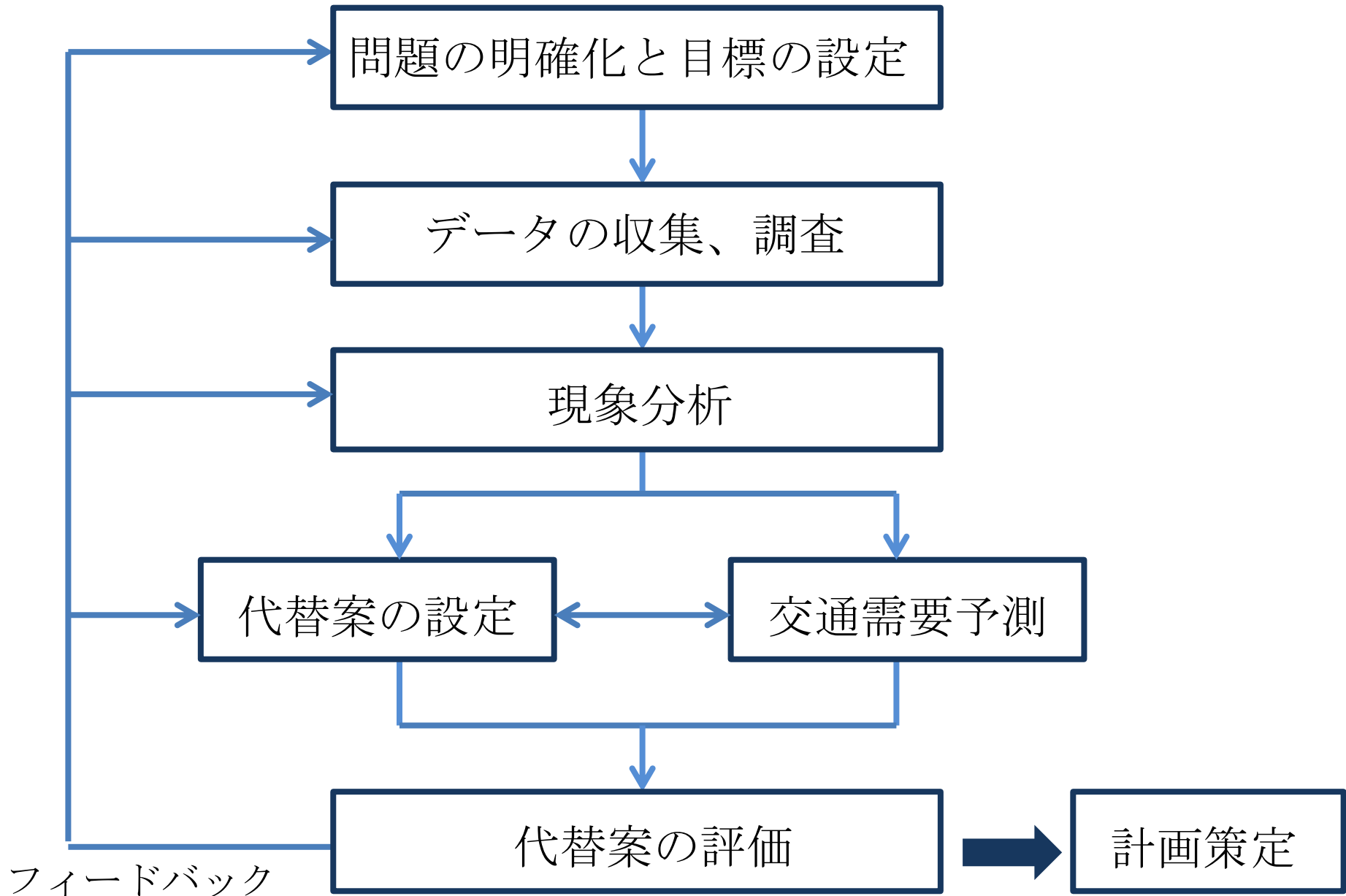


利用者均衡配分

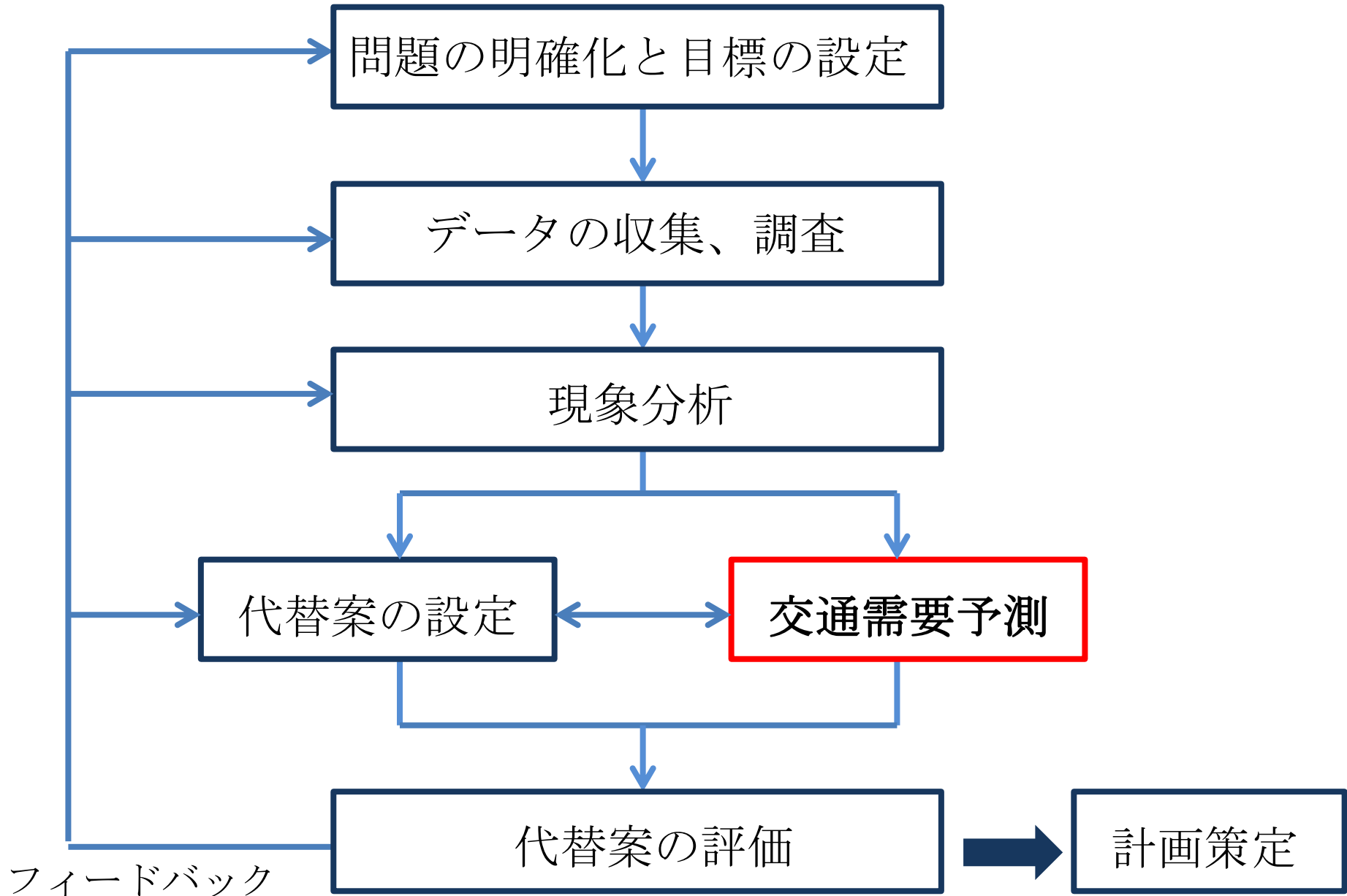
第二回スタートアップゼミ 6月18日(水)

