(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6391424号
(P6391424)

(45)発行日　平成30年9月19日(2018.9.19)　(24)登録日　平成30年8月31日(2018.8.31)

(51)Int.Cl.		F I		
H04W 36/30	(2009.01)	H04W	36/30	
H04W 4/44	(2018.01)	H04W	4/44	
G01C 21/26	(2006.01)	G01C	21/26	A
G08G 1/09	(2006.01)	G08G	1/09	F
G08G 1/16	(2006.01)	G08G	1/16	A

請求項の数 7　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2014-218384(P2014-218384)
(22)出願日　平成26年10月27日(2014.10.27)
(65)公開番号　特開2016-86305(P2016-86305A)
(43)公開日　平成28年5月19日(2016.5.19)
審査請求日　平成29年10月26日(2017.10.26)

(73)特許権者　000005522
日立建機株式会社
東京都台東区東上野二丁目１６番１号
(74)代理人　110000442
特許業務法人　武和国際特許事務所
(72)発明者　山崎　良太
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　山田　勉
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　桐村　亮好
茨城県土浦市神立町６５０番地　日立建機株式会社　土浦工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】無線システム及び運行管理サーバ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
鉱山の構内に複数の基地局が配置され、自律走行をする運搬車両及び当該運搬車両の管制制御を行う運行管理サーバを前記基地局の少なくとも一つを介して無線通信接続する無線システムであって、
前記運搬車両に設けられ、前記無線通信接続するための制御を行う端末側通信制御部と、
前記運行管理サーバに設けられ、前記無線通信接続するための制御を行うサーバ側通信制御部と、
前記鉱山内に設置された走行路上の部分区間を、前記運搬車両の走行を許可する走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、
前記走行路上の各地点における前記基地局のそれぞれとの通信接続状況の良否を示す通信品質指標値を含む通信品質情報を記憶する通信品質情報記憶部と、
前記基地局のそれぞれの位置情報を含む基地局情報を記憶する基地局情報記憶部と、
前記走行許可区間の前方境界点よりも手前に設けられた許可要求区間であって、前記前方境界点よりも更に前方の走行路を含む新たな走行許可区間の設定を要求するための走行許可要求情報を送信するために設けられた許可要求区間に含まれる前記各地点の通信品質指標値を基に、前記運搬車両及び当該運搬車両の接続先として設定されている基地局と前記許可要求区間との間の通信接続状況が、前記基地局の切替が必要であると判定するために設けられた切替条件を満たすか否かを判定し、前記切替条件を充足する場合に、前記基

地局情報及び前記通信品質情報を基に、前記接続先として設定されている基地局よりも、前記許可要求区間における通信接続状況が良好である他の基地局を、新たな接続先の基地局として特定する基地局切替処理部と、を備え、

前記端末側通信制御部は、前記新たな接続先の基地局が特定されると、前記許可要求区間よりも手前に設けられた基地局切替地点において、前記接続先として設定されている基地局を前記新たな接続先の基地局に切替え、前記運搬車両が前記許可要求区間に到達すると、前記新たな接続先の基地局に対して前記走行許可要求情報を送信する、

ことを特徴とする無線システム。

【請求項２】

前記基地局切替地点は、前記許可要求区間の後方端点を起点とし、前記基地局の切替動作に要する時間に前記運搬車両の実際の走行速度を乗算した距離以上を空けて直近に位置する地点に設定される、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線システム。

【請求項３】

前記基地局切替地点は、前記許可要求区間の後方端点を起点とし、前記基地局の切替動作に要する時間に前記走行路の制限速度を乗算した距離を空けて、前記基地局切替地点を設定される、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線システム。

【請求項４】

前記走行許可区間設定部は、前記運搬車両の目的地までの前記走行路を設定し、

前記基地局切替処理部は、前記新たな接続先の基地局として、前記接続先として設定されている基地局よりも前記走行路に沿って前方、かつ直近に位置する他の基地局を特定する、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線システム。

【請求項５】

前記端末側通信制御部は、前記新たな接続先の基地局の切替に際し、当該基地局を構成するハードウェアに対して一意に割り当てられた物理アドレス、又は当該基地局と前記運搬車両との間で送受信される電波の周波数に対応するチャンネルを切り替える、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線システム。

【請求項６】

前記切替条件は、前記許可要求区間に含まれる各地点の通信品質指標値の最小値が、基地局の切替が必要と判断するために設定された閾値を下回ることである、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線システム。

【請求項７】

鉱山の構内に複数の基地局が配置され、自律走行をする運搬車両に前記基地局の少なくとも一つを介して無線通信接続される運行管理サーバであって、

前記無線通信接続するための制御を行うサーバ側通信制御部と、

前記鉱山内に設置された走行路上の部分区間を、前記運搬車両の走行を許可する走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、

前記走行路上の各地点における前記基地局のそれぞれとの通信接続状況の良否を示す通信品質指標値を含む通信品質情報を記憶する通信品質情報記憶部と、

前記基地局のそれぞれの位置情報を含む基地局情報を記憶する基地局情報記憶部と、

前記走行許可区間の前方境界点よりも手前に設けられた許可要求区間であって、前記前方境界点よりも更に前方の走行路を含む新たな走行許可区間の設定を要求するための許可要求情報を送信するために設けられた許可要求区間に含まれる前記各地点の通信品質指標値を基に、前記運搬車両及び当該運搬車両の接続先として設定されている基地局と前記許可要求区間との間の通信接続状況が、前記基地局の切替が必要であると判定するために設けられた切替条件を満たすか否かを判定し、前記切替条件を充足する場合に、前記基地局情報及び前記通信品質情報を基に、前記接続先として設定されている基地局よりも、前記許可要求区間における通信接続状況が良好である他の基地局を、新たな接続先の基地局と

して特定する基地局切替処理部と、を備え、
前記基地局切替処理部は、前記新たな接続先の基地局を特定すると、前記許可要求区間よりも手前に、前記運搬車両が前記接続先の基地局を切り替える動作を実行する位置である基地局切替地点を設定し、当該基地局切替地点の位置、及び前記新たな接続先を特定する情報を含む基地局切替情報を生成し、
前記サーバ側通信制御部は、前記基地局切替情報を前記運搬車両に対して送信するための制御を行う、
ことを特徴とする運行管理サーバ。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、無線システム及び運行管理サーバに係り、特に鉱山内で走行する運搬車両、及びその運搬車両の運行管理を行う運行管理サーバを無線通信接続するため技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
鉱山等の所定のエリア内で移動する移動体及び無線基地局の通信環境に維持・設定するための技術として、特許文献１及び特許文献２がある。
【０００３】
特許文献１には、「無線移動局に位置検出部、方位検出部および速度検出部を、無線基地局からの報知情報に自局および周辺基地局の位置情報を追加することで、ハンドオーバ制御を行う場合、従来の下り通信品質による制御に加え、位置、方位、速度を考慮することにより不要なハンドオーバ制御の回数を抑制し、無線通信システム全体の負荷低減と無線移動局の消費電力を低減させる（要約抜粋）」構成が開示されている。
【０００４】
また、特許文献２には、「建設機械搭載の移動通信端末は、衛星通信端末と無線ＬＡＮ端末を有する。建設機械が新たな建設現場に配置されたとき、移動通信端末は、衛星通信端末から管理サーバに動作環境設定要求と位置情報を送る。管理サーバは、その要求に応答して、受信された位置情報に基づき、その建設現場の無線ＬＡＮの動作環境設定データを選定し、移動通信端末の衛星通信端末に送る。移動通信端末は、受信した設定データに基づき、無線ＬＡＮ端末の動作環境設を自動的に設定する（要約抜粋）」構成が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】米国特許第７０１６６９１号明細書
【特許文献２】特開２００５－１６００４６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
鉱山内で、運行管理サーバ及び運搬車両を無線通信で接続し、運行管理サーバからの管制指示に従って運搬車両を自律走行させる自律走行ダンプシステムがある。この自律走行ダンプシステムでは、運搬車両は、運行管理サーバに対して自車両の前方の走行路に対する走行許可の設定要求をするための情報（走行許可要求情報）を送信する。もし、走行許可要求情報が運行管理サーバに未達の場合、運搬車両は、前方車両との干渉を回避するために停止する。従って、自律走行ダンプシステムを安定して稼働させるために、運搬車両と運行管理サーバとの間で走行許可要求情報を確実に送受信することは重要である。この点について、特許文献１，２では走行許可要求情報の送受信について何ら考慮されておらず、自律走行ダンプシステムにおいて改善の余地が残されている。

