

방송통신정책연구 11-진흥-나-13

광대역 무선통신 주파수 소요량 산출 및 공급방안 연구

(A study on additional spectrum forecast for mobile
broadband)

237mm

2011. 12

연구기관 : 한국전자파학회



방송통신정책연구 11-진흥-나-13

광대역 무선통신 주파수 소요량 산출 및 공급방안 연구

(A study on additional spectrum forecast for mobile
broadband)

2011. 12

연구기관 : 한국전자파학회



이 보고서는 2011년도 방송통신위원회 방송통신발전기금 방송통신정책연구사업의 연구결과로서 보고서의 내용은 연구자의 견해이며, 방송통신위원회의 공식입장과 다를 수 있습니다.

제 출 문

방송통신위원회 위원장 귀하

본 보고서를 『광대역 무선통신 주파수 소요량 산출 및 공급방안 연구』의 연구결과보고서로 제출합니다.

2011년 12월

연구기관 : 한국전자과학회
한국전파진흥협회

총괄책임자 : 홍 인 기

참여연구원 : 윤 현 구

이 성 주

김 기 수

이 경 원

조 영 란

정 찬 형

남 원 모

김 지 수

목 차

| | |
|---|-----------|
| 요약문 | xiii |
| 제1장 서 론 | 1 |
| 제2장 이동통신 이용현황 | 3 |
| 제1절 해외 동향 | 4 |
| 1. 시장현황 및 환경변화 | 4 |
| 2. 전세계 LTE 구축 동향 | 6 |
| 제2절 국내 동향 | 9 |
| 1. 시장현황 | 9 |
| 2. 이동통신 수요조사 결과 | 11 |
| 3. 이동통신 기술현황 | 14 |
| 제3장 해외 주요국 소요량 전망 | 16 |
| 1. 미국 | 16 |
| 2. 영국 | 24 |
| 3. 일본 | 27 |
| 4. 호주 (Toward 2020 future spectrum requirements for mobile broadband) | 29 |
| 5. 프랑스 | 32 |
| 제 4장 이동통신 트래픽 예측 | 34 |
| 제1절 트래픽 예측방법 | 34 |
| 1. 설문조사 개요 | 34 |
| 2. 1차 설문 | 35 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 3. 2차, 3차 설문 | 40 |
| 4. 4차 설문 | 54 |
| 제2절 트래픽 예측 결과 | 56 |
| 1. 트래픽 예측 개요 | 56 |
| 2. 트래픽 예측 결과 | 59 |
| 제3절 트래픽 예측 요약 | 69 |
| 제5장 주파수 소요량 산출 | 72 |
| 제1절 주파수 소요량 산출 방법 | 72 |
| 1. ITU-R M.1768 | 72 |
| 2. ITU-R M.1390 | 81 |
| 제2절 주파수 소요량 전망시 주요 고려 사항 | 83 |
| 1. WiBro에 의한 영향 | 83 |
| 2. WiFi에 의한 영향 | 85 |
| 3. Femto셀 도입에 의한 영향 | 85 |
| 4. 무제한 요금제에 의한 영향 | 86 |
| 5. 사회발전 시나리오에 따른 영향 | 86 |
| 제3절 주파수 소요량 산출 결과 | 87 |
| 1. 평균 예측값 적용 | 87 |
| 2. WiBro 효과 | 95 |
| 3. Femto셀 효과 | 99 |
| 4. 무제한 요금제에 따른 예측 | 101 |
| 5. 사회발전 시나리오에 따른 예측 | 103 |
| 6. WiBro 주파수를 포함한 주파수 소요량 | 104 |
| 제6장 주파수 공급방안 | 106 |
| 제1절 후보대역 (WRC 결의사항을 중심으로) | 106 |

| | |
|---|------------|
| 제2절 대역별 해외 정책 동향 | 109 |
| 1. Digital Dividend (700/800MHz 대역) | 109 |
| 2. 2.1GHz 대역 | 124 |
| 3. 2.6GHz 대역 | 126 |
| 4. 3.5GHz 대역 | 133 |
| 제3절 모바일 광대역 주파수 협의회 운영 결과 | 138 |
| 제4절 국내 주파수 공급방안 | 143 |
| 1. Digital Dividend (698~806MHz 대역) | 143 |
| 2. 2.1GHz 대역 | 144 |
| 3. 2.6GHz 대역 | 147 |
| 4. 3.5GHz 대역 | 148 |
| 제7장 결 론 | 149 |
| 참고문헌 | 153 |

표 목 차

| | |
|--|----|
| <표 2-1> 세계 이동통신 가입자 수 현황 및 전망 (단위 :백만 명) | 4 |
| <표 2-2> 세계 이동통신 시장규모 현황 및 전망 (단위 :백만 불) | 5 |
| <표 2-3> LTE 서비스 매출액 전망 | 8 |
| <표 2-4> 국내 이동통신 시장규모 현황 및 전망 | 9 |
| <표 2-5> 스마트폰 도입 이후 데이터 트래픽(KT) | 10 |
| <표 2-6> 이동통신 수요조사 결과 - 용도 별 구분 | 12 |
| <표 2-7> 이동통신 수요조사 결과 - 기술 별 구분 | 12 |
| <표 2-8> 이동통신 수요조사 결과 - 소요대역폭 별 구분 | 12 |
| <표 2-9> 이동통신 수요조사 결과 - 활용예상시기 및 소요 대역폭 | 13 |
| <표 3-1> 1997-2006년간 미국 셀사이트 현황(CTIA) | 21 |
| <표 3-2> 주파수 수요예측 결과 | 22 |
| <표 3-3> 멀티미디어 모바일, 3G, 인터넷 SIM 카드 사용 현황 | 33 |
| <표 4-1> 모바일 광대역 주파수 소요량 예측을 위한 설문 항목 | 34 |
| <표 4-2> 1차 설문결과 - 트래픽 관점에서 3대 주요 단말기 | 36 |
| <표 4-3> 1차 설문결과 - 트래픽 예측에서 추가 고려가 필요한 단말기 | 36 |
| <표 4-4> 1차 설문결과 -트래픽 관점에서 단말기 별 3대 주요 어플리케이션 | 37 |
| <표 4-5> 1차 설문결과 - 모바일 트래픽 증가의 주요동인 | 38 |
| <표 4-6> 1차 설문결과 - 모바일 트래픽 증가의 3대 주요동인 | 39 |
| <표 4-7> 3가지 시나리오 별 특성 | 39 |
| <표 4-8> 2, 3차 설문응답자의 인구통계학적 특성 | 40 |
| <표 4-9> 2, 3차 설문응답자들의 유형 - 산·학·연 분류 | 40 |
| <표 4-10> 2, 3차 설문응답자들의 전문성 - 관련분야 종사기간 | 40 |
| <표 4-11> 이동통신 산업에 대한 설문응답자들의 전문성 | 41 |

| | |
|--|----|
| <표 4-12> 이동통신 서비스와 스마트폰 가입자 수요예측 | 42 |
| <표 4-13> 스마트폰 가입자 수 포화시점과 시장규모 예측 | 42 |
| <표 4-14> 피쳐폰과 스마트폰의 어플리케이션 사용패턴 예측 | 43 |
| <표 4-15> 피쳐폰과 스마트폰의 사용시간 예측 | 43 |
| <표 4-16> PC산업에 대한 설문응답자들의 전문성 | 44 |
| <표 4-17> Laptop PC와 Tablet PC의 사용자 수요예측 | 44 |
| <표 4-18> Laptop PC와 Tablet PC의 어플리케이션 사용패턴 예측 | 45 |
| <표 4-19> Laptop PC와 Tablet PC의 사용시간 예측 | 45 |
| <표 4-20> TV산업에 대한 설문응답자들의 전문성 | 46 |
| <표 4-21> 스마트TV의 사용자 수요예측 | 46 |
| <표 4-22> 스마트TV의 어플리케이션 사용패턴 예측 | 47 |
| <표 4-23> 스마트TV의 사용시간 예측 | 48 |
| <표 4-24> M2M에 대한 설문응답자들의 전문성 | 48 |
| <표 4-25> M2M 방식의 무선통신 상용화 시점 예측 | 49 |
| <표 4-26> 전체 트래픽 중 M2M 트래픽의 비율 | 49 |
| <표 4-27> 각 단말기 별 발생 트래픽 중 WiFi 분담율 | 50 |
| <표 4-28> 이동통신 서비스, WiBro 서비스, LTE 서비스에 대한 인식 - 3차 설문결과 | 50 |
| <표 4-29> WiBro 망과 이동통신 망을 통한 트래픽 우회 비율 - 3차 설문결과 | 51 |
| <표 4-30> LTE 망과 이동통신 망을 통한 트래픽 우회 비율 - 3차 설문결과 | 51 |
| <표 4-31> 향후 10년간 각 서비스 별 연 평균 트래픽 증가율 예측 | 52 |
| <표 4-32> 예측 시 전문가가 가정한 시나리오 | 52 |
| <표 4-33> 시나리오 별 트래픽 소요량의 증감 예측 | 53 |
| <표 4-34> 무제한 요금제의 지속가능성에 대한 예측 | 53 |
| <표 4-35> 4차설문내용 | 54 |
| <표 4-36> 무제한 요금제 지속 여부의 가정 | 55 |
| <표 4-37> 무제한 요금제 폐지 시 예측 트래픽 감소량 | 55 |

| | |
|---|----|
| <표 4-38> 총 트래픽 산출 방법 | 56 |
| <표 4-39> 휴대폰 트래픽 산출 방법 | 56 |
| <표 4-40> PC 트래픽 산출 방법 | 57 |
| <표 4-41> 스마트TV 트래픽 산출 방법 | 58 |
| <표 4-42> M2M 트래픽 산출 방법 | 58 |
| <표 4-43> 국내 이동통신 가입자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명) | 59 |
| <표 4-44> 국내 이동통신 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배) | 60 |
| <표 4-45> 국내 Laptop PC와 Tablet PC 사용자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명) | 61 |
| <표 4-46> 국내 PC를 통한 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배) | 61 |
| <표 4-47> 국내 스마트TV 사용자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명) | 62 |
| <표 4-48> 국내 스마트TV를 통한 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배) | 62 |
| <표 4-49> 국내 M2M 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배) | 63 |
| <표 4-50> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 평균 (단위: TB) | 63 |
| <표 4-51> 국내 WiBro 서비스 가입자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명) | 64 |
| <표 4-52> 국내 WiBro 서비스 트래픽 현황 및 전망 (단위: TB) | 64 |
| <표 4-53> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - WiBro 포함 (단위: TB) | 64 |
| <표 4-54> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 무제한 요금제 효과 (단위: TB) | 65 |
| <표 4-55> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 무제한 요금제 효과 (WiBro 포함) (단위: TB) | 65 |
| <표 4-56> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 사회발전 시나리오 (단위: TB) | 67 |
| <표 4-57> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 사회발전 시나리오 (WiBro 포함) (단위: TB) | 67 |
| <표 4-58> 각 단말기 별 발생 트래픽 중 WiFi 부담율 | 68 |
| <표 4-59> Traffic 예측치 - 2010년 및 2011년 예측치 비교 | 70 |
| <표 4-60> Traffic 예측치 - 해외기관 예측결과와의 비교분석 | 71 |
| <표 5-1> 서비스 범주 | 72 |
| <표 5-2> 서비스 환경 | 73 |
| <표 5-3> 전파환경에 따른 셀 반경 (단위: km2) | 73 |

| | |
|---|-----|
| <표 5-4> 서비스 수요 조사서 | 75 |
| <표 5-5> 트래픽 예측 데이터 | 76 |
| <표 5-6> 무선접속기술간 트래픽 배분 예(2010년) | 77 |
| <표 5-7> 트래픽 배분을 위한 SC, SE, RE 조합 예 | 78 |
| <표 5-8> 서비스환경별 전파환경의 population coverage 비율 예 | 78 |
| <표 5-9> Smart 폰과 WiBro의 가입자 만명당 발생 트래픽 | 84 |
| <표 5-10> 연도별 서비스 보급율 (단위: %) | 87 |
| <표 5-11> Teledensity에 따른 인구밀도 (단위:명/km ²) | 88 |
| <표 5-12> 셀 면적과 반경 | 88 |
| <표 5-13> Teledensity에 따른 셀당 가입자 수 (단위:명/셀) | 89 |
| <표 5-14> Teledensity에 따른 셀당 트래픽 (단위:kpbs/셀) | 91 |
| <표 5-15> 기술별 가중치 (단위:배) | 93 |
| <표 5-16> 연도별 주파수 효율 (단위:bps/Hz/셀) | 93 |
| <표 5-17> 평균 주파수 효율 (단위:bps/Hz/셀) | 93 |
| <표 5-18> 평균 주파수 소요량(단위:MHz) | 94 |
| <표 5-19> 연도별 서비스 보급율 (단위: %) | 95 |
| <표 5-20> WiBro 셀당 가입자 수 (단위:명/셀) | 95 |
| <표 5-21> WiBro 셀당 트래픽 (단위:kpbs/셀) | 96 |
| <표 5-22> 주파수 효율 (단위:bps/Hz/셀) | 96 |
| <표 5-23> WiBro 주파수 소요량(단위:MHz) | 97 |
| <표 5-24> 이동통신 주파수 소요량 - WiBro 포함(단위:MHz) | 98 |
| <표 5-25> Femto 셀 도입에 따른 주파수 소요량 및 주파수 효율 증가율(단위:MHz,%) 100 | |
| <표 5-26> 셀당 총 트래픽 - 무제한 요금제 폐지 시 (단위:kpbs/셀) | 101 |
| <표 5-27> 셀당 총 트래픽 - 무제한 요금제 유지 시 (단위:kpbs/셀) | 102 |
| <표 5-28> 최종 주파수 소요량(단위:MHz) | 102 |
| <표 5-29> 사회발전 시나리오에 따른 주파수 소요량(단위:MHz) | 103 |

| | |
|---|-----|
| <표 5-30> WiBro를 포함함 주파수 소요량 전망 | 104 |
| <표 5-31> '10년/'11년 소요량 산출 차이점 | 104 |
| <표 5-32> 모바일 광대역 주파수 소요량 산출결과 요약 | 105 |
| <표 6-1> 1992년 이후 ITU의 IMT용 주파수 지정현황 | 108 |
| <표 6-2> 독일의 이동통신용 주파수 대역 | 118 |
| <표 6-3> 스웨덴의 이동통신용 주파수 대역 | 119 |
| <표 6-4> 이탈리아의 이동통신용 주파수 대역 | 120 |
| <표 6-5> 유럽 국가별 2.6GHz 대역 경매 현황 | 127 |
| <표 6-6> LTE 상용화 현황 | 132 |
| <표 6-7> 국가(지역)별 3.5GHz 대역 활용 방안 | 133 |
| <표 6-8> 유럽의 3.5GHz 대역 이용현황 | 135 |
| <표 6-9> 남미의 3.5GHz 대역 이용현황 | 136 |

그 립 목 차

| | |
|--|----|
| [그림 2-1] 글로벌 스마트폰 시장 비교 예측 | 4 |
| [그림 2-2] Global Mobile Data Traffic Growth | 6 |
| [그림 2-3] 전세계 LTE 망 전개 현황 | 7 |
| [그림 2-4] 전세계 LTE 가입자 전망 (2010~2016) | 7 |
| [그림 2-5] KT 주요 트래픽 발생 서비스 | 10 |
| [그림 2-6] 국내 스마트폰 가입자 전망 | 11 |
| [그림 2-7] IMT-2000과 IMT-Advanced 통신기술의 차이점 | 14 |
| [그림 2-8] 이동통신 기술 표준 진화 | 15 |
| [그림 2-9] 이동통신 기술 표준화 및 기술개발 방향 | 15 |
| [그림 3-1] 모바일 트래픽 수요와 망 수용량 | 16 |
| [그림 3-2] 미국(FCC)의 주파수 소요량 산출 순서도 | 17 |
| [그림 3-3] 산업계의 모바일 데이터 트래픽 전망 | 18 |
| [그림 3-4] 기기 타입별 모바일 트래픽 전망 | 19 |
| [그림 3-5] 기기 타입별 데이터 사용량 증가율 | 19 |
| [그림 3-6] 기기종류별 보급대수 및 연평균성장률 | 20 |
| [그림 3-7] 기술별 다운로드 주파수 효율 | 21 |
| [그림 3-8] 영국의 서비스 수요 및 트래픽예측 방법 | 24 |
| [그림 3-9] 트래픽 예측을 위한 서비스별 시나리오 | 24 |
| [그림 3-10] 서비스별 트래픽 예측(로그스케일) | 25 |
| [그림 3-11] 모바일 광대역 주파수 수요 전망 (2010~2020) | 29 |
| [그림 3-12] 호주의 데이터 트래픽 증가 | 30 |
| [그림 3-13] 호주의 데이터 트래픽 증가 | 30 |
| [그림 3-14] 프랑스의 3세대 이동통신 가입자율 및 서비스 이용률 | 32 |

| | |
|---|-----|
| [그림 4-1] 모바일 광대역 주파수 소요량 예측을 위한 설문 추진절차 | 35 |
| [그림 4-2] 3가지 시나리오 별 트래픽 증감의 특징 | 66 |
| [그림 4-3] 이동통신, 스마트폰, WiBro, WiFi 트래픽 증가율: '09.07~'11.06 | 69 |
| [그림 5-1] 주파수 소요량 산출을 위한 트래픽 배분 개념도 | 79 |
| [그림 5-2] ITU-R M.1390의 주파수 소요량 산출 흐름도 | 81 |
| [그림 5-3] 주파수 재사용을 위한 셀 구조 | 99 |
| [그림 6-1] 미국의 Digital Dividend | 109 |
| [그림 6-2] 캐나다의 Digital Dividend | 110 |
| [그림 6-3] 멕시코의 Digital Dividend | 112 |
| [그림 6-4] 칠레의 Digital Dividend | 113 |
| [그림 6-5] 콜롬비아의 Digital Dividend | 114 |
| [그림 6-6] 부에노스 아이레스의 TV채널 사용 | 115 |
| [그림 6-7] 유럽연합의 공통 채널배치계획 | 116 |
| [그림 6-8] 유럽의 Digital Dividend 밴드 플랜 | 116 |
| [그림 6-9] 영국의 Digital Dividend | 117 |
| [그림 6-10] 독일의 Digital Dividend | 118 |
| [그림 6-11] 일본의 700MHz 대역 이용계획(안) | 121 |
| [그림 6-12] 호주의 digital dividend | 122 |
| [그림 6-13] 호주의 700MHz 이용계획(안) | 122 |
| [그림 6-14] 세계 주요국의 2.1GHz 대역 분배 현황 | 124 |
| [그림 6-15] 2.5~2.6GHz대역 유럽표준 주파수 이용계획 | 126 |
| [그림 6-16] 스웨덴의 2.6GHz 대역 이용 계획 | 128 |
| [그림 6-17] 노르웨이의 2.6GHz 대역 이용 계획 | 128 |
| [그림 6-18] 네덜란드의 2.6GHz 대역 이용 계획 | 128 |
| [그림 6-19] 영국의 2.6GHz 대역 이용 계획 | 128 |
| [그림 6-20] 덴마크의 2.6GHz 대역 이용 계획 | 129 |

| | | |
|-----------|------------------------------------|-----|
| [그림 6-21] | 독일의 2.6GHz 대역 이용 계획 | 129 |
| [그림 6-22] | 미국의 2.6GHz 대역 이용 현황 | 130 |
| [그림 6-23] | 아틀란타 지역 주파수 이용계획 | 130 |
| [그림 6-24] | 일본 2.5~2.6GHz대역 이용 현황 | 131 |
| [그림 6-25] | 홍콩의 2.6GHz 대역 이용계획 | 131 |
| [그림 6-26] | 2.6GHz 대역 위성서비스 보호를 위한 주요 간섭 완화 기술 | 134 |
| [그림 6-27] | 유럽의 3.4~3.8GHz 대역 이용계획(안) | 135 |
| [그림 6-28] | 미국 3.5GHz 대역 해안의 군용레이더 보호지역 | 136 |
| [그림 6-29] | 모바일 광대역 주파수 협의회 구성 | 138 |
| [그림 6-30] | APT의 IMT용 채널배치(안) | 144 |
| [그림 6-31] | 국내 2.1GHz 대역 분배 현황 | 144 |
| [그림 6-32] | 지상보조장치를 이용한 위성-지상겸용IMT 개념도 | 145 |
| [그림 6-33] | 위성-지상겸용IMT 도입시 주파수 활용 예시 | 146 |
| [그림 6-34] | 2.6GHz 대역 우리나라 및 일본의 주파수 이용 현황 | 147 |
| [그림 6-35] | 2.6GHz 대역 활용 전망 | 147 |
| [그림 6-36] | 3.5GHz 대역 활용시 중국과의 간섭영향 검토 결과 | 148 |

요 약 문

1. 제 목

광대역 무선통신 주파수 소요량 산출 및 공급방안 연구

2. 연구 목적 및 필요성

최근 모바일 트래픽과 이용하는 가입자가 급증함에 따라 사용자가 느끼는 속도가 늦어지고 일부지역에서 원활한 서비스가 어려워지는 등의 문제가 발생하고 있다. 사업자들은 이에 대처하기 위하여 지속적으로 망을 증설하고 있으나 망 증설에 의한 효과가 기대에 이르지 못하는 한계에 다다르고 있어 주파수 부족 현상이 발생하고 있다. 이러한 문제는 향후에도 지속적으로 발생할 가능성이 있고, 적기에 주파수가 적절히 제공되지 않는다면 이용요금의 상승, 일부 어플리케이션의 사용 제한, 소극적인 서비스 제공 등의 관련 산업 활성화를 저해 하는 요인으로 작용할 수 있다. 적기에 적절한 수준의 주파수가 제공되기 위해서는 객관적인 미래 모바일 트래픽 및 그에 따른 주파수 소요예측이 필수적이다.

본 연구에서는 이를 위하여 최근의 무선 트래픽 및 가입자 증가 추세를 바탕으로 향후의 무선트래픽과 가입자 수를 예측하고, 아울러 새롭게 발생하게 될 응용서비스나 사회 발전 시나리오에 대한 예측을 더하여 2020년까지의 무선 트래픽을 예측한다.

3. 연구의 구성 및 범위

- 향후 10년간 국내 무선 데이터 트래픽 예측
 - 무선 트래픽 및 가입자 증가추세, 이동통신 기술진화 추세 및 응용서비스 분석
 - WiFi 등 우회망의 데이터 트래픽 분담율 예측
 - 적용 기술, 셀 반경 및 운영 주파수 대역에 따른 주파수 효율 분석

- 주파수 소요량 분석에 필요한 객관적인 방법론 조사 및 선정
 - ITU, 미국, 영국 등의 방법론 분석
 - 국내 사업자의 소요량 예측 방법 조사 등

- 우리나라의 향후 10년간 주파수 소요량 산출
 - 트래픽 증가와 기술진화 시나리오에 따른 예측

- 2GHz이하 이동통신 주파수 대역별 주파수 공급 방안 마련
 - 주요국, 지역기구(APT, CEPT 등)의 최근 주파수정책 조사·분석
 - 이용기술 및 망진화 관련 산업현황 분석
 - 이용기술에 따른 인접 서비스간 간섭 분석
 - 효율적 이용방안 마련을 위한 의견수렴, 정책토론회 추진

4. 연구 내용 및 결과

본 연구에서는 미래 광대역 모바일 서비스 시대를 대비하여 적기에 적절한 수준의 주파수를 제공하기 위해서 객관적인 미래 모바일 트래픽 및 그에 따른 주파수 소요량을 예측하였다.

미래 모바일 트래픽을 산출하기 위하여 산학연 전문가들을 대상으로 4차에 걸친 전문가 설문조사를 실시하여 스마트폰 가입자 및 데이터 트래픽 증가 뿐 아니라 미래의 무선 서비스, 어플리케이션 및 미래 무선 기술에 대한 예측을 수행하였고, 또한 트래픽 수요의 변화에 영향을 줄 수 있는 기술, 사회, 문화적 특성을 반영할 수 있는 사회발전 시나리오까지 고려하였다.

특히, 트래픽 및 주파수 소요량 산출에 논란이 많은 요소들은 따로 선별하여 각각의 요소가 미치는 영향을 분석하였다. 이때 고려된 주요 요소로는 무제한 요금제에 의한 영향, WiBro/WiFi로의 Off-loading 효과, FemtoCell 도입에 의한 영향 등이 있다.

이러한 미래 무선 트래픽 예측을 바탕으로 ITU-R에서 제공하는 주파수 소요량 산출 방식에 따라 주파수 소요량을 예측하였고 미래 주파수 수요량 예측 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (평균 이동통신 주파수 소요량) 전문가 Delphi를 통해 획득한 이동통신 트래픽의 평균값을 사용하여 소요량 산출
 - '11.10월 이동통신 주파수 260 MHz를 기준으로 '15년 302 MHz, '20년 552 MHz의 추가 주파수가 필요할 것으로 예측

- (WiBro) WiBro 트래픽 예측을 통한 주파수 소요량 산출
 - '11.10월 WiBro 주파수 (60 MHz)를 기준으로 '15년 17~95 MHz, '20년 57~290 MHz의 추가 주파수 대역폭이 WiBro에 필요할 것으로 예측
 - '11.10월 이동통신 + WiBro 주파수 (320MHz) 기준으로 '15년에 320 MHz, '20년에 610 MHz 주파수가 추가로 필요

- (Femto 셀) Femto 셀 도입으로 얻을 수 있는 주파수 소요량 절감 효과를 정량화
 - Femto 셀의 주파수 효율 증가를 고려하지 않더라도, Macro 셀 영역을 다수의 Femto 셀로 대체하면, 2-tier에서 70%, 3-tier에서 41%의 주파수 사용량 감소

- (요금제) 무제한 정액 요금제의 존속 여부에 따른 주파수 소요량 산출
 - 무제한 요금제가 폐지될 경우, '15년 소요량은 평균 주파수 소요량에서 13% 감소한 489 MHz '20년은 '13% 감소한 706 MHz 예측
 - 무제한 요금제가 유지될 경우, '15년에 38% 증가한 775 MHz, '20년에 41% 증가한 1,143 MHz로 예측

- (사회발전 시나리오) 사회발전이 주파수 수요에 미치는 영향을 분석하기 위해 Wire-Free World(A), Expected Future(EF), Business as usual(B), Dystopia(C) 네 가지 시나리오에 따른 주파수 소요량 산출
 - '20년 기준 평균 주파수 소요량 대비 Wire-free world(A)는 24.5% 주파수 소요량 증가, Business as usual(B)는 16.5% 감소, Dystopia(C)는 24.6% 감소

이러한 추가 주파수 수요를 충족시키기 위해서는 새로운 대역의 추가 주파수 발굴이 필요하다. 이를 위하여 국내의 적으로 미래 이동통신 주파수로 고려되고 있는 700MHz 대역의 digital dividend, 2.1GHz 대역의 위성 IMT 대역, 2.6GHz 대역 및 3.5GHz 대역의 국내의 이용 현황을 분석하였고, 이를 추가 이동통신 주파수로 활용하고자 할 때 고려해야 하는 요소들을 분석하였다.

각각의 주파수 대역별 현황 및 주요 고려 사항은 다음과 같다.

○ 700MHz Digital Dividend

Digital Dividend는 전 세계적으로 IMT로의 활용을 검토 또는 추진 중이며, 이러한 추세를 따르지 않는 국가는 확인되지 않았다. 특히, 아태지역은 한·중·일 3국을 중심으로 APT를 통해 조화된 IMT용 주파수 이용계획(안)을 마련하였으며, 국내에서도 700MHz 대역의 digital dividend(698~806MHz)는 이동통신뿐만 아니라 방송, 공공, 소출력 등 다양한 수요가 존재하지만, 국제적 조화에 따른 경제적 파급효과의 중요성을 고려해 주파수 정책을 수립할 필요가 있다.

○ 2.1GHz 대역

2.1GHz 대역은 위성 IMT 대역으로 할당되어 있으나 점차로 위성-지상 겸용 IMT로의 전환이 고려되고 있고 국내에서도 이 주파수 대역을 지상망으로 활용하는 방안에 대해서 검토할 필요가 있다. 우리나라는 이 대역(1980~2010MHz/2170~2200MHz)을 위성IMT용으로 사용 할당하고 있으나, 향후 위성-지상 겸용통신기술을 활용한 위성/지상 겸용IMT로의 전환을 고려해볼 필요가 있다.

o 2.6GHz 대역

미국, 유럽, 일본 등에서 2.6GHz 대역은 LTE 또는 WiMax로 이용되고 있으며, 우리나라에서도 일부 대역(2575~2615MHz)이 WiBro로 활용 중이고, 추가 확보를 추진 중인 2540~2570MHz/2660~2690MHz 대역은 일본과의 간섭문제를 해결하면, 최대 60MHz폭의 IMT 용 주파수 확보가 가능하다. 우리나라가 2.6GHz대역(2540~2570MHz/2660~2690MHz)을 이동통신용으로 확보하기 위해서는 일본 이동 위성망(N-STAR)과의 간섭 조정이 필요하다.

o 3.5GHz 대역

3.6~4.2GHz 대역은 기존에 이용되고 있는 위성서비스와의 간섭으로 인해 일부 국가에서만 IMT로의 활용을 지지하고 있어 국제적인 조화를 이룬 이용 전망은 불투명하며, 국내에서 확보를 검토 중인 3.4~3.6GHz 대역은 전파감쇄가 심한 전파특성 등을 고려하면 도심 hotspot 등에 사용이 가능할 것으로 전망된다.

5. 정책적 활용 내용

방송통신위원회는 모바일 광대역 주파수 확보를 위한 업무계획 「모바일 광개토 플랜」을 발표하면서 본 연구의 소요량 산출 결과를 활용하였다.

6. 기대효과

본 연구를 통하여 미래 광대역 무선통신 주파수 소요량을 국내 실정에 맞게 산출하였으며, 이를 수용하기 위한 후보대역들에 대한 검토가 이루어 졌다.

이러한 연구 결과는 향후 주파수 정책에 주요 참고 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

SUMMARY

1. Title

A study on additional spectrum forecast for mobile broadband

2. Objective and Importance of Research

The reduced network speed has been occurred by increasing mobile traffic and subscribers. And the user cannot even take sufficiently network service in the some regions. To solve this problem, many operators try to increase more network equipment. But it cannot satisfy the user what network speed they want. As a result, additional spectrum is needed to increase network speed.

In this study, wireless traffic was predicted by considering subscriber growth, new services, and social development scenarios for 2020.

3. Contents and Scope of the Research

- o Domestic wireless data traffic forecast over the next 10 years
- o Research and selection of an objective methodology for frequency requirements analysis
- o Domestic frequency requirements calculation over the next 10 years
- o Study of mobile spectrum supply plan

4. Research Results

- o It requires up to 320MHz by 2015, and 610MHz by 2020 for mobile broadband based on the amount of allocated spectrum, 320MHz.

5. Policy Suggestions for Practical Use

- o We need developing mobile broadband spectrum from 700MHz Digital Dividend, 2.1GHz satellite IMT band, 2.6GHz and 3.5GHz IMT band to meet demand on future.

6. Expectations

- o We hope that the results of this study can be utilized to establish spectrum policy, and secure mobile broadband spectrum.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Chapter 2. Spectrum Usage For Mobile Broadband

Chapter 3. Demand for Mobile Broadband Spectrum
On Worldwide

Chapter 4. Mobile Data Traffic Forecast in Rep. of
Korea

Chapter 5. Demand for Mobile Broadband Spectrum in
Rep. of Korea

Chapter 6. Strategies to Address Increased Demand

Chapter 7. Conclusion

제 1 장 서 론

최근 들어 Smart 폰, Tablet PC 등의 등장으로 무선인터넷 이용이 급증하고 있다. 2009년 12월의 한달간 발생 트래픽은 397TB였던 것이 2010년 12월에는 4269TB로, 2011년 10월에는 17,409TB로 무려 44배 증가하였다. 스마트폰 가입자 수는 2009년 12월 80만명이던 것이 2010년 12월에는 719만명, 2011년 10월에는 2,000만명을 넘어서고 있어 25배 이상 증가하였다.

이처럼 모바일 트래픽과 이용하는 가입자가 급증함에 따라 사용자가 느끼는 속도가 늦어지고 일부지역에서 원활한 서비스가 어려워지는 등의 문제가 발생하고 있다. 사업자들은 이에 대처하기 위하여 지속적으로 망을 증설하고 있으나 망 증설에 의한 효과가 기대에 이르지 못하는 한계에 다다르고 있어 주파수 부족 현상이 발생하고 있다. 이러한 문제는 향후에도 지속적으로 발생할 가능성이 있고, 적기에 주파수가 적절히 제공되지 않는다면 이용요금의 상승, 일부 어플리케이션의 사용 제한, 소극적인 서비스 제공 등의 관련 산업 활성화를 저해 하는 요인으로 작용할 수 있다. 적기에 적절한 수준의 주파수가 제공되기 위해서는 객관적인 미래 모바일 트래픽 및 그에 따른 주파수 소요예측이 필수적이다.

본 연구에서는 이를 위하여 최근의 무선 트래픽 및 가입자 증가 추세를 바탕으로 향후의 무선트래픽과 가입자 수를 예측하고, 아울러 새롭게 발생하게 될 응용서비스나 사회 발전 시나리오에 대한 예측을 더하여 2020년까지의 무선 트래픽을 예측한다.

또한, 이러한 무선 트래픽 예측을 바탕으로 이동통신 기술 진화 추세 및 도입 시기 등을 고려하여 2020년까지의 소요 주파수 대역폭을 산정하였다.

특히 국내의 경우는 외국과는 다르게 Wibro 시스템의 off-loading 효과, WiFi로의 off-loading 효과, 무제한 요금제에 의한 영향 등을 별도로 고려할 필요가 있어 각각의 요인이 주파수 소요량 예측에 미치는 영향을 사항별로 분석하였다.

아울러 추가 주파수 할당을 고려할 수 있는 대역으로 WRC-00, 03, 07을 통해 IMT용 공통 주파수 대역으로 지정된 400MHz 대역, Digital Dividend, 2.1GHz, 2.6GHz 및 3.5GHz 대역에 대한 국내 이용현황과 해외 주요국 정책동향을 검토하여, 국제적인 조화를 고려한 향후 주파수 확보 정책의 추진을 위한 기초 자료를 제시하였다.

본 연구의 결과로 트래픽 예측의 객관적 토대를 마련하였고 이를 바탕으로 객관적인 주파수 소요량을 산출하였다. 주파수 소요량 산출의 핵심이 되는 트래픽 증가 예측에 대한 공감대 형성이 매우 중요함에 따라, 다양한 전문가 그룹 및 이해관계자 등이 참여하여 산출하였고, 검증된 주파수 소요량 분석 방법을 이용하였다. 특히, 국내 상황에 맞는 여건들을 충분히 고려하여 투명한 주파수 정책에 활용이 가능할 것으로 보인다.

또한 새로운 무선기술의 인식과 향후 잠재적인 주파수 부족에 대한 인식을 공유할 수 있도록 하였다.

제 2 장 이동통신 이용현황

이동통신 시장은 유선이 무선으로 대체되면서 성장해 왔으나, 휴대전화 보급률이 포화 상태에 이르면서 차별화된 서비스 제공, 새로운 수익 창출을 위한 모바일 데이터 서비스 확산 등 가입자 유지·추가확보를 위한 사업자간 경쟁이 확대되고 있다.

이 과정에서 광대역 무선 인프라와 스마트폰 단말의 보급이 확대되는 동시에 데이터 정액(무제한)요금제 도입, 다양한 모바일 애플리케이션의 등장과 이용확산은 모바일 데이터 트래픽의 급증을 가져오게 되었다. KT 아이폰 출시를 예로 국내 상황을 살펴보면, 출시 100일만에 40만대가 보급되고, 무선데이터 사용량(트래픽)은 기존에 비해 약 122배 이상으로 증가하는 등 음성 또는 단문 데이터 서비스 중심에서 대용량 데이터 서비스로 빠르게 변화하고 있다.

이러한 모바일 데이터 이용 폭증은 통신망의 과부하로 이어져 이동통신사업자로 하여금 추가설비 투자를 하도록 요구하고 있으며, 소수의 과도한 이용자에 대하여 트래픽 분산, 요금차별 등의 방안으로 대응하고 있는 실정이다. 해외의 경우, 아이폰을 도입한 이후 2년이 경과한 미국의 AT&T와 영국의 O2 UK는 품질 저하와 통화 끊김 등 문제에 직면하고 있다. 이에 따라 미국은 모바일 데이터 이용량이 '08년 대비 '13년까지 약 60배 이상 증가할 것으로 예상하여 상업용 주파수 확보를 추진하고 있다.

우리나라도 향후 소비자 니즈(needs)를 충족시키기 위한 무선 광대역서비스 제공을 위해 주파수 사용량은 더욱 증가할 것으로 전망됨에 따라 주파수 공급 확대 및 효율적 이용을 유도하는 것이 필요하다.

제 1 절 해외 동향

1. 시장현황 및 환경변화

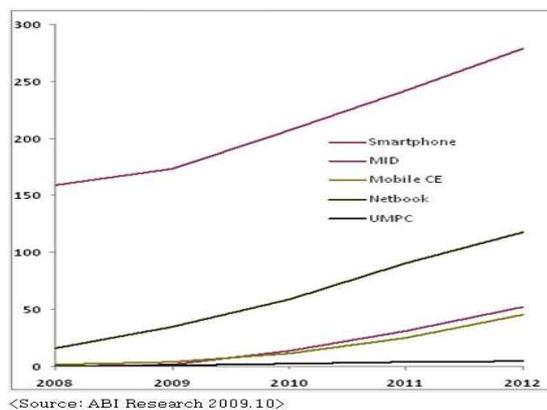
해외 이동전화 가입자 수는 개도국 중심의 가입자 증가로 '08년 40억 명을 돌파했으며, '10년에는 50억 명, '13년에 들어서면 60억 명을 넘어설 것으로 전망하고 있다. 선진 주요국의 이동통신 보급률은 포화상태이지만 인도에서 약 9,000만명의 신규가입자 발생이 예상되는 등 신흥시장이 향후 성장을 주도할 것으로 보이고, 이와 더불어 전세계 스마트폰 시장 규모는 '08년 2억1100만 대로 나타나고 있으며, '12년에는 4억6000만 대로 늘어날 전망이다.

<표 2-1 > 세계 이동통신 가입자 수 현황 및 전망 (단위 :백만 명)

| 구분 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 가입자 수 | 1,417 | 1,763 | 2,219 | 2,757 | 3,305 | 4,046 | 4,854 | 5,219 | 5,565 | 5,895 |

자료 : ITU 통계자료(현황치), 스트라베이스(전망치)

[그림 2-1] 글로벌 스마트폰 시장 비교 예측



이러한 가입자 증가와 스마트폰 보급 확대 등으로 서비스 시장은 '12년까지 연평균 6%의 성장률을 보일 것으로 전망되며, 데이터 수요는 연평균 131%의 초고도 성장이 예상되고 있다. 이에 따라 '08년 8,748달러 수준이었던 이동통신서비스 시장은 '12년 1조 1,335억 달러에 이를 것으로 전망되며, '10~'12년 주요 성장요인은 다양한 어플리케이션 기반의 스마트폰 및 3G의 성장이 될 것으로 예상된다.

<표 2-2> 세계 이동통신 시장규모 현황 및 전망 (단위 :백만 불)

| 구 분 | 2006년 | 2007년 | 2008년 | 2009년 | 2010년 | 2011년 | 2012년 | CAGR (9-12년) | |
|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-------|
| 서비스 | 651,917 | 770,495 | 874,793 | 952,313 | 1,016,198 | 1,078,139 | 1,133,493 | 6.0% | |
| 기기 단말 | 기기 | 50,429 | 49,046 | 51,097 | 51,756 | 52,372 | 53,719 | 56,887 | 3.2% |
| | 단말기 | 162,389 | 189,675 | 186,906 | 188,035 | 213,631 | 245,120 | 278,752 | 14.0% |
| | 소계 | 212,818 | 238,721 | 238,003 | 239,791 | 266,003 | 298,839 | 335,639 | 11.9% |
| 합계 | 864,735 | 1,009,215 | 1,112,796 | 1,192,104 | 1,282,201 | 1,376,978 | 1,469,132 | 7.2% | |

자료: Gartner(2008.12)

전세계 모바일인터넷 가입자수가 연평균 50% 수준으로 급속히 증가하는 가운데, 모바일데이터 트래픽은 이보다 더 크게 증가할 것이며((Ovum · Cisco 2010)), 특히 전체 모바일 트래픽의 66%는 모바일 비디오에서 발생하고, 모바일 비디오의 트래픽의 연평균성장률(CAGR)을 131퍼센트로 예상하는 등 영상콘텐츠 이용의 급증이 예상되고 있다.

Cisco의 발표자료(Cisco VNI Mobile Forecast project)를 통해 전세계 모바일 트래픽 증가 추이를 살펴보면, '14년 글로벌 모바일 트래픽은 월평균 3.6엑사바이트(1 exabyte = 1 billion gigabytes)로 증가하여, '09년 대비 39배 성장할 것으로 예상하고 있다.

중동과 아프리카의 모바일 시장이 연평균 133%(CAGR), 전세계 모바일 트래픽의 1/3을 차지할 것으로 예상되는 아시아 지역이 연평균119%(CAGR)의 높은 성장률을 보이는 등 트래픽 증가의 주요 요인이 될 것으로 보인다.

[그림 2-2] Global Mobile Data Traffic Growth



2. 전세계 LTE 구축 동향

한국전자통신연구원의 자료(LTE 시장 현황 및 전망, 전자통신동향분석, '11. 8월)에서는 전세계 LTE 시장의 성장을 촉진시키는 몇 가지 요인을 제시하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

먼저 '모바일 브로드밴드 수요' 사이클의 형성이다. 이동통신 이용자의 모바일 브로드밴드 수요가 갈수록 증대됨에 따라 애플리케이션 등의 서비스가 다양화·세분화되면서 대역폭은 더욱 증가하고 이로 인한 고성능 스마트 기기가 출현되는 현상이 반복된다는 것이다.

다음으로 3GPP에 의한 국제표준화를 통해 전폭적인 산업계의 지지를 받고 있다는 점과 스마트폰 등 모바일 기기의 급속한 확산, 대용량 서비스의 모바일화 등으로 인해 모바일 데이터 트래픽이 급증하고 있으나, 현재의 3G 이동통신으로는 획기적 트래픽 용량 증가가 어렵기 때문에 차세대 망으로의 진화가 불가피하다는 점을 들고 있다.

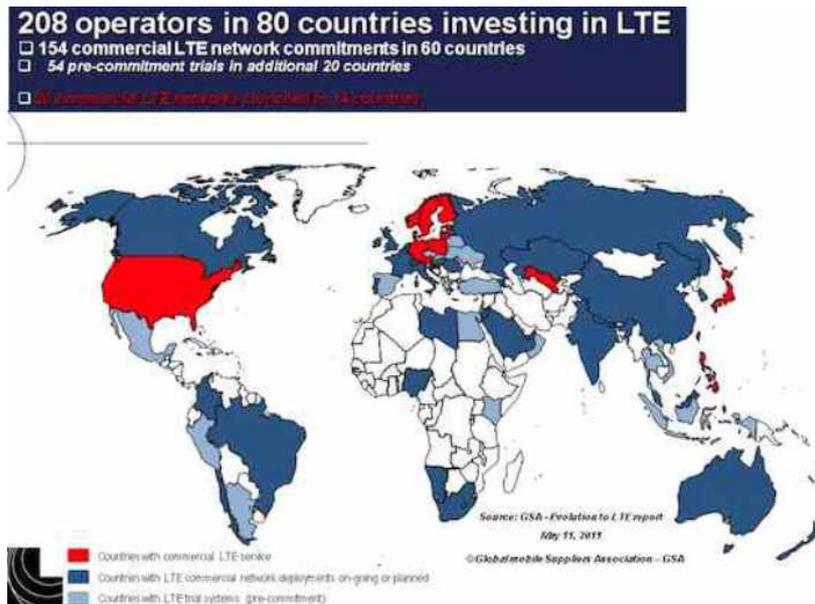
또한, LTE는 인터넷 브라우징, 동영상 스트리밍 등 기존 서비스 품질을 향상시킬 뿐만 아니라, 예측 불가능한 신규 애플리케이션 서비스 등을 통해 사업자들에게 새로운 수익 창출 기회를 부여하고 있으며, 이로 인해 더욱 새롭고 다양한 '커넥티드(connected) 기기'의 출현을 초래할 수 있을 것으로 기대되면서 향상된 이용자 경험과 함께, 높은 데이터 전송률, 운영비용 절감 등 LTE의 기술 특성이 시장의 성장 요인으로 작용한다는 것이다.

