解 説 仮想環境社会の展望

5. 仮想環境を実現するネットワーク・プラットフォーム

A Network Platform for Virtual Society by Takafumi SAITO and Motoi SATO (NTT Multimedia Networks Laboratories).

斎藤孝文[1] 佐藤 基[1]
1 NTTマルチメディアネットワーク研究所

1. はじめに

情報処理や通信における技術開発は“人と人の情報交換”に着目し，時間や空間などの現実社会における制約を受けずに情報交換できる「仮想環境」の構築を目指してきたととらえることができる．しかし，仮想化という言葉はあまり使われていなかった．これに対し近年，情報処理や通信の分野において，「仮想」という言葉が多用されるようになった．これはコンピュータの処理能力が飛躍的に向上し，情報処理技術であるバーチャルリアリティやマルチメディア技術によりマンマシンインタフェースが高度化し，さらにネットワークの通信速度が高速化したことにより，人間の感性を含む「仮想環境」を具体化するための技術が揃い始めたためと考えることができる．

本稿では，情報処理技術を中心として進展している「仮想環境」をネットワーク・プラットフォームが支援するという観点から，ネットワーク技術が支援する仮想化の方向を紹介する．また，「仮想環境」を介して行われる新たな社会活動に対し，ネットワークが成しうる機能と，その危険性と効果を紹介し，この機能を新たにサービスとしてネットワークが具備することに関して，社会コンセンサスづくりの必要性を示唆する．

2. 仮想環境とネットワーク

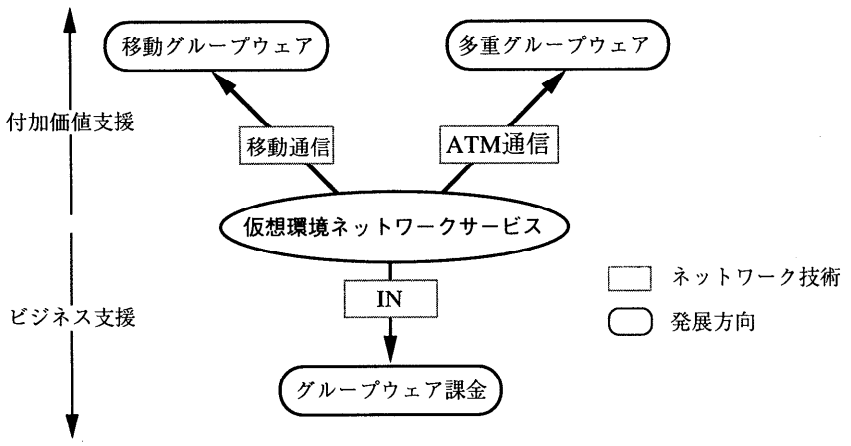
「仮想環境」という言葉は，バーチャルリアリティ(VR)の分野において，「VRの技術によって作り上げられた社会」を指す言葉であり，狭義には「100%人工的に生成された社会」として用いられている[1]．一方，情報処理や通信の分野において多用されている「仮想(バーチャル)」は「実際には存在しないが，本質において存在していると同等の効果を有する」として用いられている[1]．このような慣用的な使い方をふまえ，本稿では「仮想環境」を「実際には存在しない相手を，本質において存在していると同等の効果を与える環境」と定義し，ネットワークや通信技術がどのように「仮想環境」を支援するかという視点で考察を進める．以下では，ネットワークが支援する「仮想環境」サービスを仮想環境ネットワークサービスと呼ぶこととする．

通信における「仮想環境」をとらえるとき通信相手が地理的に隔った環境にあることから，現実世界では意識されないCoplesenceやAwarenessの概念を取り入れる必要がある．これはネットワークを介して物理的に離れた場所に存在している人同士のかかわり方を仮想化していると考えられる．文献2)では，人同士のかかわり方を，次のように階層化している．

第1層：Coplesence
同じ場所に存在する
第2層：Awareness
相手の存在に気づく
第3層：Communication
互いに会話する
第4層：Collaboration
互いに補い合いながら価値創造を行う
(互いに理解される共有の場をもつ価値創造のプロセス)