【０００７】
本発明は上記実情を鑑みてなされたものであり、走行許可要求情報の送受信を確実に行える無線システム及び運行管理サーバを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記課題を解決するために、本発明は、鉱山の構内に複数の基地局が配置され、自律走行をする運搬車両及び当該運搬車両の管制制御を行う運行管理サーバを前記基地局の少なくとも一つを介して無線通信接続する無線システムであって、前記運搬車両に設けられ、前記無線通信接続するための制御を行う端末側通信制御部と、前記運行管理サーバに設けられ、前記無線通信接続するための制御を行うサーバ側通信制御部と、前記鉱山内に設置された走行路上の部分区間を、前記運搬車両の走行を許可する走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、前記走行路上の各地点における前記基地局のそれぞれとの通信接続状況の良否を示す通信品質指標値を含む通信品質情報を記憶する通信品質情報記憶部と、前記基地局のそれぞれの位置情報を含む基地局情報を記憶する基地局情報記憶部と、前記走行許可区間の前方境界点よりも手前に設けられた許可要求区間であって、前記前方境界点よりも更に前方の走行路を含む新たな走行許可区間の設定を要求するための走行許可要求情報を送信するために設けられた許可要求区間に含まれる前記各地点の通信品質指標値を基に、前記運搬車両及び当該運搬車両の接続先として設定されている基地局と前記許可要求区間との間の通信接続状況が、前記基地局の切替が必要であると判定するために設けられた切替条件を満たすか否かを判定し、前記切替条件を充足する場合に、前記基地局情報及び前記通信品質情報を基に、前記接続先として設定されている基地局よりも、前記許可要求区間における通信接続状況が良好である他の基地局を新たな接続先の基地局として特定する基地局切替処理部と、を備え、前記端末側通信制御部は、前記新たな接続先の基地局が特定されると、前記許可要求区間よりも手前に設けられた基地局切替地点において、前記接続先として設定されている基地局を前記新たな接続先の基地局に切替え、前記運搬車両が前記許可要求区間に到達すると、前記新たな接続先の基地局に対して前記走行許可要求情報を送信する、ことを特徴とする。
【０００９】
また本発明は、鉱山の構内に複数の基地局が配置され、自律走行をする運搬車両に前記基地局の少なくとも一つを介して無線通信接続される運行管理サーバであって、前記無線通信接続するための制御を行うサーバ側通信制御部と、前記鉱山内に設置された走行路上の部分区間を、前記運搬車両の走行を許可する走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、前記走行路上の各地点における前記基地局のそれぞれとの通信接続状況の良否を示す通信品質指標値を含む通信品質情報を記憶する通信品質情報記憶部と、前記基地局のそれぞれの位置情報を含む基地局情報を記憶する基地局情報記憶部と、前記走行許可区間の前方境界点よりも手前に設けられた許可要求区間であって、前記前方境界点よりも更に前方の走行路を含む新たな走行許可区間の設定を要求するための許可要求情報を送信するために設けられた許可要求区間に含まれる前記各地点の通信品質指標値を基に、前記運搬車両及び当該運搬車両の接続先として設定されている基地局と前記許可要求区間との間の通信接続状況が、前記基地局の切替が必要であると判定するために設けられた切替条件を満たすか否かを判定し、前記切替条件を充足する場合に、前記基地局情報及び前記通信品質情報を基に、前記接続先として設定されている基地局よりも、前記許可要求区間における通信接続状況が良好である他の基地局を、新たな接続先の基地局として特定する基地局切替処理部と、を備え、前記基地局切替処理部は、前記新たな接続先の基地局を特定すると、前記許可要求区間よりも手前に、前記運搬車両が前記接続先の基地局を切り替える動作を実行する位置である基地局切替地点を設定し、当該基地局切替地点の位置、及び前記新たな接続先を特定する情報を含む基地局切替情報を生成し、前記サーバ側通信制御部は、前記基地局切替情報を前記運搬車両に対して送信するための制御を行う、ことを特徴とする。
【発明の効果】

【００１０】
本発明によれば、走行許可要求情報の送受信を確実に行える無線システム及び運行管理サーバを提供することができる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】自律走行ダンプダンプシステムの概略構成を示す図
【図２】運行管理サーバ及び車載端末装置のハードウェア構成図
【図３】地図情報の一例を示す図であって、（ａ）はノードテーブルを示し、（ｂ）はリンクテーブルを示す。
【図４】通信品質情報テーブルの一例を示す図
【図５】運行管理情報テーブルの一例を示す図
【図６】基地局情報テーブルの一例を示す図
【図７】運行管理サーバ及び車載端末装置の機能ブロックを示す図
【図８】運行管理サーバ及び自律走行ダンプ間で送受信される情報のフォーマットを示す図であって、（ａ）は、基地局切替情報フォーマットを示し、（ｂ）は、走行許可要求情報フォーマットを示し、（ｃ）は、走行許可応答情報フォーマットを示す。
【図９】走行許可区間の設定処理を示す図であって、（ａ）は走行許可区間ｎを走行中の状態を示し、（ｂ）は、切替処理区間に到達した状態を示し、（ｃ）は許可要求区間に到達した状態を示し、（ｄ）は、次の走行許可区間が設定された状態を示す。
【図１０】無線システムにおける各構成要素の動作順序を示すシーケンス図
【図１１】基地局切替要否判定処理の流れを示すフローチャート
【図１２】切替先の基地局とダンプの現在位置との関係を示す図
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下の実施の形態においては、便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明する。以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でもよい。なお、以下の実施の形態において、その構成要素（処理ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須ではない。
【００１３】
また、以下の実施の形態における各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路その他のハードウェアとして実現しても良い。また、後述する各構成、機能、処理部、処理手段等は、コンピュータ上で実行されるプログラムとして実現しても良い。すなわち、ソフトウェアとして実現しても良い。各構成、機能、処理部、処理手段等を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリやハードディスク、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）等の記憶装置、ＩＣカード、ＳＤカード、ＤＶＤ等の記憶媒体に格納することができる。
【００１４】
以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一または関連する符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。
【００１５】
まず、図１を参照し、本発明に係る無線システムが適用される自律走行ダンプシステムの概略構成について説明する。図１は、自律走行ダンプダンプシステムの概略構成を示す図である。
【００１６】
図１に示す自律走行ダンプシステム１は、鉱山などの採石場で、土砂や鉱石の積込作業

を行うショベル１０－１、１０－２と、土砂や鉱石等の積荷を搬送する運搬車両（以下「ダンプ」という）２０－１、２０－２と、採石場の近傍若しくは遠隔の管制センタ３０に設置され、ダンプ２０－１、２０－２の管制制御を行う運行管理サーバ３１と、を含む。ダンプ２０－１、２０－２の構成は同じであるので、以下ではダンプ２０－１、２０－２を区別することなく総称する場合はダンプ２０と記載する。またショベル１０－１、１０－２の構成も同じであるので、以下ではショベル１０－１、１０－２を区別することなく総称する場合はショベル１０と記載する。

【００１７】

各ダンプ２０は、鉱山内であらかじめ設定された走行路６０に沿って、ショベル１０が置かれた積込場及び図示しない放土場の間を往復し、積荷を搬送する。本実施形態に係るダンプ２０は、オペレータが搭乗することなく自律走行する無人ダンプである。

【００１８】

ショベル１０、ダンプ２０、及び運行管理サーバ３１は、無線通信回線４０を介して互いに無線通信接続される。この無線通信接続を円滑に行うために、鉱山内には、複数の無線基地局（以下「基地局」と略記する）４１－１、４１－２、４１－３が設置される。そしてこれらの基地局を経由して、無線通信の電波が送受信される。電波は、各基地局４１－１、４１－２、４１－３から距離が離れるに従って減衰する。図１の符号４２－１、４２－２、４２－３は、各基地局４１－１、４１－２、４１－３と各ダンプ２０とが電波の送受信ができる範囲（以下「通信エリア」という）を示す。各基地局４１－１、４１－２、４１－３は、通信エリア４２－１、４２－２、４２－３が互いに重なるように設置されることで、走行路６０上であればどの地点からも無線通信回線４０に接続できるようにすることが好ましい。図１では、通話エリアを円形に図示しているが、実際には、地形の影響を受けて円形にはならないこともある。各基地局４１－１、４１－２、４１－３の構成は同じであるので、各基地局４１－１、４１－２、４１－３を区別することなく総称する場合は基地局４１と記載する。

【００１９】

ショベル１０及びダンプ２０は、全地球航法衛星システム（ＧＮＳＳ：Ｇｌｏｂａｌ Ｎａｖｉｇａｔｉｏｎ Ｓａｔｅｌｌｉｔｅ Ｓｙｓｔｅｍ）の少なくとも３つの航法衛星５０－１、５０－２、５０－３から測位電波を受信して自車両の位置を取得するための位置算出装置（図１では図示を省略する）を備える。ＧＮＳＳとして、例えばＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ Ｓｙｓｔｅｍ）、ＧＬＯＮＡＳＳ、ＧＡＬＩＬＥＯを用いてもよい。

【００２０】

ショベル１０は、超大型の油圧ショベルであって、ショベル１０における見通しの良い場所、例えば運転室の上部に、無線通信回線に接続するためのアンテナ１８が設置されている。

【００２１】

ダンプ２０は、本体を形成するフレーム２１と、前輪２２及び後輪２３と、フレーム２１の後方部分に設けられたヒンジピン（図示せず）を回動中心として上下方向に回動可能な荷台２４と、この荷台２４を上下方向に回動させる左右一対のホイストシリンダ（図示せず）と、を含む。また、ダンプ２０は、見通しの良い場所、例えば、ダンプ２０の上面前方に、無線通信回線４０に接続するためのアンテナ２５が設置される。また、ダンプ２０は、無線通信回線４０を介して運行管理サーバ３１と通信し、ダンプ２０の自律走行制御を行う車載端末装置２６を備える。

