



# 東日本大震災及び台風12号・15号の被災状況と 今後の安全・信頼性対策について

2011年10月19日

株式会社NTTドコモ

研究開発推進部 佐藤 隆明

# 1. 東日本大震災及び台風12号, 15号 による被災状況等について

# (1)–A. 東日本大震災による電気通信設備の被害状況および要因について

## ①基地局(FOMA)

(無線局数)

	総数	被災数(総数比) 内訳(要因別比)	要因	被災数	要因比
関東地方	構成員限り		停電	構成員限り	98%
	(総数に対する 比率:3.5%)		伝送路・設備故障		2.0%
			水没		0.14%
東北地方	構成員限り		停電		81%
	(総数に対する 比率:42%)		伝送路・設備故障		17%
			水没		2.2%

## ②交換局

被害はありませんでした。

## ③伝送路

	総数	被災数	要因	被災数	要因比
関東地方	-	1箇所	津波(道路崩壊による切断)	1箇所	100%
東北地方	-	2箇所	津波(電柱倒壊による切断)	1箇所	50%
			地震(道路崩壊による切断)	1箇所	50%

# (1)–B. 台風12号/15号による電気通信設備の被害状況および要因について

## ①基地局(FOMA)

(サイト数)

	総数	被災数 (総数比)	要因	被災数	要因比
関東地方	構成員限り		停電	構成員限り	81.3%
	*被災があった茨城、神奈川、東京、栃木、山梨、千葉、長野	(総数に対する比率:約0.5%)	設備故障		3.1%
			伝送路故障		14.0%
			水没		1.6%
東海地方	構成員限り		停電		67.6%
	(総数に対する比率:約8.1%)	設備故障	2.0%		
		伝送路故障	2.8%		
		水没	0.5%		
		その他(不明含)	27.1%		
関西地方	構成員限り		停電	29.5%	
	(総数に対する比率:約3.9%)	設備故障	1.0%		
		伝送路故障	63.3%		
		水没	6.2%		

※3.11までは無線局単位で被災状況をカウントしておりましたが、復旧自体は無線局を設置している拠点(サイト)毎となるため、3.11以降は拠点(サイト)単位で管理しております。

## (1)ーB. 台風12号/15号による電気通信設備の被害状況および要因について

### ②交換局

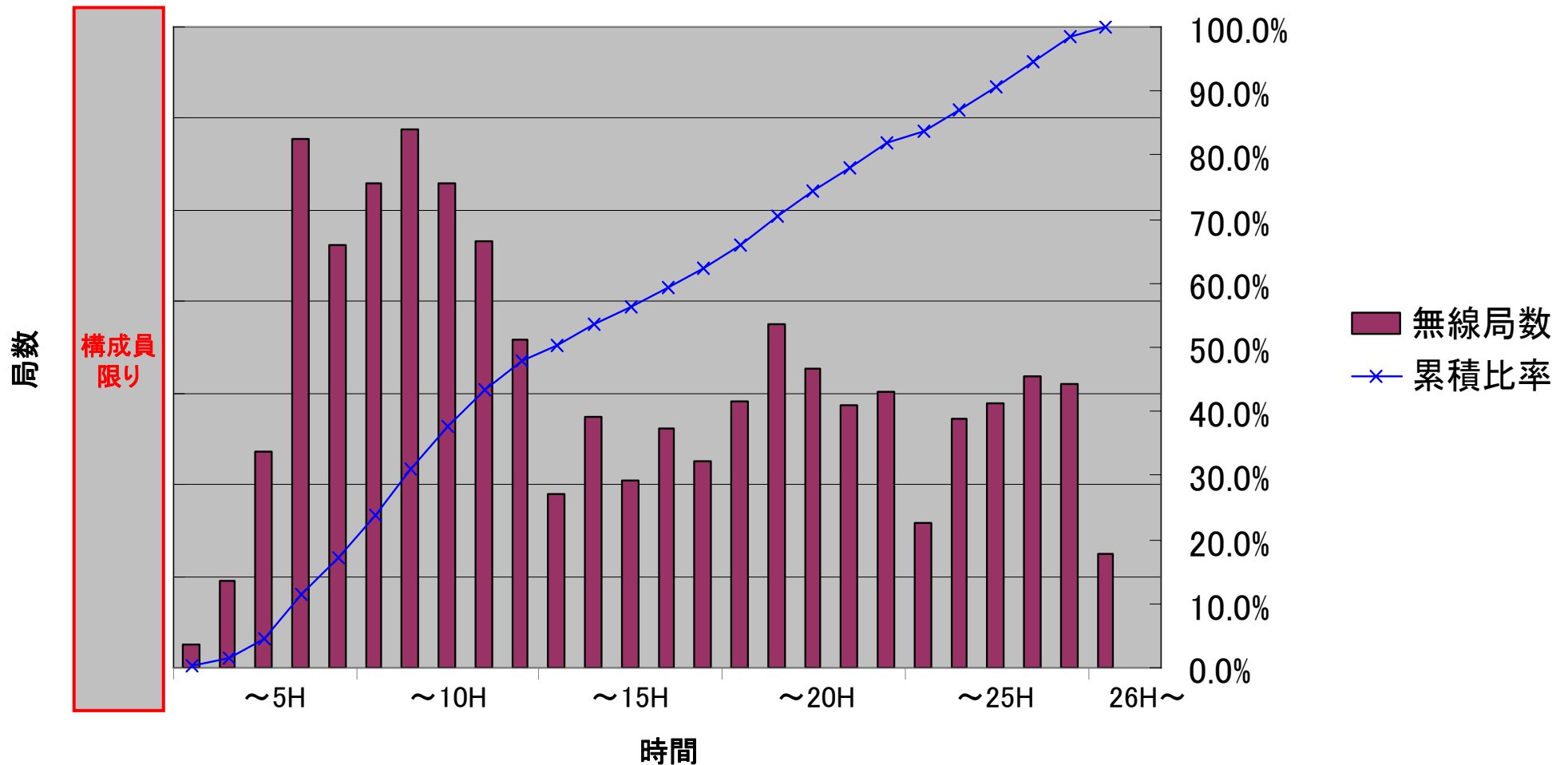
被害はありませんでした。

### ③伝送路

	総数	被災数	要因	被災数	要因比
関東地方	-	0箇所	-	-	-
東海地方	-	0箇所	-	-	-
関西地方	-	1箇所	河川増水による橋梁部の管路損傷による切断	1箇所	100%

## (2)－A. 東日本大震災による停電による具体的な影響

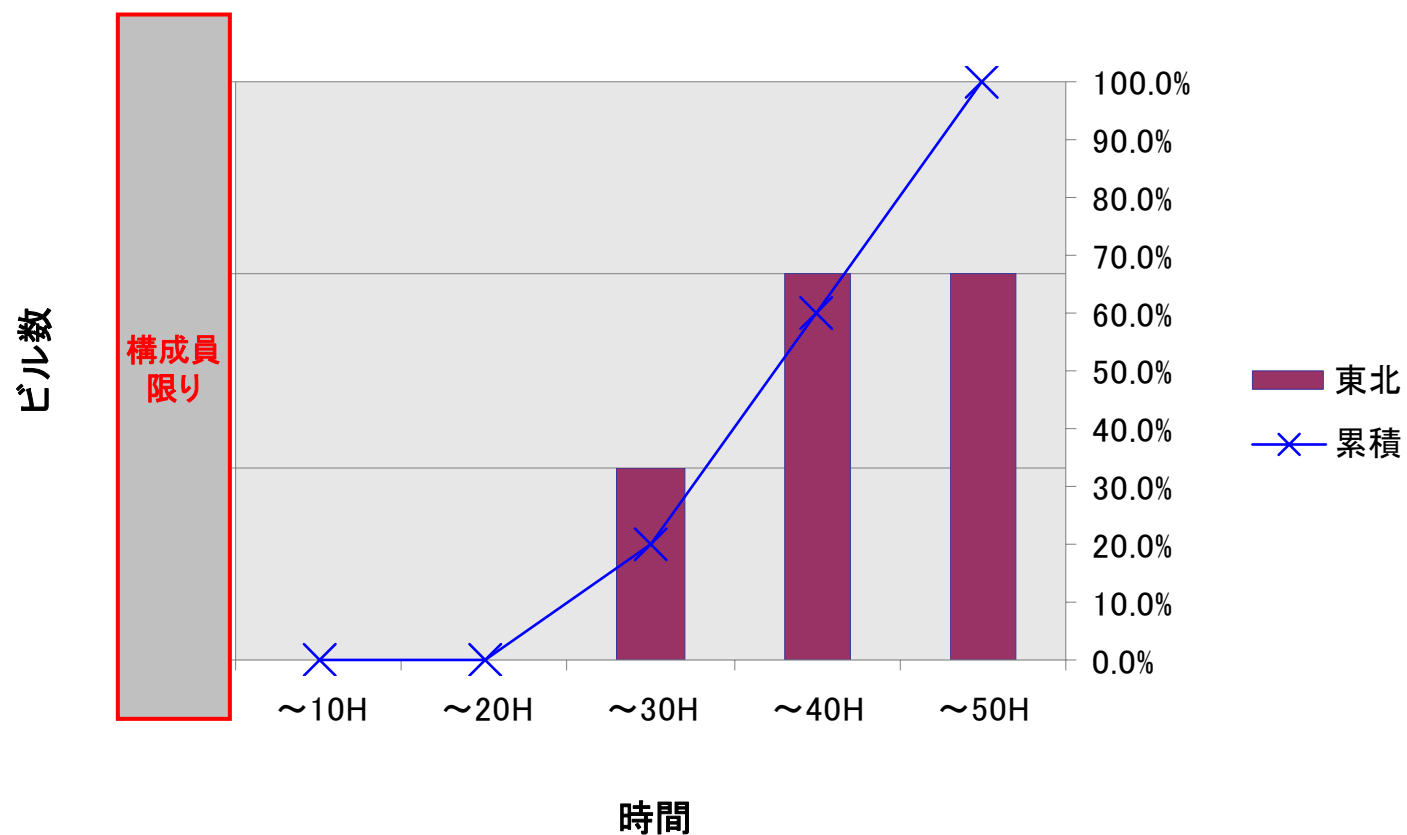
### ①停電基地局蓄電池稼働時間分布(東北地方・関東地方)



