

# 鉄道路線図における駅シンボル表記に関する研究

– 鉄道路線図位相図化・デザイン方法の研究 (2)

## Notation method of Station symbol on Railway maps

– Study of The Topological Mapping and Design Methodology of Railway Map (2)

● 鶴飼 達彦	● 長尾 徹	● 永田 喬	● 釜池 光夫
平野デザイン	千葉大学	千葉大学	千葉大学
Ukai Tatsuhiko	Nagao Toru	Nagata Takashi	Kamaike Mitsuo
Hirano Design	Chiba University	Chiba University	Chiba University

● Key words : Railway maps, Station symbol ,Notation method

### 要旨

鉄道路線図は、公共性の高さにも関わらず、公的な基準がなく、路線図デザインの先行研究も少ない。本論は鉄道路線図デザインの基本となる路線網の普遍的な位相図化における路線結節部の駅シンボル表記方法の確立を目的とした。本論におけるシンボル単体の図形記憶実験と路線図上での記憶実験から路線図の記憶に関して駅表記方法の影響はないことが判明した。また結節駅に求められる要素を含んだ6種の表記方法の検索実験の結果にも差がみられなかったことから、路線図の記憶・検索性は位相図としての形状が適切であれば良いことが確認された。つまり、駅に必要な情報が含まれていればデザイナーの裁量で形状を決定しても差し支えないということである。次に「親しみやすい」「美しい」を評価項目として結節駅に求められる情報を含んだサンプルに対し一対比較を行い、真円表記で路線の位置関係が示されている形式が最適な表記法であることが判明した。

### Summary

A railway map is necessary for any railway users, and its publicity is also high. However, there are only a little precedence studies and have not yet established a standard for it. Therefore, this research aimed to establish a junction symbol notation method for the general topological mapping of route networks based upon a design point of view. The station notation was clarified by two memory experiments with no influences to the memory of railway maps. And there is no difference with the element pursued in a junction symbol notations in the result of 6 kinds of experiments of notation methods either.

Based upon the result, it can be said that the design of symbols will have no interferences to the railway map if it includes all necessary information. The author has then compared samples of knotting stations and extracted the most suitable notation under the criteria of 'beautiful' and 'users friendly'. As a result, the most suitable notation and position relation of a route appeared to be circular lines.

### 1. はじめに

#### 1.1. 研究の背景

鉄道は、特に都市生活者にとり、非常に重要な交通機関である。そして鉄道を利用する際に必要な基本的情報には、時刻表や運賃表、鉄道路線図、サインなどが挙げられる。

以上の情報の中でも、路線図のデザイン方法に関して、確たる指針・規格が無いのが現状である。また、路線図のデザイン方法に関する先行研究は、数例が存在するだけであり、非常に希少な研究領域である。

鉄道路線図は、都市生活者が目にする、最も身近なその都市の地図である。またそれらは、鉄道事業者が提供するもの以外にも、電子メディアによるインタラクティブな形態でも見受けられるようになり、以前にもまして身近なものとなっている。これらの状況を勘案すると、鉄道路線図の社会的責任は大きく、作成者であるデザイナーは細心の注意を払って取り組まねばならない。鉄道路線図は研究に取り組むべき十分な意義をもった研究領域であると言える。

#### 1.2. 研究の目的

鉄道路線図を対象とした先行研究は、青木 (1995) [注1] が歴史について、吉田 (2001) [注2] が Henry Beck のロンドン地下鉄路線図の研究を行っている。しかしデザイン方法についての研究は芥田 (1998) [注3] と柴田 (1999) [注4]、それらを含め・補完するものとして長尾ら (2002) [注5] がみられる程度である。これらは鉄道路線図をデザインする際に、公共物である路線図に必要とされる要因を最適化するための指針作成を試みた継続的な研究である。(以下、[注3-5]をまとめて先行研究とする。) 鉄道路線図は、路線、駅、路線名と駅名の大きく四つの要素から構成される鉄道のネットワークを表す図である。先行研究においては、最も重要な要素である路線に関し、憶えやすく検索性に優れた位相図化の指針を述べているが、残りの三要素には、まだ研究する余地があった。その中で、鉄道路線図の構成上、最も重要と考えられるのが、駅シンボルの表記方法である。

本論における駅シンボルとは、路線と路線の乗り換えを示す部分のことである。ここに注目した理由は、複数の線が集中し、複雑となり、路線図の検索性や憶えやすさに、影響を及ぼす部

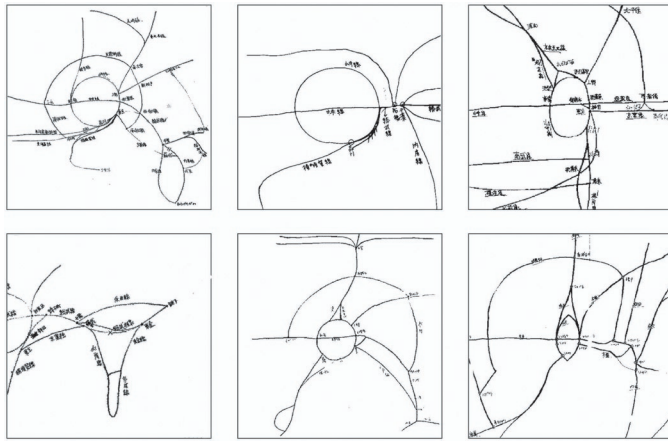


図1 先行研究認知地図サンプル

分であると考えられたためである。

本論の目的は、あらゆる地域において適応できる普遍性という観点から、鉄道路線位相図の検索性、および路線の結節状態の覚えやすさを向上させる方法を、駅シンボルの表記方法から解明することである。つまり駅シンボルと路線図全体の因果関係を解明し位相図化の指針を導き出すことである。

## 2. 先行研究と本論の領域

本論は、鉄道路線図をデザインする際に、公共物である路線図に必要とされる要因を最適化するための、指針作成を試みた一連の研究の一部をなすものである。

本論では、前述の先行研究による知見をもとに「駅シンボル表記の問題」を扱うことを目的としているため、簡単に先行研究の概要を記す。

### 2.1. 先行研究の知見

鉄道路線図は、地図学の中でも特異な分野として位置づけられている。その理由は、駅および路線のつながり具合を表示するという、位相図としての性質にある。位相図とは、点と線の系列、つまり繋がりだけを示すネットワーク図である。このとき、見た者に正確にわかりやすく路線間のネットワークを伝えるためには、地形図から位相図への変換、つまり「位相図化」をいかにすべきかということが最も重要になる。

そのため、先行研究では人々の持つ鉄道路線の認知地図を観察し(図1)、鉄道路線図を構成する要素の抽出、架空路線網位相図(図2)を使用した実験による、覚えやすい鉄道路線図および検索性の良い鉄道路線図の解明を行った。導き出された位相図化の指針を以下に記す。

#### ・基軸をつくる

水平、鉛直方向に走る1本の直線で表記することのできる路線は、そのように表記し、鉄道路線図内に座標系を形成する。ただし、無理に水平、鉛直方向に歪め、実際の空間の経験から得られる知識(認知地図)との照合性が大きく損なわれる場合を除く。

