

4세대이동통신 기술개발전략 분석*
**(An Analysis of the 4G Mobile Communications
Technology Development Strategy in Korea)**

노일수, 엄기용*, 유명신**,이병남***
한국전자통신연구원, 정보화기술연구소

요 약 <ABSTRACT>

Korean mobile communications industry has been a main locomotive of the drastic development of Korean IT industry and became one of core industries in national economy. To secure strong competitiveness of mobile communications industry, smooth cooperation should be reconsidered among government, universities, research institutions, and private companies. Future mobile communications technology will be evolved from IMT-2000 to system upgrade, 3.5G and 4G. And the goals of technology development are provision of mobile multimedia services based on better mobility and higher data speed rates. Therefore, Korea's technology development strategies of mobile communications should be focused on intensifying bondage of international cooperation, strengthening standardization activities, and enhancing core technology development capability to secure IPR.

* 본고는 노일수 외, "IMT-2000 이후의 이동통신 기술개발전략분석", 2002.7, 한국통신학회 하계종합학술대회에 게재예정인 논문을 수정 보완한 것임.

I. 지식정보사회의 도래와 이동통신

지식정보사회의 도래와 더불어 지식과 정보는 국가경쟁력강화 및 기술혁신을 위한 핵심요소이며, 지식과 정보를 기반으로 하는 정보통신기술은 경제의 패러다임을 변화시켜 삶의 질에 영향을 주는 핵심부문이다. 특히 정보통신산업은 자체의 성장성뿐만 아니라 전통산업과 서비스업 등 타산업의 효율성 향상을 지원하는 정보화시대의 고도의 기술집약적 핵심산업이다. 그러나 세계적인 정보통신기술 및 시장환경의 변화에 따라 민간중심의 경쟁체제로 시장구조가 변화하고 글로벌 통신서비스시장의 확대에 각국의 경쟁이 격화되고 있다.

특히 정보통신은 미래 정보사회의 기반으로 무한한 정보의 가공 및 유통과 이의 네트워크화를 통해 global market에 대한 지배력 강화가 용이해짐으로서 "AAAA (Anything, Anywhere, Anytime, Anyone)"에 대한 중요성이 한층 강조되고 있다. 또한 유·무선, 방송의 경계가 허물어지고 VHE(Virtual Home Environment)가 가능하게 될 것으로 예상되고 있다. 따라서 정보유통의 기본 수단으로서 "AAAA"를 가능케 하는 보다 향상된 이동통신서비스가 요구되고 있다.

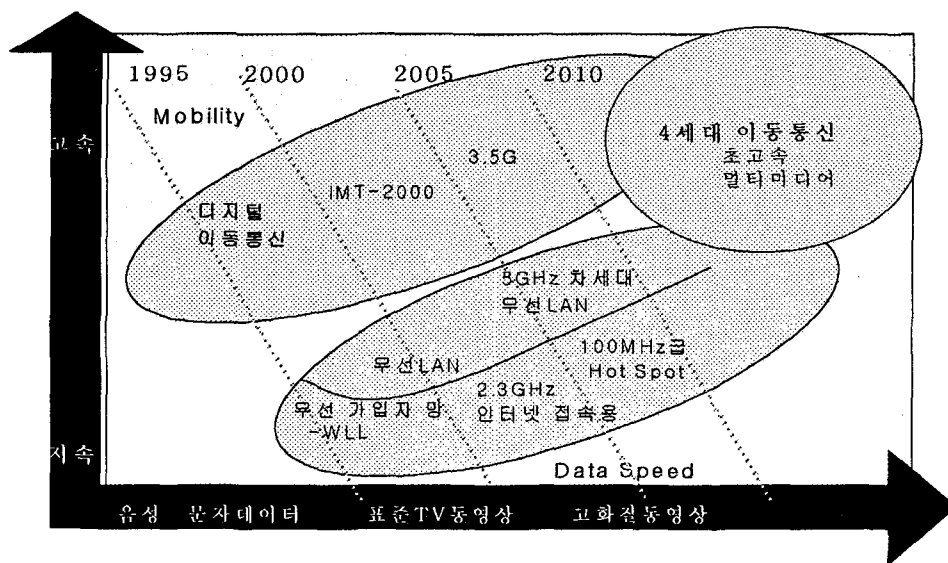
우리나라의 경우 정보통신산업은 IMF위기를 극복하고 고용창출 및 수출산업화를 통해 국가경쟁력을 향상시키고 경제성장을 주도한 핵심산업이며 그중 이동통신산업은 CDMA 기술개발 및 망운용경험 등 우리가 세계적인 경쟁력을 지닌 산업으로 이러한 분야의 경쟁력 유지 및 시장확대를 위한 지속적인 연구개발이 요구되고 있는 분야이다. 따라서, 본 고에서는 이동통신기술의 진화추이 및 특성을 비교 분석하고, 각국의 IMT-2000이후의 기술개발 동향을 파악하고 우리나라의 3세대이후 기술개발 및 추진전략을 분석하고자 한다.

