

특 집

- 제1장 4G 이동통신기술의 국제표준화 전략
- 제2장 방송통신 융합기술의 표준화 추진 전략
- 제3장 신성장동력 융합산업의 기술개발 및 표준화 전략
- 제4장 ICT와 기후변화 대응 전략
- 제5장 국가표준화 전략 20년사

CHAPTER

01

4G 이동통신기술의 국제표준화 전략

글로벌 이동통신기술은 급격한 기술발전과 모바일 브로드밴드에 대한 시장수요를 기반으로 제4세대(4G) 이동통신 시대로 진화하고 있다. 유럽을 중심으로 LTE 진영과 한국과 미국을 중심으로 모바일 와이맥스 진영이 IMT-Advanced로 명명된 4G 서비스를 선도하기 위해 치열한 표준경쟁을 펼치고 있으며, 이에 따라 장비업체와 서비스 사업자 간 합종연횡이 전개되고 있다. 현재 기술적 수준에서는 모바일 와이맥스 진영이 상대적인 우위를 점하고 있지만 기술적 격차가 축소되고 있으며, 연관된 에코 시스템 규모가 LTE 진영이 상대적으로 앞서 있어 양 진영 간에 우열을 논하기 어려운 실정이다.

우리나라는 모바일 와이맥스의 종주국으로 와이브로(WiBro)를 통해 4G 기술을 주도하고 있으며, 이를 통해 축적된 기술역량은 LTE로 파급될 수 있어 4G 기술전략에 따라 모바일 와이맥스와 LTE 양 진영에서 경쟁우위를 확보할 수 있을 것으로 전망된다. 반면에 모바일 WiBro와 LTE 사이에서 기술주도국으로 경쟁지위를 안정적으로 확보하기 어려운 위험이 상존하고 있다. 이에 본 고에서는 국내 연관된 에코 시스템 측면에서 4G 이동통신기술의 국제표준화 전략을 제언하기 위해 4G 이동통신을 중심으로 3GPP 계열의 LTE와 WiBro-E 기술 표준화 동향을 살펴보고, 국내외 기업의

4G 국제표준화 전략을 파악하며, 국내 4G 선점 표준화 전략을 제시하고자 한다.

제 1 절 4G 이동통신과 국제표준화

1. 이동통신기술 진화 현황 및 전망

1980년 제1세대 이동통신이 등장한 이래 급격한 기술발전을 통해 이동통신의 세대별 진화를 거듭하고 있으며, 2000년대 등장한 제3세대(3G)를 거쳐 2010년 이후에는 제4세대인 IMT-Advanced 서비스가 등장할 예정이다. 이동통신의 기술 진화와 세대별 특징을 종합하면 <표 1>과 같다.

이동통신 부문에서 경쟁의 시작은 제2세대(2G)부터 시작한다. 1990년대 중반 아날로그에서 디지털로 이동통신이 전환되면서 유럽을 중심으로 비동기식 전송망 기술을 기반으로 하는 GSM(Global System for Mobile communications)과 우리나라와 미국을 중심으로 동기식의 CDMA(Code Division Multiple Access)가 제2세대 서비스 간 경쟁이 전개되었다. 특히 우리나라가 세계 최초로 상용화시킨

CDMA는 기존 유럽 중심의 GSM에 대항해 독자적 기술표준으로 자립하게 되었다.

2000년대 들어서면서 제3세대 방식의 기술이 등장하였다. 비동기식의 3GPP 계열의 GSM은 IMT2000을 기치로 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)로 진화하게 되었으며, 국내를 비롯해 대부분의 국가에서 차세대 이동통신 서비스로 채택하여 주파수를 분배하고 사업자를 선정하였다. 그러나 WCDMA 기술은 당초 기대와는 달리 영상통화나 급증하는 무선 데이터 수요에 대응하기에는 제약이 있으며 킬러 서비스 부재, 무선 데이터의 높은 비용구조의 한계점을 나타내 대부분의 국가에서 상용화가 지연되거나 서비스 확

산이 이루어지지 못했다.

WCDMA 기술은 2000년대 중반 HSDPA(High Speed Down-link Packet Access)로 진화하면서 하향 전송속도가 기존 WCDMA에 비해 획기적으로 빨라지면서 새로운 전기를 맞게 된다. 이에 2006년 국내에서 거의 세계 최초로 HSDPA 서비스가 제공되었으며, 유럽을 중심으로 주요 국가에서는 HSDPA 상용화가 진전되면서 2G 대부분이 3G로의 세대 간 전환이 이루어지고 있다. 2008년 이후 HSDPA는 상향속도를 개선시킨 HSUPA(High Speed Up-link Packet Access)로 진화하고, 향후 HSPA+로 전개될 전망이다(박종현, 2009).

그런데 국내에서 세계 최초로 개발되어 2006

■ 〈표 1〉 세대별 이동통신기술 비교

구 분	1세대	2세대	3세대	4세대
서비스 명칭	아날로그 이동통신	디지털 이동통신	IMT2000	IMT-Advanced
주요 기술	아날로그 통신 (AMPS, NMT)	TDMA, CDMA, GSM, PDC	WCDMA (HSDPA, HSUPA, HSPA+) CDMA2000 (1X, ED-DO)	WiBro-E, 3GPP LTE, 3GPP2 UMB ¹⁾
전송속도	~10kbps	9.6~64kbps	144~2Mbps	100Mbps~1Gbps
주요 기술	FDMA	TDMA, CDMA	CDMA	MIMO, OFDMA, SDR, 스마트 안테나
주요 서비스	음성	음성, SMS, 저속 인터넷	음성, 고속 인터넷, 영상통화	멀티미디어 모바일 브로드밴드
상용화 시기	1984년	1995년	2003~2006년	2012년 이후 예정
영화 한 편 다운로드 시간(800MB 기준)	불가능	6시간 4분	9분 43초	5.6초
기술 주도국	미국, 유럽	미국, 유럽, 일본, 한국	미국, 유럽, 한국	한국, 미국, 유럽

▶ 자료 : 조성선·문형돈(2008)을 기반으로 일부 보완

1) CDMA를 주도한 퀄컴 등이 참여한 동기식 3GPP2 계열은 CDMA2000을 발전시켜 UMB(Ultra Mobile Broadband) 서비스를 통해 4G에 참여할 예정이었으나, WiBro와 3GPP 계열의 LTE에 대한 상대적인 열세 등의 이유로 2008년 말 LTE 진영으로 편입하기로 결정하였다(전자신문 참조).

년 상용화가 된 WiBro(Mobile WiMAX)가 HSDPA 또는 LTE의 경쟁기술이 될 것으로 예견되고 있다. 한국전자통신연구원과 삼성전자를 중심으로 제 3.9세대(3.9G)의 모바일 브로드밴드에 적합한 WiBro가 2006년에 국내에서 상용화되었으며, 미국·일본·러시아를 중심으로 글로벌 확산이 전개되고 있다. WiBro는 현재 IEEE 802.16e를 기본 표준으로 하고 있으며, 2007년 ITU-R를 통해 3G인 IMT2000 표준으로 승인되었다. 또한 2008년 말 전송속도와 이동성 진화를 바탕으로 웨이브 2(WAVE2) 단계에 있다(권동승, 2008; 김문구·박종현, 2008).

제4세대 이동통신은 IMT-Advanced로 명명되었으며 MIMO, OFDMA, SDR, 스마트 안테나 등의 차세대 기술을 채택해 3G 서비스보다 매우 빠른 상하향의 전송속도를 제공하며, 모바일 브로드밴드의 초고속 무선인터넷 서비스를 구현할 것으로 전망된다. 현재 WiBro가 진화한 802.16m 표준의 와이브로 에볼루션(WiBro-Evolution)과 3GPP 계열의 LTE(Long-Term Evolution)가 치열한 표준전쟁 경쟁을 펼치고 있으며, 주파수 분배를 통해 향후 2012년에 상용 서비스를 제공할 예정이다.

II_ 4G 서비스 개념 및 특징, 주파수 대역

국제표준기구인 ITU-R는 2005년 말 4세대 이동통신의 공식명칭을 IMT-Advanced로 정의하고 2007년 WRC-07에서 주파수 확정 후, 향후 2010년 표준기술 규격 완료를 목표로 4세대 이동통신 표준화를 추진 중이다.

