

# 3GPP における All-IP Network の標準化動向

第3世代の移動通信網技術を標準化する3GPPでは、移動通信網のAll-IP化に向けてAIPNの名の下に標準化検討が進んでいる。サービス内容、AIPN展開の必要性、ビジョン、機能が検討され、現在アーキテクチャの検討が実施されているところである。AIPNの標準化により信頼性が高く、品質・効率の良い、さまざまな無線アクセス方式やユビキタスサービスの環境を具備するIP技術に準拠した高機能移動通信網が実現可能となる。AIPN標準化のサービス検討内容の概要を解説し、アーキテクチャの検討についても進捗状況を報告する。

クリス サックノー さとう あつし さわだ まさひろ やぶさき まさみ  
Chris Sachno 佐藤 篤 澤田 政宏 藪崎 正実

## 1. まえがき

従来の移動通信網においては、通信量の大部分である音声は回線交換、データはパケット交換で処理されており、回線交換ドメイン<sup>\*1</sup>とパケット交換ドメイン<sup>\*2</sup>がそれぞれ存在している。将来的に音声サービスの通信量が飽和状態になる一方で、データサービスが拡大されパケット通信量がますます増えると期待されている。この傾向に対応するため、移動通信網ではパケット交換ドメイン上でSIP (Session Initiation Protocol) プロトコルを使った呼制御を行うIMS (Internet protocol Multimedia Subsystem)<sup>\*3</sup>の導入、およびIPSEC (Internet Protocol Security) 技術を利用したWLAN (Wireless Local Area Network)[1]とのインターワーク<sup>\*4</sup>など、インターネット系のIP (Internet Protocol) 技術が導入されつつある。

また、ISP (Internet Service Provider) 事業者がIP電話により音声通信市場へ参入することで、音声サービスの競争者が増加し、定額や低額の料金体系によって、通信業界において革新的な変動が起きている。

さらに、新技術の動向として、IP通信を目的とした無線伝送方式であるWLANやWMAN (Wireless Metropolitan Area Network)[2]、およびユーザ自身で構成するアドホックネットワーク<sup>\*5</sup>やパーソナルエリアネットワーク (PAN: Personal Area Network)<sup>\*6</sup>、センサやRF (Radio Frequency) タグ<sup>\*7</sup>を用いるユビキタスサービス技術の発展が予測される。移動通信事業者としてこれらの新技術を有効に活用し、ビジネス拡大や

効率の良い移動通信網を構築することが重要な課題である。

ドコモは、パケット通信量の増加に伴い回線交換ドメインとパケット交換ドメインを分離し、FOMAネットワークにて、xGSN (serving/gateway General packet radio service Support Node)<sup>\*8</sup>[3]による専用パケット通信処理ノードの全国展開を完了している。

また、WLANでIP電話を提供するFOMA/WLANデュアル移動端末[4]や、FOMA無線アクセスネットワークでIP呼制御を適用する、プッシュトーク<sup>TM</sup><sup>\*9</sup>サービスを商用化している。

さらに、コアネットワークへのIP技術導入に対しても研究開発を進めており、移動通信サービスのさらなる発展に向けて、IP<sup>2</sup> (IP-based IMT Network Platform)<sup>\*10</sup>[5][6]研究の成果をAIPN (All-IP Network) 開発へ展開しているところである。

以上の背景から、市場変化に対応するためのIP技術展開として、機能向上、コスト削減、新サービス提供を目標に、2004年6月から3GPP (3rd Generation Partnership Project) のTSG SA WG1 (Technical Specification Group Services and System Aspects Working Group 1) 作業委員会 (サービス検討を担当) においてAIPN標準化の検討が開始された。検討の手法として、まずサービスの観点からの実現性を検討し、テクニカルレポート[7]がまとめられた。その後、テクニカルレポートの結論に従い新たなサービス仕様書[8]が策定されている。現在、サービス検討結果に基づき、TSG SA

