

# ユビキタス社会における 科学館学習支援システムの実用化研究報告書

平成22年3月

財団法人 日本科学技術振興財団



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp>





## ユビキタス社会における

### 科学館学習支援システムの実用化研究委員会

(敬称略、順不同)

委員長	廣瀬 通孝	東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻	教授
委員	池井 寧	首都大学東京 システムデザイン学部 ヒューマンメカトロニクスシステムコース	准教授
〃	季里	株式会社七音社	取締役
〃	葛岡 英明	筑波大学 大学院 システム情報工学研究科 知能機能システム専攻	教授
〃	蔵田 武志	独立行政法人 産業技術総合研究所 サービス工学研究センター	主任研究員
〃	椎尾 一郎	お茶の水女子大学 理学部 情報科学科	教授
〃	西岡 貞一	筑波大学 大学院 図書館情報メディア研究科 情報メディア開発分野	教授
事務局	竹田原 昇司	財団法人 日本科学技術振興財団	常務理事
〃	田沢 敏一	財団法人 日本科学技術振興財団	部長
〃	高原 章仁	財団法人 日本科学技術振興財団	課長
〃	中村 潤	財団法人 日本科学技術振興財団	



# 報告書目次

1 ユビキタス社会における科学館学習支援システム.....	1-1
1.1 目的.....	1-1
1.2 背景.....	1-1
1.3 来館者サービス.....	1-2
1.3.1 来館者支援.....	1-3
1.3.2 施設側支援.....	1-6
2. iPhoneを使った科学館学習支援システム実験報告.....	2-1
2.1 はじめに.....	2-1
2.2 昨年度の実験概略と今年度との比較.....	2-5
2.2.1 実験目的.....	2-5
2.2.2 実験システム構成.....	2-5
2.2.3 コンテンツ.....	2-8
2.2.4 インタフェースデザイン.....	2-8
2.2.5 モード遷移.....	2-10
2.2.6 実験結果.....	2-14
2.2.7 考察.....	2-16
2.3 実験システム概要.....	2-18
2.3.1 iPhoneを用いたガイドシステム.....	2-18
2.3.2 体験履歴印刷システム.....	2-35
2.4 事前インタビュー.....	2-39
2.5 実験結果.....	2-41
2.5.1 コンテンツ.....	2-41
2.5.2 アンケート結果.....	2-43
2.5.3 考察.....	2-61
2.5.4 まとめ.....	2-62
2.6 iPhoneの3D化.....	2-65
2.7 まとめ.....	2-71
2.8 参考文献.....	2-73
3. まとめ.....	3-1
付録1 [PlaceEngine]Wi-Fi測位について.....	付録1-1
付録2 [Wi-Fi]Wi-Fi基地局の配置図.....	付録2-1
付録3 [RFID]RFIDタグの配置図.....	付録3-1
付録4 [実験紹介]受付のPCモニタに表示した実験紹介スライド.....	付録4-1
付録5 [コンテンツ]今年度のコンテンツ一覧.....	付録5-1

付録6 [印刷]体験履歴印刷システムで出力したプリントの例.....	付録6-1
付録7 [アンケート]今年度用いたアンケート用紙.....	付録7-1
付録8 [コンテンツ作成説明書].....	付録8-1

# 1 ユビキタス社会における科学館学習支援システム

## 1. 1 目的

平成 19 年度に実施した「ウェアラブル機器を利用した科学館学習支援システムに関する研究開発」の実験<sup>1</sup>において、展示の体験の仕方を説明したアニメコンテンツにより、今まで関心が薄かった展示物に対しても、見学の動機付けを与え体験をしてもらうことで面白く楽しいと感じるようになった事が分かった。

しかし、アンケート結果から端末自体が大きい、重い、あるいは画面の文字や現在位置を示す矢印が小さすぎる等、GUI を含めユニバーサルデザインではなかったことが実用化に向けた大きな課題のひとつとなっていた。

そこで平成 20 年度は端末として、軽量かつ小型な iPhone を選定し、「iPhone を使った科学館学習支援システム実験」<sup>2</sup>を行い、重さ、大きさに関する不満がほぼ解消された反面、画面が小さくなったことで、一画面に表示できる情報量をより考慮する必要がでてきた。

今年度は、「ユビキタス社会における科学館学習支援システム」として、最先端の ICT を利用し、これまでの事業で有効性を確認したナビゲーション機能や学習支援機能に加え、コミュニケーション機能やこれまでの実験結果から得られた知見をもとに、展示物と来館者との物理的・精神的距離を縮め、展示物の魅力をアピールする手助けを可能とする実用化レベルで機能できるプロトタイプシステムを開発し、来館者サービスの向上を目指してその実用性や有効性について検証する。

## 1. 2 背景

青少年の科学・技術に関する理解増進、あるいはより関心を持ってもらうために、生涯学習機関として理工系博物館（科学館）が重要な役割を担う必要に迫られている。これには科学館来館者のニーズに呼応した的確な情報の提供ができる手法として、来館者自らの体験的発見を誘導するファシリテータの育成・導入を始め、時代に即応する展示環境の一層の整備充実が科学館側に求められている。また、総合的な学習や生涯学習と言った教育的見地からの要求にもこたえる必要があり、インターネットが発達した今では情報量や多メディア化、スピードなど人によるサポートだけでは時代に対応できない面が発生してきている。そのために ICT（Information and Communication Technology：情報通信技術）を利用した情報提供がいろいろ考え出されてきている。

その情報通信技術のデバイスとしてモバイルやウェアラブルといった持ち運びし易い情報機器が発達し、来館者個人が容易に利用できる条件も整いつつある。「博物館閲覧支援

---

1 「モバイル科学技術館学習支援システム実験」平成 20 年 2 月 24 日から 27 日に科学技術館で実施した。

2 「iPhone を使った科学館学習支援システム実験」平成 21 年 3 月 19 日から 22 日に科学技術館で実施した。

システム」では、PDA (Personal Digital Assistant) や携帯電話といったモバイル機器を使用し、「モバイル科学技術館学習支援システム実験」では HMD (Head Mounted Display) やモバイルパソコンを使用して、来館者に展示誘導や展示内容の解説支援を行うなどのサービス向上が出来ることを実証してきた。

これらモバイルやウェアラブル機器を利用した ICT 関連事業は、ユビキタス社会の到来に伴い、今後さらに発展する分野であり、特にウェアラブル機器を利用したシステムは製造現場やメンテナンス等の作業支援、遠隔地からの作業指示、ヘルスケアや救急医療支援等と様々な研究が行われており、実際の現場で利用される環境が整いつつある。

また、携帯電話を始めとするモバイル型情報機器の利用者は今世紀に入ってから年々増加し、おサイフケータイに代表されるようにライフスタイルを変えるまでになってきている。「モバイル社会白書 2006」によると携帯電話に対して感じる魅力として、「いつでも、どこにいても連絡を受けられること」が 1 位に、また「様々な目的に使える」「空いた時間を有効に活用できる」などに魅力を感じる人が増えている。このように情報機器は人々の暮らしに欠かすことのできないものになってきており、ユビキタス社会の実現に向けて今後ますます発展する重要なツールと言える。

一方、公共施設等における情報機器向けのサービスとしては、交通機関の運行情報や災害・被害状況の提供等があり、テレビ電話機能を用いた在宅ケアなどの遠隔医療サービスなども行われ利便性の向上が図られている。

そして現在、次世代通信インフラとしてセキュリティや通信回線の品質を向上させたユビキタス社会の基盤になる NGN (Next Generation Network) は標準化が国際的に進められており、日本でも平成 20 年 3 月から有線の商用サービスが開始された。

そのなかで、現在利用可能な民生用通信情報機器の組み合わせにより、科学館学習支援システムを構築し、科学技術館で調査実験を行い来館者サービスの充実にだけでなく、施設側の支援に関する調査および研究を行う。

### 1. 3 来館者サービス

科学館における学習支援システムに関する機能はいくつかあるが、大別すると来館者向けのサービスに関する機能と来館者サービスに結びつく施設側支援に関する機能の 2 つに分けられる。来館者の学習支援サービスの提供に当たっては施設側のシステム支援も必要不可欠な機能として挙げられる。科学館学習支援システムに関する主な機能を図 1-1 に示す。

# 科学館学習支援システムの主な機能

## 来館者支援

### ・展示物解説支援

関心の深さや年齢に対応した解説支援を行なう  
解説は展示物の詳細を音声または画像で説明する

### ・誘導(ナビゲーション)

来館者の関心事に合わせて館内の案内や誘導をする

- 例) ・ワークショップの開始時間や場所の案内
- ・お勧めコースのナビゲーション
- ・テーマ別コースのナビゲーション
- ・トイレやロッカーなどの施設案内

### ・コミュニケーション機能

例) ・音声または映像で来館者同士のコミュニケーションを行なう  
→同じ関心を持つ来館者が情報の共有を図る

- ・インストラクターと来館者がコミュニケーションを行なう  
→来館者に対し積極的に情報を与える機会を提供する

## 施設側支援

### ・展示物評価支援

来館者の行動履歴やある展示での滞留時間などのデータを収集し、科学館のレイアウトや展示物の評価に活用する

### ・来館者ニーズの把握支援

FAQの構築支援  
(館スタッフの案内業務の軽減による作業支援)  
来館者対応のノウハウを共有化

### ・学習意欲支援(見学動機付け)

工作キット等の案内やトピック的な情報を提供し、来館者に学習意欲や見学の動機付けを与える

- 例) ・ワークシートの利用
- ・ハンズオンの操作説明
- ・映像または音声によるワークショップの紹介

図 1-1 科学館学習支援システムの主な機能

なお、「展示物解説支援」機能は平成12年度から平成14年度に実施した「博物館閲覧支援システムに関する調査研究」で既に実施しており、平成18年度には「誘導(ナビゲーション)」機能を実装し、平成19年度には「学習意欲支援(見学動機付け)」機能の一部をシステムに組み込み調査実験を行った。また「展示物評価支援」機能の一部として追体験ができる行動履歴分析ツールの作成を行っている。今年度はコミュニケーション機能の一部として選択式またはテキスト記入式でクイズや設問等に回答できるインタラクションを含むコンテンツを用意した。また、来館者が自らの感想等を作成できるコンテンツ作成機能を搭載した。

## 1.3.1 来館者支援

### 1.3.1.1 展示物解説支援

学習支援システムの根幹となる機能である、来館者の興味や関心などに合わせた解説を提供することで学習支援という来館者サービスの充実が図れる。また、解説の提供手段としてインストラクターやファシリテータと言ったヒトが対応する方法と、ヒトではなくパネル

や解説装置、あるいはマルチメディア機器などを利用した方法など様々なものがあるが学習支援システムでは ICT 機器を利用して解説の提供を行うことを主とする。

目の前にある展示物そのものについての解説はもちろんのこと、元になった科学的理論や法則、製作に至る技術やその背景など付随するさまざまな情報提供も学習支援となり、提供方法だけでなく、情報＝コンテンツとしての振る舞いも考える必要がある。解説提供として音声が良いのか映像でなければいけないのか、文字が良いとした場合でも言語はもとより文字の大きさやレイアウトなど考慮しなければならない事が多くある。これはパネル等のハードウェアでは限りがあるが、ICT 機器を利用したシステムであれば来館者の関心の深さや年齢、言語に対応した解説支援を行なうに当たって上記の制限はほとんど無いと言って良い。

一方、来館時だけでなく来館前後や来館できない場合の解説提供も科学館が持てる大きな学習支援となる。例えば科学館を訪れる前に予めどのような展示物があるかを知って置くことは目的をもって来館する事にも繋がり極めて有益である。事前情報の提供手段として、メディアでの広告、友の会での案内、Web やメールマガジンによるネットワークでの提供、ガイドブックの発行などが考えられ、一般の人の目にとまり易く簡単に入手できなければならない。そして展示物に関係のあるグッズがミュージアムショップで販売されているなどの情報も学習への動機付けとしての支援になると思われる。

対象：

来館者に合わせた展示物の仕組み（からくり）の解説  
展示物の科学的、技術的、社会的背景の説明、紹介

解説手段：

インストラクタ、ファシリテータなどヒトによるもの  
パネルなど設置物によるもの  
IT 機器など装置によるもの

### 1. 3. 1. 2 誘導（ナビゲーション）

科学館内での知的好奇心を満たすために展示物までの誘導を行うのも学習支援である。目の前にある展示物のみの解説提供だけでなく、来館者が興味のあるテーマや関心事に係わる展示物があるとすればそこまでのナビゲーションを行い、知的要求を満たすことが大切である。来館者の関心事が何であるのかを確認する方法として、来館時に関心のあるキーワードをシステムに入力することで、例えばシステム側で本日の推薦ルートを生成してカーナビゲーションのごとく来館者をナビゲートするのも一考である。

科学館ではワークショップやプラネタリウム等のイベントがあり、そのタイムスケジュールをシステムに組み込んで置くことで開始 10 分前などの時間になったら概要案内を行い、また体験してみたいのであれば実施場所までの誘導を行うなどの情報提供により、機会損

失を少なくするなどの工夫ができる。

館内の展示物の位置への誘導・案内

お勧めコースのナビゲーション

タイムスケジュール（イベントの開始時間・実施場所の誘導・案内）

資料の所在（他館、図書館）への案内

トイレや休憩場所、ロッカー等の施設案内

### 1. 3. 1. 3 コミュニケーション機能

単独で学習するのも良いがグループ学習等による複数人での学習も忘れてはならない。ここでは友達やグループで来館した来館者同士、あるいは同じものに興味をもつ来館者同士のコミュニケーションやインストラクタとの会話を通じて理解を深めることを学習支援と捉える。科学館学習支援システムとしては人や機械などを通じて科学技術への親しみを持ってもらい、科学技術による便利な生活を享受していることなどを身近に感じていただき、自分たちとは接点のないものではないことを意識することが、科学技術に対する学習支援になると考える。

そして、システムにより技術者や研究者との交流ができ、科学や技術による（製品を含む）世界に感動し、その感動を共有することで研究者や技術者への夢やあこがれを持ってもらえれば良いと思っている。

前記ナビゲーション機能に来館者の現在位置を記録する機能を付加する事で、来館者の行動履歴が分かると共に、システム側で統計処理等を施すことにより、後日別の来館者が見学に訪れた時に、「この展示物に興味があった人は、他の〇〇の展示も見ています。」といった案内も可能となる。テキストでも音声でも構わないが来館者の感想をシステムに入力する機能を持たせることで、時間を越えた来館者同士のコミュニケーションも可能となる。

また、他科学館との連携を図り、学校教育における「総合学習」への取り組みや地域教育機関との連携も視野に入れることで交流を通じた、ユーザサイドに立った情報提供が可能になると思われる。

来館者同士、解説者など

科学技術への親しみ（人や動物、機械などを通じて）

展示物（実物）を見た感動の共有

技術者・研究者との交流

技術者・研究者への夢、あこがれ

#### 1. 3. 1. 4 学習意欲支援（見学動機付け）機能

来館者に学習意欲や見学の動機付けを与える。トピック的な情報（映像または音声によるワークショップの紹介、ワークシートの案内など）やミュージアムショップ等で販売されている工作キット類の案内を提供することで来館者に学習意欲や見学の動機付けを与える機能である。

ハンズオンの操作など良く分からない展示物に対しては、ちょっと触っただけで通り過ぎてしまう来館者も多く、ハンズオンの操作説明を行なうことで、その展示物に対して興味がわいたりすることがあり、これも動機付けの一部となる。

### 1. 3. 2 施設側支援

#### 1. 3. 2. 1 展示物評価支援

システムを利用した来館者の行動履歴を取ることで、来館者の動線や展示物での滞留時間を測定することができ、科学館のレイアウトや展示物の評価に活用する機能である。

蓄積されたデータを基に行動解析をデータマイニング手法を使って行なえば、来館者の嗜好による展示物間の相関関係が発見できたりするかもしれない。

また、自分の行動履歴を来館者が自由に見ることができれば、例えば帰宅後にインターネット経由で自分の行動を再確認することで学習を強化することも可能となり、開館時間内に見ることが出来なかったコンテンツ等を見たり、来館者が科学館側に質問やリクエストを出したりすることで館側と来館者側のコミュニケーションが図れると共にニーズの把握も容易になる。

#### 1. 3. 2. 2 来館者ニーズの把握支援

来館者対応のためのFAQの構築支援やノウハウの共有化を支援する機能。

来館者個々の氏名や年齢、連絡先といった個人情報と、来館時に訪れた展示品や回数、滞留時間といったものや、興味や関心・解説支援レベル等をデータベースに蓄積し、閲覧支援の際のデータとして活用する機能である。

また、システム利用時に来館者の質問や感想などを音声等で記録することで、ニーズの把握をすることがより容易に行なえる事となる。

## 2. iPhone を使った科学館学習支援システム実験報告

蔵田武志<sup>12</sup>、七田洸一<sup>12</sup>、西岡貞一<sup>2</sup>、興梠正克<sup>1</sup>、石川智也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所 サービス工学研究センター

<sup>2</sup>筑波大学

### 2. 1 はじめに

筆者らは、平成18年度に科学技術館ナビゲーションシステム実験[文献 ICCAS] [文献 VR 学会論文誌 1]、平成19年度にモバイル科学技術館学習支援システム実験[文献 VR 学会論文誌 2]を実施した。さらに、平成20年度には、今年度の基盤となる iPhone を使った科学館学習支援システム実験を実施した[文献 VR 学会大会]。最初の2年間の実験は、現在においてもなお、屋内三次元ナビゲーションシステム実験としては従来にはない規模のものであり、実施したこと自体に大きな意味があった(国際会議 ICCAS2007[文献 ICCAS]では、Outstanding Paper Award を受賞)。また、昨年度の iPhone を用いた実験は、今年になって、セカイカメラの登場等もあり、さまざまな場所で iPhone を利用したガイドシステムのデモや展示等が盛んになってきているが、当時としては珍しく、また、現在でもなお、本実験のように広域の屋内空間において詳細な屋内位置・方位計測を用いて、推薦ルートや位置、向きに応じたコンテンツ提示を実現している事例はない。

図[システム変遷]は、今年度を含む4年間のシステムに関する変遷概略、同じく図[コンテンツ変遷]は、4年間のコンテンツに関する変遷概略を示したものである。過去3年間の各実験の特徴は下記の通りであった。

- 1年目：実験インフラや基本システムを構築し、ハンドヘルドディスプレイとHMD（ヘッドマウントディスプレイ）とを比較
- 2年目：3次元地図の仮想視点制御と誘導コンテンツの効果を検証
- 3年目：モバイル端末をハンドヘルド PC から iPhone に変更して使用感を調査すると共に、説明員が誘導コンテンツを iPhone で直接作成（ただし予め作成）

4年目の今年度は図[コンテンツ変遷]にも記載しているものも含めて下記の4点を特徴として実験に取り組んだ。

- (1) 実用化を想定した実験を実施する。
- (2) コンテンツやルート選択にインタラクティブ性を持たせられるようにする。
- (3) コンテンツ作成ツールをガイドシステムと統合し、ガイドサービスを受けながら、

コンテンツを作成して配置することができるようにする。

- (4) 実際に通ったルートと、iPhone で見たコンテンツ、自分で作ったコンテンツをまとめて印刷し、記念品として持ち帰ることができるようにする。

今年度はさらに、iPhone を用いたガイドシステムの地図表示の3D化にも取り組んだ。平成18、19年度は、ハンドヘルドPCを用いて3D地図の表示を実現していた。昨年度は、処理性能の制限や実装ノウハウの不十分さなどから、一般的な2Dの地図を採用した。屋内はいわゆる「ランドマーク」が屋外ほど明確ではなく、床や壁などのテクスチャを直感的に提示できる3D地図が有効であることが知見として得られている。今年度はiPhoneの性能向上や我々の実装ノウハウの蓄積もあり、再び地図の3D化を試みた。

本報告では、まず2節で、昨年度の実験概略について、今年度との比較や結果の考察を含めて述べ、3節では今年度のガイドシステムについて概説する。4節では、コンテンツ作成に関しての説明員への事前インタビューについて述べ、2010年2月22日から3月7日にかけての14日間に渡って実施したiPhoneを使った科学館学習支援システム実験[URL 科技館 Web 告知] (付録4 [実験紹介])については5節で報告する。6節でiPhoneの3D化について述べ、最後に7節で本報告をまとめる。



図[システム変遷] 4年間のシステムに関する変遷概略



図[コンテンツ変遷] 4年間のコンテンツに関する変遷概略

## 2. 2 昨年度の実験概略と今年度との比較

### 2. 2. 1 実験目的

一昨年度までの実験では、被験者からハンドヘルド端末が大きい・重いという指摘が多くなされていた。その一方で、文字などが小さくて読みづらいという指摘も同時にあった。実運用に向けて、ハンドヘルド端末の小型軽量化とそこに提示される情報の見やすさの両立は早急に実現すべき課題であり、昨年度の実験システム開発の主題の一つであった。そこで、その操作性から注目を集めている iPhone を端末として用いるシステムを開発し、科学館学習支援システムにおける端末として利用した場合におけるユーザビリティの調査を本実験の目的の一つとして設定した。

また、一昨年度の実験で効果が確認された体験誘導コンテンツについては、実運用時においても効果的なコンテンツとなると期待されるがその作成コストが比較的大きかった。そこで、説明員が素早く体験誘導コンテンツを作成してシステムへ反映できる仕組みの実現を目指し、従来から利用されている紙のワークシートの電子版を iPhone 上で作成し、その効果を検証することも本実験のもう一つの目的として設定した。

### 2. 2. 2 実験システム構成

昨年度の実験の被験者は、図[利用者端末]に示すセンサモジュールとバッテリーを、ベルトなどを用いて腰部に装着し、ハンドヘルド端末 (iPhone) を把持するか首にかけた状態で実験に参加した。今年度も基本的には同じ構成であった。

iPhone は本体の重さ 133g、大きさが 115.5mm × 62.1mm × 12.3mm で、その画面サイズは対角 3.5inch、画面解像度は 480 × 320 となっている。通信には Wi-Fi ネットワークと 3G 電話回線網を利用することができる。

一方、測位に用いるセンサモジュールは本体の重さ約 90g、大きさが 81mm x 40mm x 20mm (アンテナ突起部除く)で、3軸の加速度センサ、3軸の角速度センサ、3軸の磁気センサ、気圧センサ、アクティブ RFID タグリーダー、Wi-Fi モジュール、micro SD カードスロットを内蔵している。

通信インフラとしては初年度に構築した Wi-Fi 網と iPhone による 3G 電話回線網を利用した。計画段階ではすべて Wi-Fi 網による通信を予定していたが、現地での実験中に iPhone の Wi-Fi 通信機能では通信の切断・再接続にかかる時間が長いためアプリケーションの安定した動作が困難であることが判明した。そこで、実験の後半からは通信の切断に対する頑健化を施した測位系のセンサモジュールとサーバの通信には Wi-Fi 網を用い、コンテンツ管理系と情報端末との通信については切断の起こりにくい 3G 電話回線網を主に利用するよう変更した。なお、今年度は iPhone の Wi-Fi 通信機能が改善されたため、Wi-Fi のみを用いることとした (補足説明は付録 1 [PlaceEngine]を参照されたい)。

RFID による位置補正手法について、昨年度は、センサモジュール側に RFID リーダを持

たせ、環境側にアクティブ RFID タグ（図[アクティブ RFID タグ]参照）を配置する設定とした。これにより環境側により多くの補正ポイントを高い自由度で設置することが可能となり、位置補正の安定化を図ることができた。今年度は、図[アクティブ RFID タグ]右に示すように、電池を大型化し長期間の展示にも対応可能とした(今年度のタグの設置箇所については付録3 [RFID]を参照されたい)。



図[利用者端末] iPhone とセンサモジュール



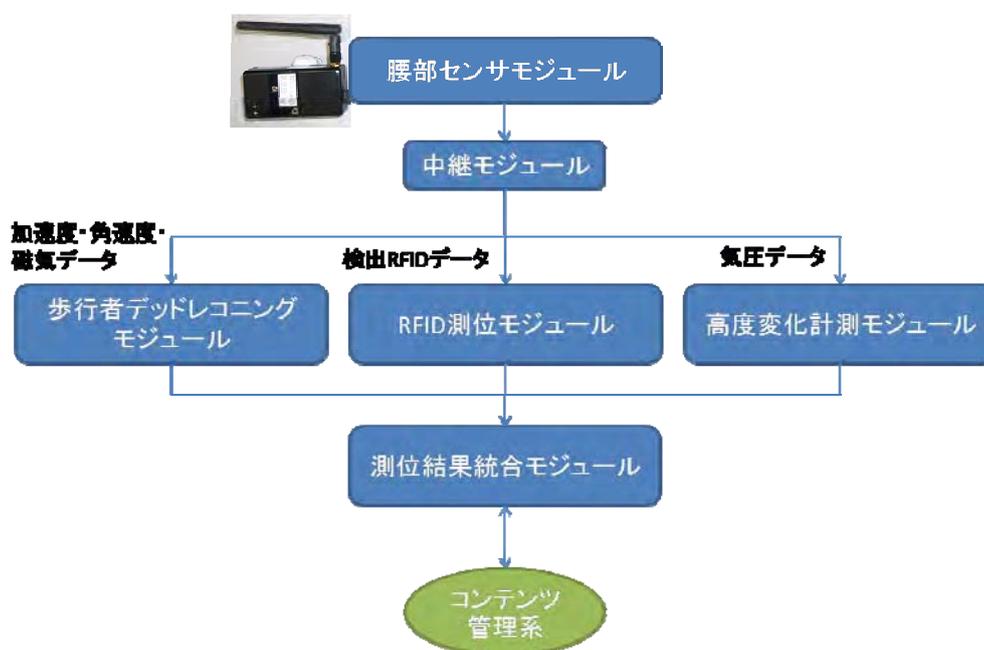
図[アクティブ RFID タグ] 環境側に配置されたアクティブ RFID タグ  
(左：昨年度、右：今年度)

昨年度の科学館学習支援システムのソフトウェアは、測位系（図[測位系]）、コンテンツ管理系（図[コンテンツ管理系]）、およびハンドヘルド端末制御系の各サブシステムにより構成した。

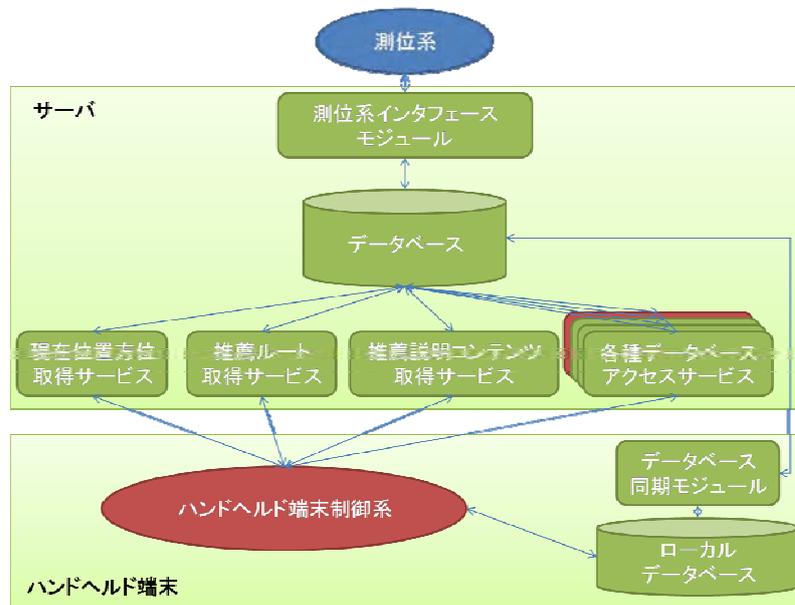
測位系としては、PDR(歩行者デッドレコニング)をベースに、アクティブ RFID による位置補正を組み合わせた統合的測位手法を採用した。PDR は、筆者らが開発した腰部センサモジュールに内蔵された加速度・ジャイロ・磁気センサ（各3軸）の出力に基づく歩行動作解析[文献 ISMAR2003]によって、基準位置からの相対移動ベクトルとその確からしさを推定した。今年度は、統合的測位手法として、気圧を用いた高度推定やマップマッチングを含むパーティクルフィルタに基づくセンサデータフュージョン技術[文献 SoCPaR2009]を導入し、その精度を向上させた。

コンテンツ管理系は一昨年度までと同様に、データベース (PostgreSQL) と php スクリプトによる Web サービス群から構成され、サーバ上で実行された。測位系と通信することで各被験者の最新の位置と方位を 2Hz で取得して DB に履歴を記録すると同時に、ハンドヘルド端末制御系からのリクエストに応じて、状況に基づいて提示すべきコンテンツ情報を提供する。今年度も、これについては基本的に同じ枠組みを採用した。

ハンドヘルド端末制御系はコンテンツ管理系と同様のデータベース、Web サービス群に加えて iPhone 用アプリケーションから構成された。ユーザ情報を管理するとともに、ユーザからの入力やタイマーなどのイベント処理、コンテンツ管理系へのリクエストと応答結果として提供される地図・推薦ルート・体験誘導コンテンツなどの可視化を担当した。今年度は、この部分についても同様の枠組みとしたが、特に推薦ルートとコンテンツのインタラクション機能については大きな変更となった。これについては3節で詳しく述べる。



図[測位系] 測位系概略図



図[コンテンツ管理系]

地図・推薦ルート・体験誘導コンテンツを管理するコンテンツ管理系の概略図

### 2. 2. 3 コンテンツ

科学技術館の各階の地図は、一昨年度までに利用した三次元地図を視野角 120 度で真上から透視投影した二次元画像を用いた。コンテンツについては4節で述べるように、一昨年度までに作成した静止画コンテンツの画像・テキスト部分を再利用するとともに、説明員が作成していた既存のワークシートの電子コンテンツ化(図[電子化ワークシート]参照)、iPhone 用アプリケーションソフトウェア ZeptoPad を用いて説明員や実験スタッフが作成したコンテンツ (図[ZeptoPad コンテンツ]) を使用した。

### 2. 2. 4 インタフェースデザイン

携帯情報端末をハンドヘルド PC から iPhone に変更したことで、iPhone の最大の特徴ともいえるマルチタッチスクリーンによるインタラクションを利用することができた。コンテンツのポップアップや現在位置の自動追跡、地図の自動回転、目的地の選択や現在位置の補正など基本設計は踏襲した。しかしながら、その計算能力から、一昨年度までに用いた 3D グラフィカルユーザインタフェースをそのまま再現することは困難であると判断し、擬似 3D 表現を用いた 2D GUI を用いた。この点については、今年度改良が実現できた。詳しくは6節で述べる。

地図表示制御方法は昨年度の主観評価で自動追跡+自動回転が主に好まれながらも、目的地を確認する場合などにおいては鳥瞰+方向固定も同様に好まれるとの結果が得られていた点、表現を擬似三次元表示に変更した点を考慮して、昨年度の実験においてはユーザ

が地図制御方法を自由に選べるように設計し、実際にどのモードがよく使用されるのかを調査することとした。用意した地図制御方法はまず大きく手動モードと自動モードに分けられ、自動モードはさらに4種の地図制御方法を選ぶことができた。



図[電子化ワークシート] 電子化されたワークシートによる体験誘導の例

ネコにさわれる?



あれ? どこかで見た形だよ

これはなんだろう?



