

# 自営用LTEシステムのトラフィック について

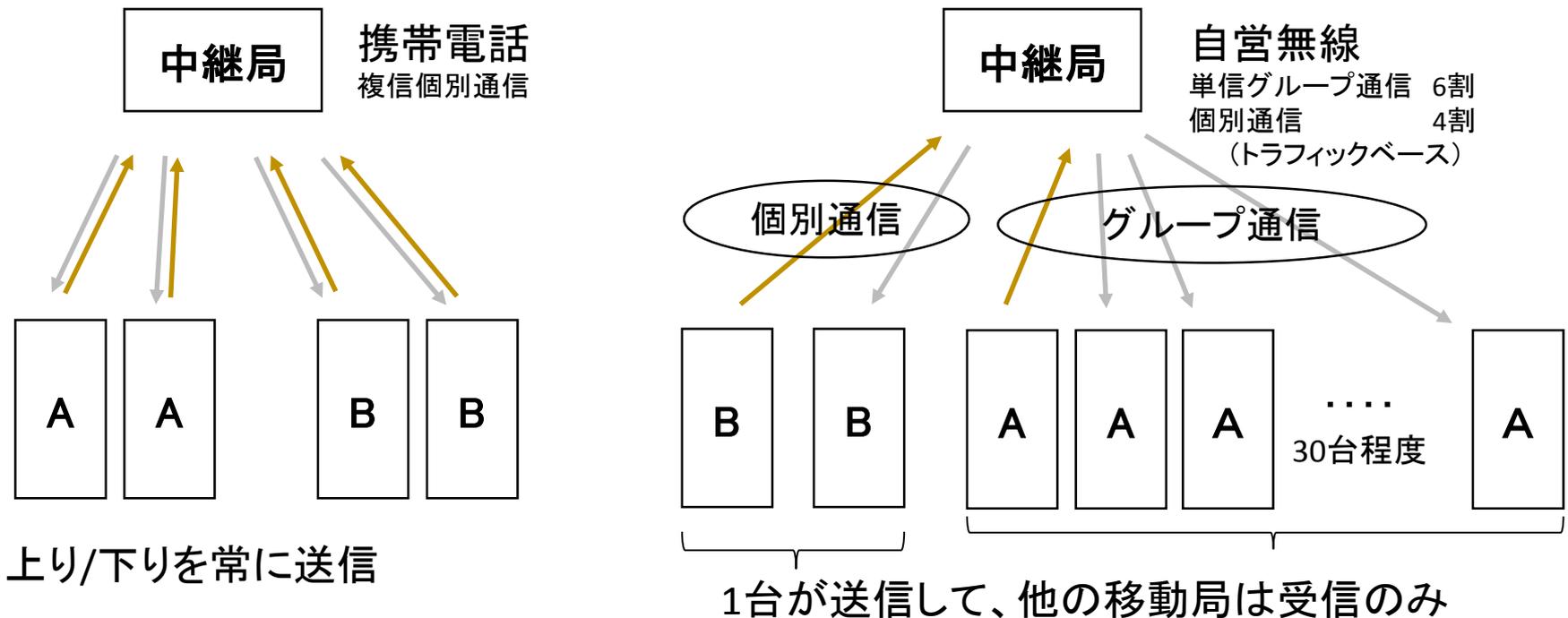
2017年10月27日

一般財団法人移動無線センター

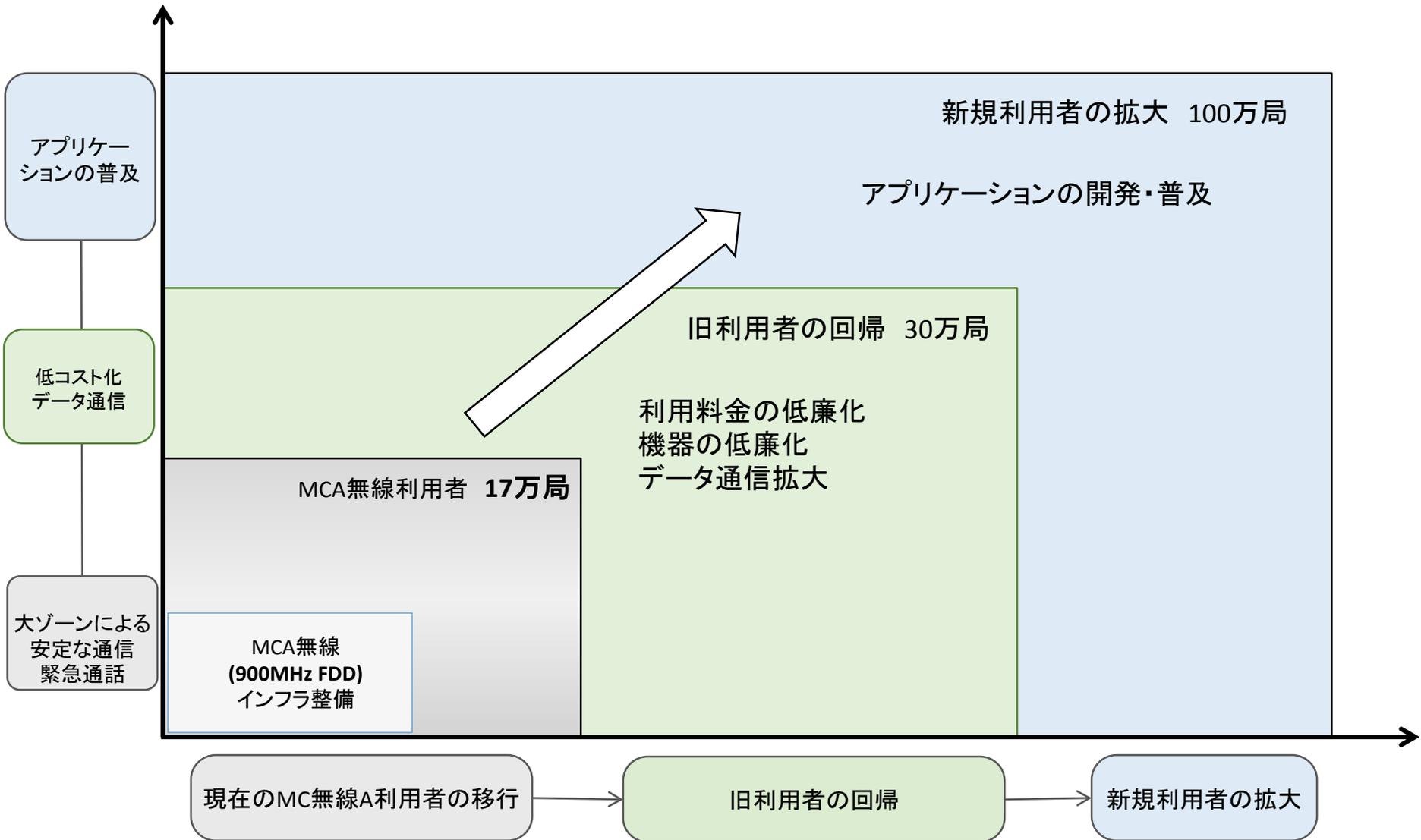
- 1 携帯電話と自営無線のトラフィックの違い
- 2 自営用LTEシステムの利用予測
- 3 自営用LTEシステムの上り回線トラフィック
  - 3-1 自営用LTEシステムの移動局配置想定(17万局)
  - 3-2 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(17万局)
  - 3-3 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(17万局)
  - 3-4 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(17万局)【平常時】
  - 3-5 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(17万局)【災害時】
  - 3-6 地方局のトラフィック想定(17万局)
  - 3-7 地方局のトラフィック想定(17万局)【平常時】
  - 3-8 自営用LTEシステムの移動局配置想定(30万局)
  - 3-9 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(30万局)
  - 3-10 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(30万局)【平常時】
  - 3-11 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(30万局)【災害時】
  - 3-12 自営用LTEシステムの移動局配置想定(90万局)
  - 3-13 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(90万局)
  - 3-14 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(90万局)【平常時】
  - 3-15 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(90万局)【災害時】
  - 3-16 地方局のトラフィック想定(90万局)
  - 3-17 地方局のトラフィック想定(90万局)【平常時】
  - 3-18 地方局のトラフィック想定(90万局)【災害時】
  - 3-19 自営LTE上り回線トラフィックの携帯電話との比較
- 4 自営用LTEシステムの下りトラフィック
  - 4-1 上り・下り回線のトラフィック
  - 4-2 下り回線トラフィックの収容(100万局)

