

GISと空間認知
進化する地図と地理情報の科学

若林芳樹
(首都大学東京・都市環境学部・地理学教室)

1

村越 真・若林芳樹編(2008年4月出版予定)
『GISと空間認知—進化する地図の科学—』古今書院

第I部 進化する地図…デジタル化に伴う地図の進化の事例
第II部 地図が「読める」の背後にあるもの…地図の読図と利用
第III部 誰もが使える地図…地図のユニバーサルデザイン

【執筆者】
若林芳樹(首都大):行動地理学、地理情報科学
村越 真(静岡大・教育):認知心理学(空間認知・ナビゲーション)
森田 留(法政大・工):地図学、空間情報デザイン
岡本耕平(名古屋大・環境):行動地理学、都市地理学
寺本 潔(愛知教育大):地理教育
矢野桂司(立命館大・文):理論・計量地理学、GIS
有川正俊(東大・CSIS):情報学、計算機科学
貞広幸雄(東大・工):都市工学、空間分析、GIS
竹内謙彰(立命館大・産社):教育心理学(方向感覚)
松井孝雄(中部大):認知心理学(空間認知)
…ほか4名

2

「ユビキタスマッピング」
(ICAコミッション、日本国際地図学会専門部会)

- **いつでも**
 - ネットで24時間いつでも世界中の地図が入手できる(ex.Google)
- **どこでも**
 - 携帯端末からどこでも地図を作成できる(ex.位置情報サービス)
- **誰でも**
 - ユーザ指向の地図作成:ユーザ特性、仕様場面に応じた地図のカスタマイズ、ユニバーサルデザイン
 - マルチメディア化:3D、動画、音声、触地図…

※ 國土地理院の第6次基本測量長期計画

- (1) 位置情報基盤(GRID-Japan)の整備と利活用の推進: **いつでもどこでもだれでも現在の位置を正確に知ることができる環境の構築**
- (2) 電子国土基幹情報の整備と利活用の推進: 常に新鮮な地理情報の整備と提供、**いつでもどこでもだれでも多次元の地理情報が利用できる環境の構築**
- (3) 防災・減災のための地理情報の整備と利活用の推進

3

地図のユビキタス化の背景

技術的背景

- ITの普及: PC、インターネット、GPS、GIS、携帯電話
- 地図・地理情報のデジタル化: 空間データ基盤の整備
 - 地理情報の収集・加工・地図化の効率化、迅速化

社会的背景

- 東西冷戦の終結: 地理情報の公開(「地図作成の民主化」)
- 地図ブーム: 旅行、雑学、生活情報…
- 日本特有の事情
 - 地図の伝統文化
 - 国の後押し: VICS、空間データ基盤、GIS普及
 - カーナビ、第三世代携帯電話の普及

4

共同研究の目的と視点

- **目的**
 - 地図のユビキタス化の現状について、実証データに基づいた分析を行い、その地域的背景と社会的影響、今後の可能性と課題を検討する
 - ITを用いた新しい地図表現技術の開発とその有効性について検討する
- **視点: ユビキタス化の課題**
 - **いつでも** 通信インフラ整備、技術開発で克服可能
 - **どこでも** → ユーザ指向の地図作成が必要
 - **誰でも** → 地図作製者は地図利用者をどの程度理解しているか
→ 地図の認知・利用研究の重要性

5

第I部 進化する地図

第1章 いつでも、どこでも、誰にでも地図を
【コラム】「みんなが載せる地図」から「みんなが地図を作る」へ

第2章 街のイメージを地図にする
【コラム】VR地図: 京都バーチャル時・空間

第3章 エゴセトリックな地図
【コラム】カーナビの地図表現とその進化

6

第1章 いつでも、どこでも、誰にでも地図をユビキタスマッピングー……森田 喬

原初的 map コミュニケーション (森田原図)

マッピングの変化 (森田原図)

