

2013.05.28

都市鉄道の輸送トラブル発生時 の対応に関する研究

(第33回研究報告会)

研究員 最首 博之

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. 輸送トラブルの現状
3. 輸送トラブル発生時の対応の実態
4. 輸送トラブル発生時の影響人員の試算
5. まとめと今後の課題

1.研究の背景と目的

- 東京圏の都市鉄道の特徴
- 東京圏の都市鉄道の課題
- 問題意識
- 研究目的
- 研究の項目と方法

東京圏の都市鉄道の特徴

- ・稠密なネットワークの形成、高頻度運転
- ・郊外鉄道と地下鉄との相互直通運転の拡大
- ・安全対策



- ・世界に類を見ない輸送力の実現
- ・利便性の高い輸送サービスが提供

東京圏の都市鉄道の課題

最近問題視されている課題

- ・都市再開発による鉄道駅の混雑激化
- ・ラッシュ時などの慢性的な遅延問題
- ・少子高齢化による郊外路線の輸送人員の低下
→郊外路線減便や路線の廃止等による鉄道の衰退
- ・施設の老朽化、防災問題
- ・運転事故、輸送障害、震災への対応に関する問題

etc.

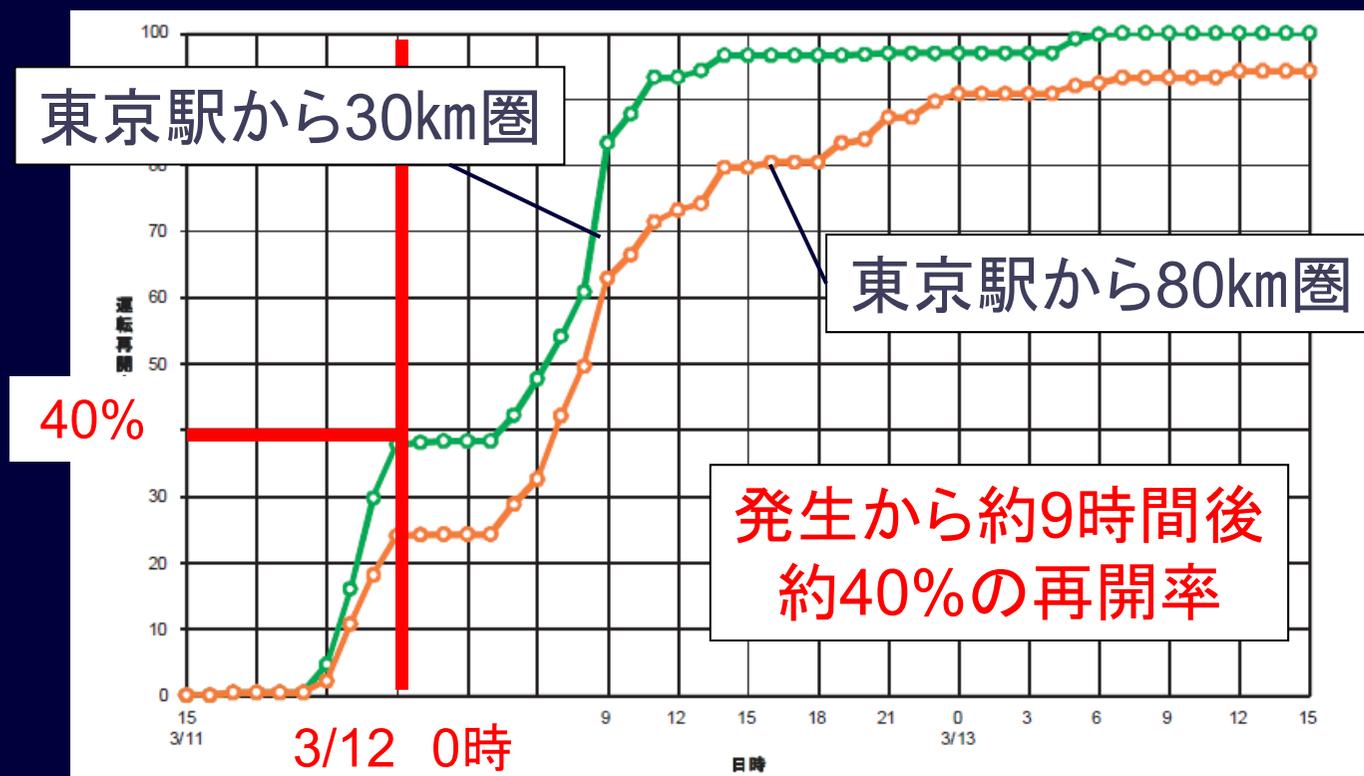
運転事故、輸送障害、震災への対応などに着目

問題意識(東日本大震災時の鉄道の運転再開率)

- ・全線の施設や設備等の点検に時間を要したこと
- ・他の路線が動かない中、1つの路線のみを運転再開すると利用者が集まり危険があったこと



30km圏内の鉄道の運転再開率は、発生から9時間後、約40%と限定的



(出典:大規模地震発生時における首都圏鉄道の運転再開のあり方に関する協議会 報告書)6

問題意識(輸送障害時の影響)

1つのトラブルが発生すると広範囲に及び、影響が増大

朝ラッシュ時の輸送障害



問題意識(輸送障害時の影響)



輸送トラブルに関する既往の研究・調査

輸送トラブルに関する研究

利用者への情報提供のあり方

山内他「輸送障害時の旅客向け駅案内放送の改善に向けた検討」など

ラッシュ時などの遅延対策

仮屋崎「都市鉄道の列車遅延の拡大メカニズムに関する研究」など

輸送トラブル発生防止対策

国土交通省「首都圏鉄道輸送障害対策会議」など

.....

- ・各事業者の対応が異なると中、体系的に整理したもの
- ・どのような対応をすることで影響を最小化できるのか

研究の目的

目的

- ・輸送トラブル発生時の各事業者の対応策や課題を体系的に整理
- ・輸送トラブルが利用者、事業者へ与える影響を最小化するための対応方策について提案

※今回は特に折返し運転に着目

研究の項目と方法

研究の項目

1. 輸送トラブルの現状

2. 輸送トラブル発生時の対応の実態

3. 対応策の課題

4. 施策の提案

5. 施策の効果

6. 研究のまとめ

研究の方法

・現状分析

・事業者ヒアリング及び調査

・対応策の整理

・課題の整理

・費用と効果の分析

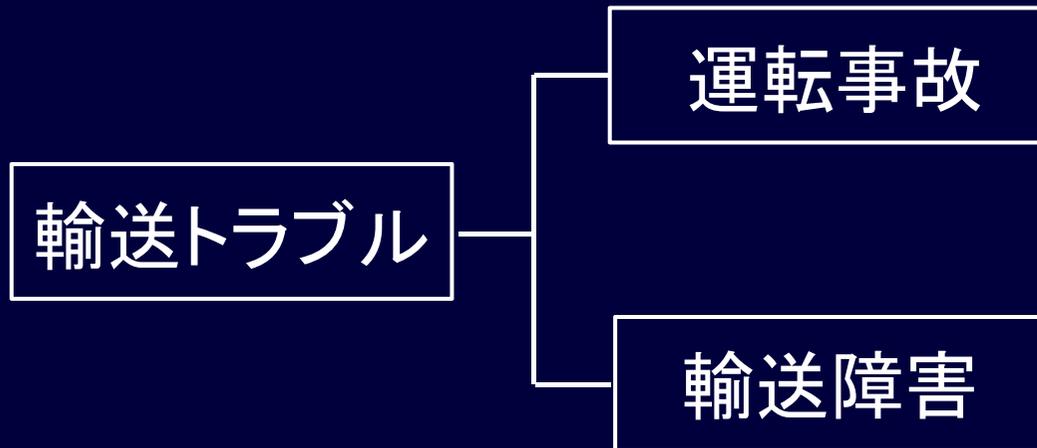
本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. 輸送トラブルの現状
3. 輸送トラブル発生時の対応の実態
4. 輸送トラブル発生時の影響人員の試算
5. まとめと今後の課題

2. 輸送トラブルの現状

- 輸送トラブルの定義
- 輸送トラブルの状況
- 輸送トラブル遭遇時の利用者の行動
- まとめ

輸送トラブルの定義



運転事故

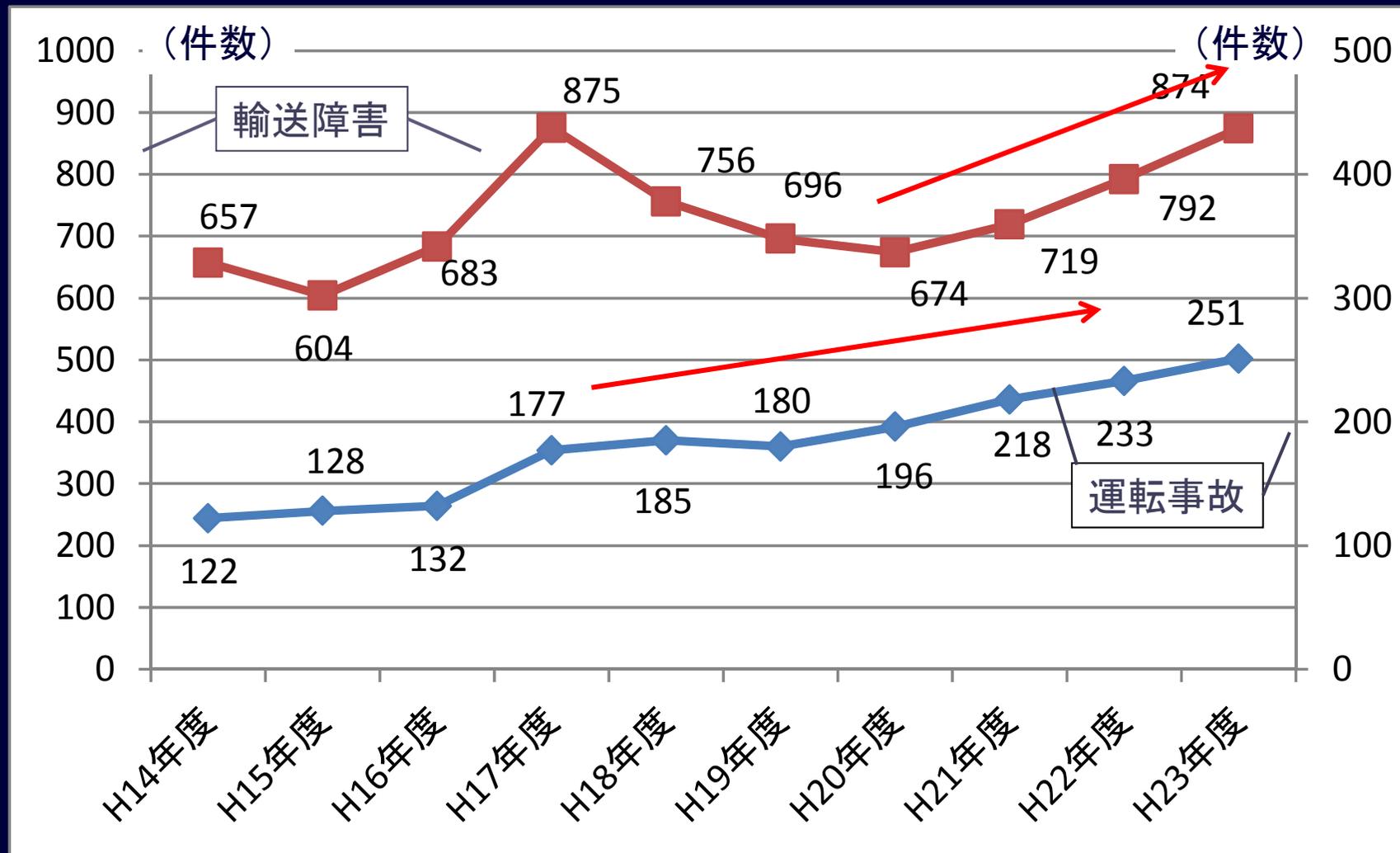
列車衝突事故、列車脱線事故、列車火災事故、踏切障害事故、道路障害事故、鉄道人身事故及び鉄道物損事故。

