

学位論文

「まちあるき」のための場所同期オーディオの研究
(Study on Place Synchronized Audios for Walking Tours)

鶴岡 謙一

目次

第1章 序論	1
1.1. 背景.....	1
1.2. 目的.....	2
1.3. 用語説明	3
1.4. 本論文の構成	6
第2章 まちあるきを支援するコンテンツ	8
2.1. 本章の目的.....	8
2.2. まちあるきの形態	9
2.3. まちあるき流行の要因.....	10
2.4. まちあるきを支援するコンテンツの分類	10
2.5. まちあるきを支援するコンテンツの基本要件.....	14
2.6. まちあるきを支援するコンテンツの制作環境の現状.....	15
2.7. まとめ	15
第3章 まちあるき向けエゴセントリック表現.....	16
3.1. 本章の目的.....	16
3.2. 方法.....	16
3.3. エゴセントリック地図とジオセントリック地図.....	16
3.4. まちあるき向け紙地図.....	17
3.4.1. まちあるき向け地図の特徴.....	18
3.4.2. まちあるき向け紙地図の利点.....	19
3.4.3. まちあるき向け紙地図の問題点.....	20
3.5. IT 地図.....	20
3.6. まちあるきのためのエゴセントリック表現.....	22
3.7. 関連研究.....	23
3.8. まとめ	24
第4章 場所同期オーディオのマニュアル同期再生手法	25
4.1. 背景.....	25
4.2. 目的.....	25
4.3. 方法.....	25
4.4. スポット型オーディオ.....	26
4.4.1. スポット型オーディオの同期再生手法	26
4.4.2. スポット型オーディオのマニュアル同期再生.....	27
4.5. ルート型オーディオ.....	31
4.5.1. ルート型オーディオの同期再生手法	31
4.5.2. ルート型オーディオのマニュアル同期再生	31
4.5.3. ルート型オーディオのマニュアル同期再生の問題点.....	34
4.5.4. まとめ	35
第5章 場所同期オーディオの自動同期再生手法.....	37
5.1. 背景.....	37
5.2. 目的.....	37
5.3. 方法.....	37
5.4. スポット型オーディオの自動同期再生	38
5.4.1. スポット型オーディオの自動同期再生の定義.....	38

5.4.2. スポット型自動同期再生の検証.....	40
5.5. ルート型自動同期再生.....	42
5.5.1. 再生地点主導型自動同期再生手法.....	42
5.5.2. 速度制御型自動同期再生手法.....	43
5.5.3. POI 主導型自動同期再生手法.....	43
5.5.4. ルート型自動同期再生（再生地点主導型）の検証（シミュレーション）.....	44
5.5.5. ルート型オーディオの検証（実地実験）.....	47
5.5.6. ルート型オーディオの自動同期再生と、ユーザ位置の検証.....	54
5.6. まとめ.....	56
第6章 ルート型ジオタグオーディオの設計と実装.....	58
6.1. 背景.....	58
6.2. 目的.....	58
6.3. 方法.....	58
6.4. 本論文での議論するルート型ジオタグオーディオの対象.....	59
6.5. ルート型オーディオの種類.....	59
6.6. 本研究におけるルート型ジオタグオーディオの分類.....	60
6.7. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の基本要素.....	60
6.8. ルート型ジオタグオーディオの再生操作.....	63
6.9. ルート型オーディオのジオタギング.....	64
6.10. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）.....	64
6.11. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）のエゴセントリック表現.....	67
6.11.1. イラスト地図による自位置表示.....	67
6.11.2. 操作機能・視覚情報提示の意図的な制限による安全の確保.....	68
6.11.3. オーディオの再生地点の表示・警告音の再生.....	68
6.11.4. GPS による自動同期再生.....	69
6.12. 従来のデジタルコンテンツに対するルート型ジオタグオーディオの位置付け.....	69
6.13. 場所同期オーディオの仕様.....	69
6.13.1. 空間認知・操作・情報提供の観点からの各種ルート型オーディオの関係.....	73
6.13.2. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）のマニュアル同期再生の観察.....	75
6.14. ルート型オーディオとルート型ジオタグオーディオの空間認知・移動の検証.....	77
6.15. まとめ.....	79
第7章 ルート型ジオタグオーディオの制作環境の実装と検証.....	82
7.1. 背景.....	82
7.2. 目的.....	82
7.3. 方法.....	82
7.4. ルート型ジオタグオーディオの対象.....	84
7.4.1. 対象ユーザ.....	84
7.4.2. 想定されるオーディオの形態.....	84
7.4.3. 対象地域.....	84
7.5. 制作環境と利用環境の位置付け.....	84
7.6. ルート型ジオタグオーディオの制作工程.....	86
7.7. 制作アプリケーションの視覚インタフェース.....	88
7.8. 制作アプリケーションでの編集手順.....	89
7.9. ルート型ジオタグオーディオの共有.....	92
7.9.1. ルート型ジオタグオーディオ共有の手順.....	93

7.9.2. ルート型ジオタグオーディオの検索・収集（ユーザの操作）	93
7.9.3. 配信のためのタグ: maPodWalk RSS	93
7.9.4. 場所期型オーディオツアー共有環境が提供する主な機能	94
7.10. ルート型ジオタグオーディオの制作とまちあるきでの検証	95
7.10.1. 実験の概要	95
7.10.2. ルート型ジオタグオーディオのオーディオの検証	96
7.10.3. 制作アプリケーションによる編集工程の検証	99
7.10.4. 編集工程の考察	102
7.10.5. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきの検証	108
7.10.6. 被験者へのインタビューの回答	113
7.10.7. 学生実験のまちあるきから分かった知見	115
7.10.8. まとめ	117
第8章 結論	119
8.1. 結論	119
8.2. 展望	124
参考文献	126
論文目録	129
謝辞	131

図表目次

図 1.1. 歩行中のモバイルデバイス操作による事故.....	2
図 1.2. オーディオ地図（概念）でのオーディオの再生位置とユーザ位置の概念図.....	4
図 1.3. 複数のジオタグ写真が地図上に表示された例.....	5
図 1.4. ユーザの振る舞いをモデリングするために利用する 4 つの地図空間.....	6
図 1.5. 本論文の構成	7
図 2.1. 本研究の領域の概念図.....	8
図 2.2. まちあるきイベントの事例	9
図 2.3. まちあるき地図を含む内容で構成されるガイドブックの例	11
図 2.4. 美術館における専用端末による音声案内.....	12
図 2.5. Podcast の利用環境	13
図 2.6. Podcast でまちあるきをする際に利用する地図	13
図 3.1. ジオセントリック地図（左）とエゴセントリック地図（右）の例.....	17
図 3.2. まちあるき向け紙地図の例	18
図 3.3. 多目的 IT 地図と移動目的 IT 地図.....	20
図 3.4. カーナビゲーション（左）と旅行向けナビ（右）のエゴセントリック表現.....	21
図 3.5. スポット型オーディオの音声案内を提供するためのモバイルサービスの研究の事例.....	24
図 4.1. スポット型オーディオと視覚地図の対応.....	27
図 4.2. 現実空間と脳内地図（概念）のユーザの自位置を表した概念図.....	29
図 4.3. 自位置認識後の移動計画	29
図 4.4. 移動計画の実行中.....	30
図 4.5. オーディオの同期再生中の状態	30
図 4.6. 自位置認識，移動計画の再実行	31
図 4.7. ルート型オーディオのルートを，地図上に視覚化して表した図.....	32
図 4.8. ルートから外れた場合のユーザが取る振る舞い.....	33
図 4.9. ルート型オーディオでの同期の状態の概念図.....	34
図 4.10. ルート型オーディオでのユーザと再生地点が離れる問題	35
図 5.1. スポット型自動同期再生を行うための POI ごとの有効範囲の例	39
図 5.2. ルート型ジオタグオーディオのシミュレータの画面	40
図 5.3. 再生地点主導型自動同期再生の地図の例.....	42
図 5.4. POI 主導型自動同期再生の地図の例.....	44
図 5.5. 再生地点主導型自動再生のシミュレーション結果	45
図 5.6. 実験地域（千葉県柏の葉公園内）のルート上の風景.....	47
図 5.7. 柏の葉公園内でのルート型オーディオ（再生地点主導型自動同期再生）の結果	48
図 5.8. 速度制御型の結果.....	49
図 5.9. 柏の葉公園のルート型オーディオ（POI 主導型自動再生）の結果	50
図 5.10. 実験で利用した渋谷駅付近のルート型オーディオの地図.....	51
図 5.11. 実験地域（渋谷駅付近）のルート上の風景.....	51
図 5.12. 渋谷駅付近でのルート型オーディオ（再生地点主導型自動同期再生）の結果	52
図 5.13. 実験で利用した表参道駅付近のルート型オーディオの地図	53
図 5.14. 実験地域（表参道駅付近）のルート上の風景.....	53
図 5.15. 表参道駅付近でのルート型オーディオ（再生地点主導型自動再生）の結果.....	54
図 5.16. GPS 位置と再生地点の距離	55
図 5.17. ユーザ位置と再生地点の距離.....	55

図 5.18. マニュアル同期再生と自動同期再生の満足度の関係（概念図）	57
図 6.1. 現場でのルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）鑑賞中のユーザ	61
図 6.2. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の地図の視覚表現の例	61
図 6.3. ルート型ジオタグオーディオに同期する画像シークエンスの概念図	63
図 6.4. ルート型ジオタグオーディオの地図空間と時間空間における同期設定	64
図 6.5. ルート型ジオタグオーディオのモバイルアプリケーション（maPodWalk Caster）の 画面	66
図 6.6. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の表示の切り替え	66
図 6.7. イラスト地図上への、GPS 位置のマッピング	67
図 6.8. 空間認知・操作・情報提供におけるルート型ジオタグオーディオとルート型ジオタグ オーディオの特徴	74
図 6.9. 実験対象のルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の例	75
図 6.10. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（スタート付近）	76
図 6.11. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（ルートに沿った移動）	76
図 6.12. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（エゴセントリック地図の確認）	77
図 6.13. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（現実空間を楽しむ）	77
図 6.14. 実験によるルート型オーディオの移動経路（全体）	78
図 6.15. 実験によるルート型オーディオの移動経路（拡大）	79
図 6.16. ルート型オーディオとルート型オーディオの地図空間の違いを表した概念図	80
図 6.17. 移動目的 IT 地図と、ルート型ジオタグオーディオのエゴセントリック地図	81
図 7.1. 本論文でのルート型ジオタグオーディオの制作についての研究領域	83
図 7.2. 制作者、まちあるき体験者、ルート型ジオタグオーディオの関係	85
図 7.3. ルート型ジオタグオーディオの企画・取材・素材編集の手順	86
図 7.4. 現場でのユーザの制作作業（録音作業）の様子	87
図 7.5. ルート型ジオタグオーディオの体験者によるまちあるきの様子	87
図 7.6. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の制作環境（maPodWalk Maker）	88
図 7.7. 制作アプリケーション（maPodWalk Caster）の画面の例	89
図 7.8. （ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ 1）地図とオーディオを取り込む	90
図 7.9. （ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ 2）POI の名前を入力する	91
図 7.10. （ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ 3）地図に POI を配置し、ルート を作成する	91
図 7.11. （ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ 4）オーディオの時間軸に POI の 位置を対応させる	92
図 7.12. ルート型ジオタグオーディオ共有アプリケーションの画面例	93
図 7.13. ルート型ジオタグオーディオの共有のための記述形式 mPW RSS の例	94
図 7.14. 制作中のルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の例	100
図 7.15. 青山学院大学の学部 3 年生が制作したルート型ジオタグオーディオの例	101
図 7.16. 同一地域での、2 つのルート型ジオタグオーディオの比較	101
図 7.17. 同一ルートでの、2 つのルート型ジオタグオーディオの比較	102
図 7.18. ルート上に追加すべき POI が省略された箇所	103
図 7.19. イラスト地図と、多目的地図によるルート型ジオタグオーディオのそれぞれの例	104
図 7.20. 同一の POI を対象に撮影された写真の例	106
図 7.21. 被験者によって入力されたルート型ジオタグオーディオの緯度経度情報の特徴	107
図 7.22. 上野公園のルート型ジオタグオーディオのコンテンツ	109
図 7.23. 上野公園のルート型ジオタグオーディオのルートと被験者 B の移動軌跡	110

図 7.24. 上野アメ横通り周辺のルート型ジオタグオーディオの地図	111
図 7.25. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）のユーザの移動軌跡.....	112
図 7.26. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきの様子	113
図 7.27. ルート型ジオタグオーディオと、他の代表的なコンテンツ制作における必要技能の比較の概念図.....	117
表 4.1. ルート型オーディオのナレーションの例（抜粋）	32
表 4.2. スポット型オーディオとルート型オーディオの特徴.....	36
表 5.1. スポット型自動同期再生の成功率のシミュレーション結果	41
表 6.1. スポット型ジオタグオーディオ（アプリ型）の仕様.....	70
表 6.2. ルート型オーディオの仕様.....	71
表 6.3. 写真付きルート型オーディオの仕様	71
表 6.4. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の仕様.....	72
表 6.5. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の仕様.....	73
表 7.1. ルート型ジオタグオーディオの実験対象者の概要	95
表 7.2. ルート型ジオタグオーディオのナレーションが備えるべき品質と対応.....	99
表 7.3. ルート型ジオタグオーディオの制作の仕上げの品質とその要件.....	108
表 7.4. 上野公園のルート型ジオタグオーディオの概要	108
表 7.5. 上野公園のルート型ジオタグオーディオに含まれる POI.....	109
表 7.6. ルート型ジオタグオーディオの制作者の回答.....	109
表 7.7. ルート型ジオタグオーディオの体験者の回答.....	111
表 7.8. 上野アメ横通り周辺のルート型ジオタグオーディオの概要	111
表 7.9. 被験者へのインタビューの回答例	113
表 7.10. ルート型ジオタグオーディオと他の代表的なジオタギングの仕様.....	118

第1章 序論

1.1. 背景

(1) まちあるきの流行とまちあるきのためのコンテンツへの関心

歩行という人間にとって最も基本的な移動手段でさまざまな場所を訪れ、歴史・文化・社会・芸術・技術・自然などを歩くペースで鑑賞したり、楽しんだり、学んだり、考えたりする行為は、旅行・レジャー・散策・趣味・学習・調査など世界中で昔からさまざまな形態が存在し、人間の知的活動の1つとして根付いている。その中でも、都市・街などの人間活動が行われている場所を対象にし、かつ訪問者がその場所を歩いてその場所を観賞する行為を、本論文では「まちあるき」と呼ぶ。まちあるきの種類は、大きく2つに分類できる。1つめは、その場所のコンテキストを熟知した人、つまりガイドが訪問者を誘導し、それぞれの場所に関する話を訪問者へ提供する受動的形態である。もう1つは、その場所を熟知した人がその知識（話や道案内など）を人間のガイドブックやパンフレットなどの人工物として制作・複製・配布し、訪問者はその人工物を使って、自分の力で移動情報としての地図や道案内を読み取り、訪問場所を移動し、その場所の話を読み、場所のコンテキストを理解・学習する能動的形態である。

日本語としての「まちあるき」の概念の解釈としては、観光地や名所のような有名なコンテキストだけを対象とするのではなく、むしろ今まであまり注目されていなかった身近な都市・街に潜むおもしろく・興味深いマイナーなコンテキストを対象としている点にある。このまちあるきは、2007年頃から日本において流行の兆しがあり、地域活性化、観光、歴史文化などの教育、歩くこと・健康志向の対応などに期待されている。また、まちあるき向けの地図やガイドブックなどのコンテンツも多様化を見せており、まちあるきの促進に役立っている。一方、既存のIT 地図・位置情報サービスは多目的・ナビゲーション向けが主流となっており、まちあるきのための地図や情報表現が整理されておらず、ソフトウェア・アプリケーションの利用・制作環境も十分に整っていないのが現状である。

(2) 歩行中のモバイルデバイス利用における安全性への社会的関心

モバイル IT を活用したまちあるきのための新しい音声案内の枠組みを本論文で提案する。まちあるきでは、ユーザが「歩きながら」でも場所に関する情報・コンテキストの取得を自然に容易に行える利用環境の実現が重要である。スマートフォンなどのモバイルデバイスは、それ自身持ち運びが簡単でどこでも利用可能な環境をハードウェアの観点から実現している。一方、モバイルデバイスで動作する多くのアプリケーションは、歩きながらではなく、立ち止まって利用する状況を想定した設計がなされている。現在、モバイルデバイスの普及とともに、ユーザがモバイルデバイスを操作しながら歩行して、ものに衝突したり、転んだりする事故が増加している。歩行中に小さな画面で複雑な操作を行い、画面と入力への意識が集中することで、周囲への注意が散漫になることが原因と考えられる。このような事故は、テレビのニュースで問題として取り上げられることが増えており、歩行中におけるモバイルデバイスの安全利用への社会的関心が高まっている（図 1.1.）。

本論文では、今後普及が期待されるまちあるき向けデジタルコンテンツの表現や操作の枠組みを安全の要素も重視して議論する。つまり、歩行中に情報を得る際に、デバイス操作や画面注視を軽減させる視覚情報環境が重要である。解決方法として、歩きながら情報取得できるガイドの音声という聴覚情報を第一メディアとし、ルート移動行為において安心を実現する地図という視覚情報を第二メディアとした枠組みを提案する。ここでは、安全・安心のための移動支援機能と、場所に関する情報伝達機能の両方の適切な統合を考慮したユーザインタフェース設計が必須である。



図 1.1. 歩行中のモバイルデバイス操作による事故
画面と操作に集中したために、噴水に落ちた女性のニュース記事
 (出典 : Associated Press, Woman falls in fountain while texting)

(3) 草の根的まちあるきコンテンツへの期待

まちあるきの流行とともに、テレビ・ラジオ番組やウェブ上でも場所を紹介するコンテンツが増えている。しかし、これらのコンテンツでは、屋内のテレビやパソコンによる視聴・閲覧が前提であるため、コンテンツを視聴・閲覧しながら現場を歩くような用途には向かず、まちあるきに直接利用できないのが一般的である。すでに、地域でコンテンツをデジタル共有する枠組みもあるが、テレビ局の業務用機材の利用を前提とした研究[9]や、コンテンツもプロフェッショナルの制作者による制作・配信が主流である。これらの枠組みでは、コンテンツの品質は高いが、予算が十分に無いと実現できない。一方、個人や地域コミュニティなどで期待される草の根的まちあるきコンテンツの枠組みでは、ボランティアとして、だれでもが簡単に制作できる環境の実現が重要である。

1.2. 目的

本論文では、まちあるきを支援するための新しいデジタルコンテンツ環境を定義・実装・検証する。以下の3点を目的として研究を行う。

(1) 場所同期オーディオの体系化

従来のモバイル IT 地図や位置情報サービスでは、利用者は写真やテキストなどの視覚情報を自分で読み取るという形態が一般的である。カーナビゲーションや歩行者ナビゲーションの道案内は聴覚情報として提供されるが、コンピュータによる人工音声である。一方、人間による道案内（バスガイド）、テレビやラジオ、映画、音楽など、人間の肉声・自然音声による話は、現在のところ人工音声よりも多くの場面で好まれて利用されている。本論文では、近年利用拡大しつつある、現場に行き現場で聴く「場所同期オーディオ」に関してさまざまな側面から議論し、体系化を行う。現在のモバイル IT 地図や位置情報サービスの視覚情報偏重の問題点を明らかにするとともに、モバイル IT 環境における聴覚情報活用の有用性を議論する。また、本研究で提案する「ルート型ジオタグオーディオ」を場所同期オーディオ全体の中で位置付けし、その意味を明確化する。

(2) 「ルート型ジオタグオーディオ」の提案・実装・検証

現在の音声案内は、スポット（点）を基本単位とするものが主流である。スポットを基本単位とすることにより、情報の提供者にとってはコンテンツの作成・管理・追加・削除が簡便となる。また、利用者にとっても、情報の選択・利用・検索・探索・投稿が簡便であるという利点をもつ。しかし、スポットからスポットへの移動時間には音声案内が提供されることがないため、移動中の時間が有効利用されないという問題点がある。

一方、モバイルアナログカセットプレイヤー（例：ソニー社ウォークマン）の時代から、歩きながら聴く音声案内（例：London Walks など）は欧米を中心に存在し、ルート（線）を基本単位とする。近年のルート型オーディオは、Podcast 形式で提供される場合が多く、歩きながら聴くオーディオブックとも解釈できる。ルート型オーディオの問題点は、オーディオとして道案内も含まれているが、その部分を聞き逃したり、勘違いした場合、ルートからはずれることが多く、ルートに戻るのも困難であり、また一度はずれるとどこから再生し直したら良いかを決めることが難しくなる。さらに、道案内の情報を聞き逃してはいけないという意識が強くなり、道案内以外のオーディオ内容や現実空間への関心が散漫となり、楽しんでまちあるきができない可能性も考えられる。これらの問題を解決する枠組みとして、本研究では、ルート型オーディオというストリームデータの瞬間瞬間を地球上の位置に結び付ける、つまりジオタグ付けを行い、オーディオで説明している位置を地図上に表示でき、かつ地図上の位置からオーディオの位置を逆引きできる「ルート型ジオタグオーディオ」を提案・実装・検証する。

(3) 「ルート型ジオタグオーディオ」の制作環境の提案・実装・検証

ルート型オーディオが普及しない理由としては、利用が難しい、安全性が不十分、制作が困難、などの問題点がある。ルート型オーディオをジオタグ化することにより、地図と連携し、利便性や安全性の向上を図ることができるが、制作をさらに困難にする可能性がある。本研究では、だれもが簡単にルート型オーディオのジオタグ化が可能な環境を実現することにより、ルート型オーディオの普及を目的とする。具体的な対象としては、個人、地域コミュニティ、観光協会などであり、ボランティアを基本として、まちあるきのためのルート型ジオタグオーディオを制作・配信する枠組みの実現をめざす。つまり、ユーザが高度な専門知識を持たなくてもルート型ジオタグオーディオを制作できる環境を提案・実装・検証する。

1.3. 用語説明

以下では、本論文で用いる用語を説明する。

1) 「まちあるき」

都市部や郊外を歩き、場所を鑑賞する行為である。観光・娯楽・健康志向と相まって、日本では近年流行している。まちあるきで提供される情報は、場所の説明と移動支援を兼ね備える必要がある。本来、場所に関する深い知識を有する人間がガイドとなり、訪問者を案内する形態が理想と言って良い。しかし、人間のガイドは、必ずしも確保できるとは限らないこともあり、本論文では、モデルコースの移動を基本とした音声案内によって、場所の説明と移動支援を兼ね備えたデジタルコンテンツの枠組みを研究する。

2) 「オーディオ」

本論文では、狭義では、あらかじめ録音されたデジタルオーディオファイルを指す。ユーザはデジタルメディアプレーヤーなどのモバイルデバイスでオーディオを再生し、聴く。また、広い意味では、オーディオを聴く環境もオーディオと呼ぶ。

3) 「エゴセントリック表現」

ユーザの目的・状況に合わせて情報が提示される「自分中心の情報表現」として定義する。例えば、カーナビゲーションでは、ユーザの安全運転・移動という目的のために、自動車の位置が地図の中心に表示され、音声案内が提供されるエゴセントリック表現が採用されている。これにより、ドライバーは、運転中の自位置や今後の運転ルートを瞬時に把握しながら、運転に集中することができる。なお、エゴセントリック表現の詳細は、第3章で説明する。

4) 「エゴセントリック地図」

エゴセントリック表現の度合いが強い地図と定義する。狭義のエゴセントリック地図とは、IT地図でのユーザの位置が地図の中心に強調表現され、ユーザが自位置を瞬時に認識し易い地図を指す。広義のエゴセントリック地図とは、自位置が動的に表示され、今後の移動計画を容易に脳にイメージできる地図を指す。カーナビゲーションや歩行者ナビゲーションによるIT地図では、エゴセントリック地図が特に普及している。なお、エゴセントリック地図の詳細は、第3章で説明する。

5) 「同期」

一般に、「同期」とは、時系列情報が時間情報以外の特定の情報と、ある瞬間に一致する、あるいは比例関係にある状態を意味する。本論文では、複数の時系列情報がある瞬間においてそれぞれの位置情報が一致（またはほぼ一致）している状態に対して「同期」あるいは「場所同期」という概念を用いる。例えば、ユーザが音声案内を鑑賞している状態で、現実空間でのユーザの位置と、オーディオの再生地点の位置が一致（またはほぼ一致）する場合、「同期」の状態と定義する（図1.2.）。

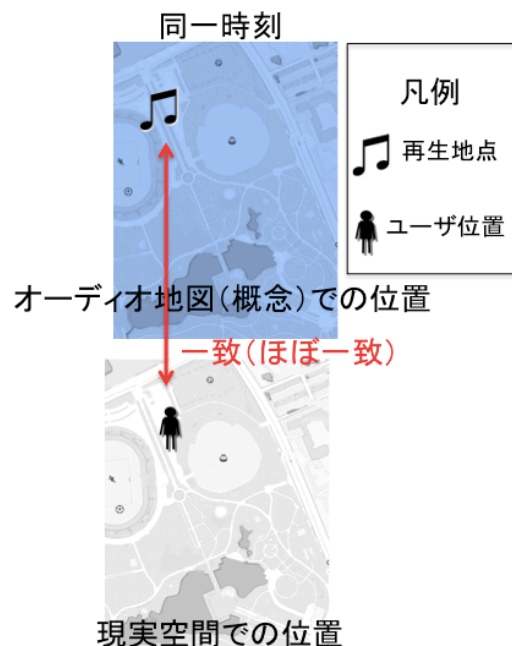


図 1.2. オーディオ地図（概念）でのオーディオの再生位置とユーザ位置の概念図

現実空間のユーザの位置と、オーディオ地図（概念）のオーディオの再生地点の位置が、ほぼ一致しているため、同期の状態と定義する。

6) 「場所同期オーディオ」

場所の案内や説明が含まれるオーディオと定義する。ユーザは現場に行き、ユーザの自位置と音声案内の内容が指す位置を同期させることにより、正しい場所でコンテンツを、オーディオと現実空間の両方から、場所に関する情報を得る。本研究では、場所同期オーディオを「スポット型オーディオ」、「ルート型オーディオ」の2つの基本形態に分けて、現状、問題点、展望を議論する。

7) 「スポット型オーディオ」

場所同期オーディオの一形態。ルートや領域でなく、地点に割り当てられたオーディオである。

8) 「ルート型オーディオ」

場所同期オーディオの一形態。領域でなく、ルートに割り当てられたオーディオとする。なお、ルート型オーディオでは、ルートにスポットが含まれることもあり、スポット型オーディオが含まれる利用形態も考えられる。

9) 「ルート型ジオタグオーディオ」

場所同期オーディオの一形態。ルート型オーディオの再生位置をエゴセントリック地図の自位置としてユーザに提示する。本論文で設計、実装を行った。まちあるきを行うユーザがルート型オーディオと場所同期が取りやすい環境として設計する。

10) 「マニュアル同期再生」

ユーザが現場に移動し、モバイルデバイス进行操作して、正しい場所で場所同期オーディオを再生する仕組み。場所同期を行う手続きとしては、ユーザ自身が移動し、オーディオの再生位置に合わせる方法と、ユーザがモバイルデバイス进行操作して、オーディオの再生位置を移動させて、自位置に合わせる方法とがある。

11) 「自動同期再生」

ユーザの移動に同期して、場所同期オーディオが自動再生される仕組み。ユーザが持ち歩くモバイルデバイスのGPSやWiFiなどの位置センサーを使って実現できるが、位置特定の誤差や要求精度により、いつでもどこでも利用できる社会基盤が整備されている訳ではない。

12) 「ジオタグ」

ジオタグとは、コンテンツの属性情報に付加される位置情報（緯度経度など）のことである。この情報をもとに、地図にコンテンツが表示されたり、現在地に同期して情報が提示される。ジオタグを付加する行為をジオタギングという。ジオタグの代表例としては、写真のジオタグ（JPEG画像のExif）がある（図1.3.）。本論文では、ルート型オーディオをジオタギングすることにより、ルート型オーディオに位置情報や地図との連動機能を実現する。



図 1.3. 複数のジオタグ写真が地図上に表示された例

（出典:Panoramio, Google Inc. <http://www.panoramio.com/>）

13) 「場所同期オーディオにおける地図空間」

本論文では、ユーザの空間認知・移動の議論を進めるために、以下の4種類の地図空間と関連する概念を説明する(図 1.4.)。XX 地図(概念)の「(概念)」の意味は、地図が人工物ではなく、概念的な地図であることを表す。逆に、「(概念)」が付いていないものは、地図が人工物であることを表す。第4章では、場所同期オーディオにおけるユーザのモデリングを、これらの地図空間における対象(ユーザなど)の位置や、相互の位置関係を明示しながら、議論を進める。

a)現実空間(概念)

現実空間での自位置や地物の位置を表す概念地図空間を「現実空間(概念)」と定義する。

b)視覚地図

紙地図などで、視覚的に表現された物理地図空間を「視覚地図」と定義する。

c)脳内地図(概念)

ユーザの脳内で認識する自位置などを表す概念地図空間を「脳内地図(概念)」と定義する。

d)オーディオ地図(概念)

場所同期オーディオの再生位置を表す概念地図を「オーディオ地図(概念)」と定義する。



図 1.4. ユーザの振る舞いをモデリングするために利用する4つの地図空間

(地図画像: Google Inc.)

1.4. 本論文の構成

本節で、本論文の構成を述べる(図 1.5.)。

第2章 まちあるきを支援するコンテンツ

第2章では、日本で活発化している「まちあるき」の特徴を整理する。まちあるき支援のために、利用されるコンテンツ(地図、ガイドブック、音声案内、モバイルアプリケーション)の事例と特徴を挙げたうえで、まちあるきのコンテンツの要件を整理し、本論文の課題を明らかにする。

第3章 まちあるき向けエゴセントリック表現

第3章では、近年、まちあるき向け紙地図の表現が多様化している事象に触れながら、まちあるき向け紙地図の特徴、問題点などを述べる。また、IT 地図の現状を踏まえ、まちあるき向け IT 地図のためのエゴセントリック表現を整理する。

第4章 場所同期オーディオのマニュアル同期再生手法

第4章では、場所同期オーディオを、「スポット型オーディオ」と「ルート型オーディオ」の基本形態に分類することにより、各形態の特徴を明確化する。その上で、場所同期オーディオのマニ

第5章 場所同期オーディオの自動同期再生手法

第6章 ルート型ジオタグオーディオの設計と実装

第7章 ルート型ジオタグオーディオの制作環境の実装と検証

第8章 結論

第1章 序章

背景・目的・用語説明

第2章 まちあるきを支援するコンテンツ
第3章 まちあるき向けエゴセントリック表現

整理

第4章 場所同期オーディオのマニュアル同期再生手法

第5章 場所同期オーディオの自動同期再生手法

体系化(定義・実装・検証)

まちあるきのための要件

手法の適用と、体系との対応付け

第6章 ルート型ジオタグオーディオの設計と実装

第7章 ルート型ジオタグオーディオの制作環境の実装と検証

実装, 検証

第8章 結論, 展望

7

第2章 まちあるきを支援するコンテンツ

2.1. 本章の目的

本章では、日本で活発化している「まちあるき」を支援するために利用されているコンテンツ（地図・ガイドブック、音声案内、モバイルアプリケーション）におけるユーザの移動空間認知・移動支援、コンテンツとしての特徴を整理することによって、まちあるきを支援するデジタルコンテンツの要件を明らかにし、本論文におけるまちあるきのための場所同期オーディオの課題を明らかにする。そのために、まず、まちあるきを、以下の3つの形態に分けて議論する。そして、既存のまちあるきを支援するコンテンツの特徴を明らかにする。

(1) まちあるきの形態

- a) 人間のガイドによるまちあるき
- b) イベントによるまちあるき
- c) 個人によるまちあるき

(2) まちあるきを支援するコンテンツ

- a) 地図・ガイドブック
- b) 音声案内
- c) IT 地図

なお、本章で議論するまちあるきの領域は、主に、図 2.1.の「M:まちあるき」の領域であり、場所同期オーディオにおける議論の対象は、図 2.1.の場所同期オーディオ（M かつ P）の領域である。

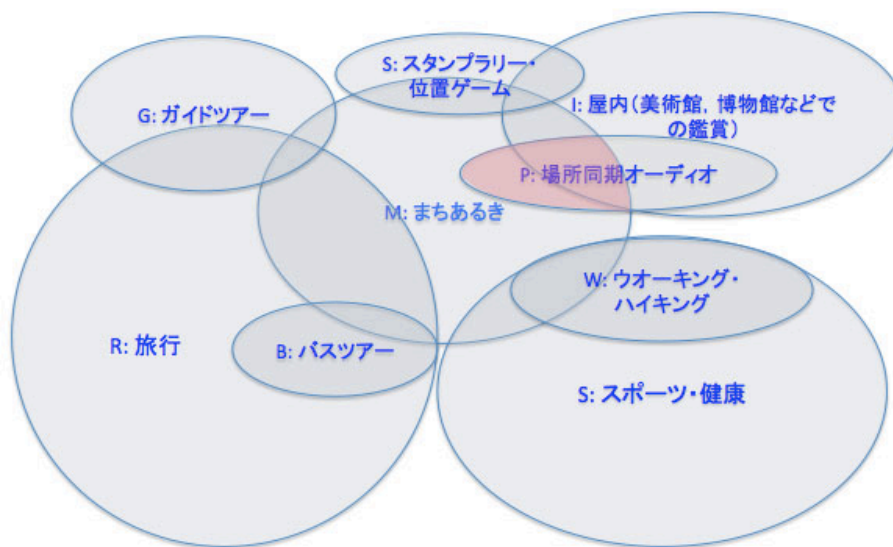


図 2.1. 本研究の領域の概念図

2.2. まちあるきの形態

まちあるきの形態としては、主に以下の3種類が考えられる。

a)人間のガイドによるまちあるき

地域のボランティアや観光協会などによって提供されている。まちあるき希望者の申し込みにより、人間のガイドが手配され、参加者はガイドに案内されながら、まちあるきを楽しむ。ガイドの専門家による満足度の高い案内を受けられるが、事前予約などが必要でいつでもどこでも気軽にガイドに案内してもらえない。このため、人間のガイドが確保できない地域や状況の場合、安心して移動しながら、場所の情報を得るためには、地図・ガイドブックなどのまちあるきを支援するコンテンツを利用することになる。

b)イベントによるまちあるき

地方自治体、観光協会、企業が主催するまちあるきが増えている（図2.2.）。桜開花など季節に応じて開催されたり、地域の名所巡りや偉人にまつわる話などのテーマが設定され、参加者を集め、楽しませるための工夫が多い。企業では、鉄道会社（東日本旅客鉄道株式会社、西武鉄道会社など）が自社沿線の利用を促進するために、主に週末に駅周辺のまちあるきイベントを開催されている。1回の参加者数が1000人以上になるイベントもある。これらのイベントでは、あらかじめテーマが設定され、モデルコース上にあるスポットを巡ることによって、地域を歩き、場所の情報を得ることになる。イベントの参加者が多い場合、他の参加者の移動に付いて行くことで安心して迷わず歩こうとする参加者がいる。また、モデルコース上の各所にイベント関係者が立っており、参加者を支援するイベントも多い。この場合、イベント関係者は、たとえば、迷いやすい箇所や曲がる方向を教えたり、事故が起きやすい箇所や周囲への注意を促す。

c)個人によるまちあるき

まちあるきの形態は多様化し、近年、イベントなどに関係なく、個人がまちあるき向け地図やガイドブックを持ちながら、自分の好きな時間と場所を歩く形態も増えている。現在、多くの駅や公共施設などでまちあるきの紙地図が配布され、書店ではまちあるきのためのガイドブックがあふれていることから、自分の志向や目的にあった地図やガイドブックを入手し、まちあるきを楽しむことはより一層容易となっている。このようなまちあるきでは、まちあるき体験者は、初めて訪れる場所を歩くことになるため、特に地図やガイドブックなどの空間認知・移動のためのコンテンツが求められる。



図 2.2. まちあるきイベントの事例

主催者：日本旅客鉄道株式会社など、実施日：2012年4月6日、行程：約8km、

テーマ：「奥多摩川夢の桜街道と東京の作り酒屋をめぐる」

（写真・左：受付の様子、写真・右：羽村駅付近・馬の水飲み場跡前）

2.3. まちあるき流行の要因

まちあるきが流行する背景としては、以下のような理由が考えられる。

a) 着地型観光への期待

これまで観光地として注目されなかったような地域でも、まちあるきイベントにより、参加者に地域の歴史や文化、お店などを紹介できる。このため、まちあるきの観光効果や購買効果が期待されており、地方自治体や観光協会を中心として、地域に密着したまちあるきイベントの開催が増えている。

b) 旅行目的の多様化

人々の旅行の目的・形態が多様化しており、まちあるきも旅行の一つの形態として定着しつつある。従来のように遠出の泊まりがけで旅行というより、週末に気軽に近くの地域を歩いて楽しむというニーズも増えていると考えられる。

c) 歩くこと、健康志向への関心

健康ブームによって、ウォーキングやハイキングが人気となっている。ウォーキングやハイキングのイベントとして訴求しながら、歩くことだけを目的とせず、地域の場所を巡り、歴史や文化に触れられるように、まちあるきのテーマやルートが企画・実施されている事例が多い（JR 東日本：駅からハイキング、西武鉄道：ウォーキング&ハイキングなど）。

d) マスメディアによる場所の紹介：まちあるき番組、聖地巡礼など

食、文化、歴史などをテーマとするテレビ番組で、出演者が現場を歩きながら、場所を紹介する事例が増えている。また、映画やテレビドラマ、アニメーションのロケーション場所として、実際の地域や名所が取り上げられることも多くなっている。番組で登場した地域や建物を体感するために、コンテンツ公開後に、多くの人々がロケ地に訪れる状況が各地で起きている。このような現象を、観光促進、ビジネスの契機と捉え、盛んに宣伝する地方自治体や観光協会の事例も多い。

2.4. まちあるきを支援するコンテンツの分類

(1) 地図・ガイドブック

まちあるきのためには、ユーザは自位置を認識し、移動する必要があるため、まちあるき向けの移動支援の基本として、紙地図・ガイドブックを整理する。近年、まちあるきの流行に伴って、まちあるき向け地図やガイドブックが多様化している。旅行や散策目的以外でも、例えばファッション誌などにも場所に関連した情報がイラスト地図に表現されている。その記事を持ち歩けば、まちあるきに活用できるように、記事が構成されている。このような書籍やガイドブックが人気となっている背景としては、休日の限られた時間で、まちあるきを楽しむためには、モデルコースが載っており、デザイン性が高い地図を使って質の高いまちあるきを手軽に楽しみたいという要望が強いことが考えられ（図 2.3.），学術分野でもガイドブックの研究がみられる[15]。なお、まちあるき向け紙地図の特徴や問題点については、第 3 章で詳しく説明する。



図 2.3. まちあるき地図を含む内容で構成されるガイドブックの例
(出典：株式会社昭文社，ことりっぴ おでかけさんぽ)

(2) 音声案内

現実空間を案内するために、既存の博物館・美術館の音声案内から発展し、屋外向けなど、音声案内の形態や利用対象者、利用環境（専用端末や配信方法）が多様化している。以下に事例をあげながら特徴を整理する。

a) 博物館・美術館での音声案内

博物館や美術館の音声案内（図 2.4.）は、30 年以上前から提供されてきた枠組みである。日本国内の国立美術館や国立博物館などでも音声案内の提供が一般的になっている。これらの音声案内は、専用端末が貸し出され、来館者は展示品のスポットで、展示品を見ながら、オーディオから説明を聴く。屋内向けの音声案内が普及した背景には、オーディオから情報を得ることが、現実空間に注意を払いながら、展示品の説明書きよりも、さらに詳しい情報を聴覚によって手軽に提供できることが主な理由ととえられる。

b) 屋外向け音声案内

音声案内を屋外に適用する事例が、主に観光地で増えており、これらの音声案内も専用端末による提供が中心である。この場合、移動のために紙地図を持ち歩きながら、スポットを巡る形態が多い。このようなスポット型オーディオを配信するための研究[12],[22],[31]が増えている。また、音声案内の情報伝達性についての研究[32]もある。ただし、屋外では屋内に比べて提供地域が広がることもあり、スポットと対応するオーディオを端末にて選択再生する操作が、ユーザの負担になる場合もある。これを解決する配信形態の一つとして、スポット周辺ごとにオーディオを FM ラジオの電波で配信することにより、そのスポットに近づいたユーザのアナログラジオ受信端末から、スポットのオーディオが再生される音声案内がある（事例：旭山動物園どうぶつ音声ガイド）。現在ではアナログラジオのオーディオは高音質とは言えないが、一部の観光地や商店街などで提供されている。

歩行以外の観光向け音声案内に言及すると、移動中のバス車内で音声合成による案内を提供するのはバスの「TOMODACHI」という音声案内がある[5]。これは、都内へ観光に来た外国人

が観光バスに搭乗する場合、バスの添乗員（日本人ガイド）は外国語による場所の説明に対応できないため、バスの位置に合わせて、専用端末から外国語の音声案内が提供されている。

c)インターネット配信型オーディオ（Podcast）による音声案内

近年では、スマートフォンやデジタルメディアプレーヤーで鑑賞するインターネット配信型オーディオ（Podcast）（図 2.5.）が普及し、Podcast がまちあるき向けの音声案内として公開される事例が増えている（大阪まちあるき：大阪観光コンベンション協会，ひろしまナビゲータ：広島観光コンベンションビューロー，音声観光ガイド：佐渡観光協会）[6]。Podcast による音声案内ではデバイスの画面に地図は表示されず，音声のみ提供される形態が標準的である。このため，ユーザの自位置の認識や移動のために，紙または電子ファイルの地図が Podcast と合わせて提供される事例が多い（図 2.6.）。ユーザは地図を参照してスポットまで移動し，デバイスを操作してオーディオを鑑賞する。

Podcast は，インターネット配信型オーディオのため，広くユーザにダウンロードし，鑑賞してもらうことのできる枠組みであり，一般ユーザが制作・配信する Podcast も少なくない。本研究の場所同期オーディオは，Podcast による音声案内の枠組みを基本としており，草の根的場所同期オーディオを実現することを，第 6 章にて述べる。

d)まちあるき向け音声案内（アプリ型）

スマートフォンやタブレットなどのモバイルデバイスが普及し，それらのデバイスで動作するモバイルアプリケーションによる音声案内も登場してきている（ちずぶらりシリーズ：ATR Creative，音声案内ガイダンス：株式会社電通，ふらっと案内：ソフトバンク株式会社，など）。これらの音声案内の事例は，まだ多くはないが，Podcast のようなオーディオの再生機能に加えて，地図の表示や GPS による自位置の表示のための機能などが備わっており，ユーザが空間認知・移動を行い，簡便に音声案内を鑑賞するための配慮がされている。現在のまちあるき向け音声案内の主流は，スポット型オーディオの再生であり，まちあるきのためのデジタルコンテンツとして確立された領域ではない。本論文では第 6 章でまちあるき向け音声案内（アプリ型）を実装し，議論する。