7

【コラム】「みんなが載せる地図」から「みんなが地図を作る」へ—参加型地図作成の事例—…蓮井久美子



図1C-1 カキコまっぷの画面例 (せたがや子育てネット)
http://upmoon.t.u-tokyo.ac.jp/kakikodocs/

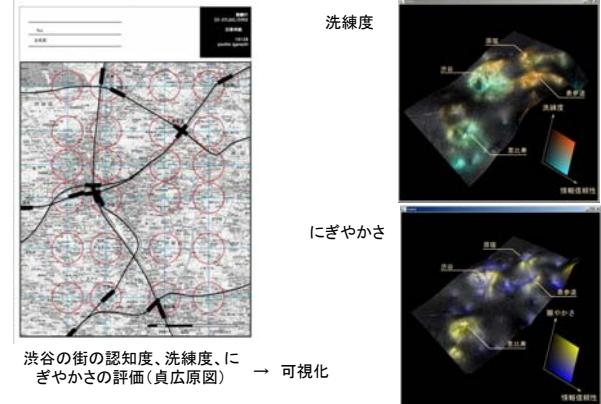
8

地図の“マッシュアップ”の事例 <http://ongmap.com/>

※ Mashup: 複数のコンテンツを組み合わせるWeb技術

9

第2章 街のイメージを地図にする…貞広幸雄



【コラム】VR地図: バーチャル京都…矢野桂司

<http://www.geo.lt.ritsumei.ac.jp/webgis/ritscoe.html>

11

第3章 エゴセトリックな地図…有川正俊

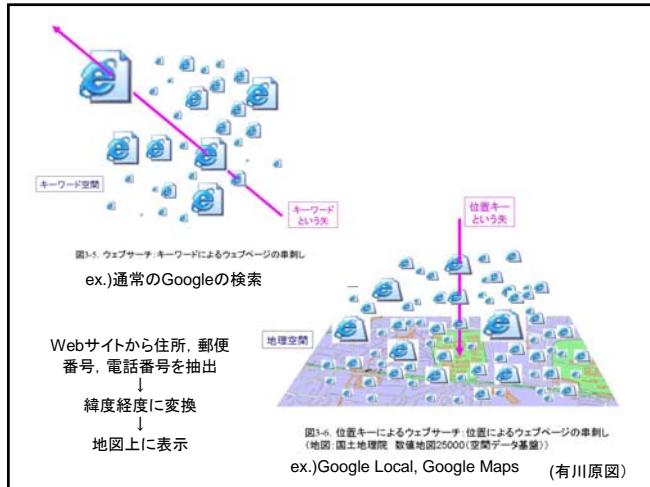
- 利用者の状況 (context)に応じた地図表現
→ その場限りの使い捨て地図



ケータイでのナビにおける2Dおよび3D地図の例 (Ezナビウォーク, KDDI au.
Navigation engine by NAVITIME JAPAN. 地図:昭文社/住友電工,
3Dデータ:ゼンリン/ジオ技術研究所)

(有川原図)

12



【コラム】カーナビの地図表現とその進化…若林芳樹

日本のカーナビ普及の背景

1. 官民共同でのインフラ整備

- デジタル道路地図: 世界に先駆けてデータベースの標準規格作成(1988年)
- ITS(高度道路交通システム): 情報通信技術を用いて人と道路と車両とをネットワーク化し、道路交通問題を解決(1996年~)→ VICS