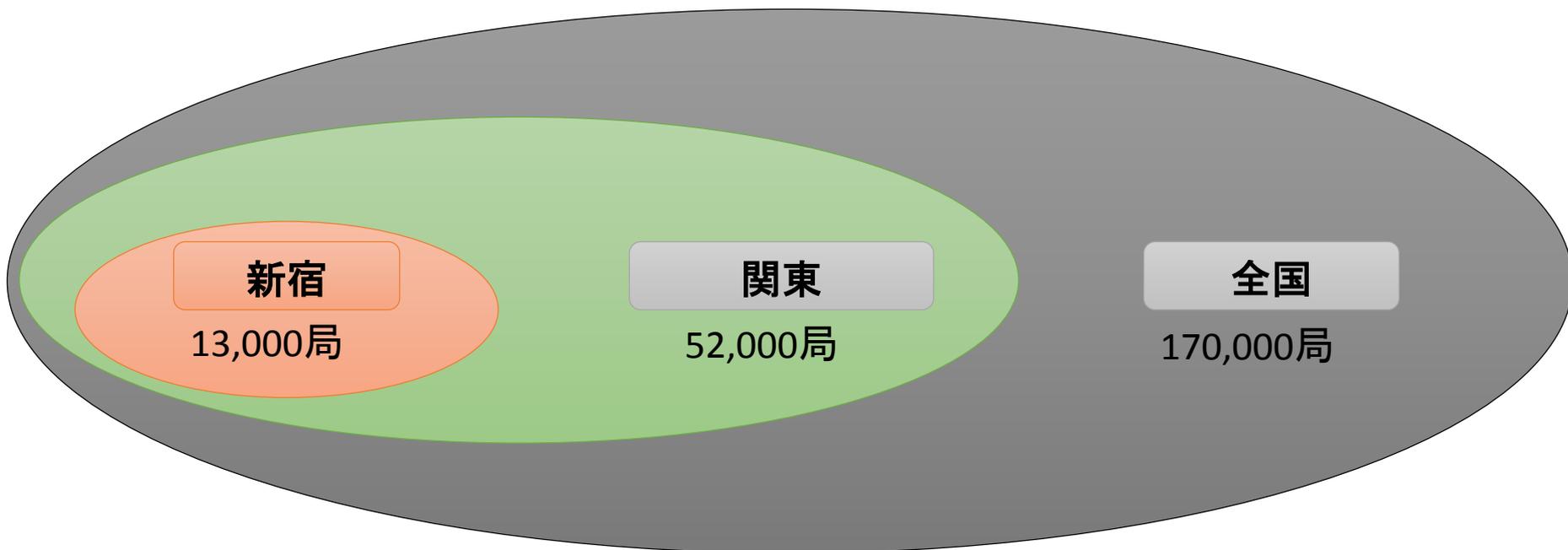
# 1 携帯電話と自営無線のトラフィックの違い

- 携帯電話は、1対1の複信通信の為、常にすべての移動局から上り通信が送信される可能性がある。
- 自営無線であるMCA無線システムの例では、通信の約6割が1対多（V-1より、平均30台程度）の単信通信、約4割が1対1の単信通信を行っており、グループ通信の180局、個別単信通信の8局の計188局が、計10の上り通信を行っているのに対し、携帯電話では同じ局数で188の上り通信を行っていることとなる。
- 従って、上り通信を携帯電話と自営無線で比較すると、同じ局数の場合、自営無線の上りトラフィックは携帯電話の5%程度となる。