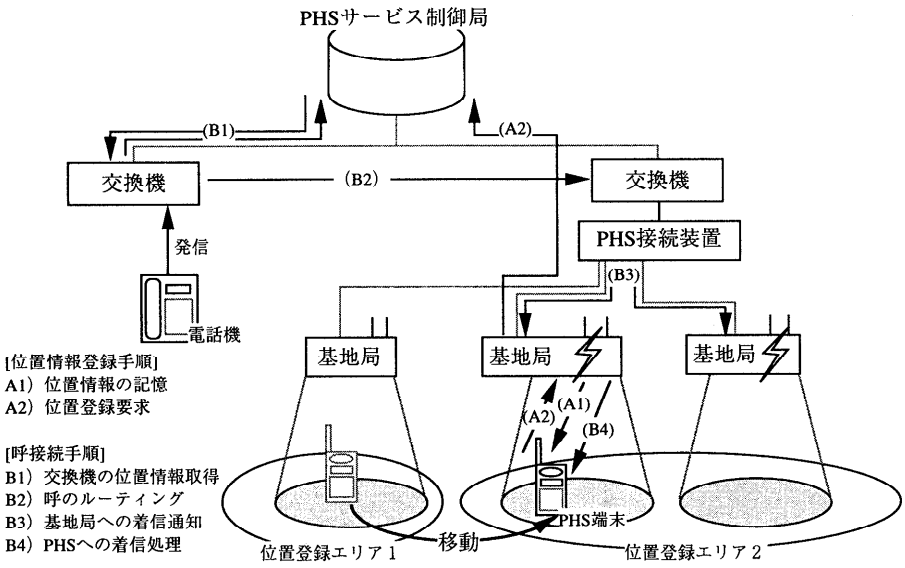
「仮想環境」が互いに補い合いながら価値創造を行うCollaborationを目指すものと考えると，仮想環境ネットワークサービスは主に第3層までを支えるネットワーク・プラットフォームとしての役割を担ってきたと考えることができる．

電信／電話の登場は，当時の人々にとってまさに「実際には存在しない相手」とあたかも存在す



仮想環境ネットワークサービスは，ネットワーク技術の付加価値支援により移動グループウェア環境と多重グループウェア環境を，ビジネス支援によりグループウェア課金環境を可能とする．

図-1 仮想環境ネットワークサービスの発展方向



PHS端末は，記憶している位置情報と異なる位置情報を基地局から受信した際に，ＰＨＳサービス制御局に対して位置登録を行うことにより任意の場所での通信を可能とする．

図-2 PHS における移動通信の動作例

るかのように会話できる「仮想環境」だったはずである．電話によるコミュニケーションがあたりまえになった現在，「仮想環境」を支える仮想環境ネットワークサービスは，Collaboration を目的とするバーチャルリアリティやサイバースペース，グループウェアなどの新たなサービスを支えるネットワーク・プラットフォームとしての役割を目指す必要がある．

以降，グループウェアを例にネットワークの役割を考察する．グループウェアには，対面環境を対象に会議支援，意思決定支援などを行う対面型グループウェア，電子メールなどを基盤としてワークフロー管理や会話コーディネーションなどを行う蓄積型グループウェア，分散している人達がいかにも一堂に介したような空間を作り出す臨場感指向グループウェアがある[3]．ネットワークが提供する仮想環境ネットワークサービスでは，これらのうち遠隔での人と人との関係を扱うグループウェアに着目した．ネットワークの支援により可能となるグループウェアの発展方向から，まず

機能を高度化する移動グループウェア支援と多重グループウェア支援について，次にビジネスとしての幅を広げるグループウェア課金支援について示す（図-1）．

(1) 移動グループウェア支援

PHSや携帯電話などの移動通信は，電話回線などの物理媒体により束縛されていた通信利用に対し，空間的に移動の自由を与えるネットワーク技術である．

移動通信の支援により可能となる仮想環境ネットワークサービスは，従来の場所に制約されてきたグループウェアに空間的な広がりを与えることにより，思いついたときに「いつでも，どこでも誰とでも」情報交換できる移動グループウェア環境を提供可能である．

(2) 多重グループウェア支援

156Mbpsなどの高速通信を提供するATM(Asyncronous Transfer Mode：非同期転送モード)通信は，物理回線上に論理回線を多数設定可能な技術でもある．この特徴を利用したLANE(LAN Emulation)は，物理的なネットワーク媒体に束縛されることなく論理的ネットワークを運用／管理できるネットワーク技術である．

