

鉄道ダイヤの乱れ方と効率的な回復

卒業研究中間報告 B09-019 上田拓郎

研究の目的と手法

目的

- 鉄道のダイヤ乱れがどのように広がるのか、法則性が無いか解明
- 関数を利用した鉄道ダイヤの評価
- 効率的にダイヤを回復する手法の解明

手法

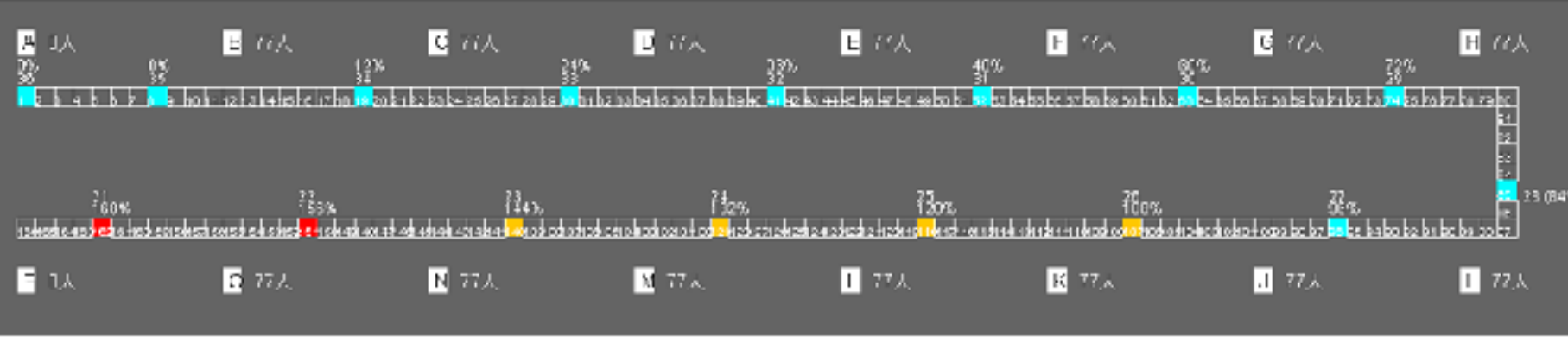
- コンピュータ上でモデルとなる路線を定義
- 列車を走らせ、ダイヤ乱れを発生させる
- 各列車の乗車率、遅れなどのデータを収集