【００２２】

運行管理サーバ３１は有線通信回線３３（図２参照）を介してアンテナ３２と接続され、無線通信回線４０を介して基地局４１－１、４１－２、４１－３と接続される。そして、基地局４１－１、４１－２、４１－３を介してショベル１０、及びダンプ２０の其々と通信する。

【００２３】

次に図２を参照して、図１の運行管理サーバ３１及び車載端末装置２６のハードウェア構成について説明する。図２は、運行管理サーバ及び車載端末装置のハードウェア構成図である。

【００２４】

図２に示すように、運行管理サーバ３１は、サーバ側制御装置３１１、サーバ側入力装置３１２、サーバ側表示装置３１３、サーバ側通信装置３１４、通信バス３１５、マスタ地図情報データベース（以下データベースを「ＤＢ」と略記する）３１６、通信品質情報ＤＢ３１７（通信品質情報記憶部に相当）、運行管理情報ＤＢ３１８、及び基地局情報ＤＢ３１９（基地局情報記憶部に相当）を含んで構成される。

【００２５】

サーバ側制御装置３１１は、運行管理サーバ３１の各構成要素の動作を制御するものであり、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）等の演算・制御装置、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）やＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ）等の記憶装置を含むハードウェアと、サーバ側制御装置３１１により実行されるソフトウェアとを含んで構成される。これらのハードウェアが本発明に係る基地局切替処理プログラムや、ダンプ２０の自律走行制御を実行するための自律走行プログラムなどのソフトウェアを実行することにより、運行管理サーバ３１の各機能が実現される。

【００２６】

サーバ側入力装置３１２は、マウス、キーボードなどの入力装置により構成され、オペレータからの入力操作を受け付けるインターフェースとして機能する。

【００２７】

サーバ側表示装置３１３は、液晶モニタ等により構成され、オペレータに対して情報を表示して提供するインターフェースとして機能する。

【００２８】

サーバ側通信装置３１４は、Ｗｉ‐Ｆｉ（Ｗｉｒｅｌｅｓｓ　Ｆｉｄｅｌｉｔｙ）やＩＥＥＥ（Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ　ｏｆ　Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ　ａｎｄ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ　Ｅｎｇｉｎｅｅｒｓ）の規格に適合した無線通信装置を用いてもよい。

【００２９】

通信バス３１５は、各構成要素を互いに電気的に接続する。

【００３０】

マスタ地図情報ＤＢ３１６は、地図情報を固定的に記憶可能な記憶装置、例えばＨＤＤを用いて構成される。地図情報は、走行路６０上の各地点（以下「ノード」という）と、隣接するノードを連結するリンクとにより定義される。地図情報は、鉱山の地形情報や、各ノードの絶対座標（測位電波を基に算出される３次元実座標）を含んでもよい。各ノード、及びリンクには、それらのノード及びリンクを固有に識別する位置識別情報（以下「ノードＩＤ」、「リンクＩＤ」という）が付与される。また、各ノードやリンクの属性情報、例えば制限速度、走行路６０の曲率等が位置識別情報に関連付けて格納される。

【００３１】

図３を参照して、地図情報について説明する。図３は、地図情報の一例を示す図であって、（ａ）はノードテーブルを示し、（ｂ）はリンクテーブルを示す。地図情報は、ノードテーブル３００（図３の（ａ）参照）及びリンクテーブル３２０（図３の（ｂ）参照）を含む。ノードテーブル３００は、ノードＩＤ３０１にそのノードＩＤの実座標（ＧＮＳＳで測定したグローバル座標）を関連付けて記憶する。リンクテーブル３２０は、リンクＩＤ３２１にそのリンクの前方境界点に位置するノードＩＤ（前方ノードＩＤ）３２２及び後方境界点に位置するノードＩＤ（後方ノードＩＤ）３２３、及び前方ノードＩＤ及び後方ノードＩＤ３で区切られる走行路の部分区間の制限速度３２４、及びその部分区間のカーブの曲率３２５が関連付けて記憶される。地図情報の構成は一例にすぎず、上記の例に限定されない。

【００３２】

通信品質情報ＤＢ３１７は、通信品質情報を固定的に記憶可能な記憶装置、例えばＨＤＤを用いて構成される。通信品質情報は、走行路６０上の各ノード（及び／又はリンク）における各基地局とダンプ２０との通信接続状況の良否を示す通信品質指標値を含む。ここでいう「通信品質指標値」とは、各ノードに位置するダンプ２０と各基地局４１との間の無線通信接続の確立のしやすさを示す値であり、例えば、各ノードにおける無線接続に使用される電波強度を示す受信電力値や、各ノードに位置するダンプ２０と各基地局４１との間の無線通信接続の成功率でもよい。なお「成功率」は、通信接続のエラー率と言い換えてもよい。この場合、後述する閾値判定の不等号の向きは成功率を用いた場合とは逆向きになる。

【００３３】

上記成功率は、例えば下式（１）により算出できる。

Ｅ＝｛（Σ＿ｅｓｔ）／（Σ＿ｒｅｑ）｝×１００・・・（１）

但し、

Σ＿ｅｓｔ：運行管理サーバ３１及びダンプ２０－１の間で無線通信接続が確立した全回数（通信成功回数に相当する）

Σ＿ｒｅｑ：運行管理サーバ３１又はダンプ２０－１から無線通信接続を要求した全回数

Ｅ：通信成功率

【００３４】

式（１）のうち、運行管理サーバ３１又はダンプ２０から無線通信接続を要求した全回数（Σ＿ｒｅｑ）は、実際には正確な値を得にくいことがある。例えばダンプ２０から送信した走行許可要求情報がどの無線基地局にも届かない場合には、基地局４１及び運行管理サーバ３１は、無線通信接続が要求されたという情報を得られない。その場合、各基地局、運行管理サーバ３１、及び各ダンプ２０の送信記録をそれぞれログ情報に記憶しておき、そのログ情報を基に、セッションが確立した回数を全送信イベント回数（セッションが確立した回数と確立しなかった回数の合算値）で除算して通信成功確率を算出してもよい。

【００３５】

通信品質情報は、航測車やダンプ２０が、通信品質指標値の収集対象となる基地局と無線通信接続をしながら走行路６０を走行して収集する。

【００３６】

図４を参照して、通信品質情報について説明する。図４は、通信品質情報テーブルの一例を示す図である。図４の通信品質情報テーブル４００は、「ノードＩＤ」４０１における各基地局（アクセスポイント、以下「ＡＰ」と記載する）との間の接続状況の良否レベルを示す通信品質指標値「ＡＰ品質」（符号４０２、４０３、４０４、４０５）を関連付けて記憶する。例えば、ＡＰ１品質（符号４０２）、ＡＰ２品質（符号４０３）、ＡＰ３品質（符号４０４）の其々は、各ノードにおけるダンプとＡＰ１、ＡＰ２、ＡＰ３の其々との間の通信品質指標値を示す。

【００３７】

運行管理情報ＤＢ３１８は、運行管理情報を固定的に記憶可能な記憶装置、例えばＨＤＤを用いて構成される。運行管理情報は、各ダンプ２０の現在位置、走行速度など、各ダンプの運行状態を示す情報を記憶する。

【００３８】

図５を参照して、運行管理情報について説明する。図５は、運行管理情報テーブルの一例を示す図である。図５の運行管理情報テーブル５００は、各ダンプを固有に識別する「ダンプＩＤ」５０１に、当該ダンプに対して設定された走行許可区間の「前方境界点」（ノードＩＤで示す、後方境界点も同様）５０２、「後方境界点」５０３、各ダンプに対して現在設定されている最終目的地座標を示す「目的地」５０４、ダンプの実際の「走行速度」５０５、ダンプが前方又は後方のどちらに走行しているかを示す「走行向き」５０６、各ダンプから定期的または必要に応じて通知されるそのダンプの「現在位置」５０７、

及び各ダンプに対して現在接続先として設定されている基地局を示す「設定中の基地局ＩＤ」５０８を関連付けて記憶する。

【００３９】

基地局情報ＤＢ３１９は、基地局情報を固定的に記憶可能な記憶装置、例えばＨＤＤを用いて構成される。基地局情報は、各基地局が配置されている位置情報と、各基地局４１－１、４１－２、４１－３を接続先として特定するための情報（基地局特定情報）を含む。この基地局特定情報として、本実施形態では、基地局を構成するハードウェアに対して付与されたＭＡＣアドレス（Ｍｅｄｉａ Ａｃｃｅｓｓ Ｃｏｎｔｒｏｌ ａｄｄｒｅｓｓ）を用いるが、各基地局に対して割り当てられた電波の周波数に対応するチャンネルでもよい。ＭＡＣアドレスは、通信装置に対して一意に割り当てられた物理アドレスであるのでＭＡＣアドレスを基地局特定情報として用いることで固有に基地局を特定できる。