図[ZepetoPad コンテンツ] 説明員が作成した体験誘導コンテンツの例

手動モードでは iPhone のマルチタッチによるインタラクションで地図のスクロール、縮尺、回転を手動操作できるようにインターフェースを設計し、ユーザには地図を自由に見てもらうためのモードであるということから「地図モード」という名称で説明した。地図モード時においては iPhone の写真閲覧ソフトウェアなどでよくおこなわれる操作に準じて、指によるドラッグ操作で表示範囲を自由にスクロールし、二本指によるピンチ操作によって拡大・縮小を可能とした。地図の回転については画面下部に回転のためのスライダを配置しこれを指でドラッグすることにより地図の回転量を指定することとした (図[手動回転 GUI]参照)。

自動モードは、基本的には一昨年度までのシステムと同様に、測位系の出力に基づいて地図を自動で制御するモードであった。地図の表示範囲は現在位置の周辺が自動で追跡される。地図の回転制御方法については、進行方向が画面の上方向と一致するように自動で地図を回転するモードと、画面の上方向は常に北を示していて進行方向を現在地アイコンの矢印の向きでのみ提示するモードの二種類を用意した (図[自動回転]参照)。また、地図

の縮尺制御については、測位系出力の「不確かさ」に基づく縮尺の自動制御をおこなう自動縮尺モード（図[自動縮尺]参照）と、手動モードで決定した縮尺を維持する固定縮尺モードを用意した。自動縮尺モードにおいて測位系の不確かさが小さい場合は、縮尺を大きく表示し、逆に不確かさが大きい場合には、縮尺の小さな地図を表示した。これにより、測位誤差の影響により現在位置の表示がずれていても、画面内に本来の現在位置が含まれる状況が増えるとともに、システムの“自信の度合い”を暗に表現しユーザに伝えることができると考えられる。

これらの自動回転と自動縮尺の組み合わせによる4通りは、被験者がメニューから自由に切り替えることができるようになっている（図[マップ表示変更メニュー]参照）。

また、地図上に配置された仮想コンテンツについても、状況に応じた自動でのポップアップに加えて、昨年度は地図上のアイコンを直接タップする手動選択により内容を確認できるようにした。

今年度も、基本的に上記のインタフェースデザインを踏襲したが、上述したように3D化について取り組んだことと、コンテンツの自動ポップアップをやめたことが大きな違いであった。後者については補足する。今年度はコンテンツ作成機能を解放することにより、コンテンツ数が日々増加することが容易に想像できた。コンテンツの自動ポップアップ機能があると、それによるわずらわしさが生じてしまうことが懸念されたため削除した。

今後、3D化とコンテンツ表示機能が統合され、3D地図の中に自然に周辺のコンテンツ（のサムネイル等）が提示できるようになれば、この問題は軽減する。これはARインタフェースでの同様のことが言える。ただし、どちらにしても、情報爆発が起きないような工夫は必要であり、そのような配慮をした後で、再度自動ポップアップ機能を有効にすることになると考えられる。

## 2. 2. 5 モード遷移

ナビスタート後のモード遷移を図[モード遷移]に示す。測位結果に基づいた地図・コンテンツ提示・推薦ルート提示の自動制御をおこなうナビモード、タッチスクリーンを用いた対話操作で見たい場所の地図を操作して自由に閲覧できる地図モード、画面内のコンテンツアイコンをタップすることで内容を確認するコンテンツモードの3つの主要モードをユーザの操作により遷移する。

### 2. 2. 5. 1 地図提示（ナビモード）

ナビスタート直後はナビモードへ遷移する。このモードでは現在位置と前述の地図制御方法の設定に基づき、自動で地図情報が更新される。地図初期の地図表示は自動縮尺・自動回転に設定される。また、各被験者が自由に選択した3つの展示室を巡るための最短ルートが提示され、ルートを外れた場合には自動でルート表示が自動で更新される。メイン画面中の「メニュー」ボタンタップによりメインメニューを表示する（図[マップ表示変更

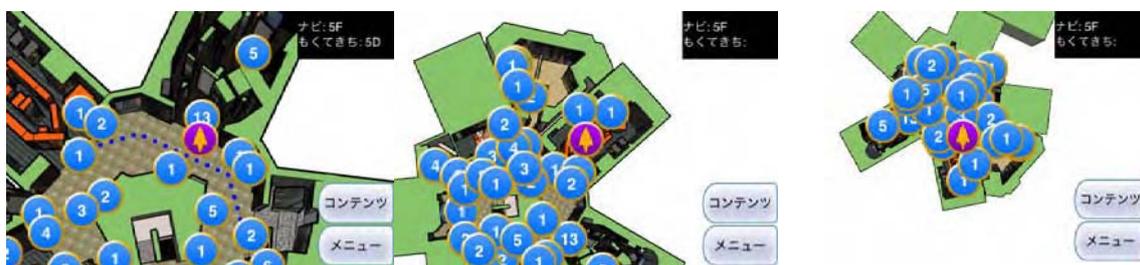
メニュー]参照)。また、「コンテンツ」ボタンタップによりコンテンツモードへ、表示中の地図エリアをタップすることで地図モードへそれぞれ遷移する。



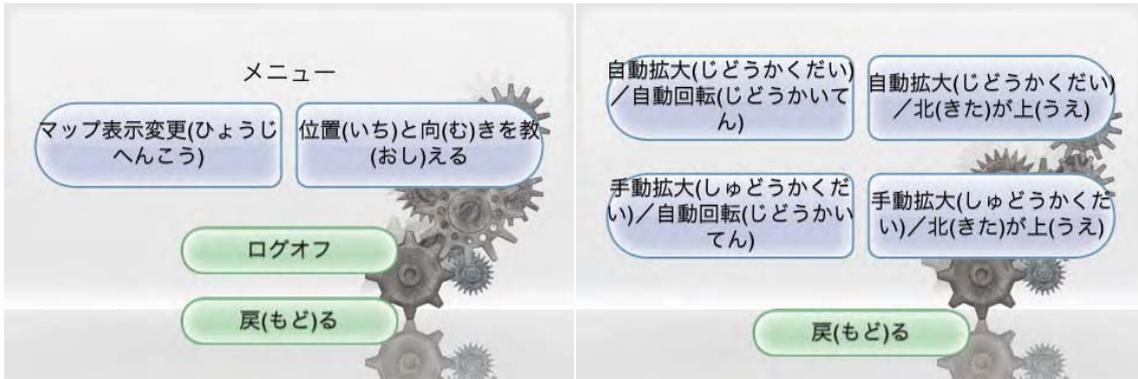
図【手動回転 GUI】 画面下部のスライダを操作することで地図の回転を制御する。



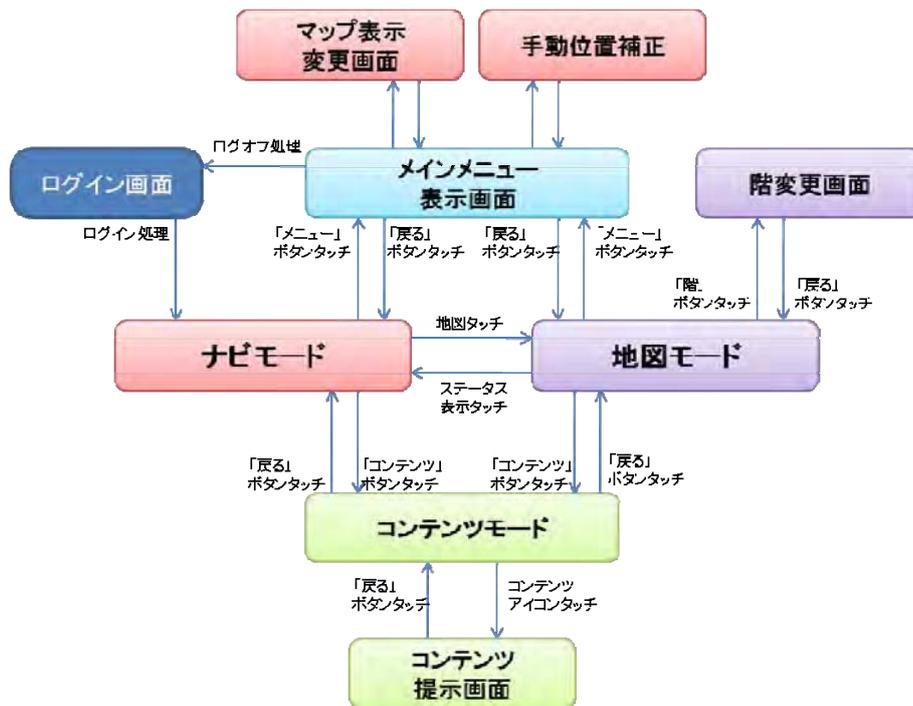
図【自動回転】 (左)自動回転モード。進行方向が画面の上方向と一致する。(右)方位固定モード。画面の上方向が常に北を示す。



図【自動縮尺】 測位系の不確かさに基づき縮尺が変化の様子



図【マップ表示変更メニュー】 ナビモード中、画面右下の「メニュー」ボタンタップにより図左の「メニュー」画面へ遷移。「マップ表示変更」ボタンタップにより図右の選択画面へ遷移。モード遷移の詳細については後述。



図【モード遷移】 ナビモード、地図モード、コンテンツモードの3モードの遷移を基本とする。

## 2. 2. 5. 2 地図提示 (地図モード)

地図モードでは前述のように、ユーザがマルチタッチのインターフェースを用いて自由に地図を閲覧することができる。ただし、地図モード中は現在位置方位および推薦ルートの再計算は行われず、地図モード遷移前の状態を維持したまま地図を閲覧する。「メニュー」

ボタンタップによりメインメニューを表示し、「コンテンツ」ボタンタップによりコンテンツモードへ遷移する。「階」ボタンをタップすることで地図を表示する階を切り替えることができるメニューを表示する（図【階選択画面】参照）。右上の「地図モード」と目的地を表示しているエリアをタップすることで、ナビモードへ遷移する。



図【階選択画面】 表示したい階を選択後、「戻る」ボタンタップにより地図モードへ戻る。



図【コンテンツ提示画面】 グループアイコンのタップ直後は図左のように一覧からの選択画面になる。右側のリストをタップすることでサムネイル画像を見ることができ、「見る」ボタンでそのコンテンツを図右のように閲覧するモードになる。このモードでは画像の拡大縮小、平行移動が可能である。

### 2. 2. 5. 3 コンテンツ提示（コンテンツモード）

コンテンツ提示モードでは地図上のコンテンツグループアイコンをタップすることで、そのアイコンに関連付けられているコンテンツの一覧を見ることができた（図【コンテンツ提示画面】参照）。コンテンツグループアイコンには関連付けられているコンテンツ数が書かれている。一覧からみたいコンテンツを選択することでそのコンテンツが画面に表示され、地図と同様の操作で平行移動と拡大縮小を行うことができる。

## 2. 2. 6 実験結果

平日 1 日間、休日 3 日間の計 4 日間実施した。30 分おきに実験開始時刻を設定し、午前 3 組、午後 5 組が試行できる体制とした。被験者の安全考慮、行動履歴記録及びシステムの調整のため 1 組の被験者につき 1 人の付き添いを割り当てた（今年度は、仮運用という位置づけのため、このような付き添いは割り当てなかった）。

各被験者は 4 階に設置された受付で実験を開始し、自由に選択した 3 つの展示室を巡った後、再び受付に戻ってくる。実験時間は 1 時間程度を想定したが、特に強制はしなかった。また、実験開始時に地図モードとナビモードの切り替えや、ナビモードにおける各地図制御パターンについて、後で評価してもらうことを伝えたくて自由に切り替えてもらうように指示した。そして、実験終了後に被験者はアンケートとインタビューに回答した。

各付き添いは、ビデオカメラを持ちながら被験者の後方から映像音声ログを記録した。また、階段の上り下りやエスカレータの乗降の際の安全確保やシステムトラブル対処なども付き添いの主な役割であった。

実験の途中でシステムの改善が何度かあったため、これから述べる結果は実験 3 日目、4 日目のものである。その間の被験者数は 16 名である。

アンケート結果にはすべて t 検定を用い有意差があるかどうかを統計的に分析した。

ハンドヘルド端末としての iPhone の重さ・大きさ・画面サイズに関する下記の質問

- ・ **体験中に iPhone が重いと感じましたか。**
- ・ **iPhone の本体の大きさをどう感じましたか。**
- ・ **iPhone の画面サイズの大きさをどう感じましたか。**
- ・ **実際の展示を体験中に iPhone が邪魔になりましたか。**

の回答としては、いずれの評価結果の平均評価値はほぼ 4.0 で、適切な重さ・大きさであると評価をされた。しかし、展示を体験中に邪魔になったかという質問に対しては、どちらともいえないという結果となった。

地図のユーザの現在位置表示に関しての下記の質問

- ・ **自分の位置と地図上の位置がずれていると感じることがありましたか。**
- ・ **不自然な位置に現在地が表示されることがありましたか。（壁にめり込んだり、空中を歩いたりなど）**
- ・ **現在位置が飛んだと感じることがどれ程ありましたか。**
- ・ **現在地がとんだ時、自分の位置がわからなくなることがありましたか。**

に対してあまりよい回答は得られなかった。インタビューから、その主な原因は表示遅延と、断続的に起きたネットワーク切断による表示の更新の中断であることが分かった。またこれは、現在地表示が飛んだといった不連続な移動の原因にもなっていた。このような動きをした場合、ユーザは自分の現在位置がわからなくなってしまうことがよくあるとい

う回答が得られた。

一昨年の実験では実環境と端末の画面では、端末のほうをよく見ていたとの評価が得られていた。しかし、これが展示体験中の結果であれば実展示の体験のきっかけを奪っているのではないかという問題があった。そのため、昨年度の実験では移動中と体験中に分けて下記の質問をした（今年度の同様に、状況ごとに質問をしている）。

- ・ **端末の画面と実環境のどちらをよく見ましたか。（フロア内での移動中、階段、エスカレータ、展示体験中の各場所について回答）**

その結果、階段では比較的実環境を見ており、それ以外では実環境と画面のどちらにも均等に注意を払っているという結果となった。

コンテンツが展示を体験する手助けとなったか、またはその体験の仕方がわかったか等に関する下記の質問

- ・ **コンテンツは体験の助けになりましたか。**
- ・ **自動で表示されたコンテンツと地図上にあるアイコンを選択して表示したコンテンツのどちらを多く見ましたか。**
- ・ **同じコンテンツを見直すことがどの程度ありましたか。**
- ・ **コンテンツを見ることで実際の展示の体験の仕方がどれだけわかりましたか。**
- ・ **興味がなかった実展示に関して、コンテンツを見ることで体験しようと試したことがありましたか。**
- ・ **コンテンツを見て、実際に展示を見に行ったものがありますか。**

に対してはどちらともいえないという回答が得られた。また、コンテンツを見直すということはなかったと回答された。しかし、60%以上の被験者がコンテンツを見ることで興味のなかった実展示を体験しようと試みたと回答し、70%近くの被験者がコンテンツを見て実際に展示を見に行くと回答した。これは、被験者の履歴データとビデオログ、インタビューからも確認された。

- ・ **地図の拡大縮小は容易に行えましたか。**
- ・ **地図の表示位置の移動を容易に行えましたか。**
- ・ **地図の回転移動を容易に行えましたか。**

上記の地図の拡大縮小と表示位置の移動に関する質問からは容易に行えたという結果を得られた。しかし、地図の回転移動を容易に行えたかという質問にはよい結果を得られなかった。これは地図の回転移動がマルチタッチのインタフェースを活かした直観的な操作ではなく、また端末の処理速度により反応が遅かったためだと考えられる。

- ・ **各地図表示モードの地図表示はわかりやすかったですか。**
- ・ **各地図モードは使いやすかったですか。**
- ・ **よく使った地図表示モードはどれでしたか。**

使いやすさに関する上記の質問に対しては、ネットワーク接続の不安定さにより表示に

遅延等があったため、良い回答は得られなかった。しかし、地図のわかりやすさについては自動拡大・自動回転モードが昨年の実験と同様に良い評価を得ることができ、被験者が一番使った表示モードは自動拡大・自動回転モードであった。

### 2. 2. 7 考察

各被験者あたりの試行時間は平均で一時間程度となり、おおむね肯定的にシステムを体験していただいたものと思われる。また、今回の実験においては特に実験前半において予定されていた機能のいくつかが使用できなかった、ネットワークの接続状況が極端に悪かったなどの事情があるため、実験の前半と後半に体験した被験者で比較を行うことで、実験後半に改善・追加された効果を確認することができると考えられる。

ハンドヘルド端末を iPhone にすることで、重さ・大きさに関する不満がほぼ解消された点は、実運用に向けての大きな前進であると考えられる。また、今回のアンケート調査で低い評価を受けた項目の多くが、iPhone とサーバの接続状況の不安定さ、ハンドヘルド端末制御処理系の処理速度の遅さに起因するものであった。これらの改善という最優先課題に加えて、コンテンツ提示のタイミング・頻度の条件の設定、測位系の不確かさに基づく地図の自動拡大縮小のパラメータ決定など、実運用に向けての技術的な課題を確認することができた点も本実験の大きな成果の一つであると考えられる。

地図やコンテンツ表示については、iPhone の画面がこれまで以上に小さくなったことも考慮に入れて、標準状態での表示サイズについて再検討する必要があるものの、ワークシートの電子化や Zepto Pad を用いた説明員による体験誘導コンテンツの効果を実際に被験者の行動として確認することができたことは、今回利用したタイプのコンテンツを準備することで実運用を開始できる可能性を示しており、大きな意義を持つ。

アンケート結果から iPhone の端末としての評価は、物理的な要因に関しては問題ないと考えられる。また、マルチタッチスクリーンによるインタラクションも問題ないと考えられる。しかし、今回の実験で低い評価を受けた項目の多くは iPhone とサーバの接続状況の不安定さ、ハンドヘルド端末制御処理系の処理速度の遅さに起因するといった問題があるので、これらを早急に改善する必要がある。これが、今年度の実用化を想定した実験を実施するという特徴を持たせたことに関連している。

電子ワークシートに関しては、体験方法がわからなかったという結果も含めて、体験誘導コンテンツが実展示の体験の仕方を説明するのではなく実展示に興味をもってもらい体験を促す意図した通りに、実展示体験への誘導や体験のきっかけを与えるという効果があると考えられる。ただし、現状作成できるものは写真と文字だけの静止画であった。このため、コンテンツの表現力は低く、伝えられる内容も制限されたものになってしまう。そのため、ユーザとインタラクションできるようなコンテンツを簡単に作成できるような環境を整備していく必要がある。この考察に基づいて、今年度は、インタラクション性を持

たせたコンテンツを作成できるようにした。

縮尺を小さくすると地図がコンテンツのアイコンに埋もれて見られない状態になってしまった。コンテンツの量が増加してもそれらをうまくユーザに提示できなければ、活用されずにシステムの中に埋もれていってしまう。また、コンテンツの表示のタイミング・頻度に関しても昨年度の実験ではユーザが満足できる表示を行うことができなかった。また、測位系や通信の関係で現在地表示がとんでしまった時などにユーザが現在地を見失うなど、提示の手法はまだ適切でないと考えられる。そのために、ユーザにどのように情報を提示すれば実体験に対する学習効果が高まるのかを分析し、改善していく必要がある。この点については、今年度の実験では、体験しながらの積極的なルート選択、来館者参加型のコンテンツ作成、インタラクションを含むコンテンツ提示といった要素を導入したり、体験結果を印刷して持ち帰っていただいたりすることにより、本ガイドシステムによる学習効果を潜在的に高めることとした。

## 2. 3 実験システム概要

今年度の実験に用いるシステムには、1節で述べたように大きく4つの特徴があり、昨年度との相違を2節で具体的に述べることで、その位置づけを明らかにしてきた。本節では、2週間に渡って実施した実験に用いたガイドシステムと体験履歴印刷システムについて概説する。

### 2. 3. 1 iPhone を用いたガイドシステム

昨年度立ち上げることができた iPhone を端末とするガイドサービスのシステムに、今年度は1節でも述べた下記の3点の特徴を持った実験を実現できるような改良を行うこととした。

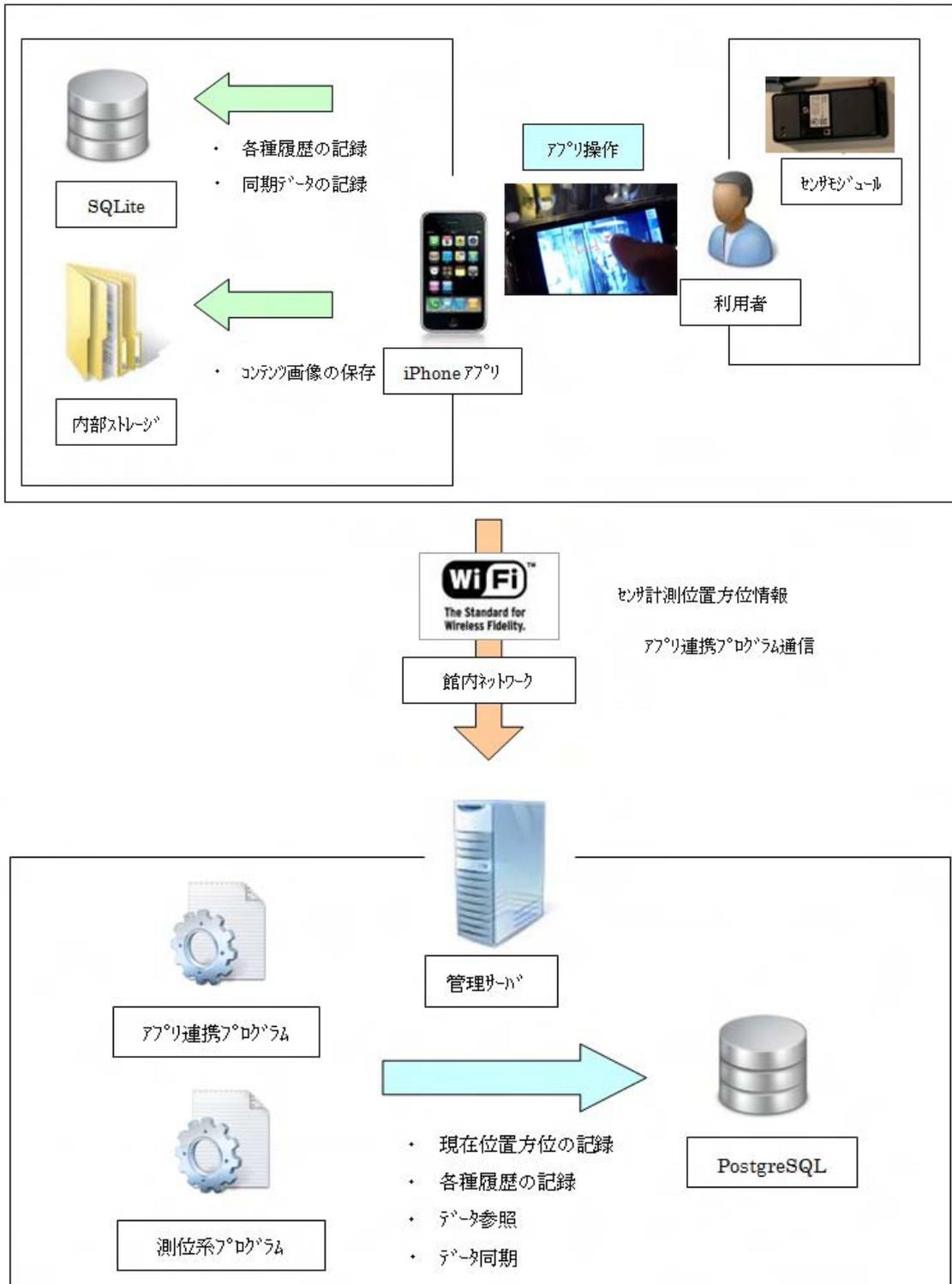
- (1) 実用化を想定した実験を実施する。
- (2) コンテンツやルート選択にインタラクティブ性を持たせられるようにする。
- (3) コンテンツ作成ツールをガイドシステムと統合し、ガイドサービスを受けながら、コンテンツを作成して配置することができるようにする。

今年度の iPhone とサーバを含むシステム構成を図[H 2 2 システム構成]に示す。このように基本的には昨年度の構成を踏襲しているが、コンテンツ作成をするために、iPhone 内部でのコンテンツの保存の方法や、Wi-Fi のみでの通信等に関して変更がなされている。

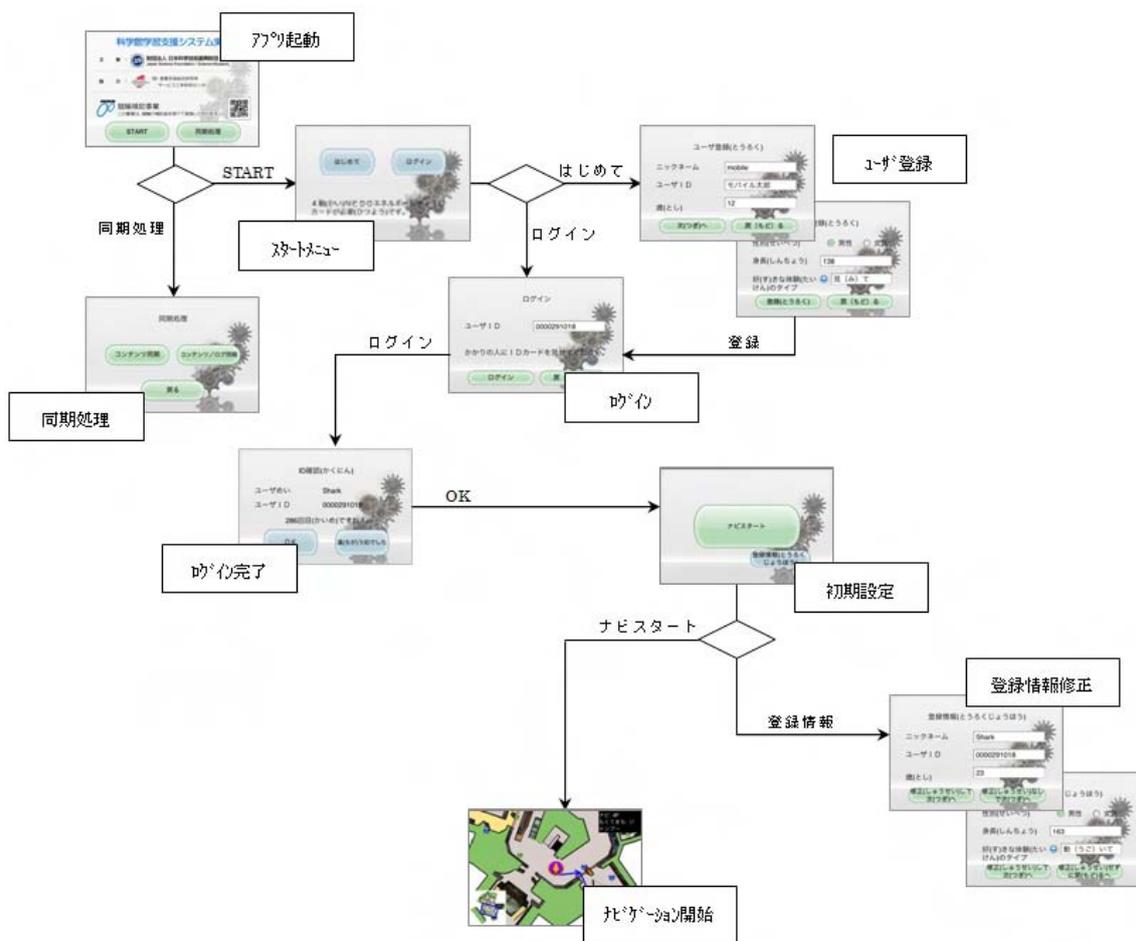
iPhone アプリの起動からナビゲーション実施を行うまでの画面遷移を、図[画面遷移：起動]に示す。iPhone アプリを起動すると、実験名およびスポンサー名を表示した起動画面が表示される。通常、“スタート”ボタンを押下してオペレーションを開始するが、必要に応じて iPhone 側 SQLite 登録情報とサーバ側 PostgreSQL 登録情報および館内フロア画像、コンテンツ画像の同期処理を行う。同期処理を実施する事によって管理サーバ側のコンテンツ関連データや最新のフロアマップを iPhone 側へ取込むことが可能となる。

ログイン時には、利用者の認証を行う。入力されたユーザ ID をサーバ側データベース内のユーザ情報と照合して認証判定を行う。正常に認証された場合、ユーザ名および通算ログイン回数が表示される。入力情報に誤りがあった場合、認証エラーのメッセージを出力し、利用者に、再度、正しいユーザ ID を入力してもらうようにしている。初期設定メニューでは、ユーザ ID の変更以外のユーザ情報の編集を行うことができる。

図[画面遷移：ナビ]は、ナビゲーション、地図操作、コンテンツ表示に関する画面遷移を示している。ナビゲーション開始直後の地図は自動モード“自動拡大／自動回転”で実行される。この“自動拡大／自動回転”は、これまでの調査でもっとも好まれることがわかっている自動制御パターンである。iPhone は一定間隔でサーバと通信を行い、現在位置情報を取得して自動で位置＋方向および推薦ルートの補正を行う。また、昨年度までと同様、4パターンの自動制御モードを切り替えて使うことができる。地図自動モード時に画



図[H 2 2 システム構成]今年度の iPhone とサーバを含むシステム構成図



図[画面遷移：起動] iPhone アプリの起動からナビゲーション実施を行うまでの画面遷移

面上の地図に触れることで、地図手動モードへ移行する。地図手動モードでは、利用者の操作により、移動、拡大／縮小、回転、階の変更などが行える。

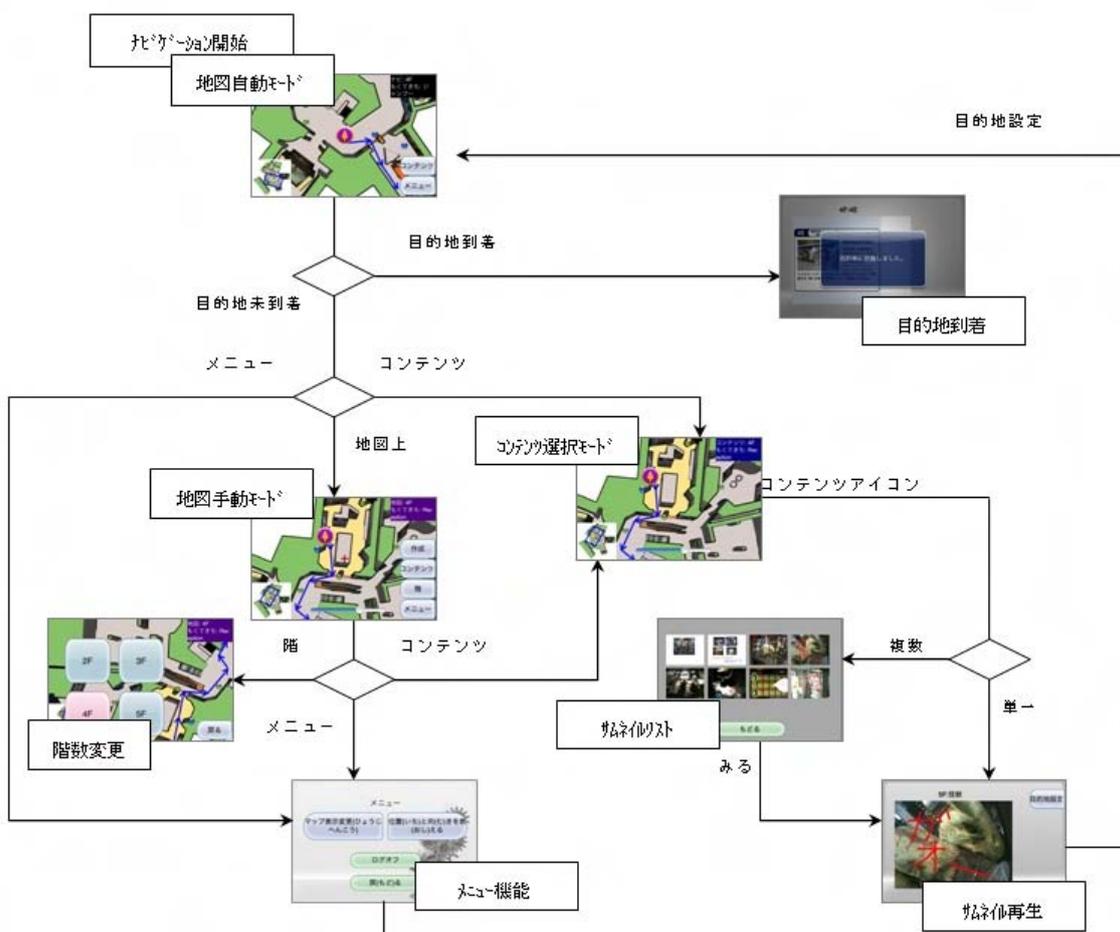
地図自動モード（画面右上のステータス領域に“ナビ”と表示）と地図手動モード（ステータス領域に“地図”と表示）の画面の例と操作方法については、図[画面：地図自動・手動]を参照されたい。地図手動モードでは、“階ボタン”を押下することにより、階数変更画面へ遷移することができる。利用者は、任意の階へ地図を移動させコンテンツ再生を行えるほか、任意場所を現在地として再設定することが可能である。現在の階は、ボタンが赤く反転して表現される。

地図自動モードおよび地図手動モードにて“コンテンツ”ボタンを押下することにより、コンテンツ選択モードへ移行する（図[画面：コンテンツ選択]）。コンテンツ選択モードでは、地図上の任意のコンテンツアイコンを押下することで、選択コンテンツのサムネイル再生が行われる。地図上のコンテンツアイコンの色は、そのアイコンに登録されているコンテンツを利用者が見たかどうかによって変化する（図[画面：コンテンツアイコンの色]）。これは、カードゲームやその電子版のゲームに含まれるような“収集する楽しさ”を本シ