\*1 回線交換ドメイン：回線交換サービスを提供するネットワーク機能部。  
\*2 パケット交換ドメイン：パケット交換サービスを提供するネットワーク機能部。  
\*3 IMS：3GPP移動通信網におけるIPマルチメディアサービス (VoIP、メッセージング、プレゼンスなど) を提供するサブシステム。

ム、呼制御プロトコルとしてSIPを用いる。

\*4 インターワーク：通信システム間の相互動作。

\*5 アドホックネットワーク：基地局やアクセスポイントを必要としない、複数の移動端末どうしで相互に接続する構成のネットワーク。

\*6 パーソナルエリアネットワーク：単一のユーザが制御する移動端末間で構成するネットワーク。

WG2作業委員会でアーキテクチャの検討が進められているところである。

## 2. AIPN 標準化状況

### 2.1 AIPN の基本目標

前述の市場動向を背景に、AIPN 標準化検討の初期に以下の4点を基本目標として設定した。

#### (1) さまざまな無線アクセス方式収容 (マルチアクセス)

移動端末を持ち歩きながら、さまざまなサービスを楽しみたいとのユーザニーズを踏まえ、移動通信事業者としてサービス内容や端末性能に従った最良の無線アクセス方式でサービスを提供することを、AIPNの不可欠機能とした。このため、3GPP規定の無線アクセス方式に限らず、さまざまな無線アクセス方式収容、およびそれに従う機能 (モビリティ、アクセス方式選択、無線アクセス方式性能とサービスアダプテーション<sup>\*11</sup>) の実現をAIPNの第一目標とした。

#### (2) ユーザ利便性向上

第1世代から第3世代で移動通信システムの機能が段階的に向上している。これに従い、AIPNもユーザが明確に感じる利便性向上を目指し、呼接続時間・伝送遅延の短縮、データ伝送速度のさらなる向上を目標とした。

#### (3) コスト削減

移動通信やインターネットサービスの普及に伴い、移動通信事業者とISP事業者との競争が激しくなっている。したがって、ISP業界の基本である定額料金体系と競争できるように、効率的な移動通信網の構築、装置開発と実装、および運用コストの削減をAIPNで目指す。

#### (4) 移動通信網構築の柔軟性

現在、移動通信サービスは日々の生活に欠かせないほどに普及しているが、各国での市場が異なり、各事業者が顧客の満足を得るため、移動通信網を柔軟に構築・展開することが必要となっている。なお、既存のネットワークを一度にAIPN網へ移行できないため、既存の回線交換網・移動端末との共存、イン

ターワーク機能も必要に応じて具備すべきである。

### 2.2 AIPN の必要性

3GPPに参加している各企業は、ユーザ、ビジネス、技術動向の観点からAIPNの必要性を提案した。

#### (1) ユーザ観点からの必要性

i-modeサービスのよう、現在のデータ系サービスの多くはサーバとユーザとの接続形態で提供されている。しかし、今後の通信網では、あらゆるものに移動端末が搭載されるユビキタスサービス環境において、移動端末どうしのエンドエンド型やマルチキャスト型のサービスが通常の接続形態となることが予想される。また、移動通信サービスの普及によるユーザニーズの多様化に伴い、サービスの多様化も必要となり、ユーザやサービスの要求に対応する通信品質 (QoS: Quality of Service) 制御が不可欠になってくる。

このような要求に対応するため、AIPNにより異なる無線アクセスネットワークにおいて、高機能なサービスをシームレスに提供できることが望まれる。さらにインターネットによって普及したIP技術の適用により、低額かつ短期間で新サービス提供やQoSの制御が期待される。

#### (2) ビジネス観点からの必要性

今後、パケット交換による通信量が回線交換による通信量を上回ると予想されている。このために、AIPNは大量のIPパケット通信を効率的に処理できることが重要であり、サービス多様化の市場動向と合わせてエンドエンド型やマルチキャスト型通信にも対応する必要がある。

3GPPでUTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network)<sup>\*12</sup>とGERAN (GSM EDGE Radio Access Network)<sup>\*13</sup>との無線アクセス方式を規定しているが、これらに限らずIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) といったような他の標準化団体の無線アクセス方式を収容したいという要求がある。その第一歩として、3GPP R6にてWLANとのインターネットワーク方式が規定された[9]。今後、AIPNは

\*7 RFタグ: 「人」や「物」を識別するための情報を記録したICチップと電波をやり取りするためのアンテナを組み込んだ微小な情報媒体。

\*8 xGSN: FOMAネットワークにおけるパケット通信処理装置。3GPP上規定されているGSN (Serving General packet radio service Support Node) 機能とGGSN (Gateway General packet radio

service Support Node) 機能の両方を有する装置。

\*9 ブッシュトーク<sup>TM</sup>: (株)NTTドコモの商標。

\*10 IP<sup>2</sup>: IP技術に準拠したIMT-2000移動通信網。

\*11 サービスアダプテーション: サービスの品質をデバイスやネットワークの機能的制約に動的かつ柔軟に適合させる機能。

WLANだけでなく、3GPP以外で規定したさまざまな無線アクセス方式を収容し、異なる無線アクセス方式間の高機能なモビリティも提供する必要がある。また、3GPP以外で規定された無線アクセス方式はIPパケット伝送を前提にして策定されたため、IP通信網との親和性が高い。このため、IP技術に準拠したAIPNが各無線アクセス方式を通して共通なネットワークとなり、各無線アクセスネットワークに対して特別な機能追加を行わずに収容することが可能となる。無線アクセス方式に依存しないサービスの観点からも、共通のIP通信での提供が効率的である。

### (3) 技術観点からの必要性

ユーザニーズやビジネスからの必要性が直接事業者の業績につながるが、最新の技術動向を分析し、技術観点からの必要性もまとめた。

AIPNがもっとも注目する技術動向は3GPPにおける新無線アクセス方式（Evolved UTRA and UTRAN<sup>\*14</sup>）の検討開始であった。これに伴いAIPNは、基本的要求条件であるマルチアクセスに加え、無線アクセス方式機能の

向上、および高機能な新無線アクセス方式導入によるIP通信量増加に注目し、この新無線アクセス方式を効果的に適用する必要性を認識している。

3GPPの技術動向に限らず、ユーザ自身で構成するアドホックネットワークやPANの研究開発も進んでいる。3GPP機能に悪影響がないようにこれらをAIPNで適用することによって、ユーザや事業者の利益に寄与することも可能となる。

## 2.3 AIPNビジョン

AIPNの必要性分析に基づき、その理想イメージがAIPNビジョンとしてまとめられた。

AIPNビジョンのイメージを図1に示し[8]、特徴を以下に述べる。

- ① 3GPP外で規定される無線アクセス方式や固定通信網を含めて、さまざまなアクセス方式を収容するマルチアクセス環境を具備する。
- ② アクセス方式に依存しない共通機能を具備し、サービスを共通に提供する共通IP網により実現する。

