

複数の組込み機器の組み合わせに
関するセキュリティ調査研究

調査報告書

付録

2008年1月



独立行政法人 情報処理推進機構
セキュリティセンター

記載されている会社名・製品名・サービス名は、各社の商標または登録商標です。

<付録 目次>

A. 組込み機器連携の調査.....	1
A.1. 組込み機器連携の事例.....	1
A.1.1. 情報家電同士の連携事例.....	1
A.1.2. カーナビ同士の連携事例.....	4
A.1.3. 携帯電話同士の連携事例.....	5
A.1.4. 情報家電と携帯電話の連携事例.....	11
A.1.5. カーナビと情報家電の連携事例.....	15
A.1.6. カーナビと携帯電話の連携事例.....	16
A.2. 組込み機器連携の接続形態.....	20
A.2.1. ダイレクト接続.....	20
A.2.2. 家庭内ネットワーク接続.....	26
A.2.3. 電気通信事業者ネットワーク接続.....	29
A.3. 組込み機器連携の分析.....	32
B. 組込み機器連携モデル.....	41
B.1. 接続の階層と連携モデル（全体）.....	41
B.2. 連携モデル（情報家電の視点から）.....	42
B.3. 連携モデル（カーナビの視点から）.....	43
B.4. 連携モデル（携帯電話の視点から）.....	44
C. 参考文献.....	46

<付録 図表目次>

図 A-1	家庭内ネットワーク内の AV 家電同士の DLNA 接続	1
図 A-2	AV 家電同士のケーブル接続.....	2
図 A-3	AV 家電同士の DLNA 接続.....	2
図 A-4	SD カードなどを利用した家電同士の連携	3
図 A-5	インターネット経由の AV 家電同士の DLNA 接続	4
図 A-6	プローブカーシステム	4
図 A-7	携帯電話間の赤外線通信	5
図 A-8	携帯電話間の iC 通信	6
図 A-9	携帯電話間の SIM カードの移動.....	6
図 A-10	SD カードなどを利用した携帯電話の連携	7
図 A-11	PoC 通信	8
図 A-12	携帯電話における電子メール	8
図 A-13	ショートメッセージサービス	9
図 A-14	電話帳預かりサービス.....	9
図 A-15	携帯電話の遠隔ロック	10
図 A-16	携帯電話同士の DLNA 接続.....	10
図 A-17	情報家電のリモコンとなる携帯電話	11
図 A-18	リモートから携帯電話を使い情報家電の操作	12
図 A-19	家庭内ネットワーク内で携帯電話を DLNA の DMC (Digital Media Controller) として利用.....	12
図 A-20	電子メールを介して掲示板を実現	13
図 A-21	SD カードなどを利用した携帯電話と情報家電の連携	13
図 A-22	サーバを介して各機器で情報の同期	14
図 A-23	リモートから携帯電話を DLNA の DMC として利用	14
図 A-24	SD カードなどを利用したカーナビと情報家電の連携	15
図 A-25	カーナビ (HDD ユニット) と情報家電を USB で接続.....	16
図 A-26	サーバを介してカーナビが情報家電と連携.....	16
図 A-27	携帯電話内の音楽コンテンツをカーナビに音声出力	17
図 A-28	SD カードなどを利用したカーナビと携帯電話の連携	17
図 A-29	ワンセグ対応携帯電話で受信した放送内容をカーナビで視聴	18
図 A-30	赤外線、2次元バーコードを利用してカーナビと携帯電話を接続	18
図 A-31	Bluetooth 経由で携帯電話とカーナビを接続し、ハンズフリー通話 .	19
図 A-32	情報家電における入出力	33
図 A-33	カーナビにおける入出力	33

図 A-34	携帯電話における入出力	34
図 B-1	連携モデル（全体）	41
図 B-2	連携モデル（情報家電の視点）	42
図 B-3	連携モデル（カーナビの視点）	43
図 B-4	連携モデル（携帯電話の視点）	44
表 1	情報家電の連携事例表.....	36
表 2	カーナビの連携事例表.....	37
表 3	携帯電話の連携事例表.....	38

A. 組込み機器連携の調査

A.1. 組込み機器連携の事例

本節では、情報家電、カーナビ、携帯電話における連携の具体的な事例を挙げる。A.3において、ここで挙げた事例を元にこれらの組込み機器間における連携の分析を行う。

A.1.1. 情報家電同士の連携事例

情報家電同士が連携している事例を以下に列挙する。なお、情報家電同士の連携事例については、「JJ-」の頭文字を付けた通し番号で識別するようにした。

事例[JJ-4] AV (Audio/Visual) 家電同士を DLNA (Digital Living Network Alliance) で接続[1],[2]

家庭内ネットワークで音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツを容易にやりとりするための技術である DLNA を利用して、家庭内ネットワーク上に接続された AV 家電上のデジタル・コンテンツを別の AV 家電上で再生する。

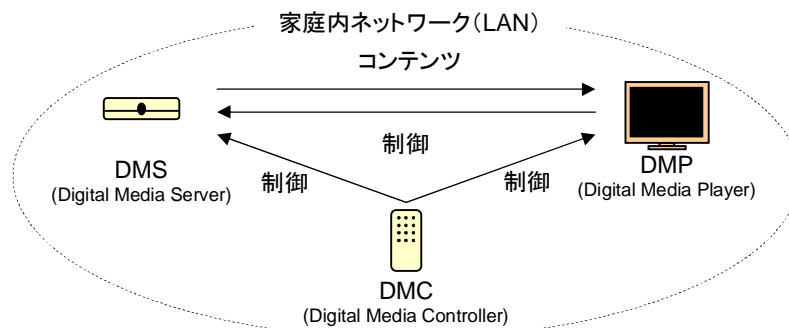


図 A-1 家庭内ネットワーク内の AV 家電同士の DLNA 接続

通信媒体：Ethernet、Bluetooth、Wi-Fi (Wireless Fidelity)

通信方法：DLNA (IPv4、UPnP (Universal Plug and Play) など)

機器認証：なし

ただし、コンテンツが複製されないように保護されている場合がある

通信内容：コンテンツメタデータ、コンテンツ、制御

事例[JJ-2] AV 家電同士を RCA / HDMI (High-Definition Multimedia Interface) ケーブルで接続[3]

RCA ケーブルや HDMI ケーブルで AV 家電同士を接続し、コンテンツデータを送受信する。

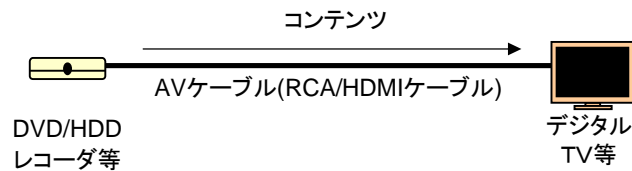


図 A-2 AV 家電同士のケーブル接続

通信媒体：RCA/HDMI ケーブル

通信方法：デジタル・アナログ信号（映像・音声）

機器認証：なし

ただし、コンテンツが複製されないように保護されている場合がある

通信内容：コンテンツのみ

事例[JJ-3] AV 家電同士を HANA (High-Definition Audio-Video Network Alliance) で接続[4]

家庭内ネットワークで音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツを容易にやり取りするための技術である HANA を利用して、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) 1394 で相互に接続された AV 家電上のデジタル・コンテンツを別の AV 機器上で再生する。

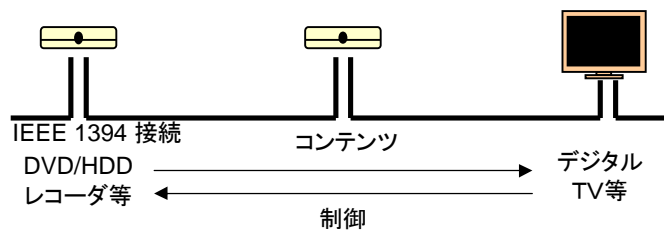


図 A-3 AV 家電同士の DLNA 接続

通信媒体：IEEE1394

通信方法：HANA

機器認証：なし

ただし、コンテンツが複製されないように保護されている場合がある

通信内容：コンテンツメタデータ、コンテンツ、制御

事例[JJ 4] 記録メディアを介してコンテンツデータを情報家電間で移動

家庭内の家電間で、記録メディアを介して音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツをやりとりする（記録メディアの移動は人手による）。

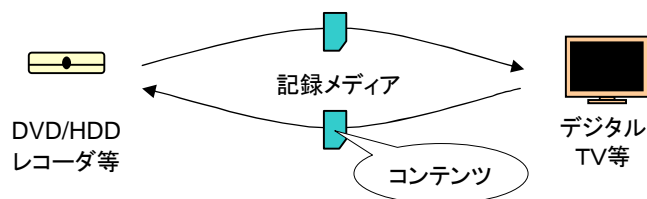


図 A-4 SD カードなどを利用した家電同士の連携

通信媒体：記録メディア（SD カード、DVD（Digital Versatile Disc）メディアなど）

通信方法：人手による

機器認証：なし

ただし、コンテンツによっては他の情報家電では利用できないように保護されている場合がある

通信内容：音楽/静止画/動画などのコンテンツ

事例[JJ 5] インターネット経由で AV 家電同士を DLNA で接続[1],[2],[5]

SIP（Session Initiation Protocol）サーバと DLNA の通信を中継する装置を利用して異なる家庭内ネットワーク間を接続し、仮想的に一つの家庭内ネットワークに見せかける。これにより、家庭内ネットワークで音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツを容易にやりとりするための技術である DLNA を利用して、ある家庭内ネットワーク上に接続された AV 家電上のデジタル・コンテンツを別の家庭内ネットワーク上に接続された AV 家電上で再生する。

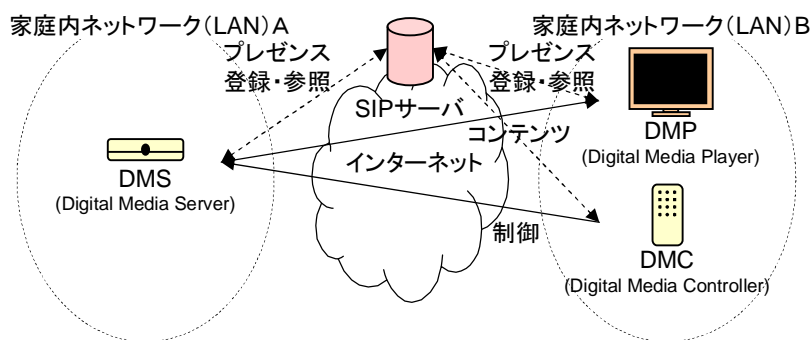


図 A-5 インターネット経由の AV 家電同士の DLNA 接続

通信媒体：Ethernet、Bluetooth、Wi-Fi、インターネット

通信方法：DLNA (IPv4、UPnP など)

機器認証：SIP サーバで行われる

通信内容：コンテンツメタデータ、コンテンツ、制御

A.1.2. カーナビ同士の連携事例

カーナビ同士が連携している事例を以下に列挙する。なお、カーナビ同士の連携事例については、「CC-」の頭文字を付けた通し番号で識別するようにした。

事例[CC-1] サーバ経由でカーナビ間の情報共有（プローブカーシステム） [6],[7],[8],[9]

カーナビがナビセンターのサーバに対して、自身が設置されている車から収集した走行情報を通信回線経由で通知し、さらにサーバで各車から集めた情報をまとめた統計情報を受け取ってカーナビの経路選択などにこの情報を反映させる。

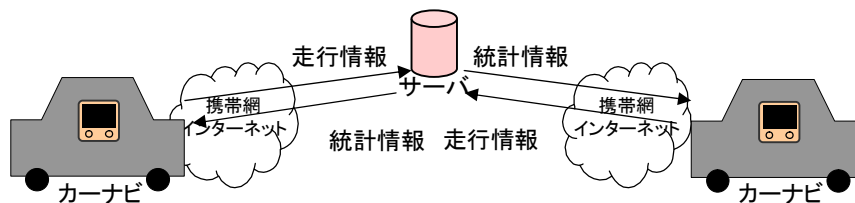


図 A-6 プローブカーシステム

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク、Wi-Fi、インターネット

通信方法：各カーナビメーカー独自

機器認証：サーバで行われる

通信内容：走行情報、統計情報、認証情報

A.1.3. 携帯電話同士の連携事例

携帯電話同士が連携している事例を以下に列挙する。なお、携帯電話同士の連携事例については、「KK-」の頭文字を付けた通し番号で識別するようにした。

事例[KK-1] 携帯電話同士が赤外線通信で情報交換

携帯電話に搭載された赤外線通信機能を利用し、携帯電話同士で電話番号、メールアドレス、コンテンツなどを交換する。

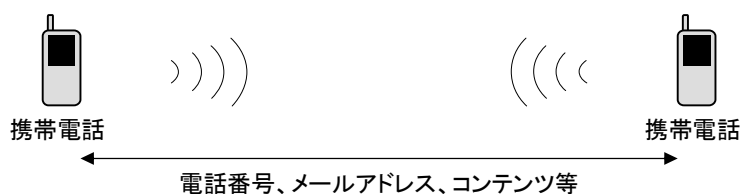


図 A-7 携帯電話間の赤外線通信

通信媒体：赤外線通信

通信方法：IrDA (Infrared Data Association)

機器認証：なし

ただし、データ受信する携帯電話側でデータを受け付ける状態にするか、あるいは送られてきたデータを受け入れるかどうかの確認が求められる。また、コンテンツによっては他の携帯電話では利用できないように保護されている場合がある