輸送障害

鉄道による輸送に障害を生じた事態（列車の運転を休止したもの又は旅客列車にあっては30分以上遅延を生じたもの）であって、鉄道運転事故以外のもの。

輸送トラブルの状況

輸送トラブルの発生件数(東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県)



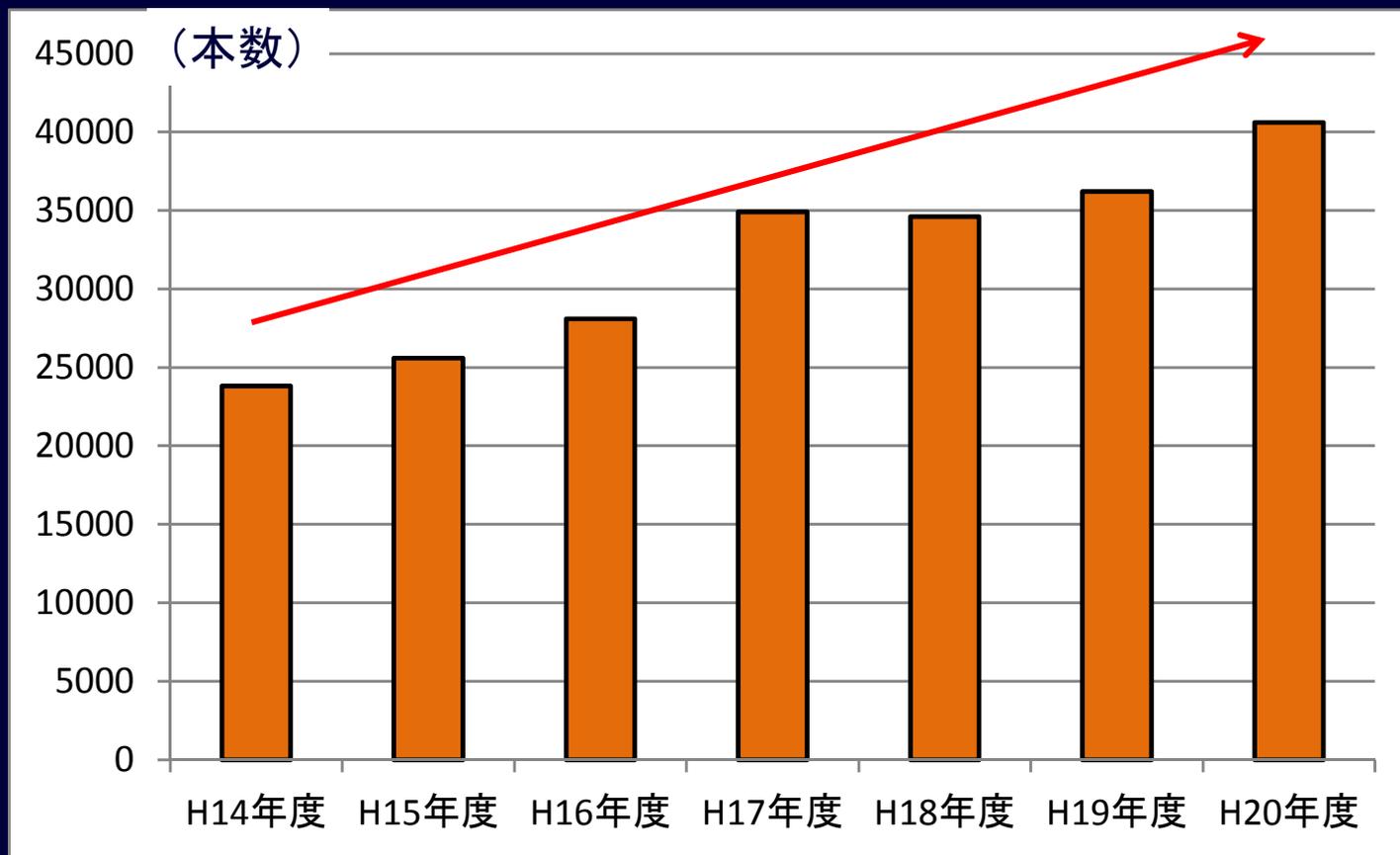
※自殺によるものは輸送障害に分類

(出典:国土交通省関東運輸局H.P.より作成)

→**運転事故や輸送障害の発生件数は増加傾向**

輸送トラブルの状況

輸送障害に伴う総影響列車本数の推移

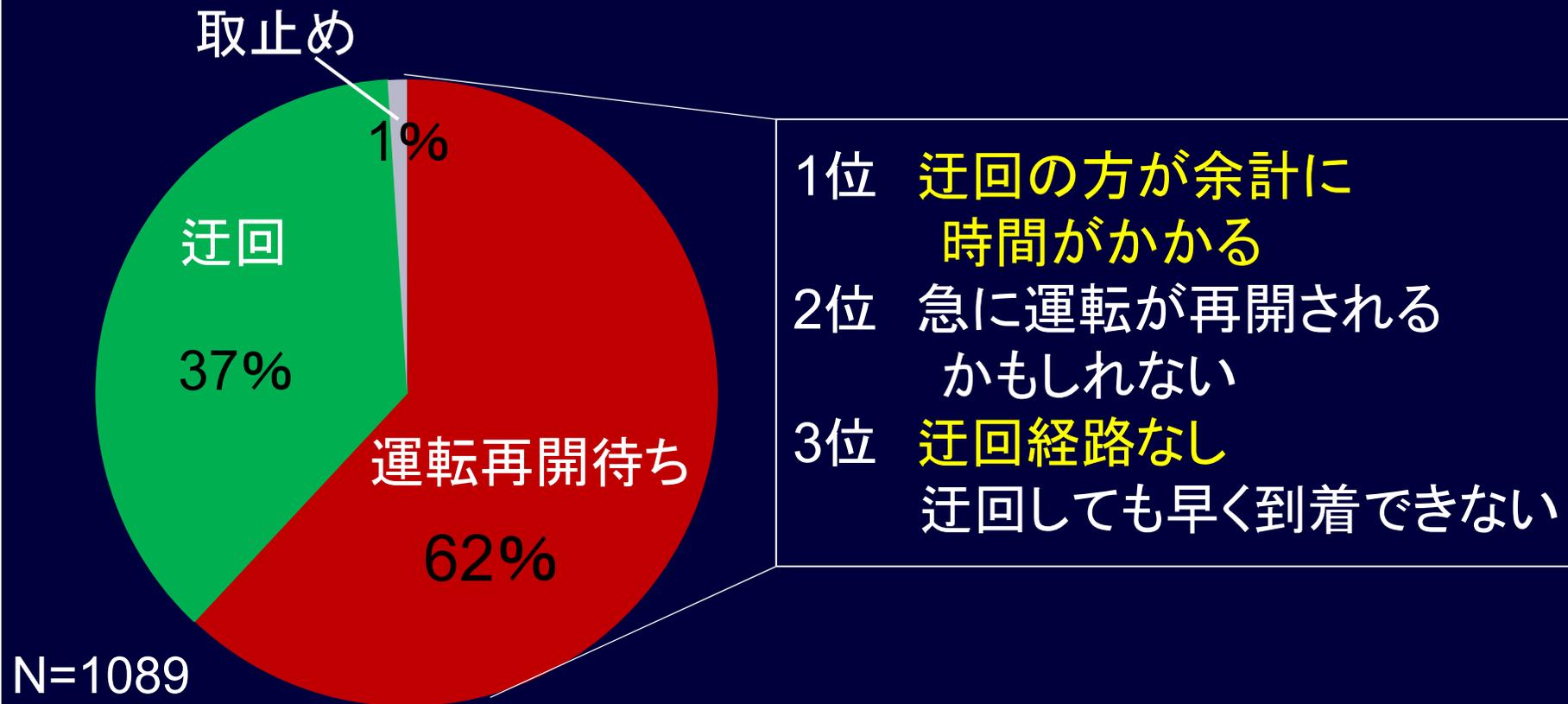


→輸送障害に伴う総影響列車本数も増加

(出典:首都圏輸送障害対策会議資料)