하지만, LTE 요금제나 서비스 패키지 구성 등에 있어 통신사업자, 제조업체마다 다른 시각을 가지고 있으며, 전세계적으로 주파수 자원이 부족하여 새로운 기술 도입을 위한 주파수 할당이 쉽지 않다는 것은 해결해야할 과제로 남아있는 상황이다.

따라서, LTE 전개를 위해 망사업자는 기존 GSM 또는 CDMA 주파수의 reform, Digital Dividend(디지털 TV 전화에 따른 유휴 주파수) 대역인 700/800MHz의 재분배 문제 등의 해결이 필요한 시점이다.

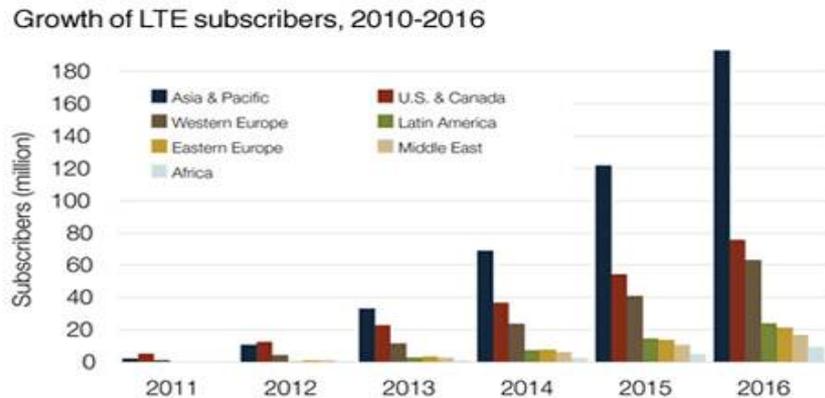
GSA에 의하면 2011년 5월 현재 전세계 60개국 154개 사업자가 LTE 상용 네트워크 구축 계획을 발표하였으며, 또한 80개국 208개 사업자가 LTE에 투자하고 있는 것으로 파악되고 있다.

[그림 2-3] 전세계 LTE 망 전개 현황



시장조사 업체 TeleGeography는 LTE 보급 측면에서 세계 시장을 선도하는 현재의 북미의 위상은 장기간 지속되기 어려우며, 향후 아시아-태평양 지역이 중심이 될 것으로 전망하면서, LTE 가입자수는 2011년 말 9백만명(추산)에서 2012년 이후 빠른 성장세를 지속하며 2016년 4억명으로 증가할 것으로 내다 보았다.

[그림 2-4] 전세계 LTE 가입자 전망 (2010~2016)



자료 : TeleGeography

<표 2-3> LTE 서비스 매출액 전망

(단위: 백만 달러)

| 지역 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | CAGR (10~15) |
|---------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|--------------|
| 서유럽 | 22.76 | 118.34 | 241.11 | 369.91 | 506.83 | 648.84 | 95.4% |
| 동유럽 | 3.41 | 6.27 | 9.66 | 17.33 | 31.16 | 50.48 | 71.4% |
| 아시아-태평양 | 2.14 | 18.22 | 57.65 | 117.12 | 187.77 | 278.15 | 164.8% |
| 미국 | 2.80 | 44.73 | 173.29 | 402.36 | 674.95 | 941.97 | 220.2% |
| 캐나다 | - | 0.56 | 2.39 | 6.34 | 13.47 | 24.65 | - |
| 남미 | - | - | 0.94 | 6.41 | 17.46 | 37.10 | - |
| 중동 | 0.62 | 26.47 | 82.29 | 130.83 | 167.41 | 198.86 | 216.8% |
| 아프리카 | - | 1.09 | 9.83 | 17.71 | 21.84 | 27.19 | - |
| 합계 | 31.73 | 215.68 | 577.16 | 1,068.01 | 1,620.89 | 2,207.24 | 133.6% |

자료: Gartner(2008.12)

제 2 절 국내 동향

1. 시장현황

국내 이동통신 가입자 증가는 '13년까지 연평균 3.8%, 서비스 시장 증가는 연평균 4.0% 수준으로 꾸준한 증가가 예상되고, Data 수요는 이를 상회할 것으로 전망되고 있다.

국내 이동통신서비스 시장은 '08년 21조 3,421억원 수준이었고, '13년까지 연평균 4% 성장하여 25조 5,194억원에 이를 전망이다. 성숙기에 접어든 이동통신서비스 시장에 3G 및 WiBro 서비스의 확산이 성장 동력으로서의 역할을 어느 정도 해낼지가 향후 '13년까지 국내시장 성장의 주요 관건이라 할 수 있다.

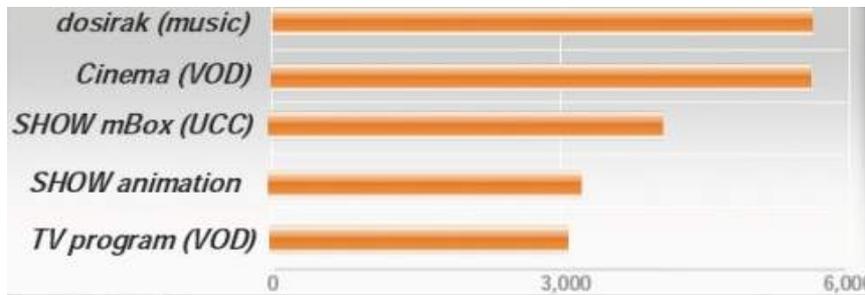
<표 2-4> 국내 이동통신 시장규모 현황 및 전망

| 구 분 | | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | CAGR (9-13년) |
|-----------------|-------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 무선 통신 서비스 | 가입자 (천명) | 이동 통신 | 40,197 | 43,498 | 45,607 | 47,940 | 49,965 | 5,2130 | 53,740 | 55,250 | 2.9% |
| | 매출액 (억원) | 전체 | 188,265 | 203,537 | 213,421 | 218,330 | 226,976 | 236,055 | 245,261 | 255,194 | 4.0% |
| 무선 통신 기기 | 생산액 (억원) | 전체 | 396,942 | 433,650 | 518,101 | 513,881 | 580,643 | 644,473 | 702,059 | 759,197 | 10.2% |
| | | 이동 단말 | 290,197 | 317,241 | 384,974 | 390,906 | 439,092 | 484,013 | 528,413 | 573,013 | 10.0% |
| | 수출액 (백만불) | 전체 | 25,758 | 29,121 | 35,697 | 32,401 | 36,986 | 41,601 | 46,140 | 50,853 | 11.9% |
| | | 이동 단말 | 24,508 | 28,086 | 33,439 | 31,755 | 36,150 | 40,537 | 44,770 | 49,137 | 11.5% |
| | 무역 수지 (백만불) | 전체 | 22,511 | 25,584 | 31,046 | 28,174 | 31,986 | 35,301 | 38,544 | 41,764 | 10.3% |
| | | 이동 단말 | 22,050 | 25,416 | 29,759 | 28,149 | 31,945 | 35,459 | 38,905 | 42,359 | 10.8% |

자료 : 전파진흥기본계획(2009.5) 및 방송통신위원회 통계자료(2011)

이동통신분야에 결합서비스 및 데이터 응용 서비스가 확대됨에 따라 트래픽 수요 증가하고 있으며, 국내의 경우 모바일 동영상 관련 서비스로 인한 트래픽 증가가 지속될 것으로 보인다. 외국과 마찬가지로 국내에서도 '09.11.28일 아이폰 출시 이후, 약 2개월('09.12~'10.1월)간의 데이터 트래픽은 아이폰 출시 이전 11개월에 비해 약 122.4배로 폭증한 사례가 있었다.

[그림 2-5] KT 주요 트래픽 발생 서비스



<표 2-5> 스마트폰 도입 이후 데이터 트래픽(KT)

(단위:MB)

| KT(월평균) | | 총 트래픽 | 가입자당 평균 트래픽 |
|---------|---------------|-------------|-------------|
| 전체 휴대폰 | '09.1~'11월 | 91,673,238 | 6.2 |
| | '09.12~'10.1월 | 204,356,381 | 13.6 |
| 스마트폰 | '09.1~'11월 | 415,314 | 14.0 |
| | '09.12~'10.1월 | 50,836,844 | 150.5 |

자료 : 전자신문('10.2.22)

또한, 모바일 뱅킹 거래건수 증가 등으로 인한 국내 무선데이터 시장은 2012년까지 5조 8,000억원 규모로 전망되며, 국내 스마트폰 가입자는 '09년에 약 79만명으로 보급률이 1.6%에 불과했지만, '12년에는 약 885만명으로 보급률이 17.5%에 이를 것으로 전망하고 있다(자료: KT 경제경영연구소).

[그림 2-6] 국내 스마트폰 가입자 전망



2. 이동통신 수요조사 결과

2010년 실시한 국내의 이동통신 주파수 수요 조사 결과에 따르면 용도 측면에서는 이동통신용이 10건, 기술 측면에서는 차세대이동통신기술(LTE, WiBro, WCDMA 등)이 13건으로 각각 전 용도 및 기술을 통틀어 가장 활용 수요가 많았다. 특히 차세대 이동통신 도입을 위해서는 83MHz(2개 사업자 경쟁)~123MHz(3개 사업자 경쟁)폭의 주파수가 필요한 것으로 나타났다.

SKT의 경우 차세대 이동통신용으로 채널당 40MHz(20MHz×2) 대역폭으로 해당 주파수 대역에 최소한 2개의 사업자 활용을 감안하였고, LGU+의 경우 ITU에서 정의하는 IMT-Advanced의 필요대역폭을 만족하기 위해서는 최소 40MHz이상을 이동통신용도로 사용해야 한다는 주장이다.

<표 2-6> 이동통신 수요조사 결과 - 용도 별 구분

| 구분 | 기관명 | 건수 |
|------------|---|-----|
| 무선통신장비제조업체 | 에이스안테나, 세원텔레텍, 위다스, 기산텔레콤, 지티엔티, 엠에스솔루션, 현광전자통신 | 7건 |
| 이동통신사업자 | KT, SKT, LGT | 3건 |
| 총계 | | 10건 |

<표 2-7> 이동통신 수요조사 결과 - 기술 별 구분

| 구분 | 기관명 | 건수 |
|------------|---|-----|
| 무선통신장비제조업체 | 에이스안테나, 세원텔레텍, 위다스, 기산텔레콤, 지티엔티, 엠에스솔루션, 현광전자통신 | 7건 |
| 이동통신사업자 | KT, LGT, 로티스 | 3건 |
| 공공기관 | 국방부, TTA, 한국철도기술연구원 | 3건 |
| 총계 | | 13건 |

<표 2-8> 이동통신 수요조사 결과 - 소요대역폭 별 구분

| 소요대역폭 구분 | | 산출근거 |
|-----------|-------|--------------------------|
| 30MHz 이상 | 80MHz | 채널당 20MHz x 2채널 x 2개 사업자 |
| 100MHz 미만 | 40MHz | 채널당 20MHz x 2개 사업자 |
| 30MHz 미만 | 20MHz | 사업자당 10MHz x 2개 사업자 |

제조사 등 기타 사업자의 경우에는 실제 주파수 수요를 제기한 것이라기보다는 필요한 소요 대역폭에 관한 의견을 제시한 것으로 파악된다.

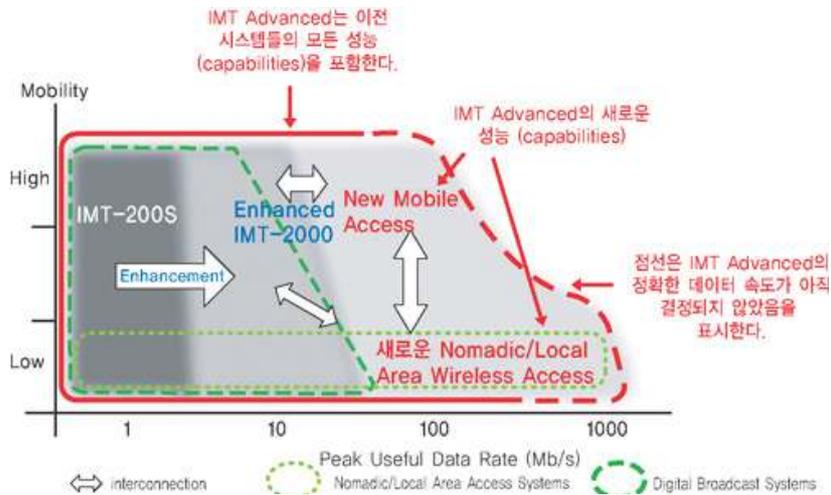
<표 2-9> 이동통신 수요조사 결과 - 활용예상시기 및 소요 대역폭

| 구 분 | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 세부용도 |
|--------------|--------|---------|---------|-------|-------|------|-------------------------|
| 이동전화 | SKT | 80MHz | | | | | 차세대 이동통신 (2개 사업자 고려) |
| | K T | | | | | | 차세대 이동통신 |
| | LGT | | | | 40MHz | | 차세대 이동통신 |
| TRS | 티온텔레콤 | 3MHz이하 | | | | | TRS 서비스 |
| 기타 (제조사등) | 엠에스솔루션 | | 30MHz이상 | | | | 차세대 이동통신 |
| | 지티엔티 | 20MHz | | | | | 차세대 이동통신 |
| | 현광통신 | 30MHz이상 | | | | | 이동통신 음성지역 해소용 |
| | 기산텔레콤 | 15MHz | | | | | 차세대 이동통신 |
| | 위다스 | 30MHz이상 | | | | | 무선 Data |
| | 세원텔레콤 | 30MHz이상 | | | | | 차세대 이동통신 |
| | 에이스안테나 | | 20MHz | | | | 차세대 이동통신 |
| | TTA | | | 20MHz | | | 국가재난·응급의료 |
| | 모토로라 | | | 20MHz | | | 무선 Data |

3. 이동통신 기술현황

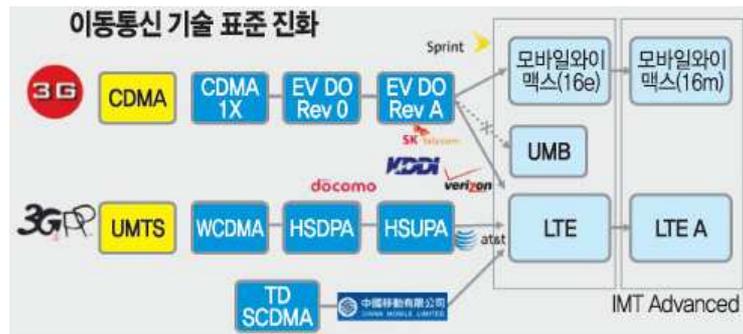
차세대이동통신 서비스는 Broadband화, Ubiquitous화, Convergence화, Intelligent화 방향으로 발전하고 있으며, ITU-R에서는 4세대 이동통신, 휴대인터넷, Enhanced IMT-2000 및 초고속 무선 LAN을 포함하는 IMT-Advanced를 정의하였다. 4세대 이동통신 부분은 크게 LTE 계열과 WiMAX 계열의 두 가지 서로 다른 방향에서 진화 중이다.

[그림 2-7] IMT-2000과 IMT-Advanced 통신기술의 차이점



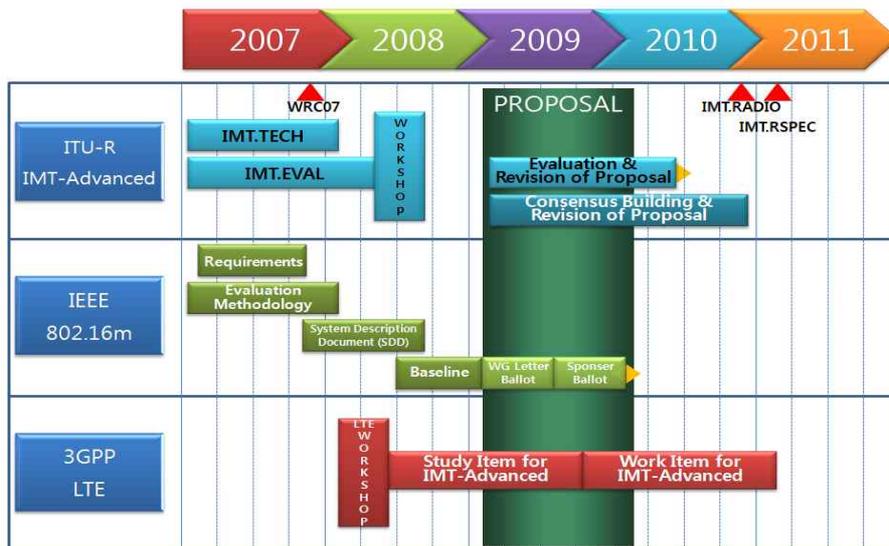
전세계 주요 이동통신 사업자들은 2014년까지 LTE 도입을 완료할 것으로 전망되며, 모바일 WiMAX 계열의 경우 2009년 3월 기준 전 세계 66개국 121개 사업자가 상용 서비스를 제공하고 있거나 준비 중에 있었으며, 이중 35개국 55개 사업자가 상용 서비스를 제공하고 있는 것으로 확인되었다. 시장 초기단계인 모바일 WiMAX 서비스는 중동·아프리카, 아시아·태평양 지역의 GDP가 낮은 국가들을 중심으로 시장이 형성되어 있으며, 미국·일본·한국 등을 제외한 타 지역의 도입 유형은 주로 대안 기술 및 통신 인프라 구축을 목적으로 도입하는 추세이다.

[그림 2-8] 이동통신 기술 표준 진화



국내에서는 국책연구소와 산업체를 중심으로 고속 이동성을 제공하는 3GPP LTE-Advanced 기술과 IEEE 802계열의 WiBro Evolution 기술의 차세대 이동통신 핵심기반기술을 확보하여 국제 표준화를 준비 중에 있다.

[그림 2-9] 이동통신 기술 표준화 및 기술개발 방향



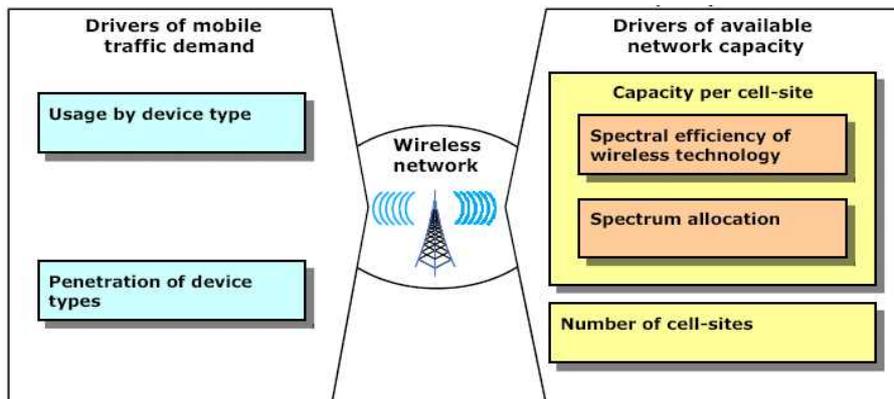
제 3장 해외 주요국 소요량 전망

1. 미국

FCC가 발표한 보고서(Mobile broadband : the benefits of additional spectrum, '10.10)에서는 업계 애널리스트의 모바일 데이터 수요 예측의 평균치, 셀 사이트의 증대를 통한 추가적인 네트워크 밀도의 증가, 기술 발달로 인한 스펙트럼 효율성 증가를 모델로 하여 미래 주파수 수요를 예측하고, 단기적인 광대역 모바일 시장의 수요를 기술적 및 경제적으로 분석하였다.

이 보고서에서는 모바일 트래픽 수요와 네트워크 용량을 분석함에 있어 아이폰 이용자가 증가하자 모바일 망 트래픽이 5,000% 증가했다는 AT&T의 발표결과 등을 감안하여 기기타입별 사용량과 각 기기의 보급량을 고려해 모바일 트래픽 수요를 산출하고, 네트워크 용량은 셀-사이트의 수와 셀-사이트당 용량을 고려하였다. 여기서 셀-사이트당 용량은 적용된 기술의 스펙트럼 효율과 셀에 할당된 주파수폭을 이용하였다.

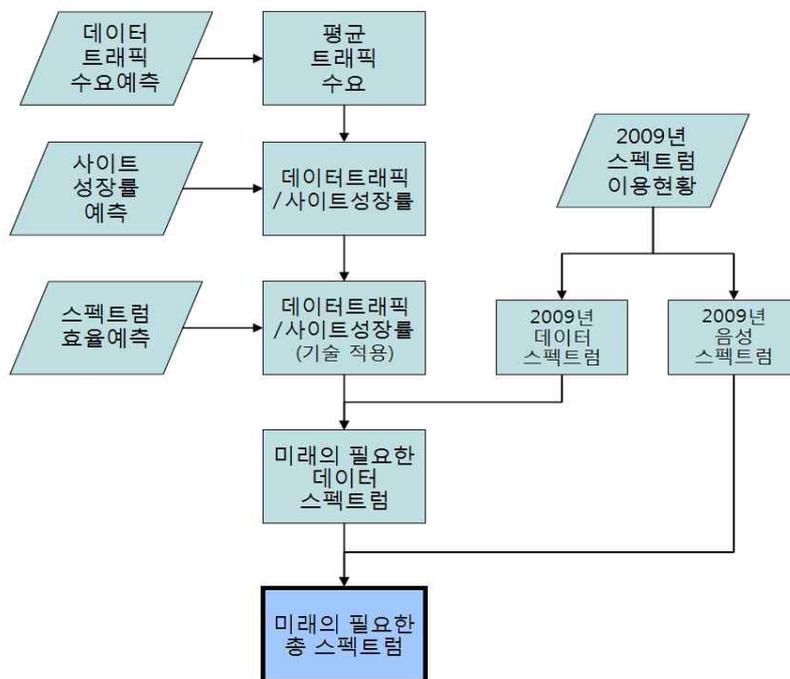
[그림 3-1] 모바일 트래픽 수요와 망 수용량



자료: Mobile broadband : the benefits of additional spectrum, FCC, 2010

기존 음성을 지원하는 데 필요한 주파수를 현재 수준으로 유지될 것이라 가정하고, 미래의 총 주파수 소요량은 산업계의 모바일 데이터 수요 예측의 평균치를 2009년간 데이터용 주파수에 적용함으로써 산출(현재의 음성 주파수는 총 소요량이 될 때까지 매년 더해주면 됨)하였고, 그 순서도는 다음과 같다.

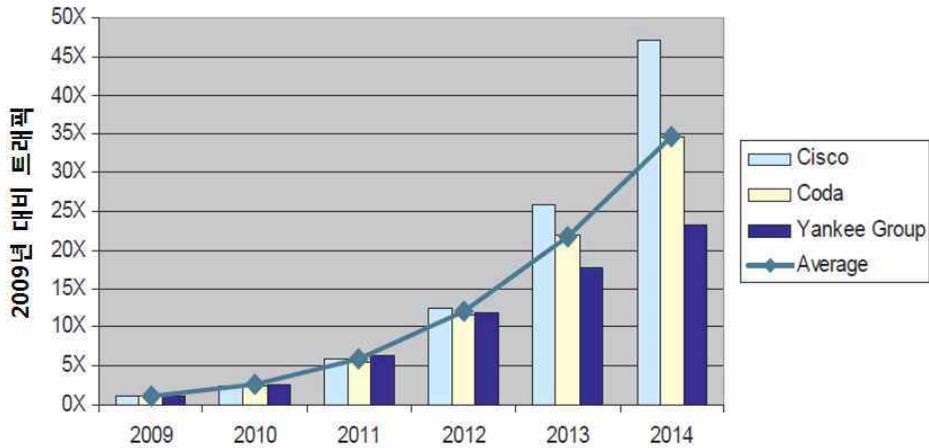
[그림 3-2] 미국(FCC)의 주파수 소요량 산출 순서도



자료: Mobile broadband : the benefits of additional spectrum, FCC, 2010

이 보고서에서는 관련 산업계(Cisco, Coda, Yankee그룹)의 예측결과 평균치를 이용하였으며, 2009년 레벨보다 2011년 약 5배, 2013년 약 20배, 2014년 약 35배의 증가율을 보여준다. 보고서에서 사용한 세 기업은 모바일 시장에서 장치, 응용 프로그램 및 서비스가 혼합된 분석을 통해 각각의 독특한 분석론을 기초로 예측하였다.

[그림 3-3] 산업계의 모바일 데이터 트래픽 전망



Cisco
(Visual Networking Index : Global mobile data traffic forecast update, 2009-2014, 2010.2.9)

어플리케이션 채택 비율을 적용한 연결 장치 수와 증가를 우선으로 하여, 시스코에서 예측된 어플리케이션의 이용시간과 분당 킬로바이트를 곱함. 시스코는 고유의 데이터 소스를 이용하며, 어플리케이션, 세그먼트, 지리, 장치 세분성을 제공하고, 와이파이 등을 통해 트래픽이 떨어질 경우 등을 요인으로 조정함

Coda
(US mobile traffic forecasts : 2009-2015, 2009)

공표/비공표 전망자료와 조사자료를 포함한 다양한 근거를 통해 예측했으며, 트래픽 종류와 연결장치, 데이터 서비스 take-up, 데이터량, 데이터 속도, 월 트래픽 발생시간 등에 따라 모바일 데이터 트래픽 전망

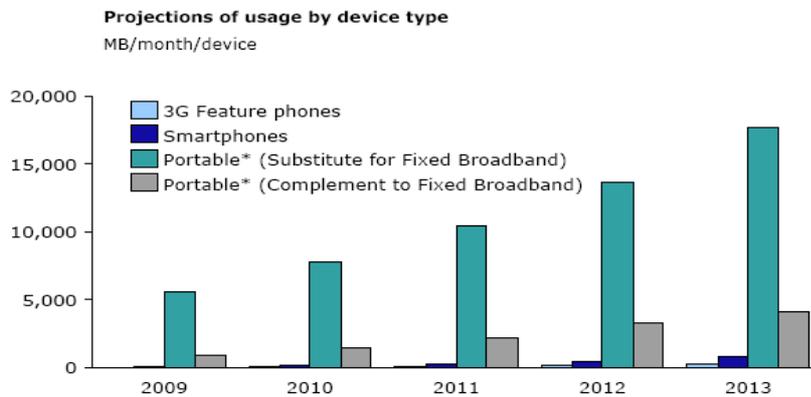
Yankee Group
(Spectrum-rich players are in the driver's seat for mobile broadband economics, 2009.6)

광대역 시장 트렌드를 만드는 기술개발업체 및 서비스업체 대상의 20차 인터뷰를 통해 개발된 모바일 데이터 트래픽 모델을 이용하여, 다양한 시장과 여러 가지 추정된 서비스 전달 모델을 통해 기기의 변화와 데이터 트래픽 수요 예측

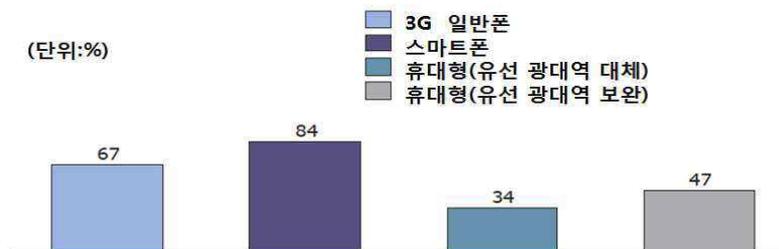
※ 산업계(Cisco, Coda, Yankee Group) 모바일 데이터 수요 예측의 평균치는 웹사이트 증대로 인한 추가적인 망 밀도, 주파수 효율성 증가로 인한 기술 향상을 반영

Validas LLC에 따르면 모바일 트래픽 수요는 각 기기종류별 데이터 이용 특성과 각 기기종류별 이용대수에 따라 달라지며, 기능이 강화된 기기를 이용하는 이용자는 보다 많은 데이터를 이용하는 경향이 있다. 예를 들면 우수한 전자메일 유틸리티인 Blackberry는 일반 휴대전화보다 데이터량이 월 2배, 모바일웹브라우저와 어플리케이션에 유용한 아이폰은 Blackberry보다 월 5배, 모바일 핫스팟 환경을 만들어주는 aircard의 경우 아이폰보다 월 5배 이상의 트래픽이 발생하는 것으로 알려져있다. 또한 Clearwire Network에 따르면, 가입자당 월 평균 데이터량은 이미 7GB에 이르렀으며, 많은 가입자들이 유선광대역 대체 매체로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

[그림 3-4] 기기 타입별 모바일 트래픽 전망

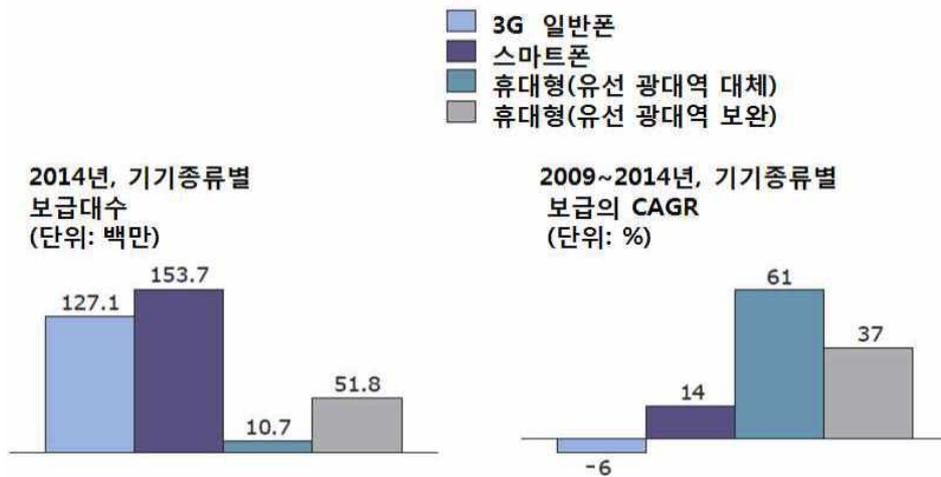


[그림 3-5] 기기 타입별 데이터 사용량 증가율



스마트폰은 기존 음성위주 휴대폰 특징을 포함하므로, 스마트폰의 보급 증대는 기존 휴대폰의 보급 감소를 의미하며, 기기 타입별 보급대수 및 연평균성장률은 아래 그림과 같다.

[그림 3-6] 기기종류별 보급대수 및 연평균성장률



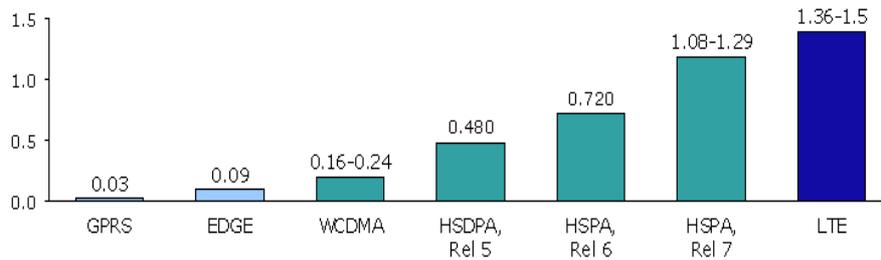
이 보고서에서는 망 수용량을 산출하기 위해 평균치와 트렌드에 초점을 두고 있으며, CTIA에서 발간한 데이터에 따르면, 미국 내 셀-사이트 수는 지난 5년간 연평균성장률이 약 7%로 나타났다. 전년도 대비 셀사이트의 수는 고르지 않으나, 5년간 평균은 점차 낮아지고 있으며, 이는 무선 이용도의 부분적인 포화로 볼 수 있다. 현재 인구의 약 99.6%는 무선 접속이 가능하다는 점을 고려하면 새로운 셀-사이트 증가는 망 수용량 증대로 나타날 것이라는 전망이다. 새로운 셀-사이트 증가에 대한 추정은 주파수 수요 예측에 매우 중요한 입력정보로, 2009년 기준으로 향후 5년간 7%의 동일한 셀사이트 증가율로 가정하고 있다.

<표 3-1> 1997-2006년간 미국 셀사이트 현황(CTIA)

| 연도 | 총 셀사이트 수 | 전년도 대비 증가율 | 5년간 증가율 평균 |
|------|----------|------------|------------|
| 1997 | 38,650 | - | |
| 1998 | 57,674 | 49% | |
| 1999 | 74,157 | 29% | |
| 2000 | 95,733 | 29% | |
| 2001 | 114,059 | 19% | |
| 2002 | 131,350 | 15% | 28% |
| 2003 | 147,719 | 12% | 21% |
| 2004 | 174,368 | 18% | 19% |
| 2005 | 178,025 | 2% | 13% |
| 2006 | 197,576 | 11% | 12% |
| 2007 | 210,360 | 6% | 10% |
| 2008 | 220,472 | 5% | 8% |
| 2009 | 245,912 | 12% | 7% |

또하나 고려사항인 주파수 효율성은 무선망 성능을 좌우하며, 셀-사이트의 다운링크 데이터 수용량의 평균을 의미한다.

[그림 3-7] 기술별 다운링크 주파수 효율



모든 무선망의 전체적인 주파수 효율은 기술융합에 가중된 평균치로 볼 수 있으며, 향후 5년간 2G, 3G 기술은 주로 3G, 4G로 전환될 것이므로 2009년 0.625bps/Hz에서 2014년에는 1.25bps/Hz로 평균 주파수 효율은 2배가 될 것으로 가정하고 있다.

FCC 보고서에서는 위에 나열한 팩터들을 이용해 2014년 모바일 데이터 수요를 만족시키기 위해서는 추가적인 275MHz 폭의 주파수 확보가 필요하다고 이야기하고 있다.

<표 3-2> 주파수 수요예측 결과

| No | Description | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|----|-------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|
| 1 | 2009년 대비 데이터 성장률-Cisco | 100% | 242% | 598% | 1253% | 2577% | 4722% |
| 2 | 2009년 대비 데이터 성장률-Yankee | 100% | 266% | 631% | 1189% | 1770% | 2332% |
| 3 | 2009년 대비 데이터 성장률-Coda | 100% | 251% | 539% | 1154% | 2200% | 3464% |
| 4 | 2009년 대비 데이터 성장률-평균 | 100% | 253% | 589% | 1199% | 2182% | 3506% |
| 5 | 셀사이트 | 245,912 | 263,126 | 281,545 | 301,253 | 322,340 | 344,904 |
| 6 | 절대성장률 | 100% | 107% | 114% | 123% | 131% | 140% |
| 7 | 연평균성장률 | 7% | | | | | |
| 8 | 사이트당 트래픽-성장률 | 100% | 236% | 515% | 978% | 1665% | 2500% |
| 9 | 평균 주파수 효율성(Mbps/MHz) | 0.625 | 0.75 | 0.88 | 1.00 | 1.13 | 1.25 |
| 10 | 절대성장률 | 100% | 120% | 140% | 160% | 180% | 200% |
| 11 | 사이트당 기술적으로 조정된 트래픽 성장률 | 100% | 197% | 368% | 612% | 925% | 1250% |
| 12 | 데이터를 위해 요구되는 주파수(MHz) | 57 | 112 | 208 | 346 | 524 | 708 |
| 13 | 데이터를 위해 분배된 비율 | 33% | 50% | 65% | 75% | 82% | 86% |
| 14 | 음성을 위해 요구되는 주파수(MHz) | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| 15 | 음성을 위해 분배된 비율 | 67% | 50% | 35% | 25% | 18% | 14% |
| 16 | 이용중에 있는 주파수(MHz) | 170 | 225 | 322 | 460 | 637 | 822 |
| 17 | 현재 분배된 주파수(MHz) | 547 | | | | | |
| 18 | 여유/부족 주파수(MHz) | 377 | 322 | 225 | 87 | -90 | -275 |

FCC는 '10년 3월 미국 내 광대역 서비스 인프라 구축, 투자와 혁신 및 활용을 촉진하기 위한 국가광대역계획(The national Broadband plan)을 발표하고 광대역 서비스 용도로 향후 10년 내 500MHz 대역폭의 주파수 확보를 권고하였다.

먼저 2.3GHz 대역에서는 무선통신서비스(WCS¹⁾) 용도로 연방/비연방의 항공이동텔레메트리와 위성디지털음성라디오(SDARS²⁾) 용도를 보호하면서 20MHz 폭을 확보할 예정이다.

다음으로 700MHz 대역 D 블록(758~763MHz/788~793MHz)을 광대역공공안전통신서비스와 기술적으로 호환되는 상업용도로 10MHz 폭을 경매할 계획이라고 밝혔다.

그리고, 1.9GHz 및 2GHz 대역에서는 차세대무선서비스(AWS³⁾) 용도로 60MHz 대역폭을 경매(가능하면 20MHz 대역폭은 연방용에서 확보)를 통해 확보할 계획이다.

또한 1.5~2.5GHz 대역의 이동위성용도로 분배된 대역에서 90MHz 대역을 지상에서 이용할 수 있도록 가속화할 예정이다. 미국은 1986년 처음으로 이동위성서비스(MSS) 용도로 주파수를 분배하였으나 비즈니스 모델의 실패로 파산하는 MSS 분야를 부흥시키기 위한 정책으로 2003년 MSS 일부대역을 보조의 지상설비(ATC : Ancillary terrestrial component)로도 이용할 수 있도록 ATC 권한을 부여하였으나 현재 상업용 ATC 망을 가진 면허권자는 없는 상황이다.

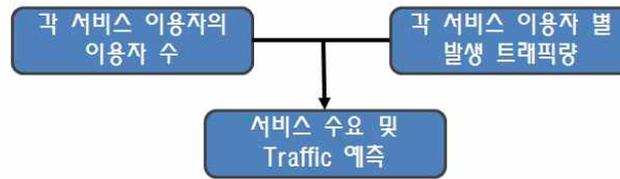
마지막으로 TV방송용 대역에서 120MHz 대역폭을 광대역 용도로 재배치할 수 있도록 규칙제정(rulemaking) 절차를 공식적으로 추진하여 총 300MHz 폭의 주파수를 5년 이내에 확보한다는 계획이다.

-
- 1) WCS(Wireless communication service) : 고정, 이동, 무선탐지 또는 방송위성 등으로 이용이 가능한 2305-2320MHz/2345-2360MHz 대역, 1997년 경매를 통해 126개 면허 부여
 - 2) SDARS(Satellite digital audio radio service) : 지상 무선서비스를 거의 제공받지 못하는 경우 위성을 통해 CD 수준의 고음질 무선서비스를 제공하는 2320- 2345MHz 대역, 1997년 경매를 통해 2개 면허 부여
 - 3) AWS(Advanced wireless services) : 새롭고 혁신적인 고정, 이동 지상서비스의 포괄적인 서비스 개념으로, 2006년 경매를 통해 1.7GHz 대역 1,087개 면허 부여

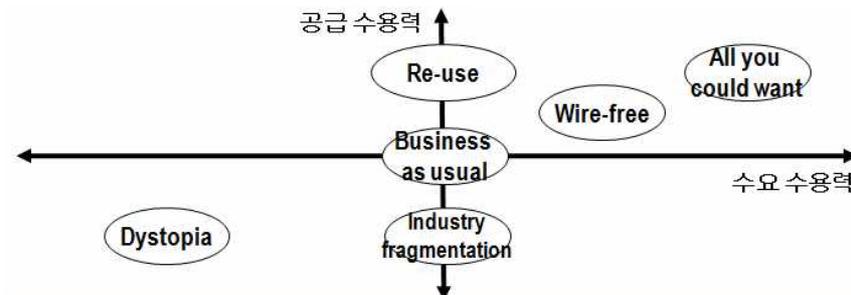
2. 영국

영국은 새롭게 부상하는 무선기술을 인식하고 잠재적인 주파수 부족에 대한 정보공유와 주파수 조화를 위한 국제적인 협상에서의 선점 확보, 향후 15~20년간 주파수 수요의 변화 예측 등을 위해 보고서(Predicting Areas of spectrum shortage, Ofcom, '09년 4월)를 발표하였다. 이 보고서에서는 향후 10~15년간 주파수 수요가 가장 크게 변화될 것으로 예상되는 셀룰러 및 근거리무선통신을 포함하여 TV방송, 라디오 방송, 고정무선접속, 백홀 등 미래에 잠재적인 주파수 부족이 예상되고, 많은 주파수 소요량이 필요한 서비스를 대상으로 하였다.

[그림 3-8] 영국의 서비스 수요 및 트래픽예측 방법

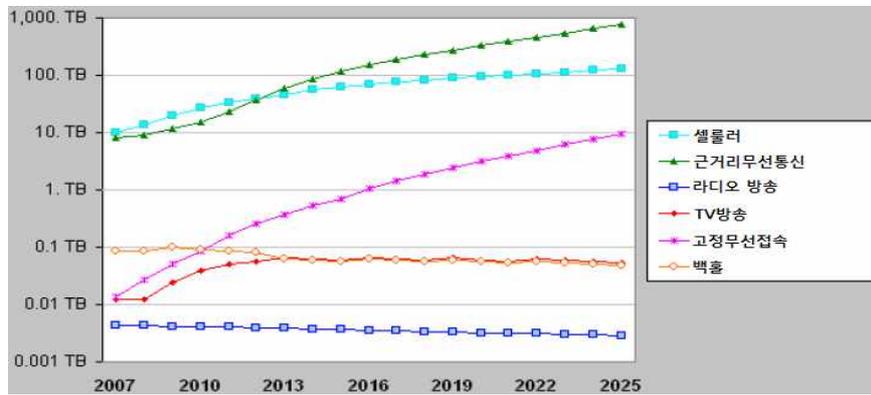


[그림 3-9] 트래픽 예측을 위한 서비스별 시나리오



이 보고서에서는 Ofcom의 이전 보고서와 UMTS Forum, WiMAX Forum 등으로부터 어플리케이션 자료에 대해 자문을 구하여 수요예측모델에 통합시키고, 시나리오의 이해관계 등에 따라 성장률을 적용시켰으며, 셀룰러의 주요 어플리케이션은 음성에서 동영상, M2M이 될 것이고, 근거리무선통신은 웹브라우징, 전자메일, 게임, 동영상이 어플리케이션이 될 것이며 트래픽 대부분은 집에서 발생할 것으로 전망하였다.

[그림 3-10] 서비스별 트래픽 예측(로그스케일)



각 서비스별 수요 전망을 정리해보면 다음과 같다.

이동통신기술은 3G에서 그 이후 기술로 전환해도 주파수 효율이 향상된 CDMA 기술, 보다 정교한 코딩기술 등으로 주파수 부족은 크지 않을 것이나, 주파수 효율을 높이는 기술 발전이 더 이상 없다면, 충분한 주파수 공급이 어려울 수 있다는 분석이다.

근거리무선통신에서는 비효율적인 주파수 이용, 서로 다른 망, 이용자수에 의해 WiFi 주파수 이용이 혼잡할 수 있으나 5.8GHz 대역 시스템 도입과 UWB 대역 활용 등으로 보완이 가능할 것으로 전망하고 있다.

TV방송용 채널은 크게 증가할 수 있으나 위성으로 이용이 가능하고, 프리미엄 위성 채널과 연결된 HDTV로 전환하는 가입자 증가로 지상 DTV 가입자는 점점 감소하여 주파수 부족은 크지 않을 것으로 내다보고 있다.

마지막으로 현재 시골지역에서 주로 이용되고 있는 고정무선접속 서비스에 대해서는 가까운 미래에는 잉여주파수가 있을 것으로 예측하면서 2019년 이후 큰 이슈가 되어 커다란 성장이 예상되나 가정까지 광 네트워크를 구축하게 됨에 따라 주파수 부족을 해결할 수 있을 것으로 전망하였다.

