

ホームネットワークの進化とIoT

三木 智子*

Evolution of Home Network and IoT

Satoko Miki

要 旨

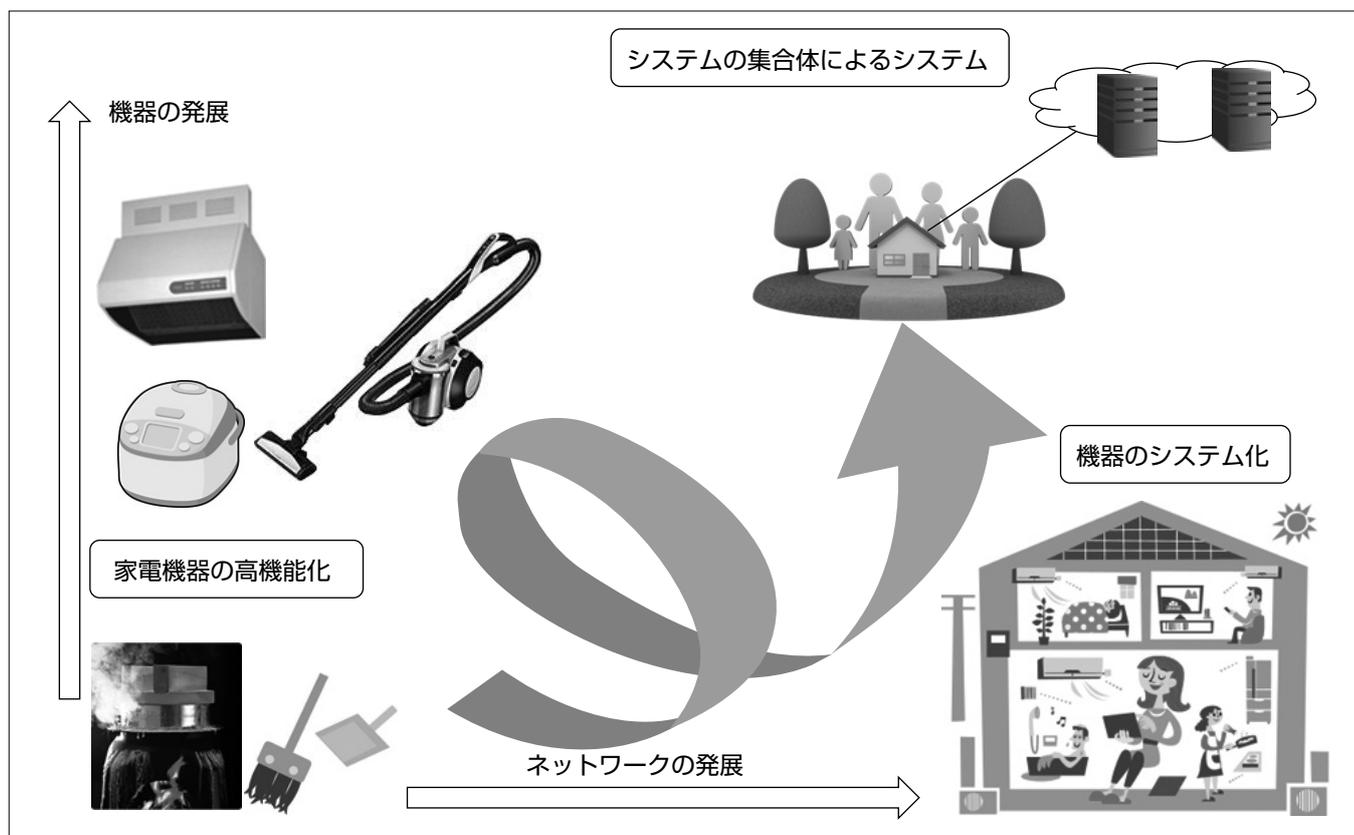
機器がネットワークにつながるIoT(Internet of Things)でこれまでのホームネットワークが新たな立ち上がりを見せている。ホームネットワークは、2010年頃から家庭内の映像機器を中心に動画や写真を共有するシステムとして始まり、その後、家電機器の電力消費量表示や外出先から自宅の家電機器制御でエネルギーを管理するHEMS(Home Energy Management System)へと拡大し、さらに、家のあらゆるモノがネットワークにつながる家のIoTへと進化している。

家での暮らしは、炊事、洗濯、掃除に始まり、電気・ガスなどのエネルギー消費や健康管理、子育て・教育、介護、娯楽、家族や地域とのコミュニケーションまで多くを含ん

だコト(真価)であり、生きることそのものである。

この家での暮らしの質を上げるために、それらをサポートする家事支援を価値と位置付け、三菱電機では、この価値を実現するための家電機器とネットワークの進化に向けて、家電機器の高機能化、機器のシステム化による快適性と省エネルギーの実現、システムの集合体による家とクラウドの全体のシステム化による家事支援のための技術開発に取り組んでいる。