M1 今泉孝章

交通計画



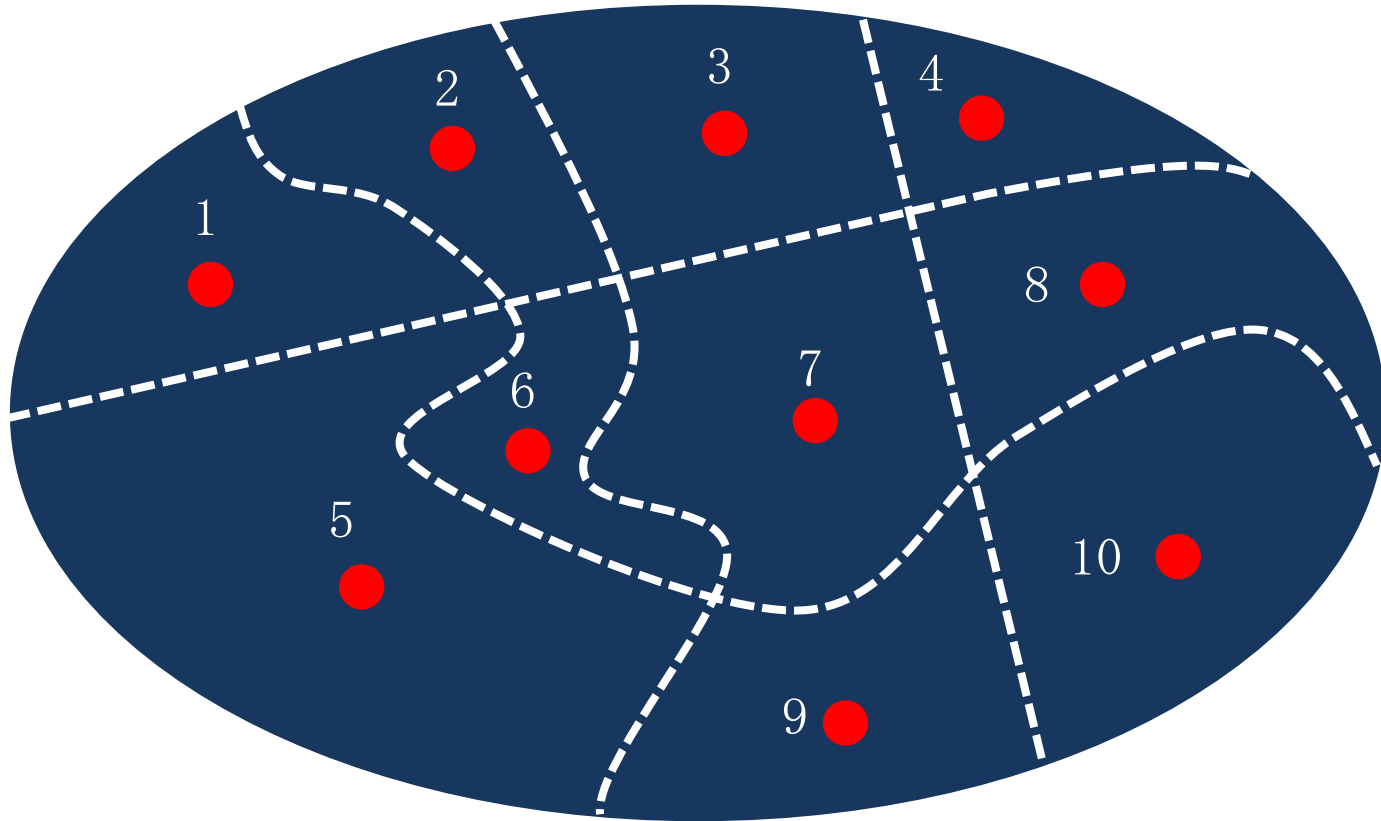
交通計画



交通需要予測

～基本概念～

都市A



- 都市をゾーンに分割する
- セントロイド間の交通需要を予測する

交通需要予測

～利用データ～

- 道路交通センサス自動車起終点調査に基づくOD表
→車の動きに着目した調査
- PT調査に基づくOD表
→人の動きに着目した調査

統合して利用



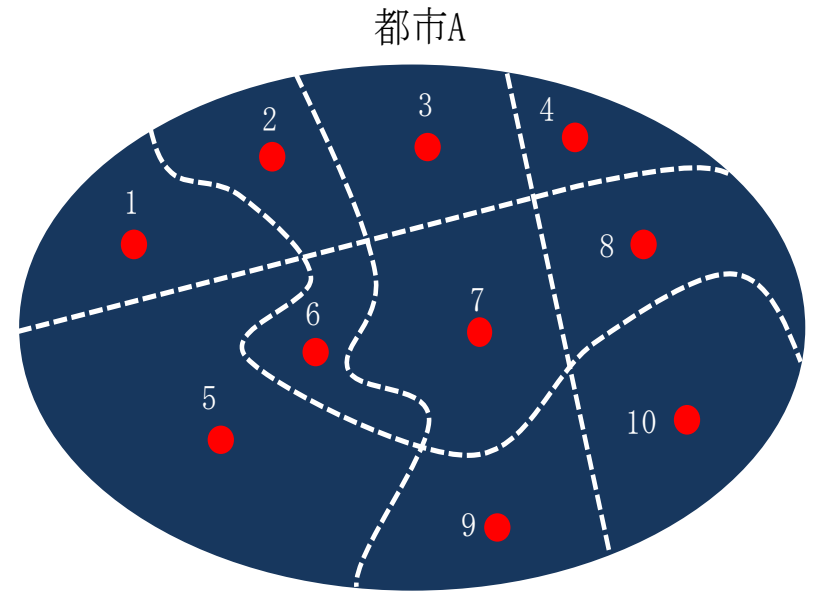
分析対象ゾーンごとの交通量が分かる

交通需要予測

生成交通量

都市Aで発生する全交通量を推定

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
計											

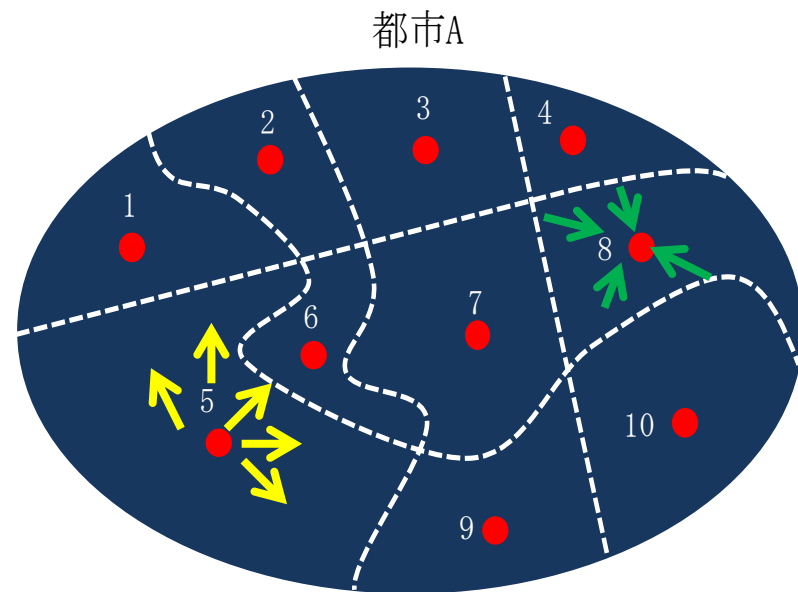


