

福田研・朝倉研合同ゼミ 交通ネットワーク分析ゼミ 第1回①

- 第1章 交通ネットワークフローの均衡問題
- 第2章 ネットワークの表現とリンクコスト関数

朝倉研B4 山下優希

- **交通ネットワークフローの均衡問題**

 - 交通ネットワークフロー

 - 交通均衡の概念とその発展経緯

 - 交通均衡配分モデルの種類

 - 交通均衡配分モデルの特徴

- **ネットワークの表現とリンクコスト関数**

 - 交通ネットワークの構成要素と交通網のネットワーク表現

 - リンクパフォーマンス関数

・第1章 交通ネットワークフローの均衡問題

交通ネットワークフロー

交通ネットワークの計画

交通量配分

• 目的

交通網計画作成の基礎情報を提供する
←交通ネットワークの計画や評価を行う

交通運用計画、交通管理計画、
交通情報提供など、ソフト的対策
にも利用範囲が広がってくる

利用者均衡配分



交通均衡の概念とその発展経緯

- Wardropの第1原則

UE: user equilibrium assignment
利用者均衡配分

descriptive assignment
記述的モデル

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

→ 等時間原則

前提条件

- ①すべての利用者は常に旅行時間を最小とするように行動する
- ②利用者は常に利用可能な経路についての完全な情報を得ている

- Wardrop均衡(利用者均衡)

均衡状態においては、もはやどの利用者も経路を変更することによって自己の旅行時間をそれ以上短縮することはない

- Wardropの第2原則

SO: system optimum assignment
システム最適化配分

normative assignment
規範的モデル

道路網上の総旅行時間が最小となる

⇔ 利用される経路の限界旅行時間は皆等しく利用されない経路の限界旅行時間よりも小さいかせいぜい等しい

交通均衡解 = 数理最適化問題の解

問題の定式化	バスフロー	リンクフロー
何を変数にとるか	各OD間の経路交通量	ネットワークの各リンク交通量
等式制約条件式の数	(リンク数) + (ODの数)	(リンク数) + (ODの数) × (ノードの数)

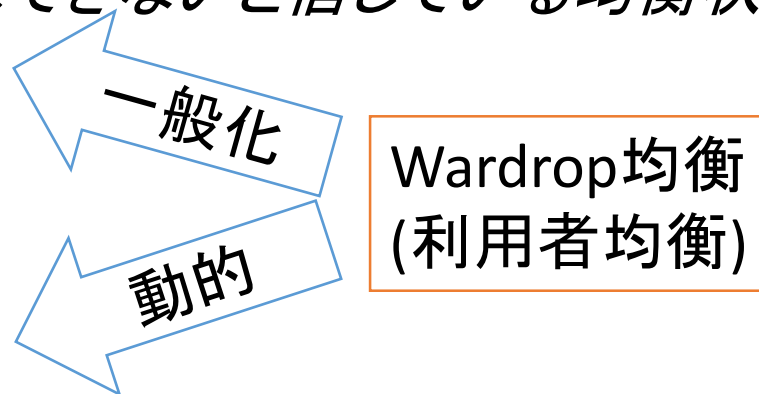
Wardrop均衡条件 ← 一般的で非負条件以外、リンクコスト関数や需要関数に関して何の条件もない
ただし、等価な数理最適化問題として定式化するときには、ある種の条件が加わる