輸送トラブル遭遇時の利用者の行動

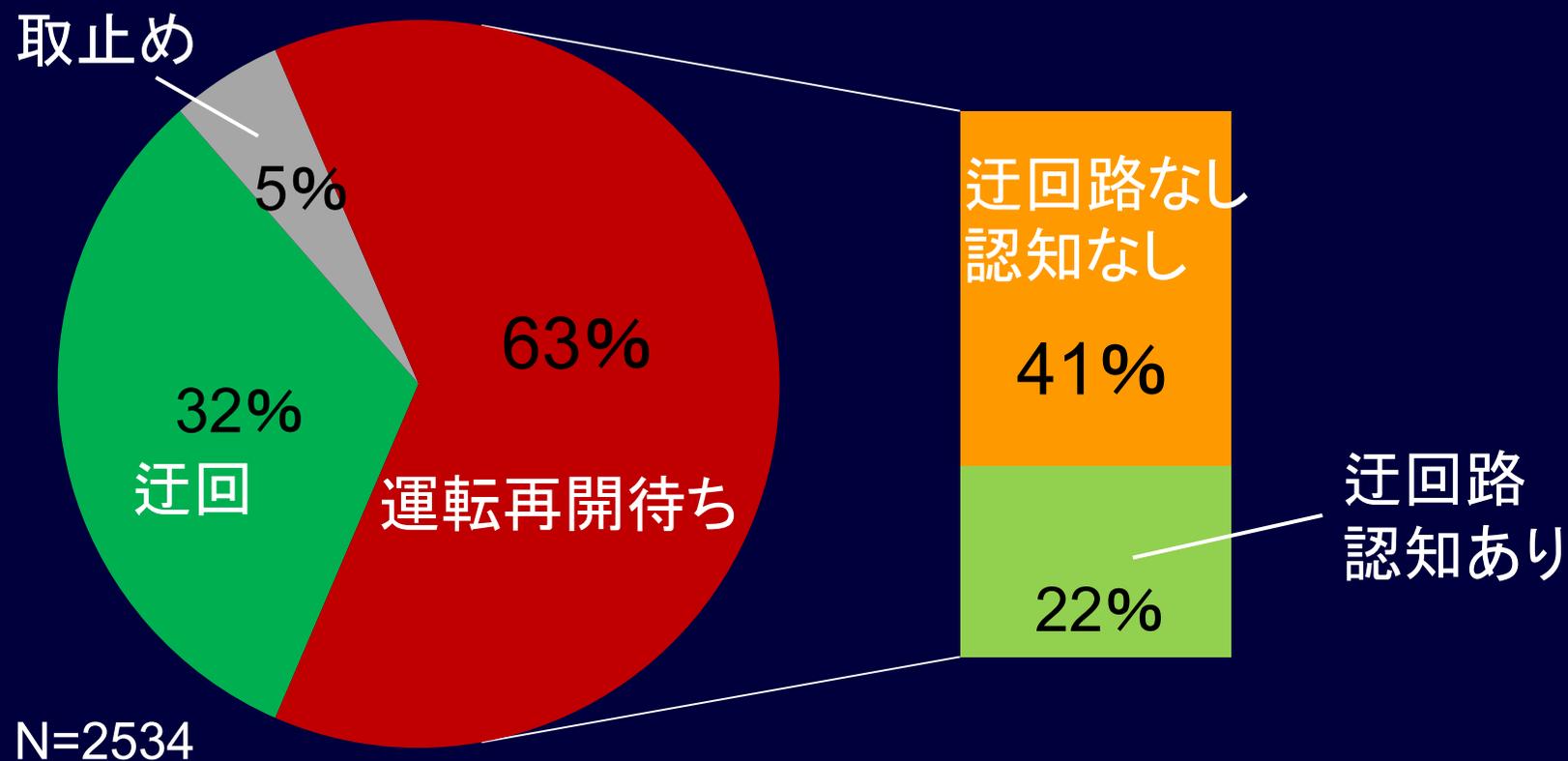
(文献1) 東京都市圏



(文献1) 土屋隆司他: 列車ダイヤ乱れ時における経路選択支援システムとその利用者行動への影響把握, 第5回情報科学技術フォーラム, 2006

輸送トラブル遭遇時利用者の行動

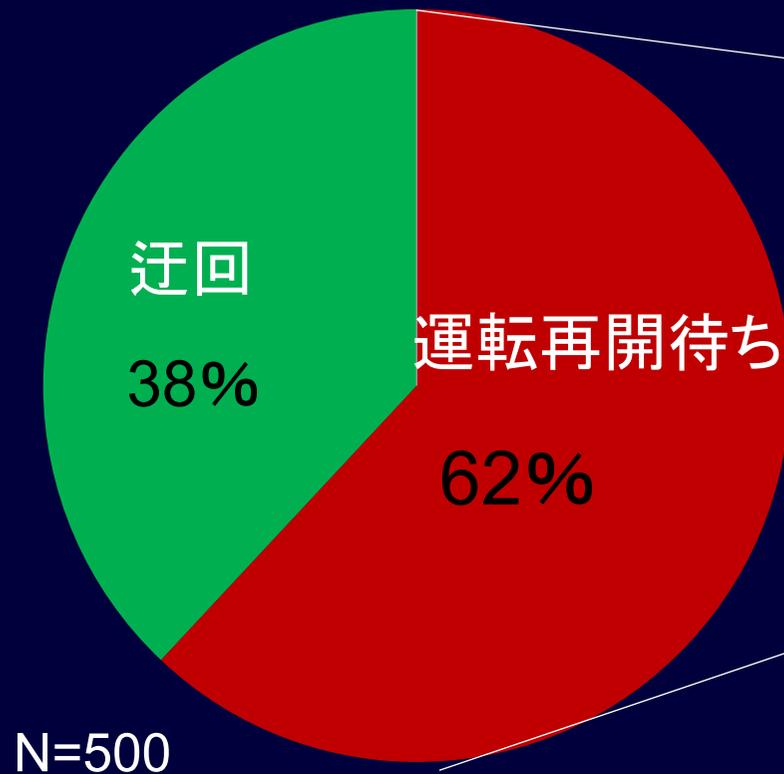
(文献2) 首都圏



(文献2) 武藤雅威他: 輸送障害に遭遇した旅客の経済損失評価法, 鉄道総研報告, Vol23, No.8, 2009

輸送トラブル遭遇時利用者の行動

(文献3) 首都圏(東京、神奈川、埼玉、千葉)

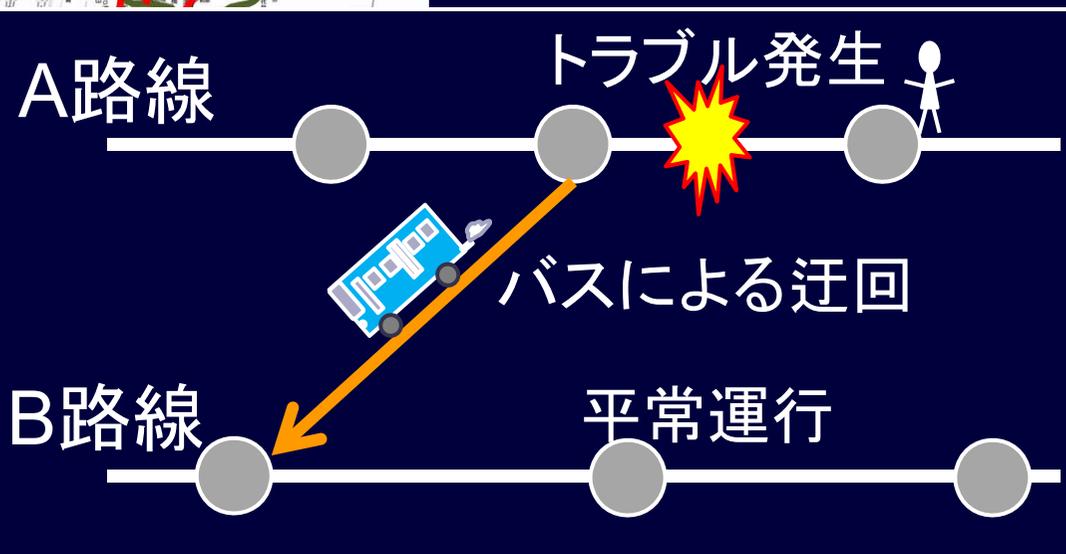
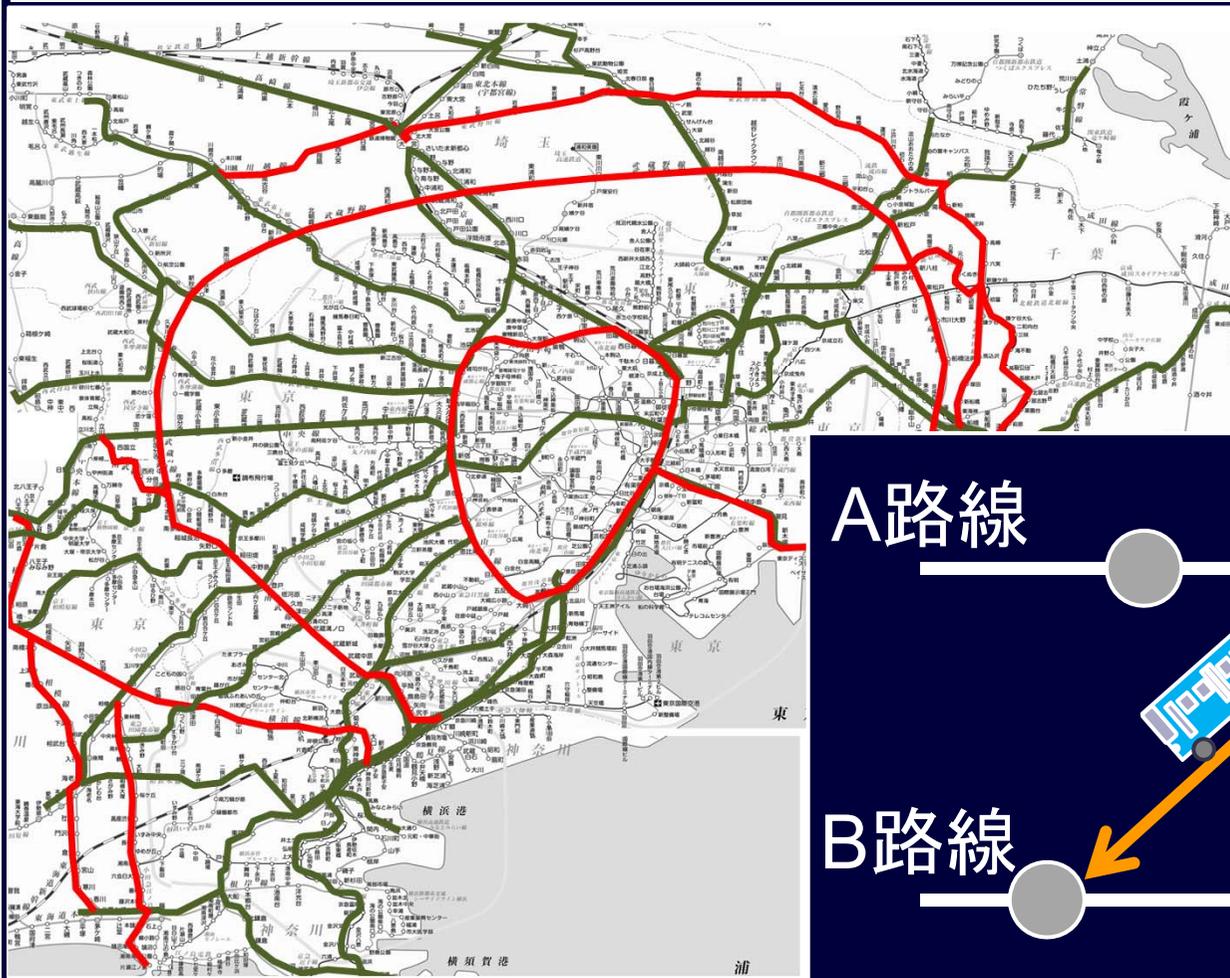


- 1位 駅で待っていた方が早く着ける 48.4%
- 2位 代替ルートがない 40.1%
- 3位 急に運転が再開される可能性がある。 32.1%
- 4位 乗換が面倒 26.9%

(文献3) 武藤智義他: 鉄道の運転見合せ時における利用者の情報取得行動分析, 第32回交通工学研究発表会論文集, 2012.9

輸送トラブル遭遇時利用者の行動

約60%の利用者が運転再開待ちをし、そのうち迂回の方が時間がかかる、迂回路なしという理由が上位を占める。



都心部より放射状へ延びる路線が多く、環状路線が少ない

まとめ

- ・輸送トラブルの発生件数は近年**増加傾向**
- ・輸送トラブルによる**総影響列車本数も増加傾向**
- ・輸送トラブル発生時の利用者は**運転再開待ち**を選択することが多い
- ・都市部から郊外へ**放射状に延びる路線が多く**、特に郊外では**迂回路線が少ないこと**や**迂回のためにバスを利用**しなくてはならないことが**運転再開待ち**をする理由の1つであると考えられる