【００４０】

また、各基地局に対し、隣接する基地局の電波と干渉しないように、各基地局に異なる周波数（チャンネル）を割り当てている場合には、チャンネルを用いても各基地局を固有に特定することができる。この場合、複数の基地局の配置位置が電波の干渉を起こさないほど十分に離れている場合であれば、これら複数の基地局に対して同じ周波数（チャンネル）を割り当てもよく、この態様も上記基地局特定情報に含むものとする。

【００４１】

図６を参照して、基地局情報について説明する。図６は、基地局情報テーブルの一例を示す図である。図６の基地局情報テーブル６００は、各基地局を固有に識別する「基地局ＩＤ」６０１に、当該基地局が配置された地点の実座標を示す「位置情報」６０２、及び基地局を接続先として指定するための「接続先情報」（図６ではＭＡＣアドレスを用いる）６０３を関連付けて記憶する。

【００４２】

上記の各データベースは、地図情報、通信品質情報、運行管理情報、又は基地局情報を記憶する記憶部だけを備え、サーバ側制御装置３１１がそれらのデータベースの更新・検索処理を行ってもよいし、各データベースに上記記憶部の情報の更新・検索処理を行うエンジンを搭載したものでもよい。

【００４３】

図２に戻り、ダンプ２０に搭載される車載端末装置２６は、端末側制御装置２６１、端末側入力装置２６２、端末側表示装置２６３、端末側通信装置２６４、通信バス２６５、端末側地図情報ＤＢ２６６、走行制御装置２６７、外界センサ装置２６８、及び位置算出装置２６９を含んで構成される。

【００４４】

端末側制御装置２６１は、車載端末装置２６の各構成要素の動作を制御するものであり、ＣＰＵ等の演算・制御装置、ＲＯＭやＲＡＭ、ＨＤＤ等の記憶装置を含むハードウェアと、車載端末装置２６により実行されるソフトウェアとを含んで構成される。これらのハードウェアがソフトウェアを実行することにより、車載端末装置２６の各機能が実現される。

【００４５】

端末側入力装置２６２は、タッチパネルや各種スイッチなどの入力装置により構成され、オペレータからの入力操作を受け付けるインターフェースとして機能する。

【００４６】

端末側表示装置２６３は、液晶モニタ等により構成され、オペレータに対して情報を表示して提供するインターフェースとして機能する。

【００４７】

端末側通信装置２６４は、Ｗｉ‐ＦｉやＩＥＥＥの規格に適合した汎用の無線通信装置を用いてもよい。

【００４８】

通信バス２６５は、各構成要素を互いに電気的に接続する。

【００４９】
端末側地図情報ＤＢ２６６は、ＨＤＤなど固定的に記憶する記憶装置を用いて構成され、マスタ地図情報ＤＢ３１６に格納された地図情報と同じ地図情報を格納する。
【００５０】
走行制御装置２６７は、ダンプ２０の加速装置、制動装置、及びステアリング装置等、ダンプ２０の走行に関わる走行駆動装置に対し、加減速量、制動量、ステアリング角度を伝達するための制御装置である。
【００５１】
外界センサ装置２６８は、ミリ波レーダや前方カメラなど、ダンプ２０の走行方向（進行方向）前方及び周辺の障害物を検知するためのセンサであり、その種類は問わない。外界センサ装置２６８の検知結果は、端末側制御装置２６１に出力され、通常時は走行路から離脱しないように走行位置の監視や加減速に用いられ、緊急時には干渉回避動作に用いられる。
【００５２】
位置算出装置２６９は、航法衛星５０－１、５０－２、５０－３（図１参照）からの測位電波を基に自車両の現在位置を算出する。
【００５３】
次に図７を参照して運行管理サーバ及び車載端末装置の機能構成について説明する。図７は、運行管理サーバ及び車載端末装置の機能ブロックを示す図である。
【００５４】
図７に示すように、運行管理サーバ３１のサーバ側制御装置３１１は、走行許可区間設定部３１１ａ、基地局切替処理部３１１ｂ、サーバ側通信制御部３１１ｃ、入力制御部３１１ｄ、及び表示制御部３１１ｅを備える。
【００５５】
走行許可区間設定部３１１ａは、マスタ地図情報ＤＢ３１６の地図情報と、運行管理情報ＤＢ３１８とを参照し、各ダンプ２０から目的地要求情報を受信すると、ダンプ２０の目的地までの走行路を設定する。更に、ダンプ２０から走行許可要求情報を受信すると、走行路６０上におけるダンプ２０の現在位置よりも前方に前方境界点を設定し、それよりも後ろに後方境界点を設定する。そして、前方境界点及び後方境界点の間の走行路６０の部分区間を走行許可区間として設定する。
【００５６】
走行許可区間の前方境界点よりも手前には、走行許可要求情報を送信するための許可要求区間が、またこの許可要求区間よりも更に手前には、基地局の切替動作を行う区間（切替処理区間）設定される。許可要求区間及び切替処理区間の詳細は、図９を参照して後述する。
【００５７】
基地局切替処理部３１１ｂは、ダンプ２０の接続先として設定されている基地局を新たな基地局に切り替える必要があるか否かを判定する。より具体的には、許可要求区間に含まれる各地点の通信品質指標値を基に、運搬車両及び当該運搬車両の接続先として設定されている基地局と許可要求区間との間の通信接続状況が、基地局の切替が必要であると判定するために設けられた切替条件を満たすか否かを判定する。そして、切替条件を充足する場合に、運行管理情報、基地局情報及び通信品質情報を基に、接続先として設定されている基地局よりも、許可要求区間における通信接続状況が良好である他の基地局を新たな接続先の基地局として特定する。
【００５８】
上記切替条件は、許可要求区間に含まれる各地点の通信品質指標値の最小値が、基地局の切替が必要と判断するために設定された閾値を下回ることとしてもよい。これにより、許可要求区間のどのノードも上記閾値以上の通信品質指標値を有するので、走行許可要求情報をより確実に基地局に送信することができる。
【００５９】

サーバ側通信制御部３１１ｃは、各ダンプ２０との間で無線通信を行う制御を行う。より具体的には、各ダンプ２０から目的地要求情報及び走行許可要求情報を受信するとともに、設定された走行許可区間を示す走行許可応答情報及び走行許可区間が設定できないことを示す不許可応答情報、及び基地局切替処理部３１１ｂから出力される基地局切替情報の送信を行う。

【００６０】

入力制御部３１１ｄは、ユーザがサーバ側入力装置３１２に対して行った操作を受け付ける。例えば、ユーザがサーバ側入力装置３１２を用いて運行管理情報ＤＢ３１８に格納された運行管理情報に対する編集操作を行うことで走行許可区間の入力・編集を行うことができる。なお、入力制御部３１１ｄ及びサーバ側入力装置３１２をまとめて入力部ともいう。

【００６１】

表示制御部３１１ｅは、サーバ側表示装置３１３に表示する画像の生成、及び表示制御処理を行う。なお、表示制御部３１１ｅ及びサーバ側表示装置３１３をまとめて表示部ともいう。

【００６２】

次に車載端末装置２６について説明する。車載端末装置２６の端末側制御装置２６１は、走行制御部２６１ａ、端末側通信制御部２６１ｂ、要求情報処理部２６１ｃ、及び車載端末装置２６の接続先として設定された基地局を指定するための情報、例えば基地局のＭＡＣアドレスやチャンネルを記憶する接続先情報記憶部２６１ｄを備える。以下では、ＭＡＣアドレスが記憶されている場合を例に挙げて説明する。

【００６３】

走行制御部２６１ａは、位置算出装置２６９から取得した自車両の現在位置、端末側地図情報ＤＢ２６６の地図情報、及び走行許可応答情報に含まれる走行許可区間に従って、自律走行させるための制御を走行制御装置２６７に対して行う。また、走行制御部２６１ａは、外界センサ装置２６８の検知結果に基づいて前方障害物の有無を判定し、障害物との干渉、衝突の回避動作の有無も判定し、必要があれば制動動作のための制御を行う。

【００６４】

端末側通信制御部２６１ｂは、運行管理サーバ３１との間で無線通信を行う制御を行う。例えば、車載端末装置２６が運行管理サーバ３１から基地局切替情報を受信すると、端末側通信制御部２６１ｂは、接続先情報記憶部２６１ｄに記憶されているＭＡＣアドレスを、基地局切替情報に含まれる切替先の基地局のＭＡＣアドレスに切り替える（上書きする）。そして、上書きしたＭＡＣアドレスを用いて運行管理サーバ３１に対して走行許可要求情報を送信する。これにより、基地局切替情報により指定された新たな基地局を経由して運行管理サーバ３１に走行許可要求情報が送信される。

【００６５】

運行管理サーバ３１のサーバ側通信制御部３１１ｃは、走行許可要求情報に応じて設定した走行許可区間を示す走行許可応答情報を車載端末装置２６に対して送信する。その際、サーバ側通信制御部３１１ｃは、走行許可要求情報に含まれる基地局のＭＡＣアドレスを走行許可応答情報の経由基地局として設定する。これにより、上記基地局切替情報で設定された基地局を経由して走行許可応答情報が車載端末装置２６に送信される。

