

転機を迎えるホームネットワーク



北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
教授 丹 康雄

ホームネットワークは、長年にわたり形を変えて持ち出されては結局現実にはならない、いわば典型的な「オオカミ少年」分野であり続けてきたことは残念ながら認めない。

しかしながらここに来て、この状況から脱却できる期待が見えつつある。本稿ではホームネットワークが成り立つための要件を考察し、最近の動きをふまえて、本当にオオカミが来たときにうまく対処するためにはどのような検討が必要であるかについて述べる。

1 ホームネットワーク (HN) とは

1970年代にマイコンが出現し、1970年代末に家電機器にも組み込まれるようになってくると、家庭の中のさまざまな機器を連携させた高度な制御を行おうとする動きが出るようになったのは自然なことである。複数のマイコン搭載機器を、たとえばシリアル通信で接続し、全体を制御するプログラムの動いているコントローラから制御すれば、さまざまなアイデアが実現できることは自明であり、こうした分野はホームオートメーション (HA) と呼ばれていた。

時を同じくして電話網のデジタル化が進み、ISDN (Integrated Services Digital Network) が商用化されるに至って、電話網につながった家庭内の機器群がそれぞれに (サブ) アドレスをもち、家の外から特定の機器に通信を行ったり、家庭内の機器同士が通信を行うための標準的な通信規格が実現可能となった。当時、わが国では電電公社を中心にホームバスシステムという名称でこうした技術の開発を行い国際標準化への活動も盛んに行われた。

しかしながら、同時代に出てきたオフィスオートメーション (OA) という言葉が、あまりにも当たり前になったために死語となったのに対し、HAはそのまま日の目を見ることなく死語となった感がある。

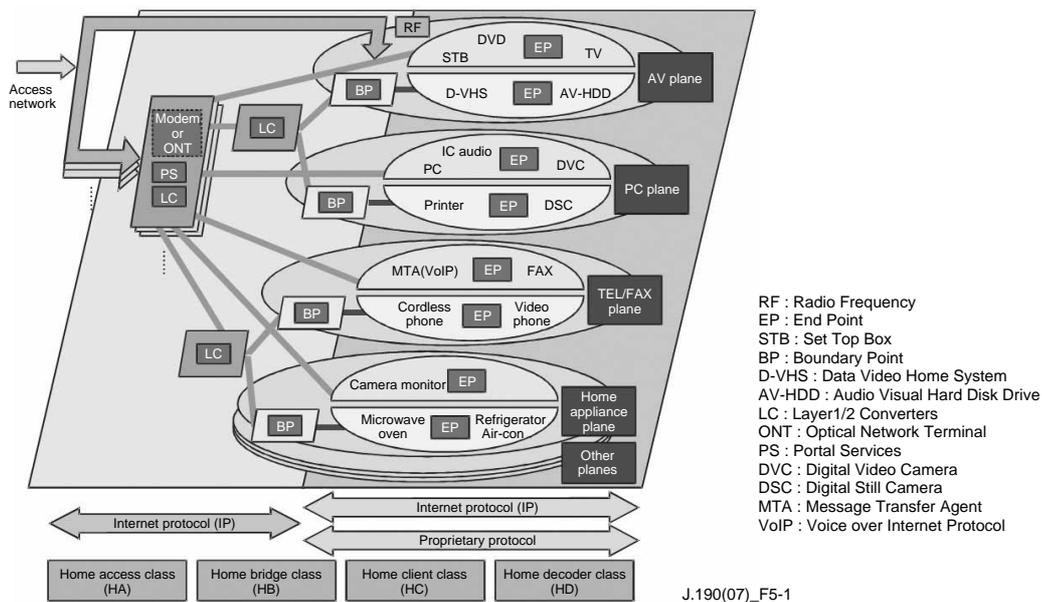
その後、1990年代の家電デジタル化、インターネットとパソコンの普及、2000年代頭初のIPv6ブームとその後の常時接続インターネットの普及、さらにはNGN (Next Generation Network) やIPTV (Internet Protocol Tele-Vision) にみられる電話や放送といった社会インフラのIP (Internet Protocol) 化というさまざまな要因が出てくる中で、少しずつ形を変えながらも継続して家庭内機器のネットワーク化が求められてきたにもかかわらず、このHA的なシステ

