

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、基地局、移動局、通信制御方法、及び非一時的なコンピュータ可読媒体

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システムに関し、特に、Small cell enhancementシナリオにおけるネットワークアーキテクチャに関する。

背景技術

[0002] 3rd Generation Partnership Project (3GPP) における Long Term Evolution (LTE) Release 12 においては、局所的な巨大トラフィックの収容、スループットの改善、及び高周波数帯の効率的な利用などのために “local area enhancement” または “small cell enhancement” が議題の 1 つとなっている（非特許文献 1 を参照）。local area enhancement または small cell enhancement では、small cell を形成する low-power node (LPN) が用いられる。

[0003] さらに、small cell enhancement に関して、Dual connectivity シナリオが提案されている（非特許文献 2 を参照）。dual connectivity の一例では、macro cell が移動局 (User Equipment (UE)) に対する control plane（例えば、Radio Resource Control (RRC) コネクション、及び Non-Access Stratum (NAS) メッセージ転送）を提供し、small cell が UE に対する user plane を提供することが想定されている。この dual connectivity の一例は、C/U-plane split と呼ばれることもある。具体的な導入例を Control plane (C-plane) について見ると、macro cell は、低い周波数帯を用いた広いカバレッジにより、UE との良好なコネクションを維持し、UE の移動性をサポートできる。一方、user plane (U-plane) について見ると、small cell は、高い周波数帯で広い帯域幅を用いることで UE に対して局所的な高スループットを提供できる。

[0004] Dual connectivity シナリオにおいて、small cell は、既存のセル固有シグナル／チャネル、例えば、Primary Synchronization Signal (PSS)、Seconda

ry Synchronization Signal (SSS)、Cell-specific Reference Signal (CRS)、Master Information Block (MIB)、System Information Block (SIB)、の送信を必要としない場合も想定されている。したがって、このような新たなsmall cellは、phantom cellと呼ばれる場合もある。また、small cellを提供する基地局 (eNB) 又はLPNは、Phantom eNodeB (PhNB)と呼ばれる場合もある。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：3GPP RWS-120010, NTT DOCOMO, “Requirements, Candidate Solutions & Technology Roadmap for LTE Rel-12 Onward”, 3GPP TSG RAN Workshop on Rel-12 and Onwards, Ljubljana, Slovenia, 11-12 June 2012
非特許文献2：3GPP RP-122033, NTT DOCOMO, “New Study Item Description : Small Cell enhancements for E-UTRA and E-UTRAN – Higher-layer aspects”, 3GPP TSG RAN Meeting#58, Barcelona, Spain, 4-7 December 2012

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上述したように、MeNBが制御するセルにおいてC-planeをUEに提供し、LPNが制御するセルにおいてU-planeをUEに提供するDual connectivityシナリオが提案されている。以下では、Dual connectivityシナリオにおいてC-Planeを提供するセルをプライマリセル (PCell) と呼び、U-Planeを提供するセルをセカンダリセル (SCell) と呼ぶ。
- [0007] 本件発明者等は、Dual connectivityシナリオでのSCellにおけるU-Planeベアラの確立処理について検討を行い、様々な課題を見出した。例えば、LTEでは、コアネットワーク内のモビリティ管理装置 (つまり、Mobility Management Entity (MME)) は、UEから送信されるNASメッセージ (例えば、Attach Request又はService Request) をトリガとして、U-Planeベアラ (つまり、E-RAB及びS5/S8ベアラ) の確立手順を実行する。Dual connectivityシナリオを考

慮すると、MMEは、MeNB (PCell) を経由して受け取ったNASメッセージに応答して、MeNB (PCell) とは異なるLPN (SCell) を経由するデータベアラを設定しなければならない。しかしながら、MMEは、どのLPNにU-Planeベアラを設定すべきかを知らないから、適切なLPNを経由するU-Planeベアラを設定することが困難である。

[0008] したがって、本発明の目的の1つは、Dual connectivityシナリオにおけるU-Planeベアラの確立の容易化に寄与する無線通信システム、基地局、移動局、通信制御方法、及びプログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 第1の態様では、無線通信システムは、第1のセルを運用する第1の基地局、各々が第2のセルを運用する少なくとも1つの第2の基地局、モビリティ管理装置およびデータ中継装置を含むコアネットワーク、並びに移動局を含む。前記移動局は、前記第1のセルにおけるシグナリング無線ベアラを確立している間に前記第2のセルにおけるデータ無線ベアラを確立する能力を有する。前記第1の基地局は、前記データ中継装置におけるデータベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージを含む信号を、前記シグナリング無線ベアラにおいて前記移動局から受信するよう構成されている。さらに、前記第1の基地局は、前記NASメッセージを前記モビリティ管理装置に転送すると共に、前記少なくとも1つの第2の基地局から選択され且つ前記データベアラを終端する選択基地局を示す基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信するよう構成されている。

[0010] 第2の態様では、第1の基地局は、第1のセルを運用する無線通信部、及び制御部を含む。前記制御部は、コアネットワーク内のデータ中継装置におけるデータベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージを含む信号を、前記第1のセルにおけるシグナリング無線ベアラにおいて移動局から受信するよう構成されている。さらに、前記制御部は、前記NASメッセージを前記コアネットワーク内のモビリティ管理装置に転送すると共に、少なくとも1つの第2の基地局から選択され且つ前記データベアラを終端する選択基地局を

示す基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信するよう構成されている。

[0011] 第3の態様では、移動局は、上述した第1の態様の無線通信システムと結合して使用され、無線通信部及び制御部を含む。前記制御部は、前記データ無線ベアラに関する設定情報を前記第1の基地局から受信し、前記第2のセルを利用してユーザーデータを受信又は送信するよう前記無線通信部を制御するよう構成されている。

[0012] 第4の態様では、第1のセルを運用する第1の基地局における通信制御方法は、以下の(a)及び(b)を含む。

(a) コアネットワーク内のデータ中継装置におけるデータベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージを含む信号を、前記第1のセルにおけるシグナリング無線ベアラにおいて移動局から受信すること、及び

(b) 前記NASメッセージを前記コアネットワーク内のモビリティ管理装置に転送すると共に、少なくとも1つの第2の基地局から選択され且つ前記データベアラを終端する選択基地局を示す基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信すること。

[0013] 第5の態様では、プログラムは、上述した第4の態様に係る通信制御方法をコンピュータに行わせるための命令群を含む。

発明の効果

[0014] 上述した態様によれば、Dual connectivityシナリオにおけるU-Planeベアラの確立の容易化に寄与する無線通信システム、基地局、移動局、通信制御方法、及びプログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1の実施の形態に係る無線通信システム(e.g. LTEシステム)の構成例を示す図である。

[図2]第1の実施の形態に係る無線通信システムにおけるベアラ・アーキテクチャの一例を示す図である。

[図3]第1の実施の形態に係る無線通信システムにおけるベアラ・アーキテクチャの他の例を示す図である。

[図4]第1の実施形態に係る第1の基地局（e.g. MeNB）の構成例を示す図である。

[図5]第1の実施形態に係る第2の基地局（e.g. LPN）の構成例を示す図である。

[図6]第1の実施形態に係る移動局（e.g. UE）の構成例を示す図である。

[図7]第1の実施形態に係るモビリティ管理装置（e.g. MME）の構成例を示す図である。

[図8]第1の実施形態に係るデータ中継装置（e.g. S-GW）の構成例を示す図である。

[図9]第1の実施の形態に係る第1の基地局（e.g. MeNB）の動作例を示すフローチャートである。

[図10]第1の実施の形態に係る通信制御方法の一例を示すシーケンス図である。

[図11]第1の実施の形態に係る通信制御方法の他の例を示すシーケンス図である。

[図12]第2の実施の形態に係る通信制御方法の一例を示すシーケンス図である。

[図13]第2の実施の形態に係る第1の基地局（e.g. MeNB）の動作例を示すフローチャートである。

[図14]第2の実施の形態に係る移動局（e.g. UE）の動作例を示すフローチャートである。

[図15]第3の実施の形態に係る通信制御方法の一例を示すシーケンス図である。

[図16]第4の実施の形態に係る通信制御方法の一例を示すシーケンス図である。

[図17]第5の実施の形態に係る通信制御方法の一例を示すシーケンス図である。

[図18]第5の実施の形態に係る第1の基地局（e.g. MeNB）の動作例を示すフ

ローチャートである。

[図19]第5の実施の形態に係る移動局（e.g. UE）の動作例を示すフローチャートである。

[図20]第6の実施の形態に係る通信制御方法の一例を示すシーケンス図である。

[図21]第7の実施の形態に係る通信制御方法の一例を示すシーケンス図である。

[図22]第7の実施の形態に係る通信制御方法の他の例を示すシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下では、具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図面において、同一又は対応する要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略される。

