道路網を対象とした時間距離行列の視覚化

Visualizing the Time Distance Matrix of Road Network

梶谷有三*・田村 亨**・斉藤和夫***

by Yuzo MASUYA, Tohru TAMURA and Kazuo SAITO

1. まえがき

道路網の整備効果あるいはサービス水準等の評価指標および評価法については従来から多くの研究が行われてきた¹⁾。しかしながら、道路網整備が地域間・都市間相互の所要時間（時間距離）の短縮にどの程度効果を発揮しているかを視覚的に把握する方法については、わずかに清水の研究²⁾、著者等の研究³⁾などであり、必ずしも十分に行われていない。都市間の時間距離は、高速性、経済性あるいは快適性など道路利用者のサービス水準を表わす指標の中でも最も基本的なものである。そこで、本研究は高速道路等の高規格幹線道路網の整備が都市間相互の時間距離をどの程度短縮させ、ひいては道路利用者に対する利便性あるいは都市間の交流可能性等をどの程度増大させたかを視覚的に把握する手法について考察を試みる。すなわち、道路網整備に伴う都市間の最短所要時間から作成される時間距離行列の視覚化を試みるものである。このような視覚化は、道路網整備によって都市間の連絡強化あるいは交流の円滑化、さらには道路網全体の利便性がどの程度図られたかを視覚的に容易に把握することができる。特に、時系列的な比較検討は道路網の進展に伴う都市間の近接性や道路ネットワークの変容等をも容易に解明することが可能となってくる。

本研究においては、大きく2つのアプローチを試みた。ひとつは、対象とする道路網がネットワークシス

テムである特質を踏まえて、グラフ理論および幾何学的手法を基礎に各都市を2次元の空間上に配置する時間空間マップの作成である。他のひとつは、アクセシビリティの概念を基礎にした累積頻度分布曲線の作成である。そして、前者においては道路網形態および各都市の相対的位置付けを損なうことがなく、各都市間の時間距離を考慮した地図を作成することができるアルゴリズムを考察した。また、後者においては、道路網整備に伴う利便性の変化を視覚的に把握することができる累積頻度分布曲線の作成のみならず、この作成された曲線を基に、さらに計量的に評価することができる指標としての近接性指標の算定手法についても考察した。その結果、これらの考察を通して、道路利用者からみた道路網全体および各都市の利便性の変化等を視覚的に、さらに計量的に把握することができた。

2. 時間空間マップの作成手法

各都市を2次元の空間上に配置するためには、多次元尺度構成法などと同様に時間距離行列から各都市の座標値を算定しなければならない⁴⁾。しかしながら、2次元空間上におけるすべての都市間の距離を当該都市間の時間距離に等しくするような地図の作成は不可能である。本研究では、リンク(道路区間)によって結合されている都市間の2次元空間上の距離が当該都市間の時間距離に等しくなるような各都市の座標値算定をグラフ理論および幾何学的手法を基礎に試みた。

道路網は、一般にノード(都市)、リンクおよびループ(閉路)から構成されているネットワークとして表現できる。そして、各ループは3個(三角形)、4個(四角形)及び n 個(n 多角形)のノードから構成されている。本研究では、これら各ループうち、幾何学的手法を通して算定がより容易な三角形、四角形を構成するノードから順次座標値を算定する方法を考えた。いま、対

キーワード：道路計画、時間距離行列、時間空間マップ、近接性指標

* 正会員 工博 専修大学北海道短期大学教授

土木科(〒079-01 美唄市美唄1610-1)
(TEL 01266-3-0250, FAX 01266-3-4017)

** 正会員 工博 室蘭工業大学工学部助教授

建設システム工学科(〒050 室蘭市水元町27-1)

*** 正会員 工博 室蘭工業大学工学部教授

建設システム工学科(〒050 室蘭市水元町27-1)

象とする道路網が n 個のノード、 m 本のリンクおよび z 個のループから構成されているものとする。そうすると、各ノードの座標値を算定するための手順は、以下のよう大きく3つの手順に分けることができる。なお、ここで座標値算定が可能なループは、構成するノード間の時間距離が距離の3公理（最小性、対称性、三角不等式）を満足する場合のみである。

手順1 各都市の相対的位置関係を求めるために、Spanning treeを作成する。すなわち、Spanning treeは連結グラフの極小なものであり、各都市間は互いにただ一つの経路で結ばれているからである。なお、必ずしもminimum spanning treeを作成する必要はないが、アルゴリズムの点からは容易に作成できる。