ムは広く実用化しているとはいえない。その結果、少し前までの定義ではスーパーコンピュータと分類されてしまうほどの処理能力を備えたゲーム機が家庭内にゴロゴロしているにもかかわらず、照明のON/OFFやカーテン・窓の開け閉め、冷暖房機器の運転などは相変わらず人間が自ら行っており、ひいては、プレーカが落ちないよう気にしながら食器洗い機の運転時間を決めている、というのが現実の21世紀の暮らしぶりとなっているわけである。

一方、HAからの流れとは別に、オフィスのLANの小型版を家庭内に持ち込み、パソコンが便利に使えるようにして今までの電話やFAXを代替したり、Webのようなオンデマンド型の情報サービスを活用できるように家庭内のさまざまな機器でネットワークを形成する、という観点でHNをとらえることもできる。こちらについてはそれを必要としているユーザーの間ではそれなりに実用化しているともいえる状況で、この形を普及させるためにコストを下げたり設定を容易にしたりするための開発も進みつつある。

また、テレビの視聴時間は、見逃し視聴のための録画やパッケージコンテンツの視聴と合わせて一日あたり4時間ほどにもおよび、われわれはAVコンテンツの視聴に人生の少なくない割合を割いていることになる。この活動を支援するための機器群も、機器の組み合わせの自由度を高めたり、複数の機器の連携を容易にしたり、コンテンツの入手経路の自由度を高めたり、という目的でネットワークを志向している。こちらのネットワークはHAとも家庭内LANとも要求が異なり、極めて広帯域 (Full HDの現在では数Gbit/s) の伝送能力やコンテンツの権利保護のためのしくみが必要となる。

このように、実はさまざまな要求を満たす家庭内端末ネットワークシステムがHNという言葉で漠然と総称され



第1図 ITU-TJ.190rev1

ているのが実情であり，HNというものをエンジニアリング的にとらえるためにはこうした要求を整理して明確にする必要がある。わが国で1999年から2004年にかけて活動を行った宅内情報通信・放送高度化フォーラムにおいてHNの全体像を示す基本アーキテクチャの議論が行われ，これを元にITU-T（International Telecommunication Union Telecommunication standardization sector）ではJ.190勧告が2002年に発行されている。J.190では，上述してきたようにHNにはさまざまに分野の異なる領域が含まれることを第1図のようにPlaneという用語で明示的に示し，それぞれのPlaneでは用途に特化したプロトコルや伝送技術が用いられることや，逆にHN全体で共通に使われるプロトコルとしては家庭内でもIPネットワークが重要な役割を果たすことが記述されている。このJ.190以降，ITU-Tでは伝送，サービス，セキュリティ，トランシーバなど，さまざまな観点におけるアーキテクチャ勧告が制定され，J.190自体も2007年に改訂を受けて現在はJ.190rev1となっている。

HNを考える上で，個別の技術に関する規格も重要であるが全体像を見渡して家庭内のユーザーにサービスを提供するICT（Information and Communication Technology）システムとしてトータルにとらえることは重要である。たとえば，UPnP^{®(注1)}（Universal Plug and Play）は極めて重要な技術の1つであるが，これはIP上の上位レイヤプロトコルであり，AV機器群をHDMI^{®(注2)}（High-Definition Multimedia Interface）で接続したAVネットワークシステム（J.190rev1というProprietary ProtocolによるAV Plane）ではUPnPは使われない。しかしながら，AVネットワークシステムがDLNA^{®(注3)}（Digital Living Network Alliance）

で組み立てられれば，これはInternet ProtocolによるAV PlaneとしてUPnPに強く依存したものとなる。さらに，前者の例でも外部のストリーミングサービスとの連携が行われれば，そこでUPnPが使われうる。こうした状況も，J.190rev1のようなアーキテクチャのもとで考えれば適用技術の違いであってユーザーに対するサービスという観点では一貫してとらえることが可能となる。

2 HNを成り立たせる2つの要素

HNはそれなりの歴史を有し，さまざまな関連技術が生まれてきたのに，実用になっているとはいえないのはなぜであろうか。筆者はHNに限らず，ICT関連のシステムには大きくわけて2つの要素があり，この2つのうち，どちらが不十分でも実用的なシステムとしては受け入れられないと考えている。この2つを言い表す良い言葉はまだ見つからないのではあるが，ここではハードとソフトとしておこう。HNは2つの要素のうち，ハードは随分と進歩がみられたものの，ソフトが大きく立ち遅れていて，後述するように8 bitマイコンの時代のパソコンのようなものになっているのではないかと思うのである。

