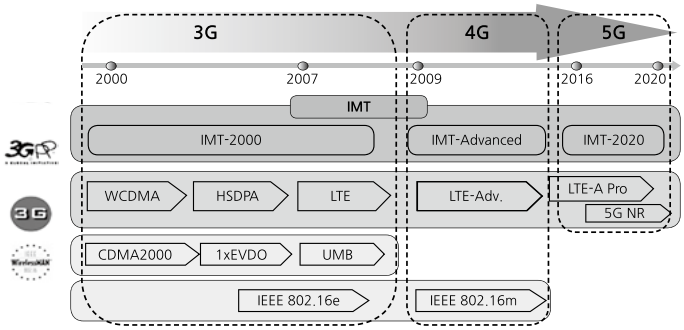
5G 표준화 추진 동향 및 전망



김대중 TTA 전파방송표준단 단장
정용준 TTA 이동통신표준팀 팀장
이혜영 TTA 이동통신표준팀 책임

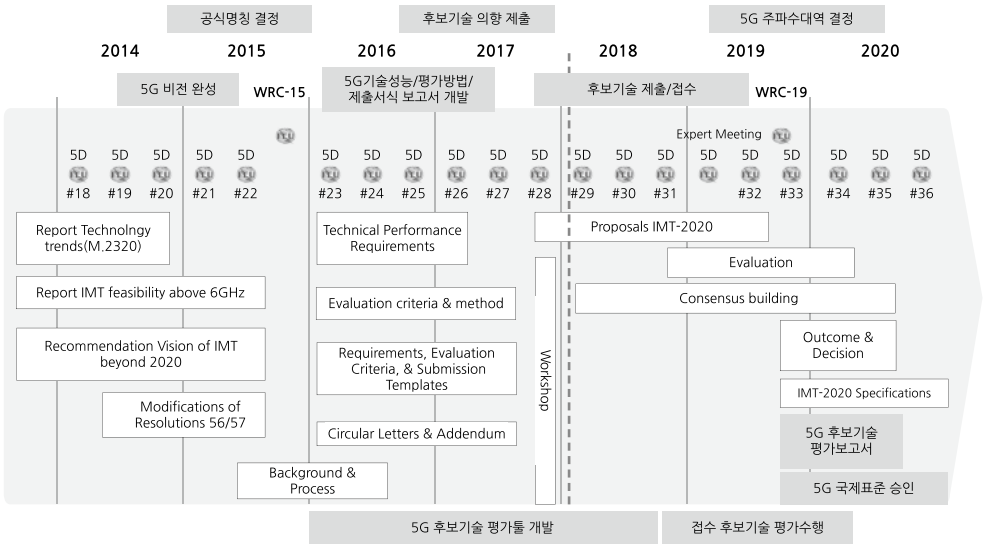
1. 머리말

이동통신 국제표준은 3G부터, 국제전기통신연합(ITU)에서 각 국 및 표준화기관으로부터 후보기술을 접수받아 이를 평가하여 ITU-R 권고로 제정하고 있다. 3G 기술은 3GPP[1] WCDMA/HSDPA/LTE, 3GPP2 CDMA2000/1xEVDO/UWB, IEEE802.16e 기술을 포함하여 2000년에 ITU-R M.1457(IMT-2000) 권고로 제정되었으며, 4G 기술은 3GPP LTE-Advanced, IEEE802.16m 기술을 포함하여 2012년에 ITU-R M.2012(IMT-Advanced) 권고로 제정이 되었다. 그리고 5G 기술에 대해서는 2016년부터 본격적으로 기술 정의 작업을 시작하여 2020년에 최종 권고 완료를 목표로 국제표준화가 진행되고 있다. ITU 권고는 190여 개 회원국에서 이동통신 사업자 허가 및 경매 실시의 기본조건으로 제시되기 때문에 전 세계 상용화에 큰 영향을 끼치고 있어 그 중요성이 매우 크다.