## 2 自営用LTEシステムの利用予測





現在のMCA無線と同じ分布を想定

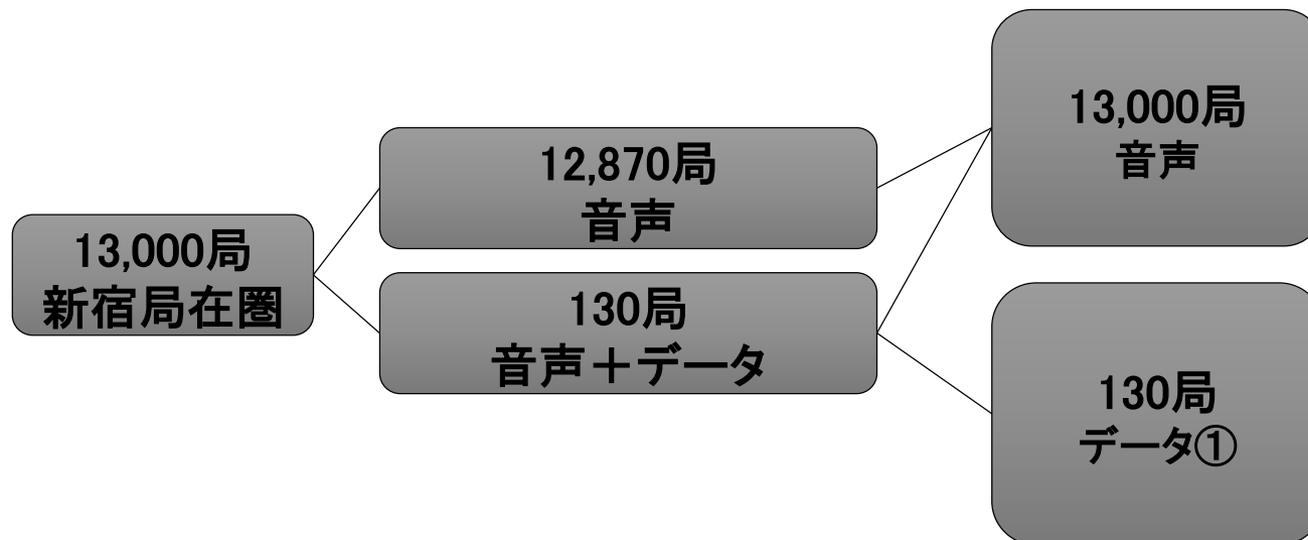
<在圏移動局数>

全国移動局数 : 約170,000局

関東移動局数 : 約 52,000局

新宿移動局数 : 約 13,000局 (通信時間比率25%より $52000 \times 0.25 = 13,000$ )

地方平均移動局数 : 約1,200局 ( $(170,000 - 52,000) \div 98 \text{局} = 1204.1 \div 1200$ )



#### <端末数の算出>

※移動局の割合は次により算出。

移動局13,000局の音声通信と音声+データ通信の割合は、99:1。

よって、約12,870局は音声通信、約130局は音声+データ通信と想定。

※データ①は、15秒おき0.1秒の通信(トラフィック最大のバスロケシステム)として算定。

<1km四方での通信数、及び端末数の算出>

最繁時の1時間あたりのトラヒック量は、実績より新宿局で142,643秒(1移動局当たり約11秒)。

新宿局での呼量(erl)は、

$11\text{秒} \times 13000\text{台} \div 3600(\text{分秒}) = 39.72(\text{音声通信})$

$24\text{秒} \times 130\text{台} \div 3600(\text{分秒}) = 0.87(\text{データ通信①})$

$39.72 + 0.87 = 40.59 \doteq 40.6\text{erl}$

新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方でのアーラン数は、  
 $\div (28 \times 28 \times 3.14) = 0.016\text{erl}/\text{km}^2$   
となる。

また、新宿局の想定移動局在圏数は、13,000局。

新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、  
 $13000 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 5.28 \doteq 5\text{局}$ となる。

#### 1. 単位時間あたりの利用頻度想定

通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	11	実測値の平均値
データ通信①	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定

#### 2. 単位時間あたりの呼量算出(新宿局\_平常時)

移動局利用パターン	局数	呼量(erl)	備考
音声通信	13,000	39.7	(音声通信のみ) + (音声通信及びデータ通信)
データ通信①	130	0.9	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と仮定 ※15秒おき0.1秒の通信を仮定
合計呼量(erl)		40.6	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.016	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、新宿局サービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量 ÷ (28 × 28 × 3.14))。

新宿局の想定移動局在圏数は、13,000局  
 新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、  
 $13000 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 5.28 \div 5$ 局

## 3-5 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(17万局)【災害時】

### 1. 単位時間あたりの利用頻度想定

通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	15	実測値の平均値。災害時のトラフィック増加(1.4倍)を考慮。
データ通信① バスロケ	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定。データ自動発信を想定すると平常時と同時間。

※災害時は、東日本大震災時のトラフィック実績より、通信数が約1.4倍になる。  
よって、平常時の通信時間から1.4倍している。

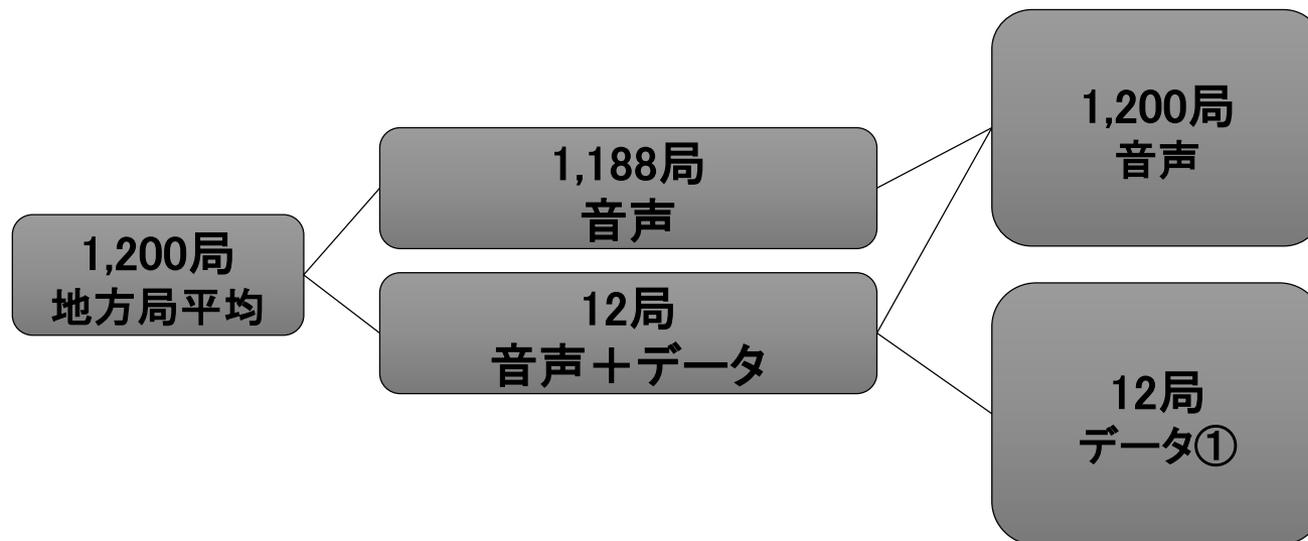
### 2. 単位時間あたりの呼量算出(新宿局\_災害時)