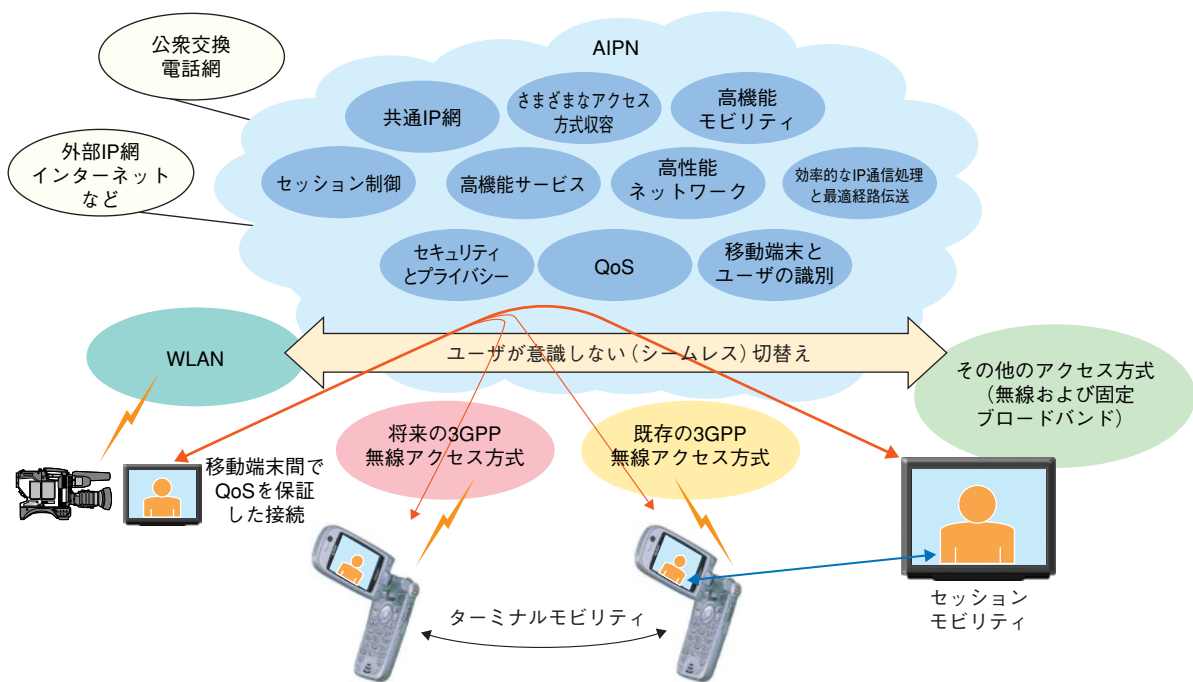


図1 AIPNビジョンのイメージ

\* 12 UTRAN：W-CDMA無線伝送方式を持つ3GPPの無線アクセスネットワーク。  
 \* 13 GERAN：GSM無線伝送方式を持つ3GPPの無線アクセスネットワーク。GSM EDGEは、Global System for Mobile communications Enhanced Data rates for GSM Evolutionの略。

\* 14 Evolved UTRA and UTRAN：3GPP移動通信網における高機能無線アクセス方式におけるエアインタフェース（Evolved UTRA）、および無線アクセスネットワーク（Evolved UTRAN）。（3GPPにて検討中）

- ③異なる無線アクセス方式間でも、同一無線アクセス方式内でも、従来の移動通信網におけるモビリティ性能を上回る高機能移動処理機能（ターミナルモビリティ）を提供する。
- ④サービス継続しながら移動端末切替を実行・処理する機能（セッションモビリティ）を提供する。
- ⑤高機能アプリケーションサービス、ユビキタスサービス、シームレスサービスなどの高機能サービスを提供する。
- ⑥IPパケット通信を最適経路で転送し、エンドエンド型、マルチキャスト型のユビキタスサービス通信を含めて効率的に大量IP通信を処理する機能を具備する。
- ⑦従来の移動通信網を上回る、高機能セキュリティとプライバシー機能を用いる（例えば、位置・身元プライバシー）。
- ⑧移動端末間の通信網上で品質を保証するための通信品質制御機能（End-to-End QoS）を用いる。

## 2.4 AIPN 機能

本節では、前述の必要性から導き出されたAIPNへのサービス仕様[8]について代表的な要求条件を抜粋し、概要を述べる。

### (1) 移動通信網におけるリソースの効率的利用

移動通信網に対して当然の要求条件であるが、無線リソースは有限であることから、AIPNでも効率的利用を規定する。また、移動端末の電力の効果的利用も図る。

### (2) 事業者制御

事業者がAIPN網構築への投資を効率的に回収することを可能とするため、また不正利用を防止するために、AIPNへの接続やリソースの利用を事業者が適切に制御できるような機能配備が求められる。