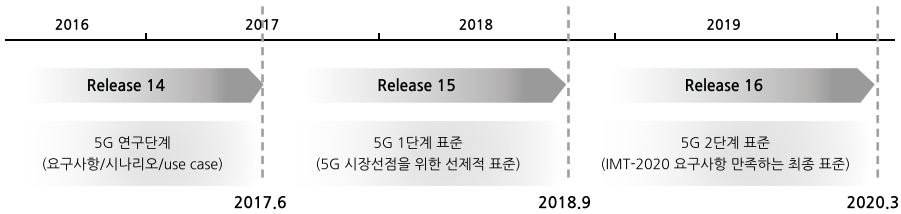


[그림 1] 이동통신 국제표준화 추진 경과[1]

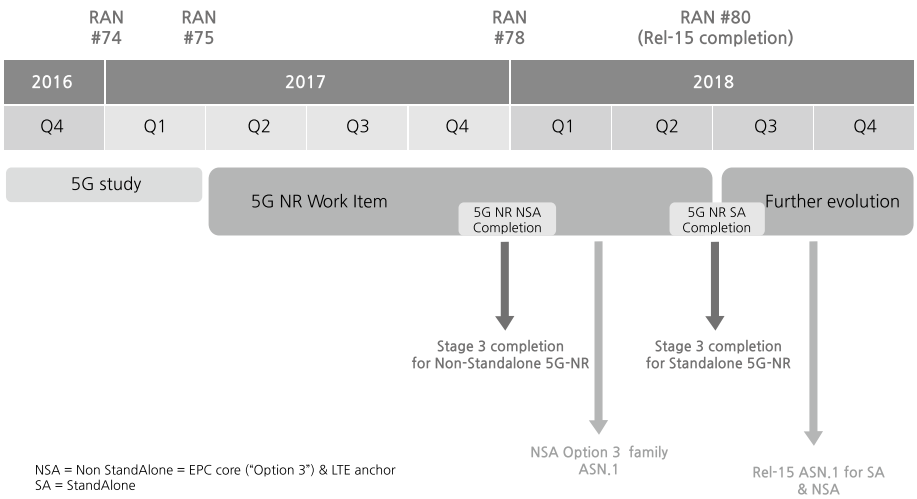
1) 3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 1998년 12월, 한국, 유럽, 일본, 미국, 중국의 표준화기관을 중심으로 효율적인 이동통신 표준화 추진을 위해 설립되어, WCDMA, HSPA, LTE, LTE-Advanced 등 전 세계적으로 통용되는 이동통신 표준화를 추진해 왔다. 현재는 TTA를 비롯한 총 7개 표준화기관(TTA(한국), ETSI(유럽), ATIS(미국), ARIB/TTC(일본), CCSA(중국), TSDSI(인도)) 소속 이동통신 사업자, 제조업체 등 약 500여 업체가 참여하여 5G 이동통신 기술규격을 개발하고 있다.



[그림 2] ITU IMT-2020 표준화 일정



[그림 3] 3GPP 5G 표준화 일정



[그림 4] 3GPP 1단계 eMBB 무선접속기술 표준화 일정

ITU는 2015년 5G 정식명칭을 'IMT-2020'으로 정의하고 초고속(eMBB), 저지연(URLLC), 초연결(mMTC)을 5G의 비전으로 제시하는 ITU-R M.2083(5G 비전) 권고를 제정하였다. 본 5G 비전 권고에 의거하여 ITU는 [그림 2]와 같은 일정으로 2017년 2월, IMT-2020 기술이 만족해야 하는 기술 성능 요구사항과 표준 프로세스를 정의하였으며, 2017년 6월, 5G 성능 평가방법[2] 및 후보기술 제출 양식을 완료하였다. 그리고 2017년 10월부터 2019년 6월까지 각 국의 표준화기관으로부터 5G 후보기술을 접수하고 외부 국제평가그룹의 기술 평가 등을 거쳐, 2020년에 5G 국제권고를 최종 완료할 계획이다.