モデルとなる路線

- 駅は16個あり、列車は2分間隔で運行する
- 途中駅での乗客の降車はなく、すべての乗客が終点まで乗車する
- 列車は駅にいる乗客を全員乗せてから発車する

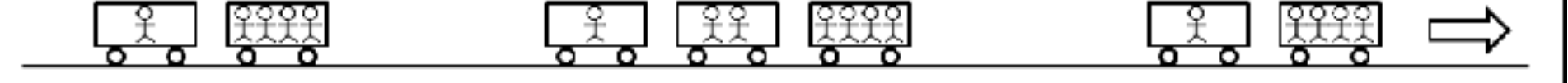
シミュレータの画面

平常運行



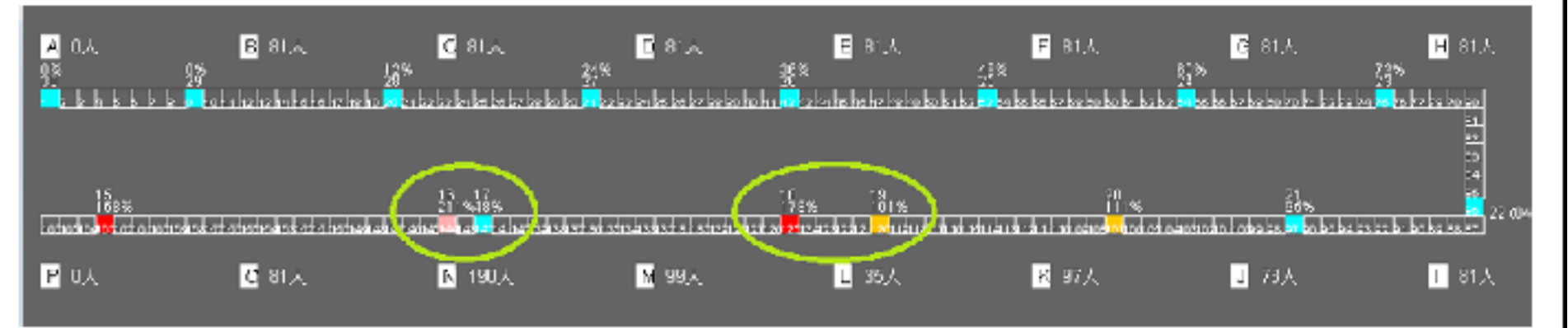
寺田寅彦の市電モデル

「電車の混雑について」 寺田寅彦随筆集 第2巻(岩波文庫)より



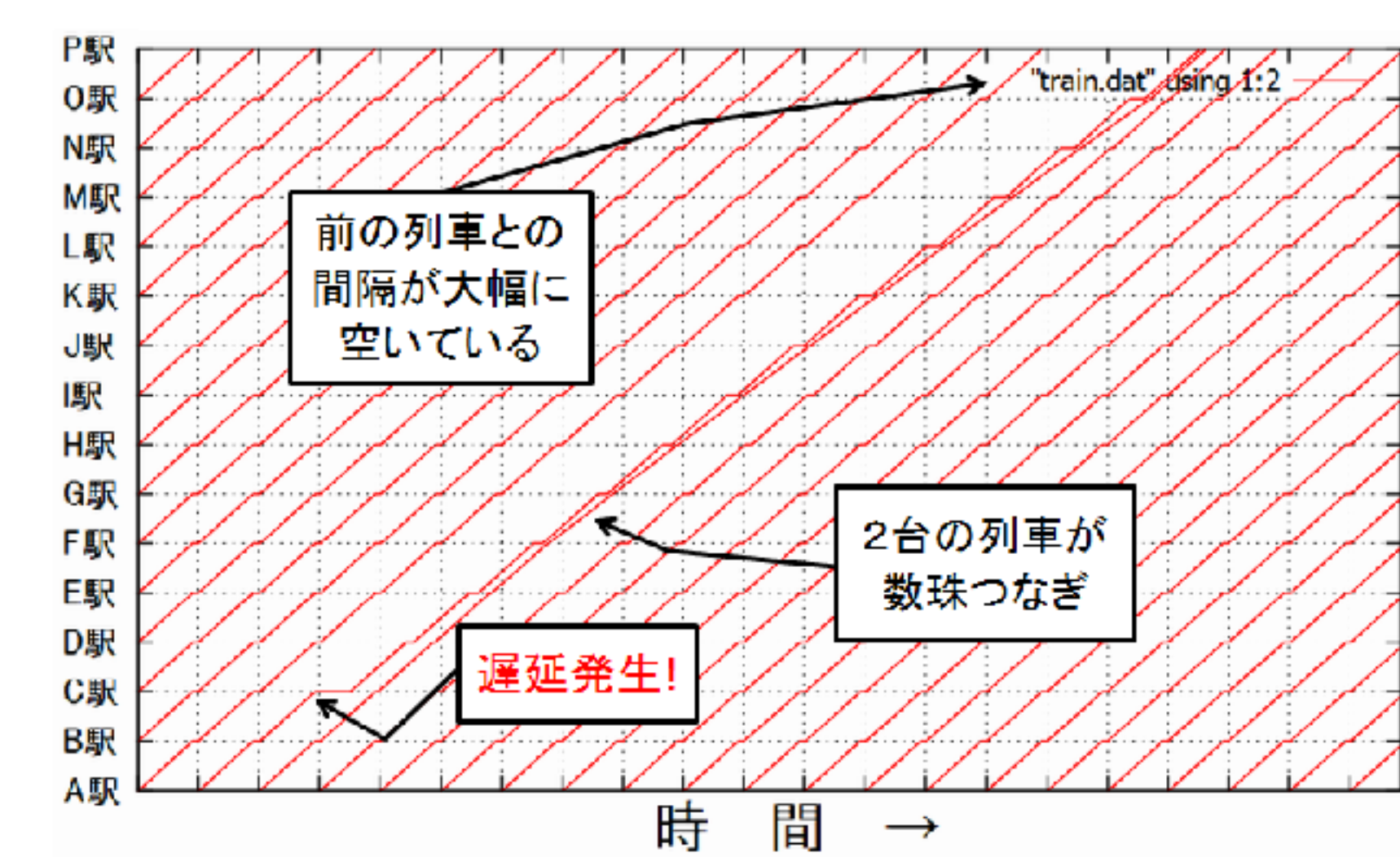