ATM通信の支援により可能となる仮想環境ネットワークサービスは，個人が複数の個別ネットワークを所有することを可能とする．この論理的なネットワーク上では組織，テンポラリなワークグループ，学会，サークルなどの複数のグループを扱えるだけでなく，グループの変更や，帯域や品質などの運用条件をカスタマイズできる多重グループウェア環境を提供可能である．

(3) グループウェア課金支援

IN(Intelligent Network：インテリジェントネットワーク)は，サービス制御を交換機の外で行うことにより自由度の高いネットワークサービスの提供を可能とするネットワーク技術である．とくに，フリーダイヤルやダイヤルQ2などの柔軟課金サービスや，番号変換サービスが広域なネットワーク環境で提供できる．

INの支援により可能となる仮想環境ネットワークサービスは，グループの運用形態に応じて柔軟な課金方式や課金先を選択できるグループウェア課金環境を提供可能である．

3. 仮想環境の実現に向けたネットワーク技術

本章では，移動通信，ATM通信，INの特徴を紹介し，現在の技術を応用することにより可能となる「仮想環境」の例を示す．さらに，今後進むべき仮想環境ネットワークサービスの方向とネットワークの技術的課題を示す．

3.1 移動グループウェア支援（移動通信）

移動グループウェアを支援できる移動通信は，通信回線から端末を開放する無線アクセス技術，端末の所在を管理する位置登録技術により実現されるサービスであり，広域での端末移動を可能とする．

たとえば，PHS(Personal Handy-phone System)では，以下に示す位置情報登録手順や呼接続手順などからこれを可能とする[4](図-2)．

[位置情報登録手順]

A1) 基地局が常に位置情報を端末に通知し，端末が位置情報を記憶する．

A2) 端末は記憶している位置情報と異なる位置情報を基地局から受信した際，PHSサービス制御局に対して位置登録を行う．

[呼接続手順]

B1) 交換機はダイヤルされたPHS番号を基にPHSサービス制御局からPHS端末の位置情報を取得する．

B2) 位置情報を基に，最寄りの交換機まで呼をルーティングする．

B3) 基地局に対し呼の着信を通知する．

B4) 基地局はPHS端末への着信処理を行い通信を開始する．

以上示した手順により，移動通信では移動中のメンバが自席と同じグループウェア環境での作業を可能とする．さらに，PHSサービス管理制御局とLAN側のサービス管理サーバが連携することにより，移動場所や移動時刻に応じた作業環境の設定や，情報へのアクセス，メンバとの接続を実現することも可能である．

今後さらにネットワークが移動グループウェアを支援するためには，以下に示す課題を解決する技術開発が必要である．

(1) マルチメディア情報を転送するために高速無線通信やパケット多重アクセス技術

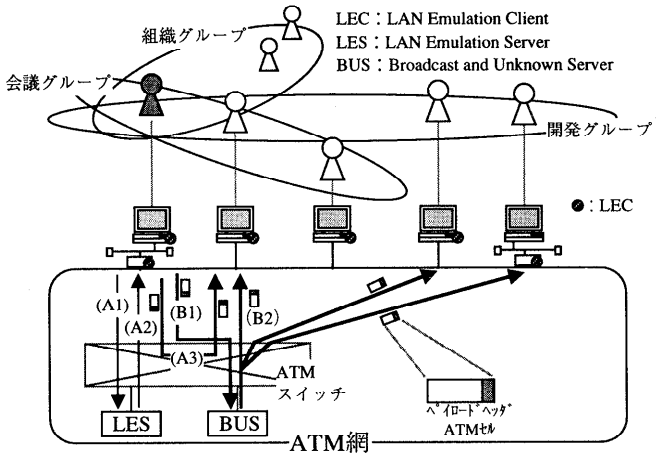
(2) 情報処理との連携のための位置情報のオー

プン化

(3) すべての端末や個人の移動を可能とするための個人認証やローミング技術[4)]