環状線は真円で表記することが望ましい。ただし、環状線を真円表記することで、後に述べる基軸ではない路線の表記が望ましくないものとなる場合を除く。

水平、鉛直方向ではなくとも、1本の直線で表記することのできる路線は、そのように表記する。

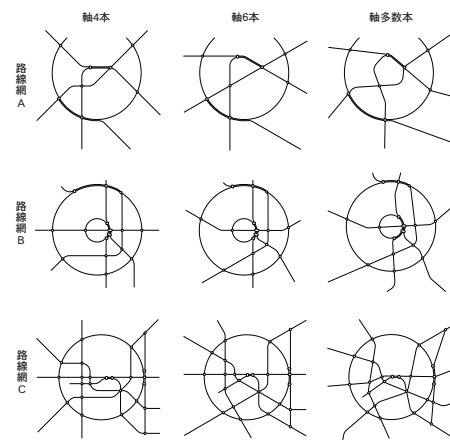


図2 先行研究実験用架空路線網

#### ・基軸ではない路線を描く

軸に載せる。軸は、少ないものが望ましいが、基軸ではない路線を、線を曲げる回数の少なくて済む、路線名とは別に命名のしやすい形で描くことを優先し、軸の本数を選択する。

Rをつける。軸を少なくとった場合は大きく、軸を多くとった場合は小さく角にRをつける。環状線を真円表記している場合も、円が目だたなくなる程の大きなRをつけることは避ける。

Rを大きくすることで、つながったRが半円などの基軸ともなりうる幾何学図形に近い形になるものは、一定の円弧でもってつなげて表記する。

しかし、これは路線の表記法に限定されたものであり、乗換駅は実験位相図に表記されているが、作成時の要因として扱われていない。つまり乗換駅(結節部)の表記法を解明するには至っていない。

### 2.2. 本論の領域

本論の目的は、先行研究では至らなかった鉄道路線位相図における駅シンボルの表記法を解明することにある。先行研究同様に、「鉄道路線のネットワークを表すのに直接関係している要素は、路線と乗換駅である。」と四要素から二要素を抽出する立場を取り、他の二要素「路線名、駅名」と「路線」における色分け等の線のスタイルは、デザイン対象となる路線固有の情報で、鉄道事業者の理念とデザイナーの感性に負うものであると考え、普遍的な鉄道路線図の概念から逸脱すると判断し、研究対象から棄却した。

先行研究の路線表記法と本論の駅シンボル表記法をあわせることで、普遍的な位相図化の方法が確立しようと判断した。鉄道路線図の基本的な機能を十分に果たすことを目的に、検索性がよく覚えやすい普遍的な位相図化の方法を確立しようとする本論は、鉄道路線図デザインに対する意義が大きいと考えられる。

## 3. 駅シンボルに求められる形

本論での駅シンボルに対する考え方を明確にし、駅シンボルを構成する要素の中でも、何に焦点を当てるべきかを明らかにする目的で、駅シンボルの表記方法に関して、文献調査や路線図を発行している地図製作企業へのヒヤリングを行った。その結果、二つの視点からのアプローチが必要であることが判明した。一つは直接的に検索性や覚えやすさに関与すると考えられ

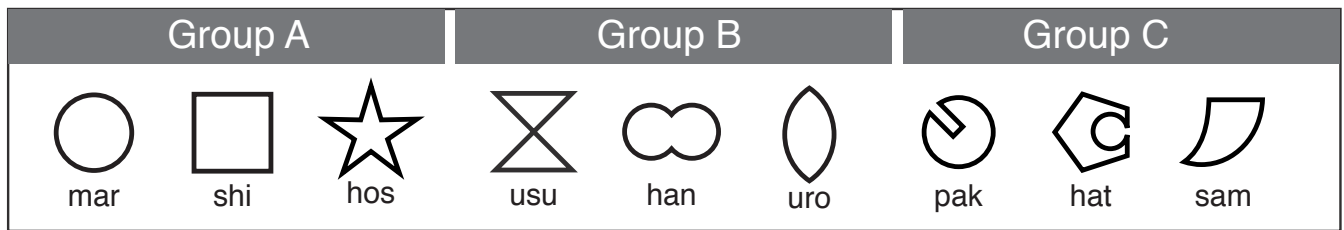


図3 実験1-a使用図形

表1 実験1-a基本統計量

水準	Group A			Group B			Group C		
	mar	shi	hos	usu	han	uro	pak	hat	sam
回答数	21	18	21	14	13	15	14	7	13
回答率(%)	77.778	66.667	77.778	51.852	48.148	55.556	51.852	25.926	48.148
平均	74.074			51.852			41.975		
分散	27.434			9.145			131.078		
標準偏差	5.237			3.024			11.449		

る図的なアプローチである。もう一つは、路線図から認知地図を形成すると観点から、利用者に安心感を与えられるよう、路線図として利用者に提供されるべき駅の情報を満たそうとする、検索性や憶えやすさに間接的に関与すると考えられるアプローチである。

### 3.1. 図的問題として求められる形

路線図の果たすべき役割として先行研究では、第一は利用者が出発地点である駅から目的地である駅までの行き方を示すことであり、鉄道路線網を表した位相図はその二駅間を結ぶルートの検索をしやすい図にしなければならないとしている。

また第二は路線図が手元になくともそれを頭に思い浮かべられ頭の中で第一の目的であるルート検索が出来ることであり、認知地図の形成がしやすい憶えやすい図でなければならないとしている。これらのことから駅シンボルの表記に際して、これらの図的問題に十分に留意する必要がある。また、以上のような利用者にとり有益となりうる図的問題の他にも、鉄道路線図の制作者にとり有益となりうるものがあつた。

これらの図的問題として「路線の連続性を損なわないようにする」「憶えやすくする」「作図する際の労力が最小限ですむようにする」の、3つの項目が挙げられた。

### 3.2. 駅情報として求められる形

例えば路線図を利用する際には、出発地点である駅を検索してから目的地である駅を検索し、その後その二駅間のルートの検索を行うという作業を行うが、その作業の間にはあらゆる情報を路線図から得ていると考えられる。そもそも駅シンボルには意味があり、それらは情報として利用者に十分に伝えられ、鉄道路線図は、利用者の検索作業が効率的かつ的確に行われることを、保証するべきである。

また同時に利用者は、前述のように鉄道路線図から認知地図を形成する。このとき形成された認知地図が、鉄道利用の実際と大きく異なった場合、利用者の道中は、不安に満ちたものとなることが予想される。これらのことから鉄道路線図は、利用者に安心感を与えられるように、配慮されたものでなければならない。

以上より、駅の情報として「駅が存在」「乗り換え情報」「線

と線の位置関係」「駅の規模」「ホームとホームの位置関係」の五項目があげられ、駅シンボルの表記方法を研究するに際してはこれらが十分に表現されているかにも留意するべきであると判断した。