混んでる電車の後に空いている電車がすぐに来る・・・？
何か法則性が・・・？

シミュレータで寺田寅彦モデルを再現



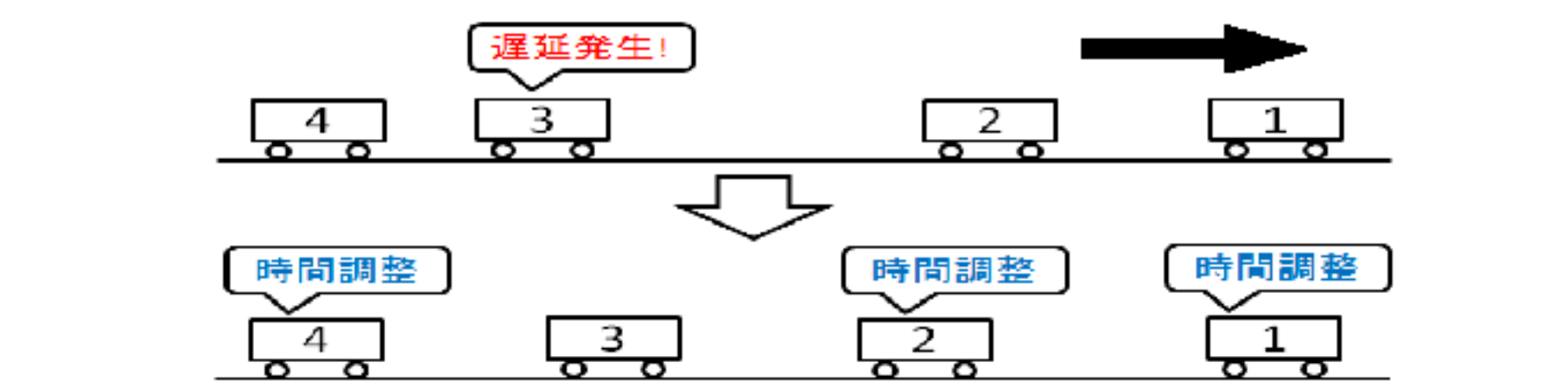
ダイヤ乱れの発生

とある列車をB駅で1分遅らせる



ダイヤ回復の手法とアルゴリズム

とある列車に遅れが生じたとき、前後を走る列車を意図的に遅らせ、列車の間隔を等間隔に保つ(時間調整)



後を走る列車について

- ① k列車とk+1列車の時間差 < A
- ② k+1列車をB遅らせる
- ③ k+1列車とk+2列車の時間差 < C
- ④ k+2列車をD遅らせる
- ⑤ ...