II. 이동통신기술의 발전추이

2.1. 이동통신 기술발전 추이

이동통신기술은 1980년대 1세대 아날로그통신을 시발로 하여 1990년대 음성위주의 저속데이터 서비스에 기반한 GSM, PDC, IS-95등을 중심으로

한 2세대 디지털통신, 그리고 2000년대에는 2 GHz대역을 사용하는 글로벌 멀티미디어서비스를 목표로 하는 3세대 IMT-2000으로 10년을 주기로 진화되어 왔다. 현재는 2010년을 목표로 이동통신 기술개발이 추진되고 있으며 IMT-2000의 성능개선을 목표로 하는 IMT-2000 enhancement 개념과 새로운 이동통신의 개념인 4세대 이동통신 즉, Systems Beyond IMT-2000의 기술개발을 목표로 하는 두 개념이 혼재되어 진화하고 있다. [그림 1]에서 알 수 있듯이 미래이동통신은 고속의 이동성을 기준으로 IMT-2000, 3.5G, 4G로 진화해가고 있고 데이터 품질을 기준으로 무선 LAN과 Hot Spot 기술개발을 통한 초고속 멀티미디어 서비스를 목표로 기술개발이 진행되고 있다.



[그림 1] 이동통신기술 발전전망

먼저 2세대 이동통신과 비교하여 IMT-2000은 <표 1>에서 알 수 있듯이 2 GHz대역을 사용하여 유선, 무선 및 위성환경하에서 단말 또는 사용자 접속카드를 음성, 데이터, 영상 등을 포함하는 멀티미디어서비스와 이를 전세계적으로 제공할 수 있는 글로벌 로밍을 주된 특징으로 하는 “글로벌 멀티미디어서비스”라고 정의하고 있다. 따라서 일반 사용자 측면에서는 기존의 음성위주 서비스에서 벗어나 고속데이터와 영상서비

스까지 가능한 무선 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있으며 사용자카드 등을 통해 고도화된 이동성을 제공받을 수 있게 된다. 또한 통신사업자의 입장에서는 수익성에 기초한 신규서비스의 제공, 망구축 경제성 제고를 위한 유무선 통합 및 연동서비스 제공, 실내의 경우 2Mbps, 보행자의 경우 384Kbps 그리고 차량이동의 경우 144Kbps급의 다양한 무선접속 기능 등을 지원할 수 있다고 정의하고 있다¹⁾.