## 4. 駅シンボルが路線図全体の憶えやすさに及ぼす影響

本論で扱うのは駅シンボルの表記方法であるが、駅シンボルが路線図全体の憶えやすさに及ぼす影響が懸念された。なぜなら駅表記としては憶えやすくとも、路線図全体で見るときには非常に憶えにくいものになってしまう可能性をはらんでいるからである。また、検索性を向上させる駅シンボルの表記方法が決定したとしても、それが結果的に憶えにくい路線図となってしまう場合、頭の中での検索作業を行うことも困難となり、路線図としての機能を全く果たせないことになる。

ここでは、上記の理由から路線図の検索性を向上させる駅シンボルの表記方法を解明する前に、本論の目的である「憶えやすい路線図」を解明するために、駅シンボル表記と路線図全体の憶えやすさとの因果関係について実験1-aおよび実験1-bの、二段階の実験を行った。

### 4.1. 駅シンボル単体での記憶実験（実験1-a）

一般的に「□」や「○」といった形は、日頃からよく目にする形で「しかく」や「まる」と言った音韻コード化が可能な形であり、これらのような形は、イメージと言語の二重に記憶できることから、憶えやすいとされている。[注6] また逆に日頃からあまり目にする事の少ない形は、音韻コード化が難しく、憶えにくいとされている。そこで駅シンボル単体として見たときに、憶えやすい形とそうでない形とはどういったものなのかを検証することを目的として、図形の記憶実験を行った。

#### 4.1.1. 実験方法

実験は、2001年8月20日から28日までの期間に、デザイン専攻の大学生27名に対して行った。はじめに被験者に、よく見慣れた図形（音韻コード化が容易にできる図形）と日常あまり目にしない図形（音韻コード化が困難な図形）で左右対称なものとそうでないものそれぞれ三個ずつ計九個の図形（図3）が、スクリーンにそれぞれ1.3秒間ずつ次々に投影されるのを

表2 実験1-a 平均の差の検定結果

因子	水準1	水準2	平均値1 (%)	平均値2 (%)	差	P 値	判定
因子A	Group A	Group B	74.074	51.852	22.222	0.025	*
		Group C	74.074	41.975	32.099	0.005	**
	Group B	Group C	51.852	41.975	9.877	0.235	

\*\*:1%有意 \*:5%有意

見せ、記憶させる。その5秒後に被験者に、5秒間隔の合図にあわせて、おのおのが憶えている図形を思いだした順番に、用意された用紙に鉛筆で再生させた。

#### 4.1.2. 実験結果

各水準の再生数と再生率の平均、分散および、標準偏差（以下基本統計量）（表1）を得た。各水準の再生率はそれぞれの憶えやすさを反映したものであり、本実験では再生率を各水準の得点として採用した。本実験の目的が、各水準の再生率とそれぞれの水準が持つ性格との、因果関係を解明することであるため、測定結果をSSRI エクセル統計2000 for Windowsを用いて分散分析を行った。

各水準の平均値の差の検定を最小有意差法で行った結果（表2）から、Group AとGroup B、Group AとGroup Cの各水準の間に有意な差のあることが分かった（ $P < 0.05$ ）。またGroup BとGroup Cの間には有意な差は見られなかった（ $P > 0.05$ ）。

#### 4.2. 駅シンボルを伴う路線図の記憶実験（実験1-b）

次に実験1-aの結果を踏まえて、駅シンボル表記と路線図全体の憶えやすさとの因果関係を解明する目的で、路線図の記憶実験を行った。

##### 4.2.1. 実験方法

実験は2001年9月12日から19日の期間に、再生図の描画能力を考慮しデザイン専攻大学生18名を被験者として行った。被験者を、3つのグループに分け、各グループには実験者が用意した路線図を30秒間見て記憶し、その直後にA4サイズの用紙に思い出して書き出させた。その際に被験者を3グループに分けたのは、本実験では、同じ路線網を使用した駅シンボル表記だけが異なる3種類の路線図（図4）を使用することから、1つの路線図に関してタスクを終了した後に別のタスクを行ったとしても、路線網を完全に憶えてしまっているため、被験者1名につき1タスクしか行えないからである。被験者には、正確に路線網が再生できなかった場合、もう一度同じ路線図を30秒間見て記憶し、その直後にA4サイズの再生用紙に思い出して書き出させた。被験者には正確に路線網を再生できた時点で実験を終了し、内省報告を求めて完了とした。

##### 4.2.2. 実験結果

本実験では、図を何回見ることによって路線図を正確に再現できたかに注目し、路線図の憶えやすさの指標として使用した。本項では、図を見た回数をそのタスクにおける試行回数とし、試行回数に関して分析を行った。また、実験の最後には、実験中にどのようなことを考えていたのか、内省報告を求めた。

各水準の試行回数の基本統計量（表3）を得た。本実験の目的が各水準の試行回数とそれぞれの水準が持つ性格との、因果関係を解明することであるため、測定結果をSSRI エクセル統

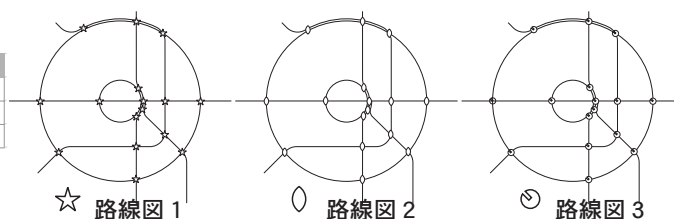


図4 実験1-b 使用路線図

計2000 for Windowsを用いて分散分析を行った。

分散分析の結果（表4）から各水準内で有意な差のないことが分かった（ $F=0.089$ ,  $P>0.05$ ）

##### 4.2.3. 内省報告

図の記憶および再生描画中に、どのようなことを考えていたか内省報告を求めた。以下にその内容をまとめて示す。

◇路線図1に関して

- hosに目がいく←めだつ・ちょっと戸惑う・目がちかちかする。
- 実在の路線図と錯乱する。
- 外環状線→中環状線→東西線→南北線というように単純なかたちから描画した。
- まず線から書き始め位置関係を把握した。
- 線の関係だけではわかりにくくなってから、☆の位置関係や数も憶えるポイントにした。
- 交点（結節）の場所も憶えるきっかけになった。
- しばらくしてから線が曲がっているところにポイントがあると気づいた。
- 干渉線に相当な注意が必要だった。
- はじめは干渉線に気づけなかった。
- 密集した部分に意識が集中した。
- 3本の線が平行する部分は憶えにくかった。
- 試行の最後の方には、外環状線→中環状線→干渉線の順に、意識の集中している線から書くようになった。
- hosは結節としてわかりやすかった。

◇路線図2に関して

- まずさきに円が目に入ってきた。
- 外環状線→東西線→中環状線の順に書いた。
- 2つの丸を東西線が突き抜いている印象
- 外環状線→中環状線→東西線→南北線の順に書いた。
- しばらくして線が曲がっている部分にポイントがあると気づいた。
- 交点にポイントがあることは印象として薄かった。
- 外環状線上のポイントのバランスを憶える手がかりにした。
- 線の密集した部分に意識が集中した。
- しばらくしてポイントは線が重なったところにあると分かった。
- ポイントの形は意識しなかった。（楕円くらいに感じていた）
- pakやhosの方が、方向性を感じず固まり感があるので、わかりやすいと思う。