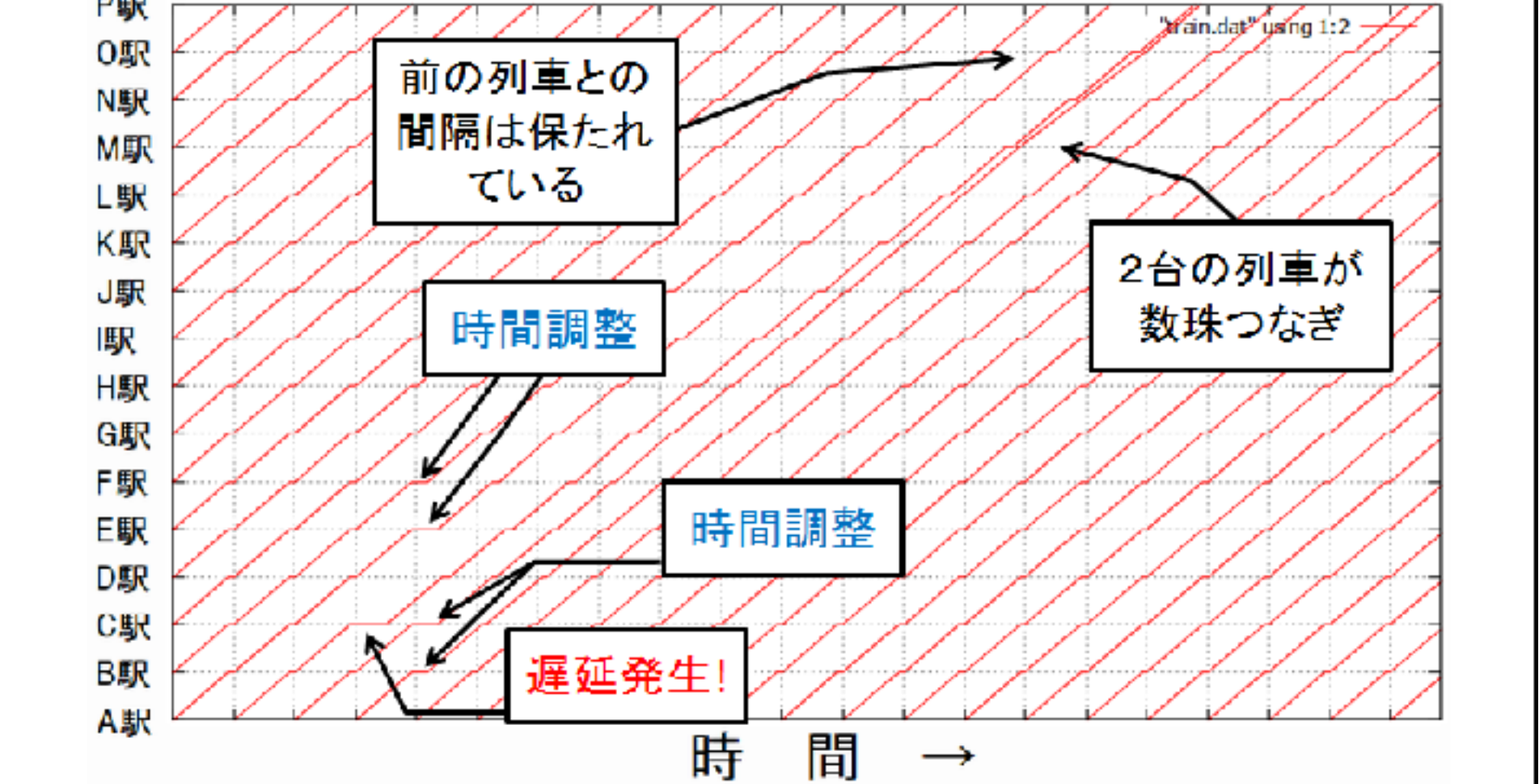
前を走る列車について

- ① k-1列車とk列車の時間差 > A
- ② k-1列車をB遅らせる
- ③ k-2列車とk-1列車の時間差 > C
- ④ k-2列車をD遅らせる
- ⑤ ...