移動局利用パターン	台数	呼量(erl)	備考
音声通信	13,000	54.2	(音声通信のみ) + (音声通信及びデータ通信)
データ通信	130	0.9	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と仮定 ※15秒おき0.1秒の通信を仮定
合計呼量(erl)		55.1	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.022	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、新宿局サービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量÷(28×28×3.14))。

新宿局の想定移動局在圏数は、13,000局。  
新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、  
 $13000 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 5.28 \div 5$ 局

## 3-6 地方局のトラフィック想定(17万局)



### <端末数の算出>

※移動局の割合は次により算出。

移動局1,200局の音声通信と音声+データ通信の割合は、99:1。

よって、約1,188局は音声通信、約12局は音声+データ通信と想定。

※データ①は、15秒おき0.1秒の通信(トラフィック最大のバスロケシステム)として算定。

## 3-7 地方局のトラフィック想定(17万局)【平常時】

### 1. 単位時間あたりの利用頻度想定

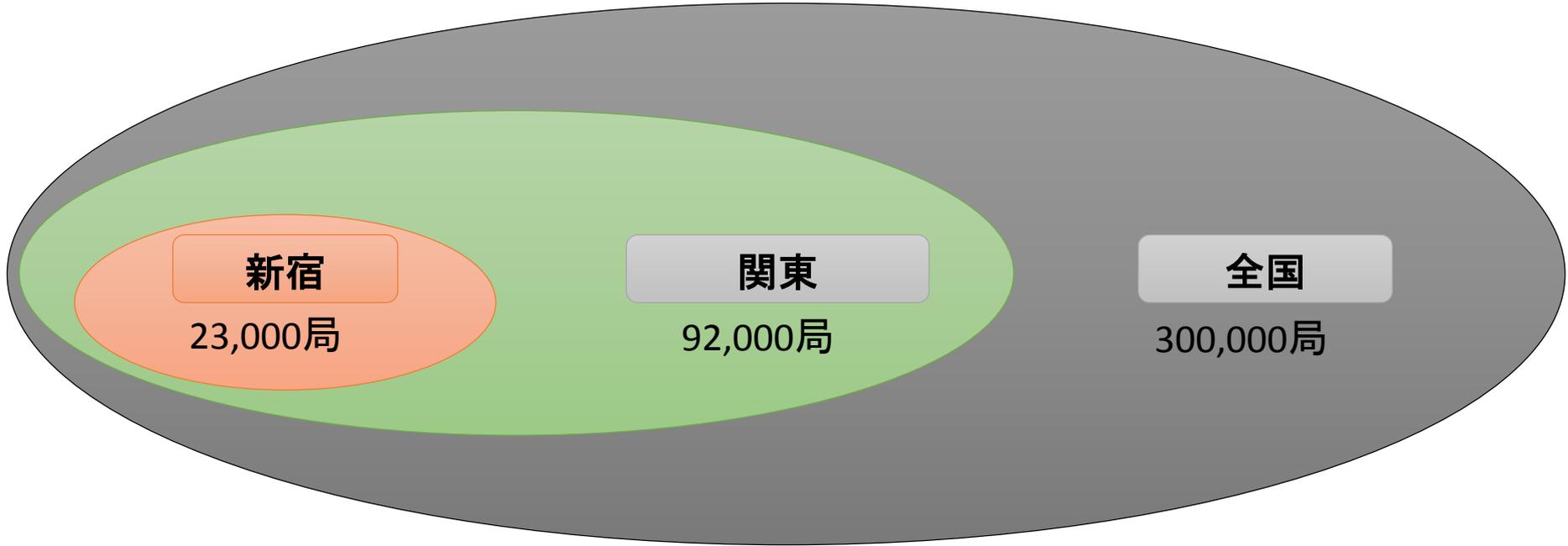
通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	11	実測値の平均値
データ通信①	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定

### 2. 単位時間あたりの呼量算出(地方局平均\_平常時)

移動局利用パターン	台数	呼量(erl)	備考
音声通信	1,200	3.7	(音声通信のみ) + (音声通信及びデータ通信)
データ通信①	12	0.1	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と仮定 ※15秒おき0.1秒の通信を仮定
合計呼量(erl)		3.8	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.002	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、MCAサービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量÷(28×28×3.14))。

地方局の想定移動局在圏数は、1,200局  
サービスエリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、  
 $1200 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 0.49 \div 0.5$ 局