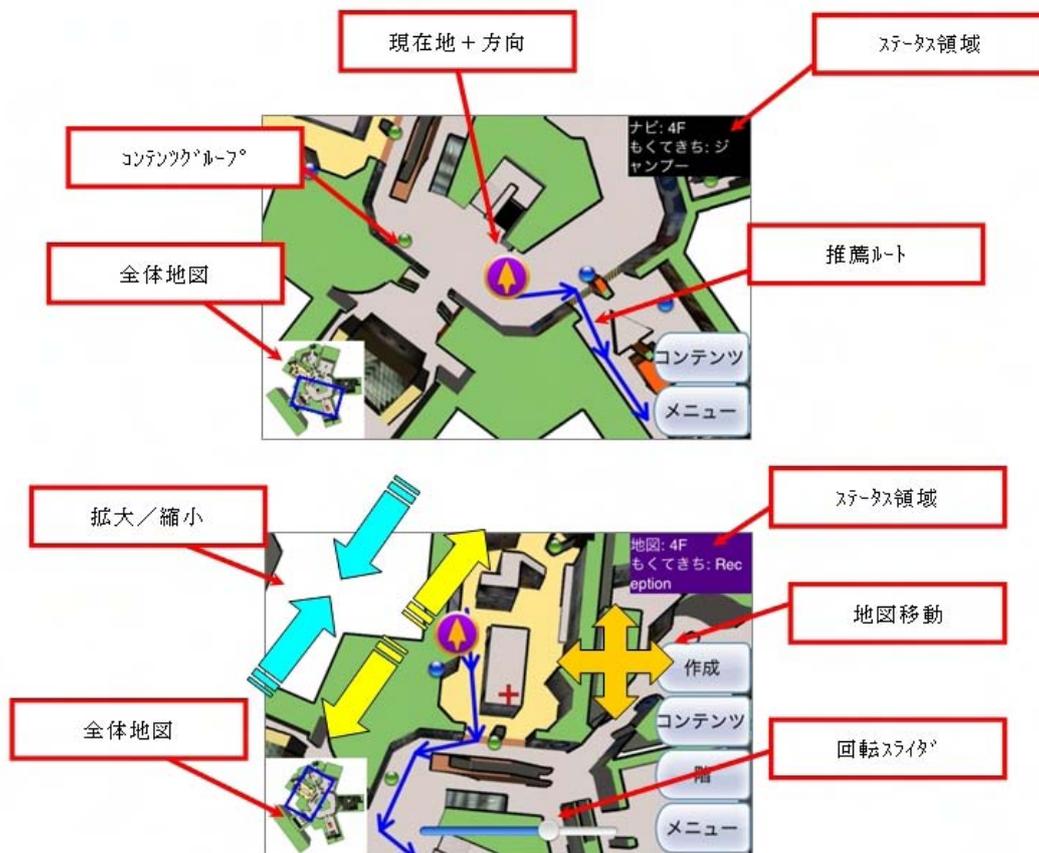
システムに持たせることができればという意図が含まれている。

再生されたサムネイル画面（図[画面：サムネイル再生と目的地選択]）を見て、そのコンテンツが置いてある場所に行ってみたくて利用者が感じたら、“目的地設定” ボタンを押下することにより、その場所（該当コンテンツ）を次の目的地として選ぶことができる。

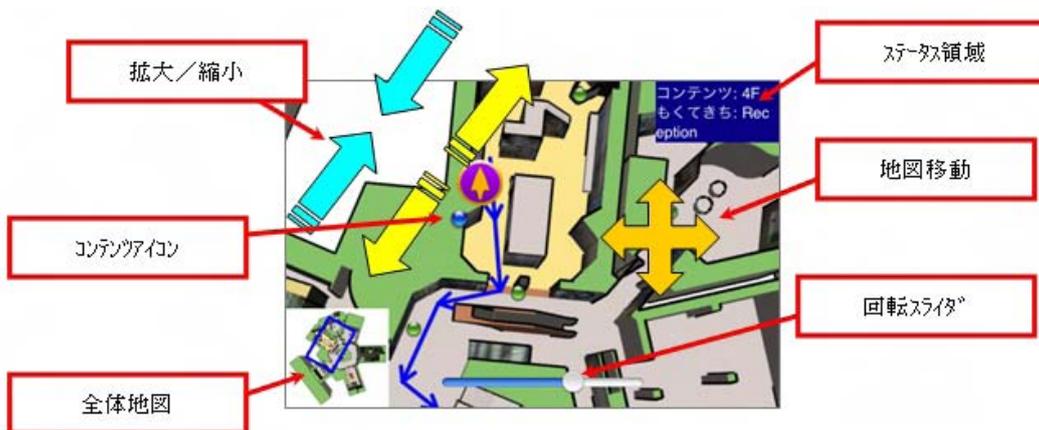
該当アイコンに複数のコンテンツが登録されている場合は、いきなりサムネイル再生は行われず、アイコンに登録されているコンテンツのリスト表示を行う。



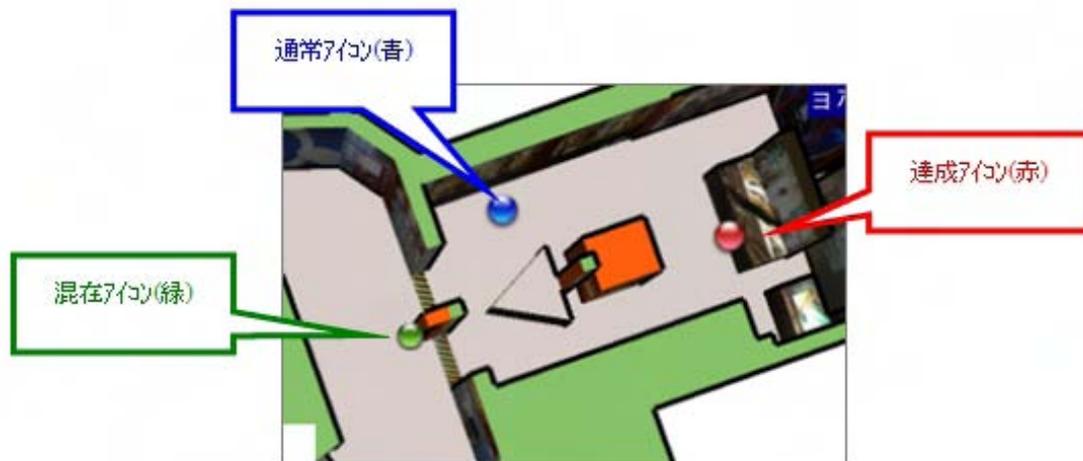
図[画面遷移：ナビ]ナビゲーション、地図操作、コンテンツ表示に関する画面遷移



図[画面：地図自動・手動]地図自動モード（画面右上のステータス領域に“ナビ”と表示）と地図手動モード（ステータス領域に“地図”と表示）の画面の例と操作方法



図[画面：コンテンツ選択]コンテンツ選択モード（画面右上のステータス領域に“コンテンツ”と表示。）



図[画面：コンテンツアイコンの色]アイコンに登録されているコンテンツを全く見ていない場合は青、一部見たことがある場合は緑、すべての登録コンテンツを見た場合は赤で表示される。



図[画面：サムネイル再生と目的地選択]コンテンツのサムネイル表示をし、興味を持ったところを目的地として設定する。

地図自動モードおよび地図手動モードにて“メニュー”ボタンを押下することにより、メニュー画面へ遷移する（図[画面遷移：メニュー]）。メニュー画面では、自動地図表示の制御パターン変更、現在地の初期化、ログオフを選択することができる。各機能について以下に述べる。

地図自動モードによるナビゲーションでは、利用者が表示の自動制御パターンを昨年度までと同様、下記の4パターンから選ぶことができる（図[画面：表示制御パターン]）。なお、開始時は、前述のように利用者の多くが頻繁に使う“自動拡大／自動回転”がデフォルトで選択されている。

### **自動拡大／自動回転**

測位の“不確かさ”によってアプリ側が自動的に地図の拡大／縮小を行い、地図の回転も測位系から得られる“方向”の値によって自動的に実行される。

**(自動拡大縮小：ON／自動回転：ON)**

### **手動拡大／自動回転**

地図の拡大／縮小は、地図手動モードによる利用者の操作にて実行されるものとして、アプリによる自動的な拡大／縮小は行わない。地図の回転については、測位系から得られる“方向”の値によって自動的に実行される。

**(自動拡大縮小：OFF／自動回転：ON)**

### **自動拡大／北が上**

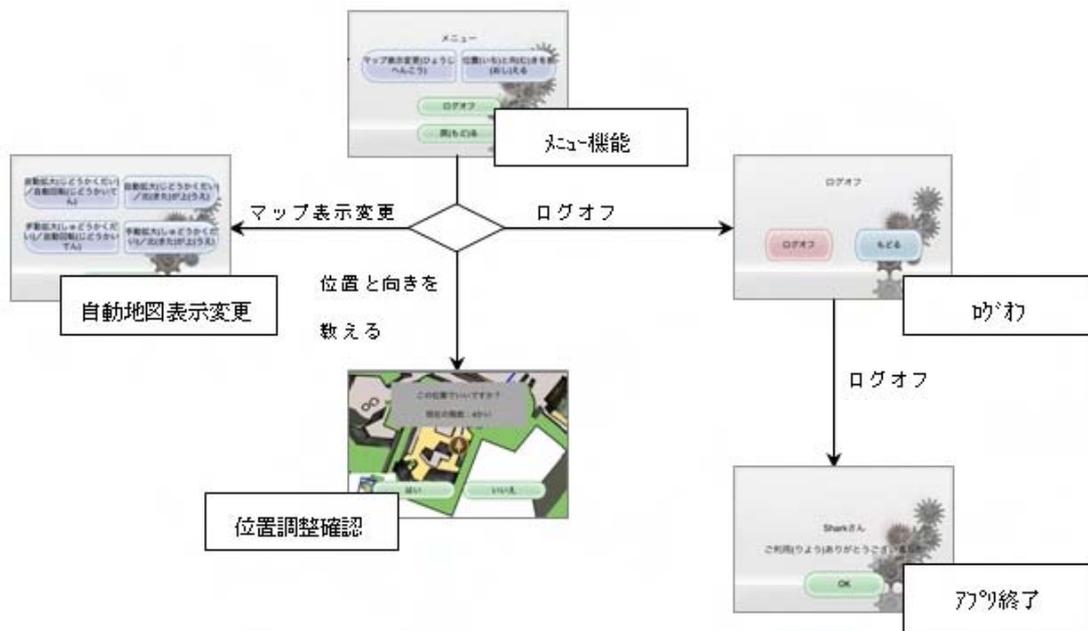
測位系から取得される“不確かさ”によってアプリ側が自動的に地図の拡大／縮小を行い、地図画像は常に“北”が画面の上方向にくるよう固定される。

**(自動拡大縮小：ON／自動回転：OFF)**

### **手動拡大／北が上**

地図の拡大／縮小は、地図手動モードによる利用者の操作にて実行されるものとして、アプリによる自動的な拡大／縮小は行わない。また、地図画像も常に“北”が画面の上方向にくるよう固定される。

**(自動拡大縮小：OFF／自動回転：OFF)**

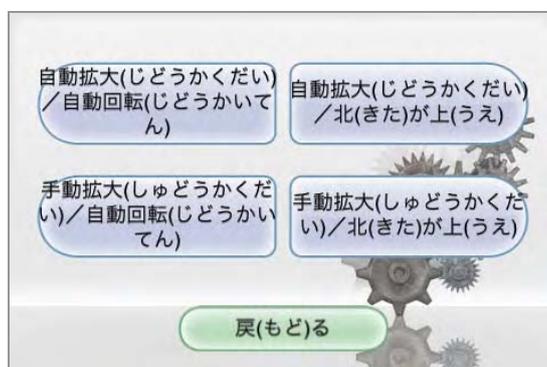


図[画面遷移：メニュー]メニュー操作とログオフに関する画面遷移

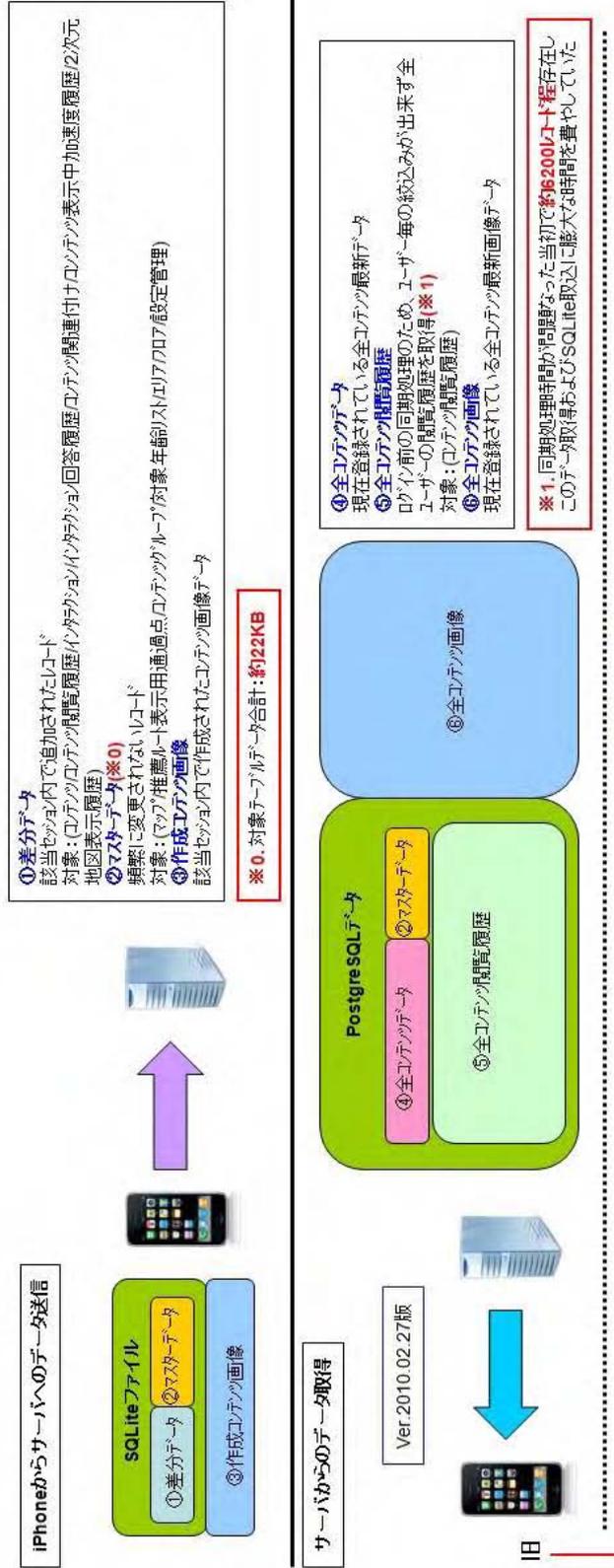
システムに不具合がある、PDR アルゴリズムが想定していない状況が発生するなどした場合、アプリが示す位置や向きと実際の状況とに大きなズレが生じる場合がある。そのような場合や初期位置を手動で設定した場合などこの大きなズレが発生した場合は、位置方位手動調整を行うことができる。

システムの仕様を終了する際は、ログオフ操作を行う。それにより、サーバ通信が開始され、データ（履歴含む）の同期処理が実行される。

データごとの同期の必要性やレスポンスを考慮して、より実用的な設計とするために、図[同期処理改良 1、2]に示すように、特にサーバから iPhone へのデータ取得については改良を行い、受付業務の軽減を実現した。

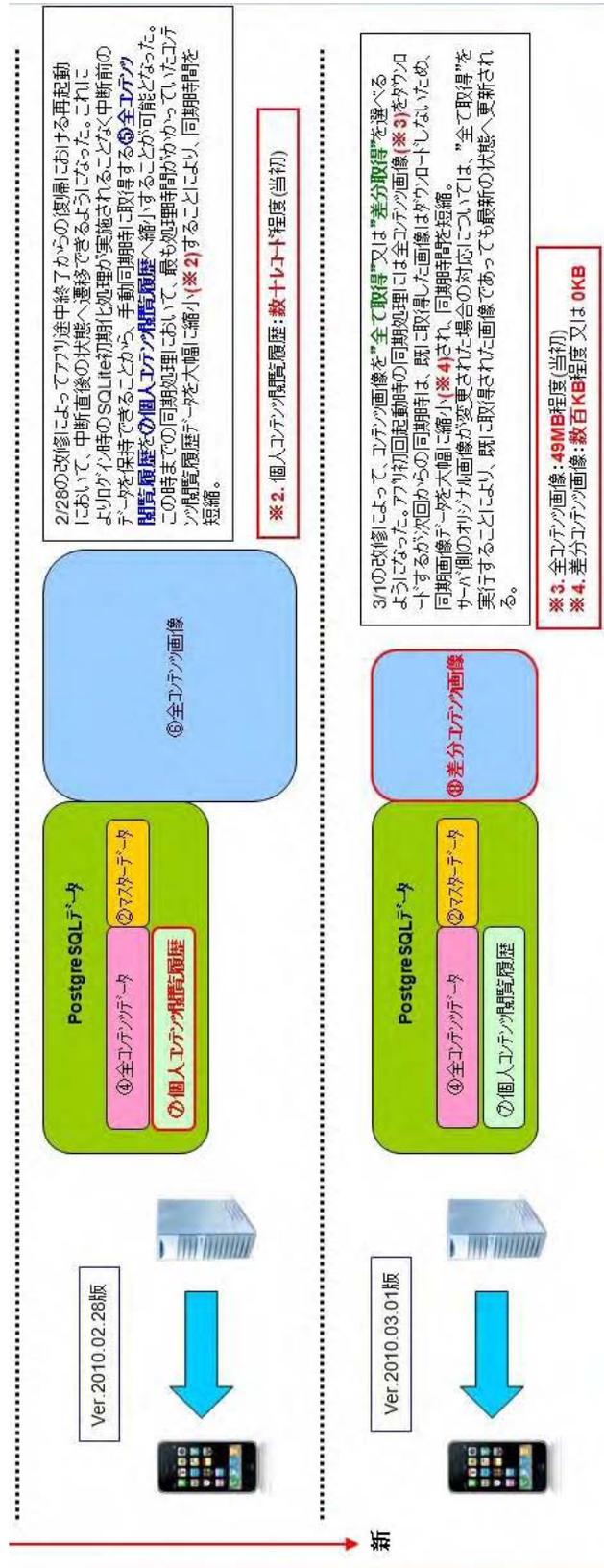


図[画面：表示制御パターン]メニュー操作とログオフに関する画面遷移



図[同期処理改良1]同期処理の内容とその改良について

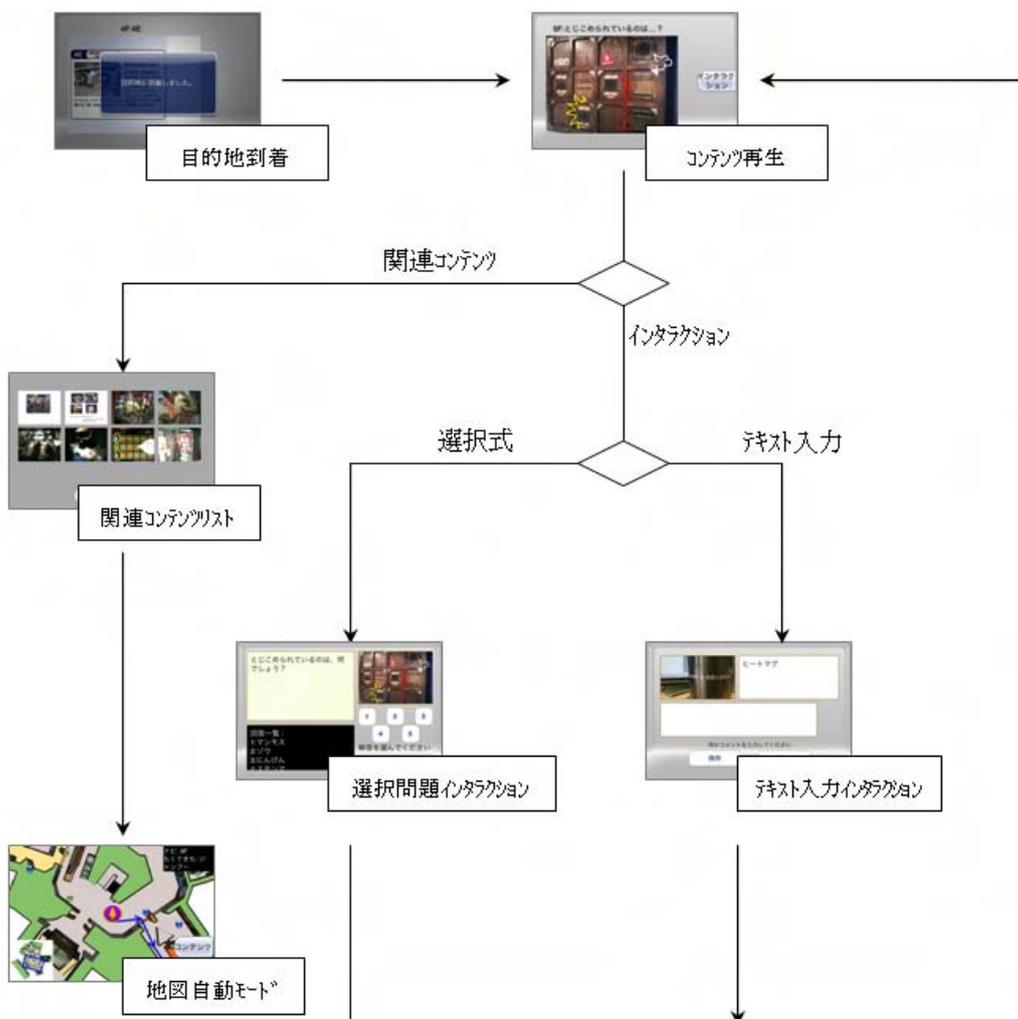
図[同期処理改良2]同期処理の内容とその改良について



ここからは、利用者が設定した目的地へ到着した時のシステムの挙動、コンテンツ再生、インタラクションの実行、および次の目的地設定までについて概説する（図[画面遷移：目的とコンテンツ]）。

利用者が設定した目的地付近に到着すると、到着を知らせるメッセージが表示され、自動的にコンテンツ再生が行われる（図[画面：コンテンツ再生]）。該当コンテンツにインタラクションが登録されている場合、画面右中央に、“インタラクション” ボタンが表示される。このボタンを押下することにより、インタラクション画面に遷移する。

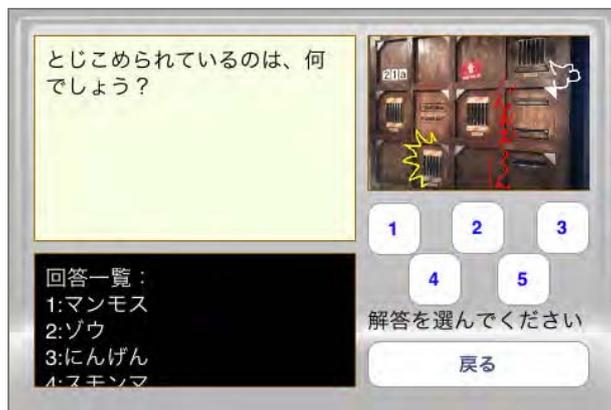
インタラクションには前述したように、選択式（図[画面：選択式]）と記入式（図[画面：記入式]）の2種類がある。インタラクションでの入力内容については、システム体験終了後に、受付より渡される体験履歴プリントに残るようになっており、さらに、選択式のものについては、正解がどの選択肢だったかもプリントで確認できるようになっている。



図[画面遷移：目的とコンテンツ]目的地へ到着した時のシステムの挙動、コンテンツ再生、インタラクションの実行、および次の目的地設定



図[画面：コンテンツ再生]目的地に到着してコンテンツが表示された様子。



図[画面：選択式]選択式のインタラクション。2～5 択まで設定可能。



図[画面：記入式]テキスト記入式のインタラクション。ソフトキーボードで入力する。



図【画面：関連コンテンツリスト】関連コンテンツのサムネイルリストが表示され、この中から次の目的地を選択する。

コンテンツ再生によって閲覧したコンテンツには他のコンテンツに関連付けされたものがある。関連付けが設定されている場合は、図【画面：コンテンツ再生】にあるように画面右下に“関連コンテンツ”ボタンが表示される。このボタンを押下することにより、関連付けられたコンテンツのサムネイルをリスト表示し（図【画面：関連コンテンツリスト】）、利用者へ次の目的地設定を促す。

このリストは、左上から右方向にシステム側で設定したプライオリティ順にサムネイルを表示している。1行に収まらない場合は、2行目、3行目と表示が加わり、スクロールさせることでリストの閲覧・選択を行う。

本実験では、関連コンテンツのプライオリティは下記のように設定した。

#### プライオリティ：

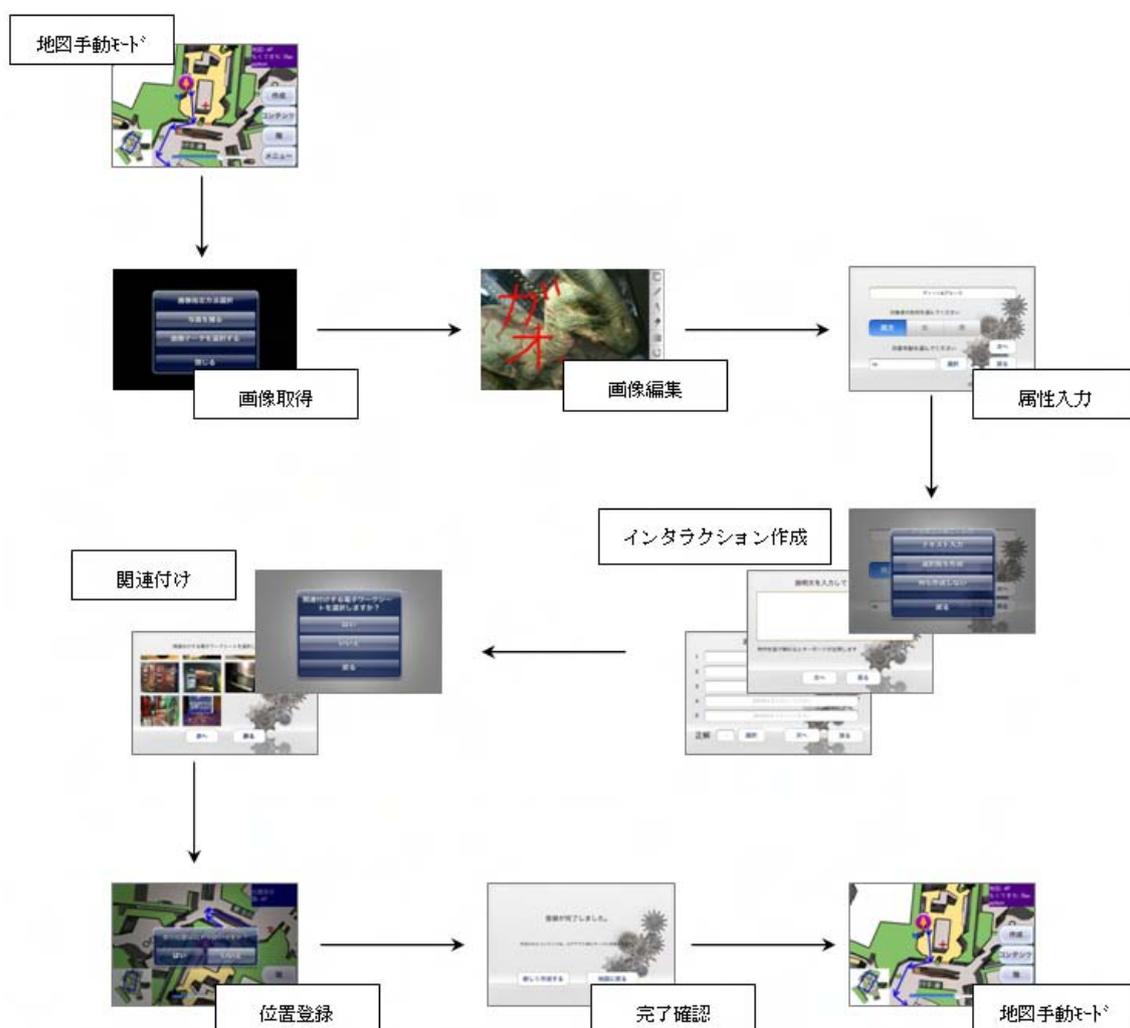
- (1) 該当コンテンツと同じ作者が作成した関連コンテンツの作成時に、該当コンテンツに対して関連付けがなされたもの（作者の逆引き）
- (2) 該当コンテンツ作成時に、該当コンテンツと同じ作者が作成した関連コンテンツに対して関連付けがなされたもの（作者の順引き）
- (3) その他

これは、コンテンツの作者が関連コンテンツをたどっていくことで（一連のコンテンツを通じて）、何かを表現しようとした場合に、その意図を尊重するための設定となっている。つまり、他者からの関連付けがなされても、該当コンテンツの作者が自ら設定した関連付けの方が、先にリスト上に表示されるようになっている。なお、同じプライオリティの場合、閲覧回数の多いもの（人気のあるもの）から先に表示する設定となっている。

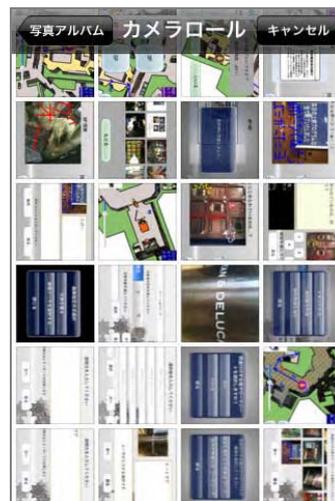
ここからは、コンテンツ作成機能について概説する。利用者は、地図手動モードから、“作成” ボタンを押下して、コンテンツ作成モードに入り、コンテンツを作成する。図[画面遷移：コンテンツ作成]に、コンテンツ作成の画面遷移について示す。

コンテンツの基本となる画像を取得する方法として、iPhone のカメラ機能を利用する方法と、既に iPhone のカメラロールに保存された画像を読み込む方法が実装されている（図[画面：画像取得]）。各コンテンツには、属性情報を付加することができる。この属性情報により、コンテンツの提示対象者(性別/年齢)を切り分けることが可能となっている。

各コンテンツには、図[画面：インタラクション種別]に示のように、選択式または記入式の2種類のインタラクションを選び、図[画面：インタラクション設定]のようにその内容を設定することができる。



図[画面遷移：コンテンツ作成] 地図手動モードからコンテンツ作成モードに入り、コンテンツを作成する。



図[画面：画像取得]カメラ機能を利用する方法（左）、  
カメラロールに保存された画像を読み込む方法（右）



図[画面：属性入力]各コンテンツに属性情報を付加



図[画面：インタラクション種別]選択式、テキスト記入式、インタラクションなしの3種類から選択する。



図[画面：インタラクション設定]選択式（上）、テキスト記入式（下）のインタラクションを設定する。



図[画面：関連コンテンツ設定]関連コンテンツを設定する。



図[画面：コンテンツ位置]地図を見ながら、作成したコンテンツを登録したいコンテンツアイコンを選択する。

各コンテンツ同士は、コンテンツ作成者の意図により関連付けていく事が可能となっている（図[画面：関連コンテンツ設定]）。これにより、コンテンツ1つだけでは表現しきれないことも、ルートを用いて（なにかしらのシナリオに沿うように）表現していくことができる。また、この関連付けによりルートが有機的に日々成長していき、より多様な誘導が可能となるような枠組みとなっている。なお、図[画面：関連コンテンツ設定]で表示されるのは、作者自らが作ったコンテンツと、ガイドシステムですで見たとあるコンテンツのみである。つまり、多くの関連コンテンツ候補を使いたい場合は、館内を見て回らなくてはならない。これはガイドシステムを継続的に使ってもらうための動機づけの1つとして働くと考えられる。

関連付けされた情報は、通信や同期処理の効率化の都合により、ログオフ時のサーバ同期処理においてシステムに反映されるため、即時性はない。ただし、コンテンツの関連付け（図[画面：関連コンテンツ設定]）の際には、ログオフすることなく、作成したコンテンツを関連付けしていくことができるようになっている。これにより、一度に複数のコンテンツを作成し関連付けしていくことができる。

作成が終わったコンテンツの配置は、図[画面：コンテンツ位置]に示すように、地図を見ながら決定する。作成時の作者の位置で地図が表示されるため、“その場で作ってその場に置く”という操作が容易にできるようになっている。ただし、配置できる場所は、地図上に予め設置されているコンテンツアイコン上に限定されており、新たにアイコンをふやしたり、アイコンの場所を変更したりすることはできない。これは、アイコンが多くなりすぎると地図が見づらくなるという問題に起因する。アイコンをなくしてしまい、任意の場所にコンテンツを登録する（昨年度までの状態にする）ことも考えられるが、その場合は、どこにコンテンツがあるのかをうまく表現する必要が出てくる（2節で述べたコンテンツの自動ポップアップをやめたこととも関連する）。これらについてはビューマネージメント分野の研究成果の導入をする必要があると考えられる。

## 2. 3. 2 体験履歴印刷システム

サーバのデータベースには、来館者が、来館当日に iPhone のナビゲーションアプリを使って館内のコンテンツを見学して回った履歴が残されている。この履歴には、各コンテンツに対するテキスト入力結果や、選択問題への回答結果も含まれており、それらをまとめてワークシートという形で A 4 用紙複数枚上にプリントアウトし、来館の記念品として来館者に持ち帰ってもらえるようにする。

体験履歴印刷システムのクライアント側は、Microsoft 社の Silverlight を用いて Web ページ中に組み込むとともに、データベース処理系を科学技術館のサーバ上に配置した。ワークシート印刷項目には、来館者が来館当日に作成したコンテンツと、ナビゲーションの目的地設定を行ったコンテンツの情報をを用いる。1つのコンテンツ情報として、コンテンツ名、場所、写真、閲覧時間、インタラクション実行結果を配置した。また、センサの位置座標履歴を基に、来館者が館内を移動した軌跡を館内マップ上へと描画し、印刷するワークシートの最後のページに加えた。開発環境は表[体験履歴印刷システム開発環境]に示した通りである。

表[体験履歴印刷システム開発環境]