ITU-R에서 정의한 4세대 이동통신인 IMT-Advanced는 3G 이동통신인 IMT2000의 진화와 새로운 개념의 차세대 이동통신을 아우르는 개념이다. IMT-Advanced는 고속 이동환경에서 10Mbps, 고정 또는 저속 이동환경에서 1Gbps의 데이터 전송속도로 비대칭·대칭적 패킷과 방송 서비스를 포함한 다양한 서비스를 IP 기반으로 제공하는 기술을 의미한다.

즉 IMT-Advanced 기술은 정지 및 이동 중에 다양한 형태의 멀티미디어 정보를 이동통신과 위성통신망을 이용, 기존 통신망과 연동해 고속·고품질로 송수신하는 이동통신 시스템을 구축하고, 서비스 플랫폼을 기반으로 여러 응용 서비스를 제공하는 제4세대 이동통신을 의미한다. 이용자는 어떤 단말기(Any Device), 어떤 네트워크(Any Network)에 상관없이 유무선 컨버전스, 다양한 액세스 기술 간 컨버전스, 이동통신기술의 광대역화를 목표로 하나의 단말기에서 다양한 밴드와 서비스를 제공받는 것이 4G 서비스이다(성향숙, 2008).

IMT-Advanced를 통해 이동통신은 다음과 같은 특성 및 성능을 이용자에게 제공한다(한국정보통신기술협회, 2008; 황승구, 2007).

- 기존 이동통신기술의 융합, 향상 또는 새로운 기능을 공통화해 서비스 및 애플리케이션 제공 용이
- IMT2000, 무선LAN뿐만 아니라 고정망과 서비스 호환성 유지
- 이기종 액세스망과 심리스(Seamless) 인터워킹과 핸드오버
- 고품질의 모바일 서비스 제공
- 전세계 어디서나 사용 가능한 가입자 단말기
- 사용자에게 친근한 서비스 및 애플리케이션

선, 단말기 제공

- 글로벌 로밍 제공
- 향상된 서비스를 지원하기 위한 피크 전송률 보장(고속 이동 시 100Mbps 이상, 저속 이동 시 1Gbps 이상)

이 4G를 구현하기 위해 2007년에 스위스 제네바에서 개최된 WRC-07 회의에서는 IMT-Advanced 용 주파수로 450~470MHz, 698/790~862MHz, 2.3~2.4GHz, 3.4~3.6GHz 등의 주파수 대역을 선정하였다.

III_ 4G 기술 및 서비스 요구사항

4G인 IMT-Advanced의 최소 기술적 요구사항은 <표 2>와 같다. 이는 국제표준기구인 ITU-R에서 2007년 5월 WP8F 회의를 거쳐 2008년 1월과 6월에 스위스 제네바와 UAE 두바이에서 각각 열린 WP5D 1차 회의와 2차 회의에서 합의되었다.

2008년 6월, WP5D 제2차 회의에서 도출된 IMT-Advanced의 최소 기술 요구사항은 전송효율, 최대 전송속도, 채널 대역폭, 셀 경계 사용자

■ <표 2> 4G 최소 기술 요구사항²⁾

항 목		요구사항 수치			
환 경		실내	마이크로 셀	매크로 셀	고속 환경
전송효율 (bps/Hz/Cell)	다운링크(4×2MIMO)	3	2.6	2.2	1.1
	업링크(2×4MIMO)	2.25	1.8	1.4	0.7
최대 전송속도 (bps/Hz)	다운링크(4×2MIMO)	15			
	업링크(2×4MIMO)	6.75			
채널 대역폭(MHz)		상향 40MHz 최대 대역폭(Multi-carrier 허용)			
셀 경계 사용자 전송효율 (bps/Hz)	다운링크(4×2MIMO)	0.1	0.06	0.07	0.03
	업링크(2×4MIMO)	0.075	0.04	0.05	0.015
전송 지연 (ms)	제어 영역	100			
	데이터 영역	10			
핸드오버 지연* (ms)	동일 주파수	27.5			
	다른 주파수/ 동일 주파수 밴드	40			
	다른 주파수/ 다른 주파수 밴드	60			
이동 시, 링크 기준 주파수 효율** (bps/Hz)		1.0(3km/h)	0.75(30km/h)	0.55(120km/h)	0.25(350km/h)
VoIP 사용재(명/MHz/Cell)		50	40	40	30

▶ 주 : * 코어 네트워크 지연 및 다운링크 동기화, 업링크 접속 지연 제외

** BER < 10⁻³, SINR 3Db 기준

*** AMR 코덱 사용 기준

▶ 자료 : 한국정보통신기술협회, 2008.

2) 본 표는 2008년 6월 UAE 두바이에서 개최된 WP5D 2차 회의 결과임.

전송효율, 전송 지연, 핸드오버 지연, 이동 시 링크 기준 주파수 효율, VoIP 사용자 등이 실내, 마이크로 셀, 매크로 셀, 고속 환경 등으로 각각 정의되었다.

4G인 IMT-Advanced의 서비스 권고안은 2007년 5월 일본 교토에서 개최된 WP5D 회의 전신인 ITU-R WP8F에서 완성되었다. 서비스 권고안은

총 6장으로 구성되어 있으며, 핵심 부분인 서비스 요구사항 부분은 <표 3>과 같다. 특히 IMT-Advanced는 끊어짐 없는 연결(Seamless Connectivity), 보안(Security), 우선순위 부여(Prioritization), 위치기반(Location), 방송 및 멀티캐스트(Broadcast/Multicast), 존재(Presence), 이용 편의성(Usability), 다양한 범위의 서비스 지원(Support for a wide range of service)에

■ <표 3> 4G 서비스 요구사항³⁾

구 분	내 용
끊어짐 없는 연결 (Seamless Connectivity)	<ul style="list-style-type: none"> - IMT2000을 위한 요구사항으로 제시된 사용자 이동성을 지원하기 위한 심리스 핸드오버로 IMT-Advanced를 위한 요구사항으로 유지 - IMT-Advanced는 적어도 하나의 IMT2000군으로서 심리스 핸드오버를 지원해야 함 - 이동성 관리, 연결 가능성(Interoperability), 일정한 연결(Constant Connection), 애플리케이션 유연성(Scalability)을 고려함
보안(Security)	<ul style="list-style-type: none"> - Voice over IP와 영상전화 같은 몇몇 애플리케이션들은 사용자들을 전화번호로 인증하는 것이 필요하고, 안전한 M커머스(M-commerce) 같은 애플리케이션들은 데이터의 정확도에 대한 보증이 필요 - IMT는 도청과 스푸핑(spoofing) 같은 보안 문제점들을 방지하기 위해서 높은 보안 서비스들을 지원하도록 요구
우선순위 부여 (Prioritization)	<ul style="list-style-type: none"> - ITU-R M.2072에서 응급상황과 재난·재해(emergency, disaster) 예측과 같은 시급성이 있는 애플리케이션들이 정의되어 있음. 그런 애플리케이션들은 다른 애플리케이션들보다 높은 우선순위가 필요 - IMT는 네트워크 자원에 대한 접속 우선순위를 지원해야 함
위치기반(Location)	<ul style="list-style-type: none"> - 많은 위치기반 서비스는 사용자의 위치에 대한 정보를 획득할 필요가 있음. 이 기능의 중요한 측면은 사용자의 개인정보를 보호하는 능력
방송 및 멀티캐스트 (Broadcast/Multicast)	<ul style="list-style-type: none"> - 방송 애플리케이션으로서 방송 프로그램과 IP 방송 HDTV(High Definition TV), 그리고 비디오는 ITU-R M. 2072에 정의되어 있음 - 대중을 위한 방송 서비스 외의 공동제작(collaborative working) 같은 서비스를 사용하는 사람들을 위한 멀티캐스트 애플리케이션이 있음 - 방송과 멀티캐스트 서비스들이 운영자들의 미래 서비스의 중요한 부분이 될 것으로 기대되기 때문에 점대다점(point-to-multipoint) 전송을 위한 효과적인 지원이 필요
존재(Presence)	<ul style="list-style-type: none"> - 프레전스(Presence)는 사용자들로 하여금 유효성(availability), 자발적(willingness), 한 그룹의 다른 사용자들의 통신수단에 대해 알 수 있도록 함
이용 편의성(Usability)	<ul style="list-style-type: none"> - IMT를 위한 이동 서비스는 사용자들이 원하는 서비스에 접속하기를 원할 때 사용하기 쉽고 편해야 함(음성 인식, 사용자 친화적인 사람과 기계 간 인터페이스 등을 고려)
다양한 범위의 서비스 지원 (Support for a wide range of service)	<ul style="list-style-type: none"> - IMT는 다양한 통신 서비스들을 제공할 능력이 있어야 함. 특정 서비스가 요구되지는 않지만 Annex 1 section A.2와 A.3 각각의 서비스 파라미터와 분류법(classification)을 사용해 IMT는 모바일 사용자들에게 다양한 통신 서비스를 제공할 수 있어야 함

▶ 자료 : 구연상, 2007.