< 표 1 > IMT-2000의 제공가능 서비스

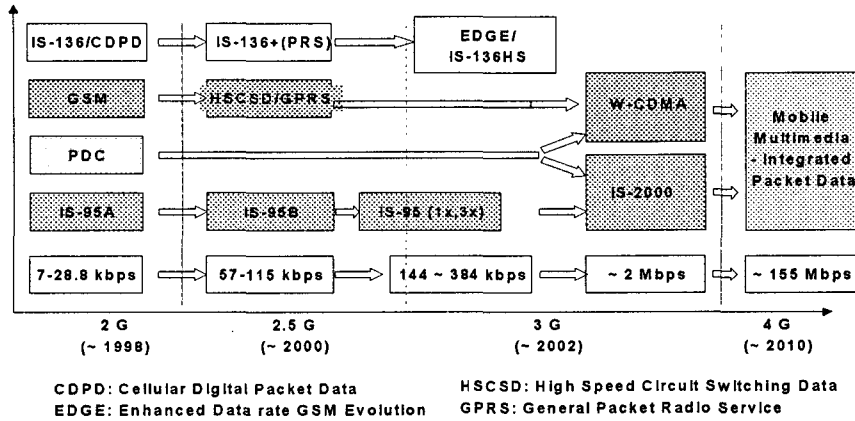
분 류	세부 서비스
이동서비스	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 이동성서비스 <ul style="list-style-type: none"> - 단말이동성/개인이동성/서비스이동성서비스 ▷ 위치정보서비스 <ul style="list-style-type: none"> - 이동체추적서비스/지능형이동체추적서비스
정보통신 서비스	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 음성서비스 <ul style="list-style-type: none"> - 고품질 음성서비스(16~64Kbps) - AM급 오디오 정보서비스(32~64Kbps) - FM급 오디오 정보서비스(64~384Kbps) ▷ 데이터서비스 <ul style="list-style-type: none"> - 중·저속 데이터서비스(64~144Kbps) - 중·고속 데이터서비스(144Kbps~2Mbps) - 초고속 데이터서비스(≥2Mbps) ▷ 멀티미디어서비스 <ul style="list-style-type: none"> - 영상서비스(~384Kbps) - 동영상서비스(384Kbps~2Mbps) - 실시간 동영상서비스(≥2Mbps)
인터넷 서비스	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 단순 인터넷서비스(~384Kbps) ▷ 실시간 인터넷서비스(384Kbps~2Mbps) ▷ 이동 멀티미디어 인터넷서비스(≥2Mbps)

자료 : 임명환, 「IMT-2000 현황 및 Issues」, ETRI, 2000. 7.

임명환(2001)은 IMT-2000망의 경우 기존망의 진화경로는 현재 사용하고 있는 Core Network의 종류에 따라 진화경로가 결정되는데 [그림 2]에서와 같이 CDMA를 사용하는 IS-95계열의 경우 IS-95B, IS-95C를 거쳐 cdma2000으로 진화하며, TDMA를 사용하는 GSM 계열은 HSCSD/GPRS를 거쳐 W-CDMA로 발전되고 있다고 지적했다.

1) 이동통신전략연구팀, “이동통신사업 정책현안 과제”, ETRI, 2000.12.에서 재정리.

기술방식별 세대간 진화방향



자료 : 박남훈, "3세대 이후 이동통신기술의 변화와 대응전략", 모바일 네트워크 기술워크샵, 2002.5.22
 [그림 2] 기술방식별 세대간 진화 방향

2.2. 4세대 이동통신의 필요성

4세대 이동통신기술은 IMT-2000에서 예상되는 기술적 한계를 극복하기 위해 요구되고 있다. 즉, IMT-2000은 전송속도 및 이용 효율의 한계로 고속의 모바일 인터넷 멀티미디어 서비스를 제공하기에는 미흡한 수준이며 서비스 사용료가 고가여서 소비자에게 쉽게 접근하는데 한계가 있다. 그러나 4세대 이동통신은 IMT-2000과 비교하여 다음과 같은 기술적 차이점은 갖는다. 첫째, 지금까지의 Technology Push 측면을 벗어나 사용자 위주의 통합된 서비스 제공이 가능해지고, 단말기 하나로 모든 것을 해결할 수 있으며, 또한 서비스 제공자를 사용자가 선택하며 상이한 네트워크간 Hand Over가 용이해 질 것으로 예상되고 있다. 둘째, 다양한 이종 무선통신시스템의 융합으로 이종 시스템 및 네트워크 간 연동을 통한 Seamless서비스, 소비자의 다양한 요구에 부응하는 QoS, CoS 구현, End-to-End 인프라의 All IP화가 가능해 진다. 셋째, IMT-2000에 비해 고속이동시 10배이상의 전송속도 구현이 가능해 진다²⁾.

2) 강우식, "4세대 이동통신의 개발동향 및 발전전망", Telecom & Satellite/IMT-2000 International Seminar, 2001. 9. 24.에서 재정리.