### (3) マルチアクセス方式の収容

前述におけるマルチアクセス環境に対応する要求条件として、アクセス方式性能に伴うサービスアダプテーション、AIPNとアクセス方式間とのオープンなインタフェース、ユーザ/オペレータ/サービス

の条件に従って適切にアクセス方式を選択できる機能を規定する。

### (4) 莫大な移動端末の収容

将来、ユビキタスサービス環境により移動端末数が人口にとどまることなく増加することが予想され、AIPNは莫大な移動端末を収容する必要がある。

### (5) 大量IP通信の収容

莫大な移動端末収容やサービス多様化に伴い、IP通信量のさらなる増加に対応し、ユーザどうしのエンドエンド型、マルチキャスト型サービスも効率良く提供すべきであり、通信処理の拡張性も求められる。さらに、IP通信経路やさまざまな通信形態を最適に処理する機能を規定する。

### (6) モビリティ制御

異なる無線アクセス方式間および同一無線アクセス方式内のターミナルモビリティを規定する。移動しながらユーザがサービス中断を感じないシームレスな通信、高頻度の網内接続先切替機能が要求される。

なお、既存の移動通信網から一度に新たなAIPN網と新移動端末へ移行できないため、回線交換音声サービスとIP電話とのシームレスなハンドオーバー処理も必要とされる。

### (7) セッション制御<sup>\*15</sup>機能の拡張

AIPNのセッション制御機能は原則として、既存のIMS機能[10]の有効利用を前提に拡張することが要求されている。新たなセッション制御機能として、移動端末機能の変化やユーザ/オペレータの選択によるサービスアダプテーション、移動端末間のサービスの移動（セッションモビリティ）の機能を規定する。また、移動端末が常にAIPNに接続することを前提に、無線および移動端末電力の効率的利用を行いながら、適切なサービス接続性の確保が要求される。

### (8) QoS制御

莫大なIP通信量を処理する際に、IP通信を中継するバックボーン上でボトルネックが生じる恐れがある。そのため、AIPNではサービスタイプ（real-time、

\*15 セッション制御：エンドエンド型のIP通信をネットワークで管理する機能。

non-real time) ごとに求められるQoSを移動端末間で保証するよう、中継網を含めて機能具備が要求される。

なお、各アクセス方式でQoS処理機能が異なる可能性があるため、アクセス方式間移動時にサービスアダプテーション機能が必要とされる。

#### (9)性能要求条件

固定系ブロードバンド伝送技術へ対抗するため、性能目標値として接続遅延1秒、伝送遅延50ms、伝送遅延時間のバラツキであるゆらぎ25ms、パケットロス率0.001%（電波状態良好時）を設定する。

## 2.5 AIPNアーキテクチャ

AIPNサービス検討の定着を受け、3GPP SAE（System Architecture Evolution）の名の下に、TSG SA WG2作業委員会でAIPNアーキテクチャを検討している。AIPNのハイレベル論理アーキテクチャを図2に示す[11]。

Evolvedパケットコアネットワーク<sup>\*16</sup>に含まれるInter AS Anchor（Inter Access System Anchor）<sup>\*17</sup>が、Evolved RAN<sup>\*18</sup>の基地局間および異なる無線アクセス方式間のモビリティアンカーポイント<sup>\*19</sup>となり、ここにおけるS2, S4, S5の参照点を切り替えることによりハンドオーバーなどのモビリティを実現する。