交通均衡配分モデルの種類

SUE: Stochastic User Equilibrium assignment

- 確率的利用者均衡

もはやどの利用者が経路を変更することによって自己の旅行時間をそれ以上短縮することはできないと信じている均衡状態



DUE: Dynamic User Equilibrium assignment

- 動的利用者均衡

任意の時刻に出発した車が、目的地に到達するまでの経路の旅行時間に対して、常にWardrop均衡が成立する

- リンクコスト関数の一般化

問題を数理計画問題として解くことは難しい

→変分不等式問題、非線形相補正問題、不動点問題への転換

交通均衡配分モデルの特徴



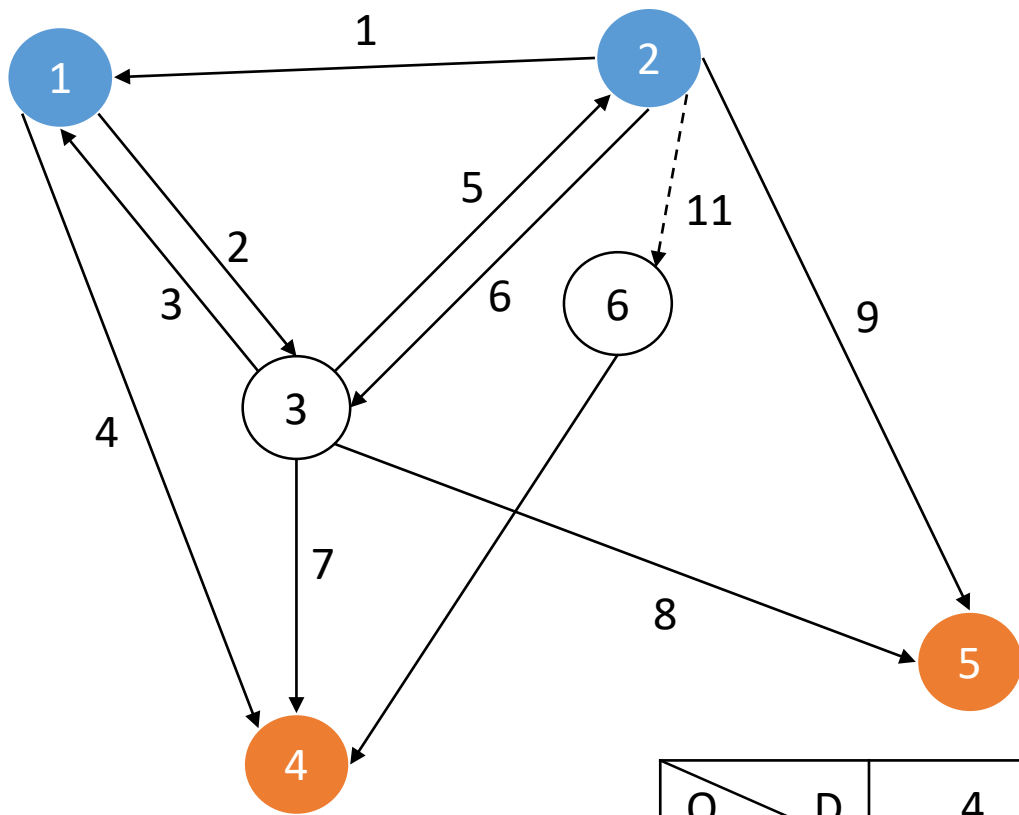
非均衡型配分モデル

- 利点

- ①論理が明解であり、説得力をもつ
- ②均衡解は理論解として求められる→信頼性がある
- ③理論モデルとしてののとしての発展性、
その他の社会分野の均衡問題への発展性
- ④配分計算の予測精度の向上、
特に、混雑した交通流を対象とする配分計算では
精度の良い結果を得られる