通信内容：電話番号、メールアドレス、コンテンツなど

事例[KK-2] 携帯電話同士が iC 通信で情報交換[12],[13]

携帯電話に搭載された IC (Integrated Circuit) カードのリーダライタ機能を利用し、携帯電話同士で情報交換をする。

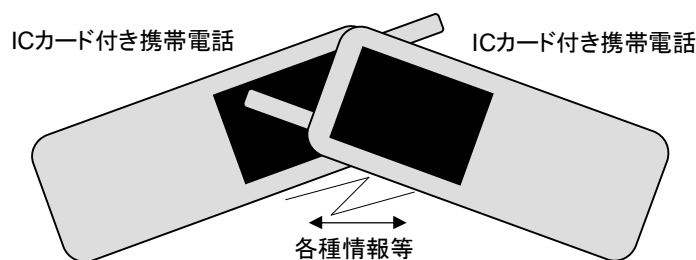


図 A-8 携帯電話間の iC 通信

通信媒体：IC カード

通信方法：iC 通信

機器認証：なし

ただし、データ受信する携帯電話側でデータを保存するか否かの確認が求められる。また、コンテンツによっては他の携帯電話では利用できないように保護されている場合がある

通信内容：各種情報

事例[KK-3] SIM (Subscriber Identity Module) カードを差しかえることによる携帯電話の情報交換[14]

一時的な他の携帯電話の利用、あるいは機種交換などで携帯電話に含まれる情報（加入者識別番号、電話帳、メールアドレス帳など）を SIM カード経由で他の携帯電話に移動する。

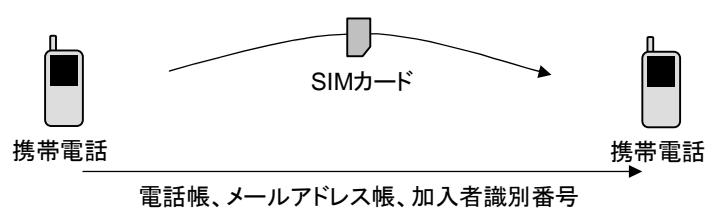


図 A-9 携帯電話間の SIM カードの移動

通信媒体：SIM カード

通信方法：人手による

機器認証：なし

ただし、SIM カードに設定された PIN (Personal Identification Number) 1/PIN2 などの暗証番号で利用者認証を行う

PIN1：第三者による無断使用を防ぐため、SIM カードを携帯電話に差し

込む或いは携帯電話電源を入れるたびに、使用者を確認するためのコード
PIN2：ユーザ証明書の操作時やPKI（Public Key Infrastructure）に対応
したサイトにアクセスするときに確認のため入力するコード

通信内容：加入者識別番号、電話帳、メールアドレス帳など

事例[KK-4] 記録メディアを介してコンテンツデータを携帯電話間で移動

携帯電話間で、記録メディアを介して音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツをやりとりする（記録メディアの移動は人手による）。

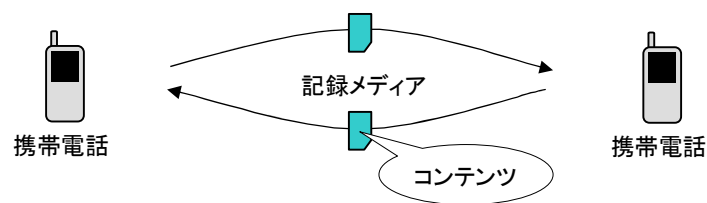


図 A-10 SD カードなどを利用した携帯電話の連携

通信媒体：記録メディア（SD カード、メモリスティックなど）

通信方法：人手による

機器認証：なし

ただし、コンテンツによっては他の携帯電話では利用できないように保護
されている場合がある

通信内容：音楽/静止画/動画などのコンテンツ

事例[KK-5] PoC（Push-to-talk over Cellular） [15]

携帯電話で 3 人以上の通話を可能とするサービス（同時に話せる人は一人のみで、
トランシーバのように利用される。また、回線交換方式ではなくパケット通信上で
VoIP（Voice over Internet Protocol）技術を用いて実現される。

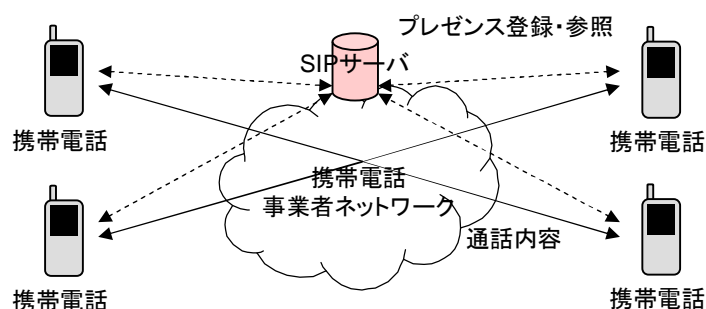


図 A-11 PoC 通信

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク（パケット通信）

通信方法：IPv4、VoIP

機器認証：SIPサーバで行われる

通信内容：プレゼンス状態、音声データ、認証情報

事例[KK-6] 電子メール[16],[17],[18]

インターネットで利用されている電子メールサービスを携帯電話上でも利用することができ、同一携帯電話事業者以外の携帯電話端末やその他の機器とメールのやり取りができる。ショートメッセージと異なりメールアドレスが必要だが、大きなサイズのメールを扱うことができ、携帯以外の機器とのメールのやり取りも可能。

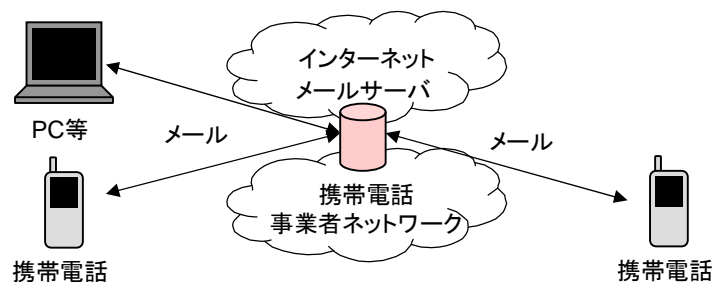


図 A-12 携帯電話における電子メール

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク、インターネット

通信方法：IP、SMTP（Simple Mail Transfer Protocol）、独自プロトコル（携帯電話事業者ネットワーク内）

機器認証：なし

ただし、携帯電話事業者ネットワークにおける携帯端末認証がある

通信内容：メールアドレス、メール本文

事例[KK-7] ショートメッセージサービス[19],[20]

比較的小さなサイズのメッセージを同一携帯電話事業者の携帯電話間でやり取りをすることができる。相手のメールアドレスを知らなくても、電話番号のみでメッセージを送ることが可能。

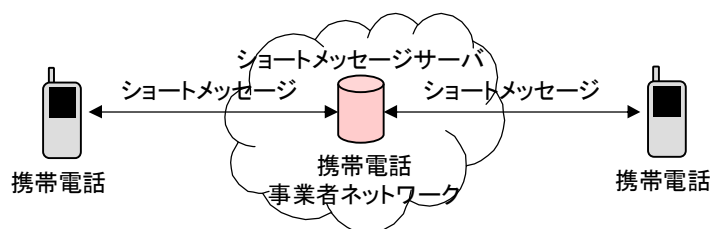


図 A-13 ショートメッセージサービス

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク

通信方法：独自方式

機器認証：なし

ただし、携帯電話事業者ネットワークにおける携帯端末認証がある

通信内容：電話番号、ショートメッセージ

事例[KK-8] 電話帳授かりサービス[21]

電話帳やメールアドレス帳などのデータを携帯電話事業者のサーバで預かるサービス。機種変更時の安全なデータの移動や PC (Personal Computer) との連携などを行うことができる。

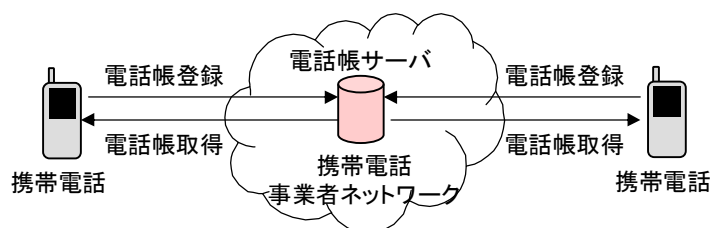


図 A-14 電話帳預かりサービス

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク

通信方法：独自方式

機器認証：なし

ただし、携帯電話事業者ネットワークにおける携帯端末認証がある

通信内容：電話帳、メールアドレス帳など

事例[KK-9] 携帯電話の遠隔ロック[22]

携帯電話を紛失したときに、第三者によって不正に利用されないようにするため、別の携帯から電話をかけて特定の操作をする、あるいは携帯電話事業者の受付窓口、又は Web 画面を通してロックするように指示することで、携帯電話にロックをかけて使えなくする。

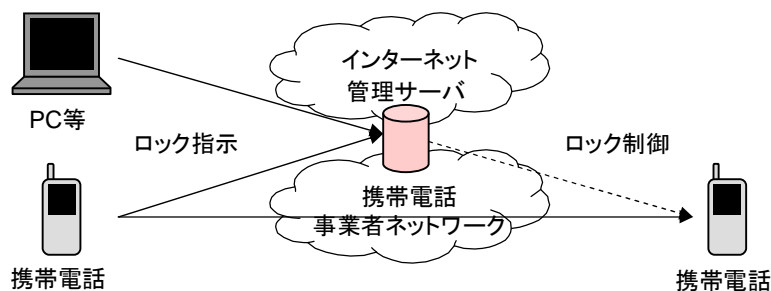


図 A-15 携帯電話の遠隔ロック

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク

通信方法：独自方式

機器認証：なし

ただし、携帯電話事業者ネットワークにおける携帯端末認証がある
また、PC からロック指示する場合は、管理サーバの Web 認証がある

通信内容：ロック制御

事例[KK-10] 携帯電話上のコンテンツをリモートから利用[1],[2],[5]

携帯電話に音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツを容易にやりとりするための技術である DLNA を搭載し、別の携帯電話上のデジタル・コンテンツを再生する。

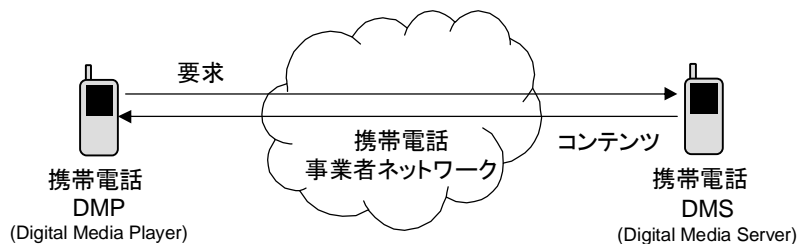


図 A-16 携帯電話同士の DLNA 接続

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク

通信方法：DLNA（IPv4、UPnP など）

機器認証：あり（独自方式）

通信内容：コンテンツメタデータ、コンテンツデータ、制御

A.1.4. 情報家電と携帯電話の連携事例

情報家電と携帯電話が連携している事例を以下に列挙する。なお、情報家電と携帯電話の連携事例については、「JK-」の頭文字を付けた通し番号で識別するようにした。

事例[JK-1] 携帯電話をリモコンとして情報家電を操作[23]

携帯電話のもつ赤外線通信機能を利用し、携帯電話を情報家電のリモコンとして利用する。操作できる内容は、通常のリモコンでできる操作に加えて、携帯がサーバから取得した番組表の情報を利用した操作（録画予約など）なども可能。



図 A-17 情報家電のリモコンとなる携帯電話

通信媒体：赤外線

通信方法：情報家電各社独自

機器認証：なし

通信内容：情報家電制御

事例[JK-2] 携帯電話を使ってリモートから録画予約[24],[25]

携帯電話からサーバに対して録画予約情報の登録を行い、サーバからこの録画予約情報を取得した情報家電は自身に録画予約の設定操作を行う。

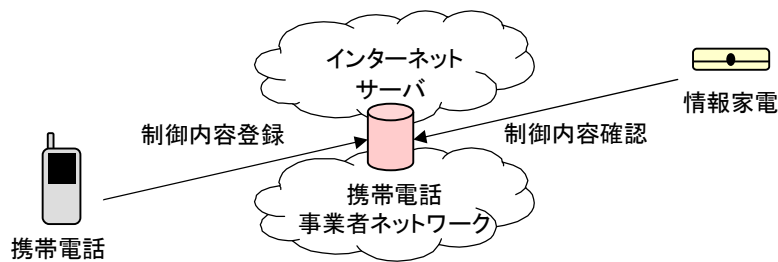


図 A-18 リモートから携帯電話を使い情報家電の操作

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク、インターネット、Ethernet、Wi-Fi

通信方法：各社独自

機器認証：サーバで行われる

通信内容：情報家電制御

事例[JK-3] 携帯電話で情報家電を DLNA で操作[1],[2]

家庭内ネットワークで音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツを容易にやりとりするための技術である DLNA を利用して、家庭内ネットワーク上に接続された AV 家電上のデジタル・コンテンツを別の AV 家電上で再生する。その際、各 AV 家電の操作を Wi-Fi 機能を搭載した携帯電話で行う。