現在のMCA無線の局分布と同じ比率で拡大すると想定

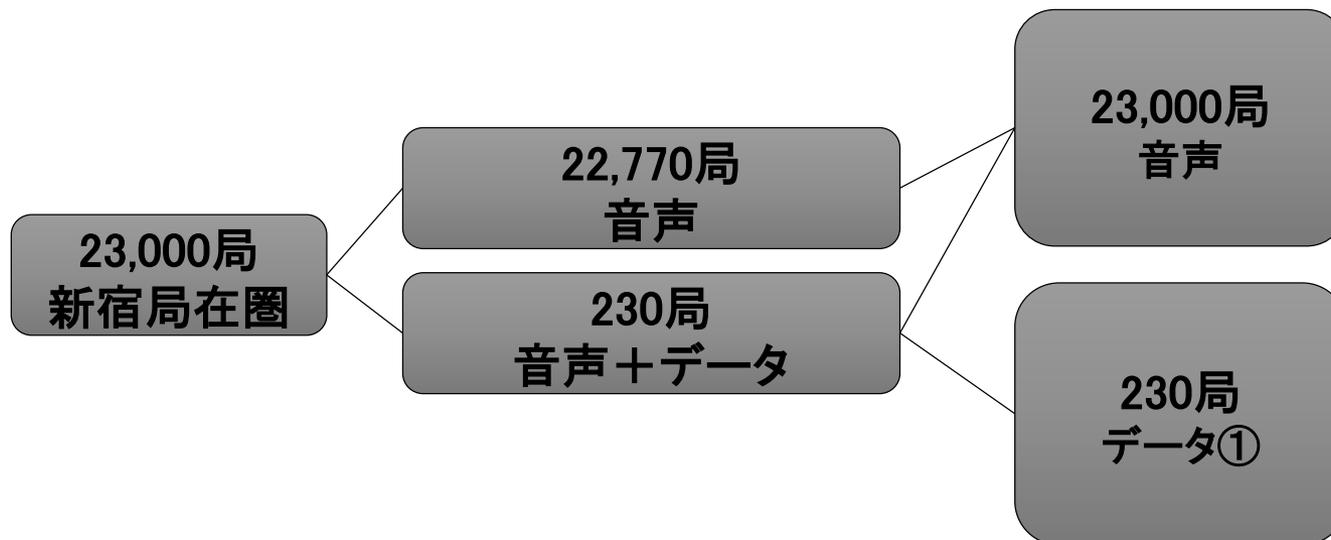
<在圏移動局数>

全国移動局数 : 約300,000局

関東移動局数 : 約 92,000局

新宿移動局数 : 約 23,000局 (通信時間比率25%より $92000 \times 0.25 = 23,000$ )

地方平均移動局数 : 約2,100局 ( $(300,000 - 92,000) \div 98局 = 2122 \div 2100$ )



#### <端末数の算出>

※移動局の割合は次により算出。

移動局23,000局の音声通信と音声+データ通信の割合は、99:1。

よって、約22,770局は音声通信、約230局は音声+データ通信と想定。

※データ①は、15秒おき0.1秒の通信(トラフィック最大のバスロケシステム)として算定。

### 1. 単位時間あたりの利用頻度想定

通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	11	実測値の平均値
データ通信①	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定

### 2. 単位時間あたりの呼量算出(新宿局\_平常時)

移動局利用パターン	局数	呼量(erl)	備考
音声通信	23,000	70.3	(音声通信のみ) + (音声通信及びデータ通信)
データ通信①	230	1.5	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と仮定 ※15秒おき0.1秒の通信を仮定
合計呼量(erl)		71.8	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.029	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、新宿局サービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量 ÷ (28 × 28 × 3.14))。

新宿局の想定移動局在圏数は、23,000局  
 新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、  
 $23000 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 9.34 \div 9$ 局

## 1. 単位時間あたりの利用頻度想定

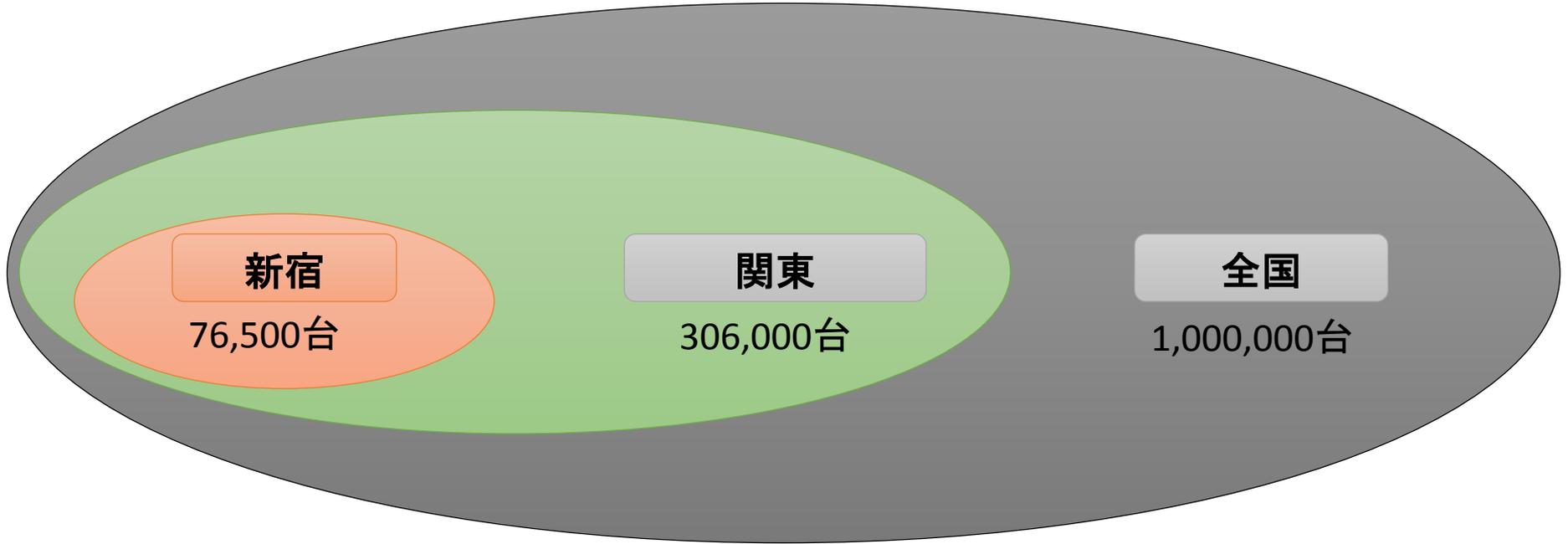
通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	15	実測値の平均値。災害時のトラフィック増加(1.4倍)を考慮。
データ通信①	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定。データ自動発信を想定すると平常時と同時間。