・第2章 ネットワークの表現とリンクコスト関数

交通ネットワークの構成要素と交通網のネットワーク表現 10



○ ノード
 → リンク

セントロイド
 ● 発生ノード
 ● 集中ノード

O \ D	4	5	発生量
1	80	40	120
2	50	50	100
集中量	130	90	220

1→4の分布交通量

総生成交通量

交通ネットワークの構成要素と交通網のネットワーク表現 11

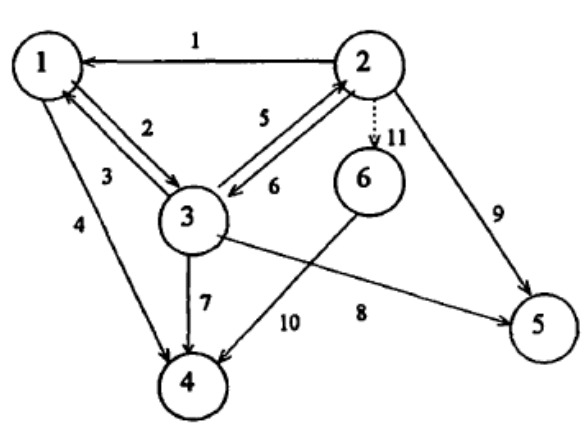


図-2.1(a) 道路網のネットワーク表現

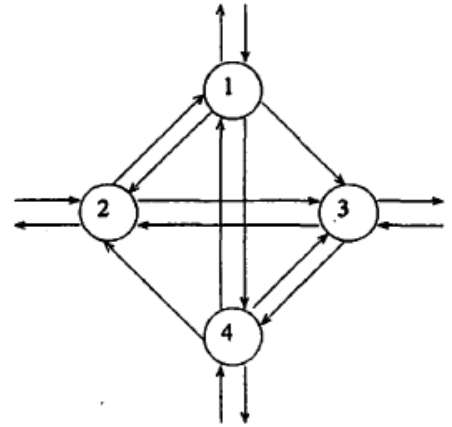


図-2.1(b) 平面交差点のネットワーク表現

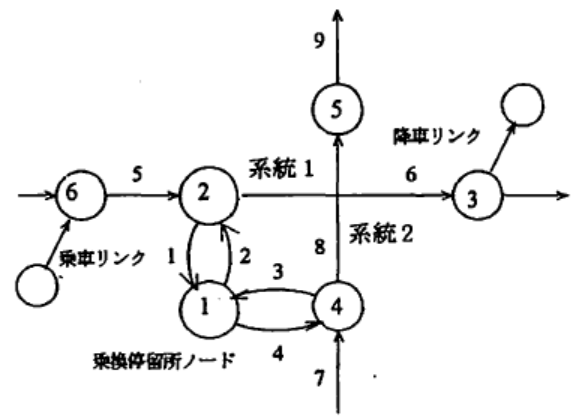


