

4 段階推定法

羽藤研 B4

芝原 貴史

- 4段階推定法とは

- 予測に使うモデルの紹介

- 4段階推定法の課題

4段階推定法とは

○ 交通需要予測の実用的な予測手法

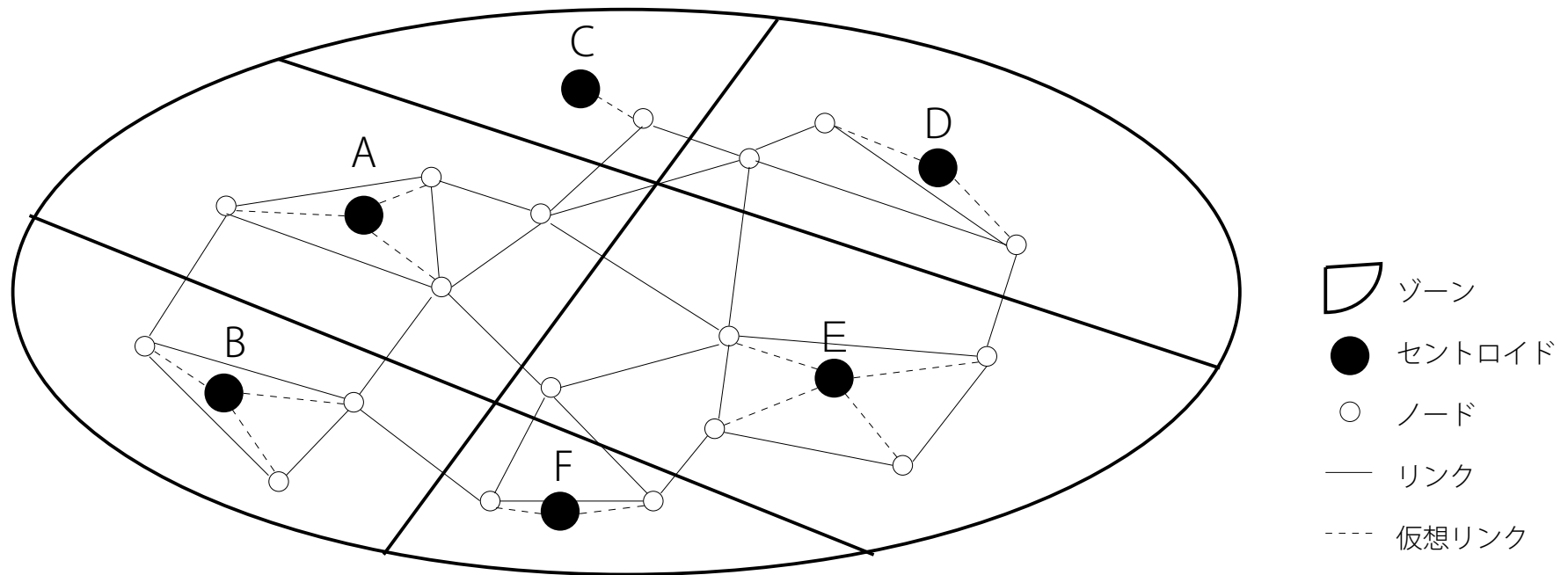
- 1950年代のアメリカで開発
→ シカゴで高速道路の需要予測に利用
- 日本では、1967年の広島都市圏での適用が初。
- その後、1968年の東京都市圏など、人口30万人以上の56都市圏に適用。