◇路線図3に関して

- pakが目についた。

表3 実験1-b 基本統計量

水準	路線図1	路線図2	路線図3
平均(回)	4.667	4.333	4.500
分散	0.889	2.222	1.583
標準偏差	0.943	1.491	1.258

表4 実験1-b 分散分析結果

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
因子 A	0.333	2	0.167	0.089	0.916	
誤差	28.167	15	1.878			
全体	28.500	17				

\*\*:.1%有意 \*.5%有意

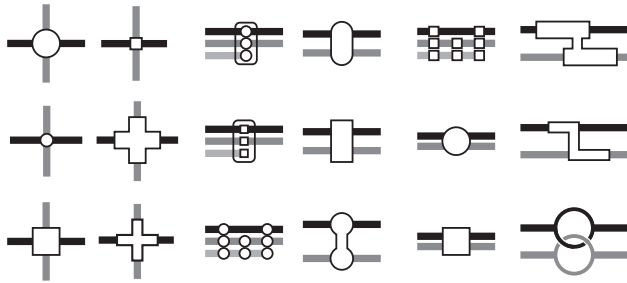


図5 抽出した駅シンボル

- ・ 外環状線→中環状線→東西線→ポイントの順に書いた。
- ・ しばらくして、外環状線→中環状線→東西線→南北線→干渉線→放射線の順に書くようになった。
- ・ 実在の路線図と錯乱した。
- ・ 線の曲がった部分を憶えるきっかけにした。
- ・ ポイントの数を憶えるきっかけにした。
- ・ ポイントのバランスを憶えるきっかけにした。
- ・ 線が平行に走っている部分のポイントは憶えにくかった。
- ・ 線の密集部分に意識が集中した。
- ・ 複雑な部分に意識が集中し周辺部まで意識が回らなかった。
- ・ pakは無視していた。(線のつながり関係に集中)
- ・ pakの口のところに方向性を感じた。

#### 4.3. 考察

実験1-aでGroup AとGroup B、Group AとGroup Cとの間に再生率の差が見られたのは、音韻コード化が可能な図形であるかどうかの違いが現れたものと考えられる。また最も憶えやすい図形は、各グループの再生率の平均値を見るとGroup Aの平均値が最も高いことから、Group Aであることが分かった。

またGroup BとGroup Cとの間に再生率の差が見られなかったのは、各グループの図形の情報量の違いに差がなかったとも考えられるが、一番の要因はすべての図形の表示が終了してから再生開始までの時間が短かったことで、それぞれのグループ間でリハーサル回数に十分な差が発生しなかったためと考えられる。

以上のことから、日頃からよく見慣れた音韻コード化が可能なGroup Aの図形は、日頃あまり見慣れない音韻コード化が困難なGroup B、Group Cの図形よりも憶えやすいことが確認できた。

次に実験1-bにおいて路線図1には憶えやすい図形を駅シンボルとして配置し、路線図2と路線図3には憶えにくい図形を駅シンボルとして配置したにもかかわらず、どの路線図の試行数の間にも差が見られなかったことから、憶えやすさに差がなかったといえる。

内省報告からは、路線を憶える際には路線網の線と線の関係

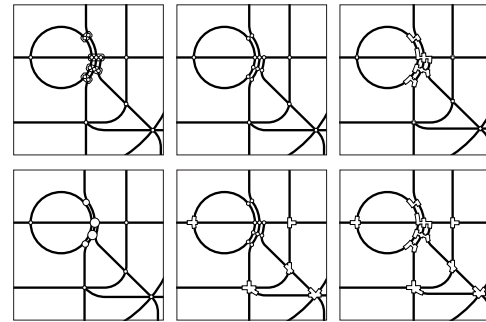


図6 実験2-1 選定結果

を記憶することで、路線図を記憶していることがうかがえた。このとき駅シンボルは、路線網が完成してから、付属的に描画されており、その数を記憶のきっかけにしている被験者はいても、その形を記憶のきっかけにしている被験者はきわめて少なかった。

以上のように実験1-bでは、それぞれ路線図1、路線図2、路線図3の憶えやすさに差はないことが分かった。

これらの実験結果は、駅シンボルの憶えやすさが路線網全体の憶えやすさに影響しないことを指している。

以上のことから、本論の目的である認知地図を形成しやすい憶えやすい鉄道路線位相図化の方法を解明することに関し、駅シンボルの表記に際しては、その形の憶えやすさに留意する必要のないことが分かった。

#### 5. 駅シンボルを伴う路線図の検索性

現在、世の中には実に多くの駅シンボルの表記方法が存在する。しかしその中でどの表記方法が最も優れた表記方法か論じられたことはない。またそれらは、作図上の利便性から生まれ、必ずしも利用者の利益を考えた表記法ばかりではない。

ここでは、本論の二つ目の目的である「検索性に優れた路線図」を解明するために実験を通して、駅シンボル表記が路線図の検索性に与える影響を確認した。

##### 5.1. 実験サンプルの抽出

前述のように、駅シンボルの表記方法として実にさまざまなものが存在し、その数もきわめて多い。そこで、既存の駅シンボル表記の中でも代表的なものを抽出し、サンプルとした。このとき抽出された駅シンボルの数は、路線が交わる地点における駅シンボルと平行する地点における駅シンボルをあわせて全部で18種類(図5)あり、そのなかで考えられる組み合わせは全部で72種類であった。これらの駅シンボルの組み合わせは、それぞれ同じ路線網に配置してみると一見ただけではその違いが判断できないものもあり、またこのすべての組み合わせに関して検索実験を行うことはきわめて困難であるため、実験サンプルとして使用する組み合わせを抽出した。図形把握能力を考慮しデザイン専攻の大学院学生5名に72通りの駅シン

表 5 実験 2-2 基本統計量

水準	路線図1			路線図2			路線図3			路線図4			路線図5			路線図6		
	ルートA	ルートB	ルートC	ルートA	ルートB	ルートC	ルートA	ルートB	ルートC	ルートA	ルートB	ルートC	ルートA	ルートB	ルートC	ルートA	ルートB	ルートC
所要時間の平均 (秒)	10.49	43.12	7.65	8.70	7.55	7.33	29.07	10.98	7.25	9.94	12.81	8.86	10.49	9.58	8.00	10.69	10.06	8.26
第一標準化の平均	19.25	15.36	23.66	21.90	17.52	22.50	22.81	14.75	24.45	20.65	14.64	22.29	21.19	16.62	22.32	20.05	16.61	22.92
第二標準化の平均	-0.07	-0.45	0.36	0.19	-0.24	0.25	0.28	-0.51	0.44	0.07	-0.52	0.23	0.129	-0.33	0.23	0.01	-0.33	0.29
正解数	28	39	43	25	43	44	30	38	49	23	36	47	19	41	46	24	43	42
正解率 (%)	51.85	72.22	79.63	46.30	79.63	81.48	55.56	70.37	90.74	42.59	66.67	87.04	35.19	75.93	85.19	44.44	79.63	77.78