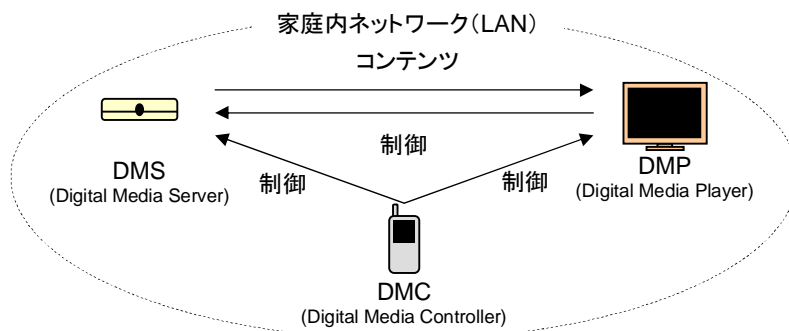


図 A-19 家庭内ネットワーク内で携帯電話を DLNA の DMC (Digital Media Controller) として利用

通信媒体：Wi-Fi

通信方法：DLNA (IPv4、UPnP など)

機器認証：なし

ただし、コンテンツが複製されないように保護されている場合がある

通信内容：コンテンツメタデータ、制御

事例[JK 4] メールを介して情報家電と携帯電話で掲示板サービス[26]

Wii の WiiConnect サービスにおいて、電子メールを利用することで掲示板サービスが実現されている。

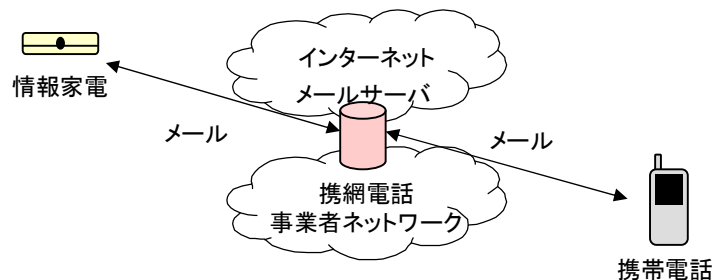


図 A-20 電子メールを介して掲示板を実現

通信媒体：Ethernet、インターネット、携帯電話事業者ネットワーク

通信方法：SMTP などの電子メール

機器認証：サーバで行われる

通信内容：テキストデータ（掲示板への書き込みデータ）

事例[JK 5] 記録メディアを介してコンテンツデータを携帯電話と情報家電の間で移動[27]

携帯電話と情報家電の間で、記録メディアを介して音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツをやりとりする（記録メディアの移動は人手による）。

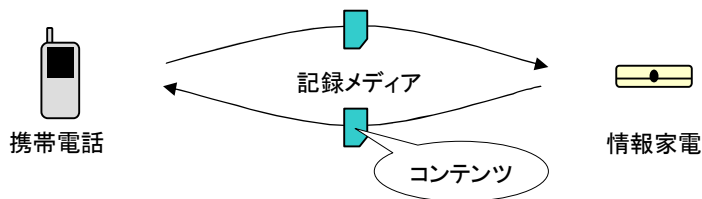


図 A-21 SD カードなどを利用した携帯電話と情報家電の連携

通信媒体：記録メディア（SD カード、メモリスティックなど）

通信方法：人手による

機器認証：なし

ただし、コンテンツによっては他の携帯電話では利用できないように保護されている場合がある

通信内容：音楽/静止画/動画などのコンテンツ

事例[JK-6] サーバ上に個人データを保存し、携帯電話と情報家電の間で同期[28]
サーバ上において、携帯電話や情報家電の利用に必要な個人データを一元管理し、携帯電話や情報家電はサーバから個人情報を取得することで、全ての機器でデータの同期を取ることができる。

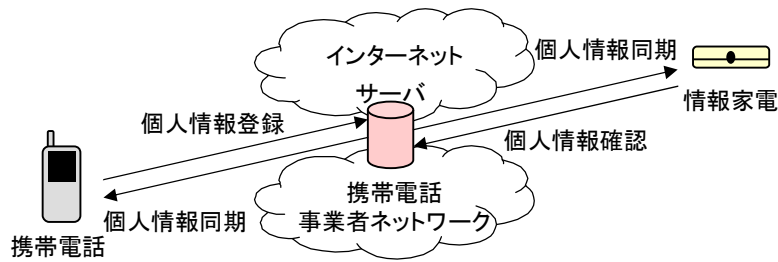


図 A-22 サーバを介して各機器で情報の同期

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク、Ethernet、Wi-Fi、インターネット

通信方法：独自方式

機器認証：サーバで行われる

通信内容：個人情報

事例[JK-7] リモートから携帯電話で情報家電を DLNA で操作[1],[2],[5]

家庭内ネットワークで音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツを容易にやりとりするための技術である DLNA を利用して、家庭内ネットワーク上に接続された AV 家電上のデジタル・コンテンツをリモートの携帯電話で再生する。

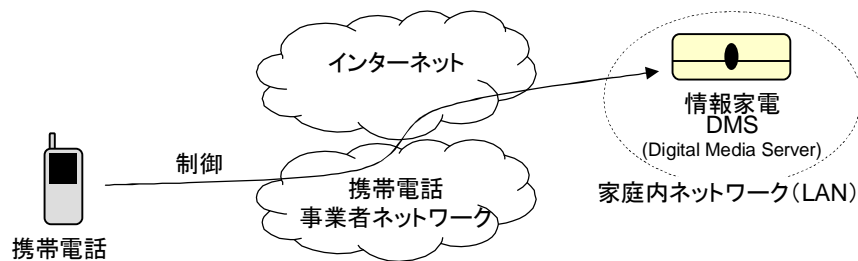


図 A-23 リモートから携帯電話を DLNA の DMC として利用

通信媒体：携帯電話事業者ネットワーク、インターネット、Ethernet、Bluetooth、Wi-Fi

通信方法：DLNA（IPv4、UPnP など）

機器認証：なし

ただし、コンテンツが複製されないように保護されている場合がある

通信内容：コンテンツメタデータ、コンテンツデータ、制御

A.1.5. カーナビと情報家電の連携事例

カーナビと情報家電が連携している事例を以下に列挙する。なお、カーナビと情報家電の連携事例については、「CJ -」の頭文字を付けた通し番号で識別するようにした。

事例[CJ -1] 記録メディアを介してコンテンツデータをカーナビと情報家電の間で移動[29],[30]

カーナビと情報家電の間で、記録メディアを介して音楽/静止画/動画/地点情報などのデジタル・コンテンツをやりとりする（記録メディアの移動は人手による）。

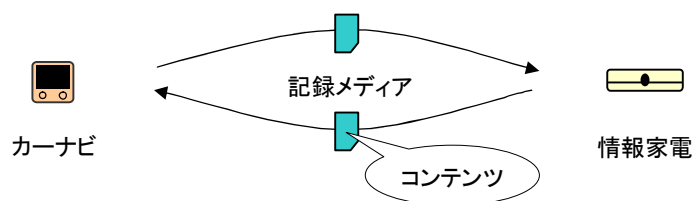


図 A-24 SD カードなどを利用したカーナビと情報家電の連携

通信媒体：記録メディア（SD カード、メモリスティックなど）

通信方法：人手による

機器認証：なし

ただし、コンテンツによっては他の携帯電話では利用できないように保護されている場合がある

通信内容：音楽/静止画/動画/地点情報などのコンテンツ

事例[CJ -2] カーナビの HDD（Hard Disk Drive）ユニットを取り外し、USB（Universal Serial Bus）で情報家電に接続[31],[32]

カーナビの HDD ユニットを取り外して、リビングユニットなどの装置を利用して USB 経由で情報家電に接続する。情報家電とカーナビの HDD ユニット内で様々なコンテンツデータの交換を行う。また、LAN（Local Area Network）にも接続されて、交通情報、地点情報、音楽データの取得や、カーナビソフトのバージョンアップにも

利用される。



図 A-25 カーナビ (HDD ユニット) と情報家電を USB で接続

通信媒体：USB、Ethernet

通信方法：USB、IP (Internet Protocol)

機器認証：なし

通信内容：コンテンツデータ (音楽データ、交通情報、地点情報、バージョンアップデータ)

事例[CJ-3] インターネット上のサーバを介して情報家電や PC とカーナビが連携 [33],[34]

インターネット上のサーバを介して、ドライブに有益な情報などをカーナビが取得する。一方情報家電や PC は予めサーバにカーナビに共有させる情報を登録しておく。

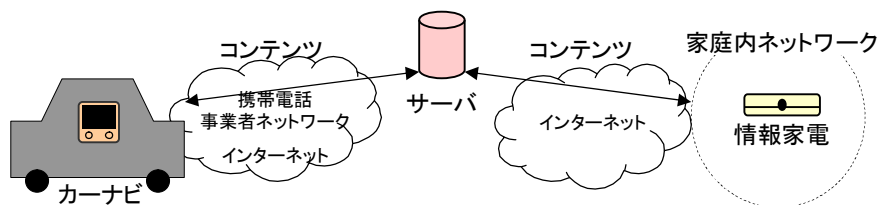


図 A-26 サーバを介してカーナビが情報家電と連携

通信媒体：Ethernet、Wi-Fi、インターネット、携帯電話事業者ネットワーク

通信方法：HTTP (Hypertext Transfer Protocol) など

機器認証：サーバで行われる

通信内容：お勧め情報、地点情報、ドライブプランなど

A.1.6. カーナビと携帯電話の連携事例

カーナビと携帯電話が連携している事例を以下に列挙する。なお、カーナビと携帯電話の連携事例については、「CK-」の頭文字を付けた通し番号で識別するようにした。

事例[CK -1] 携帯電話内の音楽コンテンツをカーナビに音声出力[35],[36]

携帯電話内に保存されている音楽コンテンツは、データファイルのコピーや移動が認められていないため、携帯電話内で再生し、**Bluetooth** を介してカーナビに音声出力する。

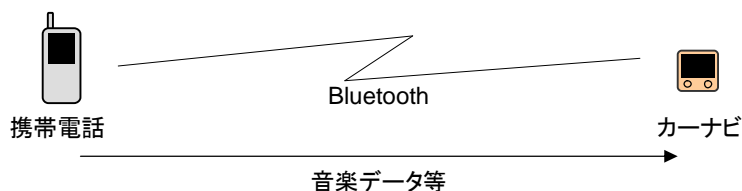


図 A-27 携帯電話内の音楽コンテンツをカーナビに音声出力

通信媒体：**Bluetooth**

通信方法：**Bluetooth** (AV 関係の **Profile** を利用)

機器認証：**Bluetooth** 対応機器同士の接続時に行われる、機器同士のペアリングに必要な **PIN** 照合

通信内容：音楽データ

事例[CK -2] 記録メディアを介してコンテンツデータをカーナビと携帯電話の間で移動[29]

カーナビと携帯電話の間で、記録メディアを介して音楽/静止画/動画などのデジタル・コンテンツをやりとりする（記録メディアの移動は人手による）。

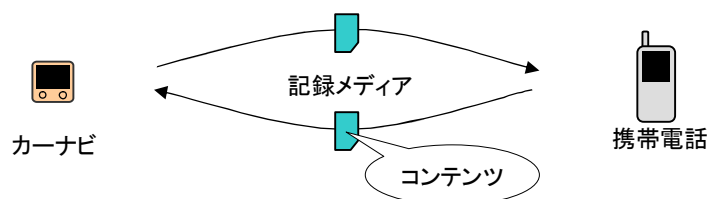


図 A-28 SD カードなどを利用したカーナビと携帯電話の連携

通信媒体：記録メディア (**SD カード**、メモリスティックなど)

通信方法：人手による

機器認証：なし

ただし、コンテンツによっては他の携帯電話では利用できないように保護

されている場合がある

通信内容：音楽/静止画/動画などのコンテンツ

事例[CK-3] 携帯電話で受信したワンセグ放送をカーナビに転送して再生[36]

ワンセグ受信機能を持つ携帯電話で受信したワンセグ放送のデータを RCA ケーブル経由でワンセグ受信機能を持たないカーナビに転送し、カーナビでワンセグ放送番組を視聴する。

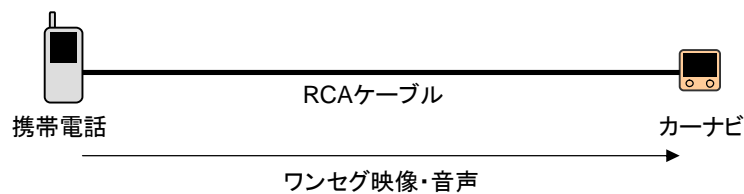


図 A-29 ワンセグ対応携帯電話で受信した放送内容をカーナビで視聴

通信媒体：RCA ケーブル

通信方法：AV 信号

機器認証：なし

通信内容：ワンセグ放送データ

事例[CK-4] 携帯電話で作成したドライブプランとカーナビのルート検索情報や地図情報との連携[38],[39]

携帯電話でインターネット上のサーバにアクセスし、ドライブプランを作成する。携帯電話に導入した専用アプリケーション経由でドライブプランを赤外線通信によりカーナビに転送し、その情報を元にナビゲーションを実施する。カーナビで検索した施設などの情報を 2 次元バーコードで表示し、携帯電話で読み取ることで対象の情報サイトにアクセスできる。