MME（Mobility Management Entity）<sup>\*20</sup>は移動端末のロケーション管理、つまり位置登録エリア管理とページングを

行い、またHSS（Home Subscriber Server）<sup>\*21</sup>と連携し認証制御を行う。UPE（User Plane Entity）<sup>\*22</sup>とInter AS Anchorの間は常に接続することにより、通信不可状態から通信可能状態への遷移時間を短くする。MMEによるページングは、通信不可時にUPEへユーザパケットが到着したことにより起動される。セッション制御はIMSにより行われ、QoS制御および課金制御はIMSなどのアプリケーションから要求を受けたPCRF（Policy and Charging Rule control Function）<sup>\*23</sup>がEvolvedパケットコアネットワークを制御することにより実現する。

今後は、このアーキテクチャを基にEvolved UTRA内モビリティ、Evolved UTRA, UTRA<sup>\*24</sup>, WLANなどの異なる無線アクセス方式間モビリティ、QoS制御、セキュリティ制御などの各要素技術の制御手順などを検討する予定である。また、この検討の結果、ハイレベルアーキテクチャが詳細化され、改訂される予定である。

## 3. 他の標準検討との関係

3GPPの標準移動通信網を全体的に見直すことから、AIPNは革新的な標準化活動と認められるが、不要の新規機能策定を避けて効率的に検討できるよう、従来の標準機能を基にしてAIPNへ進化していく手法を採用している。したがって、すでに規定されたIMS[10]をAIPNで包含したうえで付加サービスを含めて、IMS上で電話系サービスを提

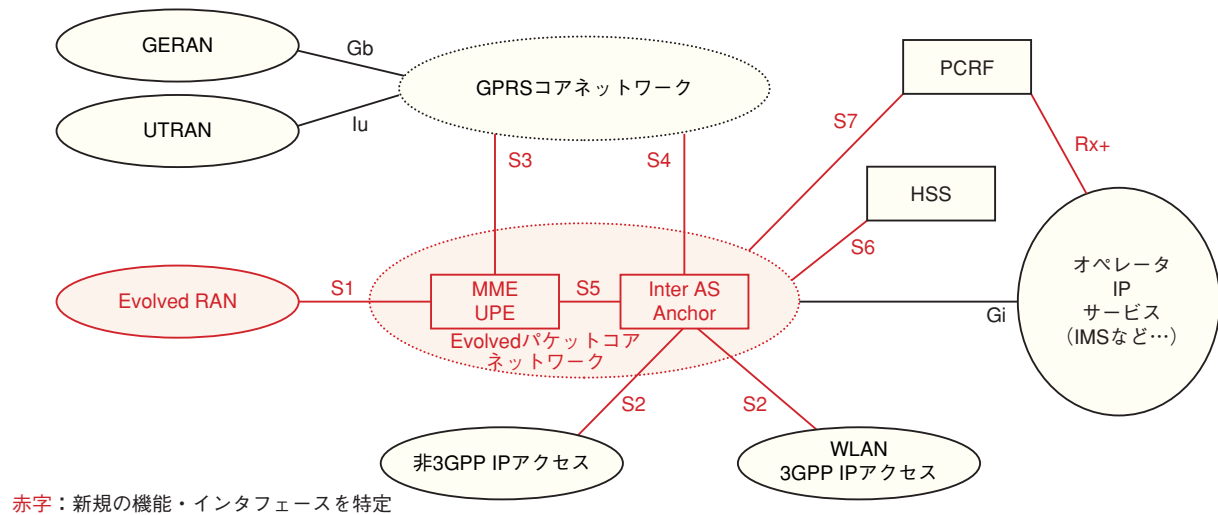


図2 SAEのハイレベル論理アーキテクチャ

\*16 Evolvedパケットコアネットワーク：3GPP移動通信網におけるパケット通信制御専用の高機能コアネットワーク（3GPPにて検討中）。  
 \*17 Inter AS Anchor：異なる無線アクセス方式間のモビリティアンカーポイント（\*19参照）。  
 \*18 Evolved RAN：3GPP移動通信網における高機能無線アクセスネットワーク（3GPPにて検討中）。

