

## I-24 バス系統網の情報提示とデータの標準化

The standardization of data sets for presenting bus routes information

錢谷善信

Yoshinobu Zenitani

【抄録】本研究はバス系統に関する早く安く快適に目的地へ行ける通過経路や、その系統に関する詳しい情報を提示するために必要なデータの共通化、標準化とデータセンターの運用方法について提案するものである。従来からあるバスに関する研究のデータは個々の研究目的のために使われることはあっても、共通に利用することを想定していないため、本研究では共通化したデータ整理と入力方法について提案する。

【Abstract】 This paper aims at standardizing many data for presenting informations of bus routes; which route is the earliest, cheapest or most comfortable, and proposes the method for standardizing data. Previous works used many bus data, but they are not common among each other, so the standardizing data are necessary for the system of presenting information of bus routes.

【キーワード】バス、系統、情報、データ標準化、インターネット、ネットワーク

【Keywords】 bus, routes, information, standardization, data, internet, network

## 1. はじめに

従来バスを利用する場合の情報は、バス停へ行って初めて知る事が出来る場合が多い。しかし、これでは遠くの町や初めて訪れる町のバスがどのように走っているのか、どこからどの系統に乗れば目的地の近くに着けるのかは、現地に行ってみなければ知る事は出来ない。

現在はコンピュータネットワークが発達し、いろいろな情報をパソコン通信やインターネットを通して手に入れる事が可能である。特に最近では研究者以外の人でも端末を容易に操作して、インターネットへアクセスする事が可能になっている。このような時代において、バスの各種情報をインターネットを通じて配布する事は、バス乗客を増やし、経営を安定化するためにも、緊急かつ重要な課題である。

バスに関する研究はいろいろ行われているが、それらの研究で用いられるデータは各研究に固有のデータであり、他の研究に援用する事はほとんど考えら

れていないのが実状である。インターネットでバスの情報を提供して行くためには、各都市、町で運行されるバスに関する各種の情報・データを共通化、標準化する必要がある。

一方バスの情報を提示する手法としては、筆者が開発して提案した手法<sup>1) 2)</sup>がある。本研究ではこの手法を元にして、データの標準化、基準化について述べる。既に提案された手法はパーソナルコンピュータ上で単独の都市のデータを入力し、そのデータを用いて出発駅と目的地駅を指定すれば、利用者が早く行きたいか、安く行きたいか、できるだけ座って行きたいかなどの、利用者の判断基準に適合する最適路線の系統番号と経路を画面に表示して多くの役に立つ情報を知る事が出来るようになっている。ところが、単独のパーソナルコンピュータ上でしか動かないため、ネットワークに対応したデータ構成になっていない。このネットワークに対応し、全国どの都市でも扱えるようにデータを標準化する事が必要である。

## 2. 本研究の概要

本研究では図-1に示すような組織とデータの流れを想定している。バスに関する情報を持っているバス経営体もしくはデータ入力組織が標準化されたデータをデータセンターに登録する。追加や修正がある場合はその都度データは変更される。ここで登録されたデータを、バスの情報を知りたい利用者が、自宅から自分のパーソナルコンピュータを用いて電話回線によるダイヤルアップ接続で、インターネットのデータセンターへアクセスして、自分が知りたい都市を選択して、必要なデータとプログラムを入手する。このデータとプログラムを用いて利用者は容易に全国のどこの都市でもバスの情報を表示して見る事が可能になる。アクセスには一般に電話回線を用いるが、データ量は多くないため、希望するデータを比較的短時間にかつ安価に得ることが可能である。以下にこのシステムを実現するために必要なデータの標準化について述べる。