3) 본 표는 2007년 5월 일본 교토에서 개최된 WP8F 22차 회의 결과임.

대해 3G 대비 상대적으로 매우 높은 수준을 요구하고 있다.

IV_ 4G 핵심기술 및 서비스

4G인 IMT-Advanced의 핵심기술은 <표 4>와 같이 OFDMA, MIMO, SDR, 펌토셀(Femto Cell), VHO, 무선 메시로 구성되며, 이를 상술하면 다음과 같다(조성선 · 문형돈, 2008).

OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access)는 주파수 대역을 수백 개로 쪼개어 주파수 간 간섭을 최소화해 대용량 데이터를 동시에 고속으로 보내는 기술로 주파수 이용 및 자원 할당의 효율성을 높일 것이다. MIMO(Multiple Input Multiple Output)는 이동통신 환경에서 다수의 안테나를 사용, 데이터를 송수신하는 다중안테나 기술로 전송 속도 향상에 기여한다. SDR(Software Defined Radio)는 한정된 주파수 자원의 이용효율 증대를 위해 주파수 사용에 영향을 주는 사용대역, 변조 방식,

■ <표 4> 4G 핵심 요소기술

범 주	기술 내용
OFDMA	<ul style="list-style-type: none"> - 주파수 대역을 수백 개로 쪼개어 주파수 간 간섭을 최소화해 대용량 데이터를 동시에 고속으로 보내는 기술 - 각 반송파의 주파수 성분은 상호 중첩되어도 상관없기 때문에 더 많은 반송파의 다중화가 가능해 주파수 이용효율을 높일 수 있음 - 시간과 주파수 영역의 2차원으로 자원을 할당할 수 있어 자원 할당의 자유도가 증가해 버스트 성향을 갖는 데이터통신에 적합
MIMO	<ul style="list-style-type: none"> - 이동통신 환경에서 다수의 안테나를 사용, 데이터를 송수신하는 다중안테나 기술로 IMT-Advanced의 요구사항인 최대 전송속도 향상에 핵심이 되는 기술 - 여러 개의 안테나를 사용해 동일한 무선 채널에서 두 개 이상의 데이터 신호를 전송함으로써 무선통신의 범위를 넓히고 속도도 크게 향상 - 송신단과 수신단에 N개의 안테나를 배열해 신호를 보내면 N배의 전송률 증가
SDR	<ul style="list-style-type: none"> - 서로 다른 기기를 사용해야 했던 다양한 방식의 무선통신 서비스를 HW가 아닌 SW 변경만으로 통합 수용할 수 있는 기술 - 국가마다 다른 주파수 대역, 동기와 비동기로 구분된 3G 망 사이의 호환, 2G와 3G 망 사이의 호환 등 다양한 무선 네트워크 간의 호환성을 보장해 주는 4G의 핵심기술 가운데 하나
Femto Cell	<ul style="list-style-type: none"> - 이동통신 기지국(AP)을택내 사용 가능한 수준으로 소형화하고 가격을 무선LAN AP 수준으로 낮춘 시스템 - 셀 용량 증대 측면에서 4G의 핵심기술 - 저렴한 비용으로 실내 공간으로 커버리지 확대에 기여
VHO	<ul style="list-style-type: none"> - WLAN 시스템에서 셀룰러 시스템으로의 채널 전환(핸드오프)같이 특성이 다른 네트워크 시스템 간의 채널 전환을 가능하게 하는 기술 - 4G 이동통신에서 단말은 하나의 셀룰러 시스템 혹은 하나의 WLAN에만 접속 가능한 현재의 단일모드 단말이 아니라, 하나의 단말로 때에 따라서는 셀룰러 시스템, WLAN, 위성 시스템에 접속할 수 있는 다중모드 단말로 진화할 것으로 예상
무선 메시 (Wireless Mesh)	<ul style="list-style-type: none"> - 네트워크상의 모든 디바이스와 액세스 포인트(AP : Access Point)를 무선으로 연결하도록 한 구조를 의미 - 무선 메시를 통해 4G, 무선랜, 기존 이동통신, WiBro 등 이종망 간 효율적인 통합 네트워크 구성 가능

▶ 자료 : 조성선 · 문형돈(2008)의 내용을 기반으로 일부 보완

■ <표 5> 4G 서비스

서비스	내 용
모바일 VoIP	<ul style="list-style-type: none"> - IP를 통해 음성을 제공하는 서비스 - 기존 이동전화에 비해 상당히 저렴한 음성과 영상 서비스를 제공할 수 있으며, 음성이나 영상 기반의 부가 서비스를 통해 보다 편리한 서비스 이용이 가능해짐
초고속 무선인터넷	<ul style="list-style-type: none"> - 유선인터넷에 버금가는 전송속도를 기반으로 인터넷 접속과 상하향의 업로드 및 다운로드가 가능한 서비스 - 모바일 2.0을 본격적으로 견인할 것으로 전망됨
모바일 비디오 · 음악	<ul style="list-style-type: none"> - 장소에 구애받지 않는 대용량 프리미엄 콘텐츠의 활용이 증가
모바일 CCTV	<ul style="list-style-type: none"> - 범죄 예방, 교통흐름 모니터링, 주차 확인, 스포츠 이벤트 및 콘서트 모니터링 등에서 활용 가능
모바일 방송	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 뉴스를 실시간으로 수집, 편집해 방송이 가능함으로써 방송의 유연성과 비용 절감 가능 - 모바일 IPTV를 통해 다양한 개인방송형 콘텐츠 제공이 가능해짐
위치검색	<ul style="list-style-type: none"> - 실시간 위치정보에 기반한 편리한 서비스 제공 가능
모바일 건강 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 노령화, 장애인 보호에 활용이 가능해짐에 따라 삶의 질을 제고 - u헬스 기반으로 4G가 활용될 가능성이 높음
모바일 재난관리	<ul style="list-style-type: none"> - 응급상황에 훈련된 실시간 영상 및 정보 전송을 통해 재난 · 재해 관리가 가능

▶ 자료 : 파이낸셜 타임스(2008)의 내용을 기반으로 대폭 보완

최대출력 등 동작 파라미터들을 별도의 하드웨어 변경 없이 소프트웨어적으로 대체해 통신이 가능하도록 하는 차세대 개방형 무선통신 신호처리 기술을 의미하며, 무선 네트워크 간의 호환성에 기여한다.

팜토셀(Femto Cell)은 이동통신 기지국(AP)을택 내 사용 가능한 수준으로 소형화하고, 가격을 무선 LAN AP 수준으로 낮춘 시스템을 의미하며, 저렴한 비용으로 실내 공간으로 커버리지 확대에 기여할 것이다. VHO(Vertical Handoff)는 무선랜에서 셀룰러 시스템으로의 채널 전환같이 특성이 다른 네트워크 시스템 간의 채널 전환을 가능하게 하는 기술을 의미하며, 이를 통해 시스템과 호환이 확대된다. 이밖에 무선 메시 기술을 통해 4G를 기반으로 이종망 간 통합이 가속화될 것이다.