交通需要予測

発生・集中交通量

あるゾーンから発生する交通量と集中する交通量を推定

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
計											



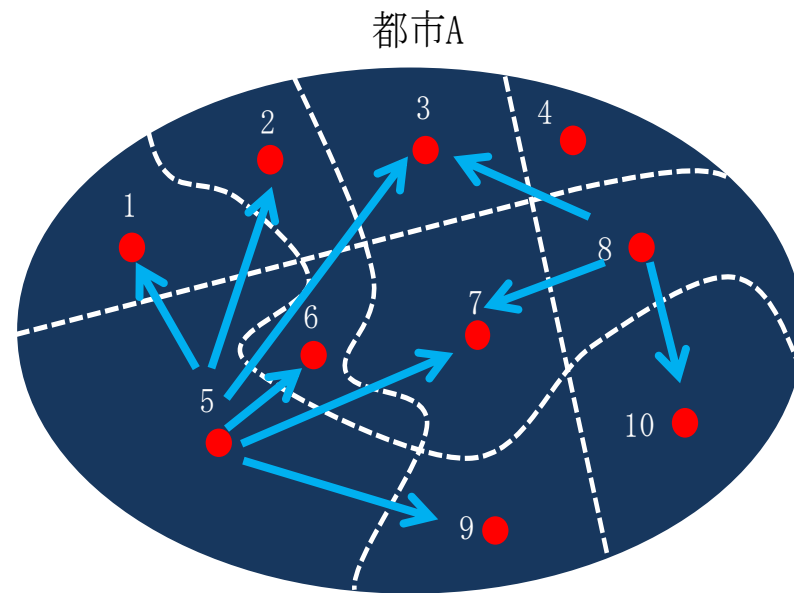
- 発生交通量
- 集中交通量

交通需要予測

分布交通量

OD間交通量の内訳を推定

O\D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
計											



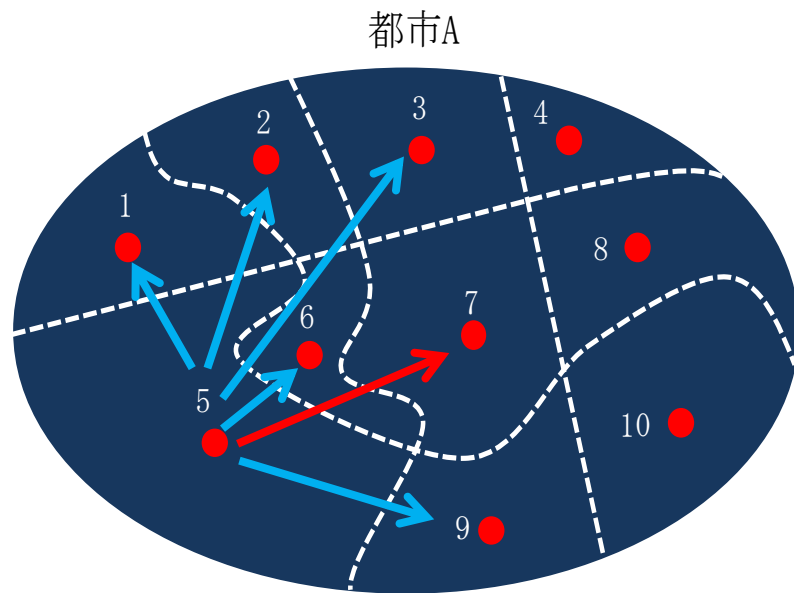
→ 分布交通量

交通需要予測

分担交通量

ゾーン間をどんな移動手段を使っているかを推定