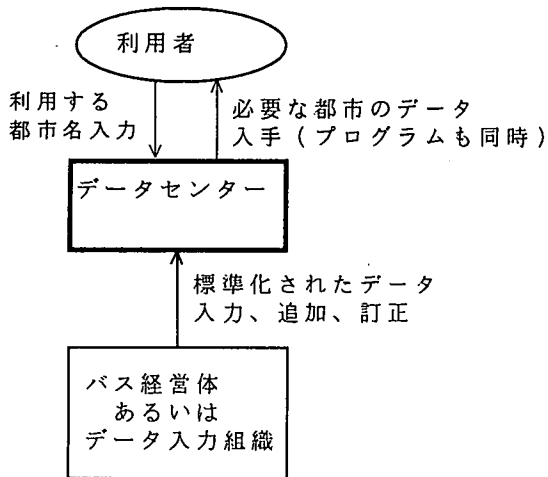


図-1 組織とデータの流れ

## 3. データ標準化

データを標準化するには、データの内容と仕様、データファイルの名前の付け方を統一する必要がある。

### (1) 調べたい都市、町を選択に用いる画像データ

情報を提示するためには、まずどの都市、町を選ぶかを指定する必要がある。この地点の指定には、一覧表による以外に、地図上から選ぶ方法がある。一覧表

の場合は、アイウエオ順などで都市名を並べて置けば、容易に選択可能である。一方、地図データの場合、表示される地図をどのような形式で記録するかが問題になる。図などを記録する場合、記録形式には、画像をビットイメージのまま赤、青、緑の3原色にわけて記録する方式(例: BMP形式)、と元の画像を何らかの数値計算で圧縮して記録する方式がある。

表-1 各種画像記録方式と記録されたファイルの容量(Bytes)

|      | BMP     | TIFF    | JPEG   | GIF     |
|------|---------|---------|--------|---------|
| 自然画像 | 924,834 | 936,668 | 87,953 | 156,205 |
| 地図画1 | 191,121 | 95,158  | 20,367 | 5,037   |
| 地図画2 | 161,916 | 80,758  | 17,540 | 5,058   |

ビットイメージのまま記録する方法にはBMP方式とTIFF方式がある。TIFF形式は、コンピュータの機種を問わず、データを自由に交換できるフォーマットであり、汎用性がある。これらの方式は、表-1に示されるように1画像を記録するに要する容量が大きいのが欠点である。全国の多くの都市、町の地図データを記録するには不適である。またインターネットを通して画像データを転送するときにも、画像データが大きい場合は転送する時間が長くなるので、転送には不利である。

次に圧縮して記録する方法には、JPEG形式、GIF形式などがある。JPEG方式は元画像に対して、10分の一から20分の一まで記録画像を小さくする事が可能であるが、自然な写真画像などのようなものには圧縮効果が高いが、地図のような場合、BMP画像191,121bytes、161,916bytesに対してそれぞれ20,367bytes17,540bytesであり、1/4から1/9程度の圧縮率である。つまり白地で一部に文字や線の入った地図画像にはあまり圧縮効果がないことがわかる。

GIF形式はJPEG形式の持つ欠点がなく、白地の文字線が入った画像を効率的に圧縮する。たとえばBMP画像191,121bytesを5,037bytesまで小さく圧縮している。この点から、都市を選定する時の画像はGIF形式が良いと言える。

画像ファイルの名称は都市名そのものの方が分かり易くて良いが、データ整理の観点からは、都道府県別に付けられた通し番号とその小番号を並べた方が良い

と考える。たとえば大阪府は27番で、その府下にある市町村に小番号で1から順に番号付けする。最初のアルファベットFは画像を表す符号とする。

```
例： 大阪府 大阪市   F 27. 01
      大阪府 東大阪市 F 27. 02
      北海道 札幌市   F 01. 01
      北海道 小樽市   F 01. 02
```

一覧表の場合は前記の例で符号Fを符号Tに置き換えて、都道府県単位で表すこととし、たとえば大阪府はファイル名を T 27. とする。

## (2) 対象地域の選択

地域は北海道、東北、関東、中部、北陸、近畿、中国、四国、九州の9地域に区分する。この地域の下に各地域に属する都道府県、各府県の下にさらに市町村の区分地図を配置する。

まず全国の地図から、近畿地方、首都圏などの圏域で大きく地域を選択する。記述はHTML用い、クリックابلマップによって順次選択する。例えば次のようになる。

### 例1 地域選定のHTML

```
<HTML>
<TITLE>地域選定</TITLE>
<BODY>
<HR>

<h1>地域選定</h1>

<map name="region">
<area shape="rect" alt="北海道"
  coords="386,73,432,89" href="hokkaido.html">
  中省略
<area shape="rect" alt="近 畿"
  coords="181,245,218,263" href="kinki.html">
<area shape="rect" alt="中 国"
  coords="127,229,158,247" href="tyugoku.html">
<area shape="rect" alt="四 国"
  coords="124,263,159,279" href="sikoku.html">
<area shape="rect" alt="九 州"
  coords="68,263,102,281" href="kyusyu.html">
<area shape="default" nohref>
```

```
</map>
</BODY>
</HTML>
```