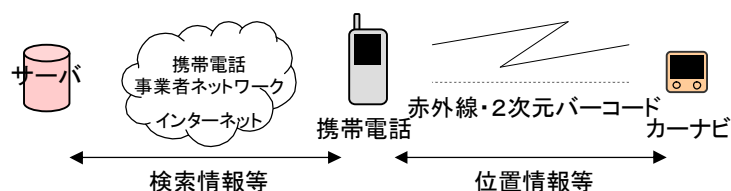


図 A-30 赤外線、2次元バーコードを利用してカーナビと携帯電話を接続

通信媒体：赤外線、二次元バーコード、携帯電話事業者ネットワーク、インターネット

通信方法：IrDA、二次元バーコード（QRコードなど）、HTTP

機器認証：なし

ただし、サーバにアクセスする場合は、サーバの認証がある

通信内容：ドライブに関する各種情報（目的地、スポットの情報サイト情報など）

事例[CK-5] カーナビと携帯電話が Bluetooth で接続してハンズフリー通話 [40],[41]

カーナビと携帯電話が Bluetooth で接続され、カーナビを介してハンズフリー通話ができる。道路交通法改正により、ドライブ中の携帯電話の使用が禁止されたことにより、普及。また、電話帳をカーナビに転送することでカーナビから通話先を選ぶこともできる。

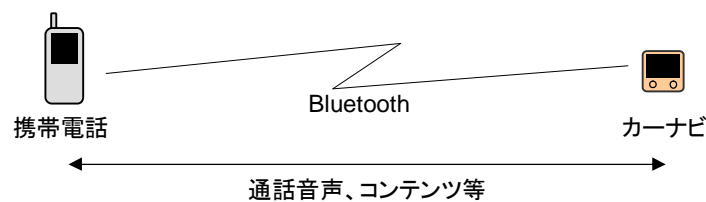


図 A-31 Bluetooth 経由で携帯電話とカーナビを接続し、ハンズフリー通話

通信媒体：Bluetooth

通信方法：Bluetooth（ハンズフリー関係の Profile を利用）

機器認証：Bluetooth 対応機器同士の接続時に行われる、機器同士のペアリングに必要な PIN 照合

通信内容：通話データ

A.2. 組込み機器連携の接続形態

本節では、組込み機器である情報家電、カーナビ、携帯電話の連携において用いられている、あるいは用いられるようになると想定される接続技術やネットワーク技術を列挙する。後のA.3において、ここで挙げた接続技術やネットワークの種別を元にこれらの組込み機器間における連携の分析を行う。

組込み機器が連携する場合の接続形態を以下の3つに分類し、それぞれで接続技術やネットワーク技術の整理を行った。なお、インターネット接続は、家庭内ネットワーク接続や電気通信事業者ネットワーク接続を介して行われる。

- ・ ダイレクト接続
- ・ 家庭内ネットワーク接続
- ・ 電気通信事業者ネットワーク接続

A.2.1. ダイレクト接続

本節では、組込み機器同士の連携する場合に用いられるダイレクト接続技術について列挙する。ここでいうダイレクト接続とは、有線／無線にかかわらず、ルータなどの中継器を挟まずに当該機器同士が直接つながっている状態を指す。

技術[DC-1] 赤外線[42]

赤外線を利用した組込み機器同士の連携の例としては、IrDA による通信と、テレビの赤外線リモコンなどにおける赤外線通信の2つがある。IrDA は赤外線通信すべてを意味しているわけではなく、情報機器などの通信を定めた規格である。通信に必要なインターネットや LAN などの通信規格同様に、いくつかのレイヤー（ハードウェア層・データリンク層・プロトコル層）規格に分かれており、パソコン用の物では、USB や RS-232C ポートに接続して利用する様式が一般的である。一方、リモコンなどで使われている赤外線通信は、各々が独自に定めた仕様によるものであり、IrDA とは関係がない。しかし、IrDA 通信が可能なある程度の送受信速度がある機器上からこれら赤外線リモコンの通信を見た場合に、一定の通信信号パターンとして観測できるため、これを利用して携帯電話などに擬似的に赤外線リモコンをエミュレートさせることもありうる。

技術[DC-2] 2次元バーコード

カメラ機能を持つ携帯電話で、2次元で表示されたバーコードを撮影し、その画像を解析することでバーコードに書き込まれた情報を読み取る。主な2次元バーコードとして QR コード[43]などがある。QR コードでは、数字のみで 7,089 字、英数字で 4,296 字、バイナリデータで 2,953 字、漢字で 1,817 字のデータ量を記憶することが

でき、主に URL (Uniform Resource Locator) のデータをやり取りするために用いられていることが多い。

技術[DC-3] Bluetooth[44],[45]

Bluetooth (ブルートゥース) は東芝、エリクソン、インテル、IBM、ノキアが中心となり提唱されている無線通信の規格であり、2.4GHz の周波数帯を用いて、半径 10~100 メートル程度の、Bluetooth 搭載機器と最大 3Mbps (EDR (Enhanced Data Rate) 使用時) で無線通信を行うことができる。機器間に障害物があっても通信が可能である。IEEE での規格名は、IEEE802.15.1。

Bluetooth は様々なデバイスでの通信に使用されることが想定されており、このため機器の種類ごとに策定されたプロトコルがあり、これをプロファイルと呼んでいる。通信しようとする機器同士が同じプロファイルを持っている場合に限り、そのプロファイルの機能を利用した通信をおこなうことができる。代表的なプロファイルとして以下の物がある。

- ・ GAP (Generic Access Profile)
機器の接続/認証/暗号化を行うためのプロファイル
- ・ SDAP (Service Discovery Application Profile)
他の Bluetooth 機器が提供する機能を調べるためのプロファイル
- ・ SPP (Serial Port Profile)
Bluetooth 機器を仮想シリアルポート化するためのプロファイル
- ・ DUN (Dial-up Networking Profile)
携帯電話・PHS を介してインターネットにダイヤルアップ接続するためのプロファイル
- ・ FTP (File Transfer Profile)
パソコン同士でデータ転送を行うためのプロファイル (TCP (Transmission Control Protocol) /IP の FTP (File Transfer Protocol) とは無関係)
- ・ HID (Human Interface Device Profile)
マウスやキーボードなどの入力装置を無線化するためのプロファイル
- ・ HCRP (Hardcopy Cable Replacement Profile)
プリンタへの出力を無線化するためのプロファイル
- ・ OPP (Object Push Profile)
名刺交換 (データ) などを行うためのプロファイル
- ・ SYNC (Synchronization Profile)
携帯電話・PHS (Personal Handy-phone System) や PDA (Personal Digital Assistant) と、PC との間で、スケジュール帳や電話帳のデータ転送を行い、自

- 動的にアップデートするためのプロファイル
- **LAP (LAN Access Profile)**
Bluetooth を利用して無線 LAN を構築するためのプロファイル
 - **FAX (FAX Profile)**
パソコンから FAX を送信するためのプロファイル
 - **HSP (Headset Profile)**
Bluetooth 搭載ヘッドセットと通信するためのプロファイル
 - **HFP (Hands-Free Profile)**
車内やヘッドセットでハンズフリー通話を実現するためのプロファイル
 - **BIP (Basic Imaging Profile)**
画像を転送するためのプロファイル
 - **PAN (Personal Area Network Profile)**
小規模ネットワークを実現するためのプロファイル
 - **A2DP (Advanced Audio Distribution Profile)**
音楽をレシーバー付きヘッドフォン（またはイヤホン）に伝送するためのプロファイル
 - **AVRCP (Audio/Visual Remote Control Profile)**
AV 機器のリモコン機能を実現するためのプロファイル
 - **PBAP (Phone Book Access Profile)**
電話帳のデータを転送するためのプロファイル

これらのうちよく使われているものは、**GAP** や **SDAP** のような下位層のものを除くと、**SPP/DUN/FTP/HID/OPP/HSP/HFP/A2DP** などである。同じプロファイルでもクライアント側とサーバ側の違いがあり、逆方向にも使えるとは限らない。**DUN** の場合を例にとると、本体になる側（PC・PDA（**Personal Digital Assistant**）など）からモデムになる側（携帯電話・PHS（**Personal Handy-phone System**）など）に対して **Bluetooth** 接続を要求する。前者はクライアント（**DUN-DT**）、後者はサーバ（**DUN-GW**）であり、通常は片方の役割しか実装されていないため、役割を入れ替えて逆方向に使うことはできない。

技術[DC-4] USB[46],[47]

USB は、コンピュータに周辺機器を接続するためのシリアルバス規格の一つであり、さまざまな周辺機器を接続するためのバス規格である。現在のパーソナルコンピュータ及びその周辺において、最も普及した汎用インタフェース規格の一つである。電源はパソコンから供給可能（バスパワー方式）な上に、他の外部インタフェースの規格では不可能であったホットプラグも可能で、転送速度に大幅な向上されたことから急

速に普及し、最も頻繁に周辺機器との接続に使用される規格である。プラグアンドプレイに標準で対応しており、USB ハブを介して最大で 127 台接続可能である。現在では、NPO (Nonprofit Organization) である USB-IF (USB Implementers Forum, Inc.) が仕様の策定、管理などを行っており、規格の最新バージョンは 2.0 である。

速度は、12Mbps (バージョン 1.0/1.1) 又は 480Mbps (バージョン 2.0) で、各デバイスは、デバイスクラスで分類される。一方で有線接続であるため、暗号化はされていない。サポートされているデバイスクラスには以下のものが存在する。

- **Audio Class**
スピーカ、マイクなど
- **Common Class**
共通クラス
- **Communication Devices Class**
通信用 (ネットワークインタフェースなど)
- **Content Security Devices Class**
セキュリティデバイスなど
- **HID (Human Interface Devices) Class**
キーボード、マウスなど
- **Imaging Class**
イメージスキャナなど
- **IrDA Bridge Devices Class**
IrDA デバイス
- **Mass Storage Class**
HDD、USB メモリなど
- **Monitor Class**
ディスプレイ
- **Physical Interface Devices Class**
ジョイスティック、モーションキャプチャなど
- **Power Devices Class**
UPS など
- **Printer Class**
プリンタ
- **Smart Card Class**
スマートカード
- **Video Class**
Web カメラ、アナログ/デジタル TV チューナーなど

技術[DC-5] Wireless USB[48],[49],[50],[51],[52]

Wireless USB は、超広帯域を用いる無線技術である UWB (Ultra Wide Band) を応用して実現されており、物理層・MAC 層の規格は WiMedia Alliance が推進する MB-OFDM (Multiband Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式を採用している。通信範囲 3 メートルで最高 480Mbit/s、10 メートルで最高 110Mbit/s の速度での通信が可能である。上位層に USB 2.0 を使うことで、既存のデバイス用ドライバを変更することなく利用可能となっている。したがってサポートするデバイスクラスは USB と同じである。デバイスとホストが相互に相手を認証する仕組みを導入しており、AES (Advanced Encryption Standard) -128CCM (Counter with CBC (Cipher Block Chaining) -MAC (Message Authentication Code)) 方式による暗号化を行う。

ネットワーク構成は、スタートポロジになっており、1 台のホストで最大 127 台のデバイスに対応する。Dual-role Device (ホストとデバイス両方の機能を持つ機器) にも対応しており、例えばデジタルカメラはコンピュータに接続されているときはクライアントとして動作し、プリンタに直接画像を送るときにはホストとして動作する。実機はまだでていないが、2007 年後半から普及すると見られている。

技術[DC-6] DSRC (Dedicated Short Range Communication) [53],[54]

DSRC は、ETC (Electronic Toll Collection System) などに用いられている双方向無線通信技術であり、狭域通信、もしくは専用狭域通信と呼ばれる。通信できる距離は数メートル～数百メートルと短く、このため特定のスポット内での高速な通信 (4Mbps 程度) を実現する。主に車における通信技術として位置づけられており、ETC では 5.8GHz 帯によるアクティブ方式 DSRC が使われている。カーナビが他車のカーナビとダイレクト接続する車々間通信なども検討されている。

技術[DC-7] RCA

RCA とは、映像・音響機器などで広く使われている電気信号をやりとりする接続ケーブルや端子の名称であり、アメリカの大手家電メーカーの RCA に由来する。日本では特に記載がない限り映像端子・音声端子は RCA 端子である。ケーブルには、中心部に金属の棒でできたピンがあり、周囲に切込みのはいった金属がついている。周囲の金属は、接続した時に端子側のリング状の金属を挟むようになっている。今ではこの金属の切込みは小さなもの一ヶ所だけとなり、先端数ミリを除いてプラスチックでカバーされている。メス側の端子はピンを差し込む穴があり、その回りをリング状の金属で囲んである。RCA ケーブルや端子は広く普及しているものの、音声右、左・

映像にそれぞれのケーブルが必要なために接続機器が増えるとケーブルがジャングル状になってしまうという問題がある。これを解決するための音声と映像を合わせたものとして次に挙げる **HDMI** がある。

技術[DC -8] HDMI[55]

HDMI は、**PC** とディスプレイの接続標準規格である **DVI (Digital Visual Interface)** に、音声伝送機能や著作権保護機能 (デジタルコンテンツなどの不正コピー防止)、色差伝送機能を加えるなど **AV** 家電向けにアレンジしたものである。映像・音声を非圧縮で **DVD/HDD** レコーダなどからテレビ側へ転送できるため、デコーダなどの専用チップやソフトウェアを必要としない。接続機器同士が互いに認識することができるインテリジェント機能を有する。映像・音声・制御信号が一体化したシングルケーブルのため、**AV** 機器の配線を簡略化できるのが特長である。また、制御信号なども送ることができるので、各 **AV** 機器間の連携も容易に実現できる。現在は、1.3 が規格の最新バージョンで、より高画質・高音声に対応した仕様になっている。

技術[DC -9] IC カード[12],[13]