[0017] <第1の実施形態>

図1は、本実施形態に係る無線通信システムの構成例を示している。本実施形態に係る無線通信システムは、第1の基地局1、第2の基地局2、移動局4、及びコアネットワーク5を含む。基地局1及び2は、第1のセル10及び第2のセル20をそれぞれ運用する。コアネットワーク5は、モビリティ管理装置6及びデータ中継装置7を含む。以下では、説明の容易化のために、本実施形態に係る無線通信システムがLTEシステムである場合を例に説明する。従って、第1の基地局1はMeNB、第2の基地局2はLPN、移動局4はUE、コアネットワーク5はEvolved Packet Core (EPC)、モビリティ管理装置6はMobility Management Entity (MME)、データ中継装置7はServing Gateway (S-GW) に相当する。

[0018] 本実施形態に係る無線通信システムは、Dual connectivityをセル10及び20に適用する。すなわち、UE4は、Dual connectivity（例えば、C/U-plane split）をサポートする。言い換えると、UE4は、セル10におけるシグナリング無線ベアラ（Signaling Radio bearer (SRB)）を確立している間にセ

ル 20 におけるデータ無線ベアラ (Data Radio bearer (DRB)) を確立する能力を有する。LPN 2 は、セル 20 内において U-plane サービスを UE 4 に提供する。言い換えると、LPN 2 は、セル 20 において UE 4 との間に DRB を確立し、UE 4 のユーザーデータを転送する。MeNB 1 は、LPN 2 との間に DRB を確立する UE 4 に対して、セル 10 において C-plane サービスを提供する。言い換えると、MeNB 1 は、セル 10 において UE 4 との間に SRB を確立し、セル 20 での LPN 2 との DRB の確立及び修正 (modify) 等のための RRC シグナリング、及び EPC 5 と UE 4 の間の NAS メッセージ転送 (forwarding) などを提供する。また、MeNB 1 は、LPN 2 のセル 20 に関するマスター情報 (例えば、システム帯域幅、送信アンテナ数など) 及びシステム情報 (例えば、セル 20 の DRB に関するパラメータ) をセル 10 のダウンリンクチャネル (例えば、Physical Broadcast Channel (PBCH)、又は Physical Downlink Shared Channel (PDSCH)) を用いて送信してもよい。

[0019] MeNB 1 は、UE 4 に関する全ての C-plane サービスを担う必要はない。例えば、LPN 2 は、自身に確立したデータ無線ベアラに関して、レイヤ 1 (物理レイヤ) 及びレイヤ 2 (Media Access Control (MAC) サブレイヤ及び Radio Link Control (RLC) サブレイヤ) の制御を行なってもよい。具体的には、LPN 2 は、アップリンク制御チャネル (例えば、Physical Uplink Control Channel (PUCCH)) 又はアップリンクデータチャネル (例えば、Physical Uplink Shared Channel (PUSCH)) を用いて、レイヤ 1 / レイヤ 2 制御信号 (例えば、Hybrid Automatic Repeat Request (H-ARQ) ACK、Channel Quality Indicator (CQI)、Precoding Matrix Indicator (PMI)、及び Rank Indicator (RI)) を受信してもよい。また、LPN 2 は、ダウンリンク制御チャネル (例えば、Physical Downlink Control Channel (PDCCH)) を用いてダウンリンクのスケジューリング情報、及びアップリンク送信に対する ACK/NACK 等を UE 4 に送信してもよい。

[0020] EPC 5 は、主に移動通信サービスを提供するオペレータによって管理されるコアネットワークである。EPC 5 は、UE 4 のモビリティ管理 (例えば、位置登

録、位置更新）、及びベアラ管理（例えば、ベアラ確立、ベアラ構成変更、ベアラ解放）等を行うコントロールプレーン（C-plane）機能と、MeNB 1 及びLPN 2 と図示しない外部ネットワークとの間でUE 4 のユーザーデータを転送するユーザプレーン（U-plane）機能を有する。MME 6 は、EPCにおけるC-plane機能を担う。S-GW 7 は、EPCにおけるU-plane機能を担う。S-GW 7 は、MeNB 1 及びLPN 2 を含む無線アクセスネットワーク（Radio Access Network (RAN)）とEPC 5 との境界に配置される。

[0021] なお、図 1 は、MeNB 1 のセル 10 内に配置された 1 つのLPN 2 のみを示している。しかしながら、MeNB 1 のセル 10 内には、複数のLPN 2 及び複数の第 2 のセル 20 が配置されてもよい。MeNB 1 は、UE 4 のためのU-Planeベアラを確立する選択LPNを少なくとも 1 つのLPN 2 の中から選択する。

[0022] 続いて、本実施の形態におけるUE 4 のためのU-Planeベアラの確立手順についてさらに詳細に説明する。本実施形態に係るMeNB 1 は、S-GW 7 におけるU-Planeベアラ（つまり、S1ベアラ、E-RAB、又はEPSベアラ）のセットアップを引き起こすNASメッセージを含むRRCメッセージ（RRC信号）を、セル 10 におけるSRBにおいてUE 4 から受信するよう構成されている。U-Planeベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージは、例えば、Attach Request、Service Request、又はTracking Area Update (TAU) Requestである。

[0023] さらに、MeNB 1 は、Dual connectivityをサポートするUE 4 からのNASメッセージをMME 6 に転送（forward）するとともに、LPN情報をMME 6 に送信するよう構成されている。LPN情報は、少なくとも 1 つのLPN 2 の中から選択され、UE 4 のためのS1ベアラを終端する選択LPNを示す。MME 6 は、LPN情報を受信する。これにより、MME 6 は、S1ベアラを確立すべき適切なLPN 2（選択LPN）を知ることができ、S-GW 7 と適切な選択LPNの間にS1ベアラを設定することができる。

[0024] LPN情報は、選択LPNを特定可能な識別情報（例えば、基地局ID、セルID、又は基地局アドレス）を含む。LPN情報は、例えば、選択LPNの基地局ID（E-UTRAN Cell Global ID (ECGI)）、選択LPNのセルID、若しくは選択LPNのトン

ネルエンドポイントID (TEID)、又はこれらの組み合わせを示す。

[0025] MeNB 1 は、例えば、U-Planeベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージと共にLPN情報を送信してもよい。この場合、MeNB 1 は、NASメッセージをMME 6 に送信するための“S1-AP: INITIAL UE MESSAGE”にLPN情報を含めてもよい。あるいはこれに代えて、MeNB 1 は、NASメッセージをMME 6 に転送した後に、LPN情報をMME 6 に送信してもよい。具体的には、MeNB 1 は、NASメッセージをMME 6 に転送した後に、S1ベアラに関するベアラコンテキストをMME 6 から受信し、当該ベアラコンテキストを選択LPNに送信し、そして選択LPNにおけるS1ベアラの設定が行われた後にLPN情報をMME 6 に送信してもよい。この場合、MeNB 1 は、ベアラ設定の完了をMME 6 に報告するためのS1-AP: INITIAL CONTEXT SETUP COMPLETE MESSAGE”にLPN情報を含めてもよい。

[0026] 続いて以下では、本実施形態に係るベアラ・アーキテクチャについて図2及び図3を用いて説明する。図2は、セル20でのユーザーデータ転送に係るベアラ・アーキテクチャの第1の例を示している。無線ベアラについては既に述べた通りである。すなわち、MeNB 1 は、UE 4 との間にSRBを確立し、セル20でのDRBの確立及び修正(modify)等のためのRRCシグナリング、及びEPC 5 とUE 4 の間のNASメッセージ転送などのC-planeサービスをセル10において提供する。また、LPN 2 は、UE 4 との間にDRBを確立し、UE 4 のユーザーデータをセル20において送受信する。

[0027] 次に、EPC 5 とMeNB 1 及びLPN 2 の間のベアラについて説明する。EPC 5 とのシグナリングベアラ(つまり、S1-MMEインタフェースを用いたS1シグナリングベアラ)は、MME 6 とMeNB 1 の間に確立される。MeNB 1 は、MME 6 との間にS1シグナリングベアラを確立し、MME 6 との間でS1 Application Protocol (S1-AP)メッセージを送受信する。一方、EPC 5 とのデータベアラ(つまり、S1-Uインタフェースを用いたS1ベアラ)は、S-GW 7 とLPN 2 の間に確立される。LPN 2 は、S-GW 7 との間にS1ベアラを確立し、S-GW 7 との間でUE 4 のユーザーデータを送受信する。

[0028] さらに、MeNB 1 は、LPN 2 との間にシグナリングベアラを確立する。MeNB 1

とLPN 2の間のシグナリングベアラは、例えば、X2インタフェースを用いて確立される。X2インタフェースは、eNB間のインタフェースである。なお、LPN 2が新規なノードとして定義され、eNBとLPNの間にX2インタフェースとは異なる新たなインタフェースが定義される場合が考えられる。この場合、MeNB 1とLPN 2の間のシグナリングベアラは、この新たなインタフェースを用いて確立されてもよい。この新たなインタフェースを本明細書では仮にX3インタフェースと呼ぶ。MeNB 1は、S-GW 7とのS1ベアラ及びUE 4とのDRBをLPN 2において確立するために必要なベアラコンテキスト（以下では、E-UTRAN Radio Access Bearer (E-RAB) 設定情報と呼ぶ）を、X2/X3シグナリングベアラを介してLPN 2に送信するよう構成されている。なお、E-RABとは、S1ベアラ及びDRBを含む無線アクセスベアラを意味する。