따라서 김성근(2001)이 지적했듯이 4G기술은 이동성 측면에서는 Bluetooth나 LAN등 유선 어플리케이션과 미래의 무선 어플리케이션인 2.5G, 3G, WLAN등을 적용할 수 있으며, 전송속도 측면에서는 전송속도의 급속한 향상이 예상되며 3G가 전반적인 멀티미디어 어플리케이션을 담당하는데 반하여 4G의 경우 대화면 멀티미디어 어플리케이션을 담당할 것으로 예상되고 있다. 특히 한정된 커버리지내에서의 Hot Spot 기술은 상당한 수익성을 창출할 수 있는 기술로 예상되고 있다.

2.3. IMT-2000 Enhancement 와 Systems Beyond IMT-2000의 특징

아직까지 국가, 통신사업자, 제조업자, 서비스 공급자간에 4세대 이동통신의 개념에 대한 접근방법이 다르고 현재까지는 정확한 개념이 정립되지 않은 상태이다. 일본의 경우 가장 적극적으로 4세대 이동통신기술, "4G" 라는 용어를 도입하였다. 반면에 ITU-R/WP8F에서는 4G라는 용어에 대한 사용을 자제하고 있으며 대신에 "Systems beyond IMT-2000" 혹은, "The ongoing enhancement of IMT-2000" 이라는 용어를 채택하고 있다. Roussel((2001)은 4G 개념과 관련하여 Ericsson의 경우 4G는 새로운 시스템이나 표준이 아니라 초고속전송을 위한 3G에 기반한 기술들의 혼합이라고 정의하고 있으며, Siemens는 4G는 Access 기술의 변화만 요구될 뿐 network에는 영향이 없으며 3G와 4G의 명확한 구별이 어려우므로 beyond 3G로 정의하고 있다고 설명하고 4G 개념이 3G와 명확히 구별되지 않고 있다고 지적하고 있다. 그러나 향후 예상되는 기술발전 전망은 무선인터넷 활성화로 인한 트래픽의 증가에 대응하기 위해 성능과 용량을 향상시키는 방향으로 전개될 것이며 이러한 미래이동통신 시스템은 영상전화, 초고속/고품질/고도보안성의 무선인터넷 서비스, 광대역 초고속 이동멀티미디어 서비스의 제공 등 서비스 주도형 시스템으로 연구개발이 진행될 것으로 예상되고 있다.

따라서 아직까지 4세대 이동통신이라는 용어에 대한 공감대는 이루어지고 있지 않지만 일반적으로 IMT-2000 이후의 통합된 초고속 이동 멀티미디어 서비스 제공에 대한 시나리오로 광의로 통칭되고 있다.

IMT-2000 Enhancement 와 Systems Beyond IMT-2000의 차이를 정리하면 <표 2>와 같다.

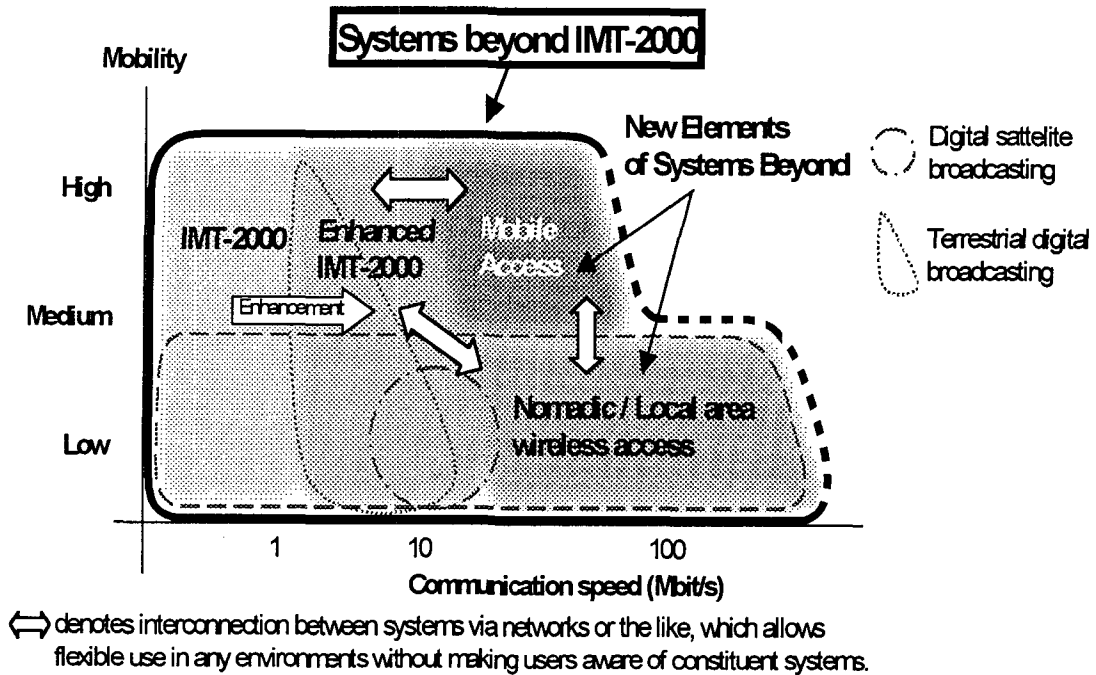
<표 2> Enhancement와 Systems Beyond IMT-2000비교