\* 停電が発生してから機能停止に至るまでの稼働時間分布

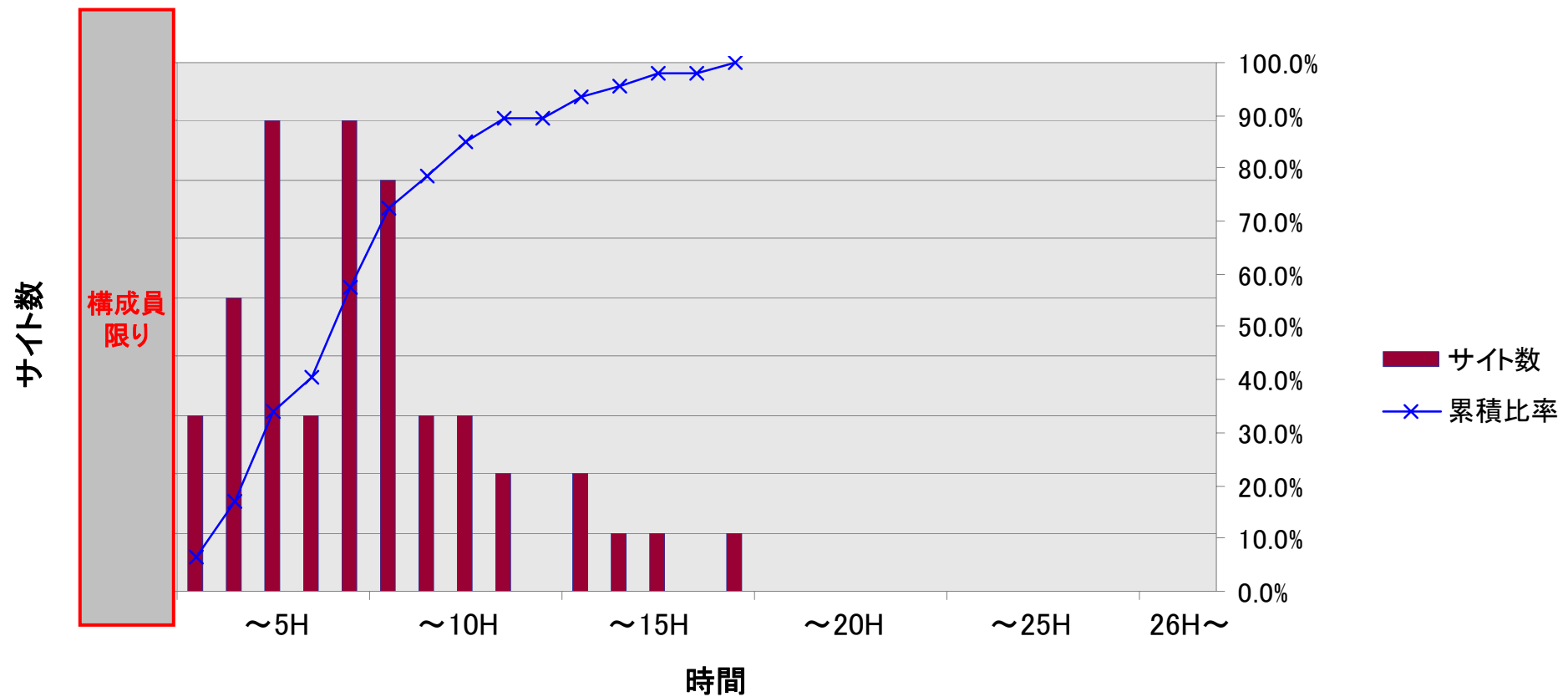
## (2)－A. 東日本大震災による停電による具体的な影響

### ②停電自前伝送路中継局蓄電池稼働時間分布(東北地方)



## (2)-B. 台風12号/15号による停電による具体的な影響

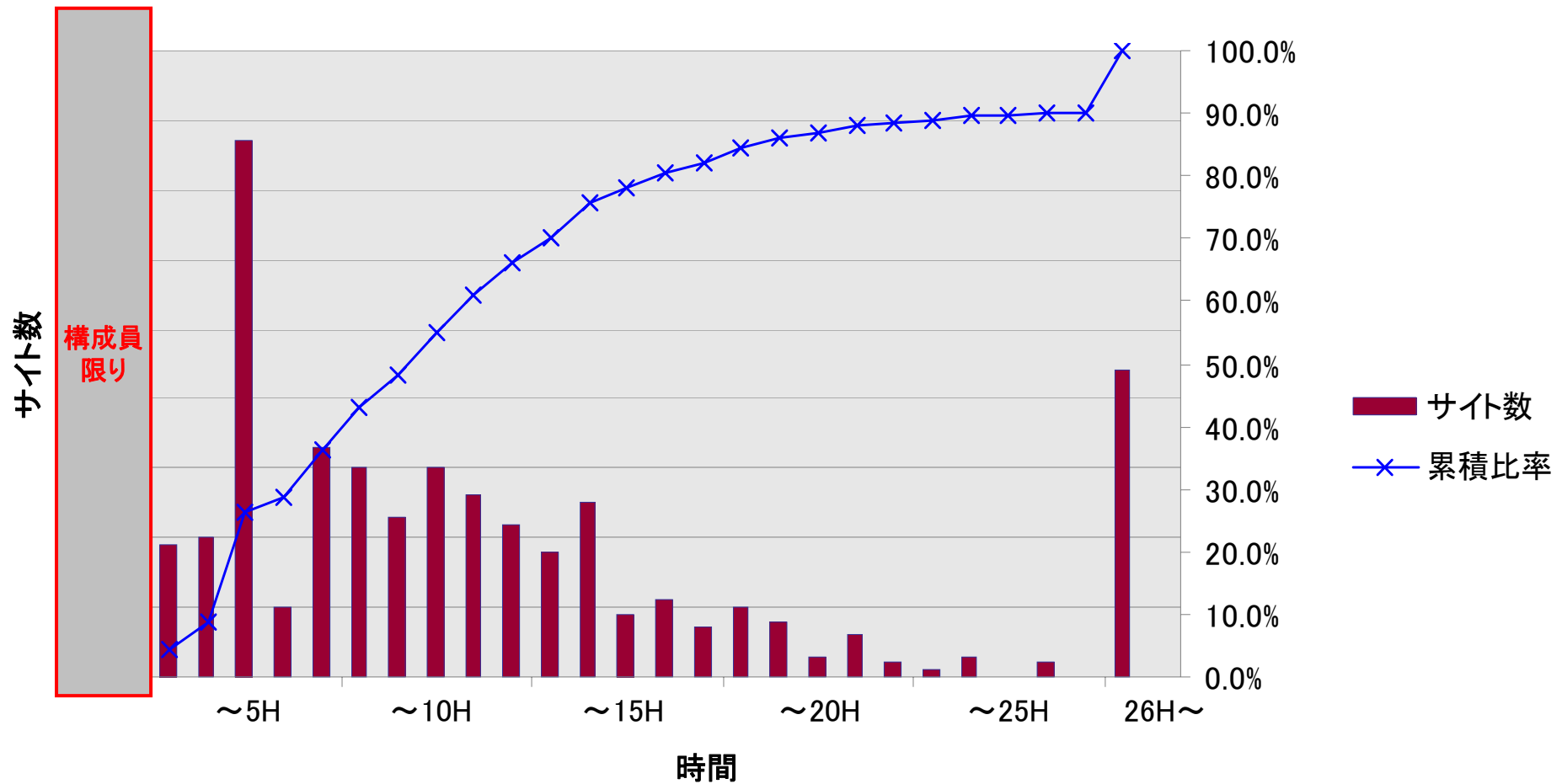
### ① 停電基地局蓄電池稼働時間分布(関東地方)