[0029] 図2に示されたベアラ・アーキテクチャによれば、LPN 2は、MME 6との間のS1シグナリングベアラを必要とせず、MeNB 1から与えられるE-RAB設定情報に基づいてS1ベアラ及びDRBを設定できる。また、上述したベアラ・アーキテクチャでは、S1ベアラ（S1-Uベアラ）の終端点がS1シグナリングベアラの終端点と異なる。つまり、MeNB 1では無くLPN 2がS1ベアラを終端している。つまり、図2のアーキテクチャでは、RAN内のシグナリングだけでなく、EPC 5とRANの間のインタフェースにおいてもC/U planeが分離されている。これにより、MeNB 1は、UE 4がセル20及びLPN 2を経由してユーザーデータを送受信するために必要なDRB及びS1ベアラを確立するためのシグナリングを行うのみで済む。言い換えると、MeNB 1は、一例において、セル20を介したUE 4の通信のために、S1ベアラ（つまり、GPRS Tunneling Protocol (GTP) トンネル）を終端する必要がなく、S1ベアラとDRBの間のユーザーデータパケットのフォワーディング処理を行う必要もない。これらの処理は、LPN 2によって行われる。したがって、一例において、MeNB 1の処理負荷を軽減できる。

[0030] なお、S1ベアラは、GTPトンネルであり、ユーザーデータ（データパケット）は、S-GW 7とLPN 2の間で送受信されるGTPトンネルパケットにカプセル化される。例えば、ダウンリンクユーザーデータをカプセル化しているGTPトン

ネルパケットは、S-GW 7 とLPN 2 の間に配置されたルータによりルーティング及びフォワーディングされることによってLPN 2 に到達する。したがって、図 2 のベアラ・アーキテクチャでは、典型的には、GTPトンネルパケットは、MeNB 1 を経由することなく転送される。この場合、MeNB 1 は、S1ベアラの終端処理を行う必要がないためMeNB 1 の処理負荷を低減できる。また、GTPトンネルパケットがMeNB 1 とLPN 2 の間のX2/X3インタフェースを流れないため、X2/X3インタフェースの容量及び遅延等に関する性能要件が緩和される。例えば、X2/X3インタフェースに非光ファイバ回線（例えば、無線回線）を用いることも可能となる。

[0031] しかしながら、ユーザーデータをカプセル化しているGTPトンネルパケットは、MeNB 1 を経由してS-GW 7 とLPN 2 の間を転送されてもよい。この場合、MeNB 1 は、ルータ（例えば、Internet Protocol (IP)ルータ）として機能し、GTPトンネルパケットをルーティング及びフォワーディングすればよい。MeNB 1 を経由するGTPトンネルパケットのルーティングは、S-GW 7、LPN 2、及びMeNB 1 が有するルーティングテーブルの設定により実現できる。

[0032] 図 3 は、ベアラ・アーキテクチャの第 2 の例を示している。図 3 の例では、MeNB 1 がGTPトンネルパケットをルーティング及びフォワーディングする。MeNB 1 は、GTPトンネルパケットのIPアドレスを変換するプロキシ機能を有してもよい。具体的に述べると、MeNB 1 及びLPN 2 は、X2/X3インタフェースにおいてトンネル 80（例えば、GTPトンネル）を設定する。MeNB 1 は、S-GW 7 とLPN 2 の間のS1ベアラにおいてユーザーデータをカプセル化しているGTPトンネルパケットをさらにカプセル化し、トンネル 80 を用いて転送する。なお、トンネル 80 は設定されなくてもよい。つまり、MeNB 1 は、GTPトンネルパケットに対してさらなるカプセル化を行わずに、GTPトンネルパケットをそのまま転送してもよい。

[0033] 図 3 の例において注目すべき点の 1 つは、MeNB 1 がS1ベアラを終端する必要はない点である。MeNB 1 は、GTPトンネルパケットをフォワーディングするルータとして動作すればよく、ユーザー packets を取り出すための逆カプセ

ル化処理を行う必要はない。したがって、GTPトンネル終端に伴うMeNB 1 の処理負荷の増大は発生しない。

[0034] また、図3の例において他の注目すべき点は、MeNB1は、GTPトンネルパケットを観測できる点である。例えば、MeNB1は、転送するGTP トンネルパケットのトラフィック量を観測できる。GTP トンネルパケットのトラフィック量を観測することで、MeNB1は、LPN 2 の負荷またはセル 2 0 の負荷を自立的に推定することができる。したがって、本実施形態のMeNB1は、例えば、自身が観測したGTP トンネルパケットのトラフィック量に基づいてLPN 2 を経由するE-RAB又はセル 2 0 の非活性化の判定を行うことができる。

[0035] 続いて以下では、本実施形態に係るMeNB 1、LPN 2、UE 4、MME 6、及びS-GW 7の構成例について説明する。図4は、MeNB 1の構成例を示すブロック図である。無線通信部11は、UE 4から送信されたアップリンク信号（uplink signal）をアンテナを介して受信する。受信データ処理部13は、受信されたアップリンク信号を復元する。得られた受信データは、通信部14を経由して他のネットワークノード、例えばMME 6若しくはS-GW 7に転送される。例えば、セル10においてUE 4から受信されたアップリンクユーザデータは、S-GW 7に転送される。また、UE 4から受信された制御データのうちNASデータは、MME 6に転送される。さらに、受信データ処理部13は、LPN 2又はMME 6に送信される制御データを制御部15から受信し、これを通信部14を経由してLPN 2又はMME 6に送信する。

[0036] 送信データ処理部12は、UE 4宛てのユーザデータを通信部14から取得し、誤り訂正符号化、レートマッチング、インタリービング等を行なってトランスポートチャネルを生成する。さらに、送信データ処理部12は、トランスポートチャネルのデータ系列に制御情報を付加して送信シンボル列を生成する。無線通信部11は、送信シンボル列に基づく搬送波変調、周波数変換、信号増幅等の各処理を行ってダウンリンク信号（downlink signal）を生成し、これをUE 4に送信する。さらに、送信データ処理部12は、UE 4に送信される制御データを制御部15から受信し、これを無線通信部11を経

由してUE 4 に送信する。

[0037] 制御部 15 は、LPN 2 により運用されるセル 20 においてUE 4 がユーザーデータを受信又は送信できるようにするために、シグナリングベアラを介してMME 6、LPN 2、及びUE 4 とシグナリングする。具体的には、制御部 15 は、U-Planeベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージ（例えば、Attach Request、Service Request、又はTAU Request）を、S1シグナリングベアラを介してMME 6 に転送する。制御部 15 は、S1ベアラ及びDRBをLPN 2 において確立するために必要なE-RAB設定情報を、X2/X3シグナリングベアラを介してLPN 2 に送信する。制御部 15 は、セル 20 でのDRBをUE 4 において確立するために必要なDRB設定情報を、セル 10 でのSRBを介してUE 4 に送信する。さらに、制御部 15 は、既に述べたように、Dual connectivityをサポートするUE 4 からのNASメッセージをMME 6 に転送する際に、選択LPNを示すLPN情報をMME 6 に送信する。

[0038] 制御部 15 は、少なくとも1つのLPN 2 に関する測定情報（以下、LPN測定情報と呼ぶ）をUE 4 から受信し、少なくとも1つのLPN 2 から選択LPNを選ぶよう構成されてもよい。LPN測定情報は、例えば、UE 4 における無線品質（例えば、Reference Signal Received Power (RSRP)、又はReference Signal Received Quality (RSRQ)）に関する測定結果を含む。また、LPN測定情報は、UE 4 が受信可能なLPN 2 のリスト（例えば、基地局IDのリスト、又はセルIDのリスト）を含んでもよい。制御部 15 は、LPN測定情報に基づいて、UE 4 における無線品質が最も良好なLPN 2 を選択LPNとして選んでもよい。一例において、制御部 15 は、U-Planeベアラ確立のためのNASメッセージをMME 6 に転送する以前に、LPN測定情報をUE 4 から受信し、選択LPNの決定を行なってもよい。また、他の例において、制御部 15 は、NASメッセージをMME 6 に転送した後にS1ベアラを含むE-RABに関するベアラコンテキスト（E-RAB設定情報）をMME 6 から受信し、次にLPN測定情報をUE 4 から受信し、選択LPNの決定を行い、そしてE-RAB設定情報を選択LPNに送信してもよい。

[0039] 図 5 は、LPN 2 の構成例を示すブロック図である。図 5 に示された無線通信

部 2 1、送信データ処理部 2 2、受信データ処理部 2 3、及び通信部 2 4 の機能及び動作は、図 4 に示された基地局 1 の対応する要素、すなわち無線通信部 1 1、送信データ処理部 1 2、受信データ処理部 1 3、及び通信部 1 4 と同様である。