구분 특성	Enhancement(~2005)	Systems Beyond IMT-2000(~2010)
개념	<ul style="list-style-type: none"> - 무선전송속도의 고속화 및 용량증대 - IP기반 고속 비대칭 서비스 지원 - 3GFamily간 글로벌 로밍 제공 	<ul style="list-style-type: none"> - IP Centric : 백본망뿐만 아니라 무선 액세스 및 응용서비스 등 End-to-End 인프라의 IP 친화적 형태화 - Convergence : 이동통신, 광대역 무선 Access, 무선LAN, 위성, 방송의 융합
특성	- 서비스: 대칭형에서 대칭형/비대칭형으로 고도화	- 서비스 : 다양한 QoS, CoS
	- 네트워크: 회선/패킷에서 IP기반 핵심망으로 고도화	- 네트워크: IP Centric
	- 단말기: 단일/이중모드에서 다중모드로 고도화	- 단말기 : H/W Reconfigurable, S/W Piprogrammable
	- 액세스: 3G, cdma2000 1X /1Xev-DO, W-CDMA(FDD, TDD) 에서 3G+, 1Xev-DV/W-CDMA(HSDPA)로 고도화	- 액세스: 3G/3G+/ 무선LAN/ 광대역 무선 액세스(BWA)/ 위성 /방송 /무선 PAN
요구 사항	<ul style="list-style-type: none"> - 스펙트럼 효율성 제고를 통한 무선전송속도의 고속화 - 간섭완화 기술을 적용한 채널용량 극대화 - 대칭형 및 비대칭형 서비스 수용을 위한 고속 무선 패킷 서비스 	<ul style="list-style-type: none"> - 이중시스템간 로밍제공 - 다양한 응용서비스 제공을 위한 무선 QoS, CoS - End-to-End QoS 연동보장 - 최대 155Mbps 전송을 지원 - 고속이동성(2Mbps 이상) 제공
	<ul style="list-style-type: none"> - 주파수 : WRC-92, WRC-2000 - 데이터 전송속도 : 차량이동시 384kbps 이상, 보행/육내시 10Mbps - 로밍: IMT-2000시스템간 글로벌 로밍 	<ul style="list-style-type: none"> - 주파수 : 60GHz까지 - 데이터 전송속도 : 차량이동시 2Mbps 이상, 보행/육내시 20~155Mbps - 로밍: 이중간 Seamless 로밍 - 서비스 시기 : 2010년