3.2 多重グループウェア支援（ATM通信）

多重グループウェアを支援できるATM通信は，高速通信を提供し，個々の論理回線の帯域容量を可変にできることから，広帯域を必要とする映像通信や通信帯域の変動の激しいデータ通信などのマルチメディアサービスに柔軟に対応可能である．さらに，複数の論理回線が統計多重効果により効率的に運用できることから，固定的に論理回線を設定してネットワークを運用するサービスも提供できる．この特徴を生かしたLANEサービスは，従来LAN(イーサネットやトークンリング)のMACアドレスでの接続サービスをATM網上で提供する技術であり，LANEにより形成されるセグメントを物理的な回線媒体とは独立に，論理的に閉じたセグメントとしてまとめることを可能とする．



[アドレス解決手順]
A1) ATMアドレス要求
A2) ATMアドレス通知
A3) MACフレーム送信
（ポイントツーポイント）

[ブロードキャスト手順]
B1) MACフレーム送信
（ポイントツーポイント）
B2) MACフレーム送信
（ポイントツーマルチポイント）

論理的に管理されているEmulated LANに閉じて端末（群）のデータ転送を行うため，物理ネットワークに複数の多重グループを運用／管理できる．

図-3 LAN Emulationにおけるブロードキャストの動作例

たとえば，従来のLANでは特定グループ内の端末にデータ転送をしようとしても，物理的に接続されているすべての端末に対してブロードキャストで情報が転送される．これに対しLANEでは論理的にグループ管理されている端末群にのみデータ転送を行うことが可能である．

LANEはLANの構成管理を司るLANEサーバ(LES)と，LANE内の各端末に実装されるLANEクライアント(LEC)，および，ブロードキャストサーバ(BUS ; Broadcast and Unknown Server)から構成される．LANEにおけるアドレス解決手順とブロードキャスト手順について以下に示す[5)](図-3)．

[アドレス解決手順]

A1) 特定の宛て先にデータ転送を行う際には，LECは宛て先のMACアドレスをLESに送出し，宛て先のATMアドレスを問い合わせる．

A2) LESは，受信したMACアドレスと対応するATMアドレスをLECに通知する．

A3) LECは，受信したATMアドレスとMACアドレスの関係をテーブルに記憶し，以降，LESに問い合わせることなくATMのポイントツーポイントコネクションでMACフレームを送信する．

[ブロードキャスト手順]

B1) ブロードキャストでデータ転送を行う際には，LECは，BUSへATMのポイントツーポイントコネクションでMACフレームを送信する．

B2) BUSは，受信したフレームをATMのポイントツーマルチポイントコネクションで宛て先のLECのみに送信する．

以上示した手順により，物理的な配線に制約を受けない論理単位で複数のEmulatedLAN(ELAN)を可能とする．

LANEは現在，構内やキャンパスなどの限られた空間で個人ごとに1つのELANを運用可能な技術であり，今後，多重グループウェアを広域で利用可能とするためには，以下の課題を解決する必要がある．

(1) 個人ごとに複数のELANを管理する技術
(2) 広域へのATM網の展開

(3) グループ数の増加にともなう論理回線数の急激な増加に対応するため，動的にチャネルを設定するSVC(Switched Virtual Circuit)の実現

(4) 分散した拠点のLAN，および，複数のLAN間の制御を可能とする分散LESや，複数のLES間の連携機能の実現

3.3 グループウェア課金支援（IN）

グループウェアの課金を支援できるINは，サービス制御を交換機の外にくくり出すことにより自由度の高い通信サービスを提供する．日本においては，着信側への課金を可能とするフリーダイヤルを始めとして，料金回収代行を行うダイヤルQ2，電話投票を実現するテレゴングなど，接続／課金制御にかかわる多様なサービスがINにより提供されている[6]．ここでは，グループウェアを支援するという観点からINによる課金サービスに着目する．

たとえば，ダイヤルQ2では，以下の手順により番組対応の料金計算を行う(図-4)．

A1) 交換機からSCP(網サービス制御局)に対し，論理番号(0990+6桁)の変換を要求する．

A2) SCPは，論理番号を物理的な接続番号に変換し，交換機に接続番号と課金情報(通信料と情報料)を通知する．

A3) 交換機は，受信した接続番号に発信／接続する．

A4) 通話終了後，交換機は，SCPに対して通信料と時間情報を送り，これに基づいてSCPは情報料と通信料の計算を行う．

以上示した手順を応用することにより，INではグループウェアに対して，きめ細かい課金方式の選択を可能とする．さらに，全国に広がるネットワークの料金回収システムを利用できるため広域でのグループウェアの課金を支援できる．