\*19 モビリティアンカーポイント：移動時のトラフィック（ユーザデータ）切替点。  
 \*20 MME：移動管理制御をする論理ノード。  
 \*21 HSS：3GPP移動通信網における加入者情報データベースであり、認証情報および在圏情報の管理を行う。

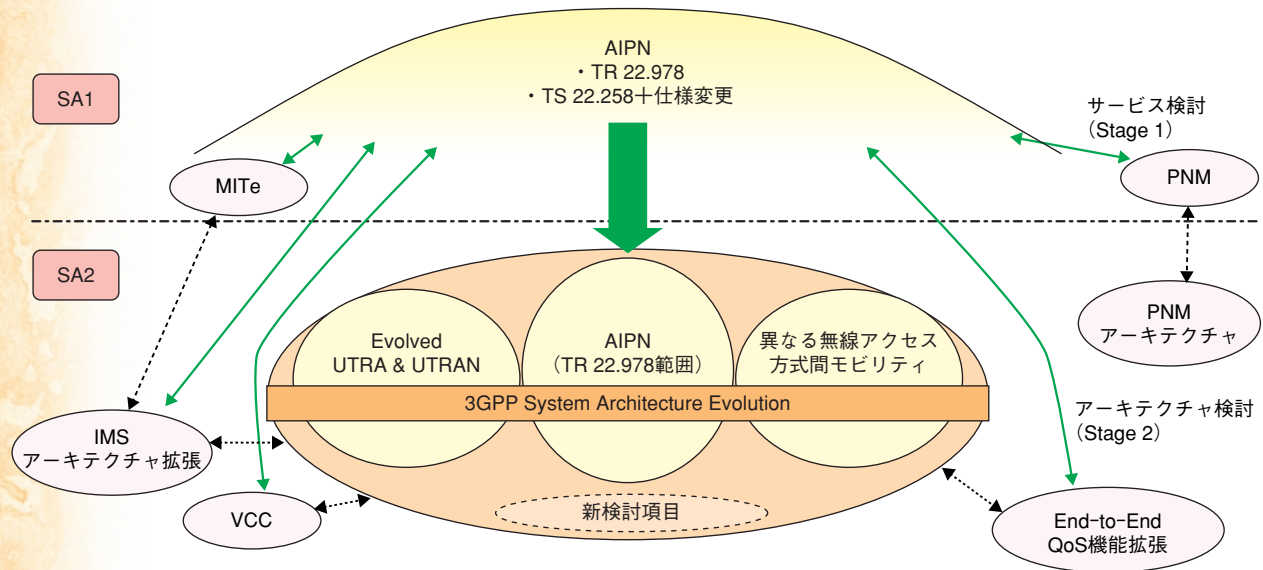


図3 AIPNと他標準化活動項目との関係

供するMITe (Multimedia IMS Telephony Service)[12]機能を活用する方針である。なお、AIPNでは非常に幅広く検討していることから、単独で詳細検討が必要な場合、もしくは事業者がAIPNを先行して単独機能として提供したい場合、全体から切り離し集中的に検討を行うこともある。回線交換上での音声とIMS上での音声(IP電話)切替機能であるVCC (Voice Call Continuity)<sup>\*25</sup>[13]や、PANを3GPP移動通信網に収容するPNM (Personal Network Management)<sup>\*26</sup>[14]がこの事例である。

一方、AIPN検討開始後、2004年秋に3GPPが開催したRAN Future Evolution Workshopの成果として、TSG RAN (Technical Specification Group Radio Access Networks)において、UTRA(N) (UTRA and UTRAN)の発展形態の基本検討を、2005年からEUTRA(N) (Evolved UTRA and UTRAN)の名称で開始した。これにより、EUTRA(N)に対する性能要求条件をAIPNサービス仕様書[8]に盛り込むことになり、無線伝送速度(上り:50Mbit/s, 下り:100Mbit/s)、無線伝送遅延(5ms)、移動端末の接続状態切替時間(通信不可状態と通信可能状態間:100ms以下など)の要求条件が規定されている。