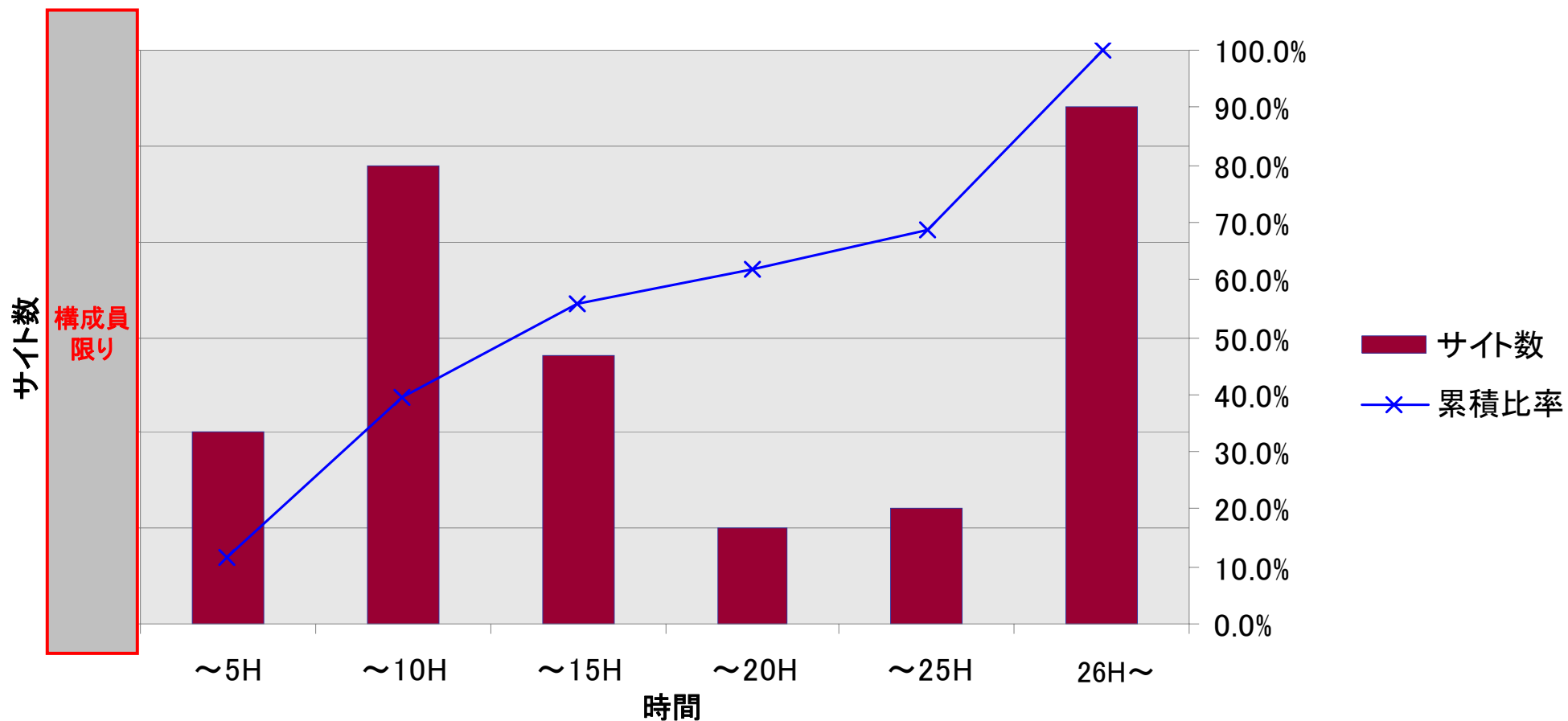
## (2)-B. 台風12号/15号による停電による具体的な影響

### ②停電基地局蓄電池稼働時間分布(東海地方)



## (2)–B. 台風12号／15号による停電による具体的な影響

### ③停電基地局蓄電池稼働時間分布(関西地方)



### (3)東日本大震災による津波による具体的な被害(基地局) 1/3

番号	県	局名	標高
1	茨城	構成員限り	3
2	千葉		5
3	岩手		2.4
4	岩手		26
5	岩手		8.2
6	岩手		4
7	岩手		2
8	岩手		10
9	岩手		4
10	岩手		4
11	岩手		30
12	岩手		3
13	岩手		6
14	岩手		12
15	岩手		3
16	岩手		3
17	岩手		6.8
18	岩手		16
19	岩手		13
20	岩手		6.3

番号	県	局名	標高
21	岩手	構成員限り	3
22	岩手		2
23	岩手		3
24	岩手		18
25	岩手		1
26	岩手		5.2
27	岩手		3
28	岩手		5
29	岩手		3
30	岩手		7
31	岩手		20
32	岩手		20
33	宮城		2
34	宮城		2
35	宮城		2
36	宮城		13
37	宮城		3
38	宮城		4
39	宮城		7
40	宮城		16

### (3)東日本大震災による津波による具体的な被害(基地局) 2/3

番号	県	局名	標高
41	宮城	構成員限り	1
42	宮城		1.4
43	宮城		1.8
44	宮城		1
45	宮城		2
46	宮城		2
47	宮城		11.9
48	宮城		1.6
49	宮城		11.3
50	宮城		9
51	宮城		3
52	宮城		3
53	宮城		2
54	宮城		1.2
55	宮城		2.4
56	宮城		1
57	宮城		2.8
58	宮城		3.5
59	宮城		2
60	宮城		4

番号	県	局名	標高
61	宮城	構成員限り	3
62	宮城		2.2
63	宮城		1.9
64	宮城		4.2
65	宮城		0.8
66	宮城		2.1
67	宮城		3.4
68	宮城		1.5
69	宮城		1.6
70	宮城		1
71	宮城		2
72	宮城		2
73	宮城		2.5
74	宮城		7
75	宮城		4
76	宮城		3
77	宮城		3
78	宮城		1
79	宮城		2
80	宮城		2.2

### (3)東日本大震災による津波による具体的な被害(基地局) 3/3

番号	県	局名	標高
81	宮城	構成員限り	41
82	宮城		5
83	宮城		1
84	宮城		10
85	青森		2
86	福島		4.3
87	福島		7
88	福島		13.5
89	福島		5
90	福島		7
91	福島		2
92	福島		2
93	福島		3
94	福島		6.5
95	福島		4.6

### (3)東日本大震災による津波による具体的な被害(伝送路)

ドコモ自前光設備での被災箇所は以下の3区間(3月11日被災)

No	県域	伝送路区間	被災箇所		震度(地区)	海拔	原因(想定)	備考	
			基点	距離					
1	福島	構成員限り			6強	構成員限り	約5m	津波	障害箇所:架空
2					6強		約40m	地震(*1)	障害箇所:地下
3	茨城				6弱		約5m	津波	障害箇所:地下

\*1) 地震による道路崩壊に伴い管路が損傷を受け光ケーブルが断

## 2. 電気通信設備の安全・信頼性対策の 現状及び強化の方向性について

# ① 予備機器等の設置・配備(同規則第4条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
基地局	電気通信設備においては、予備の電気通信回線を設置しており、当該設備の故障時には予備電気通信回線へ切り替えを行い、長時間にわたる通信不能を回避しております。 広域災害時の復旧専用としての大ゾーン基地局の設置は行っておりませんでした。	山上局等を積極活用した大ゾーン方式(1基地局で複数基地局をカバー)により67基地局分のエリアを復旧しました。	広域災害・停電時に人口密集地の通信を広く効率的に確保するため、通常基地局とは別に大ゾーン基地局を全国に新たに設置いたします。東南海地震への対策を優先し本年9月に名古屋市、岐阜市の2箇所への設置を完了いたしました。加えて10月上旬には首都直下型地震などへの対策として東京都内5箇所、神奈川2箇所、埼玉県、長野県、新潟県のそれぞれ1箇所に大ゾーン基地局の設置いたしました。2011年内に全国で合計約100箇所に設置する予定となっております。
交換機	・基本的に交換機内での通信路設定に関わる機器の冗長化(二重化、N+1重化)を施しております。		・NWのIP化に伴い、交換機を複数台まとめて1つのグループとし、配下の無線制御装置と総メッシュで接続する構成への変更を進めております。このグループ内の交換機は、信頼性の観点から多重化構成をとるように設備設計していますが、災害時のトラヒック増加に対してもこの多重化設備を活用して容量の向上を図る見込みです。



# ① 予備機器等の設置・配備(同規則第4条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
伝送路	<p>&lt;予備電気通信回線の設置&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基地局を直接収容する通信ビルより上位の伝送路については、ループ化あるいは2経路化を施すことにより、予備の伝送路を確保しております。</li> </ul> <p>&lt;複数ルート化&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・交換設備相互間を接続する伝送路設備は2経路で構築しております。</li> </ul>	<p>&lt;予備電気通信回線の設置&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・特にございません</li> </ul> <p>&lt;複数ルート化&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・交換機間伝送路の一部(「鶴岡～前橋間」)について、緊急設備工事を行い、内陸を通過する経路から日本海沿岸の経路に変更。(2経路間の距離を出来るだけ隔離)</li> </ul>	<p>&lt;予備電気通信回線の設置&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・特にございません。</li> </ul> <p>&lt;予備の機器の設置若しくは配備の措置、またはこれに順ずる措置&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基地局までの伝送路が故障した場合に、早期に代替伝送路が構築可能なように、マイクロエントランス設備の予備機器を全国に配備(全国:100対向分)</li> </ul> <p>&lt;複数ルート化&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現在2経路ではありますが、より複数化が必要であるか否かを、現在の経路に関する地理的条件、過去の災害発生状況を鑑み検討中です。</li> </ul>

## ②応急復旧機材の配備(同第7条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
基地局	構成員限り		

### ③電気通信設備の耐震対策(同第9条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
基地局 交換機 伝送路	<p>電気通信設備を収容するラックやキャビネットは、アンカーボルトやボルト、ねじ等により固定しています。このラックやキャビネットに収容される設備については、地震で想定される加速度、周期に基づいて弊社が規定する耐震基準を満足することとしております。</p> <p>さらに、建造物及びフロアの耐震構造と上記基準による設備の耐震性能の組合せを考慮し、適切な形で設備を設置しております。</p> <p>基準及び試験方法についてHPにて公開しております。</p>	<p>今回の大震災において、地震の揺れが直接起因する通信設備の転倒、移動、構成部品の接触不良及び脱落等、大きな被害は確認されていません。</p>	<p>現時点では、特別な措置を予定しておりませんが、内閣府の中央防災会議等での議論や結論を踏まえ、必要に応じて今後、措置を検討いたします。</p>

## ④停電対策(同第11条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
基地局	小規模な無線基地局については通常運転状態で1時間以上、それ以外は3時間以上を基本とします。豪雪地域や自然災害の影響を受けやすい地域で、駆けつけが困難な局等においては、蓄電池の増容量を行い、長時間停電に備えます。また、これらの設置場所が閉じられた空間であるなど利用者が限定される場合には、事業用電気通信設備規則第16条第2項を適用し、同規則第11条に規定する停電対策を行わない場合があります。	発動発電機および移動電源車による電源の応急復旧で対応いたしました。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人口密集地の通信を緊急的に広く確保するための大ゾーン基地局を設置しております。</li> <li>・災害時に中心的役割を担う都道府県庁、市区町村役場等をカバーする重要な基地局の通信を確保するための、<u>エンジンによる無停電化・バッテリーの24時間化</u>を行っております。</li> </ul>
交換機	・基本的には約20時間の自家用発電機を持続可能とします。	被害が無かったため、特にございません。	
伝送路	・無線基地局に設置している伝送装置は無線基地局に準じております。同じく、交換局に設置している伝送装置は交換局に準じております。		