INは現在，2者間の接続を中心にした課金サービスを提供しているが，今後，グループを対象とした柔軟な課金を支援するためには，INにおけるグループ管理機能や，多様な課金方式の部品化などの解決が課題となる．

4. 仮想社会の課題と社会的コンセンサス

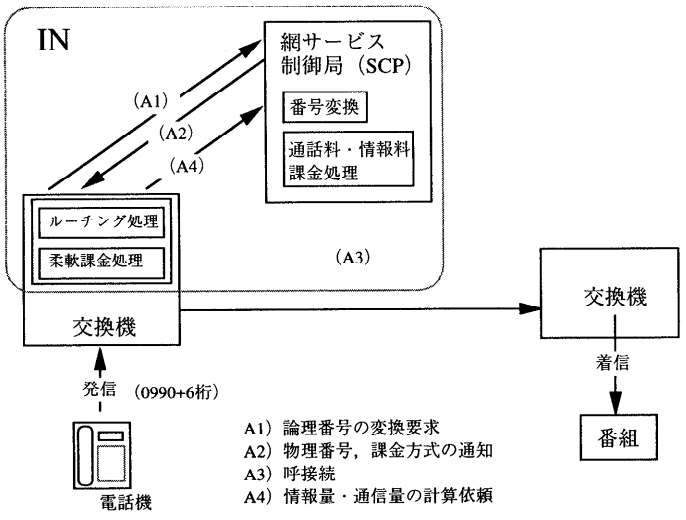
3章では，移動通信，ATM通信，INのネットワーク技術を応用することにより，「仮想環境」を広域で大規模なネットワークへ広げることができる仮想環境ネットワークサービスを展開できる可能性を示した．これにより，情報処理技術によるバーチャルリアリティなどの仮想環境とネットワーク技術による仮想環境ネットワークサービスが整うことになる．この結果，社会活動の場は，現実社会からネットワークを中心とする仮想社会へとシフトし，人々の生活や仕事のさまざまなシーンで「仮想環境」が利用されるようになるだろう．

本章では，社会活動の場が「仮想環境」へシフトした際の課題として“仮想社会を安定に営むための仕組み”と“仮想社会で出会うための仕組み”について考察する．

4.1 仮想社会を安定に営むための仕組み

最初の課題は，仮想社会への社会活動の場の変化が，現実社会での空間的，時間的，量的な活動の制約を一気に解放する一方で，利用者が社会活動を安定に営む仕組みに対しても自由を与えてしまうことにある．

たとえばインターネット上では，その安全性や信頼性を損うひぼう・中傷・改ざん・なりすましなどの問



呼接続や課金にかかわるサービス制御を網サービス制御局にくくり出すことにより，自由度の高い課金サービスを可能とする．

図-4 INにおける料金回収代行の動作例

題として表面化しており，これに対しネットワーク倫理という形でルール化されようとしている．これからの仮想社会では，インターネットと同様のルール化はもちろん，状況変化を的確に捉えながら，このルールを維持する枠組み(インフラストラクチャなど)を作ることが必要となる．

従来，現実社会では空間的な制約が大きいことから社会活動にかかわる情報を実測可能であり，枠組み作りに向けた種々の調査が行われている．たとえば，国民の活動が国勢調査や交通トラヒック調査などの形態で，環境調査が国土調査や生態調査などの形態で行われている．これらはさまざまな形で分析／評価され，都市計画や道路網などの形で現実社会の枠組みとして反映されている．

一方，これからの「仮想環境」を中心とする社会では，社会活動にかかわる貴重な情報をネットワーク運用履歴情報という形で，ネットワークが取り扱うこととなる．

現実社会と同等の安定性を保つ仕組みとして，ネットワーク運用履歴情報を用いて社会インフラストラクチャを構築するために利用可能な情報を提供していく仮想環境ネットワークサービスが必要となるだろう．もちろんその取り扱いにあたっては，プライバシーに配慮し，履歴情報の匿名性や，統計処理による個人の隠蔽などが重要である．