이에 따라 3GPP는 ITU가 제정한 5G 비전 권고를 기반으로 [그림 3]과 같이 단계적 표준화를 진행 중이다. 1단계 기술규격은 5G 상용화를 위한 eMBB 및 URLLC 주요 기능을 중심으로 2018년 9월에 완료할 예정이며, 2단계 기술규격은 mMTC를 포함한 모든 기능에 대해 2020년 3월 완료 예정이다. 특히, 1단계 eMBB 무선접속기술에 대해서는 [그림 4]와 같이 비단독모드(NSA, Non Standalone) 기술규격을 2017년 12월에 완료했고, 단독모드(SA, Standalone) 기술규격은 2018년 6월 완료를 목표로 표준화를 추진 중이다.

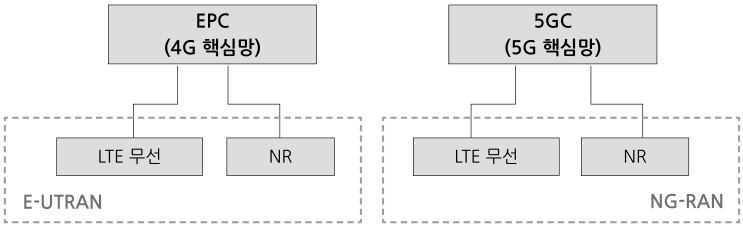
우리나라는 3G IMT-2000 표준화에서는 '국제표준 참여'하는 계기를 마련했었고, 4G IMT-Advanced 표준화에서는 와이브로 기술표준 개발을 통해 '표준 IPR 경쟁'을 하였다. 5G에서는 3GPP 기술만이 진화하고 있는 상황에서 글로벌 협력을 바탕으로 '국제표준 공조와 시장선점'을 위해 각 국이 치열하게 경쟁 중이다. 본고에서는 현시점에서 2020년을 목표로 추진 중인 5G 국제표준화 활동을 3GPP 중심으로 개괄하고 향후 방향을 전망하고자 한다.

2. 표준화 추진 동향

2.1 3GPP 비단독모드(NSA) 표준화

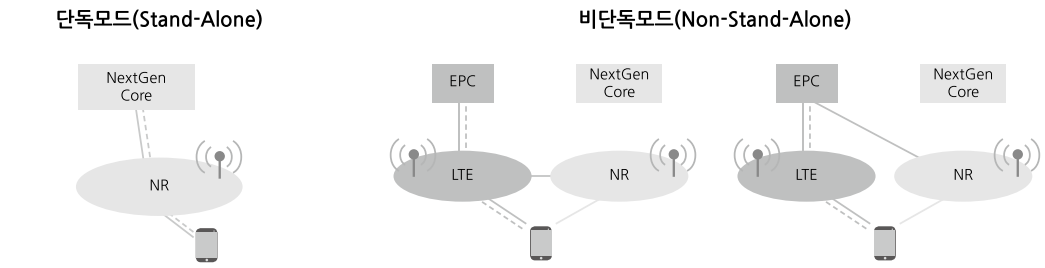
우리가 흔히 5G라 부르는 5세대 이동통신 기술은 ITU-R에서 최종적으로 2020년 승인할 IMT-2020 국제표준(Recommendation)을 지칭하는 것으로, 현재 IMT-2020 후보기술로 유력한 기술은 3GPP 5G 기술규격이다.

3GPP는 5G 무선접속기술로, LTE와 신규무선접속(NR) 모두를 포함하여 정의하고 있다. 즉 3GPP 5G 기술규격인 Rel.15부터는 기존 LTE 무선접속기술을 정의하는 기술규격(TS 36.xyz) 문서도 모두 5G 로고를 적용하게 되며, 이는 Rel.15의 LTE가 Rel.15의 NR과 함께 5G 무선접속기술이라는 것을



[그림 5] 3GPP의 NR 관련 용어 정의 및 관계도

2) 본 기술성능 요구사항 및 평가방법은 2017년 10월부터 외부기관으로부터(대표적인 기관으로 사실표준화기구인 3GPP가 있다) 접수한 5G 후보기술 평가의 기준이 된다.



[그림 6] 3GPP 5G 단독모드(SA) vs 비단독모드(NSA)



[그림 7] 3GPP 4G vs 5G

의미한다. 또한 5G 신규 무선접속기술인 NR은 기존 4G 핵심망인 EPC로 연결되어 사용될 수 있는데, 이 경우 NR 접속망의 명칭은 기존 LTE와 동일하게 E-UTRAN이 된다.