この例では図-2に示す地図上で近畿の部分をクリックすると kinki.html で指定するページへ移動して、近畿の地図が表示されることになる。近畿の例は以下の例2のようになる。

### 例2 近畿地方での府県の指定

```
<HTML>
<TITLE>近畿地方</TITLE>
<BODY>
<HR>

<h1>近畿地方</h1>

<map name="kinki">
<area shape="rect" alt="大阪" coords="107,132,142,150" href="osakafu.html">
<area shape="rect" alt="京都" coords="122,74,153,93" href="kyotofu.html">
<area shape="rect" alt="兵庫" coords="68,72,101,89" href="hyogo.html">
<area shape="rect" alt="滋賀" coords="160,98,187,118" href="siga.html">
<area shape="rect" alt="奈良" coords="119,166,152,186" href="nara.html">
<area shape="rect" alt="和歌山" coords="85,151,117,168" href="wakayama.html">
<area shape="default" nohref>
</map>
</BODY>
</HTML>
```

次に選んだ圏域の中から対象とする都道府県を選ぶ。この例2では、図-3に示すように指状のカーソルが指し示す「大阪」の文字部分をマウスでクリックすると osakafu.htmlのページへ移動して、大阪府の地図が表示される。最後に選ばれた都道府県地図の中から調べたい市や町を選択していくことになる。