[0040] LPN 2 の制御部 2 5 は、MeNB1（制御部 1 5）からの E-RAB 設定情報を X2/X3 シグナリングベアラを介して受信し、E-RAB 設定情報に従って S-GW 7 との S1 ベアラ及び UE 4 との SRB を設定する。

[0041] 図 6 は、UE 4 の構成例を示すブロック図である。無線通信部 4 1 は、セル 1 0 及びセル 2 0 のどちらとも通信可能である。また、無線通信部 4 1 は、異なる eNB によって運用される複数のセルのキャリアアグリゲーションをサポートしてもよい。この場合、無線通信部 4 1 は、ユーザーデータの送信又は受信のために複数のセル 1 0 及び 2 0 を同時に使用することができる。無線通信部 4 1 は、アンテナを介して、eNB 1 若しくは LPN 2 又はこれら両方からダウンリンク信号を受信する。受信データ処理部 4 2 は、受信されたダウンリンク信号から受信データを復元してデータ制御部 4 3 に送る。データ制御部 4 3 は、受信データをその目的に応じて利用する。また、送信データ処理部 4 4 及び無線通信部 4 1 は、データ制御部 4 3 から供給される送信データを用いてアップリンク信号を生成し、eNB 1 若しくは LPN 2 又はこれら両方に向けて送信する。

[0042] UE 4 の制御部 4 5 は、MeNB 1 との間のセル 1 0 における SRB を確立するよう無線通信部 4 1 を制御する。そして、制御部 4 5 は、LPN 2 との間に DRB を確立するための DRB 設定情報を MeNB 1 から受信し、セル 2 0 を利用してユーザーデータを受信又は送信するよう無線通信部 4 1 を制御する。これにより、UE 4 は、MeNB 1 とのシグナリングに基づいて、LPN 2 との間で DRB を介して通信することができる。

[0043] さらに、制御部 4 5 は、少なくとも 1 つの LPN 2 からのダウンリンク信号を測定し、LPN 測定情報を MeNB 1 に送信してもよい。既に述べたように、LPN 測定情報は、MeNB 1 による選択 LPN の決定のために使用される。

[0044] 図7は、MME 6の構成例を示すブロック図である。通信部61は、MeNB 1及びS-GW 7と通信する。ベアラ設定制御部62は、MeNB 1及びS-GW 7と通信部51を介して通信し、これらの装置におけるシグナリングベアラ（S1シグナリングベアラ）又はデータベアラ（E-RAB又はS1ベアラ）の設定を制御する。具体的には、ベアラ設定制御部62は、MeNB 1を経由してUE 4から受信した最初のNASメッセージ（例えば、Attach Request、Service Request、又はTAU Request）に応答して、S-GW 7にS1ベアラのセットアップを要求するとともに、E-RABに関するベアラ設定情報（つまり、E-RAB設定情報）をMeNB 1に送信する。

[0045] さらに、ベアラ設定制御部62は、MeNB 1からLPN情報を受信する。これにより、ベアラ設定制御部62は、LPN情報によって示された選択LPNとの間のS1ベアラをセットアップするようS-GW 7に要求することができる。一例において、ベアラ設定制御部62は、最初のベアラセットアップ要求（Create Session Request）において選択LPNをS-GW 7に通知してもよい。また、他の例において、ベアラ設定制御部62は、S1ベアラの更新要求（Modify Bearer Request）において選択LPNをS-GW 7に通知してもよい。

[0046] 図8は、S-GW 7の構成例を示すブロック図である。通信部71は、LPN 2との間にS1ベアラを確立し、当該S1ベアラを介してLPN 2との間でユーザーデータを送信又は受信する。通信部71は、UE 4によるセル10を介したユーザーデータの受信又は送信のために、MeNB 1との間にS1ベアラを確立してもよい。通信部74は、EPC 5内のPacket Data Network Gateway（P-GW）との間にS5/S8ベアラを設定し、他のデータ中継装置との間でユーザーデータを送受信する。

[0047] 送信データ処理部72は、通信部74からUE 4宛の下りリンクユーザーデータを受信し、上流側とS5/S8ベアラと下流側のS1ベアラの対応関係に基づいて下りリンクユーザーデータをS1ベアラにフォワーディングする。受信データ処理部73は、通信部71から上りリンクユーザーデータを受信し、S5/S8ベアラとS1ベアラの対応関係に基づいて上りリンクユーザーデータをS5/S8ベ

アラにフォワーディングする。

[0048] 続いて以下では、SCellにおけるU-Planeベアラの確立手順の具体例について説明する。図9は、SCellにおけるU-Planeベアラの確立に関するMeNB1の動作例を示すフローチャートである。ステップS101では、MeNB1（制御部15）は、Dual connectivityをサポートするUE4から、U-Planeベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージ（例えば、Attach Request、又はService Request）を含むRRCメッセージを受信する。ステップS102では、MeNB1（制御部15）は、UE4から受信したNASメッセージをMME6に転送する。ステップS103では、MeNB1（制御部15）は、LPN情報をMME6に送信する。LPN情報は、UE4のデータベアラ（つまり、S1ベアラ）を終端する選択LPNを示す。

[0049] 図10は、SCellにおけるU-Planeベアラの確立手順の第1の例を示すシーケンス図である。図10の例では、MeNB1は、UE4からのNASメッセージを含むRRCメッセージの受信に応答して選択LPNを決定し、選択LPNを示すLPN情報をNASメッセージと共にMME6に送信する。ステップS201では、MeNB1及びUE4は、RRCコネクションを確立する。ステップS202では、UE4は、U-Planeベアラのセットアップを要求するNASメッセージ（例えば、Attach Request、Service Request、又はTAU Request）を送信する。なお、LTEにおけるRRCコネクション確立は、シグナリング無線ベアラ（つまり、SRB1）の確立と、最初のアップリンクNASメッセージの送受信を含む。つまり、ステップS202のNASメッセージは、RRCコネクション確立手順（ステップS201）の最後にUE4からMeNB1に送信されるRRCConnectionSetupCompleteメッセージに含まれる。

[0050] ステップS203では、MeNB1は、少なくとも1つのLPN2の中から選択LPNを決定する。例えば、MeNB1は、LPN測定情報をUE4から受信し、UE4における受信品質が良好なLPN2を選択LPNとして決定してもよい。ステップS204では、MeNB1は、NASメッセージをMME6に転送すると共に、選択LPNを示すLPN情報をMME6に送る。例えば、MeNB1は、NASメッセージを転送するため

の“S1-AP: INITIAL UE MESSAGE”にLPN情報を含めてもよい。

- [0051] ステップS 2 0 5では、MME 6及びS-GW 7は、UE 4のためのベアラセットアップ手順を実行する。すなわち、MME 6は、Create Session RequestメッセージをS-GW 7に送信する。S-GW 7は、Create Session Requestメッセージを受信し、EPSベアラコンテキスト・テーブルに新たなエントリを生成し、図示しないP-GWと通信してS5/S8ベアラのベアラコンテキストを設定し、S1ベアラのS-GW 7側のエンドポイントを設定する。そして、S-GW 7は、S1ベアラコンテキストを含む応答（つまり、Create Session Responseメッセージ）をMME 6に送信する。S1ベアラコンテキストは、例えば、U-planeでのS-GW 7のアドレス及びトンネルエンドポイント識別子（Tunnel Endpoint Identifier（TEID））TEIDを含む。TEIDは、S1ベアラとしてのGTPトンネルのS-GW 7側におけるエンドポイントを示す。ステップS 2 0 6では、MME 6は、INITIAL CONTEXT SETUP REQUESTメッセージをMeNB 1に送信する。INITIAL CONTEXT SETUP REQUESTメッセージは、E-RABのベアラコンテキスト（E-RAB設定情報）を含む。
- [0052] ステップS 2 0 7では、MeNB 1は、E-RAB設定情報をX2/X3シグナリングベアラを介してLPN 2（ここでは、選択LPN）に送信する。E-RAB設定情報は、S1ベアラ設定情報及びDRB設定情報を含む。LPN 2は、E-RAB設定情報に従ってS1ベアラ及びDRBを設定する。S1ベアラ設定情報は、S-GW 7とのS1ベアラの確立に必要な情報を含む。S1ベアラ設定情報は、例えば、E-RAB ID、Quality Class Indicator (QCI)、S-GW 7のIPアドレス、S-GW 7側のGTPトンネル（S1ベアラ）のTEID、security key、及びUE 4に割り当てられたTemporary Mobile Subscriber Identity (TMSI)のうち少なくとも1つを含む。また、DRB設定情報は、UE 4とのDRBの確立に必要な設定情報を含む。DRB設定情報は、例えば、E-RAB ID、Quality Class Indicator (QCI)、並びに物理レイヤ及びMACサブレイヤの設定情報を含む。
- [0053] ステップS 2 0 8では、MeNB 1は、セル10のSRBを用いて、セル20でのDRBの設定情報をUE 4に送信する。DRBの設定情報は、RRC Connection Reconfigurationメッセージを用いて送信される。UE 4は、DRBの設定情報に従ってD