3GPP는 2015년 9월 5G 무선기술 워크숍을 기점으로 5G 표준화 연구에 착수하여 2016년 12월에 5G 핵심망 기술 사전 연구와 2017년 3월에 5G 무선접속기술 사전 연구를 완료하였다. 이를 바탕으로 2017년 12월에 3GPP 5G 1차 기술규격을 완료하였다. 이 기술규격은 기존 LTE 망을 이용해 이동성 관리를 하는 종속모드(NSA) 기술로, 혁신적 데이터전송속도를 위한 초고속(eMBB) 서비스를 가능케 하는 NR 기술을 정의한다. 또한, 5G 서비스를 위한 주파수 대역으로, 기존 LTE에서 사용되던 주파수 대역 뿐만 아니라 3.5GHz 등 신규 대역 발굴과 24GHz 이상 초고주파(mmWave) 대역을 새롭게 도입한 것이 특징이다. NSA는 5G 무선접속망이 4G 핵심망과 연결되어 동작하고, 특히 제어 신호를 LTE 망을 통해 전달받는 것이 특징이다. 이러한 조합은 단기간 내에 5G 기술 및 서비스를 구현할 수 있는 구현 방식으로, 조기 상용화에서는 비단독모드 시나리오 기반의 네트워크 구성을 선호하게 될 것으로 예상된다.

2.2 5G NR 주파수 대역 표준화

5G NR 주파수 대역 및 RF 요구사항은 주파수 대역 범위에 따라 6GHz 이하 대역(FR1), 6GHz 이상 대역(FR2)으로 구분하여 정의하고 있다.

특히, 우리나라 K-ICT 스펙트럼 플랜 대역인 28GHz 와 3.5GHz 대역은 [그림 8] 같이 정의하고, 2017년 11월에 주요 무선성능 요구사항이 합의가 되었다.

<표 1> RF 관련 주요 규격 현황

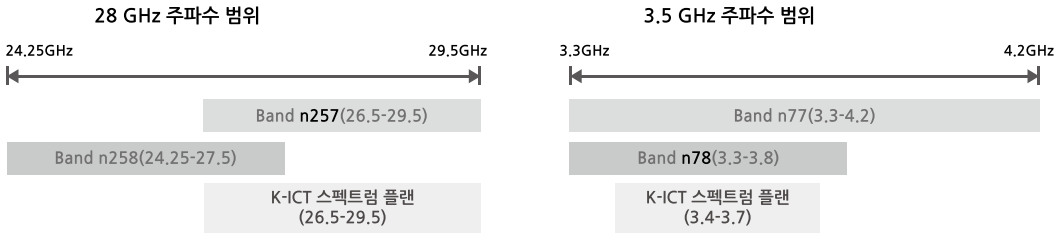
주요 기술규격	제목	비고
TS 38.101-1	User Equipment(UE) radio transmission and reception; Part 1: Range 1 Standalone(Release 15)	6GHz 이하 대역(FR1)에 대한 단말 RF 요구사항
TS 38.101-2	User Equipment(UE) radio transmission and reception; Part 2: Range 2 Standalone(Release 15)	24GHz 이상 대역(FR2)에 대한 단말 RF 요구사항
TS 38.101-3	User Equipment(UE) radio transmission and reception; Part 3: Range 1 and Range 2 Interworking operation with other radios(Release 15)	6GHz 이하(FR1) 및 24GHz 이상(FR2) 대역 사이의 CA 및 DC에 대한 단말 RF 요구사항
TS 38.104	Base Station(BS) radio transmission and reception(Release 15)	기지국 RF 요구사항

<표 2> 6GHz 이하(FR1) 주파수 대역 현황(TS38.101-1)