4G인 IMT-Advanced의 핵심 서비스는 <표 5>와 같이 모바일 VoIP, 초고속 무선인터넷, 모바일

비디오 · 음악, 모바일 CCTV, 모바일 방송, 위치 검색 시스템, 모바일 건강 서비스(유헬스), 모바일 재난관리, 모바일 금융 등이 제공될 것이다. 특히 이 가운데 모바일 VoIP와 모바일 브로드밴드인 초고속 무선인터넷이 킬러 웹이 될 가능성이 높다. 모바일 VoIP를 통해 이용자는 보다 저렴하고 고품질의 음성 또는 영상통화가 가능해지며, 모바일 브로드밴드를 통해 모바일 2.0이 가속화될 것이다.

V_4G 표준화 동향

IMT-Advanced의 표준화 추진 일정은 2006년 8월 제20차 WP8F 회의에서 개방적이고 유연한 표준화를 추진하도록 계획했으며, 2007년 5월 일본 교토에서 개최된 WP8F 22차 회의에서 서비스

■ 〈표 6〉 4G 표준화 추진 일정

범 주	내 용
Step 1	- 2008년 10월 기술 제안 서식과 평가 방법 확정
Step 2	- 2009년 2월부터 후보기술 제안과 평가 절차 시작
Step 3	- 2009년 10월 제6차 회의까지 기술 제안이 8개월 간 수행
Step 4	- 2010년 6월 제8차 회의까지 16개월 간 ITU에 등록된 평가그룹에 의해 기술 제안에 대한 평가 진행
Step 5	- 각 평가그룹 사이에 평가 진행에 대한 정보 상호 공유, 평가에 부족한 부분에 대한 검토와 조정
Step 6	- 최소조건 만족 여부에 대한 평가 검토 실시
Step 7	- 평가 결과와 컨센서스 빌딩(Consensus building) 및 표준 결정 - 평가 완료는 2010년 말 제9차 회의까지 진행
Step 8	- IMT-Advanced 무선접속기술 권고 개발 작업 실시 - 2010년 초 제7차 회의부터 진행해 2011년 제10차 회의에서 완료

▶ 자료 : ITU-R

요구사항을 확정, 2008년 6월 UAE 두바이에서 개최된 WP5D 2차 회의에서 기술의 최소 요구사항을 합의하였다. 2008년 10월 서울에서 개최된 WP5D 3차 회의에서는 4G 기술 제안 서식 및 평가 방법, IMT2000 표준 업데이트, 이동통신(IMT) 용도로 지정된 주파수 대역의 채널 배치에 대한 논의가 진행되었다. 향후 〈표 6〉과 같이 2010년 말까지 표준화를 완료하는 것을 잠정 합의한 상태이며, 2012년 상용화할 예정이다(성향숙, 2008).

제 2 절 3GPP LTE 기술표준화 및 추진 동향

유럽을 중심으로 비동기식 3GPP 계열의 이동통신기술은 2000년대 초반 IMT2000의 효시인 WCDMA를 거쳐 하향속도를 증가시킨 HSDPA가 2006년 국내에서 최초로 상용화되었으며, 상향속

도를 증가시킨 HSUPA를 거쳐 HSPA+, 3G LTE로 진화하고, 향후 4G인 LTE-Advanced로 진화할 예정이다. LTE는 3.9세대라 할 수 있는 3G LTE와 4세대인 LTE-Advanced로 구분할 수 있다.

3G LTE나 LTE-Advanced 모두 데이터 전송효율을 향상, 효율적인 주파수 자원 이용, 이동성 제공, 낮은 지연(latency), 패킷 데이터 전송에 최적화되며, 서비스 품질 보장 등을 제공하는 차세대 이동통신기술을 의미한다. 즉 3G LTE, LTE-Advanced는 현재 WCDMA가 진화한 서비스로, 기존 이동통신 시스템에 비해 주파수 및 고속의 멀티미디어 서비스를 효율적으로 사용하는 IP 네트워크로 진화되는 이동통신 시스템을 의미한다(장재득·박형준, 2008).

우선 3G LTE에 대해 살펴보면 다음과 같다. 3GPP에서는 기존 WCDMA 기반의 3세대 이동통신 시스템의 기술적 한계를 극복하기 위해 2004년 말에 3G LTE 계획을 발표했고, 2006년 6월에 기술적 보고서(Technical Report) 규격 작성을 완료

했으며, 2007년 9월에 기술적 표준(Technical Standard) 규격 작업을 완료하였다(이현우·지형주, 2008).

이 규격에 의하면 3G LTE 시스템은 <표 7>과 같이 효율적인 패킷 데이터 전송에 적합하고, 방송 서비스 등 멀티미디어 서비스의 최적화를 추구하며, 효율적인 주파수 자원의 이용, 이동성, 서비스 품질 보장 등을 목표로 한다. 3G LTE를 통해 하향링크는 100Mbps, 상향링크는 50Mbps의 전송속도를 제공하며, 3G 시스템에 비해 약 2~4배

증대된 주파수 효율(5bps/Hz)과 1.25MHz부터 20MHz까지의 다양한 대역폭 지원, 셀 경계에서 향상된 전송률, 저속 이동국의 최적화 및 350km/h의 고속 이동국을 지원한다(3GPP 웹페이지 참조).

2008년 ITU-R의 WP5D 회의에서 제4세대 이동통신기술로 IMT-Advanced의 요구사항과 제안 일정 논의가 진행됨에 따라서 3GPP에서는 3G LTE의 진화 기술이며, 4G로 제한할 후보 기술을 LTE-Advanced라 명명하고 표준화를 시작하였다. 2008년 4월에는 중국 심천에서 IMT-Advanced 위

■ <표 7> 3G LTE 기술 요구사항

항 목	내 용
피크 데이터율 (Peak Data Rate)	- 120MHz 대역에서 하향링크 : 최대 100Mbps(5bps/Hz), 상향링크 : 50Mbps(2.5bps/Hz)
제어 플레인 레이턴시 (Control Plane Latency)	- 아이들(Idle)→도먼트(Dormant) 레이턴시 : 100ms 이하, 도먼트→액티브 레이턴시(Active latency) : 50ms 이하
제어 플레인 용량 (Control Plane Capacity)	- 5MHz 대역에서 셀당 능동 유저 200명 수용
유저 플레인 레이턴시 (User Plane Latency)	- 무부하 상태에서 5ms 이하
사용량 (Use throughput)	- 하향링크 평균 값 : HSDPA의 3~4배 - 상향링크 평균 값 : HSUPA의 2~3배
셀당 스펙트럼 효율 (SpectrumEfficiency/cell)	- 하향링크 평균 값 : HSDPA의 3~4배 - 상향링크 평균 값 : HSUPA의 2~3배
이동성(Mobility)	- 15km/h 이하에서 최적화, 120km/h까지 고성능 유지 - 350km/h까지 연결 지원(주파수 대역에 따라 500km/h까지 지원)
커버리지(Coverage)	- 반경 5km까지 성능 만족, 30km까지 다소 저하, 100km까지 수용
MBMS(방송 기능)	- 유니캐스트(Unicast)와 유사한 방식 활용, 음성과 방송 동시 제공, FDD/TDD에서 가능 - 상하향 모두 1.25/1.6/2.5/5/10/15/20MHz 지원, FDD/TDD 지원
공존성 및 인터워킹 (Interworking)	- 동일 지역에서 EUTRAN과 UTRAN, GERAN의 공존 - EUTRAN과 UTRAN, GERAN 간에 측정 및 핸드오버 지원 - 실시간 서비스 핸드오버 시 단절시간 300ms 이하
망 구조 및 진화	- 단일망 구조, 실시간 서비스용 패킷망, 고장 감내력, QoS, 백홀(Backhaul) 최적화
무선자원 관리	- 단대단 QoS, 상위 계층 효율적 전송, 다른 무선 방식 간 부하 부담 능력
복잡도	- 옵션의 최소화, 불필요한 필수 기능 배제

▶ 자료 : 이현우·지형주, 2008.