この過程はすべて地図を見ながらできるようにする

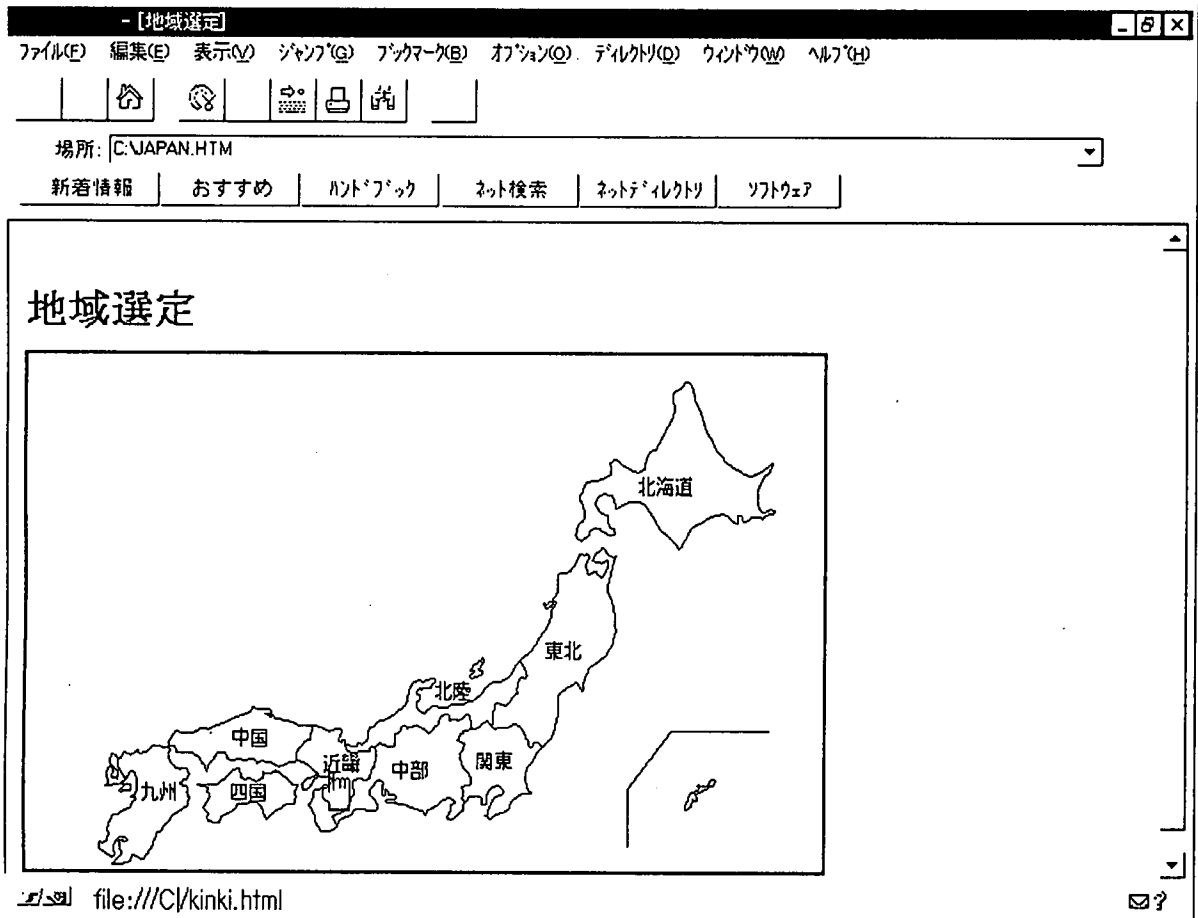


図 - 2 地域選定の地図

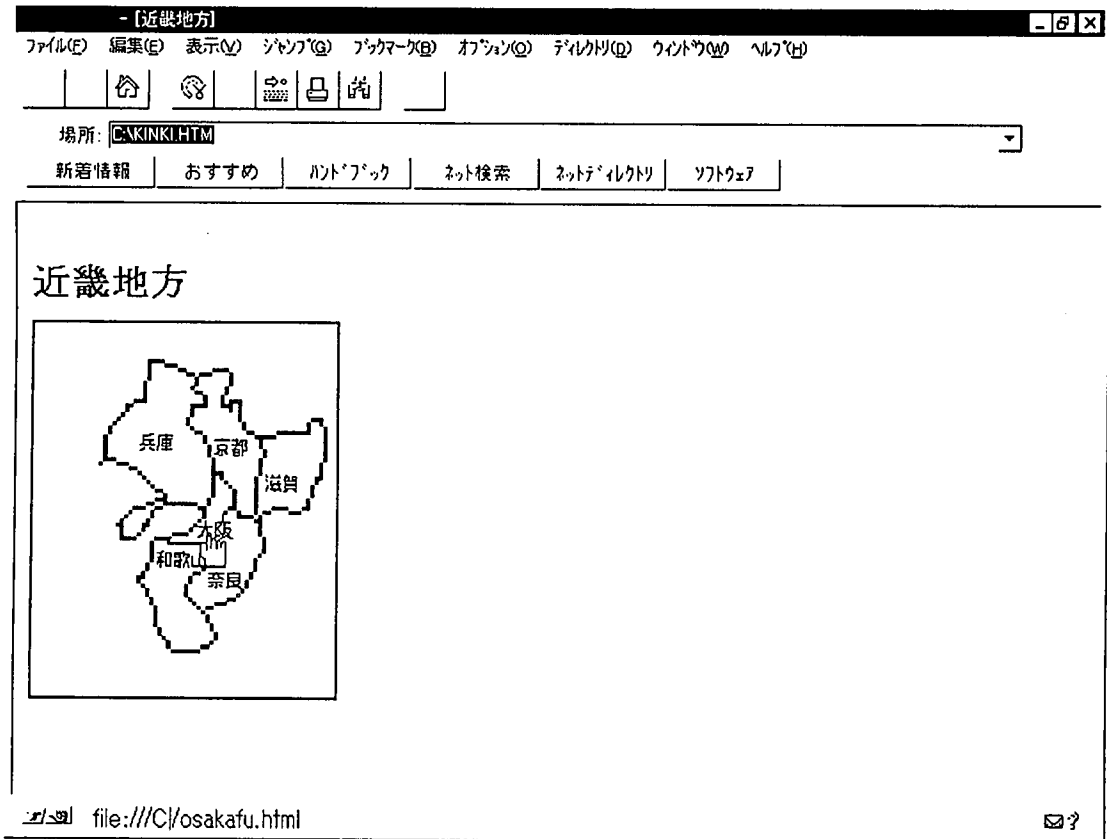


図 - 3 近畿地方での府県選択の地図

ため、利用者が調べたい市などの位置を知っていることが前提条件となる。もし地図から位置を選べない場合は市名の一覧を表示してその中から選べるようにする。この後、選ばれた市に存在するバス系統路線図が表示される。