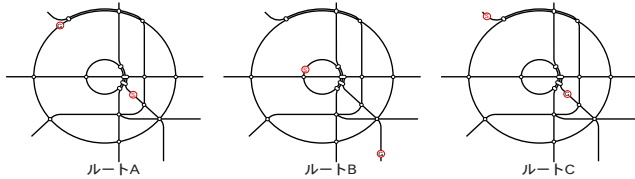


図 7 実験 2-2 使用ルート

ボルの組み合わせを同一の路線網に配置した路線図が印刷されたカードを見せ、見た目に類似していると考えられるカードごとに、グループ分けの作業を行わせた。その後各グループの中から、そのグループを代表していると考えられるカードを、一枚選定させた。その結果 6 グループに分けられ、検索性実験に使用する 6 種類の路線図が決定した(図 6)。これらの路線図は、既存の駅シンボル表記の特徴を一通り踏まえたものであると考えられる。

## 5.2. 検索性実験

### 5.2.1. 実験方法

実験は、2001 年 11 月 15 日から 22 日の期間に、デザイン専攻の大学生 54 名を被験者として行った。先行研究で用いた複雑度が中位の架空路線網を位相図化し、様々な駅シンボル表記のされた 6 種類の路線図に関して、3 回のルート検索を行った。また、3 回のルート検索は、いずれも一回乗り換えでスタートからゴールまでたどり着けるように設定し、またそれぞれ異なるルートを設定して行った(図 7)。このときルート検索は、タッチパネル式の液晶ディスプレイに表示された路線図を、指でたどって行わせた。

### 5.2.2. 実験結果

路線図がディスプレイ上に表示されてから、被験者の指がゴールにたどり着くまでの時間を計測・記録した。このときの計測時間は、被験者が指でたどった軌跡の長さによる影響を受けるものであり、純粋に各路線図の検索性を反映したものとは言えない。そこで、先行研究と同様に計測時間に二段階の標準化を行い、その値を標準得点とし分析を行った。また分析は、乗り換え一回でスタートからゴールまでたどり着けるかどうかの、ルート検索の正解率でも行った。各水準の所要時間と第一標準化の平均、第二標準化の平均、正解数、正解率(表 4)を得た。

それぞれの分析の結果は、標準得点においても正解率においても、路線図間に有意な差は見られずルート間にのみ有意な差が見られた。

## 5.3. 標準得点による分析結果

計測時間には二段階の標準化を行った。第一の標準化は、検索に要した時間を、指でたどった軌跡の距離で割ることである。なお、被験者のたどった軌跡の長さの計測には、Adobe Illustrator9.0 プラグインソフトの CAD ツールを使用した。第二の

表 6 実験 2-2 標準得点の基本統計量

水準	路線図1	路線図2	路線図3	路線図4	路線図5	路線図6
平均	-0.054	0.066	0.068	-0.077	0.007	-0.011
分散	0.753	0.595	0.967	1.141	1.314	1.205
標準偏差	0.868	0.772	0.983	1.068	1.147	1.098

標準化は、第一の標準化で得られた値が全体の平均値に比べて標準偏差の何倍になるかを示す、z 得点への変換である。本実験では、この z 得点を各水準の標準得点とし、分析を行った。分析は、路線図別、ルート別に見たときの、2 つの視点から行った。本実験の目的が、各路線図の駅シンボルの表記の違いと路線図の検索性との因果関係を解明するものであるため、測定結果を SSRI エクセル統計 2000 for Windows を用いて分散分析を行った。

### 5.3.1. 路線図別の分析結果

表 6 および表 7 路線図別に見たときの、各水準における標準得点の基本統計量(表 6) および、分散分析の結果(表 7)である。ここから路線図別に見たときの各水準間には差のないことが分かった ( $F=0.581, P>0.05$ )。

### 5.3.2. ルート別の分析結果

表 8 および表 9 ルート別に見たときの、各水準における標準得点の基本統計量(表 8) および、各水準の平均値の差の検定を最小有意差法で行った結果(表 9)である。ここからすべての水準間で有意な差のあることが分かった ( $P<0.05$ )。

## 5.4. 正解率による分析結果

各路線図においてルート検索の正解率は、それぞれの検索結果における正確さを示すものであり、検索性を評価する上でも重要な指標である。ここでの正解率とは、各路線図につき 54 名の被験者中何名の被験者が、一回乗り換えで済むルートを選択したかを、見るものである。また分析は、路線図別に見たときとルート別に見たときの、2 つの視点から行った。また本実験では、本実験の目的が、各路線図の駅シンボルの表記の違いと路線図の検索性との、因果関係を見るものであるから、測定結果の分析方法として分散分析を行った。

### 5.4.1. 路線図別の分析結果

表 10 および表 11 路線図別に見たときの、各水準の再生率の基本統計量(表 10) および、分散分析の結果(表 11)である。ここから路線図別に見たときの各水準間には差のないことが分かった ( $F=0.047, P>0.05$ )。

### 5.4.2. ルート別の分析結果

表 12 および表 13 はルート別に見たときの、各水準の基本統計量(表 12)、平均値の差の検定を最小有意差法で行った結果(表 13)である。ここからすべての水準間で有意な差のあることが分かった ( $P<0.05$ )。

表 7 実験 2-2 標準得点の路線図別分散分析結果

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
因子 A	2.909	5	0.582	0.581	0.715	
誤差	968.091	966	1.002			
全体	971.000	971				

\*\*:1%有意 \*5%有意

表 8 実験 2-2 標準得点のルート別基本統計量

水準	ルートA	ルートB	ルートC
平均 (%)	45.988	74.074	83.642
分散	42.772	22.862	19.909
標準偏差	6.540	4.781	4.462

表 9 実験 2-2 標準得点のルート別平均の差の検定結果

因子	水準 1	水準 2	平均値 1	平均値 2	差	P 値	判定
因子 A	ルートA	ルートB	0.099	-0.399	0.497	0.000	**
	ルートA	ルートC	0.099	0.300	-0.201	0.008	**
	ルートB	ルートC	-0.399	0.300	-0.699	0.000	**

\*\*:1%有意 \*5%有意

5.5. 考察

標準得点に関して各路線図間には有意な差はなく、ルート間には有意な差のあることが分かった。また正解率に関しても、標準得点の分析結果と同様に、ルート間にのみ有意な差のあることが分かった。このことは、ルート設定の違いや難易度が路線図の検索性に反映したことを意味しており、路線図の違いによる検索性の違いが無かったことを指している。つまり、駅シンボルの表記の違いによる検索性への影響はなかったと結論づけることができた。

以上から、本論の目的である検索性に優れた鉄道路線位相図化の方法を解明することに関し、駅シンボルの表記する際には、形状による検索性への影響に留意する必要のないことが判明した。つまり、駅シンボルに関して、検索性の観点から路線図の優劣を論ずることはできないということである。