【００６６】

端末側通信制御部２６１ｂは、走行許可応答情報を受信すると走行制御部２６１ａに出力する。

【００６７】

要求情報処理部２６１ｃは、ダンプ２０の現在位置、地図情報を参照して走行許可要求情報を生成し、許可要求区間に到達すると端末側通信制御部２６１ｂに出漁区する。また、各ダンプ２０の走行開始にあたり、目的地が設定されていない場合には、目的地の設定を要求するための目的地要求情報を生成する。

【００６８】

次に図８を参照して、運行管理サーバ及自律走行ダンプ間で送受信される情報のフォーマットについて説明する。図８は、運行管理サーバ及び自律走行ダンプ間で送受信される情報のフォーマットを示す図であって、（ａ）は、基地局切替情報フォーマットを示し、（ｂ）は、走行許可要求情報フォーマットを示し、（ｃ）は、走行許可応答情報フォーマットを示す。

【００６９】

図８の（ａ）に示すように、基地局切替情報フォーマット８００は、大きくは、「ヘッダ」８１０及び「ボディ」８２０を含んで構成される。「ヘッダ」８１０は、最終的な送信先、即ち端末側通信装置２６４を特定するための「最終ＩＰアドレス」８１１と、各ダンプ２０が無線通信を行う際に接続する「接続先基地局のＭＡＣアドレス」８１２とを含む。更に、図示は省略するものの、基地局切替情報の送信元を特定するための情報としてサーバ側通信装置３１４のＭＡＣアドレスを含んでもよい。

【００７０】

「ボディ」８２０は、大きくは「データ特定情報」８２１、切替後の基地局情報として「切替後の基地局のＭＡＣアドレス」８２２、及び切替地点情報として「切替地点のノードＩＤ」８２３を含む。「データ特定情報」８２１は、データの種別を示す「基地局切替情報に対応する情報種別情報」８２１ａと、そのデータ種別においてシーケンシャルに割り当てられた「データ番号」８２１ｂとを含む。「基地局切替情報に対応する情報種別情報」８２１ａ及び「データ番号」８２１ｂを組み合わせることで、基地局切替情報を固有に特定することができる。

【００７１】

走行許可要求情報フォーマット８３０（図８の（ｂ））、走行許可応答情報フォーマット８６０（図８の（ｃ））も、基地局切替情報フォーマット８００と同様、「ヘッダ」８４０、８７０と、「ボディ」８５０、８８０とを含んで構成される。走行許可要求情報フォーマット８３０の「最終ＩＰアドレス」８４１は、サーバ側通信装置３１４を特定するためのＩＰアドレスであり、走行許可応答情報フォーマット８６０の「最終ＩＰアドレス」８７１は、端末側通信装置２６４を特定するためのＩＰアドレスである。

【００７２】

「ボディ」８５０、８８０は、基地局切替情報フォーマット８００の「ボディ」８２０と同様、「データ特定情報」８５１、８８１を含む。「データ特定情報」８５１は、「走行許可要求情報に対応する情報種別情報」８５１ａ及び「データ番号」８５１ｂを含む。「データ特定情報」８８１は、「走行許可応答情報に対応する情報種別情報」８８１ａ及び「データ番号」８８１ｂを含む。

【００７３】

「データ番号」８５１ｂは、走行許可応答情報が生成されるトリガとなった走行許可要求情報フォーマット８３０に含まれる「データ番号」８２１ｂと同じ番号を含む。これにより、どのダンプから送られたどの走行許可要求情報に対する応答情報であるかを判別でき、運行管理サーバ３１からブロードキャスト送信された場合であっても、各ダンプ２０が自車両あての走行許可応答情報であるかを識別することができる。

【００７４】

「ボディ」８５０は、走行許可要求情報を送信したダンプに関するダンプ情報８５２として、ダンプを固有に識別する「ダンプＩＤ」８５２ａ、位置算出装置２６９が算出した自車両の現在位置を示す「ダンプ現在位置情報」８５２ｂ、及び走行速度やタイヤ空気圧等ダンプの状態を示す「状態情報」８５２ｃを含む。

【００７５】

「ボディ」８８０は、新たに設定された走行許可区間情報８８２として、走行許可区間の最前端のノードＩＤである「前方境界点ＩＤ」８８２ａ、走行許可区間の最後端のノードＩＤである「後方境界点ＩＤ」８８２ｂ、及び「後方境界点ＩＤ」８８２ｂから「前方境界点ＩＤ」８８２ａまでの走行路６０の部分区間に対して設定されている「制限速度」８８２ｃを含む。

【００７６】
図８を参照して、ダンプ２０に対して接続先の基地局をＡＰ１からＡＰ２に切り替える処理について説明する。現在接続先の基地局としてＡＰ１が設定されているという情報は、運行管理サーバ３１では運行管理情報テーブル５００の「設定中の基地局ＩＤ」５０８に格納されており、ダンプ２０は接続先情報記憶部２６１ｄに記憶されている。ダンプ２０では基地局切替情報を送信する場合、基地局切替情報フォーマット８００の「接続先基地局のＭＡＣアドレス」８１２は、現在の基地局としてＡＰ１のＭＡＣアドレスが相当し、「ボディ」８２０の「切替後の基地局のＭＡＣアドレス」８２２は、ＡＰ２のＭＡＣアドレスが相当する。

【００７７】
ダンプ２０に搭載された車載端末装置２６は、上記基地局切替情報を受信すると、接続先の基地局をＡＰ１からＡＰ２に切替え、走行許可要求情報フォーマット８３０の「接続先基地局のＭＡＣアドレス」８４２にＡＰ２のＭＡＣアドレスを用いる。これにより、ＡＰ２を経由して走行許可要求情報が運行管理サーバ３１に送信される。

【００７８】
運行管理サーバ３１は、走行許可応答情報フォーマット８６０の「接続先基地局のＭＡＣアドレス」８７２として、その走行許可応答情報に対応する走行許可要求情報に含まれていた「接続先基地局のＭＡＣアドレス」８４２を用いる。これにより、走行許可応答情報も、基地局切替情報により切り替えられた基地局を経由して運行管理サーバ３１からダンプ２０の車載端末装置２６に送信される。

【００７９】
次に図９を参照して自律走行の処理動作について説明する。図９は、走行許可区間の設定処理を示す図であって、（ａ）は走行許可区間ｎを走行中の状態を示し、（ｂ）は、切替処理区間に到達した状態を示し、（ｃ）は許可要求区間に到達した状態を示し、（ｄ）は、次の走行許可区間が設定された状態を示す。

【００８０】
図９の（ａ）～（ｃ）では、走行路６０はノードは図中の丸印で、リンクは図中の隣接する丸印を結ぶ線で示される。走行許可区間ｎの後方境界点はＢＰ＿ｂｎ、前方境界点はＢＰ＿ｆｎで示す。

【００８１】
前方境界点はＢＰ＿ｆｎからそれよりも手前のノードＲＰ＿ｆまでは、ダンプ２０が前方境界点ＢＰ＿ｆｎからはみ出すことなく停車できる距離を有する安全余裕区間である。安全余裕区間の距離は、走行許可区間設定部３１１ａがダンプ２０のブレーキ停止性能を基に算出される。

【００８２】
安全余裕区間の手前には、許可要求区間（前方端点ＲＰ＿ｆ、後方端点ＲＰ＿ｂの間の部分区間）が設けられる。許可要求区間の更に手前には、切替処理区間（前方端点ＳＷＰ＿ｆ、後方端点ＳＷＰ＿ｂの間の部分区間）が設けられる。切替処理区間は、許可要求区間の後方端点ＲＰ＿ｂを起点とし、基地局の切替動作に要する時間にダンプの実際の走行速度、又は走行路の制限速度を乗算した距離を空けて基地局切替地点ＳＷＰ＿ｂを設けることにより設定される。すなわち、許可要求区間の後方端点ＲＰ＿ｂから基地局切替地点ＳＷＰ＿ｂまでの間が切替処理区間に相当する。上記「基地局の切替動作に要する時間」は、無線機の基地局切替方式に依存する。なお本実施形態では、切替処理区間は許可要求区間に連続して設けられるので、切替処理区間の前方端点ＳＷＰ＿ｆと許可要求区間の後方端点ＲＰ＿ｂとは同一のノードである。

【００８３】
切替処理区間を実際のダンプの走行速度を基に設定する場合には、ダンプ２０の実際の挙動に応じた距離で切替処理区間が設定できるので、基地局の切替動作を確実に終了しつつ、より短い距離で切替処理区間を設定することができる。

【００８４】

切替処理区間を走行路の制限速度を基に設定する場合には、ダンプの走行速度は走行路の制限速度を超えることがないので、ダンプ２０の走行速度が不明であっても基地局の切替動作を確実に終了できる距離で切替処理区間を設定することができる。

【００８５】

ダンプ２０が走行許可区間ｎを走行中（図９の（ａ））、基地局切替情報を受信し、切替処理区間に到達すると（図９の（ｂ））、接続先の基地局を基地局切替情報に記載された基地局に切り替える。例えば、ダンプ２０は、ＡＰ１からＡＰ２へ切り替える。