■ <표 8> LTE-Advanced의 잠정 기술적 요구사항

항 목	내 용
스펙트럼(Spectrum)	Aggregation of LTE spectrum, Non contiguous as well as contiguous Scalable up to 100MHz
Target for Peak data rate	<ul style="list-style-type: none"> • Peak data rate <ul style="list-style-type: none"> – Uplink: [Greater than 500Mbps], Downlink: [up to] 1Gbps
Target for spectrum efficiency	<ul style="list-style-type: none"> • Peak <ul style="list-style-type: none"> – Uplink: [15] b/Hz/s, Downlink: [30] b/Hz/s • Average <ul style="list-style-type: none"> – Uplink: [2] b/Hz/s, Downlink: [3.2] b/Hz/s • Cell edge <ul style="list-style-type: none"> – Uplink: [0.05] b/Hz/s, Downlink: [0.1] b/Hz/s
Inter-RAT interworking	At least same performance as LTE Rel. 8 Same or better than LTE Rel. 8
Delay	<ul style="list-style-type: none"> • Control plane delay<100ms • (unloaded) user plane delay<[5ms/10ms]
VoIP capacity	[300] concurrent VoIP @ 5MHz

▶ 자료 : 노태균 외, 2008.

크습이 개최되었으며, <표 8>과 같이 LTE-Advanced의 기술적 요구사항이 잠정적으로 합의되었다.

2009년 중반, 3GPP 계열의 LTE-Advanced를 통한 IMT-Advanced 제안서의 최종 버전이 ITU-R에 제출될 예정이다. LTE 서비스는 향후 2010년경에 3G LTE를 통해 일부 국가에서 상용화될 것으로 전망된다(조성선·문형돈, 2008).

3GPP 계열의 LTE 진영의 사업자와 장비업체 동향을 살펴보면 <표 9>와 같다. 장비업체 가운데 LTE에 가장 앞선 기술개발을 추진하는 업체는 에릭슨과 LG전자로 알려져 있다. 에릭슨은 노키아와 같은 유럽의 메이저 단말업체와 제휴를 통해 LTE 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 국내 LG전자는 2008년 12월 세계 최초로 LTE 단말 모뎀칩을 독자 개발하였다. 삼성전자는 WiBro 기

술개발 과정에서 축적된 OFDMA 기술역량을 활용해 LTE 칩과 단말 개발을 적극 추진하고 있다. 특히 퀄컴은 2008년 말 독자적으로 추진했던 UMB(Ultra Mobile Broadband) 기술개발을 포기하고 LTE 진영으로 합류했으며, OFDMA를 비롯해 막강한 기술역량을 최대한 활용할 계획이다.

LTE는 WCDMA를 기반으로 발전한 기술이다. 기존 3G 망과의 유연한 연동이 가능하고, 기지국 설치 등 투자 및 운용비용을 절감하고 있어 유럽을 중심으로 전세계 85%에 해당하는 WCDMA 사업자들이 서비스를 상용화할 것으로 전망되고 있다. 특히 일본의 NTT도코모는 3G 슈퍼(Super)라는 LTE로의 전개를 추진하고 있으며 미국의 버라이즌, 유럽 보다폰, T모바일, 오렌지, 중국 차이나모바일 등과 같은 대형 이동통신사들이 LTE를 적극 추진하고 있다.

■ <표 9> 국내외 LTE 장비업체와 사업자 추진 동향

구 분	내 용
장비업체	<ul style="list-style-type: none"> • LG전자 : 세계 최초로 단말 모뎀칩 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 2008년 12월 세계 최초로 LTE 단말 모뎀칩을 독자 개발해 기술 경쟁사인 노키아, 소니에릭슨, 모토로라, 퀄컴 등보다 핵심기술을 조기에 확보 - 다운로드 속도 100Mbps, 업로드 속도 50Mbps로 LTE 단말에서 HD급 고선명 영상과 같은 대용량 데이터 전송 가능 • 삼성전자 : WiBro와 LTE 공동 기술개발 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 2009년 상반기 LTE 칩셋 개발 완료 예정 - OFDMA의 특허 가운데 17%를 확보, 이를 바탕으로 LTE 기술개발 확대 추진 • 퀄컴 : OFMA를 비롯해 4G 기술특허 다수 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 2008년 하반기 4G 독자표준인 UMB(Ultra Mobile Broadband) 개발 포기 및 LTE로의 자원 개발 집중 - OFDMA 특허 가운데 14% 기술력 확보 • NEC : 일본의 파나소닉 모바일 커뮤니케이션, 후지쯔와 협력, 2009년 개발 완료를 목표로 슈퍼 3G용 휴대전화 단말 실현을 위한 통신 플랫폼 기술개발 추진 • 에릭슨 : LTE 기술개발의 선두주자 <ul style="list-style-type: none"> - 3G LTE 기술을 모바일 브로드밴드에 접목해 무선 초고속 인터넷과 무선 영상통화 서비스 제공 추진 - 멀티태스킹이 가능한 초박형 상용 단말 개발 완료 • 노키아지멘스 네트워크 : 3G LTE 기반 기술개발 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 3G LTE 네트워크에서 공간분할 다중화 방식으로 버추얼(Virtual) MIMO를 적용한 기술개발 추진. 이를 통해 네트워크 용량 확장, 가용 스펙트럼 효율 향상, 단일 증폭기와 안테나를 통한 생산비용 절감, 전력소모량 절감을 추구
사업자	<ul style="list-style-type: none"> • NTT도코모 : 노키아, 보다폰, 에릭슨과 함께 LTE 진영 핵심 멤버 <ul style="list-style-type: none"> - 4G와 HSDPA의 중간 단계인 슈퍼 3G(3.9세대)를 먼저 도입해 4G 시장 선점 추구 - 슈퍼 3G에서 하향링크 100Mbps 이상, 상향링크 50Mbps 이상의 고속 통신 실현, 통신 지연 개선, 주파수 이용효율 향상 추진, 슈퍼 상향링크에 SC-FDMA, 하향링크에는 OFDMA 채용, 단말 간 전송 지연 5ms 이하의 고품질 IP전화 실현 추진 - 2009년 말 슈퍼 3G 서비스를, 2011년에 4G 서비스를 각각 상용화 추진 • 보다폰(Vodafone) <ul style="list-style-type: none"> - 2007년 9월, 버라이즌(Verizon Wireless)과 함께 LTE 기술을 공동 개발해 플랫폼을 공유하기로 발표 - 2008년 3월, 버라이즌과 중국의 차이나모바일(China Mobile) 등과 손잡고 LTE 기술을 바탕으로 한 로밍 기술의 공동개발에 착수하겠다고 발표 • 버라이즌 <ul style="list-style-type: none"> - 2007년 12월, LTE를 4G 이동통신 표준으로 확정하고, 2008년 시험 테스트를 실시하겠다고 공식 발표 - 2010년부터 3GPP LTE로 4G 서비스를 시작할 계획

▶ 자료 : 전자신문사와 디지털 타임스 보도자료, 조성선 · 문형돈(2008), 장재득 · 박형준(2008) 참조

제 3 절 WiBro-E 기술표준화 및 추진 동향

WiBro는 현재 IEEE 802.16e를 기본표준으로 하고 있으며, 2007년 ITU-R를 통해 3G인 IMT2000 표준으로 승인되었다. 2008년에 전송속도와 이동성의 진화를 바탕으로 웨이브2(WAVE2)

단계에 있으며, 향후 WiBro-Evolution을 통해 802.16m의 표준기술로 발전하여 4G 표준에 참여할 예정이다.

WiBro의 현 기술 단계인 WAVE2는 모바일 와이맥스포럼이 IEEE 802.16e 제품 간의 상호호환성을 확보하기 위해 제정된 기술규격이다. 기존 WiBro WAVE1에 비해 제4세대 통신 핵심기술인 MIMO, 스마트 안테나 기술을 채택했으며, 이에

■ <표 10> IEEE 802.16 계열 표준 현황

구분	802.16	802.16a-2004	802.16e-2005	802.16m
전송속도	최고 134Mbps (28MHz 대역폭)	최고 70Mbps (20MHz 대역폭)	최고 15Mbps (5MHz 대역폭)	이동 : 100Mbps 고정 : 1Gbps (20MHz 대역폭 이상)
주파수 대역	10~66GHz	2~11GHz	2.3GHz, 2.5GHz, 3.3GHz, 3.4~3.8GHz	TBD
채널 크기	20,25,28MHz	Scalable, 1.25~28MHz	Scalable, 1.25~20MHz	Scalable≥20MHz
전송 환경	LOS	NLOS	NLOS	NLOS
이동성	Fixed	Fixed, Portable	Nomadic, Vehicular	Nomadic, Vehicular
표준화	2001. 12	2004. 6	2005. 12	2008. 12 이후
비고			현 WiBro	WiBro-Evolution

▶ 자료 : WIMAX Forum, 2008.