## 2. 単位時間あたりの呼量算出(新宿局\_災害時)

移動局利用パターン	局数	呼量(erl)	備考
音声通信	23,000	95.8	(音声通信のみ) + (音声通信及びデータ通信)
データ通信①	230	1.5	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と仮定 ※15秒おき0.1秒の通信を仮定
合計呼量(erl)		97.3	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.040	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、新宿局サービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量÷(28×28×3.14))。

新宿局の想定移動局在圏数は、23,000局  
 新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、  
 $23000 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 9.34 \div 9$ 局



現在のMCA無線の局分布と同じ比率で拡大すると想定

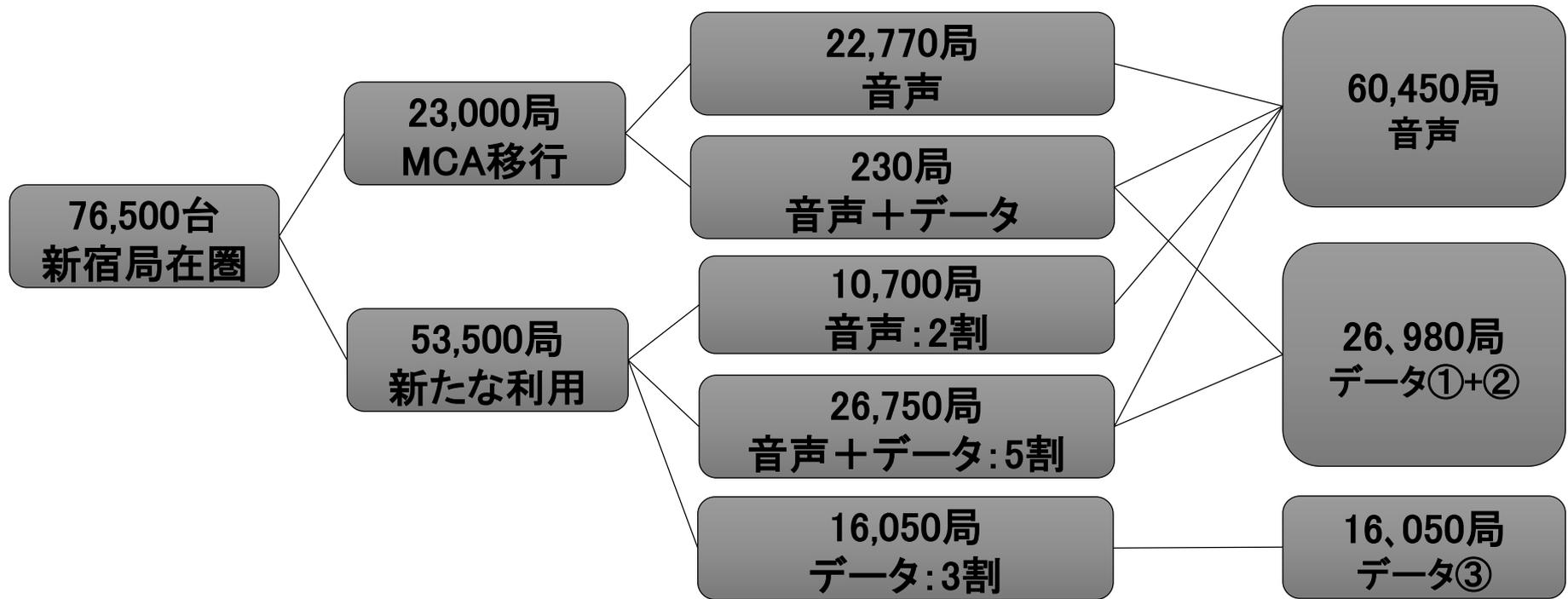
<在圏移動局数算出>

全国移動局数 : 約1,000,000局

関東移動局数 : 約 306,000局

新宿移動局数 : 約 76,500局 (通信時間比率25%より $306000 \times 0.25 = 76,500$ )

地方平均移動局数 : 約7,100局 ( $(1,000,000 - 306,000) \div 98 \text{局} = 7081.63 \doteq 7100$ )



<端末数の算出>

※移動局の割合は次により算出。

MCA移行の移動局23,000局の音声通信とデータ通信の割合は、99:1。

よって、約22,770局は音声通信、約230局は音声+データ通信と想定。

新たな移動局53,500局は音声通信が2割、音声+データが5割、データ専用が3割と想定。

よって、約10,700局は音声、26,750局は音声+データ、16,050局はデータ専用と想定。

## 3-14 トラフィック最大局(新宿局)のトラフィック想定(100万局)【平常時】

### 1. 新規利用移動局の通信利用方法想定

利用方法	割合	局数	備考
音声通信のみ	20%	10,700	音声のみの利用シーンは少ないと想定
音声通信およびデータ通信	50%	26,750	半数は、音声+データの利用と想定
データ通信のみ	30%	16,050	IoTイメージの利用シーンを想定
合計	100.0%	53,500	

### 2. 単位時間あたりの利用頻度想定

通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	11	実測値の平均値
データ通信① バスロケ	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定
データ通信② 画像送信	48	メール添付 VGAサイズのJPEGを1時間に1回送信(50kbpsで300kB程度を想定)
データ通信③ 接点情報	0.1	1時間に1回、0.1秒の通信を仮定(IoTのイメージ)

### 3. 単位時間あたりの呼量算出(新宿局\_平常時)

移動局利用パターン	局数	呼量(erl)	備考
音声通信	60,450	184.7	(音声通信のみ)+(音声通信及びデータ通信)
データ通信①+②	26,980	539.6	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と、メール送信と仮定
データ通信③	16,050	0.4	新規獲得ユーザの内、(データ通信専用)移動局は警備などでのIoT目的と仮定
合計呼量(erl)		724.7	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.294	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、MCAサービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量÷(28×28×3.14))。

新宿局の想定移動局在圏数は、76,500局。

新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、  
 $76,500 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 31.08 \div 31$ 局。