図 2.4. 美術館における専用端末による音声案内

ユーザは，専用端末を持ち，スポットの前で展示品を鑑賞しながら，案内を聴く。

（写真：森美術館の音声案内の様子，出典：OCN アート）。

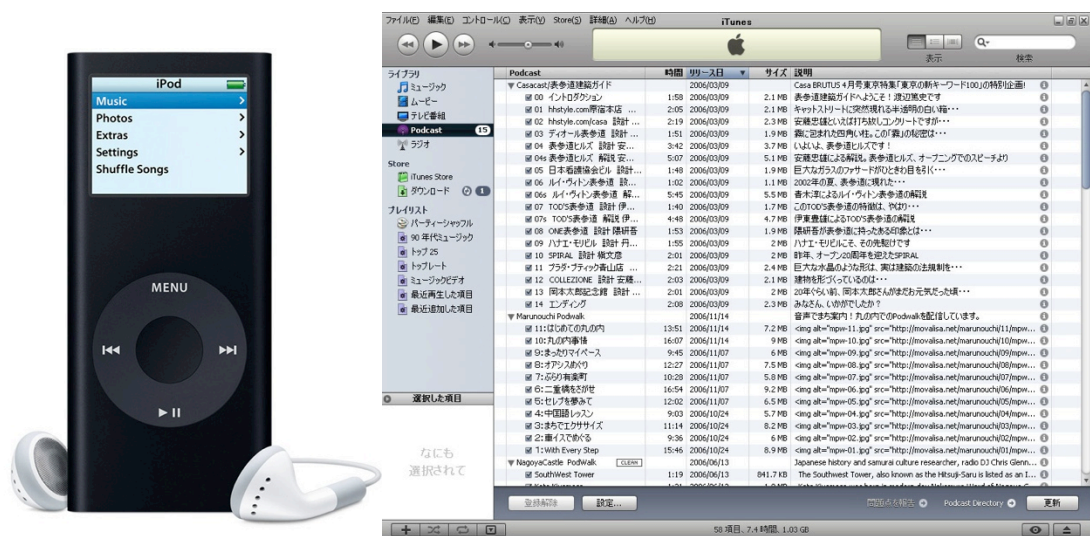


図 2.5. Podcast の利用環境

デジタルデジタルメディアプレーヤー（左），パソコンでの Podcast のダウンロード画面（右）
（出典:Apple Inc.）



図 2.6. Podcast でまちあるきをする際に利用する地図

ウェブで電子ファイル（Adobe PDF 形式）として配布されている。
（出典：大阪まちあるき：大阪観光コンベンション協会[36]）

(3) IT 地図

IT 地図で主流の多目的地図や移動目的地図では表現や機能は充実しているが、まちあるきという特定の目的に特化した IT 地図は、まだ多くはない。現在、少数ではあるが、地方自治体や企業、鉄道会社などが、特定の沿線や観光地で品質の高いモバイルアプリケーションを制作・配布する事例が増えている（小田急電鉄株式会社：小田急沿線「自然ふれあい歩道」お散歩ガイド [37]，セブンス・テックワークス株式会社：東京下町散歩）。これらの地図表現はイラスト地図を基本としており、まちあるきを楽しめるように、シンプルで視認性・デザイン性が高いものになっており、モバイルアプリケーションとして提供される。しかし、モバイルアプリケーションの開発・配布にコストがかかるため、あらゆる地域向けに IT 地図が配布されているわけではない。また、まちあるきの IT 地図の範疇は確立されてはおらず、コストや制作の簡便さから、まちあるき向けの紙地図をデジタル化し、モバイルアプリケーションとして配布されている事例も少なくない。このため、まちあるき向けの地図が持つ表現と、GPS 位置や音声案内などのデジタル技術との統合が十分に行えていないのが現状である。また、まちあるき向け IT 地図やモバイルアプリケーションでは、ユーザが地図を参照しながらスポットを移動し、スポットに割り当てられた写真、テキストなどによる視覚情報・スポット型の案内が主流であり、コンテンツの鑑賞形態が多様でない。ユーザのルート移動や、コンテンツの選択支援など、まちあるき向け IT 地図、モバイルアプリケーションで議論する課題は多いと考えられる。

2.5. まちあるきを支援するコンテンツの基本要件

本研究では、既存のまちあるきを支援するコンテンツの特徴を踏まえたうえで、まちあるきを支援するコンテンツの要素を以下に定義する。

a)現場を体感する支援

ユーザは、コンテンツから情報を得て満足するだけではなく、道を歩き、場所を巡り、地域の町並みに触れることによって、風景を眺めるなど現場を体感する。また、自動車や電車の車窓からの風景を眺めるのではなく、歩く行為も目的の一つである。まちあるきでは、ランドマーク以外でも、移動中の道や坂道の風景などを楽しむユーザも多い。現場を歩くことによる気づきや発見を望むユーザも少なくない。まちあるきで現場を体感する行為に関わる研究がある[11]。現場でのデジタルコンテンツやサービスにおける実装や考察などの研究[10],[24],[26],[27],[30]がある。

b)場所の情報を得る支援

現場を体感するだけでなく、歩いた場所の情報を得ることにより、歴史や文化を理解する、まちあるきを楽しむための要素の一つである。まちあるき向けコンテンツでは、ユーザの満足度を上げるために、様々な場所の情報が掲載される傾向がある。また、近年では、場所に基づいたテキスト、写真などを提供するためのシステムの研究[10],[17],[21],[33]や、スポット型中心ではあるが、GPS や位置情報センサーの情報に基づいて情報を配信しようとする研究が増えている[10],[13]。また、現場での場所情報を教育に活用する研究もある[23],[25]。

c)デザインされた小旅行

既存のまちあるき向け紙地図やガイドブックでは、テーマやルートなどによって、まちあるきがデザインされている。これらの現象は、自由に歩くのではなく、あらかじめデザインされたおすすめのルートを巡ることを便利で楽しいと考えるユーザの多さが背景にあると推測される。旅のプランを練るためのウェブサービスの研究[18],[20]もある。

d)安全な移動の支援

まちあるきでは、初めて訪れる場所も多いため、基本的に地図が必要となる。スタート地点からゴール地点までの移動を支援するには、地図やルートのデザインが重要である。

e)安全のための表現

まちあるき中に交通事故に遭う可能性もあるため、既存のまちあるき向けコンテンツでも安全に注意を促す注意書きが必要である。また、地図やルートの表現が簡略化されているのも、安全への配慮によるものと考えられる。

f)自位置表示

紙地図では不可能だが、デジタルコンテンツの場合、地図に GPS の自位置を表示することによって、ユーザの瞬時の自位置の把握、視認性の向上させることができる。地図を読みとる負担を軽減することにより、間接的に安全性を高めることになる。

2.6. まちあるきを支援するコンテンツの制作環境の現状

インターネットの最大の特徴として、情報の作成・提供者とユーザの区別が無くなり、より民主的な社会文化環境を育むことがあげられる。しかし、現在の地図の枠組みは、未だ作成・提供者とユーザの区別がはっきりしており、古典的なマスメディアに近い形態ではないかと考えられる。オープンストリートマップ[7]は、ボランティアを基本に作成される基盤 IT 地図であり、古典的形態を脱した形と捉えることができるが、様々な分野の人々が参入して多様性のある主題地図や地図サービスの実現をめざす枠組みとは異なる。

一方、まちあるきのイベントの主催者は地方自治体や観光協会が多く、個人が場所の情報を公開するニーズが高まっているが、まちあるきを支援するコンテンツの基本要件（2.5 節）を備えたまちあるきのためのユーザ作成コンテンツ（User-Generated Content）を提供する枠組みが十分でないと考えられる。まちあるき向けコンテンツについても、ユーザ制作コンテンツの枠組みを普及することは、地域のまちおこしやコミュニティの活性化につながると考えられる。

2.7. まとめ

本章では、まちあるきのイベント形態を整理することにより、まちあるきの体験者が安心・安全に移動しながら、場所の情報を得ることが、まちあるきの基本要件であるということを示した。このような目的では、本来、人間のガイドに案内による、体験者の安全な移動、場所の理解が理想的であると考えられるが、まちあるきイベントの多様化、参加者の増加、まちあるきイベント地域の増加によって、人間のガイドが個別に対応することの難しいケースも想定される。

本章では、人間のガイドに依らない場合、まちあるき体験者が利用するであろうアナログコンテンツ、デジタルコンテンツを、紙地図・ガイドブック、音声案内、IT 地図に分類し、特徴を挙げた。まちあるき向けの紙地図とガイドブックは多様化・高度化しており、それらだけでもまちあるきを行うことは可能である。しかし、まちあるき向け IT 地図の範疇は確立されていないため、本論文では、将来の IT 地図の一形態として、IT 技術を統合したまちあるき向けの IT 地図やデジタルコンテンツの備えるべき基本要件を明らかにした。

また、まちあるきで共有される場所の情報は、従来のマスコミのテレビ番組や書籍などの一方的に提供される情報（広告、食べ物ガイドなど）というよりは、個人や地域に根ざした情報の共有によって新たな価値を持つと考えられる。まちあるき文化を推進し、地域活性化につなげるには、本章でまとめた要件を満たすまちあるき向けデジタルコンテンツを実現しながら、その制作・共有環境について議論する必要がある。本論文では、本章で明らかにした内容を踏まえたうえで、将来のまちあるきの支援のための場所同期オーディオ（ルート型ジオタグオーディオ）を実装（第 6 章）し、制作環境（第 7 章）についても議論する。

第3章 まちあるき向けエゴセントリック表現

3.1. 本章の目的

本論文では場所同期オーディオを対象とした研究であるため、本章の主目的は、まちあるきを目的とした場所同期オーディオにおけるエゴセントリック表現を明らかにすることである。そのために、本論文では、ユーザが、まちあるきを安心して迷わず移動するための最低限に必要な情報として、地図の視覚情報が重要であると捉える。このため、既存のまちあるき向けの紙地図の特徴を整理することにより、将来のまちあるき向けデジタルコンテンツの IT 地図にあるべき姿を明らかにする。本章のまちあるきの移動支援とは、ユーザがスタートからゴールまでを迷わずに効率的に移動するための支援だけでなく、コンテンツから場所の説明を得るなどの支援を兼ね備えたものである。このため、本章では、IT 地図における GPS を用いた移動支援、音声案内などの観点からも、既存の IT 地図と比較しながら議論する。

3.2. 方法

本研究では、まちあるきのための場所同期オーディオが備えるべき、安全な IT 地図の表現を議論するために、以下の手順に従って議論を進める。

- a)まちあるき向け紙地図の優れた視覚表現の特徴を明らかにする。
- b)まちあるき向け紙地図の問題点を整理する。
- c)IT 地図の問題点を整理する。
- d)上記 2,3 の問題を踏まえたうえで、紙地図の優れた点を反映し、IT 技術を統合する際に必要な要件を整理し、まちあるきのためにあるべきエゴセントリック表現を明らかにする。
- e)旅行向けデジタルコンテンツの表現方法などの既存研究の主流をまとめ、本論文の研究対象との違いを明確化する。

3.3. エゴセントリック地図とジオセントリック地図

本章では、ユーザが安全・安心して移動するための地図の表現における「エゴセントリック表現」を整理する。このため、まず、本節で「ジオセントリック地図」と「エゴセントリック地図」を対比し、概念として説明する。エゴセントリック地図とジオセントリック地図についてまとめた研究 [16]があり、エゴセントリック表現に注目した応用が増えている。なお、エゴセントリック地図とジオセントリック地図は、一般的な定義があるわけではなく、ジオセントリック地図とエゴセントリック地図の性質を兼ね備えた地図もあると考えられるが、本論文では、狭義として、エゴセントリック地図とジオセントリック地図を、それぞれ定義する。それぞれ、以下の特徴があると考えられる。

(1) ジオセントリック地図

主に、既存の紙地図で多く見られる地図である。視覚表現としては、北を上として、対象地域全体が描かれ、地図の縮尺を変更できない地図である。情報が厳密であり、一覧性があるため、地図全体からの自位置を判断・記憶したり、人と位置情報を共有する場合や科学的に情報を記録する目的に向いている地図と考えられる。ジオセントリック地図を利用するユーザは、自分の位置や方向

を地図から読み取る必要がある。迷った場合は、移動と地図の読み取りを繰り返すことになる。

(2) エゴセントリック地図

ユーザの状況に合わせて情報が提示されるエゴセントリック表現が強い地図である。カーナビゲーションや歩行者ナビゲーションなどの IT 地図で、すでに一般的に用いられている地図である。既存のエゴセントリック地図では、リアルタイムにユーザの位置が地図の中心に表示され、進行方向がわかりやすく、今後の移動するルートが強調表示される表現によって、移動中のユーザを安全に誘導するように表現が工夫されている。このようなエゴセントリック地図では、ユーザにとって自位置などが非常に分かりやすい情報表現となっているが、提示される情報が簡略化され瞬間的であるために地図の内容をユーザの記憶にとどめたり、ユーザ同士で情報を共有したりするためには向かない傾向がある。

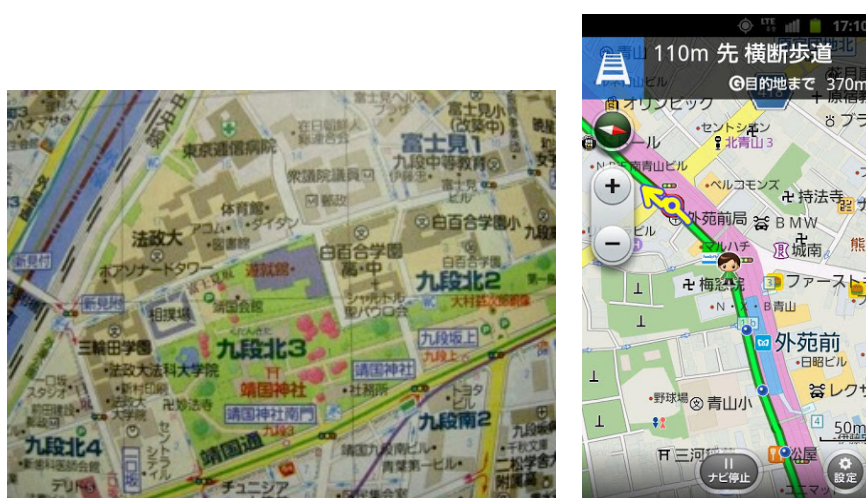


図 3.1. ジオセントリック地図（左）とエゴセントリック地図（右）の例

出典：株式会社昭文社（左），ナビタイムジャパン株式会社（右）

3.4. まちあるき向け紙地図

まちあるき向け地図では、地域住民や専門ガイドにより作られることもあり、お勧めのコースを限られた時間で十分に楽しめるようにデザインされ、提供されている。このため、まちあるき向け地図は、既存の多目的・移動目的地図とは異なった地図表現の特徴があり、発展している（図 3.2.）。その表現としては、地図のみでなく、場所の情報が書かれることによって地域の歴史や文化に触れながら歩けるようにデザインされているものもある。近年は書店の地図のみでなく、地方自治体、観光協会などの制作によるものが多く配布されている。このような地図は、入手、利用しやすいように、駅などの公共施設で配布されている。より簡単に入手できるように、地図がウェブ配布されることも多い。この場合、ユーザは利用したい地図を、印刷して、まちあるきに持参するか、スマートフォンの画面に表示する。

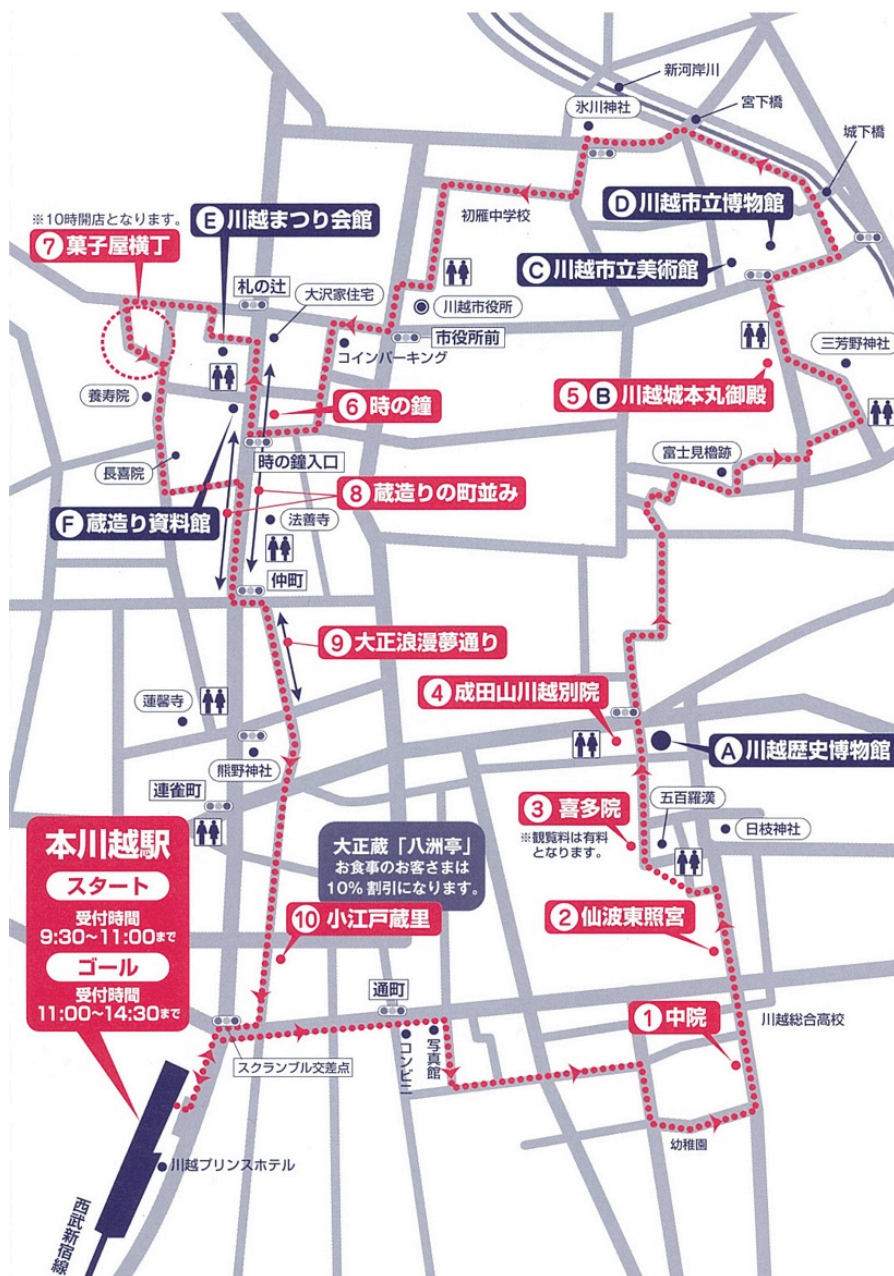


図 3.2. まちあるき向け紙地図の例

(開催地域：埼玉県川越市，主催者：西武鉄道株式会社，開催日：2012 年 5 月 6 日)

3.4.1. まちあるき向け地図の特徴

本論文では，まちあるき向け地図の表現の特徴として「モデルコース」，「イラスト地図」の 2 点に注目し，それぞれの特徴を述べる。

(1) まちあるきのためのモデルコースの提供

まちあるき向け地図には「モデルコース」が載っており，モデルコースではスタート地点からゴール地点まで複数の POI (Point of Interest；建物，店など) が紹介される。モデルコースの提供には，ユーザの旅行体験を満足させるために，以下の点で配慮がされている。

a) テーマ

観光協会の地域案内、買い物、地域の歴史解説、名所・史跡散策など、まちあるきの様々なテーマが設定されており、テーマに沿って POI が紹介される。

b) ルート

ユーザのルートや POI の順番が考慮される。ルートの作成は、ユーザが疲れないように坂道を迂回したり、危険な場所を通らないように配慮される。また、ユーザが巡り易い順番で、POI がつながられる。なお、認知地図におけるルート地図とサーヴェイ地図の特徴については、先行研究で紹介され、まとめられている[2]。

c) 移動距離・移動時間

モデルコースの移動距離、移動時間が考慮され、ユーザが無理のない行程で巡れるようになっている。

d) 複数のコース

同一エリアに複数のモデルコースが掲載されることがあり、ユーザは目的に合ったコースを選択する。

e) 交通安全、トラブル回避（防犯など）

まちあるき中に、交通事故やトラブルに巻き込まれないように、ユーザが注意すべき場所で地図に注意書きなどが載っている。

(2) まちあるき向けの視覚表現

まちあるき向け地図は、迷わず、楽しく、まちあるきが行えるように、デザイナーにより作成された地図が配布されていることが多い。このようなデザイナーによる地図には、地図の表現としては、大きく 2 つの特徴がある。

a) 地図の視覚情報の簡略化

スタンダードな地図を基本としているがまちあるきに直接関係のない道路や建物などの余分な情報を排除した地図である。まちあるき用の IT 地図の多くは、場所を地点で紹介する方法がとられていることが多いため、モデルコースが含まれていない場合がある。この場合、ユーザは地図の各地点までの順路や時間を自分で決めて歩く必要がある。これはユーザが自由に移動を決めて歩くことができる反面、制作者の場所のストーリーを伝えることが難しく、ユーザが限られた行程時間を歩くことができない可能性がある。多目的の地図を基本として制作するため、最初からイラストで描くよりも制作が容易であり、地図の縮尺や距離も正確になるという特徴がある。

b) イラストによる地図表現

イラストを基本に地図が描かれており、地図が手書き風で書かれたり、キャラクターが表現されている地図も多い。ユーザは地図から目的を見つけやすく、歴史散策や名所巡りなど、まちあるきのテーマのイメージを膨らませながら、楽しめるように工夫されている。

3.4.2. まちあるき向け紙地図の利点

a) 携帯性

紙地図は、軽く扱いやすい。まちあるきの地図では用紙が大きいと持ち運びに不便である。このため、まちあるき向け地図は、ページの少ない紙面でコンパクトに情報がまとめられている。一方、ガイドブックは書籍のため情報が豊富だが、重量があるため、持ち運びに向かない場合がある。

b) 閲覧性

IT 地図ではモバイルデバイスの操作が必要なため、特に子供や高齢者にとっては紙地図の方が簡単に扱える。また、紙地図を広げれば複数人で同時に見ることも容易である。

c) 安価

紙は安価であるため、予備があれば破損や紛失時の交換が容易である。しかし、雨天で濡れたり、強風で破損することがあるため、まちあるきでは不便になることがある。

3.4.3. まちあるき向け紙地図の問題点

紙地図の長所は多いが、以下に問題点を明らかにする。

a) 地図以外の情報

紙地図は折り畳むことができるが、広げたときに一覧性を持たせることもできる。しかし、コンパクトであれば紙面のスペースが限られてしまうため、掲載されるまちあるきの情報量に限界が生じる。IT 地図であれば、テキストや写真を画面のページ切り替えで提供することによって、上記の問題は多少解決される。また、ビデオやオーディオなどのマルチメディアを提供することができる。

b) ジオセントリック地図

IT 地図では、GPS 位置が表示され、ユーザの状態に合わせた地図を表示できるエゴセントリック地図を提供可能であり、ユーザの現実空間での空間認知・移動のための負担が軽減される。紙地図によるジオセントリック地図では、上述のような機能が提供できない。

c) 配布形態

紙地図は物理的な制約のため、配布場所や配布時間が限られる。まちあるき向け地図を、IT 地図として提供すれば、インターネットでの配布による利便性が確保される。

3.5. IT 地図

現在、普及している IT 地図を、以下の 2 種類に分けて議論する。まちあるきと目的とは異なった形態で発展しているのがわかる（図 3.3.）。

(1) 多目的 IT 地図：Google 地図, Microsoft Bing Maps など

ウェブブラウザやスマートフォンをプラットフォームとする IT 地図である。詳細な地図の表示機能、POI の検索機能、経路探索機能など、汎用性を備えており、多目的に利用可能である。一方、特定の目的に限った場合、情報過多で一覧性・視認性に劣るという欠点もあるため、まちあるきのような安全な移動支援や場所の説明が提供されるインタフェースについて議論する必要があると考える。



図 3.3. 多目的 IT 地図と移動目的 IT 地図

多目的地図は多くの機能が提供され、便利であるが、特定の目的に限った場合、情報過多で一覧性・視認性に劣るという欠点もある。歩行者が目的地までの移動支援に焦点を当てたサービスとなっている。このため、旅行や場所の説明などは目的が異なるため、重視されていない。

(2) 移動目的 IT 地図

移動目的 IT 地図では、ユーザの移動のために効率化を図った地図表現が取られており、本論文のまちあるきを目的とした IT 地図とは異なる特徴がある。

a)カーナビゲーション

移動目的の IT 地図と音声案内の代表例として、カーナビゲーションがある。カーナビゲーションの情報は、道路ネットワーク・データを使った、ルート検索、案内が中心である。また、ドライバーが安全に運転を行えるように地図の表現が設計されている(図 3.4. (左))。また、ドライバーの現実空間の視覚への注意を妨げないように、移動経路を音声合成による経路案内で提示する手法が取られている。さらに、ユーザが運転中に経路探索などの複雑な操作を行えないように視覚・操作機能が制限されており、運転中のカーナビゲーション操作の事故防止に配慮された設計となっている。本研究のルート型ジオタグオーディオも、まちあるき向けの現実空間への視覚の確保を音声における案内でも提供し、歩行中の表示・操作制限を提供することを、まちあるき目的に適用した。

b)歩行者向けナビ

日本では、2000 年代前半から、カーナビゲーションの拡張として、歩行者向けのナビゲーションが登場し、歩道ネットワーク・データを使った、ルート検索・案内と公共交通ネットワークの検索の機能を統合したサービスも提供されるようになった(株式会社ナビタイムジャパン: NAVITIME, など)。また、歩行者向け経路案内の研究[12]は進んでおり、スマートフォン向けの IT 地図にも移動経路は音声案内で提供されるなど発展をみせている(Apple 社の iPhone の地図(iOS6 版)など)。あくまで、歩行者が目的地までの移動支援に焦点を当てたサービスとなっているため、場所の説明などは重視されていない。

c)旅行向けナビ

近年、歩行者向けナビの派生型として、移動支援だけでなく、旅行のための情報が収録された専用端末やスマートフォン向けの旅行向けナビがある(図 3.4. (右))。このような旅行向けナビのガイドは、出版物のガイドブックなどをもとにしたコンテンツが多いため、コンテンツの品質が高いものが多い。一方、ユーザが制作して配布する、草の根的な情報共有へは進化していないため、ユーザ制作コンテンツにおける制作・共有を議論する必要があると考えられる。なお、旅行を主目的として、RouteYou [8]などのルートを主体とする IT 地図の事例があるが、このようなサービスはモバイルに対応していないなど、まだ多く普及するに至っていない。手軽に利用できる環境は整っていない。



図 3.4. カーナビゲーション(左)と旅行向けナビ(右)のエゴセントリック表現

カーナビゲーションはドライバーの安全運転に配慮したエゴセントリック表現が発展している。旅行者向けナビゲーションの登場は、移動支援のみの情報提供から、旅行情報などの付加情報が提供されており、IT 地図の提供する枠組みが期待されていることが背景になっていると考えられる。(出典：右、パイオニア株式会社、左、パナソニック株式会社)

3.6. まちあるきのためのエゴセントリック表現

まちあるきのための IT 地図のエゴセントリック表現としては、主に、以下の要件が考えられる。

(1) イラスト地図への自位置の表示

既存の IT 地図によるエゴセントリック表現は、カーナビゲーションや移動目的モバイル地図が一般的である。まちあるきのためにも、自位置を中心に表現するエゴセントリック表現が、ユーザーの安全を確保するために重要であると考えられる。なお、既存の IT 地図の枠組みでは、イラスト地図に GPS 位置を表示させる際に技術的問題がある。イラスト地図では、スタンダード地図のように地図の縮尺や道の長さが正確でない場合が多く、緯度・経度などの情報があらかじめ含まれていないため、イラスト地図にリアルタイムで GPS 位置を表示するための技術的な枠組みがまだ十分でない。まちあるき向け地図をエゴセントリック地図として利用する場合、この問題点を解決する必要がある。本研究では、6.7 節によって、この問題を解決している。

(2) ルート表示（移動軌跡）

地図に GPS 位置だけでなく、ルートやユーザーの移動軌跡を表示させることによって、今後行く場所や、少し前にいた場所に戻るなどの参考にできる。また、GPS 位置と POI のコンテンツをリアルタイムに表示させることによって、例えば、モデルコースの POI と自位置の距離を教えたり、カウントダウンして時間を伝えたりできるようになる。また、POI に近づくと、POI の提示方法が変わるなどの表現を加えることも想定される。移動の今後や軌跡を伝えることによって、ユーザーの自位置把握に安心感を与え、より現場の体験に集中できると考えられる。

また、まちあるきのためのエゴセントリック表現のためには、表示されるルートの役割が2つあると考えられる。既存のエゴセントリック地図に見られる移動支援のためのルートと、3.4.1 項で説明したモデルコースとしてのルートである。

(3) エゴセントリック地図（自分中心）・ジオセントリック地図（全体像）の切り替え

ユーザーの安全な移動のためにユーザー中心としたエゴセントリック地図は向いていると考えられるが、まちあるきでは、地図の全体像を示したジオセントリック地図が向く状況も考えられる。例えば、ユーザーがまちあるきを開始する際、まず自分がどこにいるか把握し、今後歩く経路や POI の順番を把握する状況が考えられる。また、ユーザーは歩いた場所や道を記憶や思い出にとどめる行為もまちあるきでは重要であるため、ユーザーはジオセントリック地図を参照して、まちあるき全体における自分の位置を確認する必要がある。このように、まちあるきでは、既存の IT 地図のようにエゴセントリック地図で移動目的を達成するというわけでは必ずしもないと考えられる。このため、ユーザーの状況に合わせて、エゴセントリック地図とジオセントリック地図を切り替えられることも、まちあるきのためのエゴセントリック表現としては重要と考えられる。

(4) マルチメディア提示

まちあるきでは、既存のガイドブックでも見られるように、移動のための情報だけでなく、お店の情報や歴史解説など、まちあるきのための説明が重要となる。このため、観光情報、歴史・文化などについて、現場で鑑賞する写真や映像、オーディオなどのマルチメディアコンテンツの提示によって、紙地図では不可能であった多彩な情報を提供でき、まちあるきを支援することが考えられる。このような現場で鑑賞する写真やオーディオによる情報提示は、ユーザーによって自位置や今後の移動判断の参考になり、エゴセントリック表現の要素の一つとなると考える。ただし、ユーザーが提示される写真や映像に注視したり、視聴のために頻繁なユーザーの操作が必要な場合、ユーザーが周囲に注意できなくなる可能性が高い。このため、ユーザーが画面や操作に集中しすぎないように、安

全性を確保する視覚情報・操作のためのインタフェースの設計・実装が必要と考えられる。

(5) プル型情報提示

デジタルコンテンツの入手形態として「プル型」と「プッシュ型」という技術・サービスの概念がある。「プッシュ型」は、テレビやラジオのようにユーザが受動的に情報を得る技術・サービスであり、インターネット上では、RSS (W3C) によるデジタルコンテンツ自動配信サービス Podcast (Apple Inc., 2012) や、スマートフォン向けの自動配信広告 (NTT ドコモ: メッセージ S) などが挙げられる。旅行者向けの「プッシュ型」のシステムの研究としては[29]がある。カーナビゲーションの音声案内では、ユーザの移動に合わせて自動的に情報が提示されるため、プッシュ型の性質が強いと考えられる。また、カーナビゲーションでは音声案内によって、運転中のユーザが自位置などの情報を安全に得ることが可能となっている。

一方、「プル型」とはユーザが直接操作し、明示的に対象を探し、選ぶことで、能動的に情報を得る技術・サービスであり、ウェブページの検索・閲覧などが事例である。運転中のデバイスの操作は大変な危険が伴うことからわかるように、プル型ではユーザが検索や閲覧のためにデバイスを操作することになり、周囲への注意が散漫になる。近年の歩行者ナビゲーションも、音声案内やエゴセントリック地図によって、移動中のユーザの安全に配慮されている。まちあるきのためのエゴセントリック表現でも、プル型の傾向が強い情報提示がユーザの安全を配慮する意味で重要と考えられる。

3.7. 関連研究

学術領域では、主に旅行者（歩行者）が現実空間を案内・移動支援するためのコンテンツの関連研究が近年増えている。以下に、これらの特徴をまとめ、本論文の対象や議論の違いを明確化する。

- a) 地図と写真やテキストによる視覚情報の研究が主流である[10],[17],[21],[33]など。
- b) 音声案内を対象とする研究も増えてはいる（例:図 3.5.）が、ユーザが地点に立ち止まって聴く情報提示が主流となっている。ルートを歩きながら情報を得るためのシステムの研究は十分議論が行われてこなかった。
- c) オーディオの鑑賞のためのユーザ行為のモデリングなどは十分議論されてこなかったため、本論文では、音声案内における鑑賞のユーザ行為のモデリングを行うことにより、場所同期オーディオの鑑賞のプロセスを整理した。



図 3.5. スポット型オーディオの音声案内を提供するためのモバイルサービスの研究の事例

(出典: Koren, A., A., Stash, N. & Andreev, A., “A proposal for semantic recommender for outdoor audio tour guides”[31])

3.8. まとめ

本章では、まちあるきのための移動支援のためには、地図が必要と捉え、既存のまちあるき向けの紙地図に多く見られる表現を整理することにより、将来あるべきまちあるき向け IT 地図について議論した。まちあるき向け紙地図の多くに備わる特徴として、紙地図の利用者が歩くためのモデルコースがあらかじめデザインされ地図に描かれており、またイラスト地図を基本とした視覚表現の簡略化が行われていることを整理した。これらの要素により、まちあるきの体験者は、モデルコースを歩くことにより、スポットを巡ることができ、経路探索の手間や迷う心配が軽減され、安心した移動を行えるような情報デザインになっていることを明らかにした。また、まちあるきは、例えば、建物、歴史、文化、娯楽、観光などのテーマが設定され提供されていることが多いため、それに合わせて地図の視覚表現も工夫されており、数値地図などではなくイラスト地図による多様化が見られることを示した。一方、このような優れた点が特徴の紙地図はジオセントリック地図の特徴を持っており、ユーザが自位置を判断したり、IT 地図を活用したエゴセントリック表現の要素が提供できないという問題点がある。一方、IT 地図は、特に移動目的ではエゴセントリック表現が発達しているが、多目的と移動目的以外の、まちあるきなどのエゴセントリック表現の地図の研究や応用が十分に議論されてこなかったという現状があった。

本論文では、本章で明らかにした点を踏まえて、まちあるきの紙地図の要件（モデルコース・イラスト地図など）を備えたエゴセントリック表現が、まちあるきのための IT 地図の課題と捉え、第 6 章で説明するルート型ジオタグオーディオの要件の一つとする。基本課題として解決し、将来の IT 地図の視覚表現の一形態として提案する。

第4章 場所同期オーディオのマニュアル同期再生手法

4.1. 背景

場所同期オーディオは、主に博物館や美術館の音声案内として普及してきた。このような音声案内は博物館や美術館で専用端末が貸し出されることが一般的である。ユーザは専用端末を持って展示品の前に行き、聴覚からオーディオを聴くことにより展示品の説明を得て、視覚から現実空間の展示品を鑑賞するという形態が一般的である。ラジオ、オーディオブック、音声案内などの人間のナレーションによる聴覚情報は、ユーザにとって自然に情報を得る形態であることがわかる。

近年、広告代理店などが企画し、芸能人のナレーションが収録された博物館や美術館の音声案内なども提供されており、内容もより高品質、娯楽性の高い場所同期オーディオが提供される例も増えている。

一方、場所同期オーディオを博物館や美術館などの展示品の音声案内ではなく、公園内や城内の名所巡りなど屋外も含めた音声案内の事例が増えている。さらに、インターネット配信技術（Podcast）や、スマートフォンの普及によって、まちあるきを目的とした場所同期オーディオの事例も徐々に増えている。特に、近年の場所同期オーディオでは、スマートフォンを活用したオーディオの操作や地図の表示が行えるモバイルアプリケーションとして提供される事例も増えている。

このように、現場を巡りながら説明を聴くことができる場所同期オーディオは、利用形態・提供形態が多様化してきている。しかし、場所同期オーディオの再生形態の分類やその性質、場所同期オーディオのユーザの鑑賞時の振る舞いなどは、これまで明確に整理されてこなかった。本研究では、上記の特徴を明確化することによって、今後、ますます増えると考えられる場所同期オーディオやモバイルアプリケーションのための鑑賞環境について整理する。

4.2. 目的

場所同期オーディオでは、ユーザが現実空間を移動し、オーディオを鑑賞するためにコンテンツが制作されている。本論文では、まず、場所同期オーディオの事例から基本形態を分類し、それぞれの特徴を明確にする。そして、その分類に基づき、それぞれの形態での再生手法ごとのユーザの空間認知・移動の振る舞いをモデリングし、整理することによって、これまで十分に議論、明確化されてこなかった場所同期オーディオの体系化を行う。

4.3. 方法

(1) 場所同期オーディオの分類

本研究では、まず、場所同期オーディオの鑑賞の形態から、以下の2つを分類し、体系化のための基本形態とする。

- a) スポット型オーディオ（スポットに割り当てられたオーディオ）
- b) ルート型オーディオ（ルートに割り当てられたオーディオ）

次に、場所同期オーディオではユーザが現実空間でオーディオを同期再生するため、本論文では、ユーザのセルフポジショニングによる「マニュアル同期再生」におけるユーザの空間認知・移動の

モデリングを行うことにより場所同期オーディオのユーザの振る舞いを明らかにする。また、ユーザの同期再生を支援するための GPS などのオートポジショニングによる「自動同期再生」の特徴と問題点を明らかにする。

- a) セルフポジショニングを基本とする「マニュアル同期再生手法」(本章で議論する)。
- b) オートポジショニングを基本とする「自動同期再生手法」(第5章で議論する)。

(2) 検証

本論文では、マニュアル同期再生について(第6章)で検証を行う。自動同期再生については、シミュレータで同期再生させることにより、GPS 誤差やユーザの移動による同期再生手法の動作の特徴を明確化する。また、ルート型マニュアル同期再生による現場でのまちあるき実験を行い、特徴を明らかにする。

- a) マニュアル同期再生におけるユーザの振る舞いを観察し、特徴を明らかにする(第6, 7章)。
- b) シミュレータにより、自動同期再生の形態ごとの動作の特徴を明らかにする(第5章)。
- c) 実地実験により、形態ごとの自動同期再生の可能性と限界を明らかにする(第5章)。

4.4. スポット型オーディオ

4.4.1. スポット型オーディオの同期再生手法

既存の場所同期オーディオは、スポット (POI: Point of Interest) にオーディオの再生が割り当てられている事例が大半である。このスポットにオーディオが割り当てられている形態を、本論文の第1章で「スポット型オーディオ」と定義した(事例: 図4.1.)。スポット型オーディオの同期再生手法は以下の3つに分類でき、それぞれの特徴を紹介する。

a) スポット型オーディオのマニュアル同期再生

スポットにオーディオが割り当ててあり、オーディオを聴きたい場合は、そのスポットのオーディオを明示的に選択して、再生操作を行う。具体的には、美術館・博物館の音声案内(日本国立美術館、東京都美術館、江戸東京博物館など)や Podcast による音声案内(大阪観光コンベンション協会: 大阪まちあるきなど)が含まれる。なお、マニュアル同期再生については、第4章で述べる。

b) スポット型オーディオの推薦同期再生

GPS 機能が使われている場合は、自位置が地図の中心に表示されることにより、近い POI を容易に選択し、再生できる。ユーザから近い順番で POI をリスト表示することも、選択・再生操作を容易にする。具体的には、実空間体験支援アプリケーションとして、モバイルデバイスによる音声観光案内(株式会社電通: ケータイ音声ガイド、ソフトバンクモバイル株式会社: ふらっと案内)や、位置情報検索と音声合成を組み合わせた (Google Inc.: Google Field Trip) がある。

c) スポット型オーディオの自動同期再生

GPS 機能を用いた場合は、POI に近づくことにより、そのオーディオが自動同期再生される。なお、自動同期再生については、第5章で述べる。

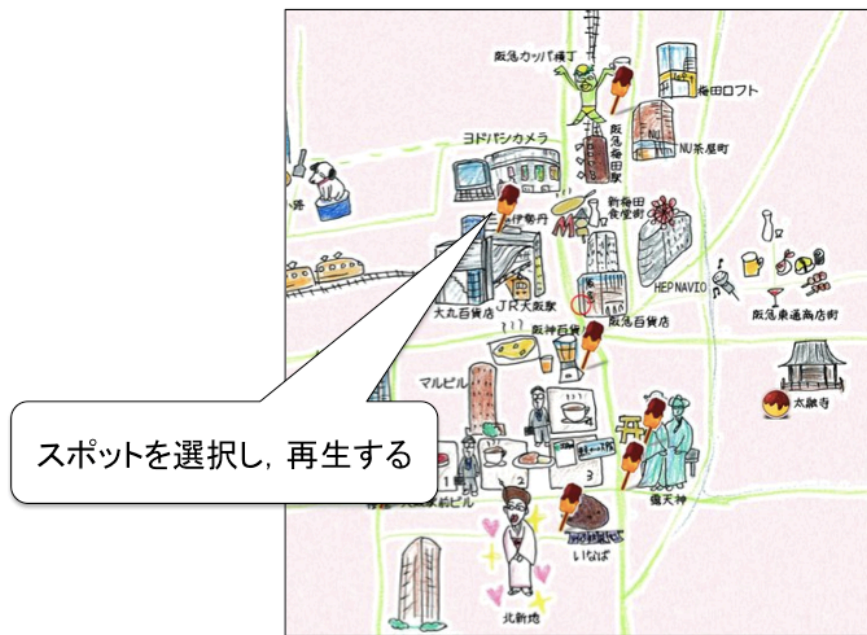


図 4.1. スポット型オーディオと視覚地図の対応

地図の串カツの位置がスポットを表しており、地図を参考にユーザはスポット付近まで行き、スポットのオーディオを選択し、音声案内を鑑賞する。上図での選択するスポットは、JR 大阪駅のスポットであり、オーディオでは大阪駅の全体的な説明がされているため、ユーザは大阪駅内の具体的な場所に行かなくても、大阪駅の周辺に行き、立ち止まって同期再生できる。

(出典：ATR Creative: 赤井英和のわがまま気まま大阪まっぶ)

4.4.2. スポット型オーディオのマニュアル同期再生

本項では、スポット型オーディオのマニュアル同期再生において、適切な位置でオーディオを鑑賞するという行為をモデリングするために、以下のように、ユーザと POI の位置の概念を定義する。

- ・ 現実空間の自位置 : $\text{Position}_{\text{RW}}(\text{User}_i, t)$
- ・ 脳内の自位置 : $\text{Position}_{\text{Brain}}(\text{User}_i, t)$
- ・ GPS が示す自位置 : $\text{Position}_{\text{GPS}}(\text{User}_i, t)$
- ・ 現実空間の POI の位置 : $\text{Position}_{\text{RW}}(\text{POI}_j)$

POI への未到達の状態 (=条件 1)から到達の状態(\neq 条件 1)に遷移した後で、ユーザが POI のオーディオを再生させ、聴いた場合、スポット型オーディオの再生が成功したと定義する。条件 1 のまま再生した場合は、再生が失敗したと定義する。ただし、不等号 (\neq)と等号 (=)の意味は、厳密な意味の点幾何の不一致・一致を意味するのではなく、十分近くない場合は空間的不一致(\neq)、十分近い場合は空間的一致(=)、と解釈する。十分に近いか、近くないか、の指標となる閾値は次項で論じる。

以下、ユーザのさまざまな物理的・心理的空間状態を上記の位置の概念と空間的一致と不一致を用いて表現する。

【条件 1】 ユーザが POI_j に未到達の状態 : $Position_{RW}(User_i, t) \neq Position_{RW}(POI_j)$

マニュアル同期再生のときのユーザの振る舞いとしては、以下のプロセスを実行する。

(a) 自位置認識 (成功・失敗) : 自位置認識が正しい場合 (\neq 条件 2, 図 4.2.) は、(b) のプロセスへ移る。自位置の認識が正しく無い場合 (= 条件 2) は、現実空間の情報、地図、GPS などを用いて、きちんと認識できるようにする。

【条件 2】 ユーザが自位置を見失っている状態 : $Position_{RW}(User_i, t) \neq Position_{Brain}(User_i, t)$

(b) 地図を用いた 2 点間ルートの計画と認識 (図 4.3.) : 自位置から目的地までのルートを計画・認識する (条件 3)。(c) のプロセスへ移る。 $Route_{Space}(p_j, p_{j+1})$ は、空間 Space における、2 点 p_j, p_{j+1} をつなぐ線 (点列) である。ただし、 $\{p_j | j = 0, \dots, k\}$ には順序関係は無い。しかし、ユーザが移動する際、現在点の p_j から次の目的地の p_{j+1} までの 2 点間の線を地図上から読み取り ($Route_{Map}(p_j, p_{j+1})$)、また脳内のイメージとして創り出す ($Route_{Brain}(p_j, p_{j+1})$)。スポット型再生では、一般には POI には特定の順番関係が無く、ユーザが鑑賞前・中に訪れる順番を頭の中で決める。

【条件 3】 移動実行の前にルートを認識した状態 :

$(Position_{Brain}(User_i, t) = Position_{RW}(POI_j)) \wedge (Position_{Brain}(User_i, t) \neq Position_{RW}(POI_{j+1}))$
 $\wedge ((Route_{Brain}(POI_j, POI_{j+1}) = Route_{Map}(POI_j, POI_{j+1}))$

- ・ ユーザの脳内空間における、2 つの POI 間のルートのイメージ : $Route_{Brain}(POI_j, POI_{j+1})$
- ・ 地図空間における、2 つの POI 間のルートの線分図形記号 : $Route_{Map}(POI_j, POI_{j+1})$

Route 同士の等号 (=) は、ある空間の経路が別の空間の経路と同等であることを意味する。上記の場合の空間は、地図空間とユーザの脳内空間を意味している。空間同士の経路が異なる場合、一致させる手続きがユーザの行為となる。