NR Band	Uplink(UL)			Downlink(DL)			Duplex Mode
n1	1920 MHz	-	1980 MHz	2110 MHz	-	2170 MHz	FDD
n2	1850 MHz	-	1910 MHz	1930 MHz	-	1990 MHz	FDD
n3	1710 MHz	-	1785 MHz	1805 MHz	-	1880 MHz	FDD
n5	824 MHz	-	849 MHz	869 MHz	-	894 MHz	FDD
n7	2500 MHz	-	2570 MHz	2620 MHz	-	2690 MHz	FDD
n8	880 MHz	-	915 MHz	925 MHz	-	960 MHz	FDD
n20	832 MHz	-	862 MHz	791 MHz	-	821 MHz	FDD
n28	703 MHz	-	748 MHz	758 MHz	-	803 MHz	FDD
n38	2570 MHz	-	2620 MHz	2570 MHz	-	2620 MHz	TDD
n41	2496 MHz	-	2690 MHz	2496 MHz	-	2690 MHz	TDD
n50	1432 MHz	-	1517 MHz	1432 MHz	-	1517 MHz	TDD
n51	1427 MHz	-	1432 MHz	1427 MHz	-	1432 MHz	TDD
n66	1710 MHz	-	1780 MHz	2110 MHz	-	2200 MHz	FDD
n70	1695 MHz	-	1710 MHz	1995 MHz	-	2020 MHz	FDD
n71	663 MHz	-	698 MHz	617 MHz	-	652 MHz	FDD
n74	1427 MHz	-	1470 MHz	1475 MHz	-	1518 MHz	FDD
n75	N/A			1432 MHz	-	1517 MHz	SDL
n76	N/A			1427 MHz	-	1432 MHz	SDL
n78	3300 MHz	-	3800 MHz	3300 MHz	-	3800 MHz	TDD
n77	3300 MHz	-	4200 MHz	3300 MHz	-	4200 MHz	TDD
n79	4400 MHz	-	5000 MHz	4400 MHz	-	5000 MHz	TDD
n80	1710 MHz	-	1785 MHz	N/A			SUL
n81	880 MHz	-	915 MHz	N/A			SUL
n82	832 MHz	-	862 MHz	N/A			SUL
n83	703 MHz	-	748 MHz	N/A			SUL
n84	1920 MHz	-	1980 MHz	N/A			SUL

<표 3> 24.25GHz 이상(FR2) 주파수 대역 현황(TS 38.101-2)

NR Band	Uplink(UL)			Downlink(DL)			Duplex Mode
n257	26500 MHz	-	29500 MHz	26500 MHz	-	29500 MHz	TDD
n258	24250 MHz	-	27500 MHz	24250 MHz	-	27500 MHz	TDD
n260	37000 MHz	-	40000 MHz	37000 MHz	-	40000 MHz	TDD



[그림 8] 3GPP 주파수 대역(28GHz, 3.5GHz 대역) 정의 현황

<표 4> 3.5GHz 대역 단말 채널대역폭

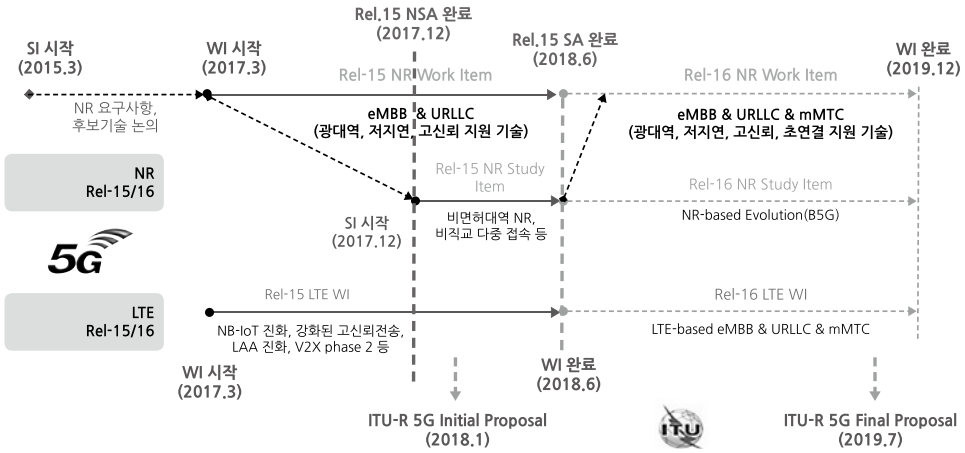
NR Band	SCS(kHz)	UE Channel Bandwidth(MHz)						
		10	20	40	50	60	80	100
N 77(3.3-4.2 GHz)	15	Yes	Yes	Yes	Yes			
	30	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	60	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N 78(3.3-3.8 GHz)	15	Yes	Yes	Yes	Yes			
	30	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	60	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