## 1. 新規利用移動局の通信利用方法想定

利用方法	割合	局数	備考
音声通信のみ	20%	10,700	音声のみの利用シーンは少ないと想定
音声通信およびデータ通信	50%	26,750	半数は、音声+データの利用と想定
データ通信のみ	30%	16,050	IoTイメージの利用シーンを想定
合計	100.0%	53,500	

## 2. 単位時間あたりの利用頻度想定

通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	15	実測値の平均値。災害時のトラフィック増加(1.4倍)を考慮。
データ通信① バスロケ	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定。データ自動発信を想定すると平常時と同時間。
データ通信② 画像送信	96	メール添付 VGAサイズのJPEGを1時間に2回送信(50kbpsで300kB程度を想定)
データ通信③ 接点情報	48.1	1時間に1回、0.1秒の通信、及び300kBのメール送信を1回と仮定(IoTのイメージ)

※災害時は、東日本大震災時のトラフィック実績より、音声通信数は約1.4倍を考慮。  
 データ①は同じ。データ通信②は平常時の2倍、データ通信③は1時間に1回画像送信を追加。

## 3. 単位時間あたりの呼量算出(新宿局 災害時)

移動局利用パターン	局数	呼量(erl)	備考
音声通信	60,450	251.9	(音声通信のみ) + (音声通信及びデータ通信)
データ通信①+②	26,980	899.3	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と、メール送信と仮定
データ通信③	16,050	214.4	新規獲得ユーザの内、(データ通信専用)移動局は警備などでのIoT目的と仮定
合計呼量(erl)		1365.6	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.554	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

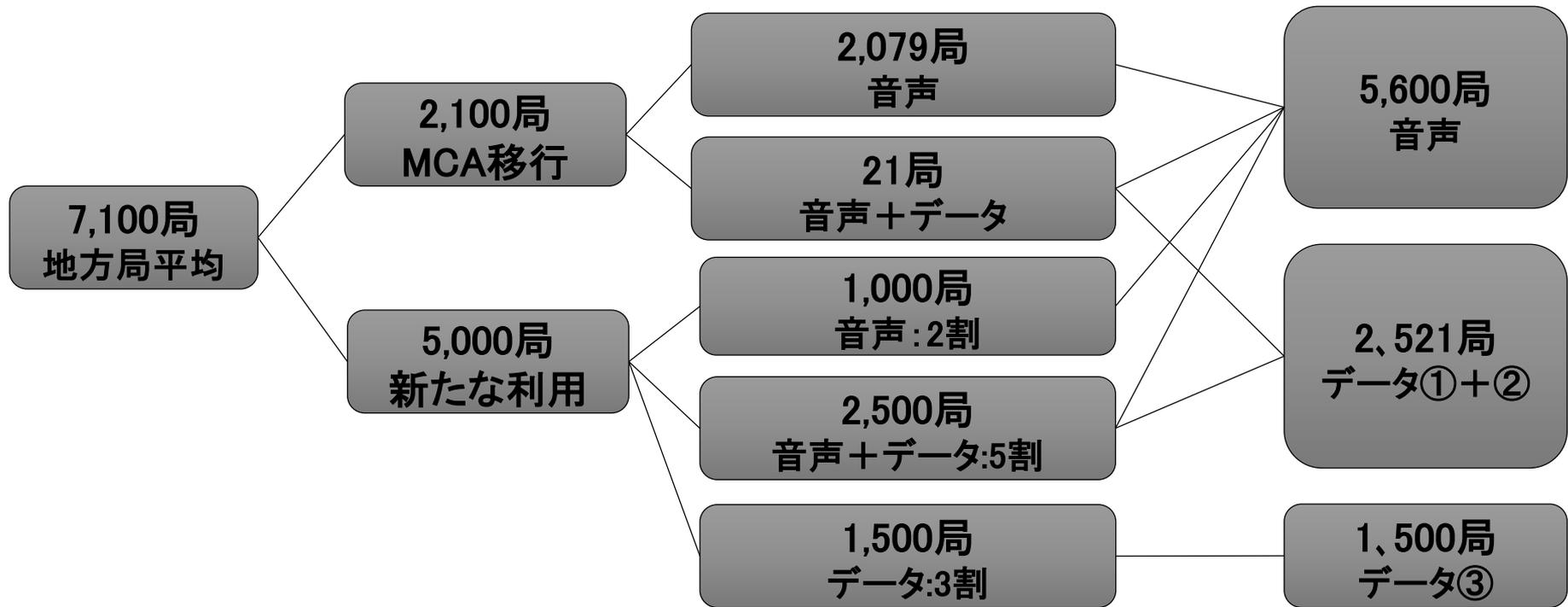
※単位面積は、新宿局サービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量÷(28×28×3.14))。

新宿局の想定移動局在圏数は、76,500局

新宿エリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、

$76,500 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 31.08 \div 31$ 局

### 3-16 地方局のトラフィック想定(100万局)



#### <端末数の算出>

※移動局の割合は次により算出。

移行移動局2,100局の音声通信とデータ通信の割合は、99:1。

よって、約2,079局は音声通信、約21局は音声+データ通信と想定。

新たな移動局5,000局は音声通信が2割、音声+データが5割、データ専用が3割と想定。

よって、約1,000局は音声、2,500局は音声+データ、1,500局はデータ専用と想定。

## 1. 新規利用移動局の通信利用方法想定

利用方法	割合	局数	備考
音声通信のみ	20%	1,000	音声のみの利用シーンは少ないと想定
音声通信およびデータ通信	50%	2,500	半数は、音声+データの利用と想定
データ通信のみ	30%	1,500	IoTイメージの利用シーンを想定
合計(確認用)	100.0%	5,000	

## 2. 単位時間あたりの利用頻度想定

通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	11	実測値の平均値
データ通信① バスロケ	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定
データ通信② 画像送信	48	メール添付 VGAサイズのJPEGを1時間に1回送信(50kbpsで300kB程度を想定)
データ通信③ 接点情報	0.1	1時間に1回、0.1秒の通信を仮定(IoTのイメージ)