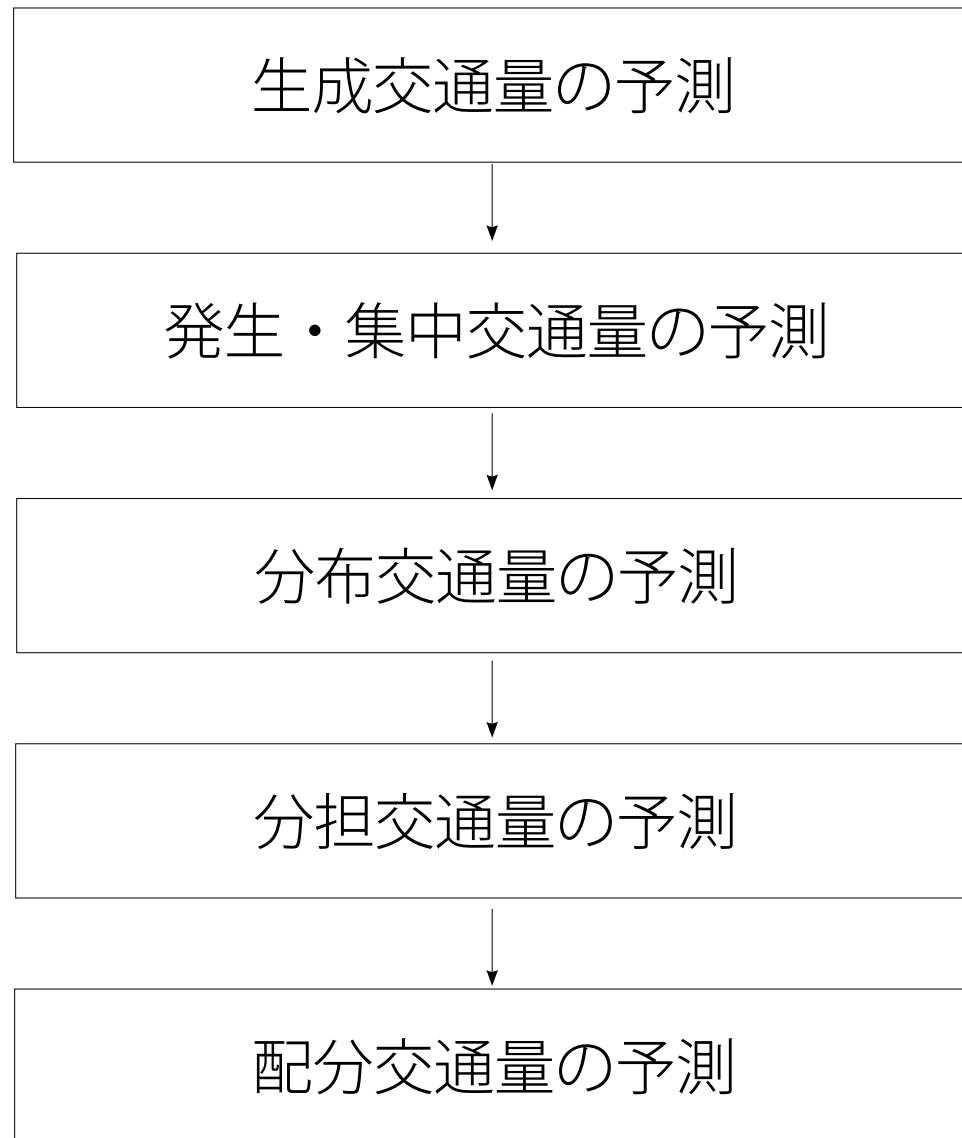
ゾーニング

○ ゾーニングとネットワーク

ゾーン間のトリップはゾーン内の中心点（セントロイド）間のトリップとして表現する。ゾーン中心と実際のネットワークは仮想リンクで結ばれるとする。



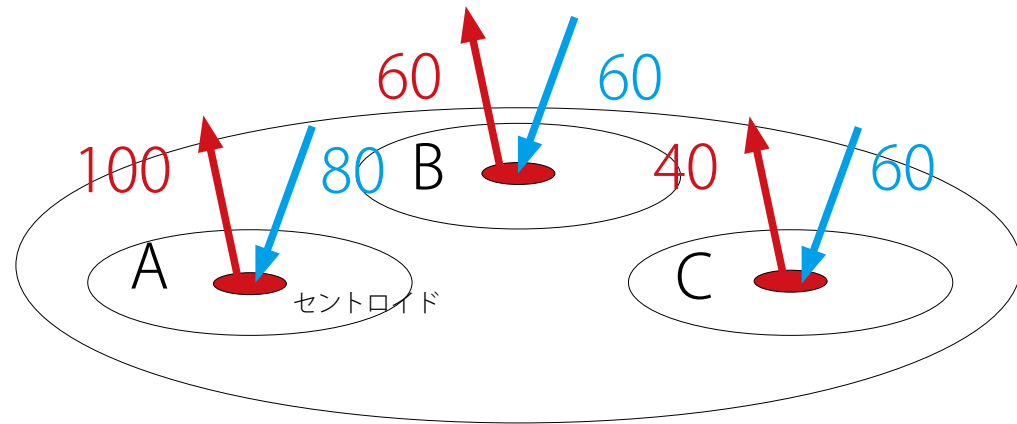
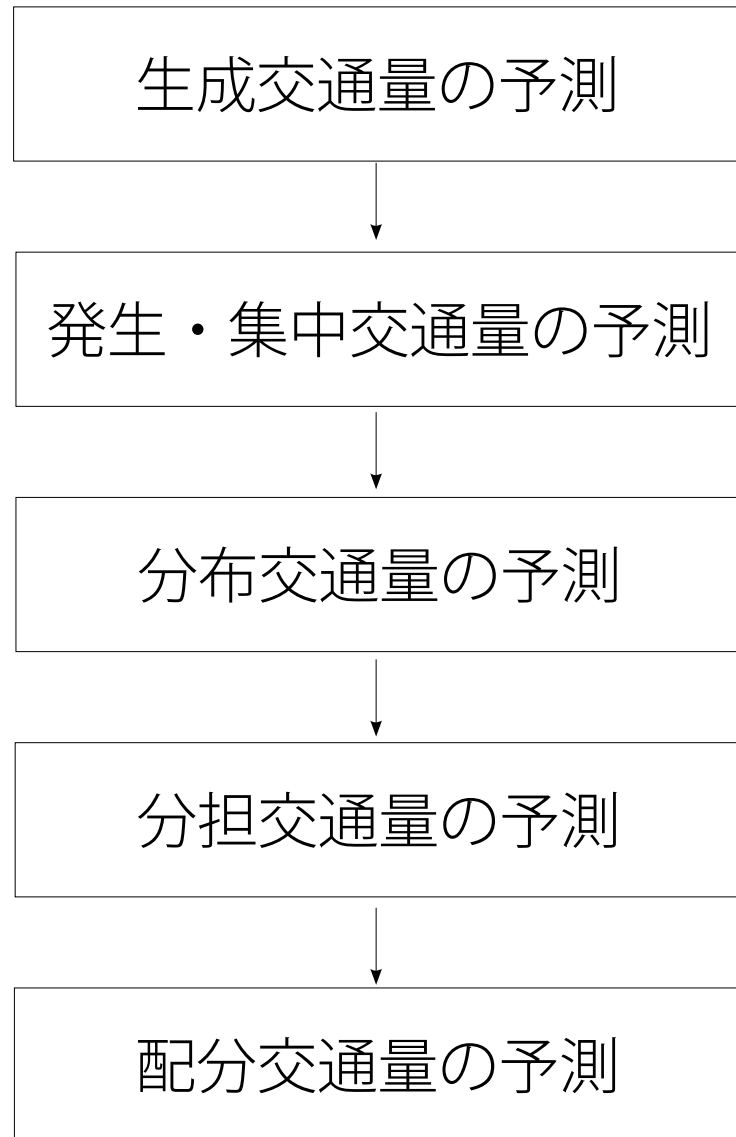
4段階推定法とは