RBを設定する。

[0054] ステップS 2 0 9では、MeNB 1は、E-RABの設定完了を示すメッセージ（つまり、INITIAL CONTEXT SETUP RESPONSEメッセージ）をMME 6に送信する。当該メッセージは、S1ベアラに関するLPN 2側の設定情報（例えば、選択LPNのアドレス及びTEID）を含む。ステップS 2 1 0では、MME 6及びS-GW 7は、INITIAL CONTEXT SETUP RESPONSEメッセージに基づいて、EPSベアラコンテキストの修正を行う。すなわち、MME 6は、選択LPNのアドレス及びTEIDを含むメッセージ（つまり、MODIFY BEARER REQUESTメッセージ）をS-GW 7に送信する。S-GW 7は、MME 6から受信したLPN 2のアドレス及びTEIDによって、S1ベアラ設定を更新する。

[0055] 以上のステップS 2 0 2～S 2 1 0の処理によって、UE 4とS-GW 7の間にLPN 2を経由するE-RABが設定される。ステップS 2 1 1では、UE 4は、セル2 0及びLPN 2を経由してユーザーデータを受信又は送信する。

[0056] 次に、U-Planeベアラの確立手順の変形例について説明する。図1 1は、SCellにおけるU-Planeベアラの確立手順の第2の例を示すシーケンス図である。図1 1の例では、MeNB 1は、NASメッセージ（ステップS 3 0 3）をMME 6に転送した後に、S1ベアラに関するベアラコンテキストをMME 6から受信し（ステップS 3 0 5）、当該ベアラコンテキストを選択LPNに送信し（ステップS 3 0 7）、そして選択LPNにおけるS1ベアラの設定が行われた後にLPN情報をMME 6に送信する（ステップS 3 0 9）。具体的には、MeNB 1は、ベアラ設定の完了をMME 6に報告するためのS1-AP: INITIAL CONTEXT SETUP COMPLETE MESSAGE”にLPN情報を含める。

[0057] 図1 1のステップS 3 0 1及びS 3 0 2における処理は、図1 0のステップS 2 0 1及びS 2 0 2における処理と同様である。ステップS 3 0 3では、MeNB 1は、UE 4からのNASメッセージをMME 6に転送する。ステップS 3 0 4では、MME 6及びS-GW 7は、EPSベアラのセットアップ手順を実行する。ステップS 3 0 5では、MME 6は、INITIAL CONTEXT SETUP REQUESTメッセージをMeNB 1に送信する。INITIAL CONTEXT SETUP REQUESTメッセージは、E-RABのベ

アラコンテキスト（E-RAB設定情報）を含む。

[0058] ステップS 3 0 6では、MeNB 1は、少なくとも1つのLPN 2の中から選択LPNを決定する。例えば、MeNB 1は、LPN測定情報をUE 4から受信し、UE 4における受信品質が良好なLPN 2を選択LPNとして決定してもよい。ステップS 3 0 7では、MeNB 1は、E-RAB設定情報をX2/X3シグナリングベアラを介して選択LPNに送信する。ステップS 3 0 8では、MeNB 1は、セル1 0のSRBを用いて、セル2 0でのDRBの設定情報をUE 4に送信する。ステップS 3 0 7及びS 3 0 8における処理は、図1 0のステップS 2 0 7及びS 2 0 8における処理と同様である。

[0059] ステップS 3 0 9では、MeNB 1は、E-RABの設定完了を示すメッセージ（つまり、INITIAL CONTEXT SETUP RESPONSEメッセージ）をMME 6に送信する。このINITIAL CONTEXT SETUP RESPONSEメッセージは、選択LPNを示すLPN情報を含む。この場合、LPN情報は、S1ベアラに関するLPN 2側の設定情報（例えば、選択LPNのアドレス及びTEID）であってもよい。ステップS 3 1 0では、MME 6及びS-GW 7は、INITIAL CONTEXT SETUP RESPONSEメッセージに基づいて、EPSベアラコンテキストの修正を行う。すなわち、MME 6は、選択LPNのアドレス及びTEIDを含むメッセージ（つまり、MODIFY BEARER REQUESTメッセージ）をS-GW 7に送信する。S-GW 7は、MME 6から受信したLPN 2のアドレス及びTEIDによって、S1ベアラ設定を更新する。

[0060] 以上のステップS 3 0 2～S 3 1 0の処理によって、UE 4とS-GW 7の間にLPN 2を経由するE-RABが設定される。ステップS 3 1 1では、UE 4は、セル2 0及びLPN 2を経由してユーザーデータを受信又は送信する。

[0061] なお、図1 0のステップS 2 0 3及び図1 1のステップS 3 0 6では、MeNB 1は、いずれのLPN 2も適切でない場合にMeNB 1を選択してもよい。例えば、UE 4によって測定されたいずれのLPN受信品質も基準値を下回る場合に、MeNB 1は、UE 4のU-Planeベアラを自身のセル1 0に設定してもよい。

[0062] <第2の実施形態>

本実施形態は、UE 4からのLPN測定情報を用いて選択LPNを決定する手順の

具体例を示す。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は図 1 と同様である。本実施形態に係る MeNB 1 は、UE 4 から最初の NAS メッセージ（例えば、Attach Request、Service Request、又は TAU Request）を含む RRC メッセージを受信し、当該 NAS メッセージを MME 6 に転送する前に LPN 測定情報を UE 4 から受信する。そして、MeNB 1 は、LPN 測定情報に基づいて選択 LPN を決定し、選択 LPN を示す LPN 情報と共に NAS メッセージを MME 6 に転送する。したがって、本実施形態に係る U-Plane ベアラの確立手順は、図 10 に示した第 1 の例に類似している。

[0063] MeNB 1 は、RRC コネクション（SRB1）を用いて、LPN 測定情報の送信を UE4 に指示してもよい。また、MeNB 1 は、LPN 2 からのダウンリンク信号の測定を UE 4 に指示してもよい。MeNB 1 は、測定対象の少なくとも 1 つの LPN 2 を UE 4 に通知してもよい。一例では、MeNB 1 は、contention-based random access procedure を含む RRC コネクションの確立手順の中で、LPN 2 の測定を UE 4 に指示してもよい。具体的には、MeNB 1 は、RRC Connection Setup メッセージ（ランダムアクセス手順の第 4 ステップ・メッセージ）において測定コンフィグレーションを UE 4 に送信してもよい。測定コンフィグレーションは、UE 4 が測定すべき第 2 のセル 20 のリストを含む。また、他の例では、MeNB 1 は、RRC コネクションの確立が完了した後に、RRC メッセージ（例えば、RRC Connection Reconfiguration）を用いて測定コンフィグレーションを UE 4 に送信してもよい。

[0064] また、UE 4 は、アイドルモード中（つまり、SRB 及び DRB を確立していない間）に LPN 2 のダウンリンク信号を予め測定しておき、RRC コネクションの確立後に RRC メッセージ（例えば、UE Information Response）を用いて LPN 測定情報を MeNB 1 に送信してもよい。この場合、アイドルモード中の UE 4 による測定は、Logged MDT（Minimization of Drive Tests）に従って行われてもよい。Logged MDT は、3GPP TR 36.805、及び 3GPP TS 37.320 に規定されている。

[0065] 図 12 は、本実施形態に係る U-Plane ベアラの確立手順の具体例を示すシー

ケンス図である。ステップS 4 0 1 及びS 4 0 2 における処理は、図 1 0 のステップS 2 0 1 及びS 2 0 2 における処理と同様である。ステップS 4 0 3 では、UE 4 は、LPN測定情報をMeNB 1 に送信する。ステップS 4 0 4 では、MeNB 1 は、LPN測定情報に基づいて選択LPNを決定する。ステップS 4 0 5 ～S 4 1 2 における処理は、図 1 0 のステップS 2 0 4 ～S 2 1 1 における処理と同様である。

[0066] 図 1 3 は、本実施形態に係るMeNB 1 の動作例を示すフローチャートである。ステップS 5 0 1 では、MeNB 1 (制御部 1 5) は、Dual connectivityをサポートするUE 4 から最初のNASメッセージ (例えば、Attach Request、Service Request、又はTAU Request) を含むRRCメッセージを受信する。最初のNASメッセージは、U-Planeベアラのセットアップを引き起こすメッセージである。ステップS 5 0 2 では、MeNB 1 は、UE 4 からLPN測定情報を受信したかを判定する。LPN測定情報を受信できない場合 (ステップS 5 0 2 でN O)、MeNB 1 は、MeNB 1 を経由するU-Planeベアラの設定をMME 6 に要求する。つまり、MeNB 1 は、NASメッセージをMME 6 に転送し、セル 1 0 でのDRBを含むE-RABの確立を行う。