## ⑤防火対策(同第13条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
基地局	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動火災報知設備 コンテナ等には、火災により急激な温度上昇があった場合に、これを検知して警報を監視事業場に転送する自動火災報知設備を設置しています。</li> <li>・消火設備 コンテナ内又はその付近に加圧式粉末消火器を設置しています。</li> </ul>	被害が無かったため、特にございません。	現時点では、特別な措置を予定しておりませんが、内閣府の中央防災会議等での議論や結論を踏まえ、必要に応じて今後、措置を検討いたします。
交換機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての通信機械室に対して自動火災報知機を設置しております。</li> <li>・全ての通信機械室に対して 소화設備を設定しており、火災時には自動で作動します。</li> </ul>	被害が無かったため、特にございません。	現時点では、特別な措置を予定しておりませんが、内閣府の中央防災会議等での議論や結論を踏まえ、必要に応じて今後、措置を検討いたします。
伝送路	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無線基地局に設置している伝送装置は無線基地局に準じております。同じく、交換局に設置している伝送装置は交換局に準じております。</li> </ul>		

## ⑥屋外設備(同第14条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
基地局	屋外に設置する空中線及びこれらの附属設備を支持し、又は保蔵するための工作物としての鉄塔は、建築基準法に定められた基準に従って設計を行っています。通常の日本の気候条件下における温度・湿度等の変動並びに降雨・降雪等に対し、材料・構造的、長期的に耐え得る堅ろう強固な構造物としています。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今回の大震災において、地震の揺れが直接起因する通信設備の倒壊や倒壊の恐れは現在のところ確認されていません。</li> <li>・津波による水没・損壊した基地局については、山上局等を積極活用した大ゾーン方式、移動基地局車、小規模仮設基地局による応急復旧を実施しました。</li> </ul>	現時点では、特別な措置を予定しておりませんが、内閣府の中央防災会議等での議論や結論を踏まえ、必要に応じて今後、措置を検討いたします。
伝送路	<p>&lt;管路&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮継手、ダクトスリーブ等を設置することで耐震対策を実施しております。マンホールとの接続部においても可動構造して耐震性能を向上させております。</li> </ul> <p>&lt;電柱&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電柱強度は風圧荷重を用いて設計しております(有線電気通信設備令施行規則に準拠)。一般的な地震動に対しても十分耐震性を確保しております。</li> </ul>	<p>&lt;自前管路&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・今回の大震災において、地震の揺れが直接起因する被害は現在のところ確認されていません。(借用している管路の損傷による光ケーブル被災は有)</li> </ul> <p>&lt;自前電柱&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・今回の被害の多くは津波によって流された漂流物の衝突等による影響と想定しています。建柱やルート変更等で復旧。(借用している電柱損傷による光ケーブル被災も有)</li> </ul>	現時点では、特別な措置を予定しておりませんが、内閣府の中央防災会議等での議論や結論を踏まえ、必要に応じて今後、措置を検討いたします。

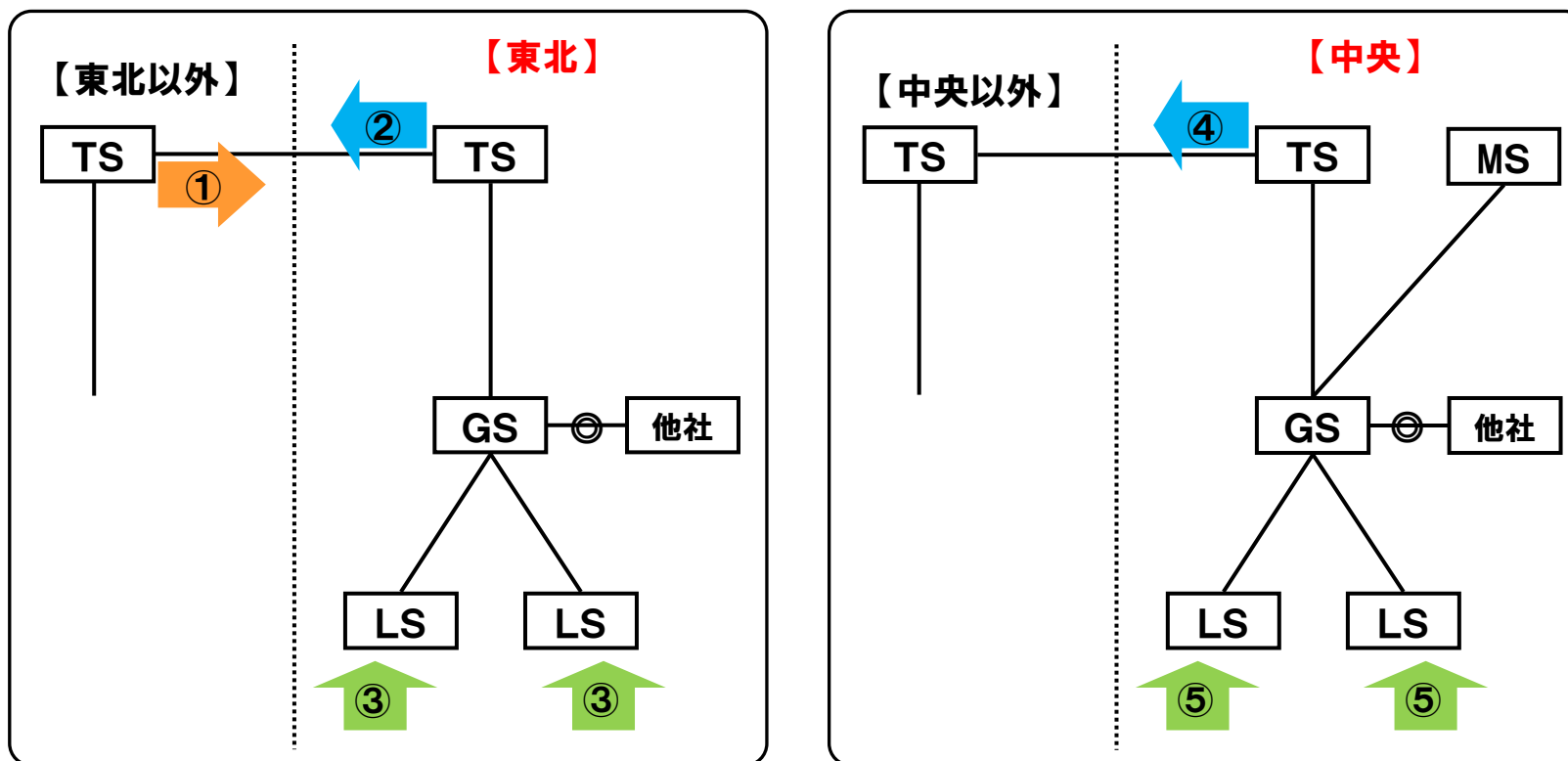
## ⑦設備を収容・設置する建築物等に係る対策(同第15条関係)

	3.11以前に講じていた措置	復旧措置	3.11以降の措置(予定含む)
基地局	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気通信設備を設置するコンテナ等を建設する敷地は、自然災害を防止するため水害、土砂崩れ、爆発等の災害発生の危険性が少ない場所を基本的には選定しています。</li> <li>・地震については、基地局の鉄塔等を建築基準法に定められた基準に従って設計を行っています。</li> <li>・水害の恐れのある地域は、過去の冠水経歴を当該地域の行政庁等に確認し、嵩上げを行う等、冠水の恐れのない基礎高を確保する設計としています。</li> <li>・火災に対しては、万一火災が発生した場合はこれを迅速に感知し、消火する設備を設け、拡大を防ぐように設計しています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今回の大震災において、地震の揺れが直接起因する通信設備の倒壊や倒壊の恐れは現在のところ確認されていません。</li> <li>・津波による水没・損壊した基地局については、山上局等を積極活用した大ゾーン方式、移動基地局車、小規模仮設基地局による応急復旧を実施しました。</li> </ul>	<p>現時点では、特別な措置を予定しておりませんが、内閣府の中央防災会議等での議論や結論を踏まえ、必要に応じて今後、措置を検討いたします。</p>
交換機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建築物は不燃化構造とし、万一火災が発生した場合はこれを迅速に感知し、消化する設備を設け、拡大を防ぐように設計しています。</li> <li>また、建築物は外部からの火災に対して類焼をしない構造とします。</li> </ul>	<p>被害が無かったため、特にございません。</p>	<p>現時点では、特別な措置を予定しておりませんが、内閣府の中央防災会議等での議論や結論を踏まえ、必要に応じて今後、措置を検討いたします。</p>
伝送路	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無線基地局に設置している伝送装置は無線基地局に準じております。同じく、交換局に設置している伝送装置は交換局に準じております。</li> </ul>		