手順2 各ノードの座標値算定のためのループの順位付けをループ行列を基礎に行う。このとき、対象とするループは手順1)で作成されたspanning treeに関する基本ループとする。

手順3 手順2)の順位付けにしたがって、ループを構成する各ノードの座標値を算定する。そして、算定された座標値を基に各都市を2次元の空間上に配置する。

図-1には、これら座標値算定手順の概要を示した。なお、図中(a)の対象道路網のカッコ内の数値（ループの順位）は(c)の手順を踏まえたものである。そして、これらの手順のうち手順2)のループの順位付けに関する具体的な手順は以下である。

(1) 対象とする道路網に対してループ行列 $R(z \times m)$ を作成する。ここで、行列 R の要素は、ループがあるリンクを含むとき1、そうでないとき0を取る。

(2) ループ行列 R において、各行ごとに各要素を加えるとともに、これらの和を要素とする列ベクトル A を作成する。このとき、 A の要素の値は各ループを構成するリンクの本数である。

(3) 列ベクトル A の要素のうち、値3をもつループ、すなわち三角形を形成するループを取り出し、これら三角形に対して順位付けを行う。（便宜上、ループの順位にしたがって順位付けする）

図-1 座標値算定手順の概要

(4) ループ行列 R において、手順(3)で三角形のループを構成するリンクに該当する列ベクトルの要素をすべて0に置き換えて、行列 S を作成する。

(5) 手順(4)で作成された行列 S において、手順(2)と同様に各行ごとに和を求めて列ベクトル A_1 を作成する。

(6) 列ベクトル A の要素のうち、値4をもつループ、すなわち四角形を形成するループを取り出して順位付けを行う。このとき、順位付けはループに該当する列ベクトルの要素の値によって、値の小大順に行う。

(7) 行列 S において、手順(4)と同様にループを構成するリンクに該当する列ベクトルの要素をすべて0とする。

(8) 順次、列ベクトル A の要素が5以上のループに対して、四角形と同様に手順(5)から(7)を繰り返す。

このとき、すべてのループの順位付けが終了すると、行列Sの要素の値はすべて0となる。

以上のような手順を通して、ループの順位付けを行うことができる。ここで、行列Sは、各リンクが当該都市間の時間距離の長さに変換されたかどうかを表わすものである。また、手順(5)の値の大小順による順位付けは、変換されていないリンクの本数によってループを構成するノードの座標値算定を行うものである。

次に、手順(3)のループを構成する各ノードの座標値算定は以下となる。ループは前述のように3個、4個および一般にはn個のノードから構成されるが、ここではノードの個数が3および4個の場合の座標値算定について考えた。

1) ループを構成するノードが3個の場合

この場合は、3つのノードのうち2つのノードA, Bの座標値(X_a, Y_a), (X_b, Y_b)が既知であることから、他の1つのノードCの座標値(X_c, Y_c)を三角形の幾何公式の式(1), (2)を通して求める問題となる。

$$X_c = \frac{c^2 - a^2 + b^2}{2c} \quad (1)$$

$$Y_c = \frac{\sqrt{\{a^2 - (c-b)^2\} \{ (c+b)^2 - a^2 \}}}{2c} \quad (2)$$

ここで、a : ノードB, C間の時間距離

b : ノードA, C間の時間距離

c : ノードA, B間の時間距離

なお、式(1)、(2)から求められる座標値は、ノードA(0.0, 0.0)、B(c, 0.0)がそれぞれX軸上にあるとしたときの値である。したがって、未知点Cの座標値を式(3)、(4)に示す既知点Aの座標値を基準にした値に修正する必要がある。

$$X'_c = X_a + X_c \cos \theta - X_c \sin \theta \quad (3)$$

$$Y'_c = Y_a + Y_c \sin \theta + Y_c \cos \theta \quad (4)$$

ここで

$$\sin \theta = (Y_b - Y_a) / S$$

$$\cos \theta = (X_b - X_a) / S$$

$$S = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2}$$

2) ループを構成するノードが4個の場合

この場合は、三角形のように4つの都市(ノード)間の時間距離をすべて等しくするような座標値算定は

図-2 座標値算定の概念図

不可能である。特に、相対するノード間の長さを当該ノード間の時間距離に等しくすることは不可能である。ここでは、三角形と同様に幾何学的手法を基礎に算定することを踏まえて、図-2に示すように対角線の長さの相対比が時間距離の比に等しくするような方法を考えた。すなわち、図-2に示すように対角線の長さを当該都市間の時間距離の比 $m(=f/e)$ によって決める方法を考えた。そうすると、4つのノードのうち2つのノードの座標値が既知として、他の2つのノードの座標値を求める問題は以下となる。