[0067] LPN測定情報を受信した場合 (ステップS 5 0 2 でY E S)、MeNB 1 は、UE 4 のU-Planeベアラをセットアップする、つまりDRB及びS1ベアラを終端する、選択LPNを決定する (ステップS 5 0 4)。そして、ステップS 5 0 5 では、MeNB 1 は、選択LPNへのベアラ設定をMME 6 に要求する。具体的には、MeNB 1 は、NASメッセージをMME 6 に転送すると共に、選択LPNを示すLPN情報をMME 6 に送信する。

[0068] 図 1 4 は、本実施形態に係るUE 4 の動作例を示すフローチャートである。ステップS 6 0 1 では、UE 4 (制御部 4 5) は、U-Planeベアラのセットアップを引き起こす最初のNASメッセージをRRCメッセージに載せてMeNBに送信する。そして、ステップS 6 0 2 及びS 6 0 3 では、UE 4 は、LPN測定情報を保持している場合に、これをMeNB 1 に送信する。UE 4 は、MeNB 1 からの指示に応じてLPN 2 からのダウンリンク信号を測定してもよい。また、UE 4 は、ア

アイドルモード中に予め取得しておいた測定ログをLPN測定情報としてMeNB 1 に送信してもよい。

[0069] 本実施形態では、MeNB 1 は、NASメッセージのMME 6 への転送に先立ってLPN 情報を受信する。したがって、MeNB 1 は、NASメッセージのMME 6 への転送前に適切な選択LPNを決定することができる。さらに、MeNB 1 は、NASメッセージのMME 6 への転送の際に、選択LPNをMME 6 に通知することができる。

[0070] <第3の実施形態>

本実施形態は、第2の実施形態で示したLPN測定情報のUE 4 からMeNB 1 への送信の具体例を示す。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は図1 と同様である。本実施形態に係るMeNB 1 は、最初のNASメッセージをMME 6 に転送する前に、LPN 2 の測定をUE 4 に指示する。図15 は、本実施形態に係るU-Planeベアラの確立手順の具体例を示すシーケンス図である。図15 の例では、RRCコネクションの確立手順の中で、LPN 2 の測定が行われる。ステップS 701 では、UE 4 は、RRC Connection Requestメッセージ（ランダムアクセス手順の第3ステップ・メッセージ）をMeNB 1 に送信する。ステップS 702 では、MeNB 1 は、RRC Connection Setupメッセージ（ランダムアクセス手順の第4ステップ・メッセージ）を送信する。ステップS 702 のRRC Connection Setupメッセージは、SRB（SRB 1）の初期コンフィグレーションを含むとともに、LPN測定コンフィグレーションを含む。ステップS 703 では、UE 4 は、LPN測定コンフィグレーションにおいて指定された少なくとも1つのLPN 2 からのダウンリンク信号を測定する。ステップS 704 では、UE 4 は、Measurement Reportメッセージを用いてLPN測定情報をMeNB 1 に送信する。ステップS 705 では、UE 4 は、最初のNASメッセージを含むRRC Connection Setup CompleteメッセージをMeNB 1 に送信する。なお、LPN測定情報の送信（ステップS 704）は、RRC Connection Setup Completeメッセージの送信（ステップS 705）の後に行われてもよい。図15 のステップS 706～S 708 における処理は、図12 のステップS 404～S 406 における処理と同様である。さらに、図15 では記載が省略されているが、本実施形態に係

る無線通信システムは、ステップS 7 0 8に引き続いて、図1 2のステップS 4 0 7～S 4 1 2と同様の処理を行えばよい。

[0071] 本実施形態では、MeNB 1は、RRCコネクションの確立手順において、LPN 2の測定をUE 4に指示し、LPN測定情報をUE 4から受信できる。

[0072] <第4の実施形態>

本実施形態は、第2の実施形態で示したLPN測定情報のUE 4からMeNB 1への送信の他の具体例を示す。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は図1と同様である。本実施形態に係るMeNB 1は、RRCコネクションの確立後に、LPN 2の測定をUE 4に指示する。図1 6は、本実施形態に係るU-Planeベアラの確立手順の具体例を示すシーケンス図である。ステップS 8 0 1～S 8 0 3は、LTEにおける通常のRRCコネクションの確立手順を示している。すなわち、UE 4はRRC Connection RequestメッセージをMeNB 1に送信し（ステップS 8 0 1）、MeNB 1はRRC Connection SetupメッセージをUE 4に送信し（ステップS 8 0 2）、そしてUE 4はRRC Connection Setup CompleteメッセージをMeNB 1に送信する（ステップS 8 0 3）。

[0073] ステップS 8 0 4では、MeNB 1は、LPN測定コンフィグレーションを含むRRC Connection ReconfigurationメッセージをUE 4に送信する。つまり、MeNB 1は、RRC Connection Reconfigurationメッセージを用いて、LPN 2の測定をUE 4に指示する。ステップS 8 0 5では、UE 4は、LPN測定コンフィグレーションにおいて指定された少なくとも1つのLPN 2からのダウンリンク信号を測定する。ステップS 8 0 6では、UE 4は、Measurement Reportメッセージを用いてLPN測定情報をMeNB 1に送信する。図1 6のステップS 8 0 7～S 8 0 9における処理は、図1 2のステップS 4 0 4～S 4 0 6における処理と同様である。さらに、図1 5では記載が省略されているが、本実施形態に係る無線通信システムは、ステップS 8 0 9に引き続いて、図1 2のステップS 4 0 7～S 4 1 2と同様の処理を行えばよい。

[0074] 本実施形態では、MeNB 1は、RRCコネクションの確立後に、LPN 2の測定をUE 4に指示し、LPN測定情報をUE 4から受信できる。

[0075] <第5の実施形態>

本実施形態は、第2の実施形態で示したLPN測定情報のUE 4 からMeNB 1 への送信のさらに他の具体例を示す。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は図1と同様である。本実施形態に係るMeNB 1は、Logged MDTに従ってアイドルモードのUE 4によって収集された測定ログをLPN測定情報として利用する。UE 4は、最初のNASメッセージを送信するためにMeNB 1とのRRC接続を確立する際に、Logged MDTに従って収集された測定ログをMeNB 1に送信する。

[0076] 図17は、本実施形態に係るU-Planeベアラの確立手順の具体例を示すシーケンス図である。ステップS901では、UE 4は、アイドルモード中に測定ログを収集する。ステップ902～S904では、UE 4及びMeNB 1は、RRC接続確立および最初のNASメッセージの送受信を行う。なお、ステップS904におけるRRC Connection Setup Completeメッセージは、UE 4がLogged MDTに基づく測定ログを有しているか否かを示すフラグ情報を含んでもよい。これにより、MeNB 1は、UE 4に測定ログの報告を要求するかどうかを容易に決定できる。

[0077] ステップS905では、MeNB 1は、UE Information Requestメッセージを用いて、測定ログ、すなわちLPN情報、の送信をUE 4に指示する。ステップS906では、UE 4は、UE Information Responseメッセージを用いて、測定ログ（LPN情報）をMeNB 1に送信する。図17のステップS907～S909における処理は、図12のステップS404～S406における処理と同様である。さらに、図15では記載が省略されているが、本実施形態に係る無線通信システムは、ステップS909に引き続いて、図12のステップS407～S412と同様の処理を行えばよい。

[0078] 図18は、本実施形態に係るMeNB 1の動作例を示すフローチャートである。ステップS1001では、MeNB 1（制御部15）は、Dual connectivityをサポートするUE 4から最初のNASメッセージ（例えば、Attach Request、Service Request、又はTAU Request）を含むRRCメッセージを受信する。最初のNA

Sメッセージは、U-Planeベアラのセットアップを引き起こすメッセージである。ステップS 1 0 0 2では、MeNB 1は、測定ログの保持を示す通知をUE 4から受信したかを判定する。当該通知を受信できない場合（ステップS 1 0 0 2でN O）、MeNB 1は、MeNB 1を経由するU-Planeベアラの設定をMME 6に要求する。つまり、MeNB 1は、NASメッセージをMME 6に転送し、セル 1 0でのDRBを含むE-RABの確立を行う。

[0079] 測定ログの保持を示す通知を受信した場合（ステップS 1 0 0 2でY E S）、MeNB 1は、測定ログ（すなわちLPN測定情報）の報告要求をUE 4に送信する（ステップS 1 0 0 4）。ステップS 1 0 0 5及びS 1 0 0 6では、MeNB 1は、測定ログを受信し、UE 4のためのDRB及びS1ベアラを終端する選択LPNを決定する。そして、ステップS 1 0 0 7では、MeNB 1は、選択LPNへのベアラ設定をMME 6に要求する。具体的には、MeNB 1は、NASメッセージをMME 6に転送すると共に、選択LPNを示すLPN情報をMME 6に送信する。