이러한 분석결과를 종합해보면 단기적으로는 이동통신과 같이 넓은 대역폭이 요구되는 기술로의 전환이 원인이 되어 주파수 부족이 발생되지만, 중기적으로 새로운 기술의 도입과 주파수의 추가확보로 주파수 부족을 해결할 수 있을 것이고, 장기적으로는 주파수 효율성을 향상시키고 보다 고밀도망구조로의 전환이 충분한 수용력을 제공할 것으로 분석하였다. 반면 비면허 대역의 근거리무선통신시스템 이용은 점점 혼잡을 초래하게 되어 유사 시스템을 이용하는 조직과 소비자에게 부정적인 영향을 줄 가능성이 있다고 전망하면서 향후 3~5년간 확보 가능한 이동통신용 주파수 검토, 밀집지역 시민을 위한 1GHz 대역 이상에서의 추가 주파수 확대 고려, 3G 펨토셀 이용을 장려 등을 고려할 필요가 있다고 보고 있다. 또한 광대역 서비스 용도로 향후 5년 내에 300MHz, 10년 내에 600MHz 추가 확보를 권고하고 있다.

유럽의회가 '11년 4월 'Digital Dividend 주파수 계획(안)'을 통과시키면서 2020년까지 전유럽인에게 최소 30Mbps, 이 중 절반의 유럽인들에게는 100Mbps의 초고속 광대역 서비스를 제공하는 것을 목표로 2015년까지 최소 1,200MHz의 주파수 확보를 권고한 것과 관련하여 영국은 2014년 DTV 전환으로 인한 유휴주파수 개방, 2010년 2.6GHz 대역 개방, 2015년과 2016년 2.7~4GHz 대역 개방 등을 통해 주파수를 확보할 계획이다.

3. 일본

총무성은 '10년 11월 '와이어리스 브로드밴드 실현을 위한 주파수 재편 액션플랜'을 발표하고, 무선광대역 실현을 위해 2015년까지 300MHz 대역폭 이상, 2020년까지 1,500MHz 대역폭 이상의 주파수 확보 필요성과 각 대역별 주파수 확보계획을 제시하였다. 연도별, 그리고 대역별 주파수 확보계획을 정리해 보면 다음과 같다.

먼저 2015년을 목표로 700/900MHz 대역에서 최대 100MHz 폭, 1.7GHz 대역에서 10MHz 폭, 2.5GHz 대역에서 최대 30MHz 폭, 3~4GHz 대역에서 200MHz 폭 등 총 340MHz 대역폭의 이동통신시스템용 주파수 확보를 목표로 하고 있다. 1.7GHz 대역에서는 현재 미할당된 10MHz 폭(5MHzx2) 외에 2012년 10MHz 대역폭 확보가 필요하고, 현재 도쿄, 나고야, 오사카에 한정되어 있는 대역에 대해서 사용가능지역 확대 검토 할 계획이며, 2.5GHz 대역에서는 BWA(광대역이동접속 시스템)의 100Mbps급 서비스 제공을 위해 시스템 고도화 및 추가 주파수 할당(2625-2660MHz) 등을 검토할 예정이다. 3~4GHz 대역은 4G IMT 주파수 대역으로, 3.4~3.6GHz 대역에 대해 2015년까지 실용화할 수 있도록 기술기준 등을 마련할 계획이다.

또한 가정 및 사무실에서의 광대역 환경 조성을 위해 2012년을 목표로 60GHz 대역에서 2GHz 폭 확보(57~66GHz)와 열차무선 등의 광대역화를 위해 400MHz 대역 3MHz 폭을 확보할 계획이며, 스마트 미터 등 도입으로 900MHz 대역 5MHz 대역폭, 280MHz 대역 5MHz 대역폭, 자동차 교통의 안정성 향상을 위해 700MHz 대역 10MHz 대역폭, 79GHz 대역 4GHz 대역폭, 의료 및 헬스케어 400MHz 대역 10MHz 대역폭 등 총 4,030MHz 대역폭을 확보할 방침이다.

- 900MHz 대역 : RFID 관련 전력·가스 분야에서 스마트 미터의 도입 등에 지장을 초래하지 않게 시급하게 900MHz 대역을 2012년을 목표로 5MHz 대역폭 추가
- 280MHz 대역 : 광역지역을 커버하는 센서네트워크용으로 VHF대(280MHz 대역)의 이용이 가능하도록 2012년도 내에 5MHz 대역폭 확보

- 400MHz 대역 : 2015년을 목표로 기존시스템과의 공유를 도모하고, 환자의 바이탈 데이터 수집시스템 등 국제표준화 동향을 근거로 한 의료분야의 새로운 시스템 도입 검토
- 700MHz 대역 : 예측 외의 차량과의 사고 방지를 위해 ITS 용도의 700MHz 대역 할당을 검토중으로 조기에 할당 예정
- 79GHz 대역 : 고분해능 레이더 기술기준 마련 후, 2015년을 목표로 실용화 추진

그 외 화이트스페이스 특구 등에서 실증된 정보들을 근거로 2010년부터 환경정비를 위한 검토를 실시하고 2012년 전국으로 확대한다는 목표를 세우고 있으며, 영상중계시스템에 대해서 하이비전 대응 등 고도화를 도모하며 필요한 주파수를 확보해 갈 것으로 보인다.

아울러 2020년까지는 3.6~4.2GHz 및 4.4~4.9GHz 대역을 IMT용 대역으로 할당하기 위해 국제적인 협조를 도모하고, 항공기, 선박, 철도의 광대역 환경 구축을 위해 40GHz 대역에서 1.2GHz 대역폭 확보를 검토하는 한편, 스마트 미터 등의 이용 확대에 따른 400MHz 대역의 주파수 할당 확대와 슈퍼하이비전의 위성방송에 의한 실험방송 실시를 위하여 21GHz 대역 확보를 검토할 계획을 밝히고 있다.

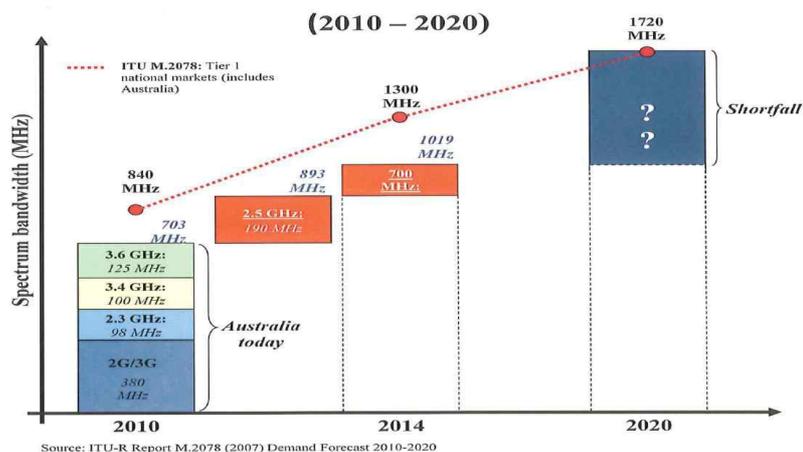
4. 호주 (Toward 2020 future spectrum requirements for mobile broadband)

ACMA는 모바일 브로드 밴드는 휴대용 모뎀, 전화 또는 기타 장치를 통해 제공되는 무선 고속 인터넷 접속의 다양한 유형을 총칭하며 WAS(Wireless Access Services), MWA(Mobile Wireless Access), NWA(Nomadic Wireless Access) 등의 서비스를 포함하는 것으로 정의하고, 2010년 연차보고서(Communication report 2008-09)를 통해 고정 유무선·모바일 환경에서 광대역 어플리케이션 액세스에 대한 소비자 수요의 증가에 주목할 필요성을 강조하였다.

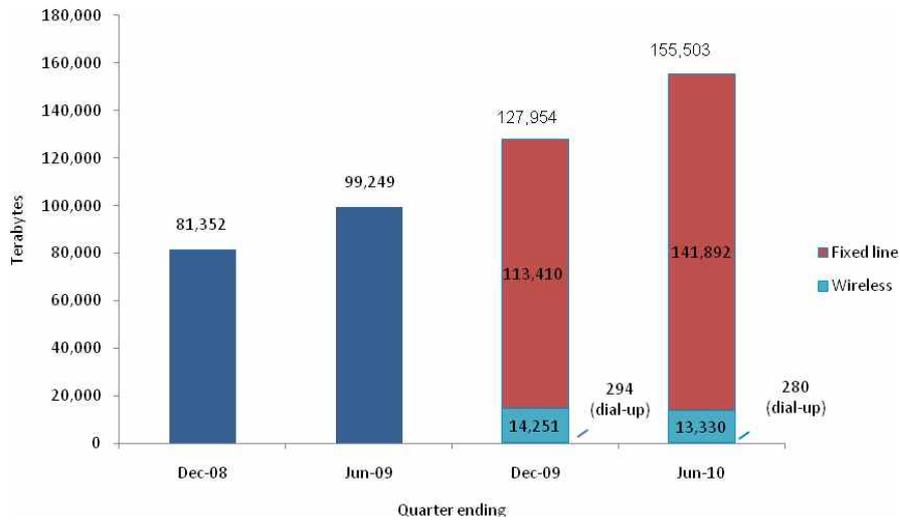
스펙트럼 용량은 모바일 데이터 어플리케이션의 급속한 확장과 다운로드 되는 데이터의 증가 볼륨에서 압력을 받고 있으며, 신기술 출현에 의한 스펙트럼 용량의 압박은 지속될 것으로 예측하고 있다.

Ericsson과 AMTA(Australian Mobile Telecommunications Association)는 '09년 한 분기 동안 99,249 TB의 데이터 트래픽이 발생하였으나, '10년에는 155,503 TB로 급증(156%수준)한 것으로 추산하고, 2020년 호주의 모바일 브로드밴드용 주파수 부족량을 최대 약 700 MHz 폭으로 전망하였다.

[그림 3-11] 모바일 광대역 주파수 수요 전망 (2010~2020)

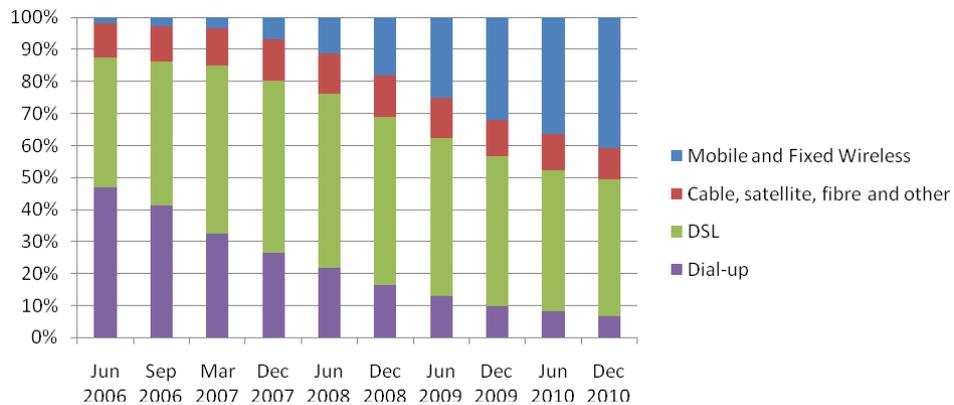


[그림 3-12] 호주의 데이터 트래픽 증가



또한, 모바일 네트워크 및 장치의 사용으로 음성, 데이터, 비디오의 트리플 플레이 서비스를 지원하는 동시에 이동성을 제공하여 인터넷 사용의 역학을 변화시키고 있음

[그림 3-13] 호주의 데이터 트래픽 증가



ACMA는 이러한 현상들을 기초로 아래와 같은 가정 하에 주파수 수요분석을 추진하였다.

- ▷ 2007년 모바일 광대역 주파수량은 적당함
- ▷ 기술과 네트워크 아키텍처는 지속적으로 발전함
- ▷ 기술발전에 따른 주파수 효율 향상으로 주파수 수요가 더 이상 증가하지 않는 시기가 도래할 것임

ACMA는 Ericsson과 AMTA의 예측 결과는 약간 과장되어 있다는 의견으로 2020년 모바일 브로드밴드 주파수 소요량은 1,081MHz로 예상하고 있으며, 추가 확보가 가시화 된 약 396MHz 폭을 제외하면 약 300MHz 가량의 주파수 추가 확보가 필요할 것으로 전망하고 있다. 이러한 전망치는 기술의 발전으로 2007년 1.85 bit/Hz이던 주파수 효율은 2020년 15 bit/Hz 수준으로 약 8배 향상될 것이며(ITU-R M.2078, ACMA), cell planning과 frequency reuse 등을 통해 최적화 된 네트워크 구성이 가능할 것이라는 분석에 근거한 결과라고 밝히고 있다.

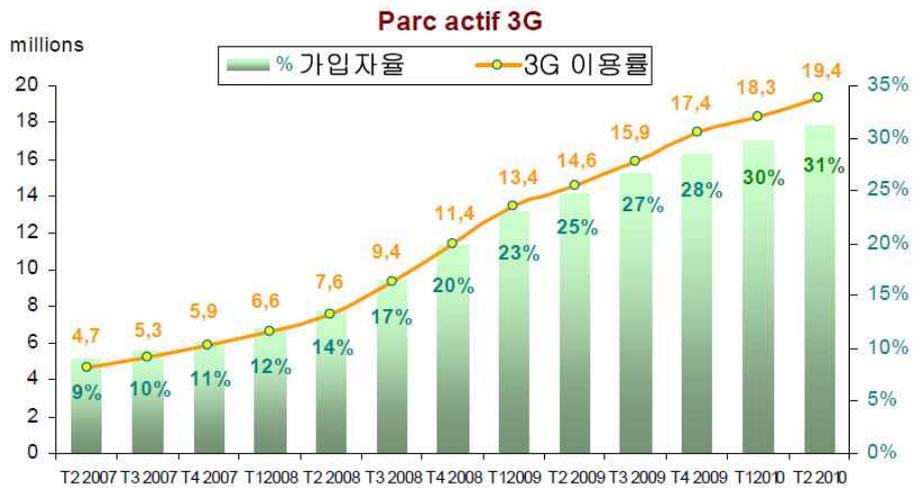
5. 프랑스

프랑스는 디지털 경제 발전의 중요성을 인식하고, 이를 위한 법령 마련과 실천에 노력을 기울이고 있는 추세로 경제현대화 관련 법률을 공포('08년 8월)하고 <디지털 프랑스 2012>를 발간('09년 4월) 하는 등 초고속인터넷 확산에 노력을 기울이고 있다.

GPRS 네트워크에서 촉발된 이동형 초고속 인터넷으로의 변화로 데이터 전송속도는 1.8Mbps에서 3.6Mbps까지 향상되었고, LTE 표준(이동형 초고속)의 등장으로 보다 빠른 속도의 이동형 접속이 가능해 지면서 2007년 프랑스 시장에 가격 정책제(무한이용)가 처음 등장해 큰 성공을 거둔바 있다.

프랑스의 이통통신 가입자 중 3G 가입자 비율은 꾸준히 증가하여 2010년 상반기 기준 31%에 이르렀고, 3G 고객 중 한번 이상 이동형 초고속인터넷을 사용한 사람은 휴대폰 사용자의 19%에 달하고 있으며 꾸준히 상승하는 추세이다.

[그림 3-14] 프랑스의 3세대 이통통신 가입자율 및 서비스 이용률



무선 전화 네트워크(WiFi, WiMax, USB 3G+)와 컴퓨터의 연결이 일반화 되고 스마트폰의 이용이 확산되면서 이동형 초고속인터넷의 필요가 급증하고 있다.

<표 3-3> 멀티미디어 모바일, 3G, 인터넷 SIM 카드 사용 현황

| 구분 | T2 2009 | T3 2009 | T4 2009 | T1 2010 | T2 2010 | 전년대비 증가율 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| 멀티미디어 모바일 사용 | 20,177 | 20,762 | 23,312 | 23,980 | 24,876 | 23.3% |
| 3G 사용 | 14,620 | 15,865 | 17,444 | 18,340 | 19,358 | 32.4% |
| 인터넷 SIM카드 사용 | 1,467 | 1,756 | 2,090 | 2,229 | 2,401 | 63.7% |

프랑스의 3G 커버율은 전체 인구의 약 80%이지만, 전 국토의 절반가량이 이동형 초고속인터넷 네트워크에서 제외되었다는 문제점이 있다.

이동형 초고속인터넷을 전국에 서비스하기 위해서는 (커버리지가 넓은) 3G보다 더 낮은 주파수 확보의 추진 필요성이 제기되었고, 2G용으로 사용하고 있는 900MHz 대역의 주파수를 3G용으로 재사용하기 위한 절차를 실시하는 한편 이 주파수 대역에 대한 사용권을 3개 사업자에게 허가해 이들 사업자의 3G 면허에 서비스 확대 의무사항을 집어넣는 것을 정당화하였다. 또한 아날로그 TV 방송 종료로 남게 되는 주파수의 일부 대역인 790~862MHz를 초고속인터넷에 할당 추진하고, 2,500~2,690MHz 대역은 2008년 6월 13일 유럽위원회의 08/477/CE 결정으로 전자통신 서비스에 할당되어 근접국가와의 조화로운 사용을 위해 이동형 초고속인터넷으로 사용하는 것을 결정하였다.

제 4 장 이동통신 트래픽 예측

제 1 절 트래픽 예측방법

1. 설문조사 개요

본 연구에서는 스마트폰 가입자 및 데이터 트래픽 증가와 기술 및 서비스의 진화를 전망하여 모바일 광대역 주파수 소요량의 기초자료로 활용하기 위해 설문조사를 진행하였다.

설문조사 대상 서비스 분야는 스마트폰, 피쳐폰, 모바일 단말기 (note PC, Tablet PC, 스마트TV, 카메라, 기타 신규 모바일 단말기), M2M 등이며 Delphi 기법⁴⁾을 활용하며 『설문설계(1차설문)→설문수행(2차설문)→결과분석』의 절차를 통해 전망치를 도출하되 가능한 데이터를 보완적으로 활용하였다.

단말기의 진화에 따라 어플리케이션 사용패턴이 결정되고 이에 따라 트래픽이 발생하므로, 단말기를 기준으로 확산패턴과 사용패턴을 예측하여 총 소요 트래픽을 산출하는데 활용할 필요가 있다. 따라서 미래 이동통신 기술 및 서비스의 발전과 무선단말기 기기의 다양화 및 이에 따른 이용자 행태를 고려하고 기 상용화 된 단말기와 상용화 예정인 단말기를 분리하여 차별화된 설문항목을 제시하여 전망에 참고할 수 있도록 수치화 된 자료의 확보를 목적으로 아래와 같은 내용으로 설문조사를 실시하였다.

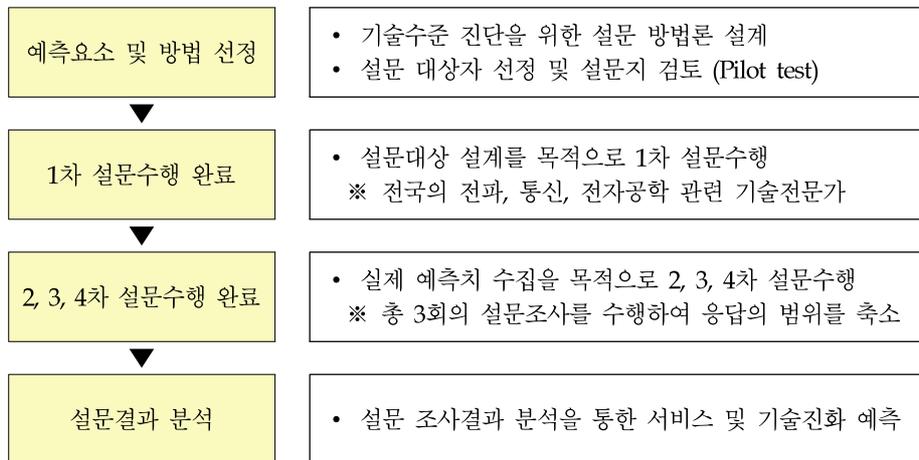
<표 4-1> 모바일 광대역 주파수 소요량 예측을 위한 설문 항목

| 서비스 진화 예측 | 기술 진화 예측 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 미래의 모바일 서비스 종류와 속성• 서비스와 단말기 보급율 등 시장 진화 속성 | <ul style="list-style-type: none">• 기술별 주파수 효율, 셀 속성 등의 기술 파라미터 |

4) Delphi 기법 : 델파이 기법을 적용하기 위한 전문가 설문은 선별된 기술전문가와 산업전문가모두를 포함하며, 전문설문용역업체 활용함

설문은 다양한 전문가(시장전문가, 기술전문가)를 대상으로 심층조사를 결합하여 예측 결과의 신뢰도를 높이고자 1차 설문에서는 설문내용을 설계하고, 실제 전망치를 도출하기 위한 2차 설문(총 2회)을 포함하여 총 4회의 설문을 수행하였다. 응답자는 전국의 전파, 통신, 전자공학 전문가 및 모바일 서비스 업종에 종사하는 산업전문가 혹은 컨설턴트 등을 대상으로 하며, 응답에 대한 신뢰성을 확보하기 위해 응답분야에 대한 전문성을 표기케 하고, 설문조사원의 인터뷰 또는 질문지 회수로 1차 30인, 2차와 3차 60인을 포함하여 총 150인에 대해 설문을 수행, 의견을 청취하였다.

[그림 4-1] 모바일 광대역 주파수 소요량 예측을 위한 설문 추진절차



2. 1차 설문

1차 설문의 목적은 현재 조사대상 서비스와 관련된 무선단말기 중 향후 10년을 기준으로 트래픽 수요예측에 반영해야 할 단말기의 범위와 주요 어플리케이션 분야(음성통화, VoIP, e-mail, w-browsing, video streaming, audio streaming, gaming, download, P2P, telemetry & M2M 등)를 결정하는 데 있다. 또한 트래픽 수요의 변화에 영향을 줄 수 있는 기술, 사회, 문화적 특성을 수집 (시나리오 개발을 위한 기초자료로 활용)하고자 하였다.

2011년 5월 23일 부터 동년 6월 1일까지 설문을 진행하여 기술전문가 18명으로부터 응답 받았으며 그 결과는 다음과 같다.

가. 단말기 범위

6개 단말기 형태를 제시(상용화 단말기 4개(스마트폰, 피쳐폰, Note PC, Tablet PC)와 상용화 예정 단말기 2개(스마트TV, M2M))하고 향후 트래픽 증가에 가장 큰 영향을 미칠 3 종류의 단말기를 선택하게 한 결과 스마트폰, Tablet PC, 스마트TV가 가장 큰 영향을 미칠 것으로 응답하였다.

<표 4-2> 1차 설문결과 - 트래픽 관점에서 3대 주요 단말기

| 순위 | 단말기 |
|----|-----------|
| 1 | 스마트 폰 |
| 2 | Tablet PC |
| 3 | 스마트TV |

또한, 제시된 단말기 이외의 유망 단말기를 기입하도록 한 결과, 공통된 추가응답이 나오지 않았으므로, 초기에 제시한 6가지 유형의 단말기를 대상으로 2차 설문을 수행하는 데 있어 타당성을 확보하였다.

<표 4-3> 1차 설문결과 - 트래픽 예측에서 추가 고려가 필요한 단말기

| 제시된 단말기 외 유망 단말기 |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • M2M (4명 응답) • Clouding computer, usn의 전달망, Wibro, Wi-Fi, 4G 휴대폰, tm마트Car, 차량 Imbedded Type 단말기, 3차원 단말기, 웨어러블 PC, 동글 (각 1명 씩 응답) |

나. 단말기 별 주요 어플리케이션

향후 트래픽 증가 관점에서 중요한 어플리케이션은 아래와 같으며, 2차 설문에서는 이중 가장 중요한 3가지 어플리케이션에 대해서만 사용패턴에 대한 전망치를 수집하도록 구성하였다.

<표 4-4> 1차 설문결과 -트래픽 관점에서 단말기 별 3대 주요 어플리케이션

| | 음성 | VoIP | 이메일 | Web Browsing | Video streaming | Game | Download | P2P | 데이터 | 메신저 |
|---------|----|------|-----|--------------|-----------------|------|----------|-----|-----|-----|
| 스마트폰 | 7 | 6 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | | |
| 피쳐폰 | 1 | 3 | 4 | 4 | 6 | 2 | 7 | 8 | | |
| Laptop | 8 | 7 | 4 | 1 | 2 | 4 | 3 | 6 | | |
| TablePC | 8 | 7 | 5 | 1 | 2 | 4 | 3 | 6 | | |
| 스마트TV | 8 | 7 | 5 | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | | |
| M2M | 8 | 5 | 6 | 3 | 4 | 7 | 1 | 2 | | |
| Wi-Fi | x | x | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 | 6 | | |
| 스마트카 | x | 8 | 7 | 3 | x | 5 | 4 | 6 | 1 | 2 |
| WiBro | 7 | 6 | 2 | 1 | 4 | 5 | 3 | 8 | | |

다. 시나리오 개발

1차 설문 결과에 따라 모바일 트래픽 증가에 대한 시나리오 space를 '증가속도 심화', '현재속도 유지', '증가속도 감소'로 구분하고 주요동인(key drivers)을 도출하여 이를 '영향력'과 '불확실성'에 따라 분류하여 시나리오 개발에 활용하고자 하였다. 다시 말하면 영향력이 높고 불확실성이 낮은 요소들은 모든 시나리오에 포함시키고, 영향력이 높고 불확실성이 높은 요소들을 시나리오 분기 기준으로 활용하며, 영향력이 낮은 경우 시나리오 개발에서 제외하였다.

<표 4-5> 1차 설문결과 - 모바일 트래픽 증가의 주요동인

| 기술발전 동향 | | 사회, 문화적 동향 | 거시 경제적 동향 | 정책, 제도적 동향 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|---|--------------------|
| 인프라 관련 | 단말기 관련 | | | |
| 3G에서 4G로 기술진화 | 기능성 단말기 | 개인화 | 통신사 경쟁심화 | 망 개방 정책 (MVNO도입 등) |
| 주파수 효율과 데이터 전송률 증가 | 맞춤화 단말기 | 휴대성과 이동성 강조 | 통신사 사업모형 확대 | 요금 인하 |
| 네트워크 증설 | 신규 단말기 활성화 | 개인정보보호 강조 | 통신/포탈 사업의 글로벌화 | 요금제 다양화 |
| 웹툰셀 보편화 | 스마트폰의 보편화, 생활화 | SNS 활성화 | 사업영역 재편 (콘텐츠 포털 서비스, 단말 제조업체, 통신 사업자 등) | 무제한 요금제 |
| HSPA+에서 LTE 및 LTE-advance로 진화 | Tablet PC 확대 보급 | Digital communication 세대 등장 | 광대역 통신비용 (데이터요금) 절감 | 단말기 보조제 |
| 데이터 전송속도 향상 | 단말기 데이터 처리속도 확대 | 모바일 데이터 서비스 활성화 | 단말기 가격 하락 | 단말기 사업자 이동성 |
| | 실시간 응용 서비스 확대 | 무선단말의 생활화 | 단말기 기반 비즈니스 증가 | 망 중립성 |
| | 다양한 융합 서비스 파생 | 1인당 보유 단말개수 증가 | | 주파수 license |
| | 이용자 중심의 콘텐츠 확산 | 경제성장 | | |
| | Application, 콘텐츠 다양화 | 인구구성 변화 | | |
| | 보안기술 | | | |

영향력과 불확실성이 높은 3가지 주요동인과 이들의 변화방향에 따라 총 8개의 가능한 시나리오가 나오며 이 중 가장 일어날 가능성이 높은 3가지 시나리오를 선택하였다.

<표 4-6> 1차 설문결과 - 모바일 트래픽 증가의 3대 주요동인

| 시나리오 | 주요동인 | | |
|------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | 산업·사업 측면 (무제한 데이터 요금제) | 기술·서비스 측면 (단말기/서비스 개발과 기술발전) | 정책·제도 측면 (사업자들의 사업영역 재편) |
| A | + (요금제 다양화) | + (급속한 진보) | + (사업 활성화) |
| B | 0 (현재수준 유지) | 0 (현추세 유지) | 0 (현추세 유지) |
| C | - (제한적 요금제) | - (기대치 이하) | - (기대치 이하) |

<표 4-7> 3가지 시나리오 별 특성

| 시나리오 | 설 명 |
|------|---|
| A | <ul style="list-style-type: none"> • Wire-free world: 모바일 서비스 관련 수요와 공급이 급증 - Tablet PC, 스마트TV 등 다양한 단말기들과 광범위한 어플리케이션들이 보급되고 활발히 사용됨 - 무제한 데이터 요금제, 정액 요금제 등을 포함, 사용패턴에 따른 다양한 선택형 요금제도가 가용함 - 산업전반에 걸쳐서는 모바일 비즈니스를 전개하는 모든 사업자들(포털 등 인터넷 업체, 어플리케이션 등 콘텐츠 제공업체, 기타 MVNO 등)이 자유롭게 망을 이용할 수 있는 환경이 조성되어 단말기를 기반으로 하는 비즈니스가 크게 활성화 |
| B | <ul style="list-style-type: none"> • Business as usual: 최근 10년의 산업성장 추세 및 기술발전 속도 지속 - Table PC, 스마트TV 등 신규 단말기들이 출시되었으나 스마트폰을 제외하고는 일반인들에게까지 널리 활용되지는 못하고 있음 - 무제한 데이터 요금제, 정액 요금제를 포함한 제한된 유형의 요금제도가 가용함 - 모바일 비즈니스를 전개하는 사업자들이 유료 혹은 무료로 비교적 자유롭게 망을 이용할 수 있는 환경이 조성 |
| C | <ul style="list-style-type: none"> • Dystopia: 모바일 서비스 관련 수요와 공급이 기대치 이하로 성장 - Table PC, 스마트TV 등 신규 단말기들이 출시되었으나 스마트폰을 제외하고는 일반인들에게까지 널리 활용되지는 못하고 있음 - 무제한 데이터 요금제가 폐지되고 종량제 실시 - 모바일 비즈니스를 전개하는 사업자들에게 망 비용을 부과하거나 망 사용에 비교적 강하게 제도적 제약을 가함 |

3. 2차, 3차 설문

2차 설문의 목적은 향후 10년 간 모바일 광대역 서비스 수요를 도출하기 위해 첫째, 단말기별 보급률과 어플리케이션 별 사용패턴에 대한 전망치, 둘째, 시나리오 별 트래픽 수요의 변화량에 대한 전망치, 셋째, 기술예측 및 진화방향에 대한 전망치를 수집하는 데 있다. 또한 3차 설문은 2차 설문 결과의 신뢰성을 높이기 위해 2차 결과의 통계치를 제시하고 2차 설문과 동일한 설문을 반복 수행하였으며, 2차 설문에서 제외된 항목 중 추가 조사가 필요한 항목들에 대한 조사도 병행되었다.

2차와 3차 설문조사는 각각 2011년 7월 5일 ~ 7월 22일(2차설문), 8월 18일 ~ 2011년 9월 2일(3차설문) 동안 진행되었으며, 셀룰러와 근거리무선통신(WiFi, WiBro) 서비스와 단말기(스마트폰, 피쳐폰, Note PC, Tablet PC, 스마트TV, M2M)에 대한 내용으로 「모바일 광대역 주파수 협의회」 위원 중 전문가 47명으로부터 응답을 받았다.

<표 4-8> 2, 3차 설문응답자의 인구통계학적 특성

| 연 령 | 30~39세 | 40~44세 | 45~49세 | 50~54세 | 55~59세 |
|-------|---------|----------|----------|----------|--------|
| 2차 설문 | 6명(13%) | 15명(32%) | 14명(30%) | 10명(21%) | 2명(4%) |
| 3차 설문 | 6명(13%) | 9명(19%) | 17명(36%) | 11명(23%) | 4명(9%) |

<표 4-9> 2, 3차 설문응답자들의 유형 - 산·학·연 분류

| 유 형 | 산업계 | 학계 | 연구소 | 기타 |
|-------|----------|----------|---------|---------|
| 2차 설문 | 22명(47%) | 9명(19%) | 9명(19%) | 7명(15%) |
| 3차 설문 | 22명(47%) | 14명(30%) | 6명(13%) | 5명(11%) |

<표 4-10> 2, 3차 설문응답자들의 전문성 - 관련분야 종사기간

| 종사기간 | 5년 미만 | 5년~10년 | 10년 이상 |
|-------|--------|---------|----------|
| 2차 설문 | 3명(6%) | 8명(17%) | 36명(77%) |
| 3차 설문 | 3명(6%) | 6명(13%) | 38명(81%) |

2차와 3차설문을 진행함에 있어서는 설문대상을 산업전문가(산업계)와 기술전문가(학계, 연구소)로 하고 의견을 모두 반영하여 다양한 관점에서의 수요예측이 가능하도록 하였으며, 수요예측에 참고할 수 있는 자료를 제공하고 응답별로 응답자의 전문성을 표기하여 예측의 신뢰도를 향상시키고자 하였다.

2차 설문에서는 현황을 토대로 미래를 전망할 수 있는 항목의 경우 현재 대비 미래의 전망치를 예측하도록 하였으며 (예. 증가율), 현황을 토대로 미래를 전망하는 것이 어려운 항목의 경우 2011년, 2015년, 2020년 3개 시점에서의 값을 예측(예. 2011년도 스마트TV 보급 대수)하였다.

3차 설문에서는 2차 설문결과 중 Q1, Q2(중앙값), Q3 값을 제시하여 2차 설문과 동일한 질문에 대해 다시 응답하도록 하며, 설문응답 결과에 대한 이유를 설명하도록 하여 추후 심층 분석에 활용할 수 있도록 하였다.

※ Q1 (제 1사분위수), Q2 (제 2사분위수), Q3 (제 3사분위수)는 전문가의 응답을 작은 값에서 큰 값의 순서로 나열하였을 때 각각 25%, 50%, 75% 지점에 위치하는 값을 의미함

2차와 3차 설문조사의 결과는 아래와 같다.

가. 단말기 별 수요예측과 사용패턴 예측

① 이동통신 산업 (피쳐폰, 스마트폰)

o (전문성) 응답자의 전문성 분포

<표 4-11> 이동통신 산업에 대한 설문응답자들의 전문성

| 구분 | 일부분야 전문성 보유 | 어느 정도 전문성 확보 | 충분한 전문성 확보 |
|-------|-------------|--------------|------------|
| 2차 설문 | 5명(11%) | 18명(38%) | 24명(51%) |
| 3차 설문 | 5명(11%) | 17명(36%) | 25명(53%) |

- (수요예측) 향후 10년 대상 이동통신 서비스와 스마트폰 가입자 수 - (1) 연 평균 증가율과 시장 포화시점에서 총 가입자 수; (2) 스마트폰 가입자 수의 포화시점과 그 시점에서 전체 이동통신 서비스 가입자 중 스마트폰 사용자의 비율

<표 4-12> 이동통신 서비스와 스마트폰 가입자 수요예측

| 구분 | | | 예측 통계량 | | | |
|----------|----------|---------------------|--------|--------------|-------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 이동 통신 | 가입자 수 CAGR (%) | 3 | 2, 5 | 3.9 | 0.6 |
| | | 시장 포화시 총 가입자 수 (만명) | 6,000 | 5,500, 6,500 | 6,033 | 0.1 |
| | 스마트 폰 | 가입자 수 CAGR (%) | 30 | 30, 40 | 33.9 | 0.3 |
| | | 시장 포화시 총 가입자 수(만명) | 4,500 | 4,000, 5,000 | 4,748 | 0.1 |
| 3차 설문 | 이동 통신 | 가입자 수 CAGR (%) | 3 | 3, 5 | 3.6 | 0.4 |
| | | 시장 포화시 총 가입자 수(만명) | 6,000 | 5,500, 6,500 | 6,040 | 0.1 |
| | 스마트 폰 | 가입자 수 CAGR (%) | 30 | 30, 35 | 32.5 | 0.2 |
| | | 시장 포화시 총 가입자 수(만명) | 4,500 | 4,500, 5,000 | 4,766 | 0.1 |

주) 변이계수란 설문응답자들의 응답이 얼마나 수렴하는지를 나타내는 지표로, [표준편차÷평균]로 계산되며 변이계수 값이 낮을수록 응답의 수렴도가 높음

<표 4-13> 스마트폰 가입자 수 포화시점과 시장규모 예측

| 분류 | | 예측 통계량 | | | |
|----------|--------------------|--------|------------|------|------|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 스마트폰 가입자 수 포화시점(년) | 2018 | 2017, 2020 | 2019 | 0 |
| | 스마트폰 가입자 비율(%) | 80 | 75, 90 | 81.6 | 0.1 |
| 3차 설문 | 스마트폰 가입자 수 포화시점(년) | 2017 | 2017, 2019 | 2018 | 0 |
| | 스마트폰 가입자 비율(%) | 80 | 80, 90 | 83.8 | 0.1 |

- (사용패턴) 향후 10년 대상 이동통신 사용패턴의 변화 - 어플리케이션 별로 1인당 사용량의 연평균 증가(감소)율

<표 4-14> 피쳐폰과 스마트폰의 어플리케이션 사용패턴 예측

| 어플리케이션의 연평균 사용량 증가율(%) | | | 예측 통계량 | | | |
|------------------------|------|-----------------|--------|----------|------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 피쳐폰 | Voice | 2 | 0, 5 | 1 | 0.2 |
| | | Online game | 5 | 3.5, 10 | 9.6 | 1.1 |
| | | VoIP | 10 | 5, 20 | 16.6 | 1.1 |
| | 스마트폰 | Web browsing | 20 | 10, 50 | 32.4 | 0.8 |
| | | Video streaming | 30 | 10, 50 | 31.6 | 0.7 |
| | | Online game | 20 | 10, 40 | 25.7 | 0.8 |
| 3차 설문 | 피쳐폰 | Voice | 1 | 0, 2 | -0.3 | 0.2 |
| | | Online game | 5 | 4.5, 10 | 9.5 | 1.2 |
| | | VoIP | 10 | 5, 20 | 12.4 | 0.7 |
| | 스마트폰 | Web browsing | 25 | 20, 32.5 | 28.0 | 0.5 |
| | | Video streaming | 30 | 20, 30 | 26.3 | 0.4 |
| | | Online game | 20 | 10, 30 | 22.4 | 0.5 |

- o (사용시간) 2011년, 2015년, 2020년 시점에서 휴대폰을 통한 무선통신 서비스의 1일 평균 사용시간

<표 4-15> 피쳐폰과 스마트폰의 사용시간 예측

| 휴대폰을 통한 무선통신 서비스의 1일 평균 사용시간 (시간) | | | 예측 통계량 | | | |
|-----------------------------------|------|-------|--------|----------|-----|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 피쳐폰 | 2011년 | 1 | 0.5, 1 | 1.2 | 1.1 |
| | | 2015년 | 1 | 0.5, 1.5 | 1.1 | 0.9 |
| | | 2020년 | 1 | 0.5, 1 | 1.0 | 1.0 |
| | 스마트폰 | 2011년 | 1.8 | 1, 2 | 1.9 | 0.7 |
| | | 2015년 | 2.5 | 1.9, 4 | 3.3 | 0.9 |
| | | 2020년 | 3 | 2.3, 6 | 4.6 | 0.8 |
| 3차 설문 | 피쳐폰 | 2011년 | 1 | 0.5, 1 | 1.0 | 1.3 |
| | | 2015년 | 1 | 0.5, 1 | 1.1 | 1.8 |
| | | 2020년 | 1 | 0.5, 1 | 1.2 | 2.3 |
| | 스마트폰 | 2011년 | 1.5 | 1, 2 | 1.5 | 0.3 |
| | | 2015년 | 2.5 | 2, 3 | 2.4 | 0.3 |
| | | 2020년 | 3 | 2.5, 4 | 3.3 | 0.4 |

② PC 산업 (Laptop PC, Tablet PC)

o (전문성) 응답자의 전문성 분포

<표 4-16> PC산업에 대한 설문응답자들의 전문성

| 구분 | 일부분야 전문성 보유 | 어느 정도 전문성 확보 | 충분한 전문성 확보 |
|-------|-------------|--------------|------------|
| 2차 설문 | 12명(26%) | 26명(55%) | 9명(19%) |
| 3차 설문 | 7명(15%) | 30명(64%) | 10명(21%) |

o (수요예측) 향후 10년 대상 Laptop PC와 Tablet PC 사용자 수 변화 - 연 평균 증가율
과 Table PC의 경우 이동통신망 데이터서비스 가입자 수의 연평균 증가율

<표 4-17> Laptop PC와 Tablet PC의 사용자 수요예측

| 가입자 수 연평균 증가율 (%) | | | 예측 통계량 | | | |
|-------------------|-----------|------------|--------|----------|------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | Laptop PC | 전체 사용자 | 3 | 1.7, 4.3 | 2.6 | 0.6 |
| | | 데이터서비스 가입자 | 10 | 5, 25 | 16.4 | 0.8 |
| | Tablet PC | 전체 사용자 | 15 | 10, 22.5 | 20 | 1.2 |
| 3차 설문 | Laptop PC | 전체 사용자 | 3 | 2, 3 | 2.7 | 0.4 |
| | | 데이터서비스 가입자 | 10 | 5, 15 | 11.5 | 0.6 |
| | Tablet PC | 전체 사용자 | 15 | 11, 20 | 15.7 | 0.4 |

o (사용패턴) 향후 10년 대상 Laptop PC와 Tablet PC 사용패턴의 변화 - 어플리케이션
별로 1인당 사용량의 연평균 증가(감소)율

<표 4-18> Laptop PC와 Tablet PC의 어플리케이션 사용패턴 예측

| 어플리케이션의 연평균 사용량 증가율(%) | | | 예측 통계량 | | | |
|------------------------|-----------|-----------------|--------|----------|------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | Laptop PC | Web browsing | 10 | 5, 20 | 15.6 | 1.1 |
| | | Video streaming | 15 | 5, 20 | 20.1 | 1.0 |
| | | Download | 15 | 10, 30 | 26.9 | 1.5 |
| | Tablet PC | Web browsing | 20 | 10, 30 | 26.2 | 1.2 |
| | | Video streaming | 20 | 10, 30 | 30.8 | 1.2 |
| | | Download | 15 | 10, 30 | 27.6 | 1.3 |
| 3차 설문 | Laptop PC | Web browsing | 10 | 6, 15 | 12.6 | 0.8 |
| | | Video streaming | 15 | 5, 20 | 13.6 | 0.7 |
| | | Download | 15 | 10, 20 | 17.0 | 0.6 |
| | Tablet PC | Web browsing | 20 | 27.5, 10 | 20.4 | 0.5 |
| | | Video streaming | 20 | 10, 25 | 20.0 | 0.5 |
| | | Download | 15 | 12, 20 | 18.3 | 0.5 |

주) Laptop PC의 경우 이동통신망 데이터서비스에 가입된 기기만을 대상으로 예측

- o (사용시간) 2011년, 2015년, 2020년 시점에서 Laptop PC와 Tablet PC를 통한 무선통신 서비스의 1일 평균 사용시간

<표 4-19> Laptop PC와 Tablet PC의 사용시간 예측

| Laptop PC와 Tablet PC를 통한 무선통신 서비스의 1일 평균 사용시간(시간) | | | 예측 통계량 | | | |
|--|-----------|-------|--------|----------|------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | Laptop PC | 2011년 | 2 | 1, 3 | 2.26 | 0.8 |
| | | 2015년 | 2 | 1.4, 3.8 | 2.68 | 0.7 |
| | | 2020년 | 3 | 1.5, 4 | 3.33 | 0.8 |
| | Tablet PC | 2011년 | 1 | 1, 2 | 1.73 | 0.6 |
| | | 2015년 | 2 | 2, 4 | 3.03 | 0.6 |
| | | 2020년 | 3.5 | 2, 6 | 4.61 | 0.8 |
| 3차 설문 | Laptop PC | 2011년 | 2 | 1, 2 | 1.7 | 0.4 |
| | | 2015년 | 2 | 1.7, 2 | 2.0 | 0.3 |
| | | 2020년 | 2.5 | 2, 3 | 2.4 | 0.4 |
| | Tablet PC | 2011년 | 1 | 1, 1.5 | 1.2 | 0.4 |
| | | 2015년 | 2 | 2, 2 | 2.2 | 0.3 |
| | | 2020년 | 3 | 2, 4 | 3.2 | 0.4 |