6. 鉄道路線図に望ましい駅シンボル表記に関する実験

駅シンボルの表記方法を研究するに際しては駅の持つ情報が十分に表現されているかにも留意するべきである。

ここでは、駅シンボルが表現すべき情報を伝えやすい表記方法を解明することを目的として実験を行った。

6.1. 実験サンプルの抽出

5.1 と同様に既存の駅シンボル表記の中でも代表的な 72 通りの駅シンボルの組み合わせを同一の路線網に配置した路線図がプリントされたカードを見て、「駅が存在」「乗り換え情報」「線

表 10 実験 2-2 正解率の路線図別基本統計量

水準	路線図1	路線図2	路線図3	路線図4	路線図5	路線図6
平均 (%)	67.901	69.136	72.222	65.432	65.432	67.284
分散	137.936	261.393	208.048	329.980	471.727	261.393
標準偏差	11.745	16.168	14.424	18.165	21.719	16.168

表 11 実験 2-2 正解率の路線図別分散分析結果

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
因子 A	98.308	5	19.662	0.047	0.998	
誤差	5011.431	12	417.620			
全体	5109.739	17				

\*\*:1%有意 \*5%有意

表 12 実験 2-2 正解率のルート別基本統計量

水準	ルートA	ルートB	ルートC
平均 (%)	45.988	74.074	83.642
分散	42.772	22.862	19.909
標準偏差	6.540	4.781	4.462

表 13 実験 2-2 正解率のルート別平均の差の検定結果

因子	水準 1	水準 2	平均値 1	平均値 2	差	P 値	判定
因子 A	ルートA	ルートB	0.099	-0.399	0.497	0.000	**
	ルートA	ルートC	0.099	0.300	-0.201	0.008	**
	ルートB	ルートC	-0.399	0.300	-0.699	0.000	**

\*\*:1%有意 \*5%有意

と線の位置関係」「駅の規模」「ホームとホームの位置関係」の五項目に関して、デザイン専攻の大学院学生 5 名により、それらをよく表現することができると思われる路線図の選定を行った。選定された路線図は全部で 12 種類であった (図 8)。

6.2. 実験方法

前節までの結果から、12 種類の路線図はどれも憶えやすさや検索性には影響はなく、鉄道路線図の役割を十分に果たすことができると言える。しかしこれらは、すべてが審美性に優れているものとは考えられず、利用者にとって本当に望ましい表記方法とは断言できない。そこで、利用者の趣向に合った表記方法はどれか絞り込むために、一対比較による実験を行った。

実験は、2001 年 12 月 6 日から 10 日までの期間に、デザイン専攻の大学生 27 名を被験者として行った。被験者は、異なる二つの路線図を一組として、全 66 組に関して「親しみやすい」「美しい」の各項目においてどちらがどれくらいふさわしいと思われるか 7 段階で一対比較による評価を行った。

6.3. 実験結果

一対比較をした際に評価シートの「どちらでもない」を「0」とし、右側を正、左側を負として、-3 から +3 までの数値に変換し SPSS 8.0.1 J for Windows を用い多次元尺度構成法による分析を行った。

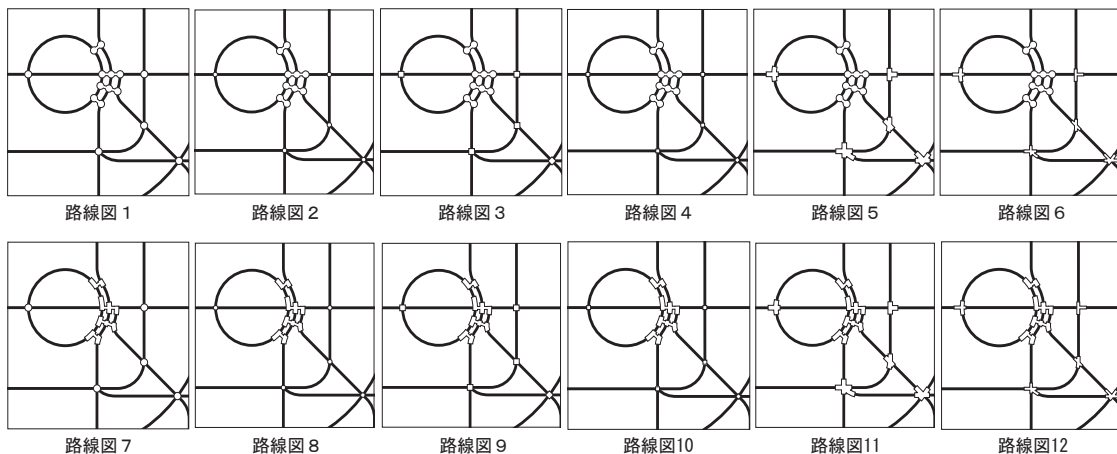


図 8 実験 3-1 選定結果

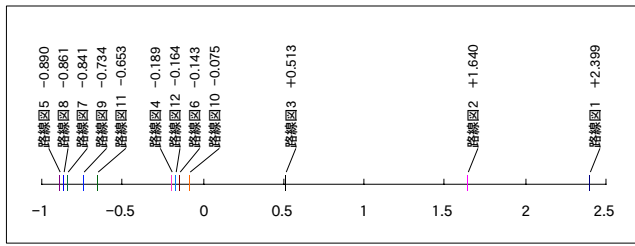


図9 実験3-1「親しみやすい」分析結果

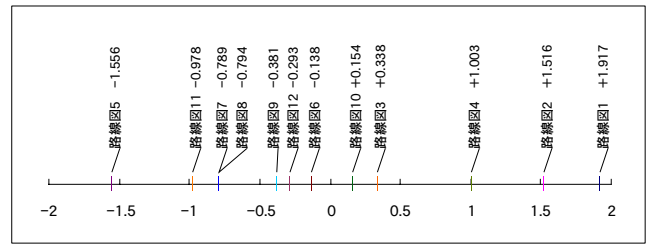


図10 実験3-1「美しい」分析結果

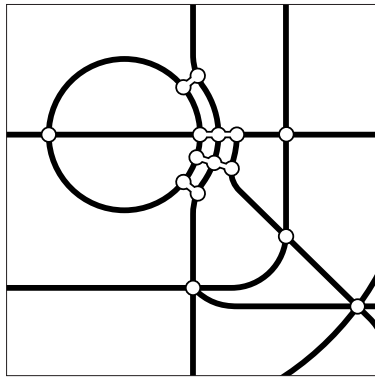


図11 実験3-2 最も評価の高かった路線図1

「親しみやすい」のはどちらの路線図かの質問に関し、路線図1 (+2.398) が最も親しみやすいとする結果が得られた。(図9) そして、「美しい」のはどちらの路線図かの結果も路線図1 (+1.917) が最も美しいという評価が得られた (図10)。

#### 6.4. 考察

以上の結果から、路線図1 (図11) で採用した、駅シンボル単体として真円、路線平行部ではシンボル間をシンボルより幅の狭い帯で繋ぐようにする表記方法が、鉄道路線図に最も望ましい駅シンボルの表記方法であるといえる。これは示すべき情報が十分に表現され、鉄道路線図の機能を十分に果たすことができる表記方法であり、さらに利用者にとって親しみやすくまた美しく感じられている。