## 3. 単位時間あたりの呼量算出(地方局平均\_平常時)

移動局利用パターン	局数	呼量(erl)	備考
音声通信	5,600	17.1	(音声通信のみ)+(音声通信及びデータ通信)
データ通信①+②	2,521	50.4	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と、メール送信と仮定
データ通信③	1,500	0.0	新規獲得ユーザの内、(データ通信専用)移動局は警備などでのIoT目的と仮定
合計呼量(erl)		67.5	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.027	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、MCAサービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量÷(28×28×3.14))。

地方局の想定移動局在圏数は、7,100局

サービスエリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、

$7,100 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 2.88 \div 3$ 局

## 1. 新規利用移動局の通信利用方法想定

利用方法	割合	局数	備考
音声通信のみ	20%	10,700	音声のみの利用シーンは少ないと想定
音声通信およびデータ通信	50%	26,750	半数は、音声+データの利用と想定
データ通信のみ	30%	16,050	IoTイメージの利用シーンを想定
合計	100.0%	53,500	

## 2. 単位時間あたりの利用頻度想定

通信種類	秒/1時間	備考
音声通信	15	実測値の平均値。災害時のトラフィック増加(1.4倍)を考慮。
データ通信① バスロケ	24	15秒おき0.1秒の通信を仮定。データ自動発信を想定すると平常時と同時間。
データ通信② 画像送信	96	メール添付 VGAサイズのJPEGを1時間に2回送信(50kbpsで300kB程度を想定)
データ通信③ 接点情報	48.1	1時間に1回、0.1秒の通信、及び300kBのデータ送信を1回と仮定(IoTのイメージ)

※災害時は、東日本大震災時のトラフィック実績より、音声通信数は約1.4倍を考慮。  
 データ①は同じ。データ通信②は平常時の2倍、データ通信③は1時間に1回画像送信を追加。

## 3. 単位時間あたりの呼量算出(地方局平均\_災害時)

移動局利用パターン	局数	呼量(erl)	備考
音声通信	5,600	23.3	(音声通信のみ)+(音声通信及びデータ通信)
データ通信①+②	2,521	84.0	(音声通信及びデータ通信)を行う端末のデータ通信はバスロケのようなデータ収集と、メール送信と仮定
データ通信③	1,500	20.0	新規獲得ユーザの内、(データ通信専用)移動局は警備などでのIoT目的と仮定
合計呼量(erl)		127.3	
単位面積当たり呼量(erl/km <sup>2</sup> )		0.052	単位面積(平方キロメートル)あたりの呼量

※単位面積は、MCAサービスエリアの半径28kmより算出(合計呼量÷(28×28×3.14))。

地方局の想定移動局在圏数は、7,100局

サービスエリアは半径約28km程度なので、1km四方での移動局在件数は、

$7,100 \div (28 \times 28 \times 3.14) = 2.88 \div 3$ 局

## 3-19 自営用LTEシステムの上り回線トラヒックの携帯電話との比較

自営用LTEシステムで想定しているトラヒック量は、携帯電話に比べると非常に少ない(携帯電話の通話と新宿局の自営用LTEシステム全トラフィックで比較)。

携帯電話 1MHz,1km<sup>2</sup>  
あたりの音声トラヒック  
40.62erl/MHz/km<sup>2</sup>



自営用LTE高トラヒック局  
災害時(100万台)の  
1MHz,1km<sup>2</sup>あたりの総トラヒック  
0.111erl/MHz/km<sup>2</sup>



自営用LTE高トラヒック局  
平常時(100万台)の  
1MHz,1km<sup>2</sup>あたりの総トラヒック  
0.059erl/MHz/km<sup>2</sup>

## 【携帯電話の呼量】

- 平成11年電気通信技術審議会 次世代移動通信委員会報告

## 4-1 上り／下り回線のトラヒック

自営用LTEシステムではグループ通信を多用するが、マルチキャストを使用することで、下り回線のトラヒックは上り回線トラヒックと同等になる。

全国移動局数	想定エリア	平常時/災害時	上り/下り呼量 (erl/km <sup>2</sup> )	上り/下り呼量密度 (erl/km <sup>2</sup> /MHz)
17万台	新宿局	平常時	0.016	0.003
		災害時	0.022	0.004
	地方局	平常時	0.002	0.000
30万台	新宿局	平常時	0.029	0.006
		災害時	0.040	0.008
100万台	関東局	平常時	0.074	0.015
		災害時	0.139	0.028
	新宿局	平常時	0.294	0.059
		災害時	0.554	0.111
	地方局	平常時	0.027	0.005
		災害時	0.052	0.010

- 周波数帯幅 5MHzの下り回線に全国で100万局のトラヒックが収容可能か試算

### 【試算条件】

- 簡易化のため、音声データ(20ms)のみを対象
- マルチキャストチャネルを使用
- 1グループに登録する移動局は30局
- 6セクター構成(セクター化効果3.6倍とする)
- 音声データに必要な無線リソースは2RB

### 【5MHzの最大収容回線数】

$$20\text{ms} \times 25\text{RB} \times 3.6\text{倍} / 2\text{RB} = 900\text{回線}$$

### 【全国100万局時のトラヒック量】

$$\text{関東局平常時: } 0.074[\text{erl}/\text{km}^2] \times 28\text{km} \times 28\text{km} \times 3.14 = 182 [\text{erl}] \text{ (1局平均)}$$

$$\text{関東局災害時: } 0.139[\text{erl}/\text{km}^2] \times 28\text{km} \times 28\text{km} \times 3.14 = 342 [\text{erl}] \text{ (1局平均)}$$

$$\text{新宿局平常時: } 0.294[\text{erl}/\text{km}^2] \times 28\text{km} \times 28\text{km} \times 3.14 = 724 [\text{erl}]$$

$$\text{新宿局災害時: } 0.554[\text{erl}/\text{km}^2] \times 28\text{km} \times 28\text{km} \times 3.14 = 1364 [\text{erl}]$$

マルチキャストを活用しても、最大トラフィックの新宿局では全国100万局時の災害時トラフィックを賄えなくなるが、新宿局のゾーンの分割やMU-MIMO、4T4Rの導入により収容が可能である。なお、その他の局では、災害時トラフィックについても十分賄える。