今後、家電機器群のシステムオブシステムズに向かって、らせん状に進化していくホームネットワークを、IoTを活用した技術開発を行い、家事支援という価値を追求していく。



ホームネットワークの進化

ホームネットワークは、機器の発展とネットワークの発展によって、家電機器の高機能化、機器のシステム化、システムの集合体によるシステムとらせん状に進化していく。

1. ま え が き

ホームネットワークがIoTの社会実装形態の1つとして何度目かの注目を浴びている。IoTとは、様々なモノがインターネットにつながることであり、モノのデータが社会へ流通することである。IoTで収集されるデータを処理・解析することによって付加価値が生み出され、この価値が実世界に変化を与え、その変化が更に情報として収集される。この現象を家を中心に切り取ると、家電機器を含めた様々なモノのデータから価値を生み出し、その価値が社会を変化させると再定義される。

本稿では、家とそこに住む人の価値について述べ、人とモノの進化を支援する当社の取組みと今後の研究についてネットワークの進化との関連を示しながら述べる。

2. 家と家事とIoT

ホームネットワークの“ホーム”は、“家”であるが建造物だけではなくそこに住む人とその営み全般としての“暮らし”を意味している。例えば、人の暮らしは、朝、ご飯の炊けるにおいで目覚め、職場や出張先で仕事をし、家に帰って、お風呂でくつろぐ。ショッピングやジムでのスポーツなども暮らしの一部である。すなわち、暮らしとは、炊事、洗濯、掃除に始まり、電気・ガスなどのエネルギー消費や健康管理、子育て・教育、介護、娯楽、さらに家族や地域とのコミュニケーションまで含む人の生きる意味をなすことの多くを含んでおり、その主体は人である。であれば、家事とは暮らしをなすこれらの様々なものを含んだコト(真価)であり、生きることそのものでもある。それがゆえに多くの時間と作業を強いられることでもある。

先進国では、これまでにないスピードで少子高齢化が進展しており、これに伴う生産年齢人口の減少と人手不足の増大が課題となっている。特に日本では、2013年10月1日時点で65歳以上の高齢者人口は過去最高の3,190万人を超え、総人口に占める割合(高齢化率)も25.1%と過去最高を記録した。生産年齢人口も減少を続けており、8,000万人を割り込み7,901万人となっている。

こうした課題に向け、技術で家事支援を行うことが解決のアプローチの1つになり得る。過去を振り返ると、洗濯という家事を手助けする洗濯機は、手動で回転させる攪拌(かくはん)式洗濯機から始まり、1908年にアメリカで電気式洗濯機が発明され、全自動、ドラム式と進化を遂げているが、これは、洗濯という重労働を科学技術で代替するモノである。すなわち、家電機器は“人の行っている家事をエンジニアリングシステムで代替するモノ”と捉えることができる。これが、これまでの家庭にある電気機器の価値である。

今世紀に入って家電機器はネットワークにつながってき

ている。

家電機器を含めて様々なモノがインターネットにつながることがIoTである。センサ等によって現実社会がデジタルデータ化され、そのデータがネットワークに流通する。IoTは、実世界のあらゆるモノに関するデータがデジタル化されることを意味しており、さらに、これが収集・蓄積され、データが処理・解析されて新たな価値が生み出される。この価値が再度実世界に変化を与え、この変化もまたデータとして収集される仕組みを実現する要素となる。こうした中、人の暮らしに労働を強いてきた家事のうち義務感や重圧を感じている作業をエンジニアリング、特にIoTの技術を用いて軽減していくことで、生産人口の労働時間や労働への活力となる余暇時間を生むことが可能になると考える。

当社では、家事支援を実現するための技術的解決方法としてIoTを駆使した機器やシステムの検討を行っている。本稿では、ホームネットワークの進化をIoT、ネットワーク化の仕組みの中で考え、まず、①家電機器の高機能化としての家電機器のネットワーク、次に、②機器のシステム化としての進化した家電機器群のホームネットワーク、さらに、③システムの集合体による家全体のシステムとしての家電機器群のホームネットワークについて述べる。特に③では、ホームネットワークのシステム・オブ・システムズがどのように家事支援を行っていくかについて述べる。

3. 家事支援のためのIoT

3.1 家電機器の高機能化

2章で述べたように家電機器は、“人の行っている家事をエンジニアリングシステムで代替するモノ”である。すなわち、機器を利用してユーザーが目的機能値を設定、操作し、機器が自ら環境や状況を理解して機能する。詳細には、環境情報の取得とそれに応じた機器状況の理解、機器状況に応じた適切な操作の決定と操作スケジューリング、さらにはその操作スケジューリングに基づく機器機能と分解される。