### 7. 鉄道路線位相図における駅シンボルの表記方法の指針

4節「駅シンボルが路線図全体の憶えやすさに及ぼす影響」の図形記憶実験の結果、駅シンボル表記に関しては、憶えやすさに留意する必要のないことが判明した。5節「駅シンボルを伴う路線図の検索性」の検索実験の結果、駅シンボル表記に関しては、検索性に留意する必要のないことが分かった。6節では、以上の結果を踏まえて、利用者にとって最も望ましい駅シンボル表記を解明した。その結果、一つの駅シンボル表記を決定することができた。

また、本論で明らかになった表記方法以外に、利用者の利便性と鉄道事業者の法規・運営方法から、路線図の表記方法に関して自明の条件がある。

一つは、鉄道事業者が提供する路線図では、自社路線と他社路線の表記方法に差を付ける必要があるということ。これは鉄道料金システムに起因することで、鉄道事業者は利用者に対し同一事業者の路線であるか、否かを明確に提示する必要がある。特に日本においては、重要な情報となっている。

もうひとつは、色彩による差別化を行うことである。これは、路線図固有の情報であり2節で本論の研究対象から棄却した条

件であるが、鉄道事業者では、車両や駅の乗降サインなど、利用者の利便性を高めるために、色彩計画が適用されている。路線図も、色彩計画に即した路線固有の表現が成されるべきである。そこで、前述のように路線図個々の問題であり、また検証を行っていないため「どのように」とまでは言及できないし、その必要性もないが、鉄道事業者、デザイナーに意識させるために指針に含めることとした。

#### 7.1. 本論によって解明された駅シンボルの表記方法の指針

先行研究による描画方法の指針によって描かれた路線図に、どのようにして駅シンボルを描き加えるか、その指針を述べる。

・路線の乗り換えを示す箇所に真円のシンボルを表記する

線と路線が交差し、乗り換えを示す箇所に程良い大きさの真円のシンボルを表記する。このとき、描こうとする路線図の主体となる鉄道事業者のシンボルと、その他の鉄道事業者のシンボルとの区別が付くように、大きさを変えたり、色を変えたりする工夫をする。また、規模が比較的大きい駅は、真円を大きめにしたり色を変えたりするなどの工夫をし、区別が付くように表記する。

乗り換えをするのに、多少歩く必要のある駅に関しては、2つ以上の真円で表記する。このとき、実際の空間の経験から得られる知識 (認知地図) との照合性が損なわれないよう、上下左右の位置関係をできる限り実際に近いものにする。この作業の段階で、路線の配置に不具合が生じた場合は、路線間のネットワークが狂わない範囲で、路線をずらすなどの、修正を路線図に加える。

・一つの駅を示す2つ以上のシンボルをつなぐ

2つ以上のシンボルをつなぐときは、複数のシンボルから成り立っていることが十分に判別できるよう、真円のシンボルよりも幅の細い帯でつなぐようにする。

乗り換えをするのに、相当に歩く必要のある2つ以上のシンボルは、そうと判別できるよう、波線や色を変えた帯でつなぐなどの工夫をする。

#### 7.2. 指針に基づいた路線図の作成

示した鉄道路線図における駅シンボルの表記方法の指針をよりわかりやすく説明するために、実在する名古屋市営地下鉄の路線図 (図12) を、先行研究によって示された路線に関する位相図化の指針によって路線図を描いた。ついで、今回明らかにした駅シンボルの表記方法の指針に沿って駅シンボルを描き、位相図化する (図13)。