[0080] 図 1 9 は、本実施形態に係るUE 4の動作例を示すフローチャートである。ステップS 1 1 0 1では、UE 4（制御部45）は、アイドルモード中に行ったLPN 2の測定結果を示す測定ログを保持しているかを判定する。測定ログを保持していない場合（ステップS 1 1 0 1でY E S）、UE 4は、通常の最初のNASメッセージのみをMeNB 1に送信する（ステップS 1 1 0 2）。これに対して測定ログを保持している場合（ステップS 1 1 0 1でY E S）、UE 4は、測定ログの保持を示す通知、および最初のNASメッセージをMeNB 1に送信する（ステップS 1 1 0 3）。ステップS 1 1 0 4及びS 1 1 0 5では、UE 4は、測定ログ（すなわちLPN測定情報）の報告要求をMeNB 1から受信し、測定ログをMeNB 1に送信する。

[0081] 本実施形態では、MeNB 1は、アイドルモード中に予め取得されていたLPN測定情報を用いて選択LPNを決定することができる。したがって、UE 4によるLPN 2の測定を待つ必要がないため、選択LPNの決定、及びU-Planeベアラの確立を速やかに行うことができる。

[0082] <第6の実施形態>

本実施形態は、UE 4 からのLPN測定情報を用いて選択LPNを決定する手順の具体例を示す。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は図 1 と同様である。本実施形態に係るMeNB 1 は、UE 4 からの最初のNASメッセージ（例えば、Attach Request、Service Request、又はTAU Request）をMME 6 に転送し、S1ベアラに関するベアラコンテキストをMME 6 から受信した後に、LPN測定情報をUE 4 から受信する。そして、MeNB 1 は、LPN測定情報に基づいて選択LPNを決定し、選択LPNにおけるS1ベアラの設定が行われた後にLPN情報をMME 6 に送信する。したがって、本実施形態に係るU-Planeベアラの確立手順は、図 1 に示した第 2 の例に類似している。

[0083] 図 20 は、本実施形態に係るU-Planeベアラの確立手順の具体例を示すシーケンス図である。ステップS 1201～S 1205における処理は、図 11 のステップS 301～S 305における処理と同様である。ステップS 1206では、UE 4 は、Measurement Reportメッセージを用いて、LPN測定情報をMeNB 1 に送信する。ステップS 1207では、MeNB 1 は、LPN測定情報に基づいて選択LPNを決定する。ステップS 1208～S 1212における処理は、図 11 のステップS 307～S 311における処理と同様である。

[0084] <第 7 の実施形態>

本実施形態は、Dual connectivityをサポートするUEの検出手順の第 1 ～第 3 の例を示す。本実施形態で説明されるDual connectivityサポートUEの検出手順は、上述した第 1 ～第 6 の実施形態と組み合わせることができる。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は図 1 と同様である。

[0085] （第 1 の検出手順）

図 21 は、第 1 の検出手順を示すシーケンス図である。第 1 の検出手順では、UE 4 が、Dual connectivityサポート情報をMeNB 1 に通知する（ステップS 1301）。UE 4 は、Dual connectivityをサポートすることを（又はサポートしないこと）をMeNB 1 に通知すればよい。MeNB 1 は、Dual connectivityサポート情報をUE 4 から受信し、UE 4 がDual connectivityをサポートするかどうかを判定する（ステップS 1302）。

[0086] 例えば、UE 4 は、RRCコネクションの確立手順におけるRRC connection requestメッセージ又はRRC Connection Setup CompleteメッセージにおいてDual connectivityのサポートを示してもよい。例えば、UE 4 は、RRC connection requestメッセージに含まれるestablishment causeによってDual connectivityのサポートを示してもよい。また、UE 4 は、最初のNASメッセージとしてのAttach Requestメッセージに含まれるアタッチタイプ又はリクエストタイプによってDual connectivityのサポートを示してもよい。

[0087] (第2の検出手順)

第2の検出手順では、MeNB 1 は、Dual connectivityサポートUEのみがアクセス可能な特別なセルを運用する。そして、MeNB 1 は、この特別なセルにアクセスしてきたUE 4 をDual connectivityサポートUEであると判定する。Dual connectivityサポートUEのみがアクセス可能な特別なセルは、例えば、Dual connectivityをサポートしないUE (レガシーUE) がアクセスできるレガシーセルとはRS (Reference Signal) のアサインが異なるセルであってもよい。また、Dual connectivityサポートUEのみがアクセス可能な特別なセルは、レガシーUEが使用できない特別な周波数帯域を使用するセルであってもよい。

[0088] (第3の検出手順)

図22は、第3の検出手順を示すシーケンス図である。第3の検出手順では、MeNB 1 は、Dual connectivityサポートUEの識別情報 (例えばTMSI) を取得する (ステップS1401及びS1402)。MeNB 1 は、UE 4 がネットワークに接続する際に当該UE 4 の識別情報を受信する。図22の例では、MeNB 1 は、UE 4 の識別情報 (例えばTMSI) を含むRRC Connection Requestメッセージを受信する (ステップS1403)。そして、MeNB 1 は、UEの4の識別情報がDual connectivityサポートUEの識別情報と合致するか否かによって、UE 4 がDual connectivityサポートUEであるかを判定する (ステップS1404)。

[0089] 本実施形態によれば、MeNB 1 は、UE 4 がDual connectivityをサポートするか否かを判定することができる。そして、MeNB 1 は、Dual connectivityをサ

ポートするか否かによって、UE 4 のU-PlaneベアラをMeNB 1 に設定するかLPN 2 に設定するかを容易に決定できる。

[0090] <その他の実施形態>

上述した第 1 ～第 7 の実施形態は適宜組み合わせて実施されてもよい。

[0091] 第 1 ～第 7 の実施形態で述べたMeNB 1、LPN 2、UE 4、MME 6、及びS-GW 7 によるDual connectivityシナリオにおける通信制御方法は、いずれもApplication Specific Integrated Circuit (ASIC) を含む半導体処理装置を用いて実現されてもよい。また、これらの方法は、少なくとも 1 つのプロセッサ (e.g. マイクロプロセッサ、Micro Processing Unit (MPU)、Digital Signal Processor (DSP)) を含むコンピュータシステムにプログラムを実行させることによって実現されてもよい。具体的には、フローチャート及びシーケンス図に示されたアルゴリズムをコンピュータシステムに行わせるための命令群を含む 1 又は複数のプログラムを作成し、当該プログラムをコンピュータに供給すればよい。

[0092] このプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (random access memory)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュー

タに供給できる。

[0093] 上述した第1～第7の実施形態は、主にLTEシステムに関して説明を行った。しかしながら、これらの実施形態は、LTEシステム以外の無線通信システム、例えば、3GPP UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)、3GPP2 CDMA2000システム (1xRTT, HRPD (High Rate Packet Data))、GSM (Global System for Mobile Communications) システム、又はWiMAXシステム等に適用されてもよい。

[0094] さらに、上述した実施形態は本件発明者により得られた技術思想の適用に関する例に過ぎない。すなわち、当該技術思想は、上述した実施形態のみに限定されるものではなく、種々の変更が可能であることは勿論である。

[0095] この出願は、2013年1月15日に提出された日本出願特願2013-004434を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0096] 1 基地局 (MeNB)
2 基地局 (LPN)
4 移動局 (UE)
5 コアネットワーク (EPC)
6 モビリティ管理装置 (MME)
7 データ中継装置 (S-GW)
15 制御部
25 制御部
45 制御部
62 ベアラ設定制御部
75 ベアラ制御部
80 トンネル

請求の範囲

- [請求項1] 第1のセルを運用する第1の基地局と、
各々が第2のセルを運用する少なくとも1つの第2の基地局と、
モビリティ管理装置およびデータ中継装置を含むコアネットワークと、
前記第1のセルにおけるシグナリング無線ベアラを確立している間に前記第2のセルにおけるデータ無線ベアラを確立する能力を有する移動局と、
を備え、
前記第1の基地局は、
前記データ中継装置におけるデータベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージを含む信号を、前記シグナリング無線ベアラにおいて前記移動局から受信するよう構成され、かつ
前記NASメッセージを前記モビリティ管理装置に転送すると共に、
前記少なくとも1つの第2の基地局から選択され且つ前記データベアラを終端する選択基地局を示す基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信するよう構成されている、
無線通信システム。
- [請求項2] 前記第1の基地局は、前記少なくとも1つの第2の基地局に関する測定情報を前記移動局から受信するよう構成されている、請求項1に記載の無線通信システム。
- [請求項3] 前記移動局は、前記第1の基地局が前記NASメッセージを前記モビリティ管理装置に転送する以前に、前記測定情報を前記第1の基地局に送信する、請求項2に記載の無線通信システム。
- [請求項4] 前記第1の基地局は、前記測定情報の取得を前記移動局に指示する、請求項2又は3に記載の無線通信システム。
- [請求項5] 前記第1の基地局は、前記移動局から前記NASメッセージを含む前記信号を受信した場合に、前記測定情報の取得を前記移動局に指示す

る、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項6] 前記第 1 の基地局は、前記移動局との前記シグナリング無線ベアラの確立手順において、前記測定情報の取得を前記移動局に指示する、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項7] 前記第 1 の基地局は、前記移動局との前記シグナリング無線ベアラの確立後に、前記測定情報の取得を前記移動局に指示する、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項8] 前記第 1 の基地局は、前記測定情報を前記第 1 の基地局に通知するよう前記移動局に指示する、請求項 2 又は 3 に記載の無線通信システム。