(3) 数値データ

都市別、路線別のバス系統のデータである。

1) 都市の道路網、各道路区間とその区間距離長

都市の道路網はそれぞれの都市によって形態が異なるため、その形を一定の方式でデータ化するのは困難である。この研究では、道路網は全て格子状街路網にあてはめ、実際にはない道路はダミー道路として扱う事によって、どんな街路網でも統一的に数値処理が可能になる。道路網にはノードとリンクが必要であるが、本研究では、各ノードの番号を北東角から東へ順に付ける事とする。東の端まで番号を付ければ、西の端に戻り、引き続き番号を付与していく。リンク番号についても北東角から同じように順に番号をつけていく。同じ道路区間の逆方向についても、同様に順に番号を付ける。ノードとリンクは図-4のようになる。

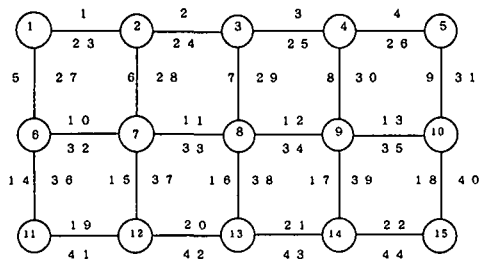


図-4 道路網のノード番号とリンク番号

○の中の番号がノード番号、線の上下または左右の番号がリンク番号である。

図の道路網を縦横M×Nのマトリックスと考えて、マトリックスの交点座標にノード番号を対応させる。たとえばノード1、2、6はそれぞれ座標(1, 1)、(1, 2)、(2, 1)で表される。

リンク番号の付け方は、つぎの図-5に示されるように、同じリンクについて、連続で番号をつける方法もあるので、この付け方については、統一しておく必要がある。

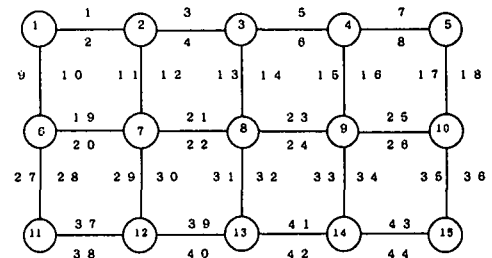


図-5 道路網のノード番号とリンク番号の別の付け方

いずれの方法を用いても、リンク番号と前後のノードの関係を記述する必要がある。たとえば図-4で、リンク番号1、2、23はリンクの発ノード番号と着ノード番号を対にして、それぞれ(1, 2)、(2, 3)、(2, 1)と表す。

以上に述べたノード、リンク番号の付け方、ノードとリンクの対応関係を標準化しておくことが、今後のバス系統の各種情報を一般利用者に開放していくためには是非とも必要となる。

各道路区間長さすなわちリンクの長さは、実際の道路区間長をkm単位で表すことにする。この長さをその道路区間を走行する平均速度で割ることによって、簡単に道路区間の走行時間が求められる。

2) 都市に設定されているバス路線数

バス路線に往復または循環の系統がある場合、往と復、左回りと右回りでは別の路線とみなし、路線数を設定する。

往復系統や循環系統を区別せずに1路線と見なす方法も考えられるが、この場合は乗客のOD(発生集中交通)や運賃を考慮するときに方向や最短経路を判定するため、計算時間の点で不利になる。

3) バス停留所名称とその位置情報

バス停留所の位置は、道路網のノードで表す。同一ノードに複数のバス停が該当することもを許すこととする。停留所名は、実在するバス停を漢字で表す。

4) 各バス路線が通過する経路と道路区間リンク番号

各バス路線が通過する経路は、その系統が通過する道路区間のリンク番号を連続して連ねたものとする。

たとえば図-5で、ノード2→7→8→3→2と回る循環系統では通過するリンクは1 1→2 1→1 4→4となり、2→3→8→7→2と反対方向に回る循環系統では3→1 3→2 2→1 2となる。

別の方法として、バス系統が通過するノード番号を記録することが考えられるが、この方法は2つのノードからそのノード間を結ぶリンクを探すという計算の操作が必要になるので、道路区間交通量から区間走行時間を計算する上で不利である。