기존 시스템보다 전송속도와 대역폭이 두 배 정도 빠르고 넓다. 향후 802.16m은 WiBro의 기술진화 선상에서 차세대 표준화 선점과 통신기술 주도권 확보를 위해 IEEE 802.16e 시스템과의 호환성을 유지하면서 제4세대 이동통신 규격으로 ITU-R에 하나의 표준규격으로 제안과 채택을 목표로 하고 있다(권동승, 2008).

WiBro의 기술적 표준을 이해하기 위해서는 IEEE 802.16 계열의 표준화 현황을 이해해야 한

다. <표 10>과 같이 IEEE 802.16 계열은 802.16, 802.16a, 802.16e, 802.16m으로 진화하고 있으며, WiBro의 4G 기술인 WiBro-Evolution이 바로 802.16m에 해당된다.

WiBro의 4G 표준인 IEEE 802.16m 추진 프로젝트의 범위와 목표는 <표 11>과 같다. 특히 IEEE 802.16m을 통해 4G인 IMT-Advanced 시스템에서 요구사항을 충족하고, 기존 3G 망 또는 LTE 망과의 연동을 추진할 계획이다.

■ <표 11> IEEE 802.16m 프로젝트의 범위 및 목표

항 목	내 용
제목	IEEE Standard for local and metropolitan area networks-Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems-Advanced Air Interface
상태	IEEE Std.802.16-2004의 수정(amendment)
일정	2008년 11월 RevCom에 제출
범위	- 면허 대역에서 진보된 무선접속 규격을 위한 IEEE 802.16 Wireless MAN-OFDMA 수정 - IMT-Advanced 시스템에서 셀룰러 계층의 요구사항을 만족하고, 기존 시스템과 호환성 제공
주파수	6GHz 이하의 면허 대역
셀 크기	매크로 및 마이크로 셀

▶ 자료 : 임광재 · 윤철식, 2008.

특히 IEEE 802.16m 표준에서는 넓은 시장잠재력(Broad Market Potential), 기존 표준과의 호환성(Compatibility), 뚜렷한 독자성(Distinct Identity), 기술적 가능성(Technical Feasibility), 경제적 가능성(Economic Feasibility) 등 5개 기준을 추구해 4G로의 진화를 추진하고 있다(임광재 · 윤철식, 2008).

국내의 WiBro 진영의 4G 추진 전략은 <표 12>와 같다. 장비업체로는 삼성전자가 가장 적극적인 개발을 추진하고 있다. 삼성전자는 2008년 10월에는 시속 350km로 이동하면서 HD급 동영상을 수신 · 상영하는 4G 통신기술 WiBro-Evolution 개발을 완료했으며, 2008년 말을 기준으로 삼성전자의 장비를 통해 WiBro의 상용화 또는 시범사업을 추진 중인 곳은 19개 국가 23개 사업자이며,

10여 개국 20여 개 사업자와는 도입 여부를 협의 중인 것으로 알려져 있다.

통신사업자로는 국내의 KT와 SK텔레콤이 대표적이며, 수도권 지역을 중심으로 WAVE2 장비를 통해 보다 빠른 전송속도와 이동성을 갖춘 서비스를 제공하고 있다. 2008년 말 국내에서 WiBro에 010 번호를 부여하는 정책이 결정되어 KT를 중심으로 2009년 이후에는 음성(m-VoIP) 서비스를 제공할 것이며, 이에 따라 WiBro는 서비스 활성화를 위한 중요 장애요인을 제거한 것으로 평가되고 있다.

국외에서는 모바일 와이맥스를 통해 WiBro 상용 사업자가 증가하고 있는 추세이다. 미국 3위의 이동통신사인 스프린트넥스텔은 2008년 10월

■ <표 12> 국내외 WiBro 장비업체와 사업자 추진 동향

구 분	내 용
장비업체	<ul style="list-style-type: none"> • 삼성전자 : 한국전자통신연구원과 WiBro 기술개발 성공 <ul style="list-style-type: none"> - WiBro의 기술 진화 및 단말, 칩셋 개발에 가장 적극적임 - WiBro를 통해 축적된 4G 역량과 특허 보유 - 미국의 스프린트넥스텔과 일본의 UQ커뮤니케이션 등 해외 모바일 와이맥스(WiMAX) 장비 공급 - 2008년 10월에는 시속 350km로 이동하면서 HD급 동영상을 수신 및 상영하는 4G 통신기술 WiBro-Evolution 개발 • 포스데이타 <ul style="list-style-type: none"> - KT의 우즈베키스탄 직접 진출에 장비 공급 - WiBro 장비와 게임기, 음성장비 등 개발 완료 및 추진 • 노키아 : 최신 태블릿 PC의 와이맥스 버전을 출시, 스프린트에 공급 • 노키아지멘스 : 스프린트에 와이맥스 서버용 고객 데이터 관리 솔루션인 One-NDS를 공급
사업자	<ul style="list-style-type: none"> • KT와 SK텔레콤 : 2006년 국내에서 최초 상용화 및 2008년 WAVE2를 통한 수도권 지역에 망 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 2009년 말 WiBro를 통한 음성(m-VoIP) 서비스 제공 예정 - SK텔레콤 : WiBro 스마트폰 개발 등과 같이 WiBro 시장 확산을 추진 • 스프린트넥스텔 : 2008년 워싱턴, 볼티모어 등 미 동부 6개 지역에서 조암(Xohm)이라는 서비스명으로 상용 서비스 개시 • KDDI의 자회사 UQ커뮤니케이션 : 2009년 2월 도쿄와 요코하마 중심의 시범 서비스에 이어 여름에 상용화 예정 • 우즈베키스탄 : 2009년 10월 KT가 인수한 슈퍼아이맥스를 통해 상용 서비스 시작 • 사우디아라비아 : 2008년 9월 4개 도시에서 브로드밴드넷홈으로 상용 서비스 제공 • 네덜란드 : 2008년 6월 월드맥스를 통해 수도에서 상용 서비스 시작 • 대만 통신업체 VMAX텔레콤과 쿠웨이트 MADA커뮤니케이션 : 삼성전자의 WiBro 상용 장비를 공급받아 2009년 상용화 실시

▶ 자료 : 전자신문사와 디지털 타임스 보도자료, 김문구 · 박종현(2008) 참조

■ <표 13> 주파수 대역별 모바일 와이맥스 채택 국가 현황

대역	2.3GHz(11개국)	2.5GHz(12개국)	3.5GHz(20개국)
채택 국가 (채택 예정 포함)	미국, 캐나다, 홍콩, 노르웨이, 싱가포르, 베트남, 뉴질랜드, 말레이시아, 대만, 인도네시아, 한국	미국, 캐나다, 영국, 일본, 네덜란드, 러시아, 대만, 호주, 브라질, 베네수엘라, 멕시코, 남아공 등	캐나다, 영국, 프랑스, 네덜란드, 이탈리아, 독일, 인도, 사우디, 브라질 등

▶ 자료 : 이광희, 2007.

볼티모어 지역에서 모바일 와이맥스 상용 서비스 조암(Xohm)을 시작했으며, 볼티모어 지역에 구축된 기지국 200곳에는 모두 삼성전자의 장비가 사용되었다.

일본에서는 UQ커뮤니케이션이 도쿄·오사카·나고야에서 상용 서비스를 준비해 2009년 2월 시범 서비스를 거쳐 2009년 여름에 상용화 서비스를 제공할 예정이다. 또한 사우디아라비아에서는 중동에서 최초로 제2대 이동통신 업체인 모빌리(Mobily)가 2008년 9월 상용 서비스를 broadband at home)이란 명칭으로 제공하였다. 우즈베키스탄에서는 국내 KT의 직접 진출이 이루어졌다(김문구·박종현, 2008).