どのようなシステムにおいても，半導体や光ファイバなどといった物理的な要素から，目的のことに実現可能とするためのハードを作り上げることが必須なことは自

（注1）UPnP Implementer Corp. の商標および登録商標

（注2）HDMI Licensing, LLC の登録商標

（注3）Digital Living Network Alliance の登録商標

明である。このハードという部分には、目的が実現できるための性能が担保されるかどうかという点と、それが、大多数の利用者にとって十分に現実的な低コストであるかということに対して大きな意味をもつ。HNにおいては、さまざまな家電機器、住設機器を何らかの通信路で接続し、コマンドやデータのやりとりを可能とするシステムがこれに相当する。特別な制御用の配線を張り巡らせるところから、標準規格であるISDNのホームバス、さらに媒体自体を銅線から無線にしたり、専用の線から電力線やアンテナ線、アナログの電話線といった既存配線の流用を可能とすることで、機器をネットワーク化することに対する障壁は随分と下がったといえる。これに加えて、IPのような極めて汎用性の高いプロトコルが一般化し、IPと車の両輪のような形でEthernet[®] (注4) 技術が発展したことも重要である。これらの媒体ではカバーできない部分を担うHDMIやZigBee[®] (注5) のような技術も順調に市場投入されている。これだけを考えればHNの実用化に向かって大きな障害はあらかた解決されたかのようにさえ思えてくる。

しかしながら、そのシステムがユーザーにとって何をしてくれるものか、というソフトの観点については実に心もとない。昭和60年ごろのニューメディアの本を引っ張り出して新技術としてのホームバスの話などを読んでみると、現在いわれているHNのサービスがほとんど出てきてしまう。大きく欠けているのは通信路による放送（映像音声）の利用くらいで、これは制度的な問題もあったが、本質的には伝送路の帯域という技術的な制約に起因するものと考えられる。それから四半世紀の間には伝送路の帯域以外にも技術は随分と進展したはずなのであるが、たとえば、情報処理能力（プロセッシングパワー）が不足していたので昭和の時代には持ち出されていなかったものの、現在では可能となっている、というサービスは残念ながら容易にはみつからないのである。

では、このようなソフトの遅れがどこからもたらされているのかといえば、筆者は共通プラットフォーム化の遅れにあるとみている。ここで、8 bitパソコンの時代を思い返してみよう。マイクロプロセッサをはじめ、主要コンポーネントが容易に入手できるようになった1980年代前半、実に多くのメーカーがパソコンを製造していた。当時のパソコン少年だったわれわれには機種ごとの個性は顕著だったが、大局的にみればどの製品でも機能や性能には大差がなく、目的を達成することはどの機種でも

ほぼ可能であったといえる。しかしながら、その、目的を達成すること、たとえば、ゲームであったり、ワープロであったり、を実現するためにはプログラムというソフトはもとより、周辺機器まで含めた形でのトータルシステムの構築をユーザー自身が行う必要があった。たとえば、ワープロソフトの必要要件にプリンタの機種までが書かれていて、その機種の互換モードで自分のプリンタが動くかどうかをユーザー自身が判断していた。その結果、ほとんどの機種が高価なおもちゃに過ぎず、いくつかの人気機種のみがサービスレベルで実用に耐えるものとなっていったのであるが、それらにおいてもコストパフォーマンスは低く、限られたマニアの間でしか受け入れられない製品であったのが実情であろう。

ひるがえって、現在のパソコンといえば、寡占状態にある基本ソフトウェアを中心として、ハードウェア、アプリケーションソフトウェアともに極めて多数のメーカーがありながらも互換性を有する状態にある。現在のパソコンの世界には、さまざまなレベルでの相互互換性のインターフェースが存在し、基本ソフトウェアという最も大きな相互互換機構を中心として重層的な標準構造をなしている。こうした共通プラットフォームができあがった世界ではサービスからハードまで、どのレベルの開発を行うにあたって、既存のコンポーネントが選択できることで、自分自身でやらねばならないことを絞り込むことが可能となっている。

HNは残念ながら8 bitパソコンの状況からまだ抜け出せているとは言えず、何かサービスをやるうえにもアプリケーションソフトウェアから必要な周辺機器まですべて丸抱えで面倒をみなければならない状況にある。また、このような状況下では機器のコストも下がりにくく、ユーザー側からみたコストパフォーマンスもリーズナブルとはいえない。