IC カードと共に **IC** カードに対するリーダ及びライタ機能をもつ異なる携帯電話同士を近づけることで、互いの相手の携帯電話上の **IC** カードに対する読み書きをおこなってさまざまな種類のデータの送受信が実現できる。送受信されるデータとしては、電話帳、メール、スケジュール、テキストメモ、静止画、動画、**PDF (Portable Document Format)** データなどがある。

技術[DC -10] SIM カード[14]

第3世代以上の携帯電話には必須の不揮発性外部メモリカードであり、携帯電話を利用する際に必要な加入者識別番号や電話帳などを格納する。異なる携帯電話間で、機種変更などにより **SIM** カードによる情報のやり取りが行われる。この際、ユーザによって一方の携帯電話に差し込まれた **SIM** カードをもう一方の携帯電話に差しかえられることで連携が実現する。

技術[DC -11] メモリカード

SD カードやメモリスティックなどの不揮発性外部メモリ。数百 **M** バイトから数 **G** バイトの記憶容量があり、ここにデータを格納する。そして、組込み機器同士がメモリカードで連携する場合は、ユーザによって一方の組込み機器に差し込まれたメモリカードをもう一方の組込み機器に差しかえられることで連携が実現する。

A.2.2. 家庭内ネットワーク接続

本節では、組込み機器同士が連携する場合に用いられる家庭内ネットワーク技術について列挙する。ここでいう家庭内ネットワーク接続とは、有線／無線にかかわらず、家庭内に設置された LAN を介して当該機器同士がつながっている状態を指す。

技術[HN-1] Ethernet[56],[57]

Ethernet は、コンピュータネットワークの規格の一つで、実際の通信規格は IEEE802.3 シリーズ（速度や使用する媒体により様々に分類され、さらに他の補足的な仕様から成り立つ）である。速度と物理的な仕様によりさまざまな種類があるが、互換性を考慮してある場合が多く、お互いに接続してコンピュータネットワークが構成できる場合が多い。昔は 10Mbps の 10BASE-T が普及していたが、現在は、10 倍の 100Mbps の伝送能力がある 100BASE-TX が最も普及しており、1Gbps の 1000BASE-T も普及しつつある。次世代規格としては 10GBASE-T（UTP による 10 ギガビット・イーサネット《10GbE》）などが策定中、40 ギガビットイーサネット（40GbE）や 100 ギガビットイーサネット（100GbE）などが開発中である。通信は暗号化されず、ネットワークへの接続に対する認証もない（暗号化や認証は、他の規格を併用する必要がある）。

イーサネットの構造は、非常に単純で安価に作れるアーキテクチャの為に爆発的に普及し、LAN 環境の事実上の標準となった。一方で、ネットワーク帯域が混雑すると実効値が 50%以下しか出ないと言う欠点を持っている。この欠点はインテリジェントハブやスイッチングハブというハードウェアを導入することで補われている。現在販売されているハブの多くはこの種類のものである。

技術[HN-2] Wi-Fi[58]

Wi-Fi は、Wi-Fi Alliance によって無線 LAN 機器間の相互接続性を認証されたことを示す名称で、実際の通信規格は IEEE802.11 シリーズ（速度や使用する電波帯域により a/b/g/n に分類され、さらに他の補足的な仕様から成り立つ）である。Wi-Fi Alliance（米国の業界団体）が、機器間の相互接続性などについて認定（Wi-Fi Certified）した無線 LAN 機器を、特に Wi-Fi と呼ばれる。

Wi-Fi はアクセスポイントとクライアント・サーバーを立ち上げる。アクセスポイントは SSID（Service Set Identifier）でクライアントを認識し、ビーコンと呼ばれるパケットを十分の一秒おきに送信している。セッティングに基づいてクライアントはアクセスポイントに接続するかどうか決め、二つの同じ SSID のアクセスポイントがある場合、クライアントはファームウェアを用いて、より強い信号を受けるアクセスポイントを選ぶ。Wi-Fi 基準では標準的にクライアントにローミングの接続を許可

する。

WEP (Wired Equivalent Privacy) キーまたは WPA (Wi-Fi Protected Access) のサブライアントを設定することでネットワークへの接続が認証されると共に通信の暗号化がなされる。ここでいう認証とはあくまでもネットワークへの接続に対する認証であり、Wi-Fi でつながる異なる機器同士の認証ではない。この WEP キーまたは WPA は、機器によって手動設定時ではデフォルトでは双方とも無効になっている場合が多く、暗号化や認証などせずに利用されてしまう要因になっている。

技術[HN 3] IEEE 1394[59]

IEEE1394 は、AV 機器やコンピュータを接続する高速シリアルバス規格であり、アップルコンピュータ社が開発・提唱した FireWire 規格を標準化したものである。iLink と呼ばれることもある。同時に 64 台の機器を同一ネットワーク上に接続でき、100Mbps、200Mbps、400Mbps、800Mbps という通信速度を持つ。SCSI (Small Computer System Interface) コマンド体系をベースにしていることから接続が安定しており転送効率が高い。USB2.0 と比べて CPU 負荷が低く実効転送速度で勝っている。USB と同様プラグ&プレイ及びホットプラグに対応しているが、USB とは異なり、バス上にホスト機器を必要とせず、機器から機器へと接続するだけでデータ転送が可能である。さらに USB とは異なり、家庭内ネットワークを構成することも可能で、デイジーチェーン接続、スター接続、ツリー接続などのつなぎ方ができる。一方で有線接続であるため、暗号化はされていない。

技術[HN 4] PLC (Power Line Communications) [60],[61],[62]

PLC は、建物内の電力配線を通信回線として利用する技術で、新たな配線が不要な有線 LAN である。また、無線 LAN のように壁が障害となり電波が届かず通信できない部屋が生じる心配もない。高速な通信を実現する PLC 技術は、現在 3 つの規格 (HD-PLC (High Definition PLC)、HomePlug、UPA (The Usability Professionals' Association)) が乱立しており、これらの間の互換性はない。物理層速度は最大 190Mbps、実測値で最大 80Mbps である。3 つの規格それぞれで、通信を暗号化する仕様を備えている。

家庭毎に PLC フィルターを設置しないと、通信の信号が電力線を通して外 (電線上、隣家など) に漏れる可能性がある。さらに、ブレーカに遮られ、家の全ての部屋と通信可能にならない場合もある。

技術[HN 5] ZigBee[63],[64]

ZigBee は、近距離無線ネットワークの世界標準規格の一つであり、低消費電力・低

コストの無線通信を行うネットワーク技術である。末端の装置においては、通信量を抑えることによりアルカリ単3電池2本で数ヶ月から2年間という長期の稼動が可能である。ZigBeeがカバーする範囲は、OSI (Open Systems Interconnection) 参照モデルのネットワーク層以上の部分で、物理層/MAC (Media Access Control) 層についてはIEEE802.15.4を採用している。データ転送速度は20Kbps~250kbpsとなっている。この速度から解るように、大量のデータの送信には向いておらず、主に制御信号向けである。MAC層、ネットワーク層、アプリケーション層のそれぞれで暗号化することが可能(MAC層はIEEE802.15.4準拠、ネットワーク層はAES(Advanced Encryption Standard)による暗号化)である。

主として、HA (Home Automation)、BA (Building Automation)、センサーネットワークへの適用が想定されている。

技術[HN-6] DLNA[1], [2]

DLNAは、AV家電同士(PCも含む)の連携のための業界標準規格で、家電やPC同士がAVコンテンツの再生で連携する。著作権保護が必要なコンテンツデータはDRM (Digital Right Management) が必須となっている(どのようなDRM技術を用いるかは実装依存)が、AV家電を操作する制御データの暗号化といった保護はしない。DLNAにおいて、対象とする機器は以下の通りである。

HND (Home Network Device)

- DMS (Digital Media Server) : コンテンツを配信するサーバ
例: STB、HDD/DVDレコーダ、PC
- DMP (Digital Media Player) : コンテンツの再生及びその制御を行うデバイス
例: TV、ゲーム機
- DMR (Digital Media Renderer) : コンテンツの再生を行うデバイス
例: ビデオモニター、遠隔スピーカ
- DMC (Digital Media Controller) : コンテンツの再生の制御を行うデバイス
例: 多機能リモコン
- DMPr (Digital Media Printer) : コンテンツの印刷を行うデバイス
例: ネットワーク写真プリンタ

MHD (Mobile Handheld Device)

- M-DMS (Mobile DMS)
例: 携帯音楽プレイヤー、携帯電話
- M-DMP (Mobile DMP)
例: 携帯音楽プレイヤー、携帯電話
- M-DMU (Mobile Digital Media Uploader)

例：デジタルカメラ

- M-DMD (Mobile Digital Media Downloader)

例：携帯音楽プレイヤー

- M-DMC (Mobile DMC)

例：多機能リモコン

HID (Home Infrastructure Device)

- M-NCF (Mobile Network Connectivity Function) : MHD ネットワークと HND ネットワークの橋渡し

- MIU (Media Interoperability Unit) : メディアフォーマット変換

また、レイヤ 2 (OSI Network Model Layer 2) では Ethernet (802.3i/u) ,Wi-Fi (802.11a/b/g) , Bluetooth、レイヤ 3 (OSI Network Model Layer 3) では IPv4、デバイス発見、制御では UPnP Device Architecture v1.0、メディア管理、制御では UPnP AV v1, UPnP Printer:1 がベース技術となっている。また、コンテンツのフォーマットやネットワーク情報転送する方法なども以下のように細かく規定されている。

- メディアフォーマット : 必須 (JPEG (Joint Photographic Experts Group) ,MPEG2 (Moving Picture Experts Group 2))、オプションフォーマット (WMV (Windows Media Video) など)
- メディア転送 : HTTP,RTP (Real-time Transport Protocol)

技術[HN-7] HANA[4]

HANA は、高品位映像の AV 家電同士の連携をするための仕様で、DLNA の対抗規格である。各機器の接続は、IEEE 1394 を使って行われる。まだ、実機は販売されていない。

技術[HN-8] Viiv[65]

Viiv は、Intel 社による DLNA の拡張仕様であり、主に DLNA 対応の家電と接続されるホームサーバ (PC) の仕様、条件 (CPU (Central Processing Unit) やチップセットのスペック) を規定している。OS Windows Media Center Edition である。

A.2.3. 電気通信事業者ネットワーク接続

本節では、組込み機器同士の連携する場合に用いられる電気通信事業者ネットワーク接続について列挙する。電気通信事業者ネットワーク接続は、組込み機器が接続されたローカルのネットワーク (LAN) が他のネットワークとつなげる場合に必要な電気通信事業者のネットワークとの接続を指す。ここでは、電気通信事業者として、電話事業者、携帯電話事業者、ISP (Internet Service Provider) を想定している。

技術[CN -1] 携帯電話事業者ネットワーク (3G, 3G-LTE (Long Term Evolution))
[66],[67],[68],[69],[70]

現在の携帯電話事業者ネットワークは、3G のためのネットワークであり、CDMA2000 (Code Division Multiple Access 2000) と、W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) の2種類存在する。その一方で、次の4G に向けてのステップとして3G LTE が考えられている。これは、毎秒100Mbps でのデータ伝送が可能な移動通信システムで、3.9G、ウルトラ3G、Super3G とも呼ばれ、2010年頃の実用化を目指して研究開発が進められている。3G-LTE は、3G から4G へ直接移行するのは困難なため、4G に向けての途中のステップという位置づけである。以下のような技術が想定されている。

基本コンセプト

- ・ 3G スペクトラムを継続利用
- ・ 4G へのスムーズなマイグレーション (移行) が狙い

技術要求条件

- ・ データ速度、容量
- ・ 低遅延 (VoIP も問題なく利用できる)

利用想定技術

- ・ OFDM などの新技術要素 (無線部分)
- ・ RAN (Radio Access Network) まで IP ルーティング
- ・ 4G 無線アクセスのプラグインが可能

技術[CN -2] WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
[71],[72],[73]

WiMAX は、FTTH (Fiber To The Home)、xDSL (Digital Subscriber Line) 回線の敷設や利用が困難な地域で、ラストワンマイルの接続手段として期待される無線通信技術である。最長伝送距離:2~10km、最大伝送速度:最大74.81Mbps (20MHz帯時) のベストエフォート方式の通信を行う。また、通信は、DES (Data Encryption Standard) または3DES (Triple DES) により暗号化される (強化版としてAES による暗号化も存在する)。また、乗り物で移動しながらでも高速な通信環境を実現する Mobile WiMAX も検討されている。

技術[CN -3] ADSL (Asymmetric DSL) [74],[75],[76]

非対称デジタル加入者線: ADSL は、ツイストペアケーブル通信線路 (一般のアナログ電話回線) を使用する、上り (アップリンク) と下り (ダウンリンク) の速度が

非対称な高速デジタル有線通信技術のことである。既設のアナログ固定電話回線にデジタル情報を多重化して、家庭や小規模事業所からのブロードバンドインターネット接続に使用される。従来の公衆交換電話ネットワークを経由した従量制通信料金ではなく、月額定額料金で提供される場合がほとんどで、ブロードバンドで常時接続という利用形態が普及するきっかけになった。

アナログ通信線にデジタル情報を乗せて通信を行うので、あくまでアナログ通信であり、イメージとしては、一般道路（既存の電話線）にレーシングカー（ADSL モデムによる高速データ）を2車線で走らせることで、高速化を図ると考えると、理解しやすい。

技術[CN -4] FTTH[77],[78]