図-2.1(c) 公共交通輸送網のネットワーク表現

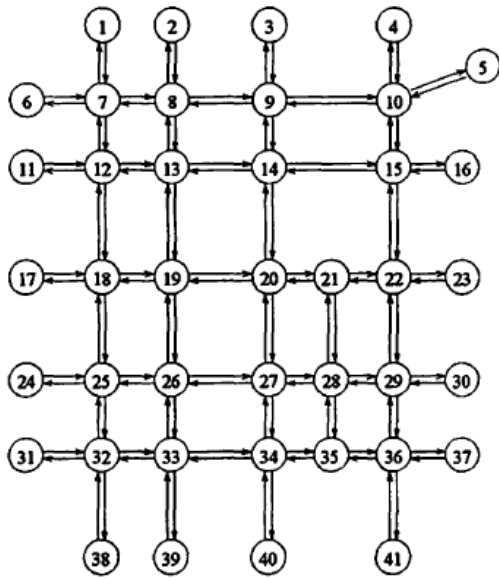


図-2.2(a) 都市街路網ネットワーク

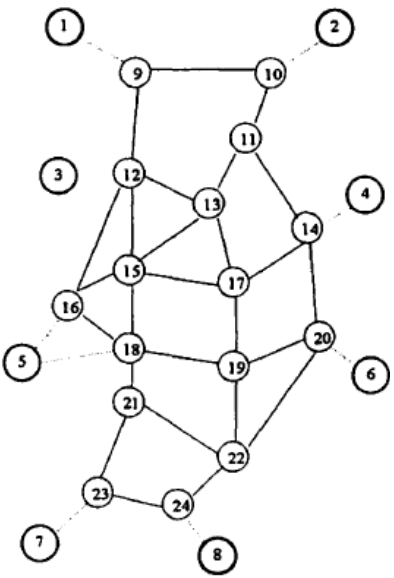


図-2.2(b) 主要道路網ネットワーク

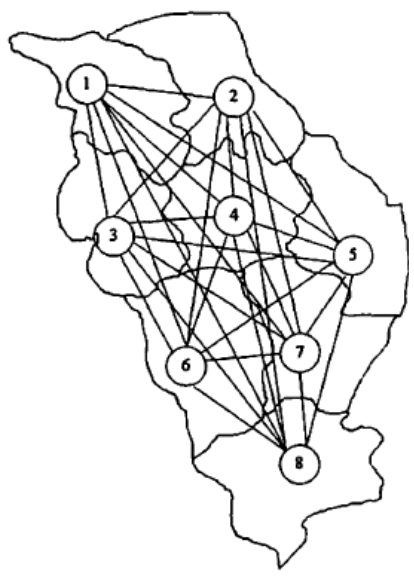


図-2.2(c) 希望路線ネットワーク



図-2.2(d) スパイダーウェブネットワーク

交通ネットワークの構成要素と交通網のネットワーク表現 ¹²

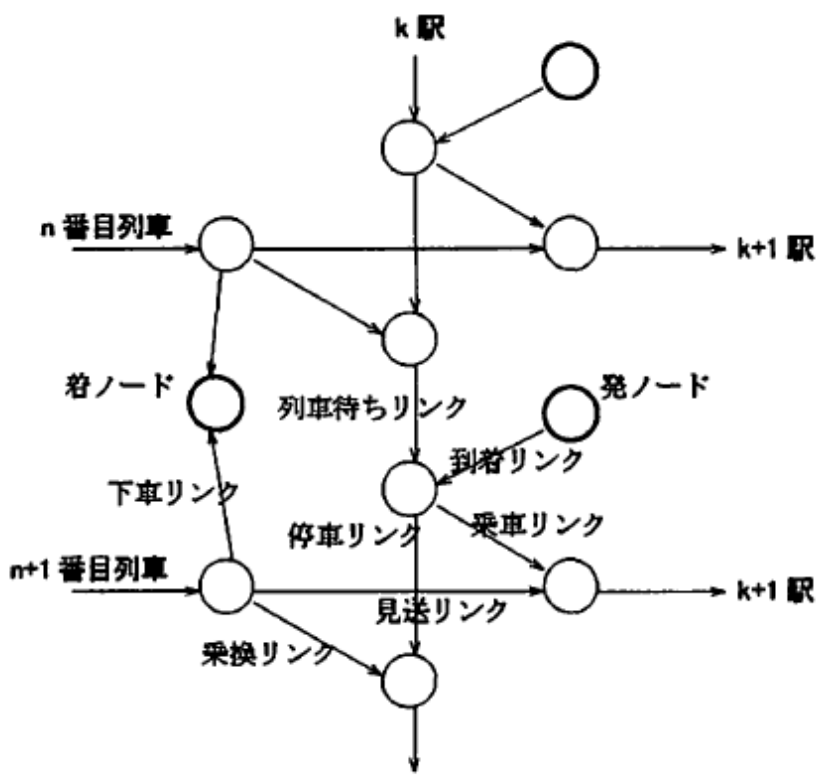
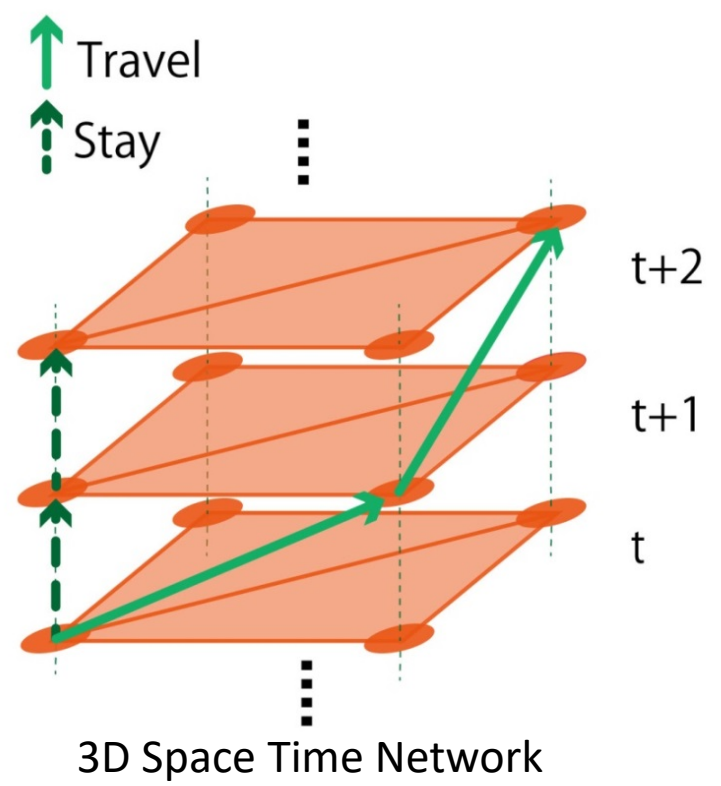