### 3. 通信輻輳の対策について



# 東日本大震災の発生時の通信規制実施状況




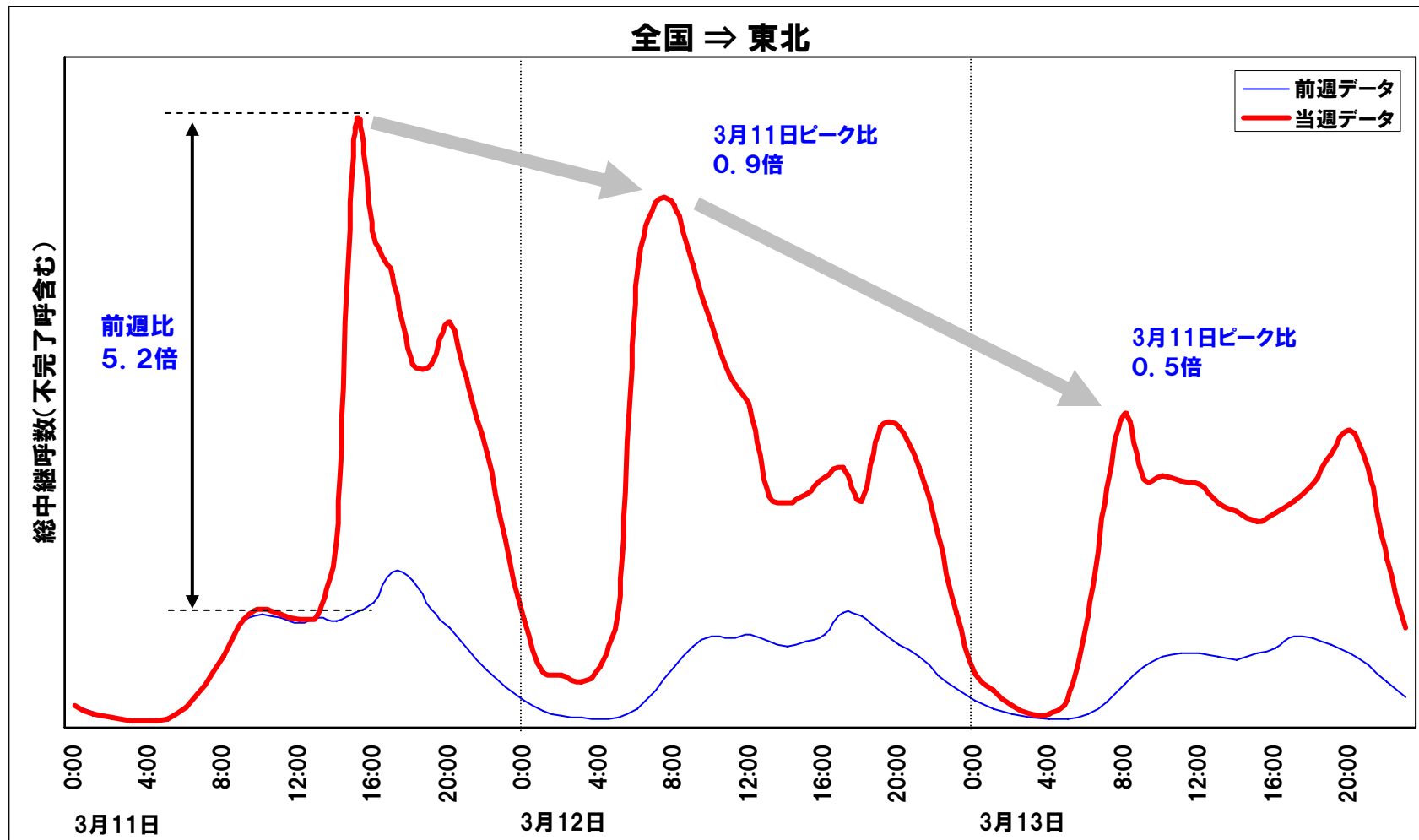
- ・全国 ⇒ 東北：①各支社TSでの東北TS向け中継呼数の合算
- ・東北 ⇒ 東北：(③東北エリア内LS発信総呼数) - (②東北TSでの各支社向けに(出)中継した呼数)
- ・中央 ⇒ 中央：(⑤中央エリア内LS発信総呼数) - (④中央TSでの各支社向けに(出)中継した呼数)

注1：東京、関東の分計が不可のため、“中央→中央”とした(中央=東京、関東、甲信越)  
 注2：区域内外についての完了呼数についてはデータ取得不可(完了呼=着側が応答し通話が出来た呼)  
 注3：区域内外の呼数のため、一般/優先を区分したデータ取得は不可

# 東日本大震災の発生時の通信規制実施状況(全国⇒東北)

- 3月11日のピーク時(15時台)のトラヒックは前週比で5.2倍と比較的低倍率であった
- 翌日も高トラヒックが継続している

地域間流入規制  
(3/11-15時~23時) 



# 東日本大震災の発生時の通信規制実施状況(東北⇒東北)

- 3月11日のピーク時(15時台)のトラヒックは前週比で16倍と高倍率であった
- 翌日以降も、11日程のピークはないが数倍の高トラヒックが継続している

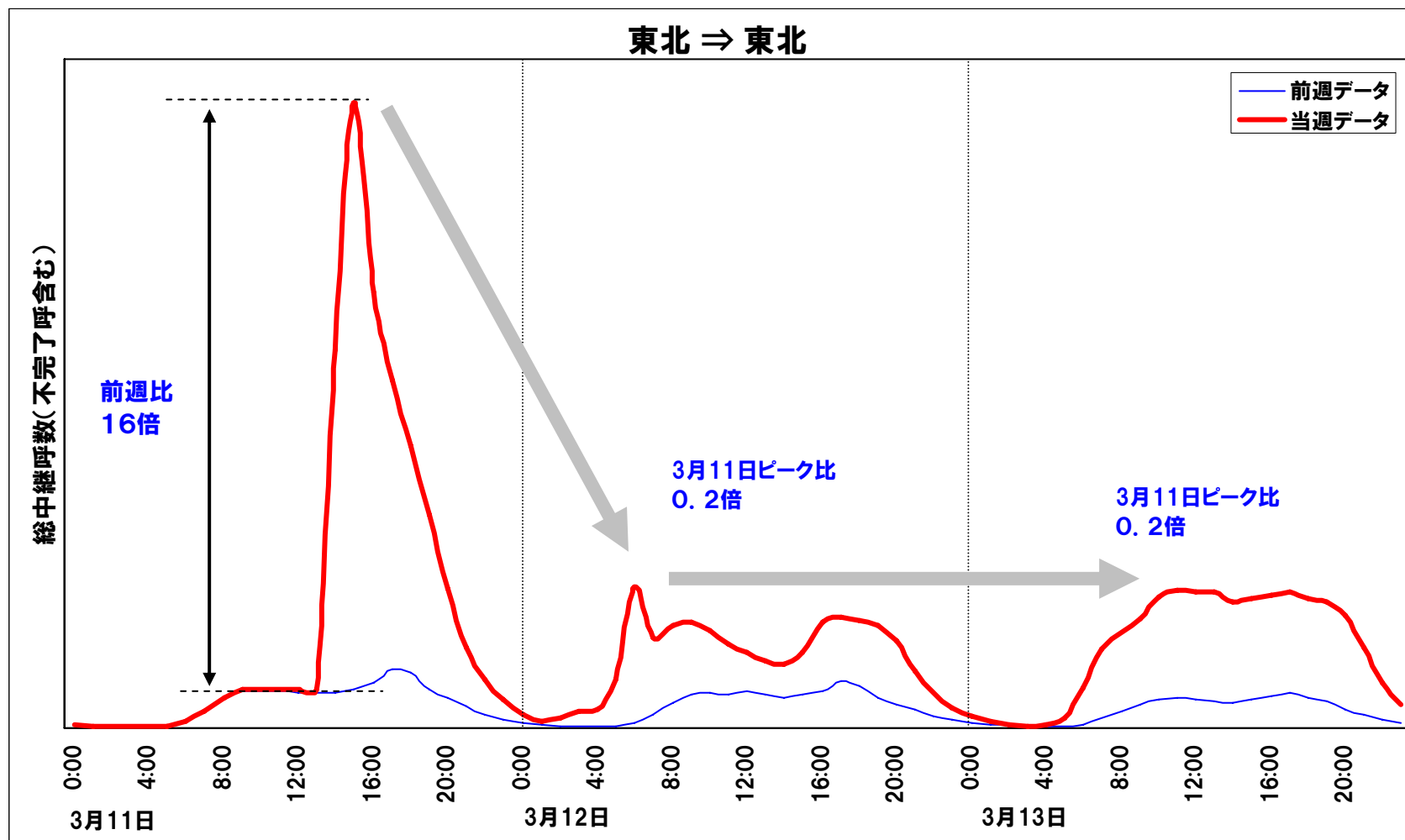
アクセス規制(東北)



3/11-14時~3/12-2時



3/12-6時~3/14-1時



# 東日本大震災の発生時の通信規制実施状況(中央⇒中央)

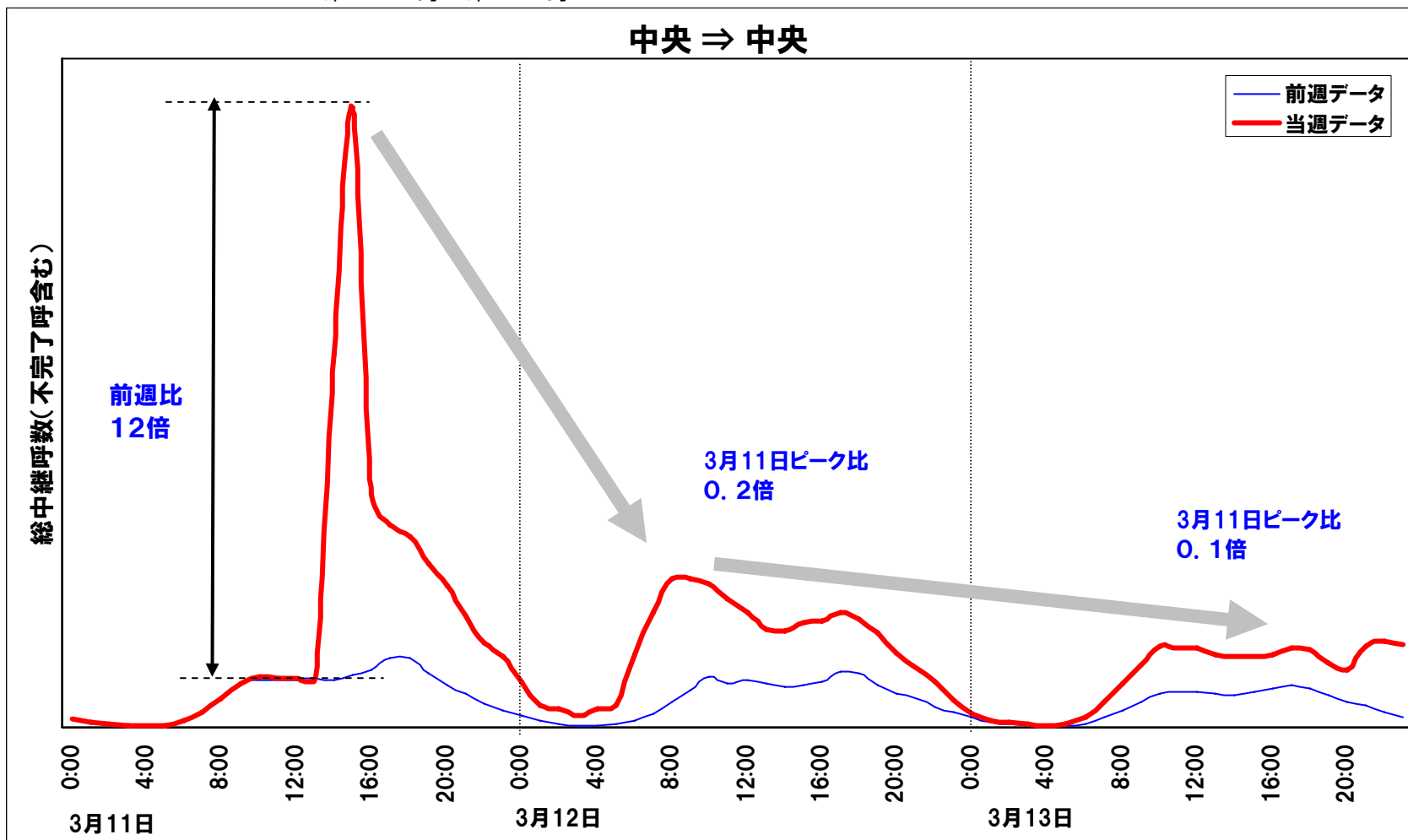
- 3月11日のピーク時(15時台)のトラヒックは前週比で12倍と高倍率であった
- 翌日以降も、11日程のピークはないが数倍の高トラヒックが継続している