FTTH は、光ケーブルを一般個人宅へ直接引き込み、光通信のネットワークを構成することを言う。光通信系においては主にユーザ向けに、「ブロードバンド」と呼ばれる、高速・定額のインターネット常時接続を実現する。このため、局設備からユーザ個宅までのラストワンマイルにおいて光通信の伝送路を構築し、超高速（10M～100M～1G～bps）のインターネット接続を提供する。「ブロードバンド」と呼ばれる接続方式の一種であるが、ADSL が既存の電話線に高速なデータ信号を強引に乗せる（イメージ的には一般道に高性能レーシングカーを走らせる）方式であるのに対し、FTTH は初めから高速でデータ通信を行えるように新しく作られた方式である。

ユーザ宅においては、光回線終端装置：ONU (Optical Network Unit) を設置して、ONU で光から電気信号に変換し、接続された Ether ケーブルとの間で信号を中継する。その Ethernet ケーブルの先にブロードバンドルータがつながっている。

技術[CN -5] BPL (Broadband over Power Lines) [79],[80]

BPL は、家庭内ネットワーク技術である PLC を機器間通信だけでなくブロードバンド回線として利用する技術である。ユーザ宅までのブロードバンドインターネット接続のラスト1マイルを解決する方法として考案された経緯がある。主に、米国において検討及び実際のサービスが行われている。ADSL や FTTH によるブロードバンド環境が発達している国内では、あまり検討がなされていない。通信の速度は実測で 5～6Mbps。

技術[CN -6] NGN (Next Generation Network) [81],[82],[83]

NGN は、固定・移動体通信を統合したマルチメディアサービスを実現する、IP 技術を利用する次世代ネットワークである。ネットワークとして IP ネットワーク、通信プロトコルとして SIP を利用し、データ通信と音声・動画などのリアルタイム通信

を統合したマルチメディアサービスを提供する。また、FMC（Fixed Mobile Convergence）と呼ばれる固定・移動体通信を意識せずに使用できる統合されたサービスも実現する。

第三世代携帯電話に関する標準化団体である 3GPP（Third Generation Partnership Project）規定の IMS（IP Multimedia Subsystem）を基本構造として使用しており、エンド・ツー・エンドで QoS（Quality of Service）制御を行うとともに、高速データ通信とリアルタイム通信を同一のネットワークで両立する。

現在、国内でトライアルが行われており、本格的なサービス開始は目前に迫っている。

技術[CN-7] IMS/MMD（Multimedia Domain）[84],[85]

IMS や MMD は、固定電話ネットワークや携帯電話をはじめとする移動体通信ネットワーク、放送ネットワークなどで行なわれていたサービスを IP 化し、融合したマルチメディアサービスなどを実現するための規格で、IP 化した通話や音声や画像動画を一元的に扱えるメカニズムを持っている。また、通話サービスは、IP 電話サービスである SIP を元としている。その他の IP ベースのマルチメディアサービスには、運用/課金などのデータベース機能、セキュリティゲートウェイなどの機能を提供するようになっている。

A.3. 組込み機器連携の分析

A.1においてリストアップした情報家電、カーナビ、携帯電話の各組込み機器間の連携の事例を以下の点に注目して整理したものを、図 A-32、図 A-33、図 A-34に示す。

- ・ 接続インタフェース又はネットワーク技術
- ・ 通信内容の種別（制御、認証、データ）
- ・ 通信相手（情報家電、カーナビ、携帯電話、サーバ）

なお、通信相手にサーバが存在するのは、情報家電、カーナビ、携帯電話の各組込み機器間の連携においてサーバを介して接続される場合があり、明確に区別するためである。図 A-32、図 A-33、図 A-34は、それぞれ情報家電、カーナビ、携帯電話における他の組込み機器との連携と、連携時に利用する接続インタフェース又はネットワーク技術、扱う通信内容をモデル化して図示している。

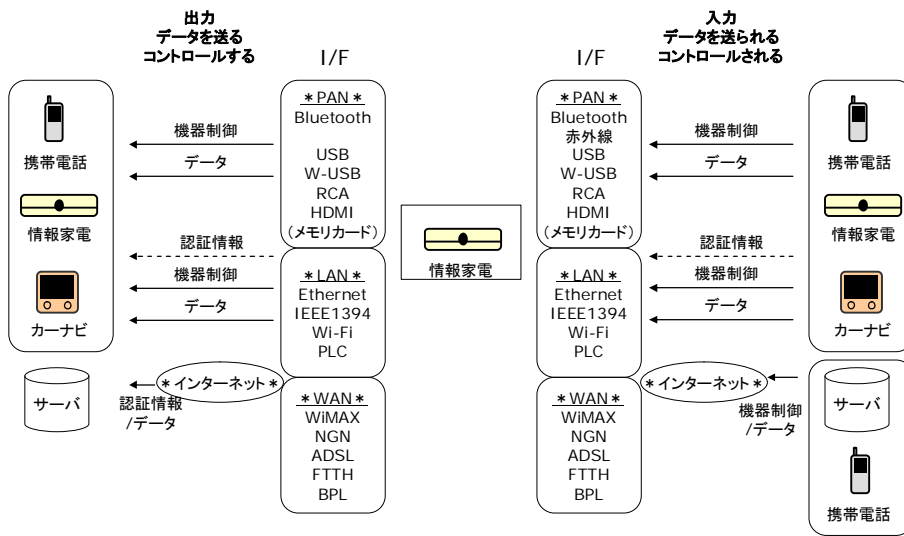


図 A-32 情報家電における入出力

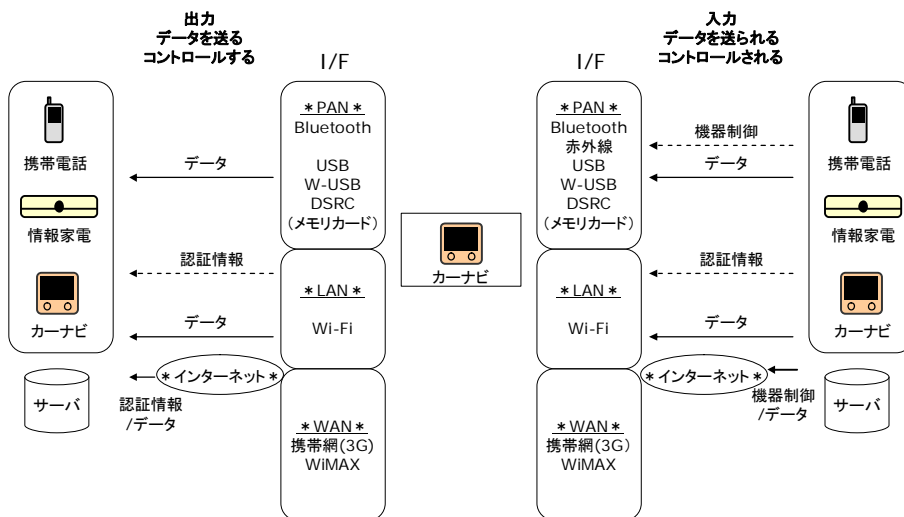


図 A-33 カーナビにおける入出力

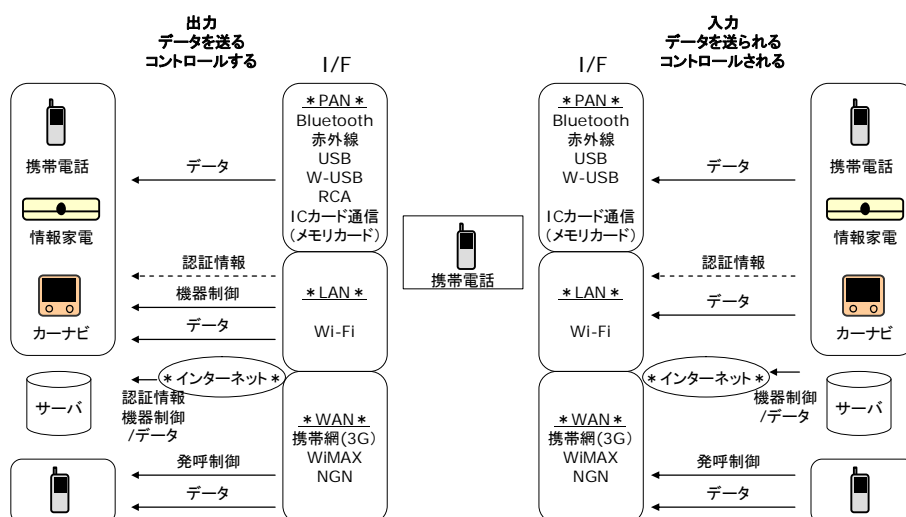


図 A-34 携帯電話における入出力

図 A-32、図 A-33、図 A-34より、組込み機器同士の接続の階層を

- PAN 接続

機器同士のダイレクトな接続

- LAN 接続

機器の家庭内ネットワークへの接続

- WAN 接続

機器の電気通信事業者ネットワークへの接続

- インターネット接続

LAN 接続または WAN 接続を介したインターネットへの接続

の4つに分類すると、以下のインタフェース技術やネットワーク技術が用いられている。

PAN 接続

- 赤外線
- 2次元バーコード
- Bluetooth
- USB
- Wireless USB
- DSRC
- RCA
- HDMI
- IC カード

- ・ SIM カード
- ・ メモリカード

LAN 接続

- ・ Ethernet
- ・ Wi-Fi
- ・ IEEE 1394
- ・ PLC
- ・ ZigBee

WAN 接続

- ・ 携帯電話事業者ネットワーク (3G)
- ・ WiMAX
- ・ ADSL
- ・ FTTH
- ・ BPL

インターネット接続

組込み機器は、上記の LAN 接続又は WAN 接続を経由してインターネットに接続される。

さらに、これらの接続インタフェース、接続ネットワーク技術及び、各組込み機器間、あるいは組込み機器とサーバ間の入出力データ種別毎に組込み機器の連携事例を、各組込み機器毎に表 1、表 2、表 3にまとめる。表 1、表 2、表 3において、●は既に事例が存在する場合、○は今後事例が登場すると想定される場合をそれぞれ表している。

表 1 情報家電の連携事例表

始動者	通信内容	通信相手	接続インターフェース・接続ネットワーク																						
			ダイレクト(PAN)										家庭内ネットワーク(LAN)					電気通信事業者ネットワーク(WAN)					インターネット		
			赤外線	2次元バーコード	Bluetooth	USB	WUSB	DSRC	RCA	HDMI	ICカード	SIMカード	メモ리카ード	Ethernet	Wi-Fi	IEEE 1394	PLC	ZigBee	携帯網(3G)	WMAX	ADSL	FTTH		BPL	NGN
情報家電・自分自身から始動	制御	サーバ																							
		情報家電			[JJ-1]								[JJ-1]	[JJ-1]	[JJ-3]										[JJ-5]
		組み込み機器																							
		カーナビ																							
	携帯電話																								
	AAA	サーバ																							[JK-4.6] [CJ-3]
		情報家電																							
		組み込み機器																							
		カーナビ																							
	携帯電話																								
	DATA	サーバ																							[JK-4.6] [CJ-3]
		情報家電			[JJ-1]				[JJ-2]	[JJ-2]			[JJ-4]	[JJ-1]	[JJ-1]	[JJ-3]									[JJ-5]
組み込み機器																									
カーナビ																									
携帯電話											[CJ-1]														
情報家電・連携相手から始動	制御	サーバ																						[JK-2]	
		情報家電			[JJ-1]									[JJ-1]	[JJ-1]	[JJ-3]								[JJ-5]	
		組み込み機器																							
		カーナビ																							
	携帯電話	[JK-1]												[JK-3]										[JK-7]	
	AAA	サーバ																							[JK-2.4.6]
		情報家電																							
		組み込み機器																							
		カーナビ																							
	携帯電話																								
	DATA	サーバ																							[JK-4.6]
		情報家電			[JJ-1]				[JJ-2]	[JJ-2]			[JJ-4]	[JJ-1]	[JJ-1] [JK-3]	[JJ-3]									[JJ-5]
組み込み機器																									
カーナビ								[CJ-2]																	
携帯電話											[JK-5]		[JK-3]										[JK-7]		

●:事例が存在する ○:事例は見あたらなかったが、他の事例からあり得ると考えられる

表 2 カーナビの連携事例表

始動者	通信内容	通信相手	接続インターフェース・接続ネットワーク																					
			ダイレクト(PAN)										家庭内ネットワーク(LAN)						電気通信事業者ネットワーク(WAN)					
			赤外線	2次元バーコード	Bluetooth	USB	WUSB	DSRC	RCA	HDMI	ICカード	SIMカード	メモ리카ード	Ethernet	Wi-Fi	IEEE 1394	PLC	ZigBee	携帯網(3G)	WIMAX	ADSL	FTTH	BPL	NGN
カーナビ・自分自身から始動	制御	サーバ																						
		情報家電																						
		カーナビ																						
		携帯電話																						
	AAA	サーバ						[CC-1]																[CC-1] [CJ-2]
		情報家電																						
		カーナビ																						
		携帯電話																						
	DATA	サーバ						[CC-1]																[CC-1] [CJ-2]
		情報家電							[CJ-2]															
		カーナビ																						
		携帯電話																						
カーナビ・連携相手から始動	制御	サーバ																						
		情報家電																						
		カーナビ																						
		携帯電話																						
	AAA	サーバ																						[CJ-3]
		情報家電																						
		カーナビ																						
		携帯電話			[CK-1.5]																			
	DATA	サーバ																						[CJ-3]
		情報家電											[CJ-1]											
		カーナビ																						
		携帯電話	[CK-4]	[CK-4]	[CK-1.5]				[CK-3]				[CK-2]											