→利用者、事業者は大きな影響を受けている

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. 輸送トラブルの現状
3. 輸送トラブル発生時の対応の実態
4. 輸送トラブル発生時の影響人員の試算
5. まとめと今後の課題

3. 輸送トラブルの発生時の対応の実態

- 調査概要
- 輸送トラブル発生時の対応
- 輸送トラブル発生時の運行方法
- 折返し運転

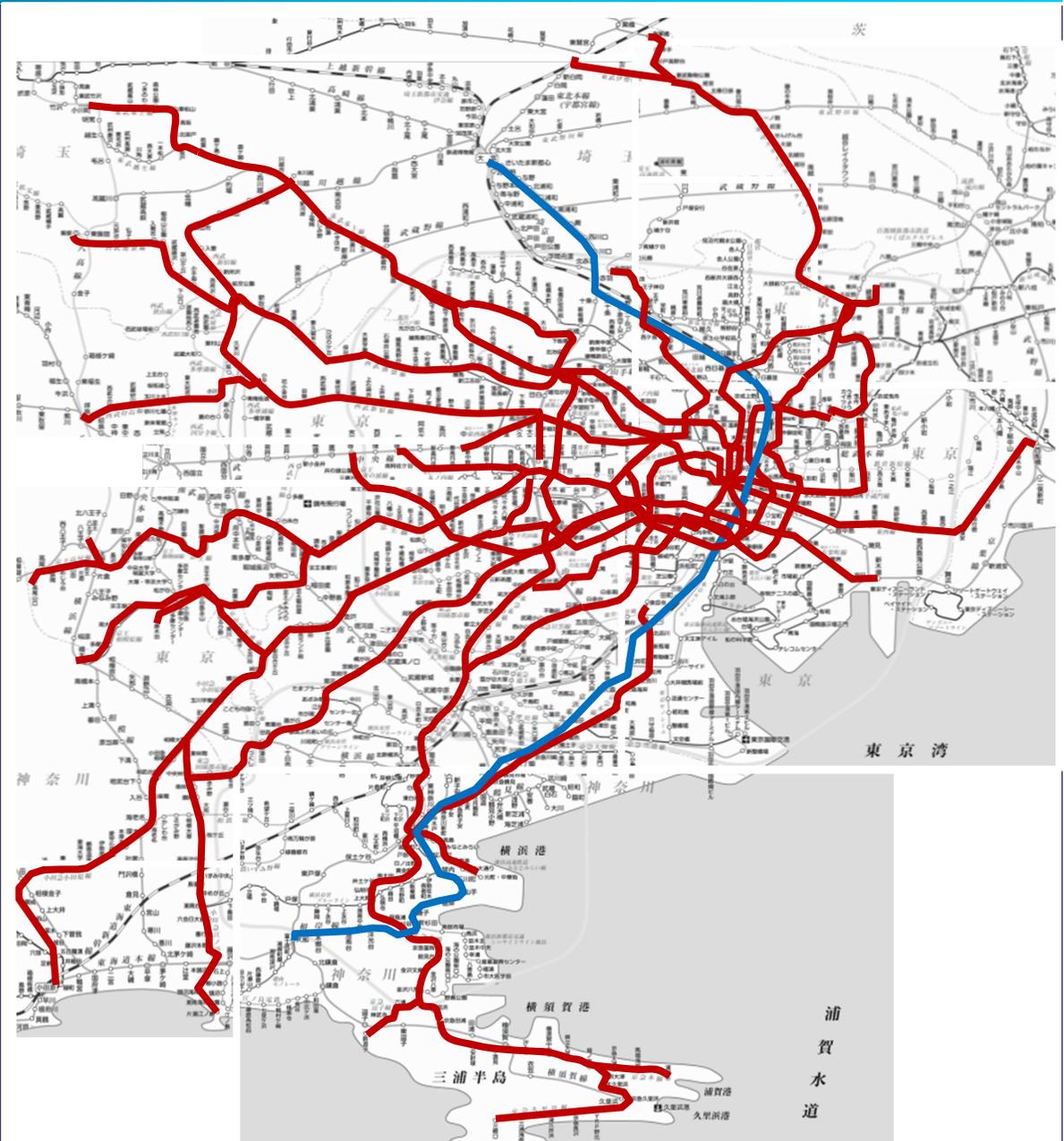
調査概要

調査した路線の特徴

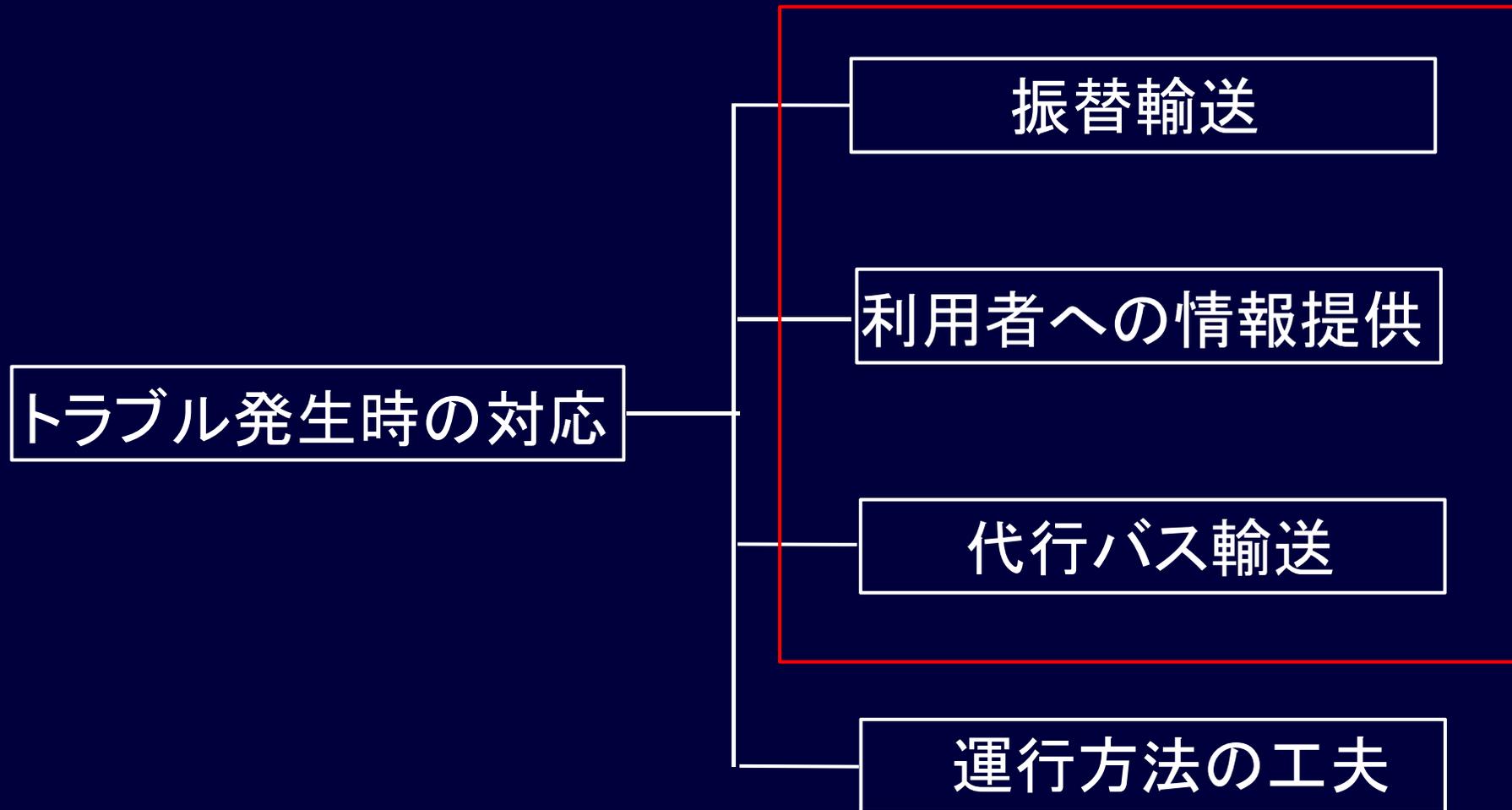
- ・東京都心部の路線を持つ事業者
- ・東京都心部から郊外へ延びる路線を持つ事業者
- ・事業者 8社

ヒアリング
及び現地調査

現地調査



輸送トラブル発生時の対応



輸送トラブル発生時の対応

振替輸送の実態

- ・鉄道路線での振替輸送を基本と考える
- ・輸送トラブル発生時はすぐに他社へ振替輸送を依頼
- ・輸送トラブル以外については、遅延の目安時間が概ね決まっている事業者、事象により判断する事業者がある
- ・トラブルの発生場所で振替依頼先をパターン化

輸送トラブル発生時の対応

・振替輸送

→通常時を大幅に上回る利用客の集中による混雑の増大

→バス路線のみの場合、輸送力の差。道路混雑



振替輸送先の駅混雑

輸送トラブル発生時の対応

利用者への情報提供の実態

- ・発生場所、発生時分、原因、運行状況、振替の有無などを状況が分かり次第、利用者へ提供
- ・人身事故については、過去の実績から運転再開見込時間についても提供。その時間は概ね30分～90分

輸送トラブル発生時の対応

・利用者への情報提供

→利用者の行動の選択幅を広げるが、迂回方法がない場合は移動をすることができない。



行先案内板による遅延情報

輸送トラブル発生時の対応

代行バスの実態

- ・何時間、何日も列車が止まるような大事故や工事のために列車があらかじめ止まる場合に実施。

・代行バス

→バス手配の問題(車両不足)