NR은 기지국(BS) 채널대역폭과 단말(UE) 채널대역폭이 각각 다를 수 있으며, 시스템 대역폭은 기지국 채널대역폭으로 정의하고, 기지국 최대채널대역폭은 3.5GHz 대역(n77, n78)은 100MHz, 28GHz 대역(n257, n258)은 400MHz로 정의하고 있다. 단말의 경우, 6GHz 이하 대역은 TS 38.101-1에 정의된 모든 채널대역폭을 필수(mandatory) 채널대역폭으로 정의하고 있으며, 24.25GHz 이상 대역은 논의 중이다.

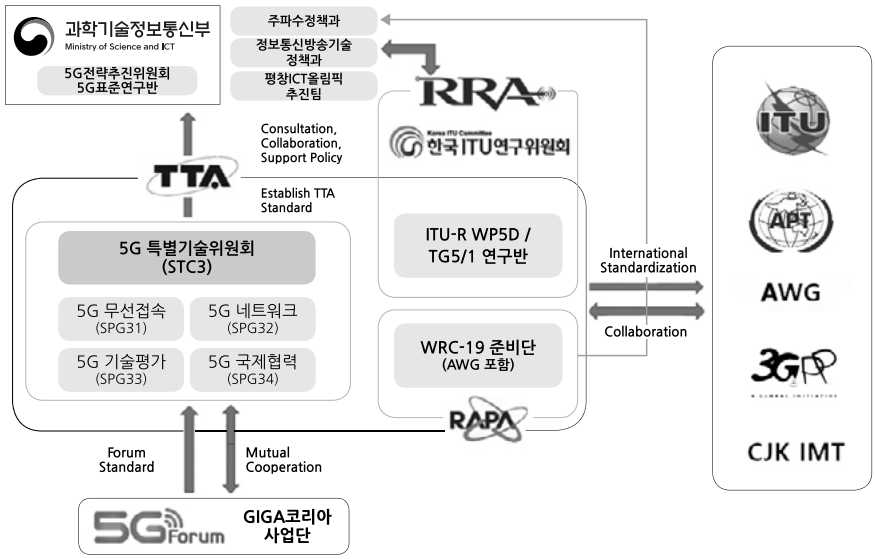
2.3 향후 표준화 방향

2017년 12월 3GPP 기술총회에서 5G 1차 표준이 승인됨에 따라 그간 국내 업계가 추진해 온 세계 최초 5G 상용화 일정이 국제표준을 기반으로 본격화될 것으로 기대된다. 향후 계획으로 3GPP는 2018년 6월까지 기존 LTE 망을 이용하지 않고 5G 핵심망으로 이동성 관리를 하는 단독모드 표준을 완료할 예정이다. 그 이후 2019년까지 사물인터넷 지원 기능 및 응용서비스 표준화가 진행될 예정이다.

아울러, 3GPP에서 완료된 5G 표준은 일정에 따라 순차적으로 3GPP 운영기관(TTA 등 총 7개 표준기관)에 의해 ITU의 IMT-2020 후보기술로 제출되며, 제출된 3GPP 표준은 ITU-R 표준평가 절차에 따라 평가된 이후, 2020년 IMT-2020 표준으로 ITU 승



[그림 9] 3GPP 표준화 추진 일정[2]



[그림 10] 5G 국내외 표준화 추진 체계

인 절차를 밟을 예정이다.