●:事例が存在する ○:事例は見あたらなかったが、他の事例からあり得ると考えられる

表 1、表 2、表 3より、以下のことが解る。

共通

- ・ 組込み機器同士の接続は、以下の 4 階層に分類される。
 - ダイレクト接続
 - 家庭内ネットワーク接続
 - 電気通信事業者ネットワーク（電話事業者、携帯電話事業者、ISP）接続
 - インターネット接続
- ・ ダイレクト接続の場合、機器間の認証は行われぬ。
- ・ LAN 接続の場合においても、機器間の認証が行われている事例は見当たらない（Wi-Fi などにおける WEP キー/WPA などは、Wi-Fi に対するアクセス認証なので、個々の機器間の認証とは異なる）。
- ・ インターネット経由で直接他の機器から接続される場合は少なく、ほとんどはサーバ経由である。
- ・ ZigBee、Wireless USB、PLC、BPL などの各インタフェースやネットワーク技術を利用した事例は想定されるが、まだ見当たらない。これらについては同じ利用目的を持つインタフェースやネットワーク技術における既存事例と同様のことができるようになると考えられる。

情報家電

- ・ 他の機器からの制御、及び他の機器への制御、ともにある。
- ・ 赤外線通信は、受信のみである。
- ・ Wi-Fi を除き、有線による LAN 接続、WAN 接続が一般的である。

カーナビ

- ・ 他の機器とのダイレクト接続によって制御される事例はある。
- ・ 赤外線通信は、受信のみである。
- ・ LAN 接続を行う場合もある（ただし、無線による LAN 接続の事例は存在するが、有線は見当たらない）。

携帯電話

- ・ 利用者による遠隔操作や他の機器とのダイレクト接続によって制御される事例はある。
- ・ 携帯から他の機器を制御することはありうる。
- ・ 赤外線通信は、他の機器とは異なり送受信共に行う。

- LAN 接続を行う場合もある（ただし、無線による LAN 接続の事例は存在するが、有線は見当たらない）。

B. 組込み機器連携モデル

本章では、A章において挙げた組込み機器の連携事例や組込み機器の連携形態を整理し、全体及びそれぞれの組込み機器の視点からまとめた連携モデルを示す。

B.1. 接続の階層と連携モデル（全体）

A章における連携事例によると、組込み機器同士の接続は、次の4階層に分けられる。

- ・ ダイレクト接続
- ・ 家庭内ネットワーク接続
- ・ 電気通信事業者ネットワーク接続
- ・ インターネット接続

ダイレクト及び家庭内ネットワークにおいて組込み機器同士が連携する場合は、組込み機器同士は直接相互に接続されて通信を行う。一方、電気通信事業者ネットワークやインターネットにおいて組込み機器同士が連携する場合は、組込み機器同士が直接、接続されることは少なく、サーバ経由で接続される事が多い。なお、ダイレクトは記録メディアやケーブルや無線を介しての機器同士のダイレクト接続、家庭内ネットワークは組込み機器ユーザの家庭内におけるネットワーク、電気通信事業者ネットワークは電気通信事業者（電話事業者、携帯電話事業者、ISP など）内のネットワーク、インターネットは電気通信事業者のネットワークが相互に接続されて世界中のあらゆる場所のIP機器と通信できるネットワークをそれぞれ意味する。

そこで、この4階層における情報家電、カーナビ、携帯電話の各組込み機器間の接続をモデル化したものを図 B-1に示す。

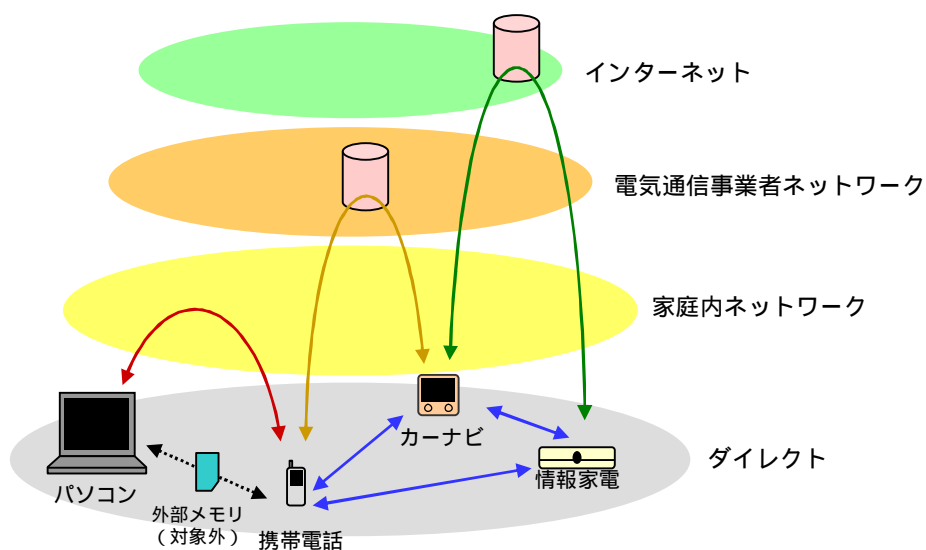


図 B-1 連携モデル（全体）

B.2. 連携モデル（情報家電の視点から）

情報家電を中心に、情報家電がカーナビや携帯電話との連携する際のモデルを図B-2に示す。

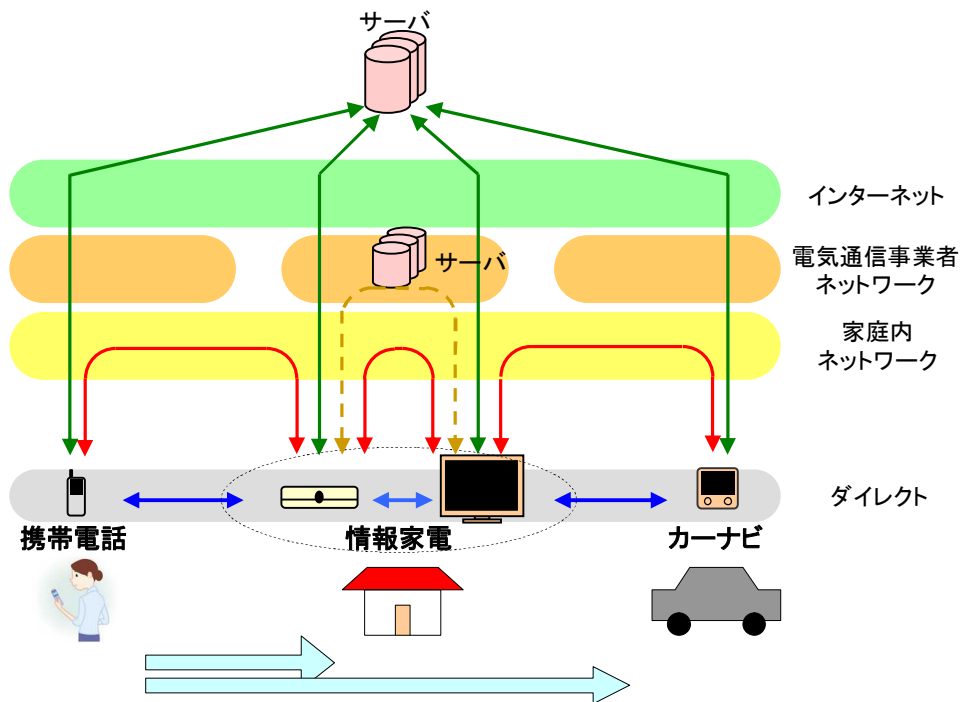


図 B-2 連携モデル（情報家電の視点）

情報家電は、カーナビ及び携帯電話と、ダイレクトまたは家庭内ネットワークを介して接続される。これらの接続では、双方向に通信される場合もあるが、片方向の場合もある。また、WEP キーや WPA を有効にした Wi-Fi を利用した場合などを除き、現状では通信が暗号化される事はない。さらに、接続がダイレクトか家庭内ネットワーク内に閉じているため、組込み機器間の認証機能も見当たらない。

一方、情報家電は、カーナビ及び携帯電話と、電気通信事業者ネットワークやインターネット経由で接続される場合もある。これらの接続では、サーバを介する場合がほとんどである。通信は内容の重要度や秘匿性によって暗号化される場合とされない場合が存在する。さらに、組込み機器間の機器認証は直接行われることはなくサーバがそれぞれの組込み機器に対して認証を行うことで、組込み機器間の機器認証の役割を果たしている。

さらに、情報家電は常にネットワークに接続されてはいるが、家庭内に設置され常に持ち運びされるものではないため、家庭内に限定した利用についてはその家庭の住

人しか利用できないという前提があり、利用者認証の事例は見当たらない。インターネット経由などの外部からの操作については、何らかの認証処理が存在するか、インターネットからアクセスは一切受け付けずにインターネット上のサーバに対して定期的にアクセス（サーバ側ではどの情報家電からのアクセスか認証が行われる）して状態をチェックするといった仕組みになっていることが多い。

B.3. 連携モデル（カーナビの視点から）

カーナビを中心に、カーナビが情報家電や携帯電話との連携する際のモデルを図B-3に示す。

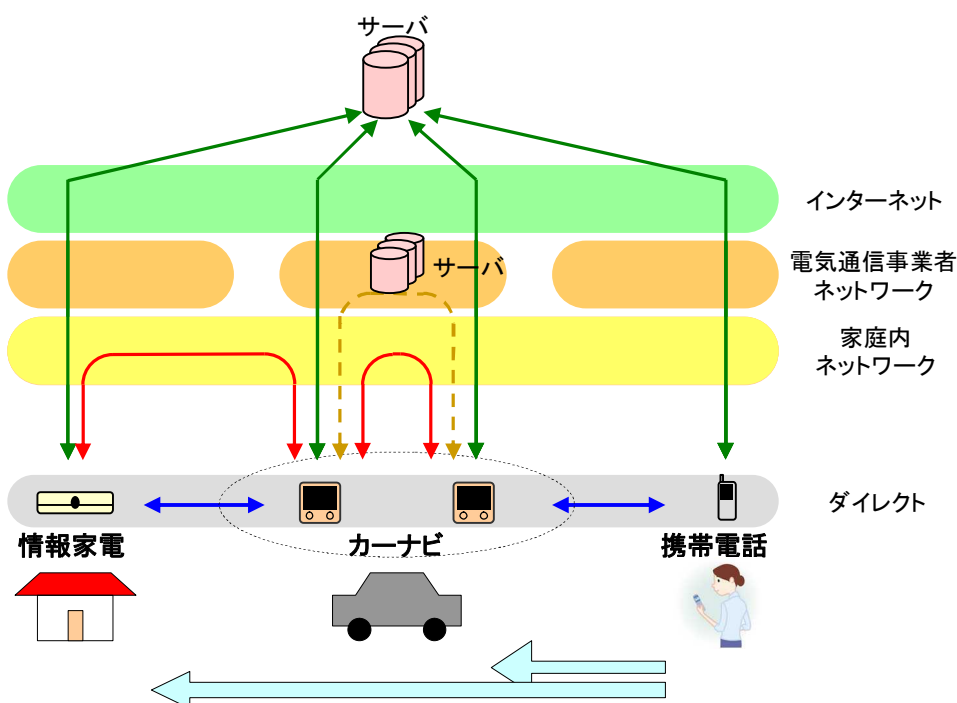


図 B-3 連携モデル（カーナビの視点）

カーナビは、情報家電とはダイレクトまたは家庭内ネットワークを介して、携帯電話とはダイレクトで接続される。これらの接続では双方向通信の場合が多いが、片方向通信の場合もある。また、WEP キーや WPA を有効にした Wi-Fi を利用した場合などを除き、現状では通信が暗号化される事はない。さらに、接続がダイレクトか家庭内ネットワーク内に閉じているため、組込み機器間の認証機能も見当たらない。

一方、カーナビは、情報家電及び携帯電話と、電気通信事業者ネットワークやインターネット経由で接続される場合もある。これらの接続では、サーバを介する場合はほとんどである。通信は内容の重要度や秘匿性によって暗号化される場合とされない

場合が存在する。さらに、組込み機器間の機器認証は直接行われることはなく、サーバがそれぞれの組込み機器に対して認証を行うことで、組込み機器間の機器認証の代替を果たしている。