③ TV 산업 (스마트TV)

o (전문성) 응답자의 전문성 분포

<표 4-20> TV산업에 대한 설문응답자들의 전문성

| 구분 | 일부분야 전문성 보유 | 어느 정도 전문성 확보 | 충분한 전문성 확보 |
|-------|-------------|--------------|------------|
| 2차 설문 | 19명(40%) | 25명(53%) | 3명(6%) |
| 3차 설문 | 17명(36%) | 21명(45%) | 9명(19%) |

o (수요예측) 향후 10년 대상 스마트TV 보급 대수의 변화 - 연 평균 증가율과 2011년, 2015년, 2020년 시점에서 보급 대수

<표 4-21> 스마트TV의 사용자 수요예측

| 구분 | | 예측 통계량 | | | | |
|----------|-------------------|--------|--------|------------|-------|-----|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 | |
| 2차 설문 | 연평균 사용자 수 증가율 (%) | 22 | 20, 50 | 38.5 | 1.1 | |
| | 보급 대수 추정치(만대) | 2011 | 100 | 30, 240 | 236.6 | 1.6 |
| | | 2015 | 300 | 175, 500 | 473.1 | 1.0 |
| | | 2020 | 600 | 500, 1,000 | 838.8 | 0.9 |
| 3차 설문 | 연평균 사용자 수 증가율 (%) | 21 | 20, 25 | 23.0 | 0.5 | |
| | 보급 대수 추정치(만대) | 2011 | 100 | 30, 110 | 114.0 | 1.9 |
| | | 2015 | 300 | 200, 300 | 317.0 | 1.1 |
| | | 2020 | 600 | 500, 675 | 637.4 | 0.6 |

- o (사용패턴) 향후 10년 대상 스마트TV의 사용패턴의 변화 - 2011년, 2015년, 2020년 시점에서 어플리케이션 별 사용비중 예측

<표 4-22> 스마트TV의 어플리케이션 사용패턴 예측

| 어플리케이션의 사용비중 (%) | | | 예측 통계량 | | | |
|------------------|------|-----------------|--------|-----------|------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 2011 | Video streaming | 50 | 30, 79 | 52.2 | 0.5 |
| | | Online game | 15 | 10, 30 | 17.5 | 0.7 |
| | | Web browsing | 20 | 7.5, 37.5 | 23.2 | 0.8 |
| | 2015 | Video streaming | 50 | 40, 62.5 | 50.3 | 0.4 |
| | | Online game | 20 | 15, 27.5 | 21.8 | 0.5 |
| | | Web browsing | 20 | 15, 35 | 25.9 | 0.6 |
| | 2020 | Video streaming | 50 | 40, 57.5 | 46.8 | 0.3 |
| | | Online game | 20 | 20, 30 | 24.8 | 0.4 |
| | | Web browsing | 30 | 20, 37.5 | 28.4 | 0.5 |
| 3차 설문 | 2011 | Video streaming | 50 | 37.5, 50 | 48.8 | 0.3 |
| | | Online game | 20 | 15, 2.5 | 18.7 | 0.4 |
| | | Web browsing | 20 | 20, 30 | 23.8 | 0.5 |
| | 2015 | Video streaming | 50 | 40, 50 | 48.3 | 0.2 |
| | | Online game | 20 | 20, 30 | 22.6 | 0.3 |
| | | Web browsing | 20 | 20, 30 | 24.6 | 0.3 |
| | 2020 | Video streaming | 50 | 42.5, 50 | 47.0 | 0.2 |
| | | Online game | 20 | 20, 30 | 24.8 | 0.4 |
| | | Web browsing | 30 | 20, 30 | 27.2 | 0.3 |

- (사용시간) 2011년, 2015년, 2020년 시점에서 스마트TV를 통한 무선통신 서비스의 1일 평균 사용시간

<표 4-23> 스마트TV의 사용시간 예측

| 무선통신 서비스의 1일 평균 사용시간(시간) | | | 예측 통계량 | | | |
|--------------------------|-------|-------|--------|--------|------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 스마트TV | 2011년 | 1 | 0.5, 2 | 1.36 | 0.8 |
| | | 2015년 | 2 | 1, 3.8 | 2.40 | 0.6 |
| | | 2020년 | 3 | 2, 5 | 3.65 | 0.6 |
| 3차 설문 | 스마트TV | 2011년 | 1 | 0.5, 1 | 1.05 | 0.6 |
| | | 2015년 | 2 | 1.5, 2 | 1.88 | 0.4 |
| | | 2020년 | 3 | 2, 3 | 2.71 | 0.4 |

④ M2M

- (전문성) 응답자의 전문성 분포

<표 4-24> M2M에 대한 설문응답자들의 전문성

| 구분 | 일부분야 전문성 보유 | 어느 정도 전문성 확보 | 충분한 전문성 확보 |
|-------|-------------|--------------|------------|
| 2차 설문 | 11명(23%) | 25명(53%) | 11명(23%) |
| 3차 설문 | 18명(38%) | 17명(36%) | 12명(26%) |

- (상용화시점) 향후 M2M 방식의 무선통신이 상용화 되는 시기와 상용화 시점에서 M2M을 제외한 전체 데이터 트래픽(스마트폰, Tablet PC, 스마트TV 등) 대비 M2M 트래픽의 비율

<표 4-25> M2M 방식의 무선통신 상용화 시점 예측

| 구분 | | 예측 통계량 | | | |
|----------|-----------------------|--------|------------|------|------|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 상용화 시점 (년) | 2015 | 2013, 2015 | 2015 | 0 |
| | 상용화 시점 M2M 트래픽 비율 (%) | 10 | 5, 20 | 12.8 | 0.9 |
| 3차 설문 | 상용화 시점 (년) | 2015 | 2015, 2015 | 2015 | 0 |
| | 상용화 시점 M2M 트래픽 비율 (%) | 10 | 5.5, 15 | 13.9 | 1.2 |

o (트래픽증가) 2011년, 2015년, 2020년 시점에서 M2M을 제외한 전체 데이터 트래픽 대비 M2M 트래픽의 비율과 향후 10년 연 평균 트래픽 증가율

<표 4-26> 전체 트래픽 중 M2M 트래픽의 비율

| 구분 | | 예측 통계량 | | | | |
|----------|------------------|--------|--------|---------|------|-----|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 | |
| 2차 설문 | 연평균 트래픽 증가율(%) | 10 | 5, 30 | 27.5 | 1.8 | |
| | M2M 트래픽 비율(%) | 2011 | 3 | 1, 5 | 4.3 | 1.0 |
| | | 2015 | 10 | 5.5, 15 | 9.5 | 0.8 |
| | | 2020 | 15 | 10, 25 | 16.5 | 0.8 |
| 3차 설문 | 연평균 트래픽 증가율(%) | 2 | 1, 3 | 2.6 | 0.9 | |
| | M2M 트래픽 비율(%) | 2011 | 8 | 5.5, 10 | 8.9 | 0.6 |
| | | 2015 | 15 | 10, 16 | 16.0 | 0.5 |
| | | 2020 | 10 | 5, 15 | 12.6 | 0.8 |

나. 기술 예측

- o (WiFi분담율) 향후 10년 각 단말기에서 발생하는 트래픽 중 WiFi 네트워크를 이용하는 트래픽의 연 평균 증가율

<표 4-27> 각 단말기 별 발생 트래픽 중 WiFi 분담율

| WiFi 분담율의 연평균 증가율 (%) | | | 예측 통계량 | | | |
|-----------------------|------|-----------|--------|----------|-------|------|
| | | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 이동통신 | 피쳐폰 | 5 | 0.3, 10 | 6.31 | 1.3 |
| | | 스마트폰 | 20 | 10, 40 | 28.19 | 0.9 |
| | PC | Laptop PC | 10 | 5, 15 | 12.67 | 1.1 |
| | | Tablet PC | 20 | 10, 30 | 24.36 | 0.9 |
| | 기타 | 스마트TV | 10 | 5, 20 | 15.68 | 0.9 |
| | | M2M | 10 | 4, 20 | 13.99 | 0.9 |
| 3차 설문 | 이동통신 | 피쳐폰 | 2 | 0.5, 5 | 2.9 | 1.3 |
| | | 스마트폰 | 25 | 15, 30 | 24.7 | 0.5 |
| | PC | Laptop PC | 10 | 5, 10 | 9.1 | 0.7 |
| | | Tablet PC | 20 | 12.5, 25 | 19.1 | 0.5 |
| | 기타 | 스마트TV | 10 | 5, 15 | 13.0 | 0.9 |
| | | M2M | 10 | 4, 10 | 9.3 | 0.7 |

- o (WiBro 및 LTE 서비스) WiBro 서비스 및 LTE 서비스를 3G 등의 이동통신 서비스와 동일한 서비스로 보는 비율

<표 4-28> 이동통신 서비스, WiBro 서비스, LTE 서비스에 대한 인식 - 3차 설문결과

| 서비스 간 관계 | 응답자(비율) |
|--------------------------------|------------|
| WiBro 서비스를 3G 등의 이동통신 서비스와 동일시 | 20명(42.6%) |
| LTE 서비스를 3G 등의 이동통신 서비스와 동일시 | 29명(61.7%) |

o (WiBro 서비스) 이동통신 트래픽과 WiBro 트래픽의 우회 비율

<표 4-29> WiBro 망과 이동통신 망을 통한 트래픽 우회 비율 - 3차 설문결과

| 구분 | | 예측 통계량 | | | |
|----------------------------|------|--------|---------|------|------|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 이동통신 트래픽의 WiBro 망 우회 비율 | 2011 | 5 | 3, 10 | 7.0 | 0.8 |
| | 2015 | 12.5 | 6.5, 15 | 12.3 | 0.6 |
| | 2020 | 10 | 10, 20 | 15 | 1.0 |
| WiBro 트래픽의 이동통신 망 우회 비율 | 2011 | 5 | 1.8, 10 | 8.4 | 1.0 |
| | 2015 | 10 | 5, 20 | 14.7 | 1.0 |
| | 2020 | 12.5 | 5, 22.5 | 18.1 | 1.0 |

o (LTE 서비스) 이동통신 트래픽과 LTE 트래픽의 우회 비율

<표 4-30> LTE 망과 이동통신 망을 통한 트래픽 우회 비율 - 3차 설문결과

| 구분 | | 예측 통계량 | | | |
|--------------------------|------|--------|--------|------|------|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 이동통신 트래픽의 LTE망 우회 비율 | 2011 | 5 | 1, 10 | 5.3 | 0.9 |
| | 2015 | 30 | 20, 40 | 32.1 | 0.5 |
| | 2020 | 60 | 40, 80 | 59.1 | 0.4 |
| LTE 트래픽의 이동통신 망 우회 비율 | 2011 | 5 | 0, 10 | 21.8 | 1.5 |
| | 2015 | 10 | 1, 30 | 22.0 | 1.2 |
| | 2020 | 10 | 1, 20 | 18.8 | 1.4 |

다. 시나리오 예측

- o (트래픽 예측) 향후 10년 각 서비스 별 연 평균 트래픽 증가율

<표 4-31> 향후 10년간 각 서비스 별 연 평균 트래픽 증가율 예측

| 트래픽 증가율 (%) | | 예측 통계량 | | | |
|-------------|-------|--------|---------|-------|------|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 이동통신 | 50 | 15, 190 | 160.2 | 2.6 |
| | WiFi | 50 | 20, 175 | 162.8 | 2.8 |
| | WiBro | 20 | 5, 90 | 70.5 | 2.6 |
| 3차 설문 | 이동통신 | 50 | 20, 50 | 47.0 | 0.6 |
| | WiFi | 50 | 30, 50 | 48.5 | 0.5 |
| | WiBro | 15 | 5, 27.5 | 22.9 | 1.0 |

- o (시나리오 분석) 트래픽 예측에 대한 미래 시나리오 - Wire-free world(A), Business as usual(B), Dystopia(C)

<표 4-32> 예측 시 전문가가 가정한 시나리오

| 구분 | A 시나리오 (Wire-free world) | B 시나리오 (Business as usual) | C 시나리오 (Dystopia) | 기타 |
|-------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|----------|
| 2차 설문 | 28명(59.6%) | 15명(31.9%) | 3명(6.4%) | 1명(2.1%) |
| 3차 설문 | 24명(51.1%) | 21명(44.7%) | 1명(2.1%) | 1명(2.1%) |

주) 전문가들의 경우 대부분 A 시나리오 혹은 B 시나리오 하에서 미래 트래픽을 예측했다고 응답하였으며, C 시나리오 및 기타를 가정한 사람은 각각 1명임. 따라서 추후 시나리오에 따른 트래픽의 증감을 예측할 때는 C 시나리오를 제외한 A, B 시나리오만을 활용하여 트래픽의 최대치와 최소치를 도출하였음.

o (시나리오별 예측) 각 시나리오 별 중립적 전망치 대비 전체 트래픽 소요량의 증감

<표 4-33> 시나리오 별 트래픽 소요량의 증감 예측

| 시나리오 B 대비 전체 트래픽 소요량의 증감 (%) | | 예측 통계량 | | | |
|---------------------------------|--------|--------|---------|-------|------|
| | | 중앙값 | Q1, Q3 | 평균값 | 변이계수 |
| 2차 설문 | 시나리오 A | 50 | 30, 100 | 176.3 | 2.9 |
| | 시나리오 C | -10 | -30, -5 | -62.8 | 4.6 |
| 3차 설문 | 시나리오 A | 50 | 30, 50 | 47.0 | 0.5 |
| | 시나리오 C | -10 | -20, -5 | -13.5 | 1.0 |

라. 기타

o (요금제) 통신사의 데이터 무제한 요금제의 지속가능성 여부 - “지속될 것으로 생각할 것입니까”에 대한 응답분포

<표 4-34> 무제한 요금제의 지속가능성에 대한 예측

| 구분 | 매우 그렇지 않다 | 그렇지 않다 | 보통이다 | 그렇다 | 매우 그렇다 |
|-------|-----------|------------|-----------|------------|----------|
| 2차 설문 | 7명(14.9%) | 21명(44.7%) | 8명(17%) | 10명(21.3%) | 1명(2.1%) |
| 3차 설문 | 4명(8.5%) | 24명(51.1%) | 5명(10.6%) | 11명(23.4%) | 3명(6.4%) |

4. 4차 설문

4차 설문의 목적은 트래픽 예측에 있어 무제한 요금제 가정 여부에 대해 확인을 하는데 있었다. 이를 위해 첫째, 무제한 요금제가 지속된다고 가정한 사람들의 비율에 대해 확인하여 트래픽 예측치의 신뢰성을 확보하고, 둘째, 대부분이 무제한 요금제가 지속된다는 가정 하에서 응답하였을 경우 무제한 요금제 폐지 시 트래픽 감소량을 계산하기 위한 % 값 도출하였다.

<표 4-35> 4차설문내용

| |
|---|
| <p>[제목] 모바일 광대역 주파수 소요량 예측 결과의 신뢰성 확보를 위한 의견 수집</p> <p>안녕하십니까. 모바일 광대역 주파수 소요량 예측을 위한 델파이 조사 1, 2, 3차에 응답해 주셔서 다시 한 번 감사드립니다.</p> <p>현재 델파이 3차 조사가 완료되었으며, 전문가 분들의 고견을 바탕으로 미래 트래픽에 대해 예측하는 작업을 진행 중입니다. 이 과정에서 결과의 신뢰성을 확보하고자 전문가 분들의 의견을 다시 한 번 여쭙고자 합니다.</p> <p>1. 귀하께서 무선 단말기 별로 모바일 광대역 서비스 수요 및 트래픽을 예측하시는 과정에서 다음 중 어떤 상황을 가정하셨는지요? (1) 현재와 같이 무제한 요금제가 지속되는 상황을 가정하고 예측하였다. (2) 향후 무제한 요금제가 폐지될 것을 가정하고 예측하였다.</p> <p>2. 만약 (1)에 해당하신다면 무제한 요금제가 폐지되었을 때 트래픽이 몇 %나 감소할 것으로 예상하시는지요? (% 감소)</p> <p>다시 한 번 귀하의 소중한 의견 감사드립니다.</p> |
|---|

4차설문은 2011년 9월 18일 ~ 동년 9월 27일까지 총 9일동안 진행되었으며, 3차 설문 응답자 47명을 대상으로 진행하여 30명으로부터 응답을 받았고, 그 결과는 다음과 같다.

먼저, 무제한 요금제의 지속 여부에 대해서는 응답자 총 30명 중 약 47%에 해당하는 14명은 무제한 요금제가 지속될 것이라는 가정 하에서 트래픽을 예측한 것으로 확인 되었다.

<표 4-36> 무제한 요금제 지속 여부의 가정

| 무제한 요금제 지속 여부의 가정 | 응답 결과 |
|-----------------------|-----------|
| 지속된다는 가정 하에 예측 (명, %) | 14명 (47%) |
| 폐지된다는 가정 하에 예측 (명, %) | 16명 (53%) |

그리고, 무제한 요금제가 지속될 것이라 가정한 전문가들은 무제한 요금제가 폐지될 경우 예측치의 약 28%가 감소할 것이라 예측하였다.

<표 4-37> 무제한 요금제 폐지 시 예측 트래픽 감소량

| 설문항목 | 결과 |
|--|--------|
| 무제한 요금제 폐지시 트래픽 감소량 (%) (앞에서 “가정하지 않음”을 선택한 14명 대상) | 평균 28% |

제2절 트래픽 예측 결과

1. 트래픽 예측 개요

총 트래픽은 휴대폰, PC 스마트TV 단말기와 M2M을 통해 발생하는 트래픽을 총합하여 산출하고, 이때 휴대폰, PC, 스마트TV 단말기로부터 발생하는 트래픽 예측치는 직접 산출, M2M 트래픽은 M2M을 제외한 단말기 대비 비율에 대한 예측치로부터 산출하였다.

<표 4-38> 총 트래픽 산출 방법

$$\text{총 트래픽} = \text{휴대폰 트래픽} + \text{PC 트래픽} + \text{스마트TV 트래픽} + \text{M2M 트래픽}$$

가. 휴대폰

휴대폰 사용으로 발생하는 트래픽은 아래와 같은 산식을 이용해 산출하였다.

<표 4-39> 휴대폰 트래픽 산출 방법

$$\begin{aligned} \text{Traffic 예측치}_n &= \\ &2011\text{년 Traffic} \times \text{이용자 증가로 인한 Traffic 증가율}_n \\ &\quad \times \text{이용량(시간) 증가로 인한 Traffic 증가율}_n \\ &\text{※ 단, 연도별 사용량 증가율, 사용량 증가율은 일정하며 이용패턴이 동일하다고 가정함} \end{aligned}$$

이때 스마트폰과 피쳐폰의 이용자 수는 다음 2가지 대안을 통해 추정이 가능하고, 이용량은 2011년 이용시간 예측치 대비 2015년, 2020년 이용시간 예측치를 활용하여 이용량 증가율을 산출하였다.

참고로, 2011년, 2015년, 2020년을 기준으로 보급대수는 100만대, 300만대, 600만대이며 사용시간은 1시간, 2시간, 3시간으로 추정된다.

스마트TV 사용으로 발생하는 트래픽은 아래와 같은 산식을 이용해 산출하였다.

<표 4-41> 스마트TV 트래픽 산출 방법

$$\text{Traffic 예측치}_n = \text{1대 당 Traffic 소요량 추정치} \times \text{이용자 증가로 인한 Traffic 증가율}_n \times \text{이용량(시간) 증가로 인한 Traffic 증가율}_n$$

※ 단, 연도별 보급대수 증가율과 사용시간 증가율은 일정하다고 가정

라. M2M

M2M 사용으로 발생하는 트래픽은 아래와 같은 산식을 이용해 산출하였다.

<표 4-42> M2M 트래픽 산출 방법

$$\text{Traffic 예측치} = (\text{휴대폰 Traffic 예측치} \times \text{PC Traffic 예측치} \times \text{스마트TV Traffic 예측치}) \times \text{M2M Traffic 비율 추정치}$$

※ 단, 연도별 사용량 증가율, 사용량 증가율은 일정하다고 가정함

전문가들은 2015년 정도를 상용화 시점으로 보고 있으며 따라서 2011년, 2015년, 2020년을 기준으로 M2M Traffic 비율을 산출하였을 때 각각 8%, 15%, 10%로 산출되었다.

2. 트래픽 예측 결과

가. 평균

스마트폰, Tablet PC, 스마트TV 보급 확대 등에 따른 '20년 무선트래픽 평균을 예측한 결과 200,815TB 수준으로 '11년 대비 10.18배 증가가 예상되었다. 그 근거로 각 서비스별 트래픽 예측 결과를 아래에 제시하였다.

o 이동통신 무선트래픽

이동전화 가입자 수는 '11년 5,187.9만 명 수준(6월 기준)으로 '20년 5,944.9만 명 수준까지 증가할 것으로 예측되며, 이 중 스마트폰 사용자는 '11년 1,484.4만 명(6월 기준)으로 '20년 4,498.6만 명에 이를 것으로 전망된다.

가입자 수의 추정에 있어 이동전화 가입자 수의 경우 안정된 시장의 수요를 예측하는데 일반적으로 사용되는 Bass 모형을 사용(Delphi 결과에 의해 잠재시장 규모를 6,000만 명으로 가정) 하였으며, 스마트폰의 경우 기존 제품의 대체제품이며 초기에 급성장하는 추세를 보인다는 점을 반영하여 콤포르츠 모형(Delphi 결과에 의해 잠재시장 규모를 4,500만 명으로 가정)을 활용하였음을 밝히는 바이다.

<표 4-43> 국내 이동통신 가입자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명)

| 가입자 수 구분 | 현황 | 전망 | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 이동전화 | 5,213 | 5,374 | 5,525 | 5,644 | 5,736 | 5,805 | 5,857 | 5,896 | 5,924 | 5,945 |
| 스마트폰 | 1,881 | 2,832 | 3,737 | 4,177 | 4,367 | 4,446 | 4,478 | 4,491 | 4,497 | 4,499 |
| 피쳐폰 | 3,332 | 2,542 | 1,788 | 1,467 | 1,368 | 1,359 | 1,379 | 1,404 | 1,428 | 1,446 |

주) '11년 현황치(2011년 9월 기준)는 사업자로부터 수집, 전망치는 Delphi결과를 반영한

Curve-fitting

스마트폰 보급률 증가와 함께, 이동전화를 통한 무선데이터 서비스 활용 또한 지속적으로 증가할 것으로 판단되며, Delphi 결과 피쳐폰을 통한 무선데이터 서비스 활용시간은 크게 변화가 없으나, 스마트폰을 통한 무선데이터 서비스 활용시간은 1인 1일 기준 2011년 1.5시간에서 2015년 2.5시간, 2020년 3시간으로 늘어날 것으로 예상하는 것으로 나타났다.

또한, 이동전화 사용패턴이 급격히 변화하는 가운데 이동통신 무선트래픽은 '20년 59,366TB로 예측되었고, '11년 대비 약 6배 수준의 증가할 전망이다(사용자 수의 증가와 이용률 증가 반영).

<표 4-44> 국내 이동통신 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배)

| 구 분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 이동전화 트래픽(TB) | 17,409 | 21,464 | 31,997 | 40,560 | 48,154 | 50,837 | 53,101 | 55,229 | 57,344 | 59,498 | |
| 증가율(배) | 1.00 | 2.12 | 3.16 | 4.00 | 4.75 | 5.02 | 5.24 | 5.45 | 5.66 | 5.87 | |
| 스마트폰 트래픽(TB) | 13,867 | 21,233 | 31,834 | 40,426 | 48,029 | 50,713 | 52,975 | 55,101 | 57,214 | 59,366 | |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.91 | 2.52 | 2.81 | 2.94 | 3.00 | 3.02 | 3.03 | 3.03 | 3.03 | |
| 피쳐폰 트래픽(TB) | 312 | 232 | 163 | 134 | 125 | 124 | 126 | 128 | 130 | 132 | |
| 증가율(배) | 1.00 | 0.69 | 0.48 | 0.40 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | |

주) '11년 현황치(2011년 9월 기준)는 사업자로부터 수집

o PC 무선트래픽

Laptop PC의 경우 무선트래픽을 유발할 것으로 판단되는 데이터서비스 사용자들만을 대상으로 예측하였을 때 '11년 12.5만 명(9월 기준) 수준에서 '20년 29.4만 명 수준까지 사용자 수가 증가할 것으로 예측되며, Tablet PC의 경우 '11년 90만 명에서 '20년 316.6만 명 수준까지 증가할 것으로 전망된다.

Delphi 결과에 따르면 Laptop PC의 데이터서비스 가입자 수는 향후 10년간 연 10% 증가하여 Tablet PC의 사용자 수는 연 20% 증가할 전망이다.

<표 4-45> 국내 Laptop PC와 Tablet PC 사용자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명)

| 구분 | 현황 | 전망 | | | | | | | | |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Laptop PC | 12.5 | 13.7 | 15.1 | 16.6 | 18.3 | 20.1 | 22.1 | 24.3 | 26.8 | 29.4 |
| Tablet PC | 90.0 | 103.5 | 119.0 | 136.9 | 157.4 | 181.0 | 208.2 | 239.4 | 275.3 | 316.6 |

주) Laptop PC는 데이터서비스 가입자 수만을 반영하였으며, '11년 현황은 SKT t-login 가입자 70,040명, KT i-plug 가입자 54,808명을 합산, 산출.

Tablet PC 사용자 수는 한국 IDC 전망치 활용 (모바일 트랜트 매거진, nipa, 2011 가을)

iPad 등 Tablet PC의 등장과 함께, PC를 통한 무선데이터 서비스 활용이 보다 활성화 될 것으로 판단되며, Delphi 결과는 Laptop PC의 사용시간은 1인 1일 기준 2011년 2시간, 2015년 2시간, 2020년 2.5시간으로의 증가가 전망되며, Tablet PC의 사용시간은 2011년 1시간에서 2015년 2시간, 2020년 3시간으로의 증가하는 것으로 조사되었다.

PC를 통한 무선트래픽은 Tablet PC를 중심으로 빠르게 증가하여 '20년 15,167TB 수준에 이를 것으로 예측되었으며, '11년 대비 9배 이상의 증가할 전망이다(사용자 수의 증가와 이용률 증가 반영).

<표 4-46> 국내 PC를 통한 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배)

| 구분 | 현황 | 전망 | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| PC 트래픽(TB) | 1,662 | 2,190 | 2,903 | 3,869 | 5,179 | 6,415 | 7,950 | 9,856 | 12,224 | 15,167 |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.32 | 1.75 | 2.33 | 3.12 | 3.86 | 4.78 | 5.93 | 7.35 | 9.13 |
| Note PC 트래픽(TB) | 312 | 343 | 378 | 415 | 457 | 526 | 605 | 695 | 800 | 920 |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.10 | 1.21 | 1.33 | 1.46 | 1.68 | 1.94 | 2.23 | 2.56 | 2.95 |
| Tablet PC 트래픽(TB) | 1,350 | 1,846 | 2,525 | 3,453 | 4,722 | 5,889 | 7,345 | 9,160 | 11,424 | 14,247 |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.37 | 1.87 | 2.56 | 3.50 | 4.36 | 5.44 | 6.79 | 8.46 | 10.55 |

주) 노트북 가입자 월평균 트래픽: 2.5GB(월) (KT, 2010년 5월 기준)

Tablet PC 월평균 트래픽: 1.5GB(월) (LGU+, 2011년)

o 스마트TV 무선트래픽

Delphi 결과 스마트TV 사용자 수는 향후 10년간 연 20% 증가하여 '11년 39만 명에서 '20년 216.8만 명 수준까지 증가할 것으로 전망되었다.

<표 4-47> 국내 스마트TV 사용자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명)

| 구분 | 현황 | 전망 | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 스마트TV | 39.0 | 47.2 | 57.1 | 69.1 | 83.6 | 101.2 | 122.4 | 148.1 | 179.2 | 216.8 | |

주) '11년 스마트TV 보급대수 추정치 83만 대, 사용자 추정치 39만 명 (KT 경영경제연구소)

Smart TV의 사용시간은 1인 1일 기준 2011년 1시간, 2015년 2시간, 2020년 3시간으로의 증가할 것으로 전문가들은 응답하였으며, 스마트TV의 상용화 이후 마케팅 활성화 및 콘텐츠 보급 확대로 '20년 스마트TV를 통한 무선데이터 서비스의 사용시간은 '11년 대비 약 3배 수준 증가할 전망이다. 이에 따라 스마트TV를 통한 무선트래픽은 '20년 107,894TB 수준에 이를 것으로 예측되었으며, 이 수치는 '11년 대비 9배 이상의 증가된 수준이다(사용자 수의 증가와 이용률 증가 반영).

<표 4-48> 국내 스마트TV를 통한 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배)

| 구분 | 현황 | 전망 | | | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 스마트TV 트래픽(TB) | 6,469 | 9,308 | 13,393 | 19,272 | 27,732 | 36,390 | 47,751 | 62,660 | 82,223 | 107,894 | |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.44 | 2.07 | 2.98 | 4.29 | 5.63 | 7.38 | 9.69 | 12.71 | 16.68 | |

주) 스마트TV 1대당 월평균 트래픽 16,589MB/월 (2010년 추정치)

o M2M 무선트래픽

전문가 설문조사 결과 M2M을 제외한 트래픽 대비 M2M을 통한 트래픽의 비중은 2011년 8%, 2015년 15%, 2020년 10%로 본격적인 활성화 시점에서 최고 수준이며 이후 다소 감소할 것으로 나타나 M2M을 통한 '20년 무선트래픽은 '11년 대비 12배 이상의 증가한 18,256TB 수준에 이를 것으로 예측된다.

<표 4-49> 국내 M2M 월평균 무선트래픽 전망 (단위: TB, 배)

| 구 분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| M2M 트래픽(TB) | 1,461 | 3,086 | 5,290 | 8,166 | 12,160 | 12,952 | 13,877 | 15,024 | 16,461 | 18,256 |
| 증가율(배) | 1.00 | 2.11 | 3.62 | 5.59 | 8.32 | 8.86 | 9.50 | 10.28 | 11.27 | 12.50 |

주) M2M 트래픽은 M2M을 제외한 전체 트래픽(스마트폰, 피쳐폰, Tablet PC, Note PC, 스마트TV) 대비 M2M 트래픽의 비율에 대한 추정치를 통해 전망

o 무선트래픽 예측 결과 요약

위에서 살펴본 단말기별 무선트래픽 예측 결과를 종합하면 '20년 무선트래픽은 2011년 대비 10.18% 증가한 200,815TB 수준으로 예상된다.

<표 4-50> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 평균 (단위: TB)

| 구 분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 총 트래픽 | 19,724 | 36,048 | 53,583 | 71,866 | 93,225 | 106,589 | 122,679 | 142,768 | 168,252 | 200,815 |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.83 | 2.72 | 3.64 | 4.73 | 5.40 | 6.22 | 7.24 | 8.53 | 10.18 |
| 스마트폰 | 9,795 | 21,233 | 31,834 | 40,426 | 48,029 | 50,713 | 52,975 | 55,101 | 57,214 | 59,366 |
| 피쳐폰 | 338 | 232 | 163 | 134 | 125 | 124 | 126 | 128 | 130 | 132 |
| Note PC | 312 | 343 | 378 | 415 | 457 | 526 | 605 | 695 | 800 | 920 |
| Tablet PC | 1,350 | 1,846 | 2,525 | 3,453 | 4,722 | 5,889 | 7,345 | 9,160 | 11,424 | 14,247 |
| 스마트TV | 6,469 | 9,308 | 13,393 | 19,272 | 27,732 | 36,390 | 47,751 | 62,660 | 82,223 | 107,894 |
| M2M | 1,461 | 3,086 | 5,290 | 8,166 | 12,160 | 12,952 | 13,877 | 15,024 | 16,461 | 18,256 |

나. WiBro 포함 시 예측

WiBro 가입자 수는 '11년 53만 명을 돌파했으며 (6월 기준), '15년 384만 명 수준, '20년 791만 명을 넘어설 것으로 전망된다. 가입자 수 증가율을 반영하면 WiBro 트래픽은 '11년 1,893TB에서 (6월 기준), '20년 28,146TB 수준으로 증가할 것으로 보인다.

이 결과를 앞서 예측한 평균치에 반영하면 WiBro를 포함한 트래픽은 '20년 228,961TB 수준에 이를 전망이다.

<표 4-51> 국내 WiBro 서비스 가입자 수 현황 및 전망 (단위: 만 명)

| 구 분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 가입자 수 | 53.0 | 103.1 | 175.1 | 270.6 | 384.4 | 503.5 | 611.2 | 696.2 | 755.2 | 791.3 |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.94 | 3.30 | 5.10 | 7.25 | 9.49 | 11.52 | 13.12 | 14.24 | 14.92 |

자료: WiBro 가입자 전망 예측자료(KISDI)

<표 4-52> 국내 WiBro 서비스 트래픽 현황 및 전망 (단위: TB)

| 구 분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| WiBro 트래픽 | 1,893 | 3,665 | 6,227 | 9,643 | 13,664 | 17,898 | 21,741 | 24,766 | 26,865 | 28,146 |

<표 4-53> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - WiBro 포함 (단위: TB)

| 구 분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 총 트래픽 | 21,618 | 39,713 | 59,810 | 81,509 | 106,889 | 124,492 | 144,420 | 167,534 | 195,117 | 228,961 |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.84 | 2.77 | 3.77 | 4.94 | 5.76 | 6.68 | 7.75 | 9.03 | 10.59 |

다. 무제한 요금제 가정에 따른 예측

Delphi 수행 결과, 무제한 요금제가 지속될 것인지에 대한 질문에 ‘전혀 동의안함(8.5%)’, ‘동의안함(51.1%)’, ‘보통(10.6%)’, ‘동의(23.4%)’, ‘매우동의(6.4%)’ 응답하여 60%에 해당하는 전문가들이 무제한 요금제가 폐지될 것으로 전망하였다.

무제한 요금제 지속을 가정한 전문가들은 무제한 요금제 폐지 시 평균 트래픽 예측치의 약 28% 감소를 예측하였는데, 이는 무제한 요금제 폐지를 가정한 전문가들의 경우 무제한 요금제 지속 시 예측치의 약 39% 증가를 의미한다.

무제한 요금제의 지속여부에 따라 지속시 ‘20년 트래픽 전망치는 242,465TB, 폐지시에는 174,575TB 수준으로 전망되어 약 30% 내외에서 트래픽 증감에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

<표 4-54> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 무제한 요금제 효과 (단위: TB)

| 무제한 요금제 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 존재 | 23,815 | 43,524 | 64,696 | 86,772 | 112,560 | 128,697 | 148,123 | 172,380 | 203,148 | 242,465 | |
| 평균 | 19,724 | 36,048 | 53,583 | 71,866 | 93,225 | 106,589 | 122,679 | 142,768 | 168,252 | 200,815 | |
| 폐지 | 17,147 | 31,337 | 46,581 | 62,476 | 81,043 | 92,662 | 106,649 | 124,113 | 146,267 | 174,575 | |

주) 폐지 시 예측치는 평균 중 47%의 응답이 28% 감소 시 값으로 산출
존재 시 트래픽 예측치는 평균 중 53%의 응답이 39% 증가 시 값으로 산출

<표 4-55> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 무제한 요금제 효과 (WiBro 포함) (단위: TB)

| 무제한 요금제 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 존재 | 25,708 | 47,189 | 70,923 | 96,415 | 126,224 | 146,595 | 169,864 | 197,146 | 230,013 | 270,611 | |
| 평균 | 21,617 | 39,713 | 59,810 | 81,509 | 106,889 | 124,487 | 144,420 | 167,534 | 195,117 | 228,961 | |
| 폐지 | 19,040 | 35,002 | 52,808 | 72,119 | 94,707 | 110,560 | 128,390 | 148,879 | 173,132 | 202,721 | |

주) 폐지 시 예측치는 평균 중 47%의 응답이 28% 감소 시 값으로 산출
존재 시 트래픽 예측치는 평균 중 53%의 응답이 39% 증가 시 값으로 산출

라. 사회발전 시나리오에 따른 예측

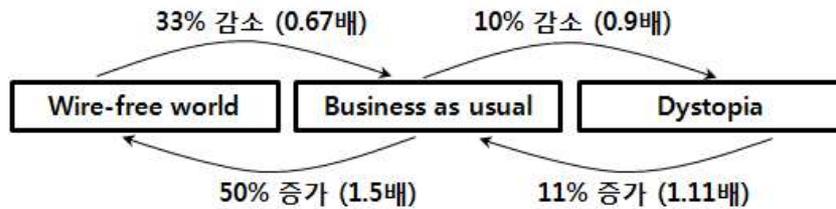
트래픽 예측에 대한 미래 시나리오는 Wire-free world(A), Business as usual(B), Dystopia(C)의 세 가지로 구분하였다.

‘Wire-free world’는 모바일 서비스 관련 수요와 공급이 급증하는 사회이고, ‘Business as usual’은 최근 10년의 산업성장 추세 및 기술발전 속도가 지속됨을 가정했을 때의 모습, ‘Dystopia’는 모바일 서비스 관련 수요와 공급이 기대치 이하로 성장했을 경우이다.

각각의 사회발전 시나리오에 대해 응답자 대부분이 Wire-free world (24명, 51.1%) 혹은 Business as usual (21명, 44.7%) 이 미래사회의 모습이라고 가정하였으며, Dystopia (1명, 2.1%) 혹은 기타 (1명, 2.1%) 가정은 많지 않아 비교적 긍정적 전망을 하고 있는 것으로 판단할 수 있다. ‘기타’ 응답은 ‘서비스별로 다름’이라 응답하였으며 추후 트래픽 산출에 있어서는 유사응답인 ‘Business as usual’로 할당하였다.

각 시나리오에 따른 트래픽 증감효과를 살펴보면 Business as usual(B) 대비 Wire-free world(A) 전개 시 트래픽 50% 증가, Dystopia(C) 전개 시 10% 감소할 수 있을 것으로 보여진다.

[그림 4-2] 3가지 시나리오 별 트래픽 증감의 특징



현재 트래픽 예측치는 A 시나리오와 B 시나리오가 혼합되어 있는 상황에서 산출된 값으로, '20년 트래픽은 Wire-free world 전개 시 205,662TB, Business as usual 전개 시 167,108TB, Dystopia 전개 시 150,397TB로 전망된다.

<표 4-56> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 사회발전 시나리오 (단위: TB)

| 구분 | 현황 | 전망 | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Wire-free world(A) | 24,620 | 44,995 | 66,884 | 89,705 | 116,366 | 133,048 | 153,131 | 178,207 | 210,016 | 250,662 |
| 평균 (A+B) | 19,724 | 36,048 | 53,583 | 71,866 | 93,225 | 106,589 | 122,679 | 142,768 | 168,252 | 200,815 |
| Biz. as usual(B) | 16,414 | 29,997 | 44,589 | 59,804 | 77,577 | 88,699 | 102,087 | 118,805 | 140,011 | 167,108 |
| Dystopia (C) | 14,772 | 26,997 | 40,130 | 53,823 | 69,819 | 79,829 | 91,878 | 106,924 | 126,010 | 150,397 |

주) A는 평균 중 47%가 50% 증가, 2.1%가 11% & 50% 증가 시 값으로 산출
 B는 평균 중 51%의 응답이 33% 감소, 2.1%가 11% 증가 시 값으로 산출
 C는 평균 중 51%가 33% & 10% 감소, 47%가 10% 감소 시 값으로 산출

<표 4-57> 국내 월평균 무선트래픽 전망 - 사회발전 시나리오 (WiBro 포함) (단위: TB)

| 구분 | 현황 | 전망 | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Wire-free world(A) | 26,513 | 48,660 | 73,111 | 99,348 | 130,030 | 150,946 | 174,872 | 202,973 | 236,881 | 278,808 |
| 평균 (A+B) | 21,617 | 39,713 | 59,810 | 81,509 | 106,889 | 124,487 | 144,420 | 167,534 | 195,117 | 228,961 |
| Biz. as usual(B) | 18,307 | 33,662 | 50,816 | 69,447 | 91,241 | 106,597 | 123,828 | 143,571 | 166,876 | 195,254 |
| Dystopia (C) | 16,665 | 30,662 | 46,357 | 63,466 | 83,483 | 97,727 | 113,619 | 131,690 | 152,875 | 178,543 |

주) A는 평균 중 47%가 50% 증가, 2.1%가 11% & 50% 증가 시 값으로 산출
 B는 평균 중 51%의 응답이 33% 감소, 2.1%가 11% 증가 시 값으로 산출
 C는 평균 중 51%가 33% & 10% 감소, 47%가 10% 감소 시 값으로 산출

마. WiFi 분담율

향후 10년 각 단말기에서 발생하는 트래픽 중 WiFi 네트워크를 이용하는 트래픽의 연평균 증가율은 단말기 별로 상이하지만 보통 2%~25% 수준이 될 것으로 예상된다. 일례로 스마트폰으로 WiFi를 많이 사용하는 KT의 경우 스마트폰에서 WiFi트래픽은 이동통신 트래픽 대비 17~20%를 차지하고, SKT의 경우는 WiFi 사용 트래픽은 이동통신 트래픽 대비 3%를 차지하는 것으로 조사되었다.

전망치에 대한 변이계수 값은 피쳐폰을 제외하고는 모두 1 이하의 값을 나타내므로 WiFi 분담률에 대해서는 전문가들이 상당히 일치하는 의견을 나타내는 것으로 볼 수 있다.

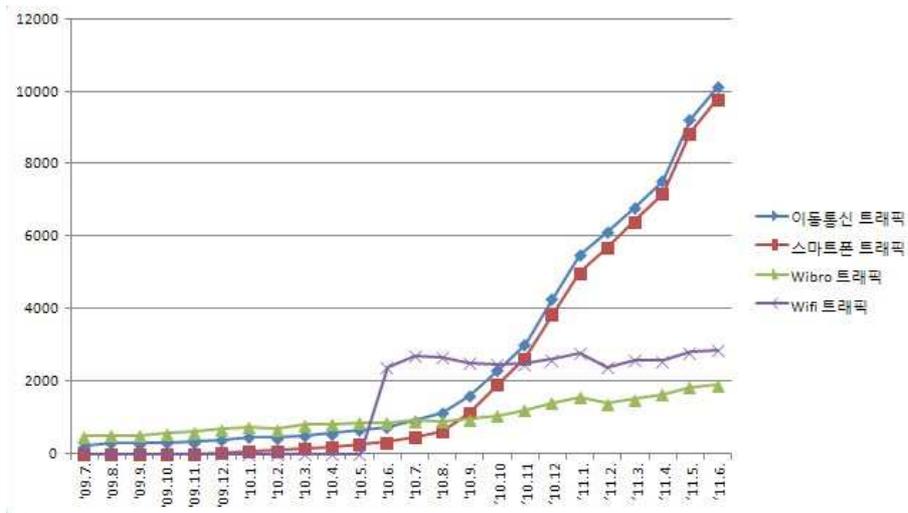
<표 4-58> 각 단말기 별 발생 트래픽 중 WiFi 분담율

| WiFi 분담율의 연평균 증가율 (%) | | 예측 통계량 | | |
|-----------------------|-----------|--------|------|------|
| | | 중앙값 | 평균값 | 변이계수 |
| 이동통신 | 피쳐폰 | 2 | 2.9 | 1.3 |
| | 스마트폰 | 25 | 24.7 | 0.5 |
| PC | Laptop PC | 10 | 9.1 | 0.7 |
| | Tablet PC | 20 | 19.1 | 0.5 |
| 기타 | 스마트TV | 10 | 13.0 | 0.9 |
| | M2M | 10 | 9.3 | 0.7 |

제3절 트래픽 예측 요약

'09년 7월 기준으로 무선트래픽 증가율을 살펴보면 스마트폰을 중심으로 이동통신 트래픽이 급증하고 있으며, WiFi 및 WiBro 트래픽 또한 꾸준히 증가하는 추세를 나타내고 있다. 트래픽 증가는 서비스 가입자 수를 예측하는 것만으로 정확한 예측치를 산출하기 어려우므로 본 조사에서는 단말기 별로 사용자 수의 증감과 사용패턴의 변화(사용시간의 증감)를 동시에 반영하였으며, 예측대상은 명확히 구분 가능하며 사용패턴에 대한 예측이 가능한 “단말기”를 기준으로 하였다. 예측에 있어서는 Delphi 방법을 활용하되, 산업전문가와 기술전문가 모두가 예측에 참여하도록 구성하였으며, 무제한 요금제, 사회발전 시나리오 등에 대해 예측결과의 민감도 분석을 수행하였다.