(c) 移動計画実行 (成功・失敗) : 認識している計画経路に従って移動を実行する (図 4.4.)。もし目的地に到達したら、移動を終了し、オーディオ再生操作をマニュアルで行う (図 4.5.)。もしまだ目的地に到着しておらず、自位置が計画経路の上に正しく存在する場合 (\neq 条件 4) は移動を実行し続ける。もし自位置が計画経路からずれている場合 (= 条件 4)、そのずれが認識できれば、計画経路に従うように移動の修正を行う。もしずれが認識できていない、つまり自位置の認識ができない場合 (= 条件 2) は、(a) のプロセスへ戻り、自位置認識からやりなおす。

【条件 4】 移動実行中に計画経路からずれた状態 :

$Position_{RW}(User_i, t) \notin Route_{Map}(POI_j, POI_{j+1})$

本節で導入した条件は、地図を使ったオーディオのスポット型マニュアル同期再生というタスクにおけるユーザの振る舞いを明確化するための概念であり、代表的なものを簡単に紹介した。これらの条件を満たすか、満たさないか、という状態と状態遷移がユーザの状態と振る舞いを表現し、現実空間、地図空間、認知空間の 3 空間での相補的な情報伝達の流れが地図空間・現実空間とユーザとのインタラクションをモデリングしている[4]。また、実時間地図は、地図空間と現実空間との

インタラクションの結果であり、もっとも簡単なものはGPSを使った自位置表示である。

ユーザが正しく自位置を認識できている状態

ユーザが迷っている状態



図 4.2. 現実空間と脳内地図（概念）のユーザの自位置を表した概念図

オーディオとの同期再生を行うためには、ユーザは自位置を正しく認識する必要がある。左図は正しく同期が取れている（条件 1）が、右図は自位置と脳内地図が大きくはなれており、ユーザが迷っている状態（条件 2）である。

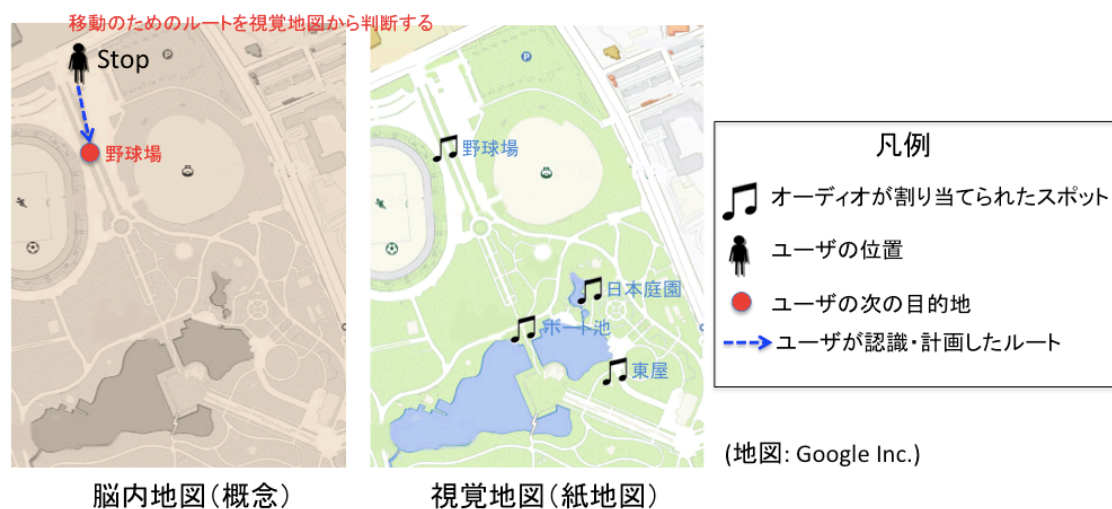


図 4.3. 自位置認識後の移動計画

ユーザは自位置の認識が完了すると、視覚地図（紙地図など）を参照しながら、脳内で現在の位置から目的のスポットまでの移動計画を立てる（条件 3）。

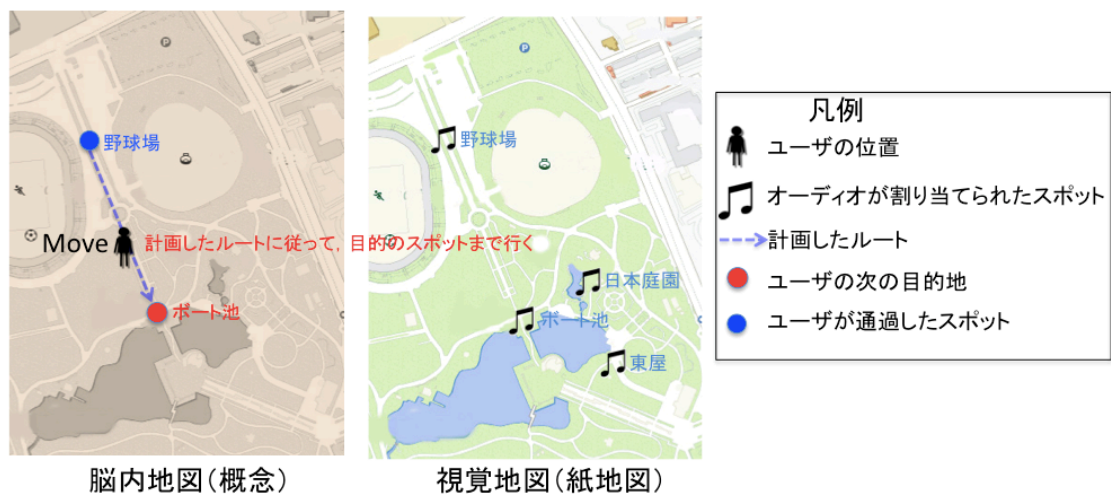


図 4.4. 移動計画の実行中

脳内地図（概念）の移動計画に従って、目的のスポットへ移動する（c）。（地図：Google Inc.）



図 4.5. オーディオの同期再生中の状態

移動計画が成功し、目的のスポットまで到達したと判断した場合、スポットのオーディオを選択し、同期再生を行う（c 成功）。

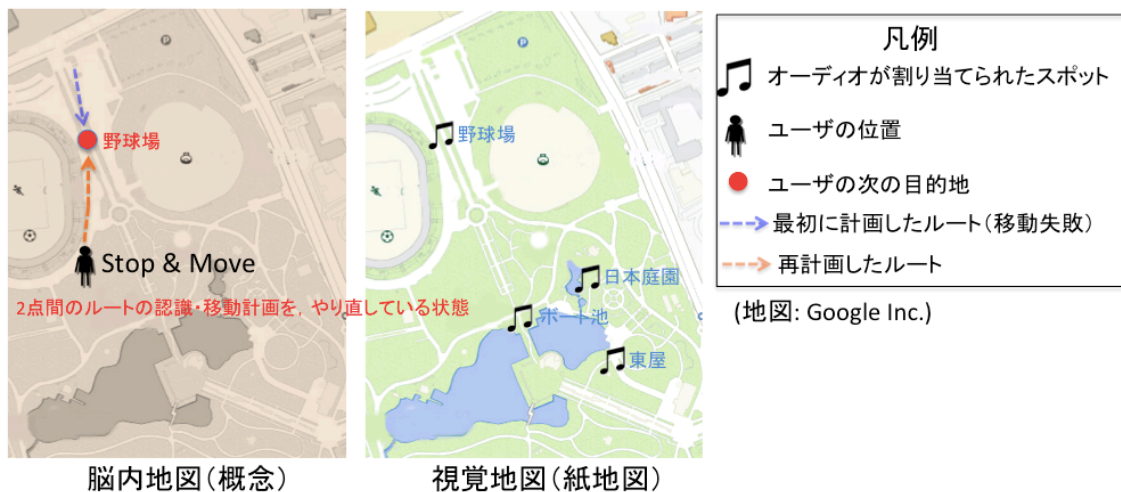


図 4.6. 自位置認識，移動計画の再実行

もし、ユーザが自動計画に失敗していると判断した場合、ユーザは自位置の認識・移動計画の再実行を行い、目的のスポットまでの移動を試みる（条件 4）。

4.5. ルート型オーディオ

4.5.1. ルート型オーディオの同期再生手法

ルート型オーディオは、スポット型オーディオに比べて、ルートを移動するユーザの概念が入るため、まだ普及していない。このため、既存のルート型オーディオの同期再生手法の分類は、本研究のルート型ジオタグオーディオと比較したうえで、6.13 節で議論する。

4.5.2. ルート型オーディオのマニュアル同期再生

ルート型オーディオとスポット型オーディオの主な違いは、オーディオをルートに割り当てるか、スポットに割り当てるかである。ルート型では移動しながらオーディオ鑑賞を行い、一方、スポット型では立ち止まって鑑賞を行う。表 4.1.は、ルート型オーディオのナレーションの内容である。ルート型オーディオでは、場所の案内に加えて、ユーザの移動を支援する必要がある、ナレーションに位置情報が多く含まれていることがわかる。また、表 4.1.のユーザの移動するルートを表した視覚地図が図 4.7.となる。まちあるきにおけるルート型オーディオの「音の風景」や「物語り」についての可能性を考察し、ルート型オーディオを「生活記録」を収集するためのツールと考察した研究[1]がある。ルート型オーディオでは、まだ自動同期再生手法が確立されていないため、既存のルート型オーディオではマニュアル同期再生が前提である。本研究では、ルート型オーディオのマニュアル同期再生（第 4 章）、その発展型としてルート型オーディオの自動同期再生（第 5 章）を定義し、検証を行う。

表 4.1. ルート型オーディオのナレーションの例（抜粋）

ルート型オーディオでは、移動しながらの鑑賞が想定されるため、オーディオに場所の説明だけでなく、移動のための位置情報（赤字）が多く含まれている。（出典：慶応義塾大学環境情報学部加藤文俊研究室）

えー、200円だったかな、この帝釈様の中ね、彫刻と、それから、この中の綺麗な庭園ね、たしか10分ぐらいかかるかな、ぐるーと見てね。
いまは、お参りしているところから左にそれて、奥のほうに入っていっています。
社殿を左へ通ってます。
で、いま突き当たりに来たので、ここを左に曲がります。
いちおう外に出ますか、外へ出て



図 4.7. ルート型オーディオのルートを、地図上に視覚化して表した図

（表 4.1.のルート型オーディオのナレーションに基づいて本論文で作成）

ルートの概念が入るため、地図がなければ移動が難しい。また、地図があっても、オーディオの再生地点が分かりづらい場合があり、常時、オーディオと同期が取れているのかに配慮することになる。（地図画像：Google Inc.）

ルート型オーディオには、スタート地点からゴール地点まで1つのルートがあり、ルートは複数のPOIがつながって構成される。ルートにはオーディオが割り当てられる。ユーザはルート上を移動し、オーディオを鑑賞することになる。もしルートから離れた場合、ルート上に戻る必要がある。ユーザは、ルート上の地点に戻るという点では、スポット型の空間認知・移動のプロセスと同様に振る舞うことになる（図 4.8.）。

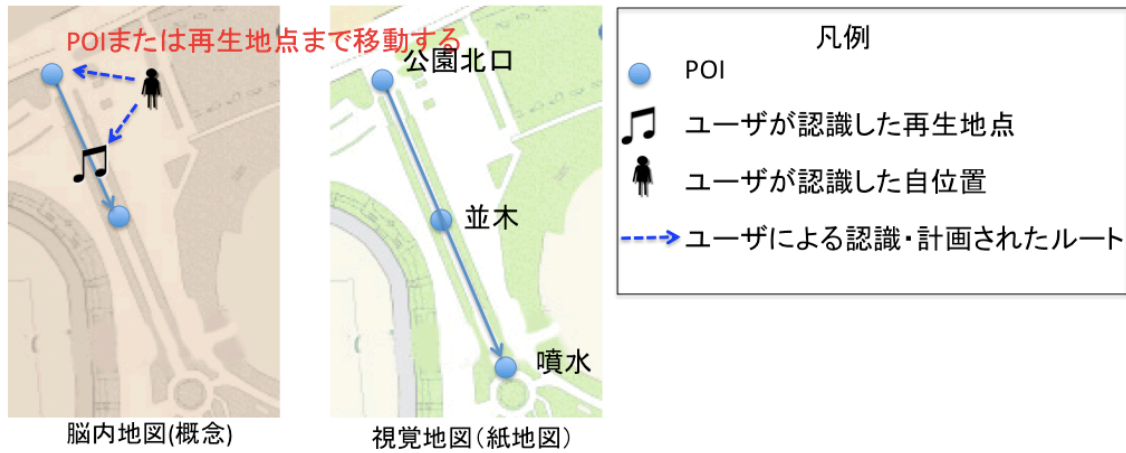


図 4.8. ルートから外れた場合のユーザーが取る振る舞い

もしルートから外れた場合、視覚地図などを参考し、脳内で自位置の認識・移動計画を行う。そして、ルート付近へ戻り、同期再生を再開することになる。（地図画像：Google Inc.）

ルート型オーディオでは、オーディオの再生地点 $\text{Position}_{\text{Audio}}(t_{\text{now}} = t_{\text{elapse}} + t_{\text{start}})$ は時間と共に移動する。ユーザーは、この動く再生地点と一緒に移動することになり、再生地点の同期に気を配る必要がある。ユーザーが自位置を再生地点に同期させる行為は、ユーザーがイメージする今からのルート（時系列点集合）をオーディオの今からの時系列再生地点集合に一致させるプロセスと定義する。

- ・ユーザーがイメージする今からのルート

$$\begin{aligned} & \text{Route}_{\text{Brain}}(\text{User}_i, t_{\text{now}}, \dots, t_{\text{now}+k}) \\ &= \{p | (p \in \text{Position}_{\text{RW}}(\text{User}_i, t_{\text{now}+j})) \wedge (j = 0, \dots, k)\} \end{aligned}$$

- ・オーディオの今からの時系列再生地点集合

$$\begin{aligned} & \text{Route}_{\text{Audio}}(t_{\text{now}}, \dots, t_{\text{now}+k}) \\ &= \{p | (p \in \text{Position}_{\text{Audio}}(t_{\text{now}+j})) \wedge (j = 0, \dots, k)\} \end{aligned}$$

ユーザーは、オーディオの説明内容を理解しながら、適切な位置に移動するため、視覚情報としての地図を見なくても、多くの場合、再生地点を自然に追従することが可能である。また、再生地点から離れてしまうと、聴いているシーンと見ているシーンがずれてしまい、鑑賞環境が悪くなることから、ユーザーは無意識により良い鑑賞環境になるように振る舞う。この振る舞いは、ユーザーが自位置を把握し、現実空間の正しい位置に移動する行為であり、ここでは視聴一致のインセンティブに対するセルフポジショニング（self positioning）と定義する。オーディオツアーでは、地図がなくても、高い精度でセルフポジショニングを実現できる場合がある（図 4.9.）。

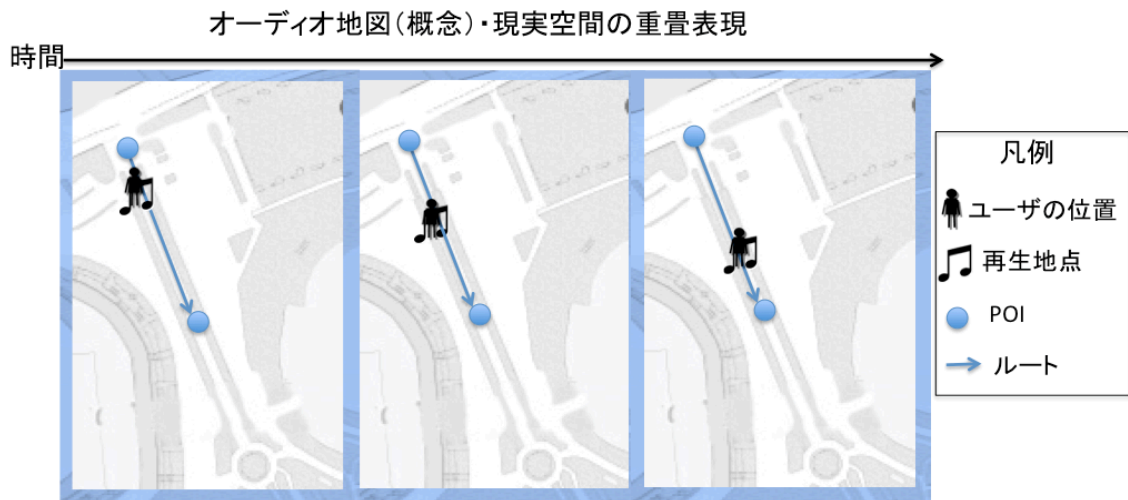


図 4.9. ルート型オーディオでの同期の状態の概念図

現実空間のユーザがオーディオの再生地点（オーディオ地図で指し示された地点）についていくことにより、ルートを歩いていく。ユーザは、オーディオの説明内容を理解しながら、適切な位置に移動するため、必ずしも視覚情報としての地図を見なくても、再生地点を自然に追従することが可能である。上図では、追従が成功しており、オーディオとユーザの同期が取れている理想的な状態である。（地図画像: Google Inc.）

ただし、聴覚情報だけでセルフポジショニングを行っているとき、本当に正しい位置にいるのかどうか不安になる状況もある。オーディオのみから、ユーザが空間認知・行動することは困難である。ユーザが自位置を見失うと、心理的な不安や混乱を抱き、場所同期オーディオを聴くことが困難となる。また、このために、注意が散漫になり、安全でないと考えられる。

4.5.3. ルート型オーディオのマニュアル同期再生の問題点

ルート型オーディオの同期再生の場合、ルートおよび移動時間などが反映されるため、スポット型同期再生手法の問題点に加えて、以下のような問題点が生じる。

a) ユーザ・再生地点の速度による同期の問題点

ユーザがコンテンツを鑑賞する際、ユーザの移動速度と再生速度が異なると、それぞれの位置が時間と共に離れてしまうため、同期がうまく行えない状況になる。場所ごとに、移動速度が異なる場合があり、ユーザはその移動速度の違いを認識する必要がある。

b) ルートによる同期の問題点

ユーザはルートに沿って移動する必要があるが、もしルートからずれた場合、オーディオの再生地点から離れてしまい、適切な鑑賞を行うことができなくなる（図 4.10.）。

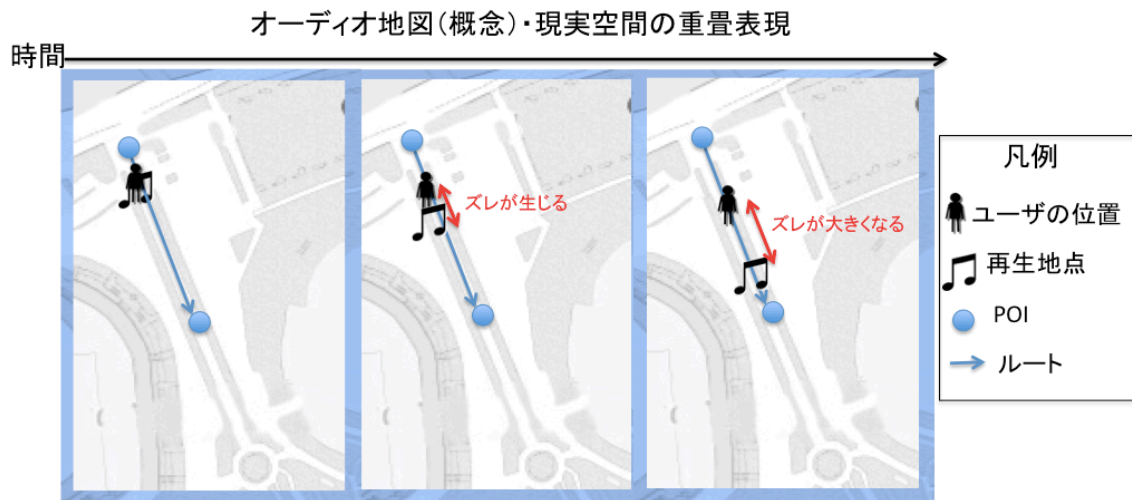


図 4.10. ルート型オーディオでのユーザと再生地点が離れる問題

ユーザの移動速度と再生速度が異なると、時間と共に離れてしまうため、自位置とオーディオの再生地の説明が離れた場所で再生されてしまうため、同期がうまく行えない。このようなケースは、スポット 信号などでユーザが立ち止まったりすると、離れることがあるため、同期再生を調整する必要がある。ルート型オーディオでも、GPS の自位置と再生地点から、GPS による自位置が地図に表示されていれば、移動方向と距離の確認が瞬時にでき、自位置認識と移動計画の再実行の支援になる（第 6 章で説明する）。（地図画像: Google Inc.）

4.5.4. まとめ

本章では、場所同期オーディオを、スポット型オーディオと、ルート型オーディオの基本形態に分類することによって、これまで明確に整理されてこなかった場所同期オーディオの形態と特徴を明らかにした（表 4.2.）。スポット型オーディオのマニュアル同期再生では、ユーザが現実空間で同期再生を行うには、地図などから自位置を認識し、目的のスポットまで行き鑑賞するためのスポットまでの移動計画を行う必要があることを明確化し、そのユーザの振るまいについてモデリングにより整理した。一方、ルート型オーディオのマニュアル同期再生手法では、マニュアル同期再生によるオーディオの鑑賞時に、オーディオの再生地点への追従によって、移動が行うことができ、ルート上での同期再生も成功することを示した。ただし、スポット型オーディオでは移動の概念がないため問題になることは少ないが、移動を伴うルート型オーディオの同期再生では、オーディオのみによるセルフポジショニングが難しく、ユーザが迷ってしまい、同期再生に失敗する可能性が高い問題点を示した。このため、ルート型オーディオでは移動中のユーザの空間認知・移動の問題を解決することが重要になると考える。

本章で整理した場所同期オーディオの特徴と問題点を基に、次章では、本章でのユーザのセルフポジショニングを補完するために、GPS によるオートポジショニングによる自動同期再生を議論する。また、第 6 章で、ルート型オーディオの空間認知・移動の問題について、オーディオの再生地点を中心表示したエゴセントリック地図を提供することにより、ユーザが再生地点と自位置とのずれを瞬時に確認し、空間認知・移動の不安を解消するためのルート型ジオタグオーディオを実装・議論する。本論文では、ルート型オーディオの特徴に着目し、まちあるきのためのルート型ジオタグオーディオを実装・検証する。

表 4.2. スポット型オーディオとルート型オーディオの特徴

<p>スポット型オーディオ→現在の主流:立ち止まって聴くオーディオ</p> <ul style="list-style-type: none">・ 基本的に止まって鑑賞するため、安全性が高い。・ スポットにオーディオを追加するため、コンテンツの制作が容易である。・ 止まって視聴するため、ビデオなどのマルチメディア利用可能である。・ 移動は目的ではなく手段→ 商用のモバイル IT 地図利用化である。・ 移動中のオーディオは無い。・ スポット以外の場所で気付きを導かない。まちを点で経験し、線での経験でない。
<p>ルート型オーディオ→未普及:歩きながら聴くオーディオ</p> <ul style="list-style-type: none">・ 移動中も聴ける。歩き、気付き、を支援する。・ スポットのみでなく、道の周辺を楽しむ。・ 移動は目的である。・ まちを線で楽しむ、経験する。・ 場所同期が難しい。地図を確認する機会が多くなると危ない、面倒である。・ スポット型に比べて、コンテンツの制作が困難である。・ 安全の観点から、オーディオを使う。・ 安全の観点から、地図を含む視覚情報などを使う条件を厳しく制約する必要がある。

第5章 場所同期オーディオの自動同期再生手法

5.1. 背景

本論文では、場所同期オーディオのマニュアル同期再生を、基本的な同期再生手法であると考え、第4章では、ユーザのマニュアル同期再生について、ユーザの振る舞いのモデリングを行った。一方、現実空間での移動を伴うまちあるきでは、ユーザがオーディオの鑑賞に集中しながら、現実空間に注意を向け歩くことが重要になってくる。この場合、エゴセントリック地図を確認する際の画面の閲覧、デバイス操作が必要となる。ユーザのより安全な操作のためには、自動同期再生についても定義、実装し、ユーザの操作負担の軽減や、安全なまちあるきのための同期再生を検証する必要があると考える。

5.2. 目的

本研究では、ルート型ジオタグオーディオがユーザの位置（GPS 位置）により、自動同期再生される各種手法を定義し、実装し、検証する。これによって、十分に議論されてこなかったルート型ジオタグオーディオの自動同期再生の概念を整理する。GPS などの位置測位技術は、位置精度が十分でないという現状もあるが、本研究では、将来位置情報技術が発達し、自動同期再生が高い精度で提供できる状況までを含めて議論する。

5.3. 方法

本章では、すでに事例があるスポット型オーディオの自動同期再生を整理し、新たな要件などを含めて考察する。そのうえで、まだ十分に手法が確立されていないルート型オーディオの自動同期再生を定義し、整理する。主に以下の形態に分けて、それぞれの可能性と限界を明らかにする。

1. スポット型オーディオの自動同期再生
 2. ルート型オーディオの自動同期再生（再生地点主導型、速度制御型、POI 主導型の3種類）
- そして、定義した再生手法が GPS の精度による自動同期再生の動作を、シミュレーションによって検証する。最後に、被験者にルート型ジオタグオーディオの自動同期再生の実地実験を行ってもらいによって、現場での GPS 精度と自動同期再生の動作をユーザの振る舞いを含めて考察する。実地実験では、GPS の精度に合わせて、3つの地域を想定し、それぞれの再生手法と地域による同期再生の特徴を明らかにする。

1. シミュレーションによる自動同期再生手法の動作の検証

- a) スポット型オーディオ
- b) ルート型オーディオ（再生地点主導型、POI 主導型、速度制御型）

2. 実地実験による自動同期再生手法の検証（ルート型オーディオ）

- a) 千葉県柏市・柏の葉公園（再生地点主導型、POI 主導型、制御型）

柏の葉公園は、平野で高い建物が少なく、GPS の精度が高い地域であるため、自動同期再生の動作に理想的条件の地域と捉え、同じ内容のルート型オーディオを用いて、3種類の自動同期再生手法を実地実験により、比較し、考察した。

- b) 東京・渋谷駅付近（再生地点主導型）

GPS の精度が高い地域と対比するために都会のビルに囲まれた地域である渋谷駅付近を対象

地域として選定し実験を行った。

c)東京・表参道駅付近（再生地点主導型）

渋谷駅と柏の葉公園の中間的な GPS 精度と想定される表参道駅付近を対象地域として選定し実験を行った。

5.4. スポット型オーディオの自動同期再生

5.4.1. スポット型オーディオの自動同期再生の定義

スポット型オーディオの自動同期再生の動作としては、ユーザが POI に近づくと、オーディオが自動同期再生されることになる。以降、自動同期再生ための問題を踏まえた上で、「有効範囲（再生）」、「有効範囲（停止）」などの式を定義する。問題としては、例えば、実空間での鑑賞は、GPS 誤差などの問題があるため考慮する必要がある。

a) ある場所locationの GPS 誤差： $\text{Error}_{\text{GPS}}(\text{location})$

b) POI_i の有効範囲（再生）： $\text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_i)$

GPS の自動同期再生が開始される範囲。

c) POI_i の有効範囲（停止）： $\text{Area}_{\text{Stop}}(\text{POI}_i)$

ユーザが離れた場合、自動停止される範囲。

d) POI_i の許容距離： $\text{Distance}_{\text{Admissible}}(\text{POI}_i)$

鑑賞中にユーザがいるべき範囲。POI 固有の値。

e) POI_i の最近隣 POI までの距離： $\text{Distance}_{\text{nearestPOI}}(\text{POI}_i)$

1) 有効範囲（再生）

GPS の精度が高くない場所では、ユーザが POI に近づいてもオーディオが再生されず、ユーザ位置と関係無い POI のオーディオが再生されるという問題が起こる可能性があり、そうした場合には支援とはならず、むしろユーザの障害になると考えられる。また、POI の間隔が狭い場合にも、最適な再生ができない場合がある。

以下では、GPS 誤差とオーディオ再生に適切な距離を考慮して、自動同期再生が開始される有効範囲（再生）の半径 $\text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_i).\text{radius}$ の値は、以下の条件式で定義する。

$$\begin{aligned} & \left(\text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_i).\text{radius} = \text{Error}_{\text{GPS}}(\text{location}) + \alpha_{\text{GPS}}(\text{location}) \right) \\ & \wedge \left(\text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_i).\text{radius} \leq \text{Distance}_{\text{Admissible}}(\text{POI}_i) \right) \\ & \wedge \left(\text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_i).\text{radius} \leq \frac{1}{2} \text{Distance}_{\text{nearestPOI}}(\text{POI}_i) \right) \quad \dots\dots \quad (\text{式 } 1) \end{aligned}$$

$\alpha_{\text{GPS}}(\text{location})$ は、(式 1) を満足する経験値 (≥ 0)。値が小さい方が近い位置で再生でき、ユーザの満足度は上がる。 $\alpha_{\text{GPS}}(\text{location})$ の経験値に関しては、次節でシミュレーション結果として解説する。図 5.1.は、上述の有効範囲（再生）を POI とユーザ(GPS)の軌跡とともに図示している。

$\frac{1}{2} \text{Distance}_{\text{nearestPOI}}(\text{POI}_i)$ の意味は、隣の POI の有効範囲が重ならないために、最低限空けるべき距離を意味している。

2) 有効範囲（停止）

自動同期再生では、鑑賞中の POI からユーザが離れた場合に自動停止する機能もあれば便利である。停止機能を実現するために、有効範囲（停止）の半径 $\text{Area}_{\text{Stop}}(\text{POI}_i). \text{radius}$ の値を以下の条件式として定義する。

$$\begin{aligned} & \left(\text{Area}_{\text{Stop}}(\text{POI}_i). \text{radius} = \text{Error}_{\text{GPS}}(\text{location}) + \alpha_{\text{GPS}}(\text{location}) + \beta_{\text{GPS}}(\text{location}) \right) \\ & \wedge \left(\text{Area}_{\text{Stop}}(\text{POI}_i). \text{radius} \leq \text{Distance}_{\text{Admissible}}(\text{POI}_i) \right) \\ & \wedge \left(\text{Area}_{\text{Stop}}(\text{POI}_i). \text{radius} \leq \frac{1}{2} \text{Distance}_{\text{nearestPOI}}(\text{POI}_i) \right) \quad \dots\dots \quad (\text{式 } 2) \end{aligned}$$

$\beta_{\text{GPS}}(\text{location})$ は、(式 2) を満足する経験値 (≥ 0)。値が小さいと、GPS 誤差の影響で再生がとぎれとぎれとなり、ユーザを不快にさせる可能性がある。一方、値が大きいと再生の位置の適切性が低くなる。

実際には、(式 1)(式 2) を満足できる解が無い場合が存在する。その場合は、許容距離を大きくしたり、最近傍 POI までの距離を仮に長くするなどして、妥協的な解を求める。このような条件の緩和でも解が求まらない場合は、自動同期再生は現実的で無いことを意味し、自動同期再生を諦め、マニュアル同期再生方式を提供することになる。



図 5.1. スポット型自動同期再生を行うための POI ごとの有効範囲の例

各円の中心（青点）がスポットを表しており、ユーザはスポットの有効範囲に入ることにより、オーディオが再生されるべき鑑賞の条件を表現している。自動同期再生の場合、紫色の円の範囲（内円）が自動同期再生を開始する有効範囲である。赤い範囲（内円から外円）が再生の許容距離である。（地図： Google Inc.）

5.4.2. スポット型自動同期再生の検証

本研究では、自動同期再生の各種パラメータの適切な値を求めるために、スポット型自動同期再生のシミュレータを実装した。シミュレータで、ユーザの移動、GPS 誤差、再生の状態を再現した。有効範囲や許容距離を設定し、オーディオツアーの鑑賞をシミュレーションすることにより、スポット型オーディオの自動同期再生のパラメータを各条件で試行し、算出した。現実空間での実験でなく、シミュレータを利用した理由は以下のとおりである。

- a) 現実空間では時間や場所によって GPS 誤差が変動してしまうため、各種パラメータを組み合わせた条件の再現が難しい。
- b) パラメータの組み合わせを網羅的にして実験を行うことは、実空間では大変困難である。
- c) 実空間での実験を、多くのパラメータの組み合わせに対して行うには膨大な時間がかかってしまい、現実的ではない。

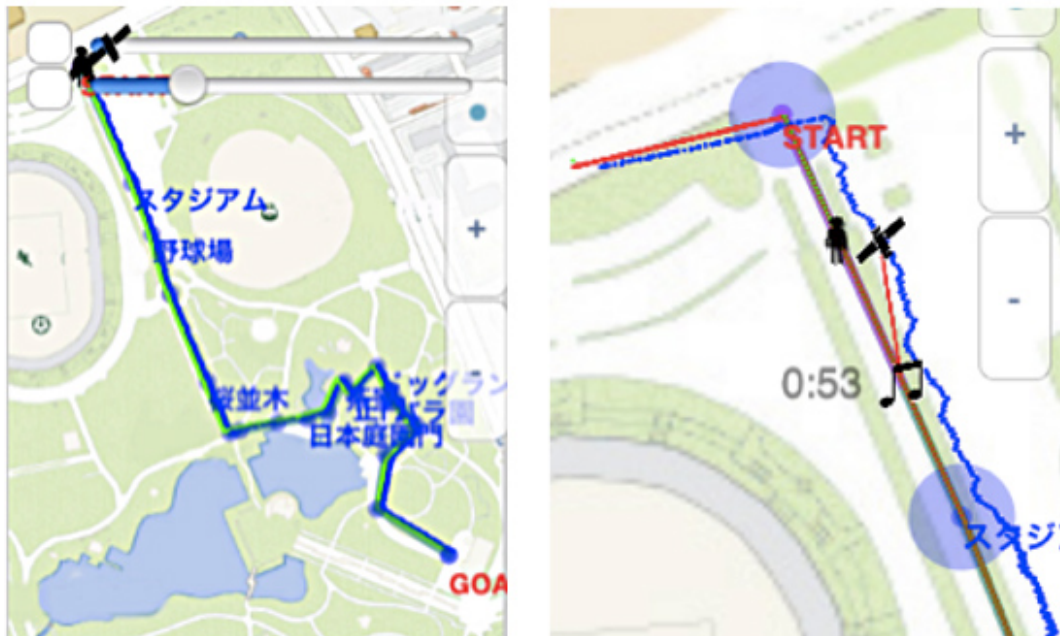


図 5.2. ルート型ジオタグオーディオのシミュレータの画面

(左：ルート全体で 18 個の POI・右：部分拡大)

ユーザ、GPS、再生地点がそれぞれアイコンで表示され、また 3 つのルートも表示されている。GPS と再生地点をつなげる赤い線を見れば、GPS 位置と再生地点の距離と方向を確認することができる。(地図：Google Inc.)

図 5.2. は、千葉県柏市の柏の葉公園のスポット型オーディオの例であり、18 個の POI_i をシミュレーションの対象として用いた。シミュレーションでは、移動する GPS 位置 $Position_{RW}(GPS, t)$ の誤差と、各 POI_i の有効範囲 (再生) $Area_{Start}(POI_i)$ の値の現実的な組み合わせの変化により、それぞ

れの空間関係がどのようになるかを調べ、「POI_iの再生成功率」を算出した。次節では、この結果を用いて、自動同期再生に適する条件と、適さない条件を議論する。スポット型自動同期再生では、複数の POI が密集して重なり合っている場合、GPS 位置に複数の POI が重なるため、正確な再生が行われない場合がある。今回のスポット型オーディオの自動同期再生のシミュレーションでは、GPS 誤差と有効範囲の条件を調べるために、有効範囲同士が重なり合わないよう 5 個の POI を選んだ。そして、各条件を 10 回試行し、再生成功率を算出した。

本節で定義したパラメータ値の決定は、以下の問題を考慮して実現される。

a)GPS 誤差に対する有効範囲の問題

GPS 誤差に対する再生の有効範囲が不適切なために、再生されるべき POI が再生されなかったり、間違った POI が再生される問題が起きる。

b)許容距離問題

POI ごとにどの程度まで離れて鑑賞しても許されるかという許容距離の制約がある。例えば、GPS の精度が低いところで有効範囲を大きくした場合に、自動同期再生に成功したとしても、POI から距離が離れ過ぎて、ユーザが不満を感じる問題が生じる。

(1) GPS 誤差と有効範囲（再生）の関係

シミュレーション結果（表 5.1.）から GPS 誤差が大きくなるほど、自動同期再生成功率が低くなることがわかる。GPS 誤差が大きくなっても、有効範囲（再生）を大きくすれば、再生成功率を高くできることがわかる。GPS 誤差 15m の場合、POI で再生成功率を 7 割以上に確保するために、有効範囲（再生）を 10m 以上に設定する必要がある。

表 5.1. スポット型自動同期再生の成功率のシミュレーション結果

（柏の葉公園のオーディオツアーの例）

POI ごとの再生成功率（POI 個数:5 個）を、GPS 誤差、有効範囲（再生）の組み合わせで算出した。ただし、許容距離は 15m とした。

	GPS誤差5m	GPS誤差10m	GPS誤差15m	GPS誤差20m	GPS誤差30m	GPS誤差40m
有効範囲(再生):5m	100.0%	62.0%	20.0%	6.0%	0.0%	0.0%
有効範囲(再生):10m	100.0%	100.0%	66.0%	36.0%	6.0%	0.0%
有効範囲(再生):15m	100.0%	100.0%	100.0%	82.0%	14.0%	0.0%
有効範囲(再生):20m	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
有効範囲(再生):30m	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

(2) 有効範囲と許容距離の関係

ユーザと POI の距離が離れ過ぎて不適切に自動同期再生される問題を解決するために「許容距離」を設定する方法が考えられる。表 5.1.のシミュレーションでは、例えば、自動同期再生の許容距離を 15m にした場合、15m 以上離れて自動同期再生されても失敗と見なすので、15m 以上の有効範囲（再生）を設定しても効果が出ない。表 5.1.では、許容距離が 15m の場合、「GPS 誤差:15m, 有効範囲(再生):10m」では 65%程度、「GPS 誤差:20m, 有効範囲(再生):15m」の場合、再生成功率が 80%程度の確保になり、実質的限界を示している。実際の応用では、これらの条件よりも良いパラメータ設定を行う必要がある。

(3) 自動同期再生が適さない条件

表 5.1.のシミュレーション結果から、許容距離が 15m の場合、GPS 誤差が大きく (20~30m以上) になると、自動同期再生の成功率が極端に小さくなる。このように、POI の許容距離に対して、適切な GPS 誤差が実現できない場所では、自動同期再生ではなく、マニュアル同期再生を採用しなければならない。

5.5. ルート型自動同期再生

5.5.1. 再生地点主導型自動同期再生手法

前項では、スポット型オーディオの自動同期再生の応用手法を説明した。本項では、GPS から得られる自位置がオーディオ再生位置に近い場合に再生されるという規則を使ったルート型オーディオでの「再生地点主導型自動同期再生手法」を定義する (図 5.3.)。本手法では、自位置が再生地点の有効範囲に入った場合、再生が始まり、ユーザ移動時も自位置が範囲内の場合は再生が続けられる。一方、自位置が再生地点の有効範囲から離れた場合は停止される。オーディオが自動停止すると、ユーザは再生地点から離れたことに気づき、地図上に可視化されている再生地点を確認し、GPS の自位置との相対方向・距離を確認し、再生地点まで移動して再生を再開する。

自動同期再生の条件：

$$|\text{Position}_{\text{Audio}}(t) - \text{Position}_{\text{GPS}}(\text{User}_i, t)| < \text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_j). \text{radius}$$



図 5.3. 再生地点主導型自動同期再生の地図の例

ユーザが有効範囲 (再生) (緑の円領域) に入っている間は、再生が続く。範囲から外れた場合は、再生が停止される。図は、ユーザが有効範囲 (再生) 外なので、再生停止中の状態を表している。(地図: Google Inc.)