B.4. 連携モデル（携帯電話の視点から）

携帯電話を中心に、携帯電話が情報家電やカーナビとの連携する際のモデルを図B-4に示す。

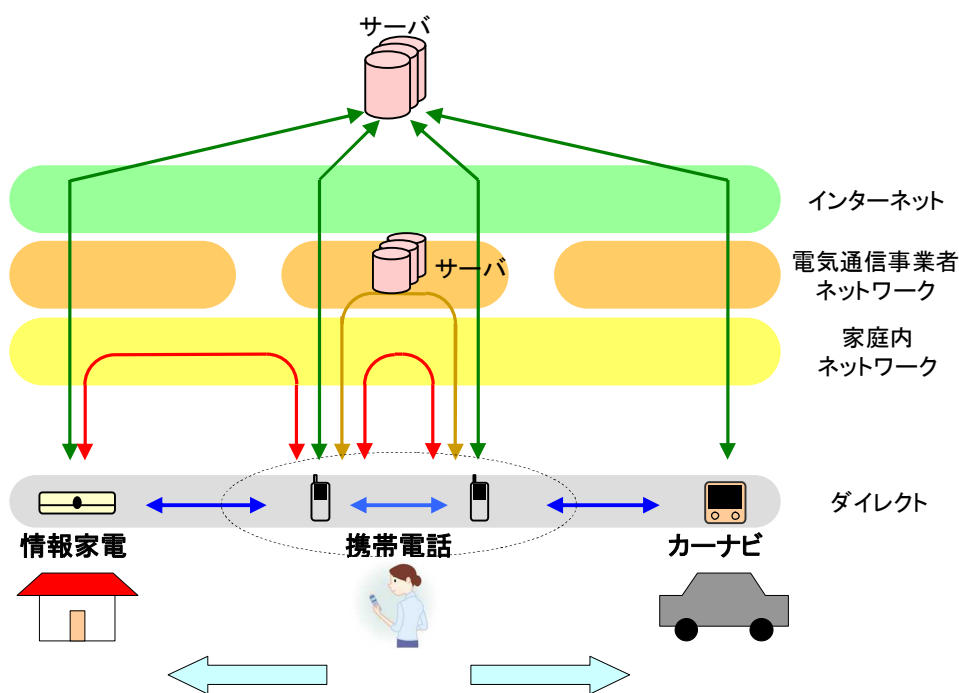


図 B-4 連携モデル（携帯電話の視点）

携帯電話は、情報家電とダイレクトまたは家庭内ネットワークを介して接続され、カーナビとダイレクトに接続される。これらの接続では、双方向に通信される場合もあるが、片方向の場合もある。また、WEP キーや WPA を有効にした Wi-Fi を利用した場合などを除き、現状では通信が暗号化される事はない。さらに、接続がダイレクトか家庭内ネットワーク内に閉じているため、組込み機器間の認証機能も見当たらない。

一方、携帯電話は、情報家電及びカーナビと、電気通信事業者ネットワークやインターネット経由で接続される場合もある。これらの接続では、サーバを介する場合はほとんどである。通信は内容の重要度や秘匿性によって暗号化される場合とされない場合が存在する。さらに、組込み機器間の機器認証は直接行われることはなくサーバ

がそれぞれの組込み機器に対して認証を行うことで、組込み機器間の機器認証の役割を果たしている。

さらに、携帯電話は常に利用者が身につけて持ち運ぶ物であるため、携帯電話を持っていること自体がその携帯電話の正規の利用者であると仮定される場合があり、特定の携帯電話と他の機器を結びつけることで、携帯電話を利用者認証のためのツールとして利用される場合がある。一方で、携帯電話の紛失や盗難もありうるため携帯電話自体に遠隔から使用できなくしたりすることができるようになっている。

C. 参考文献

- [1] DLNA (Desital Living Netwok Alliance) , ウェブサイト,
<http://www.dlna.org/jp/industry/>
- [2] UPnP FORUM, ウェブサイト, <http://www.upnp.org/>
- [3] HDMI (High Definition Multimedia Interface) , ウェブサイト,
<http://www.hdmi.org/>
- [4] HANA (High-Definition Audio-Video Network Alliance) , ウェブサイト,
<http://www.hanaalliance.org/>
- [5] KDDI, “情報家電の広域利用技術の開発について”, 2006年12月,
http://www.kddilabs.jp/press/detail_55.html
- [6] ホンダ技研, ウェブサイト「インターナビプレミアム」,
<http://www.premium-club.jp/>
- [7] トヨタ自動車, ウェブサイト「G-Book/Alpha/mX」,
<http://gp-book.com/pc/default.asp>
- [8] 日産自動車, ウェブサイト「カーウィングス」,
<http://drive.nissan-carwings.com/WEB/>
- [9] パイオニア, ウェブサイト「サイバーナビスマートループ」,
<http://www.smartloop.jp/smartloop/index.html>
- [10] NTT DoCoMo, ウェブサイト「赤外線通信機能」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/function/infrared/>
- [11] KDDI au, ウェブサイト「赤外線通信」,
<http://www.au.kddi.com/seihin/kinobetsu/sekigaisen/index.html>
- [12] NTT DoCoMo, ウェブサイト「iC 通信とは」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/function/ic/>
- [13] KDDI au, ウェブサイト「Touch Message」,
http://www.au.kddi.com/email/touch_message/index.html
- [14] TCA (電気通信事業者協会), ウェブサイト「携帯電話に入っている『SIM
カード』ご存じですか?」,
<http://www.tca.or.jp/japan/infomation/SIM/index.html>
- [15] NTT DoCoMo, ウェブサイト「プッシュトークとは」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/pushtalk/>
- [16] NTT DoCoMo, ウェブサイト「メール」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/imode/mail/>
- [17] KDDI au, ウェブサイト「メール・コミュニケーション」,
<http://www.au.kddi.com/email/>

- [18] Softbank Mobile, ウェブサイト「Softbank メールの特長」,
<http://mb.softbank.jp/mb/service/3G/mail/>
- [19] NTT DoCoMo, ウェブサイト「ショートメッセージサービス (SMS)」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/network/sms/index.html>
- [20] KDDI au, ウェブサイト「C メール」,
<http://www.au.kddi.com/email/cmail/index.html>
- [21] NTT DoCoMo, ウェブサイト「電話帳お預かりサービス」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/anshin/addressbook/index.html>
- [22] NTT DoCoMo, ウェブサイト「おまかせロック」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/anshin/lock/index.html>
- [23] NTT DoCoMo, ウェブサイト「赤外線通信機能」,
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/function/infrared/>
- [24] NTT DoCoMo, ウェブサイト「リモート録画予約」,
http://www.nttdocomo.co.jp/service/function/infrared/g_guide/point.html#p06
- [25] SONY, ウェブサイト「RDZ-D900A」,
<http://www.ecat.sony.co.jp/sugoroku/products/feature.cfm?PD=25847&KM=RDZ-D900A>
- [26] 任天堂, ウェブサイト「WiiConnect24」,
<http://www.nintendo.co.jp/wii/features/wiiconnect24.html>
- [27] Panasonic, ウェブサイト「P903iTV」,
<http://panasonic.jp/mobile/p903itv/oneseg/>
- [28] Access, ウェブサイト「NetFront(R) Sync Client」,
http://www.jp.access-company.com/products/embedded/sync_client.html
- [29] Panasonic, ウェブサイト「カーナビ／カーAV」,
<http://panasonic.jp/car/navi/products/HDS965T/navi01.html>
- [30] センリン, ウェブサイト「its-moDriveASP」,
https://secure.alpine.co.jp/urs/itsmo_drive/index.html
- [31] Pioneer, ウェブサイト「carrozzeria AVIC-VH099G」,
<http://pioneer.jp/carrozzeria/cybernavi/lineup/vh099g.html>
- [32] ケンウッド, ウェブサイト「HDV-990 USB 高速転送」,
http://www.kenwood.co.jp/j/products/carnavi/emotional_sound/hdv990/usb.html
- [33] PremiumClub, ウェブサイト「パーソナルホームページ」,
http://www.premium-club.jp/service/serv2_1.html

- [34] G-Book, ウェブサイト「G-BLOG」,
<http://gazoo.com/G-Blog/Map/MapTop.aspx>
- [35] G-Book, ウェブサイト「Bluetooth オーディオ」,
http://g-book.com/pc/whats_G-BOOK_mX/technology/music.asp
- [36] Panasonic, ウェブサイト「カーナビ／カーAV」,
<http://panasonic.jp/car/navi/products/HDS965T/av01.html>
- [37] NTT DoCoMo, ウェブサイト「P903iTV」,
http://www.nttdocomo.co.jp/product/foma/903i/p903itv/topics_01.html
- [38] 富士通テン, ウェブサイト「ケータイリンク」,
<http://www.fujitsu-ten.co.jp/eclipse/product/navi/keitailink/index.html>
- [39] センリン, ウェブサイト「its-mo」,
<http://www.zenrin-datacom.net/>
- [40] Premium Club, ウェブサイト「Bluetooth 機能の紹介」,
<http://www.premium-club.jp/info/device/bluetooth.html>
- [41] Pioneer, ウェブサイト「携帯電話接続」,
<http://pioneer.jp/carrozzeria/cybernavi/function/network/mobility.html>
- [42] Infrared Data Association, ウェブサイト, <http://www.irda.org/>
- [43] デンソー, ウェブサイト「QR コードドットコム」,
<http://www.denso-wave.com/qrcode/>
- [44] Bluetooth, ウェブサイト, <http://www.bluetooth.org/>
- [45] Bluetooth, ウェブサイト, <http://www.bluetooth.com/>
- [46] USB Implementers Forum, Inc., ウェブサイト, <http://www.usb.org/>
- [47] Intel, ウェブサイト「Universal Serial Bus」,
<http://www.intel.com/technology/usb/>
- [48] USB Implementers Forum, Inc., ウェブサイト「Certified Wireless USB from the USB-IF」,
<http://www.usb.org/wusb/>
- [49] WiMedia ALLIANCE, ウェブサイト, <http://www.wimedia.org/>
- [50] Intel, ウェブサイト「Certified Wireless USB」,
<http://www.intel.com/technology/comms/wusb/index.htm>
- [51] Intel, ウェブサイト「Ultra-Wideband (UWB) Technology」,
<http://www.intel.com/technology/comms/uwb/>
- [52] NEC エレクトロニクス, ウェブサイト「ワイヤレス USB (Certified Wireless USB) とは」,
http://www.necel.com/cwusb/ja/whats_wusb.html
- [53] 国土交通省道路局, ウェブサイト「ITS (高度道路交通システム) ホームページ」,
<http://www.its.go.jp/ITS/j-html/>

- [54] DSRC 普及促進検討会, ウェブサイト, <http://www.arib.or.jp/dsrc/index.html>
- [55] HDMI, ウェブサイト, <http://www.hdmi.org/>
- [56] IEEE, ウェブサイト「Get IEEE 802」,
<http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>
- [57] IEEE, ウェブサイト「IEEE 802.3 CSMA/CD (ETHERNET)」,
<http://www.ieee802.org/3/>
- [58] Wi-Fi Alliance, ウェブサイト, <http://www.wi-fi.org/>
- [59] 1394 Trade Association, ウェブサイト, <http://www.1394ta.org/index.html>
- [60] 高速電力線通信推進協議会 ウェブサイト, <http://www.plc-j.org/>
- [61] HomePlug Powerline Alliance ウェブサイト,
<http://www.homeplug.org/en/index.asp>
- [62] Consumer Electronics Powerline Communication Alliance ウェブサイト,
<http://www.cepca.org/home>
- [63] ZigBee Alliance ウェブサイト, <http://www.zigbee.org/>
- [64] ZIGBee SIG ジャパン, ウェブサイト, <http://www.zbsigj.org/>
- [65] Intel, ウェブサイト「インテル Viiv プロセッサー・テクノロジー」,
<http://www.intel.co.jp/jp/products/viiv/>
- [66] ITU, ウェブ資料など「BOOMING BROADBAND for a wireless world」,
http://www.itu.int/osg/spu/presentations/2006/srivastava_broadbandasia2006shanghai.pdf
- [67] KDDI, ウェブサイト「新世代移動通信技術」,
http://www.kddi.com/corporate/r_and_d/kenkyu/shinsedai_idotai/index.html
- [68] NTT DoCoMo, ウェブ資料など「Super3G の技術動向 その1 Super3G の概要及び標準化活動状況」,
http://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/tech/main/super3g/vol14_2_50jp.pdf
- [69] NTT DoCoMo, ウェブ資料など「Super3G の技術動向 その1 Super3G の技術検討」,
http://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol14_3/vol14_3_63jp.pdf
- [70] NTT DoCoMo, ウェブ資料など「携帯電話のデータ通信速度の進化」,
http://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/info/news_release/report/060223.pdf
- [71] WiMAX Forum, ウェブサイト, <http://www.wimaxforum.org/home/>

- [72] IEEE, ウェブサイト「The IEEE 802.16 Working Group on Broadband Wireless Access Standards」, <http://grouper.ieee.org/groups/802/16/>
- [73] IEEE, ウェブサイト「Get IEEE 802」, <http://standards.ieee.org/getieee802/802.16.html>
- [74] 総務省, ウェブサイト「DSL 関連情報ページ」, http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/whatsnew/dsl/index.html
- [75] NTT 東日本, ウェブサイト「フレッツ ADSL」, <http://flets.com/adsl/index.html>
- [76] NTT 西日本, ウェブサイト「フレッツ ADSL」, <http://flets-w.com/adsl/>
- [77] NTT 東日本, ウェブサイト「B フレッツ」, <http://flets.com/opt/>
- [78] NTT 西日本, ウェブサイト「B フレッツ」, <http://flets-w.com/bflets/s>
- [79] NTIA (National Telecommunication and Information Administration) , ウェブサイト「Broadband-Over-Powerline Report」, <http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fccfilings/2004/bpl/>
- [80] EDN Japan, ウェブサイト「米国で始まった電力線ブロードバンド・サービスデータが正弦波に乗る」, <http://www.ednjapan.com/content/issue/2006/02/content06.html>
- [81] ITU(International Telecommunications Union), ウェブサイト「ITU-T Study Group 13」, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/index.asp>
- [82] NTT グループ NOTE, ウェブサイト, <http://www.ngn-note.jp/top.html>
- [83] MultiService Forum, ウェブサイト, <http://www.msforum.org/>
- [84] 3GPP, ウェブサイト「IP Multimedia Subsystem (IMS)」, <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23228.htm>
- [85] 3GPP2, 仕様ファイル「Multimedia Domains」, <ftp://ftp.3gpp2.org/TSGX/Projects/X.P0013-B%20IP%20Network%20-%20MMD2.org/>