4段階推定法

※生成交通量の予測は、発生・集中交通量の総量制約として考え、4段階とする。

4段階推定法とは

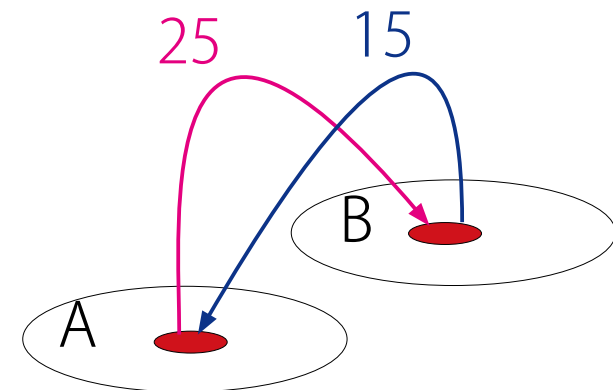


生成交通量：200

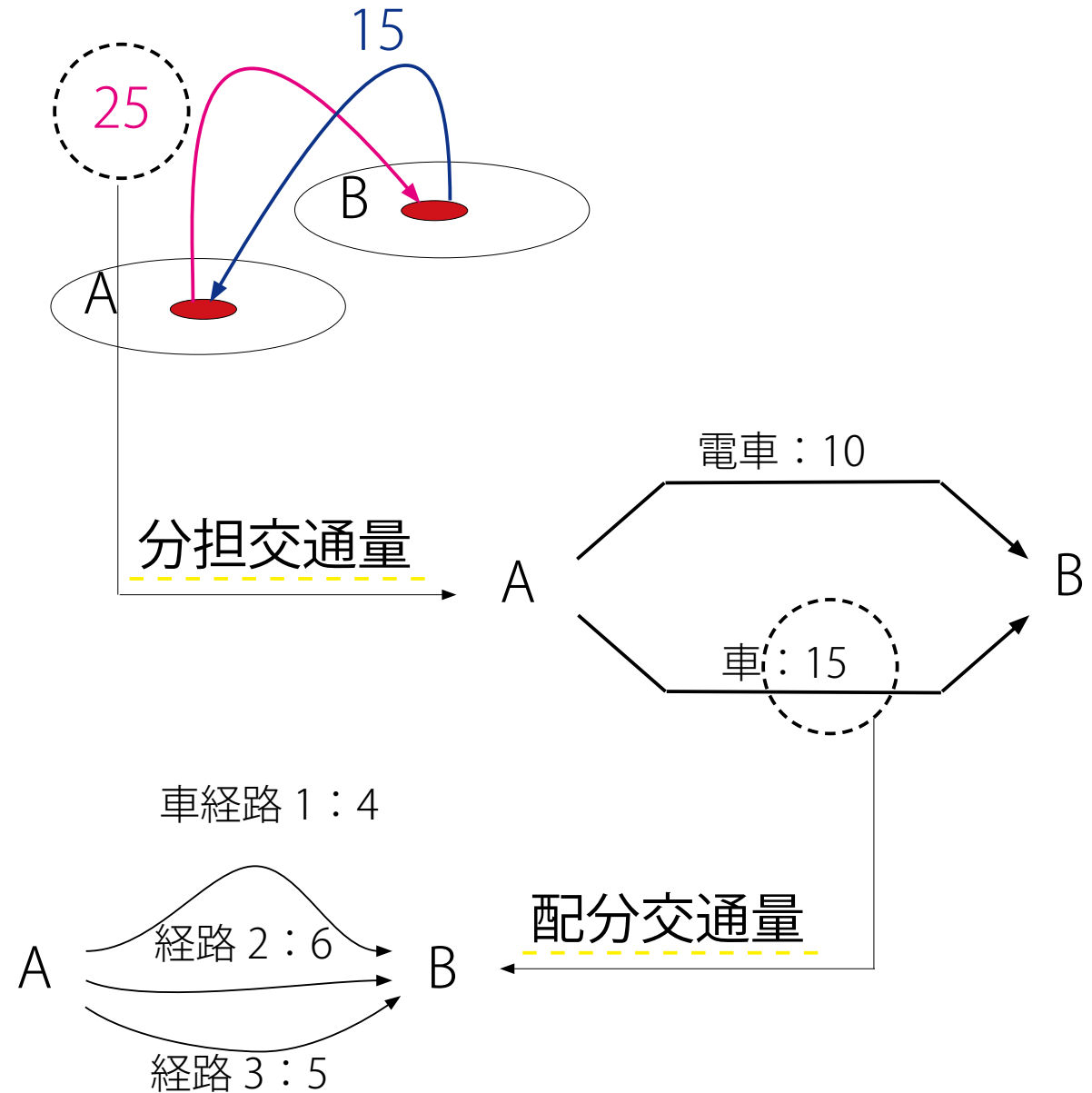
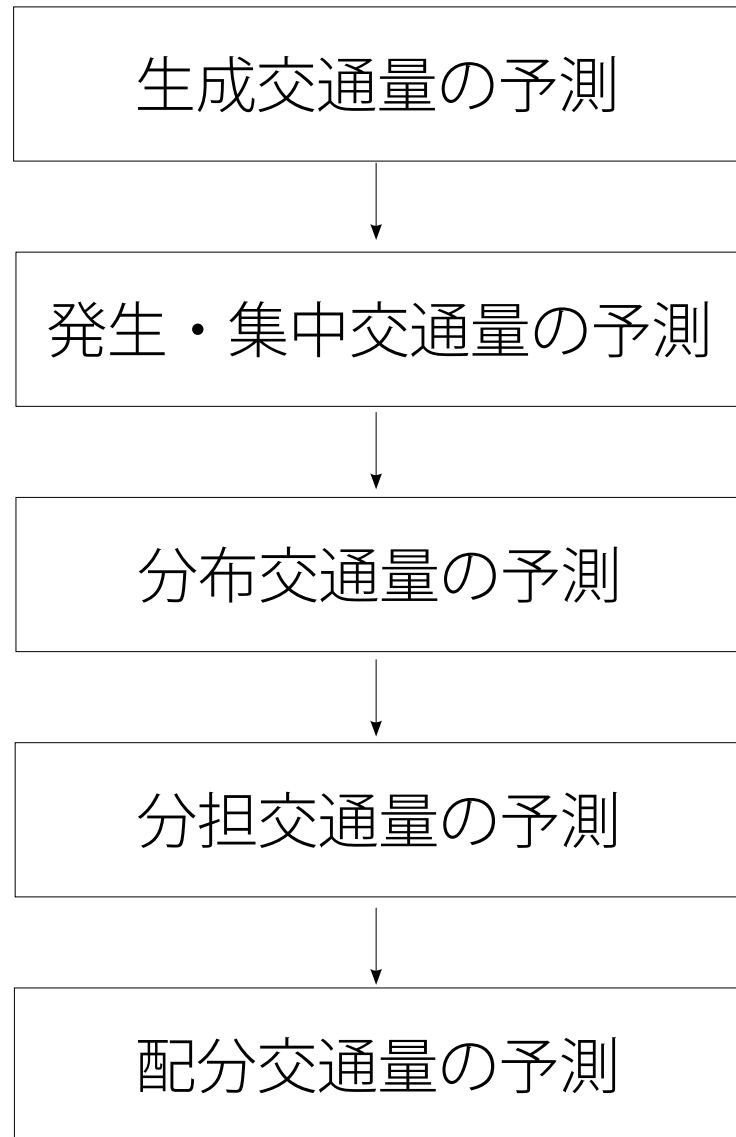
→ : 発生交通量
→ : 集中交通量