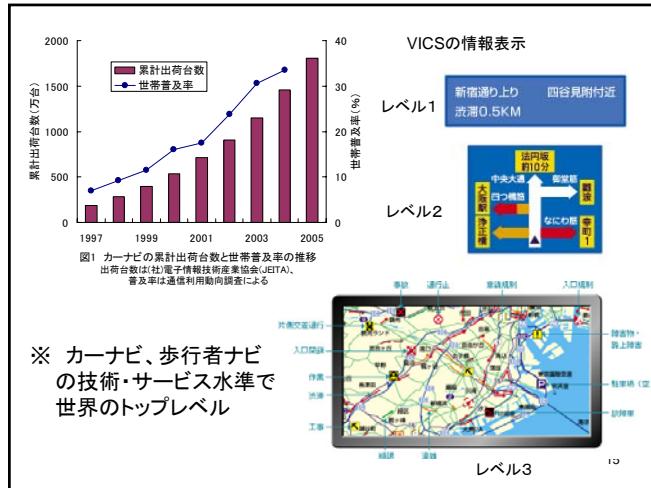
2. メーカー間でカーナビの技術開発競争

- 渋滞予測、マップマッチング、経路案内、地図表示などカーナビの基本機能の性能が向上
- プローブ(probe)カー、テレマティック端末としての利用

3. 道案内情報に対するニーズの高さ

- 街区方式をとる日本の住居表示では住所だけでは位置の特定が難しい

14



カーナビの地図表現

- ターン・バイ・ターン表示: 進行方向を示す矢印のみ(欧米で多い)
- 地図表示
 - ノースアップ: 北が上
 - ヘディングアップ: 進行方向が上
- 画面分割
 - 複数の地図の使い分け: ex. 広域図、3D、鳥瞰図
- 音声案内
 - 運転中に地図を注視するのは2秒以内(道路交通法)
 - 針路の指示、目標物の予告…タイミング、目的地付近の案内に難点

16

カーナビから歩行者ナビへ

ユーザビリティ実験:

村越(コラム): GPS携帯(方位センサーなし)は紙地図より効果的だが
機器の操作自体に時間がかかる、個人差大

Ishikawa et al.(2008): GPS携帯より紙地図、地図無しの方が効果的
課題

1. 高い精度の地図と測位技術

- GPS電波の届きにくい地下や建物内での補正(ex.ケータイの基地局)

2. 携帯性と情報の選別

- 解像度の問題
 - カーナビ: 7インチ(解像度800×480)
 - 携帯電話: 2.4インチ(解像度240×320)

3. 地図の内容

- 移動速度による歩行者とドライバーのランドマークに違い

17

第Ⅱ部 地図が「読める」の背後にあるもの

デジタル化以前から変わることのない地図の読図・利用過程

第4章 ナビゲーションのための読図

【コラム】ハメハメハメ問題

第5章 子どもはどう地図を理解しているのか

【コラム】子どもとつくる防犯地図

第6章 入試問題からみた読図の認知過程

【コラム】スケール・オリエンテーリングで地図の導入を

第7章 なぜ人は地図を回すのか

【コラム】携帯GPSでも道迷い?

18

第5章 子どもはどう地図を理解しているのか …寺本 潔

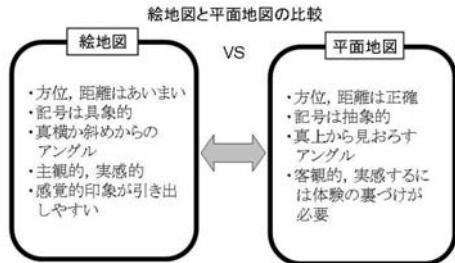


図5-1 絵地図と平面地図の比較 (寺本原図)

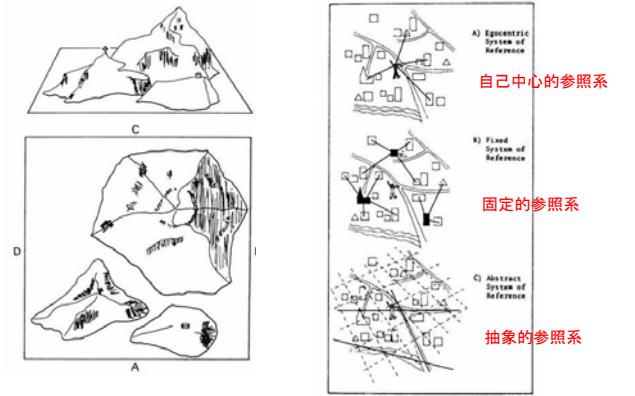


図5-3 知覚空間における子どもの定位の発達
(Hart,1979)

第4章 ナビゲーションのための読図…・村越 真

- ①地形図上での現在地の把握
 - ②(ルートの)プランニング
 - ③ルートの維持

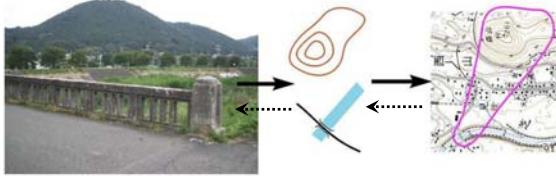


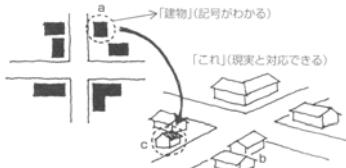
図1 現在地の同定には現実の特徴から概念図をイメージし、それを地図と対応させる必要がある。 (村越原図)