こうした状況からの脱却を目して、現在、共通プラットフォーム化に向けてどのような動きがあるのかについて次節で述べていく。

3 サービスの新展開

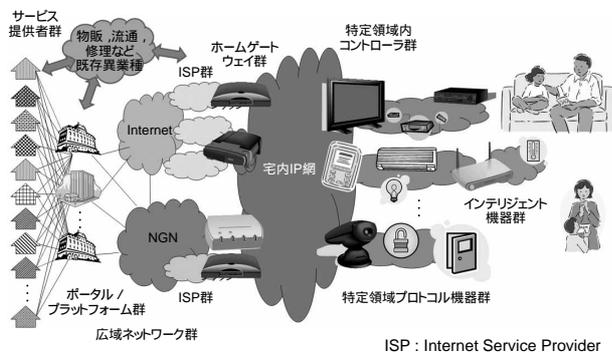
HNのような実世界指向のネットワークシステム、つまり、家電のような物理的作用を及ぼす機器群を端末として、温度や明るさといった実空間の物理情報を利用するネットワークシステムは、実はユビキタスコンピューティングシステムそのものであったりする。ユビキタスと呼ばれる類のシステムではセンシングされた実世界情報からコンテキストと呼ばれる状況を示す情報を抽出して、これに基づいて動作するアプリケーションをネットワー

(注4) 米国Xerox社の登録商標

(注5) ZigBee Alliance, Inc.の登録商標

ク内のデータベースや計算資源を活用して提供しようとするものである。ユビキタスというどうもセンサネットワークや電子タグといったものに限定して受け止められている嫌いがあるが、本質は実世界情報を活用し、何らかのアクチュエータで実世界に対して物理的に働きかける、という点であり、HNはまさにこれに相当する。

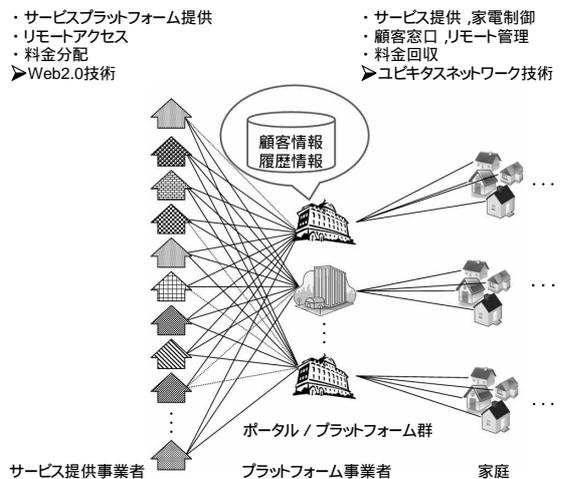
ユビキタスコンピューティングシステム自体が残念ながらまだ研究開発途上であり、携帯電話を活用したライフログと呼ばれるものにその片鱗が見えつつはあるが、商用ベースといえる確固としたものがあるわけではない。いわんや、その共通プラットフォームとはどのようなものか、ということについては試行錯誤の段階にあるといえる。しかしながら、どのように共通部分をくりだして行くかということについてはある程度方向性が見えている。第2図に示したのは筆者らが考えているHNの全体像である。J.190では、いわゆるホームゲートウェイから家の中がHNという位置づけにあったが、第2図(a)ではこれにネットワークの向こう側までが明記されている。特に注目すべき点は、家の外にまず、プラットフォーム事業者があり、その後ろに各種のサービス事業者がある二段構えの形になる点である。



第2図(a) 次世代ホームネットワークの全体像

このモデルにおいては、各家庭における家電機器、ホームゲートウェイ、プラットフォーム事業者、サービス事業者の4階層となっており、ホームゲートウェイと家電から構成されるHNの「ハード」は、プラットフォームを経由してサービスという「ソフト」を実現するものとして位置づけられる。サービスは消費エネルギー抑制であったり、見守りや健康であったりするが、どのようなサービスでも家庭内のネットワークを正常に維持し、適切なデバイスが何らかのプロトコルで到達可能にしておく管理運用や、サービス利用料の徴収といった共通の機能があり、こうした部分をプラットフォーム事業者が一元的に管理をすることにより、ユーザー側からみればプラ

ットフォーム事業者と契約をして、その中に各種サービスのメニューが並ぶような位置づけとなる。当然ながら、プラットフォーム事業者はユーザーにとってはワンストップ窓口のように見え、トラブル時はもとより、新規サービスへの加入や、新たな機器を追加する際の相談窓口ともなる。第2図(b)のように、プラットフォーム事業者を中心に書き直すとこの構図はより明確になる。プラットフォーム事業者は家庭向けのB to Cの機能と、サービス提供事業者に場所を提供するB to Bの関係の両方を有することになる。