【００８６】

運行管理サーバ３１は、走行許可区間ｎのうち、ダンプ２０の後方の区間を他のダンプに対して走行許可が行えるように解放する。この解放された区間を解放区間という。

【００８７】

さらにダンプ２０が走行して許可要求区間に到達すると（図９の（ｃ））、切替後の基地局（上述の例ではＡＰ２）を接続先にして走行許可要求情報を送信し、新たな走行許可区間ｎ＋１の設定情報を含む走行許可要求情報を受信すると、新たな走行許可区間ｎ＋１に従って走行を続ける（図９の（ｄ））。

【００８８】

もし許可要求区間（図９の（ｃ））内でダンプ２０が走行許可応答情報を受信しない場合、即ち、許可要求区間の前方端点ＲＰ＿ｆに達しても走行許可応答情報を受信しない場合、ブレーキを作動して停止動作を行う。この場合安全余裕区間が設定されているので、前方境界点ＢＰ＿ｆｎを超えることなく停止でき、ダンプ２０が前方車両と干渉することを防ぐ。

【００８９】

次に図１０を参照して、本実施形態に係る無線システムの動作の流れについて説明する。図１０は、無線システムにおける各構成要素の動作順序を示すシーケンス図である。

【００９０】

図１０の処理を開始する際、ダンプ２０は停止状態、基地局（ＡＰ１、ＡＰ２）及び運行管理サーバ３１の主電源がＯＮになっているものとする。各ダンプ２０は、次の目的地が設定されていない状態では走行できない。そこで、要求情報処理部２６１ｃは、走行制御部２６１ａが走行許可区間情報を有していない状態、例えば積込場又は放土場で停止中である場合、目的地要求情報を基地局（ＡＰ１）介して運行管理サーバ３１に対して送信する（Ｓ１００１、Ｓ１００２）。

【００９１】

サーバ側通信制御部３１１ｃは、目的地要求情報を受信し、走行許可区間設定部３１１ａに出力する（Ｓ１００３）。走行許可区間設定部３１１ａは、ダンプ２０の現在位置情報及びマスタ地図情報ＤＢ３１６の地図情報を参照し、目的地を決定し（Ｓ１００４）、その内容を示す目的地応答情報を生成する。このとき、走行許可区間設定部３１１ａは、運行管理情報にダンプ２０の目的地を記録する。本実施形態では、走行許可区間設定部３１１ａが目的地の設定を行ったが、走行許可区間設定部３１１ａとは異なる、目的地の設定だけを行うモジュール（例えば配車管理部）を設けてもよい。

【００９２】

走行許可区間設定部３１１ａは、サーバ側通信制御部３１１ｃに目的地応答情報を出力する（Ｓ１００５）。

【００９３】

サーバ側通信制御部３１１ｃは、基地局（ＡＰ１）を介して目的地応答情報をダンプ２０に返信する（Ｓ１００６、Ｓ１００７）。

【００９４】

要求情報処理部２６１ｃは、目的地応答情報を受信すると走行許可区間要求情報（現在位置情報を含む）を基地局（ＡＰ１）を介して運行管理サーバ３１に対して送信する（Ｓ１００８、Ｓ１００９）。

【００９５】

サーバ側通信制御部３１１ｃは、走行許可区間要求情報を走行許可区間設定部３１１ａに出力し（Ｓ１０１０）、走行許可区間設定部３１１ａが走行許可区間を設定し（Ｓ１０１１）、その内容を示す走行許可応答情報を生成する。このとき、走行許可区間設定部３１１ａは、運行管理情報ＤＢ３１８の運行管理情報にダンプ２０に対して設定した走行許可運行管理情報を記録する。

【００９６】

走行許可区間設定部３１１ａは、サーバ側通信制御部３１１ｃに走行許可応答情報を出力する（Ｓ１０１２）。

【００９７】

サーバ側通信制御部３１１ｃは、走行許可応答情報を基地局（ＡＰ１）を介してダンプ２０に送信する（Ｓ１０１３、Ｓ１０１４）。ダンプ２０は、走行許可応答情報を受信すると、走行を開始する（Ｓ１０１５）。

【００９８】

上記ステップＳ１０１２において走行許可区間設定部３１１ａは、サーバ側通信制御部３１１ｃに走行許可応答情報を出力するとともに、基地局切替処理部３１１ｂに対して走行許可区間を設定したことを通知する（Ｓ１０１６）。

【００９９】

基地局切替処理部３１１ｂは、走行許可区間設定通知を取得すると、基地局切替要否判定処理を実行する（Ｓ１０１７）。基地局切替要否判定処理は後述する。

【０１００】

基地局切替処理部３１１ｂは、基地局切替要否判定処理において、切替が必要であると判断すると、基地局（ＡＰ１）を介して基地局切替情報をダンプ２０へ送信する（Ｓ１０１８、Ｓ１０１９、Ｓ１０２０）。

【０１０１】

ダンプ２０の端末側通信制御部２６１ｂは、基地局切替情報を受信すると、位置算出装置２６９からの現在位置及び端末側地図情報ＤＢ２６６の地図情報を参照し、ダンプ２０が切替地点に到達するまでは接続先情報記憶部２６１ｄに記憶されている接続先の基地局（ＡＰ１）を維持する。そして、端末側通信制御部２６１ｂが、切替地点に到達したと判断すると、接続先情報記憶部２６１ｄに記憶されている基地局情報を、基地局切替情報に記載された接続先の基地局（ＡＰ２）に更新する。

【０１０２】

要求情報処理部２６１ｃが走行許可要求情報を生成して端末側通信制御部２６１ｂに出力すると、端末側通信制御部２６１ｂは、基地局（ＡＰ２）を介して（Ｓ１０２２）、運行管理サーバ３１に走行許可要求情報を送信され（Ｓ１０２３）、走行許可区間設定部３１１ａに出力される（Ｓ１０２４）。

【０１０３】

次に図１１乃至図１２を参照して、本実施形態に係る無線システムの動作の流れについて説明する。図１１は、基地局切替要否判定処理の流れを示すフローチャートである。図１２は、切替先の基地局とダンプの現在位置との関係を示す図である。

【０１０４】

走行許可区間設定部３１１ａは、走行許可区間を設定すると、設定された走行許可区間内の予め定められた安全余裕区間及び許可要求区間を示す走行許可設定通知を基地局切替処理部３１１ｂに出力する。

【０１０５】

基地局切替処理部３１１ｂは、走行許可区間設定通知を取得すると（Ｓ１１０１／Ｙｅｓ）、運行管理情報（図５）の「設定中の基地局ＩＤ」５０８を参照し、走行許可区間が設定されたダンプ２０の接続先の基地局を特定する。

【０１０６】

ついで基地局切替処理部３１１ｂは、通信品質情報（図４）を参照し、特定された接続先の基地局と許可要求区間内の全ノードとの通信品質指標値を取得して、許可要求区間の

通信品質状況が切替条件を充足しているかを判定する。切替条件を充足していると（Ｓ１１０２／Ｙｅｓ）、基地局切替処理部３１１ｂは、基地局情報を参照し新たな接続先の基地局として、ダンプ２０の接続先として設定されている基地局よりも、ダンプ２０の目的地に向かう走行路に沿って前方、かつ直近に位置する他の基地局を切替先の基地局として特定する（Ｓ１１０３）。

【０１０７】

図１２は、ダンプ２０の目的地に向かう走行路を実線で、それ以外の走行路（脇道）を点線で示す。脇道沿いに現在位置に最も近い基地局（ＡＰ３）があるとする。この場合、ダンプ２０と基地局（ＡＰ３）の距離Ｄ３よりも、基地局（ＡＰ２）との距離Ｄ２の方が遠くても、基地局（ＡＰ３）は目的地に向かう走行路に沿っていないので、前方かつ直近の基地局として基地局（ＡＰ２）を切替先の基地局として選択する。これにより、ダンプは目的地に向かって走行するに従って切り替えた基地局にも近づき、通信状況がより良好になる。

【０１０８】

さらに、上記の例では基地局（ＡＰ３）を選択しないことで、基地局（ＡＰ１）から基地局（ＡＰ３）、そして基地局（ＡＰ２）といった頻回のハンドオーバを避け、安定的な通信環境を提供することができる。

【０１０９】

基地局切替処理部３１１ｂは、前方境界点から、安全余裕距離と、切替距離だけ離れた地点に基地局切替地点を設定する（Ｓ１１０４）。

【０１１０】

基地局切替処理部３１１ｂは、切替先の基地局情報及び切替地点を含む基地局切替情報を生成し、ダンプ２０へ送信する（Ｓ１１０５）。

【０１１１】

走行許可区間設定通知を取得しない場合（Ｓ１１０１／Ｎｏ）、及び許可要求区間の通信状況が切替条件を充足しない場合（Ｓ１１０２／Ｎｏ）は、基地局の切替不要と判断し、ステップＳ１１０１へ戻る。

【０１１２】

以上に説明した手順によって、ダンプは基地局の切替を、走行許可要求情報の送信前に確実に実施することができる。これにより、走行許可要求情報の通信エラーに起因する自律走行ダンプが停止を抑止することができる。

【０１１３】

上記した実施形態は、本発明を説明するための例示であり、本発明の範囲を上記実施形態に限定する趣旨ではない。当業者は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、他の様々な態様で本発明を実施することできる。