いま、図-1に示すように、X軸上のノードA, Bを座標値既知点とし、ノードC, Dを未知点とする四角形を考える。図中のa~fは、それぞれ都市(ノード)間の時間距離である。未知点C, Dの座標値は、それぞれ三角形ABC, ABDから式(1)、

(2)で求められるが、ここではさらにノード間の距離が当該都市間の時間距離cに等しくするような座標値算定を試みた。そして、2つの対角線の長さの比を $m(=f/e)$ としたとき、ノードC, Dの座標値はeあるいはfに関する6次方程式(実際には3次方程式)として求めることができる。なお、この場合も基準とするノードの実際の座標値を基に修正する必要がある。

ループを構成するノードの個数が5以上の場合においては、幾何学的手法を通して直接算定することが困難であることから、前述の三角形および四角形を基に座標値算定を試みた。

3. アクセシビリティ概念に基づいた累積頻度分布曲線の作成と近接性指標の算定

アクセシビリティ(Accessibility)を示す定義としては、道路のサービス・レベルを表すものから、ある地点に関する回りの移動の可能性、活動の可能性を表すポテンシャルの概念に至るまで、種々の幅広い概念

がある。本研究は、道路網整備に伴って各都市間の時間距離がどの程度短縮したかを把握するとともに、対象地域全体および各都市の移動可能性あるいは交流可能性がどの程度増大したかを考察することでもある。したがって、前述のアクセシビリティ概念を基礎に時間距離行列の視覚化を試みることもできる。アクセシビリティを図示化する方法としては、頻度分布曲線および累積頻度分布曲線などがあるが⁵⁾、ここでは後述の近接性指標の算定も容易な累積頻度分布曲線の作成を試みる。そして、この累積頻度分布曲線は、ある時間内に到達可能な活動の機会の和（累積頻度あるいは比率）を求めることによって容易に作成することができる。

前述のように都市（ノード）の数を n としたとき、時間距離行列は $(n \times n)$ となることから、累積頻度分布曲線は対角要素を除く $n \times (n-1)$ 個の都市間（ODペア）を対象に作成する。図-3は、累積頻度分布曲線による時間距離行列の視覚化の概念図である。図-3の横軸は、都市間の時間距離を、縦軸は対象とするすべてのODペアのうち、ある時間以内に到達可能なODペアの累積比率をそれぞれ表す。そうすると、 $n \times (n-1)$ 個のODペアを対象にした道路網全体に対する時間距離行列の視覚化は、対象とする都市間のODペアを時間距離の小さ大順に並び変えたとともに、並び変えられたODペアの順に累積比率をプロットすることによって図示できる。また、各都市に対する視覚化も、対象とする都市 i と他の都市 j 間の時間距離によって都市 j を並び変えたとともに、並び変えられた都市 j の累積比率を求めることによって同様に作成することができる。そして、この図からも理解できるように道路網の整備によって利便性が増すと、すなわち交流の可能性が増大すると、累積頻度分布曲線も全体的に左にシフトすることとなる。

これら累積頻度分布曲線の作成によって、道路網整備に伴う各都市の利便性の相違等を視覚的に把握することはできるが、多くの都市を同時に比較検討することは困難である。また、利便性の変化を数量的表す指標も種々の分析に有用であることから、これらの視覚化と併せて計量的な指標も望まれるところである。本研究では、アクセシビリティ算定のためのひとつの指標である累積機会指標（Cumulative-opportunity Measures）の考え方を基礎に⁵⁾、作成されている累積頻度分布曲線を用いて算定できる指標を考察した。す

図-3 累積頻度分布曲線及び近接性指標の概念図

なわち、図-3に示すように、累積頻度分布曲線、横軸の時間軸およびある設定された時間距離 (T) の縦軸で囲まれた面積を求めて指標を算定する方法である。本研究では、この指標を近接性指標という。そうすると、道路網全体の近接性指標の値 AN は累積頻度分布曲線 $A(x)$ を用いて式(5)で算定できる。また、都市 i の値 Ki も各都市の累積頻度分布曲線 $Ai(x)$ を用いて式(6)で算定できる。なお、本研究ではある設定された時間 T を限界時間という。