자료 : 정보통신연구진흥원, "3세대 이동통신 이후의 기술개발에 관한 기획연구", 2001.5.31.을 재구성

먼저 IMT-2000 Enhancement는 IMT-2000의 고도화, 즉 Evolution의 개념으로 Convergence의 성향이 강하고 시장초기에는 IMT-2000, WLAN, WPAN, BWA를 커버하고 시장성숙기에는 DVB, ITS, Hot Spot을 포함하는 기술발전방향을 모색하는 중기적 관점의 시장 주도적 기술이다. Systems Beyond IMT-2000의 경우 IMT-2000의 10배 이상인 최고 1 Gbps까지의 무선전송속도를 가지며 다중밴드/다중보드/전송속도 적응형 서비스로서 Machine-to-Machine의 직접 통신방식이 적용되며 다양한 시스템과 서비스 Convergence 개념으로 IMT-2000과는 전혀 새로운 시스템, 기술표준, 주파수가 요구되는, 장기적인 관점에서 궁극적인 4세대 이동통신의 기술발전방향을 모색하는 기술주도적 기술이

다. 이동성과 전송속도의 차이를 통한 두 시스템의 비교는 [그림 3]에 나타나 있다.

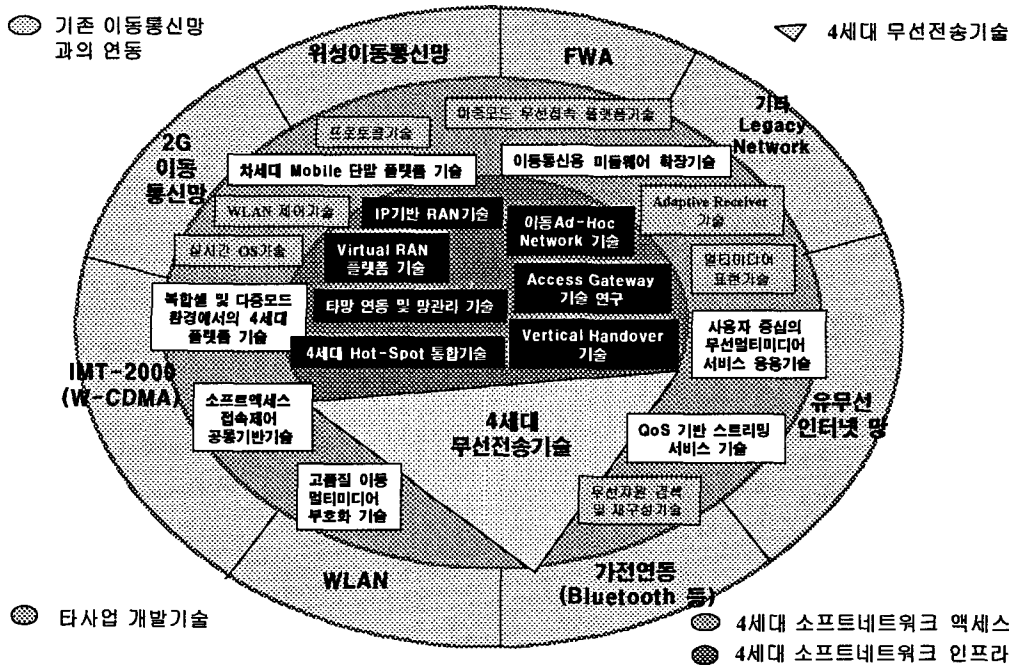


자료 : ITU-R W8F, "Revision 1 to Document 8F/TEMP/196-E" , 14 October 2001

[그림 3] IMT-2000 이후의 기술발전 방향

[그림 4]에서 알 수 있듯이 4G 기술개발을 위해서는 다양한 요소 기술이 요구되고 있다. 박남훈(2002)은 이를 기존 이동통신망과의 연동, 4세대무선전송기술,타사업개발기술그리고4세대 소프트네트워크 액세스 및 인프라기술로 구별하였다. 강우식(2001)의 경우 이를 크게 4가지로 구분하였는데 첫째, 무선전송부분에서 요구되는 기술은 안테나 기술과 전파 및 채널 모델링 기술 그리고 전송 및 신호처리기술이다. 둘째, 시스템부분에서 요구되는 기술은 무선망구조와 셀설계 및 링크 해석 그리고 시스템 엔지니어링 기술이다. 셋째, 네트워크부분에서 요구되는 기술은 핵심망기술과 액세스망 기술 그리고 보안기술이다. 넷

재, 단말부분에서 요구되는 기술은 브라우저 및 인터넷접속프로토콜과 멀티모드 및 멀티밴드 그리고 서비스관련 기술이다.