【コラム】ハメハメハ問題…村越 真

『南の島のハメハメハ大王』

♪ 南の島の大王は、その名
も偉大なハメハメハメ... 南
の島に住む人は、誰でも
名前がハメハメハ。おぼえ
やすいがややこしい。会う
人会う人ハメハメハ、誰で
も誰でもハメハメハ。ハメ
ハメハメハメハメハメハ
ハメハメハメ♪

- 記号は違うものを同じに扱うことで記憶を効率化する
- 地図記号の意味を理解しても、その記号がどの地物を指すのかわからなければナビできない

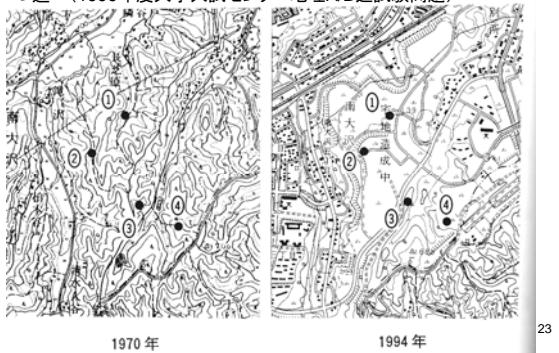


現実の中にある特定の特徴物として同定できることが地図読みには必要、「建物」という理解では、図中のいずれの建物でも対応しうることになる。

(持续 2004)

22

Q:工事によって土砂が盛られたと判断できる地点を図の①～④のうちから一つ選べ(1999年度大学入試センター地理A/B追試験問題)



1970年

1994 年

解答プロセスの比較

初級者

- ・ その地点の標高が工事後の地図では工事前より高くなっているはず
→ 等高線を追って、悉皆的に一つ一つの場所の標高を比較し、その中で高くなつた場所を探す(ボトムアップ的)
※ 原理的には正しいが、1995年の地形図では、対象地域が造成中のため、崖などの記号により等高線が随所で切れてしまつて、等高線をた

七

- 熟練者：

 - ・ 土砂が盛られたことを単に高さの変化と捉えるだけでなく、「谷が埋められた」と解釈する。なぜなら、宅地造成では造成地内における盛土と切土の量をできるだけ等量にするために、基本的に高いところは削り、低いところは埋めるから。
→ 宅地造成に関する一般的な知識(スキーマ)を利用することで、地図上で探索しやすい記号のパターンを生成し、それによって効率的な探索を行った(トップダウン的) 24

34

第8章 女性に地図は読めないのか…竹内謙彰

女性は地図を読むのが苦手?:方向感覚の性差に関する説明

・進化論的説明

- 狩猟採集社会では男性が狩猟、女性が採集活動に従事
- ※ 採集活動でも空間的能力は必要(ex. 食物の所在地の認識)

・生物学的要因(生物学的性差)

- 遺伝子レベルでの違い
- 胎児期における性ホルモンの働き
- 大脳の右半球(非言語機能)と左半球(言語機能)の機能分担
- ※ 他の動物ほど人間の性差は顕著でない

・社会的・文化的要因(ジェンダー差)

- 幼児期の親のしつけや遊びの種類(8歳頃から顕在化)
- 性別役割分業、性別職種分離

↓

- 地図利用や方向感覚の性差は見かけ上のもの?
- 性差に対する思い込み(ステレオタイプ)が助長する?

31

男女差の真相

・課題の条件によって異なる

- 空間に身を置いて解く課題では男性優位
- 地図など空間を対象化した課題では男女差無し

・課題解決方略の違い

- 男性: 絶対方位、距離に頼ったナビ(サーヴェイ型)
- 女性: ランドマークに頼ったナビ(ルート型)

・パーソナリティ要因

- 女性: 自信のなさ、不安感 → 空間的技能を高める機会が少ないと環境条件・個人差)。ジェンダー差?
- ex.)「案内地図」は女性もよく使う=危機管理策?