[그림 4-3] 이동통신, 스마트폰, WiBro, WiFi 트래픽 증가율: '09.07~'11.06



'10년 국내에서 수행한 트래픽 예측결과와 비교해 보면 '20년 전망치에 있어서는 유사한 결과를 보이고 있으나 '15년 이전 트래픽 증가율은 상대적으로 높으며, '15년 이후 증가율은 상대적으로 낮은 특성을 보이고 있다. 또한 2009년 수행한 해외의 연구결과들과 비교하면 해외기관에서는 '11년 대비 '14년 트래픽 증가율을 3.7배 ~ 7.9배 수준으로 전망하고 있는 반면, 국내 증가율 전망치는 3.6배로 다소 보수적인 예측 결과임을 알 수 있다.

<표 4-59> Traffic 예측치 - 2010년 및 2011년 예측치 비교

| 구 분 | 전 망 | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 총 트래픽 2011 | 19,724 | 36,048 | 53,583 | 71,866 | 93,225 | 106,589 | 122,679 | 142,768 | 168,252 | 200,815 |
| 2010 | 11,143 | 21,306 | 37,163 | 53,818 | 74,568 | 96,78 | 119,948 | 140,216 | 162,077 | 185,571 |
| 스마트폰 2011 | 9,795 | 21,233 | 31,834 | 40,426 | 48,029 | 50,713 | 52,975 | 55,101 | 57,214 | 59,366 |
| 2010 | 6,540 | 11,880 | 20,568 | 29,938 | 41,462 | 52,662 | 61,929 | 66,812 | 71,799 | 76,458 |
| 피쳐폰 2011 | 338 | 232 | 163 | 134 | 125 | 124 | 126 | 128 | 130 | 132 |
| 2010 | 214 | 180 | 131 | 109 | 84 | 80 | 79 | 79 | 81 | 85 |
| M2M 2011 | 1,461 | 3,086 | 5,290 | 8,166 | 12,160 | 12,952 | 13,877 | 15,024 | 16,461 | 18,256 |
| 2010 | - | - | - | - | 738 | 1,898 | 4,613 | 7,937 | 12,006 | 16,870 |
| Note PC 2011 | 312 | 343 | 378 | 415 | 457 | 526 | 605 | 695 | 800 | 920 |
| Tablet PC 2011 | 1,350 | 1,846 | 2,525 | 3,453 | 4,722 | 5,889 | 7,345 | 9,160 | 11,424 | 14,247 |
| 스마트TV 2011 | 6,469 | 9,308 | 13,393 | 19,272 | 27,732 | 36,390 | 47,751 | 62,660 | 82,223 | 107,894 |
| 기타 단말 2010 | 4,390 | 9,245 | 16,464 | 23,771 | 32,283 | 42,147 | 53,327 | 65,388 | 78,191 | 92,158 |

주) '10년 기타 모바일 단말에 대한 예측치는 '11년 Note PC, Tablet PC, 스마트TV로 세분화되어 산출

<표 4-60> Traffic 예측치 - 해외기관 예측결과와의 비교분석

| 구 분 | 전 망 | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 총 트래픽 예측결과 | 19,724 | 36,048 | 53,583 | 71,866 | 93,225 | 106,589 | 122,679 | 142,768 | 168,252 | 200,815 |
| 증가율(배) | 1.00 | 1.83 | 2.72 | 3.64 | 4.73 | 5.40 | 6.22 | 7.24 | 8.53 | 10.18 |
| Cisco (2009대비) | 598% | 1,253% | 2,577% | 4,722% | 2011년 대비 2014년 성장률: 7.9배 | | | | | |
| Yankee (2009대비) | 631% | 1,189% | 1,770% | 2,332% | 2011년 대비 2014년 성장률: 3.7배 | | | | | |
| Coda (2009대비) | 589% | 1,154% | 2,200% | 3,463% | 2011년 대비 2014년 성장률: 5.9배 | | | | | |

본 조사는 전문가들을 대상으로 하는 Delphi 연구를 토대로 하였으나, 향후 보다 정확한 조사를 위해서는 사용자들을 대상으로 하는 설문조사(이 때 단말기 별로 사용자 연령 등을 기준으로 계층화된 샘플링을 수행, 정확한 사용자들을 대상으로 정확한 사용패턴에 대한 분석이 필요할 것임). 또한 미래 트래픽 예측 시 사용자 및 사용시간의 증가만을 트래픽 예측에 반영하였으나, 사용시간의 증가 뿐 아니라 미래에 주로 활용하게 될 어플리케이션의 특성을 반영할 필요가 있을 것으로 판단된다(동일하게 3시간을 사용하더라도 트래픽 소요가 많은 어플리케이션을 활용할 경우 소요 트래픽이 증가할 것이며, 분석을 위해 어플리케이션 별 소요 트래픽에 대한 자료 활용이 필요). 더불어 아직 상용화 되지 않은 단말기(스마트TV)의 경우 단말기 별 소요 트래픽에 대한 추정치를 활용하였으나 이에 대한 보다 정확한 추정이 되어야 한다.

제 5 장 주파수 소요량 산출

제 1 절 주파수 소요량 산출 방법

1. ITU-R M.1768

ITU-R M.1768에서는 주파수 소요량에 영향을 미치는 서비스, 사용환경, 전파환경을 정의하고 있으며 그 내용을 아래 간단히 소개하였다.

먼저 서비스 범주(SC; Service Category)는 서비스의 종류와 발생하는 트래픽 형태에 따라 SC 1 ~ SC 20으로 분류하고 있다.

<표 5-1> 서비스 범주

| Service Type | Traffic class | Conversational | Streaming | Interactive | Background |
|--|---------------|----------------|-----------|-------------|------------|
| | | | | | |
| Super high multimedia (30 Mbit/s ~ 0.1 or 1 Gbit/s) | | SC 1 | SC 6 | SC 11 | SC 16 |
| High multimedia (< 30 Mbit/s) | | SC 2 | SC 7 | SC 12 | SC 17 |
| Medium multimedia (< 2 Mbit/s) | | SC 3 | SC 8 | SC 13 | SC 18 |
| Low rate data & low multimedia (< 144 kbit/s) | | SC 4 | SC 9 | SC 14 | SC 19 |
| Very low rate data (< 16 kbit/s) | | SC 5 | SC 10 | SC 15 | SC 20 |

주1) 음성통화: Traffic class는 conversational, service type은 very low rate data인 SC 5에 해당

주2) SC1~SC10: 회선기반 서비스, SC11~SC20: 패킷기반 서비스

서비스 환경 (SE; Service Environment)은 유사한 서비스 활용을 보이는 지역으로 정의하고, 사용자의 서비스 사용 형태와 사용자 밀도에 따라 SE1 ~ SE6으로 분류하였다.

<표 5-2> 서비스 환경

| Service usage pattern | Teledensity | | |
|-----------------------|-------------|----------|-------|
| | Dense urban | Suburban | Rural |
| Home | SE 1 | SE 4 | SE 6 |
| Office | SE 2 | SE 5 | |
| Public area | SE 3 | | |

또, 전파환경 (RE; Radio Environment)은 유사한 전파 전달 특성을 보이는 지역으로 정의되며, Macro, Micro, Pico, Hot spot으로 분류하였다.

<표 5-3> 전파환경에 따른 셀 반경 (단위: km²)

| Radio environment | Teledensity | | |
|-------------------|-------------|----------|----------|
| | Dense Urban | SubUrban | Rural |
| Macro cell | 0.1 | 0.15 | 0.22 |
| Micro cell | 0.07 | 0.1 | 0.15 |
| Pico cell | 1.60E-03 | 1.60E-03 | 1.60E-03 |
| Hot spot | 6.50E-05 | 6.50E-05 | 6.50E-05 |

또한 무선접속기술 (RATG; Radio Access Technology Group)을 정의하고 있는데, 기존 기술과 새로운 기술을 포함해 주파수 효율성이 유사한 4개의 그룹으로 분류고, 각각의 그룹은 중심 주파수, 단방향 지연시간, 최대지원속도, 사업자당 최소 주파수, 사업자간 가드 밴드, 듀플렉스, 주파수 효율, 고정 데이터 속도에 의한 효율 저하, 셀 경계에서 전송속도, 지원되는 서비스 종류, 데이터 예약 방식, peer-to-peer 지원, 캐리어 대역폭, FSU(Flexible Spectrum Use)의 사용 등에 대한 기술 파라미터를 정의하고 있다.

RATG 1: Pre IMT-2000, IMT-2000 and its Enhancements

RATG 2: IMT-Advanced (New Mobile Access / Local Area Wireless Access)

※ LTE-Adv., WiBro-Adv. 포함

RATG 3: Existing Radio LAN and their Enhancements

RATG 4: Digital Mobile Broadcasting Systems and their Enhancements

M.1768에서는 주파수 소요량에 영향을 미치는 서비스별 트래픽 예측을 위해 전 세계에 광대역 무선통신 관련 연구소, 기업 등에 서비스 수요 예측 설문을 실시하였으며, 서비스 수요 조사를 통해 얻은 시장데이터를 표 5-4와 같이 변환하여 트래픽 예측에 활용하였다.

<표 5-4> 서비스 수요 조사서

| Applications | Services <i>s</i> : index | SC <i>n</i> | SE <i>m</i> | Market Attributes | | | | | | | |
|-------------------------|---|--------------------------------|---------------------------|---|--|--|--|--------------------------|-----|------|------------|
| | | | | User density U_n [users/km ²] | Session arrival rate per user Q_n [session arrivals/s/users] | Mean service bit rate r_n [bits/s] NOTE | Average session duration μ_n [s/session] NOTE | Mobility Ratio (%) MRs,m | | | |
| | | | | | | | | Stationary | Low | Hihg | Super High |
| Town Monitoring systems | <i>s</i> = 1 Town information monitoring | 18 (Medium data/ABR : SC18) | 1 (H-DU) | 0 | - | - | - | 95 | 5 | 0 | 0 |
| | | | 2 (O-DU) | 0 | - | - | - | 80 | 20 | 0 | 0 |
| | | | 3 (Public/dense urban) | Xxx | 4 | Yyy | 30 | 70 | 20 | 5 | 5 |
| | | | | | - | - | - | | | | |
| | 6 | 0 | - | - | - | | | | | | |
| | <i>s</i> = 2 Reservation | | | | | | | | | | |

<표 5-5> 트래픽 예측 데이터

| SC | SE1 | | | SE2 | | | SEm | | | SE6 | | |
|-----|--|------|------|--|------|------|--|------|------|--|------|------|
| | 2010 | 2015 | 2020 | 2010 | 2015 | 2020 | 2010 | 2015 | 2020 | 2010 | 2015 | 2020 |
| SC1 | $U_{1,t,1}$ $Q_{1,t,1}$ $\mu_{1,t,1}$ $r_{1,t,1}$ $MR_{1,t,1}$ | ... | ... | $U_{2,t,1}$ $Q_{2,t,1}$ $\mu_{2,t,1}$ $r_{2,t,1}$ $MR_{2,t,1}$ | ... | ... | ... | ... | ... | $U_{6,t,1}$ $Q_{6,t,1}$ $\mu_{6,t,1}$ $r_{6,t,1}$ $MR_{6,t,1}$ | ... | ... |
| ... | | | | | | | | | | | | |
| SCn | | | | | | | $U_{m,t,n}$ $Q_{m,t,n}$ $\mu_{m,t,n}$ $r_{m,t,n}$ $MR_{m,t,n}$ | | | | | |

주1) U(사용자 밀도, users/km2), Q(session 도착율, sessions/s/user), μ (평균 session 지속시간, s/session), r (평균 서비스 비트율, bits/s), MR (Mobility ratio, %)

주2) m(서비스 환경 인덱스), t(시간 인덱스), n(서비스 범주 인덱스)

또한, 시장데이터 분석을 통해 얻은 서비스 범주와 서비스 환경에 따른 트래픽을 무선 접속기술별, 전파환경별로 배분하였다.

Phase 1: 가능한 서비스범주(SC), 서비스환경(SE), 전파환경(RE) 조합 설정

Phase 2: Population coverage 비율에 따라 트래픽 배분

<표 5-6> 무선접속기술간 트래픽 배분 예(2010년)

| Available RAT groups | Distribution ratio [%] | | | |
|----------------------|------------------------|---------|---------|---------|
| | RATG #1 | RATG #2 | RATG #3 | RATG #4 |
| #1 | 100 | - | - | - |
| #2 | - | 100 | - | - |
| #3 | - | - | 100 | - |
| #4 | - | - | - | 100 |
| #1,#2 | 100 | 0 | - | - |
| #1,#3 | 50 | - | 50 | - |
| #1,#4 | 100 | - | - | 100 |
| #2,#3 | - | 0 | 100 | - |
| #2,#4 | - | 100 | - | 100 |
| #3,#4 | - | - | 100 | 100 |
| #1,#2,#3 | 30 | 0 | 70 | - |
| #1,#2,#4 | 100 | 100 | - | 100 |
| #1,#3,#4 | 100 | - | 100 | 100 |
| #2,#3,#4 | - | 100 | 100 | 100 |
| #1,#2,#3,#4 | 100 | 100 | 100 | 100 |

주) 2010년은 아직 RATG2 서비스가 시작되지 않았으므로 가능한 RATG 조합은 RATG #1과 RATG #2이고, 분배 비율은 각각 100%와 0%를 의미

<표 5-7> 트래픽 배분을 위한 SC, SE, RE 조합 예

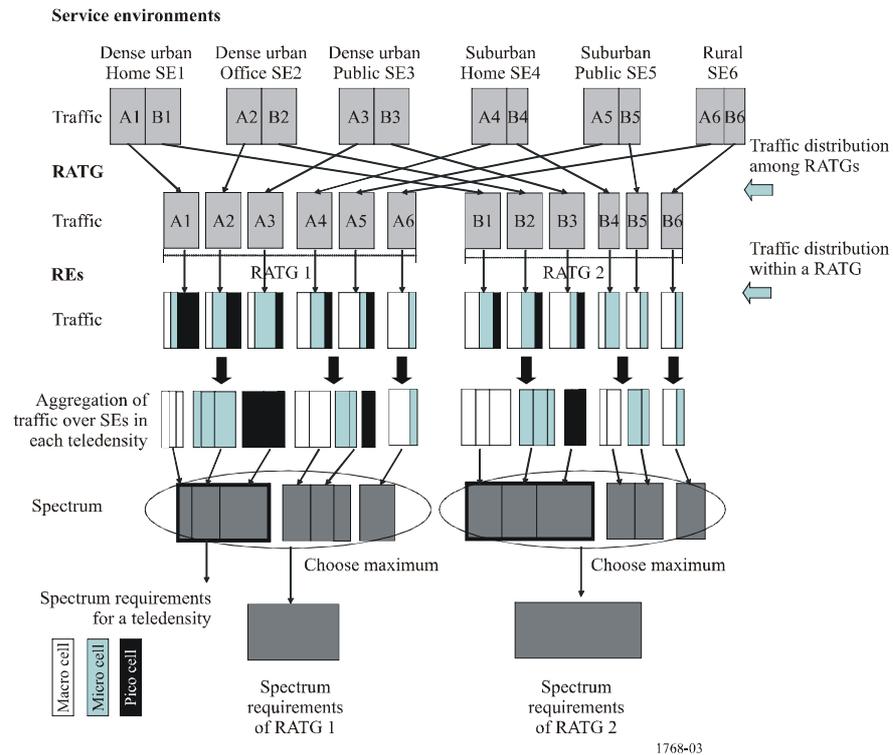
| SC | SE1 | | | | SE2 | | | | SE3 | | | |
|-----|-------|-------|------|----------|-------|-------|------|----------|-------|-------|------|----------|
| | Macro | Micro | Pico | Hot spot | Macro | Micro | Pico | Hot spot | Macro | Micro | Pico | Hot spot |
| SC1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| SC2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| SC3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SC5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| SC6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

주) 1: 조합가능, 0: 조합불가능

<표 5-8> 서비스환경별 전파환경의 population coverage 비율 예

| SE | RE | | | |
|-----|------------|------------|-----------|----------|
| | Macro cell | Micro cell | Pico cell | Hot spot |
| SE1 | 100% | 0% | 0% | 80% |
| SE2 | 100% | 0% | 20% | 80% |
| SE3 | 100% | 80% | 20% | 10% |
| SE4 | 100% | 0% | 0% | 80% |
| SE5 | 100% | 20% | 20% | 20% |
| SE6 | 100% | 0% | 10% | 50% |

[그림 5-1] 주파수 소요량 산출을 위한 트래픽 배분 개념도



시스템 용량은 Teledensity(d), 무선접속기술(rat), 전파환경(p)에 의해 서비스 범주(n)의 QoS를 만족시키는 트래픽 처리량으로 정의하고, 회선교환방식과 패킷교환방식으로 나누어 계산하였으며, 각각의 계산 방법은 아래와 같다.

- 회선교환망 용량($C_{d, rat, p, cs}$): 주어진 호차단율을 만족하기 위한 채널 수와 채널의 데이터율에 따라 결정되며, 기존의 Erlang-B 공식을 확대한 Multi-dimensional Erlang-B 공식을 이용하여 계산

- 패킷교환망 용량($C_{d, rat, p, ps}$): 일정 수준의 지연 시간을 만족시키는데 필요한 비트 처리율로 정의하며, M/G/1 non-preemptive priority Queuing 모델로 계산. 각각의 서비스 범주 중에서 가장 용량이 가장 큰 값이 패킷교환방식의 용량으로 결정
- 시스템 용량($C_{m, rat, p}$): 회선교환방식과 패킷교환방식의 용량을 합산

$$C_{d, rat, p} = C_{d, rat, p, cs} + C_{d, rat, p, ps} \quad (\text{식1})$$

최종 주파수 소요량은 teledensity, 무선접속기술과 전파환경별 주파수 소요량의 조합으로 계산하였으며, Teledensity(d), 무선접속기술(rat)과 전파환경(p)별 주파수 소요량은 아래의 식으로 표현된다. 여기서 $\eta_{d, rat, p}$ 는 주파수 효율을 의미한다.

$$F_{d, rat, p} = \frac{C_{d, rat, p}}{\eta_{d, rat, p}} \quad (\text{식2})$$

동일 teledensity 내에 다중 셀이 있는 경우이므로 합산을 원칙으로하되, Pico 셀과 hot spot은 공존하지 않으므로 두 값 중에서 최대값만 계산하였다.

$$F_{d, rat} = F_{d, rat, macro} + F_{d, rat, micro} + \max(F_{d, rat, pico}, F_{d, rat, hotspot}) \quad (\text{식3})$$

Teledensity(d)에 대한 처리는 지역적으로 분리된 공간이므로 (식4)와 같이 최대값을 선택하고, 무선접속기술(rat)에 대한 처리는 동일 시간 및 공간에서 사용되므로 합산을 하였다(식5).

$$F_{rat} = \max_d(F_{d, rat}) \quad (\text{식4})$$

$$F = \sum_{rat} F_{rat} \quad (\text{식5})$$

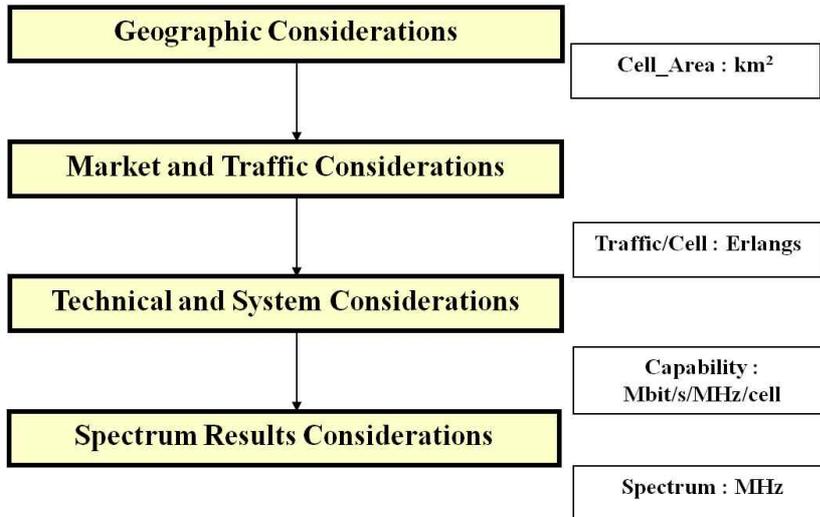
2. ITU-R M.1390

M.1390에서 사용한 소요량 산출식은 (식6)에서 보이는 것처럼 전체 주파수 소요량은 환경(e)과 서비스(s)에 따른 주파수의 가중치 합에 비례한다.

$$F = \beta \sum \alpha_{es} F_{es} = \beta \sum \alpha_{es} T_{es} / S_{es} \quad (\text{식6})$$

여기서, F 는 전체 주파수 소요량을, β 는 조정 팩터, α 는 가중치, T 는 셀당 트래픽, S 는 시스템 용량, 그리고 첨자 'e'와 's'는 각각 환경과 서비스를 의미한다.

[그림 5-2] ITU-R M.1390의 주파수 소요량 산출 흐름도



M.1390에서는 아래와 같은 지형적 특성, 시장 및 트래픽, 기술 및 시스템, 스펙트럼 계산 팩터를 고려하고 있다.

o (지형적 특성)

- 잠재가입자 밀도 (users/km^2): 해당 지역 인구밀도의 증감과 연계
- 셀면적 (km^2): 가입자를 서비스하기 위한 셀의 면적

o (시장 및 트래픽)

- 보급률: 전체 인구에 대한 서비스 가입자의 비율
- 최번시 시도수: 트래픽이 가장 빈번한 시간에 서비스 접속 수
- 최번시 호지속시간: 트래픽이 가장 빈번한 시간에 서비스 접속 시간
- 활성화율: 서비스 접속시간 대비 실제 데이터를 송수신하는 시간의 비율

o (기술 및 시스템)

- 시스템 처리 용량: 서비스를 처리하는 시스템의 단위 주파수 당 데이터 전송율, 전파환경, 무선접속 기술에 따라 변함

o (스펙트럼 계산)

- 가중치 팩터: 최번시 기준 트래픽 대비 마진을 위한 팩터
- 조정 팩터: 사업자 수 등에 따른 스펙트럼 계산 팩터

제 2 절 주파수 소요량 전망시 주요 고려 사항

본 연구에서는 평균적인 주파수 소요량 산출과 더불어 주파수 소요량 산출에 영향이 클 것으로 보이는 아래 요인들(WiFi, WiBro, Femto 셀 도입, 무제한 요금제 및 사회발전 시나리오)에 의한 효과를 분석하였다.

1. WiBro에 의한 영향

이동통신, WiFi, WiBro 등에 의한 모든 무선 데이터 트래픽을 예측하고 그에 따른 주파수 소요량을 산출할 경우, 각각의 기술방식에 의한 무선 데이터 트래픽 발생량을 구분하여 예측하기 어렵고 또한 총 트래픽에 대한 각각의 기술 방식의 분담율도 결정하기 어렵다. WiBro 트래픽은 아래 표에서 보는 바와 같이 가입자 만명당 발생 트래픽[TB]이 스마트폰에 의한 가입자 만명당 발생트래픽에 비하여 2010년 6월에는 약 16배, 2010년 12월에는 6배, 2011년 6월에는 5배 정도로 그 차이가 줄고는 있으나 여전히 이동통신에 비할 수 없을 정도로 많은 트래픽을 발생시키고 있다.

WiBro 가입자의 트래픽 발생이 이동통신 가입자에 비하여 훨씬 높기 때문에 합쳐서 산출할 경우 소요 대역폭이 과도하게 산출될 우려가 있고, Smart 폰과 WiBro 가입자의 사용 어플리케이션이나 사용 패턴, 과금등이 서로 상이하다고 판단되기 때문에 두가지 기술에 의한 주파수 소요량은 따로 따로 산출하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 그러나 WiBro가 현재 60MHz의 대역폭을 사용하고 있고 이동통신 트래픽이 WiBro로 우회(Off Loading)할 가능성이 있다는 지적이 있어 WiBro와 이동통신 각각에 의한 별도의 주파수 소요량을 산출하기도 하고, 두가지가 혼합된 경우의 주파수 소요량도 산출 하였다.

향후 WiBro 서비스와 이동통신 서비스를 함께 처리할 수 있는 단말이 나오고, 서비스간 영역이 없어질 경우를 대비한 전문가 설문조사 결과 응답자의 61.7%가 LTE 서비스를 3G 등의 이동통신 서비스와 동일시 한다고 응답한 데에 반하여 42.6%만이 WiBro 서비스를

이동통신 서비스와 동일시 한다고 응답하여 WiBro를 이동통신과는 별도의 서비스로 보는 응답자가 많았으며, 또한 이동통신 트래픽이 WiBro망으로 우회할 트래픽 비율은 2015년에 12.5%, 2020년에 10%라고 응답하였고, 반대로 WiBro 트래픽이 이동통신 망으로 우회할 트래픽 비율은 2015년에 10%, 2020년에 12.5%라고 응답하여 이동통신이 WiBro로 우회할 트래픽 양과 WiBro가 이동통신망으로 우회할 트래픽 양이 서로 비슷할 것으로 예측된다.

<표 5-9> Smart 폰과 WiBro의 가입자 만명당 발생 트래픽

| | | | 2010.06 | 2010.12 | 2011.6 |
|-----|-------------|-------------|---------|---------|--------|
| KT | Smart Phone | 가입자수[만명] | 109 | 275 | 524 |
| | | Traffic[TB] | 237 | 1480 | 2974 |
| | WiBro | 가입자수[만명] | 33 | 36 | 46 |
| | | Traffic[TB] | 756 | 1281 | 1765 |
| SKT | Smart Phone | 가입자수[만명] | 122 | 389 | 748 |
| | | Traffic[TB] | 79 | 2135 | 5735 |
| | WiBro | 가입자수[만명] | 6.2 | 9 | 7 |
| | | Traffic[TB] | 95 | 130 | 128 |
| 총계 | Smart Phone | 가입자수[만명] | 231 | 739 | 1272 |
| | | Traffic[TB] | 316 | 3615 | 8709 |
| | | Tr/가입자 | 1.37 | 4.89 | 6.84 |
| | WiBro | 가입자수[만명] | 39.2 | 45 | 53 |
| | | Traffic[TB] | 851 | 1411 | 1893 |
| | | Tr/가입자 | 21.7 | 31.4 | 35.7 |

2. WiFi에 의한 영향

WiFi에 의한 효과는 설문 자체를 WiFi나 WiBro에 의한 트래픽은 제외하고 이동통신망을 통한 트래픽 발생량을 조사하여 WiFi/WiBro에 의한 트래픽 off-loading 효과는 처음부터 고려하지 않도록 하였다.

또한 가정이나 사무실 등 이동성이 크지 않은 환경에서는 이동통신 트래픽이 WiFi 등으로 우회할 경우가 많지만 이동성이 큰 대중교통내와 같은 환경에서는 WiFi로 우회하지 않고 이동통신망을 통한 트래픽 발생이 대부분이고, 주파수 소요량 산출에서는 이러한 이동 환경까지를 고려해야 하기 때문에 WiFi에 의한 off-loading 효과는 고려하지 않는 것이 타당할 것이다.

참고로 WiFi 분담율에 대한 설문조사 실시 결과 스마트 폰으로 WiFi를 사용하는 트래픽 양을 25%라고 예측하였고, 현재 KT 가입자의 스마트폰에서 WiFi 발생트래픽은 17~20%, SKT가입자는 3% 정도를 차지하고 있어, 설문조사에서 WiFi에 의한 효과를 비교적 정확히 예측하여 응답되었다고 볼 수 있다.

3. Femto셀 도입에 의한 영향

Femto셀 도입에 의한 주파수 효율 개선율이나 전체 이동통신망에서의 분담비율 등은 국제적으로 아직 통일된 값이 제시되지 않고 있고, 다양한 도입 시나리오가 가능하기 때문에 Femto셀에 의한 영향을 고려한 주파수 소요량 산출은 오히려 정확도를 떨어뜨릴 우려가 있다.

Femto 셀 도입에 의한 영향을 고려해야 한다는 지적이 있어, 우선은 하나의 셀을 2-tier의 Femto셀로 구성했을 때와 3-tier의 Femto 셀로 구성했다고 가정하고 2(3)-tier에서는 기존 하나의 셀의 주파수를 19(37)개의 Femto셀이 나누어 가지는 것으로 하고 셀 반경은 19(37)셀로 나누었을 때의 반경을 Femto셀 반경으로 분석하였다.

Femto 셀에 의한 영향에 의한 공동된 분석결과가 없어 위에서 제시한 방법을 사용하였으나, 이러한 분석은 전국의 모든 셀이 Femto 셀로 구성되었다고 가정해야만 하기 때문에 주파수 소요량 예측엔 부적절하고 다만, 참고 자료로는 활용이 가능할 것이다.

4. 무제한 요금제에 의한 영향

요금제에 따라 트래픽 발생량이 상당히 영향을 받을 가능성이 있고, 특히 무제한 요금제에 의한 트래픽 예측이 과도하게 산출될 가능성이 있다는 의견이 있었다.

설문조사에서 47%에 해당하는 응답자는 무제한 요금제가 지속될 것이라는 가정 하에 트래픽을 예측하였고, 53%의 응답자는 무제한 요금제가 폐지될 것이라고 예측하고 무선 데이터 트래픽 발생량을 예측하였다. 무제한 요금제가 지속될 것이라고 가정한 전문가들은 무제한 요금제가 폐지될 경우 예측치의 약 28%가 감소할 것이라고 예측하였다.

현 시점에서 무제한 요금제의 지속 여부를 결정할 수 없기 때문에, 우선은 무제한 요금제의 지속 여부를 전문가들의 판단에 따르고 그에 따른 트래픽 예측을 평균적으로 계산(무제한 요금제가 지속될 것이라고 응답한 예측과, 지속되지 않을 것이라는 가정하의 예측값들을 그대로 사용하여 평균값을 구하였음)하였고, 또한 무제한 요금제의 존폐에 따른 무선트래픽의 영향을 평가하기 위하여, 폐지시 평균 중 47%의 응답이 28% 감소하는 것으로 산출하고 존재시 평균 중 53%의 응답이 39% 증가하는 것으로 산출하여 주파수 소요량 예측을 하였음을 밝히는 바이다.

5. 사회발전 시나리오에 따른 영향

사회발전 시나리오를 최근 10년의 산업성장 추세 및 기술 발전 속도가 지속된다는 Business As Usual, 모바일 서비스 관련 수요와 공급이 급증한다는 Wire-free World, 그리고 모바일 서비스 관련 수요와 공급이 기대치 이하로 성장한다는 Dystopia의 세가지 시나리오를 산정하였으며, 응답자 대부분이 Wire-free world (24명, 51.1%) 혹은 Business as usual (21명, 44.7%) 가정, Dystopia (1명, 2.1%) 혹은 기타 (1명, 2.1%) 가정은 많지 않아 비교적 긍정적 전망을 하고 있는 것으로 판단된다.

본 보고서에서는 각각의 시나리오에 따른 트래픽 분석과 그에 따른 주파수 소요량을 산출하였다.

제3절 주파수 소요량 산출 결과

1. 평균 예측값 적용

향후 10년 내 필요한 모바일 광대역 주파수 소요량 산출을 위해 먼저 현재 또는 향후 10년 내에 이동통신망을 이용할 수 있는 기기 중 트래픽양이 많을 것으로 예상되는 단말기의 셀당 가입자 수를 아래 산식을 근거로 예측하였다.

$$\text{셀당 가입자 수 (명/셀)} = \text{사용자 밀도 (명/km}^2\text{)} \times \text{셀 면적 (km}^2\text{)}$$

$$\text{사용자 밀도 (명/km}^2\text{)} = \text{서비스 보급률 (\%)} \times \text{인구밀도 (명/km}^2\text{)}$$

※ 단, 연도별 인구밀도는 일정하다고 가정함

여기서 서비스 보급률은 이동통신, PC, Smart TV, M2M 기기별 가입자 수 예측을 통해 연도별 보급률을 예측하였다.

<표 5-10> 연도별 서비스 보급률 (단위: %)

| 기기 구분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 피쳐폰 | 73.9 | 50.8 | 35.7 | 29.3 | 27.3 | 27.1 | 27.5 | 28.0 | 28.5 | 28.9 |
| 스마트폰 | 29.6 | 56.5 | 74.6 | 83.4 | 87.2 | 88.8 | 89.4 | 89.7 | 89.8 | 89.8 |
| Laptop PC | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| Tablet PC | 1.8 | 2.1 | 2.4 | 2.7 | 3.1 | 3.6 | 4.2 | 4.8 | 5.5 | 6.3 |
| Smart TV | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.4 | 3.0 | 3.6 | 4.3 |
| M2M | 10.6 | 11.0 | 11.3 | 11.6 | 11.8 | 12.0 | 12.2 | 12.3 | 12.4 | 12.6 |

주) 대한민국 현재 인구 5천만 명 기준 '20년 스마트폰 보급률은 90%로 전망

사용자 밀도는 도심 (DU; Dense Urban), 부도심 (SU; SubUrban), 교외 (RU; Rural) 지역에 따라 인구밀도를 아래와 같이 다르게 적용하여, 서비스 보급률과의 곱으로 산출하였다.

<표 5-11> Teledensity에 따른 인구밀도 (단위:명/km²)

| Teledensity | 도심 | 부도심 | 교외 |
|-------------|--------|--------|-------|
| 인구밀도 | 29,105 | 16,189 | 2,068 |

주) '10년 통계청 조사자료 기준. 도심 인구밀도는 서울 최대 인구밀도(양천구), 부도심은 서울 평균 인구밀도, 교외는 수도권 평균 인구밀도 적용

셀당 가입자 수는 계층 셀 모형이 아닌, 단일 셀 모형으로 teledensity와 크기에 따른 셀 내에 있는 해당 기기의 가입자 수를 의미하며, 사용자 밀도에 셀 면적을 곱하여 산출하였고, 셀 종류와 지역에 따른 면적은 아래의 표에 나타난 바와 같다.

<표 5-12> 셀 면적과 반경

| Teledensity | 도심 | | | 부도심 | | | 교외 | | |
|-------------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | Femto | Micro | Macro | Femto | Micro | Macro | Femto | Micro | Macro |
| 셀 종류 | Femto | Micro | Macro | Femto | Micro | Macro | Femto | Micro | Macro |
| 셀 면적 (km ²) | 0.0016 | 0.070 | 0.100 | 0.0016 | 0.100 | 0.150 | 0.0016 | 0.150 | 0.220 |
| 셀 반경 (m) | 25 | 164 | 196 | 25 | 196 | 240 | 25 | 240 | 291 |

주) 셀 면적은 ITU-R Rec. M.1768의 값을 적용하였고, 셀 반경은 정육각형 모양으로 가정하고 계산한 값임

<표 5-13> Teledensity에 따른 셀당 가입자 수 (단위:명/셀)

| Tele-density | 셀종류 | 기기 구분 | 현 황 | | 전 망 | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 도심 | Femto | 피쳐폰 | 34.4 | 23.6 | 16.6 | 13.6 | 12.7 | 12.6 | 12.8 | 13.1 | 13.3 | 13.4 | |
| | | 스마트폰 | 13.8 | 26.3 | 34.7 | 38.8 | 40.6 | 41.3 | 41.6 | 41.8 | 41.8 | 41.8 | |
| | | Laptop PC | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| | | Tablet PC | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.2 | 2.6 | 2.9 | |
| | | Smart TV | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | |
| | | M2M | 4.9 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 5.7 | 5.7 | 5.8 | 5.8 | |
| | Micro | 피쳐폰 | 1,506 | 1,034 | 727 | 597 | 556 | 553 | 561 | 571 | 581 | 588 | |
| | | 스마트폰 | 604 | 1,152 | 1,520 | 1,699 | 1,776 | 1,808 | 1,821 | 1,827 | 1,829 | 1,830 | |
| | | Laptop PC | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| | | Tablet PC | 37 | 42 | 48 | 56 | 64 | 74 | 85 | 97 | 112 | 129 | |
| | | Smart TV | 16 | 19 | 23 | 28 | 34 | 41 | 50 | 60 | 73 | 88 | |
| | | M2M | 215 | 223 | 230 | 236 | 240 | 244 | 248 | 251 | 253 | 256 | |
| | Macro | 피쳐폰 | 2,152 | 1,477 | 1,039 | 852 | 795 | 790 | 801 | 816 | 830 | 840 | |
| | | 스마트폰 | 862 | 1,646 | 2,172 | 2,427 | 2,538 | 2,584 | 2,602 | 2,610 | 2,613 | 2,614 | |
| | | Laptop PC | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 17 | |
| | | Tablet PC | 52 | 60 | 69 | 80 | 91 | 105 | 121 | 139 | 160 | 184 | |
| | | Smart TV | 23 | 27 | 33 | 40 | 49 | 59 | 71 | 86 | 104 | 126 | |
| | | M2M | 307 | 319 | 329 | 337 | 343 | 349 | 354 | 358 | 362 | 366 | |
| 부도심 | Femto | 피쳐폰 | 19.1 | 13.1 | 9.2 | 7.6 | 7.1 | 7.0 | 7.1 | 7.3 | 7.4 | 7.5 | |
| | | 스마트폰 | 7.7 | 14.6 | 19.3 | 21.6 | 22.6 | 23.0 | 23.2 | 23.2 | 23.3 | 23.3 | |
| | | Laptop PC | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | |
| | | Tablet PC | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | |
| | | Smart TV | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | |
| | | M2M | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 3.3 | |
| | Micro | 피쳐폰 | 1,197 | 822 | 578 | 474 | 442 | 439 | 446 | 454 | 462 | 467 | |
| | | 스마트폰 | 480 | 915 | 1,208 | 1,350 | 1,411 | 1,437 | 1,447 | 1,452 | 1,454 | 1,454 | |
| | | Laptop PC | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| | | Tablet PC | 29 | 33 | 38 | 44 | 51 | 59 | 67 | 77 | 89 | 102 | |
| | | Smart TV | 13 | 15 | 18 | 22 | 27 | 33 | 40 | 48 | 58 | 70 | |
| | | M2M | 171 | 177 | 183 | 187 | 191 | 194 | 197 | 199 | 201 | 203 | |
| | Macro | 피쳐폰 | 1,795 | 1,232 | 867 | 711 | 663 | 659 | 669 | 681 | 692 | 701 | |
| | | 스마트폰 | 719 | 1,373 | 1,812 | 2,025 | 2,117 | 2,156 | 2,171 | 2,177 | 2,180 | 2,181 | |
| | | Laptop PC | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| | | Tablet PC | 44 | 50 | 58 | 66 | 76 | 88 | 101 | 116 | 133 | 153 | |
| | | Smart TV | 19 | 23 | 28 | 34 | 41 | 49 | 59 | 72 | 87 | 105 | |
| | | M2M | 256 | 266 | 274 | 281 | 287 | 291 | 295 | 299 | 302 | 305 | |

| Tele-density | 셀종류 | 기기 구분 | 현 황 | | 전 망 | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 교외 | Femto | 피쳐폰 | 24 | 1.7 | 1.2 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.0 |
| | | 스마트폰 | 1.0 | 1.9 | 2.5 | 2.8 | 2.9 | 2.9 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | Laptop PC | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | Tablet PC | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | | Smart TV | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | | M2M | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| | Micro | 피쳐폰 | 229 | 157 | 111 | 91 | 85 | 84 | 85 | 87 | 88 | 90 | |
| | | 스마트폰 | 92 | 175 | 231 | 259 | 270 | 275 | 277 | 278 | 279 | 279 | |
| | | Laptop PC | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | |
| | | Tablet PC | 6 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 | 17 | 20 | |
| | | Smart TV | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | |
| | | M2M | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 37 | 38 | 38 | 39 | 39 | |
| | Macro | 피쳐폰 | 336 | 231 | 162 | 133 | 124 | 123 | 125 | 128 | 130 | 131 | |
| | | 스마트폰 | 135 | 257 | 339 | 379 | 397 | 404 | 407 | 408 | 408 | 409 | |
| | | Laptop PC | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | |
| | | Tablet PC | 8 | 9 | 11 | 12 | 14 | 16 | 19 | 22 | 25 | 29 | |
| | | Smart TV | 4 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 16 | 20 | |
| | | M2M | 48 | 50 | 51 | 53 | 54 | 55 | 55 | 56 | 57 | 57 | |

셀당 트래픽은 아래 산식에 따라 임의의 셀에서 발생하는 기기별 트래픽을 도심, 부도심, 교외 지역으로 나누어 산출하였으며, 스마트폰과 영상어플리케이션의 트래픽이 전체 트래픽의 80% 이상을 차지할 것으로 전망된다.

셀당 트래픽 (bps/셀) = 사용자당 트래픽 (bps/user) × 셀당 가입자 수 (명)
사용자당 트래픽 (bps/user) = 월 총트래픽 (Bytes/월) × 8 (bits/byte)
 $\div 30$ (일/월) \div (3600 (초) × 일 사용시간) × 마진
 ※ 마진: Ofcom에서 사용한 평균 대비 최번시 트래픽 비율로 음성은 1.5배, 데이터는 1.2배 가정. 피쳐폰은 1.5배 적용, 나머지 단말기는 1.2배 적용함.