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
計											



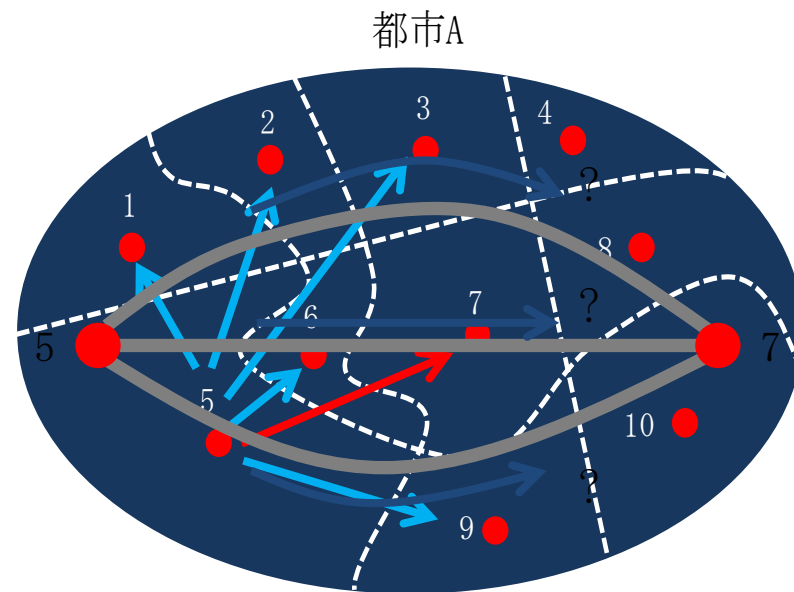
5→7	鉄道	車	徒歩	計

交通需要予測

配分交通量

どのような経路を移動しているか推定

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
計											



交通需要予測

生成交通量

発生・集中交通量

分布交通量

分担交通量

配分交通量

交通需要予測

生成交通量

発生・集中交通量

分布交通量

分担交通量

配分交通量

四段階推計法

- 1950年代にアメリカで開発され広島都市圏（1967年）、東京都市圏（1968年）で本格実用開始
- 交通需要の全体動向をつかむための実用的方法
- 詳しくは来週の芝原君の発表で！