$$AN = \int_0^T A(x) dx \quad (5)$$

$$Ki = \int_0^T Ai(x) dx \quad (6)$$

指標 AN および Ki を算定するとき、曲線 $A(x)$ 、 $Ai(x)$ を定式化することは一般に困難であることから、実際には台形公式等を用いて求められる。なお、式(5)を部分積分すると式(7)となることから、指標 AN を式(7)で算定することも可能である。もちろん、式(6)も同様に議論できる。

$$AN = A(T) \cdot (T - t_T) \quad (7)$$

ここで、 t_T ：限界時間 T 以内に到達可能なすべてのODペアの平均時間

この近接性指標は図-3からも理解できるように、近接性が優れているときには囲まれる面積も大きくなることから、指標の値も大きな値をとる。すなわち、近接性指標が大きい値を取るときには、累積頻度分布曲線も左にシフトし、時間距離が短い所に到達可能な多くの都市があることを意味している。したがって、

これらの指標を通して道路網全体あるいは各都市における道路利用者に対する利便性の程度を計量的に容易に評価することができる。

そして、これら累積頻度分布曲線および近接性指標は図一3にも示されているように、次のような特徴をもっている。

(1) 累積頻度分布曲線を容易に作成できるとともに、近接性指標も容易に算定できる。

(2) 異なる年次の累積頻度分布曲線を同じグラフ上に描くことができることから、道路網整備に伴う利便性の増大等も視覚的に容易に理解できる。

(3) 各都市の累積頻度分布曲線をも同じグラフ上に描くことができることから、各都市の利便性の違い等も容易に把握することができる。

(4) 異なる限界時間に対する近接性指標の値をも容易に算定することができる。

4. 計算例

本研究においては、高規格幹線道路等の整備が地域全体の利便性あるいは都市間相互の時間距離短縮にどの程度効果を発揮しているかを把握するために、図一4に示す札幌を中心とした18市町を対象に1970、1989、2020年それぞれを対象に時空間マップおよび累積頻度分布曲線の作成、さらに近接性指標の算定を試みた。各年次の時間距離行列は、当該年次の道路網の整備状況をもとに各都市間の最短所要時間から作成した。すなわち、1970年は高規格幹線が整備されていない道路網、1989年は国土開発幹線自動車道の一部が開通（札幌および道央自動車道（登別～深川間））した道路網、さらに2020年は登別～虻田間等の国幹道の整備とともに日高自動車道、深川・留萌自動車道等の高規格幹線

図一4 対象道路網

図一5 各年次に対する時空間マップ

図一6 1989年に対する時間距離の関係

表一 各年次に対する適合度指標

年次	相関係数	RMS誤差	クラスカル
1970年	0.960	17.60	0.114
1989年	0.958	17.79	0.116
2020年	0.954	21.57	0.157

が整備された道路網である。

時空間マップは、図－４に示すように18個のノード、28本のリンクおよび11個のループを対象に作成を試みた。２．で述べた手順に従い、まず図－４に示す実線のリンクからなるSpanning treeを作成した。そして、手順２の各ループの順位付けを求めたところ、図－４に示す順位（カッコ内の値）となった。この求められた順位に従って各ノードの座標値を手順３で算定して、各都市を２次元の空間上に配置した地図が図－５である。

図－５には、1970、1989および2020年の

時空間マップを図示した。各都市間のリンクの長さは、当該都市間の時間距離に等しくなっている。図－６には時空間マップの再現性を確認するために、1989年の各都市間の時間距離と時空間マップ上の時間距離の関係を図示した。また、表－１には各年次の再現性を評価するための３つの適合度指標を示した。これらの結果より再現性の高い時空間マップを作成することができた。特に、クラスカルの適合度評価においては、0.100程度で「まあまあ適合している(fair)」ことから窺える⁶⁾。

道路網の変容を探るため、X軸、Y軸それぞれの最遠点の都市間の座標値から面積の変化を求めたところ、それぞれ8290、6124、4216であった。また、面積の比率の変化は、1970年を１としたとき、1989年および2020年はそれぞれ0.741、0.509であった。このようなことから、道路網の整備によって対象地域が全体的に時間距離の短縮を図られたことが理解できよう。

次に、３．で述べたアクセシビリティ概念に基づいて道路網全体を対象として作成した累積頻度分布曲線が図－７である。図－７は18市町、156個のODペアを対象に３つの年次に対して図示した。また、この累積頻度分布曲線を用いて式（５）で算定した近接性指標の値を表－２に示した。このとき、限界時間(T)は各都市間の時間距離の最大値等を考慮して360分(6時間)とした。そうすると近接性指標の値は0～360の間を取り、利便性が優れている場合には360の値に近くなる。