<표 5-14> Teledensity에 따른 셀당 트래픽 (단위:kpbs/셀)

| Tele-density | 셀종류 | 기기 구분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 도심 | Femto | 피쳐폰 | 35 | 24 | 17 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 |
| | | 스마트폰 | 928 | 2011 | 3015 | 3828 | 4548 | 4802 | 5016 | 5218 | 5418 | 5622 |
| | | Laptop PC | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 45 | 52 | 60 | 69 | 79 |
| | | Tablet PC | 116 | 159 | 217 | 297 | 407 | 507 | 632 | 789 | 983 | 1,226 |
| | | Smart TV | 557 | 801 | 1,153 | 1,659 | 2,387 | 3,133 | 4,111 | 5,394 | 7,078 | 9,288 |
| | | M2M | 126 | 266 | 455 | 703 | 1,047 | 1,115 | 1,195 | 1,293 | 1,417 | 1,572 |
| | Micro | 피쳐폰 | 1,528 | 1,049 | 737 | 606 | 565 | 560 | 569 | 579 | 588 | 597 |
| | | 스마트폰 | 40,580 | 87,967 | 131,886 | 167,482 | 198,980 | 210,100 | 219,471 | 228,279 | 237,033 | 245,949 |
| | | Laptop PC | 1,175 | 1,222 | 1,424 | 1,563 | 1,721 | 1,981 | 2,279 | 2,618 | 3,013 | 3,465 |
| | | Tablet PC | 5,084 | 6,953 | 9,510 | 13,005 | 17,784 | 22,180 | 27,663 | 34,499 | 43,026 | 53,688 |
| | | Smart TV | 24,364 | 35,057 | 50,442 | 72,584 | 104,447 | 137,055 | 179,844 | 235,996 | 309,676 | 406,361 |
| | | M2M | 5,503 | 11,623 | 19,924 | 30,756 | 45,798 | 68,781 | 102,265 | 156,585 | 241,997 | 368,757 |
| | Macro | 피쳐폰 | 2,182 | 1,488 | 1,052 | 865 | 807 | 801 | 814 | 826 | 839 | 852 |
| | | 스마트폰 | 57,971 | 125,667 | 188,408 | 239,260 | 284,258 | 300,143 | 313,531 | 326,113 | 338,619 | 351,355 |
| | | Laptop PC | 1,679 | 1,845 | 2,034 | 2,223 | 2,459 | 2,830 | 3,255 | 3,739 | 4,304 | 4,950 |
| | | Tablet PC | 7,264 | 9,932 | 13,586 | 18,579 | 25,406 | 31,685 | 39,519 | 49,285 | 61,466 | 76,655 |
| | | Smart TV | 34,806 | 50,081 | 72,060 | 103,691 | 149,210 | 195,793 | 256,920 | 337,137 | 442,394 | 580,515 |
| | | M2M | 7,861 | 16,604 | 28,462 | 43,937 | 65,426 | 99,687 | 154,664 | 238,835 | 368,567 | 568,225 |
| 부도심 | Femto | 피쳐폰 | 19 | 13 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| | | 스마트폰 | 563 | 1,220 | 1,829 | 2,323 | 2,760 | 2,914 | 3,044 | 3,166 | 3,288 | 3,411 |
| | | Laptop PC | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 30 | 35 | 40 | 46 | 53 |
| | | Tablet PC | 78 | 106 | 145 | 198 | 271 | 338 | 422 | 526 | 656 | 819 |
| | | Smart TV | 372 | 535 | 770 | 1,107 | 1,533 | 2,091 | 2,744 | 3,600 | 4,725 | 6,200 |
| | | M2M | 84 | 177 | 304 | 469 | 699 | 744 | 797 | 863 | 946 | 1,049 |
| | Micro | 피쳐폰 | 1,214 | 833 | 585 | 481 | 449 | 445 | 453 | 460 | 467 | 474 |
| | | 스마트폰 | 35,177 | 76,254 | 114,325 | 145,181 | 172,486 | 182,125 | 190,248 | 197,883 | 205,472 | 213,200 |
| | | Laptop PC | 1,120 | 1,232 | 1,358 | 1,490 | 1,641 | 1,889 | 2,173 | 2,496 | 2,873 | 3,304 |
| | | Tablet PC | 4,848 | 6,630 | 9,068 | 12,401 | 16,958 | 21,149 | 26,378 | 32,896 | 41,027 | 51,165 |
| | | Smart TV | 23,232 | 33,428 | 48,098 | 69,211 | 99,594 | 130,687 | 171,487 | 225,080 | 295,286 | 387,478 |
| | | M2M | 5,247 | 11,083 | 18,998 | 29,326 | 43,670 | 65,514 | 99,836 | 156,955 | 241,116 | 365,562 |
| | Macro | 피쳐폰 | 1,821 | 1,250 | 878 | 722 | 673 | 668 | 679 | 690 | 700 | 711 |
| | | 스마트폰 | 52,765 | 114,381 | 171,487 | 217,772 | 258,729 | 273,187 | 285,372 | 296,825 | 308,218 | 319,800 |
| | | Laptop PC | 1,681 | 1,848 | 2,036 | 2,226 | 2,462 | 2,834 | 3,259 | 3,744 | 4,310 | 4,956 |
| | | Tablet PC | 7,272 | 9,944 | 13,602 | 18,601 | 25,437 | 31,724 | 39,567 | 49,344 | 61,540 | 76,748 |
| | | Smart TV | 34,848 | 50,142 | 72,147 | 103,817 | 149,330 | 196,080 | 257,231 | 337,545 | 442,929 | 581,217 |
| | | M2M | 7,870 | 16,624 | 28,497 | 43,990 | 65,505 | 99,771 | 154,754 | 238,933 | 368,674 | 568,344 |

| Tele-density | 셀종류 | 기기 구분 | 현 황 | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 교외 | Femto | 피쳐폰 | 25 | 17 | 12 | 10 | 09 | 09 | 09 | 09 | 10 | 10 |
| | | 스마트폰 | 719 | 1559 | 2337 | 2967 | 3525 | 3722 | 3888 | 4044 | 4200 | 4358 |
| | | Laptop PC | 23 | 25 | 28 | 30 | 34 | 39 | 44 | 51 | 59 | 68 |
| | | Tablet PC | 99 | 135 | 185 | 253 | 347 | 432 | 539 | 672 | 839 | 1046 |
| | | Smart TV | 475 | 683 | 983 | 1415 | 2086 | 2671 | 3305 | 4099 | 5085 | 7919 |
| | | M2M | 107 | 227 | 388 | 599 | 893 | 951 | 1019 | 1103 | 1208 | 1340 |
| | Micro | 피쳐폰 | 233 | 160 | 112 | 92 | 86 | 85 | 87 | 88 | 89 | 91 |
| | | 스마트폰 | 6740 | 14611 | 21906 | 27818 | 33050 | 34897 | 36454 | 37917 | 39371 | 40852 |
| | | Laptop PC | 215 | 226 | 260 | 286 | 314 | 362 | 416 | 478 | 551 | 633 |
| | | Tablet PC | 929 | 1270 | 1738 | 2376 | 3249 | 4052 | 5054 | 6303 | 7861 | 9804 |
| | | Smart TV | 4452 | 6405 | 9216 | 13262 | 19083 | 25041 | 32859 | 43118 | 56580 | 74245 |
| | | M2M | 1005 | 2124 | 3640 | 5619 | 8368 | 8913 | 9549 | 10338 | 11327 | 12563 |
| | Macro | 피쳐폰 | 341 | 234 | 165 | 135 | 126 | 125 | 127 | 129 | 131 | 133 |
| | | 스마트폰 | 9886 | 21430 | 32129 | 40800 | 48474 | 51183 | 53466 | 55611 | 57744 | 59916 |
| | | Laptop PC | 315 | 346 | 382 | 419 | 461 | 531 | 611 | 701 | 807 | 929 |
| | | Tablet PC | 1333 | 1833 | 2548 | 3485 | 4766 | 5944 | 7413 | 9245 | 11530 | 14379 |
| | | Smart TV | 6529 | 9394 | 13517 | 19450 | 27989 | 36727 | 48193 | 63240 | 82984 | 108893 |
| | | M2M | 1475 | 3115 | 5339 | 8242 | 12273 | 13072 | 14005 | 15163 | 16613 | 18425 |

기술별로 다른 주파수 효율의 가중치 합으로 기술진화를 고려하고, 기술의 시장 점유율을 이용한 평균 주파수 효율을 연도별로 산출하였으며, '20년에는 '11년 대비 4.57배 증가할 전망이다.

$$\text{평균 주파수 효율 (bps/Hz/셀)} = \sum(\text{기술별 가중치} \times \text{기술별 주파수 효율})$$

※ WCDMA, LTE, LTE-A 만 고려함

<표 5-15> 기술별 가중치 (단위:배)

| 기술 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| WCDMA | 1 | 0.7 | 0.7 | 0.55 | 0.4 | 0.3 | 0.25 | 0.2 | 0.15 | 0.1 |
| LTE | | 0.3 | 0.3 | 0.45 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.45 | 0.4 |
| LTE-A | | | | | | 0.1 | 0.15 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |

<표 5-16> 연도별 주파수 효율 (단위:bps/Hz/셀)

| 기술 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| WCDMA | 0.30 | 0.30 | 0.67 | 0.78 | 0.89 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LTE | | 0.75 | 0.82 | 0.90 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 1.08 | 1.19 | 1.30 |
| LTE-A | | | | | 1.30 | 1.34 | 1.38 | 1.42 | 1.46 | 1.50 |

<표 5-17> 평균 주파수 효율 (단위:bps/Hz/셀)

| | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 주파수 효율 | 0.30 | 0.44 | 0.72 | 0.83 | 0.94 | 1.02 | 1.04 | 1.17 | 1.27 | 1.37 |

앞에서 구한 셀당 트래픽과 평균 주파수 효율로 연도별 총 주파수 소요량을 산출하고, 현재 분배된 주파수 량을 고려하여 추가 확보한 주파수 양을 계산한 결과, '15년 주파수 소요량은 562 MHz, '20은 812 MHz로 전망되었다.

$$\text{주파수 소요량 (Hz)} = \text{셀당 트래픽 (bps/셀)} \div \text{평균주파수 효율 (bps/Hz/셀)}$$

<표 5-18> 평균 주파수 소요량 (단위:MHz)

| Tele-density | 셀종류 | 현황 | 전 망 | | | | | | | | |
|--------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 도심 | Femto | | 8 | 7 | 8 | 9 | 9 | 11 | 11 | 12 | 13 |
| | Micro | | 331 | 299 | 344 | 394 | 414 | 464 | 479 | 516 | 568 |
| | Macro | | 473 | 427 | 491 | 562 | 591 | 663 | 684 | 737 | 812 |
| 부도심 | Femto | | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| | Micro | | 298 | 269 | 310 | 357 | 377 | 424 | 440 | 476 | 526 |
| | Macro | | 446 | 403 | 465 | 535 | 565 | 636 | 660 | 714 | 790 |
| 교외 | Femto | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Micro | | 57 | 51 | 59 | 68 | 72 | 81 | 84 | 91 | 101 |
| | Macro | | 84 | 76 | 87 | 100 | 106 | 119 | 124 | 134 | 148 |
| 소요량 | | 260 | 473 | 427 | 491 | 562 | 591 | 663 | 684 | 737 | 812 |
| 추가 확보 | | | 213 | 167 | 231 | 302 | 331 | 403 | 424 | 477 | 552 |

주1) '11년 주파수 할당 현황은 SKT 110 MHz, KT 90 MHz, LGU+ 60 MHz로 총 260 MHz임.

주2) 추가확보주파수는 '11년 주파수할당현황 기준이며, 주파수 공급양과 시기에 따라 변경될 수 있음

2. WiBro 효과

'11.10월 현재 휴대인터넷용으로 분배된 주파수 양(60 MHz)을 기준으로 WiBro 시스템은 '15년 17~95 MHz, '20년 57~290 MHz의 추가 주파수 대역폭이 필요할 것으로 예측되었으며, 그 근거를 아래에 제시하였다.

먼저 전체 인구 대비 WiBro 가입자 수의 백분위 전망치를 예측하고, 이동통신과 같은 Teledensity와 셀종류를 적용하여 셀당 가입자 수를 예측하였다.

<표 5-19> 연도별 서비스 보급률 (단위: %)

| 기기 구분 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| WiBro | 1.1 | 2.1 | 3.5 | 5.4 | 7.7 | 10.0 | 12.2 | 13.9 | 15.1 | 15.8 | |

<표 5-20> WiBro 셀당 가입자 수 (단위:명/셀)

| Tele-density | 셀 종류 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|--------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 도심 | Femto | 0.5 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 3.6 | 4.7 | 5.7 | 6.5 | 7.0 | 7.4 | |
| | Micro | 22 | 42 | 71 | 110 | 156 | 205 | 249 | 283 | 307 | 322 | |
| | Macro | 31 | 60 | 102 | 157 | 223 | 292 | 355 | 404 | 439 | 460 | |
| 부도심 | Femto | 0.3 | 0.5 | 0.9 | 1.4 | 2.0 | 2.6 | 3.2 | 3.6 | 3.9 | 4.1 | |
| | Micro | 17 | 33 | 57 | 88 | 124 | 163 | 197 | 225 | 244 | 256 | |
| | Macro | 26 | 50 | 85 | 131 | 186 | 244 | 296 | 337 | 366 | 383 | |
| 교외 | Femto | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | |
| | Micro | 3 | 6 | 11 | 17 | 24 | 31 | 38 | 43 | 47 | 49 | |
| | Macro | 5 | 9 | 16 | 25 | 35 | 46 | 55 | 63 | 69 | 72 | |

WiBro 셀당 트래픽을 예측함에 있어서는 다음과 같은 두가지 방법을 사용하였다.

먼저 가입자 수 증가만 고려하여 트래픽을 예측한 경우(A), 그리고 가입자 수 증가 + 사용자당 트래픽 증가(Tablet PC 사용자당 트래픽 증가율을 가정하여 적용)를 모두 고려하여 트래픽을 예측 경우(B)로 나누어 셀당 트래픽을 산출하였다.

<표 5-21> WiBro 셀당 트래픽 (단위:kpbs/셀)

| Teledensity | | 셀 종류 | 현 황 | | 전 망 | | | | | | | |
|-------------|-----|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 도심 | (A) | Femto | 163 | 316 | 536 | 830 | 1,176 | 1,541 | 1,872 | 2,132 | 2,313 | 2,423 |
| | | Micro | 7,130 | 13,804 | 23,453 | 36,318 | 51,462 | 67,410 | 81,883 | 93,274 | 101,181 | 106,006 |
| | | Macro | 10,185 | 19,719 | 33,504 | 51,883 | 73,517 | 96,299 | 116,976 | 133,249 | 144,545 | 151,437 |
| | (B) | Femto | 163 | 375 | 758 | 1,396 | 2,353 | 3,342 | 4,402 | 5,438 | 6,398 | 7,269 |
| | | Micro | 7,130 | 16,413 | 33,175 | 61,069 | 102,923 | 146,215 | 192,581 | 237,926 | 279,912 | 318,017 |
| | | Macro | 10,185 | 23,447 | 47,393 | 87,242 | 147,034 | 208,879 | 275,116 | 339,895 | 399,874 | 454,311 |
| 부도심 | (A) | Femto | 109 | 211 | 358 | 554 | 785 | 1,028 | 1,249 | 1,423 | 1,544 | 1,617 |
| | | Micro | 6,798 | 13,162 | 22,363 | 34,630 | 49,070 | 64,277 | 78,078 | 88,940 | 96,480 | 101,080 |
| | | Macro | 10,197 | 19,743 | 33,544 | 51,946 | 73,606 | 96,416 | 117,117 | 133,410 | 144,719 | 151,620 |
| | (B) | Femto | 109 | 250 | 506 | 932 | 1,570 | 2,231 | 2,938 | 3,630 | 4,270 | 4,852 |
| | | Micro | 6,798 | 15,650 | 31,634 | 58,232 | 98,141 | 139,421 | 183,633 | 226,871 | 266,905 | 303,240 |
| | | Macro | 10,197 | 23,476 | 47,451 | 87,348 | 147,211 | 209,132 | 275,449 | 340,306 | 400,357 | 454,860 |
| 교외 | (A) | Femto | 14 | 27 | 46 | 71 | 100 | 131 | 160 | 182 | 197 | 207 |
| | | Micro | 1,303 | 2,522 | 4,285 | 6,636 | 9,402 | 12,316 | 14,961 | 17,042 | 18,487 | 19,368 |
| | | Macro | 1,911 | 3,699 | 6,285 | 9,732 | 13,790 | 18,064 | 21,942 | 24,995 | 27,114 | 28,407 |
| | (B) | Femto | 14 | 32 | 65 | 119 | 201 | 285 | 375 | 464 | 546 | 620 |
| | | Micro | 1,303 | 2,999 | 6,061 | 11,158 | 18,805 | 26,715 | 35,186 | 43,471 | 51,142 | 58,104 |
| | | Macro | 1,911 | 4,398 | 8,890 | 16,365 | 27,581 | 39,182 | 51,606 | 63,758 | 75,008 | 85,220 |

WiBro 주파수 소요량 산출에는 기술진화를 고려한 연도별 주파수 효율을 적용하였으며, 적용된 값은 다음 표와 같다.

<표 5-22> 주파수 효율 (단위:bps/Hz/셀)

| | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 주파수 효율 | 0.65 | 0.65 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | |

앞서 구한 값들을 근거로 시나리오 (A)와 (B)에 대한 WiBro 주파수 소요량 산출하였으며, WiBro 시스템은 '15년에 17~95 Mhz, '20년에 57~290 Mhz 주파수가 추가로 필요한 것으로 나타났다.

<표 5-23> WiBro 주파수 소요량 (단위:Mhz)

| Teledensity | | 셀 종류 | 현황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|----|-------------|-------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| 도심 | (A) | Femto | | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 1.9 |
| | | Micro | | 21 | 25 | 38 | 54 | 52 | 63 | 72 | 78 | 82 |
| | | Macro | | 30 | 35 | 55 | 77 | 74 | 90 | 102 | 111 | 116 |
| | (B) | Femto | | 0.6 | 0.8 | 1.5 | 2.5 | 2.6 | 3.4 | 4.2 | 4.9 | 5.6 |
| | | Micro | | 25 | 35 | 64 | 108 | 112 | 148 | 183 | 215 | 245 |
| | | Macro | | 36 | 50 | 92 | 155 | 161 | 212 | 261 | 308 | 349 |
| 부도심 | (A) | Femto | | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 |
| | | Micro | | 20 | 24 | 36 | 52 | 49 | 60 | 68 | 74 | 78 |
| | | Macro | | 30 | 35 | 55 | 77 | 74 | 90 | 103 | 111 | 117 |
| | (B) | Femto | | 0.4 | 0.5 | 1.0 | 1.7 | 1.7 | 2.3 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| | | Micro | | 24 | 33 | 61 | 103 | 107 | 141 | 175 | 205 | 233 |
| | | Macro | | 36 | 50 | 92 | 155 | 161 | 212 | 262 | 308 | 350 |
| 교외 | (A) | Femto | | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| | | Micro | | 4 | 5 | 7 | 10 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | | Macro | | 6 | 7 | 10 | 15 | 14 | 17 | 19 | 21 | 22 |
| | (B) | Femto | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |
| | | Micro | | 5 | 6 | 12 | 20 | 21 | 27 | 33 | 39 | 45 |
| | | Macro | | 7 | 9 | 17 | 29 | 30 | 40 | 49 | 58 | 66 |
| 소요량(A) | | | 60 | 30 | 35 | 55 | 77 | 74 | 90 | 103 | 111 | 117 |
| 소요량(B) | | | 60 | 36 | 50 | 92 | 155 | 161 | 212 | 262 | 308 | 350 |
| 추가 확보 | | | - | -30 ~-24 | -25 ~-10 | -5 ~-32 | 17 ~95 | 14 ~101 | 30 ~152 | 43 ~202 | 51 ~248 | 57 ~290 |

또한, 이동통신 트래픽과 WiBro 트래픽을 합산하여 시나리오 (A)와 (B)에 대해 주파수 소요량을 산출하였으며, 이동통신과 WiBro용 주파수를 합산한 결과는 '11년(320MHz) 대비 '15년에 320~399 MHz, '20년에 608~830 MHz 주파수가 추가로 필요할 전망이다.

<표 5-24> 이동통신 주파수 소요량 - WiBro 포함 (단위:MHz)

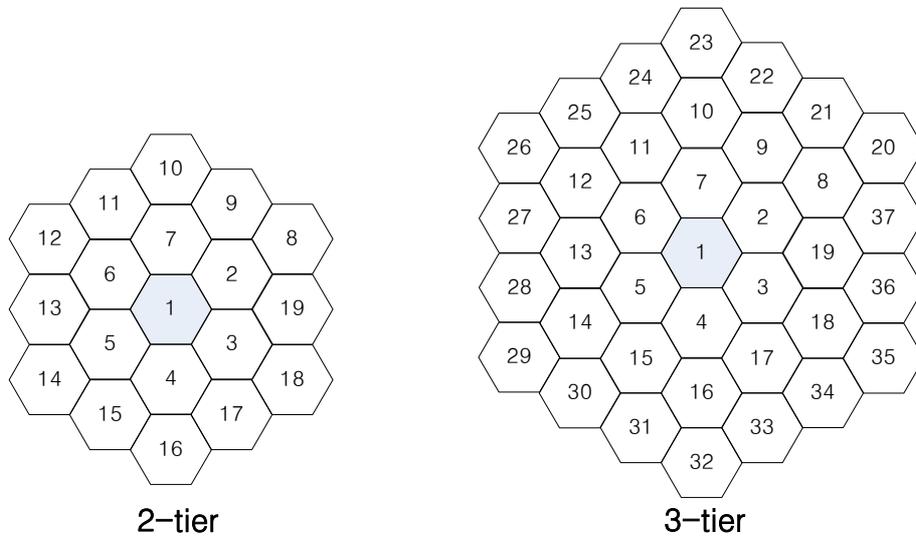
| Teledensity | | 셀 종류 | 현황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 도심 | (A) | Femto | | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | | Micro | | 360 | 329 | 385 | 448 | 471 | 531 | 553 | 594 | 650 |
| | | Macro | | 514 | 469 | 550 | 640 | 672 | 758 | 789 | 849 | 928 |
| | (B) | Femto | | 8 | 8 | 9 | 11 | 12 | 15 | 15 | 17 | 18 |
| | | Micro | | 366 | 342 | 414 | 503 | 546 | 635 | 675 | 735 | 805 |
| | | Macro | | 522 | 489 | 592 | 719 | 781 | 907 | 965 | 1,050 | 1,150 |
| 부도심 | (A) | Femto | | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| | | Micro | | 325 | 297 | 350 | 409 | 431 | 488 | 510 | 551 | 604 |
| | | Macro | | 488 | 446 | 524 | 613 | 647 | 732 | 765 | 826 | 905 |
| | (B) | Femto | | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| | | Micro | | 331 | 310 | 378 | 461 | 503 | 588 | 627 | 684 | 752 |
| | | Macro | | 496 | 465 | 567 | 692 | 755 | 881 | 941 | 1,027 | 1,128 |
| 교외 | (A) | Femto | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Micro | | 62 | 57 | 67 | 78 | 83 | 94 | 98 | 105 | 116 |
| | | Macro | | 91 | 84 | 98 | 115 | 121 | 137 | 143 | 155 | 170 |
| | (B) | Femto | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | | Micro | | 63 | 59 | 72 | 88 | 96 | 113 | 120 | 131 | 144 |
| | | Macro | | 93 | 87 | 106 | 130 | 141 | 165 | 176 | 192 | 211 |
| 소요량(A) | | | 320 | 514 | 469 | 550 | 640 | 672 | 758 | 789 | 849 | 928 |
| 소요량(B) | | | 320 | 522 | 489 | 592 | 719 | 781 | 907 | 965 | 1,050 | 1,150 |
| 추가 확보 | | | - | 194 ~202 | 149 ~169 | 230 ~272 | 320 ~399 | 352 ~461 | 438 ~587 | 469 ~645 | 529 ~730 | 608 ~830 |

3. Femto셀 효과

모바일 광대역 주파수 소요량 산출을 위해 고려할 사항으로 네트워크 구성(cell planning)을 들 수 있으며, 따라서 Femto셀에 대한 영향을 고려해 주파수 소요량을 산출하였다.

Macro 셀이나 micro 셀에서 발생하는 트래픽을 다수의 femto 셀로 분산 처리할 때, 셀 클러스터에 따라 주파수 재사용율이 결정되는데, 2-tier인 경우 주파수 재사용율은 1/19, 3-tier인 경우는 1/37로 볼 수 있다.

[그림 5-3] 주파수 재사용을 위한 셀 구조



주파수 소요량이 가장 큰 macro 셀을 2-tier(3-tier) femto 셀 클러스터로 대체했을 때, 주파수 소요량은 70(41)% 감소하며, Macro/Micro 셀에서 발생하는 동일한 양의 트래픽을 2-tier(3-tier) femto 셀 클러스터로 처리할 경우, femto 셀 도입으로 주파수 효율이 3.3(1.7)배 증가한 효과로 볼 수 있다.

<표 5-25> Femto 셀 도입에 따른 주파수 소요량 및 주파수 효율 증가율 (단위:MHz, %)

| Teledensity | 셀 종류 | 전 망 | | | | | | | | |
|-------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 소요량 | Macro | 473 | 427 | 491 | 562 | 591 | 663 | 684 | 737 | 812 |
| | 2-tier | 144 | 130 | 149 | 171 | 180 | 202 | 208 | 224 | 247 |
| | 3-tier | 280 | 253 | 291 | 333 | 350 | 392 | 405 | 437 | 481 |
| 주파수 효율 증가율 (배) | 2-tier | 3.28 | 3.28 | 3.30 | 3.29 | 3.28 | 3.28 | 3.29 | 3.29 | 3.29 |
| | 3-tier | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 |

주) 일반적으로 Femto 셀은 주파수 재사용율을 1로 가정하고 있음. 재사용율을 1로 가정할 경우 인접 셀에서의 간섭 효과를 고려하여 주파수 효율을 다시 계산해야 하므로, 간섭에 의한 영향을 무시할 수 있는 2-tier와 3-tier 구조를 가정하여 산출한 결과임

따라서, Femto 셀의 주파수 효율 증가를 고려하지 않더라도, Macro 셀 영역을 다수의 femto 셀로 대체하면, 2-tier에서 70%, 3-tier에서 41%의 주파수 사용 감소 효과가 있을 것으로 판단된다.

4. 무제한 요금제에 따른 예측

스마트폰 보급 등에 따라 트래픽 폭증을 야기시킨 원인으로 무제한 요금제가 손꼽히고 있으며, 무제한 요금제의 유지 또는 폐지에 따른 주파수 소요량 변화를 분석하였다.

먼저 셀당 트래픽은 무제한 요금제에 따른 가입자 수의 증감은 고려하지 않고, 트래픽 증감만을 반영하였고, 무제한 요금제를 폐지하는 경우는 평균 트래픽 대비 13% 감소가 예상되며, 무제한 요금제가 유지되면 평균 트래픽 대비 최대 41% 증가할 전망이다.

이에 따른 주파수 소요량을 예측해 보면, 무제한 요금제가 폐지될 경우는 '15년 소요량은 평균 주파수 소요량에서 13% 감소한 489 Mhz, '20년은 '13% 감소한 706 Mhz 예측되고, 무제한 요금제가 유지됨을 가정하면, '15년에는 38% 증가한 775 Mhz, '20년에는 41% 증가한 1,143 Mhz가 필요할 전망이다.

<표 5-26> 셀당 총 트래픽 - 무제한 요금제 폐지 시 (단위:kbps/셀)

| Tele-density | 셀 종류 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|--------------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 도심 | Femto | 1,555 | 2,860 | 4,251 | 5,683 | 7,338 | 8,359 | 9,579 | 11,099 | 13,022 | 15,475 | |
| | Micro | 74,209 | 132,642 | 194,573 | 258,034 | 331,018 | 376,064 | 429,740 | 496,395 | 580,648 | 688,053 | |
| | Macro | 97,159 | 178,759 | 265,670 | 355,179 | 458,631 | 522,417 | 598,712 | 693,673 | 813,861 | 967,179 | |
| 부도심 | Femto | 985 | 1,801 | 2,677 | 3,590 | 4,657 | 5,325 | 6,128 | 7,132 | 8,405 | 10,031 | |
| | Micro | 61,582 | 112,543 | 167,287 | 224,367 | 291,051 | 332,789 | 383,007 | 445,725 | 525,287 | 626,949 | |
| | Macro | 92,373 | 168,814 | 250,931 | 336,551 | 436,576 | 499,183 | 574,510 | 668,588 | 787,930 | 940,424 | |
| 교외 | Femto | 126 | 230 | 342 | 459 | 595 | 680 | 783 | 911 | 1,074 | 1,281 | |
| | Micro | 11,800 | 21,564 | 32,054 | 42,991 | 55,769 | 63,766 | 73,389 | 85,406 | 100,651 | 120,131 | |
| | Macro | 17,306 | 31,628 | 47,013 | 63,054 | 81,794 | 93,524 | 107,637 | 125,262 | 147,621 | 176,192 | |

<표 5-27> 셀당 총 트래픽 - 무제한 요금제 유지 시 (단위:kpbs/셀)

| Tele-density | 셀 종류 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 도심 | Femto | 2,462 | 4,498 | 6,687 | 8,968 | 11,634 | 13,302 | 15,309 | 17,816 | 20,996 | 25,060 | |
| | Micro | 118,026 | 209,333 | 306,890 | 408,050 | 525,609 | 599,259 | 687,524 | 797,508 | 936,843 | 1,114,762 | |
| | Macro | 153,844 | 281,155 | 417,918 | 560,516 | 727,104 | 831,375 | 956,830 | 1,113,513 | 1,312,274 | 1,566,248 | |
| 부도심 | Femto | 1,369 | 2,502 | 3,719 | 4,988 | 6,471 | 7,399 | 8,515 | 9,910 | 11,679 | 13,939 | |
| | Micro | 85,572 | 156,386 | 232,458 | 311,774 | 404,435 | 462,434 | 532,215 | 619,366 | 729,923 | 871,190 | |
| | Macro | 128,359 | 234,579 | 348,686 | 467,661 | 606,653 | 693,651 | 798,322 | 929,050 | 1,094,884 | 1,336,785 | |
| 교외 | Femto | 175 | 320 | 475 | 637 | 827 | 945 | 1,088 | 1,266 | 1,492 | 1,781 | |
| | Micro | 16,397 | 29,965 | 44,542 | 59,740 | 77,495 | 88,608 | 101,979 | 118,678 | 139,862 | 166,980 | |
| | Macro | 24,048 | 43,949 | 65,328 | 87,618 | 113,659 | 129,958 | 149,569 | 174,061 | 205,130 | 244,831 | |

<표 5-28> 최종 주파수 소요량 (단위:MHz)

| | 무제한 요금제 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | | |
|-------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|--|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 소요량 | 폐지 | 260 | 411 | 371 | 427 | 489 | 514 | 576 | 595 | 641 | 706 | |
| | 평균 | 260 | 473 | 427 | 491 | 562 | 591 | 663 | 684 | 737 | 812 | |
| | 유지 | 260 | 646 | 584 | 673 | 775 | 818 | 921 | 955 | 1,034 | 1,143 | |
| 추가 확보 | - | 151 ~386 | 111 ~324 | 167 ~413 | 229 ~515 | 254 ~558 | 316 ~661 | 335 ~695 | 381 ~774 | 446 ~883 | | |

5. 사회발전 시나리오에 따른 예측

마지막으로 사회발전 시나리오에 따른 주파수 소요량 증감 효과를 살펴보면 2020년 주파수 소요량의 평균치와 비교했을 때, Wire-free world(A)는 24.4% 증가, Business as usual(B)과 Dystopia(C)는 각각 16.5%와 24.7% 감소할 것으로 분석되었다. 따라서 주파수 소요량은 '20년 평균 주파수 소요량 대비 Wire-free world(A)는 124.4%, Business as usual(B)는 83.5%, Dystopia(C)는 75.3%의 주파수 소요량이 전망된다.

<표 5-29> 사회발전 시나리오에 따른 주파수 소요량 (단위:MHz)

| | 시나리오 | 현 황 | 전 망 | | | | | | | | |
|-------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 소요량 | (A) | 260 | 583 | 707 | 778 | 698 | 734 | 823 | 850 | 917 | 1010 |
| | 평균 | 260 | 473 | 427 | 491 | 562 | 591 | 663 | 684 | 737 | 812 |
| | (B) | 260 | 398 | 538 | 581 | 471 | 495 | 554 | 572 | 616 | 678 |
| | (C) | 260 | 361 | 504 | 542 | 426 | 447 | 501 | 516 | 556 | 612 |
| 추가 확보 | - | 101 ~323 | 244 ~447 | 282 ~518 | 166 ~438 | 187 ~474 | 241 ~563 | 256 ~590 | 296 ~657 | 352 ~750 | |

6. WiBro 주파수를 포함한 주파수 소요량

사회발전 시나리오에 WiBro 주파수 60MHz를 포함하여 소요량을 산출해 최대치와 최소치의 평균을 구하면 2015년까지 320MHz, 2020년까지 610MHz 폭의 주파수를 신규로 확보가 필요할 전망이다.

<표 5-30> WiBro를 포함한 주파수 소요량 전망

| | 시나리오 | 현 황 | | 전 망 | | | | | | | |
|-------|------|------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 소요량 | (A) | 320 | 662 | 604 | 708 | 826 | 861 | 971 | 1,014 | 1,094 | 1,200 |
| | 평균 | 320 | 503 | 462 | 546 | 640 | 665 | 753 | 787 | 848 | 930 |
| | (B) | 320 | 427 | 389 | 457 | 532 | 555 | 626 | 654 | 706 | 774 |
| | (C) | 320 | 422 | 385 | 452 | 527 | 549 | 619 | 647 | 698 | 766 |
| 추가 확보 | - | | 101 ~342 | 65 ~284 | 132 ~388 | 207 ~506 | 229 ~541 | 299 ~651 | 327 ~694 | 378 ~774 | 880 ~446 |

주) A: Wire-free world, A': Expected future, B: Business as usual, C: Dystopia

<표 5-31> '10년/'11년 소요량 산출 차이점

| | '10년 소요량 예측 | '11년 소요량 예측 |
|------------|---|---|
| 트래픽 예측 | 실측 트래픽 + 해외 주요기관의 트래픽 증가율 반영(2가지 경우) | 실측 트래픽 + 국내 전문가 Delphi |
| 소요량 산출 방법론 | - 객관성 확보를 위해 3가지 방식으로 산출 1) ITU-R Rec. 1768 수정(방식1) 2) ITU-R Rec. 1390 수정(방식2) 3) Simplified approach (방식3) 트래픽 조건이 같을 경우 3가지 방식의 결과가 큰 차이 없음 | 국내 전문가 Delphi 예측을 반영하기 적합한 ITU-R Rec. 1390을 수정한 방식 |
| 평균 주파수 소요량 | '15년 546-600 MHz '20년 631-789 MHz | '15년 640 MHz '20년 930 MHz ※ 추가 고려사항에 조건에 따라 변함 |
| 추가 고려사항 | | WiBro 트래픽 포함 Femto 셀 효과 무제한 요금제 효과 사회발전 시나리오 (3가지) |

<표 5-32> 모바일 광대역 주파수 소요량 산출결과 요약

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> o (평균 주파수 소요량) 전문가 Delphi를 통해 획득한 이동통신 트래픽의 평균값을 사용하여 소요량 산출 <ul style="list-style-type: none"> - '11.10월 이동통신 주파수 260 Mhz를 기준으로 '15년 302 Mhz, '20년 552 Mhz의 추가 주파수가 필요할 것으로 예측 o (WiBro) WiBro 트래픽 예측을 통한 주파수 소요량 산출 <ul style="list-style-type: none"> - '11.10월 WiBro 주파수 (60 Mhz)를 기준으로 '15년 17~95 Mhz, '20년 57~290 Mhz의 추가 주파수 대역폭이 WiBro에 필요할 것으로 예측 - '11.10월 이동통신 + WiBro 주파수 (320Mhz) 기준으로 '15년에 320 Mhz, '20년에 610 Mhz 주파수가 추가로 필요 o (Femto 셀) Femto 셀 도입으로 얻을 수 있는 주파수 소요량 절감 효과를 정량화 <ul style="list-style-type: none"> - Femto 셀의 주파수 효율 증가를 고려하지 않더라도, Macro 셀 영역을 다수의 Femto 셀로 대체하면, 2-tier에서 70%, 3-tier에서 41%의 주파수 사용량 감소 o (요금제) 무제한 정액 요금제의 존속 여부에 따른 주파수 소요량 산출 <ul style="list-style-type: none"> - 무제한 요금제가 폐지될 경우, '15년 소요량은 평균 주파수 소요량에서 13% 감소한 489 Mhz '20년은 '13% 감소한 706 Mhz 예측 - 무제한 요금제가 유지될 경우, '15년에 38% 증가한 775 Mhz, '20년에 41% 증가한 1,143 Mhz로 예측 o (사회발전 시나리오) 사회발전이 주파수 수요에 미치는 영향을 분석하기 위해 Wire-Free World(A), Business as usual(B), Dystopia(C) 세 가지 시나리오에 따른 주파수 소요량 산출 <ul style="list-style-type: none"> - '20년 기준 평균 주파수 소요량 대비 Wire-free world(A)는 24.5% 주파수 소요량 증가, Business as usual(B)는 16.5% 감소, Dystopia(C)는 24.6% 감소 |
|--|

제 6 장 주파수 공급방안

제 1 절 후보대역 (WRC 결의사항을 중심으로)

세계 여러나라가 2010년 이후 차세대 이동통신 서비스를 대비하기 위한 주파수 확보 필요성을 제기하면서 세계전파통신회의(W(A)RC)를 통해 1992년에는 1980~2010MHz/2170~2200MHz 대역 60MHz폭을 위성IMT용으로 국제분배 하고, 2000년에는 IMT-2000 확대를 위해 2500~2690MHz 대역 이용기술 검토를 통해 추가 주파수로 국제분배 하는 등 총 250MHz폭의 이동통신용 주파수를 국제분배 하였다.

하지만 그 이후에도 차세대 이동통신용 주파수 확보 필요성은 꾸준히 제기되었으며, WRC-03과 WRC-07을 통해서도 각 국가간 논의는 계속 되었다.

WRC-03에서는 'Beyond IMT-2000 주파수 할당' 관련 의제를 통해 개발 도상국가들이 600MHz 이하에서 (Beyond) IMT-2000용 주파수 지정을 고려해 줄 것을 주장하였으나, 유럽의 반대로 주파수 대역을 명시하지 않기로 하고, 추가 분배는 확정이 되지 않았다. 하지만 IMT-2000 진화 이후를 대비하기 위하여, IMT-2000 서비스에 대한 사용자 요구 증가, 기술 발전에 따른 IMT-2000과 IMT-2000 이전 시스템의 진화, IMT-2000에 지정된 주파수, 스펙트럼 소요 예상 일정 계획, 기존 시스템을 미래 시스템으로 이전하는 기간 등을 고려하여 연구를 추진하고 스펙트럼 요건과 후보 주파수 대역을 발굴하기 위한 노력을 기울이는 데에 의견을 모으게 되었다. 이와 더불어 다른 지상업무로 많이 사용하고 있는 806MHz 이하의 주파수 대역도 개발도상국이나 저밀도 광역 영토를 지닌 국가들의 이동통신망 구축비용 절감을 위해 함께 검토하기로 합의하였다.

이후 WRC-07에서는 차세대 모바일 광대역 주파수 확보를 위해 다양한 대역에 대한 대대적인 검토가 진행되었다.

먼저 450~470MHz 대역과 2300~2400MHz 주파수 대역은 전 세계적으로 IMT용으로 지정하는데 큰 이견 없이 합의를 이루어 냈다.

다음으로 digital dividend가 속해있는 470~806(또는 862)MHz 대역은 국가별, 지역별로 서로 다른 주장들이 제시된 대역이다. 먼저 제1지역은 WRC-11에서 재논의하지는 의견과 WRC-07에서 일부 주파수 대역이라도 지정하지는 의견 등이 대립한 가운데 합의점으로 790~862MHz 대역을 IMT 용도로 지정하기로 결정하였고, 제2지역은 미국의 700MHz 경매계획을 고려하여 698~806MHz를 IMT 용도로 지정하기로 결정하였다. 우리나라가 속한 제3지역은 790~806MHz 대역을 IMT 용도로 지정하였고, 698~806MHz 대역의 경우 이란의 반대로 인하여 한국, 일본 등 9개국에 대해서만 지정하기로 결정되었다.

3GHz 이상 대역에서 주요 이슈 중 하나는 기존 (위성)서비스와의 간섭 문제였다. 이에 따라 위성업무 지지국과 이동통신업무 지지국 간의 의견이 팽팽하게 대립하였으며, 최종적으로는 100여개 희망국에 한하여 3400~3600MHz 대역을 IMT 용도로 지정하기로 결정하였다. 우리나라를 포함한 일본, 프랑스, 스웨덴, 핀란드 등은 전 세계 또는 지역별 지정을 지지하였으나, 미국, 이란, 아프리카, 동남아 국가들은 반대를 하였고, 서비스간 간섭영향 검토와 위성서비스 보호를 위한 간섭 저감기술 개발을 위해 ITU 차원의 연구가 진행되고 있다.

마지막으로 410~430MHz, 2700~2900MHz, 4400~4990MHz 대역은 적극적인 지지의사를 밝힌 나라가 없어 후보 대역에서 제외되었다.

아울러 IMT-2000 또는 IMT-Advanced 시스템에 관계없이 IMT 주파수 대역 사용이 가능하도록 IMT 관련 대역을 모두 IMT로 통일된 용어를 사용하도록 하였다.

<표 6-1> 1992년 이후 ITU의 IMT용 주파수 지정현황

| ITU-R 검토대역(MHz) | 검토결과(요약) | 국내 이용현황 |
|----------------------------|--|---------------------|
| 410 ~ 430 | 적극 지지하는 국가가 없어 후보대역에서 제외 | - |
| 450 ~ 470 | WRC-07에서 IMT 주파수 공통 대역으로 지정 | 이동방송중계 업무등 |
| 470 ~ 698 | WRC-07에서 논의 되었으나 IMT 주파수 대역으로는 지정되지 않음 | - |
| 698 ~ 806 | WRC-07에서 지역별로 일부 대역만 IMT 주파수로 지정 제3지역은 한국, 일본 등 9개국에서 IMT 주파수로 지정 | Digital Dividend |
| 1980 ~ 2010 2170 ~ 2200 | WARC-92에서 위성IMT 주파수 대역으로 지정 | GMPCS 이용중 |
| 2300 ~ 2400 | WRC-07에서 IMT 주파수 공통 대역으로 지정 | WiBro 이용중 |
| 2500 ~ 2690 | WRC-00에서 IMT 주파수 공통 대역으로 지정 | WiBro, 위성DMB 등 |
| 2700 ~ 2900 | 적극 지지하는 국가가 없어 후보대역에서 제외 | - |
| 3400 ~ 3600 | WRC-07에서 위성업무와의 간섭 문제로 전 세계 100여개 국가만 IMT 용도로 지정 | 아마추어무선, 방송중계업무 등 |
| 4200 ~ 4990 | WRC-07에서 논의 되었으나 IMT 주파수 대역으로는 지정되지 않음 | - |
| 4400 ~ 4990 | 적극 지지하는 국가가 없어 후보대역에서 제외 | - |

제 2 절 대역별 해외 정책 동향

1. Digital Dividend (700/800MHz 대역) *KISDI 발표자료 및 보고서 인용

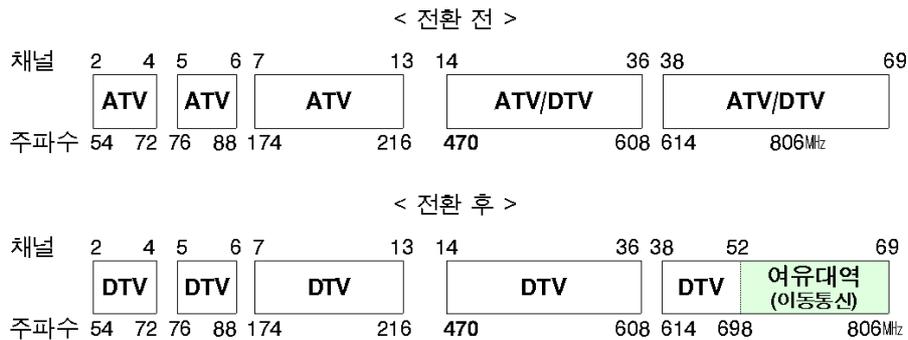
가. 북미 지역

1) 미국

미국은 '98년 11월 ATSC⁵⁾ 방식의 DTV서비스 개시를 시작으로 '09년 6월 DTV 전환을 완료하였다. 이에 따라 54~698MHz 대역을 DTV 대역으로 확정하고, 698~806MHz(108MHz폭) 대역을 여유대역으로 확보하였다.

이후 이 중 24MHz폭은 공공안전 대역으로 우선 분배('97년)하고, 나머지는 상업용 주파수(WCS: Wireless Communication Services)로 확정하는 내용의 활용계획을 발표하였다. 여기서 상업용 주파수의 범위에는 혁신적인 방송 서비스는 포함이 되어 있으나 기존 지상파 TV 방송은 제외되어 있다.

[그림 6-1] 미국의 Digital Dividend



* 37번 채널(608-614MHz)은 전파전문 등의 용도로 분배

5) ATSC(Advanced Television System Committee): 미국의 차세대 지상파 텔레비전 방식인 고도화 텔레비전(ATV) 방식을 심의하기 위하여 설치된 위원회 또는 규격

미국은 2000년~2005년까지 5차례의 경매를 진행하여 대부분의 대역은 경매가 완료(08.3월) 되었으나, 상위D블록은 유찰된 상태이다.

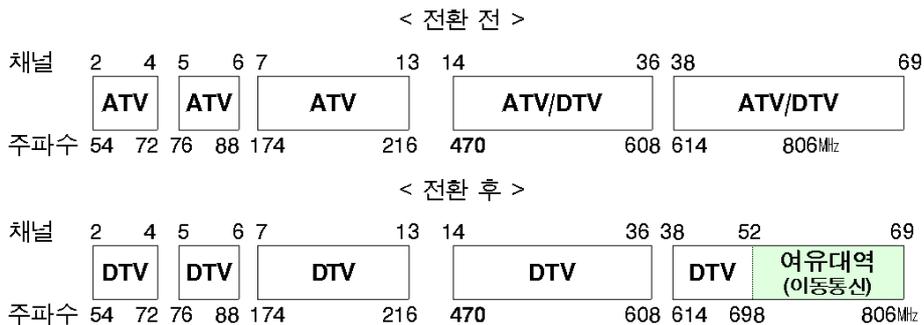
현재 경매 완료된 대역에서 Verizon('10.12월) 및 AT&T('11.8월)가 LTE 서비스를 개시하였고, AT&T는 추가로 퀄컴의 주파수(CH 55, 56)를 19억 달러에 매입할 계획('10.12)인 것으로 알려져 있다.