交通需要予測

生成交通量

発生・集中交通量

分布交通量

分担交通量

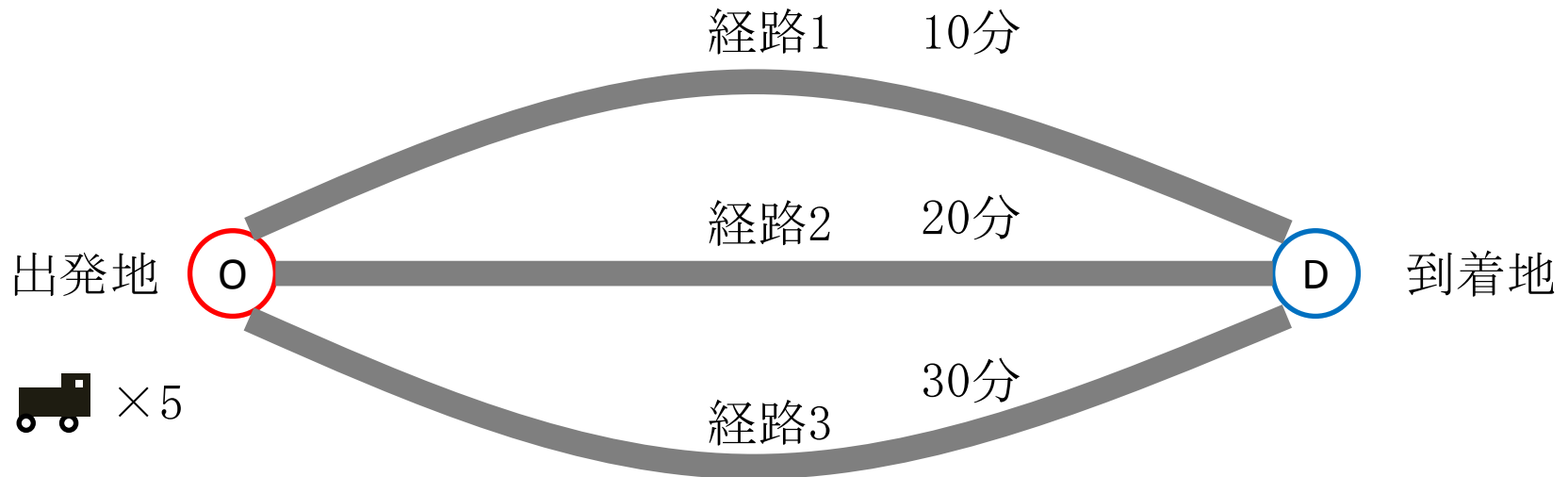
配分交通量

四段階推計法

- 1950年代にアメリカで開発され広島都市圏(1967年)、東京都市圏(1968年)に本格実用開始
- 交通需要の全体動向をつかむための実用的方法
- 詳しくは来週の芝原君の発表で!

利用者均衡配分

利用者均衡配分



インプットデータ

OD表 (OからDへ何台の自動車が走るか)

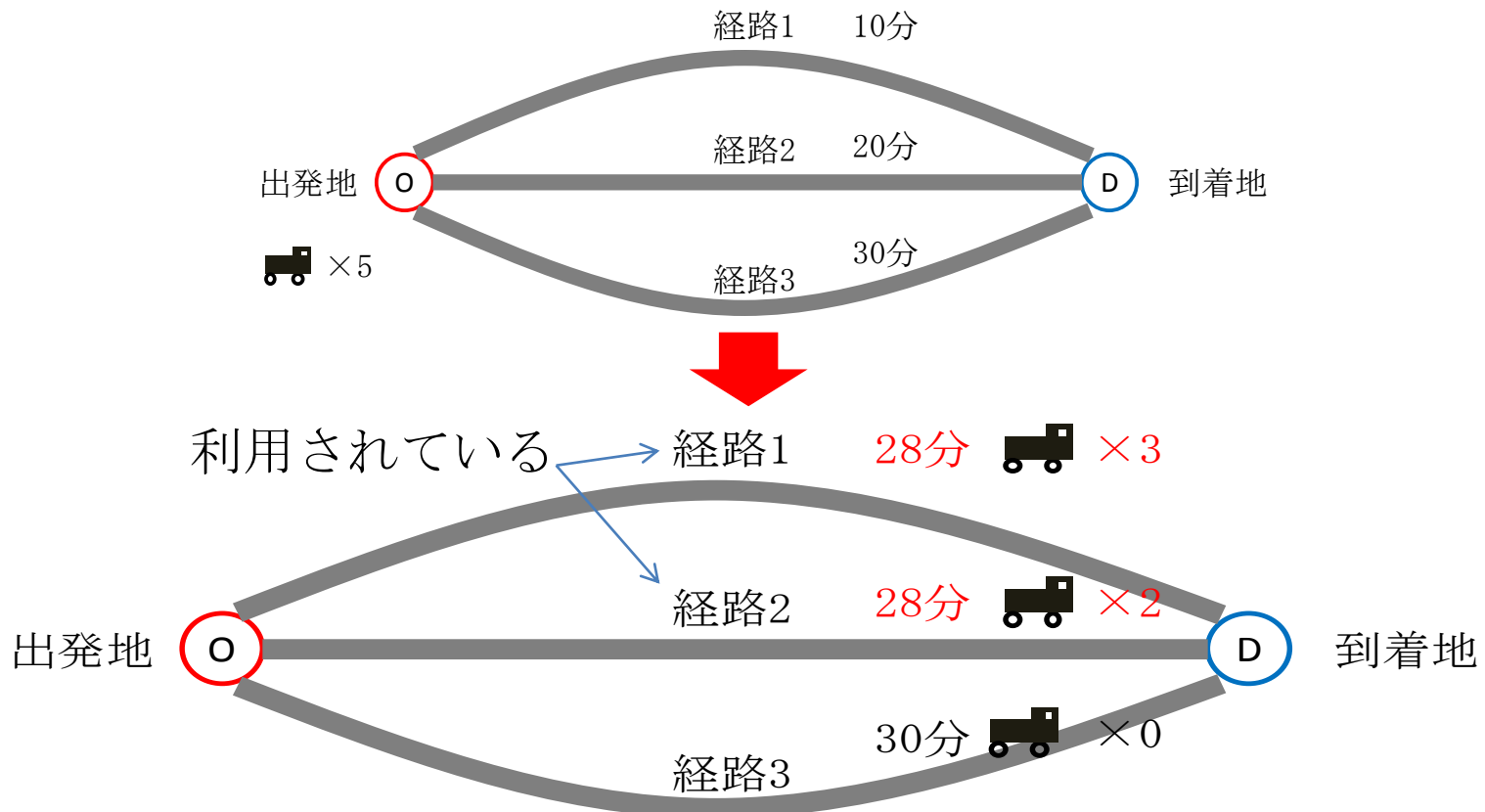
ネットワークデータ (OD間の経路がどのようなになっているか)