EX

昨年起こった自然災害による輸送トラブル時の代行バス運行は、遠隔地からも多くのバスが応援

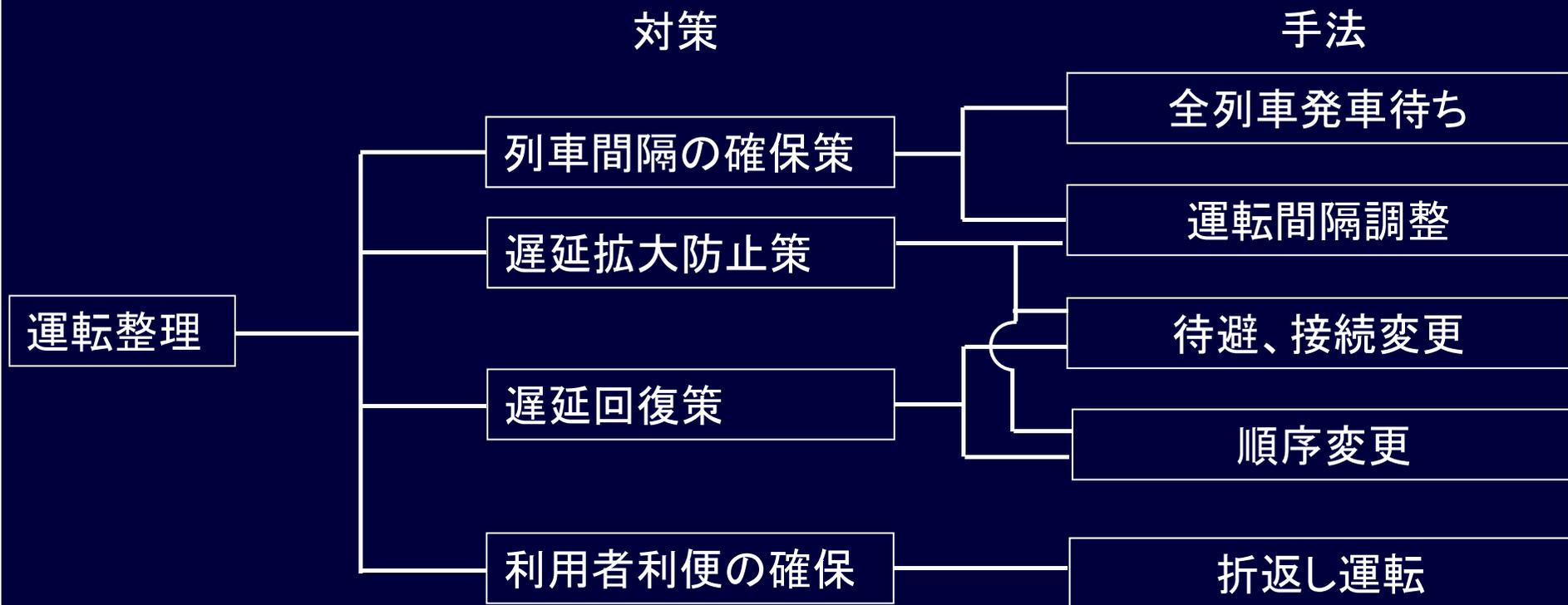
輸送トラブル発生時の対応

各鉄道事業者は、利用者へ迅速な情報提供や振替輸送時の他社との連携など、様々な対応を行っているが、振替輸送先の混雑や迂回方法がない利用者への移動手段などについては、課題が残っている。

輸送トラブル発生時の運行方法

運転整理

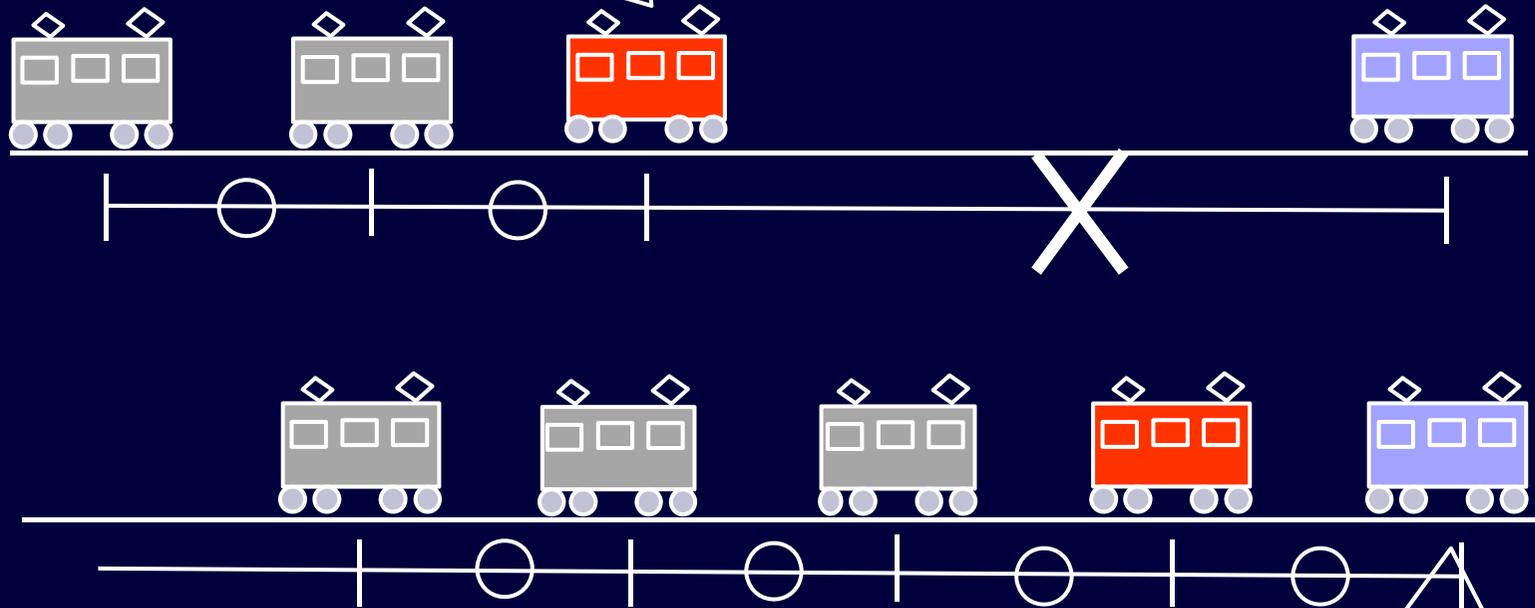
ダイヤが乱れたときなど、混乱を防ぎ、できるだけ早く正常な状態に戻すために行うダイヤの整理のことをいう。



運転整理の手法

列車間隔の確保策・遅延拡大防止策

列車に旅客が集中し、さらに遅延が拡大

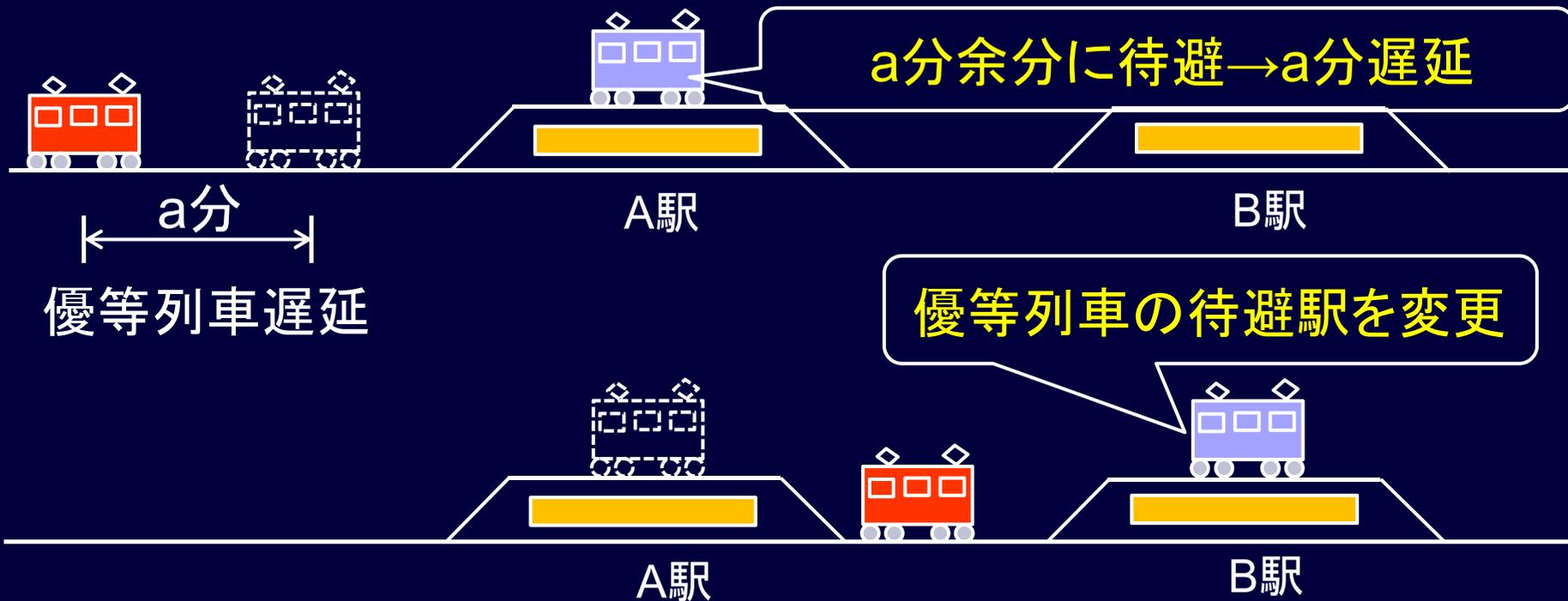


駅にて時間調整

運転間隔の調整

運転整理の手法

遅延拡大防止策・遅延回復策



a分
優等列車遅延

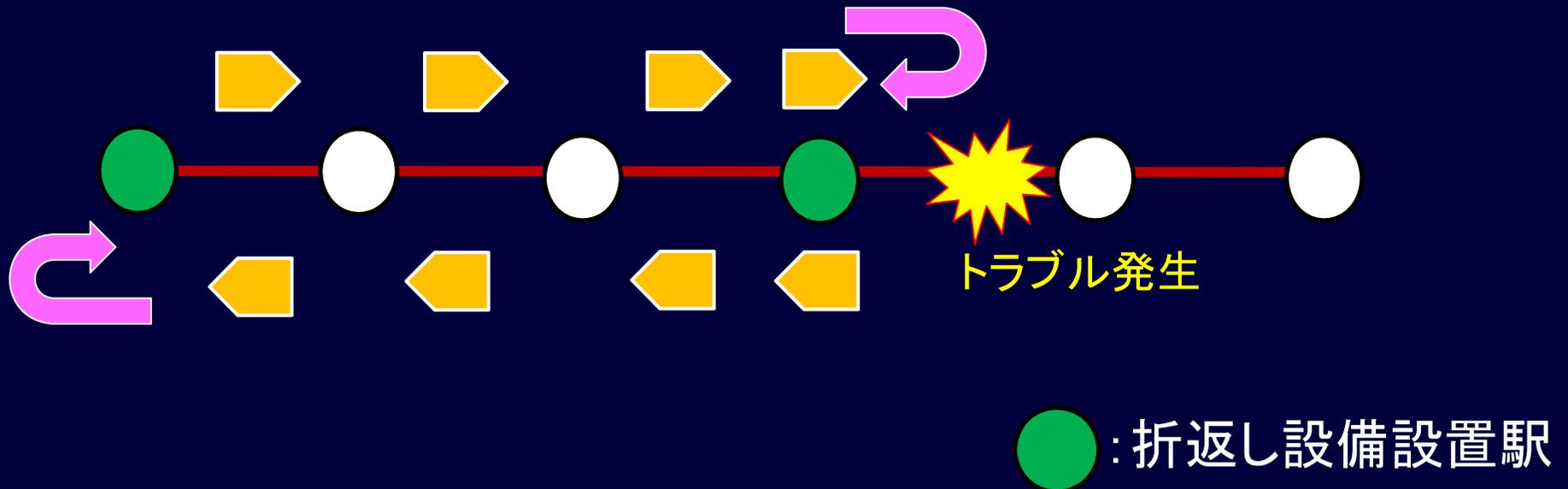
a分余分に待避→a分遅延

優等列車の待避駅を変更

待避変更

運転整理の手法

利用者利便の確保



折返し運転

輸送トラブル発生時の運行方法

	停止時間	トラブルの種類	運転整理								
			朝			昼			夜		
			A社	B社	・	A社	B社	・	A社	B社	・
①	2~3分程度	ラッシュ時混雑など									
②	5分~10分程度	急病人									
③	10分~20分程度	線路内立ち入り									
④	30分~90分程度	人身事故									

