

Fig.16 Correspondence to ECHONET

6 おわりに

本研究では、安価に提供できる ECS の実現を目標に、様々な市販製品を ECS に接続できるモジュールとし、それらを組み合わせてシステムを構築可能な ECS の試作機を開発したが、デジタル家電の普及等によって障害者のニーズ(生活の質を向上させたい)は高度化の一途を辿っていることを痛感した。

全ての障害者が万能の ECS を必要とする訳ではないが、簡易型 ECS と万能型 ECS を分けて考えるのではなく、簡易型 ECS にカスタマイズ可能な万能型 ECS を開発すべきというのが現時点での見解である。最初は“これさえ出来れば十分”と言っていた障害者が暫くすると“あれはできないの、これはできないの”と、より発展的なニーズを口にするようになる。すなわち、ECS を使う前の自分とそれを経験した後の自分は別人なのだ。人間は学習する生き物である。それが便利だと分かった瞬間、それは必需品になる。ECS に限ったことではないが、常に“それを使い始める前と後でのユーザの変化”を予測した物作りに取組むべきである。福祉機器であれば尚更である。

謝辞

本研究では、多くの障害者宅に当該 ECS を設置する作業を通じて、ユーザニーズに厳密に対応することの難しさと 日々変わっていくユーザニーズに追従することの重要性を実感した。

こうした経験は臨床を通じて初めて得られるものであり、頭の中で考えているだけでは決して獲得できない貴重な財産である。ユーザニーズの調査とそれを叶える技術の実装は必要だが、エンドユーザに会って直接話を聞くことはそれ以上に重要である。貴重な情報を提供していただいた全ての協力者にこの場をかりて感謝いたします。