分布交通量

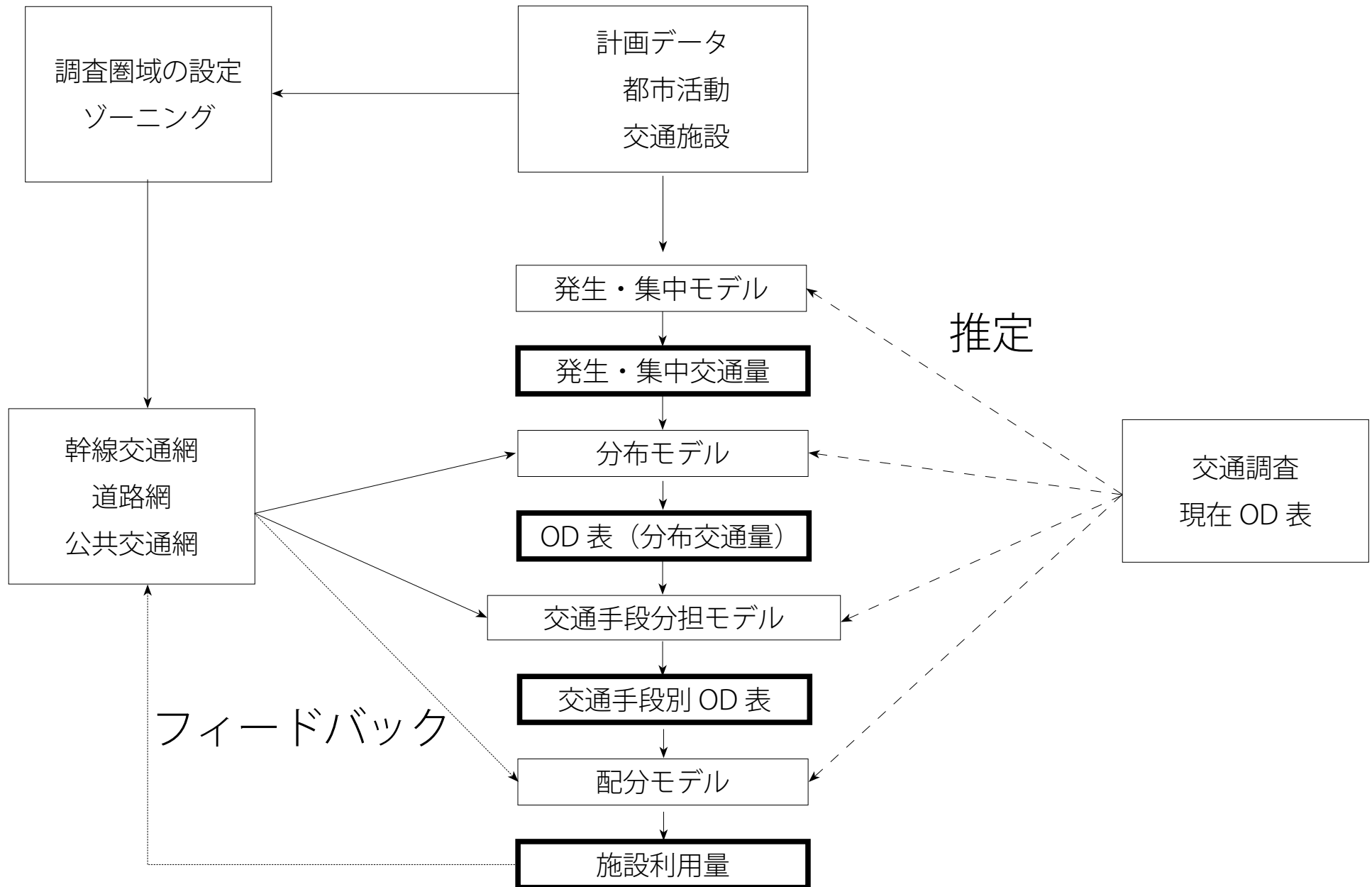
| ゾーン | A | B | C | 発生 |
|-----|----|----|----|-----|
| A | 40 | 25 | 35 | 100 |
| B | 15 | 25 | 20 | 60 |
| C | 25 | 10 | 5 | 40 |
| 集中 | 80 | 60 | 60 | 200 |



