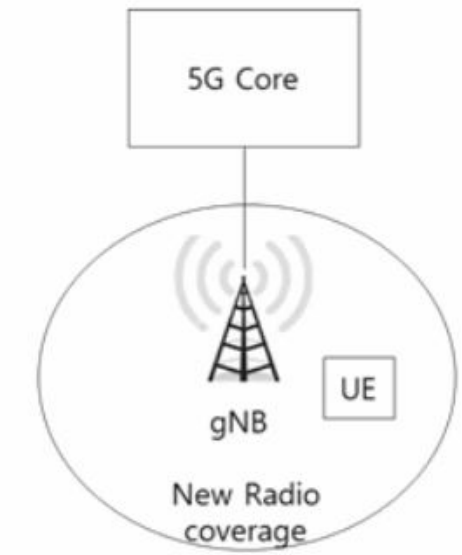
5G Non-Stand-Alone (NSA)

hkim

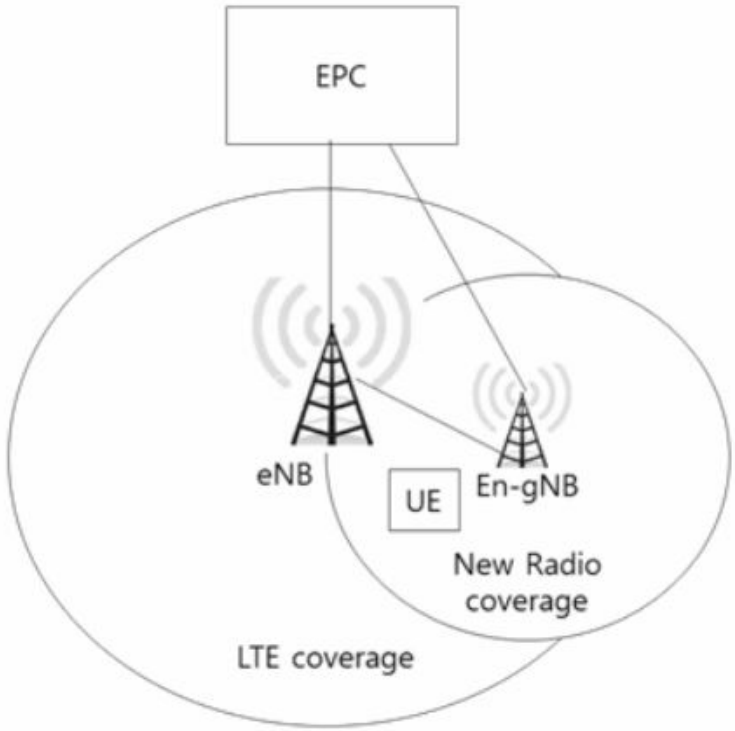
2019-10

Stand-Alone vs. Non-Stand-Alone

- 2020년 이전 빠른 상용화 vs. 새로운 서비스 창출이 가능한 표준 기술을 연구하고 만드는데 시간이 필요



1-1 Standalone 5G시스템



1-2 Non Standalone (EN-DC) 5G시스템

기지국

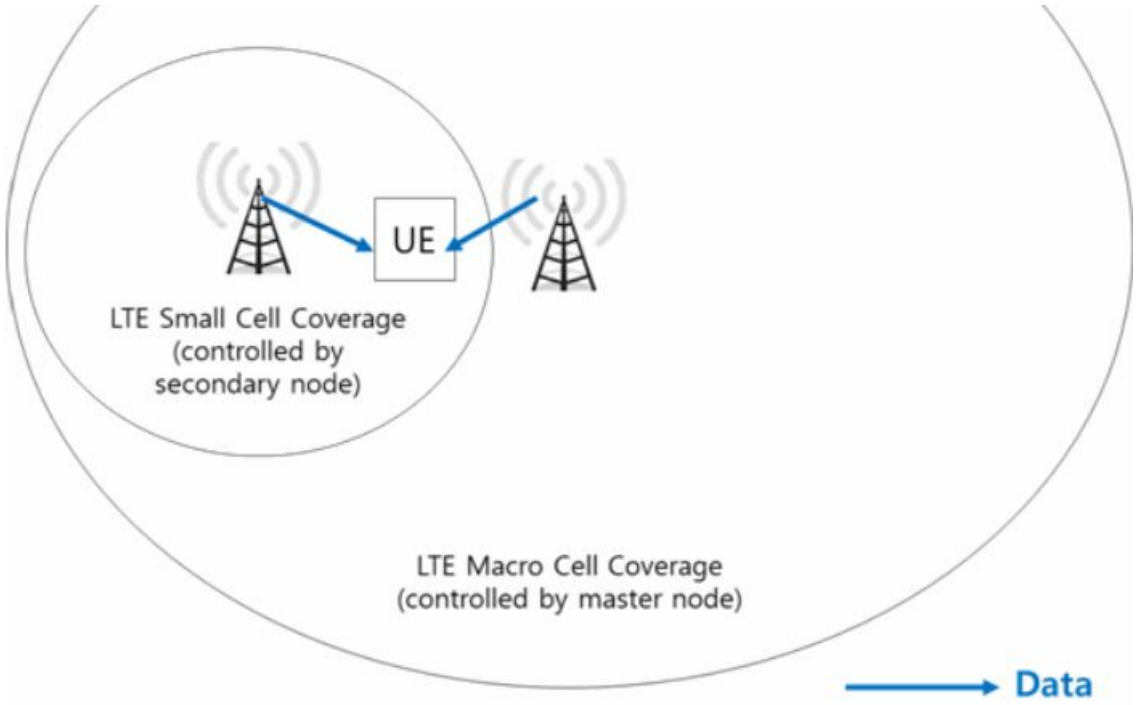
- eNB : LTE Radio 기술과 EPC와의 연동을 지원하는 LTE 시스템에서 사용되는 기지국
- gNB: New Radio 기술과 5G Core와의 연동을 지원하는 next generation NodeB인 새로운 기지국 (Stand Alone 구조에서만 사용)
- en-gNB : New Radio 기술과 5G Core와의 연동을 지원하면서 동시에 LTE시스템의 코어인 EPC와 기지국인 eNodeB와 연동되는 새로운 기지국