#### 5) 時間帯別バス乗客OD数

ODとは出発地点(Origin)と目的地点(Destination)を対にした組を表す。バスの乗客数は、1時間毎に、バス停留ODとして与える。バス需要推計などで1日のバス本数を求めるには1日OD表で十分であるが、乗客へ詳しい情報を知らせるためには、一時間ごとのバス停留所間ODを用意しておく必要がある。

#### 6) バス路線別駅間運賃

運賃は、バスの各バス停留OD毎に与える。

#### 7) バス路線別駅間平均乗客数

各バス系統毎の駅間平均乗客数は、1時間毎のバス系統ごとのバス停留について、数値を与える。この数値はあらかじめ調査によって明らかになっている値を用いるが、将来バスローケーションシステムなどで各バスの乗車数がオンラインで把握できるようになるなら、そのデータを即刻組み込むようにするのが望ましい。

### 4. 利用者に望ましい系統の表示

利用者が考える望ましい系統を表示するにあたり、必要な利用者の経路選定基準の選択の仕方と、それぞれの基準によって選ばれた系統を表示する方法について簡単に述べる。

#### (1) 利用者による経路選定指標の優先順位の選択

利用者が系統を選定するときに設定する指標は、安さを示す運賃、早さを示す所用時間、便利さを示す待ち時間、快適さを示すバスの車内混雑度の4つである。この4つの指標がまず画面に表示され、このカーソルを重要と考える指標の所へ移動して、改行を押すことで、第1位の指標が選ばれる。選ばれた指標はマークを付けて、重複して選択されないようになっている。

以降、第2位、第3位と順に指標を3つまで選択すると経路抽出に移る。

#### (2) 選ばれた通過経路・系統の表示方法

駅(ノード)、リンクの表示と、通過経路の表示方法について簡単に説明する。

##### 1) ノードの表示方法

ノード番号順に描いていく時、ノード番号の駅が乗車駅、降車駅、乗換駅によってそれぞれ青色、緑色、赤色で表示する。これら以外のノードは灰色で表示する。これら以外にダミーノードがあるが、ダミーノードの色は自由に変更できるようになっており、たとえば黒色にし、表示されないようにすることも可能である。

##### 2) 経路の表示方法

経路はノード間を実線あるいは破線で結んで表示するが、直通経路、乗換経路にわけてそれぞれ違った表示方法をとる。

① 直通系統の場合 系統の始発駅から乗車駅までの間を破線、乗車駅から降車駅までを実線、降車駅から系統の終着駅までを破線の3つの部分に分けて表示する。

② 乗換系統の場合 乗車系統始発駅から乗車駅までを破線(細1)、乗車駅から乗換駅までを破線(太1)、乗換駅から乗車系統終着駅までを破線(細1)、降車系統始発駅から乗換駅までを破線(細2)、乗換駅から降車駅までを破線(太2)、降車駅から降車系統終着駅までを破線(細2)の6つの部分に分けて表示する。また、乗車系統と降車系統では色を変えてあり、細1と細2、太1と太2はそれぞれ違う色である。

利用者が選定した経路選定の4つの指標に対するそれぞれの最適経路を一括表示するモードでは四つの経路が同時に表示される。

系統の太さはその系統の運行台数(運行頻度)を表わしている。 $((\text{運行本数}-1)/2)+1$ がその系統の太さとなる。ただし、運行本数が9以上の場合はすべて太さ5となる。また、要素最適経路の一括表示モードでは系統の表示太さは配車台数に関わらず1とする。この表示手法では以下に示す情報が図-6に示されるように画面右側面部分に表示される。