アクセス規制(中央)

3/11-14時~3/12-2時



3/12-6時~24時



# 通信規制を実施した主たる要因となった電気通信設備の種別

## 【通信規制を実施した主たる要因となった電気通信設備の種別】

- ・規制を実施した主たる要因となった設備は交換機  
(理由)交換機において、処理能力しきい値を超えるプロセッサの使用率に達していたため

## 【設計容量】

- ・1日の最繁忙時トラヒックの約1.5倍の通信量进行处理できるよう設備設計

# 新たな災害対策

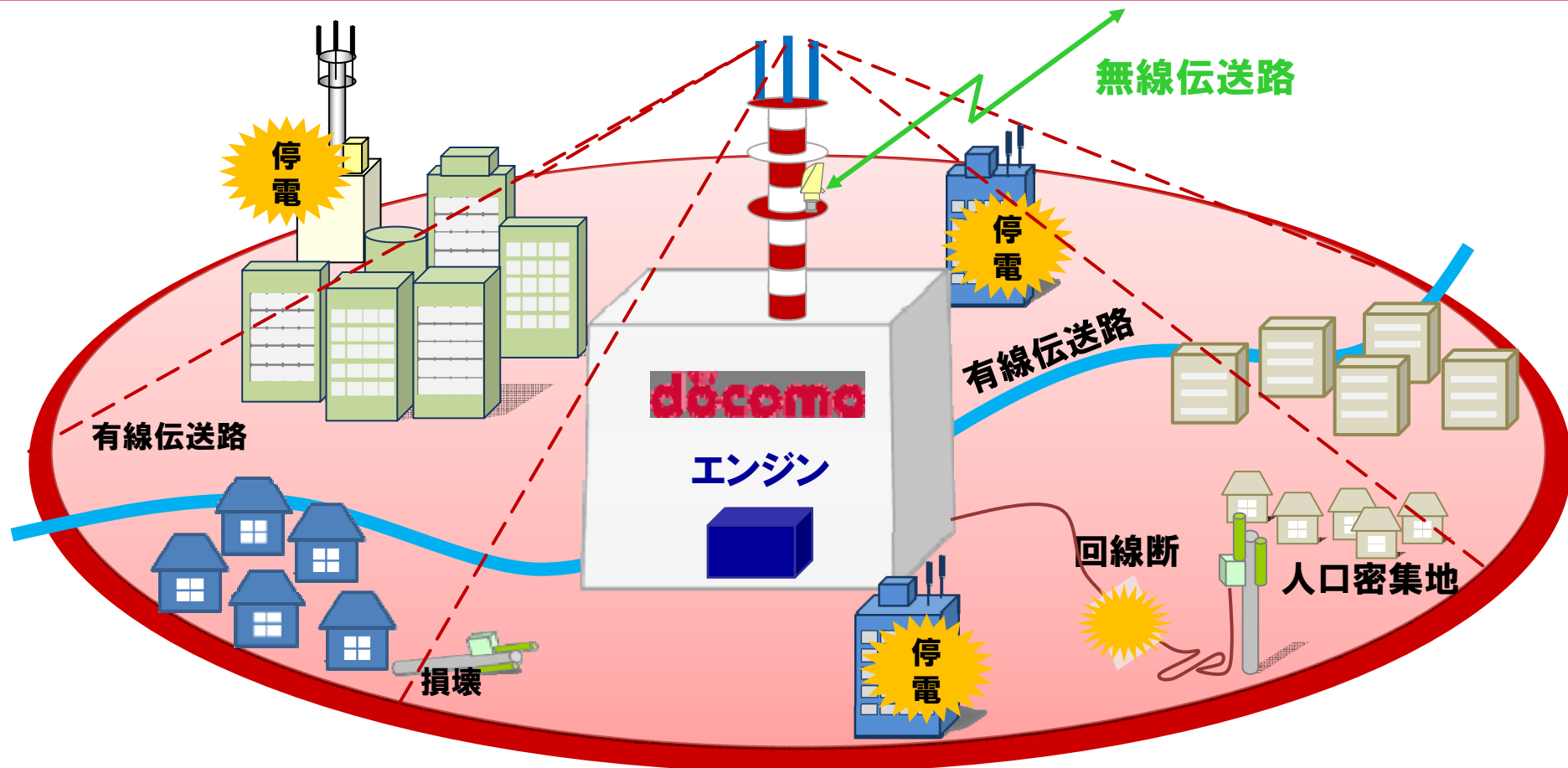
- 東海地震の発生可能性も考慮し、個々の対策についても積極的に前倒しし対策を完了させる

取り組み施策	進捗状況				
	4月	6月末	9月末	12月末	3月末
大ゾーン基地局の設置	 12月には全100局を完了。東京及び東海は優先的に10月末に設置完了(東京5局、東海8局)。				
無停電化	 6月末に約800局が概ね完了。				
バッテリー24時間化	 12月には約1,100局完了。東海は優先的に対応。				
衛星携帯電話の即時提供	 10月までに2,000台、2月までには全3,000台の配備を完了。				
衛星エントランス回線の充実	 可搬型は9月に全24台を配備完了。車載型は10月より先行導入し、12月に全9台が配備完了。				
非常用マイクロエントランス回線設備の配備	 9月までに全100区間の配備が完了。				
災害時音声メッセージサービスの提供	 開発及び設備構築を行い、2011年度内の提供開始。				
エリアメールの更なる活用	 国や地方公共団体が配信する際の利用料金の無料化。 エリアメール無料化 7月1日開始				

出展: 弊社IRプレゼンテーション資料(2011年9月) [http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/ir/binary/pdf/library/presentation/110831/irpresentation\\_201109-2.pdf](http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/ir/binary/pdf/library/presentation/110831/irpresentation_201109-2.pdf)

## 【参考1】大ゾーン基地局の構築

- ・ 広域災害・停電時に人口密集地の通信を確保するため、通常の基地局とは別に、大ゾーン基地局を全国に設置(約100ヶ所)
  - － 都道府県毎に概ね2ヶ所(東京は5ヶ所、大阪は4ヶ所) ⇒人口の約35%をカバー

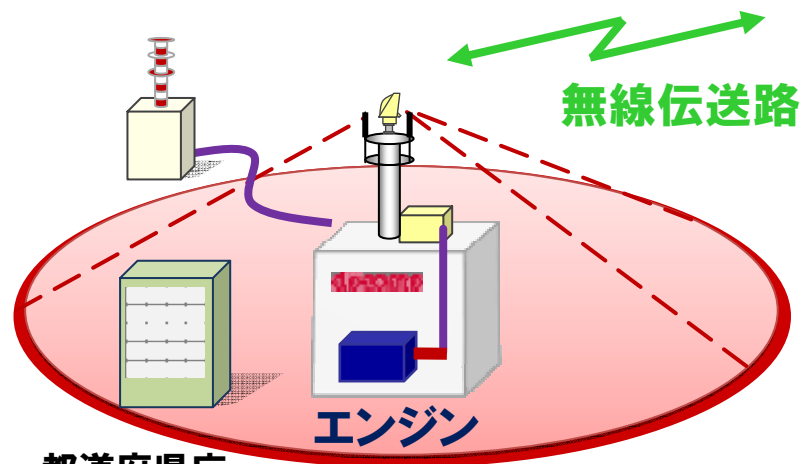


## 【参考2】停電時の電力確保

都道府県庁、市区町村役場等の通信を確保するため、基地局の無停電化、バッテリーの24時間化を推進（約1,900局）⇒人口の約65%をカバー

### <ドコモ等のビル基地局>

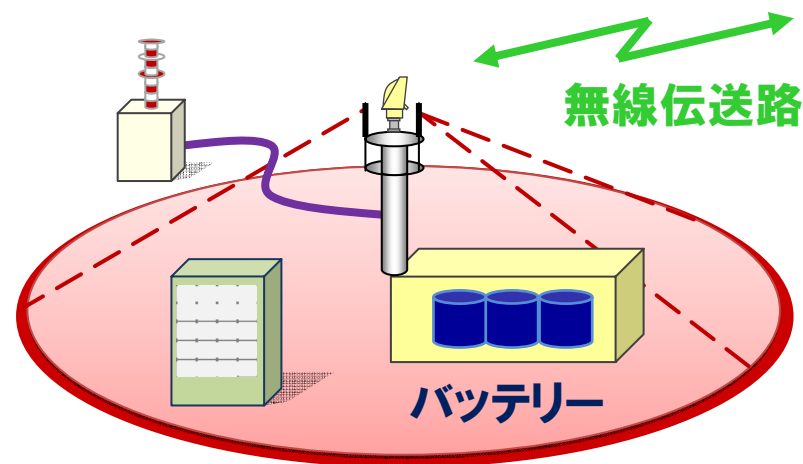
エンジンによる無停電化(約800局)



都道府県庁  
市区町村役場等

### <鉄塔基地局>

バッテリー24時間化(約1,100局)