4段階推定法とは



4段階推定法とは

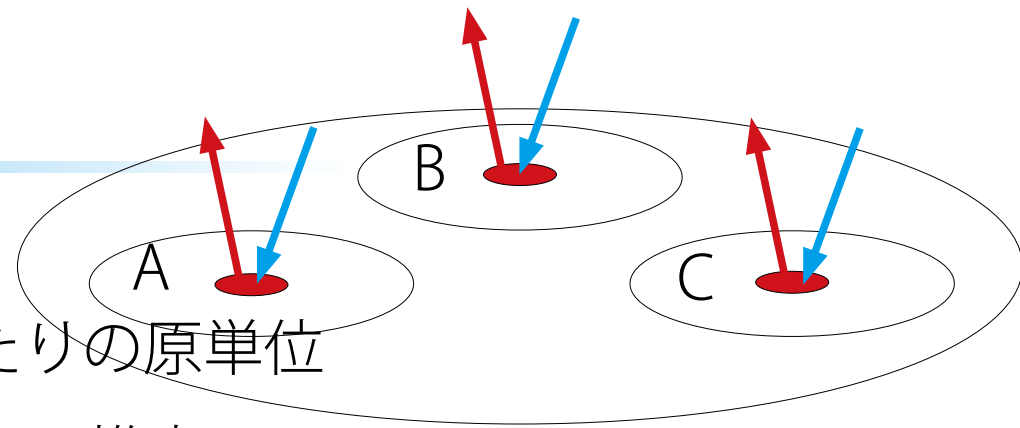


発生・集中モデル

○ 原単位法

人口1人当たり、または床面積1m当たりの原単位

→ ゾーン別将来人口、将来面積に乗じて推定



$$G_i = \sum_k S_{ki} \alpha_{gk}$$

$$A_j = \sum_k S_{kj} \alpha_{ak}$$

G_i : 将来の発生交通量

A_j : 将来の集中交通量

S_{kj} : ゾーン別用途別床面積

α_{gk} α_{ak} : 用途別床面積当たり原単位

○ 回帰モデル法

発生交通量・集中交通量 → 需要関数を求め推定

$$G_i = \beta_0 + \sum_m \beta_m X_{mi}$$

$$A_j = \gamma_0 + \sum_m \gamma_m X_{mj}$$

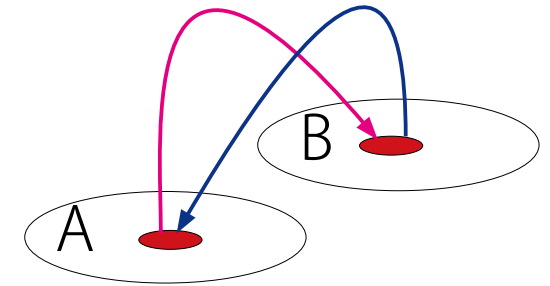
β γ : 回帰モデルのパラメータ

X_{mi} : 人口指標等 (様々)

※適合度の高いモデルが得られることが多いので、一般的には回帰モデル法が用いられる。

分布モデル

○ 現在パターン法



現在の交通量の伸び率 → 将来値の推定

| | | | |
|------------|----------|------------|----------|
| T_{ij} : | 将来 分布交通量 | t_{ij} : | 現在 分布交通量 |
| G_i : | 発生交通量 | g_i : | 発生交通量 |
| A_j : | 集中交通量 | a_j : | 集中交通量 |