累積頻度分布曲線が1970年から1989年、そして1989年から2020年へと全体的に左にシフトしていること、また近接性指標の値からも、時空間マップと同様に高

図－７ 各年次に対する累積頻度分布曲線

表－２ 各年次に対する近接性指標

	1970年	1989年	2020年	(1989-1970)	(2020-1970)
全 体	193.7	221.7	247.1	28.0	53.4
岩見沢	238.1	260.2	273.5	22.1	35.4
追 分	237.5	255.9	275.6	18.4	38.1
札 幌	235.7	261.8	274.4	26.1	38.6
千 歳	233.8	261.9	278.7	28.1	44.9
苫小牧	227.1	251.1	265.3	24.0	38.2
滝 川	213.0	247.0	259.9	34.0	46.9
喜茂別	207.6	226.5	239.0	18.9	31.4
小 樽	205.0	236.5	264.0	31.5	59.0
門 別	199.0	220.9	250.8	21.9	51.8
日 高	196.1	205.1	236.6	9.0	40.5
倶知安	194.9	212.1	247.6	17.1	52.7
深 川	191.3	235.9	249.4	44.6	58.1
余 市	186.9	216.6	258.0	26.7	68.2
虻 田	177.9	204.0	242.9	26.1	65.0
富良野	177.5	193.8	222.7	16.3	45.2
室 蘭	170.9	218.0	238.5	47.1	67.5
旭 川	163.3	207.3	231.2	43.9	67.9
留 萌	155.4	180.9	224.7	25.6	69.3
最大値	238.1	261.9	278.7	47.1	69.3
最小値	155.4	180.9	222.7	9.0	31.4
平均値	200.8	227.5	251.8	26.7	51.0
標準偏差	25.4	24.3	17.3	10.0	12.5

速道路をはじめとする高規格道路の整備に伴って、道路網全体の利便性が增大していることが視覚的に、そして計量的に容易に理解できよう。また、表－２に示す近接性指標の値の変化をみたとき、同じ程度増加（1970～1989：28.0、1989～2020：25.4）しているが、このことも累積頻度分布曲線からも読み取ることができる。さらに、各時間距離に対する累積比率の値をみたとき、60分、120分そして180分それぞれに対する値は年次ごとに大きくなっている。たとえば、180分では1970年の0.60から1989年の0.75へ、そして2020

年の0.90へと各年次ごとに同じ時間内に到達可能なODペア（都市間）が増大していることから理解できる。また、逆に累積比率の値からみたとき、同じ累積比率でも年次によって時間距離の値が異なっていることも把握できよう。たとえば、累積比率0.50に対する時間距離が1970年の160分から1989年の130分へ、そして、2020年の110分へとそれぞれ減少している。

次に、各都市に対して各年次ごとに累積頻度分布曲線を作成したが、ここでは2、3の例を図示した。図-8は岩見沢から滝川、深川そして留萌と地理的位置によって利便性がどの程度異なるかを視覚的に把握するために図示したものである。また、図-9は旭川を例として、高速道路等の整備によって利便性が時系列的にどの程度変化したかを視覚的に把握するために図示したものである。図-7と同様に、累積頻度分布曲線が左に大きくシフトしていることから利便性が増大したことが把握できる。このように、同じグラフ上に異なる都市および異なる年次の累積頻度分布曲線を描くことによって、都市間あるいは年次間の利便性の変化等を視覚的に容易に把握することができる。

表-2には、各都市の曲線を用いて式(6)で算定した各都市の近接性指標の値も取りまとめた。この表は1970年の値の大きい（利便性の高い都市）順に都市を並べるとともに、各年次ごとに最大値、最小値等も示した。また、図-10は表-2の結果をもとに各都市の近接性指標の値および年次ごとの変化を図示したものである。ここで、1989年および2020年の値はそれぞれ1970年との差である。これらの結果からも、各都市の利便性の相違あるいは近接性指標の時系列的な変化等が理解できよう。また、横軸の都市名をみると、図-8に図示したように道路網上の地理的位置によって、すなわち道路網の中心部から周辺部へ離れるにしたがって近接性指標の値も異なってくるようである。さらに、3つの年次別の変化をみると、1970年から1989年においては滝川、深川、室蘭、1989年から2020年においては余市、虻田、留萌などいずれも高規格道路等が整備された沿線の都市において利便性が増大している。