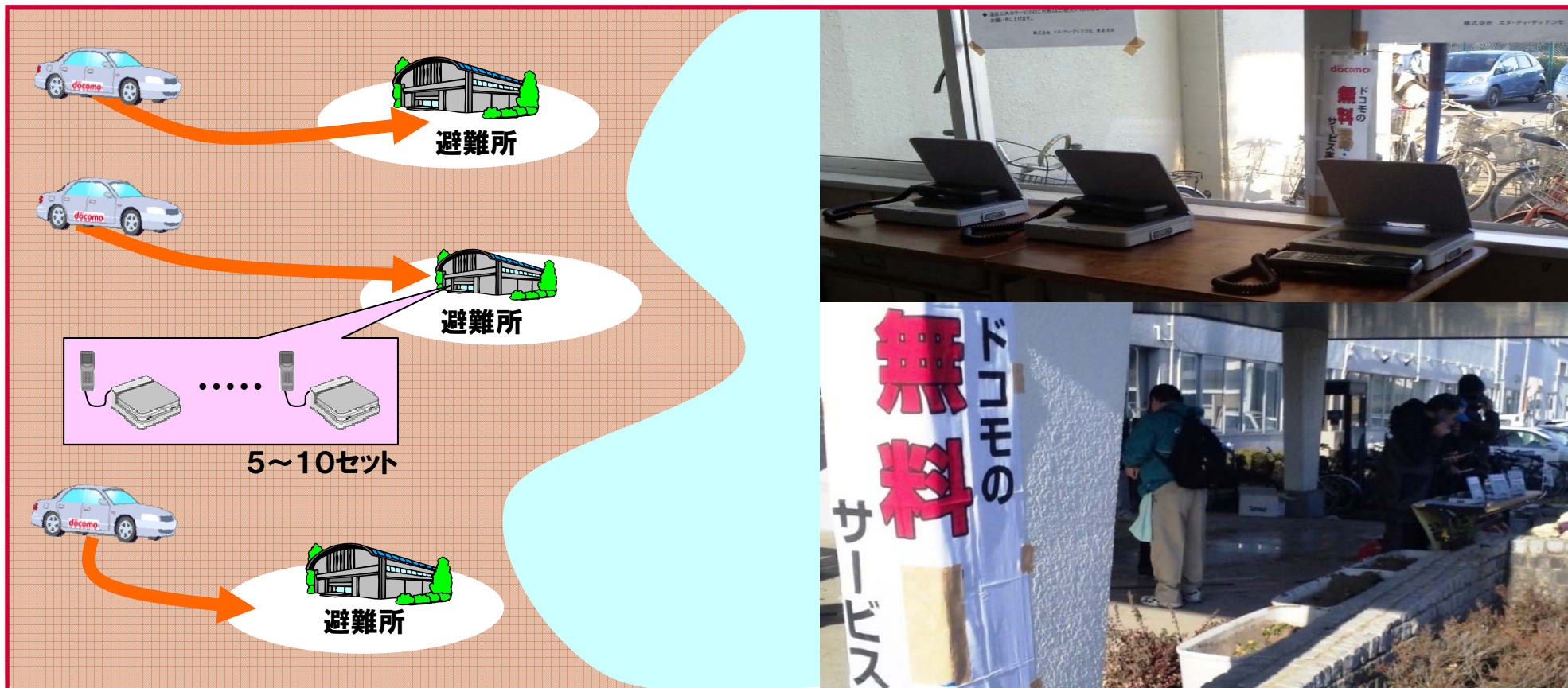


都道府県庁  
市区町村役場等



## 【参考3】衛星の活用

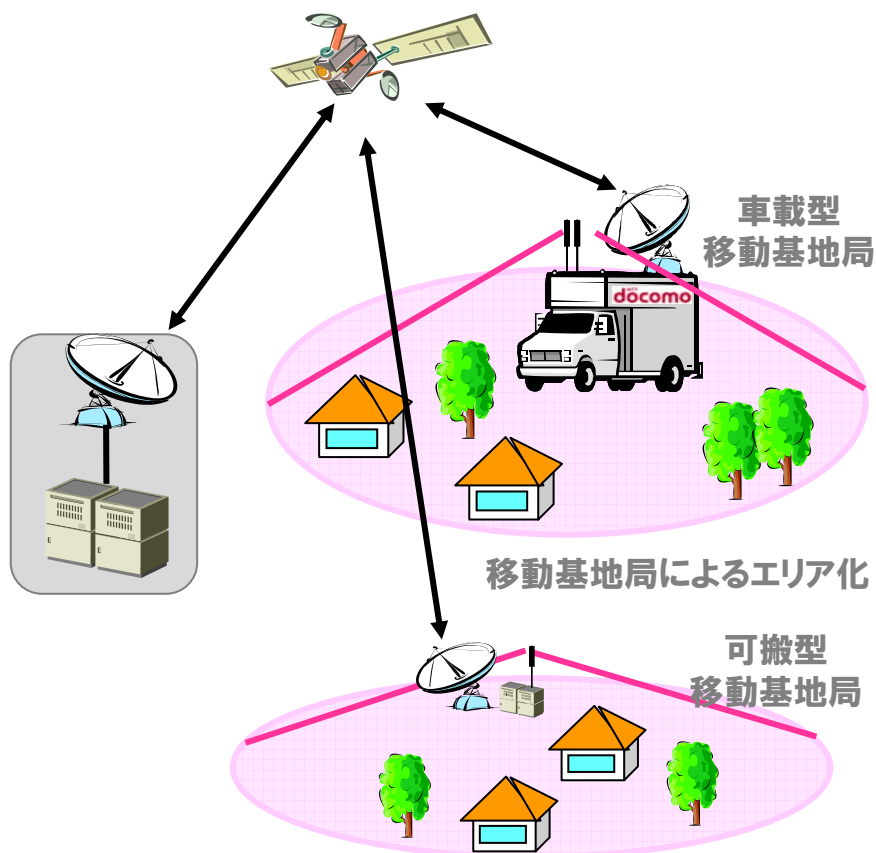
- ・ 発災後速やかに衛星携帯電話( 5~10セット※ )を避難所等に提供し、サービス中断エリアにおける通信を即時確保
    - 大規模災害に備えるため3,000台の配備を想定
- ※ 衛星携帯電話、バッテリー、DC充電器(車のシガーライターからの充電用)、ご利用ガイドを1セットとする



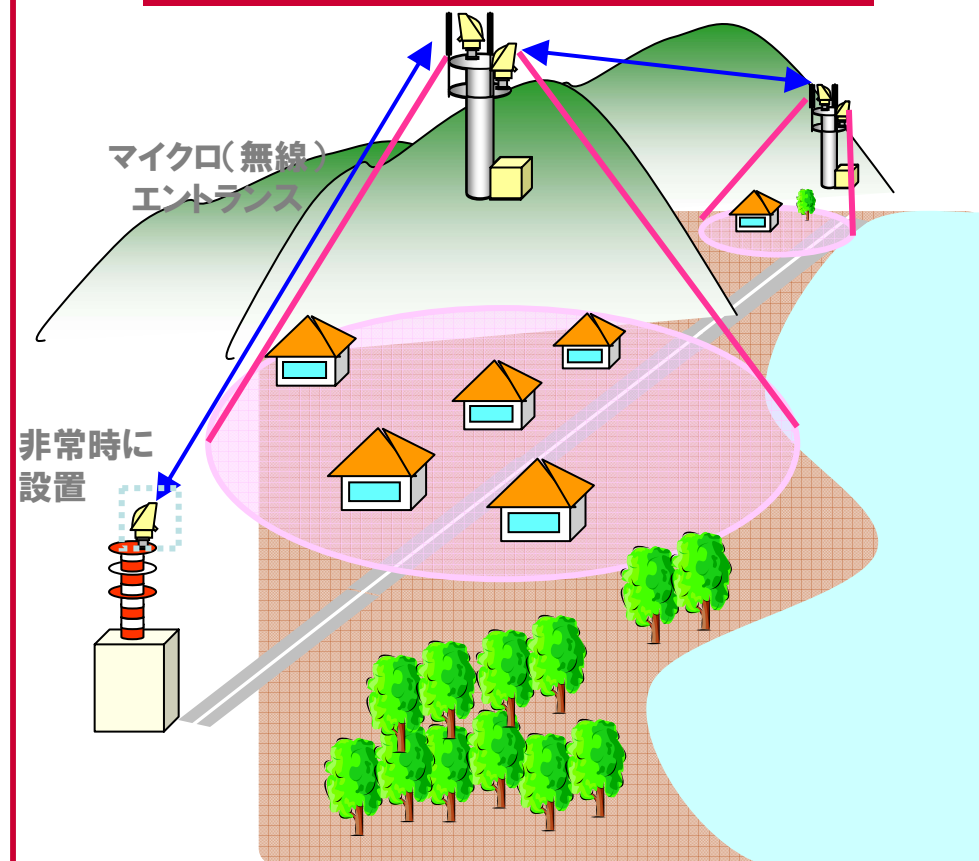
## 【参考4】衛星の活用

- 被災エリアを早期復旧するため、即時性、機動性に優れた衛星、マイクロ回線を有効に活用
  - 衛星エントランス基地局の増設(車載型:19台に倍増,可搬型:新規24台)
  - 非常用のマイクロエントランス設備を配備(100区間)