・ 平均成長率法

・ フレーター法

$$T_{ij} = t_{ij} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{G_i}{g_i} + \frac{A_j}{a_j} \right)$$

$$T_{ij} = t_{ij} \cdot \frac{G_i}{g_i} \cdot \frac{A_j}{a_j} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{g_i}{\sum_j t_{ij} \cdot A_j / a_j} + \frac{a_j}{\sum_i t_{ij} \cdot G_i / g_i} \right)$$

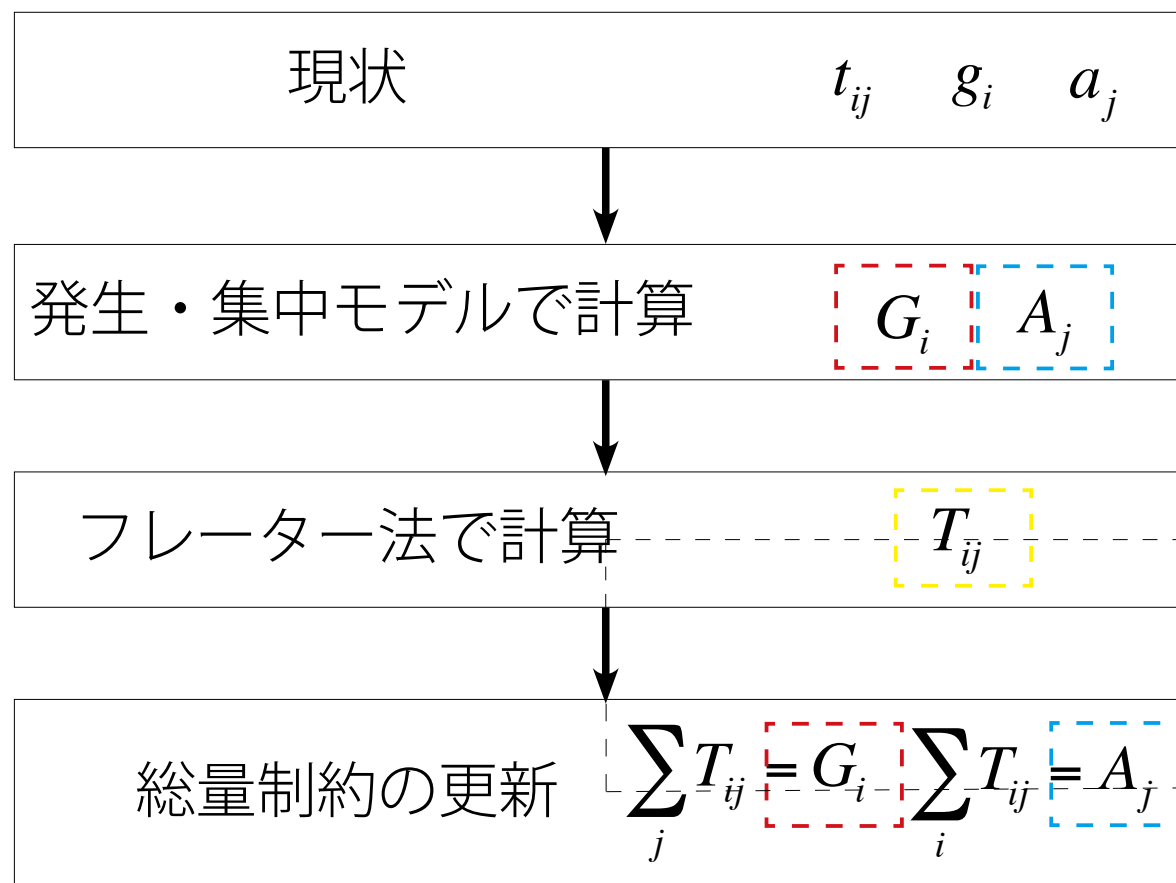
※Tを算出しても、GやAとは一致しない。そのため繰り返し計算が必要。

伸び率の合理性から、フレーター法を用いて計算機を回すことが多い。

分布モデル

※ 繰り返し計算

(例) a・b・cの3ゾーンの場合



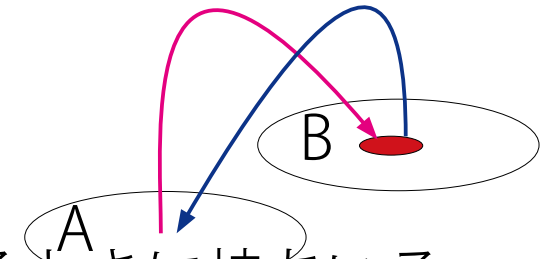
| ゾーン | a | b | c | 発生 |
|-----|----------|----------|----------|-------|
| a | T_{aa} | T_{ab} | T_{ac} | G_a |
| b | T_{ba} | T_{bb} | T_{bc} | G_b |
| c | T_{ca} | T_{cb} | T_{cc} | G_c |
| 集中 | A_a | A_b | A_c | T |