第2図(b) プラットフォーム事業者

この構成ではホームゲートウェイが重要な役割を果たす。ホームゲートウェイにはルーティングまでのネットワークの中継装置としてのアクセスゲートウェイと、サービス向けのソフトウェア実行環境であるサービスゲートウェイの2つの機能が含まれている。アクセスゲートウェイとサービスゲートウェイは必ずしも同一の箱である必要はないが、現在のところ最も現実的なのはこの構成で、サービスゲートウェイとしての機能を実装するために、OSGi (Open Service Gateway initiative) が使われていることから、OSGiのようなソフトウェアコンポーネント技術が載ったルーターという、少々奇異なものがホームゲートウェイと呼ばれることになる。このホームゲートウェイに、各種のサービスを実現するためのソフトウェアが配信され、家庭内の機器を連携させてサービスを提供する形になる。このソフトウェアモジュールをバージョンの整合性を取りながら加入者宅すべて(たとえば、数十万から数百万世帯)に行き渡らせる役割をプラットフォーム事業者が担う。

この構成は長らく研究上のものという感があったが、このところにわかに現実味を増してきている。AT&T Inc.

ではOSGiを用いたホームゲートウェイを用いたサービスを展開中であり、フランステレコムやテレフォニカもホームゲートウェイのOSGi化を検討している。日本では、日本電信電話(株)(NTT)が2009年11月2日にプレスリリースを行い、「ホームICT」の名のもとにOSGi対応のホームゲートウェイを用いたサービスを実用化するためにフィールド実験をパートナー企業と開始したことを明らかにしている。

こうしたプラットフォームが事業として出現することで、サービス提供側は小額課金やソフトウェアの配布経路という問題を解決できるだけでなく、プラットフォーム事業者側がAPI(Application Programming Interface)をサービス提供事業者に提供すると、ホームゲートウェイ上で稼動するプログラムそのものをサービス提供者が開発するのではなく、機器が抽象化されたり、機能追加されたレベルでのプログラミングが可能となって、よりサービスの本質的な部分に注力できるようになる。たとえば、冷暖房のプログラムで、直接冷暖房機器のコマンドを発行するプログラミングを書こうとすれば、各家庭に存在する各種の機器に対応する必要が出てきてしまうが、APIとして汎用的な冷暖房機器に対する操作命令が定義されており、プラットフォーム事業者が各家庭との契約に基づいてホームゲートウェイで収集した情報を用いて家庭内の機器を特定しておき、サービス提供事業者が該当APIを利用した際にその家庭に必要なライブラリをリンクしてホームゲートウェイに送り込む、ということを行えば、サービス提供事業者は各家庭の機種に対応するコマンドを知らなくてもプログラミングができることになる。単に機種情報だけでなく、たとえば、この家庭ではどれくらいの室温を好んでいるかという情報をプラットフォーム事業者がもっていれば、暖かめにする、とか、不快でない程度に冷房を弱くする、といったAPIも提供できるようになる可能性がある。

ここで重要なのは、プラットフォーム事業者にユーザーの好みや、各種のサービスを稼動させた際、具体的にはどのような値を用いたか、といった情報が蓄積されうることである。これは、Web2.0の世界でいうところの集合知に相当する、いわば実世界版集合知であり、このデータベースが蓄積されて適切な解析が行われれば、プラットフォーム提供事業者の提供できるAPIの価値はより高くなってゆく。ひとたびこの構図が出来上がれば、Google[®](注6)やAmazon[®](注7)といった企業が有しているのと同様の強み

をもつことができる。これは、Googleの出現によりパソコン側に高度なソフトウェアを入れるのをやめて単にWebブラウザだけが稼動するものとし、Google側のインテリジェンスに依存したような使い方が可能になったのと同様、家電の中に高度なロジックを詰め込むのをやめ、その物理的なセンサ&アクチュエータとしての機能をネットワーク側からフルに利用できるようにしさえすれば、ネット上のサービスに依存して高度な動作を行う家電が実現可能になる、ということを示唆している。これは、家電製品における従来型の差別化というものは難しくなる、という見方もできるが、標準インターフェースで切ること、機器メーカーとしては手離れの良いものを可能とする、という見方もできる。現状、いわゆるネット家電においては機器とサービスを同時に提供する必要があった、それを実行できる事業者は限られてしまっていることや、大企業にとっても新規サービスの開発と維持はコストのかかるものであることを考えれば、だれかが自分の機器の価値をフル活用するサービスを開発してくれる可能性がある、という意味で、後者の見方は重要であろう。