OS	Windows Vista Business
開発環境	Microsoft Visual Web Developer
使用言語	<ul style="list-style-type: none"><li>・ C# : Silverlightアプリケーションプログラミング</li><li>・ PHP : SQLデータベースに問い合わせ、取得したデータを出力（データベース - Silverlightアプリケーション間でのデータの仲介）、PDFファイルの作成</li><li>・ SQL : データベース問い合わせ</li></ul>

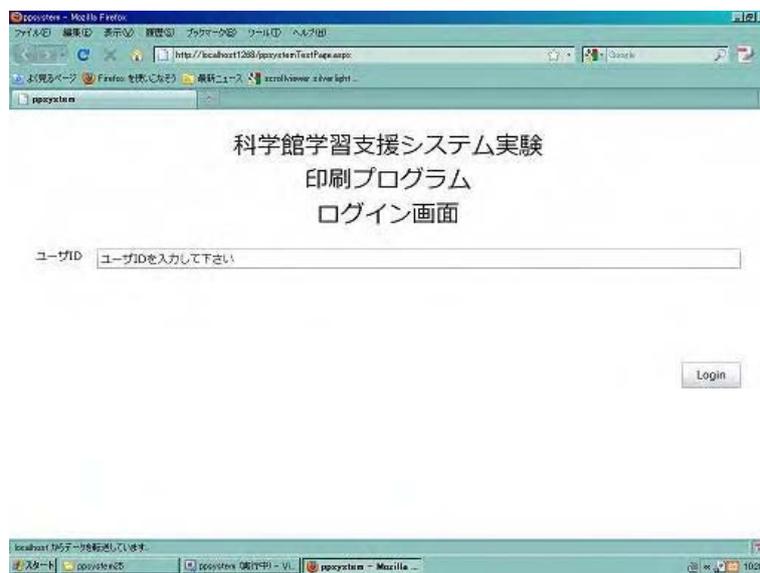
開発した体験履歴印刷システムのクライアントソフトは、Silverlightアプリケーションとして作成し、Webページ中に組み込んである。そのため、クライアントソフトの実行は、ブラウザ上で行われる。その実行に推奨されるブラウザは、Internet Explorer8である。IE以外に、Firefoxでも動作をすることが確認できているが、画面上に意図していない表示が出力されるため推奨はできない。

クライアントソフトのユーザインタフェース使用手順は以下の通りとなっている。

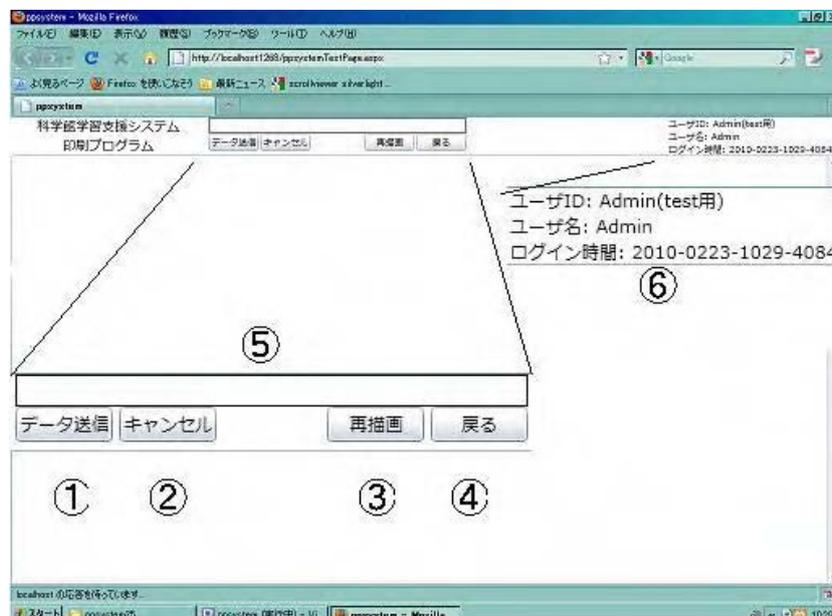
### 手順 1

サーバに接続可能な PC からブラウザを起動し、上述のクライアントソフトが配置されている URL に移動すると、“科学館学習支援システム実験体験履歴印刷システム”のログイン画面が表示される（図[印刷ログイン]）。ここで iPhone と同じユーザ ID を入力して、

ログインボタンかEnterキーを押すと、ログインが実行され、メインページ(図[印刷メイン])に移動する。ただし、入力したユーザIDが間違っているか、データベース上に存在しない場合は、エラーメッセージが表示され、ログインは実行されない(ログイン画面のまま、メインページには移行しない)。



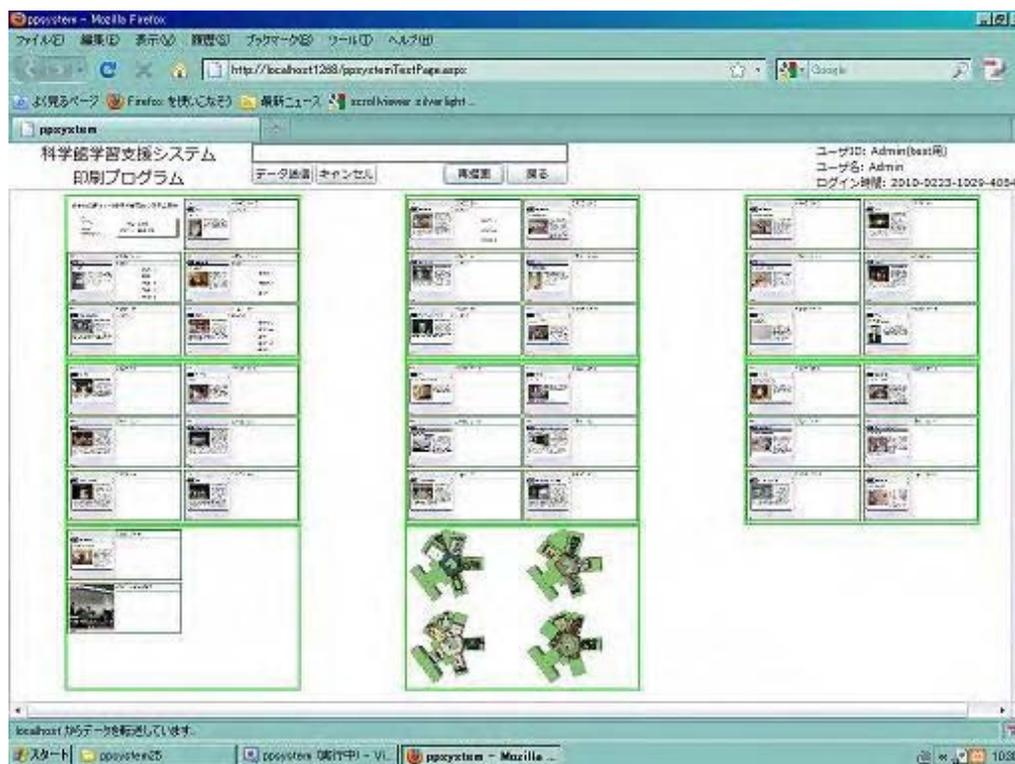
図[印刷ログイン]ログイン画面



図[印刷メイン]PDF生成のためのメイン画面

## 手順2

メインページは印刷プレビュー画面である。ログイン時のタイミングではレイアウトが完了していないため、印刷項目は何も表示されていないが、改めて画面上部右から2番目の“再描画ボタン”を押すと、印刷ページのレイアウト一覧が表示される(図[印刷レイアウト])。



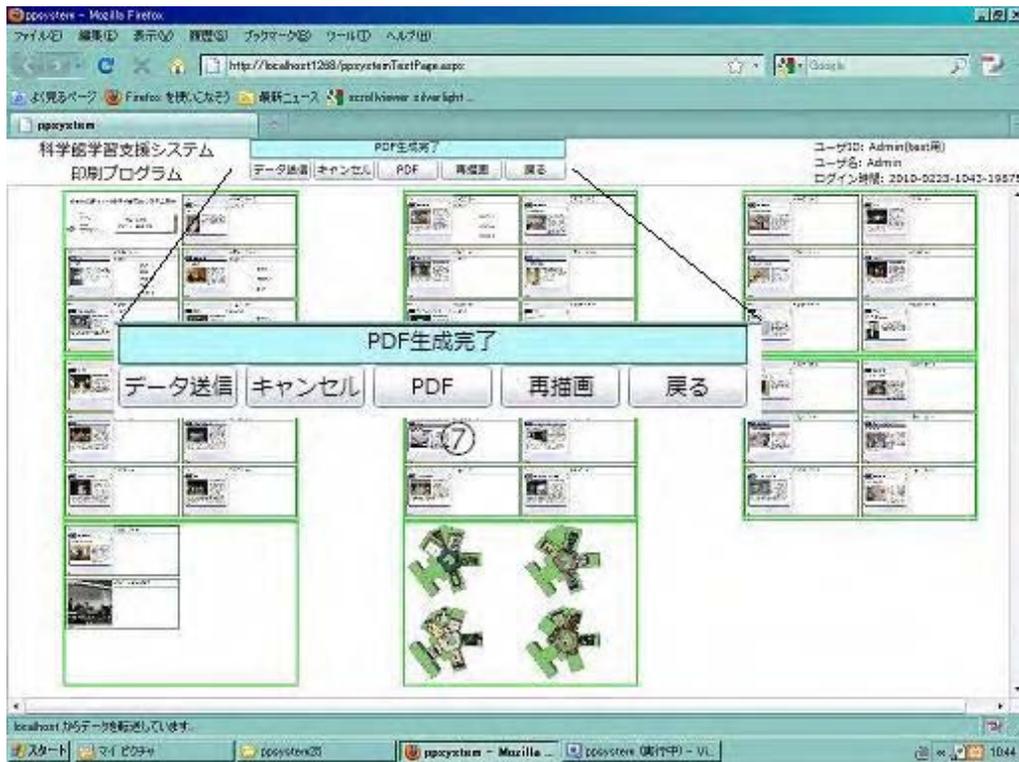
図[印刷レイアウト]印刷ページのレイアウト一覧を表示

## 手順3

印刷レイアウトが完了し、印刷ページ一覧が表示されたら、画面上部左端の“データ送信ボタン”を押す。すると、印刷イメージ (Bitmap) のデータがサーバへと送信される。データ送信が始まると、プログレスバー(図[印刷メイン]⑤)が進行に合わせて表示される。

## 手順4

データ送信が完了し、送ったページデータからPDFファイルが生成されると、“PDFボタン”が画面上部真ん中に現れる(図[印刷PDF生成]⑦)。このPDFボタンを押すと、サーバ上に生成したPDFファイルにアクセスし、ブラウザの別窓または別タブで開かれ(図[印刷PDF表示])、閲覧が可能となるので、印刷または保存を実行する。さらに、サーバ上には各体験者のログとしてPDFファイルが残される仕様になっている。



図[印刷PDF生成]PDFファイルの生成が完了した時点での表示



図[印刷PDF表示]PDFファイルをブラウザ内に表示

## 2. 4 事前インタビュー

2009年10月13日に説明員の方と企画の方の合計2名に、インタビューのご協力をいただいた。内容は2009年3月に実施した実験で説明員の方が利用したシステムの使い勝手、特にコンテンツの作成方法に関してであった。

コンテンツの作成に関しては、作成するコンテンツに係る実展示の前でひとつひとつ作成する場合と、スタッフカウンター等のそれ以外の場所でまとめて作成するといった2パターンあった。後者は特に、つながりのある展示のコンテンツを作成する場合に写真をまとめて撮り、その後一気に作成すると言った意見が得られた。

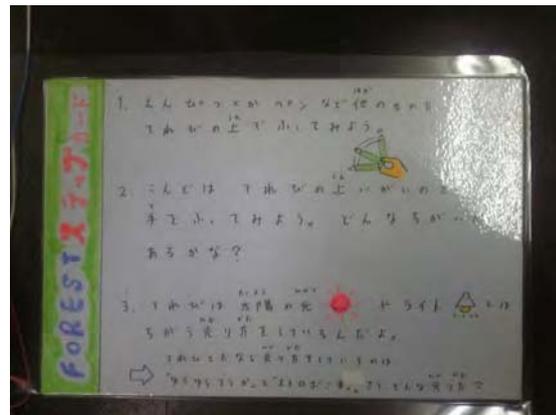
また、紙で作成する場合とiPhoneで作成する場合とで、説明員の方が感じた利点や欠点に関して質問した。iPhoneで作る場合の利点としては、実展示の写真が簡単にコンテンツに使えるということが一番に挙げられた。これは、紙ではデジタルカメラなどで撮影してから紙に落として加工できる状態にするまでの過程が長く不便であり、またカラー写真をワークシートに反映させるにはコピー代など諸経費も高くなり量を作成できないため、簡単にカラー写真をコンテンツに利用できる点が良いと回答された。反対に欠点としては、個人のITリテラシーにより機器を使いこなすのに差が出てしまうことが挙げられた。また、iPhoneは他の携帯端末より画面が大きい方であるとはいえ、ワークシートを作成するには画面が小さくて作業がしにくい、特にイラストを描く時は拡大縮小を繰り返して行うため困難であるといったハードウェアの問題に関する意見や、一つのコンテンツに詰め込める情報量が少ないといったコンテンツの設計についても意見を頂けた。紙で作る場合の利点としては、作成の自由度や工夫のしやすさが挙げられた。これは様々な材料を利用して作成が行えるためである。欠点としては、紙や印刷するためのコストがかかることが挙げられた。

説明員が作成しているワークシートに関しての新たな知見として、きっかけカード(図[きっかけカード])とステップカード(図[ステップカード])というカードを紹介していた。きっかけカードとはその展示に対する興味を喚起し、展示を体験することを促すワークシートである。ステップカードとは展示の発展的な体験方法や原理を説明し、さらに類似した展示を提示するものである。

また、これらのカードは表面に基礎となるきっかけカードがあり、裏面にステップカードがあるといった構成になっており、上位の経験に対して簡単にアクセスできるようになっている。また、ステップカードからは、その体験と類似した体験ができる展示が書いてあり、さらなる学びにつながるよう設計されている。



図【きっかけカード】



図【ステップカード】

他コンテンツの提示のタイミングに関して、昨年度行った実験ではコンテンツを“見終わった”という情報が得られなかったことが体験の質を下げているのではないかという意見をいただいた。ユーザが自主的に体験をし終わったといことをシステムに伝えることで、コンテンツ提示を自動で行うよりもシステムに流されることなく一つ一つ体験していけると考えられる。

## 2. 5 実験結果

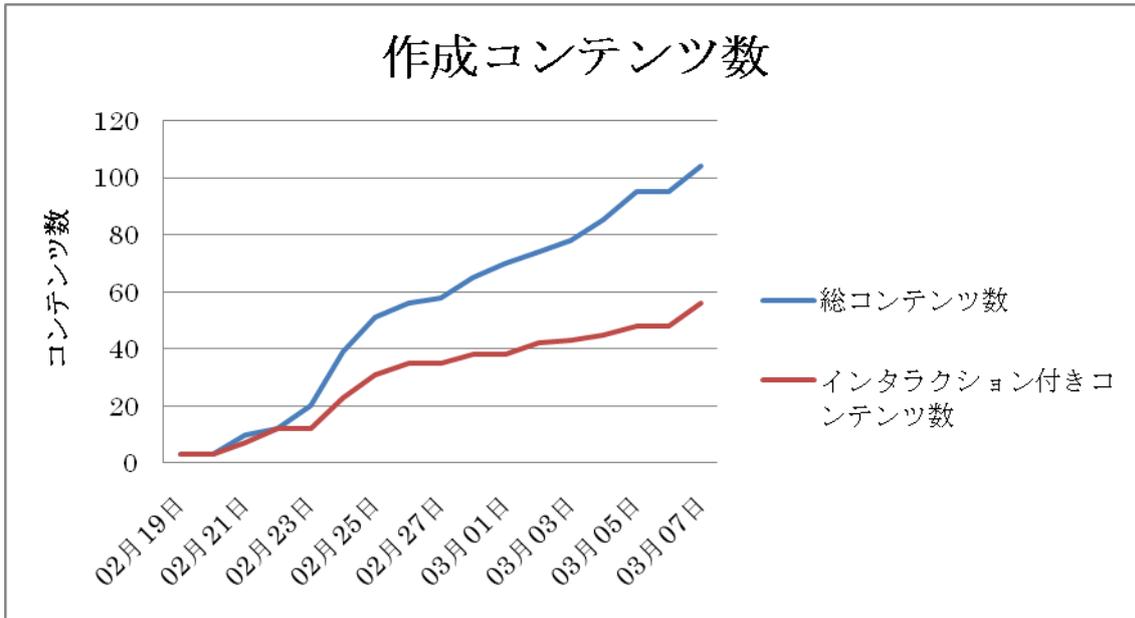
### 2. 5. 1 コンテンツ

前項までで説明している通り、コンテンツとして、昨年度に利用していた静止画コンテンツの画像・テキスト部分の再利用と既存のワークシートを電子化したコンテンツ、さらに iPhone の ZeptoPad で作成したコンテンツを利用した。今年度の新規コンテンツとしては、iPhone に実装したコンテンツ作成機能を用いて、インタラクションを含むコンテンツを用意した。インタラクションは選択肢問題とワークシートのように書き込みと保存ができるものの二種類を用意した。また、二つ以上のコンテンツを関連付けられるようになり、コンテンツ間で行き来ができるようになった。

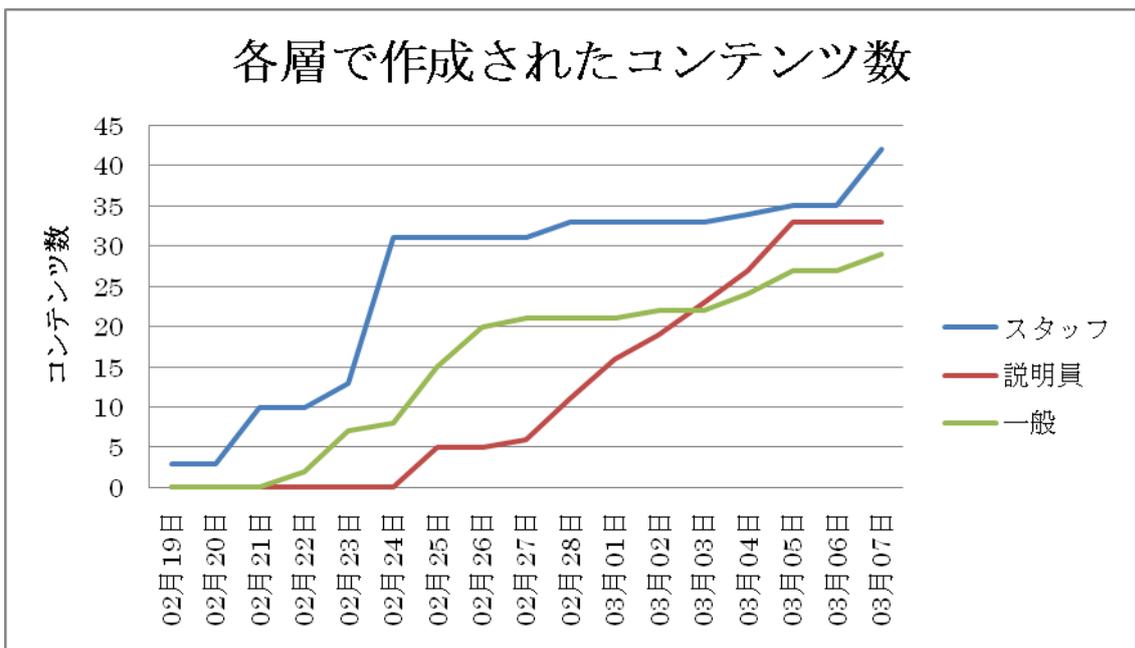
各コンテンツは、地図上に配置されたコンテンツアイコンをコンテンツモード時にタップすることで選択・表示をすることができる。また、コンテンツの画像の拡大やインタラクションを行うためには、目的地に設定し、実際にその展示のある場所まで行くことが必要となる。

今回はコンテンツの作成をスタッフや説明員だけでなく、被験者も作成できるようにした。作成されたコンテンツ数は全体で 104 個であった。内訳は、スタッフが作成したコンテンツ数は 42 個、説明員が作成したものは 33 個、被験者が作成したものは 29 個であった。そのうち、インタラクションが付加されているコンテンツ数は 56 個で、スタッフが作成したものは 40 個、説明員が作成したものは 11 個、被験者が作成したものは 5 個であった。作成開始は、スタッフは 2 月 19 日から、被験者は 2 月 22 日から、そして説明員は 2 月 25 日からであった。

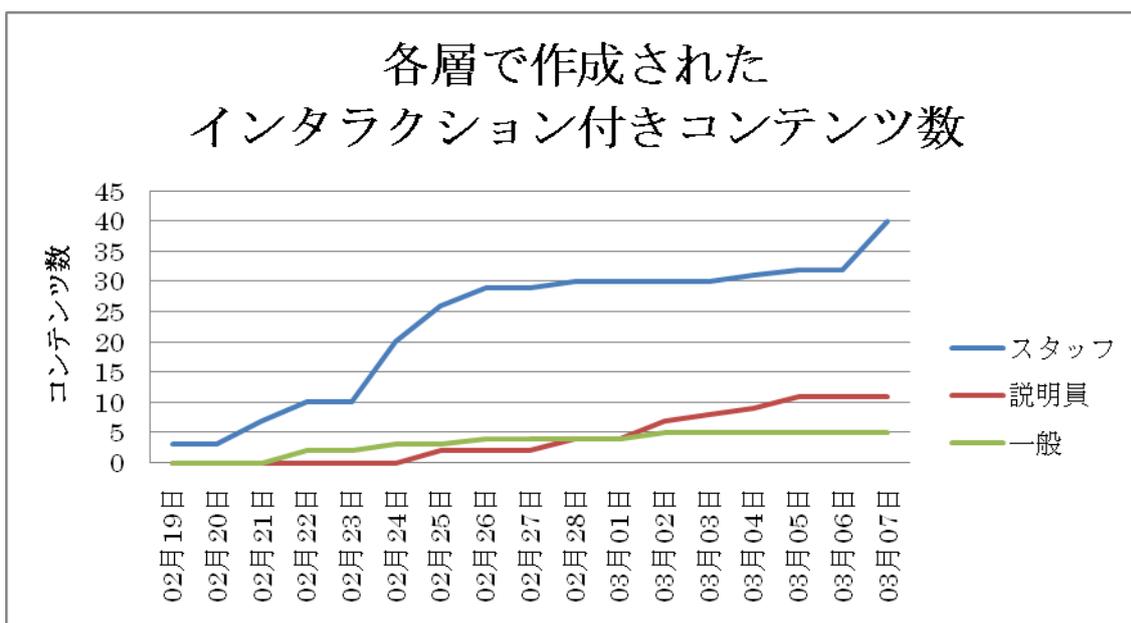
以下のグラフは、今回の実験中に作成されたコンテンツ数の推移である。コンテンツの作成数はスタッフ・説明員・一般来館者の順に少なくなる結果にはなったが、一般来館者の分だけで 30 コンテンツ近く作成された。また、インタラクション付きコンテンツに関しては今回、ほぼスタッフしか作成しなかった。これはコンテンツ作成方法を被験者にあまり説明しなかったため、何が出来るかを伝えていなかったことにも原因があると考えられる。



グラフ 5-1-1[作成コンテンツ数]



グラフ 5-1-2[各層で作成されたコンテンツ数]



グラフ 5-1-3[各層で作成されたインタラクティブコンテンツ数]

## 2. 5. 2 アンケート結果

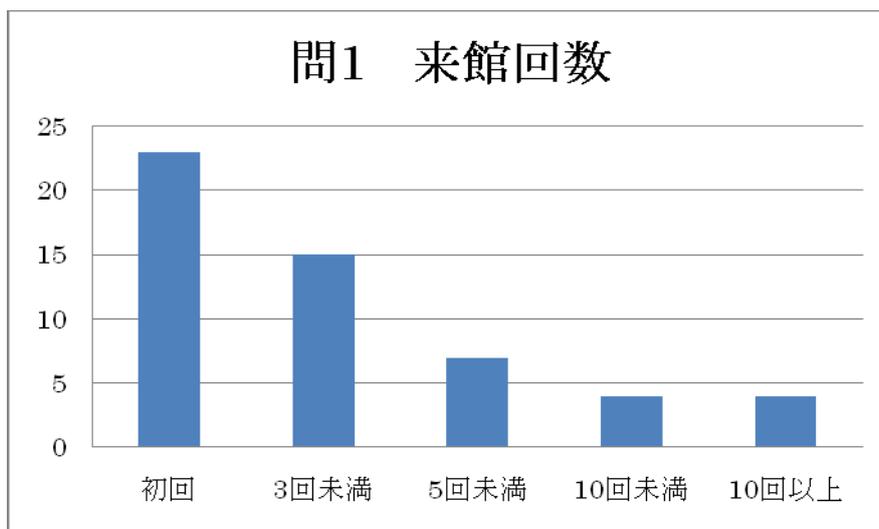
今年度の実験に参加していただいた人数は 70 名であり、男女構成は男性 55 名、女性 15 名であった。また、年齢別構成は 10 歳未満 7 名、10 歳代 11 名、20 歳代 12 名、30 歳代 16 名、40 歳代 13 名、50 歳代 9 名、60 歳以上 3 名でした。

その内、アンケートに協力していただいた人数は 54 名であり、男女構成は男性 44 名、女性 10 名でした。また、年齢別構成は、10 歳未満 2 名、10 歳代 11 名、20 歳代 9 名、30 歳代 13 名、40 歳代 11 名、50 歳代 6 名、60 歳以上 2 名となっており、様々な世代からのフィードバックが得られた。

アンケート結果の統計的な解析は今後の課題として残されているが、本報告では速報的な結果についてのみ掲載する。以下、各質問に関する結果をグラフと考察とともに並べていく。

### 問 1 科学技術館に何回来館したことがありますか。

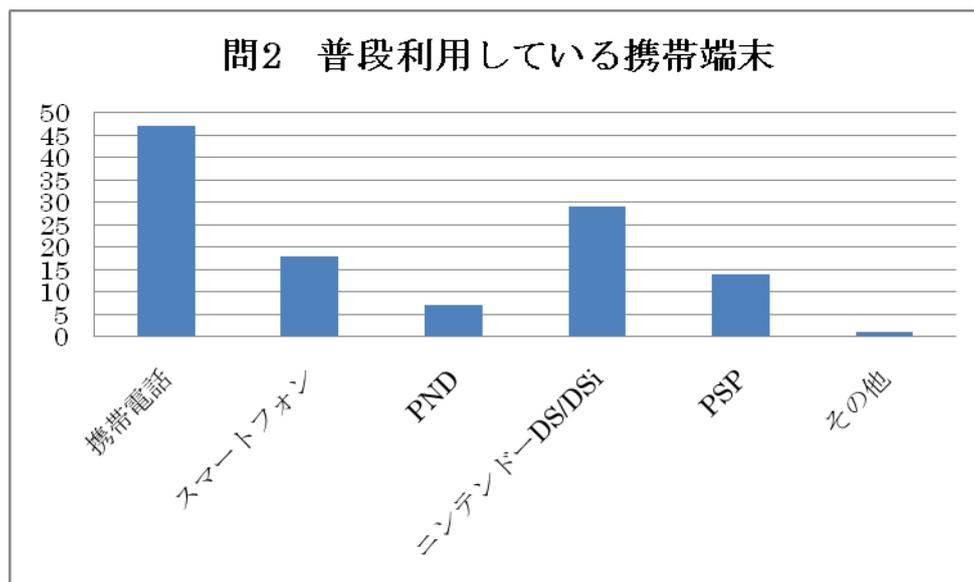
グラフ 5-2-1[問 1]に集計結果を示す。今回の実験では科学技術館に来館したのが初回の方が多く、iPhone を利用した位置測位システムに興味をもって参加される方が多かった。そのため、科学技術館の展示を良く知らない方を中心としたフィードバックが得られたと考えられる。



グラフ 5-2-1[問 1]

問 2 普段以下のような携帯端末を利用したことがありますか。(複数回答可)

グラフ 5-2-2[問 2]から被験者の 9 割近くは携帯電話を利用したことがあると回答しており、携帯情報端末の扱いに関しては慣れていると考えられる。また、スマートフォンを利用したことがあると回答した被験者も 4 割近くになり iPhone やそれに類するインタフェースに触れたことのある被験者は去年より増えていると考えられる。また、iPhone などのスマートフォンに触れたことのない被験者の意見と触れたことのある被験者のどちらもから多くの意見を得られた。

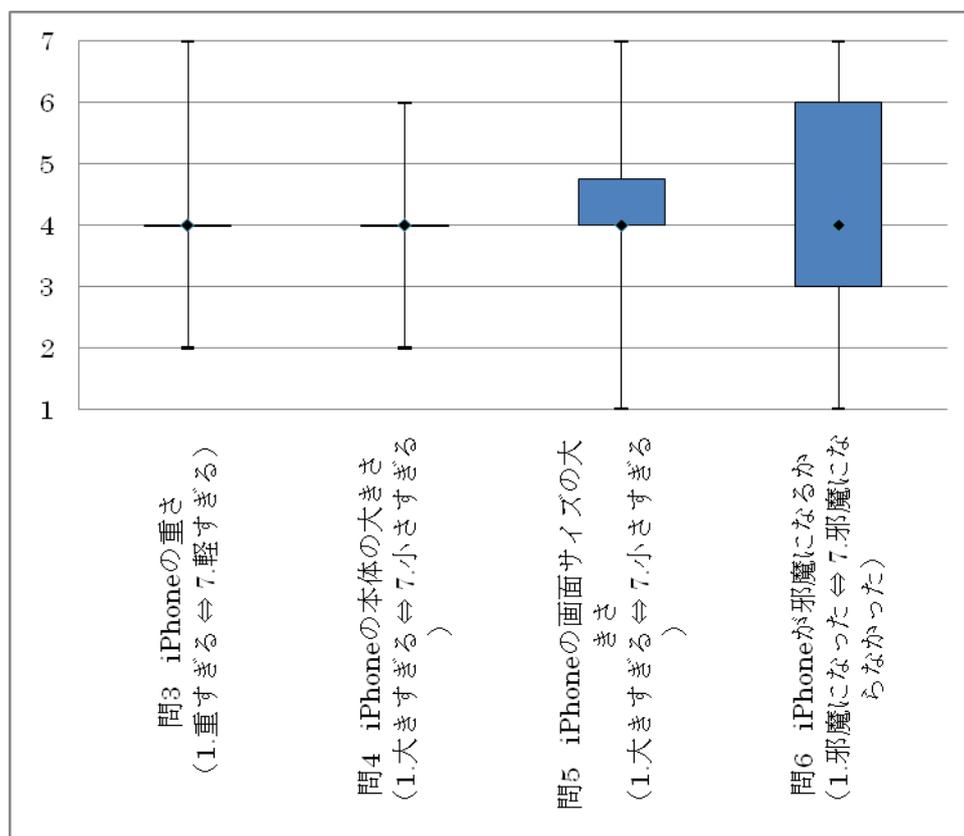


グラフ 5-2-2[問 2]

- 問3 体験中に iPhone が重いと感じましたか。
- 問4 iPhone の本体の大きさをどう感じましたか。
- 問5 iPhone の画面サイズの大きさをどう感じましたか。
- 問6 実際の展示を体験中に iPhone が邪魔になることがありましたか。

問3 から問6 までは、iPhone のハードに関して尋ねた。グラフ 5-2-3[問3-問6] からいづれの評価も平均評価値の 4.0 で、適切な重さ・大きさであるという印象を被験者が持ったと考えられる。

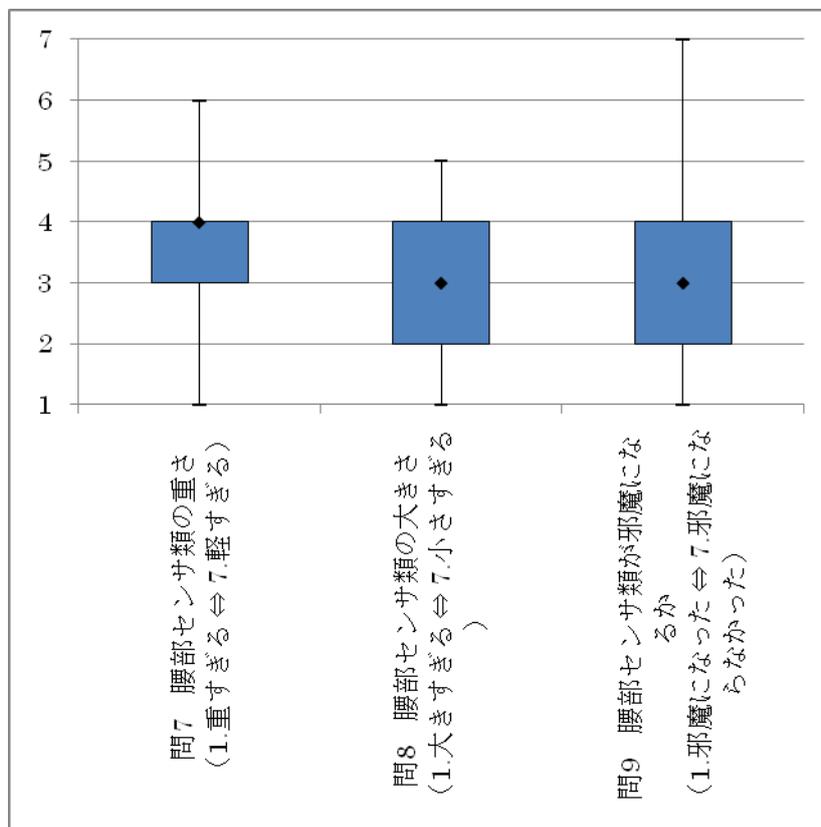
しかし、問6の体験中に iPhone が邪魔になるかという質問への回答は分散が大きかった。邪魔になったと回答した被験者からは、体を動かす展示を体験する時は iPhone をぶつけたり落としたりしないか不安になったという意見を多く得られた。