5.5.2. 速度制御型自動同期再生手法

本項では、再生地点主導型自動同期再生の派生型として、自位置と再生位置の距離に応じて、オーディオの再生速度を制御してその距離を縮める「速度制御型自動同期再生手法」を説明する。本手法は、再生速度の変化から、ユーザが再生地点と離れたことに気づき、またどの程度離れているかを画面を見なくても直感的に分かり、自分で速度調整して適切な同期に近づけることが可能である点が一番の特徴である。本手法の条件と動作を以下に分類する。なお、動作条件の中で用いられている速度 (fast, normal, slow) は、連続的な値の設定としても実現できるし、不連続値の設定としても実現できる。

(a) ユーザと再生地点が極めて近い場合

再生速度は等倍であり、ユーザにとっては最も自然で聴きやすい状態である。

動作(a) :

$if \ |Position_{Audio}(t) - Position_{GPS}(User_i, t)| < Distance_{Admissible}(POI_j) \ then \ speed = normal$

(b) ユーザが再生地点より先にいる場合 (早く移動している場合)

オーディオの再生速度が速くなり、次第に自位置に追い付く。

動作(b) :

$if \ (Position_{Audio}(t) - Position_{GPS}(User_i, t)) < -Distance_{Admissible}(POI_j) \ then \ speed = fast$

(c) ユーザが再生地点より後ろにいる場合 (遅く移動している場合)

オーディオの再生速度が遅くなり、次第に自位置が追い付く。

動作(c) :

$if \ (Position_{Audio}(t) - Position_{GPS}(User_i, t)) > Distance_{Admissible}(POI_j) \ then \ speed = slow$

なお、例えば、再生速度が遅くなると、オーディオのテンポが遅くなることになるため、それを聴くユーザがテンポに合わせてゆっくり歩いてしまい、オーディオとユーザの距離が解消されずに、同期が取りづらくなる現象が想定できる。このため、ユーザは速度制御型の再生方法をあらかじめ知っておくか、ルート型オーディオの再生システムとして再生速度が遅くなった場合に速いテンポのリズム音を合成して再生させることによって、ユーザの速い移動を促すことが想定できる。

5.5.3. POI 主導型自動同期再生手法

ルート型オーディオの鑑賞中に、ユーザ位置が再生地点と大きく離れてしまうと、オーディオが適切な場所で再生されていない問題が生じる。この問題を簡易的にヒューリスティックに解決する手法として、再生地点が POI に到達するごとに、再生が一旦停止され、GPS 位置と POI が十分に近いかどうかを調べ、再生を続けるかどうかを決定する手法を「POI 主導型自動同期再生手法」と定義する (図 5.4.)。再生開始の手法は、スポット型自動同期再生と同じであり、ユーザが POI の場所 (有効範囲) に近づくと再生が再開される。この手法では、完全な問題解決にはならないが、問題の状態は最長でも次の POI までしか続かない。ユーザと再生地点が同期されている場合、ユーザはルートのスタート地点からゴール地点までの説明を、POI の順番で聴くことによって、オーディオの再生が中断されずに、ツアーが続くことになる。オーディオ再生の開始や停止の操作を視覚デバイス上のマニュアル操作ではなく、現実空間での自位置で行える点が特徴である。つまり、歩いたり、急いだり、戻ったり、止まったりするなどして、自分の体を移動させ、オーディオ再生を制御する。

自動同期再生の条件：

$$\left| \text{Position}_{\text{RW}}(\text{POI}_j) - \text{Position}_{\text{GPS}}(\text{User}_i, t) \right| < \text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_j). \text{radius}$$

- ・ POI の再生開始範囲： $\text{Area}_{\text{Start}}(\text{POI}_j)$
- ・ 現実空間の POI の位置： $\text{Position}_{\text{RW}}(\text{POI}_j)$
- ・ ユーザ所有の GPS 位置（自位置）： $\text{Position}_{\text{GPS}}(\text{User}_i, t)$



図 5.4. POI 主導型自動同期再生の地図の例

人工衛星アイコンで表されているユーザが POI_i の有効範囲（青い円領域）に入ると、次 POI_{i+1} までのセグメントのオーディオが自動同期再生される。音符のアイコンは、再生地点を表す。ルート上を移動して行き、POI の順番で説明を聴く。（地図：Google Inc.）

5.5.4. ルート型自動同期再生（再生地点主導型）の検証（シミュレーション）

本章では、ルート型オーディオに関して、代表的な 3 種類の自動同期再生手法の説明をした。「再生地点主導型」と「速度制御型」の手法は、GPS 精度が良い場所に向く手法である。「POI 主導型自動同期再生手法」は、GPS 誤差がやや大きい場所に向く。

本節では GPS の精度が良い場所（誤差 5m）でルート型オーディオの再生地点主導型自動同期再生手法に関して、GPS 誤差と有効範囲などのパラメータの関係を明らかにするシミュレーションを行い、結果を用いて解説を行う。誤差 5m との比較のために、誤差 15m と誤差 25m でも設定した。

本項で解説する再生地点主導型のシミュレーションの対象エリアは、千葉県柏市の柏の葉公園である。シミュレーションでは、GPS 誤差、有効範囲（再生）、有効範囲（停止）を3種類設定し、ユーザがルートに沿って、一般的な歩行速度（時速 4km）で移動した場合の結果を求めた（図 5.5.）。また、現実空間のユーザは移動や立ち止まることが想定されるため、シミュレーションのユーザは 30 秒ごとに移動と停止を繰り返す状態を設定した。

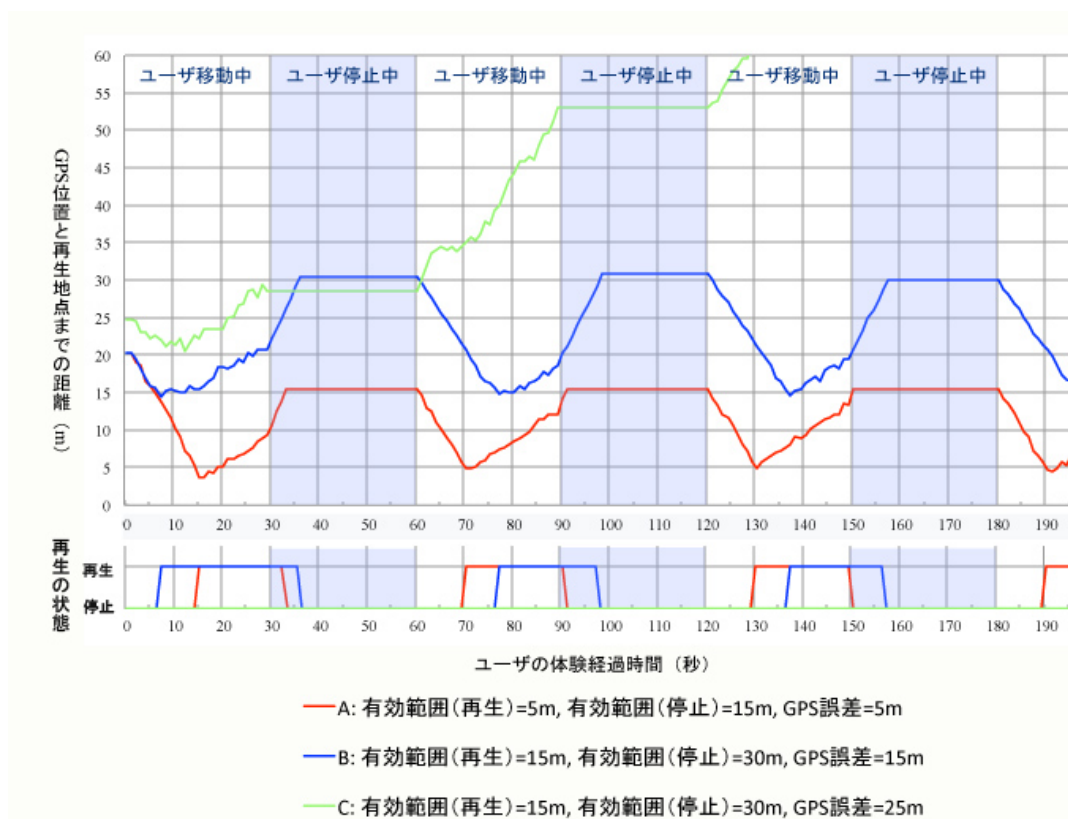


図 5.5. 再生地点主導型自動再生のシミュレーション結果

ユーザは、時速 4km でルートに沿って歩いたと仮定する。ただし、ユーザは 30 秒ごとに移動と再生を繰り返した。

(1) ユーザの移動速度とオーディオの再生速度

図 5.5.では、まずオーディオが再生されていない状態から、ユーザがオーディオ再生地点に近づき、有効範囲（再生）の中に入った時点で、オーディオの再生が始まる。オーディオが始まった時点では、まだオーディオ再生地点から離れている。オーディオ再生地点の移動速度がユーザ速度（4km/h）よりも速いため、オーディオが再生された場合、ユーザ位置はオーディオ再生地点から遠ざかっていることがわかる。もしオーディオ再生地点の速度がユーザ速度と同じ場合は、距離は一定のまま時間が経過する。逆に、オーディオ再生地点の速度がユーザ速度より遅い場合は、徐々にオーディオ再生地点に近づくことになる。また、オーディオ再生地点を追い抜き、結果として、ユーザがオーディオ再生地点を待つことになる。オーディオ再生地点が来るのを待つ状況では、ユーザはすでに通り過ぎた場所の説明を受けることになるため、これから訪れる場所（未来の場所）の説明を受ける方がユーザに好まれることが考えられる。上記から、オーディオ再生地点の速度は、ユーザの歩くスピードに応じて設計するのが望ましく、説明する内容が多い場合は、ユーザの移動速度を緩める、あるいは止める、ための指示を与えたり、リズム音でユーザの移動速度を制御する枠組みを、オーディオツアーの中に含めるのが望ましい。説明する内容が少ない場合は、ユーザの速度と一致するのが望ましい。この場合は、対象者が成人・老人・子供などに応じて、速度を決める。また、モバイルデバイスで、GPS の日常的利用により個人の平均移動速度をユーザプロファイルとして分かっている場合は、その速度に適合したオーディオの再生速度に設定するのが良いことがわかる。

(2) GPS 誤差との関係

図 5.5.の A と B では、GPS 誤差が有効範囲内（再生）のため、ユーザの移動に合わせた再生が成功したことがわかる。一方、C（誤差 25m）の場合、再生が失敗したことがわかる。このように、場所ごとの GPS 誤差に応じて、有効範囲（再生・停止）を決定する必要がある。たとえば、GPS 誤差 5m の場合、有効範囲（停止）を 5m から 10m により狭く変更した場合、オーディオ再生中も、ユーザ位置とオーディオ再生地点が離れ続けており、より頻繁に再生の停止が生じてしまい、ユーザに不快な体験を強いることになってしまう。一方、有効範囲（停止）を 15m から 20m により広く変更した場合、停止回数は減るがオーディオ再生地点から離れた場所でユーザが聴くことになり、許容距離問題が生じる。本来は、ユーザの移動速度とオーディオ再生地点の移動速度をほぼ同じにすべきであり、このような問題は生じず、いつも近くで聴くことができ、ユーザ満足度の指標は高くなる。また、ユーザが意図的に、オーディオ再生を始めたり、止めたりする操作制御を、ユーザの移動・停止により行いたい場合は、有効範囲（再生）と有効範囲（停止）の距離をより狭くした方が良い。これは、GPS 精度が高い場所でのみ有効な手段である。また、オーディオ再生中に有効範囲（停止）に近づいた場合は、警告音を鳴らすなどにより、ユーザに気づかせ、急がせることにより、無駄な停止を避けることが可能となる。

(3) GPS 誤差と有効範囲（再生・停止）

シミュレーション結果（表 5.1. , 図 5.5.）から、GPS 誤差によって、自動再生手法が十分に機能しない条件がわかった。そして、GPS 誤差が大きく、自動再生が利用できない場合は、マニュアル同期再生を利用することになる。ジオタグオーディオでは、GPS 誤差に応じて、自動再生とマニュアル同期再生の機能を切り替える機能を提供し、画面のインターフェースも自動再生とマニュアル同期再生に分けることにより、再生手法に合わせた操作を提供する。具体的には、GPS 自動再生ではマニュアル同期再生のための操作ボタンが自動的に非表示にされる、マニュアル同期再生では操

作ボタンが表示される機能が用意されるべきである。マニュアル同期再生と自動再生の各種手法と GPS 誤差の満足度は、図 5.18.が基本形になると考えられる。

5.5.5. ルート型オーディオの検証（実地実験）

実地でのユーザスタディによって、ルート型自動再生（再生地点主導型、POI 主導型）を検証した。実験の対象地域は、千葉県柏の葉公園、渋谷駅周辺、表参道駅周辺の 3 カ所とした。なお、被験者は、ルート型オーディオの自動再生により鑑賞を行ったが、GPS 精度が悪いなどの理由で、自動再生がうまくいかない場合は、有効範囲（再生）・有効範囲（停止）の変更、または自位置を変更して再生を再開した。

(1) 千葉県柏市柏の葉公園内のルート型オーディオ（再生地点主導型自動同期再生）

実験は千葉県柏の葉公園内（図 5.6.）で実施し、図 5.2.のルート型オーディオを利用した。公園内では樹木が生い茂っている箇所があるが、周囲に高い建物がほとんどない平地であり、他の地域に比べて GPS 精度が良い場所が多く、実験時、GPS 誤差 5m 程度だった。このため、実験では有効範囲（再生）を 10m、有効範囲（停止）を 20m に設定した。図 5.7.の結果を見ると、被験者がスタート地点の有効範囲（再生）に入ったことにより自動再生が開始された。その後、ユーザ速度と再生地点の速度の差が主要因となり、GPS 位置と再生地点の距離が離れることがあったが、概ね 5m から 15m 以内の距離に収まっており、再生が継続されたことがわかる。このため、被験者はルート型オーディオとほぼ同期して歩き続け、ナレータが説明する場所を概ね見失うことなく、まちあるきを行うことができた。なお、実験での有効範囲（停止）は 20m と設定したため、GPS 位置と再生地点の距離が 20m 以上になった場合は、再生が停止し、ユーザに位置が離れたことが通知された。ルートの移動途中では合計 8 回、オーディオが自動停止されることにより、ユーザが自位置を再生地点に回復するために役立った。もし有効範囲（停止）の範囲が 20m よりも小さかった場合、自動停止の回数が増えることになり、ユーザの満足度が下がったと考えられる。柏の葉公園での実験では、GPS 精度が比較的良いことにより、再生地点主導型の同期がほぼ十分に提供できたとうことがわかる。また、有効範囲（停止）も、ユーザに自位置が離れたことを伝えるのに機能する結果となった。



図 5.6. 実験地域（千葉県柏の葉公園内）のルート上の風景

公園内は平野で、樹木はあるが、周囲に高い建物がほとんどなく、GPS 精度がルートを通して良かった。GPS 誤差 5m 以内になり、スマートフォンによる GPS の測位では、もっとも精度が高い地域での実験であった。

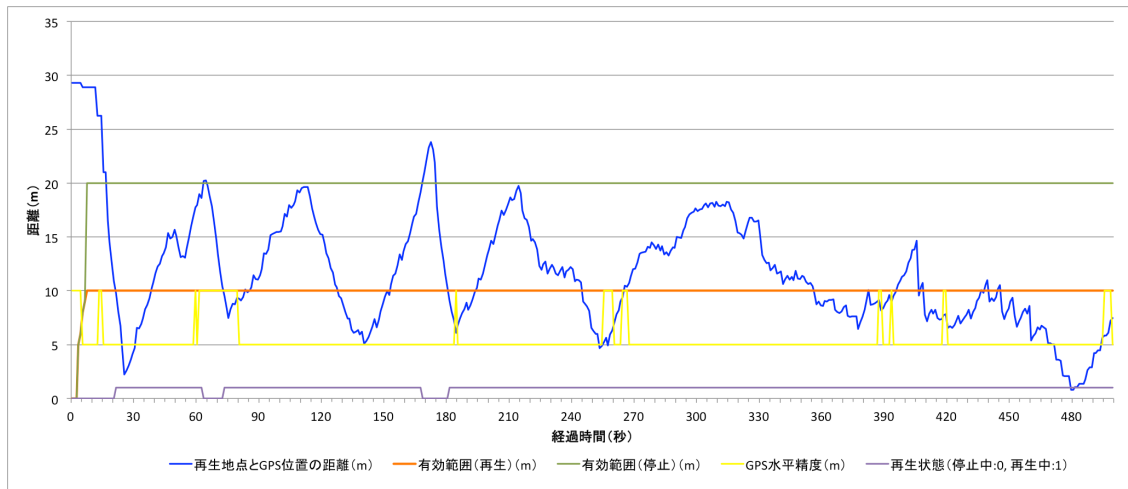


図 5.7. 柏の葉公園内でのルート型オーディオ（再生地点主導型自動同期再生）の結果
被験者はルート型ジオタグオーディオの再生地点主導型自動同期再生を鑑賞しながら歩いた。現場のスタート地点付近の GPS 誤差から判断し、有効範囲（再生）を 10m、有効範囲（停止）を 20m と設定した（図 5.7 では経過時間 0 秒から 500 秒を表した）。

(2) 千葉県柏市柏の葉公園内のルート型オーディオ（速度制御型）

速度制御型の実地実験も、千葉県柏の葉公園内で、再生地点主導型と同じルート型オーディオ（図 5.8.）のルート型オーディオを利用した。速度制御型の実験でも、GPS 精度が良い場所が多く、実験時、GPS 誤差 5m 程度だった。このため、実験では、速度制御型の再生速度の設定を、GPS 位置と再生地点の距離が 10m 以内の場合は 1 倍速でされるように設定した。また、GPS 位置が再生地点より先を進み、10m・20m の範囲にあると 1.5 倍速、20m 以上の範囲にあると 2 倍速で再生される。一方、GPS 位置が再生地点よりも遅い場合、10m・20m の範囲では 0.8 倍、20m 以上の場合 0.5 倍速で再生が行われる。このため、速度が変化するため、途中で再生が停止される機能はない。今回は動作比較のため、速度制御型での鑑賞方法を理解している被験者で実験を行った（GPS 位置と再生地点の距離に応じて再生速度が変化することを理解している）。図 5.8. からわかるように、再生地点主導型では 25m ほど距離が離れることがあったが、速度制御型では全体的に距離の開きが小さく、最大でも約 17m しか離れなかったことがわかる。この結果から、ユーザの位置により、再生地点が変化することによって再生地点がユーザを追いかける、または追い付き、距離が縮まることがわかった。また、再生地点主導型に比べて、全体的に距離が小さくて済んだ要因としては、オーディオの再生速度がとオーディオの音の高さの変化により、被験者は、GPS 位置と再生地点の速度の違いを知ることができ、再生地点に追従しようと歩く速度を変えながら歩いたことによるものと考えられる。

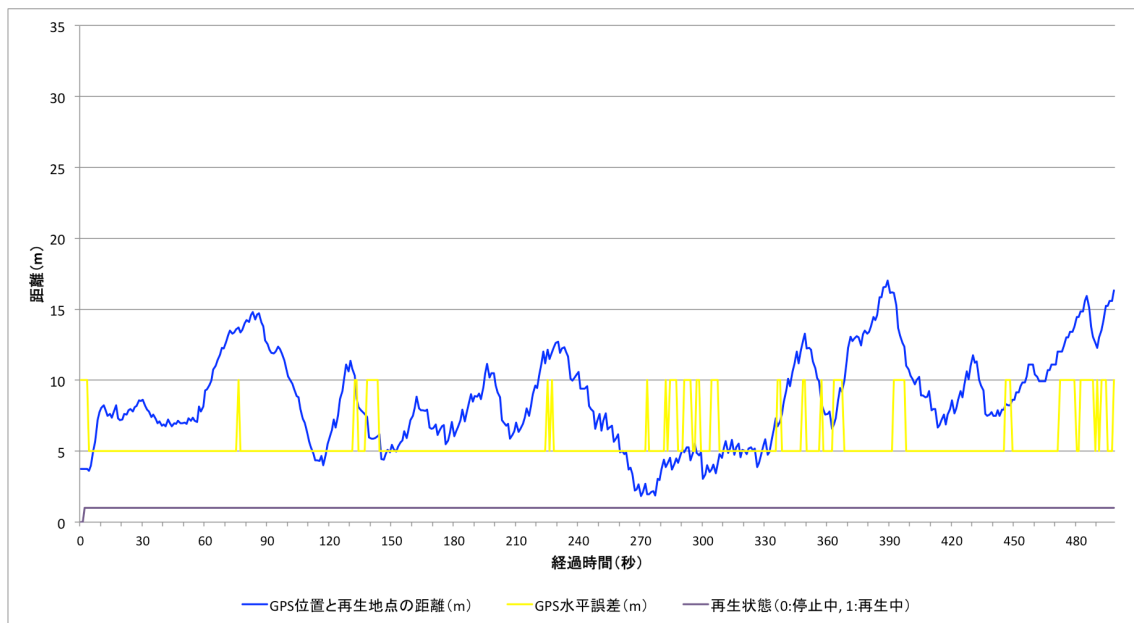


図 5.8. 速度制御型の結果

被験者はルート型ジオタグオーディオの速度制御型自動同期再生を鑑賞しながら歩いた。図 5.7. の再生地点主導型と同じルートを歩いたが、GPS 位置とオーディオの距離は全体的に再生地点制御型よりも小さく、ユーザにとって同期が取りやすいことがわかった（図 5.8. では経過時間 0 秒から 500 秒を表した）。

(3) 千葉県柏市柏の葉公園内のルート型オーディオ（POI 主導型）

千葉県柏の葉公園で、POI 主導型自動再生についても検証した。この実験でも、GPS 精度は良かったため（概ね誤差 5m・10m 程度）、被験者は、POI の有効範囲（再生）を 10m と設定した。POI 主導型自動再生では、再生地点が次の POI まで来ると、再生が一旦停止される。GPS 位置が POI の有効範囲内に来ると再生が再開されるため、POI によるセグメントごとの同期がより容易になるという特徴がある。実験の結果（図 5.9.）、POI 主導型自動再生では、GPS 位置と再生地点の距離が離れる場所があることがわかった（120 秒付近、220 秒付近、640 秒付近など）。これは、自動停止されるのが次の POI とわかっているため、被験者は敢えてゆっくり歩きながら、周囲に気を配ったり、まちあるきを楽しむ現象がみられたからである。有効範囲が狭い再生地点主導型自動再生の場合、オーディオが自動停止することが頻発する状況を心配と感じるユーザも想定できることがわかった。また、次の POI まで再生が行われた場合、次のシーンの音の内容から次に歩くべきルートが想像しやすくなるため、それを追いかけて聴くユーザは移動予測が立てやすく、迷いにくいということも考えられる。POI 主導型自動再生では、再生地点主導型よりも位置精度が高くないが、POI 主導型に満足度が高いというユーザがいることも想定される。

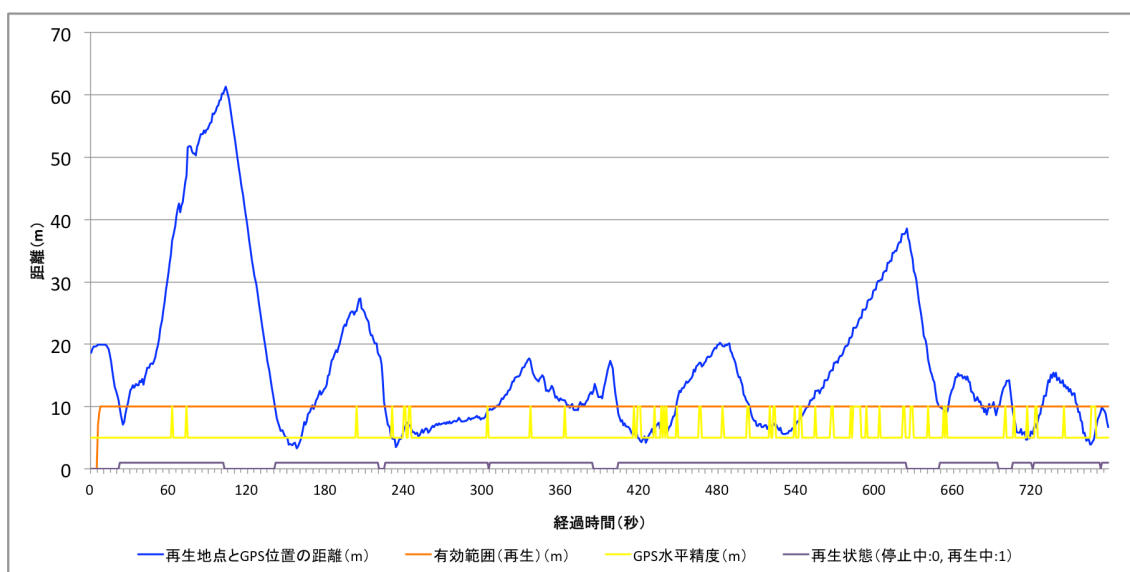


図 5.9. 柏の葉公園のルート型オーディオ（POI 主導型自動再生）の結果
自動再生の有効範囲（再生）を 10m と設定し、まちあるきを行った（図 5.9 では 0 秒から 780 秒までを表記）。

(4) 東京都・渋谷駅付近でのルート型オーディオ（再生地点主導型自動同期再生）

これには、ルート型ジオタグオーディオの基本的な自動同期再生手法として、再生地点主導型同期再生を選んだ。渋谷駅付近（図 5.11.）全体的に GPS 精度が悪いため、屋外でも 50m ほど誤差が出る場所もあった。ルート型オーディオ（図 5.10.）の実験結果（図 5.12.）では、経過時間 290 秒付近まで屋内での移動が続いたため、GPS 位置を利用しないマニュアル同期再生を行った。経過時間約 290 秒以降自動同期再生を行った。被験者は自動同期再生を続けるために、有効範囲（再生）を 10m、有効範囲（停止）を 20m と設定したが、うまく再生されなかった。その後、有効範囲（再生）を 15m 程度、有効範囲（停止）を 25m 程度としたが十分再生されなかった。このため、有効範囲（再生）を 40m 程度、有効範囲（停止）を 50m 程度に設定し、再生を開始した。この実験の場合、有効範囲を 30m 以下に設定すると、同期再生が継続される場所で同期再生が行われず、停止されるべき場所で停止されない現象が頻発し、鑑賞に支障が出ることが想定される結果となった。



図 5.10. 実験で利用した渋谷駅付近のルート型オーディオの地図



図 5.11. 実験地域（渋谷駅付近）のルート上の風景

周囲に高いビルが建ち並び、GPS 精度が悪い。ただし、公園付近や大通り付近など、精度が良くなる場所もあり、GPS 誤差が時間ごとに急激に変化するので、特に再生地点主導型をそのような場所で利用した場合には、オーディオの停止が頻発し、ユーザの満足度が低下すると考えられる。

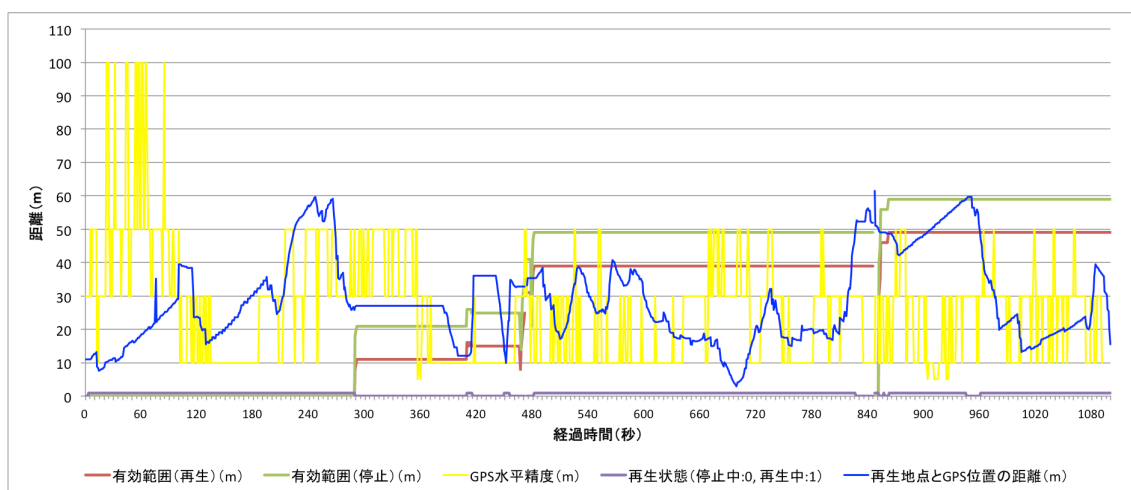


図 5.12. 渋谷駅付近でのルート型オーディオ（再生地点主導型自動同期再生）の結果
自動再生の有効範囲（再生）を基本的に 40m 程度，有効範囲（停止）を 50m 程度と設定し，まちあるきを行った。グラフからわかるように，GPS の誤差が大きく，変動も激しいため，再生が途切れた。また，有効範囲（再生）を大きくする必要があるが，再生地点から大きく離れた案内になることも多かった。

図 5.12. の結果から，有効範囲（再生）を 40m 程度・有効範囲（再生）を 50m 程度と広く設定してからは，概ね再生が継続されたが，GPS 位置と再生地点の距離が最大 60m 程度離れてしまうことにより，被験者が再生地点を見失うことが多かった。また，渋谷の人混みの多い場所では，50m の範囲に POI があっても，看板，人混み，自動車などに隠れてしまい，被験者は POI を見失った。

また，被験者が高いビルに囲まれる場所では，さらに GPS 精度が悪かった。再生地点と GPS 位置の距離が 60m 以上離れることもあり，自動再生が機能せず，被験者が再生再開のために POI の周囲を歩き回る現象がみられた。渋谷のように高い建物が多い場所では，GPS 精度がよくない場所が多いと想定されるため，有効範囲（再生）・有効範囲（停止）を広く設定する必要があるが，実験のように広く設定すると，オーディオの再生地点とユーザの位置が離れてしまうため，ユーザの満足度が低くなると考えられる。

(5) 東京都・表参道駅付近でのルート型オーディオ（再生主導型自動再生）

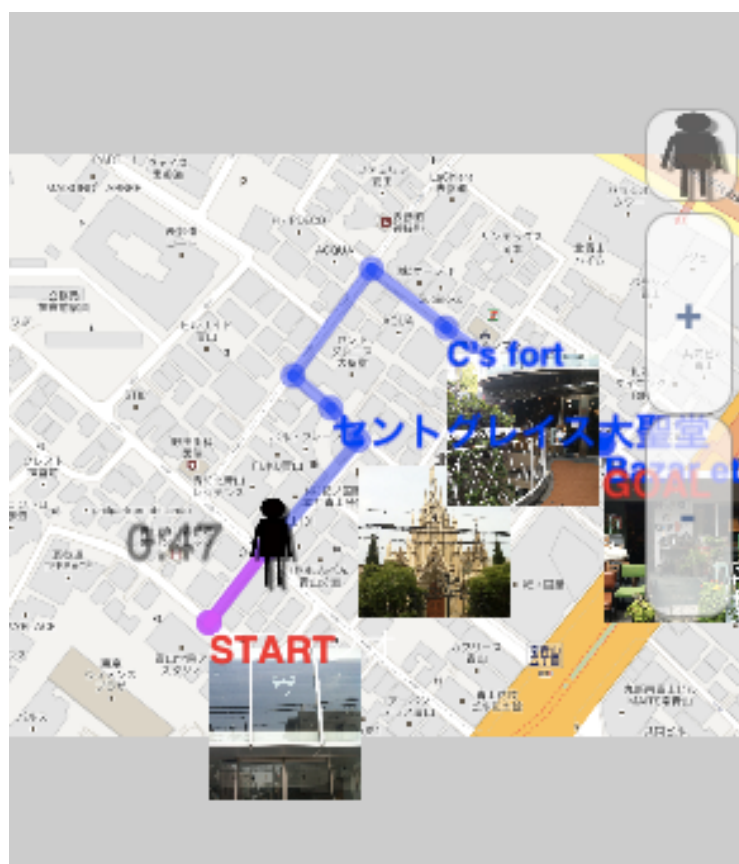


図 5.13. 実験で利用した表参道駅付近のルート型オーディオの地図



図 5.14. 実験地域（表参道駅付近）のルート上の風景

都会ではあるが、ルートは住宅や店舗など、低階層の建物が建ち並んでいるため、渋谷駅周辺よりは GPS 精度は良く、自動同期再生が機能した。

図 5.15.は、東京・表参道駅のルート型オーディオ（図 5.13.）の現場での実験結果を示す。表参道の地域では、狭い路地に低階層の建物が建っており（図 5.14.），GPS 精度が、柏の葉公園よりも良いが、渋谷駅周辺よりは良い結果となった。このため、低階層の建物が多い郊外の地域では、表参道の状況に近くなることが想定される。表参道の地域では、被験者は、有効範囲（再生）を 20m，有効範囲（停止）を 30m に設定することにより、概ね再生を継続し、オーディオの全ての説明を鑑賞できた。この被験者のルート型ジオタグオーディオの鑑賞では、GPS 位置が有効範囲（停止）から離れた場合の自動停止は 5 回であり、自動停止により被験者が離れた位置を把握した。

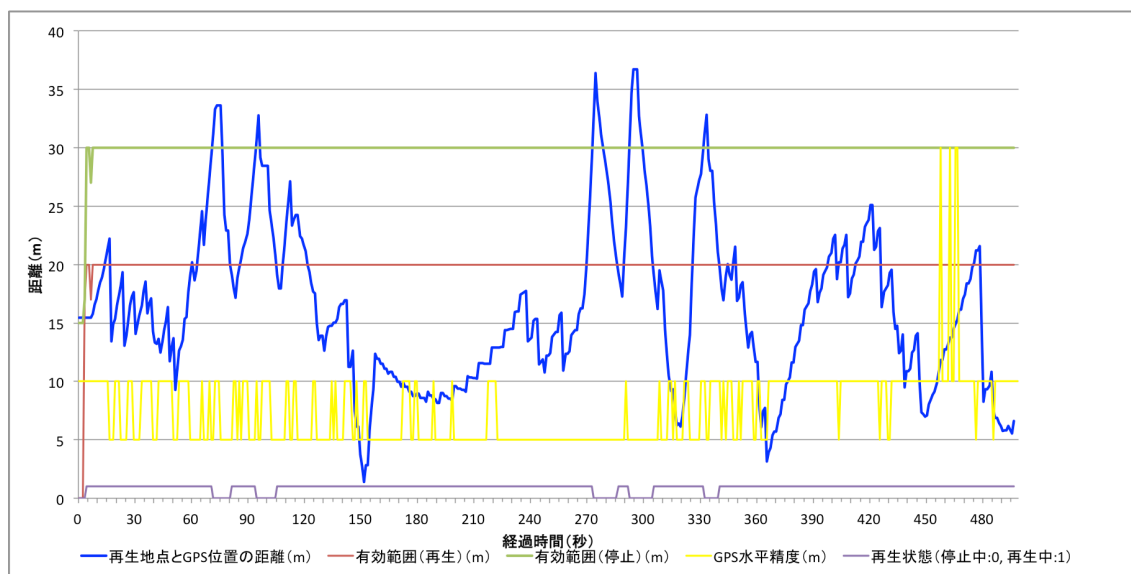


図 5.15. 表参道駅付近でのルート型オーディオ（再生地点主導型自動再生）の結果
自動同期再生機能の有効範囲（再生）を 20m，有効範囲（停止）を 30m と設定し、まちあるきを行った。

5.5.6. ルート型オーディオの自動同期再生と、ユーザ位置の検証

ルート型ジオタグオーディオの自動同期再生では、GPS 精度によって、GPS が示す位置が、実際の位置とは異なってくる。本項では各地域の実験結果から、GPS 精度と再生地点、ユーザ位置の距離の差を比較する。図 5.16.は、渋谷、表参道、柏の葉公園のルート型ジオタグオーディオを鑑賞するユーザの移動を約 1 秒毎でサンプリングし、GPS 位置と再生地点の距離を計測した結果である。渋谷と表参道では、GPS の精度が良いので、自動同期再生（再生地点主導型・速度制御型・POI 主導型）ともに、それぞれ 20m 以内の距離であるとデバイスが示した。一方、渋谷では GPS 精度が悪いために、GPS 位置と再生地点の距離が 60m 以上と大きく離れていることがわかる。

また、渋谷、表参道、柏の葉のルート型ジオタグオーディオを鑑賞するユーザの移動の様子をビデオに撮影、観察し、各ルート上の 5 箇所を抽出し、ユーザの位置と再生地点の平均距離を求めた。図 5.17.では、どの手法でもユーザ位置と再生地点の位置は、大きくても 20m 以内に収まる結果となった。これはルート型ジオタグオーディオのルートに沿った移動支援により、同期再生が取りやすかったことによるものと考えられる。

一方、図 5.17.では、GPS 位置と再生地点が 60m 以上と指し示されているため、ユーザ位置と再生地点の距離を基準に考察すると、距離 20m の範囲よりもずっと大きく、自動同期再生を満足に

動作させるためには精度が悪いということがわかる。また、図 5.17.によれば、表参道や柏の葉では、自動同期再生は、ユーザ距離と再生地点の距離が小さいため、マニュアル再生よりもより高精度に同期再生が提供できたことがわかった。また、マニュアル同期再生では、GPS がエゴセントリック地図上に表示されるものと、表示されないものを比較した。GPS の位置がエゴセントリック地図に表示された手法（図 5.16,図 5.17 での「マニュアル」）は、表示されない手法（図 5.16,図 5.17 での「マニュアル（GPS 表示なし）」）に比べて、ユーザ位置と再生地点の同期が取りやすいことがわかる。ただし、渋谷のマニュアル同期再生では、被験者が GPS の誤差が大きく、GPS 表示が大きくずれていることを考慮し、GPS 表示を無視して移動した可能性があり、他の地域のマニュアル同期再生（エゴセントリック地図に GPS の位置表示あり）と大差のない結果になっている。

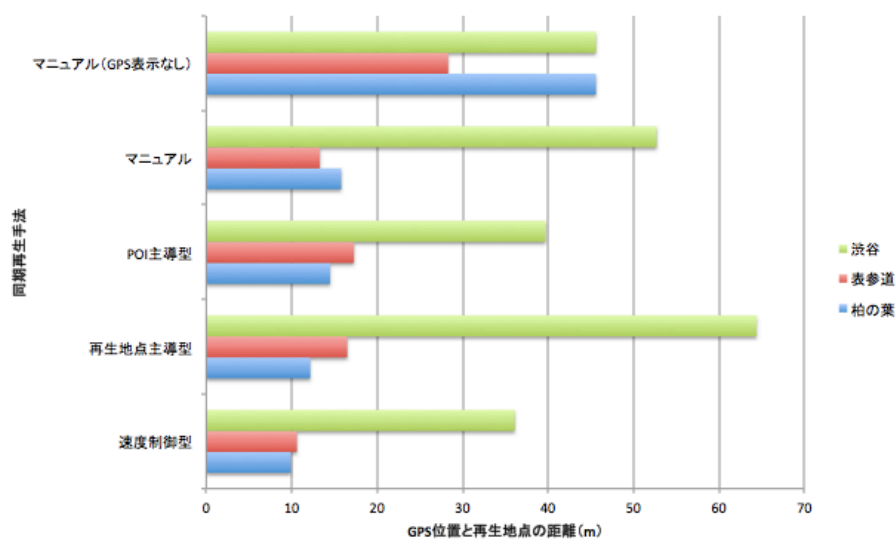


図 5.16. GPS 位置と再生地点の距離

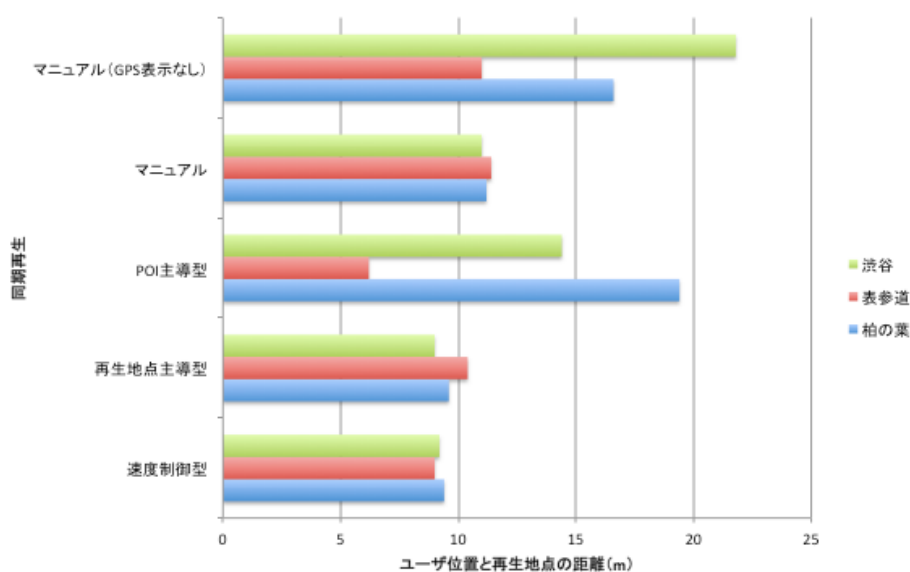


図 5.17. ユーザ位置と再生地点の距離

5.6. まとめ

本章では、マニュアル同期再生を補完する GPS による自動同期手法について議論した。自動同期再生によれば、ユーザの移動に同期して自動的に再生が行われるため、ユーザの視覚情報の制限や操作負担が軽減されると考えられる。シミュレーションと実証実験を通して定量的に検証を行った。ルート型ジオタグオーディオでは、以下の再生手法を適用し、シミュレーションから評価した。

a)再生地点主導型自動同期再生

ユーザの位置とオーディオの再生地点が有効範囲（再生）にある状態の場合、自動同期再生が提供される。一方、有効範囲（停止）から離れると、自動的に再生が停止され、ユーザが再生地点より離れたことがわかる手法になっている。一方、GPS の精度が悪い場合、再生地点主導型の有効範囲（再生）を広げる必要があるため、再生地点に近い範囲で同期が行えなくなってしまう問題が生じ、自動同期再生の目的が達成しづらくなる傾向が見られた。

b)速度制御型自動同期再生

再生性地点主導型により、オーディオの自動停止が頻発すると、ユーザにとって負担となることが考えられるため、ユーザの位置とオーディオの再生地点に同期して、オーディオの再生速度が変化する。速度制御型は、GPS 精度と動作の関係は再生地点制御型と同様と考えられる。実験では、再生地点主導型よりも GPS 位置と再生地点の距離が小さく、再生速度制御による同期支援が有効であったと考えられる。

c)POI 主導型自動同期再生

速度制御型や再生地点制御型のように、リアルタイム性の高い同期をユーザが負担になる場合、POI ごとに同期を取る POI 主導型自動同期再生が考えられる。POI 主導型は、速度制御型に比べて、POI の間では、マニュアル同期再生で歩くことになる。

GPS 精度が高い場合、自動同期再生はユーザの満足度を上げるために有効であると考えられる。しかし、GPS 精度が低い場合、マニュアル同期再生を併用することで、ユーザの満足度を確保することが想定される。本論文では、将来的に、位置測位技術が向上し、GPS 精度が高まった場合、自動同期再生手法の適用がマニュアル同期再生手法よりも優先して行われることも考えられる。理想的な組み合わせとしては、GPS の精度が良いときは、ルート型自動同期再生（再生位置主導型）を用い、精度が悪くなるにつれて、順次、ルート型自動同期再生（POI 主導型）、ルート型マニュアル同期再生（GPS 表示あり）、ルート型マニュアル同期再生（GPS 表示なし）に切り替わる枠組みが考えられる。満足度の定義としては、さまざまではあるが、再生される位置と実際の対象の位置の距離、あるいは、再生が必要以上に途切れない、操作回数、ユーザが行いたい行為がうまく行えないなどの様々な要因が考えられる。また、GPS の精度だけではなく、ユーザインタフェースの設計やオーディオコンテンツの質とも関係してくる（概念図は、図 5.18）。

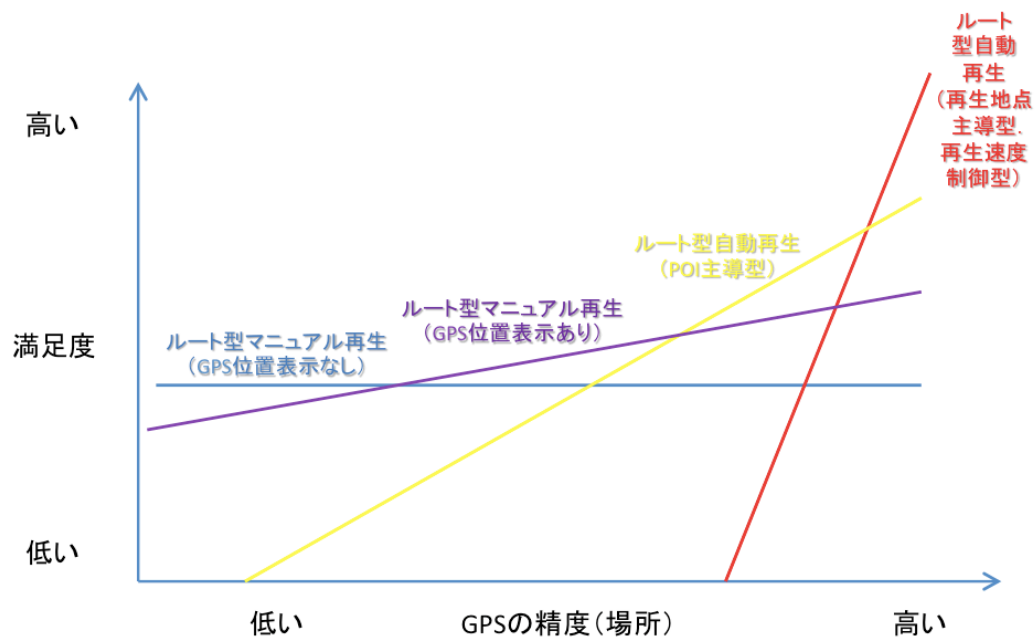


図 5.18. マニュアル同期再生と自動同期再生の満足度の関係（概念図）

GPS の精度が高い場合は、自動再生手法の満足度が高いが、GPS 精度が低い場合、マニュアル同期再生に切り替えることになる。また、オーディオと合わせて、地図に GPS の自位置表示の有無により、マニュアル同期再生の満足度が異なると考えられる。上図は、基本構造を想定した概念図であり、ユーザの満足度の指標によっては、各線の傾きなどが変わってくると考えられる。

第6章 ルート型ジオタグオーディオの設計と実装

6.1. 背景

場所同期オーディオは、スポット型オーディオが主流の形態である（図 4.1.）。ユーザが紙地図を持ってスポットを巡るなど、スポットで同期再生が行える簡便さがスポット型オーディオの利用が多い要因と考えられる（4.4 節）。

ルート型オーディオも、カセットテープの時代から流通し、現在ではデジタルメディアプレーヤーで鑑賞する Podcast の形態が登場している（4.4.1 項）。ルート型オーディオは、オーディオ（ナレーション）によって、ユーザの移動支援とユーザの案内を兼ね備えている場所同期オーディオと考えられる（4.5.2 項）。本研究では、視覚情報は歩きながら参照する情報としては、現実空間への注意が散漫になり危ないと考え、歩きながら情報提供に聴覚情報を中心した地図・位置コンテンツの代表例としてルート型ジオタグオーディオに注目した。しかし、ルート型オーディオでは移動の概念が入るため、スポット型オーディオに比べて、ユーザにとって空間認知・移動が難しいという問題（4.5.3 項）があり、ルート型オーディオの普及を妨げている要因になっていると考えられる。

6.2. 目的

本研究では、ルート型オーディオによる移動支援、場所の案内という情報提示に注目し、ルート型オーディオの空間認知・移動の問題点を解決することにより、安全な移動を支援する場所同期オーディオ（ルート型ジオタグオーディオ）の設計と、ルート型ジオタグオーディオを鑑賞するためのモバイルアプリケーションを実装する。そして、既存のルート型オーディオとルート型ジオタグオーディオの空間認知・移動の比較実験を行うことにより、それぞれの特徴を明らかにする。

6.3. 方法

ルート型オーディオの同期再生の問題を解決し、ユーザの安全な移動と同期再生に配慮した、まちあるきのための場所同期オーディオを提案する。主な方法は、以下の 3 点とする。

- a) ルート型オーディオをジオタグgingすることによる、オーディオと統合したエゴセントリック地図による「ルート型ジオタグオーディオ」の設計
- b) ルート型ジオタグオーディオのモバイルアプリケーションの設計と実装
- c) 「ルート型ジオタグオーディオ」による空間認知・移動の検証

また、ルート型ジオタグオーディオのモバイルアプリケーションの実装では、まちあるきのためのユーザの安全な空間認知・移動に配慮した機能として、3 つの要素を課題とした。

- a) ルート型ジオタグオーディオとエゴセントリック地図による同期再生機能

まちあるきのために、モデルコースとイラスト地図を統合するエゴセントリック地図を提供する。

- b) オーディオに対応した写真などの同期表示

まちあるきの情報を提供し移動のための参考にも使えるように、モバイルデバイスの画面に、オーディオと場所に同期したテキストや写真などを表示する。

- c) 自動同期再生機能

GPS 機能を用いたルート型オーディオの自動同期再生手法（再生地点主導型、POI 主導型、速

度制御型)を導入し、GPSの精度が良い場所では、ユーザの同期再生の操作を軽減させ、モバイルデバイスの画面注視や操作負担の軽減による安全性の向上を目指す。

6.4. 本論文での議論するルート型ジオタグオーディオの対象

(1) 対象とされるユーザ（鑑賞）

ルート型ジオタグオーディオによる、まちあるきを行う対象者は、以下の主な2つの基本技能を有するものとして研究を進める。なお、対象ユーザの違いによる今後の課題については、本章の最後で言及する。

a) デバイス操作を行う技能

地図の利用、オーディオの再生・停止・巻き戻しなどを行うことができる。

b) 空間認知・移動の技能

地図の理解、自位置認識、移動計画の実行、オーディオとの同期の認識ができる。

(2) 鑑賞の形態

本論文でのルート型ジオタグオーディオの利用状況設定としては、ユーザが徒歩（時速2～4km程度の速度）で現実空間を眺めながら、オーディオを鑑賞する行為を想定し、議論を進める。また、モバイルアプリケーションの位置づけとして、カーナビゲーションや歩行者ナビゲーションなどの、移動目的に特化したアプリケーションとは異なる、まちあるきのための移動支援と場所の説明を兼ね備えたモバイルアプリケーションとする。