この定義と解釈では、機器と機能にネットワークの概念はない。ネットワークは“目的機能値の設定”“環境状況理解”“操作の決定と計画”“機器機能”での命令やデータ伝達のために使われ、機能が物理的に離れているときにそれらの間をつなぐ仕組みである。

ここでは、家電機器を機能と概念から述べたが、具体的な例として電気炊飯器を取り上げる。電気炊飯器は、薪(まき)拾いから薪割り、火起こしから始まる作業を電気によって支援する家事支援エンジニアリングシステムの雄である。炊飯は、おいしいご飯を食べるという価値を人に提供する。この電気炊飯器の進化を当社炊飯器を例にして述べる。電気炊飯器は、釜の素材にこだわるとと

もに、加熱にIH(Induction Heating)の技術を用いて、電気や磁力を利用して加熱する。また、デンプンが大きく変化するポイントである本炊き時に滞留を止めずに連続沸騰させることで、炊きあがりのおいしさを引き出すことができる。そこで、炊飯釜内部の沸騰を検知し、炊飯釜自体の温度が内容物の沸騰を検知したときの温度より高温になるようにして沸騰を維持させる沸騰維持制御を行っている⁽¹⁾(図1)。この炊飯器の例は、炊飯器という家電機器の進化であり、さらに、ネットワーク機能も持つようになってきている。炊飯器本体に近距離無線通信機能(Near Field radio Communication : NFC)を備え、スマートフォンなどのスマート端末のタッチ操作によって、炊飯器に目的機能の設定を行うものが存在する。ユーザーはスマート端末に炊き分けの条件を入力し、この情報を炊飯器本体に送信、設定して炊飯する。また、炊飯器本体から炊飯の状況データを取得してスマート端末に出力する。この例では、目的機能の設定と炊飯機能が物理的に離れて存在し、それをネットワークでつないでいる。これによって、ユーザーは新たに簡単な操作で炊飯器の機能を引き出して、よりおいしくお米を炊くという価値を得る。

3.2 機器のシステム化

この節では、進化した家電機器をネットワーク化して相互に家電機器群として快適でかつ効率よく機能させるための家電制御について述べる。

家の様々な家電機器をネットワークで接続し、エネルギーの“見える化”や状況に応じて機器を制御することによって快適で省エネルギーな暮らしを実現するシステムは、HEMSとして知られるところである。HEMSは、創エネルギー・蓄エネルギー・省エネルギーを、かしく制御するシステムである。特に、当社では新たな試みとしてHEMSを使って空調や給湯に、換気システムを連動させる機能を開発している。例えば、冬期にエコキュートでお風呂の湯はりを開始すると、HEMSが浴室換気を抑えるように自動的に制御し、湯はり時に暖められた浴室の温度を有効に活用することで、入浴時にひやっとした感じのな

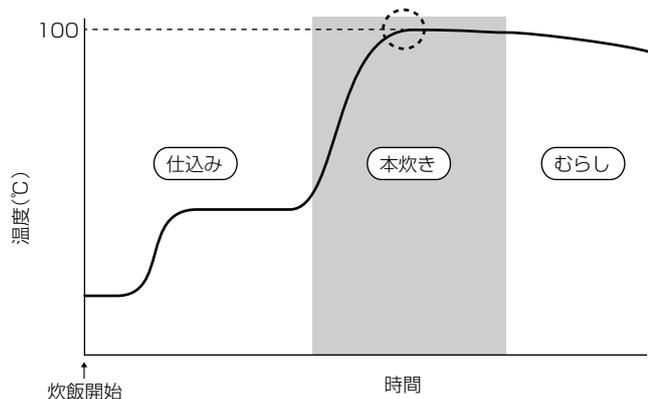


図1. 炊飯中の温度変化

い快適な浴室を実現する(図2)。また、レンジフードファンの運転と連動して換気風量を自動的に制御することで、必要以上に換気量が多くなってしまいう“過換気”の状態を解消することで、冬は不快な冷風感をなくすとともに、廃熱による暖房のムダを抑える効果がある。このように、家電機器を機器群として制御するホームネットワークが、単体の家電機器では成し得なかった新しい快適性やムダを抑える価値を提供する。