グラフ 5-2-3[問3-問6]

- 問7 腰に装着していたセンサ類を重いと感じましたか
- 問8 腰に装着していたセンサ類を大きいと感じましたか。
- 問9 体験中に腰に装着していたセンサ類が邪魔になることがありましたか。

問 7 から問 9 まではセンサのハード面に関してアンケートを行った。グラフ 5-2-4[問 7-問 9]からいずれの評価値も 3.0 から 4.0 の間となり、やや悪い評価を得た。これは iPhone にはセンサ類が搭載されていたり、屋内での他の位置測位手段が被験者の頭にあたりした場合に、iPhone 以外を身につけることを忌避することが原因の一つであると考えられる。



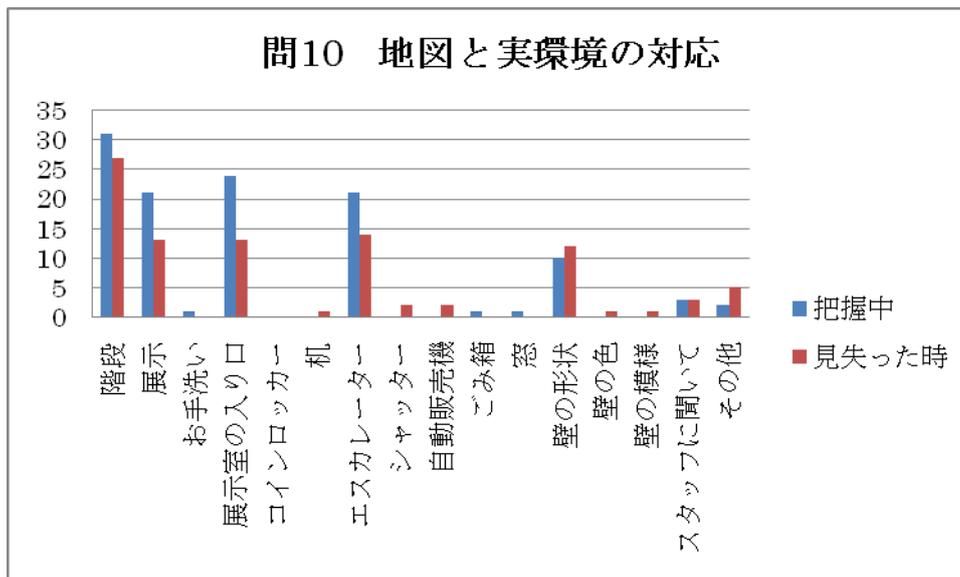
グラフ 5-2-4[問 7-問 9]

問 10 今回の実験で何を目印として地図と実環境の対応をとりましたか。(複数回答可)

- ・自分の位置が把握できているとき
- ・自分の位置を把握できていないとき

問 10 では実環境と地図の対応をとる手掛かりについて質問した。結果はグラフ 5-2-5[問 10]となった。位置が把握できている・いないに関わらず階段・エスカレータ・展示室の入り口・展示・壁の形状で実環境と地図の対応をとっていることが確認された。いずれも比較的大きなものであり、またそれぞれ特徴的なものである。

また、今回の地図も去年と同じく二次元であったため、壁に利用されているテクスチャの色は見えるが、そこにどのようなものがあるかは分からないようになっていた。そのため、自動販売機やコインロッカー、机のような小さなものが対応付けをするために本当に不要かどうかは別途実験する必要がある。

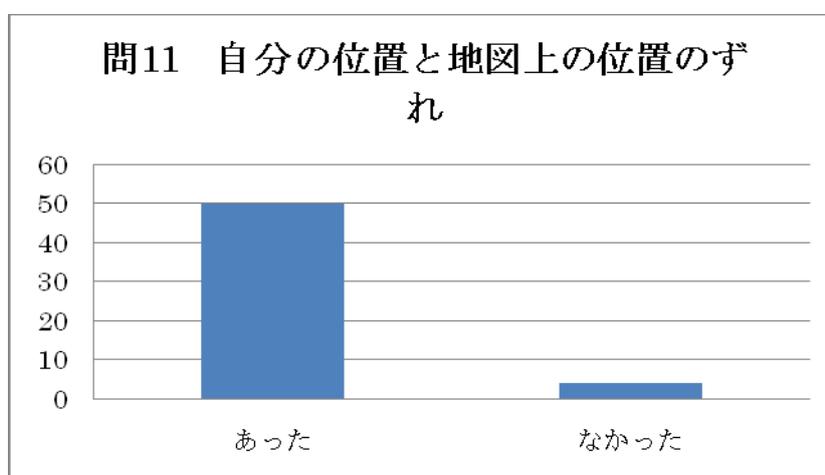


グラフ 5-2-5[問 10]

問 11 自分の位置と地図上の位置がずれていると感じることがありましたか。

問 12 問 11 で①と答えた方にお聞きます。どのような時にずれていると感じましたか。

グラフ 5-2-6[問 11]とその下に結果を示す。実際の位置と現在位置のずれを感じたことがあるかという質問に関しては、ほとんどの被験者が感じたと回答した。これに関しては、センサから iPhone へのデータの転送がサーバでの計算やネットワークを通ることによる時間差から発生するラグや wi-fi の切断により表示の更新が止まることによる頻発したためにこのような結果となったと考えられる。また、表示の更新が一秒間に二回であり、表示の変更も非連続的であったため、なめらかに表示されなかったことも“ずれ”を感じさせる一因であったと考えられる。



グラフ 5-2-6[問 11]

## 問 12 の回答

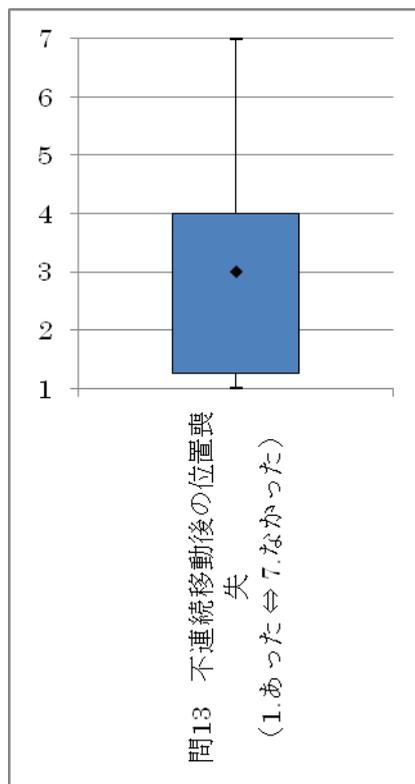
- ・フロアが変わった時に前のフロアの地図のままのときがあった
- ・特定の位置でトラッキングが出来なくなった時
- ・素早く移動している時
- ・階段利用中
- ・普通に動いていてずれていると感じた
- ・また、地図と位置を対応させる時もうまく合わないことが多かった
- ・階を移動した時
- ・階が変わった時
- ・壁にぶつかって、隣の展示室が表示された
- ・違う階に移動した時についてこなかった
- ・ナビの矢印が動かない、回らない
- ・完全ズレしていた時
- ・動作と画面の動作のズレ
- ・展示室内部の中の入り組んだところに入った時
- ・曲がったとき（体の向きを変えて移動した時）
- ・階段を昇降した時
- ・エスカレータを利用した時（フロアを移動した時）
- ・1分以上歩行した時
- ・歩行中矢印の向きが変わる時
- ・階の変更時
- ・位置補正を行った時
- ・何か操作をした時
- ・何もしていてもたびたびズレました
- ・たびたびナビ以外の他の操作をした後
- ・ナビを意識せずに歩きまわった時
- ・歩いた時
- ・自分が移動しているのに矢印が動かない。違う階にいる
- ・場所が違った時
- ・展示ブース内
- ・とつぜんズレてた！
- ・方向を変えた時
- ・目的地ナビに対して実際と10mくらいずれることがあった
- ・ナビ中に反応が鈍くずれと感ずることが多かった
- ・歩いている途中で
- ・コンテンツ更新が遅れる時
- ・ナビ復帰時
- ・エレベーター近く
- ・階段の上り下り
- ・ブースの中に入った時
- ・一度位置がずれてしまっていて調整するまでの間
- ・階段の前なのに無かった時
- ・目印になる階段が表示と実際とが合っていないかった
- ・目的地の近くに着いた時
- ・スピード速く歩くとずれが大きい
- ・歩く速度が速いのが表示より先にいってしまったため
- ・3F→4F 移動後 3F に戻った時階段から位置が移動しなかった
- ・普通の速度で歩くと表示がついて来ないので遅れる
- ・行ったり来たりした時
- ・矢印が動かなくなった時
- ・特に、展示室に入った時にずれた
- ・フロア移動時の追尾がいまひとつ
- ・移動中

- ・目的地到着が検知されない時があった
- ・展示を見るために止まった後
- ・矢印が動かない時
- ・階を移っても表示が変化しない時
- ・自分の動きが速い時
- ・行動が速い時。
- ・気づかない間にずれている
- ・いつも

- ・観覧車
- ・階段が変わった時
- ・階が違った時があった
- ・歩いている時
- ・展示部屋の奥に入った時
- ・たくさん動いた後
- ・別の階にいった時

問 13 現在位置がとんだ時、自分の位置がわからなくなることがありましたか。

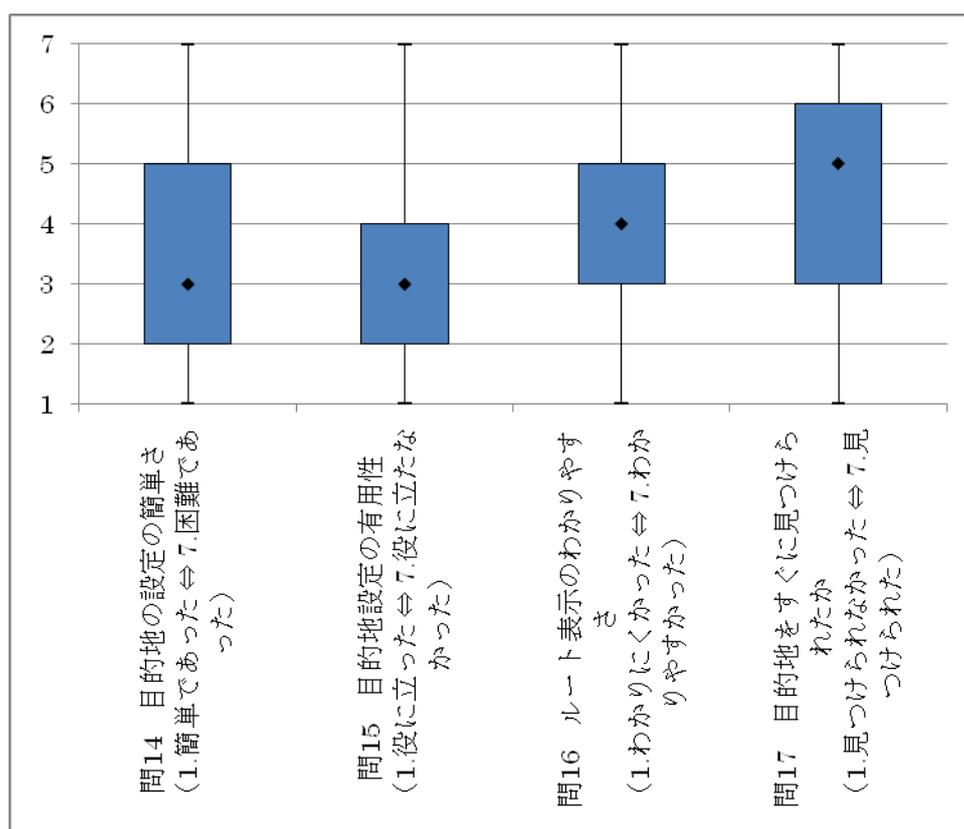
グラフ 5-2-7[問 13]に結果を示す。非連続的な動作が行われた時、被験者は位置を見失ってしまう傾向にある。これは去年の実験から課題としてあがっていることであり、早急に解決すべきである。



グラフ 5-2-7[問 13]

- 問 14 目的地の設定を簡単に行えましたか。
- 問 15 目的地設定は役に立ちましたか。
- 問 16 ナビゲーションに関するルート表示はわかりやすかったですか。
- 問 17 目的地をすぐに見つけられましたか。

問 14 から問 17 では目的地設定とそのナビゲーションに関して質問した。グラフ 5-2-8[問 14-問 17]から、目的地設定に関する平均評価値は 3.1 と簡単に設定できたという回答が得られた。また、目的地設定の有用性も平均評価値は 3.5 とどちらかというと有用であるという回答を得られた。ナビゲーションのルート表示に関しては良くも悪くもないという回答であったが、目的地をすぐに見つけられたかという質問に対しては平均評価値 4.1 という結果が得られた。ここから、ルート表示は目的地の探索に関して効果があったと考えられる。



グラフ 5-2-8[問 14-問 17]

問 18 端末の画面と実環境のどちらをよく見ましたか。

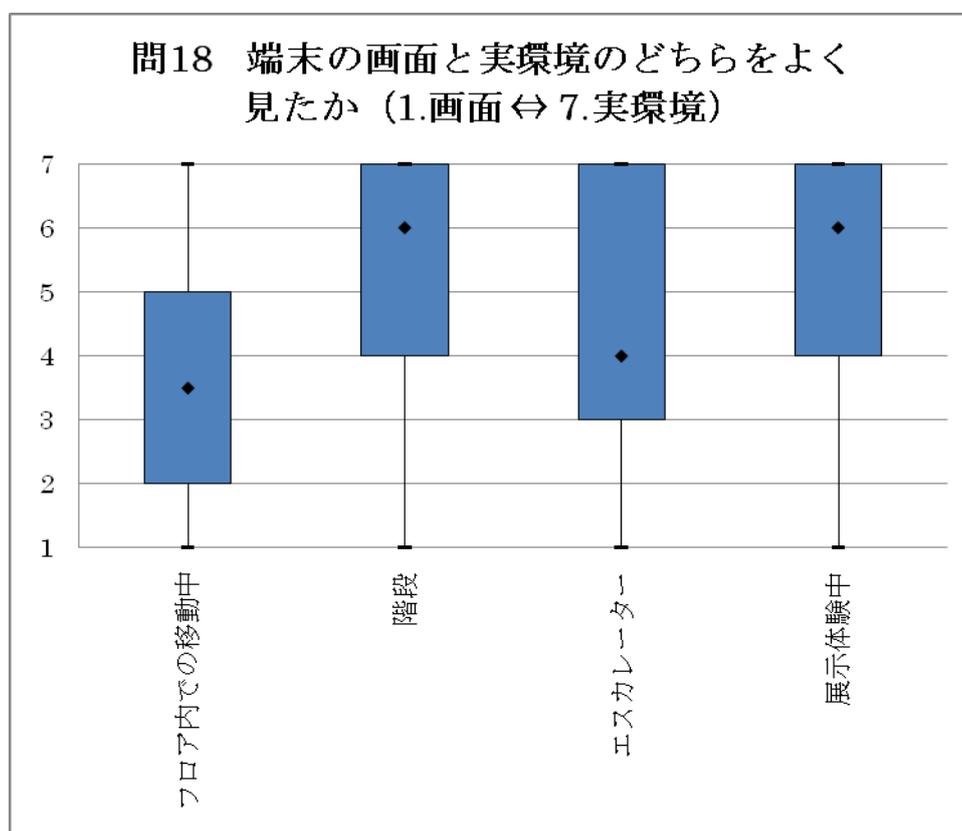
フロア内での移動中

階段

エスカレーター

展示体験中

グラフ 5-2-9[問 18]に結果を示した通り、フロア内での移動中は画面を見ていることが多く、エスカレーターでの移動中は画面と実環境のどちらをも見ており、階段の昇降中と展示体験中は実環境の方を良く見ているという回答を得られた。このことから、ガイドシステムが展示の体験の機会を奪うことにはなっていないと考えられる。しかし、画面を見る機会が移動中であることが多く、安全面に関しては留意する必要がある。

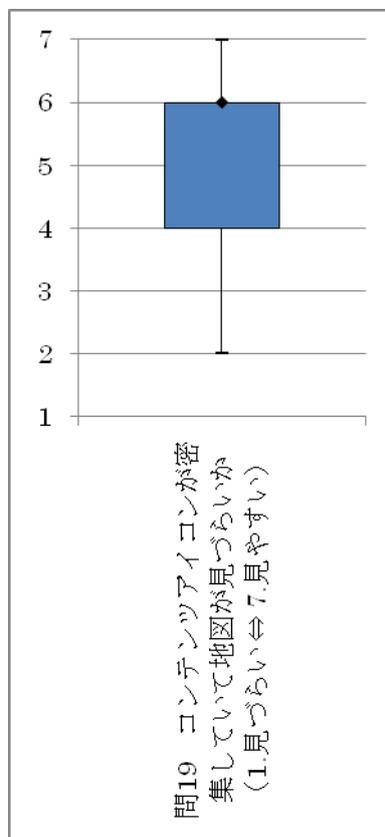


グラフ 5-2-9[問 18]

問 19 コンテンツアイコンが密集していて地図が見つらいことがありましたか。

去年の実験では、コンテンツアイコンが大きいため地図が見つらい場所があった。そのため、今年アイコンを小さくし地図の視認性を高めた。その結果、グラフ 5-2-10[問 19]

から、平均評価値 5.3 となりアイコンが地図表示を邪魔していないという回答を得られた。このことから、視認性を高めた効果があったことがわかった。



グラフ 5-2-10[問 19]

問 20 コンテンツは体験の助けになりましたか。

問 21 同じコンテンツを見直すことがありましたか。ありましたら記入をお願いします。

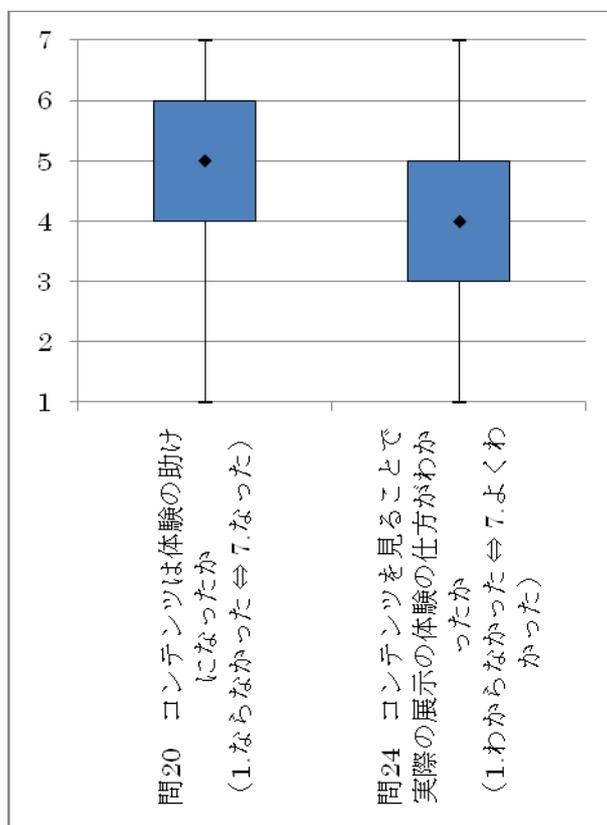
問 22 興味がなかった実展示に関して、コンテンツを見ることで体験しようと試みたものがありましたか。ありましたら記入をお願いします。

問 23 コンテンツを見て、実際に展示を見に行ったものがありますか。ありましたら記入をお願いします。

問 24 コンテンツを見ることで実際の展示の体験の仕方がどれだけわかりましたか。

問 20 から問 24 ではコンテンツに関して質問を行った。グラフ 5-2-11[問 20,問 24]より、コンテンツは体験の助けになったかという問には平均評価値 4.7 が得られ、どちらかという  
と体験の助けになっているという回答が得られた。コンテンツによって実際の展示の体験  
の仕方がわかったかという問には平均評価値 3.8 が得られ、どちらとも言えないという結果  
が得られた。ただ、今回のコンテンツは前回用意したコンテンツが体験のヒントや体験の

きっかけを誘導することが目的であり、方法そのものは提示していないことや、今回作成されたコンテンツも前回同様の意図のもの他に、体験した結果を聞くものや体験者の感想といったものが多かったため妥当な結果であると考えられる。



グラフ 5-2-11 [問 20, 問 24]

#### 問 21 で得た回答

- ・ 3D オーロラサイエンス入口
- ・ 操作がわかりづらく何度か違う画面を行きつ戻りつしてしまった
- ・ 位置がずれていた時
- ・ 操作法が分からなくなって何度も見直すことになって
- ・ 体験できる展示を数回
- ・ 安定して通信がつながった状態を獲得するのがまず第一だと思います
- ・ 他の人がどのようなコンテンツを作成しているかを

#### 問 22 で得た回答

- ・ 鉄のコンテンツ
- ・ かがみよかがみ～
- ・ 3C 光らせられるかな？、何か聴こえない？

- ・ 3D オーロラサイエンス入口
- ・ バイオのくすり研究室
- ・ コンテンツの作製に時間がかかり目的の展示のみしか回りませんでした
- ・ メタンめたん METAN

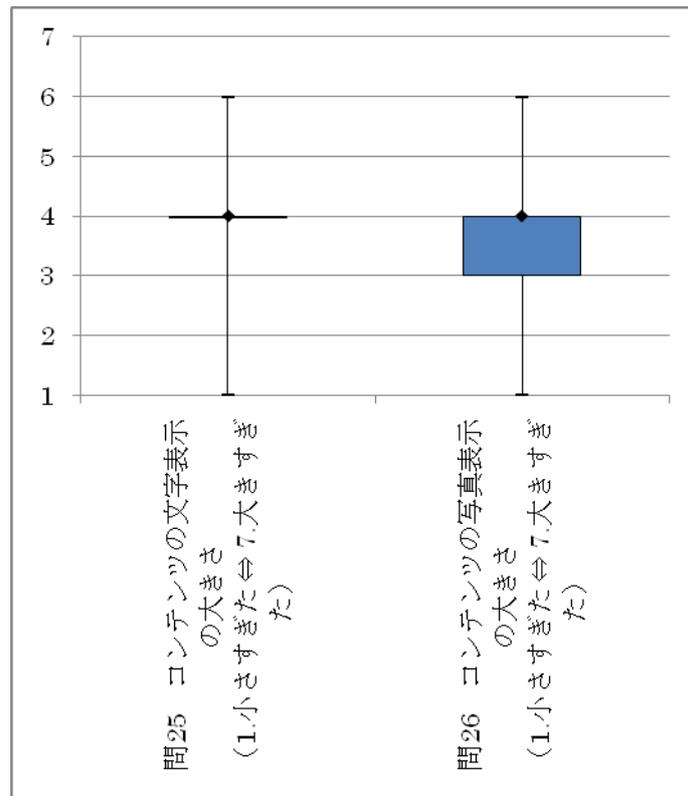
#### 問 23 で得た回答

- ・ かがみよかがみ～
- ・ 3D オーロラサイエンス入口
- ・ 3C 光らせられるかな？、何か聴こえない？
- ・ ある
- ・ 宇宙ひろば
- ・ 3D オーロラサイエンス入口
- ・ バイオのくすり研究室、ハイブリットスケルトンカー、もしも～し
- ・ バイオのくすり研究室
- ・ 電気を作る
- ・ コンテンツで目立つものを中心に見に行って
- ・ 鉄の展示
- ・ 宇宙ひろば
- ・ 目的地を設定する時は、毎回コンテンツを見てから設定していた
- ・ 2 階 自転車
- ・ 5H フロアーのコンテンツを見て回りました
- ・ メタンめたん METAN

問 25 コンテンツの文字表示の大きさは適切でしたか。

問 26 コンテンツの写真表示の大きさは適切でしたか。

ここではコンテンツの文字と写真の大きさに関して質問した。グラフ 5-2-12[問 25-問 26]から、どちらも平均評価値は約 3.75 と適度な大きさかやや小さいという回答が得られた。拡大縮小も可能ではあるが、やはり標準時の文字・画像が小さいとこのように回答されるため、文字・画像の大きさの再検討が必要であると考えられる。また、文字に関しては背景にある写真と同じような色を利用したため見にくいといった意見もあり、コンテンツ作成する側にも十分留意する必要がある。

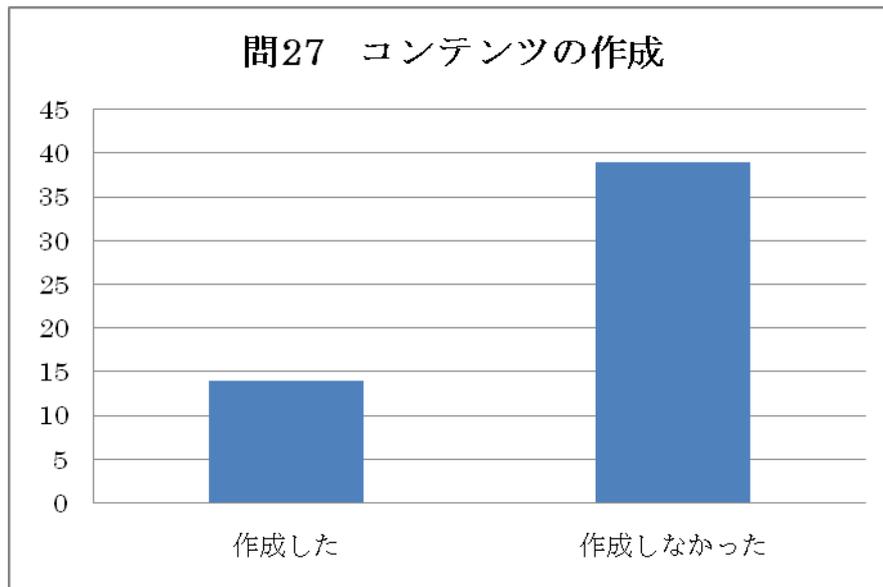


グラフ 5-2-12[問 25-問 26]

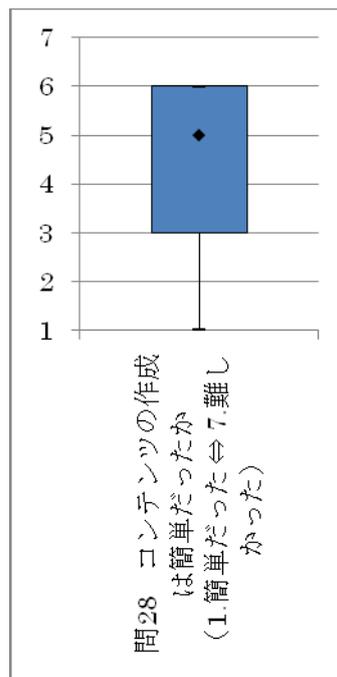
問 27 コンテンツを作成されましたか。

問 28 問 27 で①作成したと回答された方に質問です。コンテンツの作成は簡単にできましたか。

コンテンツの作成に関しては**グラフ 5-2-13[問 27]**より約 25%の被験者に行っていただけ。また、**グラフ 5-2-14[問 28]**より作成ツールの使い勝手に関してはあまりよくない結果を得られた。これは、コンテンツ作成に関する説明自体も少なく、その上、インタラクションの付与やコンテンツを地図上に設置する作業も複雑であったためこのような結果になったと考えられる。



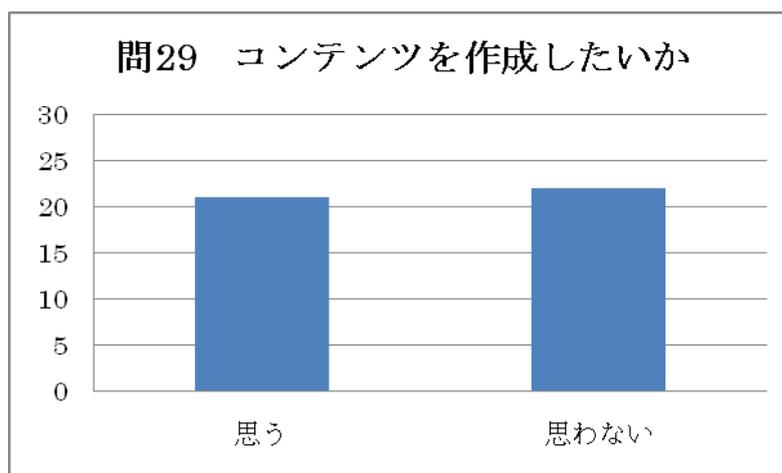
グラフ 5-2-13[問 27]



グラフ 5-2-14[問 28]

問 29 自分でコンテンツを作成し、他の来館者に作成したコンテンツを見てもらいたいと思いますか。またその理由もお願いします。

コンテンツを作成したいかに関しては、グラフ 5-2-15[問 29]の集計よりだいたい半分に分かれた。各々の意見では、作成したいと回答した被験者は体験の共有や情報の発信を行いたいといった意見が目立ち、逆に作成したくないと回答した被験者は、情報を上手く伝えられない・いいコンテンツが作れない、といった意見が目立った。



グラフ 5-2-15[問 29]

#### 思うと回答した被験者の意見

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>・ 展示物だけでは体験の仕方が分からないものとかの情報をみんなで作っていくと使いそう</li><li>・ 展示物の見どころを自分の観点から伝えたい</li><li>・ Tips みたいなものの説明</li><li>・ 思わなくはないから</li><li>・ 良いものは紹介したい</li><li>・ おもしろい展示ならば、第三者にも楽しみ方を伝えていきたい</li><li>・ ホントにおもしろい展示があり、他の人とは違う楽しみ方を発見できたなら、誰かに紹介したいと思う</li><li>・ 体験を共有したい</li><li>・ 面白いから</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・ おもしろかった</li><li>・ 場所がわかるから</li><li>・ 自分なりの面白さを他の人に感じてもらえれば嬉しいのでは</li><li>・ 説明に自分なりのコメントをつける(ブログに近い)</li><li>・ おもしろさを他人に伝えられたらと思う</li><li>・ 次の人へ参考に</li><li>・ 発信はしたい。Twitter 的に</li><li>・ ネット上でなら公開したいと思う</li><li>・ 他の人に見てもらおうこと自体が面白いと思います</li><li>・ 興味をもてるから</li></ul> |
|--|---|

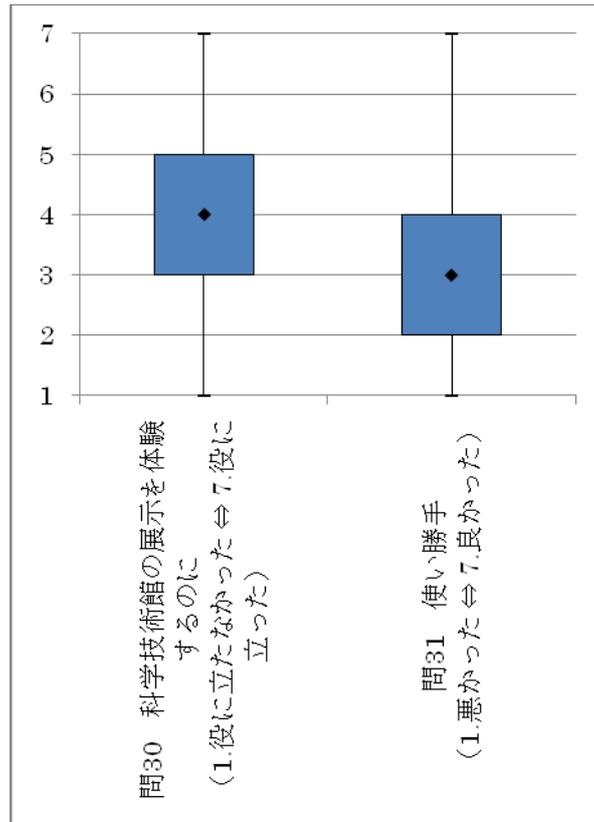
## 思わないと回答した被験者の意見

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>・それほど特徴のあるコンテンツが作れるわけではないので</li><li>・もっとオープンな環境なら共有したい</li><li>・他の人に見てもらいたくなるコンテンツの作り方がわからない</li><li>・個人的に楽しんだ物だから。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・目的が個人ごとに違うのでその人に適したことが好まないことで結果が異なる</li><li>・入口の写真なので大して役に立たない</li><li>・力作ではないため</li><li>・時間がかかるので</li><li>・使用法がわからなかった</li><li>・恥ずかしい</li></ul> |
|---|---|