6.5. ルート型オーディオの種類

本節では、研究対象を明確するために、既存のルート型オーディオを利用形態に基づいて分類し、それぞれの特徴を挙げる。また、本研究のルート型ジオタグオーディオとの違いを整理する。

a) ルート型オーディオ（カセットテープ、CD、Podcast など）

カセットテープの時代から提供されてきた再生形態である。近年は、Podcastによるデジタルメディアプレーヤーにおける配信も増えている。紙地図などを参照しながら移動し、オーディオを鑑賞する最も基本的な形態である。しかし、紙地図ではオーディオの再生地点が地図の対応しているのか分かりづらいという問題がある。

b) 写真付きルート型オーディオ（写真付き Podcast など）

上記の問題を解決するために、オーディオに加えて、静止画（風景の写真・地図など）が画面に表示されことによって、ユーザの空間認知・移動を支援する形態である。しかし、静止画による空間認知・移動支援では、連続的に位置情報を提示することが難しく、ユーザとオーディオとの同期のためには問題が残ると考えられる。

c) ルート型ジオタグオーディオ

本論文では、ルート型オーディオをジオタギングすることにより、オーディオと対応したエゴセントリック地図を表示させる手法を取った。このルート型オーディオを「ルート型ジオタグオーディオ」と定義し、設計、実装する。

6.6. 本研究におけるルート型ジオタグオーディオの分類

本研究では、ルート型ジオタグオーディオの基本型式として、以下の2種類を実装し、比較を行った。

a) ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）

「ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）」は、ルート型ジオタグオーディオが映像として自位置が明示されたエゴセントリック地図を持つ。コンテンツはムービーファイルとして収録され、あらゆるデジタルメディアプレーヤーで再生できるため、配布や再生にあたっての汎用性が高いと考えられる。一方、ムービーファイルは、ムービーの再生操作以外の機能を備えていない、スマートフォンなどのIT地図のような拡大・縮小などの地図操作が行えないなどの特徴を持つ。

b) ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）

スマートフォンやタブレットなどのモバイルデバイスで動作するモバイルアプリケーションのひとつの応用の形態として考えられる。例えば、GPSによる自位置表示や操作の制限など、ユーザが移動を行う際の安全性への対応がある。モバイルデバイスの機能を十分に生かし、エゴセントリック地図とオーディオをインタラクティブに操作できるルート型ジオタグオーディオのコンテンツを「ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）」として定義する。地図の拡大・縮小、GPS位置、POIのリスト表示が行えるため、ムービー型に比べてエゴセントリック表現の特徴が強い。アプリ型を鑑賞する場合、モバイルデバイスに専用のモバイルアプリケーションをインストールする必要がある点がユーザに利用のための手間をかける。また、デバイス対応していないと動作しないという欠点がある。

6.7. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の基本要素

本節では、ユーザがまちあるき向けルート型オーディオの問題(4.5.3項)を解決する方法として、エゴセントリック地図とオーディオを統合する「ルート型ジオタグオーディオ」のデザインに関して議論する。エゴセントリック地図には、ルート、オーディオの再生地点、ラベルなどを表示することによって、ユーザの移動の安全性を高め、オーディオと場所を同期する行為を支援する(図6.1.)。

(1) エゴセントリック地図

ルート型ジオタグオーディオのエゴセントリック地図では、オーディオのルート（ユーザが移動するルート）が表示される。ルートには、出発地・目的地・POI が色分けされて表示される。図 6.2. では、すでに通った場所はオレンジ色、今後進む場所が青色で表示されている。ユーザはオーディオの内容からも自位置を推測できる場合がほとんどであるが、それ以外に視覚情報として、エゴセントリック地図からも自位置を確認できる。カーナビゲーションのエゴセントリック地図では、ドライバが瞬時に自位置を確認できる必要があり、かなり危険な利用状況を想定しているため、GPS 位置が画面の中央に表示される形式となっている。ルート型ジオタグオーディオの自位置は、GPS 位置はなく、オーディオが今どこを再生しているかを表す再生地点となる。もちろん、GPS と再生地点のどちらを自位置にするかの切り替えは、ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）、つまり、本研究で開発したアプリケーションでは可能である。一方、ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の場合、再生地点を中心により、地図の一部が画面から出てしまう部分が出てくる問題があり、自位置は必ずしも中央に配置していない工夫を行っている。また、ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）では、地図の全体像が常に表示されるため、ユーザがまちあるきルート上のどの位置を移動しているのか判断することに向いている。ムービー型とアプリ型では、まちあるきを行う場合、エゴセントリック地図は、オーディオの再生地点やルートが強調表示される表現になっており、ユーザが歩くべき位置を楽に判断し、安全に歩けるような要件を満足するデザインがなされている。

(2) オーディオの再生地点の表示

ルート型ジオタグオーディオのエゴセントリック地図のルートには、オーディオの再生地点を「人間」のアイコンとして表現している。「人間」のアイコンは、オーディオの再生時間に対応し、ルート上を移動し、自分の位置を俯瞰的に見ているイメージを作るのに適している。ユーザは、ルート上の軌跡情報とともに、この「人間」アイコン（再生地点）を瞬時に捉えて、オーディオを聴きながら、まちあるきを自然に行えるデザインを実現している。

(3) 場所ラベル

ルート型ジオタグオーディオの地図上の POI（スポット）は、各地点にラベルを配置し、分かり易いデザインがなされている。これは、制作者による任意の地点のラベリングにより実現されており、従来のような断片的だった地点の情報の表現をスタンダードとするのではなく、場所のストーリーの連続性をスタンダードな表現とすることにより、地図の優しい表現を実現している。地図上のラベルは、以下のようないくつかの様相の表現のために使われている。

- a)交差点や曲がり角の名称（ナビゲーション）
- b)ランドマーク（名所・建物）
- c)ナレータが注目する場所（ストーリー伝達）
- d)交通上のポイント（移動の安全性の確保）

(4) 画像シークエンスの同期

ルート型ジオタグオーディオの主体をオーディオ（聴覚情報）と捉えるが、地図や写真などの視覚情報をユーザに提示することも、ユーザの空間認知・移動の補助として重要と考えている。具体的には、エゴセントリック地図とオーディオと写真（POI に関連付いた写真）を統合させることにより、再生地点に同期して写真を画面に表示する手法（画像シークエンス）を実現した。これによ

り、ユーザが、画面に表示される写真と、現場の景色を比較して、自位置が正しいかどうかを判断する支援を行う。また、画像シークエンスは、再生地点に同期して自動切り替え（プル型で表現）されるので、ユーザが明示的に写真を選択操作の必要が無く、現場を移動中のユーザの安全性が高めるための要素と考える。一方視覚効果が強く、ユーザが好んで見てしまうという状況を作りかねないので、立ち止まって、画面を押したときだけ写真が表示されるというような、安全利用のルールが必要となる。

なお、本研究での画像シークエンスは、写真自体を鑑賞するための目的というより、ユーザが自位置を確認するためのエゴセントリック表現としての利用を想定している。ルート型ジオタグオーディオのユーザは現場にいるので、目の前の風景を、わざわざ写真で鑑賞する必要性は少ない。写真で建物の屋内の様子を見せたり、桜並木の写真では桜開花中の様子を見せたりするなど、ユーザがまちあるきを楽しむための工夫が考えられる。



図 6.3. ルート型ジオタグオーディオに同期する画像シークエンスの概念図
ルート型ジオタグオーディオの再生地点に合わせて、画面の写真が切り替わる。

6.8. ルート型ジオタグオーディオの再生操作

ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）のマニュアル同期再生では、ユーザ位置と再生地点が離れた場合、一旦再生を止めて、ユーザ位置を再生地点に同期させる。同期方法として「ユーザの移動による同期」と「デバイスのタイムライン操作による同期」の2種類が考えられる。

(1) ユーザの移動による同期

ユーザがエゴセントリック地図やオーディオをもとに、自分が移動して自位置をオーディオの再生地点まで移動させる。再生地点まで移動できたら、オーディオの再生を再開し、以前と同様に再生地点の人間のアイコンの動きに合わせて、まちあるきを続ける。この方法は、ユーザが迷いルートから離れてしまった場合での、自位置を回復させる基本的な方法である。

(2) デバイス操作による同期（再生・停止・早送り・巻き戻しなど）

ユーザがオーディオの再生時間を、経過時間を変えるスライドバーや巻き戻し、早送りなどのボ

タンなどを操作して、再生地点を自位置に合わせる。ユーザは自分が移動しなくても、デバイス操作だけで素早い同期が可能である。一方、操作を面倒と思うユーザには負担となる。また、オーディオの再生地点が飛ばされることにより、鑑賞されないオーディオの部分が出ることもある。この同期方法はユーザがルート上にいる場合のみ利用できる。ルートから離れている場合は、「ユーザの移動による同期」により位置を回復させる手続きを取る。

6.9. ルート型オーディオのジオタギング

既存の位置情報コンテンツの主流は、テキスト、写真映像などの視覚情報であり、地図など同期させるためには、スポット型ジオタギングの手法が主流であった。しかし、地図やテキストの提示は、ユーザにとっては情報過多になり、実空間での周囲の状況判断や情報取得に限界が生じることがある。本研究では、オーディオという聴覚情報の特徴を考慮して、既存の位置情報コンテンツを拡張する方法を検討した。ルート型ジオタグオーディオでは、オーディオが表現される時間空間とルートが表現される地図空間の2つの空間を一つのオブジェクト（POI）が併存する機構により同期の表現を実現している。具体的には、ルート型オーディオと地図上のルートとの同期を、2つの空間上のPOIを同一オブジェクトとして定義することにより、全体に順序や連続性を持たせ場所のストーリーを反映できる機構を実現した(図 6.4.)。



図 6.4. ルート型ジオタグオーディオの地図空間と時間空間における同期設定
オーディオの再生地点とルートの地点が同期される（地図データ：株式会社ゼンリン）

6.10. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）

本研究では、まちあるきのための操作性や安全性を高めることを目的として、ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の発展型である「ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）」を定義し、利用環境としてモバイルアプリケーション（maPodWalk Caster）を実現した。ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）では、ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の基本要素に加えて、以下の要素を持つ。

(1) モバイルアプリケーションによる再生

スマートフォン向けにモバイルアプリケーションで動作するルート型ジオタグオーディオの再生に対応する。既存のコンテンツは屋内で鑑賞が前提とされることが多かったが、ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）により、ユーザが簡便に現場で視聴する環境を実現した。また、イラスト地図をオーディオと同期する手法を開発し、ユーザのまちあるきを支援できる利用環境を実現した。

(2) インタラクティブ操作によるエゴセントリック地図

「ルート型ジオタグオーディオ」の地図、オーディオ、写真などの表示・操作をインタラクティブに行えるようにし、エゴセントリック表現を強めることによって、安全性を高めた。モバイルデバイスのGPS機能による自動再生手法（POI主導型・再生地点主導型・速度制御型）を実装した。ユーザ満足度を高めるために、GPSの精度によって自動再生の有効範囲を設定する機能を持たせた。また、ムービー型では、タイムライン操作であるオーディオとの同期手法を、エゴセントリック地図のPOIを選択することにより、POIの再生地点で聴く手法も加えて改良し実装した。また、音楽の再生トラックのように、前のPOI、次のPOIで再生地点を移動させる機能を実装した。

(3) イラスト地図の表示

ルート型ジオタグオーディオでは、まちあるきが楽しめるように、イラスト地図を取り込んで利用する手法を実装・検証した。イラスト地図では、自位置を簡単に想像しながら歩けるように、再生地点に同期してPOIとルートの表示色が適宜変化する。具体的には、図6.5.,図6.6.のように、通過したPOIとルート部分は紫色、これから通過するPOIとルートは青色になる。これは、ウェブページで一度見たページへのリンクの色は紫色にし、まだ訪れていないリンクは青色に表現されている標準的視覚表現に従っている。この表現により、まちあるきの際、自分がどこを訪れて、どこを訪れていないかを分かり易く理解できる。また、リアルタイム表現としては、現在訪れている場所や次の場所を分かり易くするために、POIのラベルや写真をハイライト表示（色や大きさを変える）する工夫を施している。



図 6.5. ルート型ジオタグオーディオのモバイルアプリケーション（maPodWalk Caster）の画面

GPS により自位置を表示させるとともに、地図のエゴセントリック表現や、自位置に近い写真をハイライトするなど連動した表示がなされる（左）。ユーザの移動中は、安全性を確保するために、右の画面に切り替わり、操作を制限する。（地図：西武鉄道株式会社）

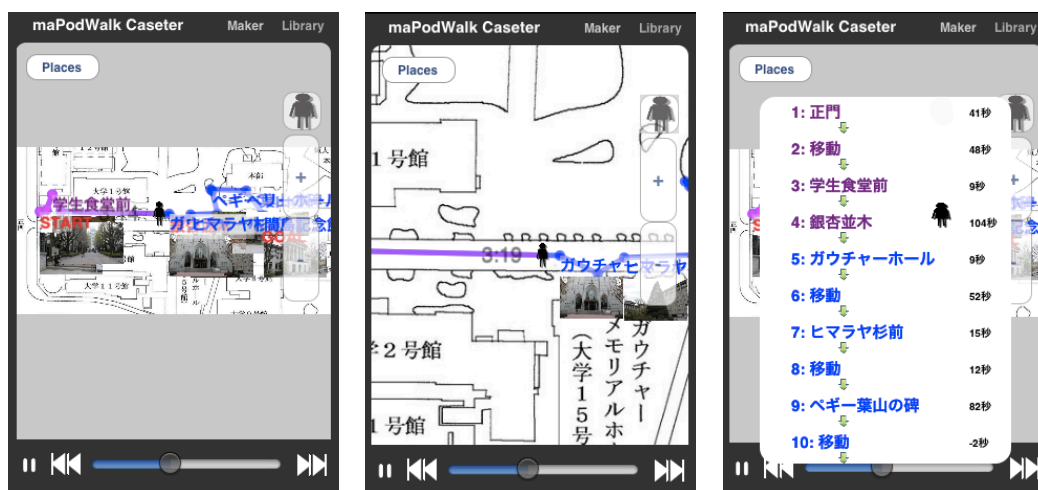


図 6.6. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の表示の切り替え
地図の全体表示（左），再生地点を地図の中央に表示（中），POI のリスト表示（右）
各表示画面の位置が対応している。（地図データ：青山学院大学）

6.11. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）のエゴセントリック表現

6.11.1. イラスト地図による自位置表示

目的を絞って作成されたイラスト地図は、コンピュータ可視化された現在の一般的なウェブ地図より表現がシンプルで、めりはりがあり分かり易く、デザインを重視するメディアではよく利用されている。しかし、このような人間が作成したイラスト地図は現実空間の幾何情報と矛盾しており、IT 地図として扱い難い。たとえば、GPS 位置やさまざまな地図データを直接的に重ねることはできない。本研究では、イラスト地図上の POI に実空間の経緯度の情報を持たせることにより、GPS から得られる自位置などの点オブジェクトをイラスト地図上にマッピングする現実的な手法を以下のように提案した（図 6.7.）。本研究のモバイルアプリケーション（maPodWalk Caster）では、この手法を採用し、イラスト地図に GPS 位置をマッピングする。



図 6.7. イラスト地図上への、GPS 位置のマッピング

空間精度の高い地図上で GPS 位置に近い 2 つの POI を選択し、その相対空間関係を保つという規則を用い、空間精度が低い地図（イラスト地図）上の位置を算出する。

図 6.7.(a)では、空間精度が高い地図の例であり、POI である A, B, C は正確な経緯度を保持して

いる。一方、図 6.7.(b)は空間精度が低い地図の例であり、対応する POI を A', B', C'とする。GPS 位置 P が図 6.7. (a)の地図のようにマッピングされたとする。図 6.7. (b)の地図における GPS 位置 P' を算出するアルゴリズムの概要は以下のとおりである。

- (1) 空間精度が高い地図において、GPS 位置 P に最も近い A, 次に近い B を空間検索する。
- (2) ベクトル AB とベクトル AP の回転角 α , および 2つのベクトルの長さの比 $k = |AP|/|AB|$ を求める。
- (3) 三角形 ABP と A'B'P'の相似性を利用して、P'を求める。空間精度が低い地図において、ベクトル A'B'から点 A'を中心に角度 α 回転させ、長さの比率 $k = |A'P'|/|A'B'|$ を満足する距離に点 P' を配置する。

このアルゴリズムは、POI ベース相互ジオレファレンス (POI-based inter-georeference) と呼んでいる[3]。アルゴリズムは簡単だが、特に、まちあるきの場合、POI 周辺だけを移動するので、POI 周辺と POI と POI を結んだ直線状に GPS 位置がマッピングされるときは良い結果となるなど、実用性が高いことを確認できた。このような低空間精度の地図への一般的なマッピングを使ったモバイルアプリケーションはすでに他にもある (ATR Creative: ちずぶらり, など) が、そのジオコーディングの手法は一般的にはグリッド上の参照位置情報を用意するものであり、POI から離れても空間精度は保証できるが、参照位置の数が多くなりコストが高くなる問題があると考えられる。本手法では POI の経緯度情報だけ用意すれば良く、制作・メンテナンスのコストが低いというのも特徴である。特に、草の根的にまちあるきアプリ用のイラスト地図を制作する場合は、本手法は有効と考えている。

6.11.2. 操作機能・視覚情報提示の意図的な制限による安全の確保

現在主流のスポット型オーディオとは異なり、ルート型オーディオでは、スポット (POI) だけでなく移動のときにもルートなどの案内を聴くことになる。移動中、視覚の注意は現実空間に向けたまま、並行的にオーディオツアーとして聴覚から適切な情報提供を受ける枠組みを基本とする。安全のために、移動中はモバイルデバイスから提供される情報は主に聴覚からとし、視覚からにはすべきではないと考えている。散策時のモバイルデバイス操作の安全を確保するための既存の研究 [19]あるが、この研究でもユーザが画面を注視しないように、音声で注意を促すアプリケーションとなっている。

つまり、聴覚情報を使った脳内地図の生成・発展・確認の役割をこのアプリケーションでは重視している。本アプリケーションでは、移動中であることを GPS や加速センサーを用いて認識し、移動中は、第一メディアをオーディオとし、地図はエゴセントリック表示にすることにより瞬時に自位置を確認できる枠組みにしている。また、移動中の画面操作は危ないので、移動中は画面操作ができない設定にできる。このように、安全の観点からも、オーディオ地図とエゴセントリック地図の、まちあるきへの応用利用は重要である。

次の通過点までの時間や距離をイメージすることは、移動という行為において重要である。本アプリケーションでは、次 POI までの距離や時間を、自然言語・ビープ音・リズム音などのオーディオで通知を行う。また、地図上に、カウントダウン情報、および自位置から次 POI までの距離を線分として表示し、いつでも確認できる環境を実現している。POI という通過地点は、道の分岐などと対応した目印となるため、ユーザは POI 付近での慎重な判断が必要となる。

6.11.3. オーディオの再生地点の表示・警告音の再生

ルート型オーディオ (ルート型ジオタグオーディオ含む) では、再生地点の移動速度は必ずしも

一定ではなく、立ち止まったり、ゆっくりと移動したり、普通の速度になるというように、変化する。この再生地点移動速度への同期が重要であり、聴覚情報を使って、変化時や定期的に通知を行うとともに、大幅にずれた場合は警告音を出したり、ずれに応じて音やリズムを変えたりする手法を導入した。これにより、できる限り聴覚情報で、移動の同期がとれる利用環境の実現を目指した。また、位置と速度のずれを確実に常時に確認するためには、やはり地図表現がもっとも効果的であったため、自位置と再生地点がどの程度ずれているか地図上で可視化し、瞬時に把握できる利用環境を実現した。さらに、現在のユーザの速度とオーディオの速度も絶対速度と相対速度差として画面から読みとれる。このように、聴覚情報・視覚情報のそれぞれの特性を有効利用した、オーディオツアー利用環境を実現した。

6.11.4. GPS による自動同期再生

ユーザの安全なまちあるきを支援するために、ルート型ジオタグオーディオでは、記録された位置情報と GPS 位置にもとづいて、ユーザに自動同期再生（再生地点主導型、速度制御型 POI 主導型）を提供する。なお、自動同期再生手法については、第 5 章で説明した。

6.12. 従来のデジタルコンテンツに対するルート型ジオタグオーディオの位置付け

ルート型ジオタグオーディオの枠組みと、歩行者向けナビゲーションの枠組みとは、モバイルデバイスの携帯性や画面デザインなど一見すると類似している点が多い。歩行者向けナビゲーションの主目的は、移動であるのに対して、ルート型ジオタグオーディオはまちあるきであり、ユーザに移動のための情報以外にも現実世界を歩いて鑑賞するためのオーディオや補助的な映像情報を提供する点が、両者の性質の大きな違いと考えている。また、ルート型ジオタグオーディオでは、マニュアル同期再生も中心的機能であり、GPS の精度が十分でない環境においても、デジタル地図・地域情報を得るための有効な手段として機能する点も特徴と考えている。

現在、盛んに行われている位置情報サービスの研究とも目的や手法が異なっている。例えば、実空間にセンサー（RFID 等）を配置し、デバイスに情報を配信する研究[28],[34],[35]は既にたくさんあるが、これらを都市に導入する場合、多くのセンサーや専用端末を導入・運用し、重厚なインフラ整備を前提にする必要がある。そのため、サービスを提供できる地域は、大都市や観光地などの特定の場所に限られ、また国家予算を使った実験的な試行に終わっている場合が多い。本研究で提案したルート型ジオタグオーディオは重厚なインフラや複雑な専用機器を必要とせず、一般ユーザが手軽にどこでもまちあるきを支援できる機能を持っており、低コストで、安定して、安全に導入・運用できることが大きな利点である。

6.13. 場所同期オーディオの仕様

本節では、ルート型オーディオとルート型ジオタグオーディオが備える機能および要件に関する仕様を整理することにより、それぞれの特徴を明らかにする。以下は、仕様に備わる機能および要件の基本分類である。

a)オーディオの操作

オーディオを再生するにあたってのデバイスの操作機能（再生、停止、タイムライン操作など）を表している。

b) 地図の要素

地図とオーディオを統合する地図の表現を表している（地図がない場合は「なし」、ルート
のPOIが対応する場合は「ルート（POI単位）」などになっている。

c) オーディオの要素

地図などに対応したオーディオの最小単位である。ジオタギングにより最小単位が決まる。

d) 安全のための要素

ユーザが安全に場所同期オーディオを鑑賞するための機能である。

e) 視覚表現

場所同期オーディオで提供される視覚表現を表している。オーディオエゴセントリック地図
とは、オーディオと対応した地図と定義する。

(1) スポット型ジオタグオーディオ（アプリ型）の仕様

スポット型ジオタグオーディオ（アプリ型）の仕様について説明する（表 6.1）。この形態は、既
存のまちあるきむけの音声案内のモバイルアプリケーションで多く採用されている、スポット型オ
ーディオがジオタギングされたオーディオの形態である。表 6.5.のルート型ジオタグオーディオ（ア
プリ型）では、ルートを基本として地図、音声などの機能が提供されているのに対して、スポッ
ト型は、POIを基本として、オーディオの選択や再生、自動同期再生の機能が提供されている。この
ように簡単な構造が、既存のアプリケーションで多く採用されている要因と考えられる。ただし、
スポット型ジオタグオーディオは、地点の周辺で立ち止まって鑑賞する形態であるため、ルート型
オーディオのように移動しながら場所の情報を説明するための仕様になっていない。

表 6.1. スポット型ジオタグオーディオ（アプリ型）の仕様

オーディオ操作の種類	地図の要素	オーディオの要素	安全のための要素
再生、停止（マニュアル同期）	ルート	連続	オーディオ・エゴセントリック地図
早送り、巻き戻し（マニュアル同期）	ルート（POI単位）	セグメント（POIの間の線分）	GPSによる自位置表示
タイムラインでの移動（マニュアル同期）	ルート（ランドマーク）	セグメント（ランドマークを考えた線分分割）	表示・操作の制限
逐次選択（マニュアル同期）	ルート（POI・ランドマーク共有）	文（センテンスごと）	視覚表現
POI選択（マニュアル同期）	POI	単語ごと	オーディオエゴセントリック地図
地図から再生地点の選択	なし	一定間隔（5秒ごと）	静止画（地図）
再生、停止（GPS同期）		POI単位	静止画（写真）
早送り、巻き戻し（GPS同期）			紙地図を利用する
逐次選択（GPS同意）			
POI選択（GPS同期）			

(2) ルート型オーディオの仕様（カセットテープ・CD などのアナログオーディオ、写真な し Podcast など）

ルート型オーディオでは、デジタルメディアプレーヤーで再生する場合、オーディオの再生単位
は全てつながった1つの音声であり、再生、停止、早送り、巻き戻し、タイムラインでの移動など、
基本的な再生操作を行うことでオーディオ鑑賞を行う。鑑賞のための操作は他の仕様と比べ最も少

ないが、画面上に静止画（写真・地図など）の視覚情報が表示されないため、オーディオのみを頼りに歩くか、紙地図を参照して歩くことが考えられる。ユーザにとって、実世界と厳密に同期したオーディオの再生を行うには、ルート型オーディオの機能では不十分であると考えられる（表 6.2.）。

表 6.2. ルート型オーディオの仕様

オーディオ操作の種類	地図の要素	オーディオの要素	安全のための要素
再生、停止（マニュアル同期）	ルート	連続	オーディオ・エゴセントリック地図
早送り、巻き戻し（マニュアル同期）	ルート（POI単位）	セグメント（POIの間の線分）	GPSによる自位置表示
タイムラインでの移動（マニュアル同期）	ルート（ランドマーク）	セグメント（ランドマークを考えた線分分割）	表示・操作の制限
逐次選択（マニュアル同期）	ルート（POI・ランドマーク共有）	文（センテンスごと）	視覚表現
POI選択（マニュアル同期）	POI	単語ごと	オーディオエゴセントリック地図
地図から再生地点の選択	なし	一定間隔（5秒ごと）	静止画（地図）
再生、停止（GPS同期）		POI単位	静止画（写真）
早送り、巻き戻し（GPS同期）			紙地図を利用する
逐次選択（GPS同意）			
POI選択（GPS同期）			

(3) 写真付きルート型オーディオ（写真付き Podcast など）

写真付きルート型オーディオは、オーディオの再生時間に対応して画面に静止画（地図、写真など）が表示される。これにより、地図や写真から、ユーザの空間認知・移動の支援を行う方法が取られる。静止画以外の仕様はルート型オーディオと同様の形態になると考えられる。写真付きルート型オーディオでの空間認知・移動では不十分の場合、ルート型オーディオと同様に、紙地図を併用して鑑賞することが考えられる（表 6.3.）。

表 6.3. 写真付きルート型オーディオの仕様

オーディオ操作の種類	地図の要素	オーディオの要素	安全のための要素
再生、停止（マニュアル同期）	ルート	連続	オーディオ・エゴセントリック地図
早送り、巻き戻し（マニュアル同期）	ルート（POI単位）	セグメント（POIの間の線分）	GPSによる自位置表示
タイムラインでの移動（マニュアル同期）	ルート（ランドマーク）	セグメント（ランドマークを考えた線分分割）	表示・操作の制限
逐次選択（マニュアル同期）	ルート（POI・ランドマーク共有）	文（センテンスごと）	視覚表現
POI選択（マニュアル同期）	POI	単語ごと	オーディオエゴセントリック地図
地図から再生地点の選択	なし	一定間隔（5秒ごと）	静止画（地図）
再生、停止（GPS同期）		POI単位	静止画（写真）
早送り、巻き戻し（GPS同期）			紙地図を利用する
逐次選択（GPS同意）			
POI選択（GPS同期）			

(4) ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）

実装したルート型ジオタグオーディオ（表 6.4.）では、ルート上の POI にジオタギングすることによって、オーディオの再生単位を POI 間の線分に分割し、地図上のルートに表現し、オーディオとエゴセントリック地図により、ユーザの空間認知・移動を支援する。写真付きルート型オーディオでは、静止画による地図や写真により、ユーザの空間認知・移動の支援がされるため、ユーザが再生地点から自位置を判断することは難しい。一方、ルート型ジオタグオーディオでは、静止画ではなく、再生地点と同期したエゴセントリック地図が提供される。オーディオの要素については、オーディオの単位として、文（センテンス）ごとに分割したり、一定間隔で分割することにより、オーディオの再生地点を選択、鑑賞できるようにする方法が考えられる。本論文では、セグメント（POI 間の線分）を基本としてオーディオを分割することで、地図の POI によってユーザが分割を判断できる枠組みとした。この方法は、地図と統合した場合、最も簡単な構造であるため、コンテンツ制作や運用がユーザにとっても簡便と考えられるため、本研究では実装、研究を進めた。他の分割法については、今後の研究課題とした。

表 6.4. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の仕様

オーディオ操作の種類	地図の要素	オーディオの要素	安全のための要素
再生、停止（マニュアル同期）	ルート	連続	オーディオ・エゴセントリック地図
早送り、巻き戻し（マニュアル同期）	ルート（POI単位）	セグメント（POIの間の線分）	GPSによる自位置表示
タイムラインでの移動（マニュアル同期）	ルート（ランドマーク）	セグメント（ランドマークを考えた線分分割）	表示・操作の制限
逐次選択（マニュアル同期）	ルート（POI・ランドマーク共有）	文（センテンスごと）	視覚表現
POI選択（マニュアル同期）	POI	単語ごと	オーディオエゴセントリック地図
地図から再生地点の選択	なし	一定間隔（5秒ごと）	静止画（地図）
再生、停止（GPS同期）		POI単位	静止画（写真）
早送り、巻き戻し（GPS同期）			紙地図を利用する
逐次選択（GPS同意）			
POI選択（GPS同期）			

(5) ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の仕様

ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）（表 6.5.）では、マニュアル再生を行うための基本機能は、ルート型オーディオ（ムービー型）と同様であるが、モバイルアプリケーションとして実装されている。ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）では、ユーザに対して同期再生の基本機能しか提供できないため、アプリケーションのコンテンツとして動作させることにより、移動の安全のための要素を強めた。具体的には、地図からオーディオの再生地点を選択したり、GPS による自動同期再生や GPS 位置の表示の機能を持っている。また、これらの機能と、操作の制限によって、ユーザの移動の安全に配慮する仕様となっている。また、GPS の表示により、ユーザが自位置を判断しやすく、再生地点と同期をより行いやすいように、インタフェースが配慮されている。

表 6.5. ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の仕様

オーディオ操作の種類	地図の要素	オーディオの要素	安全のための要素
再生、停止（マニュアル同期）	ルート	連続	オーディオ・エゴセントリック地図
早送り、巻き戻し（マニュアル同期）	ルート（POI単位）	セグメント（POIの間の線分）	GPSによる自位置表示
タイムラインでの移動（マニュアル同期）	ルート（ランドマーク）	セグメント（ランドマークを考えた線分分割）	表示・操作の制限
逐次選択（マニュアル同期）	ルート（POI・ランドマーク共有）	文（センテンスごと）	視覚表現
POI選択（マニュアル同期）	POI	単語ごと	オーディオエゴセントリック地図
地図から再生地点の選択	なし	一定間隔（5秒ごと）	静止画（地図）
再生、停止（GPS同期）		POI単位	静止画（写真）
早送り、巻き戻し（GPS同期）			紙地図を利用する
逐次選択（GPS同意）			
POI選択（GPS同期）			

6.13.1. 空間認知・操作・情報提供の観点からの各種ルート型オーディオの関係

前項の仕様に基づいて、空間認知・操作・情報提供の概念で、各ルート型オーディオを整理し、図 6.8.の概念図を作成した。まず、ルート型オーディオでは、オーディオのみの操作になるため、操作性は少ないが、地図が表示されないため、空間認知に難があると考えられる。写真付きルート型オーディオでは、写真で空間認知・移動を補うので、空間認知・情報提供が増えるが、操作がわずかに増えると考えられる。ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）では、エゴセントリック地図が表示されるため、操作が多くなり、情報提供も多くなるが、空間認知が容易になると考えられる。ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）は、地図の操作やオーディオの操作などの機能が増えるが、それは空間認知・移動のための支援が中心であり、他のユーザの注意をデバイスに向けるような情報過多な設計は極力避ける方法を取った。操作が増えることにより、現実空間への注意が散漫になる危険性も考えられるため、本研究では、場所同期オーディオのユーザとオーディオの同期だけでなく、エゴセントリック地図やアプリケーションの移動中の操作制限や GPS による自動同期再生による移動に安全なまちあるきのためのインタフェースと仕様を提案する。

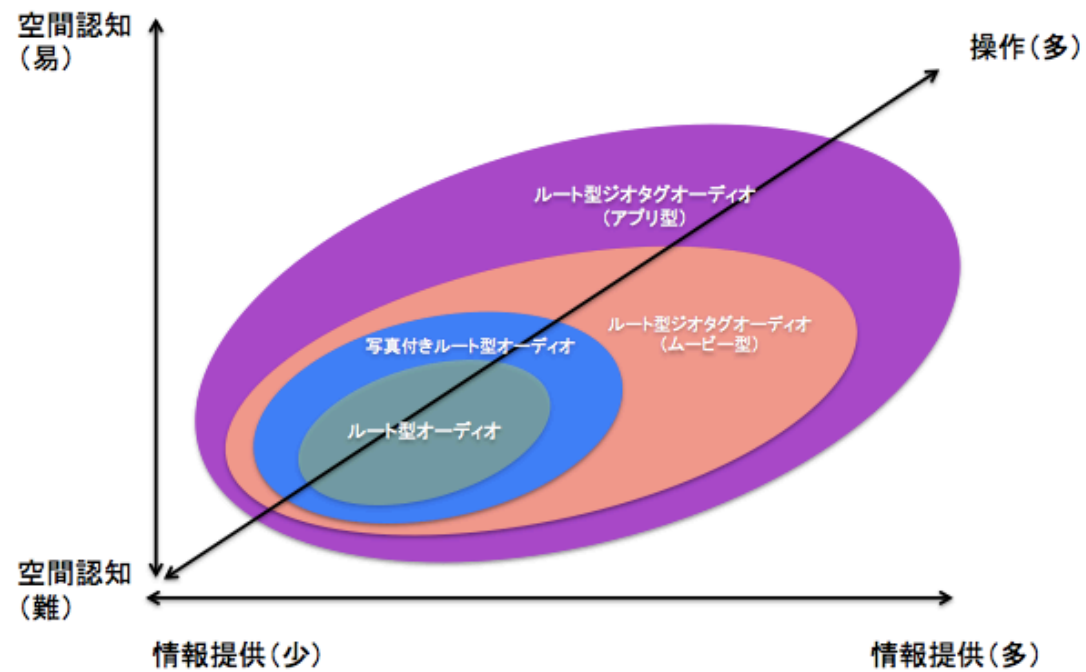


図 6.8. 空間認知・操作・情報提供におけるルート型ジオタグオーディオとルート型ジオタグオーディオの特徴

6.13.2. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）のマニュアル同期再生の観察

本項では、ルート型ジオタグオーディオの被験者（1 名）の様子をビデオに撮影し、ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきを観察し、基本的な特徴を明らかにした（図 7.10., 7.11., 7.12., 7.13.）。ルート型ジオタグオーディオは、千葉県江戸川台駅周辺の 18 個の POI を持つルート型ジオタグオーディオ（図 6.9.）とした。ルート型ジオタグオーディオの被験者には、ルート型ジオタグオーディオの（ムービー型）の操作方法を教えたうえで、マニュアル同期再生による、まちあるきを行ってもらった。なお、マニュアル同期再生手法については、第 4 章で述べている。



図 6.9. 実験対象のルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の例
（地図画像：ゼンリン株式会社）

まちあるきの実験では、主に以下の点の特徴がみられた。

(1) まちあるきの開始

被験者は、スタート地点まで移動し、ルート型ジオタグオーディオの鑑賞（まちあるき）をはじめ。スタート地点の確認は、エゴセントリック地図を見るか、スタート地点付近のオーディオの内容を聴いて、場所を近づく。なお、場所同期オーディオ（アプリ型）の場合、GPS 精度が高い場所では自動再生が利用できるため、スタート地点の POI の有効範囲（再生）に入ると、自動的に再生が開始されるため、ユーザは再生開始のための操作から解放されるため、ユーザの負担が少ないということがわかった。また、GPS による自位置が表示されるため、再生地点との位置関係や距離を把握しながら移動することになるため、安全性が高まると考える。



図 6.10. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（スタート付近）

(2) ルートに沿った移動

被験者は、ルート型ジオタグオーディオのルートに沿って、スタート地点からゴール地点まで歩く。



図 6.11. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（ルートに沿った移動）
ルートを歩き、迷うことなく、オーディオの鑑賞を行い、現実世界の風景を眺めた。

(3) 被験者とオーディオの同期

被験者は、ルート型ジオタグオーディオと同期が取れていないと判断した場合、地図を確認するか、オーディオの道案内を注意深く聴いた。同期が取れていないと判断した場合、タイムラインからオーディオの再生地点を調整したり、被験者が移動することによって、同期を取った。他の地域の実験（上野アメ横通りなど）では、例えば、街路の人混みが多かったために移動が難しく、一旦

立ち止まって再生地点が自位置に近づくのを待つ被験者もみられた。

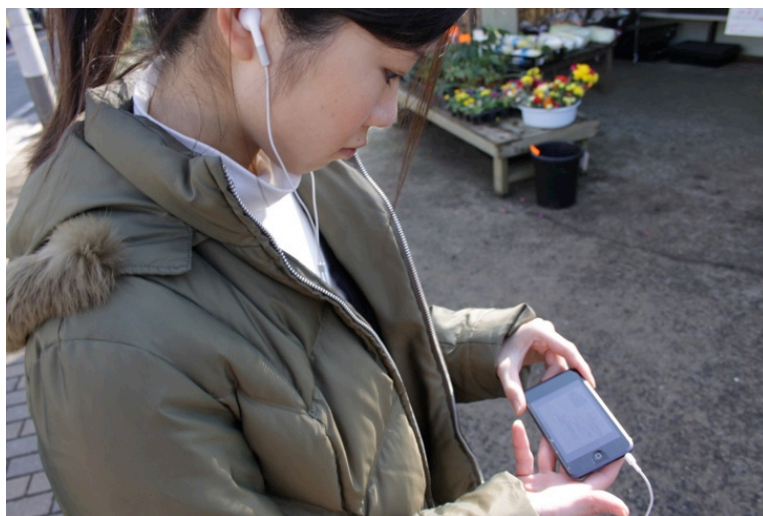


図 6.12. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（エゴセントリック地図の確認）

(4) まちあるきによる現場の体験

被験者は、オーディオから情報を得ながら、周囲を見渡すことができるため、同期が取れている場合、お店の中や看板の様子まで、楽しんで聴いていた。また、オーディオのナレータが現場で買い物をした場合、ユーザも同じ場所で同じ行動を取る行為がみられた。



図 6.13. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるき（現実空間を楽しむ）

オーディオを聴きながら、ナレータの行動（お店の中を見るなど）を真似する傾向がみられる。

6.14. ルート型オーディオとルート型ジオタグオーディオの空間認知・移動の検証

本研究では、ルート型ジオタグオーディオでユーザが迷わずに歩けるかどうか、歩いた場合にどのような行為を行うかについて、既存のルート型オーディオとルート型ジオタグオーディオの比較

実験を行い検証した。比較のために利用した音声案内は、東京・柴又のルート型オーディオと、そのルート型オーディオにエゴセントリック地図を統合したルート型ジオタグオーディオである。どちらのコンテンツも、オーディオは同じため、柴又駅からスタートし、寅さん記念館まで約 15 分 30 秒の音声案内となっている。図 6.14.は、ルート型オーディオの被験者（被験者 A）とルート型ジオタグオーディオの被験者（被験者 B）の移動経路をプロットした地図である。地図の青点はルート型ジオタグオーディオの移動経路、緑点はルート型オーディオの位置、赤点は、地図を参照せずに、ルート型オーディオのみを聴いたために、迷った位置である。ルート型ジオタグオーディオの被験者は、スタートからゴールまで迷わず歩くことができたが、ルート型オーディオ（オーディオのみ）の被験者は、エゴセントリック地図が表示されないため、途中から自位置を見失い、大幅に離れた位置を歩いた。図 6.14.は、大きく迷ったルート型オーディオ（オーディオのみ）の被験者の様子と、同じ再生時間におけるルート型ジオタグオーディオの被験者の様子である。ルート型オーディオ（オーディオのみ）では、被験者がオーディオの再生地点から大きく離れてしまい、迷った場所では位置の回復のための移動を繰り返したが、結局回復できなかった。一方、ルート型ジオタグオーディオの被験者は、適宜地図を参照しながら迷うことがなく、ナレーションの内容や現実空間に注意を払い、笑顔で歩いていることがわかり、まちあるきを楽しむ様子がわかった(図 6.15.)。

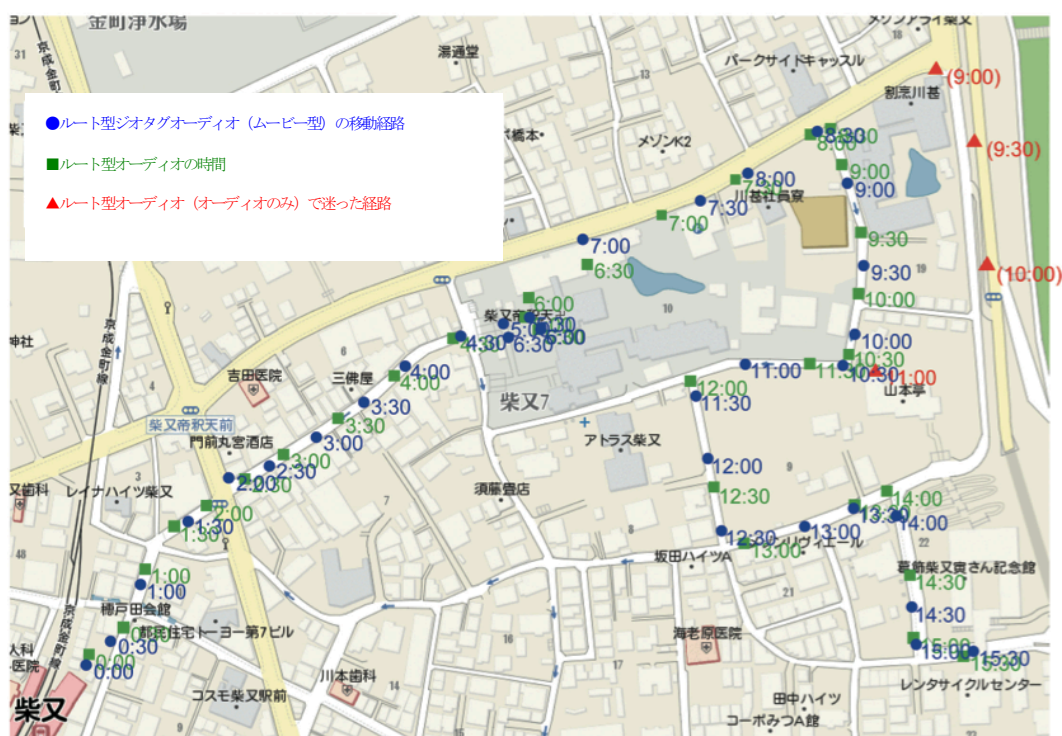


図 6.14. 実験によるルート型オーディオの移動経路（全体）

緑点は正確なルート、赤点がルート型オーディオを鑑賞して移動し、同期再生ができなくなった経路、青点はルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）を鑑賞して移動した経路、を 30 秒ごとにプロットした。ルート型オーディオのみでは完全に間違った場所を歩いた。ルート型オーディオで迷った場所の拡大図は図 6.15.に示す。