3.3 システムの集合体によるシステム

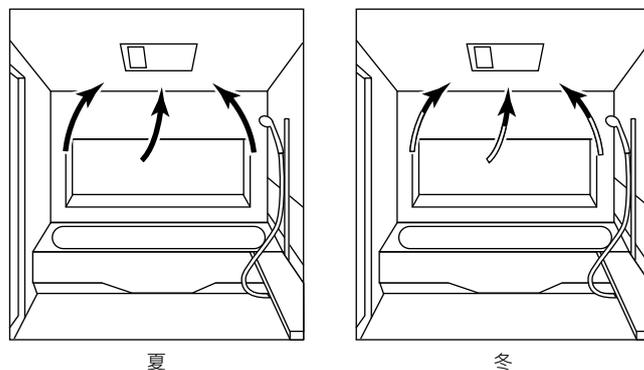
最後に、進化した家電機器群とシステムのネットワーク化によるホームシステムの将来について考察する。未来の家ありようとして、ホームシステムが家を越えてネットワークにつながり、1つのシステムを構成すると考えている。

この未来を実現するためには、広範な技術の連携・統合が必要になる。そこで、技術の連携・統合たるシステムがどのように構成され、どのように進化していくのかについて検討し、向かうべき未来に寄与する技術について研究を進めている。

3.2節で、機器群がネットワークで接続されることで新たな価値が生み出される例について述べた。ネットワークにつながるシステムでは、1つのノードから出ているリンクの数を横軸に、その数を持つノードの数を縦軸にプロットすると、両対数グラフで傾きが負の直線となる。す



(a) 換気連動設定



(b) 換気風量で温度低下を抑制

図2. 湯はりと換気の連携

なわち，“リンクの数が2倍になるごとに，その数のリンクを持つノード数はほぼ1/5に減少する”というべき乗則が現れる⁽²⁾。また，インターネットは，同一対象について時間や空間的に異なるスケール(分解能)で計測された統計が同じ分布族に従い，分布やモーメント等の統計的性質が計測スケールに関して相似であるという統計的に自己相似となっていることが報告されている⁽³⁾⁽⁴⁾。べき乗則が成り立ち，また，自己相似であることは，フラクタルの定義に合致し，ネットワークシステムは，全体から一部を切り取ってもそれが全体と似ている成り立ちをしていることが分かる。

次に，ネットワークでつないで行う処理について考えてみる。1970～1980年代には，処理はメインフレームと呼ばれるコンピューターがホストとなり，それにダム端末を用いて文字情報を入出力していた。ダム端末の処理能力が上がるにつれMS-DOS^(注1)やCP/M^(注2)などのOSが動く端末にホストのアプリケーションの一部機能が移されてきた。これが1990年代のクライアント／サーバ型の処理につながり，機器のオープン化，ダウンサイジング化を呼び起こした。さらに，現在，ネットワークの高速化とともにWebアプリケーションによるアプリケーション処理と出力処理の分離が起こり，クラウド化が進んでいる。これは，アプリケーションのオープン化であり，クラウドの処理比重が大きい。このように，処理能力とネットワークの進化でコンピューターシステムは，機器さらにはアプリケーションがオープン化しながら処理の比重が上位(クラウド)と下位(端末)とを行ったり来たりし，らせん状に発展してきている。

したがって，ネットワークでつながる処理システムは，ある時刻にそれぞれフラクタルな構成で散りばめられている処理が時間的には上位と下位に比重を振れながら進化していると考えられる。そうであるとすれば，機器とクラウドの進化スピードのバランスから，この次の世代では，機器の側に比重を移し，より下位の近傍で比較的大量の処理

が行われるホームシステムが形成されていくであろう。そして，最終的には，完全にフラクタルで比重が偏らない自律分散協調モデルになっていくと考えられる。そこで，次の世代のホームシステムとして，家又は家の近傍で価値を生み出す処理をするためのエッジコンピューティングの活用について開発を進めている。

進化した家電機器群とシステムのネットワーク化によるホームシステムは，家電機器としてそれぞれ炊事や買物をサポートする価値を持ちながら，IHクッキングヒーターの使用と冷蔵庫の使用から食事の提案や健康サポートなど，暮らしそのものの質を向上させ，家事支援という価値を提供していくであろう。

(注1) MS-DOSは，Microsoft Corp. の登録商標である。

(注2) CP/Mは，(株)技術少年出版の登録商標である。

4. む す び

ホームネットワークは“IoTという手段を持って，人の行っている家事をエンジニアリングシステムで代替するコト”である。家事労働を軽減し，これまでにない，暮らしの提供を目指す家事支援という価値をIoTと情報・通信技術で解決していく。

参 考 文 献

- (1) 特許第4611415：加熱調理器 (2010)
- (2) マーク・ブキャナン：複雑な世界，単純な法則，草思社 (2005)
- (3) Leland, W.E., et al. : On the self-similar nature of Ethernet traffic, IEEE/ACM Transactions on Networking, 2, No.1, 1～15 (1994)
- (4) Koucheryary, Y., et al.(Eds) : Next generation teletraffic and wired/wireless advanced networking, Proc. of 6th International Conference NEW2AN 2006 (2006)