問 30 今回体験された科学館学習支援システムは科学技術館の展示を体験するのに役に立ちましたか。

問 31 今回体験された科学館学習支援システムの使い勝手をどう感じましたか。

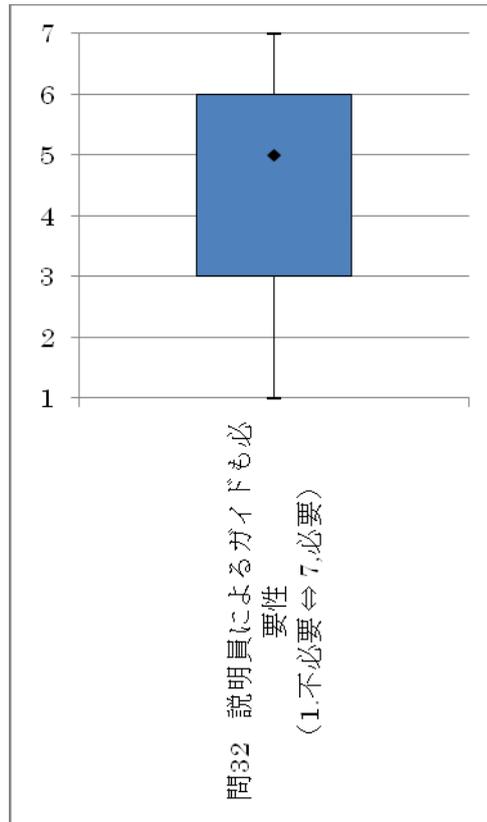
今回利用していただいたシステム全体の有用性と使い勝手について質問した。グラフ 5-2-16[問 30-31]の結果から、有用性に関しては問 30 より平均評価値 4.1 となり、どちらとも言えないという結果となった。また、使い勝手に関しては問 31 より平均評価値 3.4 となり、どちらかという悪いという評価を受ける傾向が見られた。この原因としては、ナビゲーションにおけるディレイ等による表示の遅さに関してが特に目立って挙げられた。また、今回のシステムでは機能を詰め込みすぎたため複雑になり、また、被験者への説明が長くなり十分に理解できる状態までもっていけなかったことも原因の一つであると考えられる。



グラフ 5-2-16[問 30-31]

問 32 iPhone によるガイドだけでなく、説明員によるガイドも必要だと感じましたか。

グラフ 5-2-17[問 32]より平均評価値 4.5 となり、どちらかという必要であるという回答を得られた。今回の実験で初めて科学技術館に来館した被験者が多かったためか、説明員がいるということがわからない方がおり、回ったルートによっては説明員を見ることがないということもあったため、説明員に関してわからないと回答することがあり、分散が大きくなっていると考えられる。

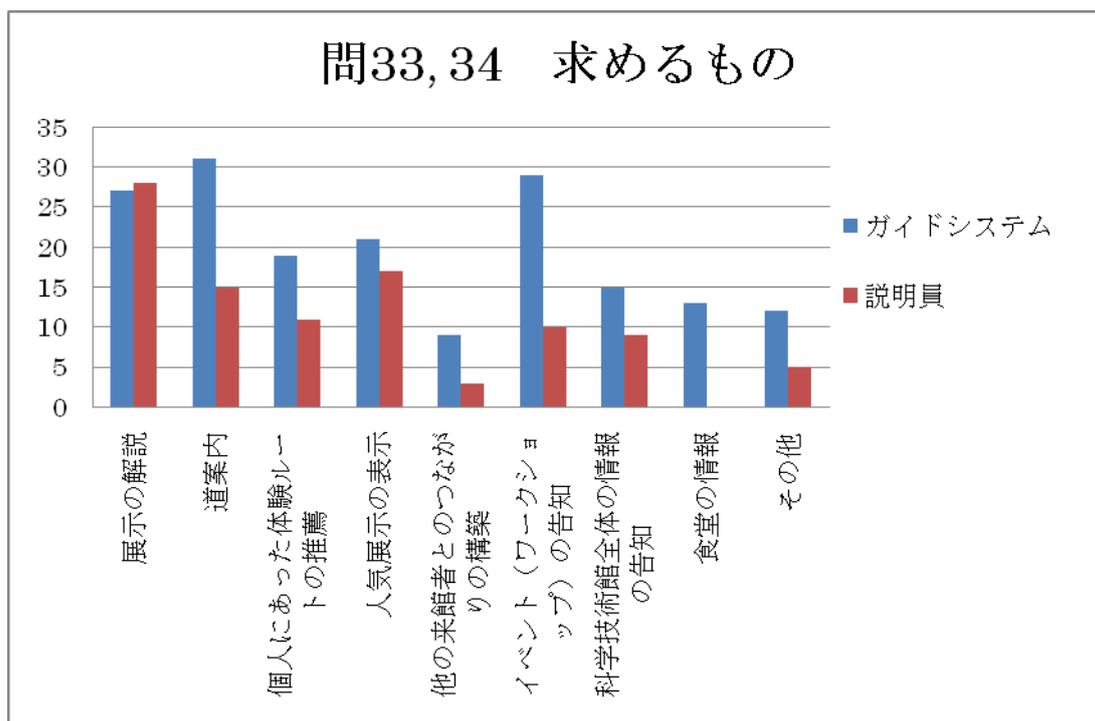


グラフ 5-2-17[問 32]

問 33 ガイドシステムに求めること(複数回答可)

問 34 説明員に求めること(複数回答可)

問 33、問 34 では、被験者がガイドシステムと説明員に求めることを尋ねた。集計結果は **グラフ 5-2-18[問 32-問 34]** に示した通りである。回答としては、どちらの場合も展示の解説が求められている。また、ガイドシステムに関しては、道案内やイベントの告知といったものも多く求められていることがわかった。道案内や情報の告知に関しては説明員に求めると言った回答より多く、そのような単純ではあるが必要な情報提示がガイドシステムに求められていると考えられる。



グラフ 5-2-18[問 32-問 34]

### 2. 5. 3 考察

アンケート結果の厳密な分析は今後の課題である。今回の実験においては最初の一週間、特に最初の土日に受付を設置していた三階の無線 LAN を iPhone がつかまえることができずガイドシステムを体験していただく機会を大幅に逸したりするなど、昨年同様ネットワークの接続が悪かったことがあり実験の前半の被験者と後半の被験者で分けて調査・分析する必要がある。

地図の表示に関しては、昨年度の実験から地図上に設置しているコンテンツアイコンを変更することで視認性が上がったことが確認された。コンテンツ表示に関しては昨年度よりも評価は微増したが、それでも平均評価値 4.0 よりも低いため表示サイズについては再検討する必要がある。

コンテンツ作成に関しては、被験者の半分が作成したいと考えており、作成したくないと回答した方もコンテンツ作成は必要ないという意見よりもツールやシステム、または作成時間のためと回答していることから意義が確認されたと考えられる。今後は作成ツールの簡易化や作成したコンテンツの公開に関してさらに検討していく必要がある。また、今後、コンテンツ作成をしていただいた説明員へのインタビュー等の調査をする必要があるが、ガイドシステムの中に作成ツールを組み込んだために、コンテンツの作成が昨年度よりも簡単で、素早く増やすことができるようになったと考えられる。

#### 2. 5. 4 まとめ

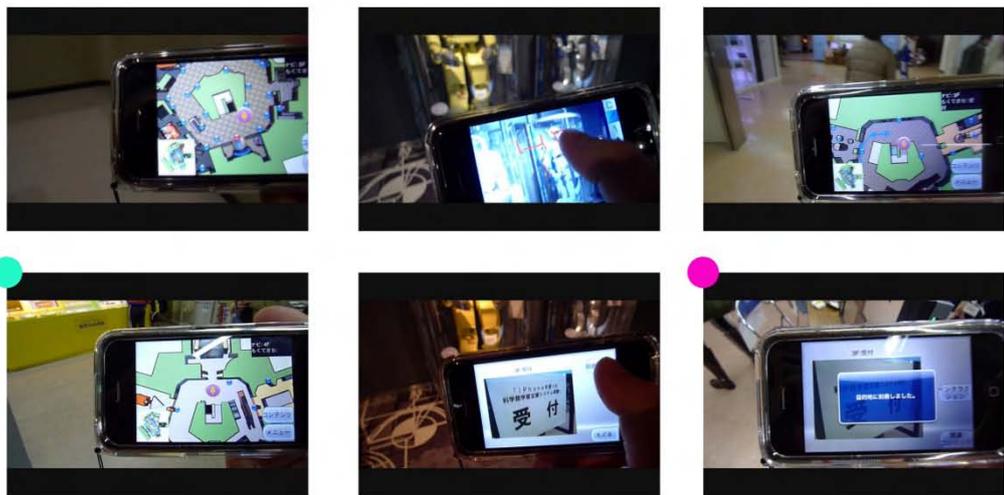
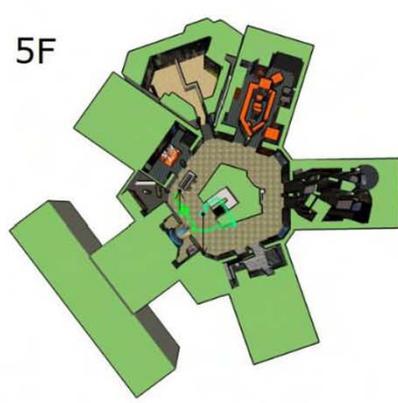
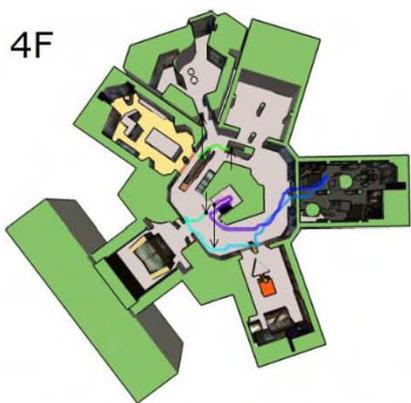
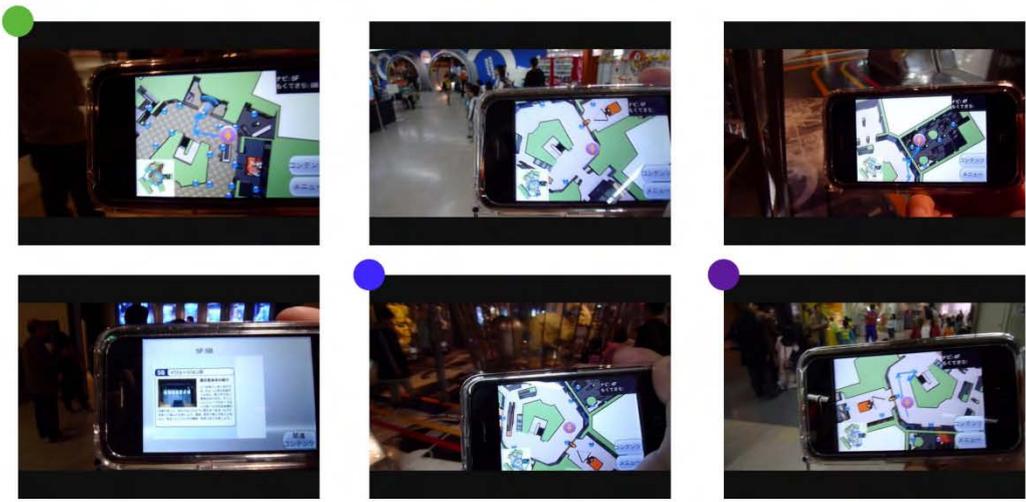
本報告では、過去の実験結果を踏まえながら、今年度の iPhone を使った科学館学習支援システム実験の結果を報告した。

今年度はより実運用を目指した実験を行ったため、実験期間が 14 日間と過去の実験よりも長期間行った。今年度は特に前半の一週間でネットワーク接続障害のために実験自体が出来ないということも発生し、被験者の方々が受けた印象は必ずしも良くなかったと思われる。

来年度の課題としては、実運用に向けてインフラ面を含めたシステムを安定化させ、研究開発者のサポートなしで運用可能にすることが挙げられる。また、iPhone での地図の 3 次元化への移行やコンテンツ作成環境とその後の公開の検討が必要であると考えられる。

最後に今回の実験でのシステム体験者の軌跡の一例を示す。図[被験者の軌跡 1]、図[被験者の軌跡 2]はシステム体験者の軌跡とその時々の様子をまとめたものである。写真についている丸は、その色の写真が軌跡上の同じ色の場所に相当するように付けられている。





図[被験者の軌跡 2]

## 2. 6 iPhone の 3 D 化

4 節、5 節で述べた来館者に実際に iPhone を試用いただいた調査実験とは別に、iPhone を用いたガイドシステムの地図表示の 3 D 化にも取り組んだ。1 節でも述べたが、平成 18、19 年度は、ハンドヘルド PC を用いて 3 D 地図の表示を実現していた。昨年度は、処理性能の制限や実装ノウハウの不十分さなどから、一般的な 2 D の地図を採用した。屋内はいわゆる「ランドマーク」が屋外ほど明確ではなく、床や壁などのテクスチャを直感的に提示できる 3 D 地図が有効であることが知見として得られている。今年度は iPhone の性能向上や我々の実装ノウハウの蓄積もあり、再び地図の 3 D 化を試みた。

iPhone 上に平成 18,19 年度のハンドヘルド PC でも利用していた dae フォーマットで記述された 3 次元屋内地図を読み込んで、描画できるようにし、さらに、マルチタッチインタフェースによる表示視点操作やメニュー選択等の機能を加えた。具体的には、下記のような内容の開発を行った。

- Google Earth や Open Scene Graph など用いられている dae フォーマットで記述されたテクスチャを含む 3 次元モデルデータを読み込むデータ入力部開発
- マルチタッチインタフェースを用いて簡単に 3 次元モデルを回転、平行移動させると共に、建物の階の変更などのメニューの選択等の操作を行うための操作部開発
- 設定または入力により与えられた回転、平行移動等の表示視点パラメータに基づいて、3 次元モデルを描画する描画部開発
- 以下の機能を備えたミュージアムガイド基盤部開発
- PDR センサモジュールを中心とするセンシングシステムとの連携機能（1/2 秒～1/10 秒に 1 回の位置情報取得、ナビゲーション情報表示）
- ユーザーログイン、ユーザ属性情報入力、センサキャリブレーション情報、コンテンツ表示情報、センサログデータなどをセンター側と同期する機能
- センシングシステムの値から自動的に階層変更する機能
- 本プログラム開発にあたって必要となるセンター側通信プログラムの機能改修

3 D 地図を描画するための視点の設定は、周辺状況の把握、壁のテクスチャや部屋の仕切りの構造の見やすさ、測位系の誤差の強調（または緩和）等との関係が強い。各視点に対する利用者の主観的な捉え方については、調査研究が別途必要となるため、今回は、「上方」、「後方」、「一人称」、「フリー」の 4 種類を用意し、好みの視点を切り替えながら使えるような仕様とした（図[3D 地図自動][3D 地図手動上方][3D 地図手動後方][3D 地図手動一人称][3D 地図手動フリー]）。また、画面右には、図[3D メニュー]に示すようなメニューが表示され、地図自動（ナビゲーション）、地図手動の切り替え、視点切り替え、フロア切り替え、位置補正等の機能を呼び出せるようになっている。



「後方・地図自動」イメージ図



「自動追跡+自動回転(一人称視点)」イメージ図



「上方で方向固定」イメージ図

- 地図自動モードで操作を行うことはない
- 視点は「上方」、「後方」、「一人称」、「フリー（自由に視点を設定）」を用意する。
- 上方視点では、地図の方位に「ヘディングアップ」、「ノースアップ」を用意する。その他の視点は「ヘディングアップ」のみ
- 自アイコンは高さ（z 座標）固定として描画
- 当たり判定用は測位系で行われるためアプリ側で制御は起こらない。
- 天井は表示しない。

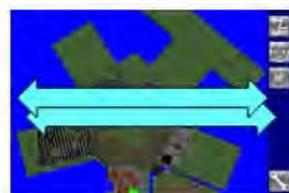
図[3D地図自動] 地図自動モードでは、2Dの場合と同様、測位系の結果に基づいて自動的に視点が制御される。



一本の指で画面に触れて、任意の方向に動かすことで画面のスクロール。



二本の指で画面にふれて、回すように動かすことで画面の中心を軸として回転。  
回転量：大



二本の指で同時に画面に触れて、左右の方向に動かすことで画面の中心を軸として回転。  
回転量：小



二本の指で画面に触れて、ピンチ操作をすることでズームイン、アウト。

•カメラは常に地面に対して垂直で、向きの変更はできない  
(常に真上から見下ろす、2D版の表示と同じ)

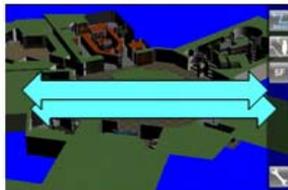
図[3D地図手動上方]



一本の指で画面に触れて、任意の方向に動かすことで画面のスクロール。（スクロール方向に進んでいく。）



二本の指で画面にふれて、回すように動かすことで画面の中心（自アイコン）を軸として回転。  
回転量：大



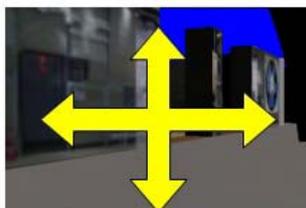
二本の指で同時に画面に触れて、左右の方向に動かすことで画面の中心（自アイコン）を軸として回転。  
回転量：小



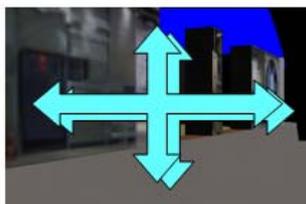
二本の指で画面に触れて、ピンチ操作をすることでズームイン、アウト。画面の中心（自アイコン）に寄る。

- カメラ位置の高さは常に固定  
（床や天井を突き抜けて別フロアに移動するような操作はできない）
- 回転の軸は常に地面に垂直とする  
（天地が逆さまとなる回転は不可。）

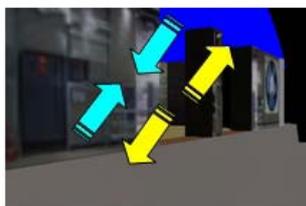
図[3D地図手動後方]



一本の指で画面に触れて、任意の方向に動かすことで画面のスクロール。（スクロール方向に進んでいく。）



二本の指で同時に画面に触れて、任意の方向に動かすことでカメラの向きを変更。（見回すような操作感）



二本の指で画面に触れて、ピンチ操作をすることで画面の中心にズームイン、アウト。

- カメラ位置の高さは常に固定  
（自動追跡のカメラ位置に移動することは不可。低い位置に移動することも同様に不可）
- カメラ（自分）を軸とした回転のみ
- カメラがどこを見ているも地面に垂直な線を軸として回転
- カメラの向きは上下80度でいどに制限する（一回転はできない）
- カメラをバンクさせることはできない

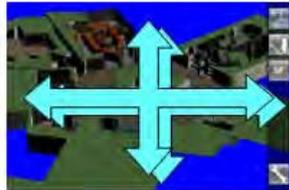
図[3D地図手動一人称]



一本の指で画面に触れて、任意の方向に動かすことで画面のスクロール。



一本の指で地図を押下しつつ、もう一本の指を任意の方向に動かすことで最初の指を中心に回転。  
回転軸は常に地面に対して垂直となる



二本の指で同時に画面に触れて、任意の方向に動かすことで見回す、上下に動かすことで傾斜。



二本の指で画面に触れて、ピンチ操作をすることでズームイン、アウト。

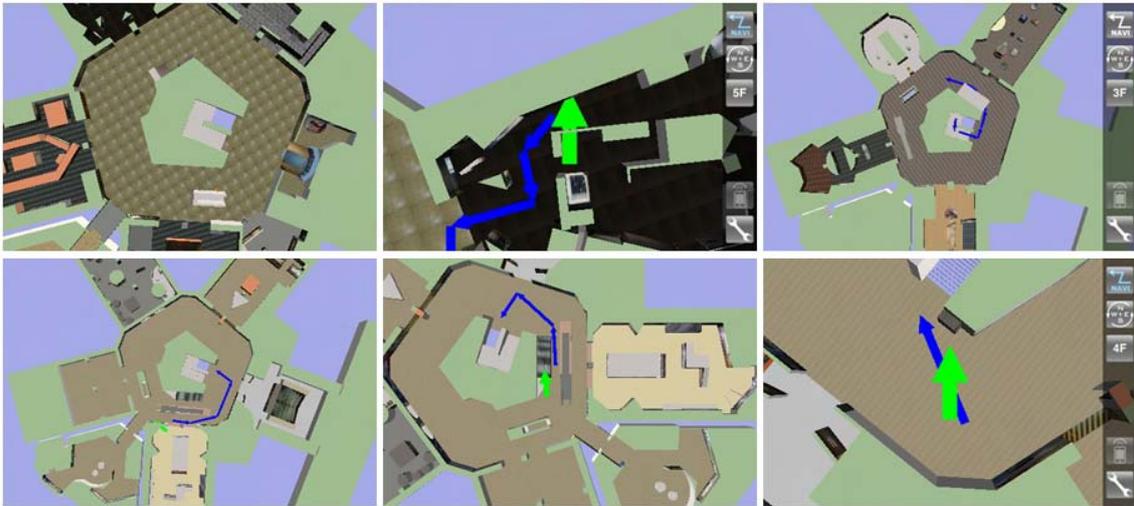
図[3D地図手動フリー]



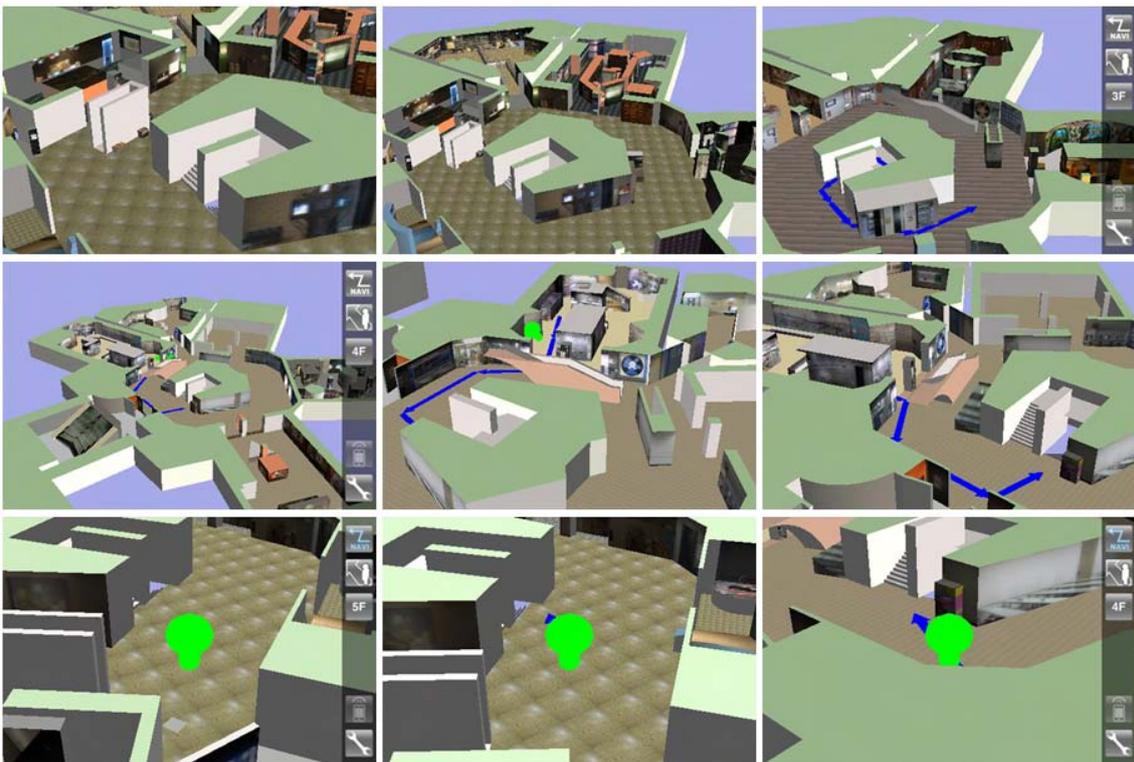
図[3Dメニュー]

開発した 3D 地図表示の例を、[図\[3D 画面上方\]](#)[\[3D 画面後方\]](#)[\[3D 画面一人称\]](#)に示す。このように昨年度・今年度の実験に用いた 2D 地図と同様の表示も、H18,19 年度のハンドヘルド PC で実現していた 3D 表示もできることがわかる。ハンドヘルド PC では Google Earth を用いていたため、視点制御や照明制御、描画範囲設定等の自由度に限度があった。今回は描画部を独自開発したため、特に一人称視点表示 ([図\[3D 画面一人称\]](#)) においては、Google Earth では不可能であった表現を行うことができています。

コンテンツ作成や表示との連携は今後の課題として残されているが、測位系と連携させた実験により、iPhone での 3D 地図表示が可能であることも確認できた。また、その連携実験において、[図\[3D 地図と実環境\]](#)にも示すように、壁のテクスチャや部屋の仕切りの構造等から直感的に対応付けができることが再確認された。



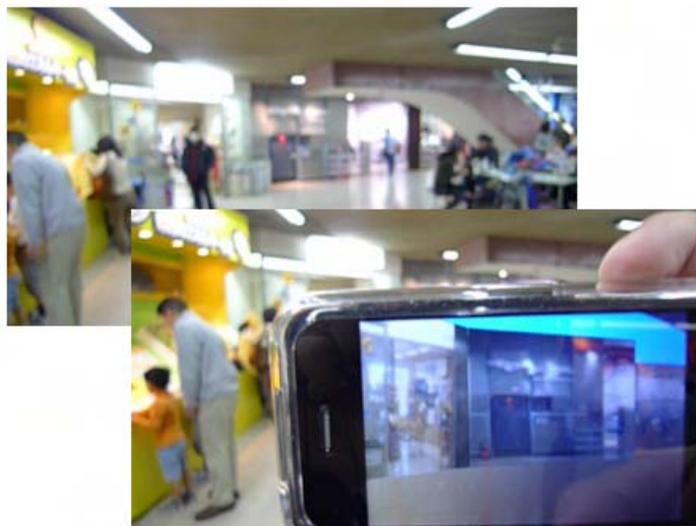
図[3D画面上方]



図[3D画面後方]



図[3D 画面一人称]



図[3D 地図と実環境]壁のテクスチャや部屋の仕切りの構造等から直感的に対応付けができることが再確認された。

## 2. 7 まとめ

本報告では、過去3年間を含めた4年間の総括と、今年度のiPhoneを使った科学館学習支援システム実験について述べた。今年度は1節で述べたように、

- (1) 実用化を想定した実験を実施する。
- (2) コンテンツやルート選択にインタラクティブ性を持たせられるようにする。
- (3) コンテンツ作成ツールをガイドシステムと統合し、ガイドサービスを受けながら、コンテンツを作成して配置することができるようにする。
- (4) 実際に通ったルートと、iPhone で見たコンテンツ、自分で作ったコンテンツをまとめて印刷し、記念品として持ち帰ることができるようにする。

という4点の特徴を持たせた実験を実施した。

まず、(1)については、実用化のための主に頑健性や効率性に関して、各部の開発・改良を行うとともに、その達成度合いを確認するために、14日間(2週間)連続での実験を実施することとした。これまでの3年間は、調査の実施という位置づけで毎年4日間ずつの実験であったが、今年度は日数を大幅に増やしたことになる。

さらに、これまでは、科学技術館と産総研の共同実施であったが、今年度は科学技術館単独での実施とした。具体的には、原則的に受付スタッフは科学技術館が採用したスタッフのみとし、産総研等の開発者が常駐し技術サポートをしなくても、システムの貸出業務を可能な状態とした。実際には、実験期間の前半はシステム調整のため技術サポートが必要であったが、後半は順調に運用することができた。

(2)については、まず、これまでコンテンツは見るもしくは聞くだけのものであったが、今年度は、問題やアンケートへの回答を、2～5択の選択方式、または、テキストによる自由回答方式により行うことができるようにした。このようなインタラクティブによる学習効果の向上が期待できる。

ガイドシステムがいくつかの目的地をまとめて案内する推薦ルート表示についても、昨年度まではスタート時点で全ルートを決める必要があったが、今年度は、各コンテンツにリンクされている別のコンテンツ(関連コンテンツ)を、その場その場で選びながらルートを選んでいくことができるようにした。これまで、展示を実際に体験したり、コンテンツを見たりすることにより来館者の興味が変わっていくことがあり得る、また、行き先を事前に全て選ぶのは難しいというコメントを体験者や委員会の委員から受けており、より柔軟なルート推薦の機能を導入することとした。

(3)については、写真撮影(もしくは選択)、線画やテキストによる写真や画像上へのグラフィック描画といった昨年度利用したZeptoPad[URL ZeptoPad]に類する機能と、(2)で述べたインタラクティブ部分を設定する機能、関連コンテンツをリンクする機能を持つコンテンツ作成ツールをガイドシステムと統合し、ガイドサービスを受けながら、コンテ

ンツを作成して、地図上に配置することができるようにした。

(4) については、ガイドシステムの利用時だけではなく、帰宅後の学習支援の可能性を広げるために、実際に通ったルートと、iPhone で見たコンテンツ、自分で作ったコンテンツをまとめて印刷し、記念品として持ち帰ることができるようにした。

さらに、iPhone を用いたガイドシステムの地図表示の3D化を実現し、その表現方法の有効性を再確認することができた。

図[システム変遷][コンテンツ変遷]にも要約したように、4年間の間に系統的にも、ガイドの内容的にも様々な取り組みを行うことができた。その成果は、実展示をさらに魅力的にするようなモバイルITサービスを実用化する際のマイルストーンになるものと思われる。最後に、科学技術館の方々をはじめ実験にご協力いただいたみなさまに感謝の意を表して本報告のまとめとする。

## 2. 8 参考文献

[文献 ICCAS] Takashi Okuma, Masakatsu Kourogi, Nobuchika Sakata, Takeshi Kurata: "A Pilot User Study on 3-D Museum Guide with Route Recommendation Using a Sustainable Positioning System", In Proc. International Conference on Control, Automation and Systems 2007 (ICCAS 2007) in Seoul, KOREA, pp. 749-753 (2007) (Outstanding Paper Award)

[文献 VR 学会論文誌 1] 大隈 隆史, 興梠 正克, 酒田 信親, 蔵田 武志, "科学ミュージアムガイドと現地での追体験分析のためのモバイルインタフェース", 日本 VR 学会論文誌, Vol. 14 No. 3 pp. 305-pp. 314 (2009)

[文献 VR 学会論文誌 2] 大隈 隆史, 興梠 正克, 七田 洸一, 蔵田 武志, "科学ミュージアムガイドにおける三次元地図提示のための仮想視点制御と体験誘導コンテンツ提示の効果", 日本 VR 学会論文誌, Vol. 14 No. 2 pp. 213-pp. 222 (2009)

[文献 VR 学会大会] 七田 洸一, 大隈 隆史, 石川 智也, 興梠 正克, 西岡 貞一, 蔵田 武志, "iPhone と歩行者デッドレコニングを利用した科学ミュージアムガイド", 第 14 回日本バーチャルリアリティ学会大会, (2009)

[文献 ISMAR2003] M. Kourogi and T. Kurata, "Personal positioning based on walking locomotion analysis with self-contained sensors and a wearable camera," in Proc. ISMAR2003, pp. 103-112, 2003.

[文献 SoCPaR2009] Ishikawa, Kourogi, Okuma, Kurata: Economic and Synergistic Pedestrian Tracking System for Indoor Environments. Conference Proceedings of the International Conference on Soft Computing and Pattern Recognition, SoCPaR' 2009, (2009), 522-527.