リンクパフォーマンス関数 (経路ごとにどれくらい旅行時間がかかるか)

利用者均衡配分

交通量配分を行うための前提条件=**Wardropの第一原則**

それぞれのドライバーは自分にとって最も時間の短い経路を選択する。
その結果として、起終点間に存在する経路のうち、**利用される経路の旅行時間は皆等しく、利用されない経路の旅行時間よりも小さいか、せいぜい等しい**という状態となる。



利用者均衡配分

変数の定義

a : ネットワーク上のリンク

r : 起点ノード

s : 終点ノード

k : OD間のパス

x_a : リンク a 上のフロー数

c_k^{rs} : 起点 r と終点 s を結ぶパス k 上の旅行時間

$\delta_{a,k}^{rs}$: リンク a が起点 r と終点 s を結ぶパス k に含まれているとき1, そうでないとき0のダミー変数

f_k^{rs} が分かればわかるもの

q_{rs} : 起点 r と終点 s を結ぶトリップ数

t_a : リンク a 上の旅行時間

与えられるもの

f_k^{rs} : 起点 r と終点 s を結ぶパス k 上のフロー数

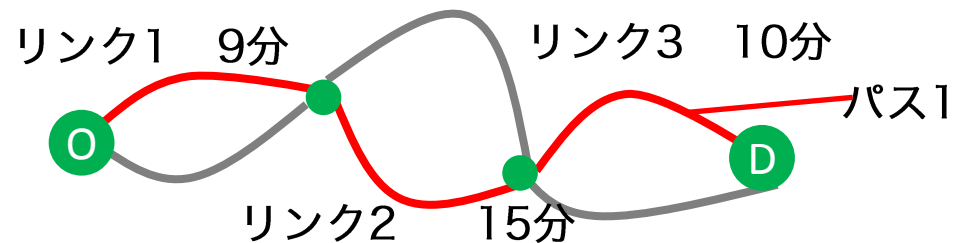
求めたいもの

利用者均衡配分

パス間旅行時間=パスを構成するリンク上の旅行時間の和

$$C_k^{rs} = \sum_a t_a \delta_{a,k}^{rs}$$

所与

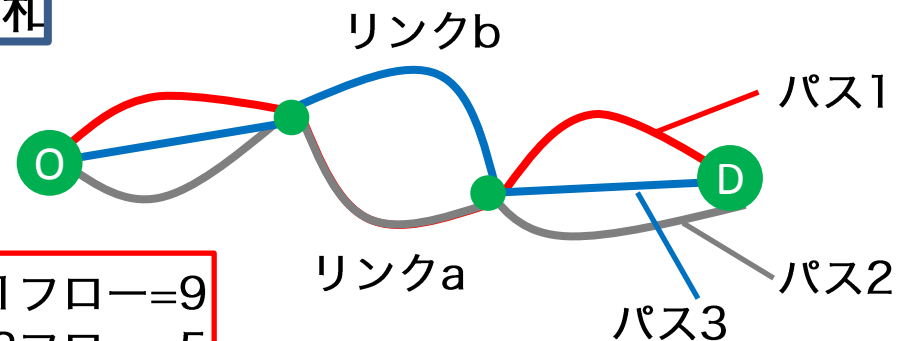


パス1総旅行時間=リンク1旅行時間+リンク2旅行時間+リンク3旅行時間
=9+15+10=34分

リンクフロー=リンクを通るパスフローの和

$$x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \delta_{a,k}^{rs}$$

未知



パス1フロー=9
パス2フロー=5
パス3フロー=3