WiBro의 주파수 대역별 채택 국가 현황은 <표 13>과 같다. WiBro가 경쟁력을 확보하고 글로벌 확산을 이루어 4G 시장을 주도하기 위해서는 WiBro를 채택하는 국가가 많아져야 한다. 현재 2.3GHz 대역은 미국·캐나다·한국을 비롯해 11개국이며, 2.5GHz 대역은 미국·영국·일본 등 12개국, 3.5GHz 대역은 프랑스·브라질 등 20개국에 이르고 있다.

제 4 절 LTE와 WiBro 역량 비교

LTE와 WiBro를 비교하기 위해 <표 14>와 같이 표준, 기술, 사업 측면에서 4G와 WiBro, 3GPP 기술들을 종합적으로 비교하였다. 표에 나타나 있듯이 현 단계에서는 WiBro(WiBro II-WAVE2)가 HSDPA나 HSUPA에 비해 상대적으로 앞서 있는 것이 사실이다. WiBro는 OFDMA, MIMO의 4G 기술을 채용하고 있어 2009년 이후 3G LTE가 상용화되는 것에 비하면 기술적 측면에서 앞서고 있다. 또한 한국을 비롯해 미국·일본·러시아·우즈베키스탄 등에서 상용화가 추진되거나 추진될 예정이어서 상용화 측면에서도 LTE 계열보다 시장을 선점하고 있다.

그러나 유럽을 비롯해 3GPP 계열의 기술개발이 두드러지고 WCDMA 상용화 국가가 월등하여 향후 4G에서는 기술적·시장적 우월을 현 단계에서 예단하기는 쉽지 않다. 기술적 격차가 축소될 가능성이 높으며, 시장 측면에서 WiBro의 대세론이 통하기가 쉽지 않은 실정이다.

4G로 진화할 WiBro-Evolution과 LTE를 집중적으로 비교하면 <표 15>와 같다. 이 표에 나타나 있듯이 WiBro와 LTE는 IMT-Advanced(4G)를 목

■ <표 14> WiBro와 3GPP, 4G 서비스 간 비교

구 분		4G	WiBro(Mobile WiMAX)		3GPP		
표 준		IMT-Advanced	WiBro I	WiBro II	HSDPA	HSUPA	3G LTE
	기본표준	-	IEEE 802.16e		R5	R6	R7
	표준 확정 시기	2007년 : 주파수 대역 채택 2010년 : 표준 확정	국내 : 2004년 국외 : 2005년	국내외 : 2007~2008년	2002년 확정	2005년 확정	2008년 예정
	표준 전략	-	2007년 ITU-R를 통해 IMT2000으로 표준 승인		IMT2000 표준으로 기 승인		
	4G 표준전략	-	802.16m 신설을 통해 4G 표준에 참여		-	-	3G LTE=4G 전략
	상용화 시기	2012년 예정	국내 : 2006년 6월	국내 : 2008년 10월	국내 : 2006년 5월	국내 : 2007년	2009년 예정
기 술 특 성	듀플렉스 모드	FDD/TDD /HDD	TDD(향후 FDD도 제공 예정)		FDD		FDD(TDD도 가능)
	멀티플 액세스 (D/L)	OFDMA, MC-CDMA 등	OFDMA		CDM-TDM		OFDMA
	(U/L)	OFDMA, SC-FDMA			CDMA		SC-FDMA
	채널 B/W	Scalable:5/10/20/80/100MHz	Scalable:5/7/8.75/10MHz		2x5MHz		Scalable:1.25/2.5/5/10/15/20MHz
	최고 속도(D/L)	1Gbps(정지) 100Mbps(보행)	18Mbps	400Mbps	14.4Mbps	+14.4 Mbps	100Mbps
	(U/L)		6Mbps	20Mbps 이상	2Mbps	5.8Mbps	50Mbps
	이동성	350km/h 이상	~120km/h	~250km/h	~250km/h		~350km/h
	QoS	보장	일부 보장	QoS 확충	보장		QoS 보장
	안테나	MIMO	MIMO 미채용	MIMO	MIMO 미채용		MIMO
	IMS	채용	채용		채용		
	Backhaul	IP Backhaul망	IP Backhaul망		이동통신망		IP Backhaul망
	망 구축	신규 투자 또는 기존 망 진화	신규투자 후 업그레이드		기존 망 업그레이드(채널 카드 변경)		IP Backhaul 연동을 위한 투자 필요
	글로벌 로밍	기본 제공	각국의 주파수 대역 상이로 어려움 → 글로벌 규격 제정을 통한 로밍 제공		용이		
사 업 동 향	커버리지	-	- 2007년 : 서울 및 수도권 일부 - 2008년 : 경기 전역으로 확대		2008년 : 전국 84개 도시 추진		-
	글로벌 현황	기본 제공	삼성전자, 포스데이타, KT 등 와 이브로 해외 진출 진행		유럽을 중심으로 상용화, 서비스 확산(전세계 80개국 이상 HSDPA 망 상용화)		-

▶ 자료 : 김문구·박종현, 2008.

■ 〈표 15〉 WiBro와 LTE의 비교

구 분	WiBro-Evolution	LTE-Advanced
선행(3G) 기술	WiBro(Mobile WiMAX)	HSDPA/ HSUPA/3G LTE
기반 기술	OFDMA(TDD)	OFDMA(FDD)
전송속도	정지상태 1Gbps 고속 이동 시 100Mbps(다운로드)/10Mbps(업로드)	정지상태 1Gbps 고속 이동 시 100Mbps(다운로드)/50Mbps(업로드)
주도 국가	한국	유럽
주요 제조사	삼성전자, 인텔	퀄컴, 노키아, 노텔, 삼성전자, LG전자, 알카텔 루슨트
주요 사업자	스프린트넥스텔, 클리어앤와이어, KT	보다폰, 버라이즌, AT&A, 에릭슨, 프랑스텔레콤, T모바일, NTT도코모, KDDI
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 2007년 한국에서 처음 상용화 - 2008년 미국 보스턴 등에서 상용화 - 현재 40여 개 사업자 상용화 또는 상용화 준비 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 유럽 이동통신사 중심의 WCDMA 진영에서 지지 공식 표명 - 기존 이동사들의 참여로 규모의 경제 가능

▶ 자료 : 전자신문사, 2008.

표로 하는 시스템 규격으로 전개하므로 Mobile WiMAX-Evolution의 802.16m과 LTE는 궁극적으로 기술 측면에서 거의 유사해 차별성이 크지 않을 것으로 전망된다. 현재 WiBro(Mobile WiMAX) 진영에서 한국을 비롯해 일부 국가에서 상용화로 초기의 기선을 잡았으나, 유럽을 중심으로 LTE 진영을 선택하는 사업자가 많아지면서 4G 시장 선점을 위한 치열한 경쟁이 전개될 것이다.

그런데 두 기술 간 통합이 WiBro와 3GPP 계열에서 동시에 추진되고 있다. 인텔이나 스프린트의 와이브로 진영에서는 WiBro를 중심으로 4세대 통신을 위해 LTE와 통합을 제시했으며, LTE 진영에서는 보다폰과 에릭슨을 중심으로 시차 우위에 있는 WiBro의 확산을 저지하기 위해 LTE 중심의 4G 기술 통합을 시사하고 있다. 2008년 4월 모토로라에 의해 LTE와 WiBro 통합장비가 시연되었다(김문구 · 박종현, 2008).

제 5 절 국내 4G 기술표준화 전략 방향

WiBro를 비롯해 LTE를 통한 차세대 이동통신인 4G는 IMT2000을 넘어 모바일 브로드밴드와 모바일 VoIP를 통해 이용자에게 보다 편리한 서비스를 제공하면서 IP를 기반으로 컨버전스를 주도할 것으로 전망된다. 즉 4G는 네트워크의 광대역화에 따른 대용량 데이터 처리능력이 확대되면서 고화질 멀티미디어, 초고속 무선인터넷, 영상통화 등의 IP 기반 서비스가 활성화될 것으로 전망된다. 또한 4G는 유무선 컨버전스, 다양한 네트워크 간 컨버전스를 주도할 것으로 예견된다(장재득 · 박형준, 2008).