（地図データ：株式会社ゼンリン）

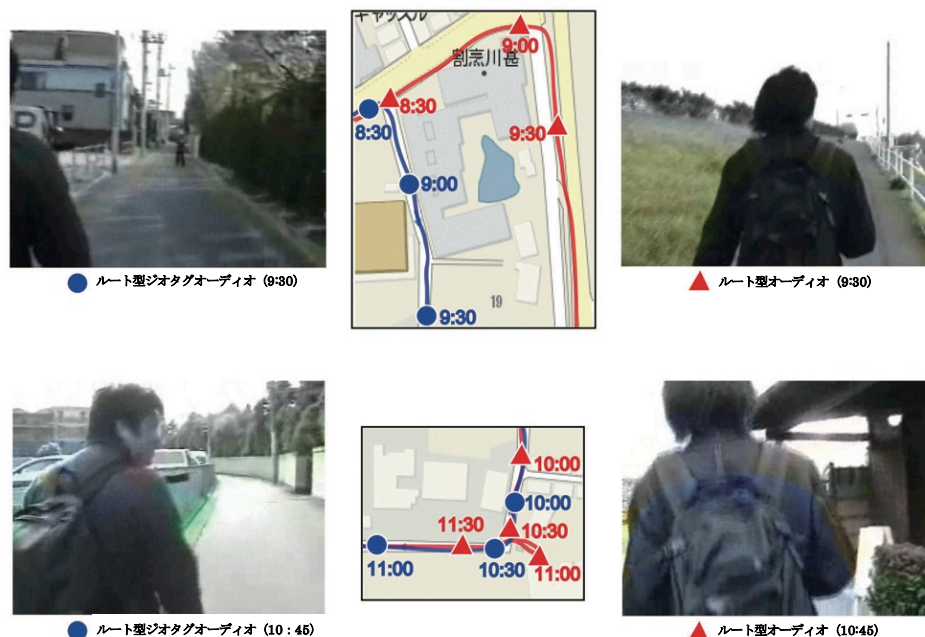


図 6.15. 実験によるルート型オーディオの移動経路（拡大）

ルート型オーディオのオーディオのみでは、移動のための位置情報（「右、左、直進」など）を聞き逃した場合、正確なルートから外れて歩いてしまい、まちあるきが失敗することにつながる。（地図データ：株式会社ゼンリン）

6.15. まとめ

本章では、ルート型ジオタグオーディオとアプリケーションの設計、実装を行い、ルート型ジオタグオーディオとルート型オーディオを比較することにより、ルート型ジオタグオーディオがユーザの空間認知・移動を支援しながら、場所の情報を得るための支援につながることを検証した。

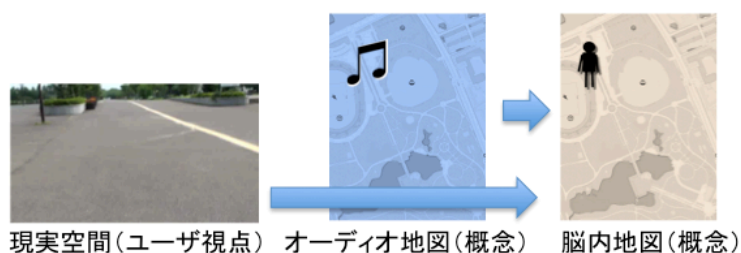
以下に、ルート型ジオタグオーディオの新しいデジタルコンテンツの枠組みとしての特徴をまとめる。

(1) 本研究のルート型ジオタグオーディオの主な特徴

a)オーディオが主体のコンテンツ

写真やテキスト、ビデオのような視覚情報偏重ではなく、オーディオの聴覚情報により、まちあるきを楽しむ。オーディオは場所の支援により、移動支援案内の役割も担う。オーディオにより、ユーザはデバイスの画面を注意する機会が減るため、視覚を現実空間に向けることができ、歩行中の安全が確保される。また、現実世界に注意向けることにより、現場の体感や発見につながることで、まちあるきには重要な要素と考える（図 6.16）。

1. オーディオのみを聴いた同期再生



2. オーディオと視覚地図(オーディオエゴセントリック地図)による同期再生

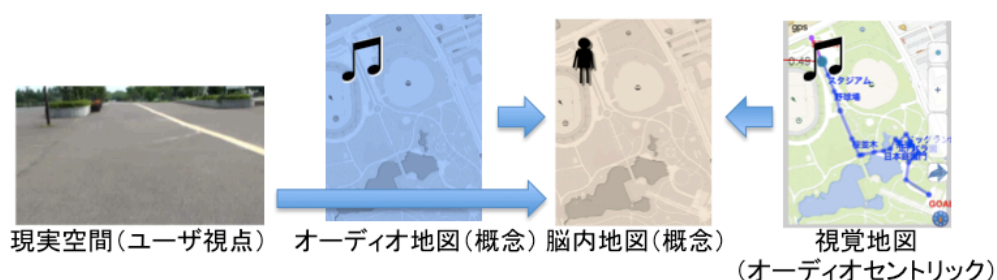
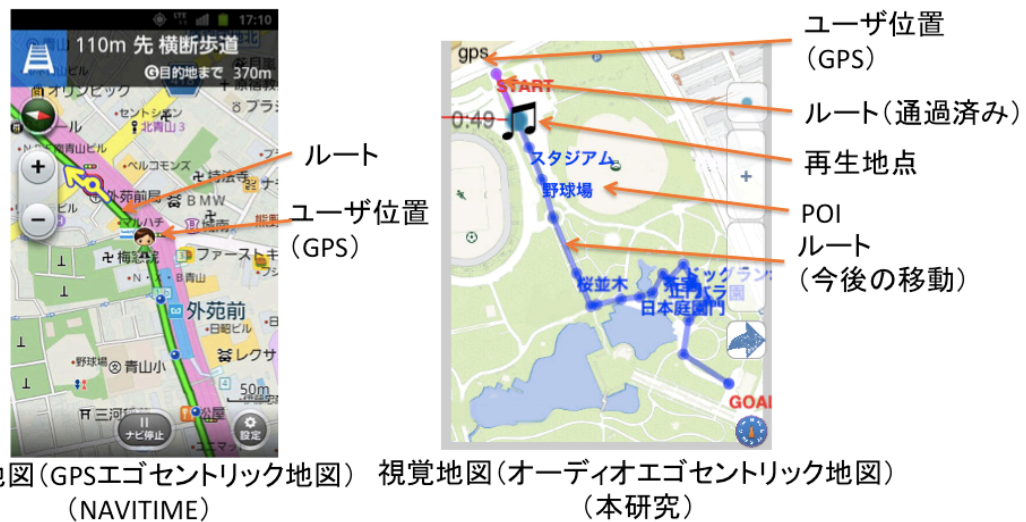


図 6.16. ルート型オーディオとルート型オーディオの地図空間の違いを表した概念図

エゴセントリック地図が移動支援のために加わることによって、脳内地図とオーディオ地図、現実空間の同期し易くなる。

b)エゴセントリック地図による安全・安心な移動

ユーザは、迷ったとき、不安を感じたときに、エゴセントリック地図を少し見て、瞬時に状況を把握する。また、オーディオの案内が不完全でも、エゴセントリック地図があることにより、道に迷う心配が軽減される。オーディオの内容を聴き逃しても、エゴセントリック地図を見れば、迷っても簡単に回復することが考えられる。エゴセントリック地図が表示されることにより、オーディオをいつも集中して聴き続ける必要は無いと考えられる。エゴセントリック地図の観点から議論すると、ルート型ジオタグオーディオのエゴセントリック地図は、既存の一般的な移動目的の IT 地図のようにユーザの自位置が中心に表示されるのではなく、オーディオの再生地点が基準となり視覚表現や地図が表示される点が特徴であり、既存の IT 地図と大きく異なる点である。これは、まちあるき、音声案内のためのエゴセントリック表現となる（図 6.17.）。



(2) 情報としての既存のスポット型コンテンツと、ルート型ジオタグオーディオの特徴

以下では、既存のスポット型のコンテンツと、ルート型ジオタグオーディオとの特徴を挙げる。

a) 既存の IT 地図や場所コンテンツの特徴：断片性

- ・地図に、写真やテキストなどの視覚情報を共有することが前提であった。
- ・スポットに写真やテキストを置くことにより、情報は断片的であるが、一覧性がある。
- ・スポットに写真やテキストを追加できるため、コンテンツ制作が簡便である。

b) ルート型ジオタグオーディオの特徴：ストーリー性

- ・地図と、オーディオによる聴覚情報を統合して情報を共有する。
- ・ルートに沿った説明を提供するため、断片的でない、移動しながらの連続性（ストーリー性）を持たせた説明に適する。
- ・ルートに沿った案内のため、道沿いの風景や情報を伝えるために向く。

(3) ルート型ジオタグオーディオにおける今後の研究課題

本論文では、基本的な鑑賞形態について、検証を行ったが、本論文では議論しなかったため、以下の点が、今後の研究課題の例として考えられる。

- ルート型ジオタグオーディオの利用の習熟度の違いによるユーザの振る舞いの考察
- 言語による違い（本論文では日本語を対象とした）
- 街の特徴による違い（本論文では日本・東京近郊の街を対象地域とした）
- デバイスの違い

イヤフォン、ヘッドフォン、片耳で聴いた場合などについての違い。なお、博物館や美術館の音声案内では、両耳がふさがるのを防止するためか、片耳のイヤフォンやモバイルデバイスのスピーカーからオーディオが再生される形態で提供されている音声案内も珍しくない。

e) ユーザによる違い

例えば、高齢者や幼児は、ルート型ジオタグオーディオの鑑賞において、デバイスの操作や空間認知・移動が十分に行えるかどうかという議論も考えられる。

第7章 ルート型ジオタグオーディオの制作環境の実装と検証

7.1. 背景

既存のまちあるき向けのコンテンツの領域では、地図・ガイドブックは書籍や印刷物で配布されることが一般的であり、音声案内、IT 地図などのデジタルコンテンツは、コンテンツ制作の専門知識を持ったクリエイターが制作し、専用端末デバイスやモバイルアプリケーションとして開発され、公開されることが主流であった。このような情報は、マスコミによる一方的な配信形態であり、草の根的発展に十分至っていない。

一方、まちあるきイベントは、地方自治体や観光協会などを主催者として、地域ごとの活発化やコミュニケーションが期待されている。本研究では、このような現状を踏まえ、地方自治体や観光協会や個人などがまちあるきの場所同期オーディオを簡便に制作し、草の根的に共有するための枠組みとして、ルート型ジオタグオーディオの制作手法を設計したうえで、制作アプリケーションを実装する。これにより、ルート型ジオタグオーディオ制作環境における、まちあるき文化促進の可能性と課題を明らかにする。

7.2. 目的

本章では、まず制作アプリケーションを設計、実装する。次に、ユーザが制作アプリケーションによって制作したルート型ジオタグオーディオの特徴と、ルート型ジオタグオーディオを用いたユーザのまちあるきを検証することにより、高品質なルート型ジオタグオーディオを制作するための要件を考察する。この考察からルート型ジオタグオーディオによる草の根的制作のための特徴や課題を明らかにする。

a) ルート型ジオタグオーディオの制作手法の開発

コンテンツ制作の専門知識を持たないユーザでも、ルート型ジオタグオーディオを簡便に制作する手法を開発する。

b) 制作アプリケーションの実装

a)の手法を適用した、ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の制作環境のために、パソコン版制作アプリケーションを実装し、次にルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の制作アプリケーションを実装する。アプリ型の制作アプリケーションでは、タッチパッド型モバイルデバイス向けのアプリケーションを実装することにより、現場でのルート型ジオタグオーディオの編集を可能とする。

c) ユーザ制作によるルート型ジオタグオーディオと、そのまちあるきを検証

被験者に制作アプリケーションを利用し、ルート型ジオタグオーディオを制作してもらう。制作したコンテンツを用いてまちあるきを他の被験者に体験してもらうことで、ルート型ジオタグオーディオのコンテンツと制作環境の特徴・問題点を明らかにする。

7.3. 方法

本章では、以下の3点の方法を通して、ルート型オーディオの制作環境の特徴と、高品質なルー

ト型オーディオを制作するための考察を行う（図 7.1.）。

a)制作ツールの実装

- ・ルート型オーディオのジオタギング。
- ・制作ツールのインタフェース（地図・オーディオタイムラインからの編集）。
（既存の映像編集環境での映像フレームからの編集では難しいと捉えた）。

b)ユーザ制作によるルート型ジオタグオーディオの特徴

- ・地図、オーディオ、ルート型ジオタグオーディオの特徴を挙げる。
- ・ヒューマンエラーによる制作ミスなどの問題点を明らかにする。
- ・制作論（本論文では、十分議論しないが、今後の課題）。

c)ルート型ジオタグオーディオのユーザ（鑑賞）の振る舞いを明らかにする

- ・空間認知・移動の特徴を検証から考察する。
- ・空間認知・移動以外の場所の理解・場所の鑑賞の特徴（今後の課題）。

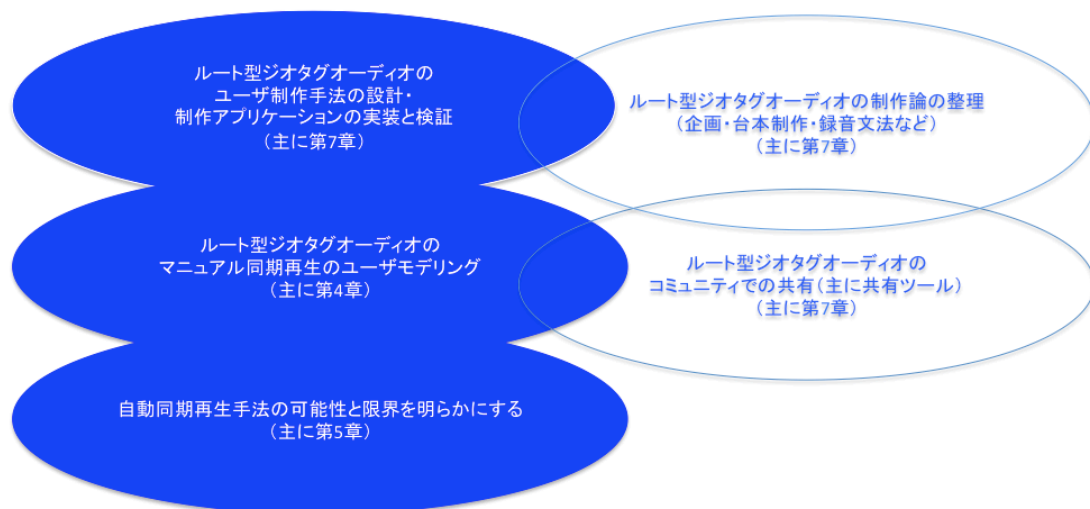


図 7.1. 本論文でのルート型ジオタグオーディオの制作についての研究領域

本章では、ルート型ジオタグオーディオと制作アプリケーションの設計と実装，自動同期再生のモデリング，自動同期再生の可能性と限界を明らかにする。オーディオの企画や録音の品質と，ルート型ジオタグオーディオの共有については基本要件として議論をまとめ，詳しい検証や課題の解決は，今後の研究課題とした。

7.4. ルート型ジオタグオーディオの対象

制作アプリケーションについて、議論する前に、本章でのルート型ジオタグオーディオの対象ユーザを定義する。

7.4.1. 対象ユーザ

対象ユーザは、高度な映像編集経験やコンテンツ制作経験のある専門のクリエイターではなく、基本要件として以下の技能を有する一般的なユーザとする。

- a) **ルート型オーディオのデジタルオーディオの録音・編集（トリミングなど）**
- b) **地図画像の編集（画像の切り抜きなど）**
- c) **ルート型ジオタグオーディオの制作環境での編集**

これらの技能を有することは、オーディオの編集や画像の編集など、ある程度のコンピュータの利用技能があると見なすことができ、ルート型ジオタグオーディオの制作が可能であると判断する。

7.4.2. 想定されるオーディオの形態

本章のルート型ジオタグオーディオでは、オーディオの再生時間が長い場合、制作者・ユーザにとって負担になることも想定される。このため、主な形態は以下の要件が考えられる。

- ・ 1つのルート型ジオタグオーディオは、合計1時間以内のオーディオが収録される。
- ・ このため、1つのルートの総距離は、4km程度以内と考えられる。
- ・ あるルートを歩いたあとは、別のルートを歩くことにより、複数のルート型ジオタグオーディオを鑑賞する。それぞれのルートの間を移動するための支援も必要になる。

7.4.3. 対象地域

本論文でのルート型ジオタグオーディオの対象地域は、郊外よりは、都市部の空間的に密度のある案内に、より適していると考えられる。都市部では、建物、オブジェクトが密集しており、案内すべき対象が密集している。ルートに沿った高密度な案内が行えると考えられる。一方、郊外では、都市部に比べて案内の密度が小さいため、場所の説明ができない箇所も想定される。制作時に無理にナレーションを入れることは、ナレータにとって負担であるし、鑑賞者も聴くことに疲れてしまう。この場合、オーディオに空白部分を入れるか、音楽を入れることも想定される。ルート型とスポット型と組み合わせる形態も考えられる。これらの鑑賞者への配慮の手法については今後の研究課題としている（8.2.節の展望で説明）。

7.5. 制作環境と利用環境の位置付け

制作アプリケーションを maPodWalk Caster (プロトタイプ版: maPodWalk Maker) と名付け、以下の3点を基本要素として実装した。

a) モバイル再生環境

ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）を再生するための基本機能を持たせる。オーディオが再生され、画面にエゴセントリック地図が表示される。（詳細は第6章で説明）。パソコンで閲覧する場所コンテンツは従来から多くあるが、本研究ではモバイルデバイスでの再生（図 7.5.）に対応させることによる、現場のまちあるきのための利用環境を実現する。

b)ルート型ジオタグオーディオの制作環境

録音されたオーディオと地図、写真などをもとに、ユーザが簡便にコンテンツを制作する枠組みは存在しなかった。この問題を解決することによって、本研究では、ルート型ジオタグオーディオをユーザが簡便に制作するアプリケーションを実装する。

c)ルート型ジオタグオーディオの共有環境

ルート型ジオタグオーディオによってまちあるきを活発化するには、ルート型ジオタグオーディオを簡便に共有するための環境が必要であると考えられる。このために、ユーザ同士がインターネット経由でルート型ジオタグオーディオを共有するための機能を実装する。図 7.2.は、制作環境と共有を表した概念図である。

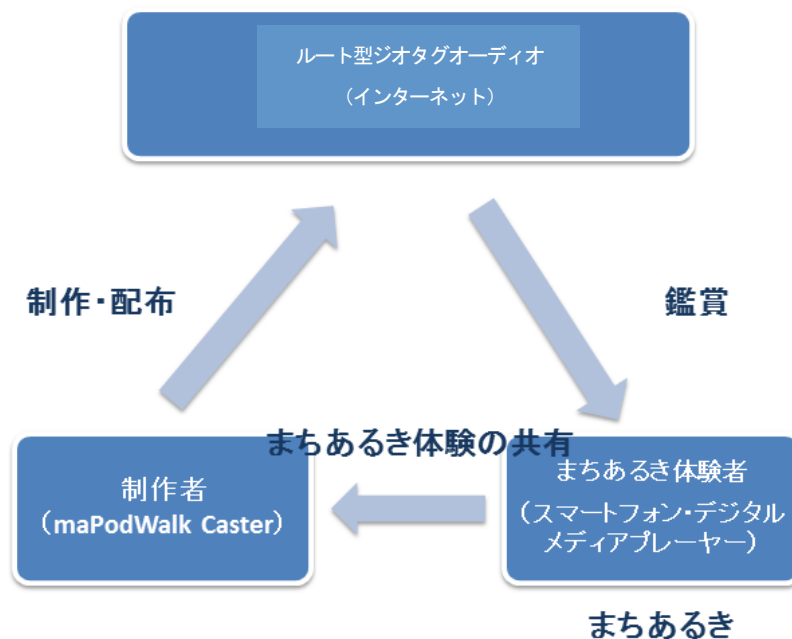


図 7.2. 制作者，まちあるき体験者，ルート型ジオタグオーディオの関係

7.6. ルート型ジオタグオーディオの制作工程

ルート型ジオタグオーディオの制作全体における制作アプリケーションの役割は、全体工程の一部であり、制作工程には他の企画・取材（現場での録音，写真撮影）などが必要となる。ルート型ジオタグオーディオを制作する手順は、主に以下の段階に分けられる（図 7.3.）。各手順については、以降順次説明していく。

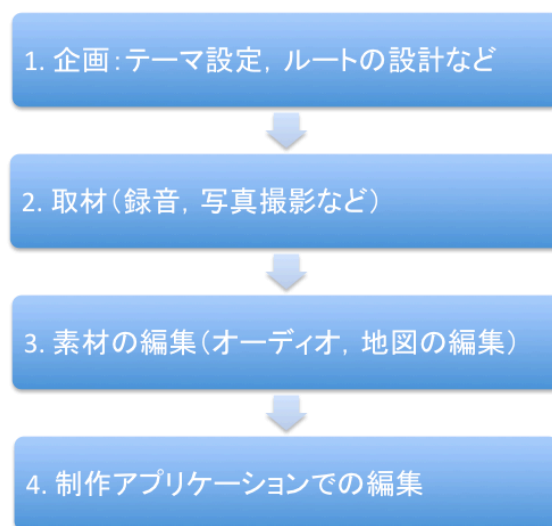


図 7.3. ルート型ジオタグオーディオの企画・取材・素材編集の手順

(1) 企画：テーマ，ルートの設計など

映画やテレビ番組などの制作では、品質の高いコンテンツを作るために、コンテンツ企画が十分に行ったうえで、制作することが一般的である。ルート型ジオタグオーディオでも、ユーザが満足してまちあるきを行うためには、品質の高いルート型ジオタグオーディオが必要であり、そのために制作手順の冒頭で企画を練ることを推奨する。具体的には、ルート型ジオタグオーディオのテーマ（歴史・建物散策）の設定や、ユーザがまちあるきを楽しむためのルートの作成などが挙げられる。また、現場で録音する際に、場所の説明などが円滑に行えるように、台本を作ることも想定する。まちあるきのための企画やコンテンツ表現の工夫は、第 2 章のまちあるき向け紙地図での表現手法が参考になる。

(2) 取材：オーディオの録音，写真撮影

ルート型オーディオの企画が終了したら、現場に行き、オーディオの録音や写真撮影を行う（図 7.4.）。スポット型オーディオでは、スポットの場所まで行き、立ち止まって録音することになるが、ルート型オーディオではスタート地点からゴール地点までのルートを歩きながら録音し続けることになる。このため、ルート型オーディオでは、オーディオのデジタルファイルは基本的に 1 つになる。また、ルート型ジオタグオーディオに写真を含める場合、ルートの移動に合わせて、POI の写真を撮影することになる。



図 7.4. 現場でのユーザの制作作業（録音作業）の様子
左：現場で台本を確認し，録音している様子，右：オーディオ録音用ボイスレコーダの例



図 7.5. ルート型ジオタグオーディオの体験者によるまちあるきの様子
リスナが歩いているルートは，図 7.11.で録音されたオーディオのルートである。

(3) 素材の編集：イラスト地図，オーディオの編集

ルート型ジオタグオーディオでは，エゴセントリック地図として表示する地図画像を取り込むことになる。本研究の制作アプリケーションでは，スタンダード地図（距離・方向・形などが正確である一般的な地図）だけでなく，イラスト地図の画像を取り込むことによって，まちあるきのためのコンテンツの性質を強めている。このため，イラスト地図を利用する場合，ユーザは自分でイラスト地図を作成し，ルート型ジオタグオーディオに挿入することになる。また，取材で録音したオーディオのトリミングやノイズ除去などの編集は，ルート型オーディオの制作アプリケーションに，これらの編集機能が備わっていない場合，既存の写真編集やオーディオ編集のアプリケーションを利用することになる。

(4) 制作アプリケーションによる編集

本研究で実装した制作アプリケーションによって、ルート型ジオタグオーディオを編集する。制作アプリケーションの編集手順については、7.8.節で述べる。

7.7. 制作アプリケーションの視覚インタフェース

ルート型ジオタグオーディオの制作のための視覚インタフェース（図 7.6., 図 7.7.）の主要素を以下に述べる。

a) 地図画像

地図にルートを作るために、地図画像を読み込む領域である。地図画像はイラスト地図などの任意の画像を利用できる。

b) オーディオのタイムライン

オーディオのタイムライン（再生時間）を調整するバーである。このバーを操作することによって、制作者はPOIとオーディオを同期させる。

c) POI の管理

ユーザが作成した POI を管理する。POI の順序、名前、緯度経度情報を個別に割り当てる。POI のコメントも編集・管理する。

d) 写真の割当て

POI に割り当てる写真を管理する。ルート上の移動に合わせて、写真が連続的に表示される。オーディオと同期した画像シークエンスが再生される。



図 7.6. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）の制作環境（maPodWalk Maker）



図 7.7. 制作アプリケーション（maPodWalk Caster）の画面の例

POI とルートの作成画面（左）と自動同期再生の設定画面（右）自動再生の設定では、POI の有効範囲などを指定する。（地図： 西武鉄道株式会社）

7.8. 制作アプリケーションでの編集手順

「ルート型ジオタグオーディオ」の制作手順は、主に以下のようになる。

(1) 背景地図の読み込み

本アプリケーションは、オーディオツアーの地図に、Google 地図などの既存の IT 地図を使うことが前提でなく、イラスト地図など人手でデザインされた地図の画像ファイルを取り込む（図 7.8）。次の POI の作成・配置のプロセスで、緯度経度付きの POI をルート型ジオタグオーディオに登録することにより、背景地図はジオコードされ、GPS の自位置のマッピングが可能となる。

(2) POI とルートの作成

POI は、名前、写真、コメント、録音日時、緯度経度、有効範囲（再生）、有効範囲（停止）、GPS 推定誤差、許容距離などのデータを入力し、ルートを作成する（図 7.9.および図 7.10.）。POI を順につないだ線がルートとなる。図 7.7.に例示しているように、スマートフォンやタッチパッド型端末で利用可能であり、直感的に POI やルートの制作・編集が可能となっている。また、ユーザが現実空間でオーディオを適切に鑑賞し、移動も楽に行えるように、以下の 3 点に配慮して、ルート型ジオタグオーディオの POI を作成することが想定される。

- a) 制作者が紹介したい場所
- b) 移動のために注意を促す場所（交差点・曲がり角など）
- c) 立ち止まったり、ゆっくり歩いたりするなど速度が急に変わる場所

(3) オーディオのジオタギング

ルートに対して、オーディオを割り当てる。ルートの途中点である POI に、オーディオの経過時間を、それぞれ割り当てる。つまり、ルートを移動中のユーザが、オーディオどの時点で聴くべきかを設定する。オーディオのジオタギングが済めば、オーディオとエゴセントリック地図の対応付けることができ、ルート型ジオタグオーディオの編集作業は完了である（図 7.11.）。

(4) 内容チェック・仕上げ

制作者の意図する内容でルート型ジオタグオーディオが制作されているか確認する。POI に経過時間が矛盾する情報が入力されていないか、POI 間の移動速度が不適切ではないか、POI 同士の間隔が近過ぎないか、有効範囲は適切か、などに関して、制作者が確認を行う。不適切な部分が有った場合は、編集作業で修正を行う。

(5) データの提供・共有

「ルート型ジオタグオーディオ」が完成したら、他のユーザが鑑賞できるように、サーバにアップロードする。制作・共有・鑑賞の環境が統合されており、他のアプリケーションなどは必要なくアプリケーションから直接アップロードすることが可能で、ユーザの共有環境として簡便であると考ええる。



図 7.8. （ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ 1）地図とオーディオを取り込む
（地図データ：株式会社ゼンリン）

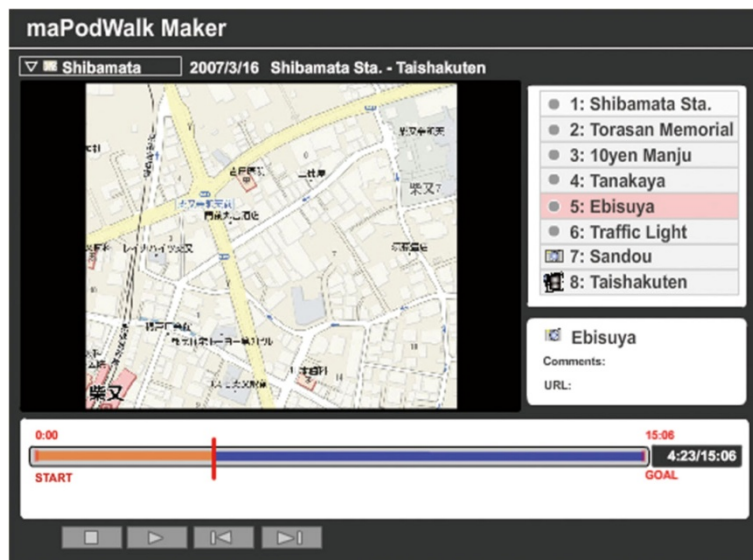


図 7.9. (ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ2) POI の名前を入力する
(地図データ：株式会社ゼンリン)

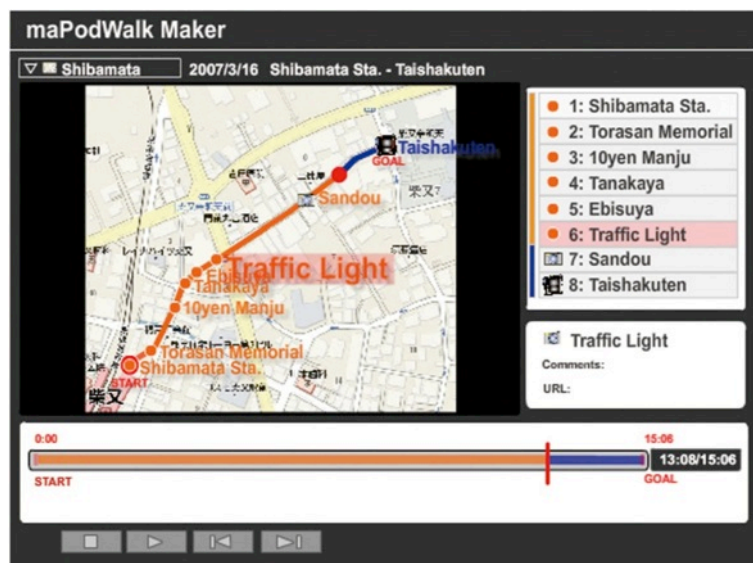


図 7.10. (ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ3) 地図に POI を配置し、ルートを作成する
(地図データ：株式会社ゼンリン)

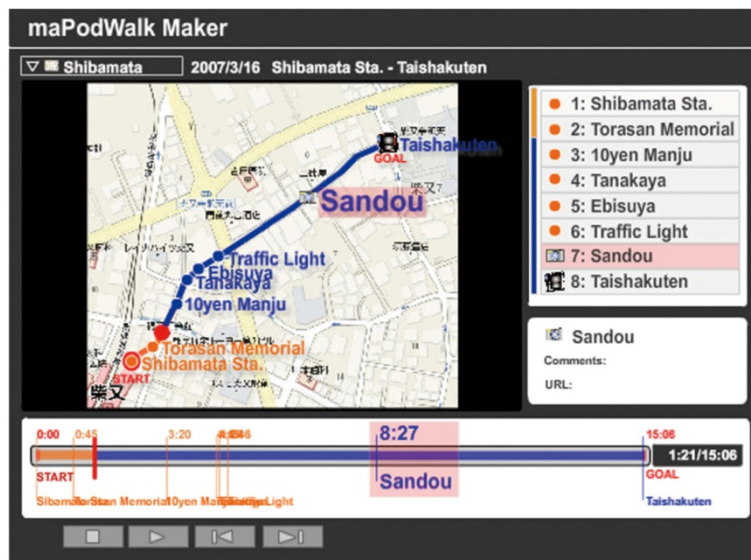


図 7.11. (ルート型ジオタグオーディオの編集・ステップ4) オーディオの時間軸に POI の位置を対応させる

(地図データ：株式会社ゼンリン)

7.9. ルート型ジオタグオーディオの共有

ユーザーによって制作されたルート型ジオタグオーディオがまちあるきで利用されるには、ルート型ジオタグオーディオの検索・入手がより簡便になることが課題であると本研究では捉えた。

このため、本研究では、maPodWalk Caster (図 7.12.) にルート型ジオタグオーディオの共有機能を実装し、共有のためのウェブサーバアプリケーション (プロトタイプ) を実装した。ユーザーはルート型ジオタグオーディオをサーバにアップロードし、それを他のユーザーがモバイルデバイスにダウンロードし、いつでも鑑賞できる環境とした。また、共有のためには、ルート型ジオタグオーディオの属性情報 (日時・場所・キーワードなど) の情報を基にダウンロードが行われる手段として、ルート型ジオタグオーディオとは別に、属性情報が保存されるデジタルファイル「maPodWalk RSS (mPW RSS)」を定義し、maPodWalk Caster で利用する環境を構築する。



図 7.12. ルート型ジオタグオーディオ共有アプリケーションの画面例

(地図データ:ゼンリン株式会社)

7.9.1. ルート型ジオタグオーディオ共有の手順

maPodWalk Caster によるルート型ジオタグオーディオの共有には、以下の作業手順がある。

(1) ルート型ジオタグオーディオの制作（制作者）

ルート型ジオタグオーディオの制作を完了すると、ルート型ジオタグオーディオの制作時に入力した情報（日時・場所・キーワードなど）にもとづいて、maPodWalk RSS (略称, mPW RSS) (図 7.13.) が自動的に生成される。

(2) オーディオツアーと RSS の配信（制作者）

制作者は、公開したいルート型ジオタグオーディオをウェブサーバにアップロードする。同時に mPW RSS も自動的にアップロード（登録）される。

7.9.2. ルート型ジオタグオーディオの検索・収集（ユーザの操作）

ユーザが maPodWalk Caster に、まちあるきを行うためのキーワード（地名、目的、ジャンル）などを登録する。登録されたキーワードから、サーバに登録された mPW RSS の情報が参照され、条件と一致したルート型ジオタグオーディオのリストがユーザにダウンロードされる。

7.9.3. 配信のためのタグ: maPodWalk RSS

ルート型ジオタグオーディオの mPW RSS には、オーディオの再生地点やルートが記録されている。これらの情報は、ルート型ジオタグオーディオのウェブ検索や入手に利用することが想定され

る。検索などで利用される情報は、主に以下の3つである。

a) POI の名前

mPW RSS には、ルート型ジオタグオーディオに含まれる POI の名前が記録される。ユーザはルート型ジオタグオーディオのエリアの名前だけでなく、ルートに含まれる POI の名前で、ルート型ジオタグオーディオを検索、入手する。

b) 日付・時刻

maPodWalk Caster では、mPW RSS にルート型ジオタグオーディオの取材、編集の日時を記録する機能が提供される。このため、ユーザは希望の mPW RSS を登録すれば、対象のルート型ジオタグオーディオが更新されると、最新版のルート型ジオタグオーディオを自動ダウンロードされる。

c) 位置情報（緯度・経度）

maPodWalk Caster では、ルート型ジオタグオーディオに緯度・経度などの位置情報も記録される。ユーザは、maPodWalk Caster の地図から、ルート型ジオタグオーディオを検索する。

```
-<item>
  <title>maPodWalk tour from the memorial of late national movie star "Torasan" to
  Taisyaku temple</title>
  <link>http://s-it.org/mapodwalk/shibamata/torasan.mp4</link>
  <category>podcasts</category>
  <description>The route from Torasan memorial to Taisyaku temple.</description>
  <mpw:type>walk</mpw:type>
  <mpw:speed>normal</mpw:speed>
  <mpw:map_uri>http://s-it.org/mapodwalk/map/shibamata01.jpg</mpw:map_uri>
  <mpw:length>15:30</mpw:length>
  <mpw:map_height>120</mpw:map_height><mpw:map_width>90</mpw:map_width>
  <mpw:map_left>139.522916</mpw:map_left><mpw:map_up>35.453373</mpw:map_up>
  <mpw:start_lat>139.523254</mpw:start_lat><mpw:start_lon>35.452509</mpw:start_lon>
  <mpw:goal_lat>139.524068</mpw:goal_lat><mpw:goal_lon>35.453026</mpw:goal_lon>
  -<mpw:places>
    -<mpw:place>
      <mpw:place_num>1</mpw:place_num>
      <mpw:place_name>Torasan Memorial</mpw:place_name>
      <mpw:place_jname>寅さん像</mpw:place_jname>
      <mpw:place_category>POI</mpw:place_category>
      <mpw:place_comments>This is the memorial of late national movie star Torasan.
      The length of the series of his movie is longest in the
      world.</mpw:place_comments>
      <mpw:lon>35.452509</mpw:lon><mpw:lat>139.523254</mpw:lat>
      <mpw:left>31</mpw:left><mpw:top>100</mpw:top>
      <mpw:audio_position>0:00</mpw:audio_position>
```

図 7.13. ルート型ジオタグオーディオの共有のための記述形式 mPW RSS の例

mPW RSS には、POI の名前、コメント、緯度経度、再生地点の時間などのタグ情報が記述される。これらのタグ情報は、ユーザのダウンロードのためにアプリケーションで利用される。

7.9.4. 場所期型オーディオツアー共有環境が提供する主な機能

(1) ルート型ジオタグオーディオの検索・収集

mPW RSS によって、地図とオーディオを基本とするルート型ジオタグオーディオをインターネ

ットから検索し、ダウンロードするための新しい枠組みとする。ユーザの希望に合ったルート型ジオタグオーディオが収集される。

(2) 最新配信のオーディオツアーの入手支援

mPW RSS の日時にもとづいて、最新の場所のルート型ジオタグオーディオがダウンロードされるため、タイムリーなまちあるきの場所オーディオを得られる機会が高まる。

7.10. ルート型ジオタグオーディオの制作とまちあるきでの検証

7.10.1. 実験の概要

本研究では、ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきと制作アプリケーションの可能性と課題を明らかにするため、被験者による実験を行った。実験では、東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻の授業（2007,2008,2009,2010,2011 年度）と、青山学院大学総合文化政策学部の授業（2010 年:学部 2 年生, 2012 年:学部 3 年生）の履修者が被験者となった（表 7.1.）。被験者は、コンテンツ制作とまちあるき体験の実験を行った。実験では、被験者を 2, 3 人程度の単位のグループに分け、メンバーが役割を分担・協力して、制作を行ってもらった。これらの作業をビデオカメラで撮影したり、制作者からインタビューを行い意見を聞くことで、以下に挙げる 3 点について検証を行った。

(1) ルート型ジオタグオーディオの制作のプロセス

被験者は、ルート型ジオタグオーディオの制作環境による制作工程を行った（7.6 節）。制作者には東京都周辺（銀座、上野、御徒町周辺など）の地域をあらかじめ指定した。ルート型ジオタグオーディオの録音は、ルート型オーディオの特徴がわかるように、基本的には室内で制作者が静止して録音する方法ではなく、現場を歩きながら録音する方法を取ってもらった。

(2) ルート型ジオタグオーディオのコンテンツ

ユーザの制作したコンテンツに、どのような特徴があるかを明らかにすることによって、将来的に、高品質なルート型ジオタグオーディオを普及させるための要件を整理した。

(3) ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきの応用

ユーザによって制作されたルート型ジオタグオーディオが公開された場合を想定し、ルート型ジオタグオーディオによる、まちあるきの実用性や課題を明らかにする。そのために、ユーザ制作されたルート型ジオタグオーディオを、制作者と異なる被験者に割り当て、まちあるきを体験する。被験者をビデオカメラなどでその振る舞いを撮影し、映像からの解析の実施、体験後にインタビューの実施、または被験者が記述したレポートの分析により明らかにする。

表 7.1. ルート型ジオタグオーディオの実験対象者の概要

・ 青山学院大学総合文化政策学部文化基礎演習履修者（2010 年, 19 名）
・ 青山学院大学総合文化政策学部文化演習履修者（2012 年, 27 名）
・ 東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻空間情報解析演習履修者 各年度の被験者数（2007 年 4 人, 2008 年 9 人, 2009 年 5 人, 2010 年 11 人, 2011 年 10 人）

7.10.2. ルート型ジオタグオーディオのオーディオの検証

(1) 録音工程の考察

ルート型ジオタグオーディオの主体はオーディオであり、音声案内のために品質の高い録音が重要であると考えられる。このため、以下にナレーションの制作実験を通して得られた知見をまとめる。なお、本論文では、ナレータの形態や人数など、基本要件と捉えた範囲を考察としてまとめた(表 7.3.)。ナレーションの構造やナレータ・被験者ごとの差などの検証は、今後の研究課題とする。

a)ナレータの形態

ルート型ジオタグオーディオの録音に参加するナレータの人数については、1人よりは、2,3 程度の方が高品質なナレーションを録音できる傾向にあることが、被験者の観察結果などからわかった。ナレータが 2,3 人程度の場合、ナレーションのストーリー性に富み、ナビゲーションの指示も 2 人で補完し合いながら録音された。2 人以上で録音した場合は、ナレーションの録音により、ナレータの会話が弾み、ナレーションの内容が充実し、ストーリー性が高まる傾向が見られ、オーディオの品質も高まっていると捉える被験者が多かった。一方、1 人のナレータで録音された場合は、ナレーションの内容に対話性がないため、案内のタイミングが悪くなったり、ナレーションの話題に乏しくなる傾向が見られた。また、制作者が現場で 1 人で録音する行為自体が、作業的であり、録音作業を苦痛と感じるといった意見もみられた。

また、店の紹介やおすすめの商品を店員に説明してもらうオーディオを録音した制作グループもあった。このように、地域の人、お店や施設の関係者をナレータに含めることによって、まちあるきによる場所の発見や体験の共有、地域の深い理解などにつながると考えられる。また、プロの人間のガイドがナレータになり、場所同期オーディオを制作すれば、人間のガイドの代わりに、場所同期オーディオを提供する環境になると考える。

b)取材の回数

テレビやラジオの番組取材、映画の撮影など、事前のリハーサルや繰り返しの収録による高品質なコンテンツの制作は、一般的に知られた手法である。ルート型ジオタグオーディオは、ナレータが移動しながら録音をすることが前提のため、状況によってはオーディオを録音するために、ナレータは何度も同じルートを歩くことになる。ルート型ジオタグオーディオの実験でも、1 回の取材で録音手順を完了させる被験者と、複数回録音を行った被験者がみられた。1 回の取材で録音された特徴は、ナレーションの場所の名前を言い間違えたり、自位置の説明が十分に行われないなどの傾向があり、ナレーションとしては品質が十分でないオーディオもみられた。一方、複数回録音を行った被験者のナレーションは、例えば、2 回目の録音は、1 回目の録音に比べて言い間違いが修正され、ナレーションからの場所の説明や移動の説明がよくされており、ナレーションの声も聴きやすくなるなどの傾向がみられた。ルート型ジオタグオーディオでは、特にユーザの移動を支援するため、場所の名前の言い間違いなどによるユーザの混乱を防ぐための録音内のチェック、ナレーションの内容に間違いがある場合の修正などの配慮が重要と考えられる。

c)録音場所（ルートを移動しながらの録音・スタジオ録音）による特徴

ルート型ジオタグオーディオの録音では、ナレータが屋外を移動しながら録音する手法と、屋内で移動せずに録音する手法がある。

・ルートを移動しながら録音

現場で録音されるため、周囲の状況が反映されたナレーションとなり、ナレータの移動速度や説明がオーディオの内容に十分反映されるルート型オーディオとなった。また、オーディオにナレータの周囲の音（環境音）が録音されるという特徴がある。ルート型オーディオでは、移動し

ながら録音するため、台本を参照する事が難しかったり、他の歩行者に気を取られて、ナレーションがうまく入らない箇所もあった。また、風の音などが含まれてしまい、リスナには聴きづらくなることもあるため、録音機に風防をつけるなどの配慮が必要である。屋外での録音が十分にうまくいかなくても、何度か録り直すことにより、品質を高めることは可能であると考えられる。

・スタジオ録音（屋内で移動せずに録音）

屋内でのスタジオ録音は簡便であり、既存のスポット型オーディオで一般的な形態である。ナレータは屋内で落ち着いて録音することができ、オーディオも環境音が含まれないため、ナレーションの品質が高く、リスナはナレーションの内容に集中しやすいという傾向がみられた。一方、屋内の録音では、ルート型オーディオの観点からは、ナレータが現場を歩いていないため、オーディオに含まれる移動のための支援が乏しい傾向が見られた。例えば、リスナが歩く速度などを十分に想定した録音がされないため、現実空間をリスナが歩くと、ナレータが説明している箇所とリスナの位置が全く合わない箇所が多くみられた。このような問題を解決するために、あらかじめ、ルートを移動中のビデオを撮影しておいて、それに合わせてナレーションをスタジオ録音することも考えられるが、コストかかる。スタジオでルート型ジオタグオーディオを録音するためには、現場とスタジオを行き来して何度か調整する必要がある。ルート型オーディオでは、リスナが移動し易いオーディオを録音するためには、スポット型オーディオのようにスタジオ録音が良いとは必ずしもいえず、ルートを移動する屋外での録音手法を用いた方が良い場合もある。本論文の学生実験では、スタジオ録音は少なく、ルートを移動しながら録音が大半を占めたことは、録音時のコストが関係すると考えられる。