자료 : 박남훈, “3세대 이후 이동통신기술의 변화와 대응전략”, 모바일 네트워크 기술위크샵, 2002.5.22

[그림 4] 4세대 이동통신 요소기술

각국의 표준화 및 기술개발관련 전략은 <표 3>와 같다. 특히, ITU-R은 IMT-2000이후의 이동통신의 기본개념을 2002년 6월에 확정할 예정이어서 각국 주요기업의 경쟁적 선행연구가 이루어지고 있으며 이에 대응하기 위한 우리나라의 새로운 전략의 수립 및 추진이 요구되고 있다.

<표 3> 각국의 기술개발 동향

국가	4G 기술개발프로그램
한국	<ul style="list-style-type: none"> - 정보통신 연구진흥원 중심으로 2001년 5월 “3세대 이동통신 이후의 기술개발에 관한 기획연구“ 완료 - ETRI를 중심으로 2001년 12월부터 4세대 이동통신 국책연구 수행중 - Smasung, LG, SKT, KT 등 전담반 활동중 - 정보통신부는 동북아(한·중·일) 이동통신 표준화그룹을 형성하고 4세대 표준화를 공동으로 대처할 계획
유럽	<ul style="list-style-type: none"> - Mobile VCE 4G연구(1997)개시 <ul style="list-style-type: none"> · 참여회사: BT, Nortel, Philipse, Motorola, NEC, Ericsson, Nokia, Lucent - WSI(Wireless Strategic Initiative) (2000) <ul style="list-style-type: none"> · 참여회사: Alcatel, Ericsson, Nokia, Simens · 비전 공동작업 및 테스트베드 공동운영 - ITU-R WP 8F(2000.3) <ul style="list-style-type: none"> · 4G비전 정립 및 권고안 마련예정(2002.6) - IST(Information Society Technology) Program(2000.5)수행 - Ericsson은 3세대 보다 50배빠른 초고속 데이터 전송방식을 연구중
일본	<ul style="list-style-type: none"> - NMAC(1996~2001)프로그램 개발완료단계 및 우정성 4세대 이동통신 개발추진 - NTT DoCoMo 중심의 4G 연구진행 <ul style="list-style-type: none"> · Magic Project - 2005년경 3.5G 서비스 계획 - 2010년경 4G 서비스 계획 - 미국, 일본보다 빠르게 새로운 시스템으로 진화 시나리오 구축
미국	<ul style="list-style-type: none"> - NSF(National Science Foundation) Program - Motorola, Lucent, Nortel, Qualcomm등 연구시작 - AT&T Lab Research 는 3세대 이후의 시스템으로 OFDM에 근거한 고속 무선인터넷 접속시스템 연구중 - Lucent-Bell Lab은 차세대 초고속 무선데이터 전송을 위한 MIMO시공간 다이버시티 기술/BLAST연구 진행중

자료 : 1. 강우식, “4세대 이동통신의 개발동향 및 발전전망”, Telecom & Satellite/IMT-2000 International Seminar, 2001. 9. 24.
 2. 박남훈, “3세대 이후 이동통신기술의 변화와 대응전략”, 모바일 네트워크 기술워크샵, 2002.5.22
 3. 차세대이동통신기술개발협의회 사업관리단, “3세대 이동통신 이후의 기술개발에 관한 기획연구“,정보통신연구진흥원,2001.5.31 를 이용하여 재구성.

III. 결 론

Roussel(2002)은 4G 이동통신서비스 시나리오를 다음과 같이 예상하였다. 첫째, 4G는 IMT-2000서비스가 어느정도 성숙된 시장에서 대도시를 중심으로 발전될 것이다. 둘째 4G는 현재와 비슷한 규제와 경제적 제

약하에서 통신사업자가 서비스를 공급할 것이다. 데이터 및 멀티미디어 서비스를 위해서는 최소 384Kbps이상의 전송속도가 요구될 것이다. 셋째, 단말기의 경우 최소 4인치 이상의 보다 큰 화면을 제공할 수 있어야 한다. 넷째, 시장측면에서 4G는 3G보다 급속히 확산될 것으로 예상되나 소비자의 비용적인 측면으로 인해 2G, 3G, 무선, WLL 등과 경쟁할 것으로 예상되며 이동 멀티미디어 시장은 전체 이동통신시장보다 작을 것으로 예상된다. 따라서 4G는 3G보다는 작은 시장을 가진 3G의 보완재적 역할을 할 것이며 단말기의 경우 보다 싸고 대화면의 멀티미디어 서비스가 가능하면서 보다 저렴해야 하며 컴퓨터와 통신과 오락이 가능한 초고속 이동 멀티미디어 서비스가 될 것이다.