時間調整を行った結果

k番目の列車が1分遅れ、k+1, k-1番目の列車を40秒、

k+2, k-2番目の列車を20秒時間調整 [k+4][k+3][k+2][k+1][k][k-1][k-2]



ダイヤを評価する式

乗客が感じる不効用値 ※値が小さいほど不満度が小さい
= 乗車時間(秒) + 2 × ホーム待ち時間(秒)
+ Σ(駅間走行時間(秒) × 混雑度式)

混雑度式

- 混雑率0~100%のとき : 0.027 × 混雑度
- 混雑率100~150%のとき : 0.0828 × 混雑度 - 0.0558
- 混雑率150~200%のとき : 0.179 × 混雑度 - 0.2
- 混雑率200~250%のとき : 0.69 × 混雑度 - 1.22
- 混雑率250%以上のとき : 1.15 × 混雑度 - 2.37

出典: 鉄道輸送の評価手法マニュアル2012(国土交通省)

不効用値の計算

- 列車1台の乗車駅ごとの不効用値の合計(平常時) → 14692
- 1分遅れた当該列車の不効用値(時間調整なし) → 21749 (約50%増)
- 1分遅れた当該列車の不効用値(時間調整あり) → 16316 (約11%増)

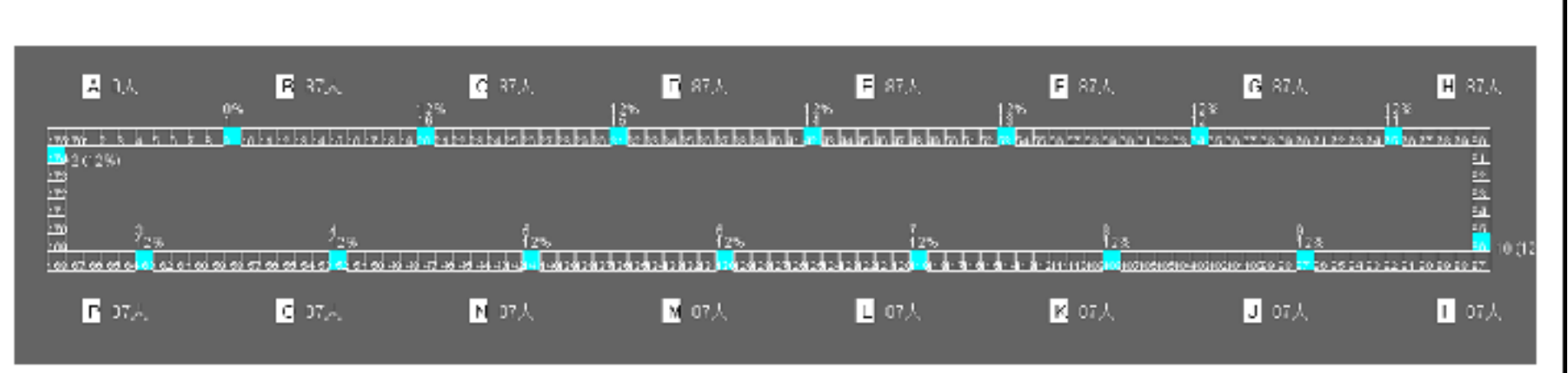
前後の列車(合計10台)の総和 [10][9][8][7][6][5][4][3][2][1] →

- 平常時 → 146916
- ある列車が1分遅れた場合(時間調整なし) → 152932 (約4%増)
- ある列車が1分遅れた場合(時間調整あり) → 148778 (約1%増)