[請求項9] 前記移動局は、前記 NAS メッセージを送信する場合に、前記測定情報を保持しているか否かを前記第 1 の基地局に通知する、請求項 8 に記載の無線通信システム。

[請求項10] 前記移動局は、前記シグナリング無線ベアラ及び前記データ無線ベアラを確立していない間に、前記測定情報を予め取得する、請求項 8 又は 9 に記載の無線通信システム。

[請求項11] 前記第 1 の基地局は、前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局から前記選択基地局を選ぶよう構成されている、請求項 2 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項12] 前記第 1 の基地局は、
前記 NAS メッセージを前記モビリティ管理装置に転送した後に、前記データベアラに関するベアラコンテキストを前記モビリティ管理装置から受信するよう構成され、

前記ベアラコンテキストを前記選択基地局に送信するよう構成され、かつ、

前記選択基地局における前記データベアラの設定が行われた後に、前記基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信するよう構成されている、

請求項 1 に記載の無線通信システム。

[請求項13] 前記第 1 の基地局は、前記ベアラコンテキストを前記選択基地局に送信する以前に、前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局に関する測定情報を前記第 1 の基地局に通知するよう前記移動局に指示する、請求項 1 2 に記載の無線通信システム。

[請求項14] 前記第 1 の基地局は、前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局に関する測定情報を受信し、前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局から前記選択基地局を選ぶよう構成されている、請求項 1 2 又は 1 3 に記載の無線通信システム。

[請求項15] 前記モビリティ管理装置は、前記基地局情報を前記第 1 の基地局から受信し、前記選択基地局との間に前記データベアラを設定するよう前記データ中継装置に要求する、請求項 1 ～ 1 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項16] 前記第 1 の基地局は、前記移動局が前記能力を有するか否かを判定する、請求項 1 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項17] 前記移動局は、前記能力の有無を示す属性情報を前記第 1 の基地局に送信する、請求項 1 6 に記載の無線通信システム。

[請求項18] 前記第 1 のセルは、前記能力を有する移動局のみが帰属可能なセルであり、

前記第 1 の基地局は、前記移動局の前記第 1 のセルへのアクセスに基づいて、前記移動局が前記能力を有することを判定する、請求項 1 6 に記載の無線通信システム。

[請求項19] 第 1 のセルを運用する無線通信部と、
制御部と、
を備え、

前記制御部は、

コアネットワーク内のデータ中継装置におけるデータベアラのセットアップを引き起こす NAS メッセージを含む信号を、前記第 1 のセル

におけるシグナリング無線ベアラにおいて移動局から受信し、かつ
前記NASメッセージを前記コアネットワーク内のモビリティ管理装置に転送すると共に、少なくとも1つの第2の基地局から選択され且つ前記データベアラを終端する選択基地局を示す基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信する、
第1の基地局。

[請求項20] 前記制御部は、前記少なくとも1つの第2の基地局に関する測定情報を前記移動局から受信する、請求項19に記載の第1の基地局。

[請求項21] 前記制御部は、前記NASメッセージを前記モビリティ管理装置に転送する以前に、前記測定情報を前記移動局から受信する、請求項20に記載の第1の基地局。

[請求項22] 前記制御部は、前記移動局から前記NASメッセージを含む前記信号を受信した場合に、前記測定情報の取得を前記移動局に指示する、請求項20又は21に記載の第1の基地局。

[請求項23] 前記制御部は、前記移動局との前記シグナリング無線ベアラの確立手順において、前記測定情報の取得を前記移動局に指示する、請求項20又は21に記載の第1の基地局。

[請求項24] 前記制御部は、前記移動局との前記シグナリング無線ベアラの確立後に、前記測定情報の取得を前記移動局に指示する、請求項20又は21に記載の第1の基地局。

[請求項25] 前記制御部は、前記測定情報を前記第1の基地局に通知するよう前記移動局に指示する、請求項20又は21に記載の第1の基地局。

[請求項26] 前記制御部は、前記少なくとも1つの第2の基地局から前記選択基地局を選ぶ、請求項20～25のいずれか1項に記載の第1の基地局。

[請求項27] 前記制御部は、
前記NASメッセージを前記モビリティ管理装置に転送した後に、前記データベアラに関するベアラコンテキストを前記モビリティ管理装

置から受信し、

前記ベアラコンテキストを前記選択基地局に送信し、かつ、

前記選択基地局における前記データベアラの設定が行われた後に、
前記基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信する、
請求項 19 に記載の第 1 の基地局。

[請求項28] 前記制御部は、前記ベアラコンテキストを前記選択基地局に送信する以前に、前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局に関する測定情報を前記第 1 の基地局に通知するよう前記移動局に指示する、請求項 27 に記載の第 1 の基地局。

[請求項29] 前記制御部は、前記移動局が前記第 1 のセルにおける前記シグナリング無線ベアラを確立している間に前記選択基地局の第 2 のセルにおけるデータ無線ベアラを確立する能力を有するか否かを判定する、請求項 19 ～ 28 のいずれか 1 項に記載の第 1 の基地局。

[請求項30] 前記制御部は、前記能力の有無を示す属性情報を前記移動局から受信する、請求項 29 に記載の第 1 の基地局。

[請求項31] 前記第 1 のセルは、前記能力を有する移動局のみが帰属可能なセルであり、

前記制御部は、前記移動局の前記第 1 のセルへのアクセスに基づいて、前記移動局が前記能力を有することを判定する、請求項 29 に記載の第 1 の基地局。

[請求項32] 請求項 1 ～ 18 のいずれか 1 項に記載の無線通信システムと結合して使用される移動局であって、

無線通信部と、

前記データ無線ベアラに関する設定情報を前記第 1 の基地局から受信し、前記第 2 のセルを利用してユーザーデータを受信又は送信するよう前記無線通信部を制御する制御部と、
を備える、移動局。

[請求項33] 前記制御部は、前記第 1 の基地局が前記 NAS メッセージを前記モビ

リティ管理装置に転送する以前に、前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局に関する測定情報を前記第 1 の基地局に送信する、請求項 32 に記載の移動局。

[請求項34] 前記制御部は、前記第 1 の基地局との前記シグナリング無線ベアラの確立手順において、前記測定情報の取得の指示を受信する、請求項 33 に記載の移動局。

[請求項35] 前記制御部は、前記NASメッセージを送信する場合に、前記測定情報を保持しているか否かを前記第 1 の基地局に通知する、請求項 33 に記載の移動局。

[請求項36] 前記制御部は、前記シグナリング無線ベアラ及び前記データ無線ベアラを確立していない間に、前記測定情報を予め取得する、請求項 33～35 のいずれか 1 項に記載の移動局。

[請求項37] 前記制御部は、前記第 1 のセルにおける前記シグナリング無線ベアラの確立手順において、前記能力の有無を示す属性情報を前記第 1 の基地局に送信する、請求項 32～36 のいずれか 1 項に記載の移動局。

[請求項38] 第 1 のセルを運用する第 1 の基地局における通信制御方法であって、

コアネットワーク内のデータ中継装置におけるデータベアラのセットアップを引き起こすNASメッセージを含む信号を、前記第 1 のセルにおけるシグナリング無線ベアラにおいて移動局から受信すること、及び

前記NASメッセージを前記コアネットワーク内のモビリティ管理装置に転送すると共に、少なくとも 1 つの第 2 の基地局から選択され且つ前記データベアラを終端する選択基地局を示す基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信すること、を備える、通信制御方法。

[請求項39] 前記NASメッセージを前記モビリティ管理装置に転送する以前に、

前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局に関する測定情報を前記移動局から受信することを含む、請求項 38 に記載の方法。

[請求項40] 前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局に関する測定情報を前記移動局から受信すること、及び、
前記少なくとも 1 つの第 2 の基地局から前記選択基地局を選ぶこと、
をさらに備える、請求項 38 に記載の方法。

[請求項41] 前記移動局が前記第 1 のセルにおける前記シグナリング無線ベアラを確立している間に前記選択基地局の第 2 のセルにおけるデータ無線ベアラを確立する能力を有するか否かを判定することをさらに備える、請求項 38 ～ 40 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項42] 第 1 のセルを運用する第 1 の基地局における通信制御方法をコンピュータに行わせるためのプログラムを格納した非一時的なコンピュータ可読媒体であって、
前記通信制御方法は、
コアネットワーク内のデータ中継装置におけるデータベアラのセットアップを引き起こす NAS メッセージを含む信号を、前記第 1 のセルにおけるシグナリング無線ベアラにおいて移動局から受信すること、及び
前記 NAS メッセージを前記コアネットワーク内のモビリティ管理装置に転送すると共に、少なくとも 1 つの第 2 の基地局から選択され且つ前記データベアラを終端する選択基地局を示す基地局情報を前記モビリティ管理装置に送信すること、
を含む、非一時的なコンピュータ可読媒体。