繰り返し計算

分布モデル

○ 重力モデル

将来的な土地利用条件が大きく変化すると予測されるときに持ちいる。
分布構造自体をモデル化して推定。代表的なものとして重力モデルがある。



$$T_{ij} = kG_i^\alpha A_j^\beta f(D_{ij})$$

$k \alpha \beta \gamma \theta$: パラメータ

D_{ij} : ゾーン間距離

$f(D_{ij})$: 距離抵抗を表す関数

距離抵抗を表す関数 $f(D_{ij})$ の表し方は以下の3通りが代表的。

$f(D_{ij}) = D_{ij}^{-\gamma}$: べき乗型・・・最も一般的。

$f(D_{ij}) = \exp(-\gamma D_{ij})$: 指数型・・・エントロピー型モデル。

$f(D_{ij}) = D_{ij}^{-\theta} \exp(-\gamma D_{ij})$: ターナー型・・・車の分布モデルで用いる。

交通手段分担モデル

○ 集計ロジットモデル

現況のデータ → パラメータ推定 → ロジットモデルの式を導出
→ 将来の交通条件を代入し、将来の分担率を推定

$$P_m = \frac{\exp(V_m)}{\sum_{m=1}^M \exp(V_m)}, (m = 1, \dots, M)$$

P_m : 交通機関 m の分担率

X_{km} : 交通機関 m の時間や費用等の説明要因

a_k : パラメータ

$$V_m = \sum_k a_k X_{km}$$

※ パラメータ推定には最尤推定法か、対数変換して最小二乗法を用いる。

交通手段分担モデル

○ 非集計ロジットモデル

交通手段を選択した際の効用がランダムに決まると仮定。

各個人が選択肢を選ぶ確率を求め、交通手段分担率とする。

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

$$P_{in} = \Pr[U_{in} \geq U_{jn}]$$

U_{in} : 交通手段 i を選ぶときの効用

V_{in} : 効用の確定項

ε_{in} : 効用の誤差項

P_{in} : 各個人が交通手段 i を選ぶ確率

誤差項の分布を決めることでモデル形が決まる。

- ・ 正規分布・・・プロビットモデル
- ・ ガンベル分布・・・ロジットモデル

(参考) 多肢選択ロジットモデル (MNL)

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in X} \exp(V_j)}$$

交通手段分担モデル

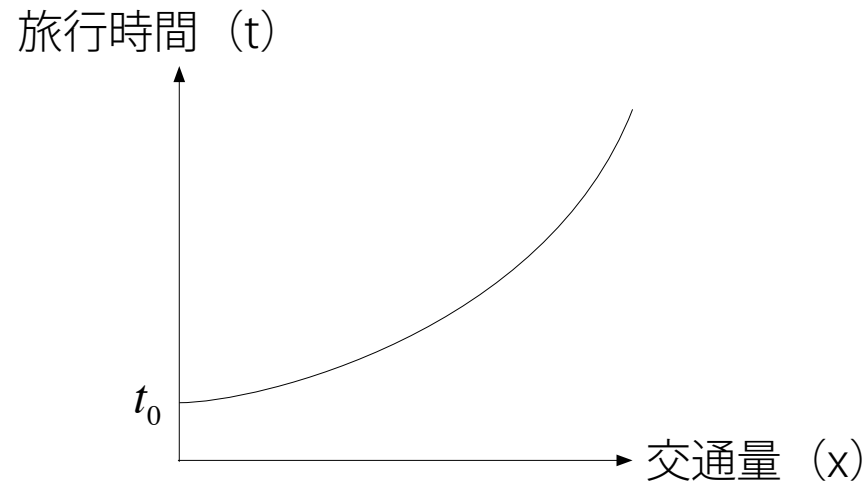
○ 集計ロジットモデルと非集計ロジットモデルとの比較

| | 集計モデル | 非集計モデル |
|-------|---|---|
| サンプル数 | 多く必要 | 少なくても良い |
| 被説明変数 | ゾーンごとの選択比率 | 個人の選択確率 |
| 説明変数 | 個々のトリップの値 | ゾーンごとの代表値等 |
| ○ | <ul style="list-style-type: none">モデル推定が比較的容易 | <ul style="list-style-type: none">サンプルが少なくても済む個人属性を入れやすい |
| × | <ul style="list-style-type: none">膨大な調査が必要 | <ul style="list-style-type: none">サンプルが少なすぎるとモデルが不安定になる。 |