ここでは、著者がデザイナーの立場で名古屋市営地下鉄の仕様 (図14) を尊重し路線名、駅名、線のスタイルを加えた完成予想図を示す (図15)。





図 12 名古屋地下鉄路線網

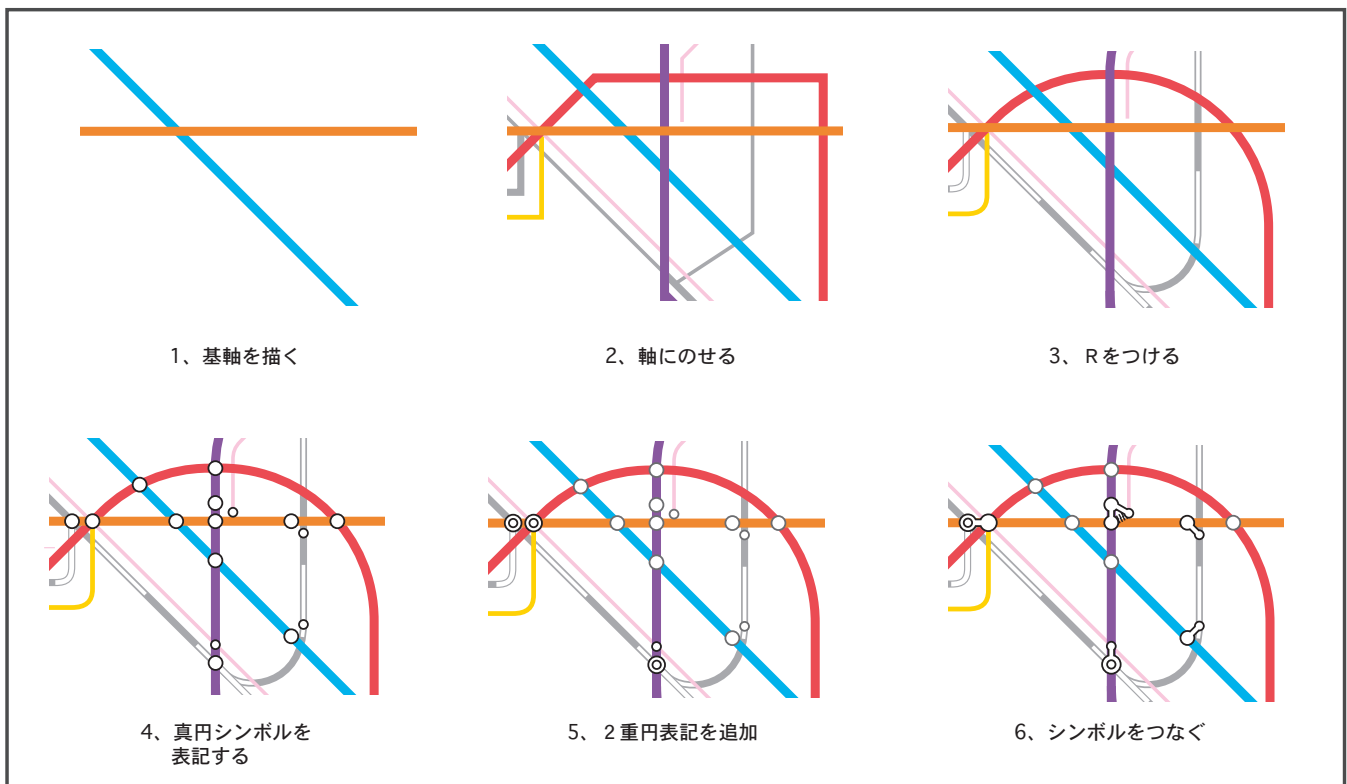


図 13 先行研究による位相図化および本研究により得られた駅シンボルの表記手順

参考文献

- 1) 青木栄一：鉄道地図の思想とその展開，地図，33, 3, 1-11, 1995
- 2) 吉田武夫：路線図の典型はいかにつくられたか，東海大学紀要，33, 199-215, 2001
- 3) 芥田幸一：認知科学的アプローチによる鉄道路線図デザイン方法の基礎研究，千葉大学大学院自然科学研究科修士論文，1998
- 4) 柴田吉隆：鉄道路線図位相図化の基礎研究 - 結節の検索性と憶えやすさについて - 千葉大学大学院自然科学研究科修士論文，1999
- 5) 長尾徹，柴田吉隆，芥田幸一，馬敏元：鉄道路線図の成り立ちと検索性に優れた位相図化について，デザイン学研究 149, 55-64, 2002
- 6) 太田信夫，多鹿秀継 編；記憶研究の最前線，北大路書房，102-108, 2000
- 7) Oliner Green & Jeremy Rewse-Davies：Designed for London：150 years of Transport Design, Laurence King, 1995
- 8) Edited by sheila TAYTOR, Introductions by Oliver Green：The Moving Metropolis：A History of London's Transport since 1800, Laurence King, 2001
- 9) 海保博之，加藤隆：認知研究の技法，福村出版，1999
- 10) 利島保，生和秀敏：心理学のための実験マニュアル，北大路書房，1993
- 11) 高野陽太郎 編：認知心理学 2 記憶，東京大学出版会，1995
- 12) R.L. クラツキー著，箱田裕司，中溝幸夫 訳：記憶のしくみ I，サイエンス社，1980, 1982

地下鉄路線図

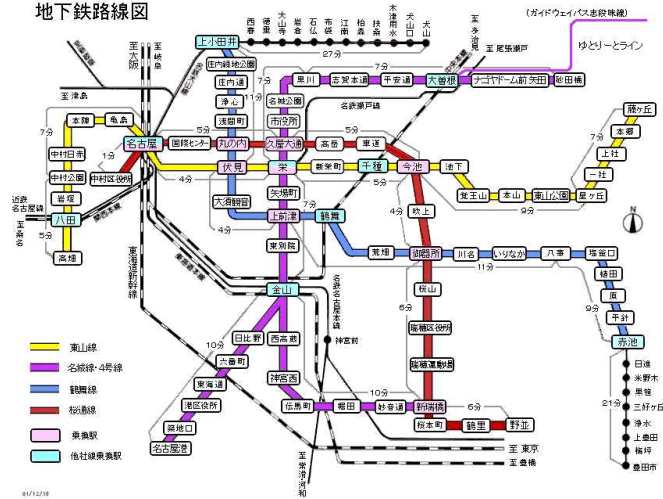


図 14 名古屋地下鉄路線図 (名古屋市ホームページより)

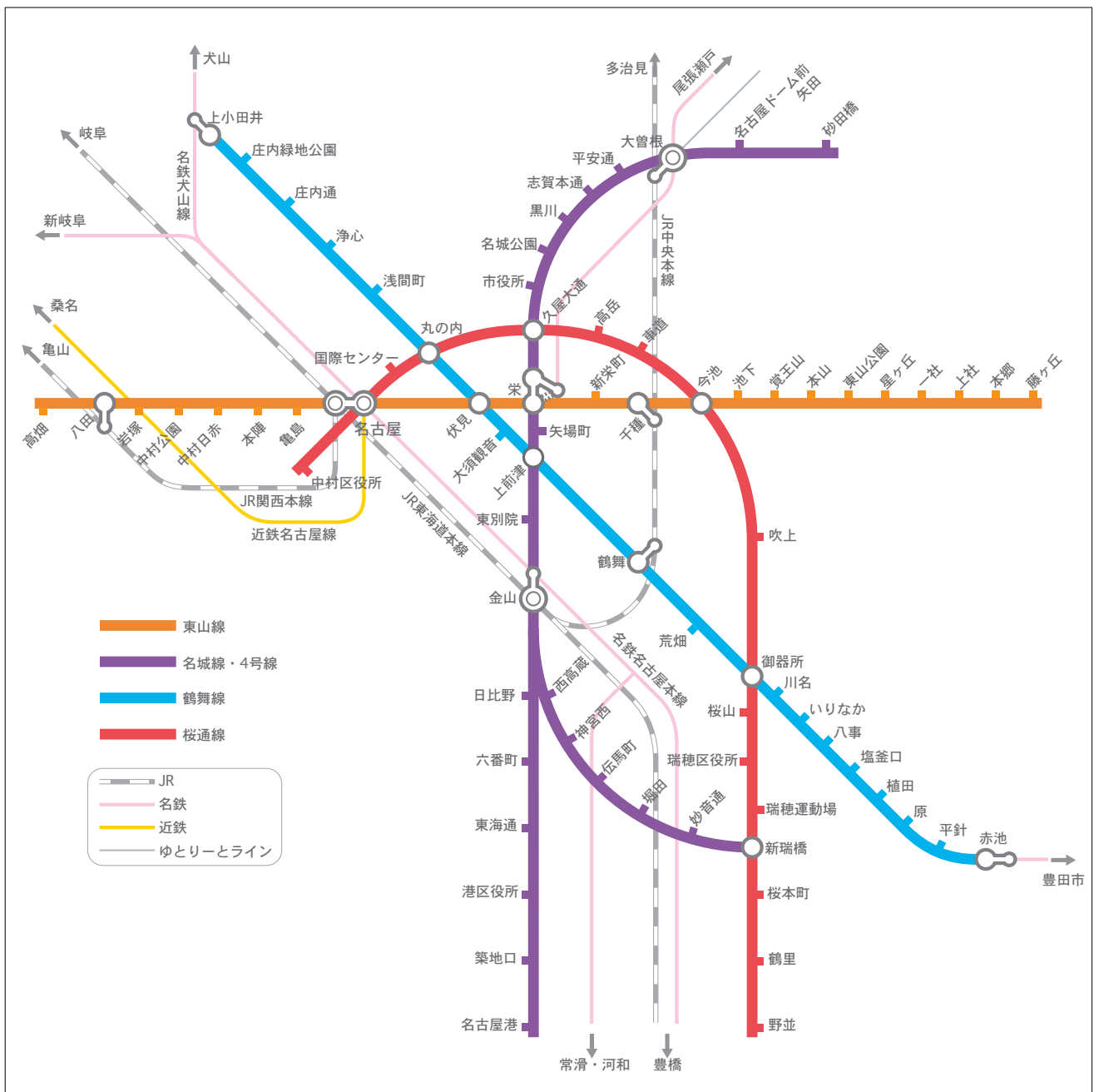


図 15 名古屋地下鉄路線図位相図化完成予想図