トラブルの規模 **大** 時間 **大**

トラブル発生時の運行方法



Orange 運転間隔の調整

Blue 待避、接続変更

Green 折返し運転

Purple 順序変更

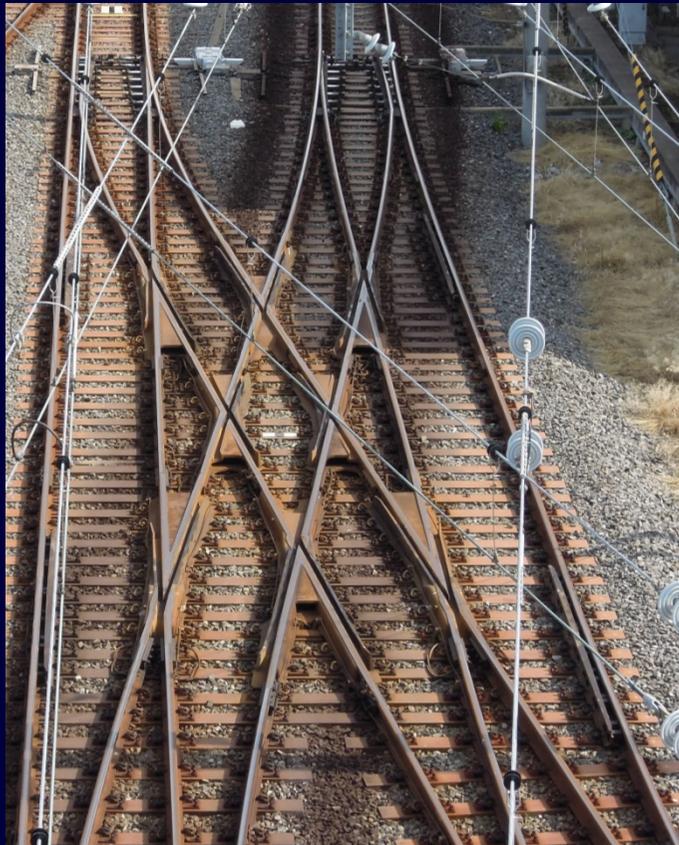
Red 全列車発車待ち

輸送トラブル発生時の運行方法

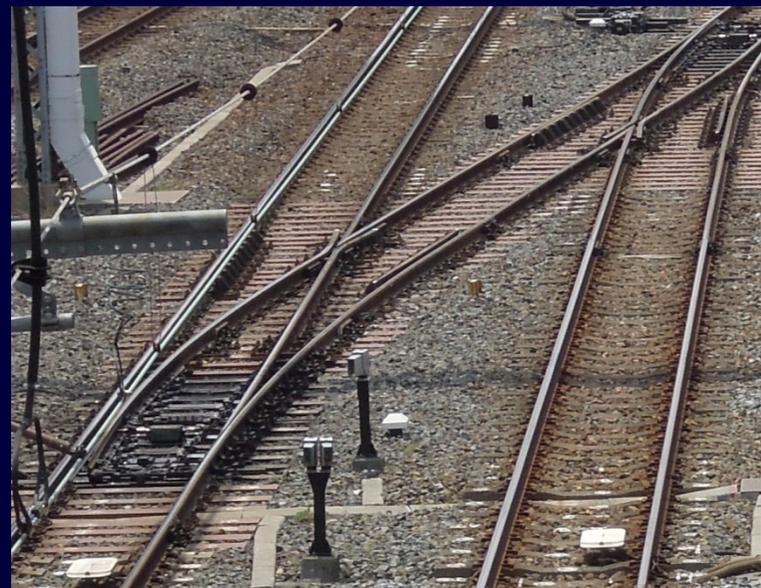
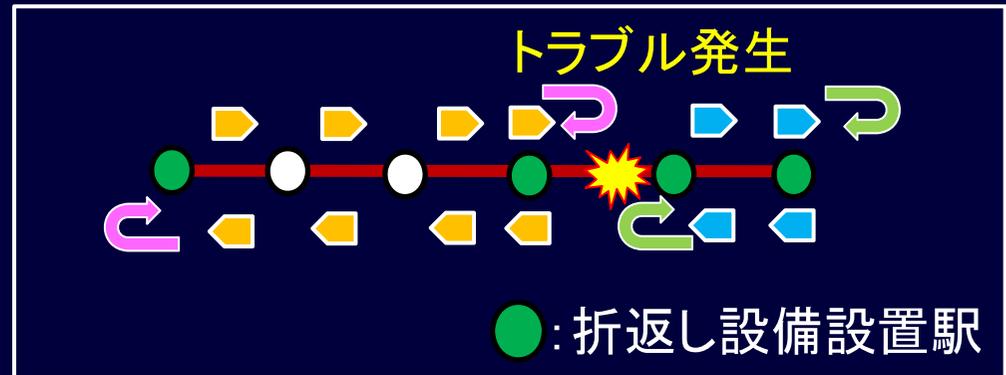
- ・運行本数が多く短時間のトラブルでは、**運転間隔の調整など遅延の拡大防止**を行うことが多い
- ・トラブルの規模、時間が大きくなるにつれて、**順序変更や待避・接続変更などの遅延回復対策**を行う
- ・線路内立ち入りなど**10分～20分程度**となると、**全列車発車待ち**を行うことが増える
- ・人身事故のような運転再開まで**30分～90分程度の長時間のトラブル**となると**折返し運転**を実施する路線が多い

折返し運転

輸送トラブルが発生し通過できない箇所があった時、折返し設備設置駅まで行き、そこから折り返して運行すること。



折返し設備（両渡り線）



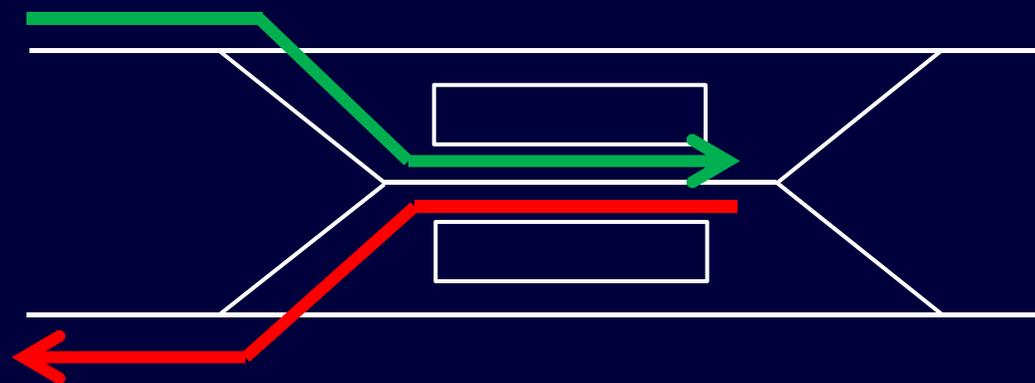
折返し設備（片渡り線）



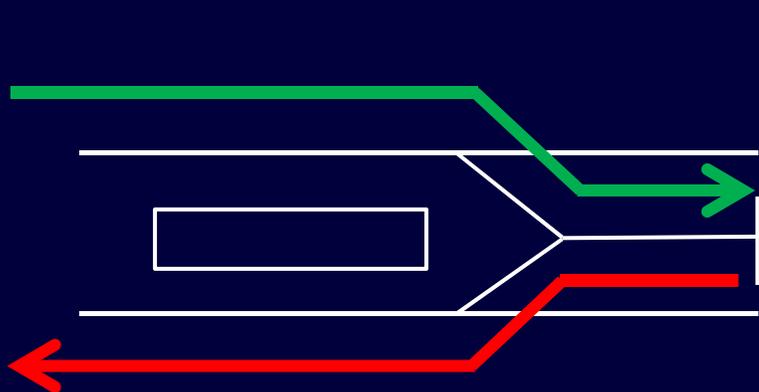
(C)Mr. Hiroyuki SAISHU, Institute for Transport Policy Studies, 2013

折返し設備設置駅



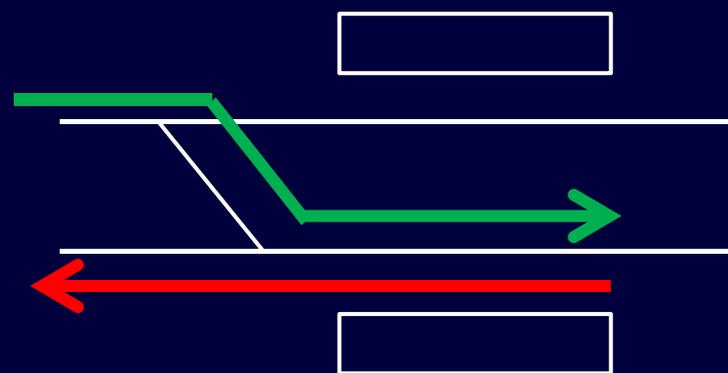


2面3線（折返し時は、1線のみ使用可能）



1面2線

（一旦引上げ線に引上げて折返し）



2面2線

（折返し時は、1線のみ使用可能）

折返し設備設置駅

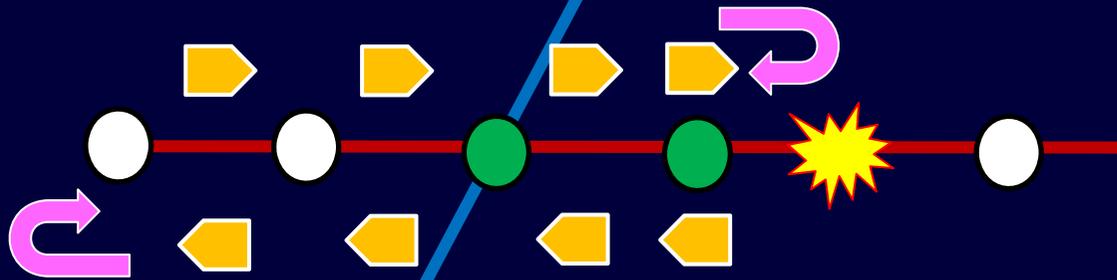


- : 迂回路線あり
- : 車庫もしくは留置線2本以上ある駅
- : 折返し時に1線のみ使用が可能
もしくは引上げ線1本かつ、駅が1面2線or2面2線
- : その他