バス経路視覚表示 タイトル

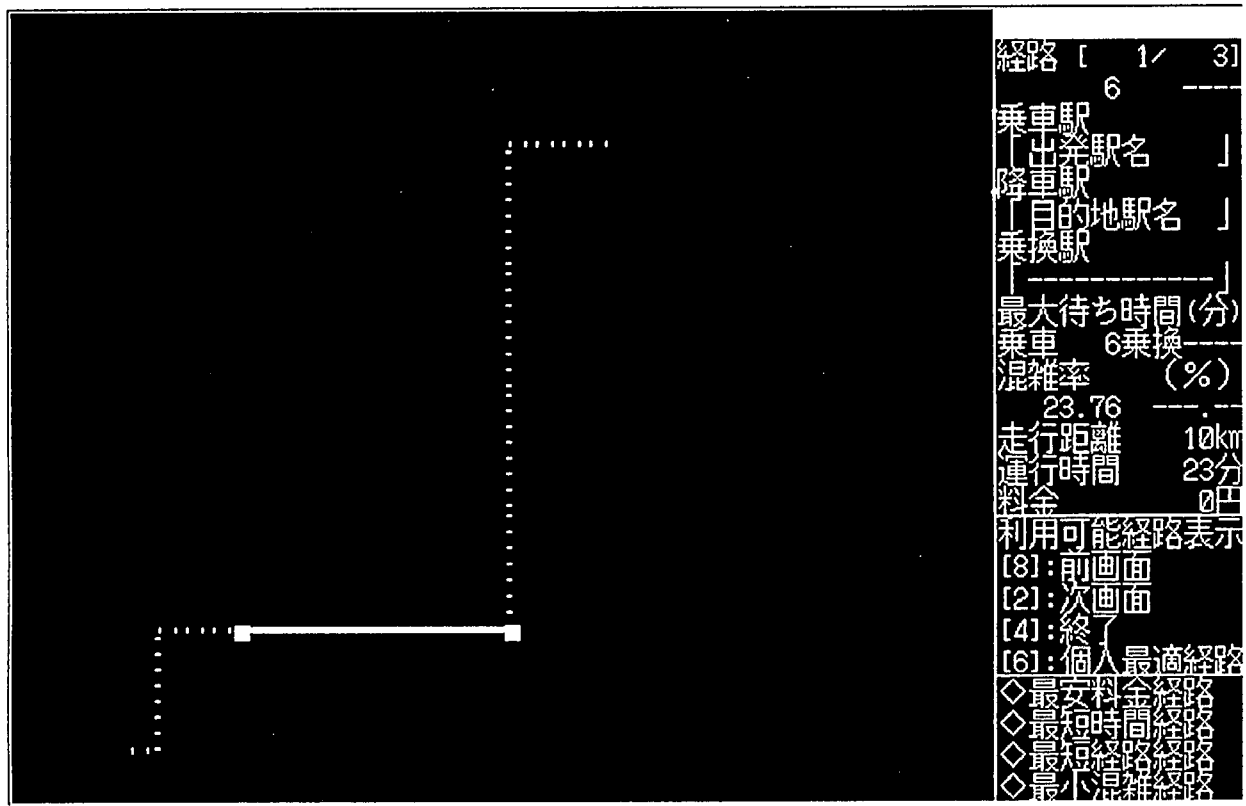


図-6 画面右側部に表示される経路情報

経路 [ / i ] 現在の表示経路/利用可能  
 経路総数  
 -- a -- b a : 乗車系統 ( b : 降車系統)  
 乗車駅  
 「 s 1 」 s 1 : 乗車駅名  
 降車駅  
 「 s 2 」 s 2 : 降車駅名  
 乗換駅  
 「 s 3 」 ( s 3 : 乗換駅名)  
 最大待ち時間(分)  
 乗車 c 降車 d c : 乗車 ( d : 乗換) するとき  
 生じる最大待ち時間  
 混雑率 (%)  
 -- e -- f e : 乗車 ( f : 降車) 系統の混雑率  
 走行距離 g km g : 表示されている経路の乗車  
 走行距離  
 運行時間 h 分 h : 表示されている経路での  
 所要時間  
 料金 i 円 i : 必要な料金  
 直通経路の場合 ( ) で囲まれた部分には横棒が記  
 入される。

この図-6では、実線の部分は利用者が実際に乗車する区間を表している。破線部分は利用するバス系統で今回は乗車しない区間であり、実線と破線部分を併せるとこのバス系統全体の経路図になっている。図の右側部分に表示される経路 [ 1 / 3 ] は該当する系統が全部で3本あり、そのうちの第1番目である系統番号6番が表示されている事を表している。乗車駅の下「出発駅名」は利用者がこのバス系統を利用して乗車する実際の駅名であり、降車駅「目的地駅名」は利用者が目的地に近い所の降りる駅名である。この例では、乗換駅は「-----」となっていて、乗り換える必要がないことを表している。つぎにバス停での待ち時間はこのバス系統6番を利用する場合最大6分であり、車内の混雑率は23.76%である。なお乗り換えがないため、乗り換えに対する待ち時間と混雑率は---.--で示されている。このバスを利用して走る距離は10km、乗車時間は23分である。なお料金が0円になっているが、現在のところ実際の料金が入力されていないため、このような値になっている。画面の下三分の一部分にある利用可能経路表示の部分では、キーの2を押すと次に利用可能な系統の経路