Dual Connectivity

- NSA 구조는 Dual Connectivity (DC) 기술 기반: 하나 이상의 RX/TX를 지원하는 단말이 하나 이상의 기지국들이 제어하는 리소스를 동시에 사용
- Release 12 당시 LTE에 대하여 무제한 요금제를 도입한 이동 통신 사업자들은 다수 사용자들이 몰려 있는 대도시 등의 Hot Spot에서 용량 부족 경험
- 일부 국가에서 3.5GHz 주파수 대역 가용: 높은 주파수 $\rightarrow$ small cell coverage (LTE: 1.8 or 2.6 GHz)
- Macro cell과 small cell이 겹치는 영역 발생

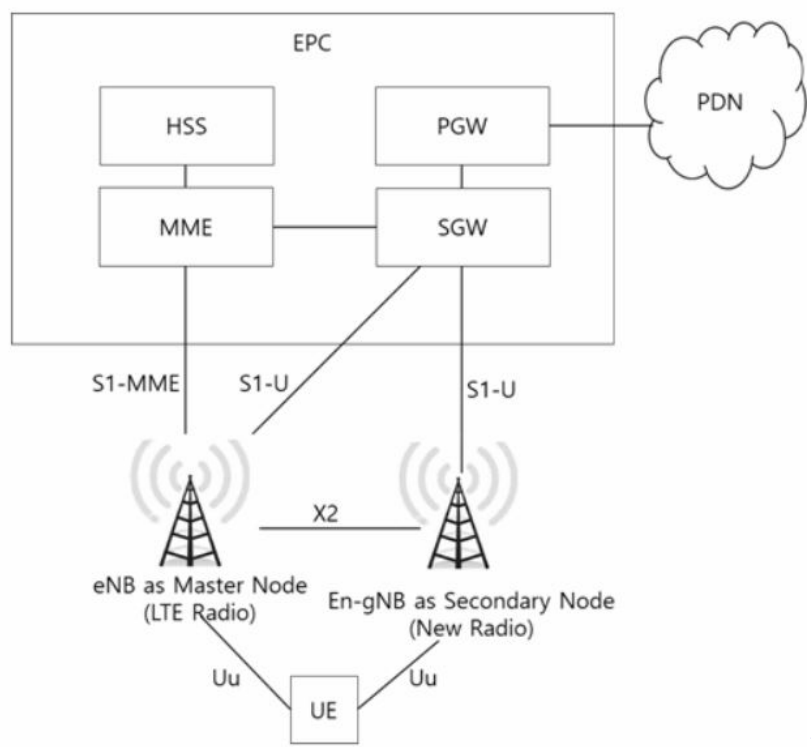
Dual Connectivity

- DC는 이러한 영역에 있는 단말이 양쪽 node의 Radio 리소스를 사용하도록 하여 높은 용량의 통신을 누릴 수 있도록 함
- 3.5 GHz는 NR에서도 사용할 것: NR은 20 GHz 이상의 초고주파 영역과 600 MHz 이하의 저주파에서도 가능