【０１１４】

例えば、上記実施形態では、運行管理サーバに基地局切替処理部を搭載したが、ダンプに搭載してもよい。この場合、車載端末装置に基地局情報ＤＢ及び基地局切替処理部を備えておく。そして、車載端末装置の端末側通信制御部が走行許可応答情報を運行管理サーバから受信したことをトリガとして、上記実施形態で説明したのと同様の処理が実行されるように構成してもよい。

【０１１５】

また、上記では、走行許可応答情報にダンプの接続先となる基地局のＭＡＣアドレスを含めたが、端末側通信制御部が走行許可要求情報を送信した後、走行許可応答情報を取得するか、許可要求区間の前方端点に到達するでは、接続先の基地局との間の通信を維持するように構成し、走行許可応答情報にダンプの接続先となる基地局のＭＡＣアドレスを含めることなく、上記接続先の基地局から走行許可応答情報を受信できるように構成してもよい。

【０１１６】

また切替条件は、許可要求区間の各ノードの通信品質指標値の最小値と閾値との比較に

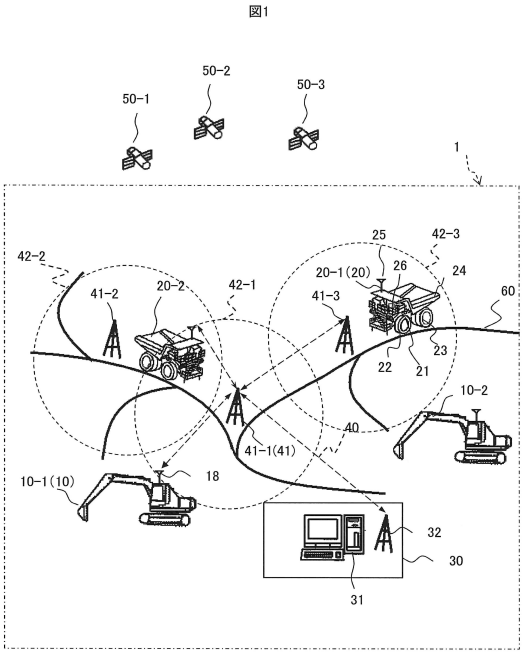
限らず、許可要求区間の各ノードの通信品質指標値の平均値、中央値、最頻値と閾値との比較でもよい。

【符号の説明】

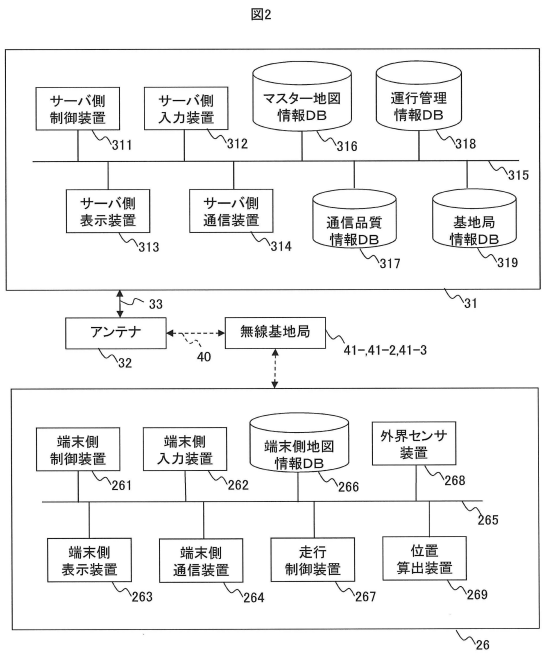
【０１１７】

１　自律走行ダンプシステム（無線システム）
１０、１０－１、１０－２　ショベル
２０、２０－１、２０－２　ダンプ
３１　運行管理サーバ
４０　無線通信回線
４１－１、４１－２、４１－３　無線基地局
６０　走行路