図-2.3 列車ダイヤの時間・空間的ネットワーク表現



抵抗: $t_a = t_a(x_a)$ (a: リンク集合Aの要素)
 抵抗 t_a はリンク交通量 x_a の関数となる
 → flow-dependent ⇔ flow-independent

抵抗: $t_a = t_a(\mathbb{x})$ (x: 交通量ベクトル)

リンクパフォーマンス関数 ←リンク抵抗を表す関数

- リンク a 上での(空間平均)速度 V_a (km/h)と交通量 x_a (pcu/h),密度 D_a (pcu/km)の間には以下のような関係がある

$$x_a = D_a \times V_a$$

pcu = passenger car unit

- 近似的に速度 V_a (km/h)と密度 D_a (pcu/km)は以下のような線形関係にある

$$V_a = V_{of} - (V_{of}/D_{of}) \times D_a$$

V_{of} : ゼロフローの時の速度(自由速度)
 D_{of} : 速度がゼロの時の密度(飽和密度)

- これより、速度 V_a (km/h)と交通量 x_a (pcu/h)に以下の関係が得られる

$$V_a^2 - V_{of} \times V_a + \left(\frac{V_{of}}{D_{of}}\right) \times x_a = 0$$

リンク a を通過可能な最大交通量
 C_a (=可能交通量)は
 $\left(\frac{V_{of}}{4}\right) \times D_a$ (速度 = $V_{of}/2$)

- リンク a の単位距離当たりの所要時間 t_a は速度 V_a の逆数であるから

$$\left(1/t_a\right)^2 - (1/t_{a0}) \times (1/t_a) + \left\{(1/t_{a0})/D_{of}\right\} \times x_a = 0$$

t_{of} : ゼロフローの時の所要時間

リンクパフォーマンス関数

- リンクaの単位距離当たりの所要時間 t_a は速度 V_a の逆数

$$\left(\frac{1}{t_a}\right)^2 - \left(\frac{1}{t_{a0}}\right) \times \left(\frac{1}{t_a}\right) + \left\{\left(\frac{1}{t_{a0}}\right)/D_{of}\right\} \times x_a = 0$$