(2) ナレータの位置・移動速度

ルート型オーディオで、ナレータが移動しながら録音する場合、ユーザが同期再生を取りやすいように、歩かなければならない(4.5.2 項)。標準的な速度で歩くことが理想的である。例えば、極端にナレータが遅い速度で歩き続けると、リスナも遅い速度で歩くことになり、苦痛を感じる場合がある。ナレータが移動中か、停止中か、を十分に知らせないと、リスナは異なった速度で歩き続けることになるが気づかず、同期再生にズレが生じる。このような停止、速度の違いを、エゴセントリック地図から知ることはできるが、移動速度の違いがあると、移動を続けることがユーザにとって苦痛になることが考えられる(表 7.2.)。しかし、迷っていなくても、歩行速度に気をつけることは、歩行速度に気取られて危ない。不安になる。これを解決する一つの方法として、自動再生手法では、速度制御型、つまりユーザと再生地点の距離によってオーディオの再生速度を変更する方法を取り入れ、実装した。

(3) ナレーションに含まれる単語数

ルート型ジオタグオーディオでは、郊外で録音された場合、ナレータがルート上で説明する対象が少ないため、そのような箇所ではナレーションが含まれない空白部分が長いオーディオの箇所がみられた。一方、都市部などでは、建物などナレータが紹介している場所が密集している地域が多く、ナレーションの内容の密度が高いという結果になった。

ルート型ジオタグオーディオのナレーションの単位時間あたりに含まれる単語があまりに多いと、リスナはオーディオを聴くことに集中してしまい、現実空間の注意が散漫になり、歩く速度が乱れるなど混乱した。一方、長い時間ナレーションが含まれない場合、ユーザはオーディオから移動のための情報を得ることができないため、空間認知の不安感が増えることもあり、適度にオーディオによる案内を入れることも重要ということがわかった。ただし、ナレーションがない場合、移動に注意すべき対象がないということも言えるため、ユーザは道沿いに行くだけでよく、エゴセント

リック地図から位置の確認ができるという特徴はある。

(4) ナレーションに含まれる場所情報

ルート型ジオタグオーディオではエゴセントリック地図が提供されるが、ユーザのより安全な移動のためには、エゴセントリック地図を見なくても、なるべくナレーションだけで移動できるようにオーディオが録音されていることが望ましい。ルート型オーディオでは、すでに通過した場所やこれから移動する場所について注意深く説明した方が、リスナの空間認知や移動支援につながるということがわかった。また、例えば「直進」、「右」、「左」、「停止」、「あと 100m」のような移動のための情報を十分に含めることにより、より移動支援ができるようになった。一方、ナレーションに含まれる移動のための情報が少ないと、ユーザは曲がるべき曲がり角で曲がらずに直進するなどの現象がみられた。この場合、ルート型ジオタグオーディオでは、エゴセントリック地図を参照すれば、自位置認識・移動計画の実行などが行えるが、エゴセントリック地図を見る頻度が多くなると、現実空間の注意が散漫になったり、ナレーションから移動のための情報を聴くことに集中してしまい、ナレーションを楽しめなくなってしまう。

また、ルート型ジオタグオーディオでは、自位置認識とルート上の移動のために、オーディオ内で、これから移動するルートや目印の説明が重要であると考えられる。ユーザは、この目印により、あとどれくらいの距離で次の POI に到達するのか、どのタイミングで曲がり角を曲がるのか、などの判断がし易くなる。このように移動のための情報が十分に含まれたルート型オーディオの制作のためには、あらかじめ事前取材などを行い、ルートに配置する POI や、移動の説明のために必要な箇所を整理し、ナレーションの台本時や録音時に十分配慮することによって、ナレーションとエゴセントリック地図の連携が十分に行われる必要があるということがわかった。

また、実験では、ナレーションの内容により、ルート型ジオタグオーディオのユーザ満足度が極端に低下する現象が見られた。たとえば、再生地点付近と関係がない話題（遠くに見えるビル、丘や河川などのランドマークなど）がナレーションに含まれると、リスナは、そのランドマークに向かって移動してしまい、その後、自位置とオーディオの同期が取れていないことに気づき、迷ったり、元の場所まで戻るなど、道に迷う傾向が強くなることがわかった。このため、ナレータは、現在位置と話題の対象の違いを明確に分けて話す必要がある。

(5) オーディオに含まれる環境音

本研究では、環境音が含まれたナレーションによるルート型ジオタグオーディオと、被験者によるルート型ジオタグオーディオについて、環境音（ナレータの周囲の音）が含まれているオーディオと、環境音が含まれていないオーディオを比較した。環境音が含まれないオーディオは雑音が少ないため、ナレーションの内容が聴き取りやすく、ストーリーを伝えるのに適していると考えられる被験者が多かった。一方、環境音が含まれる方が、環境音（道路を走る自動車の音、踏切の遮断機の音、道路の信号の警告音など）を聴くことにより、再生地点や自位置を判断し易くなるため、ルート型ジオタグオーディオに環境音を含めた方が良いという意見が多かった。また、自位置の判断のためだけでなく、寺院の参道の鈴の機械の動作音や川の音などが、オーディオの環境音として含まれていることを、まちあるきのための表現や移動支援として面白いと捉える被験者もみられた。

表 7.2. ルート型ジオタグオーディオのナレーションが備えるべき品質と対応

最低限	ナレーションの地名が間違っている。右, 左, 直進を言い間違えている。
標準	ナレーションで曲がるなどの説明を言い忘れている。「あれ」、「これ」などの指示語が多いため, 説明の対象が十分に伝わらない。
高品質	ナレーションで移動のため, 建物の形・色, 看板などを教える。現在はどこで, 次に見える物など, 距離や時間をあらかじめ教える。
エラーのための注意	移動先は異なるのに, ナレーションで目立つ建物や道路, 川などを説明してしまうために, ユーザをナレーションの対象に誘導してしまう。

7.10.3. 制作アプリケーションによる編集工程の検証

ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の制作アプリケーションでの編集作業では、被験者は制作アプリケーションの利用方法の説明をあらかじめ受けたうえで、初めて利用した場合、オーディオの地図の取り込み、ルート・POIの作成、オーディオと地図の対応付け、ルート型ジオタグオーディオの配信作業を、1時間半以内で完了したグループが多く、簡便に制作できたことがわかった。一方、既存のプロフェッショナル向け映像編集アプリケーションでルート型ジオタグオーディオの制作を試みた被験者がいたが、地図とオーディオのジオタギング機能がなく、編集操作も難しかったため、結局、ルート型ジオタグオーディオを制作することに失敗した。

制作アプリケーション（図 7.14.）では、イラスト地図とルート型オーディオを統合することにより、ルート型ジオタグオーディオを制作できるが、編集工程では、イラスト地図の作成、POIの工夫、取り込む写真の工夫などによって、様々なルート型ジオタグオーディオが作られた（図 7.15., 図 7.16.）。企画工程に戻り台本を練り直し、取材（録音・撮影）、オーディオのノイズ除去編集やトリミングなどを、複数回行って、より高品質なルート型ジオタグオーディオを制作しようとする被験者もみられた。このような現象は、制作アプリケーションの編集が簡便なため、編集のやり直しのコストが低く、企画や録音により専念したり、それらをやり直すことが容易であることに起因していると思われる。

また、制作アプリケーションによる制作環境は、地図とオーディオによる新しい表現のための環境と受け入れる被験者もあり、オーディオに場所と同期した効果音を付加したり、店員にお店の紹介をしてもらったナレーションを挿入するなどの工夫がみられた。また、オーディオでは、ユーザが迷いにくいように、場所の紹介だけでなく、道案内にも配慮して録音する傾向がみられた。また、リスナにとっても、地図と同期して、店員のインタビューなどを現場で聴けることを新しい試みと捉えるユーザが多かった。

実験では、全ての被験者は、ルート型オーディオのジオタギングを通した、ルート型ジオタグオーディオの制作に成功した。ただし、以下の作業は、ルート型ジオタグオーディオの制作、草の根的共有のための基本要件として解決した研究課題である。このため、制作されたルート型ジオタグオーディオの特徴、問題を次節以降（録音工程の考察については前節）で考察することによって、将来より高品質なルート型ジオタグオーディオを共有するための課題を明らかにしていく。

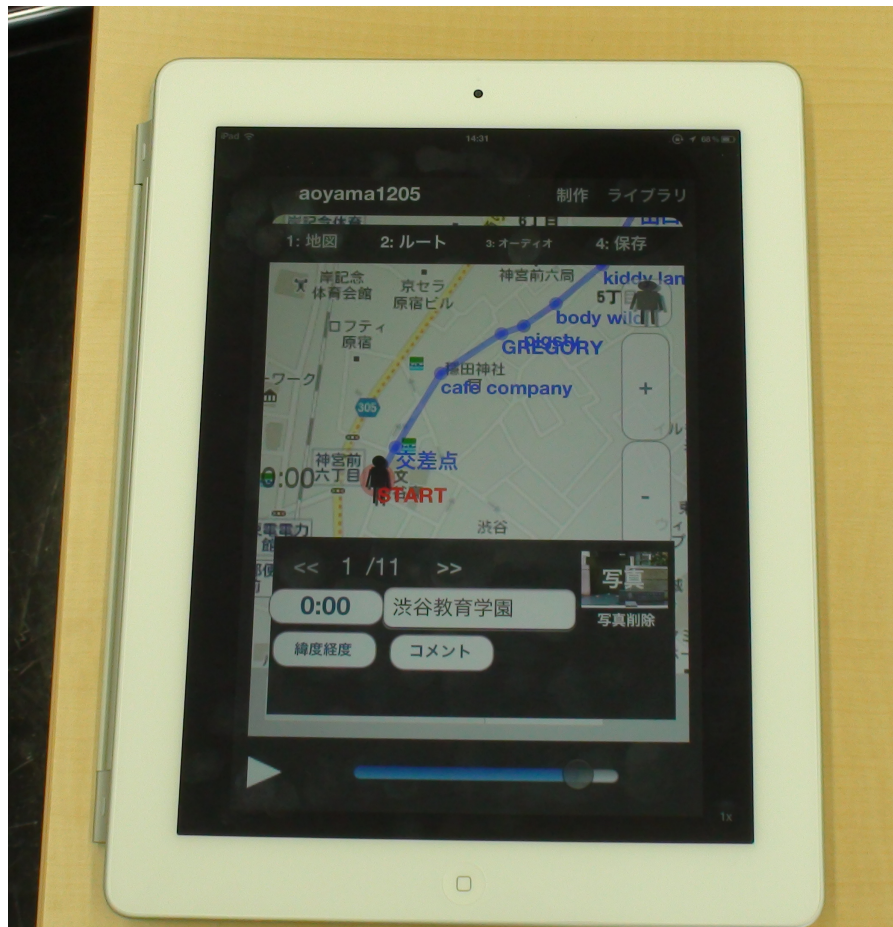


図 7.14. 制作中のルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）の例

上図では、全体 11 個の POI があり、スタート地点の POI の情報を入力中である。POI の名前，緯度経度，コメント，写真，再生地点の時間などを入力する（地図:Google Inc.）。

本論文の制作環境において，ユーザが成功した作業

- a)企画，取材（オーディオの録音）
- b)制作アプリケーションによる地図の読み込み，および，ルートの作成
- c)ルート型オーディオのジオタギング
- d)ルート型ジオタグオーディオの共有

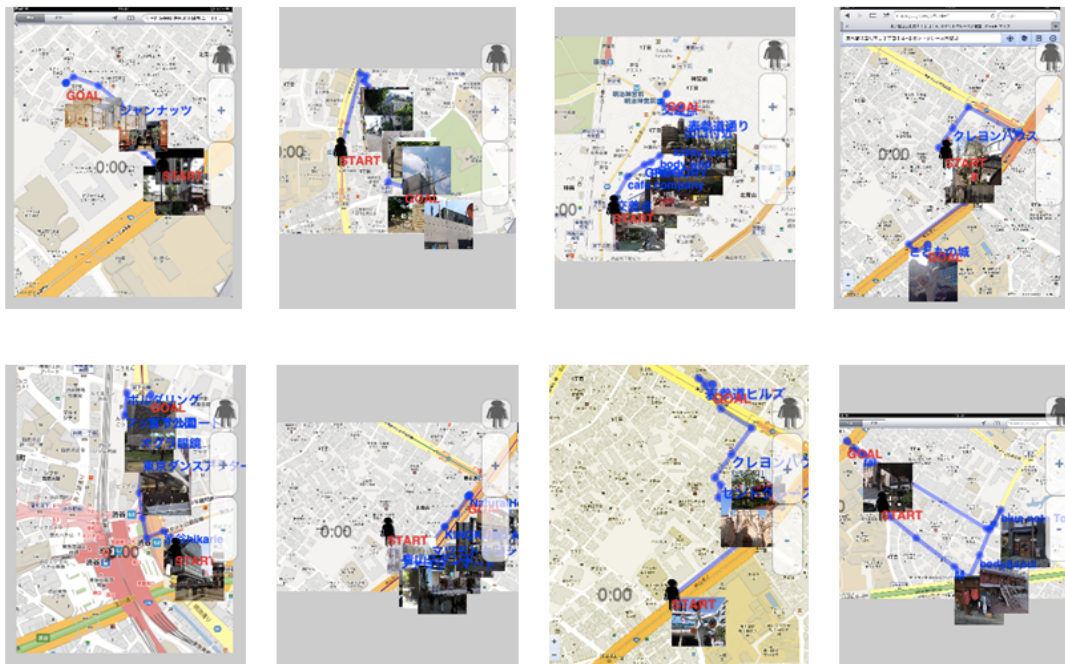


図 7.15. 青山学院大学の学部3年生が制作したルート型ジオタグオーディオの例
(対象地域: 表参道駅周辺, 渋谷駅周辺など, 編集: 2012年7月, 地図: Google Inc.)

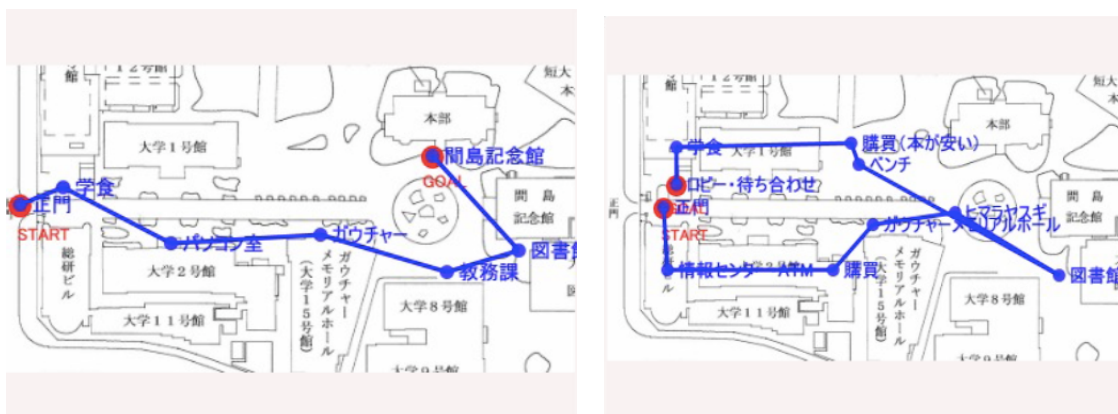


図 7.16. 同一地域での、2つのルート型ジオタグオーディオの比較
同一地域でも制作者によって案内するルート・POIが異なり、それぞれが紹介したい場所やテーマが反映されていることがわかる(左: 制作者 E, 右: 制作者 F)。(地図: 青山学院大学)

は、エゴセントリック地図の POI を対応付けることにより、制作者はオーディオの内容とエゴセントリック地図の POI が合うように、企画、録音、制作を行う必要があると考えられる。



図 7.18. ルート上に追加すべき POI が省略された箇所

POI が省略されたことにより、実際のルートとエゴセントリック地図のルートの形状が異なった箇所（赤い円の範囲）。大通りを横切っているルートが表現されているため、大通りを斜めに横断できる、地下道を歩ける、などと判断してしまいそうだが、オーディオの説明をよく聴くと大通りに架かる歩道橋（図 7.18. のように大通りに斜めに架かっているわけではない）を渡るオーディオの説明となっている。リスナが歩くために十分に設計されていない状態である。状況によっては、リスナの混乱を招くことが想定される（地図：Google Inc.）。

(2) 地図画像の準備

制作アプリケーションでは、まちあるき向けのエゴセントリック地図のために、イラスト地図を取り込んで使うことのできる手法を導入した。実験では、イラスト地図を利用することも推奨したが、被験者にとってイラスト地図を作成することは労力がかかる作業であったようで、結局スタンダードなウェブ地図 7.19. (下) を取り込んで、ルート型ジオタグオーディオの地図とした被験者が大半を占めた。ただし、図 7.19. (上) のように、イラスト地図を自作して、ルート型ジオタグオーディオの地図とした被験者がいた。この制作者からは、スタンダードな地図は煩雑であるため、不要な視覚情報を省略し、色彩を工夫することによって、まちあるきのための表現がしたかったという回答があった。

また、ルート型オーディオのナレーションには、大きな看板、店内の内容などが聴覚情報として含まれているが、これらの対象は、スタンダードな地図では視覚情報として表記されていない場合も珍しくない。また、スタンダードな地図は、地図の縮尺に応じて、建物の輪郭が若干異なること

がある。編集時に地図の建物の形を信じて POI を置くと、オーディオの説明よりも、精度が悪い可能性がある。これを解決する一つの方法としては、企業やお店が独自に作成し、看板や周囲の状況が表現されているイラスト地図を、ルート型ジオタグオーディオに利用することが考えられる。学生実験の結果では、イラスト地図の導入はコストがかかるため、個人でのイラスト地図の制作は難しいことが想定されるが、企業（出版など）、自治体・観光協会などのまちあるき向けの紙地図は、イラスト地図によるものが多いため、これらの団体では既存のイラスト地図を、制作アプリケーションに取り込み、ジオタギングすることにより、ルート型ジオタグオーディオが制作することが想定できる。また、デザイナーなどが積極的にイラスト地図を制作し、ルート型ジオタグオーディオを編集する機会があれば、IT 地図の表現と多様性が広がると考えられる。なお、イラスト地図では、簡略化のために視覚情報が制限されることがあるが、オーディオでの案内で補う必要があることもある。既存のアプリでも、スタンダードな地図とイラスト地図を切り替えるなどの表現が考えられる。



図 7.19. イラスト地図と、多目的地図によるルート型ジオタグオーディオのそれぞれの例
イラスト地図は、紙地図では多様性が増しており、まちあるきのための地図として期待されている。制作アプリケーションでは、イラスト地図をルート型ジオタグオーディオに取り込むことができる。（地図データ（上）：制作者 G の制作，地図データ（下）：旧株式会社アルプス社）

(3) 編集完了前のチェック・仕上げ

実験によって、制作アプリケーションによるジオタギングによる基本要件を検証したが、ユーザ制作によるルート型ジオタグオーディオの品質に違いが生じることがわかった。この品質は、ルート型ジオタグオーディオから、迷わず歩けるかどうか、オーディオを同期再生が正しくできるかどうか、など、ユーザ満足度に影響を与える要素であると考えられる。このため、本節では、将来のより高品質なルート型ジオタグオーディオが共有されるために、編集完了前のチェック・仕上げを中心に必要な基本要件について明らかにする。ここでは、ユーザがルート型ジオタグオーディオを編集する際にチェックし、改善するべき仕上げの要件を明らかにする（表 7.3.）。将来的に制作アプリケーションにチェック機能が含まれる事が望ましいと考えられる。

1) ジオタギングの正確さによるルート型ジオタグオーディオの品質

ルート型ジオタグオーディオでは、リスナがエゴセントリック地図やオーディオを参考にしながら、現場を歩くため、ジオタギングの正確さがまちあるき支援の品質に大きな影響を与える。オーディオと地図が正確にジオタギングされていないと、ユーザは正しいルートを歩くことが難しい、オーディオと同期が取れなくなるなどの問題が生じてしまい、オーディオを鑑賞して楽しむことが難しい。これらの問題は、主に以下の点に整理される。

a) ルートの編集ミス

間違えてルートを作成してしまい、リスナを誤った曲がり角に誘導してしまうなどの問題があった。この場合、スタートからゴールまでのルート全体が間違っていることは少なかったが、一つの POI を間違えることにより、曲がり角などがずれてしまい、ユーザを迷わせるなどの問題につながる。

b) POI の名前の編集ミス

POI の名前を間違えることにより、リスナはエゴセントリック地図を見ても、正しい位置の判断ができなくなる。図 7.18.の被験者（2 名共）のルート型ジオタグオーディオでは、ルート上のスタート付近の POI に「言問橋」が表記されているが、正しくは「吾妻橋」であり、間違いがある（「言問橋」は「吾妻橋」の隣の橋）。この実験では、被験者（リスナ）が、実験地に土地勘があったため、誤りを指摘したことにより、間違いがわかったが、もし土地勘がなければ、ユーザを道に迷わす要因となったことが推測できる。

c) オーディオの内容

ナレーションで場所の説明などを言い間違えているために、リスナを誤った曲がり角に誘導してしまう。図 7.17.のルート型ジオタグオーディオでは、制作者（2 名共）は録音時から地名を間違えているため、エゴセントリック地図だけでなく、オーディオのナレーションも「言問橋」と説明がされており、案内と位置が不正確でありリスナを混乱させる。

d) POI の写真の要件

POI に写真を割り当てる場合、割り当てた写真が誤っていることは POI の名前の間違いなどと同様の問題だが、誤りでない場合も、POI に割り当てられる写真が一枚の場合、建物の全景か、入口か、内部の様子かによって（例：図 7.20.）、リスナに与える影響が異なる。たとえば、建物の「西口」の移動をしているのに、「東口」が撮影された写真であると、ユーザは混乱するなどの問題が生じるため、どのような写真を割り当てるかによっても、ユーザの空間認知・移動のための品質に差が出ることになる。



図 7.20. 同一の POI を対象に撮影された写真の例

左の写真はルート上の POI 付近の写真である。例えば、右の写真に変更すると俯瞰的で分かりやすいが、リスナがどの位置を歩いているのかの判断が難しい。制作者はどのような写真を POI に割り当てるか、注意する必要がある。（写真の出典：千葉県庁）

2) ナレータの移動速度と、ユーザの移動速度の違い

ルート型オーディオは、ナレータは自身の移動速度と、リスナの移動速度が異なるということを十分意識して作る必要がある。例えば、ナレータの移動速度が極端に遅い場合、リスナは歩くことを苦痛に感じることもある。速度については、録音時に気づくことが少ないかもしれないが、公開前のルート型ジオタグオーディオのエゴセントリック地図などで速度を確認することも考えられる。

3) 自動同期再生のための配慮

本論文では、マニュアル同期再生を補完する機能として、自動同期再生を実装、検証した。自動同期再生では、制作者がオーディオの説明を多少省略しても、ユーザは同期できる可能性はある。しかし、現在の位置情報技術では、例えば、同じ場所でも状況によって GPS 精度が異なる場合がある。このため、制作者は、最初から自動同期再生を前提に制作するのではなく、あくまでマニュアル同期再生でユーザが歩けるように、オーディオ録音およびルート型ジオタグオーディオの制作を行うべきである。特に、屋内を通過するルートがある場合は、GPS の電波が届かないため、自動同期再生を利用しないことを前提に、マニュアル同期再生ができるように、オーディオに移動のための説明を多く含めるなど、オーディオ録音をすることが重要と考える。

また、自動同期再生のための制作では、自動同期再生のために、制作者は POI の正確な緯度経度を入力する必要がある。この情報が間違っていると、GPS の精度が高い場合でも、リスナが対象の POI の有効範囲（再生）に到達しても、自動同期再生が行われないことになる。この場合、ユーザは、GPS の精度を信じているため、自分が誤った場所を歩いていると勘違いしたり、同期がうまく行えないことに不安を感じる結果になった。地図のルートや POI の間違いは、視覚的におかしいということでリスナが間違いに気づくことがあるが、自動同期再生については、リスナは視覚的に判断できないこともあり、緯度経度の入力の間違ひは問題となる。

このような間違いは、制作者が正確に POI を入力していると思っても生じることがある。なぜなら、地図から緯度経度の入力は、数センチメートルずれて入力すると、現実空間の数メートルずれることになるため、有効範囲を狭く設定した場合は、制作者は高精度で入力する必要がある。また、図 7.21.の被験者によるルート型ジオタグオーディオのエゴセントリック地図には、道路上に POI が置かれているが、編集された自動同期再生のための緯度経度の入力結果を見ると、説明対象の建物に置いている。このため、自動同期再生の有効範囲（再生）が狭い場合、その建物の屋上に行かないと、自動同期再生が開始されない。例えば、遠くの建物について説明する際にその建物に緯度経度を置いた場合、GPS 精度が良い場合にルート上を歩いていても、その建物まで行かない限

り、自動同期再生が始まらない（図 7.21）。既存の位置情報サービスでは特に問題にならなかったが、現場に行き、同期再生を行うルート型ジオタグオーディオの枠組みでは留意する必要がある。ルート型ジオタグオーディオで POI とランドマークを兼ね備えてい場合、あくまで移動経路上に POI や自動同期再生のための入力を行う必要がある。



図 7.21. 被験者によって入力されたルート型ジオタグオーディオの緯度経度情報の特徴

被験者は建物に POI の緯度経度情報を入力した（左）。しかし、ユーザはルート上を歩くため、ルート上に POI の緯度経度情報を入力し、自動同期再生のための支援を行う必要がある（右）（地図：Google Inc.）。

(4) 作業分担における考察

実験では、グループにより、ルート型ジオタグオーディオが制作された。まちあるきイベントの応用を考えた場合、地方自治体や企業などで複数人が録音や編集を分担して、ルート型ジオタグオーディオを制作するケースも考えられるため、本節では、複数人による分担作業について考察する。

この際、主に問題となった点は、ナレータ以外がオーディオのみから地図やルートを編集する作業は意外と難しいことがわかった。実際に現場で歩き、説明の対象物を十分に考慮したうえで、ジオタギングしないと、しばしばルートや POI の位置を間違えて地図上に置いてしまうという問題が発生した。このようなコンテンツ制作の作業分担は、コンテンツ制作環境では一般的なことであるが、「右に曲がる」というナレーションをもとに、ナレータでない制作者が、他の曲がり角に POI を置いてしまいう問題がみられた。また、ナレータが録音作業を終えて日にちが経ってから、ジオタギングをすると、自分がどの場所を歩いたのか（車道の右か左かなど）を忘れてしまい、地図の POI の位置を誤っておいてしまうという点が問題となった。このような制作ミスは、制作時に気づきにくいいため、リスナが現場で鑑賞して、同期のズレに違和感を感じ、初めて間違いに気づくことも少なくない。共有コミュニティが発展すれば、このような間違いについてリスナから修正する共有環境の枠組みも考えられる。

また、将来的に、現場で録音し、直接ジオタギングできるように製作アプリケーションを実装すれば、リアルタイムな自動的なジオタギングを行うことにより、上記の問題の軽減を想定できるが、

現状の位置測位技術ではGPS精度が十分でないため、本手法によるマニュアル編集作業での制作をあくまで考慮する必要がある。また、屋外での録音・編集行為が、ナレータにとって交通安全の点で危ない可能性もあり、注意が必要である。

表 7.3. ルート型ジオタグオーディオの制作の仕上げの品質とその要件

必要最低限	ルートの位置が間違っていないかどうか POIの再生時間が大幅に間違っていないかどうか POIの写真が間違っていないかどうか POIのラベルが間違っていないかどうか
標準	ポイントを置く位置がずれていないかどうか 写真が適切かどうか（全景か、部分か） POIの再生時間の位置が細かくあっているかどうか
自動同期再生	自動同期再生のための地図への緯度経度の入力間違っていないかどうか
その他	工事中、時間帯が違うためお店が空いていない。通路が空いてない（迂回を迫られる）。 人混みが多すぎて、前に進めない。

7.10.5. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきの検証

(1) 上野公園でのルート型ジオタグオーディオ実験

本項では、ルート型ジオタグオーディオのユーザの制作と鑑賞の対応を検証することによって、鑑賞時のユーザの空間認知や移動についての課題を明らかにする。このため、被験者Aからの制作およびまちあるきについてのレポートおよびインタビューを行い、検証を行った。

1) ルート型ジオタグオーディオの概要

被験者Aは上野公園周辺のルート型ジオタグオーディオ（表7.4.、図7.22.）を制作した。ルートに含まれるPOIは10箇所（表7.5.）あり、上野駅から公園内の名所を巡りながら、まちあるきを行うように16分54秒のオーディオが録音された。なお、被験者Aは、ルート型ジオタグオーディオのテーマを、ユーザが迷わずに移動できるかどうかとし、コンテンツを制作した。このため、周囲の様子を頻繁に説明するように留意したと回答している（表7.6.）。

表 7.4. 上野公園のルート型ジオタグオーディオの概要

テーマ	上野公園散策
目的	園内に散在する見所を、見落とさずに巡ることができるようにする。
コンテンツの対象範囲	上野公園内（上野公園口から不忍池ボート乗り場まで）
再生時間	16分54秒
POIの個数	10個



図 7.22. 上野公園のルート型ジオタグオーディオのコンテンツ
制作者: 被験者 A (地図データ: 株式会社ゼンリン)

表 7.5. 上野公園のルート型ジオタグオーディオに含まれる POI

- 1) 東京文化会館
- 2) 日本芸術院会館
- 3) 上野の森美術館
- 4) 彰義隊の墓
- 5) 西郷隆盛像
- 6) 清水観音堂
- 7) 桜木亭
- 8) 不忍池
- 9) 弁財天
- 10) ボート乗り場

表 7.6. ルート型ジオタグオーディオの制作者の回答
(回答者: 被験者 A. 被験者 A が制作のために工夫した点)

- ・ 上野駅前から不忍池のボート池までのルートを設定した。
- ・ 2人で交互に説明し、対話形式で案内した。
- ・ 上野公園で有名な池・桜・銅像など自然を主に解説した。
- ・ 周囲の様子を頻繁に解説した。

2) ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）のマニュアル同期再生での移動軌跡

図 7.23.の結果から、上野公園周辺のルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）を体験した被験者 B（被験者 A のルート型ジオタグオーディオでまちあるきを行った）は、スタート地点からゴール地点まで、ほぼルートを歩きながら移動した事がわかる。ただし、図 7.23.の西郷像付近では、自位置と再生地点との同期が難しかったようで、再生地点から少し離れた所まで行き、またルート付近に戻った。公園内ということもあり、周囲に階段や通路、樹木が多かったため、周辺と自位置の判断に困ったということがわかる。それ以外の場所では、ルート上を移動していることがわかる。



図 7.23. 上野公園のルート型ジオタグオーディオのルートと被験者 B の移動軌跡
(出典：被験者 A のレポート)

3) オーディオとユーザの同期

被験者 B の移動の経過時間は、ルートの特に後半部分で再生速度よりも速く進んでしまい、ルート型ジオタグオーディオの再生時間よりも早くゴール地点に着いたことがわかる（ルート型ジオタグオーディオの 16 分 54 秒であるが、ユーザの移動時間は 13 分 32 秒であった）。ルート型ジオタグオーディオでは、再生速度とユーザの速度に差が出ることもあり、それぞれの距離が離れてしまう現象が見られた。マニュアル同期再生であるので、ユーザの移動速度や聴く場所は最終的にユーザの判断や希望にゆだねられているが、高い精度の同期を期待する場合、公園内の周囲に高い建物が無い場所では GPS による自動再生を利用することも、同期の差異を解決策の一つと考えられる（自動再生の実験については、5.5.5 項で説明）。

4) 被験者の回答

被験者 A が被験者 B を観察し考察した内容をまとめると、ルート型ジオタグオーディオはオーディオを主体としているため、画面に頼らずに歩ける、地図が苦手な人に向く、コンテンツを楽しめたという回答であった（表 7.7.）。一方、オーディオとの移動速度を合わせることが難しいという意見が出た。被験者 A からは、デバイスの画面にナレーションのテキスト表示が出ると良いという意見もあった。本論文では、テキスト表示機能が提供された場合、ユーザは画面を注視してしまうため危険が伴うため、まちあるきの支援には向かないと考える。

表 7.7. ルート型ジオタグオーディオの体験者の回答

(回答者：被験者 A)

- ・ 人の会話を聞いているため、娯楽性があり受動的（音を聴くだけで）に楽しめる。
- ・ 円を描く道を、「時計回りに進む」と説明するなど、空間的に把握できるような解説があると、画面に頼らずとてもわかりやすい。
- ・ 地図が苦手な人にも向く。
- ・ 鑑賞の際の歩く速度の調整が難しかった。
- ・ 説明中、立ち止まっているのか進んでいるのかわかりづらい。
- ・ 一人で立ち止まり続けると、周囲の視線が気になる。
- ・ 画面にも、テキスト文章で会話のダイジェストがわかる情報が欲しい。

(2) 上野アメ横通り周辺での実験

平野が続き、人通りの少ない上野公園とは対照的に、上野アメ横のルート型ジオタグオーディオ（図 7.24.）についても検証した。このため、被験者 C による制作されたルート型ジオタグオーディオと、被験者 D によるまちあるきの様子について検証した。

1) 上野アメ横のルート型ジオタグオーディオの概要

ルート型ジオタグオーディオは、交差点をスタート地点とし、上野アメ横通りを歩いて行きながら、店を紹介していき、上野駅付近でゴールとなる（表 7.8.）。



図 7.24. 上野アメ横通り周辺のルート型ジオタグオーディオの地図

表 7.8. 上野アメ横通り周辺のルート型ジオタグオーディオの概要

対象地域：東京都御徒町駅—アメ横通り周辺
制作者：被験者 C
再生時間：16 分 52 秒
POI の個数：12 個

2) まちあるきの移動経路

図 7.25.から、実験では被験者 D がスタート地点からゴール地点までを移動できたが、ほぼ直線のルートだったことと、線路沿いに店が建ち並ぶ地域のため、周囲の風景が似通っており、目的の看板を見失うなど同期に苦勞する場所があった。また、実験時、ルートの一部で人混みが激しく、人混みのために体験者がうまく前に進めなくなったり、看板などが人に隠れて見えないような状況もあり、再生地点との同期に苦勞し、再生地点とユーザ位置が 50m 以上離れた箇所もあった。場所が離れたことを解消するために、移動ではなく立ち止まってオーディオの再生地点が来るのを待つか、タイムラインを調整する体験者の行動が観察できた。図 7.26.の結果を見ると、マニュアル同期再生でも一定の空間精度を確保しながら移動したことがわかる。



図 7.25. ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）のユーザの移動軌跡

ルート型ジオタグオーディオの再生時間（左）と体験者（被験者 D）の移動時間（右）の比較（地図上に 30 秒ごとの位置をプロット）（出典：被験者 C のレポート，地図データ：株式会社ゼンリン）

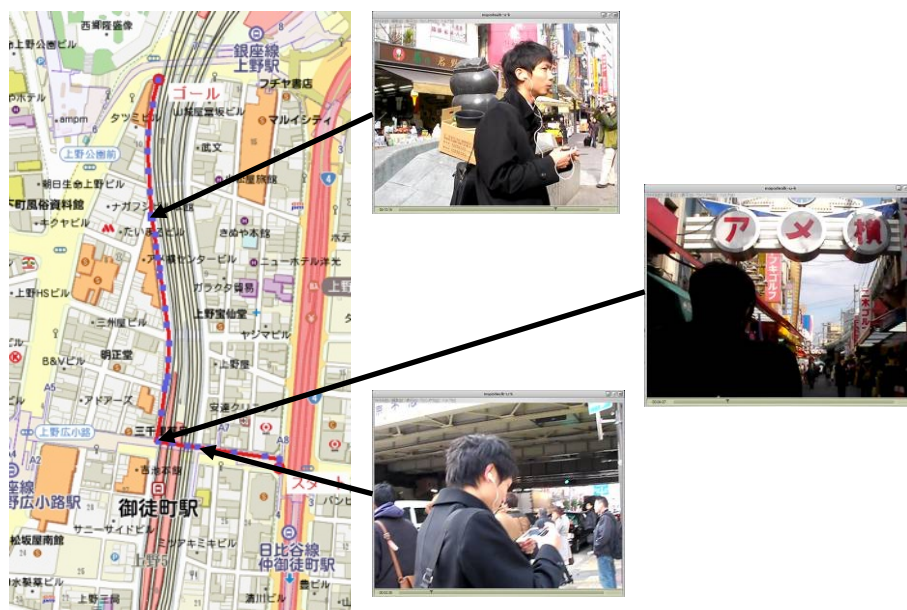


図 7.26. ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきの様子

体験者：被験者 D（出典：被験者 C のレポート，地図データ：株式会社ゼンリン）

7.10.6. 被験者へのインタビューの回答

本項では、以下、被験者のインタビューで特徴のあった回答を紹介する。ルート型ジオタグオーディオを新しいデジタルコンテンツと制作環境の面から評価し、観光や商業利用への期待を感想として述べた被験者がいた。一方、ルート型オーディオの品質は、オーディオのナレーション（トーク）の品質に依存すると考える被験者もあり、ユーザによる会話や場所の紹介を鬱陶しいと考える被験者もいた。インタビューの回答（自由回答）を表 7.9 に紹介する。なお、インタビューの文章を基に、本論文で一部要約等した部分がある。

表 7.9. 被験者へのインタビューの回答例

「リスナの観点」

回答者 A:

建築の分野に限って言えば、教育的な用途としての普及の可能性と需要はかなりあるのではないかと考えられる。建築を絵画や他の芸術・デザイン分野と大きく違う部分は、実際にその場に行かないと鑑賞できないということである。だから美術館のように解説を聞きながら実物を見るということができない。そこでルート型ジオタグオーディオのように地図と解説を組み合わせることによって、実際の建物を見ながら解説を聞くことができ、さらにルートに沿って見ていくことで、他の建物との関係性も含めてみるのが可能となるのではないかと、と思われる。

回答者 B:

ルート型ジオタグオーディオでは、実際に近接する場所以外にも視線を振る説明が細かくできるため、広範囲を見渡す説明にも向くと考えられる。

回答者 C:

- ・ POI の前で、ナレーターが立ち止まることがあった。リスナも POI の説明に興味を持ったために、立ち止まる傾向がみられた。

回答者 D:

- ・ナレーションの説明がだらだらし、興味が持てない。
- ・リスナの進むべき方向がわからない。

回答者 E:

- ・コンテンツの品質は、ナレーション（トーク）のうまさに左右される。

回答者 F:

見えている風景とリンクした。その場所ならではの豆知識が非常に面白かった。いままで体験したことのない刺激を受けた。

回答者 G:

人間のガイドやガイドブックが案内してくれるような観光地のありきたりなルートは、一度行けば飽きる。京都やリゾート地のようによほど強力な観光資源がないと、多くの観光客はリピータが来ないため、地域にお金を落としてくれないという現実があると思う。

普段、私はよく旅行をするが、一度旅行したら飽きてしまうような観光地でも、例えばそこに友達がいる、現地の人しか知らないような場所に案内してもらえらば、何度でも楽しめると感じる。一方、友達がいらないような場所にはあまり再訪することはない、用事があるとその地域をまたま行くことになっても、あまり楽しめないという経験が多い。このため、このようなツールが、現地の人しか知らないようなマイナーだが、面白い場所を紹介してくれるようなものにできれば良いと思う。それを実現するためには、ユーザがコンテンツを投稿できるような仕組み、サイトを設ける必要がある。コンテンツの量がなければ、その人の趣向や年齢、興味関心に合ったような案内ができない。ただし、多くの人は地元愛があるので、積極的に投稿してくれそうな気がする。このような仕組みを作ることで、地元商店と協力した収益モデルや広告が登場、もしくは良いコンテンツを課金とするなど、収益モデルになりそうな気がする。

回答者 H:

- ・目印として小さなお店や看板をあげると、時間帯によっては見え方が全然違うので目に入りにくいと感じた。実際、看板を見過ぎて道を間違えた。

- ・このコンテンツを使って観光するには、時間や季節の制限がかなりあると感じました。逆に季節ごとに製作して、内容も季節に応じたスポットや説明にする事で同じ場所でも毎回違った楽しみ方で出来たら良いのでは無いかと考える。

- ・実際の都市空間で、ユーザが好きな時に利用できるのがメリットだと考えられます。しかし、ユーザがその常に変化している都市空間でリアルタイムに使える事を求めているとしたら、コンテンツの内容も常に更新していかなければユーザの満足を得る事は出来ないのではないかと考える。

- ・そのほか、対象や時期を最初から絞って作成する事でユーザが自分の状況や興味によって選べる事で、不満も解消されるのではないかと考える。

- ・一人旅や単独行動の場合はこのアプリを利用してまち歩きをするのに利用する事もあ理得るのではないかと思います。逆に、何人かで遊んだり旅行先では皆で話したり調べたりしながらだとあまり利用しないと思った。

回答者 G:

- ・目的地の店舗の位置がずれていたため、戸惑ってしまった。しかし、店舗の写真が移動に合わせて拡大されるので、単に地図による案内ではなく、見ている風景と写真が一致しているかという、より直感的に店舗を見つけることがで

きた。地図を見ながら歩くと細かい道や目印に気がいってしまうが、目的地の写真が表示されると、街を見ながら歩くことができるので楽しかった。

- ・画面のズームイン・アウトがスムーズだったので、最終の目的地と現在の位置の関係、周辺のランドマークの確認等が容易にできた。

- ・地図上にコンパスが表示されているのがよかった。コンテンツ作成時に、「この道を北に向かうと…」のような音声を入れてしまったが、見知らぬ土地で北がどちらかを確認するのは、利用者にとって面倒なことであるので、画面上にコンパスが出ているのは使いやすいと感じた。

- ・案内自体は、わかりやすくインターフェースも扱いやすかった。残念だったのは、ルートが大通りにの両側を通るものだったので、次ぎにいく店舗が先に視界に入ってきてしまった。個人的には、初めて訪れた街での発見を楽しみたいのでルートが多少長くなっても、ストーリー性があるものを期待した。

「制作の観点」

回答者 E:

- ・リスナが、すべての POI を見てくれたことが良かった
- ・道案内の POI を作成しなかったことは、リスナの問題だった
- ・交通量の少ないルートを選んだ

回答者 F:

ArcGIS や Google Earth を用いた地図情報を含むコンテンツの制作を行ったことは今までにもあったが、モバイル端末と連携したコンテンツの制作は初めてであり、新鮮で興味深かった。

7.10.7. 学生実験のまちあるきから分かった知見

(1) 連続性のある案内によるユーザの移動

モバイルデバイスの多目的 IT 地図で、お店を検索すると、現在の自位置から見て、対象のお店がどの建物なのか判断しづらく、また他の建物との位置関係がわかりづらことがある。ルート型ジオタグオーディオの実験では、ルートを移動しながら、被験者はスタートからゴールまでを、オーディオの再生地点に従って歩くことによって「いまはコンビニ、その隣はメガネ屋、その先は公園の前の階段に行きます」というように、連続性のある場所の説明を行う行為が顕著に表れた。スポット型オーディオのスポットを高密度に並べた場合でも同様の表現は可能であるが、ルートに従った特徴として、ユーザを誘導し案内する行為が顕著に表れた。

一方、例えば、モバイルデバイスの多目的 IT 地図で場所の探索を行った場合、目的の場所を個々に何度も検索する必要があるため、探索のための入力作業、画面の注視（ページの切り替え行為、テキストを読む行為）など、現場のユーザにとって煩わしい上、移動のための危険が伴う行為が伴う。ルート型ジオタグオーディオを用いることで、このような煩雑な操作を軽減できることがわかった。ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）では、エゴセントリック地図により再生地点の確認を行って移動するだけでなく、ジオセントリック地図に切り替えることにより、ルート全体および POI の位置関係を俯瞰的に見わたすことができる。このため、ルート型ジオタグオーディオのエゴセントリック地図では移動目的 IT 地図と異なり、エゴセントリック地図とジオセントリック地図を活用してまちあるきが行うことがわかった。

(2) まちあるきテーマに沿ったユーザの案内

制作アプリケーションによる、ユーザ制作のルート型ジオタグオーディオは、被験者（制作者）

の趣味、志向、性別などの特徴が顕著に出た。たとえば、青山学院大学学部2年生のルート型ジオタグオーディオでは、新入生にキャンパス周辺を案内するためルート型ジオタグオーディオ、ダンスが好きな学生は青山周辺の複数のダンスクラブを巡るルート型ジオタグオーディオ、複数の喫茶店を巡るルート型ジオタグオーディオなど、さまざまな志向が見られた。このようなコンテンツは、より草の根的で、個性のあるまちあるきをのぞむユーザーのためにつくられ、従来のマスコミ（出版物など）のステレオタイプなコンテンツとは異なる内容や性質を持つと考えられる。