우리나라 이동통신 산업은 CDMA기술개발 및 망운용 경험을 바탕으로 정보통신산업의 발전에 주도적 역할을 해왔으나 기술종속 탈피, IPR 확보와 국제수지개선 등을 통한 이동통신 강국으로의 도약에는 해결해야 할 많은 전제조건이 있다. 아직까지 국내의 기술개발연구는 3.5G수준의 Enhancement 보다는 시스템 upgrade에 중점을 두고 추진되고 있다. 단기적으로 IMT-2000은 cdma2000, UMT/GPRS, W-LAN, 무선인터넷, 무선 홈 네트워크, 이동통신과 W-LAN 연동 등 다양한 기술이 혼재할 것으로 예상되며, 중기적으로는 IMT-2000의 기술적 보완, 개선하며 다양한 시스템들의 연동을 지원 할 수 있는 3.5G 시스템으로 진화할 것으로 예상된다. 그러나 장기적으로 이동통신 기술은 4G 기술로 진보할 것으로 예상되고 있으므로 이에 대응한 산·학·연 협조체제하의 선택과 집중을 통한 기술개발전략이 요구되고 있다. 특히 세계의 표준화 동향을 파악하고 IPR 확보를 고려한 장기적인 비전과 플랜을 통한 연구개발에 중점을 두어야 할 것이다. 그러므로 표준화 전략은 국내 기술개발환경에 유리하고 세계시장 확보가능성이 높은 기술들을 중심으로 국제표준화 정책을 유도하며, 표준화 전문가 육성 및 활동을 강화 및 국제표준화 동향에 대한 명확한 분석과 신속한 전파가 요구되고 있다. 또한 유럽과 일본의 경우처럼 우리나라도 위협성이 큰 핵심기술개발을 민간부문보다는 정부주도하에 추진하며 IPR 확보를 목표로 연구개발 전략이 수립되어야 한다. 또한 국제간 협력의 관점에서 먼저 아시아 지역의 표준화를 주도하고 아시아 국가 및 우리나라의 권익을 확보하며 기술개발 초기부터 한국, 중국, 일본의 유기적 협력체제하에 공동연구를 추진하여 국내기술의 지역표준화를 강화하고 세계시장 확산에 주력해야 하겠다.

참고문헌

- [1] 강우식, “4세대 이동통신의 개발동향 및 발전전망”, Telecom & Satellite/IMT-2000 International Seminar, 2001. 9. 24.
- [2] 김성근, “3G & Beyond 3G Tech. Trend”, Telecom & Satellite/IMT-2000 International Seminar, 2001. 9. 24.
- [3] 이광희, 「4세대 이동통신 기술연구」, ETRI(내부자료), 2002. 3.
- [4] 이동통신전략연구팀, “이동통신사업 정책현안 과제“, ETRI, 2000.12.
- [5] 임명환, 「IMT-2000 현황 및 Issues」, ETRI, 2000. 7.
- [6] 박남훈, “3세대 이후 이동통신기술의 변화와 대응전략”, 모바일 네트워크 기술워크샵, 대한전자공학회, 2002.5.22
- [7] 정보통신부, “4세대 이동통신 기술개발 계획”, 2002.1. 17.
- [8] 차세대이동통신기술개발협의회 사업관리단, “3세대 이동통신 이후의 기술개발에 관한 기획연구”, 정보통신연구진흥원, 2001.5.31.
- [9] ITU-R W8F, “Revision 1 to Document 8F/TEMP /196-E” , ITU,14 October 2001.
- [10] Dominique Roussel, “3G & Beyond 3G Tech. Trend”, Telecom & Satellite/IMT-2000 International