リンクaフロー数=(パス1フロー数)×1+(パス2フロー数)×1+(パス3フロー数)×0
=9×1+5×1+3×0=14

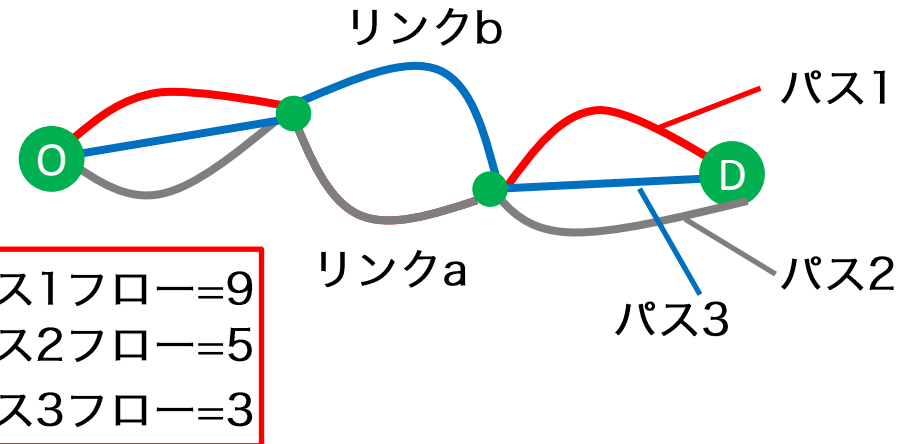
リンクbフロー数=(パス1フロー数)×0+(パス2フロー数)×0+(パス3フロー数)×1
=9×0+5×0+3×1=3

利用者均衡配分

OD間フロー数=ODを結ぶ全てのパスフロー数の和

$$\sum_k f_k^{rs} = q_{rs}$$

未知 所与



$$\begin{aligned} \text{OD間フロー数} &= \text{パス1フロー数} + \text{パス2フロー数} + \text{パス3フロー数} \\ &= 9 + 5 + 3 = 17 \end{aligned}$$

$$\min z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega$$

ネットワーク上の全リンク
の旅行時間の和

$$\sum_k f_k^{rs} = q_{rs} \quad f_k^{rs} \geq 0$$

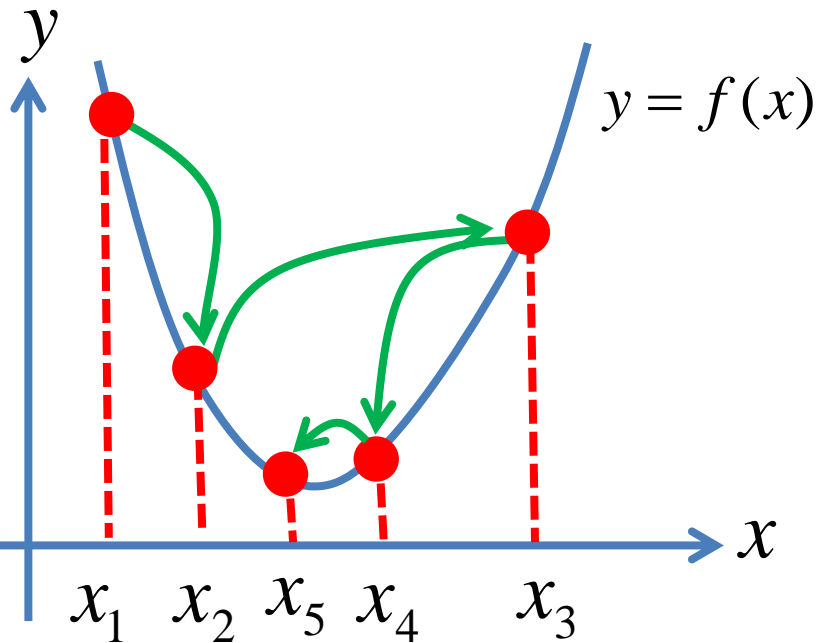
制約式

この問題を解けばWardropの第一原則が満たす解を得ることができる

利用者均衡配分

$$\min z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega \quad \sum_k f_k^{rs} = q_{rs} \quad f_k^{rs} \geq 0$$

数理的最適化問題を解く際のアルゴリズムとしてFrank-Wolfe法がある



$$x_{n+1} = x_n + \alpha_n d_n$$

ステップサイズ

降下方向ベクトル

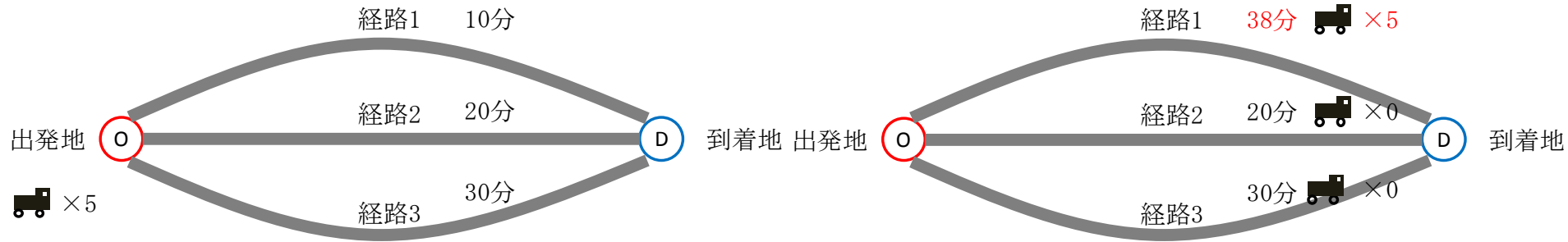
- ステップサイズと降下方向ベクトルを定めることで解に近づいていく
- 最終的に解が収束すれば終了