5G NSA

- DC 디자인에서 Master Node (MN) 또는 Secondary Node (SN)가 LTE Radio외에 New Radio도 지원하도록 확장한 것이 5G NSA
- 현실적으로는 EPC를 Core로 사용하면서 eNB를 Master Node로 사용하고 NR 기지국인 en-gNB를 Secondary Node 으로 사용 (“E-UTRA New Radio Dual Connectivity (EN-DC)”)



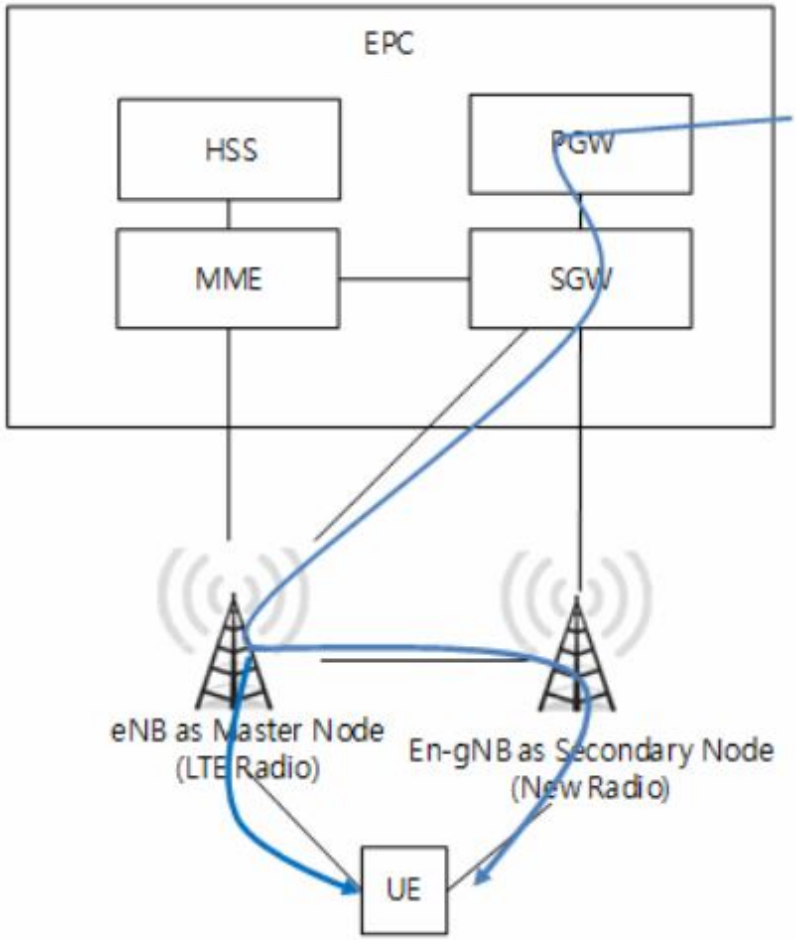
Master와 Secondary Node의 역할

- Master인 eNB는 EPC의 MME와 S1-MME 컨트롤 커넥션을 생성하여 MME와 단말이 NAS 컨트롤 메시지를 송수신하는 것을 중계
- 또한 LTE Radio 기술을 이용하여 단말과 생성한 RRC 연결을 생성하고 그 연결에 기반한 RRC 상태 관리
- Secondary인 en-gNB는 EPC와 연관되는 컨트롤 커넥션 및 NAS 메시지 중계에는 관여하지 않고, 고속 데이터 송수신을 위한 추가적인 데이터 커넥션에만 관여