環状線ならどうなるか？

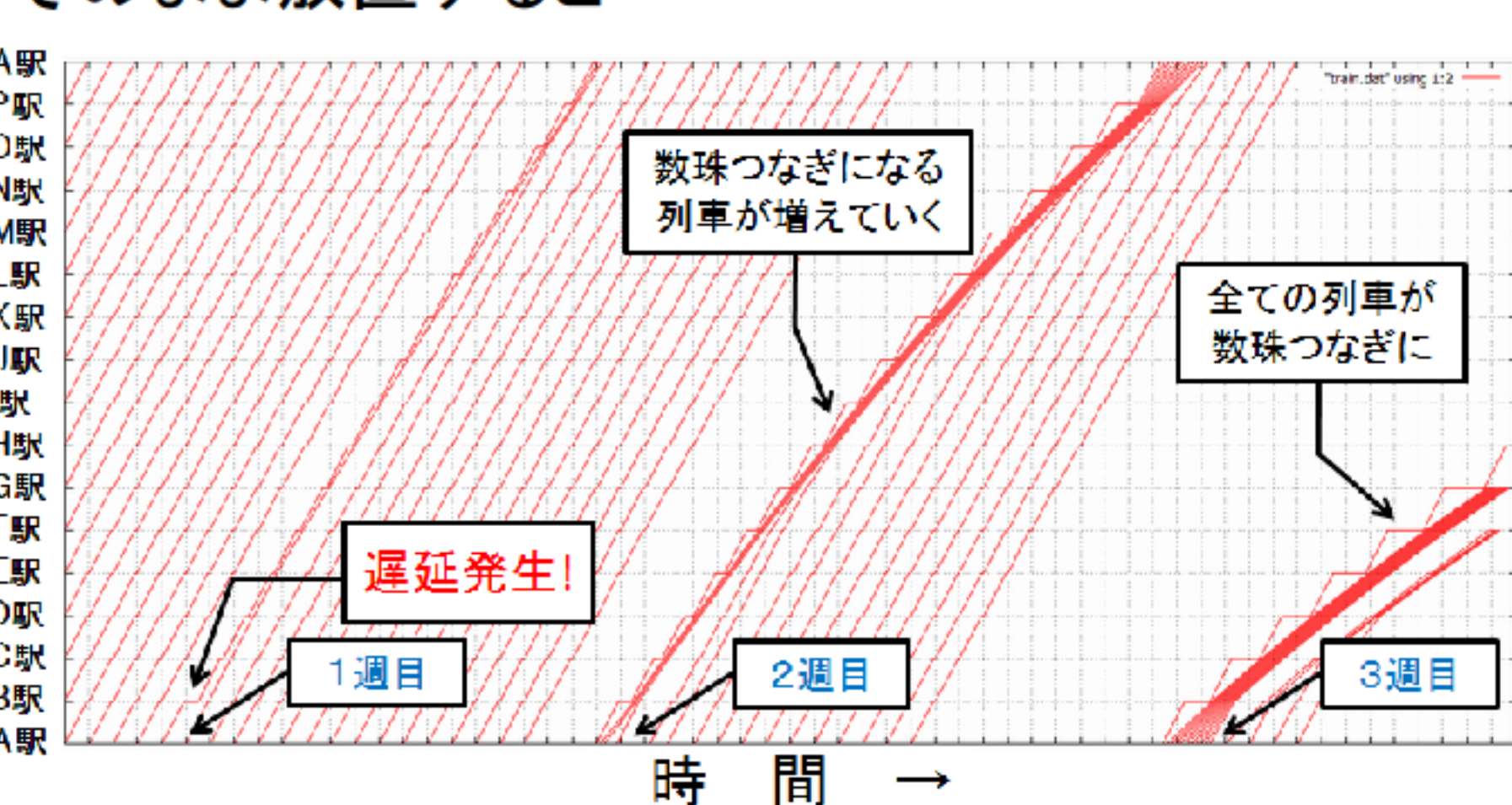
- 16本の列車を2分間隔で運行
- 途中駅での乗客の降車はない
- 特定の駅で全ての乗客が降車
- 1週目での遅れは2週目に持ち越し

シミュレータの画面(列車は時計回りに運行)



環状線のダイヤ乱れ

とある列車をB駅で1分遅らせるそのまま放置すると・・・



今後の課題

- 列車が数珠つなぎになる条件や台数を、数式で表現できないか？
- 利用者の不満を最小にするダイヤ回復の手法は？



デモやってます