$$\left| \frac{\partial f(x)}{\partial x} \right| \leq \kappa$$

κ はあらかじめ決定している微小な定数

利用者均衡配分

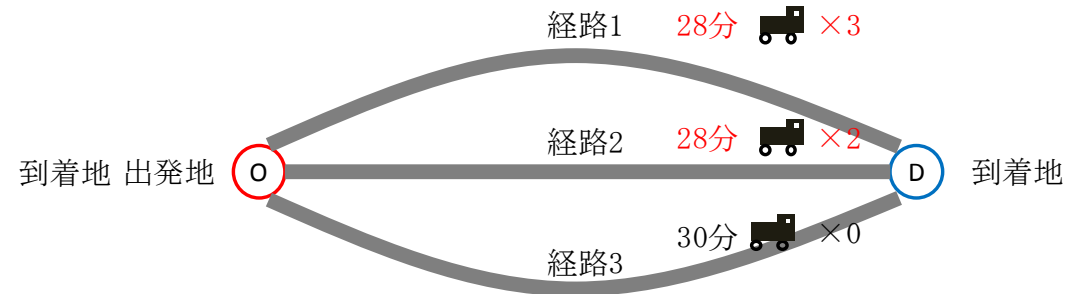
ステップ1



ステップ2



ステップ3



利用者均衡配分

•STEP0:初期化

全てのフローが0のときのリンク旅行時間 $t_a^0 = t_a(0)$ を計算し
all or nothing 配分に基づき x_a^1 を算出する

•STEP1:更新

旅行時間を更新する

$$t_a^n = t_a(x_a^n)$$

•STEP2: 降下方向探索

t_a^n に基づき全てのフローをネットワークに配分する

→ y_a^n が算出される(最小旅行時間になるところにすべて流す)

STEP3:ステップサイズ探索

$\min_{0 \leq \alpha \leq 1} \sum_a \int_0^{x_a^n + \alpha(y_a^n - x_a^n)} t_a(\omega) d\omega$ から α_n を見つける

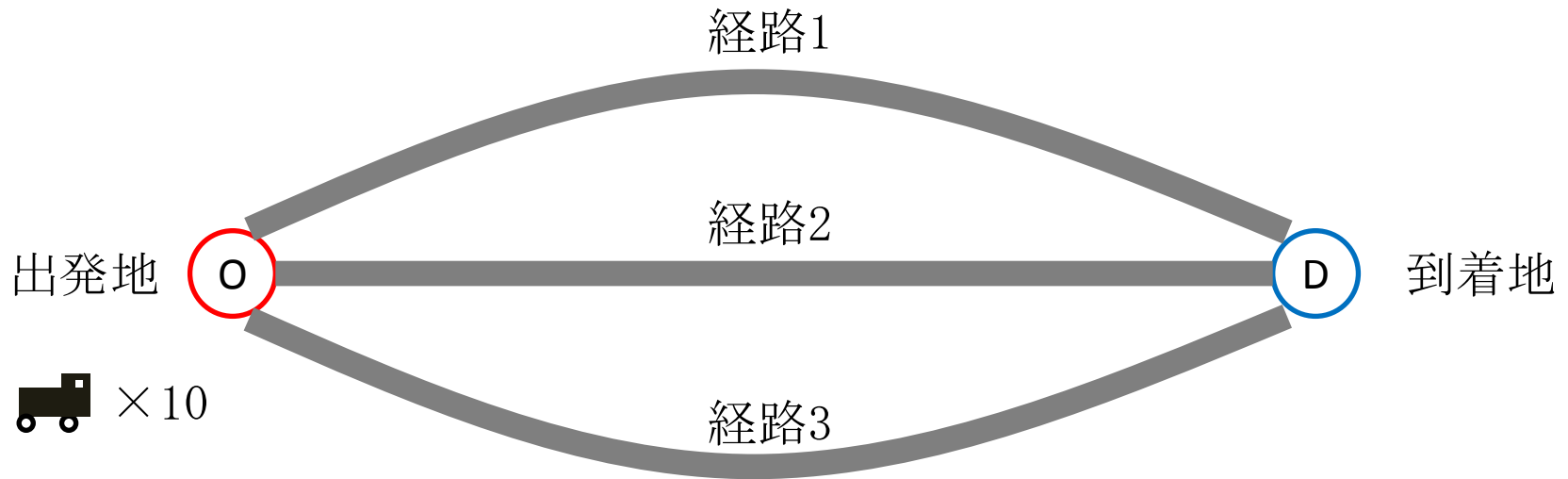
STEP4:フロー計算 $x_a^{n+1} = x_a^n + \alpha(y_a^n - x_a^n)$

STEP5:収束判定

収束判定を満たせば終了、そうでなければそうでなければ $n = n + 1$ とし

STEP1へ

利用者均衡配分



リンクパフォーマンス関数

$$t_1 = 10 \left[1 + 0.15 \left(\frac{x_1}{2} \right)^4 \right]$$

$$t_2 = 20 \left[1 + 0.15 \left(\frac{x_2}{4} \right)^4 \right]$$

$$t_3 = 25 \left[1 + 0.15 \left(\frac{x_3}{3} \right)^4 \right]$$

実際に計算してみます