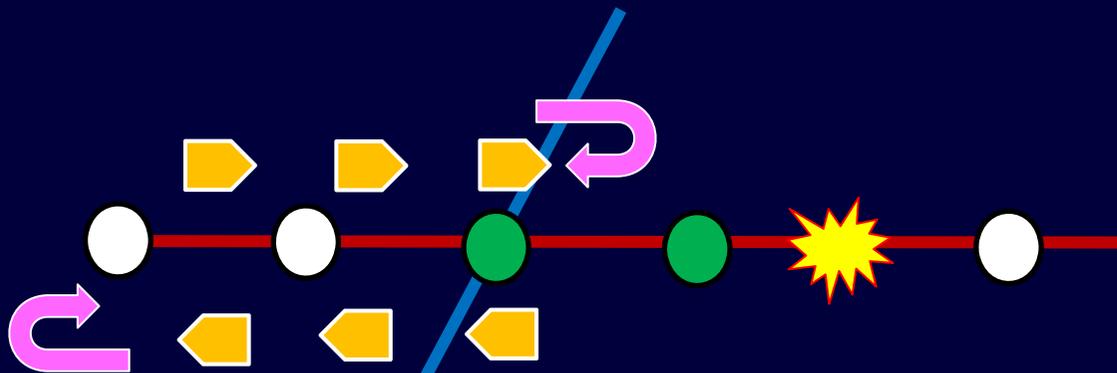
(出典: 東京圏都市鉄道網図、現地調査)

折返し運転の種類

I トラブル発生箇所に最も近い駅まで最大限運行



II 迂回路線乗換駅にて折返し運転

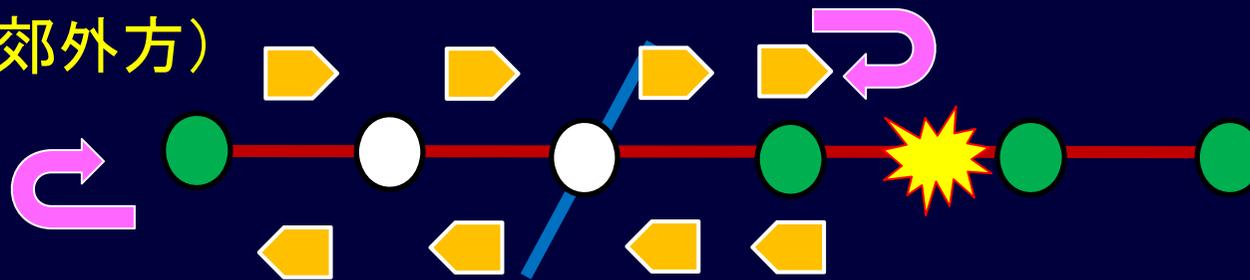


- : 折返し設備がある駅
- : 迂回路線

折返し運転の種類

① 都心部のみ、郊外部のみの折返し運転を実施

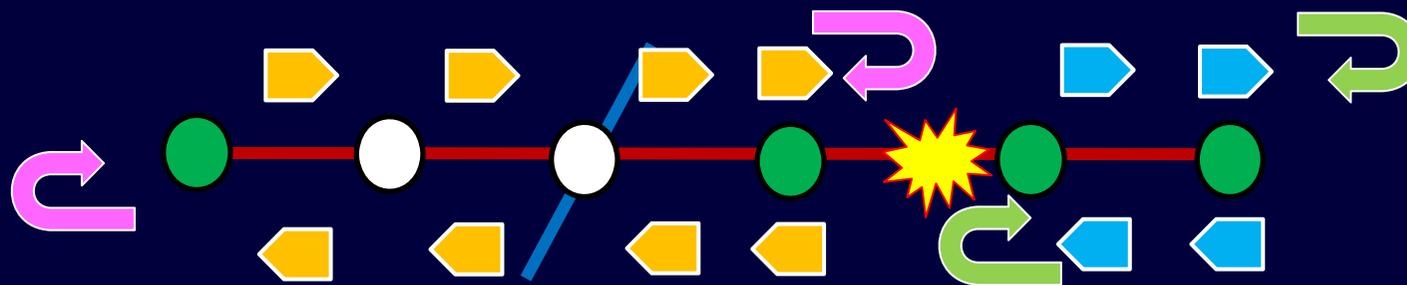
都心方
(郊外方)



② 都心部、郊外部ともに折返し運転を実施

都心方

郊外方



● : 折返し設備がある駅

折返し運転時の運行方法

2013年1月1日～5月20日人身事故時のある路線の運行方法

 : 事故発生場所
  : 運転区間
  : 運転見合せ区間
  : 迂回路線あり

平日 Or 休日	発生時刻	全線再開まで	A 駅 ●		B 駅		C 駅 ●		D 駅 ●		E 駅		F 駅
休日	17時台	42分											
休日	13時台	33分											
平日	7時台	35分											
休日	23時台	33分											
平日	10時台	41分											
平日	23時台	31分											
平日	23時台	42分											
休日	15時台	21分											
平日	6時台	17分											

運行情報より調査

特に朝ラッシュ時は、折返し運転の区間が限られる場合もある。

折返し運転実施のための課題

①利用者の滞留

→朝ラッシュ時は、都心方面へ向かう利用者が多く、迂回路線がない途中駅で折返し運転を行うとその駅に利用者が滞留してしまう。

→利用者が滞留するとホームにも人があふれ、駅間停止の恐れがあり、結果的に全線見合せとなる。

②乗務員等の課題

→乗務員の担当区間が限られている事業者もある。

→乗務員の配置の課題により運行できないこともある。

③折返し運転実施までの時間

→現場の状況確認や運転整理に時間がかかり、折返し運転を実施しようとしてもほとんど実施できずに全線再開となるときがある。

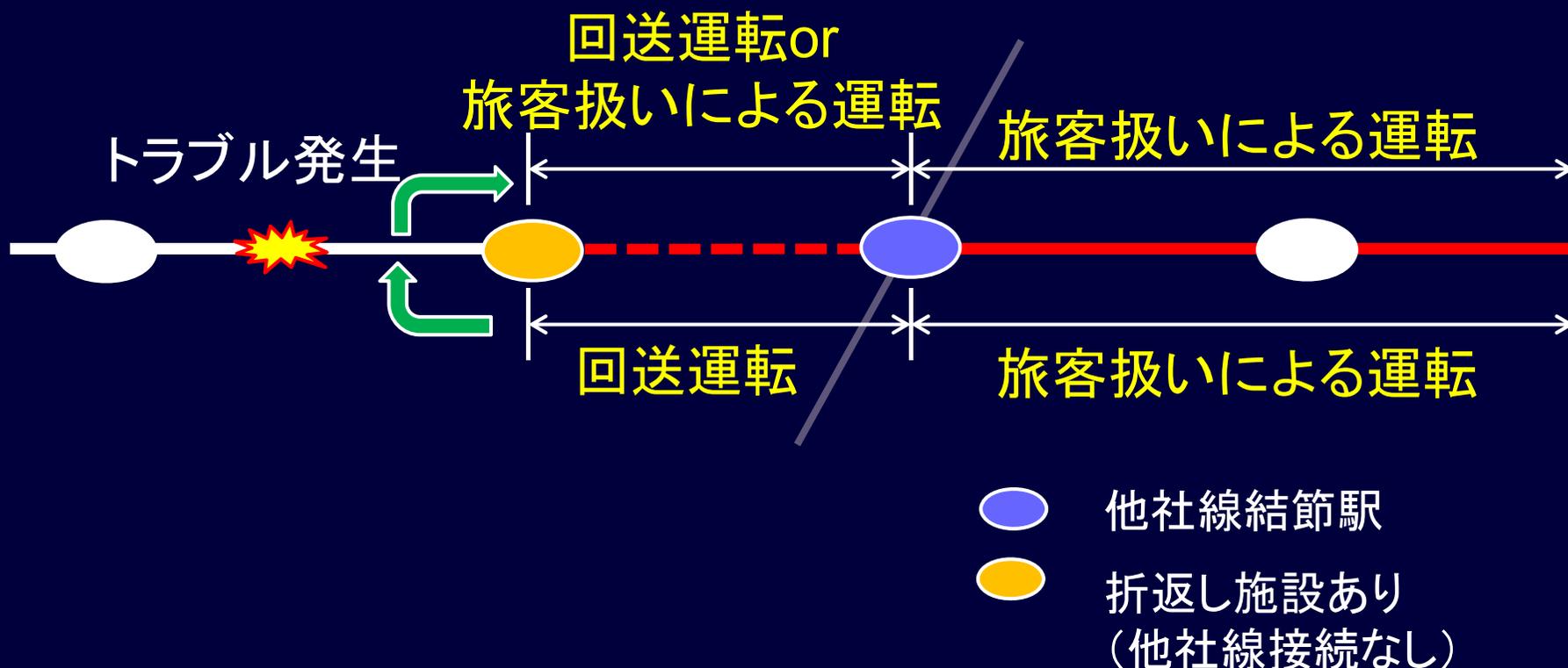
.....