유수의 글로벌 컨설팅 업체나 이동통신 주요 기관들은 향후 4G 시장이 크게 활성화될 것으로

전망하고 있다. 와이맥스 포럼에 의하면, 글로벌 와이맥스 시장은 아시아·태평양, 북미, 유럽 지역을 중심으로 2012년에는 1억 3,000만 명이 이용할 것이며, 이 가운데 모바일 와이맥스가 2,000만 명에 달할 것으로 전망하고 있다(WiMAX Forum 참조).⁴⁾ 2012년 이후 본격적인 4G 시장이 전개되면 시장 확산이 크게 가속화될 것이다.

이러한 국내외 주요 유수의 장비업체와 사업자는 4G를 선도하기 위해 치열한 경쟁을 펼치고 있다. 우리나라가 4G 시장에서 주도권을 선점하기 위해서는 국가적 차원의 기술표준 전략이 요망된다. 이에 국내 기술이 글로벌 4G를 선도하기 위한 전략 방향을 WiBro와 LTE 계열로 나누어 제시하면 다음과 같다.

WiBro는 LTE와 비교해 강점 및 위험요인을 동시에 지니고 있다. 국내 WiBro가 지닌 강점과 위험요인을 종합하면 다음과 같다(조성선·문형돈, 2008; 한승진, 2008; 김문구·박종현, 2008).

- 차세대 기술인 OFDMA, MIMO, 스마트 안테나 분야의 기술 선도 및 특허 보유 : 특히 삼성전자를 비롯해 장비업체는 차세대 기술 분야의 특허 보유 비중이 다른 경쟁업체에 비해 상대적으로 높음
- LTE에 비해 상대적으로 상용화 시기가 빠름 : 국내나 미국, 일본, 유럽, 아시아의 일부 국가에서 상용화가 시작되었거나 예정으로 있어서 2010년 이후에나 상용화가 가능한 3G LTE에 비해 WiBro의 시장 선점 가능성이 높음
- 글로벌 통신의 80% 이상을 차지하고 있는 WCDMA 계열에서 LTE로의 자연스런 진화

가능성 : LTE는 유럽 주도로 개발된 WCDMA에서 진화한 기술로서 투자비나 망 연동성 측면에서 강점을 보유

- 글로벌 우수 사업자의 LTE 선택 : 유럽뿐만 아니라 미국 최대 이동통신 사업자인 보다폰(Vodafone)과 AT&T가 LTE 지원에 나섰으며, 버라이즌(Verizon)과 일본 NTT도코모, 중국의 차이나모바일도 LTE를 채택하거나 채택할 가능성이 높음
- 글로벌 우수 장비업체의 LTE 선택 : 노키아, 에릭슨 등 세계 최고 수준의 장비업체들이 LTE 장비 개발에 주력하고 있음

이러한 장점과 위험을 지닌 WiBro가 4G 시장을 주도하기 위해서는 국내와 미국을 거점으로 하고, 아시아·태평양·중남미의 신흥시장을 전략적으로 진출하는 글로벌 시장 진출 전략이 요망된다(박종현·김문구, 2008). 또한 WiBro가 이동통신으로 지니는 의미와 함께 초고속 인터넷 보급이 부진한 국가에 이를 대체할 수단으로 진출하는 것도 고려되어야 한다.

기술협력을 강화하는 것도 필요하다. 현재 WiBro는 삼성·포스데이타·인텔·모토로라 등 한국과 미국의 주요 장비업체가 전적으로 주도하고 있는 실정이며, 지리적으로 근접한 중국이나 일본뿐만 아니라 노키아·에릭슨과 같은 거대 장비업체와 제휴가 이루어지지 못한 실정이다. 이에 글로벌 우수 업체와 전략적 제휴를 강화하는 것이 필요하며, 글로벌 우수 사업자의 WiBro 상용화를 통해 실질적인 시장표준으로 자리잡는 것이 핵심 관건이다.

4) 가트너(2007)에 의하면, 와이맥스 단말기 출하 규모는 2011년 7,900만 대이며, LTE는 390만 대에 이를 것으로 전망하고 있다.

WiBro의 국내시장 활성화는 4G 주도를 위한 중요한 시금석이 된다(김문구·박종현, 2008). WiBro는 현재 국외에서 상용화가 진전되는 가시적인 성과를 창출하고 있지만, 국내시장은 시장 성장이 정체되면서 WAVE2로 망이 발전하는 전환기적 상황에 처해 있다. 이러한 상황에서 WiBro가 글로벌 시장으로 진출하기 위해 국내시장의 정체는 국외의 주요 상용 사업자에게 미치는 영향이 클 수밖에 없다. 2008년 WiBro에 010 번호를 부여하고, 2009년 신규 사업자의 등장이 예상되므로 사업자의 적극적인 활성화 전략과 투자가 요망된다.

그리고 WiBro가 4G인 IMT-Advanced 표준으로 선정되기 위해 국가적 차원의 전략적 계획과 지원이 요망된다. 특히 국내 주요 업체 및 기관들이 IEEE 802.16m 표준 활동에 적극 참여하고, 국내 기술이 최대한 반영될 수 있도록 제반 환경을 강화하는 것이 요망된다(황승구, 2007). 이를 통해 IEEE 802.16m에서 우리나라가 IMT-Advanced 표준 확정을 주도해야 한다.

LTE에서도 국내 기술의 입지 강화와 적극적인 기술표준 참여와 개발 전략이 요망된다. 전세계 80% 이상의 지역에서 채택할 것으로 전망되는 LTE 시장은 국내 이동통신 시장의 황금어장이 되므로, 이 시장을 공략하기 위한 전략적 접근이 요망된다. 현재 LG전자가 LTE 기술개발에 적극적인 것과 같이, WiBro에서 축적된 차세대 기술역량을 최대한 활용해 LTE에서도 기술 주도권을 확보하는 것이 필요하다. 또한 LTE-Advanced 관련 기술 표준화에도 적극 참여해 국내 기술이 채택될 수 있도록 노력해야 한다.

참 고 문 헌

- 구연상, IMT-Advanced Service 권고안 완료, IT Standard Weekly 2007-31호, 2007.7. TTA.
- 권동승, 와이브로 표준화 동향 및 물리계층 기술, 제5회 차세대 이동통신망 표준기술 단기강좌 자료집, 2008.
- 김문구, 박종현, 통신서비스 현황 및 전망, 2009 정보통신연감, 전자신문사, 2008.
- 노태균, 고영조, 이경석, 안재영, 김영진, 3GPP LTE 및 LTE-Advanced 표준화 동향, 전자통신동향분석 제23권, 2008. 6.
- 박종현, 국내 HSDPA 서비스 수용의 영향요인 분석과 활성화 방향, 전자통신동향분석, 한국전자통신연구원, 2009.
- 박종현, 김문구, 와이브로 글로벌 진출전략, 한국전자통신연구원, 2008.
- 성향숙, Minimum requirements for IMT-Advanced, 제5회 차세대 이동통신망 표준기술 단기강좌 자료집, 2008.
- 이광희, 와이브로 기술의 국제표준 채택에 따른 향후 전망, 통신사업자연합회지 42호, 2007.
- 이현우, 지형주, 3GPP 표준 로드맵 및 LTE 기술 개요, 한국통신학회지, 제25권 9호, 2008.
- 임광재, 윤철식, IMT-Advanced 시스템을 위한 IEEE 802.16m 표준화 동향, 전자통신동향분석, 제23권 제3호, 2008. 6.
- 장재득, 박형준, 3G LTE 이동통신 시스템 단말 플랫폼 기술 동향과 전망, 전자통신동향분석 제23권, 2008. 2.
- 조성선, 문형돈, 4G 국제표준화 대응동향 및 시사점, 정보통신연구진흥원, 2008.

- 한국정보통신기술협회, 국제표준화 회의참가 보고, 제2차 ITU-R WP5D 회의, TTA 저널, No.118, 2008년 7~8월호.
- 한국정보통신기술협회, ICT Standard Roadmap 2008, 2008.
- 황승구, WiBro 국제표준 기반 4G 이동통신 비전, TTA 저널, 114권, 2007. 11.
- Financial Times, 2008년 6월 27일자 기사
- Gartner Dataquest, 2007. 12.
- 전자신문사(<http://www.etnews.co.kr>)
- 3GPP(<http://www.3gpp.org>)
- WiMAX Forum(<http://www.WiMAXforum.org>)
- ITU-R(<http://www.itu.int>)