4.2 仮想社会で出会うための仕組み

もう1つの課題は，仮想社会において情報を交換している相手しか感知できないことである．

現実社会においては，周囲でかわされている会話や，偶然の出会いを通じてコミュニケーションの範囲を変化させている．国際化や高齢化が進んでいく社会において，「仮想環境」上でも，自然な出会いや新たな発見などの仮想環境ネットワークサービスの提供が重要な課題となる．

文献7)では，これをアウェアネスネット(Awareness Net：出会い支援ネット)サービスと呼び，「ネットワークによる知らない人同士のコミュニケーション支援」を提案している．このサービスは，プライバシー保護の観点からネットワーク運用履歴情報から個人に関する情報をネットワーク内に隠蔽したまま統計的に処理して，直接通信をしていない利用者間の興味の共通性を通信距離の概念により定量表現し，この通信距離を基準に潜在する通信相手を推定して紹介するものである．

今後，仮想社会で活動するためには，アウェアネスネットサービスなどの周囲の状況を認識するための仕組みとして，新たな出会いを提供する仮想環境ネットワークサービスが必要となるだろう．

上記以外にも「仮想環境」のプラットフォームとなるネットワークでは，社会インフラストラクチャとして，その役割が問い直されることとなるだろう．しかし，ここで示した仮想環境ネットワークサービスはその利便性と対比して，プライバシーの侵害や情報操作などの危険性をはらんでおり，具備すべき機能や条件についてさまざまな観点から，社会的なコンセンサスを得つつ議論が必要である．

5. むすび

人同士のかかわり方を仮想化し，現実に制約されない情報交換の場である「仮想環境」を，ネットワークが支援する仮想環境ネットワークサービスについて，1)移動通信による移動グループウェア支援，2)ATM通信による多重グループウェア支援，3)INによるグループウェア課金支援の例を示し，提供可能となるサービスと，必要となるネットワーク技術の課題について示した．

今回紹介したネットワーク技術は，LAN内だけで利用可能なもの，電話などの特定のネットワークのみで利用可能なものなど，まだ制約が多い．しかし，ネットワーク技術はインターネットなどと融合し，広域化，複合化，オープン化が進み，仮想環境ネットワークサービスは大幅に広がることとなる．

それゆえ仮想環境ネットワークサービスは，国際化や高齢化が進んでいく社会に向けて，社会の安定性やネットワーク自体が出会いの場となるよう，社会インフラとしての役割を担うことが期待される．今後は，従来の通信サービスの枠を超えたネットワークサービスについて，社会的なコンセンサスを得つつ議論を進めていく必要があるだろう．

参考文献

1)廣瀬：バーチャルリアリティ，産業図書(1993)．
2)松下：コミュニケーションとコラボレーション，信

学会第二種研究会, 第10回IN/SEE研究WS, pp.1-7(1994).
3) 岡田：グループウェアの未来, 情報処理, Vol. 36, No. 9, pp.856-859 (Sep. 1995).
4) 森, 藤井：PHSの現状と今後の展開, NTT技術ジャーナル, Vol. 8, No. 2 (1996).
5) 加納, 栗林他：やさしいATMネットワーク信号方式, 電気通信協会 (1996).
6) 弓場：パーソナル通信を支える高度インテリジェントネットワーク技術, NTT R&D, Vol. 44, No. 2, pp. 23-30 (1995).
7) 佐藤, 川村：Awarenessネットワークサービス, NTT R&D, Vol. 45, No. 10, pp. 29-36 (1996).

(平成9年1月13日受付)

斎藤 孝文

昭和48年広島大学工学部電子工学科卒業. 昭和50年大阪大学基礎工学部物理系制御工学分野修士課程修了. 同年電電公社入社. 以来, 局用交換機, 事業所用通信システム, ネットワークインテグレーション方式の研究に従事. 現在, NTTマルチメディアネットワーク研究所ネットワーキング研究部主席研究員. 電子情報通信学会会員.

佐藤 基

昭和57年日本大学理工学部電子工学科卒業. 同年電電公社入社. 以来, 事業所用通信システム, ネットワークインテグレーション方式の研究に従事. 現在, NTTマルチメディアネットワーク研究所ネットワーキング研究部主任研究員. 電子情報通信学会.
e-mail: motoi@nttmhs.tnl.ntt.co.jp