### 衛星エントランス回線の活用・充実



### マイクロエントランス回線の活用

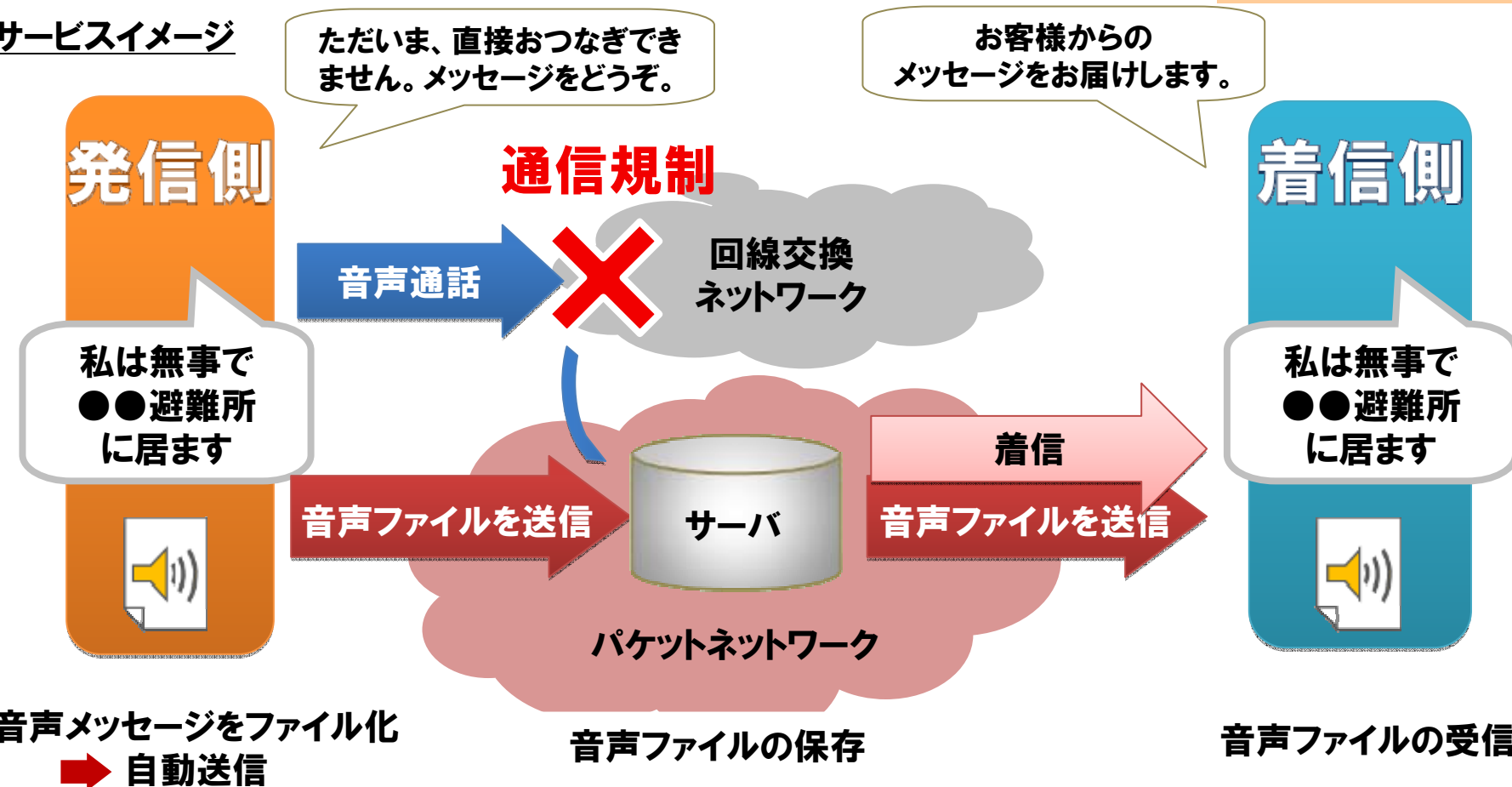


## 【参考5】音声メッセージサービス

・災害時は多くの音声発信によりネットワークが輻輳するため、音声ファイルをファイルとしてパケットネットワークで効率的に伝送し、音声メッセージファイルを相手に届ける

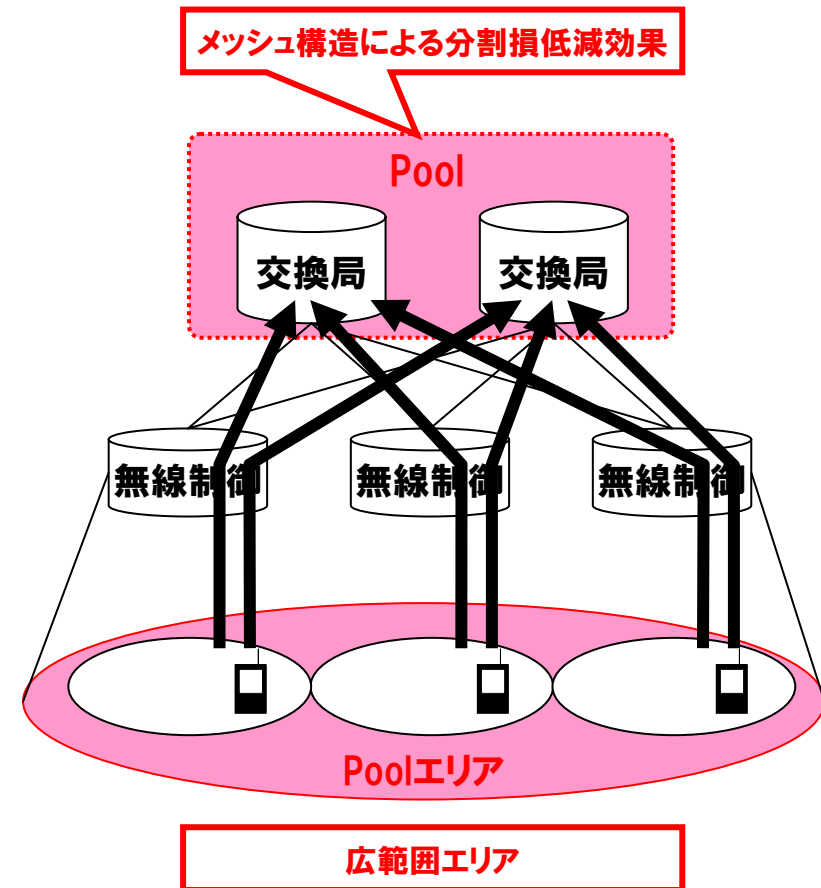
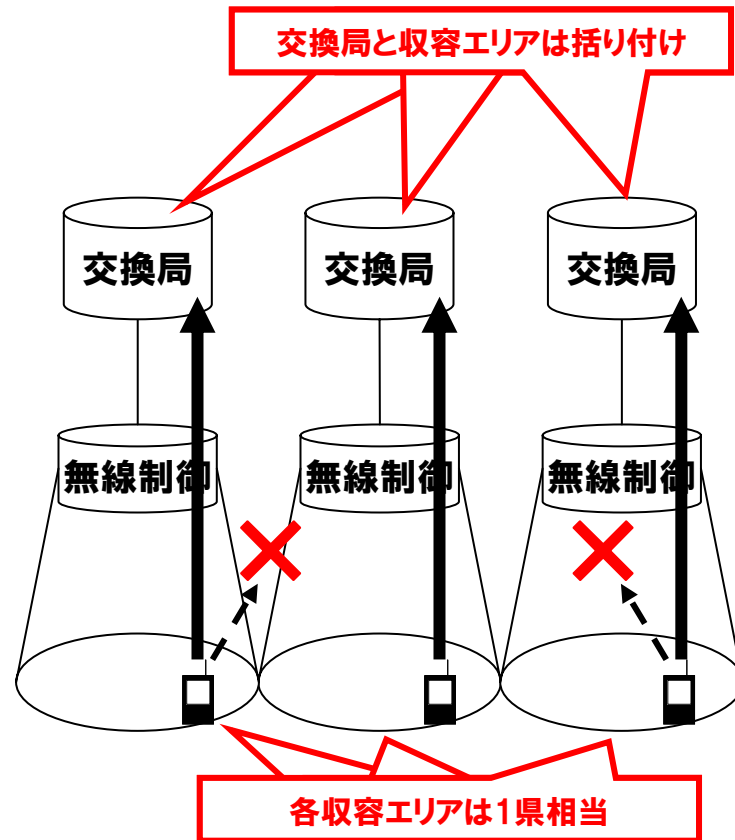
2011年度提供予定

サービスイメージ



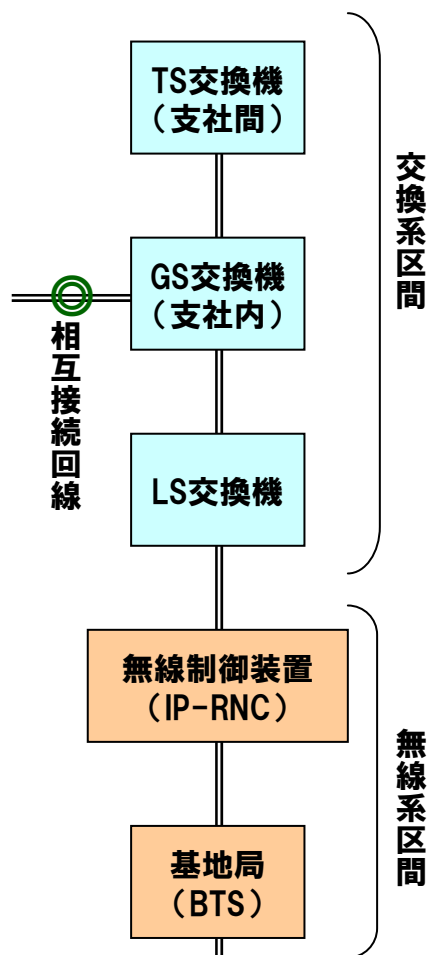
## 【参考6】容量向上施策

- メールサーバーの容量向上(2011年度)
- IP化に伴う交換機の多重化構成による容量の向上(2011年度)



# 輻輳時の災害時優先電話用の回線リソースの留保の方法

優先電話からの発信呼が使用可能な接続用リソースを確保することにより、混雑時にも一般電話からの発信呼より接続しやすくしている



区間	留保機能概要
交換系区間	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般回線が枯渇しても、優先呼は留保回線を使用可能である</li> </ul>
アクセス系区間	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常リソースが枯渇しても、優先呼は留保してあるリソースを使用可能である</li> <li>リソース留保機能は規制発動が契機で起動される</li> </ul> <p>※リソース 無線系のため回線数という概念ではなく、帯域、電波送信電力等を指す</p>
相互接続回線部分	交換系区間と同様である