図が表示される。このように順次利用可能な系統の情報をみることが可能であり、前に見た系統に戻る場合はキーの8を押すだけでよい。なおキーの4を押すと系統の表示を終了して、乗車する駅と降車する駅の選択画面に戻るようになっている。この時に別の駅を指定したく無い時には、Nを押してプログラムを終了する事ができる。

画面の一番下の部分は、利用者が設定した経路選定の選択基準を表している。選択基準について、最安料金で行く場合、最短時間で行く場合、最短経路で行く場合、最小混雑率で行く場合、に対応した最適経路のバス系統がそれぞれの場合に応じて図示される様になっている。この選択を指定するのがキーの6であり、6が押された後は、下または上の矢印キーで選択基準を切り替えることができるようになっている。この四つの図を見て、利用者は随時、その時点で自分が望む最も良いと思われる系統を選ぶ事が可能になる。

## 5. 出力情報の表示プログラムとデータ作成

### (1) 表示プログラム

筆者が開発したプログラムはMS-DOS上で動くQuick-Basicであるが、WINDOWS上で動くVisual-Basicで動くように改良している。WINDOWS上では大都市のデータを自由に扱えるに十分なメモリー関係の余裕が大きいため、Quick-Basicより汎用性が高くなる。

このプログラムを一般のバス利用者に自由に利用してもらう事によって、各利用者が持つパーソナルコンピュータ上でバス系統の情報に関する表示が可能である。このためには、プログラムと前記のデータを保管しておくデータセンター的な施設が必要であるが、これには公的資金援助などが必要であり、すぐには実現する事は困難であろう。そこで、現在の所、筆者のホームページにデータ類を保管する事とする。このプログラムは一度だけデータセンタから読み込んでくるだけでよい。あとは標準化された知りたい都市のデータをその都度読み出すだけで、簡単に表示できるようになる。

もう一つ別の方法が考えられる。それはQuick-Basicで書かれたプログラムをJava言語に変換して、インターネット上で利用者がアクセスする毎にプログラム

を転送して、実行させることである。この方法では、データセンターのホームページへアクセスすれば、即プログラムとデータが転送されるので、機械の操作をあまり知らない人でも簡単にある都市のバスに関する情報を画面に表示させて、見る事が可能になる。

### (2) データ作成

ここで提案する方式でデータを作成すれば、前記のプログラムを用いて、利用者が知りたい都市のバス情報を取り出すあるいは表示することが可能である。この表示を可能にするには実際の都市のデータを入力する必要がある。

データを入力する機関はバスを運営する主体が望ましいが、必ずしも運営主体でなくても、研究者あるいは研究者が関係する一般の組織でも可能である。その組織が主体となって、ここで述べた方式に基づいてバスのデータを入力し、前記のデータセンターへ登録すれば、誰でもそのデータを利用できることになる。

## 6. むすび

この論文では、バス系統の各種情報を一般利用者に視覚的に提供するために、必要なデータの基準化、標準化について提案を行った。データには画像データと数値データがあるが、このうちの画像データの記録方式はG I F形式が有利であることを示した。この方法を広げることによって、バス利用者がいつでもどこでも、乗りたいバスについての情報を得ることが可能になり、ひいてはバス乗客の増加、バス経営体の経営改善に向かうことが期待される。

### 参考文献

- 1)Yoshinobu Zenitani, A System for Presenting Informations of Bus Routes, Proceedings of the Second World Congress on Intelligent Transport Systems '95 YOKOHAMA, Vol-II pp.991-994, Nov, 1995
- 2)銭谷善信、バス利用者の視点に立ったバス系統の各種情報を視覚表示するシステム、交通科学、Vol. 24, No. 2, pp. 45-52, 1996年2月