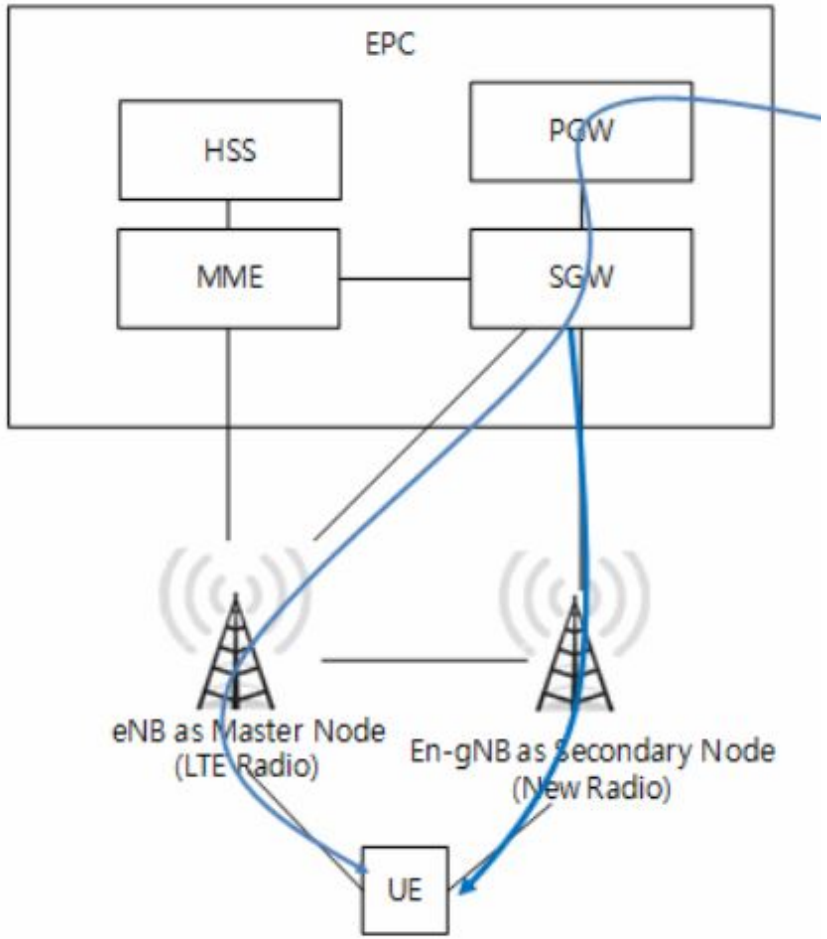
추가적인 데이터 연결을 이용한 송수신

- Master인 eNB는 EPC의 PGW/SGW와 연결된 경로인 기존 LTE 시스템의 데이터 경로를 이용하여 데이터를 송수신
- 추가적인 데이터 커넥션을 단말로 전송하는 en-gNB는 Master인 eNB와 달리 두 경로 중 하나를 이용하여 EPC와 데이터 송수신
  1. eNB를 경유하는 PGW/SGW↔ eNB ↔ en-gNB 경로
     - 이 경로에서 eNB는 LTE Radio를 이용하여 다이렉트로 단말로 보내는 데이터와 en-gNB를 거쳐서 New Radio를 이용하여 단말로 보내는 데이터를 나누는 Split Node
  2. PGW/SGW와 다이렉트하게 데이터를 송수신하는 PGW/SGW ↔ en-gNB 경로
- Secondary Node와 EPC 사이의 데이터 송수신에 둘 중 어느 경로가 이용될지는 이동 통신 사업자의 구조 선택에 따라 결정