### 参考 URL

[URL ZeptoPad] <http://zeptopad.com/>

[URL PlaceEngine] <http://www.placeengine.com/>

[URL 科技館 Web 告知] [http://www.jsf.or.jp/info/2010/02/post\\_232.php](http://www.jsf.or.jp/info/2010/02/post_232.php)



### 3. まとめ

今年度は「ユビキタス社会における科学館学習支援システムに関する実用化査研究」の一環として「iPhoneを使った科学館学習支援システム実験」を行った。その実験結果と委員会において検討されたことをここにまとめる。

携帯する端末を iPhone にすることで、以前から言われていた重さ・大きさに関する不満がほぼ解消された点は、実運用に向けて大きな前進であったと考えられる。また、画面が小さくなったものの、画面の大きさ（小ささ）を補う手段として、iPhone のマルチタッチディスプレイのフリックやピンチ操作による表示画像の移動・拡大・縮小・回転ができる機能を搭載したのが評価された。

昨年度までのコンテンツは、見るあるいは聞く（ハンドヘルド端末利用時）だけのものではあったが、実用化を目指すうえでコンテンツの量や質及び適度な更新は欠かせないことから、説明員がより簡単に素早くコンテンツを作成できるツールを開発し、さらに設問やアンケートへの回答を、2～5 択の選択方式、または、テキストによる自由回答方式により行うことができるように改良した。このようなインタラクションによる、現場と来館者との対話を可能にするコンテンツを追加することで、より良いサービスの提供や学習効果の向上が期待できる。実験時には、このコンテンツ作成ツールを体験者にも開放した。アンケート結果では作成方法が分からず作成しなかったとの回答が多かったが、「作成したいか」との問いに対しては半分の方が作成してみたいと回答し、展示物を自分なりに紹介したり、体験を共有したいと思っている来館者が多数いる事がわかり、科学館学習支援システムとしてのコミュニケーション機能の有効性が確認できた。

一方、ナビゲーションのルート選択では、昨年度までのスタート時点で全ルートを決める方式から、各コンテンツにリンクされている別の関連コンテンツを、来館者がその場で選びながら科学技術館の中をめぐるように変更した。その結果、展示を実際に見たり、体験したりすることによって、来館者の興味が変わり、関連する展示物へ行くために適宜ルート変更を行う事ができるようになった。また、前記のコンテンツ作成ツールで、関連コンテンツのリンク付けが設定できるため、柔軟なシナリオ作成（ルーティングを考慮した一連のコンテンツ作成）ができるようになり、学習効果を高めるコンテンツの作成が容易となり実用化に一步近づいた。

今年度は、昨年度までの実験より、実用的な運用状況を想定し、2 週間の実験期間を設けた。実験期間中、ネットワークの接続障害等が発生しシステムが満足に動かない状況になってしまった事があり、今後の課題として残ったが、端末の小型・軽量化や位置・方位計測システムの性能向上などの効果もあり、実用化に向けた比較的よい被験者実験データが得られたと考えている。

委員会では、操作性、コンテンツ作成に関する事で以下の意見があげられた。

- ・コンテンツモードや地図モード等、モードの数が多い気がした。子供ならモードの切り替えや操作にすぐ慣れるようだが、大人には少し複雑に感じた。どこを選んで何ができるのか、操作を戻すにはどうすればいいかなど戸惑うことがあった。
- ・実用化と言うことでは、受付時に詳細な操作説明をするより、簡単な操作説明をした後、来館者が色々と操作していくうちに、発見してもらうことを想定していた。「習うより慣れろ」といった考え方で、操作方法が習得できるシステムのほうが良いのではないか。
- ・ヘルプボタンのように、困った時に押すボタン表示があればよいと思う。ボタンを押すことで操作に迷っても簡単に初期画面に戻れて煩わしさが解消されるのではないか。アンケートを読み取ると、トイレの場所や食堂の情報があつたほうが良いとの結果があり、科学館と関連した情報を掲載しても良いのかもかもしれない。
- ・システムについての説明を、一つのコンテンツとして、システムの導入部分に組み込んでみてはいかがだろうか。操作が分かる人はスキップボタンで省略することができ、初めての方は、ビデオチュートリアルのようなもので、一例の遊び方を見せてあげれば操作で戸惑う人も少なくなるはず。
- ・来館者がコンテンツを作成できるなら、記名式にして作成者名がわかるようにすると、確度の高い情報や質の高いコンテンツが投稿されるようになり、ある程度のフィルタリング機能として働くと思われる。
- ・コンテンツを投稿した後、WEBでの確認や、良いコンテンツに対して投票式などで称号を与えてみてはどうか。称号には、カギカン見習い、カギカン中級者、カギカンマスター、カギカン博士などのランクをつけて、自分に対する称号がランクアップしていくことがコンテンツ投稿への意欲につながり、信頼度や完成度の高いコンテンツを収集できるのではないか。
- ・友達同士でコンテンツの転送ができたらいいのではないか。また、写真のコンテスト機能はどうだろうか。簡単なお題を出し、それに対しての写真・コンテンツのランキングコンテストを運営する。投票・アクセス数等で順位を決めることで、良い作品が集まるように競わせることができるのではないか。

今後はシステムをさらに安定化させ、科学館や博物館のスタッフだけで運用を可能にできるようにすることで、新たなICTサービスの発展が見込まれる。また、iPhoneでの地図表示の工夫や、問い掛けへの回答入力などのインタラクションを含むコンテンツのオーサリング機能のブラッシュアップ、コンテンツそのものの運用管理、端末利用によって得られる履歴の利活用の検討などの諸課題を解決していくことによって、科学館学習支援システムの実用化やその持続的な運用の流れを加速することが可能になると考えられる。

科学技術の学習にはセレンディピティ (serendipity)<sup>1</sup>を高める必要がある。それは「行動して」「気付いて」「観察して」「理解して」「実現する」の5要素であり、まず行動を起こさなければ偶然の出会いが起こらない。偶然の出会いであれば行動する理由や目的は何でも良い。要するに行動しなければ偶然の幸運には出会えない。いつもは見過ごしていた何かを偶然発見し、興味を持つ。科学館学習支援システムを使うことでこのセレンディピティを高める一助ができると思う。

そのためにはこのシステムを体験（行動）し、コンテンツで展示に誘導し（気づき）、ハンズオンの体験やワークショップへ参加し（観察し）、理解するよう、コンテンツを拡充していかなければならない。

コンテンツに関しては平成18年度には展示室の紹介、館内の案内（ナビゲーション）、ワークショップ等イベントの案内といったシステムの基本的な部分を作成し提供できるようにした。また平成19年度、20年度では、科学や技術に興味を持ってもらう、科学の面白さ、不思議さを体験してもらうために体験展示への誘導コンテンツ（5階オプトの部屋では体験展示の操作方法、5階オリエンテーリングでは展示物の発見と体験「これはどこにある？いじってごらん。」、4階建設館では「橋をつくろう」など）を作成し提供し良い評価を得た。今後は興味を持った来館者個々に、より詳しい解説を提供する学習のためのコンテンツも視野に入れて拡充を図っていききたい。また、将来的には帰宅後のサポートとしてインターネットを介して科学館学習支援システムと連携する、閲覧履歴を使った体験の追認、体験装置の簡易なシミュレーション等も考えていきたい。

最後に携帯端末機器の話として大きさや重さ、操作性など、老若男女誰にでも利用可能なデザインという視点が重要と考えられる。それは来館者だけではなくシステムの運用を行う運営側の視点でも言えることである。これは良く言われる「バリアフリー」とは異なり、デザイン対象を障害者に限定しておらず、できるだけ多くの人利用可能であるような設計が必要ということである。いわゆるユニバーサルデザインである。

改めてユニバーサルデザインの7原則を示す。誰にでも利用可能なデザインという視点が中心であり、これに経済性や技術的条件、文化的要件、環境への影響など関連する諸条件を考慮する。

1. 誰にでも公平に利用できること
2. 使う上で自由度が高いこと
3. 使い方が簡単ですぐ分かること
4. 必要な情報がすぐに理解できること

---

<sup>1</sup> セレンディピティ (serendipity) とは、何かを探している時に、探しているものとは別の価値あるものを偶然に見つける能力・才能を指す言葉である。何かを発見したという「現象」ではなく、何かを発見をする「能力」のことを指している。

5. うっかりミスや危険に繋がらないデザインであること
6. 無理な姿勢をとる事無く、少ない力でも楽に使用できること 身体への負担（弱い力でも使えること）
7. アクセスしやすいスペースと大きさを確保すること 接近や利用するための十分な大きさと空間を確保すること

今後の展開としては課題の解決はもちろんの事、「接続回線の確保」、「実用化に向けたシステムの安定化」、「コンテンツの充実」、「端末利用によって得られる履歴の利活用」、「iPhone 以外の端末の利用」を中心に実用化を進めていきたい。

## 付録 1 [PlaceEngine]Wi-Fi 測位について

今年度は、Wi-Fi については、通信のみではなく測位（PlaceEngine[URL PlaceEngine]）にも利用して、センサデータフュージョンの情報源の1つとして活用する計画を立てていた。そのため、付録[Wi-Fi]に示すように、すでに整備されていた通信用基地局の他に、通信はせずビーコン信号だけを発する測位用基地局を設置した。

事前確認において、2節でも述べたように、Wi-Fi の通信が昨年度よりも安定していることが確認されたため、今年度は、3G 通信網を用いない方針とした。ただし、その際には、追加の基地局は用いずに事前確認を行った。

5節で述べた2週間の実験のうち、前半1週間はWi-Fi 通信の接続が非常に不安定で、システムのユーザビリティに多大な影響を与えていた。原因の特定ができなかったため、Wi-Fi 用の基地局電源を落とす処置を施したところ、その後はほぼ問題がなくなった。そのため、Wi-Fi 測位を含めたセンサデータフュージョンは実現しなかった。測位と通信の両立に係る問題はRFID の場合もあり、今後も検討を続ける必要があると考えられる。

実験終了後、改めて、全ての基地局を稼働させて、Wi-Fi 測位のみの予備実験を実施した。その結果を、図[Wi-Fi 測位 2F][Wi-Fi 測位 3F][Wi-Fi 測位 4F][Wi-Fi 測位 5F]に示す。図中の水色の線は実際に通ったルート、赤い点（小さい矢印）はWi-Fi 用の基地局を用いなかった場合の測位結果、緑の点（小さい矢印）は、付録[Wi-Fi]に記載のすべての基地局を用いた場合の測位結果である。Wi-Fi 測位用の基地局は主に展示室の奥に設置したため、その効果が表れて、緑の点の方がより外側に分布していることがわかる。このように、精度は十分とは言えないが、Wi-Fi 測位のみでも、つまり、特殊なセンサモジュールがなくても、ある程度の位置決めが可能であるため、その粒度でのサービスの提供は可能である。

コストベネフィット分析的に、基地局やセンサのコスト、得られる精度、及び提供するサービスの内容のバランスを捉えたモバイルITサービスの設計は、今後の方向性の1つとして有望であると考えられる。例えば、

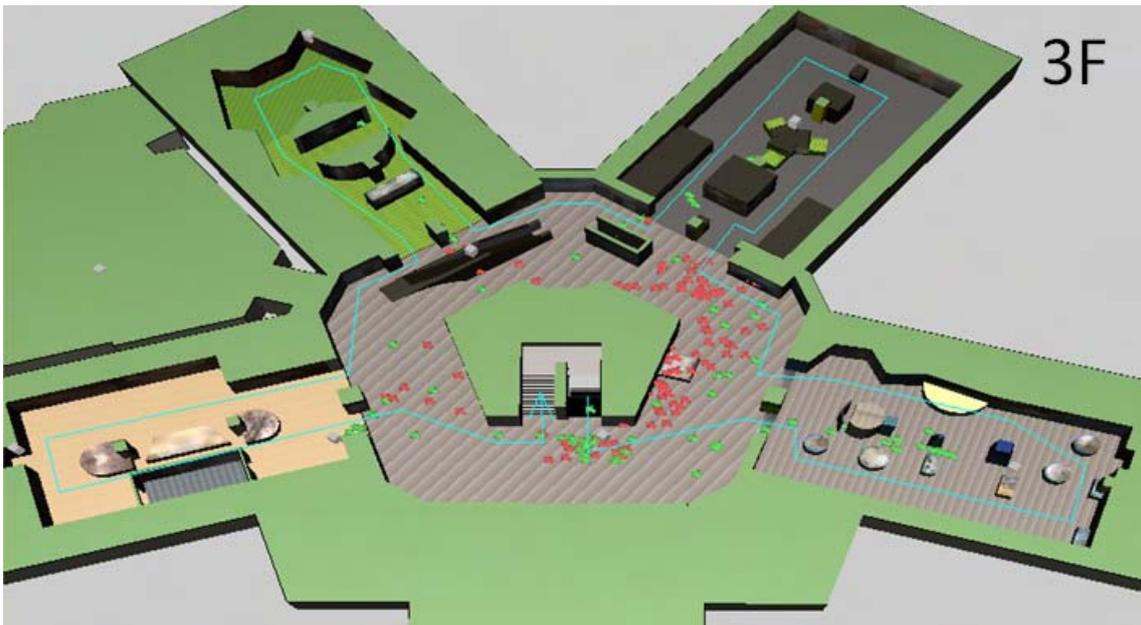
(1) 基本的なガイドシステムは、iPhone などの来館者が所有している端末と、それにより実現できるWi-Fi 測位により実現する

(2) センサモジュールを貸し出し、来館者所有の端末と連携させることで、より高精度な測位とそれに基づくきめの細かい情報サービスを提供する

というようなフレキシブルな設定であれば、ガイドシステムの利用者数やコンテンツ作成者数を大幅に増やすことができると共に、必要や興味に応じて、きめの細かい情報サービスを提供することもできる。また、センサの違いを体験すること自体が科学ミュージアムの展示として機能するかもしれない。



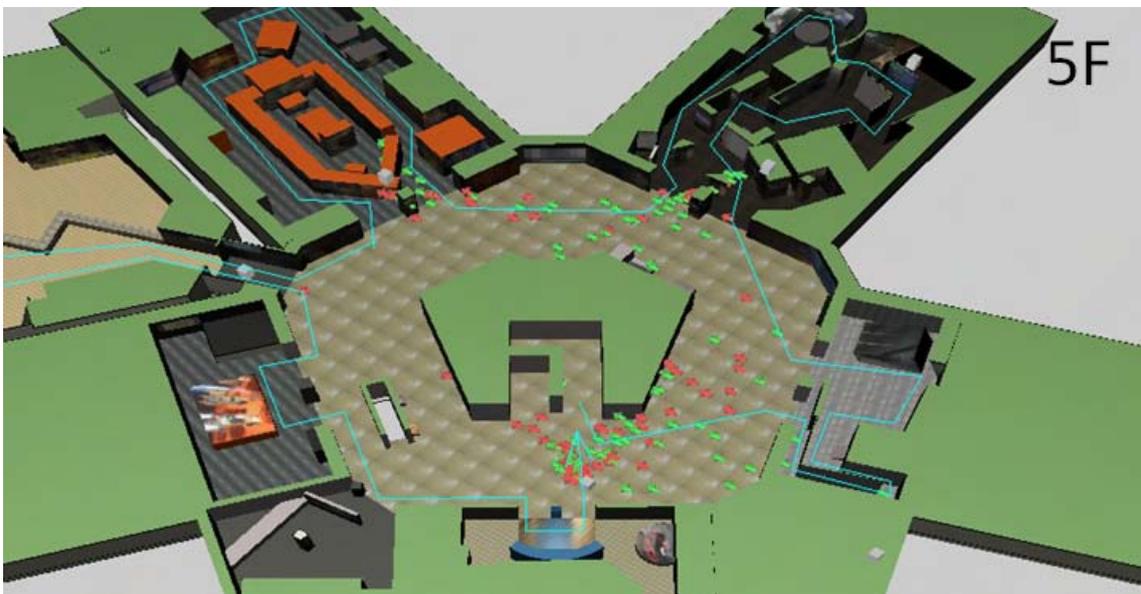
圖[Wi-Fi 測位 2F]



圖[Wi-Fi 測位 3F]



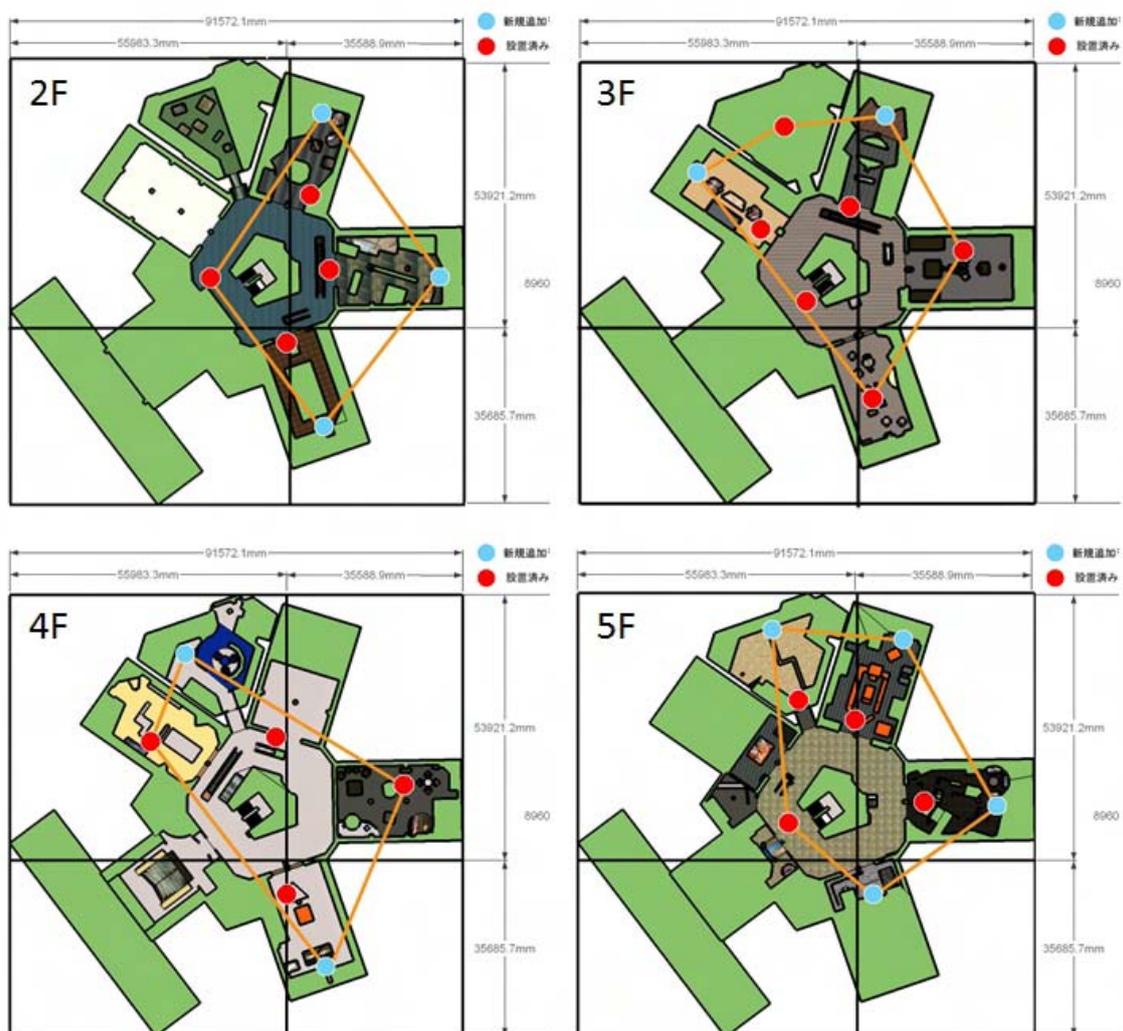
圖[Wi-Fi 測位 4F]



圖[Wi-Fi 測位 5F]



## 付録2 [Wi-Fi]Wi-Fi 基地局の配置図



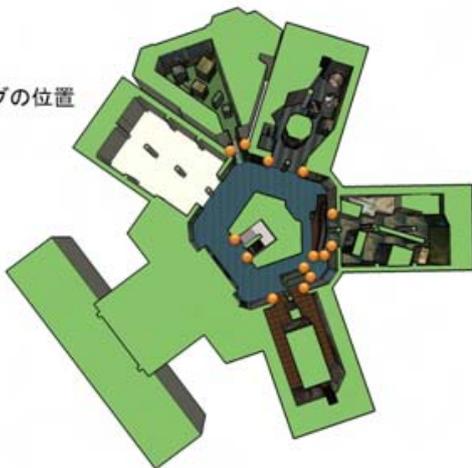
水色の基地局は PlaceEngine での測位用に設置したものである。



### 付録3 [RFID]RFID タグの配置図

2F

●:タグの位置



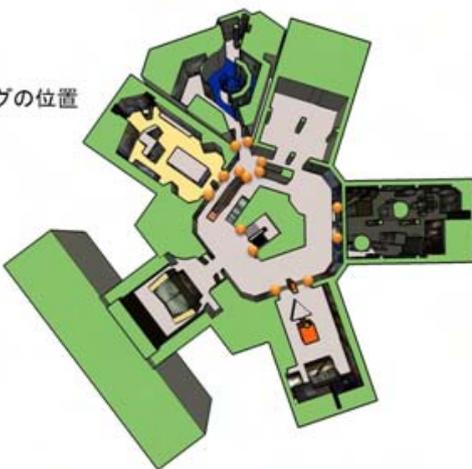
3F

●:タグの位置



4F

●:タグの位置



5F

●:タグの位置





付録4 [実験紹介]受付のPCモニタに表示した実験紹介スライド

## iPhoneを使った科学館学習支援システム実験

科学技術館は、(独)産業技術総合研究所サービス工学研究センターとソフトバンクモバイル株式会社の協力を得て、装着型センサや携帯情報端末を使った科学館学習支援システムに関する調査研究を行っています。

【実施期間】2010年2月22日(月曜日)～3月7日(日曜日)  
 【受付】3階ガスクエスト左 10:00～15:00  
 【実施内容】装着型センサや携帯情報端末を身につけて、30分～1時間程度科学技術館見学をしていただきます。  
 見学後、アンケートにご協力ください。

(※)実験調査のため、実験及びインタビュー風景をビデオ撮影いたします。学会などの発表に使わせていただくことがあります。

お問い合わせ: navi-info@jsf.or.jp

**KEIRIN** この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

**競輪補助事業**




展示の解説などのコンテンツを自分で作って仮想的に貼ろう!



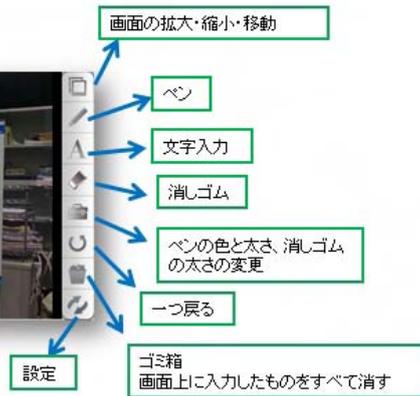
展示の場所までガイドしてもらって、実展示を体験したりiPhoneのコンテンツを見たりしてみよう!

## iPhoneを使った科学館学習支援システム実験



展示の場所までガイドしてもらって、実展示を体験したりiPhoneのコンテンツを見たりしてみよう!

## iPhoneを使った科学館学習支援システム実験



展示の解説などのコンテンツを自分で作って仮想的に貼ろう！

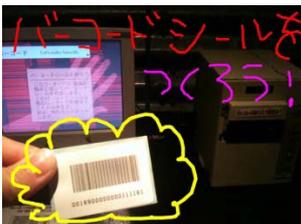
## iPhoneを使った科学館学習支援システム実験

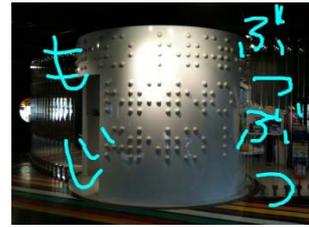


お土産にiPhoneの体験履歴を印刷します！

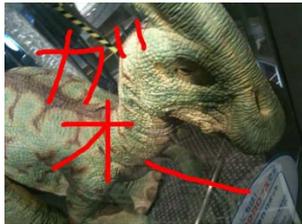
付録5 [コンテンツ]今年度のコンテンツ一覧

今年度追加分(説明員)





今年度追加分(スタッフ)

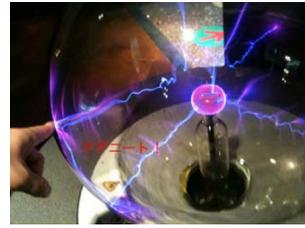






今年度追加分(来館者)







## オーロラサイエンス

**3D エレクトロニクス(オーロラサイエンス)**

**展示室全体の紹介**

アラスカのカナダ、北極といた北極に、光を帯びてくる光の舞臺、新け方に応じて長さが異なる光の舞臺をオーロラと呼びます。

時には静かな光の舞臺、時にははらりと動く舞臺は、光のシンフォニーともよばれています。この展示室では、オーロラ光のメカニズムを科学的に紹介します。



何か飛こえない？

## ガスクエスト

**3F ガスクエスト**

**ワークショップ**

液体を注ぎ、色を混ぜ、観察実験、材料を混ぜる、液体の色や状態を観察する、面白い実験、展示を行います。

●開催日時：10月27日、11月3日、11月10日、12月13日、14日  
●開催場所：1558-309052

**3F ガスクエスト**

**展示室全体の紹介**

「ガスクエスト」の「クエスト」とは、「探検」という意味です。この展示室では、ガスの性質や実験を通して、ガスの性質を探検していきます。

体験、クイズを通して探検できるように工夫されています。また、ワークシートを通じて、ガスの性質の観察が行われます。



くっついて、とれない...



液体が上に...？



かがみよかがみ〜



## モーターズワールド

## 北の丸博士のバイオのくすり研究室

**3G モーターズワールド**

**展示室全体の紹介**

私たちの身のまわりの生活で、たくさん使われているモーター。この展示室では、モーターがどうやって動くのかを、いろいろな実験や、クイズを通して紹介します。

モーターを使った工作などを紹介しています。また、モーターについてのいろいろな情報も提供できます。



観覧車をうごかしてみよう



なにがみえる？

## 4階

### 鉄の丸公園

**4C 鉄の丸公園1丁目(鉄橋)**

**展示室全体の紹介**

鉄は私たちの暮らしに欠かせない材料で、地球の資源量の約30%を占めています。現代社会を支える重要な材料です。地球の資源を守るため、新しい製鉄技術の開発で、未来を大きく開こうとしています。この展示室では、製鉄技術の進化と、鉄の未来について紹介します。



どっちが軽い？

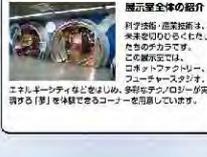


よ〜くねらって！

## NEDO

**4E NEDO Futura Scoop**  
未来のスカップがあなたへ

**展示室全体の紹介**  
科学技術・産業技術は、未来を切りひらく大切な存在です。この展示室では、ロボットファクトリー、コミュニケーション・ロボット、ウェアラブルデバイス、エネルギーなどをはじめ、多彩なデジタルロボットが活躍する「夢」を体験できるコーナーを準備しています。



**4E NEDO**

**ロボットファクトリー (3) コミュニケーション・ロボット**  
タッチセンサー、パラボラがともたけしやロボットと会話を楽しめるデモンストレーションです。

●開催時間：10時～11時30分、13時～15時




これは、何？



高さが高いのはどれかな？  
どのロボットが一番新しいかな？

## 建設館

**4F 建設館**

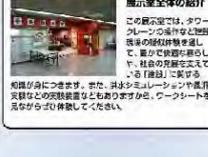
**ワークショップ**  
普段7までの利用は朝と夜間営業のしくみを体験することもできます。

●開催時間：10時～11時15分、13時～15時  
15時～16時15分



**4F 建設館**

**展示室全体の紹介**  
この展示室では、ナローゲージの走行と運転体験の体験を通して、最新の技術を盛り込んで、最新の技術でつくられた「建設」に関する情報が盛り込まれています。また、洪水シミュレーションや風洞実験などの体験も盛り込まれています。ワークショップも実施しています。




どれが一番重い？



どんな音がする？



アーチをつくらう



橋をつくらう

## 宇宙機構ライブラリー

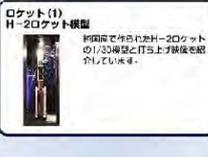
**41-1 宇宙情報ライブラリー**

**テーマパネル**  
宇宙探査の発展について、4つの大テーマに沿ってパネルが並び、これからの宇宙探査についてイラストパネルとともっています。



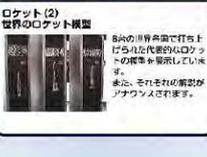
**41-1 宇宙情報ライブラリー**

**ロケット (1) H-2ロケット模型**  
約100mで作られたH-2ロケットの1/20縮尺と打ち上げ映像を紹介しています。



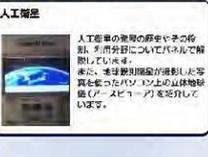
**41-1 宇宙情報ライブラリー**

**ロケット (2) 世界のロケット模型**  
8つの世界各産で打ち上げられた代表的なロケットの模型を展示しています。また、それぞれの構造がアナウンスされます。



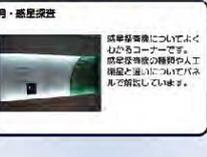
**41-1 宇宙情報ライブラリー**

**人工衛星**  
人工衛星の運用の歴史やその役割、利用分野についてパネルで解説しています。また、衛星観測衛星が撮影した写真を使ったパズルゲームの山形地球儀も「スペース」を定めています。



**41-1 宇宙情報ライブラリー**

**月・惑星探査**  
惑星探査機についてよくわかるコーナーです。また、探査機が撮影した人工衛星と月についてパネルで解説しています。







メカ

**5D メカ**

**展示室全体の紹介**

たとえ妖怪を分類して  
あると、妖怪について  
な秘密は、謎、マコト、  
マコト等の基本的な要素  
両方、或時に組み合わせ  
てみるべきであるが  
むかひまで、この展示室は、  
通常の展示室で、それ  
を応用した展示をたくらみ  
て見よう。



鉄のボールは  
何コかな？



何が見えるかな？



何かいるよ!?



もちあげられるかな？



もちあげられるかな？

オプト

**5E オプト**

**展示室全体の紹介**

美しく神秘的な自然  
現象、現象、自然、種  
と連携など、「光」に  
関する不思議な現象を  
紹介する展示室です。そ  
して人間は、これら自然  
現象に  
関心しながら、実生活に  
役立てていきます。ここ  
では、  
光の基本的な現象、性質、  
応用と併せて、さまざまな  
実験や装置を使ったデ  
モンストラーションを  
お楽しみください。

分身の鉄!?

あなでは何人にふれますか?  
ここでは空手技の術  
もできるよ!



タイトルは?  
この展示は名前を  
つけてみよう!!



これは  
んた=!



これは  
んた=!



ペンライト



キエた  
↑コ



空中浮遊の術



この音は  
どうやってつくる？



どれが本物？



このハムスターを歩かせるか？



きみは、まっすぐな口ポットを  
みつけられるか！？



これなんだ？



だれかいない...？

どうして



音がなるの？

ネコにさわれる？

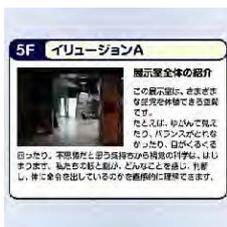


影は何色？？



緑のりんごを見つめながら  
50数えたら、次の絵を見てね。  
何色のりんごが見えた？

## イリュージョンA



5F イリュージョンA  
展示室全体の紹介  
この展示室は、さまざまな  
感覚を刺激できる空間  
です。  
たとえば、耳で聞くこと  
や、汗をかくこと、目や鼻  
を動かすこと、など、様々な  
感覚を刺激する体験が  
用意されています。  
ぜひ、お楽しみください。

3枚のモナリサ  
どっちがう？



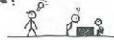
どれがモナリサ？  
何が？



片足で立ってみよう



どこもつかまないと  
片足でまわることができるか？



片足で  
立てるかな？



じっと  
見つめたら...



どれが本物？



目が  
グルグル〜



秘密の部屋  
はどこに？





Let's うですもう

変な顔してみよう！



手を置いて...



あれ？どこかで見た形だよ



私は誰でしょうか？



あっ、熱いのは、どれ？



おどろいて



おどろいて



ビックリするひと休み。



初気軽にお尋ねくださいね...