32

【コラム】女性のための地図…若林芳樹

『Link!Link! TOKYO&YOKOHAMA』昭文社

・特徴

- 細長い判型: 片手でめぐれる
- ブランドショップのリスト: 若い女性向け
- 若い女性が好む繁華街の詳細図(青山、自由が丘etc.)
- 街路に沿って整置(北が上とは限らない)=ヘディングアップ
- ランドマークの写真を添付



「温故知新」: 地図の先祖返り? (ex. 中世の道中絵図)

第9章 地図を使うのは誰か…若林芳樹

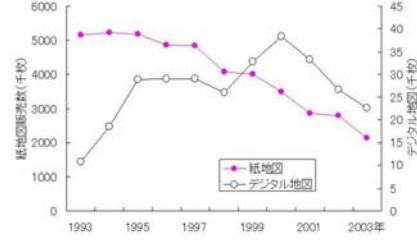


図9-1 地形図販売数の推移
(財)日本地図センター提供の資料により作成

・紙地図からデジタル地図へ

・地形図全体の売れ行き低下→ 他の媒体の地図へ? 誰が使っているか? ³⁴

用途による使い分け

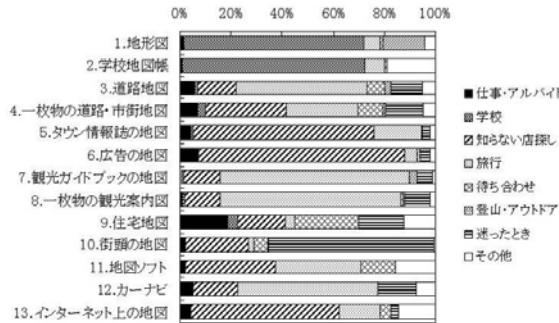


図9-2 各種地図の用途

出典: 若林 (2003)

大学生の地図利用調査結果

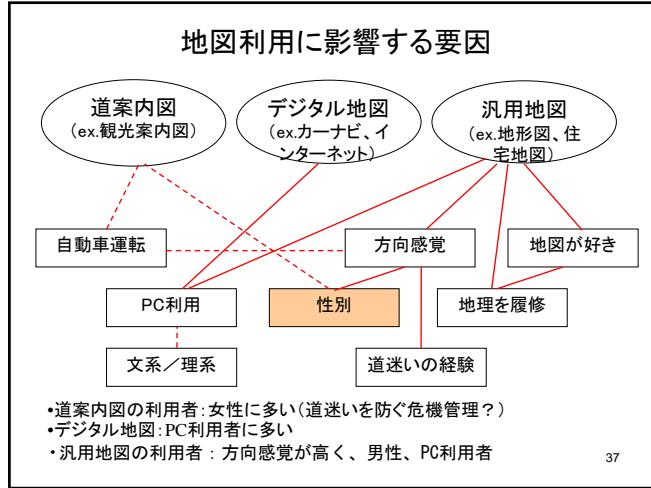
表1 各種地図の利用率の男女差

地図の種類	利用率(%)	
	男	女
街頭の地図	93.4	97.9
観光ガイドブックの地図	83.7	95.7 **
内広告の案内図	80.1	91.5
一枚物の道路・市街地図	72.8	80.9
タウン情報誌の地図	77.2	74.5
一枚物の観光案内図	69.9	83.0 *
汎用地図帳	83.1	78.7
学校地図帳	86.0	95.7
地形図	49.3	55.3
住宅地図	42.2	50.0
インターネット上の地図	36.0	36.2
デジタル地図ソフト	28.7	23.4
カーナビ	19.1	14.9