추가적인 데이터 연결을 이용한 송수신



4-1 Master Node인 eNB에서의 데이터 패스 Split

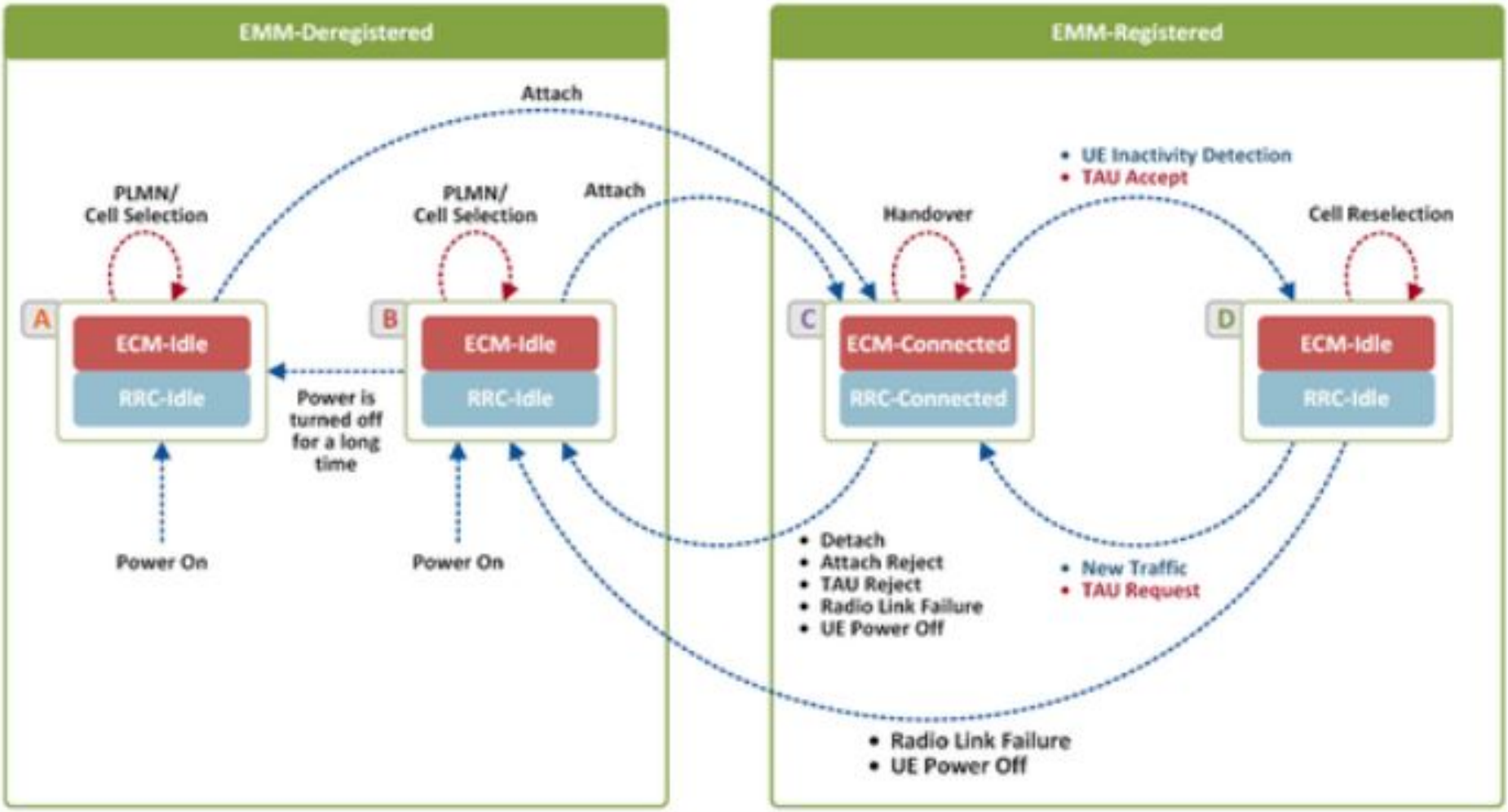


4-2 SGW에서의 데이터 패스 Split

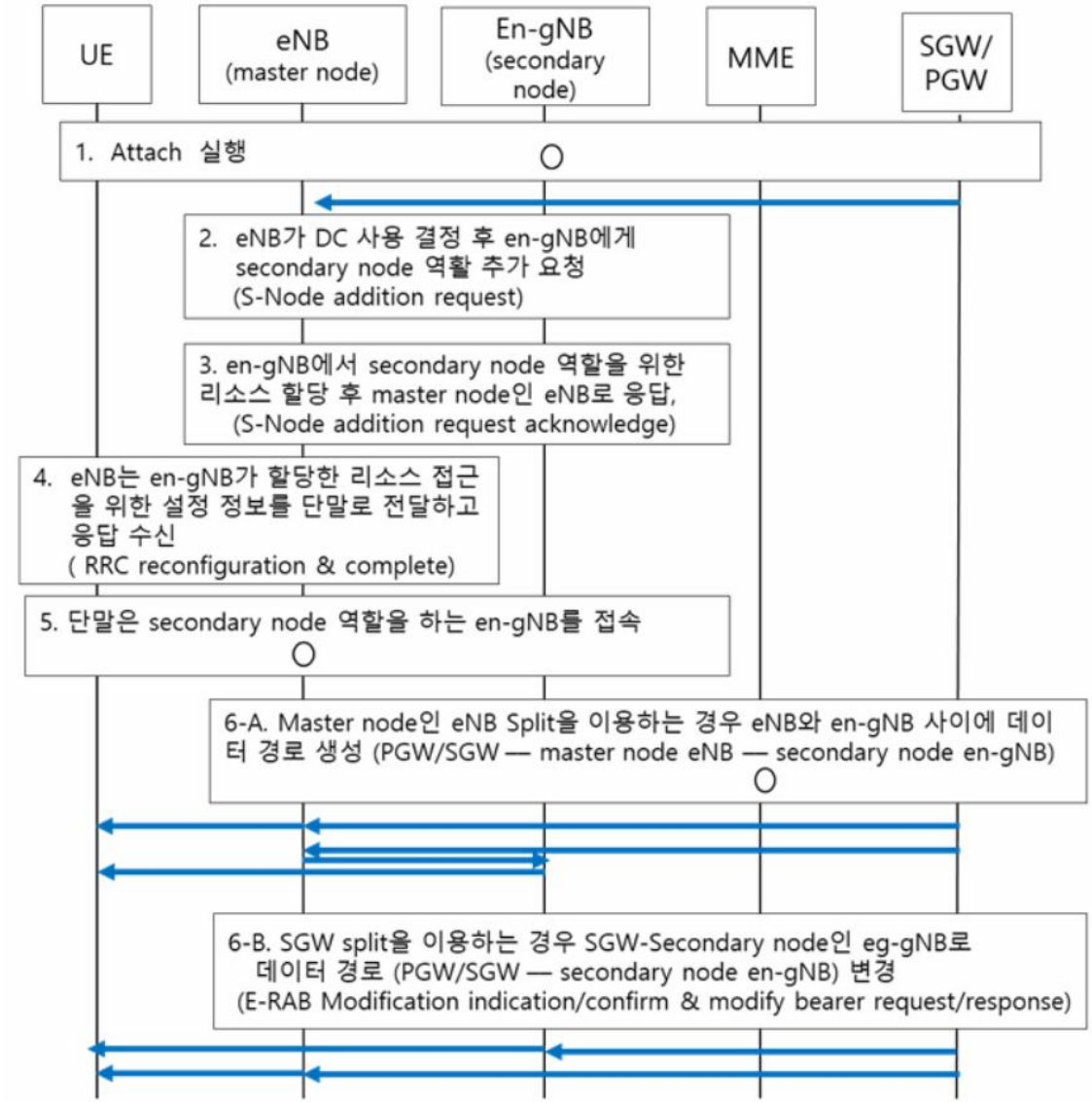
추가적인 데이터 연결을 이용한 송수신

- 단말은 먼저 Master 역할을 하는 eNB를 통하여 EPC에 attach하여 PDN connection 및 bearer들을 생성
- 그러면 단말은 EMM(EPS Mobility Management)-Registered 상태* 이자 master node 역할을 하는 eNB와 RRC connected 상태가 됨
- 이 상태에서 eNB는 현재 eNB의 Congestion 상태, 단말의 데이터 송수신 현황 및 eNB 주변에 Secondary 역할을 할 en-gNB의 존재와 그 en-gNB의 Congestion 상태 등을 고려하여 단말의 DC 사용을 결정
- 그러면 Master인 eNB는 secondary 역할을 하는 en-gNB와 X2 인터페이스를 통하여 X2-C 제어메시지를 송수신하여 eNB를 통한 bearer 중 일부를 en-gNB를 통하여 서비스되도록 옮기는 절차 실행

*EMM-Registered 상태



추가적인 데이터 연결을 이용한 송수신



추가적인 데이터 연결: Step 1

MME:

- 단말이 전달한 capability 정보에 기반해 단말의 DC 지원 확인과 HSS가 전달한 가입 정보 기반 5G 가입 확인
- Master인 eNB에게 단말이 NR 포함 DC의 사용이 허용됨을 전달
- NR 포함 DC로 가능한 높은 용량의 UE-AMBR 및 APN AMBR 등 설정 및 NR에서 지원하는 URLLC를 위한 새로운 QCI 설정*

PGW/SGW:

- NR 포함 DC로 가능한 높은 용량의 APN AMBR 등 설정 및 URLLC를 위한 새로운 QCI 설정

추가적인 데이터 연결: Step 2

- Master인 eNB는 MME로부터 받은 정보로 NR 포함 DC 사용을 허용함을 확인한 후 DC 사용을 결정
- DC 사용 결정시 eNB는 단말이 secondary 역할을 할 en-gNB 의 NR 접속 성능을 측정하여 measurement report로 보고 하도록 함
- DC 사용을 결정한 eNB는 NR를 사용하도록 en-gNB로 이동 시킬 bearer들을 선정한 후, 그 bearer들을 위한 NR radio 리소스 할당을 en-gNB에게 S-node addition Request로 요청

추가적인 데이터 연결: Step 3

- master node은 eNB로부터 en-gNB로 이동시킬 bearer들을 위한 NR radio 리소스 할당을 요청 받은 en-gNB는 NR radio 리소스 할당
- 그리고 eNB Split과 SGW Split 중 이용할 데이터 경로에 따라서 eNB 또는 SGW로부터 데이터를 수신하기 위한 X2-U 또는 S1-U 종단 리소스 할당
- 옮겨질 bearer를 위한 리소스 할당 결과는 master node 역할을 하는 eNB에게 S-node addition acknowledge로 알려짐

추가적인 데이터 연결: Step 4 & 5

- en-gNB로부터 옮겨질 bearer를 위한 리소스 정보를 받은 eNB는 그 중 NR radio 리소스 설정 정보 (RACH 설정, C-RNTI 및 Radio bearer 등 포함)를 단말에게 RRC Reconfiguration 메시지를 이용하여 전달
- RRC Reconfiguration complete 메시지를 단말로부터 수신하여 전달 확인
- 단말은 RRC 메시지로 수신한 설정 정보를 기반으로 en-gNB로 접속하여 bearer의 Radio 부분 (Radio Bearer)의 이동 실행

추가적인 데이터 연결: Step 6

- eNB Split을 이용하는 경우, en-gNB로 이동된 bearer로 전송할 데이터를 en-gNB에서 할당한 X2-U로 전송하여 en-gNB가 제어하는 New Radio를 통하여 단말이 데이터를 송수신하도록
- SGW Split을 이용하는 경우, eNB는 MME로 요청하여 en-gNB로 옮겨진 bearer들에 대하여 SGW에서 eNB로 연결된 데이터 경로를 en-gNB로 연결되도록 변경
- 이 경로 변경은 eNB가 E-RAB modification request를 MME로 보내고, MME는 modify bearer request를 SGW로 보낸 후 modify bearer response와 E-RAB modification confirm으로 실행 결과를 응답받는 것으로 실행

DC를 위한 프로시져

- DC의 시작은 항상 단말이 Master인 eNB와 RRC connected 상태일 때만 가능
- DC를 위한 프로시져는 DC를 시작하는 위의 secondary node 추가뿐 아니라 단말의 이동에 따른 Secondary Node 변경, Secondary Node로 이동한 bearer의 변경, DC를 종료하는 Secondary Node 해제도 지원
- 그 과정의 실행은 secondary node 추가 과정과 유사하게 eNB와 en-gNB와의 X2-C 제어 메시지 교환에 필요에 따라 추가적으로 실행되는 Master Node인 eNB와 MME와의 S1-MME 제어 메시지 교환으로 이루어짐

DC를 위한 추가 고려 사항

- New Radio 지원 Secondary Node를 사용시 추가 고려 사항은 사업자 정책에 따라 LTE Radio 데이터 요금과 New Radio 데이터 요금이 다를 수 있다는 점
- 상이한 요금 정책을 지원하기 위해서는 단말의 데이터 송수신양에 대한 기록을 만드는 PGW가 New Radio와 LTE Radio 각각을 이용하여 전송된 데이터양을 알아야 함
- 그런데 eNB에서 en-gNB로 데이터를 전송하는 eNB Split을 이용하는 경우에는 PGW가 알기 어려움
- 이러한 문제를 해결하기 위하여 표준 규격에서는 RAN Secondary RAT usage reporting procedure 제공

RAN Secondary RAT usage reporting

- Master eNB가 NR과 en-gNB 사이에 송수신한 데이터 양을 MME로 보고하고 MME는 SGW를 거쳐서 이를 PGW로 포워딩
- 보고되는 NR 관련 Usage 리포트는 베어러별, 시간 간격별로 생성
- 단말의 RRC 상태가 Idle로 변하거나 Master Node 역할을 하는 eNB에서 다른 eNB로 핸드오버가 될 때 실행