① 駅での利用者の滞留に対する対策事例

折返し運転実施駅

C社の事例

- ・朝ラッシュ時に折返し運転をする際は、他社線との結節駅までを旅客扱いとする。

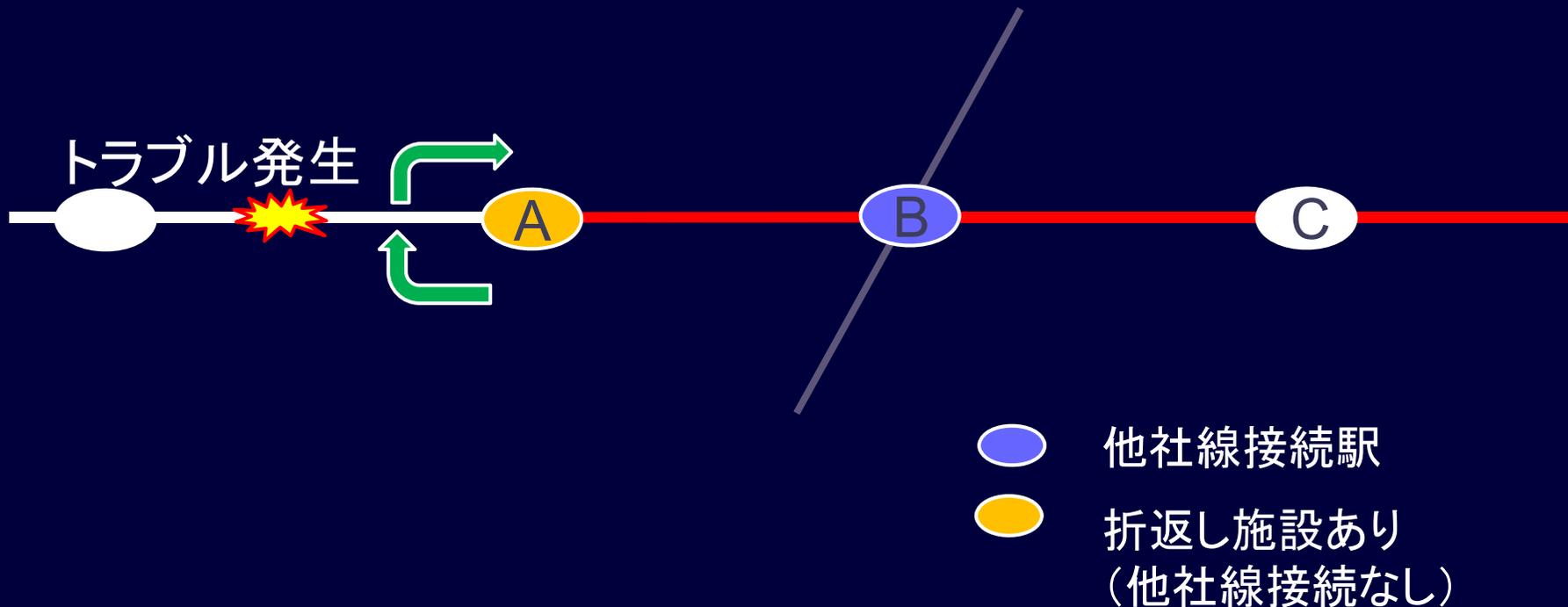


① 駅での利用者の滞留に対する対策事例

利用者への案内

G社などでの事例

・折返し駅に迂回路線がない場合、
迂回路線のある「**B駅の案内**」を徹底し、「A駅行」とは、案内しないようにしている。



②乗務員等の課題

乗務区配置

小田急電鉄の事例（出典：運転協会誌2011.2）

異常事態からの早期復旧をするため、
電車区・車掌区を新設



新設により、1時間以上かけて現地への
出勤時間を短縮

3電車区、3車掌区体制



4電車区、4車掌区、1出張所体制



③折返し運転実施までの時間の課題

折返し運転実施までの時間の短縮

A社、C社、F社などの事例

- ・発生時間帯
- ・発生場所

によりパターン化し、駅や乗務員へ予め周知し、運転整理の手法を即決することができる。

また、駅、乗務員は運転整理パターンを予期でき、利用者への案内がスムーズに行える。

一般的には、運転整理の際

①折返し運転の有無！？

②折返し運転を実施する場合どの区間を運転するか！？

その都度、指令員が判断する

折返し運転のまとめ

- ・折返し設備は多く設置されているが、環状路線との結節駅には少なく、また、輸送トラブル時の対応としては適さないと考えられる設備も多い。
- ・折返し運転の方法には、折返し設備が設置されているところまで最大限運行、迂回路線乗換駅で折返し運転を実施する場合がある。
- ・都心部のみ、郊外部のみを折返し運転を実施する路線と、都心部、郊外部ともに折返し運転を実施する路線がある。
- ・ラッシュ時などは折返し運転を実施できない場合があるが、路線によって様々な工夫を行っている。
 - 利用者の滞留、設備自体の制約などを考えると折返し設備や改良が必要ではないかと考えられる。

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. 輸送トラブルの現状
3. 輸送トラブル発生時の対応の実態
4. 輸送トラブル発生時の影響人員の試算
5. まとめと今後の課題

4. 輸送トラブル発生時の影響人員の試算

- 試算目的
- 前提条件
- 試算方法
- 試算結果

試算の目的

利用者

運転再開待ちをする人は約60%

再開待ちの理由として迂回路なしや認知なしも高い割合

事業者

特に朝ラッシュ時は折返し駅に利用者が滞留する恐れ等から、**運転見合せ**にせざるを得ない場合がある。



どのような駅に折返し設備を設置すると、利用者の影響人員を少なくすることができるのか。

- ① 運転見合せ
- ② 折返し運転(他社線結節なしに設備新設)
- ③ 折返し運転(他社線結節ありに設備新設)

利用者の影響を

- ・影響人員
 - ・救済人員
 - ・滞留人員
- で比較

試算の目的

影響人員

鉄道路線による移動ができない人員。

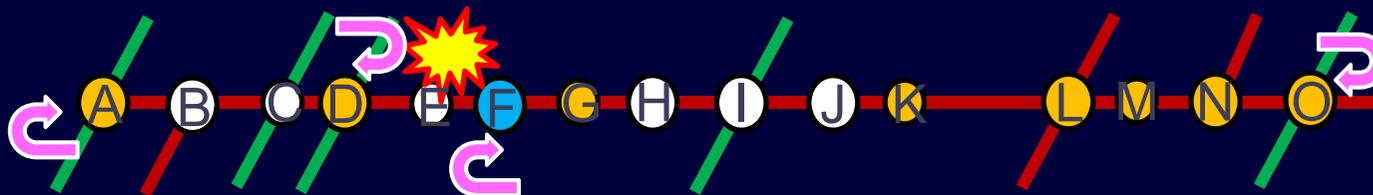
救済人員

折返し運転を実施することで出発地から目的地まで移動することができる人員。

滞留人員

折返し駅終着駅に滞留する人員。

※鉄道が動いている区間は、行けるところまで鉄道利用と仮定

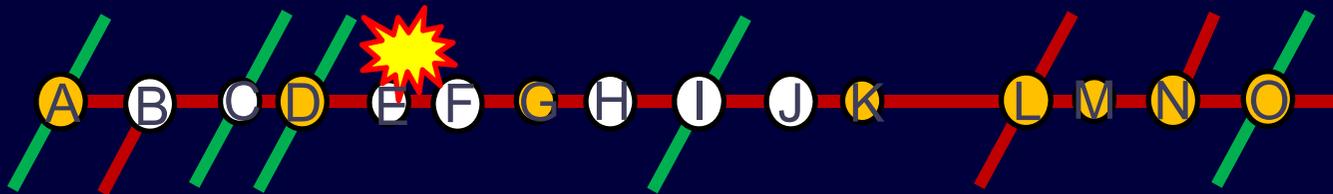


前提条件

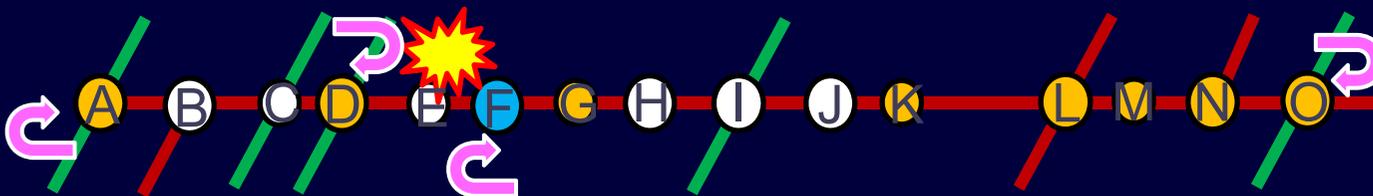
- ・E駅にて輸送トラブルが発生(7:30)
- ・路線の利用者数 76,000人(7:30~9:00)とする。

(H17大都市交通センサス)

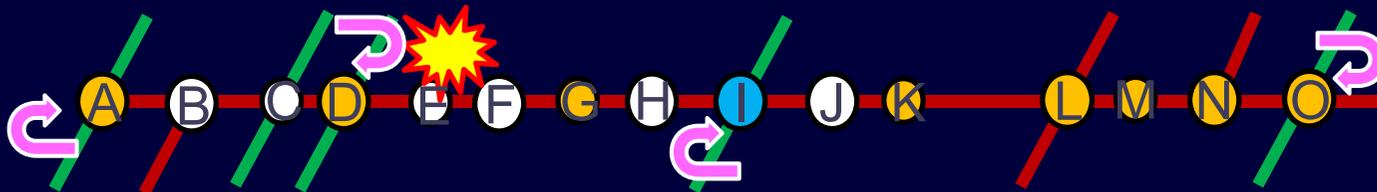
①全線運転見合せ



②折返し運転(A~D駅間、F~O駅間(F駅設備新設))



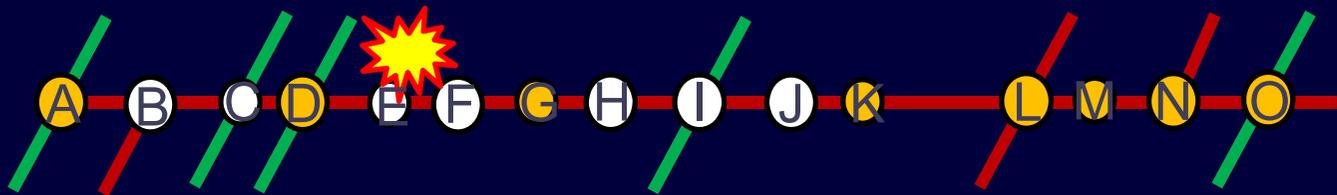
③折返し運転(A~D駅間、I~O駅間(I駅設備新設))



前提条件

輸送障害時の路線の利用者数(人)(7:30~9:00)	76,000人
F~O駅方面出発、目的地(人)	29,000人
A~D駅方面出発、目的地(人)	9,500人
F~O駅方面出発、A~E駅方面目的地(人)	23,000人
I~O駅方面出発、A~D駅目的地(人)	11,000人
I~O駅方面出発、目的地(人)	20,000人
I~O駅方面出発、E~H駅目的地(人)	3,300人
I駅で迂回する人(既往の研究によるアンケート)	30%

H17大都市交通センサスより



試算結果

	影響人員 (下段:利用者を100とした場合)	救済人員 (下段:利用者を100とした場合)	滞留人員 (下段:通常時の利用者数を100としたとき)	備考
①	76,000人	0人		
	100	0		
②	37,500人	38,500人	19,700人	通常時の利用者 3,800人
	50	50	500	
③	46,500人	29,500人	11,000人	通常時の利用者 12,000人
	60	40	90	

①全線運転見合せ

②折返し運転(A~D駅間、F~O駅間(F駅設備新設))

③折返し運転(A~D駅間、I~O駅間(I駅設備新設))

試算結果

- ・「②折返し運転」の場合、救済人員は最も多くなるが、折返し駅で滞留人員も最も多くなる。
- ・「③折返し運転」の場合、「②折返し運転」よりも救済人員は少ないが、滞留人員は少なくなる。



- ・折返し運転を実施することで多くの利用者を救済でき、影響人員を少なくできる。
- ・他社線結節駅に設備を設けることで、滞留も少なくできる可能性があり、最も効果的であると考えられる。

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. 輸送トラブルの現状
3. 輸送トラブル発生時の対応の実態
4. 輸送トラブル発生時の影響人員の試算
5. **まとめと今後の課題**

5.まとめと今後の課題

- まとめ
- 今後の課題

まとめ

輸送トラブルの現状

- ・輸送トラブルの発生件数、総影響列車本数とも増加傾向
- ・輸送トラブル遭遇時、利用者は運転再開待ちが多い

輸送トラブル発生時の対応の実態

- ・各鉄道事業者は、利用者への情報提供や振替輸送時の他社との連携など迅速に対応
 - 振替輸送先の混雑や迂回方法がない利用者への対応については、課題がある
- ・輸送トラブル発生時はおおよそ30分~90分程度(人身事故)となると多くの路線が折返し運転を実施
- ・折返し設備は多く設置されているが、輸送トラブル時には適さない可能性がある設備も多い

まとめ

- ・折返し運転には、路線によって様々なパターンがある
- ・朝ラッシュ時等においては、折返し駅に迂回路線がないと利用者が滞留する恐れがある。
→折返し運転を実施できないこともあるが、路線によっては様々な工夫をしている。

輸送トラブル発生時の影響人員の試算

- ・折返し施設を適切に配置し、折返し運転を実施することにより、多くの利用者を救済できる可能性がある。

今後の課題

- ・輸送トラブル時の工夫や対応策の事例の調査及び課題、問題点の整理
- ・折返し設備等ハード面についての課題の整理
- ・輸送トラブル発生時の影響人員の試算について精緻化

ご清聴、ありがとうございました。