2) 캐나다

캐나다는 2002년 6월 ATSC방식의 DTV 서비스를 개시하여 '11.9월 DTV 전환을 완료하였으며, 미국과 동일하게 54~698MHz 대역을 DTV 대역으로 확정('97년)하여 총 294MHz 대역폭을 DTV용으로 사용 중 (37번 채널은 전파천문용으로 분배)이다.

이에 따라 활용계획이 정해지지 않은 698~806MHz(108MHz폭) 대역 활용을 위해 세부적인 밴드플랜 등 이용계획 수립을 위한 의견 수렴이 진행되고 있으며, 기본적으로 미국의 밴드플랜을 지지한다는 입장이다. 밴드플랜에 대한 자문서에는 4가지 안이 제안되었으며, 공공안전 대역의 미국과 호환성을 이유로 미국 방식을 따를 가능성이 높아 보인다.

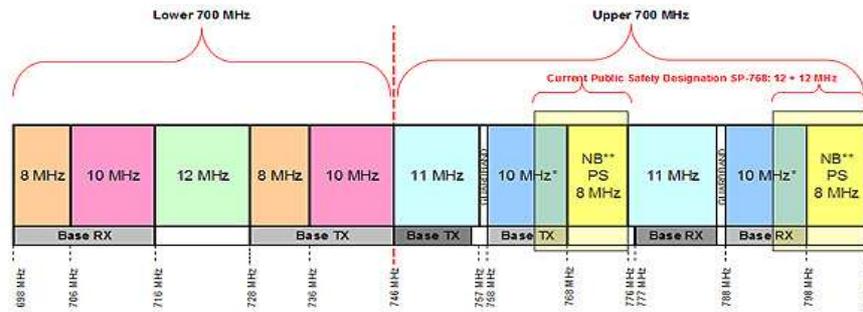
[그림 6-2] 캐나다의 Digital Dividend



* 37번 채널(608-614MHz)은 전파전문 등의 용도로 분배

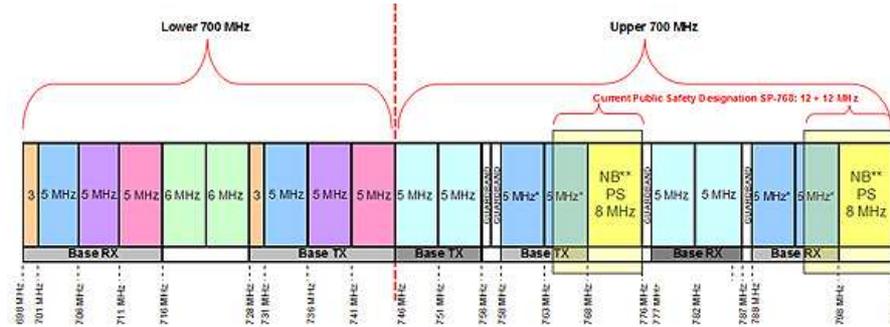
※ Option 1 : Harmonize with the U.S. band plan (미국 밴드플랜 준용)

※ Option 2a : U.S. band plan with slight adjustments (8 and 10MHz channel blocks in the Lower 700 MHz) (미국 밴드플랜 일부 수정)

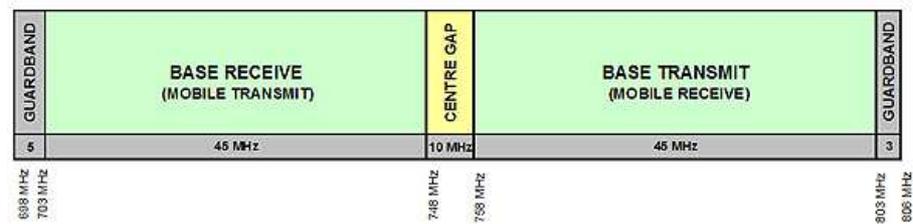


* Use of this range is subject to the pending decision on spectrum use for broadband public safety (see Section 5.2).
 ** This range is designated for Narrowband Public Safety, and is not subject to this consultation.

※ Option 2b : U.S. band plan with slight adjustments (a mix of 3 and 5 MHz channel blocks in the Lower 700MHz) (미국 밴드플랜 일부 수정)



※ Option 3 : Harmonize with the APT band plan (APT안 준용)



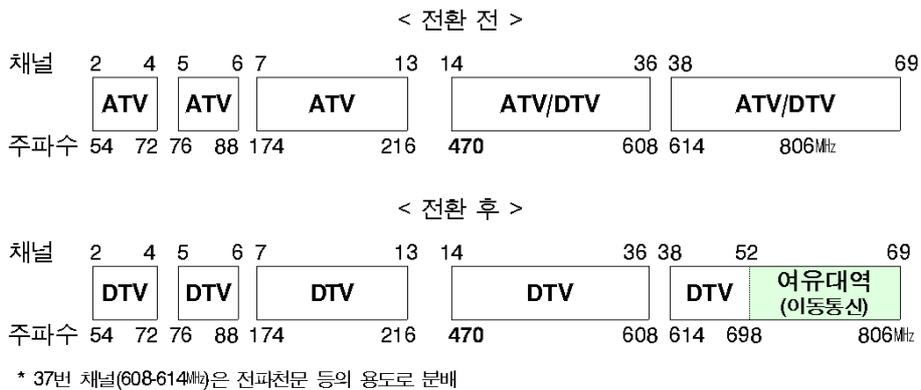
나. 중남미 지역

1) 멕시코

'04년 ATSC방식의 DTV 서비스를 개시한 멕시코는 '21년말 DTV 전환을 완료할 계획이었으나, 전환 완료 일정을 '15년으로 단축하는 방안을 추진 중이며 단축이 되는 경우 '12년 digital dividend에 대해 경매가 가능할 전망이다.

DTV용 주파수는 미국과 동일하게 54~698MHz 중 총 294MHz 대역폭을 활용(37번 채널은 전파천문용으로 분배)하고, DTV 전환 여유대역으로 698~806MHz, 총 108MHz 대역폭을 확보할 계획이며, 이 대역을 이동통신용으로 경매하는 방안을 연구할 계획이라고 밝힌 바 있다. 미국과 국경이 접해있어 미국의 밴드플랜을 선호하는 입장이다.

[그림 6-3] 멕시코의 Digital Dividend

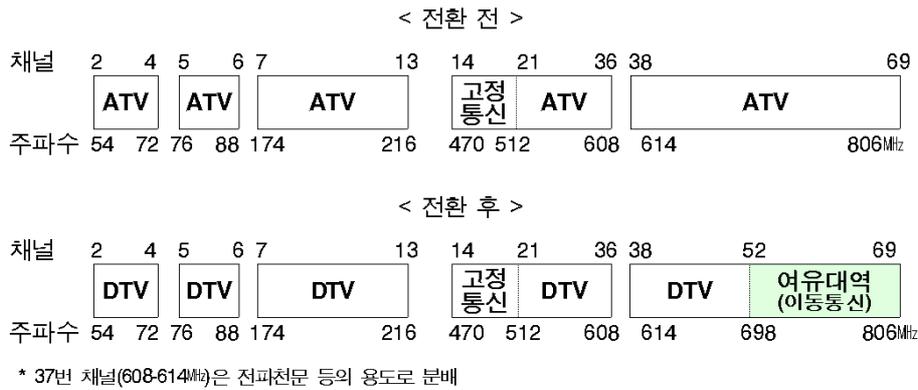


2) 칠레

칠레는 '10년 SBTVD⁶⁾ 방식의 DTV 서비스를 개시하고, '19년 DTV 전환을 완료한다는 방침이다.

현재 TV 방송용으로 사용하지 않고 고정 통신용으로 사용하고 있는 470-512MHz(채널 14-21)대역을 제외하고, 512-608MHz(채널 21-36)대역과 614-698MHz(채널 38-52) 대역의 180MHz폭은 DTV 채널로 지정(VHF대역도 TV용이 예상되며 포함 시 252MHz)한 후 DTV 전환 여유대역으로 698~806MHz, 총 108MHz 대역폭을 확보는 계획을 2000년에 발표하였다. 이 108MHz폭은 모바일 TV와 WiMAX용으로 사용할 계획이었으나 최근 LTE로 전환하여 2.6GHz 대역과 더불어 LTE용으로 할당할 계획으로, 아태지역의 밴드플랜 표준화 추진 상황을 예의 주시하고 있다.

[그림 6-4] 칠레의 Digital Dividend

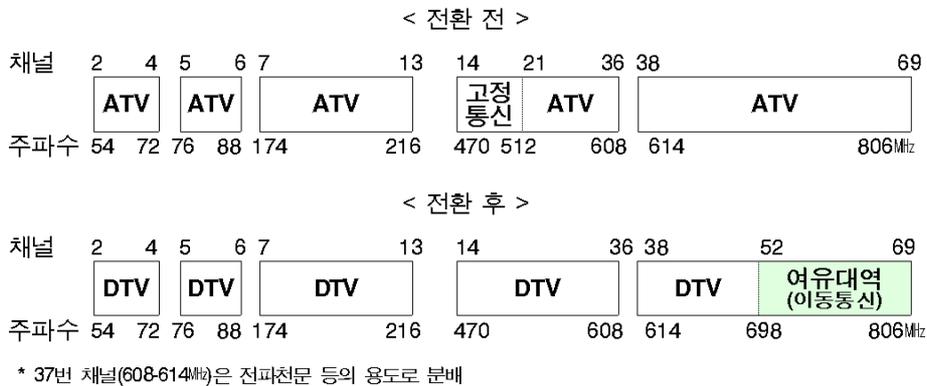


6) SBTVD(Sistema Brasileiro de Televisao Digital) 방식: 일본의 ISDB-T 방식을 수정하여 개발한 브라질의 DTV 표준

3) 콜롬비아

콜롬비아는 '10.1월 DVB-T7) 방식의 DTV 서비스를 개시하였으며 '19년 DTV 전환을 완료할 계획이다. 통신용으로 분배했으나 미사용중이던 470-512MHz(채널 14~21) 대역을 포함해 54~698MHz 중 총 294MHz 대역폭을 DTV 대역으로 확정(37번 채널은 전파전문용으로 분배)(09년)하고, DTV 전환 여유대역으로 698~806MHz(108MHz폭) 대역을 확보할 계획이며 이 대역은 이동통신용 사용을 확정('09.11월)한 상태이다.

[그림 6-5] 콜롬비아의 Digital Dividend



4) 브라질

브라질은 '07.11월 일본의 ISDB-T 방식의 변형인 SBTVD8) 방식을 개발하여 DTV 독자 표준으로 채택('06년)하고 디지털 지상파 방송 서비스를 개시하였으며 '16년 DTV 전환을 완료할 계획이다.

7) DVB-T(Digital Video Broadcasting Terrestrial) : 디지털 음성 및 비디오를 압축하여 전송하는 지상파 디지털 방송의 유럽 표준 방식

8) SBTVD(Sistema Brasileiro de Televisão Digital) : 브라질 지상파 디지털 방송 표준

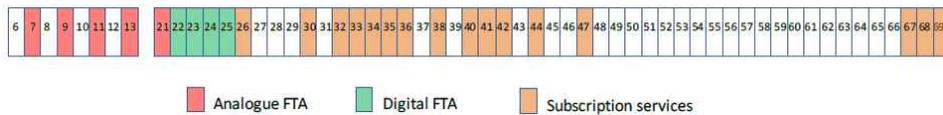
DTV 전환 완료 후에는 700MHz 대역이 여유대역이 될 가능성이 있으나, 전환 완료 이전 동시방송 시기에는 VHF 대역을 ATV용으로, UHF(470~806MHz) 대역을 DTV용으로 활용한다는 입장이며, 여유대역에 대한 구체적인 정책방안은 확정되지 않은 상태이다.

5) 아르헨티나

아르헨티나의 지상파 디지털 방송 서비스는 '06년 DVB-T 방식의 사설 유료 서비스로 시작하여 '10년 5월 무료 서비스가 개시되었다. 브라질과의 협력을 고려하여 SBTVD-T를 표준으로 결정하고, '19년 DTV 전환을 완료한다는 계획이다.

Digital dividend와 관련하여 확정된 계획은 확인되지 않으며, 아날로그 방송은 주로 VHF대역에서 사용되고 UHF 대역은 DTV용으로 주로 이용될 전망이다. 아르헨티나에서 활성화된 사설 유료 TV 방송이 700 MHz 대역을 이용하고 있어 DTV 주파수 이용계획 수립 및 법적 지위 명확화를 위해 사설 유료 방송국에 대한 조사가 진행되고 있으며, 이와 관련하여 이용계획 수립이 지연될 가능성이 있다.

[그림 6-6] 부에노스 아이레스의 TV채널 사용



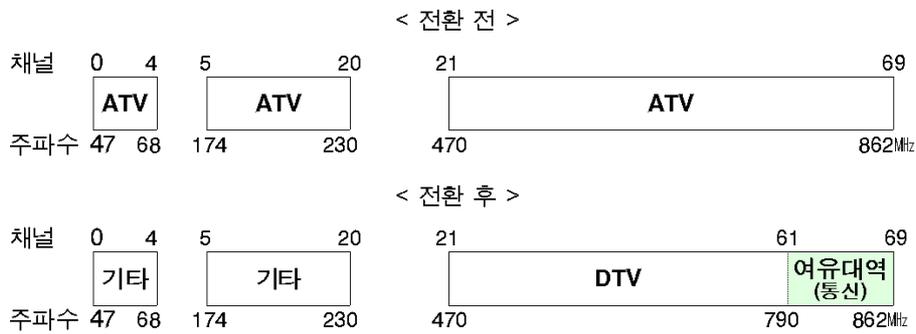
* 21번 채널만 analogue free to air (FTA) 서비스에 이용되고, 16개 주파수가 subscription TV에 이용되고 있음

다. 유럽 지역

1) 유럽연합(EU)

유럽에서는 이동통신용 주파수 정책 수립과 관련하여 규모의 경제 확보를 위해 여유대역의 공동 채널배치계획 확정('09.10월)하고, 회원국에 대해 유럽지역내 주파수 조화를 의무화('10.5월) 하였다. 국가별로 일부 차이는 있으나 ATV용으로 47~68MHz, 174~230MHz 및 470~862MHz의 총 469MHz를 사용했으며, DTV 대역으로는 470~790MHz의 320MHz 사용한다는 방침이다.

[그림 6-7] 유럽연합의 공통 채널배치계획



유럽의 공통 여유대역은 790~862MHz 대역(72MHz폭)이며, 거의 모든 국가가 FDD 60MHz폭(30MHzx2)의 밴드플랜을 채택할 전망이다.

[그림 6-8] 유럽의 Digital Dividend 밴드 플랜

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 790-791 | 791-796 | 796-801 | 801-806 | 806-811 | 811-816 | 816-821 | 821-832 | 832-837 | 837-842 | 842-847 | 847-852 | 852-857 | 857-862 |
| Guard band | Downlink | | | | | | Duplex gap | Uplink | | | | | |
| 1 MHz | 30 MHz (6 blocks of 5 MHz) | | | | | | 11 MHz | 30 MHz (6 blocks of 5 MHz) | | | | | |

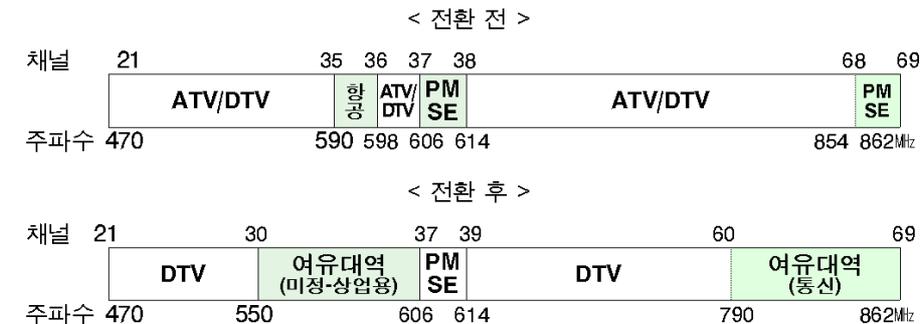
2) 영국

영국은 '98.9월 DVB-T 방식의 DTV 서비스를 개시하였으며, '12.12월 DTV 전환을 완료할 예정이다. ATV/DTV용으로 총 368MHz를 사용하도록 하였으며 DTV 전환 이후에는 DTV용으로 470~550MHz, 614~790MHz의 256MHz를 사용할 계획이다.

'03년 유럽 최초로 독자적인 DTV 대역 및 여유대역 이용계획을 발표하였으나 '09.10월 EU 결정에 따라 밴드플랜의 수정안을 발표하고, 550~606MHz, 790~862MHz 대역의 총 128MHz 대역폭을 여유대역으로 확보할 예정이며, 이에 대한 할당을 준비 중이다.

790~862MHz(72MHz폭)대역은 EU의 결정에 따라 이동통신용으로 경매할 계획('12.2분기 목표)이며 할당 정책에 대한 의견 수렴을 진행하는 동시에 550~606MHz(56MHz폭) 대역과 지역적 interleaved 주파수의 이용방안에 대해서도 의견 수렴을 진행하고 있다.

[그림 6-9] 영국의 Digital Dividend



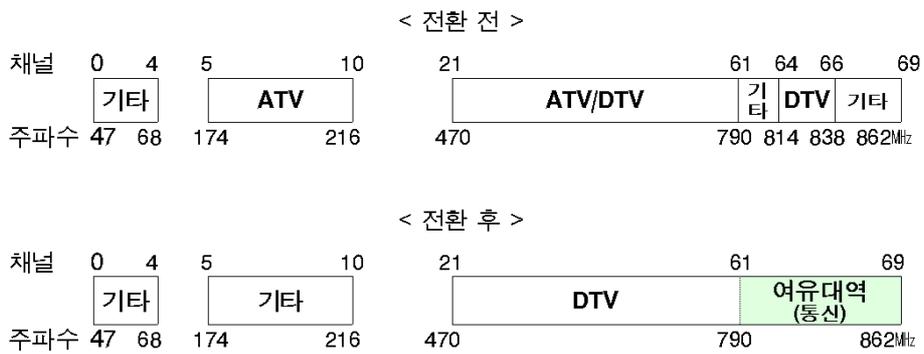
* 영국은 1985년 이후 VHF 대역을 사용하지 않음

3) 독일

독일은 '02년 10월 DVB-T방식으로 DTV 서비스를 개시하였으며, '08년 11월 DTV 전환을 완료할 예정이다. ATV/DTV용으로 총 386MHz를 사용하였으며 DTV 전환 이후에는

DTV용으로 470-790MHz의 320MHz를 사용할 계획으로, 790-862MHz의 총 72MHz 대역폭이 여유대역으로 남을 전망이다.

[그림 6-10] 독일의 Digital Dividend



독일은 여유대역을 EU의 채널배치계획대로 FDD 60MHz폭(30MHz x2)에 대해 1.8, 2.1, 2.6GHz 대역과 함께 경매를 추진(10.5월)하였다.

<표 6-2> 독일의 이동통신용 주파수 대역

| 대역 | FDD/TDD | 블록 | 총대역폭(MHz) | 낙찰금액(억원) |
|--------|---------|----------------|-----------|----------|
| 800MHz | FDD | 6×(2×5 MHz) | 60 | 54,824 |
| 1.8GHz | FDD | 5×(2×5 MHz) | 50 | 1,600 |
| 2.1GHz | FDD | 4×(2×4.95 MHz) | 39.6 | 5,336 |
| | TDD | 14.2MHz, 5MHz | 19.2 | 175 |
| 2.6GHz | FDD | 14×(2×5 MHz) | 140 | 3,951 |
| | TDD | 10×5 MHz | 50 | 1,326 |
| 합계 | | 41 블록 | 358.8 | 67,212 |

4) 프랑스

프랑스는 '05년 DVB-T방식으로 DTV 서비스를 개시하였으며, '11.11월 DTV 전환을 완료할 예정으로, 유럽의 채널배치계획을 준용하여 790~862MHz 대역 중 60MHz 폭을 '12년 초에 경매할 예정이다.

5) 스웨덴

스웨덴은 '99년 4월 DTV 서비스를 개시하였으며, '07년 10월 DTV 전환을 완료하였다. 174~230MHz 및 470~790MHz 대역의 총 376MHz 폭에서 DVB-T방식을 사용한다. 유럽의 채널배치계획을 준용하여 FDD 60MHz폭(30MHz x2)에 대해 '11년 3월에 경매를 완료하였다.

6) 스페인

스페인인은 '00년 5월 DTV 서비스를 개시하였으며, '10년 4월 DTV 전환을 완료하였다. 유럽의 채널배치계획을 준용하여 FDD 60MHz폭(30x2)에 대해 900MHz, 2.6 GHz 대역과 함께 경매를 실시하였다('11.8월).

<표 6-3> 스웨덴의 이동통신용 주파수 대역

| 대역 | FDD/TDD | 할당단위(MHz) | 블록수 | 총 낙찰가 (억원) |
|--------|---------|-----------|-----|------------|
| 800MHz | FDD | 2x5 | 6 | 1조 9,767 |
| 900MHz | FDD | 2x5 | 2* | 2,559 |
| 2.6GHz | FDD | 2x10 (전국) | 4 | 2,615 |
| | FDD | 2x5 (전국) | 3 | |
| | FDD | 2x10 (지역) | 19 | |
| | FDD | 2x5 (지역) | 19 | |
| 합계 | | 210MHz | | 2조 4,941 |

* 900MHz 1개 블록과 2.6GHz TDD 대역은 유찰됨

7) 이탈리아

이탈리아는 '03년 12월 DTV 서비스를 개시하였으며, '12년 DTV 전환을 완료할 예정이다. 유럽의 채널배치계획을 준용하여 800MHz, 1.8GHz, 2.1GHz, 2.6GHz 대역 총 255MHz 대역폭을 동시에 경매하였다('11.8.30일~9.29일).

당초 5개 방송사업자에게 할당한다는 정책을 추진하였으나 EU의 의무화 및 경제상황 악화 등으로 용도를 이동통신용으로 전환 하였다. 저대역의 사업자당 총량제한은 기보유 900MHz과 800MHz 대역이 총 2x25MHz이며, 1.8GHz 대역은 기보유 포함 2x25MHz, 2.6GHz 대역은 FDD/TDD 총 55MHz를 넘지못하도록 하였다.

<표 6-4> 이탈리아의 이동통신용 주파수 대역

| 대역 | FDD/TDD | 경매 대상 블록 | 할당 대역폭(MHz) | 총 낙찰가 (억원) |
|---------|---------|-------------------|-------------|------------|
| 800 MHz | FDD | 6 lot, 2 x 5 MHz | 60 | 47,397 |
| 1.8 GHz | FDD | 3 lots, 2 x 5 MHz | 10 | 2,494 |
| 2.6 GHz | FDD | 12 lot, 2 x 5 MHz | 110 | 5,853 |
| 2.6 GHz | TDD | 2 lot, 15 MHz | 30 | 1,179 |
| 합계 | | 255 MHz | | 56,923 |

* 2.1GHz TDD 1 lot, 1.8GHz FDD 2 lot, 2.6GHz FDD 1 lot 유찰

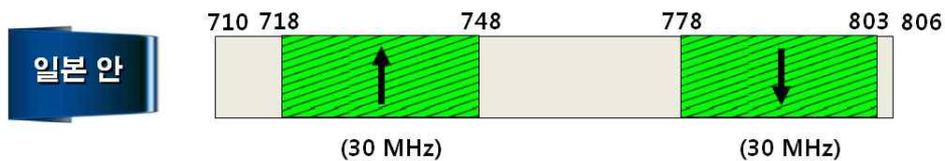
라. 아태 지역

1) 일본

일본은 '04년 ISDB-T방식으로 DTV 서비스를 개시하였으며, '11년 7월 DTV 전환을 완료하였다. 470~710MHz(총240MHz폭) 대역을 DTV 대역으로 확정하여 사용 중이며, 90~108MHz, 170~222MHz, 710~770MHz의 총 130MHz 폭이 여유대역으로 남게 되었다.

700MHz 대역 이용방안을 아태지역에서 가장 먼저 발표('07.5월)하고, ITS, 이동통신(900MHz 대역과 pair로 사용)으로 사용할 계획을 발표하였으나 아태지역 표준화로 국제적 고립이라는 우려가 제기되면서 이용방안을 재검토 중('12.3월 목표)이다. 일본 산업계의 AWG 기고문('11.9월)에 따르면 APT의 1안과 조화를 이룰 수 있는 수정안의 적용(2x30MHz)을 추진 중인 것으로 판단된다.

[그림 6-11] 일본의 700MHz 대역 이용계획(안)



2) 호주

호주는 '01년 1월 DVB-T방식의 DTV 서비스를 개시하였으며, '13년 12월 DTV 전환을 완료할 예정이다. ATV용으로 총 401MHz를 사용하고, DTV 전환 이후에는 DTV용으로 275 MHz를 사용할 계획이며, 확보가능한 여유대역은 694~820MHz(총126MHz폭)로 가장 넓은 연속된 대역 확보가 가능할 전망이다.

3) 뉴질랜드

뉴질랜드는 '01년 DVB-T방식으로 DTV 서비스를 개시하였으며, '13년 DTV 전환을 완료할 예정이다. Digital Dividend 대역 이용에 대한 자문서('11.8월)를 발표하고 APT 1안 채택에 대한 의견을 수렴하는 등 아태지역의 채널배치계획을 준용할 것으로 보여지나 세부 밴드플랜은 확정되지 않은 상태이다. '12년 중반까지 해당 안의 국제적인 채택이 진전되지 않으면 선택을 유보 예정이다.

4) 중국

중국은 디지털 전환에 대한 구체적인 계획이 수립되지 않아 동 대역의 IMT이용에 대한 논의에 공식적으로 참여하지 않고 있다.

5) 인도

인도는 4G 주파수에 대한 자문서를 발간('11.8월)하였으나 여유대역에 대한 구체적인 밴드플랜은 확정되지 않은 상태로 아태지역의 채널배치계획을 준용한 ATP 1안 채택의 가능성이 높아 보인다.

모바일 브로드밴드용으로 가급적 빠른 시기에 경매한다는 계획이며, 인도의 외곽 지역에 대한 브로드밴드 확산에 특히 유리하다는 입장으로 산업계는 APT 1안을 지지하는 것으로 알려져 있다.

2. 2.1GHz 대역

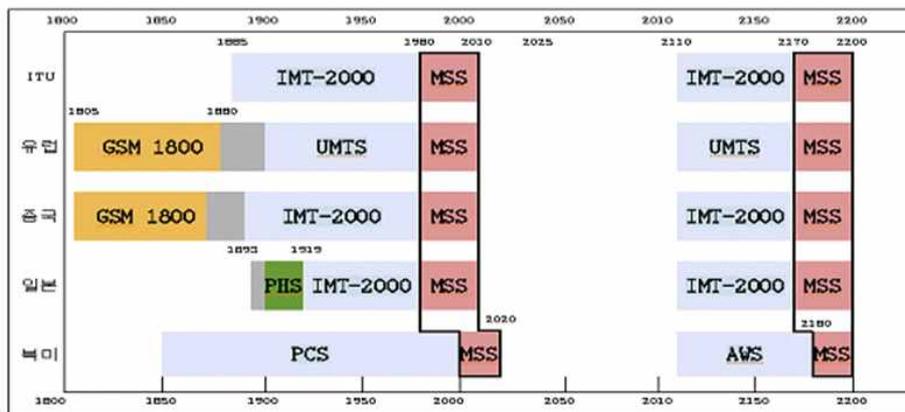
1) 유럽

유럽은 1980~2010MHz/2170~2200MHz 대역에서 위성 서비스 사업자를 선정하고, 위성발사도 추진하였으나, 사업이 활성화되지 않고 있는 상황이다. 이 대역을 할당받은 사업자는 'Solaris mobile'과 'Inmarsat'으로 60MHz 폭 중 각각 30MHz씩을 심사할당 받아 서비스 제공 예정이나 서비스 개시가 지연되고 있다. 'Solaris mobile'은 '09년에 위성을 발사하였으나 위성의 기능적 결함으로 현재 유럽 3개 도시에서 시험 서비스만 시행 중이고, Inmarsat은 위성발사계획을 수립하였으나, 진행되지 않고 있다.

이에 따라 유럽의회는 두 위성사업자에게 계약서 수준의 구체적인 사업계획서를 '11년 4/4분기까지 제출할 것을 요구하는 등 유럽의회 차원에서 사업진행을 촉구하고 있다. 사업계획서에는 위성발사 및 지상망 구축에 대한 상세 계획이 포함되므로, '12년 상반기에는 구체적인 정책이 수립될 것으로 예상되며, 미국과는 달리 위성주파수의 지상망 단독 이용은 고려하지 않고 있다.

우리나라와 유럽은 위성IMT용 주파수 대역이 일치하므로, 표준화 및 상용화 측면에서 유럽동향을 주시할 필요가 있다.

[그림 6-14] 세계 주요국의 2.1GHz 대역 분배 현황



2) 미국

위성용 IMT대역(2000~2020MHz/2180~2200MHz, 총40MHz폭)에서 사업자를 선정하고 위성을 발사하였으나, 유럽과 마찬가지로 활성화되지는 않고 있다. 이 대역을 할당받은 사업자는 'DBSD'와 'TerreStar'로 'DBSD'가 '08년 4월, 'TerreStar'가 '09년 7월에 각각 위성을 발사하고 서비스 일부를 제공하였으나 현재 양사 모두 파산한 상태이다.

이에 따라 'DISH Network'사가 'DBSD'와 'TerreStar'를 인수하고, FCC에 L-Band 사업자인 'LightSquad'와 같은 Regulatory Ruling(L-Band를 이용한 지상망 단독 이용 허용)을 요청하는 등 해당 주파수 대역의 지상 광대역 이동통신망으로의 활용을 본격적으로 추진하는 움직임이다.

FCC는 2.1GHz 대역 위성IMT용 주파수를 지상망용으로도 사용할 수 있도록 이동용, 고정용 용도를 추가하고, 위성 주파수를 지상용으로 임대해 줄 수 있는 공식 절차 마련(기존에는 합병인가 등 개별협정에 의존)하였다. 다만 위성 서비스의 가치(원거리 통신, 재난 통신 등) 유지도 중요하다고 판단하여 점진적으로 추진 중에 있으며, 지상망 단독 서비스는 원칙적으로는 불허하되 개별 사안에 따라 허용한다는 방침이다.

3) 일본

일본은 최근 동북부 지방 대형 지진 및 쓰나미로 공공재난 통신망에 대한 정부의 관심이 증대되면서 1980~2010MHz/2170~2200MHz 대역에서 공공재난용을 포함한 위성-지상 겸용 통신망으로 활용을 검토 중이다. 또한 음영지역 해소 및 긴급통신용 위성이동통신서비스 제공을 위한 STICS⁹⁾ 프로젝트 검토 중으로 주파수 간섭 및 공유에 관한 연구와 기술검증용 소형 탑재체 개발을 진행 중인 것으로 알려져 있다.

4) 중국

중국은 건의 위성망 국제등록을 완료하였고 추가로 11건을 추진 하는 등 위성망 국제등록을 완료(선점음 의미)하였으나 실제 운용 여부는 확인되지 않고 있다.

9) STICS(Satellite and Terrestrial Integrated Communication System) : 음영·해상지역에서의 불통 해소 및 재난재해 지역에서의 긴급 통신을 위해, S대역 위성망을 통한 위성-지상 겸용 이동통신서비스를 제공하는 프로젝트

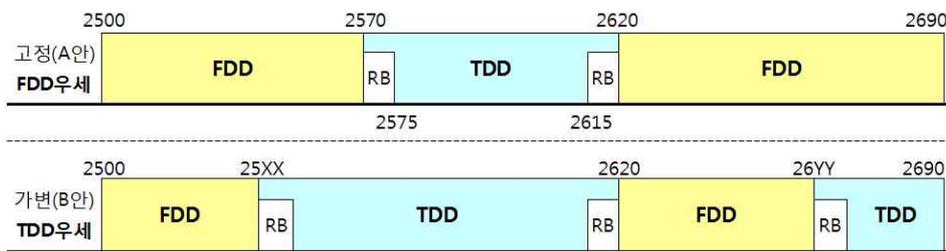
3. 2.6GHz 대역

1) 유럽

유럽(EU)은 이동통신용 주파수 확보를 위해 주파수분배표의 이동위성업무를 삭제하고, '09년 10월 2500~2690MHz 대역을 차세대 이동통신용으로 활용 가능한 2개의 유럽표준 주파수 이용계획(안)을 마련하였다.

첫 번째 안은 FDD용으로 140MHz폭, TDD용으로 40MHz폭 활용이 가능하고, 두 번째 안은 FDD 및 TDD로 가변적 활용이 가능한 방안이다.

[그림 6-15] 2.5~2.6GHz대역 유럽표준 주파수 이용계획



※ 제한대역(Restricted Band) : TDD 대역내에 배치되며, 인접 시스템으로부터 간섭보호를 받을 수 없음

영국, 독일, 스웨덴, 덴마크, 프랑스, 이탈리아 등 유럽 주요국은 대부분 FDD용 주파수 확보가 용이한 고정(A)안을 채택하는 추세이며, 가변(B)안을 채택한 노르웨이가 TDD대역(2540~2570/2660~2690MHz)을 pair로 동일사업자에게 할당하여 FDD로 전환이 가능토록 고려하고 있다.

유럽 8개 국가(노르웨이, 스웨덴, 핀란드, 네덜란드, 독일, 덴마크, 오스트리아, 스페인)는 2.6GHz 대역의 경매를 완료하였고, 그 외 벨기에, 스위스가 '11년 내에, 영국, 프랑스 등이 '12년에 경매를 추진할 계획이다.

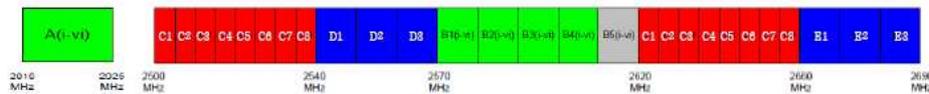
<표 6-5> 유럽 국가별 2.6GHz 대역 경매 현황

| 국가 | 경매 시기 | 대역 | 대역폭 (MHz) | 기간 | 최저 경쟁가격 (억원) | 할당대가 (억원) | 1MHz/1년/인구수기준 최저경쟁가격 (원) | 1MHz/1년/인구수기준 할당대가 (원) |
|-------|--------------|----------|-----------|-----|--------------|-----------|--------------------------|------------------------|
| 노르웨이 | '07.11 | 2.6(FDD) | 80 | 15년 | 13 | 130 | 0.23 | 2.31 |
| | | 2.6(TDD) | 110 | 15년 | 17 | 231 | 0.21 | 2.98 |
| 스웨덴 | '08.4 | 2.6(FDD) | 140 | 15년 | 64 | 3,234 | 0.33 | 16.74 |
| | | 2.6(TDD) | 50 | 15년 | 23 | 265 | 0.33 | 3.85 |
| 홍콩 | '09.3 | 2.6(FDD) | 90 | 15년 | 741 | 2,529 | 7.84 | 26.77 |
| 핀란드 | '09.11 | 2.6(FDD) | 140 | 20년 | 3.7 | 4.1 | 0.25 | 0.28 |
| | | 2.6(TDD) | 50 | 20년 | 1.3 | 2.6 | 0.25 | 0.49 |
| 네덜란드 | '10.4 | 2.6(FDD) | 140 | 20년 | 21 | 40 | 0.05 | 0.09 |
| 독일 | '10.5 | 2.6(FDD) | 140 | 15년 | 537 | 3,951 | 0.31 | 2.29 |
| | | 2.6(TDD) | 50 | 15년 | 192 | 1,326 | 0.31 | 2.15 |
| 덴마크 | '10.5 | 2.6(FDD) | 140 | 20년 | 28 | 2,032 | 0.18 | 13.19 |
| | | 2.6(TDD) | 50 | 20년 | 10 | 10 | 0.18 | 0.18 |
| 오스트리아 | '10.9 | 2.6 | 140 | 15년 | 86 | 606 | 0.49 | 3.43 |
| 영국 | '12.2분기 (예정) | 2.6(FDD) | 140 | 20년 | 1,196 | - | 0.69 | - |
| | | 2.6(TDD) | 50 | 20년 | 342 | - | 0.69 | - |
| 프랑스 | '12년 예정 | 2.6(FDD) | 140 | 20년 | 10,871 | - | 6.17 | - |

[그림 6-16] 스웨덴의 2.6GHz 대역 이용 계획



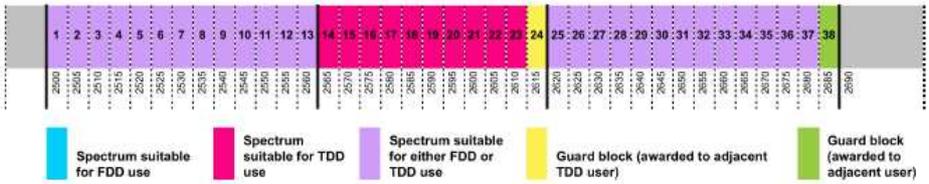
[그림 6-17] 노르웨이의 2.6GHz 대역 이용 계획



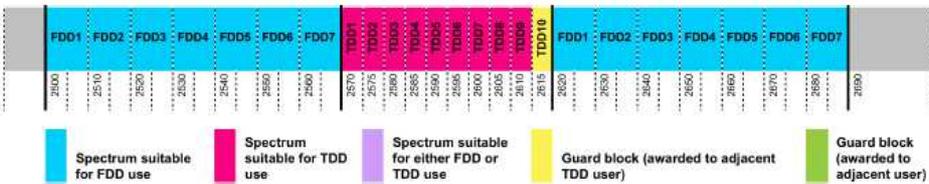
* C1-C8: 각 5MHz, paired(전국면허), D1-D3, E1-E3: 각 10MHz, unpaired(전국면허)
 A(15MHz), B1-B5(각 10MHz): unpaired, 지역면허(i-vi의 6개 지역)

* 노르웨이는 CEPT의 권고안보다 TDD용 주파수를 더 많이 할당했지만, 경매 후 시장의 요구에 따라 TDD를 FDD용으로 전환하여 사용할 수 있도록 설계하였음

[그림 6-18] 네덜란드의 2.6GHz 대역 이용 계획

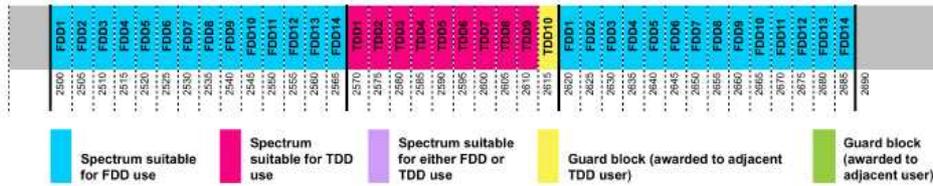


[그림 6-19] 영국의 2.6GHz 대역 이용 계획

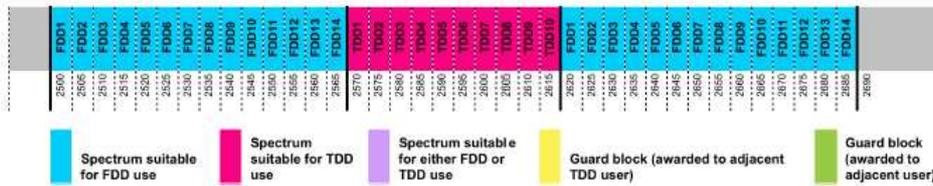


* 영국은 2012년 런던 올림픽을 위하여 2500~2690MHz 대역을 무선카메라에 지원하기로 정하였고 (2012.06.28~.09.23), 2012년 2분기로 예상되는 새로운 허가가 나올 때 까지 사용할 수 없음.

[그림 6-20] 덴마크의 2.6GHz 대역 이용 계획



[그림 6-21] 독일의 2.6GHz 대역 이용 계획

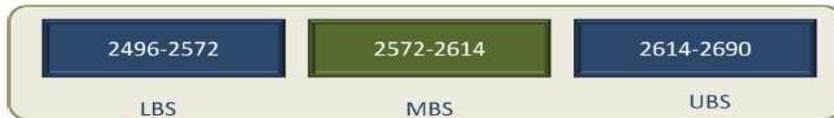


2) 미국

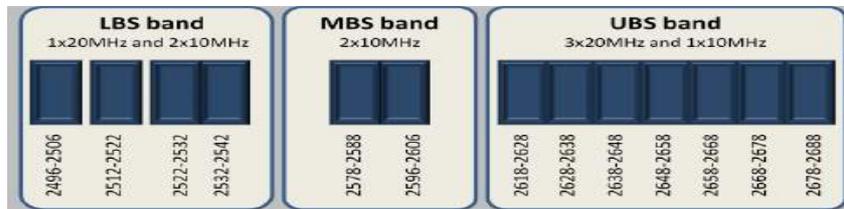
미국(FCC)은 2004년 2.6GHz 대역(2496-2690MHz, 194MHz)의 이용계획을 수립하고, 현재는 Sprint-Nextel의 M-WiMax¹⁰⁾ 사업권을 인수한 Clearwire社가 지역적으로 위 대역의 일부(120~150MHz폭)를 WiMAX로 사용하고 있으나 사업운영에 난항을 겪고 있어서 전국망 구축은 지연되고 있으며 이로 인해 주파수 일부를 매각하려는 움직임이다. 또한, 해당 대역에 LTE를 도입하기 위하여 FDD-LTE 2×20MHz와 TDD-LTE 1×20MHz를 시험영역으로 정하고, 향후 LTE와 WiMAX를 같이 이용하기 위하여 지역적으로 주파수 이용 계획을 수립 중(아래 아틀란타 지역 참조)인 것으로 알려져 있다.

10) M-WiMax(Mobile-WiMax) : 이동하면서도 초고속인터넷을 이용할 수 있는 무선 휴대 인터넷. 국내에서는 WiBro라는 명칭으로 사용되고 있으나 국제적으로는 Mobile-WiMax라는 명칭이 통용되고 있음

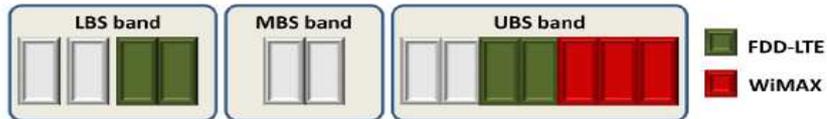
[그림 6-22] 미국의 2.6GHz 대역 이용 현황



[그림 6-23] 아틀란타 지역 주파수 이용계획



FDD-LTE with 20MHz channels overlaid on WiMAX



TDD-LTE with 20MHz channels overlaid on WiMAX



FDD/TDD-LTE with 20MHz channels overlaid on WiMAX



3) 일본

'07년 12월, 총무성은 2545~2625MHz대역 TDD용 80MHz폭에 이동광대역서비스 사업자로 UQ커뮤니케이션과 윌컴을 선정하였다. UQ커뮤니케이션은 M-WiMax 방식의 전국망을

구축하여 서비스 중이며, 월컴은 PHS 기술을 도입하여 서비스 중(월컴은 기업회생지원기구(ETIC)와 소프트뱅크, 투자펀드의 아드벤처지파트너스 등의 지원을 받아 서비스를 계속하고 있음, 아시아투데이 '11.5.11)이다.

[그림 6-24] 일본 2.5~2.6GHz대역 이용 현황

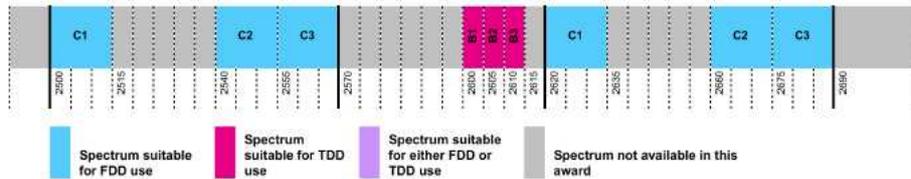


1990년대 중반 발사한 N-star 위성(2500~2535/2655~2690MHz대역 사용)으로 인해 인접국인 우리나라에도 영향이 있어 국내 활용에 제약 요인이 되고 있다. 국내 SKT와 공동 추진한 위성DMB(2630~2655MHz대역 사용)는 '09년 4월 서비스가 중단되어 향후 이동통신용으로 활용할 계획이다.