図-8 各都市の累積頻度分布曲線

図-9 各年次の累積頻度分布曲線（旭川）

図-10 各都市の近接性指標とその変化

5. あとがき

以上、本研究においては高速道路等の高規格幹線道路網の整備が、道路利用者に対する利便性あるいは都市間の交流可能性等をどの程度増大させたかを視覚的に把握するために、時間距離行列をもとに時空間マップおよび累積頻度分布曲線の作成を試みた。時空間マップは、グラフ理論のループ行列を基に道路網を構成するループの順位付けを行うとともに、幾何学的手法を基礎に各都市の座標値算定を行って作成した。そ

の結果、簡単な行列演算を基礎にしたアルゴリズムを通して時空間マップを作成することができた。そして、作成されたマップを通して所要時間短縮に伴う道路ネットワークの変容等をも理解できた。

また、累積頻度分布曲線をアクセシビリティの概念を基礎に作成するとともに、さらにこの曲線を用いて計量的に評価をするための指標として近接性指標をも開発した。その結果、時空間マップと同様に高規格道路網の整備に伴って、道路網全体および各都市の利便性等の変化を視覚的に、さらに計量的に把握することができた。また、同じグラフ上に異なる都市および異なる年次の累積頻度分布曲線を描くことができることから、都市間のあるいは年次間の利便性の変化等をも視覚的に容易に把握することができる。

今後は、これらのアプローチを他の地域あるいは道路網を対象に適用を試みる予定である。また、道路網整備を考える場合には、各都市間の時間距離のみならず各都市間の交通流動をも十分に考慮する必要があることから、自動車OD交通量を考慮した評価法についても考察を試みていく予定である。

また、本研究のように道路網形態（ネットワーク特性）および各都市の相対的位置づけを考慮する場合には、三角網を基礎にした三辺測量の図形調整法の適用

も可能と思われるので、今後はこの面からの考察も試みる。さらに、本研究で考察した手法を基礎に、特に計量的指標としての近接性指標を中心に道路網整備のあり方についても言及して行きたい。

最後に、本研究の計算を進めるうえでご協力戴いた倉重祐泰氏（現 千歳市役所勤務）に対して謝意を表す。

参考文献

- 1) たとえば、
土木学会土木計画学委員会：交通ネットワークの分析と計画：最新の理論と応用、土木計画学講習会テキスト、Vol. 18、pp208-211、1987
谷口、安田、斎藤：道路のサービス水準の評価に関する調査研究、土木技術資料、第33巻4号、pp47-53、1991
- 2) 清水英範：時間地図の作成手法と応用可能性、土木計画学研究・論文集、No.10、1992
- 3) 梶谷、田村、斎藤：道路網を対象とした時空間マップの作成手法に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.16(1)、pp299-304、1993
- 4) 河口、水田：パソコンによる多変量グラフ解析入門、森北出版、1986
- 5) J A Black・M Conroy: Accessibility measures and the social evaluation of urban structure, Environment and Planning A, Vol.9, pp1013-1031、1977
- 6) 林、鮑戸：多次元尺度解析法、サイエンス社、1979

道路網を対象とした時間距離行列の視覚化

梶谷有三・田村 亨・斎藤和夫

本研究は、高速道路等の高規格幹線道路網の整備が都市間相互の時間距離をどの程度短縮させ、ひいては道路利用者に対する利便性ある都市間の交流可能性等をどの程度増大させたかを視覚的に把握する手法について考察を試みたものである。すなわち、道路網整備に伴う都市間の最短所要時間から作成される時間距離行列の視覚化を試みた。本研究においては、大きく2つのアプローチを試みた。ひとつは、対象とする道路網がネットワークシステムである特質を踏まえて、グラフ理論および幾何学的手法を基礎に各都市を2次元の空間上に配置する時空間マップの作成である。他のひとつは、アクセシビリティの概念を基礎にした累積頻度分布曲線の作成である。後者においては、この作成された累積頻度分布曲線を基に、さらに計量的に評価することができる指標としての近接性指標の算定手法についても考察した。

Visualizing the Time Distance Matrix of Road Network

Yuzo MASUYA, Tohru TAMURA and Kazuo SAITO

This study aims to observe the changes in the development of expressway and high grade road networks based on travel time, and to visualize them with respect to the high mobility service from the view point of road users. We propose two approaches for visualizing the time distance matrix of road network. One approach is to represent the road network system by means of map image, such as time-pace map, based on the graph theory and mathematical method. Another approach is to represent graphically by drawing the cumulative distribution based on accessibility measures. A numerical example of 18-node (city) network system is executed to examine the validity of the two approaches.