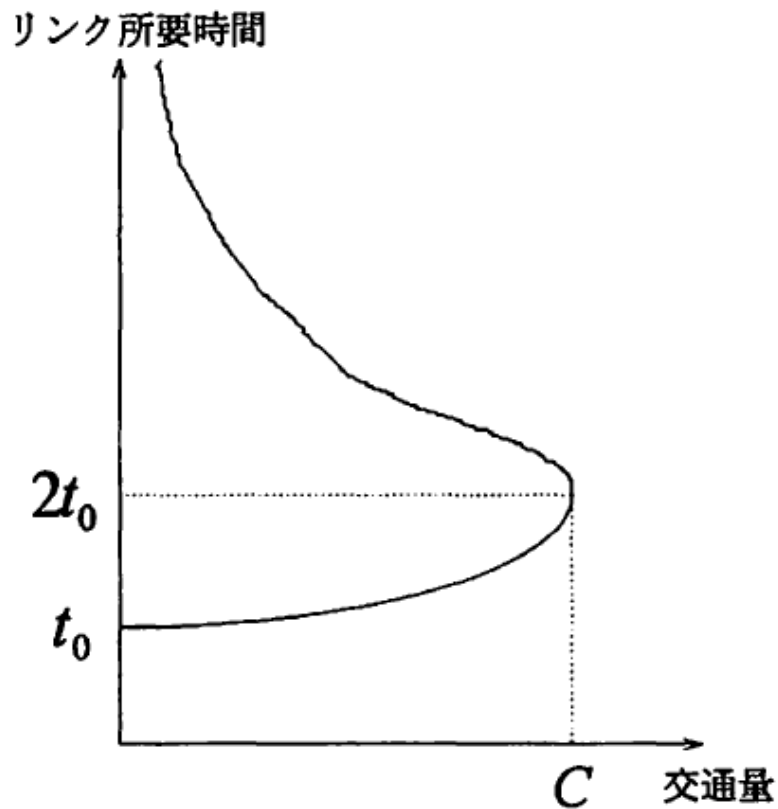


図-2.4 停止のない場合の交通量と旅行時間

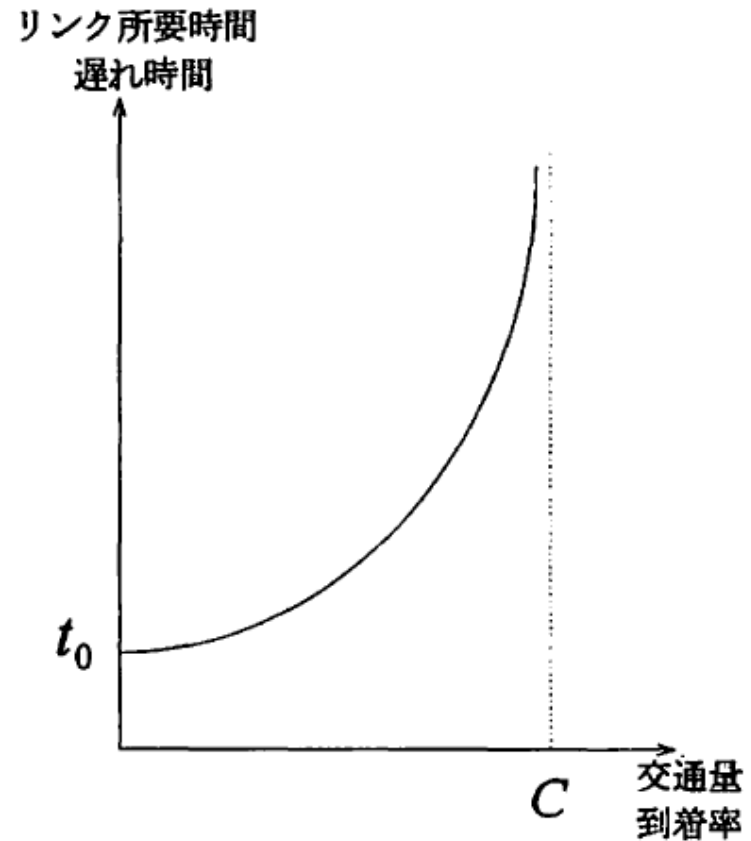


図-2.5 停止のある場合の交通量と旅行時間

リンクパフォーマンス関数

- Davidson関数

$$t_a(x_a) = t_{a0} \{ 1 + J x_a / (C_a - x_a) \}$$

J : 遅れパラメーター (リンク特性に依存)