4 今後に向けて

本稿では、HNにおけるソフト、すなわちサービスを実現するための共通プラットフォームが家の外に出現しつつあり、家の中のホームゲートウェイをいわば出先機関として、家庭内の機器を制御するプログラムを稼動させる、という構図になりつつある現状について述べてきた。このうち、OSGiを用いてソフトウェアコンポーネントを配布するところまでは現実のものとなっているが、高度なAPIをサービス提供者向けに用意し、各種のデータベースをプラットフォーム事業者が蓄積する、という部分はまだこれからの話となる。実のところ、これらの部分には、生活に直接かかわる情報が取得されてしまうことに対するユーザー側の抵抗感や、家電の利用履歴からとれるデータはパソコンでの活動の履歴に比較して抽象度が低く、雑音も多いことから、意味のある内容を抽出するために技術的な開発が必要になる、というHNならではの困難さが待ち構えている。

しかしながら、インターネットがパソコンの位置づけを変え、シンクライアント、Web2.0、クラウドと、時代が進んでいるのと同様の変化が家電にも生じてくる可能性は極めて高い。そうした時代を目前にして、サービスプラットフォーム技術と実際にこれを提供する事業者が国内に存在することはわが国にとっては重要なことであろう。

(注6) Google Inc. の登録商標

(注7) Amazon Technology Inc. の登録商標

共通プラットフォームの技術的な側面はこれから開発されてゆくものであり、現時点で広く使われているOSGiもいつまでも使われる保障はないし、APIのあり方もこれから各種のサービスに依存して適切な形が模索されることになる。本稿では、8 bitパソコンの例を何度か持ち出したが、この世界でも共通の「ソフト」基盤を提供すべくMSXという規格が存在していた。MSXが最終的に成功したのか否かはさておき、確かに一定の成果はあがり、「ソフト」が「ハード」供給側とある程度独立して成立するようになったのは確かであろう。実のところ、8 bitパソコンは能力の点で実用になるには問題があり、その後の16 bitパソコンの低価格化の影で終息を迎え、パソコンの世界の共通プラットフォーム化が行われたときには8 bitパソコン自体がほぼ存在していない状況となっていた。これは、「ハード」の能力が重要だという例とみなすことができようが、現在のHNの「ハード」も実用たるに十分かどうかというのはこれから広く使われるサービス次第といえよう。現在のリモコン同様の粒度のコマンドをやりとりするためには十分な「ハード」であっても、現在は家電機器内部でやりとりされているリアルタイム性を要求する制御情報もネットワーク上を流れることが求められるのであれば十分なものとは言えなくなってくる。

最終的に、ユーザーに求められるものは、作りこみでネット化されていない今までの高級機なみの機能と性能、レスポンスをもち、ネット接続によるサービス提供ならではの拡張性や機器初期投資の低コスト化、集合知を活用したよりインテリジェントなサービスの実現であろう。この状況は、実はパソコンそのものも現在進行形で直面している課題であり、そちらを横目で見つつも、わが国としては家電版のクラウドプラットフォームについては、しっかりとつかんでおくことができないものかと思う次第である。

参考文献

- 1) 丹康雄 監修：宅内通信・放送高度化フォーラム編 ホームネットワークと情報家電（オーム社）(2004).
- 2) 次世代IPネットワーク推進フォーラム ホームネットワークWG 普及促進SWG：次世代ホームネットワークが描く新たな価値進化時代へ向けた挑戦
<http://ngnforum.nict.go.jp/> (参照2010.3.5).

《プロフィール》

丹 康雄 (Yasuo Tan)

1993	東京工業大学大学院 理工学研究科修了
1993	東京工業大学 博士(工学)
1993-1998	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 助手
1998-2001	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学センター 助教授
2001-2007	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 助教授
2007-現在	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
2004-現在	国立情報学研究所 客員教授
2006-現在	情報通信研究機構 招聘研究員

平成21年 情報通信月間推進協議会会長表彰 情報通信功績賞

専門技術分野：ホームネットワーク、計算機ネットワーク

主な著書：

ホームネットワークと情報家電（オーム社，2004）