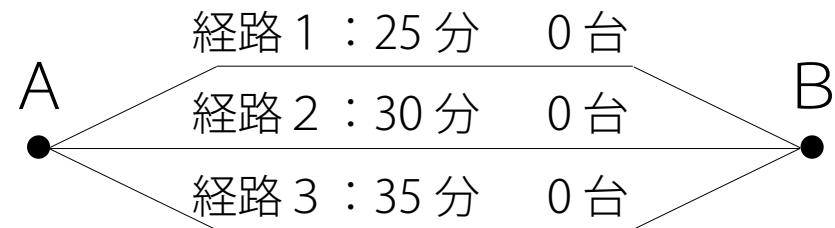
配分モデル

前提として、

- リンクパフォーマンス関数
各経路に流れる交通量と
その経路の旅行時間の関係
を示したグラフ



→ $x=0$ を各経路のリンクパフォーマンス関数に代入すると、各経路の所要時間が出る。



→ 所要時間の大小と需要に基づいて交通量配分を行う。

配分モデル

○配分計算の手法

1. 需要配分

最短経路に交通量を 100%割り当てる。



2. 実際配分

交通量を n 回に分けて割り当てる。

割当段階で各所要時間の大小を比較する。



3. 最適配分

wardrop の第一原則に基づいて均衡配分を行う。

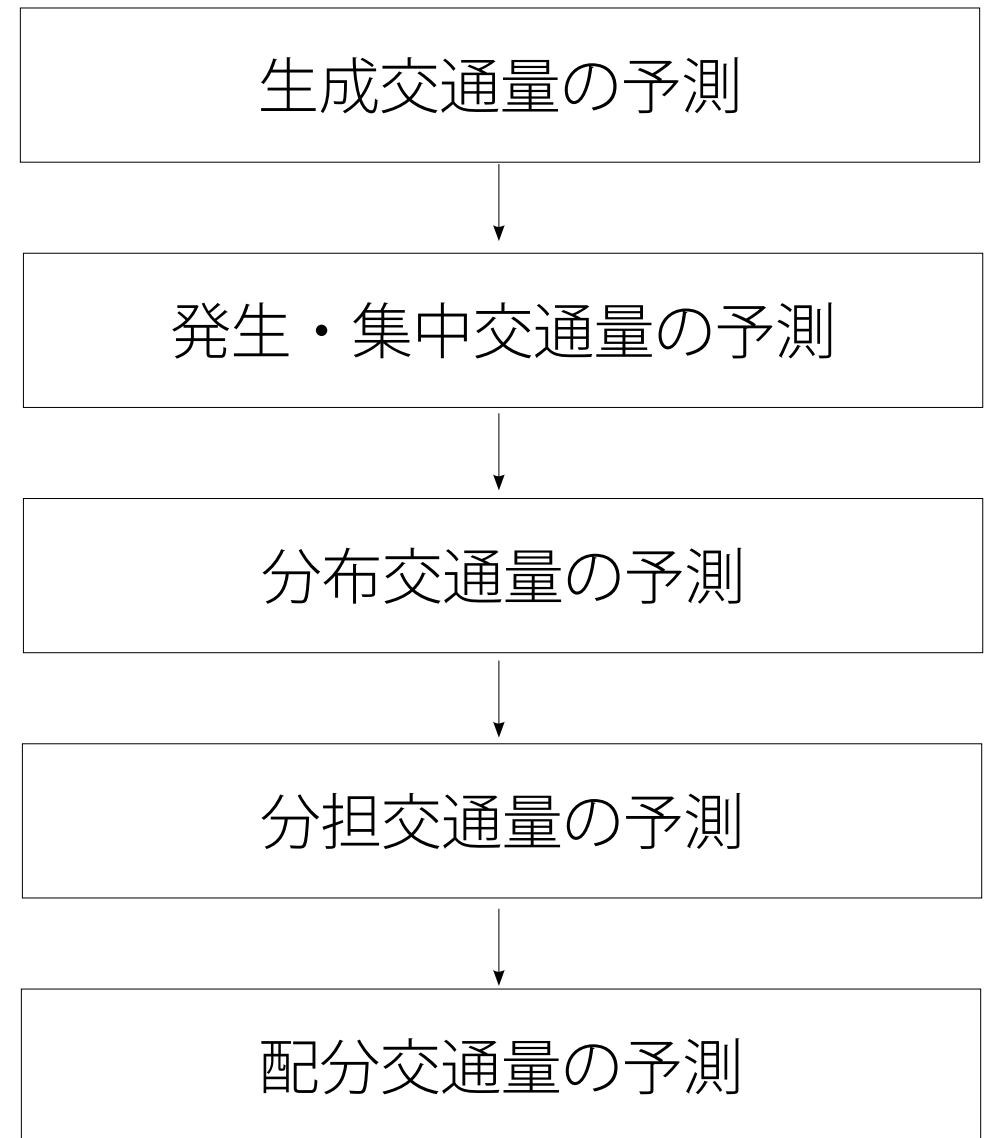
→詳しくは今泉君のスライドで。



4段階推定法のまとめと課題

○まとめ

- ・将来の交通需要を、段階を踏んで推定するプロセス。
- ・生成交通量を予測する段階で、将来の人口や経済状況などを利用。
- ・それ以降は前のプロセスで得られた推定結果を元に予測していく。



4段階推定法のまとめと課題

■ 課題

・ 4ステップ間の理論的一貫性の欠如。

回帰モデル・重力モデル・非集計ロジットモデル、利用者均衡配分・・・

・ 誘発交通の見過ごし

交通サービスの改善 → 交通需要の増加 という現象を表現したいときに、

交通サービス水準（所要時間）

→ 発生・集中交通量の決定



交通量配分モデルから算出



4段階推定法の流れと異なる。

4 段階推定法のまとめと課題

● 静的な予測の限界

1 日の中の時間帯による違いを考慮せず、平均的な状況を予測。

→時々刻々変化する交通流を推定できない。

- 実際の現象と平均状態を表すモデルが乖離。
- 時間帯別の交通量を表現できない。
- 渋滞現象などの動的な交通現象を再現できない。
- 時間帯別道路料金制度、時間帯別交通規制などの効果を予測できない。

→動的な現象を表す、一体的なモデルへ

参考文献

- 土木計画学研究委員会 交通需要予測技術検討省委員会（2003）
「道路交通需要予測の理論と適用」
第Ⅰ編 利用者均衡配分の適用に向けて 第4章 4段階推定法
土木学会
- 新谷洋二（1993）「都市交通計画」 技法堂出版
- 久保田尚、大口敬、高橋勝美（2010）「読んで学ぶ交通工学・交通計画」
理工図書