2.4 국내 추진 체계

5G 국제표준화 대응 및 국내 표준화에 대해서는 과학기술정보통신부를 비롯하여 표준화 관련 기관들이 [그림 10]과 같은 대응 체계를 구축하여 추진 중이다. TTA는 5G 표준화가 가시화 되면서 유 · 무선의 경계가 사라지는 표준화 영역의 통합, 국제 표준과의 글로벌 조화를 위한 발 빠른 대응 등 시장의 요구사항을 신속히 반영하기 위해 2017년 7월 5G 표준화를 위한 전담 조직으로 '5G 특별기술위원회'를 구성하여 5G 무선접속/네트워크 국내외 표준화, 5G 후보기술 검증을 위한 기술평가, ITU-R 등 국제 표준화 대응과 협력 활동을 강화하고 있다.

특히, 5G 기술평가 프로젝트 그룹은 2017년 7월 ITU-R에 IMT-2020 평가 그룹으로 등록을 완료하고 국내 산학연에서 개발된 평가툴을 기반으로 5G 후보기술 평가를 2020년 초까지 진행하며 국제 평가 그룹의 리더로서 ITU 5G 후보기술 평가 활동을 주도할 계획이다. 5G 국제협력 프로젝트 그룹은 한중일 표준협력 회의를 통해, 한중일 산업체간 5G 최신 기술개발 정보교류, ITU-R WP5D에서 논의되고 있는 5G 주파수, 후보기술 표준화에 대한 산업계 공동 대응을 추진한다.

3. 맺음말

4차 산업혁명의 시대가 도래하였다. 기존 산업혁명과 4차 산업혁명을 구분 짓는 키워드는 '융합' 그리고 '연결'이다. 그에 따라 이동통신 시스템은 더 이상 통신 시스템 자체로서의 시장성 확보가 아닌 새로운 생태계의 기본이 되는 인프라로써 시장을 열어갈 것이다. 5G 통신 기술이 타 기술을 융합하고 상호 연결하기 위한 네트워크의 기반이 될 것이기 때문이다. 곧 5G는 어디에나 있고, 언제든 만나고, 어디서든 볼 수 있게 될 것이다. 이렇듯 5G의 적용범위가 넓어지고 다양해질수록 표준의 중요성은 더욱 증대된다.

특히, 5G 조기 상용화 기반 융합시장 선도, 5G 핵심기술 경쟁력 확보, 5G 통신표준 확보 및 융합표준 주도, 5G 융합산업 생태계 조성을 주요 내용으로 하는 우리나라 5G 이동통신발전전략 측면에서도, 3GPP, ITU에서 추진되고 있는 5G 표준은 이동통신 서비스, 기술, 생태계 조성의 근간이라 말할 수 있다. 표준이 사전에 정의되어야 시설, 장비를 그에 따라 구축할 수 있고 시장이 형성되기 때문이다.

최종 IMT-2020 국제표준은 ITU에 제출된 후보기술들을 평가하고 합의를 도출하여 기술규격을 채택하는 절차를 거쳐 2020년에 완료될 예정이다. 5G 국제표준의 가장 강력한 후보기술은 3GPP 무선접속기술이다. 결국 3GPP를 통하여 관련된 특허기술 반영, 표준에 의한 서비스 선도를 이루어내는 것이 가장 빠른 시장 창출의 원동력이 될 것이다. 아울러, 현 시점에서 3GPP가 연구 중인 표준화 항목에 대한 이해 없이는 최종 5G 기술에의 반영은 어려운 길을 걷게 될 것이다. 따라서 연구개발에 의해 경쟁력 있는 기술이 창출되었다면 이를 3GPP 프로세스 내에서 표준에 반영해야 한다. 아울러 세계 최초 5G 상용화 구축 및 시장 선점을 위해서는 3GPP 5G 추진 현황에 대한 실시간적 이해를 갖추어야 발 빠른 대응이 가능할 것이다. TTA를 통한 3GPP의 표준화 정책, 연구항목 및 향후 계획에 대한 정보 공유와 상호 협력도 중요할 것이며, 이를 바탕으로 국내 업체가 5G 시장을 선도할 수 있기를 기대해 본다.

[참고문헌]

[1] ITU국제표준화 전문가 교육 자료(2017.11, RRA 임재우 연구사)
[2] 3GPP RAN1 표준화 동향 발표 자료(2017, 윌러스표준기술연구소, TTA)