(3) 案内する時間帯と、移動する時間帯の関係

ルート型ジオタグオーディオの実験で、ナレータの想定外の状況として、時間差がある。一日の時間帯でいえば、たとえば、ナレータが日中の公園を案内しているが、リスナは夕方歩いたために、その施設が閉館時間になってしまい、施設に入れずに、ルートを迂回することになった。この状況は、お店の閉店時間、公園の遊歩道の扉など、複数のルート型ジオタグオーディオの実験でみられた。また、長い日数の観点からは、ルートの途中に工事中の箇所があり、ナレーションを録音した時と、リスナが鑑賞する時で、建物の外観が変わったためにユーザーが混乱したり、歩道のレイアウトなどが変わってしまっているためにユーザーが道の迂回を余儀なくされる現象がみられた。また、例えば、上野・アメ横のコンテンツでは、夕方の混雑の時間帯になり、歩道が大変な人混みになり、リスナがナレーションの速度に合わせて歩けない現象がみられた。ルート型ジオタグオーディオは、インターネット経由でダウンロードできることが想定されるが、いつでもどこでも入手できるが、実際には説明を聴きながら歩く時間は限られる場所もあると考えられる。

季節による際は、例えば、春に桜の前で録音されたナレーションを楽しむ、夏の蝉の声を楽しむなどのこともあり、記録という点では優れている。

(4) ユーザの同期再生（マニュアル同期再生）のユーザの振る舞い

リスナがその場所で立ち止まるかゆっくり鑑賞した場合、ナレータをあとで急いで追いかけることになる。ユーザの同期再生（マニュアル同期再生）では、特に交差点で同期が取れなくなることがあった。これは、ナレータは青信号で進んでいるのに、リスナは赤信号で立ち止まらなければならぬ状況などが挙げられる。また、「右の交差点を渡ります」や「左の交差点を渡ります」のように、オーディオやエゴセントリック地図で表現されているが、実際にどの横断歩道を当たったのか、わかりづらいことに起因する。ただし、この場合、ユーザは再生を一旦止めて、横断歩道を渡った反対側で同期再生を再実行することにより、特に問題にはならなかった。また、ユーザが同期のズレ（曖昧さ）を認識できていれば、迷うことはなく、次の POI などで容易に同期の回復が行えることが多かった。マニュアル同期再生における、このような同期のズレは、ユーザにとっては不便なことであると一般的には考えられるかもしれないが、実際にはユーザは自己判断で同期のズレを認識し、移動や判断を適応してセルフポジショニングを行う傾向があることがわかった。

(5) ユーザの同期再生（自動同期再生）の振る舞い

自動同期再生については、GPS の精度によって有効範囲（再生）が変わってくるため、ユーザは有効範囲（再生）を調整する必要がある。GPS 精度が高い場所では、ユーザはエゴセントリック地図の参照回数が少なくなり、自動同期再生によるユーザとオーディオの同期再生が機能したことが分かった（第5章で詳細に説明した）。GPS の精度が悪い場所では、ユーザは同期再生の正確さを期待して移動するが、十分な同期が行えないため、満足度が下がったと考えられる。

(6) ルート型ジオタグオーディオの制作・鑑賞におけるユーザの学習

ルート型オーディオは、スポット型オーディオと比べて、構造が複雑であり、移動しながら現場で鑑賞するため、従来のコンテンツの利用形態としては新しいものと考えられる。このため、ルート型ジオタグオーディオの鑑賞の際は、マニュアル同期再生の利用法、また自動同期再生の利用法を、ユーザがあらかじめ習得したうえで、利用することになる。ルート型ジオタグオーディオの制作の場合も、新しい枠組みのため、特徴や操作方法を認識せずに制作を行うと、移動のための情報が抜け落ちたり、スポット型オーディオと同様の場所同期オーディオを制作してしまう可能性があり、移動の案内を意図したルート型ジオタグオーディオの特徴を持たないコンテンツになることも考えられる。ユーザの行為のモデリングを意識して、制作する必要があると考えられる。

7.10.8. まとめ

(1) ルート型オーディオのジオタギング環境

既存の IT 地図や場所コンテンツの多くは多目的・移動目的の地図に特化する傾向にあり、地図の表現としては乏しかった。本論文では、制作アプリケーションを実装することにより、ルート型オーディオにジオタギングする手法と制作環境を実現することにより、ユーザの基本的なルート型ジオタグオーディオを簡便に制作する制作環境を実現した（図 7.23, 表 7.10）。被験者の感想からは「地図とオーディオという環境が新しい」などの回答が得られた。また、将来的に、IT 地図や場所コンテンツが普及するとすれば、ルート型ジオタグオーディオも利用形態の一つとして新しく興味深かったという意見が複数あった。これにより、従来の紙地図に見られるような地図の多様性や表現の工夫を IT 地図に適用するひとつの枠組みとして実現できたと考える。



図 7.27. ルート型ジオタグオーディオと、他の代表的なコンテンツ制作における必要技能の比較の概念図

ルート型ジオタグオーディオの制作環境は、映像制作環境（映像フレーム編集）よりは、必要技能が易しいが、他の代表的なコンテンツに比べると、高い技能が求められる。ただし、表 7.9. から分かるように、他の代表的なコンテンツは、スポット型のコンテンツであるため、ルート型のコンテンツを制作する場合、ルート型ジオタグオーディオの制作環境が最も簡便であると言える。

表 7.10. ルート型ジオタグオーディオと他の代表的なジオタギングの仕様

編集環境	編集コンテンツの種類	ジオタギングの形態
映像編集環境（映像フレーム編集）	映像（動画・オーディオ）	スポット型ジオタギング
ルート型ジオタグオーディオ制作環境 （地図・オーディオタイムライン編集）	地図・オーディオ	ルート型ジオタギング
写真編集環境	写真	スポット型ジオタギング
多目的 IT 地図でのコンテンツ制作	地図、テキスト、写真	スポット型ジオタギング
ウェブページ	テキスト、写真など	地図は任意

(2) ユーザ制作されたルート型ジオタグオーディオの特徴

本章では制作アプリケーションだけでなく、ユーザ制作されたルート型ジオタグオーディオの特徴を明らかにした。ここでは、現実空間で鑑賞するルート型ジオタグオーディオは、リアルタイム性のある移動支援を行うため、オーディオの品質、地図の品質、POI の設定などが、ルート型ジオタグオーディオの品質につながり、もし場所の名前を間違ったり、位置情報が正確でない場合、ユーザの負担が増大し、ユーザが迷ったりする傾向が多くなることを示した。また、ユーザは GPS 精度が悪いことを想定できたとしても、コンテンツ自体が間違っていることを想定していないケースが大半である。ユーザ制作コンテンツ全般は、プロ制作コンテンツに比べて、このような問題が十分に予想することができるが、現実空間を移動するルート型ジオタグオーディオでは、このような間違いによって、例えばリスナを何百メートルも余計に歩かせてしまうなどの問題が起こる可能性があるため、一層の配慮が必要である。将来、より高品質なルート型ジオタグオーディオを共有するためには、企画に基づいた制作や、エラーチェック、また、エラーを見つけた際に修正できる枠組みが必要であると考ええる。

(3) ユーザ制作されたルート型ジオタグオーディオによるまちあるき

本章でのまちあるきの実験では、ルート型ジオタグオーディオ（ムービー型）のマニュアル同期再生の検証結果の事例を整理した。ユーザが自位置と再生地点の同期を取るのが難しいというインタビューの回答も多かったが、ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）や自動再生を利用した場合、同期の失敗や不安が解消されることにつながると予想される。ルート型ジオタグオーディオ（アプリ型）による自動同期再生については、5.5.4 項、5.5.5 項で GPS 精度と自動同期再生の動作、およびユーザの振る舞いについて検証しており、特に GPS の精度が高い場合、本章での実験よりもユーザ位置と再生地点が良く同期する結果となったので、参照してほしい。

第8章 結論

8.1. 結論

本論文では、まちあるき向け紙地図や IT 地図の特徴・問題点を踏まえたうえで、場所同期オーディオを体系化し、ルート型ジオタグオーディオの利用環境・制作環境を設計・実装・検証した。以下が本論文の主な貢献である。

(1) まちあるきのための IT 地図の要件整理と、IT 地図の多様性の議論

本論文では、近年流行しているまちあるきイベントと、まちあるき向けのコンテンツの特徴を整理した。移動支援のためには音声による案内だけでは不十分であり、視覚情報としての地図が必要であることを再認識できた。一方、場所の説明は、ユーザにテキストを読んでもらうよりも、音声案内として提供の方が好まれ、またオーディオにすることにより、歩きながらもより安全に場所の説明を聴けることが分かった。つまり、まちあるきというタスクに対しては、視覚情報と聴覚情報を総合的に利用したユーザ環境設計を行うことが重要である。これらの議論の結果として、オーディオを第一メディアとして扱い、補足的に地図などの視覚メディアを第二メディアとして扱うことが、まちあるきにおけるユーザ環境の安全性と場所鑑賞の快適性の実現につながるとまとめた。

IT の無料文化の影響を受け、IT 地図が統一化・単一化の方向に進化しているのに対して、日本で流行している、まちあるきのための紙地図は、単一目的指向でデザイン性が高いものが多く、多様性の様相を呈している。具体的には、まちあるき向け紙地図の表現では、モデルコースとイラスト地図が主流となっている。一方、IT 地図は多目的、移動目的が主流であり、多くのユーザの IT 地図の認識としては、不可欠で、便利であるが、それ自身に価値を求めているというのが実情であり、地図の社会文化環境における地域性の消滅につながることを議論した。第3章では、まちあるき向けの IT 地図に必要な要件として、単一目的指向やエゴセントリック表現により、情報把握の認知負担を軽減させること、および地図のアート性・多様性の重要性を明らかにし、日本発の IT 地図の新しく正しい進化の方向を示し、また本論文で提案するルート型ジオタグオーディオの要件としてまとめた。

(2) 場所同期オーディオの体系化

まちあるきのための音声案内、博物館の作品鑑賞のための音声案内、観光バスに乗って GPS で自動再生される音声案内など、音声案内の形態はさまざまである。本論文では、場所を訪れて場所に関する話を聴くためのオーディオを「場所同期オーディオ」と呼び、移動手段、訪問場所、情報提供手段、制作方法などの観点から分類し、それぞれの特徴と問題点を整理した。特に、「場所同期」という概念を提案し、ユーザが場所同期オーディオを聴く状況をモデル化し、(a)オーディオで参照している位置、(b)現実空間でのユーザの自位置、(c)ユーザの脳内の自位置、それぞれがほぼ一致するとき、場所同期が取れていると定義し、これ以外の状況では、オーディオが適切な状況下では鑑賞されていないことを示した。

場所同期オーディオの現在の主流である、現実空間のスポット（点）にリンクされたオーディオをスポット型オーディオと名付け、その長所と短所を論じた。情報管理・閲覧の簡便さおよび安全性が長所である一方、スポットだけでオーディオが提供されるために、スポットからスポットへ移動

のときには、オーディオの空白の時間ができる。一般に、まちあるきの場合、立ち止まる時間よりも、移動する時間の方が多い。その移動時間を、ユーザが場所鑑賞に使えないのは問題である。これに対して、歩行中も音声案内を鑑賞できる場所同期オーディオをルート型オーディオと名付け、その長所と短所を明らかにした。長所としては、移動しながら情報取得ができる点で時間の有効利用ができる。一方、短所としては、オーディオの中に道案内や参照場所の位置の説明が含まれており、聴き逃したり、誤解してしまう可能性が大きく、その場合、ルートからはずれてしまい、また、ルートのどこで復帰し、どこから聴き直すか、など、複雑な操作と判断を要する。また、歩きながらオーディオを聴くことに対する安全性の懸念がある。さらに、道案内と場所の説明の両方を適切な場所と適切な時間でオーディオのコンテンツとして含めなければならない、オーディオの設計・制作が困難である、という問題もある。逆に言うところのような問題があるがために、本来、有用なルート型オーディオが今まであまり積極的には作られなかったし、普及もしていないと言える。本論文では、これらの問題を解決する、ルート型オーディオを聴く環境と制作する環境を提案・実装・実証実験を行い、それら自身の有用性を明らかにするとともに、実際に普及させるための公開環境として、ソフトウェアを開発した。この開発したソフトウェアの一部はすでに公開している。

場所同期オーディオを利用するときのユーザの振る舞いのモデル化の意義は次のとおりである。たとえば、オーディオに対応するルート上にユーザが位置しているが、オーディオの再生地点よりも少し遅れたり、先に行っていたとしても、ユーザは、脳内で自位置を再生位置にバーチャルに移動させることにより、オーディオを鑑賞することは、ユーザは大きな不満には感じないことが分かった。一方、ルートから自位置が大きくはずれてしまったり、現実空間の位置と脳内の位置が一致しない場合、つまり迷った状態の場合は、ユーザは不安に感じる。このように、場所同期という概念を使って、ユーザのオーディオ鑑賞の状況をモデル化して、状況が悪い場合に改善する手段に関してモデリングを行った。これは、場所同期オーディオを利用するためのモバイルアプリケーションのユーザインタフェース設計の基本モデルとして直接利用可能である。

(3) ルート型ジオタグオーディオの提案と利用・制作環境の実現

もともと位置情報を持っていない写真やテキストに対して、追加的に付与する位置情報をジオタグと呼ばれる。これにより、写真やテキストを地図上の点地理オブジェクトとして表示でき、また空間情報検索も可能となる。スポット型オーディオは、このジオタグを使って、地図との連動を容易に行うことができる。一方、ルート型オーディオを地図上の点、あるいは、複数点に結び付けるという方法は、既存の枠組みで地図と統合でき、実装・管理の簡便さなどの点で現実的と考えられる。しかし、ルート型オーディオが本来表現している、ルート上での連続移動を表現しておらず、歩きながら利用する場面での適切な表現を実現できてはいない。本研究では、現在の点に対するジオタグの概念を拡張し、オーディオなどのストリームデータに対して、再生内容が参照している現実空間における位置を表現するルート（線）に対する時系列ジオタグを提案・実装し、その有効性と実用性を確認した。本論文では、すべての瞬間にジオタグが割り当てられているルート型オーディオを「ルート型ジオタグオーディオ」と呼ぶ。ルート型ジオタグオーディオは、再生している内容が指す場所をIT地図上の移動オブジェクトとして表現でき、ユーザはナレータの位置あるいは、ナレーションが指し示す位置をいつでもIT地図上で確認できる。本論文では、ユーザ自身がナレータとほぼ同じ位置にいるべきという意味から、ナレーションの位置を動的に分かり易く表現するIT地図を「オーディオエゴセントリック地図」と呼び、設計・実装・利用実験などの観点からその有用性を明らかにした。オーディオエゴセントリック地図のもう1つの大きな利点は、IT地図上の位置からオーディオの再生時点を逆引きできる点である。この機能により、特にユーザが場所同期

に失敗した場合、ルートに復帰するときに、場所同期する復帰地点を簡単に探索できる環境を実現している。

オーディオエゴセントリック地図により、ルート型オーディオが持つルートへの復帰の困難な問題を解決する。これにより、ユーザはたとえルートから外れたとしても、容易に復帰できる環境下に置かれることになり、実空間に意識を向けて、オーディオを聴き逃してルートからはずれる不安が軽減され、より自由にオーディオと現実空間を鑑賞できるようになる。また、オーディオエゴセントリック地図は、オーディオの現在の再生内容が指す地点をリアルタイム表示しており、ルートが表現された紙地図よりも細かい精度で、かつ容易に瞬時に自位置確認ができる。これにより、地図で自位置を確認する視覚認知負担が軽減され、安全な視覚情報環境を実現できたと言える。

(4) GPS の同期再生手法の実現と評価

マニュアル同期再生を補完する GPS による自動同期手法についても議論した。自動同期再生になれば、モバイルデバイスの操作や画面確認が不要となり、ユーザの移動に同期して自動的に再生が行われるため、より安全な聴覚情報環境が実現できると考えられる。この枠組みの有効性は、シミュレーションと実証実験を通して検証を行った。具体的には、ルート型ジオタグオーディオに対して、以下の再生手法を適用し評価した。

1) 再生地点主導型自動同期再生

ユーザの位置とオーディオの再生地点が有効範囲（再生）にある状態の場合、自動同期再生が実行される手法である。GPS 精度が高い場合はうまく動作するが、一方 GPS 精度が低い場合は、再生地点主導型の有効範囲（再生）を広げる必要があるため、再生地点に近い範囲で同期が行えなくなってしまう問題が生じ、自動同期再生の目的が達成しづらくなる傾向が見られた。

2) 速度制御型自動同期再生

再生性地点主導型ではオーディオの自動停止が頻発するという問題がある。これは、ユーザにとって負担となる。この問題を解決するために、ユーザの位置とオーディオの再生地点の距離に依存して、オーディオの再生速度が変化する手法を提案・実装した。この速度制御型も、GPS 精度が高い場合のみ使える手法である。ユーザがオーディオ再生地点よりも後ろの場合、再生速度が遅くなり、前の場合は、再生速度が速くなり、場所同期を実現し易い環境を創り出す。しかし、ユーザが遅れている場合、再生スピードが遅くなり、歩くペースも遅くなる傾向となり、逆にユーザが先に行きすぎている場合、再生スピードが速くなり、歩くペースが速くなる傾向になるのは、この手法のジレンマと言える。そこで、再生スピードを遅くするのではなく、オーディオのある部分を繰り返し再生させたり、あるいは、歩くためのビート音を重ねて、歩くペースを誘導するような改良方法が有効と考えられる。

3) POI 主導型自動同期再生

GPS 精度が十分高く無く、速度制御型や再生地点制御型のようなリアルタイム性の高い同期が提供できない場合、POI ごとに同期再生を行うための手法である。POI 主導型は、マニュアル再生型の拡張と考える方が自然であり、人が再生や停止のボタンを押す代わりに、GPS で制御させる機能である。GPS 精度が不安定で、自動同期再生が確実に期待できないが、うまく動作できる地点もあるといった状況のときに、この手法を用いることで部分的に自動再生の支援を受けられる。もしうまく自動同期再生できない場合は、ユーザがマニュアルで再生・停止を行うという使い方となるため、マニュアル同期再生と GPS 同期再生の協調型同期再生手法と捉えることもできる。

渋谷地域など高層ビルが多い場所での実地実験の結果から、自動同期再生および GPS による位置の表示は、ユーザが GPS の精度を信じているが、十分な精度が出なかった場合、ユーザにとって不安や不満が増大し、満足度が下がることが明らかになった。一方、マニュアル同期再生の枠組みを使うユーザは、その操作を煩雑であると不満をいう場合はほとんど無く、またオーディオを聴いて、次にマッチングすべき参照点を頭にイメージし、実際に発見できるという場所同期プロセスは、意外と楽しいという意見を多く得られた。実際、繁華街における店舗の紹介などは、音声案内に必要な空間精度での GPS の表示や自動再生が活用できない場合が考えられるが、マニュアル同期再生により得られるセルフポジショニングでは人間が音声案内に合わせて行動するため、十分な空間精度による移動と鑑賞を達成している。ゲーム感覚で人間ポジショニングを積極的に活用する枠組みは、時代に逆行しているように思えるが、ユーザの場所知識獲得・喜びにもつながり、自動ポジショニングが人間の能力を退化させる可能性もあり、未来の高精度屋内ナビでは現実的で重要な要素となる可能性がある。

(5) ルート型ジオタグオーディオの場所の連続性とストーリー性

本論文で提案するルート型ジオタグオーディオは、スポット型オーディオに比べて一見特殊な枠組みのように見えるが、スポット型が主体であった場所コンテンツの領域で、これまで十分に議論されてこなかった手法をモデル化したと考えている。ルート型ジオタグオーディオでは、従来のスポット型による写真・テキストの羅列による断片的情報だけのデジタルコンテンツというよりは、ルートを基本にストーリーや時間の流れを反映された情報と捉えることもでき、ユーザはルートに合わせた親切的なストーリー情報に囲まれることにつながる。本来、本、映画、講演など、人に伝えたい情報は、ストーリーを含んで、ひとつにつながっており、断片的であることは少ない。また、あらかじめ用意されたコンテンツをはじめから終わりまで鑑賞することにより、コンテンツ全体を楽しむという形態がある。ルート型ジオタグオーディオでも、場所の情報に連続性を保たせることにより、ストーリーを含めて記録し共有する利用形態を、将来のあるべきデジタルコンテンツの枠組みとして議論した。

(6) まちあるきのためのデバイス操作負担軽減・安全の確保

ユーザがまちあるきを安全に行うために、視覚情報の在り方、ユーザの視覚の意識をより現実空間に向けるための設計と、移動中のデバイス操作を減らすための要件について議論した。オーディオの検証について、本論文ではあらゆる領域を議論した訳ではないが、現実的な観点かつ場所同期オーディオを提供する立場から、安全性を確保できるように配慮した。

1) 安全のためのエゴセントリック地図

本論文では、安全のために地図表現をできるだけ簡単に効率良く使える枠組みをめざす。そのための方法として、瞬時に自位置やオーディオの再生位置を確認しやすい、オーディオエゴセントリック地図を設計した。もし地図やオーディオの再生位置が理解しにくいと、自位置の確認に時間がかかってしまい、周囲への注意が向かなくなる可能性がある。特に、歩きながらの地図の操作に関しては、注意が外界に向かなくなり極めて危ない。本論文では、現実的には地図を操作・閲覧するときは、できるだけ立ち止まって行うのを推奨している。しかし、エゴセントリック地図が瞬時の視認性を高めていることからわかるように、瞬時に地図を見ることは、操作よりも危なくないと考えられる。歩きながら地図を見るということに関しては、自

分は正しいルートの上を移動しており、その認識が正しいということを確認するために地図を見ることになる。このため、オーディオエゴセントリック地図を瞬時に見て、自位置を判断する場合は、歩きながらの閲覧も大きな障害にはならないと考えられる。

しかし、もし自分が認識している自位置と異なる場所にいることが分かったり、迷ってしまい自位置を地図の上で確認してルートに戻る計画を立てるといった複雑なタスクの場合は、地図を参照しながら、空間認知・移動計画について熟考しなければならない、歩きながら地図を見ることは危ないと考えられる。

瞬時に見るか、熟考するか、の状態を見分ける手段は技術的には難しい。そこで、本論文では、ルート上の自位置確認のために、ユーザが歩いているときは、画面をタッチすると、数秒だけ地図を表示するようなユーザインタフェースを考えた。さらに、GPS および加速センサーを使って、ユーザが歩いている状態か、止まっている状態かを判断し、止まっている状態のときだけ、画面操作可能にするという実装を行った。地図を見て熟考する場合は、立ち止まることで、より長い時間、地図を見ることができる、といった環境を実現できると考える。このような視覚情報・操作の制限は、一見するとユーザにとっては不便ではあるが、まちあるきを行ううえでの安全への配慮として重要な要素であると考えられる。

2) 安全性のオーディオの議論

ルート型ジオタグオーディオは、オーディオを主メディアにすることにより、視覚の注意は現実空間へできるだけ使えるようにした。その意味で、本研究ではルート型ジオタグオーディオを歩くためのメディアと捉えている。現実空間の情報を補強するためにオーディオを利用する事は、聴覚が制限される危険性も考えられるが、カーナビゲーションでは安全な運転支援のために音声による経路案内が一般的に用いられている。また、音楽、ラジオなどをヘッドホンで聴きながら、歩いたり、走ったりする行為は、社会通念的に許されている。もちろん、密閉型ヘッドフォンによるオーディオの鑑賞は、周囲の音が聞こえにくいために非常に危ないという指摘がある。この問題を緩和するためには、開放型のヘッドフォン、あるいは博物館や美術館の音声案内の専用端末などで多くみられるように、片耳だけに装着するイヤフォンにするなどの工夫を行うことが、ルート型ジオタグオーディオの安全確保のために重要であると捉えている。ルート型ジオタグオーディオのユーザの安全確保などの社会的責任の観点から、どの方式や形態が安全かという評価については、今後に残す重要な研究課題と考えている。

(7) 草の根ルート型ジオタグオーディオの共有

従来のまちあるき向け地図は、シンプルな表現で分かり易く、良いイメージを喚起させる優れた表現が多いが、紙媒体で配布されることが多く、IT 地図として利用できる環境が十分でなかった。一方、IT 地図や場所コンテンツは、専門性を有する制作者により配信されることが多く、制作・配布の環境が複雑であった。また、既存のテレビやラジオなどのまちあるきを主題としたコンテンツの多くは、屋内のテレビで視聴することが前提であり、ユーザが現場で聴くことが想定されてこなかった。

第7章で、ルート型ジオタグオーディオの制作アプリケーションを設計、実装した。制作アプリケーションでは、ユーザがルートを設定し、イラスト地図とオーディオを基本とした場所コンテンツを簡便に制作する時系列ジオタグgingの手法を実装した。また、ルート型ジオタグオーディオの配信・収集のための枠組みを定義し、ユーザ同士がウェブで共有する枠組みの有効性を議論した。本論文では、制作アプリケーションを使って、多くのワークショップを行い、主に以下の点について明らかにした。

1) 制作アプリケーションによる編集プロセス

ルート型オーディオを時系列ジオタギングする制作の枠組みを実現することによって、ユーザ制作のルート型オーディオとエゴセントリック地図による新しいデジタルコンテンツ環境の可能性を明らかにした。

2) ユーザ制作されたコンテンツの品質の問題と課題

制作アプリケーションによるルート型ジオタグオーディオは、ヒューマンエラーにより品質の悪いコンテンツ、内容の誤ったコンテンツが共有される可能性も考えられるため、実験から得られた知見から、より高品質にルート型ジオタグオーディオを制作するための基本要件を明らかにした。

3) ルート型ジオタグオーディオによるまちあるきの特徴と課題

ルート型ジオタグオーディオのユーザによるまちあるきを整理することにより、将来、ルート型ジオタグオーディオにより、実現するユーザのまちあるきの可能性と課題を明らかにした。

ルート型ジオタグオーディオの制作環境は、書籍などによる一方的な配信だけでなく、より多くのユーザが制作、公開することで、さまざまな地域、さまざまなルート、制作者の年齢、性別、趣味、志向を反映した、新しい情報共有の環境となることが考えられる。ユーザは現場の人の声による知識・体験・ストーリーを共有することができ、地域の活性化に発展すると考える。制作されたルート型ジオタグオーディオを、修正し合い、制作者・コンテンツ・利用者が共に成長する情報環境が理想的である。ルート型ジオタグオーディオにより、まちあるきの機会が増え、まちあるきコミュニティの発展による、地域のまちおこし、活性化につながると考える。本論文では、現在のモバイル IT 環境の在り方に関して、文字や写真などの視覚情報が主流となっている地図・位置情報コンテンツに潜む不自然さ・不適切さを明らかにし、モバイル IT 環境に適した聴覚情報を適正利用した次世代の場所コンテンツ環境の1つの将来像を示した。

8.2. 展望

本研究では、まちあるきのための場所同期オーディオを議論した。以下に示す課題を今後の研究の展望としてまとめた。

(1) スポット型オーディオとルート型オーディオの複合同期再生

本論文では、スポット型オーディオとルート型オーディオに整理し議論したが、スポット型とルート型を複合した場合の議論は十分に行わなかった。たとえば、ルート型オーディオで移動し、スポット型オーディオで立ち止まって聴く手法にすれば、スポット型の自由度を備えながら、ルート型の移動支援と場所の案内を行える可能性がある。その可能性と限界を明らかにしたい。

(2) 制作アプリケーションの一般配布、共有サービスの一般公開

本論文でルート型ジオタグオーディオの制作アプリケーションの実装と検証を行ったが、制作アプリケーションの一般配布はまだ実現しておらず、限定利用に留まった。今後、制作アプリケーションと共有サービスを一般公開することにより、一般ユーザによるまちあるきのためのルート型ジオタグオーディオの作成の活発化が期待できる。新たに作成されたコンテンツを分析し、特徴を明らかにし、制作環境の改善を行っていきたい。

(3) 現実空間のオブジェクトの密度と主題を考慮したルート型ジオタグオーディオの設計論の確立とそれを支援する高度な制作環境の実現

場所により多くの視聴すべきオブジェクトが高密度で集まっていたり、鑑賞すべきオブジェクトの密度がが疎な場合は、移動のために自動車、電車、自転車などの、乗り物を考慮する必要がある。ユーザが運転しているのか、ただ同乗しているだけかによっても異なり、また電車の右側か左側か、高速道路の上りか、下りかなどもによっても、見えるものが異なる。上記の要件を総合的に考慮し、コンテンツ設計および制作ができるユーザ環境の体系化およびソフトウェア・アプリケーションの開発を行い、実証実験へも発展させたい。

また、対象ユーザのプロファイルを考慮したり、教育のように段階的な学習的環境の実現を考えた場合、今後体系化を行いたい。

有限の画面と有限の再生時間しか無いルート型ジオタグオーディオのコンテンツを如何に体系的に設計するかに関して、また、GPS 精度は場所により偏りがあるため、それらを考慮したルート型ジオタグオーディオのコンテンツの設計を考えたい。その場合、移動スピード、ユーザがどの程度、画面を見て良いか、操作できるか、なども考慮した、ルート型ジオタグオーディオの設計に関しても体系化を行いたい。

(4) ルート型ジオタグオーディオの実空間参照要素

本論文では、場所同期オーディオ自身の品質を上げるという課題ではなく、それに連動するエゴセントリック地図を積極的に導入することにより、オーディオ単体では、ナビゲーションやガイドとしては不十分である状況を、オーディオ以外のメディアを利用して、間接的に品質を上げる枠組みの体系化をめざした。また、場所同期オーディオの場所参照に関して、たとえ品質を上げられたとしても、結果的には、ユーザはナビゲーションや場所参照の情報すべてをオーディオから取得するという状況は、現実的では無いと考えた。つまり、ユーザはオーディオを鑑賞しているが、同時に現実空間も鑑賞し、かつ現実空間で事故が起きないように注意を払っている。もしオーディオだけに集中してしまうと、現実空間へ意識を向けられなくなったり、また安全に配慮できなくなったりする。安全に配慮する余り、オーディオを部分的に聴き逃すこともあり、特にルート案内に関する音声や参照していることに関する音声の部分を聴き逃すと、道に迷ったり、どの部分を説明しているかが分からなくなる。本研究では、オーディオを 100%理解しないと、まちあるきを楽しめないという条件は非現実的であり、たとえオーディオの理解が 50%だとしても、道に迷わず、どこを説明しているオーディオであるかが容易に理解できるモバイル視聴覚環境の実現が重要と考えた。

ただし、場所同期オーディオのオーディオ部分でのナビゲーションや場所参照などを、言語、音声の観点から適切に構成するという課題は重要である。しかし、難しい問題でもあり、この課題は本論文の範囲外であった。現実空間の参照物の選択方法など、品質の高い場所同期オーディオの作成方法の体系化は今後の課題である。

参考文献

- [1] 加藤文俊 (2006) 「モバイル機器を活用した“まち歩き”のデザイン：「遊歩者」のためのメディアをつくる」, 日本シミュレーション&ゲーミング学会 (JASAG) 全国大会論文報告集, 127-130.
- [2] 若林芳樹 (2008) 「地理空間の認知における地図の役割」, 認知科学, 15(1), 38-49.
- [3] Min Lu and Masatoshi Arikawa (2013) Map-based Storytelling Tool for Real-World Walking Tour. Progress in Location-Based Services Lecture, Notes in Geoinformation and Cartography, Springer, 435-451.
- [4] Takashi Morita (2007) Theory and development of research in ubiquitous mapping. Location Based Services and TeleCartography. Springer, 89-106.
- [5] 株式会社 はとバス (2012) 多言語自動ガイドシステム,
<http://www.hatobus.co.jp/feature/tracer.html>
- [6] Apple Inc. (2012) Podcast,
<http://www.apple.com/jp/itunes/podcasts/>
- [7] OpenStreetMap Foundation (2012) OpenStreetMap,
<http://www.openstreetmap.org/>
- [8] Route You (2012) RouteYou.
<http://www.routeyou.com/home.en/>
- [9] 山野博子, 上善恒雄 (2002) 「地域ポータルとしての放送型コンテンツ配信システムの考察」, 第 13 回データ工学ワークショップ(DEWS2002)プログラム・予稿集.
- [10] 林智天, 川原圭博, 田村大, 森川博之, 青山友紀 (2005) 「小型モバイルセンサを用いたコンテキスト適応型コンテンツ配信サービスの設計と実装」, 電子情報通信学会技術研究報告, 104 (689) , 149-154.
- [11] 諏訪正樹, 加藤文俊 (2012) 「まち観帖: まちを観て体感し語るための方法論」, 人工知能学会身体知研究会 SIG-SKL-12-04, 16-21.
- [12] 楠房子, 佐藤一郎, 溝口博, 稲垣成哲 (2008) 「サウンドスポット：博物館展示支援向け局所音声再生システム」, 電子情報通信学会論文誌 J91D(2), 229-237.
- [13] 萩野哲男, 鳩野逸生, 井福克也. 鈴木真理子, 楠房子 (2009) 「動物園における GPS 携帯を活用した一般来場者への観察支援, 情報処理学会研究報告」, 2009-EC-12(13), 71-77.
- [14] 藤井憲作, 東正造, 荒川賢一 (2004) 「経路案内情報がナビゲーションに及ぼす影響」, 電子情報通信学会論文誌, J87-A(1), 40-49.

- [15] 古屋秀樹 野瀬元子 (2009) 「外国人のための観光ドキュメント -観光ガイドブックに着目して-」, 情報処理学会研究報告, DD-71(2), 1-8.
- [16] Liqiu MENG (2005) Ego centres of mobile users and geocentric map design. *Map-based Mobile Services*, Springer, 87-105.
- [17] Xiaoyu Shi, Ting Sun, Yanming Shen, Keqiu Li, Wenyu Qu (2010) Tour-Guide: Providing Location-Based Tourist Information on Mobile Phones. *IEEE 10th International Conference on Computer and Information Technology (CIT)*, 2397-2401.
- [18] Yu, Chien-Chih (2009) E-Commerce and Web Technologies Personalized Location-Based Recommendation Services for Tour Planning in Mobile Tourism Applications. *E-Commerce and Web Technologies: 10th International Conference, EC-Web 2009 Proceedings*, 38-49.
- [19] D. Spallazzo, M. Ceconello and R. Lenz (2011) Walking, Learning, Enjoying. *Mobile Technology on the Trail of Design Masterpieces. The 12th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST*, 61-64.
- [20] Huang, Cheng Ming; Liao, Wen Hung; Chen, Sheng Chih (2012) Mobile Tour Planning Using Landmark Photo Matching and Intelligent Character Recognition, *Applied Mechanics and Materials*, 182-183, 854-859.
- [21] Tongyu Zhu, Chen Wang, Guannan Jia, Jian Huang (2010) Toward context-aware location based services, *2010 International Conference on Electronics and Information Engineering (ICEIE)*, 1, 409-413.
- [22] Montserrat Ros, Matthew D'Souza, Adam Postula, Ian MacColl (2011) Location based services with personal area network for community and tourism applications. *IET International Communication Conference on Wireless Mobile and Computing (CCWMC 2011)*, 432-437.
- [23] Christian Martyn Jones, Matthew Willis (2009) Edutainment in the field using mobile location based services. *OZCHI '09 Proceedings of the 21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest*, 385-388.
- [24] Leif Oppermann, Martin Flintham, Stuart Reeves, Steve Benford, Chris Greenhalgh, Joe Marshall, Matt Adams, Ju Row Farr, Nick Tandavanitj (2011) Lessons from Touring a Location-Based Experience, *Pervasive Computing Lecture Notes in Computer Science*, 6696, 232-249.
- [25] Z. Hunaiti, S. Almasri, E. Sedoyeka, N. Matar, and A. Fenton (2008) Location Based Guided Tour M-Learning, *IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, 3(4), 163-167.
- [26] Martin Yongho Hyun, Seoki Lee, Clark Hu (2009) Mobile-mediated virtual experience in tourism: Concept, typology and applications, *Journal of Vacation Marketing*, 15(2), 149-164.

- [27] Michael Kenteris, Damianos Gavalas, Daphne Economou (2011) Electronic mobile guides: a survey, *Personal and Ubiquitous Computing*. 15(1), 97-111.
- [28] Zheng Wan (2009) Personalized Tourism Information System in Mobile Commerce. ICMECG' 09. Int'l Conf. on Management of e-Commerce and e-Government, 387-391.
- [29] Michael Kenteris, Damianos Gavalas, Daphne Economou (2009) An innovative mobile electronic tourist guide application. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(2), 103-118.
- [30] Jinn-Shing Cheng, Hung-Wei Hsiang, Wer-Chih Wu (2010) The design of intelligent mobile tourism service system. *Computer Symposium (ICS)*, 813-817.
- [31] Koren, A., Stash, N. & Andreev, A. (2011) A proposal for semantic recommender for outdoor audio tour guides. Workshop on Personalization in Mobile Applications (PeMA 2011) at the 5th ACM Conference on Recommender Systems, 1-4.
- [32] Christine M, Van Winklea, Ken Backman (2011) Designing interpretive audio tours to enhance meaningful learning transfer at a historic site. *Journal of Heritage Tourism*, 6(1), 29-43.
- [33] Xiehao Bao, Hongxia Bie, Mingxiao Wang (2009) Integration of multimedia and location-based services on mobile phone tour guide system. IC-NIDC 2009. IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content, 642-646.
- [34] Jian Zou, De Min Li, Min Zhang (2012) An Energy-Balanced Routing Algorithm for ZigBee Audio Guide System in Ad Hoc Social Network. *Advanced Engineering Forum*, 6-7, 1177-1182.
- [35] Yin Ye, Zhou Jun, Yin Jian (2010) Design of World Expo tour sites guide system based on RFID technology. 2010 International Conference on Audio Language and Image Processing (ICALIP), 1026-1030.
- [36] 大阪観光コンベンション協会 (2012) 大阪まちあるき,
<http://www.osaka-info.jp/machiaruki/>
- [37] 小田急電鉄株式会社 (2012) 小田急沿線「自然ふれあい歩道」お散歩ガイド ,
<http://www.odakyu.jp/walk/>
- [38] パイオニア株式会社 (2012) サイバーナビ,
<http://pioneer.jp/carrozzeria/cybernav/>
- [39] パナソニック株式会社 (2012) 旅ナビ,
<http://panasonic.jp/car/tabinavi/>

論文目録

【主論文に関わる公刊論文】

1. Masatoshi Arikawa, Ken'ichi Tsuruoka, Hideyuki Fujita Ome Akihiro (2007) Place-tagged Podcast with Synchronized Maps on Mobile Media Players. *Cartography and Geographic Information Science*, 24(4), 293-303.
2. 鶴岡謙一, 有川正俊, Lu Min, 「まちあるき向けルート地図同期型オーディオツアーと GPS 自動再生の可能性と限界」, 日本国際地図学会機関誌「地図」(投稿済み)

関連発表

【国際会議における口頭発表】

3. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2007) Podcasts Synchronized Visual Maps On Mobile Media Players. *Ubiquitous Media: Asian Transformations, Theory, Culture & Society 26h Anniversary Conference*, Hongo Campus, The University of Tokyo, July 13-16, 2007.
4. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2007) A Visual Map-Integrated Podcast on Mobile Audio Player. *International Cartographic Conference (ICA)*, Moscow in Russia, August 4-10, 2007.
5. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2008) User-Generated Audio Tours Integrated with Egocentric Maps. *UPIMap 2008*, Shepherdstown, West Virginia, USA. September 11, 2008.
6. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2008) User-Generated Audio Tours with Synchronized Maps on Mobile Media Players. *Asia GIS 2008*, Busanin in Korea, September 26-27, 2008.
7. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2008) An authoring tool for urban audio tours with animated maps. *Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, pp.330-333, Yokohama in Japan, December 3-5, 2008.
8. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2009) A User Environment for Syndicating and Aggregating Map-Integrated Audio Tours: maPodWalk Caster. *International Cartography Conference 2009(ICC2009)*, Santiago in Chile, November 15-21, 2009.
9. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2010) A Mobile Authoring Environment for User-Generated Location Aware Audio Tours. *Asia GIS 2010*, Kaohsiung, Taiwan, November 5-6, 2010.

【国際会議におけるポスター発表】

10. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2008) User-Generated Audio Tours Integrated with Egocentric Maps. Proceedings, AutoCarto2008. International Research Symposium on Computer-based Cartography, Shepherdstown, West Virginia in USA. September 8-11, 2008.
11. Ken'ichi Tsuruoka and Masatoshi Arikawa (2009) Map-Integrated Audio Tours for Mobile Audio Players with Authoring, Syndication and Aggregation Tools. International Workshop on the Principles and Applications of Spatial Hearing 2009 (IWPASH2009), USB Proceedings, Zao in Japan, November 11-13, 2009.

【国内会議における口頭発表】

12. 鶴岡謙一, 有川正俊, 「携帯型メディアプレーヤにおける地図動画によるオーディオツアーの提案」, 地理情報システム学会第 17 回学術研究発表大会 (2008), 東京大学駒場リサーチキャンパス, 2008 年 8 月.
13. 鶴岡謙一, 有川正俊, 「コンテンツ配信・収集による地図統合オーディオツアーの共有サービス」, 地理情報システム学会第 18 回学術研究発表大会 (2009), 新潟, 2009 年 10 月 15 日-16 日.
14. 鶴岡謙一, 有川正俊, Lu Min, 「GPS を使ったルート地図同期型オーディオツアーの有効性と限界」 日本国際地図学会平成 24 年度定期大会, 専修大学生田キャンパス, 2012 年 8 月 23-24 日.

【国内会議におけるポスター発表】

15. 鶴岡謙一, 有川正俊, 「ストーリーボードによる地図と音声のモバイル場所コンテンツの実装」, 日本地球惑星科学連合 2012 年度連合大会, 千葉県幕張市幕張メッセ, 2012 年 5 月 20 日-25 日.

謝辞

東京大学教授有川正俊先生には、修士課程から博士課程の指導教員として、終始懇切丁寧かつ熱心に御指導をいただき、大変お世話になりました。先生のご指導により、実装、研究を進め、本論文を仕上げることができました。研究内容のみならず、研究に対する姿勢など、大変多くを学ばせていただいたことを本当に感謝しております。

法政大学教授の森田喬先生には、副査を引き受けていただきました。森田先生には、国際学会などでも、大変お世話になりました。地図学について多くを学ぶ機会をいただき、温かい御指導をいただきました。

東京大学教授の柴崎亮介先生は副査を引き受けていただきました。空間情報科学研究センターで日頃お世話になり、御指導をいただき、多くを学ばせていただきました。

東京大学准教授の清家剛先生には、私の修士課程での副指導教員、今回も副査を引き受けていただきました。本論文を仕上げるにあたって、温かい御指導をいただきました。

東京大学准教授の佐久間哲哉先生には、副査を引き受けていただきました。熱心に助言、御指導をいただきました。本論文を仕上げることができました。

東京大学准教授の木實新一先生には、副査を引き受けていただきました。木實研究室の交流が頻繁にあり、木實先生には日頃からお世話になり、御指導をいただきました。

青山学院大学教授岡部篤行先生には、岡部先生の担当授業でルート型ジオタグオーディオを利用した演習をしていただきました。ルート型ジオタグオーディオのアプリケーションの実験を行ううえで、貴重な機会を与えていただきました。また、演習などを通して、空間情報科学などに関して、大変貴重なアドバイスをいただき、多くを学ばせていただきました。

電気通信大学助教藤田秀之先生には、日頃からお世話になり、多くを教えていただきました。感謝いたします。

有川研究室の鍛冶秀紀さん、Lu Min さん、柴崎真理子さん、笹尾知世さん、吉村大希さんに感謝いたします。また、有川研究室修了生の大目晃弘さん、貴田達也さん、光安皓さんに感謝いたします。

西武鉄道株式会社山崎孝行様には、西武鉄道株式会社が主催するまちあるきイベントについての現状などを教えていただき、本論文中でのイラスト地図の利用も許可していただき、大変感謝しております。

本論文で、株式会社昭文社、Google Inc. ヤフー株式会社、株式会社ゼンリン、株式会社ゼンリンデータコム、大阪観光コンベンション協会、青山学院大学の地図を使わせていただきました。また、ATR Creative、パナソニック株式会社、OCN アート、Google Inc. Apple Inc. 千葉県庁、Wikipedia.org、株式会社ナビタイムジャパン、の写真を利用させていただきました。ありがとうございました。

また、慶応義塾大学教授加藤文俊先生と加藤研究室の Podwalk（ルート型オーディオ）を，論文で利用させていただき，ルート型ジオタグオーディオの実験でも利用させていただきました。大変感謝しております。

また，本論文の研究を進めるにあたり，実験や調査に協力いただいた東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻空間情報解析演習履修の学生さん，青山学院大学総合文化政策学部岡部篤行研究室の学生さんに，心より感謝いたします。

そして，これまでの私の学生生活を支えていただいた家族に感謝いたします。

2013 年 3 月 鶴岡謙一