**: 5%水準で男女差あり, *: 10%水準で男女差あり

案内図類は男性より女性の方がよく利用する

36

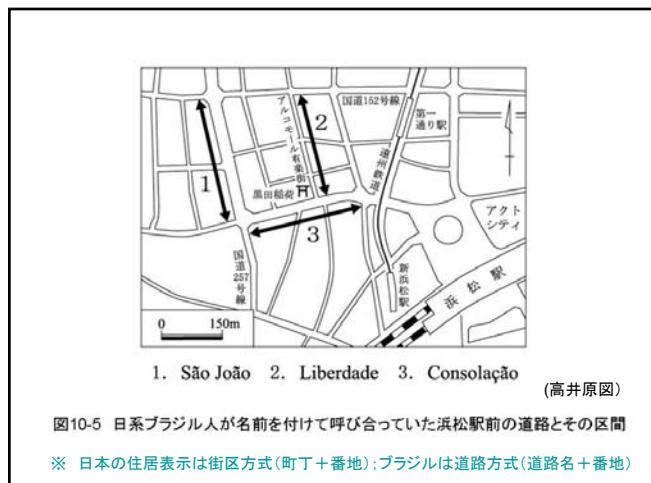
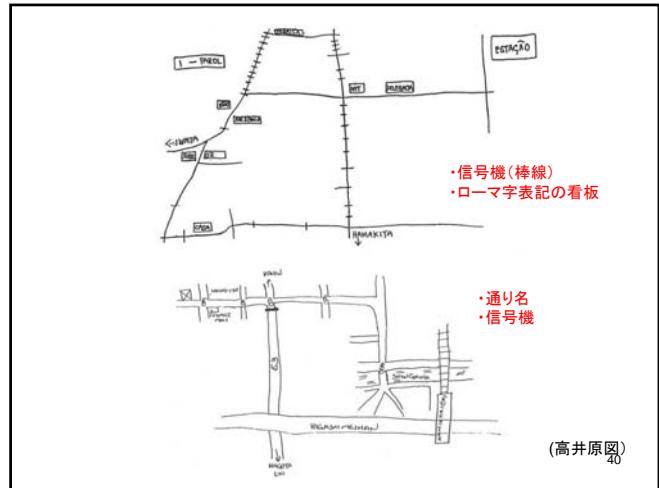
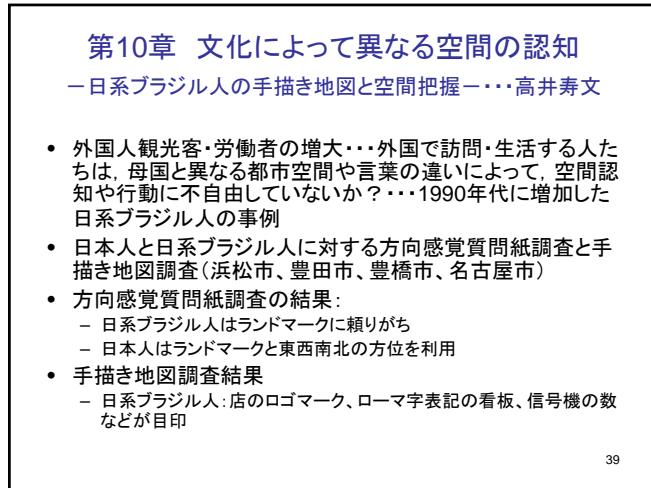


【コラム】高齢者の空間的能力と地図利用

高齢者の地図利用と方向感覚に関する調査

- 方向感覚質問紙
 - 「方位に関する意識」: 大学生より高齢者の方が得点が高い
 - 「目印の記憶」: 大学生より高齢者が低い
- 道迷いの経験: 高齢者の方が大学生よりやや多い
- 空間的能力には加齢によって影響を受ける面とそうでない側面がある
- 地図の改善: 「目印の記憶」で高齢者が劣るとすれば、注記文字や記号を大きくしてランドマークの視認性を高めるのに効果的

38

第11章 地理情報の表現に文化の違いはあるか
…鈴木晃志郎

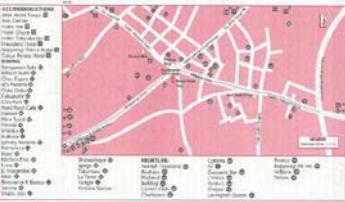
- 日米2都市ずつ(東京、京都、ボストン、ニューヨーク)を紹介した観光案内書3冊ずつの道案内情報(地図、文章)を内容分析
- 対象都市:
 - 日本: 東京(不整形)、京都(格子状)
 - アメリカ: ニューヨーク(格子状)、ボストン(不整形)
- 参照物と参照系の分類:
 - 参照系: 内在的(ex.・を進む) / 固定的(ex.・の隣) / 抽象的(ex.・の北)
 - 参照物: ランドマーク・ノード(ex.駅、交差点) / パス(ex.道路) / エッジ(ex.川) / ディストリクト(ex.街)