【図１】

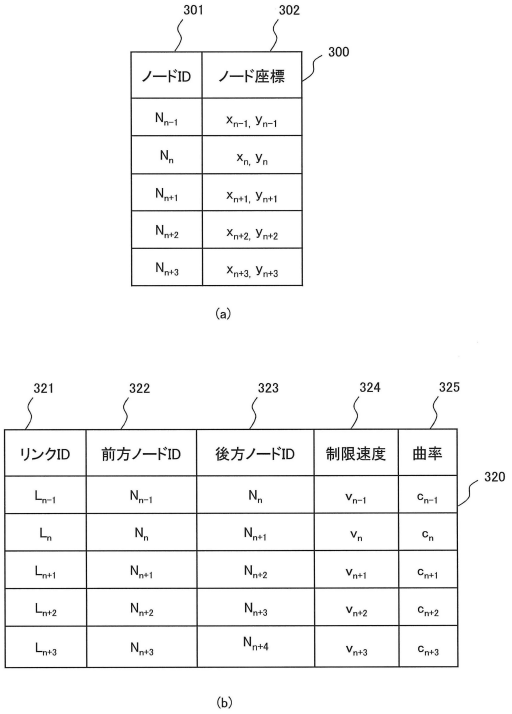


【図２】



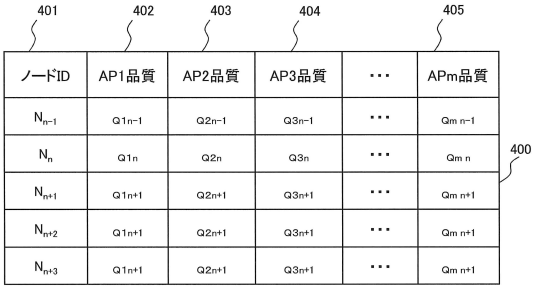
【図３】

図3



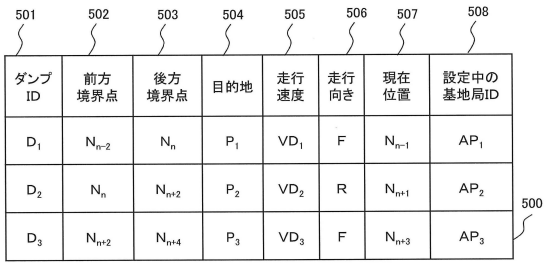
【図４】

図4



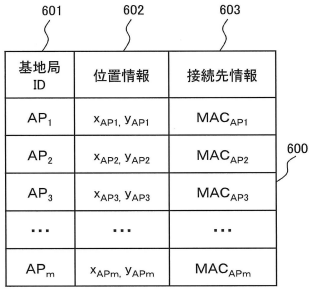
【図５】

図5

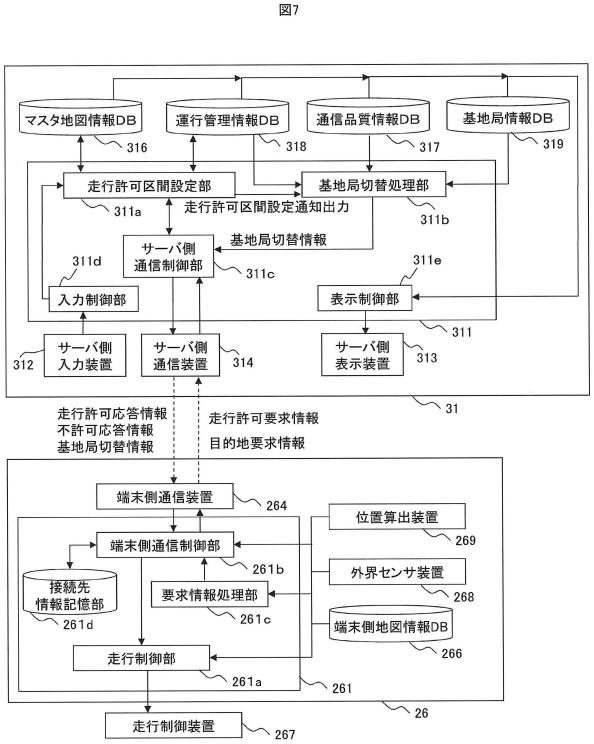


【図６】

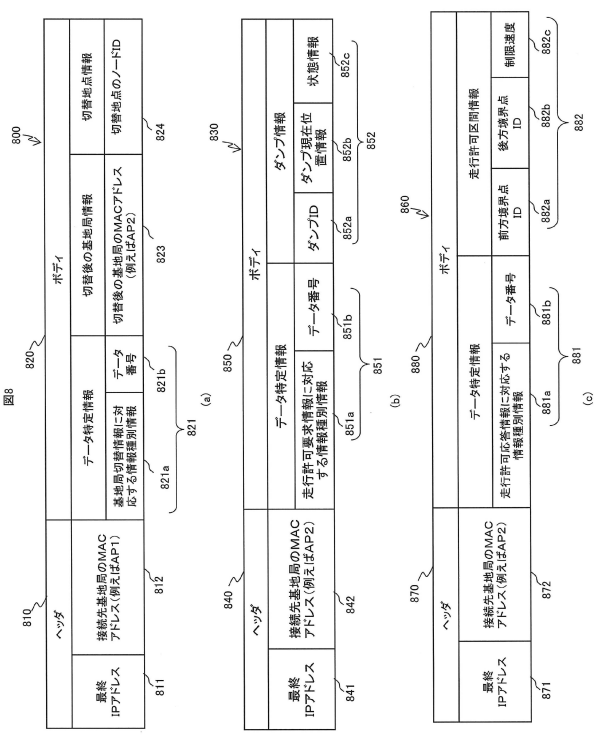
図6



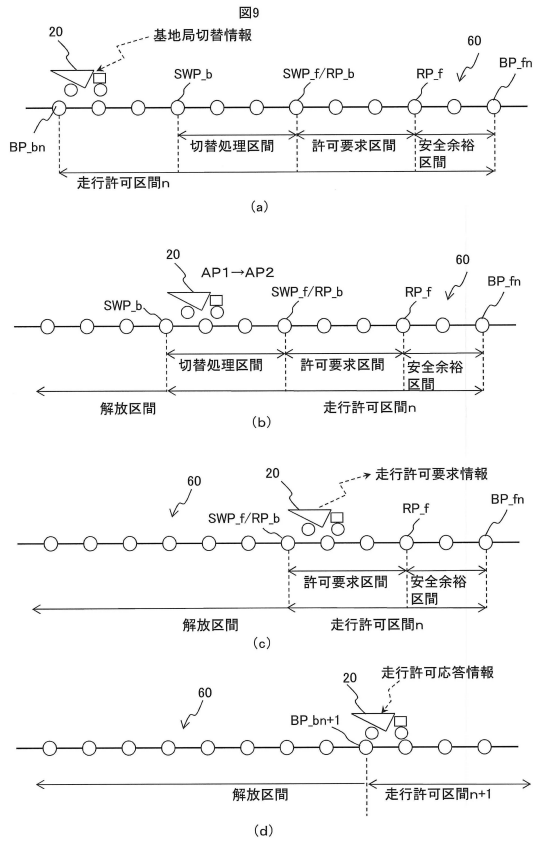
【図７】


図7
マスタ地図情報DB
316
運行管理情報DB
318
通信品質情報DB
317
基地局情報DB
319
走行許可区間設定部
311a
走行許可区間設定通知出力
基地局切替処理部
311b
基地局切替情報
サーバ側
通信制御部
311c
311d
入力制御部
311e
表示制御部
311
サーバ側
入力装置
312
サーバ側
通信装置
314
サーバ側
表示装置
313
31
走行許可応答情報
不許可応答情報
基地局切替情報
走行許可要求情報
目的地要求情報
端末側通信装置
264
位置算出装置
269
端末側通信制御部
261b
外界センサ装置
268
接続先
情報記憶部
261d
要求情報処理部
261c
端末側地図情報DB
266
走行制御部
261a
261
26
走行制御装置
267

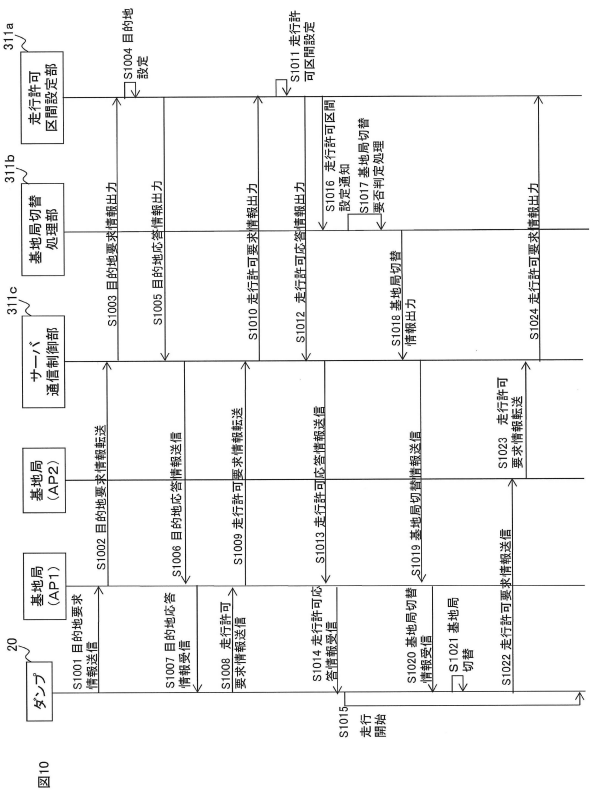
【図８】


図8
800
ボディ
820
データ特定情報
切替後の基地局情報
切替地点情報
基地局切替情報に対応する情報種別情報
821a
データ番号
821b
切替後の基地局のMAC7アドレス（例えばAP2）
823
切替地点のノードID
824
821
ヘッダ
810
接続先基地局のMACアドレス（例えばAP1）
812
最終IPアドレス
811
(a)
830
ボディ
850
データ特定情報
ダンプ情報
走行許可要求情報に対応する情報種別情報
851a
データ番号
851b
ダンプID
852a
ダンプ現在位置情報
852b
状態情報
852c
852
851
ヘッダ
840
接続先基地局のMACアドレス（例えばAP2）
842
最終IPアドレス
841
(b)
860
ボディ
880
データ特定情報
走行許可区間情報
走行許可応答情報に対応する情報種別情報
881a
データ番号
881b
前方境界点ID
882a
後方境界点ID
882b
制限速度
882c
882
881
ヘッダ
870
接続先基地局のMACアドレス（例えばAP2）
872
最終IPアドレス
871
(c)

【図９】

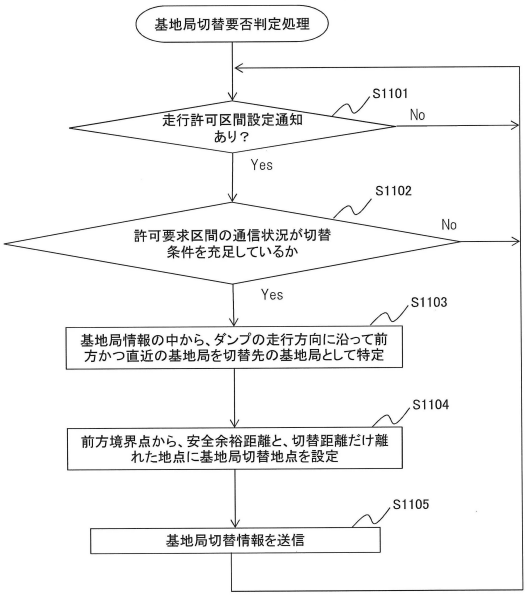

図9
20
基地局切替情報
60
SWP_b
SWP_f/RP_b
RP_f
BP_fn
BP_bn
切替処理区間
許可要求区間
安全余裕区間
走行許可区間n
(a)
20
AP1→AP2
60
SWP_b
SWP_f/RP_b
RP_f
BP_fn
切替処理区間
許可要求区間
安全余裕区間
解放区間
走行許可区間n
(b)
60
20
走行許可要求情報
SWP_f/RP_b
RP_f
BP_fn
許可要求区間
安全余裕区間
解放区間
走行許可区間n
(c)
60
20
走行許可応答情報
BP_bn+1
解放区間
走行許可区間n+1
(d)

【図１０】


図10
ダンプ
20
基地局（AP1）
基地局（AP2）
サーバ通信制御部
311c
基地局切替処理部
311b
走行許可区間設定部
311a
S1001 目的地要求情報送信
S1002 目的地要求情報転送
S1003 目的地要求情報出力
S1004 目的地設定
S1005 目的地応答情報出力
S1006 目的地応答情報送信
S1007 目的地応答情報受信
S1008 走行許可要求情報送信
S1009 走行許可要求情報転送
S1010 走行許可要求情報出力
S1011 走行許可区間設定
S1012 走行許可応答情報出力
S1013 走行許可応答情報送信
S1014 走行許可応答情報受信
S1015 走行開始
S1016 走行許可区間設定通知
S1017 基地局切替要否判定処理
S1018 基地局切替情報出力
S1019 基地局切替情報送信
S1020 基地局切替情報受信
S1021 基地局切替
S1022 走行許可要求情報送信
S1023 走行許可要求情報転送
S1024 走行許可要求情報出力

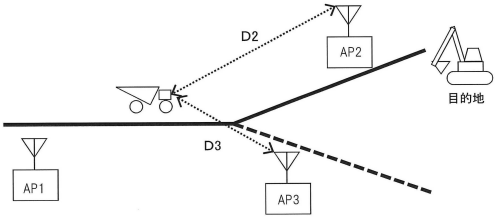
【図１１】

図11



【図１２】

図12



フロントページの続き

審査官　石原　由晴

(56)参考文献　特開２０１４－０７５６３２（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０９０５７６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１４／１０２９９９（WO，Ａ１）
特開平６－２０８４１３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｂ　　７／２４－７／２６
Ｈ０４Ｗ　　４／００－９９／００
Ｇ０１Ｃ　２１／２６
Ｇ０８Ｇ　　１／０９
Ｇ０８Ｇ　　１／１６
３ＧＰＰ　ＴＳＧ　ＲＡＮ　ＷＧ１－４
ＳＡ　ＷＧ１－４
ＣＴ　ＷＧ１、４