AIPNアーキテクチャ検討を行う3GPP SAE検討を含め、AIPNと他標準化検討項目との関係を図3に示す。

## 4. あとがき

現時点にて、サービス検討状況としてTSG SA WG1で草稿したテクニカルレポート[7]は内容がほぼ凍結し、サービス仕様書[8]はその完成度が95%まで達している。現在、サービス仕様検討における主な課題は、従来サービスの必要性整理およびアーキテクチャ検討に伴う修正であり、近々に完了予定である。

TSG SA WG2におけるアーキテクチャ検討において、モビリティ機能アーキテクチャの具体化、セキュリティ機能配備、制御ノード(MME)とユーザデータ転送ノード(UPE)分離の是非、国際ローミングにおける移動通信網間接続形態の明確化などが主な課題として認識されている。アーキテクチャの実現を検討するテクニカルレポート[11]は2006年6月に完了し、それ以降はアーキテクチャ仕様拡張を行う予定である。

## 文献

- [1] IEEE 802.11; <http://grouper.ieee.org/groups/802/11>
- [2] IEEE 802.16; <http://grouper.ieee.org/groups/802/16/index.html>
- [3] 森川, ほか: “FOMA コアネットワークパケット処理ノード

\*22 UPE: ユーザデータを転送する論理ノード。移動端末が通信不可状態の場合にユーザデータが到着するとページングを起動し、通信可能状態になる。

\*23 PCRF: ユーザデータ転送のQoSおよび課金のための制御を行う論理ノード。

\*24 UTRA: W-CDMA無線伝送方式を持つ3GPPのエアインタフェース。UTRAはUniversal Terrestrial Radio Accessの略。

\*25 VCC: 回線交換の音声サービスとIMSの音声(IP電話)サービスとの間の切替(ハンドオーバ)制御機能。

\*26 PNM: 単一のユーザが制御する移動端末で構成するネットワークに対する3GPPサービス機能。

- xGSNの開発,” 本誌, Vol. 12, No. 3, pp. 33-41, Oct. 2004.
- [4] 中土, ほか: “FOMA/無線LANデュアル移動端末の開発,” 本誌, Vol. 12, No. 4, pp. 29-38, Jan. 2005.
- [5] 藪崎, ほか: “IP<sup>2</sup>ネットワークアーキテクチャ概要,” 本誌, Vol. 10, No. 4, モバイルネットワークAll-IP化特集, pp. 7-13, Jan. 2003.
- [6] 三浦, ほか: “IP<sup>2</sup>トランスポートネットワーク技術,” 本誌, Vol. 10, No. 4, モバイルネットワークAll-IP化特集, pp. 13-18, Jan. 2003.
- [7] 3GPP TR 22.978: “All-IP Network (AIPN) feasibility study,” v7.1.0, Jun. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22978.htm>
- [8] 3GPP TS 22.258: “Service Requirements for the All-IP Network (AIPN); Stage 1,” v2.0.0, Oct. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22258.htm>
- [9] 3GPP TS 22.234: “Requirements on 3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) interworking (Release 6),” v6.3.0., Jun. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22234.htm>
- [10] 3GPP TS 22.228: “Service requirements for the Internet Protocol (IP) multimedia core network subsystem; Stage 1 (Release 7),” v7.3.0, Dec. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22228.htm>
- [11] 3GPP TR 23.882: “3GPP System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions (Release 7),” v0.8.0, Nov. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23882.htm>
- [12] 3GPP TR 22.973: “IMS Multimedia Telephony Communication Enabler and supplementary services (Release 7),” v1.0.0, Oct. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22973.htm>
- [13] 3GPP TS 22.101: “Service aspects; Service Principles (Release 7),” v7.4.0, Dec. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22101.htm>
- [14] 3GPP TS 22.259: “Personal network management; Stage 1 (Release 7),” v1.0.0, Oct. 2005.  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/22259.htm>