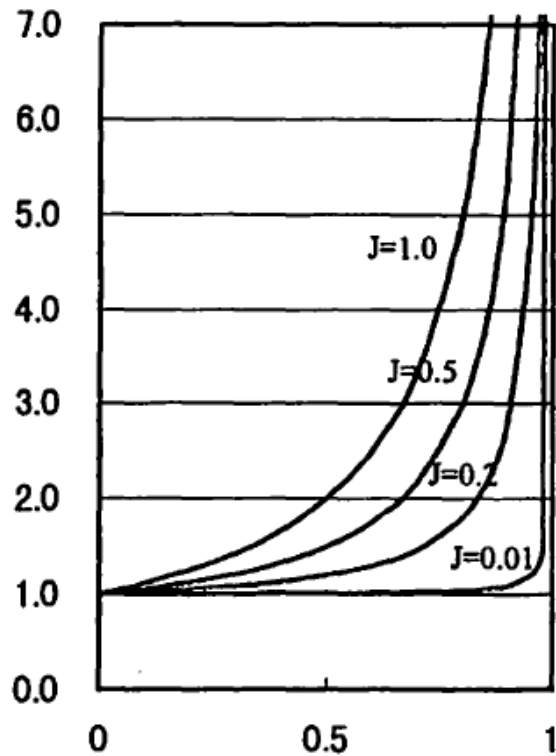
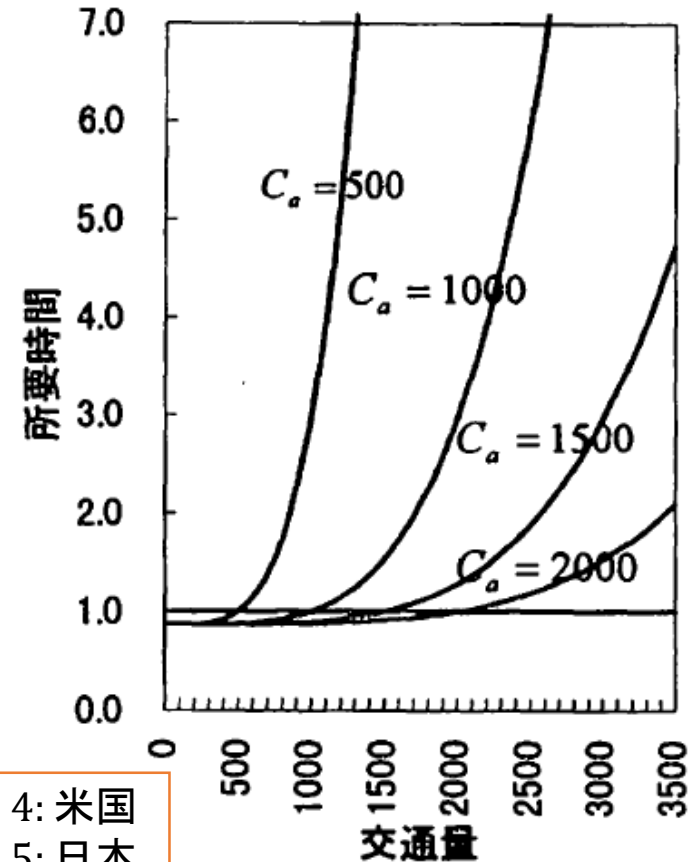


図-2.6 Davidson 関数

- BPR型関数

$$t_a(x_a) = t_{a0} \{ 1 + \alpha / (x_a / C_a)^\beta \}$$



$\alpha = 0.15, \beta = 4$: 米国
 $\alpha = 2.62, \beta = 5$: 日本

図-2.7 BPR型リンクパフォーマンス関数

- **交通ネットワークフローの均衡問題**

 - 交通ネットワークフロー

 - 交通均衡の概念とその発展経緯

 - 交通均衡配分モデルの種類

 - 交通均衡配分モデルの特徴

- **ネットワークの表現とリンクコスト関数**

 - 交通ネットワークの構成要素と交通網のネットワーク表現

 - リンクパフォーマンス関数