4) 기타

중국은 China Mobile이 2.6GHz 대역에서 50MHz(2570 ~ 2620 MHz)를 TDD로 할당받아 이용 계획을 수립중이고(현재 대규모 필드테스트가 진행 중이고 2012년 개시할 예정임), 인도는 3G 서비스를 늦게 시작하여 4G에 대한 준비가 미흡하고 2.6GHz 대역의 활용을 위한 준비도 아직 없는 상황이며, 홍콩은 유럽의 여러 나라들과 비슷한 시기에 2.6GHz 대역 경매를 실시하였으나 전체 105MHz 대역에 대해서만 이용 계획을 가졌으며, 이 중에서 TDD 15MHz를 제외한 FDD 90MHz만 경매되었다.

[그림 6-25] 홍콩의 2.6GHz 대역 이용계획



<표 6-6> LTE 상용화 현황

| 국가 | 사업자 | 개시시기 | 활용대역 |
|--------|----------------------|-----------|-------------------------|
| 노르웨이 | TeliaSonera | '09.12.15 | 2.6GHz |
| 스웨덴 | TeliaSonera | '09.12.15 | 2.6GHz (800MHz 대역도 고려중) |
| 우즈베키스탄 | MTS | '10.7.28 | 2.6GHz (700MHz 대역도 고려중) |
| 우즈베키스탄 | UCell | '10.8.9 | 2.6GHz |
| 폴란드 | Mobyland & CenterNet | '10.9.7 | 1.8GHz |
| 미국 | MetroPCS | '10.9.21 | AWS |
| 오스트리아 | A1 Telekom Austria | '10.11.5 | 2.6GHz (800MHz 대역도 고려중) |
| 스웨덴 | TeleNor Sweden | '10.11.15 | 2.6GHz |
| 스웨덴 | Tele2 Sweden | '10.11.15 | 2.6GHz |
| 홍콩 | CSL Limited | '10.11.25 | 2.6GHz, 1.8GHz |
| 핀란드 | TeliaSonera | '10.11.30 | 2.6GHz (1.8GHz 대역도 고려중) |
| 독일 | Vodafone | '10.12.1 | 800MHz, 2.6GHz(예정) |
| 미국 | Verizon Wireless | '10.12.5 | 700MHz |
| 핀란드 | Elisa | '10.12.8 | 1.8GHz, 2.6GHz |
| 덴마크 | TeliaSonera | '10.12.9 | 2.6GHz |
| 에스토니아 | EMT | '10.12.17 | 2.6GHz |
| 일본 | NTT DoCoMo | '10.12.24 | 2GHz(1.5GHz 대역도 고려중) |
| 독일 | Deutsche Telecom | '11.4.5 | 800MHz, 1.9GHz |
| 필리핀 | Smart Communications | '11.4.16 | - |
| 리투아니아 | Omnitel | '11.4.28 | 1.8GHz |
| 싱가포르 | MI | '11.6.21 | 2.6GHz, 1.8GHz |
| 한국 | SK Telecom | '11.7.1 | 800MHz |
| 한국 | LG U+ | '11.7.1 | 800MHz |
| 독일 | O2 | '11.7.1 | 2.6GHz, 800MHz |

자료: HSPA/HSPA+/RevB/LTE Rollouts Analyzer(Ovum/'11.7), Evolution to LTE Report(GSA/'11.7)

* 현재 2.6GHz 대역에서 노르웨이, 스웨덴, 우즈베키스탄, 오스트리아, 홍콩, 핀란드, 독일, 덴마크, 에스토니아, 싱가포르 등 10개국(약 14개 사업자)에서 LTE 서비스를 제공 중

4. 3.5GHz 대역

1) ITU

3.5GHz 대역(3.4~4.2GHz)을 IMT용으로서의 활용을 논의하는 데에 있어서는 크게 두 가지 이슈가 있다. 기존에 이용되던 위성망과의 간섭이 첫 번째 이슈이고, duplex방식의 선택(TDD vs FDD)이 두 번째 이슈이다. TDD 방식을 사용하는 경우 사업자간 주파수가 인접한 경우 동기 문제로 인하여 약간의 guard band가 필요해 주파수 효율성 문제로 duplex 방식에 대한 논란이 지속되고 있다.

<표 6-7> 국가(지역)별 3.5GHz 대역 활용 방안

| 지역 (기구명) | IMT지지여부 | 사유 |
|---------------|--------------------|---|
| 유럽 (CEPT) | 3.4~3.8GHz 지지 | · 광대역 용도로 적합 |
| 미주 (CITEL) | 3.6~4.2GHz 반대 | |
| 아시아/태평양 (APT) | 반대 | · 고정위성보호 목적 |
| 아프리카 (ATU) | | |
| 러시아 | | |
| 아랍 | | |
| 미국 | 반대 (현재 확보 추진 중) | · 레이더 및 고정위성보호 목적 ※ 최근 3550~3650MHz(100MHz폭) 모바일광대역 활용 추진 계획 ('11. 10) |
| 일본/한국 | 지지 | · 3.6~4.2GHz 전체대역 지지 |

ITU의 IMT작업반(WP5D)은 예서는 기존 위성망과의 간섭 완화를 위해 간섭저감기술을 제안하였으나 위성작업반(WP4A)이 거부 의사를 표명함에 따라 공동회의 추진을 검토 중에 있으며, 현재는 인접국 위성보호를 조건으로 유럽, 아프리카 80개국 및 아태지역 9개국(한국, 중국, 일본, 인도 포함)에서 IMT용으로 지역적인 분배가 완료된 상태이다.

[그림 6-26] 2.6GHz 대역 위성서비스 보호를 위한 주요 간섭 완화 기술



2) 유럽 지역

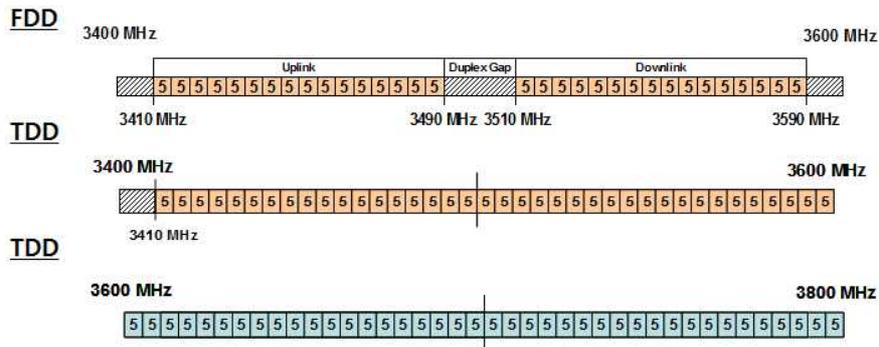
유럽은 3.4~3.8GHz 대역을 IMT용도로 활용하는 방안을 지지하고 있으며, 국가별 할당 대역이 상이함에 따라 프랑스를 제외하고는 TDD를 선호하고 있다.

WRC-07 이후 유럽은 집행위 결정(2008/411/EC)에 따라 3.4~3.8GHz대역을 Mobile 광대역용도로 할당('08년)하고, 유럽 주파수 주관청 ECC는 WRC 후속 조치로 이용 계획을 개발 중이며, 이중 3.4~3.6GHz 대역은 TDD(190MHz폭) 또는 FDD(2x80MHz) 방식으로 활용할 예정이다.

이를 위해 유럽은 각 국가별로 Transition(고정→이동, 7MHz대역폭→5MHz대역폭)을 진행 중에 있다.

- 네덜란드, 몰도바 외 유럽 국가, 동 대역 또는 일부 대역 BWA (Broadband Wireless Access)로 기 할당
- 프랑스 외 대부분 국가, Mobile 허용 또는 허용을 위한 재할당 과정
- FDD/TDD에 대한 국가별 활용 계획은 아직 없음
- 러시아는 고정, 고정위성용, 고정형 WiMAX 등 용도로 사용중

[그림 6-27] 유럽의 3.4~3.8GHz 대역 이용계획(안)



<표 6-8> 유럽의 3.5GHz 대역 이용현황

| Country | Uplink frequency range [MHz] | | Downlink Frequency range [MHz] | | Duplex arrangement | Duplex separation for FDD | Block sizes [MHz] |
|----------------------|------------------------------|--------|--------------------------------|--------|--------------------|---------------------------|-------------------|
| Austria | 3410 | 3494 | 3510 | 3594 | FDD, TDD | 100 MHz | 21, 28, 35, 42 |
| Belgium | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 | FDD, TDD | 100 MHz | 25 |
| Bosnia & Herzegovina | 3410 | 3494 | 3510 | 3594 | FDD | 100 MHz | 21 |
| Czech Republic | 3410 | 3480 | 3510 | 3580 | FDD, TDD | 100 MHz | 3.5 (raster) |
| France | 3432.5 | 3495 | 3532.5 | 3595 | FDD, TDD | 100 MHz | 15 |
| Germany | 3410 | 3494 | 3510 | 3594 | FDD, TDD | 100 MHz | 21 |
| Hungary | 3410 | 3494 | 3510 | 3594 | FDD, TDD | 100 MHz | 14 |
| Ireland | 3410 | 3500 | 3510 | 3600 | FDD, TDD | 100 MHz | 11, 25, 35 |
| Italy | 3425 | 3500 | 3525 | 3600 | FDD, TDD | 100 MHz | 21 |
| Macedonia (FYROM) | 3410 | 3494 | 3510 | 3594 | FDD, TDD | 100 MHz | 31.5, 14 |
| Norway | 3413.5 | 3500 | 3513.5 | 3600 | FDD, TDD | 100 MHz | 3.5 (raster) |
| Portugal | 3410 | 3438 | 3510 | 3538 | FDD, TDD | 100 MHz | 28 |
| Russian Federation | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | FDD, TDD | 100 MHz | |
| Sweden | 3410 | 3494 | 3510 | 3594 | FDD, TDD | 100 MHz | 28 |
| Switzerland | 3410 | 3497.5 | 3510 | 3597.5 | FDD, TDD | 100 MHz | 17.5, 21, 28 |
| United Kingdom | 3480 | 3500 | 3580 | 3600 | FDD, TDD | 100 MHz | 20 |

3) 미주 지역

미국(NTIA)는 3.5~3.65GHz(150MHz폭) 대역에 대한 Mobile 활용을 허용하고, FCC는 기존 군용 레이더 보호를 위해 해안을 제외한 지역에서 3.55~3.65GHz 대역을 IMT용으로 사용하기 위한 준비를 진행 중이다.

[그림 6-28] 미국 3.5GHz 대역 해안의 군용레이더 보호지역

※ 3500~3650MHz 대역 Exclusion Zone



남미 지역은 브라질, 콜롬비아 등을 중심으로 고정 WiMAX 및 Mobile WiMAX를 활용 중이다. 총 41개 사업자가 소규모 WiMAX 네트워크를 설비하였으며, 8개 업체는 Mobile WiMAX 기술을 이용하고 있다.

<표 6-9> 남미의 3.5GHz 대역 이용현황

| 국가 | 사업자 | 대역(MHz) | 적용기술 | 서비스개시 |
|--------------------|----------------------|---------|--------------|-------|
| Bolivia | Entel Bolivia | 3500 | Mobile WiMAX | 2008 |
| Brazil | Brasil Telecom | 3500 | Mobile WiMAX | |
| Brazil | NeoviaBrasil | 3500 | Mobile WiMAX | 2005 |
| Brazil | TelMex Brazil | 3500 | Mobile WiMAX | |
| Chile | TelMex Chile | 3500 | Mobile WiMAX | 2007 |
| Dominican Republic | ONEMAX | 3500 | Mobile WiMAX | 2007 |
| Dominican Republic | TRICOM | 3500 | Mobile WiMAX | 2007 |
| Panama | Liberty Technologies | 3500 | Mobile WiMAX | 2006 |

4) 아태지역

아태지역은 방송, 통신, 공공 등 국가별로 이 대역을 위성망으로 사용하고 있어, 지역적 조화를 이룬 IMT 활용까지는 상당기간이 소요될 전망이다.

일본은 사업자간 동기화 필요성 등 TDD 시스템 제약을 이유로 FDD에 대한 논의도 지속하고 있으며, 근 시일 내에 3.4~3.6GHz 활용 방안 개발을 계획하고 있으며, 2020년까지 최대 4.4GHz 대역까지 Mobile 활용을 검토할 계획이다.

중국은 동 대역에서 방송 서비스를 제공하고 있고, 자국의 위성이 있음에도 공유기반의 통신용도 활용을 검토 중이다. 이를 위해 중국표준협회(CCSA)는 Indoor 사용을 전제로 한 활용 방안을 협의 중이며, indoor 또는 hot-spot 용으로 사용하기 위해 TDD를 선호하고 있다.

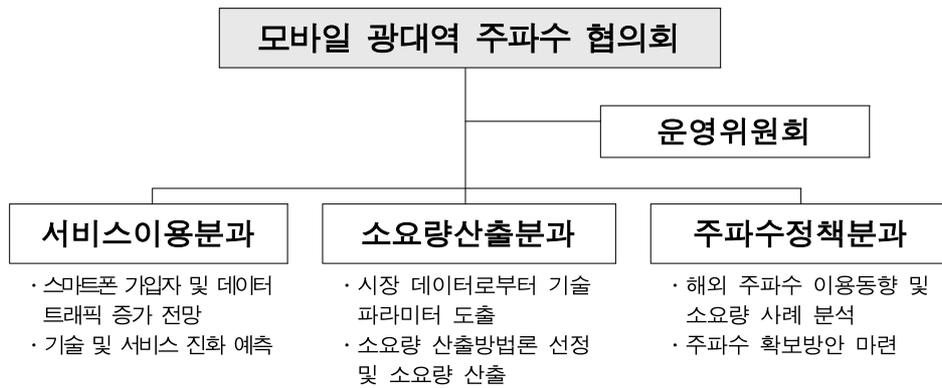
베트남은 3.4~3.6GHz 전체대역에서 방송 및 통신의 backhaul용 링크로 사용하고 있으며, VNPT에서 통신·위성 서비스를 모두 제공하고 있으므로 이동-위성 간 공유 가능성을 모색하고 있다.

그 외 태국, 인도네시아, 말레이시아 등도 3.4~3.6GHz 전체 또는 일부에서 고정 위성 서비스를 활용 중이고, 뉴질랜드, 파키스탄, 스리랑카 등에서는 이 대역을 WiMAX 용으로 사용하고 있다.

제 3 절 모바일 광대역 주파수 협의회 운영 결과

미래 모바일 광대역 데이터 트래픽 증가 추세 예측, 주파수 소요량 산출 및 확보 계획을 마련함에 있어 전문가, 학회, 연구기관 및 단체 등이 참여하여 다양하고 공개적인 논의를 통해 관련 연구결과를 폭넓게 수렴하여 소요량을 산출하고, 주파수 소요량 산출에 대한 대국민 홍보를 강화하여 사회적인 공감대 형성에 노력하기 위해 본 연구에서는 '모바일 광대역 주파수 협의회'를 구성하여 운영하였다.

[그림 6-29] 모바일 광대역 주파수 협의회 구성



※ 정부 및 학계, 스펙트럼공학포럼, NGMC포럼, TTA, 이통 3사, 제조업체, 포탈업체, 녹색 소비자연대, KISDI, ETRI, KORPA, RAPA 등의 전문가로 구성

주요 활동으로는 3회의 세미나와 1회의 토론회를 개최하여, 다양한 동향 정보를 공유하고 각계의 의견을 수렴하였다.

각 활동에 대한 개략적인 활동 개요와 결과를 다음에 소개하였다.

1) 모바일 광대역 주파수 협의회 세미나 (Kick-Off 행사)

- 일 시 : 2011. 6. 29(수), 13:30~20:00
- 장 소 : 한국관광공사 지하1층 상영관
- 참 석 자 : 윤영중 의장(한국전자과학회장) 등 74명
- 주요내용 : 협의회 구성 목적과 그간의 추진경과 및 동향을 소개

| 구 분 | 내 용 |
|-----------|--|
| 세미나 내용 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) 무선 인터넷 트래픽 급증에 따라, 모바일 광대역 주파수 소요량 산출 및 확보 방안 마련이 필요하고, 이를 위해 모바일 광대역 주파수 협의회를 구성 및 운영함으로써, 사회적 공감대 형성 ○ 주요 발표 내용 <ul style="list-style-type: none"> - (모바일 광대역 주파수 협의회 개요) 주파수 이용현황, 이동통신 트래픽 증가현황, 수요량 분석 및 공급 전망, 모바일 광대역 주파수 협의회 개요 발표 - (주파수 소요량 산출 경과보고 및 설문조사) 2010년도 연구결과 분석, 2011년도 주파수 소요량 산출 방법, 설문조사 방법 발표 - (모바일 브로드밴드 Overview) 모바일 브로드밴드 기술과 전개동향, 모바일 브로드밴드 주파수관리 정책 발표 - (700MHz 대역 모바일 광대역 주파수 확보방안) 700MHz 대역의 주파수 이용방안 관련 국내외 동향 및 활용 방안 발표 - (2.6GHz 대역 모바일 광대역 주파수 확보방안) 2.6GHz 대역의 주파수 이용방안 검토, 국내외 동향 및 활용 방안 발표 - (3.5GHz 대역 모바일 광대역 주파수 확보방안) 3.5GHz 대역의 주파수 표준화 배경, CEPT 밴드 플랜 및 이슈, 해외 활용 현황 발표 - (추가 모바일 광대역 주파수 확보방안) 모바일 광대역 주파수 확보 추진 배경, 해외 주요국 모바일 광대역 주파수 확보 추진 동향 및 확보 방안 발표 |

| | |
|--|---|
| 모바일 광대역 주파수 협의회 Kick -off 회의 결과 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 모바일 광대역 주파수 협의회를 통해 학계, 산업계, 연구기관, 포럼, 시민단체 등 다양한 의견을 수렴해서, 정책 수립에 반영 계획임 ○ 모바일 광대역 주파수 협의회 위원은 이번 Kick-off를 시작으로 지속적으로 확대할 예정이므로, 관련 전문가 추천을 요청함 ○ 모바일 광대역 주파수 협의회 2차 회의는 정책연구과제의 최종 결과물이 어느정도 나왔을 때, 협의회 위원분들만을 대상으로 개최하여 관련 전문가분들의 의견을 청취하는 자리로 마련하자는 의견을 제시함 ○ 모바일 광대역 주파수 협의회에 방송, 통신의 경계를 넘어 한정된 주파수를 최대한 국민의 편익을 증대시킬 수 있는 방향으로 주파수 공급 정책이 수립될 수 있도록 협조 요청함 |
|--|---|

2) 700MHz 및 2.1GHz 위성대역 해외동향 및 기술 세미나

- 일 시 : '11. 9. 28(수) 14:00~17:30
- 장 소 : 서울가든호텔 무궁화홀
- 참 석 자 : 윤영중 교수(한국전자과학회장) 등 93명
- 주요내용

| 구 분 | 내 용 |
|------------------|--|
| 회의 내용 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (700MHz DTV 여유대역) 미국, 유럽, 아태지역 등 세계 대부분의 국가들이 DTV 여유대역을 이동통신용으로 활용하기 위해 정책을 추진하거나 계획 중 ○ (2.1GHz 위성대역) ITU는 WARC-92 회의에서 IMT 대역 중 60MHz폭을 위성 IMT용으로 국제 분배('92년) |
| 기타 내용 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 2.1GHz 주파수 확보를 위해 여러 시나리오를 마련하고, 각 시나리오에 대한 장단점 분석 등 심도있는 연구가 필요 ○ 다음 세미나에서는 각 분야별 수요발표와 용도분배에 관한 방송 통신 간 용도 분배를 위한 심도있는 논의를 할 수 있는 기회를 마련할 것 |

3) 제2차 모바일 광대역 주파수 협의회

- 일 시 : '11. 10. 27(목) 14:00~18:00
- 장 소 : 서교호텔 하모니룸
- 참 석 자 : 오남석 전파기획관(KCC) 등 42명
- 주요내용

| 구 분 | 내 용 |
|----------|--|
| 회의 내용 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (주파수 소요량) WiBro 트래픽, Wi-Fi off-loading, 요금제, 사회발전 시나리오 등 조합한 모든 시나리오 검토 결과 '15년까지 320MHz, '20년까지 610MHz 추가 확보가 필요 ○ (700MHz 대역 활용방안) 통신사업자 측은 108MHz 폭을 모두 이동통신용으로 할당을 희망하고, 방송계도 주파수의 필요성을 주장하는 동시에 DTV 전환이 안정화 단계에 진입한 후 700MHz 대역 활용방안을 논의할 것을 제안 ○ (2.1/2.6GHz 대역 활용방안) IMT용으로 활용을 위해서는 일본과의 간섭 대책 마련이 시급 ○ (3.5GHz 대역 활용방안) 위성망과의 간섭 등을 고려하여 일부 국가에서만 IMT용으로 활용을 찬성하고 있어 2015년 이후 상용화 전망 ○ (추가대역 발굴) 공공주파수 정비 등을 통해 '20년까지 DTV여유대역(700MHz), 1.8/2.1/2.6 /3.5GHz대역 이외에서 이동통신용 주파수 200MHz 확보 추진 예정 |

4) 700MHz 이용정책 및 모바일 광개토 플랜 토론회

- 일 시 : '11. 11. 22(화) 13:30~17:50
- 장 소 : 중소기업중앙회관 제2대연회실
- 참 석 자 : 김정삼 주파수정책과장(KCC) 등 112명
- 주요내용

| 구 분 | 내 용 |
|----------|--|
| 회의 내용 | <p><input type="checkbox"/> 모바일 광개토 플랜 정책방안 발표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (소요량) '20년까지 약 450~610MHz 폭의 추가 주파수 확보가 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 주요국은 '20년까지 평균 557MHz 폭의 주파수를 추가 확보할 계획 ○ (주파수 확보방안) 700MHz, 2.1/2.6/3.5GHz 대역에서 모바일 광대역 주파수 확보를 추진할 예정 <p><input type="checkbox"/> 1차 패널토론 : 2.1/3.5GHz 등 모바일 광대역 주파수 확보방안</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ①주파수 소요대역폭에 대한 적정성, ②공급 가능성, ③확보 및 공급방법에 대한 패널리스트 의견 발표 및 논의 <p><input type="checkbox"/> 2차 패널토론 : 700MHz 이용정책</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 통신 기술동향 및 해외 정책 동향, 방송 및 통신업계 수요에 대한 의견, 사회·경제적 파급효과 등에 대한 의견 발표 및 논의 |

제 4 절 국내 주파수 공급방안

1. Digital Dividend (698~806MHz 대역)

우리나라는 '12년 말 지상파 아날로그 TV방송의 종료에 따라 digital dividend로 남겨지는 698~806MHz 대역을 IMT용으로 활용하는 것이 가능할 전망이다. 국제적인 추세와 인접국 이용 동향 등을 고려할 때 APT 1안을 수용하면, 상하향 각 45MHz 폭(총 90MHz 폭)의 광대역 모바일 주파수의 확보가 가능할 것을 보인다.

다만, 698~806MHz 대역은 전파특성이 좋아 다양한 용도의 수요가 발생하고 있어 이에 대한 충분한 검토가 되어야 할 것으로 판단되나, 아태지역 APT의 공동 채널배치(안)과의 조화를 검토하여 실익을 따져볼 필요가 있다.

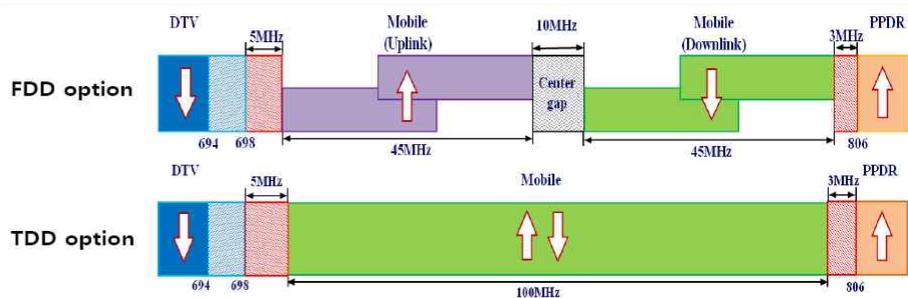
이동통신 외 각 용도별로 수요를 간단히 정리해 보면 다음과 같다.

국내 방송사에서는 이 대역이 기존 아날로그 방송용으로 사용하던 주파수이고, 4G 시험 방송을 위한 주파수가 필요하여 이 대역 중 일부(약54MHz폭)대역의 재사용을 희망하고 있다.

또한 공공안전재난통신의 광대역화 요구가 증가함에 따라, 경찰청, 소방방재청, 지자체 등은 이 대역 중 일부 대역을 공공재난안전통신용으로 활용하기를 희망하고 있으며, 그 외 740~752MHz 대역을 사용하던 무선마이크 등 소출력 무선기기 용도로도 추가 주파수 분배를 희망하고 있는 상황이다.

미국을 제외한 세계 대부분의 국가들이 이 대역을 이동통신 용도로 활용할 계획을 갖고 있으며, 미국의 digital dividend 주파수 정책의 결과로 사업자 스스로 고가의 대가를 지불하고 주파수를 추가 매입하는 등의 사례를 고려해야한다. 또한, 아태지역도 APT를 통해 IMT용 채널배치(안)을 마련한 지금 국제적인 추세를 따르는 것이 경제적으로나 사회적으로 좀 더 실효성이 높아 보인다.

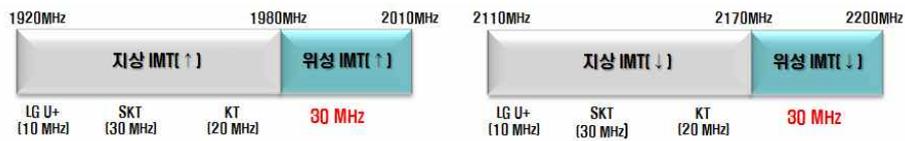
[그림 6-30] APT의 IMT용 채널배치(안)



2. 2.1GHz 대역

현재 우리나라에서 1980~2010MHz/2170~2200MHz 대역의 60MHz폭은 위성IMT통신용으로 분배가 되어있으며, 향후 위성IMT 통신의 활성화 및 지상IMT 통신으로의 전환이 가능한 대역이다.

[그림 6-31] 국내 2.1GHz 대역 분배 현황

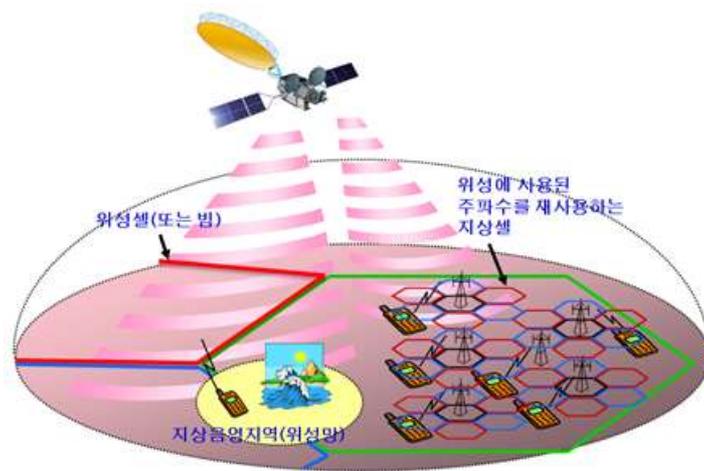


위성IMT로 활용할 경우, 이동전화 단말기에 칩셋만 추가하면 동일 단말로 별도 안테나 없이 서비스가 가능하여 한반도 전역에 대해 이동통신 음영지역을 효과적으로 커버하여 재해재난(쓰나미, 지진 등 지상망 붕괴)에 대비한 통신망 구축 및 통일대비 통신 인프라로 활용할 수 있다.

지상IMT로 활용하면 통신망을 신규로 구축하거나, 기존 지상망의 주파수 대역을 확장하여 3G또는 4G 서비스를 제공함으로써 모바일 트래픽 급증을 해결하고, 광대역 서비스 제공 등을 위한 이동통신 주파수 대역으로 활용이 가능하다. 하지만 위성 사업은 사업성에 대한 불확실성과 위험부담이 크기 때문에 사업자의 관심이 낮아 주파수 할당 대가 감면과 같이 상업용 수요와 공공수요를 동시에 만족시킬 수 있는 정책방안 수립이 검토되어야 한다.

마지막으로 위성IMT와 지상IMT로 활용시의 강약점을 두루 고려하면, 지상에 위성주파수를 재사용하는 지상보조장치(ATC)를 구축하여 동일 주파수 대역에서 하나의 단말로 위성·지상 이동통신서비스를 제공하는 위성-지상겸용IMT로의 활용을 검토해 볼 필요가 있다. 이 경우 사실상 지상IMT와 동일한 모바일 브로드밴드 서비스 제공이 가능하다. 다만, 지상보조장치를 통한 지상이동통신서비스를 제공하기 위해서는 지상 IMT 규격 주파수 대역에 2.1GHz 대역을 포함하는 표준화 작업이 필요하다.

[그림 6-32] 지상보조장치를 이용한 위성-지상겸용IMT 개념도



[그림 6-33] 위성-지상겸용IMT 도입시 주파수 활용 예시



위에서 제시한 (안)들을 사용하기 위해서는 무엇보다 인접국인 중국, 일본과의 전파간섭 문제가 선결되어야 한다. 2.1GHz대역은 위성-지상IMT 모두 이용할 수 있는 대역으로 인접국의 이용 상황에 따라 제약이 발생할 수 있다.

인접국이 모두 지상망으로 사용하고자 할 경우 간섭 없이 이용할 수 있지만, 인접국 모두 위성을 사용하거나 위성 또는 지상용으로 각각 다르게 사용하고자 할 경우 상호 간섭이 발생할 수 있다.

중국의 경우 국내로의 전파유입 탐색 등을 통해 실제 발사 여부를 확인할 필요가 있으나 위성을 실제발사를 했더라도 거리가 멀어 우리나라 지상망과의 간섭은 없을 것으로 판단된다.

하지만 일본은 직접적인 간섭이 발생할 가능성이 높다. 먼저 일본이 위성망 선점시, 우리나라는 일본 위성망에 간섭을 주지 않는 범위내에서 위성망 또는 지상망으로 이용(일본의 동의를 받아 사용가능)해야 하고, 우리나라가 지상망을 선점하면 일본이 우리나라 지상망에 간섭을 주지 않는 범위내에서 위성망을 이용(한국의 동의를 받아 사용가능)해야 한다.

이렇게 인접국의 주파수 이용 동향을 고려하여 이동통신용 주파수 선점을 위한 정책을 추진할 경우 60MHz폭의 이동통신용 주파수 확보가 가능할 것으로 판단된다.

3. 2.6GHz 대역

2540~2570MHz/2660~ 2690MHz 대역은 일본이 이동위성업무용으로 사용하고 있는 주파수 대역으로 주파수 확보를 위해서는 일본 이동 위성망(N-STAR)과의 간섭 조정이 불가피하다.

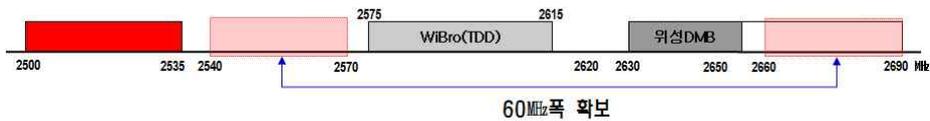
[그림 6-34] 2.6GHz 대역 우리나라 및 일본의 주파수 이용 현황



WRC-07 회의시 한·일 정부는 일본의 이동위성업무용 우주국(2500-2535MHz) 송신신호 세기를 단계적으로 감소하는 데에 합의한 바 있다. 그 후 양측은 2655-2690MHz 대역 공유(우리나라 지상국으로부터 일본 우주국으로의 간섭 방지)를 위한 기술적인 협의를 진행 중에 있으나, 간섭 경감 불가시 양국 동일 업무 제공 또는 주파수 분리 이용에 대한 검토 필요성이 제기되고 있다.

따라서 이 대역은 일본과의 협상 결과에 따라 최대 60MHz 폭(2540~2570MHz, 2660~ 2690MHz) 확보가 가능할 전망이다.

[그림 6-35] 2.6GHz 대역 활용 전망



4. 3.5GHz 대역

3.4~3.6GHz는 이동통신용으로 활용하는 데에 있어 다소 높은 주파수로 저대역보다 전파 도달거리가 짧아 투자비용이 저대역(700MHz대역) 대비 7~8배 높아 도심 hotspot에 사용이 적합하다. 해외의 경우에도 7MHz폭 WiMax가 상용화 되어 있으나, TD-LTE의 상용화 시기는 불투명하다.

또한 이 대역은 WRC-07에 따라 인접국이 고정위성을 활용할 경우, 인접국과의 국경에서 $-154.5\text{dBW}/\text{m}^2/4\text{kHz}$ 만족을 요구하고 있어 최악의 경우, 국내의 기지국 송신으로부터 중국 국경에의 간섭전력속밀도는 기지국 송신 안테나 방향($0^\circ \sim \pm 60^\circ$)에 따라 약 $-147.5 \sim -157.5\text{dBW}/\text{m}^2/4\text{kHz}$ 수준으로 예상되어 필요시 간섭완화기술 적용을 검토할 필요가 있다.

[그림 6-36] 3.5GHz 대역 활용시 중국과의 간섭영향 검토 결과



이렇듯 인접국가와의 간섭영향으로 지역적 조화를 이룬 IMT용 주파수 활용은 그 시기를 예상하기 어려우며, 또다른 국내 문제로 남아있는 UWB 및 고정점대점통신용 무선국과의 간섭 문제가 해결되면, 2015년 이후 약 200MHz 폭의 상용화가 가능할 전망이다.

제 7 장 결 론

본 연구에서는 미래 광대역 모바일 서비스 시대를 대비하여 적기에 적절한 수준의 주파수를 제공하기 위해서 객관적인 미래 모바일 트래픽 및 그에 따른 주파수 소요량을 예측하였다.

미래 모바일 트래픽을 산출하기 위하여 산학연 전문가들을 대상으로 4차에 걸친 전문가 설문조사를 실시하여 스마트폰 가입자 및 데이터 트래픽 증가 뿐 아니라 미래의 무선 서비스, 어플리케이션 및 미래 무선 기술에 대한 예측을 수행하였고, 또한 트래픽 수요의 변화에 영향을 줄 수 있는 기술, 사회, 문화적 특성을 반영할 수 있는 사회발전 시나리오까지 고려하였다.

특히, 트래픽 및 주파수 소요량 산출에 논란이 많은 요소들은 따로 선별하여 각각의 요소가 미치는 영향을 분석하였다. 이때 고려된 주요 요소로는 무제한 요금제에 의한 영향, WiBro/WiFi로의 Off-loading 효과, FemtoCell 도입에 의한 영향 등이 있다.

이러한 미래 무선 트래픽 예측을 바탕으로 ITU-R에서 제공하는 주파수 소요량 산출 방식에 따라 주파수 소요량을 예측하였고 미래 주파수 수요량 예측 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (평균 이동통신 주파수 소요량) 전문가 Delphi를 통해 획득한 이동통신 트래픽의 평균값을 사용하여 소요량 산출
 - '11.10월 이동통신 주파수 260 MHz를 기준으로 '15년 302 MHz, '20년 552 MHz의 추가 주파수가 필요할 것으로 예측

- (WiBro) WiBro 트래픽 예측을 통한 주파수 소요량 산출
 - '11.10월 WiBro 주파수 (60 MHz)를 기준으로 '15년 17~95 MHz, '20년 57~290 MHz의 추가 주파수 대역폭이 WiBro에 필요할 것으로 예측

- '11.10월 이동통신 + WiBro 주파수 (320MHz) 기준으로 '15년에 320 MHz, '20년에 610 MHz 주파수가 추가로 필요
- o (Femto 셀) Femto 셀 도입으로 얻을 수 있는 주파수 소요량 절감 효과를 정량화
 - Femto 셀의 주파수 효율 증가를 고려하지 않더라도, Macro 셀 영역을 다수의 Femto 셀로 대체하면, 2-tier에서 70%, 3-tier에서 41%의 주파수 사용량 감소
- o (요금제) 무제한 정액 요금제의 존속 여부에 따른 주파수 소요량 산출
 - 무제한 요금제가 폐지될 경우, '15년 소요량은 평균 주파수 소요량에서 13% 감소한 489 MHz '20년은 '13% 감소한 706 MHz 예측
 - 무제한 요금제가 유지될 경우, '15년에 38% 증가한 775 MHz, '20년에 41% 증가한 1,143 MHz로 예측
- o (사회발전 시나리오) 사회발전이 주파수 수요에 미치는 영향을 분석하기 위해 Wire-Free World(A), Expected Future(EF), Business as usual(B), Dystopia(C) 네 가지 시나리오에 따른 주파수 소요량 산출
 - '20년 기준 평균 주파수 소요량 대비 Wire-free world(A)는 24.5% 주파수 소요량 증가, Business as usual(B)는 16.5% 감소, Dystopia(C)는 24.6% 감소

이러한 추가 주파수 수요를 충족시키기 위해서는 새로운 대역의 추가 주파수 발굴이 필요하다. 이를 위하여 국내외 적으로 미래 이동통신 주파수로 고려되고 있는 700MHz 대역의 digital dividend, 2.1GHz 대역의 위성 IMT 대역, 2.6GHz 대역 및 3.5GHz 대역의 국내외 이용 현황을 분석하였고, 이를 추가 이동통신 주파수로 활용하고자 할 때 고려해야 하는 요소들을 분석하였다.

각각의 주파수 대역별 현황 및 주요 고려 사항은 다음과 같다.

o 700MHz Digital Dividend

Digital Dividend는 전 세계적으로 IMT로의 활용을 검토 또는 추진 중이며, 이러한 추

세를 따르지 않는 국가는 확인되지 않았다. 국내에서도 700MHz 대역의 digital dividend(698~806MHz)는 이동통신뿐만 아니라 방송, 공공, 소출력 등 다양한 수요가 존재하지만, 국제적 조화에 따른 경제적 파급효과의 중요성을 고려해 주파수 정책을 수립할 필요가 있다.

- 미주지역은 미국을 비롯한 캐나다, 멕시코 등 주요국가가 미국의 밴드플랜을 지지하는 입장이며, 일부 남미지역 국가들은 이동통신용으로 활용을 결정하고 세부 밴드플랜은 세계적인 추이를 지켜보는 중
- 유럽지역(EC)는 EU 차원에서 800MHz(Digital Dividend) 대역은 '13년 1월 1일까지 할당되, 예외적인 경우만 '15년까지 기한을 연장
- 아태지역은 한·중·일 3국을 중심으로 APT를 통해 조화된 IMT용 주파수 이용계획(안)을 마련

o 2.1GHz 대역

2.1GHz 대역은 위성 IMT 대역으로 할당되어 있으나 점차로 위성-지상 겸용 IMT로의 전환이 고려되고 있고 국내에서도 이 주파수 대역을 지상망으로 활용하는 방안에 대해서 검토할 필요가 있다.

- 미국, 유럽은 2.1GHz 대역을 위성IMT용으로 할당하여 위성사업자를 선정하였으나, 활성화되지 않아 서비스개시의 촉구 또는 지상망 전환 활용을 검토하고 있음
- 일본, 중국도 이 대역을 위성IMT용으로 할당하였으나, 위성발사 등 실질적인 추진상황은 확인되지 않고 있음
- 우리나라는 이 대역(1980~2010MHz/2170~2200MHz)을 위성IMT용으로 사용 할당하고 있으나, 향후 위성-지상 겸용통신기술을 활용한 위성/지상 겸용IMT로의 전환을 고려해 볼 필요가 있음

o 2.6GHz 대역

미국, 유럽, 일본 등에서 2.6GHz 대역은 LTE 또는 WiMax로 이용되고 있으며, 우리나라에서도 일부 대역(2575~2615MHz)이 WiBro로 활용 중이고, 추가 확보를 추진 중인 2540~2570MHz/2660~2690MHz 대역은 일본과의 간섭문제를 해결하면, 최대 60MHz폭의 IMT용 주파수 확

보가 가능하다.

- 미국은 2496-2690MHz 대역 중 150MHz폭을 WiMax로 활용중이며, 향후 LTE 도입을 검토 중
- 유럽(EU)은 '09.10월, 2500~2690MHz 대역을 차세대 이동통신용으로 활용하기 위해 2개의 유럽표준 주파수 이용계획(안)을 마련하였고, 영국, 독일, 스웨덴, 덴마크 등 유럽 주요국은 대부분 FDD용 주파수 확보가 용이한 고정(A)안인 FDD용으로 140MHz폭, TDD용으로 40MHz폭 활용하는 방안을 채택하는 추세임
- 일본(총무성)은 '07.12월, 2545~2625MHz대역 TDD용 80MHz폭에 이동광대역서비스 사업자를 선정하고, M-WiMax와 PHS 기술을 도입하여 서비스 중임
- 우리나라가 2.6GHz대역(2540~2570MHz/2660~2690MHz)을 이동통신용으로 확보하기 위해서는 일본 이동 위성망(N-STAR)과의 간섭 조정이 필요함

o 3.5GHz 대역

3.6~4.2GHz 대역은 기존에 이용되고 있는 위성서비스와의 간섭으로 인해 일부 국가에서만 IMT로의 활용을 지지하고 있어 국제적인 조화를 이룬 이용 전망은 불투명하며, 국내에서 확보를 검토 중인 3.4~3.6GHz 대역은 전파감쇄가 심한 전파특성 등을 고려하면 도심 hotspot 등에 사용이 가능할 것으로 전망된다.

- TDD 방식을 사용하는 경우 사업자간 주파수가 인접한 경우 동기 문제로 인하여 약간의 guard band가 필요함에 따라 duplex 방식 선택(TDD vs FDD)에 대한 논란이 지속되고 있음
- 기존에 이용되고 있는 위성망 보호를 위해 ITU 차원의 논의와 간섭저감기술 등에 대한 연구가 진행 중임

본 연구를 통하여 미래 광대역 무선통신 주파수 소요량을 국내 실정에 맞게 산출하였으며, 이를 수용하기 위한 후보대역들에 대한 검토가 이루어 졌다.

이러한 연구 결과는 향후 주파수 정책에 주요 참고 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

국내 문헌

- RAPA (2010), 『해외 주요국의 차세대 이동통신용 주파수 정책 현황』, 주파수정책 이슈 리포트
- ETRI (2011), 『LTE 시장현황 및 전망』, 전자통신동향분석
- KISDI (2011), 『미래 광대역 이동통신 시대의 전파이용 환경 변화 연구』, 방송통신정책 연구보고서
- 전수연 (2011), 『주요국의 모바일 브로드밴드 정책과 주파수 할당 계획』, KISDI

해외 문헌

- Ofcom (2009), "Predicting Areas of Spectrum Shortage"
- FCC (2010), "Connecting America; The National Broadband Plan"
- ____ (2010), "Mobile Broadband: The Benefits of Additional Spectrum"
- European Parliament (2011), "on the proposal for a decision of the European Parliament and of the Council establishing the first radio spectrum policy programme"
- Cisco (2011), "Cisco Visual Networking Index(Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010-2015)"
- ACMA (2011), "Towards 2020-Future spectrum requirements for mobile broadband"

방송통신정책연구 11-진흥-나-13
광대역 무선통신 주파수 소요량 산출 및 공급방안 연구
(A study on additional spectrum forecast for mobile broadband)

2011년 12월 30 일 인쇄

2011년 12월 30 일 발행

발행인 방송통신위원회 위원장
발행처 방송통신위원회
서울특별시 종로구 세종로 20
TEL: 02-750-1114
E-mail: webmaster@kcc.go.kr
Homepage: www.kcc.go.kr

인쇄 〇 〇 〇 〇