腕ずもうしようよ、ね？



我を、捕らえてみよ！



お絵書き楽しいな！



お魚を泳がせてみよう☆



これはどこにある？



ハチはっけん！



このテレビには何がうつるのかな？



これはなんだろう？  
たたくと...？



こえでうごく！

付録6 [印刷]体験履歴印刷システムで出力したプリントの例

ページ1/2

iPhoneを使った科学館学習支援システム実験

主催 (財)日本科学技術振興財団 科学技術館 ユーザ名: ともや  
 技術協力 (独)産業技術総合研究所 サービス工学研究センター 来館日: 2010-3-7

3階受付 受付



13:28

---

3階3D 3D

3D エレクトロホール(オーロラ・サイエンス)  
 展示室全体の紹介  
 アラスカやカナダ、北極  
 のような寒帯に生息する  
 動物や植物などから  
 作り出された貴重な  
 自然遺産オーロラと呼  
 びます。  
 館には運動しながら楽しく、時にはびっくりと驚く様子も。  
 実際のシミュレーションも体験されています。この展示室では、  
 オーロラ発生のメカニズムを詳細に解説します。

13:20

new 5階5D ロボット



13:28

---

5階5B 5B

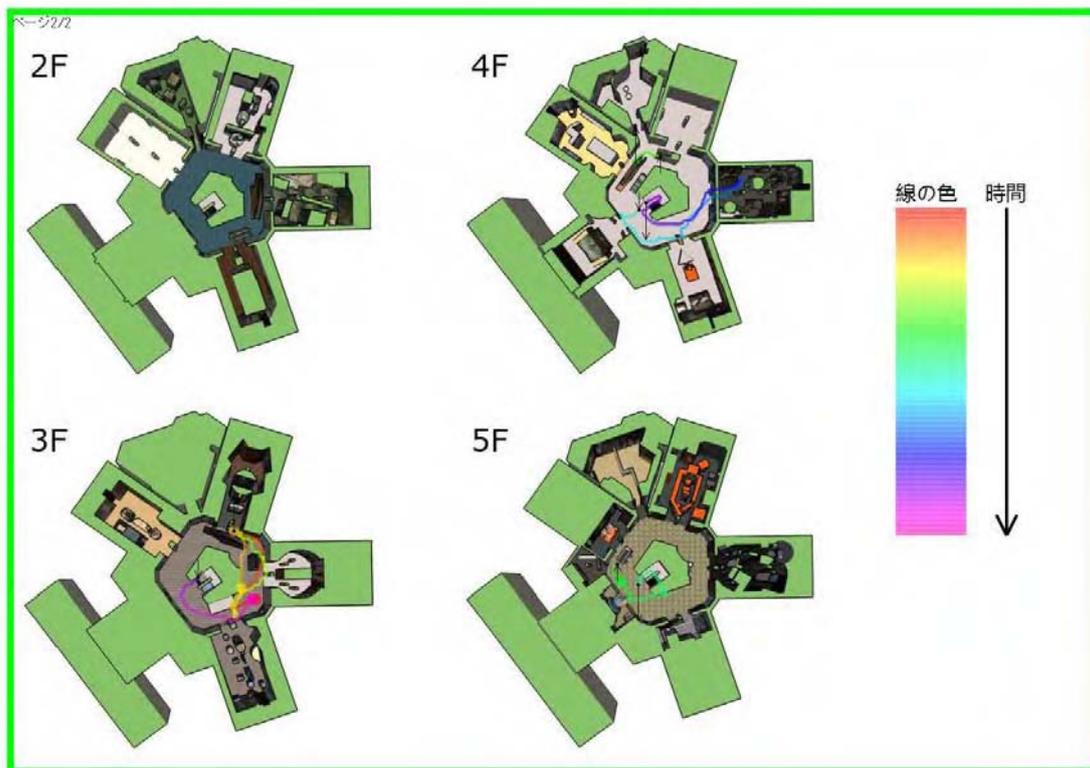
5B イリュージョンB  
 展示室全体の紹介  
 いつも見ているつもりで  
 も、ちょっと気をつけて  
 みると、思いがけない  
 発見があります。かつこ  
 いのシミュレーションは  
 自分で動く、まわりのものに反応する感覚、カメラ  
 を使って撮ってみたい。音は、実際に感じることに  
 ない"見るここから学ぶ"を見つけるつもり。

13:23

3階受付 Atomicstation  
 原子力の燃料になる鉱石はなにかな？  
 正解⇒  
 ウラン  
 黒曜石  
 石灰岩  
 プラチナ



13:23



### iPhoneを使った科学館学習支援システム実験



主催  
[財]日本科学技術振興財団  
科学技術館  
技術協力  
[独]産業技術総合研究所  
サービス工学研究センター

ユーザ名: Rekkuzo

来館日: 2010-3-7

3階3F メタンめたんMETAN



14:56

3階3F くさっ!

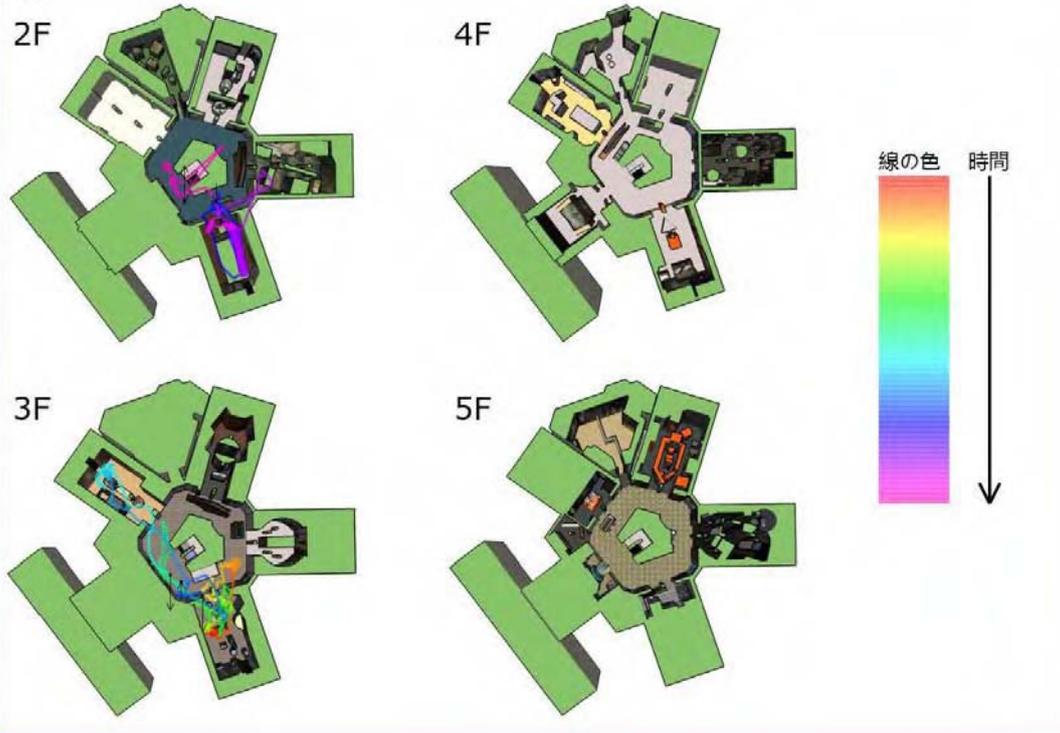


15:00

3階受付 受付



14:58



### iPhoneを使った科学館学習支援システム実験



主催  
(財)日本科学技術振興財団  
科学技術館  
技術協力  
(独)産業技術総合研究所  
サービス工学研究センター

ユーザ名: 光  
来館日: 2010-3-6

4階4\_other なにがみえる?



なにがみえる?

11:11

3階受付 Reception

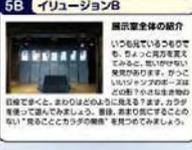


科学館学習支援システム実験  
受付

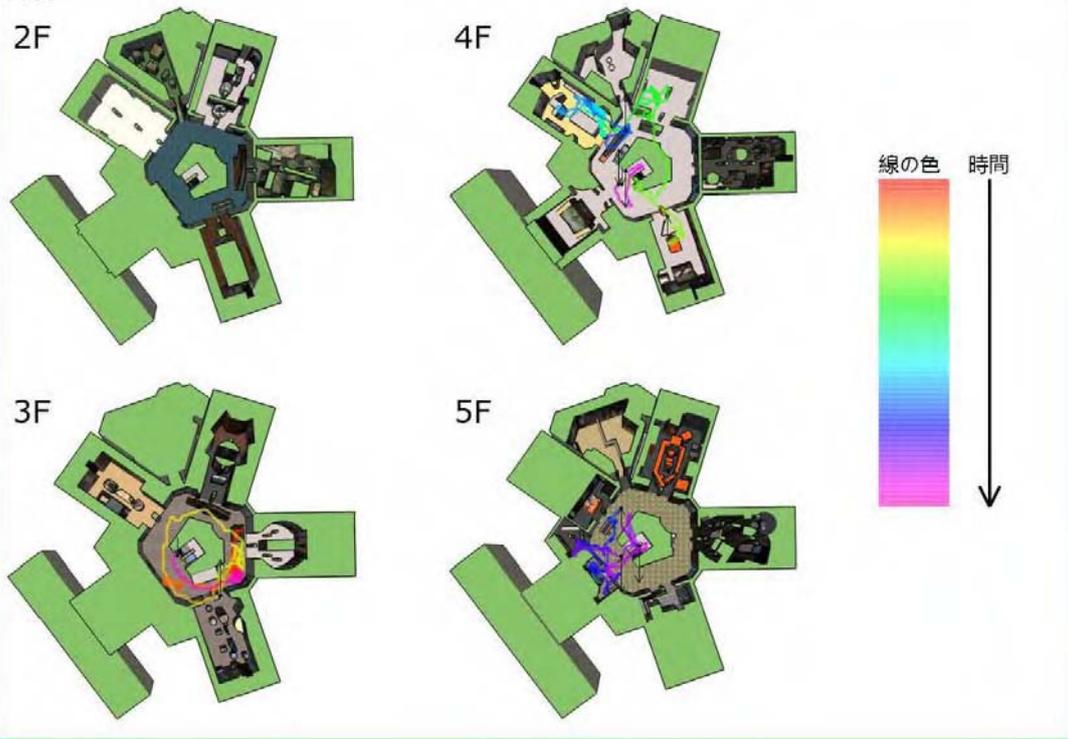
12:07

5階5B 5B

5B イリュージョンB



12:03





## 付録7 [アンケート]今年度用いたアンケート用紙

### iPhone を使った科学館学習支援システム実験アンケート

氏名： \_\_\_\_\_

ID： \_\_\_\_\_

問1 科学技術館に何回来館したことがありますか。

- ①初回 ②3回未満 ③5回未満 ④10回未満 ⑤10回以上

問2 普段以下のような携帯端末を利用したことがありますか。(複数回答可)

- ①携帯電話 ②スマートフォン ③PND(パーソナルナビデバイス)  
④ニンテンドーDS/DSi ⑤PSP  
⑥その他 ( \_\_\_\_\_ )

問3 体験中に iPhone が重いと感じましたか。

重すぎる | \_\_\_\_\_ | 軽すぎる

問4 iPhone の本体の大きさをどう感じましたか。

大きすぎる | \_\_\_\_\_ | 小さすぎる

問5 iPhone の画面サイズの大きさをどう感じましたか。

大きすぎる | \_\_\_\_\_ | 小さすぎる

問6 実際の展示を体験中に iPhone が邪魔になることがありましたか。

邪魔になった | \_\_\_\_\_ | 邪魔にならなかった

問7 腰に装着していたセンサ類を重いと感じましたか

重すぎる | \_\_\_\_\_ | 軽すぎる

問8 腰に装着していたセンサ類を大きいと感じましたか。

大きすぎる | \_\_\_\_\_ | 小さすぎる

問9 体験中に腰に装着していたセンサ類が邪魔になることがありましたか。

邪魔になった | \_\_\_\_\_ | 邪魔にならなかった

問 10 今回の実験で何を目印として地図と実環境の対応をとりましたか。(複数回答可)

・自分の位置が把握できているとき

- ①階段 ②展示 ③お手洗い ④展示室の入り口 ⑤コインロッカー ⑥机  
⑦エスカレーター ⑧シャッター ⑨自動販売機 ⑩ごみ箱 ⑪窓 ⑫壁の形状  
⑬壁の色 ⑭壁の模様 ⑮スタッフに聞いて ⑯その他 ( )

・自分の位置を把握できていないとき

- ①階段 ②展示 ③お手洗い ④展示室の入り口 ⑤コインロッカー ⑥机  
⑦エスカレーター ⑧シャッター ⑨自動販売機 ⑩ごみ箱 ⑪窓 ⑫壁の形状  
⑬壁の色 ⑭壁の模様 ⑮スタッフに聞いて ⑯その他 ( )

問 11 自分の位置と地図上の位置がずれていると感じることがありましたか。

- ①あった ②なかった

問 12 問 11 で①と答えた方にお聞きします。

どのような時にずれていると感じましたか。

[ ]

問 13 現在位置がとんだ時、自分の位置がわからなくなることがありましたか。

あった |-----| なかった

問 14 目的地の設定を簡単に行えましたか。

簡単であった |-----| 困難であった

問 15 目的地設定は役に立ちましたか。

役に立った |-----| 役に立たなかった

問 16 ナビゲーションに関するルート表示はわかりやすかったですか。

わかりにくかった |-----| わかりやすかった

問 17 目的地をすぐに見つけられましたか。

見つけられ  
なかった |-----| 見つけられた

問 18 端末の画面と実環境のどちらをよく見ましたか。

フロア内での移動中

画面 |-----| 実環境

階段

画面 |-----| 実環境

エスカレータ

画面 |-----| 実環境

展示体験中

画面 |-----| 実環境

問 19 コンテンツアイコンが密集していて地図が見つらいことがありましたか。

あった |-----| なかった

問 20 コンテンツは体験の助けになりましたか。

ならなかった |-----| なった

問 21 同じコンテンツを見直すことがありましたか。ありましたら記入をお願いします。

[ ]

問 22 興味がなかった実展示に関して、コンテンツを見ることで体験しようと試みたものがありましたか。ありましたら記入をお願いします。

[ ]

問 23 コンテンツを見て、実際に展示を見に行ったものがありますか。ありましたら記入をお願いします。

[ ]

問 24 コンテンツを見ることで実際の展示の体験の仕方がどれだけわかりましたか。

わからなかった |-----| よくわかった

問 25 コンテンツの文字表示の大きさは適切でしたか。

小さすぎた |-----| 大きすぎた

問 26 コンテンツの写真表示の大きさは適切でしたか。

小さすぎた |-----| 大きすぎた

問 27 コンテンツを作成されましたか。

①作成した ②作成しなかった

問 28 問 27 で①作成したと回答された方に質問です。コンテンツの作成は簡単にできましたか。

簡単だった |-----| 難しかった

問 29 自分でコンテンツを作成し、他の来館者に作成したコンテンツを見てもらいたいと思いますか。またその理由もお願いします。

①思う ②思わない

[ ]

問 30 今回体験された科学館学習支援システムは科学技術館の展示を体験するのに役に立ちましたか。

役に立たなかった |-----| 役に立った

問 31 今回体験された科学館学習支援システムの使い勝手をどう感じましたか。

悪かった |-----| よかった

問 32 iPhone によるガイドだけでなく、説明員によるガイドも必要だと感じましたか。

必要だと感じなかった |-----| 必要だと感じた

問 33 ガイドシステムに求めること（複数回答可）

- ①展示の解説 ②道案内 ③個人にあった体験ルートの推薦 ④人気展示の表示
- ⑤他の来館者とのつながりの構築 ⑥イベント（ワークショップ）の告知
- ⑦科学技術館全体の情報の告知（展示の更新や新展示の設置、工事、休館など）
- ⑧食堂の情報 ⑨その他（ )

問 34 説明員に求めること（複数回答可）

- ①展示の解説 ②道案内 ③個人にあった体験ルートの推薦 ④人気展示の紹介
- ⑤他の来館者とのつながりの構築 ⑥イベント（ワークショップ）の告知
- ⑦科学技術館全体の情報の告知（展示の更新や新展示の設置、工事、休館など）
- ⑧食堂の情報 ⑨その他（ )

アンケートへのご協力ありがとうございました。

付録 8 [コンテンツ作成説明書]

**MobileNavi による電子ワークシート作成  
操作説明書**

平成 22 年 2 月 24 日

# 目 次

はじめに.....	1
1. iPhone の起動.....	2
2. MobileNavi (アプリケーション) の概要 .....	3
3. MobileNavi (アプリケーション) の起動 .....	5
4. 同期.....	6
5. ログイン.....	7
6. 作成モード .....	8
6.1. 写真を撮る .....	8
6.2. コメントを書く .....	9
6.3. プロパティの設定.....	11
6.4. アクションの設定.....	11
6.5. 関連データの設定.....	13
6.6. 表示位置の設定 .....	14
6.7. 登録.....	14
7. ログオフ.....	15
8. iPhone の終了.....	15
9. 問い合わせ .....	15
10. 作業可能な場所、時間.....	15

## はじめに

本書は、平成 21 年度の JKA 補助事業で作成した iPhone 上で動作する科学館学習支援システムの電子ワークシート作成の操作を説明したものである。

## 用語

### 電子ワークシート

iPhone 上で表示されるコンテンツ。

### タップ

iPhone の画面上に指でタッチするように 1 度たたくこと。

### ドラッグ

iPhone の画面上を指先でなぞる動作。

### フリック

iPhone の画面上を指先ではじく動作。

### ピンチ

2 本の指で iPhone の画面上に触れ、そのまま指を閉じる動作。

### ピンチアウト

2 本の指で iPhone の画面上に触れ、そのまま指を開く動作。

## 1. iPhone の起動

iPhone を起動するには、上部にある[スリープ/スリープ解除]ボタン、あるいは下部中央にある[ホーム]ボタンを指で押下します。



iPhone を起動すると右のような画面が表示されるので、左下に表示されている右矢印を「ロック解除」と書かれている方向へ指でドラッグします。



## 2. MobileNavi（アプリケーション）の概要

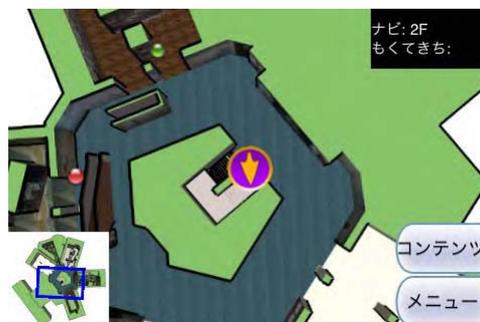
科学館の学習支援を行うガイドシステムで、大きく4つのモードがあります。

### 1. ナビモード

目的地（見たい展示物）までの経路を矢印で表示する画面です。右上の背景が黒色で表示されます。

右上の黒い部分を指でタップすると地図モードに切り替わります。

〈コンテンツ〉ボタンを指でタップするとコンテンツモードに切り替わります。



### 2. 地図モード

基本的に地図を表示する画面です。右上の背景が紫色で表示されます。

右上の紫の部分を指でタップするとナビモードに切り替わります。

〈作成〉を指でタップすると作成モードに切り替わります。

〈コンテンツ〉ボタンを指でタップするとコンテンツモードに切り替わります。

〈階〉ボタンを指でタップすると表示する階を変更できる画面になります。



### 3. コンテンツモード

コンテンツを選択するモードです。右上の背景が青色で表示されます。地図上に青や赤、緑色の球印（丸印）が表示されるので、それを指でタップするとそこに設定されているコンテンツの一覧が表示されます。

一覧からコンテンツを一つ選択すると現在地点から選択したコンテンツがある展示物までのナビゲーションを始めます。



#### 4. 作成モード

電子ワークシート（コンテンツ）を作成するモードです。本システムでは新たにユーザがコンテンツを作成することができます。本書はこの作成に関する説明書です。

電子ワークシート（コンテンツ）の作成フローは次に示す7ステップになります。

##### ・電子ワークシート（コンテンツ）の作成フロー

- (1) コンテンツの基となる写真を撮る。
- (2) 撮った写真に対してコメントを入れ込む。
- (3) タイトルと表示させる属性を決める。
- (4) 付属情報（下記2つのどちらか）を任意で追加する。
  - ①テキスト
  - ②選択肢
- (5) 関連する電子ワークシート（コンテンツ）を任意で指定する。
- (6) 表示する位置を指定する。
- (7) 登録する。

付属情報のサンプルとして選択肢型の画面を示します。

ナビモードで当該コンテンツがある場所まで来たときに表示されます。



〈インタラクション〉ボタンを指でタップすると右の画面のように、左上に問題文、左下に解答（回答）の選択肢、右側に選択ボタンが表示されます。



選択肢の番号を指でタップすると右の画面になります。〈はい〉をタップすると次の画面、〈いいえ〉をタップすると前の画面に戻ります。

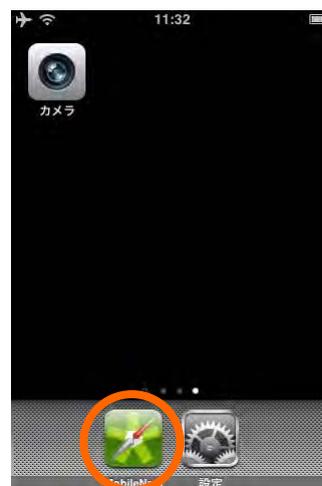


作成時に正解をなしにすると右の画面のように表示されます。



### 3. MobileNavi (アプリケーション) の起動

画面下にある「MobileNavi」のアイコンを指でタップします。



右のような初期画面が表示されるので〈同期処理〉ボタンを指でタップします。



#### 4. 同期

右図の画面が表示されるので、〈コンテンツ／ログ同期〉ボタンをタップしてください。



右図のようにタップしたボタンの色が変わる状態が数秒から1分程続きます。



右図のように「通信中に予期せぬエラーが発生しました。」と出た場合は、通信がうまくいかなかった可能性があるため、展示棟にいることを確認して〈OK〉ボタンをタップした後、再度〈コンテンツ／ログ同期〉ボタンをタップしてください。



〈コンテンツ／ログ同期〉ボタンをタップ後に右上の画面が表示されなかった場合、数秒から1分後にデータダウンロード中の画面が表示されません。



初期画面に戻りますので〈START〉ボタンを指でタップします。



右のような画面が表示されるので〈ログイン〉ボタンを指でタップします



## 5. ログイン

右のような初期画面が表示されるので〈START〉ボタンを指でタップします。

ユーザ ID を入力します。

ユーザ ID と書かれている右側の空欄を指でタップすると、キーボードが表示されるので、ユーザ ID を入力します。

入力することで、自分が作ったコンテンツを参照することができます。

ユーザ ID は NEDO にあるカードのバーコードの番号を利用して下さい。(数字 10 桁が必要というだけで、NEDO のデータと繋がりはありません。)



表示されるキーボードは何種類かあります。

緑色の丸でキーボードを変えられます。

右画面の赤丸は入力文字の切り替えです。入力できる文字は日本語・英語・数字があります。

青丸の方は一文字消去するキーです。



\*ログイン時は毎回同じ ID でお願いします。

※一文字消去用のバックスペースキーはありますが、カーソルキーに相当するキーがありません。文字の入力時には注意して下さい。

ログインすると右図の一番上のような画面となります。この画面はナビモードと呼ばれる画面です。ナビモード時の画面で地図もしくは黒い四角い領域を押すとその下にある地図モードとなります。



地図モードの画面で赤丸のある〈作成〉ボタンをタップするとコンテンツ作成モードになります。



## 6. 作成モード

〈作成ボタン〉をタップすると右のような画面になります。コンテンツを作成する際に写真を撮ることから始めるか、あらかじめ撮った写真を利用して作成するかを選択します。

ここでは〈写真を撮る〉ボタンをタップします。



### 6.1. 写真を撮る

〈写真を撮る〉ボタンをタップすると右図のような画面が表示されます。

ここで写真を撮ることができます。

写真を撮る場合は**カメラのアイコン**がついたボタンをタップしてください。[ホーム] ボタンを押下するとアプリケーションが**終了**してしまいます。



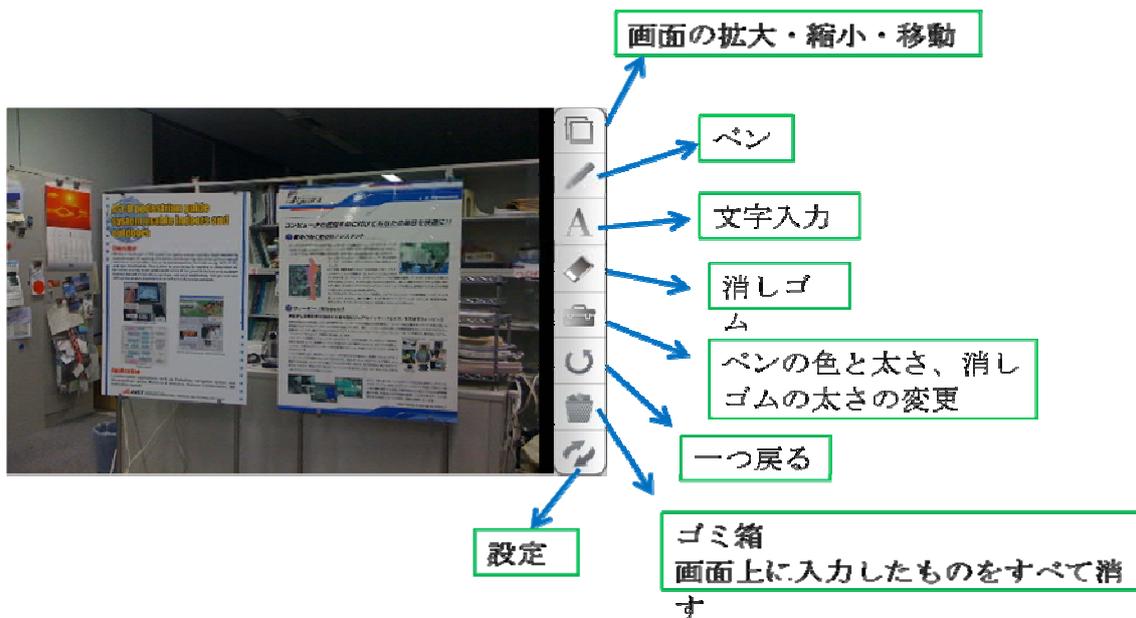
\*写真を撮る場合は iPhone を横向きにして撮るようお願いします。

写真を撮ると右図のような縦長の確認画面が表示されます。

ここで、撮った写真に問題がなければ青い〈使用〉ボタンをタップし、撮り直す場合は左下にある〈再撮影〉ボタンをタップしてください。



## 6.2. コメントを書く



利用する写真を用意できると上のようなコンテンツを作成する画面が表示されます。

各機能を簡単に解説していきます。

### ・画面の拡大・縮小・移動

このボタンをタップ後、画像の拡大・縮小・移動を行えます。画像を指でドラッグすると画像を移動できます。画像上で二本の指を開いたり閉じたりする事で画像の拡大・縮小が行えます。

### ・ペン

これは名の通り画面中に絵や文字を手書き描くことができます。

### ・文字入力

文字を入力します。詳細は後述します。

- ・消しゴム

ペンで描いたものや文字入力で入力した文字を消すことができます。

- ・かばん

ペンの太さと色・文字入力の文字の色・消しゴムの太さの変更ができます。

- ・円を描いている矢印

アンドゥー(Undo)を行うものです。画面の状態を一つ前に戻します。

- ・ゴミ箱

画面の写真以外のものをすべて消します。

- ・一番下のアイコン

設定終了のアイコン。詳細は後述します。

## 文字入力

文字入力のアイコンをタップすると、右図のような画面が表示されます。ここで「ここに入力してください」という文字が書いてある白い領域を押すことで、その下の文字入力画面となります。

前に入力した文字が残っていることがあります。



文字を入力し終わったら〈文字を確定する〉ボタンをタップします。

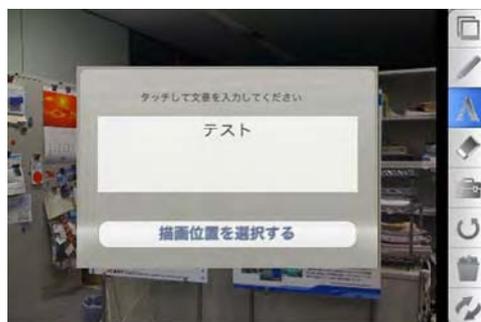
※1行に10文字、4行程度まで入力できます。

※一文字消去用のバックスペースキーはありますが、カーソルキーに相当するキーがありません。文字の入力時には注意して下さい。



次に〈描画位置を選択する〉ボタンをタップし、実際に文字を画面に置くことができます。

一度画面に触れると指のあたりに入力予定の文字が表示されます。その状態で指を動かし、文字を置きたい場所に移動させます。その後指を離せば文字の入力が完了します。



\*指を一度離すとそれ以降その文字を動かすことはできません。

\*文字の大きさを変更することはできません。

## 設定終了

〈設定〉ボタンをタップすると右図のような画面が表示されます。

〈画像を確定〉ボタンは、コンテンツの編集が終了した時に、次の設定へと進むものです。

〈写真を選び直す〉ボタンは、利用する写真を選び直すボタンです。この時、現在の変更は保存されませんので注意して下さい。

〈作成を終了する〉ボタンはコンテンツの編集を終了し、地図モードの画面へ戻るものです。この時も編集内容は保存されませんので注意して下さい。

〈閉じる〉ボタンは編集画面に戻るものです。



### 6.3. プロパティの設定

〈画像を確定する〉ボタンを選択すると右図のような画面が表示されます。

ここでは作成したコンテンツの名前とそのコンテンツの対象とする性別・年齢を設定します。

「作成するワークシート名を入力してください」と書いてある白い領域を選択すると文字入力画面が表示され名前を設定することができます。

性別は男女両方・男・女から選択してボタンをタップしてください。

対象年齢は白い領域の隣にある〈選択〉というボタンをタップすることで、その下の年齢を選択する画面が表示されます。そこで対象年齢を選択してください。

最後に入力がすべて終わると〈次へ〉のボタンをタップしてください。



### 6.4. アクションの設定

次に右の画面が表示されます。ここからは三つの分岐があります。

- (1) 作成したコンテンツに説明や問題などの文章を付ける〈テキスト入力〉
- (2) 選択肢問題を作成する〈選択肢を作成〉

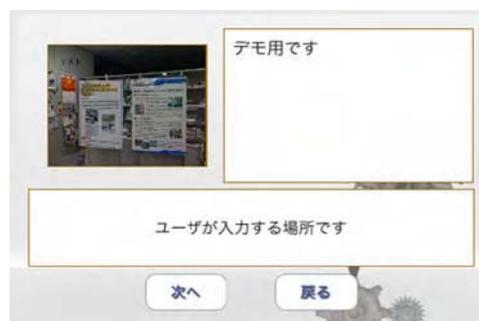


### (3) 特に上記を付加しない〈何も作成しない〉

〈テキスト入力〉を選択すると、文字を入力する画面が表示されます。枠内をタップすることでキーボードが表示され、文字を入力することができます。

文字を入力し終わったら枠の右側にある〈完了〉ボタンをタップし、画面内の〈次へ〉というボタンをタップしてください。テキスト入力の確認画面が表示されますので、問題なければ〈次へ〉をタップしてください。

- ※前に入力した文字が残っていることがあります。
- ※1行に10文字、4行程度まで入力できます。
- ※一文字消去用のバックスペースキーはありますが、カーソルキーに相当するキーがありません。文字の入力時には注意して下さい。



〈選択肢を作成〉ボタンをタップすると右の画面が表示されます。

最初にコンテンツに付加する問題文を入力してください。枠内を一度押すことでキーボードが表示され、文字を入力することができます。

文字を入力し終わったら〈完了〉ボタンをタップし、その後〈次へ〉をタップしてください。



次は選択肢を入力する画面が表示されます。

ここでは、作成した問題に対応する答えを作成します。作成できる選択肢は5つまでです。また、正解は左下にある〈選択〉ボタンから、正解となる選択肢の番号を選択することで設定することができます。



すべて設定出来れば〈次へ〉ボタンをタップしてください。

そうすると右図のような確認画面が表示されます。問題がなければ〈次へ〉ボタンをタップしてください。



## 6.5. 関連データの設定

5.4. を終了すると右の画面が表示されます。

現在作成したコンテンツに関連するコンテンツを付加することができる画面です。選択することにより、現在作成しているコンテンツからそのコンテンツへユーザを誘導することができるようになります。

右の画面で〈はい〉を選択するとその下の画面が表示されます。また、〈いいえ〉を選択すると5.

6. に進みます。

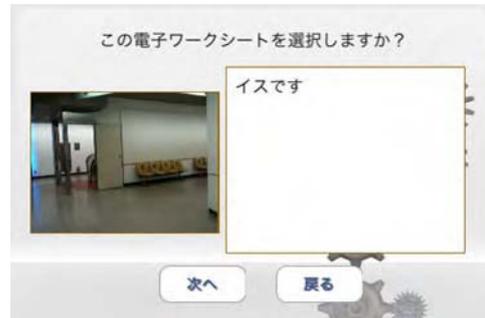
ここでは、過去に作成者がガイドシステムを利用して見たことのあるワークシートや作成者自身が作成したワークシートを優先的に表示することができます。

どちらを選択しても、右図のようなワークシートの一覧画面が表示されます。ここで目的のワークシートを探し、選択してください。



確認画面が表示され、問題なければ〈次へ〉をタップしてください。その後、まだ関連付けるワークシートがあるかを問われますので、ある場合は〈はい〉を選択してください。再度、関連付けるワークシートの種類を尋ねる画面が表示されます。

関連付けるワークシートが無い場合は〈いいえ〉を選択してください。



### 6.6. 表示位置の設定

ワークシートを地図上のどこに設置するかを設定します。

地図上にある赤・青・緑色の丸から設置する場所を選択して下さい。色による違いはここではありません。



設定する階を変更する場合は右にある〈階〉というボタンをタップしてください。右下図のような階を選択する画面が表示されますので設定したい階を選択してください。



### 6.7. 登録

以上でコンテンツの作成は終了です。

最後に右図のようなコンテンツ作成完了画面が表示されます。

続けて作成する場合は〈新しく作成する〉ボタンを、終了する場合は〈地図に戻る〉ボタンをタップしてください。



※なお、作成したコンテンツはログオフしなければ保存されませんので、忘れずログオフするようお願いします。

## 7. ログオフ

ナビモード、地図モード上で〈メニュー〉ボタンをタップすると右図の画面が表示されますので、〈ログオフ〉ボタンをタップしてください。



次に確認画面が表示されますので、〈ログオフ〉ボタンをタップして下さい。



最後に〈OK〉ボタンをタップして MobileNavi を終了して下さい。

5 ページ右下にある初期画面が表示されたら、iPhone を終了してください。



## 8. iPhone の終了

iPhone を終了するには、上部にある[スリープ/スリープ解除]ボタンを指で押下します。

## 9. 問い合わせ

実験期間中(2/22～3/7)は3階に実験受付までご連絡ください。

## 10. 作業可能な場所、時間

場所は科学技術館内。時間は実験用サーバが稼働している時間帯(24 時間稼働。但し、メンテナンス時を除く)。

以上





ユビキタス社会における  
科学館学習支援システムの実用化研究報告書

平成22年3月

発行 東京都千代田区北の丸公園2番1号  
財団法人 日本科学技術振興財団  
電話 03(3212)8484