42



日本観光案内図

- ・言語情報より地図に頼りがち
- ・道路よりランドマークや結節点を強調
- ・サーベイマップ型



アメリカの観光案内図

- ・地図より言語情報に頼りがち
- ・バス=道路を強調(道路名称)
- ・ルート(ネットワーク)マップ型

↑

- ・住居表示方式
- ・物的環境の形態
- ・空間認知・伝達様式

(鈴木原図) 43

第12章 可能性を広げる地図…奥貴圭一・岡本耕平

- ・車椅子利用者にとっての施設利用、道路利用のしやすさの調査→アクセシビリティの評価
- ・車椅子が手動か電動かでも移動時のバリアが異なる

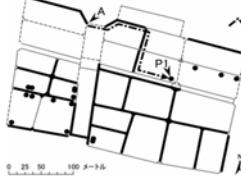


図12-4 手動車椅子利用者にとって地点Aからの移動時間が最もなる飲食店とその経路

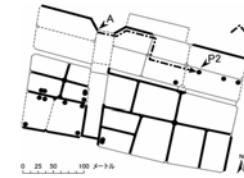


図12-5 電動車椅子利用者にとって地点Aからの移動時間が最もなる飲食店とその経路

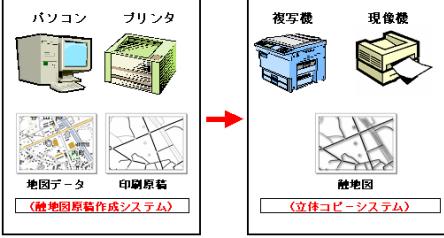
手動:急傾斜の坂は困難

電動:見通しの悪く路上の障害が多いところがバリア

(奥貴・岡本原図) 44

【コラム】視覚障害者のための地図…若林芳樹

国土地理院の触地図原稿作成システム:電子国土の利用
触地図作成の流れ



重要:別に立体コピーシステムがないと触地図は作成できません。
<http://zgate.gsi.go.jp/shokuchizu/>

45

地図のユニバーサルデザインのために

- ・女性や高齢者は、他の集団に比べて空間的能力や地図利用が劣るとはいえない
- ・むしろ、女性の社会進出や高齢化の進展は地図に対するニーズを高める可能性がある
- ・問題の質的違い
 - 男女差:生物学的性差／社会文化的性差の区別が困難。別の要因が介在した見かけ上の差?
 - 高齢者:基準の曖昧さ(65歳以上?)。誰もが加齢によって仲間入りする。集団内での多様性が大。いずれは解消される?(既存のITユーザーの高齢化;身体機能は低下)
- ・サイレント・マジョリティの声なき声に耳を傾ける

46

まとめ:デジタル化が地図にもたらすもの

A 機能の分離

- 貯蔵(記録)／可視化(表現):情報量の増大、表現の多様化

B 境界の消滅

- ユーザ／作成者:対話型、参加型の地図作成(ex.インターネット、プローブカード…)
- 感覚様相(視覚／聴覚…):マルチメディア地図
- 直接情報源／間接情報源:3D、アニメーション、VRが曖昧化

C 時間・空間的制約からの解放

- ユビキタス化、ネットワーク化、モバイル化:いつでも、どこでも
- 作成・更新時間の短縮

※ デジタル化で欠落する紙地図の特性

- 表示画面の制約→広い視野／一覧性の欠如
- 解像度の制約→細密度の限界

※ デジタル地図の2重の意味

- 記録がデジタル:表現は紙も電子媒体もありうる
ex.)デジタル地図を紙で出力→紙地図の制約は残る
- 表現が電子媒体:記録にはアナログもデジタルもありうる
ex.)古地図のデジタルアーカイブ化

47

主な参考文献

新垣紀子・野島久雄(2001)『方向オンチの科学』講談社(ブルーバックス)

岡本耕平・若林芳樹・寺本 潔編『ハンディキヤップと都市空間』古今書院

村越 真(2004)『地図が読めればもう迷わない』岩波書店(岩波アクティブ新書)

村越 真(2003)『方向オンチの謎がわかる本』集英社

村越 真(2001)『道迷い遭難を防ぐ最新読図術』山と渓谷社

48